第三核能發電廠及低放貯存場

附近海域之生態調查

契約編號：061130002601

114 年度期中報告

（定稿本）

委 託 單 位 ：台 灣 電 力 股 份 有 限 公 司

執 行 單 位 ：國　立　中　山　大　學

中　華　民　國　1　1　5　年　3　月

中文摘要（簡要版）

一、中文計畫名稱：第三核能發電廠及低放貯存場附近海域之生態調查

二、英文計畫名稱：An ecological survey on the waters adjacent to the nuclear power plant in South Taiwan and the Low-level Radioactive Waste Storage Site

三、契約編號：061130002601

四、契約期間：114 年 1 月 1 日至 115 年 12 月 31 日

五、執行單位：國立中山大學

六、計畫主持人：陳鎮東教授

七、協同主持人：詹　森教授、陳孟仙教授、劉莉蓮教授、
黃榮富教授、楊穎堅教授

八、本次報告書名稱：114年度期中報告 (定稿本)

九、本次報告執行期間：中華民國114年1月1日至114年12月31日

十、本次報告書完成日期：中華民國115年3月

十一、使用語言：中文

十二、中文摘要關鍵詞：核三廠、低放 (蘭嶼) 貯存場、海域生態

十三、英文摘要關鍵詞：The Third Nuclear Power Plant
The Low-level (Lanyu) Radioactive Waste Storage Site
Ecology of coastal area

十四、中文摘要：詳內文

印製年月：中華民國 115 年 3 月

致　謝

本項調查承台灣電力股份有限公司第三核能發電廠、低放(蘭嶼)貯存場於採樣時提供協助。

核能安全委員會 (原為行政院原子能委員會)、環境部 (原為行政院環境保護署)、台灣電力股份有限公司綜合研究所、公眾服務處、核能發電處、核能技術處、核能後端營運處、第一核能發電廠、第二核能發電廠、第三核能發電廠、龍門施工處、龍門核能發電廠 (原為第四核能發電廠)、放射試驗室、環境保護處(原為工安環保處) 於歷年報告審查時，提供寶貴意見，使本報告書內容漸趨完整，特此致謝。

計畫分工一覽

計 畫 名 稱 ：第三核能發電廠及低放貯存場
附近海域之生態調查
(契約編號：061130002601)

計 畫 主 持 人 ：陳鎮東教授
國立中山大學海洋科學系

協同主持人：

(一) 海潮流： 詹　森教授
國立臺灣大學海洋中心
國立臺灣大學海洋研究所

(二) 水文水質： 陳鎮東教授
國立中山大學海洋科學系

(三) 植物性及動物性浮游生物調查： 陳孟仙教授
國立中山大學海洋科學系

(四) 底棲動物調查： 劉莉蓮教授
國立中山大學海洋科學系

(五) 魚類調查： 黃榮富教授
國立高雄科技大學水產養殖系暨研究所

(六) 資料庫建置及維護 楊穎堅教授
國立臺灣大學海洋中心
國立臺灣大學海洋研究所

目　錄

表目錄---------- A-1

圖目錄---------- B-1

甲、工作背景

壹. 緣起---------- I

貳. 辦理內容及方式---------- I

參. 成效---------- II

各子計畫精簡研究結果---------- III

肆. 摘要---------- XVI

乙、工作報告

壹、海潮流

一、計畫目的與緣起---------- 1-1

二、文獻回顧 ---------- 1-2

三、研究方法與進度說明---------- 1-6

3.1 調查研究方法---------- 1-6

3.2 調查日期---------- 1-8

四、調查研究結果---------- 1-9

4.0 歷年監測資料統計分析---------- 1-9

4.1 漂流浮標調查結果---------- 1-12

4.2 定點海流連續調查結果---------- 1-15

4.3 水文調查結果---------- 1-18

4.4 歷年調查結果探討---------- 1-20

4.5 核三廠溫排水口附近長期水溫分析---------- 1-23

五、結論---------- 1-27

六、附表與附圖---------- 1-30

貳、水文水質

(貳-甲)、第三核能發電廠附近海域水文與水質化學

一、計畫目的與緣起---------- 2-1

二、文獻回顧---------- 2-3

2.1熱污染---------- 2-4

2.2餘氯---------- 2-6

三、研究方法與進度說明---------- 2-8

3.1現場取樣---------- 2-8

3.2 現場分析方法如下---------- 2-9

3.3實驗室分析---------- 2-10

3.4 品保及品管---------- 2-13

四、目前研究成果---------- 2-15

4.0 歷年監測資料統計分析---------- 2-15

4.1 民國114年1月~114年12月的結果---------- 2-19

五、結論---------- 2-28

六、附表與附圖---------- 2-28

(貳-乙)、低放貯存場附近海域之水文及水質化學

一、計畫目的與緣起---------- 2-44

二、文獻回顧---------- 2-45

三、研究方法與進度說明---------- 2-45

四、目前研究結果---------- 2-46

4.0 歷年監測資料統計分析---------- 2-46

4.1水文及水質近況---------- 2-48

4.2營養鹽來源 ---------- 2-51

五、結論---------- 2-51

六、附表與附圖---------- 2-51

參、植物性及動物性浮游生物調查

一、計畫目的與緣起---------- 3-1

二、文獻回顧---------- 3-1

三、研究方法與進度說明---------- 3-3

3.1 植物性浮游生物---------- 3-3

3.2 動物性浮游生物---------- 3-4

3.3 數據統計分析---------- 3-5

四、目前研究成果---------- 3-5

4.0 歷年監測資料統計分析---------- 3-6

4.1 入出水口及其擴散測站的豐度差異與多樣性分析---------- 3-7

4.2 對照與監測測站結果比較與群聚相似度分析---------- 3-10

4.3 浮游生物的優勢大類---------- 3-12

4.4 各測站蝦幼生豐度之比較---------- 3-12

4.5 各測站蟹幼生豐度之比較---------- 3-13

4.6 各測站魚卵豐度之比較---------- 3-13

4.7各測站仔魚豐度之比較---------- 3-14

4.8 歷年浮游生物豐/密度的變化---------- 3-14

4.9 同季節浮游生物之年間變化---------- 3-17

五、結論---------- 3-18

六、附表及附圖---------- 3-19

肆、底棲動物調查

一、計畫目的與緣起---- 4-1

二、文獻回顧---- 4-2

三、研究方法與進度說明---- 4-4

四、目前研究成果---- 4-6

4.0 歷年監測資料統計分析---- 4-6

4.1 軸孔珊瑚之成長變化---- 4-11

4.2 底棲動物補充量之比較---- 4-12

4.3 底棲動物消長比較---- 4-17

4.4 固定橫截線底棲生物出現率變化---- 4-21

4.5 入、出水口微環境沉積物沉積量與底棲動物著生率之相關性- 4-23

4.6 出水口南側各測站與入水口之水溫比較---- 4-25

五、討論---- 4-30

六、附表與附圖---- 4-36

伍、魚類調查

一、計畫目的與緣起---- 5-1

二、文獻回顧---- 5-1

三、研究方法與進度說明---- 5-2

3.1 珊瑚礁魚類調查---- 5-2

3.2 後壁湖販售魚類調查---- 5-3

四、目前調查研究成果---- 5-3

4.0 歷年監測資料統計分析---- 5-3

4.1 珊瑚礁魚類和後壁湖魚類相調查結果---- 5-6

4.2 歷年魚類調查研究回顧---- 5-12

五、結論---- 5-14

六、附表與附圖---- 5-14

陸、資料庫建置及維護

一、計畫目的與緣起---------- 6-1

二、研究方法與進度說明---------- 6-1

三、目前研究成果---------- 6-2

3.1 海潮流與其他子計畫相關性---------- 6-2

3.2 水文與水質化學與其他子計畫相關性---------- 6-3

3. 3 浮游生物與其他子計畫相關性---------- 6-7

3.4 底棲動物與其他子計畫相關性---------- 6-9

3.5 魚類調查與其他子計畫相關性---------- 6-13

3.6 網頁---------- 6-15

四、結論---------- 6-22

五、附表與附圖---------- 6-24

柒、參考資料 ---------- 7-1

捌、其他相關規定事項---------- 8-1

玖、附錄

附錄 A：「第三核能發電廠及低放貯存場附近海域之生態調查」記事---- 附錄 A

附錄 B：期中、期末工作檢討會會議紀錄及審查意見回覆對照表

附錄 B-1：「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」

100 年期中工作檢討會會議紀錄---------- 光碟

100 年期中工作檢討會會議紀錄之審查意見回覆對照表 ------- 光碟

會議日期：100 年 8 月 31 日

附錄 B-2：「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」

100 年期末工作檢討會會議紀錄---------- 光碟

100 年期末工作檢討會會議紀錄之審查意見回覆對照表-------- 光碟

會議日期：101 年 3 月 2 日

續玖、附錄

附錄 B：期中、期末工作檢討會會議紀錄及審查意見回覆對照表

附錄 B-3：「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」

101 年期中工作檢討會會議紀錄---------- 光碟

101 年期中工作檢討會會議紀錄之審查意見回覆對照表--------光碟

會議日期：101 年 9 月 5 日

附錄 B-4：「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」

101 年期末工作檢討會暨 102 年度新委辦工作開案會議紀錄- 光碟

101 年期末工作檢討會暨 102 年度新委辦工作開案會議紀錄之審查意見回覆對照表---------- 光碟

會議日期：102 年 3 月 8 日

附錄 B-5：「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」

102 年期中工作檢討會會議紀錄---------- 光碟

102 年期中工作檢討會會議紀錄之審查意見回覆對照表-------- 光碟

會議日期：102 年 9 月 10 日

附錄 B-6：「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」

102 年期末工作檢討會會議紀錄---------- 光碟

102 年期末工作檢討會會議紀錄之審查意見回覆對照表-------- 光碟

會議日期：103 年 3 月 14 日

附錄 B-7：「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」

103 年期中工作檢討會會議紀錄---------- 光碟

103 年期中工作檢討會會議紀錄之審查意見回覆對照表-------- 光碟

會議日期：103 年 9 月 10 日

附錄 B-8：「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」

103 年期末工作檢討會會議紀錄---------- 光碟

103 年期末工作檢討會會議紀錄之審查意見回覆對照表-------- 光碟

會議日期：104 年 3 月 12 日

續玖、附錄

附錄 B：期中、期末工作檢討會會議紀錄及審查意見回覆對照表

附錄 B-9：「第三核能發電廠及蘭嶼貯存場附近海域之生態調查」

104 年期中工作檢討會會議紀錄---------- 光碟

104 年期中工作檢討會會議紀錄之審查意見回覆對照表-------- 光碟

會議日期：104 年 8 月 27 日

附錄 B-10：「第三核能發電廠及蘭嶼貯存場附近海域之生態調查」

104 年期末工作檢討會會議紀錄---------- 光碟

104 年期末工作檢討會會議紀錄之審查意見回覆對照表------- 光碟

會議日期：105 年 3 月 4 日

附錄 B-11：「第三核能發電廠及蘭嶼貯存場附近海域之生態調查」

105 年期中工作檢討會會議紀錄---------- 光碟

105 年期中工作檢討會會議紀錄之審查意見回覆對照表------- 光碟

會議日期：105 年 9 月 20 日

附錄 B-12：「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」

105 年期末工作檢討會會議紀錄---------- 光碟

105 年期末工作檢討會會議紀錄之審查意見回覆對照表------- 光碟

會議日期：106 年 3 月 7 日

附錄 B-13：「第三核能發電廠及蘭嶼貯存場附近海域之生態調查」(106-107 年)

106 年期中工作檢討會會議紀錄---------- 光碟

106 年期中工作檢討會會議紀錄之審查意見回覆對照表------- 光碟

會議日期：106 年 10 月 20 日

附錄 B-14：「第三核能發電廠及蘭嶼 (低放) 貯存場附近海域之生態調查」(106-107 年)

第二次期中工作檢討會會議紀錄---------- 光碟

第二次期中工作檢討會會議紀錄之審查意見回覆對照表------ 光碟

會議日期：107 年 7 月 20 日

續玖、附錄

附錄 B：期中、期末工作檢討會會議紀錄及審查意見回覆對照表

附錄 B-15：「第三核能發電廠及蘭嶼 (低放) 貯存場附近海域之生態調查」(106-107 年)

期末工作檢討會會議紀錄---------- 光碟

期末工作檢討會會議紀錄之審查意見回覆對照表---------- 光碟

會議日期：108 年 2 月 13 日

附錄 B-16：「第三核能發電廠及低放貯存場附近海域之生態調查」(108-109 年)

第一次期中工作檢討會會議紀錄---------- 光碟

第一次期中工作檢討會會議紀錄之審查意見回覆對照表------ 光碟

會議日期：108 年 10 月 7 日

附錄 B-17：「第三核能發電廠及低放貯存場附近海域之生態調查」(108-109 年)

第二次期中工作檢討會會議紀錄---------- 光碟

第二次期中工作檢討會會議紀錄之審查意見回覆對照表------ 光碟

會議日期：109 年 7 月 20 日

附錄 B-18：「第三核能發電廠及低放貯存場附近海域之生態調查」(108-109 年)

期末工作檢討會會議紀錄---------- 光碟

期末工作檢討會會議紀錄之審查意見回覆對照表---------- 光碟

會議日期：110 年 2 月 23 日

附錄 B-19：「第三核能發電廠及低放貯存場附近海域之生態調查」(110-111 年)

期中工作檢討會議紀錄---------- 附錄 B-19A

期中工作檢討會議紀錄之審查意見回覆對照表---------- 附錄 B-19B

會議日期：111 年 2 月 9 日

附錄 B-20：「第三核能發電廠及低放貯存場附近海域之生態調查」(110-111 年)

期末工作檢討會議紀錄---------- 附錄 B-20A

期末工作檢討會議紀錄之審查意見回覆對照表---------- 附錄 B-20B

會議日期：112 年 2 月 7 日

續玖、附錄

附錄 B：期中、期末工作檢討會會議紀錄及審查意見回覆對照表

附錄 B-21：「第三核能發電廠及低放貯存場附近海域之生態調查」(112-113 年)

期中工作檢討會議紀錄---------- 附錄 B-21A

期中工作檢討會議紀錄之審查意見回覆對照表---------- 附錄 B-21B

會議日期：113 年 2 月 26 日

附錄 B-22：「第三核能發電廠及低放貯存場附近海域之生態調查」(112-113 年)

期末工作檢討會議紀錄---------- 附錄 B-22A

期末工作檢討會議紀錄之審查意見回覆對照表---------- 附錄 B-22B

會議日期：114 年 2 月 18 日

附錄 B-23：「第三核能發電廠及低放貯存場附近海域之生態調查」(114-115 年)

期中工作檢討會議紀錄---------- 附錄 B-23A

期中工作檢討會議紀錄之審查意見回覆對照表---------- 附錄 B-23B

會議日期：115 年 2 月 9 日

附錄 C：114-116 年度核能設施附近海域生態放射性物質調查計畫- 附錄 C 第二次期中報告

(契約編號：056139000101) <南部核能設施>

委託單位：台灣電力股份有限公司

執行單位：國立陽明交通大學

中華民國 114 年 12 月

附錄 C：114-116 年度核能設施附近海域生態放射性物質調查計畫- 附錄 C 海域環境放射性物質調查---歷年趨勢統計

(契約編號：056139000101)

委託單位：台灣電力股份有限公司

執行單位：國立陽明交通大學

中華民國 114 年 12 月

✱說明：

依台電公司 102 年 3 月 8 日
「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」，101 年期末工作檢討會
暨 102 年度新委辦工作開案會議紀錄 (附錄 B-4) 辦理。

『七、討論與決議事項』之

(十一) **自 102 年起放射性物質之調查**及核四廠海域調查監測等資料，分別**由本公司放射試驗室**及美商傑明公司提供。請兩個單位配合南、北核案研究團隊之作業時程盡早提供資料俾及時納入報告書初稿。

Openfind™ **環境保護處-林秀穎 <u536363@taipower.com.tw>**

來源: 環境保護處-林秀穎 <u536363@taipower.com.tw>
收信: 海科系--黃修儀 <apsara@mail.nsysu.edu.tw>
日期: Wed, 25 Feb 2026 09:33:49
標題: 請將附檔放進期中報告
附檔: 202512_台電期中報告(南部)-V2-D.pdf (1060k) 202512台電歷年趨勢分析V2-D.pdf (1357k)

台灣電力股份有限公司
環境保護處 監測組
林秀穎 敬上
電話：(02)2366-7213
微波：(92)23130

表 目 錄　　頁次

表 1-1　第三核能發電廠附近海域民國 114 年第 1 次漂流浮標追蹤調查成果表(民國 114 年 2 月 12 日)---------- 光碟

表 1-2　第三核能發電廠附近海域民國 114 年第 2 次漂流浮標追蹤調查成果表(民國 114 年 5 月 4 日)---------- 光碟

表 1-3　第三核能發電廠附近海域民國 114 年第 3 次漂流浮標追蹤調查成果表(民國 114 年 8 月 9 日)---------- 光碟

表 1-4　第三核能發電廠附近海域民國 114 年第 4 次漂流浮標追蹤調查成果表(民國 114 年 11 月 7 日)---------- 光碟

表 1-5　第三核能發電廠附近海域 (民國 113 年 10 月 15 日～114 年 3 月 14 日)定點海流觀測調和分析表---------- 光碟

表 1-6　第三核能發電廠附近海域 (民國 114 年 3 月 14 日～114 年 6 月 9 日)定點海流觀測調和分析表---------- 光碟

表 1-7　第三核能發電廠附近海域 (民國 114 年 6 月 9 日～114 年 8 月 21 日)定點海流觀測調和分析表---------- 光碟

表 1-8　第三核能發電廠附近海域 (民國 114 年 8 月 21 日～114 年 10 月 31 日)定點海流觀測調和分析表---------- 光碟

表 1-9　歷年距出水口 500 m 處之溫昇---------- 光碟

表 1-10　CTD 調查測站坐標表---------- 光碟

表 1-11　第三核能發電廠附近海域民國 87～114 年度漂流浮標追蹤調查結果---- 光碟

表 1-12　第三核能發電廠附近海域長期海流測站平均流速、流向及絕對流速表 光碟

表 1-13　第三核能發電廠附近海域歷年 CTD 調查水團屬性---------- 光碟

表 1-14　第三核能發電廠附近海域海潮流歷年調查結果摘要整理---------- 光碟

表 1-15　民國 95 至 113 年水溫基本統計表---------- 光碟

表 2-1　民國 114 年第 1 次~114 年第 4 次水文暨水質化學資料---------- 2-29

表 2-2　聖嬰年及反聖嬰年開始及結束時間---------- 2-33

表 2-3　WOCE PR-20, PR-21 測線上海研一號 (OR-I)、海研三號及KEEP-MASS測站之水質資料---------- 2-34

表 2-4　低放貯存場附近海域民國 114 年第 1 次~114 年第 4 次水文暨水質化學資料---------- 2-52

表 3-1 民國 114 年 2 月 15 日第三核能發電廠附近海域之植物性浮游生物之密度 (cells/l) 及種類組成-環境部公告之沈澱法 ---------- 3-20
表 3-2 民國 114 年 5 月 5 日第三核能發電廠附近海域之植物性浮游生物之密度 (cells/l) 及種類組成-環境部公告之沈澱法 ---------- 3-21
表 3-3 民國 114 年 8 月 8 日第三核能發電廠附近海域之植物性浮游生物之密度 (cells/l) 及種類組成-環境部公告之沈澱法 ---------- 3-22
表 3-4 民國 114 年 11 月 5 日第三核能發電廠附近海域之植物性浮游生物之密度 (cells/l) 及種類組成-環境部公告之沈澱法 ---------- 3-23
表 3-5 民國 114 年 2 月 15 日第三核能發電廠附近海域之植物性浮游生物之密度 (cells/l) 及種類組成-原過濾濃縮法 ---------- 3-24
表 3-6 民國 114 年 5 月 5 日第三核能發電廠附近海域之植物性浮游生物之密度 (cells/l) 及種類組成-原過濾濃縮法 ---------- 3-25
表 3-7 民國 114 年 8 月 8 日第三核能發電廠附近海域之植物性浮游生物之密度 (cells/l) 及種類組成-原過濾濃縮法 ---------- 3-26
表 3-8 民國 114 年 11 月 5 日第三核能發電廠附近海域之植物性浮游生物之密度 (cells/l) 及種類組成-原過濾濃縮法 ---------- 3-27
表 3-9 民國 114 年 2 月 15 日第三核能發電廠附近海域表層採樣動物性浮游生物各大類之豐度 (ind./1000m^3) 及生物量 ---------- 3-28
表 3-10 民國 114 年 2 月 15 日第三核能發電廠附近海域垂直採樣動物性浮游生物各大類之豐度 (ind./1000m^3) 及生物量 ---------- 3-29
表 3-11 民國 114 年 5 月 5 日第三核能發電廠附近海域表層採樣動物性浮游生物各大類之豐度 (ind./1000m^3) 及生物量 ---------- 3-30
表 3-12 民國 114 年 5 月 5 日第三核能發電廠附近海域垂直採樣動物性浮游生物各大類之豐度 (ind./1000m^3) 及生物量 ---------- 3-31
表 3-13 民國 114 年 8 月 8 日第三核能發電廠附近海域表層採樣動物性浮游生物各大類之豐度 (ind./1000m^3) 及生物量 ---------- 3-32
表 3-14 民國 114 年 8 月 8 日第三核能發電廠附近海域垂直採樣動物性浮游生物各大類之豐度 (ind./1000m^3) 及生物量 ---------- 3-33
表 3-15 民國 114 年 11 月 5 日第三核能發電廠附近海域表層採樣動物性浮游生物各大類之豐度 (ind./1000m^3) 及生物量 ---------- 3-34
表 3-16 民國 114 年 11 月 5 日第三核能發電廠附近海域垂直採樣動物性浮游生物各大類之豐度 (ind./1000m^3) 及生物量 ---------- 3-35
表 3-17 民國 85 年 7 月至 114 年 11 月在第三核能發電廠停機大修和運轉下，植物性和動物性浮游生物、蝦蟹幼生和魚卵及仔魚於各次總平均豐/密度的比較 ---------- 3-36
表 3-18 民國 114 年四次第三核能發電廠附近海域對照與監測測站植物性浮游生物之平均密度比較 (cells/l) ---------- 3-37
表 3-19 民國 114 年四次第三核能發電廠附近海域對照與監測測站動物性浮游生物之平均豐度比較 (ind./m^3)---------- 3-38

表 3-20 民國 114 年四次第三核能發電廠附近海域對照與監測測站蝦蟹幼生、魚卵及仔魚之平均豐度比較 (ind./m^3) ---------- 3-39

表 3-21 One-way ANOVA 統計分析動物性浮游生物物 (ZP)、植物性浮游生物 (PP)、魚卵 (F-egg)、仔魚 (F-lar)、蟹幼生 (C-lar) 及蝦幼生 (S-lar) 在各季節之不同年間差異 ---------- 3-40

表 3-22 Duncan's 多變距統計分析動物性浮游生物 (ZP)、植物性浮游生物 (PP)、魚卵 (F-egg)、仔魚 (F-lar)、蟹幼生 (C-lar) 及蝦幼生 (S-lar) 在第 1 次 (冬季) 與第 2 次(春季)之不同年份間的差異---------- 3-41

表 3-23 Duncan's 多變距統計分析動物性浮游生物 (ZP)、植物性浮游生物 (PP)、魚卵 (F-egg)、仔魚 (F-lar)、蟹幼生 (C-lar) 及蝦幼生 (S-lar) 在第 3 次 (夏季) 與第 4 次(秋季)之不同年份間的差異---------- 3-42

表 3-24 民國 85 年 7 月至 114 年 11 月第三核能發電廠附近海域浮游生物於各季之總平均豐/密度 ---------- 3-43

表 4-1 民國 110-114 年軸孔珊瑚在入水口北側 (Influ-2) 與出水口水深 8 公尺處(Efflu) 之成長情形---------- 4-37

表 4-2 民國 98-114 年入、出水口區域底棲動物著生率之非颱風季與颱風季比較表---------- 4-38

表 4-3 民國 87-114 年 Niño3.4 index 與底棲動物著生率之相關表---------- 4-39

表 4-4 民國 87-114 年 Niño4 index 與底棲動物著生率之相關表---------- 4-40

表 4-5 民國 87-114 年 PDO index 與底棲動物著生率之相關表---------- 4-41

表 4-6 民國 94 年第 3 季固定橫截線調查入水口及出水口南側之底棲生物種類及出現率---------- 4-42

表 4-7 民國 94-114 年海面水溫指數 Niño3.4、Niño4 及 PDO index 與底棲生物出現率變化之相關表---------- 4-43

表 4-8 民國 94-114 年海面水溫指數 Niño3.4、Niño4 及 PDO index 與各測站水溫之相關表---------- 4-44

表 4-9 民國 93-114 年各次 (季) 測站間的溫度與底棲動物著生率之相關性----- 4-45

表 5-1 第三核能發電廠附近海域各測站魚類相及魚類豐度之調查 (調查日期：民國 114 年 2 月)---------- 5-15

表 5-2 第三核能發電廠附近海域漁獲魚類相之調查 (調查日期：民國 114 年 2 月、5 月、8 月及 10 月)---------- 5-18

表 5-3 第三核能發電廠附近海域各測站魚類相及魚類豐度之調查 (調查日期：民國 114 年 5 月)---------- 5-20

表 5-4　第三核能發電廠附近海域各測站魚類相及魚類豐度之調查 (調查日期：民國 114 年 8 月)---------- 5-24

表 5-5　第三核能發電廠附近海域各測站魚類相及魚類豐度之調查 (調查日期：民國 114 年 10 月)---------- 5-28

表 5-6　第三核能發電廠附近海域珊瑚礁魚類相及後壁湖魚類相一覽表 (民國 114 年 4 次調查)---------- 5-32

表 5-7　民國 114 年第三核能發電廠附近海域各測站魚類相之調查---------- 5-38

表 5-8　第三核能發電廠附近海域民國 114 年 2 月各測站魚類相之相似度------- 5-43

表 5-9　第三核能發電廠附近海域民國 114 年 5 月各測站魚類相之相似度------- 5-43

表 5-10　第三核能發電廠附近海域民國 114 年 8 月各測站魚類相之相似度------- 5-43

表 5-11　第三核能發電廠附近海域民國 114 年 10 月各測站魚類相之相似度----- 5-44

表 5-12　第三核能發電廠附近海域民國 114 年 4 次調查各測站魚類相之相似度- 5-44

表 5-13　民國 82 年至 114 年第三核能發電廠附近海域魚類相調查------- 5-45

表 6-2-1　核三廠民國 82 年後電廠運轉 (無大修) 與大修時，表水水溫之比較表- 6-25

表 6-2-2　秋季時核三廠表水水溫比較：正常年、聖嬰年與反聖嬰年---------- 6-25

表 6-3-1　第三核能發電廠附近海域的浮游生物豐度與水質因子間之相關性分析 6-26

表 6-3-2　第三核能發電廠附近海域的浮游生物豐度與氣候指數間之相關性分析 6-27

表 6-4-1　Station 22 及 Station 24 於民國 94-113 年間之營養鹽相對於入水口灣內及出水口南側小灣固定橫截線之底棲生物覆蓋率迴歸關係表---------- 6-28

表 6-4-2　Station 20、Station 22 及 Station 24 於民國 94-112 年間之營養鹽相對於對照站(SNS)、入水口及出水口南側小灣之底棲動物著生量迴歸關係表---------- 6-29

表 6-4-3　入水口 (Influ-2) 樽海鞘出現之季別與歷年 (民國 92-112 年) 相關次別之的底棲動物著生量、水溫資料、測站 22 的水文水質及動物性浮游生物相之觀測項目 (註 1) 差異比較表---------- 6-30

表 6-5-1　各測站主要魚種平均出現數量及魚種相似度百分比---------- 6-31

表 6-5-2　第三核能發電廠附近海域環境因素分析---------- 6-33

圖 目 錄　　頁次

圖 1-1　第三核能發電廠附近海域 CTD 及定點海流觀測作業位置圖---------- 光碟

圖 1-2　民國 114 年 2 月 12 日漂流浮標暨溫度追蹤調查結果---------- 光碟

圖 1-3　民國 114 年 5 月 4 日漂流浮標暨溫度追蹤調查結果---------- 光碟

圖 1-4　民國 114 年 8 月 9 日漂流浮標暨溫度追蹤調查結果---------- 光碟

圖 1-5　民國 114 年 11 月 7 日漂流浮標暨溫度追蹤調查結果---------- 光碟

圖 1-6　民國 113 年 10 月 15 日～114 年 10 月 31 日定點海流觀測結果---------- 光碟

圖 1-7　民國 113 年 10 月 16 日～114 年 10 月 30 日定點海流低通過濾結果---------- 光碟

圖 1-8　定點海流調查海流玫瑰圖 (民國 113 年 10 月 15 日～114 年 10 月 31 日)----- 光碟

圖 1-9　定點海流調查流速流向散佈圖 (民國 113 年 10 月 15 日～114 年 10 月 31 日)- 光碟

圖 1-10　民國 113 年 10 月 15 日～114 年 10 月 31 日定點海流調查流速向量進行圖- 光碟

圖 1-11　民國 113 年 10 月 15 日～114 年 10 月 31 日定點海流調查各分潮潮流橢圓- 光碟

圖 1-12　第三核能發電廠附近海域民國 114 年 2 月 15 日、5 月 5 日、8 月 8 日、11 月 5 日 CTD 調查深溫鹽分布---------- 光碟

圖 1-13　第三核能發電廠附近海域民國 114 年 2 月 15 日、5 月 5 日、8 月 8 日、11 月 5 日出水口附近溫鹽剖面圖---------- 光碟

圖 1-14　第三核能發電廠附近海域民國 114 年 2 月 15 日水深 1 m、5 m、10 m、20 m 水溫與鹽度分佈---------- 光碟

圖 1-15　第三核能發電廠附近海域民國 114 年 5 月 5 日水深 1 m、5 m、10 m、20 m 水溫與鹽度分佈---------- 光碟

圖 1-16　第三核能發電廠附近海域民國 114 年 8 月 8 日水深 1 m、5 m、10 m、20 m 水溫與鹽度分佈---------- 光碟

圖 1-17　第三核能發電廠附近海域民國 114 年 11 月 5 日水深 1 m、5 m、10 m、20 m 水溫與鹽度分佈---------- 光碟

圖 1-18　第三核能發電廠附近海域歷年距出水口 500 m 處溫昇變化圖---------- 光碟

圖 1-19　500 m 調查測站位置圖---------- 光碟

圖 1-20　民國 92 至 94 年逐時水溫曲線 (上)、同期後壁湖逐時水位曲線 (中) 與蘭嶼每日平均風速、風向棍棒圖 (下)---------- 光碟

圖 1-21　民國 97 至 98 年颱風季節期間海流儀水溫紀錄變化與颱風發生時間關係圖-- 光碟

圖 2-1　研究區域暨採樣位置圖---------- 2-35

圖 2-2　民國114年第1次~第4次採樣時衛星資料取得之海水表面溫度分佈圖--------- 2-36

圖 2-3　民國75年7月~114年11月第三核能發電廠附近海域溫度距平值 (當月測值-歷年月平均值) 與ONI, PDO之變化圖---------- 2-37

圖 2-4　民國114年共4次第三核能發電廠附近海域溫度隨深度之變化圖---------- 2-38

圖 2-5　長時間溫度記錄與預報潮高記錄圖---------- 2-39

圖 2-6　民國89~114年調查之N/P比值圖---------- 2-43

圖 2-7　研究區域暨採樣點位置圖---------- 2-54

圖 2-8　在蘭嶼附近1,000 公尺以淺之流速分佈斷面圖---------- 2-55

圖 2-9　民國114年第1次~114年第4次於低放貯存場附近海域採樣時之衛星海表水溫分佈圖---------- 2-56

圖 2-10　低放貯存場附近海域民國72年7月~114年11月硝酸鹽、磷酸鹽以及矽酸鹽分別對鹽度作圖---------- 2-57

圖 2-11　低放貯存場附近海域民國72年7月~114年11月N/P比值圖---------- 2-58

附圖 2-1　電廠運轉前 (a) 及運轉後 (b) 四測站水層水溫在各月份的平均值，其中14站為0～25公尺平均值, 其他為0-10公尺平均---------- 附2-1

附圖 2-2　四個測站在電廠運轉前、後各月份的平均值---------- 附2-2

附圖 2-3　24站水溫在電廠運轉前後與16、18、19、23站比較---------- 附2-3

附圖 2-4　民國75年7月~114年11月第三核能發電廠附近海域溫度變化圖---------- 附2-4

附圖 2-5　測站22與24表水水溫之sin 曲線變化圖---------- 附2-5

附圖 2-6　測站24、22、18之間的水溫差距---------- 附2-6

附圖 2-7　第三核能發電廠附近海域7 站表水各月份的平均值 (75年至今) 與WOCE測站比較---------- 附2-7

附圖 2-8　低放貯存場附近海域民國72年7月~114年11月溫度之變化圖---------- 附2-8

附圖 2-9　低放貯存場附近海域民國72 年7月～114年11月各測站溫度平均值與sin曲線變化圖---------- 附2-9

附圖 2-10　低放貯存場附近海域民國72年7月~114年11月鹽度之變化圖---------- 附2-10

附圖 2-11　低放貯存場附近海域民國72年7月~114年11月pH之變化圖---------- 附2-10

附圖 2-12 低放貯存場附近海域民國72年7月~114年11月溶氧量之變化圖---------- 附2-11

附圖 2-13 低放貯存場附近海域民國72年7月~114年11月溶氧飽和度之變化圖---------- 附2-11

附圖 2-14 低放貯存場附近海域民國72年7月~114年11月硝酸鹽之變化圖---------- 附2-12

附圖 2-15 低放貯存場附近海域民國72年7月~114年11月亞硝酸鹽之變化圖---------- 附2-12

附圖 2-16 低放貯存場附近海域民國72年7月~114年11月磷酸鹽之變化圖---------- 附2-13

附圖 2-17 低放貯存場附近海域民國72年7月~114年11月矽酸鹽之變化圖---------- 附2-13

圖 3-1 第三核能電廠附近海域監測站之位置圖---------- 3-44

圖 3-2 民國 85 年 7 月至 114 年 11 月在第三核能發電廠停機大修和運轉下，沉澱法、過濾濃縮法植物性浮游生物和動物性浮游生物群聚之非度量多維度分析(nMDS)---------- 3-45

圖 3-3 民國 114 年四次採樣第三核能發電廠附近海域各測站之植物性浮游生物組成圖(以沉澱法之數據分析) ---------- 3-46

圖 3-4 民國 114 年四次採樣第三核能發電廠附近海域各測站之植物性浮游生物組成圖(以濃縮法之數據分析) ---------- 3-47

圖 3-5 民國 114 年四次採樣第三核能發電廠動物性浮游生物豐度於入出水口及其擴散情形---------- 3-48

圖 3-6 民國 114 年四次採樣第三核能發電廠附近海域各測站中植物性浮游生物之群聚分析 (以沉澱法之數據分析)---------- 3-49

圖 3-7 民國 114 年四次採樣第三核能發電廠附近海域各測站中植物性浮游生物之群聚分析 (以濃縮法之數據分析)---------- 3-50

圖 3-8 民國 114 年四次採樣第三核能發電廠附近海域各測站中動物性浮游生物之群聚分析---------- 3-51

圖 3-9 民國 114 年 2 月 15 日第三核能發電廠附近海域各測站動物性浮游生物之出現百分率---------- 3-52

圖 3-10 民國 114 年 5 月 5 日第三核能發電廠附近海域各測站動物性浮游生物之出現百分率---------- 3-53

圖 3-11 民國 114 年 8 月 8 日第三核能發電廠附近海域各測站動物性浮游生物之出現百分率---------- 3-54

圖 3-12 民國 114 年 11 月 5 日第三核能發電廠附近海域各測站動物性浮游生物之出現百分率---------- 3-55

圖 3-13　民國 114 年 2 月 15 日第三核能發電廠附近海域蝦蟹幼生、魚卵及仔魚之豐度於入出水口及其擴散情形 ---------- 3-56

圖 3-14　民國 114 年 5 月 5 日第三核能發電廠附近海域蝦蟹幼生、魚卵及仔魚之豐度於入出水口及其擴散情形 ---------- 3-57

圖 3-15　民國 114 年 8 月 8 日第三核能發電廠附近海域蝦蟹幼生、魚卵及仔魚之豐度於入出水口及其擴散情形 ---------- 3-58

圖 3-16　民國 114 年 11 月 5 日第三核能發電廠附近海域蝦蟹幼生、魚卵及仔魚之豐度於入出水口及其擴散情形 ---------- 3-59

圖 3-17　民國 85 年 7 月至 114 年 11 月第三核能發電廠附近海域植物性浮游生物(濃縮法和沉澱法分析) 之密度---------- 3-60

圖 3-18　民國 85 年 7 月至 114 年 11 月第三核能發電廠附近海域動物性浮游生物豐度---------- 3-61

圖 3-19　民國 85 年 7 月至 114 年 11 月第三核能發電廠附近海域蝦幼生之豐度 ------ 3-62

圖 3-20　民國 85 年 7 月至 114 年 11 月第三核能發電廠附近海域蟹幼生之豐度 ------ 3-63

圖 3-21　民國 85 年 7 月至 114 年 11 月第三核能發電廠附近海域魚卵之豐度 --------- 3-64

圖 3-22　民國 85 年 7 月至 114 年 11 月第三核能發電廠附近海域仔魚之豐度 --------- 3-65

圖 4-1　民國 68 年至 82 年底棲動物調查之測站---------- 4-46

圖 4-2　民國 68-80 年第三核能發電廠附近海域藻類及底棲動物之消長情形--------- 4-47

圖 4-3　各類底棲動物之幼生形態---------- 4-48

圖 4-4　底棲動物調查之測站---------- 4-49

圖 4-5　軸孔珊瑚在入水口北側 (Influ-2) 與出水口南堤外側小灣水深 8 公尺 (Efflu) 之成長情形---------- 4-50

圖 4-6　民國 97 年至 114 年各次 (季) 入水口珊瑚平均日成長率與颱風相關資料之迴歸相關圖---------- 4-51

圖 4-7　珊瑚在 88-114 年各次 (季) 各測站附著板之著生情形---------- 4-52

圖 4-8　軟體動物在民國 88-114 年各次 (季) 各測站附著板之著生情形---------- 4-53

圖 4-9　多毛類在民國 88-114 年各次 (季) 各測站附著板之著生情形---------- 4-54

圖 4-10　苔蘚蟲在民國 88-114 年各次 (季) 各測站附著板之著生情形---------- 4-55

圖 4-11　海鞘在民國 88-114 年各次 (季) 各測站附著板之著生情形---------- 4-56

圖 4-12　藤壺在民國 88-114 年各次 (季) 各測站附著板之著生情形---------- 4-57
圖 4-13　珊瑚在民國 85-114 年間各測站附著板之著生情形---------- 4-58
圖 4-14　軟體動物在民國 85-114 年間各測站附著板之著生情形---------- 4-59
圖 4-15　多毛類在民國 85-114 年間各測站附著板之著生情形---------- 4-60
圖 4-16　苔蘚蟲在民國 85-114 年間各測站附著板之著生情形---------- 4-61
圖 4-17　海鞘在民國 85-114 年間各測站附著板之著生情形---------- 4-62
圖 4-18　藤壺在民國 85-114 年間各測站附著板之著生情形---------- 4-63
圖 4-19　民國 90-114 年間第 1 次 (冬) 各測站 6 大類底棲動物著生率群聚分析-------- 4-64
圖 4-20　民國 90-114 年間第 2 次 (春) 各測站 6 大類底棲動物著生率群聚分析-------- 4-65
圖 4-21　民國 90-114 年間第 3 次 (夏) 各測站 6 大類底棲動物著生率群聚分析-------- 4-66
圖 4-22　民國 90-114 年間第 4 次 (秋) 各測站 6 大類底棲動物著生率群聚分析-------- 4-67
圖 4-23　珊瑚民國 87-114 年各測站著生率之相似度群聚分析---------- 4-68
圖 4-24　軟體動物民國 87-114 年各測站著生率之相似度群聚分析---------- 4-69
圖 4-25　多毛蟲民國 87-114 年各測站著生率之相似度群聚分析---------- 4-70
圖 4-26　苔蘚民國蟲 87-114 年各測站著生率之相似度群聚分析---------- 4-71
圖 4-27　海鞘民國 87-114 年各測站著生率之相似度群聚分析---------- 4-72
圖 4-28　藤壺民國 87-114 年各測站著生率之相似度群聚分析---------- 4-73
圖 4-29　出水口南側小灣測站之多毛蟲著生率在停機及非停機維修時期的比較------ 4-74
圖 4-30　固定橫截線調查入水口及出水口南側各測線底棲生物出現率之群聚分析--- 4-75
圖 4-31　固定橫截線調查入水口各測線底棲生物出現率---------- 4-76
圖 4-32　固定橫截線調查出水口南側各測線底棲生物出現率---------- 4-77
圖 4-33　固定橫截線調查入水口及出水口南側各測線白化珊瑚出現率之主成份分析---------- 4-78
圖 4-34　各季固定橫截線調查入水口及出水口南側各測線白化珊瑚平均之物種數變化圖---------- 4-79
圖 4-35　歷年 4 次 (季) 入、出水口各測站的沉積物沉積量---------- 4-80

圖 4-36 各次 (季) 颱風之累計警報天數及雨量與入、出水口的沉積物沉積量之迴歸相關圖---------- 4-81
圖 4-37 入水口各測站之沉積物日沉積量與各類底棲動物著生率之迴歸相關圖------ 4-82
圖 4-38 入水口內二測站在停機清除附著生物時期及正常運作時期，及在颱風季與非颱風季之沉積量比較---------- 4-83
圖 4-39 民國 112-114 年出水口南側及入水口各測站之水溫變化圖---------- 4-84
圖 4-40 民國 96-114 年出水口南側及入水口各測站之各月水溫、Niño3.4、Niño4 及 PDO index 變化圖---------- 4-85
圖 4-41 出水口南側水深 8 公尺處 (Efflu) 與水深 3 公尺處 (Efflu-3) 的珊瑚著生率比較---------- 4-86
圖 4-42 出水口南側水深 8 公尺處 (Efflu) 與水深 3 公尺處 (Efflu-3) 的軟體動物著生率比較---------- 4-86
圖 4-43 出水口南側水深 8 公尺處 (Efflu) 與水深 3 公尺處 (Efflu-3) 的多毛蟲著生率比較---------- 4-87
圖 4-44 出水口南側水深 8 公尺處 (Efflu) 與水深 3 公尺處 (Efflu-3) 的苔蘚蟲著生率比較---------- 4-87
圖 4-45 出水口南側水深 8 公尺處 (Efflu) 與水深 3 公尺處 (Efflu-3) 的海鞘著生率比較---------- 4-88
圖 4-46 出水口南側水深 8 公尺處 (Efflu) 與水深 3 公尺處 (Efflu-3) 的藤壺著生率比較---------- 4-88
圖 5-1 民國 82 年度第三核能發電廠附近海域珊瑚礁魚類相觀測地點---------- 5-73
圖 5-2 民國 83 及 84 年度第三核能發電廠附近海域珊瑚礁魚類相觀測地點--------- 5-74
圖 5-3 民國 85 年至 114 年調查第三核能發電廠附近海域珊瑚礁魚類相觀測地點 5-75
圖 5-4 第三核能發電廠附近海域民國 114 年 4 次調查各測站珊瑚礁魚類相組成百分比---------- 5-76
圖 5-5 第三核能發電廠附近海域民國 114 年 4 次調查各測站珊瑚礁魚類相頻度圖---------- 5-77
圖 5-6 第三核能發電廠附近海域民國 114 年 4 次調查珊瑚礁魚類相組成百分比---- 5-78
圖 5-7 第三核能發電廠附近海域民國 114 年 4 次調查魚類相頻度圖---------- 5-79
圖 5-8 第三核能發電廠附近海域民國 89 年至 114 年調查各測站珊瑚礁魚尾數變動情形---------- 5-80

圖 5-9　第三核能發電廠附近海域民國 89 年至 114 年調查珊瑚礁魚類種類數的變動情形---------- 5-81

圖 5-10　第三核能發電廠附近海域歷年各測站刺尾鯛科、蝴蝶魚科、隆頭魚科及雀鯛科珊瑚礁魚類相組成百分比---------- 5-82

圖 5-11　民國 89-114 年 5 個測站珊瑚礁魚類群聚之二度空間排序---------- 5-83

圖 5-12　第三核能發電廠附近海域生態系之實證模式---------- 5-84

圖 5-13　珊瑚礁魚類與後壁湖販售魚類年間相似度---------- 5-85

圖 6-2-1　民國103年8月珠江口至台灣海峽 (a) 衛星葉綠素甲與 (b) 透明度之圖像----- 6-34

圖 6-2-2　民國75年7月~114年12月第三核能發電廠附近海域鹽度距平值 (當月測值-歷年月平均值) 之a) 逐年變化圖以及b) 不同季節與PDO之相關性---------- 6-35

圖 6-2-3　本海域於PDO冷、暖相時之溫鹽變化圖---------- 6-36

圖 6-2-4　本海域表水pH逐年變化圖與PDO 指數之相關性---------- 6-37

圖 6-2-5　本海域a) 硝酸鹽逐年變化圖以及b) 硝酸鹽距平值與PDO之變化圖---------- 6-38

圖 6-2-6　南灣海域水溫下降與強降雨、颱風、渦旋之關係---------- 6-39

圖 6-2-7　營養鹽 (實線) 與表層植浮 (虛線) 隨著時間之變化圖---------- 6-40

圖 6-2-8　表層植浮與營養鹽之相關圖---------- 6-41

圖 6-2-9　束毛藻四季數量之變化---------- 6-42

圖 6-2-10 珊瑚生長於入、出水口與硝酸鹽濃度之比較---------- 6-43

圖 6-3-1　民國 85 年 7 月至 114 年 11 月第三核能發電廠附近海域監測和對照測站植物性浮游生物 (>55 μm)各 大類之密度---------- 6-44

圖 6-3-2　民國 85 年 7 月至 114 年 11 月第三核能發電廠附近海域監測和對照測站動物性浮游生物各大類之豐度---------- 6-45

圖 6-3-3　民國 85 年 7 月至 114 年 11 月第三核能發電廠附近海域監測和對照測站蝦蟹幼生之豐度---------- 6-46

圖 6-3-4　民國 85 年 7 月至 114 年 11 月第三核能發電廠附近海域監測和對照測站魚卵及仔魚之豐度---------- 6-47

圖 6-3-5　民國 85 年 7 月至 114 年 11 月第三核能發電廠附近海域束毛藻屬密度之變化---------- 6-48

圖 6-4-1 Station 20 (SNS：石牛溪)
A.水溫變化與多毛類幼生在附著板著生情形之迴歸關係(N=90; p>0.05)；
B.多毛類在水表層之浮游幼生豐度與其在附著板著生情形之迴歸關係
(N=90; p>0.05);
C.多毛類在水層中之浮游幼生豐度與其在附著板著生情形之迴歸關係
(N=90; p>0.05)---------- 6-49
圖 6-4-2 Station 20 (SNS：石牛溪)
A.水溫變化與藤壺幼生在附著板著生情形之迴歸關係(N=90; p>0.05) ；
B.藤壺在水表層之浮游幼生豐度與其在附著板著生情形之迴歸關係
(N=90; p<0.05)；
C.藤壺在水層中之浮游幼生豐度與其在附著板著生情形之迴歸關係
(N=90; p>0.05)---------- 6-49
圖 6-4-3 Station 20 (SNS：石牛溪)
A.水溫變化與軟體動物幼生在附著板著生情形之迴歸關係(N=90; p>0.05)；
B.軟體動物在水表層之浮游幼生豐度與其在附著板著生情形之迴歸關係
(N=90; p>0.05)；
C.軟體動物在水層中之浮游幼生豐度與其在附著板著生情形之迴歸關係
(N=90; p>0.05)---------- 6-51
圖 6-4-4 Station 22 (Influ-10：入水口南堤外側)
A.水溫變化與多毛類幼生在附著板著生情形之迴歸關係(N=95; p>0.05)；
B.多毛類在水表層之浮游幼生豐度與其在附著板著生情形之迴歸關係
(N=95; p>0.05)；
C.多毛類在水層中之浮游幼生豐度與其在附著板著生情形之迴歸關係
(N=95; p>0.05) ---------- 6-52
圖 6-4-5 Station 22 (Influ-10：入水口南堤外側)
A.水溫變化與藤壺幼生在附著板著生情形之迴歸關係(N=95; p>0.05)；
B.藤壺在水表層之浮游幼生豐度與其在附著板著生情形之迴歸關係
(N=95; p>0.05)；
C.藤壺在水層中之浮游幼生豐度與其在附著板著生情形之迴歸關係
(N=95; p>0.05)---------- 6-53
圖 6-4-6 Station 22 (Influ-10：入水口南堤外側)
A.水溫變化與軟體動物幼生在附著板著生情形之迴歸關係
(N=95; p>0.05)；
B.軟體動物在水表層之浮游幼生豐度與其在附著板著生情形之迴歸關係
(N=95; p>0.05)；
C.軟體動物在水層中之浮游幼生豐度與其在附著板著生情形之迴歸關係
(N=95; p>0.05)---------- 6-54
圖 6-4-7 Station 24 (Efflu：出水口南堤外側小灣水深 8 公尺)
A.水溫變化與多毛類幼生在附著板著生情形之迴歸關係(N=98; p>0.05)；
B.多毛類在水表層之浮游幼生豐度與其在附著板著生情形之迴歸關係
(N=98; p>0.05)；
C.多毛類在水層中之浮游幼生豐度與其在附著板著生情形之迴歸關係
(N=98; p>0.05)---------- 6-55

圖 6-4-8 Station 24 (Efflu：出水口南堤外側小灣水深 8 公尺)
A.水溫變化與藤壺幼生在附著板著生情形之迴歸關係(N=98; p>0.05)；
B.藤壺在水表層之浮游幼生豐度與其在附著板著生情形之迴歸關係
(N=98; p>0.05)；
C.藤壺在水層中之浮游幼生豐度與其在附著板著生情形之迴歸關係
(N=98; p<0.05) ---------- 6-56

圖 6-4-9 Station 24 (Efflu：出水口南堤外側小灣水深 8 公尺)
A.水溫變化與軟體動物幼生在附著板著生情形之迴歸關係
(N=98; p>0.05)；
B.軟體動物在水表層之浮游幼生豐度與其在附著板著生情形之迴歸關係
(N=98; p>0.05)；
C.軟體動物在水層中之浮游幼生豐度與其在附著板著生之迴歸關係
(N=98; p>0.05)---------- 6-57

圖 6-4-10 Station 22 (Influ：入水口灣內固定橫截線)
A.水深0 m 之PO_4與藻類覆蓋率之迴歸關係(N=240; p<0.05)；
B.水深3m 之PO_4與藻類覆蓋率之迴歸關係(N=240; p<0.05)；
C.水深10 m 之PO_4與藻類覆蓋率之迴歸關係(N=240; p>0.05)---------- 6-58

圖 6-4-11 Station 22 (Influ：入水口灣內固定橫截線)
A.水深0 m之SiO_2與藻類覆蓋率之迴歸關係(N=238; p>0.05）；
B.水深3m 之SiO_2與藻類覆蓋率之迴歸關係(N=237; p>0.05）；
C.水深10 m之SiO_2與藻類覆蓋率之迴歸關係(N=237; p>0.05)---------- 6-59

圖 6-4-12 Station 22 (Influ：入水口灣內固定橫截線)
A.水深0 m 之NO_3與藻類覆蓋率之迴歸關係(N=238; p>0.05)；
B.水深3m 之NO_3與藻類覆蓋率之迴歸關係(N=237; p>0.05)；
C.水深10 m 之NO_3與藻類覆蓋率之迴歸關係(N=237; p>0.05)---------- 6-60

圖 6-4-13 Station 24 (Efflu：出水口南側小灣固定橫截線)
A. 水深0 m 之PO_4與藻類覆蓋率之迴歸關係(N=243; p>0.05)；
B. 水深3 m 之PO_4與藻類覆蓋率之迴歸關係(N=243; p>0.05)；
C.水深10 m 之PO_4與藻類覆蓋率之迴歸關係(N=243; p<0.05)---------- 6-61

圖 6-4-14 Station 24 (Efflu：出水口南側小灣固定橫截線)
A.水深0 m 之SiO_2與藻類覆蓋率之迴歸關係(N=243; p>0.05)；
B.水深3m 之SiO_2與藻類覆蓋率之迴歸關係(N=242; p<0.05)；
C.水深10 m 之SiO_2與藻類覆蓋率之迴歸關係(N=243; p>0.05)---------- 6-62

圖 6-4-15 Station 24 (Efflu：出水口南側小灣固定橫截線)
A.水深0 m 之NO_3與藻類覆蓋率之迴歸關係(N=243; p>0.05)；
B.水深3m 之NO_3與藻類覆蓋率之迴歸關係(N=243; p>0.05)；
C.水深10 m 之NO_3與藻類覆蓋率之迴歸關係(N=243; p>0.05)---------- 6-63

圖 6-4-16 民國113、114年各測站水溫與子計畫一海潮流測站N3C1的水溫變化。
A. 民國113年；B. 民國114年---------- 6-64

圖 6-4-17 潭美颱風影響期及民國102年8月25日樽海鞘大量出現期的水溫變化圖----- 6-65
圖 6-4-18 民國103年5月22日樽海鞘大量出現前後期的水溫變化圖---------- 6-66
圖 6-5-1 機組歲修保養期間及運轉期間測站3~測站5 (影響域) 珊瑚礁魚種數變動---- 6-67
圖 6-5-2 機組歲修保養及運轉期間測站3~測站5 (影響域) 珊瑚礁魚尾種數變動------- 6-68
圖 6-5-3 民國89-114年機組歲修保養及運轉期間測站3~測站5 (影響域) 珊瑚礁魚類群聚組成 ---------- 6-69
圖 6-5-4 太平洋十年振盪指數 (PDO) 與海洋聖嬰指數 (ONI) 對計畫區附近海域珊瑚礁魚種數距平值---------- 6-70
圖 6-5-5 颱風期過後第三核能發電廠附近海域珊瑚礁魚種數變動---------- 6-71
圖 6-5-6 第三核能發電廠附近海域生態系之概念模式---------- 6-72
圖 6-5-7 第三核能發電廠附近海域生態系之實證模式---------- 6-72
圖 6-6-1 本計畫之網頁首頁---------- 6-73
圖 6-6-2 研究人員專區首頁-水文資料歷年時間序列圖---------- 6-73
圖 6-6-3 研究人員專區首頁-動物性浮游生物資料歷年時間序列圖---------- 6-74
圖 6-6-4 水文資料線上繪圖之時間序列圖操作介面---------- 6-75
圖 6-6-5 水文資料線上繪圖之時間序列圖進階操作介面---------- 6-75
圖 6-6-6 查詢參數及其相互比較時間序列圖---------- 6-76
圖 6-6-7 散射圖之搜尋介面---------- 6-76
圖 6-6-8 st14之0 m溫度與st14之0 m鹽度之散射圖---------- 6-77
圖 6-6-9 水平面溫度分佈圖搜尋頁面---------- 6-77
圖 6-6-10 水平面溫度分佈圖---------- 6-78
圖 6-6-11 水文資料查詢列表---------- 6-78
圖 6-6-12 水文資料統計圖表---------- 6-79
圖 6-6-13 浮游生物資料查詢頁面---------- 6-79
圖 6-6-14 底棲動物資料查詢頁面---------- 6-79
圖 6-6-15 底棲生物各測站時間序列圖頁面一---------- 6-80

圖 6-6-16 底棲生物各測站時間序列圖頁面二---------- 6-80
圖 6-6-17 底棲動物各參數繪圖頁面---------- 6-81
圖 6-6-18 底棲動物沉積物展示介面---------- 6-82
圖 6-6-19 海流資料之搜尋介面---------- 6-83
圖 6-6-20 海流資料之時間序列圖。由上至下分別為流矢圖、溫度圖、東西向流速圖、南北向流速圖---------- 6-84
圖 6-6-21 流場統計圖之搜尋介面---------- 6-85
圖 6-6-22 流速發生機率分佈圖---------- 6-85
圖 6-6-23 流向發生機率分佈圖---------- 6-86
圖 6-6-24 玫瑰圖---------- 6-86
圖 6-6-25 海流漸進線圖---------- 6-87
圖 6-6-26 流年歷年季節統計圖之搜尋介面---------- 6-87
圖 6-6-27 流速發生機率分佈圖---------- 6-88
圖 6-6-28 流向發生機率分佈圖---------- 6-88
圖 6-6-29 玫瑰圖---------- 6-89
圖 6-6-30 浮標漂流軌跡查詢繪圖介面---------- 6-89
圖 6-6-31 民國114 (西元2025) 年浮標漂流軌跡繪圖結果---------- 6-90
圖 6-6-32 海流資料查詢頁面---------- 6-90
圖 6-6-33 CTD水平分佈圖選擇介面---------- 6-91
圖 6-6-34 CTD水平分佈圖---------- 6-91
圖 6-6-35 CTD資訊與Google Map整合介面---------- 6-92
圖 6-6-36 S21測站，民國114年溫度剖面圖---------- 6-92
圖 6-6-37 珊瑚礁魚類各測站歷年魚種數---------- 6-93
圖 6-6-38 珊瑚礁魚類各測站歷年魚尾數---------- 6-94
圖 6-6-39 海表面溫度資料快速搜尋介面---------- 6-95
圖 6-6-40 海表面溫度資料之大圖---------- 6-95

圖 6-6-41 海面溫度分佈查詢頁面---------- 6-96
圖 6-6-42 海表面溫度資料---------- 6-96
圖 6-6-43 SST資料下載搜尋頁面---------- 6-97
圖 6-6-44 SST資料之逗點分隔檔案頁面---------- 6-97
圖 6-6-45 衛星雲圖查詢介面---------- 6-98
圖 6-6-46 放大之衛星雲圖---------- 6-98
圖 6-6-47 氣象局後壁湖潮位站之海象資料查詢介面---------- 6-99
圖 6-6-48 CODAR海流資料展示頁面---------- 6-99
圖 6-6-49 海面高度與地轉流查詢介面---------- 6-100
圖 6-6-50 海面高度與地轉流分布圖---------- 6-100
圖 6-6-51 海面高度與地轉流分布查詢介面---------- 6-101
圖 6-6-52 海面高度與地轉流分布圖---------- 6-101
圖 6-6-53 海面高度與地轉流原始資料查詢下載介面---------- 6-102
圖 6-6-54 海面高度與地轉流原始資料---------- 6-102
圖 6-6-55 MODIS水色衛星資料查詢介面---------- 6-103
圖 6-6-56 MODIS海洋葉綠素衛星資料查詢介面---------- 6-103

第三核能發電廠及低放貯存場附近海域之生態調查

甲、工作背景

壹. 緣起

第三核能發電廠有兩部發電機組，分別於民國 73 年 5 月與 74 年 5 月商轉發電。為瞭解電廠運轉後，對該地區附近海域生態及海洋資源的影響程度，核能安全委員會 (簡稱核安會，民國 112 年 9 月改制，原為行政院原子能委員會) 與台電公司於民國 68 年 7 月開始委託中央研究院國際環境科學委員會中國委員會 (環科會) 進行長期調查與研究工作。目的在於瞭解第三核能發電廠附近海域，及核能發電廠運轉前與開始運轉後之生態系的平衡狀況：包括非生物環境因子 (如海水之溫度、餘氯等物理與化學性質，以及海洋生物含放射性物質之調查)，生物環境因子 (如基礎生產力，浮游植物與浮游動物、海藻、無脊椎動物及魚類之種間關係)，海潮流調查，漁場經濟效益調查、統計及評估，以及利用珊瑚骨骼同位素回推水溫等，以求取得核能發電廠對該海域影響的基礎資料。

貳. 辦理內容及方式

第三核能發電廠部份：

1. 民國 68~82 年委託中央研究院國際環境科學委員會中國委員會進行長期調查與研究工作。
2. 民國 82 年起轉委託國立中山大學執行，其項目包括海潮流、水文與水質化學、動物及植物性浮游生物、底棲動物、魚類、漁業經濟、放射性物質調查及綜合討論。
3. 民國 87~89 年調查目有些微變動如下：
   (1) 珊瑚同位素部份已於民國 87 年 6 月完成，自該年 7 月起改為南灣海域增溫調查。
   (2) 民國 89 年本計畫已提出各項證據，顯示第三核能發電廠附近海域並未因第三核能發電廠運轉而增溫，因此該年 7 月起增溫調查亦不再進行，而併入水文與水質化學中。
4. 民國 100 年起魚類調查與漁業經濟效益調查已合併為魚類與漁業經濟調查，並於民國 102 年起改為魚類調查。

低放貯存場部份：

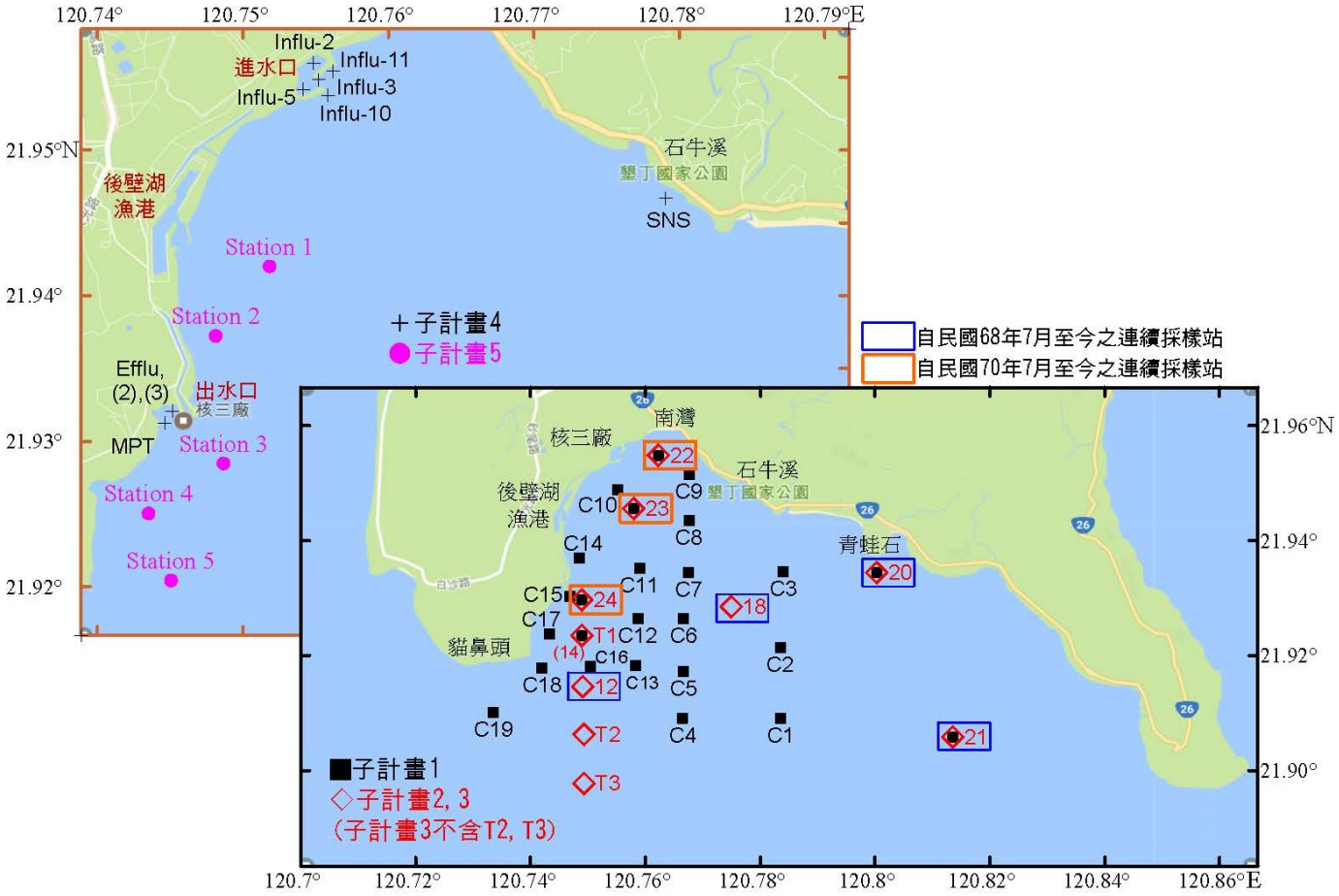
1. 於民國 73 年 7 月開始，委託環科會進行長期調查研究。研究項目包括水文與水質化學，沈積物化學，植物性與動物性浮游生物，潮間帶底棲生物以及海水與生物體含放射性物質等。
2. 民國 82 年 7 月開始，改委國立中山大學進行調查，並刪除大部份項目，僅留水文與水質化學及放射性物質兩大部份。
3. 民國 102 年起停止執行「放射性物質調查」。

參. 成效

1. 此調查的結果可以作為核三廠附近海域生態環境影響評估之追蹤，多年來之調查結果，均符合環保法規之要求。
2. 由於核能發電可能產生的環境風險問題，向來受到社會極大的關切，包括放流水、廢料處理、珊瑚白化與放射性核種外洩等問題。為了消除民眾疑慮，台電公司得隨時掌握核能電廠周遭的生態環境，藉由學者專家的研究整理分析，定期將結果於台電公司網站向大眾公佈 (http://www.taipower.com.tw/)，有助於減低大眾的疑慮。
3. 已完成自民國 68 年至 114 年 12 月的研究報告，此一資料庫陸陸續續的記錄了浮游生物、底棲動物、魚類、水文水質與漁業環境變遷。南部海域除了曾於民國 90 年發生過阿瑪斯號漏油事件之外，並無其他的重大生態事件，或其他重要的污染源出現。因此，南灣海域的整個生態系統，應該是處在大環境之變動 (例如：颱風、聖嬰、反聖嬰、太平洋十年震盪等) 及一般性的人為干擾情形下 (例如：沿岸排污及漁業、遊憩行為)。
4. 將研究成果在每年期中、期末報告說明會時邀請核能安全委員會(原為行政院原子能委員會)、環境部 (民國 112 年 8 月改制，原為行政院環境保護署) 等有關單位參與討論、釋疑，以達到雙向溝通及降低當地漁民對核三廠運轉後之疑慮，並協助及指導漁民解決有關之捕撈、養殖問題，已深獲當地區漁會及漁民之肯定。
5. 近年來不斷加強各子計畫間關聯性之探討，已知南灣之湧升不但帶來營養鹽，增進浮游植物生長，而且湧升之冷水，有助於降低南灣內之水溫，並有助於南灣內外海水之交換。
6. 協助本公司不定期的將研究成果用以答覆外界對核三廠生態調查的相關諮詢。

各子計畫精簡研究結果

第三核能發電廠附近海域調查及採樣位置圖



子計畫 1—海潮流	詹　森教授/國立臺灣大學海洋中心 國立臺灣大學海洋研究所
子計畫 2—水文水質	陳鎮東教授/國立中山大學海洋科學系
子計畫 3— 植物性及動物性 浮游生物調查	陳孟仙教授/國立中山大學海洋科學系
子計畫 4— 底棲動物調查	劉莉蓮教授/國立中山大學海洋科學系
子計畫 5—魚類調查	黃榮富教授/國立高雄科技大學水產養殖系
子計畫 6— 資料庫建置及維護	楊穎堅教授/國立臺灣大學海洋中心 國立臺灣大學海洋研究所

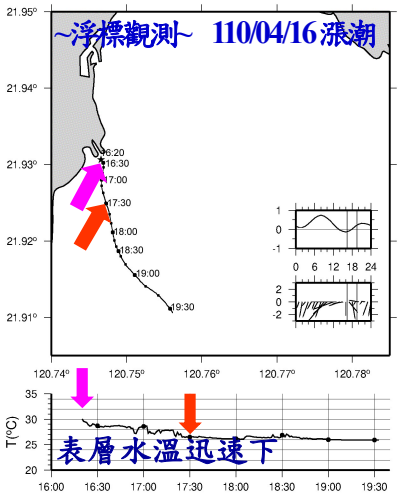
各子計畫精簡研究結果

子計畫 1--海潮流

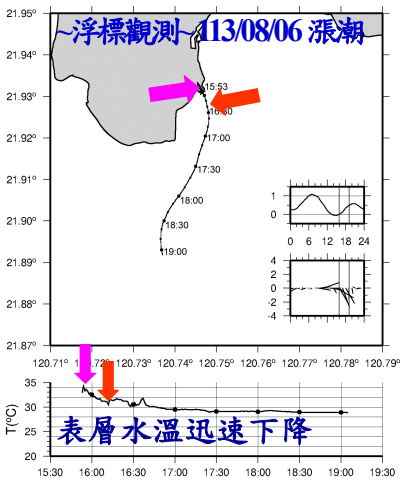
一、自民國 92 年 1 月 1 日起，由詹森執行。

民國 92 年 1 月 1 日至 113 年 12 月 31 日精簡研究結果如下：

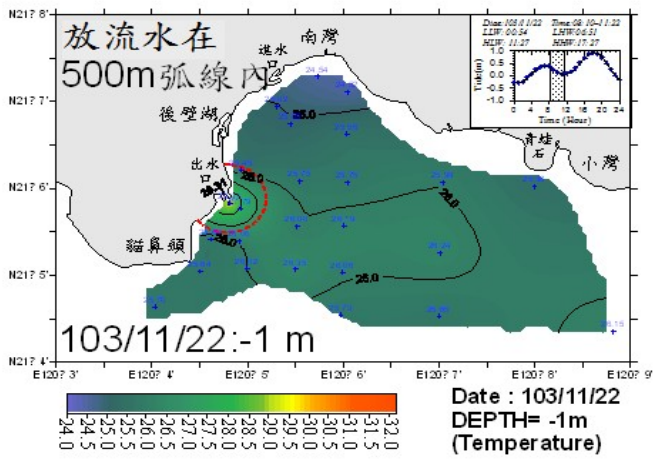
－漂流浮標資料顯示民國 92～113 年漲潮流從出水口流向西南或往正南流，大約與貓鼻頭沿岸地形相平行，繞過貓鼻頭，往西再沿海岸往西北走，或繞過貓鼻頭後，繼續偏南或西南走，若能進入第三核能發電廠附近海域外緣海域，則順退潮水轉往東流動。漲潮流時釋放，浮標若隨漲潮流漂向南或東南，則將轉往南-東南向流動，若於灣內，則流速不大，若離海岸影響範圍則流速增大可達 2 節 (1 m/s) 以上。漲潮時，溫度迅速下降，此一特性顯示放流水對於海灣內的影響不大。

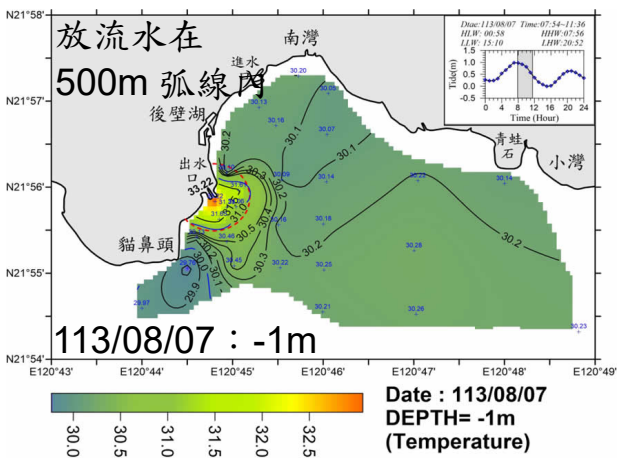


－漂流浮標退潮時往東流或東北流再回流至出水口岸邊或到達後壁湖港口東方，過後壁湖港口東方之後則沿著港口附近的潮間帶地形再轉往西北方流動，最後會到達後壁湖漁港東北方淺灘區；退潮時段往東流或往東北流後若再轉往東南方流動，則有往鵝鑾鼻直流之趨勢；退潮時段若往西南或東南方向流後則有轉往南方流動之趨勢。



－核三廠海域放流水擴散區域大部份限於排水口附近海域西側，隨潮汐漲潮時往西南約 500～1,000 m，退潮時往東-東南約 200～500 m，大部份分佈於海面至水深 3~5 m 以內，範圍約在距排水口 1,000 m 圓弧線內。





各子計畫精簡研究結果

子計畫 1--海潮流

二、民國 114 年第 1 次 (季) 至 114 年第 4 次 (季) 期中報告精簡研究結果如下：

－民國 114 年 2 月 15 日大潮漲潮段，浮標共移動 0.91 km，淨移動 0.80 km，施測時段最大流速為 0.21 m/s (對應流向為 254˚)，淨流流速為 0.07 m/s (對應流向為 203˚)。由溫度計紀錄可知，漂流浮標放流水影響範圍於退潮時段為東南側距排放口 300 m 之內。

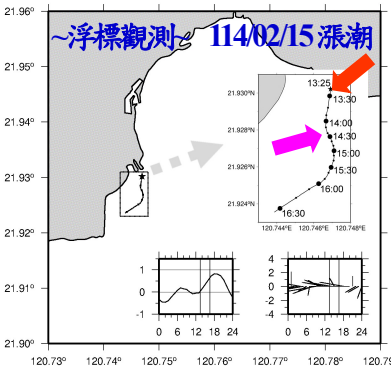
－民國 114 年 11 月 7 日大潮漲潮段，第 2 段浮標共移動 5.13 km，淨移動 4.49 km，最大流速為 0.89 m/s (對應流向為 277˚)，淨流流速為 0.41 m/s (對應流向為 254˚)。由溫度計紀錄可知，漂流浮標放流水影響範圍於大潮漲時段於西南側約為距排放口 400 m 之內。

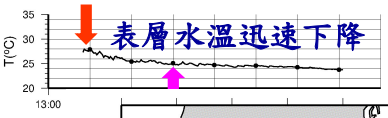
－放流水擴散區域大部份於排水口附近海域西側，漲潮時往西南約 500～1,000 m，退潮時往東-東南約 200～500 m，大部份分佈於海面至水深 5 m 內，距排水口 1,000 m 圓弧線內。

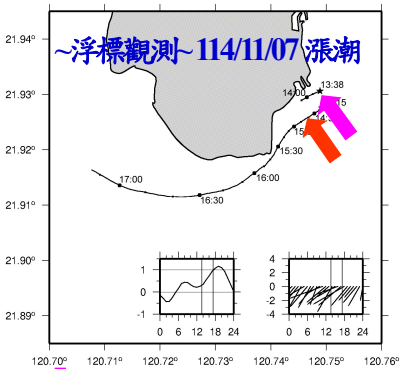
－第三核能發電廠附近海域排水口外民國 114 年長期海流觀測結果顯示，海流主流向以西南向為主，佔 30.4~37.4%，西南西或南南西次之，約佔 9.9~19.2%。潮流仍為西南及東北方向流動的漲退潮流現象，漲潮流速明顯大於退潮流速，海流以往復之潮流運動及西南向淨流為主。

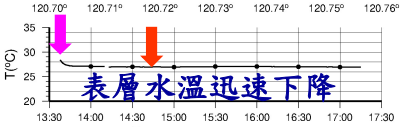
－距排放口五百公尺處之表面水溫溫昇大多在 2°C 之內，且皆小於 4°C，合乎法規要求。

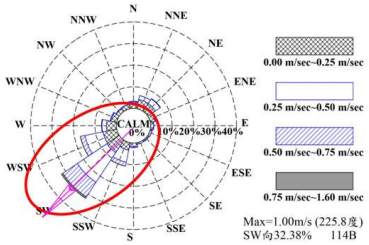
－經呂宋海峽之黑潮的強弱與北赤道－流經呂宋海峽之黑潮的強弱與北赤道洋流在菲賓律東部海岸的分支點位置關係密切，也跟海洋中尺度渦旋碰上黑潮有關。黑潮流速的強或弱影響黑潮水進南海的寡或多，進一步影響核三廠海域水團的特徵。







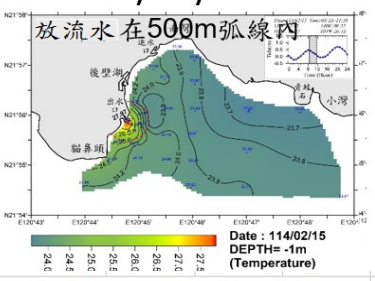




施測期間：03/14/08:30 2025~06/09/06:00 2025

最大流速：1.00 m/s (對應流向225.8度)

114/02/15: 1 m



距出水口500m處之溫昇

日期	溫昇值		
	北側	中側	南側
114/02/15	0.091	0.073	2.114
114/05/05	0.076	-0.020	0.148
114/08/08	-0.029	0.121	0.206
114/11/05	-0.113	-0.097	-0.100

各子計畫精簡研究結果

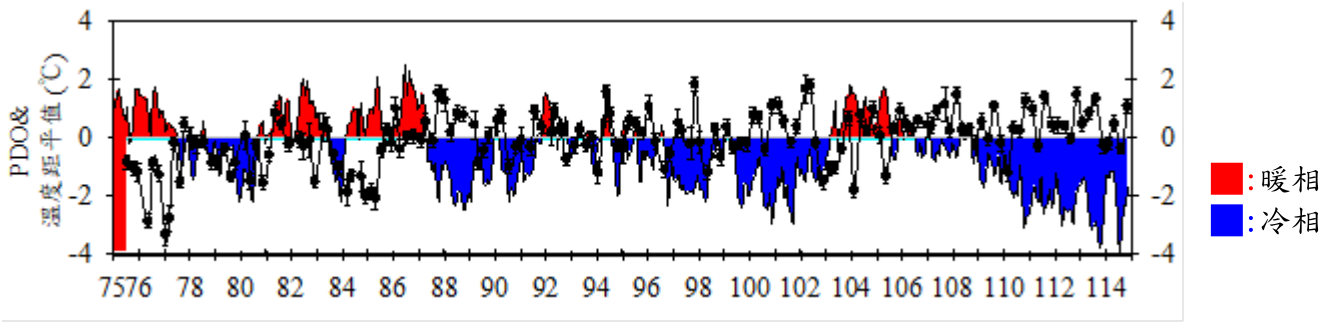
子計畫 2--水文水質

一、自民國 82 年 1 月 1 日起，由陳鎮東執行。

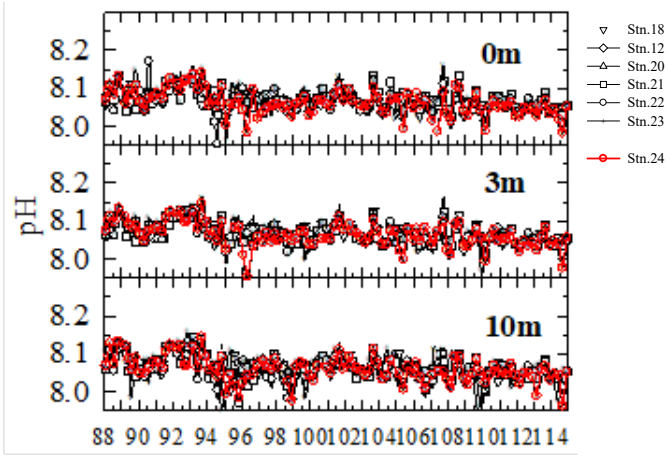
民國 82 年 1 月 1 日至 113 年 12 月 31 日精簡研究結果如下：

－本海域夏、秋季之溫度較春、冬季來得高，溫度變化大致呈此規律性；天候、季節性以及大尺度海洋事件如颱風、聖嬰、反聖嬰，以及太平洋十年期振盪 (PDO) 為影響此區溫度變化的主要因子，而並非放流水。放流水只影響至 24 站表水，深度 5 公尺以下則沒有受到影響。

－由民國 75 年 7 月至 113 年 11 月本海域長達 38 年溫度距平值 (當月測值-歷年月平均值) 與 PDO 之變化可以看見，本海域的溫度距平值早期大都偏低，而於民國 87 年之後則大都偏高，似乎顯示了海洋暖化的現象；民國 75~78 年的聖嬰/正 PDO (暖相) 對應的是低溫度距平值，而民國 99~103 年的反聖嬰/負 PDO (冷相) 則對應了高溫度距平值，然而並非所有的大尺度海洋溫度距平高低都對應著本海域的溫度變化 (下圖)。

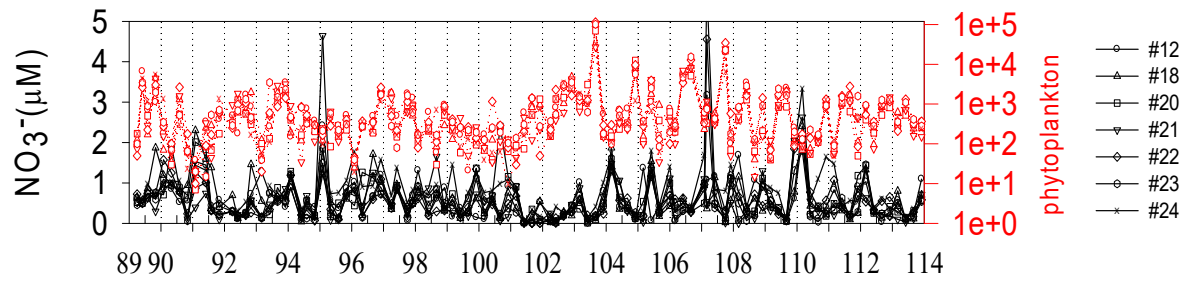


－本海域 pH 值皆符合環保署所公佈的甲類海域的水體標準「甲類海域之水質標準，氫離子濃度指數應在 7.5~8.5 之間」。比較民國 88 年至今，pH 值隨著時間有漸漸變低的現象 (右圖)，似乎反應著全球海洋因二氧化碳含量增加而趨向酸化之現象，而與電廠之運轉無關。



－溶氧量以及總殘餘氧化劑濃度值均符合海保署「甲類海域之水質標準，溶氧量應在 5.0 mg/l 以上」以及「殘餘氯量 1 mg/l 以下」之規定。

－營養鹽資料顯示，此海域目前並沒有受到有機質的污染。而水體中營養鹽含量的變化似乎受控於植浮的利用或是釋出，兩者之間呈現負相關 (下圖)。

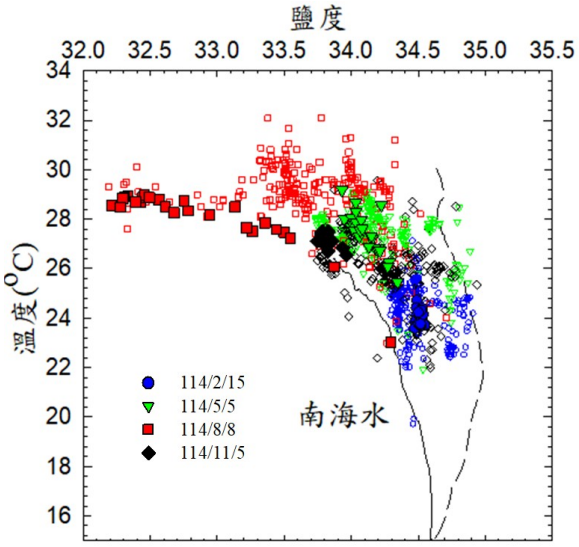


各子計畫精簡研究結果

子計畫 2--水文水質

二、 民國 114 年第 1 次 (季) 至 114 年第 4 次 (季) 期中報告精簡研究結果如下：

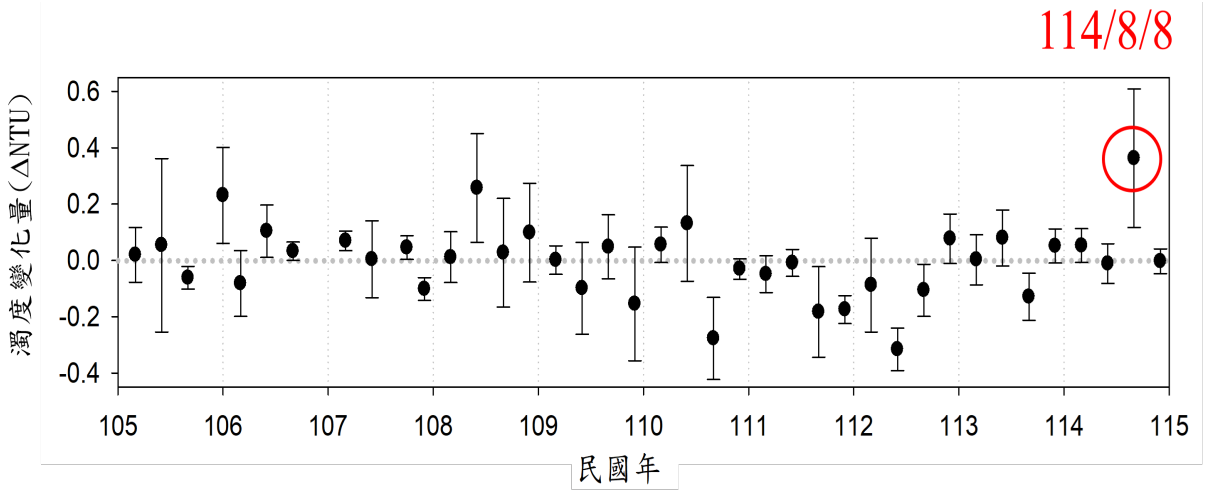
－民國 114 年第 1~4 次海水的溫、鹽值顯示水團的擺盪並不明顯，較偏向南海水，表水鹽度則比歷年平均值低或相近，其中民國 114 年第三季 (114 年 8 月 8 日) 採樣測得的鹽度比歷年同月平均值低約一個單位，顯示鹽度偏低的現象十分明顯，且為歷年第二低值，研判應與採樣前大量降雨有關。



表水溫度 (扣除24站)	第1次 (2月)	第2次 (5月)	第3次 (8月)	第4次 (11月)
114年	24.1±0.3	28.0±0.9	28.8±0.1	27.2±0.3
歷年平均	**24.3±0.9**	**27.5±1.0**	**29.2±0.8**	**26.1±1.1**

表水鹽度 (扣除24站)	第1次 (2月)	第2次 (5月)	第3次 (8月)	第4次 (11月)
114年	34.52±0.02	34.04±0.09	32.43±0.10	33.82±0.02
歷年平均	**34.46±0.28**	**34.15±0.25**	**33.61±0.49**	**34.17±0.32**

－以表水 (0 m) 的濁度數據扣除最深站 (50 m) 的值，若為正值，表示表水為主要顆粒來源，若為負值，表示顆粒可能是底層再懸浮或橫向傳輸。民國 105 年第 1 季到 114 年第 2 季的平均濁度差值為-0.01NTU，民國 114 年 8 月的平均濁度差值為 0.36NTU，表示濁度來源為表水。因民國 114 年 7 月的累積雨量為歷年平均的 3-4 倍，大量陸源物質沖刷到南灣，民國 114 年第 3 次的濁度也因此顯著增加。



－在低放貯存場附近海域民國 114 年第 4 次調查水溫介於 28.5～29.8°C 之間，平均 29.0±0.5°C，高於歷年同月之平均水溫 26.6±1.1°C，且為歷年最高值。此高水溫現象可能與 PDO 正處於冷相，造成西北太平洋 (本海域) 呈現「西部偏暖」之典型冷相結構有關；亦不排除因採樣位置鄰近岸邊淺水，較易受當時氣溫及局部環境影響。

各子計畫精簡研究結果

子計畫 3--植物性及動物性浮游生物調查

一、自民國 85 年 7 月 1 日起，由陳孟仙執行。

民國 85 年 7 月 1 日 至 113 年 12 月 31 日精簡研究結果如下：

－歷年來放流水對南灣海域之浮游生物的豐 (密) 度並無明顯的影響。植物性浮游生物的密度在近岸調查 (含入出水口附近海域) 和離岸對照測站間亦無明顯差異；動物性浮游生物豐度多以調查測站高於對照測站。本海域浮游生物的變動，除自然的四季更迭外，亦與大尺度的氣候變遷有關，民國 100-107 年浮游生物的季節豐 (密) 度的上下波動明顯較前期 (民國 85-98 年) 為大 (圖 1-(A&B))。

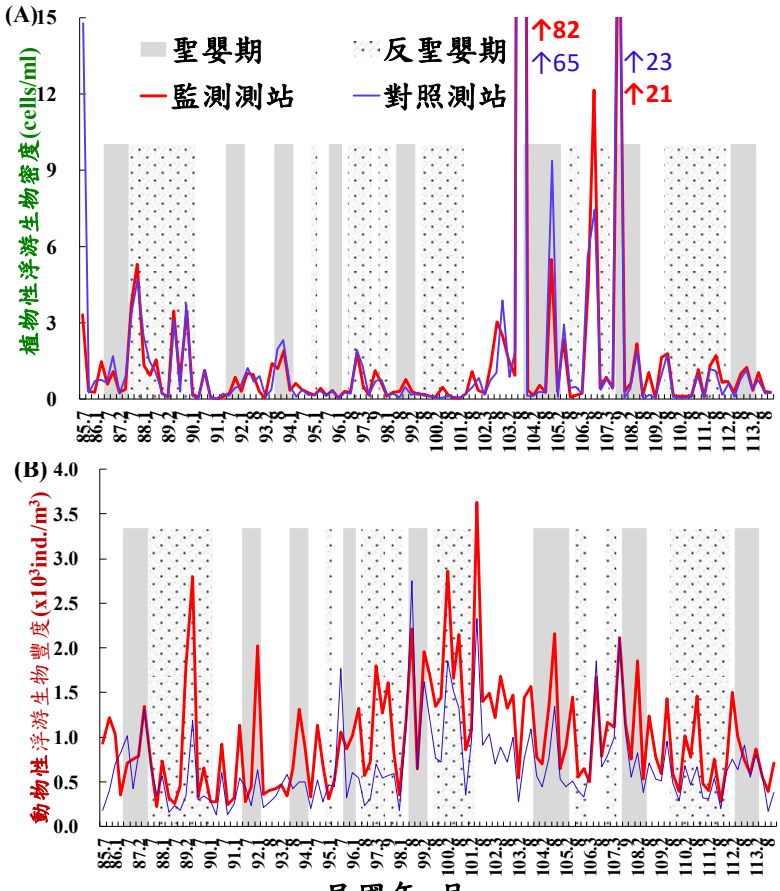


圖 1. 歷年第三核能發電廠附近海域調查和對照測站的 (A) 植物性浮游生物密度 (B) 動物性浮游生物豐度

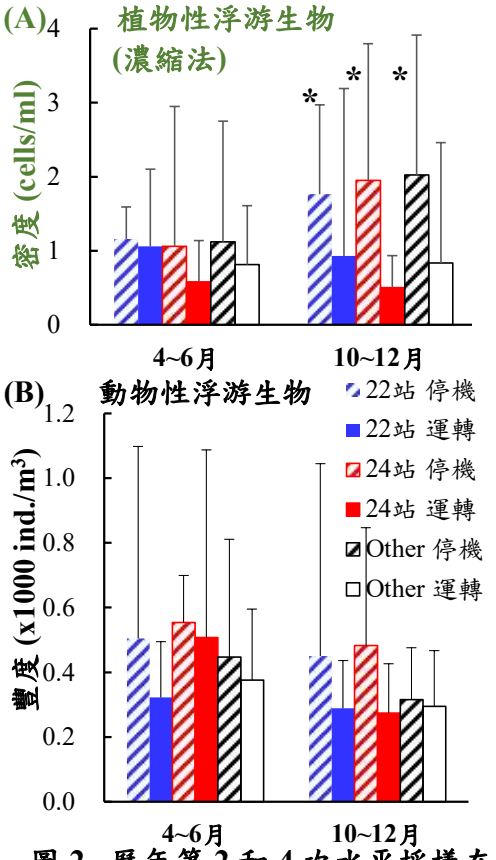


圖 2. 歷年第 2 和 4 次水平採樣在第三核能發電廠停機和運轉下，(A)植物性浮游生物(B)動物性浮游生物的總平均豐/密度和標準差 SD

－電廠停機維修放流水減半及運轉時動物性浮游生物豐度皆無顯著差異，而植物性浮游生物總平均密度僅在第 4 次 (10~12 月) 秋季採樣，在所有測站 (22 測站：1.8±1.2、24 測站：1.9±1.8、其他測站：2.0±1.9 cells/ml) 呈現放流水減半明顯高於運轉時 (0.9±2.3、0.5±0.4 和 0.8±1.6 cells/ml) 的情形，其他季次皆無顯著差異 (圖 2)。

各子計畫精簡研究結果

子計畫 3--植物性及動物性浮游生物調查

二、民國 114 年第 1 次 (季) 至 114 年第 4 次 (季) 期中報告精簡研究結果如下：

一民國 114 年四次 (季) 的調查結果顯示，沉澱法及濃縮法植物性浮游生物和動物性浮游生物，只有民國 114 年第 3 次沉澱法和濃縮法分析之浮游植物高於歷年同次平均值外，其餘均低於歷年同次平均值 (表 2)，呈現測值普遍偏低的情形。

表 2. 歷年第三核能發電廠附近海域一年四次 (季) 浮游生物在 8 測站採樣所得之季次總平均值 (粗體數據為大於歷年同次平均值)。第 1 次：冬季，1-3 月；第 2 次：春季，4-6 月；第 3 次：夏季，7-9 月；第 4 次：秋季，10-12 月。

年份	植物性浮游生物 (cells/l)								動物性浮游生物(ind./m^3)			
	沈澱法				濃縮法							
季次	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
85							**9,874**	291			**952**	**1,395**
86					**539**	**1,077**	646	**1,447**	**1,489**	643	738	505
87					251	711	**5,393**	**5,880**	767	**1,142**	730	368
88					**1,820**	**1,120**	1,222	236	**914**	363	230	298
89					123	**4,101**	624	**3,213**	**1,063**	**2,161**	311	460
90					339	61	1,061	84	260	182	806	176
91					25	168	168	670	273	760	352	311
92					**466**	**1,090**	896	604	**1,120**	299	343	346
93					69	730	1,941	**2,245**	427	450	492	**833**
94					358	337	456	248	714	248	826	481
95					198	377	186	348	663	510	**1,317**	600
96	10	23	213	264	34	301	314	**1,870**	888	935	383	523
97	**269**	40	524	80	**1,028**	223	1,051	814	**1,143**	869	**975**	**665**
98	30	194	65	165	151	290	170	713	289	**1,201**	**2,487**	616
99	115	28	84	34	253	219	194	166	**1,771**	**1,374**	**1,022**	**1,024**
100	20	23	48	86	106	249	183	83	**2,372**	**1,444**	**1,634**	584
101	81	397	166	187	73	334	815	667	**1,044**	**2,473**	**1,141**	**1,116**
102	**253**	**1,089**	3,201	**2,945**	206	**1,036**	1,926	**3,136**	855	**2,137**	**1,145**	**1,246**
103	**674**	**1,048**	**78,925**	285	**1,176**	**1,341**	**77,163**	316	594	1,039	**1,270**	616
104	178	268	366	**699**	161	443	368	**6,636**	603	**1,118**	**2,146**	601
105	131	**2,288**	161	80	235	**2,299**	244	377	584	952	659	442
106	110	**2,463**	4,970	306	252	**4,930**	**9,062**	398	492	**2,610**	770	**931**
107	**775**	**90**	2,258	85	**791**	435	**22,611**	189	**1,131**	**2,436**	**1,114**	606
108	144	509	23	170	**501**	**2,495**	81	534	**1,273**	420	**956**	**671**
109	30	382	1,026	96	63	**1,232**	2,148	152	522	**1,209**	593	289
110	49	39	83	**581**	123	107	130	1,035	**1,003**	692	**1,041**	403
111	21	**678**	685	140	67	**1,250**	1,403	427	359	640	238	**688**
112	**369**	141	633	285	**633**	220	860	**1,168**	**998**	745	858	527
113	**651**	273	196	278	358	846	265	293	801	528	313	505
114	144	89	**11,155**	248	100	203	**25,607**	288	794	980	447	305
Mean	213	529	5,515	369	362	973	5,569	1,151	869	1,054	876	604
S.D	237	727	17,979	647	403	1,160	14,880	1,619	464	696	531	291

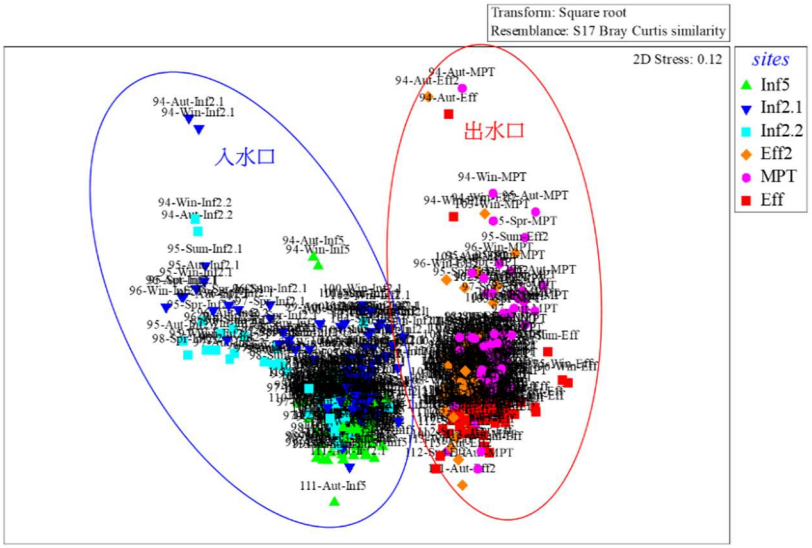
各子計畫精簡之研究結果

子計畫 4--底棲動物調查

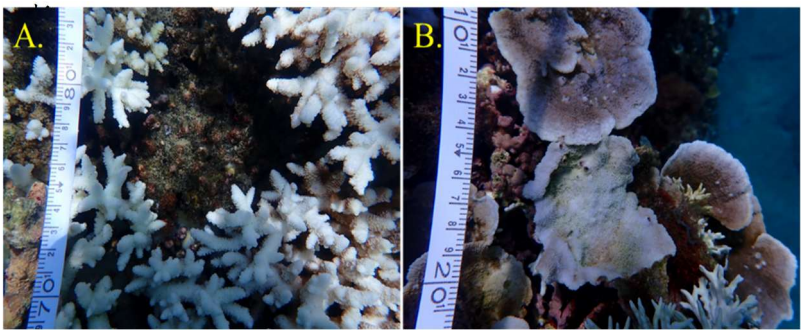
一、 自民國 82 年 1 月 1 日起，由劉莉蓮教授執行。

民國 82 年 1 月 1 日至 113 年 12 月 31 日精簡研究結果如下：

一入水口底棲生物相之組成結構與出水口樣點不同 (圖一、二)，入水口主要為藻類、軸孔珊瑚及海葵；出水口為藻類、表孔珊瑚及軟珊瑚。以民國 105、106、109 及 113 年第 3 次入、出水口水深 3-5 公尺處白化率最高，分別為 38-54、12-62、42-80 及 39-80%，此與大環境北太平洋年際震蕩指數 PDO 無相關，與赤道太平洋區海面溫度指數 Niño3.4 及 Niño4 index 有顯著正相關，PDO 或 Niño4 index 指數與海葵、軟體動物、海綿及多毛蟲出現率有負相關；與珊瑚的白化率為正相關；換言之，南灣底棲生物群聚的變化不是小區域放流水影響所致，而全球多處的白化事件是與大環境氣候變遷海水異常高溫有關；美國國家海洋及大氣總署 (NOAA) 也指出有大環境暖化現象，全球平均氣溫比 20 世紀 (民國 89 年前) 高出 0.89℃。



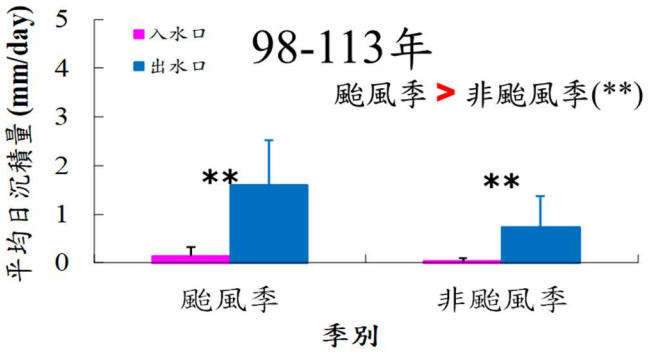
圖一、固定橫截線調查入水口及出水口南側各樣點底棲生物之群聚分



圖二、固定橫截線調查民國 113 年第 3 次底棲生物照片。

A、入水口; B、出水口。

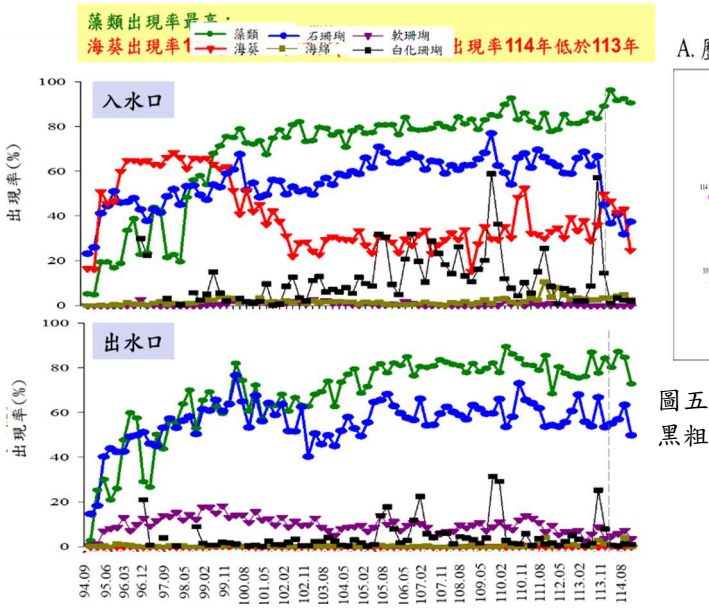
一出水口南側區域沉積物累積量高於入水口區域 (圖三)，這種差異在颱風季更明顯，這可能是因為入水口為較封閉的地形，比較不容易受到海浪的影響，所以沉積物累積量較少。



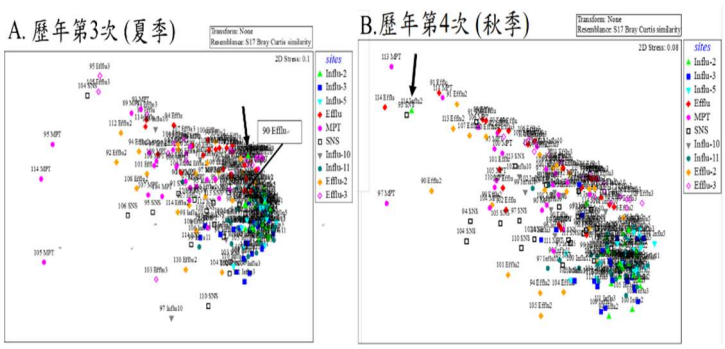
圖三、歷年入、出水口颱風季 (夏秋) 及非颱風季 (冬春) 沉積物的平均累積量。**:入水口與出水口有顯著差異 (T-test, p<0.01)。

二、民國 114 年第 1 次 (季) 至 114 年第 4 次 (季) 期中報告精簡研究結果如下：

－底棲生物相資料顯示 4 次調查，在出水口之貓鼻頭 (MPT) 沒有紀錄到白化，其餘測站都有觀察到珊瑚白化現象 (0.4－7.2%)，入水口區域平均以第 2 季 (2.2±1.3%)，出水口以第 3 季 (1.5±1.4%) 的白化率較其餘季次高，入水口珊瑚出現率部分在第 3 次 (8 月) 明顯下降 (圖四)。民國 114 年 5 月 17 日 2 號機組停機除役，因電廠除役過渡階段，仍需抽取海水做為用過燃料池及安全系統之冷卻水源，惟抽取量降為 1/10 以下，入水口調查之軸孔珊瑚於第 3 次死亡率為 100%，出水口為 6%，入水口本次之死亡率高於歷年 (100 vs. 0-29%)，出水口則無此現象 (6 vs. 0-63%)；底棲動物著生率之群聚分析呈現民國 114 年第 3 及 4 次之入水口灣內底棲動物群聚相與歷年入水口測站的相似度低於出水口測站 (圖五)，這些結果顯示二部機組除役對入水口底棲動物生長及群聚有影響。

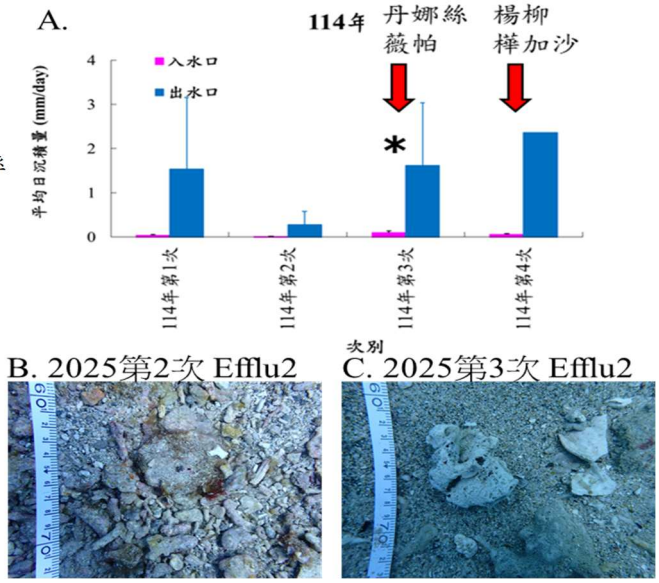


圖四、固定橫截線調查入、出水口底棲生物之平均出現率



圖五、歷年第 3 次 (A) 及第 4 次 (B) 底棲動物著生率之群聚分析。黑粗箭頭為民國 114 年入水口灣內 Influ-2 測站。

－民國 114 年 4 次出水口的沉積物平均日累積量在民國 114 年第 3 次顯著高於入水口 (圖六)。民國 114 年第 3、4 次出水口沉積物收集桶流失可能和本 (民國 114) 年有 4 個颱風經過有關。比較橫截線現地調查照片，可看出第 3 次調查的底質上有無附著藻類生長的珊瑚骨骼碎片及細沙，顯示颱風帶來的擾動造成沉積物的粒徑有變化。



圖六、民國 114 年沉積物之變動情形。入及出水口 4 次日累積量 (A)；出水口 8m 水深測站 Efflu2 在民國 114 年第 2 次 (B) 及 114 年第 3 次 (C) 調查的底質狀況。*: $p<0.05$，代表入水口與出水口南側沉積物累積量

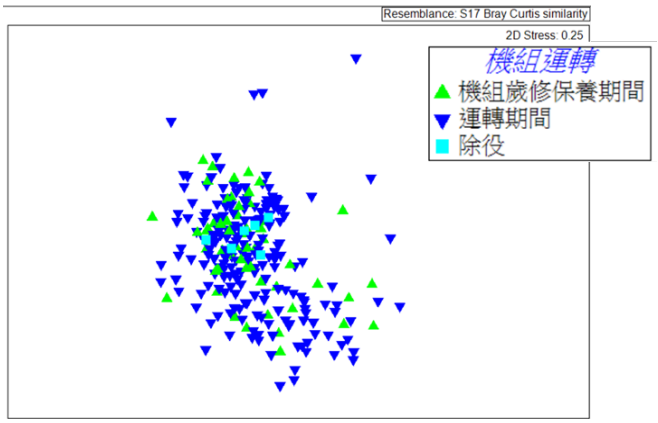
各子計畫精簡研究結果

子計畫 5-- 魚類調查

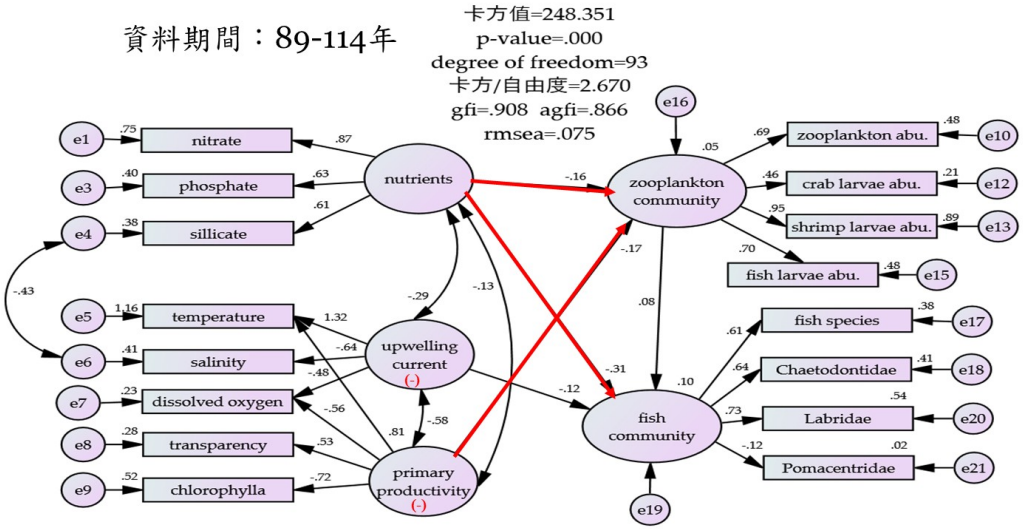
一、自民國 85 年 7 月 1 日起，由黃榮富執行。

民國 89 年 7 月 1 日至 113 年 12 月 31 日精簡研究結果如下：

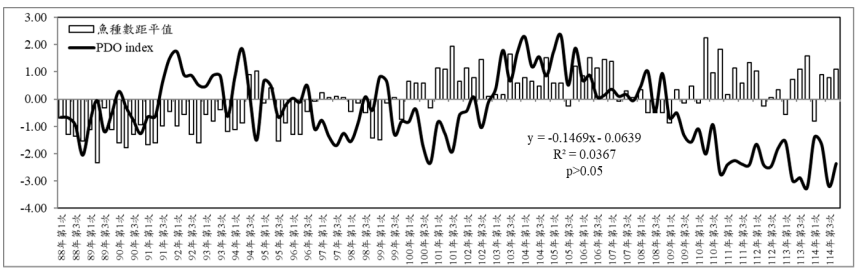
－比較歷年機組歲修保養及除役與運轉期間影響域測站珊瑚礁魚類群聚組成，資料顯示影響域測站 (測站 3~測站 5) 歲修保養期間及運轉期間珊瑚礁魚類群聚珊瑚礁魚類群聚組成沒有明顯區隔，除役前後的魚種組成沒有明顯區隔 (民國 114 年 5 月 17 日除役)。

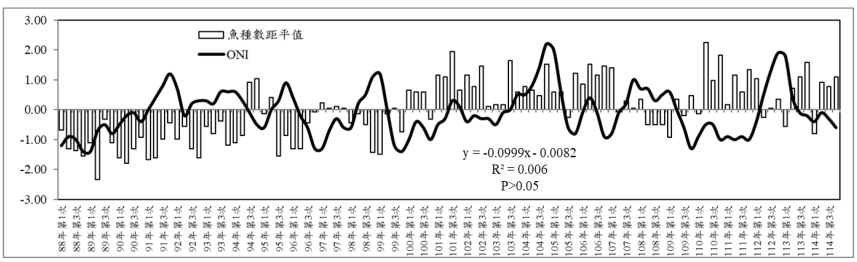


－第三核能發電廠附近海域生態實證模式中，基礎生產力和營養鹽影響調查海域浮游動物群聚 ($p<0.05$)，營養鹽影響調查海域魚類群聚 ($p<0.05$)。



－太平洋十年振盪指數 (PDO) 及海洋聖嬰指數 (ONI) 與當季珊瑚礁魚種數變動趨勢不一致。





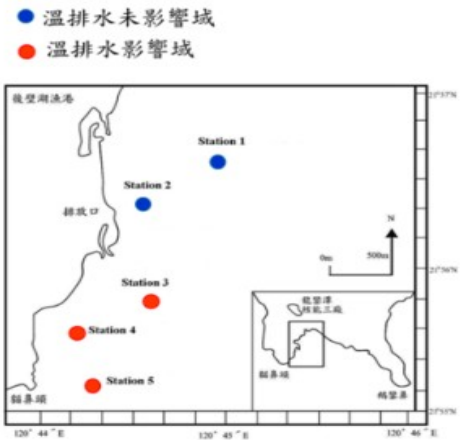
各子計畫精簡研究結果

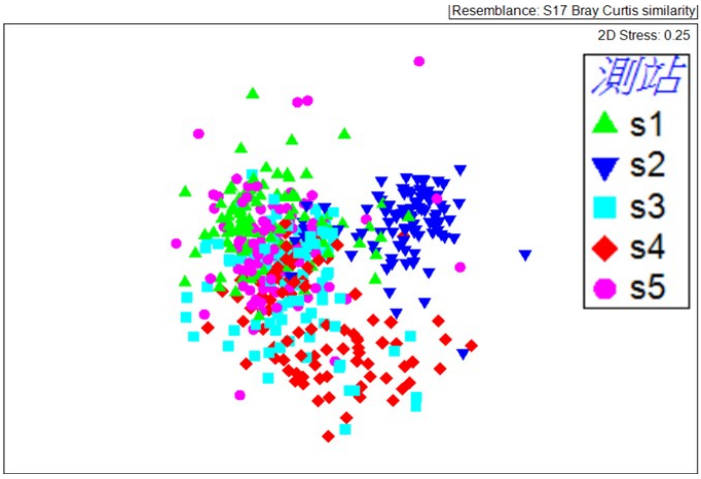
子計畫 5—魚類調查

二、民國 114 年第 1 次 (季) 至 114 年第 4 次 (季) 期中報告精簡研究結果如下：

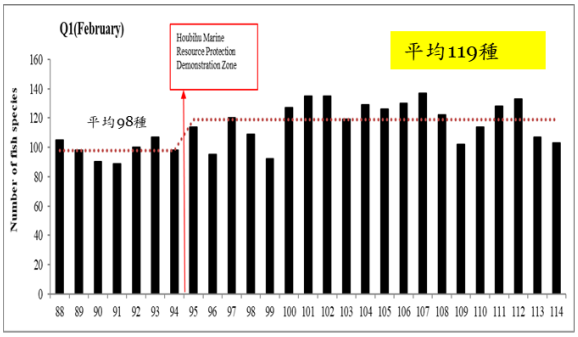
珊瑚礁魚類相調查

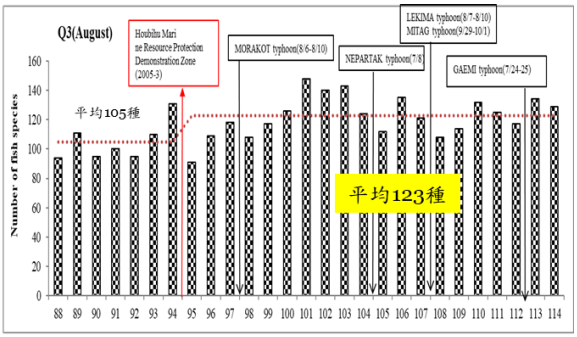
－民國 89-114 年珊瑚礁魚類集群分析結果和歷年調查相仿，未發現放流水影響域和非影響域有明顯的區隔。

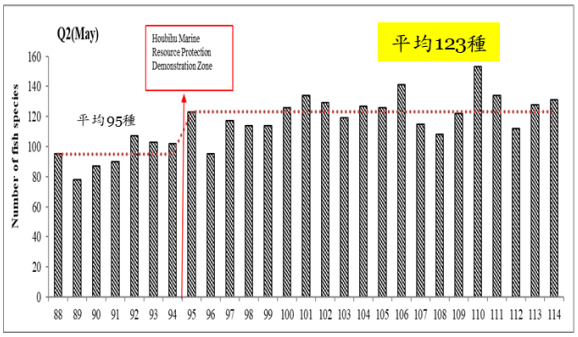


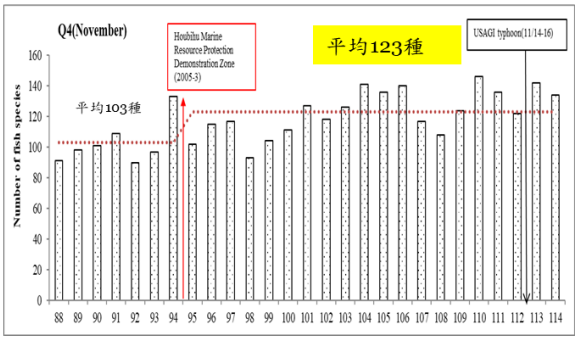


－民國 114 年 3、4 季於颱風前進行調查，魚種數在同季變動範圍內。94 年「後壁湖海洋資源保護示範區」成立後，記錄到的魚種數有增加趨勢 ($p<0.05$)



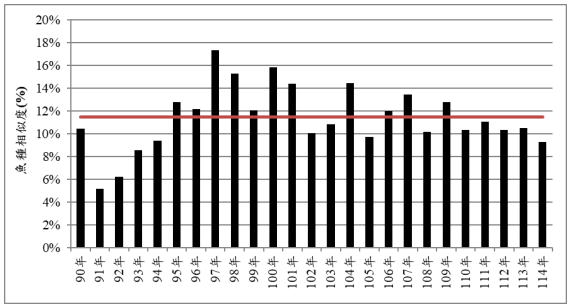






後壁湖販售魚類相調查

－歷年珊瑚礁魚類與後壁湖販售魚類年間相似度值介於 5~17%，未發現逐年增加，係因灣內海域非主要作業漁場。



各子計畫精簡研究結果

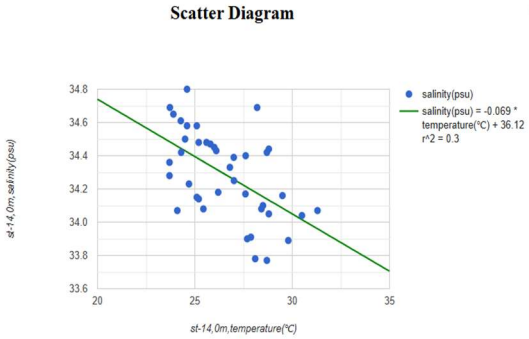
子計畫 6--資料庫建置及維護

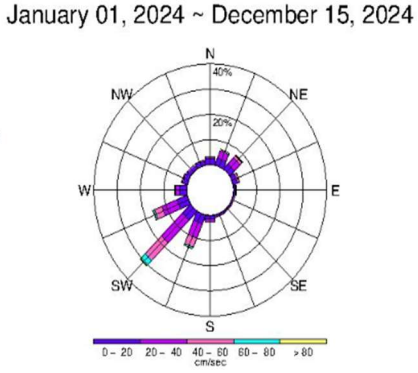
一、自民國 102 年 1 月 1 日起，由楊穎堅執行。

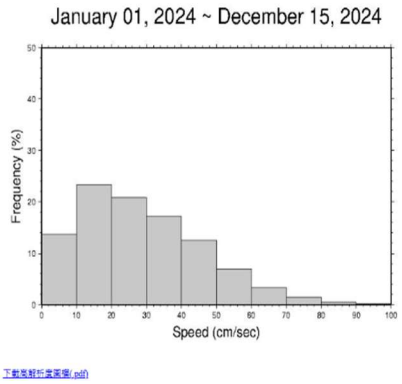
民國 102 年 1 月 1 日至 113 年 12 月 31 日精簡研究結果如下：

－為求有效分享各子計畫的成果給本計畫相關研究人員，以期展現更完整的成果，本子計畫由楊穎堅教授設置一個網站 (https://npp3.nsysu.edu.tw/，首頁請見右圖)，將歷年的調查與研究成果公佈網路，提供參與研究人員、業主參考及查詢，並將各子計畫各季的實驗結果與調查資料製成資料庫，使相關研究人員可立即查詢並相互比對，快速而有效地連接各個子計畫，呈現本計畫整體的成效。

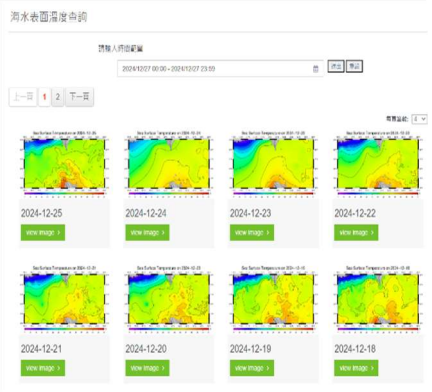
－研究人員專區架構主要分為觀測資料查詢及線上繪圖兩大部份，觀測資料查詢將海流資料、水文資料、生物資料等，建立快速查詢與數據列表。線上繪圖部份則將各項調查資料圖形化展示，各項資料繪圖有水文時間序列圖、散射圖、水平面溫度分佈圖、海流時間序列圖、流場統計圖形、漂流浮標軌跡及 Google Map 展示 CTD 調查資料成果。

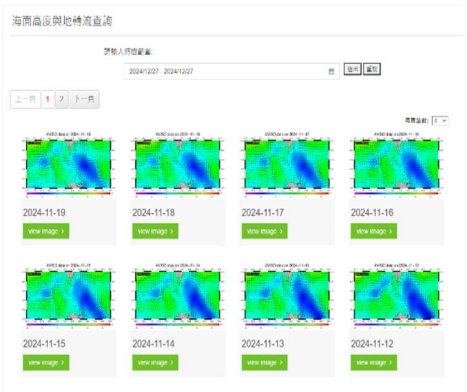


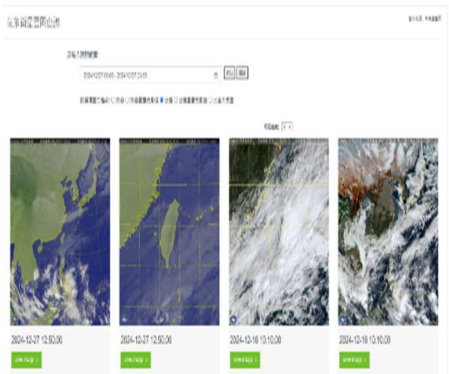




－網站所架構的資料庫，除彙整本計畫的觀測資料外，為能橫向整合與研究南灣海域與外海環境之關聯，亦建立呂宋海峽及北南海附近海域衛星遙測海表面溫度、氣象雲圖、PDO、SOI 等資料庫，供各個子計畫運用。







各子計畫精簡研究結果

子計畫 6--資料庫建置及維護

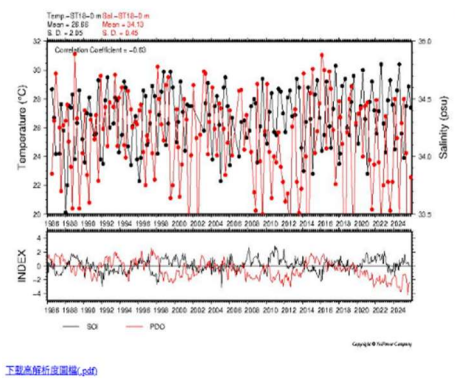
二、民國 114 年第 1 次 (季) 至 114 年第 4 次 (季) 期中報告精簡研究結果如下：

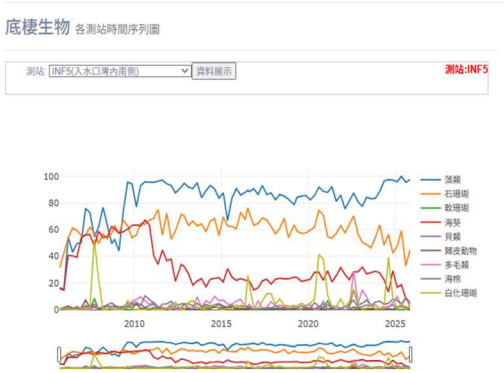
一作業系統架構為Ubuntu 24.04，增強網路保安功能，避免成為駭客跳板；網頁伺服器採用LAMP (Linux+Apache+ MySQL+PHP)與HTTPS，加強網頁即時查詢功能，加強會員登入保安，並提供自訂密碼功能。今年度有接獲教育部通知須強化資安，我們做了以下幾點調整：

- 輸入驗證 (Input Validation)：
  確保所有來自用戶端的輸入資料都符合預期格式與長度，並對特殊字元進行過濾，防止惡意內容 (如 JavaScript、SQL 片段) 進入系統。
- 輸出轉義 (Output Escaping)：
  所有從後端輸出的資料，在呈現在瀏覽器前應進行 HTML、JavaScript、CSS 等轉義處理，以避免被當作可執行程式碼造成 XSS (跨站腳本攻擊)。
- 內容安全政策 (Content Security Policy, CSP)：
  設定 CSP 標頭 (HTTP Header)，限制網頁能載入的外部資源 (如 JavaScript、圖片、CSS 等) 來源，降低載入惡意資源的風險，有效防止 XSS 攻擊。
- 使用預備語句 (Prepared Statements)：
  所有 SQL 查詢應使用預備語句與參數綁定，避免將輸入直接拼接至查詢字串中，可有效防止 SQL Injection (SQL 注入攻擊)。

此外，根據資助國家核心科技研究計劃安全管制作業手冊內容，網站內無提供原始水文資料，顧不在此限制之中。

一更新網頁中各子計畫收集到的採樣資料至民國114年第四季，項目包含水文資料、海流資料、生物資料、CTD資料、珊瑚礁魚類資料等。





肆. 摘要

第三核能發電廠有兩部發電機組，分別於民國 73 年 7 月與 74 年 5 月進行商業運轉發電。為瞭解電廠運轉後，對該地區海域生態及海洋資源的影響程度，故核能安全委員會 (簡稱核安會，民國 112 年 9 月改制，原為行政院原子能委員會) 與台灣電力股份有限公司，於民國 68 年 7 月開始資助中央研究院國際環境科學委員會中國委員會 (環科會) 進行長期調查與研究工作。目的在於瞭解第三核能發電廠附近海域，在核能發電廠開始運轉前與運轉時之生態系的平衡狀況：包括非生物環境因子 (如海水之溫度、餘氯等物理與化學性質，以及海洋生物含放射性物質之調查)，生物環境因子 (如基礎生產力，浮游植物與浮游動物、海藻、無脊椎動物及魚類之種間關係)，海潮流調查，漁場經濟效益調查、統計及評估，以及利用珊瑚骨骼同位素回推水溫等，以求取得核能發電廠對該海域影響的基礎資料。民國 82 年 7 月起改委國立中山大學執行，民國 85 年 7 月起改台灣電力股份有限公司資助。本計畫就每一項目，分別邀請國內學者專家主持。其中珊瑚同位素部份已於民國 87 年 6 月完成，自該年 7 月起改為南灣海域增溫調查。民國 89 年本計畫提出各項證據，顯示第三核能發電廠附近海域並未因第三核能發電廠運轉而增溫，因此民國 89 年 7 月起增溫調查亦不再進行，而併入子計畫 (二)，但加列綜合討論專章。從民國 100 年起魚類調查與漁業經濟效益調查已合併為魚類與漁業經濟調查，並於民國 102 年起改為魚類調查。

在第三核能發電廠之前，也就是民國 67 年，在第 1 座核能發電廠第 1 部發電機組開始運轉發電後，臺灣業已正式進入核能時代；核能發電廠運轉發電，必然會產生放射性待處理物料；然而在臺灣陸地有限，人口密集的情形下，核能安全委員會 (原為行政院原子能委員會) 經過數年的調查研究，慎重地選擇人口稀少，地質結構良好，且具有天然屏障的離島蘭嶼設立低放射性待處理物料貯存場。這些放射性待處理物料在搬運與貯存期間，對附近海域環境與生態的平衡，生物群聚的消長關係，以及因這些生物群聚可能累積放射性物質，而對該地區環境造成何種影響，必須加以調查、研究、瞭解。核能安全委員會核物料管制組 (民國 112 年 9 月改制，原為行政院原子能委員會放射性待處理物料管理處，民國 85 年改制為放射性物料管理局) 有鑑於此，於民國 73 年 7 月開始，委託環科會進行長期調查研究。研究項目包括水文與水質化學，沈積物化學，植物性與動物性浮游生物，潮間帶底棲生物以及海水與生物體含放射性物質等。民國 82 年 7 月開始，改委託國立中山大學進行調查，並刪除大部份項目，僅留水文與水質化學及放射性物質兩大部份，但自民國 102 年起停止執行「放射性物質調查」。

調查結果如下：

一、海潮流

民國114年度第1季至第4季第三核能發電廠附近海域排水口外四次長期海流觀測結果和歷年同時期調查結果相近，觀測結果顯示，海流以往復之潮流運動及西南向淨流為主，主要全日與半日潮流振幅均介於0.02 m/s～0.19 m/s。

民國114年度4段海流淨流流速顯示，第1段 (民國113年10月15日至114年3月14日) 之淨流流速為0.11 m/s，流向229°；第2段 (3月14日至6月9日) 之淨流流速為0.19 m/s，流向233°；第3段 (6月9日至8月21日) 之淨流流速為0.22 m/s，流向222°；第4段 (8月21日至10月31日) 之淨流流速為0.18 m/s，流向231°。

民國114年度海流流速流向統計資料顯示海流主流向以西南向為主，佔30.4~37.4%以上，西南西第2，約佔11.1~17.3%，南南西第3，約佔9.9~19.2%。

民國114年2月12日第1次漂流浮標調查時段為大潮漲潮段，浮標共移動0.91 km，淨移動0.80 km，施測時段最大流速為0.22 m/s (對應流向為234°)，淨流流速為0.07 m/s (對應流向為203°)。由溫度計紀錄可知，漂流浮標放流水影響範圍於漲潮時段於東南側約距排放口500 m之內。

民國114年5月4日第2次漂流浮標調查時段為小潮退潮段，共分四段次佈放，第1段漂流共移動0.97 km，淨移動0.95 km，漂流時段最大流速為0.37 m/s (對應流向180度)、淨流流速為0.27 m/s (對應流向217度)；第2段漂流共移動1.09 km，淨移動1.04 km，漂流時段最大流速為0.39 m/s (對應流向233度)、淨流流速為0.31 m/s (對應流向217度)；第3段漂流共移動1.05 km，淨移動1.05 km，漂流時段最大流速為0.41 m/s (對應流向213度)、淨流流速為0.36 m/s (對應流向214度)；第4段漂流共移動2.81 km，淨移動2.48 km，漂流時段最大流速為0.81 m/s (對應流向230度)、淨流流速為0.53 m/s (對應流向241度)。由溫度計紀錄可知，漂流浮標放流水影響範圍於退潮時段於西南側約為距排放口500～1,000 m。

民國114年8月9日第3次漂流浮標調查時段為大潮漲潮段，本次調查期間無放流水排放，浮標共分三段次佈放，第1段漂流共移動0.12 km，淨移動0.11 km，漂流時段最大流速為0.08 m/s (對應流向249度)、淨流流速為0.07 m/s (對應流向250度)；第2段漂流共移動0.39 km，淨移動0.38 km，漂流時段最大流速為0.16 m/s (對應流向264度)、淨流流速為0.11 m/s (對應流向260度)；第3段漂流共移動1.10 km，淨移動1.08 km，漂流時段最大流速為0.41 m/s (對應流向189度)、淨流流速為0.20 m/s (對應流向171度)。

民國114年11月7日第4次漂流浮標調查時段為大潮漲潮段，本次調查期間無放流水排放，浮標分二段次佈放，第1段漂流共移動0.39 km，淨移動0.39 km，漂流時段最大流速為0.21 m/s (對應流向245度)、淨流流速為0.20 m/s (對應流向242度)；第2段漂流共移動5.13 km，淨移動4.49 km，漂流時段最大流速為0.89 m/s (對應流向215度)、淨流流速為0.41 m/s (對應流向254度)。

溫鹽調查結果，114年第1次觀測 (民國114年2月15日) 水溫介於23.2℃～28.0℃之間，鹽度介於34.03～34.56之間；114年第2次觀測 (民國114年5月5日) 水溫介於24.8℃～30.5℃之間，鹽度介於34.02～34.35之間；114年第3次觀測 (民國114年8月8日) 水溫介於22.9℃～28.8℃之間，鹽度介於32.23～34.16之間；114年第4次觀測 (民國114年11月5日) 水溫介於26.3℃～27.4℃之間，鹽度介於33.58～33.87之間。放流水擴散舌在漲潮時段多往西南擴散，退潮時段往東南-東方向擴散，受西南向淨流的作用，漲潮時溫水舌的擴散範圍較退潮時溫水舌大。湧升帶來的冷水，有助於南灣之珊瑚避免海水暖化之衝擊；冷水所含之營養鹽，亦有助於藻類生長，但因南灣海水內外交換甚快，藻類來不及長大即被送至灣外，因此營養鹽利用率不高。

二、水文水質

(二-甲)、第三核能發電廠附近海域水文與水質化學

第三核能發電廠附近海域水溫的變化，主要受天候、季節性以及大尺度海洋事件如颱風、聖嬰、反聖嬰，以及太平洋十年期振盪的影響。民國 114 年第 1~4 次海水的溫、鹽值顯示水團的擺盪並不明顯，較偏向南海水，表水鹽度則比歷年平均值低或相近。

回顧本海域溫、鹽之變化與 ONI/PDO 指數之間，在早期時，大致呈現 PDO 暖相時，水溫偏低，然而後期反而呈現水溫偏高；本海域水溫的變化似乎主要反應海溫上升的趨勢。本海域在民國 99~102 年 PDO 冷相頻頻觀察到低於歷史記錄的鹽度，而在本計畫期間 (民國 114 年) 以及前 2 年 (民國 112、113 年) 也是觀察到較低鹽度的現象，也正逢歷時 6 年 PDO 冷相，顯示本海域的鹽度變化與 PDO 變化有明顯的正相關。

海域的 pH 值介於 7.927 至 8.063 之間，符合海保署所公佈海域環境分類及海洋環境品質標準第 5 條「甲類海域之水質標準，氫離子濃度指數應在 7.5~8.5 之間」之規定。民國 114 年第 1 次調查結果顯示，溶氧量介於 6.82~6.98 mg/l 之間，平均 6.90±0.04 mg/l；第 2 次介於 6.19~6.57 mg/l 之間，平均 6.41±0.12 mg/l；第 3 次介於 5.86~7.22 mg/l 之間，平均 6.71±0.35 mg/l；第 4 次介於 6.26~6.62 mg/l 之間，平均 6.49±0.08 mg/l；此 4 次調查結果，均符合海保署民國 107 年 2 月 13 所公佈的海域環境分類及海洋品質標準第 5 條「甲類海域之水質標準，溶氧量應在 5.0 mg/l 以上」之規定。

營養鹽資料顯示，此海域目前大多沒有受到有機質的污染，民國 114 年第 3 次表水的矽酸鹽濃度顯著增加，可能與採樣前大量降雨除了造成鹽度下降，也將陸源砂質帶入南灣，使得濁度及矽酸鹽濃度上升。由 N/P 比值顯示，此海域浮游植物之生長限制因子為 N，因此對 N 的污染途徑應該特別注意。此海域之葉綠素甲測值偏低，屬於低生產力之海域。整體而言，第三核能發電廠附近海域之水文與水質化學受放流水的影響並不明顯，海域之水文與水質皆符合我國甲類海域的水質標準。

(二-乙)、低放貯存場附近海域之水文及水質化學

調查結果顯示，海域之水溫主要受天候及季節性變化的影響。鹽度無季節性變化，反而是各站的變異較大，顯示陸源水對近岸海域的鹽度有某種程度的影響，其中漁人村的鹽度偏低，此乃陸源水大量流入海域所致。pH 及溶氧量都符合海保署民國 107 年 2 月 13 日所公佈「海域環境分類及海洋環境品質標準」所規範甲類(適用於一級水產用水、游泳)海域水體之標準。較高 pH 的測站，往往伴隨較高的溶氧量，顯示本海域有較旺盛的光合作用。各測站的營養鹽 (硝酸鹽、亞硝酸鹽、磷酸鹽、矽酸鹽)均較外海來得高，此乃近岸海水長期受到含有高量營養鹽陸源水流入之故。

三、植物性及動物性浮游生物調查

民國 114 年四次採樣的結果，顯示植物性浮游生物沉澱法和濃縮法分析之密度趨勢相似，沉澱法及濃縮法分析之植物性浮游生物和動物性浮游生物密/豐度大多呈現相近或偏低的情形，只有第 3 次 (夏) 沉澱法及濃縮法分析之浮游植物高於歷年同次平均值，其餘均低於歷年同次平均值。整體而言，南灣海域的植物性浮游生物密度和動物性浮游生物豐度多以近岸調查站較離岸對照站為高，且呈現明顯的季節分群現象。此外，本海域民國 90 至 101 年植物性浮游生物密度偏低的現象，在民國 110 年起再次出現。歷年秋季 (第 4 次) 植物性浮游生物，有電廠運轉時密度顯著偏低的情形，但出水口測站無顯著藻類組成差異。春秋季的動物性浮游生物則無顯著電廠運轉與否而有豐度和種類組成差異。動物性浮游生物和蝦蟹幼生的豐度於民國 97 年後多呈現年年出現春或夏季高峰。歷年魚卵和仔魚豐度皆維持在一定範圍內變動，且呈現明顯的春夏季高峰。束毛藻在春季 (第 2 次) 經常為本海域的優勢藻，平均可佔全海域的 37%，民國 114 年第 2 次為正常年，其占比高達 53%，呈現正常年時會顯著高於反聖嬰年的情形。束毛藻於第 4 次採樣除正常年外，聖嬰年亦較反聖嬰年顯著為高。

四、底棲動物調查

本研究的目的在了解放流水對墾丁地區底棲動物群聚是否有影響。以第三核能發電廠附近海域 (入水口、出水口南堤外側小灣 (以下簡稱為出水口南側) 及石牛溪等海域) 之 (1) 軸孔珊瑚成長變化; (2) 底棲動物著生率及消長情形; (3) 固定橫截線底棲生物出現率變化; (4) 入、出水口微環境沉積物沉積量之變化; (5) 入、出水口附近水溫變化，為調查項目。出水口南側區域軸孔珊瑚於民國 114 年 4 次之生長量僅民國 114 年第 1 次 (冬) 及民國 114 年第 3 次 (夏) 與入水口區域有差異，第 1 次入水口較佳，第 3 次出水口較佳，影響珊瑚生長的因子除水溫之外，尚有颱風和掠食者啃食等，如颱風季 (夏秋) 的沉積物沉積量明顯高於非颱風季 (冬春)，還有入水口無抽水等因素。民國 114 年 4 次之橫截線調查，在出水口之貓鼻頭 (MPT) 皆無紀錄到白化，其餘都有觀察到珊瑚白化現象 (0.4–7.2%)，入水口區域平均以第 2 季 (2.2±1.3%)，出水口以第 3 季 (1.5±1.4%) 的白化率較其餘季次高，入水口珊瑚出現率在第 3 次 (8 月) 明顯下降；歷年平均白化率與大環境北太平洋年際震蕩指數 PDO 無相關，與赤道太平洋區海面溫度指數 Niño3.4 及 Niño4 index 有顯著正相關；而海葵、軟體動物、海綿及多毛蟲出現率則與 PDO 或 Niño4 index 指數有負相關，指數高時出現率低。底棲動物著生率、南灣之水溫、及 PDO index 三者有相關，當 PDO 越高，相對後 1-2 季南灣的水溫較高 (正相關)，後 1-2 季的底棲動物著生率則較低 (負相關)，顯示此非小區域放流水影響所致，應是與大環境氣候變遷有關；底棲動物著生率長期趨勢為入水口區域高於出水口南側區域，底棲動物在年度消長方面亦呈現相似的趨勢，造成這些現象的原因可能有：1、放流水的效應；2、非入水口區域有較大的人為或自然干擾；3、入水口區域因冷卻機組抽水，導致總水體量與幼生量大於非入水口區域；4、出水口區域沉積物沉積量較入水口區域高。繼民國 113 年 7 月 27 日 1 號機組停機後，今 (民國 114) 年 5 月 17 日 2 號機組亦停機除役，因電廠除役過渡階段，仍需抽取海水做為用過燃料池及安全系統之冷卻水源，惟抽取量降為 1/10 以下。二部機組除役後，入水口調查之軸孔珊瑚於第 3 次之死亡率為 100%，出水口為 6%，入水口本次之死亡率高於歷年 (100 vs. 0-29%)，出水口則無此現象 (6 vs. 0-63%)；底棲動物著生率之群聚分析發現 114 年第 3 及 4 次之入水口灣內底棲動物群聚相與歷年入水口測站的相似度低於出水口測站，這些結果顯示二部機組除役對入水口底棲動物生長及群聚有影響。水溫變化不論除役前後，僅出水口南側 3 公尺水深的測站 (Efflu-3) 較其他測站之平均值高，前期與各站平均溫差為 0.50-1.73°C，後期 (二部機組除役) 為 0.38-0.88°C，其餘各測站之水溫變化無差異，此結果顯示放流水不影響出水口南側區域 6 公尺以深的水溫變化。

五、魚類調查

民國114年4次潛水調查，第三核能發電廠附近海域共記錄35科83屬199種珊瑚礁魚類，魚種數以隆頭魚科 (42種) 最高，其次為蝴蝶魚科 (28種) 及雀鯛科 (26種)；魚尾數以雀鯛科的族群量最多。民國114年後壁湖魚市場4次調查共記錄26科38屬70種魚類相，合併珊瑚礁魚類相及後壁湖魚類相2種調查方式共記錄44科100屬245種魚類相。歷年第三核能發電廠附近海域之魚類相調查共分二部份進行，珊瑚礁魚類相的部份從民國82年開始，後壁湖魚市場漁獲種類的調查自民國87年開始，二項調查共記錄112科310屬851種魚類相。

本研究針對五個測站的珊瑚礁魚類群聚組成進行分析，比較受放流水影響區域 (測站3、4、5) 與未受影響區域 (測站1、2) 之間的差異。透過MDS二度空間排序結果顯示，兩區魚類群聚組成並無顯著差異。依據核三廠歷年歲修保養期間的排水量資料可知，機組歲修時輸入南灣的放流水量約減半，顯示此期間放流水效應有所降低。進一步分析機組歲修與正常運轉期間影響域測站的群聚組成，結果同樣顯示測站3至測站5的珊瑚礁魚類群聚並無明顯區隔。即使在民國114 (西元2025) 年5月17日除役後，影響域魚種組成與除役前相比亦未呈現顯著差異。此外，歷年珊瑚礁魚類群聚與後壁湖販售魚類的年間相似度介於5%至17%之間，未見逐年增加，顯示灣內海域並非主要漁業作業場域。

六、資料庫建置及維護

海流調查結果顯示，排水口附近海流以往復之潮流運動及西南向淨流為主，長期海流之淨流為往215.6°～245.3° (西南～西南西方向)，其角度變化範圍29.7度，淨流流速值介於0.049～0.270 m/s，淨流流速平均值為0.169 m/s，造成海水經常往西南繞過貓鼻頭往西輸送。放流水擴散區域大部份限於排水口附近海域西南側，其擴散範圍在漲潮時段往西南約500～1,000 m，退潮時段往東-東南約200～800 m，放流水大部份分佈於海表層以下水深5m以內，擴散影響範圍多侷限在距排水口1,000 m弧內，空間溫降率自排水口往外至500 m弧內約1°C/100 m，由民國92年至民國113年500 m處三方向弧點之溫昇資料統計顯示，距出水口500 m處溫昇變化大多在2°C之內，測得歷次之最大值為95/07/21西南側之3.4°C，三弧點溫升值明顯以西南側平均值1.21°C最高、中間0.82°C次之、西北側0.68°C最低，顯示放流水仍以排水口附近西南側海域為主要擴散影響範圍。

除此以外，核三廠海域近岸海底海溫陡降現象，除了是因為大潮潮流在南灣內引起的湧升流將次表層冷水帶上來所造成外，在呂宋海峽產生的巨大內潮、內波傳入海灣內亦有相當程度的貢獻。湧升帶來的冷水，可能有助於南灣之珊瑚免於海水暖化之衝擊；冷水所含之營養鹽，亦有助於藻類生長，但因南灣海水內外交換甚快，藻類來不及長大即被送至灣外，因此營養鹽利用率不高 (Chen et al., 2004a, 2004b, 2005；Jan and Chen, 2009)。水溫長期觀測資料顯示發現颱風季期間某些颱風經過台灣附近後會造成1～4週長的水溫下降與回升變化，其間動力因素複雜，值得進一步分析。

本海域水文的改變與聖嬰/反聖嬰現象、太平洋十年期振盪指數等之大尺度海洋事件相關係頗高，例如民國92~96年、民國103~108年PDO暖相時，溫鹽訊號較集中在南海水以及黑潮水之間，而民國99-102、108-113年冷相時，溫鹽訊號明顯偏向南海水。本區較大的溫降與強降雨、颱風、渦漩有密切關係，這三個機制的變化將直接影響珊瑚的生長，尤其夏天的溫降更有助於珊瑚免受過熱而白化之傷害。pH值在PDO冷、暖相的差異不明顯，研判為大氣二氧化碳增加所造成之海水酸化，與PDO相關性不大，而硝酸鹽的距平值與PDO指數相關性也不高，因此水質的改變與PDO的相關性較小。多年的資料顯示，水體中營養鹽含量的變化似乎受控於植浮的利用或是釋出，兩者之間呈現負相關。束毛藻在本海域的季節性變化非常明顯：春天好發，隨著季節演遞漸漸變少，至冬天低溫時降為全年最低。束毛藻雖然是黑潮水的指標種，但水溫需升高至生長溫度，才能見到束毛藻生長，因此鹽度之單一因素並不能指示束毛藻的出現。

整體而言，核三廠附近海域浮游生物的密/豐度變動反應大自然的季節變化，夏秋高冬春低，與放流水的關聯並不顯著，且與多項幾個月前的氣候指數 (尤其是PDO指數) 有顯著正相關性。歷年植物性浮游生物在第3次為最高峰和動物性浮游生物則在第2次，於民國112年浮游生物的採樣結果，植物性在第4次和動物性在第1次採樣，然民國112年第2次採樣適逢長達兩年半的反聖嬰期強烈震盪轉為聖嬰期的開始，使得植物性和動物性浮游生物皆未能在之前高峰期測得當年最密/豐度的情形。由此可知本調查海域浮游生物的豐度變化與大尺度的氣候變遷有高度關連。

水溫或底棲動物幼生豐度與底棲動物著生率多無迴歸相關，可能因為無論是水溫測量，或是浮游幼生的撈取，皆為定點即時紀錄，而底棲動物著生是2-3個月的累進結果，不同類型調查之時間尺度有差別。固定橫截線調查在入、出水口皆以藻類之出現率最高，迴歸分析結果顯示磷酸鹽高 (PO_4) 時，海葵出現率越高，藻類、海綿及珊瑚白化的出現率越低之現象，當磷酸鹽低時，海葵出現率變低，藻類及海綿出現率增加，還有珊瑚白化率也變高；各測站底棲動物著生率與營養鹽之迴歸關係沒有一致性，但此結果仍顯示營養鹽對各類底棲動物著生有影響；此外，調查結果未發現受南灣廢污水異常排放影響之訊號。與子計畫一海潮流提供的水深28公尺水溫資料比較，出水口南側地區除3公尺水深的測站 (Efflu-3) 外，其餘各測站之水溫與子計畫一的水溫變化無異，顯示放流水不影響出水口南側地區6-8公尺以深的水溫變化。南灣民國102年8月25日 (第3-4次期間) 及入水口民國103年5月22日 (第2-3次期間) 樽海鞘大量出現前後，雖有入水口及灣外水溫變動不一致的現象，但水文水質、動物性浮游生物相、底棲動物著生率及季水溫變化與樽海鞘出現無明確相關，本部分將持續調查探討。

珊瑚礁魚類的分佈可能受到海流、潮汐、水深、地貌、水文、水質、食物來源 (浮游生物、底棲生物)、人類活動 (放流、垂釣及漁業行為) 的影響，本研究參照水質因子、浮游生物及本計畫的調查結果，利用結構方程模式預設出3個環境變動的潛在變項 (營養鹽、湧升流及基礎生產力) 及2個生物變動的潛在變項 (浮游動物群聚及魚類群聚)，建構第三核能發電廠附近海域之珊瑚礁生態系之概念模式。在第三核能發電廠附近海域生態實證模式中，發現南灣海域環境因子複雜，基礎生產力和營養鹽 (子二) 影響灣內浮游動物群聚 (子三)，與水溫相關的湧升流現象對浮游植物密度、浮游動物群聚及魚類群聚影響未達顯著水準。

乙、工作報告

壹、海潮流

一、計畫目的與緣起

海流、溫鹽度與潮汐是海洋物理水文資料中，最基本且最重要的參數，這些資料因帶有海水運動及水團衍變的訊息，所以通常為物理海洋暨生地化研究採用為海洋水文、水質、動物性浮游生物、植物性浮游生物、魚類生態、漁場經濟效益、放射性元素分佈等觀測資料現象解釋之參考。在海洋工程應用方面，全面的物理水文資料可供規劃設計放流水導流堤位置及開口方向參考，除此以外，電廠冷卻水的抽取和經發電機組加溫後排放至海洋後的擴散過程等，亦都深受背景海洋環境裡的海流、溫鹽度與潮汐所影響。因此不論由建立海域環境背景資料、發電機組營運管理、或環境生態保護等議題來考量，流場調查均有其必要與重要性。

本計畫調查海域位處臺灣最南端，為一半封閉型海灣，面向呂宋海峽，東為太平洋，西為南海，第三核能發電廠附近海域恰位於南海環流與黑潮邊緣之一端，黑潮之高溫高鹽水、南海中鹽水及近岸混合水交匯於此，水團衍變呈複雜的季節變化。第三核能發電廠建廠於此，並將電廠排水口設於近貓鼻頭角，經發電機組增溫後的冷卻水之排放，是否對海域生態及珍貴的珊瑚造成影響，應進行長期之物理水文調查，以了解放流水影響範圍，另一方面亦可以釐清人為排放水和第三核能發電廠附近海域複雜的自然環境水團，對生態的影響程度之異同。與其他子計畫之關聯方面，流場資料尚可提供給其他各子計畫分析生地化參數、生態與海況、水文條件之相關性。綜言之，海流水文探測的目的主要在界定溫水舌擴張範圍，提供物理水文參數，予其他有關生地化及生態研究的子計畫參考，追蹤聖嬰南方振盪 ENSO 現象 (El Nino Southern Oscillation)、探討冷水湧升現象以及分析南海水、黑潮水與近岸水團衍替之時序。

二、文獻回顧

第三核能發電廠附近海域第一項受注意的問題為放流水的擴散範圍，歸納分析本研究歷年的水文調查資料，以及輔以成功大學水工試驗所民國 87 年以來，在距排放口 1,000 m 弧線以內的高頻率高測點密度的放流水調查與分析結果 (余進利等，1998，1999，2001；黃煌輝等，2002)，溫水舌的型態受當地潮流往復運動的作用，而有由南向東北及由東北向南擺動的現象，其中又以向南擴張的趨勢佔調查次數的多數，主要仍受淨流為沿貓鼻頭東岸向南南西流動所導引。放流水的空間擴散率方面，大約在距排放口 500 m～700 m 之間即已降溫至與週遭環境水溫相近 (溫差<1°C)，放流水通常不影響至距排放口 1,000 m 以外水溫，因此第三核能發電廠放流水舌屬小尺度的水舌動力，不影響第三核能發電廠附近海域其它中大尺度的海洋現象，如冷水湧升、水團季節變化等。

其二是水團的區分及季節性替換的問題，Shaw (1989) 指出，臺灣西南海域的水團計有沿岸水、南海水及黑潮水 3 種，其中沿岸混合水可分為 3 股，其一為長江和閩浙諸江之沿岸流，因其來自較高緯度，故具備低溫、低鹽特性；其二為廣東和閩南之沿岸水，因來自較低緯度，故水溫較高；其三為臺灣沿岸水，因臺灣之河川流量夏盛冬衰，不如前 2 者豐沛，故影響範圍僅在鄰貼臺灣岸邊之水域。黑潮水為北赤道洋流之延續，可分為上下兩層，上層為高溫高鹽之水團，下層則溫鹽終年不變。南海水則具備高溫及中等鹽度之特色，由於其受到沿岸低鹽水和大洋高鹽水混合影響，其鹽度介於兩者之間。第三核能發電廠附近海域可能受廣東沿岸水，以及後 2 種水團作用影響。王胄及陳慶生 (1987) 分析南海北部的水文資料認為，黑潮水於冬季東北季風強盛時會偏入巴士海峽而於南海北部形成一暖心渦流，因此第三核能發電廠附近海域水與黑潮近似者，至少有季節性的替換過程。Shaw (1989) 更進一步推論沿岸水於春季

時只出現於臺灣西南隅，夏季時西南風將廣東沿岸水吹來，覆蓋整個西南海域表面，水溫可達 27°C 以上；黑潮水在冬季時出現於靠近臺灣之大陸坡上；南海水在春季時開始與黑潮水團互為消長，夏季時則佔據西南海域，因此在春季後，第三核能發電廠附近海域亦可見南海水的蹤影。

第三核能發電廠附近海域的流場及水文特性，依據范光龍教授自民國 68 年至 82 年在第三核能發電廠附近海域所進行的海流調查結果，漲潮時海域外海流向西南流動，退潮時轉向東流動。第三核能發電廠出水口之放流水不易迴流至入水口，至少須以每秒 0.2 m/s 連續流動 4 小時以上才會流到入水口，但在此過程中會遇到後壁湖漁港外側淺灘阻擋海流轉向東流動，而擴散到第三核能發電廠附近海域中央。另一方面放流水因密度小，浮於海水上層，容易散熱，在此 4 小時以上之流程中其熱量已散失許多，而且其只存在於表層 3 m 深，甚至只有 1 m 深之海表面，而入水口卻在海下 6 m 處抽取海水冷卻，因此受放流水迴流之影響有限。由於排水口附近淨流向西南，而夏季海水水溫本身就常高達 28～29°C 甚至 30°C 以上，加上放流水之增溫效果常達 3～4 °C，南風、西南風、東南風之吹拂，常使放流水停滯於出水口西側之小灣淺海珊瑚礁區。海域內可能受由菲律賓海域傳來的內波振盪所影響，常造成第三核能發電廠附近海域下層低溫海水抬升，使水溫驟降，於民國 80 年 5 月 22 日 19:30 記錄到下層低溫海水曾自水深 19 m 上升至 8 m 即為一例。另，據陳鎮東教授與王冰潔於民國 88 年所發表之南部核能電廠附近海域之增溫調查結果，放流水之影響主要只在出水口附近，並未明顯擴散至第三核能發電廠附近海域東端，放流水排入海域雖造成表層溫度升高，但不擴及底層 (10 m 以下)，整個第三核能發電廠附近海域水溫並沒有比貓鼻頭南方較屬於外洋海水水溫來得高。

Lee et al. (1997, 1999a, 1999b) 的研究，解釋第三核能發電廠附近海域冷水湧升造成短期溫度陡降現象的動力機制，據其研究結果在大潮時之退潮流將導致一氣旋式 (逆時旋轉) 渦旋二次環流 (Secondary eddy) 盤據著南灣海域，此一渦旋環流將導致附近海域持續幾小時之溫度突降。另一反氣旋 (順時旋轉) 規模較小之二次漩渦則在漲潮流時發生於南灣海域東側。造成漲、退潮時渦旋環流不等之原因為地形上之特徵，如環繞第三核能發電廠附近海域東端之海底山脊，另外則是在第三核能發電廠附近海域半封閉入口處之蜿蜒海山，此地形特徵迫使潮流轉向成反氣旋方向，若潮流方向為向灣內時此二次渦旋將消失，相反的，若潮流方向為向海時，將使渦旋加強，此 2 地形特徵之結合，在退潮流時將加強二次渦流，尤其是在離開第三核能發電廠附近海域之潮流十分強勁時。經過動力分析，這兩類渦旋因為都是以離心力和海表面壓力梯度力的平衡為主，地轉科氏力相對地不重要，所以不論順時或逆時旋轉，都會在渦流中心產生湧升過程，造成第三核能發電廠附近海域之中冷水湧升的現象。

民國 92～93 年第三核能發電廠附近海域海流與水文量測，是以更深入了解放流水在空間及時間上的變化為主要目的。根據調查與分析結果所撰寫的論文 (Jan et al., 2004)，第三核能發電廠附近海域的主要潮型為全日潮及半日潮的混合潮，其中全日潮比半日潮稍大一些，主要分潮包括 O_1、P_1、K_1、N_2、M_2、S_2。從海流觀測可以觀察到沿岸流主要影響因子為潮汐，漲潮時主要流向為西南向，退潮則約為東北向，其潮流振幅為 0.2～0.4 m/s。潮流調和分析結果顯示，第三核能發電廠附近海域近岸的潮流主要是由混合潮及高頻的倍潮組成，漲潮時西南向的潮流相對較弱 (約 0.15 m/s)。平均流在每段觀測時期幾乎都向西南流，平均流速介於 0.15 和 0.20 m/s 之間。沿岸流的流速可經由即時潮位觀測 [$\eta(t)$] 套用以下經驗公式估計：

$$v(t) = 0.1830 \times \eta(t-1) + 0.1858 \times \eta(t-4) - 0.3371，$$

亦即以前 1 和 4 小時於後壁湖測得的潮位，可推估沿岸流速分量的大小的方向。上式估算值與觀測值間的平方根誤差為 0.18 m/s。

Jan et al. (2004) 的分析結果也指出，第三核能發電廠的冷卻水經由出水口排放到外海形成放流水舌，及在出水口外海 200 公尺的海域觀察到水溫的急遽下降，是出水口附近沿岸的主要水溫變化特徵。放流水出海後溫度高於一般海水，較輕且浮在海面，厚度約為 5～7 公尺，愈往外海與海水混合後，厚度漸漸變薄，到了距出水口約 1,000 公尺處就幾乎與外海水一致了；放流水出海的水平分佈型態幾乎由潮流掌控，漲潮時，放流水向西南沿著海岸往外海延伸約 60 公尺，退潮時，放流水則往東北方向擴展，像一個鼓脹的氣球。從密集的鹽溫深量測 (CTD) 及浮標溫度計軌跡觀察，兩項觀測都顯示了放流水出海後，在距離出水口 500～800 m 處，每公尺的水溫下降率為–0.008°C/m～–0.01°C/m，即 300 公尺的距離，水溫的下降幅度約為 2.4°C～3°C。從水溫空間變化分析，出水口的放流水並不會回流至進水口。

第三核能發電廠海域的週期性水溫陡降現象，除了 Lee et al. (1997, 1999a, 1999b) 說明是因潮汐渦流所造成的之外，Jan and Chen (2009) 進一步研究指出，這種潮週的水溫陡降和臨近呂宋海峽中因潮流通過海脊引發的內潮傳入南灣，亦有密切關係。該研究亦指出，每回內潮傳入南灣所造成冷水湧升，也會將富含營養鹽的次表層水帶到表層，可能有利珊瑚的生長。

另落山風是屬於下坡風 (山風)，恆春半島的中央山脈高度降低至 400-1,000 公尺左右，每年從 10 月到次年 4 月，東北季風翻過山脈而下，強勁的下坡風直撲恆春半島西岸，襲捲在背風坡的車城、牡丹、恆春等地區。根據交通部中央氣象署 (原為中央氣象局) 在 1990 年所發表的”恆春落山風的分析與機制探討”一文中提到，落山風大致發生在北至枋山，南至白沙的西南邊海岸，對位處恆春半島南端的南灣海域影響不高，故落山風對南灣海域物理因子影響不大。

三、研究方法與進度說明

3.1 調查研究方法

本計畫海潮流調查包含 3 項，除往年採用之漂流浮標調查及鹽溫深儀 (CTD) 調查外，民國 86 年秋季起，以一具自記式海流儀在出水口東北方約 1 km、水深 18 m 處進行定點海流觀測。自民國 89 年第 3 次開始再將此定點海流測站移往出水口東南東方約 300 m、水深 20 m 處，進行每季 1 個月之長期海流觀測。民國 92 年在浮標上加設一溫度計量取表層水溫。定點海流觀測於民國 94 年開始改採都普勒式流剖儀長期連續觀測。

3.1.1 漂流浮標調查

漂流浮標調查預定每年進行 4 次，每季進行 1 次，其方法乃以一個包含十字型導流板之漂流浮標，上為浮球、下置重錘，並於水深 1 公尺處繫一自記式溫度計，浮球中並放置衛星定位儀及 GSM 通訊設備，以漁船攜至第三核能發電廠出水口外 50 m 處，將浮標投入海中，由浮標自行每分鐘記錄本身之經緯度位置 (也可由陸上透過 GSM 通訊系統即時收錄浮標之位置)，觀測 3 小時後取回返航。漂流浮標施放點位如圖 1-1 之點位 C15 所示。浮標溫度計的軌跡記錄採用 Garmin 公司製造的 GPS (衛星定位儀)，其接收儀共有 8 個頻道可同時追蹤所有衛星資料。

自記式溫度計 (Pace Scientific Ins., 型號 XR5-T) 之規格如下：

數據	範圍	準確度	解析度
溫度 (°C)	0~40	0.15	0.02

3.1.2 定點海流觀測

民國 94 年起海流調查改用都普勒式流剖儀連續觀測，測站位置請參視圖 1-1。本項工作採用挪威 NorTek AS 公司製造型號 Aquadopp 之水下都普勒音波式剖面海流儀 (簡稱 ADP)，儀器測量規格如下：

數據	範圍	準確度	解析度
速度 (m/s)	±10	1% of measured value ±0.5 cm/s	0.0001
方向 (°)	0~360	2	0.1
溫度 (°C)	-4 ~40	0.1	0.01
壓力 (m)	0~100	0.25% of full scale	0.005% of full scale

3.1.3 溫鹽深調查方法

本項工作仍租用漁船使用 SeaBird SBE19 溫鹽深儀 (CTD) 及 GPS 定位系統，航行到預定測站將 CTD 緩慢下放入海中，量取海水之溫度、導電度及壓力剖面，同時抄錄船位之 GPS 經緯度，返航後再將 CTD 記錄的資料以電腦讀出。CTD 測站位置請參見圖 1-1。以下為美國 Sea Bird 公司生產之 SBE19 型攜帶式溫鹽深儀之特性及規格：

儀器數據	範圍	準確度	解析度
導電度(S/m)	0～9	0.0005	0.00005
溫度(°C)	-5～+35	0.005	0.0001
深度(m)	0~100	0.1% of full scale	0.002% of full scale

3.1.4 歷年來實測資料之整理分析

本項工作蒐集歷年來之 CTD 及漂流資料，並與第三核能發電廠附近海域實測潮汐，或中央氣象局後壁湖潮汐測站當時之實測潮位記錄加以比對，期更進一步了解第三核能發電廠附近海域水團的季節性變化。此外亦統計歷年海流、水溫觀測成果，期了解流場與水文狀況是否異常，也供他項子計畫資料分析之參考。

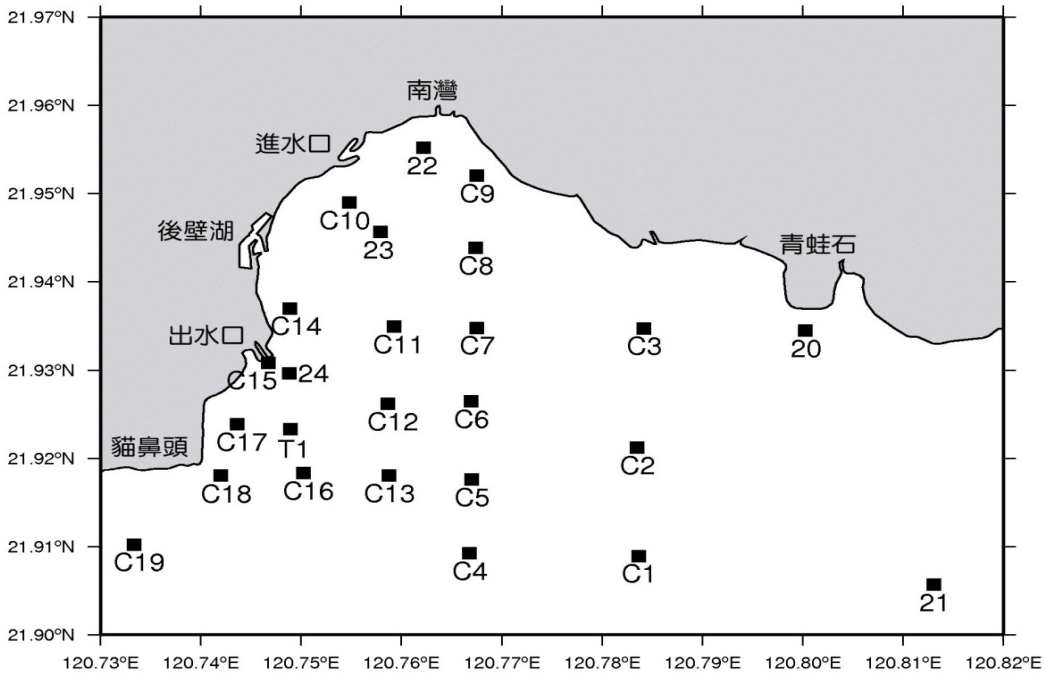


圖1-1 第三核能發電廠附近海域 CTD 及定點海流觀測作業位置圖

3.2 調查日期

漂流浮標調查民國 114 年完成四次調查，浮標調查時間分別在民國 114 年 2 月 12 日、114 年 5 月 4 日、114 年 8 月 9 日及 114 年 11 月 7 日，民國 114 年完成四次調查。

定點長期海流調查於民國 114 年完成四次調查，民國 113 年 10 月 15 日至 114 年 3 月 14 日間進行 114 年第 1 次調查，民國 114 年 3 月 14 日至 114 年 6 月 9 日間進行第 2 次調查，民國 114 年 6 月 9 日至 114 年 8 月 21 日進行第 3 次調查，民國 114 年 8 月 21 日至 114 年 10 月 31 進行第 4 次調查，民國 114 年 10 月 31 日重新佈放，目前持續收錄資料中。

大範圍的鹽溫深調查於民國 114 年已完成四次調查，分別於民國 114 年 2 月 15 日、114 年 5 月 5 日、114 年 8 月 8 日及 114 年 11 月 5 日。

四、調查研究結果

4.0 歷年監測資料統計分析

4.0.1 研究方法

本項工作蒐集歷年海流之平均流速、流向、最大流速，漂流浮標淨流、最大流速及 CTD 資料，並與第三核能發電廠附近海域實測潮汐，或中央氣象局後壁湖潮汐測站當時之實測潮位記錄加以比對，期更進一步了解第三核能發電廠附近海域水團的季節性變化。

4.0.2 統計分析工具介紹

本子計畫使用 EXCEL 的統計應用函數軟體來統計歷年海流之淨流流速、流向與最大流速、流向，漂流浮標淨流、最大流速，CTD 量測中由資料內差得 500 m 處之溫昇資料 (與背景溫度之差異)，並進行溫昇資料之統計分析，各項統計值則包括統計個數、最大值、最小值、平均數 (Mean)、標準誤 (Standard error)、中間值(Median)、眾數 (Mode)、標準差 (Standard Deviation)、變異數 (Variance)、峰度 (Kurtosis)、分配的偏態 (Skew) 等參數值。

4.0.3 分析結果

長期定點海流民國 92 年至 114 年資料經統計分析結果如下，長期海流之淨流為往 215.6°～245.7° (西南~西南西方向)，其角度變化範圍 29.7 度，淨流流速值介於 0.049 m/s～0.270 m/s，淨流流速平均值為 0.170 m/s；流速絕對值平均介於 0.198 m/s～0.368 m/s。最大流速主要分布於兩範圍，分布於東北向時，最大流速介於 1.005 m/s～1.564 m/s，對應流向介於 33.8°～56.2°，分布於西南向時，最大流速介於 0.715 m/s～1.384 m/s，對應流向介於 211.0°～294.4°。

漂流浮標民國 102 年 114 年資料分析結果如下，歷次流速值平均介於 0.063 m/s～0.732 m/s，平均 0.316 m/s，中間值為 0.275 m/s；淨流流速值介於 0.033 m/s～0.666 m/s，平均值 0.278 m/s，中間值 0.242 m/s，淨流流向介於 16.5°～277.9°，平均流向 178.9°，中間值 203.2°；最大流速介於 0.078 m/s～1.258 m/s，平均值 0.511 m/s，中間值 0.455 m/s，對應流向介於 0.5°～347.0°，平均流向 178.8°，中間值 189.2°。

民國 92/03~114/11 共 92 組 500 m 處三方向弧點之溫昇資料統計如下表，由統計資料可知，距出水口 500 m 處溫昇變化大多在 2°C 之內，測得歷次之最大值為 95/07/21 西南側之 3.4°C，三弧點溫昇值明顯以西南側平均值 1.19°C 最高、中間 0.78°C 次之、西北側 0.65°C 最低，三點之標準差 (Standard Error) 最大為 0.081，三弧點溫昇之中間值以西南側平均值 1.17°C 最高、中間 0.71°C 次之、西北側 0.60°C 最

定點長期海流資料統計結果如下：

分析期間	民國 92/01~114/10			民國 94/12~114/10			
分析項目	淨流流速 (m/s)	淨流流向 °(度)	流速絕對值平均 (m/s)	最大流速 (m/s)	對應流向 °(度)	最大流速 (m/s)	對應流向 °(度)
統計個數	141	141	141	30	30	99	99
最大值	0.270	245.3	0.368	1.564	56.2	1.384	294.4
最小值	0.049	215.6	0.198	1.005	33.8	0.715	211.0
平均數	0.170	232.7	0.285	1.264	47.2	0.989	230.9
標準誤	0.004	0.4	0.002	0.026	0.9	0.011	1.0
中間值	0.179	232.5	0.285	1.277	47.4	0.983	229.8
眾數	－－	－－	－－	－－	45.9	0.863	224.4
標準差	0.043	4.2	0.022	0.140	5.2	0.111	10.1
變異數	0.002	17.4	0.000	0.020	26.7	0.012	102.7
峰度	-0.347	2.3	2.754	-0.393	0.6	1.789	15.4
偏態	-0.553	0.0	-0.131	0.112	-0.5	0.771	2.8
範圍	0.221	29.7	0.170	0.559	22.4	0.669	83.4

漂流浮標資料統計結果：

分析期間	民國 102/02~114/11				
分析項目	流速值平均 (m/s)	淨流流速 (m/s)	淨流流向 °(度)	最大流速 (m/s)	對應流向 °(度)
統計個數	75	75	75	75	75
最大值	0.732	0.666	277.9	1.258	347.0
最小值	0.063	0.033	16.5	0.078	0.5
平均數	0.316	0.278	178.9	0.511	178.8
標準誤	0.018	0.017	7.3	0.027	7.6
中間值	0.275	0.242	203.2	0.455	189.2
眾數	－－	－－	－－	－－	165.1
標準差	0.155	0.151	63.2	0.238	65.9
變異數	0.024	0.023	3999.4	0.056	4336.7
峰度	0.413	0.132	0.2	1.189	0.9
偏態	0.920	0.752	-1.1	1.064	-0.7

距出水口500 m處溫昇資料統計結果：

分析期間	民國 92/03~114/11		
分析項目	北側溫昇值(°C)	中間溫昇值(°C)	南側溫昇值(°C)
統計個數	91	92	92
最大值	2.99	3.00	3.40
最小值	-1.22	-1.29	-0.31
平均數	0.65	0.78	1.19
標準誤	0.064	0.081	0.075
中間值	0.60	0.71	1.17
標準差	0.61	0.77	0.72
變異數	0.37	0.60	0.52
峰度	2.13	-0.18	0.12
偏態	0.27	0.15	0.14
範圍	4.21	4.28	3.71

4.1 漂流浮標調查結果

民國 114 年 2 月 12 日第 1 次漂流浮標調查結果如報告書光碟表 1-1 及圖 1-2 所示 (圖 1-2 亦附於報告內文中當做範例)。觀測時間為 13:25～16:33，觀測時段為大潮漲潮段，觀測時段中，浮標共移動 0.91 km，淨移動 0.80 km，漂流時段最大流速為 0.21 m/s (對應流向 234 度)、淨流流速為 0.07 m/s (對應流向 203 度)。浮標在出水口先往南方漂移，流速介於 0.06~0.14 m/s，後轉往東南東向流動，流速介於 0.04~0.05 m/s，之後再轉往南向，流速介於 0.04~0.07 m/s，離施放點 600 公尺後轉往西南向，流速略為增加，流速介於 0.10~0.21 m/s。浮標初施放時水溫 27.9°C，漲潮段往東南方漂流 500 公尺溫度降為 25.0°C，離施放點 800 公尺溫度降至 23.7°C，由溫度計紀錄可知，漂流浮標放流水影響範圍於漲潮時段於東南側約距排放口 500 m 之內。

民國 114 年 5 月 4 日第 2 次漂流浮標調查結果如報告書光碟表 1-2 及圖 1-3 所示，觀測時間為 14:22～18:40，觀測時段為小潮退潮段，第 1 段浮標共移動 0.97 km，淨移動 0.95 km，漂流時段最大流速為 0.36 m/s (對應流向 180 度)、淨流流速為 0.27 m/s (對應流向 217 度)；第 2 段浮標共移動 1.09 km，淨移動 1.04 km，漂流時段最大流速為 0.39 m/s (對應流向 233 度)、淨流流速為 0.31 m/s (對應流向 217 度)；第 3 段浮標共移動 1.05 km，淨移動 1.05 km，漂流時段最大流速為 0.41 m/s (對應流向 213 度)、淨流流速為 0.36 m/s (對應流向 214 度)；第 4 段浮標共移動 2.81 km，淨移動 2.48 km，漂流時段最大流速為 0.81 m/s (對應流向 230 度)、淨流流速為 0.53 m/s (對應流向 241 度)。前三段軌跡類似，浮標在出水口先往南向漂移，流速介於 0.19~0.28 m/s，後轉往南南西向偏西南流動後擱淺，流速介於 0.25~0.40 m/s。第四段浮標在出水口先往西南向漂移，流速介於 0.48~0.78 m/s，再轉往西南西向流動，流速介於 0.55~0.81 m/s，之後轉往西向，流速介於 0.54~0.58 m/s，離海施放點 2300 公尺後轉往西北西方流動，流速略為減緩，流速介於 0.45~0.55 m/s。浮標初施放時最高水溫 32.9°C，退潮

段往南~西南方漂流，離出水口 500 公尺溫度降為 30.8°C，離出水口 1,000 公尺溫度降至 29.7°C，由溫度計紀錄可知，漂流浮標放流水影響範圍於退潮時段於西南約 500～1,000 m。

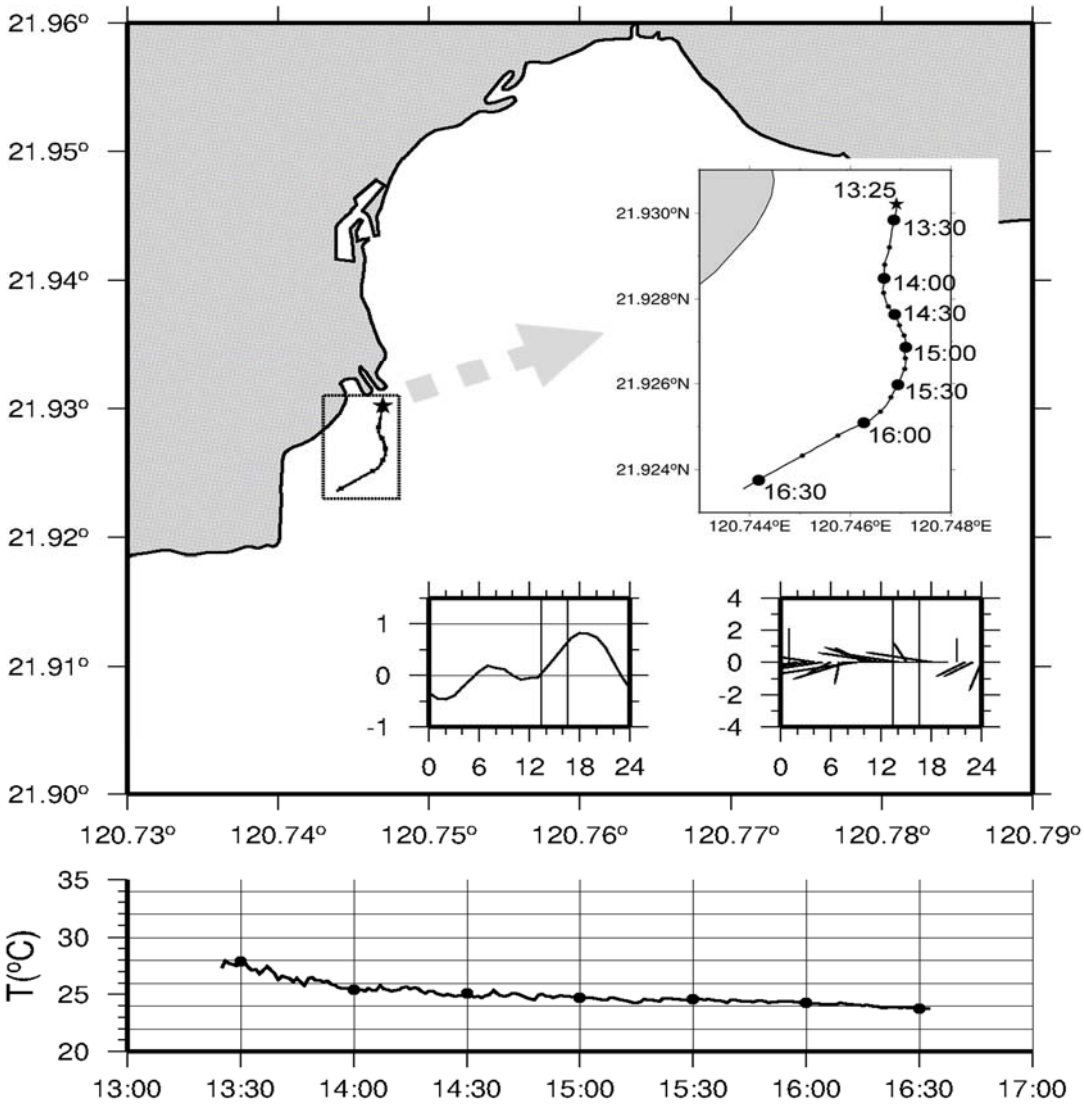


圖 1-2 民國 114 年 2 月 12 日漂流浮標暨溫度追蹤調查結果

民國 114 年 8 月 9 日第 3 次漂流浮標調查結果如報告書光碟表 1-3 及圖 1-4 所示，觀測時間為 14:44～17:49。觀測時段為大潮漲潮段，第 1 段浮標漂流時段浮標共移動 0.12 km，淨移動 0.11 km，最大流速為 0.08 m/s (對應流向 249 度)、淨流流速為

0.07 m/s (對應流向 250 度)；第 2 段浮標漂流時段浮標共移動 0.39 km，淨移動 0.38 km，最大流速為 0.16 m/s (對應流向 264 度)、淨流流速為 0.11 m/s (對應流向 260 度)；第 3 段浮標漂流時段浮標共移動 1.10 km，淨移動 1.08 km，最大流速為 0.41 m/s (對應流向 189 度)、淨流流速為 0.20 m/s (對應流向 171 度)。前兩段浮標離出水口即往西南偏西方向漂移，流速介於 0.06~0.16 m/s，後擱淺；第 3 段浮標離出水口即往南方漂移，流速約為 0.25 m/s，隨轉往南南東方漂移，流速介於 0.08~0.27 m/s，後轉往南方流動，流速略有增，流速介於 0.16~0.41 m/s。浮標初施放時水溫 29.8°C，漲潮段往南南東方漂流，離施放點 500 公尺溫度降為 29.6°C，離施放點 1000 公尺溫度維持 29.2°C，由溫度計紀錄可知，漂流浮標放流水影響範圍於漲潮時段於南南東側約為距排放口 800 m 之內。

民國 114 年 11 月 7 日第 4 次漂流浮標調查結果如報告書光碟表 1-4 及圖 1-5 所示，觀測時間為 13:38～17:15，觀測時段為大潮漲潮段，第 1 段浮標漂流時段浮標共移動 0.39 km，淨移動 0.39 km，最大流速為 0.21 m/s (對應流向 245 度)、淨流流速為 0.20 m/s (對應流向 242 度)；第 2 段浮標漂流時段浮標共移動 5.13 km，淨移動 4.49 km，最大流速為 0.89 m/s (對應流向 277 度)、淨流流速為 0.41 m/s (對應流向 254 度)；第 1 段浮標離出水口即往西南偏西方向漂移，流速介於 0.19~0.21 m/s，後擱淺；第 2 段浮標離出水口即往西南方漂移，流速介於 0.18~0.27 m/s，隨轉往南南西方漂移，流速漸增，流速介於 0.29~0.55 m/s，後再轉往西南方流動，流速續增，流速介於 0.33~0.71 m/s，續轉往西方流動，流速再增，流速介於 0.79~0.89 m/s，後段順海岸線漸轉往西北西方流動，流速略有減緩，流速介於 0.61~0.76 m/s。出水口附近水溫 28.4°C，漲潮段往西南方漂流，離出水口 500 公尺溫度降為 27.0°C，離出水口 1000 公尺溫度維持 27.0°C，由溫度計紀錄可知，漂流浮標放流水影響範圍於大潮漲時段於西南側約為距排放口 500 m 之內。

4.2 定點海流連續調查結果

民國 114 年度第 1 次調查於民國 113 年 10 月 15 日開始,研究人員將水下超音波式海流儀安置於出水口東南方約 200 m 處海底，該處水深 28 m，儀器錨碇於底床，民國 114 年 3 月 14 日收回;第 2 次調查自民國 114 年 3 月 14 日起至 114 年 6 月 9 日止；第 3 次調查自民國 114 年 6 月 9 日起至 114 年 8 月 21 日止；第 4 次調查自民國 114 年 8 月 21 日至 114 年 10 月 31 日止，目前儀器持續施放中。

民國 114 年第 1 次定點海流調查分析結果定點海流調查結果如圖 1-6、1-7、1-8、1-9、1-10、1-11，詳見報告書光碟。調查結果顯示漲潮時海流往西南-西南西流動，退潮時則朝東北-北北東流動，漲潮流速明顯大於退潮流速，因此漲退潮後將產生西南向之淨流，圖 1-9 流速流向散佈及圖 1-10 流速向量進行圖亦顯示恆流向西南。平均流流速為 0.11 m/s，平均流向為 229°，施測時段最大流速為 1.56 m/s、流向為 49°朝東北方漲潮段。圖 1-8 海流玫瑰圖 (亦附於本文中) 顯示，流向以西南 (SW) 佔 33.44%最多，其次為東北 (NE) 佔 14.19%，西南西 (WSW) 佔 11.09%居第 3、南南西 (SSW) 佔 9.92%居第 4、北北東 (NNE) 佔 6.70%居第 5、東北東 (ENE) 佔 5.55%居第 6，其餘方向皆在 5%以下。連續水溫變化附於圖 1-6 調查期間溫度介於 19.2°C 至 29.0°C 之間，平均溫度約為 25.3°C。潮流部分之調和分析結果如表 1-5 及圖 1-11，主要分潮以 M_2 分潮最大 (半長軸 0.19 m/s)，K_1 分潮次之 (半長軸 0.19 m/s)，O_1 分潮再次之第 3 (半長軸 0.12 m/s)，S_2 分潮再次之第 4 (半長軸 0.05 m/s)，潮流變化屬全日潮型。

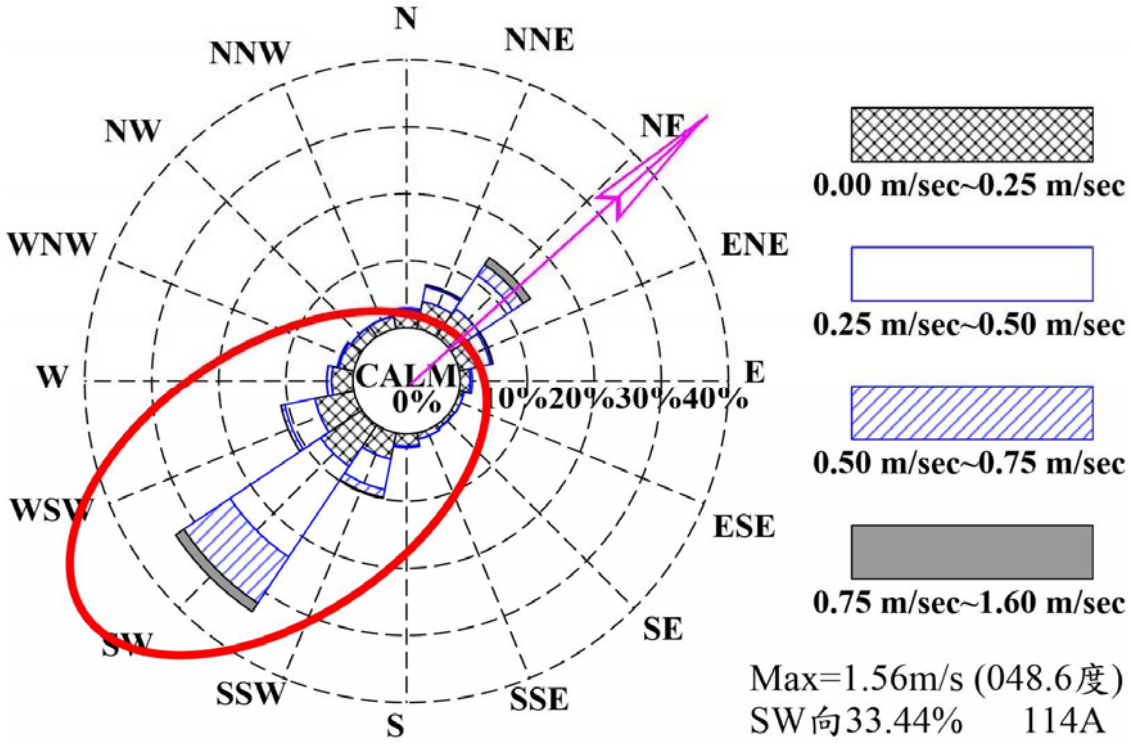


圖 1-8 定點海流調查海流玫瑰圖 (民國 113 年 10 月 15 日～114 年 3 月 14 日)

民國 114 年第 2 次定點海流調查分析結果定點海流調查結果如圖 1-6、1-7、1-8、1-9、1-10、1-11，詳見報告書光碟。調查結果於漲潮時海流往西南-西南西流動，退潮時則朝東北-北北東流動，漲潮流速明顯大於退潮流速，形成西南向之淨流，平均流流速為 0.19 m/s，平均流向為 233°，最大流速為 1.00 m/s、流向為 226°朝西南漲潮段。圖 1-8 海流玫瑰圖顯示，流向以西南 (SW) 佔 32.38 最多，其次為西南西 (WSW) 佔 17.26%，南南西 (SSW) 佔 11.08%居第 3、東北 (NE) 佔 7.10%居第 4、西 (W) 佔 6.91%居第 5、北北東 (NNE) 佔 6.21%居第 6，其餘方向皆在 5%以下。連續水溫變化附於圖 1-6，調查期間溫度介於 20.2°C 至 29.6°C 之間，平均溫度約為 25.7°C。潮流部分之調和分析結果如報告書光碟表 1-6 及圖 1-11，主要分潮以 M_2 分潮最大 (半長軸 0.17 m/s)，O_1 分潮次之 (半長軸 0.12 m/s)，K_1 分潮再次之第 3 (半長軸 0.10 m/s)，S_2 分潮再次之第 4 (半長軸 0.09 m/s)，潮流變化屬混合潮型。

民國 114 年第 3 次定點海流調查分析結果定點海流調查結果如圖 1-6、1-7、1-8、1-9、1-10、1-11，詳見報告書光碟。調查結果於漲潮時海流往西南-西南西流動，退潮時則朝東北-北北東流動，漲潮流速明顯大於退潮流速，形成西南向之淨流，平均流流速為 0.22 m/s，平均流向為 222°，最大流速為 1.09 m/s、流向為 217°朝西南滿潮位。圖 1-8 海流玫瑰圖顯示，流向以西南 (SW) 佔 37.36%最多，其次為南南西 (SSW) 佔 19.15%，西南西 (WSW) 佔 12.56%居第 3、東北 (NE) 佔 7.34%居第 4，其餘方向皆在 5%以下。連續水溫變化附於圖 1-6，調查期間溫度介於 20.7°C 至 30.1°C 之間，平均溫度約為 27.1°C。潮流部分之調和分析結果如報告書光碟表 1-7 及圖 1-11，主要分潮以 K_1 分潮最大 (半長軸 0.18 m/s)，O_1 分潮次之 (半長軸 0.13 m/s)，M_2 分潮再次之第 3 (半長軸 0.10 m/s)，N_2 分潮再次之第 4 (半長軸 0.03 m/s)，潮流變化屬全日潮型。

民國 114 年第 4 次定點海流調查分析結果定點海流調查結果如圖 1-6、1-7、1-8、1-9、1-10、1-11，詳見報告書光碟。調查結果於漲潮時海流往西南-西南西流動，退潮時則朝東北-北北東流動，漲潮流速明顯大於退潮流速，形成西南向之淨流，平均流流速為 0.18 m/s，平均流向為 231°，最大流速為 0.95 m/s、流向為 224°朝西南漲潮段。圖 1-8 海流玫瑰圖顯示，流向以西南 (SW) 佔 30.40%最多，其次為西南西 (WSW) 佔 15.70%，南南西 (SSW) 佔 12.91%居第 3、東北 (NE) 佔 7.83%居第 4、北北東 (NNE) 佔 5.13%居第 5，其餘方向皆在 5%以下。連續水溫變化附於圖 1-6，調查期間溫度介於 21.9°C 至 29.7°C 之間，平均溫度約為 27.1°C。潮流部分之調和分析結果如報告書光碟表 1-8 及圖 1-11，主要分潮以 M_2 分潮最大 (半長軸 0.12 m/s)，K_1 分潮次之 (半長軸 0.10 m/s)， O_1 分潮再次之第 3 (半長軸 0.10 m/s)，S_2 分潮再次之第 4 (半長軸 0.09 m/s)，潮流變化屬偏全日潮之混合潮型。

4.3 水文調查結果

4.3.1 溫鹽度分佈

溫鹽調查結果之溫鹽分佈如圖 1-12～圖 1-17，詳見報告書光碟。圖 1-14 顯示民國 114 年第 1 次溫鹽調查結果 (民國 114 年 2 月 15 日) 整體水溫介於 23.2°C～28.0°C 之間，鹽度介於 34.03～34.56 之間；表層 1 m 下水溫為 23.6°C～28.0°C，鹽度介於 34.38～38.56，水深 1 m 下之表層溫度在距排放口 500 m 外即低於 25.0°C，表層 5 m 下水溫為 23.7°C～24.3°C，鹽度介於 34.47～34.52；整體鹽度值於出水口附近 1000 m 內變化較大，其餘水深水層平面變化不大；溫度分佈則至水深 10 m 水層已不見放流水訊息。

民國 114 年 5 月時，氣溫逐漸升高，圖 1-15 (亦附於本文中) 顯示民國 114 年第 2 次調查結果 (民國 114 年 5 月 5 日) 整體水溫為 24.8°C～30.5°C，鹽度介於 33.92～34.35，表層 1 m 下水溫為 26.2°C～30.5°C，鹽度介於 33.92～34.30，表層 1 m 下水溫較民國 114 年 2 月略有上升，排水口附近水溫亦相對地上升至 27.3°C 以上，表層 5 m 下水溫則上升至 26.2°C～28.0°C，鹽度介於 33.94～34.27；水深 5 m 以下水層溫度分佈即不見放流水水團訊息，即放流水之影響在垂直方向上，仍侷限於表層水深 1～5 m 以內。

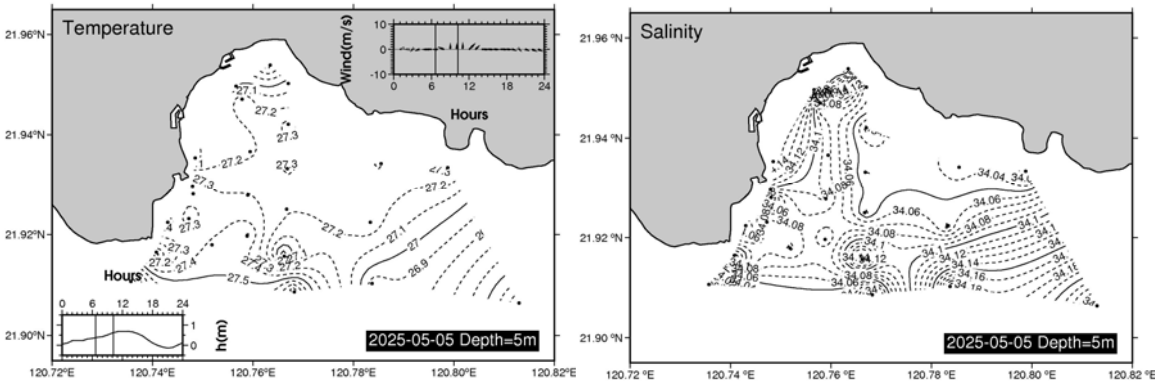


圖 1-15 第三核能發電廠附近海域民國 114 年 5 月 5 日水深 5 m 水溫與鹽度分佈

民國 114 年 8 月時，無放流水排放，氣溫再次升高，圖 1-16 顯示民國 114 年第 3 次調查結果 (民國 114 年 8 月 8 日) 整體水溫為 22.9°C～28.8°C，鹽度介於 32.23～34.16，表層 1 m 下水溫為 28.4°C～28.8°C，鹽度介於 32.24～32.83，表層 1 m 下水溫較民國 114 年 5 月明顯上升，表層 5 m 下水溫則上升至 26.7°C～28.7°C，鹽度介於 32.25～33.50。

民國 114 年 11 月時，氣溫逐漸下降，無放流水排放，圖 1-17 顯示民國 114 第 4 次調查結果 (民國 114 年 11 月 5 日) 整體水溫為 26.3°C～27.4°C，鹽度介於 33.58～33.87，表層 1 m 下水溫較民國 114 年 8 月明顯下降，排水口附近水溫亦相對地下降 27.1°C 以上，表層 1 m 水溫為 26.3°C～27.3°C，鹽度介於 33.58～33.87，表層下 5 m 水溫為 26.4°C～27.4°C，鹽度介於 33.63～33.81。

由溫鹽調查中距出水口約 1,500 m 的 C11、C12 及 C16 三點資料平均值視為背景溫度，出水口至前述 3 點之方向線上取距出水口約 500 m 處新增點位於民國 109 年 10 月開始實際量測，500 m 處之點位溫度減背景溫度可得距出水口 500 m 處溫昇變化如圖 1-18 (詳細溫昇數據詳表 1-9、位置資訊詳圖 1-19 及表 1-10)，依據環境部 (原為行政院環境保護署) 水污染防治法於民國 108 年 04 月 29 日訂定修正之「放流水標準」中附表六發電廠放流水水質項目及限值有關水溫部分，放流水直接排放於海洋者，其放流口水溫不得超過攝氏四十二度，且距排放口五百公尺處之表面水溫差不得超過背景溫度攝氏四度。圖 1-18 中顯示歷年調查結果 500 m 處溫昇大多在 2°C 之內，且皆小於 4°C，合乎法規要求。

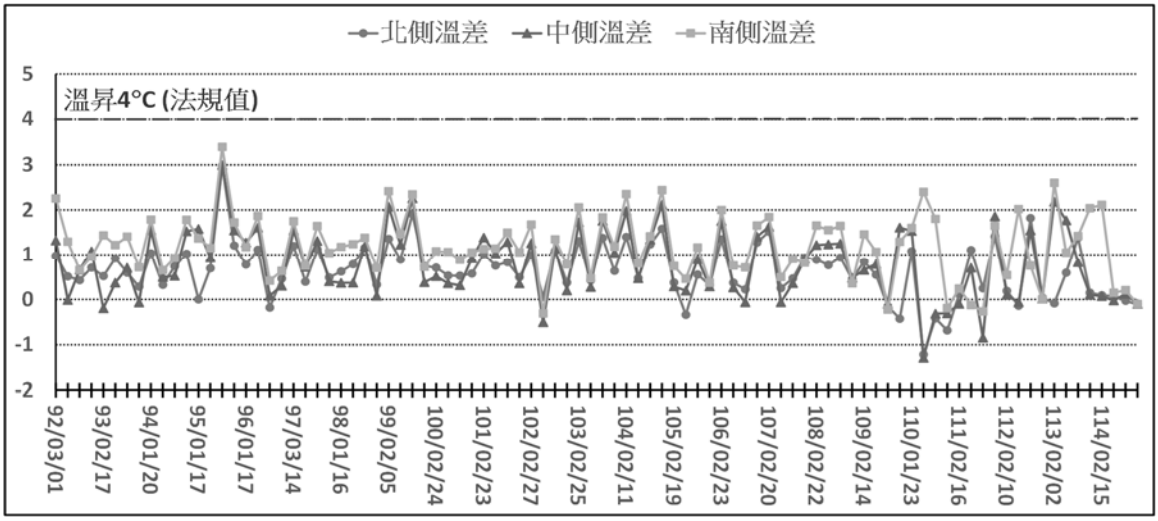


圖 1-18 第三核能發電廠附近海域歷年距出水口 500 m 處溫昇變化圖

4.3.2 水團分析

據前人調查研究，南灣海域水團可能受 3 種以上不同水團影響，然而應不脫離以黑潮水和南海水為主的交換。簡言之，1 月的溫鹽值所代表的水團比較偏黑潮典型水 (黑潮南海分支水)；2 月時海水鹽度降低，由此以後溫度則逐漸上升，水團性質漸趨南海水。這種水團衍變的趨勢，以及發生 ENSO 時第三核能發電廠附近海域水團性質的變異，在子計畫 2 中有更詳細的分析。

4.4 歷年調查結果探討

4.4.1 漂流浮標

本報告將第三核能發電廠附近海域民國 87～114 年度漂流浮標追蹤調查結果 (整理如表 1-11 詳見報告書光碟)，由表中漂流軌跡顯示漲潮流從出水口流向西南或往正南流，大約與貓鼻頭沿岸地形相平行，繞過貓鼻頭，往西再沿海岸往西北走，或繞過貓鼻頭後，繼續偏南或西南走，若能進入第三核能發電廠附近海域外緣海域，則順退潮水轉往東流動。漲潮流時釋放，浮標若隨漲潮流漂向南或東南，則將轉往南-東南向流動，若於灣內，則流速不大，若離海岸影響範圍則流速增大可達 2 節 (1 m/s) 以上。

退潮時往東流或東北流再回流至出水口岸邊或到達後壁湖港口東方，過後壁湖港口東方之後則沿著港口附近的潮間帶地形再轉往西北方流動，最後會到達後壁湖漁港東北方淺灘區；退潮時段往東流或往東北流後若再轉往東南方流動，則有往鵝鑾鼻直流之趨勢；退潮時段若往西南或東南方向流後則有轉往南方或轉往東方流動之趨勢。

4.4.2 定點海流

由民國 86 年 10 月至 114 年 10 月共 162 次之海流觀測，其中自民國 89 年 9 月 17 日開始將海流測站由進出水口中間東側往南移到出水口東南方約 300 公尺處。所得到之平均流速與流向結果如報告書光碟表 1-12 所示；由前 11 次觀測結果顯示，在出入水口中間位置之測站，其中層海流淨流流向除第 3 及第 5 次外皆有朝北之分量；將測站往南移到出水口東南方 300 公尺處，如第 12 次至第 162 次海流觀測，海流即變成以流向南南西方或西南方為主要流向之海流，由此判斷放流水可順著淨流往西南方及正東方向輸送，不致於迴流至入水口。

4.4.3 水文分佈

報告書光碟表 1-13 歷年來針對 CTD 所作之 126 次調查研究，將歷年來調查結果以 4 季 (春、夏、秋、冬) 及 3 種水團屬性 (南海中鹽水團、混合水團及黑潮水團) 區分。歷年來在春季共調查 37 次，夏季 27 次，秋季 34 次，冬季 28 次，4 季共調查 126 次，其中以混合水團共出現 111 次 (較多) 及 13 次 (稀疏) 為最多；其次為南海中鹽水團，共出現 21 次 (較多) 及 42 次 (稀疏) 次之，而以黑潮水團 8 次 (較多) 及 12 次 (稀疏) 較少。可見本區海域受南海中鹽水入侵而與沿岸低鹽水及黑潮水團混合而成獨立之混合水團為主要之水團型式。

綜言之，本區海域以南海水團混合當地沿岸低鹽水及局部黑潮水所形成之混合水團為主 (全年皆有)，南海水團次之 (春末、夏季為強)，而黑潮水團，只在春、夏兩季入侵，秋季甚少入侵，冬季則偶然有機會入侵本海域或沉降於本區海域較下層。但依據范光龍教授之調查分析，本區外海之海水於約 50 m 處有分層現象，且常以內波方式使其密度界面上升至 20 公尺以上而入侵第三核能發電廠附近海域，或形成湧升流，更增加本海域溫鹽性質之複雜性。

4.4.4 流場綜合分析

報告書光碟表 1-14 三核能發電廠附近海域海潮流歷年調查結果摘要整理結果。根據吳重坤教授民國 82 年至 86 年的調查結果，第三核能發電廠附近海域水團特性的季節變化非常明顯，整體來說混合水團 1 年 4 季都存在。秋季第三核能發電廠附近海域的水團鹽度較低而溫度較高，冬季及春初，第三核能發電廠附近海域的水團鹽度較高而溫度較低。漂流軌跡顯示漲潮流從出水口流向西南，大約與貓鼻頭沿岸地形相平行。此種往外流的軌跡可初分為兩大類。第 1 類是從出水口沿著海岸地形一路往西南，繞過貓鼻頭，往西再往西北，指向白沙海域。第 2 類是從出水口沿著海岸地形一路往西南，過了貓鼻頭後，繼續偏南或西南走，到了 21.9°N 附近，接上第三核能發電廠附近海域外緣海域的退潮水往東，漂流軌跡呈 L 型。退潮流比較單純，從出水口處開始往東北流，到了後壁湖港口東方，則沿著港口附近的潮間帶地形，轉向北再轉向西北。

沈建全教授民國 86 年至 91 年調查結果顯示，第三核能發電廠附近海域漂流浮標調查顯示各季在漲潮時海流往西南流，或往正南流，有繞過貓鼻頭之勢；退潮時往東流或東北流，夏季退潮有往鵝鑾鼻直流之趨勢，部份測次如民國 86 年冬季 2 月 28 日則在退潮時有回流至出水口岸邊之情形發生。海流流速在各季大體皆以漲潮流速大於退潮流速，亦即整體水質量有往西南繞過貓鼻頭往南灣外輸送之趨勢。定點海流觀測於民國 89 年下半前施放於出水口東北方 1.5 km 處，其漲退潮時之流向頗不規則，且與漂流浮標所測得結果並不一致，之後定點長期海流移至出水口東南 300 m 處，長期海流觀測結果皆往西南或南南西流動，有利放流水往海域外擴散，溫水舌亦大多往東及正南、西南擴散。

民國 92～114 年海流調查結果均顯示漂流浮標在漲潮時從出水口流向西南或往正南流，大約與貓鼻頭沿岸地形相平行，繞過貓鼻頭，往西流動；漲潮流時釋放，浮標若隨漲潮流漂向南或東南，則將轉往南-東南向流動，若於灣內，則流速不大，若離海岸影響範圍則流速增大可達 2 節 (1 m/s) 以上。漂流浮標退潮時段若往東南方向轉往西南流，若超出海灣範圍，若退潮段流速仍強，則轉為向東流動；退潮時往東流或東北流再回流至出水口岸邊或到達後壁湖港口東方後沿著港口附近的潮間帶地形再轉往西北方流動，到達後壁湖漁港東北方淺灘區；退潮時段往東流或往東北流後若再轉往東南方流動，則有往鵝鑾鼻直流之趨勢；退潮時段若往西南或東南方向流後則有轉往南方流動之趨勢；退潮時段若往東南方向轉往西南流，若無法出海灣，則將依逆時針方向流動後轉往東北向石牛溪方向流動；退潮時段若往東南方向轉往西南流，若超出海灣範圍，若退潮段流速仍強，則轉為向東流動，若退潮段流速已弱，則留滯或轉往西北向流動。

民國 92～114 年定點海流調查結果顯示出水口附近長期海流特性季節變化不大，淨流皆往西南 (216°~245°) 流動，流速介於 0.05 m/s～0.27 m/s，有利放流水往西南方灣外擴散。潮流調和分析結果顯示主要分潮以 M_2 分潮、O_1 分潮、K_1 分潮及 S_2 分潮為主，潮型則多為全日潮型，偏全日潮的混合潮型次之，偏半日潮的混合潮型再次之。潮流主宰放流水的擴散方向，漲潮時段溫水舌多往西南擴散，退潮時段往北北東-東方向擴散，受西南向淨流的作用，漲潮時溫水舌的擴張範圍較退潮時溫水舌大，放流水擴散影響範圍約在距排水口 1,000 m 弧內。

4.5 核三廠放流水口附近長期水溫分析

為監測南灣水溫變化，受國科會計畫資助自民國 87 年開始在核三廠放流水口南方約 1,500 公尺、水深約 20 公尺之海底 (坐標：120.741°E，21.926°N) 置放了一個自記式溫度計 (Pace Scientific Ins., 型號 XR5-T)，長期記錄水溫變化，此溫度計的準確度與解析度分別為 0.1 和 0.01°C，足以鑑別本海域每日動輒 1～2°C 以上的水溫變化。本期計畫取得民國 92 至 94 年逐時連續資料，另本計畫自民國 95 年以來在海流儀 CUR 點位亦同時記錄水溫變化，所有水溫資料進行統計分析，此外並向中央氣象局申購得後壁湖水位與蘭嶼風速、風向資料，以分析核三廠水溫變化和潮汐、風場及颱風的關係。

報告書光碟圖 1-20 (亦附於本文中) 民國 92 至 94 年逐時水溫曲線、同期後壁湖逐時水位曲線與蘭嶼每日平均風速、風向棍棒圖，其中水溫原始資料顯示本地點海溫變化複雜，較顯著的特徵包括：每日有一或兩次明顯的海溫變化，熱季 (5～10 月) 海溫日變化比冷季 (11～4 月) 大，年間每日最高溫約 30°C 最低溫約 19°C。由於放流水比較輕，多半浮在海洋上層大約 5 m 以淺的表層，因此本溫度站反應的應該是不受放流水影響的自然水溫變化。統計分析民國 95 至 112 年海溫資料如報告書光碟表 1-24，民國 95～112 年期間之年均溫介於 25.04～26.29°C，年夏均溫 (5-10 月) 介於 26.15～27.46°C，年冬均溫 (11-4 月) 介於 23.75～25.31°C，期間日平均溫差介於 2.45～3.81°C，期間的最高溫紀錄為 31.02°C，發生在民國 109 年 7 月 23 日，最低溫紀錄為 15.66°C，發生在民國 98 年 12 月 31 日，單日最大溫差達 10.58°C，發生在民國 101 年 6 月 20 日。

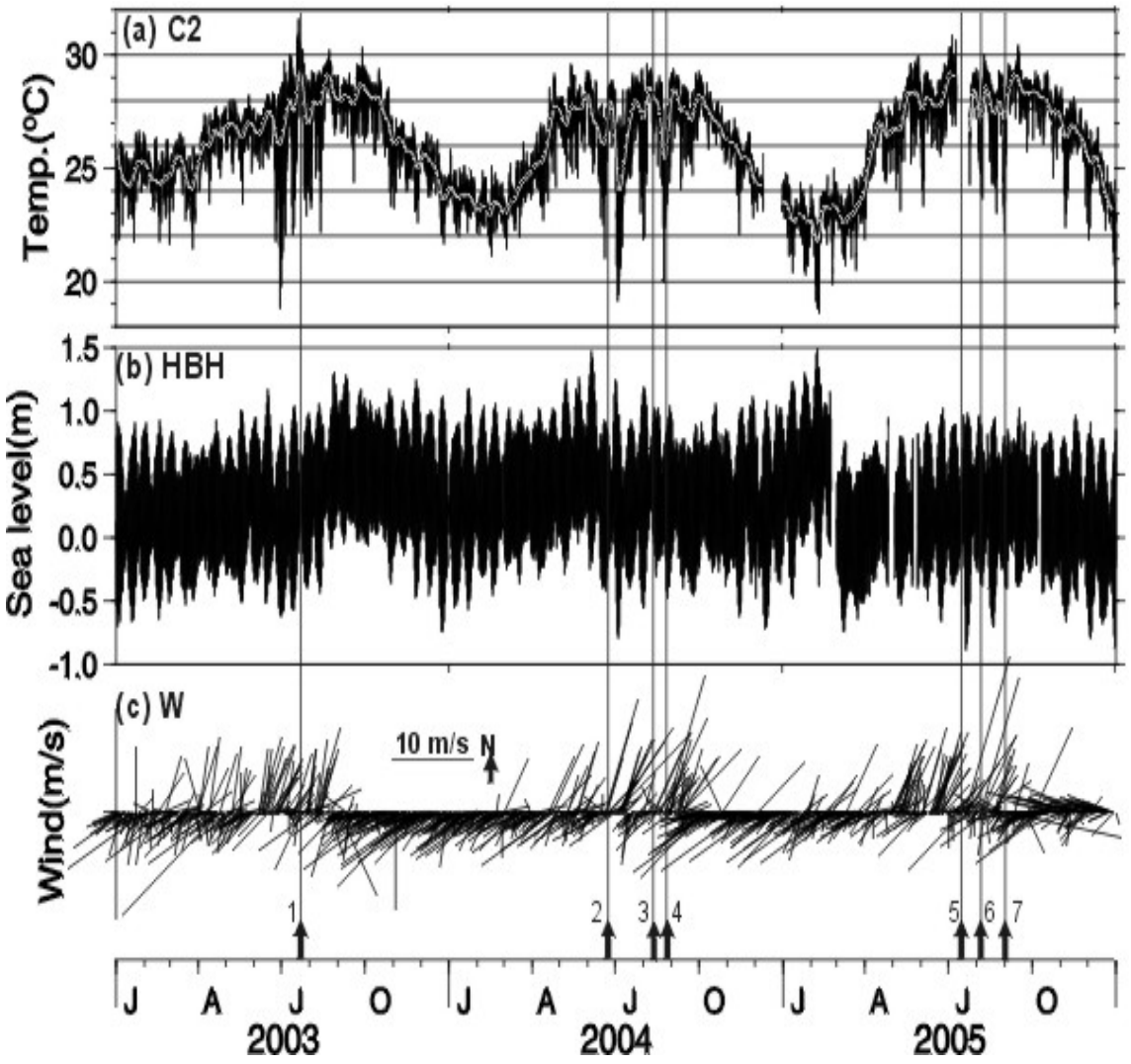


圖 1-20 民國 92 至 94 年逐時水溫曲線 (上)、同期後壁湖逐時水位曲線 (中) 與蘭嶼每日平均風速、風向棍棒圖 (下)

每日的水溫變化和潮汐有密切關係，近年國內海洋學界亦發現呂宋 (巴士) 海峽以西至南海北部有很大的海洋內潮、內波，這些內潮、波造成的等溫面垂直起伏可高達 150 m (Yang et al., 2004)。根據 Jan and Chen (2009) 的研究指出，這種潮週的水溫陡降和臨近呂宋海峽中因潮流通過海脊引發的內潮傳入南灣，有密切關係。該研究亦指出，每回內潮傳入南灣所造成冷水湧升，也會將富含營養鹽的次表層水帶到表層，可能有利珊瑚的生長。

對水溫原始資料進行 3 天 (72 小時) 週期的低通過濾處理以濾除和潮汐週期相關的海溫震盪，報告書光碟圖 1-20(a) 中白色歷線即為低通過濾後的海溫變化，這部分的變化亦為夏季大於冬季，變動週期在 1～4 週間，其原因可能和某些路徑類型的颱風經過臺灣附近造成的海溫垂直變化與水平流場變動有關，例如民國 93 年 6 月底由南而北的敏督利颱風 (報告書光碟圖 1-20 中 2) 過後，即可能造成大幅的降溫事件，其餘尹布都 (報告書光碟圖 1-20 中 1)、蘭寧 (報告書光碟圖 1-20 中 3)、艾莉 (報告書光碟圖 1-20 中 4)、海棠 (報告書光碟圖 1-20 中 5)、瑪莎 (報告書光碟圖 1-20 中 6) 和泰利 (報告書光碟圖 1-20 中 7) 颱風，是這三年中幾個可能和核三廠附近海域溫降有關的颱風，其原因可能和颱風經過期間或過後引起的西南氣流在南灣西邊海岸造成冷水湧升現象有關。核三廠附近海域的水溫變化受颱風的影響狀況，由民國 97 年 9、10 月間及 99 年 8 月間水溫紀錄變化和颱風的關係 (報告書光碟圖 1-21 窺知一二，民國 97 年間辛樂克、哈克比及薔蜜三個颱風來襲期間皆有造成大幅的降溫事件，而民國 98 年 8 月上旬莫拉克颱風來襲更有明顯的大幅的降溫事件，其前後水溫差異可達 9°C。其實颱風在核三廠附近海域造成的溫降過程可能非常複雜，包括表水冷卻、近岸冷水湧升、黑潮與南海北部環流的互動等等，其細節除了和颱風經過期間或過後引起的西南氣流在南灣西邊海岸造成冷水湧升現象有關，也跟颱風的強烈風應力直接作用在海面上，提供紊流耗散能量，引起上下水層垂直混合有關；此外，颱風前的南灣水層分層條件、混合層厚度、躍溫層深度也深深影響南灣表水對颱風吹襲作用的反應，薄的混合層受颱風風應力作用較容易被深化，躍溫層強度下降、深度變深，表水溫度下降，反之則降溫幅度較不顯著。

五、結論

綜合民國 114 年度四次漂流浮標及溫度調查結果，民國 114 年 2 月 12 日第 1 次漂流浮標調查時段為大潮漲潮段。浮漂漂流時段最大流速為 0.21 m/s (對應流向 234 度)、淨流流速為 0.07 m/s (對應流向 203 度)。浮標在出水口先往南方漂移，流速介於 0.06~0.14 m/s，後轉往東南東向流動，流速介於 0.04~0.05 m/s，之後再轉往南向，流速介於 0.04~0.07 m/s，離施放點 600 公尺後轉往西南向，流速略為增加，流速介於 0.10~0.21 m/s。

民國 114 年 5 月 4 日第 2 次漂流浮標調查時段為小潮退潮段。第 1 段浮標漂流時段最大流速為 0.37 m/s (對應流向 180 度)、淨流流速為 0.27 m/s (對應流向 217 度)；第 2 段浮標漂流時段最大流速為 0.39 m/s (對應流向 233 度)、淨流流速為 0.31 m/s (對應流向 217 度) ；第 3 段浮標漂流時段最大流速為 0.41 m/s (對應流向 213 度)、淨流流速為 0.36 m/s (對應流向 214 度) ；第 4 段浮標漂流時段最大流速為 0.81 m/s (對應流向 230 度)、淨流流速為 0.53 m/s (對應流向 241 度)。前三段軌跡類似，浮標在出水口先往南向漂移，流速介於 0.19~0.28 m/s，後轉往南南西向偏西南流動後擱淺，流速介於 0.25~0.40 m/s。第四段浮標在出水口先往西南向漂移，流速介於 0.48~0.78 m/s，再轉往西南西向流動，流速介於 0.55~0.81 m/s，之後轉往西向，流速介於 0.54~0.58 m/s，離海施放點 2300 公尺後轉往西北西方流動，流速略為減緩，流速介於 0.45~0.55 m/s。

民國 114 年 8 月 8 日第 3 次調查時段為大潮漲潮段。第 1 段浮標漂流時段最大流速為 0.08 m/s (對應流向 249 度)、淨流流速為 0.07 m/s (對應流向 250 度)；第 2 段浮標漂流時段最大流速為 0.16 m/s (對應流向 264 度)、淨流流速為 0.11 m/s (對應流向 260 度) ；第 3 段浮標漂流時段最大流速為 0.41 m/s (對應流向 189 度)、淨流流速為 0.20 m/s (對應流向 171 度)。前兩段浮標離出水口即往西南偏西方向漂移，流速介於 0.06~0.16 m/s，後擱淺；第 3 段浮標離出水口即往南方漂移，流速約為 0.25 m/s，隨轉往南南東方漂移，流速介於 0.08~0.27 m/s，後轉往南方流動，流速略有增，流速介於 0.16~0.41 m/s。

民國 114 年 11 月 7 日第 4 次漂流浮標調查時段為大潮漲潮段，第 1 段浮標漂流時段最大流速為 0.21 m/s (對應流向 245 度)、淨流流速為 0.20 m/s (對應流向 242 度)；第 2 段浮標漂流時段最大流速為 0.89 m/s (對應流向 277 度)、淨流流速為 0.41 m/s (對應流向 254 度) ；第 1 段浮標離出水口即往西南偏西方向漂移，流速介於 0.19~0.21 m/s，後擱淺；第 2 段浮標離出水口即往西南方漂移，流速介於 0.18~0.27 m/s，隨轉往南南西方漂移，流速漸增，流速介於 0.29~0.55 m/s，後再轉往西南方流動，流速續增，流速介於 0.33~0.71 m/s，續轉往西方流動，流速再增，流速介於 0.79~0.89 m/s，後段順海岸線漸轉往西北西方流動，流速略有減緩，流速介於 0.61~0.76 m/s。

由漂流浮標溫度計紀錄可知，第 1 季放流水影響範圍於大潮漲潮段，溫降率自排水口往外至 300 m 內約為 1°C /150 m，浮標離出水口 500 m 後水溫即降至與背景水溫溫差 2°C 以內，放流水影響範圍侷限於出水口東南方 500 m 內。第 2 季小潮退潮段，溫降率自排水口往外至 500 m 內約為 1°C /250 m，浮標離出水口 500 m 後水溫即降至與背景水溫溫差 2°C 以內，放流水影響範圍侷限於出水口西南約 500～1,000 m；第 3 季及第 4 季無放流水排放。

民國 114 年度 4 段海流淨流流速顯示，第 1 段長期海流觀測期 (民國 113 年 10 月 15 日至 114 年 3 月 14 日) 之淨流流速為 0.11 m/s，流向 229°；第 2 段長期海流觀測期 (3 月 14 日至 6 月 9 日) 之淨流流速為 0.19 m/s，流向 233°；第 3 段長期海流觀測期 (6 月 9 日至 8 月 21 日) 之淨流流速為 0.22 m/s，流向 222°；第 4 段長期海流觀測期 (8 月 21 日至 10 月 31 日) 之淨流流速為 0.18 m/s，流向 231°

民國 114 年度 4 段流速流向統計資料顯示海流主流向以西南向為主，佔 30.4~37.4%，西南西第 2，約佔 11.1~17.3%，南南西西第 3，約佔 9.9~19.2%，東北佔第 4，約佔 7.1~14.2%。潮流仍為西南及東北方向往復之潮流運動為主，漲潮流速明顯大於退潮流速，即有西南向淨流存在。114 年 4 段流速調和分析資料顯示分潮 K_1 潮

流分量之振幅大小約為 0.10 m/s～0.19 m/s，半日分潮 M_2 潮流分量振幅大小約為 0.10 m/s～0.19 m/s，全日分潮 O_1 潮流分量之振幅大小約為 0.10 m/s～0.13 m/s，S_2 潮流分量之振幅大小約為 0.03 m/s～0.09 m/s，N_2 潮流分量之振幅大小約為 0.02 m/s～0.04 m/s。

溫鹽四次調查結果，民國 114 年第 1 次觀測 (民國 114 年 2 月 15 日) 水溫介於 23.2°C～28.0°C 之間，鹽度介於 34.03～34.56 之間；114 第 2 次觀測 (民國 114 年 5 月 5 日) 水溫介於 24.8°C～30.5°C 之間，鹽度介於 34.02～34.35 之間；114 第 3 次觀測 (民國 114 年 8 月 8 日) 水溫介於 22.9°C～28.8°C 之間，鹽度介於 32.23～34.16 之間；114 第 4 次觀測 (民國 114 年 11 月 5 日) 水溫介於 26.3°C～27.4°C 之間，鹽度介於 33.58～33.87 之間，其中第 3 及第 4 次觀測調查期間並無溫水排放。放流水擴散舌在漲潮時段多往西南擴散，退潮時段往東南-東方向擴散，受西南向淨流的作用，漲潮時溫水舌的擴散範圍較退潮時溫水舌大。湧升帶來的冷水，有助於南灣之珊瑚避免海水暖化之衝擊；冷水所含之營養鹽，亦有助於藻類生長，但因南灣海水內外交換甚快，藻類來不及長大即被送至灣外，因此營養鹽利用率不高。

根據民國 114 年四次 CTD 調查結果，放流水訊息僅見於表層，至水深 10 m 甚至 5 m 水層溫度分佈則不見放流水訊息。114 年 2 月整體水溫介於 23.2°C～28.0°C 之間，表層 1 m 水溫為 23.6°C～28.0°C，水深 1 m 之表層溫度在距排放口 500 m 外即低於 25.0°C，表層 5 m 水溫為 23.7°C～24.3°C。114 年 5 月，氣溫逐漸升高、整體水溫為 24.8°C～30.5°C，表層 1 m 水溫為 26.2°C～30.5°C，表層 5 m 水溫則上升至 26.2°C～28.0°C。

民國 114 年 8 月時，無放流水排放，氣溫再次升高，整體水溫為 22.9°C～28.8°C，表層 1 m 水溫為 28.4°C～28.8°C，表層 1 m 下水溫較 114 年 5 月明顯上升，表層 5 m 下水溫則上升至 26.7°C～28.7°C。民國 112 年 11 月時，氣溫逐漸下降，無放流水排

放，整體水溫為 26.3°C～27.4°C，表層 1 m 水溫於排水口附近水溫亦相對地下降至 27°C 以上，表層 1 m 水溫為 26.3°C～27.3°C，表層下 5 m 水溫為 26.3°C～27.3°C。

另分析民國 92 年至 94 年放流水口南方接近海底的逐時水溫變化和潮汐、風場和颱風的關係，水溫資料經 72 小時低頻過濾處理並與蘭嶼風速風向資料比較後，發現颱風季期間某些颱風經過臺灣附近後會造成 1～4 週長的水溫變化，值得進一步探討。

綜合而言，各項海流觀測結果和歷年調查結果一致，在統計上未有顯著差異。排水口附近之西南向淨流造成放流水大部份往西南擴散之趨勢，放流水影響所及亦多限於排水口附近海域西側，其擴散範圍在漲潮時段往西南伸展約 800 m，退潮時段往東-東南約 200～800 m，在垂直方向上，放流水大部份分佈於海表層以下水深 3 m 以內，溫降率自排水口往外至 500 m 弧內約 1°C/150 m~1°C/300 m。南灣海域集中作業漁場在放流水擴散影響範圍之外。

六、附表及附圖

詳報告書光碟。

(說明：

依 101 年期末工作檢討會議紀錄 (會議日期：102 年 3 月 8 日) 之『 (八) 本案調查報告書中之書面附錄或原始資料文件，請刪除並註明該資料已放入調查報告書所附光碟電子檔中，以減少書面報告之篇幅。』辦理。)

表 1-1 第三核能發電廠附近海域民國 114 年第 1 次漂流浮標追蹤調查成果表
(民國 114 年 2 月 12 日)

日期: 02/12/2025 (農曆正月十五，大潮)　　點位:出水口　漲潮

流速絕對值平均= 0.080m/s

施測時段淨流流速= 0.071m/s (203 度)

施測時段最大流速= 0.215m/s (234 度)　發生時間:16:33

施測時段最小流速= 0.038m/s (150 度)　發生時間:14:25

時	分	XE 座標	YN 座標	溫度℃	距施放點距離	速度	方向
13	25	223855.6	2425852.5	27.31	0.00	(m/sec)	(度)
13	30	223850.6	2425811.2	27.87	41.52	0.138	187
13	35	223845.1	2425773.8	26.79	79.33	0.126	188
13	40	223841.2	2425740.5	26.31	112.90	0.112	187
13	45	223836.0	2425715.8	26.39	138.09	0.084	192
13	50	223831.3	2425695.6	26.23	158.79	0.069	193
13	55	223830.4	2425677.9	25.78	176.40	0.059	183
14	00	223830.1	2425660.4	25.38	193.73	0.058	181
14	05	223829.0	2425642.0	25.33	212.10	0.061	184
14	10	223829.0	2425622.7	25.24	231.32	0.065	180
14	15	223833.4	2425602.9	25.49	250.56	0.068	167
14	20	223838.7	2425587.9	25.28	265.10	0.053	160
14	25	223844.4	2425578.0	25.03	274.65	0.038	150
14	30	223851.7	2425567.0	25.08	285.53	0.044	147
14	35	223856.8	2425553.5	24.87	298.92	0.048	159
14	40	223861.4	2425538.9	24.80	313.63	0.051	163
14	45	223865.1	2425525.0	24.82	327.58	0.048	165
14	50	223870.8	2425512.8	24.99	339.99	0.045	155
14	55	223874.1	2425497.9	24.88	355.00	0.051	168
15	00	223874.2	2425482.2	24.70	370.74	0.053	179
15	05	223872.5	2425469.3	24.58	383.56	0.043	188
15	10	223873.7	2425453.6	24.60	399.26	0.052	176
15	15	223874.0	2425439.0	24.27	413.84	0.049	179
15	20	223872.0	2425423.4	24.43	429.35	0.052	187
15	25	223865.0	2425403.1	24.59	449.49	0.072	199
15	30	223858.1	2425382.9	24.60	469.61	0.071	199
15	35	223850.4	2425366.5	24.54	485.95	0.060	205
15	40	223843.6	2425350.3	24.48	502.31	0.059	203
15	45	223834.6	2425331.1	24.35	521.82	0.071	205
15	50	223822.1	2425313.7	24.28	539.76	0.071	216
15	55	223807.0	2425298.3	24.41	556.30	0.072	224
16	00	223788.0	2425284.8	24.24	571.68	0.078	235
16	05	223762.6	2425270.2	24.14	589.65	0.098	240
16	10	223734.3	2425251.8	24.19	612.74	0.112	237
16	15	223698.7	2425226.8	24.03	645.05	0.145	235
16	20	223661.4	2425200.3	23.83	680.46	0.153	235
16	25	223618.2	2425170.3	23.83	722.30	0.175	235
16	30	223571.6	2425137.4	23.76	769.37	0.190	235
16	33	223540.1	2425114.9	23.73	802.15	0.215	234

表 1-2 第三核能發電廠附近海域民國 114 年第 2 次漂流浮標追蹤調查成果表
(民國 114 年 5 月 4 日)

日期: 05/04/2025 (農曆四月初七，小潮)　　點位:出水口　退潮

第一段流速絕對值平均= 0.276m/s

第一段施測時段淨流流速= 0.272m/s (217 度)

第一段施測時段最大流速= 0.365m/s (180 度)　發生時間:15:05

第一段施測時段最小流速= 0.189m/s (191 度)　發生時間:14:30

第二段流速絕對值平均= 0.322m/s

第二段施測時段淨流流速= 0.308m/s (217 度)

第二段施測時段最大流速= 0.391m/s (233 度)　發生時間 16:05

第二段施測時段最小流速= 0.214m/s (169 度)　發生時間:15:35

第三段流速絕對值平均=0.352m/s

第三施測時段淨流流速= 0.355m/s (214 度)

第三施測時段最大流速= 0.406m/s (213 度)　發生時間:16:40

第三施測時段最小流速= 0.278m/s (180 度)　發生時間:16:30

第四段流速絕對值平均= 0.352m/s

第四段施測時段淨流流速= 0.355m/s (214 度)

第四段施測時段最大流速= 0.406m/s (213 度)　發生時間:16:40

第四段施測時段最小流速= 0.278m/s (180 度)　發生時間:16:30

時	分	XE 座標	YN 座標	溫度℃	距施放點距離	速度	方向
14	22	223856.8	2425918.1	32.50	0.00	(m/sec)	(度)
14	25	223858.0	2425881.0	32.95	37.08	0.206	178
14	30	223847.1	2425825.4	31.95	93.18	0.189	191
14	35	223823.0	2425771.9	31.67	150.00	0.196	204
14	40	223791.2	2425717.7	31.08	210.83	0.210	210
14	45	223750.2	2425660.8	30.86	278.50	0.234	216
14	50	223702.9	2425602.4	30.02	351.17	0.250	219
14	55	223646.5	2425539.9	29.88	432.68	0.281	222
15	0	223574.6	2425470.7	29.84	528.94	0.333	226
15	5	223491.0	2425400.1	29.71	634.14	0.365	180
15	10	223414.6	2425326.4	29.61	738.62	0.354	226
15	15	223347.7	2425245.1	29.31	843.83	0.351	219
15	20	223291.5	2425158.2	28.94	947.04	0.345	213
15	27	223874.2	2425931.1	28.93	第二段重新佈放		
15	30	223880.9	2425891.3	32.77	40.33	0.224	170
15	35	223893.3	2425828.4	31.88	104.43	0.214	169
15	40	223870.4	2425753.6	31.46	177.53	0.261	197
15	45	223826.5	2425665.0	31.56	270.33	0.330	206
15	50	223767.2	2425585.5	31.29	361.78	0.331	217
15	55	223702.6	2425511.6	31.01	453.22	0.327	221
16	0	223618.7	2425431.0	30.71	561.58	0.388	226
16	5	223524.9	2425360.7	30.52	668.84	0.391	233
16	10	223432.9	2425299.3	30.07	770.62	0.369	236
16	15	223359.3	2425225.3	29.62	873.59	0.348	225
16	20	223300.5	2425144.4	29.72	973.64	0.333	216
16	23	223254.9	2425100.9	29.63	1035.73	0.350	226

續表 1-2 第三核能發電廠附近海域民國 114 年第 2 次漂流浮標追蹤調查成果表
(民國 114 年 5 月 4 日)

日期: 05/04/2025 (四月初七，小潮)　　點位:出水口　退潮

時	分	XE 座標	YN 座標	溫度℃	距施放點距離	速度	方向
16	29	223866.2	2425897.2	32.42	第三段重新佈放		
16	30	223866.2	2425880.5	32.20	16.68	0.278	180
16	35	223833.2	2425780.1	31.48	121.66	0.352	198
16	40	223766.7	2425678.0	31.65	240.67	0.406	213
16	45	223698.3	2425585.7	31.40	353.90	0.383	217
16	50	223636.4	2425492.8	31.22	465.13	0.372	214
16	55	223562.5	2425405.7	30.61	577.74	0.381	220
17	0	223491.3	2425322.9	30.46	685.85	0.364	221
17	5	223430.5	2425242.4	30.00	786.45	0.336	217
17	10	223370.8	2425162.7	29.90	885.93	0.332	217
17	15	223317.5	2425080.3	29.78	984.05	0.327	213
17	18	223286.9	2425027.4	29.76	1045.08	0.340	210
17	22	223707.2	2425046.5	29.74	第四段重新佈放		
17	25	223660.1	2424971.5	29.54	88.54	0.492	212
17	30	223584.8	2424846.4	29.69	234.56	0.487	211
17	35	223509.6	2424722.0	29.57	379.93	0.485	211
17	40	223390.4	2424593.2	28.93	553.03	0.585	223
17	45	223270.5	2424443.1	28.75	744.89	0.640	219
17	50	223137.4	2424276.7	28.67	957.77	0.710	219
17	55	222987.3	2424118.4	28.76	1174.58	0.727	223
18	0	222822.3	2423953.7	28.42	1406.18	0.777	225
18	5	222636.4	2423798.0	28.50	1644.78	0.808	230
18	10	222469.8	2423729.2	28.21	1807.38	0.601	248
18	15	222308.5	2423687.4	28.15	1950.30	0.555	255
18	20	222134.6	2423674.4	28.09	2087.08	0.581	266
18	25	221969.7	2423696.0	28.00	2200.63	0.554	277
18	30	221815.1	2423746.7	27.99	2295.54	0.542	288
18	35	221657.0	2423809.4	27.82	2394.55	0.567	292
18	40	221529.2	2423856.3	26.95	2482.07	0.454	290

表 1-3 第三核能發電廠附近海域民國 114 年第 3 次漂流浮標追蹤調查成果表
(民國 114 年 8 月 9 日)

日期: 08/09/2025 (農曆閏六月十六，大潮)　　點位:出水口　漲潮

第一段流速絕對值平均= 0.063m/s

第一段施測時段淨流流速= 0.070m/s (250 度)

第一段施測時段最大流速= 0.078m/s (249 度)　發生時間:14:55

第一段施測時段最小流速= 0.013m/s (271 度)　發生時間:14:45

第二段流速絕對值平均= 0.109m/s

第二段施測時段淨流流速= 0.112m/s (260 度)

第二段施測時段最大流速= 0.161m/s (264 度)　發生時間 15:50

第二段施測時段最小流速= 0.018m/s (180 度)　發生時間:15:20

第三段流速絕對值平均=0.209m/s
第三施測時段淨流流速= 0.202m/s (171 度)
第三施測時段最大流速= 0.408m/s (189 度)　發生時間:17:49
第三施測時段最小流速= 0.059m/s (183 度)　發生時間:17:40

時	分	XE 座標	YN 座標	溫度℃	距施放點距離	速度	方向
14	44	223889.0	2425905.9	29.82	0.00	(m/sec)	(度)
14	45	223886.7	2425906.0	29.77	2.32	0.013	271
14	50	223868.7	2425902.2	29.72	20.73	0.062	258
14	55	223846.8	2425893.6	29.84	44.00	0.078	249
15	0	223825.2	2425886.2	29.89	66.78	0.076	251
15	5	223803.1	2425882.6	29.86	89.02	0.075	261
15	10	223785.3	2425870.6	29.89	109.58	0.072	236
15	11	223782.5	2425867.7	29.88	113.19	0.068	223
15	18	223985.2	2425814.3	29.62	第二段重新佈放		
15	20	223981.4	2425810.3	29.68	5.44	0.018	180
15	25	223966.6	2425801.0	29.82	22.81	0.058	238
15	30	223947.6	2425788.6	29.74	45.49	0.076	237
15	35	223921.8	2425777.5	29.74	73.27	0.094	247
15	40	223888.6	2425766.4	29.75	107.77	0.117	252
15	45	223847.1	2425756.2	29.75	149.78	0.142	256
15	50	223799.0	2425751.2	29.78	196.52	0.161	264
15	55	223751.1	2425747.7	29.80	243.31	0.160	266
16	0	223707.1	2425738.1	29.81	288.30	0.150	258
16	5	223665.2	2425733.8	29.83	329.91	0.140	264
16	10	223633.2	2425736.7	29.80	360.35	0.107	275
16	15	223609.7	2425745.6	29.85	381.72	0.084	291
16	20	224024.1	2425779.9	29.68	第三段重新佈放		
16	25	224010.2	2425704.0	29.75	77.17	0.257	190
16	30	224005.8	2425630.8	29.79	150.25	0.245	183
16	35	224025.1	2425570.4	29.86	209.57	0.211	162
16	40	224051.0	2425516.4	29.87	264.94	0.200	154
16	45	224069.5	2425453.8	29.86	329.26	0.217	164
16	50	224085.7	2425380.8	29.85	403.86	0.249	167
16	55	224107.9	2425303.5	29.82	483.71	0.268	164
17	0	224126.1	2425234.0	29.51	555.39	0.240	165
17	5	224146.9	2425160.0	29.45	631.96	0.256	164
17	10	224170.3	2425095.5	29.41	699.87	0.229	160
17	15	224188.6	2425038.9	29.40	759.11	0.198	162
17	20	224200.4	2424983.9	29.38	815.37	0.188	168
17	25	224210.5	2424936.5	29.34	863.78	0.161	168
17	30	224218.7	2424899.8	29.34	901.40	0.125	167
17	35	224224.1	2424876.0	29.34	925.78	0.081	167
17	40	224223.1	2424858.4	29.33	942.74	0.059	183
17	45	224218.0	2424810.2	29.31	988.95	0.162	186
17	49	224202.4	2424713.6	28.97	1081.16	0.408	189

表 1-4 第三核能發電廠附近海域民國 114 年第 4 次漂流浮標追蹤調查成果表
(民國 114 年 11 月 7 日)

日期: 11/07/2025 (農曆九月十八，大潮)　　點位:出水口　漲潮

第一段流速絕對值平均= 0.202m/s

第一段施測時段淨流流速= 0.203m/s (242 度)

第一段施測時段最大流速= 0.210m/s (245 度)　發生時間:13:50

第一段施測時段最小流速= 0.191m/s (245 度)　發生時間:13:40

第二段流速絕對值平均= 0.466m/s

第二段施測時段淨流流速= 0.411m/s (254 度)

第二段施測時段最大流速= 0.887m/s (277 度)　發生時間 16:45

第二段施測時段最小流速= 0.179m/s (241 度)　發生時間:14:30

時	分	XE 座標	YN 座標	溫度℃	距施放點距離	速度	方向
13	38	224058.2	2425894.2	28.39	0.00	(m/sec)	(度)
13	40	224037.5	2425884.4	27.66	22.88	0.191	245
13	45	223979.8	2425858.9	27.20	85.91	0.210	246
13	50	223922.5	2425832.5	27.12	149.05	0.210	245
13	55	223868.5	2425805.4	27.09	209.44	0.201	243
14	0	223815.3	2425772.2	27.07	271.72	0.209	238
14	5	223764.3	2425741.6	27.07	331.05	0.198	239
14	10	223714.9	2425709.3	27.06	389.84	0.197	237
14	13	224107.2	2425575.1	26.92	第二段重新佈放		
14	15	224092.4	2425558.8	27.00	22.09	0.184	222
14	20	224047.6	2425514.1	26.98	85.31	0.211	225
14	25	223998.1	2425473.9	26.96	148.82	0.212	231
14	30	223951.1	2425447.8	26.98	201.44	0.179	241
14	35	223898.6	2425413.7	26.95	263.78	0.209	237
14	40	223840.9	2425367.4	26.98	337.69	0.246	231
14	45	223771.3	2425325.9	26.99	418.30	0.270	239
14	50	223704.9	2425279.2	26.97	499.46	0.271	235
14	55	223637.1	2425231.5	26.95	582.31	0.276	235
15	0	223573.3	2425185.0	26.95	661.28	0.263	234
15	5	223519.6	2425141.5	26.98	730.29	0.230	231
15	10	223473.0	2425094.3	26.99	795.92	0.221	225
15	15	223430.4	2425038.1	27.00	863.97	0.235	217
15	20	223384.5	2424972.1	27.00	941.25	0.268	215
15	25	223336.5	2424890.0	27.00	1031.21	0.317	210
15	30	223275.2	2424784.8	27.02	1147.58	0.406	210
15	35	223219.6	2424669.0	27.05	1268.43	0.428	206
15	40	223129.5	2424531.2	27.05	1430.29	0.549	213
15	45	223077.4	2424463.4	27.05	1515.42	0.285	218
15	50	223011.0	2424389.6	27.05	1614.66	0.331	222
15	55	222927.3	2424331.9	27.04	1713.97	0.339	235
16	0	222829.9	2424253.3	27.05	1838.12	0.417	231
16	5	222725.7	2424171.2	27.05	1969.70	0.442	232
16	10	222609.2	2424077.8	27.02	2118.05	0.498	231
16	15	222439.9	2423984.1	27.00	2304.63	0.645	241
16	20	222250.5	2423911.4	27.00	2493.09	0.676	249

續表 1-4 第三核能發電廠附近海域民國 114 年第 4 次漂流浮標追蹤調查成果表
(民國 114 年 11 月 7 日)

日期: 11/07/2025 (農曆九月十八，大潮)　　點位:出水口　漲潮

時	分	XE 座標	YN 座標	溫度℃	距施放點距離	速度	方向
16	20	222250.5	2423911.4	27.00	(m)	(m/sec)	(度)
16	25	222042.2	2423864.5	26.98	2681.47	0.711	257
16	30	221811.0	2423815.7	26.98	2892.72	0.788	258
16	35	221564.9	2423786.1	26.98	3108.70	0.827	263
16	40	221306.8	2423787.4	26.98	3322.43	0.860	270
16	45	221042.7	2423821.1	26.98	3531.01	0.887	277
16	50	220793.0	2423877.2	26.96	3723.87	0.853	283
16	55	220546.8	2423926.3	26.95	3923.68	0.837	281
17	0	220319.4	2424015.5	26.95	4096.31	0.814	291
17	5	220121.1	2424127.4	26.95	4240.86	0.759	299
17	10	219948.7	2424230.8	26.93	4370.44	0.670	301
17	15	219792.1	2424325.9	26.93	4492.34	0.611	301

表 1-5 第三核能發電廠附近海域 (民國 113 年 10 月 15 日～114 年 3 月 14 日)
定點海流觀測調和分析表

點位	時間		恆流流速 (m/s)	恆流流向 (度)
南灣	10/15/07:00 2024 ~ 03/14/07:30 2025		0.1145	228.92
各分潮 角速度 (°/hr)	X(E)方向 流向振幅 (m/s)	X(E)方向 位相差 (° ' ”)	Y(N)方向 流向振幅 (m/s)	Y(N)方向 位相差 (° ' ”)
M_2: 28.9841	0.1247	48°24 ' 43.5”	0.1471	41°35 ' 46.8”
K_1: 15.0411	0.1292	113°58 ' 00.6”	0.1397	103°04 ' 48.4”
S2: 30.0000	0.0326	103°08 ' 56.1”	0.0419	86°17 ' 03.0”
O_1: 13.9430	0.0870	59°51 ' 56.2”	0.0883	50°53 ' 00.2”
N_2: 28.4397	0.0133	279°10 ' 38.7”	0.0186	286°03 ' 19.3”
分潮名稱	長軸半徑(m/s)	短軸半徑(m /s)		長軸方位(度)
M_2	0.1925	0.0113		40.2519
K_1	0.1894	0.0180		42.7288
S_2	0.0525	0.0075		37.6151
O_1	0.1236	0.0097		44.5663
N_2	0.0229	0.0013		35.5301

表 1-6 第三核能發電廠附近海域 (民國 114 年 3 月 14 日～114 年 6 月 9 日)
定點海流觀測調和分析表

點位	時間		恆流流速 (m/s)	恆流流向 (度)
南灣	03/14/08:30 2025 ~ 06/09/06:00 2025		0.1933	232.67
各分潮 角速度 (°/hr)	X(E)方向 流向振幅 (m/s)	X(E)方向 位相差 (° ' ”)	Y(N)方向 流向振幅 (m/s)	Y(N)方向 位相差 (° ' ”)
M_2: 28.9841	0.0927	70°15 ' 24.4”	0.1394	57°38 ' 08.6”
K_1: 15.0411	0.0705	226°49 ' 13.3”	0.0828	192°46 ' 34.0”
S2: 30.0000	0.0520	110°15 ' 00.0”	0.0770	100°11 ' 07.8”
O_1: 13.9430	0.0822	62°24 ' 34.2”	0.0887	33°58 ' 21.8”
N_2: 28.4397	0.0224	0°20 ' 28.2”	0.0362	354°50 ' 19.8”
分潮名稱	長軸半徑(m/s)	短軸半徑(m /s)		長軸方位(度)
M_2	0.1665	0.0170		33.3800
K_1	0.1041	0.0314		39.4750
S_2	0.0926	0.0076		33.8783
O_1	0.1173	0.0296		42.5302
N_2	0.0425	0.0018		31.6271

表 1-7 第三核能發電廠附近海域 (民國 114 年 6 月 9 日～114 年 8 月 21 日)
定點海流觀測調和分析表

點位	時間		恆流流速 (m/s)	恆流流向 (度)
南灣	06/09/07:00 2025 ~ 08/21/06:30 2025		0.2204	222.07
各分潮 角速度 (°/hr)	X(E)方向 流向振幅 (m/s)	X(E)方向 位相差 (° ' ")	Y(N)方向 流向振幅 (m/s)	Y(N)方向 位相差 (° ' ")
M_2: 28.9841	0.0939	180°56 ' 51.3"	0.0410	199° 4 ' 10.3"
K_1: 15.0411	0.1197	154°39 ' 11.6"	0.1355	176°35 ' 49.7"
S2: 30.0000	0.0266	30° 8 ' 35.0"	0.0109	274°56 ' 16.3"
O_1: 13.9430	0.0873	267°14 ' 36.3"	0.0950	285°34 ' 31.6"
N_2: 28.4397	0.0211	136°19 ' 38.2"	0.0183	145°52 ' 42.3"
分潮名稱	長軸半徑(m/s)	短軸半徑(m /s)		長軸方位(度)
M_2	0.1018	0.0118		67.1374
K_1	0.1775	0.0341		41.1994
S_2	0.0271	0.0097		101.3320
O_1	0.1274	0.0205		42.4637
N_2	0.0279	0.0023		49.1108

表 1-8 第三核能發電廠附近海域 (民國 114 年 8 月 21 日～114 年 10 月 31 日)
定點海流觀測調和分析表

點位	時間		恆流流速 (m/s)	恆流流向 (度)
南灣	08/21/07:00 2025 ~ 10/31/07:00 2025		0.1779	230.52
各分潮 角速度 (°/hr)	X(E)方向 流向振幅 (m/s)	X(E)方向 位相差 (° ' ")	Y(N)方向 流向振幅 (m/s)	Y(N)方向 位相差 (° ' ")
M_2: 28.9841	0.0550	173°44 ' 53.7"	0.1036	158°20 ' 59.7"
K_1: 15.0411	0.0700	79°02 ' 31.6"	0.0811	43°19 ' 31.8"
S2: 30.0000	0.0579	138°28 ' 07.4"	0.0718	130°30 ' 13.5"
O_1: 13.9430	0.0583	292°24 ' 38.8"	0.0871	262°56 ' 10.9"
N_2: 28.4397	0.0020	289°33 ' 34.7"	0.0228	301°41 ' 59.6"
分潮名稱	長軸半徑(m/s)	短軸半徑(m /s)		長軸方位(度)
M_2	0.1165	0.0130		27.4607
K_1	0.1021	0.0325		39.8446
S_2	0.0920	0.0063		38.8259
O_1	0.1019	0.0245		32.3423
N_2	0.0228	0.0004		4.7830

表 1-9 歷年距出水口 500 m 處之溫昇 **(距出水口 500 m 站於民國 109 年 10 月開始實際測量)**

日期	距出水口 500 m 處			背景	溫昇值		
	北側	中側	南側		北側	中側	南側
92/03/01	26.534	26.876	27.813	25.556	0.978	1.320	2.257
92/05/07	28.463	27.942	29.246	27.951	0.512	-0.009	1.295
92/08/01	30.171	30.400	30.394	29.740	0.431	0.660	0.654
92/11/01	26.530	26.902	26.773	25.822	0.708	1.080	0.951
93/02/17	24.230	23.518	25.147	23.711	0.519	-0.193	1.436
93/05/07	28.319	27.771	28.619	27.400	0.919	0.371	1.219
93/08/02	28.495	28.606	29.306	27.899	0.596	0.707	1.407
93/11/05	26.186	25.834	26.619	25.901	0.285	-0.067	0.718
94/01/20	23.511	24.026	24.263	22.475	1.036	1.551	1.788
94/05/17	29.622	29.797	29.949	29.295	0.327	0.502	0.654
94/07/13	30.259	30.043	30.447	29.521	0.738	0.522	0.926
94/10/20	28.668	29.172	29.431	27.646	1.022	1.526	1.785
95/01/17	24.325	24.524	24.312	22.945	1.381	1.580	1.368
95/05/02	28.530	28.766	28.988	27.835	0.695	0.931	1.153
95/07/21	29.845	29.853	30.258	26.858	2.987	2.995	3.400
95/10/17	28.726	29.063	29.240	27.518	1.208	1.545	1.722
96/01/17	25.159	25.660	25.553	24.382	0.777	1.278	1.171
96/05/11	27.923	28.417	28.678	26.809	1.114	1.608	1.869
96/08/29	29.012	29.275	29.612	29.193	-0.181	0.082	0.419
96/11/16	26.129	25.968	26.297	25.664	0.465	0.304	0.633
97/03/14	26.925	27.276	27.478	25.729	1.196	1.547	1.749
97/05/01	28.421	28.748	28.774	28.025	0.396	0.723	0.749
97/09/05	28.843	29.031	29.366	27.722	1.121	1.309	1.644
97/11/07	28.468	28.380	29.021	27.977	0.491	0.403	1.044
98/01/16	24.446	24.195	25.003	23.825	0.621	0.370	1.178
98/05/13	26.631	26.218	27.083	25.846	0.785	0.372	1.237
98/08/26	29.525	29.558	29.750	28.367	1.158	1.191	1.383
98/10/28	26.989	26.741	27.362	26.659	0.330	0.082	0.703
99/02/05	25.644	26.363	26.706	24.288	1.356	2.075	2.418
99/05/11	28.481	28.818	29.052	27.591	0.890	1.227	1.461
99/08/17	30.298	30.647	30.736	28.388	1.910	2.259	2.348
99/11/22	25.968	25.606	25.946	25.223	0.745	0.383	0.723
100/02/24	25.730	25.538	26.101	25.023	0.707	0.515	1.078
100/05/13	28.070	27.897	28.600	27.537	0.533	0.360	1.063
100/08/10	28.789	28.577	29.151	28.263	0.526	0.314	0.888
100/11/19	28.002	28.342	28.480	27.426	0.576	0.916	1.054

續表 1-9 歷年距出水口 500 m 處之溫昇 **(距出水口 500 m 站於民國 109 年 10 月開始實際測量)**

日期	距出水口 500 m 處			背景	溫昇值		
	北側	中側	南側		北側	中側	南側
101/02/23	26.890	27.261	27.005	25.875	1.015	1.386	1.130
101/05/01	28.426	28.703	28.814	27.672	0.754	1.031	1.142
101/08/20	29.420	29.877	30.083	28.589	0.831	1.288	1.494
101/11/09	26.648	26.510	27.209	26.152	0.496	0.358	1.057
102/02/27	25.704	25.977	26.394	24.716	0.988	1.261	1.678
102/05/28	27.705	27.150	27.342	27.651	0.054	-0.501	-0.309
102/08/08	28.813	28.855	29.073	27.723	1.090	1.132	1.350
102/11/27	24.758	24.579	25.159	24.380	0.378	0.199	0.779
103/02/25	24.602	25.028	25.355	23.297	1.305	1.731	2.058
103/05/07	27.019	26.869	27.063	26.593	0.426	0.276	0.470
103/08/18	30.168	30.550	30.627	28.789	1.379	1.761	1.838
103/11/22	26.560	26.971	27.104	25.924	0.636	1.047	1.180
104/02/11	23.850	24.427	24.804	22.448	1.402	1.979	2.356
104/05/05	27.743	27.737	28.071	27.268	0.475	0.469	0.803
104/08/18	30.200	30.312	30.380	28.966	1.234	1.346	1.414
104/11/06	28.115	28.653	28.972	26.532	1.583	2.121	2.440
105/02/19	25.364	25.276	25.730	24.988	0.376	0.288	0.742
105/05/10	27.211	27.747	28.010	27.551	-0.340	0.196	0.459
105/08/25	27.903	28.248	28.516	27.349	0.554	0.899	1.167
105/11/18	26.140	26.111	26.194	25.823	0.317	0.288	0.371
106/02/23	26.089	26.500	26.739	24.742	1.347	1.758	1.997
106/05/22	27.556	27.451	27.937	27.184	0.372	0.267	0.753
106/08/18	30.183	29.895	30.669	29.957	0.226	-0.062	0.712
106/11/17	27.427	27.557	27.802	26.149	1.278	1.408	1.653
106/11/17	27.427	27.557	27.802	26.149	1.278	1.408	1.653
107/02/20	24.258	24.370	24.582	22.739	1.519	1.631	1.843
107/05/14	28.108	27.795	28.352	27.856	0.252	-0.061	0.496
108/05/10	28.235	28.704	29.021	27.469	0.766	1.235	1.552
108/08/23	29.844	30.160	30.554	28.907	0.937	1.253	1.647
108/11/18	26.342	26.369	26.249	25.890	0.452	0.479	0.359
109/02/14	25.839	25.654	26.453	24.996	0.843	0.658	1.457
109/05/07	27.807	28.045	28.324	27.255	0.552	0.790	1.069
109/08/15	29.648	29.704	29.578	29.802	-0.154	-0.098	-0.224

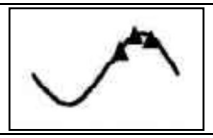
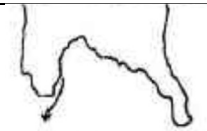
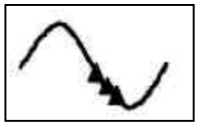
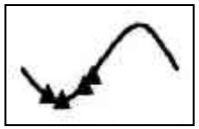
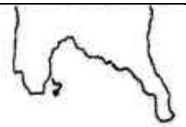
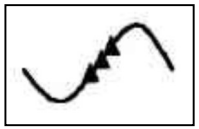
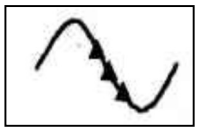
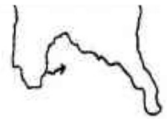
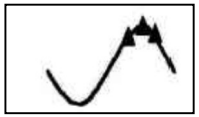
續表 1-9 歷年距出水口 500 m 處之溫昇 **(距出水口 500 m 站於民國 109 年 10 月開始實際測量)**

日期	距出水口 500 m 處			背景	溫昇值		
	北側	中側	南側		北側	中側	南側
109/10/22	27.021	29.053	28.735	27.445	-0.424	1.608	1.290
110/01/23	24.888	25.341	25.412	23.809	1.079	1.532	1.603
110/04/15	24.737	24.668	28.359	25.955	-1.218	-1.287	2.404
110/08/12	27.420	27.522	29.638	27.838	-0.418	-0.316	1.800
110/11/18	25.382	25.757	25.873	26.065	-0.683	-0.308	-0.192
111/02/16	25.666	25.447	25.784	25.544	0.122	-0.097	0.240
111/05/11	28.471	28.070	27.242	27.366	1.105	0.704	-0.124
111/08/12	29.773	28.680	29.261	29.527	0.246	-0.847	-0.266
111/11/17	27.786	28.237	28.026	26.377	1.409	1.860	1.649
112/02/10	24.577	24.489	24.928	24.386	0.191	0.103	0.542
112/05/12	25.479	25.552	27.639	25.616	-0.137	-0.064	2.023
112/08/22	30.577	30.304	29.509	28.755	1.822	1.549	0.754
112/11/10	27.351	27.330	27.317	27.311	0.040	0.019	0.006
113/02/02	24.621	26.893	27.311	24.708	-0.087	2.185	2.603
113/05/08	29.329	30.499	29.781	28.732	0.597	1.767	1.049
113/08/07	31.615	31.063	31.654	30.234	1.381	0.829	1.420
113/10/16	28.746	28.698	30.637	28.595	0.151	0.103	2.042
114/02/15	24.171	24.153	26.194	24.080	0.091	0.073	2.114
114/05/05	27.529	27.433	27.601	27.453	0.076	-0.020	0.148
114/08/08	28.476	28.626	28.711	28.505	-0.029	0.121	0.206
114/11/05	27.077	27.093	27.090	27.190	-0.113	-0.097	-0.100

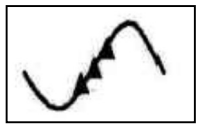
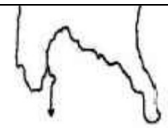
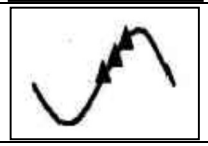
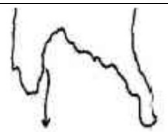
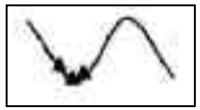
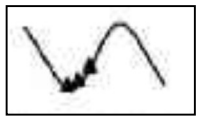
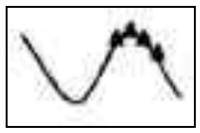
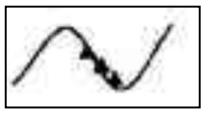
表 1-10　CTD 調查測站坐標表

點名	緯度	經度	點名	緯度	經度
21	21.90572	120.81358	C11	21.93497	120.75922
20	21.93433	120.80025	C12	21.92617	120.75863
C3	21.93467	120.78420	C13	21.91795	120.75863
C2	21.92117	120.78362	C16	21.91823	120.75012
C1	21.90885	120.78362	C19	21.91017	120.73337
C4	21.90915	120.76672	C18	21.91795	120.74188
C5	21.91737	120.76687	C17	21.92382	120.74365
C6	21.92645	120.76687	T1	21.92323	120.74887
C7	21.93467	120.76745	F3	21.92706	120.74763
C8	21.94377	120.76745	F2	21.92952	120.75080
C9	21.95198	120.76745	24	21.92962	120.74887
22	21.95517	120.76220	C15	21.93078	120.74663
C10	21.94890	120.75497	F1	21.93270	120.75103
23	21.94543	120.75803	C14	21.93695	120.74893

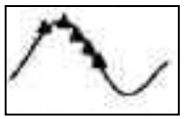
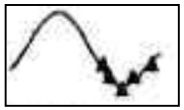
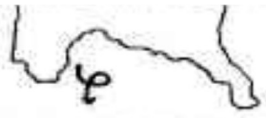
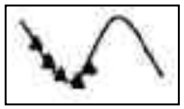
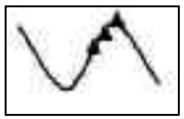
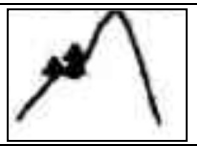
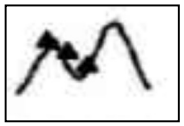
表1-11 第三核能發電廠附近海域民國87～114年度漂流浮標追蹤調查結果

87～88年	日期	時間	潮汐	流程 km	淨流程 km	淨流速 m/s/流向°	最大流速 m/s/流向°	漂流流型
87年第1次	87.8.11	06:00～09:00		5.62	5.18	0.480/220	0.781/216	
	農曆6月20日，中潮							
87年第2次	87.10.01	06:00～09:00		3.37	2.95	0.298/218	0.836/243	
	農曆8月11日，中潮							
87年第3次	88.1.27	06:00～09:00		3.56	1.32	0.123/158	1.201/167	
	農曆12月11日，中潮							
87年第4次	88.3.7	06:00～09:00		5.19	4.75	0.440/191	0.867/181	
	農曆1月20日，中潮							
87年第5次	88.5.25	06:00～09:00		2.43	2.21	0.205/80	0.394/ 90	
	農曆4月11日，中潮							
88年第1次	88.8.1	06:00～09:00		5.54	4.35	0.363/225	0.903/266	
	農曆6月20日，中潮							

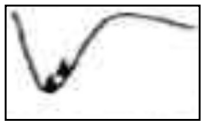
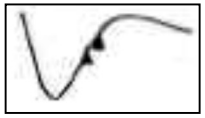
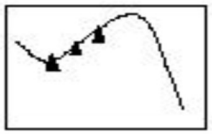
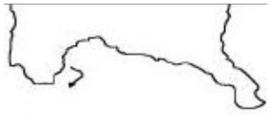
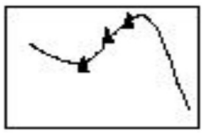
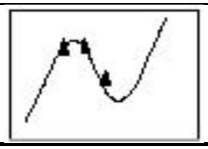
續表 1-11 第三核能發電廠附近海域民國 87～114 年度漂流浮標追蹤調查結果

88～89年	日期	時間	潮汐	流程 km	淨流程 km	淨流速 m/s/流向°	最大流速 m/s/流向°	漂流流型
88年第2次	88.8.18	06:00～09:00		3.40	1.85	0.172/193	0.641/25	
	農曆7月8日，小潮							
88年第3次	88.8.30	06:00～09:00		2.0	1.52	0.141/183	0.425/188	
	農曆7月20日，中潮							
88年第4次	88.9.29	08:25～09:24		6.6	6.4	0.593/180	0.849/191	
	農曆8月20日，中潮							
89年第1次	89.1.14	06:00～09:00		1.2	1.1	0.103/52	0.195/64	
	農曆12月8日，小潮							
89年第2次	89.1.15	15:00～18:00		4.1	3.8	0.352/207	0.633/217	
	農曆12月9日，小潮							
89年第3次	89.3.21	06:00～09:00		7.0	6.50	0.598/210	1.177/ 229	
	農曆2月16日，大潮							
89年第4次	89.5.30	06:00～08:00		1.4	0.80	0.113/228	0.415/160	
	農曆4月27日，中潮							

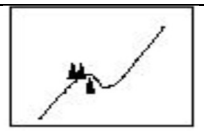
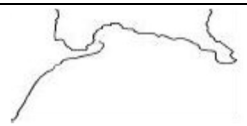
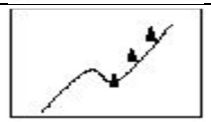
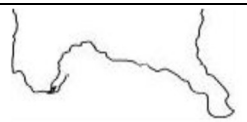
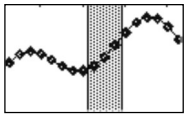
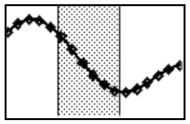
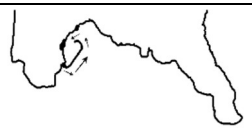
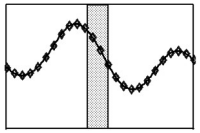
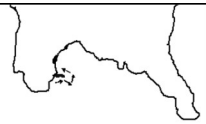
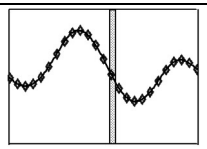
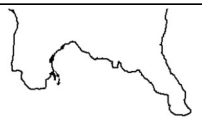
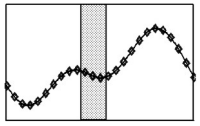
續表1-11 第三核能發電廠附近海域民國87～114年度漂流浮標追蹤調查結果

89～90年	日期	時間	潮汐	流程 km	淨流程 km	淨流速 m/s/流向°	最大流速 m/s/流向°	漂流流型
89年第5次	89.8.16	06:00～11:40		7.18	4.52	0.215/114	0.655/103	
	農曆7月17日，大潮							
89年第6次	89.8.16	12:00～18:00		10.88	4.25	0.197/165	0.893/88	
	農曆7月17日，大潮							
89年第7次	89.11.9	06:00～11:50		16.94	12.55	0.697/122	1.445/94	
	農曆10月14日，大潮							
89年第8次	89.11.9	13:00～17:00		16.94	12.55	0.504/192	0.796/207	
	農曆10月14日，大潮							
90年第1次	90.2.5	06:00～12:00		17.35	12.37	0.589/122	1.445/94	
	農曆1月13日，中潮							
90年第2次	90.4.6	06:00～12:00		3.75	2.19	0.102/136	0.380/151	
	農曆3月13日，中潮							
90年第3次第1段	90.7.20	06:00～11:50		11.14	3.67	0.174/171	0.223/94	
	農曆5月30日，大潮							

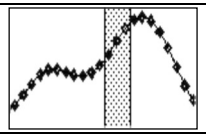
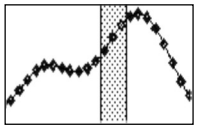
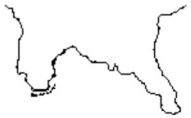
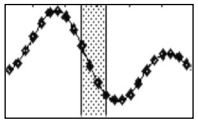
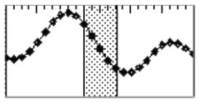
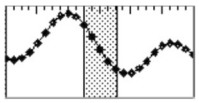
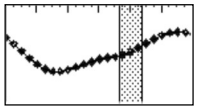
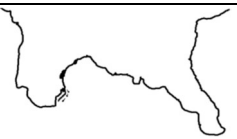
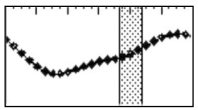
續表1-11 第三核能發電廠附近海域民國87～114年度漂流浮標追蹤調查結果

90～91年	日期	時間	潮汐	流程 km	淨流程 km	淨流速 m/s/流向°	最大流速 m/s/流向°	漂流流型
90年 第3次 第2段	90.7.20	12:00～13:40		1.80	0.69	0.115/225	0.606/179	
	農曆5月30日，大潮							
90年 第3次 第3段	90.7.20	13:50～18:00		2.86	0.89	0.059/154	0.437/208	
	農曆5月30日，大潮							
90年 第4次 第1段	90.11.21	06:00～11:30		10.70	10.36	0.524/218	1.401/233	
	農曆10月7日，小潮							
90年 第4次 第2段	90.11.21	12:00～17:50		4.73	3.01	0.143/123	0.379/99	
	農曆10月7日，小潮							
91年 第1次	91.3.26	10:00～16:00		2.21	1.56	0.072/182	0.382/136	
	農曆2月13日，大潮							
91年 第2次	91.5.10	11:00～17:00		8.39	6.59	0.305/219	0.611/191	
	農曆3月28日，中潮							
91年 第3次	91.9.25	06:00～12:00		15.27	12.9	0.597/189	1.018/157	
	農曆8月19日，大潮							

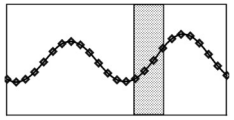
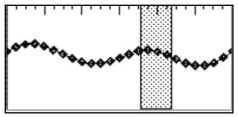
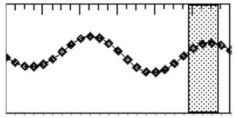
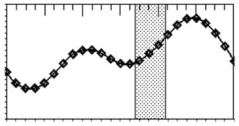
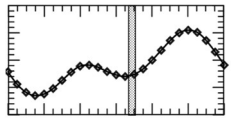
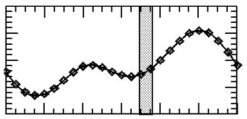
續表1-11 第三核能發電廠附近海域民國87～114年度漂流浮標追蹤調查結果

91～92年	日期	時間	潮汐	流程 km	淨流程 km	淨流速 m/s/流向°	最大流速 m/s/流向°	漂流流型
91年第4次第1段	91.11.07	06:00～12:00		15.87	14.64	0.678/211	1.107/197	
	農曆10月3日，大潮							
91年第4次第2段	91.11.07	06:00～12:00		3.51	1.64	0.076/218	0.657/192	
	農曆10月3日，大潮							
92年第1次	92.3.2	12:43～15:45		2.87	2.55	0.233/227	0.519/197	
	農曆1月30日，大潮							
92年第2次	92.5.6	10:42～16:40		2.73	1.85	0.086/23	0.286/34	
	農曆4月6日，小潮							
92年第3次第1段	92.8.2	10:14～12:50		1.38	0.03	0.004/72	0.403/285	
	農曆7月5日，中潮							
92年第3次第2段	92.8.2	12:55～13:27		0.54	0.50	0.262/168	0.342/176	
	農曆7月5日，中潮							
92年第4次	92.12.11	12:43～15:45		5.07	4.00	0.347/109	0.674/150	
	農曆11月18日，大潮							

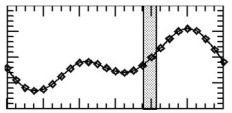
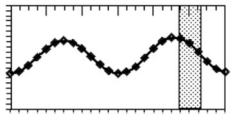
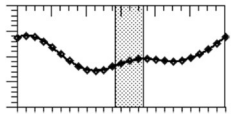
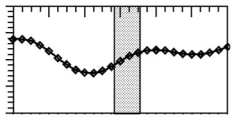
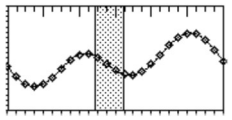
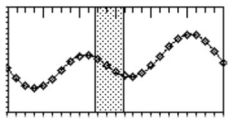
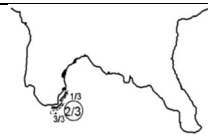
續表1-11 第三核能發電廠附近海域民國87～114年度漂流浮標追蹤調查結果

93年	日期	時間	潮汐	流程 km	淨流程 km	淨流速 m/s/流向°	最大流速 m/s/流向°	漂流流型
93年 第1次 第1段	93.02.18	12:21～13:33		1.12	1.08	0.249/220	0.357/175	
	農曆正月28日，大潮							
93年 第1次 第2段	93.02.18	13:39～15:30		2.02	1.56	0.270/257	0.556/292	
	農曆正月28日，大潮							
93年 第2次	93.05.06	09:45～13:00		1.99	0.73	0.062/64	0.324/246	
	農曆3月18日，大潮							
93年 第3次 第1段	93.08.03	09:55～11:19		0.60	0.47	0.006/14	0.274/99	
	農曆6月18日，大潮							
93年 第3次 第2段	93.08.03	11:30～15:21		3.14	1.65	0.116/51	0.459/134	
	農曆6月18日，大潮							
93年 第4次 第1段	93.11.04	14:26～15:55		1.04	0.97	0.178/212	0.249/234	
	農曆9月22日，小潮							
93年 第4次 第2段	93.11.04	16:20～17:40		4.67	4.14	0.812/272	1.138/281	
	農曆9月22日，小潮							

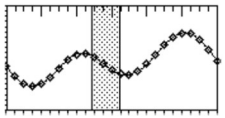
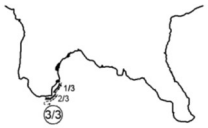
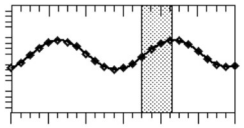
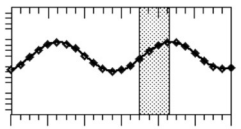
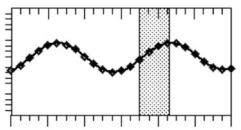
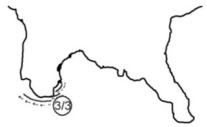
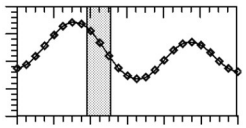
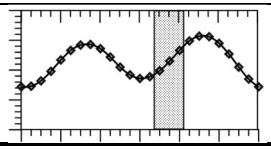
續表1-11 第三核能發電廠附近海域民國87～114年度漂流浮標追蹤調查結果

94～95年	日期	時間	潮汐	流程 km	淨流程 km	淨流速 m/s/流向°	最大流速 m/s/流向°	漂流流型
94年第1次	94.03.28	13:59～17:11		4.53	2.92	0.254/238	1.037/259	
	農曆2月29日，大潮							
94年第2次	94.06.18	17:38～20:49		4.50	2.22	0.194/128	0.776/198	
	農曆5月12日，小潮							
94年第3次	94.08.10	19:16:～22:30		8.80	7.73	0.630/271	1.460/273	
	農曆7月6日，小潮							
94年第4次	94.08.10	13:31～16:45		4.07	3.67	0.315/223	0.566/261	
	農曆7月6日，小潮							
95年第1次第1段	95.01.17	13:26～13:50		0.73	0.72	0.500/218	0.570/205	
	農曆12月18日，大潮							
95年第1次第2段	95.01.17	13:55～15:10		0.92	0.35	0.078/261	0.333/220	
	農曆12月18日，大潮							

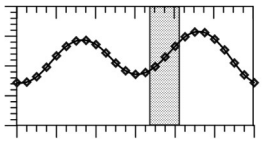
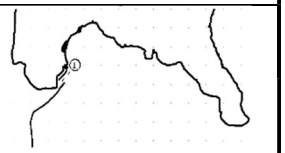
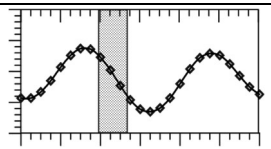
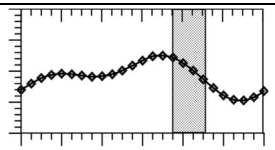
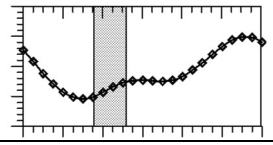
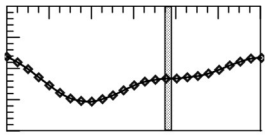
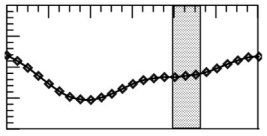
續表1-11 第三核能發電廠附近海域民國87～114年度漂流浮標追蹤調查結果

95～96年	日期	時間	潮汐	流程 km	淨流程 km	淨流速 m/s/流向°	最大流速 m/s/流向°	漂流流型
95年 第1次 第3段	95.01.17	13:26～13:50		0.38	0.03	0.006/208	0.143/198	
	農曆12月18日，大潮							
95年 第2次	95.04.12	19:57～21:03		4.19	4.13	0.546/188	0.910/180	
	農曆3月15日，大潮							
95年 第3次	95.07.19	10:51～13:59		4.55	3.763	0.334/213	0.606/210	
	農曆6月24日，小潮							
95年 第4次	95.11.14	11:12～14:12		4.71	4.296	0.398/232	0.734/254	
	農曆9月24日，小潮							
96年 第1次 第1段	96.02.05	09:47～10:29		1.01	0.99	0.394/213	0.547/197	
	農曆12月18日，大潮							
96年 第1次 第2段	96.02.05	10:32～11:41		1.03	0.92	0.223/248	0.499/235	
	農曆12月18日，大潮							

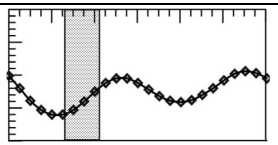
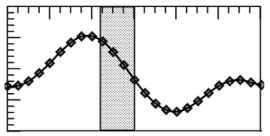
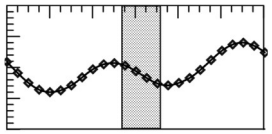
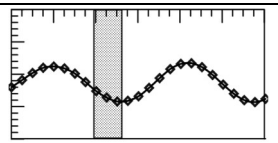
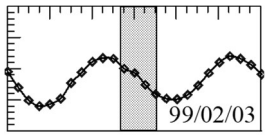
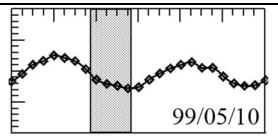
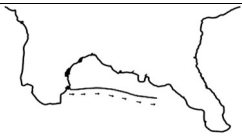
續表1-11 第三核能發電廠附近海域民國87～114年度漂流浮標追蹤調查結果

96 年	日期	時間	潮汐	流程 km	淨流程 km	淨流速 m/s/流向°	最大流速 m/s/流向°	漂流流型
96年 第1次 第3段	96.02.05	11:44～12:51		0.51	0.40	0.100/87	0.218/88	
	農曆12月18日，大潮							
96年 第2次 第1段	96.04.29	13:56～14:42		1.02	0.96	0.347/216	0.531/193	
	農曆3月13日，大潮							
96年 第2次 第2段	96.04.29	14:49～15:34		0.85	0.84	0.312/247	0.561/241	
	農曆3月13日，大潮							
96年 第2次 第3段	96.04.29	15:41～17:09		2.72	2.61	0.495/284	0.816/290	
	農曆3月13日，大潮							
96年 第3次	96.09.11	07:35～10:32		3.17	2.19	0.273/154	0.433/153	
	農曆8月1日，大潮							
96年 第4次 第1段	96.10.11	13:19～13:49		0.91	0.919	0.504/217	0.700/200	
	農曆9月1日，大潮							

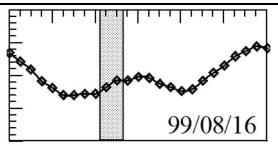
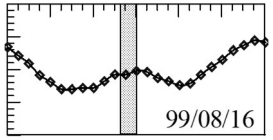
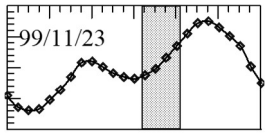
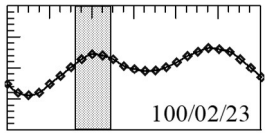
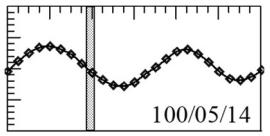
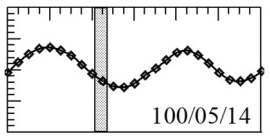
續表1-11 第三核能發電廠附近海域民國87～114年度漂流浮標追蹤調查結果

96～97年	日期	時間	潮汐	流程 km	淨流程 km	淨流速 m/s/流向°	最大流速 m/s/流向°	漂流流型
96年第4次第2段	96.10.11	13:19~13:49		7.75	8.41	0.818/196	1.342/179	
	農曆9月1日，大潮							
97年第1次	97.04.06	07:45~10:58		3.25	3.20	0.276/130	0.557/138	
	農曆3月1日，大潮							
97年第2次	97.04.30	14:54~18:10		2.99	2.87	0.244/89	0.398/128	
	農曆3月25日，小潮							
97年第3次	97.09.21	07:02~10:17		3.22	2.85	0.244/216	0.621/175	
	農曆8月22日，小潮							
97年第4次第1段	97.11.06	15:00~15:38		1.59	1.45	0.637/210	1.153/166	
	農曆10月9日，小潮							
97年第4次第2段	97.11.06	15:44~18:17		2.95	2.20	0.307/274	0.694/233	
	農曆10月9日，小潮							

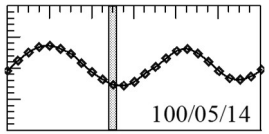
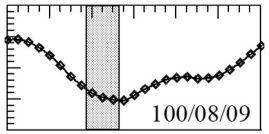
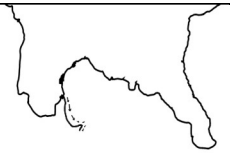
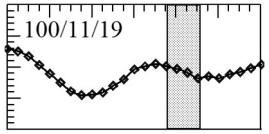
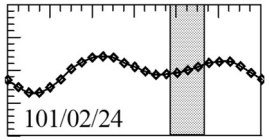
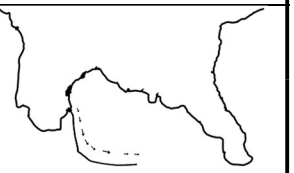
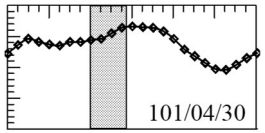
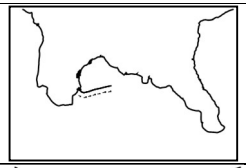
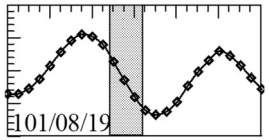
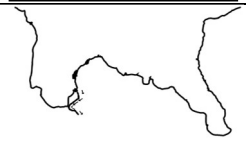
續表1-11 第三核能發電廠附近海域民國87～114年度漂流浮標追蹤調查結果

98~99年	日期	時間	潮汐	流程 km	淨流程 km	淨流速 m/s/流向°	最大流速 m/s/流向°	漂流流型
98年第1次	98.01.17	05:04~08:20		4.41	3.92	0.333/190	0.801/172	
	農曆12月22日，小潮							
98年第2次	98.05.12	08:44~12:00		3.86	2.75	0.233/084	0.576/044	
	農曆4月18日，大潮							
98年第3次	98.08.25	10:50~14:10		4.63	3.11	0.259/206	0.818/225	
	農曆7月6日，大潮							
98年第4次	98.10.30	06:57~10:18		1.82	0.85	0.070/164	0.557/151	
	農曆9月13日，大潮							
99年第1次	99.02.03	05:04~08:20		5.68	5.24	0.441/223	0.771/231	
	農曆12月20日，小潮							
99年第2次	99.05.10	07:11~10:28		6.77	6.70	0.567/097	0.714/110	
	農曆3月27日，小潮							

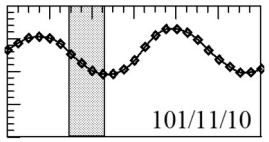
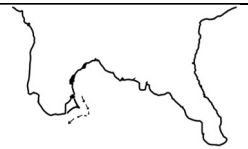
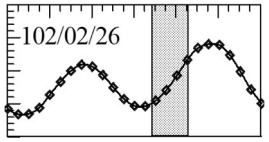
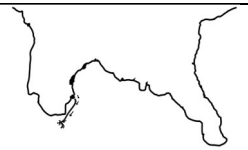
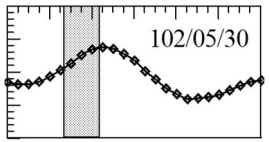
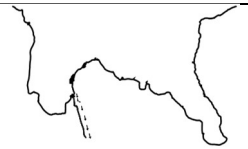
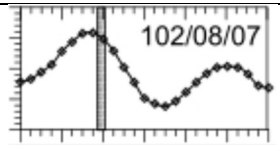
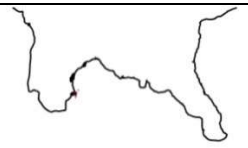
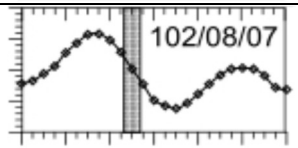
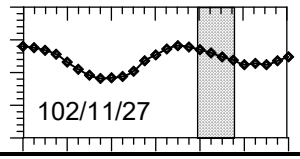
續表1-11 第三核能發電廠附近海域民國87～114年度漂流浮標追蹤調查結果

99-100年	日期	時間	潮汐	流程 km	淨流程 km	淨流速 m/s/流向°	最大流速 m/s/流向°	漂流流型
99年第3次第1段	99.08.16	08:28~10:26		1.61	1.20	0.170/216	0.444/158	
	農曆7月7日，小潮							
99年第3次第2段	99.08.16	10:39~11:56		1.70	1.62	0.350/265	0.775/242	
	農曆7月7日，小潮							
99年第4次	99.11.23	12:57~16:12		2.36	2.16	0.185/203	0.443/181	
	農曆10月18日，大潮							
100年第1次	100.02.23	06:25~09:54		5.77	5.65	0.451/195	0.692/205	
	農曆正月21日，小潮							
100年第2次第1段	100.05.14	07:11~08:01		0.76	0.70	0.232/227	0.401/181	
	農曆4月12日，小潮							
100年第2次第2段	100.05.14	08:08~09:27		1.32	0.99	0.206/236	0.516/216	
	農曆4月12日，小潮							

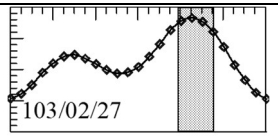
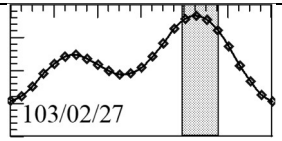
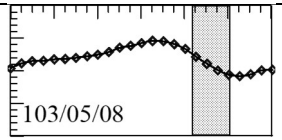
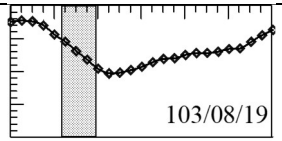
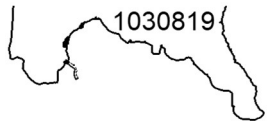
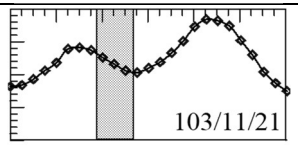
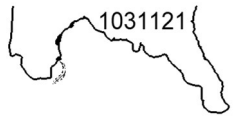
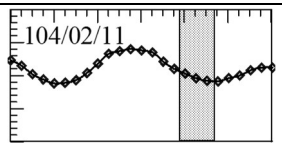
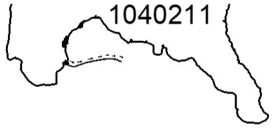
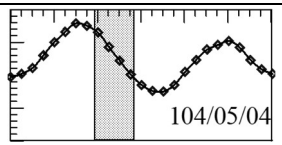
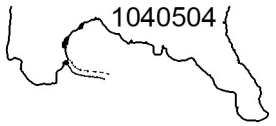
續表1-11 第三核能發電廠附近海域民國87～114年度漂流浮標追蹤調查結果

100-101年	日期	時間	潮汐	流程 km	淨流程 km	淨流速 m/s/流向°	最大流速 m/s/流向°	漂流流型
100年第2次第3段	100.05.14	09:34~10:21		1.50	1.49	0.529/205	0.621/206	
	農曆4月12日，小潮							
100年第3次	100.08.09	07:30~10:44		3.57	2.76	0.237/153	0.511/181	
	農曆7月10日，小潮							
100年第4次	100.11.19	15:04~18:16		2.85	2.65	0.230/160	0.419/184	
	農曆10月24日，小潮							
101年第1次	101.02.24	15:04~18:16		7.15	5.83	0.501/130	1.133/100	
	農曆2月3日，大潮							
101年第2次	101.04.30	08:00~11:39		2.76	2.67	0.235/80	0.322/79	
	農曆4月10日，小潮							
101年第3次	101.08.19	09:45~12:55		2.79	1.96	0.172/178	0.495/204	
	農曆7月3日，大潮							

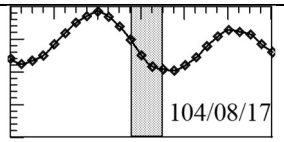
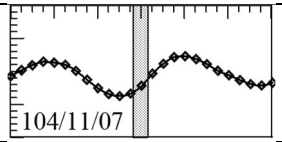
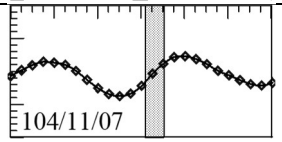
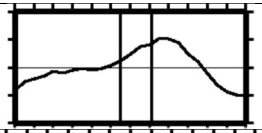
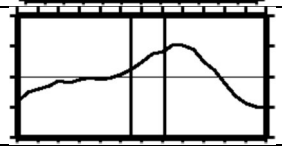
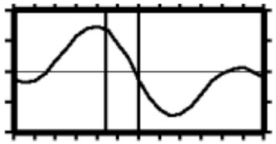
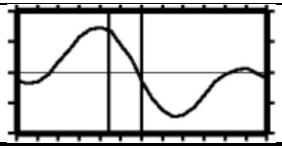
續表1-11 第三核能發電廠附近海域民國87～114年度漂流浮標追蹤調查結果

101-102年	日期	時間	潮汐	流程 km	淨流程 km	淨流速 m/s/流向°	最大流速 m/s/流向°	漂流流型
101年第4次	101.11.10	05:55~09:09		1.95	1.27	0.109/206	0.342/157	
	農曆9月27日，小潮							
102年第1次	102.02.26	13:52~17:01		3.19	2.59	0.228/206	0.579/209	
	農曆正月17日，大潮							
102年第2次	102.05.30	05:15~08:31		3.48	3.36	0.286/163	0.531/144	
	農曆4月21日，小潮							
102年第3次第一段	102.08.07	07:36~08:09		0.29	0.25	0.124/17	0.182/347	
	農曆7月1日，大潮							
102年第3次第二段	102.08.07	08:17~10:50		2.76	2.66	0.290/20	0.406/10	
	農曆7月1日，大潮							
102年第4次	102.11.27	15:45~19:08		2.49	2.25	0.185/112	0.413/150	
	農曆10月25日，小潮							

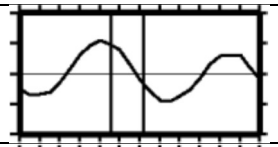
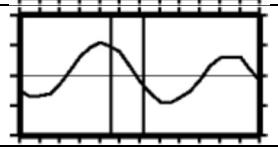
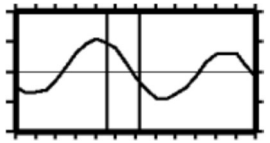
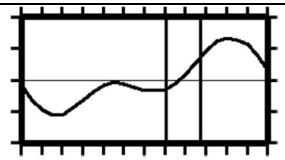
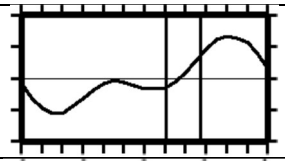
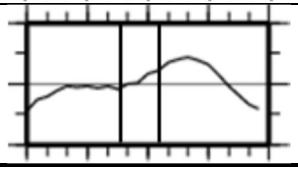
續表1-11 第三核能發電廠附近海域民國87～114年度漂流浮標追蹤調查結果

103-104年	日期	時間	潮汐	流程 km	淨流程 km	淨流速 m/s/流向°	最大流速 m/s/流向°	漂流流型
103年第1次第一段	103.02.27	15:54~16:29		0.89	0.87	0.414/213	0.448/175	
	農曆1月28日，大潮							
103年第1次第二段	103.02.27	16:35~19:09		5.87	5.69	0.616/240	0.874/230	
	農曆1月28日，大潮							
103年第2次	103.05.08	16:44~20:05		2.27	2.06	0.171/218	0.445/165	
	農曆4月10日，小潮							
103年第3次	103.08.19	04:37~07:51		1.40	1.10	0.094/148	0.683/141	
	農曆7月24日，小潮							
103年第4次	103.11.21	07:35~10:50		3.17	0.99	0.084/167	0.443/233	
	農曆閏9月29日，大潮							
104年第1次	104.02.11	15:26~18:40		3.38	3.26	0.280/086	0.489/068	
	農曆12月23日，小潮							
104年第2次	104.05.04	07:56~11:12		2.71	2.53	0.215/114	0.482/144	
	農曆3月16日，大潮							

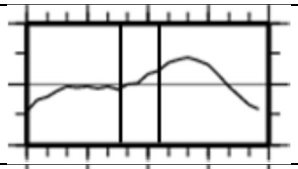
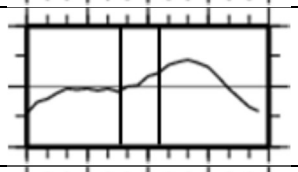
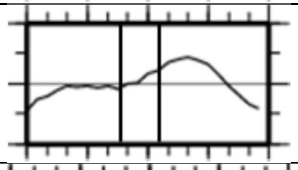
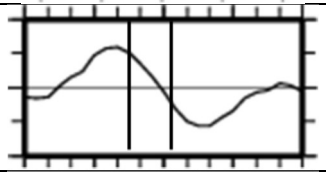
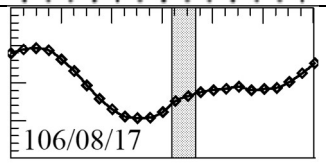
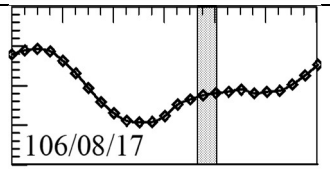
續表1-11 第三核能發電廠附近海域民國87～114年度漂流浮標追蹤調查結果

104-105年	日期	時間	潮汐	流程 km	淨流程 km	淨流速 m/s/流向°	最大流速 m/s/流向°	漂流流型
104年第3次	104.08.17	11:04~14:00		3.82	3.70	0.351/73	0.495/61	
	農曆7月4日，大潮							
104年第4次第一段	104.11.07	11:11~12:18		1.33	1.26	0.315/213	0.435/167	
	農曆9月26日，小潮							
104年第4次第二段	104.11.07	12:22~14:25		5.29	4.38	0.593/206	1.016/163	
	農曆9月26日，小潮							
105年第1次第一段	105.02.18	10:57~11:24		0.77	0.74	0.459/213	0.508/181	
	農曆1月11日，小潮							
105年第1次第二段	105.02.18	11:29~14:15		4.89	4.27	0.428/209	0.728/208	
	農曆1月11日，小潮							
105年第2次第一段	105.05.09	08:50~10:41		1.37	0.36	0.054/221	0.493/156	
	農曆4月3日，大潮							
105年第2次第二段	105.05.09	10:48~12:04		0.83	0.75	0.165/044	0.364/029	
	農曆4月3日，大潮							

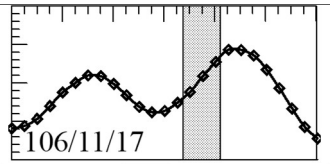
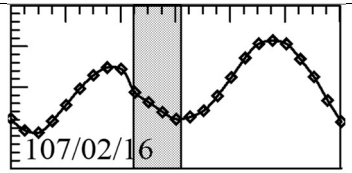
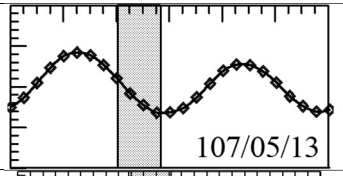
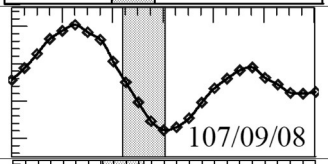
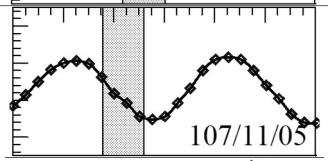
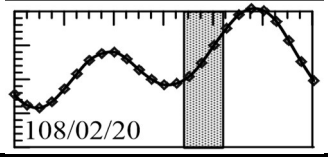
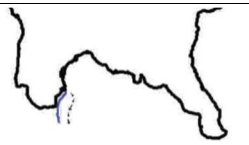
續表1-11 第三核能發電廠附近海域民國87～114年度漂流浮標追蹤調查結果

105-106年	日期	時間	潮汐	流程 km	淨流程 km	淨流速 m/s/流向°	最大流速 m/s/流向°	漂流流型
105年第3次第一段	105.08.21	09:10~10:05		0.87	0.80	0.242/207	0.434/181	
	農曆7月19日，大潮							
105年第3次第二段	105.08.21	10:14~12:12		1.17	0.99	0.140/236	0.223/235	
	農曆7月19日，大潮							
105年第3次第三段	105.08.21	12:12~12:25		0.07	0.07	0.113/278	0.115/276	
	農曆7月19日，大潮							
105年第4次第一段	105.11.17	14:10~15:05		0.86	0.80	0.243/208	0.279/157	
	農曆10月18日，大潮							
105年第4次第二段	105.11.17	15:11~17:29		1.52	0.98	0.118/159	0.357/150	
	農曆10月18日，大潮							
106年第1次第一段	106.02.22	09:58~10:42		0.89	0.78	0.297/219	0.402/150	
	農曆1月26日，小潮							

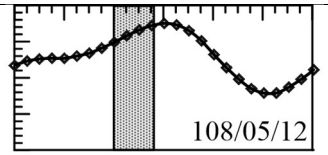
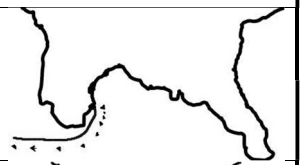
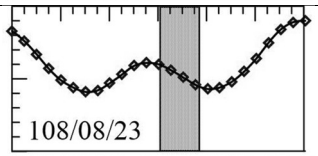
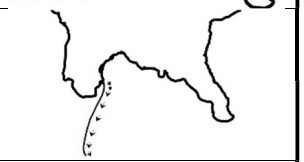
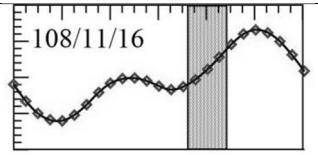
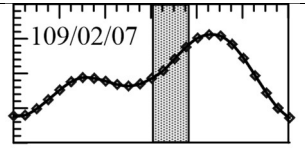
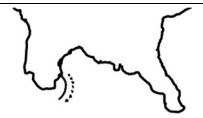
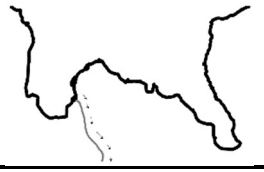
續表1-11 第三核能發電廠附近海域民國87～114年度漂流浮標追蹤調查結果

106 年	日期	時間	潮汐	流程 km	淨流程 Km	淨流速 m/s/流向°	最大流速 m/s/流向°	漂流流型
106年 第1次 第二段	106.02.22	10:54~11:31		0.87	0.81	0.367/220	0.478/167	
	農曆1月26日，小潮							
106年 第1次 第三段	106.02.22	11:42~12:29		1.04	0.95	0.338/217	0.445/235	
	農曆1月26日，小潮							
106年 第1次 第四段	106.02.22	12:39~13:18		0.99	0.94	0.400/217	0.462/228	
	農曆1月26日，小潮							
106年 第2次	106.05.14	08:52~12:12		2.49	1.61	0.134/107	0.362/160	
	農曆4月19日，大潮							
106年 第3次 第一段	106.08.17	12:47~14:40		1.37	1.15	0.169/211	0.540/156	
	農曆閏6月26日，小潮							
106年 第3次 第二段	106.08.17	14:47~16:05		1.09	1.06	0.227/219	0.469/223	
	農曆閏6月26日，小潮							

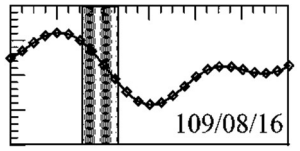
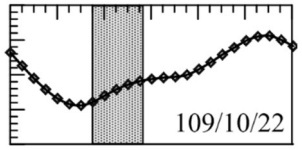
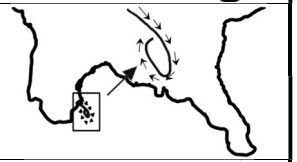
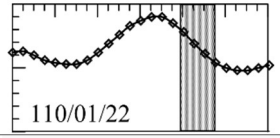
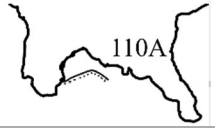
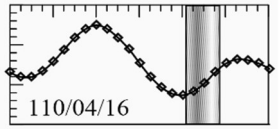
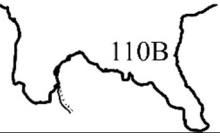
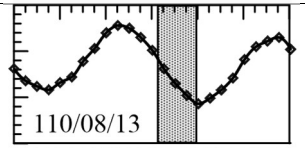
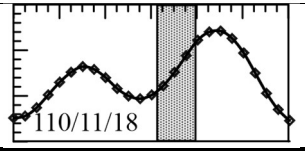
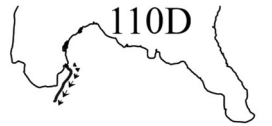
續表1-11 第三核能發電廠附近海域民國87～114年度漂流浮標追蹤調查結果

106-108年	日期	時間	潮汐	流程 km	淨流程 Km	淨流速 m/s/流向°	最大流速 m/s/流向°	漂流流型
106年第4次	106.11.17	13:18~16:30		3.08	2.79	0.242/203	0.554/138	
	農曆9月29日，大潮							
107年第1次	107.02.16	08:59~12:15		2.97	2.47	0.210/040	0.686/054	
	農曆1月1日，大潮							
107第2季	107.05.13	08:01~11:16		3.08	2.83	0.242/084	0.471/145	
	農曆3月28日，中潮							
107年第3季	107.09.08	08:50~12:09		6.45	3.29	0.276/153	1.199/078	
	農曆7月29日，大潮							
107年第4季	107.11.05	07:01~10:16		2.78	2.41	0.206/078	0.454/127	
	農曆9月28日，大潮							
108年第1季	108.02.20	13:46~16:53		2.70	2.51	0.224/192	0.399/191	
	農曆1月16日，大潮							

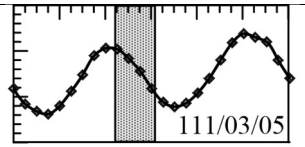
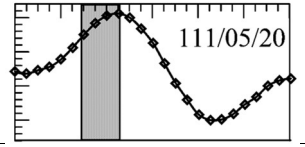
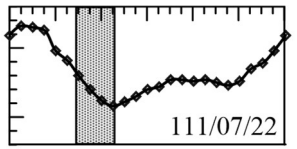
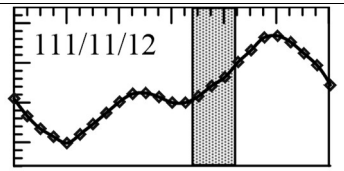
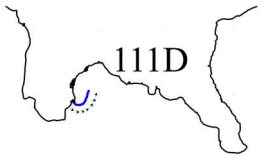
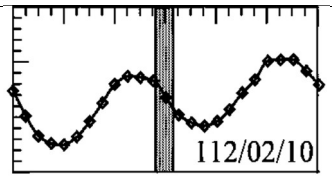
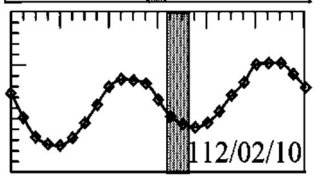
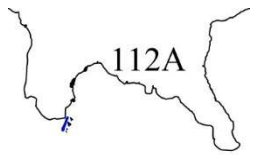
續表1-11 第三核能發電廠附近海域民國87～114年度漂流浮標追蹤調查結果

108-109年	日期	時間	潮汐	流程 km	淨流程 Km	淨流速 m/s/流向°	最大流速 m/s/流向°	漂流流型
108年第2季	108.05.12	08:00~11:16		7.06	5.98	0.509/249	0.962/270	
	農曆4月8日，小潮							
108年第3季	108.08.23	12:10~15:28		7.74	7.52	0.633/193	0.980/207	
	農曆7月23日，小潮							
108年第4季	108.11.16	14:30~17:47		3.72	3.04	0.257/242	0.434/268	
	農曆10月20日，小潮							
109年第1季	109.02.07	12:08~15:15		2.70	2.41	0.215/188	0.380/230	
	農曆1月14日，大潮							
109年第2季	109.05.07	15:47~19:03		5.38	5.15	0.438/158	0.809/141	
	農曆4月15日，大潮							

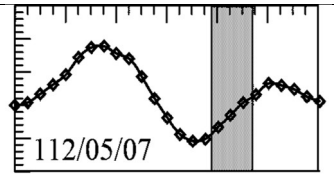
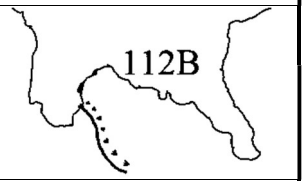
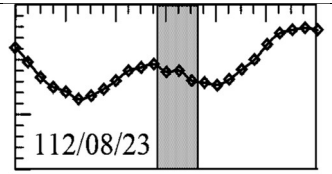
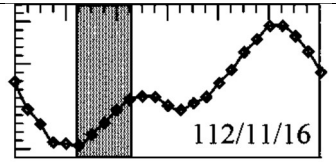
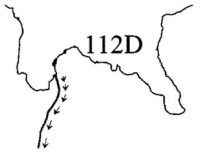
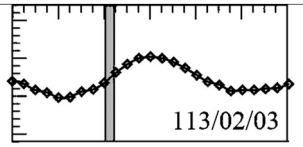
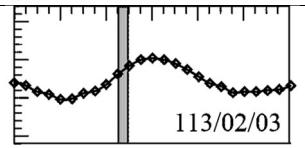
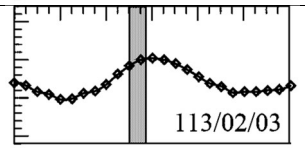
續表1-11 第三核能發電廠附近海域民國87～114年度漂流浮標追蹤調查結果

109-110年	日期	時間	潮汐	流程 km	淨流程 Km	淨流速 m/s/流向°	最大流速 m/s/流向°	漂流流型
109年第3季	109.08.16	06:09~09:16		3.47	2.16	0.192/213	0.753/222	
	農曆 6 月 27 日，中潮							
109年第4季	109.10.22	06:57~11:07		1.73	0.49	0.033/142	0.287/130	
	農曆 9 月 6 日，中潮							
110年第1季	110.01.22	15:50~19:00		4.46	3.94	0.346/088	0.476/056	
	農曆十二月初十，小潮							
110年第2季	110.04.16	16:20~19:33		2.54	2.43	0.210/156	0.462/171	
	農曆三月初五，中潮							
110年第3季	110.08.13	12:35~15:49		2.37	0.76	0.066/061	0.412/217	
	農曆七月初六，中潮							
110年第4季	110.11.18	10:50~14:00		2.74	2.50	0.219/201	0.484/201	
	農曆十月十四，大潮							

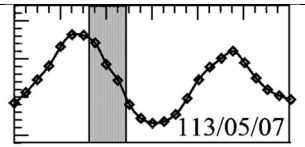
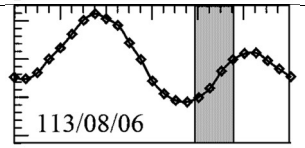
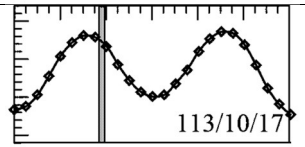
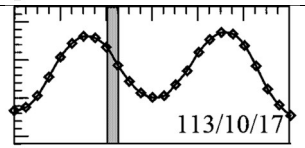
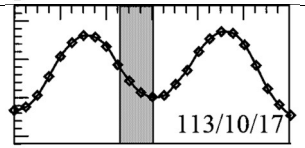
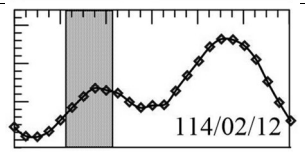
續表1-11 第三核能發電廠附近海域民國87～114年度漂流浮標追蹤調查結果

111-112年	日期	時間	潮汐	流程 km	淨流程 Km	淨流速 m/s/流向°	最大流速 m/s/流向°	漂流流型
111年第1季	111.03.05	08:57~12:14		4.45	4.00	0.337/192	0.568/147	
	農曆二月初三，大潮							
111年第2季	111.05.20	05:52~09:06		2.77	1.91	0.164/057	0.424/022	
	農曆四月二十，中潮							
111年第3季	111.07.22	05:39~08:44		2.39	2.18	0.197/159	0.573/152	
	農曆六月二十四，小潮							
111年第4季	111.11.12	13:41~16:57		1.77	1.41	0.120/047	0.289/142	
	農曆十月十九，大潮							
112年第1季	112.02.10	11:23~12:45		1.13	1.12	0.227/216	0.294/226	
	農曆正月二十，中潮							
112年第1季	112.02.10	12:52~14:35		1.35	1.06	0.171/202	0.424/205	
	農曆正月二十，中潮							

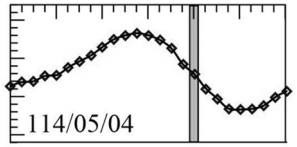
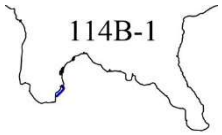
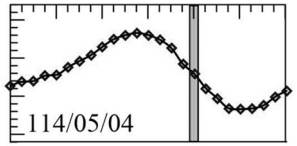
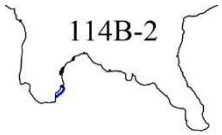
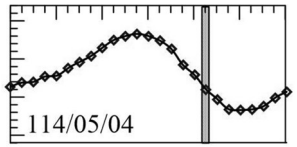
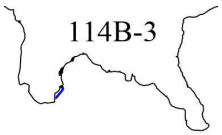
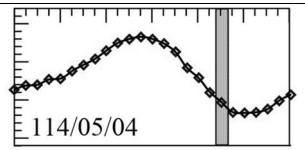
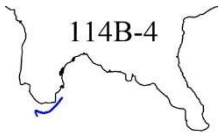
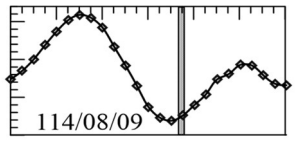
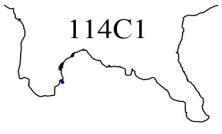
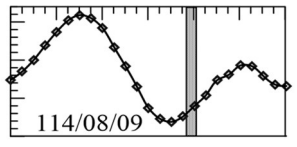
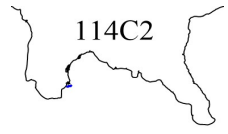
續表1-11 第三核能發電廠附近海域民國87～114年度漂流浮標追蹤調查結果

112-113年	日期	時間	潮汐	流程 km	淨流程 Km	淨流速 m/s/流向°	最大流速 m/s/流向°	漂流流型
112年第2季	112.05.07	15:42~18:50		5.92	5.64	0.500/148	0.888/138	
	農曆三月十八，大潮							
112年第3季	112.08.23	11:10~14:30		3.30	3.12	0.260/191	0.533/200	
	農曆七月初八，小潮							
112年第4季	112.11.16	05:55~09:05		7.85	7.60	0.666/253	1.258/203	
	農曆十月初四，大潮							
113年第1季第一段	113.02.03	09:10~09:55		0.91	0.90	0.329/217	0.378/229	
	農曆十二月二十四							
113年第1季第二段	113.02.03	10:05~10:58		1.09	1.06	0.335/214	0.385/226	
	農曆十二月二十四							
113年第1季第三段	113.02.03	10:05~10:58		3.90	3.44	0.651/253	0.908/235	
	農曆十二月二十四							

續表1-11 第三核能發電廠附近海域民國87～114年度漂流浮標追蹤調查結果

113-114年	日期	時間	潮汐	流程 km	淨流程 Km	淨流速 m/s/流向°	最大流速 m/s/流向°	漂流流型
113年 第2季	113.05.07	06:39~09:50		5.75	4.98	0.435/197	0.868/215	
	農曆三月二十九，大潮							
113年 第3季	113.08.06	15:53~19:05		4.65	4.47	0.388/193	0.614/202	
	農曆七月初三，大潮							
113年 第4季 第一段	113.10.17	07:29~07:57		0.79	0.78	0.465/225	0.528/231	
	農曆九月十五，大潮							
113年 第4季 第二段	113.10.17	08:04~09:01		1.09	1.06	0.311/214	0.390/215	
	農曆九月十五，大潮							
113年 第4季 第三段	113.10.17	09:10~12:01		1.02	0.93	0.091/211	0.291/225	
	農曆九月十五，大潮							
114年 第1季	114.02.12	13:25~16:33		0.91	0.80	0.071/203	0.215/234	
	農曆正月十五，大潮							

續表1-11 第三核能發電廠附近海域民國87～114年度漂流浮標追蹤調查結果

114年	日期	時間	潮汐	流程 km	淨流程 Km	淨流速 m/s/流向°	最大流速 m/s/流向°	漂流流型
114年 第2季 第一段	114.05.04	14:22~15:20		0.97	0.95	0.272/217	0.365/180	
	農曆四月初七，小潮							
114年 第2季 第二段	114.05.04	15:27~16:23		1.09	1.04	0.308/217	0.391/233	
	農曆四月初七，小潮							
114年 第2季 第三段	114.05.04	16:29~17:18		1.05	1.05	0.355/214	0.406/213	
	農曆四月初七，小潮							
114年 第2季 第四段	114.05.04	17:22~18:40		2.81	2.48	0.530/241	0.808/230	
	農曆四月初七，小潮							
114年 第3季 第一段	114.08.09	14:44~15:11		0.12	0.11	0.070/250	0.078/249	
	農曆閏六月十六，大潮							
114年 第3季 第二段	114.08.09	15:18~16:15		0.39	0.38	0.112/260	0.161/264	
	農曆閏六月十六，大潮							

續表1-11 第三核能發電廠附近海域民國87～114年度漂流浮標追蹤調查結果

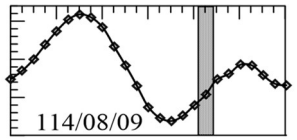
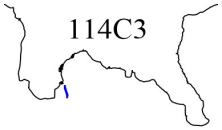
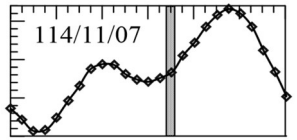
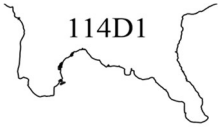
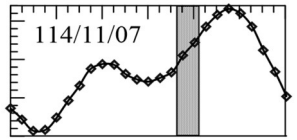
114年	日期	時間	潮汐	流程 km	淨流程 Km	淨流速 m/s/流向°	最大流速 m/s/流向°	漂流流型
114年 第3季 第三段	114.08.09	16:20~17:49		1.10	1.08	0.202/171	0.408/189	
	農曆閏六月十六，大潮							
114年 第4季 第一段	114.11.07	13:38~14:10		0.39	0.39	0.203/242	0.210/245	
	農曆九月十八，大潮							
114年 第4季 第二段	114.11.07	14:13~17:15		5.13	4.49	0.411/254	0.887/215	
	農曆九月十八，大潮							

表1-12 第三核能發電廠附近海域長期海流測站平均流速、流向及絕對流速表

次序	有效資料日期	平均流速 (m/s)	平均流向 (°)	絕對平均 (m/s)
1	86.10.24~86.11.20	0.031	69	0.143
2	86.12.29~87.02.16	0.045	320	0.146
3	87.04.11~87.05.04	0.033	258	0.095
4	87.10.04~87.11.18	0.030	347	0.084
5	87.12.14~88.01.27	0.029	234	0.093
6	88.01.27~88.03.14	0.006	290	0.029
7	88.04.22~88.04.25	0.022	328	0.086
8	88.05.25~88.06.21	0.030	340	0.133
9	88.09.29~88.10.01	0.100	23	0.148
10	89.01.15~89.02.16	0.040	326	0.094
11	89.05.02~89.05.29	0.052	359	0.107
12	89.09.17~89.09.30	0.223	210	0.304
13	89.10.01~89.11.07	0.093	205	0.243
14	90.02.03~90.03.31	0.154	224	0.237
15	90.04.05~90.05.25	0.169	222	0.232
16	90.11.28~91.01.04	0.116	210	0.219
17	91.01.04~91.03.05	0.161	219	0.220
18	91.03.26~91.04.12	0.147	219	0.213
19	91.04.29~91.05.10	0.164	222	0.221
20	91.08.27~91.09.29	0.119	232	0.227
21	91.10.01~91.11.05	0.115	232	0.213
22	92.01.17~92.03.02	0.176	235	0.247
23	92.04.13~92.05.08	0.152	232	0.232
24	92.08.01~92.08.17	0.213	231	0.273
25	92.10.22~92.12.11	0.104	232	0.198
26	93.02.17~93.03.24	0.155	237	0.242
27	93.05.06~93.06.05	0.186	226	0.262
28	93.08.01~93.09.02	0.116	238	0.252
29	93.12.11~94.01.18	0.105	233	0.295
30	94.01.18~94.03.19	0.111	232	0.306
31	94.03.19~94.04.28	0.099	236	0.272
32	94.05.17~94.07.08	0.199	232	0.298
33	94.10.01~94.12.09	0.134	231	0.265

續表1-12 第三核能發電廠附近海域長期海流測站平均流速、流向及絕對流速表

次序	有效資料日期	平均流速 (m/s)	平均流向 (°)	絕對平均 (m/s)
34	94.12.09~95.01.29	0.096	233 ↙	0.267
35	95.01.30~95.03.18	0.135	234 ↙	0.268
36	95.03.18~95.05.01	0.197	234 ↙	0.287
37	95.05.01~95.07.22	0.216	234 ↙	0.315
38	95.07.22~95.09.23	0.176	235 ↙	0.298
39	95.09.23~95.12.08	0.193	238 ↙	0.284
40	96.01.20~96.03.10	0.147	236 ↙	0.220
41	96.03.10~96.04.22	0.186	232 ↙	0.267
42	96.04.22~96.05.27	0.210	234 ↙	0.293
43	96.05.27~96.07.01	0.230	231 ↙	0.315
44	96.07.01~96.09.08	0.211	234 ↙	0.297
45	96.09.08~96.10.25	0.144	236 ↙	0.260
46	96.12.14~97.01.28	0.196	235 ↙	0.265
47	97.02.12~97.04.06	0.176	240 ↙	0.245
48	97.05.23~97.07.02	0.228	233 ↙	0.324
49	97.08.30~97.10.18	0.174	235 ↙	0.277
50	97.12.02~98.01.17	0.219	233 ↙	0.289
51	98.01.17~98.03.05	0.185	235 ↙	0.279
52	98.03.05~98.05.02	0.195	230 ↙	0.284
53	98.05.02~98.07.06	0.201	230 ↙	0.295
54	98.07.06~98.08.28	0.176	225 ↙	0.289
55	98.08.28~98.10.02	0.168	232 ↙	0.274
56	98.10.14~98.11.20	0.130	237 ↙	0.293
57	98.11.20~98.12.30	0.087	229 ↙	0.303
58	98.12.30~99.01.31	0.146	230 ↙	0.280
59	99.01.31~99.03.05	0.179	232 ↙	0.274
60	99.03.05~99.04.10	0.166	228 ↙	0.261
61	99.04.10~99.05.20	0.200	230 ↙	0.282
62	99.05.20~99.07.08	0.23	226 ↙	0.321
63	99.07.08~99.08.22	0.22	231 ↙	0.314
64	99.08.22~99.09.26	0.21	227 ↙	0.286
65	99.09.26~99.11.08	0.20	232 ↙	0.290
66	99.11.08~99.12.14	0.10	235 ↙	0.270

續表1-12 第三核能發電廠附近海域長期海流測站平均流速、流向及絕對流速表

次序	有效資料日期	平均流速 (m/s)	平均流向 (°)	絕對平均 (m/s)
67	99.12.14~100.01.26	0.05	245 ↙	0.265
68	100.01.27~100.03.11	0.19	232 ↙	0.289
69	100.03.11~100.04.25	0.13	235 ↙	0.268
70	100.04.25~100.06.02	0.17	232 ↙	0.275
71	100.06.02~100.07.24	0.20	230 ↙	0.296
72	100.07.24~100.09.08	0.21	229 ↙	0.293
73	100.09.08~100.10.28	0.11	234 ↙	0.275
74	100.10.28~100.12.15	0.11	237 ↙	0.294
75	100.12.15~101.01.19	0.12	232 ↙	0.312
76	101.01.19~101.03.02	0.18	228 ↙	0.290
77	101.03.02~101.04.20	0.22	232 ↙	0.300
78	101.04.20~101.05.28	0.18	229 ↙	0.285
79	101.05.28~101.07.07	0.21	235 ↙	0.304
80	101.07.07~101.08.10	0.21	234 ↙	0.293
81	101.08.10~101.09.10	0.22	234 ↙	0.302
82	101.09.10~101.10.24	0.11	237 ↙	0.275
83	101.10.24~101.11.23	0.07	227 ↙	0.322
84	101.11.23~102.01.12	0.20	234 ↙	0.300
85	102.01.12~102.02.19	0.16	234 ↙	0.259
86	102.02.19~102.03.28	0.20	233 ↙	0.283
87	102.03.28~102.05.10	0.18	234 ↙	0.269
88	102.05.10~102.06.16	0.24	230 ↙	0.333
89	102.06.16~102.07.24	0.21	229 ↙	0.317
90	102.07.24~102.09.07	0.18	234 ↙	0.292
91	102.09.07~102.10.01	0.14	242 ↙	0.288
92	102.10.01~102.11.15	0.12	234 ↙	0.292
93	102.11.15~102.12.30	0.14	237 ↙	0.272
94	102.12.30~103.02.07	0.14	241 ↙	0.265
95	103.02.07~103.03.20	0.19	239 ↙	0.265
96	103.03.20~103.05.07	0.19	231 ↙	0.282
97	103.05.07~103.06.19	0.22	230 ↙	0.302
98	103.06.19~103.08.23	0.21	232 ↙	0.310

續表1-12 第三核能發電廠附近海域長期海流測站平均流速、流向及絕對流速表

次序	有效資料日期	平均流速 (m/s)	平均流向 (°)	絕對平均 (m/s)
99	103.08.23~103.09.21	0.18	230 ↙	0.265
100	103.10.03~103.11.25	0.14	236 ↙	0.282
101	103.11.25~104.01.27	0.15	235 ↙	0.272
102	104.01.27~104.03.23	0.12	234 ↙	0.264
103	104.03.23~104.05.31	0.19	227 ↙	0.269
104	104.05.31~104.07.17	0.21	228 ↙	0.264
105	104.07.17~104.09.11	0.18	232 ↙	0.269
106	104.09.11~104.11.07	0.13	229 ↙	0.295
107	104.12.24~105.01.30	0.15	237 ↙	0.283
108	105.01.30~105.03.22	0.17	233 ↙	0.273
109	105.05.16~105.06.23	0.19	233 ↙	0.304
110	105.06.23~105.07.20	0.22	230 ↙	0.304
111	105.07.20~105.09.12	0.20	234 ↙	0.289
112	105.10.28~105.12.13	0.15	241 ↙	0.286
113	105.12.13~106.01.19	0.11	229 ↙	0.317
114	106.01.19~106.03.14	0.16	233 ↙	0.281
115	106.03.14~106.05.10	0.21	228 ↙	0.299
116	106.05.10~106.07.06	0.20	233 ↙	0.289
117	106.07.06~106.08.29	0.23	232 ↙	0.312
118	106.08.29~106.10.21	0.18	229 ↙	0.266
119	106.10.21~106.12.15	0.13	235 ↙	0.264
120	106.12.15~107.02.16	0.08	233 ↙	0.276
121	107.02.16~107.03.19	0.15	236 ↙	0.264
122	107.03.19~107.04.21	0.19	234 ↙	0.284
123	107.04.21~107.06.02	0.17	232 ↙	0.265
124	107.06.02~107.07.20	0.20	229 ↙	0.285
125	107.07.20~107.09.12	0.18	233 ↙	0.293
126	107.09.23~107.11.04	0.19	236 ↙	0.265
127	107.11.04~107.12.16	0.09	234 ↙	0.279
128	107.12.16~108.03.10	0.17	234 ↙	0.281
129	108.03.10~108.05.11	0.21	229 ↙	0.290
130	108.05.11~108.07.16	0.20	230 ↙	0.299

續表1-12 第三核能發電廠附近海域長期海流測站平均流速、流向及絕對流速表

次序	有效資料日期	平均流速 (m/s)	平均流向 (°)	絕對平均 (m/s)
131	108.07.24~108.09.15	0.19	229 ↙	0.292
132	108.09.15~108.11.10	0.12	239 ↙	0.271
133	108.11.10~109.01.08	0.07	235 ↙	0.307
134	109.01.08~109.02.28	0.20	238 ↙	0.285
135	109.02.28~109.04.19	0.14	237 ↙	0.264
136	109.04.19~109.06.20	0.20	229 ↙	0.284
137	109.06.20~109.08.17	0.21	229 ↙	0.301
138	109.08.17~109.10.16	0.20	229 ↙	0.299
139	109.10.16~109.12.24	0.09	232 ↙	0.286
140	109.12.24~110.02.20	0.08	229 ↙	0.335
141	110.02.20~110.04.15	0.14	235 ↙	0.278
142	110.04.15~110.07.20	0.18	232 ↙	0.296
143	110.08.19~110.09.09	0.19	229 ↙	0.269
144	110.09.16~110.11.18	0.15	237 ↙	0.269
145	110.11.18~111.01.15	0.11	245 ↙	0.266
146	111.01.15~111.03.14	0.15	240 ↙	0.268
147	111.03.14~111.04.21	0.20	232 ↙	0.283
148	111.07.13~111.11.10	0.17	232 ↙	0.282
149	112.02.11-112.05.06	0.18	233 ↙	0.270
150	112.05.06~112.07.13	0.20	231 ↙	0.321
151	112.07.13~112.07.23	0.27	229 ↙	0.368
152	112.07.30~112.08.28	0.24	232 ↙	0.308
153	112.09.09~112.10.02	0.20	216 ↙	0.302
154	112.10.20~112.12.27	0.14	230 ↙	0.286
155	112.12.27~113.03.06	0.11	244 ↙	0.281
156	113.03.06~113.05.24	0.14	223 ↙	0.278
157	113.05.24~113.08.03	0.22	228 ↙	0.306
158	113.08.03~113.10.15	0.21	234 ↙	0.286
159	113.10.15~114.03.14	0.11	229 ↙	0.303
160	114.03.14~114.06.09	0.19	233 ↙	0.288
161	114.06.09~114.08.21	0.22	222 ↙	0.298
162	114.08.21~114.10.31	0.18	231 ↙	0.284

表 1-13 第三核能發電廠附近海域歷年 CTD 調查水團屬性

季節	日期	航次	南海中鹽水團	混合水團	黑潮水團
春、季	83.03.31	1-3	※	○	○
	83.05.25	1-4	※	○	○
	84.03.22	2-3	○	○	
	84.04.28	2-4	○	○	※
	85.04.14	3-3		○	○
	85.05.11	3-4	○	○	※
	86.05.11	4-3	○		
	87.05.04	5-3		○	※
	88.05.25	6-3		○	
	89.03.21	7-3	※	○	
	89.05.30	7-4	○	※	
	90.04.13	9-2	※	○	
	92.03.01	11-1		○	
	92.05.07	11-2	※	○	※
	93.05.07	12-2		○	
	94.05.17	13-2		○	
	95.05.04	14-2		○	
	96.05.11	15-2		○	
	97.03.14	16-2		○	
	98.03.14	17-1		○	
	98.05.13	17-2		○	
	99.05.11	18-2		○	
	100.05.13	19-2	※(底層)	○	
	101.05.01	20-2		○	
	102.05.28	21-2	※	○	
	103.05.07	22-2	※(底層)	○	
	104.05.05	23-2	※	○	
	105.05.10	24-2		○	○
	106.05.22	25-2		○	
	107.05.14	26-2	※(底層)	○	
	108.05.10	27-2		○	
	109.05.20	28-2		○	
	110.04.15	29-2	※(底層)	○	
	111.05.11	30-2	○(中底層)	○(表層)	
	112.05.12	31-2	※	○	
	113.05.08	32-2		○	
	114.05.05	33-2	※(底層)	○	

○：較多　　※：稀疏

續表1-13 第三核能發電廠附近海域歷年 CTD 調查水團屬性

季節	日期	航次	南海中鹽水團	混合水團	黑潮水團
夏季	83.07.26	2-1	○	○	※
	86.06.01	4-4	○	○	○
	87.08.11	6-1	○		
	89.08.11	8-1	※	○	
	90.07.17	9-3	※(底層)	○	
	91.06.18	10-2	※	○	
	91.07.24	10-3		○	
	92.08.01	11-3		○	
	93.08.02	12-3	※(底層)	○	
	94.07.13	13-3	※(底層)	○	
	95.07.21	14-3	※(底層)	○	
	98.08.26	17-3		○	
	99.08.17	18-3	※(底層)	○	
	100.08.10	19-3		○	
	101.08.20	20-3		○	
	102.08.08	21-3		○	
	103.08.18	22-3		○	
	104.08.18	23-3		○	
	105.08.25	24-3		○	
	106.08.18	25-3	※(底層)	○	
	108.08.23	27-3	※(底層)	○	
	109.08.15	28-3		○	
	110.08.12	29-3	※(底層)	○	
	111.08.12	30-3		○	
	112.08.22	31-3		○	
	113.08.07	32-3		○	
	114.08.08	33-3		○	

○：較多　　※：稀疏

續表1-13 第三核能發電廠附近海域歷年 CTD 調查水團屬性

季節	日期	航次	南海中鹽水團	混合水團	黑潮水團
秋季	82.09.21	1-1		○	
	82.11.30	1-2	※	○	※
	83.10.02	2-2	※	○	
	86.09.22	5-1		○	
	88.09.29	7-1		○	
	89.10.03	8-2		○	
	90.10.30	9-4		○	
	91.10.25	10-4		○	
	92.11.01	11-4	※	○	
	93.11.05	12-4		○	※
	94.10.20	13-4		○	
	95.10.17	14-4		○	
	96.09.28	15-3		○	
	96.11.16	15-4	○	※	
	97.09.05	16-3		○	
	97.11.07	16-4		○	
	98.10.28	17-4		○	
	99.11.16	18-4		○	
	100.11.19	19-4	※	○	
	101.11.09	20-4	※	○	
	102.11.27	21-4		○	
	103.11.22	22-4		○	
	104.11.06	23-4		○	
	105.11.18	24-4		○	
	106.11.17	25-4	※(底層)	○	
	107.09.07	26-3	※(底層)	○	
	107.11.15	26-4	※	○	
	108.11.18	27-4	※(底層)	○	
	109.10.22	28-4	※(底層)	○	
	110.11.10	29-4		○	
	111.11.17	30-4		○	
	112.11.10	31-4		○	
	113.10.16	32-4		○	
	114.11.05	33-4		○	

○：較多　　※：稀疏

續表1-13 第三核能發電廠附近海域歷年 CTD 調查水團屬性

季節	日期	航次	南海中鹽水團	混合水團	黑潮水團
冬季	85.12.14	3-2	※	○	
	86.03.01	4-2	○	※	
	86.12.29	5-2		※	○
	88.01.27	6-2	※	○	
	89.02.23	7-2	○(中底層)	○(表層)	
	90.01.31	9-1	○	※	
	91.01.11	10-1	○	○	
	93.02.17	12-1		○	
	94.01.20	13-1	※(表層)	○	※(底層)
	95.01.17	14-1	○	※(表層)	
	96.01.17	15-1	※(表層)	○	
	97.01.16	16-1	※(表層)	○	
	99.02.05	18-1	※(表層)	○	※(表層)
	100.02.24	19-1		○	
	101.02.23	20-1		○	
	102.02.27	21-1	○	※	
	103.02.25	22-1		○	※(表層)
	104.02.11	23-1	※(表層)	○	※(表層)
	105.02.19	24-1		※	○
	106.02.23	25-1		※	○
	107.02.20	26-1	○	※	
	108.02.22	27-1	※(表層)	○	※(底層)
	109.02.14	28-1	○	※(表層)	
	110.01.22	29-1	○	※(表層)	
	111.02.16	30-1	○(中底層)	○(表層)	
	112.02.10	31-1	※(中底層)	○	
	113.02.02	32-1	※(表層)	○	
	114.02.15	33-1	○	※(表層)	

○：較多　　※：稀疏

表1-14 第三核能發電廠附近海域海潮流歷年調查結果摘要整理

年序	民國年代	調查研究者	測站位置	海潮流調查主要內容摘要
第1年	68—69	范光龍 張湘電	漂流資料(65~66年)只分析以往實測	第三核能發電廠出水口附近海域的海水在落潮時段有時會迴流至入水口附近，尤其是在大潮時更明顯，風力有時或許會助長迴流之發生，但風向並非主要的決定因素，潮流才是主宰的力量。靠近岸邊的迴流受底部摩擦的影響，流速減慢；離岸較遠處流速較快，落潮流也有可能迴流至入水口附近，但離岸較遠，至於這些迴流會否影響第三核能發電廠之運轉則有待今後2～3年進一步之研究證實。夏季常發生迴流，風向不是影響迴流之最重要因素。熱排水僅及表面3m，但入水口抽取水下6 m之冷卻水，不易受其影響。
第2年	69—70	范光龍 張湘電	A站：出水口東側約200 m B站：出水口南側約200 m	落潮時段，排水口附近海水確實常會流向入水口附近。又發現排水口的東側與南側海流方向並非一致，有時有反向的情形。海面下4m海水溫度在8月18日～9月24日平均約為28.55°C，11月30日～1月8 日為24.53°C，3月4日～4月13日為24.89°C。排水口附近海水一般都往西南流，只有在落潮時可能會往東北流而造成向進水口迴流的現象，1天一般都有2次漲、落潮，但兩次落潮都有迴流現象的極為少見，全日僅有短暫迴流現象而不足為害的情形反而較多。在3次測流期間，迴流現象較明顯的日子，其流速、流向及每次迴流的持續時間，其中流向(direction)的度數是取正北為零度，順時鐘方向轉的角度，表中所列為取0°～60°較易造成迴流問題的海流資料。8月18日～9月24日期間落潮流可能造成迴流的天數有9天，其流速平均為18.15cm/sec，平均時間為5.44小時，其中9月19日最是嚴重，迴流時間連續8 小時，平均流速為19.4cm/sec，前4小時內排水口附近海水已流回入水口附近，其後4小時就可能發生熱廢水再使用的問題。11月30日～1月7日可能有迴流問題的佔12天，流速平均為12.78cm/sec，平均迴流時間為6.92小時，其中迴流時間8小時以上的有4天，1月5日那天竟達13小時，3月4日～4月1日可能有迴流問題的佔6天，流速平均為15.84cm/sec，迴流時間僅4.17小時，3段測流期間，這是迴流問題最小的一段。 A、B 兩測站海流有時同向，有時則反向，所以排水口附近海水之海流不論在漲或落潮時都有兩種較可能的不同流況，這當然是因為受地形的影響，由於這種特殊的流況，如果要在A、B 兩點間築一堤以防止熱廢水之迴流，效果應該是不錯的。 1年3次的測流期間，雖然大部份同是落潮流引起迴流問題，但迴流的強弱還是隨季節不同，以本年度測流的3段期間為例，夏季與初冬的迴流現象就比初春較常出現，這可能與第三核能發電廠附近海域水團來源之不同有關。
第3年	70—71年	范光龍 張湘電	A站：出水口東側約500 m B站：出水口南側約500 m	一般說來，第三核能發電廠附近海域水溫相當高，在1、2月間測得的日平均水溫仍在23°C以上，4、5月的平均水溫在27°C以上，而7、8月的每日平均最高達29°C，而這只是1日的平均，由記錄的資料中，我們發現當日在下午三、四點的時候，水溫高達30°C以上，可見防止第三核能發電廠熱廢水的迴流問題實在相當重要。 統計潮流特性後，所得在第三核能發電廠附近海域較可能的落潮流況。其中第1型就是發生迴流現象的情形，第2型的落潮流況則與一般漲潮流況相同，即入水口附近海水流向排水口，然後向貓鼻頭方向而去，這種流況對第三核能發電廠而言，冷卻效果最好。第3型則是排水口附近海水流向入水口，而入水口附近海水，流向排水口，二者在中途相遇後，一起流向第三核能發電廠附近海域中央。第4種之情況則與第3型相反，同樣不會造成熱廢水的迴流問題。

年序	民國年代	調查研究者	測站位置	海潮流調查主要內容摘要
第3年	70－71年	范光龍 張湘電	A站：出水口東側約500 m B站：出水口南側約500 m	民國70年8月26日下午4點的時候(其實是3:30至4:30一小時的平均)，海流指向北方偏東約4°，流速16.5cm/sec，在A、B二點同時測得海流有迴流方向的時間相當長，當天熱廢水發生迴流的現象相當顯著，但在三、四個月的測流期間這麼明顯的迴流現象並不常見。 一般有迴流的情況是，A點海水流向入水口，流至B點時，流速已減緩許多，這可能是由於流近入水口之前深度變淺，尤其是後壁湖之東側，落潮時淺灘都還露出水面，海流流速受底部摩擦之影響自然會減慢；將來第三核能發電廠排出熱廢水後，縱然有迴流現象，一部份海水流向入水口中途，流速會減緩，另一部份海水會往第三核能發電廠附近海域中央擴散，第三核能發電廠附近海域熱海水較輕，浮在表層，較容易擴散往第三核能發電廠附近海域中央，更不易流回入水口重新使用。 第三核能發電廠熱廢水可能生迴流的現象極為少見，但由於第三核能發電廠附近海域的海水水溫相當高，夏季可高達30°C，冬季仍有23°C，所以縱使迴流時間不長，情況不很嚴重，我們還是要慎重處理。 第三核能發電廠附近海域內的流況也常有自成環流(circulation)系統的現象。
第4年	71－72	范光龍 張湘電	A站：出水口東側約500 m B站：出水口南側約500 m	由於第三核能發電廠附近海域排水口的排水堤已大部份竣工，熱廢水發生迴流的可能性已更減少，近1年測流測得的海流資料才發現1次迴流現象，且為時甚短，要多注意的倒是第三核能發電廠附近海域海水水溫偏高，月平均水溫在24～27°C之間，日平均水溫時有超過28°C的情形。 第三核能發電廠附近海域水溫偏高是第三核能發電廠的一個隱憂，月平均水溫在10、11月間及5、6月間不會比7、8月間低，這可能是由於第三核能發電廠附近海域水團在夏季時來自南中國海，其他季節則來自黑潮(Fan, 12)。 第三核能發電廠附近海域海流主要受潮流之影響，一般而言，當地潮流以半日潮為主，漲、落潮流各約維持6小時左右，漲潮時Inlet海水流向Outlet，落潮時才有可能由Outlet流向Inlet，但流速不如漲潮流強，且流向也不穩定，發生迴流的可能性不大。 Inlet與Outlet的距離約為3km，A、B二點同時往北流的流速及時間必需配合方有可能發生迴流現象，如果Outlet流向Inlet之海流穩定維持6小時，則流速需14cm/sec以上才有可能再使用熱廢水，在A點有202天的海流資料，海流流速、流向及延續時間配合而可能引起迴流問題的有46次，B點160天資料中僅19次，前面已述及，熱廢水再利用之可能必需A、B二點的海流配合，我們研究A點的46之及B點的19次，發現只有在71年7月25日那天可能發生迴流現象，而那是近乎1年的測流期間僅有的1次，可見核第三核能發電廠附近海域發生迴流現象的可能性極低，7月25日早上9點至晚上9點的13小時內(大約是潮汐一週期)，A、B二點的每小時海流變化情形，推算Outlet 熱廢水可能在下午一點左右流至Inlet附近，而熱廢水再利用的時間不會超過半小時，Inlet附近海水便開始往南流。與以前的海流資料比較(蘇仲卿等，1981)，我們發現，現在發生迴流現象的頻率遠較2年前為低，這大概是因為Outlet突出的排水堤已開始發生效用。
第5年	72－73（73）	范光龍 張湘電	A站：出水口 B站：入水口 C站：出水口	第三核能發電廠附近海域沿海海流以半日潮流為主，漲潮時，第三核能發電廠入水口海水流向西南方之排水口，落潮時排水口海水方有可能流向入水口，但流速較緩，入、排水口間距離約3km，且中途有淺灘，而且入水口在水面下6m取水，因此熱廢水環流被再利用的可能性極微。

年序	民國年代	調查研究者	測站位置	海潮流調查主要內容摘要
	年5月9日一號機開始發電）		ㄖㄖㄖ東南南方方方50050010mmm	結果顯示在這冬季兩個多月期間，排水口附近海水在落潮時偶有流向入水口的情形，但一般落潮流速都不快，而且延續的時間也不長，所以要造成熱廢水再利用的可能性極微。再看水溫記錄，民國72年12月中至隔年1月底，水溫平均23°C左右，2月初至3月2日，水溫平均升至24°C左右，在冬季尚且如此，可見第三核能發電廠附近海域水溫偏高之一般。 台灣沿海的核電廠，熱水均由海表面排放，卻在海面下6m抽取海水冷卻，所以只要不是太明顯的迴流，否則也不易造成熱廢水再利用的問題。第三核能發電廠附近海域的潮流以半日潮為主(劉長遠，1978)，潮汐週期約12小時25分，換句話說，第三核能發電廠附近海域受海灣地形的影響，第三核能發電廠附近海域，漲潮方向的海流佔著相當大的優勢，漲潮時海流幾乎全是由東北向西南流，流至貓鼻頭後快速向西去，落潮時方有可能由西南流向東北，由排水口流向入水口，但流速遠不及漲潮流流速，前面兩年收集的海流、浮標追蹤及染料擴散試驗資料顯示，平均2～4天都會記錄到1次可能發生迴流的流況，但情形都不嚴重，第三(70)年以後蒐集的資料則顯示迴流情況更少見了，那可能是由於排水口增建的排水堤已開始發揮效用，阻止了部份的迴流。造成第三核能發電廠附近海域熱廢水迴流不常見的原因，除了海灣地形的影響外，還受了海底地形的影響，排水口至入水口間有一部份海底較淺，低潮時尚可見淺灘露出海面，如果在落潮時排水口的熱廢水流向入水口，流至較淺的地方，海流受底部摩擦影響，流速減緩，或令海流方向改變而流向海灣中央。更進一步說，縱有部份的熱廢水流回入水口，但它已在海面漂流3km，水溫一定已降低很多，再加上抽取海水在海面下6m，因此熱廢水再使用的機會真是微乎其微了。 將資料做了低頻過率(low pass)處理，這對海流而言已濾掉潮流的部份，對風而言已濾掉日、夜吹向不同的海陸風成份，海流主要還是以向南及西南為主。 1月底至2月底應屬冬季，水溫主要在24～25°C之間，有時甚至達26°C，當東北風較強盛時，第三核能發電廠附近海域可能產生西南流向的風漂流，而A點測站水溫常會顯著下降，有時可降2～3°C，東北風且愈來愈大，西南流向之海流亦增強，水溫也同時下降，兩天後，東北風速已逐增至最大，水溫也已由26°C降至最低的24°C，再看其他東北風強盛的時段，也多有類似的現象，這可能是由於吹東北風時第三核能發電廠附近海域北岸海水被風吹離岸而去，較深海水上來補充，也就是所謂的上昇流(upwelling)現象，水溫自然降低。發現這是一個相當普遍的現象，吹東北風後，第三核能發電廠附近海域入水口之西南向海流增強，水溫亦隨之而降，所以吹東北風時，第三核能發電廠附近海域的冷卻系統效果應會更好。 第三核能發電廠要考慮的還是當地海水溫度偏高的問題，第三核能發電廠附近海域海水在冬季主要來自黑潮支流，夏季則受中國南海海水的影響(Fan, 1982b)，由低緯度來的海水水溫自然比較高，第三核能發電廠附近海域海水溫度在冬季一般在22～24°C左右，夏季平均高達28°C左右，且時有30°C的記錄。

年序	民國年代	調查研究者	測站位置	海潮流調查主要內容摘要
第6年	73—74（二號機於74年5月18日開始發電）	范光龍 張湘電	A站：出水口東方500m	第三核能發電廠已開始運轉，其排出的溫排水或許稍微改變了排水口的流況，也增加了附近表層海水的溫度，但影響僅限於排出口附近很小的範圍，在排水口東方500m，水面下4m量得的資料顯示，海流及水溫幾乎不受第三核能發電廠運轉的影響，但第三核能發電廠附近海域水溫偏高，冬季為22～24°C範圍，夏季常達28°C以上，仍然是應該重視的問題。 根據以往多年的調查，第三核能發電廠附近海域的潮流以半日潮為主(葉國傑，1984)，大約12 小時25分冬有一高、低潮，但第三核能發電廠附近海域沿岸海流一般流往西南貓鼻頭方向為主，只有落潮時才有可能發現排水口海水流向入水口，即所謂的迴流(蘇仲卿等，1982)，只有平均海流往東北方向才有可能，140天中只有3天可能發現明顯的迴流現象，機率很小，而且排水口流回入水口的溫排水僅限於表層海水，估計不可能超過1m，而入水口是吸入表層下6m深的海水冷卻，再加上迴流抵達之時間極短，估計不會超過2小時，所以第三核能發電廠附近海域的迴流問題幾乎是不存在的。 夏季時第三核能發電廠附近海域水溫主要在24～26°C範圍，大部份在28°C以上，而這是水面下4m測得的資料，在表面的海水有時應可達30°C，可見第三核能發電廠附近海域水溫夏季時相當高，74年1月9日至4月28日測量期間，水溫主要在22～26°C範圍，1、2月冬季期間則多在22～24°C，這與以往測得的資料一樣(蘇仲卿等，1984)，並沒有因為第三核能發電廠的運轉而使水溫增加，這說明了一點，測站A點乃迴流必經之地，A點水面下4m的水溫不受第三核能發電廠運轉的影響，溫排水縱有迴流現象，水溫絕不會影響至水面下4m，A點離入水口約1.5km左右，表層溫排水再經過如此長距離以及3、4小時的漂流、擴散，流回入水口之溫水提高的溫度一定極小，水量也一定很少，因此迴流問題不必擔心，但第三核能發電廠附近海域水溫原本偏高，仍是值得注意的問題。 7月10日以後，u值全為正，v值全為負，表示風吹向東南方，即所謂的西北風，對第三核能發電廠附近海域沿海而言，是吹著離岸而去的風，這種風向可能把表層海水吹離沿岸，下層海水上升來補充，而使水溫降低。74 年1～4月第三核能發電廠附近海域主要吹東北風，只有在夏季方有可能吹西北風，西北風對於第三核能發電廠附近海域的冷卻系統應是有利。 第三核能發電廠排出的溫水，表面水溫提高2°C的範圍主要局限於距離排水口1公里內，其影響深度亦僅限於表層3m左右。而且排水口附近地形很陡，離岸100m，水深已達10m以上，所以溫排水極不可能傷害到海底的生物。這也是第三核能發電廠附近海域沿岸的主要潮流方向，極少發生流回入水口的情形。
第7年	74—75（74年7月7日一號機火災）	范光龍 張湘電	A站：入水口東南300m B站：出水口南方500m	在冷卻系統離入水口300m及離排水口500m處各設1站測海流及水溫，1年來共測量3次，每次測1個多月，入水口的海流儀固定在水面下2.5m左右，排水口的前2次在水面下3.5m，第3次提高到水面下1.5m，測量結果發現兩點水溫很接近，溫差很少超過0.5°C，可見第三核能發電廠附近海域溫排水的影響僅限於表面很薄的一層，其他的海流資料比往年的，沒什麼顯著的變化。 可以看出入水口A點的海流，不論漲或落潮，流向一般往西南西，流速有時達40cm/sec以上，顯然受第三核能發電廠附近海域吸入冷卻水的影響。排水口B點的海流，漲潮時一般流向西南，落潮時則有可能流向東北，平均海流則以流向西南為主，落潮流速一般在10～30cm/sec的範圍，漲潮流速則較慢，迴流的時間也不夠長，所以我們幾乎已可肯定地排除溫排水流回入水口可能造成的問題。夏季時較常有吹西北風的機會，研究水溫變化與風向的關係後發現，吹離岸而去的西北風時，排水口的水溫有降低的傾向，大約可降低1°C左右。

年序	民國年代	調查研究者	測站位置	海潮流調查主要內容摘要
第8年	75—76（76年1月二部機全面發電）	范光龍 王胄	A站：出水口東南方200m B站：入水口西南方400m C站：出水口南南方100m	民國76年3月22日至4月25日在排水口西南側200 m處的水面下3 m及6 m測海流及水溫，發現上層水溫比中層水溫平均高約2°C，且溫排水有時會在排水口西南側小灣內聚集，尤其是漲潮時較易發生。 民國76年3月22日至4月25日B站水面下3 m及6 m測得的海流及水溫資料，可明顯看出上層海水的海流流速主要在20～30 cm/sec，中層在15～25 cm/sec，海流主要流向東北，與在A點附近今年的情況不同，這可能是由於海流在B點附近的小灣內形成小渦旋。比較2層的水溫，發現上層比中層的溫度高約2°C，可見溫排水有時會在B點附近小灣內聚集，再比較2層水溫的變化，可明顯看出上層水溫變動較大，一日之間的變化常可達4°C，尤其是在漲潮時較易發生高溫現象，換句話說，漲潮流流向西南時，B 點水溫較高。
第9年	76—77	范光龍	A站：入水口東方50m B站：出水口東南100m C站：出水口西南80m D站：出水口西南300m	第三核能發電廠附近海域排水口附近海水在漲潮時一般流向西南，在落潮時也流向西南，部分溫排水常會流入排水堤西側小灣，小灣內表面水溫在夏季時往往升至31°C以上，而傷害珊瑚生長。在夏季時西南風盛行，白天風向一般由海上吹往陸地，而這種風向有助於溫排水流入小灣內，因而容易造成灣內淺處珊瑚的傷害。 第三核能發電廠附近海域位處台灣最南端，海域內海水冬季時來自黑潮，夏季時來自中國南海，因此海水溫度一般很高，夏季時常達29°C，冬季也多在24°C以上。第三核能發電廠附近海域排水口附近潮流以半日潮為主，漲潮時流向西南方貓鼻頭，落潮時則可能流向東北或西南，由於排水導流堤的建築，溫排水流回進水口重新再用的可能性幾乎等於零。 A站民國76年7月19日～8月17日之海流及水溫變化情形：進水口測站其水溫資料顯示，水溫平均近30°C，一日之內的水溫變化有時達6°C以上，可見此處水團混合相當複雜。 B站民國76年7月19日～8月17日之海流及水溫變化情形：海流在7月份有往東南趨勢，8月份則趨向西北，而平均水溫則達31°C以上，一日之內水溫變化相差6°C以上的情況也是常見。 7月3～9日主要吹南風或西南風，第三核能發電廠附近海域溫排水很容易被吹入排水口西側小灣聚集，而事實也證明，這個時候剛好是小灣內珊瑚開始白化了。 由於排水口附近海域的海流一般流向西南，因而使得溫排水有向西南方擴散的趨勢，民國76年7月8日早上8:30～9:00 在排水口附近測得表面及水面下3m的水溫資料，可明顯看出溫排水有往西南之趨勢，比背景站水溫提高之溫度ΔT=2°C之等直線幾乎涵蓋了全部小灣區，而背景站表面水溫28.4°C，換句話說，小灣表面水溫都在30°C以上，而靠近導流堤附區，而背景站表面水溫28.4°C，換句話說，小灣表面水溫都在30°C以上，而靠近導流堤附近則高達32°C以上，這就難怪珊瑚會白化了。 排水口附近海水流向西南時，灣內常會有溫排水流入，如有風向從SE～SW 範圍吹往小灣，則溫排水易在小灣內聚集不散，其中1次在5月17日下午測量時，東南風使排水口附近之小皮球擋流板都飄入小灣內，並停留在小灣內近岸處久久不去。

年序	民國年代	調查研究者	測站位置	海潮流調查主要內容摘要
第10年	77－78	范光龍	A站：出水口西南80 m B站：出水口西南300 m	第三核能發電廠附近海域排水口附近潮流較常流往西南方，使溫排水流往貓鼻頭方向，加上夏季白天常吹海風，溫排水常會傷害近岸淺處的珊瑚，尤其夏季第三核能發電廠附近海域表面水溫常達29°C以上，溫排水溫升3°C的範圍往往涵蓋排水堤西側大部份小灣面積，使小灣表面水溫達32°C以上，淺處珊瑚難免受其影響，此外，第三核能發電廠附近海域每年10月至隔年4月的7個月中常吹東北風而在第三核能發電廠附近海域形成落山風，使部份沿岸海水離岸而流，而造成上升流，有時會使近岸表面水溫遽降，有時甚至降低達10°C。 從水溫資料，可明顯看出B站水面下3m的水溫在28～34°C之範圍，表面水溫有時會稍高一些，難怪排水口至貓鼻頭之間沿海淺處的珊瑚易受傷害。出水口2天內之海流流向西南及流向排水口西側小灣的機會各佔一半，而水溫則高達33～35°C之間，這當然是由於測站靠近排水口的緣故，這些溫水流入小灣後，水溫仍高，因而使得小灣淺處珊瑚較易受到傷害。 第三核能發電廠附近海域海底地形相當陡，在有些地方離岸1公里處深度已達60公尺，到了海域外深度很快就達100公尺以上，大陸棚的範圍很小，外海深處二、三百公尺的冷海水很容易〝侵入〞第三核能發電廠附近海域內，而成上、下2層海水，這些冷水有時在海面下五、六十公尺，有時則上升至海面下二、三十公尺處，造成這種種變化的因素受外海自然變數的影響，很難掌握，在第三核能發電廠附近海域潛水的人常會感覺到這種現象，如第三核能發電廠附近海域吹很強的東北風(落山風)，則背風面近岸淺區的表層海水被吹離海岸，下層冷海水湧升補充，使得表層水溫降低，民國77年1月下旬船帆石附近發生死魚事件，應是這現象造成的，根據調查，發生死魚事件時，很強的落山風已持續吹了3天。 在夏季表面水溫較高時，白天常吹海風，擋流板及小皮球常隨溫水流往淺灣或其附近岸邊，久久不去，因為擋流板及小皮球都是隨流而漂，換句話說，溫排水也是在淺灣或岸邊徘徊不去。 民國77年7月21日上午第三核能發電廠附近海域溫排水在排水口附近的擴散情形，早上九點左右收集資料時，剛好在平潮時段，潮流緩慢，溫排水主要往排水口前方擴散，背景站表面水溫29.2°C，而溫升3°C的範圍涵蓋了淺灣大部份面積，換句話說，淺灣大部份地區表面水溫都在32.2°C以上，而水面下3 m的背景站水溫高達29.1°C，溫升3°C的範圍也涵蓋了淺灣相當大的面積，換句話說，水面下3 m水溫也多在32.1°C以上，淺灣及其附近淺處珊瑚自然無法避免溫排水的影響。
第11年	78－79	范光龍	A站：入水口西南80 m B站：出水口西南100 m	夏季時，在第三核能發電廠附近海域排水口附近的表層水溫一般都超過30°C，這仍將威脅排水口西側小灣淺處的珊瑚，在冬季時，水溫仍達24°C以上，但甚少超過26°C。第三核能發電廠附近海域之潮汐是以全日潮與半日潮為主的混合潮，其他週期更短的海流振動也相當明顯，這應是由於第三核能發電廠離岸不遠處，水深已達數百公尺，外海的信息很容易傳抵第三核能發電廠。在出水口西南方100 m處，水下4.5 m海流多流往東北，水下9 m之海流多流往西南。

年序	民國年代	調查研究者	測站位置	海潮流調查主要內容摘要
第12年	79—80	范光龍	C、D站：第三核能發電廠附近海域中央部份(水溫)	第三核能發電廠附近海域潮流以全日潮和半日潮為主，漲潮時在第三核能發電廠附近海域內逆時鐘方向而流，落潮順時鐘而流。第三核能發電廠附近海域左側有一海底峽谷的地形，在峽谷內的水溫較低，漲潮時略往西抬升而使西側沿海水溫有時會突降3～5℃，不久又回到正常狀況，落潮時這種水溫突降又回升的現象有時也會在第三核能發電廠附近海域東側沿海發生。 C站上、下兩層的水溫常有突降2～3℃，甚至4～5℃，幾個小時後又回升的現象，這些資料與當時潮汐相驗證，發現水溫突降又回升的現象大多發生在落潮時段，再研究A、B兩站，從民國66年至76年的水溫資料，也常發現這種水溫突降又升的現象，且大多在漲潮時發生，這種現象應與下層冷海水入侵至海域內有關，漲潮時，冷水層往西側抬升，使A、B兩站的水溫突降，落潮時，冷水層往東側抬升，使C站之水溫突降，事實上，在第三核能發電廠附近海域這種峽谷海底地形中，漲、落潮常會產生使水溫突升或突降的現象。 在D站用溫度計串測11個深度的連續水溫資料，很明顯地，5月22日19:30水溫分層約在水深19m處，到22:00已提高到大約8m處，換句話說，在這段時間內，水溫明顯分層的位置由深而淺，之後隨潮流轉變而消失。
第13年	80—81	范光龍	D站：出水口南側80m ABC站：東側船帆石連成一線	第三核能發電廠附近海域潮流以全日潮及半日潮為主，漲潮時，潮流在第三核能發電廠附近海域以逆時針轉方向往西流，落潮時則相反，漲潮時，第三核能發電廠附近海域的溫排水一般流往西南，因而常會流入排水口西側淺灣，落潮時，排水口附近海水有時也流往西南。恆春地區，冬季盛行東北風，在第三核能發電廠附近海域常會吹著強勁的落山風，強風常把上層海水吹離海岸而造成沿岸上升流，因而使得近岸水溫劇降。 上、下層水溫有多次突降後又陡升的現象，這在下層更明顯，例如11月24日，上層水溫突降3°C，下層甚至突降7°C，在這之前，恆春地區已連續吹了強勁東北風好幾天，因此水溫突降應是由於東北風把表層海水吹離海岸，而使底層水上升造成的。A 站上、下兩層海流的向量行進圖，可明顯看出上層海流向西流之趨勢最強，下層海流則有向西南之趨勢。
第14年	81—82	范光龍	A站：排水口東南80m B站：船帆石近岸一直線 C站：	第三核能發電廠附近海域潮流以全日潮及半日潮為主，漲潮時，潮流在第三核能發電廠附近海域以逆時針轉方向往西流，落潮時則相反，漲潮時第三核能發電廠附近海域的溫排水一般流往西南，因而常會流入排水口西側淺灣，落潮時排水口附近海水有時也流往西南。恆春地區，冬季盛行東北風，在第三核能發電廠附近海域海域常會吹著強勁的落山風，強風常把上層海水吹離海岸而造成沿岸上升流，因而使得近岸水溫劇降，這種水溫突降的現象每隔兩星期發生1次，都是在大潮時發生，這應是由台灣南方菲律賓附近的孤立波以內波方式傳到第三核能發電廠附近海域的現象。 向西南的漲潮流較佔優勢，流速一般在10～40 cm/sec 範圍，海面下，3m的水溫主要在28～31°C範圍，其中超過30°C的機會很多，顯然是受溫排水的影響。上、下層的水溫相差有限，主要在27～31°C範圍內，而受溫排水影響的只在3 m深的水層，再深則整層上、下水溫變動一致，不受溫排水影響。 20 m的B站，水面下19 m之海流及水溫資料，可明顯看出民國80年11月9日及11月24日兩天，水溫有突降的現象，這兩天都是在大潮的時候，尤其是11月24日那次，降溫達7°C左右，從海流資料，發現一個有趣的現象，當下層水溫突降時，上層水向東流，屬落潮流，但下層卻向西流，這反常的冷水其實是下層受到冷水入侵的影響，這冷水是海域外深層海水由孤立波以內波的方式由遠處傳來。 第三核能發電廠附近海域躍溫層深度都在50m以上，這躍溫層界面易形成內波 (internal wave)，並以孤立波(solitary wave)的形式存在，第三核能發電廠附近海域潮流為全潮及半日潮之混合潮型，水溫變化以全日週期為主，而根據張永佳(1998)的研究，靠近菲律賓的海域，潮汐以全日潮為主，因此推測，孤立波在菲律賓附近形成，以內波方式傳入第三核能發電廠附近海域，內波的波動使第三核能發電廠附近海域近岸海底水溫每日有1次的升降，而每兩星期1次，在大潮時水溫會有陡降、突升的現象。在漲潮時，第三核能發電廠附近海域潮流往西，落潮時往東，在大潮的落潮時段，海域內常會有逆時針轉的渦漩，李宏仁(1993)利用數值模式計算，也發現了這種逆時針轉動的渦漩現象。

年序	民國年代	調查研究者	測站位置	海潮流調查主要內容摘要
第15年	82 | 83	吳重坤	未設長期測站	第三核能發電廠附近海域水團特性的季節變化非常明顯，整體來說混合水團1年4季都存在。秋季第三核能發電廠附近海域的水團鹽度較低而溫度較高，冬季及春初，第三核能發電廠附近海域的水團鹽度較高而溫度較低。 鹽度較高的原因是黑潮分支水團對第三核能發電廠附近海域的影響。此外，第3航次(春初)T-S圖顯示有黑潮水入侵到第三核能發電廠附近海域，而第4航次(春末)T-S圖顯示有南海水入侵到第三核能發電廠附近海域。第三核能發電廠附近海域水溫分布說明了冷心渦旋經常存在，其位置發生在水深較深的峽谷。此外，有的季節還可看到暖渦旋存在。 漂流軌跡顯示漲潮流從出水口流向西南，大約與貓鼻頭沿岸地形相平行。此種往外流的軌跡可初分為兩大類。第1類是從出水口沿著海岸地形一路往西南，繞過貓鼻頭，往西再往西北，指向白沙海域。第2類是從出水口沿著海岸地形一路往西南，過了貓鼻頭後，繼續偏南或西南走，到了21°54'N 附近，接上第三核能發電廠附近海域的退潮水往東，漂流軌跡呈L 型。退潮流比較單純，從出水口處開始往東北流，到了後壁湖港口東方，則沿著港口附近的潮間帶地形，轉向北再轉向西北，有4次漂標流到第三核能發電廠冷卻水入口處附近。此外，漂標由出水口處釋放後，有兩次流進出水口前方西側的小灣內。
第16年	83 | 84	吳重坤	未設長期測站	第三核能發電廠附近海域水團主要是由混合水團組成，上層海水會受到天候降水影響而改變其鹽度值，尤其是在夏季多雨的時候。中層與深層海水會受到第三核能發電廠附近海域海域外圍水團變化的影響。一般而言，夏季比較容易受到南海中鹽水的影響，而冬季及春季比較容易受到黑潮水的影響。第三核能發電廠附近海域的水團特性易受外圍環流的影響，因此，第三核能發電廠附近海域內的水體是很容易與外圍的水體進行交換。 潮流從出水口處流向西南，大約與貓鼻頭沿岸地形相平行。此種往外流的軌跡可分為兩大類。第1類是出水口沿著海岸地形一路往西南，繞過貓鼻頭，往西再往西北，指向白沙海域。第2類是從出水口沿著海岸地形一路往西南，過了貓鼻頭後，繼續偏南或西南走，到了北緯21°4'附近，接上第三核能發電廠附近海域的退潮水往東，漂流軌跡呈L 型。退潮流比較單純，從出水口處開始往東北流，到了後壁湖港口東方，則沿著港口附近的潮間帶地形，轉向北再轉向西北。此外，漂標由出水口處釋放後，有兩次流向西北。
第17年	84 | 85	吳重坤	未設長期測站	漲潮流從出水口處流向西南，大約與貓鼻頭沿岸地形相平行。此種往外流的軌跡可分為兩大類。第1類是出水口沿著海岸地形一路往西南，繞過貓鼻頭，往西再往西北，指向白沙海域。第2類是從出水口沿著海岸地形一路往西南，過了貓鼻頭後，繼續偏南或西南走，到了北緯21°54'N，120°44'E 附近，接上第三核能發電廠附近海域的退潮水往東或東南，漂流軌跡呈1個L 型。退潮流比較單純，從出水口處開始往東北流，到了後壁湖港口東方，則沿著港口附近的潮間帶地形，轉向北再轉向西北。今年4個航次的觀測資料碰巧都沒遇上退潮流的時段，所以沒有這方面的漂流軌跡。

年序	民國年代	調查研究者	測站位置	海潮流調查主要內容摘要
第18年	85 ｜ 86	吳重坤 沈建全	未設長期測站	今年4個航次的漂流實驗結果與過去多位學者(梁乃匡等，1978；蘇仲卿等，1984；陳鎮東等，1994，1995，1996)所做的調查結果一致。第三核能發電廠附近海域熱廢水出水口附近的水流軌跡與鄰近後壁湖漁港內的水位高低變化有密切相關。當後壁湖漁港相對水位為退潮時，漂流軌跡顯示退潮流(ebb)流向東北。當後壁湖漁港水位為漲潮時，漂流軌跡顯示漲潮流(flood)流向西南，漂流軌跡大約與海岸線平行。上述漂流實驗也同樣顯示第三核能發電廠附近海域表層海水的交換非常頻繁。
第19年	86 ｜ 87	沈建全	出水口東北方1.5公里處	第三核能發電廠附近海域漂流浮標調查顯示各季在漲潮時海流往西南流，或往正南流，有繞過貓鼻頭與台灣海峽潮流系統呼應之勢；退潮時往東流或東北流，夏季退潮有往鵝鑾鼻直流之趨勢，部份測次如86年冬季2月28日則在退潮時有回流至出水口岸邊之情形發生。 海流流速各季大體皆以漲潮流速大於退潮流速，亦即整體水質量有往西南繞過貓鼻頭往台灣海峽輸送之趨勢。漲潮往西南流速最大測得每小時5.82公里，合每秒162公分，各航次測得平均流速介於23.5cm/s～131cm/s之間，整體而言本海域海水流動快速，交換良好。定點海流觀測結果，其漲退潮時之流向頗不規則，且與漂流浮標所測得結果並不一致，此可能與調查位置不同，一在較靠近灣內，另一在出水口已靠近第三核能發電廠附近海域西南，且觀測深度一為水下10米，一為表層易受風影響有關，但亦有可能是定點海流測站受到灣內次級環流控制，導致其流向變化而無法與漂流測站相呼應，並導致流速偏小，流向不定，但仍需做進一步探究。 溫排水擴散舌調查結果，在民國86年9月22日退潮時，溫排水會自出水口流至入水口，其與週圍水溫差可達0.9°C，冬季漲潮時(民國86年12月29日)其溫排水擴散舌則往正南流動，其流型結構自表層至15m深處頗為一致。
第20年	87 ｜ 88	沈建全	出水口東北方1.5公里處	第三核能發電廠附近海域漂流浮標調查顯示漲潮時往正南再偏西流動或往正南流動，退潮時則往南或往正東流動，流速最大可達120cm/s。CTD 調查結果顯示夏季海水高溫且鹽度分布較廣，測得局部點之最高溫可達33°C，鹽度介於33.54‰～34.57‰ 之間，屬混合水團性質。冬季溫度在25°C以上，鹽度34.3%0～34.5%0之間，亦屬混合水團，春季溫度介於24.6°C～27.9°C之間，鹽度介於33.68‰～34.39‰之間，屬混合及南中海水團。 定點海流調查秋季最大流速51.66cm/s，平均流速2.95cm/s，流向103.46°，流速絕對值平均為8.39 cm/s。冬季最大流速為52.83 cm/s，平均流速2.87 cm/s，流速絕對值平均為9.28 cm/s。春季最大流速為32.10 cm/s，平均流速2.19 cm/s，絕對流速平均為8.55 cm/s。溫排水擴散舌調查顯示，第三核能發電廠附近海域西北側較海域外水溫高約1.5°C左右，出水口附近水溫一般較其他地方為高，但為表層性質，高溫海水僅在表面1m、2m，在水面下5m則未受影響。春季部份溫排水往西南貓鼻頭流動，且達於較深水層，可能係受漩渦所帶下去。

年序	民國年代	調查研究者	測站位置	海潮流調查主要內容摘要
第21年	88－89	沈建全	出水口東北方1.5公里處	民國88～89年共執行8次漂流觀測，其在漲潮或高潮時表面漂流皆往西南及正南漂移，流速介於14～59cm/s 間，在退潮時則往東北偏東及小灣流動，其流速介於10.3cm/s～11.3cm/s 之間，二者相較以漲潮流較居優勢。定點海流在出水口與入水口連線中央偏東約800公尺處長期海流測站所測得之海流往往具有向北分量，但一般其流速甚小，只有3～4cm/s 且中途可能轉向，故不會使入水口產生迴流，其流速絕對值平均介於2.93～14.79cm/s，流速亦不大，與數值模擬者相似。CTD 調查結果顯示本區海域全年大部份時間以混合水團為主，南海中鹽水團在春、夏2季時常入侵，而黑潮水團僅在春、秋、冬季偶爾才入侵本海域。
第22年	90年	沈建全	出水口東南方300公尺	民國90年第1次(冬季)漂流朝正南方向流動再折向東南東流動，呈L型，最大流速144.47cm/s，平均流速為58.91cm/s 朝東南方流動。第2次(春季)漂流在退潮時刻，先往南南西流動，繞一小弧後再往西北流動，呈V型，至貓鼻頭再往正西流動，最大流速38.00cm/s，平均流速為10.15cm/s，第3次(夏季)在退潮時先往東北流，再順原路朝西南回流，抵達貓鼻頭南方1.5公里後再往東南東流動，最大流速223cm/s，平均流速17.5cm/s，另二段在低潮時一朝小灣呈U 字型流動，另一則在出水口東方及東南方盤繞。第4次(冬季)漂流在漲潮時，直接往西南流動，流速最大為114cm/s，平均為52.3cm/s，第2段則由出水口往正東流約3公里後再順時針繞一半圓。 CTD調查結果，第1次調查結果，其表面溫度介於24.2°C～27.7°C之間，鹽度則在34.41～34.40之間，屬南海中鹽水團，夾雜一些混合水團。第2次調查結果，其水團性質又由南海中鹽水團再轉變回混合水團佔優勢之性質，其表面溫度介於26.82°C～27.36°C之間，鹽度介於34.32～34.36之間，第3次調查水團性質屬混合水團，下層夾雜一些南海中鹽水團，表層、中層溫度介於25.5～29.2°C，鹽度介於33.1～33.6之間，下層溫度介於22～27°C之間，鹽度介於33.3～34.4之間。第4次調查水團屬混合水團性質，上下層間溫度十分一致皆在27.4°C左右，鹽度介於33.8～34.20之間。 長期海流第1季調查最大流速為83.34cm/s，平均流速為15.36cm/s，流向為223.58°第2季最大流速為80.14cm/s，平均流速為16.89cm/s，流向為221.8°第4次調查其最大流速為83.35cm/s，平均流為11.55cm/s，流向為210°，朝西南流。 溫排水擴散舌第1次調查結果，水溫達26°C～27°C，與外圍溫差在3°C以內，其溫排水舌往南呈梯度分布。第2次因電廠停機維修，並無溫排水舌現象，其溫度梯度自西北往東南遞增，第3次及第4次溫排水舌調查結果，其溫排水舌皆在排水口東方及南方附近一小範圍內形成較大之溫度梯度，且只存於表面1～5m並未擴散很大。7月份10m、15m處一冷水舌自中央向灣頂延伸，將第三核能發電廠附近海域切割成左右兩塊溫度較高區域，20m以下則以來自東方之低溫高鹽海水佔據第三核能發電廠附近海域大部份海域。10月份則呈上下溫度一致，但鹽度東高西低呈鹽度梯度，貓鼻頭東方約2公里處，則存在一湧升之高鹽水團。
第23年	91年	沈建全	出水口東南方300公尺	民國91年4季長期海流測站之平均流速分別為第1次16.13cm/s、第2次第1段14.7，第2次第2段16.35cm/s、第3次11.87 cm/s 及第4次11.52 cm/s，四者皆往西南流動，其流型較為固定。漂流平均流速介於7.22～59.7cm/s 之間，皆往正南或南南西流動。 CTD調查結果，表層冬季水溫介於23.25°C～27.87°C之間，鹽度介於33.91～34.6之間，夏天水溫介於29.03°C～31.61°C之間，鹽度介於32.93～33.53之間。溫排水擴散舌調查，全年溫差皆在法定範圍4°C以內。往東及正南、西南擴散。其溫排水射流兩側常伴隨產生冷渦海水上升現象。

年序	民國年代	調查研究者	測站位置	海潮流調查主要內容摘要
第24年	92年	中山大學團隊	出水口東南方300公尺	民國92年長期海流觀測結果顯示，仍以往復之潮流運動及恆流為主要成分，全日與半日潮流振幅的數量級皆為0.10 m/s；第1季之平均流流速為0.176 m/s (對應流向235度)、第2季為0.152 m/s (對應流向232度) 、第3季為0.213 m/s (對應流向231度)、第4季為0.104 m/s (對應流向232度)，施測時段皆往西南流動，和歷年同時期調查結果吻合。 漂流浮標第1季施測漲潮段淨流流速為0.233 m/s (對應流向227度)，往西南流動，第2季施測退潮段淨流流速為0.086 m/s (對應流向23度)，往北北東流動，第3季第一段施測為退潮段，浮標迴流回出水口附近、淨流流速為0.004 m/s (對應流向72度)，第3季第2段施測為退潮段，淨流流速為0.262 m/s (對應流向168度) ，往南偏南南東向流動，第4季施測時段為退潮段，施測所得淨流流速為0.347 m/s (對應流向109度)，施放初期先往東北流動，後轉為向東流動再轉為往東南流動。 溫鹽深調查結果，春初 (民國92年3月1日) 水溫介於24.5 °C～29.9°C之間，鹽度介於34.27～34.78之間，春末 (民國92年5月7日) 水溫介於25.7 °C～32.5°C之間，鹽度介於34.14～35.18之間，夏季 (民國92年8月1日) 水溫介於23.9 °C～32.2 °C之間，鹽度介於33.81～34.51之間，秋季 (民國92年11月1日) 水溫介於23.3 °C～27.8 °C之間，鹽度介於34.21～34.59之間。溫排水擴散舌在漲潮時段多往西南擴散、退潮時段往北北東方向擴散，受西南向恆流的作用，漲潮時溫水舌的擴張範圍較退潮時溫水舌大。
第25年	93年	中山大學團隊	出水口東南方300公尺	民國93年前3季次排放口外長期海流觀測結果顯示，海流仍以往復之潮流運動及西南向恆流為主，全日與半日潮流振幅的數量級皆為0.10 m/s；第1季之平均流流速為0.155 m/s (對應流向237度)、第2季為0.186 m/s (對應流向226度)、第3季為0.116 m/s (對應流向237度)、第4季為0.105 m/s (對應流向233)，施測時段皆往西南流動，和歷年同時期調查結果吻合。 漂流浮標第1季第1段施測為漲潮段其淨流流速為0.249 m/s (對應流向220度)，往西南流動，第1季第2段施測為漲潮段其淨流流速為0.270 m/s (對應流向257度)，往西南西流動，第2季施測退潮段，其淨流流速為0.062 m/s (對應流向64度)，往東北東流動，流速較第1季漲潮時段為緩，第3季第1段施測退潮段，其淨流流速為0.006 m/s (對應流向14度) ，第3季第2段施測退潮段，其淨流流速為0.116 m/s (對應流向51度)，往東北向流動，第4季第1段施測為漲潮段其淨流流速為0.178 m/s (對應流向212度)，往西南流動，第4季第2段施測為漲潮段其淨流流速為0.812 m/s (對應流向272度)，往西流動，顯示漲潮段流速遠較退潮段為大。 溫鹽調查結果，冬末 (民國94年3月26日) 水溫介於22.5°C～29.1°C之間，鹽度介於34.43～34.78之間；春末 (民國94年5月17日) 水溫上升至25.7 °C～32.3 °C，鹽度介於33.96～35.09；夏末 (民國93年8月2日) 水溫維持在24.4 °C～30.2 °C，鹽度介於33.84～34.44；秋末 (民國93年11月5日) 水溫下降至22.9 °C～28.9 °C，鹽度介於34.15～34.77。溫排水擴散舌在漲潮時段多往西南擴散、退潮時段往東南-東方向擴散，受西南向恆流的作用，漲潮時溫水舌的擴張範圍較退潮時溫水舌大。

年序	民國年代	調查研究者	測站位置	海潮流調查主要內容摘要
第26年	94年	中山大學團隊	出水口東南方300公尺	民國94年前兩季次排放口外長期海流觀測結果顯示，海流仍以往復之潮流運動及西南向恆流為主，全日與半日潮流振幅的數量級皆為0.10 m/s；第1季之平均流流速為0.111m/s (對應流向232度)、第2季為0.099 m/s (對應流向236度) 、第3季為0.199 m/s (對應流向232度) 、第4季為0.134 m/s (對應流向231度)，施測時段皆往西南流動，和歷年同時期調查結果吻合。 漂流浮標第1季第1段施測為漲潮段其淨流流速為0.254 m/s (對應流向238度)，往西南流動，第2季施測退潮段，其淨流流速為0.194 m/s (對應流向128度)，先往南流動，出峽灣遮蔽區域後轉往東北東流動，漂流軌跡呈L型，流速較第1季漲潮時段為緩，第3第施測為漲潮段其淨流流速為0.630m/s (對應流向271度)，先往西南流動，再沿著海岸地形一路往西走，過了貓鼻頭後，再轉為往西北西流動，此一型態流速值最大，第4季施測為漲潮段其淨流流速為0.315m/s (對應流向223度)，一路往西南流動。 溫鹽調查結果，冬末 (民國94年1月20日) 水溫介於21.8°C～26.2°C之間，鹽度介於34.29～34.84之間；春末 (民國94年5月17日) 水溫上升至25.8 °C～30.9 °C，鹽度介於34.12～34.50；夏季 (民國94年7月13日) 水溫上升至25.2 °C～33.1 °C，鹽度介於33.36～34.48；秋末 (民國94年10月20日) 水溫略為下降至27.3 °C～31.6 °C，鹽度介於33.71～34.26。溫排水擴散舌在漲潮時段多往西南擴散、退潮時段往東南-東方向擴散，受西南向恆流的作用，漲潮時溫水舌的擴張範圍較退潮時溫水舌大。
第27年	95年	中山大學團隊	出水口東南方300公尺	民國95年第三核能發電廠附近海域排水口外長期海流觀測結果顯示，海流以往復之潮流運動及西南向淨流為主，全日與半日潮流振幅均約為0.10 m/s～0.20 m/s。第1次 (民國94年12月9日至95年1月29日) 之平均流流速為0.10 m/s，流向233°；第2次 (民國95年1月30日至95年3月18日)之平均流流速為0.14 m/s，流向234°；第3次 (民國95年3月18日至95年5月1日)之平均流流速為0.20 m/s，流向234°；第4次 (民國95年3月18日至95年5月1日)之平均流流速為0.22 m/s，流向234°；第5次 (民國95年3月18日至95年5月1日)之平均流流速為0.18 m/s，流向235°，第6次 (民國95年9月23日至95年12月8日)之平均流流速為0.19 m/s，流向238°，海流觀測結果和歷年同時期調查結果吻合。 漂流浮標第1季施測為漲潮段，在出水口附近往西南方漂移、流速約0.50 m/s，但很快靠岸擱淺，重新佈放後，漂流流型先呈逆時針方向流動，最後仍往西南方流動、再度擱淺、流速約0.08 m/s，再次於離岸較遠處佈放，漂流流型呈逆時針方向流動、流速不大，往岸向流動後續往西南方流動；第2季施測為退潮段，退潮流約0.54 m/s，浮標一路往南流動，測得最大流速可達0.91 m/s；第3季施測為漲潮段，漲潮流約0.40 m/s，浮標隨漲潮流漂向西南，過貓鼻頭後沿海岸線往西向流動，測得最大流速為0.61 m/s；第4季施測為漲潮段，漲潮流約0.43 m/s，浮標流況與第3季雷同，測得最大流速為0.73 m/s。浮標溫度資料顯示溫降率自排水口往外至500 m弧內約1°C /100 m。 溫鹽調查結果，冬季 (民國95年1月17日) 水溫介於19.9°C～26.3°C之間，鹽度介於33.94～34.68之間，此時鹽度為全年最高；春季 (民國95年5月4日) 水溫上升至26.8°C～30.4°C，鹽度介於33.96～34.37；夏季 (民國95年7月21日) 水溫為21.9°C～32.9°C，鹽度介於33.25～34.79；秋季 (民國95年10月17日) 水溫上升至27.1°C～30.4°C，鹽度介於33.92～34.15。溫排水擴散舌在漲潮時段多往西南擴散，退潮時段往東南-東方向擴散，受西南向淨流的作用，漲潮時溫水舌的擴散範圍較退潮時溫水舌大。

年序	民國年代	調查研究者	測站位置	海潮流調查主要內容摘要
第28年	96年	中山大學團隊	出水口東南方300公尺	民國96年第三核能發電廠附近海域排水口外長期海流觀測結果顯示，海流以往復之潮流運動及西南向淨流為主，全日與半日潮流振幅均約為0.10 m/s～0.20 m/s。第1次 (民國96年1月20日至96年3月10日) 之平均流流速為0.15 m/s，流向236°；第2次 (民國96年3月10日至96年4月22日)之平均流流速為0.19 m/s，流向232°；第3次 (民國96年4月22日至96年5月27日)之平均流流速為0.21 m/s，流向234°；第4次 (民國96年5月27日至96年7月1日)之平均流流速為0.23 m/s，流向231°；第5次 (民國96年7月1日至96年9月8日)之平均流流速為0.21 m/s，流向234°；第6次 (民國96年9月8日至96年10月25日)之平均流流速為0.14 m/s，流向236°；海流觀測結果和歷年同時期調查結果吻合。 民國96年漂流浮標第1季施測為退潮段，在出水口附近往南南西方漂移、流速約0.40 m/s，但很快靠岸擱淺於貓鼻頭，重新佈放後，漂流流型呈順時針方向流動，由西南向轉西向再轉西北西向後再度擱淺於檳榔腳附近、流速約0.25 m/s，再次於離岸較遠處佈放，於施放位置附近依逆時針方向打轉(流速小於0.10 m/s) 後朝東北東方向流動、流速約0.13 m/s；第2季施測為漲潮段，在出水口附近往西南西方漂移、流速約0.36 m/s，但很快靠岸擱淺於下潭子，重新佈放後往西南西方轉西向漂移、流速約0.33 m/s，很快靠岸擱淺於貓鼻頭西側，再次於離岸較遠處佈放，施放後浮標沿海岸方向往西方流動，過龍蝦堀後再沿海岸線轉往西北西流動，再轉向西北方向流動，流速值逐漸增強，最大流速可達0.82 m/s；第3季施測為退潮段，在出水口附近往南方漂移、流速約0.30 m/s，再依逆時針方向轉南南東方移動、流速約0.25～0.40 m/s s；第4季施測為漲潮段，在出水口附近往西南西方漂移、流速約0.45 m/s，靠岸擱淺後重新施放，續往西南西方漂移、流速為0.50～0.80 m/s，過貓鼻頭後轉往南向流動，流速值逐漸增強，最大流速可達1.34 m/s。浮標溫度資料顯示溫降率自排水口往外至500 m弧內約1°C /100 m。 民國96年溫鹽調查結果，冬季 (民國96年1月17日) 水溫介於23.2°C～26.8°C之間，鹽度介於34.23～34.63之間；春季 (民國96年5月11日) 水溫上升至26.0°C～31.2°C，鹽度介於33.86～34.42；夏季 (民國96年8月29日) 水溫為24.8°C～31.2°C，鹽度介於33.19～34.35；冬季 (民國96年11月16日) 水溫下降至20.5°C～29.3°C，鹽度則上升至34.09～34.75。溫排水擴散舌在漲潮時段多往西南擴散，退潮時段往東南-東方向擴散，受西南向淨流的作用，漲潮時溫水舌的擴散範圍較退潮時溫水舌大。
第29年	97年	中山大學團隊	出水口東南方300公尺	民國97年第三核能發電廠附近海域排水口外長期海流觀測結果，根據資料分析結果，海流以往復之潮流運動及西南向淨流為主，全日與半日潮流振幅均約為0.10 m/s～0.20 m/s。第1次 (民國96年12月14日至97年1月28日)之平均流流速為0.20 m/s，流向235°；第2次 (民國97年2月12日至97年4月5日)之平均流流速為0.18 m/s，流向240°；第3次 (民國97年5月23日至97年7月2日)之平均流流速為0.23 m/s，流向233°；第4次 (民國97年8月30日至97年10月18日)之平均流流速為0.17 m/s，流向235°。海流觀測結果和歷年同時期調查結果一致。 漂流浮標及溫度調查結果，民國97年第1季施測為退潮段，在出水口附近往東南方漂移、流速約0.35m/s～0.50 m/s，之後持續往東南方移動、流速約0.20～0.30 m/s，整段施放期間流速變化不大，漂流時段最大流速為0.56 m/s，對應流向為138°，淨流流速為0.28 m/s，流向為130°；第2季施測為退潮段，浮標於退潮時於出水口時流向為東南向，離開出水口後逐漸轉往東方漂流，流速約0.15～0.25 m/s，整段施放期間流速變化不大，漂流時段最大流速為0.40 m/s，對應流向為128°，淨流流速為0.24 m/s，流向為89°；第3季施測為漲潮段，漲潮流約0.30 m/s，浮標離出水口後往南流動，隨漲潮流漸漂向西南，過貓鼻頭後沿海岸線漸轉往西向流動，漂流時段最大流速為0.62

年序	民國年代	調查研究者	測站位置	海潮流調查主要內容摘要
第29年	97年	中山大學團隊	出水口東南方300公尺	m/s，對應流向為175°，淨流流速為0.24 m/s，流向為216°；第4季施測為漲潮段，漲潮流約0.70 m/s，浮標隨漲潮流漂向西南，於貓鼻頭附近受岸線影響轉往南方流動、流速加快，並迅速擱淺，測得最大流速可達1.15 m/s，對應流向為166°，第4季第一段施測時段淨流流速為0.64 m/s，流向為210°，再次於離岸較遠處重新佈放，施放後浮標沿海岸方向往西方流動，其後再沿海岸線轉往西北西流動，後再轉往西-西南向流動，第4季第二段施測時段漂流最大流速為0.69 m/s，對應流向為233°。浮標溫度資料顯示溫降率自排水口往外至500 m弧內約1°C/100 m。 民國97年溫鹽調查結果，春初 (民國97年3月14日) 水溫介於25.4°C～29.9°C之間，鹽度介於33.55～34.17之間；春季 (民國97年5月1日) 水溫上升至27.2°C～29.3°C，鹽度介於33.78～34.11；秋初 (民國97年9月5日) 水溫略微下降至26.2°C～32.9°C，鹽度介於33.35～33.91；秋末 (民國97年11月7日) 水溫繼續下降至22.8°C～32.3°C，鹽度介於33.42～34.14。溫排水擴散舌在漲潮時段多往西南擴散，退潮時段往東南-東方向擴散，受西南向淨流的作用，漲潮時溫水舌的擴散範圍較退潮時溫水舌大。
第30年	98年	中山大學團隊	出水口東南方300公尺	民國98年第三核能發電廠附近海域排水口外長期海流觀測結果，海流以往復之潮流運動及西南向淨流為主，全日與半日潮流振幅均約為0.10 m/s～0.20 m/s。第1段觀測期 (民國97年12月2日至99年1月17日) 之平均流流速為0.22 m/s，流向233°；第2段 (民國99年1月17日至99年3月5日)之平均流流速為0.18 m/s，流向235°；第3段 (民國99年3月5日至99年5月2日)之平均流流速為0.19 m/s，流向230°；第4段 (民國99年5月2日至99年7月6日)之平均流流速為0.20 m/s，流向230°；第5段 (民國99年4月22日至99年8月28日)之平均流流速為0.18 m/s，流向225°；第6段 (民國99年8月22日至99年10月2日)之平均流流速為0.17 m/s，流向232°；第7段 (民國99年10月14日至99年11月20日)之平均流流速為0.13 m/s，流向237°；第8段 (民國98年11月20日至99年12月30日)之平均流流速為0.09 m/s，流向229°。海流觀測結果和歷年同時期調查結果相近。 漂流浮標及溫度調查結果，民國99年第1季次施測為小潮漲潮段，在出水口附近往南方流動，離出水口後往南南西方漂移、流速介於0.35~0.55 m/s，出貓鼻頭後，漂流流型略呈逆時針方向流動，轉往南方再轉往南南東方，後轉往東南方流動，流速約0.25~0.35m/s；第2季次施測為大潮退潮段，在出水口附近即往東南方漂移、流速約0.30 m/s，離出水口後續往東南方流動，後轉南南東向，轉東再轉東北向，往石牛溪出海口方向流動、流速介於0.25~0.55 m/s；第3季次施測為大潮退潮段，在出水口附近往東南方漂移、流速約0.30 m/s，離出水口後轉往西南西方流動、流速約0.40~0.75m/s，出貓鼻頭後續往西南西向流動，流速漸緩，出峽灣遮蔽區域後轉往東方向流動、流速小於0.25m/s，漂流軌跡呈之字型轉折，漂流時段最大流速為0.82 m/s，對應流向為225°；第4季次施測為大潮退潮段，在出水口附近即往南南東方漂移、流速約0.30 m/s，離出水口範圍後流速漸緩，轉往西方流動、流速約0.05~0.15m/s，之後浮標於灣內呈逆時針方向緩慢流動、流速介於0.05~0.15 m/s，最後浮標向東北方石牛溪口方向流動、流速約0.15m/s，漂流時段最大流速為0.56 m/s，對應流向為151°。浮標溫度資料顯示溫降率自排水口往外至500 m弧內約1°C/100 m。 民國98年溫鹽調查結果，第一季次 (民國98年1月16日) 水溫介於23.1°C～28.4°C之間，鹽度介於34.21～34.61之間；第二季次 (民國98年5月13日) 水溫上升至22.4°C～30.0°C，鹽度介於33.65～34.19；第三季次 (民國98年8月26日) 水溫上升至22.1°C～33.0°C，鹽度介於33.21～34.18；第四季次 (民國98年10月28) 水溫下降至26.4°C～30.6°C，鹽度介於33.19～34.13。溫排水擴散舌在漲潮時段多往西南擴散，退潮時段往東南-東方向擴散，受西南向淨流的作用，漲潮時溫水舌的擴散範圍較退潮時溫水舌大。

年序	民國年代	調查研究者	測站位置	海潮流調查主要內容摘要
第31年	99年	中山大學團隊	出水口東南方300公尺	民國99年第三核能發電廠附近海域排水口外長期海流觀測結果，海流以往復之潮流運動及西南向淨流為主，全日與半日潮流振幅均約為0.10 m/s～0.20 m/s。第1段觀測期 (民國98年12月31日至99年1月31日) 之平均流流速為0.15 m/s，流向230°；第2段 (民國99年1月31日至99年3月5日)之平均流流速為0.18m/s，流向232°；第3段 (民國99年3月8日至99年4月10日)之平均流流速為0.17 m/s，流向228°；第4段 (民國99年4月10日至99年5月20日)之平均流流速為0.20 m/s，流向230°；第5段 (民國99年5月20日至99年7月7日) 之平均流流速為0.23 m/s，流向226°；第6段 (民國99年7月7日至99年8月22日)之平均流流速為0.22 m/s，流向231°；第7段 (民國99年8月22日至99年9月26日) 之平均流流速為0.21 m/s，流向227°；第8段 (民國99年9月26日至99年11月8日) 之平均流流速為0.20 m/s，流向232°；第9段 (民國99年11月8日至99年12月14日) 之平均流流速為0.10 m/s，流向235°。海流觀測結果和歷年同時期調查結果相近。 漂流浮標及溫度調查結果，民國99年2月3日第1次漂流浮標調查時段為小潮退潮段，在出水口附近先往南方流動，離出水口後往西南方漂移，出貓鼻頭後，漂流流型仍續往西南方向流動，離開陸地影響範圍後則有轉往南方流動之趨勢，流速約0.40~0.45m/s。漂流時段最大流速發生於11:55時流速為0.77 m/s，對應流向為231°，淨流流速為0.44 m/s，流向為223°。第2次漂流浮標調查期間仍為小潮退潮段，在出水口附近即往東方漂移，離出水口後續往東方流動，後轉東南東向、流速介於0.40~0.72 m/s，再轉東向，往香蕉灣方向流動、流速介於0.55~0.60 m/s。漂流時段最大流速發生於09:30時流速為0.71 m/s，對應流向為110°，淨流流速為0.57 m/s，流向為97°。民國99年8月16日第3次漂流浮標調查時段為小潮漲潮段，離出水口後往西南西方漂移、流速約0.25 m/s，但很快靠岸擱淺於下潭子，重新佈放後沿岸現外側往西-西南西方漂移、流速為0.25～0.35 m/s，過貓鼻頭後續沿海岸線略偏西向流動，流速值略微增強，續往西向流動，離開陸地影響範圍後則有轉往西北西流動之趨勢，流速約0.45~0.55m/s。漂流時段最大流速發生於11:30時流速為0.78 m/s，對應流向為242°，第一段淨流流速為0.17 m/s，流向為216°，第二段淨流流速為0.35 m/s，流向為265°。民國99年11月23日第4次漂流浮標調查期間漲潮段，漂流時段最大流速發生於施放中期14:55、流速為0.44 m/s，對應流向為181°，淨流流速為0.19 m/s，流向為203°，浮標於漲潮時段離出水口後往南-南南西流動，流速約0.10～0.15m/s，隨漲潮流漸漂向西南，流速約0.25～0.35m/s，由溫度計紀錄可知，溫排水影響範圍於漲潮時段於南側約為距排放口350 m之內。由溫度計紀錄可知，溫排水影響範圍於退潮時段於東南側約為距排放口550 m之內。 民國99年溫鹽調查結果，第一季次 (民國99年2月3日) 水溫介於23.7°C～28.6°C之間，鹽度介於34.01～34.33之間；第二季次 (民國99年5月11日) 水溫上升至27.1°C～31.2°C，鹽度介於33.52～34.15；第三季次 (民國99年8月17) 水溫上升至22.9°C～32.9°C，鹽度介於32.98～34.32；第四季次 (民國99年12月22日) 水溫回降至21.4°C～29.1°C，鹽度介於33.46～34.31。水擴散舌在漲潮時段多往西南擴散，退潮時段往東南-東方向擴散，受西南向淨流的作用，漲潮時溫水舌的擴散範圍較退潮時溫水舌大。

年序	民國年代	調查研究者	測站位置	海潮流調查主要內容摘要
第32年	100年	中山大學團隊	出水口東南方300公尺	民國100年第三核能發電廠附近海域排水口外長期海流觀測結果和歷年同時期調查結果相近，觀測結果顯示，海流以往復之潮流運動及西南向淨流為主，全日與半日潮流振幅均約為0.05m/s～0.15 m/s。第1段觀測期 (民國99年12月14日至100年1月26日) 之平均流流速為0.05 m/s，流向245°；第2段(民國100年1月27日至100年3月11日)之平均流流速為0.19 m/s，流向232°；第3段 (民國100年3月11日至100年4月25日)之平均流流速為0.13 m/s，流向235°；第4段 (民國100年4月25日至100年6月2日)之平均流流速為0.17 m/s，流向232°；第5段 (民國100年6月2日至100年7月24日)之平均流流速為0.20 m/s，流向230°；第6段 (民國100年7月24日至100年9月8日)之平均流流速為0.21 m/s，流向229°；第7段 (民國100年9月8日至100年10月28日)之平均流流速為0.11 m/s，流向234°；第8段 (民國100年10月28日至100年12月15日)之平均流流速為0.11 m/s，流向237°。。海流觀測結果和歷年同時期調查結果相近。 漂流浮標及溫度調查結果，民國100第1季次施測為為小潮漲潮段，在出水口附近往南方流動，離出水口後往南南西方漂移、流速介於0.50~0.70 m/s，出貓鼻頭後，漂流流型轉往南方再續往南南西方流動，流速約0.20~0.50m/s；民國100年第2次漂流浮標施測期間為小潮退潮段，漂流過程中曾兩度擱淺。第一段漂流於離出水口後隨即轉往西南西方漂移、流速約0.20~0.30 m/s，但很快靠岸擱淺於下潭子；於下潭子東方約500m處重新施放；第二段漂流流型呈逆時針方向流動，流速不大、流速為0.10～0.20 m/s，流向初期為西北向，漸轉西向，再轉西南向，往近岸向流動後續往南南西方流動，流速漸增為0.35～0.52 m/s，隨即擱淺於貓鼻頭；第三段漂流浮標，自施放後即往南南西方流動，流速漸增為0.41～0.62 m/。民國100年第3季次漂流浮標施測時段為小潮退潮段，在出水口附近往南南東方流動，離出水口後往南方漂移、流速介於0.40~0.50 m/s，出貓鼻頭後，漂流流型轉往南南東方再續往東方流動，流速約0.20~0.50m/s，其後流速變小、流向由向東轉往南南西向流動、流速逐漸加快。民國100年第4次漂流浮標施測時段為小潮退潮段，在出水口附近往東南方流動，離出水口後續往東南方漂移、流速介於0.15~0.35 m/s，出貓鼻頭後，漂流流型轉往南方持續流動，流速約0.20~0.40m/s，溫排水影響範圍並不明顯，離排水口東南方約為200 m。由溫度計紀錄可知，溫排水影響範圍於漲潮時段於南側約為距排放口1000 m之內，於退潮時段於東南側約為距排放口900 m之內。 民國100年溫鹽調查結果，第一季次 (民國100年2月24日) 水溫介於24.3°C～30.3°C之間，鹽度介於33.06～34.09之間；第二季次 (民國100年5月13日) 水溫上升至24.7°C～31.6°C，鹽度介於33.63～34.28；第三季次 (民國100年8月10日) 水溫上升至26.1°C～32.0°C，鹽度介於33.60～34.48；第四季次 (民國100年11月19日) 水溫下降至23.4°C～29.6°C，鹽度介於33.18～34.49。。溫排水擴散舌在漲潮時段多往西南擴散，退潮時段往東南-東方向擴散，受西南向淨流的作用，漲潮時溫水舌的擴散範圍較退潮時溫水舌大。

年序	民國年代	調查研究者	測站位置	海潮流調查主要內容摘要
第33年	101年	中山大學團隊	出水口東南方300公尺	民國101年第三核能發電廠附近海域排水口外長期海流觀測結果和歷年同時期調查結果相近，觀測結果顯示，海流以往復之潮流運動及西南向淨流為主，全日與半日潮流振幅均約為0.05 m/s～0.15 m/s。第1段觀測期 (民國100年12月15日至101年1月19日) 之平均流流速為0.12 m/s，流向232°；第2段 (民國101年1月19日至101年3月2日) 之平均流流速為0.18 m/s，流向228°；第3段 (民國101年3月2日至101年4月20日) 之平均流流速為0.22 m/s，流向232°；第4段 (民國101年4月20日至101年5月28日) 之平均流流速為0.18 m/s，流向229°；第5段 (民國101年5月28日至101年7月7日) 之平均流流速為0.21 m/s，流向235°；第6段 (民國101年7月7日至101年8月10日) 之平均流流速為0.21 m/s，流向234°；第7段 (民國101年8月10日至101年9月10日) 之平均流流速為0.22 m/s，流向234°；第8段 (民國101年9月10日至101年10月24日) 之平均流流速為0.11 m/s，流向379°；第9段 (民國101年10月24日至101年11月23日) 之平均流流速為0.07 m/s，流向227°。海流觀測結果和歷年同時期調查結果相近。 漂流浮標及溫度調查結果，民國101年第1次施測為為大潮漲潮段，在出水口附近往南南東方漂移、流速介於0.43 ~0.57 m/s，出海灣影響範圍後後，漂流流型轉逐漸轉往東方流動，軌跡型似L形壯，轉流期間流速約0.26~0.56m/s，轉往東向後後流速增快、流速約0.70~1.13m/s，漂流時段最大流速為1.13 m/s，對應流向為100°，淨流流速為0.50 m/s，流向為130°；民國101年第2次漂流浮標施測期間為小潮漲潮段，浮標於出水口時流向為東南向，離開出水口後逐漸轉往東北東方漂流，流速約0.16～0.32 m/s，整段施放期間流速變化不大，漂流時段最大流速為0.32 m/s，對應流向為79°，淨流流速為0.24 m/s，流向為80°；由溫度計紀錄可知，溫排水影響範圍於漲潮時段於南-東南側約為距排放口800 m之內；民國101年第3次漂流浮標調查觀測時段為大潮退潮段，浮標於出水口時流向為南南東向，之後轉往西南方漂流向貓鼻頭方向漂流，流速約0.20～0.33 m/s，出海灣影響範圍後，漂流流向轉往東南-南南東方流動，漂流時段最大流速0.50 m/s，對應流向為204°，平均流流速為0.17 m/s，流向為178°，溫排水影響範圍於出水口南側至下潭子海岸間，與背景水溫溫差2℃離排放口往南南東方約為250 m；民國101年第4次漂流浮標調查觀測時段為小潮退潮段，浮標於出水口時流向為東南向，流速為0.34 m/s、對應流向為157°，為施放期間最大流速，之後浮標轉往西向再轉為西南方漂流向貓鼻頭方向漂流，平均流流速為0.11 m/s，流向為206°。溫排水影響範圍侷限於出水口東南方250 m內。 民國101年溫鹽調查結果，第一次觀測 (民國101年2月23日) 水溫介於24.4°C～30.5°C之間，鹽度介於33.30～34.16之間；第二次觀測 (民國101年5月1日) 水溫上升至26.1°C～30.4°C，鹽度介於33.39～33.84；第三次觀測 (民國101年8月20日) 水溫上升至26.9°C～31.3°C，鹽度介於32.39～33.60；第四次觀測 (民國101年11月9日) 水溫上升至25.3°C～30.7°C，鹽度介於33.60～34.51。溫排水擴散舌在漲潮時段多往西南擴散，退潮時段往東南-東方向擴散，受西南向淨流的作用，漲潮時溫水舌的擴散範圍較退潮時溫水舌大。湧升帶來的冷水，有助於南灣之珊瑚避免海水暖化之衝擊；冷水所含之營養鹽，亦有助於藻類生長，但因南灣海水內外交換甚快，藻類來不及長大即被送至灣外，因此營養鹽利用率不高。

年序	民國年代	調查研究者	測站位置	海潮流調查主要內容摘要
第34年	102年	中山大學團隊	出水口東南方300公尺	民國102年第三核能發電廠附近海域排水口外長期海流觀測結果和歷年同時期調查結果相近，觀測結果顯示，海流以往復之潮流運動及西南向淨流為主，全日與半日潮流振幅均約為0.05m/s～0.15 m/s。第1段觀測期 (民國101年11月23日至102年1月12日) 之平均流流速為0.20m/s，流向234°；第2段 (民國102年1月12日至102年2月19日)之平均流流速為0.16 m/s，流向234°；第3段 (民國102年2月19日至102年3月28日)之平均流流速為0.20 m/s，流向233°；第4段 (民國102年3月28日至102年5月10日)之平均流流速為0.18 m/s，流向234°；第5段 (民國102年5月10日至102年6月16日)之平均流流速為0.24 m/s，流向230°；第6段 (民國102年6月16日至102年7月24日)之平均流流速為0.21 m/s，流向229°；第7段 (民國102年7月24日至102年9月7日)之平均流流速為0.18 m/s，流向234°；第8段 (民國102年9月7日至102年10月1日)之平均流流速為0.14 m/s，流向242°；第9段 (民國102年10月1日至102年11月15日)之平均流流速為0.12 m/s，流向234°。海流觀測結果和歷年同時期調查結果相近。 漂流浮標及溫度調查結果，民國102年第1次施測為大潮漲潮段，漂流浮標在出水口附近往南南東方漂移、流速介於0.32~0.46 m/s，離放流水主控範圍後，漂流型態轉往西南方流動，再出海灣影響範圍後，流型逐漸轉往西南西方流動，流速變緩，漂流浮標於附近兜轉、流向由西南西依順時針方向轉為南南東向，之後流向由南南東轉往東南再轉為南南西向，漂流後段逐漸轉往西南方流動，流速略有增加，施測時段最大流速為0.58 m/s，對應流向為209°，淨流流速為0.23 m/s，流向為206°；民國102年第2次觀測時段為小潮漲潮段，在出水口附近往南方漂移、流速由0.47m/s逐漸變緩，之後轉往東向再轉為南南東向，漂流中後段漂流型態持續往南南東偏南方向向流動、流速介於0.33~0.40 m/s，漂流後段逐漸轉往東南方流動，流速略有增加，流速約0.38~0.53m/s，施測時段最大流速為0.53 m/s，對應流向為144°，淨流流速為0.29 m/s，流向為163°。 102年第3次漂流浮標觀測時段為大潮退潮段。第一段的退潮觀測時段中，其浮標共移動0.29 km，淨移動0.25 km，漂流時段最大流速為0.18 m/s，對應流向為347°，淨流流速為0.12 m/s，流向為17°，浮標於退潮時段離開出水口後往東方漂流，以逆時針方向逐漸轉轉往北方流動，擱淺於出水口北側礁石。回收浮標重新進行第二段的退潮觀測，觀測時段中浮標共移動2.76 km，淨移動2.66 km，漂流時段最大流速為0.41 m/s，對應流向為10°，淨流流速為0.29 m/s，流向為20°，浮標於退潮時佈放於出水口東方300m後隨即往東北東方漂流，以逆時針方向逐漸轉往北北東方流動，潮南灣方向流動。102年第4次漂流浮標觀測時段為小潮退潮段。漂流浮標在出水口附近往東南方漂移、流速由0.47m/s逐漸變緩，離施放點1000m處流速僅維持在0.20m/s，之後轉南南東向，再轉東向、流速約0.13～0.21 m/s，漂流中後段漂流型態由東方持續轉往東北東方向向流動、流速介於0.20~0.22 m/s；漂流浮標共移動2.49 km，淨移動2.25 km，最大流速為0.41 m/s，對應流向為150°，淨流流速為0.18 m/s，流向為112°。 由溫度計紀錄可知，溫排水影響範圍於大潮漲潮時段於南南東-南南西側約為距排放口750 m之內，明顯影響範圍侷限於出水口東南方350 m內，溫排水影響範圍於小潮漲潮時段於南南東-南南西側約為距排放口600 m之內，明顯影響範圍侷限於出水口東南方250 m內。 溫鹽調查結果，第一次觀測 (民國102年2月27日) 水溫介於22.6°C～29.9°C之間，鹽度介於34.01～34.37之間；第二次觀測 (民國102年5月28日) 水溫20.8°C～30.5°C，鹽度介於33.60～34.45。；第三次觀測 (民國102年8月8日) 水溫21.2°C～30.7°C，鹽度介於33.03～34.45；第四次觀測 (民國102年11月27日) 水溫23.1°C～27.4°C，鹽度介於33.00～34.15。 溫排水擴散舌在漲潮時段多往西南擴散，退潮時段往東南-東方向擴散，受西南向淨流的作用，漲潮時溫水舌的擴散範圍較退潮時溫水舌大。湧升帶來的冷水，有助於南灣之珊瑚避免海水暖化之衝擊；冷水所含之營養鹽，亦有助於藻類生長，但因南灣海水內外交換甚快，藻類來不及長大即被送至灣外，因此營養鹽利用率不高。

年序	民國年代	調查研究者	測站位置	海潮流調查主要內容摘要
第35年	103年	中山大學團隊	出水口東南方300公尺	民國103年第三核能發電廠附近海域排水口外長期海流觀測結果和歷年同時期調查結果相近，觀測結果顯示，海流以往復之潮流運動及西南向淨流為主，全日與半日潮流振幅均約為0.05m/s～0.15 m/s。第1段觀測期 (民國102年12月30日至103年2月7日) 之平均流流速為0.14 m/s，流向241°；第2段(民國103年2月7日至103年3月20日)之平均流流速為0.19 m/s，流向239°；第3段 (民國103年3月20日至103年5月7日)之平均流流速為0.19 m/s，流向231°。海流觀測結果和歷年同時期調查結果相近。 漂流浮標及溫度調查結果，民國103年第1次施測為國103年2月27日，觀測時段為大潮先漲潮後退潮段。第一段觀測時間浮標離出水口後南南東轉南南西後轉西南方漂移、流速為0.40～0.45 m/s，但很快靠岸擱淺於下潭子；第二段觀測時間重新佈放後往西南方漂移、流速為0.46～0.60 m/s，過貓鼻頭後略轉西南西向流動，流速值略微增強、流速為0.65～0.87 m/s，18:30之後流速漸緩、流速為0.26～0.65 m/s，流向由西南西西向轉為西南向。第一段漂流時段最大流速發生於15:55時，流速為0.45 m/s，對應流向為175°，第一段淨流流速為0.41 m/s，流向為213°；第二段漂流時段最大流速發生於17:10時，流速為0.87 m/s，對應流向為230°，第二段淨流流速為0.62 m/s，流向為240°。由溫度計紀錄可知，溫排水影響範圍於漲潮時段約為距排放口520 m以內。 漂流浮標第1次施測民國103年5月8日，觀測時段為小潮退潮段。漂流時段最大流速發生於初施放時刻16:45、流速為0.46 m/s，對應流向為165°，淨流流速為0.17 m/s，流向為218°，退潮時段浮標在出水口附近往南方漂移、流速由0.45m/s逐漸變緩，離施放點300m處流速僅維持在0.21m/s，之後由南向轉南南西流動，流速約0.12～0.20m/s，18:00之後漸漂向西南，流速約0.19～0.26m/s，19:00過貓鼻頭後沿岸漸轉西向，流速約0.13～0.25m/s。由溫度計紀錄可知，溫排水影響範圍於退漲潮時段於南側約為距排放口500 m之內。 民國103年8月19日第3次漂流浮標觀測時段為小潮退潮段，浮標共移動1.40 km，淨移動1.10 km，最大流速為0.68 m/s，對應流向為141°，淨流流速為0.13 m/s，流向為148°。退潮時段浮標在出水口附近往東南方漂移、流速由0.68m/s逐漸變緩，離施放點500公尺後轉往南方流動、流速約0.07~0.15m/s，離施放點位約1000公尺後續轉往東南向流動，流速緩慢、小於約0.10m/s，出峽灣遮蔽區域後轉往東方向流動、流速小於0.10m/s，漂流軌跡尾段漸轉往北方向流動。由溫度計紀錄可知，溫排水影響範圍於漲潮時段約為距排放口250 m以內。 民國103年11月21日第4次漂流浮標觀測時段為小潮退潮段，浮標共移動3.17 km，淨移動0.99 km，漂流時段最大流速為0.44 m/s，對應流向為233°，淨流流速為0.08 m/s，流向為167°，觀測時段均處於退潮段。漂流浮標在出水口附近即往東南方漂移、施放初段流速0.40 m/s，之後流速約0.20~0.25m/s，離施放點500公尺後轉往南方流動，流速維持於0.20~0.25m/s，離施放點位約1000公尺後轉往西南向流動、流速介於0.25~0.44 m/s，離施放點位約1730公尺附近，漂流軌跡由西南向迅速轉為東北向漂流尾段向東北方流動、流速介於0.25~0.33 m/s。浮標溫度資料顯示溫降率自排水口往外至300 m弧內約1°C/100 m。 溫鹽調查結果，第一次觀測 (民國103年2月25日) 水溫介於22.8°C～28.0°C之間，鹽度介於34.36～34.91之間；第二次觀測 (民國103年5月7日) 水溫24.0°C～29.2°C，鹽度介於33.60～34.29；第三次觀測(民國103年8月18日)水溫25.0°C～33.0°C，鹽度介於31.84～33.96；第四次觀測(民國103年11月22日)水溫24.0°C～29.2°C，鹽度介於33.60～34.29。 溫排水擴散舌在漲潮時段多往西南擴散，退潮時段往東南-東方向擴散，受西南向淨流的作用，漲潮時溫水舌的擴散範圍較退潮時溫水舌大。湧升帶來的冷水，有助於南灣之珊瑚避免海水暖化之衝擊；冷水所含之營養鹽，亦有助於藻類生長，但因南灣海水內外交換甚快，藻類來不及長大即被送至灣外，因此營養鹽利用率不高。

年序	民國年代	調查研究者	測站位置	海潮流調查主要內容摘要
第36年	104年	中山大學團隊	出水口東南方300公尺	民國104年第三核能發電廠附近海域排水口外長期海流觀測結果和歷年同時期調查結果相近，觀測結果顯示，海流以往復之潮流運動及西南向淨流為主，全日與半日潮流振幅均約為0.05m/s～0.15 m/s。第1段觀測期 (民國103年11月25日至104年1月27日) 之平均流流速為0.15 m/s，流向235°；第2段(民國104年1月27日至104年3月23日)之平均流流速為0.12 m/s，流向234°；第3段 (民國104年3月23日至104年5月31日)之平均流流速為0.19 m/s，流向227°；第4段 (民國104年5月31日至104年7月17日) 之平均流流速為0.21 m/s，流向228°；第5段 (民國104年7月17日至104年9月11日) 之平均流流速為0.18 m/s，流向232°；第6段 (民國104年9月11日至104年11月7日) 之平均流流速為0.13 m/s，流向229°。海流觀測結果和歷年同時期調查結果相近。 漂流浮標及溫度調查結果，民國104年第1次施測為國104年2月11日。觀測時間為15:26～18:40，觀測時段為小潮潮型為先退後漲潮段，低潮位發生時刻為17:53。漂流浮標在出水口附近往東南東方漂移、流速介於0.47~0.48 m/s，離放流水主控範圍後，漂流型態轉往東北東方流動、流速介於0.34~0.49 m/s，之後近低潮位流速轉緩、流向由東北東依順時針方向逐漸轉往東流動，流速介於0.17~0.25 m/s，再轉為東南東向(18:20~18:40)；漂流浮標共移動3.38 km，淨移動3.26 km，最大流速為0.49 m/s，對應流向為68°，淨流流速為0.28 m/s，流向為86°；由溫度計紀錄可知，溫排水影響範圍於小潮退潮時段於東北東-東南東側約為距排放口520 m之內，明顯影響範圍侷限於出水口東南東方300 m內。 民國104年5月4日第2次漂流浮標觀測時間為07:56～11:12，觀測時段為大潮退潮段。漂流浮標在出水口附近往南南東方漂移、流速由0.48m/s逐漸變緩，離施放點500m處流速僅維持在0.16m/s，漂流中段之後流向轉東南向再依逆時針方向逐漸轉往東南東流動、流速約0.12～0.26 m/s，之後再漸轉往東方流動流動、流速介於0.19 ~0.30 m/s，漂流後段流向於東向至東南東向之間流動，流速變化較大，流速介於0.08~0.38m/s；漂流浮標共移動2.71 km，淨移動2.53 km，最大流速為0.48 m/s，對應流向為144°，淨流流速為0.22 m/s，流向為114°；由溫度計紀錄可知，溫排水影響範圍於大潮退潮時段於南南東-南南側約為距排放口600 m之內，明顯影響範圍侷限於出水口東南方250 m內。 民國104年8月17日第3次漂流浮標觀測時間為11:04～14:00，觀測時段為中潮退潮段。漂流浮標在出水口附近往東方漂移、流速0.47m/s，之後流速略減，流速維持在0.36~0.50m/s，流向為東北東，浮標往南灣方向漂流，離南灣約500m附近後，流速漸緩，流速由0.36m/s漸減至0.17m/s，流向由東北東轉為向東再轉為東南東向，往石牛溪口方向流動；漂流浮標共移動3.82 km，淨移動3.70 km，最大流速為0.50 m/s，對應流向為61°，淨流流速為0.35 m/s，流向為73°；溫排水影響範圍於中潮退潮時段於東北-東向約為距排放口300 m之內，施放初期水溫33.63℃，漂流距離200m後水溫即降至29℃以下，與背景水溫溫差1℃以內。 民國104年11月7日第4次漂流浮標觀測時間為11:11～14:25，觀測時段為小潮漲潮段。第4次漂流浮標第一段漂流浮標在出水口附近往南南東方漂移、流速0.44m/s，離施放點200m後轉南向，再轉往西南方漂移後擱淺於貓鼻頭西側，速維持在0.36~0.50m/s，第4次漂流浮標第一段漂流浮標共移動1.33 km，淨移動1.26 km，最大流速為0.44 m/s，對應流向為167°，淨流流速為0.24 m/s，流向為223°。第4次漂流浮標第二段再次施放後浮標持續往西南方漂移，流速維持在0.44~0.82m/s，流向維持西南向，之後續往西南西方漂移，流速維持在0.61~0.67m/s，過貓鼻頭後轉往南南東向流動，流速值逐漸增強，流速維持在0.80~1.02m/s，第4次漂流浮標第二段漂流浮標共移動5.29 km，淨移動4.38 km，最大流速為1.02 m/s，對應流向為163°，發生於施放末期，淨流流速為0.59 m/s，流向為206°。溫降率自排水口往外至250 m內約為1°C /100 m，浮標離出水口300m後水溫即降至29℃以下，與背景水溫溫差2℃以內。 溫鹽調查結果，第一次觀測 (民國104年2月11日) 水溫介於22.0°C～26.4°C之間，鹽度介於34.47～34.82之間；第二次觀測 (民國104年5月5日) 水溫25.3°C～29.9°C，鹽度介於33.72～34.30；第三次觀測 (民國104年8月18日) 水溫27.4°C～33.8°C，鹽度介於33.64～34.39；第四次觀測 (民國104年11月6日) 水溫26.3°C～31.8°C，鹽度介於34.33～34.57。 溫排水擴散舌在漲潮時段多往西南擴散，退潮時段往東南-東方向擴散，受西南向淨流的作用，漲潮時溫水舌的擴散範圍較退潮時溫水舌大。湧升帶來的冷水，有助於南灣之珊瑚避免海水暖化之衝擊；冷水所含之營養鹽，亦有助於藻類生長，但因南灣海水內外交換甚快，藻類來不及長大即被送至灣外，因此營養鹽利用率不高。

年序	民國年代	調查研究者	測站位置	海潮流調查主要內容摘要
第37年	105年	中山大學團隊	出水口東南方300公尺	民國105年第三核能發電廠附近海域排水口外長期海流觀測結果和歷年同時期調查結果相近，觀測結果顯示，海流以往復之潮流運動及西南向淨流為主，全日與半日潮流振幅均約為0.05m/s～0.15 m/s。105年第1段觀測期(民國103年12月24日至105年1月30日) 之平均流流速為0.15 m/s，流向237°；第2段 (民國105年1月30日至105年3月22日) 之平均流流速為0.17 m/s，流向233°；第3段 (民國105年5月16日至105年6月23日) 之平均流流速為0.19 m/s，流向233°；第4段 (民國105年6月23日至105年7月20日) 之平均流流速為0.22 /s，流向230°；第5段 (民國105年7月20日至105年9月12日) 之平均流流速為0.20 m/s，流向234°；第6段 (民國105年10月28日至105年12月13日) 之平均流流速為0.15 m/s，流向241°。 漂流浮標及溫度調查結果，民國105年2月18日第1次漂流浮標觀測時段為小潮漲潮段。第1次漂流浮標第一段漂流浮標在出水口附近往南向漂移、流速0.51m/s，離施放點200m後轉往西南方漂移後擱淺於貓鼻頭西側，漂流浮標共移動0.77 km，淨移動0.74 km，最大流速為0.51 m/s，對應流向為181°，淨流流速為0.46 m/s，流向為213°。第1次漂流浮標第二段再次施放後浮標持續往西南方漂移，流速維持在0.50~0.72m/s，之後續往西南西方漂移，過貓鼻頭後轉往南南東向流動，流速維持在0.30~0.54m/s，第二段漂流浮標共移動4.89 km，淨移動4.27 km，最大流速為0.73 m/s，對應流向為208°，淨流流速為0.43 m/s，流向為209°。溫降率自排水口往外至250 m內約為1°C /100 m。 民國105年5月9日第2次漂流浮標觀測時段為大潮退潮段。第一段的退潮觀測時段中，其浮標共移動1.37 km，淨移動0.36 km，漂流時段最大流速為0.49 m/s，對應流向為156°，淨流流速為0.05 m/s，流向為221°，浮標於退潮時段離開出水口後先往東南方漂流，以順時針方向逐漸轉轉往南方、再轉西南，迅速轉往西北方流動後擱淺於出水口西南側礁石。回收浮標重新進行第二段的退潮觀測，觀測時段中浮標共移動0.83 km，淨移動0.75 km，漂流時段最大流速為0.36 m/s，對應流向為29°，淨流流速為0.17 m/s，流向為44°，漂流浮標流動範圍均在施放點900m距離內。 民國105年8月21日第3次漂流浮標觀測時間為09:10～12:25，觀測時段為小潮退潮段。第一段觀測時段浮標共移動0.87 km，淨移動0.80 km，最大流速為0.43 m/s，對應流向為181°，淨流流速為0.24 m/s，流向為207°，浮標於退潮時段離開出水口後先往南方漂流，以順時針方向逐漸轉往西南，迅速轉往西北方流動後擱淺於出水口西南側礁石。第二段觀測時段浮標共移動1.17 km，淨移動0.99 km，最大流速為0.22 m/s，對應流向為235°，淨流流速為0.14 m/s，流向為236°，浮標於退潮時段施放後先往西南方漂流，以順時針方向逐漸轉往西，迅速轉往西北西方流動後擱淺於礁石區。第三段退潮觀測時段浮標共移動0.07 km，淨移動0.07 km，漂流時段最大流速為0.12 m/s，對應流向為276°，淨流流速為0.11 m/s，流向為278°，浮標於退潮時段施放後往西方漂流，流速均小於0.12 m/s。 民國105年11月17日第4次漂流浮標觀測時間為14:10～17:29，觀測時段為小潮漲潮段。第一段觀測時段浮標共移動0.86 km，淨移動0.80 km，漂流時段最大流速為0.28 m/s，對應流向為157°，淨流流速為0.24 m/s，流向為208°，浮標於漲潮時段離開出水口後先往東南方漂流，以順時針方向逐漸轉往南方、再轉西南，擱淺於礁石區。第二段的觀測時段中浮標共移動1.52 km，淨移動0.98 km，漂流時段最大流速為0.36 m/s，對應流向為150°，淨流流速為0.12 m/s，流向為159°，浮標於漲潮段施放後先往東南方漂流後，逐漸轉往南再轉南南東，之後改以逆時針方向逐漸轉往東北東方流動。 溫鹽調查結果，105年第一次觀測 (民國105年2月19日) 水溫介於23.5°C～29.0°C之間，鹽度介於34.59～34.87之間；105年第二次觀測 (民國105年5月10日) 水溫24.2°C～29.6°C，鹽度介於34.49～34.80；105第三次觀測 (民國105年8月25日) 水溫22.7°C～30.8°C，鹽度介於33.67～34.68；105年第四次觀測(民國105年11月18日) 水溫22.0°C～27.4°C，鹽度介於34.18～34.77。

年序	民國年代	調查研究者	測站位置	海潮流調查主要內容摘要
第38年	106年	中山大學團隊	出水口東南方300公尺	民國106年第三核能發電廠附近海域排水口外長期海流觀測結果和歷年同時期調查結果相近，觀測結果顯示，海流以往復之潮流運動及西南向淨流為主，全日與半日潮流振幅均約為0.05m/s～0.15 m/s。106年第1段觀測期 (民國105年12月13日至106年1月19日) 之平均流流速為0.11 m/s，流向229°；第2段 (民國106年1月19日至106年3月14日) 之平均流流速為0.16 m/s，流向233°；第3段 (民國106年3月14日至106年5月10日) 之平均流流速為0.21 m/s，流向228°；第4段 (民國106年5月10日至106年7月6日) 之平均流流速為0.20 /s，流向233°；第5段 (民國106年7月6日至106年8月29日) 之平均流流速為0.23 m /s，流向232°；第6段 (民國106年8月29日至106年10月21日) 之平均流流速為0.18 m /s，流向229°；第7段 (民國106年10月21日至106年12月15日) 之平均流流速為0.13 m /s，流向235°。 漂流浮標及溫度調查結果，民國106年2月22日第1次漂流浮標觀測時段為小潮漲潮段，共分四段次佈放，漂流軌跡相近似，浮標於漲潮時段離開出水口後先往南南東方漂流，以順時針方向逐漸轉往南方、再轉西南，後擱淺於礁石區，四段次淨流流速分別為0.30 m/s、0.37 m/s、0.34 m/s及0.40 m/s，流向為219°、220°、217°及217°。民國106年5月23日第2季次施測為小潮退潮段，其淨流流速為0.134 m/s (對應流向107度)，在出水口附近即往南南東方漂移、流速約0.20~0.30 m/s，離出水口後流向依逆時鐘方向偏轉，漂流軌跡呈L型，後轉東北東向，往船帆石方向流動、流速介於0.20~0.30 m/s。 民國106年8月17日第3次漂流浮標調查觀測時段為小潮漲潮段，共分兩段次佈放，第一段觀測浮標於漲潮時段離開出水口後先往南南東方漂流，以順時針方向逐漸轉往南方、再轉西南，後擱淺於礁石區，淨流流速為0.17 m/s，流向為211°；第二段次漂流浮標施放後即往西南向流動，至貓鼻頭附近流速增快，施測時段淨流流速為0.23 m/s，流向為219°；由溫度計紀錄可知，浮標離出水口350m後水溫即由34.4℃降至31.5℃以下。民國106年11月17日第4次漂流浮標調查觀測時段為大潮漲潮段，浮標於漲潮時段離開出水口後先往東南方漂流，以順時針方向逐漸轉往南方、再轉西南往南漂流。漲潮觀測時段淨流流速為0.24m/s，流向為203°，由溫度計紀錄可知，浮標離出水口400m後水溫即降至28.5℃以下，明顯影響範圍侷限於出水口東南方400 m內。 溫鹽調查結果，106年第一次觀測 (民國106年2月23日) 水溫介於23.5°C～28.9°C之間，鹽度介於34.35～34.83之間；第二次觀測 (民國106年5月22日) 水溫24.7°C～29.7°C，鹽度介於34.20～34.61溫鹽調查結果，第三次觀測 (民國106年8月18日) 水溫23.0°C～33.4°C，鹽度介於32.38～34.76，第四次觀測 (民國106年12月15日) 水溫22.7°C～31.1°C，鹽度介於33.78～34.58。

年序	民國年代	調查研究者	測站位置	海潮流調查主要內容摘要
第39年	107年	中山大學團隊	出水口東南方300公尺	民國107年第三核能發電廠附近海域排水口外長期海流觀測結果和歷年同時期調查結果相近，觀測結果顯示，海流以往復之潮流運動及西南向淨流為主，全日與半日潮流振幅均約為0.05 m/s～0.15 m/s。107年第1段觀測期(民國106年12月15日至107年2月16日) 之平均流流速為0.08 m/s，流向233°；第2段 (民國107年2月16日至107年3月19日) 之平均流流速為0.15 m/s，流向236°；第3段 (民國107年3月19日至107年4月21日) 之平均流流速為0.19 m/s，流向234°；第4段 (民國107年4月21日至107年6月2日) 之平均流流速為0.17 m/s，流向232°；第5段 (民國107年6月2日至107年7月20日) 之平均流流速為0.20 m/s，流向229°；第6段 (民國107年7月20日至107年9月12日) 之平均流流速為0.18 m/s，流向233°；第7段 (民國107年9月23日至107年11月4日) 之平均流流速為0.19 m/s，流向236°；第8段 (民國107年11月4日至107年12月16日) 之平均流流速為0.09 m/s，流向234°。 漂流浮標及溫度調查結果，民國107年2月16日第1次漂流浮標調查觀測時段為大潮退潮段，漂流浮標在出水口附近即往東南東方漂移、流速約0.59 m/s，離出水口後續往東方流動，後轉東北向，往南灣方向流動，於南灣海域流速漸緩，漂流浮標淨流流速為0.21 m/s，流向為40°，溫排水影響範圍於退潮時段於東南側約為距排放口300 m之內。民國107年5月13日第2次漂流浮標調查為中潮退潮段，漂流浮標在出水口附近往東南方漂移、流速由0.47 m/s逐漸變緩，離施放點550m處流速僅維持在0.15 m/s，之後轉東南東向，再轉東北東向、流速約0.15～0.18 m/s，漂流中後段漂流型態由東方持續轉往東北東方向向流動、流速介於0.21～0.39 m/s；由溫度計紀錄可知，溫排水影響範圍侷限於出水口東南方350m內。 民國107年9月8日第3次漂流浮標調查為大潮退潮段，浮標在出水口附近即往南南東方漂移、流速約0.32~0.43 m/s，離出水口後流向轉為西南、流速增快、流速約0.35~0.82 m/s，出貓鼻頭後轉往東北東-東南東向流動，流軌跡呈L型，溫排水影響範圍侷限於出水口東南方600 m內。民國107年11月5日第4次漂流浮標調查為大潮退潮段，在出水口附近即往東南東方漂移、流速約0.45 m/s，離出水口後續往東南方流動，後轉南南東向，流速介於0.22～0.27 m/s，轉東再轉東北向，流速介於0.13～0.30 m/s，溫排水影響範圍於退潮時段於東南側約為距排放口500 m之內。 溫鹽調查結果，107年第一次觀測 (民國107年2月20日) 水溫介於21.1°C～27.7°C之間，鹽度介於34.02～34.67之間；107年第二次觀測 (民國107年5月14日) 水溫24.8°C～30.8°C，鹽度介於33.80～34.76；107年第三次觀測 (民國107年9月7日) 水溫24.3°C～32.8°C，鹽度介於31.49～34.50；107年第四次觀測 (民國107年11月15日) 水溫24.5°C～29.5°C，鹽度介於33.79～34.38。

年序	民國年代	調查研究者	測站位置	海潮流調查主要內容摘要
第40年	108年	中山大學團隊	出水口東南方300公尺	民國108年6段次第三核能發電廠附近海域排水口外長期海流觀測結果和歷年同時期調查結果相近，觀測結果顯示，海流以往復之潮流運動及西南向淨流為主，全日與半日潮流振幅均約為0.05 m/s～0.20m/s。108第1段觀測期 (民國107年12月16日至107年3月10日) 之平均流流速為0.17 m/s，流向234°；第2段 (民國108年3月10日至108年5月11日) 之平均流流速為0.21 m/s，流向229°；第3段 (民國108年5月11日至108年7月16日) 之平均流流速為0.20 m/s，流向230°；第4段 (民國108年7月24日至108年9月15日) 之平均流流速為0.19 m/s，流向229°；第5段 (民國108年9月15日至108年11月10日) 之平均流流速為0.12 m/s，流向239°；第6段(民國108年11月10日至109年1月8日) 之平均流流速為0.07 m/s，流向235°。海流觀測結果和歷年同時期調查結果相近。 漂流浮標及溫度調查結果，民國108年2月20日第1次調查為大潮漲潮段。觀測時段中，其浮標共移動2.70 km，淨移動2.51 km，漂流時段最大流速為0.40 m/s(對應流向191度)、淨流流速為0.22 m/s(對應流向192度)，浮標於漲潮時段於出水口附近即往南-南南西流動，離出水口後隨漲潮流往西南向，流速約0.10～0.35 m/s，漂流1.00 km後沿岸轉為向南漂流，流速約0.32～0.40 m/s，過貓鼻頭後轉為南南東向，流速降為0.10～0.18 m/s。溫降率自排水口往外至300 m內約為1°C /100 m，浮標離出水口300 m後水溫即降至27.5℃以下，與背景水溫溫差2℃以內。 民國108年5月12日第2次施測為小潮漲潮段，其淨流流速為0.51 m/s(對應流向249度)，最大流速為0.96 m/s(對應流向270度)，在出水口附近即往南南東方漂移、流速約0.40~0.45 m/s，離出水口後流向依順時鐘方向偏轉，漂流軌跡呈弧型，離出水口後轉往西南西方流動、流速約0.35～0.60 m/s，出貓鼻頭後續往西南西向流動再轉為西向，流速漸增、流速約0.65～0.96 m/s。溫降率自排水口往外至200 m內約為1°C /100 m，浮標離出水口300m後水溫即降至29.0℃以下，浮標離出水口450m後水溫即降至28.5℃以下，溫排水影響範圍侷限於出水口南方300 m內。 民國108年8月23日第3次施測為小潮退潮段，漂流浮標離出水口後即往南方漂移、流速約0.45 m/s，再依逆時針方向轉南南西方移動、流速約0.70～0.95 m/s，離開陸域範圍後漸轉往南方移動，後段轉往東南方流動，整段施放期間流速變化不大，流速絕對值平均值為0.65 m/s，漂流時段最大流速為0.98 m/s，對應流向為207°，淨流流速為0.63 m/s，流向為193°。溫排水影響範圍於退潮時段於南側約為距排放口500 m之內。 民國108年11月16日第4次施測期間為小潮漲潮段，離出水口後往南南西方漂移、流速約0.20～0.30 m/s，後沿岸轉往西南西方漂移，過貓鼻頭後續沿海岸線轉西南略偏西向流動，流速維持0.25～0.35 m/s，續往西向流動，流速改變不大，離開陸地影響範圍後則有轉往西北方流動之趨勢，流速略增強為0.35～0.40 m/s。漂流時段最大流速為0.43 m/s，對應流向為268°，淨流流速為0.26 m/s，流向為242°，溫排水影響範圍於漲潮時段於西南側約為距排放口250 m之內。 溫鹽調查結果，108第一次觀測 (民國108年2月22日) 水溫介於23.5°C～28.0°C之間，鹽度介於34.09～34.78之間；108年第二次觀測 (民國108年5月10日) 水溫26.8°C～31.3°C，鹽度介於33.88～34.53；108年第3次觀測 (民國108年8月23日) 水溫27.3°C～34.6°C，鹽度介於32.60～34.23；108年第4次觀測 (民國108年11月18日) 水溫21.6°C～27.8°C，鹽度介於33.74～34.34。

年序	民國年代	調查研究者	測站位置	海潮流調查主要內容摘要
第41年	109年	中山大學團隊	出水口東南方300公尺	民國109年第1段及第2段第三核能發電廠附近海域排水口外長期海流觀測結果和歷年同時期調查結果相近，觀測結果顯示，海流以往復之潮流運動及西南向淨流為主，全日與半日潮流振幅均約為0.05 m/s～0.20 m/s。109第1段長期海流觀測期 (民國109年1月8日至109年2月28日) 之平均流流速為0.20 m/s，流向238°；第2段 (民國109年2月28日至109年4月19日) 之平均流流速為0.14 m/s，流向237°；第3段 (民國109年4月19日至109年6月20日) 之平均流流速為0.20 m/s，流向229°；第4段 (民國109年6月20日至109年8月17日) 之平均流流速為0.21 m/s，流向229°；第5段 (民國109年8月17日至109年10月16日) 之平均流流速為0.20 m/s，流向229°；第6段 (民國109年10月16日至109年12月24日) 之平均流流速為0.09 m/s，流向232°。海流觀測結果和歷年同時期調查結果相近。 漂流浮標及溫度調查結果，民國109年2月7日第1次施測期間為小潮漲潮段，離出水口後持續往東南方漂移、流速約0.20～0.25 m/s，後轉往南方漂移、流速略降，離出水口約1500m後續轉西南向流動，流速再略增強為0.25～0.38 m/s。漂流時段最大流速為0.38 m/s，對應流向為230°，淨流流速為0.22 m/s，流向為188°。溫排水影響範圍於漲潮時段於西南側約為距排放口450 m之內。 民國109年5月7日第2次施測期間為大潮漲潮段，離出水口後浮標持續往東南方漂移、流速小於0.30 m/s，後漸轉往南南東方流動、流速加大為0.43～0.81 m/s，離出水口約3000m後續轉東南向流動，流速由0.81 m/s逐漸減弱，後續再轉往南方流動，流速小於0.35 m/s。漂流時段最大流速為0.81 m/s，對應流向為141°，淨流流速0.44 m/s，流向為158°。溫排水影響範圍於漲潮時段於東南側約為距排放口400m之內。 民國109年8月16日第3次施測期間為中潮退潮段，浮標在出水口附近先往東南方漂移，隨即轉往東北方再轉往北方流動、流速均小於0.20 m/s，離施放點東北方約500公尺後浮標依順時鐘方向漸轉往南南西方流動、流速逐漸增大至0.50 m/s，離施放點位東方約500公尺後續轉往西南向流動，流速逐漸增至0.75 m/s。漂流時段最大流速為0.75 m/s，對應流向為222°，淨流流速為0.19 m/s，流向為213°。溫排水影響範圍於退潮時段於東北側及東側約排放口500m之內。 民國109年10月22日第4次施測期間為中潮漲潮段，浮標離出水口後往東南方漂移，後持續往東南方再轉往南方流動，離施放點東南方約990公尺後依順時鐘方向漸轉往西北方流動、流速均小於0.10m/s，後持續依順時鐘方向由漸轉往東北方流動、流速均小於0.15 m/s。漂流時段最大流速0.29 m/s，對應流向為130°，淨流流速為0.03 m/s，流向為142°。溫排水影響範圍於漲潮時段於東南方約排放口500m之內。 溫鹽調查結果，109第1次觀測 (民國109年2月14日) 水溫介於23.4°C～30.1°C之間，鹽度介於33.89～34.42之間；109第2次觀測 (民國109年5月20日) 水溫介於24.0°C～28.4°C之間，鹽度介於34.12～34.57之間；109第3次觀測 (民國109年8月15日) 水溫介於23.9°C～33.0°C之間，鹽度介於33.74～34.49之間；109第4次觀測 (民國109年10月22日) 水溫介於22.5°C～29.9°C之間，鹽度介於34.19～34.63之間。

年序	民國年代	調查研究者	測站位置	海潮流調查主要內容摘要
第42年	110年	中山大學團隊	出水口東南方300公尺	民國110年度第1至4季第三核能發電廠附近海域排水口外五次長期海流觀測結果和歷年同時期調查結果相近，觀測結果顯示，海流以往復之潮流運動及西南向淨流為主，主要全日與半日潮流振幅均介於0.03 m/s～0.30 m/s。 110第1段長期海流觀測期 (民國109年12月24日至110年2月20日) 之平均流流速為0.08 m/s，流向229°；第2段 (民國110年2月20日至110年4月15日) 之平均流流速為0.14 m/s，流向235°；第3段 (民國110年4月15日至110年7月20日) 之平均流流速為0.18 m/s，流向232°；第4段 (民國110年8月19日至110年9月9日) 之平均流流速為0.19m/s，流向229°；第5段 (民國110年9月16日至110年11月18日) 之平均流流速為0.15m/s，流向237°。 民國110年1月22日第1次漂流浮標調查時段為小潮退潮段，共移動4.46 km，淨移動3.94 km，漂流時段最大流速為0.48 m/s (對應流向56度)、淨流流速為0.03 m/s (對應流向142度) 。浮標於退潮時段離出水口後先往東北東-東北方流動，流速約0.40～0.48 m/s，漂流2.50 km後轉為向東方漂流，隨即平行海岸轉往東南方流動。由溫度計紀錄可知，漂流浮標溫排水影響範圍於退潮時段於東側約為距排放口400 m之內。 民國110年4月16日第2次漂流浮標調查時段為漲潮段，浮標共移動2.54 km，淨移動2.43 km，施測時段最大流速為0.46 m/s(對應流向為138°)，淨流流速為0.21 m/s(對應流向為156°)。浮標在出水口附近往南方漂移，離施放點500公尺後轉往南南東向，離施放點1500公尺後轉往東南向，流速略有增加，流速介於0.30~0.46 m/s。由溫度計紀錄可知，漂流浮標溫排水影響範圍於漲潮時段於南側約為距排放口500 m之內。 民國110年11月18日第4次漂流浮標調查時段為漲潮段，浮標共移動2.74 km，淨移動2.50 km，施測時段最大流速為0.48 m/s (對應流向為212°)，淨流流速為0.22 m/s (對應流向為201°)。浮標在出水口附近往東南方漂移、流速介於0.10~0.15 m/s，離施放點350公尺後轉往西南偏南南西南方流動，流速略有增加，流速介於0.20~0.48 m/s。由溫度計紀錄可知，漂流浮標溫排水影響範圍於漲潮時段於西南側約為距排放口400 m之內。 溫鹽調查結果，110第1次觀測 (民國110年1月23日) 水溫介於22.7°C～27.3°C之間，鹽度介於34.01～34.50之間；110第2次觀測 (民國110年4月15日) 水溫介於22.0°C～25.6°C之間，鹽度介於34.05～34.69之間；110第3次觀測 (民國110年8月12日) 水溫介於23.0°C～31.5°C之間，鹽度介於32.67～34.32之間；110第4次觀測 (民國110年11月10日) 水溫介於24.0℃～29.6℃之間，鹽度介於33.63～34.19之間。

年序	民國年代	調查研究者	測站位置	海潮流調查主要內容摘要
第43年	111年	中山大學團隊	出水口東南方300公尺	民國111年度第1至4季第三核能發電廠附近海域排水口外四次長期海流觀測結果和歷年同時期調查結果相近，觀測結果顯示，海流以往復之潮流運動及西南向淨流為主，主要全日與半日潮流振幅均介於0.01 m/s～0.18 m/s。 111第1段長期海流觀測期 (民國110年11月18日至111年1月15日) 之平均流流速為0.11 m/s，流向245°；第2段 (民國111年1月15日至111年3月14日) 之平均流流速為0.15 m/s，流向240°；第3段 (民國111年3月14日至111年4月21日) 之平均流流速為0.20 m/s，流向232°；第4段 (民國111年7月13日至111年11月10日) 之平均流流速為0.17m/s，流向232°。 民國111年3月5日第1次漂流浮標調查時段為大潮退潮段，共移動4.45 km，淨移動4.00 km，漂流時段最大流速為0.57 m/s (對應流向147°)、淨流流速為0.34 m/s (對應流向192°)。浮標於退潮時段離出水口後先往南方流動，隨即轉往南南西，之後漂流流型略呈逆時針方向流動，轉往南方再轉往南南東方。由溫度計紀錄可知，漂流浮標溫排水影響範圍於大潮退潮時段於南側約為距排放口550 m之內。 民國111年5月20日第2次漂流浮標調查時段為漲潮段，浮標共移動2.77 km，淨移動1.91 km，施測時段最大流速為0.42 m/s(對應流向為22°)，淨流流速為0.16 m/s (對應流向為57°)。浮標在出水口附近往東南方漂移，離施放點500公尺後轉往東向，離施放點900公尺後轉往東北向，之後轉往北北東方流動、流速介於0.30~0.42 m/s。由溫度計紀錄可知，漂流浮標溫排水影響範圍於漲潮時段於東側約為距排放口700 m之內。 民國111年7月22日第3次漂流浮標調查時段為小潮退潮段，浮標共移動2.39 km，淨移動2.18 km，施測時段最大流速為0.57 m/s(對應流向為152°)，淨流流速為0.20 m/s(對應流向為159°)。浮標在出水口附近往東南方漂移，離施放點400公尺後轉往南方，離施放點1300公尺後轉往南南東向，，離施放點1900公尺後轉往東南方流動。由溫度計紀錄可知，漂流浮標溫排水影響範圍於小潮退潮時段於南側約為距排放口300 m之內。 民國111年11月17日第4次漂流浮標調查時段為大潮漲潮段，浮標共移動1.77 km，淨移動1.41 km，施測時段最大流速為0.29 m/s (對應流向為142°)，淨流流速為0.12 m/s (對應流向為47°)。浮標在出水口附近往東南東方漂移，離施放點300公尺後轉往東方流動，離施放點650公尺後轉往東北流動，之後轉往北北東偏北流動。由溫度計紀錄可知，漂流浮標溫排水影響範圍於大潮漲潮時段於東側距排放口600 m之內。 溫鹽調查結果，111年第1次觀測 (民國111年2月16日) 水溫介於24.5°C～29.7°C之間，鹽度介於33.47～34.58之間；第2次觀測 (民國111年5月11日) 水溫介於21.3°C～29.5°C之間，鹽度介於33.87～34.58之間；第3次觀測 (民國111年8月12日) 水溫介於21.7°C～30.4°C之間，鹽度介於32.67～34.26之間；第4次觀測 (民國111年11月17日) 水溫介於22.9℃～30.6℃之間，鹽度介於33.41～34.12之間。

年序	民國年代	調查研究者	測站位置	海潮流調查主要內容摘要
第44年	112年	中山大學團隊	出水口東南方300公尺	民國112年度第1季至第4季第三核能發電廠附近海域排水口外六次長期海流觀測結果和歷年同時期調查結果相近，海流以往復之潮流運動及西南向淨流為主，主要全日與半日潮流振幅均介於0.02 m/s～0.20 m/s。 112年度6段海流淨流流速顯示，第1段 (112年2月11日至5月6日) 之淨流流速為0.18 m/s，流向233°；第2段 (5月6日至7月13日) 之淨流流速為0.20 m/s，流向231°；第3段 (7月13日至7月23日) 之淨流流速為0.27 m/s，流向229°；第4段 (7月30日至8月28日) 之淨流流速為0.24m/s，流向232°；第5段 (9月9日至10月2日) 之淨流流速為0.20m/s，流向216°；第6段 (10月2日至12月27日) 之淨流流速為0.14m/s，流向230°。 海流流速流向統計資料顯示海流主流向以西南向為主，佔26.1~34.2%以上，南南西第2，約佔8.6~28.8%，西南西第3，約佔8.2~22.4% 民國112年2月10日第1次漂流浮標調查時段為退潮段，觀測時段為小潮退潮段，共分兩段次佈放，第1段漂流共移動1.13 km，淨移動1.12 km，漂流時段最大流速為0.29 m/s (對應流向226度)、淨流流速為0.23 m/s (對應流向216度)；第2段漂流共移動1.35 km，淨移動1.06 km，漂流時段最大流速為0.42 m/s (對應流向205度)、淨流流速為0.17 m/s (對應流向202度)。由溫度計紀錄可知，漂流浮標溫排水影響範圍於退潮時段於西南側約為距排放口450 m。民國112年5月7日第2次漂流浮標調查時段為大潮漲潮段，浮標共移動5.92 km，淨移動5.64 km，施測時段最大流速為0.89 m/s (對應流向為138°)，淨流流速為0.50 m/s (對應流向為148°)。由溫度計紀錄可知，漂流浮標溫排水影響範圍於漲潮時段於東南側約為距排放口500 m之內。 民國112年8月23日第3次漂流浮標調查時段為小潮退潮段，浮標共移動3.30 km，淨移動3.12 km，施測時段最大流速為0.53 m/s (對應流向為200°)，淨流流速為0.26 m/s (對應流向為191°)。由溫度計紀錄可知，漂流浮標溫排水影響範圍於退潮時段為東南側距排放口500 m之內。民國112年11月16日第4次漂流浮標調查時段為大潮漲潮段，浮標共移動7.85 km，淨移動7.60 km，施測時段最大流速為1.26 m/s (對應流向為203°)，淨流流速為0.67 m/s (對應流向為253°)。由溫度計紀錄可知，漂流浮標溫排水影響範圍於大潮漲時段於東南側約為距排放口500 m之內。 溫鹽調查結果，112第1次觀測 (民國112年2月10日) 水溫介於22.3℃～27.9℃之間，鹽度介於33.33～34.86之間；112第2次觀測 (民國112年5月12日) 水溫介於22.7℃～28.9℃之間，鹽度介於33.85～34.26之間；112第3次觀測 (民國112年8月22日) 水溫介於25.1℃～32.4℃之間，鹽度介於33.28～34.12之間；112第4次觀測 (民國112年11月10日) 水溫介於25.3℃～31.6℃之間，鹽度介於33.59～34.14之間。

年序	民國年代	調查研究者	測站位置	海潮流調查主要內容摘要
第45年	113年	中山大學團隊	出水口東南方300公尺	民國113年度第1季至第4季第三核能發電廠附近海域排水口外四次長期海流觀測結果和歷年同時期調查結果相近，海流以往復之潮流運動及西南向淨流為主，主要全日與半日潮流振幅均介於0.02 m/s～0.13 m/s。 113年度4段海流淨流流速顯示，第1段 (民國112年12月27日至113年3月6日) 之淨流流速為0.11 m/s，流向244°；第2段 (3月6日至5月24日) 之淨流流速為0.14 m/s，流向223°；第3段 (5月24日至8月3日) 之淨流流速為0.22 m/s，流向228°；第4段 (8月3日至10月15日) 之淨流流速為0.21m/s，流向234°。 海流流速流向統計資料顯示海流主流向以西南向為主，佔26.7~34.5%以上，西南西第2，約佔8.9~23.3%，南南西第3，約佔7.4~22.0%。 民國113年2月3日第1次漂流浮標調查時段為中潮漲潮段。第1段浮標漂流時段最大流速為0.38 m/s (對應流向229度)、淨流流速為0.33 m/s (對應流向217度)；第2段浮標漂流時段最大流速為0.38 m/s (對應流向226度)、淨流流速為0.33 m/s (對應流向214度) ；第3段浮標漂流時段最大流速為0.91 m/s (對應流向235度)、淨流流速為0.65 m/s (對應流向253度)。5月7日第2次漂流浮標調查時段為大潮退潮段，施測時段最大流速為0.87 m/s (對應流向為215°)，淨流流速為0.44 m/s (對應流向為197°)。浮標在出水口先往東南方漂移，流速介於0.27~0.42 m/s，後轉往南南西向偏西南流動，流速介於0.46~0.87 m/s，之後轉往南向，流速介於0.22~0.46 m/s，離施放點4800公尺後轉往東南向，再轉往東南東方流動，流速略為增加，流速介於0.22~0.42m/s。 民國113年8月6日第3次漂流浮標調查時段為大潮漲潮段，施測時段最大流速為0.61 m/s (對應流向為202°)，淨流流速為0.39 m/s (對應流向為193°)。漂流浮標離出水口後往南南東方漂移，流速介於0.24~0.28 m/s，隨即轉往南方漂流，流速介於0.25~0.43 m/s，流速速略有增，離施放點1100公尺後轉往南南西，期間流速介於0.39~0.61 m/s，離施放點3800公尺後反轉往南方漂流，流速介於0.39~0.52 m/s。10月17日第4次漂流浮標調查時段為大潮退潮段，前兩段浮標於離開出水口後往西南方漂流，均擱淺於礁石上，第3段浮標漂流仍往岸上方向漂流。第1段浮標漂流時段最大流速為0.53 m/s (對應流向231度)、淨流流速為0.47 m/s (對應流向225度)；第2段浮標漂流時段最大流速為0.39 m/s (對應流向215度)、淨流流速為0.31 m/s (對應流向214度) ；第3段浮標漂流時段最大流速為0.29 m/s (對應流向225度)、淨流流速為0.09 m/s (對應流向211度)。 溫鹽調查結果，113第1次觀測 (民國113年2月2日) 水溫介於24.2℃～29.9℃之間，鹽度介於34.22～34.51之間；113第2次觀測 (民國113年5月8日) 水溫介於26.8℃～31.7℃之間，鹽度介於33.92～34.25之間；113第3次觀測 (民國113年8月7日) 水溫介於26.2℃～33.2℃之間，鹽度介於33.05～34.17之間；113第4次觀測 (民國113年10月16日) 水溫介於25.4℃～32.5℃之間，鹽度介於33.49～35.31之間。

年序	民國年代	調查研究者	測站位置	海潮流調查主要內容摘要
第46年	114年	中山大學團隊	出水口東南方300公尺	民國114度第1季至第4季第三核能發電廠附近海域排水口外四次長期海流觀測結果和歷年同時期調查結果相近，海流以往復之潮流運動及西南向淨流為主，主要全日與半日潮流振幅均介於0.02 m/s～0.19m/s。 114度4段海流淨流流速顯示，第1段 (民國113年10月15日至114年3月14日) 之淨流流速為0.11 m/s，流向229°；第2段 (3月14日至6月9日) 之淨流流速為0.19 m/s，流向233°；第3段 (6月9日至8月21日) 之淨流流速為0.22 m/s，流向222°；第4段 (8月21日至10月31日) 之淨流流速為0.18 m/s，流向231°。海流流速流向統計資料顯示海流主流向以西南向為主，佔30.4~37.4%以上，西南西第2，約佔11.1~17.3%，南南西第3，約佔9.9~19.2%。 民國114年2月12日第1次漂流浮標調查時段為大潮漲潮段。浮漂漂流時段最大流速為0.21 m/s (對應流向234度)、淨流流速為0.07 m/s (對應流向203度)。浮標在出水口先往南方漂移，流速介於0.06~0.14 m/s，後轉往東南東向流動，流速介於0.04~0.05 m/s，之後再轉往南向，流速介於0.04~0.07 m/s，離施放點600公尺後轉往西南向，流速略為增加，流速介於0.10~0.21 m/s。 5月4日第2次漂流浮標調查時段為小潮退潮段。第1段浮標漂流時段最大流速為0.37 m/s (對應流向180度)、淨流流速為0.27 m/s (對應流向217度)；第2段浮標漂流時段最大流速為0.39 m/s (對應流向233度)、淨流流速為0.31 m/s (對應流向217度) ；第3段浮標漂流時段最大流速為0.41 m/s (對應流向213度)、淨流流速為0.36 m/s (對應流向214度) ；第4段浮標漂流時段最大流速為0.81 m/s (對應流向230度)、淨流流速為0.53 m/s (對應流向241度)。前三段軌跡類似，浮標在出水口先往南向漂移，流速介於0.19~0.28 m/s，後轉往南南西向偏西南流動後擱淺，流速介於0.25~0.40 m/s。第四段浮標在出水口先往西南向漂移，流速介於0.48~0.78 m/s，再轉往西南西向流動，流速介於0.55~0.81 m/s，之後轉往西向，流速介於0.54~0.58 m/s，離海施放點2300公尺後轉往西北西方流動，流速略為減緩，流速介於0.45~0.55 m/s。 民國114年8月9日第3次漂流浮標調查時段為大潮漲潮段。第1段浮標漂流時段最大流速為0.08 m/s (對應流向249度)、淨流流速為0.07 m/s (對應流向250度)；第2段浮標漂流時段最大流速為0.16 m/s (對應流向264度)、淨流流速為0.11 m/s (對應流向260度)；第3段浮標漂流時段最大流速為0.41 m/s (對應流向189度)、淨流流速為0.20 m/s (對應流向171度)。前兩段浮標離出水口即往西南偏西方向漂移，流速介於0.06~0.16 m/s，後擱淺；第3段浮標離出水口即往南方漂移，流速約為0.25 m/s，隨轉往南南東方漂移，流速介於0.08~0.27 m/s，後轉往南方流動，流速略有增，流速介於0.16~0.41 m/s。 11月7日第4次漂流浮標調查時段為大潮漲潮段，第1段浮標漂流時段最大流速為0.21 m/s (對應流向245度)、淨流流速為0.20 m/s (對應流向242度)；第2段浮標漂流時段最大流速為0.89 m/s (對應流向277度)、淨流流速為0.41 m/s (對應流向254度)；第1段浮標離出水口即往西南偏西方向漂移，流速介於0.19~0.21 m/s，後擱淺；第2段浮標離出水口即往西南方漂移，流速介於0.18~0.27 m/s，隨轉往南南西方漂移，流速漸增，流速介於0.29~0.55 m/s，後再轉往西南方流動，流速續增，流速介於0.33~0.71 m/s，續轉往西方流動，流速再增，流速介於0.79~0.89 m/s，後段順海岸線漸轉往西北西方流動，流速略有減緩，流速介於0.61~0.76 m/s。 溫鹽調查結果，114第1次觀測 (2月15日) 水溫介於23.2℃～28.0℃之間，鹽度介於34.03～34.56之間；114第2次觀測 (5月5日) 水溫介於24.8℃～30.5℃之間，鹽度介於34.02～34.35之間；114第3次觀測 (8月8日) 水溫介於22.9℃～28.8℃之間，鹽度介於32.23～34.16之間；114第4次觀測 (11月5日) 水溫介於26.3℃～27.4℃之間，鹽度介於33.58～33.87之間。

表 1-15 民國 95 至 113 年水溫基本統計表

海 流 儀 CUR 站																			
民國(年)	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113
年均溫(℃)	25.77	25.55	25.84	25.24	25.88	25.04	25.58	25.66	25.19	25.05	25.45	25.71	25.28	26.01	***26.29***	25.21	25.88	25.08	25.90
最高溫(℃)	29.67 (07/03)	30.69 (08/05)	30.61 (08/30)	29.87 (09/08)	30.13 (08/19)	29.86 (08/17)	29.57 (06/05)	29.68 (06/08)	30.15 (07/22)	30.07 (07/05)	30.34 (07/06)	30.25 (07/27)	30.43 (08/09)	30.39 (06/29)	***31.02 (07/23)***	30.85 (09/15)	30.35 (07/27)	30.24 (07/13)	30.94 (07/20)
最低溫(℃)	18.90 (01/01)	18.11 (06/14)	20.00 (07/01)	***15.66 (12/31)***	16.23 (01/03)	19.41 (06/13)	16.56 (06/22)	18.49 (12/05)	18.97 (09/23)	17.77 (12/25)	16.09 (12/16)	17.68 (01/14)	18.79 (06/15)	16.94 (12/17)	18.91 (01/25)	18.05 (02/13)	17.49 (01/04)	17.54 (05/19)	18.41 (01/15)
夏均溫(℃)(5-10 月)	26.39	26.41	26.79	26.25	26.36	***27.46***	26.31	26.28	26.15	26.34	26.40	26.85	26.34	27.03	27.41	26.29	27.35	25.67	27.39
冬均溫(℃)(11-4 月)	25.04	24.26	25.08	24.28	***25.31***	23.84	24.84	25.02	24.20	23.75	24.64	24.54	24.25	25.02	25.17	24.29	24.94	24.59	24.40
單日最大溫差(℃)	8.79 (07/21)	9.31 (06/30)	9.13 (07/01)	7.13 (08/16)	9.53 (07/11)	8.31 (07/15)	***10.58 (06/20)***	9.32 (06/22)	9.63 (07/27)	8.31 (07/13)	9.92 (08/03)	8.67 (07/31)	8.43 (06/15)	7.43 (12/17)	8.01 (06/21)	7.93 (07/12)	7.98 (01/04)	8.99 (07/03)	9.17 (07/03)
平均每日溫差(℃)	3.53	3.80	3.15	3.35	***3.81***	3.36	3.64	3.56	3.52	3.24	2.82	3.27	3.27	3.04	3.27	3.55	2.45	3.56	3.61

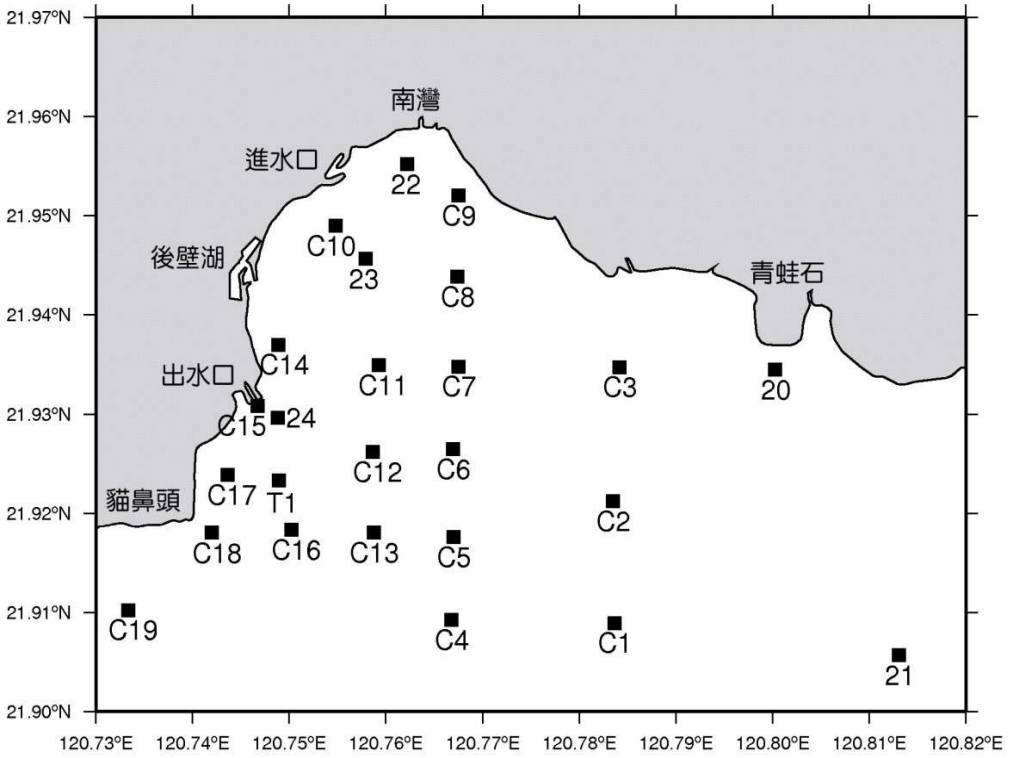


圖1-1 第三核能發電廠附近海域 CTD 及定點海流觀測作業位置圖

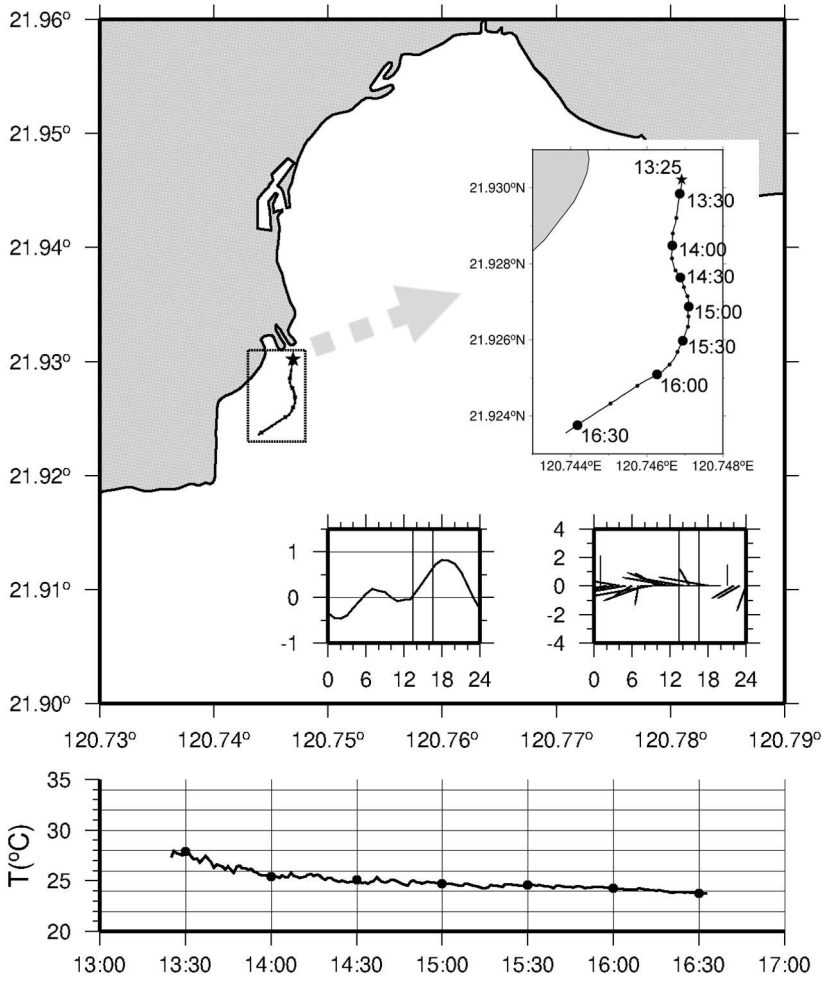


圖1-2 民國114年2月12日漂流浮標暨溫度追蹤調查結果

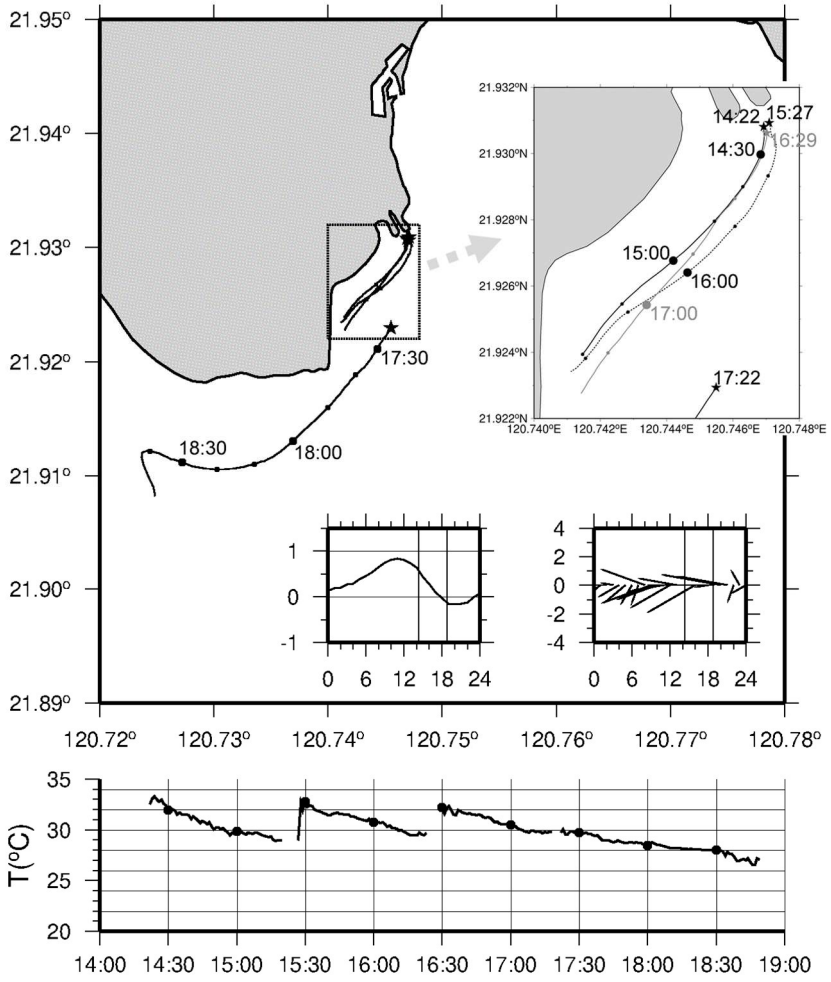


圖1-3 民國114年5月4日漂流浮標暨溫度追蹤調查結果

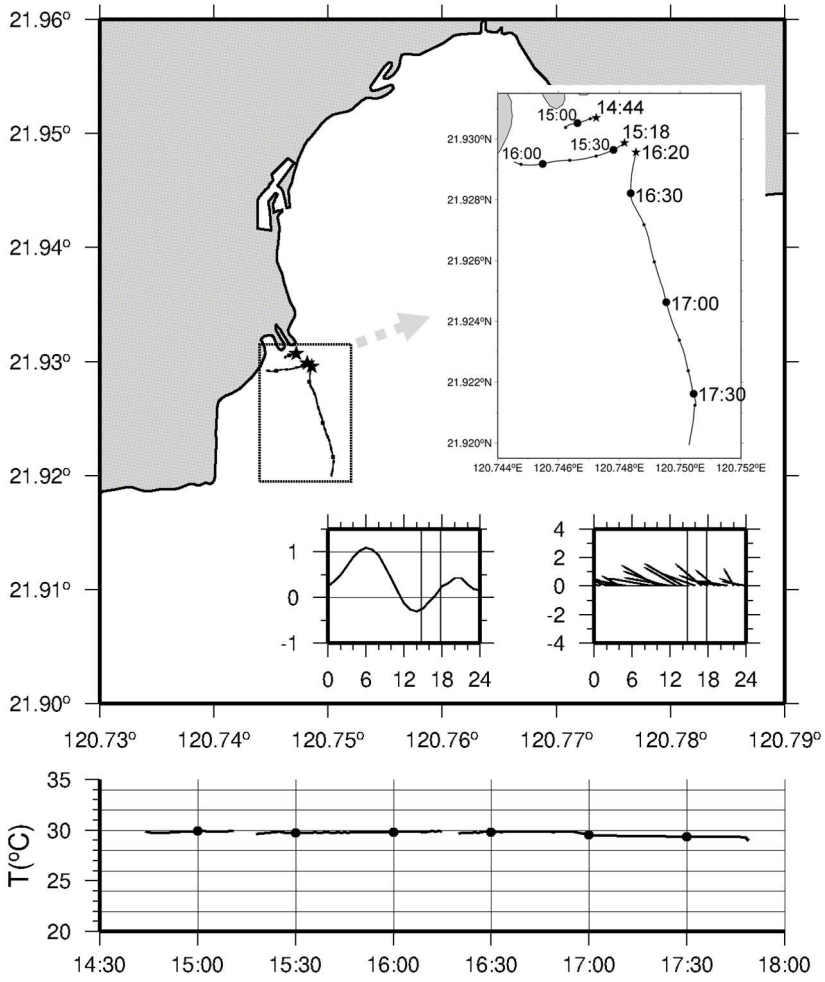


圖1-4 民國114年8月9日漂流浮標暨溫度追蹤調查結果

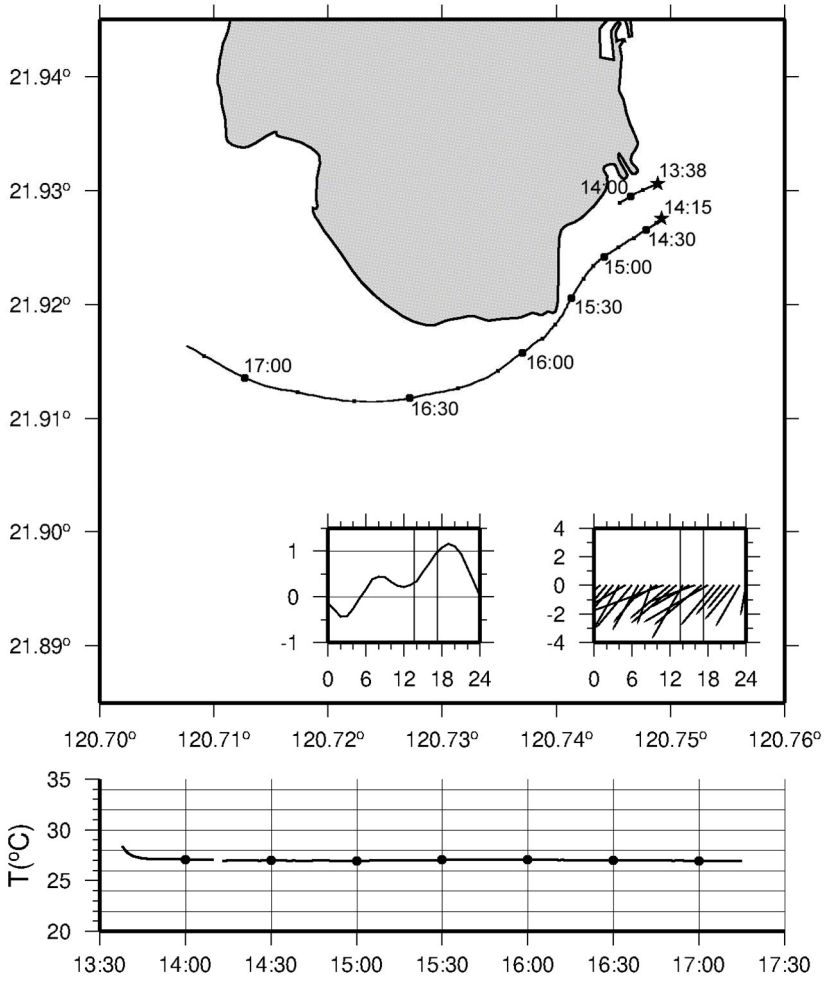


圖1-5 民國114年11月7日漂流浮標暨溫度追蹤調查結果

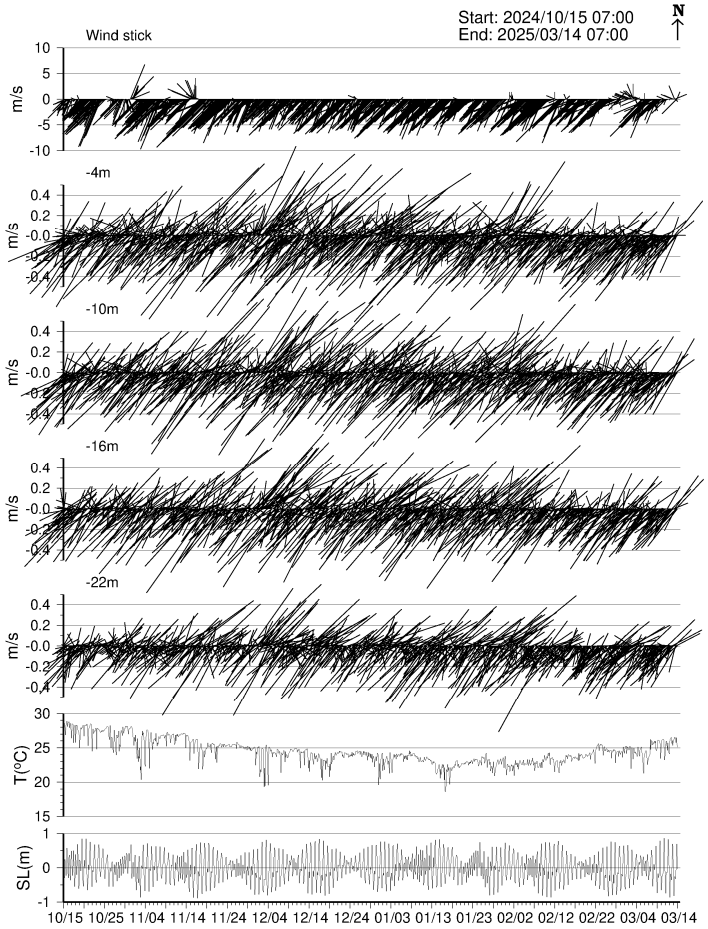
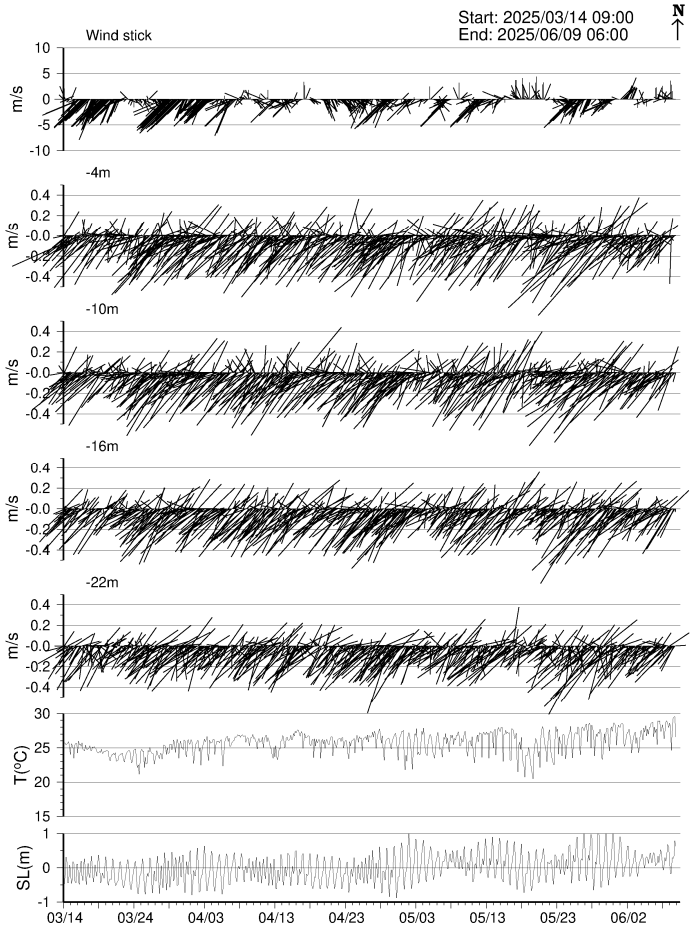
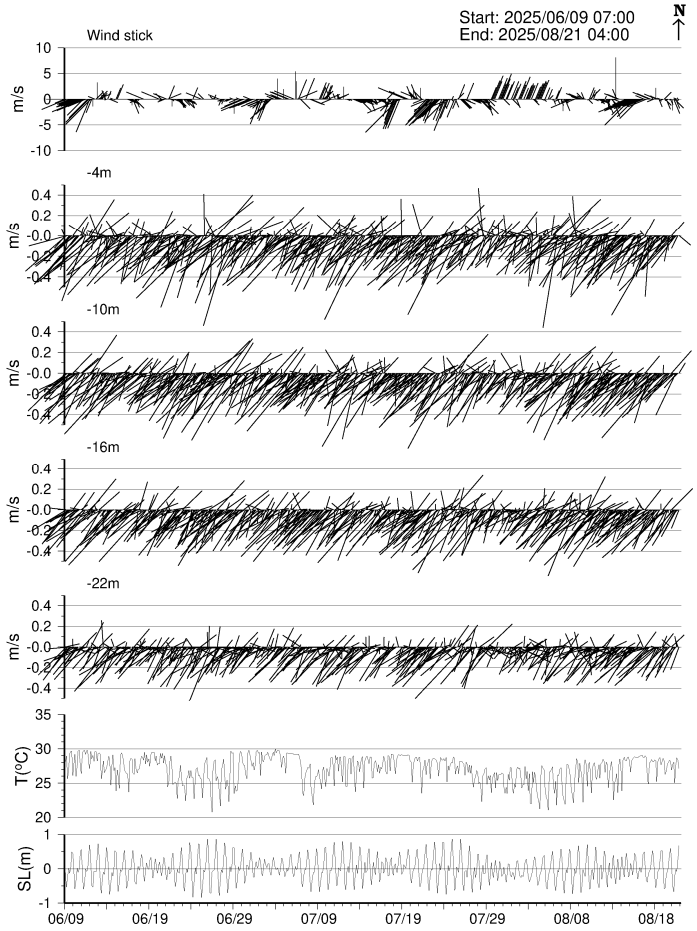


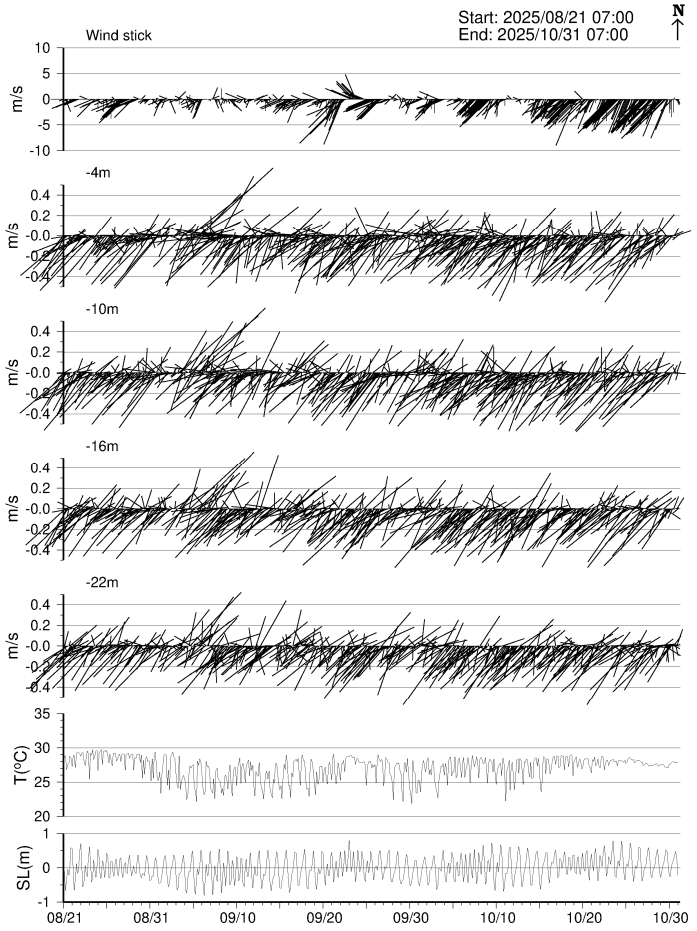
圖1-6 民國113年10月15日～114年3月14日定點海流觀測結果，自上而下：風場，-4、-10、-16、-22 m流矢，溫度與水位時序圖



續圖1-6 民國114年3月14日～114年6月9日定點海流觀測結果，自上而下：風場，-4、-10、-16、-22 m流矢，溫度與水位時序圖



續圖1-6 民國114年6月9日～114年8月21日定點海流觀測結果，自上而下：風場，-4、-10、-16、-22 m流矢，溫度與水位時序圖



續圖1-6 民國114年8月21日～114年10月31日定點海流觀測結果，自上而下：風場，-4、-10、-16、-22 m流矢，溫度與水位時序圖

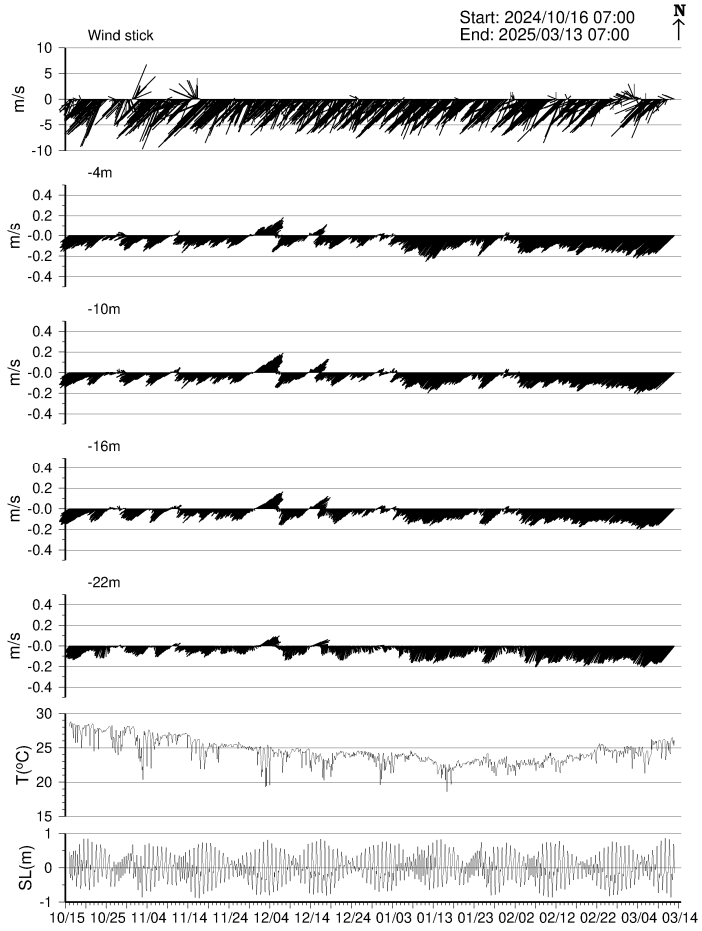
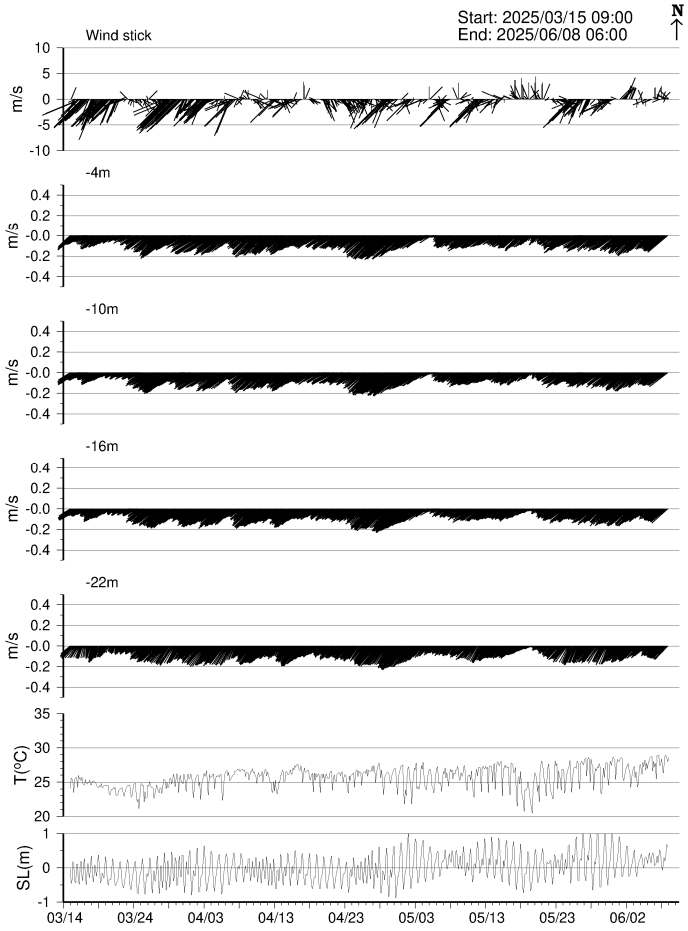
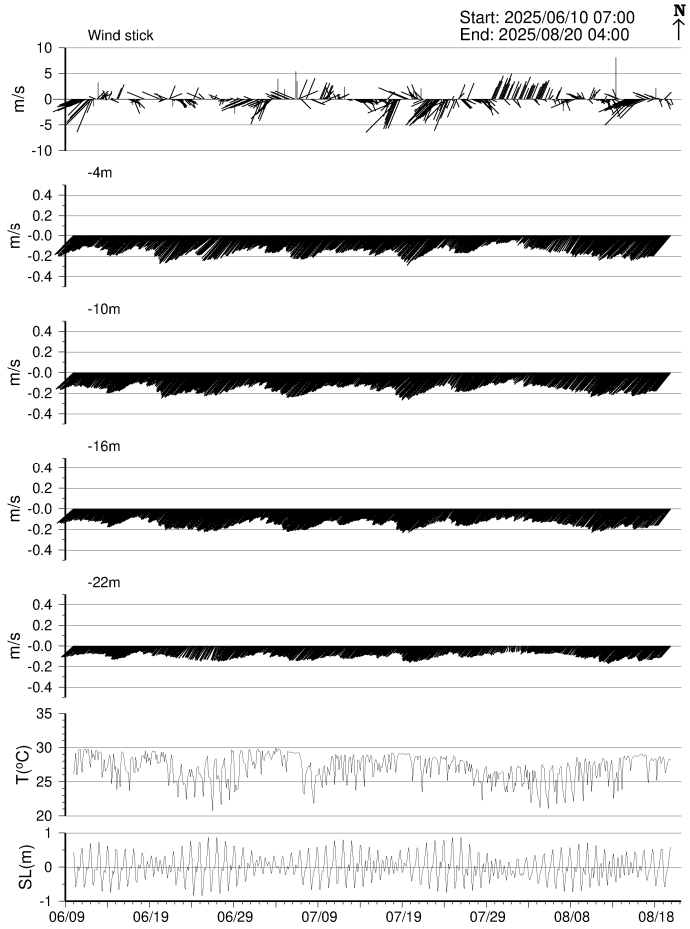


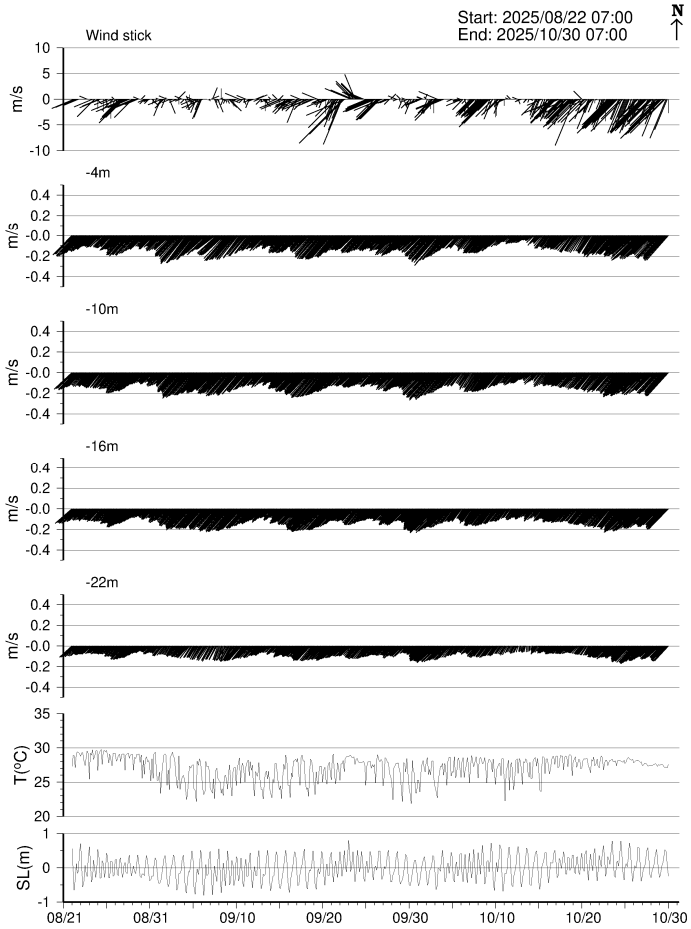
圖1-7 民國113年10月16日～114年3月13日定點海流低通過濾結果，自上而下：風場，-4、-10、-16、-22 m流矢，溫度與水位時序圖



續圖1-7 民國114年3月15日～114年6月8日定點海流低通過濾結果，自上而下：風場，-4、-10、-16、-22 m流矢，溫度與水位時序圖



續圖1-7 民國114年6月10日～114年8月20日定點海流低通過濾結果，自上而下：風場，-4、-10、-16、-22 m流矢，溫度與水位時序圖



續圖1-7 民國114年8月22日～114年10月30日定點海流低通過濾結果，自上而下：風場，-4、-10、-16、-22 m流矢，溫度與水位時序圖

測站：南灣　　施測期間：10/15/07:00 2024~03/14/07:30 2025

記錄筆數：21604　　最大流速：1.56m/s (對應流向048.6)

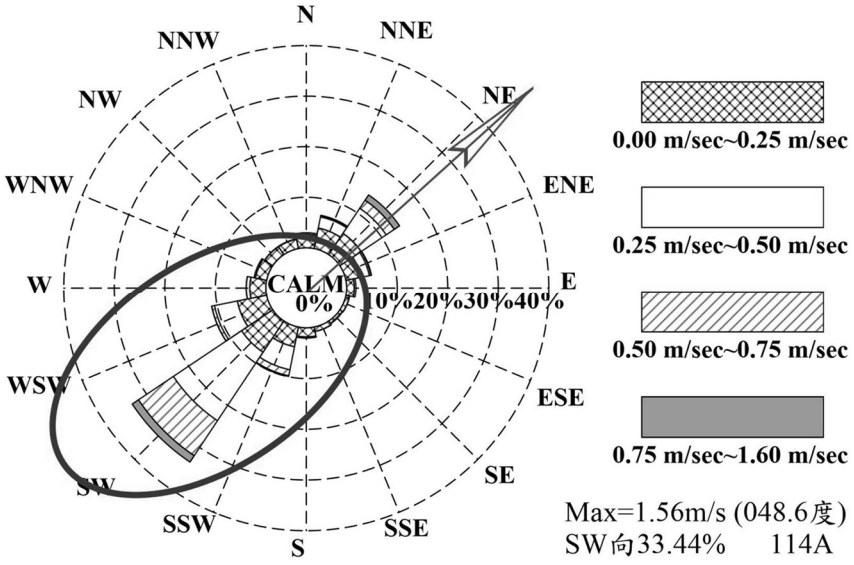
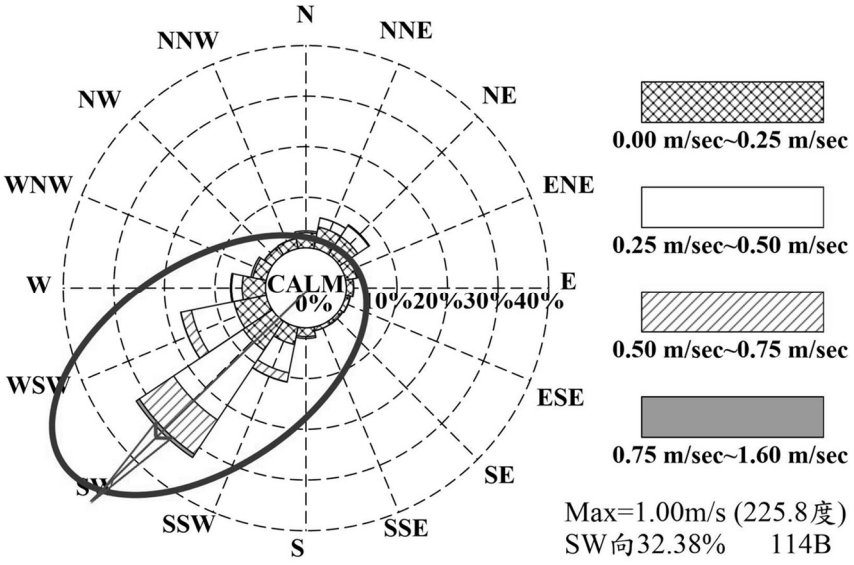


圖1-8 定點海流調查海流玫瑰圖
(民國113年10月15日～114年3月14日)

測站：南灣　　施測期間：03/14/08:30 2025~06/09/06:00 2025

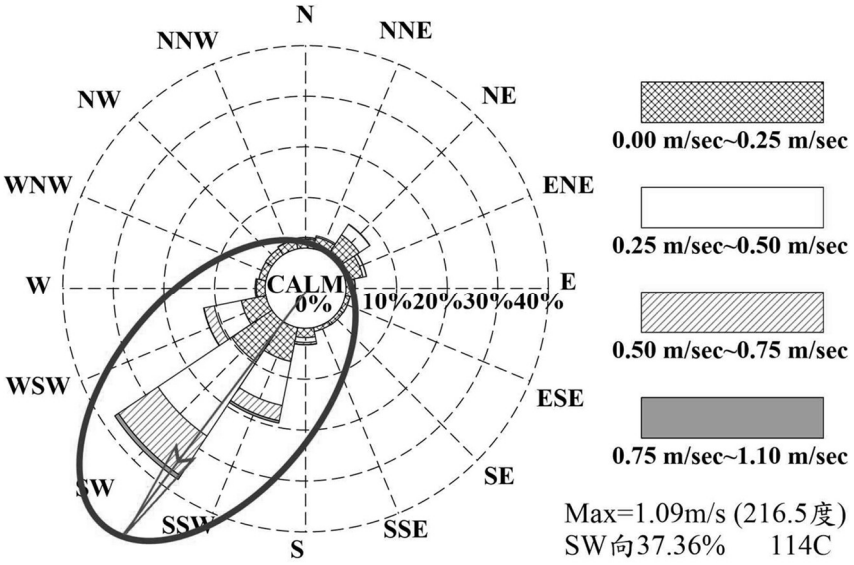
記錄筆數：12514　最大流速：1.00m/s (對應流向225.8度)



續圖1-8 定點海流調查海流玫瑰圖
(民國114年3月14日～114年6月9日)

測站：南灣　　施測期間：06/09/07:00 2025~08/21/06:30 2025

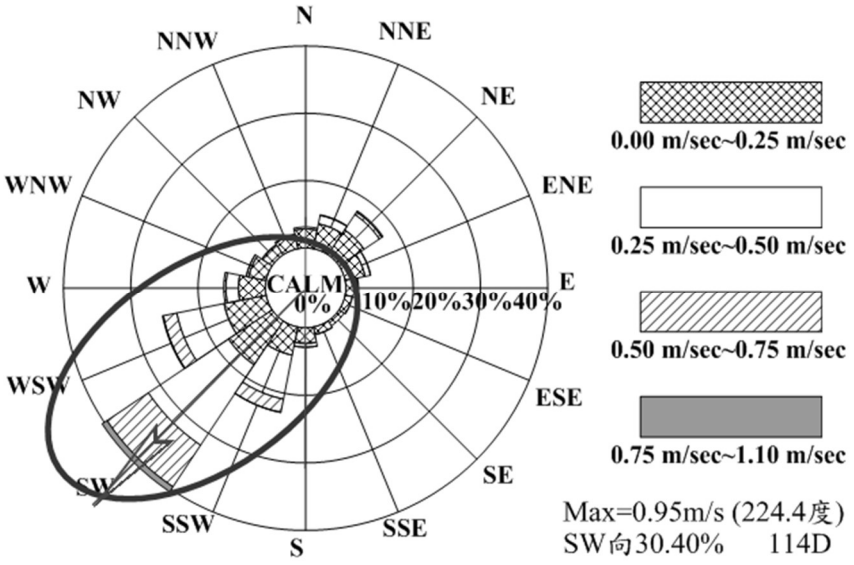
記錄筆數：10510　　最大流速：1.09m/s (對應流向216.5)



續圖1-8 定點海流調查海流玫瑰圖
(民國114年6月9日～114年8月21日)

測站：南灣　　施測期間：08/21/07:00 2025~10/31/07:00 2025

記錄筆數：10250　最大流速：095m/s (對應流向224.4度)



續圖1-8 定點海流調查海流玫瑰圖
(民國114年8月21日～114年10月31日)

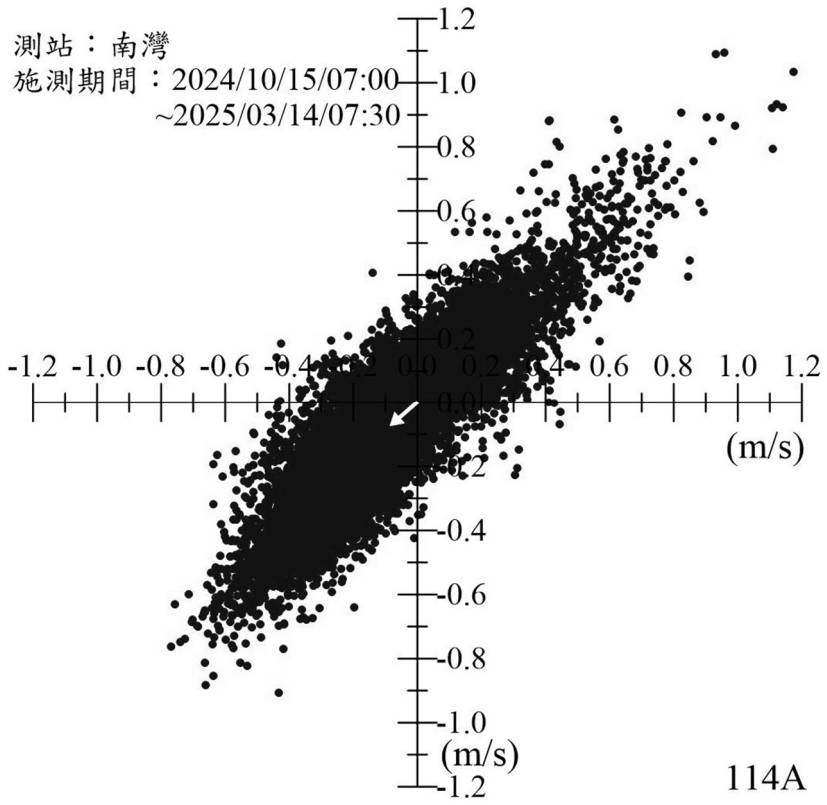
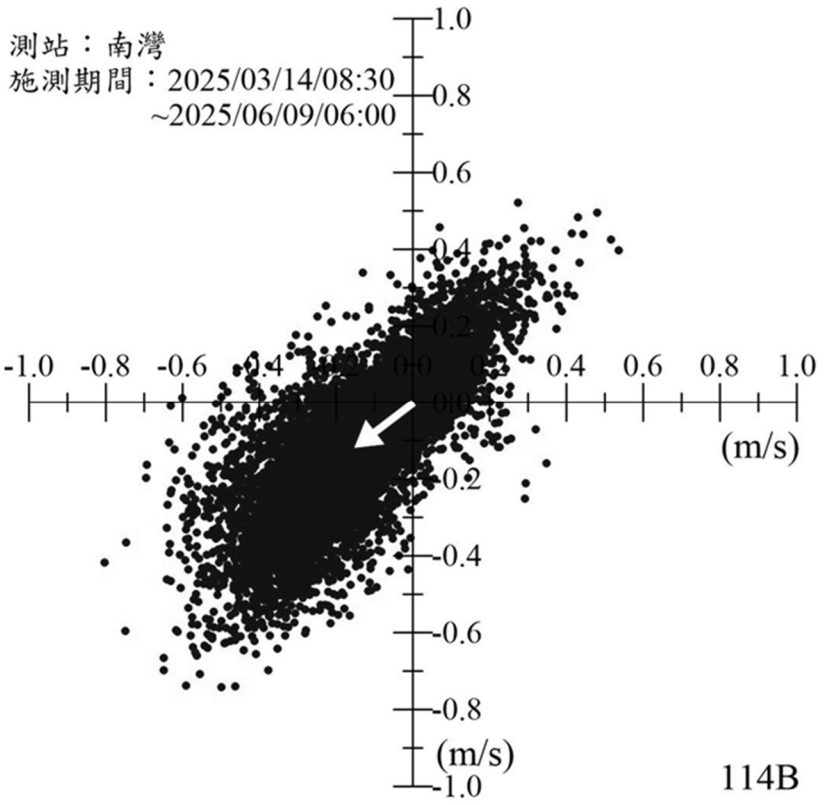
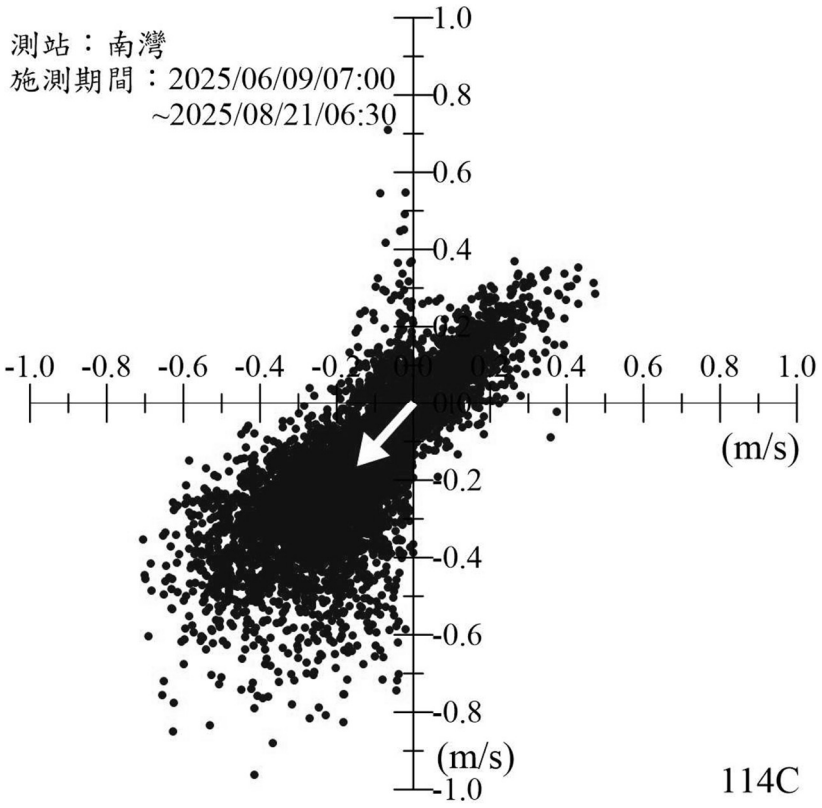


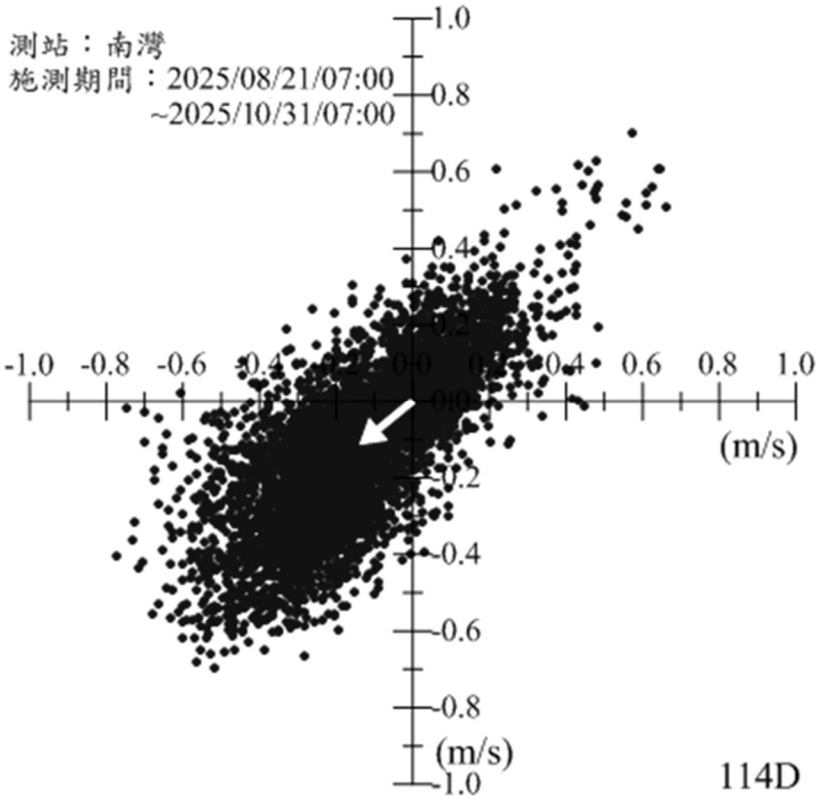
圖1-9 定點海流調查流速流向散佈圖
(民國113年10月15日～114年3月14日)



續圖1-9 定點海流調查流速流向散佈圖
(民國114年3月14日～114年6月9日)



續圖1-9 定點海流調查流速流向散佈圖
(民國114年6月9日～114年8月21日)



續圖1-9 定點海流調查流速流向散佈圖
(民國114年8月21日～114年10月31日)

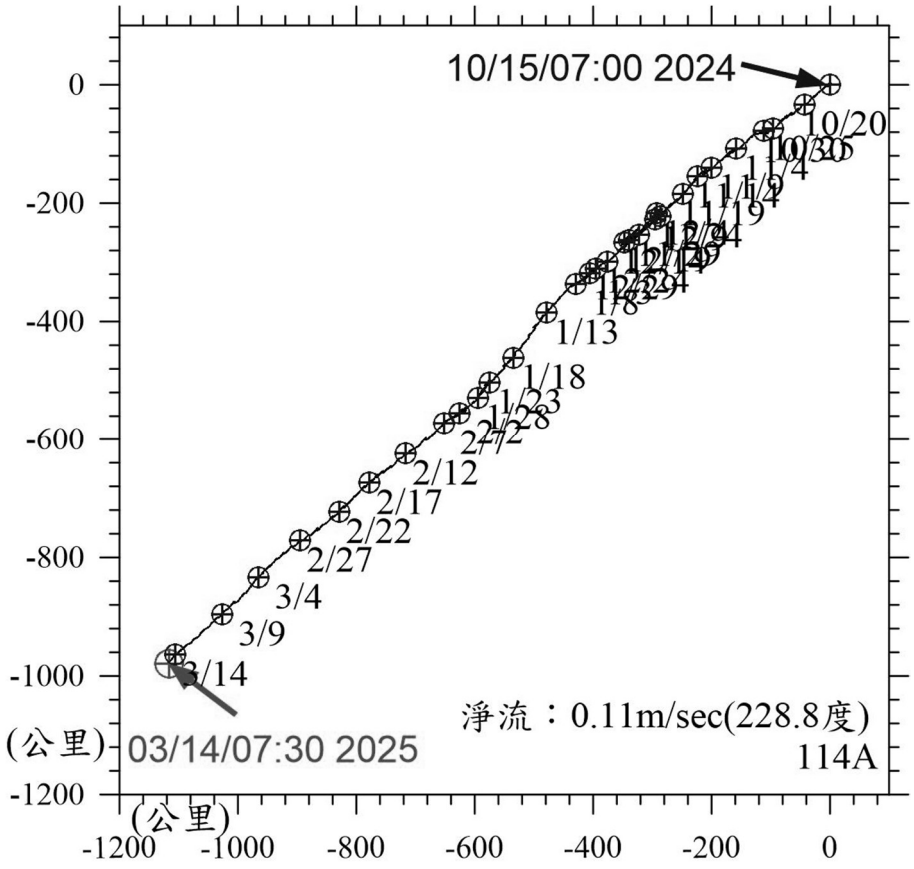
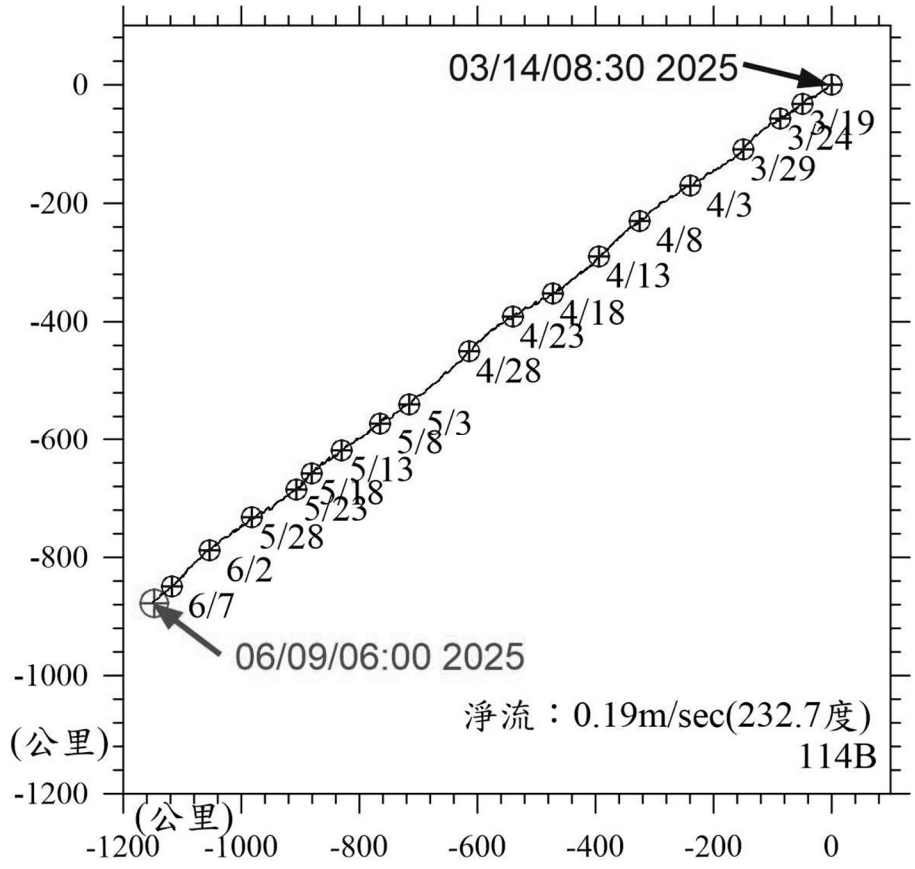
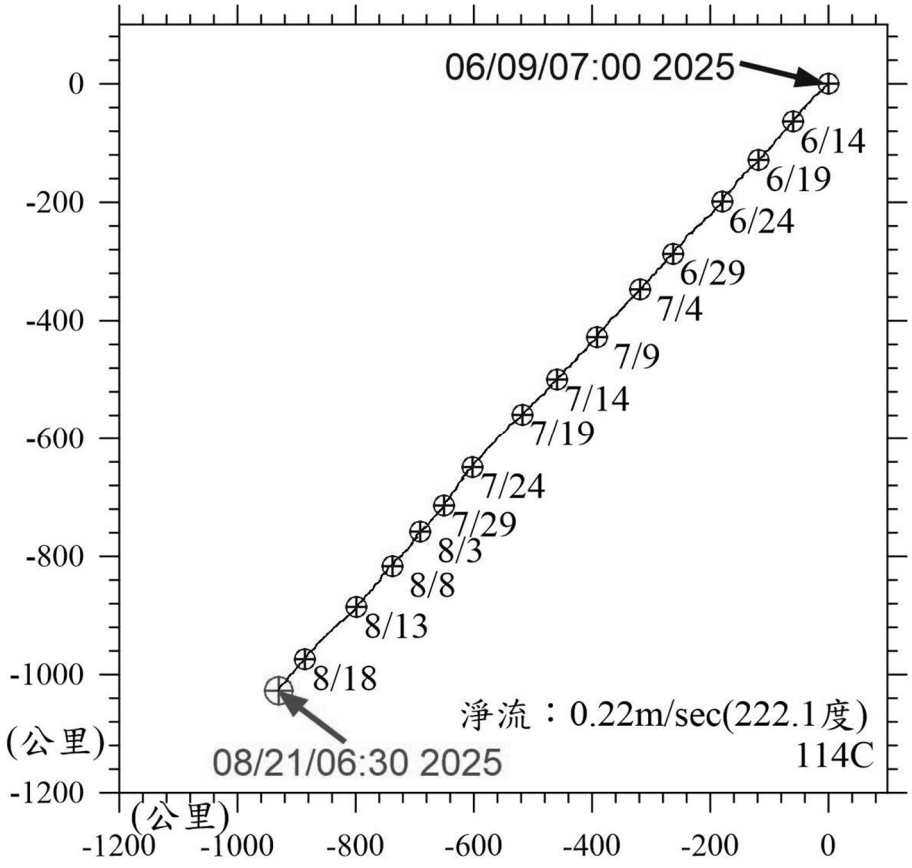


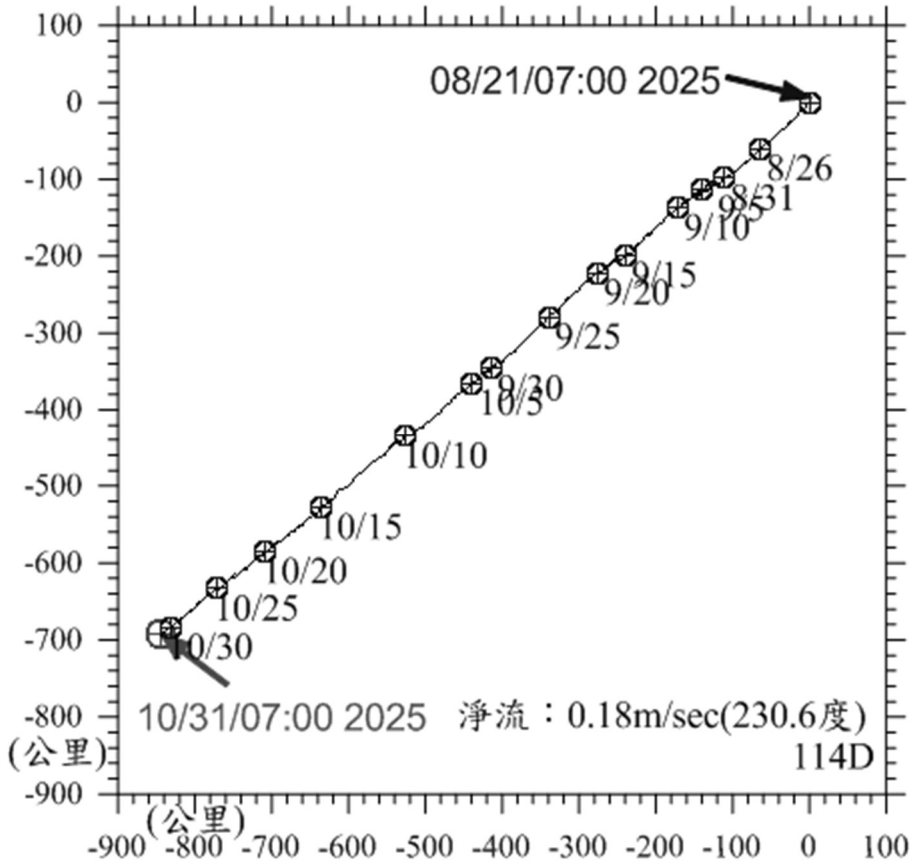
圖1-10 民國113年10月15日～114年3月14日定點海流調查流速向量進行圖



續圖1-10 民國114年3月14日～114年6月9日定點海流調查流速向量進行圖



續圖1-10 民國114年6月9日～114年8月21日定點海流調查流速向量進行圖



續圖1-10 民國114年8月21日～114年10月31日定點海流調查流速向量進行圖

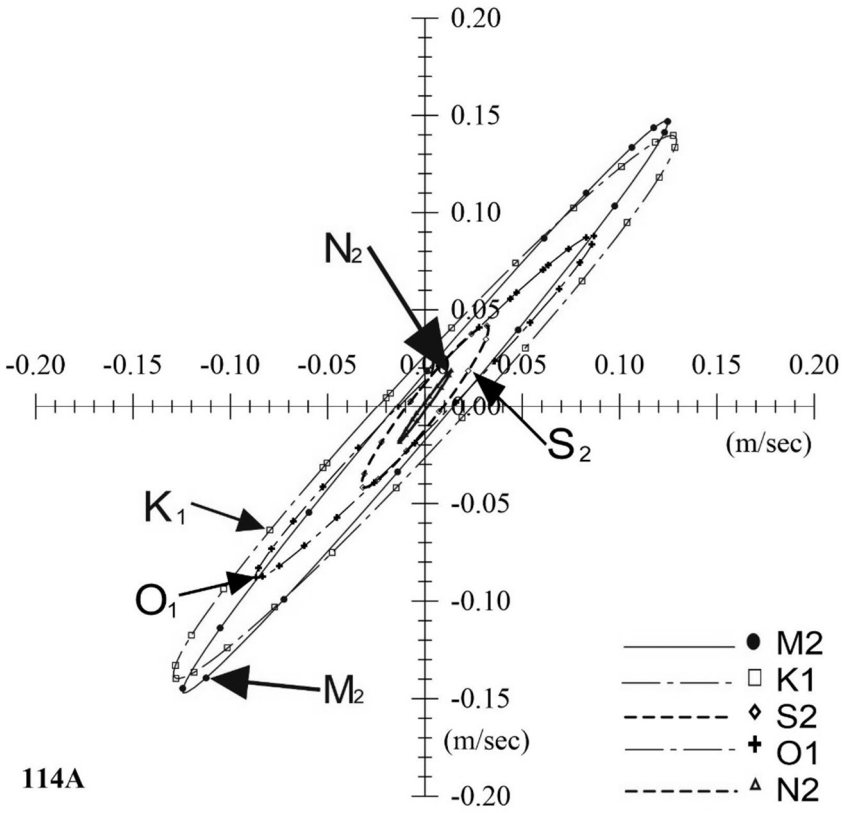
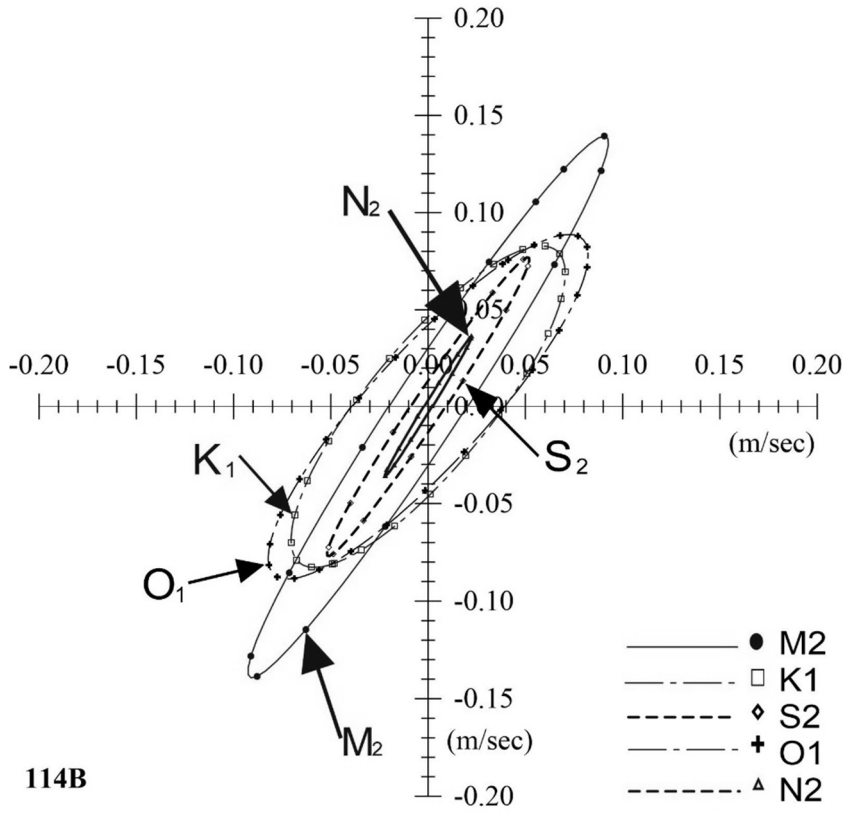
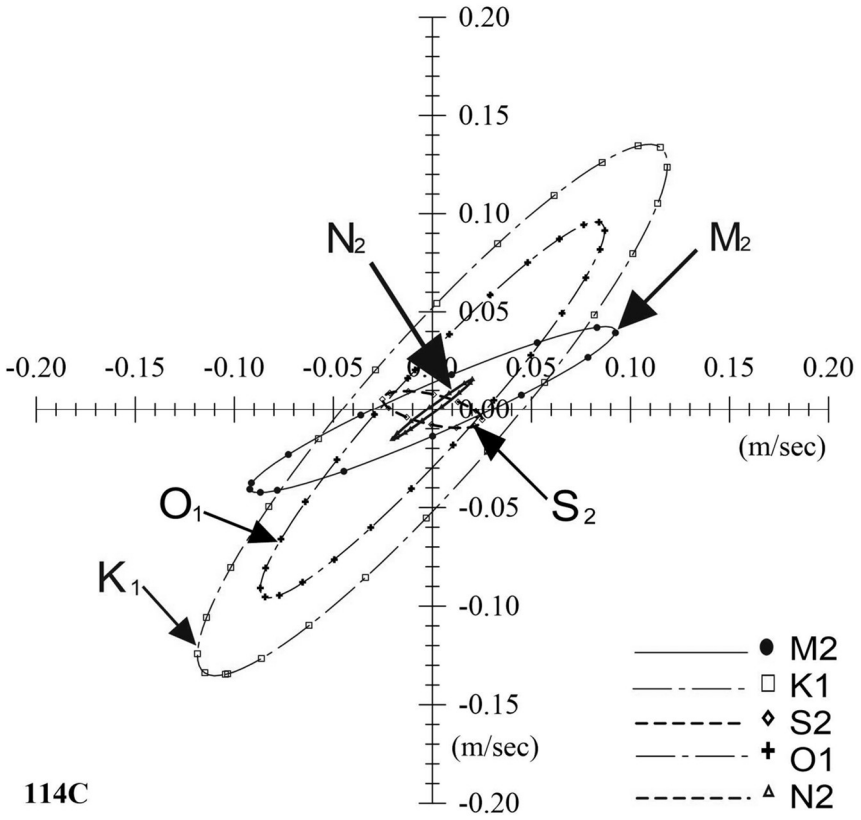


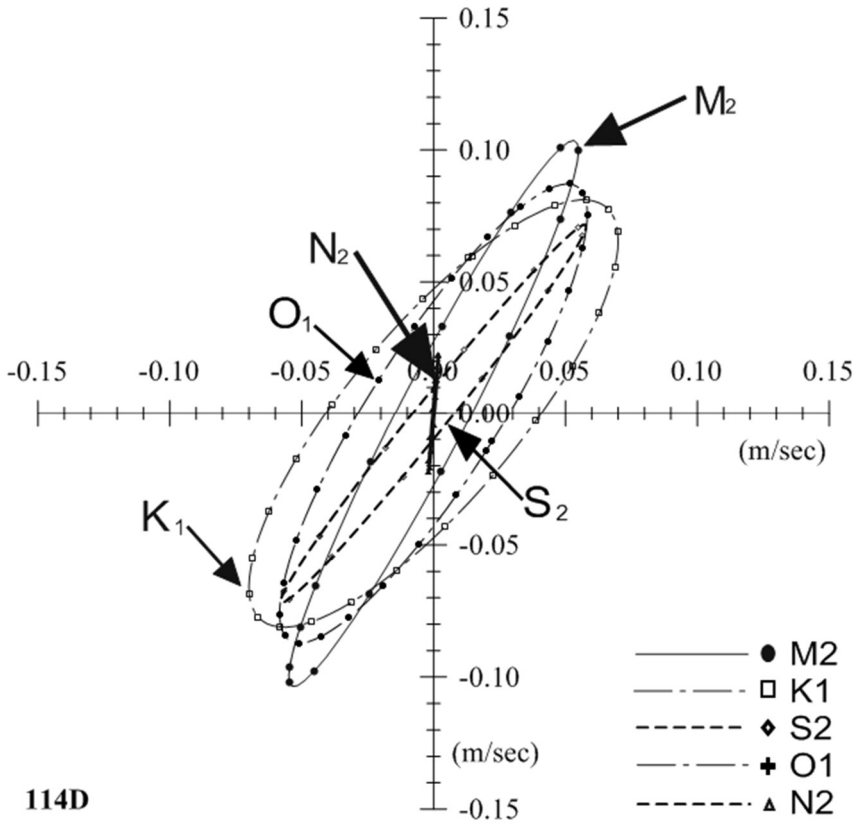
圖1-11 民國113年10月15日～114年3月14日定點海流調查各分潮潮流橢圓圖



續圖1-11 民國114年3月14日～114年6月9日定點海流調查各分潮潮流橢圓圖



續圖1-11 民國114年6月9日～114年8月21日定點海流調查各分潮潮流橢圓圖



續圖1-11 民國114年8月21日～114年10月31日定點海流調查各分潮潮流橢圓圖

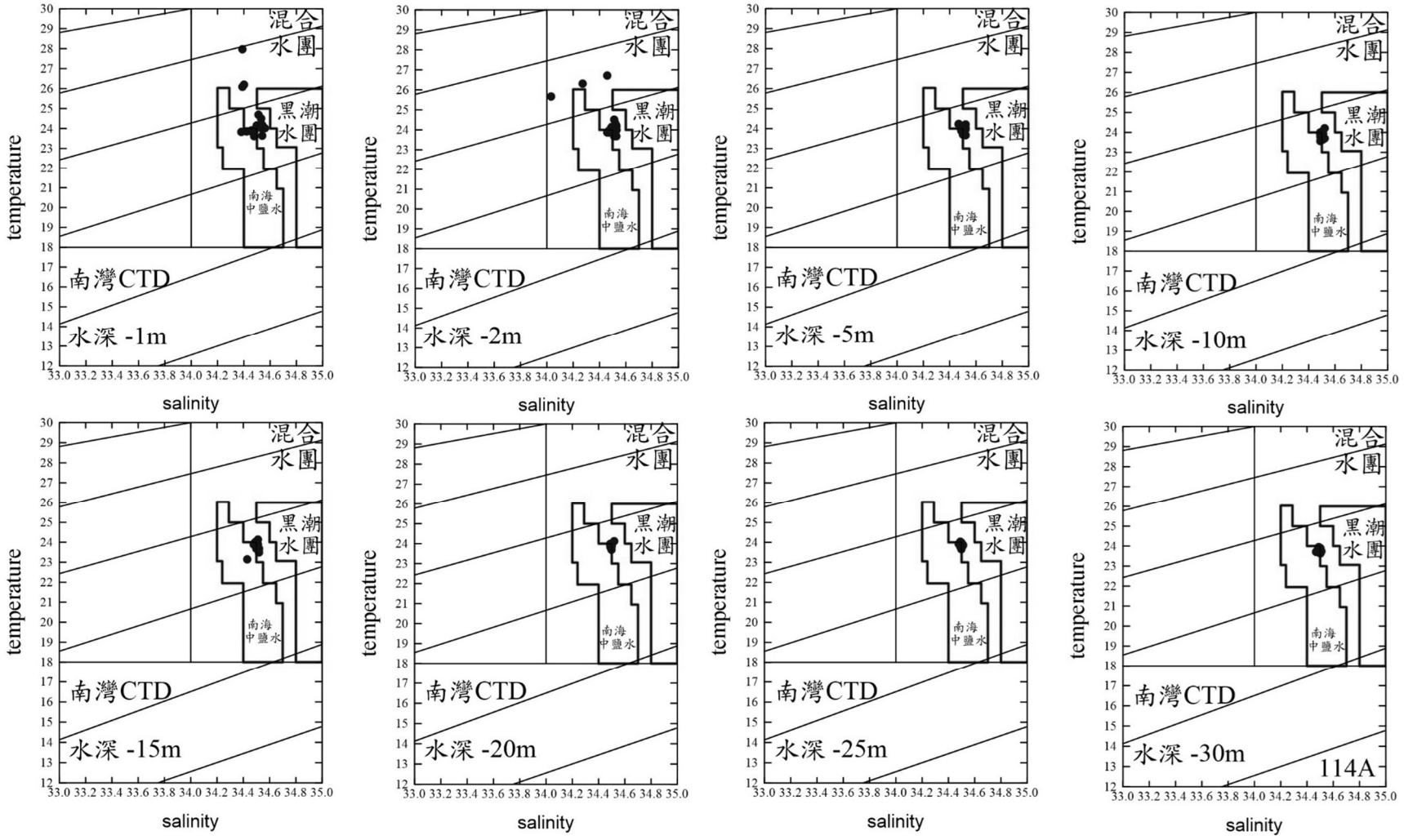
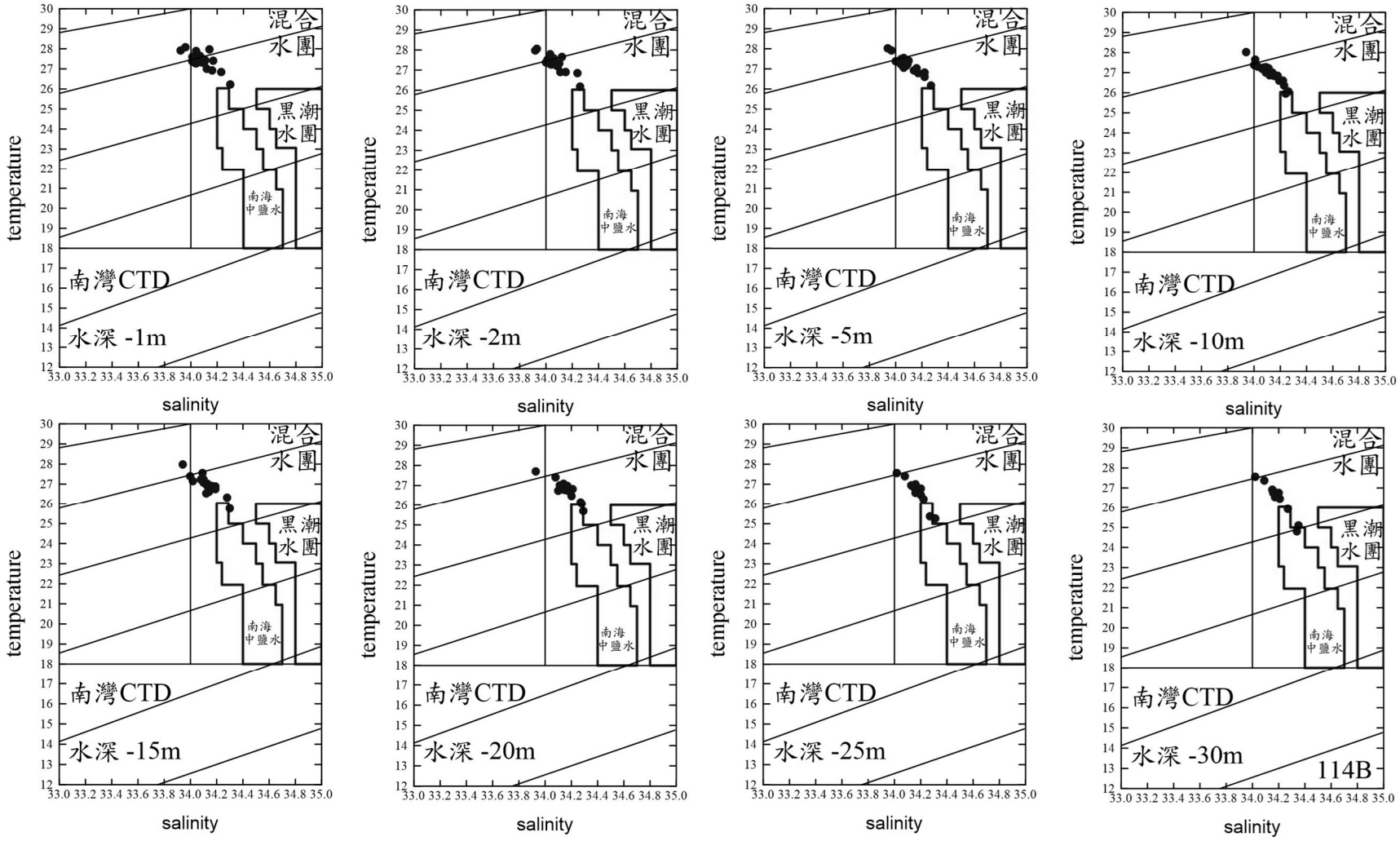
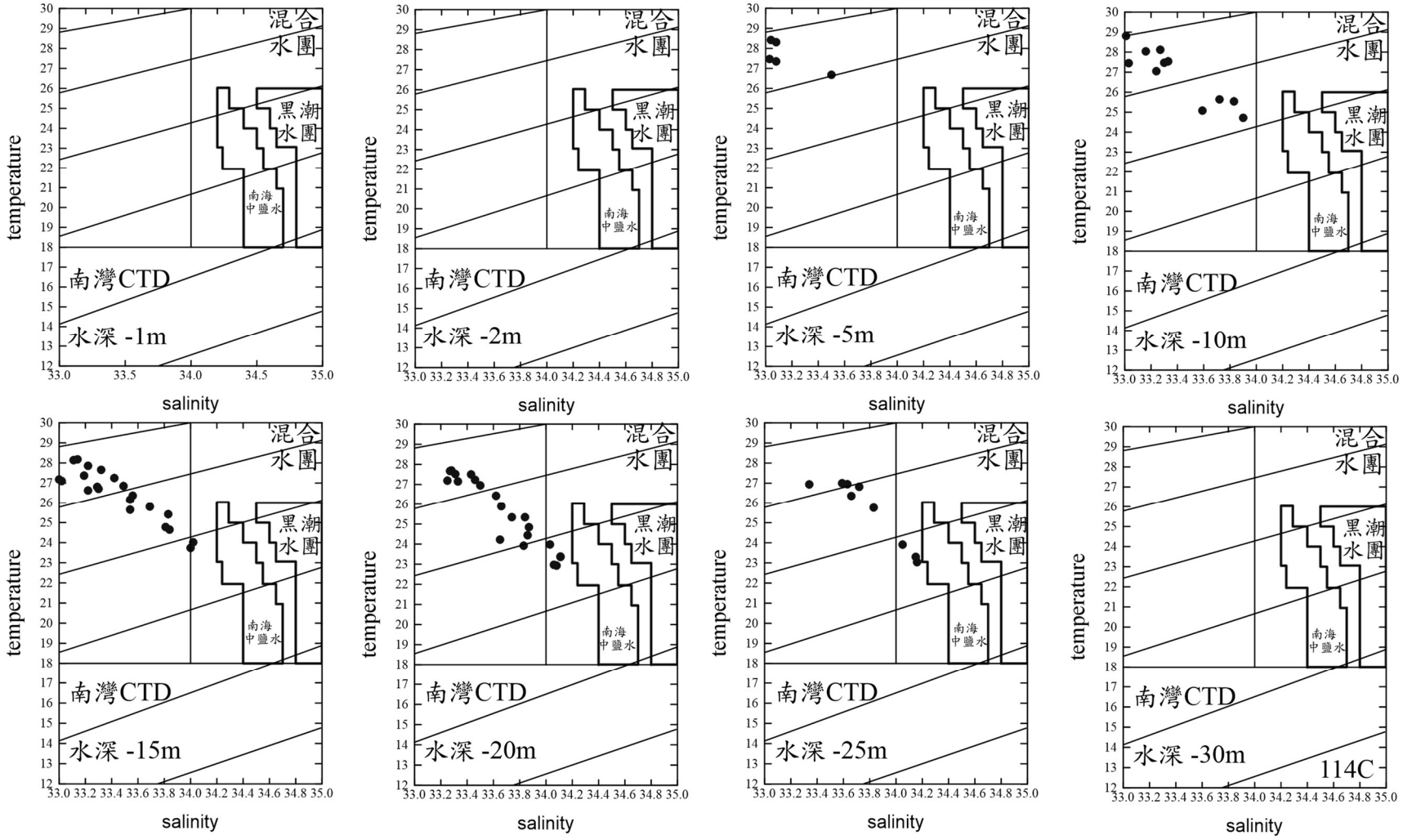


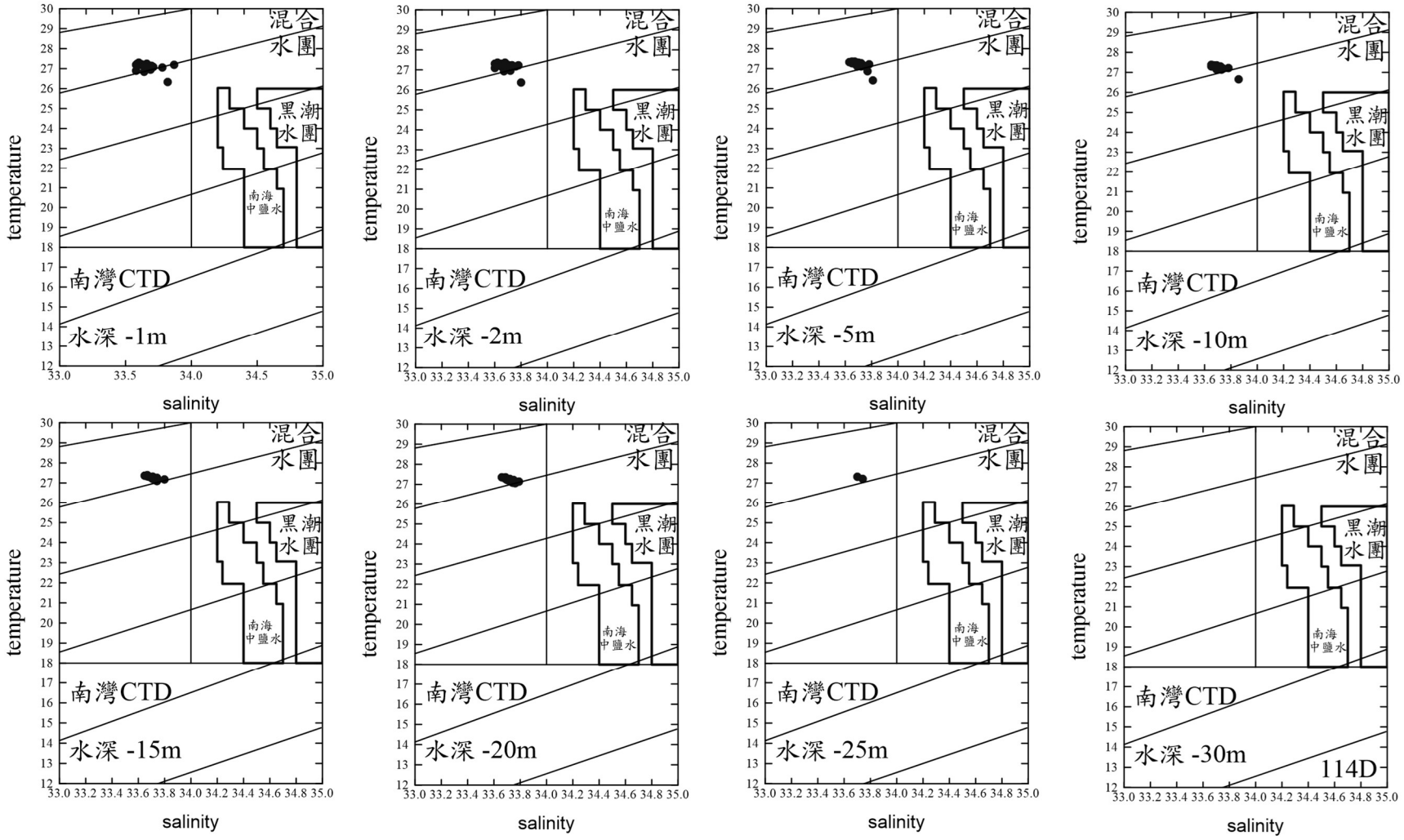
圖1-12 第三核能發電廠附近海域民國114年2月15日CTD調查深溫鹽分布



續圖1-12 第三核能發電廠附近海域民國114年5月5日CTD調查深溫鹽分布



續圖1-12 第三核能發電廠附近海域民國114年8月8日CTD調查深溫鹽分布



續圖1-12 第三核能發電廠附近海域民國114年11月5日CTD調查深溫鹽分布

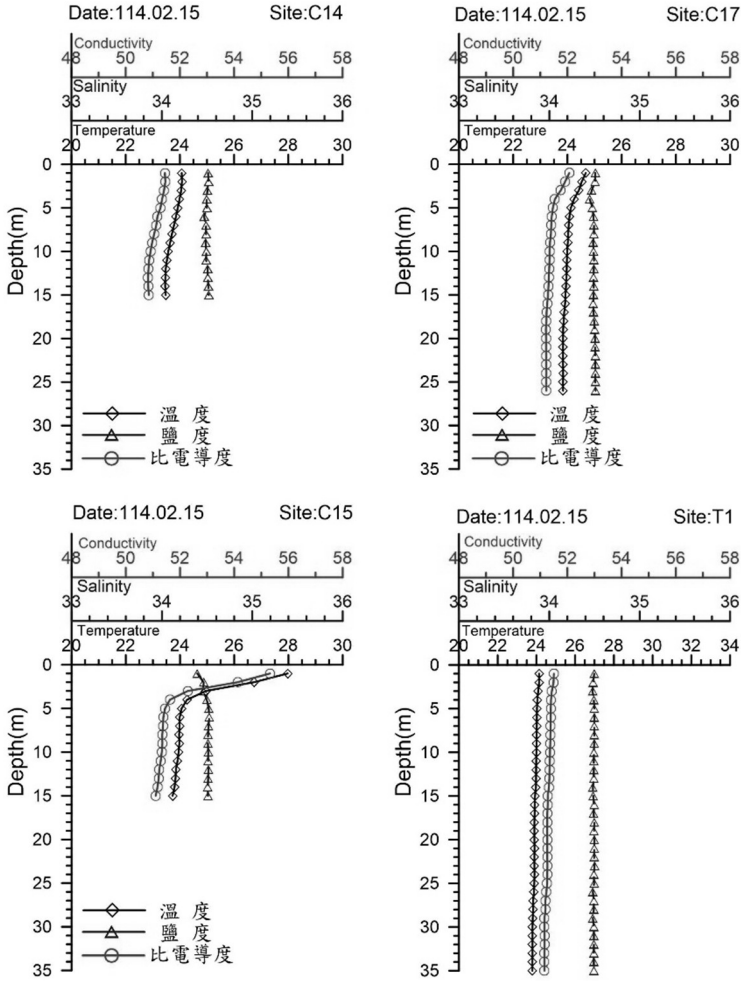
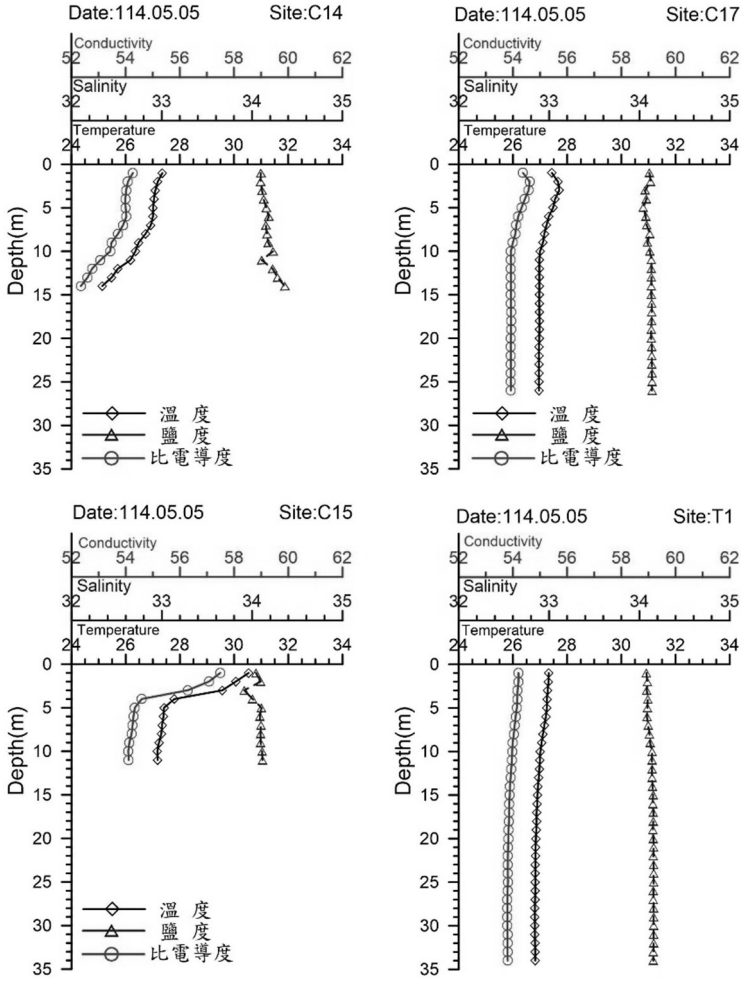
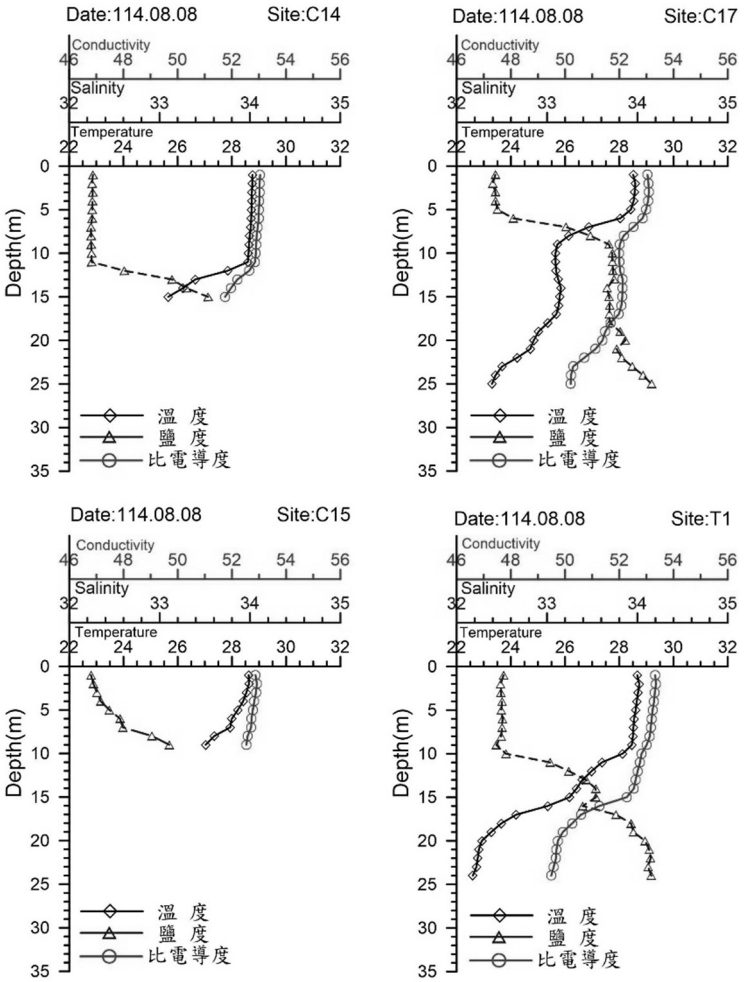


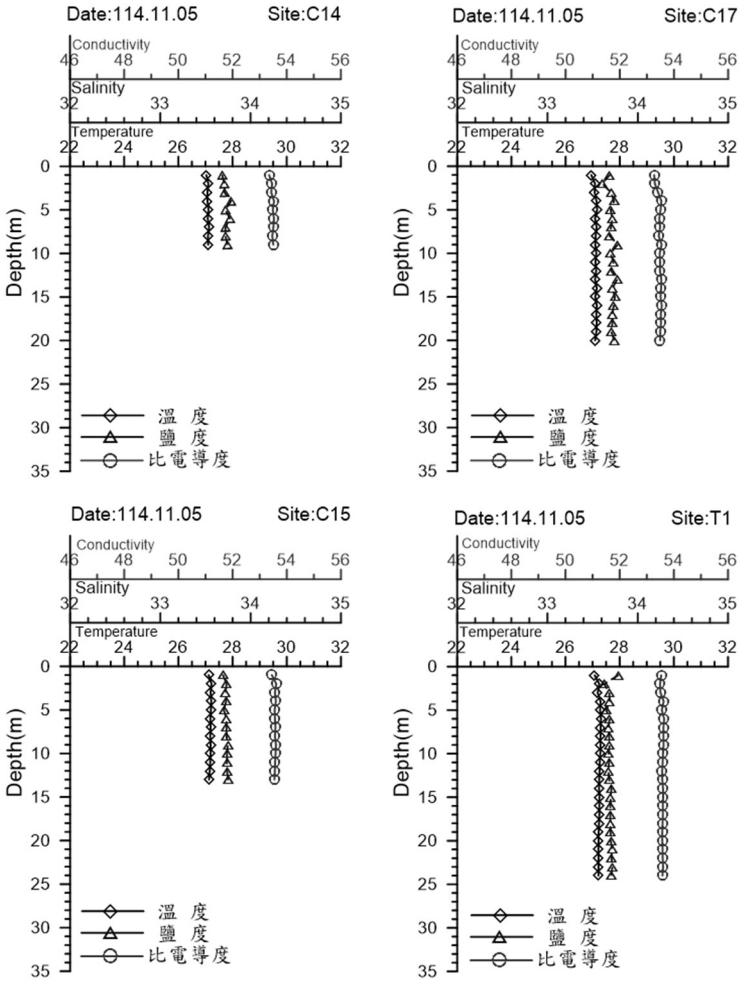
圖1-13 第三核能發電廠附近海域民國114年2月15日出水口附近溫鹽剖面圖



續圖1-13 第三核能發電廠附近海域民國114年5月5日出水口附近溫鹽剖面圖



續圖1-13 第三核能發電廠附近海域民國114年8月8日出水口附近溫鹽剖面圖



續圖1-13 第三核能發電廠附近海域民國114年11月5日出水口附近溫鹽剖面圖

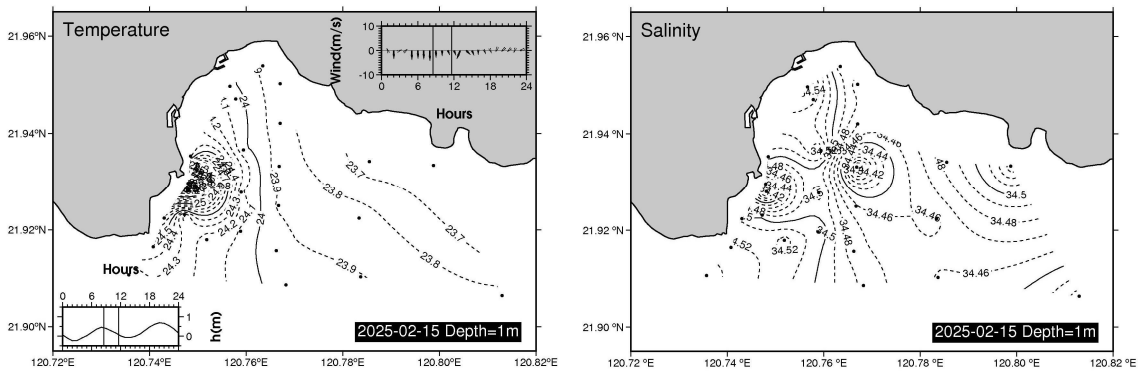
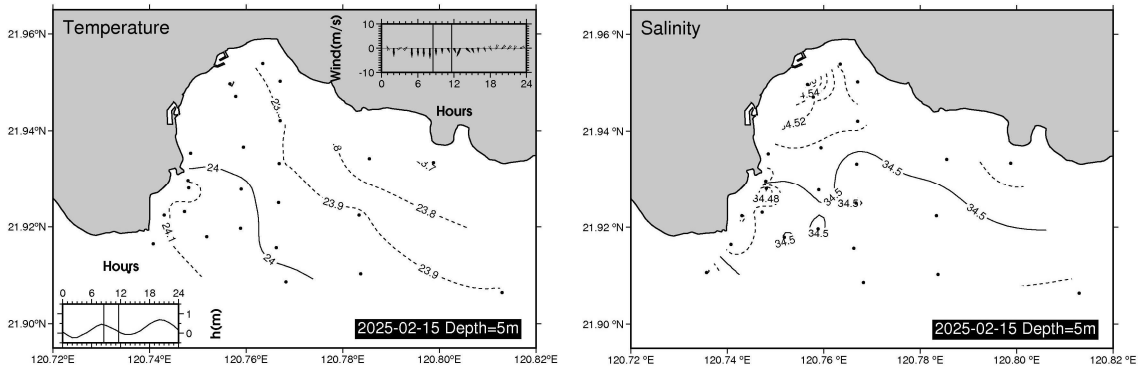
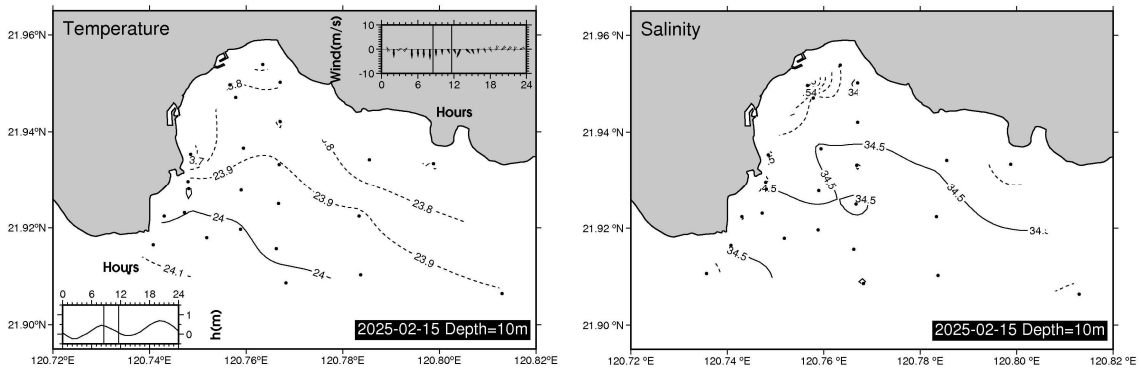


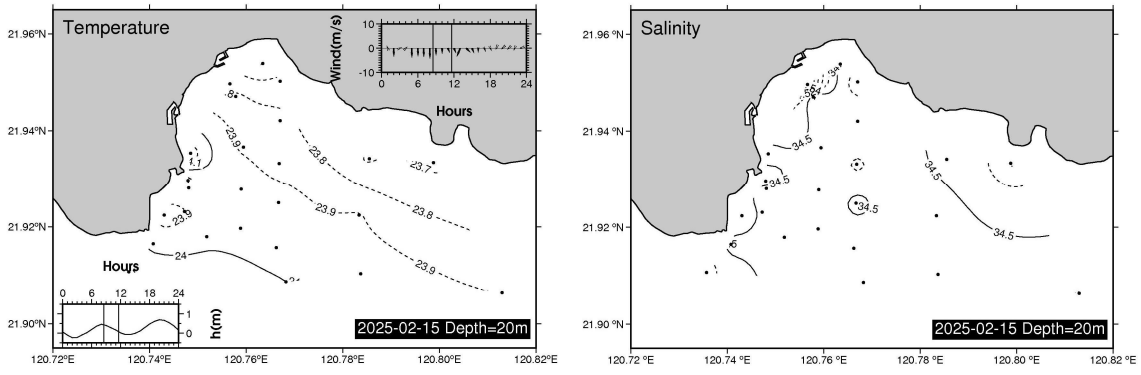
圖 1-14 第三核能發電廠附近海域民國 114 年 2 月 15 日水深 1 m 水溫與鹽度分佈



續圖 1-14 第三核能發電廠附近海域民國 114 年 2 月 15 日水深 5 m 水溫與鹽度分佈



續圖 1-14 第三核能發電廠附近海域民國 114 年 2 月 15 日水深 10 m 水溫與鹽度分佈



續圖 1-14 第三核能發電廠附近海域民國 114 年 2 月 15 日水深 20 m 水溫與鹽度分佈

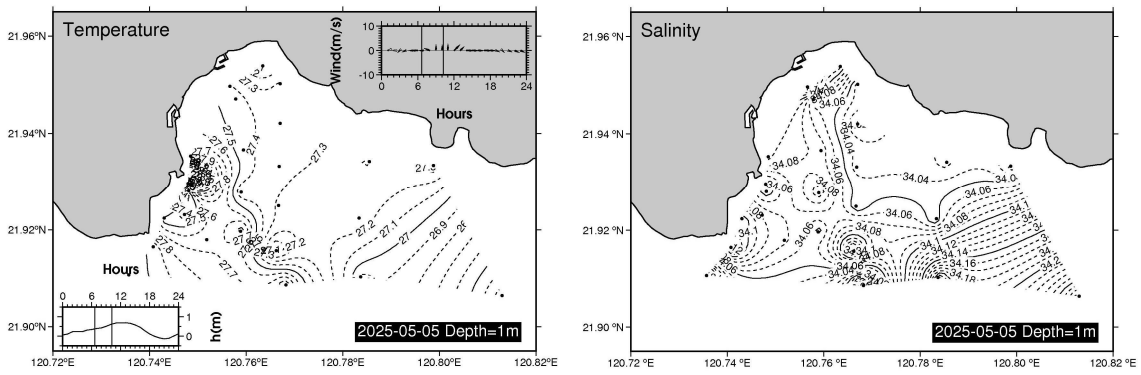
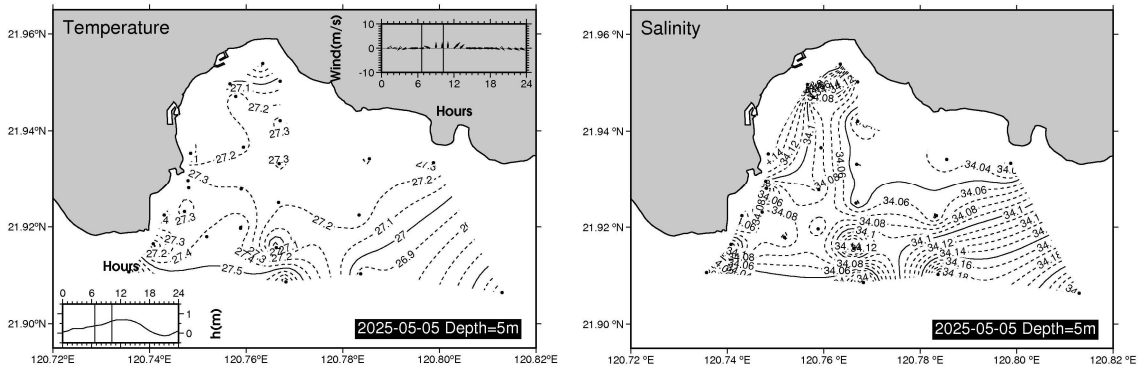
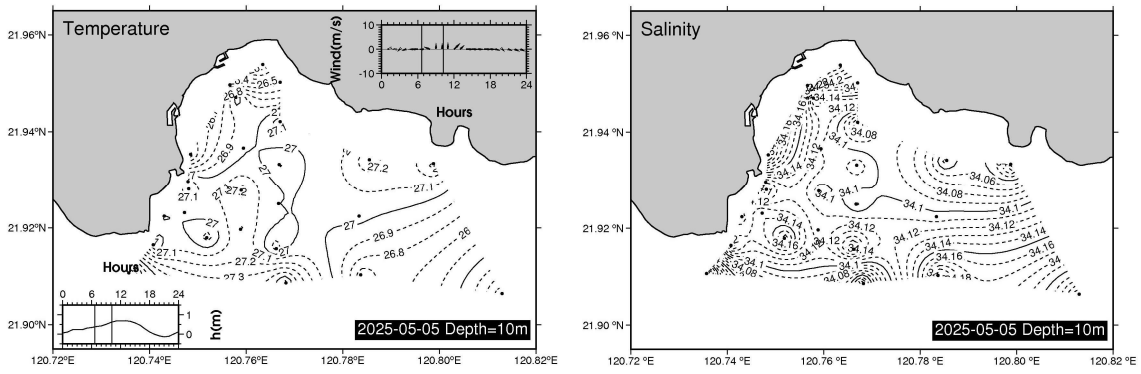


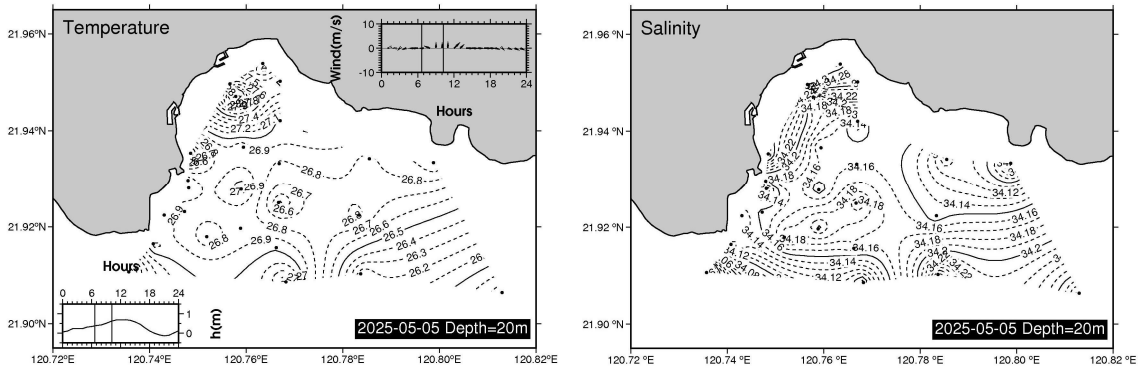
圖 1-15 第三核能發電廠附近海域民國 114 年 5 月 5 日水深 1 m 水溫與鹽度分佈



續圖 1-15 第三核能發電廠附近海域民國 114 年 5 月 5 日水深 5 m 水溫與鹽度分佈



續圖 1-15 第三核能發電廠附近海域民國 114 年 5 月 5 日水深 10 m 水溫與鹽度分佈



續圖 1-15 第三核能發電廠附近海域民國 114 年 5 月 5 日水深 20 m 水溫與鹽度分佈

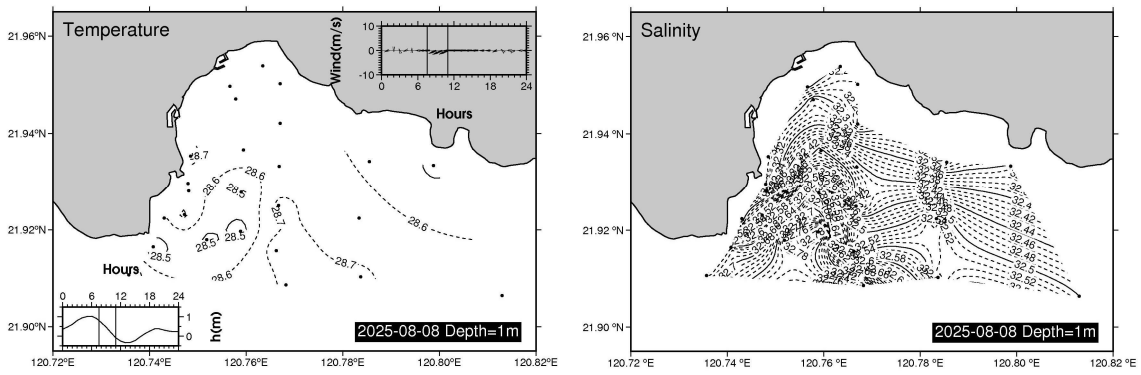
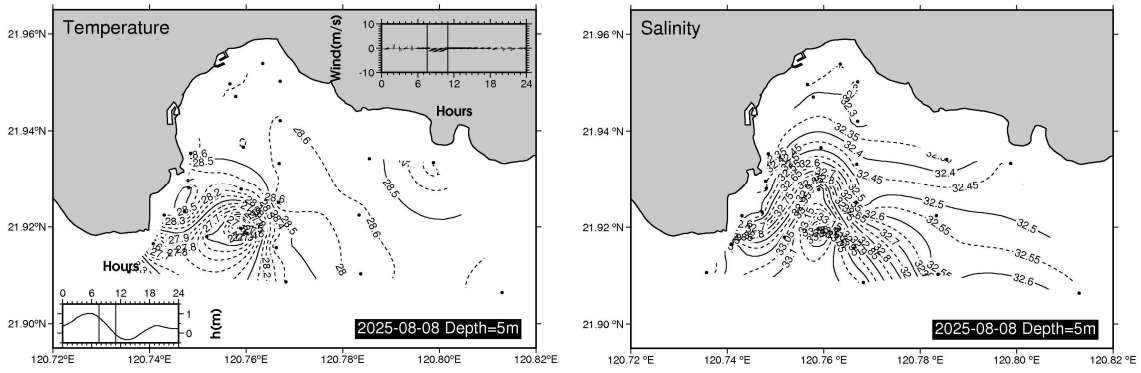
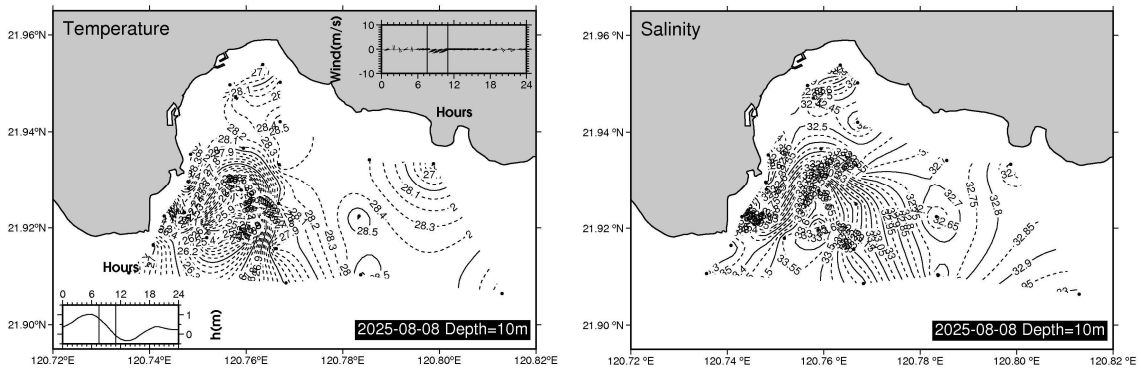


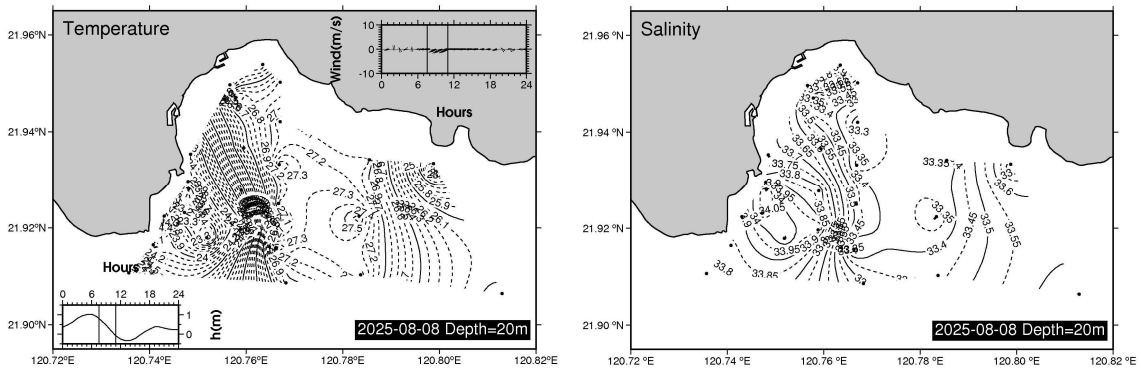
圖 1-16 第三核能發電廠附近海域民國 114 年 8 月 8 日水深 1 m 水溫與鹽度分佈



續圖 1-16 第三核能發電廠附近海域民國 114 年 8 月 8 日水深 5 m 水溫與鹽度分佈



續圖 1-16 第三核能發電廠附近海域民國 114 年 8 月 8 日水深 10 m 水溫與鹽度分佈



續圖 1-16 第三核能發電廠附近海域民國 114 年 8 月 8 日水深 20 m 水溫與鹽度分佈

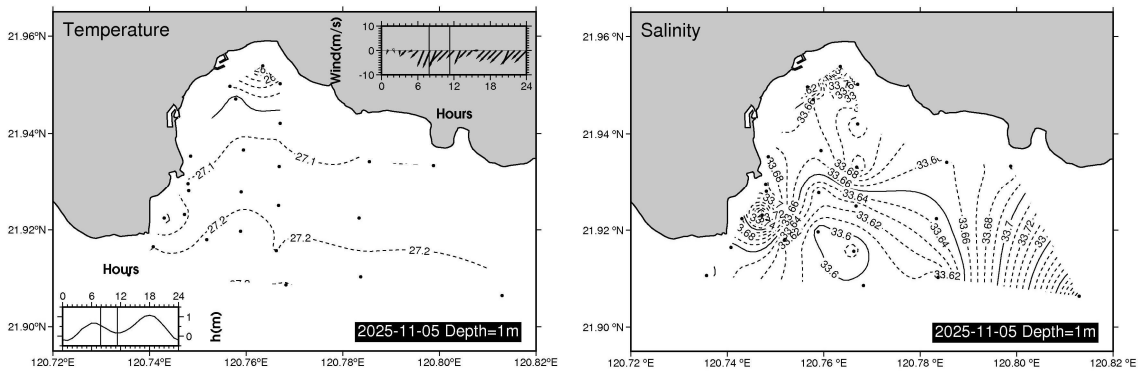
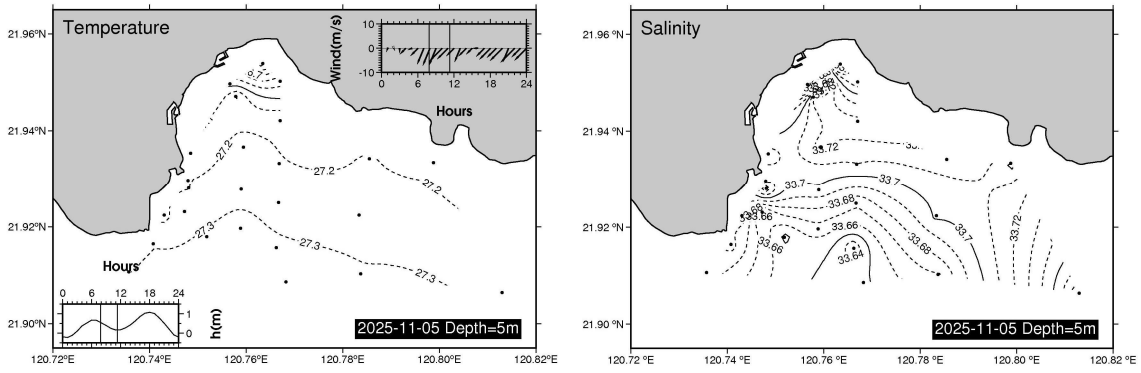
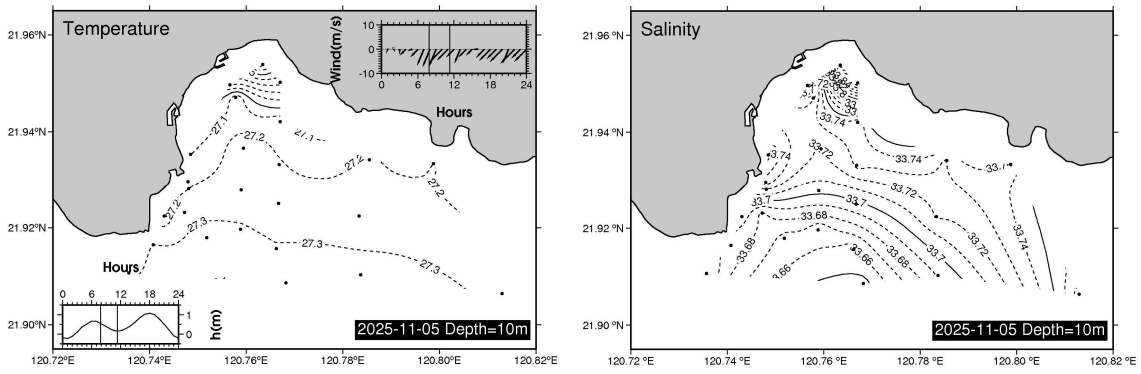


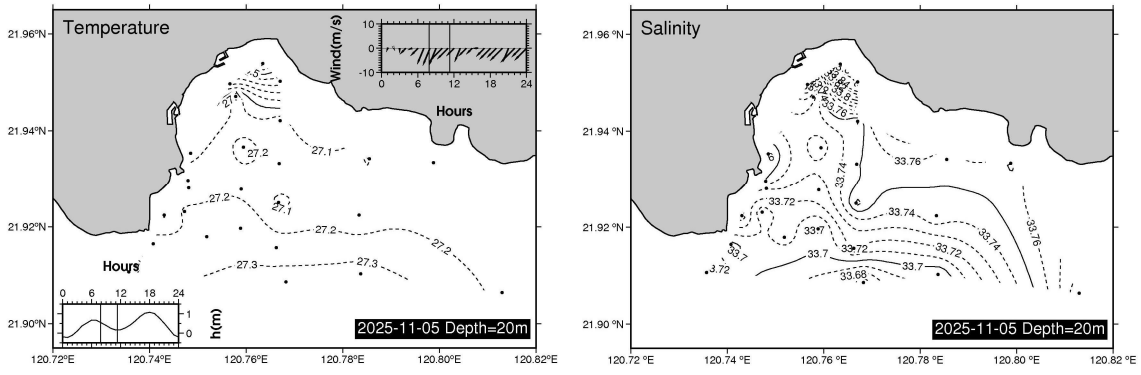
圖 1-17 第三核能發電廠附近海域民國 114 年 11 月 5 日水深 1 m 水溫與鹽度分佈



續圖 1-17 第三核能發電廠附近海域民國 114 年 11 月 5 日水深 5 m 水溫與鹽度分佈



續圖 1-17 第三核能發電廠附近海域民國 114 年 11 月 5 日水深 10 m 水溫與鹽度分佈



續圖 1-17 第三核能發電廠附近海域民國 114 年 11 月 5 日水深 20 m 水溫與鹽度分佈

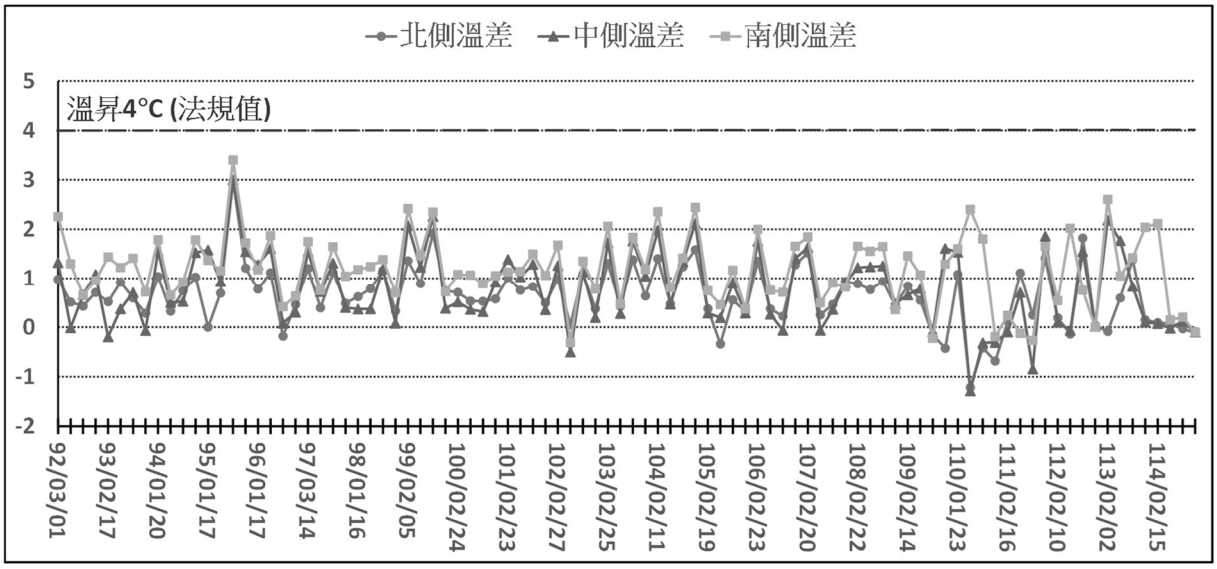


圖 1-18 第三核能發電廠附近海域歷年距出水口 500 m 處溫昇變化圖

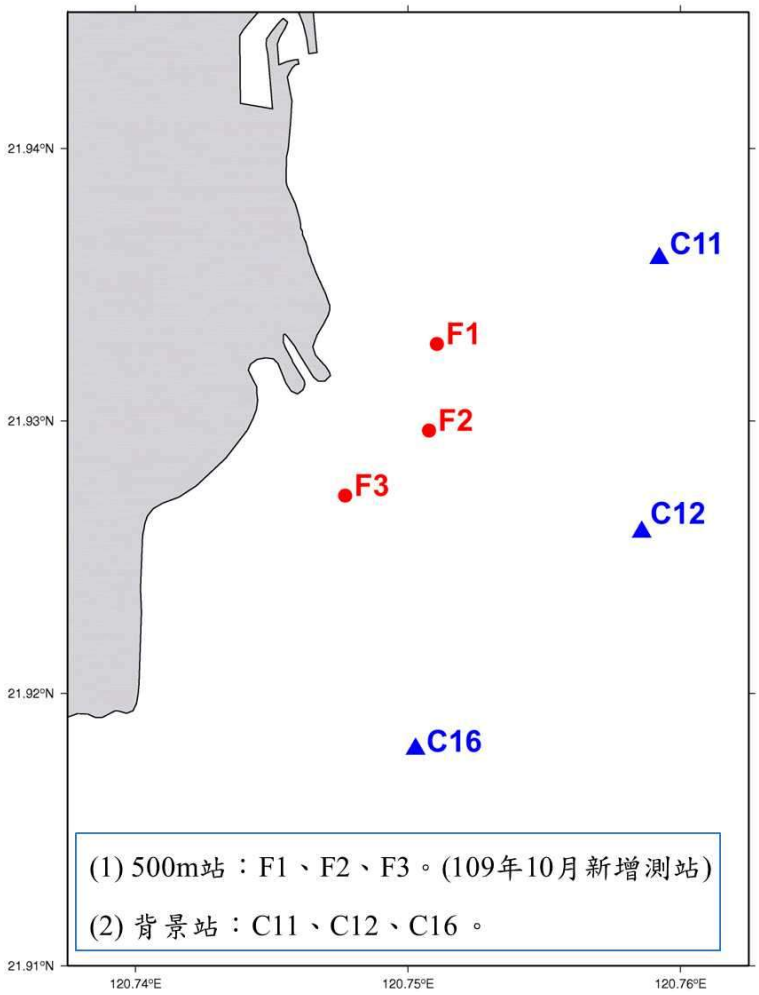


圖 1-19 500 m 調查測站位置圖

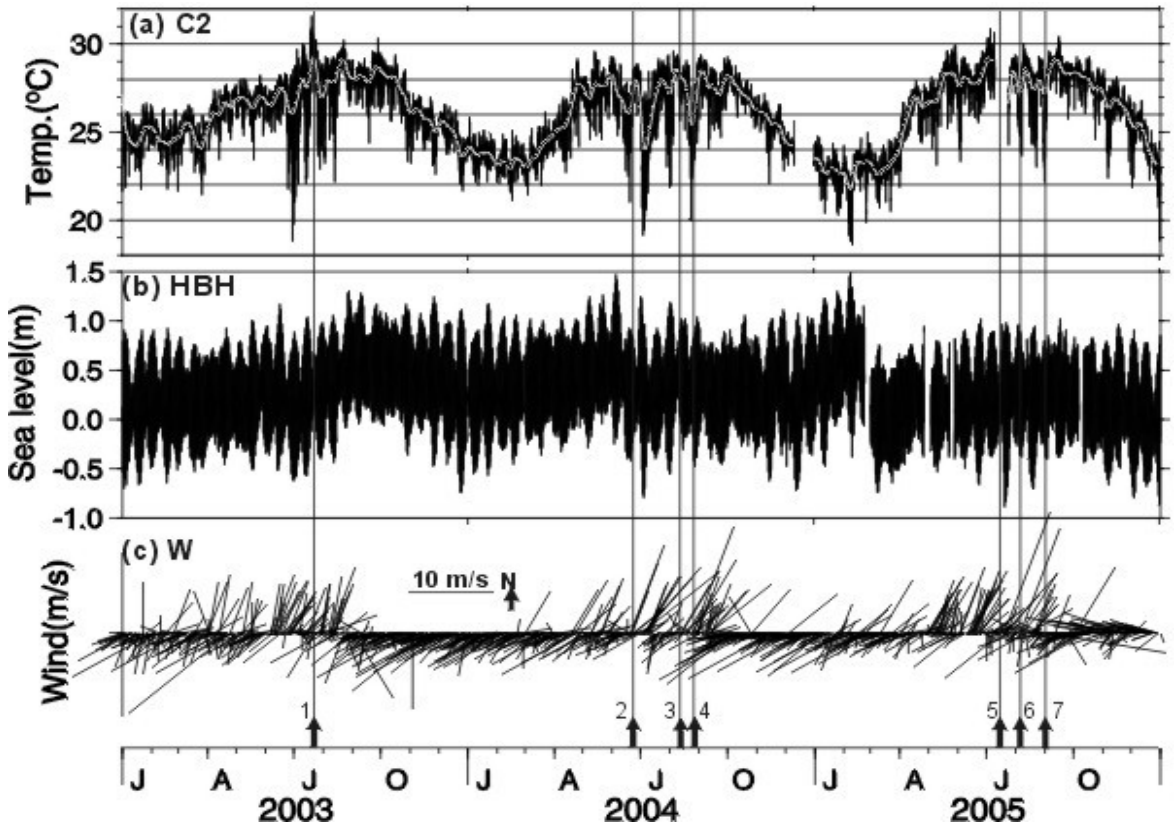


圖 1-20 民國 92 至 94 年逐時水溫曲線 (上)、同期後壁湖逐時水位曲線 (中) 與蘭嶼每日平均風速、風向棍棒圖 (下)

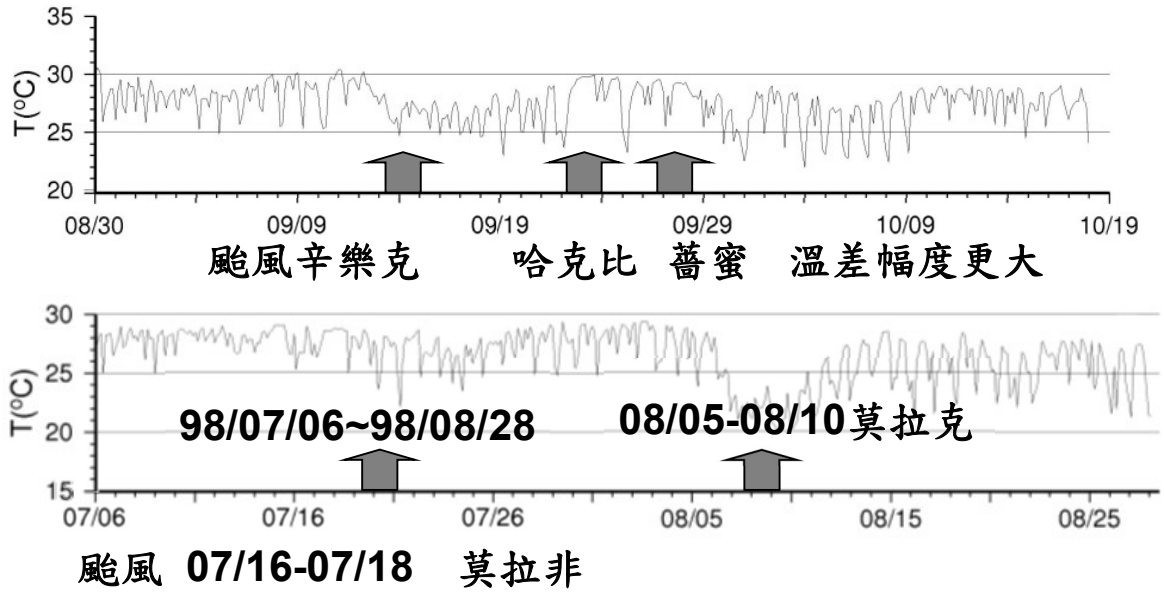


圖 1-21 民國 97 至 98 年颱風季節期間海流儀水溫紀錄變化與颱風發生時間關係圖

貳、水文水質

(貳-甲)、第三核能發電廠附近海域水文與水質化學

一、計畫目的與緣起

在核能發電廠的冷卻系統中加入足量的氯，可以殺死阻礙水管的生物體。在淡水中，氯的毒性可以很快消散；但在海水中，因每公升海水中含有 65 mg 的溴離子的緣故，氯存在時間會較長。持久而毒性低的排放性副產物，主要是來自使用氯的污水處理廠，一般認為它是在封閉水體中，傷害海洋生物的主要兇手；在開闊水域中，氯則隨水擴散、影響較小。目前電廠多使用電解造成之次氯酸鈉，餘氯問題大幅下降。

台灣電力股份有限公司為配合南部突飛猛進之經濟建設與工業開發，在臺灣最南端 (馬鞍山附近) 興建第三核能發電廠，該廠之第 1 部及第 2 部發電機組已分別於民國 73 年 5 月及 74 年 2 月順利併聯發電，並於民國 73 年 7 月及 74 年 5 月商業運轉。由於上述兩部發電機組運轉期間，每天會汲取及排出大約一千餘萬噸冷卻用海水，使該海域之非生物環境遭受變化 (如沿岸流之改變、海水混濁度，氯及溫度之增高等)。這些非生物因子的變化，可能使原來的生態系中的生物相 (諸如基礎生產力、浮游植物及動物、魚類、底棲動物、珊瑚等) 發生變化。由於第三核能發電廠附近海域為臺灣重要的珊瑚密生地區，適合於海洋公園之建立。而第三核能發電廠之運轉、全球變遷以及人為活動可能改變原有的生態環境；例如海水酸化及缺氧，對於該地海洋資源的影響究竟如何，也必須加以研究 (林，1988；洪，2011；鍾等人，2002；USEPA, 1989, 1991; Wei and Wong, 1993； IPCC, 2014, 2021； Chen et al., 2017； Lui et al., 2020)。

核能安全委員會 (簡稱核安會，民國 112 年 9 月改制，原為行政院原子能委員會) 與台灣電力股份有限公司，於民國 68 年 7 月開始委託環科會執行第三核能發電廠附近海域生態環境調查研究，民國 82 年 7 月改委中山大學進行調查。環科會及中山大學已分別逐年完成工作報告 (蘇等，1980~1991；洪等，1992~1993；陳等，1994~2016)；第三核能發電廠運轉前之生態環境背景資料也於 73 年 6 月完成 (蘇等，1984)。民國 76 年 7 月上旬在第三核能發電廠出水口西側內凹淺灣區近岸水深 0 至 5 m 處，發生珊瑚大量白化事件，雖然至民國 77 年底白化珊瑚業已大部份恢復生機，但依據核能安全委員會 (原為行政院原子能委員會)、台灣電力股份有限公司、環境部 (民國 112 年 8 月改制，原為行政院環境保護署；民國 76 年 8 月，行政院衛生署環境保護局升格為「行政院環境保護署」) 與墾丁國家公園管理處等機構，於民國 76 年 7 月 14 日舉行之「核三廠溫排水對南灣珊瑚影響之防治措施討論會」，決議將該出水口西側內凹淺灣區作為「南灣珊瑚生態保護之預警區」；因此從民國 77 年度除按民國 76 年 4 月 25 日針對「76 年度本計劃執行結果檢討會議」之建議，配合環境部 (原為行政院

衛生署(環境保護局)) 於民國 76 年 5 月 5 日公告之「放流水標準」及 75 年 2 月 4 日公告之「台灣地區沿海水區範圍、水體分類及水質標準」，適當調整水質化學與物理調查項目外，並增加出水口西側內凹淺灣作為珊瑚生態預警區之調查部份。民國 83 年度因經費問題，並尊重莊文思教授等人 (1993) 之建議，刪除浮游生物及珊瑚調查，民國 84 年度短暫恢復珊瑚研究，但僅進行碳氧穩定同位素之分析。民國 86 年度恢復浮游生物部份，民國 87 年度審查委員建議刪除餘氯及基礎生產力，且由於有若干學者聲稱，第三核能發電廠之運轉已使第三核能發電廠附近海域之水溫全面上升，因此第三核能發電廠附近海域背景測站所測得之水溫，已無法作為背景值。本研究已證實此一說法不實，並取消原 16 站，但由第 24 站向南方拉出 1 條測線共有 5 點 (含 24 站及 12 站)，以有助於研判放流水之影響範圍。

核三廠 1 號機運轉執照於民國 113 年 7 月 27 日屆期，台電公司已依運轉操作程序進行降載停機，並於翌 (28) 日起進入除役。2 號機執照亦於民國 114 年 5 月 17 日到期，於 18 日除役，因電廠除役過渡階段，仍需抽取海水做為用過燃料池及安全系統之冷卻水源，惟抽取量降為 1/10 以下，此一變數將列為本海域研究的變因之一。

浮游植物在最適宜的非生物條件下，利用二氧化碳及營養鹽 (亞硝酸鹽、硝酸鹽、磷酸鹽及矽酸鹽等)，進行光合作用而合成有機體，同時釋出溶氧。浮游植物得以繁衍生長後，為浮游動物捕獲，使得浮游動物得以繁衍生長。浮游動、植物同為底棲生物與魚蝦等海洋生物生長繁殖時所須時之必須食物。最後，死亡之浮游生物體、底棲生物以及魚蝦等有機體，經海水微生物等消化分解後，再次釋出為無機營養鹽及二氧化碳，並消耗溶氧，而形成一個生態循環的食物鏈。因此非生物因子是所有生態調查之最基本資料。

根據多年來的調查研究結果顯示，第三核能發電廠附近海域水溫的變化，除了放流水口附近測站 (#24) 比其他測站之平均表水溫度高約 0.2~2.0°C 之外，其餘測站的水溫主要受天候、季節性及全球暖化的影響，其中全球暖化之長期趨勢易與放流水所成之長期累積效應重疊、不容忽視。以南灣附近海域為例，1870 至 2007 年間，每年水溫上升約 0.006 - 0.008°C 之間 (Jin and Wang, 2011)，近年之上升速率更有所增加(Belkin and Lee, 2014)。此外，本海域常出現湧升現象，甚至有湧至表水的情形。湧升流出現時，海域的溫度下降、鹽度升高、溶氧飽和度偏低、營養鹽升高 (Jan and Chen, 2009)。

湧升的水不僅將下層溫度低、鹽度高的水往上帶，同時也帶來高營養鹽的水；民國 89 年 10 月的湧升現象甚至達到表水。這些原本在深層的高濃度營養鹽湧至光合作用區或是表水時，便對浮游植物提供了額外的營養鹽來源。因此第三核能發電廠附近海域湧升流的強度以及頻率，對此處生態系統扮演了重要的角色。整體而言，第三核能發電廠附近海域之水文與水質化學受放流水的影響並不明顯，海域之水文與水質目前皆符合我國甲類海域的水質標準。

本子題針對海洋生態中大部份的非生物性因子及少部份的生物性因子做調查。其中非生物性因子包括海水之水溫、鹽度、pH、溶氧量、營養鹽、透明度、濁度，生物性因子為葉綠素甲與基礎生產力。

目標：

1.了解此海域的水文以及水質在時、空上的變化情形；

2.了解此海域受到放流水影響的範圍有多大；

3.提供植浮及動浮之生態調查的基本資料；

4.建立從民國 68 年至今之水文、水質化學資料檔案；

5.將過去資料作對比，以研判長期之變化趨勢及其受湧升流、颱風、南海水及黑潮水之消長，以及大尺度氣候現象之影響；

預期成效：

1.經由各測點的調查，了解此海域水文及水質在空間上的變化情形；

2.經由 1 年 4 次的調查，了解此海域水文及水質在時間上的變化情形；

3.溫鹽資料可與本計畫子題 1 海潮流調查相呼應；

4.將溫度、鹽度、pH、溶氧量、營養鹽以及葉綠素甲資料提供給植浮及動浮子計畫參考，有助於調查數據之解釋；

5.從民國 68 年至今出、入水口及背景站之溫差加以量化並作對比，以研判長期之變化趨勢，並與黑潮及南海北部水溫對比。初步成果顯示南灣似有反應全球性之增溫，並可能受颱風、聖嬰現象、湧升流、及南海或黑潮水之消長影響。本研究將加強分析數據，以分辨第三核能發電廠放流水及聖嬰等其它現象之影響。

二、文獻回顧

根據美國能源部專家 C. L. Osterberg 的說法，經由核能發電廠的運作，可能造成的污染為：廢熱、放射性元素及氯，這 3 種污染物排到海洋中；汲取大量冷卻水，則可能造成對生態之衝擊，並改變近海流場。因為熱不同於一般的污染物，並不會集中於海洋食物鏈中，因此熱污染只會造成少許的影響，但可能會在海洋中局部地區積聚。由於水的高熱容特性，所以它是自然界中最好的冷卻劑之一。由於自然界中有 99.4%的液態水存在於海洋中，也因為核能發電廠需使用大量冷卻水，所以有很多核能發電廠建在濱海地區。

所有使用蒸汽的核能發電廠都需要有 3 種條件：熱源；純水，以產生蒸汽來推動渦輪機發電；以及冷卻水，用來冷凝蒸汽，減少渦輪機產生的回壓，而海水最能滿足作為冷卻水的條件 (何與陳，1993)。核能發電廠比起使用其它燃料的發電廠來，需要更多的冷卻水。平均而言，核能發電廠比使用化石燃料的電廠要大，且在較低的溫度下操作。由於核能發電廠的發電效率決定於冷卻水的溫度差；因此冷卻水較小的溫差值，降低了核能發電廠的發電效率。

就使用化石燃料的電廠而言，燃料與氧結合而燃燒，結果就會有數以百萬噸計的廢氣、顆粒性物質以及廢熱，經由煙囪的排放，而散佈到空氣中。另一方面，由於鈾-235 分裂只需由內部提供中子，因此核能發電廠燃料與大氣隔離；此系統不僅具有封閉的特性，且只有極小部份的熱會直接釋入空氣中，廢熱大多利用冷卻水移走，而流入海中。由於河流和湖泊所含的水量相當少，也因淡水另有其它較迫切的用途，如飲水、工業、灌溉等，所以未來核能發電廠不可能以淡水取代海水來當冷卻水使用。相較之下，海水的量約有 14 億立方公里，可以近乎無限制地提供冷卻用水 (陳，1993)。

2.1熱污染

海洋污染科學專家聯合小組對海洋污染定義如下：「直接或間接的經由人為方式進入海洋環境 (包括河口灣) 的物質或能量，造成傷害生物資源或危害人體健康，阻礙海洋活動如漁業，或破壞海水水質致使景觀惡化」。在能量的規定中指出，熱是 1 種能量，也是 1 種污染物。自民國 61 年美國聯邦水污染控制修正法中提到廢熱以來，廢熱即被認為是污染物的 1 種。正如我們所要了解的，熱在許多方面並不同於其它的污染物，因為它並不會累積在生物體內，而傳送到較高等的食物循環鏈上。

不幸的，核能發電廠不可能在沒有釋熱的情況下使用蒸汽來發電。正如熱力學第 2 定律所述，任何燃料燃燒，只有部份的能量可轉換成電力，剩餘的大部份能量是以熱的型式釋入環境中；轉換成電的熱量愈多，則釋入環境中的熱就愈少。因為核能發電廠採保守性策略，故效率較化石燃料電廠略低 1~2%，但對於熱污染之防範，核能發電廠均訂定相關程序書因應。

有些人擔憂假如人類製造熱的速率繼續增加，將來是否會嚴重的影響到氣候。由於人類經由核能或化石燃料轉換成熱量的速率，只是太陽輸送熱速率的極小一部份，所以此一顧慮尚不足為憂。同時，熱終究會散入外太空中，海洋只不過是其中短暫的停留站 (Osterberg, 1985)。

溫度是控制生物生命現象和行為最重要的因子。生物出現在一定的溫度範圍之內，且只能於某特定溫度範圍內才能茂盛生長。哺乳類和鳥類的溫度由體內控制，勉強來說比起其他動物要較不受環境溫度的影響。在 1 大氣壓下，水由攝氏 0~100°C 均以液態存在，但大部份的水中生物僅能在 50°C 的溫度範圍內生存。

在高溫下，許多化學反應可以加速進行，生物系統內對於溫度增加的反應更是敏感。溫度增加 10°C，則生物體內的某些反應可加倍進行。而這種加倍反應的現象，只會在特定的溫度範圍內增加，假若溫度太高，由於熱的作用便會導致化學活動的停止、生物體的死亡及生理觸媒性質的改變。規定核能發電廠放流水的出口溫度，目的是要將此種災變降至最低程度。海濱核電廠運轉時，冷凝器會在比周圍高的溫度下操作，因而影響浮游動植物。

增加溫度同時會降低水中保留溶解性氣體的能力。在 1 大氣壓下，0°C 的淡水中所含的氧、氮量分別是 30°C 時的 1.9 及 1.7 倍。就海洋表面而言，0°C 和 24°C 下平衡時之氧濃度分別是 8.8 和 5.5 cm^3/l，氮濃度分別是 14 和 9 cm^3/l。結果，當水體變暖、氮氣溶解度減少時，魚體就會遭受氣泡病 (氮栓塞) 之害。

前面曾提過熱最後會逸至外太空中。雖然這是熱能的最終命運，但其中的過程並非是一蹴即成的。讓我們在ΔT 為 10°C 的狀況下，追蹤自核能發電廠釋出的熱之行徑過程。溫暖水柱由於比冷水輕，所以會上升至表面。此水柱因與鄰近海水的混 合，所以會立即冷卻，但其熱量仍能一直保留在水中，直到它上升至表水面為止。一旦它到達海水表面，熱就會以三種方式逸散：(1) 直接輻射入空中；(2) 傳導和對流：(3) 蒸發 (> 540 cal/g)。

在任何狀況下，要確定主要的散熱型式是那 1 種，並不簡單。在天空晴朗和缺乏水蒸汽，及會吸收紅外線的物質時，輻射的散失率會較快；當上覆的空氣較熱水柱冷時，經由傳導和對流所流失的熱是最大的；而當水溫高而空氣乾燥時，蒸發則成為主要的散熱方式。輻射散熱率與絕對溫度的四次方成正比。

在一般的環境溫度範圍，水溫增加 10°C，蒸汽壓就會加倍。在濕度小於或等於 90%的狀況下，溫度每上升 10°C，蒸發約可增加 50%。由於風速亦可增加蒸發量，所以自然界中表面溫度上升 10°C，蒸發率很快地就可加倍。風亦可使得底部溫暖的海水，取代受冷卻的較低溫表水，以保持高度的蒸發率。

傳導和對流亦與水柱和其上通過的空氣間的溫差，息息相關。也就是說散入空氣的熱量與水柱的溫差成正比。當溫差增加時可使用較少量的冷卻水；美國聯邦法規要求公共事業降低它們的溫差值，這造成冷卻水及擴散器之用量增加。一般能降溫最快且效果最好的是使用擴散器，來混合溫水柱和較冷的承受水體。此種狀況下，溫差的降低並非是因為熱量散入太空中，而是被較大水體稀釋所致。

因 3 種散熱方法 (輻射、對流及傳導和蒸發) 均受溫差所控制，因此加熱至高溫的水量愈少，則散熱愈快。另一方面看來，使用擴散器將水柱與周圍較冷的水體混合，可以將熱保持在水中，卻降低熱散入空中的速率。至少最近的兩項研究結論顯示，降低冷卻水用量，使得通過冷凝器的水溫上升，反而可以減少對環境造成的傷害 (Osterberg, 1985)。依據美國之經驗，濱海核能發電廠以 1 次完全冷卻系統所產生的熱放流水，對海岸生物的影響量可小至難以偵測。這些結論經整理概要如下 (Osterberg, 1985)：

(1) 在浮游性植物方面：海洋中原有的浮游性植物群，並未受不良影響；且未見有任何因廢熱而引起物種異常演化的傾向，亦未見任何群體結構變異的現象。

(2) 在浮游性動物方面：有些種類有局部性的改變，如橈腳類的某些種類在族群上有增減的現象發生；然而這些改變在魚類或貝類族群上並未發現。

(3) 在貝類或較大的無脊椎動物方面：並沒有因熱放流水所引起的明顯退化現象的研究報告。

(4) 在魚類方面：並未發現有因熱水柱影響而致死的魚類。但麻薩諸塞州的核能發電廠地區，曾有報告指出 4 種次要魚類的死亡，而被懷疑與因熱力所致的氣泡病或其他原因有關。

(5) 大型動物方面：大型動物較能忍受短暫之高溫。例如與第三核能發電廠緯度相仿之美國佛羅里達州火雞角 (Turkey Point) 核能發電廠，其放流水排入比斯開灣 (Biscayne Bay) 後，可使水體溫度上升至 42°C (Schmidt and Davis, 1978)。然而鱷魚不但能夠忍受，還甚至進入放流水道 (Mazzoti, 1983)。

臺灣的情形，除了核二廠之放流水曾造成祕雕魚之外，大體類似。然而，中國大亞灣海域之植物性浮游生物過去十年來之多樣性減少了 25%，種類組成亦有大幅改變 (Wang et al., 2011)。

2.2餘氯

海水的化學性質非常複雜；它至少包含了 75 種化學元素，濃度範圍從每升 19 克的氯到 6×10^{-19} g 的氡氣。除了元素態和無機化合物外，海水中尚有無數的有機化合物，有些雖已被辨明，但仍有許多尚未鑑定出來。再者，懸浮粒子的大小差異極大，從膠質體的無機礦物、單細胞生物大小，到大型哺乳動物都有。

因此海水中氯的化學特性，因其他成份而顯得非常複雜。自本世紀以來，氯被用於純化淡水及於污水中殺菌之用；然而，因存有其他成份，使氯存於淡水與海水中的反應完全不同。雖然，氯在海中的變化，我們了解不多，但因它在淡水中的殺菌效果極佳，因此濱海區核電廠亦廣泛的使用氯。

氯在冷卻系統中的作用，是要殺死冷卻管中的生物，尤其是藻類和細菌；但使用時之濃度，須考慮對人類、哺乳類和魚類是否安全。氯亦可防止生物體的附著，如蛤的幼蟲可能會附著在冷卻系統的表面，阻礙水流的循環，進而降低冷卻系統的效率。每公升 0.003 至 0.005 毫克的氯，可造成許多淡水魚和無脊椎動物有逃避的行為，並且無法再繁殖。

由於如此，與美國比較起來，英國使用較低氯濃度的連續排放系統，所釋放的氯總量並不需減少，已足以使通過冷卻系統的軟體動物不會固著下來。美國則以間歇性的方式加入氯，來去除前次處理後固著下來的生物體，以取代連續加入低濃度氯的傳統方式。雖各國規定並不相同，但核能發電廠中加入殺菌劑用的氯量，一般均約每公升 0.5 毫克。

在經氯化的淡水中，氯的主要化學物種，除了 Cl^-外，還有 Cl_2、HOCl、OCl^-。在 pH=7 時，會有 90%的 HOCl，9.9%的 OCl^-及 0.1%的 Cl_2 存在，這三種氯的形式組成了自由氯。如果有氨存在，則會形成氯化銨；其他的化學物種則視溫度、濃度和其他因子的不同而有所變化。自由氯和其他化合物的存在，使得氯化的水有殺菌特性；同時，亦是我們測到的殘餘氯主要成份。

海水中每公升含 65 毫克的溴，並且主要是以 Br^-存在，所以氯在海水中的反應完全不同。在氯化的海水中，HOBr 及 OBr^-亦可形成；因此若有氨的存在，溴化銨及氯化氨都會存在。因為氯會殺死核能發電廠中的惡臭性生物，及污水渠道中的病原菌，因此它是良好的殺菌劑，假若使用適當，並不會對人類造成傷害。因氯會與其他的水中組成反應，且其在環境中的濃度會隨時間而降低，乃至消失。這種現象稱為氯需求量，是承受水體的特性之一。

在海洋系統中，因氯化所產生毒性較低的溴基化合物，比起氯化合物來，有較長的時間停留在水中，因此可能對下游生物造成傷害。但溴基化合物毒性較低。如果釋入海中的氯，不為環境所分解而降低其毒性的話，它將會使海洋變成不毛之地；然而，氯藉著轉換成低毒性化合物而持久存在，而這些化合物可使水中生物，在種類和數量上造成緩慢的變化。

雖然核能發電廠使用氯來處理冷卻水的次數持續增加，但為此目的而使用的氯總量並未增加。近年來開始使用海水電解法製氯，不再直接添加氯氣，海水中留存量應當更為下降。核三電廠即是用此方式製氯加入海水中並使其濃度不超過 0.2ppm。然而氯氣仍然作為消毒劑及防毒劑使用，而污水處理廠是主要的使用者。因為氯在海水中能持久存在，所以可能引起未知的影響。我們預期牡蠣會比魚受到更大的影響。因為牡蠣的幼蟲，在海洋生物體中是屬於對氯較敏感的生物，它只能忍受約每噸 10-120 微克的自由氯，和氯化產生的氯化物。其他浮游動植物亦可能受到傷害。

由於第三核能發電廠第 1 號發電機組不幸於民國 74 年 7 月 7 日發生火災，幾乎終年檢修，停止發電；第 2 號機組亦因第 1 號機組事故，經常停機檢查；迄至民國 76 年元旦止，兩部機組完成檢修工作，始正常運轉發電；因此民國 76 年 1 月以後的調查研究結果，將作為核能發電廠運轉對附近海域生態環境影響的重要評估資料。本研究實施的目的在於瞭解第三核能發電廠附近海域，在核能發電廠開始發電前及發電期間之生態系之平衡狀況 (非生物環境包括海水之化學及物理性質；生物環境包括基礎生產力、無脊椎動物及魚類之種間關係) 與該海域之漁業生物資源。由海流、放流水擴散及生物群社 (Community) 之消長關係，可獲得核能發電廠影響生物生活環境情形之基礎資料；由漁獲變動曲線，可估計核能發電廠發電對該海域之漁場經濟效益之可能影響。

三、研究方法與進度說明

3.1現場取樣

歷年來第三核能發電廠附近海域生態調查資料 (蘇仲卿等，1980~1991；洪楚璋等，1992, 1993；陳鎮東等，1994~2011) 顯示，放流水對海域生態影響範圍僅局限於近岸測站，故本調查在第三核能發電廠附近海域共設立 7 個採樣站，包括海域內測站 14、16、18、20 等 4 個測站，第三核能發電廠進水口 (#22)、出水口 (#24) 2 個測站，及後壁湖漁港港口 (#23)。民國 87 年 7 月開始，去除 14、16 站，改設 12、21 站，並由測站 24 往南拉出 1 條測線共 5 個測點 (含 24 及 12 站) (圖 2-1)，此 5 站以 CTD 測定水層的海水水溫、鹽度，以了解溫鹽的變化情形。採樣位置之定位是以 GPS (全球衛星定位系統) 取得。各站經緯度分別是 12 站 (120.749104, 21.914593°)、18 站 (120.774955,21.928521°)、20 站 (120.800270, 21.934430°)、21 站 (120.813570, 21.905830°)、22 (120.762310, 21.954860°)、23 站 (120.757970, 21.945600°)、24 站 (120.748920, 21.929700°)、T1 站 (120.748950, 21.923500°)、T2 站 (120.749303, 21.906257°)、T3 站 (120.749318, 21.897749°)。

自民國 114 年 1 月起，採樣日期分別是 2 月 15 日、5 月 5 日、8 月 8 日及 11 月 5 日，共計 4 次，符合採樣數要求。

測量營養鹽用之 PP 塑膠瓶 (100 ml) 取用新購之瓶子，以蒸餾水浸泡刷洗 2~3 次後陰乾備用。溶氧瓶 (60 ml)，先以 10% HCl 浸泡 24 小時以上，再以自來水徹底沖洗，並以去離子蒸餾水潤濕後，陰乾備用。鹽度瓶以自來水刷洗後，再以去離子蒸餾水潤濕後，陰乾備用。採樣時依各站水深不同，分別採取不同深度 0、3、10、25 公尺的海水 5000 ml (民國 89 年 3 月 10 日之後恢復 18 站 50 公尺之採樣)，分別裝入水瓶中。採水的方式則以 5 公升 Niskin 採水器取得。採水器上綁的繩索事先標定長度，採樣時，以繩索垂入海面，直到到達要採樣的深度為止。若繩索與海面有夾角出現，則要求船長駛船調整角度至繩索呈垂直，迅速放下信錘，閉合採水器，取得該深度水樣。

基礎生產力選擇測站 24 站進行，在黎明時分採取表水水樣約 20 公升，經打氣後分別裝入 300 ml 明瓶 2 支及暗瓶 2 支。將瓶子分別蓋上蓋子後，分 7 個深度投入原測站光合作用層中 (~可見深度的 2 倍距離)，此 7 個深度分別是 1、2、4、7、11、16、20 公尺。培養至傍晚時分，將明暗瓶取出，分裝至 60 ml 溶氧瓶中，馬上以試劑將溶解氧固定。首先將溶氧瓶緩緩裝滿水樣，勿讓氣泡介入，取 0.5 ml 氯化錳 ($MnCl_2$) 伸進瓶底後才加入，再取 0.5 ml 鹼性的碘化鈉 (NaOH+NaI) 伸進瓶底後加入，加蓋，上下充分混合，而後靜置。此時水樣中的溶解氧會與錳離子發生反應而沉澱，待沉澱完全後，再上下混合 1 次。當晚運回實驗室，隔天進行比色測定溶氧量 (Pai *et al.*, 1993)。

採得之水樣，當場測量溫度、溶氧量及溶氧飽和度。另外過濾水樣 1,000 ml，取得葉綠素甲樣本後後放入乾冰筒，攜回實驗室分析。

3.2 現場分析方法如下：

3.2.1 溫度 (NIEA W217.51A)：

以 DO 儀 (Rinko-PR，ARO-PR) 測量水溫，該儀器的溫度精準度可達小數第 2 位，測量時要避開陽光直射。

3.2.2a 溶氧及溶氧飽和度 (OCA W401.50C) (Pai, 1993)：

將水樣出水管伸入溶氧瓶底部，緩緩裝滿水樣，勿讓氣泡介入，取 0.5 ml 氯化錳 ($Mn Cl_2$) 伸進瓶底後才加入，再取 0.5 ml 鹼性的碘化鈉 (NaOH+NaI) 伸進瓶底後加入，加蓋，上下充分混合，而後靜置。此時水樣中的溶解氧會與錳離子發生反應而沉澱，待沉澱完全後，再上下混合 1 次。之後在水中用臘膜將水封入瓶蓋上方空間再蓋上塑膠蓋，常溫避光保存。

3.2.2b 溶氧 (儀器測量法 NIEA W455.52C)：

以 Rinko-PR 品牌的溶氧儀 (型號 ARO-PR) 攜帶式溶氧儀測定水樣中的溶氧量。將溶氧電極放入水樣中至少 1 分鐘，待水溫測量數值穩定後，再記錄溶氧量。該儀器的溫度精準度可達小數第 2 位，提高了溫度及溶氧兩者數據之可靠度。

3.2.3 透明度 (沙奇盤深度) (NIEA E220.51C)：

現場以沙奇盤 (Secchi Disk) 測量之。透明度，亦稱「可見度」，是指光線能夠穿透水之程度。本方法係利用直徑 20~30 cm 之白色圓盤，又稱沙奇盤 (Secchi Disk)，沉入水中，量測其可見距離，即為水體之透明度，又稱沙奇透明度 (Secchi transparency)。

3.2.4 葉綠素甲：

定量 1,000 ml 水樣，加入 5 至 6 滴飽和碳酸鎂溶液，以防葉綠素甲 (chlorophyll a) 分解成脫鎂葉綠素 (pheophytin)，以 47mm 網格濾紙 (Millipore) 過濾之。將濾紙向內折疊整齊置入封口袋中，再放入有乾冰之冰筒保存。

3.2.5 溫鹽記錄器 (CTD)

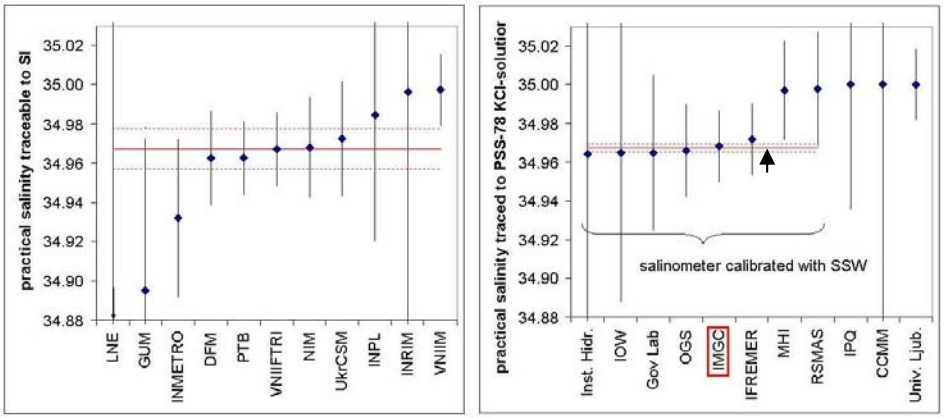
以 SBE 19plus 多功能水質監測器 (記錄溫度、鹽度、溶氧、葉綠素甲) 施放，在施放前，讓儀器與表水平衡約 5 分鐘的時間，於測站 12、18、20、21、22、23、24、T1、T2、T3 以每下 1 公尺平衡至少 1 秒的速度放入海中，此時儀器會自動記錄溫、鹽等值，返航後再從監測器將資料下載出來。

3.3實驗室分析

3.3.1 鹽度(NIEA W447.20C)：

以廠牌 Autosal 8400B 之鹽度儀測量海水與 I.A.P.S.O.標準海水導電度之比值，回歸求得鹽度 (鹽度計事先以標準海水校正)。

本實驗室於 97 年 4 月參加物質質量委員會 (CCQM-P111) 之鹽度互校實驗，使用上述鹽度儀測量該會提供之 2 瓶盲樣鹽度，測量結果為 34.9684±0.004，之後該會公佈標準值為 34.9672±0.0021 (下圖箭頭所指實線即為該數，而 IMGC 即為 Institute of Marine Geology and Chemistry 為本實驗室代碼)，本實驗室的結果在國際 22 間實驗室之中為精、準確度最高之單位 (下圖)。



3.3.2 水之氫離子活性指數 (酸鹼值, pH, 比色法)：

以比色法測量之，使用 Varian Cary 50 比色槽具有恆溫功能之分光光度計，波長設為 434、578、730nm 量測海水吸光值，再加入 60 μL m-cresol purple 指示劑使之顯色後，再量測吸光值，並代入以下公式得到 pH 值。

$$A1/A2 = \frac{A578(D+S) - A578(S) - [A730(D+S) - A730(S)]}{A434(D+S) - A434(S) - [A730(D+S) - A730(S)]}$$

$$(A1/A2)_{corr} = A1/A2 - V[0.125 - 0.147(A1/A2)]$$

$$pH = pK2 + \log\left[\frac{(A1/A2)_{corr} - 0.00691}{2.222 - (A1/A2)_{corr} \times 0.1331}\right]$$

3.3.3 溶氧及溶氧飽和度

將上述固氧後的溶氧瓶先放入恆溫槽恆溫至 25°C，再加入硫酸 (H_2SO_4) 溶液，此時沉澱物溶解，樣水呈黃棕色，再以分光光度計波長 466 nm 測定其吸光值 (Pai et al., 1993; Labasque et al, 2004)。以碘酸鉀 (KIO_3) 配製 0.1 mN，0.2mN，0.4 mN，0.6 mN，0.8 mN 5 種濃度做為標準曲線，換算樣本溶氧量。

以下列式子計算飽和溶氧量 (Chen, 1981)：

lnDO(mg/l)=(-1268.9782+36063.19/(°K)+220.1832×ln(°K)-0.351299×(°K)+
S×(6.229×10-3-3.5912/(°K))+3.44×10-6×S2) ×1.43

再以溶氧量除以飽和溶氧量即為溶氧飽和度。

3.3.4 營養鹽：

水樣攜回實驗室後，以孔徑 0.45 μm (Whatman，Nylon membrane Filters) 濾紙過濾後，分析下列項目：

3.3.4.1 硝酸鹽 (NO_3^-) (NIEA W436.52C)：

Cadmium reduction method+azo dye colorimetric method。水樣先與氯化銨混合，然後通過一活化鎘管，將水中 NO_3^- 還原成 NO_2^-，通過分析儀器 O·I·Analytical FS3100，自動上機比色。分析儀器於波長 543 nm 處槽測其吸收值。扣除 NO_2^- 濃度後，即可得 NO_3^- 濃度。

3.3.4.2 亞硝酸鹽 (NO_2^-) (NIEA W436.52C)：

azo dye colorimetric method。水樣先加入酸性磺銨試劑，使 NO_2^- 與酸性磺銨試劑生成對重磺銨離子。再與鹽酸奈乙二銨試劑反應，生成粉紅色之偶氮染料，以 O·I·Analytical FS3100 分光光度計於波長 543 nm 處，以 1 cm 長之比色槽測其吸收值，再由莫耳吸光係數求得濃度。

3.3.4.3 磷酸鹽 (PO_4^{-3}) (NIEA W463.50B)：

Ascorbic acid reduction-colorimetric method。水樣加入酸性銻鉬試劑，使 PO_4^{-3} 與鉬酸銨反應，生成黃色磷鉬複合物。再加入抗壞血酸，藉由酸性銻鉬中的銻離子催化，使之還原成藍色磷銻鉬複合物。於波長 880 nm 處，以 5 cm 長之比色槽測其吸收值，再由莫耳吸光係數求得濃度。

3.3.4.4 矽酸鹽 (SiO_2) (NIEA W450.50B)：

Ascorbic acid/oxalate reduction-colorimetric method。水樣加入酸性鉬酸銨試劑，生成黃色矽鉬複合物，再加入抗壞血酸還原成藍色矽鉬複合物，整個呈色反應於恆溫槽 35°C 中進行。於波長 810 nm 處，以 1 cm 長之流動比色槽測其吸收值，再由莫耳吸光係數求得濃度。

上述 NO_3^- 以 O・I・Analytical FS3100 進行自動分析，另外為取得 PO_4^{-3} 較低的偵測下限濃度，因此在 PO_4^{-3} 顯色後，改以手動方式用 5 cm 比色槽比色之，SiO_2 則以 trident-223 型流程板自動上機比色，該系統由臺灣大學海洋所白書禎教授所研發。硝酸鹽的精確度約為±0.035 μmol/kg，亞硝酸鹽約為±0.02μmol/kg，磷酸鹽約為±0.01 μmol/kg，矽酸鹽約為±0.1 μmol/kg。

3.3.5 葉綠素甲 (NIEA E509.01C)：

回到實驗室後，於黑暗的室內將濾紙置入包上鋁箔紙的離心管，加 90%的丙酮 10 ml 於離心管內，然後利用震盪器震盪 20 分鐘後，放入冷藏櫃內冷藏 1 小時，再取出離心管放在試管混合攪拌器上，攪拌 2 分鐘後，放入冷藏櫃內冷藏 24 小時，次日取出離心管放置離心機內，以 3000 rpm 速度離心 15 分鐘後，取出離心管，將離心管上層澄清液放入螢光儀內 (Varian) 測量，記錄其螢光值。以葉綠素甲配製標準品濃度之標準曲線，根據公式換算樣品的葉綠素甲濃度。

3.3.6 濁度 (NIEA W219.52C)：

以 Nephelometric method 濁度計測定之。

3.3.7 基礎生產力 (溶氧法) 之測定：

於岸邊完成固氧之樣本，當晚運回實驗室，隔天進行比色測定溶氧量。實驗步驟如下: 上述固氧後的溶氧瓶先放入恆溫槽恆溫至 25°C，再加入硫酸 (H_2SO_4) 溶液，此時沉澱物溶解，樣水呈黃棕色，再以分光光度計波長 466 nm 測定其吸光值 (Pai *et al*., 1993; Labasque *et al*., 2004)。以碘酸鉀 (KIO_3) 配製 0.1 mN，0.2 mN，0.4 mN，0.6mN，0.8mN 5 種濃度做為標準曲線，換算樣本溶氧量。並以下列方式計算基礎生產力 (primary productivity)：

(明瓶溶氧量－暗瓶溶氧量)÷138×106　　單位：$mmolC/m^3/day$

3.3.8 總殘餘氧化劑濃度 (NIEA W453.20B)

將水樣出水管伸入溶氧瓶底部，緩緩裝滿水樣，勿讓氣泡介入，取 0.5 ml 緩衝試劑 ($CH_3COOH+CH_3COONa$) 伸進瓶底後才加入，再取 0.5 ml 鹼性的碘化鉀 (NaOH+KI) 伸進瓶底後加入，加蓋，上下充分混合，而後靜置。此時水樣中的殘餘氧化劑會將碘離子 (I^-) 氧化為溶解碘分子 (I_2) 及三碘錯離子 (I_3^-)。之後以塑膠蓋裝滿水後再行封蓋。

將此溶氧瓶攜回實驗室，以恆溫槽恆溫至 25°C，再以分光光度計波長 353nm 測定其吸光值 (Pai *et al*., 2002)，換算為總殘餘氧化劑濃度相對於海水餘氯濃度 (mg/L as Cl_2)。

3.4 品保及品管

品管措施是實驗室維持分析品管的重要工作，其目的在於監測分析過程的可靠性，發覺及控制實驗中可能產生之誤差。為求加強品保及品管，本計畫資深研究人員王冰潔於 87 年參加 ISO14001 之訓練，順利取得環境管理顧問師之資格，有助於提升本計畫之品管及品保。

評估誤差大小及分析過程之可信度，可利用精密度及準確度兩個參數。精密度係指重覆分析一均勻樣品時，分析結果之再現性 (reproducibility)，通常以標準偏差表示之；準確度係指分析結果與真實值接近之程度，通常以相對誤差表示之。

3.4.1 重覆分析 (Duplicate Analysis)

重覆分析的目的在監測實驗室分析的再現性，建立分析數據的準確度，對於相同基質或相同濃度的樣品，通常每分析 10 個樣品，至少應有 1 個樣品執行重覆分析。

$$PRD(\%) = \frac{|D_1 - D_2|}{(D_1 + D_2)/2} \times 100$$

D_1=第 1 次測值； D_2=第 2 次測值

對同一樣品重覆分析 2 次，分別得到 D_1 和 D_2 二測量值，依下式計算相對百分偏差 RPD (Relative percent difference)：

實驗室每年建立可接受極限，若重覆分析差異落在極限以外，則此分析值視為不可靠，應立即採取修正措施，並重新分析該批次所有樣品，一般對於濃度比偵測下限大 5 倍的樣品而言，其允許差異範圍為±20%。

3.4.2 標準添加分析 (Standard addition analysis)

標準添加之目的，在於獲知樣品中基質對於待測物質，或分析方法可能造成之干擾，建立分析數據的準確性。通常將樣品分為 2 份，一份直接依步驟分析，另一份則添加適當已知量濃度 (添加量為樣品濃度的 50~150%) 之標準品後再分析，由回收率來管制基質的干擾。對相同基質或同一濃度範圍內的樣品，通常每 20 個樣品應同時分析添加標準品之樣品。

$$回收率(\%) = \frac{SSR - SR}{SA} \times 100$$

SSR=添加標準品後之測定濃度；SR=樣品之濃度；SA=添加於樣品中之濃度，回收率須落於 75~125%之範圍內方可接受，否則應重新分析。若樣品濃度低於儀器偵測下限，則計算回收率時，SR 以 0 表示。

3.4.3 標準參考樣品分析

參考樣品係指從製造標準品之單位 (如 NBS, ERA) 購進之標準參考樣品 (不同於製備檢量線之標準樣品)，其組成均經世界許多一流實驗室之分析比對，可視為相當可信之標準參考值 (Certified value)。標準參考樣品的基質應與欲分析樣品者相似，如此可比較基質效應所造成的影響。樣品分析時，應以相同流程分析標準品，並將其分析日期、結果、回收率記載於記錄簿內。

$$回收率(\%) = \frac{測量值}{真實值} \times 100$$

回收率應落於 80~120%之範圍內，否則當日分析之結果皆視為不可靠，應重新分析。

3.4.4 方法偵測極限

準備試劑水，試劑水中不得有待測物或其他物之干擾，於試劑水中加入待測物，並重覆分析 7 次。計算 7 次之標準偏差，取 3 倍之標準偏差即為分析方法之偵測極限。

所有採樣及處理過程並依海科中心水質分析品保/品管手冊 (陳等，1991a; 陳，1998) 之要求，防範各種可能的污染，以確保分析之準確度。本計畫所得之海水分析數據，較相同海域水質監測計畫之鹽度、pH 及溶氧量均多出小數點以下 1 位 (李等，1995)。

四、目前研究成果

國科會於執行「全球環流研究」時，在貓鼻頭南方有一南北向測線 (PR-21,沿著 120° 43' E)，此測線離臺灣南岸最近之測站所取得之水文及水質資料 (劉和白，1992; 劉等，1992; 陳等，1993a~c, 1995a, 1996, 1997)，可作為第三核能發電廠附近海域諸測站遠方之最佳背景值。

水文與水質化學分析部份為「第三核能發電廠及低放 (蘭嶼) 貯存場附近海域之生態調查」整體計畫中最基礎的一部份，因其中所涵蓋之水文 (包括溫度及鹽度) 與水質化學 (包括 pH 值、溶氧量、營養鹽、濁度及透明度) 兩大部份中之各項因子，均直接或間接影響著海域之生態組成與平衡。因此，分析水文及水質化學在時間和空間之分佈情形，並與過去的調查相比較，可供瞭解第三核能發電廠運轉前後，第三核能發電廠附近海域水文與水質化學因子的變化傾向，及其對環境的影響。本調查除了接續從 68 年開始之定期調查工作，將歷年來之各項資料做一初步的整合之外，並分析葉綠素甲與基礎生產力，將之與水文及水質化學因子做相關性分析，藉以瞭解該海域水文、水質化學因子間，及其與葉綠素甲之互動情形。

4.0 歷年監測資料統計分析

4.0.1 研究方法

本計畫調查之頻率侷限於一年 4 季，且每次調查時間極短，所取得水溫數據是否有代表性，一直是無法解決的問題。所幸，本計畫從民國 68 年至今 (114 年底) 已是 46 年的調查研究，綜合 46 年來的資料，將有助於彌補一年只有 4 季資料之缺憾及不足，統計上也較有意義。

此長時間的統計資料除了將針對全球氣候變遷中兩大主題－水溫以及水質酸化加以探討外，並且將對放流水對水文水質是否有影響，以及其距離進、出水口之遠近是否也有影響一併探討，以了解南灣海域多年來的水文、水質變化。

4.0.2 統計分析工具介紹

本子計畫採用之統計分析工具有 window excel，T-檢定，sigmaplot，ocean data view，傅立葉分析工具箱等。

4.0.3 分析結果

4.0.3.1 水溫_隨時間的變化_月份的變化

本調查從民國 68 年至今 (114 年) 已有 46 年了，由於第 1 年至第 8 年的數據報導是水層的平均值，即 0~10 m 或是 0~25 m 的平均值，因此第 8 年後的數據也必須具有相同的深度才能比較。經過比較及整合，目前 7 站中有 4 站 (14、

20、22、24) 的深度可以與前 8 年對應。相同月份中，14 站水溫高低差為 3.7℃，出現在 8 月；20 站水溫高低差為 4.8℃，出現在 1 月；22 站水溫高低差為 5.5℃，也是出現在 1 月；24 站水溫高低差可達 6.4℃，出現在 8 月。由此資料顯示，24 站的水溫變化相當的大。理論上，24 站是溫水排放口，它的溫度應該會高於其他測站，但若第三核能發電廠發電機組不運轉，則它的水溫應該與臨近的測站相近。也就是說，24 站的水溫只會大於或等於其他測站。但仍有多次觀察到水溫略低於其他測站的現象，24 站並非是每次調查最高溫的測站。原因可能有 3：

1.早年測站較多，採樣日數在 3 天左右，因此不同天的海象若相差太大，水溫拿來互相比較就有問題。

2.採樣時適逢發電機組進行維修沒有運轉，24 站表現自然水體之水溫。

3.取水口 (~6 m) 之水溫低於表水溫度。

但是利用平均值的角度來看，可以將上述的效應減弱。附圖 2-1 是運轉前後此 4 站的平均溫度變化圖，可以看出 24 站各月份平均溫度在運轉前與其他站相近，而 14 站溫度較低，是因為其取 0~25 m 的平均值，而其他站則取 0~10 m 為平均值。運轉後 24 站較其他 2 站 (只比較 20 及 22 站相同深度之平均值) 高出 0.7~2.2℃，差值最小出現在 4 月，最大出現在 12 月。機組退役後，民國 114 年 8 月測量 24 站溫度比 20 及 22 站低 0.3、0.6℃，11 月三站間僅有 0.1℃ 的差異，表示 24 站與周遭海水溫度相近。

附圖 2-2 也可以清楚看到 14、20、22 站各月的平均水溫在運轉前、後並沒有多大的差異，然而第 24 站的水溫在運轉後明顯比運轉前高。因此第三核能發電廠的運轉改變了 24 站的水溫，其他 3 站則沒有受到明顯影響。

除了這四站外，16、18、19、23 站的調查時間也已很長，然而由於採樣深度前後有所改變，因此拿來比較第三核能發電廠運轉前後的水溫改變，可能產生若干的誤解。例如早先 18 站的採樣深度是 0~50 m，在民國 82 年 11 月到 95 年 1 月則僅採至 0～25 m，民國 89 年 3 月 10 日後採樣深度恢復 0~50 m，不同深度的平均值來比較，可能會產生早期水溫較低 (0~50 m)，而中期水溫變高 (0~25 m) 的結論，其實這是採樣深度不同所造成的。由於已累積了多年的資料相當寶貴，我們還是將這些資料拿來比對，但是採樣深度前後的差異必需先被考慮。附圖 2-3 是 16、18、19、23 站與 24 站在第三核能發電廠運轉前後的比較情形，結果大致與附圖 2-2 相似，也就是 16、18、19、23 站的水溫在運轉前、後並沒有多大的差異，然而第 24 站的水溫在運轉後比運轉前略高。因此除考慮第三核能發電廠的運轉改變了 24 站的水溫，也需評估運轉的 40 年間暖化造成的海水增溫。

4.0.3.2 水溫_隨時間的變化_年度之變化

由民國 75 年 7 月至 114 年 12 月的溫度資料 (附圖 2-4) 看來，夏季及秋季之溫度較春季及冬季來得高，溫度變化呈規律性，天候及季節為主要影響因子，放流水主要影響 24 站表水，對於深度 3 m 及 10 m 之影響較小。將 22 站及 24 站從民國 75 年至今 (114 年 12 月) 的表水水溫取 sin 曲線 (附圖 2-5)，可以發現 22 站的水溫呈現規律變化，最高溫約 29°C，最低溫約在 22~25°C，此值應可代表第三核能發電廠附近海域一整年水溫的溫度範圍。然而 24 站的表水因為受到放流水的影響，水溫的年變化，在早期 (民國 75~80 年) 最高溫達到 32°C，低溫由 26.5°C 增加到 27°C，有逐年增加趨勢；民國 80~89 年最高溫則往下降至 30°C，最低溫也逐年下降至 26°C，與第三核能發電廠附近海域水溫分佈範圍相近。近期 (民國 89-114 年) 由於放流水的水溫控制比早期來的好，以及核能發電廠機組進行維修，放流水量減少，相對地造成溫升不大，溫升情形似乎不再發生。但民國 98、99 年兩個夏季的水溫較過往幾年來得高些，水溫出現往上爬的趨勢。22 站最低溫從 22°C 增加至 25°C，有逐年增加之勢，可能是全球氣候變遷溫升所造成。

4.0.3.3 水溫_隨空間的變化_距離出水口之遠近

a.由水平面來看

從民國 75 年以後，資料均有分層的報導。將 24 站與 22 站 0，3，10 m 來比較，可以看到兩站表水的溫差分佈在-1.2~6.7°C 之間，平均 2.2°C，3 m 的溫差分佈在-3.1~6.4°C 之間，平均 1.1°C，10 m 的溫差分佈在-3.0~5.3°C 之間，平均 0.3°C (附圖 2-6)。較高的溫差發生在早期，近年來溫差較低。若近一步將 24 站與較遠的 18 站相較，也可以看到類似溫差的結果。再將 22 站與 18 站相較，可以發現兩者之間並沒有太大的溫度差異，因此可以說，24 站的水溫不僅與較遠的 18 不同，也與較近的 22 站不同。亦即放流水的影響主要只及至 24 站左右，並未明顯擴散至較遠端的 18 站，也未明顯擴散至較近端的 22 站。

b.由垂直面來看

將 24 站水溫與 22 站水溫之間來比較，可以看到 24 站因為放流水的增溫，在不同深度變化的情形。整個來看，可以將溫差隨深度之變化分成 3 類，一是上下水層沒有太大的溫度差異，如民國 75 年 7 月、 75 年 10 月、91 年 5 月、101 年 2 月、5 月，當時發電機組維修中，因此 24 站並沒有溫度梯度出現。第 2 類，上下水層溫度梯度高達 4°C 左右，如民國 80 年 3 月、80 年 11 月，不僅表水溫度差值達 4°C，較深的水層如 3 m 及 10 m 也上升到 4°C。顯示此 2 次的放流水不僅從表層擴散，也往垂直方向擴散。所幸，從民國 75 年 7 月至 114 年 12 月共 160 次的調查中僅有 2 次這種現象。第 3 類，也就是最普遍的 1 類，即是有一斜溫層的存在。放流水排入海域造成海水表層溫度的升高，但不擴及底層 (10 m)，底層溫度的表現與 22 站相同。

c .與遠方測站比較

國科會於執行「全球環流研究」時，在貓鼻頭南方有一南北向測線 (PR-21, 沿著 120°43' E)，此測線離臺灣南岸最近之測站所取得之水文及水質資料 (劉和白，1992; 劉等，1992; 陳等，1993a~c, 1995a, 1996, 1997)，可作為第三核能發電廠附近海域諸測站遠方之背景值。

經過整理與比較，WOCE 航次中並非每月都有資料，目前僅有 5 個月份，另外其資料點取表水後，下一資料點即取 50 甚或 100 m 了，因此只能取表水的資料來與第三核能發電廠附近海域的水相比。附圖 2-7 是將 WOCE 5 次表水水溫與第三核能發電廠附近海域於民國 75 年至今表水溫度平均值相比的情形。由圖可以很明顯看出，WOCE 航次的數據除一月份之外，均較除 24 測站之外測站的平均值高。

也許有人會質疑上述的比較是用民國 75 年至今的平均值，那麼如果用近 5 年的平均值來比較會是如何呢？在 4.2.1.2 節中曾提到，近年來 24 站的水溫有逐年下降的趨勢，因此如果附圖 2-7 以近 5 年的平均值來表示的話，預期地可以看到 24 站的線會往下壓一些，24 站的值與 WOCE 各站的值趨於接近。因此不管用長期資料 22 年來看，或用 5 年來看，第三核能發電廠附近海域的水溫並沒有高於「遠方」的測站，反而較低，有可能是因為灣內湧升流帶來冷水所造成。

4.0.3.4 放流水對水質的影響_pH

本海域 pH 值皆符合海洋委員會海洋保育署 (簡稱海保署) 所公佈的甲類海域的水體標準「甲類海域之水質標準，氫離子濃度指數應在 7.5~8.5 之間」。比較表水 pH 變化，從民國 88 年初平均迴歸值為 8.091 至 114 年末平均為 8.046，下降了 0.045，平均每年降 0.0017，此下降數值相近於大氣中二氧化碳逐年上升，理論上將造成表面海水每年約下降 0.0017 (雷漢杰，2013)。

最接近放流水的測站 (24 站) 其酸化率與其他 6 測站相近，顯示放流水並未加深海域的酸化程度。

4.0.4 對歷年監測資料之統計分析的其他課題尚有：

1.水文變化與大尺度海洋環境變化，主要以距平值 (當月測值-歷年月平均值) 來觀察此現象。

2.電廠大修時水溫變化，將電廠大修時的海水溫度與運轉時做一比較。

3.溫降的因素，本海域常有海水溫度下降的現象，集合多年觀測到的資料，匯整出溫降的幾個原因。

上述於子計畫 6 中討論。

4.1 民國 114 年 1 月~114 年 12 月的結果

為了要瞭解第三核能發電廠運轉對附近海域所造成的影響，本研究將 7 個測站分為兩大類，一為離第三核能發電廠較遠的測站 (測站 14、16、18、20；87 年 7 月以後為測站 12、18、20、21)，稱之為對照測線；另一為接近第三核能發電廠進出水口的測站 (測站 22、23、24)，稱之為實驗測線，此兩類之水文與水質資料可加以比較。

從民國 114 年 1 月開始，採樣日期是民國 114 年 2 月 15 日 (114 年第 1 次)、5 月 5 日 (114 年第 2 次)、8 月 8 日 (114 年第 3 次)、11 月 5 日 (114 年第 4 次)，表 2-1 為此 4 次水樣現場及實驗室分析之結果。

4.1.1 水溫

測站 24 距離放流水口最近，可以監測放流水排入海洋後之溫度狀況。現場量測水溫資料顯示，民國 114 年第 1、2、3、4 次測站 24 的水溫與對照測站相近，分別為 23.7°C 對應 24.1±0.3°C、28.6°C 對應 28.0±0.9°C、28.6°C 對應 28.8±0.1°C 及 27.1°C 對應 27.2±0.3°C。因此，放流水的表層水溫並非絕對最高，顯示其對周遭海域表水溫度的影響有限。

此外，需特別說明的是，核三廠 2 號機已於民國 114 年 5 月 17 日退役，其中第 1、2 次調查為機組尚在運轉時的量測結果；而第 3、4 次調查則屬停機後的監測資料。由量測結果可見，無論在停機前或停機後，測站 24 的水溫皆與對照測站相近，顯示此時期放流水對表水溫度的影響並不顯著。

而扣除可能受放流水影響的第 24 站後，民國 114 年第 1、2、3、4 次調查的表水水溫平均分別為 24.1±0.3°C、28.0±0.9°C、28.8±0.1°C 及 27.2±0.3°C，與歷年同月之水溫平均 24.3±0.9°C、27.5±1.0°C、29.2±0.8°C 及 26.1±1.1°C 相當。

從衛星資料來看，本海域民國 114 年 2 月 15 日的水溫落在 24°C 等溫線之內，5 月 5 日則落在 29°C 之內，8 月 8 日、11 月 5 日分別落在 29、28°C 之內，顯示本現場調查資料與衛星資料相吻合 (圖 2-2)。

由美國國家氣候預報中心 (NOAA) 發佈的聖嬰/反聖嬰期發生時間表 (表 2-2) 來看，海洋聖嬰指數 (ONI) 於民國 109 年 8 月至 112 年 1 月進入反聖嬰期，時間長達 2 年 6 個月。自本計畫執行以來此是第 2 長時間的反聖嬰時期，上一次最長的反聖嬰時期在民國 87-90 年，延續了 2 年 9 個月；從民國 112 年 5 月至 113 年 4 月則轉負為正，進入了聖嬰期，民國 113 年 5 月之後為正常年。而大氣和海洋研究聯合研究所 (JISAO) 所公佈的太平洋十年期振盪指數 (PDO) 則於民國 109 至 114 年 11 月皆為負

值，PDO 冷期長達 6 年，時程及規模皆為最大。Wu (2013) 的文章指出，聖嬰的影響在西北太平洋是不固定的，端視它是在 PDO 的暖相或是冷相：在 PDO 暖相時，聖嬰與季風強弱的年際關係不明顯，而 PDO 冷相時，聖嬰現象發生時冬天的季風明顯變弱。

民國 114 年度 4 次的採樣時間皆處在 ONI 正常年及 PDO 冷相。觀察水溫距平值 (當月測值-歷年月平均值) 皆與歷史記錄相近。

由民國 75 年 7 月至 114 年 11 月本海域長達 39 年溫度距平值 (當月測值-歷年月平均值) 與 ONI、PDO 之變化 (圖 2-3) 可以看見，本海域的溫度距平值早期大都偏低，而於民國 87 年之後則大都偏高，似乎呼應了海洋暖化的現象；民國 79~84 年的聖嬰/正 PDO 對應的是距平低值，而民國 99~103 年的反聖嬰/負 PDO 則對應了溫度距平高值，然而並非所有的大尺度海洋溫度距平高低值都對應著本海域應有的溫度變化，因此本海域溫度的變化不僅反應了全球海溫上升的趨勢，可能也受到海洋大尺度事件如 ONI、PDO 振盪的影響，變化因子較為複雜。

4.1.1.1 CTD 資料

民國114年第1次水層的水溫變化，以T3站為例，表水水溫為23.8°C，至130公尺水溫下降至20.1°C，無溫度陡降的現象。第2次表水溫度為27.8°C，至50公尺深水溫為26.8°C變化不大，斜溫層出現在50公尺以下，至100公尺水溫已下降至20.5°C。本海域夏季水層之溫度大多有斜溫層出現，表水與水深80~100公尺的溫度可達8~9°C (29.0°C相對20.8°C) 以上之差值，民國114年第3次亦有相似情形。第4次因 CTD 儀器電池電量不足，未能取得完整之水溫剖面資料。目前已向代理商洽詢電池更換及後續維修事宜，待設備恢復正常後再進行後續觀測(圖2-4)。

沿測線24-T1-12-T2-T3觀察，並未有高溫聚集現象，顯示放流水之擴散效果良好，放流水影響的深度大約在3~5公尺。

放流水擴散的範圍不大，大都在出水口24站附近及南灣之西南側。與南灣緯度相近之大亞灣核電站，受放流水影響之地區亦為核電站附近、大亞灣之西南側；民國91 (西元2002) 年受影響面積為大亞灣之3%，民國92 (西元2003) 年則為7% (Wang et al., 2011)。就深度來看，3 m深的水層幾乎就看不到放流水的影響。長期水溫記錄顯示本海域常有湧升現象。由民國82年統計至今各季的水質資料，發現1-3月的發生湧升的情形最少見，也可能是因為冬季時，在厚達70-80公尺的整個水層中都是性質上下如一的混合層，因此即使有下層水湧升現象也與上層水質相似而無法偵測到。

海洋靠近陸棚邊緣的地區常有海水湧升的現象。除了洋流撞上大陸斜坡及陸棚引起湧升流之外，在陸棚東側較深海水湧升到表層的現象，通常是風沿著東海岸朝北吹拂一段時間後，在表層海水之艾克曼傳輸 (Ekman transport)，因而在該海域表面形成幅散區，導致較深海水湧升到近岸表層。在陸棚西側則北風會引起湧升流。

除了上述時間、空間尺度較大的例子之外，核安會 (原為行政院原子能委員會) 委託中研院所進行歷年海潮流調查顯示 (蘇等，1980~1991)，第三核能發電廠附近海域內海流之流況極為複雜，可以說隨日、隨時都在改變。台大范光龍教授也指出第三核能發電廠附近海域具有相當強的海水湧升現象，而且當大潮時期前後幾天，海域內沿岸會發生海水水溫短期突降現象：當第三核能發電廠附近海域大潮時期大退潮末至小漲潮間，西半部海域會形成逆時針氣旋式渦漩 (cyclonic eddy)。氣旋式渦旋會導致湧升流，使第三核能發電廠附近西半部海域產生海水水溫突降4~5°C，而其東半部海域海水水溫的影響則端視潮汐鋒面 (tidal front)及氣旋式渦漩所抬升冷水的強弱決定。理論上，范教授認為第三核能發電廠附近海域海水水溫下降，應以西半部靠近反氣旋渦漩中心海域最為顯著，而第三核能發電廠附近海域的東半部具有較寬廣、且較淺的大陸棚區域，冷水入侵的強度應被減弱。但事實上由范教授歷年來資料顯示，水溫的下降卻是東半部海域之降幅最大，這種現象經由多年收集的現象資料以及潮流模式驗證，發現順時針反氣旋式渦漩及半日潮潮波和全日潮潮波傳遞方向的不一致性，造成第三核能發電廠附近海域東半部大陸棚海水水溫突降，而其中以反氣旋式渦漩扮演的角色最為重要 (Lee *et al.*, 1998)。本計畫子1則認為此處的冷水湧升與內潮有極大關係，該內潮由恆春海脊處所引發。本計畫早期雖未作連續觀測，但也或多或少觀測到了冷水湧升現象。設置在排水口外的溫度長時間的記錄器時有記錄到冷水入侵情形，詳細資料見下節。

4.1.1.2 長期水溫觀測

將溫度記錄器分別綁在出水口右側離岸約10~20公尺，水深3、9公尺以及貓鼻頭水深9公尺之珊瑚處，記錄時間為民國113年11月10日至114年2月4日、2月5日至5月5日、5月6日至8月4日、8月5日至11月4日，共4段，水溫在水深3、9公尺之振盪現象仍持續發生 (圖2-5)；第1段時間記錄到的3公尺平均水溫為24.5±1.0°C，較9公尺深的平均水溫24.0±1.2°C，高約0.5°C，兩深度的水溫在11/10至12/9幾乎貼合，但12/11之後兩深度水溫的高低變化變成不同步；第2段3公尺平均水溫為26.1±1.5°C，較9公尺深的平均水溫25.1±1.2°C，高了1.0°C；第3段3公尺平均水溫為28.4±1.1°C，較9公尺深的平均水溫27.5±1.5°C，高了0.9°C；第4段3公尺平均水溫為28.3±0.8°C，較9公尺深的平均水溫27.6±1.1°C，高了0.7°C。

民國114年有5個颱風發佈警報，分別是丹娜絲 (7/5~7/7)、薇帕 (7/18~7/19)、楊柳 (8/12~8/14)、樺加沙 (9/21~9/23)、鳳凰 (11/10~11/12)，其中樺加沙為強烈颱風，薇帕是輕度颱風，其餘均是中度等級。5次颱風，除了薇帕及樺加沙颱風期間的溫降不大，其餘均有可觀的水溫降低現象，最大幅度的溫降是在丹娜絲颱風過後，溫度下降約8°C，水溫持續下降將近5天 (續圖2-5)。

第三核能發電廠附近海域底層水有冷水入侵的現象在本研究子計畫1、洪 (2011)、Lee *et al.* (1999) 及Jan and Chen (2009) 均有所發現，然而該研究顯示冷水出現的頻率幾乎是一天一次，與本研究觀測結果不盡相同。可能原因在於Lee *et al.* 所設置的觀測點在第三核能發電廠附近海域的東側，深度在45公尺。由於漲潮及退潮的水位變化，使得冷水可能每天可湧升至45公尺；本研究設置的點近排水口，但較淺，約在10公尺，推測冷水入侵無法到達10公尺，或是發生的頻率較低，大約是在大潮前後才會發生。但也有非大潮時觀測到冷水湧升的現象，冷水湧升的機制不僅只是單純的潮汐漲退所引起，內潮、渦漩、黑潮擺盪，甚至浮力效應皆可能引發冷水湧升。

4.1.2 鹽度

由過去的水文調查指出，臺灣西南海域以及南海北部之上層海水，在夏季時係高溫、低鹽之南海表層水，入秋後逐漸為高溫、高鹽的黑潮水所取代 (朱，1963; Fan and Yu, 1981; Fan, 1982; Wang, 1986)，而第三核能發電廠附近海域主要是黑潮水、南海的中鹽水及低鹽沿岸水之混合水團。民國114年第1次表水鹽度與歷年平均值相近，表水鹽度平均34.519±0.017，對應歷年平均34.462±0.282；民國114年第2~4次表水鹽度均低於歷年平均，數字分別34.037±0.089，對應歷年平均34.146±0.253、第3次表水鹽度平均32.426±0.100，對應歷年平均33.606±0.490、第4次表水鹽度平均33.824±0.017，對應歷年平均34.170±0.315。其中民國114年第三季 (114年8月8日) 採樣測得的鹽度比歷年同月平均值低約一個單位，顯示鹽度偏低的現象十分明顯，且為歷年第二低值，研判應與採樣前大量降雨有關。據氣象資料顯示，民國114年7月恆春地區累積降雨量達1319 mm，顯著高於歷年7月平均雨量 391 mm，大量降雨逕流入海，可能造成本區域海水鹽度下降之現象。

Durack 等人 (2012) 研究指出，全球暖化將造成水圈循環加強，從過去50年 (1950-2000) 的資料顯示，蒸發大於降雨的海域，鹽度變高，降雨大於蒸發的海域，海水鹽度變得較低，而南海海域在過去50年即屬於後者之變化。本海域在民國99~102年PDO冷相頻頻觀察到低於歷史記錄的鹽度，而在民國114年亦處於PDO冷相，也是觀察到較低鹽度的現象，顯示本海域的鹽度變化與PDO變化有明顯的正相關。

一般而言，海流在往北流經臺灣東南海域時，會有一支流進入南海北域，此支流向西流入南海北域之後再繞回臺灣墾丁南部海域，才沿著臺灣東部往北繼續流動；在聖嬰時期，此支流繞入南海北部並不深 (梁，2002)；又聖嬰時期，南海湧升現象減弱，與外界交換變弱 (Chao *et al.* 1996)，導致黑潮水流入南海的規模變小，黑潮水與南海水交換也變少，推論此時核三海域能保有較明顯黑潮水的性質，而反聖嬰年時則相反，可能量測到較低鹽水 (Chen et al., 2010)；換言之，在第三核能發電廠附近海域的鹽度訊號，正可以反應此處南海水與西菲律賓海水 (黑潮水) 交換規模的大小。對照往年鹽度資料，當鹽度訊號偏高，顯示西菲律賓海水性質較高，除季節因素之外，大多適逢聖嬰現象時間。第三核能發電廠附近海域附近受臺灣本地複雜的氣候、海底地形因素以及近年來全球氣溫日漸升高影響，對於此海域的衝擊，必須詳細且全面的探討，才能更確認此處水文性質變動的真正原因。

4.1.3 pH

民國114年第1次調查結果顯示，pH介於8.031~8.050之間，平均8.043±0.006；第2次介於8.019~8.057之間，平均8.041±0.010；第3次介於7.927~8.038之間，平均7.998±0.025；第4次介於8.025~8.063之間，平均8.050±0.009。 pH值均符合海保署民國107年2月13日所公佈的海域環境分類及海洋品質標準第5條規定「甲類海域的水體標準：氫離子濃度指數應在7.5~8.5之間」。由平均值來看，此區pH比WOCE的pH資料8.27±0.05 (表2-3) 略低。

4.1.4 溶氧量及溶氧飽和度

民國 114 年第 1 次調查結果顯示，溶氧量介於 6.82~6.98 mg/l 之間，平均 6.90±0.04 mg/l；第 2 次介於 6.19~6.57 mg/l 之間，平均 6.41±0.12 mg/l；第 3 次介於 5.86~7.22 mg/l 之間，平均 6.71±0.35 mg/l；第 4 次介於 6.26~6.62 mg/l 之間，平均 6.49±0.08 mg/l；此 4 次調查結果，均符合海保署民國 107 年 2 月 13 所公佈的海域環境分類及海洋品質標準第 5 條「甲類海域之水質標準，溶氧量應在 5.0 mg/l 以上」之規定。

民國 114 年第 1 次溶氧飽和度介於 98.2~101.9%之間，平均 100.0±1.0%；第 2 次介於 94.6~101.2%之間，平均 98.3±1.8%；第 3 次介於 83.3~111.9%之間，平均 103.3±6.8%；第 4 次介於 94.4~101.4%之間，平均 98.9±1.5%。4 次的調查結果中以民國 114 年第 2、4 飽和度較低，其他 2 次皆略高於飽和度。整體而言，溶氧飽和度在 100±3%之間變化。

4.1.5 營養鹽

海水中之營養鹽主要有硝酸鹽、磷酸鹽和矽酸鹽，這些營養鹽是水中植物生長所不能或缺的化學物質。在一般大洋中，營養鹽主要來源為有機質之分解。在沿岸地區，營養鹽除了來自有機質分解之外，亦可能受溪流輸入帶有家庭、農業及工業廢水的影響。

4.1.5.1 硝酸鹽

海水中的無機氮，除氮氣之外一般以 NO_3^- 佔較大的比例，其為氮化物氧化之最終產物。NO_3^- 的來源主要為生物代謝物質之分解、氧化及陸源逕流之補給。其濃度隨著浮游植物及生物群落的活動狀況而變化，NO_3^- 的分佈情形不僅可以反映海洋生物活動的規律性，而且有助於瞭解水文及水系的混合情形。若海水中的 NO_3^- 過量聚積，將促使水體優養化，影響生物正常生長。海水中的 NO_2^- 來自河水的輸入，及海水中含氮物質氧化還原過程的中間產物，如 NO_3^- 的還原、有機物與氨的氧化等。這些過程常需要微生物參與反應。

民國114年第1次 NO_3^- 含量介於0.13~0.92 μM之間，平均0.38±0.22 μM，其中最高濃度出現在位於海域中偏南側的 21 站；第2次 NO_3^- 含量介於0.07~1.87 μM之間，平均0.57±0.44 μM，同樣由21 站呈現最高濃度，顯示該區域在不同季節下皆可能受到水團或海流輸送影響而使硝酸鹽濃度偏高；第3次 NO_3^- 含量介於0.03~5.10 μM之間，平均0.50±1.02 μM；第4次 NO_3^- 含量介於0.13~1.65 μM之間，平均0.52±0.35 μM。

此一海域所含的硝酸鹽並不是很高，但仍稍高於WOCE測站的硝酸鹽含量(表2-3)。由過去的資料可知，在24站表水常出現硝酸鹽高值，該高值甚至比其來源水22站10m還要高，因此推測該高值並非單純由22站10m而來，由民國102年第2次資料顯示，高值乃下層水湧升所致。

4.1.5.2 亞硝酸鹽

通常海水中 NO_2^- 的自然濃度很低，是為海洋植物的營養鹽之一。當濃度過高、異常或變化過劇時，常為海洋生態環境惡化之表徵。

民國114年第1次 NO_2^- 含量介於0.05~0.21 μM之間，平均0.11±0.04 μM；第2次 NO_2^- 含量介於偵測極限 (小於0.02) ~0.07 μM之間，平均0.03±0.01 μM；第3次 NO_2^- 含量介於偵測極限~0.19 μM之間，平均0.05±0.05 μM；第4次 NO_2^- 含量介於偵測極限~0.09 μM之間，平均0.04±0.02 μM (統計時，將小於0.02的數字以0.01計算)。

4.1.5.3 磷酸鹽

近岸海水中PO_4^{-3}多來自河川陸水所輸入，因此，河口及沿岸水域常有含磷量過高的現象。磷為浮游植物生長繁殖不可或缺的必要元素，但水中含磷量過高，則常導致赤潮的發生。張 (1991) 認為，海水中的活性磷在0.15 μM以下，才能避免於赤潮的發生。顯然，磷酸鹽可以作為水體優養化的指標之一。據研究指出，大陸大部份海區的活性磷含量，春、夏兩季小於0.11 μM，秋冬兩季則介於0.03至0.22 μM之間。在各別河口和海灣，活性磷含量有時可達0.64 μM (張，1991)。

民國114年第1次調查PO_4^{-3}含量介於0.04~0.10 μM之間，平均0.07±0.02 μM；第2次調查PO_4^{-3}含量介於偵測極限 (小於0.02) ~0.22 μM之間，平均0.10±0.05 μM；第3次調查PO_4^{-3}含量介於偵測極限~0.43 μM之間，平均0.09±0.08 μM；第4次調查PO_4^{-3}含量介於偵測極限~0.14 μM之間，平均0.06±0.03 μM。

調查結果顯示此海域的磷酸鹽含量較WOCE測站為高 (表2-3)，可能是湧升水將下層高磷酸鹽的水往上帶。另外，陳等人 (1991b) 之研究曾指出，在墾丁國家公園內各聚落之污水排水道含有高量的營養鹽，污水並且直接排入海域，也可能是第三核能發電廠附近海域營養鹽略高原因之一。但88年之後墾丁地區已設置了污水處理場，營養鹽的陸上來源理應降低。

浮游植物死亡後，其有機體經由氧化可釋出營養鹽氮及磷於水中，在海水中兩者並以16：1的關係存在 (Redfield *et al.*, 1963)。反過來說，水中之營養鹽若有16份的氮及1份的磷，最適合浮游植物生長，當氮與磷的比值高於16時，顯示水體的氮太多，因此磷成為浮游植物生長之限制因子。反之，則氮成為浮游植物生長之限制因子。圖2-7為民國89年至今 (114年) 調查資料之氮與磷比值圖，圖上顯示，氮與磷的比值大都落在斜率小於16之下，由此可知，此一海域浮游植物的限制因子為氮，與南海北部相同 (Lui and Chen, 2011)，既然此一海域對氮較為敏感，因此對氮污染的途徑應該特別注意。氮進入海洋之主要來源有四種，分別是雨水、海鳥糞便、大氣固氮作用以及肥料，其中僅肥料的流入可由人為來控制，因此對於陸上是否有肥料流入此海岸應特別注意。與大亞灣相比，該處原亦為氮限制，但近年來已變成磷限制 (Wang et al., 2011)。民國112年第1次氮磷濃度較高，但仍在斜率16線上，顯示該營養鹽來自植浮的分解，並非另有污染源。

4.1.5.4 矽酸鹽

SiO_2在自然界中分佈極為廣泛，是多數岩石、土壤和灰塵的主要成份。岩石的風化和土壤的流失等，使幾乎所有的天然水中，都含有溶解性SiO_2，但SiO_2在海水中的濃度要比河水中低得多。SiO_2為矽藻生長所必需之重要元素之一，而矽藻又是牡礪的主要食物。據黃 (1988) 指出，牡礪以濾食海水中之浮游植物為生，其消化管內90%以上，是由35種矽藻所組成的，因此，海水中SiO_2的含量可能間接影響牡礪之生長。

天然水中的矽，主要來自矽酸鹽與鋁矽酸鹽礦物的水解，絕大多數正常天然水中SiO_2的含量，高於與石英平衡時的含量，而低於與無定形SiO_2平衡時的含量，大部份是介於16至500 μM 之間。表層海水遠低於此值，則與生物的吸收作用有關 (陳，1992)。

民國114年第1次SiO_2介於1.98~2.85 μM之間，平均2.21±0.24 μM；第2次介於1.75~3.62 μM之間，平均2.39±0.45 μM；第3次介於3.56~8.58 μM之間，平均4.68±0.95 μM；第4次介於2.39~4.25 μM之間，平均2.76±0.39 μM。

4.1.6 葉綠素甲與基礎生產力

浮游植物為海洋中最重要之初級生產者。其藉由光合作用，將無機碳轉化為有機碳，許多浮游動物及濾食性生物便是賴其為生。由於浮游植物均含有葉綠素甲，因此，經由海水中葉綠素甲含量之分析，可供瞭解海域之浮游植物量。而浮游植物量之變化，可直接反應出該海域生態環境是否受到污染而惡化。

民國 114 年第 1 次葉綠素甲介於 0.09~0.14 μg/l 之間，平均 0.11±0.01 μg/l；第 2 次介於 0.03~0.08 μg/l 之間，平均 0.04±0.01 μg/l；第 3 次介於 0.06~0.44 μg/l 之間，平均 0.25±0.11 μg/l；第 4 次介於 0.01~0.06 μg/l 之間，平均 0.03±0.02 μg/l。第 3 次的葉綠素甲的濃度在比其他次高了 1 個數量級，矽酸鹽濃度在同次調查中也為最高值，然而硝酸鹽及磷酸鹽並沒有顯著的增加，可能是已受生物作用消耗，推測原本大量陸源物質帶來的營養鹽促進灣內植物性浮游植物大量增長，使得葉綠素甲濃度增加，這也與子 3 調查結果一致。本海域葉綠素甲含量較台西外海 (經濟部工業局，1996a) 及台南外海 (經濟部工業局，1996b) 為低。

海洋中之基礎生產力，通常指在一定水域內，某一段時間植物性浮游生物利用無機溶解性鹽類，製造有機化合物的產量。因此，基礎生產力可視為日光、水溫、海洋化學組成等條件控制下，「光合作用」進行之程度；亦可視為植物性浮游生物的生產量。影響浮游植物的分佈之控制因素極為複雜，如溫度、光線、水流速度、營養鹽之供應等，皆會影響浮游植物的生長。基礎生產力之測量方法有許多種，大多數係基於光合作用公式。此外，測量水中所含葉綠素濃度，或根據某段時間內，水中溶氧量之增減，亦可作為有機化合物生產量之估計。

民國 114 年第 1 次基礎生產力介於 0.81～6.96 mmolC/m^3/day 之間；第 2 次為 0.02～2.09 mmolC/m^3/day；第 3 次為 6.60～21.06 mmolC/m^3/day；第 4 次為 1.29～4.02 mmolC/m^3/day。基礎生產力在第 3 次有明顯的高值，推測也是與葉綠素甲高值相同原因。此區的基礎生產力較臺灣東北角黑潮水來得高些(大都小於 1 mmolC/m^3/day，呂朝城，1995)，但與陸棚水(≒1～12mmolC/m^3/day)、湧升黑潮水(≒0.5～8 mmolC/m^3/day)大致相當。

4.1.7 濁度及透明度

民國114年第1次濁度介於0.09~0.50 NTU之間，平均為0.21±0.11NTU；第2次介於0.14~0.44 NTU之間，平均為 0.26±0.08 NTU；第3次介於0.17~0.95 NTU 之間，平均為 0.42±0.18 NTU；第4次介於0.16~0.97 NTU之間，平均為 0.32±0.16 NTU；濁度表示海水的混濁程度，亦表示海水的透光性質。水中的濁度是由懸浮物質如黏土、粉砂、微生物及浮游動植物所造成的。在暴風雨過後，近岸海水之濁度會大幅增加，而在近岸施工亦會對附近海水的濁度造成相當程度的影響。如先前在4.1.2鹽度提到的**民國**114年7月的累積雨量為歷年平均的3-4倍，大量陸源物質沖刷到南灣，**民國**114年第3次的濁度也因此顯著增加。

測站22透明度雖僅8m，較其他測站低，但因本測站靠近岸邊，底深僅約10來公尺，故而此數字應算正常。第三核能發電廠附近海域海水的濁度低且變化小，顯示海水中的懸浮顆粒或有機質含量少，而使得此一海域，海水常年清徹見底，水層的透明度大都在8公尺以上。

4.1.8 總殘餘氧化劑濃度

工業上為了達到管線中用水的消毒殺菌之目的，常添加氧化劑，其中以氯氣 (Cl_2)/次氯酸 (HClO) 較廣泛使用；日常民生用水，也常使用氯氣等氧化劑來達到除臭消毒之目的，但這些殘餘氧化劑排放之後，對環境將造成衝擊，故需加以監測。

傳統上認為檢測殘餘氯出來即為殘餘氯含量,但根據台大海研所白書禎教授 (Pai *et al.*, 2002) 等調查研究顯示，餘氯進入海水後，會衍生複雜的物種，如 Cl_2、ClO^-、Br_2、BrO^-、NH_2Cl、NH_2Br…等，檢測難以區分這些物種，故不宜以殘餘氯稱之，應以總殘餘氧化劑 (total residual oxidant，TRO) 統稱，表示海水的殘餘氧化能力。但為了便於瞭解，檢測出的數據再將之換算成相等於餘氯濃度 (mg/l as Cl_2) (表 2-1)。

民國 114 年第 1 次總餘氯濃度介於 0.06~0.11 mg/l 之間，平均為 0.08±0.01mg/l；第 2 次介於 0.04~0.06 mg/l 之間，平均為 0.05±0.01 mg/l；第 3 次介於 0.03~0.09 mg/l 之間，平均為 0.05±0.02 mg/l；第 4 次介於 0.04~0.07 mg/l 之間，平均為 0.05±0.01 mg/l；根據墾丁國家公園管理處提供的資料，在南灣及石牛溪附近設有南灣污水處理廠及墾丁污水處理廠，處理後污水之入海處分別接近 22 站與 20 站，總餘氯含量可能受到處理過後之民生用水排放影響而偏高，但結果顯示此兩站並無特別高值。

五、結論

第三核能發電廠附近海域水溫的變化，主要受天候、季節性以及大尺度海洋事件如颱風、聖嬰、反聖嬰，以及太平洋十年期振盪的影響。民國 114 第 1~4 次海水的溫、鹽值顯示水團的擺盪並不明顯，較偏向南海水，表水鹽度則比歷年平均值低或相近。

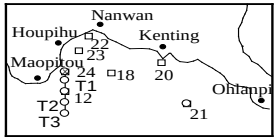
回顧本海域溫、鹽之變化與 ONI/PDO 指數之間，在早期時，大致呈現 PDO 暖相時，水溫偏低，然而後期反而呈現水溫偏高；本海域水溫的變化似乎主要反應海溫上升的趨勢。本海域在民國 99~102 年 PDO 冷相頻頻觀察到低於歷史記錄的鹽度，而在本計畫期間 (民國 114 年) 以及前 2 年 (民國 112、113 年) 也是觀察到較低鹽度的現象,也正逢歷時 6 年 PDO 冷相,顯示本海域的鹽度變化與 PDO 變化有明顯的正相關。

海域的 pH 值介於 7.927 至 8.063 之間，符合海保署所公佈海域環境分類及海洋環境品質標準第 5 條「甲類海域之水質標準，氫離子濃度指數應在 7.5~8.5 之間」之規定。溶氧量亦符合海保署「甲類海域之水質標準，溶氧量應在 5.0 mg/l 以上」之規定。

營養鹽資料顯示，此海域目前大多沒有受到有機質的污染，民國 114 年第 3 次表水的矽酸鹽濃度顯著增加，可能與採樣前大量降雨除了造成鹽度下降，也將陸源砂質帶入南灣，使得濁度及矽酸鹽濃度上升。由 N/P 比值顯示，此海域浮游植物之生長限制因子為 N，因此對 N 的污染途徑應該特別注意。此海域之葉綠素甲測值偏低，屬於低生產力之海域。整體而言，第三核能發電廠附近海域之水文與水質化學受放流水的影響並不明顯，海域之水文與水質皆符合我國甲類海域的水質標準。

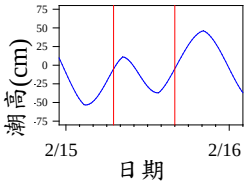
六、附表與附圖

表2- 1　民國114年第1次~114年第4次水文暨水質化學資料



114年第1次(114年2月15日採樣)

測站	深度	採樣時間	溫度 ℃	鹽度 (autosal)	pH total ion	DO mg/l	DO %	透明度 m	NO_3^- μmol/l	NO_2^- μmol/l	PO_4^{-3} μmol/l	SiO_2 μmol/l	chl.a μg/l	TRO mg/l	濁度 NTU
12	0	07:39	23.9	34.498	8.048	6.89	99.6		0.46	0.13	0.08	2.69	0.14	0.08	0.26
	3	07:51	23.9	34.489	8.050	6.89	99.7	20	0.42	0.12	0.07	2.09	0.11	0.08	0.14
	10	07:57	23.9	34.488	8.047	6.89	99.7		0.37	0.12	0.05	2.14	0.11	0.08	0.12
	25	07:46	23.7	34.551	8.036	6.85	98.7		0.84	0.18	0.10	2.69	0.12	0.10	0.24
18	0	08:54	23.9	34.501	8.047	6.93	100.2		0.30	0.11	0.06	2.03	0.13	0.08	0.28
	3	09:25	24.1	34.490	8.047	6.89	100.0		0.30	0.12	0.06	2.03	0.11	0.10	0.50
	10	09:19	23.9	34.488	8.041	6.89	99.7	16	0.44	0.13	0.07	2.14	0.12	0.08	0.11
	25	09:12	23.7	34.482	8.037	6.87	99.0		0.68	0.17	0.08	2.42	0.13	0.09	0.15
	50	09:02	23.6	34.478	8.031	6.83	98.2		0.92	0.21	0.10	2.85	0.11	0.11	0.18
20	0	10:38	24.4	34.523	8.034	6.98	101.9		0.48	0.10	0.08	2.25	0.09	0.08	0.17
	3	10:51	24.1	34.511	8.032	6.93	100.6	16	0.44	0.13	0.09	2.31	0.09	0.08	0.15
	10	10:45	24.2	34.507	8.038	6.95	101.1		0.46	0.11	0.09	2.31	0.10	0.09	0.17
21	0	09:57	23.8	34.517	8.033	6.88	99.3		0.66	0.15	0.10	2.36	0.10	0.09	0.32
	3	10:20	24.7	34.493	8.047	6.93	101.6	16	0.28	0.09	0.05	2.09	0.10	0.08	0.11
	10	10:13	24.4	34.490	8.043	6.90	100.6		0.26	0.10	0.07	2.03	0.12	0.09	0.09
	25	10:04	23.8	34.506	8.036	6.88	99.3		0.52	0.14	0.07	2.25	0.13	0.09	0.11
22	0	11:18	24.4	34.535	8.050	6.96	101.5		0.15	0.05	0.04	2.03	0.10	0.07	0.18
	3	11:23	24.2	34.518	8.047	6.95	101.1	9	0.13	0.07	0.05	2.09	0.11	0.08	0.17
	10	11:28	24.1	34.518	8.044	6.95	100.9		0.17	0.06	0.06	2.03	0.12	0.07	0.20
23	0	11:40	24.1	34.540	8.047	6.89	100.1		0.16	0.06	0.04	1.98	0.11	0.07	0.25
	3	11:49	24.3	34.524	8.050	6.93	101.0	19	0.13	0.09	0.07	1.98	0.10	0.06	0.10
	10	11:44	24.2	34.504	8.044	6.91	100.5		0.24	0.11	0.07	2.25	0.12	0.08	0.31
24	0	07:26	23.7	34.525	8.045	6.85	98.6		0.28	0.11	0.07	2.14	0.13	0.08	0.17
	3	07:10	23.7	34.520	8.046	6.88	99.2	18	0.20	0.10	0.06	2.14	0.11	0.08	0.48
	10	07:17	23.7	34.520	8.047	6.82	98.4		0.22	0.09	0.07	2.03	0.10	0.09	0.25
最小值			23.6	34.478	8.031	6.82	98.2	9	0.13	0.05	0.04	1.98	0.09	0.06	0.09
最大值			24.7	34.551	8.050	6.98	101.9	20	0.92	0.21	0.10	2.85	0.14	0.11	0.50
平均值			24.0	34.508	8.043	6.90	100.0	16.3	0.38	0.11	0.07	2.21	0.11	0.08	0.21
偏差值			0.3	0.019	0.006	0.04	1.0	3.6	0.22	0.04	0.02	0.24	0.01	0.01	0.11
海保署甲類海域水質標準值			-		7.5~8.5	5.0以上	-	-	-	-	-	-	-	-	-



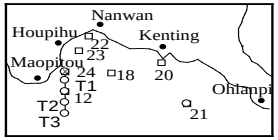
114/2/15(六)後壁湖
(農曆1月18日)

潮時	潮高(cm)
2:41	-53
8:22	11
13:37	-37
20:13	46

ps.NO_2及PO_4小於偵測極限0.02,以0.01計

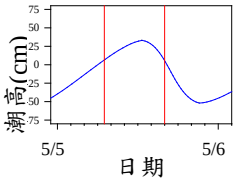
ps.測站22透明度雖僅9m，較其他測站低，但因本測站靠近岸邊，底深僅約10來米，故而此數字應算正常

續表2-1　民國114年第1次~114年第4次水文暨水質化學資料



114年第2次(114年5月5日採樣)

測站	深度	採樣時間	溫度 ℃	鹽度 (autosal)	pH total ion	DO mg/l	DO %	透明度 m	NO_3^- μmol/l	NO_2^- μmol/l	PO_4^{-3} μmol/l	SiO_2 μmol/l	chl.a μg/l	TRO mg/l	濁度 NTU
12	0	06:51	27.7	33.997	8.051	6.54	100.6		0.28	0.01	0.03	2.15	0.04	0.04	0.17
	3	07:05	27.8	34.013	8.057	6.57	101.2	18	0.07	0.01	0.04	1.75	0.03	0.05	0.14
	10	07:00	27.2	34.154	8.050	6.52	99.6		0.31	0.03	0.08	1.92	0.05	0.05	0.30
	25	06:54	26.8	34.207	8.044	6.50	98.6		0.62	0.04	0.10	2.26	0.04	0.05	0.15
18	0	08:03	27.5	34.030	8.044	6.55	100.4		0.29	0.02	0.07	2.38	0.04	0.04	0.15
	3	08:25	27.5	34.020	8.046	6.52	100.1		0.30	0.02	0.08	1.92	0.03	0.04	0.26
	10	08:21	27.3	34.059	8.044	6.52	99.7	18	0.39	0.04	0.07	2.15	0.05	0.05	0.14
	25	08:17	26.8	34.180	8.040	6.49	98.5		0.72	0.03	0.11	2.60	0.06	0.05	0.21
	50	08:11	26.2	34.283	8.031	6.42	96.5		1.20	0.06	0.13	2.83	0.06	0.05	0.26
20	0	09:41	29.2	33.931	8.048	6.32	99.6		0.28	0.02	0.08	1.98	0.03	0.04	0.29
	3	09:50	28.0	33.948	8.053	6.32	97.7	20	0.26	0.02	0.10	2.15	0.03	0.04	0.44
	10	09:46	28.1	34.002	8.033	6.39	98.9		0.29	0.03	0.09	2.21	0.04	0.04	0.26
21	0	09:04	26.7	34.200	8.034	6.51	98.6		1.03	0.06	0.16	2.89	0.04	0.05	0.26
	3	09:19	26.7	34.214	8.035	6.48	98.2	20	1.21	0.04	0.14	2.89	0.04	0.05	0.31
	10	09:15	26.1	34.272	8.022	6.46	96.8		1.43	0.05	0.16	3.17	0.05	0.05	0.36
	25	09:09	25.5	34.345	8.019	6.38	94.6		1.87	0.07	0.22	3.62	0.08	0.05	0.29
22	0	10:21	28.7	34.033	8.044	6.25	97.8		0.36	0.03	0.10	2.09	0.06	0.04	0.35
	3	10:30	27.9	34.035	8.045	6.53	100.8	10	0.37	0.02	0.10	1.87	0.05	0.04	0.41
	10	10:26	28.0	34.074	8.043	6.22	96.1		0.41	0.01	0.10	2.32	0.03	0.04	0.25
23	0	10:41	28.3	34.034	8.045	6.19	96.2		0.31	0.02	0.05	2.21	0.05	0.04	0.29
	3	10:49	27.5	34.067	8.047	6.23	95.6	20	0.37	0.02	0.09	2.21	0.03	0.04	0.15
	10	10:44	27.6	34.082	8.039	6.23	95.8		0.39	0.04	0.14	2.38	0.04	0.04	0.25
24	0	06:35	28.6	34.223	8.019	6.27	98.0		0.21	0.02	0.02	2.43	0.05	0.06	0.23
	3	06:22	27.3	34.151	8.039	6.43	98.4	18	0.69	0.05	0.15	2.94	0.04	0.06	0.19
	10	06:29	26.9	34.131	8.044	6.48	98.4		0.60	0.03	0.14	2.55	0.05	0.05	0.35
最小值			25.5	33.931	8.019	6.19	94.6	10	0.07	0.01	0.02	1.75	0.03	0.04	0.14
最大值			29.2	34.345	8.057	6.57	101.2	20	1.87	0.07	0.22	3.62	0.08	0.06	0.44
平均值			27.4	34.107	8.041	6.41	98.3	17.7	0.57	0.03	0.10	2.39	0.04	0.05	0.26
偏差值			0.8	0.110	0.010	0.12	1.8	3.5	0.44	0.01	0.05	0.45	0.01	0.01	0.08
海保署甲類海域水質標準值			-		7.5~8.5	5.0以上	-	-	-	-	-	-	-	-	-



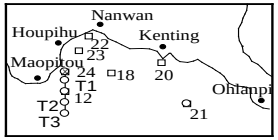
114/5/5(一)後壁湖
(農曆4月7日)

潮時	潮高(cm)
12:38	33
21:10	-52

ps.NO_2及PO_4小於偵測極限0.02,以0.01計

ps.測站22透明度雖僅10m，較其他測站低，但因本測站靠近岸邊，底深僅約10來米，故而此數字應算正常

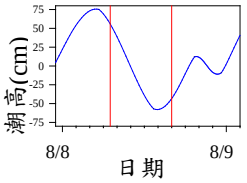
續表2-1　民國114年第1次~114年第4次水文暨水質化學資料



114年第3次(114年8月8日採樣)

測站	深度	採樣時間	溫度 ℃	鹽度 (autosal)	pH total ion	DO mg/l	DO %	透明度 m	NO_3^- μmol/l	NO_2^- μmol/l	PO_4^{-3} μmol/l	SiO_2 μmol/l	chl.a μg/l	TRO mg/l	濁度 NTU
12	0	07:59	28.70	32.428	8.038	6.82	105.8		0.07	0.01	0.01	4.44	0.23	0.04	0.47
	3	08:19	28.18	32.943	8.018	6.47	99.8	12	0.03	0.04	0.02	3.91	0.20	0.05	0.52
	10	08:15	27.85	33.356	8.009	6.39	98.1		0.42	0.01	0.03	4.09	0.16	0.07	0.43
	25	08:06	26.07	33.875	7.981	6.18	92.4		1.03	0.19	0.09	4.91	0.08	0.09	0.47
18	0	09:12	28.87	32.444	8.031	6.92	107.5		0.04	0.01	0.05	4.56	0.24	0.04	0.35
	3	09:33	28.97	32.455	8.030	7.02	109.4		0.05	0.01	0.05	4.56	0.20	0.03	0.21
	10	09:27	28.49	33.132	8.013	6.54	101.4	12	0.22	0.07	0.07	3.56	0.20	0.06	0.33
	25	09:23	27.47	33.500	7.998	6.39	97.6		0.80	0.14	0.10	3.79	0.14	0.06	0.26
	50	09:17	23.01	34.296	7.927	5.86	83.3		5.10	0.11	0.43	8.58	0.06	0.07	0.17
20	0	10:51	28.79	32.566	8.009	6.92	107.5		0.13	0.06	0.15	4.85	0.36	0.04	0.95
	3	11:00	28.49	32.612	8.015	7.03	108.7	8	0.07	0.01	0.06	4.56	0.35	0.03	0.33
	10	10:56	28.34	32.780	8.012	6.95	107.3		0.13	0.02	0.06	4.21	0.40	0.04	0.23
21	0	10:04	28.88	32.492	8.021	6.81	105.9		0.04	0.02	0.05	4.09	0.20	0.03	0.53
	3	10:24	28.75	32.752	7.996	6.68	103.9	10	0.13	0.04	0.06	3.85	0.19	0.04	0.32
	10	10:17	27.58	33.441	7.976	6.36	97.4		0.79	0.16	0.12	4.09	0.12	0.08	0.33
	25	10:09	27.24	33.544	7.980	6.39	97.2		0.96	0.13	0.12	4.21	0.19	0.07	0.29
22	0	11:24	28.94	32.334	8.002	7.08	110.1		0.04	0.01	0.12	4.80	0.33	0.03	0.28
	3	11:32	28.91	32.307	8.007	7.18	111.6	8	0.04	0.01	0.06	4.97	0.31	0.03	0.34
	10	11:27	28.70	32.391	8.007	7.22	111.9		0.04	0.01	0.07	4.80	0.44	0.04	0.47
23	0	11:44	28.84	32.295	7.995	7.05	109.5		0.04	0.01	0.05	5.03	0.43	0.04	0.37
	3	11:54	28.25	32.674	7.989	7.04	108.4	9	0.08	0.01	0.09	4.97	0.33	0.04	0.59
	10	11:49	27.50	33.262	7.970	6.60	100.7		0.74	0.06	0.11	4.68	0.40	0.05	0.42
24	0	07:39	28.56	32.211	7.983	6.87	106.1		0.08	0.01	0.06	4.91	0.24	0.05	0.78
	3	07:31	28.48	32.277	7.977	6.75	104.2	8	0.28	0.02	0.11	5.74	0.27	0.06	0.56
	10	07:22	27.66	33.218	7.961	6.38	97.7		1.09	0.07	0.13	4.85	0.17	0.06	0.48
最小值			23.0	32.211	7.927	5.86	83.3	8	0.03	0.01	0.01	3.56	0.06	0.03	0.17
最大值			29.0	34.296	8.038	7.22	111.9	12	5.10	0.19	0.43	8.58	0.44	0.09	0.95
平均值			28.1	32.863	7.998	6.71	103.3	9.6	0.50	0.05	0.09	4.68	0.25	0.05	0.42
偏差值			1.3	0.565	0.025	0.35	6.8	1.8	1.02	0.05	0.08	0.95	0.11	0.02	0.18
海保署甲類海域水質標準值			-		7.5~8.5	5.0以上	-	-	-	-	-	-	-	-	-

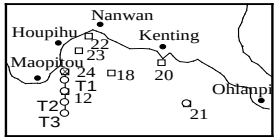
ps.NO_2及PO_4小於偵測極限0.02,以0.01計



114/8/8(五)後壁湖
(農曆閏6月15日)

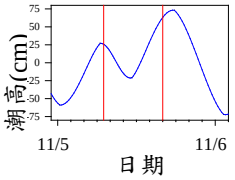
潮時	潮高(cm)
5:22	75
13:22	-57
19:20	12
23:17	-9

續表2-1　民國114年第1次~114年第4次水文暨水質化學資料



114年第4次(114年11月5日採樣)

測站	深度	採樣時間	溫度 ℃	鹽度 (autosal)	pH total ion	DO mg/l	DO %	透明度 m	NO_3^- μmol/l	NO_2^- μmol/l	PO_4^{-3} μmol/l	SiO_2 μmol/l	chl.a μg/l	TRO mg/l	濁度 NTU
12	0	07:48	26.7	33.828	8.053	6.56	99.2		0.97	0.05	0.08	3.07	0.04	0.05	0.28
	3	08:26	27.1	33.746	8.059	6.54	99.6	10	0.32	0.02	0.02	2.62	0.04	0.06	0.16
	10	08:18	27.1	33.808	8.047	6.44	98.0		0.70	0.04	0.07	2.90	0.05	0.06	0.19
	25	08:10	27.1	33.860	8.039	6.37	97.0		0.95	0.06	0.09	3.13	0.04	0.06	0.36
18	0	09:32	27.4	33.819	8.054	6.53	99.9		0.13	0.01	0.01	2.45	0.06	0.05	0.30
	3	10:01	27.3	33.795	8.054	6.48	98.9		0.40	0.02	0.04	2.39	0.05	0.05	0.16
	10	09:55	27.4	33.801	8.054	6.48	99.1	18	0.74	0.03	0.04	2.51	0.06	0.05	0.39
	25	09:48	27.2	33.814	8.048	6.47	98.5		0.64	0.04	0.06	2.84	0.06	0.06	0.18
	50	09:41	26.5	33.964	8.025	6.26	94.4		1.65	0.09	0.14	4.25	0.02	0.07	0.28
20	0	11:21	27.1	33.832	8.048	6.50	99.0		0.43	0.04	0.05	2.68	0.05	0.05	0.33
	3	11:30	27.3	33.779	8.047	6.46	98.6	10	0.48	0.04	0.06	2.56	0.05	0.05	0.97
	10	11:25	27.1	33.795	8.053	6.50	98.9		0.43	0.03	0.05	2.39	0.04	0.05	0.46
21	0	10:30	27.5	33.825	8.059	6.54	100.2		0.29	0.02	0.03	2.62	0.01	0.04	0.26
	3	10:51	27.4	33.779	8.063	6.59	100.8	12	0.22	0.01	0.02	2.51	0.01	0.05	0.19
	10	10:47	27.4	33.792	8.059	6.56	100.4		0.29	0.01	0.03	2.56	0.01	0.04	0.37
	25	10:40	27.1	33.836	8.044	6.50	98.8		0.61	0.04	0.07	2.84	0.02	0.05	0.26
22	0	11:59	27.1	33.846	8.047	6.50	98.9		0.46	0.04	0.08	2.79	0.01	0.05	0.28
	3	12:04	27.1	33.834	8.043	6.47	98.4	8	0.58	0.04	0.07	2.96	0.01	0.05	0.39
	10	12:00	26.8	33.937	8.028	6.40	97.0		1.12	0.08	0.12	3.35	0.010	0.07	0.46
23	0	12:13	27.3	33.795	8.056	6.56	100.1		0.25	0.03	0.03	2.45	0.01	0.04	0.19
	3	12:23	27.5	33.785	8.056	6.62	101.4	18	0.21	0.03	0.03	2.62	0.01	0.04	0.37
	10	12:15	27.5	33.784	8.052	6.60	101.0		0.20	0.03	0.05	2.62	0.01	0.04	0.31
24	0	07:28	27.1	33.830	8.051	6.48	98.5		0.42	0.05	0.05	2.73	0.02	0.05	0.30
	3	07:22	27.0	33.788	8.056	6.48	98.5	16	0.28	0.03	0.05	2.73	0.02	0.05	0.28
	10	07:14	27.4	33.824	8.050	6.41	98.1		0.34	0.04	0.05	2.51	0.01	0.05	0.29
最小值			26.5	33.746	8.025	6.26	94.4	8	0.13	0.01	0.01	2.39	0.01	0.04	0.16
最大值			27.5	33.964	8.063	6.62	101.4	18	1.65	0.09	0.14	4.25	0.06	0.07	0.97
平均值			27.2	33.820	8.050	6.49	98.9	13.1	0.52	0.04	0.06	2.76	0.03	0.05	0.32
偏差值			0.2	0.047	0.009	0.08	1.5	4.2	0.35	0.02	0.03	0.39	0.02	0.01	0.16
海保署甲類海域水質標準值			-		7.5~8.5	5.0以上	-	-	-	-	-	-	-	-	-



114/11/5(三)後壁湖
(農曆9月16日)

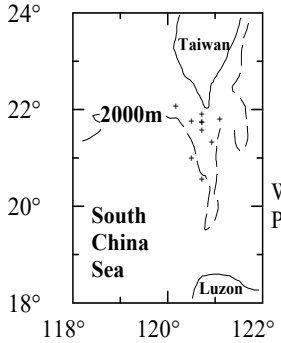
潮時	潮高(cm)
0:20	-59
6:29	27
11:19	-21
17:47	73

ps.NO_2及PO_4小於偵測極限0.02,以0.01計

ps.測站22透明度雖僅8m，較其他測站低，但因本測站靠近岸邊，底深僅約10來米，故而此數字應算正常

表2-2 聖嬰年及反聖嬰年開始及結束時間 (上網時間: 114年12月10日止)
民國73年至114年於Niño3.4區域(5°N-5°S, 120°-170°W)海水表面溫度對比表；
若該移動平均月水溫比多個30年中值 (multiple centered 30-year) 的海水表面平均溫度，高於0.5℃且連續5次，則此期間為聖嬰現象年，以紅字標示；若低於0.5℃連續5次，為反聖嬰現象年，以藍字註記。

Year	DJF	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDJ
73	-0.6	-0.4	-0.3	-0.4	-0.5	-0.4	-0.3	-0.2	-0.2	-0.6	-0.9	-1.1
74	-1	-0.8	-0.8	-0.8	-0.8	-0.6	-0.5	-0.5	-0.4	-0.3	-0.3	-0.4
75	-0.5	-0.5	-0.3	-0.2	-0.1	0	0.2	0.4	0.7	0.9	1.1	1.2
76	1.2	1.2	1.1	0.9	1	1.2	1.5	1.7	1.6	1.5	1.3	1.1
77	0.8	0.5	0.1	-0.3	-0.9	-1.3	-1.3	-1.1	-1.2	-1.5	-1.8	-1.8
78	-1.7	-1.4	-1.1	-0.8	-0.6	-0.4	-0.3	-0.3	-0.2	-0.2	-0.2	-0.1
79	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4
80	0.4	0.3	0.2	0.3	0.5	0.6	0.7	0.6	0.6	0.8	1.2	1.5
81	1.7	1.6	1.5	1.3	1.1	0.7	0.4	0.1	-0.1	-0.2	-0.3	-0.1
82	0.1	0.3	0.5	0.7	0.7	0.6	0.3	0.3	0.2	0.1	0	0.1
83	0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.6	0.7	1	1.1
84	1	0.7	0.5	0.3	0.1	0	-0.2	-0.5	-0.8	-1	-1	-1
85	-0.9	-0.8	-0.6	-0.4	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.4	-0.4	-0.4	-0.5
86	-0.5	-0.4	-0.1	0.3	0.8	1.2	1.6	1.9	2.1	2.3	2.4	2.4
87	2.2	1.9	1.4	1	0.5	-0.1	-0.8	-1.1	-1.3	-1.4	-1.5	-1.6
88	-1.5	-1.3	-1.1	-1	-1	-1	-1.1	-1.1	-1.2	-1.3	-1.5	-1.7
89	-1.7	-1.4	-1.1	-0.8	-0.7	-0.6	-0.6	-0.5	-0.5	-0.6	-0.7	-0.7
90	-0.7	-0.5	-0.4	-0.3	-0.3	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.3	-0.3	-0.3
91	-0.1	0	0.1	0.2	0.4	0.7	0.8	0.9	1	1.2	1.3	1.1
92	0.9	0.6	0.4	0	-0.3	-0.2	0.1	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4
93	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7
94	0.6	0.6	0.4	0.4	0.3	0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.3	-0.6	-0.8
95	-0.9	-0.8	-0.6	-0.4	-0.1	0	0.1	0.3	0.5	0.8	0.9	0.9
96	0.7	0.2	-0.1	-0.3	-0.4	-0.5	-0.6	-0.8	-1.1	-1.3	-1.5	-1.6
97	-1.6	-1.5	-1.3	-1	-0.8	-0.6	-0.4	-0.2	-0.2	-0.4	-0.6	-0.7
98	-0.8	-0.8	-0.6	-0.3	0	0.3	0.5	0.6	0.7	1	1.4	1.6
99	1.5	1.2	0.8	0.4	-0.2	-0.7	-1	-1.3	-1.6	-1.6	-1.6	-1.6
100	-1.4	-1.2	-0.9	-0.7	-0.6	-0.4	-0.5	-0.6	-0.8	-1	-1.1	-1
101	-0.9	-0.7	-0.6	-0.5	-0.3	0	0.2	0.4	0.4	0.3	0.1	-0.2
102	-0.4	-0.4	-0.3	-0.3	-0.4	-0.4	-0.4	-0.3	-0.3	-0.2	-0.2	-0.3
103	-0.4	-0.5	-0.3	0	0.2	0.2	0	0.1	0.2	0.5	0.6	0.7
104	0.5	0.5	0.5	0.7	0.9	1.2	1.5	1.9	2.2	2.4	2.6	2.6
105	2.5	2.1	1.6	0.9	0.4	-0.1	-0.4	-0.5	-0.6	-0.7	-0.7	-0.6
106	-0.3	-0.2	0.1	0.2	0.3	0.3	0.1	-0.1	-0.4	-0.7	-0.8	-1
107	-0.9	-0.9	-0.7	-0.5	-0.2	0	0.1	0.2	0.5	0.8	0.9	0.8
108	0.7	0.7	0.7	0.7	0.5	0.5	0.3	0.1	0.2	0.3	0.5	0.5
109	0.5	0.5	0.4	0.2	-0.1	-0.3	-0.4	-0.6	-0.9	-1.2	-1.3	-1.2
110	-1	-0.9	-0.8	-0.7	-0.5	-0.4	-0.4	-0.5	-0.7	-0.8	-1	-1
111	-1	-0.9	-1	-1.1	-1	-0.9	-0.8	-0.9	-1	-1	-0.9	-0.8
112	-0.7	-0.4	-0.1	0.2	0.5	0.8	1.1	1.3	1.6	1.8	1.9	2
113	1.8	1.5	1.1	0.7	0.4	0.2	0	-0.1	-0.2	-0.3	-0.4	-0.5
114	-0.6	-0.4	-0.2	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.3	-0.4	-0.6		



WOCE PR-20,
PR-21 stations

表2-3 WOCE PR-20, PR-21 測線上海研一號(OR-I)、海研三號及KEEP-MASS 測站之水質資料
(資料按月份排列)

		位置	T	S	pH	DO	NO_3^-	NO_2^-	PO_4^{3-}	SiO_2
	日期		℃			mg/l			μM	
ORIII-1347-Stn.1	2009/3/2	21°48.043'N, 120°51.088'E	26.2	34.45	8.10	-	-	0.05	0.06	0.02
OR204-Stn.18	1989/4/10	21°58'N, 120°41'E	26.8	34.04	8.42	6.89	<0.1	-	<0.3	<1
OR204-Stn.19	1989/4/10	21°56'N, 120°32'E	26.7	34.00	8.40	7.12	<0.1	-	<0.3	<1
OR316-Stn.4	1992/5/8	21°45'36"N, 120°30'00"E	28.6	34.11	8.26	-	-	-	-	-
OR387-Stn.3	1994/5/21	21°53'05"N, 121°00'10"E	27.5	34.47	8.26	-	0.08	<1	0.12	<1
OR287-Stn.102	1991/7/11	21°44'06"N, 120°43'12" E	29.4	34.14	8.25	-	-	-	-	-
OR287-Stn.103	1991/7/11	21°34'06"N, 120°43'12"E	29.5	34.17	8.26	-	-	-	-	-
KEEP-MASS-Stn.3	1992/7/12	21°54'12"N, 121°09'24"E	28.8	34.10	8.25	-	-	-	-	-
OR462-Stn.707	1996/9/12	21°33'01"N, 119°57'50"E	29.0	34.08	8.25	6.51	<0.05	0.04	<0.05	1.7
OR403-Stn.101	1994/10/5	21°53'49"N, 120°43'14"E	28.4	34.04	8.27	6.12	0.05	0.02	0.1	1.5
OR403-Stn.102	1994/10/5	21°44'09"N, 120°43'05"E	28.4	34.05	8.26	6.07	0.05	0.03	-	1.5
OR369-Stn.108	1993/10/9	20°44'N, 120°42'E	27.2	34.64	8.27	-	<0.1	0.04	<0.1	3
OR434-Stn.21G	1995/10/26	22°04'50"N, 120°10'13"E	27.9	-	-	-	<0.05	<0.05	-	-
OR508-Stn.b3	1997/11/15	21°45'31"N, 120°07'06" E	27.4	34.57	8.28	-	<0.07	<0.04	<0.05	1.4
OR262-Stn.10	1990/11/20	21°20'00"N, 120°56'00"E	27.0	34.36	8.26	6.56	<0.1	<0.1	<0.1	1
OR262-Stn.11	1990/11/20	21°44'00"N, 120°41'00"E	27.4	34.40	8.27	-	<0.1	<0.1	<0.1	0.4
平均值			27.9±1.0	34.24±0.22	8.27±0.07	6.55±0.41	0.06±0.02	0.04±0.01	0.09±0.03	1.32±0.90

WOCE: World Ocean Circulation Experiment 全球環流實驗, 為國科會執行計畫之一.
KEEP-MASS: Kuroshio Edge Exchange Processes-Marginal Sea Studies Cruise

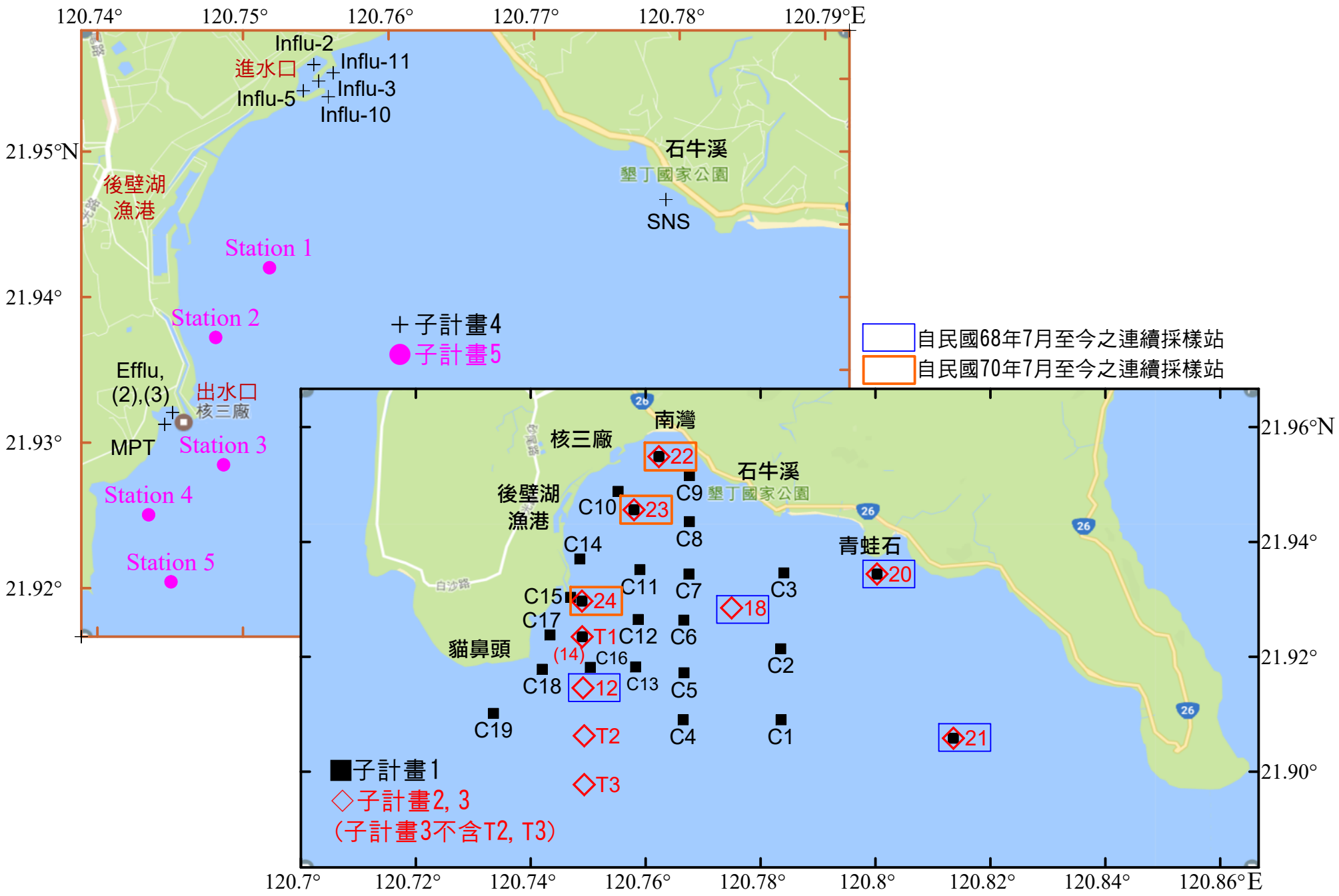


圖 2-1　研究區域暨採樣位置圖。

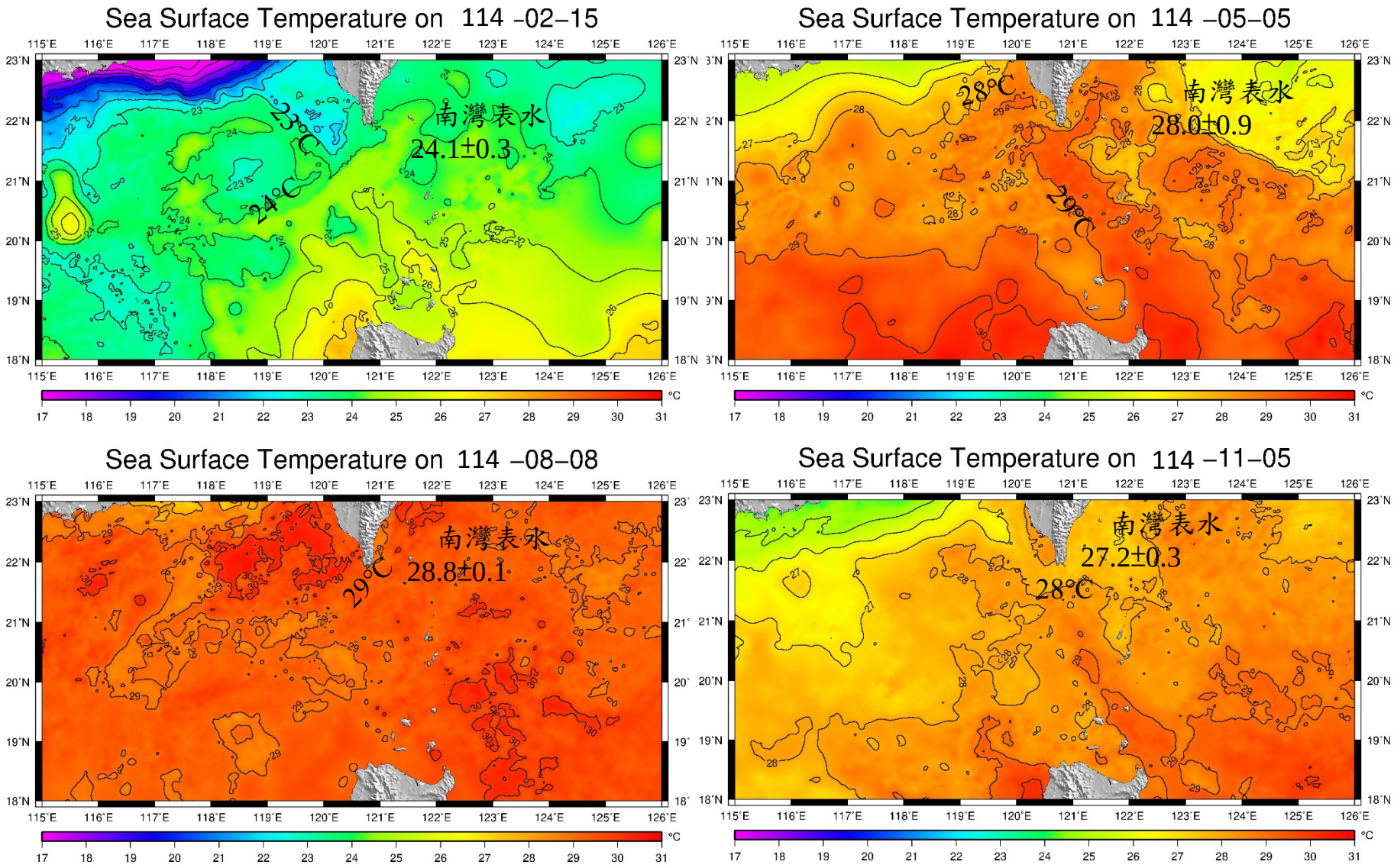


圖2-2 民國114年第1次~第4次採樣時衛星資料取得之海水表面溫度分佈圖。

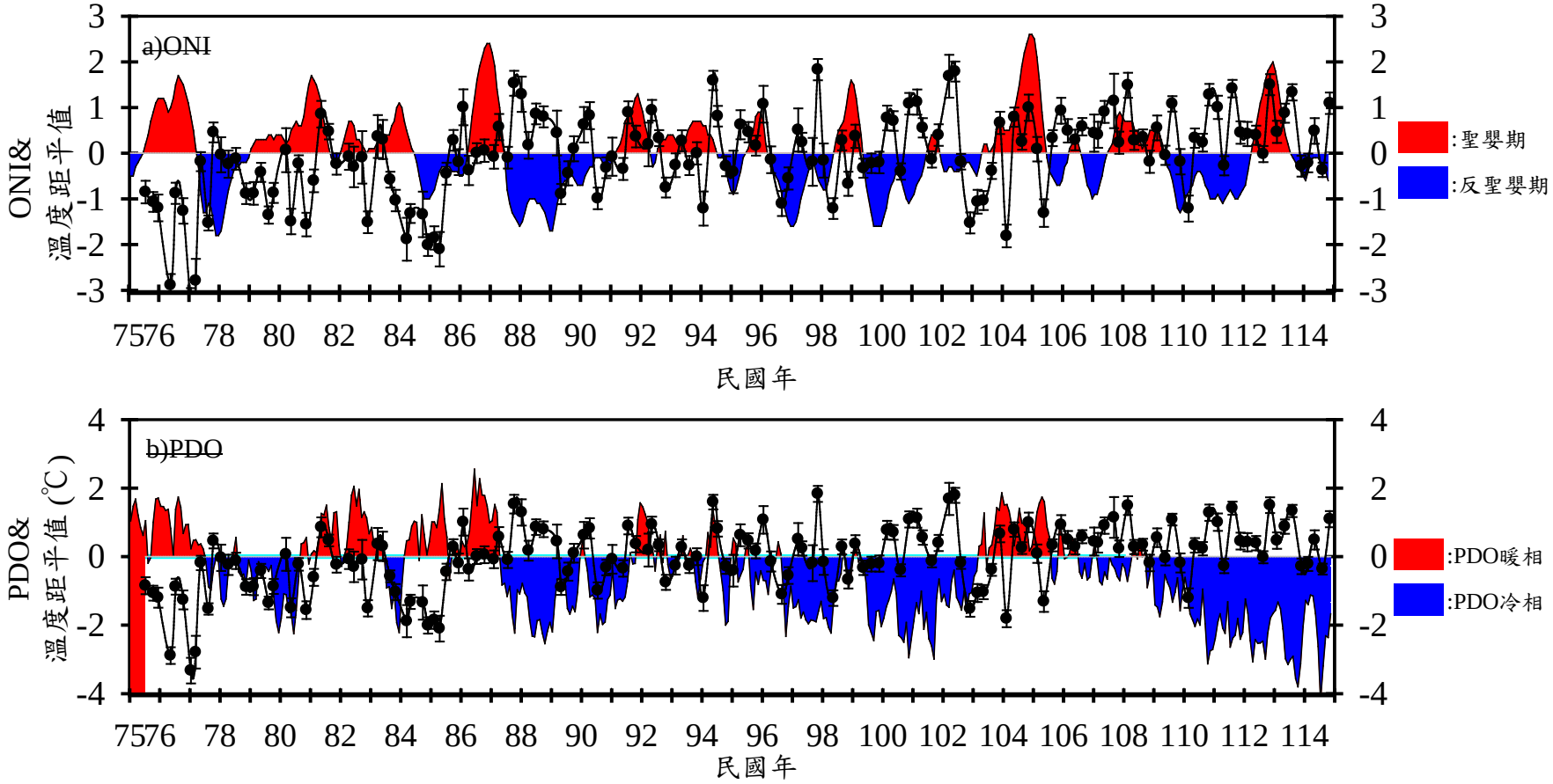


圖2-3 民國75年7月~114年11月第三核能發電廠附近海域溫度距平值 (當月測值-歷年月平均值) 與ONI, PDO之變化圖

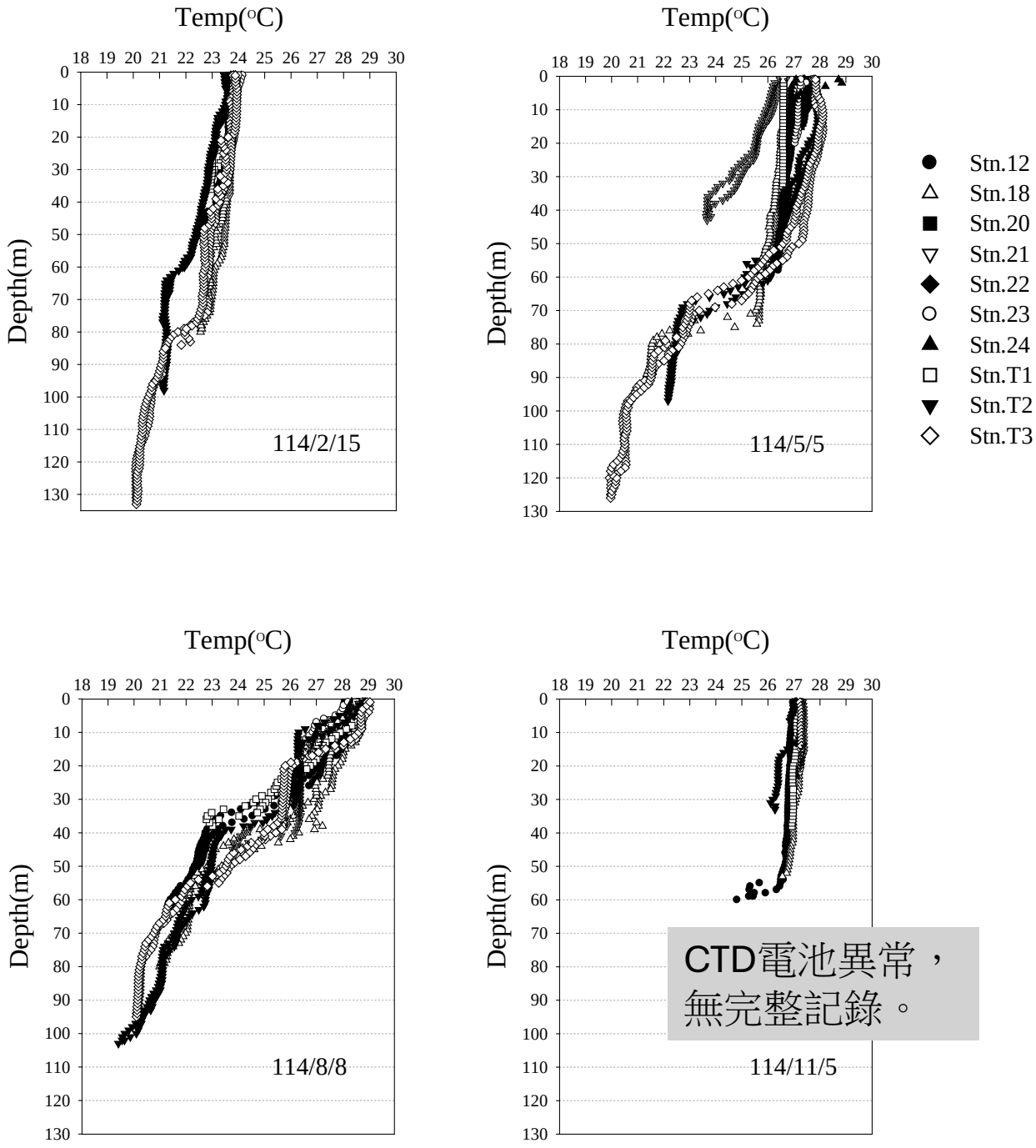


圖2-4 民國114年共4次第三核能發電廠附近海域溫度隨深度之變化圖

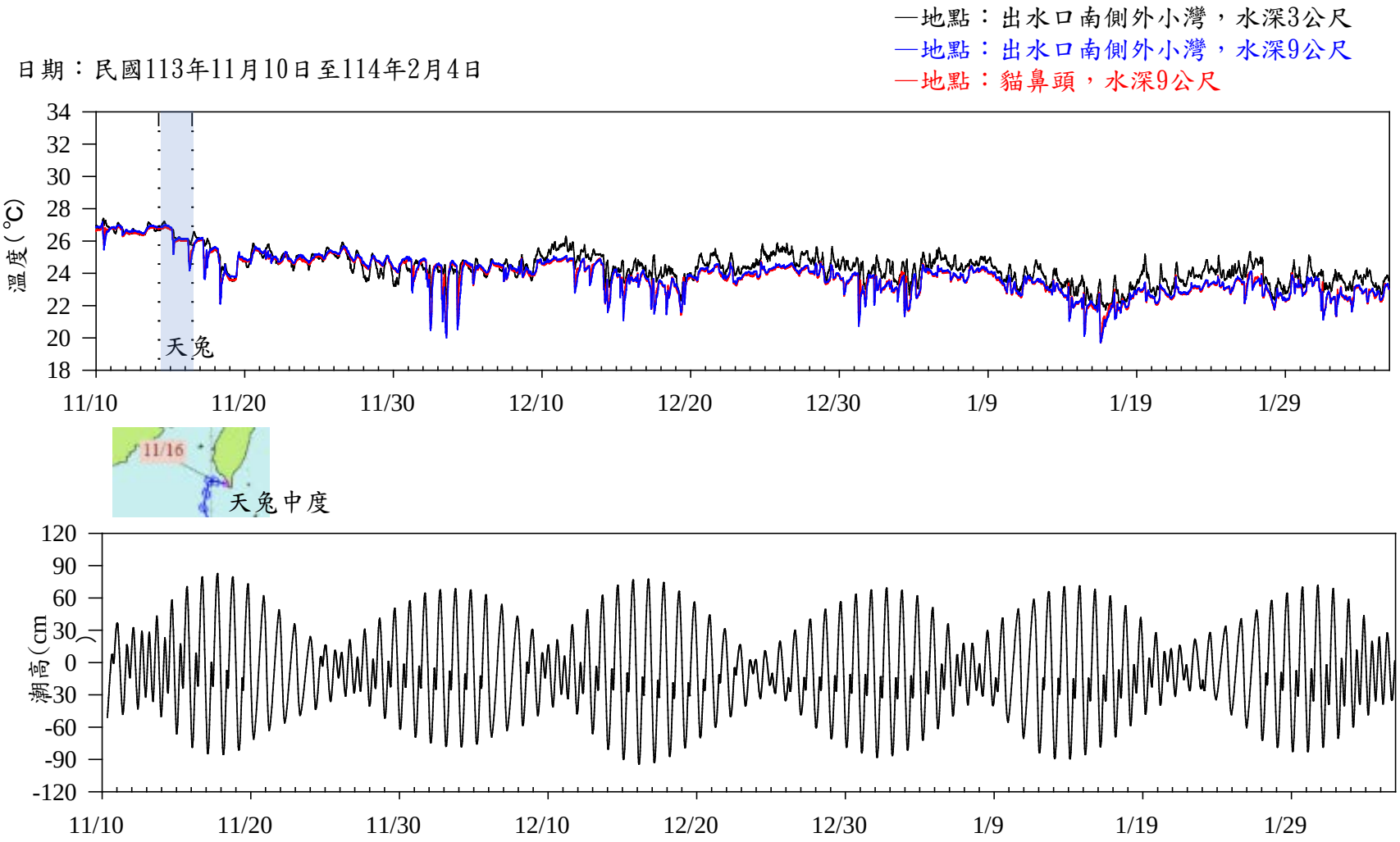
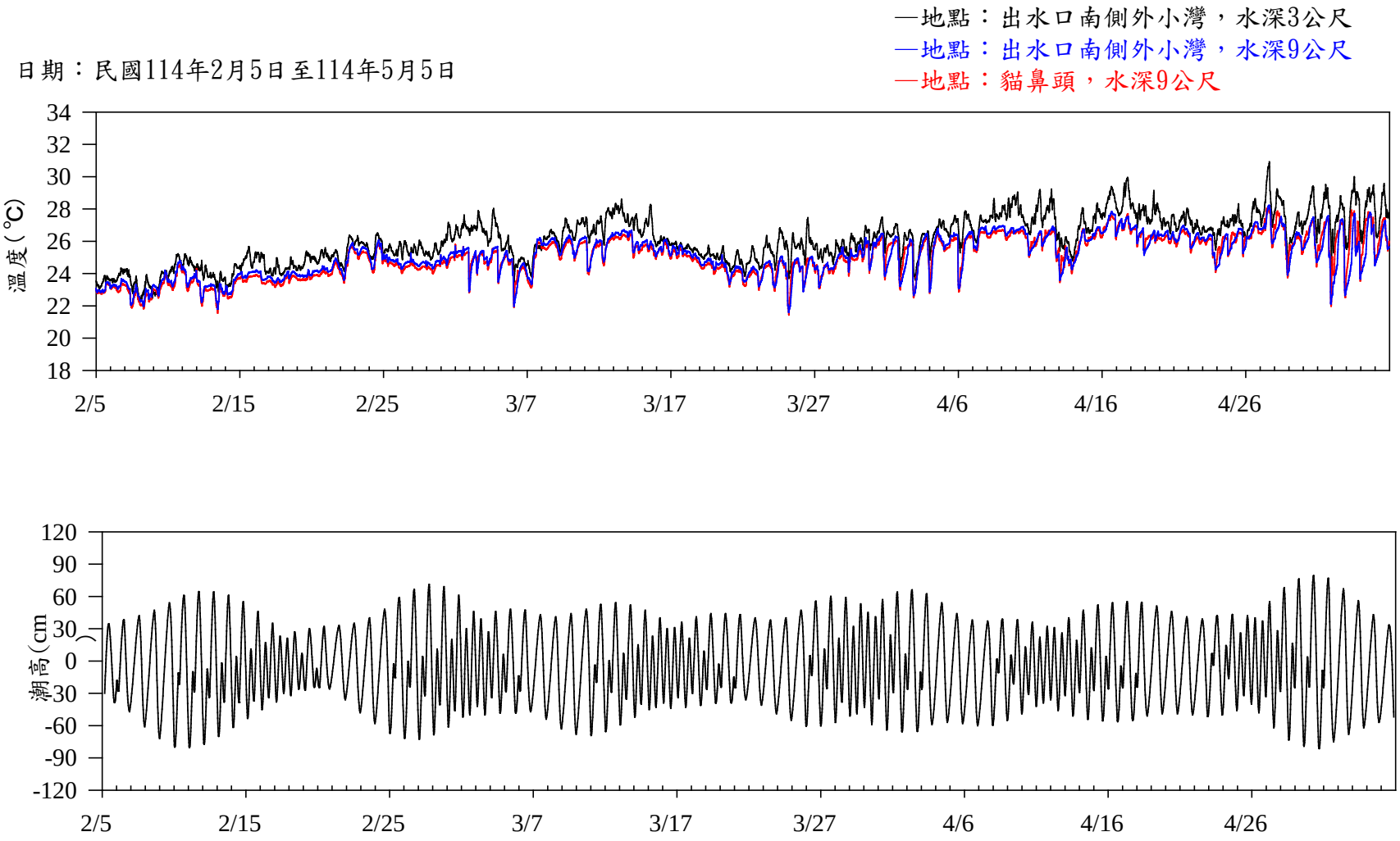
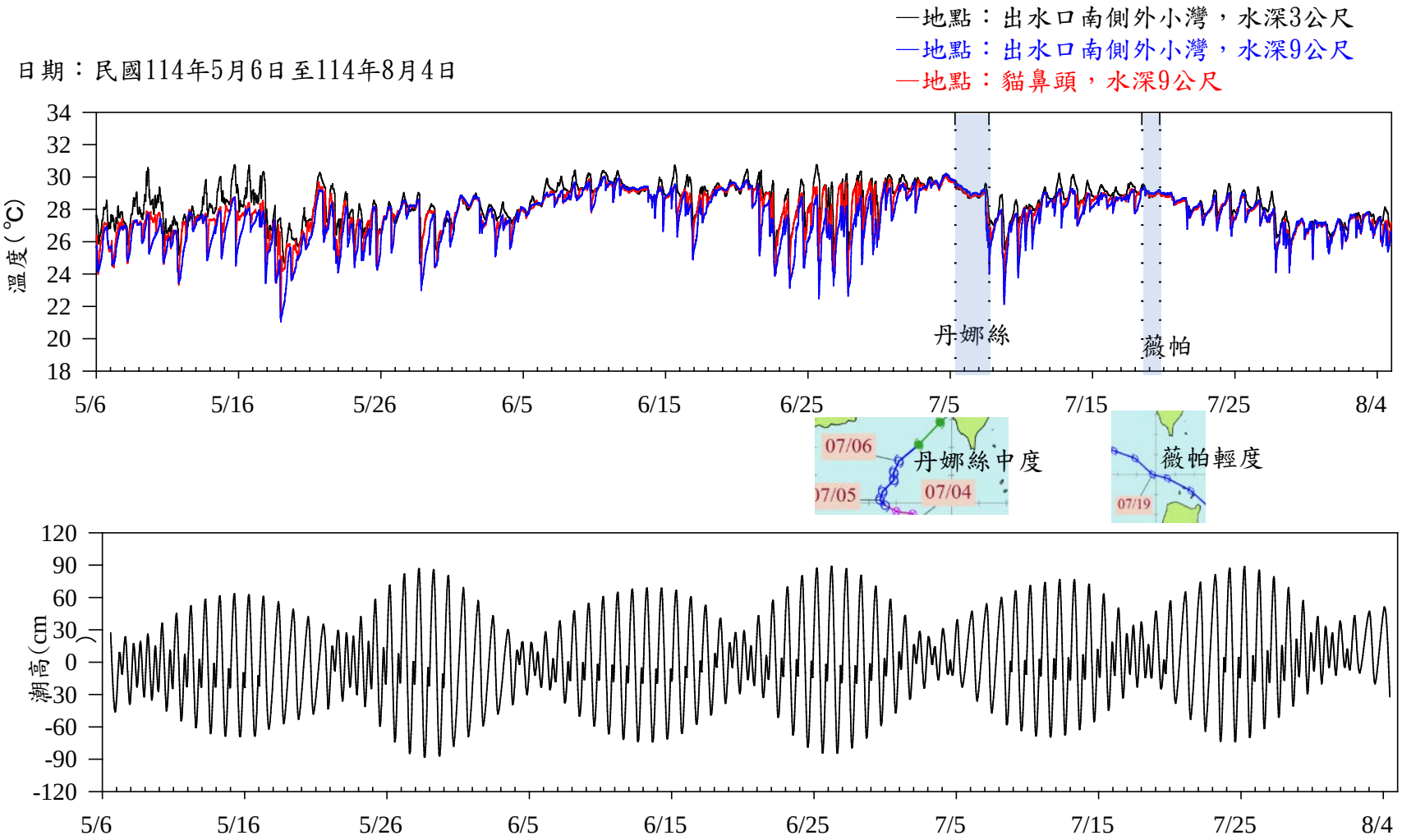


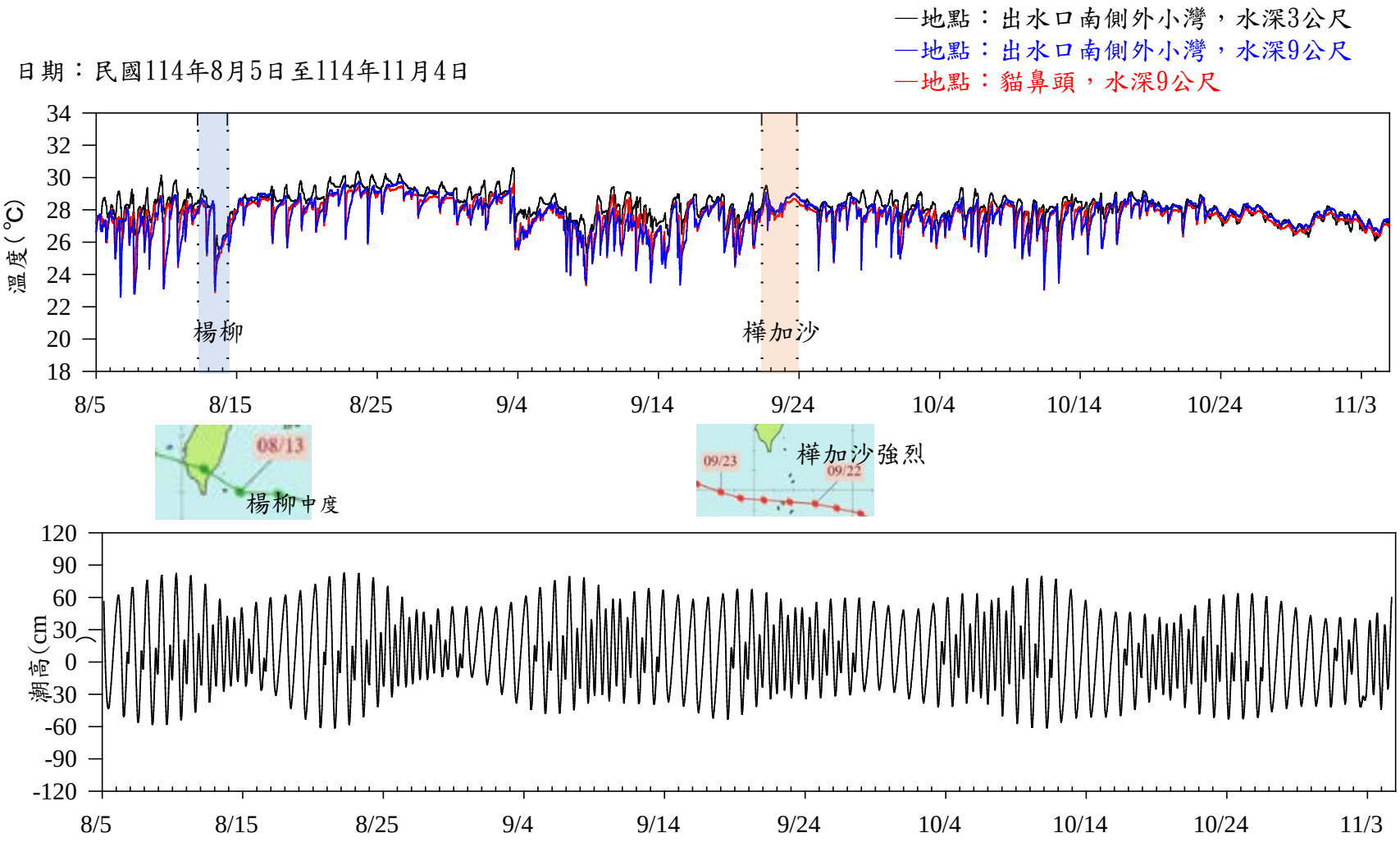
圖2-5 長時間溫度記錄與預報潮高記錄圖



續圖2-5 長時間溫度記錄與預報潮高記錄圖



續圖2-5 長時間溫度記錄與預報潮高記錄圖



續圖2-5 長時間溫度記錄與預報潮高記錄圖

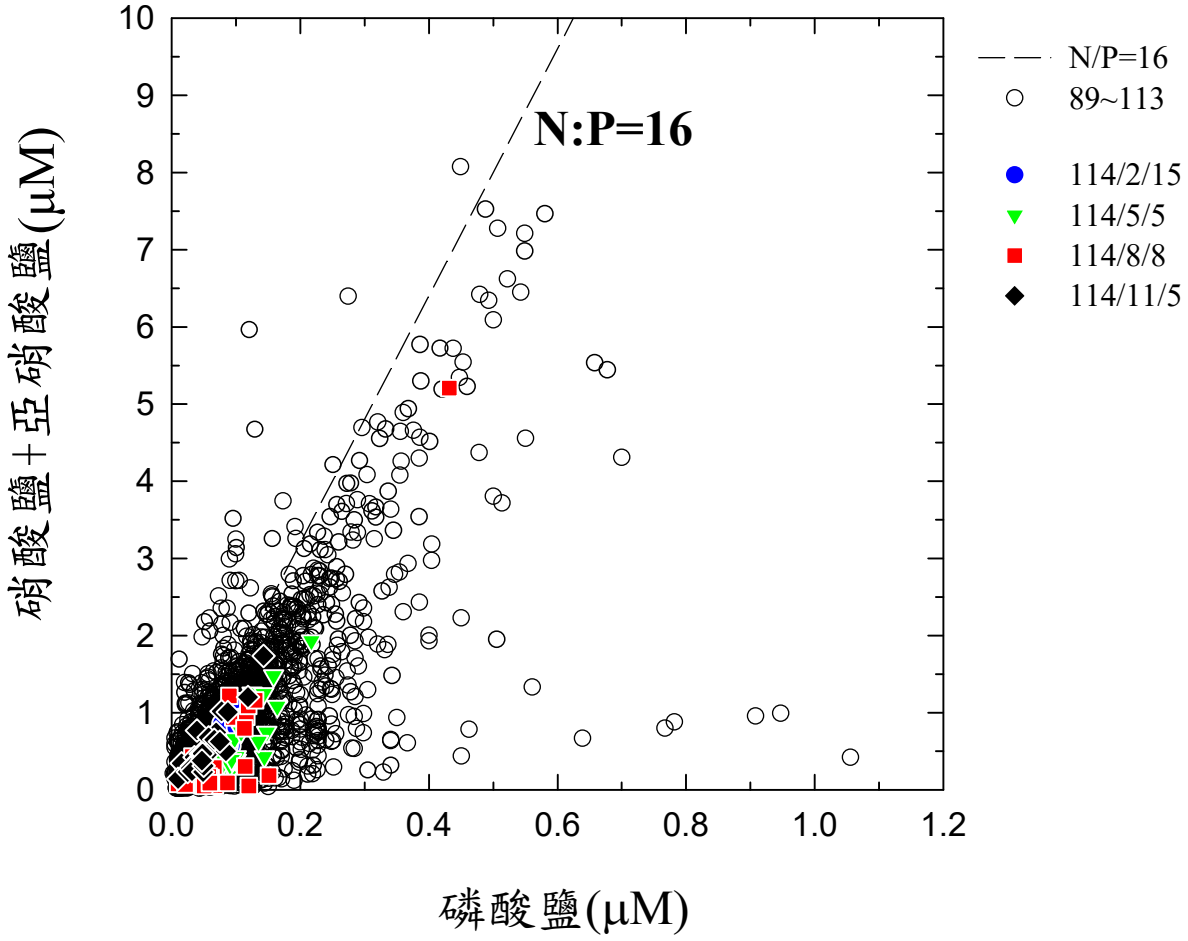


圖2-6 民國89~114年調查之N/P比值圖

(貳-乙)、低放貯存場附近海域之水文及水質化學

一、計畫目的與緣起

近年來，由於我國人口增加，工業突飛猛進，致使都市與工業消耗電量日趨增加。台灣電力股份有限公司為配合國家之經濟建設，工業開發以及維護國民生活水準，陸續在民國 68~74 年間於臺灣北部及南部興建核能發電一、二、三廠。在核能發電廠正常運轉期間，必然有少量放射性廢棄物產生。核能安全委員會 (簡稱核安會，民國 112 年 9 月改制，原為行政院原子能委員會) 在臺灣本島陸地有限，人口密集的情形下，選擇人口稀少，地質結構良好，且具有天然屏障的離島〝蘭嶼〞，於民國 67 年動工興建，民國 70 年完成低放射性廢棄物貯存場。民國 107 年 6 月 19 日更名為低放貯存場。

低階放射性廢棄物是由核能電廠、農業、工業與學術研究機構所產生，其中核能電廠在運轉過程中所進行的維護及除污作業會產生受放射性物質污染的廢樹脂、濃縮液、廢棄的零組件、設備、或是淨化水所產生的殘渣以及維修人員的衣物、手套、工具等，是低階放射性廢棄物的主要來源。為使低放核種安定、容易操作、減容減量，低放射性廢棄物的管理上，採行了減少產生、減容固化、安全貯存、妥善處置的策略。

由於蘭嶼地區天候高溫、潮濕、多鹽，且貯存場已經啟用三十餘年，早期貯放的放射性廢棄物桶外表已有油漆剝落或鏽蝕，少數廢棄物桶並有固化不良的情形。針對鏽蝕問題，貯存場於民國 85 年 4 月起不再對外接收貯存廢棄物桶時，並積極進行檢整重裝作業。民國 85 年 12 月至 86 年 10 月間先進行試驗性檢整重裝作業，將 600 桶廢棄物檢整後，重新盛裝於容器內。民國 96 年 9 月台電公司完成檢整重裝作業之發包程序，並於民國 96 年 12 月 13 日展開正式的檢整重裝工作，於民國 100 年 11 月底，完成全數檢整重裝回貯作業。目前在貯存場共回貯 100,277 桶低放射性廢棄物，並於民國 101 年 6 月完成場區復原工作，恢復原先貯存場的靜態貯存狀態。

核能安全委員會核物料管制組 (原為行政院原子能委員會放射性待處理物料管理處)，為顧及放射性廢棄物在搬運及貯存期間對附近海域生態環境的影響，於民國 72 年 7 月開始委託環科會進行長期調查研究工作。該會也已先後完成第 1 年至第 10 年度調查研究報告。由這些調查研究報告，顯示到目前為止，低放貯存場運作對該地區附近海域生態未有明顯影響；該海域之生物體含放射性物質量也仍在環境背景變動範圍內，並未對附近居民構成威脅。但該會為顧及海域生態及放射性物質累積於生物體之調查必須長期研究瞭解；另鑑於低放貯存場附近海域生態環境多年來調

查結果已趨相當穩定，為節省調查研究經費與人力，民國 78 年度起將動物性浮游生物與潮間帶底棲生物調查合併；全年調查 3 航次 (冬季受當地惡劣氣候影響故刪除)；目的除繼續瞭解該貯存場附近海域生態系之平衡狀況，及生物群社的消長關係及這些生物群社 (包括沈積物) 可能累積放射性物質對該環境之影響外，調查結果將繼續作為該貯存場運作對附近海域生態監測之基本資料。由於多年來發覺環境背景穩定，因此自民國 82 年 7 月起僅保留海水水質、水文及放射性物質之監測，委由國立中山大學每年進行 2 次調查研究。民國 85 年 7 月起改由台灣電力股份有限公司資助，仍延續此項調查並變更為每年 4 次 (陳等, 2020) ，日後若查覺放射性物質測量超出環境背景變動範圍時，將再行恢復全面性之調查。

二、文獻回顧

因為 1 公斤的鈾 -235 可產生相當於 260 萬公斤煤所產生的能量，因此就核燃料而言，單位能量所需的採礦和運輸成本是非常低的。鈾分裂所產生的廢棄物重量，僅佔煤燃燒所產生的廢棄物重量的 1×10^{-7}。在民國 89 年，即使世界上所需的能量均由核分裂來供應，它們所產生的廢棄物重量，也只有 3,650 公噸，而且它們可以裝置於邊長小於 10 公尺的立方容器內。雖然，大量使用核能發電廠可以減少經由電力工業所產生的廢棄物，但大眾最擔憂的還是放射性廢棄物處置的問題。

在生物圈中，各區域之生物相均在適應於各該環境因子之條件下生存。在其生態系中，各種生物間的能量流程 (energy flow) 或營養階 (trophic level) ，均維持恆定而構成自然平衡的現象，但這種平衡的現象受非生物環境之影響至鉅。非生物環境之變化，常可使原來的生態系的平衡破壞而形成另一種新的生態系。

在增進人類福祉之前題下，我們不但需要探查及開發，而且還要維護可供人類直接或間接利用的生物及非生物資源，換句話說就是要調查並維護最有利於人類生存的生態系。

本研究由蘇仲卿等 (1984~1989) 、洪楚璋等 (1990~1993) 、陳鎮東和鍾玉嘉 (1994, 1995b, 1996) 及陳等 (1997~2025) 至此已有 41 年的調查結果，大致的研究結論為：沿岸地區受陸源影響，鹽度偏低、營養鹽有偏高之勢，其餘如 pH、溶氧量大致符合甲類海域水質標準。

三、研究方法與進度說明

採樣點位置沿襲蘇仲卿等 (1984~1989) 、洪楚璋等 (1990~1993) 、陳鎮東和鍾玉嘉 (1994, 1995b, 1996) 及陳等 (1997~2008) 之調查研究，如圖 2-7 所示。於貯存場附

近選取 3 個採樣站 (由北向南依序為排水口 1、2、3) ；專用碼頭內、外各設一測站 (依序為測站 4、5) 外；另於人口較多之漁人村岸邊設一採樣站 (測站 6) ，共設立 6 個採樣站，僅採取岸邊之表層海水。各站經緯度分別是排水口 1 (121.593572, 22.003578°) 、排水口 2 (121.593977, 22.004339°) 、排水口 3 (121.594748, 22.006901°) 、專用碼頭內 (121.581325, 22.004316°) 、專用碼頭外 (121.580858, 22.004311°) 、漁人村 (121.542601, 22.025791°) 。

採樣日期為民國 114 年 2 月 25 日、114 年 5 月 1 日、114 年 8 月 11 日、114 年 11 月 7 日，依照計畫書所規定每隔 2 至 4 個月採樣 1 次，符合進度要求。

現場分析方法及實驗室分析方法與第三核能發電廠之水文及水質化學相同。測量項目分別有溫度、鹽度、pH、DO (mg/l) 、DO (%) 、葉綠素甲、NO_3^-、NO_2^-、PO_4^{-3}、SiO_2 等項。

四、目前研究結果

4.0 歷年監測資料統計分析

4.0.1 研究方法

研究方法與第三核能發電廠之水文及水質化學相同。

4.0.2 統計分析工具介紹

本子計畫採用之統計分析工具有 window excel，T-檢定，sigmaplot, ocean data view, 傅立葉分析工具箱等。

4.0.3 分析結果

由民國 72 年 7 月至 114 年之水溫大致呈季節性變化 (附圖 2-8) ，年平均值為 27.2°C。將 6 測站溫度平均後取 sin 之變化 (附圖 2-9a) ，可以看到早期 (民國 73 年 ~78 年) 溫度變化的幅度較大，高低溫差約 8°C 左右，之後幅度變化趨小，到了最近幾年似乎看到最高溫有往上的現象。由於早期溫度的報導是測站水層 (0~25 公尺) 的平均值，民國 82 年 6 月之後則是表水溫度，因此長年來水溫的改變可能並非事實，而只是採樣水層不同所造成。但從民國 82 年 6 月起至 114 年做 sin 曲線，顯示這幾年的表水高溫亦有往上的現象 (附圖 2-9b)。季溫度以夏季最高 (平均 29.4±1.1°C)，而冬季最低 (平均 24.3±1.7°C)，春、秋兩季居中，分別是 27.1±1.9°C 及 27.5±1.4°C。同季節採樣，各站溫度相差最大約 1°C 左右，乃是所採樣位置近岸邊，水深極淺，水溫變化容易受氣溫改變而改變。低放貯存場附近海域各測站歷年的平均水溫約為 27.0±2.3°C，較 WOCE PR-20 測站 5、6、7 站 (21°49’N, 121°30’E 附

近) 8 次量測水溫的平均值 27.9±0.7°C (陳等人，1993a, b, c, 1995a, 1996, 1997) 略低，主要是因為 WOCE PR-20 採樣日期僅限於 5~10 月，而無秋、冬數據，因而平均水溫較高於低放貯存場附近海域。在一般大洋中，鹽度之季節性變化並不明顯。但是在低放貯存場附近海域，由於受到黑潮水 (高鹽度) 、南海水 (低鹽度) 及淡水流入的影響，因此，在不同季節的隨機採樣中，鹽度可能有很大的變化。由長年來的資料分析，鹽度的季節性變化並不明顯，反而是每次各測站彼此間的差異性較大，尤其排水口 1~3 及漁人村常常有較低值出現 (附圖 2-10) ，顯示這些地方淡水流入量很大。歷次的調查中常有鹽度的低值，尤其民國 85 年 7 月在排水口 1 取得鹽度僅 0.26，近乎淡水的水樣；民國 95 年 9 月於排水口 1、2、3 取得鹽度分別為 3.35、4.12、13.17。此一現象乃是採樣位置受到不同程度之陸水影響所致。各測站的平均鹽度為 33.22±2.48，較外海的平均鹽度 34.37 低了近 1.15 單位，顯示近岸海水 (岸邊海水) 長期受到陸水稀釋，而且變化也較大。

一般而言，夏季時，由於藻類光合作用旺盛，用掉 CO_2，因此水中 CO_2 減少，而使得水體的 pH 值上升；反之，冬季之光合作用較弱，水中減少的 CO_2 不若夏天來得多，水體中的 CO_2 多，將使得 pH 值降低。因此若僅考慮生物作用，水體中的 pH 通常是夏天高，冬天低。上述狀況若要成立，必須是水中藻類的量夠多，以引起 pH 值可察覺之變化。然而，此 6 測站 pH 值之季節性變化並不突顯 (附圖 2-11) ，可能是水體的藻類含量較低所致。此推論可由低放貯存場附近海域葉綠素甲含量偏低得到旁證。低放貯存場附近海域海水的平均 pH 值約為 8.08±0.16，明顯低於外海的平均 pH 值 8.26。造成低放貯存場附近海域海水具較低 pH 值的原因，可能與陸源水的排放有關，此一推論可由近岸海水的鹽度大都低於外海海水加以印證。

在不考慮生物作用的情況下，海水中的溶氧量應呈季節性變化，亦即夏天溫度高時，溶氧量較低，冬天溫度低時，溶氧量較高。從民國 72 年 7 月至 114 年溶氧量的平均值為 6.74±0.55 mg/l，季節性變化並不明顯 (附圖 2-12) 。此應是岸邊取樣，受到陸源水之影響，以及風浪攪動帶入氧氣，進而影響海水中的溶氧量。因此溶氧量的變化與季節無關，也與生物作用無關。

溶氧飽和度 (DO，%) 是以某水溫下，水體所含溶氧值與理論值之百分比，因此當以 DO (%) 表示時，已將溫度對溶氧量的效應扣除。水體中若 DO (%) 大於 100%，可能是藻類光合作用旺盛，釋出多量的氧，也有可能是強風大浪帶入大量氧氣所致 (附圖 2-13)；反之，則有可能是呼吸作用旺盛，耗掉氧氣，或是水層成層、滯留，氧氣交換不易。民國 72 年 7 月至 114 年 DO (%) 介於 76.8~169% 之間，平均 102 ±8.09 %，變化頗大，顯示近岸海水表面的溶氧飽和度並非常年累月保持在飽和左右，亦即陸源水之輸入以及風浪的大小，均控制岸邊海水的溶氧變化。

民國 72 年 7 月至 114 年不僅各測站彼此間營養鹽的差異頗大，季節性的變化也很大，並沒有明顯的規律性。除了民國 82 年 10 月、84 年 9 月、84 年 11 月硝酸鹽的含量大多在偵測下限以下 (<0.11 μM 或<0.16 μM) ，其餘調查的時間硝酸鹽都有很高含量，其中以漁人村的含量最高 (平均 3.01±4.58 μM，偵測下限以下之值以 0 計算) ，排水口 1、2 分別次之 (平均 2.73±6.23 及 1.80±2.18 μM，偵測下限以下之值以 0 計算) (附圖 2-14) 。此乃取得的水樣含有尚未受到海水完全稀釋的淡水，而此淡水中又含有高量的硝酸鹽。

亞硝酸鹽的情形和硝酸鹽相類似，除了民國 82 年 10 月、83 年 4 月、84 年 9 月、85 年 1 月、87 年 10 月、88 年 11 月及 95 年 3 月亞硝酸鹽的含量大多在偵測下限以下 (<0.01 μM 或<0.16 μM 或<0.02 μM) ，其餘各調查時間皆可偵測到亞硝酸鹽 (附圖 2-15) ，顯示海域有些許有機質的殘存，以致於屬於還原性的亞硝酸鹽能夠存在於表水之中。

由附圖 2-16 可看出，低放貯存場附近海域的磷酸鹽含量，在民國 87 年第三季後差異不大，季節性的變化也很小。自民國 72 年 7 至 114 年以排水口 1 及漁人村的平均值最高 (平均 0.37±0.87、0.55±0.78 μM) ，排水口 1 的平均值偏高，是因為 85 年 7 月的高值造成，而漁人村則是常態性的磷酸鹽有較高現象。

附圖 2-17 顯示，低放貯存場附近海域有較高的矽酸鹽含量，其中又以民國 85 年 7 月排水口 1 的含量最高，近岸海域有如此高的矽酸鹽含量，應是由陸水所提供。自民國 72 年 7 月至 114 年以排水口 1、2，及漁人村的平均值最高 (平均分別為 31.1±79.2 μM、18.6±35.2 μM，及 19.7±24.9 μM) ，再顯示此地方有陸源水的流入。

低放貯存場附近海域 6 個測站營養鹽的平均含量，皆比蘭嶼南部外海 WOCE PR-20 測線上測站 6 的平均值高許多，顯示此 6 站或多或少受到陸源物質的影響。本區海域與 WOCE 資料中之溫度、鹽度、pH 相比較，其中溫度與 WOCE 相同月份的調查相近，而鹽度及 pH 偏低，主要是陸源水輸入本海域所造成。

4.1水文及水質近況

圖 2-8 為蘭嶼南方 15 海浬處 (21°45'N) 之流速 (向北為正，向南為負) 測定。研究結果顯示，由於黑潮之緣故，此處主要流向為朝北，因此蘭嶼之海洋污染物全朝北輸送。但因迴流及小環流之影響，蘭嶼附近亦有出現南向流之可能 (Chen *et al.*, 1994, 1995) ，這些水文及水質資料 (陳等人，1993a~c, 1995a, 1996, 1997；Chen *et al.*, 2021) ，可作為其下游蘭嶼諸測站之最佳背景值。

水文與水質化學調查部份為〝第三核能發電廠及低放貯存場附近海域之生態調查〞計畫中最基礎的一部份，因其中所涵蓋之水文 (溫度、鹽度及溶氧) 與水質化學 (pH 值及營養鹽) 兩部份中之各項因子，均直接或間接影響著海域之生態組成與平衡。因此，分析水文及水質化學在時間和空間之分佈情形，並與過去的調查相比較，可供瞭解放射性待處理物料存放前後，低放貯存場附近海域水文與水質化學因子的變化傾向，及其對環境的影響。本年度之研究除了接續從民國 72 年來之定期調查工作之外，我們亦將歷年來之各項資料做進一初步的整合，藉以瞭解該海域水文、水質化學因子間之互動情形。調查結果如表 2-4。

民國 114 年第 1 次水溫介於 23.1～23.8°C 之間，平均 23.5±0.3°C，低於歷年同月之平均水溫 24.4±1.4°C；第 2 次水溫介於 27.1～28.3°C 之間，平均 27.7±0.5°C，略低於歷年同月之平均水溫 28.0±1.3°C；第 3 次水溫介於 28.6～30.6°C 之間，平均 29.4±0.8°C，略低於歷年同月之平均水溫 29.7±1.0°C；第 4 次水溫介於 28.5～29.8°C 之間，平均 29.0±0.5°C，高於歷年同月之平均水溫 26.6 ±1.1°C。4 次的現場水溫平均值與衛星水溫相近 (圖 2-9) 。

由美國國家氣候預報中心 (NOAA) 發佈的聖嬰/反聖嬰期發生時間表 (表 2-2) 來看，海洋聖嬰指數 (ONI) 民國 109 年 8 月至 112 年 1 月進入反聖嬰期，時間長達 2 年多；自 112 年 5 月則轉負為正，進入聖嬰期，113 年 5 月之後為正常年。而大氣和海洋研究聯合研究所 (JISAO) 所公佈的太平洋十年期振盪指數 (PDO) 則於民國 108 年 10 月後至 114 年 11 月均為負值。經統計結果發現此 4 次調查水溫距平值 (當月測值-歷年月平均值) 分別為-0.9±0.2°C、-0.3±0.2°C、-0.3±0.1°C、2.4±0.1°C。本海域這 4 次水溫調查僅第 4 次調查水溫高於歷年平均，且為歷年最高值。此高水溫現象可能與 PDO 正處於冷相，造成西北太平洋 (本海域) 呈現「西部偏暖」之典型冷相結構有關；亦不排除因採樣位置鄰近岸邊淺水，較易受當時氣溫及局部環境影響。

民國 114 年第 1 次鹽度介於 33.101~34.564 之間，平均 34.125±0.665，高於歷年平均值 33.986±0.550；第 2 次鹽度介於 33.352~34.432 之間，平均 34.119±0.464，高於歷年平均值 33.674±0.536；第 3 次鹽度介於 31.574~33.886 之間，平均 33.174±1.055，低於歷年平均值 33.298±1.10，其中漁人村較其他測站的鹽度低了約 2.個單位，顯示有極多的淡水輸入；第 4 次鹽度介於 33.476~34.018 之間，平均 33.757±0.254，與歷年平均值 33.750±0.556 相當。排放口 1-3 為貯存場之 3 條雨水排放渠道，並未設置閘門。雨水過多會自渠道口排出 (貯存場每月會取排放口附近砂、土樣及水樣分析，如有排水，亦會取水樣。近一年來，砂、土、水樣核種分析結果均小於儀器最小可測值) 。

民國 114 年第 1 次 pH 值介於 8.035~8.088 之間，平均 8.061±0.021，碼頭內外的 pH 偏低；第 2 次 pH 值介於 7.904~8.024 之間，平均 7.985±0.055，漁人村的 pH、溶氧飽和度亦都偏低；第 3 次 pH 值介於 7.972~8.068 之間，平均 8.015±0.036。pH 較高的漁人村，其溶氧飽和度也相對較高，顯示這幾處的光合作用較為旺盛，將二氧化碳利用掉而釋出溶解氧氣，並提高了 pH；第 4 次 pH 值介於 8.046~8.173 之間，平均 8.116±0.047。各測站的 pH 值皆符合海洋委員會海洋保育署 (簡稱海保署) 民國 107 年 2 月 13 日所公佈「海域環境分類及海洋環境品質標準」所規範甲類 (適用於一級水產用水、游泳) 海域水體之標準 (pH 介於 7.5~8.5 之間) 。

民國 114 年第 1 次溶氧量介於 7.34~7.53 mg/l 之間，平均 7.44±0.08 mg/l；溶氧飽和度介於 104~109 %之間，平均 107±1.5 %；第 2 次溶氧量介於 5.99~6.95 mg/l 之間，平均 6.50±0.38 mg/l；溶氧飽和度介於 91~108 %之間，平均 100±6.8 %；第 3 次溶氧量介於 6.34~7.10 mg/l 之間，平均 6.69±0.33 mg/l；溶氧飽和度介於 99~113 %之間，平均 105±5.9 %；第 4 次溶氧量介於 6.48~7.00 mg/l 之間，平均 6.67±0.19 mg/l；溶氧飽和度介於 102~109 %之間，平均 105±2.7 %。各測站的溶氧量皆符合海保署民國 107 年 2 月 13 日所公佈「海域環境分類及海洋環境品質標準」所規範甲類 (適用於一級水產用水、游泳) 海域水體之標準 (溶氧量大於 5 mg/l) 。

海水中營養鹽主要有硝酸鹽 (NO_3^-) 、磷酸鹽 (PO_4^{-3}) 和矽酸鹽 (SiO_2) ，是水中植物生長所不能或缺的化學物質。在一般大洋中，營養鹽主要來源為有機質之分解。在沿岸地區，營養鹽除了來自有機質分解之外，亦可能受溪流輸入帶有家庭、農業及工業廢水的影響。

民國 114 年 NO_3^- 、NO_2^- 、PO_4^{-3} 、SiO_2 年第 1 次平均值分別為 0.62±0.19 μM、0.05±0.02 μM、0.12±0.04 μM、5.92±4.49 μM；第 2 次平均值分別為 0.81±0.26 μM、0.05±0.02 μM、0.17±0.09 μM、4.45±3.57 μM；第 3 次平均值分別為 0.89±0.46 μM、0.05±0.02 μM、0.15±0.07 μM、6.54±5.21 μM；第 4 次平均值分別為 0.48±0.13 μM、0.05±0.02 μM、0.11±0.04 μM、4.83±3.72 μM。漁人村的營養鹽濃度大多較其他測站高。

民國 114 年葉綠素甲第 1 次介於 0.03~0.15 μg/l 之間，平均 0.07±0.04 μg/l；第 2 次介於 0.03~0.08μg/l 之間，平均 0.04±0.02 μg/l，漁人村的葉綠素甲濃度最高；第 3 次介於 0.03~0.12 μg/l 之間，平均 0.06±0.03 μg/l。漁人村葉綠素甲較其他測站高，其 pH、溶氧飽和度也偏高，因此高的葉綠素甲反映有較高的光合作用；第 4 次介於 0.03~0.12μg/l 之間，平均 0.07±0.03 μg/l。

4.2營養鹽來源

將硝酸鹽及磷酸鹽對鹽度作圖，發現兩者約略有負相關 (圖 2-10)，亦即鹽度低時，營養鹽含量較高，顯示淡水為此處營養鹽的主要輸入源。近岸海水長期受到陸水稀釋，因此鹽度偏低，而且營養鹽偏高。

天然水中的矽主要來自矽酸鹽與鋁矽酸鹽礦物的水解，絕大多數正常天然水中 SiO_2 的含量，均高於與石英平衡時的含量，而低於與無定形 SiO_2 平衡時的含量，大部份是介於 1~30 mg/l (16~500 μM) 之間。表層海水遠低於這個值，則與生物的吸收作用有關 (陳，1992) 。低放貯存場附近海域 6 個測站 SiO_2 平均值為 18.5 μM，遠高於 WOCE-PR20 測線第 6 站附近的測值。由於此處表層 SiO_2 含量遠高於外海表水之值，因此我們假設此 6 個測站 SiO_2 的來源，大都是礦物風化而來的物質；生物之吸收、分解僅佔一小部份。將 SiO_2 對鹽度作圖，發現兩者有相當程度的負相關 (圖 2-11) ，因此 SiO_2 的含量多時，顯示陸源量多。浮游植物死亡後，其有機體經由氧化可釋出營養鹽氮及磷於水中，在海水中兩者並以 16：1 的關係存在 (Redfield *et al.*, 1963) 。也就是說，水中之營養鹽若有 16 份的氮及 1 份的磷，最適合浮游植物生長，當氮與磷的比值高於 16 時，顯示水體的氮太多，因此磷成為浮游植物生長之限制因子。反之，則氮成為浮游植物生長之限制因子。圖 2-11 為從民國 72 年 7 月至 114 年 11 月調查資料之氮與磷比值圖，圖上顯示，氮與磷的比值相當零亂，顯示營養鹽的來源相當複雜。該比值以落在斜率小於 16 之下者居多，由此可知，此一海域浮游植物的限制因子為氮。既然此一海域對氮較為敏感，因此對氮污染的途逕應該特別注意。氮進入海洋之主要來源有 4 種，分別是雨水、海鳥糞便、大氣固氮作用以及肥料。此區年雨量 2656 公釐極高，因此由雨水將島上有機物質或是污染物質帶入近岸海水，可能是近岸海域營養物質之主要來源，應加以重視。

五、結論

調查結果顯示，海域之水溫主要受天候及季節性變化的影響。鹽度無季節性變化，反而是各站的變異較大，顯示陸源水對近岸海域的鹽度有某種程度的影響，其中漁人村的鹽度偏低，此乃陸源水大量流入海域所致。pH 及溶氧量都符合海保署所公佈「海域環境分類及海洋環境品質標準」所規範甲類 (適用於一級水產用水、游泳) 海域水體之標準。較高 pH 的測站，往往伴隨較高的溶氧量，顯示本海域有較旺盛的光合作用。各測站的營養鹽 (硝酸鹽、亞硝酸鹽、磷酸鹽、矽酸鹽) 均較外海來得高，此乃近岸海水長期受到含有高量營養鹽陸源水流入之故。

六、附表與附圖

表2-4　低放貯存場附近海域民國114年第1次~114年第4次水文暨水質化學資料

114年第1次(114年2月25日)

測站	採樣時間	溫度	鹽度	pH, 25℃	DO	DO	NO_3^-	NO_2^-	PO_4^{-3}	SiO_2	chl.a
		℃	Autosal	total ion	mg/l	%	μM	μM	μM	μM	μg/l
排水口1	15:10	23.7	34.550	8.067	7.39	107	0.45	0.04	0.07	2.42	0.05
排水口2	14:50	23.7	34.559	8.088	7.53	109	0.37	0.03	0.10	2.36	0.07
排水口3	14:12	23.8	34.564	8.085	7.44	108	0.49	0.03	0.09	2.63	0.05
碼頭內	15:50	23.4	34.346	8.035	7.52	108	0.66	0.05	0.11	6.86	0.04
碼頭外	15:40	23.6	34.539	8.038	7.34	106	0.83	0.04	0.09	3.02	0.03
漁人村	16:25	23.1	33.101	8.058	7.48	106	0.83	0.07	0.18	12.2	0.15
漁人村Repeat	16:40	23.2	33.218	8.052	7.35	104	0.74	0.09	0.18	11.9	0.10
最小值		23.1	33.101	8.035	7.34	104	0.37	0.03	0.07	2.36	0.03
最大值		23.8	34.564	8.088	7.53	109	0.83	0.09	0.18	12.24	0.15
平均值		23.5	34.125	8.061	7.44	107	0.62	0.05	0.12	5.92	0.07
偏差值		0.3	0.665	0.021	0.08	1.5	0.19	0.02	0.04	4.49	0.04

114年第2次(114年5月1日)

測站	採樣時間	溫度	鹽度	pH, 25℃	DO	DO	NO_3^-	NO_2^-	PO_4^{-3}	SiO_2	chl.a
		℃	Autosal	total ion	mg/l	%	μM	μM	μM	μM	μg/l
排水口1	07:57	28.3	34.413	8.023	6.89	107	0.65	0.04	0.14	1.75	0.03
排水口2	07:39	28.2	34.415	8.021	6.79	106	0.52	0.04	0.11	1.81	0.03
排水口3	07:16	28.0	34.332	8.024	6.95	108	0.86	0.05	0.12	3.06	0.04
碼頭內	06:47	27.7	34.349	8.010	6.41	99	0.60	0.02	0.12	3.62	0.03
碼頭外	06:35	27.8	34.432	8.008	6.31	97	0.69	0.04	0.09	1.81	0.03
漁人村	05:55	27.1	33.542	7.904	6.14	93	1.13	0.07	0.33	8.89	0.08
漁人村Repeat	06:01	27.1	33.352	7.904	5.99	91	1.20	0.08	0.26	10.20	0.07
最小值		27.1	33.352	7.904	5.99	91	0.52	0.02	0.09	1.75	0.03
最大值		28.3	34.432	8.024	6.95	108	1.20	0.08	0.33	10.20	0.08
平均值		27.7	34.119	7.985	6.50	100	0.81	0.05	0.17	4.45	0.04
偏差值		0.5	0.464	0.055	0.38	6.8	0.26	0.02	0.09	3.57	0.02

114年第3次(114年8月11日)

測站	採樣時間	溫度	鹽度	pH, 25℃	DO	DO	NO_3^-	NO_2^-	PO_4^{-3}	SiO_2	chl.a
		℃	Autosal	total ion	mg/l	%	μM	μM	μM	μM	μg/l
排水口1	17:49	28.6	33.886	8.001	6.43	100	0.72	0.04	0.11	2.6	0.05
排水口2	17:27	29.0	33.771	8.006	6.40	101	1.06	0.06	0.11	3.73	0.06
排水口3	17:03	28.9	33.880	7.994	6.34	99	1.84	0.06	0.14	2.73	0.07
碼頭內	18:20	29.5	33.705	7.998	6.88	109	0.56	0.03	0.10	5.74	0.03
碼頭外	18:09	29.0	33.706	7.972	6.58	103	0.49	0.03	0.09	2.96	0.03
漁人村	16:00	30.6	31.574	8.068	7.10	113	0.79	0.06	0.26	13.71	0.09
漁人村Repeat	16:10	30.4	31.694	8.063	7.09	113	0.78	0.06	0.24	14.30	0.12
最小值		28.6	31.574	7.972	6.34	99	0.49	0.03	0.09	2.61	0.03
最大值		30.6	33.886	8.068	7.10	113	1.84	0.06	0.26	14.30	0.12
平均值		29.4	33.174	8.015	6.69	105	0.89	0.05	0.15	6.54	0.06
偏差值		0.8	1.055	0.036	0.33	5.9	0.46	0.02	0.07	5.21	0.03

114年第4次(114年11月7日)

測站	採樣時間	溫度	鹽度	pH, 25℃	DO	DO	NO_3^-	NO_2^-	PO_4^{-3}	SiO_2	chl.a
		℃	Autosal	total ion	mg/l	%	μM	μM	μM	μM	μg/l
排水口1	14:33	28.6	33.948	8.143	7.00	109	0.35	0.03	0.08	2.06	0.09
排水口2	14:15	28.7	33.942	8.099	6.54	102	0.46	0.03	0.10	2.28	0.08
排水口3	13:54	28.9	33.929	8.095	6.49	102	0.45	0.03	0.07	2.39	0.07
碼頭內	13:31	28.5	33.476	8.046	6.72	104	0.75	0.05	0.14	12.4	0.03
碼頭外	13:26	29.2	34.018	8.086	6.74	106	0.43	0.04	0.08	2.96	0.03
漁人村	12:49	29.3	33.492	8.170	6.71	106	0.46	0.07	0.16	5.9	0.09
漁人村Repeat	12:58	29.8	33.494	8.173	6.48	103	0.43	0.07	0.17	5.8	0.12
最小值		28.5	33.476	8.046	6.48	102	0.35	0.03	0.07	2.06	0.03
最大值		29.8	34.018	8.173	7.00	109	0.75	0.07	0.17	12.40	0.12
平均值		29.0	33.757	8.116	6.67	105	0.48	0.05	0.11	4.83	0.07
偏差值		0.5	0.254	0.047	0.19	2.7	0.13	0.02	0.04	3.72	0.03

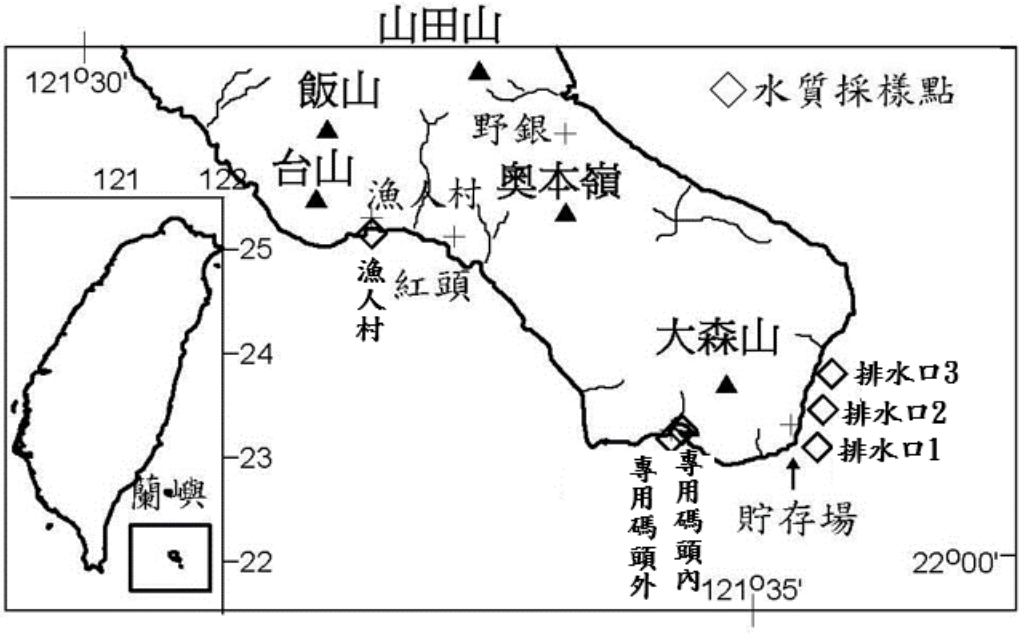


圖 2-7 研究區域暨採樣點位置圖

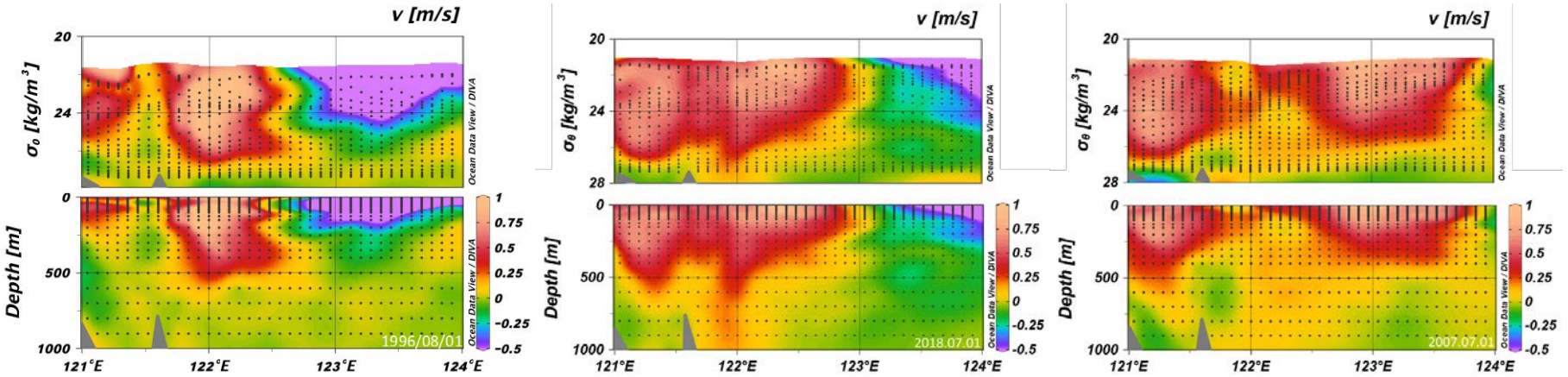


圖2-8　在蘭嶼附近1,000公尺以淺之流速分佈斷面圖。(引用Chen *et al.*, 2021)

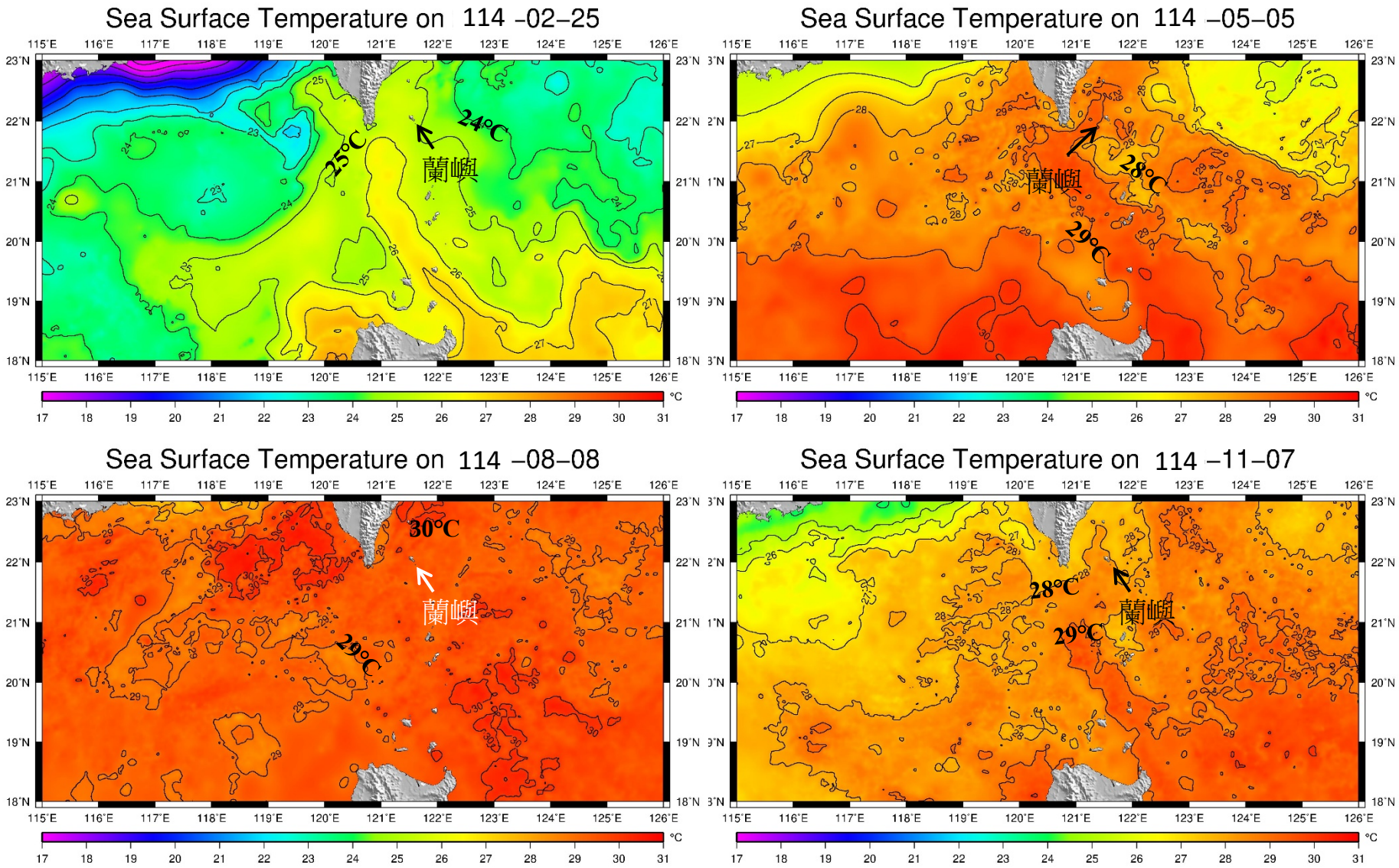


圖2-9 民國114年第1次~ 114年第4次於低放貯存場附近海域採樣時之衛星海表水溫分佈圖。

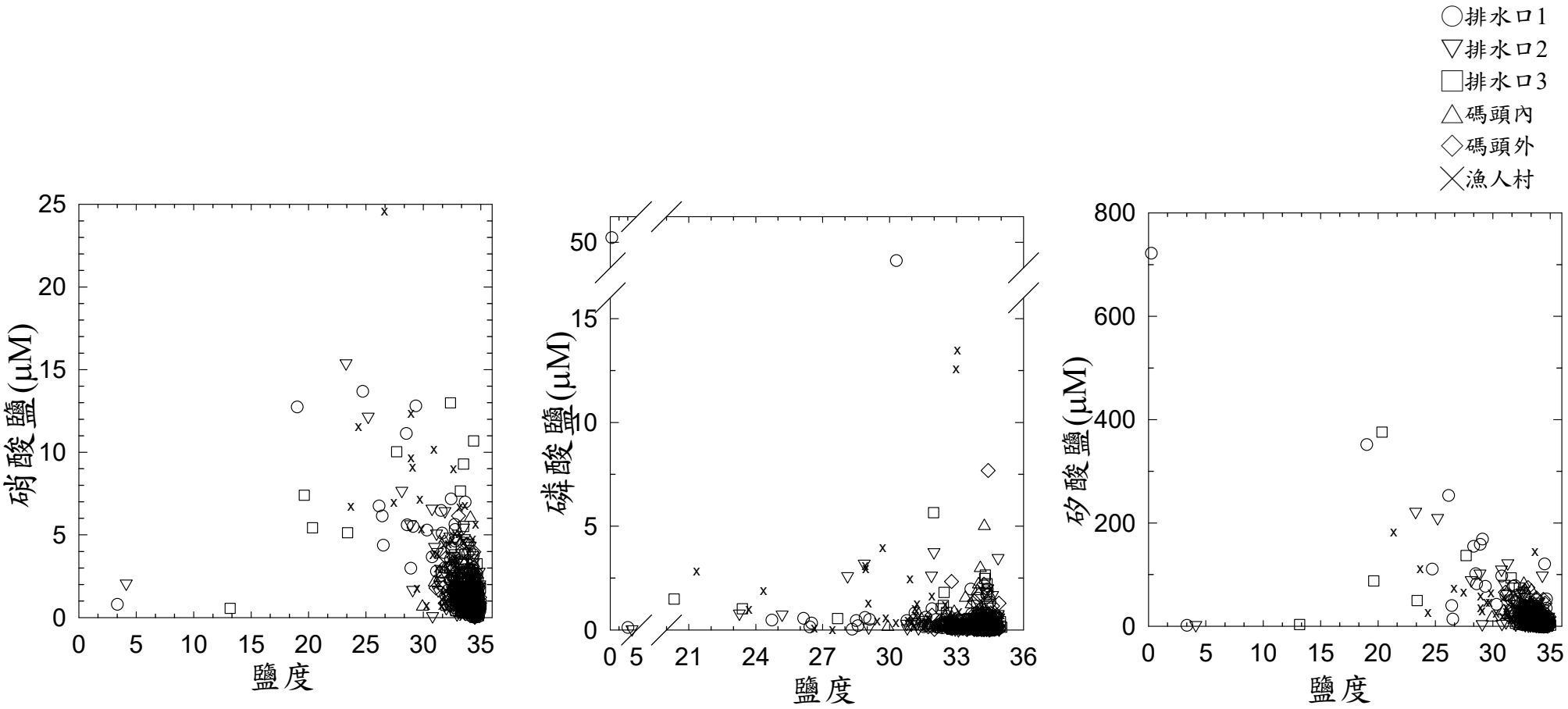


圖2-10 低放貯存場附近海域民國72年7月~114年11月硝酸鹽、磷酸鹽以及矽酸鹽分別對鹽度作圖

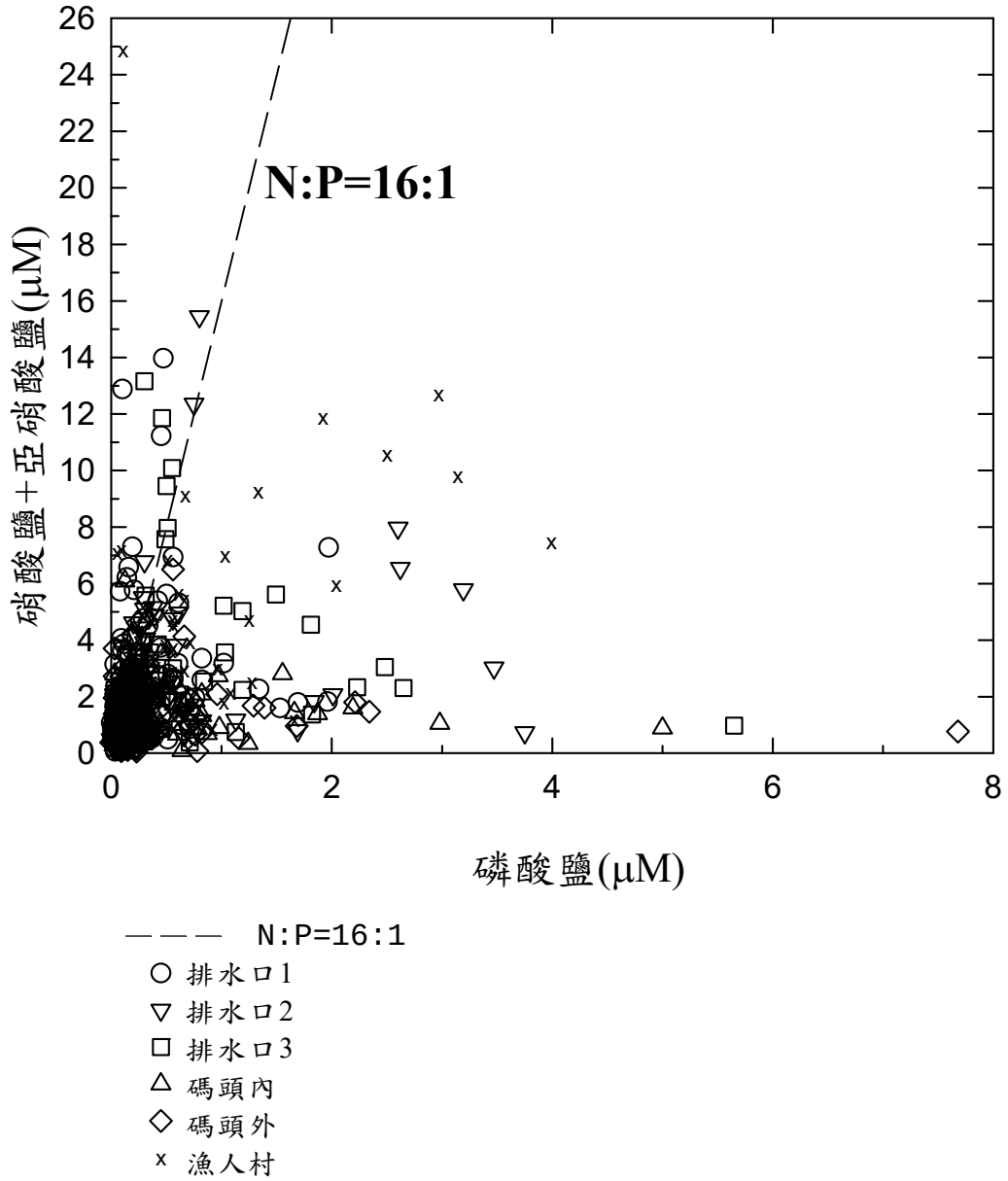
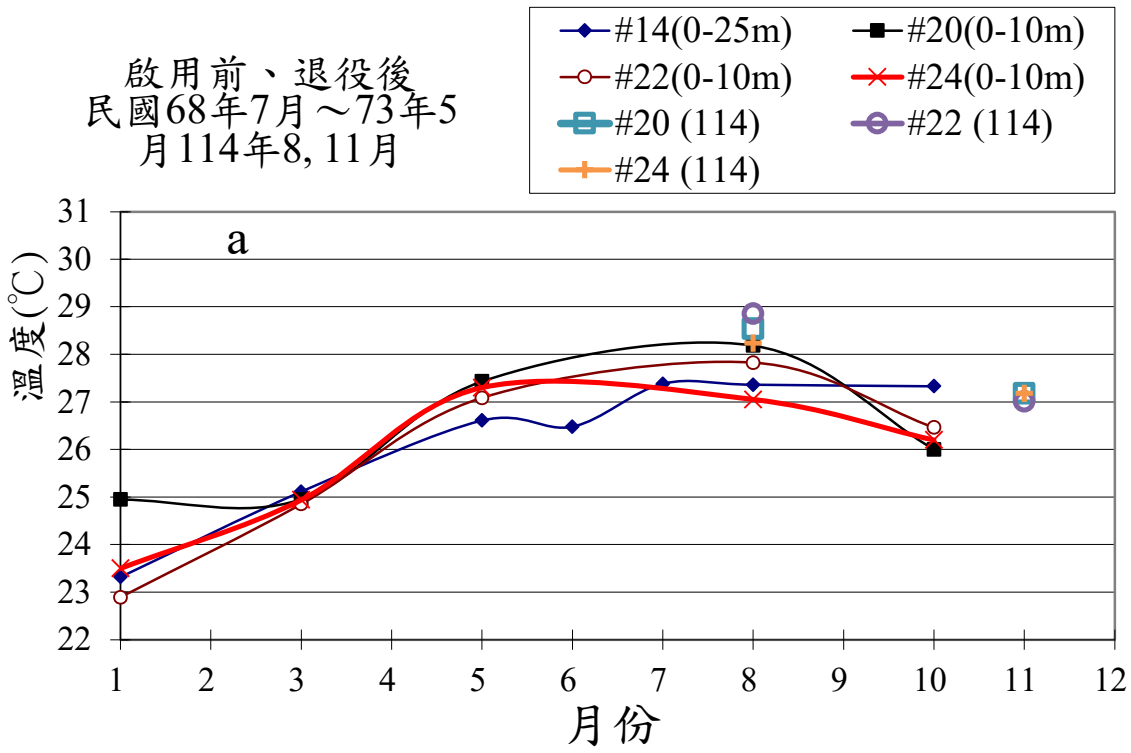
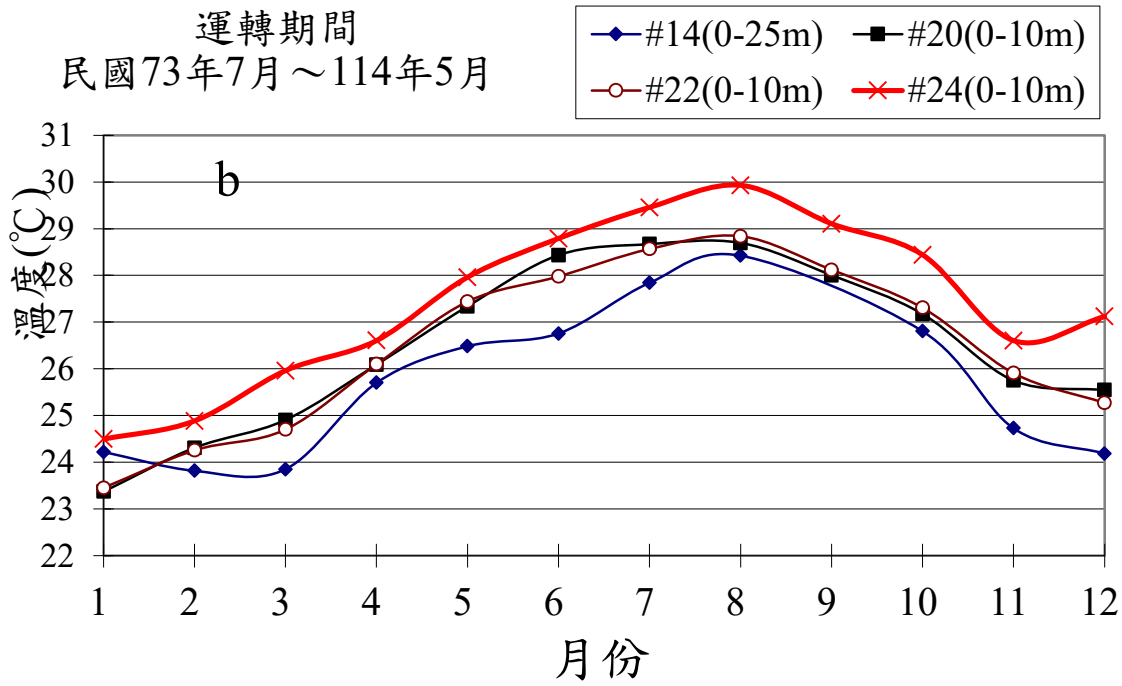
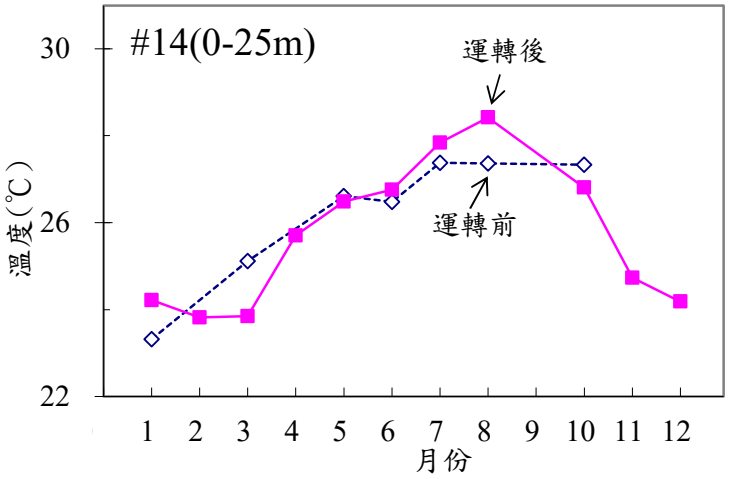


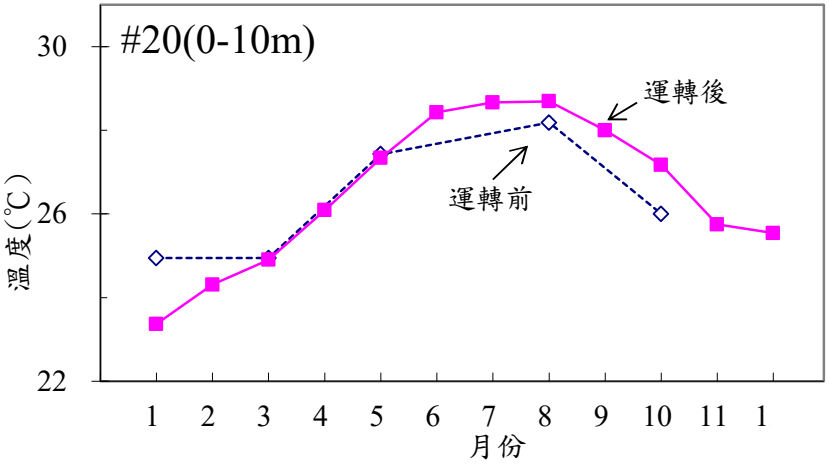
圖2-11 低放貯存場附近海域民國72年7月~114年11月N/P比值圖

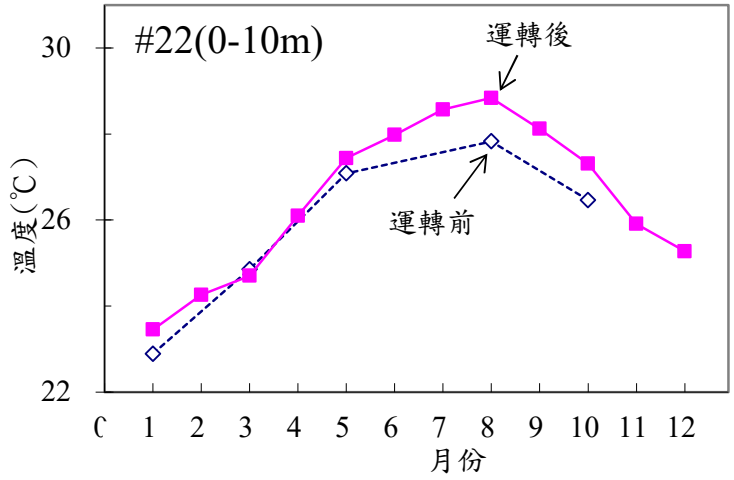


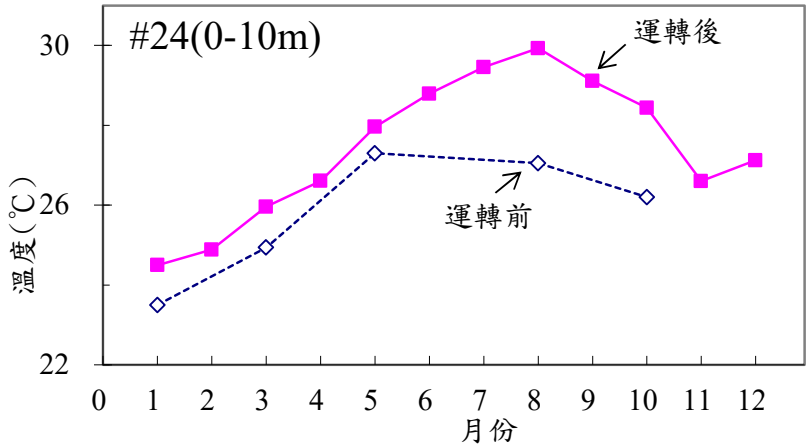


附圖2-1 電廠啟用前及退役後(a)與運轉期間(b)四測站水層水溫在各月份的平均值，其中14站為0～25公尺平均值，其他為0-10公尺平均值



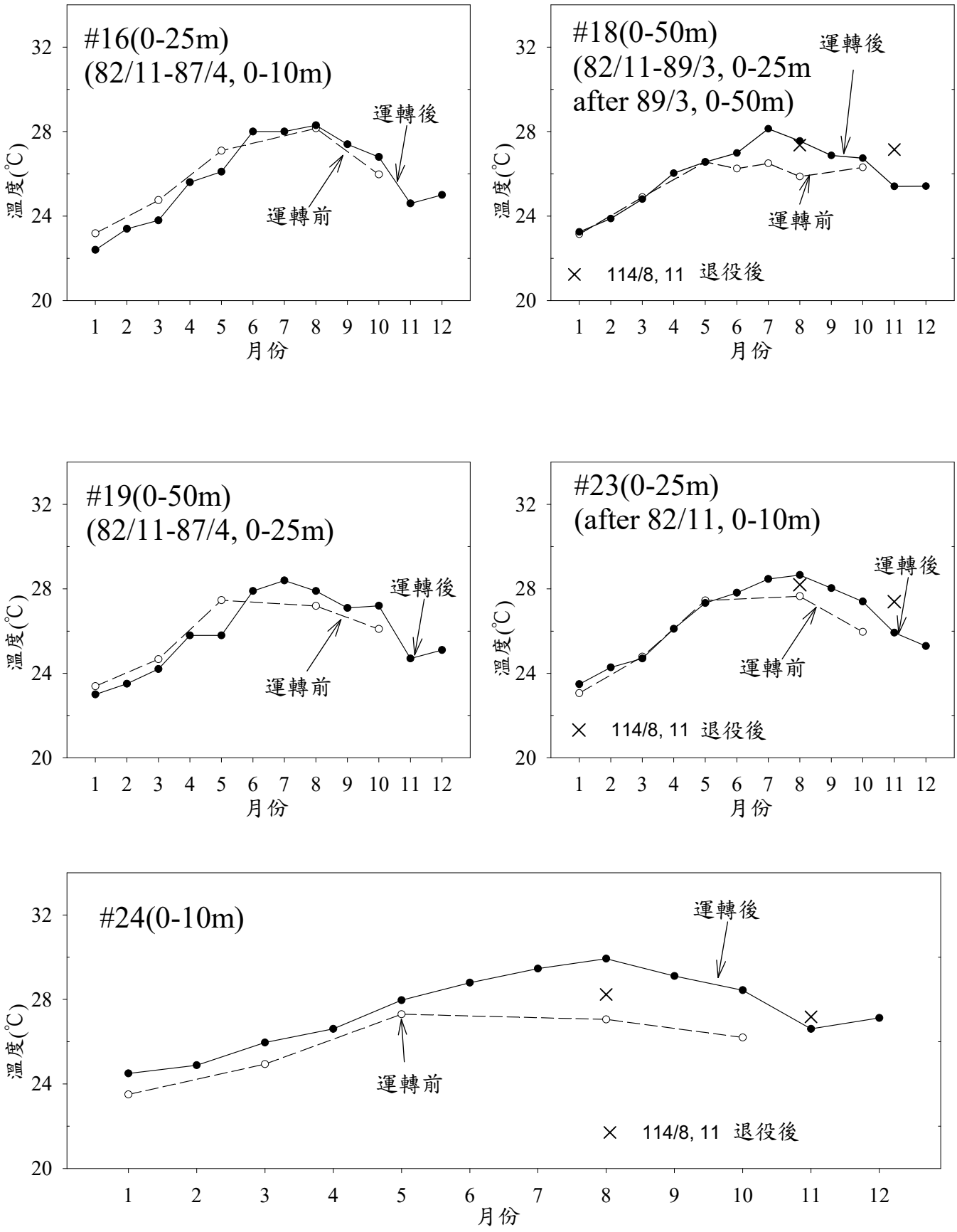




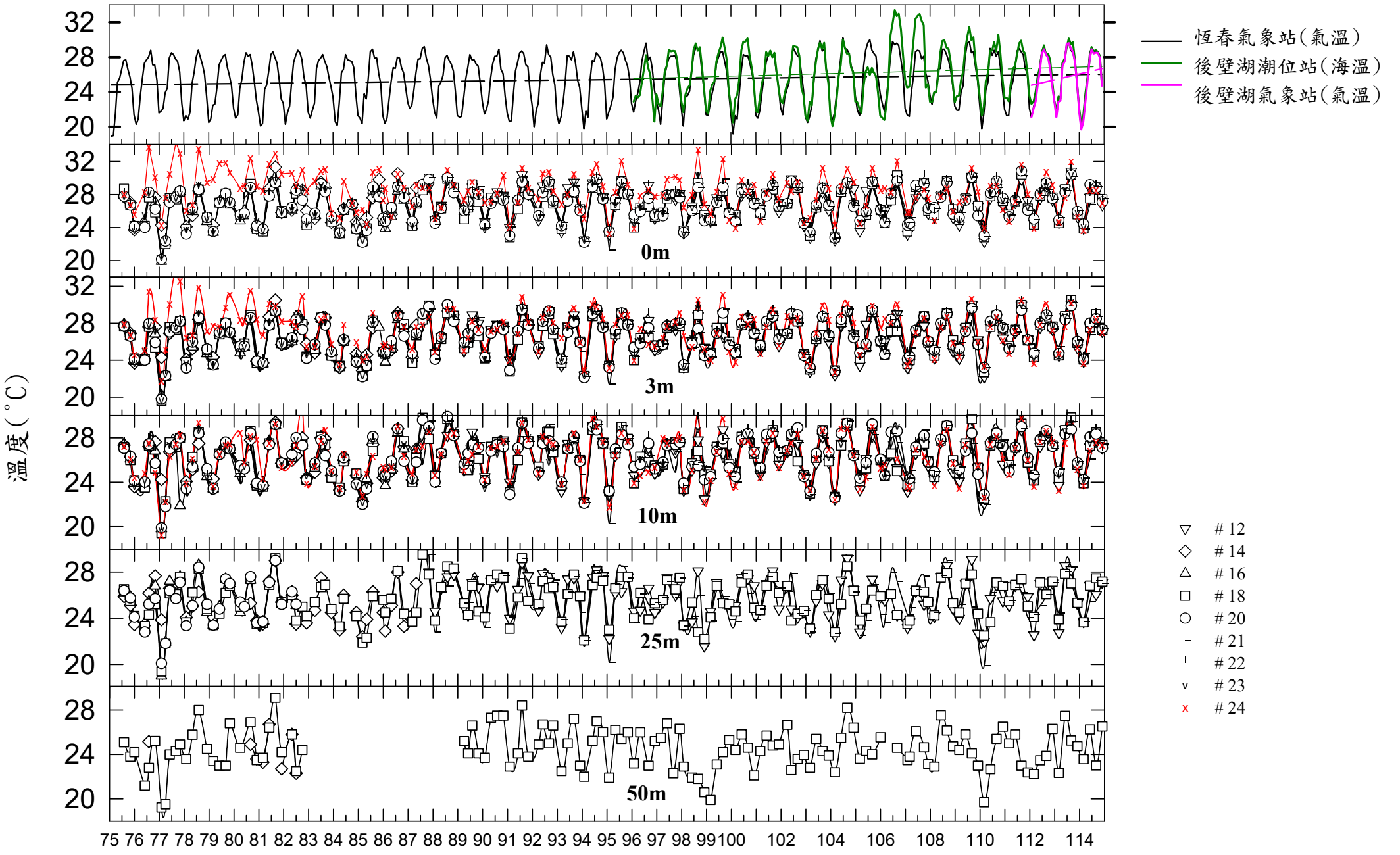


附圖2-2 四個測站在電廠運轉前、後各月份的平均值。
(其中14站為0～25公尺平均值，其他為0-10公尺平均值)

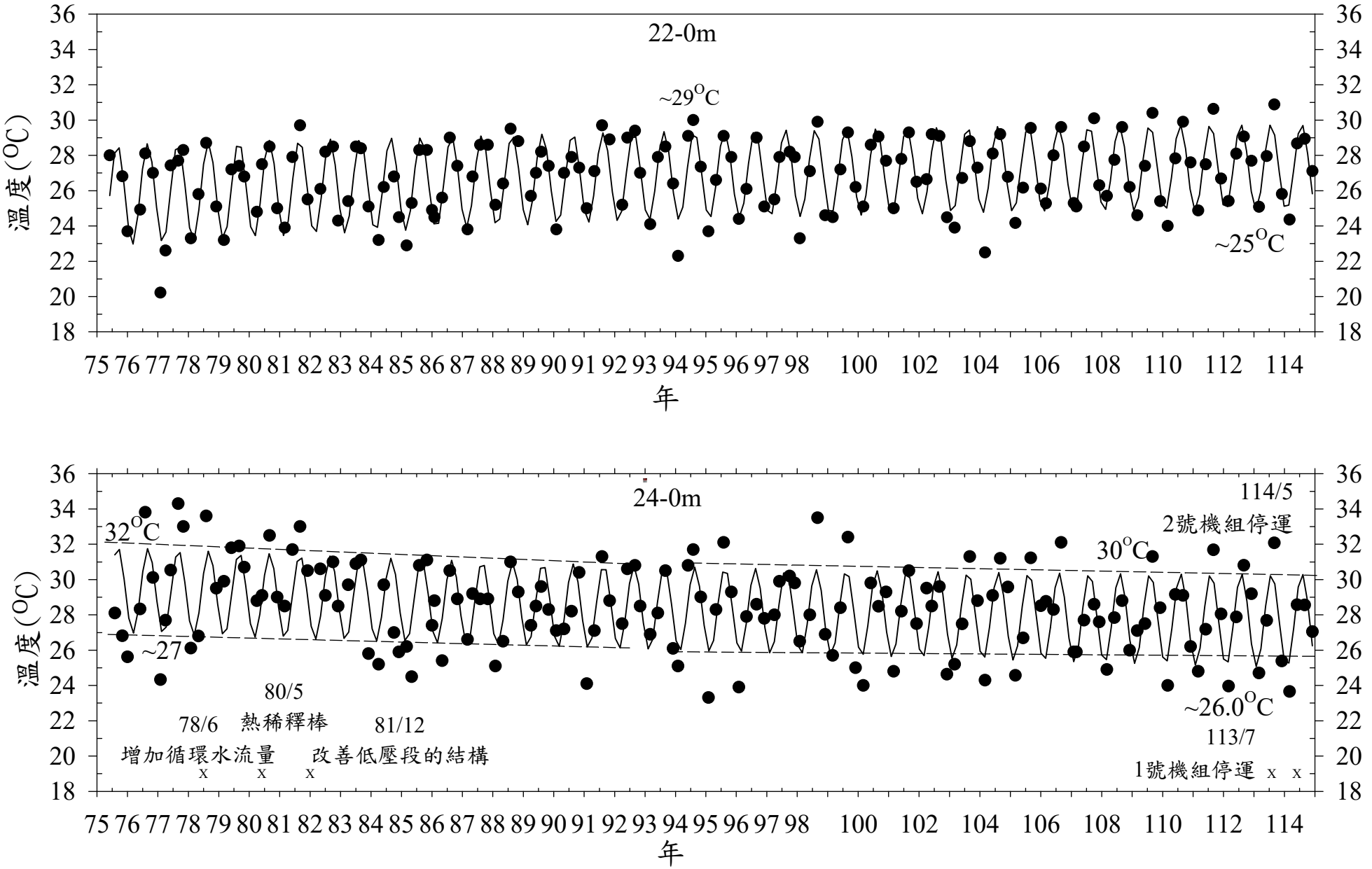
運轉前時間: 民國68年7月～73年6月
運轉後時間: 民國73年7月～114年5月



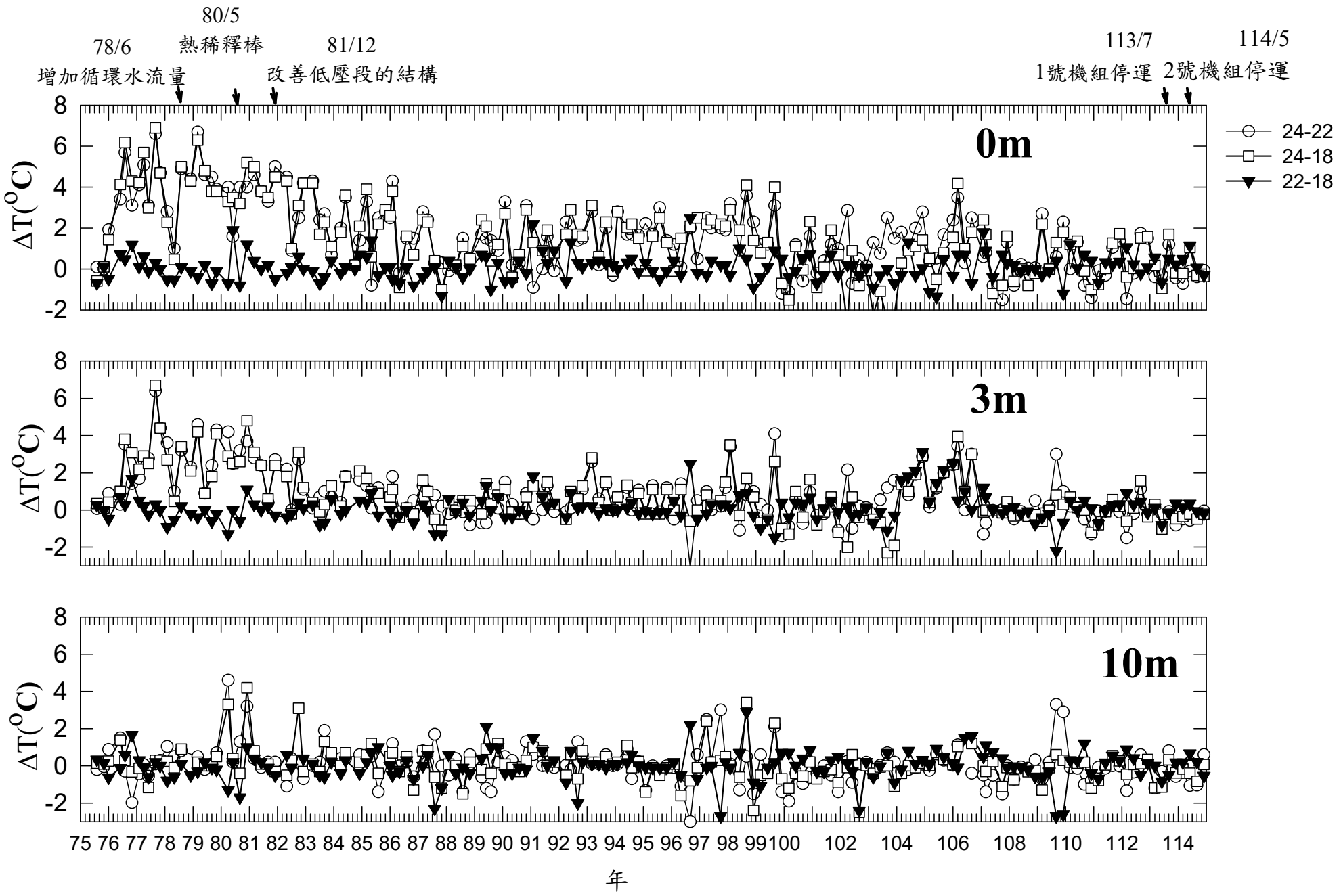
附圖2-3 24站水溫在電廠未運轉和運轉期間與16、18、19、23站比較



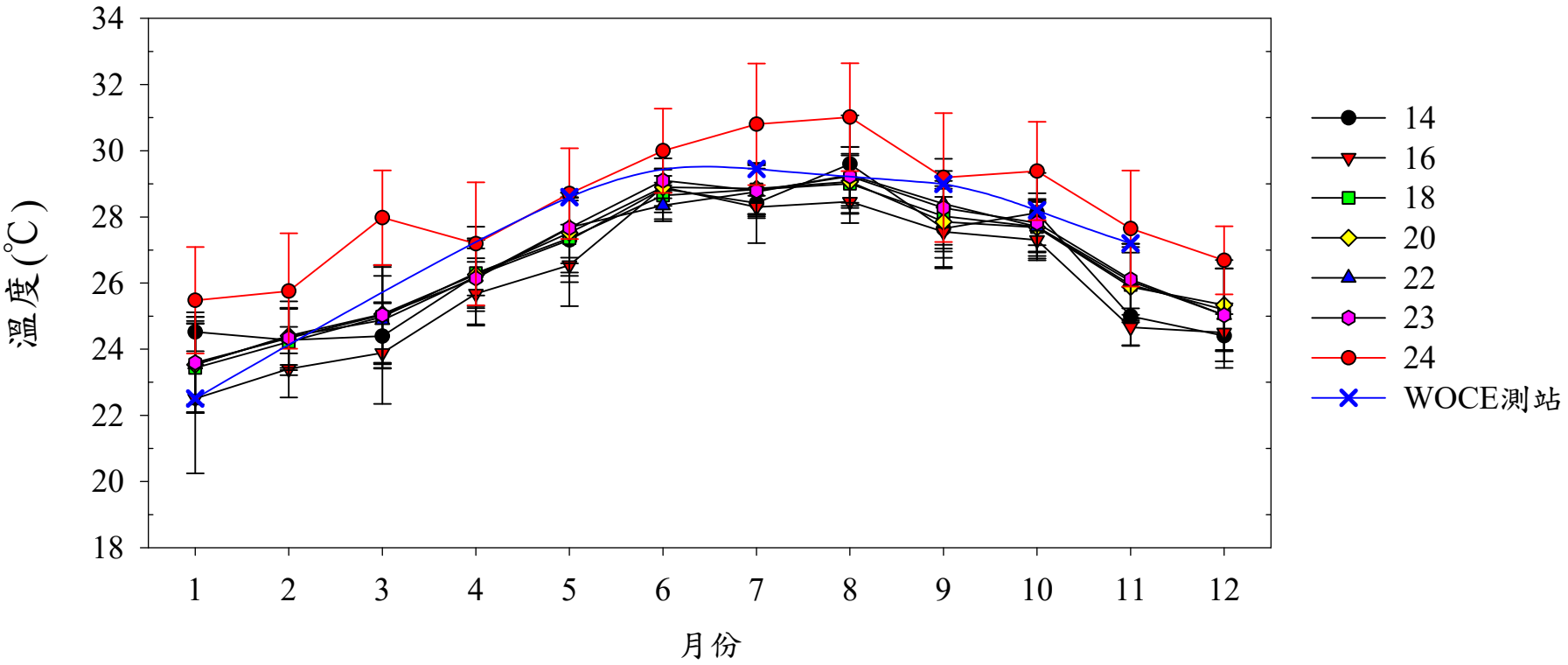
附圖2-4 民國75年7月~114年11月第三核能發電廠附近海域溫度變化圖



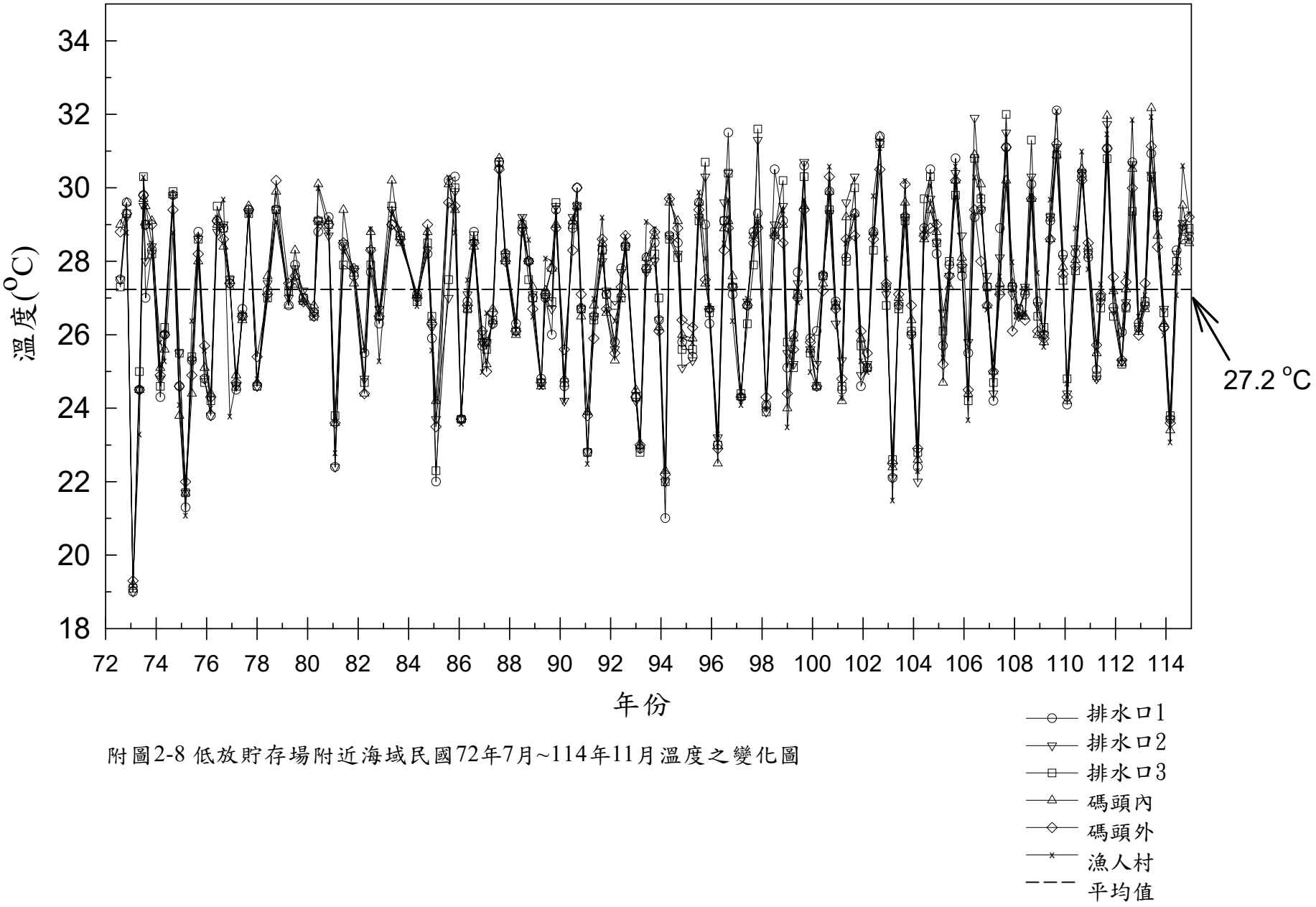
附圖2-5 測站22與24表水水溫之sin 曲線變化圖



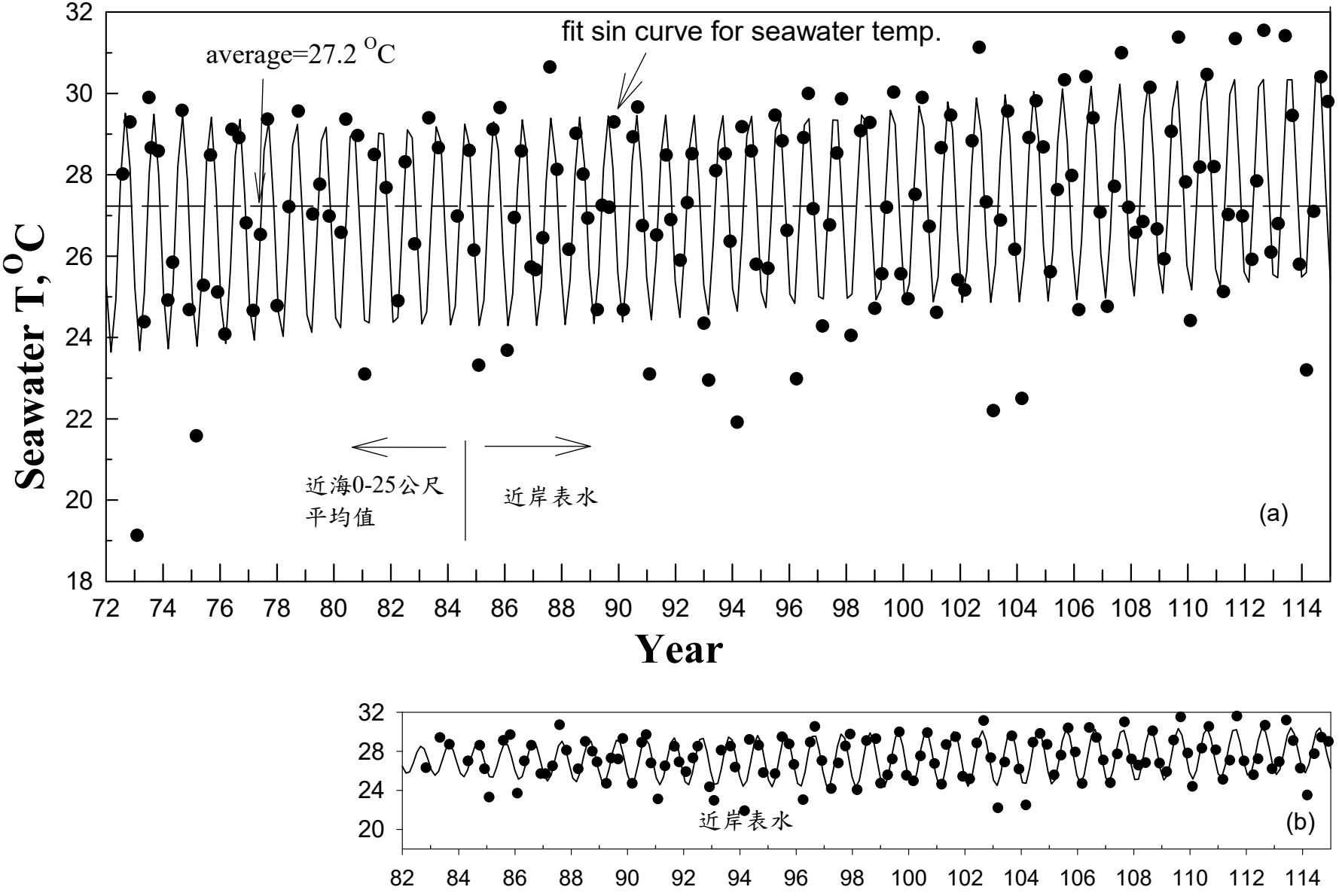
附圖2-6 測站24、22、18之間的水溫差距



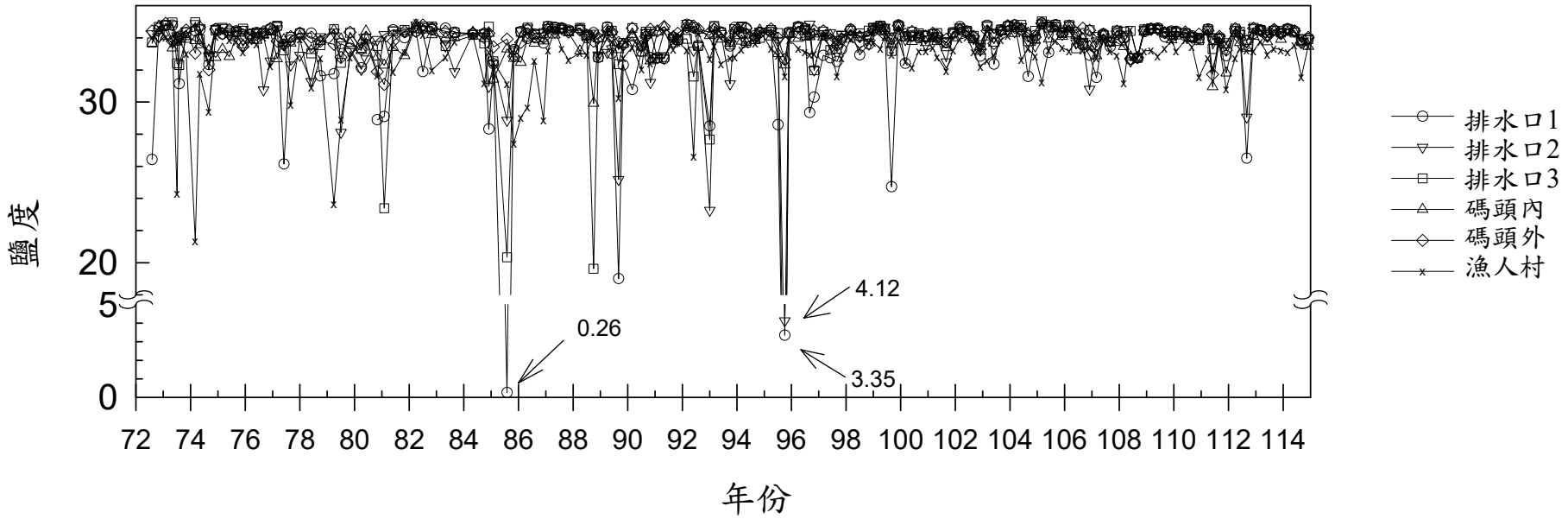
附圖 2-7 第三核能發電廠附近海域 7 站表水各月份的平均值 (民國75年至今) 與WOCE測站比較



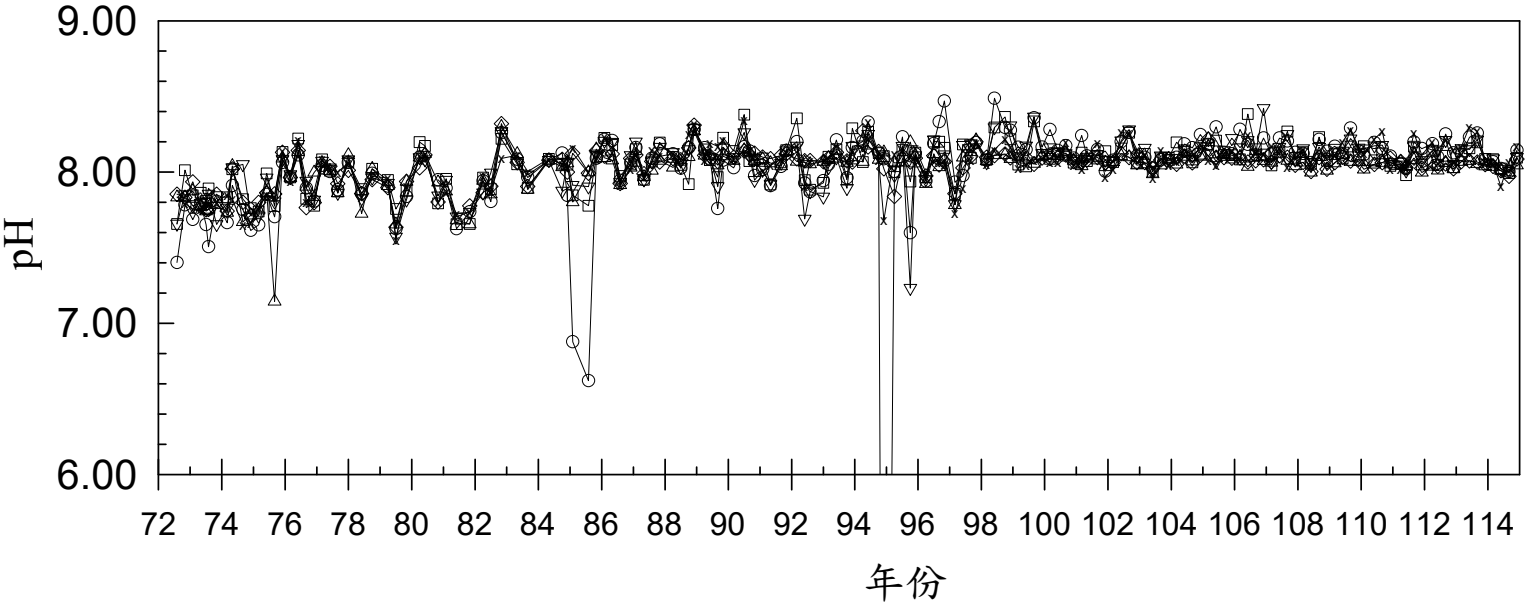
附圖2-8 低放貯存場附近海域民國72年7月~114年11月溫度之變化圖



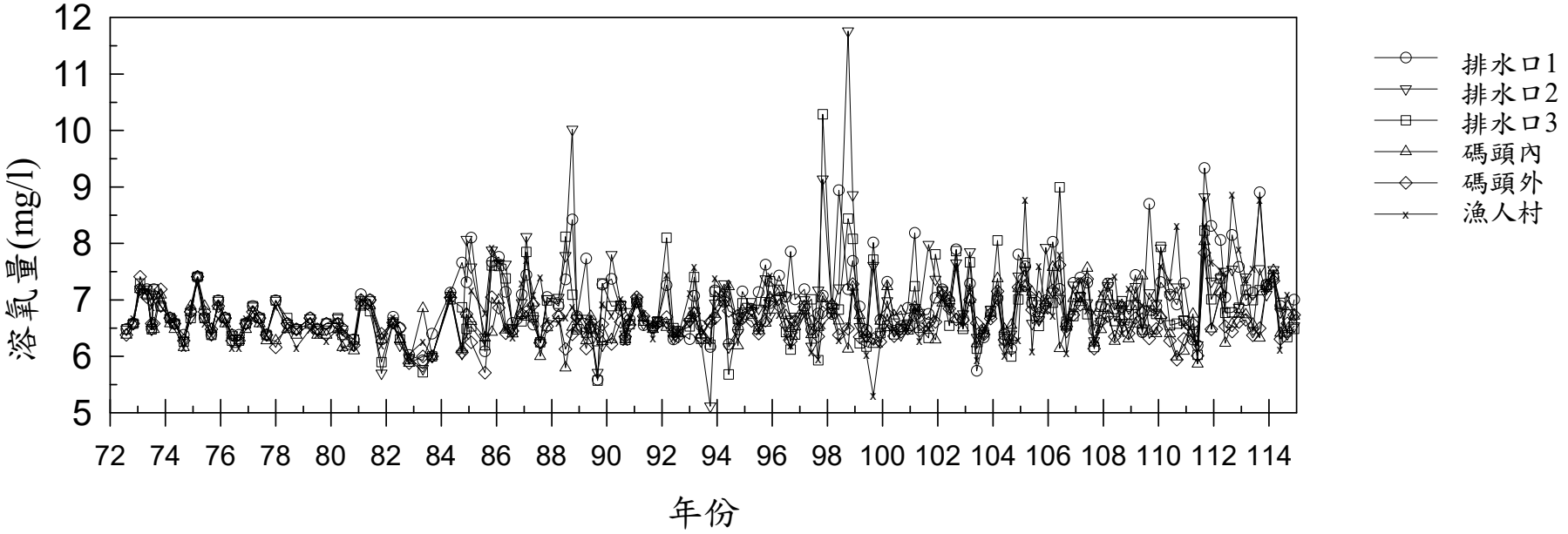
附圖2-9 低放貯存場附近海域民國72 年7月～ 114年11月各測站溫度平均值與sin曲線變化圖



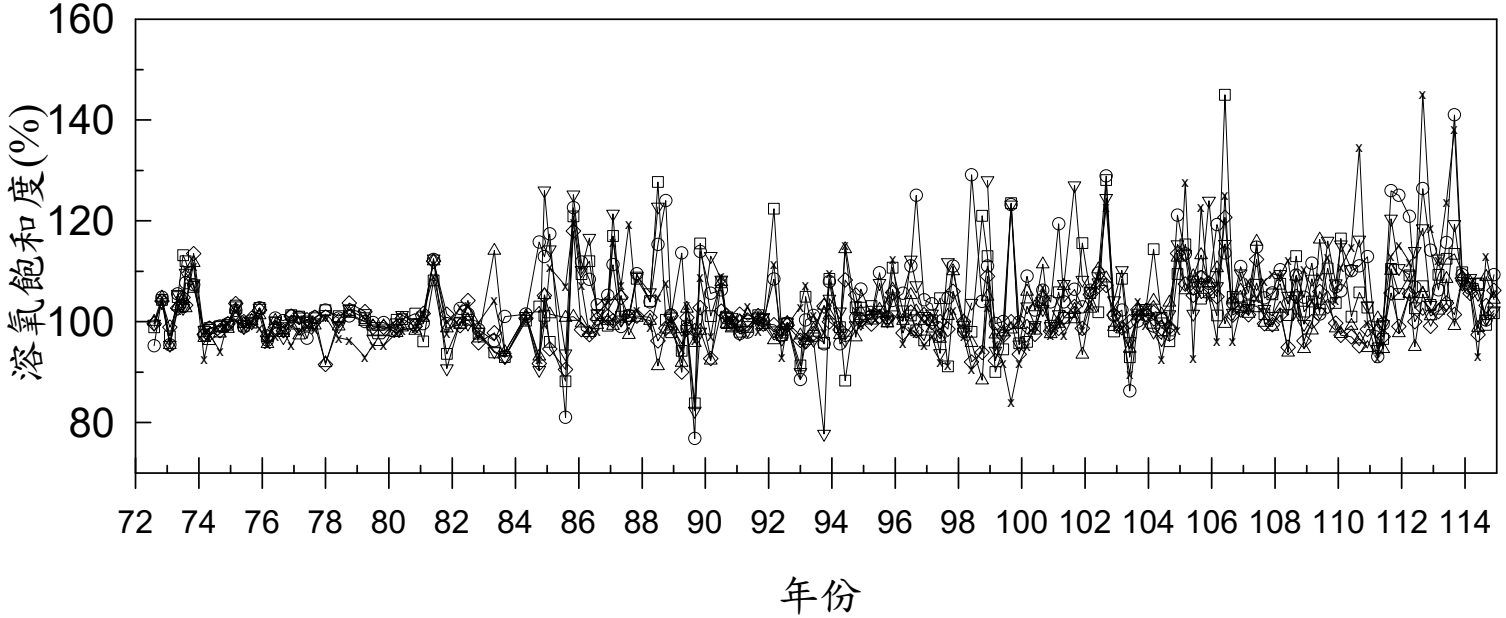
附圖2-10 低放貯存場附近海域民國72年7月~114年11月鹽度之變化圖



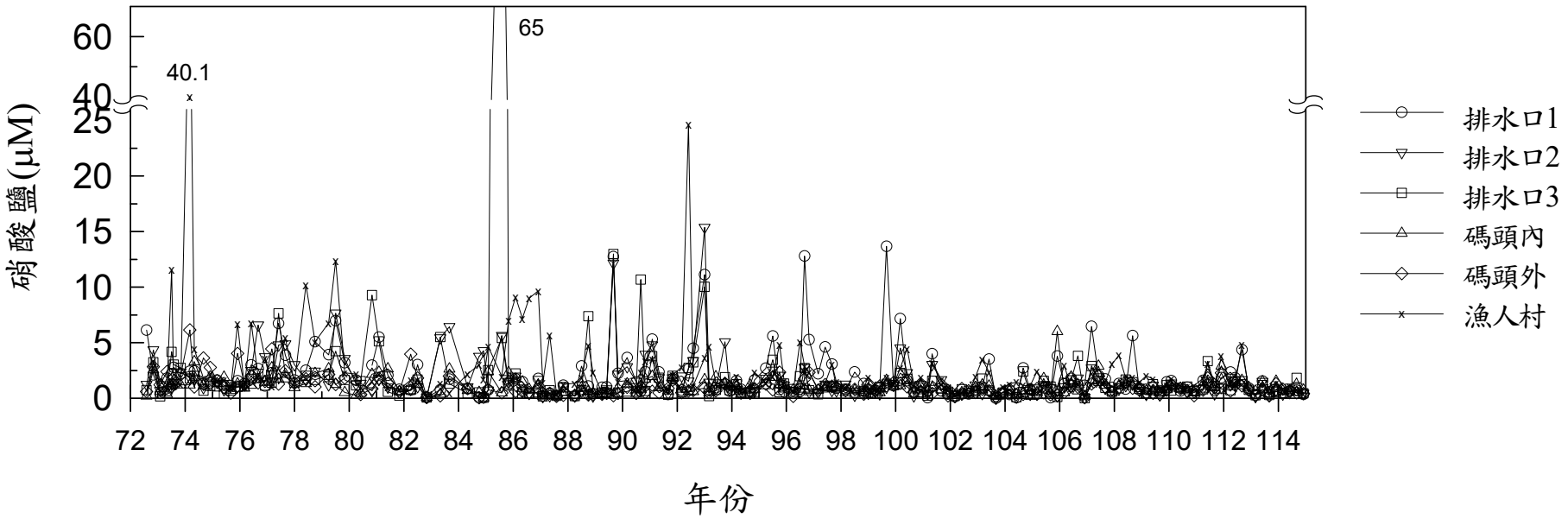
附圖2-11 低放貯存場附近海域民國72年7月~114年11月pH之變化圖



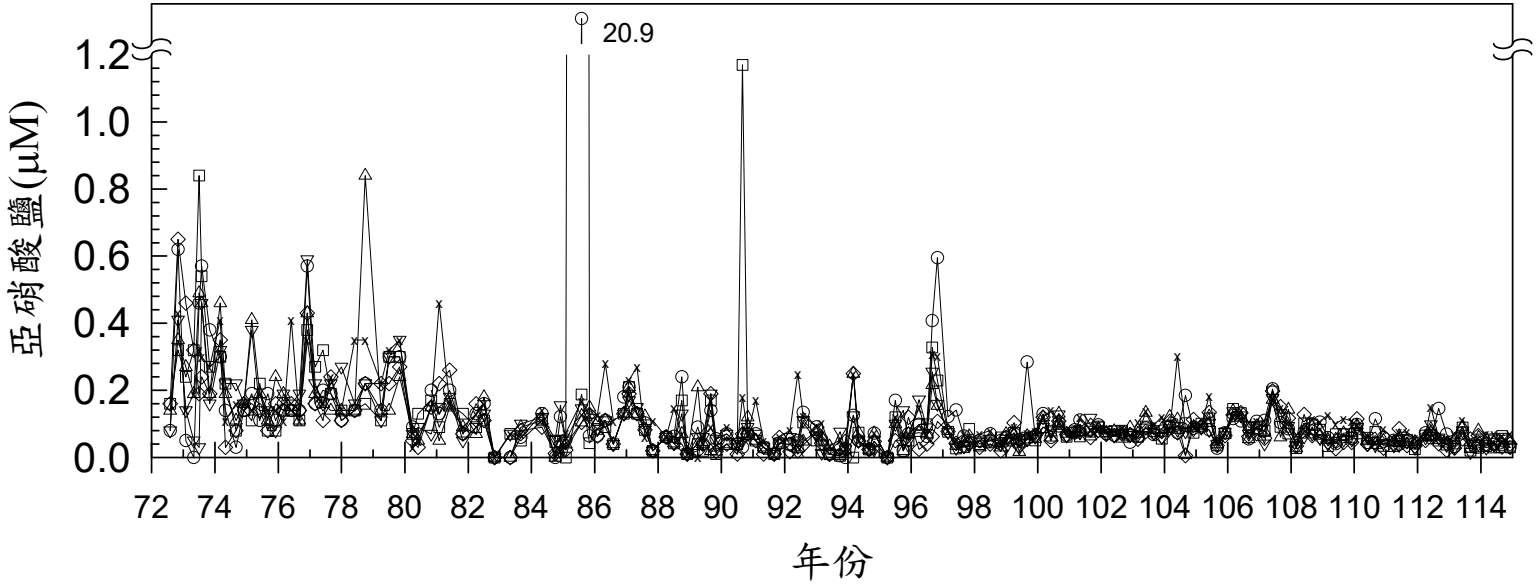
附圖2-12 低放貯存場附近海域民國72年7月~114年11月溶氧量之變化圖



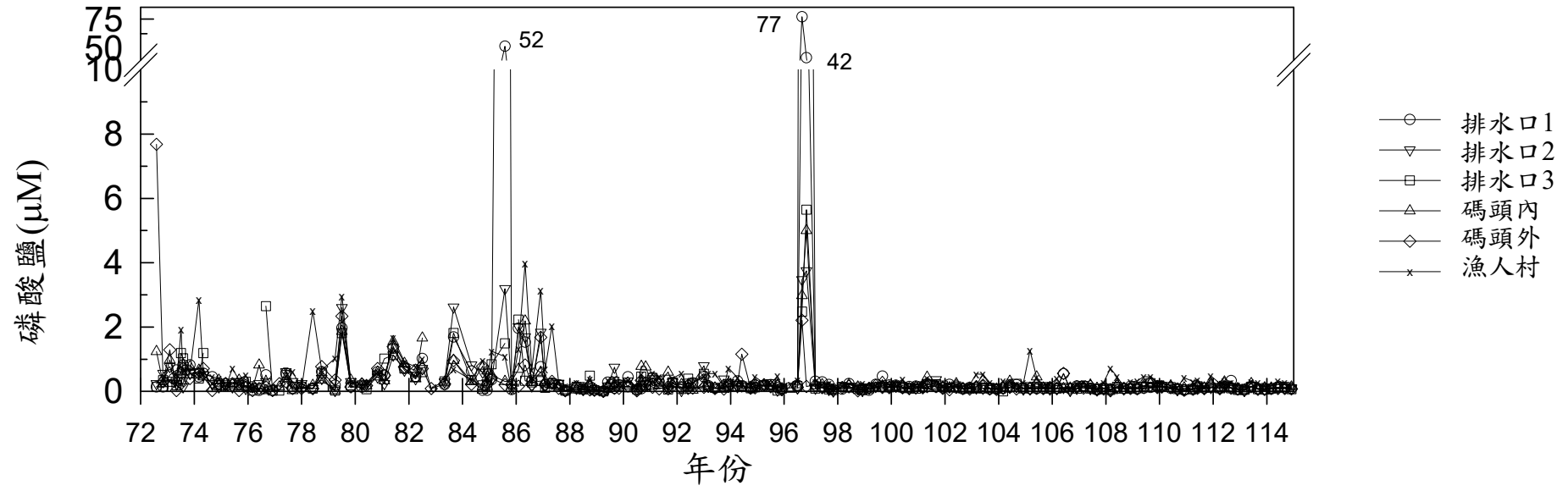
附圖2-13 低放貯存場附近海域民國72年7月~114年11月溶氧飽和度之變化圖



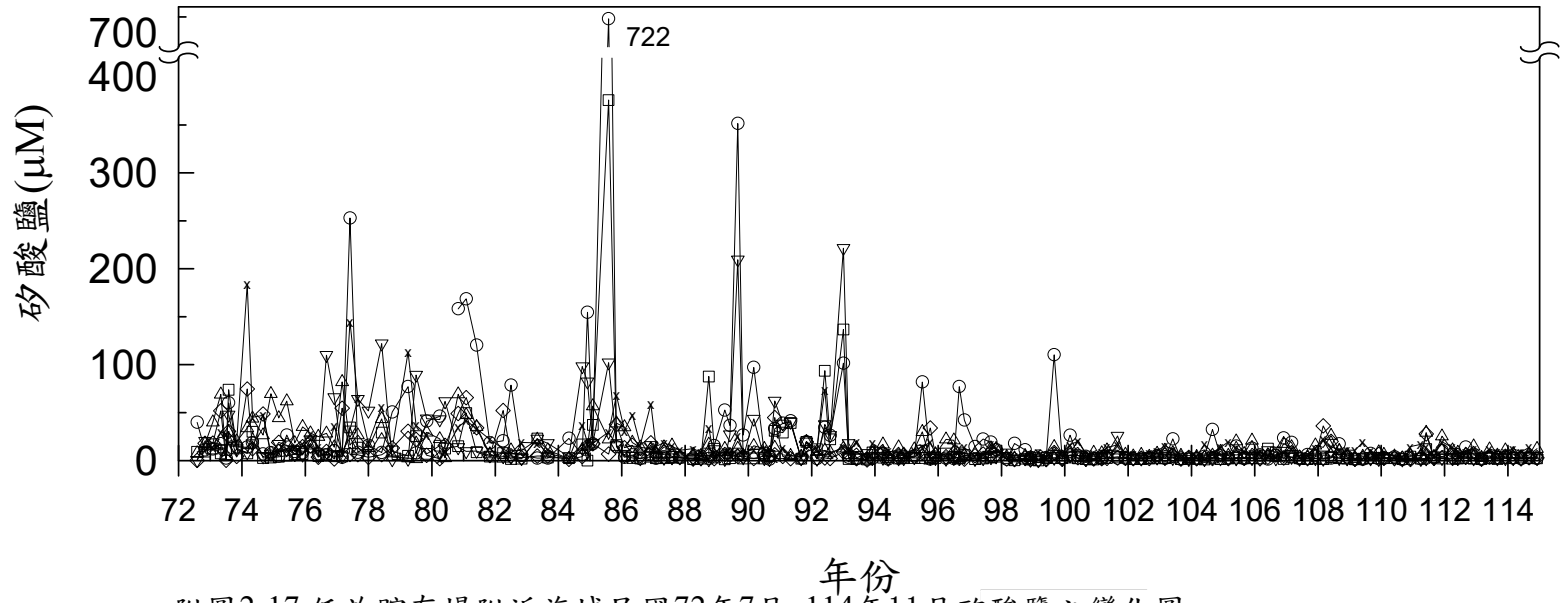
附圖2-14 低放貯存場附近海域民國72年7月~114年11月硝酸鹽之變化圖



附圖2-15 低放貯存場附近海域民國72年7月~114年11月亞硝酸鹽之變化圖



附圖2-16 低放貯存場附近海域民國72年7月~114年11月磷酸鹽之變化圖



附圖2-17 低放貯存場附近海域民國72年7月~114年11月矽酸鹽之變化圖

參、植物性及動物性浮游生物調查

一、計畫目的與緣起

浮游生物在水域環境中是扮演著初級生產者，以及初級或次級消費者的角色，它們是海洋生態系中能量傳遞環的起始者。太陽能經由植物性浮游生物 (浮游藻) 的光合作用，捕捉來自宇宙的能量，轉為自身的能量並生長，然後再被動物性浮游生物捕食，將能量傳遞至高一階的營養階層。所以植物性浮游生物的豐沛與否，會影響以它們為食之草食性動物性浮游生物之多寡和分佈；動物性浮游生物數量的變動亦會間接影響以它為食的高一階海洋生物的生長和活存。此外，動物性浮游生物本身不僅為許多魚蝦類的餌料，同時其組成中亦包含著魚蝦貝類的浮游幼生，因而由其數量的多寡亦可窺附近海域生物資源之榮枯。

本計畫仍延續過去在此海域設定之長期監測站，進行浮游生物之種類組成，豐度和密度的季節變化等海洋生態背景資料之收集及監測工作。此外，並配合同步採集之水質及水文資料，分析其與此海域浮游生物間的相關性。

二、文獻回顧

核電廠的運轉對浮游生物的影響，包括水溫的升高、強氧化劑 (氯) 的使用、法規許可下之放射性物質的排放及汲取的機械傷害等四方面。

溫度的升高對植物性浮游生物的影響，根據 Perissinotto 和 Wooldridge (1989)的研究報告指出在核電廠附近水域會因放流水排放造成植物性浮游生物的減少及葉綠素 a 的下降。Briand (1975) 的研究報告亦指出在出水口的植物性浮游性生物密度較入水口少 41.7%，且當環境的溫度上升愈多，植物性浮游生物的死亡率也愈高，同時入出水口的溫度差 (Δt) 愈大，植物性浮游生物的死亡率也愈高。此外，藻類的死亡也因藻種而異，一般而言，矽藻的死亡率會高於甲藻。然而，在環境溫度較低的季節裡，放流水有促使植物性浮游生物生長的功用。這些現象在 Reetz (1982, in 閻 1995) 對美國密蘇里河上的 Cooper 和 Fort Calhoun 二座電廠電廠所作的研究中，亦發現在夏季普遍存在出水口處之葉綠素 a 較入水口少 12~17%，而冬季則呈現增 7%的情形。

此外，他亦發現出水口的水溫高於 32°C 時，植物性浮游生物的光合作用便受到抑制，當然植物性浮游生物在高溫停留的時間愈長，光合作用的抑制率便愈高。除了浮游微藻密度的變化外，藻種組成亦會發生改變。廣東大亞灣核電廠附近海域在 1982~2005 年夏季的研究中，發現當水溫高於 35°C 或與對照測站的溫差達到 3.7°C 以上時，甲藻類便明顯增加，此外，優勢藻種亦由營運前的角刺藻屬 (矽藻類) 轉變為海線藻屬 (矽藻類) 和角藻屬 (甲藻類) (Li *et al.*, 2011)。

溫度對動物性浮游生物的影響，一般認為通過冷卻系統的動物性浮游生物會有很高的死亡率 (Huh, 1980; Evan *et al*., 1986)。這些動物性浮游生物的死亡率不僅在不同的研究、不同的電廠變化很大 (3~40%的死亡率)，即使是同一個核電廠在不同時間的研究亦有很大的變化，如韓國 Kori 電廠，研究者估計其動物性浮游生物的死亡率在 36~78%之間 (Huh, 1980)。

餘氯對植物性浮游生物的生長及光合作用速率皆會有影響，造成出水口處之光合作用速率較進水口下降 7% (Hamilton *et al.*, 1976)，過去研究中亦指出在美國加州沿岸的 San Onofre 核電廠的研究中，水中餘氯含量在 24 小時內由 0.10 mol/L 下降至 0.005 mol/L，便會造成 14%光合作用速率的下降 (Eppley *et al*., 1976)，而在美國明尼蘇達州 Allen S. King 電廠，餘氯達 320 μg/L，即會使光合作用速率下降 50% (Brook & Baker, 1972)。

水中餘氯同樣會使動物性浮游生物致死。Chardy (1989) 研究美國馬里蘭州的 Chesapeake 海灣中的橈腳類，發現餘氯為 0.5 mol/L 時，即造成橈腳類的大量死亡。

汲取機械力對植物性浮游生物的影響小，反而因汲取造成水中營養鹽的充份混和，而有助於植物性浮游生物對營養鹽的利用，促進其生長 (Reetz, 1982 in 閻 1995)。但是汲取機械力對動物性浮游生物而言，會造成極大的傷害。從 Carpenter 等人 (1974) 及 Evans 等人 (1986)，分別對美國長島 Millstone Point 及 Donald C. Cook 核電廠所做的研究，發現這些機械應力對動物性浮游生物會造成高達 70%以上的死亡率。

至於放射性物質對浮游生物的影響，到目前為止尚未有文獻記載。

綜合以上文獻的回顧得知，核電廠的運轉對浮游生物而言，無論是溫度的升高、餘氯的存在以及汲取的機械應力，大多具有負面的影響，然而在氣溫較低的季節裡，適當的放流水以及機械應力可能有助於浮游生物生長。

三、研究方法與進度說明

在第三核能發電廠附近海域的 8 個監測站，如圖 3-1 所示的 12、14、18、20、21、22、23、24 等測站，除測站 14 外，本計劃皆與水質和水文調查同步進行動物性浮游生物及植物性浮游生物的採集調查工作，將測站 18、20、21 做為對照測站 (距出水口分別約 3、6 和 8 公里)，與接近第三核能發電廠入出水口的測站 (測站 22、23、24) 做為監測測站進行分析比較，此外，測站 14 和 12 (距出水口分別約 1 和 2 公里) 則依海流調查計劃的結果，設定作為監測放流水擴散之對照測站。其詳細的採集方法如下：

3.1 植物性浮游生物

自民國 96 年度起，植物性浮游生物增加環境部 (民國 112 年 8 月改制，原為行政院環境保護署) 公告之分析方法。此方法是取 1 公升海水自然沉降後，再取樣鏡檢，會包括小於 55 μm 的微藻；而過濾濃縮法是取 20 公升海水以 55 μm 網目過濾濃縮採樣，取得較大的藻類，由於過濾水體較大量，可獲得較多樣的藻種，因此兩種方法的測定結果可能存在藻種組成的差異。為兼顧與歷史資料的比對及連貫性，同時採用新舊兩種方法進行分析，詳細步驟分述如下。

3.1.1 環境部公告之分析方法－沈澱法 (NIEA E505.50C)

在每一測站以塑膠廣口瓶採取表層 1 公升的海水，滴入 Lugol's solution 數滴固定後，攜回實驗室經 24 小時充分沈澱後，抽取底部 100 毫升的沈澱液，再進行二次沈澱，之後以倒立顯微鏡進行鑑種，計數各種藻類單位水體積中之細胞數 (密度，cells/l) 以及其數量百分比等分析工作。

3.1.2 原分析方法－過濾濃縮法

在每一測站以採水器採取表層 20 公升的海水，經 55 μm 的濾網過濾後，濃縮成 70-100 毫升，並以 Lugol's solution 數滴固定後，置於褐色塑膠瓶中，攜回實驗室進行鑑種，並計數各種藻類單位水體積中之細胞數 (密度，cells/l) 以及其數量百分比等分析工作。

3.2 動物性浮游生物

本研究中動物性浮游生物檢測方法自民國 94 年起，依照環境部於民國 93 年 2 月 19 日公告之海洋浮游動物檢測法 (NIEA E701.20C) 修正進行。以北太平洋標準網 (NORPAC，網口直徑 45 公分、網長 180 公分、網目 330 μm) 在每一個監測站分別進行水平及垂直拖網各二次，網口裝置流量計以估算流經網口之實際水量。採得之樣品，以 5%中性福馬林溶液固定保存攜回實驗室中，再以分樣器 (Plankton divider) 取得適當的子樣品，進行濕重 (Wet wt., g/1000 m^3)，乾重 (Dry wt., g/1000 m^3)，排水容積量 (Displacement vol., ml/1000 m^3) 及沉澱量 (Settling vol., ml/1000 m^3) 等生物量 (Biomass) 以及雜質含量 (Impurity) 之測定。此外，並將樣品置於立體解剖顯微鏡下分類計數，在民國 93 年以前計數項目分為 24 大類，然而自民國 94 年起則依環境部公告之方法增列為 34 大類，分別為 (1) 夜光蟲 (*Noctiluca*)，(2) 有孔蟲 (Foraminifera)，(3) 放射蟲 (Radiolaria)，(4) 水母 (Medusa)，(5) 管水母 (Siphonophore)，(6) 櫛水母 (Ctenophora)，(7) 枝角類 (Cladocera)，(8) 橈足類幼生 (Copepoda nauplius)，(9) 哲水蚤 (Calanoida)，(10) 劍水蚤 (Cyclopoida)，(11) 猛水蚤 (Harpacticoida)，(12) 端腳類 (Amphipoda)，(13) 大眼幼生 (Crab megalopa)，(14) 蟹幼生 (Crab larvae)，(15) 蝦幼生 (Shrimp larvae)，(16) 糠蝦類 (Mysidacea)，(17) 磷蝦類 (Euphausiacea)，(18) 櫻蝦類 (Sergestidae)，(19) 螢蝦類 (Luciferinae)，(20) 其他十足類 (Other Decapoda)，(21) 介形類 (Ostracoda)，(22) 翼足類 (Pteropoda)，(23) 異足類 (Heteropoda)，(24) 頭足類幼生 (Cephalopoda larvae)，(25) 二枚貝 (Bivalvia)，(26) 毛顎類 (Chaetognatha)，(27) 有尾類 (Appendicularia)，(28) 海樽類 (Thaliacae)，(29) 多毛類 (Polychaeta)，(30) 藤壺幼生 (Barnacle nauplius)，(31) 棘皮動物幼生 (Echinodermata larvae)，(32) 魚卵 (Fish eggs)，(33) 仔魚 (Fish larvae) 以及(34) 其他

類 (Others) 等。為求得更準確的種類組成，計數個體數也由民國 93 年以前的至少 1,000 個，自民國 94 年起增加為至少計數 2,000 個，分類計數後，估算各大類及全部總合的豐度 (Abundance, ind./ m^3)，以及各大類的出現百分率 (Occurence, %)。

3.3 數據統計分析

使用 Excel 軟體中的單因子變異數分析 One-way ANOVA，計算浮游生物豐/密度取對數過後在各季節是否有年間差異，並透過 Duncan's 多變距統計分析各季年間的差異情形。

種類組成使用多變數統計軟體 Primer V6.1 之 Bray-Cutis 相似性指標求出每次採樣測站間的相似矩陣，經集群分析 (Cluster analysis) 中的群平均法 (Group average) 將樣本間的相似性距離畫出樹狀圖，研判南灣海域浮游生物時空分群的情形，再經相似度分析 (Analysis of similarities, ANOSIM) 中的 Pairwise Tests 來判別各分群是否具顯著差異，統計量 (Global R) ＝0 表不能區別，R＝1 表區分出的群聚內非常相似，R＞0.75 代表群聚間有非常顯著的分離，R＞0.5 為群聚有重疊但可顯著區分，R＞0.25 為可區分出群聚。最後經相似度貢獻分析 (similarity percentages-species contribution, SIMPER) 求出主導分群的藻種或浮游動物大類。

四、目前研究成果

此次報告包括民國 114 年四次採樣的調查結果，日期分別為民國 114 年 2 月 15 日、5 月 5 日、8 月 8 日、11 月 5 日。表 3-1~8 為植物性浮游生物之種類組成，密度及數量百分比的分析結果，表 3-9~14 為動物性浮游生物之各大類豐度、出現百分率及生物量的調查分析結果。以北太平洋標準網拖網所得動物性浮游生物標本中的雜質含量在季節及測站間的變動範圍很大。民國 114 年第 1 次為 4.8~43.8%，第 2 次介於 2.5~14.6%，第 3 次介於 0.5~31.3%，第 4 次介於 2.7~17.4%。由於雜質含量的多寡會造成其他量測動物性浮游生物生物量的方法，如乾重、濕重、沉澱量及排水容積量等測定的誤差，因此為求準確性，在分析動物性浮游生物的變化趨勢上皆採用豐度來作比較 (表 3-9~14)。

4.0 歷年監測資料統計分析

4.0.1 研究方法

為了解放流水和距離入出水口遠近對浮游生物之影響，利用電廠運轉及停機大修時放流水減半的不同，來分析動物性浮游生物、植物性浮游生物、魚卵、仔魚、蟹幼生和蝦幼生總平均密度豐/密度是否有差異，並將各項浮游生物數值分三組將受放流水影響出水口最近的 24 測站，入水口的 22 測站，和其他測站為 12、14、18、20、21 和 23 等六個測站的歷年平均值做比較。種類組成方面，分析歷年出水口測站浮游生物群聚組成是否有季節或運轉有無的差異。

4.0.2 統計分析工具介紹

由於浮游生物豐/密度跳動極大，進行統計分析前，先將數據取對數，使其常態分布，在利用 Excel 中的 F-test 先檢驗停機大修期和運轉期測值之變異數是否有顯著差異 ($p<0.05$) 後，再經 T-test 雙尾檢定兩期總平均豐/密度是否相同。種類組成方面使用統計軟體 Primer V6.1 之 Bray-Cutis 相似性指標求出每次採樣間的相似矩陣後，利用非度量多維度分析 (Non-metric Multi-Dimensional Scaling, MDS) 將所有樣本的相似性投影在平面上，以各樣本距離遠近研判組成是否有不同，平面上任兩點間的距離與實際相似比例不成等比關係，且利用相似性分析 (Analysis of Similarities, ANOSIM) 檢驗停機大修期和運轉期的出水口測站組成是否具顯著差異。

4.0.3 分析結果

從浮游生物的豐/密度來看，過去第 1 次採樣 (1~3 月) 僅一次電廠停機大修，第 3 次 (7~9 月) 採樣在第三核能發電廠 1 號機組除役 (民國 113 年 7 月 27 日) 前，未遇到停機大修，數據過少無法進行統計分析，因此僅能以 t-test 分析第 2 次和第 4 次水平採樣，在入、出水口測站和南灣其餘六站間，所得之浮游生物、蝦蟹幼生和魚卵及仔魚，比較僅一座發電機運轉 (電廠停機大修或 1 號機組除役) 和兩座發電機均運轉時之總平均豐/密度，是否因放流水減半而有顯著差異。由於第三核能發電廠 2 號機組曾在民國 113 年 10 月 20 至 11 月 30 日

維修，恰逢第 4 次採樣，相當於兩座均停機，且正式於民國 114 年 5 月 17 日除役，所以民國 113 年第 4 次數據以及 114 年兩座機組均除役後的豐/密度數據尚未納入放流水減半的 T-test 雙尾檢定分析。

豐/密度結果顯示 (表 3-15) 第 2 次 (4~6 月) 採樣時僅出水口測站 (測站 24) 之蟹幼生的豐度有顯著呈現放流水減半時 (3.47±3.43 ind./m^3) 高於放流水未減半時 (0.94±1.04 ind./m^3)，第 4 次 (10~12 月) 採樣所有測站之濃縮法植物性浮游生物均顯著呈現放流水減半時測值較高的情形；入水口測站為 1,765±1,208>930±2,262 cells/l，出水口測站 1,949±1,847>501±433 cells/l，其他測站為 2,027±1,889>834±1,629 cells/l。其餘平均豐度在春秋季均未受到放流水減半的影響。由此得知放流水減半時，有可能使春季 (4~6 月) 出水口測站的蟹幼生豐度和秋季 (10~12 月) 南灣海域的大細胞 (≧55 μm) 植物性浮游生物的密度增加。

種類組成上，進一步以 nMDS 分析出水口測站 (測站 24) 的歷史資料，分別以沉澱法、過濾濃縮法之植物性浮游生物和動物性浮游生物等種類組成樣本進行在平面投影上的距離比較。可看到運轉中、停機大修 (放流水減半) 、停機除役 (無放流水) 的圖示皆混合在一起，再經 ANOSIM 檢驗亦呈現停機與否皆無顯著差異。但季別差異方面，沉澱法之植物性浮游生物以 ANOSIM 檢驗四季次的藻屬組成亦無顯著差異，濃縮法之植物性浮游生物 (Global R: 0.070) 和動物性浮游生物 (Global R: 0.068) 的組成則有顯著的季別差異 (p=0.001)。因此，得知出水口測站的動物性浮游生物的群聚組成和豐度皆無顯著放流水多寡時的差別，而有較明顯的季別差異 (圖 3-2)。

4.1 入出水口及其擴散測站的豐度差異與多樣性分析

4.1.1 植物性浮游生物-環境部公告之沈澱法

民國 114 年第 1 次調查所記錄到植物性浮游生物的種類共有 22 屬 31 種，總平均密度為 144 cells/l，入水口高於出水口測站 (280 比 100 cells/l)，且無離出水口愈遠密度遞減或增的現象 (表 3-1，圖 3-3)。入出水口測站 (22 和 24 測

站) 和擴散測站 (距岸依序為 24、14、12 測站) 的植物性浮游生物之優勢度指數 (Simpson's Dominance Index)、均勻度指數 (Evenness) 和歧異度指數 (Shannon-Weiner Index)，在 14 測站呈現最低的歧異度和均勻度，最高的優勢度，22 測站 (入水口) 有最高歧異度和最低優勢度，24 測站 (出水口) 有最高均勻度，三種指數均無呈向外遞減或增趨勢 (表 3-1)。

民國 114 年第 2 次調查所記錄到植物性浮游生物的種類共有 16 屬 19 種，總平均密度為 89 cells/l，入水口高於出水口測站 (60 比 40 cells/l)，無離出水口愈遠密度遞減或增的現象 (表 3-2，圖 3-3)。植物性浮游生物的優勢度指數 (Simpson's Dominance Index)、歧異度指數 (Shannon-Weiner Index) 和均勻度指數 (Evenness)，在 12 測站呈現最低的歧異度和均勻度，最高的優勢度，22 測站 (入水口) 有最高歧異度和最低優勢度，24 測站 (出水口) 有最高均勻度，三種指數僅均勻度有呈向外遞減趨勢 (表 3-2)。

民國 114 年第 3 次調查所記錄到植物性浮游生物的種類共有 22 屬 33 種，總平均密度為 11,155 cells/l，入水口低於出水口測站 (15,270 比 16,350 cells/l)，擴散測站無明顯增加或減少的趨勢 (表 3-3，圖 3-3)。植物性浮游生物的優勢度指數 (Simpson's Dominance Index)、歧異度指數 (Shannon-Weiner Index) 和均勻度指數 (Evenness) 於入出水口和擴散測站情形，在 14 測站呈現最低的歧異度和均勻度，最高的優勢度，在 24 測站 (出水口) 有高歧異度和最低優勢度，12 測站則有最高均勻度，三種指數均無呈向外遞減或增趨勢 (表 3-3)。

民國 114 年第 4 次調查所記錄到植物性浮游生物的種類共有 25 屬 36 種，總平均密度為 248 cells/l，入水口高於出水口測站 (300 比 220 cells/l)，無離出水口愈遠豐度遞增或遞減之現象 (表 3-4，圖 3-3)。植物性浮游生物的優勢度指數 (Simpson's Dominance Index)、歧異度指數 (Shannon-Weiner Index) 和均勻度指數 (Evenness) 於入出水口和擴散測站情形，在 22 測站 (入水口) 呈現最高的歧異度，最低的優勢度，12 測站則反之，最低的歧異度和最高的優勢度，14 測站的均勻度最高，均勻度最低出現在 24 測站 (出水口)，三種指數中僅歧異度有呈向外遞減趨勢 (表 3-4)。

4.1.2 植物性浮游生物-過濾濃縮法分析

民國 114 年第 1 次調查所記錄到植物性浮游生物的種類共有 26 屬 43 種，總平均密度為 100 cells/l，入水口低於出水口測站 (145 比 180 cells/l)，有離出水口愈遠密度遞減的現象 (表 3-5，圖 3-4)。植物性浮游生物的優勢度指數 (Simpson's Dominance Index)、歧異度指數 (Shannon-Weiner Index) 和均勻度指數 (Evenness) 於入出水口和擴散測站情形，在 12 測站呈現最低的歧異度和均勻度，最高的優勢度，在 14 測站有最高均勻度和最低的優勢度，24 測站 (出水口) 有最高的歧異度，三種指數中僅歧異度有呈向外遞減趨勢 (表 3-5)。

民國 114 年第 2 次調查所記錄到植物性浮游生物的種類共有 25 屬 40 種，總平均密度為 203 cells/l，入水口低於出水口測站 (190 比 295 cells/l)，擴散測站無向外增加或減少的趨勢 (表 3-6，圖 3-4)。植物性浮游生物的優勢度指數 (Simpson's Dominance Index)、歧異度指數 (Shannon-Weiner Index) 和均勻度指數 (Evenness) 於入出水口和擴散測站情形，在 22 測站 (入水口) 呈現最高的歧異度和均勻度，最低的優勢度， 12 測站則相反呈現最低的歧異度和均勻度，最高的優勢度，三種指數中歧異度和均勻度有呈向外遞減，而優勢度遞增趨勢 (表 3-6)。

民國 114 年第 3 次調查所記錄到植物性浮游生物的種類共有 27 屬 46 種，總平均密度為 25,607 cells/l，入水口高於出水口測站 (35,440 比 20,375 cells/l)，無離出水口愈遠密度遞增或遞減的現象 (表 3-7，圖 3-4)。植物性浮游生物的優勢度指數 (Simpson's Dominance Index)、歧異度指數 (Shannon-Weiner Index) 和均勻度指數 (Evenness) 於入出水口和擴散測站情形，所有測站均勻度相近，但在 24 測站 (出水口) 呈現最低的歧異度和最高的優勢度，14 測站的歧異度最高，12 測站的優勢度最低，三種指數中優勢度有呈向外遞減情形 (表 3-7)。

民國 114 年第 4 次調查所記錄到植物性浮游生物的種類共有 16 屬 33 種，總平均密度為 288 cells/l，入水口低於出水口測站 (235 比 315 cells/l)，無離出水口愈遠密度遞增或遞減的現象 (表 3-8，圖 3-4)。植物性浮游生物的優勢度指

數 (Simpson's Dominance Index)、歧異度指數 (Shannon-Weiner Index) 和均勻度指數 (Evenness) 於入出水口和擴散測站情形，所有測站均勻度相近，但在 12 測站有最低歧異度和最高優勢度外，14 測站有最高歧異度，22 測站 (入水口) 呈現最低的優勢度，三種指數均無呈向外遞減或增趨勢 (表 3-8)。

4.1.3 動物性浮游生物

民國 114 年第 1 次調查 (2 月) 測站間動物性浮游生物水平採樣豐度為入水口高於出水口測站 (617 比 382 個/m^3)，無離出水口愈遠豐度遞增或遞減的現象；垂直採樣豐度則為入水口豐度相近於出水口測站 (1,081 比 1,004 個/m^3)，呈現離出水口愈遠豐度遞減的情形 (圖 3-5) (表 3-9~10)。

民國 114 年第 2 次調查 (5 月) 測站間動物性浮游生物水平採樣豐度為入水口低於出水口測站 (407 比 903 個/m^3)，呈現離出水口愈遠豐度遞減的情形；垂直採樣同為入水口低於出水口測站 (617 比 1,406 個/m^3)，無離出水口愈遠豐度遞增或遞減的現象 (圖 3-5) (表 3-11~12)。

民國 114 年第 3 次調查 (8 月) 測站間動物性浮游生物水平採樣豐度為入水口高於出水口測站 (525 比 377 個/m^3)，無離出水口愈遠豐度遞增或遞減的現象；垂直採樣同為入水口豐度高於出水口測站 (811 比 656 個/m^3)，呈現離出水口愈遠豐度遞減的情形 (圖 3-5) (表 3-13~14)。

民國 114 年第 4 次調查 (11 月) 測站間動物性浮游生物水平採樣豐度為入水口低於出水口測站 (131 比 384 個/m^3)，有離出水口愈遠豐度遞減的情形；垂直採樣同為入水口豐度低於出水口測站 (226 比 390 個/m^3)，無離出水口愈遠豐度遞增或遞減的現象 (圖 3-5) (表 3-15~16)。

4.2 對照與監測測站結果比較與群聚相似度分析

本小節之統計分析，以季次為基準，每年取四季次各八站共 32 組之採樣數據，進行相似度計算及群聚分析。

4.2.1 植物性浮游生物-環境部公告之沈澱法

民國 114 年植物性浮游生物四次調查的平均密度，在第 1、2 和 4 次為對照測站高於監測測站，第 3 次則反之 (四季次依序為 107 比 163、110 比 70、9,437 比 14,530、260 比 253 個/m^3) (表 3-18)。進一步以 PRIMER 軟體進行群聚分析，且經由 ANOSIM 檢驗 (Global R= 0.760，p<0.001) 檢驗分群後，從樹狀圖 (圖 3-6) 可看出月份分群明顯，可分成 2 月群、5 月群、8 月群和 11 月群四群，其中 8 月群最先區分出來，該群的最優勢藻類為柔弱幾內亞藻 (*Guinardia delicatula*)，5 月群最優勢藻為漢氏束毛藻 (*Trichodesmium hildebrandtii*)，11 月最優勢同為漢氏束毛藻外，但各站均多了 5 月沒有的藻種-優美輻桿藻 (*Bacteriastrum delicatulum*)，2 月群最優勢為離心列圓篩藻 (*Coscinodiscus eccentricus*)。各月群的對照和監測測站藻種組成並無顯著差異。

4.2.2 植物性浮游生物-原過濾濃縮法分析

民國 114 年四次調查的平均密度第 1~3 次為對照測站低於監測測站，第 4 次為對照測站較高 (四季次依序為 73 比 132、118 比 235、21,473 比 29,225、268 比 248 個/m^3) (表 3-18)。進一步以 PRIMER 軟體進行群聚分析，且經由 ANOSIM 檢驗 (Global R= 0.848，p<0.001) 檢驗分群後，從樹狀圖 (圖 3-7) 可看出月份分群明顯，分成 2 月群、5 月群、8 月群和 11 月群四群，且均無對照和監測測站藻種組成的差異。同樣以 8 月群最先區分出來，最優勢藻種為擬彎角刺藻 (*Chaetoceros pseudocurvisetus*)，5 月群最優勢藻則為漢氏束毛藻 (*Trichodesmium hildebrandtii*)，2 月和 11 月最優勢藻種均為洛氏角刺藻 (*Chaetoceros lorenzianus*)，然而 11 月群的各站均有大量的優美輻桿藻 (*Bacteriastrum delicatulum*) 因而與 2 月群區分開來。

4.2.3 動物性浮游生物

民國 114 年四季次調查動物性浮游生物水平採樣的平均豐度第 1、3 和 4 季次皆為對照測站低於監測測站，第 2 季次則反之 (為 363 比 519、767 比 610、

292 比 455、255 比 269 個/m^3)，垂直採樣第 1、2 和 4 季次為對照測站的平均豐度較高，第 3 季次則為監測測站較高 (四季次依序為 1,585 比 1,058、1,563 比 1,041、519 比 706、368 比 313 個/m^3) (表 3-19)。進一步將民國 114 年四季次各八站共 32 組水平採樣的結果，以 PRIMER 軟體進行 34 大類動物性浮游生物的群聚分析，且經由 ANOSIM 檢驗 (Global R= 0.701，$p<0.001$) 檢驗分群後，從樹狀圖 (圖 3-8) 可明顯看出月份分群，與植物性浮游生物分群相似，分成 2 月群、5 月群、8 月群和 11 月群，對照和監測測站的組成皆無顯著差異，5 月群組成以哲水蚤最豐，11 月群組成則以夜光蟲最豐，2 月群和 8 月群除以哲水蚤最豐外，2 月群還有較多的尾蟲類，8 月群有較多的劍水蚤，因而將四季次區分開來。

綜合前面三節的描述，民國 114 年四季次採樣中，植物性和動物性浮游生物的總平均豐 (密) 度值多呈現對照測站低於監測測站。植物性浮游生物的分析中，過濾濃縮法較沉澱法因過濾較大量的海水，因此能採集到較多的藻種，有助於群聚分析的分群。而動物性浮游生物分為 34 大類組成，使群聚分析中的相似度較植物性浮游生物為高，但仍呈現明顯的月份 (季節) 的差異。因此，民國 114 年影響南灣海域植物性和動物性浮游生物組成分群的主因，仍以季節為主。

4.3 浮游生物的優勢大類

4.3.1 植物性浮游生物

民國 114 年採樣調查中，兩種分析方法 (沉澱法和過濾濃縮法) 各季的最優勢藻屬稍有不同，民國 114 年沉澱法四季依序為舟型藻 (*Navicula* spp.)、束毛藻 (*Trichodesmium* spp.)、幾內亞藻 (*Guinardia* spp.) 和束毛藻 (*Trichodesmium* spp.)，過濾濃縮法四季除第 2 季次為束毛藻 (*Trichodesmium* spp.)外，其餘三季均為角刺藻 (*Chaetoceros* spp.) (表 3-1~8，圖 3-3~4)。

4.3.2 動物性浮游生物

民國 114 年水平和垂直採樣的大類組成上，第 1 次調查以橈足類中的哲水蚤為最優勢大類 (佔 47.3%)，其他出現較多的大類包括有尾類 (佔 17.9%) 和夜

光蟲 (佔 11.8%) (表 3-9~10，圖 3-9)；第 2 次調查的最優勢大類同為哲水蚤 (佔 42.4%)，其次為夜光蟲 (佔 24.9%) (表 3-11~12，圖 3-10)；第 3 次調查的最優勢大類為有尾類 (佔 27.8%) 多在垂直採樣內，其他出現較多的大類包括哲水蚤 (佔 21.6%)、劍水蚤 (佔 20.0%) 和夜光蟲 (佔 14.2%) (表 3-13~14，圖 3-11)；第 4 次調查的最優勢大類為哲水蚤 (佔 25.7%)，其次依序為夜光蟲 (佔 24.9%)、有孔蟲 (佔 12.2%)，劍水蚤 (佔 10.6%) (表 3-15~16，圖 3-12)。其餘大類未達 10%。由四季次結果來看，第 1、2 和 4 次調查以均以橈足類中的哲水蚤為最優勢，此與其他海域調查常以哲水蚤和夜光蟲為優勢大類相似。

4.4 各測站蝦幼生豐度之比較

四季次入出水口測站的調查結果顯示潛在經濟價值的蝦幼生 (蝦幼生、磷蝦、櫻蝦及其他十足類豐度合併為蝦幼生) 之水平採樣豐度，第 1 和 4 次為入水口測站較高，第 2 和 3 次則為出水口較高 (入比出水口測站四季次依序為 2.6 比 3.0、13.9 比 7.8、8.3 比 1.8、2.8 比 14.4 個/m^3)；垂直採樣豐度則多為入水口豐度高於出水口測站，僅第 4 次為入水口較低 (12.5 比 7.8、21.7 比 20.6、18.0 比 1.3、6.7 比 13.2 個/m^3) (圖 3-13~16)。

四次對照和監測測站之水平採樣中，平均豐度均為對照高於監測的結果 (2.7 比 2.4、11.4 比 9.2、5.7 比 4.2、17.9 比 12.1 個/m^3)，垂直採樣亦均為對照高於監測的結果 (15.9 比 9.1、36.0 比 19.5、10.9 比 8.4、15.9 比 8.2 個/m^3) (表 3-20)。從季次來看，民國 114 年以 5 月 (春季) 採樣的豐度最高。

4.5 各測站蟹幼生豐度之比較

四季次調查結果顯示潛在經濟價值的蟹幼生 (大眼幼生與蟹幼生合併為蟹幼生) 之水平採樣多為入水口豐度相近或低於出水口測站，僅民國 114 年第 3 次為入水口較高 (0.3 比 0.3、2.1 比 3.4、3.4 比 2.7、1.5 比 1.8 個/m^3)；垂直採樣之入出水口測站豐度則互有高低 (1.76 比 0.9、6.2 比 8.2、9.9 比 4.7、1.9 比 4.2 個/m^3) (圖 3-13~16)。

四季次對照和監測測站水平採樣中，多為對照高於監測測站的豐度，僅民國 114 年第 4 次對照測站較低 (0.6 比 0.3、5.1 比 2.1、3.8 比 2.9、2.3 比 2.8 個/m^3)，垂直採樣亦多為對照測站較高，僅民國 114 年第 3 次較低 (5.1 比 1.6、10.1 比 7.2、5.6 比 6.0、3.8 比 2.7 個/m^3) (表 3-20)。從季次來看，民國 114 年以 5 月 (春季) 採樣的豐度最高。

4.6 各測站魚卵豐度之比較

另一類具有潛在經濟價值的魚卵，在四季次水平採樣豐度均以入水口低於出水口測站 (0.6 比 4.0、7.0 比 7.9、18.0 比 27.0、0.3 比 0.9 個/m^3)；垂直採樣豐度亦均以入水口豐度低於出水口測站 (0.7 比 8.8、7.5 比 8.2、9.8 比 23.8、0.4 比 0.8 個/m^3) (圖 3-13~16)。

四季次對照和監測測站水平採樣中，對照測站平均豐度大多低於監測測站，僅民國 114 年第 4 次對照測站稍高 (0.6 比 6.4、3.8 比 6.7、8.9 比 26.7、0.8 比 0.6 個/m^3)，垂直採樣與水平採樣結果相似，對照測站平均豐度大多低於監測測站，僅民國 114 年第 2 次對照測站較高 (1.5 比 3.4、14.9 比 7.6、7.7 比 19.0、3.9 比 6.1 個/m^3) (表 3-20)。從季次來看，民國 114 年為 8 月 (夏季)採樣的豐度較高。

4.7 各測站仔魚豐度之比較

四季次水平採樣豐度入出水口互有高低 (0.24 比 0.13、0.50 比 0.57、0.63 比 0.08、0.06 比 0.29 個/m^3)；垂直採樣豐度則多為入水口低於出水口，僅民國 114 年第 3 次入水口較高 (0.00 比 0.32、0.90 比 1.90、2.45 比 0.92、0.00 比 0.64 個/m^3) (圖 3-13~16)。

四季次對照和監測測站水平採樣中，其平均豐度互有高低 (0.27 比 0.16、0.36 比 0.48、0.15 比 0.30、0.43 比 0.29 個/m^3)，垂直採樣大多對照測站高於監測測站的平均豐度，僅民國 114 年的第 3 次均為對照測站較低 (2.05 比 0.39、1.74 比 1.62、0.78 比 1.30、0.44 比 0.34 個/m^3) (表 3-20)。從季次來看，民國 114 年以 5 月 (春季) 採樣的豐度最高。

綜合上述經濟性幼生，民國 114 年四次的調查中，蝦幼生、蟹幼生、魚卵和仔魚的各季次之水平和垂直採樣多為對照測站豐度較高。且四季次的採樣中，經濟性幼生常於第 2 次 (春季) 採樣有最高的總平均豐度 (表 3-20)。

4.8 歷年浮游生物豐/密度的變化

將民國 85 年至 114 年，本海域歷年來浮游動物 (ZP)、浮游植物 (PP)、蟹幼生 (C-lar)、蝦幼生 (S-lar)、魚卵 (F-egg)、和仔魚 (F-lar) 等 6 項主要浮游生物豐度值經對數轉換後，進行 One-way ANOVA 的檢定，用以比較各季之年間差異 (表 3-21)。結果顯示所有的豐度值在各季別中皆呈現顯著的年間差異 ($p<0.001$)。將這些浮游生物豐度值再經由 Duncan's 多變距分析後，結果如表 3-22~23，近六年冬季航次中，民國 111 年魚卵豐度偏低；春季航次中，民國 112 年有最低的蟹幼生豐度；夏季航次中，民國 109 年魚卵豐度偏低；秋季航次中，民國 113 年魚卵豐度偏低。

4.8.1 歷年 (民國 96 至 114 年) 植物性浮游生物 (沈澱法) 的密度變化

自民國 96 年的調查以來發現，以沉澱法分析之植物性浮游生物四季總平均密度值範圍在 213~5,515 cells/間，以第 3 次的密度最高，第 1 季最低 (表 3-24)。本期四季次採樣的測值僅民國 114 年的第 3 次 (11,155 cells/l) 高於歷年同次平均 (5,515 cells/l) (表 3-18、24)。就十九年的監測數據看來，過濾濃縮法與沈澱法所觀察的植物性浮游生物之高峰期皆在第 3 次 (7~9 月) 採樣 (表 3-40、圖 3-17)。

4.8.2 歷年植物性浮游生物 (濃縮法) 的密度變化

歷年第三核能發電廠附近海域植物性浮游生物的調查中發現，第 3 次為密度較高的季節 (平均密度值為 5,569 cells/l)，而第 1 季次為密度較低的季節 (362 cells/l)。與此歷年季節變動趨勢不同的年份及季節分別 (今年) 的第 2 次，及民國 110 和 112 年的第 4 次皆為該年度植物性浮游生物密度最高的季節。民國 90 年 1 月發生阿瑪斯號漏油事件 (鵝鑾鼻東方海面) 後，可能加上聖嬰年的反覆出現，造成植物性浮游生物密度的季節變化較不明顯，且有持續偏低的情形，在民國 91 年第 1 次 (1 月) 出現歷年最低值 25 cells/l。此情形持續至民國 101 年為止，僅分別在民國 93 及 96 年的第 4 季出現密度值高於或相近 2,000 cells/l 的高峰。自民國 102 年第 2 次開始，植物性浮游生物密度出現季節性劇烈震盪的情形，在民國 103 年第 3 次 (8 月) 密度高達 77,163 cells/l，為歷年之最高值。然近五年密度開始出現低於歷年總平均密度 (2,037 cells/l) 的結果，直到民國 114 年 (今年) 第 3 次 25,607 cells/l 有明顯高於歷年總平均密度 (圖 3-17)。

本期四次濃縮法分析與沉澱法密度結果相同，除在民國 114 年第 3 次高於歷年同次平均值 (5,569 cells/l) 外，其餘三次採樣測值均低於歷年同次平均值 (362、973、1,151 cells/l) (表 3-18、24)。

4.8.3 環境部公告之沈澱法與原過濾濃縮法分析結果的比較

十九年以來以沉澱法和過濾法同步分析植物性浮游生物的密度，在前五年均呈現原過濾濃縮法所計數到的密度值較高，但自民國 100 年第 4 次採樣開始即呈現沉澱法較高密度的情形，到了民國 101 和 102 年的上半年更呈現沉澱法所計數到的密度值明顯較高，但其間主要優勢種類並不完全相同，在民國 103~104 年則多為濃縮法較高，到了民國 105 年至今又回到均為濃縮法密度較高的情形。有鑑於兩種方法所得的密度值及種類數仍存有差異，為保持歷年數據比對的一致性，往後仍以原過濾濃縮法所得結果進行各項歷年的比較及統計，並同步與沈澱法的分析結果做交叉比對。

4.8.4 歷年動物性浮游生物的豐度變化

歷年第三核能發電廠附近海域的動物性浮游生物之四季次總平均豐度值變動範圍在 604~1,054 個/m^3 間，以第 2 次 (春季) 的豐度值最高，第 4 次 (秋季) 最低 (表 3-24)。每年最高和最低豐度值的出現季別並不一致。在民國 86、87、90、97、100、104、105、107、109~112 及 114 年的第 4 季，民國 88、89、96、 99 及 113 年的第 3 次，民國 91、93、98 年、101 至 103 年及 106 年的第 1 次，民國 92、94、95 及 108 年的第 2 次皆為該年的低峰期。歷年來，動物性浮游生物的豐度有約三年一次的高峰週期 (民國 86、89、92、95 及 98 年)，豐度值高於 1,000 個/m^3 的季別依年別而異，在民國 86、92 和 97 年為第 1 次，民國 87 和 89 年在第 2 次，民國 95 和 98 年則是出現在第 3 次，但自民國 98~107 年年出現高峰，且常在第 2 或 3 次出現高豐度值 (均高於 1,000 個/m^3)，近五年來 (民國 110~114 年) 浮游動物海域平均豐度的震幅變小，且大多低於歷年總平均值 849 個/m^3 (圖 3-18)。本期民國 114 年四季次的採樣均低於歷年同次平均值 (869、1,054、876、604 個/m^3) (表 3-19、表 3-24、圖 3-18)。

4.8.5 歷年蝦幼生的豐度變化

歷年第三核能發電廠附近海域經濟性蝦幼生的豐度之四季總平均豐度值變動範圍在 11.9~17.2 個/m^3 間，以第 2 和 3 次的豐度值較高，第 4 次最低 (表 3-24)。在民國 91 年以前有每兩年出現在一次高豐度的週期變化，之後此高峰週期並未持續，轉為季節變化較不明顯的情形，至民國 97 年後才每年接連出現明顯的第 2 和 3 次高峰並呈現明顯的季節變化；近年的季節性震盪有趨緩的情形 (圖 3-19)。本期四季次採樣在民國 114 年第 4 次高於歷年同次平均值外，其餘三次均低於歷年同次平均值 (16.0、17.2、16.7 和 11.9 個/m^3) (表 3-20、表 3-24、圖 3-19)。

4.8.6 歷年蟹幼生的豐度變化

歷年第三核能發電廠附近海域經濟性蟹幼生的豐度之四季總平均豐度值變動範圍在 2.5~10.7 個/m^3 間，以第 3 次的豐度值最高，第 1 和 4 季較低 (表 3-24)。在民國 97 年以前有每六年出現在第 3 次採樣會有高豐度的週期變化，其後此高峰頻率年年出現，但於民國 105 和 108 年季節變化較不明顯 (圖 3-20)。本期四季次採樣僅在民國 114 年第 2 次稍高於歷年同次平均值，其餘三次均低於歷年同次平均值 (2.5、7.2、10.7 和 2.9 個/m^3) (表 3-20、表 3-24、圖 3-20)。

4.8.7 歷年魚卵的豐度變化

由歷年第三核能發電廠附近海域魚卵的豐度之四季總平均豐度值變動範圍在 5.9~21.5 個/m^3 間，以第 3 次最高，而第 4 次最低 (表 3-24)。歷年來除民國 86 年第 1 次採樣有大量卵頭鸚哥魚魚卵的豐度高值外，每年均呈現第 2 或 3 次高，第 1 或 4 次低的季節變動。多年來的季節變動仍維持在相同的範圍內，但民國 107-108 年的高峰期均未明顯超過歷年的總平均值 13.3 個/m^3，此結果在民國 109 年後有回復之情形 (圖 3-21)。本期四季次採樣平均豐度均低於歷年同季次平均 (8.7、16.8、21.5 和 5.9 個/m^3) (表 3-20、表 3-24、圖 3-21)。

4.8.8 歷年仔魚的豐度變化

由歷年第三核能發電廠附近海域仔魚的豐度之四季總平均豐度值變動範圍在 0.6~1.6 個/m^3 間，以第 2~3 次 (春夏季) 較高，而第 4 次 (秋季) 最低 (表 3-24)。在民國 88~91 年期間，仔魚高峰期並不明顯，但自民國 97 年後有明顯的季節震盪，多年來仔魚豐度的季節變動仍維持在相同的範圍內，且幾乎每年的高峰期都高於歷年總平均值 (1.20±1.09 個/m^3) (圖 3-22)。本期民國 114 年四季次採樣平均豐度均低於歷年同季次平均 (1.2、1.6、1.4、0.6 個/m^3) (表 3-20、表 3-24、圖 3-22)。

4.9 同季節浮游生物之年間變化

歷年第 1 次 (1-3 月) 動物性浮游生物和蝦幼生豐度顯著最高值於民國 100 年出現，植物性浮游生物為民國 88 年，魚卵在民國 86 年 (出現大量的卵頭鸚哥魚魚卵) ，仔魚為民國 108 年，蟹幼生為民國 102 年。採樣出現顯著低值的年份在動物性浮游生物為民國 90 年，植物性浮游生物為民國 91 年，魚卵為民國 111 年，仔魚及蟹幼生為民國 89 年，蝦幼生為民國 104 年 (表 3-22)。

歷年第 2 次 (4-6 月) 的年間差異，動物性浮游生物顯著高值出現在民國 107 年，植物性浮游生物及魚卵為民國 106 年，仔魚及蝦幼生為民國 101 年，蟹幼生為民國 97 年。至於各大類第 2 次採樣的顯著低值多發生在民國 90 及 92 年，動物性及植物性浮游生物為民國 90 年，魚卵是民國 99 年，仔魚及蝦幼生是民國 92 年，蟹幼生是民國 112 年 (表 3-22)。

歷年第 3 次 (7-9 月) 動物性浮游生物和蝦幼生的顯著高值出現在民國 98 年，植物性浮游生物和仔魚為民國 103 年，魚卵為民國 99 年，蟹幼生為民國 85 年。而第 3 次的顯著低值多出現在民國 88 年，包括動物性浮游生物、蟹幼生和蝦幼生。植物性浮游生物的密度顯著低值則在民國 108 年，魚卵為民國 109 年，仔魚為民國 95 年 (表 3-23)。

歷年第 4 次 (10-12 月) 動物性浮游生物和蝦幼生的顯著高值出現在民國 102 年，植物性浮游生物為民國 104 年，魚卵為民國 85 年，仔魚為民國 97 年，蟹幼生為民國 95 年。至於第 4 次有明顯偏低的情形，動物性浮游生物及蝦幼生發生在民國 90 年，植物性浮游生物在民國 100 年，魚卵在民國 113 年，仔魚及蟹幼生在民國 88 年 (表 3-23)。

總而言之，本海域的動物性及植物性浮游生物的豐度變化，除了有自然四季更迭的律動外，更有大尺度的年間變動。

五、結論

民國 114 年四季次採樣的結果，顯示南灣海域植物性浮游生物密度和動物性浮游生物豐度多以監測站較對照站為高。在種類組成上，本海域植物性和動物性浮游生物組成皆有明顯的季節分群。與過去歷年同次平均值相比，沉澱法和濃縮法分析之密度趨勢相似。民國 114 年沉澱法及濃縮法分析之植物性浮游生物和動物性浮游生物，只有民國 114 年第 3 次 (夏季) 沉澱法和濃縮法之植物性浮游生物密度高於歷年同次平均值，其餘季次均相近或低於歷年同次平均值。放流水減半時動物性浮游生物豐度皆無顯著與運轉時有差異，僅在第 4 次 (秋季) 所有測站之濃縮法植物性浮游生物總平均密度，於放流水減半時有顯著較高的情形。此外，放流水減半時，浮游植物和浮游動物的種類組成亦皆無顯著與運轉時有差異。

六、附表及附圖

表3-1 民國114年2月15日第三核能發電廠附近海域之植物性浮游生物之密度(cells/l)及種類組成-環境部公告之沈澱法

Station	18S	20S	21S				22S	23S	24S				14S	12S			
Species				Mean	S.D.	%				Mean	S.D.	%			Mean	S.D.	%
矽藻類																	
Bacteriastrum comosum 平凡輻桿藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0	0.0	0.0	0.00	10	10	10.0	0.0	5.88
Bacteriastrum delicatulum 優美輻桿藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	10	3.3	5.8	2.04	0	0	0.0	0.0	0.00
Chaetoceros lauderi Ralfs 羅氏角刺藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	10	5.0	7.1	2.94
Chaetoceros lorenzianus 洛氏角刺藻	0	10	0	3.3	5.8	3.13	0	20	0	6.7	11.5	4.08	0	0	0.0	0.0	0.00
Chaetoceros pseudocurvisetus 擬彎角刺藻	0	10	10	6.7	5.8	6.25	0	0	0	0.0	0.0	0.00	10	0	5.0	7.1	2.94
Coscinodiscus eccentricus 離心列圓篩藻	0	0	30	10.0	17.3	9.38	40	40	20	33.3	11.5	20.41	30	0	15.0	21.2	8.82
Cylindrotheca closterium 新月筒柱藻	30	10	10	16.7	11.5	15.63	10	0	10	6.7	5.8	4.08	0	10	5.0	7.1	2.94
Eucampia zodiacus 浮動彎角藻	0	10	0	3.3	5.8	3.13	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0.0	0.0	0.00
Guinardia delicatula 柔弱幾內亞藻	10	10	10	10.0	0.0	9.38	0	10	10	6.7	5.8	4.08	10	20	15.0	7.1	8.82
Guinardia striata 斯托幾內亞藻	10	10	0	6.7	5.8	6.25	10	0	30	13.3	15.3	8.16	0	0	0.0	0.0	0.00
Hemiaulus hauckii 霍克半管藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0	0.0	0.0	0.00	10	0	5.0	7.1	2.94
Lauderia annulata 北方勞德藻	0	0	20	6.7	11.5	6.25	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0.0	0.0	0.00
Leptocylindrus danicus 丹麥細柱藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	20	10	0	10.0	10.0	6.12	10	10	10.0	0.0	5.88
Leptocylindrus minimus 微小細柱藻	0	0	40	13.3	23.1	12.50	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0.0	0.0	0.00
Licmophora abbreviata 短紋楔形藻	10	0	0	3.3	5.8	3.13	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0.0	0.0	0.00
Melosira nummuloides 擬銀幣直鏈藻	0	0	10	3.3	5.8	3.13	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0.0	0.0	0.00
Merismopedia punctata 點形裂面藻	0	0	10	3.3	5.8	3.13	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0.0	0.0	0.00
Navicula cryptocephala 隱頭舟形藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	50	30	0	26.7	25.2	16.33	100	0	50.0	70.7	29.41
Nitzschia lanceolata 披針菱形藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	10	0	0	3.3	5.8	2.04	0	0	0.0	0.0	0.00
Nitzschia longissima 長菱形藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	50	0	0	16.7	28.9	10.20	0	0	0.0	0.0	0.00
Nitzschia palea 谷皮菱形藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	10	0	0	3.3	5.8	2.04	0	10	5.0	7.1	2.94
Proboscia alata 翼鼻狀藻=異根管藻	0	10	0	3.3	5.8	3.13	60	0	0	20.0	34.6	12.24	0	0	0.0	0.0	0.00
Rhizosolenia setigera 剛毛根管藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	10	3.3	5.8	2.04	0	0	0.0	0.0	0.00
Rhizosolenia styliformis 筆尖形根管藻	0	10	10	6.7	5.8	6.25	10	0	0	3.3	5.8	2.04	0	40	20.0	28.3	11.76
Thalassionema nitzschioides 菱形海線藻	10	0	0	3.3	5.8	3.13	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0.0	0.0	0.00
渦鞭毛藻類																	
Archaeperidinium minutum 微小多甲藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0	0.0	0.0	0.00	10	0	5.0	7.1	2.94
Peridinium steinii 斯氏多甲藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	10	0	0	3.3	5.8	2.04	10	0	5.0	7.1	2.94
Protoperidinium bipes 雙足多甲藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0	0.0	0.0	0.00	10	10	10.0	0.0	5.88
Tripos furca 長叉狀角藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	10	3.3	5.8	2.04	0	0	0.0	0.0	0.00
Tripos pennatus 厚壁梭角藻	0	10	0	3.3	5.8	3.13	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	10	5.0	7.1	2.94
藍綠藻類																	
Trichodesmium hildebrandtii 漢氏束毛藻	0	0	10	3.3	5.8	3.13	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0.0	0.0	0.00
總 合	70	90	160	106.7	47.3	100	280	110	100	163.3	101.2	100	210	130	170.0	56.6	100
Species NO. 種類數	5	9	10	17			11	5	7	16			10	9	15		
Simpson's Dominance Index優勢種指數	0.2653	0.1111	0.1406	0.0820			0.1429	0.2562	0.1800	0.1120			0.2653	0.1598	0.1332		
Shannon-Weiner Index歧異度指數	1.4751	2.1972	2.1334	2.6617			2.1259	1.4681	1.8344	2.4335			1.7911	2.0318	2.3698		
Evenness 均勻度指數	0.9165	1.0000	0.9265	0.9395			0.8866	0.9122	0.9427	0.8777			0.7779	0.9247	0.8751		

表3-2 民國114年5月5日第三核能發電廠附近海域之植物性浮游生物之密度(cells/1)及種類組成-環境部公告之沈澱法

Station	18S	20S	21S				22S	23S	24S				14S	12S			
Species				Mean	S.D.	%				Mean	S.D.	%			Mean	S.D.	%
矽藻類																	
Bacteriastrum comosum 平凡輻桿藻	0	0	20	6.7	11.5	6.06	0	0	10	3.3	5.8	4.76	0	10	5.0	7.1	5.88
Chaetoceros pseudocurvisetus 擬彎角刺藻	0	0	10	3.3	5.8	3.03	0	0	10	3.3	5.8	4.76	0	0	0.0	0.0	0.00
Coscinodiscus eccentricus 離心列圓篩藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	10	40	0	16.7	20.8	23.81	0	0	0.0	0.0	0.00
Cylindrotheca closterium 新月筒柱藻	0	10	0	3.3	5.8	3.03	10	0	0	3.3	5.8	4.76	0	0	0.0	0.0	0.00
Dactyliosolen fragilissimus 脆指管藻	0	0	10	3.3	5.8	3.03	10	10	0	6.7	5.8	9.52	20	0	10.0	14.1	11.76
Guinardia delicatula 柔弱幾內亞藻	0	10	0	3.3	5.8	3.03	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0.0	0.0	0.00
Leptocylindrus danicus 丹麥細柱藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	20	0	0	6.7	11.5	9.52	0	0	0.0	0.0	0.00
Navicula cryptocephala 隱頭舟形藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	30	0	10.0	17.3	14.29	0	0	0.0	0.0	0.00
Nitzschia palea 谷皮菱形藻	0	0	40	13.3	23.1	12.12	10	0	10	6.7	5.8	9.52	0	0	0.0	0.0	0.00
Rhizosolenia imbricata 覆瓦根管藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	10	5.0	7.1	5.88
Rhizosolenia styliformis 筆尖形根管藻	0	10	0	3.3	5.8	3.03	0	10	0	3.3	5.8	4.76	0	0	0.0	0.0	0.00
Skeletonema costatum 中肋骨條藻	0	10	10	6.7	5.8	6.06	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0.0	0.0	0.00
渦鞭毛藻類																	
Ceratium extensum 長梭角藻	0	10	0	3.3	5.8	3.03	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0.0	0.0	0.00
Peridinium steinii 斯氏多甲藻	20	0	30	16.7	15.3	15.15	0	10	0	3.3	5.8	4.76	20	0	10.0	14.1	11.76
Protoperidinium bipes 雙足多甲藻	0	0	20	6.7	11.5	6.06	0	0	10	3.3	5.8	4.76	0	10	5.0	7.1	5.88
Protoperidinium conicum 圓錐多角藻	10	0	10	6.7	5.8	6.06	0	0	0	0.0	0.0	0.00	10	0	5.0	7.1	5.88
Tripos pennatus 厚壁梭角藻	0	10	0	3.3	5.8	3.03	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0.0	0.0	0.00
藍綠藻類																	
Trichodesmium erythraeum 紅海束毛藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0	0.0	0.0	0.00	10	0	5.0	7.1	5.88
Trichodesmium hildebrandtii 漢氏束毛藻	20	60	10	30.0	26.5	27.27	0	10	0	3.3	5.8	4.76	30	50	40.0	14.1	47.06
總 合	50	120	160	110.0	55.7	100	60	110	40	70.0	36.1	100	90	80	85.0	7.1	100
Species NO. 種類數	3	7	9	14			5	6	4	12			5	4	8		
Simpson's Dominance Index 優勢種指數	0.3600	0.2917	0.1484	0.1331			0.2222	0.2397	0.2500	0.1202			0.2346	0.4375	0.2664		
Shannon-Weiner Index 歧異度指數	1.0549	1.5890	2.0467	2.3173			1.5607	1.5942	1.3863	2.3063			1.5230	1.0735	1.6916		
Evenness 均勻度指數	0.9602	0.8166	0.9315	0.8781			0.9697	0.8897	1.0000	0.9281			0.9463	0.7744	0.8135		

表3-3 民國114年8月8日第三核能發電廠附近海域之植物性浮游生物之密度(cells/1)及種類組成-環境部公告之沈澱法

Station	18S	20S	21S				22S	23S	24S				14S	12S			
Species				Mean	S.D.	%				Mean	S.D.	%			Mean	S.D.	%
矽藻類																	
Bacteriastrum delicatulum 優美輻桿藻	30	40	0	23.3	20.8	0.25	90	210	90	130.0	69.3	0.89	100	60	80.0	28.3	0.92
Bellerochea malleus 錘狀中鼓藻	90	0	20	36.7	47.3	0.39	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0.0	0.0	0.00
Chaetoceros coarctatus 密聚角刺藻	0	20	0	6.7	11.5	0.07	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0.0	0.0	0.00
Chaetoceros compressus 扁面角刺藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	30	10.0	17.3	0.07	0	0	0.0	0.0	0.00
Chaetoceros decipiens 並基角刺藻	90	140	20	83.3	60.3	0.88	90	180	30	100.0	75.5	0.69	180	120	150.0	42.4	1.73
Chaetoceros lorenzianus 洛氏角刺藻	30	60	60	50.0	17.3	0.53	240	390	120	250.0	135.3	1.72	20	120	70.0	70.7	0.81
Chaetoceros pseudocurvisetus 擬彎角刺藻	660	440	80	393.3	292.8	4.17	1440	390	510	780.0	574.7	5.37	380	620	500.0	169.7	5.77
Chaetoceros tortissimus 扭曲角刺藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	60	0	20.0	34.6	0.14	0	0	0.0	0.0	0.00
Coscinodiscus eccentricus 離心列圓篩藻	0	0	20	6.7	11.5	0.07	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0.0	0.0	0.00
Coscinodiscus radiatus 輻射圓篩藻	90	80	120	96.7	20.8	1.02	30	210	180	140.0	96.4	0.96	20	260	140.0	169.7	1.61
Cylindrotheca closterium 新月筒柱藻	150	320	100	190.0	115.3	2.01	150	330	600	360.0	226.5	2.48	140	300	220.0	113.1	2.54
Ditylum brightwellii 布氏雙尾藻	180	140	20	113.3	83.3	1.20	240	120	120	160.0	69.3	1.10	0	140	70.0	99.0	0.81
Eucampia zodiacus 浮動彎角藻	660	420	200	426.7	230.1	4.52	540	450	960	650.0	272.2	4.47	460	260	360.0	141.4	4.15
Guinardia delicatula 柔弱幾內亞藻	4860	5140	2360	4,120.0	1,530.6	43.66	5670	4110	5040	4,940.0	784.8	34.00	3840	3860	3,850.0	14.1	44.41
Guinardia striata 斯托根管藻	480	420	200	366.7	147.4	3.89	420	300	450	390.0	79.4	2.68	80	300	190.0	155.6	2.19
Hemiaulus hauckii 霍克半管藻	30	100	20	50.0	43.6	0.53	270	240	180	230.0	45.8	1.58	60	80	70.0	14.1	0.81
Hemiaulus indicus 印度半管藻	60	20	20	33.3	23.1	0.35	150	90	30	90.0	60.0	0.62	0	40	20.0	28.3	0.23
Leptocylindrus danicus 丹麥細柱藻	810	980	440	743.3	276.1	7.88	1470	1500	3000	1,990.0	874.8	13.70	380	520	450.0	99.0	5.19
Navicula cryptocephala 隱頭舟形藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	30	10.0	17.3	0.07	0	0	0.0	0.0	0.00
Nitzschia lanceolata 披針菱形藻	0	20	20	13.3	11.5	0.14	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	20	10.0	14.1	0.12
Nitzschia palea 谷皮菱形藻	0	0	20	6.7	11.5	0.07	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0.0	0.0	0.00
Plagiogramma vanheurckii 范氏斜斑藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	30	0	0	10.0	17.3	0.07	0	0	0.0	0.0	0.00
Pleurosigma normanii 中斜紋藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	30	30	20.0	17.3	0.14	0	0	0.0	0.0	0.00
Proboscia alata 翼鼻狀藻=異根管藻	810	1180	300	763.3	441.9	8.09	1140	990	2670	1,600.0	929.7	11.01	500	600	550.0	70.7	6.34
Rhizosolenia setigera 剛毛根管藻	0	20	20	13.3	11.5	0.14	30	120	60	70.0	45.8	0.48	20	20	20.0	0.0	0.23
Rhizosolenia styliformis 筆尖形根管藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	30	0	30	20.0	17.3	0.14	0	0	0.0	0.0	0.00
Skeletonema costatum 中肋骨條藻	2310	2320	760	1,796.7	897.8	19.04	3150	2190	2070	2,470.0	591.9	17.00	2120	1520	1,820.0	424.3	20.99
Thalassionema frauenfeldii 伏恩海線藻	30	20	0	16.7	15.3	0.18	0	0	0	0.0	0.0	0.00	20	0	10.0	14.1	0.12
Thalassionema nitzschioides 菱形海線藻	0	20	0	6.7	11.5	0.07	0	30	60	30.0	30.0	0.21	0	40	20.0	28.3	0.23
渦鞭毛藻類																	
Karenia mikimotoi 米奇摩多裸甲藻	30	20	0	16.7	15.3	0.18	60	0	60	40.0	34.6	0.28	0	0	0.0	0.0	0.00
Peridiniopsis quadridens 四刺(齒)多甲藻	30	0	20	16.7	15.3	0.18	30	0	0	10.0	17.3	0.07	0	0	0.0	0.0	0.00
Peridinium steinii 斯氏多甲藻	60	60	0	40.0	34.6	0.42	0	30	0	10.0	17.3	0.07	0	0	0.0	0.0	0.00
Protoperidinium bipes 雙足多甲藻	0	20	0	6.7	11.5	0.07	0	0	0	0.0	0.0	0.00	20	120	70.0	70.7	0.81
總　合	11,490	12,000	4,820	9,436.7	4,006.3	100	15,270	11,970	16,350	14,530.0	2,281.8	100	8,340	9,000	8,670.0	466.7	100
Species NO. 種類數	20	23	20	27			20	20	22	26			16	19	20		
Simpson's Dominance Index優勢種指數	0.2383	0.2422	0.2819	0.2458			0.2073	0.1804	0.1784	0.1826			0.2885	0.2298	0.2551		
Shannon-Weiner Index歧異度指數	1.9050	1.9005	1.8189	1.9131			1.9885	2.1661	2.0574	2.1128			1.6721	2.0127	1.8836		
Evenness 均勻度指數	0.6359	0.6061	0.6072	0.5805			0.6638	0.7230	0.6656	0.6485			0.6031	0.6836	0.6288		

表3-4 民國114年11月5日第三核能發電廠附近海域之植物性浮游生物之密度(cells/1)及種類組成-環境部公告之沈澱法

Station	18S	20S	21S				22S	23S	24S				14S	12S			
Species				Mean	S.D.	%				Mean	S.D.	%			Mean	S.D.	%
矽藻類																	
Asterolampra marylandica 南方星芒藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	10	5.0	7.1	2.27
Bacteriastrum comosum 平凡輻桿藻	0	10	10	6.7	5.8	2.56	20	0	0	6.7	11.5	2.63	20	0	10.0	14.1	4.55
Bacteriastrum delicatulum 優美輻桿藻	10	40	10	20.0	17.3	7.69	40	10	10	20.0	17.3	7.89	0	20	10.0	14.1	4.55
Chaetoceros decipiens 並基角刺藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	10	3.3	5.8	1.32	0	0	0.0	0.0	0.00
Chaetoceros lorenzianus 洛氏角刺藻	0	20	10	10.0	10.0	3.85	20	0	0	6.7	11.5	2.63	20	10	15.0	7.1	6.82
Chaetoceros pendulus 搖動角刺藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	10	3.3	5.8	1.32	0	0	0.0	0.0	0.00
Chaetoceros pseudocurvisetus 擬彎角刺藻	0	10	0	3.3	5.8	1.28	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	20	10.0	14.1	4.55
Coscinodiscus spp. 圓篩藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	40	0	13.3	23.1	5.26	0	0	0.0	0.0	0.00
Cylindrotheca closterium 新月筒柱藻	0	50	0	16.7	28.9	6.41	30	0	0	10.0	17.3	3.95	20	10	15.0	7.1	6.82
Dactyliosolen fragilissimus 脆指管藻	0	10	0	3.3	5.8	1.28	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0.0	0.0	0.00
Eucampia zodiacus 浮動彎角藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	10	0	10	6.7	5.8	2.63	0	0	0.0	0.0	0.00
Guinardia delicatula 柔弱幾內亞藻	10	110	0	40.0	60.8	15.38	0	10	50	20.0	26.5	7.89	30	0	15.0	21.2	6.82
Guinardia striata 斯托幾內亞藻	10	50	10	23.3	23.1	8.97	10	0	0	3.3	5.8	1.32	30	10	20.0	14.1	9.09
Hemiaulus hauckii 霍克半管藻	0	0	20	6.7	11.5	2.56	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0.0	0.0	0.00
Hemiaulus sinensis 中華半管藻	0	0	10	3.3	5.8	1.28	10	0	0	3.3	5.8	1.32	0	0	0.0	0.0	0.00
Lauderia annulata 北方勞德藻	0	0	10	3.3	5.8	1.28	10	0	0	3.3	5.8	1.32	0	0	0.0	0.0	0.00
Leptocylindrus danicus 丹麥細柱藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	10	0	10	6.7	5.8	2.63	10	0	5.0	7.1	2.27
Leptocylindrus minimus 微小細柱藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	20	0	10	10.0	10.0	3.95	0	0	0.0	0.0	0.00
Licmophora abbreviata 短紋楔形藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	10	0	3.3	5.8	1.32	0	0	0.0	0.0	0.00
Nitzschia lanceolata 披針菱形藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	10	0	3.3	5.8	1.32	0	0	0.0	0.0	0.00
Nitzschia palea 谷皮菱形藻	10	10	0	6.7	5.8	2.56	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0.0	0.0	0.00
Pleurosigma normanii 中斜紋藻	0	20	0	6.7	11.5	2.56	0	10	0	3.3	5.8	1.32	0	0	0.0	0.0	0.00
Proboscia alata 翼鼻狀藻=異根管藻	20	10	0	10.0	10.0	3.85	30	0	20	16.7	15.3	6.58	30	20	25.0	7.1	11.36
Rhizosolenia setigera 剛毛根管藻	10	10	20	13.3	5.8	5.13	0	40	30	23.3	20.8	9.21	20	0	10.0	14.1	4.55
Rhizosolenia styliformis 筆尖形根管藻	10	20	20	16.7	5.8	6.41	10	0	10	6.7	5.8	2.63	20	0	10.0	14.1	4.55
Skeletonema costatum 中肋骨條藻	10	0	0	3.3	5.8	1.28	10	0	0	3.3	5.8	1.32	0	10	5.0	7.1	2.27
Streptotheca indica 印度扭鞘藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	10	3.3	5.8	1.32	0	10	5.0	7.1	2.27
Thalassionema frauenfeldii 伏恩海線藻	0	0	10	3.3	5.8	1.28	10	0	10	6.7	5.8	2.63	10	0	5.0	7.1	2.27
Thalassionema nitzschioides 菱形海線藻	0	10	0	3.3	5.8	1.28	20	0	0	6.7	11.5	2.63	0	0	0.0	0.0	0.00
渦鞭毛藻類																	
Ceratium extensum 長梭角藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	10	0	0	3.3	5.8	1.32	0	0	0.0	0.0	0.00
Peridiniopsis quadridens 四刺(齒)多甲藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0	0.0	0.0	0.00	10	0	5.0	7.1	2.27
Peridinium steinii 斯氏多甲藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	10	3.3	5.8	1.32	0	0	0.0	0.0	0.00
Tripos furca 長叉狀角藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	10	0	3.3	5.8	1.32	0	0	0.0	0.0	0.00
藍綠藻類																	
Trichodesmium erythraeum 紅海束毛藻	0	30	10	13.3	15.3	5.13	20	70	10	33.3	32.1	13.16	0	20	10.0	14.1	4.55
Trichodesmium hildebrandtii 漢氏束毛藻	40	30	60	43.3	15.3	16.67	10	20	10	13.3	5.8	5.26	30	50	40.0	14.1	18.18
綠藻類																	
Scenedesmus acuminatus 長尖柵藻	0	10	0	3.3	5.8	1.28	0	10	0	3.3	5.8	1.32	0	0	0.0	0.0	0.00
總　合	130	450	200	260.0	168.2	100	300	240	220	253.3	41.6	100	250	190	220.0	42.4	100
Species NO. 種類數	9	17	12	22			18	11	15	30			12	11	18		
Simpson's Dominance Index優勢種指數	0.1598	0.1111	0.1400	0.0858			0.0711	0.1597	0.1033	0.0585			0.0944	0.1302	0.0837		
Shannon-Weiner Index歧異度指數	2.0318	2.5007	2.2503	2.7303			2.7656	2.0906	2.5124	3.0994			2.4143	2.2291	2.6834		
Evenness均勻度指數	0.9247	0.8826	0.9056	0.8833			0.9568	0.8719	0.9278	0.9113			0.9716	0.9296	0.9284		

表3-5 民國114年2月15日第三核能發電廠附近海域之植物性浮游生物之密度(cells/l)及種類組成-原過濾濃縮法

Station	18S	20S	21S	Mean	S.D.	%	22S	23S	24S	Mean	S.D.	%	14S	12S	Mean	S.D.	%
Species																	
矽藻類																	
Bacillaria paradoxa 奇異棍形藻	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0	5	0	1.7	2.9	1.3	0	0	0.0	0.0	0.00
Bacteriastrum comosum 平凡輻桿藻	5	10	10	8.3	2.9	11.4	15	5	5	8.3	5.8	6.3	15	0	7.5	10.6	8.11
Bacteriastrum delicatulum 優美輻桿藻	5	0	0	1.7	2.9	2.3	5	5	5	5.0	0.0	3.8	5	5	5.0	0.0	5.41
Bacteriastrum elongatum 長輻桿藻	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0	20	10.0	14.1	10.81
Bellerochea malleus 錘狀中鼓藻	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0	5	0	1.7	2.9	1.3	10	0	5.0	7.1	5.41
Biddulphia mobiliensis 活動盒形藻	0	0	5	1.7	2.9	2.3	0	0	5	1.7	2.9	1.3	0	0	0.0	0.0	0.00
Chaetoceros atlanticus 大西洋角刺藻	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0	0	5	1.7	2.9	1.3	0	0	0.0	0.0	0.00
Chaetoceros danicus 丹麥角刺藻	10	0	0	3.3	5.8	4.5	0	0	0	0.0	0.0	0.0	15	5	10.0	7.1	10.81
Chaetoceros decipiens 並基角刺藻	5	0	0	1.7	2.9	2.3	0	0	15	5.0	8.7	3.8	0	0	0.0	0.0	0.00
Chaetoceros lauderi Ralfs 羅氏角刺藻	0	0	5	1.7	2.9	2.3	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0.00
Chaetoceros lorenzianus 洛氏角刺藻	25	25	15	21.7	5.8	29.5	15	5	25	15.0	10.0	11.4	20	25	22.5	3.5	24.32
Chaetoceros messanensis 短刺角刺藻	0	0	0	0.0	0.0	0.0	5	0	0	1.7	2.9	1.3	0	0	0.0	0.0	0.00
Chaetoceros pseudocurvisetus 擬彎角刺	5	0	0	1.7	2.9	2.3	15	0	10	8.3	7.6	6.3	5	0	2.5	3.5	2.70
Chaetoceros tortissimus 扭曲角刺藻	0	0	5	1.7	2.9	2.3	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0.00
Corethron criophilum 小環毛藻	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0	5	5	3.3	2.9	2.5	0	0	0.0	0.0	0.00
Coscinodiscus eccentricus 離心列圓篩藻	0	0	5	1.7	2.9	2.3	10	0	5	5.0	5.0	3.8	5	0	2.5	3.5	2.70
Cylindrotheca closterium 新月筒柱藻	0	5	0	1.7	2.9	2.3	0	0	10	3.3	5.8	2.5	0	0	0.0	0.0	0.00
Ditylum brightwellii 布氏雙尾藻	0	5	0	1.7	2.9	2.3	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0.00
Eucampia zodiacus 浮動彎角藻	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0	0	5	1.7	2.9	1.3	5	0	2.5	3.5	2.70
Guinardia delicatula 柔弱幾內亞藻	0	5	0	1.7	2.9	2.3	5	5	5	5.0	0.0	3.8	0	0	0.0	0.0	0.00
Hemiaulus hauckii 霍克半管藻	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0	5	0	1.7	2.9	1.3	5	0	2.5	3.5	2.70
Hemiaulus indicus 印度半管藻	0	0	0	0.0	0.0	0.0	5	0	0	1.7	2.9	1.3	0	0	0.0	0.0	0.00
Hemiaulus sinensis 中華半管藻	0	0	0	0.0	0.0	0.0	5	0	0	1.7	2.9	1.3	0	0	0.0	0.0	0.00
Lauderia annulata 北方勞德藻	0	0	5	1.7	2.9	2.3	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0.00
Leptocylindrus danicus 丹麥細柱藻	0	0	0	0.0	0.0	0.0	5	10	10	8.3	2.9	6.3	0	0	0.0	0.0	0.00
Melosira moniliformis 念珠直鏈藻	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	5	0	2.5	3.5	2.70
Melosira nummluoides 擬銀幣直鏈藻	0	0	0	0.0	0.0	0.0	5	0	0	1.7	2.9	1.3	0	0	0.0	0.0	0.00
Nitzschia lanceolata 披針菱形藻	5	0	0	1.7	2.9	2.3	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0.00
Nitzschia longissima 長菱形藻	0	0	0	0.0	0.0	0.0	30	0	0	10.0	17.3	7.6	0	0	0.0	0.0	0.00
Proboscia alata 翼鼻狀藻=異根管藻	0	15	0	5.0	8.7	6.8	0	5	40	15.0	21.8	11.4	0	0	0.0	0.0	0.00
Rhizosolenia setigera 剛毛根管藻	0	5	5	3.3	2.9	4.5	0	5	5	3.3	2.9	2.5	0	5	2.5	3.5	2.70
Rhizosolenia styliformis 筆尖形根管藻	0	5	5	3.3	2.9	4.5	0	5	5	3.3	2.9	2.5	5	0	2.5	3.5	2.70
Skeletonema costatum 中肋骨條藻	0	0	0	0.0	0.0	0.0	5	0	5	3.3	2.9	2.5	0	0	0.0	0.0	0.00
Thalassionema frauenfeldii 伏恩海線藻	10	0	0	3.3	5.8	4.5	5	0	0	1.7	2.9	1.3	10	0	5.0	7.1	5.41
Thalassionema nitzschioides 菱形海線藻	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0	0	10	3.3	5.8	2.5	5	0	2.5	3.5	2.70
渦鞭毛藻類																	
Ceratium extensum 長梭角藻	5	0	0	1.7	2.9	2.3	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0.00
Ceratium trichoceros 三叉角藻	5	0	0	1.7	2.9	2.3	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0.00
Dinophysis caudata 具尾鰭藻	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0	5	2.5	3.5	2.70
Peridiniopsis quadridens 四刺(齒)多甲	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0	0	5	1.7	2.9	1.3	0	0	0.0	0.0	0.00
Peridinium steinii 斯氏多甲藻	0	0	0	0.0	0.0	0.0	15	0	0	5.0	8.7	3.8	0	5	2.5	3.5	2.70
Tripos furca 長叉狀角藻	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	5	0	2.5	3.5	2.70
藍綠藻類																	
Trichodesmium erythraeum 紅海束毛藻	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0	5	0	1.7	2.9	1.3	0	0	0.0	0.0	0.00
Trichodesmium hildebrandtii 漢氏束毛藻	5	0	0	1.7	2.9	2.3	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0.00
總 合	85	75	60	73.3	12.6	100	145	70	180	131.7	56.2	100	115	70	92.5	31.8	100
Species NO. 種類數	11	8	9	22			15	13	19	30			14	7	18		
Simpson's Dominance Index優勢種指數	0.1419	0.1911	0.1389	0.1209			0.1011	0.0816	0.0972	0.0569			0.0964	0.2347	0.1059		
Shannon-Weiner Index歧異度指數	2.1968	1.8594	2.0947	2.6425			2.4942	2.5400	2.6523	3.1133			2.4873	1.6682	2.5752		
Evenness均勻度指數	0.9161	0.8942	0.9534	0.8549			0.9210	0.9903	0.9008	0.9153			0.9425	0.8573	0.8910		

表3-6 民國114年5月5日第三核能發電廠附近海域之植物性浮游生物之密度(cells/l)及種類組成-原過濾濃縮法

Station	18S	20S	21S				22S	23S	24S				14S	12S			
Species				Mean	S.D.	%				Mean	S.D.	%			Mean	S.D.	%
矽藻類																	
Bacteriastrum comosum 平凡輻桿藻	10	15	10	11.7	2.9	9.9	5	5	15	8.3	5.8	3.5	25	10	17.5	10.6	6.19
Bacteriastrum delicatulum 優美輻桿藻	5	0	0	1.7	2.9	1.4	0	0	5	1.7	2.9	0.7	0	0	0.0	0.0	0.00
Bacteriastrum elongatum 長輻桿藻	0	0	0	0.0	0.0	0.0	5	0	0	1.7	2.9	0.7	0	0	0.0	0.0	0.00
Bellerochea malleus 錘狀中鼓藻	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0	5	0	1.7	2.9	0.7	0	0	0.0	0.0	0.00
Chaetoceros affinis 窄隙角刺藻	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0	0	5	1.7	2.9	0.7	0	0	0.0	0.0	0.00
Chaetoceros atlanticus 大西洋角刺藻	0	0	10	3.3	5.8	2.8	15	0	0	5.0	8.7	2.1	5	0	2.5	3.5	0.88
Chaetoceros lauderi Ralfs 羅氏角刺藻	0	0	5	1.7	2.9	1.4	10	0	0	3.3	5.8	1.4	0	0	0.0	0.0	0.00
Chaetoceros lorenzianus 洛氏角刺藻	5	0	0	1.7	2.9	1.4	40	0	10	16.7	20.8	7.1	35	0	17.5	24.7	6.19
Chaetoceros messanensis 短刺角刺藻	0	5	0	1.7	2.9	1.4	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0.00
Chaetoceros pendulus 搖動角刺藻	5	0	5	3.3	2.9	2.8	15	0	0	5.0	8.7	2.1	0	0	0.0	0.0	0.00
Chaetoceros pseudocurvisetus 擬彎角刺	5	0	0	1.7	2.9	1.4	0	0	0	0.0	0.0	0.0	5	0	2.5	3.5	0.88
Cylindrotheca closterium 新月筒柱藻	0	5	0	1.7	2.9	1.4	5	0	25	10.0	13.2	4.3	0	10	5.0	7.1	1.77
Ditylum brightwellii 布氏雙尾藻	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0	10	5.0	7.1	1.77
Eucampia zodiacus 浮動彎角藻	0	0	0	0.0	0.0	0.0	5	0	5	3.3	2.9	1.4	5	0	2.5	3.5	0.88
Guinardia delicatula 柔弱幾內亞藻	0	0	5	1.7	2.9	1.4	5	0	0	1.7	2.9	0.7	0	0	0.0	0.0	0.00
Hemiaulus sinensis 中華半管藻	5	0	5	3.3	2.9	2.8	0	5	10	5.0	5.0	2.1	5	0	2.5	3.5	0.88
Leptocylindrus danicus 丹麥細柱藻	0	0	0	0.0	0.0	0.0	15	5	10	10.0	5.0	4.3	5	0	2.5	3.5	0.88
Licmophora abbreviata 短紋楔形藻	0	0	5	1.7	2.9	1.4	5	0	35	13.3	18.9	5.7	0	0	0.0	0.0	0.00
Melosira nummuloidess 擬銀幣直鏈藻	0	0	0	0.0	0.0	0.0	5	0	10	5.0	5.0	2.1	0	0	0.0	0.0	0.00
Nitzschia longissima 長菱形藻	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0	0	10	3.3	5.8	1.4	0	0	0.0	0.0	0.00
Nitzschia palea 谷皮菱形藻	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0	5	2.5	3.5	0.88
Proboscia alata 翼鼻狀藻=異根管藻	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0	0	40	13.3	23.1	5.7	0	0	0.0	0.0	0.00
Rhizosolenia imbricata 覆瓦根管藻	0	15	0	5.0	8.7	4.2	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0.00
Rhizosolenia setigera 剛毛根管藻	5	0	5	3.3	2.9	2.8	0	5	5	3.3	2.9	1.4	10	5	7.5	3.5	2.65
Rhizosolenia styliformis 筆尖形根管藻	0	0	10	3.3	5.8	2.8	5	5	0	3.3	2.9	1.4	0	5	2.5	3.5	0.88
Skeletonema costatum 中肋骨條藻	0	0	0	0.0	0.0	0.0	10	0	5	5.0	5.0	2.1	0	0	0.0	0.0	0.00
Streptotheca indica 印度扭鞘藻	0	0	5	1.7	2.9	1.4	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0.00
Thalassionema frauenfeldii 伏思海線藻	0	0	0	0.0	0.0	0.0	5	0	0	1.7	2.9	0.7	0	0	0.0	0.0	0.00
Thalassionema nitzschioides 菱形海線藻	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0	0	10	3.3	5.8	1.4	0	0	0.0	0.0	0.00
渦鞭毛藻類																	
Ceratium extensum 長棱角藻	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0	0	10	3.3	5.8	1.4	0	0	0.0	0.0	0.00
Ceratium trichoceros 三叉角藻	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0	5	2.5	3.5	0.88
Dinophysis caudata 具尾鰭藻	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0	5	0	1.7	2.9	0.7	0	0	0.0	0.0	0.00
Noctiluca scintillans 夜光藻	0	0	0	0.0	0.0	0.0	5	0	0	1.7	2.9	0.7	0	0	0.0	0.0	0.00
Peridiniopsis quadridens 四刺(齒)多甲	0	5	0	1.7	2.9	1.4	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0	5	2.5	3.5	0.88
Peridinium steinii 斯氏多甲藻	10	5	0	5.0	5.0	4.2	0	0	0	0.0	0.0	0.0	0	0	0.0	0.0	0.00
Protoperidinium conicum 圓錐多角藻	0	0	0	0.0	0.0	0.0	10	0	0	3.3	5.8	1.4	0	0	0.0	0.0	0.00
Protoperidinium divergens 雙歧多甲藻	0	0	5	1.7	2.9	1.4	0	0	0	0.0	0.0	0.0	10	5	7.5	3.5	2.65
Tripos pennatus 厚壁梭角藻	5	0	0	1.7	2.9	1.4	5	5	0	3.3	2.9	1.4	0	5	2.5	3.5	0.88
藍綠藻類																	
Trichodesmium erythraeum 紅海束毛藻	5	0	0	1.7	2.9	1.4	5	5	0	3.3	2.9	1.4	5	25	15.0	14.1	5.31
Trichodesmium hildebrandtii 漢氏束毛藻	80	35	60	58.3	22.5	49.3	15	175	85	91.7	80.2	39.0	165	200	182.5	24.7	64.60
總 合	140	85	130	118.3	29.3	100	190	220	295	235.0	54.1	100	275	290	282.5	10.6	100
Species NO. 種類數	11	7	12	22			20	10	17	30			11	12	18		
Simpson's Dominance Index 優勢種指數	0.3469	0.2457	0.2426	0.2628			0.0859	0.6374	0.1347	0.1732			0.3891	0.4887	0.4307		
Shannon-Weiner Index 歧異度指數	1.6488	1.6442	1.9513	2.1277			2.7434	0.9561	2.3916	2.5616			1.4650	1.3059	1.5366		
Evenness 均勻度指數	0.6876	0.8450	0.7852	0.6884			0.9158	0.4152	0.8441	0.7531			0.6110	0.5255	0.5316		

表3-7 民國114年8月8日第三核能發電廠附近海域之植物性浮游生物之密度(cells/1)及種類組成-原過濾濃縮法

Station	18S	20S	21S				22S	23S	24S				14S	12S			
Species				Mean	S.D.	%				Mean	S.D.	%			Mean	S.D.	%
矽藻類																	
Asterionella japonica 日本星桿藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0	0.0	0.0	0.00	40	40	40.0	0.0	0.15
Bacteriastrum comosum 平凡輻桿藻	0	25	0	8.3	14.4	0.04	0	0	100	33.3	57.7	0.11	80	0	40.0	56.6	0.15
Bacteriastrum delicatulum 優美輻桿藻	3600	2000	780	2126.7	1414.3	9.90	3680	2360	2075	2705.0	856.3	9.26	2120	2880	2500.0	537.4	9.48
Bacteriastrum elongatum 長輻桿藻	0	0	20	6.7	11.5	0.03	120	40	25	61.7	51.1	0.21	0	120	60.0	84.9	0.23
Bellerochea malleus 錘狀中鼓藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	25	8.3	14.4	0.03	40	0	20.0	28.3	0.08
Biddulphia mobiliensis 活動盒形藻	0	0	10	3.3	5.8	0.02	40	40	0	26.7	23.1	0.09	40	0	20.0	28.3	0.08
Chaetoceros atlanticus 大西洋角刺藻	0	0	10	3.3	5.8	0.02	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0.0	0.0	0.00
Chaetoceros coarctatus 密聚角刺藻	0	0	30	10.0	17.3	0.05	40	80	100	73.3	30.6	0.25	80	200	140.0	84.9	0.53
Chaetoceros compressus 扁面角刺藻	0	50	0	16.7	28.9	0.08	120	40	0	53.3	61.1	0.18	160	0	80.0	113.1	0.30
Chaetoceros danicus 丹麥角刺藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	40	20.0	28.3	0.08
Chaetoceros decipiens 並基角刺藻	2000	1000	740	1246.7	665.2	5.81	1840	1320	1700	1620.0	269.1	5.54	1880	2440	2160.0	396.0	8.19
Chaetoceros dichaeta 雙刺角刺藻	0	25	0	8.3	14.4	0.04	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0.0	0.0	0.00
Chaetoceros diversus 異角角刺藻	0	0	30	10.0	17.3	0.05	40	40	150	76.7	63.5	0.26	80	160	120.0	56.6	0.45
Chaetoceros lauderi Ralfs 羅氏角刺藻	40	450	90	193.3	223.7	0.90	280	560	75	305.0	243.5	1.04	240	280	260.0	28.3	0.99
Chaetoceros lorenzianus 洛氏角刺藻	3520	1750	1130	2133.3	1240.3	9.93	2720	1840	2600	2386.7	477.2	8.17	1960	1720	1840.0	169.7	6.97
Chaetoceros pseudocurvisetus 擬彎角刺	8320	3700	1860	4626.7	3328.2	21.55	6960	4560	5775	5765.0	1200.0	19.73	5480	3920	4700.0	1103.1	17.82
Chaetoceros tortissimus 扭曲角刺藻	0	25	0	8.3	14.4	0.04	320	160	0	160.0	160.0	0.55	80	80	80.0	0.0	0.30
Coscinodiscus radiatus 輻射圓篩藻	40	75	80	65.0	21.8	0.30	120	200	325	215.0	103.3	0.74	360	40	200.0	226.3	0.76
Cylindrotheca closterium 新月筒柱藻	0	0	10	3.3	5.8	0.02	0	40	0	13.3	23.1	0.05	160	40	100.0	84.9	0.38
Ditylum brightwellii 布氏雙尾藻	520	425	210	385.0	158.8	1.79	320	420	500	413.3	90.2	1.41	400	800	600.0	282.8	2.27
Eucampia zodiacus 浮動彎角藻	1800	1175	250	1075.0	779.8	5.01	3120	2360	750	2076.7	1210.1	7.11	2160	1280	1720.0	622.3	6.52
Guinardia delicatula 柔弱幾內亞藻	3520	1175	420	1705.0	1616.5	7.94	1880	4120	1175	2391.7	1537.7	8.18	2360	1320	1840.0	735.4	6.97
Guinardia striata 斯托根管藻	640	525	80	415.0	295.8	1.93	440	720	200	453.3	260.3	1.55	320	360	340.0	28.3	1.29
Hemiaulus hauckii 霍克半管藻	600	100	90	263.3	291.6	1.23	480	240	175	298.3	160.6	1.02	360	400	380.0	28.3	1.44
Hemiaulus indicus 印度半管藻	400	225	40	221.7	180.0	1.03	320	80	175	191.7	120.9	0.66	360	440	400.0	56.6	1.52
Leptocylindrus danicus 丹麥細柱藻	1640	3450	470	1853.3	1501.4	8.63	5040	4600	1300	3646.7	2044.1	12.48	3800	3440	3620.0	254.6	13.72
Nitzschia palea 谷皮菱形藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	40	25	21.7	20.2	0.07	0	0	0.0	0.0	0.00
Pleurosigma normanii 中鈍紋藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	40	0	0	13.3	23.1	0.05	0	0	0.0	0.0	0.00
Proboscia alata 翼鼻狀藻=異根管藻	3600	1200	350	1716.7	1685.5	7.99	5320	5120	1175	3871.7	2337.5	13.25	3840	1800	2820.0	1442.5	10.69
Rhizosolenia calcar-avis 距端根管藻	0	0	10	3.3	5.8	0.02	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0.0	0.0	0.00
Rhizosolenia setigera 剛毛根管藻	80	25	70	58.3	29.3	0.27	200	80	300	193.3	110.2	0.66	80	80	80.0	0.0	0.30
Rhizosolenia styliformis 筆尖形根管藻	160	0	10	56.7	89.6	0.26	0	0	100	33.3	57.7	0.11	80	0	40.0	56.6	0.15
Skeletonema costatum 中肋骨條藻	7680	1225	730	3211.7	3877.6	14.96	1880	2520	1475	1958.3	526.9	6.70	2240	1680	1960.0	396.0	7.43
Stephanopyxis palmeriana 掌狀冠蓋藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	25	8.3	14.4	0.03	0	0	0.0	0.0	0.00
Thalassionema frauenfeldii 伏恩海線藻	0	0	10	3.3	5.8	0.02	0	0	0	0.0	0.0	0.00	40	0	20.0	28.3	0.08
Thalassionema nitzschioides 菱形海線藻	40	25	10	25.0	15.0	0.12	0	40	25	21.7	20.2	0.07	80	0	40.0	56.6	0.15
渦鞭毛藻類																	
Ceratium extensum 長梭角藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	40	0	13.3	23.1	0.05	0	0	0.0	0.0	0.00
Dinophysis caudata 具尾鰭藻	0	0	10	3.3	5.8	0.02	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0.0	0.0	0.00
Karenia mikimotoi 米奇摩多裸甲藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0	0.0	0.0	0.00	80	0	40.0	56.6	0.15
Peridiniopsis quadridens 四刺(齒)多甲	0	0	10	3.3	5.8	0.02	0	80	0	26.7	46.2	0.09	0	0	0.0	0.0	0.00
Peridinium steinii 斯氏多甲藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0	0.0	0.0	0.00	40	0	20.0	28.3	0.08
Protoperidinium bipes 雙足多甲藻	10	0	0	3.3	5.8	0.02	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0.0	0.0	0.00
Protoperidinium conicum 圓錐多角藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	40	20.0	28.3	0.08
Tripos furca 長叉狀角藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	40	0	0	13.3	23.1	0.05	40	40	40.0	0.0	0.15
Tripos pennatus 厚壁梭角藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	80	25	35.0	40.9	0.12	0	0	0.0	0.0	0.00
藍綠藻類																	
Trichodesmium hildebrandtii 漢氏束毛藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	80	40	0	40.0	40.0	0.14	40	0	20.0	28.3	0.08
總　合	38210	18650	7560	21473.3	15518.8	100	35440	31860	20375	29225	7871	100	29120	23640	26380.0	3874.9	100
Species NO. 種類數	19	21	28	33			25	29	26	33			32	25	35		
Simpson's Dominance Index 優勢種指數	0.1302	0.1153	0.1241	0.1156			0.1148	0.1073	0.1327	0.1074			0.1028	0.0987	0.0986		
Shannon-Weiner Index 歧異度指數	2.2718	2.3954	2.4158	2.3874			2.4105	2.4585	2.4068	2.4866			2.5515	2.5413	2.5763		
Evenness 均勻度指數	0.7716	0.7868	0.7250	0.6828			0.7489	0.7301	0.7387	0.6994			0.7362	0.7895	0.7246		

表3-8 民國114年11月5日第三核能發電廠附近海域之植物性浮游生物之密度(cells/l)及種類組成-原過濾濃縮法

Station	18S	20S	21S				22S	23S	24S				14S	12S			
Species				Mean	S.D.	%				Mean	S.D.	%			Mean	S.D.	%
矽藻類																	
Asterionella japonica 日本星桿藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	5	0	1.7	2.9	0.67	0	0	0.0	0.0	0.00
Bacteriastrum comosum 平凡輻桿藻	0	20	15	11.7	10.4	4.35	25	10	10	15.0	8.7	6.04	15	20	17.5	3.5	4.67
Bacteriastrum delicatulum 優美輻桿藻	40	85	25	50.0	31.2	18.63	40	30	75	48.3	23.6	19.46	75	80	77.5	3.5	20.67
Bacteriastrum elongatum 長輻桿藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	15	0	10	8.3	7.6	3.36	5	0	2.5	3.5	0.67
Chaetoceros atlanticus 大西洋角刺藻	15	5	10	10.0	5.0	3.73	0	5	10	5.0	5.0	2.01	10	5	7.5	3.5	2.00
Chaetoceros coarctatus 密聚角刺藻	10	15	10	11.7	2.9	4.35	5	0	0	1.7	2.9	0.67	0	0	0.0	0.0	0.00
Chaetoceros compressus 扁面角刺藻	0	0	10	3.3	5.8	1.24	10	0	10	6.7	5.8	2.68	5	0	2.5	3.5	0.67
Chaetoceros danicus 丹麥角刺藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	5	1.7	2.9	0.67	0	0	0.0	0.0	0.00
Chaetoceros decipiens 並基角刺藻	0	5	0	1.7	2.9	0.62	15	5	15	11.7	5.8	4.70	5	5	5.0	0.0	1.33
Chaetoceros lauderi Ralfs 羅氏角刺藻	0	0	10	3.3	5.8	1.24	5	0	0	1.7	2.9	0.67	0	30	15.0	21.2	4.00
Chaetoceros lorenzianus 洛氏角刺藻	85	105	60	83.3	22.5	31.06	40	50	35	41.7	7.6	16.78	45	65	55.0	14.1	14.67
Chaetoceros pseudocurvisetus 擬彎角刺藻	15	20	5	13.3	7.6	4.97	20	15	20	18.3	2.9	7.38	45	15	30.0	21.2	8.00
Chaetoceros tortissimus 扭曲角刺藻	0	10	0	3.3	5.8	1.24	5	10	25	13.3	10.4	5.37	15	0	7.5	10.6	2.00
Ditylum brightwellii 布氏雙尾藻	0	0	10	3.3	5.8	1.24	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0.0	0.0	0.00
Eucampia zodiacus 浮動彎角藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	5	1.7	2.9	0.67	0	0	0.0	0.0	0.00
Guinardia delicatula 柔弱幾內亞藻	15	0	0	5.0	8.7	1.86	5	0	0	1.7	2.9	0.67	5	5	5.0	0.0	1.33
Guinardia striata 斯托幾內亞藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	5	2.5	3.5	0.67
Hemiaulus hauckii 霍克半管藻	0	5	0	1.7	2.9	0.62	0	5	5	3.3	2.9	1.34	0	5	2.5	3.5	0.67
Hemiaulus indicus 印度半管藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0	0.0	0.0	0.00	5	5	5.0	0.0	1.33
Hemiaulus sinensis 中華半管藻	15	0	0	5.0	8.7	1.86	0	5	0	1.7	2.9	0.67	15	0	7.5	10.6	2.00
Licmophora abbreviata 短紋楔形藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0	0.0	0.0	0.00	5	0	2.5	3.5	0.67
Proboscia alata 翼鼻狀藻=異根管藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	5	10	0	5.0	5.0	2.01	15	0	7.5	10.6	2.00
Rhizosolenia robusta 粗根管藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0	0.0	0.0	0.00	5	0	2.5	3.5	0.67
Rhizosolenia setigera 剛毛根管藻	35	15	10	20.0	13.2	7.45	5	15	5	8.3	5.8	3.36	15	20	17.5	3.5	4.67
Rhizosolenia styliformis 筆尖形根管藻	5	5	0	3.3	2.9	1.24	0	0	10	3.3	5.8	1.34	5	10	7.5	3.5	2.00
Skeletonema costatum 中肋骨條藻	5	0	5	3.3	2.9	1.24	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0.0	0.0	0.00
Thalassionema frauenfeldii 伏恩海線藻	0	5	10	5.0	5.0	1.86	0	0	5	1.7	2.9	0.67	10	0	5.0	7.1	1.33
Thalassionema nitzschioides 菱形海線藻	5	0	0	1.7	2.9	0.62	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0.0	0.0	0.00
渦鞭毛藻類																	
Noctiluca scintillans 夜光藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	10	5.0	7.1	1.33
Peridinium steinii 斯氏多甲藻	5	0	0	1.7	2.9	0.62	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0.0	0.0	0.00
Tripos furca 長叉狀角藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0	0.0	0.0	0.00	5	0	2.5	3.5	0.67
藍綠藻類																	
Trichodesmium erythraeum 紅海束毛藻	20	0	5	8.3	10.4	3.11	0	15	60	25.0	31.2	10.07	85	65	75.0	14.1	20.00
Trichodesmium hildebrandtii 漢氏束毛藻	0	15	40	18.3	20.2	6.83	40	15	10	21.7	16.1	8.72	5	10	7.5	3.5	2.00
總　合	270	310	225	268.3	42.5	100	235	195	315	248.3	61.1	100	395	355	375.0	28.3	100
Species NO. 種類數	13	13	14	22			14	14	17	23			21	16	25		
Simpson's Dominance Index優勢種指數	0.1584	0.2076	0.1348	0.1521			0.1182	0.1243	0.1252	0.1025			0.1184	0.1367	0.1202		
Shannon-Weiner Index歧異度指數	2.1642	1.9584	2.3066	2.3813			2.3294	2.3528	2.4087	2.5912			2.5013	2.2860	2.5372		
Evenness均勻度指數	0.8438	0.7635	0.8740	0.7704			0.8826	0.8915	0.8502	0.8264			0.8216	0.8245	0.7882		

表3-9 民國114年2月15日第三核能發電廠附近海域表層採樣動物性浮游生物各大類之豐度(ind./1000m^3)及生物量

Station	18S	20S	21S				22S	23S	24S				14S	12S			
Category				Mean	S.D.	%				Mean	S.D.	%			Mean	S.D.	%
Noctiluca 夜光蟲	80,159	32,294	83,173	65,209	28,545	17.95	136,974	102,414	92,443	110,610	23,369	21.32	137,101	81,990	109,545	38,970	35.61
Foraminifera 有孔蟲	1,727	1,108	2,142	1,659	520	0.46	2,168	1,240	1,985	1,798	492	0.35	4,600	1,533	3,066	2,169	1.00
Radiolaria 放射蟲	1,306	341	1,146	931	517	0.26	3,225	1,068	1,098	1,797	1,237	0.35	1,466	862	1,164	427	0.38
Medusa 水母	5,253	3,804	4,222	4,426	746	1.22	11,216	15,032	7,778	11,342	3,629	2.19	10,697	2,274	6,486	5,956	2.11
Siphonophore 管水母	6,492	15,540	10,137	10,723	4,553	2.95	22,121	26,669	12,370	20,387	7,305	3.93	18,429	7,997	13,213	7,377	4.29
Ctenophora 櫛水母	107	586	256	316	245	0.09	590	550	255	465	183	0.09	1,042	117	579	654	0.19
Cladocera 枝角類	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0.00
Copepoda nauplius 橈足類幼生	540	394	0	311	279	0.09	974	0	256	410	505	0.08	122	310	216	133	0.07
Calanoida 哲水蚤	107,699	297,331	158,917	187,982	98,100	51.75	233,734	197,015	147,626	192,792	43,209	37.17	139,214	54,470	96,842	59,923	31.48
Cyclopoida 劍水蚤	18,202	59,598	27,302	35,034	21,754	9.64	56,788	47,931	31,376	45,365	12,899	8.75	25,814	13,208	19,511	8,913	6.34
Harpacticoida 猛水蚤	0	0	0	0	0	0.00	0	0	63	21	37	0.00	0	0	0	0	0.00
Amphipoda 端腳類	243	2,345	256	948	1,209	0.26	597	1,401	576	858	470	0.17	64	59	61	4	0.02
Crab megalopa 大眼幼生	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0.00
Crab larvae 蟹幼生	510	746	543	600	128	0.17	251	195	318	254	62	0.05	64	151	107	61	0.03
Shrimp larvae 蝦幼生	2,146	4,945	553	2,548	2,224	0.70	2,582	1,473	2,872	2,309	738	0.45	1,431	160	795	899	0.26
Mysidacea 糠蝦類	91	4,210	0	1,434	2,405	0.39	118	0	0	39	68	0.01	0	0	0	0	0.00
Euphausiacea 磷蝦類	0	117	0	39	68	0.01	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0.00
Sergestidae 櫻蝦類	137	235	0	124	118	0.03	0	133	130	88	76	0.02	122	0	61	86	0.02
Luciferinae 螢蝦類	206	821	0	342	427	0.09	243	450	255	316	116	0.06	0	0	0	0	0.00
Other Decapoda 其他十足類	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0.00
Ostracoda 介形類	99	1,258	482	613	590	0.17	0	511	1,215	575	610	0.11	244	0	122	173	0.04
Pteropoda 翼足類	617	1,268	1,117	1,001	341	0.28	1,460	1,106	965	1,177	255	0.23	622	252	437	262	0.14
Heteropoda 異足類	1,782	4,114	2,758	2,885	1,171	0.79	7,280	3,163	3,071	4,505	2,403	0.87	3,489	1,357	2,423	1,507	0.79
Cephalopoda larvae 頭足類幼生	46	0	0	15	26	0.00	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0.00
Bivalvia 二枚貝幼生	0	235	0	78	135	0.02	377	328	193	299	95	0.06	0	151	75	107	0.02
Chaetognatha 毛顎類	4,267	20,228	5,504	10,000	8,880	2.75	34,093	31,383	9,677	25,051	13,383	4.83	7,991	2,279	5,135	4,039	1.67
Appendicularia 有尾類	19,549	50,710	11,031	27,097	20,889	7.46	92,208	106,611	59,124	85,981	24,348	16.58	54,034	32,603	43,319	15,154	14.08
Thaliacae 海樽類	3,808	8,889	10,438	7,711	3,468	2.12	8,356	3,446	3,511	5,104	2,816	0.98	5,764	1,467	3,615	3,038	1.18
Polychaeta 多毛類	46	512	174	244	241	0.07	605	328	319	417	162	0.08	0	59	29	41	0.01
Barnacle nauplius 藤壺幼生	0	43	0	14	25	0.00	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0.00
Echinodermata larvae 棘皮動物幼生	0	0	31	10	18	0.00	236	61	0	99	122	0.02	244	0	122	173	0.04
Fish egg 魚卵	1,278	522	143	648	578	0.18	605	14,740	3,958	6,434	7,386	1.24	1,064	193	629	616	0.20
Fish larvae 仔稚魚	144	512	143	267	212	0.07	243	122	128	165	68	0.03	186	0	93	132	0.03
Other 其他	107	0	0	36	62	0.01	126	0	0	42	72	0.01	0	34	17	24	0.01
TOTAL	256,560	512,704	320,469	363,245	133,322	100.0	617,168	557,372	381,560	518,700	122,472	100.0	413,805	201,525	307,665	150,105	100.0
Biomass 生物量：																	
Wet wt. 濕重 (g/1000 m^3)	48.6	52.0	26.6	42.4	13.8		55.1	51.2	51.5	52.6	2.2		27.9	11.6	19.7	11.6	
Dry wt. 乾重 (g/1000 m^3)	1.4	2.9	1.7	2.0	0.8		2.5	2.1	2.8	2.4	0.3		0.9	0.4	0.6	0.4	
Displa. V. 排水容積量 (ml/1000 m^3)	60.8	57.9	29.4	49.4	17.4		60.9	63.2	55.9	60.0	3.7		46.5	82.7	64.6	25.6	
Settling V. 生物沉澱量 (ml/1000 m^3)	270.8	349.0	183.9	267.9	82.6		410.3	464.0	458.4	444.2	29.5		218.2	86.1	152.1	93.4	
Impurity 雜質 (%)	8.0	5.2	16.1	9.7	5.7		5.5	7.8	6.6	6.6	1.2		5.6	7.7	6.6	1.4	
Species No. 種類數	26	27	21	30			25	24	25	28			22	21	25		
Simpson's Dominance Index 優勢種指數	0.2865	0.3667	0.3244	0.3173			0.2285	0.2097	0.2416	0.2235			0.2473	0.2711	0.2526		
Shannon-Weiner Index 歧異度指數	1.6523	1.5682	1.5404	1.6426			1.8100	1.8720	1.7797	1.8398			1.7300	1.6040	1.6973		
Evenness 均勻度指數	0.5071	0.4758	0.5060	0.4830			0.5623	0.5891	0.5529	0.5521			0.5597	0.5269	0.5273		

表3-10 民國114年2月15日第三核能發電廠附近海域垂直採樣動物性浮游生物各大類之豐度(ind./1000m^3)及生物量

Station	18V	20V	21V	Mean	S.D.	%	22V	23V	24V	Mean	S.D.	%	14V	12V	Mean	S.D.	%
Category																	
Noctiluca 夜光蟲	125,909	90,533	61,217	92,553	32,393	5.84	110,732	98,104	85,777	98,204	12,477	9.28	60,661	121,023	90,842	42,682	12.03
Foraminifera 有孔蟲	16,548	14,030	4,741	11,773	6,219	0.74	16,008	13,453	8,079	12,513	4,047	1.18	11,027	21,745	16,386	7,578	2.17
Radiolaria 放射蟲	2,911	2,706	0	1,872	1,625	0.12	3,168	4,557	1,261	2,995	1,655	0.28	4,623	1,841	3,232	1,968	0.43
Medusa 水母	35,648	31,457	15,619	27,575	10,564	1.74	40,147	30,813	18,745	29,902	10,730	2.83	26,004	26,487	26,246	341	3.48
Siphonophore 管水母	26,064	50,727	11,477	29,423	19,839	1.86	37,762	19,792	14,206	23,920	12,308	2.26	10,719	15,538	13,128	3,407	1.74
Ctenophora 櫛水母	0	1,209	0	403	698	0.03	0	850	318	389	429	0.04	308	524	416	153	0.06
Cladocera 枝角類	0	499	0	166	288	0.01	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0.00
Copepoda nauplius 橈足類幼生	2,262	3,704	3,568	3,178	797	0.20	3,541	308	1,896	1,915	1,617	0.18	925	1,048	986	87	0.13
Calanoida 哲水蚤	1,513,010	1,168,734	303,901	995,215	622,951	62.78	473,594	393,342	337,562	401,499	68,382	37.95	273,684	209,882	241,783	45,115	32.02
Cyclopoida 劍水蚤	231,262	228,876	46,583	168,907	105,942	10.65	103,733	101,095	76,120	93,649	15,238	8.85	68,276	54,721	61,498	9,585	8.14
Harpacticoida 猛水蚤	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0.00
Amphipoda 端腳類	873	3,627	299	1,600	1,779	0.10	2,156	1,158	925	1,413	654	0.13	0	1,055	527	746	0.07
Crab megalopa 大眼幼生	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0.00
Crab larvae 蟹幼生	4,523	6,545	4,192	5,087	1,274	0.32	1,759	2,033	943	1,578	567	0.15	696	799	748	73	0.10
Shrimp larvae 蝦幼生	25,974	18,521	1,497	15,331	12,547	0.97	12,130	7,122	7,808	9,020	2,715	0.85	5,491	2,405	3,948	2,182	0.52
Mysidacea 糠蝦類	19,705	5,240	0	8,315	10,206	0.52	1,807	308	0	705	967	0.07	0	269	134	190	0.02
Euphausiacea 磷蝦類	0	499	0	166	288	0.01	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0.00
Sergestidae 櫻蝦類	806	0	299	369	407	0.02	361	0	0	120	209	0.01	0	0	0	0	0.00
Luciferinae 螢蝦類	7,165	902	299	2,789	3,802	0.18	1,048	566	1,261	958	356	0.09	0	0	0	0	0.00
Other Decapoda 其他十足類	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0.00
Ostracoda 介形類	8,643	4,530	736	4,636	3,955	0.29	2,120	875	626	1,207	801	0.11	388	269	328	84	0.04
Pteropoda 翼足類	3,068	3,608	1,035	2,570	1,357	0.16	349	1,183	934	822	428	0.08	1,393	2,136	1,764	526	0.23
Heteropoda 異足類	9,516	7,735	3,406	6,886	3,143	0.43	2,855	4,448	5,361	4,221	1,269	0.40	5,422	1,861	3,642	2,518	0.48
Cephalopoda larvae 頭足類幼生	0	0	0	0	0	0.00	349	0	0	116	202	0.01	0	0	0	0	0.00
Bivalvia 二枚貝幼生	806	0	299	369	407	0.02	1,084	900	308	764	405	0.07	0	0	0	0	0.00
Chaetognatha 毛顎類	92,679	34,605	6,100	44,462	44,123	2.80	65,321	27,423	31,896	41,547	20,711	3.93	29,235	19,978	24,606	6,546	3.26
Appendicularia 有尾類	172,282	208,071	18,875	133,076	100,506	8.39	183,461	367,277	390,892	313,877	113,559	29.67	250,842	258,047	254,444	5,095	33.69
Thaliacae 海樽類	19,817	28,041	12,563	20,140	7,744	1.27	15,225	8,388	7,248	10,287	4,314	0.97	5,788	7,940	6,864	1,522	0.91
Polychaeta 多毛類	3,359	5,624	299	3,094	2,672	0.20	1,072	1,749	2,186	1,669	561	0.16	1,313	537	925	548	0.12
Barnacle nauplius 藤壺幼生	0	0	1,796	599	1,037	0.04	0	0	0	0	0	0.00	308	0	154	218	0.02
Echinodermata larvae 棘皮動物幼生	1,097	403	0	500	555	0.03	0	850	318	389	429	0.04	0	1,310	655	926	0.09
Fish egg 魚卵	2,485	1,612	299	1,466	1,100	0.09	711	875	8,761	3,449	4,601	0.33	1,781	269	1,025	1,069	0.14
Fish larvae 仔稚魚	3,650	2,514	0	2,055	1,868	0.13	0	850	318	389	429	0.04	925	262	593	469	0.08
Other 其他	582	1,305	299	729	519	0.05	349	566	308	408	139	0.04	388	269	328	84	0.04
TOTAL	2,330,645	1,925,857	499,403	1,585,301	961,949	100	1,080,841	1,088,885	1,004,055	1,057,927	46,828	100	760,197	750,213	755,205	7,060	100
Biomass 生物量：																	
Wet wt. 濕重 (g/1000 m^3)	192.0	244.3	102.7	179.7	71.6		166.1	122.9	122.7	137.2	25.0		46.7	50.2	48.4	2.5	
Dry wt. 乾重 (g/1000 m^3)	8.5	9.7	1.9	6.7	4.2		3.6	4.1	2.8	3.5	0.6		1.2	0.5	0.9	0.5	
Displa. V. 排水容積量 (ml/1000 m^3)	895.7	652.6	368.0	638.8	264.1		710.7	591.4	312.9	538.3	204.1		231.7	265.3	248.5	23.8	
Settling V. 生物沉澱量 (ml/1000 m^3)	1468.9	2211.0	1307.4	1662.4	481.9		1842.9	1193.7	1066.6	1367.7	416.4		547.9	583.1	565.5	24.8	
Impurity 雜質 (%)	4.8	5.4	43.8	18.0	22.3		12.9	9.5	7.9	10.1	2.6		11.9	7.1	9.5	3.4	
Species No. 種類數	26	27	23	30			25	26	25	28			22	24	25		
Simpson's Dominance Index 優勢種指數	0.1105	0.3980	0.3327	0.4140			0.0248	0.2631	0.2795	0.2517			0.2562	0.2313	0.2403		
Shannon-Weiner Index 歧異度指數	1.0498	1.4852	1.4452	1.4639			0.9458	1.6917	1.6437	1.7562			1.7267	1.7803	1.7691		
Evenness 均勻度指數	0.3222	0.4506	0.4609	0.4304			0.2938	0.5192	0.5107	0.5271			0.5586	0.5602	0.5496		

表3-11 民國114年5月5日第三核能發電廠附近海域表層採樣動物性浮游生物各大類之豐度(ind./1000m^3)及生物量

Station	18S	20S	21S				22S	23S	24S				14S	12S			
Category				Mean	S.D.	%				Mean	S.D.	%			Mean	S.D.	%
Noctiluca 夜光蟲	254,245	251,235	187,142	230,874	37,903	30.10	152,377	170,001	245,789	189,389	49,632	31.04	214,185	272,810	243,498	41,454	49.27
Foraminifera 有孔蟲	13,295	22,931	5,967	14,064	8,508	1.83	7,521	4,289	3,834	5,215	2,010	0.85	3,588	14,465	9,027	7,691	1.83
Radiolaria 放射蟲	964	2,525	1,006	1,498	890	0.20	263	1,804	509	859	828	0.14	879	1,903	1,391	723	0.28
Medusa 水母	13,919	12,467	13,911	13,433	836	1.75	10,386	9,840	9,625	9,950	392	1.63	10,826	4,125	7,476	4,739	1.51
Siphonophore 管水母	39,984	38,743	24,945	34,557	8,348	4.51	17,870	22,428	39,065	26,454	11,157	4.34	42,290	9,895	26,092	22,907	5.28
Ctenophora 櫛水母	1,177	3,725	203	1,702	1,818	0.22	0	950	1,033	661	574	0.11	1,908	371	1,140	1,087	0.23
Cladocera 枝角類	1,168	937	811	972	181	0.13	185	2,694	3,041	1,974	1,558	0.32	4,196	2,942	3,569	886	0.72
Copepoda nauplius 橈足類幼生	0	217	303	173	156	0.02	88	106	0	65	57	0.01	70	536	303	329	0.06
Calanoida 哲水蚤	252,823	446,575	256,528	318,642	110,809	41.55	126,430	185,053	480,450	263,978	189,748	43.27	193,983	70,712	132,347	87,165	26.78
Cyclopoida 劍水蚤	40,249	64,685	43,217	49,384	13,334	6.44	20,170	55,004	43,416	39,530	17,739	6.48	41,745	11,640	26,693	21,288	5.40
Harpacticoida 猛水蚤	643	480	400	508	124	0.07	98	1,750	895	914	826	0.15	211	467	339	181	0.07
Amphipoda 端腳類	757	2,068	1,619	1,481	666	0.19	458	1,263	1,033	918	415	0.15	1,548	213	880	944	0.18
Crab megalopa 大眼幼生	0	0	100	33	58	0.00	0	52	0	17	30	0.00	343	0	172	243	0.03
Crab larvae 蟹幼生	3,316	3,828	8,075	5,073	2,613	0.66	2,046	952	3,354	2,118	1,202	0.35	2,577	1,264	1,920	928	0.39
Shrimp larvae 蝦幼生	4,391	9,517	10,615	8,175	3,322	1.07	13,320	3,740	5,333	7,464	5,134	1.22	2,058	1,146	1,602	645	0.32
Mysidacea 糠蝦類	216	937	0	384	490	0.05	1,133	424	102	553	527	0.09	0	0	0	0	0.00
Euphausiacea 磷蝦類	108	217	200	175	59	0.02	0	212	0	71	123	0.01	0	0	0	0	0.00
Sergestidae 櫻蝦類	967	6,833	1,406	3,069	3,267	0.40	566	1,892	2,437	1,632	962	0.27	70	261	166	135	0.03
Luciferinae 螢蝦類	4,939	46,059	1,118	17,372	24,917	2.27	721	789	1,862	1,124	640	0.18	413	0	207	292	0.04
Other Decapoda 其他十足類	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0.00
Ostracoda 介形類	1,823	11,517	3,943	5,761	5,096	0.75	1,032	1,695	975	1,234	400	0.20	651	103	377	387	0.08
Pteropoda 翼足類	11,196	12,467	6,472	10,045	3,159	1.31	3,858	4,899	3,718	4,158	645	0.68	5,945	11,828	8,887	4,160	1.80
Heteropoda 異足類	9,410	9,336	6,049	8,265	1,920	1.08	5,822	8,642	5,842	6,769	1,622	1.11	4,538	6,046	5,292	1,067	1.07
Cephalopoda larvae 頭足類幼生	325	217	100	214	112	0.03	224	419	204	282	119	0.05	211	103	157	76	0.03
Bivalvia 二枚貝幼生	640	457	403	500	124	0.07	350	531	386	422	96	0.07	141	522	331	269	0.07
Chaetognatha 毛顎類	10,848	37,524	12,339	20,237	14,990	2.64	24,623	13,447	20,072	19,380	5,620	3.18	2,673	1,763	2,218	643	0.45
Appendicularia 有尾類	6,641	5,815	2,016	4,824	2,467	0.63	3,946	6,069	9,188	6,401	2,637	1.05	4,177	4,551	4,364	265	0.88
Thaliacae 海樽類	9,904	5,028	5,856	6,929	2,609	0.90	3,913	12,286	9,246	8,482	4,239	1.39	5,277	5,660	5,469	271	1.11
Polychaeta 多毛類	2,352	3,919	1,924	2,732	1,050	0.36	819	2,104	2,452	1,791	860	0.29	1,900	1,414	1,657	343	0.34
Barnacle nauplius 藤壺幼生	213	217	200	210	9	0.03	185	52	284	174	116	0.03	0	0	0	0	0.00
Echinodermata larvae 棘皮動物幼生	853	1,131	913	966	146	0.13	438	474	487	466	26	0.08	1,337	1,256	1,297	57	0.26
Fish egg 魚卵	2,132	6,182	3,037	3,784	2,125	0.49	6,973	5,336	7,930	6,746	1,312	1.11	5,602	8,025	6,814	1,713	1.38
Fish larvae 仔稚魚	213	674	203	363	269	0.05	497	367	567	477	101	0.08	185	158	171	19	0.03
Other 其他	745	697	205	549	299	0.07	350	792	0	381	397	0.06	572	220	396	249	0.08
TOTAL	690,459	1,009,161	601,224	766,948	214,455	100.0	406,661	520,357	903,128	610,049	260,103	100.0	554,100	434,401	494,251	84,640	100.0
Biomass 生物量 :																	
Wet wt. 濕重 (g/1000 m^3)	58.2	112.1	60.4	76.9	30.5		31.3	56.7	71.3	53.1	20.2		85.1	25.0	55.0	42.5	
Dry wt. 乾重 (g/1000 m^3)	2.9	7.6	2.7	4.4	2.8		1.6	2.8	4.8	3.1	1.6		3.6	1.1	2.3	1.8	
Displa. V. 排水容積量 (ml/1000 m^3)	105.8	136.0	89.1	110.3	23.8		58.6	72.1	96.4	75.7	19.2		109.9	119.4	114.7	6.7	
Settling V. 生物沉澱量 (ml/1000 m^3)	334.1	672.0	329.6	445.3	196.4		187.6	367.8	477.9	344.4	146.5		463.9	137.4	300.6	230.9	
Impurity 雜質 (%)	4.2	2.5	5.2	4.0	1.4		5.6	6.0	4.7	5.5	0.7		2.5	5.6	4.0	2.2	
Species No. 種類數	31	32	32	33			30	33	29	33			30	28	30		
Simpson's Dominance Index 優勢種指數	0.2783	0.2682	0.2878	0.2720			0.2480	0.2487	0.3623	0.2919			0.2845	0.4250	0.3216		
Shannon-Weiner Index 歧異度指數	1.7520	1.8615	1.7283	1.8209			1.8771	1.8716	1.4847	1.7181			1.6778	1.4607	1.6386		
Evenness 均勻度指數	0.5102	0.5371	0.4987	0.5208			0.5519	0.5353	0.4409	0.4914			0.4933	0.4384	0.4818		

表3-12 民國114年5月5日第三核能發電廠附近海域垂直採樣動物性浮游生物各大類之豐度(ind./1000m^3)及生物量

Station	18V	20V	21V	Mean	S.D.	%	22V	23V	24V	Mean	S.D.	%	14V	12V	Mean	S.D.	%
Category																	
Noctiluca 夜光蟲	251,754	392,399	93,704	245,952	149,432	15.74	141,713	280,197	307,224	243,044	88,790	23.35	278,420	417,227	347,824	98,151	25.25
Foraminifera 有孔蟲	74,603	57,636	2,444	44,895	37,729	2.87	37,952	43,464	42,712	41,376	2,989	3.98	29,926	61,396	45,661	22,253	3.32
Radiolaria 放射蟲	11,477	12,313	1,872	8,554	5,802	0.55	6,256	5,452	7,599	6,436	1,085	0.62	9,297	16,667	12,982	5,211	0.94
Medusa 水母	48,405	132,904	11,021	64,110	62,441	4.10	28,373	57,418	57,439	47,743	16,776	4.59	43,169	64,889	54,029	15,358	3.92
Siphonophore 管水母	29,691	72,805	9,660	37,386	32,268	2.39	10,929	24,199	32,695	22,608	10,970	2.17	19,224	60,265	39,744	29,020	2.89
Ctenophora 櫛水母	1,747	4,716	0	2,154	2,384	0.14	0	2,462	1,644	1,369	1,254	0.13	806	299	553	358	0.04
Cladocera 枝角類	1,996	4,716	739	2,484	2,033	0.16	875	1,008	7,516	3,133	3,796	0.30	3,347	9,664	6,506	4,467	0.47
Copepoda nauplius 橈足類幼生	250	655	0	301	331	0.02	0	686	539	408	361	0.04	0	582	291	412	0.02
Calanoida 哲水蚤	444,124	1,698,805	209,020	783,983	800,933	50.16	234,486	450,813	625,880	437,059	196,059	41.99	338,655	640,737	489,696	213,604	35.55
Cyclopoida 劍水蚤	90,322	197,457	29,425	105,734	85,070	6.76	44,525	57,391	90,301	64,072	23,608	6.16	86,698	191,123	138,911	73,840	10.09
Harpacticoida 猛水蚤	3,244	13,754	1,077	6,025	6,781	0.39	1,824	4,848	11,142	5,938	4,754	0.57	6,518	8,250	7,384	1,225	0.54
Amphipoda 端腳類	2,745	4,951	228	2,641	2,364	0.17	591	1,656	3,827	2,025	1,649	0.19	898	2,063	1,480	823	0.11
Crab megalopa 大眼幼生	0	655	0	218	378	0.01	308	202	0	170	157	0.02	0	0	0	0	0.00
Crab larvae 蟹幼生	4,990	19,937	4,716	9,881	8,710	0.63	5,864	7,026	8,165	7,019	1,150	0.67	15,431	23,121	19,276	5,438	1.40
Shrimp larvae 蝦幼生	17,466	46,292	8,183	23,980	19,873	1.53	18,151	12,195	13,954	14,767	3,060	1.42	10,195	13,756	11,976	2,518	0.87
Mysidacea 糠蝦類	250	7,519	283	2,684	4,187	0.17	616	806	539	654	138	0.06	299	882	591	412	0.04
Euphausiacea 磷蝦類	250	1,493	0	581	800	0.04	616	485	0	367	325	0.04	0	0	0	0	0.00
Sergestidae 櫻蝦類	13,224	19,570	1,478	11,424	9,180	0.73	2,907	3,633	6,666	4,402	1,994	0.42	2,603	3,809	3,206	853	0.23
Luciferinae 螢蝦類	59,632	82,918	3,349	48,633	40,909	3.11	7,897	6,781	6,065	6,914	923	0.66	5,919	898	3,409	3,550	0.25
Other Decapoda 其他十足類	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0.00
Ostracoda 介形類	6,238	23,867	4,372	11,492	10,757	0.74	2,366	3,192	4,255	3,271	947	0.31	837	2,063	1,450	867	0.11
Pteropoda 翼足類	15,469	31,307	4,944	17,240	13,270	1.10	9,463	10,545	15,854	11,954	3,420	1.15	12,345	29,409	20,877	12,066	1.52
Heteropoda 異足類	11,727	23,893	3,922	13,181	10,064	0.84	7,022	10,452	18,603	12,026	5,949	1.16	11,178	22,838	17,008	8,245	1.23
Cephalopoda larvae 頭足類幼生	0	1,729	0	576	998	0.04	0	485	1,278	588	645	0.06	537	0	269	380	0.02
Bivalvia 二枚貝幼生	499	1,074	283	619	409	0.04	283	970	1,388	880	558	0.08	568	4,691	2,629	2,915	0.19
Chaetognatha 毛顎類	29,442	92,952	13,108	45,167	42,181	2.89	23,174	37,609	36,218	32,334	7,963	3.11	30,947	33,501	32,224	1,806	2.34
Appendicularia 有尾類	25,450	41,944	4,772	24,055	18,625	1.54	11,937	31,966	43,147	29,017	15,813	2.79	45,042	56,655	50,848	8,212	3.69
Thaliacae 海樽類	8,483	24,102	3,405	11,997	10,787	0.77	2,982	18,284	24,378	15,215	11,023	1.46	14,226	46,076	30,151	22,521	2.19
Polychaeta 多毛類	11,477	24,129	5,166	13,591	9,656	0.87	4,040	10,616	18,575	11,077	7,279	1.06	11,654	15,553	13,603	2,757	0.99
Barnacle nauplius 藤壺幼生	749	2,148	0	966	1,090	0.06	0	970	1,388	786	712	0.08	0	1,164	582	823	0.04
Echinodermata larvae 棘皮動物幼生	4,242	4,951	1,644	3,612	1,741	0.23	2,699	2,903	6,155	3,919	1,939	0.38	3,140	6,753	4,947	2,555	0.36
Fish egg 魚卵	3,743	38,616	2,272	14,877	20,572	0.95	7,480	7,190	8,200	7,623	520	0.73	6,641	21,707	14,174	10,654	1.03
Fish larvae 仔稚魚	1,248	3,170	794	1,737	1,261	0.11	900	2,059	1,900	1,619	628	0.16	1,136	1,164	1,150	20	0.08
Other 其他	1,996	3,825	911	2,244	1,473	0.14	1,133	1,291	566	997	381	0.10	1,912	5,838	3,875	2,777	0.28
TOTAL	1,176,929	3,089,204	422,794	1,562,976	1,374,485	100.0	617,365	1,099,252	1,405,813	1,040,810	397,460	100.0	991,568	1,763,040	1,377,304	545,513	100.0
Biomass 生物量 :																	
Wet wt. 濕重 (g/1000 m^3)	152.9	521.5	94.3	256.2	231.6		67.1	154.9	154.0	125.3	50.4		103.5	186.6	145.1	58.7	
Dry wt. 乾重 (g/1000 m^3)	5.2	19.1	1.4	8.6	9.3		0.6	5.1	7.3	4.3	3.4		3.3	7.0	5.2	2.6	
Displa. V. 排水容積量 (ml/1000 m^3)	374.3	1519.5	255.5	716.4	698.0		295.7	585.5	269.4	383.5	175.4		568.1	590.5	579.3	15.8	
Settling V. 生物沉澱量 (ml/1000 m^3)	1447.1	3248.6	352.2	1682.6	1462.5		524.8	1057.7	1236.5	939.7	370.3		1022.6	1763.2	1392.9	523.7	
Impurity 雜質 (%)	2.8	6.7	14.6	8.0	6.0		10.8	6.5	10.6	9.3	2.4		11.1	5.0	8.1	4.3	
Species No. 種類數	31	33	27	33			29	33	31	33			29	30	31		
Simpson's Dominance Index 優勢種指數	0.0513	0.3280	0.0802	0.1577			0.0059	0.2436	0.2560	0.2416			0.2106	0.2067	0.2073		
Shannon-Weiner Index 歧異度指數	1.4132	1.8412	1.2673	1.6568			0.6487	1.9827	1.9823	2.0182			2.0766	2.1040	2.1023		
Evenness 均勻度指數	0.4115	0.5266	0.3845	0.4738			0.1926	0.5671	0.5772	0.5772			0.6167	0.6186	0.6122		

表3-13 民國114年8月8日第三核能發電廠附近海域表層採樣動物性浮游生物各大類之豐度(ind./1000m^3)及生物量

Station	18S	20S	21S				22S	23S	24S				14S	12S			
Category				Mean	S.D.	%				Mean	S.D.	%			Mean	S.D.	%
Noctiluca 夜光蟲	61,362	52,254	89,791	67,802	19,580	23.19	110,027	133,506	70,047	104,527	32,085	23.00	6,153	55,257	30,705	34,721	22.55
Foraminifera 有孔蟲	4,129	5,654	3,078	4,287	1,295	1.47	5,227	5,836	2,235	4,432	1,927	0.98	5,136	2,925	4,030	1,563	2.96
Radiolaria 放射蟲	767	1,068	1,461	1,099	348	0.38	915	1,025	1,458	1,133	287	0.25	46	254	150	147	0.11
Medusa 水母	1,693	783	1,285	1,254	456	0.43	2,885	1,498	1,744	2,042	740	0.45	93	1,451	772	960	0.57
Siphonophore 管水母	8,451	4,295	6,602	6,449	2,082	2.21	21,123	15,787	15,158	17,356	3,277	3.82	1,481	5,250	3,365	2,665	2.47
Ctenophora 櫛水母	240	1,297	59	532	669	0.18	688	749	104	514	356	0.11	0	1,618	809	1,144	0.59
Cladocera 枝角類	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0.00
Copepoda nauplius 橈足類幼生	151	239	84	158	78	0.05	542	191	351	361	175	0.08	0	61	30	43	0.02
Calanoida 哲水蚤	80,152	97,369	58,938	78,820	19,250	26.96	109,411	99,898	78,102	95,804	16,051	21.08	9,670	69,838	39,754	42,545	29.19
Cyclopoida 劍水蚤	120,653	39,269	55,893	71,938	42,999	24.61	127,313	100,747	108,951	112,337	13,603	24.72	17,720	40,239	28,979	15,923	21.28
Harpacticoida 猛水蚤	0	171	0	57	99	0.02	183	0	0	61	106	0.01	0	61	30	43	0.02
Amphipoda 端腳類	170	68	562	267	261	0.09	183	287	0	157	145	0.03	0	0	0	0	0.00
Crab megalopa 大眼幼生	0	0	42	14	24	0.00	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0.00
Crab larvae 蟹幼生	5,274	3,640	2,385	3,766	1,448	1.29	3,397	2,460	2,729	2,862	482	0.63	324	872	598	387	0.44
Shrimp larvae 蝦幼生	5,980	4,227	2,174	4,127	1,905	1.41	7,032	2,157	1,307	3,499	3,089	0.77	231	1,550	891	933	0.65
Mysidacea 糠蝦類	0	68	0	23	39	0.01	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0.00
Euphausiacea 磷蝦類	0	0	0	0	0	0.00	0	96	104	67	58	0.01	0	0	0	0	0.00
Sergestidae 櫻蝦類	1,257	3,168	227	1,551	1,492	0.53	1,274	377	351	667	526	0.15	0	304	152	215	0.11
Luciferinae 螢蝦類	107	68	117	97	26	0.03	0	0	0	0	0	0.00	0	61	30	43	0.02
Other Decapoda 其他十足類	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0.00
Ostracoda 介形類	44	411	0	152	225	0.05	366	282	218	288	75	0.06	0	200	100	141	0.07
Pteropoda 翼足類	1,443	6,685	1,578	3,235	2,988	1.11	10,556	2,799	1,998	5,118	4,727	1.13	231	3,132	1,682	2,051	1.24
Heteropoda 異足類	4,581	1,044	2,713	2,779	1,770	0.95	6,834	3,548	3,019	4,467	2,067	0.98	925	2,389	1,657	1,035	1.22
Cephalopoda larvae 頭足類幼生	44	0	0	15	26	0.01	0	0	0	0	0	0.00	0	18	9	13	0.01
Bivalvia 二枚貝幼生	0	0	0	0	0	0.00	0	96	0	32	55	0.01	0	0	0	0	0.00
Chaetognatha 毛顎類	3,736	7,711	3,451	4,966	2,381	1.70	20,218	6,205	3,705	10,043	8,900	2.21	1,989	4,419	3,204	1,718	2.35
Appendicularia 有尾類	26,094	36,541	17,225	26,620	9,669	9.11	75,672	45,744	57,044	59,486	15,112	13.09	7,865	14,886	11,376	4,965	8.35
Thaliacae 海樽類	1,489	329	5,718	2,512	2,836	0.86	1,732	1,599	1,212	1,514	270	0.33	463	857	660	279	0.48
Polychaeta 多毛類	170	193	159	174	17	0.06	626	186	0	271	321	0.06	46	200	123	109	0.09
Barnacle nauplius 藤壺幼生	107	786	0	298	426	0.10	275	0	104	126	139	0.03	0	182	91	129	0.07
Echinodermata larvae 棘皮動物幼生	250	261	185	232	41	0.08	183	287	246	239	52	0.05	0	121	61	86	0.04
Fish egg 魚卵	16,653	5,209	4,738	8,866	6,747	3.03	17,998	35,207	27,004	26,737	8,608	5.88	6,061	7,703	6,882	1,161	5.05
Fish larvae 仔稚魚	178	125	143	148	27	0.05	633	191	76	300	294	0.07	0	61	30	43	0.02
Other 其他	63	182	59	101	70	0.03	92	96	0	62	54	0.01	0	18	9	13	0.01
TOTAL	345,239	273,112	258,667	292,339	46,378	100.0	525,382	460,854	377,266	454,501	74,262	100.0	58,434	213,924	136,179	109,948	100.0
Biomass 生物量：																	
Wet wt. 濕重 (g/1000 m^3)	34.3	17.7	18.1	23.4	9.4		42.9	37.6	70.8	50.4	17.9		118.5	30.8	74.6	62.0	
Dry wt. 乾重 (g/1000 m^3)	1.3	0.7	0.7	0.9	0.3		2.3	1.6	13.7	5.9	6.8		5.4	1.7	3.5	2.6	
Displa. V. 排水容積量 (ml/1000 m^3)	122.3	28.9	35.7	62.3	52.1		71.0	94.3	126.9	97.4	28.1		166.6	77.6	122.1	62.9	
Settling V. 生物沉澱量 (ml/1000 m^3)	224.9	128.0	121.6	158.2	57.9		497.1	450.8	555.7	501.2	52.6		786.5	414.9	600.7	262.8	
Impurity 雜質 (%)	11.6	16.3	13.8	13.9	2.4		7.9	2.0	17.0	8.9	7.6		0.5	3.3	1.9	1.9	
Species No. 種類數	27	28	25	30			26	26	23	28			16	27	27		
Simpson's Dominance Index 優勢種指數	0.2173	0.2053	0.2257	0.1980			0.1719	0.1961	0.1907	0.1814			0.1692	0.2166	0.1934		
Shannon-Weiner Index 歧異度指數	1.8796	1.9754	1.8398	1.9558			2.0419	1.8956	1.8937	1.9723			2.0215	1.8789	1.9607		
Evenness 均勻度指數	0.5703	0.5928	0.5716	0.5750			0.6267	0.5818	0.6040	0.5919			0.7291	0.5701	0.5949		

表3-14 民國114年8月8日第三核能發電廠附近海域垂直採樣動物性浮游生物各大類之豐度(ind./1000m^3)及生物量

Station	18V	20V	21V				22V	23V	24V				14V	12V			
Category				Mean	S.D.	%				Mean	S.D.	%			Mean	S.D.	%
Noctiluca 夜光蟲	80,679	54,562	16,421	50,554	32,316	9.75	41,917	46,400	44,913	44,410	2,283	6.29	84,061	65,764	74,913	12,937	15.48
Foraminifera 有孔蟲	11,402	35,979	1,353	16,244	17,814	3.13	29,342	20,025	24,795	24,721	4,659	3.50	15,411	8,893	12,152	4,609	2.51
Radiolaria 放射蟲	2,298	2,725	1,422	2,148	664	0.41	2,096	2,447	1,202	1,915	642	0.27	616	461	539	110	0.11
Medusa 水母	7,955	9,431	5,335	7,574	2,075	1.46	13,623	8,082	9,037	10,248	2,962	1.45	6,062	4,120	5,091	1,373	1.05
Siphonophore 管水母	5,689	4,820	7,745	6,085	1,502	1.17	6,200	12,183	11,089	9,824	3,186	1.39	8,692	14,341	11,516	3,994	2.38
Ctenophora 櫛水母	1,198	3,074	428	1,566	1,361	0.30	1,397	2,178	1,202	1,592	517	0.23	0	715	357	505	0.07
Cladocera 枝角類	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0.00
Copepoda nauplius 橈足類幼生	299	1,258	214	590	579	0.11	699	269	635	534	232	0.08	308	0	154	218	0.03
Calanoida 哲水蚤	122,394	176,262	77,176	125,277	49,606	24.16	198,409	106,201	126,748	143,786	48,408	20.36	47,157	87,990	67,573	28,873	13.97
Cyclopoida 劍水蚤	106,914	106,121	30,721	81,252	43,763	15.67	167,844	124,055	119,933	137,277	26,552	19.44	85,170	77,369	81,270	5,517	16.80
Harpacticoida 猛水蚤	566	0	283	283	283	0.05	0	269	0	90	155	0.01	699	0	349	494	0.07
Amphipoda 端腳類	0	0	283	94	164	0.02	1,834	0	318	717	980	0.10	0	0	0	0	0.00
Crab megalopa 大眼幼生	0	0	0	0	0	0.00	0	0	318	106	183	0.01	0	0	0	0	0.00
Crab larvae 蟹幼生	7,752	5,030	4,052	5,611	1,917	1.08	9,868	3,514	4,377	5,920	3,446	0.84	2,815	1,784	2,299	729	0.48
Shrimp larvae 蝦幼生	9,800	11,946	642	7,463	6,004	1.44	15,894	5,162	1,270	7,442	7,574	1.05	966	1,130	1,048	116	0.22
Mysidacea 糠蝦類	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0.00
Euphausiacea 磷蝦類	0	0	214	71	123	0.01	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0.00
Sergestidae 櫻蝦類	4,176	5,310	642	3,376	2,435	0.65	2,096	806	0	967	1,057	0.14	616	0	308	436	0.06
Luciferinae 螢蝦類	0	699	283	327	351	0.06	437	0	0	146	252	0.02	0	0	0	0	0.00
Other Decapoda 其他十足類	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0.00
Ostracoda 介形類	0	768	283	351	389	0.07	1,135	537	0	558	568	0.08	0	0	0	0	0.00
Pteropoda 翼足類	1,481	4,122	428	2,010	1,903	0.39	7,947	10,303	1,699	6,650	4,446	0.94	1,623	1,814	1,719	135	0.36
Heteropoda 異足類	4,993	5,729	1,277	4,000	2,386	0.77	9,693	9,001	6,566	8,420	1,643	1.19	8,281	5,518	6,900	1,953	1.43
Cephalopoda larvae 頭足類幼生	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0.00
Bivalvia 二枚貝幼生	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0	0.00	308	0	154	218	0.03
Chaetognatha 毛顎類	10,536	4,751	2,838	6,042	4,008	1.17	15,457	18,512	7,776	13,915	5,532	1.97	10,130	4,834	7,482	3,745	1.55
Appendicularia 有尾類	257,743	251,923	29,403	179,690	130,184	34.65	267,223	254,311	265,562	262,366	7,024	37.15	212,957	167,680	190,318	32,016	39.34
Thaliacae 海樽類	2,848	2,934	10,855	5,546	4,598	1.07	0	820	1,837	886	920	0.13	658	2,037	1,347	975	0.28
Polychaeta 多毛類	0	3,074	1,705	1,593	1,540	0.31	1,834	537	283	885	832	0.13	308	0	154	218	0.03
Barnacle nauplius 藤壺幼生	283	0	0	94	164	0.02	2,096	269	635	1,000	967	0.14	0	223	111	158	0.02
Echinodermata larvae 棘皮動物幼生	2,096	2,725	1,919	2,246	423	0.43	2,096	1,351	318	1,255	893	0.18	308	922	615	434	0.13
Fish egg 魚卵	12,802	7,755	2,416	7,658	5,194	1.48	9,781	23,271	23,808	18,953	7,948	2.68	16,746	16,053	16,400	490	3.39
Fish larvae 仔稚魚	1,481	419	428	776	611	0.15	2,445	544	918	1,303	1,007	0.18	0	223	111	158	0.02
Other 其他	0	0	0	0	0	0.00	0	813	283	365	413	0.05	658	1,145	901	345	0.19
TOTAL	655,383	701,417	198,766	518,522	277,872	100.0	811,363	651,861	655,521	706,248	91,050	100.0	504,549	463,016	483,783	29,368	100.0
Biomass 生物量：																	
Wet wt. 濕重 (g/1000 m^3)	86.4	80.9	32.1	66.5	29.9		129.8	121.5	146.5	132.6	12.8		161.9	164.0	162.9	1.5	
Dry wt. 乾重 (g/1000 m^3)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		1.7	2.5	4.6	2.9	1.5		6.8	8.6	7.7	1.3	
Displa. V. 排水容積量 (ml/1000 m^3)	201.5	558.9	135.3	298.5	227.9		1135.3	437.7	600.8	724.6	364.9		686.3	684.1	685.2	1.6	
Settling V. 生物沉澱量 (ml/1000 m^3)	1371.6	517.0	163.6	684.1	621.1		2113.3	2958.5	4029.5	3033.8	960.3		5650.6	4338.7	4994.7	927.7	
Impurity 雜質 (%)	4.1	31.3	29.5	21.6	15.2		9.7	3.7	16.7	10.0	6.5		10.1	4.2	7.1	4.2	
Species No. 種類數	22	23	26	27			24	25	24	28			22	20	25		
Simpson's Dominance Index 優勢種指數	0.0582	0.2246	0.0986	0.1924			0.0542	0.2241	0.2432	0.2244			0.2463	0.2183	0.2294		
Shannon-Weiner Index 歧異度指數	1.2671	1.8822	1.6555	1.8804			1.3014	1.9189	1.7903	1.8956			1.7934	1.8353	1.8294		
Evenness 均勻度指數	0.4099	0.6003	0.5081	0.5705			0.4095	0.5961	0.5633	0.5689			0.5802	0.6126	0.5683		

表3-15 民國114年11月5日第三核能發電廠附近海域表層採樣動物性浮游生物各大類之豐度(ind./1000m^3)及生物量

Station	18S	20S	21S				22S	23S	24S				14S	12S			
Category				Mean	S.D.	%				Mean	S.D.	%			Mean	S.D.	%
Noctiluca 夜光蟲	77,180	86,551	35,685	66,472	27,071	26.08	61,732	75,128	113,606	83,489	26,928	31.00	105,177	80,469	92,823	17,471	35.30
Foraminifera 有孔蟲	28,318	30,695	16,572	25,195	7,562	9.89	20,220	23,439	50,665	31,441	16,726	11.67	46,095	32,377	39,236	9,700	14.92
Radiolaria 放射蟲	6,338	3,609	1,283	3,743	2,530	1.47	1,425	2,462	5,981	3,289	2,388	1.22	6,261	3,744	5,003	1,779	1.90
Medusa 水母	3,740	3,736	1,463	2,980	1,313	1.17	781	2,511	8,658	3,983	4,140	1.48	3,005	2,428	2,717	408	1.03
Siphonophore 管水母	8,021	17,012	5,057	10,030	6,225	3.94	3,195	9,066	14,161	8,807	5,488	3.27	7,098	5,637	6,367	1,033	2.42
Ctenophora 櫛水母	100	871	0	324	477	0.13	0	175	145	106	93	0.04	101	0	50	71	0.02
Cladocera 枝角類	0	0	0	0	0	0.00	0	0	145	48	83	0.02	41	0	20	29	0.01
Copepoda nauplius 橈足類幼生	97	540	222	286	228	0.11	165	327	346	279	99	0.10	141	168	155	19	0.06
Calanoida 哲水蚤	55,698	98,041	43,892	65,877	28,474	25.85	20,171	72,776	81,200	58,049	33,073	21.55	69,221	44,810	57,016	17,261	21.68
Cyclopoida 劍水蚤	18,445	34,818	19,990	24,418	9,040	9.58	9,371	49,880	34,355	31,202	20,438	11.59	26,274	14,459	20,366	8,354	7.75
Harpacticoida 猛水蚤	97	123	71	97	26	0.04	0	144	101	81	74	0.03	0	21	10	15	0.00
Amphipoda 端腳類	246	1,156	239	547	528	0.21	30	1,290	1,282	867	725	0.32	0	125	63	89	0.02
Crab megalopa 大眼幼生	0	0	0	0	0	0.00	0	48	188	79	98	0.03	0	0	0	0	0.00
Crab larvae 蟹幼生	1,279	3,048	2,449	2,259	899	0.89	1,485	4,961	1,646	2,697	1,962	1.00	1,272	649	960	441	0.37
Shrimp larvae 蝦幼生	7,891	33,590	6,319	15,933	15,311	6.25	2,378	15,007	11,799	9,728	6,565	3.61	6,842	3,654	5,248	2,254	2.00
Mysidacea 糠蝦類	49	1,054	0	368	595	0.14	30	48	44	41	9	0.02	0	0	0	0	0.00
Euphausiacea 磷蝦類	97	1,786	0	628	1,004	0.25	0	285	440	242	223	0.09	402	63	233	240	0.09
Sergestidae 櫻蝦類	987	2,091	1,002	1,360	633	0.53	397	3,745	2,193	2,111	1,675	0.78	1,935	357	1,146	1,115	0.44
Luciferinae 螢蝦類	340	5,692	818	2,283	2,962	0.90	129	2,036	823	996	965	0.37	951	190	571	538	0.22
Other Decapoda 其他十足類	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0.00
Ostracoda 介形類	735	1,908	327	990	821	0.39	340	803	911	685	304	0.25	826	168	497	466	0.19
Pteropoda 翼足類	2,853	4,004	1,916	2,924	1,046	1.15	1,041	1,788	5,121	2,650	2,172	0.98	3,630	1,863	2,746	1,250	1.04
Heteropoda 異足類	3,314	6,227	3,543	4,361	1,620	1.71	1,285	2,163	5,083	2,844	1,989	1.06	5,407	1,552	3,479	2,726	1.32
Cephalopoda larvae 頭足類幼生	0	76	8	28	42	0.01	0	40	0	13	23	0.00	0	0	0	0	0.00
Bivalvia 二枚貝幼生	50	0	214	88	112	0.03	129	48	145	107	52	0.04	182	21	101	114	0.04
Chaetognatha 毛顎類	1,769	11,127	3,589	5,495	4,962	2.16	1,909	17,387	9,116	9,471	7,745	3.52	8,507	3,883	6,195	3,270	2.36
Appendicularia 有尾類	3,981	6,100	2,499	4,193	1,810	1.65	1,989	2,618	10,555	5,054	4,774	1.88	8,255	5,513	6,884	1,939	2.62
Thaliacae 海樽類	14,655	8,569	5,569	9,598	4,630	3.77	1,179	2,673	18,302	7,384	9,484	2.74	7,663	5,682	6,672	1,401	2.54
Polychaeta 多毛類	982	2,720	780	1,494	1,067	0.59	480	685	2,124	1,096	896	0.41	1,413	583	998	587	0.38
Barnacle nauplius 藤壺幼生	100	38	88	75	33	0.03	0	127	434	187	223	0.07	141	211	176	49	0.07
Echinodermata larvae 棘皮動物幼生	1,857	795	1,019	1,224	560	0.48	392	780	2,588	1,254	1,172	0.47	1,758	1,326	1,542	305	0.59
Fish egg 魚卵	1,414	761	302	826	559	0.32	282	572	911	589	315	0.22	1,090	858	974	164	0.37
Fish larvae 仔稚魚	147	833	319	433	357	0.17	60	510	289	286	225	0.11	141	209	175	48	0.07
Other 其他	490	417	42	316	240	0.12	60	231	201	164	91	0.06	948	126	537	581	0.20
TOTAL	241,269	367,990	155,278	254,846	107,004	100.0	130,654	293,751	383,555	269,320	128,208	100.0	314,778	211,147	262,962	73,278	100.0
Biomass 生物量：																	
Wet wt. 濕重 (g/1000 m^3)	21.2	44.3	14.5	26.6	15.6		6.9	41.1	55.2	34.4	24.8		16.4	14.8	15.6	1.1	
Dry wt. 乾重 (g/1000 m^3)	0.8	2.2	2.9	2.0	1.0		0.3	2.4	2.1	1.6	1.1		0.8	0.8	0.8	0.0	
Displa. V. 排水容積量 (ml/1000 m^3)	37.1	64.8	26.5	42.8	19.8		19.5	48.7	69.9	46.0	25.3		26.9	31.3	29.1	3.1	
Settling V. 生物沉澱量 (ml/1000 m^3)	128.9	249.2	78.0	152.0	87.9		38.6	229.7	272.5	180.3	124.6		133.9	92.3	113.1	29.5	
Impurity 雜質 (%)	6.4	6.1	8.4	6.9	1.2		8.3	8.6	6.9	7.9	0.9		3.5	6.3	4.9	2.0	
Species No. 種類數	30	30	28	31			26	32	32	33			28	28	30		
Simpson's Dominance Index 優勢種指數	0.1829	0.1555	0.1667	0.1625			0.2781	0.1700	0.1652	0.1751			0.1925	0.2219	0.2036		
Shannon-Weiner Index 歧異度指數	2.1322	2.2899	2.1985	2.2529			1.7841	2.1456	2.2231	2.1706			2.0878	1.9449	2.0358		
Evenness 均勻度指數	0.6269	0.6732	0.6598	0.6560			0.5476	0.6191	0.6415	0.6208			0.6265	0.5837	0.5985		

表3-16 民國114年11月5日第三核能發電廠附近海域垂直採樣動物性浮游生物各大類之豐度(ind./1000m^3)及生物量

Station	18V	20V	21V				22V	23V	24V				14V	12V			
Category				Mean	S.D.	%				Mean	S.D.	%			Mean	S.D.	%
Noctiluca 夜光蟲	84,284	67,796	46,645	66,242	18,868	17.99	52,152	59,162	79,224	63,513	14,050	20.31	108,208	79,714	93,961	20,148	25.47
Foraminifera 有孔蟲	37,453	55,352	12,835	35,213	21,347	9.57	48,588	34,224	43,985	42,266	7,335	13.51	55,319	60,897	58,108	3,944	15.75
Radiolaria 放射蟲	6,192	5,431	2,166	4,596	2,139	1.25	6,958	3,714	8,449	6,374	2,421	2.04	7,744	7,402	7,573	242	2.05
Medusa 水母	11,036	8,666	7,823	9,175	1,666	2.49	4,815	6,500	15,694	9,003	5,855	2.88	12,132	7,053	9,592	3,591	2.60
Siphonophore 管水母	12,938	14,617	8,113	11,889	3,376	3.23	3,015	9,816	15,251	9,361	6,131	2.99	14,842	14,016	14,429	584	3.91
Ctenophora 櫛水母	0	327	338	222	192	0.06	411	1,061	259	577	426	0.18	230	411	321	128	0.09
Cladocera 枝角類	0	0	164	55	95	0.01	181	0	119	100	92	0.03	115	0	58	81	0.02
Copepoda nauplius 橈足類幼生	837	0	829	555	481	0.15	542	133	756	477	317	0.15	764	397	581	260	0.16
Calanoida 哲水蚤	105,439	176,671	78,563	120,224	50,698	32.66	58,487	88,875	91,246	79,536	18,268	25.43	93,995	76,184	85,090	12,594	23.07
Cyclopoida 劍水蚤	40,506	57,149	30,123	42,593	13,633	11.57	17,597	59,029	44,588	40,405	21,031	12.92	34,390	25,549	29,970	6,252	8.12
Harpacticoida 猛水蚤	0	327	333	220	191	0.06	0	796	259	352	406	0.11	0	128	64	90	0.02
Amphipoda 端腳類	150	839	491	493	344	0.13	181	133	119	144	32	0.05	880	0	440	622	0.12
Crab megalopa 大眼幼生	150	0	0	50	86	0.01	0	0	119	40	69	0.01	152	0	76	107	0.02
Crab larvae 蟹幼生	2,700	4,736	3,835	3,757	1,021	1.02	1,906	2,122	4,033	2,687	1,171	0.86	1,031	1,205	1,118	123	0.30
Shrimp larvae 蝦幼生	11,675	23,147	6,518	13,780	8,512	3.74	6,334	4,510	12,207	7,684	4,022	2.46	13,497	6,880	10,189	4,679	2.76
Mysidacea 糠蝦類	0	327	0	109	189	0.03	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0.00
Euphausiacea 磷蝦類	0	0	0	0	0	0.00	0	0	119	40	69	0.01	0	0	0	0	0.00
Sergestidae 櫻蝦類	1,823	2,987	1,505	2,105	780	0.57	411	265	896	524	330	0.17	649	1,616	1,133	684	0.31
Luciferinae 螢蝦類	2,162	1,933	491	1,529	906	0.42	772	265	1,413	817	575	0.26	345	256	301	64	0.08
Other Decapoda 其他十足類	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0.00
Ostracoda 介形類	942	1,278	988	1,069	182	0.29	542	796	854	731	166	0.23	115	0	58	81	0.02
Pteropoda 翼足類	4,695	7,836	1,981	4,837	2,930	1.31	1,881	2,786	4,995	3,221	1,602	1.03	6,220	2,356	4,288	2,733	1.16
Heteropoda 異足類	5,416	11,342	2,990	6,583	4,297	1.79	3,812	2,653	4,576	3,680	968	1.18	5,691	5,305	5,498	273	1.49
Cephalopoda larvae 頭足類幼生	0	0	0	0	0	0.00	0	0	119	40	69	0.01	0	0	0	0	0.00
Bivalvia 二枚貝幼生	471	0	164	212	239	0.06	361	0	238	200	184	0.06	115	0	58	81	0.02
Chaetognatha 毛顎類	5,510	12,053	5,810	7,791	3,694	2.12	1,931	10,612	6,708	6,417	4,348	2.05	9,278	8,352	8,815	655	2.39
Appendicularia 有尾類	9,024	13,874	10,337	11,078	2,509	3.01	7,698	12,867	15,503	12,023	3,970	3.84	17,654	15,049	16,352	1,842	4.43
Thaliacae 海樽類	15,162	12,860	7,775	11,932	3,780	3.24	4,421	1,459	30,508	12,129	15,985	3.88	16,042	9,985	13,014	4,283	3.53
Polychaeta 多毛類	3,642	2,915	2,858	3,138	437	0.85	748	1,990	3,339	2,025	1,296	0.65	4,403	1,233	2,818	2,241	0.76
Barnacle nauplius 藤壺幼生	150	1,494	507	717	696	0.19	0	265	259	175	151	0.06	576	0	288	407	0.08
Echinodermata larvae 棘皮動物幼生	2,162	4,952	2,667	3,261	1,487	0.89	1,701	663	1,931	1,431	675	0.46	2,707	3,205	2,956	352	0.80
Fish egg 魚卵	10,651	655	502	3,936	5,816	1.07	411	16,979	776	6,056	9,462	1.94	916	269	593	457	0.16
Fish larvae 仔稚魚	0	982	338	440	499	0.12	0	398	637	345	322	0.11	613	256	434	252	0.12
Other 其他	299	0	660	320	331	0.09	361	531	357	416	99	0.13	613	794	703	129	0.19
TOTAL	375,470	490,548	238,347	368,121	126,261	100.0	226,216	322,604	389,534	312,785	82,101	100.0	409,237	328,514	368,875	57,080	100.0
Biomass 生物量：																	
Wet wt. 濕重 (g/1000 m^3)	52.9	81.1	50.3	61.4	17.1		35.8	46.2	83.2	55.1	24.9		72.8	52.5	62.6	14.3	
Dry wt. 乾重 (g/1000 m^3)	1.5	2.9	1.2	1.8	0.9		0.0	1.6	3.5	1.7	1.8		3.1	3.7	3.4	0.4	
Displa. V. 排水容積量 (ml/1000 m^3)	64.3	214.9	201.8	160.3	83.4		77.2	53.1	258.8	129.7	112.5		133.5	134.7	134.1	0.8	
Settling V. 生物沉澱量 (ml/1000 m^3)	291.6	422.5	401.4	371.8	70.3		97.8	252.0	724.7	358.2	326.6		427.3	379.9	403.6	33.5	
Impurity 雜質 (%)	3.8	3.4	7.3	4.8	2.2		2.7	7.1	6.0	5.2	2.3		7.3	17.4	12.3	7.1	
Species No. 種類數	26	26	29	31			26	27	32	32			29	24	30		
Simpson's Dominance Index 優勢種指數	0.0395	0.1818	0.0959	0.1260			0.0176	0.1616	0.1353	0.1478			0.1562	0.1604	0.1572		
Shannon-Weiner Index 歧異度指數	1.4833	2.2027	1.8974	2.0866			1.0316	2.1801	2.3470	2.2935			2.2465	2.1838	2.2267		
Evenness 均勻度指數	0.4553	0.6761	0.5635	0.6076			0.3166	0.6615	0.6772	0.6618			0.6672	0.6872	0.6547		

表3-17 民國85年7月至114年11月在第三核能發電廠停機大修和運轉下，植物性和動物性浮游生物、蝦蟹幼生和魚卵及仔魚於各次總平均豐/密度的比較

		第2次(4~6月)					**第4次(10~12月)**				
		一座停機		兩座運轉		p<	一座停機		兩座運轉		p<
	測站	Mean	SD	Mean	SD	0.05	Mean	SD	Mean	SD	0.05
		n=9		n=10			n=5		n=11		
植物性浮游生物	22入	216	199	931	1,221	ns	604	786	186	149	ns
-沉澱法	24出	252	352	612	770	ns	847	1,213	119	116	ns
(cells/l)	其他	557	934	527	642	ns	823	1,290	214	204	ns
		n=15		n=14			n=10		n=17		
植物性浮游生物	22入	1,158	433	1,062	1,040	ns	**1,765**	**1,208**	**930**	**2,262**	*
-過濾濃縮法	24出	1,060	1,889	581	558	ns	**1,949**	**1,847**	**501**	**433**	*
(cells/l)	其他	1,122	1,629	813	797	ns	**2,027**	**1,889**	**834**	**1,629**	*
動物性浮游生物	22入	505	594	323	172	ns	450	594	290	146	ns
(ind./m^3)	24出	554	146	508	579	ns	483	364	275	152	ns
	其他	447	364	377	219	ns	316	160	296	172	ns
蝦幼生	22入	9.83	13.64	6.07	5.65	ns	5.74	6.14	3.84	3.32	ns
(ind./m^3)	24出	4.98	5.58	6.13	9.52	ns	9.35	14.75	3.46	2.24	ns
	其他	5.74	3.95	4.44	2.90	ns	5.21	4.07	4.53	3.25	ns
蟹幼生	22入	4.71	7.12	2.90	3.55	ns	3.10	3.43	1.41	1.45	ns
(ind./m^3)	24出	**3.45**	**3.31**	**0.94**	**1.04**	*	1.47	1.30	1.38	1.00	ns
	其他	3.73	4.89	1.60	1.23	ns	1.07	0.94	1.26	0.77	ns
魚卵	22入	7.53	11.26	8.19	9.30	ns	9.84	24.67	3.57	5.67	ns
(ind./m^3)	24出	10.77	7.27	10.28	7.83	ns	17.02	26.24	9.21	11.24	ns
	其他	7.56	5.18	9.15	4.88	ns	2.21	1.48	3.76	4.15	ns
仔魚	22入	0.42	0.48	0.32	0.25	ns	0.66	1.11	0.23	0.20	ns
(ind./m^3)	24出	0.51	0.44	0.35	0.27	ns	0.28	0.23	0.34	0.65	ns
	其他	0.37	0.23	0.36	0.16	ns	0.19	0.11	0.19	0.17	ns

註：過去於每年第1次採樣時，僅一次遇上電廠停機，第3次採樣除役前均在運轉期，無停機樣本。因此，第1和3次採樣的停機樣本數量不足進行差異統計分析

表3-18 民國114年四次採樣第三核能發電廠附近海域對照與監測測站植物性浮游生物之平均密度比較(cells/l)

	環保署公告之沈澱法						原過濾濃縮法分析					
	對照測站		監測測站		所有測站		對照測站		監測測站		所有測站	
日期	Mean	SD	mean	SD	mean	SD	mean	SD	mean	SD	mean	SD
114年2月15日	**107**	47	163	101	144	70	73	13	**132**	56	100	43
114年5月5日	**110**	56	70	36	89	40	118	29	**235**	54	203	80
114年8月8日	9,437	4,006	**14,530**	2,282	11,155	3,744	21,473	15,519	**29,225**	7,871	25,607	10,087
114年11月5日	**260**	168	253	42	248	96	**268**	43	248	61	288	69

註：對照測站為18、20和21，監測測站為22、23和24

表3-19 民國114年四次採樣第三核能發電廠附近海域對照與監測測站動物性浮游生物之平均豐度比較(ind./m^3)

	水平採樣				垂直採樣				所有測站	
	對照測站		監測測站		對照測站		監測測站			
日期	mean	SD	mean	SD	mean	SD	mean	SD	mean	SD
114年2月15日	363	133	**519**	122	**1,585**	962	1,058	47	794	594
114年5月5日	**767**	214	610	260	**1,563**	1,374	1,041	397	980	683
114年8月8日	292	46	**455**	74	519	278	**706**	91	447	214
114年11月5日	255	107	**269**	128	**368**	126	313	82	305	98

註：對照測站為18、20和21，監測測站為22、23和24

表3-20 民國114年四次採樣第三核能發電廠附近海域對照與監測測站蝦蟹幼生、魚卵及仔魚之平均豐度比較(ind./m^3)

	水平採樣				垂直採樣				所有測站	
	對照測站		監測測站		對照測站		監測測站			
日期	mean	SD	mean	SD	mean	SD	mean	SD	mean	SD
A.蝦幼生										
114年2月15日	**2.7**	2.4	2.4	0.7	**15.9**	12.8	9.1	2.9	6.2	7.4
114年5月5日	**11.4**	5.6	9.2	4.2	**36.0**	29.2	19.5	2.8	16.4	15.6
114年8月8日	**5.7**	2.8	4.2	3.6	**10.9**	8.3	8.4	8.6	5.8	5.9
114年11月5日	**17.9**	16.9	12.1	8.4	**15.9**	9.3	8.2	4.4	12.4	9.0
B.蟹幼生										
114年2月15日	**0.6**	0.1	0.3	0.1	**5.1**	1.3	1.6	0.6	1.5	1.9
114年5月5日	**5.1**	2.7	2.1	1.2	**10.1**	9.1	7.2	1.0	7.3	6.7
114年8月8日	**3.8**	1.4	2.9	0.5	5.6	1.9	**6.0**	3.4	3.8	2.4
114年11月5日	2.3	0.9	**2.8**	1.9	**3.8**	0.9	2.7	1.2	2.4	1.4
C.魚卵										
114年2月15日	0.6	0.6	**6.4**	7.4	1.5	1.1	**3.4**	4.6	2.5	3.9
114年5月5日	3.8	2.1	**6.7**	1.3	**14.9**	20.6	7.6	0.5	8.8	9.1
114年8月8日	8.9	6.7	**26.7**	8.6	7.7	5.2	**19.0**	7.9	14.6	9.3
114年11月5日	**0.8**	0.6	0.6	0.3	3.9	5.8	**6.1**	9.5	2.3	4.6
D.仔魚										
114年2月15日	**0.27**	0.21	0.16	0.07	**2.05**	1.87	0.39	0.43	0.62	1.02
114年5月5日	0.36	0.27	**0.48**	0.10	**1.74**	1.26	1.62	0.63	0.95	0.83
114年8月8日	0.15	0.03	**0.30**	0.29	0.78	0.61	**1.30**	1.01	0.49	0.65
114年11月5日	**0.43**	0.36	0.29	0.22	**0.44**	0.50	0.34	0.32	0.36	0.29

註：對照測站為18、20和21，監測測站為22、23和24

表3-21 One-way ANOVA 統計分析動物性浮游生物(ZP)、植物性浮游生物(PP)、魚卵(F-egg)、仔魚(F-lar)、蟹幼生(C-lar) 及 蝦幼生(S-lar)在各季節之不同年間差異

	第1次(冬季)		第2次(春季)		第3次(夏季)		第4次(秋季)	
	F value	**Probability**	**F value**	**Probability**	**F value**	**Probability**	**F value**	**Probability**
Log ZP	5.16	< 0.0001***	10.90	< 0.0001***	9.24	< 0.0001***	5.40	< 0.0001***
Log PP	37.03	< 0.0001***	24.16	< 0.0001***	68.55	< 0.0001***	35.09	< 0.0001***
Log F-egg	4.85	< 0.0001***	4.24	< 0.0001***	2.86	< 0.0001***	3.01	< 0.0001***
Log F-lar	3.74	< 0.0001***	3.03	< 0.0001***	7.25	< 0.0001***	2.65	< 0.0001***
Log C-lar	4.84	< 0.0001***	6.34	< 0.0001***	4.72	< 0.0001***	2.55	< 0.0001***
Log S-lar	4.42	< 0.0001***	5.04	< 0.0001***	6.21	< 0.0001***	4.31	< 0.0001***

ns＝無顯著差異　*：p≦ 0.05　**：p≦ 0.01　***：p≦ 0.001

表3-22 Duncan’s多變距統計分析動物性浮游生物(ZP)、植物性浮游生物(PP)、魚卵(F-egg)、仔魚 (F-蟹幼生(C-lar)及蝦幼生(S-lar)在第1次(冬季)與第2次(春季)之不同年份間的差異

項目＼年	年代 (民國)																													
第1次(冬季)					High																						Low			
LogZP	100	99	86	107	108	97	92	110	96	112	113	88	**114**	101	102	89	94	87	104	103	105	109	95	106	93	111	98	91	90	
LogPP	88	103	97	107	112	108	86	92	113	94	87	99	106	90	105	102	95	104	98	110	89	100	**114**	101	111	93	109	96	91	
LogF-egg	86	87	97	113	108	102	103	100	112	98	99	109	90	106	95	88	96	93	94	107	101	110	105	91	89	**114**	92	104	111	
LogF-lar	108	107	92	103	106	99	112	101	111	98	109	87	94	113	102	93	97	110	105	**114**	104	95	86	96	90	91	100	88	89	
LogC-lar	102	86	107	109	108	101	111	97	96	113	87	112	100	110	99	104	106	95	94	**114**	103	92	98	88	90	91	105	93	89	
LogS-lar	100	102	103	107	92	97	101	87	109	110	112	99	108	88	96	98	106	89	111	93	94	86	113	90	105	**114**	95	91	104	
第2次(春季)																														
LogZP	107	106	101	89	102	100	99	109	98	87	103	104	**114**	105	96	97	91	110	112	111	86	113	95	93	108	88	92	94	90	
LogPP	106	89	108	105	111	103	109	88	92	102	86	113	87	107	104	93	95	96	101	98	94	97	112	**114**	99	100	110	91	90	
LogF-egg	106	102	97	104	109	105	89	87	98	94	88	92	112	100	101	93	96	95	90	**114**	86	111	107	103	108	91	110	113	99	
LogF-lar	101	109	93	103	107	97	102	106	86	100	87	105	111	**114**	96	104	91	89	112	99	108	98	88	95	94	113	110	90	92	
LogC-lar	97	107	101	106	**114**	91	111	86	109	103	96	99	105	100	98	113	94	93	87	95	88	110	102	89	104	92	108	90	112	
LogS-lar	101	89	97	106	111	107	109	105	96	**114**	103	100	104	99	98	87	108	91	95	102	112	93	86	113	88	90	110	94	92	

—— 表示年間沒有顯著差異，豐度由高至低排列

表3-23 Duncan’s多變距統計分析動物性浮游生物(ZP)、植物性浮游生物(PP)、魚卵(F-egg)、仔魚(F-lar)、蟹幼生(C-lar)及蝦幼生(S-lar)在第3次(夏季)與第4次(秋季)之不同年份間的差異

項目＼年	年代 (民國)																														
第3次(夏季)	High																														Low
LogZP	98	104	100	95	103	107	102	101	110	99	108	112	94	97	106	90	87	86	105	109	85	93	**114**	92	96	91	89	113	111	88	
LogPP	103	**114**	107	106	85	87	109	93	102	111	88	97	112	92	90	101	86	89	94	104	96	113	95	99	100	105	110	91	98	108	
LogF-egg	99	94	105	98	106	92	103	90	95	102	110	86	100	104	96	**114**	88	85	107	89	113	108	97	91	111	112	87	93	101	109	
LogF-lar	103	98	86	100	99	112	102	107	94	104	110	109	105	106	89	97	101	88	92	91	111	96	113	**114**	87	108	85	93	90	95	
LogC-lar	85	106	91	110	99	98	107	109	102	103	112	100	111	97	113	89	92	101	96	87	90	**114**	108	94	104	86	95	105	93	88	
LogS-lar	98	97	103	112	104	102	99	107	101	106	85	109	90	100	108	110	94	87	86	91	96	105	89	113	**114**	92	95	111	93	88	
第4次(秋季)																															
LogZP	102	101	99	106'	85	93	111	108	98	107	104	97	103	95	100	112	113	86	89	94	96	105	110	92	87	**114**	91	88	109	90	
LogPP	104	87	102	89	93	96	86	112	110	97	98	91	101	92	108	106'	95	105	113	**114**	85	103	111	94	88	99	107	109	90	100	
LogF-egg	85	89	105	86	97	98	100	93	95	109	103	88	96	104	92	87	110	91	94	101	107	112	111	90	**114**	99	108	106'	102	113	
LogF-lar	97	111	99	101	112	85	107	108	89	100	86	95	105	106'	113	103	102	96	104	94	**114**	93	110	91	98	92	87	109	90	88	
LogC-lar	95	85	100	103	109	**113**	104	93	111	97	101	110	86	**114**	87	**112**	92	105	107	99	96	89	90	98	108	91	94	102	106'	88	
LogS-lar	102	101	113	97	99	96	112	93	85	94	98	**114**	108	92	107	103	105	95	106'	100	109	110	91	111	89	104	86	87	88	90	

—— 表示年間沒有顯著差異，豐度由高至低排列；106'：因為106年第4次氣候不佳延後至107年1月採樣

表3-24 民國85年7月至114年11月第三核能發電廠附近海域浮游生物於各季之總平均豐/密度

		採樣趟次 (n)	植物性浮游生物-沉澱法* (cells/l)	植物性浮游生物-濃縮法 (cells/l)	動物性浮游生物 (ind./m^3)	蝦幼生 (ind./m^3)	蟹幼生 (ind./m^3)	魚卵 (ind./m^3)	仔魚 (ind./m^3)
第1次	Mean	29	213	362	869	16.0	2.5	8.7	1.2
(冬)	*SD*		*237*	*403*	*464*	*10.0*	*1.8*	*16.5*	*0.9*
第2次	Mean	29	529	973	**1,054**	**17.2**	7.2	16.8	**1.6**
(春)	*SD*		*727*	*1,160*	*696*	*14.9*	*8.5*	*12.6*	*1.3*
第3次	Mean	30	**5,515**	**5,569**	**876**	**16.7**	**10.7**	**21.5**	**1.4**
(夏)	*SD*		*17,979*	*14,880*	*531*	*13.0*	*10.4*	*11.7*	*1.2*
第4次	Mean	30	369	1,151	604	11.9	2.9	5.9	0.6
(秋)	*SD*		*647*	*1,619*	*291*	*7.3*	*1.5*	*5.5*	*0.4*
每次	Mean	118	1,657	2,037	849	15.4	5.8	13.3	1.2
	SD		*9,103*	*7,763*	*533*	*11.7*	*7.5*	*13.6*	*1.1*

*：數據為民國96年1月至今，沉澱法第1~4次採樣趟次合計共76次

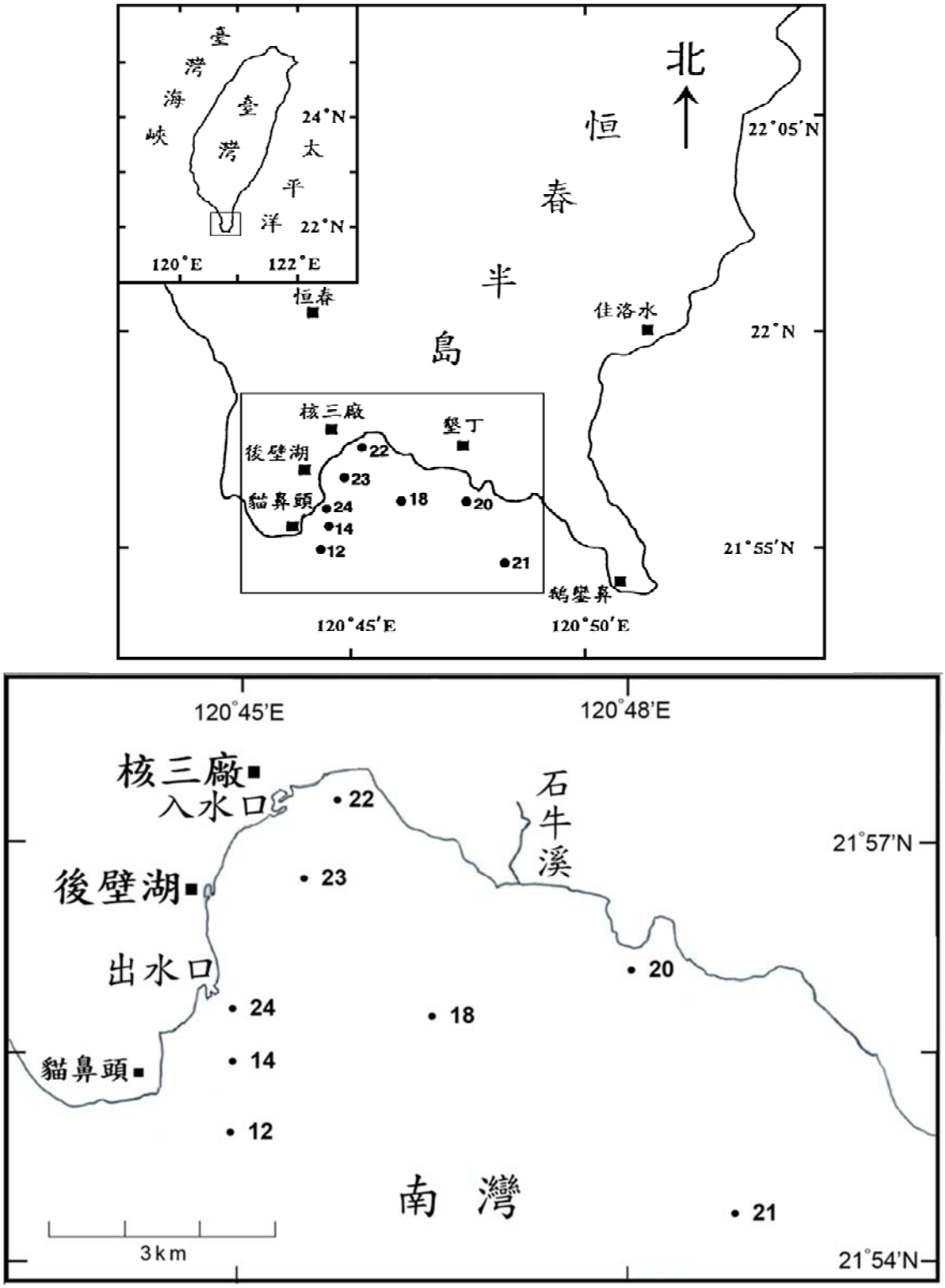


圖 3-1 第三核能發電廠附近海域各測站之位置圖

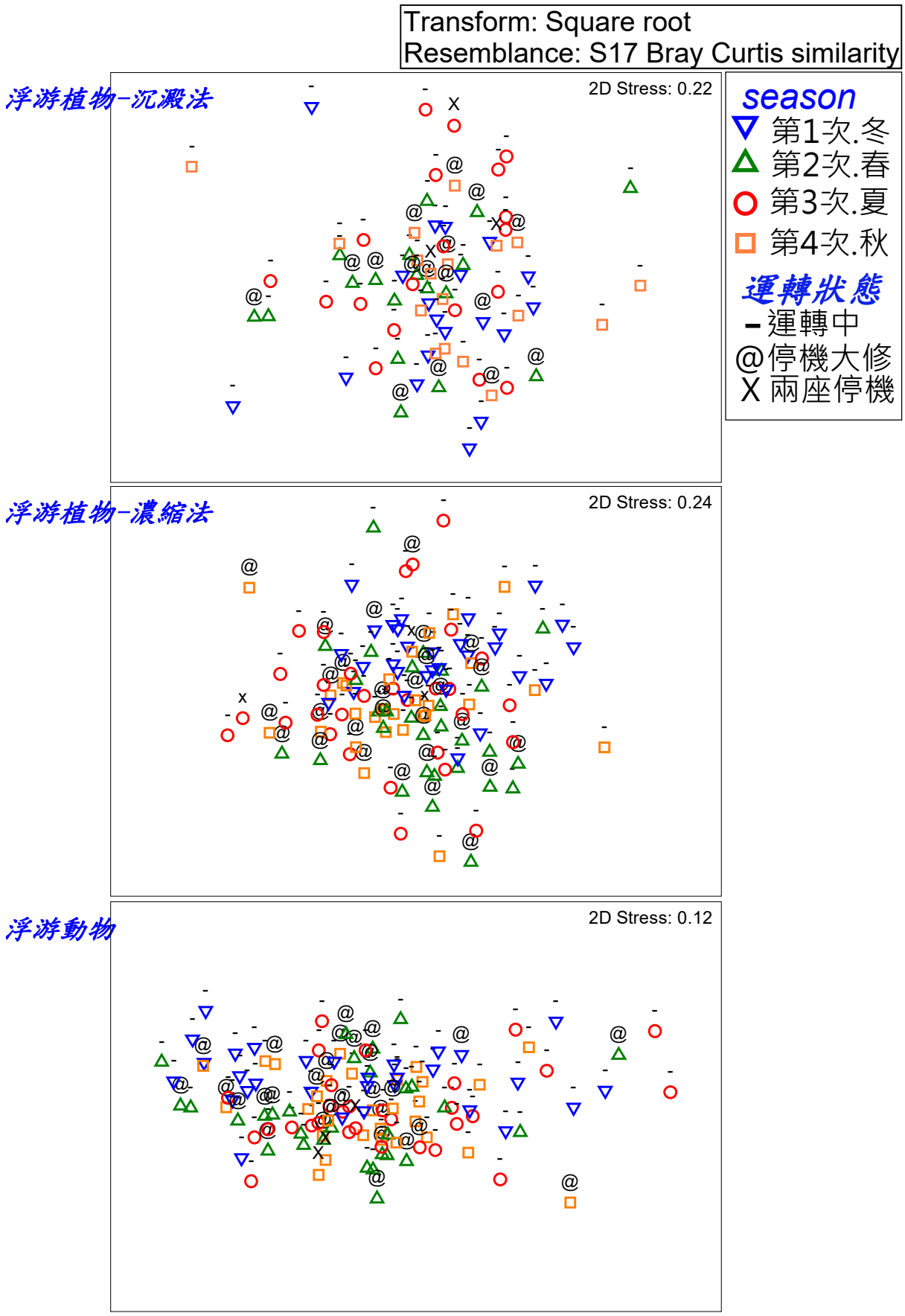


圖3-2　民國85年7月至114年11月在第三核能發電廠運轉、停機大修和兩座停機下，沉澱法、過濾濃縮法植物性浮游生物和動物性浮游生物群聚之非度量多維度分析(nMDS)

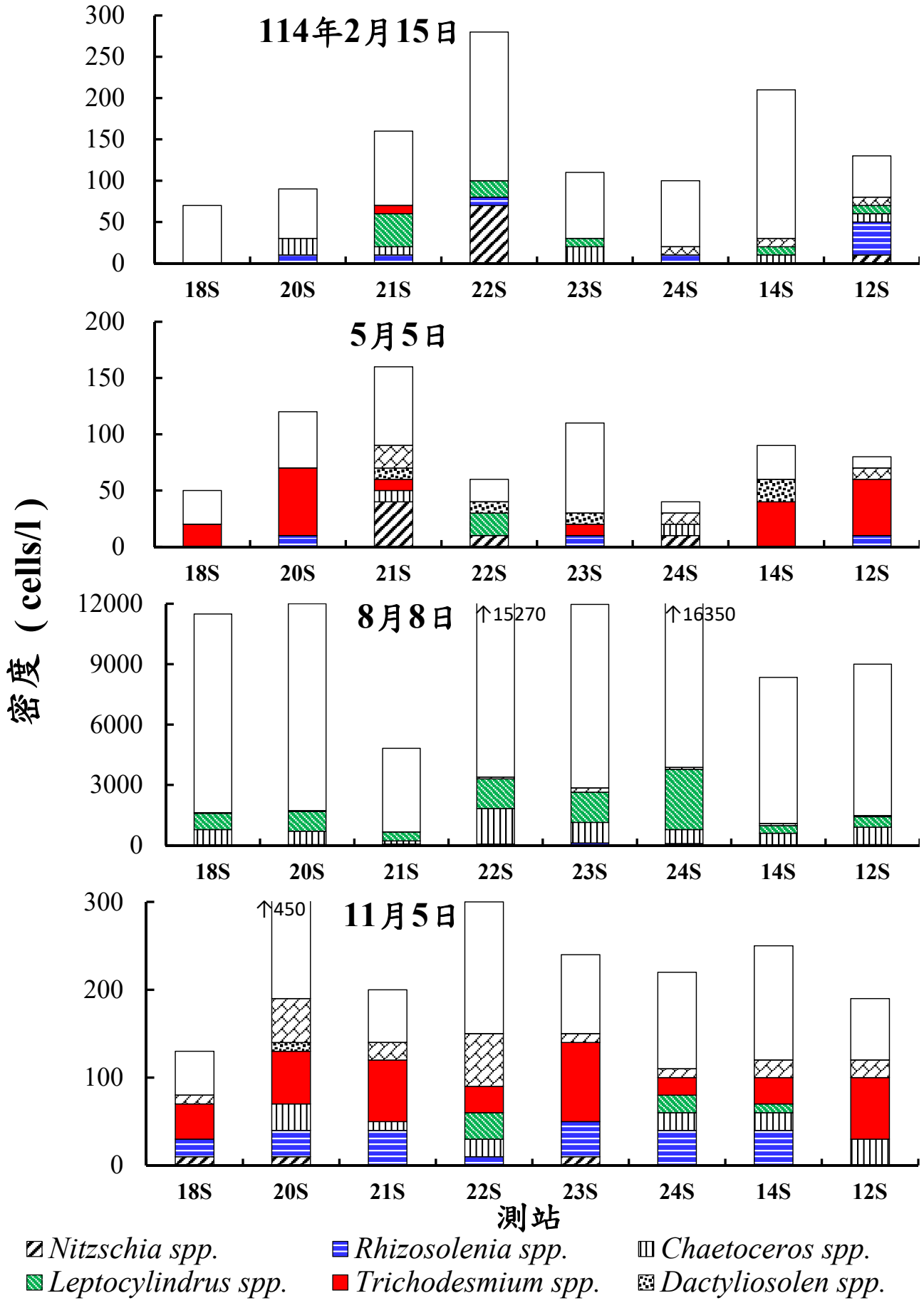


圖3-3　民國114年四次採樣第三核能發電廠附近海域各測站之植物性浮游生物組成圖(以沉澱法之數據分析)

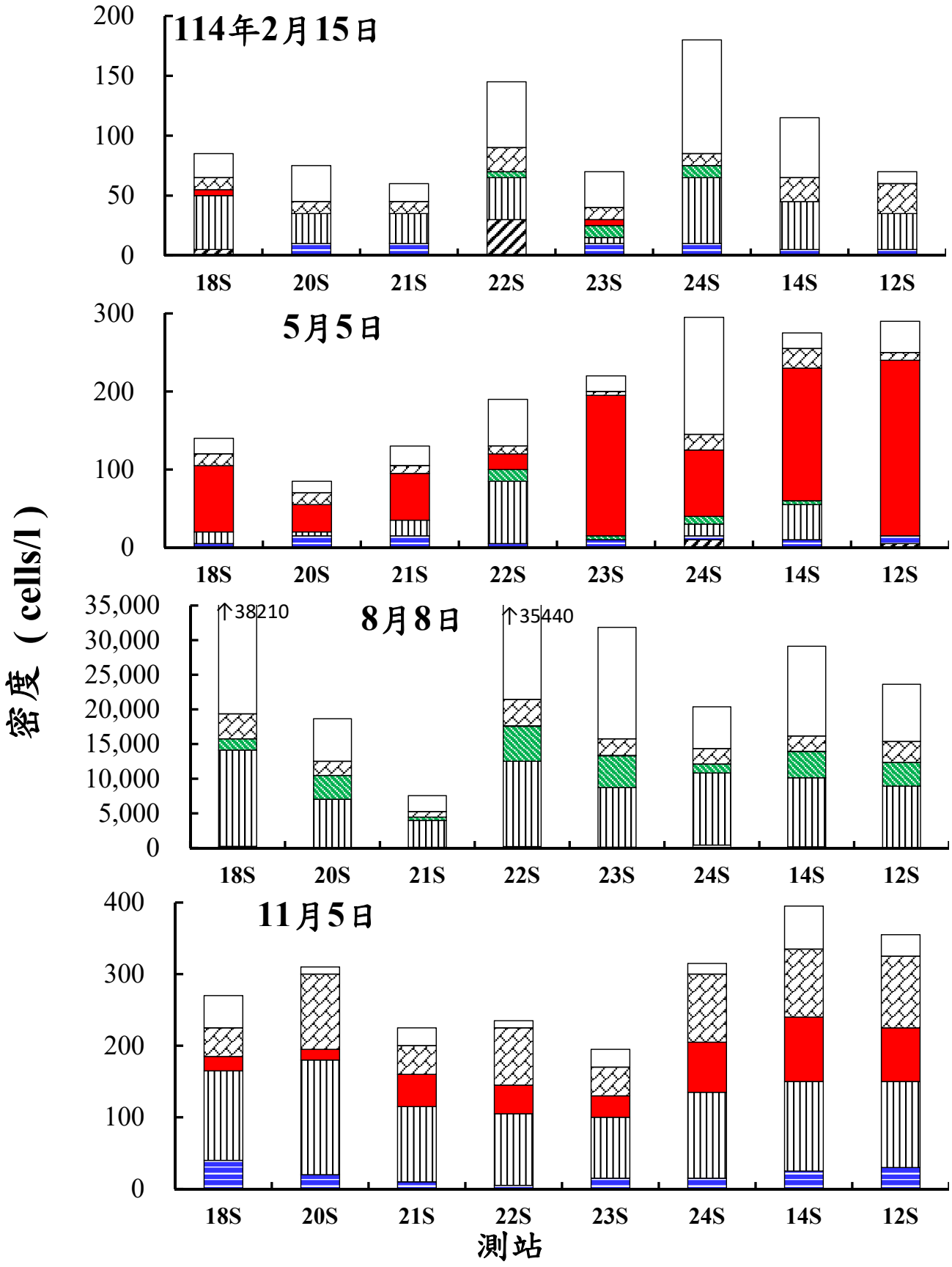


圖3-4　民國114年四次採樣第三核能發電廠附近海域各測站之植物性浮游生物組成圖(以濃縮法之數據分析)

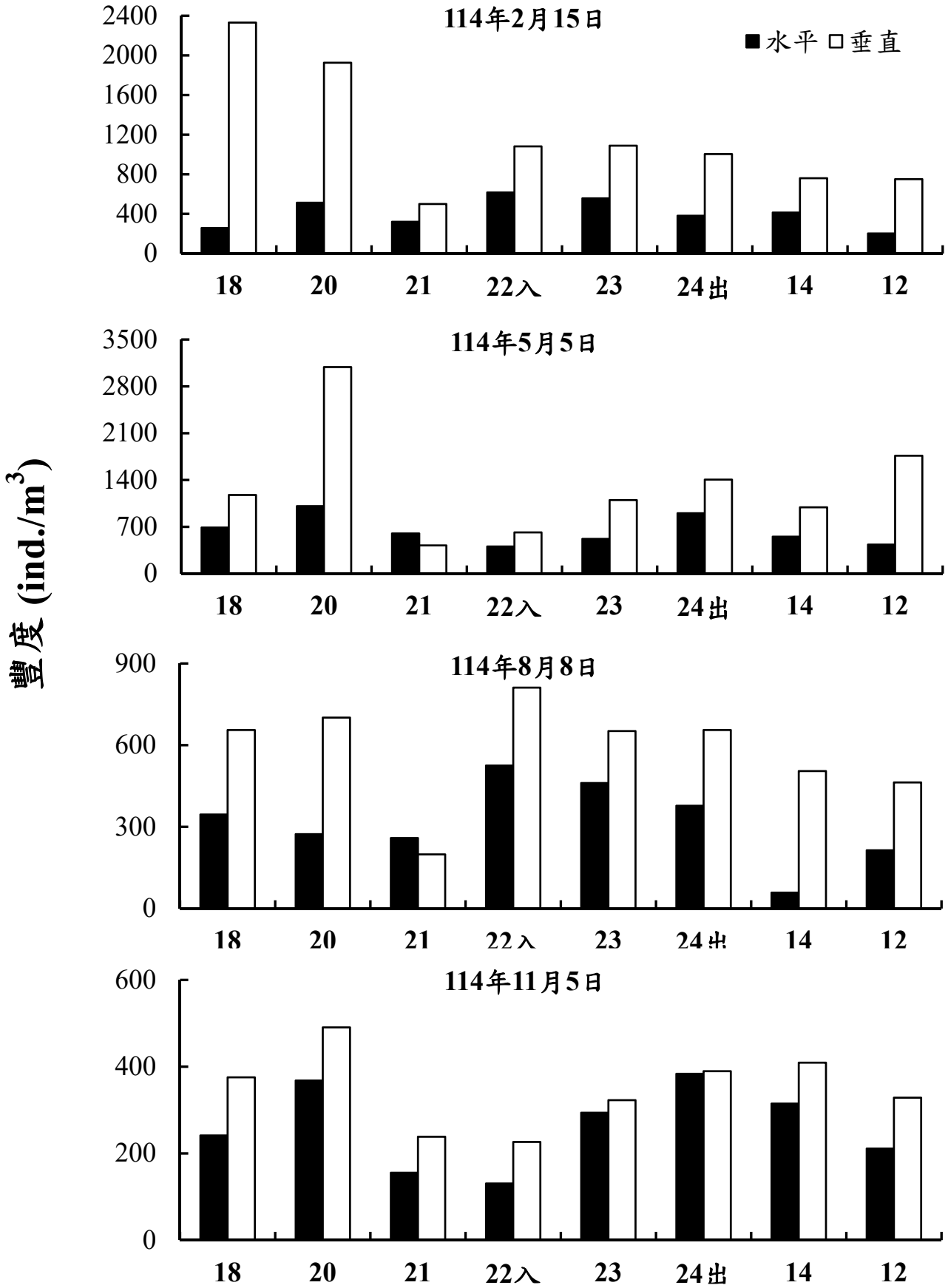


圖3-5　民國114年四次採樣第三核能發電廠動物性浮游生物豐度於入出水口及其擴散情形

114年植物性浮游生物-沉澱法

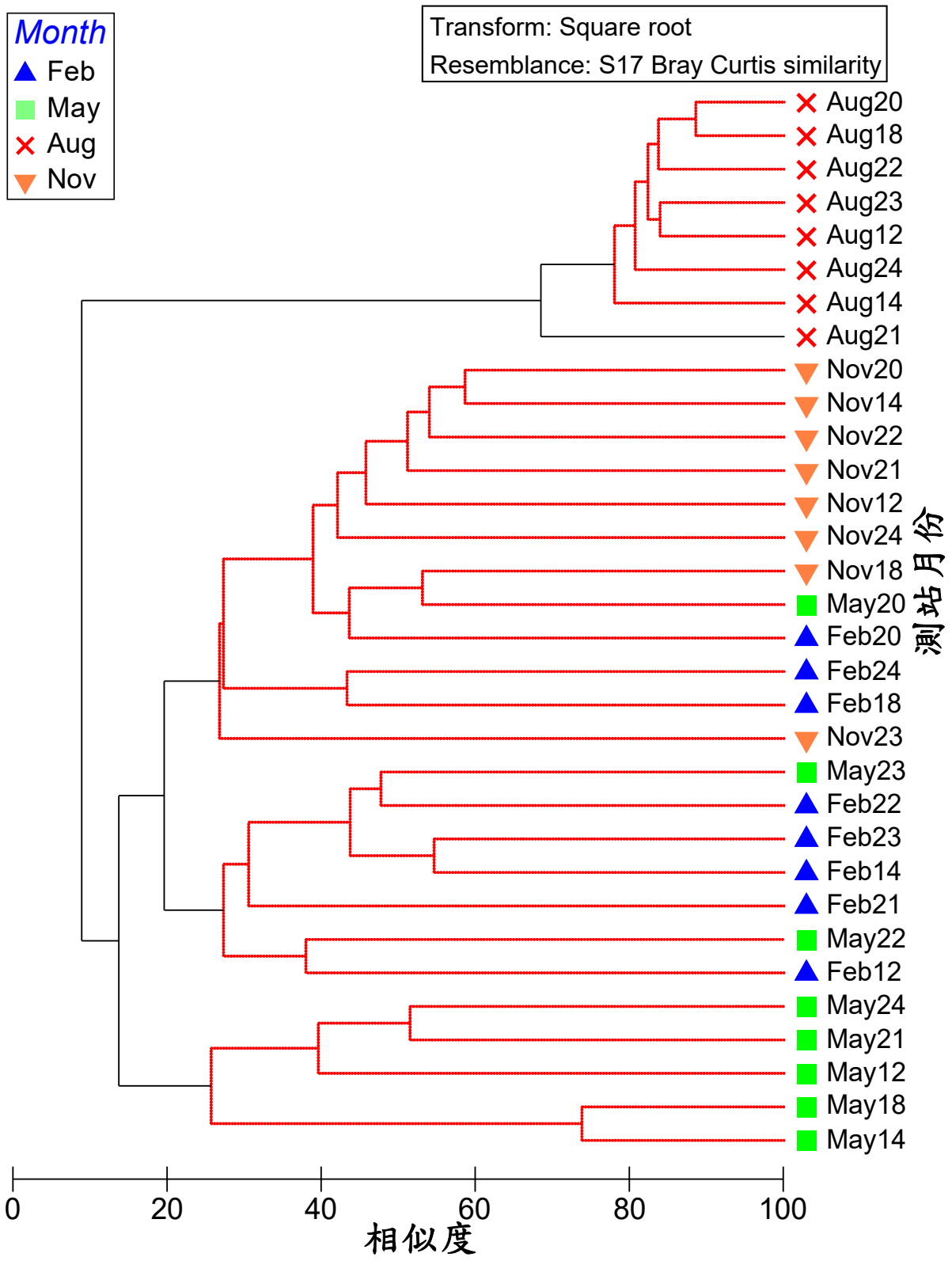


圖3-6　民國114年四次採樣第三核能發電廠附近海域各測站中植物性浮游生物之群聚分析(以沉澱法之數據分析)

114年植物性浮游生物-濃縮法

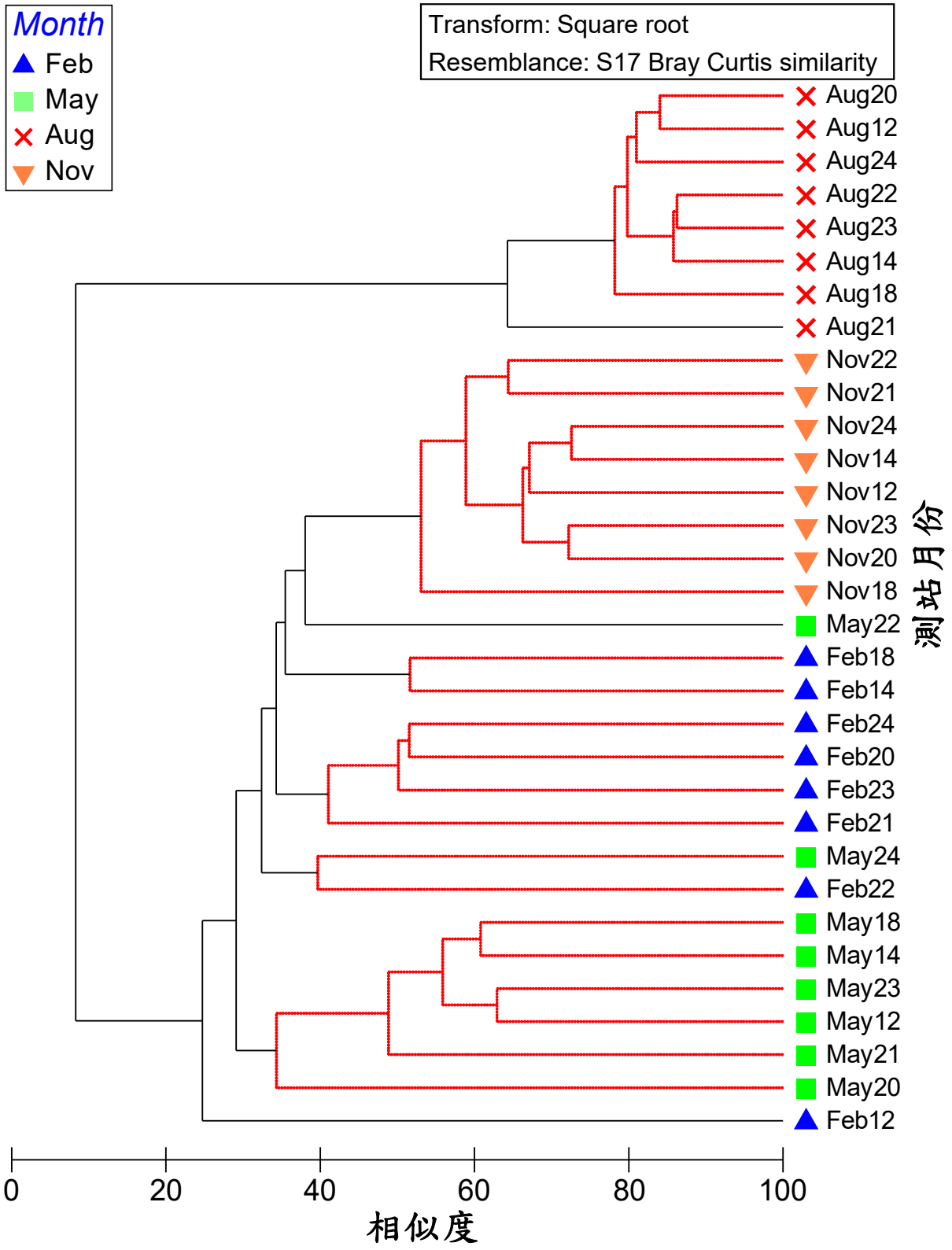


圖3-7　民國114年四次採樣第三核能發電廠附近海域各測站中植物性浮游生物之群聚分析(以濃縮法之數據分析)

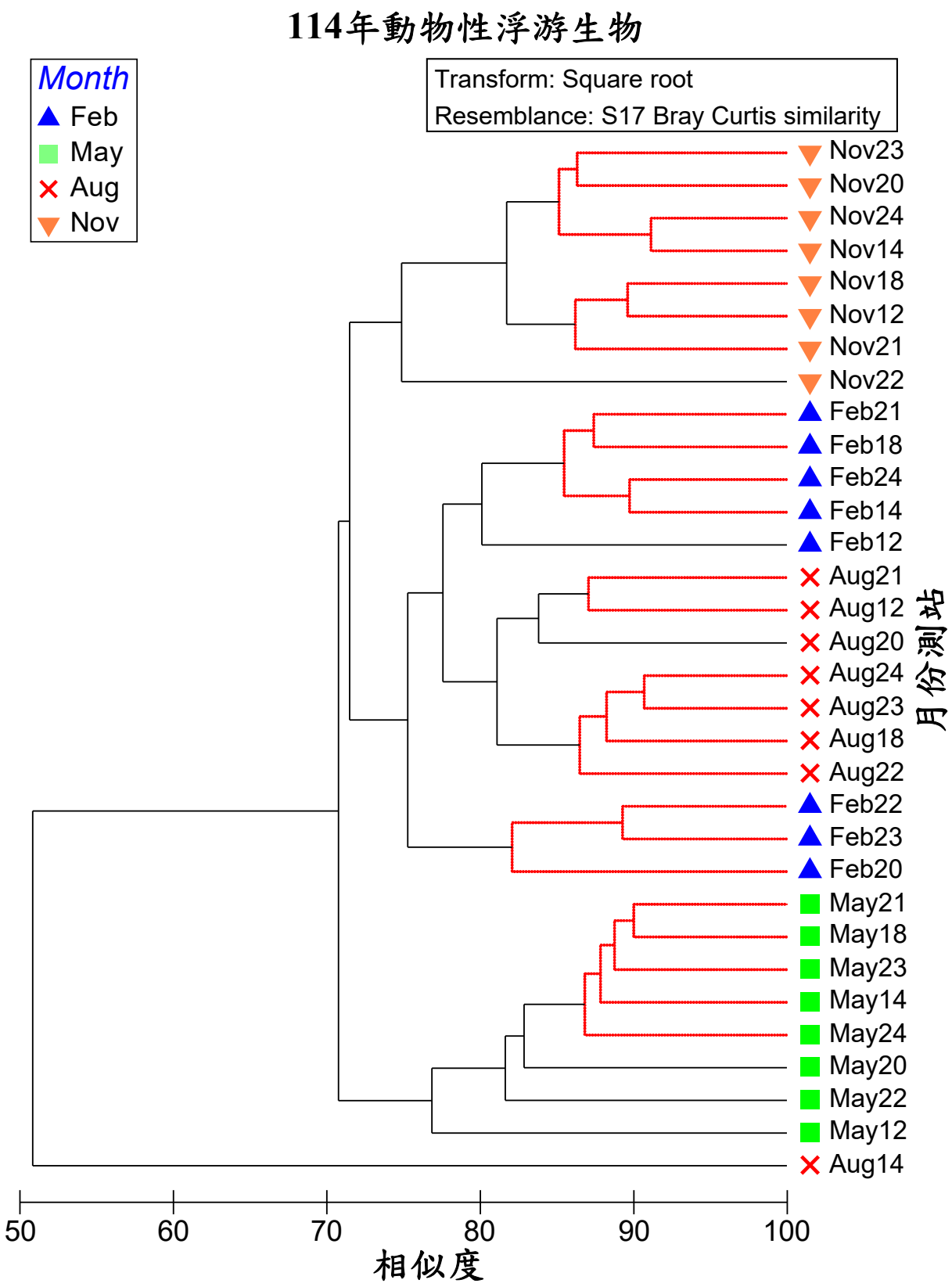


圖3-8　民國114年四次採樣第三核能發電廠附近海域各測站中動物性浮游生物之群聚分析

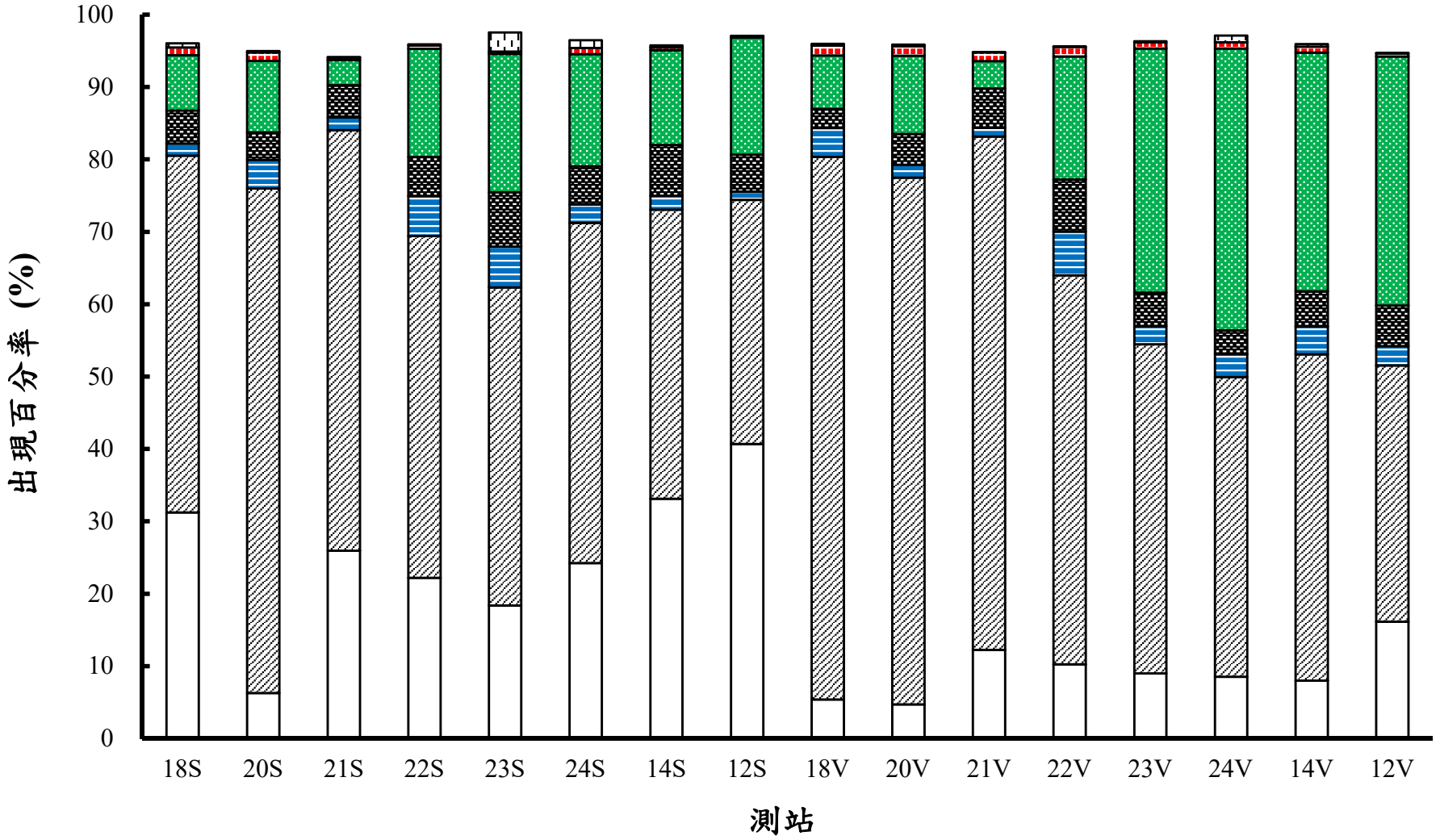


圖3-9 民國114年2月15日第三核能發電廠附近海域各測站動物性浮游生物之出現百分率

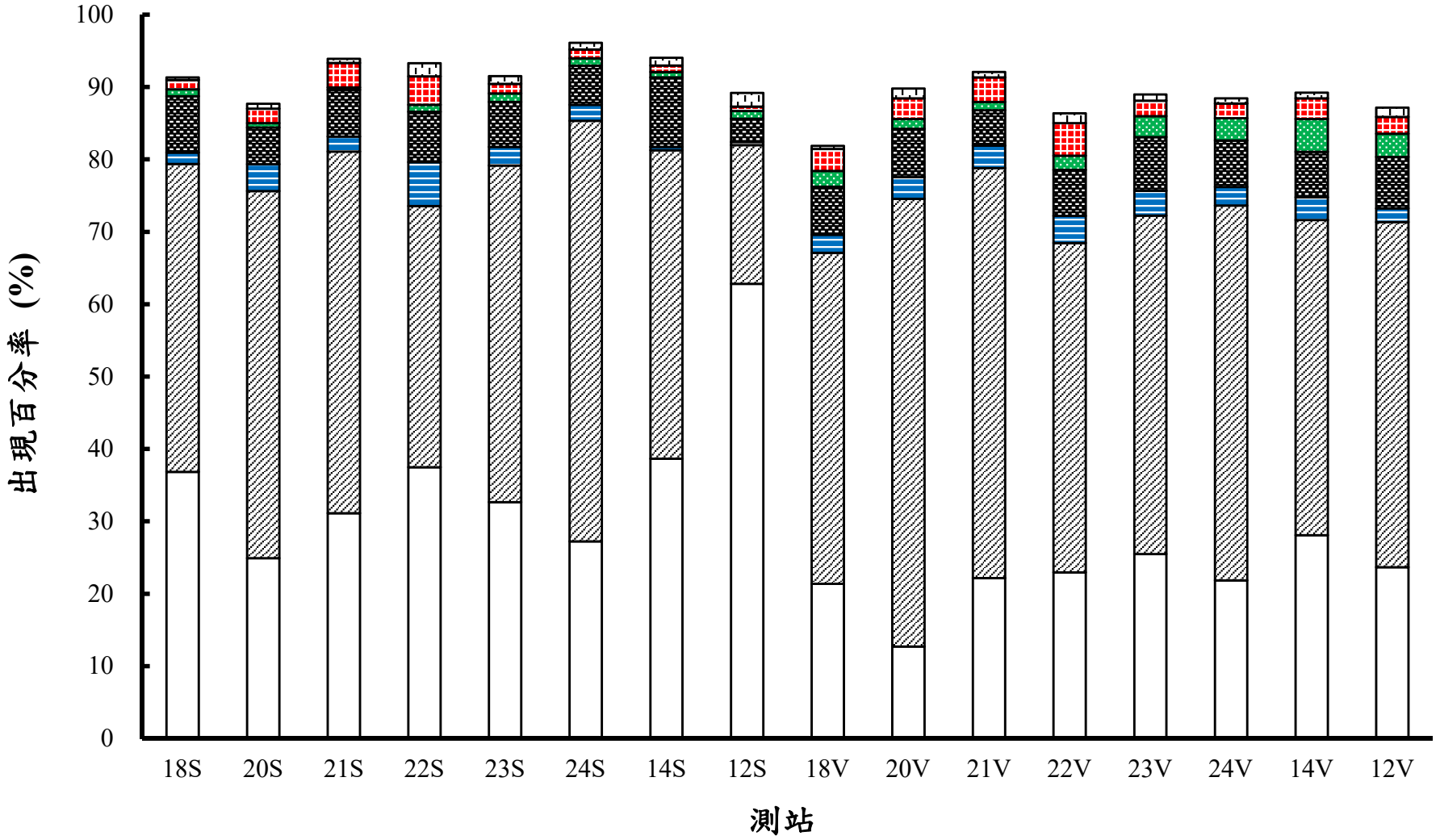


圖3-10 民國114年5月5日第三核能發電廠附近海域各測站動物性浮游生物之出現百分率

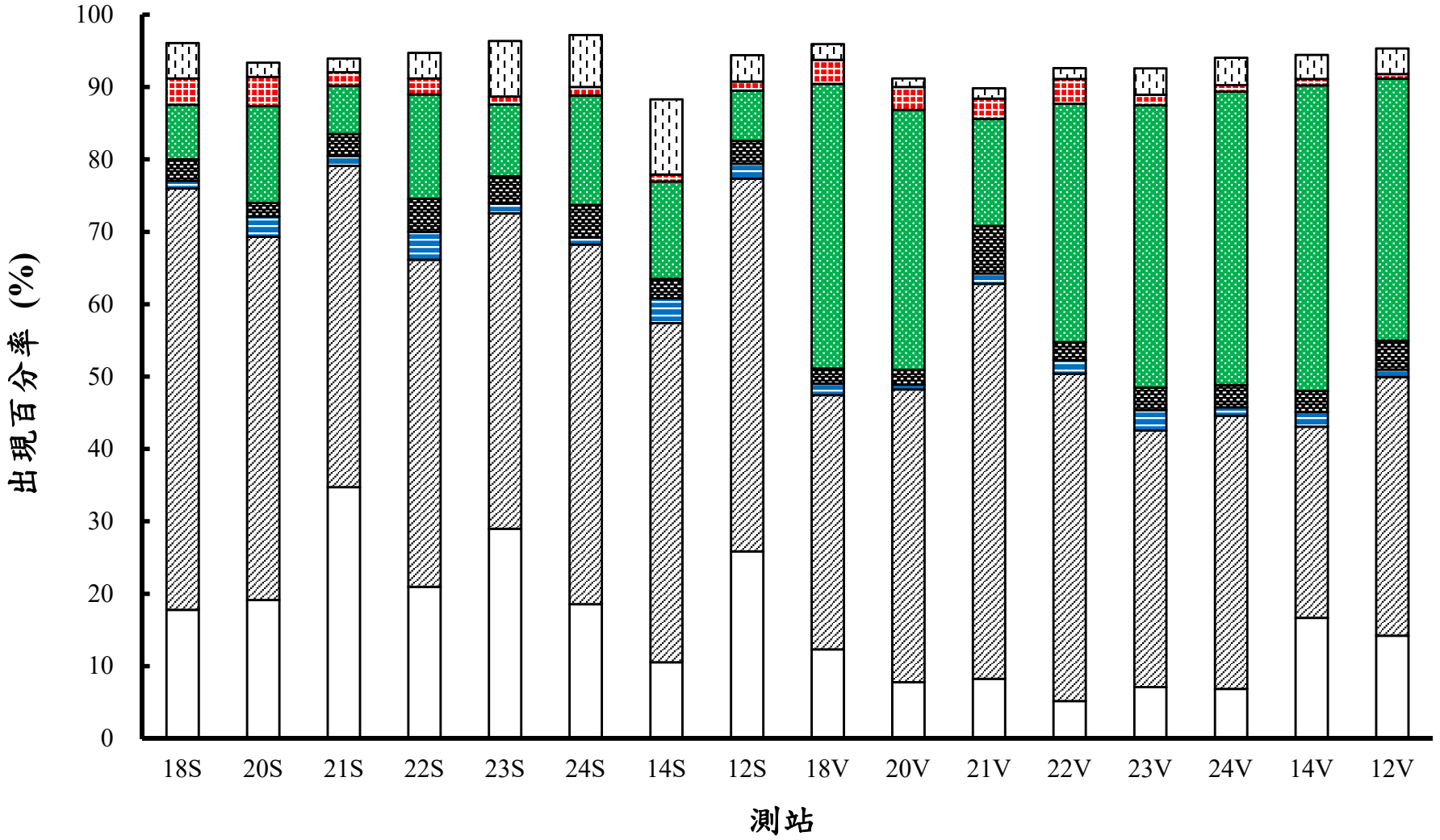


圖3-11 民國114年8月8日第三核能發電廠附近海域各測站動物性浮游生物之出現百分率

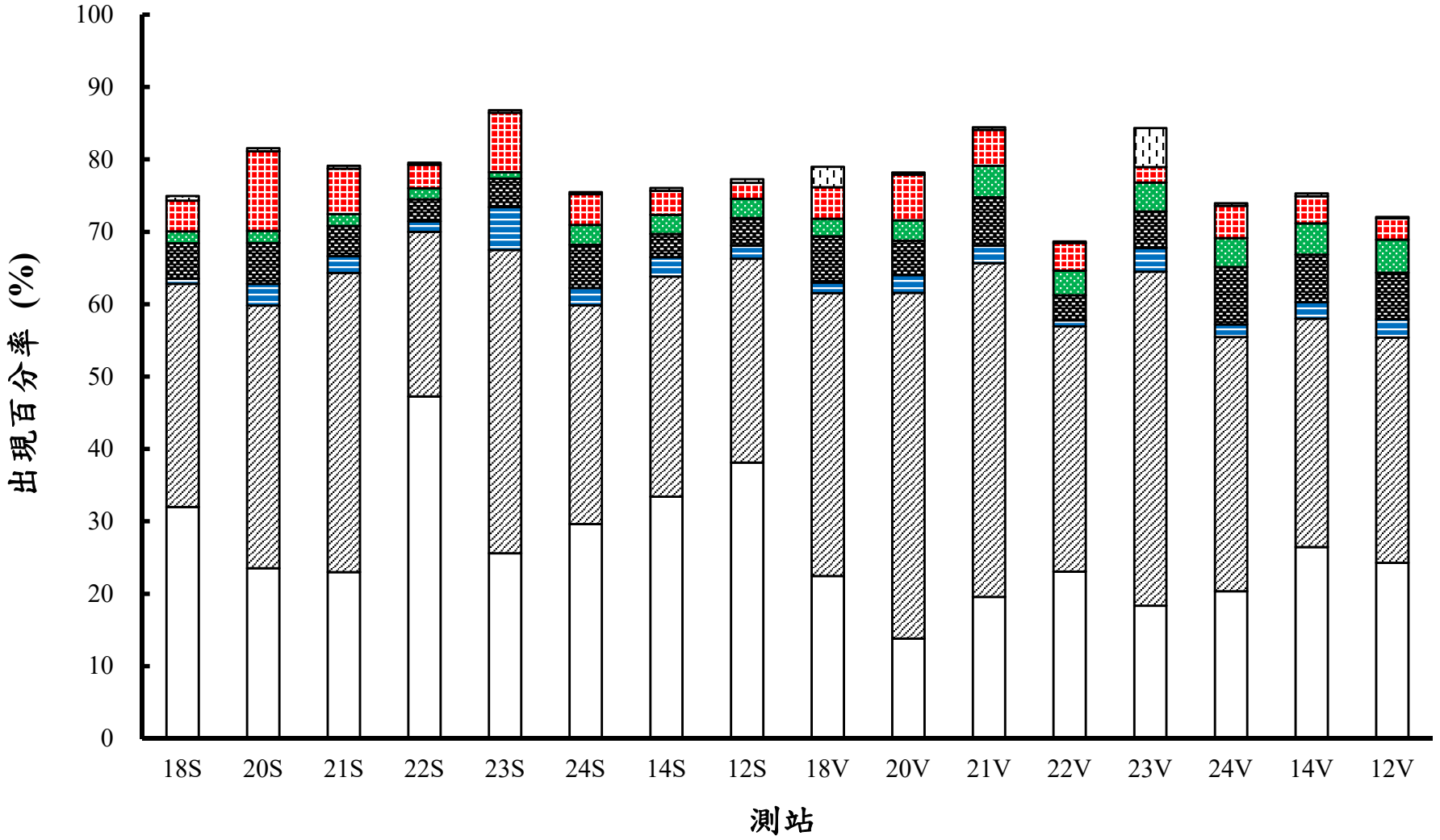


圖3-12 民國114年11月5日第三核能發電廠附近海域各測站動物性浮游生物之出現百分率

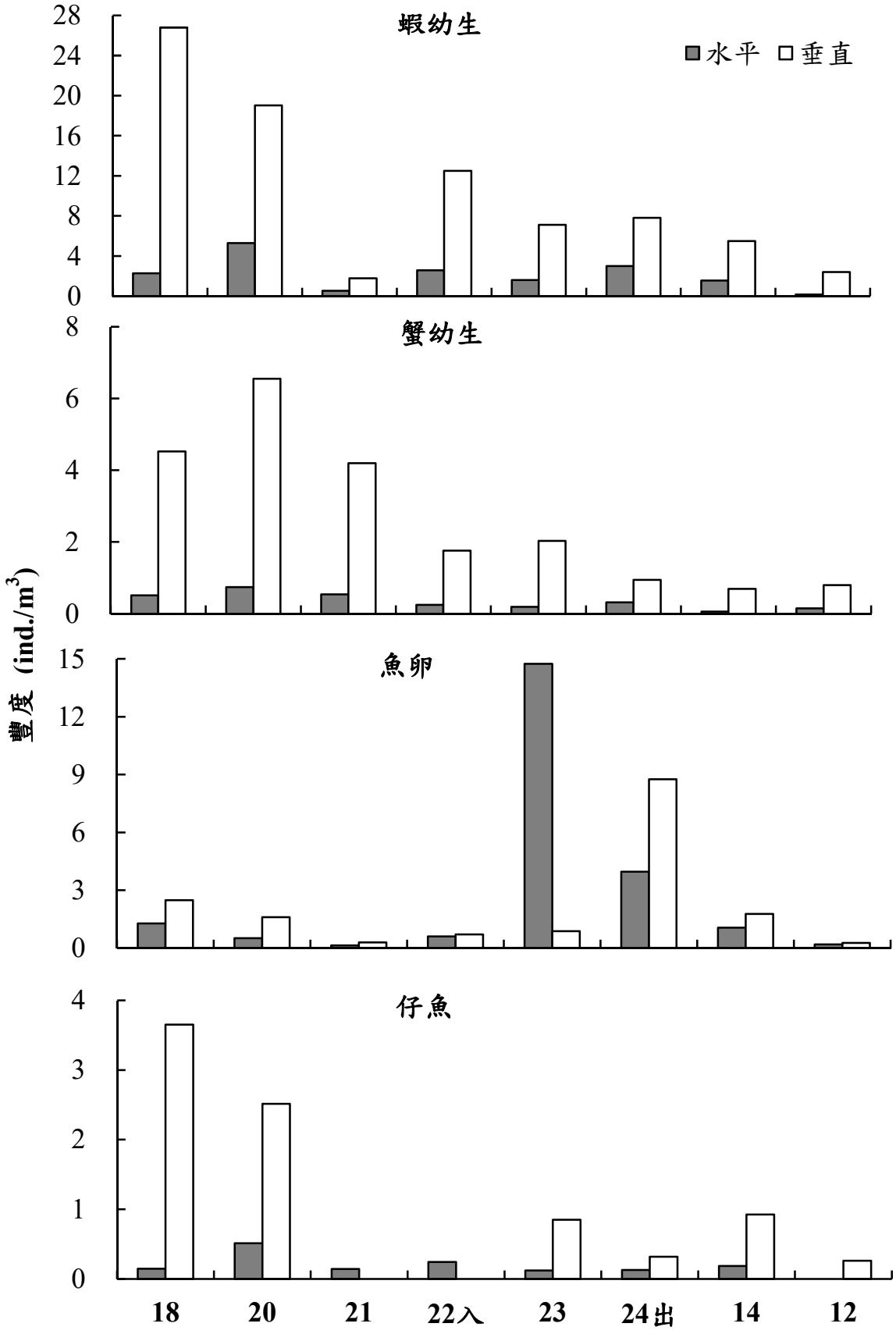


圖3-13　民國114年2月15日第三核能發電廠附近海域蝦蟹幼生、魚卵及仔魚之豐度於入出水口及其擴散情形

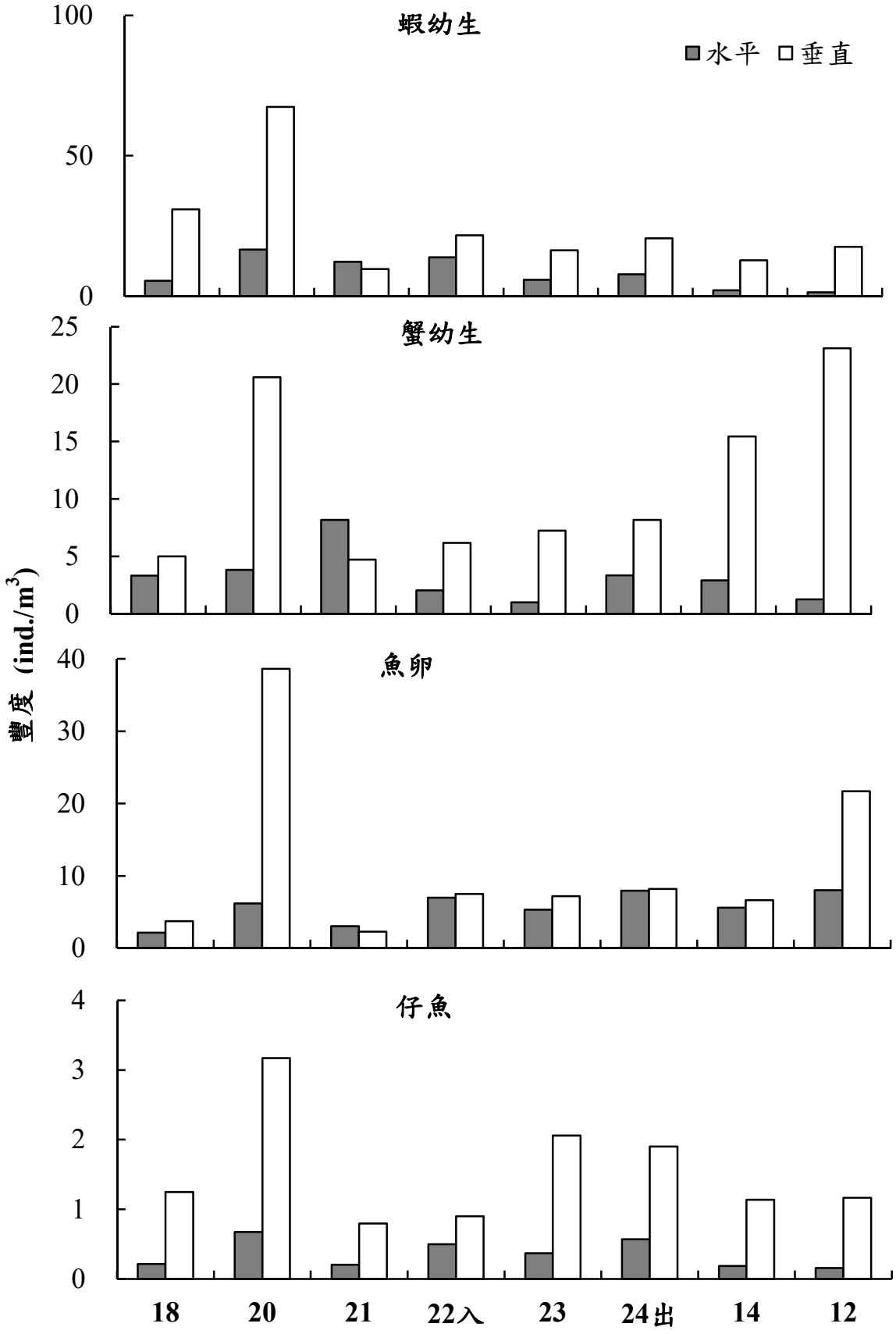


圖3-14　民國114年5月5日第三核能發電廠附近海域蝦蟹幼生、魚卵及仔魚之豐度於入出水口及其擴散情形

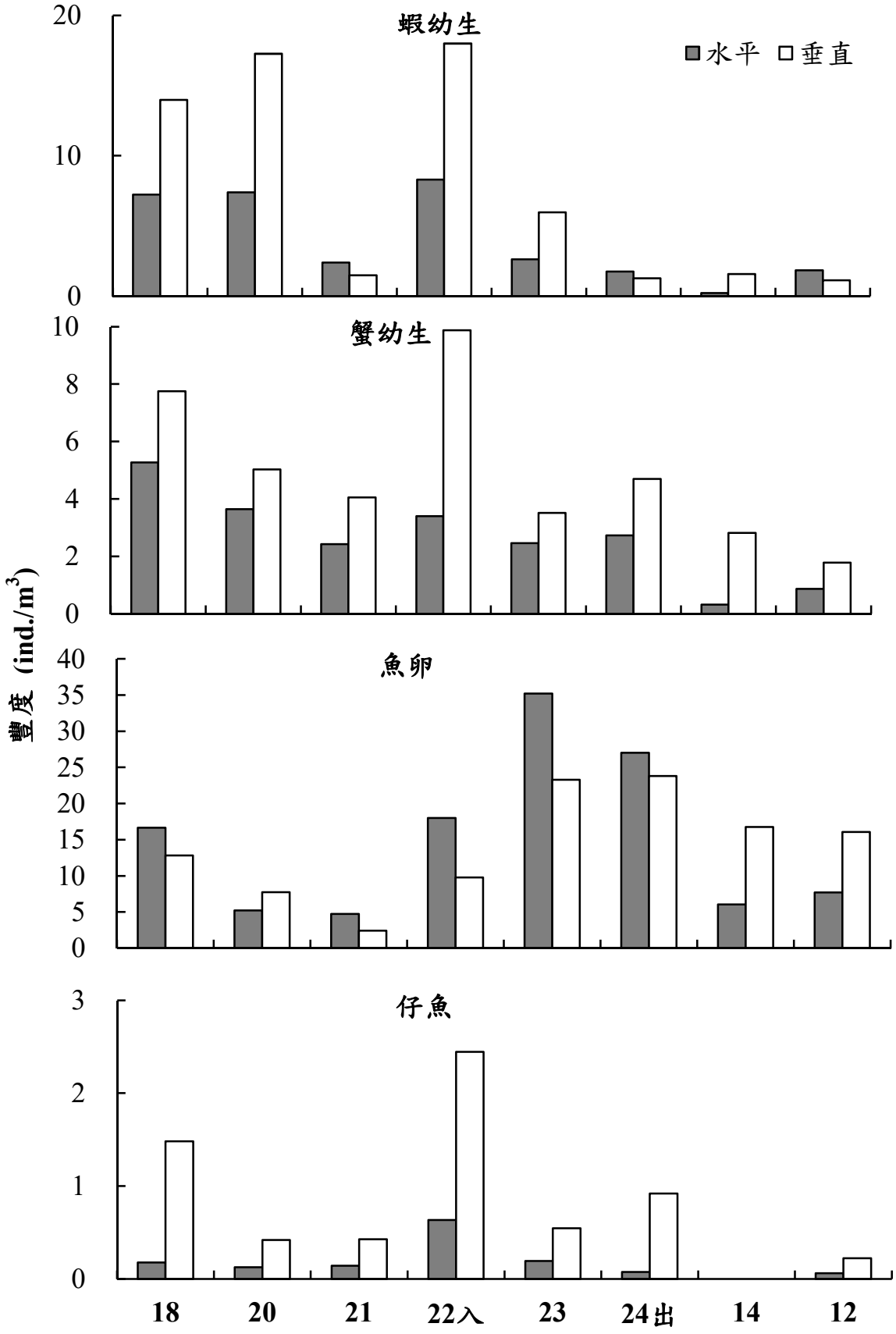


圖3-15　民國114年8月8日第三核能發電廠附近海域蝦蟹幼生、魚卵及仔魚之豐度於入出水口及其擴散情形

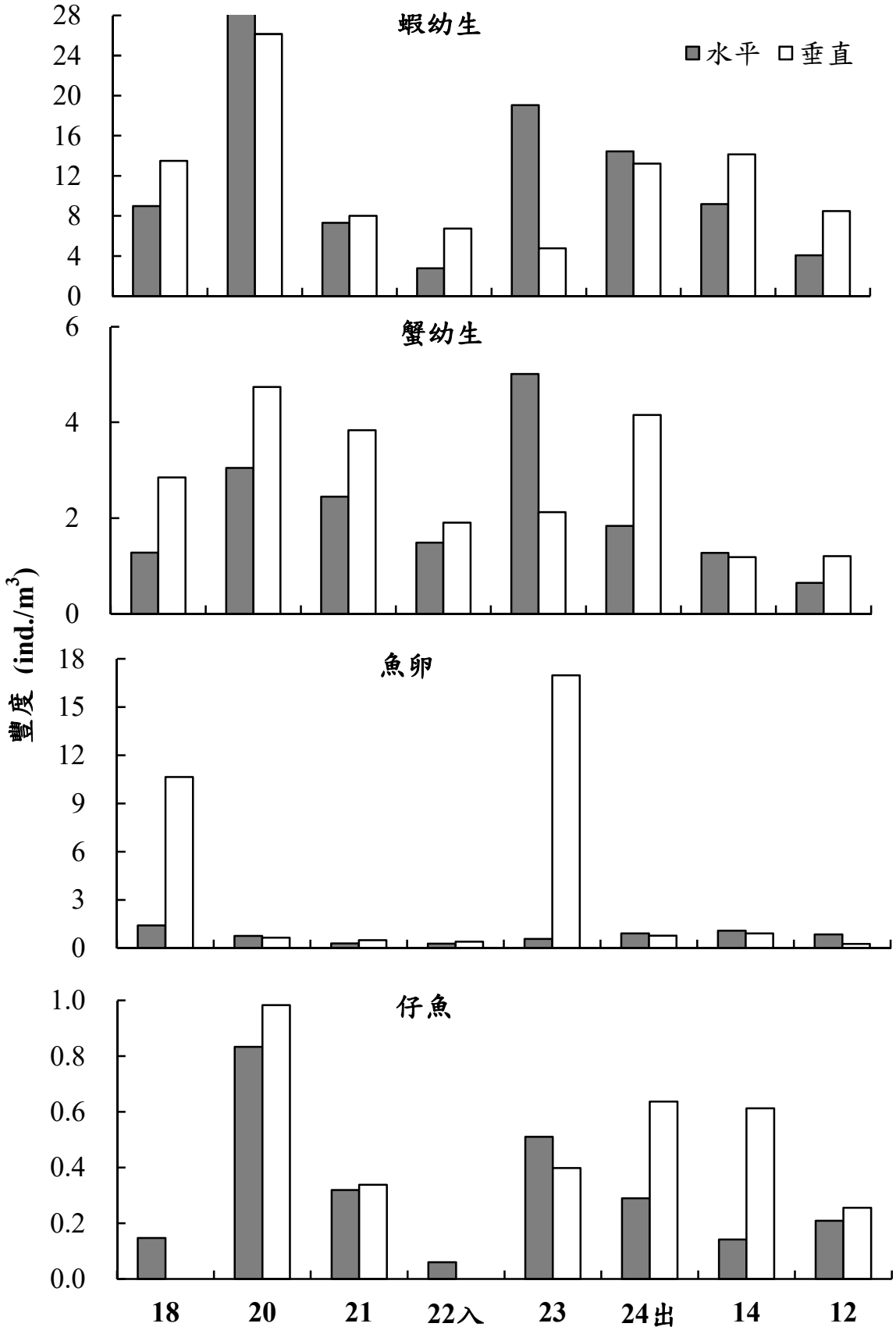


圖3-16　民國114年11月5日第三核能發電廠附近海域蝦蟹幼生、魚卵及仔魚之豐度於入出水口及其擴散情形

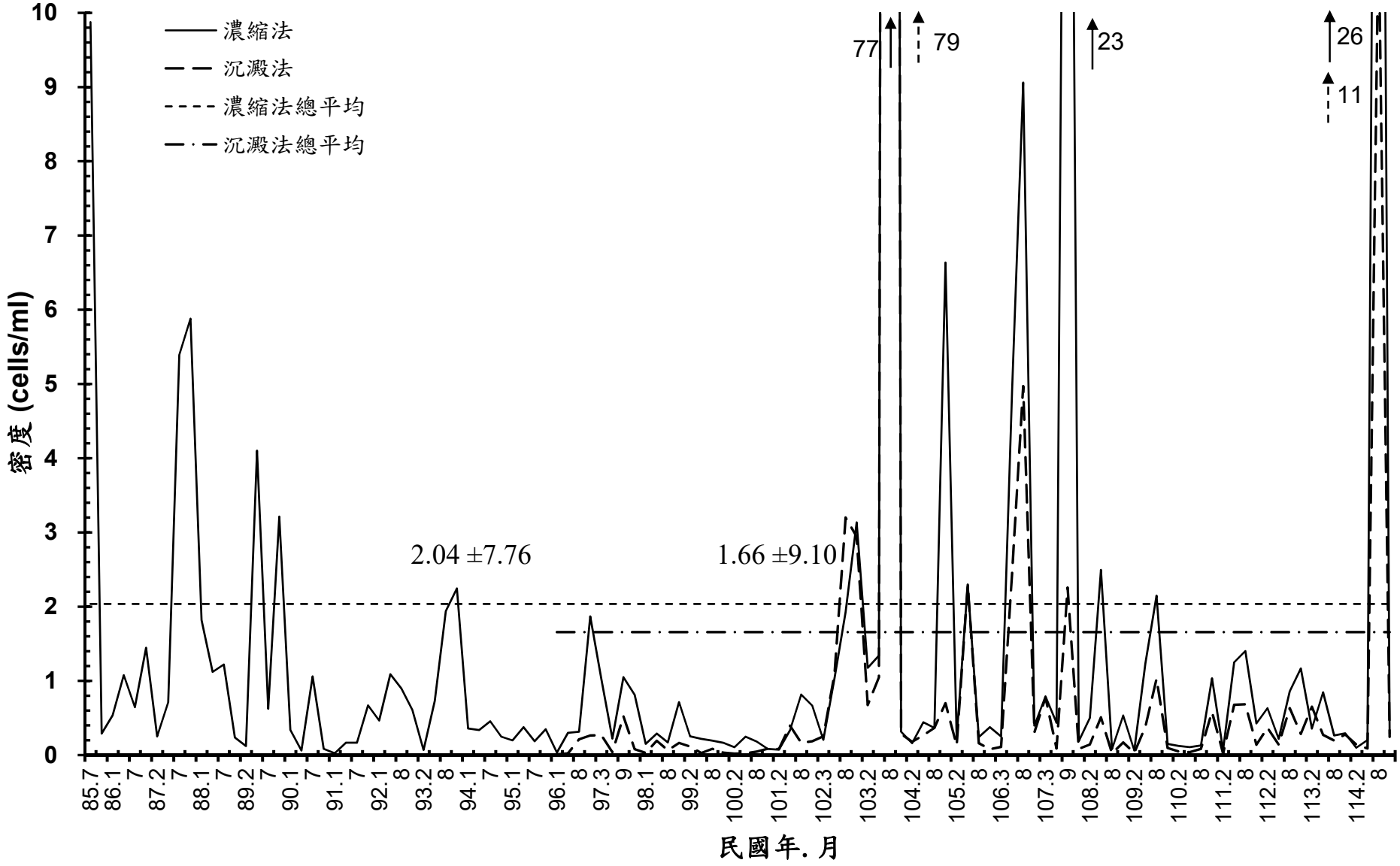


圖3-17 民國85年7月至114年11月第三核能發電廠附近海域植物性浮游生物(濃縮法和沉澱法分析)之密度

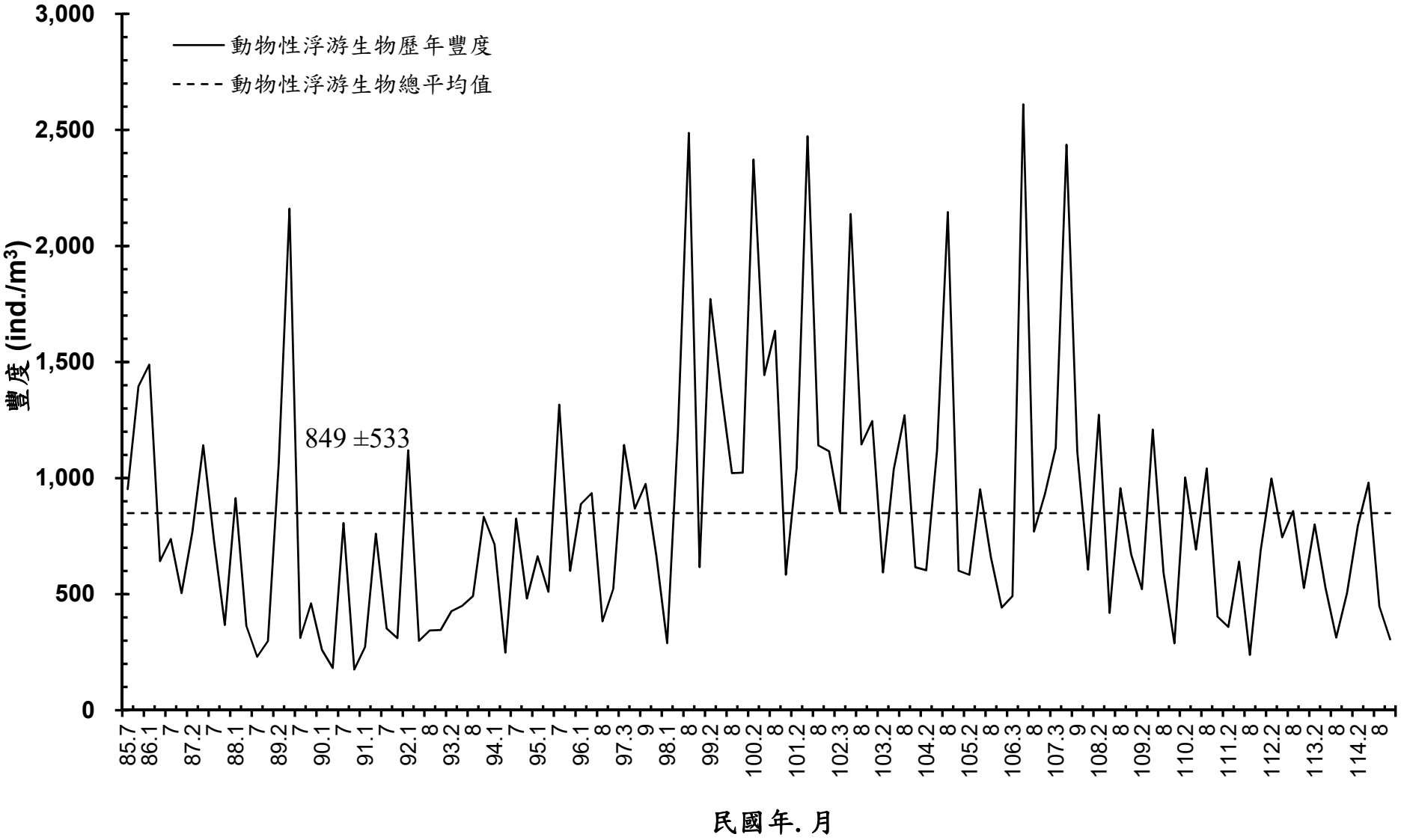


圖3-18 民國85年7月至114年11月第三核能發電廠附近海域動物性浮游生物豐度

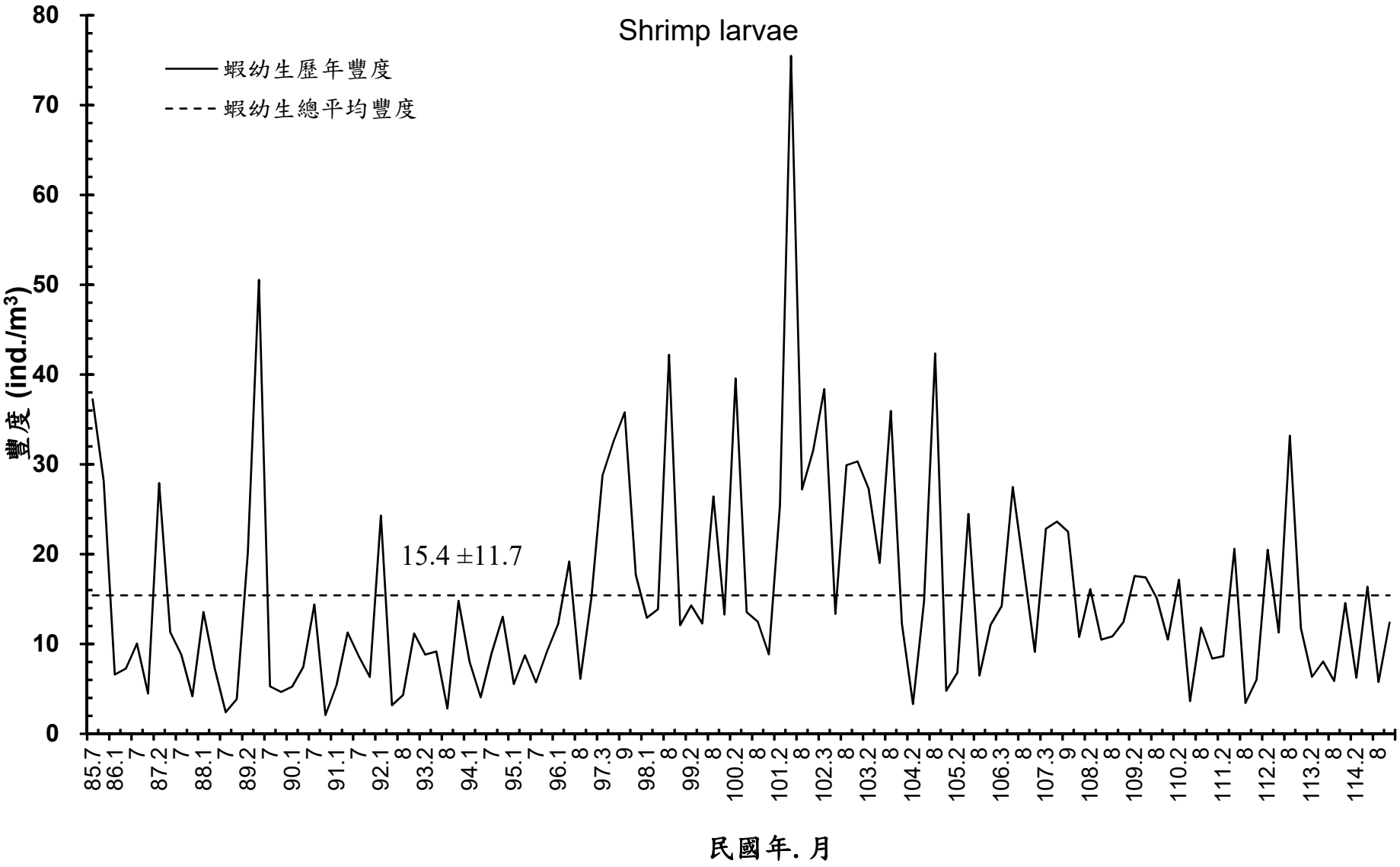


圖3-19 民國85年7月至114年11月第三核能發電廠附近海域蝦幼生之豐度

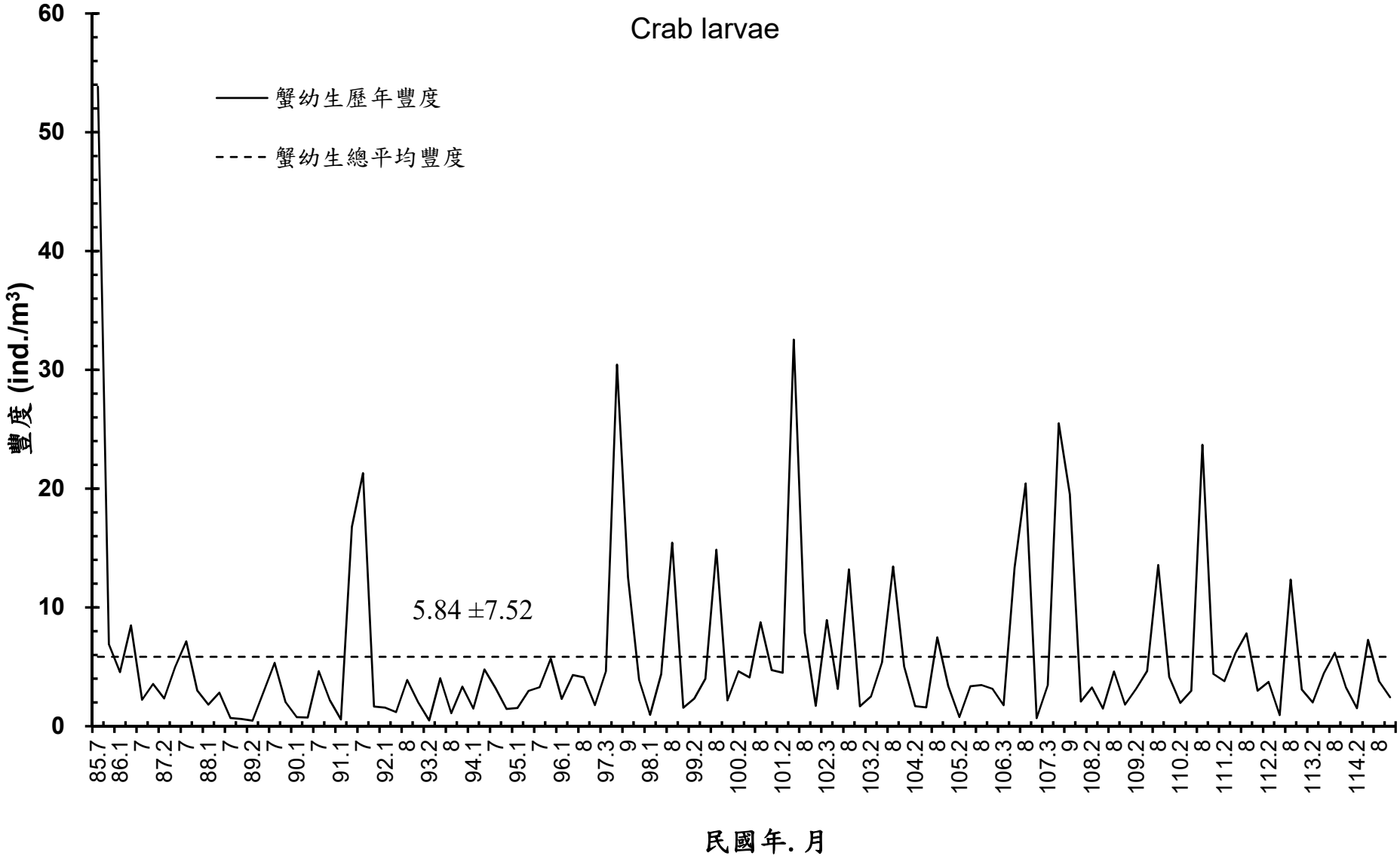


圖3-20　民國85年7月至114年11月第三核能發電廠附近海域蟹幼生之豐度

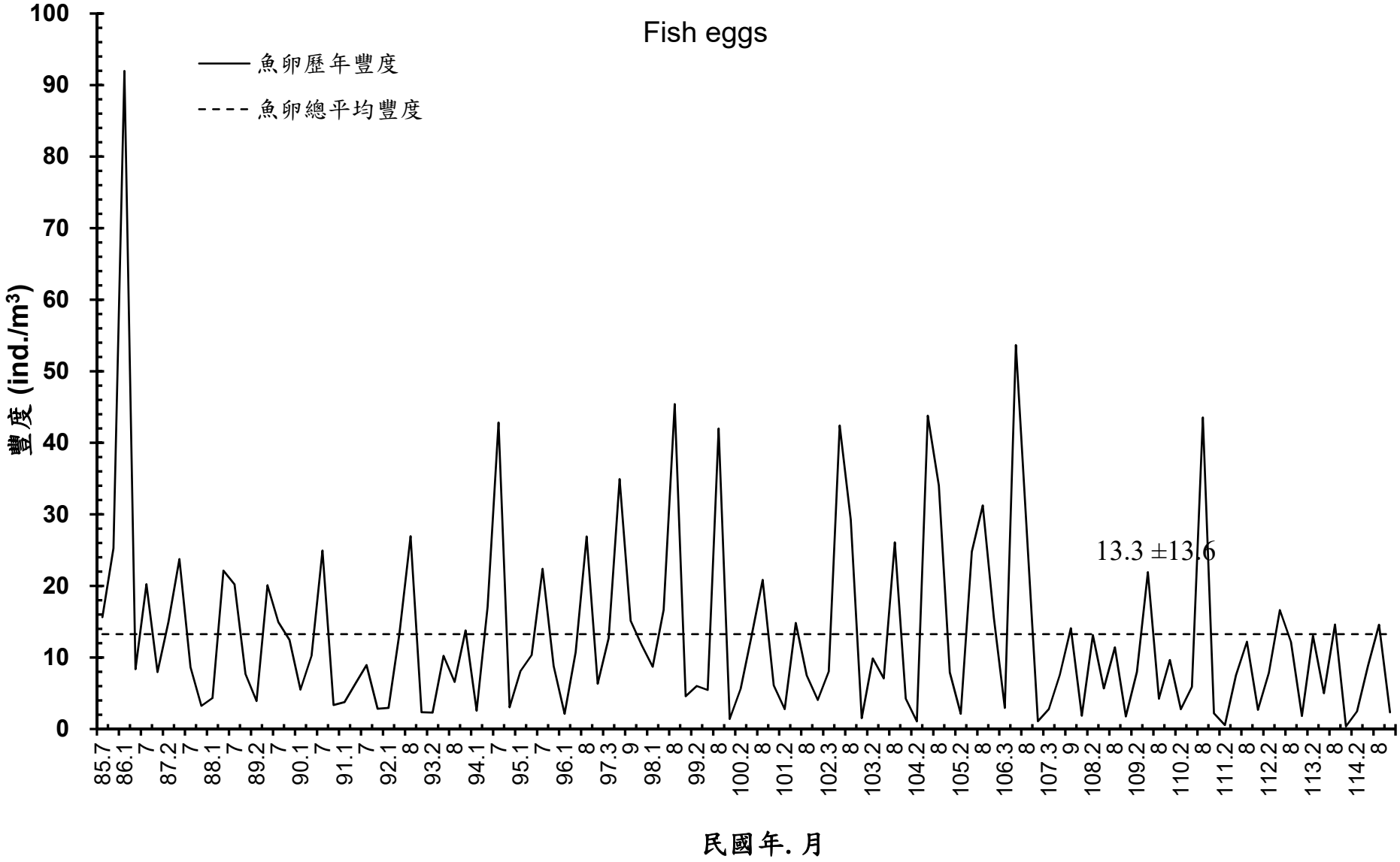


圖3-21　民國85年7月至114年11月第三核能發電廠附近海域魚卵之豐度

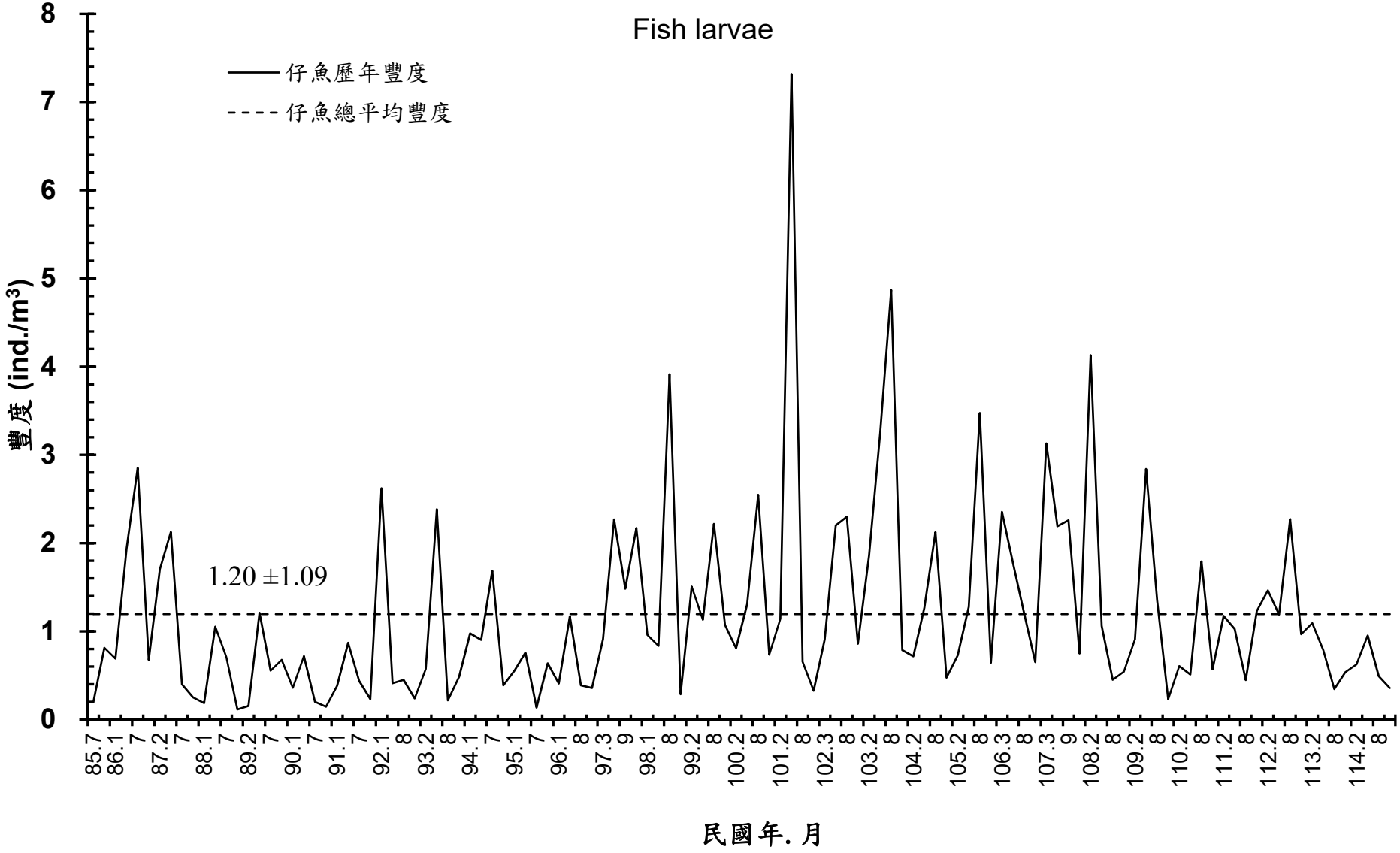


圖3-22　民國85年7月至114年11月第三核能發電廠附近海域仔魚之豐度

肆、底棲動物調查

一、計畫目的與緣起

本國有不少發電廠分布於西海岸及澎湖，其對環境生態之影響也有長期之監測存在，其中第三核能發電廠附近海域之生態研究起於民國 68 年迄今 (114 年)，已監測 46 年。第三核能發電廠於民國 73 年起開始運轉發電，1 號機運轉執照於民國 113 年 7 月 27 日屆期除役，2 號機於今 (民國 114) 年 5 月 17 日也停機除役，雖然如此，這 2 部機組仍維持在可重啟的狀態。由於核能發電廠運轉後需吸入大量的冷卻用海水，使該區域之非生物環境發生變化，這些非生物因子的改變，可能使原來生態系中的生物相及生物的生理及生化組成發生變化，本計畫即針對此進行探討；其中底棲動物部分之生態研究已進行了 46 年，回顧過去之研究大致上可分為二階段。其一於民國 68 年 7 月至 82 年 6 月 (蘇等，1979-1987；洪等，1988-1993)，研究調查分 (1) 固定橫截線生物被覆調查；(2) 固定區域特種生物密度及成長調查；及 (3) 生物相之調查三部分。測站前後共有 A、B、C、D、香蕉灣及萬里桐等六個。但是，民國 68 年 10 月後壁湖漁港擴建工程將廢土傾倒在 C 站，因此，C 站在往後之研究已停止使用，而自民國 72 年 7 月起另增香蕉灣及萬里桐二測站做對照之用，各測站之相關位置見圖 4-1。

所使用之調查方法，在固定橫截線生物被覆調查方面，是以計數採樣橫截線上各類生物覆蓋之比例，來探討石珊瑚、軟珊瑚、藻類及其它底棲動物之空間分布及時間上之消長情形。在固定區域特種生物密度及成長調查方面，選取標定紫叢海膽 (*Echinostrephus molaris*) 、長硨磲貝 (*Tridaena maxima*) 及大旋鰓蟲 (*Spirobranchus giganteus*) 定期測量體長，以追蹤成長狀況。生物相調查則以拍照或標本採集加以分類鑑定，以瞭解第三核能發電廠附近海域底棲動物之種類。

綜合第 1 階段歷年之研究結果如下：各種底棲動物覆蓋比例及總覆蓋率，並未受第三核能發電廠運轉溫水排放影響 (圖 4-2) (Jan et al., 1994)。固定區域特種生物密度及成長調查方面，發現尖枝列孔珊瑚、板葉千孔珊瑚、大管蛇螺、長硨磲貝、紫叢海膽及梅氏長海膽較具有監測環境之潛力。在生物相調查方面，15 年來，共記錄底棲無脊椎動物 11 門 889 種生物。而長期在第三核能發電廠附近海域及出水口附近所進行的研究顯示，放流水影響第三核能發電廠附近海域範圍只在出水口附近海域之小範圍內。因此，底棲動物方面之研究第 2 階段，在民國 82 年 7 月由本實驗室接手，繼續執行後就調整測站。

過去之研究主要以監測群聚變化為主，由於無法看出顯著差異，顯示放流水影響可能在監測站涵蓋範圍之外或該監測方式不夠靈敏，以致無法看出差異。所以民國 82 年 7 月由本實驗室接手後，即縮小監測範圍，因為若放流水的影響範圍不大，理論上太遠的監測站可能無法看出差異；此外並針對底棲動物幼生及補充群是否受放流水之影響進行監測。底棲動物從受精卵發育成幼生後，會在水中行浮游性生活一段時間，再沈降至海底著苗變態發育成小個體，成為族群中的補充群。浮游期長短因生物而異，短則數小時長者可達數月之久，各類底棲動物之幼生見圖 4-3，若放流水對補充群有影響，會反映在補充量上，因此，本計畫以浮游性幼生與補充群在各測站之變化為調查監測方向。雖然前研究顯示尖枝列孔珊瑚、板葉千孔珊瑚、大管蛇螺、長硨磲貝、紫叢海膽及梅氏長海膽較具有監測環境之潛力，但在入水口及出水口附近無法同時找到適當之族群量，因此並未採用這些種類進行監測。

第 2 階段民國 82 年 7 月至今之研究結果概述如下，主要研究範圍在入水口及出水口南堤外側小灣 (圖 4-4)。死亡率在入水口移至排水道之漁舟蟚螺較高，顯示生活在排水道之漁舟蟚螺族群有適應較高水溫之現象 (陳等，1994-1996)。以生物成長率而言，則是軸孔珊瑚及江珧貝在入水口處之成長高於出水口南堤外側小灣。在幼生分布及補充群研究方面，發現甲殼類幼生在 9、10 月及 2-5 月出現較多，軟體動物則在 3-5 月出現較多，而藤壺、海葵及一些軟體動物 (如蟚螺、寶螺、海兔及黑蝶貝等) 對放流水有較高之忍受能力。海綿、海葵、珊瑚、水螅、苔蘚蟲、多毛類、軟體動物、藤壺及海鞘等九大類底棲動物及卵塊均可在各測站之附著板著生，多毛類與苔蘚蟲著生率在測站間有顯著差異存在，呈現之趨勢為入水口區域高於非入水口區域，而底棲動物著生率與該區多數浮游動物種類之幼生數量無一致的關係。固定橫截線底棲生物出現率監測結果顯示入水口區域之底棲生物出現率高於出水口區域各測站，入水口以藻類、石珊瑚及海葵為優勢生物，出水口為藻類、石珊瑚及軟珊瑚，說明入水口底棲生物相之結構與出水口不同，且入水口多為對溫度變化較敏感的枝狀珊瑚種類，如軸孔珊瑚及鹿角珊瑚，出水口主要為團塊及平鋪狀珊瑚，有棘杯珊瑚、角星珊瑚、角菊珊瑚、腦紋珊瑚等。

二、文獻回顧

水生生物的生長常直接受溫度的影響，如 Florida red tilapia 在海水鹽度 18 ppt 和 36 ppt 時，隨著溫度升高生長率及食物消耗率 (food consumption) 都逐漸增加，在溫度 32°C 時達到最高 (Watanabe et al., 1993)。此外，發育中的海洋動物胚胎也會受到

溫度的影響而有不同程度的異常現象，稚魚在發育中若溫度較高，則脊椎骨數較少 (Coutant, 1976)。橈腳類受精卵的孵化速率受親體抱卵及孵化時環境的水溫影響很大，當孵化溫度在 10-15°C 的範圍內，溫度愈高，孵化的時間愈短 (Landry, 1975)。另外，溫度對海洋生物的代謝及生化組成亦有直接的影響，有報告指出虹鱒魚鰭的不對稱波動 (fluctuating asymmetry) 和水溫有正相關 (Clarke, 1993)；南加州浮游植物在天然海水培育時，當溫度升高 5°C 則整個生長率和生物量會增加，但當溫度再增高時生物量便開始下降。但對美國麻薩諸塞州附近海域的藤壺 *Semibalanus balanoides* 幼生而言，突然由 4°C C 增高 3°C 時，其幼生變態著苗的數量同時增加 (Pineda et al., 2002)，所以水溫的變化亦可能是誘發幼生變態的環境因子之一。

Nevo *et al.* (1977) 在研究 Haifa 發電廠出、入水口的藤壺時指出：溫度對藤壺同功腖多型性 (allozyme polymorphisms) 的等位基因頻率有天擇的作用；除了上述的影響之外，有些同功腖的等位基因出現頻率與溫度梯度有關；Buckley (1982) 指出：在 2°C 受精的 winter flounder 魚卵，分別置於 2、5、7 及 10°C 培育，結果發現培育於 10°C 下的幼魚有較低的 RNA-DNA ratio，且四個溫度之 RNA-DNA ratio 和生長有正相關。

高溫廢水主要由發電廠或其他工廠冷卻機件後排放產生，他們對於自然環境造成的衝擊雖較其他污染源低，如油污、重金屬、放射性物質等，但是熱廢水對生態環境的影響仍然是不容忽視的 (陳和鐘，1989)。對水生環境而言，熱廢水最直接的影響就是提高水溫，間接的降低水中的溶氧、黏度、增加重金屬及其他離子的溶解度，進而生活於其中的生物自然也受到影響，而不會移動或移動緩慢的底棲動物是發電廠排放熱廢水受害最大的一群。以美國 Florida 電廠為例，該廠於 1968 年開始商業運轉，由發電機組所排出之熱廢水溫度升高 6.7°C 排入 Biscayen 灣中，在次年 6 月，出水口 350-550 公尺範圍內的珊瑚全部死亡，其底棲動物相亦發生改變，在距離出水口 900 公尺範圍內發現大量死亡的槍蝦、藍蟹、石蟹、蜘蛛蟹、二枚貝，在距離出水口附近 1400 公尺範圍內的海底則發現一些死亡的動植物 (Laws, 1981)。當熱廢水溫度達 38°C 以上時，即使抵抗力最強的甲殼類和魚類在 3 小時內都會死亡。此外，熱廢水亦會改變生物相組成，如在印地安河邊的 Delmarva 電廠，其熱廢水使河口底棲動物的種類數降低，但污染指標生物的數量卻增加 (Logan and Maurer, 1975)。另外，Jokiel and Coles (1974) 在研究夏威夷 Kahe 發電廠外的珊瑚時發現，當電廠附近環境水溫升高 4 到 5°C 時，珊瑚就會死亡，若水溫升高 2 至 4°C 時則有珊瑚白化及死亡率增加的現象。

核三廠位於墾丁國家公園之南灣，其海域屬於珊瑚礁生態系，有許多遊客至此進行水上遊憩及浮潛活動，Liu et al. (2012) 調查 2001-2008 年之每月遊客量最高可達 8000 人次，而於核三廠排水口南側小灣進行水上活動 (浮潛) 的人數平均可達 3,500 人次，並發現南灣污水排放增加海域的營養鹽及懸浮物，導致藻類繁生與珊瑚競爭空間、珊瑚被沉積物覆蓋致死和遊憩人數越高珊瑚覆蓋率越低等現象。Liu et al. (2015) 的生態缸實驗發現當營養鹽及懸浮物增加時，會有海葵攻擊珊瑚，珊瑚死亡率增加的情形，這可能是營養鹽及懸浮物促進海葵過度生長，與珊瑚競爭空間導致。除此之外，近年來全球氣候變遷，海水暖化嚴重影響世界各地珊瑚礁生態系，南灣之珊瑚於 1998、2007、2016、2017、2020 及 2024 年大量白化，在臺灣及其它地區也有類似的報導 (王，2022; Bilinski, 2024)，顯示臺灣海域珊瑚礁受到氣候變遷的衝擊，已呈現衰退和破壞的徵兆 (Dai et al., 2002; Kimura et al., 2004; Eakin et al., 2016)，多處且大範圍的白化現象和區域性小範圍放流水的影響有所不同，這種愈來愈頻繁發生的白化現象已是全球珊瑚礁區都有的艱難挑戰。

三、研究方法與進度說明

本計畫以第三核能發電廠附近海域 (入水口、出水口南堤外側小灣 (以下簡稱為出水口南側) 及石牛溪等海域) 之 (1) 軸孔珊瑚成長變化；(2) 底棲動物著生率及消長情形和放流水是否相關；(3) 固定橫截線底棲生物出現率變化；(4) 入、出水口微環境沉積物沉積量變化；(5) 入水口及出水口附近測站水溫變化，是否受放流水影響為調查方向。每季調查一次，每年共 4 次調查，冬季為 11 月至翌年 1 月，春季為 2 月至 4 月，夏季為 5 月至 7 月，秋季為 8 月至 10 月，原則上採樣時間為各季的第一個月內，作為前一季的調查，例如第 1 次是 2 月，為冬季之調查，亦為每年第 1 次的調查時間；依序為 5 月、8 月及 11 月，分別是春、夏及秋季之調查時間。

1. 軸孔珊瑚之成長變化：目的在比較入水口及出水口南側小灣的珊瑚成長之差異。實驗地點在出水口南側水深 3 公尺處 (Efflu-3) 附近及入水口灣內北側 (Influ-2) (圖 4-4)，選擇軸孔珊瑚 (*Acropora* sp.) 為實驗物種，從同一株軸孔珊瑚截取小段樣品 (大約 10 公分) 固定在鋼架上，每季測量主軸枝的長度，以學生 T 檢定 (T-test) 分析方法比較入水口及出水口珊瑚之成長情形。

2. 底棲動物補充量之比較：目的在了解底棲動物補充量在不同地點和季節間是否有差異及其消長。在入水口灣內北側 (Influ-2) 、入水口北堤外側 (Influ-3) 、入水口南堤外側 (Influ-10) 、入水口卸貨碼頭堤防外側 (Influ-11) 、入水口灣內南側

(Influ-5) 、出水口南側水深 8 公尺處 (Efflu) 、出水口南側水深 9 公尺處 (Efflu-2) 、出水口南側水深 3 公尺處 (Efflu-3) 、貓鼻頭 (MPT) 及石牛溪 (SNS) 附近選定測站 (圖 4-4)，測站除 Efflu-3 水深 3 公尺，其餘測站水深皆大於 5 公尺。於水深 3-10 公尺處，放置附著板 (附著板面積 20×20 cm^2)，收集固著性底棲動物，每季各收放一組附著板 (每組三重覆)，以每平方公分為單位計算各類固著性底棲動物著生率；每一至二個月潛水觀察有無流失或被人為破壞；每季收回鑑定及計數各類底棲動物，以學生 T 檢定 (T-test) 比較底棲動物在入水口及出水口著生率之差異，不同季節間底棲動物著生率的差異以單因子變異數分析方法 (One-way ANOVA) 比較。消長部分則是在上述之測站放置一組附著板，一年後收回鑑定及計數各類底棲無脊椎動物，以單因子變異數分析方法 (One-way ANOVA) 比較底棲動物在不同測站之消長情形。

3. 固定橫截線底棲生物出現率變化：依據環境部公告之硬底質海域表棲生物採樣通則 (NIEA E104.20C)，採用固定橫截線調查法，於入水口灣內及出水口南側各設置 3 條 25 公尺長的固定橫截線，調查硬底質海域如珊瑚礁等之底棲生物，其橫截線以最近的測站為代號，故於入水口灣內有 3 條橫截線，最靠近入水口灣內北側 (Influ-2) 的橫截線代號為 Inf 2.1 (水深 5 公尺處)，另一條在入水口灣內最北側 (Influ-2.2) 測站，代號為為 Inf 2.2 (水深 3 至 5 公尺處)，以及靠近入水口灣內南側 (Influ-5) 的代號為 Inf 5 (水深 3 至 5 公尺處)；在出水口南側的 3 條橫截線，在靠近水深 8 公尺處 (Efflu) 測站的代號為 Eff (橫截線的水深介於 3 至 5 公尺處)，鄰近水深 9 公尺處 (Efflu-2) 測站的橫截線代號為 Eff 2 (水深為 9 公尺)，及近貓鼻頭 (MPT) 的橫截線代號亦為 MPT (水深 9 公尺處) (圖 4-4)；每隔 0.1 公尺計數該處之底質種類及底棲生物種類，並以多變量生態統計軟體 (Primer 6.0) 的相似度分析 (Bray-Curtis similarity) 及相似性百分比分析 (Similarity Percentages, SIMPER) 比較底棲生物組成及出現率在不同測站和季節間是否有差異。

4. 入、出水口微環境沉積物沉積量變化：目的在了解底棲動物補充量多寡是否與出入水口微環境之差異有相關。測站在入水口灣內北側 (Influ-2) 、入水口灣內南側 (Influ-5) 、出水口南側水深 8 公尺處 (Efflu) 、出水口南側水深 9 公尺處 (Efflu-2) 及貓鼻頭 (MPT) 附近 (圖 4-4)，將沉積物收集器 (6mm 厚的 PVC 圓筒內徑 10cm、高 30cm) 置於各測站收集沉積物，每季各收放一重覆，計算各測站之每日沉積量，以學生 T 檢定 (T-test) 分析方法比較沉積量在入水口及出水口測站間的差異。

5. 入水口及出水口附近測站水溫監測：目的在了解出水口附近測站水溫變化是否受放流水影響，而與其他測站有差異，故於採樣地點入水口灣內南側 (Influ-5) 、出水口南側水深 8 公尺處 (Efflu) 、出水口南側水深 9 公尺處 (Efflu-2) 、出水口南側水深 3 公尺處 (Efflu-3) 與貓鼻頭 (MPT) (圖 4-4)，放置長期水溫紀錄器 (HOBO, Water Temp Pro v2; Tinytag, TG-4100)，每 15 分鐘紀錄一次，以 One-way ANOVA 分析方法比較其水溫變化。

四、目前研究成果

4.0 歷年監測資料統計分析

4.0.1 研究方法

歷年監測資料統計分析的研究方法按照工作內容分述如下：

1. 歷年軸孔珊瑚之成長分析：各季次之軸孔珊瑚成長由兩季間長度差異來計算每日平均成長量，並參考交通部中央氣象署 (原為中央氣象局) 之每日累積雨量及歷年颱風影響的天數，以迴歸分析方法進行颱風對珊瑚成長之影響分析。

2. 歷年各類底棲動物著生率分析比較：將歷年季節分成受颱風影響的颱風季 (夏、秋季) 及不受影響的非颱風季 (冬、春季)，以學生 T 檢定 (T-test) 分析方法來比較兩類型各底棲動物之著生率，以評估颱風之影響。另外，以多變量生態統計軟體 (Primer 6.0) 的相似度分析 (Bray-Curtis similarity) 和群聚分析 (Nonmetric Multidimensional Scaling, nMDS)，檢定歷年之底棲動物著生的群聚組成在不同測站和季節間的差異。參考核三廠提供之機組運修時間表，還有一號及二號機組除役後維護時間表，將各季次分成一部機組、二部機組停機及非停機期，以單因子變量分析 (one-way ANOVA) 檢測停機對出水口多毛蟲著生之影響。還有長期氣候變遷對底棲生物影響分析方面，收集全球氣候變遷相關指數：赤道太平洋區海面溫度指數 Niño3.4 index (北緯 5 度-南緯 5 度、西經 170 度-西經 120 度) 、Niño4 index (北緯 5 度-南緯 5 度、東經 160 度-西經 150 度) (ftp://ftp.cpc.ncep.noaa.gov/wd52dg/data/indices/sstoi.indices) 及北太平洋年際震蕩指數 The Pacific Decadal Oscillation (PDO) 於北緯 20 度海域 (http://jisao.washington.edu/pdo/PDO.latest)，將之換算成季節平均值之後，以皮爾森相關性分析 (Pearson correlation) 各指數與底棲動物著生率之相關，由於其效應可能影響當季之底棲動物著生率及底棲生物出現率，亦可能延伸影響後一季或後兩季之著生率及底棲生物出現率，因此，以三種時間對應探討二者之相關性。

3. 歷年固定橫截線調查底棲生物監測資料分析：此調查資料則與全球氣候變遷指數 (Niño3.4、Niño4 及 PDO index) 做相關分析，將 Niño3.4、Niño4 及 PDO index 換算成季節平均值之後，再與各季底棲生物出現率做皮爾森相關性分析 (Pearson correlation)，以分析聖嬰及反聖嬰現象與底棲生物出現率之變化是否相關；還有，以主成份分析 (Principal components analysis) 比較入及出水口之白化珊瑚種類的組成差異。

4. 歷年入、出水口微環境沉積物沉積量資料分析：以單因子變異數分析方法 (One-way ANOVA) 比較沉積量在年間的差異，並參考中央氣象署颱風資料庫之颱風警報天數及累積雨量，以線性回歸分析方法探討颱風對沉積量變化之影響，以及分析沉積量對底棲動物著生率的影響。還有核三廠廠內清除附著生物的清污海水排放對入水口之沉積量的影響，則以雙因子變異數分析方法 (Two-way ANOVA) 進行比較分析。

5. 歷年水溫資料分析：將水溫資料經因素分析方法 (Factor Analysis) 縮減後，再與全球氣候變遷指數(Niño3.4、Niño4 及 PDO index)進行皮爾森相關性分析 (Pearson correlation)，以了解南灣水溫變化與全球變遷之關聯性。水溫可能會影響底棲動物著生部分，則將水溫資料經因素分析 (Factor Analysis) 縮減後，再與底棲動物進行皮爾森相關性分析。

6. 放流水對出水口南側 3 公尺水深測站 (Efflu-3) 底棲動物的影響: 放流水之排放影響為水深 5 公尺以淺的範圍，出水口南側 3 公尺水深測站 (Efflu-3) 位在受放流水影響的範圍內，南側水深 8 公尺處 (Efflu) 則在影響範圍之外圍，本部分以學生 T 檢定 (T-test) 檢測兩測站之各類底棲動物著生率差異，並將多毛蟲之著生率與水溫進行皮爾森相關性分析，以評估放流水對底棲動物之影響。

7. 底棲動物與其他子計畫的相關性：底棲動物著生可能受水溫與水層中之動物性浮游生物量影響，以子計畫 2─水文水質化學相對測站之水溫，以及子計畫 3─動物及植物性浮游生物相對測站之浮游幼生，與底棲動物著生率做迴歸分析；底棲動物出現率與子計畫 2 的營養鹽進行相關性及迴歸分析；水溫資料與子計畫 1 海潮流於出水口水深 28 米處的水溫紀錄比較。

4.0.2 統計分析工具介紹

本子計畫之統計分析以微軟開發的試算表軟體程式 (Microsoft Excel) 做為資料紀錄與統整，並進行學生 T 檢定 (T-test)；再將資料匯入多變量生態統計軟體 (Primer 6.0) 進行相似度分析 (Bray-Curtis similarity) 、主成份分析 (Principal components analysis) 與群聚分析 (Nonmetric Multidimensional Scaling, nMDS)；另外，運用 IBM 開發之統計軟體 SPSS 進行迴歸分析、皮爾森相關性分析 (Pearson correlation) 、單因子變異數分析方法 (One-way ANOVA) 、雙因子變異數分析方法 (Two-way ANOVA) 與因素分析 (Factor Analysis) 以了解歷年資料之變化。

4.0.3 分析結果

1. 歷年軸孔珊瑚之成長變化

入水口的珊瑚平均日成長率與颱風之累計警報天數及颱風期間總雨量有迴歸關係，表示颱風之累計警報天數越多，還有颱風期間雨量越多，則珊瑚平均日成長率越低，颱風對珊瑚成長有負向的影響。

2. 歷年各類底棲動物著生率分析比較

颱風可能會影響底棲動物著生率之多寡，故將各季節分成受颱風影響的颱風季 (夏、秋季) 及不受影響的非颱風季 (冬、春季)，以學生 T 檢定 (T-test) 分析方法比較兩季各底棲動物之著生，出水口測站各底棲動物都無顯著差異；入水口為藤壺、多毛蟲及軟體動物著生率於颱風季明顯較非颱風季高 (T-test, $p<0.05$)，海鞘、苔蘚蟲及珊瑚則無顯著差異，整體而言，颱風對底棲動物著生的影響有樣點上的差異。

停機維修可能會影響底棲動物的著生率，將出水口南側各測站 (水深 8 公尺處 (Efflu) 、水深 9 公尺處 (Efflu-2) 、水深 3 公尺處 (Efflu-3) 與貓鼻頭 (MPT) 歷年的資料分成一部機組、二部機組停機及非停機維修時期的著生率，用貓鼻頭 (MPT) 著生率為基準並除去季節之影響，結果顯示出水口區域南側水深 8 公尺處 (Efflu) 與水深 9 公尺處 (Efflu-2) 、水深 3 公尺處 (Efflu-3) 及貓鼻頭 (MPT) 測站有顯著差異 (ANOVA, $p< 0.05$)，因此放流水不同排放量可能影響出水口南側各測站底棲生物的著生，且有些測站在一部及二部機組運轉下受到的影響有差異。

全球氣候變遷指數(Niño3.4、Niño4 及 PDO index)與各季底棲動物著生率做相關性分析，分析聖嬰及反聖嬰現象對底棲動物之影響，由於其效應可能影響當季之底棲動物著生率，亦可能延伸影響後 2 季之著生率，因此以此 3 種時間 (當季、後 1 季及後 2 季) 對應來探討三指數與著生率之相關性，結果顯示 PDO 與底棲動物著生率有相關性的數量較 Niño3.4 index 與 Niño4 index 多，亦多為負相關 (-0.42 ~ 0.39)，亦是以後兩季的時間對應下為最，表示當指數高時，之後一及兩季的底棲生物著生率偏低。

3. 歷年底棲生物監測資料分析

底棲生物出現率變化與大環境氣候變遷亦有相關，入水口珊瑚與全球氣候變遷指數呈正相關，軟體動物、海綿及多毛蟲與指數呈負相關，入水口海葵、軟體動物及海綿與全球氣候變遷指數呈負相關，但兩區的珊瑚白化率與全球氣候變遷指數呈正相關，整體上，生物出現率與 PDO index 的相關性最高可達-0.50，表示當大環境海面溫度指數高時，海葵、軟體動物、海綿及多毛蟲之出現率偏低，且珊瑚白化率增加。

4. 歷年入、出水口微環境沉積物沉積量資料分析

將出、入水口區域之沉積物沉積量分別與颱風資訊之各季颱風累計警報天數、颱風期累積雨量及季累積雨量做迴歸分析，入水口及出水口沉積量與各季颱風累計警報天數及颱風期累積雨量成正向迴歸關係，表示颱風之累計警報天數及累積雨量越多，入水口及出水口平均日沉積量越高。將沉積量分成颱風季與非颱風季，出、入水口區域皆以颱風季沉積量明顯高於非颱風季 (T-test, $p<0.001$)，可見颱風季沉積量明顯較多。

為瞭解沉積量對各類底棲動物著生率之影響，分別將入、出水口各測站之沉積量與各類底棲動物著生率做線性迴歸分析，入水口沉積量與藤壺及軟體動物有顯著正向的影響 ($p < 0.05$)，呈現沉積量越高底棲動物之藤壺及軟體動物的著生率就越多，顯示沉積量對部分底棲動物著生有正面影響。

當抽水機組停機維修時，會將廠用海水 (NSCW) 迴轉欄污柵吊起來清除附著生物，清污的廠用海水經過濾後，會在樣點灣內南側 (Influ-5) 附近的排水孔排出，因清污海水排出可能會造成進水口的沉積量增加，將歷年進水口的沉積量

分成停機清除附著生物時期及正常運作時期，分別在颱風季及非颱風季下比較差異，結果顯示在颱風季時期，兩樣點的沉積量在停機清除附著生物時期及正常運作時期有顯著差異 ($P<0.05$)，以颱風季清除附著生物的沉積量較正常運作為多；在非颱風季時期，兩樣點的沉積量在停機清除附著生物時期及正常運作時期無顯著差異 ($P>0.05$)，表示非颱風季時期清污海水排出不會造成灣內的沉積量增加，並且其對入水口底棲動物著生率無顯著影響 ($P>0.05$)，但在颱風時期清污海水排出會造成進水口的沉積量增加。

5. 歷年水溫資料分析

水溫與全球氣候變遷指數(Niño3.4、Niño4 及 PDO index)的相關性，僅 PDO index 與延後 3-5 個月之入、出水口之水溫有顯著正相關，而以延後 4 個月的水溫相關性最高，此顯示南灣的水溫變化與 PDO index 有時間遲滯性的相關。

底棲動物的著生率可能與水溫的變化有關，經相關分析，在入水口 (Influ-5) 、出水口貓鼻頭 (MPT) 測站之藤壺與當季之季高溫有正相關性 ($r=0.31 \sim 0.39$)，表示高溫時藤壺著生率較高，低溫時著生率較少，也有時間遲滯性的負相關，亦呈現季節影響。

6. 放流水對出水口南側 3 公尺水深測站 (Efflu-3) 底棲動物的影響

出水口南側 3 公尺水深測站 (Efflu-3) 的水溫長期較其餘測站高，將出水口南側水深 8 公尺處 (Efflu) 的底棲動物著生率與出水口水深 3 公尺測站 (Efflu-3) 比較，兩測站的珊瑚、軟體動物著生率皆少，無顯著差異，多毛蟲著生率 3 公尺水深 (Efflu-3) 常高於水深 8 公尺處 (Efflu)，苔蘚蟲著生率水深 8 公尺處 (Efflu) 高於 3 公尺水深 (Efflu-3)，海鞘著生率於 3 公尺水深 (Efflu-3) 偶高於水深 8 公尺處 (Efflu)，而 3 公尺水深 (Efflu-3) 少有藤壺著生。將兩測站之平均水溫與多毛蟲著生率作相關分析，3 公尺水深 (Efflu-3) 及水深 8 公尺處 (Efflu) 之多毛蟲著生率與平均水溫不具相關性，放流水對這些底棲動物著生率之直接影響仍無定論。

7. 底棲動物與其他子計畫的相關性

水溫或底棲動物幼生豐度與底棲動物著生率多無迴歸關係，可能因為水溫測量及浮游幼生的撈取為定點即時紀錄，而底棲動物著生是 2-3 個月的累進結果，不同類型調查之時間有尺度的差異。固定橫截線調查在入、出水口皆以藻類

之出現率最高，分析結果顯示磷酸鹽高 (PO_4) 時，海葵出現率越高，藻類、海綿及珊瑚白化的出現率越低，反之，當磷酸鹽低時，海葵出現率變低，藻類及海綿出現率增加，還有珊瑚白化率也變高；此結果仍顯示營養鹽對各類底棲動物著生有影響，但不同底棲生物類群與營養鹽濃度變化的相關性各異。與子計畫一海潮流提供的水深 28 公尺水溫資料比較，出水口南側地區除 3 公尺水深的測站 (Efflu-3) 外，其餘各測站之水溫與子計畫一的水溫變化無異，顯示放流水不影響出水口南側地區 6-8 公尺以深的水溫變化，二部機組除役後沒有放流水，但出水口南側 3 公尺水深的測站 (Efflu-3) 水溫仍略微高於其他測站，溫差小於 1 度。

4.1 軸孔珊瑚之成長變化

入、出水口監測之軸孔珊瑚分別於民國 112 年第 4 次 (11 月 10 日)及 113 年第 4 次調查 (11 月 12 日) 時重新放置，入水口的珊瑚平均放置長度為 120.9±41.3 mm (n=20)，而出水口南側珊瑚平均放置長度為 88.0±30.8 mm (n=20) (表 4-1) (圖 4-5)。

民國 114 年第 1 次調查 (2 月 06 日)，入水口之珊瑚平均長度為 191.7±28.7 mm (n=9)，每日平均成長量為 0.85 mm，因數量過少，故重置珊瑚 20 株，平均長度為 81.2±12.4 mm；而出水口之 20 株珊瑚，18 株存活，平均長度為 92.0±33.2 mm，每日平均成長量為 0.06 mm，以學生 T 檢定 (T-test) 分析方法進行比較，入水口與出水口之珊瑚成長差異顯著，以入水口較出水口為佳 (T-test; $p<0.05$)。

民國 114 年第 2 次調查 (5 月 07 日)，入水口 20 株軸孔珊瑚皆存活，平均長度為 94.1±14.2 mm，每日平均成長量為 0.14 mm；而出水口之 18 株軸孔珊瑚皆存活，平均長度為 99.0±30.7 mm，每日平均成長量為 0.08 mm，入水口與出水口之珊瑚成長差異不顯著 (T-test; $p>0.05$)。

民國 114 年第 3 次調查 (8 月 6 日)，入水口之 20 株珊瑚皆死亡，此現象過去從未發生過，死亡的珊瑚骨骼平均長度為 96.5±13.9 mm，其每日平均成長量為 0.03 mm，此次調查時水體混濁，且周遭無健康之軸孔珊瑚可以即時採樣並重新放置，故於第四季再重新放置新的珊瑚株；而出水口之 18 株珊瑚中有 1 株死亡，平均長度為 115.0±37.8 mm，每日平均成長量為 0.16 mm，入水口與出水口之珊瑚成長差異顯著 (T-test; $p<0.05$)。

民國 114 年第 4 次調查 (11 月 6 日)，入水口重新放置 20 株軸孔珊瑚，平均長度為 84.8±16.1 mm；而出水口之 17 株軸孔珊瑚，尚存活 15 株，平均長度為 97.0±28.6 mm，每日平均成長量為-0.30 mm。

民國 112 年第 4 次至民國 114 年第 3 次的調查期間，入水口平均每季別死亡 3.9 株，以民國 114 年第 3 次死亡數最多；出水口平均每季別死亡 1.3 株，入、出水口之死亡率無顯著差異 (T-test; $p>0.05$)。

將入水口的珊瑚平均日成長率與中央氣象署颱風資料庫 (http://rdc28.cwa.gov.tw/) 之各季累計警報天數及颱風期間總雨量，以線性迴歸分析方法做迴歸分析，結果為負相關，其簡單迴歸關係為珊瑚平均日成長率 (y) = 0.22 – 0.02* 累計警報天數 (x) ($N=66$, $R^2=0.08$, $p = 0.02$) 及珊瑚平均日成長率 (y) = 0.21 – $3.20*10^{-4}$* 颱風期間雨量 (x) ($N=66$, $R^2=0.08$, $p=0.03$)，表示颱風之累計警報天數越多，還有颱風期間雨量越多，則珊瑚平均日成長率越低 (圖 4-6)，而珊瑚平均日成長率與沉積物沉積量無明顯迴歸關係 ($p>0.05$)，其與各季累積雨量亦無迴歸關係 ($p>0.05$)；但各季累積雨量與沉積物沉積量之間有迴歸相關性 ($R^2=0.18$-0.33, $p<0.05$; 圖 4-36)，換言之，各季累積雨量高時，沉積量隨之增加，且單以颱風期間的雨量與珊瑚成長做相關分析，則顯示兩者有迴歸相關，說明第 3 及 4 次較多颱風形成，颱風對珊瑚成長有負向的影響；而出水口的珊瑚成長量雖與颱風之數量、雨量無相關，但與沉積量有迴歸相關性 (珊瑚平均日成長率 (y) =0.16 – 0.12*出水口平均日沉積量 (x)；$N=54$, $R^2=0.11$, $p=0.01$)，表示沉積量越多，出水口之珊瑚成長越慢。

4.2 底棲動物補充量之比較

整體而言，民國 114 年第 1 次至民國 114 年第 4 次共 4 季調查，和以往不同的是，5 月 17 日之後，2 部機組除役，即無抽水及放流水之影響，故第 3 次調查期間 (5 月 6 日至 8 月 4 日) 有 11 日受有抽水及放流水影響，而第 4 次則沒有這些影響，以學生 T 檢定 (T-test) 分析方法比較，入水口區域之灣內測站 (Influ-5、Influ-2) 及灣外測站 (Influ-3、Influ-10、Influ-11) 的底棲動物季平均總著生率為 0.77-1.41/cm^2，顯著多於出水口區域測站 (Efflu、Efflu-2、Efflu-3 及 MPT) 的總著生率 (0.27-0.39/cm^2) (T-test; $p<0.05$)。4 次調查中，海鞘及苔蘚蟲之著生率皆是入水口區域顯著高於出水口區域 (T-test; $p<0.05$)，藤壺及多毛蟲大多是入水口區域高於出水口區域 (T-test; $p<0.05$)，但民國 114 年第 4 次 (秋) 於入、出水口區域則無顯著差異 (T-test; $p>0.05$)；軟體動

物亦是多數季次入水口區域高於出水口區域 (T-test; $p<0.05$)，但在民國 114 年第 3 次 (夏) 及民國 114 年第 4 次 (秋) 入水口及出水口區域無顯著差異 (T-test; $p>0.05$)；珊瑚著生率在入水口及出水口區域都無顯著差異 (T-test; $p>0.05$) (圖 4-7 至圖 4-12)。而入水口灣內的兩測站 (Influ-5、Influ-2) 及出水口測站 (Efflu、Efflu-2、Efflu-3 及 MPT) 的比較，僅第 1 次 (海鞘、苔蘚蟲及多毛蟲) 及第 2 次 (苔蘚蟲) 有差異，第 3 及 4 次各類都沒有差異。各類底棲動物之著生率，以單因子變異數分析方法 (One-way ANOVA) 進行比較，部分有季節性的差異，民國 114 年苔蘚蟲在入水口區域有明顯的季節差異 (ANOVA; $p<0.05$)，但在出水口區域沒有 (ANOVA; $p>0.05$)，在入水口區域以第 2 次 (春) 及第 1 次 (冬) 著生率顯著高於第 3、4 次 (夏、秋)；海鞘在入水口區域無季節差異 (ANOVA; $p>0.05$)，在出水口區域以第 2 次 (春) 著生率顯著高於其餘季次第 1、3 及 4 次 (冬夏秋) (ANOVA; $p<0.05$) ; 藤壺、多毛蟲、軟體動物及珊瑚在入、出水口區域都無明顯的季節性差異 (ANOVA; $p>0.05$) (圖 4-7 至圖 4-12)。

民國 114 年各類底棲動物著生率以多毛蟲及苔蘚蟲最多，其次為海鞘、藤壺，而軟體動物及珊瑚的著生率最少。第 1 次調查 (冬)，多毛蟲最高的著生率在入水口灣內南側 (Influ-5)，為 0.99 /cm^2，出水口區域之著生率為 0.14-0.48 /cm^2；苔蘚蟲最高著生率在入水口北堤外側 (Influ-3)，為 0.84 /cm^2，出水口區域之著生率為 0.00-0.08 /cm^2；海鞘最高著生率於入水口北堤外側 (Influ-3)，為 0.25 /cm^2；藤壺最高著生率於入水口北堤外側 (Influ-3) 為 0.13 /cm^2；軟體動物最高著生率於入水口北堤外側 (Influ-3) 及入水口灣內南側 (Influ-5) 為 0.01 /cm^2；珊瑚沒有觀察到著生，著生率為 0.00 /cm^2 (圖 4-7 至圖 4-12)。

第 2 次調查 (春)，各類底棲動物最高著生率大都在入水口區域，多毛蟲在入水口灣內北側 (Influ-2) 最高的著生率為 0.80 /cm^2，出水口區域之著生率為 0.08-0.75 /cm^2；苔蘚蟲於入水口卸貨碼頭堤防外側 (Influ-11)，著生率為 0.94 /cm^2，出水口區域之著生率為 0.00-0.14 /cm^2；海鞘最高著生率在入水口北堤外側 (Influ-3) 為 0.18 /cm^2，出水口之著生率為 0.00 /cm^2；藤壺及軟體動物最高著生率都在入水口灣內測站最高，分別於南側 (Influ-5) 及北側 (Influ-2)，為 0.11 及 0.01/cm^2，在出水口區域之著生率都為 0 /cm^2；珊瑚之著生在出水口水深 8 公尺處 (Efflu) 觀察到，著生率為 0.001 /cm^2 (圖 4-7 至圖 4-12)。

第 3 次調查 (夏)，各類底棲動物的最高著生率大多在入水口卸貨碼頭堤防外側 (Influ-11)，有多毛蟲、苔蘚蟲、藤壺及軟體動物，多毛蟲為 0.86 /cm^2，出水口區域之著生率為 0.00-0.78 /cm^2；苔蘚蟲為 0.55 /cm^2，出水口區域之著生率為 0.00-0.13 /cm^2；藤壺為 0.03 /cm^2，出水口之著生率為 0 /cm^2；軟體動物為 0.07 /cm^2；只有海鞘最高著生率在入水口北堤外側 (Influ-3)，為 0.46 /cm^2，其餘之著生率為 0.00-0.12 /cm^2；珊瑚著生率於入、出水口區域為 0.00 /cm^2 (圖 4-7 至圖 4-12)。

第 4 次調查 (秋)，各類底棲動物的最高著生率大多在入水口卸貨碼頭堤防外側 (Influ-11)，有多毛蟲、藤壺、海鞘及軟體動物，多毛蟲最高的著生率為 0.95 /cm^2，出水口區域之著生率為 0.01-0.72 /cm^2；藤壺最高著生率為 0.56 /cm^2，出水口區域之著生率為 0-0.003 /cm^2；海鞘最高著生率為 0.13 /cm^2，出水口區域之著生率為 0.002-0.004 /cm^2；軟體動物最高著生率為 0.03 /cm^2；而苔蘚蟲最高著生率在入水口灣內南側 (Influ-5)，為 0.31 /cm^2，出水口區域之著生率為 0-0.02 /cm^2；珊瑚的著生率於入、出水口區域為 0 /cm^2 (圖 4-7 至圖 4-12)。

由圖 4-7 可知，各測站珊瑚著生率歷年平均以入水口之灣內南側 (Influ-5) 最多，著生率為 0.01 /cm^2，第 1 次 (冬) 以民國 91 年著生率可達 0.09 /cm^2，第 2 次 (春) 以 104 年的著生率可達 0.10 /cm^2，第 3 次 (夏) 以民國 101 年著生率達 0.23 /cm^2，第 4 次 (秋) 則以民國 93 年最多，著生率可達 0.06 /cm^2。出水口南側區域歷年各季以出水口南側水深 9 公尺處 (Efflu-2) 的著生率最高，在民國 105 年第 4 次 (秋) 為 0.08 /cm^2、民國 109 年第 2 次 (春) 為 0.06 /cm^2 及民國 96 年第 2 次 (春) 為 0.03 /cm^2，其次貓鼻頭 (MPT) 在民國 97 年第 1 次 (春) 為 0.03 /cm^2，其餘各季次皆少於 0.03 /cm^2。入水口灣內北側 (Influ-2) 、南堤外側 (Influ-10) 及卸貨碼頭堤防外側 (Influ-11) 最少，平均著生率都為 0.001 /cm^2；出水口區域之南側水深 9 公尺處 (Efflu-2) 及貓鼻頭 (MPT) 最多，著生率為 0.004 /cm^2，南側水深 8 公尺處 (Efflu) 最少，其平均著生率為 0.0003 /cm^2，與對照測站石牛溪 (SNS) 著生率 0.0003 /cm^2 相近。季節間比較以第 3 次 (夏) 較多，平均著生率為 0.003 /cm^2；而第 1 次 (冬) 最少，平均著生率為 0.002 /cm^2。

在軟體動物幼生方面，歷年第 1 次 (冬) 著生以民國 99 年入水口灣內北側 (Influ-2) 最多，著生率可達 0.10 /cm^2，第 2 次 (春) 以民國 96 年入水口灣內北側 (Influ-2) 最多，著生率可達 0.06 /cm^2，第 3 次 (夏) 以民國 88 年入水口北堤外側

(Influ-3) 最多，著生率可達 0.15 /cm^2，第 4 次 (秋) 以民國 98 年入水口灣內北側 (Influ-2) 最多，著生率可達 0.22 /cm^2 (圖 4-8)。出水口區域以民國 94 年第 4 次 (秋) 出水口南側水深 9 公尺處 (Efflu-2) 的著生率最高將近 0.05 /cm^2，其餘各季出水口區域的測站著生率皆低於 0.03 /cm^2。各測站歷年平均以入水口區域北堤外側 (Influ-3) 最多，著生率為 0.02 /cm^2，南堤外側 (Influ-10) 最少，著生率為 0.002 /cm^2；出水口南側以水深 9 公尺處 (Efflu-2) 的著生率最多，為 0.002 /cm^2，水深 3 公尺處 (Efflu-3) 最少，著生率為 0.0002 /cm^2；對照測站石牛溪 (SNS) 為 0.001 /cm^2。季節間比較以第 3 次 (夏) 較多，平均著生率為 0.01/cm^2；而第 1 次 (冬) 及第 2 次 (春) 最少，平均著生率為 0.003 /cm^2。

多毛類的著生歷年第 1 次 (冬) 以民國 113 及 114 年入水口灣內南側 (Influ-5) 最多，著生率可達 0.99 /cm^2，第 2 次 (春) 以民國 90 年入水口灣內南側 (Influ-5) 最多，著生率可達 0.97 /cm^2，第 3 次 (夏) 以民國 95 年入水口北堤外側 (Influ-3) 最多，著生率可達 0.99 /cm^2，第 4 次 (秋) 以民國 87 年入水口灣內南側 (Influ-5) 最多，著生率可達 1.00 /cm^2 (圖 4-9)。出水口區域從民國 91 年至今，南側水深 8 公尺處 (Efflu) 、南側水深 9 公尺處 (Efflu-2) 及南側水深 3 公尺處 (Efflu-3) 三個測站的著生率偶有高於 0.50 /cm^2，而貓鼻頭 (MPT) 之著生率僅民國 111 年第 3 次 (秋) 為 0.63 /cm^2，其餘季次皆低於 0.50 /cm^2。各測站歷年平均入水口區域以灣內南側 (Influ-5) 最多，著生率為 0.72 /cm^2，南堤外側 (Influ-10) 最少，著生率為 0.36 /cm^2；出水口南側以水深 3 公尺處 (Efflu-3) 的著生率最多，為 0.39 /cm^2，以貓鼻頭 (MPT) 最少，著生率為 0.13 /cm^2；水深 8 公尺處 (Efflu) 、水深 9 公尺處 (Efflu-2) 測站的平均著生率分別為 0.24、0.22 /cm^2，與對照測站石牛溪 (SNS) 相近 (0.23 /cm^2)。季節間比較以第 3 次 (夏) 較多，平均著生率為 0.43 /cm^2，而其次為春、秋季，第 1 次 (冬) 最少，平均著生率為 0.32 /cm^2。

苔蘚蟲方面，入水口區域歷年第 1 次 (冬) 以民國 112 年入水口北堤外側 (Influ-3) 的著生率最高，為 0.93 /cm^2，其次為民國 102 年入水口灣內北側 (Influ-2)，著生率為 0.92 /cm^2。第 2 次 (春) 以民國 98 年入水口卸貨碼頭堤防外側 (Influ-11) 的著生率最高，為 0.94 /cm^2，第 3 次 (夏) 以民國 98 年入水口北堤外側 (Influ-3) 的著生率最高，為 0.98 /cm^2，第 4 次 (秋) 則以民國 94 年入水口灣內北側 (Influ-2) 最高，為 0.97 /cm^2 (圖 4-10)。出水口區域以南側水深 9 公尺處 (Efflu-2) 民國 92 年第 1 次的著生率最高將近 100%，及民國 104 年第 3 次的著生率為 0.59 /cm^2，其餘出水口區域測站各季著

生率皆低於 0.50 /cm^2。各測站歷年平均入水口以灣內北側 (Influ-2) 、北堤外側 (Influ-3) 及灣內南側 (Influ-5) 最多，著生率為 0.40-0.45 /cm^2，南堤外側 (Influ-10) 最少，著生率為 0.21 /cm^2；出水口南側以水深 9 公尺處 (Efflu-2) 的著生率最多，為 0.10 /cm^2，以水深 3 公尺處 (Efflu-3) 最少，著生率為 0.01 /cm^2；對照測站石牛溪 (SNS) 的平均著生率介於入、出水口區域測站之間，為 0.17 /cm^2。季節間比較以第 1 次 (冬) 較多，平均著生率為 0.26 /cm^2，而其次為夏及春季，第 4 次 (秋) 最少，平均著生率為 0.19 /cm^2。

在海鞘著生方面，歷年著生率介於 0-0.64 /cm^2 之間，第 1 次 (冬) 著生率以民國 102 年入水口灣內南側 (Influ-5) 最多，著生率可達 0.64 /cm^2，第 2 次 (春) 以民國 102 年入水口北堤外側 (Influ-3) 最多，著生率可達 0.61 /cm^2，第 3 次 (夏) 以民國 114 年入水口北堤外側 (Influ-3) 最多，著生率可達 0.46 /cm^2，第 4 次 (秋) 以民國 101 年入水口灣內南側 (Influ-5) 及 109 年入水口北堤外側 (Influ-3) 最多，著生率可達 0.52 /cm^2 (圖 4-11)。出水口區域僅貓鼻頭 (MPT) 及南側水深 9 公尺處 (Efflu-2) 著生率偶爾超過 0.20 /cm^2 以上 (0.20-0.39 /cm^2)，如貓鼻頭 (MPT) 在民國 90 年第 1 次、99 年第 3 次、101 年第 1 次、111 年第 3 次、112 年第 3 次及 113 年第 1 次，以及南側水深 9 公尺處 (Efflu-2) 於民國 100 年第 1 次、101 年第 4 次、110 年及 111 年第 3 次，還有民國 112 年第 1 次超過 0.20 /cm^2 外，其餘各季出水口測站著生率皆低於 0.20 /cm^2。各測站歷年平均入水口以北堤外側 (Influ-3) 最多，著生率為 0.12 /cm^2，南堤外側 (Influ-10) 最少，著生率為 0.03 /cm^2；出水口南側以貓鼻頭 (MPT) 的著生率最多，為 0.05 /cm^2，以水深 8 公尺處 (Efflu) 最少，著生率小於 0.01 /cm^2；對照測站石牛溪 (SNS) 的平均著生率為 0.06 /cm^2。季節間比較以第 3 次 (夏) 較多，平均著生率為 0.07 /cm^2，而第 4 次 (秋) 最少，整體平均著生率為 0.05 /cm^2。

在藤壺著生方面，入水口區域歷年第 1 次 (冬) 以民國 104 年北堤外側 (Influ-3) 最多，著生率可達 0.36 /cm^2，第 2 次 (春) 以民國 105 年北堤外側 (Influ-3) 最多，著生率可達 0.56 /cm^2，第 3 次 (夏) 以民國 110 年入水口灣內南側 (Influ-5) 最多，著生率可達 0.95 /cm^2，第 4 次 (秋) 以民國 108 年入水口灣內南側 (Influ-5) 最多，著生率可達 0.68 /cm^2 (圖 4-12)。出水口區域民國 110 年第 3 次出水口南側水深 9 公尺處 (Efflu-2) 著生率為 0.14 /cm^2，其餘各季出水口測站著生率皆低於 0.11 /cm^2。各測站歷年平均入水口區域以北堤外側 (Influ-3) 最多，著生率為 0.16 /cm^2，南堤外側

(Influ-10) 最少，著生率為 0.02 /cm^2；出水口南側以水深 9 公尺處 (Efflu-2) 的著生率最多，為 0.01 /cm^2，以水深 3 公尺處 (Efflu-3) 最少，著生率為 0.0002 /cm^2；對照測站石牛溪 (SNS) 的平均著生率為 0.03 /cm^2。季節間比較以第 3 次 (夏) 較多，平均著生率為 0.10 /cm^2，而第 1 次 (冬) 最少，平均著生率為 0.02 /cm^2。

總而言之，底棲動物在出水口及入水口區域以多毛蟲及苔蘚蟲最多，著生率高時可在 0.5 /cm^2 以上，偶而著生率甚至可達 100% (1.0 /cm^2)，但各類底棲動物皆以入水口區域的著生率高於出水口區域，且多以夏季著生率較高，僅苔蘚蟲在冬季為多。

颱風可能會影響底棲動物著生率之多寡，故將各季節分成受颱風影響的颱風季 (夏、秋季) 及不受影響的非颱風季 (冬、春季)，以學生 T 檢定 (T-test) 分析方法比較兩種時期各底棲動物之著生率 (表 4-2)，出水口區域測站各底棲動物都無顯著差異，入水口區域為藤壺、多毛蟲及軟體動物著生率於颱風季明顯較非颱風季高 (T-test, $p<0.05$)，平均著生率分別為 0.20±0.01 vs. 0.05±0.01、0.72±0.03 vs. 0.60±0.03 及 0.02±0.002 vs. 0.01±0.002 /cm^2，海鞘、苔蘚蟲及珊瑚則無顯著差異 (T-test, $p>0.05$)；整體而言，颱風對底棲動物著生的影響有樣點上的差異。

4.3 底棲動物消長比較

民國 114 年 5 月回收 113 年放置整年的附著板 (民國 113 年 5 月~114 年 5 月)，因颱風流失四個測站的附著板，分別為入水口卸貨碼頭堤防外側 (Influ-11) 、石牛溪 (SNS) 、出水口水深 8 公尺處 (Efflu) 及貓鼻頭 (MPT)，回收 6 個測站，入水口灣內南側 (Influ-5) 珊瑚著生率最高，為 0.01 /cm^2 (圖 4-13)；軟體動物的著生率在 0-0.06 /cm^2 之間 (圖 4-14)，以入水口以灣內北側 (Influ-2) 著生率最高；多毛類與苔蘚蟲在年度消長方面仍為數量最多的動物類群，多毛類之著生率在 0.09-0.73 /cm^2 之間，最高著生率在入水口以灣內北側 (Influ-2) (0.73 /cm^2)，出水口為水深 3 公尺處 (Efflu-3) (0.40 /cm^2) (圖 4-15)，平均著生率為 0.33 /cm^2；苔蘚蟲之著生率在 0.22-0.71 /cm^2 之間，入水口北堤外側 (Influ-3) 的著生率最高，平均著生率為 0.48 /cm^2 (圖 4-16)；海鞘之著生率在 0-0.37 /cm^2 之間，最高著生率出現於入水口灣內北側 (Influ-2) (圖 4-17)；藤壺的著生率介於 0-0.30 /cm^2 之間，最高著生率出現於入水口北堤外側 (Influ-3)，平均著生率為 0.08 /cm^2 (圖 4-18)。

整年的附著板經過一年 4 個季節 (民國 113 年的第 3、4 次及 114 年第 1、2 次) 的消長，以單因子變異數分析方法 (One-way ANOVA) 進行比較，其生物相之著生率明顯與各單一季節不同 (MANOVA, $p<0.05$)，入水口區域整年的珊瑚及軟體動物著生率較各季為多，平均著生率分別為 0.002 vs. 0 /cm^2 及 0.03 vs. 0.003-0.02 /cm^2 (ANOVA, $p<0.05$)；出水口區域的苔蘚蟲較各單季為多，平均著生率分別為 0.58 vs. 0.02-0.14 /cm^2 (ANOVA, $p<0.05$)。整體而言，雖然整年及各季的著生率都以多毛蟲及苔蘚蟲為多，但是整年與各單季的著生率有差異，入水口區域的珊瑚及軟體動物，還有出水口區域的苔蘚蟲整年著生率也都比各單季高，表示整年在消長上較具競爭力的底棲動物在入水口區域是珊瑚及軟體動物，在出水口區域則為苔蘚蟲。

同類底棲動物歷年整年的著生率比較部分，珊瑚著生以民國 92 年最多，著生率達 0.42 /cm^2 (圖 4-13)；軟體動物著生則以民國 98 年較多，著生率達 0.37 /cm^2 以上 (圖 4-14)；多毛類著生以民國 92 及 94 年最多，著生率可達 0.91 /cm^2 以上 (圖 4-15)；苔蘚蟲著生由圖 4-16 可知，以民國 92 年最多，著生率達 1.00 /cm^2；由圖 4-17 可知，海鞘著生以民國 88、96 、101、103 及 104 年最多，著生率可達 0.50 /cm^2 以上 (0.50-0.62 /cm^2)；藤壺著生以民國 87、101、103、110、111 及 112 年最多，可達 0.60 /cm^2 以上 (0.61-0.91 /cm^2) (圖 4-18)。由圖 4-13 至圖 4-18 可知，各類底棲動物整年的年間著生率變動並無趨勢可言。

以非度量多維標度 Multi-Dimensional Scaling (MDS) 方法分析歷年各季之底棲動物群聚，呈現第 3 及 4 次的群聚相分散度較大，第 1 次最為集中 (圖 4-19 至圖 4-22)。基本上，四季次之底棲動物群聚相可分為出水口南側以及入水口區域兩大群，石牛溪則介於其間。但民國 90 年第 2 及 3 次出水口南側水深 8 公尺處 (Efflu) 的群聚與入水口的群聚聚集在同一群，而不是與出水口南側其他測站的群聚聚集，此特殊現象可能與第三核能發電廠於民國 90 年 3 月 18 日至 4 月 15 日間為期 29 天的停機有關 (3A 事件)，而此 2 次出水口南側水深 8 公尺處 (Efflu) 的多毛蟲著生率則較歷年高 (圖 4-9)。民國 95 年第 1、3 及 4 次出水口南側水深 9 公尺處 (Efflu-2)，還有民國 102 及 111 年第 3 次出水口南側水深 8 公尺處 (Efflu) 的群聚相與入水口的群聚歸在同一群，而非與出水口南側其他測站的群聚在同一群，其多毛蟲及苔蘚蟲著生率有較歷年高的情形 (圖 4-9 至圖 4-10)。另外，2 部機組除役停機影響，也反應在群聚的組成，入水口灣內北側 (Influ-2) 在民國 114 年第 3 及 4 次都偏離入水口群，第 3 次是與 Efflu-3 及 Efflu 成群，第 4 次是落在外群，與 93 年 SNS 相似。

各類底棲動物歷年著生率變動在測站間的相似程度，以群聚分析 (Clustering analysis) 顯示，珊瑚在各測站的著生率可分成兩群，一為入水口灣內測站 Influ-5、北堤測站 Influ-3 與出水口南側小灣測站 Efflu-2 及 MPT，另一群為入水口灣內測站 Influ-2，灣外之 Influ-10、Influ-11 與對照站 SNS，及出水口南側小灣測站 Efflu 、Efflu-3 (圖 4-23)；軟體動物著生率變化，在出水口南側小灣測站 (Efflu、Efflu-2、Efflu-3 及 MPT) 與對照站 SNS 成一群，而入水口灣內測站及灣外之北堤測站 Influ-3 及 Influ-10、Influ-11 成一群 (圖 4-24)；多毛蟲在出水口南側小灣的著生率變化，MPT 與對照站 SNS 成一群，與 Efflu-2 測站相似，Efflu、Efflu-3 及入水口灣外之南堤外側 (Influ-10) 相似，入水口灣內測站與北堤外側測站 Influ-3 成一群，並與入水口灣外之北堤測站 Influ-11 相似 (圖 4-25)；苔蘚蟲以入水口灣內測站與北堤測站 Influ-3 的著生率相似，並與 Influ-11 成一群，出水口南側小灣測站自成一群，但出水口南側小灣測站 Efflu-3 與其他測站最不相似，入水口南堤外側 (Influ-10) 及對照站 SNS 較相似，介於出、入水口兩區域之間 (圖 4-26)；海鞘以入水口灣內測站與北堤測站 Influ-3 及對照站 SNS，還有 Influ-11 及出水口之貓鼻頭 (MPT) 相似成一群，出水口之 Efflu 與 Efflu-3 成一群，Efflu-2 測站及入水口南堤外側 (Influ-10) 介於兩群之間 (圖 4-27)；藤壺以入水口灣內測站與北堤測站 Influ-3 及 Influ-11 相似，與對照站 SNS 間有 37%的相似度，出水口 Efflu-3 與 Efflu、貓鼻頭 (MPT) 成一群，Efflu-2 測站與入水口南堤外側 (Influ-10) 為一群 (圖 4-28)。由此可知，除了珊瑚之外，各類底棲動物著生率相似度以入水口灣內測站與北堤測站 Influ-3 及 Influ-11 較為一致，其餘測站相似度依各底棲動物類別而有不同。

停機維修多在春、秋、冬三季進行，偶發之 3A 事件 (90 年 07 月 12 日至 90 年 07 月 20 日) 發生於夏季，由群聚分析推測停機可能會影響多毛蟲的著生率，民國 106 年亦有停機大修民國 106 年 04 月 07 日至 106 年 06 月 15 日，還有民國 106 年 07 月 23 日凌晨 1 點 10 分二號機組因冷卻水泵故障跳機，至民國 106 年 07 月 24 日晚間 11 點 20 分機組再啟動。另外，1 號機於民國 113 年 7 月 27 日停機，正式進入除役階段，排水量跟一部機組停機維修相似，只有 1 部機組運作的排水量，這段時間每 18 個月維修清理一部機組之程序仍照常進行，所以自民國 113 年 7 月 27 日至 09 月 06 日期間進行 1 號機組維修；2 號機組在民國 113 年 10 月 20 日至 11 月 30 日也進行維修，所以民國 113 年 10 月 20 日至 11 月 30 日這段時間兩部機組都沒有運作，民國 113 年 11 月 30 日後僅一部機組運作，民國 114 年 5 月 17 日 2 號機組也停機除役，雖然

如此，2 部機組仍會維持每 18 個月維修之程序。自民國 85 年來迄今共有 56 次一部機組停機記錄，2 次二部機組停機紀錄，將出水口南側各測站 (水深 8 公尺處 (Efflu) 、水深 9 公尺處 (Efflu-2) 、水深 3 公尺處 (Efflu-3) 與貓鼻頭 (MPT) 歷年的資料分成一部機組停機維修(含除役維修)、二部機組停機及非停機時期的著生率，以單因子變量分析 (one-wat ANOVA) 分析方法進行比較 (圖 4-29)，用貓鼻頭 (MPT) 著生率為基準並除去季節之影響，結果顯示出水口區域南側水深 8 公尺處 (Efflu) 測站有顯著差異 (ANOVA, $p< 0.05$)，一部機組停機維修時期的平均著生率分別為 0.15 /cm^2，高於非停機維修時期的平均著生率 0.07 /cm^2，因此放流水會影響出水口南側區域，而二部機組停機除役影響，因為目前季次少且變異大，故與其他組別無顯著差異，此部分繼續監測可以瞭解放流水及停機除役影響範圍與周遭環境變動的相關程度。

參考民國 87 至 113 年 Niño3.4 index、Niño4 index 及 PDO，Niño3.4 index 連續五個月以上超過正常值±0.5，才界定為聖嬰 (+0.5) 或反聖嬰 (-0.5) 現象，由於 Niño4 區與臺灣較接近，故 Niño4 index 可能更具代表性，故也將之加入分析；PDO 為北太平洋的海水溫度變化狀況，於民國 79 (西元 1990) 年發現其與鮭魚漁業產量有關，此事件的周期大約 20-30 年，以皮爾森相關性 (Pearson correlation) 分析 PDO 及 Niño3.4 index 的溫度指數，其相關性為 0.53 ($p<0.001$)，PDO 及 Niño4 index 之相關為 0.45 ($p<0.001$)，Niño3.4 及 Niño4 index 相關性為 0.89 ($p<0.001$)，將之各別換算成季節平均值後與各季底棲動物著生率做相關性分析，分析聖嬰及反聖嬰現象對底棲動物之影響，由於其效應可能影響當季之底棲動物著生率，亦可能延伸影響後 2 季之著生率，因此以此 3 種時間 (當季、後 1 季及後 2 季) 對應來探討三指數與著生率之相關性，Niño3.4 index 之分析結果如表 4-3，珊瑚著生率、軟體動物與 Niño3.4 index 在 3 種時間對應無相關性，藤壺延後兩季之著生率與 Niño3.4 index 有負相關 (-0.22)，以對照測站石牛溪 (SNS) 苔蘚蟲著生率與 Niño3.4 index 相關為例，在 3 種時間對應下，與 Niño3.4 index 有負相關 (-0.33 ~ -0.24)，以後兩季的相關性較高，整體而言，後兩季的時間對應下有較高的相關性，但所有分析之相關性偏低 (-0.33 ~ 0.23)；Niño4 index 與著生率之相關性結果如表 4-4，趨勢與 Niño3.4 index 雷同，珊瑚於出水口南側水深 9 公尺處 (Efflu-2) 後兩季之著生率與 Niño4 index 有正相關 (0.22)，但軟體動物在 3 種時間對應在石牛溪 (SNS) 後兩季之著生率與 Niño4 index 呈負相關 (-0.23)，還有入水口南堤外側 (Influ-10) 海鞘之著生率在 3 種時間對應有負相關 (-0.36~ -0.20)，在 3 種時間對應下，以後兩季的相關性較高，且有較多的相關性；以 PDO 與底棲動物

著生率之相關性相較 Niño3.4 index 與 Niño4 index 的為多，亦多為負相關 (-0.42 ~ 0.39)，亦是以後兩季的時間對應下為最 (表 4-5)，表示當指數高時，之後一及兩季的底棲生物著生率偏低。

4.4 固定橫截線底棲生物出現率變化

此部分調查始於民國 94 年第 3 次 (9 月)，入水口及出水口南側測站的底質主要以礁岩及沙質為主 (表 4-6)，但其比例在各橫截線不同，入水口灣內南側 (Inf 5) 及出水口南側水深 3 至 5 公尺處 (Eff) 以礁岩為主 (礁岩＞60%)，而貓鼻頭 (MPT) 以沙質為主 (礁岩＜30%)，其餘則是礁岩及沙質各半。而底棲生物出現率以入水口灣內南側 (Inf 5) 最高 (表 4-6)，出現率為 64.0%，其次為入水口灣內最北側 (Inf 2.2) 出現率為 52.4%；而貓鼻頭 (MPT) 出現率 14.0%最低，整體而言，入水口的底棲生物出現率高於出水口南側各測站。底棲生物有珊瑚、海葵、軟體動物、多毛類、海綿動物、棘皮動物及海藻等大類，共記錄到珊瑚 23 屬，海葵 2 屬，軟體動物 2 屬，海藻 9 屬，各橫截線以珊瑚類的出現率最高，但入水口灣內北側 (Inf 2.1) 除外，本測站海葵出現率最高 (10.0%)，珊瑚次之 (9.6%)。

入水口及出水口南側測站的底棲生物群聚相可分為入水口及出水口南側兩群的群聚相 (圖 4-30)，入水口區域以入水口灣內北側 (Inf 2.1) 與入水口灣內最北側 (Inf 2.2) 的群聚相最為相似，其次為入水口灣內南側 (Inf 5)；而出水口南側以出水口南側水深 9 公尺處 (Eff 2) 與貓鼻頭 (MPT) 最為相似，其次為出水口南側水深 3 至 5 公尺處 (Eff)；而以相似性百分比分析 (SIMPER) 得知入水口內有優勢底棲生物─球莖觸手海葵 (*Entacmaea* sp.) (表 4-6)，而出水口南側並無明顯的優勢生物。

自民國 94 年第 3 次監測至 114 年第 4 次的底棲生物出現率之季節變化發現 (圖 4-31 及 4-32)，藻類出現率逐年增加，由 94 年各測站皆低於 40%，至民國 114 年各測站出現率皆高於 60% (61-99%)，為出現率最高的大類，入水口灣內最北側 (Inf 2.2) 最高 (98.8%)，出水口區域以南側水深 3 至 5 公尺處 (Eff) 的出現率最高 (95.6%)，而過去在出水口南側小灣之貓鼻頭 (MPT) 民國 107 年 8 月出現率則高達 97.6%；石珊瑚以出水口南側水深 3 至 5 公尺處 (Eff) 出現率最高 (71.6-94.0%)，而貓鼻頭 (MPT) 最低且變化幅度大 (7.6-75.2%)，入水口區域過去以灣內最北側 (Inf 2.2) 最高，民國 112-113 年平均出現率為 75.0%，民國 113 年因高溫白化而出現率下降，民國 114 年出現率仍在下降，平均出現率為 20.9% (19.2-23.2%)，現在是出現率最低之橫截線，

在民國 112-113 年入水口灣內南側 (Inf 5) 平均出現率最低 51.4% (42.4-63.6%)，與灣內北側 (Inf 2.1) 的平均出現率 57.1% (47.6-62.8%) 相近，民國 113 年 11 月白化影響後，出現率在民國 114 年第一次有略微回升，但民國 114 年整體的出現率仍較過去低，分別為 45.3% (36.9-52.4%；Inf 2.1) 及 43.9% (32.8-50.0%；Inf 5)；海葵在入水口區域的出現率最介於 13-81%，年間變化明顯，於 100 年之後觀察到出現率減低的現象，至民國 109 年第 4 次為 20-50%，而民國 110 年第 3 季有出現率驟增之現象，出現率為 25-73%，至第 4 次為 31-80%，至民國 111-112 年降低，出現率為 16-59%，在民國 113 年第 4 次的出現率較 112 年為高，民國 114 年第 4 次再次大幅減少，出現率為 4-43.6%，在出水口區域之海葵較少，目前在貓鼻頭 (MPT) 記錄到出現率最多為 2%；軟珊瑚主要出現於出水口南側，出現率為 0.4-30%，而入水口出現率為 0-7%；海綿、多毛類、棘皮動物、貝類等底棲動物出現率介於 0-15%，僅民國 111 年第 3 次多毛類出現率偏高，在入水口灣內南側 (Inf 5) 為 29%。

珊瑚白化是環境變化的指標，影響此現象之環境因素很多，例如水溫太高、水體混濁或光線不足時，會造成共生藻死亡或離開而白化，如果環境變好，珊瑚白化情況會逐漸復原。民國 104 年第 1 次至 114 年第 4 次調查每季皆有發現珊瑚白化 (圖 4-31 及 4-32)，以民國 105 年第 3 次 (7-8 月)、106 年第 3 次 (7-8 月)、106 年第 4 次 (9-11 月)、107 年第 2 次 (3-5 月)、108 年第 2 次 (3-5 月)、109 年第 3 次 (5-7 月) 及民國 113 年第 3 次 (5-7 月) 較其它次季為高，白化比例分別為 7-54%、9-62%、9-43%、1-60%、1-54%、9-80%及 4-80%，其他介於 0-57%，白化現象多分布於水深 3-5 公尺處，入水口區域的白化比例較出水口為高，分別平均為民國 105 年為 32%及 18%，民國 106 年第 3 次為 32%及 12%，民國 107 年第 2 次為 29%及 4%，民國 108 年第 2 次為 26%及 5%，民國 109 年第 3 次為 59%及 31%，民國 113 年第 3 次為 57%及 25%；民國 106 年第 4 次反為出水口區域平均白化率較入水口區域高，分別為 23%及 20%，但在出水口水深 8-10 公尺處白化率則較低 (民國 105 年：7-8%；民國 106 年第 3 次：9-10%；民國 106 年第 4 次：9-16%；民國 107 年第 2 次：1-6%；民國 108 年第 2 次：1-8%；民國 109 年第 3 次：9-12%；民國 113 年第 3 次：4-6%)。

在民國 114 年 4 次的白化率 0-7.2%，入水口區域平均白化率為 2.2%，出水口區域為 0.9%，入水口區域白化率最高的測線 (Inf 2.1) 有 1.6-7.2%，在第 3 季白化率較高，第 1、2、4 季為 1.6-2.4%，入水口區域其餘測線為 0-3.2%，最高值在第 2 季 (2.8

及4.8%)；出水口之貓鼻頭 (MPT) 在4次皆無紀錄到白化，在水深3至5公尺處 (Eff) 及水深9公尺處 (Eff 2) 的白化率分別為0.8-2.8及0-1.6%，最高值發生在第3季，入水口平均以第2季 (2.2±1.3%)，出水口以第3季 (1.5±1.4%) 有較高的白化率 (圖4-32)。

底棲生物出現率變化與大環境氣候變遷亦有相關 (表4-7)，入水口區域珊瑚與當季之Niño4 index呈正相關 (r = 0.23)，入水口區域海葵與當季至後2季之Niño4呈負相關 (r = -0.27 ~ -0.22)，入、出水口區域軟體動物與當季至後2季之三個指數呈負相關 (r = -0.41 ~ -0.28)，入水口區域海綿與當季至後2季之PDO index呈負相關 (r = -0.50 ~ -0.37)，出水口區域多毛蟲與當季、後2季之PDO index呈負相關 (r = -0.35 ~ -0.26)，兩區域的珊瑚白化率與當季至後2季之PDO index無相關性，但與Niño3.4、Niño4 index有正相關性 (r = 0.25 ~ 0.40)；整體上，生物出現率與PDO index的相關性最高可達-0.50，表示當大環境海面溫度指數高時，海葵、軟體動物、海綿及多毛蟲之出現率偏低，珊瑚出現率增加且白化率增高。因珊瑚成長與颱風數量及颱風期雨量有關，故將白化與颱風數量、颱風期累積雨量、季累積雨量及沉積物累積量做相關分析，但皆無相關存在。

在民國103-114年48次調查所見之白化珊瑚在入水口區域及出水口南側小灣之種類有所不同，以主成份分析方法 (Principal components analysis) 進行白化珊瑚分析 (圖4-33)，入水口灣內多為枝狀珊瑚，北側Inf 2.1及Inf 2.2主要是軸孔珊瑚，南側Inf 5為鹿角珊瑚、軸孔珊瑚、盤星珊瑚、角星珊瑚及角菊珊瑚，而出水口區域主要為團塊及平鋪狀珊瑚，有棘杯珊瑚、角星珊瑚、角菊珊瑚、腦紋珊瑚、細菊珊瑚及表孔珊瑚，枝狀的珊瑚有列孔珊瑚及鹿角珊瑚。白化珊瑚之種類由1-7種，至民國105-107年1-18種，民國109年1-25種，民國113年3-24種，顯示受影響之珊瑚種類有增多的趨勢，在民國112及114年較為輕微，分別為0-8及0-5種 (圖4-34)。

4.5 入、出水口微環境沉積物沉積量與底棲動物著生率之相關性

民國96年至97年第2次調查間出水口區域有泥沙淤積於監測樣點之情況，且沉積厚度超過30公分，將其下之固著生物掩埋而致無法生存，故於民國98年第2次調查 (2月9日至5月6日) 開始放置沉積物收集器，以監測沉積物沉積量，結果如圖4-35，可知出水口南側區域各季沉積物沉積量常較入水口灣內區域高，並在第 3、4次平均每日沉積量高於第1、2次。

民國 114 年 4 次調查沉積物沉積量變化，民國 114 年第 1 及 2 次出水口區域沉積量與入水口灣內區域無明顯差異，第 1 次平均沉積量出及入水口區域分別為 1.54 ± 0.62 vs. 0.03 ± 0.02 mm/day (T-test; $p>0.05$)，在第 2 次分別為 0.28 ± 0.29 vs. 0.01 ± 0.01 mm/day (T-test; $p>0.05$)；第 3 及 4 次受颱風影響，出水口區域第 3 次沉積量 (1.61 ± 1.43 mm/day) 明顯高於入水口灣內區域 (T-test; $p<0.01$)，但第 4 次沉積物收集器流失，而無法與入水口進行比較，僅 MPT 有收回，沉積量為 2.36 mm/day，入水口第 3 及 4 次沉積量分別為 0.10 ± 0.03 及 0.06 ± 0.02 mm/day (圖 4-35)。

以單因子變異數分析方法 (One-way ANOVA) 進行比較，出水口區域的沉積量有年間的差異，在第 1 次 (冬)，各年間的沉積量無明顯差異 (ANOVA, Duncan, $p>0.05$)；在第 2 次 (春)，民國 110 年的沉積量最高，明顯較民國 98、100、103、105、107-109 及 112-114 年為高 (ANOVA, Duncan, $p<0.05$)，顯示在沒有颱風影響的季節 (冬及春)，可能與近岸海域的海流及潮流輸沙量有關；在第 3 次 (夏)，113 年顯著較民國 106 及 109 年為高 (ANOVA, Duncan, $p<0.05$)；在第 4 次 (秋)，各年間民國 98 及 101 年的沉積量與民國 99 年有明顯差異 (ANOVA, Duncan, $p<0.05$) (圖 4-35)。

將出、入水口區域民國 98 年第 2 次至今之沉積量分別與中央氣象署颱風資料庫之各季颱風累計警報天數、颱風期累積雨量及季累積雨量，以線性迴歸分析方法做迴歸分析，入水口及出水口區域沉積量與各季颱風累計警報天數及颱風期累積雨量成正相關，其簡單迴歸關係為入水口區域平均日沉積量 (y) =0.04＋0.02* 颱風警報天數 (x) (R^2=0.39; $p<0.01$)，出水口區域平均日沉積量 (y) =0.99＋0.06* 颱風警報天數 (x) (R^2=0.12; $p=0.01$)；入水口區域平均日沉積量 (y) =0.05＋3.03*10^{-4}* 颱風雨量 (x) (R^2=0.43; $p<0.01$)，出水口區域平均日沉積量 (y) =1.04＋1.00*10^{-3}* 颱風雨量 (x) (R^2=0.13; $p<0.01$)，雖然出水口區域的迴歸係數 (R^2) 不高，但表示颱風之累計警報天數及累積雨量越多，入水口及出水口區域平均日沉積量越高，並且入水口及出水口區域之沉積量皆與季累積雨量有迴歸正相關，R^2 分別為 0.33 及 0.18，表示累積雨量越多，沉積量越高 (圖 4-36)。將沉積量分成颱風季 (有颱風經過臺灣附近海域的季節) 與非颱風季，以學生 T 檢定 (T-test) 分析方法比較，出、入水口區域皆以颱風季沉積量明顯高於非颱風季 (T-test, $p<0.001$)，颱風季沉積量分別為 1.61±0.93 及 0.14±0.16 mm/day，非颱風季為 0.74±0.68 及 0.04±0.05 mm/day，可見颱風季沉積量明顯較多。

為瞭解沉積量對各類底棲動物著生率之影響，分別將入、出水口各測站之沉積量與各類底棲動物著生率做線性迴歸分析，出水口區域之迴歸關係不顯著 ($p>0.05$)，而入水口區域之沉積量與藤壺、軟體動物有顯著正相關 ($R^2=0.04\text{-}0.06$; $P<0.05$)，與其他底棲動物無迴歸相關，迴歸關係式為藤壺 (y) =0.09+0.32*沉積量 (x) 及軟體動物 (y) =0.01+0.04*沉積量 (x)，呈現沉積量越高底棲動物之藤壺及軟體動物的著生率就越高 (圖 4-37)，顯示沉積量對部分底棲動物著生有正面影響。

當抽水機組停機維修時，會將廠用海水 (NSCW) 迴轉欄污柵吊起來清除附著生物，兩部機組以輪流停機方式進行維修，清污的廠用海水經過濾後，因網目較大，所以還是會有比較細小的殘渣排回大海。當一號機組停機維修時，清污的廠用海水經過濾後，會在樣點灣內北側 (Influ-2) 附近的排水孔排出;當二號機組停機維修時，清污的廠用海水經過濾後，會在樣點灣內南側 (Influ-5) 附近的排水孔排出，因清污海水排出可能會造成進水口的沉積量增加，又因沉積量受颱風季影響，故將歷年進水口的沉積量分成停機清除附著生物時期及正常運作時期，分別在颱風季及非颱風季下，以雙因子變異數分析方法 (Two-way ANOVA) 比較差異性 (圖 4-38)，結果顯示在颱風季時期，兩樣點的沉積量在停機清除附著生物時期及正常運作時期有顯著差異 ($P<0.05$)，以颱風季清除附著生物的沉積量較正常運作為多；在非颱風季時期，兩樣點的沉積量在停機清除附著生物時期及正常運作時期無顯著差異 ($P>0.05$)，表示非颱風季時期清污海水排出不會造成灣內的沉積量增加，並且其對入水口區域的底棲動物著生率無顯著影響 ($P>0.05$)，但在颱風時期清污海水排出會造成進水口的沉積量增加。

4.6 出水口南側各測站與入水口之水溫比較

民國 112 年、113 年及 114 年第 1 次 (民國 111 年 11 月 09 日至 112 年 02 月 22 日、民國 112 年 11 月 09 日至 113 年 01 月 31 日及民國 113 年 11 月 11 日至 114 年 02 月 04 日) (圖 4-39)，民國 112 年出水口南側水深 3 公尺處 (Efflu-3) 的平均水溫 26.0°C、最高水溫 29.2°C、最低水溫 22.4°C、平均溫差 1.77°C，平均水溫高於其餘測站 (平均水溫介於 25.1~25.8°C、最高水溫為 27.3~27.4°C、最低水溫為 20.2~21.6°C 及平均溫差為 1.12~1.65°C) (ANOVA, Waller-Duncan; $p<0.05$)；民國 113 年出水口南側水深 3 公尺處 (Efflu-3) 的平均水溫 26.0°C、最高水溫 29.6°C、最低水溫 21.3°C、

平均溫差 1.89°C，平均水溫高於其餘測站 (平均水溫介於 25.0~25.1°C、最高水溫為 27.8~27.9°C、最低水溫為 19.7~21.0°C 及平均溫差為 1.21~1.78°C) (ANOVA, Waller-Duncan; $p<0.05$)；民國 114 年出水口南側水深 3 公尺處 (Efflu-3) 的平均水溫 24.5°C、最高水溫 27.4°C、最低水溫 21.8°C、平均溫差 1.38°C，平均水溫高於其餘測站 (平均水溫介於 23.9~24.0°C、最高水溫為 27.0~27.3°C、最低水溫為 19.8~19.9°C 及平均溫差為 1.10~1.39°C) (ANOVA, Waller-Duncan; $p<0.05$)，低於 20°C 現象發生於民國 114 年 01 月 16 日 1 天，民國 113 年有 2 天(民國 112 年 12 月 12 日及 113 年 01 月 15 日)，日溫差高達 5.3 及 6.2°C，雖 112 年沒有低於 20°C 現象，三年的平均水溫民國 114 年較 112 及 113 年為低，民國 112 與 113 年沒有顯著差異 (民國 112-114 年分別為 25.3°C、25.1°C 及 24.0°C) (ANOVA, Waller-Duncan; $p<0.05$)。

民國 112 年、113 年及 114 年第 2 次 (民國 112 年 2 月 23 日至 112 年 5 月 3 日、民國 113 年 2 月 01 日至 113 年 5 月 15 日及民國 114 年 2 月 05 日至 114 年 5 月 05 日) (圖 4-39)，民國 112 年出水口南側水深 3 公尺處 (Efflu-3) 的平均水溫 26.2°C、最高水溫 29.2°C、最低水溫 22.9°C、平均溫差 2.12°C，也是都明顯高於其餘測站 (平均水溫介於 24.8~25.1°C、最高水溫為 27.4~27.9°C、最低水溫為 21.6~22.3°C 及平均溫差為 1.24~1.56°C)；民國 113 年出水口南側水深 3 公尺處 (Efflu-3) 的平均水溫 27.1°C、最高水溫 32.3°C、最低水溫 22.4°C、平均溫差 2.41°C，也是都明顯高於其餘測站 (平均水溫介於 25.1~25.6°C、最高水溫為 29.2~29.8°C、最低水溫為 20.6~21.3°C 及平均溫差為 1.50~2.03°C)，在 4 月 17 日水深 3 公尺處 (Efflu-3) 的平均水溫開始高於 29.5°C，而日最高及最低水溫都高於 29.5°C 出現於 5 月 5 日；民國 114 年出水口南側水深 3 公尺處 (Efflu-3) 的平均水溫 26.1°C、最高水溫 30.9°C、最低水溫 22.3°C、平均溫差 1.90°C，也是都明顯高於其餘測站 (平均水溫介於 25.0~25.2°C、最高水溫為 28.0~28.7°C、最低水溫為 21.4~21.7°C 及平均溫差為 1.34~1.72°C) (ANOVA, Waller-Duncan; $p<0.05$)；出水口南側水深 3 公尺處 (Efflu-3) 三年平均水溫比較，民國 113 年顯著較民國 112 及 114 年的為高 (112-114 年平均水溫分別為 26.2、27.1 及 26.1°C) (ANOVA, Waller-Duncan; $p<0.05$)，其他測站是三年間無顯著差異 (ANOVA, Waller-Duncan; $p>0.05$)。

民國 112 年、113 年及 114 年第 3 次 (民國 112 年 5 月 4 日至 112 年 8 月 14 日、民國 113 年 5 月 16 日至 113 年 8 月 6 日及民國 114 年 5 月 06 日至 114 年 8 月 4 日) (圖 4-39)，民國 112 年出水口南側水深 3 公尺處 (Efflu-3) 的平均水溫 28.4°C、最高水溫 32.8°C、最低水溫 21.6°C、平均溫差 3.60°C (範圍 1.14~7.53°C)，平均水溫高於其餘測站 (平均水溫介於 26.2~27.2°C、最高水溫為 30.7~31.2°C、最低水溫為 19.5~21.6°C 及平均溫差為 3.66~4.22°C，溫差範圍為 0.46~8.57°C) (ANOVA, Waller-Duncan; $p<0.05$)，Efflu-3 水溫從 5 月 17 日開始高於 29.5°C (南灣珊瑚白化溫度閥值; 戴，2007)，此季次 103 天內的日最高溫高於南灣珊瑚白化溫度閥值有 66 天，日最低溫有 8 天，而出水口 9 公尺深之 Efflu-2 測站水溫之日最高溫有 21 天，日最低水溫有 1 天 (7 月 26 日)；民國 113 年出水口南側水深 3 公尺處 (Efflu-3) 的平均水溫 30.5°C、最高水溫 34.1°C、最低水溫 23.4°C、平均溫差 3.03°C (範圍 0.89~6.90°C)，平均水溫高於其餘測站 (平均水溫介於 27.7~29.0°C、最高水溫為 31.3~31.8°C、最低水溫為 20.8~23.8°C 及平均溫差為 2.55~3.63°C，溫差範圍為 0.30~8.40°C) (ANOVA, Waller-Duncan; $p<0.05$)，此季次 83 天內 Efflu-3 日最低水溫從 6 月 1 日開始高於 29.5°C (南灣珊瑚白化溫度閥值) 有 29 天，日最高溫有 77 天，而出水口 9 公尺深之 MPT 測站水溫之日最高溫高於閥值有 49 天，日最低水溫有 0 天；民國 114 年出水口南側水深 3 公尺處 (Efflu-3) 的平均水溫 28.4°C、最高水溫 30.8°C、最低水溫 24.7°C、平均溫差 1.94°C (範圍 0.41~5.42°C)，平均水溫高於其餘測站 (平均水溫介於 27.4~27.8°C、最高水溫為 30.0~30.3°C、最低水溫為 21.1 ~ 23.0°C 及平均溫差為 2.19~2.61°C，溫差範圍為 0.24~6.72°C) (ANOVA, Waller-Duncan; $p<0.05$)，Efflu-3 水溫從 5 月 09 日開始高於 29.5°C，此季次 91 天裡的日最高溫高於南灣珊瑚白化溫度閥值有 43 天，日最低溫有 0 天，而出水口 9 公尺深之 MPT 測站水溫之日最高溫有 17 天，日最低水溫有 0 天，此季 5 月 17 日之後 2 號機組除役，便無放流水之影響，在除役前 (5 月 6-17 日) 或後期 (5 月 18 至 8 月 4 日)，Efflu-3 水溫都是相對其他測站為高溫 (ANOVA, Waller-Duncan; $p<0.05$)，前期與各站平均溫差為 0.80-1.73°C，後期為 0.44-0.88°C;出水口南側水深 3 公尺處 (Efflu-3) 三年平均水溫比較，民國 113 年顯著較民國 112 及 114 年的為高 (民國 112-114 年平均水溫分別為 28.4、30.5 及 28.4°C) (ANOVA, Waller-Duncan; $p<0.05$)，其他測站亦是民國 113 年顯著較民國 112 及 114 年高溫 (ANOVA, Waller-Duncan; $p<0.05$)。

民國 111 年、112 年及 113 年第 4 次 (民國 112 年 8 月 15 日至 112 年 11 月 8 日、民國 113 年 8 月 07 日至 113 年 11 月 9 日及民國 114 年 8 月 05 日至 114 年 11 月 04 日) (圖 4-39)，民國 112 年出水口南側水深 3 公尺處 (Efflu-3) 的平均水溫 29.2°C、最高水溫 32.8°C、最低水溫 25.3°C、平均溫差 1.81°C (範圍 0.76~3.87°C)，平均水溫高於其餘測站之同期記錄 (平均水溫介於 27.6~ 28.2°C、最高水溫為 30.5~30.7°C、最低水溫為 22.7~23.0°C 及平均溫差為 1.39 ~ 2.05°C，溫差範圍為 0.19~6.10°C) (ANOVA, Waller-Duncan; $p<0.05$)，此季次 86 天內的日最高溫高於南灣珊瑚白化溫度閥值有 56 天，日最低溫有 8 天，而出水口 9 公尺深之 MPT 測站水溫之日最高溫有 12 天，日最低水溫有 0 天；民國 113 年出水口南側水深 3 公尺處 (Efflu-3) 的平均水溫 29.2°C、最高水溫 32.5°C、最低水溫 26.1°C、平均溫差 1.57°C (範圍 0.35~5.06°C)，平均水溫高於其餘測站之同期記錄 (平均水溫介於 28.2~ 28.6°C、最高水溫為 30.8~31.1°C、最低水溫為 20.6~22.9°C 及平均溫差為 1.72 ~ 2.01°C，溫差範圍為 0.27~6.95°C) (ANOVA, Waller-Duncan; $p<0.05$)，此季次 95 天內的日最高溫高於南灣珊瑚白化溫度閥值有 61 天，日最低溫有 26 天，而出水口 9 公尺深之 MPT 測站水溫之日最高溫有 40 天，日最低水溫有 2 天；民國 114 年出水口南側水深 3 公尺處 (Efflu-3) 的平均水溫 28.3°C、最高水溫 30.6°C、最低水溫 24.9°C、平均溫差 1.44°C，平均水溫高於其餘測站之同期記錄 (平均水溫介於 27.7~ 27.9°C、最高水溫為 29.7~30.1°C、最低水溫為 22.6~22.9°C 及平均溫差為 2.13~2.32°C) (ANOVA, Waller-Duncan; $p<0.05$)，此溫差為自然現象，非放流水所致，與其餘測站的平均水溫差異值為 0.38-0.71°C，此季次 92 天內的日最高溫高於南灣珊瑚白化溫度閥值有 16 天，日最低溫有 1 天，而出水口 9 公尺深之 MPT 測站水溫之日最高溫有 1 天，日最低水溫有 0 天；出水口南側水深 3 公尺處 (Efflu-3) 三年的平均水溫，112-113 年沒有明顯差異，民國 114 年較 112-113 年為低溫 (民國 112-114 年平均水溫分別為 29.2、29.2 及 27.9°C) (ANOVA, Waller-Duncan; $p<0.05$)，其餘測站三年間的平均溫度為民國 113 年顯著較民國 112 及 114 年高 (ANOVA, Waller-Duncan; $p<0.05$)，而民國 112 與 114 年沒顯著差異 (ANOVA, Waller-Duncan; $p>0.05$)。

整體而言，民國 114 年 4 次的水溫與過去的趨勢相同，除出水口南側 3 公尺水深測站 (Efflu-3) 的水溫較其他測站高， 約 0.5~1.1°C，其餘出水口各測站之水溫與入水口測站的水溫無異，顯示放流水不影響出水口南側地區 6 公尺以深的水溫。

民國 96 年至 114 年各月的平均水溫、平均最高水溫、平均最低水溫及月平均溫差、Niño 3.4、Niño 4 及 PDO index 變化如圖 4-40，測站間的平均水溫變化趨勢以入水口灣內南側 (Influ-5) 及貓鼻頭 (MPT) 較相近，出水口南側水深 8 公尺處 (Efflu) 與水深 9 公尺處 (Efflu2) 近似。以皮爾森相關性分析 (Pearrson correlation) 方法比較，各測站的月平均水溫、最高水溫、最低水溫及溫差之間有 0.21-0.99 的相關性 ($p<0.01$)，經因素分析方法 (Factor Analysis) 將之縮減成一個水溫參數，再與 Niño 3.4、Niño 4 及 PDO index 作相關分析，各測站當月及延後 1-6 個月的水溫參數與 Niño 3.4 及 Niño 4 index 無顯著相關 (表 4-8)；PDO index 與延後 2-5 個月之入、出水口之水溫參數有顯著正相關 ($r = 0.16\text{-}0.22$, $p<0.05$)，而以延後 3-4 月的水溫相關性最高，此顯示南灣的水溫變化與 PDO index 有時間遲滯性的相關。

底棲動物的著生率存有季節性的差異，可能與水溫的變化有關，故將各測站的水溫資料，經因素分析 (Factor Analysis) 將之縮減成兩個水溫參數，分別為季高溫及季低溫，再以當季及延後 1-2 季的水溫與各類底棲動物作相關分析 (表 4-9)，當季、後兩季的相關性較後一季多，在入水口 (Influ-5) 、出水口貓鼻頭 (MPT) 測站之藤壺有一致性的結果，與當季之季高溫有正相關性 ($r=0.31 \sim 0.39$)，表示高溫時藤壺著生率較高，也有時間遲滯性的負相關，也呈現季節影響。

出水口南側 3 公尺水深測站 (Efflu-3) 的水溫長期較其餘測站高，將出水口南側水深 8 公尺處 (Efflu) 的底棲動物著生率與出水口水深 3 公尺測站 (Efflu-3)，以學生 T 檢定 (T-test) 分析方法相互比較 (圖 4-41 至圖 4-46)，兩測站的珊瑚、軟體動物著生率皆少，無顯著差異，多毛蟲著生率 3 公尺水深 (Efflu-3) 常高於水深 8 公尺處 (Efflu)，苔蘚蟲著生率水深 8 公尺處 (Efflu) 常顯著高於 3 公尺水深 (Efflu-3) (107 年至 114 年第 4 季)，海鞘著生率於 3 公尺水深 (Efflu-3) 偶高於水深 8 公尺處 (Efflu)，而 3 公尺水深 (Efflu-3) 少有藤壺著生。將兩測站之平均水溫與多毛蟲著生率作相關分析，3 公尺水深 (Efflu-3) 及水深 8 公尺處 (Efflu) 之多毛蟲著生率與平均水溫不具相關性，放流水對這些底棲動物著生率之直接影響仍無定論。

五、討論

無論是軸孔珊瑚的存活或是成長情形，皆以入水口區域高於出水口南側區域，這可能與出水口南側區域是遊客潛水的熱門景點，有較大的人為干擾有關。但造成軸孔珊瑚呈現負成長，可能的原因：一、因為軸孔珊瑚對環境的變化比較敏感，在移植過程中造成成長緩慢或零成長；二、有些海水混濁的季節在測定過程中樣本未全數檢測到；三、人為或自然干擾造成，如出水口區域泥沙沉積量大。由於出水口區域沉積量明顯高於入水口區域，為了避免沉積物影響，而將出水口區域監測之珊瑚移至珊瑚礁石上，在民國 100 至 101 年珊瑚死亡率原為每季 6-10 株，移至珊瑚礁石後，民國 102 至 103 年珊瑚死亡率減為平均每季 1.38 株，並且在民國 105 年第 1 次之成長量首次顯著較入水口佳 ($p < 0.05$)，據此可知泥沙沉積量對珊瑚生存有明顯的影響。

今 (民國 114) 年入水口珊瑚株於第 1 次放置，第 2 次測量時成長狀況良好，但第 3 次調查時全數死亡，當時水體雖表層清澈，接近底層卻非常混濁，水層中懸浮物質很多，推測受 7 月下旬豪雨所致。許多文獻指出陸源泥沙與懸浮物輸入對珊瑚健康有負面的影響，造成的珊瑚不良的生理反應如褪色白化、光合作用效率受阻等現象，嚴重時珊瑚組織死亡 (Golbuu et al., 2011；Tuttle and Donahue, 2022)。雖第 3 次入水口的沉積量是相對 4 次中最高，0.08-0.12 (第 3 次) 相對 0.01-0.07 (其他次) mm/day，但過去第 3 次也有出現沉積量比今年高的情形，如民國 110 年 (0.07-0.37 mm/day)，但從未出現入水口區域監測珊瑚成長之珊瑚全數死亡的狀況，據此推測這可能與二部機組除役，沒有進行抽水，而水體中懸浮物滯留時間較過去不同有關。

經野外潛水觀察發現移植至出水口南側之軸孔珊瑚其尖端之生長點多有受損之痕跡，造成的原因可能是遭白結螺或雀鯛、鸚哥魚吃食，被啃食的現象在民國 105 年 8 月期間特別顯著，入水口區域此次珊瑚長度為 68.4±10.1mm，在 8 月 10 日有觀察到被啃食的痕跡及長度變短，還有大量的雀鯛，至第 4 次 (11 月) 測量死亡珊瑚之骨骼長度為 39.7±13.3mm，明顯變短 (T-test, $p<0.001$)；另外，也有觀察到珊瑚株流失的情形，如出水口 109 年第 3 季無珊瑚生長紀錄 (表 4-1) (圖 4-5)，推測可能被人為移除、生物啃食或是被海浪打散掉落。由入水口區域珊瑚平均日成長率季節性變化有負成長的現象，且其與颱風之迴歸相關係數 (R^2) 為 0.07，還民國有 112 年第 3 次出水口區域珊瑚的負成長 (-0.03 mm)，可知颱風亦是影響因子之一。高溫引起珊瑚白

化，也影響珊瑚成長，如 109 年第 3 季入水口區域的珊瑚株除了負成長，尚有白化的現象，入水口區域此季平均水溫為 28.8°C，最高水溫為 31.8°C，水溫高於 30°C 的天數有 19 天，並且在第 4 季死亡株數高達 9 株，另外，民國 110 年第 4 次、111 年及 113 年第 3 次白化率增加推測也與高溫有關。

出水口南側小灣之珊瑚架固定於水深 5 公尺處的珊瑚礁石上，近水深 3 公尺處 (Efflu-3) 測站，於民國 106 年第 2 次 (5 月 8 日) 、民國 108 年第 2 次 (5 月 9 日) 、民國 113 年第 2 次 (5 月 16 日) 及今 (民國 114) 年第 3 次 (8 月 6 日)，往年都是第 2 次觀察到珊瑚株成長量明顯較入水口區域大的現象，由於珊瑚株是放置在放流水影響的深度範圍，所以放流水在有些季節有助於珊瑚成長，民國 106 年第 2 次水溫度範圍為 23.1-29.8°C (平均水溫 26.4°C，平均溫差 1.92°C) 、民國 108 年水溫度範圍為 24.0-31.7°C (平均水溫 27.2°C，平均溫差 2.16°C) 及民國 113 年水溫度範圍為 22.4-32.3°C (平均水溫 27.1°C，平均溫差 2.41°C)，可能為出水口區域軸孔珊瑚適合生長的水溫範圍，此範圍和熱帶區珊瑚最適生長水溫 25-29°C 重疊 (Saptarini et al., 2017)。民國 114 年首次出現第 3 季次的出水口區域珊瑚成長較入水口佳，出水口的水溫範圍 24.7-30.8°C (平均水溫 28.4°C，平均溫差 1.94°C)，在珊瑚適合生長的水溫範圍高點，但此差異主要是入水口區域珊瑚狀況不佳造成。

比較入水口區域、出水口南側之底棲動物補充量及底棲生物出現率，整體來說，入水口區域底棲動物之著生率及底棲生物出現率皆高於出水口南側區域，以目前的資料可知放流水是影響因素之一，且造成這種現象的原因可能有：1、放流水的效應；2、非入水口區域有較大的人為或自然干擾；3、入水口區域因冷卻機組抽水，導致總水體量與幼生量大於非入水口區域；4、出水口區域泥沙沉積量較入水口區域高。

因此，當 2 部機組都停機，入水口灣內沒有抽水，出水口南側小灣沒有放流水，底棲動物補充量的差異變得不明顯，此現象可見於入水口灣內的苔蘚蟲著生率第 1、2 次明顯較出水口區域為多，但第 3、4 次都與出水口區域無異。

入水口區域底棲動物之藤壺、軟體動物著生率與沉積物沉積量有顯著迴歸正相關 (R^2=0.04-0.06，圖 4-37)，其餘底棲動物無迴歸關係，所以仍然有沉積量多寡會影響有些底棲動物之著生。沉積物沉積量常是出水口高於入水口區域，可能因入水口區域較封閉，海浪不易影響入水口灣內，故沉積量少且粒徑較細。此外，沉積量可能因颱

風經過而增加，因而入水口區域沉積量與颱風雨量之迴歸關係顯著 (R^2 = 0.43，圖 4-35)，在出水口區域沉積量亦與颱風雨量有迴歸關係 (R^2 = 0.13，圖 4-35)；由出、入水口區域颱風季的平均沉積量明顯比非颱風季高，可知颱風經過會帶來較多的沉積物，且入水口區域之底棲動物著生率相對於沉積量呈迴歸正相關，所以有颱風季著生率較非颱風季多的情形，例如藤壺、多毛蟲及軟體動物著生率均有此情形 (表 4-2)，因此推測颱風伴隨之沉積量及水溫降低等環境因子會影響底棲動物著生率，但影響情形各有差異。

當抽水機組停機大修時，會將迴轉欄柵吊起來清除附著生物，清污的廠用海水經過濾後，會再由入水口排出，分析發現在颱風季及非颱風季時之沉積量有明顯差異，此與藤壺、多毛蟲及軟體動物著生率是颱風季顯著高於非颱風季之結果一致 (表 4-2)。

民國 112 年颱風季有 4 個颱風侵臺，分別為杜蘇芮 (7 月 24 至 28 日) 、卡努 (8 月 1 至 5 日) 、海葵 (9 月 1 至 5 日) 及小犬 (10 月 2 至 8 日) (圖 4-39)，民國 113 年有 3 個颱風侵台為凱米 (7 月 22 至 26 日) 、山陀兒 (9 月 29 至 10 月 04 日) 及康芮 (10 月 29 至 11 月 01 日)，民國 114 年有 4 個颱風侵台為丹娜絲 (7 月 6 至 7 日) 、薇帕 (7 月 18 至 7 月 20 日) 、楊柳 (8 月 13 至 8 月 14 日) 及摩加沙 (9 月 22 至 9 月 24 日)，其中楊柳、海葵、小犬及康芮颱風的路徑相似，而楊柳、海葵及康芮颱風中心有從台東登陸，因此第 3 及 4 次出水口之沉積物收集器多數流失，並且此兩季次的入水口區域沉積量相較民國 111 年同季次為多，民國 111 年無颱風登陸臺灣，但有數個經過臺灣的颱風，由臺灣東部太平洋海域 6 號路徑經過的有軒嵐諾 (9 月 2 至 4 日) 及梅花 (9 月 11 至 13 日)，以及從巴士海峽經過的尼莎 (10 月 15 至 16 日) 等 3 個颱風，民國 111 年沉積量與 109 年類似，民國 109 年第 3-4 季次未見颱風侵臺，僅數個颱風黃蜂 (5 月 16 至 17 日) 、哈格比 (8 月 2 至 3 日) 、米克拉 (8 月 10 至 11 日) 、巴威 (8 月 22 日) 、閃電 (11 月 5 至 7 日) 有發布海上警報，這些颱風僅經過臺灣周遭海域，因此推測沉積量可能較往年少，但第三季沉積量最少的是民國 106 年 (5 月 8 至 7 月 25 日)，該年當時無颱風經過，故沉積量最少；第四季是民國 99 年 (8 月 13 日至 11 月 10 日)，雖有颱風凡那比 (9 月 17 至 20 日) 從花蓮壽豐登陸侵台，造成高雄、屏東豪雨，恆春累積雨量為 166.8mm，並未見出、入水口沉積量增加，所以沉積量增加程度可能與颱風路徑及當時風浪大小有關。

Niño3.4 index 是在北緯 5 度-南緯 5 度、西經 170 度-西經 120 度之範圍測得的海水溫度變化指數，而 Niño4 index 為北緯 5 度-南緯 5 度、東經 160 度-西經 150 度之範圍測得，較鄰近於臺灣，Niño3.4 及 Niño4 index 效應可能影響當季之底棲動物著生率，亦可能延伸影響後一季或後兩季之著生率，目前皆以後兩季有負相關性之數量最多，但分析之相關性不高，Niño3.4 index 的相關性 (r) 介於-0.33 ~ 0.23，Niño4 index 的相關性介於-0.38 ~ 0.22，而 PDO index 為東北太平洋的海水溫度變化指數，周期長有 20-30 年，對底棲動物之相關性以後兩季最多，有相關性 (r = -0.42 ~ 0.39) 的數量多於與 Niño3.4 及 Niño4 index 相關數量。整體而言，PDO 及 Niño3.4 或 Niño4 index 與底棲動物著生率有相關，說明大環境變化對底棲動物有影響，當 PDO 越高，東北太平洋水溫隨之越高，後一季或後兩季底棲動物之著生率則是越低，而臺灣位居西北太平洋水溫呈現為冷相，並且三個指標都是對後兩季之底棲動物有較多的相關，故大尺度環境變化有反應在區域性底棲動物著生率上；反之，東北太平洋水溫越低 (冷相)，西北太平洋為暖相，後一季或後兩季底棲動物之著生率則是越高。

湧升流會影響本調查區域的水溫及溫差，但湧升流強度受大尺度的海流及颱風影響，如黑潮向東 (向西) 擺動時，湧升流會變明顯 (不明顯)，且在上層 30 公尺處最為明顯 (Wu et al., 2008; 林及吳，2013)。此外，南灣也受到東北季風及西南季風影響，冬季之東北季風盛行於每年的十月至第二年的四月間，厚達 1500 公尺的東北季風越過中央山脈抵達背風面，形成密度較大、較重、較冷的落山風 (湯與黃，1979)，夏季除了西南季風還有颱風的影響。南灣沿岸可能因東北季風引起下沉流，也可能有西南季風引起的上升流，這些因大氣系統影響波浪與海流的作用造成了水溫變動 (Sponaugle et al., 2002; Pineda et al., 2010)，但從各測站的底棲動物著生率及水溫與 Niño 3.4、Niño 4 及 PDO index 多有後兩季之相關 (表 4-3 至 5、表 4-8)，顯示本區域底棲動物的著生率及水溫變動是受大尺度的環境變化影響，而非小尺度的放流水或落山風效應，若能監測湧升流之變化，才有可能追蹤其對底棲動物著生之影響。

民國 102 年至 114 年各季次調查皆有珊瑚白化的現象，民國 114 年為正常年，白化率為 0-7.2%，以民國 105 年、106 年、109 及 113 年第 3 次，入、出水口區域水深 3-5 公尺處白化率最明顯，分別為 38-54%、12-62.4%、42-80%及 39-80.4%，而民國 105-106 年南灣海域珊瑚礁生態系調查報告 (樊等，2018)，也提出大光里、入、出水口，民國 105 年及 106 年第 3 次皆有珊瑚白化現象，由於南灣非溫水排放區域亦有白

化現象，可知此白化現象非放流水之影響所致。美國國家海洋及大氣總署 (NOAA) 指出，從民國 103 年開始海水就異常溫暖 (Eakin et al., 2016)，且民國 110 年 10 月的全球表面平均氣溫比 20 世紀 (民國前 10 年至 89 年) 高出 0.89°C (NOAA)，這些都說明了全球暖化有明顯上升趨勢，並且民國 112-113 年珊瑚白化現象持續惡化，影響範圍已達 77%的珊瑚礁區域，從大西洋到太平洋再到印度洋，民國 113 年 5 月 8 日在泰國麥島 (Koh Mak) 的氣溫高達 44.2°C，造成海水溫度上升及珊瑚白化的現象 (Withers and Dickie, 2024)。此外，民國 105 年白化現象連東沙海域亦有，而南半球澳洲大堡礁全長 2,300 公里範圍的最北部之蜥蜴島早在同年 3 月珊瑚就有大範圍白化，民國 106 年的夏季也有白化，至民國 113 年大堡礁已經歷 7 次白化 (87、91、105、106、109、111 及 113 年)，都跟海水異常高溫有關，而民國 111 年是第 1 次在較冷的反聖嬰期發生白化現象 (Morton and Cox, 2022)，民國 112 年夏季為低程度的白化，故 112 年大堡礁的正常珊瑚覆蓋率與民國 111 年的相似 (AIMS, 2023)。印度洋地區的珊瑚也類似，根據馬爾地夫的調查顯示 (Pisapia et al., 2019)，該地 105 年有 60-90%的珊瑚白化；太平洋的聖誕島及島礁賈維斯島也高達 85%。民國 108 年為聖嬰年，在太平洋海域法屬玻里尼西亞的大溪地及茉莉島 5 月有 50-60%的珊瑚白化，民國 109 年澳洲氣象局發現 2 月單月的海水溫度超過 1900 年來的紀錄，並且大堡礁珊瑚白化的範圍也超過民國 105 及 106 年。民國 112 年 8 月珊瑚白化嚴重的區域於東太平洋的中美洲墨西哥及西大西洋的加勒比海等海域 (Readfearn, 2023)。在民國 109 年 7 月進入反聖嬰期，但南灣夏季因高溫而有大量珊瑚白化，民國 109 年第 2 至 4 季入、出水口測站海水溫度都較 107-108 年同季高出 0.2-1.2°C (圖 4-39)，並且有新聞報導小琉球、東北角、蘭嶼、綠島及澎湖等多處非放流水影響之海域都有珊瑚白化現象 (王，2022)，故此大尺度的白化現象實為大環境暖化之影響。

本調查入水口區域除夏季之外，歷年在第 2 次調查亦有出現白化的高峰 (6.4-59.0%)，以民國 101 年的白化現象為例，此季白化可能因冬季低溫影響，或是核三廠內機組大修 (民國 101 年 4 月 22 日至 5 月 26 日)，於入水口之排水管道排放污水而影響水質，民國 106 年第 2 次調查 (民國 106 年 5 月 9 日) 恰巧遇到大修停機 (民國 106 年 4 月 7 日至 6 月 15 日) 的馬達開始啟動時，排放管內的污水影響調查區域能見度約半小時的時間，待清澈後才將作業完成，所以推測大修工作的管線污物清除所排放的污水可能會短期影響能見度、沉積量及水質，並且抽水機組停機大修時清除

附著生物是會增加入水口區域沉積量，可能會對底棲動物如珊瑚等造成影響，但統計上非颱風期間 (第 1 及 2 季次) 停機與正常運作的沉積量並無差異，故可排除停機大修時沉積物之影響；但是民國 102、111 及 112 年冬季並無低溫影響，而民國 103 至 110 年冬季有低溫之影響，推測其他如降雨造成懸浮物多、溫差大、營養鹽等因素也可能造成白化。有研究指出冬季的白化因素是因低溫，夏秋季珊瑚白化可能是持續高溫且溫差小影響所致 (廖，2013)，另有研究指出高溫引起的白化會因頻繁的溫差變化而舒緩，尤其當溫差增加 1°C 以上時較明顯 (Safaie *et al.*, 2018)，這也說明湧升流帶動的水溫變化對珊瑚的重要性。

此外，入水口灣內平均白化率皆較出水口為高，此與珊瑚種類組成有關，入水口灣內多為枝狀珊瑚，主要是軸孔珊瑚，而出水口主要為團塊及平鋪狀珊瑚，有棘杯珊瑚、角星珊瑚、角菊珊瑚、腦紋珊瑚；生長較快的枝狀珊瑚種類如軸孔珊瑚及鹿角珊瑚，對溫度變化較敏感，易白化及死亡率高，而團塊狀的珊瑚種類如微孔珊瑚及盤星珊瑚，較慢白化且維持白化的時間較久，及死亡率低 (Baird and Marshall, 2002)。整合各季，不論高溫或低溫，珊瑚白化率與海水溫度 Niño3.4 及 Niño4 指數有正相關 ($r = 0.25$~0.40, 表 4-7)，表示珊瑚白化與大環境暖化指數相關也有颱風或洋流的影響，但仍需持續追蹤，才能更清楚各因子的相關程度。

整體而言，入水口區域底棲動物之著生率及底棲生物出現率皆高於出水口南側區域，並且，出水口南側水深 9 公尺處 (Efflu-2) 測站，停機時期的多毛蟲平均著生率高於非停機時期的平均著生率 (T-test, $p < 0.05$)，據此推測出水口南側區域底棲動物著生率低可能不是直接受放流水影響造成。由民國 90 年第 2 次第三核能發電廠停機 3A 事件出水口南側水深 8 公尺處 (Efflu) 的底棲動物著生率與入水口的相似之結果推測，出水口南側底棲動物著生率低可能與溫水排放所引起之其他環境因子改變有關，例如入水口區域因冷卻機組抽水，導致總水體量與幼生量大於非入水口區域，或溫水排放引起出水口南側區域海流流況發生變化。1 號機於民國 113 年 7 月 27 日停機，正式進入除役階段，排水量跟停機維修只有一部機組運作的排水量相同。但在二部機組停機除役之後 (民國 114 年第 3 及 4 次) 沒有放流水，但未見如民國 90 年停機 3A 事件出水口南側水深 8 公尺處 (Efflu) 的底棲動物著生率與入水口相似的情形，這可能也還有其他的影響因子。

水溫變化除出水口南側 3 公尺水深的測站 (Efflu-3) 外，其餘各測站之水溫變化無差異，顯示放流水不影響出水口南側區域 6 公尺以深的水溫變化，在沒有放流水的第 3 及 4 季次，亦是出水口南側 3 公尺水深的測站 (Efflu-3) 較為高溫。比較本測站 (Efflu-3) 與出水口南側水深 8 公尺處 (Efflu) 底棲動物著生情形，Efflu-3 第 2 次 (春) 多毛蟲著生率常高於 Efflu，但此現象在民國 104 年之後有減少的現象，且著生率有時與 Efflu 無顯著差異，至 107 年後反而是 Efflu 多毛蟲著生率常較 Efflu-3 高，而 108 至 114 年 Efflu-3 多毛蟲著生率高於 Efflu，Efflu-3 多毛蟲著生率與當季 Niño3.4 及 PDO index 呈負相關 (r =-0.26 及-0.39)，當指數高時，Efflu-3 多毛蟲著生率低，當指數低時，Efflu-3 多毛蟲著生率高，由上可知，大環境變化對底棲動物著生率之影響高於放流水的影響。

六、附表與附圖

表 4-1、民國 110-114 年軸孔珊瑚在入水口北側 (Influ-2) 與出水口水深 8 公尺處 (Efflu) 之成長情形。 (Mean±SD; SD:標準差)

	入水口北側		出水口	
日期	樣本數	長度 (mm)	樣本數	長度 (mm)
110 年 02 月 23 日	20	122.3±27.8	9	84.8±15.7
110 年 05 月 07 日	20	136.3±33.0	8	87.8±20.3
110 年 08 月 17 日	20	159.9±41.5	8	93.3±20.5
110 年 11 月 05 日	19	185.6±65.3	20 (新)	51.9±19.4
111 年 02 月 11 日	19	167.9±65.7	20 (新)	93.5±25.0
111 年 05 月 05 日	18	210.6±86.7	10	114.8±35.8
111 年 08 月 04 日	20 (新)	81.8±11.0	9	118.0±39.8
111 年 11 月 09 日	20	89.8±22.2	20 (新)	87.3±19.4
112 年 02 月 24 日	17	120.1±31.1	14	78.1±23.8
112 年 05 月 05 日	17	110.1±41.0	13	85.0±26.6
112 年 08 月 16 日	12	72.2±44.7	12	74.0±28.7
112 年 11 月 10 日	20 (新)	120.9±41.3	20 (新)	77.6±21.3
113 年 02 月 02 日	11	167.6±36.5	19	92.6±23.9
113 年 05 月 17 日	11	118.7±44.3	19	113.5±16.6
113 年 08 月 08 日	11	123.2±58.1	7	144.9±21.8
113 年 11 月 12 日	10	122.2±52.8	20 (新)	88.0±30.8
114 年 02 月 06 日	20 (新)	81.2±12.4	18	92.0±33.2
114 年 05 月 07 日	20	94.1±14.2	18	99.0±30.7
114 年 08 月 06 日	20 (dead)	96.5±13.9	17	115.0±37.8
114 年 11 月 06 日	20 (新)	84.8±16.1	15	97.0±28.6

表 4-2、民國 98-114 年入、出水口區域底棲動物著生率之非颱風季與颱風季比較表。(Mean± SEM; SEM:平均值標準誤差) (註：T-test or Mann-Whitney Rank Sum Test, -：無顯著; *: p<0.05; **: p<0.01；***: p<0.001)

底棲動物\區域		**入水口**	**出水口**	入 vs. 出 (p-value)
藤壺	非颱風季	0.05±0.01	0.001±0.01	***
	颱風季	**0.20±0.01**	0.005±0.01	***
	p-value	***	-	
海鞘	非颱風季	0.11±0.01	0.04±0.01	***
	颱風季	0.10±0.01	0.02±0.01	***
	p-value	-	-	
苔蘚蟲	非颱風季	0.49±0.02	0.05±0.01	***
	颱風季	0.46±0.02	0.05±0.01	***
	p-value	-	-	
多毛蟲	非颱風季	0.60±0.03	0.24±0.02	***
	颱風季	**0.72±0.03**	0.28±0.02	***
	p-value	**	-	
軟體動物	非颱風季	0.01±0.002	0.001±0.001	***
	颱風季	**0.02±0.002**	0.001±0.001	***
	p-value	**	-	
珊瑚	非颱風季	0.005±0.002	0.002±0.001	-
	颱風季	0.007±0.002	0.002±0.001	*
	p-value	-	-	

表 4-3、民國 87-114 年 Niño3.4 index 與底棲動物著生率之相關表。
(註：x：無相關性；*：p<0.05；**： p<0.01；***： p<0.001)

	Niño3.4 vs. 當季著生率	Niño3.4 vs. 後一季著生率	Niño3.4 vs. 後兩季著生率
珊瑚			
Influ-2	x	x	x
Influ-3	x	x	x
Influ-5	x	x	x
Influ-10	x	x	x
Influ-11	x	x	x
Efflu	x	x	x
Efflu-2	x	x	x
Efflu-3	x	x	x
MPT	x	x	x
SNS	x	x	x
軟體動物			
Influ-2	x	x	x
Influ-3	x	x	x
Influ-5	x	x	x
Influ-10	x	x	x
Influ-11	x	x	x
Efflu	x	x	x
Efflu-2	x	x	x
Efflu-3	x	x	x
MPT	x	x	x
SNS	x	x	x
多毛蟲			
Influ-2	x	x	x
Influ-3	x	x	x
Influ-5	-0.21 *	x	x
Influ-10	x	x	x
Influ-11	x	x	x
Efflu	x	x	x
Efflu-2	x	x	x
Efflu-3	-0.26 *	x	x
MPT	x	x	x
SNS	x	x	-0.21 *
苔蘚蟲			
Influ-2	x	x	x
Influ-3	x	x	x
Influ-5	x	x	x
Influ-10	x	x	x
Influ-11	x	x	x
Efflu	x	x	x
Efflu-2	0.23 *	x	x
Efflu-3	x	x	x
MPT	x	x	x
SNS	-0.24 *	-0.32 **	-0.33 **
海鞘			
Influ-2	x	x	x
Influ-3	x	x	x
Influ-5	x	x	x
Influ-10	x	-0.21 *	-0.27 **
Influ-11	x	x	x
Efflu	x	x	x
Efflu-2	x	-0.21 *	-0.22 *
Efflu-3	x	x	x
MPT	x	x	x
SNS	x	x	x
藤壺			
Influ-2	x	x	x
Influ-3	x	x	x
Influ-5	x	x	x
Influ-10	x	x	x
Influ-11	x	x	x
Efflu	x	x	x
Efflu-2	x	x	x
Efflu-3	x	x	x
MPT	x	x	x
SNS	x	x	-0.22 *

表 4-4、民國 87-114 年 Niño4 index 與底棲動物著生率之相關表。

(註：x：無相關性；*：p<0.05； **： p<0.01; ***： p<0.001)

	Niño4 vs. 當季著生率	Niño4 vs. 後一季著生率	Niño4 vs. 後兩季著生率
珊瑚			
Influ-2	x	x	x
Influ-3	x	x	x
Influ-5	x	x	x
Influ-10	x	x	x
Influ-11	x	x	x
Efflu	x	x	x
Efflu-2	x	x	0.22 *
Efflu-3	x	x	x
MPT	x	x	x
SNS	x	x	x
軟體動物			
Influ-2	x	x	x
Influ-3	x	x	x
Influ-5	x	x	x
Influ-10	x	x	x
Influ-11	x	x	x
Efflu	x	x	x
Efflu-2	x	x	x
Efflu-3	x	x	x
MPT	x	x	x
SNS	x	x	-0.23 *
多毛蟲			
Influ-2	x	x	x
Influ-3	x	-0.23 *	-0.20 *
Influ-5	x	x	x
Influ-10	x	x	x
Influ-11	x	x	x
Efflu	x	x	x
Efflu-2	x	x	x
Efflu-3	x	x	x
MPT	x	x	x
SNS	-0.23 *	-0.26 *	-0.29 **
苔蘚蟲			
Influ-2	x	x	x
Influ-3	x	x	x
Influ-5	x	x	x
Influ-10	x	x	x
Influ-11	x	x	x
Efflu	x	x	x
Efflu-2	x	0.22 *	x
Efflu-3	x	x	x
MPT	x	x	x
SNS	-0.32 **	-0.38 ***	-0.38 ***
海鞘			
Influ-2	x	x	x
Influ-3	x	x	x
Influ-5	x	x	x
Influ-10	-0.20 *	-0.28 **	-0.36 ***
Influ-11	x	x	x
Efflu	x	x	x
Efflu-2	x	-0.27 **	-0.24 *
Efflu-3	x	x	x
MPT	x	x	x
SNS	x	x	x
藤壺			
Influ-2	x	x	x
Influ-3	x	x	x
Influ-5	x	x	x
Influ-10	x	x	-0.21 *
Influ-11	x	x	x
Efflu	x	x	x
Efflu-2	x	x	x
Efflu-3	x	x	x
MPT	x	x	x
SNS	x	x	-0.23 *

表 4-5、民國 87-114 年 PDO index 與底棲動物著生率之相關表。
(註：x：無相關性；*：p<0.05； **： p<0.01; ***： p<0.001)

	PDO vs. 當季著生率	PDO vs. 後一季著生率	PDO vs. 後兩季著生率
珊瑚			
Influ-2	x	x	x
Influ-3	x	x	x
Influ-5	x	x	x
Influ-10	x	x	x
Influ-11	x	x	x
Efflu	x	x	x
Efflu-2	x	x	0.26 *
Efflu-3	x	x	x
MPT	x	x	x
SNS	x	x	x
軟體動物			
Influ-2	x	x	x
Influ-3	x	x	x
Influ-5	x	x	x
Influ-10	x	x	x
Influ-11	x	x	x
Efflu	x	x	x
Efflu-2	x	x	x
Efflu-3	x	x	x
MPT	x	x	-0.22 *
SNS	x	x	x
多毛蟲			
Influ-2	-0.32 ***	-0.24 **	-0.27 **
Influ-3	x	x	x
Influ-5	-0.40 ***	-0.33 ***	-0.34 ***
Influ-10	x	x	x
Influ-11	x	x	x
Efflu	x	x	x
Efflu-2	x	x	x
Efflu-3	-0.39 **	-0.36 **	-0.42 ***
MPT	-0.26 **	-0.30 **	-0.38 ***
SNS	x	x	-0.25 *
苔蘚蟲			
Influ-2	x	x	x
Influ-3	x	x	x
Influ-5	x	-0.25 **	-0.31 **
Influ-10	x	x	x
Influ-11	x	x	x
Efflu	x	x	x
Efflu-2	0.38 ***	0.39 ***	0.31 **
Efflu-3	x	x	x
MPT	x	x	x
SNS	x	-0.24 *	-0.23 *
海鞘			
Influ-2	-0.20 *	-0.28 **	-0.27 **
Influ-3	-0.26**	-0.24 *	-0.31 **
Influ-5	x	x	x
Influ-10	x	-0.24 *	-0.24 **
Influ-11	-0.29 **	-0.27 **	-0.33 **
Efflu	x	x	-0.25 **
Efflu-2	-0.24*	-0.24 *	-0.22 *
Efflu-3	x	x	x
MPT	-0.36**	-0.34 **	-0.37 **
SNS	x	-0.22 *	-0.36 **
藤壺			
Influ-2	x	x	x
Influ-3	x	x	x
Influ-5	x	x	x
Influ-10	x	x	x
Influ-11	x	x	x
Efflu	x	x	x
Efflu-2	x	x	x
Efflu-3	-0.22*	x	x
MPT	x	x	x
SNS	x	x	x

表 4-6、民國 94 年第 3 次固定橫截線調查入水口及出水口南側之底棲生物種類及出現率。

		Inf 5	Inf 2.1	Inf 2.2	Eff 2	MPT	Eff
深度(m)		3-5	5	3-5	9	9	3-5
底質(%)	礁石	78.8	42.8	48.8	49.6	28.0	62.4
	沙	21.2	57.2	51.2	45.2	72.0	37.6
	其他(鋼管、水泥)	0.0	0.0	0.0	5.2	0.0	0.0
底棲生物種數		**18**	**9**	**9**	**13**	**17**	**19**
珊瑚(%)	軸孔珊瑚	0.8	5.2	18.8	0.0	0.0	4.4
	柱星珊瑚	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	細菊珊瑚	0.4	0.0	0.0	1.2	0.0	0.4
	真葉珊瑚	4.0	0.0	2.4	0.0	0.0	0.0
	菊珊瑚	4.0	1.2	2.0	0.8	0.8	0.4
	角菊珊瑚	4.8	0.4	3.6	0.8	1.6	1.2
	棘杯珊瑚	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.4
	角星珊瑚	0.4	0.0	0.4	0.0	0.0	0.4
	萼柱珊瑚	0.0	0.4	0.0	0.4	0.4	0.8
	迷紋珊瑚	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0
	繩紋珊瑚	0.0	0.0	1.2	0.0	0.8	0.0
	千孔珊瑚	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.4
	圓菊珊瑚	0.8	0.0	0.0	1.2	0.8	1.2
	表孔珊瑚	4.0	0.0	0.0	2.4	0.0	1.6
	耳紋珊瑚	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0
	腦紋珊瑚	5.2	0.4	0.0	0.0	0.0	1.2
	鹿角珊瑚	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	微孔珊瑚	3.6	1.2	0.4	3.6	2.0	0.4
	沙珊瑚	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0
	列孔珊瑚	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	0.8
	柱珊瑚	0.0	0.4	0.0	1.2	0.8	0.8
	管星珊瑚	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	笠珊瑚	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0
	指形軟珊瑚	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0
	肉質軟珊瑚	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0
	指形軟珊瑚	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.8
	sum of coral	31.2	9.6	28.8	12.4	10.4	23.2
海葵(%)	星簇海葵	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	球莖觸手海葵	16.0	10.0	23.2	0.0	0.0	0.0
	sum of anemone	16.4	10.0	23.2	0.0	0.0	0.0
軟體動物(%)	刺海牛	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0
	硨磲貝	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	sum of mollusks	0.4	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0
海綿動物(%)	海綿	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0
棘皮動物(%)	海百合	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
海藻(%)	紅羽凹頂藻	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0
	網地藻	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
	凹頂藻	0.0	0.0	0.0	2.4	1.2	0.0
	中葉藻	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0
	葡萄擬石花	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
	旋花藻	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
	寬珊藻	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0
	其他藻類	15.6	0.0	0.0	0.0	0.4	0.4
	sum of algae	15.6	0.0	0.0	3.2	3.6	1.6
底棲生物出現率總計(%)		64.0	19.6	52.4	16.4	14.0	24.8

表 4-7、民國 94-114 年海面水溫指數 Niño3.4、Niño4 及 PDO index 與底棲生物出現率變化之相關表。

(註：x：無相關性；*：p<0.05； **： p<0.01)

底棲生物出現率		Niño3.4 index			Niño4 index			PDO index		
	/測站	當季	後一季	後兩季	當季	後一季	後兩季	當季	後一季	後兩季
藻類										
	入水口	x	0.25*	0.36**	0.25*	0.36**	0.40***	x	x	x
	出水口	x	x	0.33**	x	0.26*	0.34**	x	x	x
珊瑚										
	入水口	x	x	x	0.23*	x	x	x	x	x
	出水口	x	x	x	x	x	x	x	x	x
海葵										
	入水口	x	x	x	-0.27*	-0.22*	-0.24*	-0.23*	-0.22*	x
	出水口	x	x	x	x	x	x	x	-0.23*	x
軟體動物										
	入水口	-0.31**	-0.31**	-0.31**	-0.35**	-0.31**	-0.30**	-0.39***	-0.41***	-0.39***
	出水口	x	-0.30**	-0.35**	-0.28*	-0.39***	-0.43***	-0.39***	-0.38***	-0.39***
海綿										
	入水口	x	x	x	x	x	x	-0.47***	-0.44***	-0.50***
	出水口	x	x	x	x	x	x	-0.37**	x	x
多毛類										
	入水口	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	出水口	x	x	x	x	x	x	-0.35**	-0.26*	-0.34**
棘皮動物										
	入水口	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	出水口	x	x	x	x	x	x	x	x	x
白化珊瑚										
	入水口	x	0.25*	0.36**	0.25*	0.36**	0.40***	x	x	x
	出水口	x	x	0.33**	x	0.26*	0.34**	x	x	x

表 4-8、民國 94-114 年海面水溫指數 Niño3.4、Niño4 及 PDO index 與各測站水溫之相關表。

(註：x：無相關性; *: p<0.05; **: p<0.01)

海面溫度指數	測站	當月	後1月	後2月	後3月	後4月	後5月	後6月
Niño3.4								
	Efflu	x	x	x	x	x	x	x
	Efflu-2	x	x	x	x	x	x	x
	MPT	x	x	x	x	x	x	x
	Efflu-3	x	x	x	x	x	x	x
	Influ-5	x	x	x	x	x	x	x
Niño4								
	Efflu	x	x	x	x	x	x	x
	Efflu-2	x	x	x	x	x	x	x
	MPT	x	x	x	x	x	x	x
	Efflu-3	x	x	x	x	x	x	x
	Influ-5	x	x	x	x	x	x	x
PDO								
	Efflu	x	x	x	0.19**	0.20**	0.16**	x
	Efflu-2	-0.18**	x	x	x	x	x	x
	MPT	-0.16*	x	x	0.17*	0.20**	0.17*	x
	Efflu-3	x	x	0.16*	0.21**	0.22**	0.16*	x
	Influ-5	-0.14*	x	x	0.18**	0.20**	0.16*	x

表 4-9、民國 93-114 年各次(季)測站間的溫度與底棲動物著生率之相關性。

(註：x：無相關性；*：p<0.05； **： p<0.01)

測站 底棲動物	當季		後一季		後兩季	
	季高溫	季低溫	季高溫	季低溫	季高溫	季低溫
Influ-5						
珊瑚	x	x	x	x	x	x
軟體動物	x	x	x	x	x	x
多毛蟲	x	x	0.26 *	x	x	x
苔蘚蟲	x	x	-0.25 *	x	x	x
海鞘	x	x	x	x	x	x
藤壺	0.39 ***	-0.29 **	-0.34 **	-0.25 *	-0.31**	x
Efflu						
珊瑚	x	x	x	x	x	x
軟體動物	x	x	x	x	x	x
多毛蟲	x	x	x	x	-0.25 *	x
苔蘚蟲	x	x	x	x	x	x
海鞘	x	x	x	x	x	x
藤壺	x	-0.27 *	x	x	x	x
Efflu-2						
珊瑚	x	x	x	x	x	x
軟體動物	x	x	x	x	x	x
多毛蟲	x	x	x	x	x	x
苔蘚蟲	x	x	x	x	-0.25 *	x
海鞘	x	x	x	x	x	x
藤壺	x	x	x	x	x	x
Efflu-3						
珊瑚	x	x	x	x	x	x
軟體動物	x	0.24 *	x	x	x	x
多毛蟲	x	x	x	x	x	-0.30 **
苔蘚蟲	x	0.23 *	x	x	x	0.23 *
海鞘	x	x	x	0.23 *	x	x
藤壺	x	x	x	x	x	x
MPT						
珊瑚	x	x	x	x	x	x
軟體動物	x	x	x	x	x	x
多毛蟲	x	-0.29 *	x	x	x	x
苔蘚蟲	x	x	x	x	x	x
海鞘	x	-0.39 **	x	x	x	-0.24 *
藤壺	0.31 **	x	x	x	-0.36 **	x

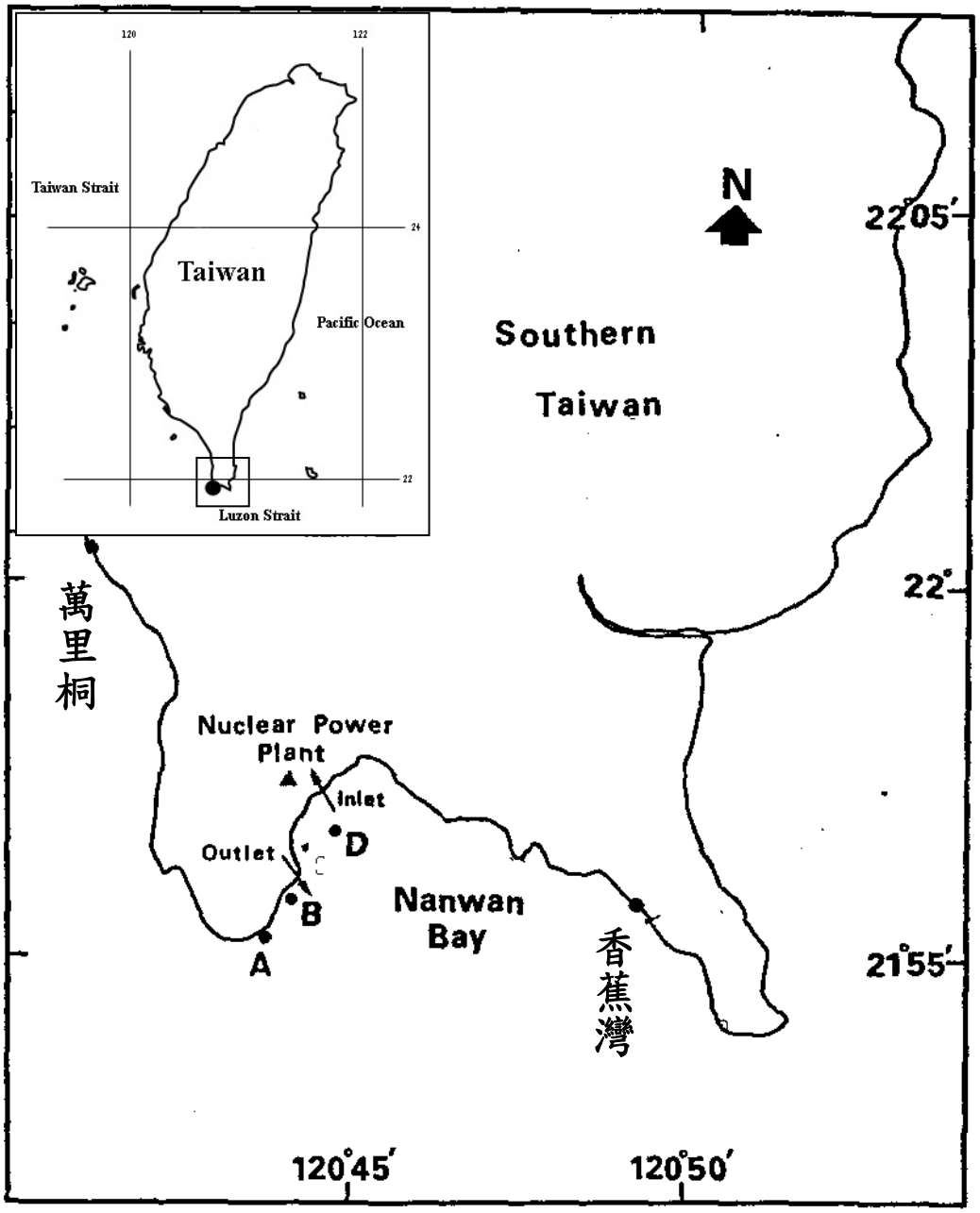
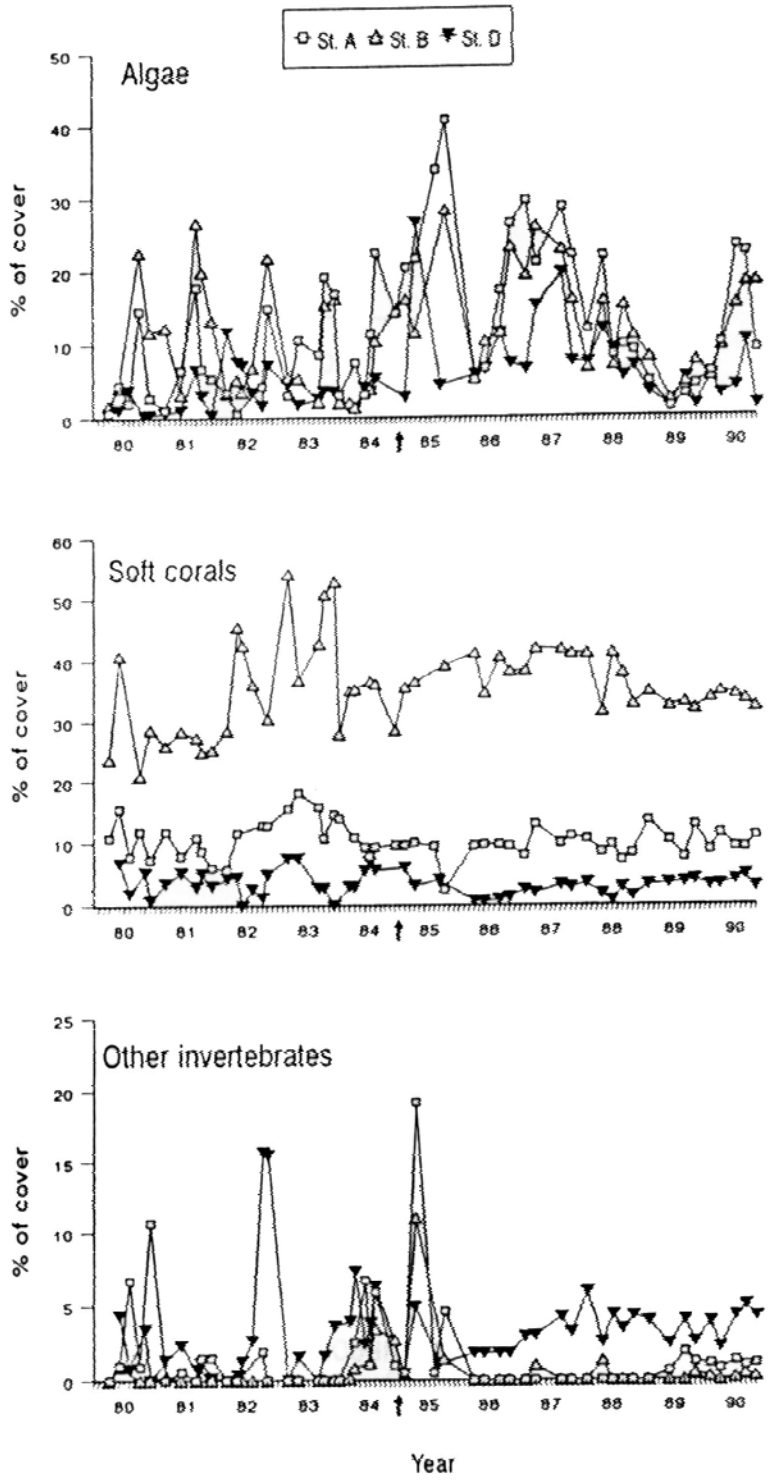


圖 4-1、 民國 68 年至 82 年底棲動物調查之測站。



註：箭頭所指處為第三核能發電廠開始運轉之時間（Jan *et al.*, 1994）。

圖 4-2、民國 68-80 年第三核能發電廠附近海域藻類及底棲動物之消長情形。

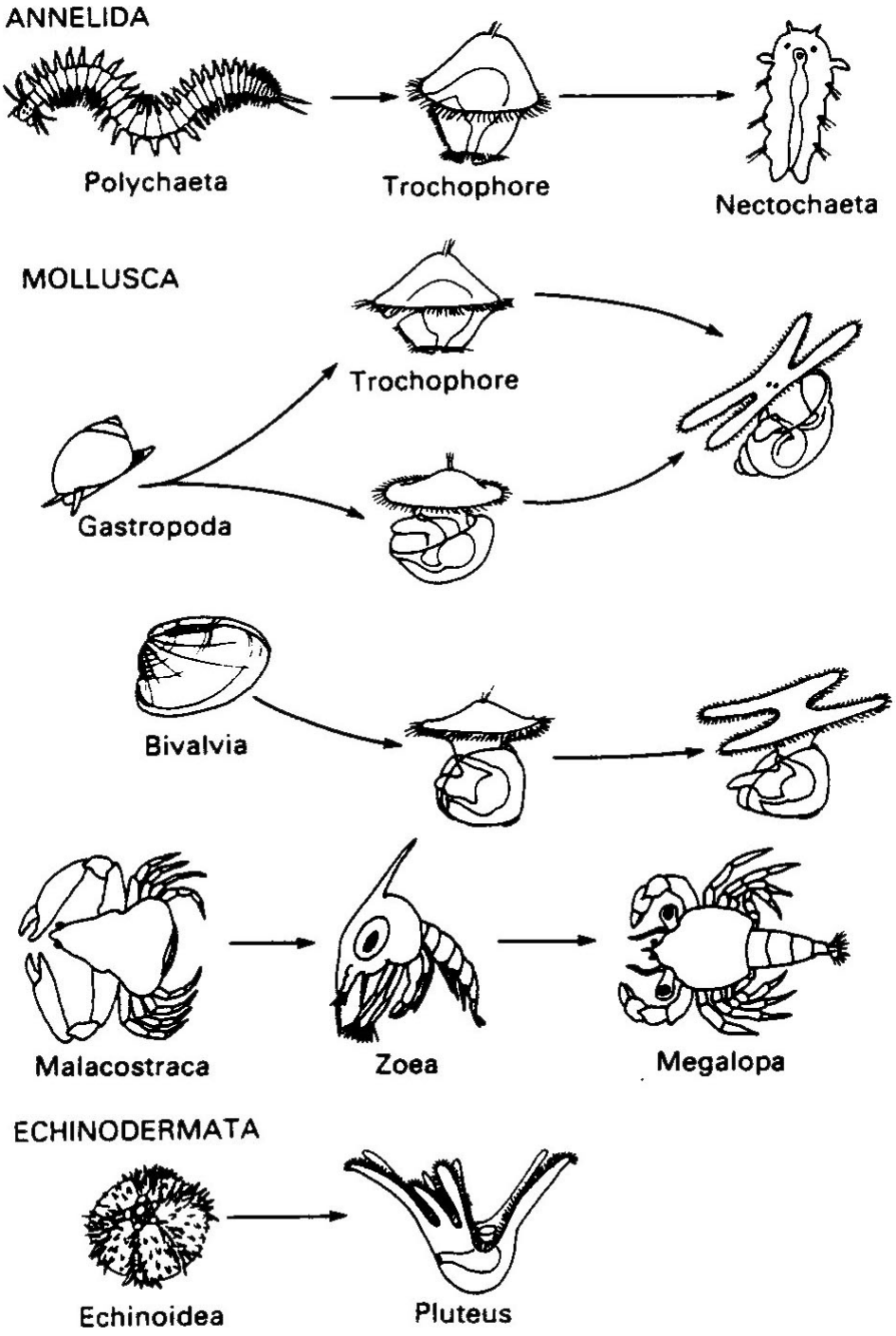
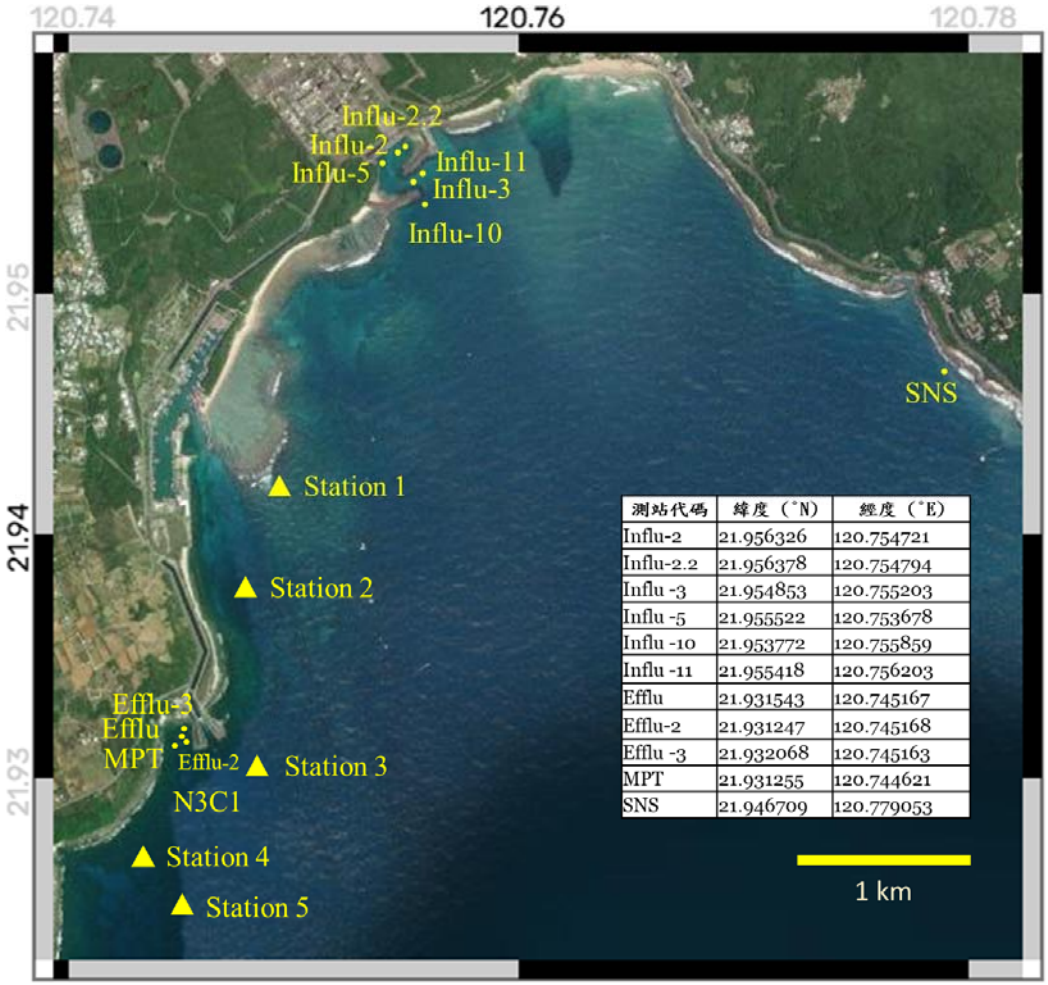


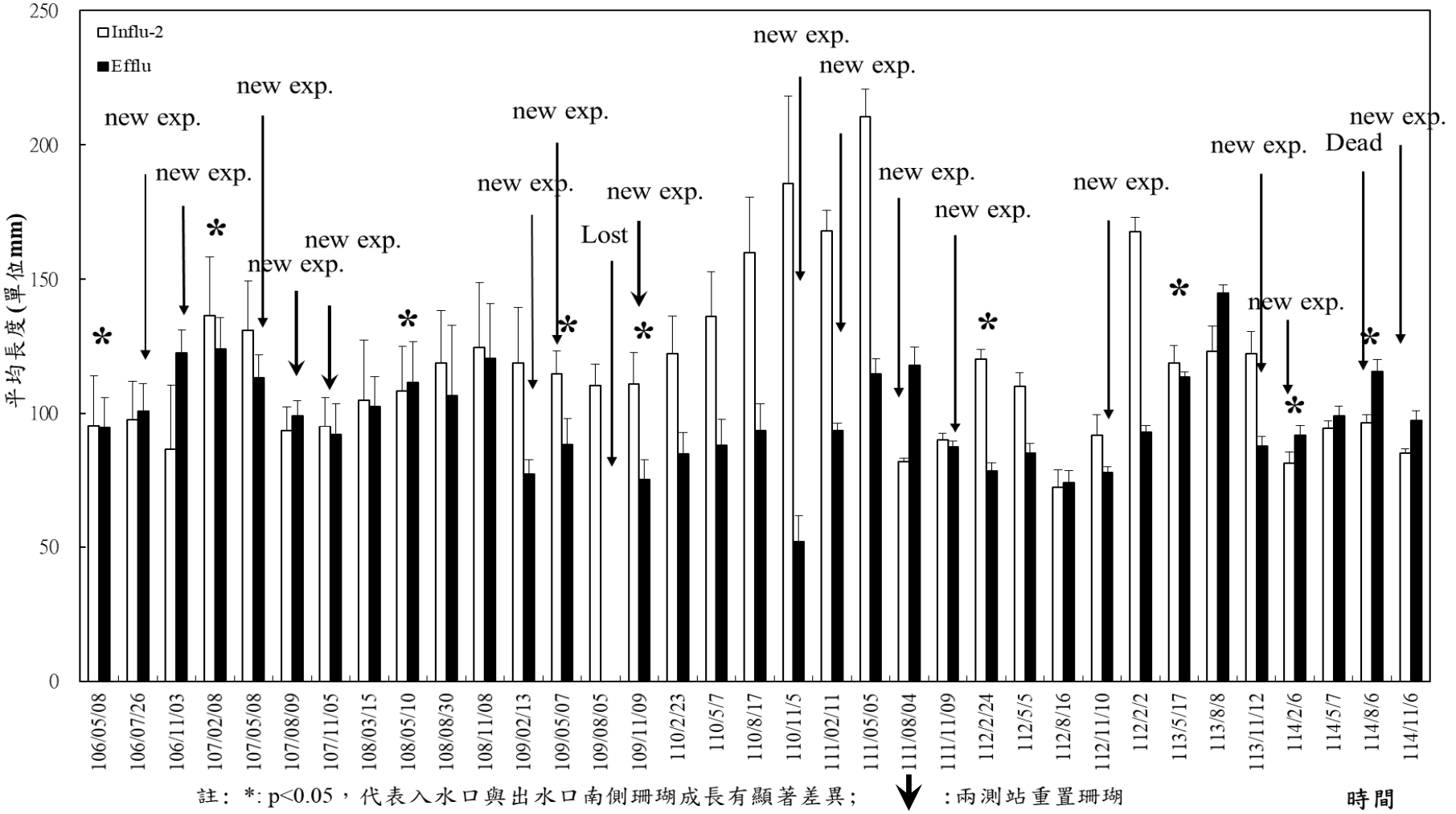
圖 4-3、各類底棲動物之幼生形態。



測站代碼	緯度（°N）	經度（°E）
Influ-2	21.956326	120.754721
Influ-2.2	21.956378	120.754794
Influ -3	21.954853	120.755203
Influ -5	21.955522	120.753678
Influ -10	21.953772	120.755859
Influ -11	21.955418	120.756203
Efflu	21.931543	120.745167
Efflu-2	21.931247	120.745168
Efflu -3	21.932068	120.745163
MPT	21.931255	120.744621
SNS	21.946709	120.779053

註：Influ-2：入水口灣內北側、Influ-2.2：入水口灣內最北側、Influ-3：入水口北堤外、Influ-5：入水口灣內南側、Influ-10：入水口南堤外、 Influ-11：入水口卸貨碼頭堤防外側外、Efflu：出水口南堤外側小灣水深 8 公尺處、Efflu-2：出水口南堤外側小灣水深 9 公尺處、Efflu-3：出水口南堤外側小灣水深 3 公尺測站、MPT：貓鼻頭、SNS：石牛溪（ ▲station 1, 2, 3, 4, 5：魚類調查測站；N3C1：海潮流水溫測站)。

圖 4-4、底棲動物調查之測站。(底圖取自國科會海洋學門資料庫資料展示平台)



註：*: $p<0.05$，代表入水口與出水口南側珊瑚成長有顯著差異；　　：兩測站重置珊瑚

圖4-5 軸孔珊瑚在入水口北側（Influ-2）與出水口南堤外側小灣水深8公尺（Efflu）之成長情形。Lost: 流失; new exp.:重置珊瑚;Dead:珊瑚死亡

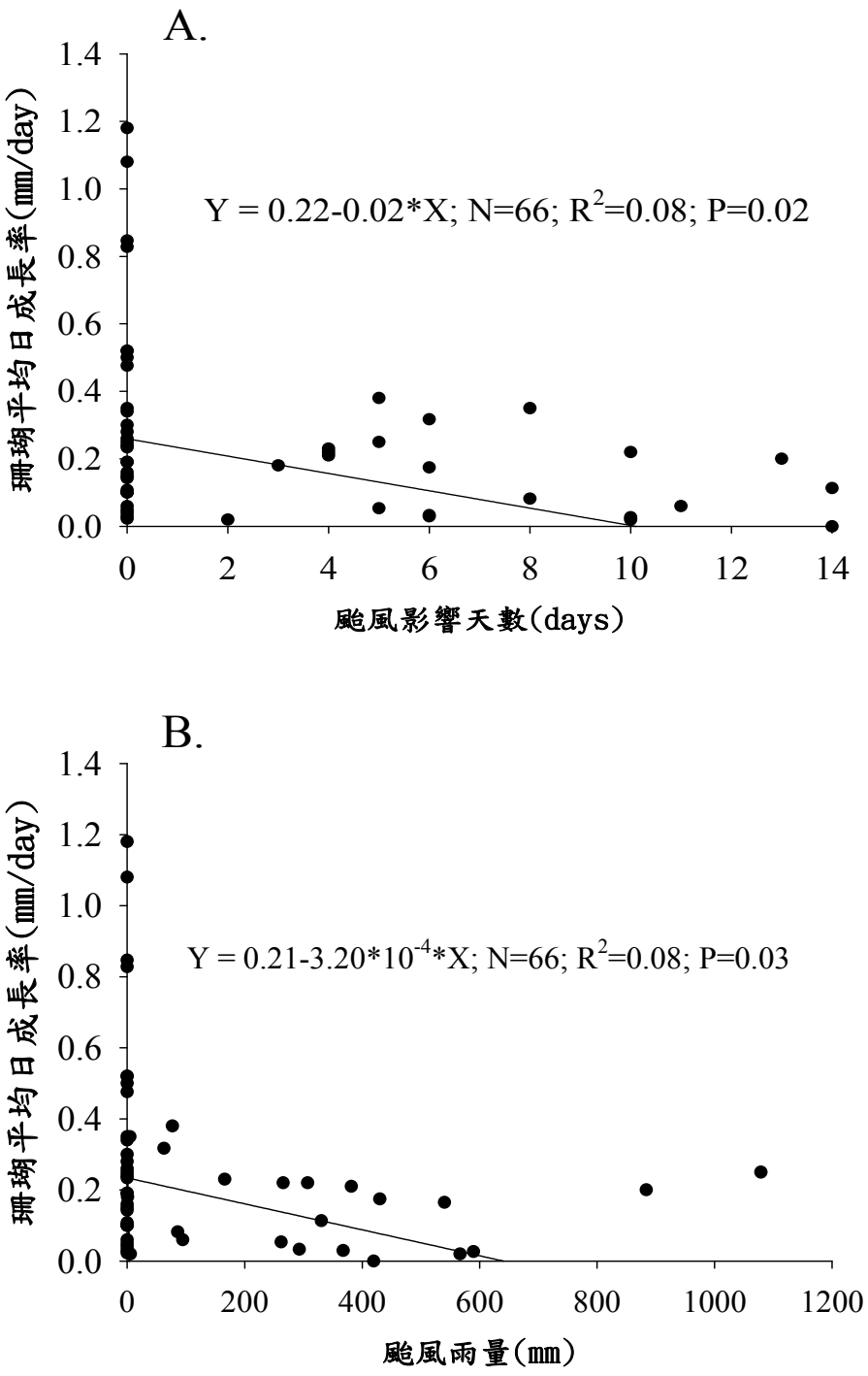


圖 4-6、民國 97 年至 114 年各次(季)入水口珊瑚平均日成長率與颱風相關資料之迴歸相關圖。A. 珊瑚平均日成長率與颱風累計警報天數之圖； B. 珊瑚平均日成長率與颱風期間累計雨量之圖。

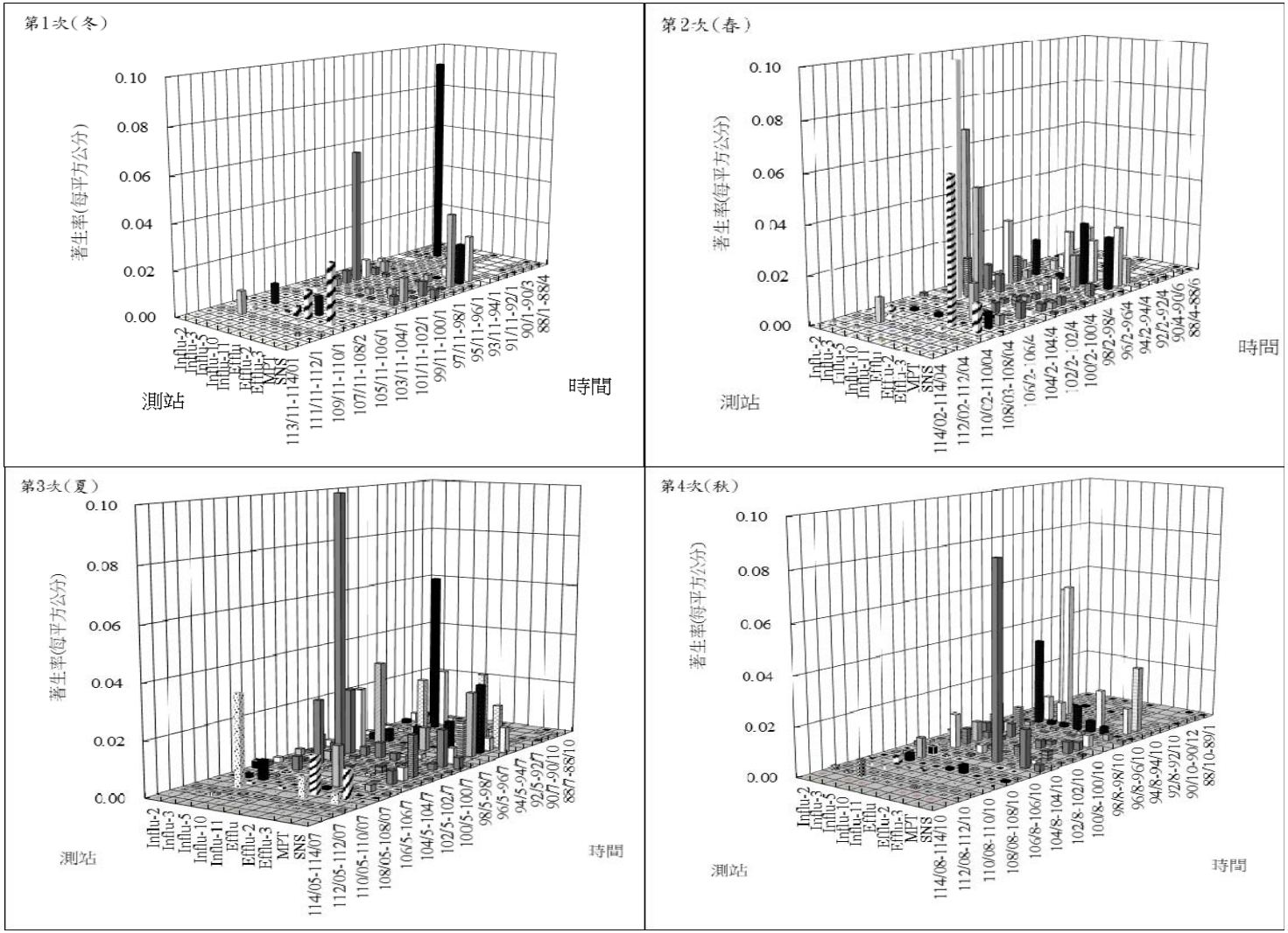


圖 4-7、珊瑚在民國 88-114 年各次(季)各測站附著板之著生情形。 (空白組為該站尚未設置或流失)

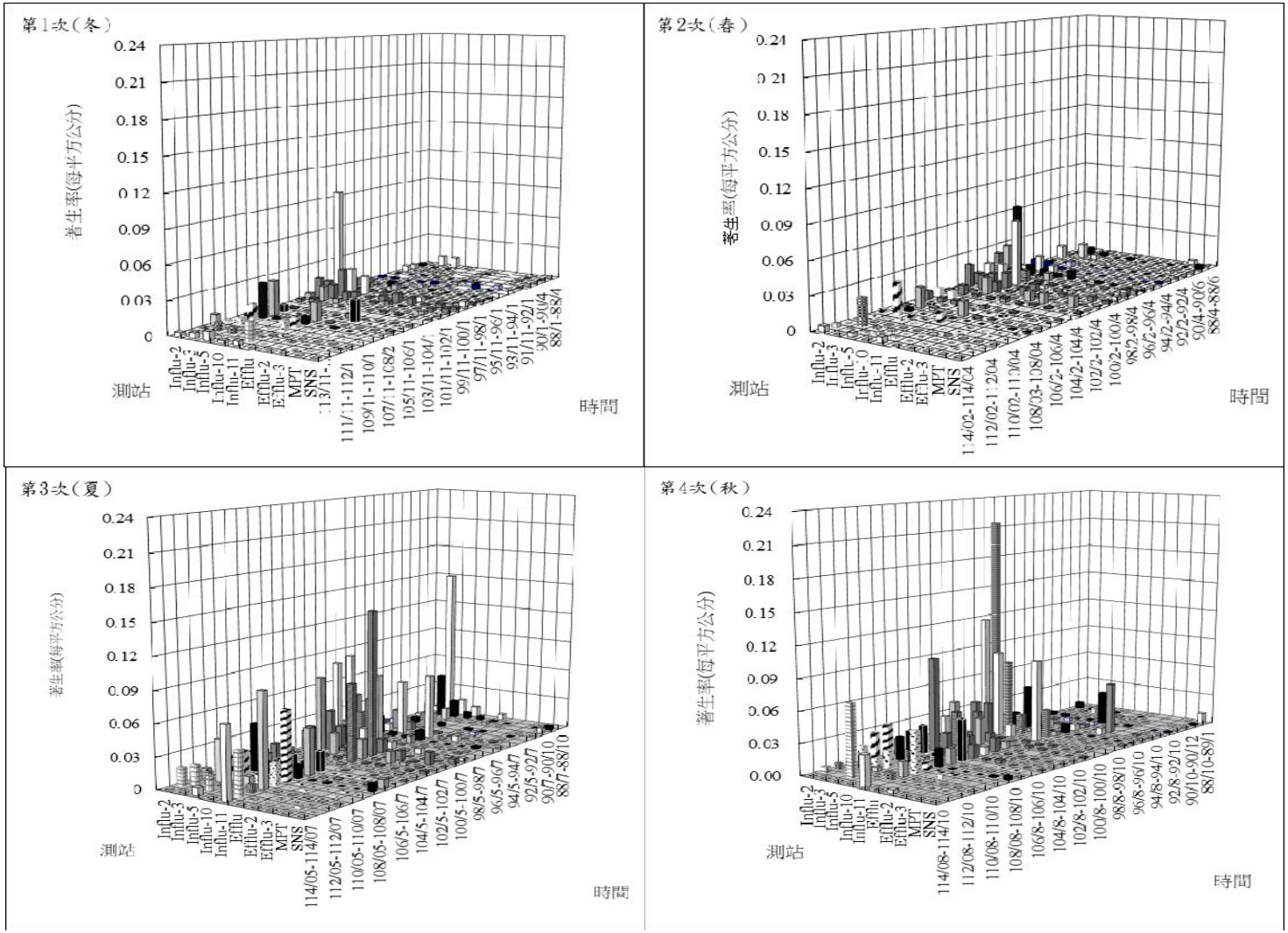


圖 4-8、軟體動物在民國 88-114 年各次(季)各測站附著板之著生情形。 (空白組為該站尚未設置或流失)

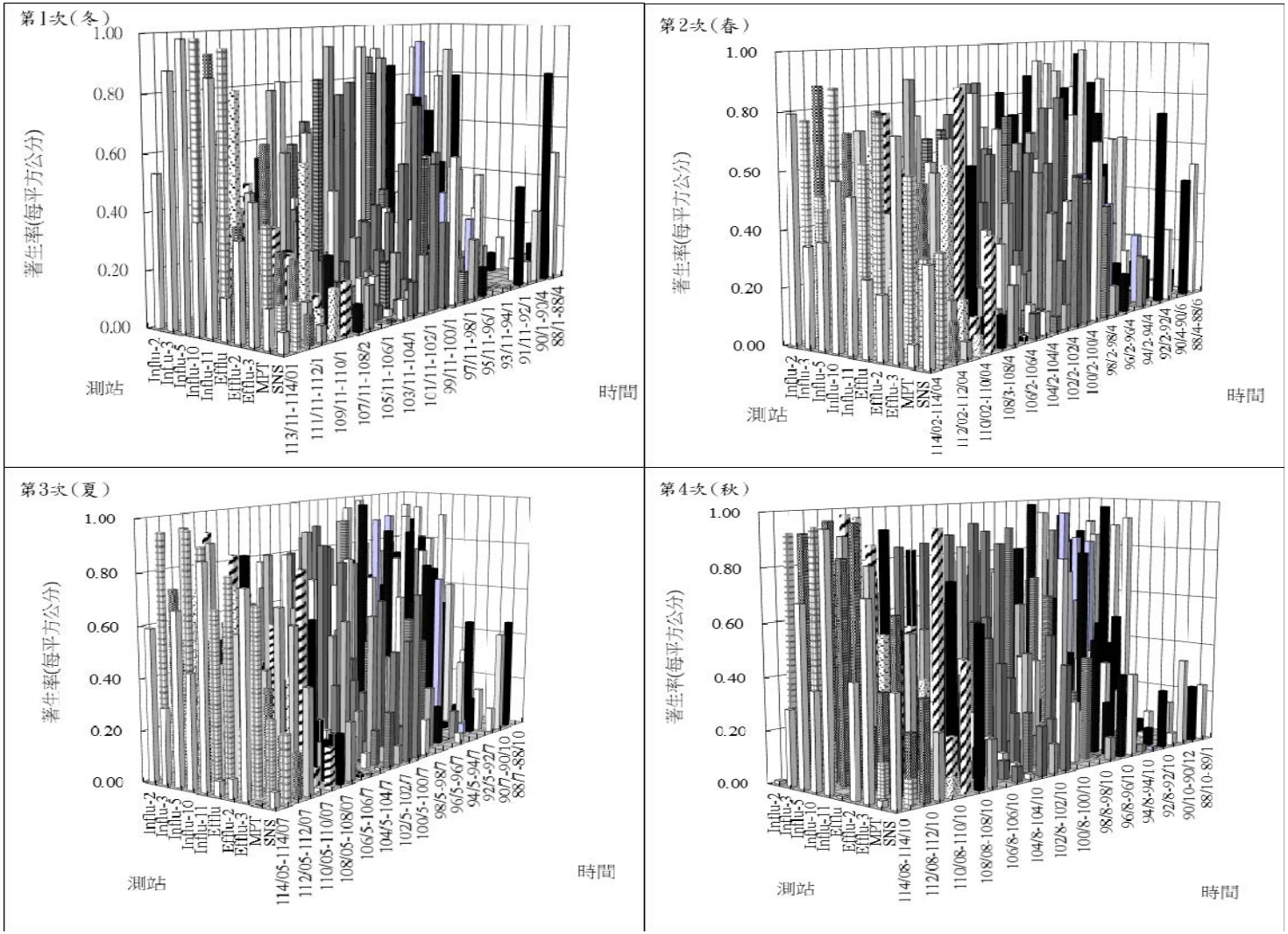


圖 4-9、多毛類在民國 88-114 年各次(季)各測站附著板之著生情形。 (空白組為該站尚未設置或流失)

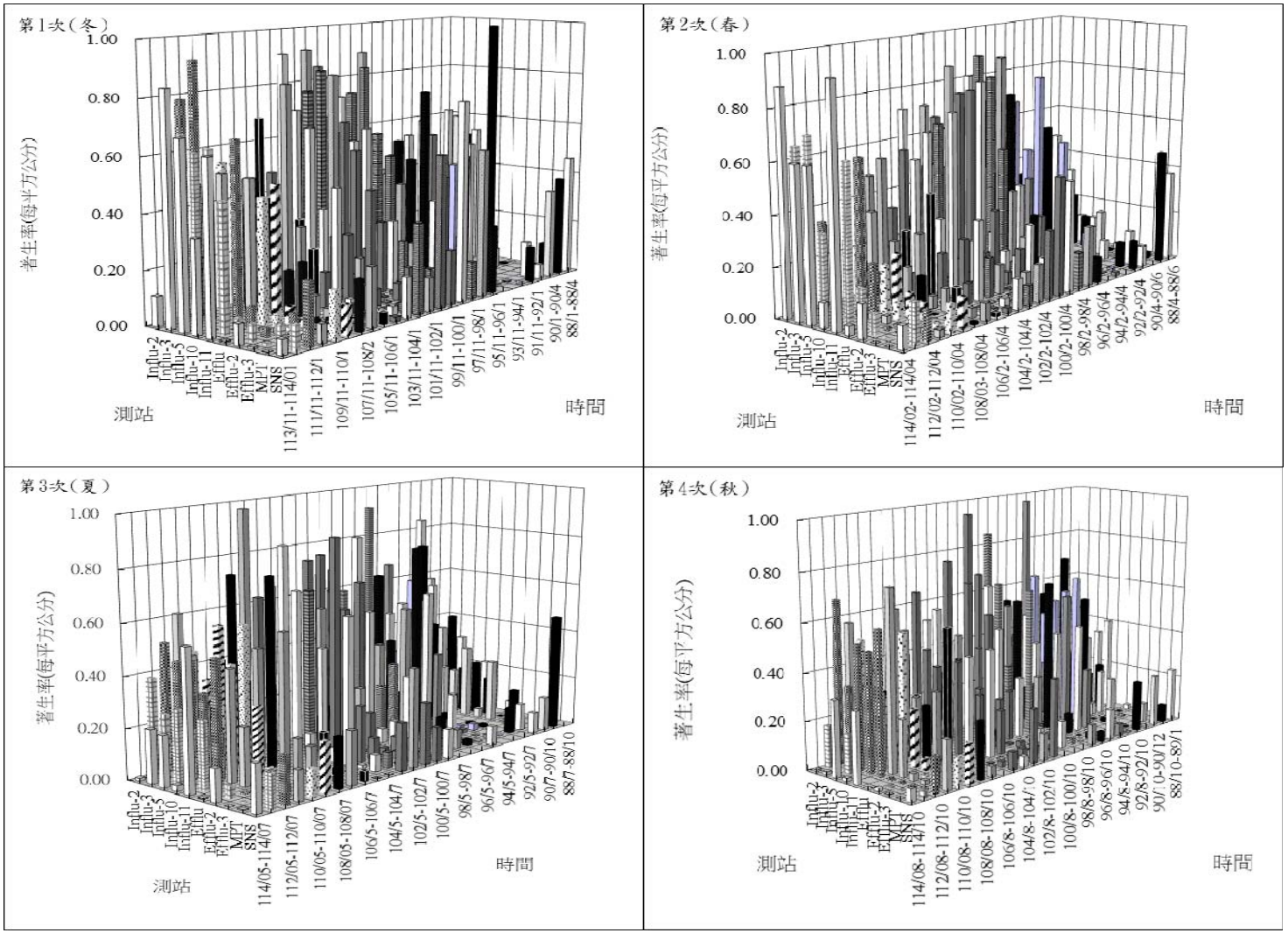


圖 4-10、苔蘚蟲在民國 88-114 年各次(季)各測站附著板之著生情形。 (空白組為該站尚未設置或流失)

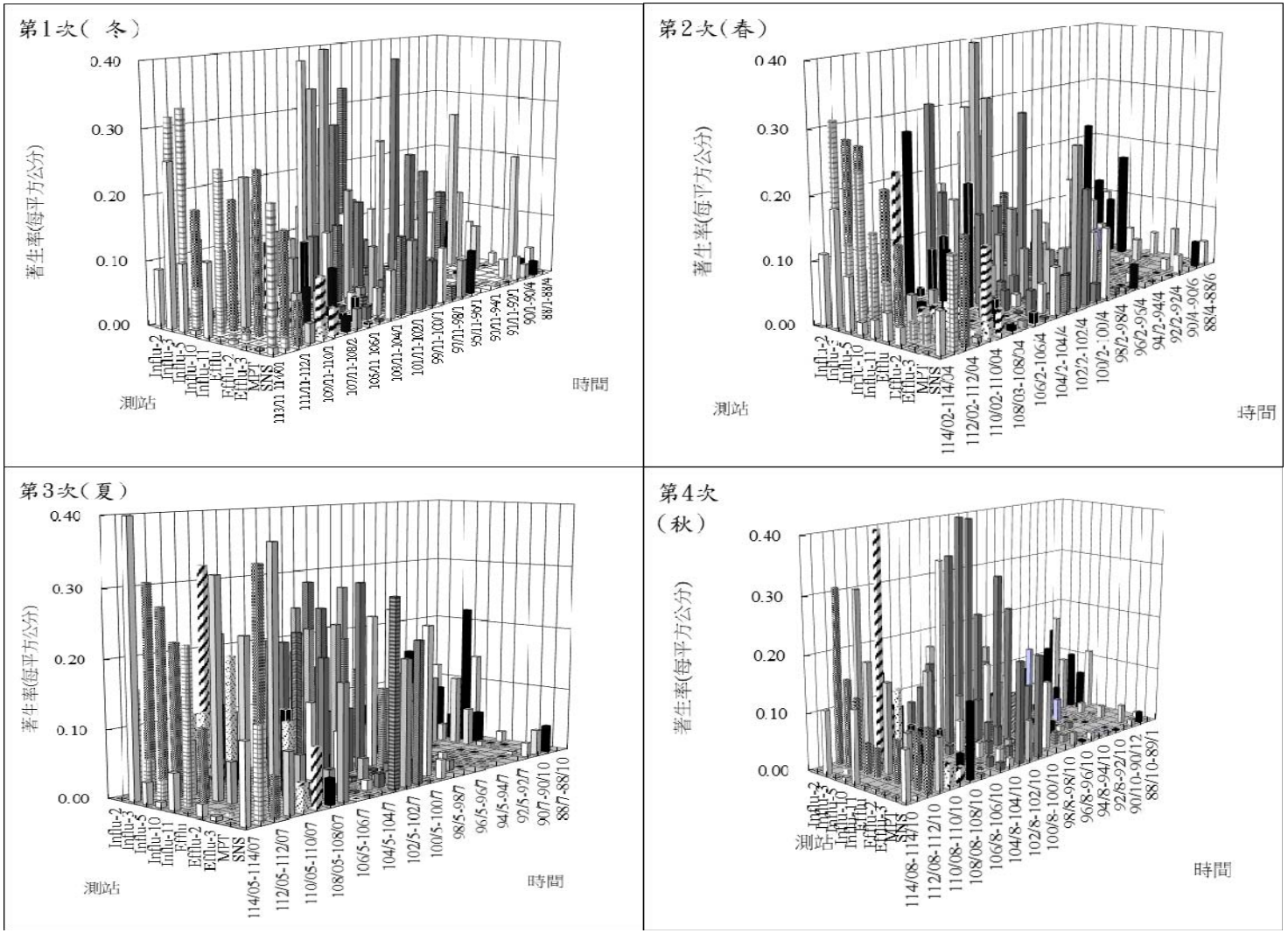


圖 4-11、海鞘在民國 88-114 年各次(季)各測站附著板之著生情形。 (空白組為該站尚未設置或流失)

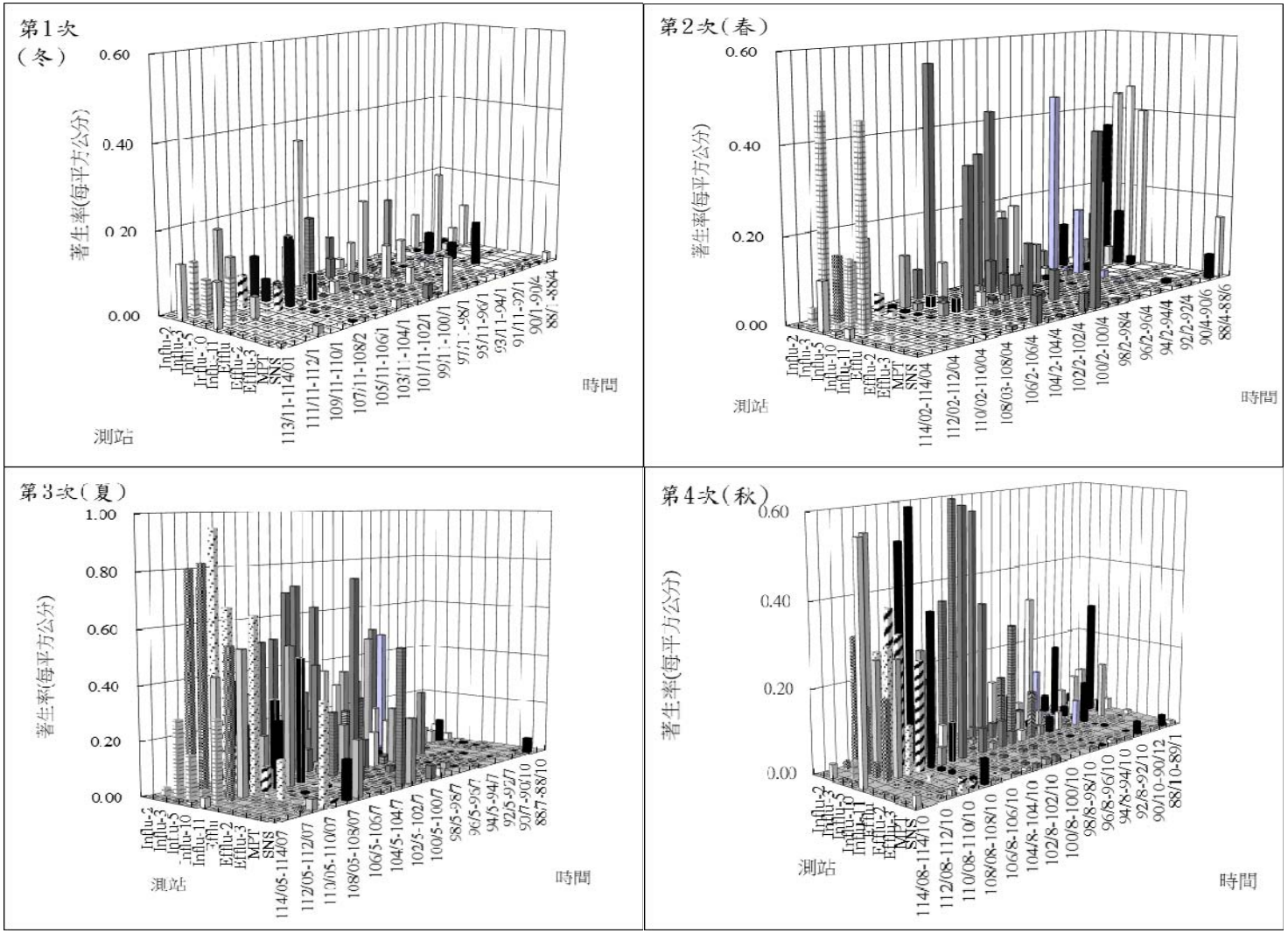


圖 4-12、藤壺在民國 88-114 年各次(季)各測站附著板之著生情形。 (空白組為該站尚未設置或流失)

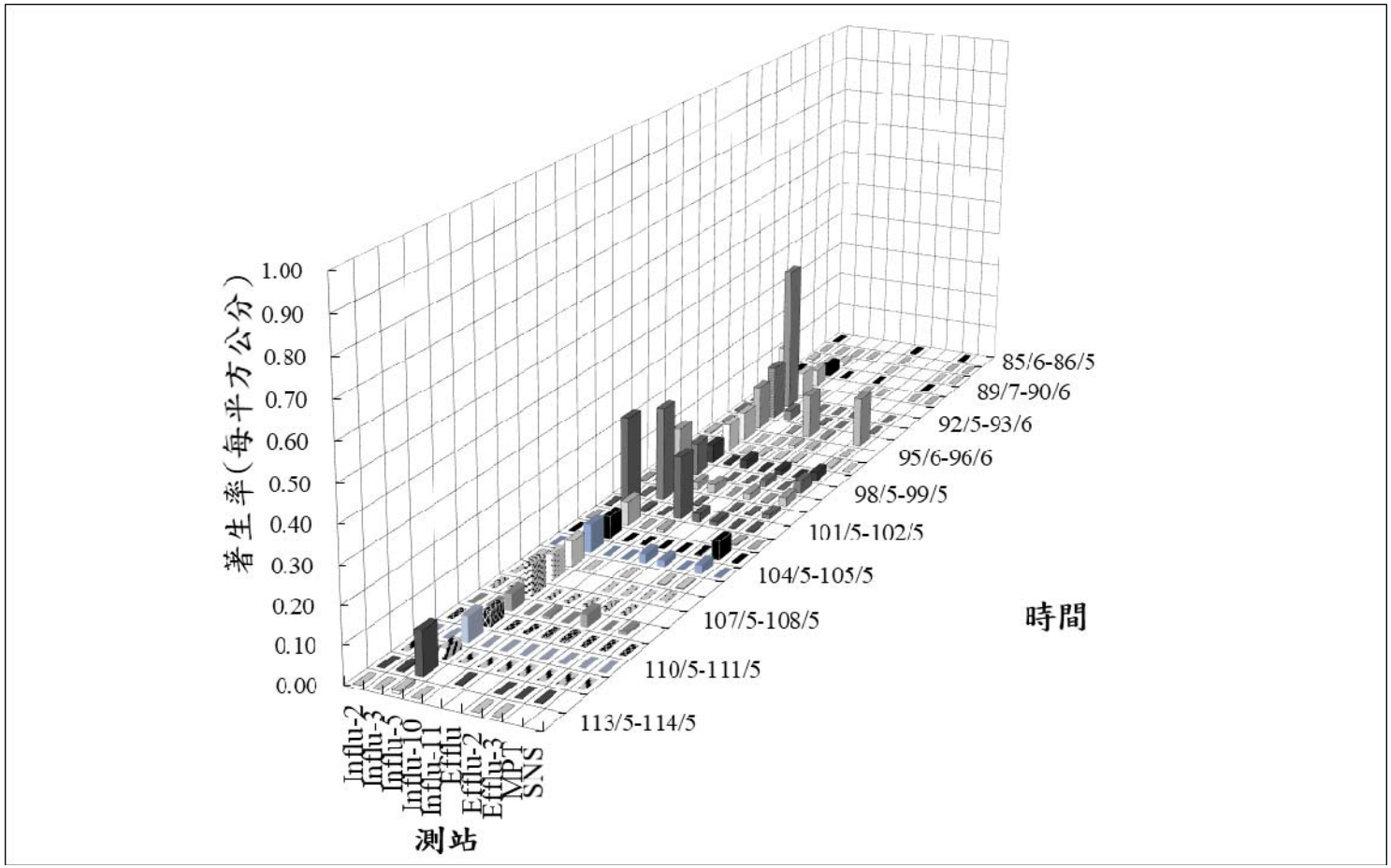


圖 4-13、珊瑚在民國 85-114 年間各測站附著板之著生情形。 (空白組為該站流失)

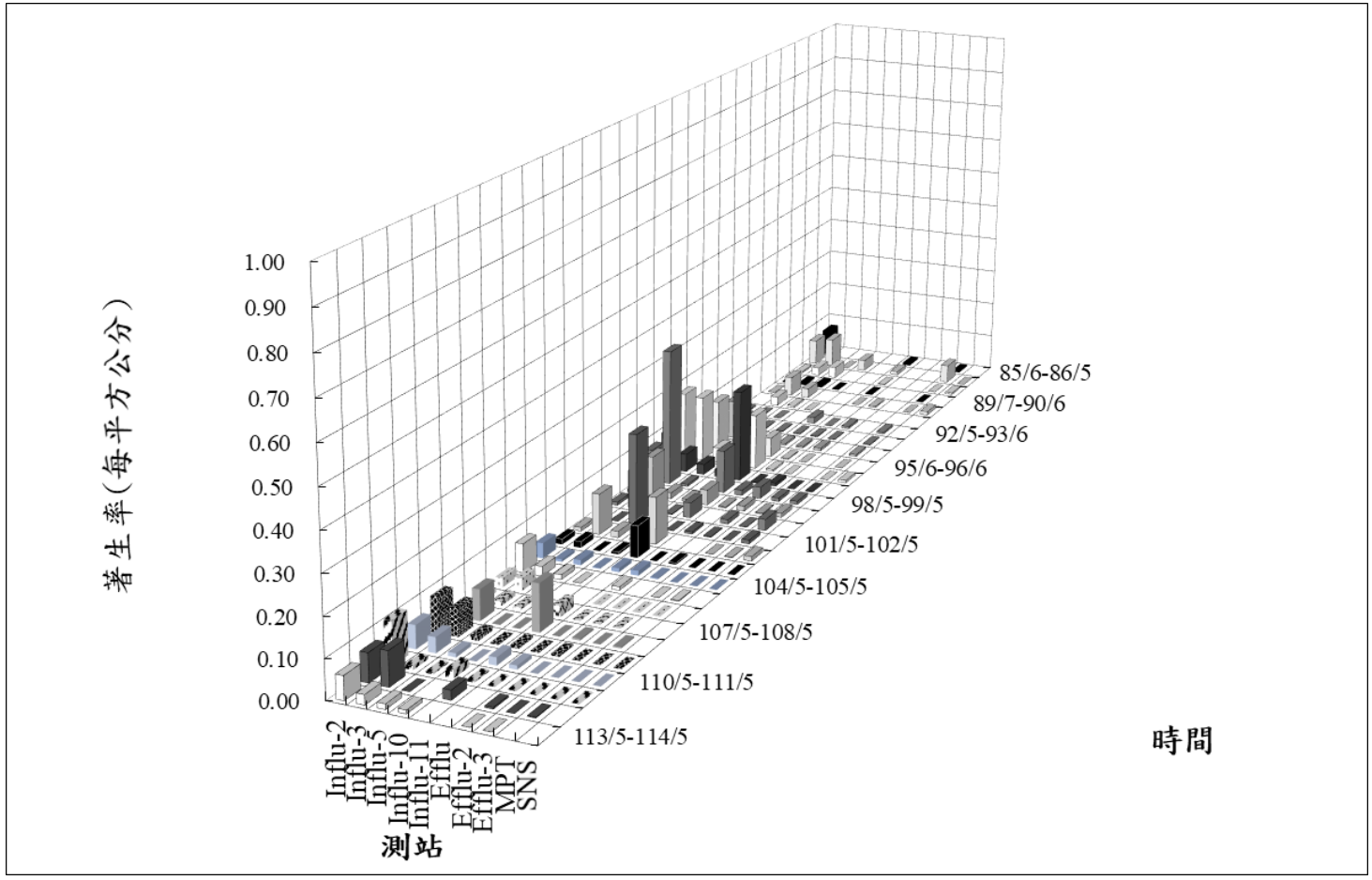


圖 4-14、軟體動物在民國 85-114 年間各測站附著板之著生情形。 (空白組為該站流失)

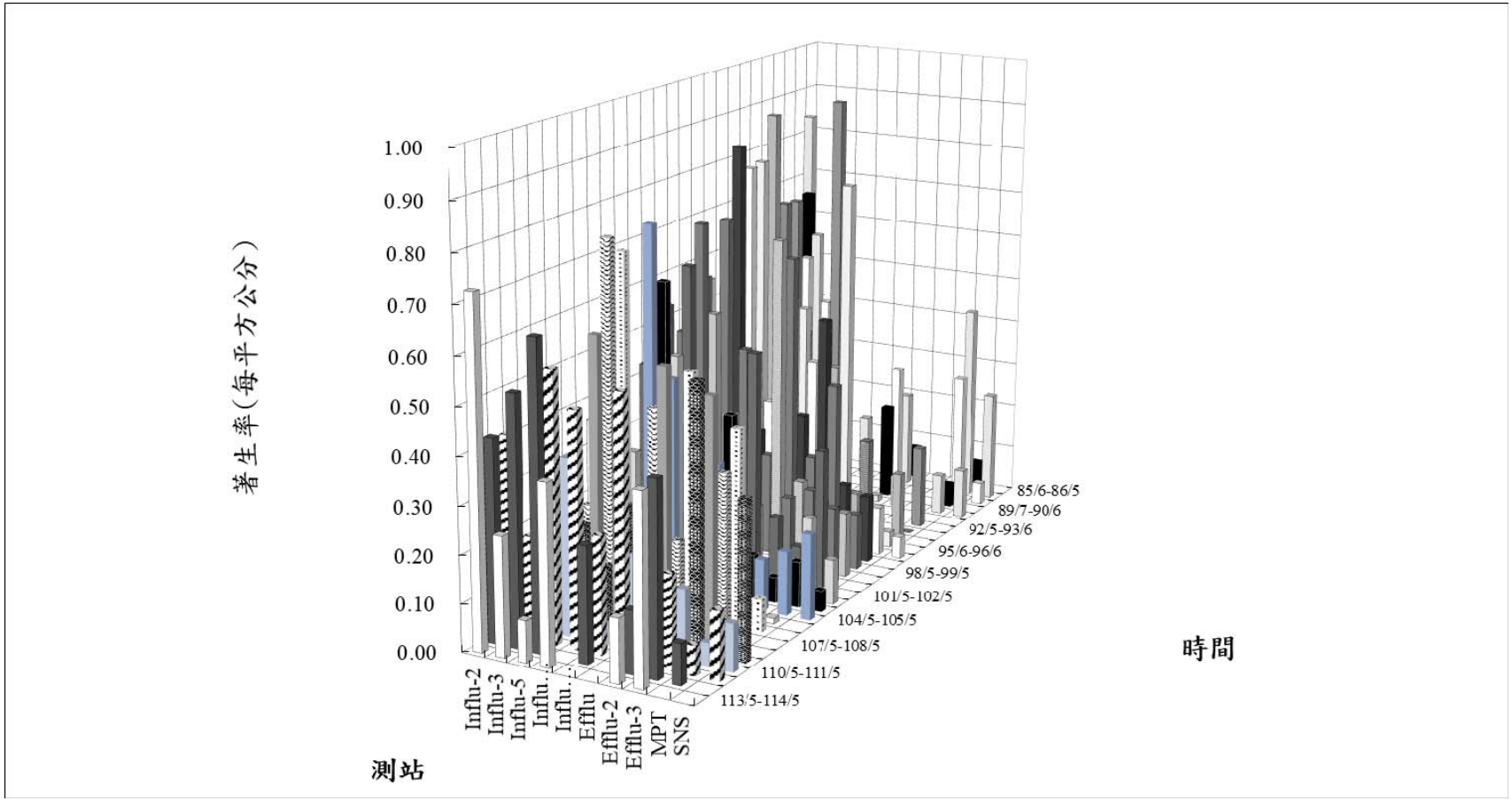


圖 4-15、多毛類在民國 85-114 年間各測站附著板之著生情形。 (空白組為該站流失)

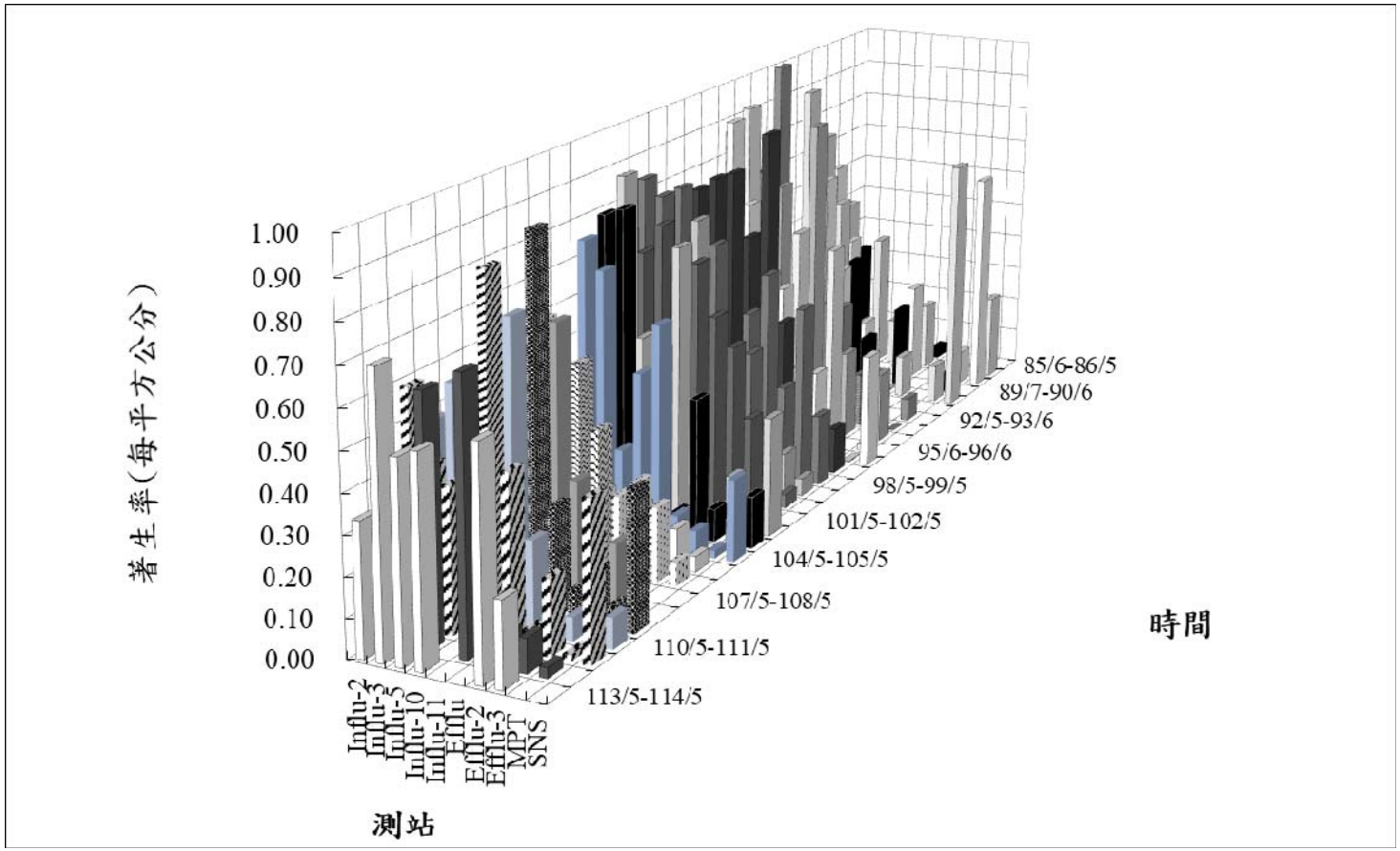


圖 4-16、苔蘚蟲在民國 85-114 年間各測站附著板之著生情形。 (空白組為該站流失)

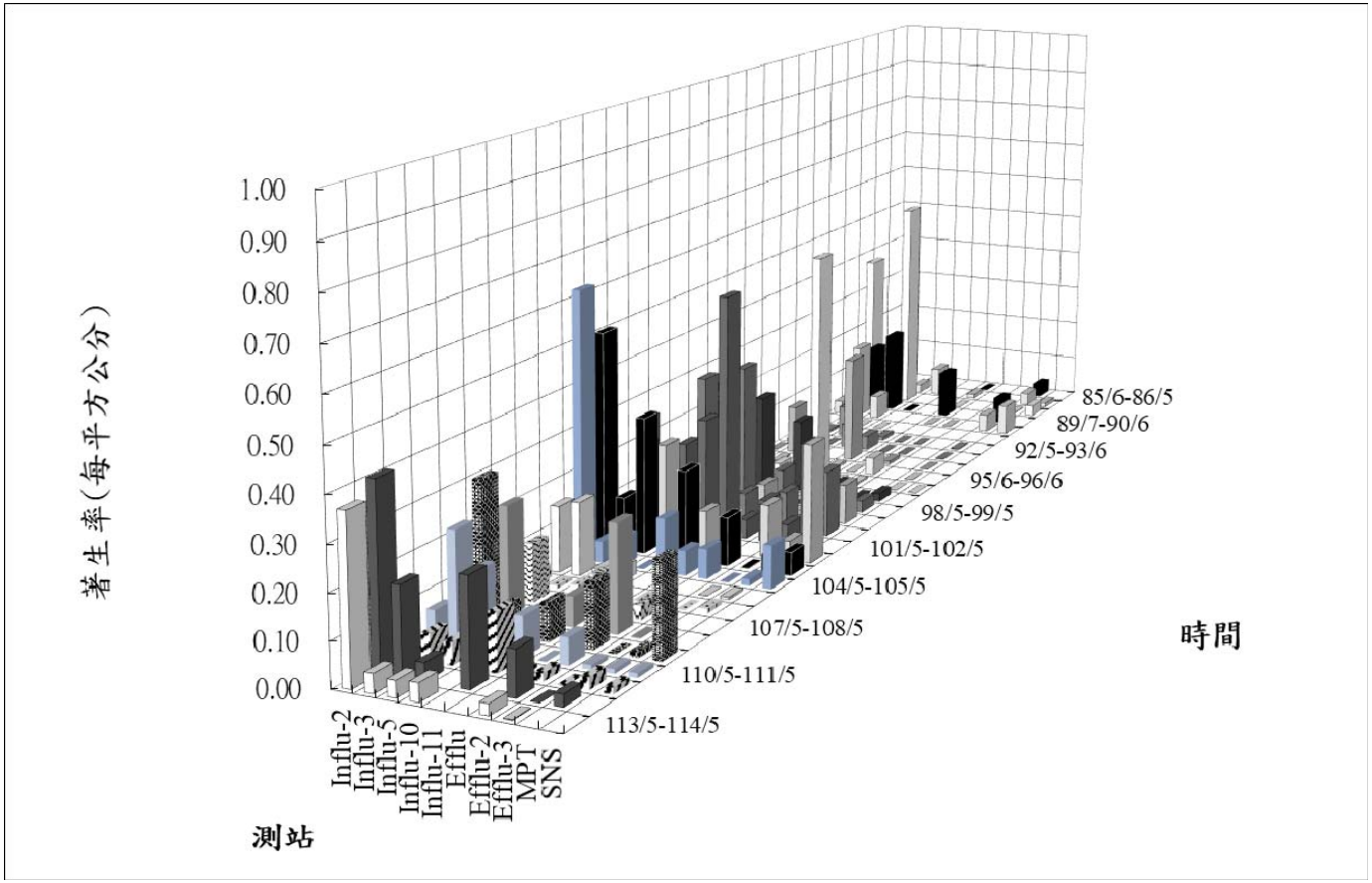


圖 4-17、海鞘在民國 85-114 年間各測站附著板之著生情形。 (空白組為該站流失)

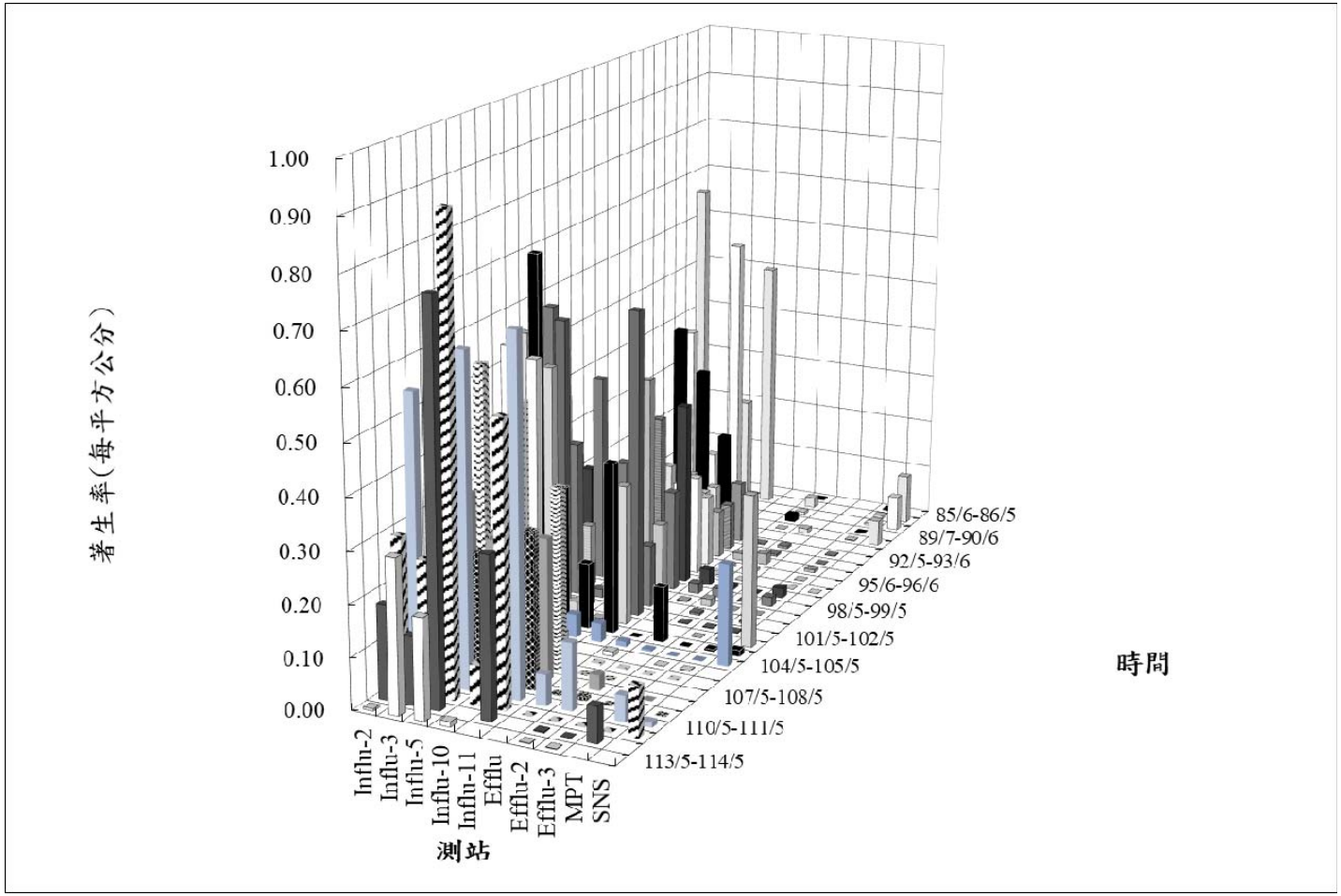


圖 4-18、藤壺在民國 85-114 年間各測站附著板之著生情形。 (空白組為該站流失)

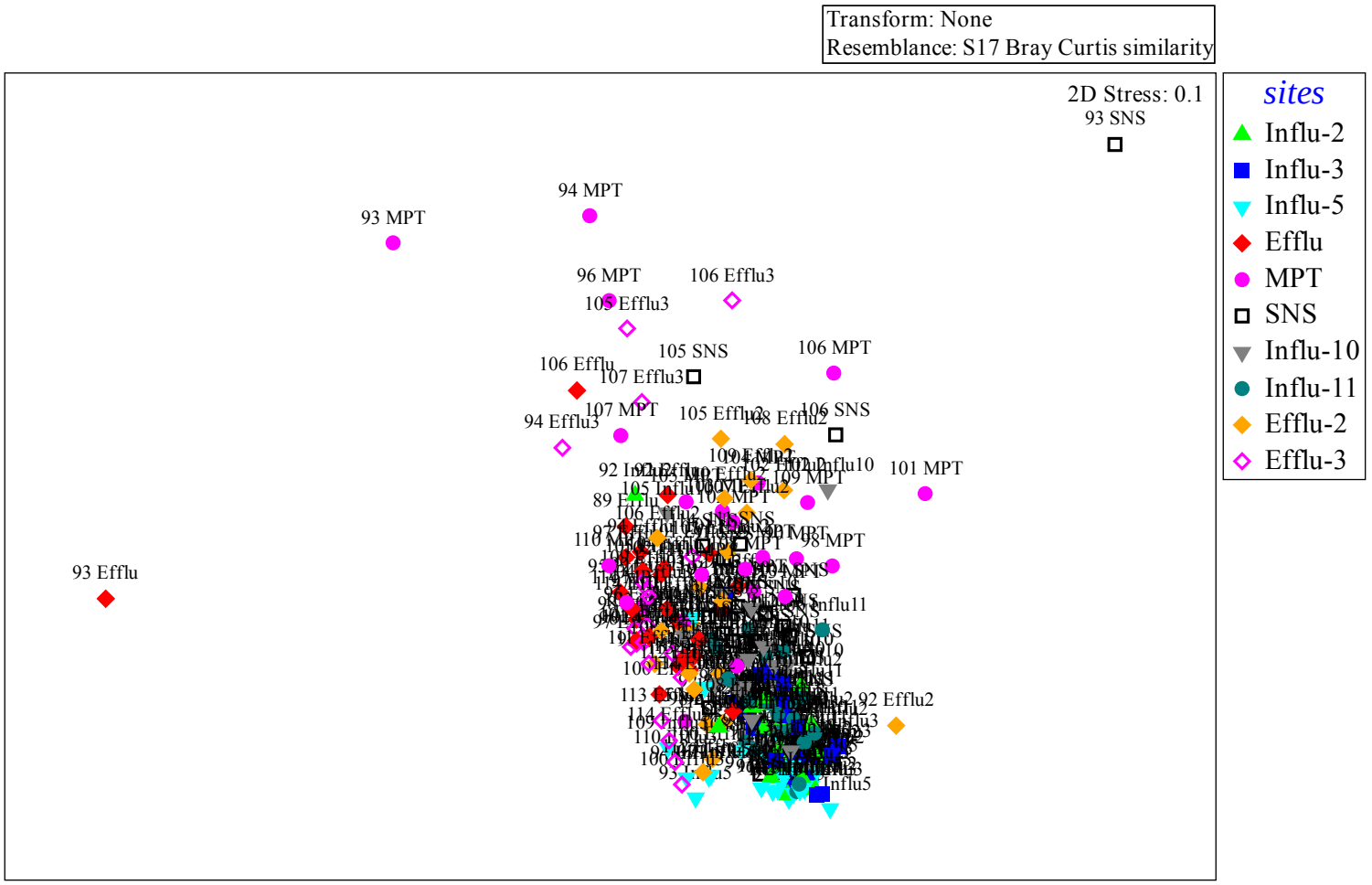


圖 4-19、民國 90-114 年間第 1 次 (冬) 各測站 6 大類底棲動物著生率群聚分析。

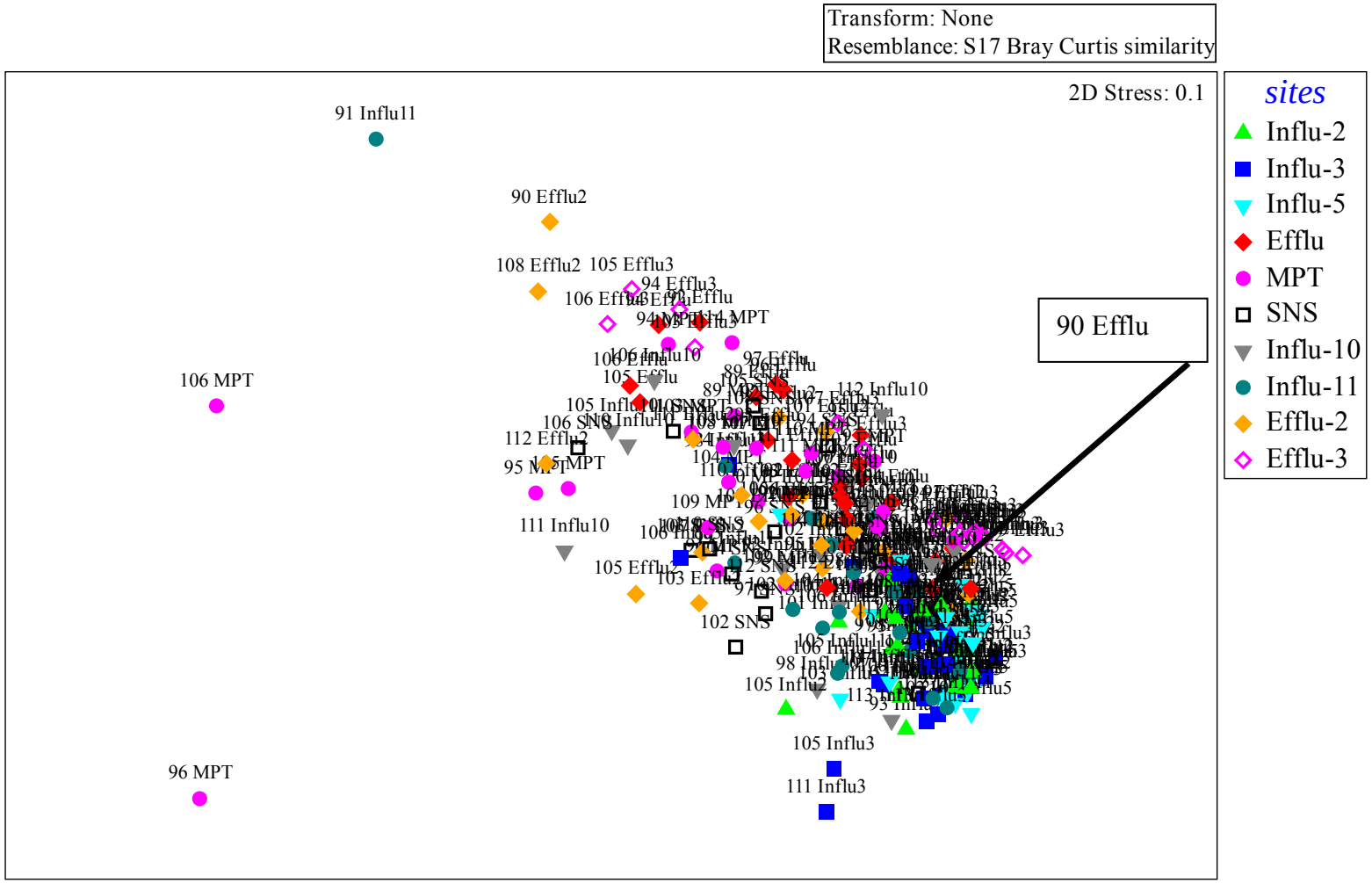


圖 4-20、民國 90-114 年間第 2 次 (春) 各測站 6 大類底棲動物著生率群聚分析。

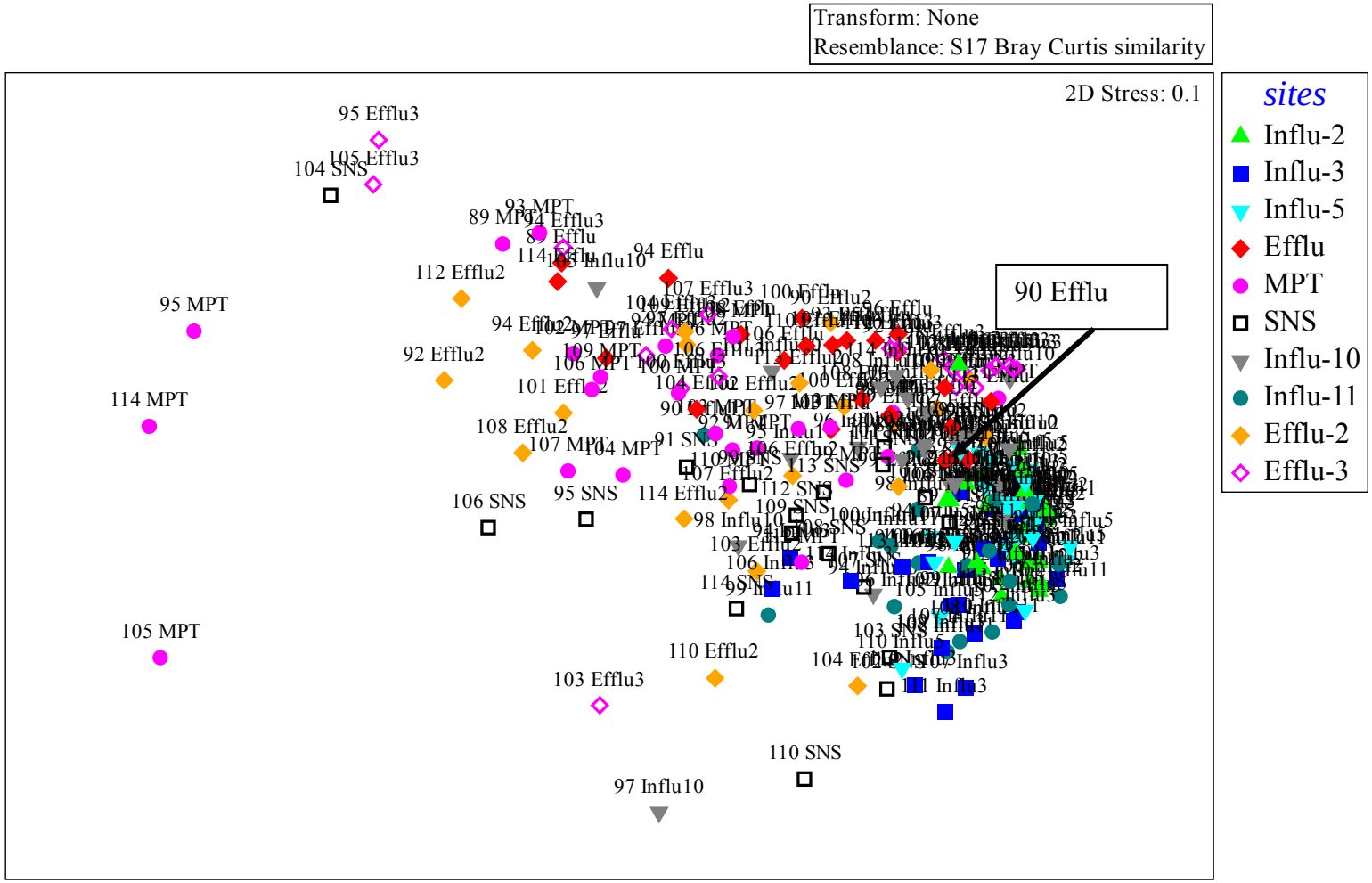


圖 4-21、民國 90-114 年間第 3 次（夏）各測站 6 大類底棲動物著生率群聚分析。

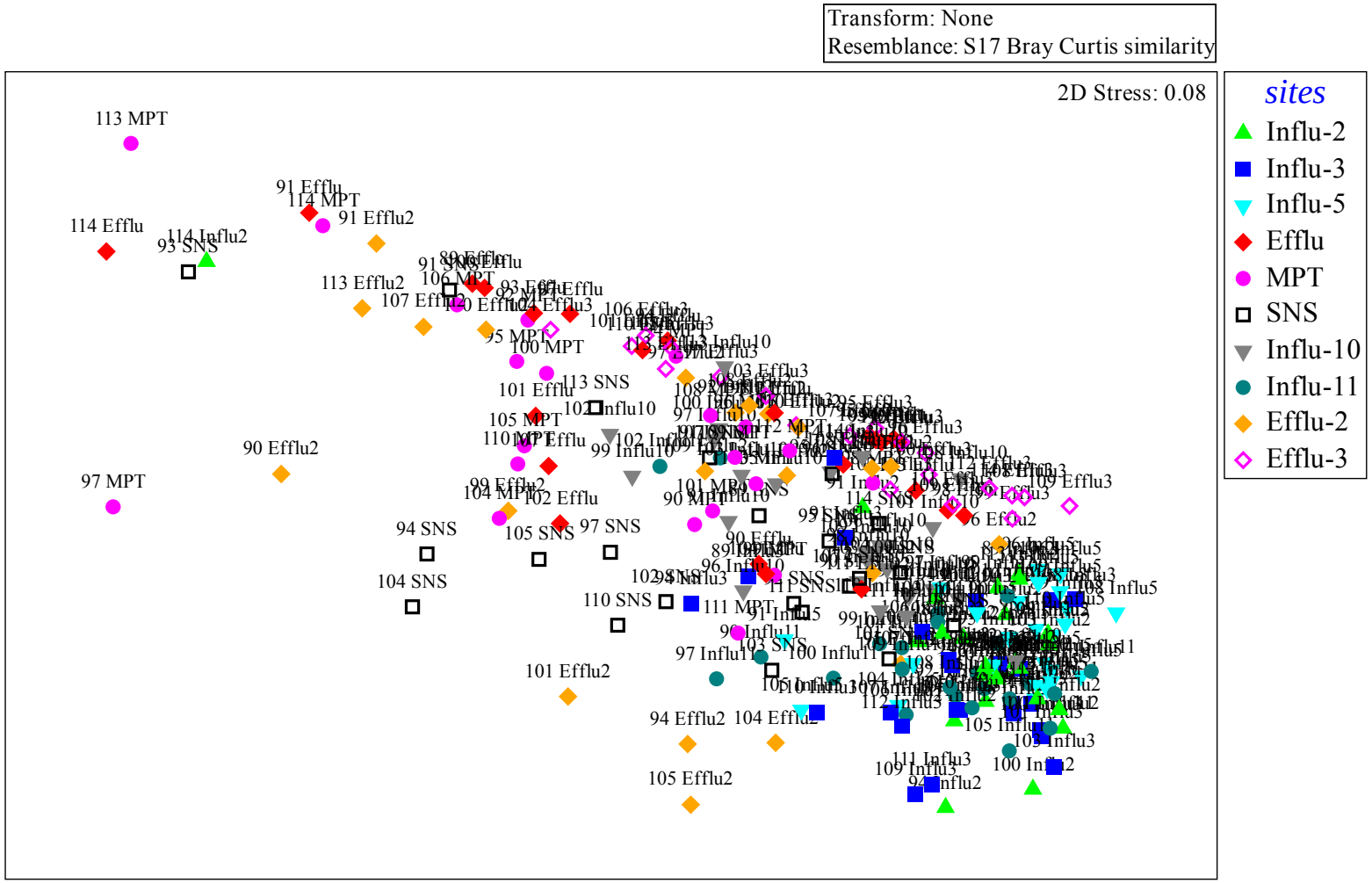


圖 4-22、民國 90-114 年間第 4 次 (秋) 各測站 6 大類底棲動物著生率群聚分析。

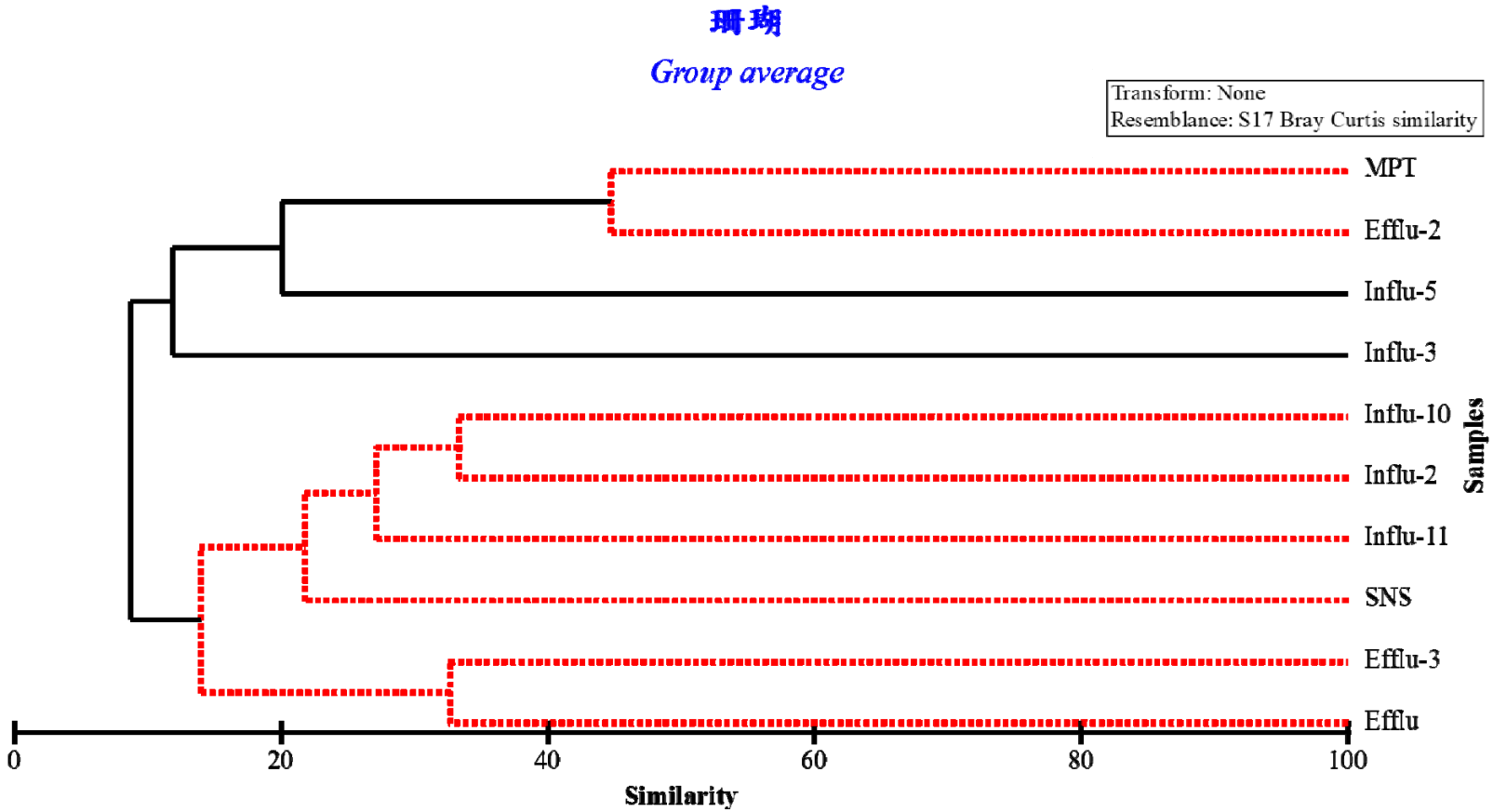


圖 4-23、珊瑚民國 87-114 年各測站著生率之相似度群聚分析。虛線：表測站間無顯著差異。

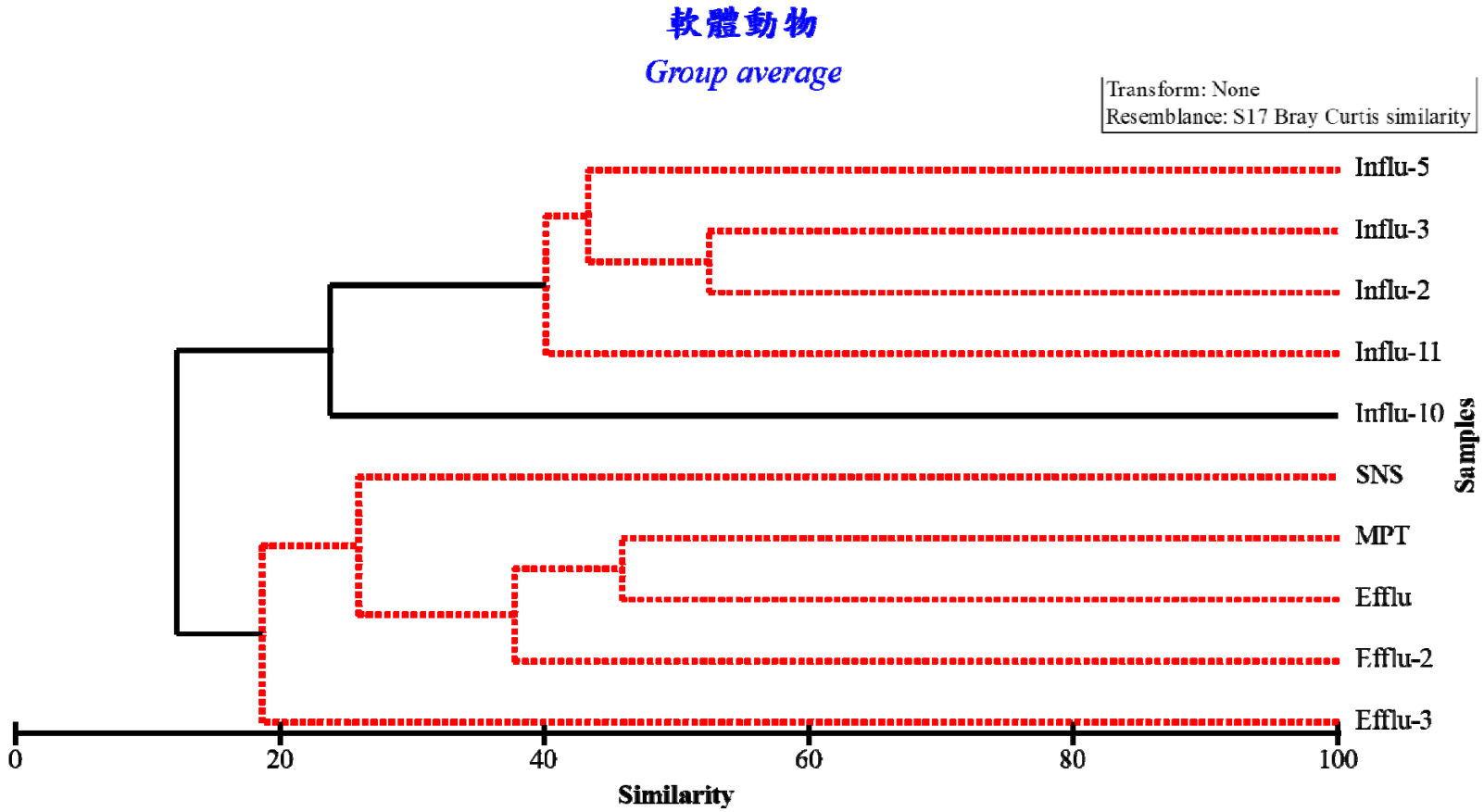


圖 4-24、軟體動物民國 87-114 年各測站著生率之相似度群聚分析。虛線：表測站間無顯著差異。

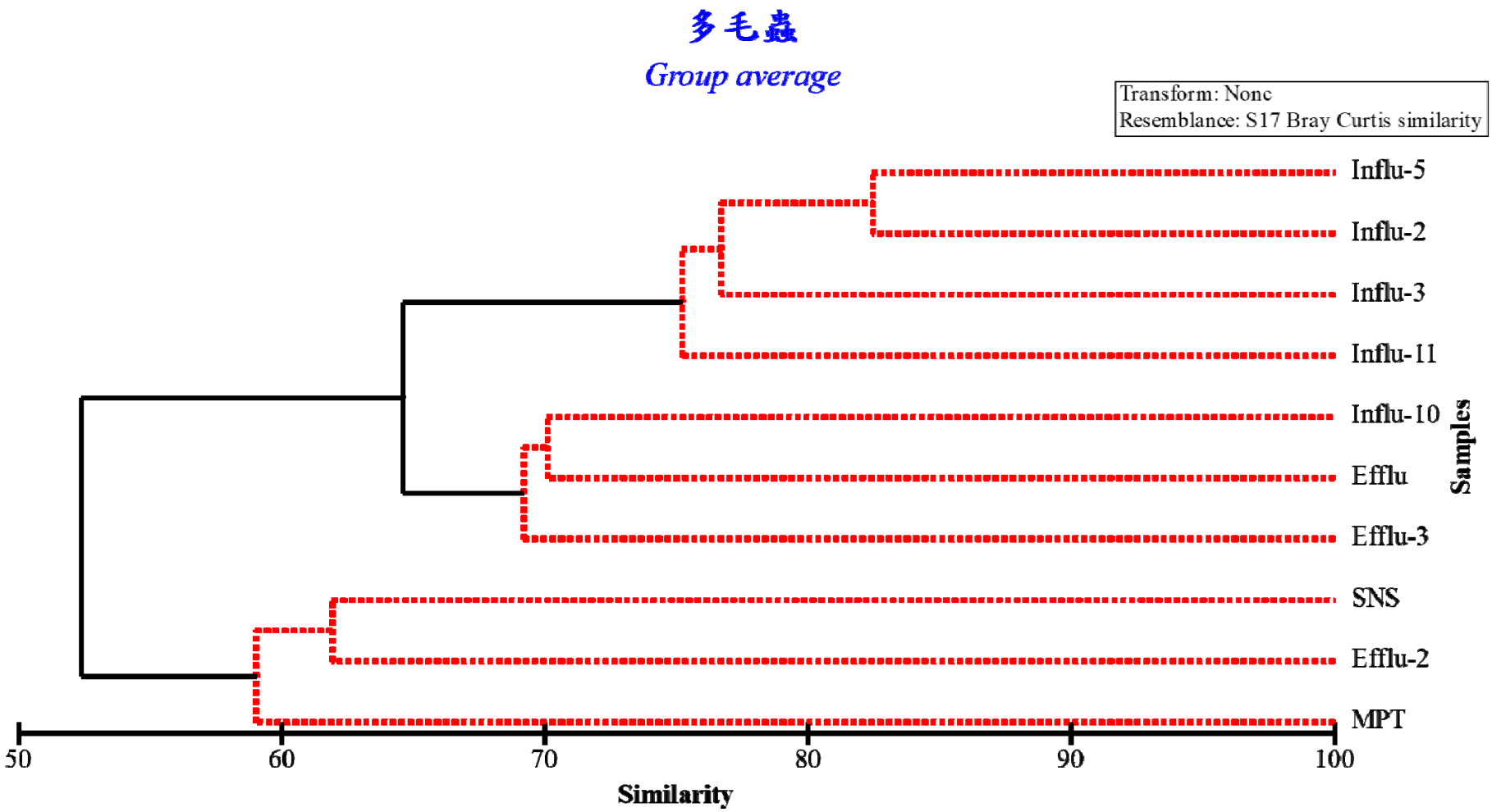


圖 4-25、多毛蟲民國 87-114 年各測站著生率之相似度群聚分析。虛線：表測站間無顯著差異。

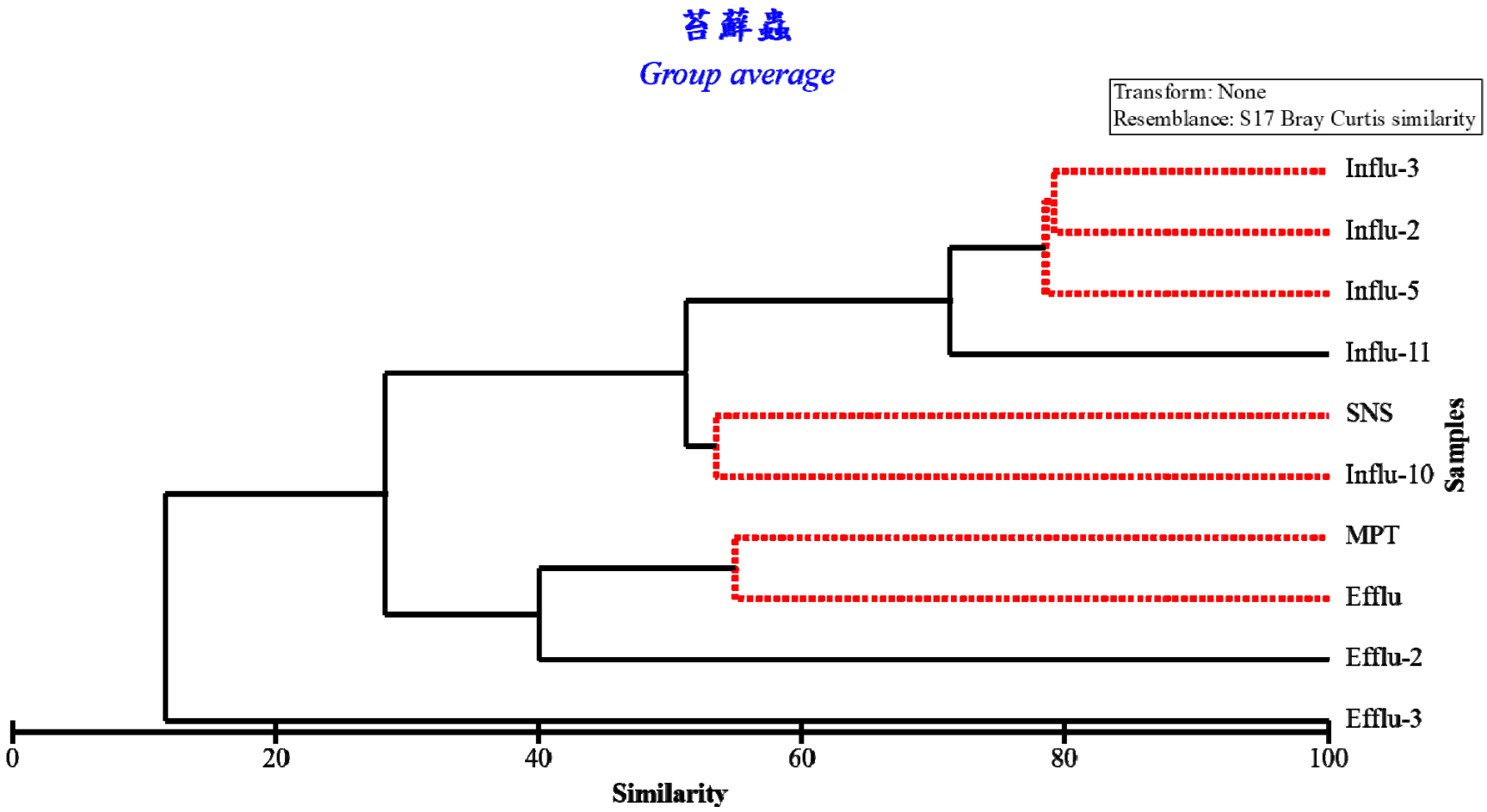


圖 4-26、苔蘚蟲民國 87-114 年各測站著生率之相似度群聚分析。虛線：表測站間無顯著差異。

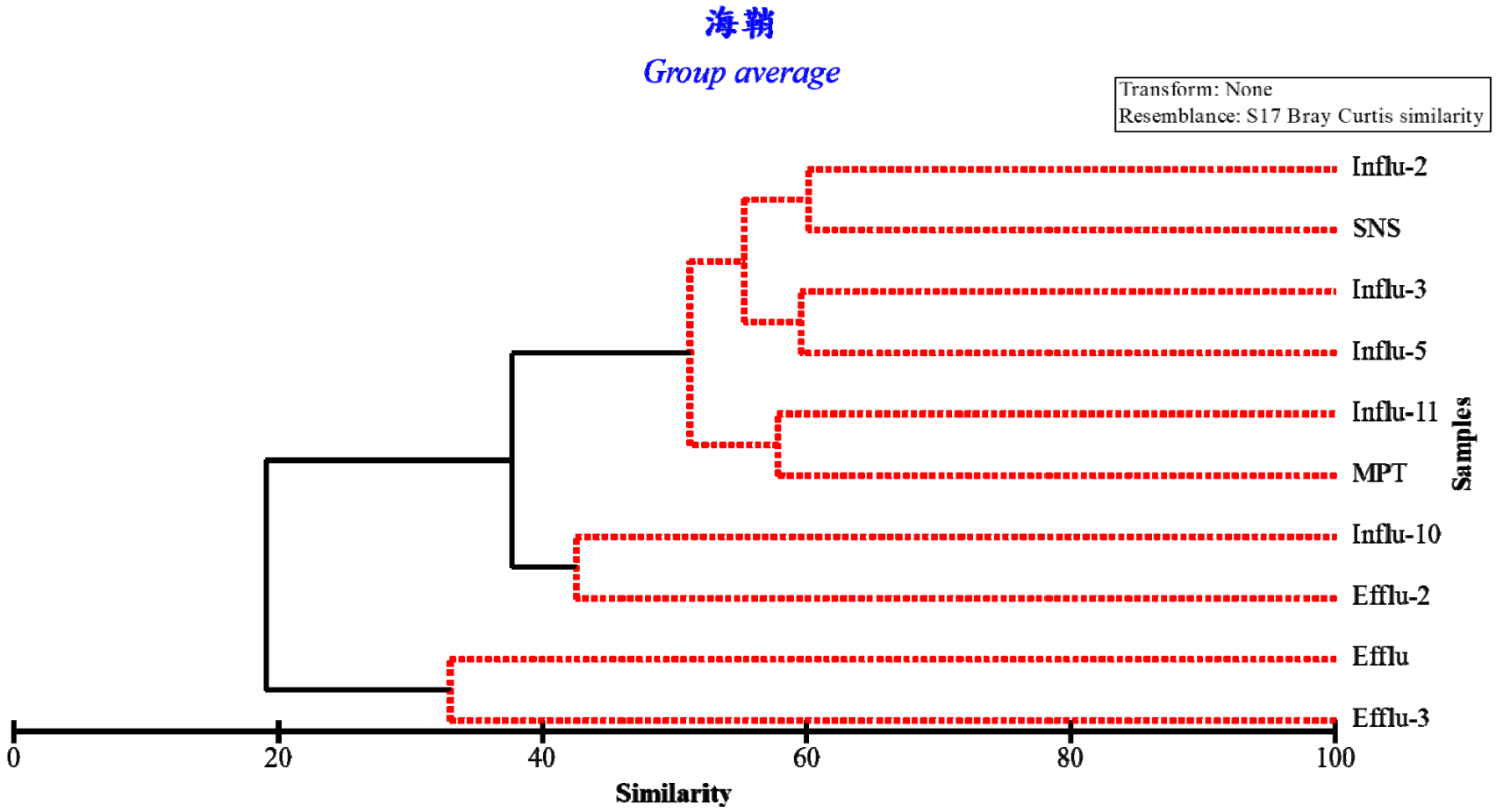


圖 4-27、海鞘民國 87-114 年各測站著生率之相似度群聚分析。虛線：表測站間無顯著差異。

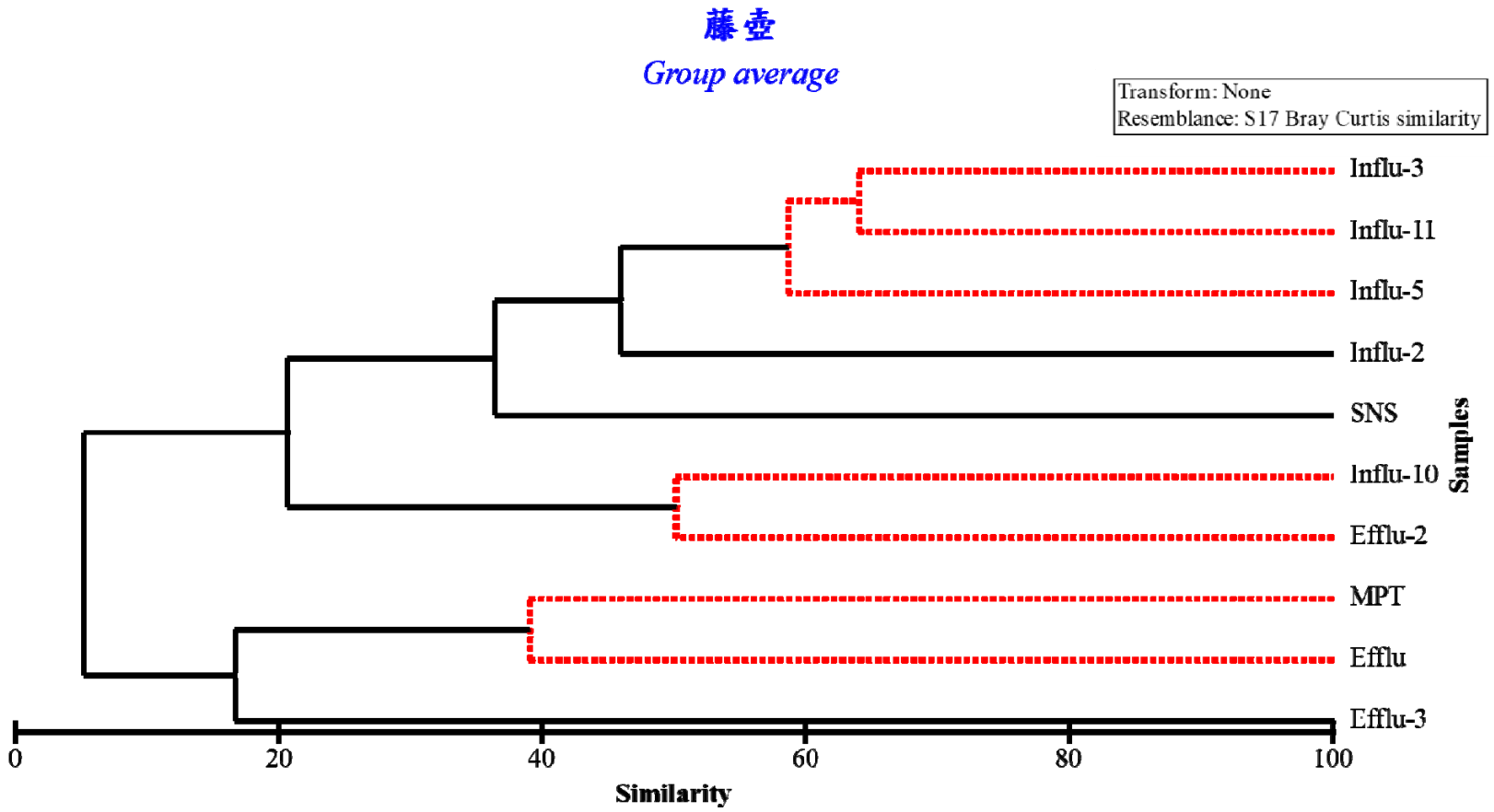


圖 4-28、藤壺民國 87-114 年各測站著生率之相似度群聚分析。虛線：表測站間無顯著差異。

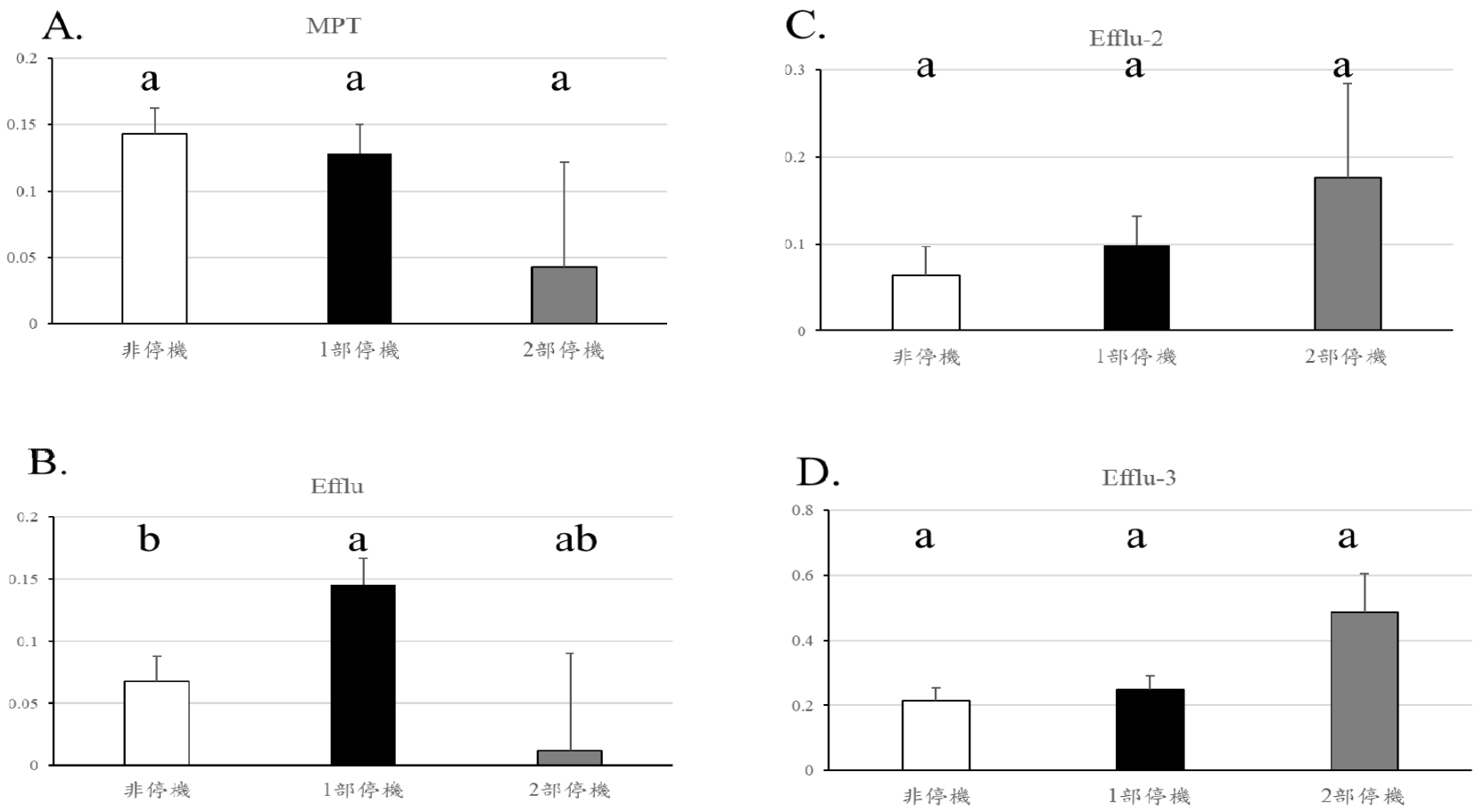


圖 4-29、出水口南側小灣測站之多毛蟲著生率在停機及非停機維修時期的比較。
A.貓鼻頭 (MPT) 之著生率為基準；B.水深 8 公尺處 (Efflu)；C.水深 9 公尺處 (Efflu-2)；D.水深 3 公尺處 (Efflu-3)；
a, b：表示停機與非停機維修時期之著生率有顯著差異 (one-way ANOVA, $p<0.05$; $a > b$)。

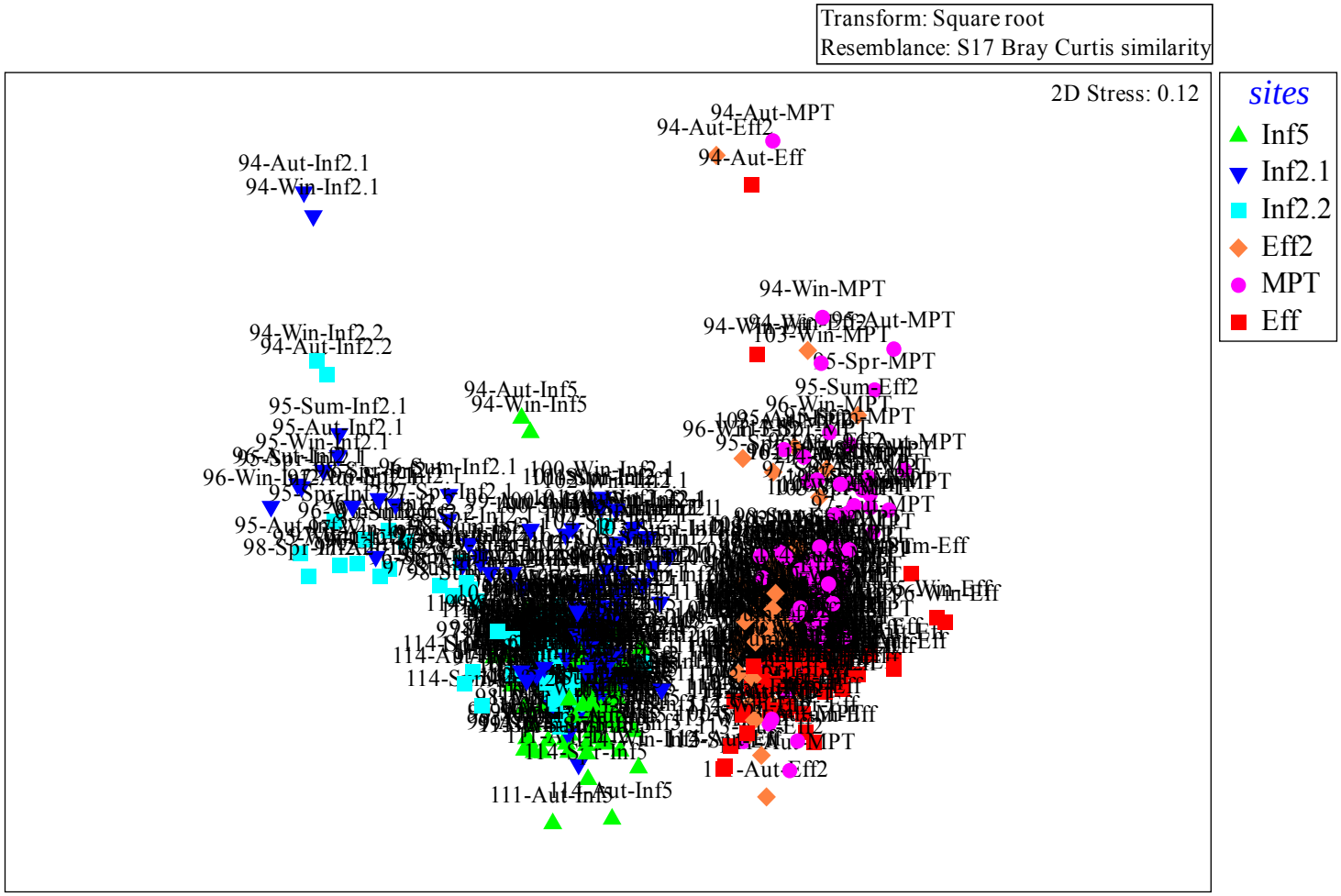


圖 4-30、固定橫截線調查入水口及出水口南側各測線底棲生物出現率之群聚分析。

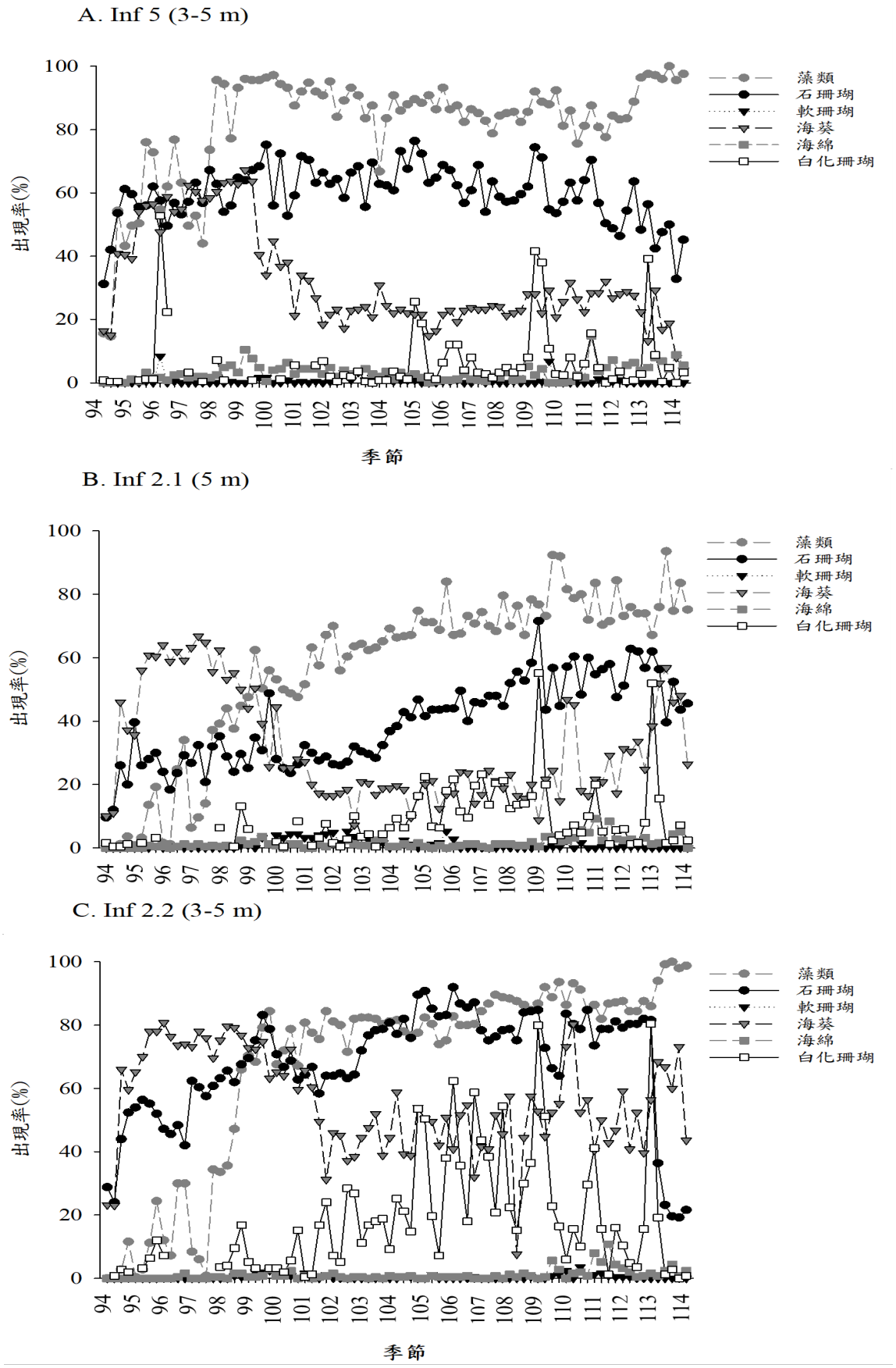


圖 4-31、固定橫截線調查入水口各測線底棲生物出現率。

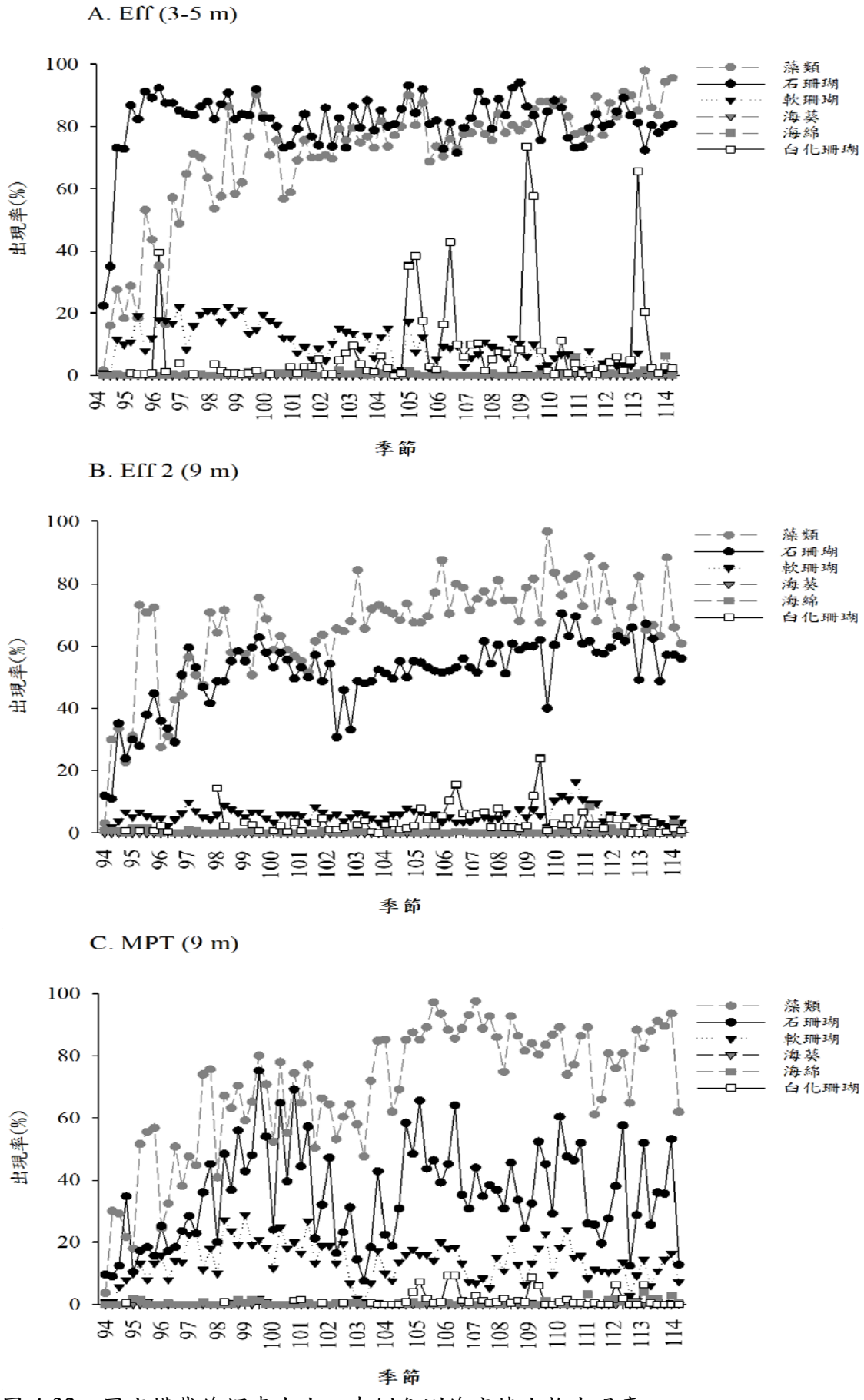


圖 4-32、固定橫截線調查出水口南側各測線底棲生物出現率。

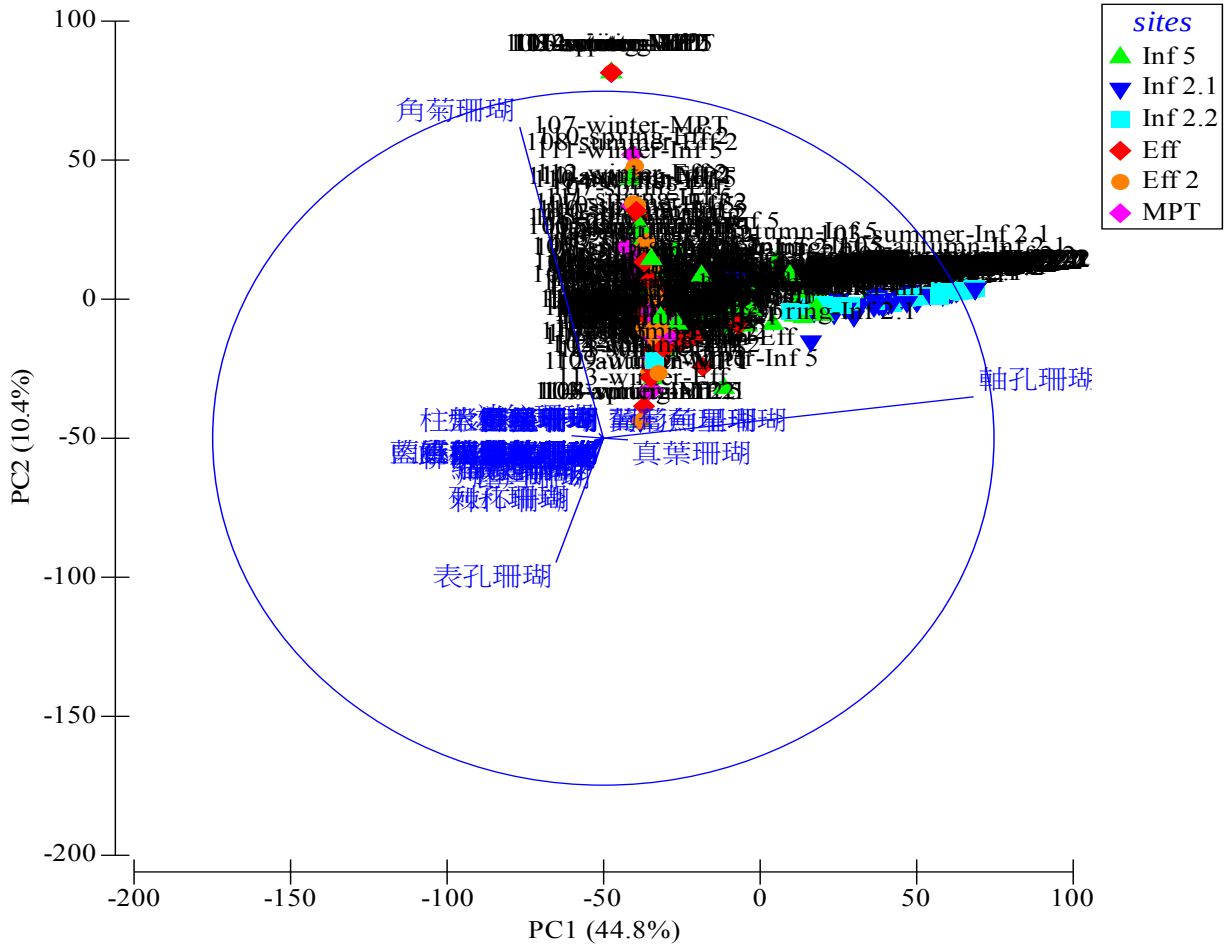


圖 4-33、固定橫截線調查入水口及出水口南側各測線白化珊瑚出現率之主成份分析。

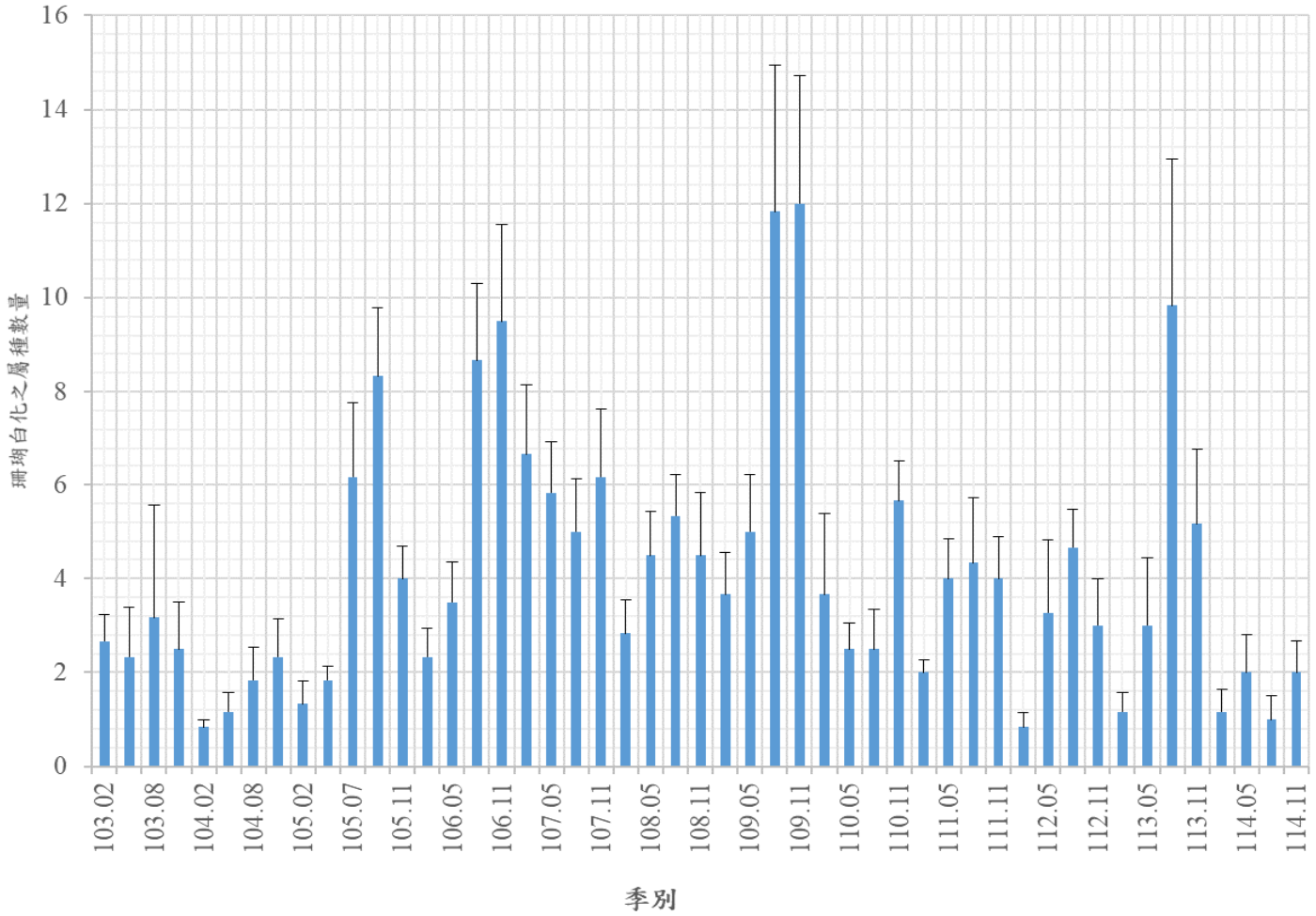
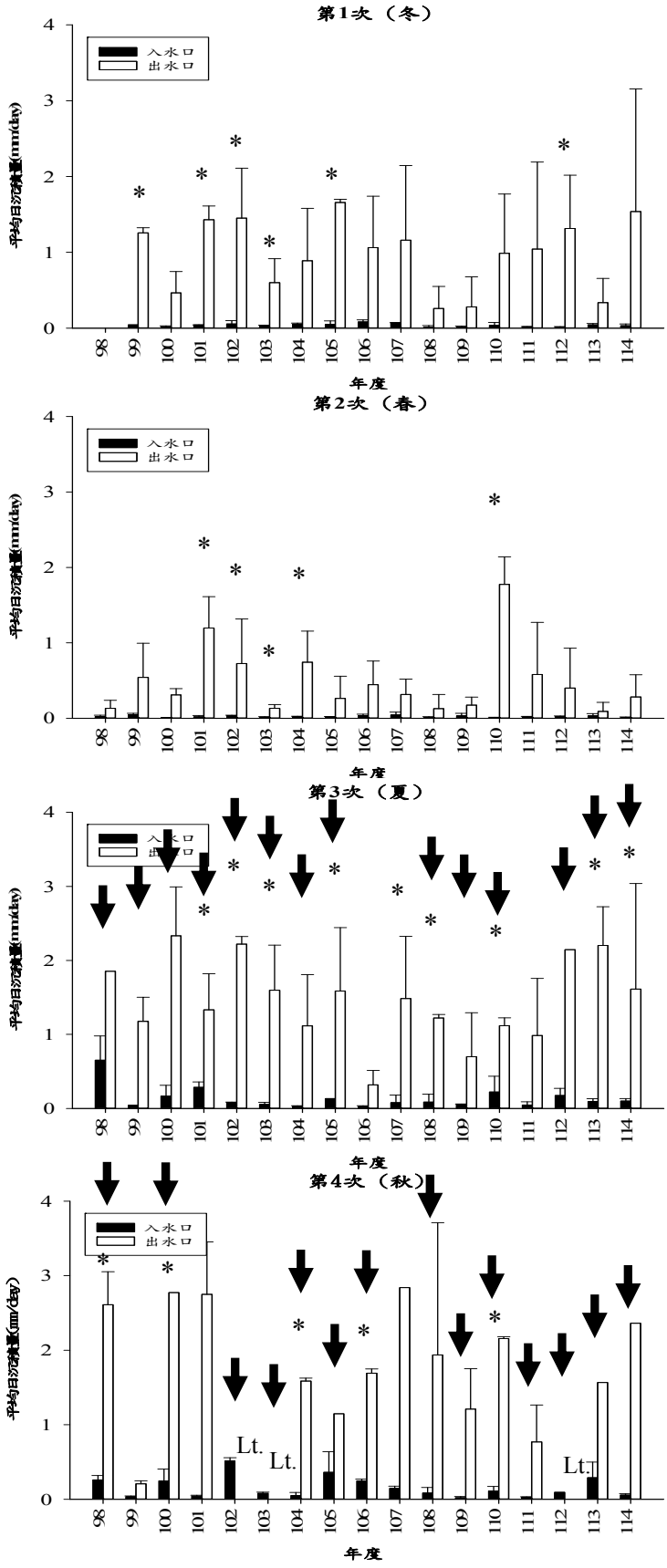


圖 4-34、各季固定橫截線調查入水口及出水口南側各測線白化珊瑚平均之物種數變化圖。



註: *:入水口與出水口有顯著差異(T-test, p<0.05); ⬇: 颱風影響; Lt.:流失

圖 4-35、歷年 4 次 (季) 入、出水口各測站的沉積物沉積量。

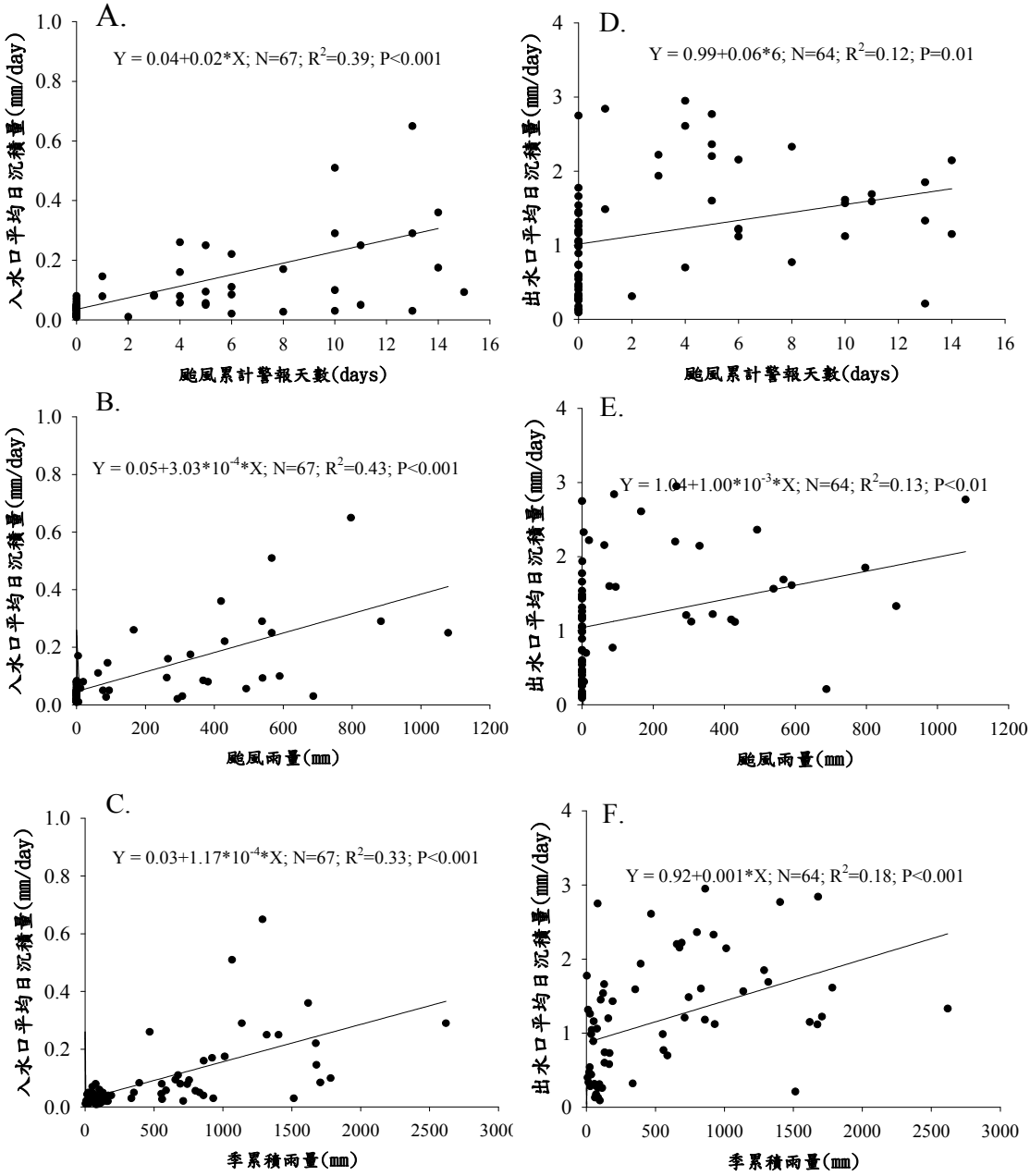


圖 4-36、各次 (季) 颱風之累計警報天數及雨量與入、出水口的沉積物沉積量之迴歸相關圖。
A.颱風累計警報天數對入水口沉積量；B.颱風雨量對入水口沉積量；
C.季累積雨量對入水口沉積量；D.颱風累計警報天數對出水口沉積量；
E.颱風雨量對出水口沉積量；F.季累積雨量對出水口沉積量。

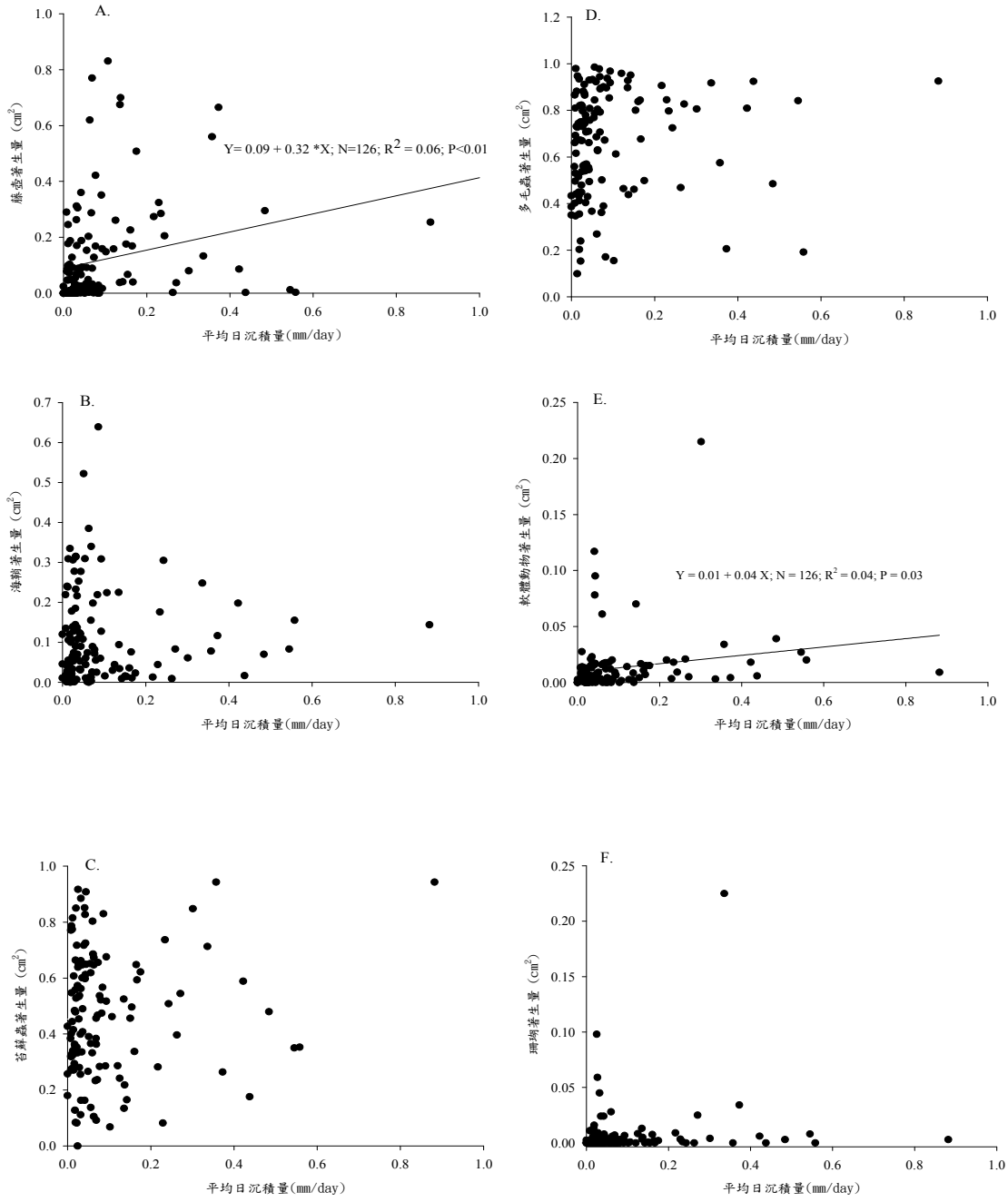


圖 4-37、入水口各測站之沉積物日沉積量與各類底棲動物著生率之迴歸相關圖。A.藤壺；B.海鞘；C.苔蘚蟲；D.多毛蟲；E.軟體動物；F.珊瑚。

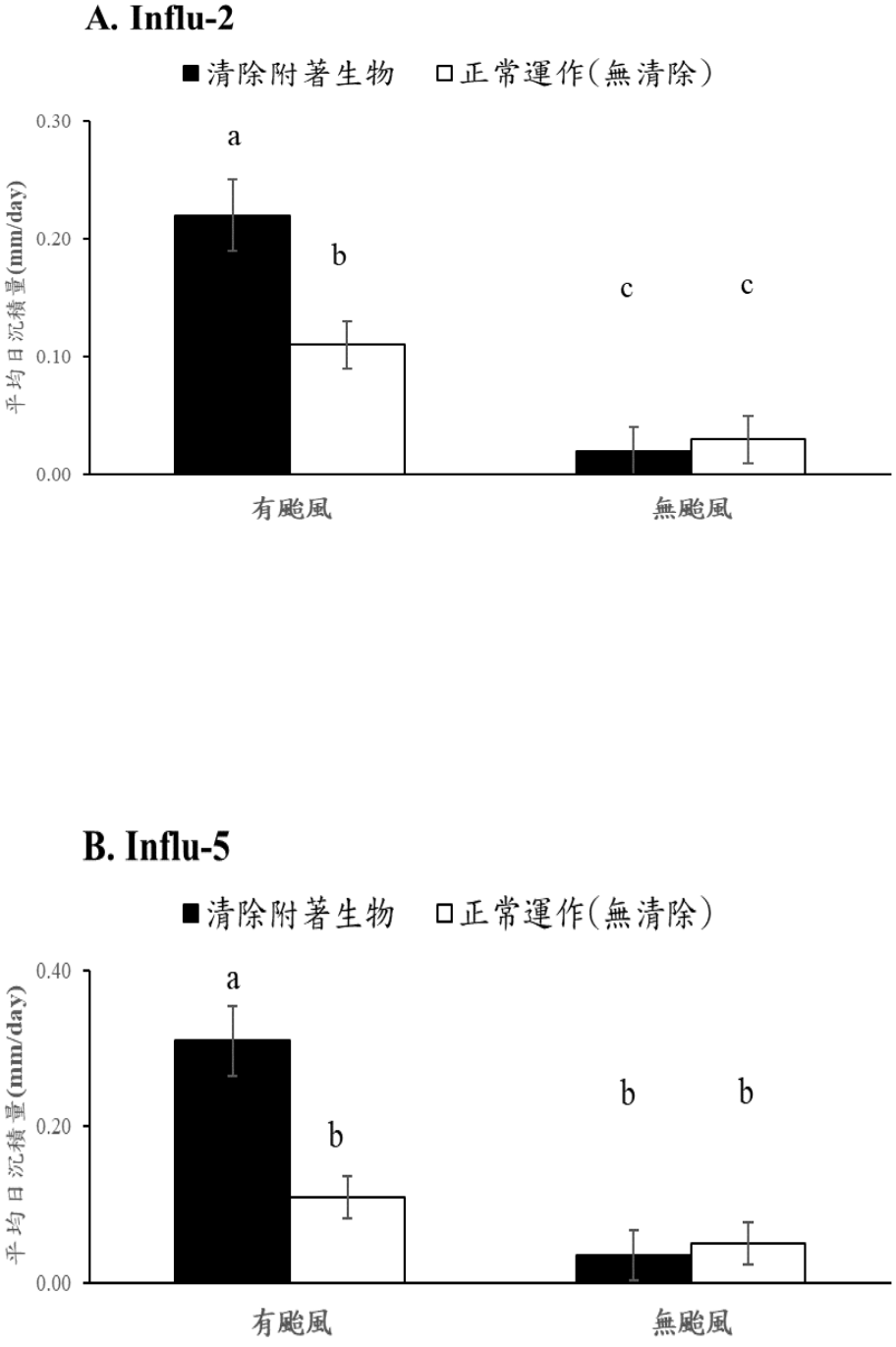
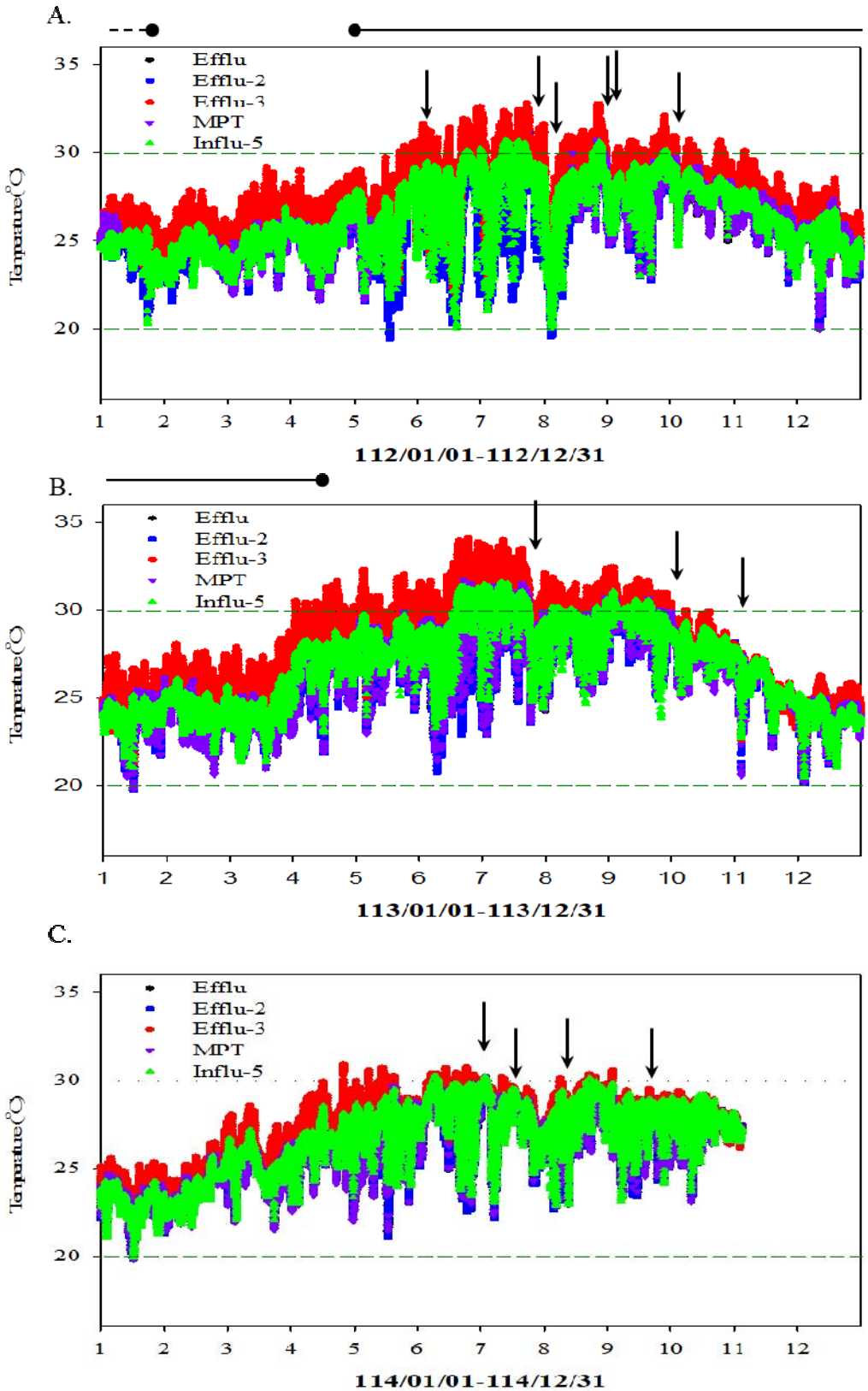


圖 4-38、入水口內二測站在停機清除附著生物時期及正常運作時期，及在颱風季與非颱風季之沉積量比較。

A：北側 (Influ-2) ;B：南側 (Influ-5) (two-way ANOVA, $p<0.05$, a>b)。



註：↓：颱風期；●—●：聖嬰時期；●-●：反聖嬰時期

虛線：為水溫 30°C 及 20°C 之界線

圖 4-39、民國 112-114 年出水口南側及入水口各測站之水溫變化圖。

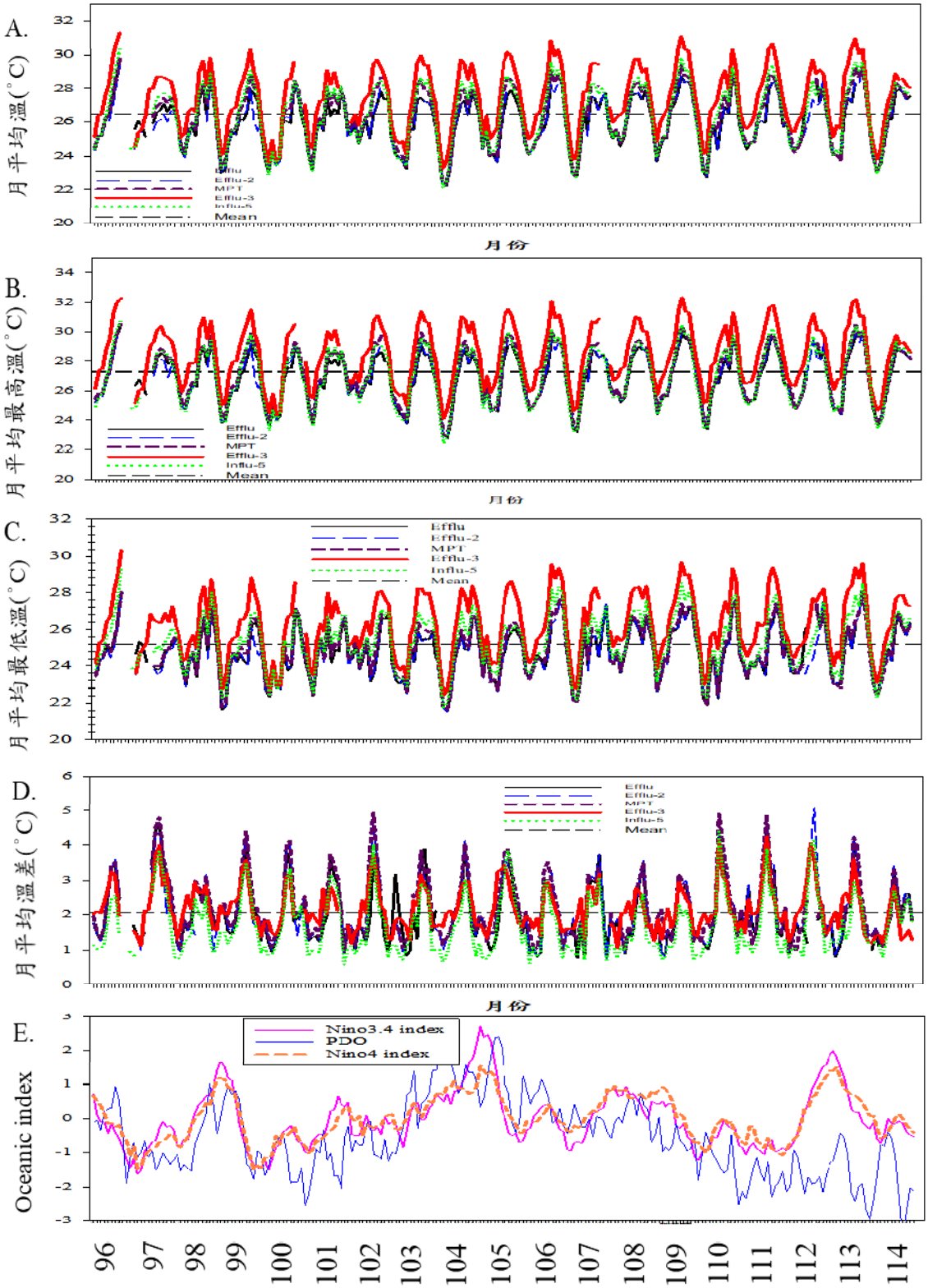
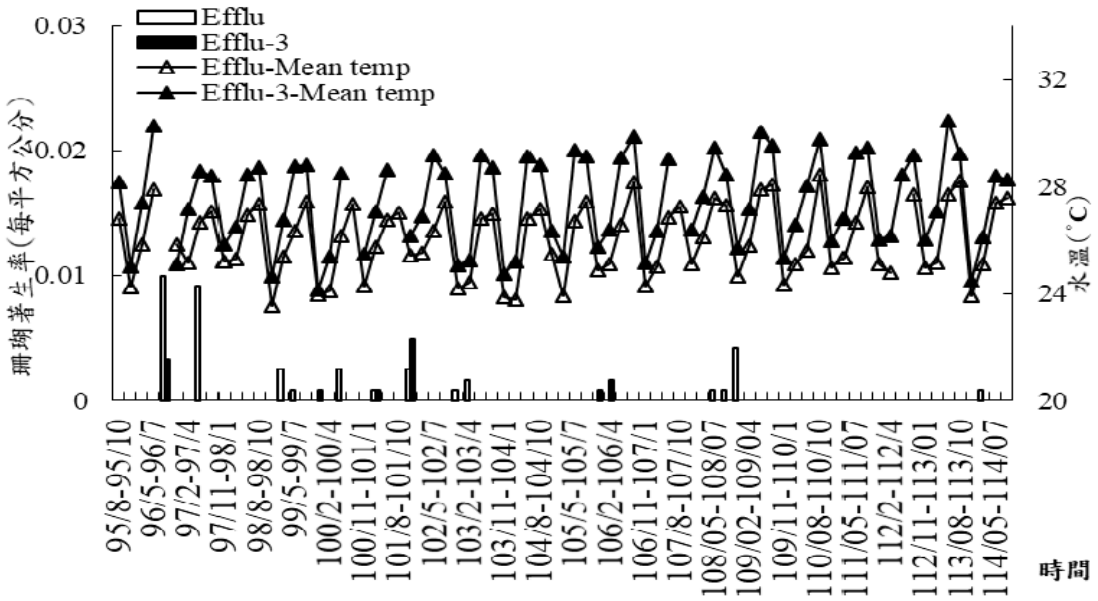


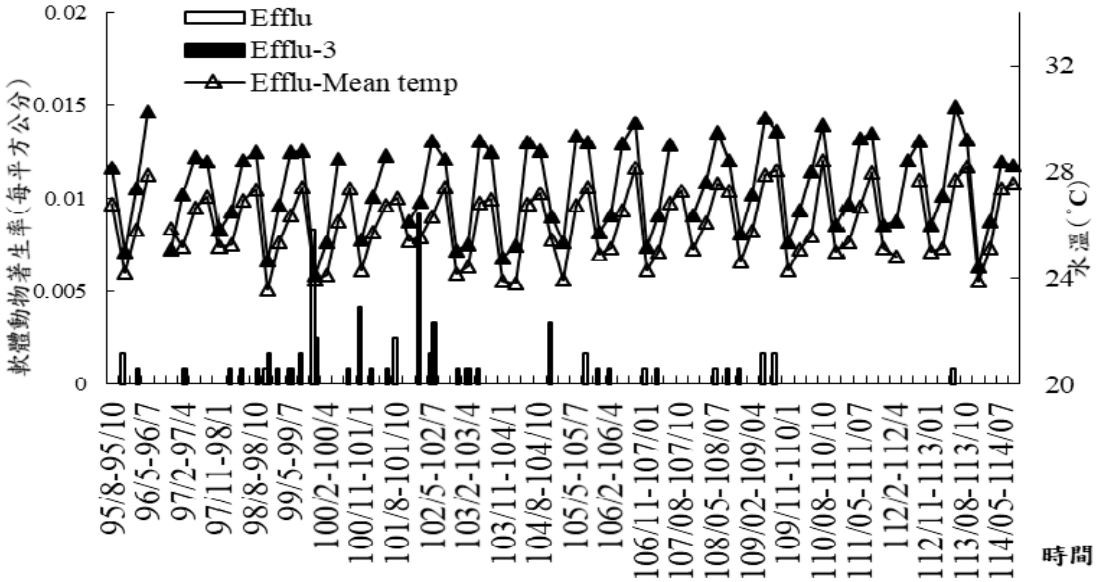
圖 4-40、民國 96-114 年出水口南側及入水口各測站之各月水溫、Niño3.4、Niño4 及 PDO index 變化圖。

A.月平均溫；B.月平均最高溫；C.月平均最低溫；D.月平均溫差；E. Niño3.4、Niño4 及 PDO index。



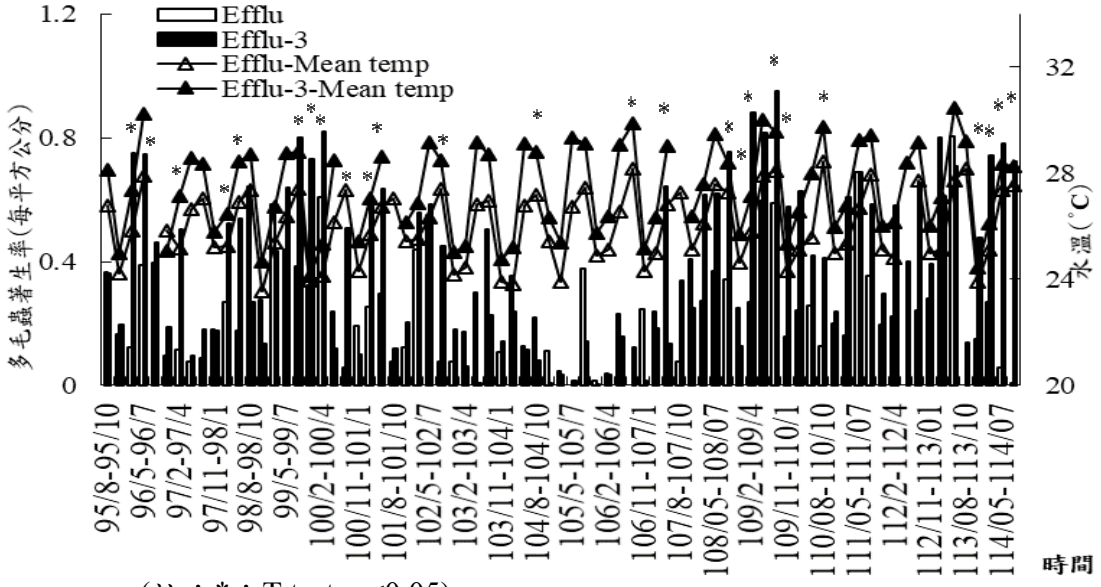
(註：*：T-test, p<0.05)

圖 4-41、出水口南側水深 8 公尺處 (Efflu) 與水深 3 公尺處 (Efflu-3) 的珊瑚著生率比較。



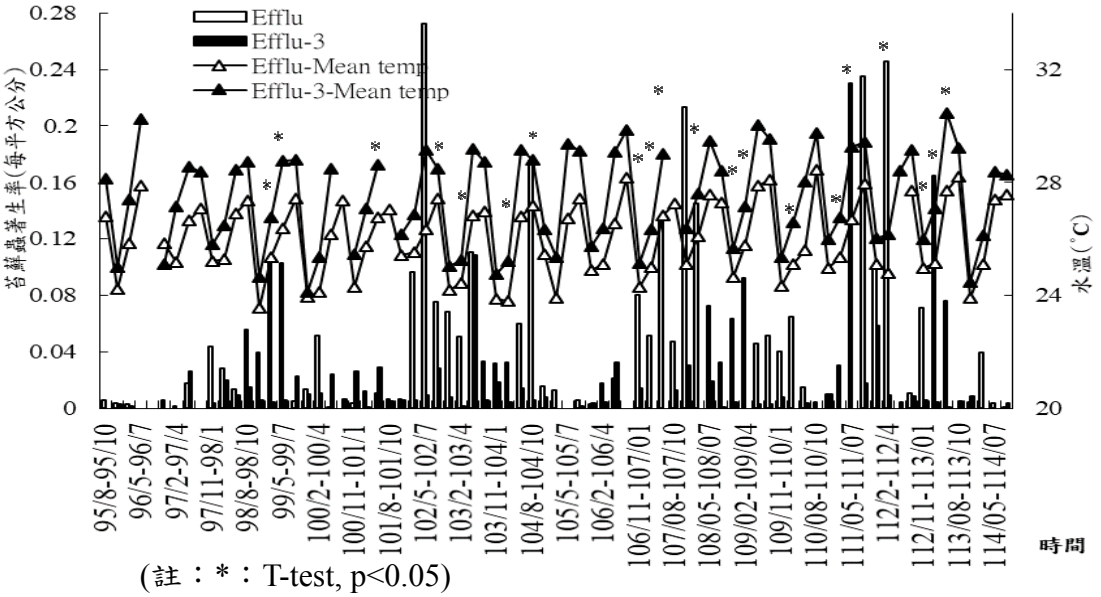
(註：*：T-test, p<0.05)

圖 4-42、出水口南側水深 8 公尺處 (Efflu) 與水深 3 公尺處 (Efflu-3) 的軟體動物著生率比較。



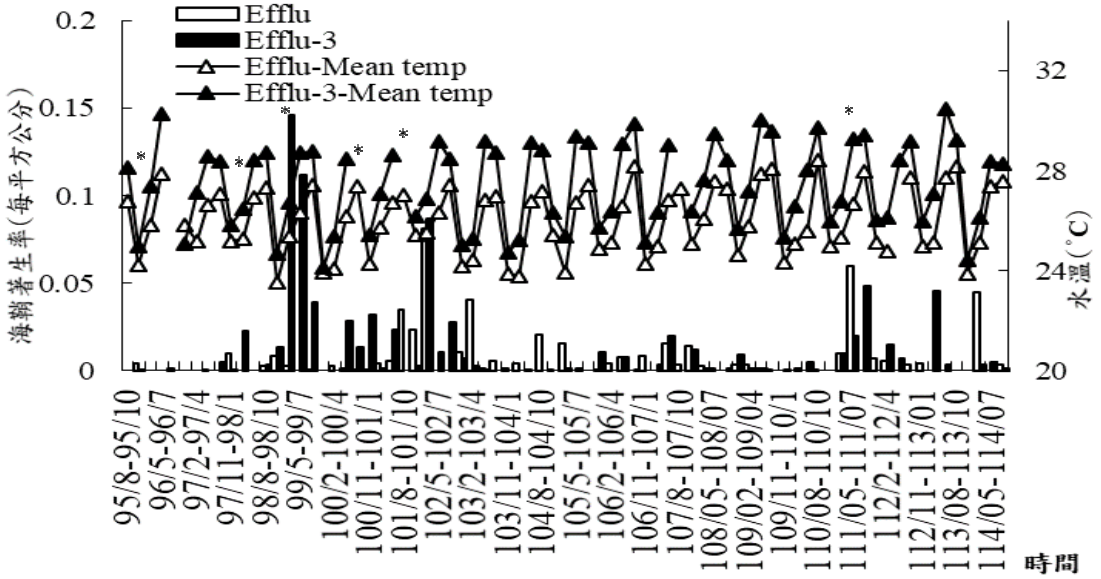
(註：*：T-test, p<0.05)

圖 4-43、出水口南側水深 8 公尺處 (Efflu) 與水深 3 公尺處 (Efflu-3) 的多毛蟲著生率比較。



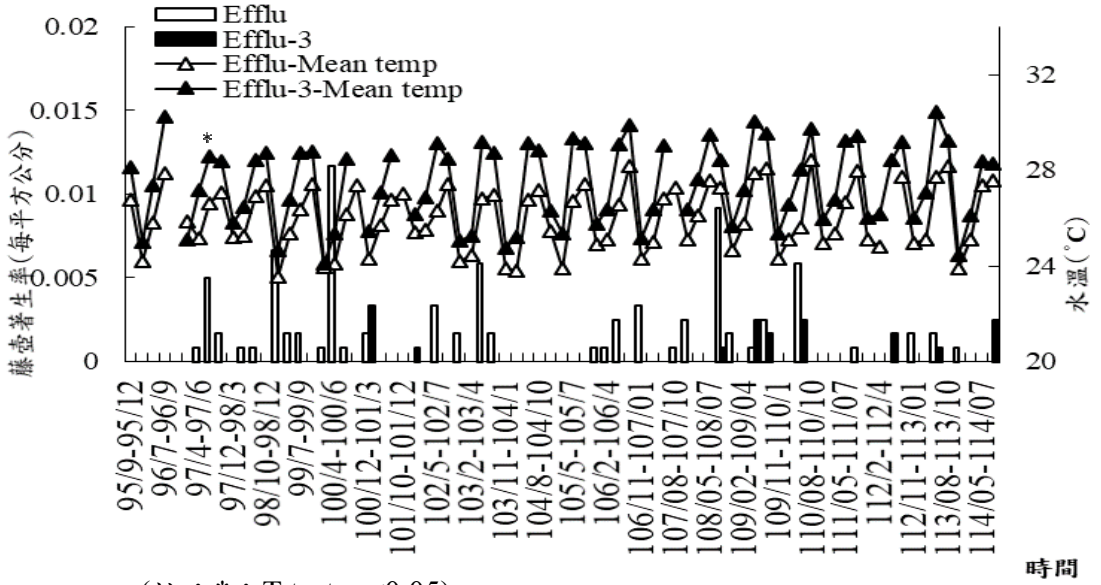
(註：*：T-test, p<0.05)

圖 4-44、出水口南側水深 8 公尺處 (Efflu) 與水深 3 公尺處 (Efflu-3) 的苔蘚蟲著生率比較。



(註：*：T-test, p<0.05)

圖 4-45、出水口南側水深 8 公尺處 (Efflu) 與水深 3 公尺處 (Efflu-3) 的海鞘著生率比較。



(註：*：T-test, p<0.05)

圖 4-46、出水口南側水深 8 公尺處 (Efflu) 與水深 3 公尺處 (Efflu-3) 的藤壺著生率比較。

伍、魚類調查

一、計畫目的與緣起

為配合南部突飛猛進之經濟建設與工業開發，台灣電力股份有限公司在臺灣最南端 (馬鞍山附近)興建第三核能發電廠，一、二號機分別自民國 73 年 7 月及 74 年 5 月開始商業運轉。運轉期間有大量冷卻用海水排出，核能安全委員會 (民國 112 年 9 月改制，簡稱核安會，原為行政院原子能委員會) 為瞭解第三核能發電廠附近海域在核能發電廠開始運轉前與運轉後之生態系平衡狀況，進行長期調查研究工作。於民國 68 年 7 月即開始委託中央研究院國際環境科學委員會中國委員會執行該海域生態環境調查研究，運轉後更持續委託中央研究院、臺灣大學、中山大學、高雄科技大學 (原為高雄海專，民國 93 年，升格為「國立高雄海洋科技大學」，民國 107 年 3 校合併成立之新大學) 等學術單位進行調查，至今已累積多年的生物環境因子、非生物環境因子和海域之漁場經濟效益之調查、統計及評估等研究，建立第三核能發電廠附近海域生物模式的基礎資料。

魚類是海洋生物中位階較高的類別，具觀賞及漁業經濟等價值，第三核能發電廠緊臨南灣海域，該海域分佈著大量的珊瑚礁，棲息在珊瑚礁海域的海洋生物形形色色，其中魚類為灣內的重要資源之一。本計畫經由設定測站，長時間定點調查 (圖 5-1、5-2、5-3) 以瞭解南灣海域的珊瑚礁魚類種別、數量、魚類群聚之季節性變動，並藉由對照測站之設計 (放流水影響域及非影響域) 以監測南灣海域魚類生態是否受到環境之影響。為能瞭解南灣海域外之經濟性魚類，本研究另針對後壁湖魚市場進行採樣調查，以比較同一季節南灣海域內外水域之魚類群聚組成。

二、文獻回顧

由於沿近海設立核電廠，使海洋生態系統的水文環境受到改變 (Tsuchida, 1995)，冷卻水影響局部海水的溫度 (Horton and Bridges, 1969)，使得排放口周圍生物密度降低 (Bamber,1990)。Poornimaa (2005) 研究中指出冷卻水還可能改變

影響域內的生物種類組成。魚類是海洋生物中位階較高的類別，具觀賞及漁業經濟等價值，第三核能發電廠緊臨南灣海域，該海域分佈著大量的珊瑚礁，棲息在珊瑚礁海域的海洋生物形形色色，其中珊瑚礁魚類為灣內的重要資源之一。但研究指出海域物理環境因子中的溫度變化會影響魚類的生長速率、代謝率 (Elliott, 1995)；高水溫會引起花身雞魚脊椎彎曲 (簡，1996)；不同魚類對環境熱變化的忍受力不同 (廖等，2007)。因此，在有溫水源流入的海域，為能確保生態系的平衡，對棲息在該海域的魚類及其群聚組成的變化有長期追踪監測之必要性。

本計畫研究區域第三核能發電廠附近海域的棲地形態為珊瑚礁地形，因珊瑚礁是全球熱帶、亞熱帶海域特有的岩礁海岸，珊瑚種類繁多，色彩艷麗，是海岸地形中極具遊憩價值之優美景觀，棲居在珊瑚礁海域的海洋生物形形色色，有與珊瑚共生的藻類、魚、蝦蟹、貝類、棘皮動物等，另有些種類則以珊瑚礁區作為棲息、覓食、繁殖和蔽護場所，足見珊瑚礁是海洋地形中極具生產力之區域，很多海洋的資源是由珊瑚礁海域孕育而起，因此，對於珊瑚礁海域海洋資源的合理利用與保育等問題之研究，其重要性自不待言。臺灣南部的墾丁海域，由於水溫適宜，水質清澈，且日照充足是極適合珊瑚生長的環境，而該海域確實是臺灣本島珊瑚類生長最好，且珊瑚礁發育最完整的海域，民國 73 年墾丁國家公園設立，珊瑚礁區的資源保育即是主要目的之一。許多與墾丁珊瑚礁有關的研究計畫即由此推展開來，如：張與邵 (1986)，張與戴 (1987)、張與鄭 (1989) 即分別對墾丁國家公園海域內魚群群聚的調查、珊瑚種類的分佈及群聚生態學的調查，及軟體動物生態的調查，均有很深入的研究。而第三核能發電廠民國 74 年 5 月發電機組的開始運轉前 (民國 68 年) 即委託中央研究院國際環境科學委員會中國委員會執行墾丁海域生態環境調查，運轉後更持續委託中央研究院、臺灣大學、中山大學、高雄科技大學 (原為高雄海專) 等學術單位，針對第三核能發電廠放流水對墾丁國家公國海域內生物及非生物因子可能造成的影響進行調查，而引發另一波研究的熱潮，如：蘇等 (1984)、江與王 (1987)、黃等 (1991)、邱等 (1993)。然而不論珊瑚本身的群聚、藻類的群聚、魚類的群聚等生物因子，常會因水文條件，氣候狀況等環境因子的變化而改變，因此，唯有建立長續性的調查研究，才能完全掌握珊瑚礁區的生態脈動。

三、研究方法與進度說明

3.1 珊瑚礁魚類調查

第三核能發電廠附近海域魚類相是採潛水定點觀測進行調查 (依環境部公告 NIEA E102.20C , 2004)，各測站的選定以位於第三核能發電廠附近海域之珊瑚礁群聚區為主，因珊瑚礁區有較多常棲性的種類，且可藉由其魚類群聚的組成以反應該海域環境生態的變動。另外，為了解放流水對珊瑚區之影響，測站之設定亦考量以放流水影響域為主軸中心，並選定非影響區作為對照，使調查的測站呈彎曲蛇狀排列 (Zig-Zag)。因此，共設定 5 測站，即放流水影響域內的 3 站及未受放流水影響域之對照測站 2 站。測站之排序則由北至南排列 (圖 5-3)，各測站之位置、深度及地形特色如下：

測站 1 (21°56'37"N，120°45'00"E)：位於後壁湖漁港東南方，在該海域有一大佬蛄，測站即設於距大佬蛄東方 20 公尺處，此測站水深約 12~16 公尺，海底有 7 座高約 5~6 公尺的連續礁石突起，距連續礁石東南方 15 公尺以外，則為沙地地形。

測站 2 (21°56'18"N，120°44'47"E)：位於後壁湖漁港南方的近岸區，此區礁石為高度約 7~8 公尺之裙礁珊瑚，自海底向上於退潮時礁裙部份常突出水面，往外則是珊瑚的殘枝及碎片，在此區的水深約 2~5 公尺。

測站 3 (21°55'37"N，120°44'37"E)：位於放流水的主軸，為距排放口約 500 公尺處，水深約 20 公尺，此區為自沿岸向外延伸的珊瑚礁體，除有一較突出，其底為 22 公尺，高 18 公尺之礁體外，另有 2~3 個高約 1~2 公尺之小突出礁體。

測站 4 (21°55'33"N，120°44'28"E)：位於雷打石外海距岸約 250 公尺，為延伸的珊瑚礁，其中止處為砂底，砂地中央有一約長 16 公尺，寬 6 公尺的長方形礁石。此處水深約 13~14 公尺。

測站 5 (21°55'17"N，120°44'27"E)：此測站主體為貓鼻頭潮間帶礁體，該礁體表面平整，有數條長約 30~40 公尺之裂溝向外海延伸，溝深約 1.5~2.5 公尺，寬約 1.5 公尺。此處水深約 12~16 公尺。

3.2 後壁湖販售魚類調查

為瞭解漁業捕撈種類，每季 1 次調查後壁湖魚市場販售魚類相種類。

四、目前調查研究成果

4.0 歷年監測資料統計分析

4.0.1 研究方法

為瞭解放流水是否影響珊瑚礁魚類群聚，本研究利用套裝軟體 community analysis package 中的集群分析 (Jaccard similarity coefficient) 探討每季不同測站記錄到魚種相似度。利用多變量生態統計套裝軟體 PRIMER 6 (Plymouth Routine in Multivariate Analysis; Clarke & Gorley, 2001) 中多度空間尺度分析歷年 5 個測站的魚種數量之相似度，進一步利用相似度貢獻法找出各測站關鍵魚種。在海洋生態的研究，外顯 (Observational) 的環境變動(如：水溫、鹽度、濁度、葉綠素 a…等)為可直接觀察測量，有些是潛在 (Latent) 環境變動無法直接觀察測量 (營養鹽、湧升流、基礎生產力…等)。為能完整探討海域環境變動與生物因子間可能存在之關聯性，本研究利用南灣海域表層水質、浮游生物及珊瑚礁魚類調查資料，結合因素分析 (Factoring Analysis) 及路徑分析 (Path Analysis) 的結構方程模式 (Structural Equation Models, SEM)進行分析 (Pugesek et al., 2003; Jia et al., 2016；Huang et al., 2023)，將多項環境因子與生物因子架構於一個模式內，以期透過合適的模型以及量化分析結果探討南灣海域水質在自然干擾 (季風、水溫、鹽度、潮汐) 及人為干擾 (排放水、陸源輸入) 後，對海域生物的影響，作為環境保育的參考資料，結構方程式以統計軟體 SPSS 22 和 Amos Grapics 21 執行數據分析。

4.0.2 統計工具分析介紹

本子計畫採用之統計分析軟體有 PRIMEER 6、IBM. SPSS statistics 22、Amos Grapics 21，分析資料說明如下：

A.集群分析 (Jaccard similarity coefficient)

Jaccard similarity coefficient 計算交集佔聯集的比例，所以 Jaccard Index 的值會介於 0 到 1 之間，1 代表 100%, 指 2 個測站記錄到的魚種完全相同。

B.多度空間尺度分析 (multidimensional scaling, MDS)：

首先以 Bray-Curtis coefficient 計算出不同時間序列下珊瑚礁魚種的相似度三角矩陣。再以階層式的集群分析法 (Hierarchical cluster analysis) 將觀察值相似的物件以逐次聚合 (agglomerative clustering) 的方式分組。

相似度分析（Similarity index）

$$S_{jk} = 100\left\{1 - \frac{\sum_{i=1}^{p}\left|y_{ij} - y_{ik}\right|}{\sum_{i=1}^{p}\left(y_{ij} + y_{ik}\right)}\right\}$$

S_{jk}：j 珊瑚礁魚類與 k 珊瑚礁魚類的相似度指數

y_{ij}：第 i 種珊瑚礁魚類在 j 樣品間的數量

y_{ik}：第 i 種珊瑚礁魚類在 k 樣品間的數量

計算相似度後將原本多度空間的訊息投影在平面上，以二度空間的方式呈現出來，圖上的點若距離愈近，則代表其組成愈相近，反之則愈遠，利用其計算出的 stress 判斷 MDS 所解釋圖形內樣點的可信度，當 stress 的值愈小則可信度愈高。

C.結構方程式：

本研究利用因素分析 (Factoring Analysis) 萃取不同變項間之共同因素，透過環境相關研究文獻及生態知識判斷萃取出各因素 (潛在變項) 所代表之涵義 (例如本研究中潛在變項：營養鹽、基礎生產力及湧升流等)，再依據分析結果以界定海域環境中各因子間之關係 (Ramdani et al., 2009)。考量變數間相關太高或太低時，都不適合作因素分析，因此從取樣適當性量數 (Kaiser-Meyer-Olkin, KMO)及球型檢定 (Bartlett's test of sphericity) 判定整體資料是否適合進行因素分析，值介於 0～1 之間，當結構方程式模型成立後，利用卡方值 (χ^2/df)、絕對配適指標 (goodness of fit index ,GFI)、調整後配適度指標 (adjusted goodness of fit index, AGFI)、殘差均方和平方根 (root mean square residual, SRMR)、漸進殘差均方和平方根 (root mean square error of approximation, RMSEA)、精簡規範配適度指標 (parsimonious normed fit index, PNFI) 及精簡配適度指標 (parsimonious goodness of fit index, PGFI) 進行模型配適檢定，再依據各項配適資料判斷模型是否通過檢定。

4.0.3 分析結果

為了解放流水對珊瑚區之影響，本研究以放流水影響域為主軸中心，並選定非影響區作為對照，設定 5 測站，其中，測站 3~測站 5 位於放流水影響域內，測站 1~測站 2 則位於未受放流水影響域內。民國 114 年 5 月 17 日第三核能發電廠機組正式停止運轉進入除役階段。

分析民國 114 年 4 次 5 個測站所記錄之珊瑚礁魚類相組成：如下所示，參考表 5-1、表 5-3、表 5-4、表 5-5、表 5-7 及圖 5-4 及圖 5-5 所示：

測站 1：4 次 (民國 114 年 2 月、5 月、8 月及 10 月) 採樣依序記錄 48 種、60 種、57 種及 57 種，合計共記錄 26 科 55 屬 110 種珊瑚礁魚類相。蝴蝶魚科 (Chaetodontidae)記錄 23 種最多，佔本測站發現魚種數的 20.9%；其次為隆頭魚科 (Labridae)及雀鯛科 (Pomacentridae)，依序記錄 22 種及 12 種，分佔本測站發現魚種數的 20.0%及 10.9%。4 次調查的優勢魚種依序為雙帶鱗鰭烏尾鮗、網紋圓雀鯛、褐斑刺尾鯛、條紋豆娘魚。

測站 2：第 1 次 (民國 114 年 2 月) 記錄 33 種；第 2 次 (5 月) 記錄 60 種；第 3 次 (8 月) 記錄 51 種；第 4 次 (10 月) 記錄 45 種，合計共記錄 26 科 58 屬 97 種珊瑚礁魚類相。隆頭魚科記錄 17 種最多，佔本測站發現魚種數的 17.5%；其次為雀鯛科，記錄 16 種，佔本測站發現魚種數的 16.5%。4 次記錄到的優勢魚種皆為網紋圓雀鯛。

測站 3：第 1 次記錄 37 種、第 2 次記錄 51 種、第 3 次記錄 55 種、第 4 次記錄 58 種，共記錄 25 科 56 屬 97 種珊瑚礁魚類相。隆頭魚科記錄 23 種最多，佔本測站發現魚種數的 23.7%；其次為蝴蝶魚科及雀鯛科，依序記錄 16 種及 15 種，分佔本測站發現魚種數的 16.5%及 15.5%。4 次記錄到的優勢魚種依序為二色光鰓雀鯛、網紋圓雀鯛、烏伊蘭擬金眼鯛、雙帶鱗鰭烏尾鮗。

測站 4：第 1 次記錄 41 種、第 2 次記錄 66 種、第 3 次記錄 51 種、第 4 次記錄 62 種，本年度 4 次共發現 26 科 59 屬 118 種珊瑚礁魚類相。隆頭魚科記錄 30 種最多，佔本測站發現魚種數的 25.4%；其次為雀鯛科及蝴蝶魚科，依序記錄 18 種及 15 種，分佔本測站發現魚種數的 15.3%及 12.7%。第 1 次記錄到的優勢種為褐斑刺尾鯛；第 2 次為網紋圓雀鯛；第 3 次為鈍頭錦魚；第 4 次為雙帶鱗鰭烏尾鮗。

測站 5：4 次調查發現的魚類相依序為 56 種、43 種、43 種及 49 種，合計發現 22 科 53 屬 100 種珊瑚礁魚類相。優勢科別為隆頭魚科記錄 22 種最多，佔本測站發現魚種數的 22.0%；其次為雀鯛科及蝴蝶魚科，依序記錄 17 種及 16 種，分佔本測站發現魚種數的 17.0%及 16.0%。本年度 4 次的優勢魚種依序為網紋圓雀鯛、二色光鰓雀鯛、黑緣絲鰭鸚鯛、金帶擬鬚鯛。

分析 5 個測站之珊瑚礁魚類相群聚組成，發現第 1 次調查 (民國 114 年 2 月) 測站 1 與測站 5 相似度較高 (0.44) (表 5-8)；第 2 次調查 (5 月) 測站 1 與測站 4 相似度較高 (0.40) (表 5-9)；第 3 次調查 (8 月) 測站 3 與測站 4 相似度較高 (0.39) (表 5-10)；第 4 次調查 (11 月) 測站 1 與測站 4 相似度較高 (0.40) (表 5-11)。民國 114 年 4 次於放流水影響域及非影響域海域內皆可發現到的魚類相有 106 種 (表 5-7)，經由 Jaccard coefficient 數值分析，計算各測站魚種之相似度，得知測站 4 與測站 5 相似度最高，為 0.57 (表 5-12)，其餘測站間之相似度均低於此值，顯示本海域不同測站棲息之魚類更迭頻繁。

4.1 珊瑚礁魚類和後壁湖魚類相調查結果

民國 114 年 4 次珊瑚礁魚類相潛水調查及後壁湖漁獲魚類相調查結果如下所示：

第 1 次 (民國 114 年 2 月)：本季共記錄珊瑚礁魚類相 25 科 59 屬 103 種 (表 5-1)，歧異度最高的科別是隆頭魚科記錄 21 種，佔本季記錄魚種的 20.4%，其次依序為雀鯛科記錄 19 種，佔本季記錄魚種的 18.4 %，蝴蝶魚科記錄 14 種，佔本季記錄魚種的 13.6%，刺尾鯛科 (Acanthuridae) 記錄 7 種，佔本季記錄魚種的 6.8% (圖 5-6、圖 5-7)。

本季珊瑚礁魚類豐度較高的魚種 (每季發現 10 隻以上)計有 26 種 (表 5-1)：

刺尾鯛科 (Acanthuridae) 的褐斑刺尾鯛 (*Acanthurus nigrofuscus*) 及雙斑櫛齒刺尾鯛 (*Ctenochaetus binotatus*)

烏尾鮗科 (Caesionidae)的雙帶鱗鰭烏尾鮗 (*Pterocaesio digramma*)

蝴蝶魚科 (Chaetodontidae) 的克氏蝴蝶魚 (*Chaetodon kleinii*)及飄浮蝴蝶魚 (*C. vagabundus*)

金鱗魚科 (Holocentridae) 的莎姆金鱗魚 (*Neoniphon sammara*)

隆頭魚科 (Labridae) 的雜色尖嘴魚 (*Gomphosus varius*)、雲斑海豬魚 (*Halichoeres hortulanus*)、鈍頭錦魚 (*Thalassoma amblycephalus*) 及胸斑錦魚 (*T. lutescens*)

笛鯛科 (Lutjanidae)的黃足笛鯛 (*Lutjanus fulvus*)及五線笛鯛 (*L. quinquelineatus*)

擬金眼鯛科 (Pempheridae)的烏伊蘭擬金眼鯛 (*Pempheris oualensis*)

蓋刺魚科 (Pomacanthidae)的伏羅式蓋刺魚 (*Centropyge vrolickii*)

雀鯛科 (Pomacentridae) 的橘鈍寬刻齒雀鯛 (*Amblyglyphidodon curacao*)、二色光鰓雀鯛 (*C. margaritifer*)、魏氏光鰓雀鯛 (*C. weberi*)、藍綠光鰓雀鯛 (*C.*

*viride*s)、網紋圓雀鯛 (*Dascyllas reticulatus*)、三斑圓雀鯛 (*D. trimaculatus*)、黑副雀鯛 (*Neoglyphidodon melas*)及王子雀鯛 (*Pomacentrus vaiuli*)

鸚哥魚科 (Scaridae) 的紅紫鸚哥魚 (*Scarus rubroviolaceus*) 及史氏鸚哥魚 (*S. schlegeli*)

鮨科 (Serranidae) 的絲鰭擬花鮨 (*Pseudanthias squamipinnis*)

角蝶魚科 (Zanclidae) 的角鑲魚 (*Zanclus cornutus*)

後壁湖魚市場販售之魚類相調查，本季 (2 月) 共記錄 18 科 22 屬 42 種 (表 5-2)。本季後壁湖魚市場中漁獲豐度較高的種類 (每季發現 10 隻以上)，計有 9 種 (表 5-2)，為：

刺尾鯛科的杜氏刺尾鯛

鰺科 (Carangidae) 的紅鉗鰺 (*Seriola dumerili*)

二齒魨科 (Diodontidae) 的六斑二齒魨 (*Diodon holocanthus*)

笛鯛科 (Lutjanidae) 的隆背笛鯛 (*Lutjanus gibbus*)五線笛鯛 (*L. quinquelineatus*)

鮭科 (Salmonidae) 的鮭魚 (*Oncorhynchus keta*)

鸚哥魚科 (Scaridae) 的藍點鸚哥魚 (*Scarus ghobban*)

鮋科 (Scorpaenidae) 的無鰾鮋 (*Helicolenus hilgendorfi*)

鮨科 (Serianidae) 的龍虎斑 (*Epinephelus fuscoguttatus*♀* *Epinephelus lanceolatus*♂)

第 2 次 (民國 114 年 5 月)：本季珊瑚礁魚類相共記錄 29 科 63 屬 131 種 (表 5-3)，歧異度較高的科別為隆頭魚科及雀鯛科，皆記錄 24 種，各佔本季記錄魚種的 18.2%，其次為蝴蝶魚科記錄 23 種，佔本季記錄魚種的 17.4%及刺尾鯛科 (Acanthuridae)記錄 9 種，佔本季記錄魚種的 6.8% (圖 5-6、圖 5-7)。

珊瑚礁魚類豐度較高的魚種 (每季發現 10 隻以上)計有 36 種 (表 5-3)：

刺尾鯛科的杜氏刺尾鯛 (*Acanthurus dussumieri*)、褐斑刺尾鯛、雙斑櫛齒刺尾鯛及小高鰭刺尾鯛 (*Zebrasoma scopas*)

烏尾鮗科的雙帶鱗鰭烏尾鮗

蝴蝶魚科的克氏蝴蝶魚、弓月蝴蝶魚 (*Chaetodon lunulatus*)及鏡斑蝴蝶魚 (*C. speculum*)

金鱗魚科的康德鋸鱗魚 (*Myripristis kuntee*)、莎姆金鱗魚及尾斑棘鱗魚 (*Sargocentron caudimaculatum*)

隆頭魚科的裂唇魚 (*Labroides dimidiatus*)、雲斑海豬魚、鈍頭錦魚、哈氏錦魚 (*Thalassoma hardwicke*)及胸斑錦魚

笛鯛科的五線笛鯛

金線魚科的雙帶眶棘鱸 (*Scolopsis bilineatus*)

擬金眼鯛科的烏伊蘭擬金眼鯛

蓋刺魚科的伏羅式蓋刺魚

雀鯛科的橘鈍寬刻齒雀鯛 (*Amblyglyphidodon curacao*)、條紋豆娘魚 (*Abudefduf vaigiensis*)、克氏雙鋸魚 (*Amphiprion clarkii*)、二色光鰓雀鯛、藍綠光鰓雀鯛、魏氏光鰓雀鯛、網紋圓雀鯛、三斑圓雀鯛、黑副雀鯛及黑褐副雀鯛 (*Neoglyphidodon nigroris*)

鸚哥魚科的福氏鸚哥魚 (*Scarus forsteni*)、棕吻鸚哥魚 (*Scarus psittacus*)、紅紫鸚哥魚及史氏鸚哥魚

藍子魚科 (Siganidae)的褐藍子魚 (*Siganus fuscescens*)

鮨科 (Serranidae)的絲鰭擬花鮨 (*Pseudanthias squamipinnis*)

角蝶魚科的角鑌魚

後壁湖魚市場第 2 次 (5 月) 的調查共記錄 19 科 25 屬 36 種 (表 5-2)，漁獲豐度較高的種類 (每季發現 10 隻以上)，共計 11 種，為：

刺尾鯛科的杜氏刺尾鯛

鯵科的紅鮸鯵

鰭科 (Coryphaenidae) 的鬼頭刀 (*Coryphaena hippurus*)

二齒魨科的六斑二齒魨

飛魚科 (Exocoetidae) 的黑鰭飛魚 (*Cheilopogon cyanopterus*)

金鱗魚科的康德鋸鱗魚 (*Myripristis kuntee*)

笛鯛科的隆背笛鯛及藍色擬烏尾冬 (*Paracaesio caeruleus*)

鮭科的鮭魚

鸚哥魚科的雜紋鸚哥魚 (*Scarus rivulatus*)

鮨科的龍虎斑

第 3 次 (民國 114 年 8 月)：本季共記錄 30 科 65 屬 129 種珊瑚礁魚類 (表 5-4)，歧異度較高的科別為隆頭魚科，記錄 26 種，佔本季記錄魚種的 20.3%，其次為蝴蝶魚科記錄 18 種，佔本季記錄魚種的 14.1%；雀鯛科記錄 16 種，佔本季記錄魚種的 14.1%、刺尾鯛科 (Acanthuridae) 記錄 6 種，佔本季記錄魚種的 4.7% (圖 5-6、圖 5-7)。

珊瑚礁魚類豐度較高的魚種 (每季發現 10 隻以上) 計有 37 種 (表 5-4)：

刺尾鯛科的褐斑刺尾鯛、雙斑櫛齒刺尾鯛及小高鰭刺尾鯛

天竺鯛科 (Apogonidae) 的短齒鸚天竺鯛 (*Ostorhinchus apogonoides*)

烏尾鮗科的雙帶鱗鰭烏尾鮗

蝴蝶魚科的克氏蝴蝶魚

金鱗魚科的莎姆棘鱗魚

隆頭魚科的黑緣絲鰭鸚鯛 (*Cirrhilabrus melanomarginatus*)、雲斑海豬魚、黑額海豬魚 (*Halichoeres prosopeion*)、鈍頭錦魚及胸斑錦魚

笛鯛科的黃足笛鯛及五線笛鯛

羊魚科 (Mullidae) 的金帶擬鬚鯛 (*Mulloidichthys vanicolensis*)

擬金眼鯛科的烏伊蘭擬金眼鯛

鰻鯰科 (Plotosidae) 的線紋鰻 (*Plotosus lineatus*)

蓋刺魚科的伏羅式蓋刺魚

雀鯛科的橘鈍寬刻齒雀鯛、條紋豆娘魚、二色光鰓雀鯛、魏氏光鰓雀鯛、網紋圓雀鯛、三斑圓雀鯛、黑副雀鯛、黑褐副雀鯛、約島式固曲齒鯛 (*Plectroglyphidodon johnstonianus*)

凹尾塘鱧科 (Ptereleotridae) 的黑尾凹尾塘鱧 (*Ptereleotris evides*)

鸚哥魚科的新月鸚哥魚 (*Scarus dimidiatus*)、橫紋鸚哥魚 (*S. festivus*)、網紋鸚哥魚 (*S. frenatus*)、福式鸚哥魚、藍點鸚哥魚 (*S. ghobban*)、棕吻鸚哥魚及史氏鸚哥魚

角蝶魚科的角鑌魚

後壁湖魚市場第 3 次 (8 月) 的調查共記錄 16 科 22 屬 40 種 (表 5-2)，漁獲豐度較高的種類 (每季發現 10 隻以上)，共計 10 種，為：

刺尾鯛科的杜氏刺尾鯛

鯵科的紅魽鯵

二齒魨科的六斑二齒魨

笛鯛科的隆背笛鯛

羊魚科的多帶海緋鯉 (*Parupeneus multifasciatus*)

鮭科的鮭魚

鯖科 (Scombridae) 的棘鰆 (*Acanthocybium solandii*)

鸚哥魚科的藍點鸚哥魚及雜紋鸚哥魚

鮨科的龍虎斑

第 4 次 (民國 114 年 10 月)：本季珊瑚礁魚類相共記錄 29 科 66 屬 134 種 (表 5-5)，歧異度較高的科別為隆頭魚科，記錄 33 種，佔本季記錄魚種的 24.6%，其次為蝴蝶魚科記錄 22 種，佔本季記錄魚種的 16.4%；雀鯛科記錄 18 種，佔本季記錄魚種的 13.4%；刺尾鯛科 (Acanthuridae) 記錄 9 種，佔本季記錄魚種的 6.7% (圖 5-6、圖 5-7)。

本季珊瑚礁魚類豐度較高的魚種 (每季發現 10 隻以上) 計有 34 種 (表 5-5)：

刺尾鯛科的褐斑刺尾鯛、雙斑櫛齒刺尾鯛及小高鰭刺尾鯛

烏尾鮗科的烏尾鮗 (*Caesio caerulaurea*) 及雙帶鱗鰭烏尾鮗

蝴蝶魚科的克氏蝴蝶魚、月斑蝴蝶魚 (*Chaetodon lunula*) 及飄浮蝴蝶魚

金鱗魚科的康德鋸鱗魚及莎姆金鱗魚

隆頭魚科的雜色尖嘴魚、裂唇魚、雲斑海豬魚、鈍頭錦魚、哈氏錦魚及胸斑錦魚

笛鯛科的五線笛鯛

羊魚科的金帶擬鬚鯛

金線魚科的雙帶眶棘鱸

擬金眼鯛科的烏伊蘭擬金眼鯛

雀鯛科的橘鈍寬刻齒雀鯛、條紋豆娘魚、二色光鰓雀鯛、藍綠光鰓雀鯛、魏氏光鰓雀鯛、網紋圓雀鯛、三斑圓雀鯛、黑副雀鯛及黑褐副雀鯛

凹尾塘鱧科的絲鰭線塘鱧 (*Nemateleotris magnifica*)

鸚哥魚科的福氏鸚哥魚、雜紋鸚哥魚 (*Scarus rivulattus*) 及紅紫鸚哥魚

角蝶魚科的角鐮魚

後壁湖魚市場第 4 次 (10 月) 的調查共記錄 18 科 23 屬 40 種 (表 5-2)，漁獲豐度較高的種類 (每季發現 10 隻以上)，共計 9 種，為：

刺尾鯛科的杜氏刺尾鯛

鯵科的紅魽鯵

二齒魨科的六斑二齒魨

石鱸科 (Haemulidae) 的雷氏胡椒鯛 (*Plectorhinchus lessonii*)

笛鯛科的長尾濱鯛 (*Etelis coruscans*) 及隆背笛鯛

鮭科的鮭魚

鮪科的無鰾鮪

鮨科的龍虎斑

民國 114 年 4 次採樣調查，第三核能發電廠附近海域共記錄 35 科 83 屬 199 種珊瑚礁魚類 (表 5-7)，魚種數以隆頭魚科記錄 42 種最高，其次為蝴蝶魚科 (28 種) 及雀鯛科 (26 種)；魚尾數以雀鯛科的族群量最多。民國 114 年後壁湖魚市場 4 次調查共記錄 26 科 38 屬 70 種魚類相，民國 114 年合併珊瑚礁魚類相及後壁湖魚類相 2 種調查方式共記錄 44 科 100 屬 245 種魚類相 (表 5-6)。

珊瑚礁區是魚類幼生棲息的場所，民國 114 年第 1 次觀測到核三廠附近海域加入的幼魚有 6 種，種類為雜色尖嘴魚、雲斑海豬魚、裂唇魚、鈍頭錦魚、網紋圓雀鯛及黑副雀鯛；第 2 次調查記錄到 8 種，種類為雜色尖嘴魚、背斑盔魚 (*Coris dorsomacula*)、蓋馬氏盔魚 (*C. gaimard*)、裂唇魚、網紋圓雀鯛、三斑圓雀鯛、黑副雀鯛及黑褐副雀鯛；第 3 次調查記錄到 13 種，種類為短齒鸚天竺鯛 (*Ostorhinchus apogonoides*)、弓月蝴蝶魚、雜色尖嘴魚、三葉唇魚 (*Cheilinus trilobatus*)、雙斑海豬魚 (*Halichoeres biocellatus*)、雲斑海豬魚、黑額海豬魚、藍身絲鰭鸚鯛 (*Cirrhilabrus cyanopleura*)、黑緣絲鰭鸚鯛、鈍頭錦魚、網紋圓雀鯛、黑褐副雀鯛及藍頭綠鸚哥魚 (*Chlorurus sordidus*)；第 4 次調查記錄到 13 種，種類為雜色尖嘴魚、中胸弧鯛、虹紋紫胸魚 (*Stethojulis strigiventer*)、裂唇魚、雲紋海豬魚、雲斑海豬魚、黑額海豬魚、藍身絲鰭鸚鯛、鈍頭錦魚、橘鈍寬刻齒雀鯛、網紋圓雀鯛、三斑圓雀鯛及藍頭綠鸚哥魚。

4.2 歷年魚類調查研究回顧

第三核能發電廠附近海域之魚類相調查共分二部份進行，珊瑚礁魚類相的部份從民國82年開始，後壁湖魚市場漁獲種類的調查自民國87年開始 (表5-13)，二項調查至目前為止共記錄第三核能發電廠附近海域的魚類相有112科310屬851種，魚類相組成中，科別歧異度最大為隆頭魚科 (114種)，其次為雀鯛科 (75種) 及笛鯛科 (41種)。而屬間種類數記錄最高者為蝴蝶魚科中之蝴蝶魚屬 (*Chaetodon*)，第三核能發電廠附近海域歷年來調查共記錄38種。邵等 (1993) 曾記錄墾丁海域魚類相有1,200種之多，顯示墾丁海域擁有多樣的魚類相。

觀察歷年第三核能發電廠附近海域珊瑚礁魚類種類數及尾數的變動情形，5個測站魚尾數平均值介於191尾 (測站4) ~452尾 (測站2)之間 (圖5-8)；魚種數平均值介於40種 (測站4) ~48種 (測站2) 之間 (圖5-9)。

分析民國85年至114年調查期間各測站珊瑚礁魚類相的組成，發現第1測站在民國85年、100年、101年、109年及114年主要記錄到的魚類相為蝴蝶魚科，民國

87年、94年、106年、109年及112年為雀鯛科，民國107年及111年隆頭魚科及雀鯛科記錄的種類數相同，其餘年度皆以隆頭魚科記錄到種類數較高；第2測站歷次調查主要的魚種組成為隆頭魚科及雀鯛科，民國110年雀鯛科的魚種數較多；第3測站主要的魚種組成在不同年間有變更的情形，民國86年及88年及102年以蝴蝶魚科為主，民國87年、94年、95年及112年以雀鯛科為主，民國108年調查隆頭魚科及雀鯛科記錄到的種類數相同，其餘年度則以隆頭魚科為主；第4測站主要的魚種組成以隆頭魚科及雀鯛科出現的種類數較多，民國108年至114年主要記錄到的魚類相以隆頭魚科為主；第5測站主要的魚種組成在88年前以蝴蝶魚科為主，民國108年至111年、113年及114年主要魚類相以隆頭魚科為主，民國112年主要記錄到的魚類相以雀鯛科為主 (圖5-10)，上述資料說明第三核能發電廠附近海域魚種組成在年間的變動情形。

利用多度空間尺度分析（multidimensional scaling, MDS）5個測站珊瑚礁魚類的群聚組成，探討放流水影響區 (測站3、4、5) 與未影響區之間 (測站1、2) 魚類群聚組成變化，以MDS二度空間排序後發現，未受放流水影響區 (測站1) 與受放流水影響區 (測站3 及5) 的魚類群聚組成沒有差異 (圖5-11)。

本研究利用第三核能發電廠附近海域水質、浮游生物及珊瑚魚類相調查資料，結合因素分析 (Factoring Analysis) 及路徑分析 (Path Analysis) 的結構方程模式 (Structural Equation Models, SEM) 進行分析 (Pugesek et al., 2003; Jia et al., 2016；Huang et al., 2023)，將多項環境因子與生物因子架構於一個模式內。89-114年海域水質資料萃取出"營養鹽、湧升流及基礎生產力"三個潛在變項，共解釋水質變異68.8%。路徑分析結果顯示浮游動物群聚受到營養鹽及基礎生產力的影響，魚類群聚受到營養鹽影響，影響的科別為蝴蝶魚科及隆頭魚科，對雀鯛科的影響未達顯著水準 (圖5-12)，可能因為部份雀鯛科魚類是珊瑚礁中的定棲性魚種，棲所樣式影響種類組成，如：枝狀珊瑚叢棲息網紋圓雀鯛、藍綠光鰓雀鯛；海葵棲息克氏雙鋸魚等。

後壁湖魚市場位於恆春區漁會旁邊，灣外捕獲的大型魚隻 (紅鮸鯵、雙帶鯵、黃鰭鮪、刺鰆、鬼頭刀等)多在此卸貨給在地盤商，灣內捕獲的魚隻船長多交貨給配合的攤販。歷年珊瑚礁魚類與後壁湖販售魚類年間相似度值介於5~17%，本年度在變動範圍內 (圖5-13)。

漁業署資料顯示屏東後壁湖漁港經營漁船類型有一支釣、延繩釣、鏢旗魚等，產量及產值較高的經濟性捕撈魚種有鯵科、鬼頭刀、飛魚、鯖科 (黃鰭鮪、

長鰭鮪、大目鮪、正鰹等)、旗魚科、帶魚科等，臺灣水產試驗所報告指出東部海域的黑潮為沿近海域帶來豐富的洄游性魚類，夏季魚類有鬼頭刀、飛魚、正鰹、雨傘旗魚、黑鯧等；冬季則以烏魚、鰆魚、鯖魚、旗魚等為主，上述魚種因季節性水溫的變化而隨洋流接近或外移臺灣沿岸，屬於季節性洄游。研究指出氣候變動 (PDO、ONI、SOI、NPGO及MEI)直接或間接改變海洋環境 (海潮流、水溫及餌料生物等)，影響洄游性魚類移動路徑及漁場 (侯等，2019；吳等，2014；賴等，2015；Lan et al., 2014；Wu et al., 2022)。例如：臺灣西南海域在民國108年12月出現大量鰻苗，民國109年4月底至5月上旬恆春外海捕獲大量白帶魚，季節性量產會表現在後壁湖漁市場販售之洄游性魚類，其作業漁場多在灣外海域。核三廠附近海域記錄到單獨活動的浪人鰺為沿近海洄游性魚類，幼魚多棲息於河口域，成魚多單獨棲息於具清澈水質的瀉湖或向海的礁區。近年來由於政府開放民眾親海，至墾丁地區遊憩的民眾可搭乘娛樂海船出海船釣或於開放水域進行岸邊垂釣，目前墾丁海域有10個開放釣區，其中第5垂釣區鄰近核三廠出海口，由於垂釣魚種多為珊瑚礁種類 (民國106年墾丁國家公園海域垂釣魚類資源量之監測)，持續追踪。

五、結論

民國114年4次潛水調查，第三核能發電廠附近海域共記錄35科83屬199種珊瑚礁魚類，魚種數以隆頭魚科 (42種) 最高，其次為蝴蝶魚科 (28種) 及雀鯛科 (26種)；魚尾數以雀鯛科的族群量最多。民國114年後壁湖魚市場4次調查共記錄26科38屬70種魚類相，合併珊瑚礁魚類相及後壁湖魚類相2種調查方式共記錄44科100屬245種魚類相。歷年第三核能發電廠附近海域之魚類相調查共分二部份進行，珊瑚礁魚類相的部份從民國82年開始，後壁湖魚市場漁獲種類的調查自民國87年開始，二項調查至目前為止共記錄第三核能發電廠附近海域的魚類相有112科310屬851種，隆頭魚科記錄114種最多，其次為雀鯛科 (75種)及笛鯛科 (41種)。本研究分析5個測站珊瑚礁魚類群聚組成，探討受放流水影響區 (測站3、4、5) 與未影響區之間 (測站1、2) 魚類群聚組成變化，以MDS二度空間排序後發現魚類群聚組成沒有差異。歷年珊瑚礁魚類與後壁湖販售魚類年間相似度值介於5~17%，未發現逐年增加，因灣內海域非主要作業漁區。

六、附表與附圖

表 5-1 第三核能發電廠附近海域各測站魚類相及魚類豐度之調查　　調查日期：民國 114 年 2 月
+稀少 (1-3 隻)，++少 (4-6 隻)，+++豐富 (7-9 隻)，++++極豐富 (10 隻以上)

科名	學名	中文名稱	測站 1	測站 2	測站 3	測站 4	測站 5
Acanthuridae 刺尾鯛科	*Acanthurus dussumieri*	杜氏刺尾鯛		+	+		+
	Acanthurus nigrofuscus	褐斑刺尾鯛	+++	++	++++	++++	+++
	Acanthurus olivaceus	一字刺尾鯛				++	
	Ctenochaetus binotatus	雙斑櫛齒刺尾鯛	+++	+		+	++
	Ctenochaetus striatus	連紋櫛齒刺尾鯛	++				
	Naso lituratus	黑背鼻魚	+				
	Zebrasoma scopas	小高鰭刺尾鯛	+				
Apogonidae 天竺鯛科	*Cheilodipterus macrodon*	巨齒天竺鯛		+			
	Pristiapogon kallopterus	麗鰭鋸天竺鯛		+			
Balistidae 鱗鮄科	*Balistapus undulatus*	波紋鈎鱗鮄	+	+		+	
	Sufflamen chrysopterum	金鰭鼓氣鱗鮄				+	
Blenniidae 鰰科	*Meiacanthus grammistes*	黑帶稀棘鰰				+	+
Caesionidae 烏尾鮗科	*Pterocaesio digramma*	雙帶鱗鰭烏尾鮗	++++				++++
Carangidae 鰺科	*Caranx ignobilis*	浪人鰺		+			
Chaetodontidae 蝴蝶魚科	*Chaetodon argentatus*	銀身蝴蝶魚	+				+
	Chaetodon auriga	揚旛蝴蝶魚	+				
	Chaetodon auripes	耳帶蝴蝶魚	+				+
	Chaetodon kleinii	克氏蝴蝶魚	++		+		++
	Chaetodon lunulatus	弓月蝴蝶魚	+	+			+
	Chaetodon speculum	鏡斑蝴蝶魚	+			+	+
	Chaetodon trifascialis	川紋蝴蝶魚	+		+		
	Chaetodon unimaculatus	一點蝴蝶魚			+		
	Chaetodon vagabundus	飄浮蝴蝶魚	++		+	+	+
	Chaetodon punctatofasciatus	點斑橫帶蝴蝶魚	+				++
	Chaetodon xanthurus	紅尾蝴蝶魚					+
	Hemitaurichthys polylepis	多鱗霞蝶魚	+				
	Heniochus varius	黑身立旗鯛				+	
	Heniochus acuminatus	白吻雙帶立旗鯛	+				
Cirrhitidae鰭科	*Paracirrhites arcatus*	副鰭			+		
	Paracirrhites forsteri	福氏副鰭			+	+	+
Haemulidae 石鱸科	*Plectorhinchus picus*	暗點胡椒鯛					+
Holocentridae 金鱗魚科	*Myripristis kuntee*	康德鋸鱗魚			+		
	Neoniphon sammara	莎姆金鱗魚		++++			
	Sargocentron caudimaculatum	尾斑棘鱗魚		++	+		
Labridae 隆頭魚科	*Anampses meleagrides*	北斗阿南魚	++				+
	Anampses twistii	雙斑阿南魚	+		+		+
	Bodianus mesothorax	中胸狐鯛		+		+	+
	Coris dorsomacula	背斑盔魚				+	+
	Coris gaimard	蓋馬氏盔魚			+	+	++
	Cheilinus trilobatus	三葉唇魚	+			+	
	Cirrhilabrus cyanopleura	藍身絲鰭鸚鯛	+				+
	Gomphosus varius	雜色尖嘴魚	++		+	+	
	Labroides dimidiatus	裂唇魚	+	+		+	+

續表 5-1 第三核能發電廠附近海域各測站魚類相及魚類豐度之調查　　調查日期：民國 114 年 2 月

+稀少 (1-3 隻)，++少 (4-6 隻)，+++豐富 (7-9 隻)，++++極豐富 (10 隻以上)

科名	學名	中文名稱	測站 1	測站 2	測站 3	測站 4	測站 5
	Macropharyngodon meleagris	珠斑大咽齒鯛			+		+
	Halichoeres hortulanus	雲斑海豬魚	+++		++	+	+
	Halichoeres melanochir	黑腕海豬魚					+
	Halichoeres chrysus	黃身海豬魚					+
	Oxycheilinus unifasciatus	單帶尖唇魚	+				+
	Pteragogus aurigarius	長鰭鸚鯛			+	+	+
	Thalassoma amblycephalus	鈍頭錦魚	++++		++++	++++	++
	Thalassoma hardwicke	哈氏錦魚		++			
	Thalassoma lutescens	胸斑錦魚			++++	++++	++
	Thalassoma lunare	新月錦魚		+			
	Thalassoma quinquevittatum	五帶錦魚	++				+
	Stethojulis bandanensis	黑星紫胸魚				+	+
Lethrinidae 龍占魚科	*Monotaxis grandoculis*	單列齒鯛	+				
Lutjanidae 笛鯛科	*Lutjanus fulvus*	黃足笛鯛		++++		+	
	Lutjanus monostigma	單斑笛鯛		+			
	Lutjanus quinquelineatus	五線笛鯛		++++			
Mullidae 羊魚科	*Mulloidichthys vanicolensis*	金帶擬鬚鯛				+++	
	Parupeneus barberinus	單帶海緋鯉					+
	Parupeneus multifasciatus	多帶海緋鯉	+				+
Nemipteridae 金線魚科	*Scolopsis bilineata*	雙帶眶棘鱸					+
	Scolopsis ciliata	黃點赤尾冬	+	+			
Pempheridae 擬金眼鯛科	*Pempheris oualensis*	烏伊蘭擬金眼鯛		++++			
Pinguipedidae 虎鰶科(擬鯔科)	*Parapercis clathrata*	四斑擬鱸	+			+	+
	Parapercis pacifica	太平洋擬鱸		+			
Pomacanthidae 蓋刺魚科	*Centropyge ferrugata*	鏽紅刺尻魚	+				
	Centropyge vrolickii	伏羅式蓋刺魚	++		+		+
	Pomacanthus imperator	條紋蓋刺魚	+				
	Pomacanthus semicirculatus	疊波蓋刺魚		+			
	Pygoplites diacanthus	甲尻魚		+		+	
Pomacentridae 雀鯛科	*Amblyglyphidodon curacao*	橘鈍寬刻齒雀鯛		+++++			
	Abudefduf vaigiensis	條紋豆娘魚	+				
	Amphiprion clarkii	克氏雙鋸魚				+	+
	Chromis lepidolepis	細鱗光鰓雀鯛				+	++
	Chromis margaritifer	二色光鰓雀鯛	++++	+++	++++	++++	+++
	Chromis weberi	魏氏光鰓雀鯛	++		++		+
	Chromis ternatensis	三葉光鰓雀鯛		+++			
	Chromis viridis	藍綠光鰓雀鯛		++++			
	Dascyllus reticulatus	網紋圓雀鯛	+	++++	++++	++++	++++
	Dascyllus trimaculatus	三斑圓雀鯛	+	++++	++		+

續表 5-1 第三核能發電廠附近海域各測站魚類相及魚類豐度之調查　　調查日期：民國 114 年 2 月

+稀少 (1-3 隻)，++少 (4-6 隻)，+++豐富 (7-9 隻)，++++極豐富 (10 隻以上)

科名	學名	中文名稱	測站 1	測站 2	測站 3	測站 4	測站 5
	Neoglyphidodon melas	黑副雀鯛	+	++	+++		+
	Neoglyphidodon nigroris	黑褐副雀鯛		+++		+	
	Plectroglyphidodon johnstonianus	約島式固曲齒鯛			+++	+	+
	Plectroglyphidodon lacrymatus	珠點固曲齒鯛			+	+	+
	Pomacentrus coelestis	霓虹雀鯛			+	++	+
	Pomacentrus lepidogenys	頰鱗雀鯛			+		
	Pomacentrus vaiuli	王子雀鯛			+	++	++
	Pomacentrus pavo	青玉雀鯛			+		
	Pomacentrus philippinus	菲律賓雀鯛			+	++	
Pseudochromidae 准雀鯛科	*Labracinus cyclophthalmus*	圓眼戴氏魚		+		+	
Ptereleotridae 凹尾塘鱧科	*Nemateleotris magnifica*	絲鰭線塘鱧			+		+
	Ptereleotris evides	黑尾凹尾塘鱧				+	+
Scaridae 鸚哥魚科	*Scarus forsteni*	福氏鸚哥魚	+				+
	Scarus rubroviolaceus	紅紫鸚哥魚	+++		++	++++	+
	Scarus schlegeli	史氏鸚哥魚	++		+	++	++
Serranidae 鮨科	*Cephalopholis urodeta*	尾紋九刺鮨	+	+		+	+
	Pseudanthias squamipinnis	絲鰭擬花鮨	++++				
Tetraodontidae 四齒魨科	*Arothron hispidus*	紋腹叉鼻魨				+	
	Arothron nigropunctatus	黑斑叉鼻魨			+		
	Canthigaster valentini	瓦氏尖鼻魨	+		+		+
Zanclidae 角蝶魚科	*Zanclus cornutus*	角鑲魚	++	+	++		++

表 5-2 第三核能發電廠附近海域漁獲魚類相之調查　調查日期：民國 114 年 2 月、5 月、8 月及 10 月
+稀少(1-3 隻)，++少(4-6 隻)，+++豐富(7-9 隻)，++++極豐富(10 隻以上)

科名	學名	中文名稱	*114/2*	*114/5*	*114/8*	*114/10*
Acanthuridae 刺尾鯛科	*Acanthurus bleekeri*	布氏刺尾鯛	++	+	+	+
	Acanthurus dussumieri	杜氏刺尾鯛	++++	++++	++++	++++
Acanthuridae 刺尾鯛科	*Acanthurus lineatus*	線紋刺尾鯛				+
Balistidae 鱗鮕科	*Balistoides viridescens*	褐擬鱗鮕	+			
	Pseudobalistes flavimarginatus	黃緣副鱗鮕	+			
Caesionidae 烏尾鮗科	*Caesio caerulaurea*	烏尾鮗				+++
	Pterocaesio digramma	雙帶鱗鰭烏尾鮗				+
Carangidae 鰺科	*Caranx melampygus*	藍鰭鰺		+		
	Seriola dumerili	紅鉤鰺	++++	++++	++++	++++
Coryphaenidae 鱰科	*Coryphaena hippurus*	鬼頭刀	++	++++		
Diodontidae 二齒鮕科	*Diodon holocanthus*	六斑二齒鮕	++++	++++	++++	++++
Exocoetidae 飛魚科	*Cheilopogon cyanopterus*	黑鰭飛魚		++++		
Haemulidae 石鱸科	*Plectorhinchus lessonii*	雷氏胡椒鯛	+		++	++++
	Plectorhinchus lineatus	條紋胡椒鯛	++	++	+	+
	Plectorhinchus vittatus	條斑胡椒鯛	+	+		
Holocentridae 金鱗魚科	*Myripristis kuntee*	康德鋸鱗魚		++++		++
	Sargocentron diadema	黑鰭棘鱗魚		++		
Kyphosidae 舵魚科	*Kyphosus lembus*	蘭勃舵魚		++		+
Labridae 隆頭魚科	*Cheilinus trilobatus*	三葉唇魚	+	++	+	++
	Hemigymnus melapterus	黑鰭半裸魚		+		
	Pseudodax moluccanus	摩鹿加擬岩鰭			+	
Lethrinidae 龍占魚科	*Lethrinus miniatus*	長吻龍占	+		+	+
	Lethrinus nebulosus	青嘴龍占魚			+	
	Lethrinus ornatus	黃帶龍占	+	+	+	+
	Lethrinus rubrioperculatus	紅鰓龍占	++	+	+	
	Monotaxis grandoculis	單列齒鯛			+	
Lutjanidae 笛鯛科	*Etelis coruscans*	長尾濱鯛				++++
	Lutjanus argentimaculatus	銀紋笛鯛	+	++	+	++
	Lutjanus gibbus	隆背笛鯛	++++	++++	++++	++++
	Lutjanus lutjanus	正笛鯛	++	++	+	
	Lutjanus kasmira	四線笛鯛	++			
	Lutjanus quinquelineatus	五線笛鯛	++++			+
	Lutjanus fulviflamma	火斑笛鯛	+	+	+	
	Lutjanus rivulatus	海雞母笛鯛	+		++	++
	Paracaesio caeruleus	藍色擬烏尾冬		++++		
	Paracaesio xanthura	黃擬烏尾鮗			+++	
Monacanthidae 單棘鮕科	*Aluterus scriptus*	長尾革單棘鮕			+	
Monodactylidae 銀鱗鯧科	*Monodactylus argenteus*	銀鱗鯧	+	+		
Mullidae 羊魚科	*Parupeneus ciliatus*	短鬚海緋鯉	+		+	
	Parupeneus indicus	印度海緋鯉			+	+
	Parupeneus multifasciatus	多帶海緋鯉	++		++++	+
	Parupeneus spilurus	大型海緋鯉	+		+	+
Oplegnathidae 石鯛科	*Oplegnathus punctatus*	斑石鯛	+	+	+	+
Pomacentridae 雀鯛科	*Abudefduf bengalensis*	孟加拉豆娘魚	+	+		
Salmonidae 鮭科	*Oncorhynchus keta*	鮭魚	++++	++++	++++	++++
Scombridae 鯖科	*Acanthocybium solandii*	棘鰆			++++	++
	Thunnus albacares	黃鰭鮪				+
Scaridae 鸚哥魚科	*Scarus festivus*	橫紋鸚哥魚		+		++
	Scarus forsteni	福氏鸚哥魚		++		+
	Scarus ghobban	藍點鸚哥魚	++++	++	++++	+++
	Scarus prasiognathos	綠頷鸚哥魚	+	+		
	Scarus psittacus	棕吻鸚哥魚				+

續表 5-2 第三核能發電廠附近海域漁獲魚類相之調查　　調查日期：民國 114 年 2 月、5 月、8 月及 10 月

+稀少 (1-3 隻)，++少 (4-6 隻)，+++豐富 (7-9 隻)，++++極豐富 (10 隻以上)

科名	學名	中文名稱	*114/2*	*114/5*	*114/8*	*114/10*
	Scarus rubroviolaceus	紅紫鸚哥魚	++	+	++	+++
	Scarus rivulatus	雜紋鸚哥魚	+	++++	++++	+
	Scarus schlegeli	史氏鸚哥魚			+	++
Scorpaenidae 鮋科	*Helicolenus hilgendorfi*	無鰾鮋	++++	+++	++	++++
Serianidae 鰤科	*Anyperodon leucogrammicus*	白線光腭鱸	+		+	
	Cephalopholis argus	斑點九刺鰤	+		+	
	Cephalopholis boenak	橫紋九刺鰤		+		
	Cephalopholis spiloparaea	黑緣九刺鰤	++			++
	Epinephelus areolatus	寶石石斑魚	+			+
	Epinephelus bleekeri	布氏石斑魚				+
	Epinephelus coioides	點帶石斑魚	+			+
	Epinephelus fasciatus	橫帶石斑魚			+	
	Epinephelus fuscoguttatus♀* *Epinephelus lanceolatus*♂	龍虎斑	++++	++++	++++	++++
	Epinephelus hexagonatus	六角石斑魚			+	
	Variola albimarginata	白緣星鱠	++		++	
	Variola louti	星鱠	+	+	+	+
Siganidae 藍子魚科	*Siganus spinus*	刺臭肚魚		+		
Tetraodontidae 四齒鈍科	*Arothron hispidus*	紋腹叉鼻鈍	+		+	

表 5-3 第三核能發電廠附近海域各測站魚類相及魚類豐度之調查　　調查日期：民國 114 年 5 月
+稀少 (1-3 隻)，++少 (4-6 隻)，+++豐富 (7-9 隻)，++++極豐富 (10 隻以上)

科名	學名	中文名稱	測站 1	測站 2	測站 3	測站 4	測站 5
Acanthuridae 刺尾鯛科	*Acanthurus dussumieri*	杜氏刺尾鯛	+	+		+++	+
	Acanthurus lineatus	線紋刺尾鯛	+	+			
	Acanthurus nigrofuscus	褐斑刺尾鯛	+++	++++	++++	+	+++
	Acanthurus olivaceus	一字刺尾鯛				+	
	Ctenochaetus binotatus	雙斑櫛齒刺尾鯛	++++	++++	+++	+	++++
	Naso lituratus	黑背鼻魚	+		++	+	
	Naso unicornis	單角鼻魚		++			
	Zebrasoma scopas	小高鰭刺尾鯛		+	+	+	++
	Zebrasoma velifer	橫帶高鰭刺尾鯛	+	+			
Apogonidae 天竺鯛科	*Cheilodipterus quinquelineatus*	五線巨齒天竺鯛				+	
Aulostomidae 管口魚科	*Aulostomus chinensis*	中華管口魚					+
Balistidae 鱗鮄科	*Balistapus undulatus*	波紋鈎鱗鮄		+			
	Sufflamen chrysopterum	金鰭鼓氣鱗鮄		+			
Blenniidae 鰨科	*Meiacanthus grammistes*	黑帶稀棘鰨	+				+
Caesionidae 烏尾鮗科	*Caesio caerulaurea*	烏尾鮗			+		++
	Pterocaesio digramma	雙帶鱗鰭烏尾鮗			++++		
Chaetodontidae 蝴蝶魚科	*Chaetodon argentatus*	銀身蝴蝶魚			+		
	Chaetodon auriga	揚旛蝴蝶魚	+			+	+
	Chaetodon auripes	耳帶蝴蝶魚	+	+	+		++
	Chaetodon baronessa	曲紋蝴蝶魚	+		+	+	
	Chaetodon citrinellus	胡麻斑蝴蝶魚	++			+	
	Chaetodon ephippium	鞍斑蝴蝶魚				+	
	Chaetodon kleinii	克氏蝴蝶魚	+++		++	+++	+++
	Chaetodon lunulatus	弓月蝴蝶魚	++	+	+	++	
	Chaetodon lunula	月斑蝴蝶魚				++	
	Chaetodon melannotus	黑背蝴蝶魚	+		+		
	Chaetodon plebeius	藍斑蝴蝶魚	+				
	Chaetodon rafflesii	雷氏蝴蝶魚		+			
	Chaetodon speculum	鏡班蝴蝶魚	+++	+			++
	Chaetodon trifascialis	川紋蝴蝶魚	+		+		
	Chaetodon ulietensis	烏利蝴蝶魚	+				
	Chaetodon unimaculatus	一點蝴蝶魚	++	+		+	
	Chaetodon vagabundus	飄浮蝴蝶魚	+		+		
	Chaetodon punctatofasciatus	點斑橫帶蝴蝶魚	+		++		
	Heniochus acuminatus	白吻雙帶立旗鯛			+		
	Heniochus chrysostomus	三帶立旗鯛		+			+
	Heniochus singularius	單棘立旗鯛	+				
	Heniochus varius	黑身立旗鯛					+
	Heniochus monoceros	烏面立旗鯛			+		
Cirrhitidae鰭科	*Cirrhitichthys falco*	鷹金鰭				+	
	Paracirrhites arcatus	副鰭				+	
	Paracirrhites forsteri	福氏副鰭	+				
Gobiidae 鰕虎科	*Amblyeleotris periophthalma*	圓眶鈍鯊				+	

續表 5-3 第三核能發電廠附近海域各測站魚類相及魚類豐度之調查　　調查日期：民國 114 年 5 月
+稀少 (1-3 隻)，++少 (4-6 隻)，+++豐富 (7-9 隻)，++++極豐富 (10 隻以上)

科名	學名	中文名稱	測站 1	測站 2	測站 3	測站 4	測站 5
Haemulidae 石鱸科	*Plectorhinchus lessonii*	雷氏胡椒鯛				+	+
	Plectorhinchus vittatus	條斑胡椒鯛		+			
Holocentridae 金鱗魚科	*Myripristis kuntee*	康德鋸鱗魚		++++	+		++++
	Myripristis violacea	紫鋸鱗魚		+			
	Neoniphon sammara	莎姆金鱗魚		++++			
	Sargocentron caudimaculatum	尾斑棘鱗魚		+++	+		++
	Sargocentron diadema	黑鰭棘鱗魚		++			+
	Sargocentron melanospilos	黑點棘鱗魚		+			
Labridae 隆頭魚科	*Anampses meleagrides*	北斗阿南魚	+			+	+
	Anampses twistii	雙斑阿南魚	+		+	+	
	Bodianus mesothorax	中胸狐鯛	+		+		++
	Cheilinus trilobatus	三葉唇魚		+		+	
	Cirrhilabrus cyanopleura	藍身絲鰭鸚鯛				++	
	Coris aygula	紅喉盔魚				+	
	Coris gaimard	蓋馬氏盔魚	+	+		+	
	Coris dorsomacula	背斑盔魚	+		+	+	
	Gomphosus varius	雜色尖嘴魚	++	+	+	+	
	Labroides bicolor	二色裂唇魚	+				
	Labroides dimidiatus	裂唇魚	+	++	+++	++	+
	Halichoeres hortulanus	雲斑海豬魚	+	+	+	+	+
	Halichoeres nebulosus	雲紋海豬魚	+			+	
	Halichoeres prosopeion	黑額海豬魚	+				
	Hologymnosus doliatus	狹帶全裸鸚鯛	+				
	Macropharyngodon meleagris	珠斑大咽齒鯛			+	++	
	Oxycheilinus unifasciatus	單帶尖唇魚					+
	Stethojulis bandanensis	黑星紫胸魚				+	
	Thalassoma amblycephalus	鈍頭錦魚	+++		++++	+	
	Thalassoma hardwicke	哈氏錦魚	+	++++		+	
	Thalassoma jansenii	詹氏錦魚	+			+	
	Thalassoma lutescens	胸斑錦魚	+	++	++	++++	+
	Thalassoma lunare	新月錦魚			+		
	Thalassoma quinquevittatum	五帶錦魚				+	
Lethrinidae 龍占魚科	*Monotaxis grandoculis*	單列齒鯛	+				
Lutjanidae 笛鯛科	*Lutjanus fulvus*	黃足笛鯛	+	+++			
	Lutjanus quinquelineatus	五線笛鯛		++++	+		
Monacanthidae 單棘魨科	*Cantherhines dumerilii*	杜氏刺鼻單棘魨		+	+		
Mullidae 羊魚科	*Mulloidichthys flavolineatus*	黃線擬鬚鯛				+	
	Mulloidichthys vanicolensis	金帶擬鬚鯛			+		
	Parupeneus multifasciatus	多帶海緋鯉		+		+	
Nemipteridae 金線魚科	*Scolopsis bilineata*	雙帶眶棘鱸	+	+		++	+
	Scolopsis ciliata	黃點赤尾冬		+			
	Scolopsis monogramma	單帶眶棘鱸		+			

續表 5-3 第三核能發電廠附近海域各測站魚類相及魚類豐度之調查　　調查日期：民國 114 年 5 月
+稀少 (1-3 隻)，++少 (4-6 隻)，+++豐富 (7-9 隻)，++++極豐富 (10 隻以上)

科名	學名	中文名稱	測站 1	測站 2	測站 3	測站 4	測站 5
Ostraciidae 箱鮐科	*Ostracion cubicus*	粒突箱鮐				+	
Pempheridae 擬金眼鯛科	*Pempheris oualensis*	烏伊蘭擬金眼鯛		++++			++++
Pinguipedidae 虎鰨科 (擬鰏科)	*Parapercis millepunctata*	雪點擬鱸				+	+
Pomacanthidae 蓋刺魚科	*Centropyge vrolickii*	伏羅式蓋刺魚	+		+	+	++
	Pomacanthus imperator	條紋蓋刺魚	+		+		+
	Pomacanthus semicirculatus	疊波蓋刺魚	+	+	+	+	+
	Pygoplites diacanthus	甲尻魚	+	+		+	+
Pomacentridae 雀鯛科	*Amblyglyphidodon curacao*	橘鈍寬刻齒雀鯛		++++			
	Abudefduf vaigiensis	條紋豆娘魚	++++				++
	Abudefduf sexfasciatus	六線雀鯛		+			
	Amphiprion clarkii	克氏雙鋸魚	+			+++	
	Chromis atripectoralis	黑腋光鰓雀鯛					+
	Chromis lepidolepis	細鱗光鰓雀鯛					+
	Chromis margaritifer	二色光鰓雀鯛	+	++++	++++	+++	++++
	Chromis ternatensis	三葉光鰓雀鯛					+
	Chromis viridis	藍綠光鰓雀鯛		++++			
	Chromis weberi	魏氏光鰓雀鯛	++		+	++++	++++
	Dascyllus reticulatus	網紋圓雀鯛	++++	++++	++++	++++	
	Dascyllus trimaculatus	三斑圓雀鯛	++	++++	+	+++	++++
	Neoglyphidodon melas	黑副雀鯛		++++	+	+	++
	Neoglyphidodon nigroris	黑褐副雀鯛		++++	+		
	Plectroglyphidodon lacrymatus	珠點固曲齒鯛		+	+		
	Plectroglyphidodon johnstonianus	約島式固曲齒鯛			+	+	
	Pomacentrus amboinensis	安邦雀鯛		+			
	Pomacentrus bankanensis	班卡雀鯛	+			+	
	Pomacentrus lepidogenys	頰鱗雀鯛		+		+	+
	Pomacentrus coelestis	霓虹雀鯛				+	
	Pomacentrus philippinus	菲律賓雀鯛			+		+
	Pomacentrus vaiuli	王子雀鯛			+	+	+
	Stegastes fasciolatus	藍紋高身雀鯛				+	+
	Stegastes nigricans	黑高身雀鯛				+	
Priacanthidae 大眼鯛科	*Priacanthus hamrur*	寶石大眼鯛			+		
Pseudochromidae 准雀鯛科	*Labracinus cyclophthalmus*	圓眼戴氏魚		+	+		
Ptereleotridae 凹尾塘鱧科	*Nemateleotris magnifica*	絲鰭線塘鱧				+	
	Ptereleotris evides	黑尾凹尾塘鱧		+		++	
Scaridae 鸚哥魚科	*Scarus festivus*	橫紋鸚哥魚		+		+	
	Scarus forsteni	福氏鸚哥魚	++	++++		+++	
	Scarus hypselopterus	爪哇鸚哥魚	+	++			
	Scarus oviceps	姬鸚哥魚	++				
	Scarus psittacus	棕吻鸚哥魚	+	+		++	

續表 5-3 第三核能發電廠附近海域各測站魚類相及魚類豐度之調查　　調查日期：民國 114 年 5 月
+稀少 (1-3 隻)，++少 (4-6 隻)，+++豐富 (7-9 隻)，++++極豐富 (10 隻以上)

科名	學名	中文名稱	測站 1	測站 2	測站 3	測站 4	測站 5
	Scarus rubroviolaceus	紅紫鸚哥魚	+++	+	+		
	Scarus schlegeli	史氏鸚哥魚	++	++++	+	++++	
Siganidae 藍子魚科	*Siganus fuscescens*	褐藍子魚		++++			
Serranidae 鮨科	*Cephalopholis urodeta*	尾紋九刺鮨				+	
	Pseudanthias squamipinnis	絲鰭擬花鮨			++++		
Zanclidae 角蝶魚科	*Zanclus cornutus*	角鑲魚	++	++++	+	++	++

表 5-4 第三核能發電廠附近海域各測站魚類相及魚類豐度之調查　　調查日期：民國 114 年 8 月
+稀少 (1-3 隻)，++少 (4-6 隻)，+++豐富 (7-9 隻)，++++極豐富 (10 隻以上)

科名	學名	中文名稱	測站 1	測站 2	測站 3	測站 4	測站 5
Acanthuridae 刺尾鯛科	*Acanthurus dussumieri*	杜氏刺尾鯛			++		+
	Acanthurus nigrofuscus	褐斑刺尾鯛	++++	+	++++	++	++++
	Ctenochaetus binotatus	雙斑櫛齒刺尾鯛	++++	+	+	+	+
	Naso lituratus	黑背鼻魚				+	
	Zebrasoma scopas	小高鰭刺尾鯛	++++		+		
	Zebrasoma velifer	橫帶高鰭刺尾鯛	+				
Apogonidae 天竺鯛科	*Cheilodipterus intermedius*	中間巨齒天鯛		+			
	Cheilodipterus macrodon	巨齒天竺鯛		+			
	Cheilodipterus quinquelineatus	五線巨齒天竺鯛		+			
	Ostorhinchus apogonoides	短齒鸚天竺鯛		++++			
	Sphaeramia orbicularis	環紋圓天竺鯛		+			
Balistidae 鱗鮄科	*Balistapus undulatus*	波紋鈎鱗鮄		+			
Blenniidae 鰰科	*Meiacanthus grammistes*	黑帶稀棘鰰	+			+	+
Caesionidae 烏尾鮗科	*Pterocaesio digramma*	雙帶鱗鰭烏尾鮗	++++	++			++++
Chaetodontidae 蝴蝶魚科	*Chaetodon auriga*	揚旛蝴蝶魚	+				
	Chaetodon auripes	耳帶蝴蝶魚	+		+	+	+
	Chaetodon baronessa	曲紋蝴蝶魚	+				
	Chaetodon citrinellus	胡麻斑蝴蝶魚	+		+		
	Chaetodon kleinii	克氏蝴蝶魚	+		+	+	+++
	Chaetodon lunulatus	弓月蝴蝶魚	+	+		+	
	Chaetodon lunula	月斑蝴蝶魚	+				
	Chaetodon melannotus	黑背蝴蝶魚	+		+	+	
	Chaetodon speculum	鏡班蝴蝶魚	+		+	+	+
	Chaetodon trifascialis	川紋蝴蝶魚	+				
	Chaetodon unimaculatus	一點蝴蝶魚	++				+
	Chaetodon vagabundus	飄浮蝴蝶魚	+		++	+	
	Chaetodon xanthurus	紅尾蝴蝶魚				+	+
	Chaetodon punctatofasciatus	點斑橫帶蝴蝶魚					+
	Forcipiger flavissimus	黃鑷口魚	+				
	Heniochus acuminatus	白吻雙帶立旗鯛			+		
	Heniochus chrysostomus	三帶立旗鯛	+				
	Heniochus varius	黑身立旗鯛				+	
Cirrhitidae鰭科	*Cirrhitichthys aprinus*	斑金鰭			+		
	Cirrhitichthys falco	鷹金鰭					+
	Paracirrhites forsteri	福氏副鰭	+		+	+	
Diodontidae 二齒魨科	*Diodon holocanthus*	六斑二齒魨				+	
Haemulidae 石鱸科	*Plectorhinchus vittatus*	條斑胡椒鯛	+		+		
Holocentridae 金鱗魚科	*Myripristis kuntee*	康德鋸鱗魚		+			
	Neoniphon sammara	莎姆金鱗魚		++++			
	Sargocentron caudimaculatum	尾斑棘鱗魚		+			++
	Sargocentron diadema	黑鰭棘鱗魚			+		
Labridae 隆頭魚科	*Anampses twistii*	雙斑阿南魚				+	+
	Bodianus mesothorax	中胸狐鯛	+	+	+		+

續表 5-4 第三核能發電廠附近海域各測站魚類相及魚類豐度之調查　　調查日期：民國 114 年 8 月

+稀少 (1-3 隻)，++少 (4-6 隻)，+++豐富 (7-9 隻)，++++極豐富 (10 隻以上)

科名	學名	中文名稱	測站 1	測站 2	測站 3	測站 4	測站 5
	Cheilinus chlorourus	綠尾唇魚	+				
	Cheilinus trilobatus	三葉唇魚	+		+	+	
	Cirrhilabrus cyanopleura	藍身絲鰭鸚鯛		+		+	+
	Cirrhilabrus melanomarginatus	黑緣絲鰭鸚鯛			+	++	++++
	Cirrhilabrus rubrimarginatus	紅緣絲鰭鸚鯛			+		
	Coris aygula	紅喉盔魚	+				
	Coris gaimard	蓋馬氏盔魚	+		+		
	Gomphosus varius	雜色尖嘴魚	+	+	+	+	
	Labroides bicolor	二色裂唇魚		+		+	
	Labroides dimidiatus	裂唇魚		+		+	+
	Halichoeres biocellatus	雙斑海豬魚				+	++
	Halichoeres trimaculatus	三斑海豬魚		+			
	Halichoeres hortulanus	雲斑海豬魚	+		+	+	++
	Halichoeres prosopeion	黑額海豬魚			+	+++	++++
	Halichoeres scapularis	頸帶海豬魚		+			
	Hemigymnus melapterus	黑鰭半裸魚		+			
	Macropharyngodon meleagris	珠斑大咽齒鯛				+	
	Oxycheilinus unifasciatus	單帶尖唇魚		+	+	+	
	Stethojulis bandanensis	黑星紫胸魚			+		
	Thalassoma amblycephalus	鈍頭錦魚	+++		++++	++++	
	Thalassoma hardwicke	哈氏錦魚		++		+++	
	Thalassoma jansenii	詹氏錦魚			++	+	
	Thalassoma lunare	新月錦魚		+	+		
	Thalassoma lutescens	胸斑錦魚	+		++	+++	+++
Lethrinidae 龍占魚科	*Monotaxis grandoculis*	單列齒鯛	+				
Lutjanidae 笛鯛科	*Lutjanus decussatus*	交叉笛鯛				+	
	Lutjanus fulvus	黃足笛鯛		++++			
	Lutjanus quinquelineatus	五線笛鯛		++++			
	Macolor niger	黑背羽鰓笛鯛	++				
Mullidae 羊魚科	*Mulloidichthys flavolineatus*	黃線擬鬚鯛		+		++	
	Mulloidichthys vanicolensis	金帶擬鬚鯛		++++		++++	
	Parupeneus indicus	印度海緋鯉					+
	Parupeneus multifasciatus	多帶海緋鯉	+			+	+
Kyphosidae 舵魚科	*Kyphosus cinerascens*	天竺舵魚	+				
Nemipteridae 金線魚科	*Scolopsis bilineata*	雙帶眶棘鱸	+			+	+
	Scolopsis ciliata	黃點赤尾冬		+			
	Scolopsis monogramma	單帶眶棘鱸		+			
	Scolopsis trilineata	三帶眶棘鱸		+			
	Scolopsis affinis	烏面眶棘鱸			+		
Ostraciidae 箱鮐科	*Ostracion meleagris*	米點箱鮐			+		
	Ostracion cubicus	粒突箱鮐	+				
Pempheridae 擬金眼鯛科	*Pempheris oualensis*	烏伊蘭擬金眼鯛		++++	++++		

續表 5-4 第三核能發電廠附近海域各測站魚類相及魚類豐度之調查　　調查日期：民國 114 年 8 月

+稀少 (1-3 隻)，++少 (4-6 隻)，+++豐富 (7-9 隻)，++++極豐富 (10 隻以上)

科名	學名	中文名稱	測站 1	測站 2	測站 3	測站 4	測站 5
Pinguipedidae 虎鰭科 (擬鯔科)	*Parapercis clathrata*	四斑擬鱸			+		+
	Parapercis pacifica	太平洋擬鱸		+			
Plotosidae 鰻鯰科	*Plotosus lineatus*	線紋鰻鯰		++++			
Pomacanthidae 蓋刺魚科	*Centropyge bicolor*	二色刺尻魚					+
	Centropyge bispinosa	雙棘刺尻魚		+			
	Centropyge heraldi	海氏刺尻魚					+
	Centropyge vrolickii	伏羅式蓋刺魚	+	+	+	+	+
	Pomacanthus imperator	條紋蓋刺魚			+		+
	Pomacanthus semicirculatus	疊波蓋刺魚	+	+			
	Pygoplites diacanthus	甲尻魚	+				+
Pomacentridae 雀鯛科	*Amblyglyphidodon curacao*	橘鈍寬刻齒雀鯛		++++			
	Abudefduf vaigiensis	條紋豆娘魚	++++	+			
	Amphiprion clarkii	克氏雙鋸魚			+		
	Chromis margaritifer	二色光鰓雀鯛	++	+++	++++	++++	+
	Chromis viridis	藍綠光鰓雀鯛		++			
	Chromis ternatensis	三葉光鰓雀鯛				+	
	Chromis weberi	魏氏光鰓雀鯛	++++		++	+++	++++
	Dascyllus reticulatus	網紋圓雀鯛		++++	++++		+
	Dascyllus trimaculatus	三斑圓雀鯛	+	++++	+		+
	Neoglyphidodon melas	黑副雀鯛	+	++	+	+	
	Neoglyphidodon nigroris	黑褐副雀鯛		+++	+	+	
	Plectroglyphidodon johnstonianus	約島式固曲齒鯛			+	+++	
	Plectroglyphidodon lacrymatus	珠點固曲齒鯛		+	+	+	
	Pomacentrus bankanensis	班卡雀鯛				+	
	Pomacentrus philippinus	菲律賓雀鯛	+		++		
	Pomacentrus vaiuli	王子雀鯛					+
Pseudochromidae 准雀鯛科	*Labracinus cyclophthalmus*	圓眼戴氏魚		+			
Ptereleotridae 凹尾塘鱧科	*Nemateleotris magnifica*	絲鰭線塘鱧				+	+
	Ptereleotris evides	黑尾凹尾塘鱧			+	++++	+
Scaridae 鸚哥魚科	*Chlorurus bowersi*	鮑氏綠鸚哥魚	+				
	Chlorurus sordidus	藍頭綠鸚哥魚			+	++	+
	Scarus dimidiatus	新月鸚哥魚	++++				
	Scarus festivus	橫紋鸚哥魚	++++				
	Scarus frenatus	網紋鸚哥魚	++++				
	Scarus forsteni	福氏鸚哥魚	++++		+	+	+
	Scarus ghobban	藍點鸚哥魚	++		++		
	Scarus psittacus	棕吻鸚哥魚	+++		+		
	Scarus rubroviolaceus	紅紫鸚哥魚	+		+		+
	Scarus schlegeli	史氏鸚哥魚	++++	+	++	+	

續表 5-4 第三核能發電廠附近海域各測站魚類相及魚類豐度之調查　　調查日期：民國 114 年 8 月

+稀少 (1-3 隻)，++少 (4-6 隻)，+++豐富 (7-9 隻)，++++極豐富 (10 隻以上)

科名	學名	中文名稱	測站 1	測站 2	測站 3	測站 4	測站 5
Serranidae 鮨科	*Cephalopholis urodeta*	尾紋九刺鮨		+			
Siganidae 藍子魚科	*Siganus fuscescens*	褐藍子魚	+		+		
Tetraodontidae 四齒魨科	*Canthigaster valentini*	瓦氏尖鼻魨		+	+	+	+
Zanclidae 角蝶魚科	*Zanclus cornutus*	角鐮魚	++	+	+++	++	+

表 5-5 第三核能發電廠附近海域各測站魚類相及魚類豐度之調查　　調查日期：民國 114 年 10 月
+稀少 (1-3 隻)，++少 (4-6 隻)，+++豐富 (7-9 隻)，++++極豐富 (10 隻以上)

科名	學名	中文名稱	測站 1	測站 2	測站 3	測站 4	測站 5
Acanthuridae 刺尾鯛科	*Acanthurus dussumieri*	杜氏刺尾鯛		+		+	
	Acanthurus lineatus	線紋刺尾鯛	+				
	Acanthurus nigrofuscus	褐斑刺尾鯛	++++		++	++++	++++
	Acanthurus pyroferus	火紅刺尾鯛				+	+
	Ctenochaetus binotatus	雙斑櫛齒刺尾鯛	++++		+		
	Ctenochaetus striatus	連紋櫛齒刺尾鯛				+	+
	Naso lituratus	黑背鼻魚					+
	Zebrasoma scopas	小高鰭刺尾鯛	++++		+		+
	Zebrasoma velifer	橫帶高鰭刺尾鯛				+	
Apogonidae 天竺鯛科	*Cheilodipterus macrodon*	巨齒天竺鯛		++			
	Pristiapogon kallopterus	麗鰭鋸天竺鯛		+			
Aulostomidae 管口魚科	*Aulostomus chinensis*	中華管口魚	+				
Balistidae 鱗鮭科	*Balistapus undulatus*	波紋鈎鱗鮭		+			
Blenniidae 鰰科	*Meiacanthus grammistes*	黑帶稀棘鰰			+		
Caesionidae 烏尾鮗科	*Caesio caerulaurea*	烏尾鮗			++++		
	Pterocaesio digramma	雙帶鱗鰭烏尾鮗			++++	++++	
Chaetodontidae 蝴蝶魚科	*Chaetodon argentatus*	銀身蝴蝶魚					++
	Chaetodon auripes	耳帶蝴蝶魚	+		+	+	+
	Chaetodon bennetti	本氏蝴蝶魚			+		
	Chaetodon baronessa	曲紋蝴蝶魚	+			+	
	Chaetodon citrinellus	胡麻斑蝴蝶魚	+			+	
	Chaetodon kleinii	克氏蝴蝶魚	+++		+	+	+++
	Chaetodon lunulatus	弓月蝴蝶魚	+	+		+	+
	Chaetodon lunula	月斑蝴蝶魚	++++			+	
	Chaetodon melannotus	黑背蝴蝶魚			+		+
	Chaetodon speculum	鏡班蝴蝶魚	+		+	+	+
	Chaetodon trifascialis	川紋蝴蝶魚			+	+	+
	Chaetodon unimaculatus	一點蝴蝶魚					+
	Chaetodon vagabundus	飄浮蝴蝶魚	++	+	++	+	+
	Chaetodon wiebeli	魏氏蝴蝶魚	+				
	Chaetodon xanthurus	紅尾蝴蝶魚			+		
	Chaetodon punctatofasciatus	點斑橫帶蝴蝶魚			+		
	Forcipiger flavissimus	黃鑷口魚					+
	Heniochus acuminatus	白吻雙帶立旗鯛	+				
	Heniochus chrysostomus	三帶立旗鯛					+
	Heniochus monoceros	烏面立旗鯛					+
	Heniochus singularius	單棘立旗鯛					+
	Heniochus varius	黑身立旗鯛	+				+
Carangidae 鰺科	*Caranx ignobilis*	浪人鰺		+			
	Caranx sexfasciatus	六帶鰺	+				
Cirrhitidae鰭科	*Paracirrhites forsteri*	福氏副鰭	+				
Haemulidae 石鱸科	*Diagramma pictum*	密點少棘胡椒鯛		+			
	Plectorhinchus lessonii	雷氏胡椒鯛	+				+
Holocentridae 金鱗魚科	*Myripristis kuntee*	康德鋸鱗魚	+	++	+	++	+

續表 5-5 第三核能發電廠附近海域各測站魚類相及魚類豐度之調查　　調查日期：民國 114 年 10 月

+稀少 (1-3 隻)，++少 (4-6 隻)，+++豐富 (7-9 隻)，++++極豐富 (10 隻以上)

科名	學名	中文名稱	測站 1	測站 2	測站 3	測站 4	測站 5
	Myripristis violacea	紫鋸鱗魚		+			
	Neoniphon sammara	莎姆金鱗魚	+	++++		+	+
	Sargocentron diadema	黑鰭棘鱗魚	+	+		++	+
	Sargocentron melanospilos	黑點棘鱗魚		+			
	Sargocentron spiniferum	尖吻棘鱗魚					+
Kyphosidae 舵魚科	*Kyphosus cinerascens*	天竺舵魚	+				
Labridae 隆頭魚科	*Anampses caeruleopunctatus*	青斑阿南魚				+	
	Anampses meleagrides	北斗阿南魚	+		+		
	Anampses twistii	雙斑阿南魚	+		+	+	
	Bodianus mesothorax	中胸狐鯛	+	+	+	++	+
	Cheilinus fasciatus	橫帶唇魚		+			
	Cheilinus trilobatus	三葉唇魚			+		
	Cirrhilabrus cyanopleura	藍身絲鰭鸚鯛			+		
	Coris dorsomacula	背斑盔魚				+	+
	Coris gaimard	蓋馬氏盔魚	+			+	
	Gomphosus varius	雜色尖嘴魚	+++		++	++	
	Labropsis manabei	曼氏褶唇魚		+			
	Labroides bicolor	二色裂唇魚	+	+			
	Labroides dimidiatus	裂唇魚	+	++	+	+	++
	Halichoeres hortulanus	雲斑海豬魚	++		+	++++	+
	Halichoeres nebulosus	雲紋海豬魚				+	+
	Halichoeres prosopeion	黑額海豬魚			+		
	Halichoeres trimaculatus	三斑海豬魚		+			
	Hemigymnus fasciatus	條紋半裸魚			+		
	Hemigymnus melapterus	黑鰭半裸魚		+			
	Hologymnosus doliatus	狹帶全裸鸚鯛				+	
	Macropharyngodon meleagris	珠斑大咽齒鯛				+	
	Oxycheilinus unifasciatus	單帶尖唇魚	+			+	
	Pseudojuloides cerasinus	細尾擬海豬魚				+	
	Pteragogus aurigarius	長鰭鸚鯛			+		
	Stethojulis bandanensis	黑星紫胸魚			+	+	+
	Stethojulis trilineata	三線紫胸魚				+	
	Stethojulis strigiventer	虹紋紫胸魚				+	
	Stethojulis terina	斷紋紫胸魚					+
	Thalassoma amblycephalus	鈍頭錦魚	++++		++++	++++	
	Thalassoma hardwicke	哈氏錦魚	+	+	+	+++	
	Thalassoma jansenii	詹氏錦魚	+		+	+	
	Thalassoma lutescens	胸斑錦魚	++		++++	++	++
	Thalassoma lunare	新月錦魚		+	+		
Lethrinidae 龍占魚科	*Lethrinus olivaceus*	尖吻龍占魚					+
Lutjanidae 笛鯛科	*Lutjanus monostigma*	單斑笛鯛		+			
	Lutjanus fulvus	黃足笛鯛		+++			
	Lutjanus quinquelineatus	五線笛鯛		++++			
Mullidae 羊魚科	*Mulloidichthys vanicolensis*	金帶擬鬚鯛			+		++++
	Parupeneus indicus	印度海緋鯉			+	+	+

續表 5-5 第三核能發電廠附近海域各測站魚類相及魚類豐度之調查　　調查日期：民國 114 年 10 月
+稀少 (1-3 隻)，++少 (4-6 隻)，+++豐富 (7-9 隻)，++++極豐富 (10 隻以上)

科名	學名	中文名稱	測站 1	測站 2	測站 3	測站 4	測站 5
	Parupeneus multifasciatus	多帶海緋鯉				+	+
Nemipteridae 金線魚科	*Scolopsis bilineata*	雙帶眶棘鱸	+		+	++	++
	Scolopsis monogramma	單帶眶棘鱸				+	
	Scolopsis ciliata	黃點赤尾冬		+			
Ostraciidae 箱鮐科	*Ostracion meleagris*	米點箱鮐				+	
Pempheridae 擬金眼鯛科	*Pempheris oualensis*	烏伊蘭擬金眼鯛	++++	++++	++	++++	
Pinguipedidae 虎鰨科 (擬鯔科)	*Parapercis clathrata*	四斑擬鱸	+				+
	Parapercis pacifica	太平洋擬鱸		+			
Pomacanthidae 蓋刺魚科	*Centropyge vrolickii*	伏羅式蓋刺魚	+	+	+	+	+
	Pomacanthus imperator	條紋蓋刺魚				+	
	Pomacanthus semicirculatus	疊波蓋刺魚	+	+	+	+	
	Pygoplites diacanthus	甲尻魚	+		+		+
Pomacentridae 雀鯛科	*Amblyglyphidodon curacao*	橘鈍寬刻齒雀鯛		++++			
	Abudefduf vaigiensis	條紋豆娘魚	++++	++++			
	Chromis margaritifer	二色光鰓雀鯛	+++	++	++++	+++	
	Chromis viridis	藍綠光鰓雀鯛		++++			
	Chromis weberi	魏氏光鰓雀鯛		+	+++	+	++++
	Dascyllus reticulatus	網紋圓雀鯛		++++	+++		
	Dascyllus trimaculatus	三斑圓雀鯛	+	++++	+++	+	++++
	Neoglyphidodon melas	黑副雀鯛		++++	+	++	
	Neoglyphidodon nigroris	黑褐副雀鯛		++++	++	+	
	Plectroglyphidodon johnstonianus	約島式固曲齒鯛			+	+	
	Plectroglyphidodon lacrymatus	珠點固曲齒鯛			+		
	Pomacentrus chrysurus	白尾雀鯛			+		
	Pomacentrus coelestis	霓虹雀鯛	+				
	Pomacentrus lepidogenys	頰鱗雀鯛	+		++		
	Pomacentrus philippinus	菲律賓雀鯛		+	+	+	
	Pomacentrus vaiuli	王子雀鯛	+		+		+
	Stegastes fasciolatus	藍紋高身雀鯛				++	
	Stegastes nigricans	黑高身雀鯛		+			
Priacanthidae 大眼鯛科	*Priacanthus hamrur*	寶石大眼鯛			+		+
Pseudochromidae 准雀鯛科	*Labracinus cyclophthalmus*	圓眼戴氏魚		+		+	
Ptereleotridae 凹尾塘鱧科	*Nemateleotris magnifica*	絲鰭線塘鱧					++++
	Ptereleotris evides	黑尾凹尾塘鱧					+
Scaridae 鸚哥魚科	*Chlorurus sordidus*	藍頭綠鸚哥魚	+				
	Scarus festivus	橫紋鸚哥魚	+			++	
	Scarus forsteni	福氏鸚哥魚	++		+	+	++
	Scarus ghobban	藍點鸚哥魚				++	
	Scarus prasiognathos	綠頜鸚哥魚	+				
	Scarus rivulattus	雜紋鸚哥魚	++			++	

續表 5-5 第三核能發電廠附近海域各測站魚類相及魚類豐度之調查　　調查日期：民國 114 年 10 月
+稀少 (1-3 隻)，++少 (4-6 隻)，+++豐富 (7-9 隻)，++++極豐富 (10 隻以上)

科名	學名	中文名稱	測站 1	測站 2	測站 3	測站 4	測站 5
	Scarus rubroviolaceus	紅紫鸚哥魚	+		++	++	
	Scarus schlegeli	史氏鸚哥魚	+		+		
Scorpaenidae 鮋科	*Pterois volitans*	魔鬼簑鮋		+			
Tetraodontidae 四齒鮭科	*Canthigaster valentini*	瓦氏尖鼻鮭	+	+	+		+
Zanclidae 角蝶魚科	*Zanclus cornutus*	角鐮魚	++	+	+	+	+

表 5-6 第三核能發電廠附近海域珊瑚礁魚類相及後壁湖魚類相一覽表 (民國 114 年 4 次調查)

＊表珊瑚礁魚類　※表魚市場所漁獲種類

科名	學名	中文名稱	114/2	114/5	114/8	114/10
Acanthuridae 刺尾鯛科	*Acanthurus bleekeri*	布氏刺尾鯛	※	※	※	※
	Acanthurus dussumieri	杜氏刺尾鯛	*※	*※	*※	*※
	Acanthurus lineatus	線紋刺尾鯛	*	*		*※
	Acanthurus nigrofuscus	褐斑刺尾鯛	*	*	*	*
	Acanthurus olivaceus	一字刺尾鯛	*	*		
	Acanthurus pyroferus	火紅刺尾鯛				*
	Ctenochaetus binotatus	雙斑櫛齒刺尾鯛	*	*	*	*
	Ctenochaetus striatus	漣紋櫛齒刺尾鯛	*			*
	Naso lituratus	黑背鼻魚	*	*	*	*
	Naso unicornis	單角鼻魚		*		
	Zebrasoma scopas	小高鰭刺尾鯛	*	*	*	*
	Zebrasoma velifer	橫帶高鰭刺尾鯛		*	*	*
Apogonidae 天竺鯛科	*Cheilodipterus intermedius*	中間巨齒天鯛			*	
	Cheilodipterus macrodon	巨齒天竺鯛	*		*	*
	Cheilodipterus quinquelineatus	五線巨齒天竺鯛		*	*	
	Ostorhinchus apogonoides	短齒鸚天竺鯛			*	
	Pristiapogon kallopterus	麗鰭鋸天竺鯛	*			*
	Sphaeramia orbicularis	環紋圓天竺鯛			*	
Aulostomidae 管口魚科	*Aulostomus chinensis*	中華管口魚		*		*
Balistidae 鱗鮄科	*Balistapus undulatus*	波紋鈎鱗鮄	*	*	*	*
	Balistoides viridescens	褐擬鱗鮄	※			
	Pseudobalistes flavimarginatus	黃緣副鱗鮄	※			
	Sufflamen chrysopterum	金鰭鼓氣鱗鮄	*	*		
Blenniidae 鰌科	*Meiacanthus grammistes*	黑帶稀棘鰌	*	*	*	*
Caesionidae 烏尾鮗科	*Caesio caerulaurea*	烏尾鮗		*		*※
	Pterocaesio digramma	雙帶鱗鰭烏尾鮗	*	*	*	*
Carangidae 鯵科	*Carangoides ferdau*	平線若鯵		*		
	Caranx ignobilis	浪人鯵	*			*
	Caranx melampygus	藍鰭鯵		※		
	Caranx sexfasciatus	六帶鯵				*
Carangidae 鯵科	*Seriola dumerili*	紅鉤鯵	※	※	※	※
Chaetodontidae 蝴蝶魚科	*Chaetodon argentatus*	銀身蝴蝶魚	*	*		*
	Chaetodon auriga	揚旛蝴蝶魚	*	*	*	
	Chaetodon auripes	耳帶蝴蝶魚	*	*	*	*
	Chaetodon baronessa	曲紋蝴蝶魚		*	*	*
	Chaetodon bennetti	本氏蝴蝶魚				*
	Chaetodon citrinellus	胡麻斑蝴蝶魚		*	*	*
	Chaetodon ephippium	鞍斑蝴蝶魚		*		
	Chaetodon kleinii	克氏蝴蝶魚	*	*	*	*
	Chaetodon lunula	月斑蝴蝶魚		*	*	*
	Chaetodon lunulatus	弓月蝴蝶魚	*	*	*	*
	Chaetodon melannotus	黑背蝴蝶魚		*	*	*

續表 5-6 第三核能發電廠附近海域珊瑚礁魚類相及後壁湖魚類相一覽表 (民國 114 年 4 次調查)

＊表珊瑚礁魚類　※表魚市場所漁獲種類

科名	學名	中文名稱	114/2	114/5	114/8	114/10
	Chaetodon plebeius	藍斑蝴蝶魚		*		
	Chaetodon punctatofasciatus	點斑橫帶蝴蝶魚	*	*	*	*
	Chaetodon rafflesii	雷氏蝴蝶魚		*		
	Chaetodon speculum	鏡斑蝴蝶魚	*	*	*	*
	Chaetodon trifascialis	川紋蝴蝶魚	*	*	*	*
	Chaetodon ulietensis	烏利蝴蝶魚		*		
	Chaetodon unimaculatus	一點蝴蝶魚	*	*	*	*
	Chaetodon vagabundus	飄浮蝴蝶魚	*	*	*	*
	Chaetodon wiebeli	魏氏蝴蝶魚				*
	Chaetodon xanthurus	紅尾蝴蝶魚	*		*	*
	Forcipiger flavissimus	黃鑷口魚			*	*
	Hemitaurichthys polylepis	多鱗霞蝶魚	*			
	Heniochus acuminatus	白吻雙帶立旗鯛	*	*	*	*
	Heniochus chrysostomus	三帶立旗鯛		*	*	*
	Heniochus monoceros	烏面立旗鯛		*		*
	Heniochus singularius	單棘立旗鯛		*		*
	Heniochus varius	黑身立旗鯛	*	*	*	*
Cirrhitidae鰭科	*Cirrhitichthys aprinus*	斑金鰭			*	
	Cirrhitichthys falco	鷹金鰭		*	*	
	Paracirrhites arcatus	副鰭	*	*		
	Paracirrhites forsteri	福氏副鰭	*	*	*	*
Coryphaenidae 鱰科	*Coryphaena hippurus*	鬼頭刀	※	※		
Diodontidae 二齒鈍科	*Diodon holocanthus*	六斑二齒鈍	※	※	*	※
Exocoetidae 飛魚科	*Cheilopogon cyanopterus*	黑鰭飛魚		※		
Gobiidae 鰕虎科	*Amblyeleotris periophthalma*	圓眶鈍鯊		*		
Haemulidae 石鱸科	*Diagramma pictum*	密點少棘胡椒鯛				*
	Plectorhinchus lessonii	雷氏胡椒鯛	※	*	※	*
	Plectorhinchus lineatus	條紋胡椒鯛	※	※	※	※
	Plectorhinchus picus	暗點胡椒鯛	*			
	Plectorhinchus vittatus	條斑胡椒鯛	※	*	*	
Holocentridae 金鱗魚科	*Myripristis kuntee*	康德鋸鱗魚	*	*	*	*
	Myripristis violacea	紫鋸鱗魚		*		*
	Neoniphon sammara	莎姆金鱗魚	*	*	*	*
	Sargocentron caudimaculatum	尾斑棘鱗魚	*	*	*	
	Sargocentron diadema	黑鰭棘鱗魚		*	*	*
	Sargocentron melanospilos	黑點棘鱗魚		*		*
	Sargocentron spiniferum	尖吻棘鱗魚				*
Kyphosidae 舵魚科	*Kyphosus cinerascens*	天竺舵魚			*	*
	Kyphosus lembus	蘭勃舵魚		※		※
Labridae 隆頭魚科	*Anampses caeruleopunctatus*	青斑阿南魚				*
	Anampses meleagrides	北斗阿南魚	*	*		*

續表 5-6 第三核能發電廠附近海域珊瑚礁魚類相及後壁湖魚類相一覽表 (民國 114 年 4 次調查)

＊表珊瑚礁魚類　※表魚市場所漁獲種類

科名	學名	中文名稱	114/2	114/5	114/8	114/10
	Anampses twistii	雙斑阿南魚	*	*	*	*
	Bodianus mesothorax	中胸狐鯛	*	*	*	*
	Cheilinus chlorourus	綠尾唇魚			*	
	Cheilinus fasciatus	橫帶唇魚				*
	Cheilinus trilobatus	三葉唇魚	*※	*※	*※	*※
	Cirrhilabrus cyanopleura	藍身絲鰭鸚鯛	*	*	*	*
	Cirrhilabrus melanomarginatus	黑緣絲鰭鸚鯛			*	
	Cirrhilabrus rubrimarginatus	紅緣絲鰭鸚鯛			*	
	Coris aygula	紅喉盔魚		*	*	
	Coris dorsomacula	背斑盔魚	*	*		*
	Coris gaimard	蓋馬氏盔魚	*	*	*	*
	Gomphosus varius	雜色尖嘴魚	*	*	*	*
	Halichoeres biocellatus	雙斑海豬魚			*	
	Halichoeres chrysus	黃身海豬魚	*			
	Halichoeres hortulanus	雲斑海豬魚	*	*	*	*
	Halichoeres melanochir	黑腕海豬魚	*			
	Halichoeres nebulosus	雲紋海豬魚		*		*
	Halichoeres prosopeion	黑額海豬魚		*	*	*
	Halichoeres scapularis	頸帶海豬魚			*	
	Halichoeres trimaculatus	三斑海豬魚			*	*
	Hemigymnus fasciatus	條紋半裸魚				*
	Hemigymnus melapterus	黑鰭半裸魚		※	*	*
	Hologymnosus doliatus	狹帶全裸鸚鯛		*		*
	Labroides bicolor	二色裂唇魚		*	*	*
	Labroides dimidiatus	裂唇魚	*	*	*	*
	Labropsis manabei	曼氏褶唇魚				*
	Macropharyngodon meleagris	珠斑大咽齒鯛	*	*	*	*
	Oxycheilinus unifasciatus	單帶尖唇魚	*	*	*	*
	Pseudodax moluccanus	摩鹿加擬岩鰭			※	
	Pseudojuloides cerasinus	細尾擬海豬魚				*
	Pteragogus aurigarius	長鰭鸚鯛	*			*
	Stethojulis bandanensis	黑星紫胸魚	*	*	*	*
	Stethojulis strigiventer	虹紋紫胸魚				*
	Stethojulis terina	斷紋紫胸魚				*
	Stethojulis trilineata	三線紫胸魚				*
	Thalassoma amblycephalus	鈍頭錦魚	*	*	*	*
	Thalassoma hardwicke	哈氏錦魚	*	*	*	*
	Thalassoma jansenii	詹氏錦魚		*	*	*
	Thalassoma lunare	新月錦魚	*	*	*	*
	Thalassoma lutescens	胸斑錦魚	*	*	*	*
	Thalassoma quinquevittatum	五帶錦魚	*	*		
Lethrinidae 龍占魚科	*Lethrinus miniatus*	長吻龍占	※		※	※
	Lethrinus nebulosus	青嘴龍占魚			※	

續表 5-6 第三核能發電廠附近海域珊瑚礁魚類相及後壁湖魚類相一覽表 (民國 114 年 4 次調查)

＊表珊瑚礁魚類　※表魚市場所漁獲種類

科名	學名	中文名稱	114/2	114/5	114/8	114/10
	Lethrinus olivaceus	尖吻龍占魚				*
	Lethrinus ornatus	黃帶龍占	※	※	※	※
	Lethrinus rubrioperculatus	紅鰓龍占	※	※	※	
	Monotaxis grandoculis	單列齒鯛	*	*	*	
Lutjanidae 笛鯛科	*Etelis coruscans*	長尾濱鯛				※
	Lutjanus argentimaculatus	銀紋笛鯛	※	※	※	※
	Lutjanus decussatus	交叉笛鯛			*	
	Lutjanus fulviflamma	火斑笛鯛	※	※	※	
	Lutjanus fulvus	黃足笛鯛	*	*	*	*
	Lutjanus gibbus	隆背笛鯛	※	※	※	※
	Lutjanus lutjanus	正笛鯛	※	※	※	
	Lutjanus monostigma	單斑笛鯛	*			*
	Lutjanus kasmira	四線笛鯛	※			
	Lutjanus quinquelineatus	五線笛鯛	*	*	*	*
	Lutjanus rivulatus	海雞母笛鯛	※		※	※
	Macolor niger	黑背羽鰓笛鯛			*	
	Paracaesio caeruleus	藍色擬烏尾冬		※		
	Paracaesio xanthura	黃擬烏尾鮗			※	
Monacanthidae 單棘鮄科	*Aluterus scriptus*	長尾革單棘鮄			※	
Monacanthidae 單棘鮄科	*Cantherhines dumerilii*	杜氏刺鼻單棘鮄		*		
Monodactylidae 銀鱗鯧科	*Monodactylus argenteus*	銀鱗鯧	※	※		
Mullidae 羊魚科	*Mulloidichthys flavolineatus*	黃線擬鬚鯛		*	*	
	Mulloidichthys vanicolensis	金帶擬鬚鯛	*	*	*	*
	Parupeneus barberinus	單帶海緋鯉	*			
	Parupeneus ciliatus	短鬚海緋鯉	※		※	
	Parupeneus indicus	印度海緋鯉			*	*
	Parupeneus multifasciatus	多帶海緋鯉	*	*	*	*
	Parupeneus spilurus	大型海緋鯉	※		※	※
Nemipteridae 金線魚科	*Scolopsis affinis*	烏面眶棘鱗			*	
	Scolopsis bilineata	雙帶眶棘鱗	*	*	*	*
	Scolopsis ciliata	黃點赤尾冬	*	*	*	*
	Scolopsis monogramma	單帶眶棘鱗		*	*	*
	Scolopsis trilineata	三帶眶棘鱗			*	
Oplegnathidae 石鯛科	*Oplegnathus punctatus*	斑石鯛	※	※	※	※
Ostraciidae 箱鮄科	*Ostracion cubicus*	粒突箱鮄		*	*	
	Ostracion meleagris	米點箱鮄			*	*
Pempheridae 擬金眼鯛科	*Pempheris oualensis*	烏伊蘭擬金眼鯛	*	*	*	*
Pinguipedidae 虎鰔科 (擬鯔科)	*Parapercis clathrata*	四斑擬鱸	*		*	*
	Parapercis millepunctata	雪點擬鱸		*		
	Parapercis pacifica	太平洋擬鱸	*		*	*

續表 5-6 第三核能發電廠附近海域珊瑚礁魚類相及後壁湖魚類相一覽表 (民國 114 年 4 次調查)

＊表珊瑚礁魚類　※表魚市場所漁獲種類

科名	學名	中文名稱	114/2	114/5	114/8	114/10
Plotosidae 鰻鯰科	*Plotosus lineatus*	線紋鰻鯰			*	
Pomacanthidae 蓋刺魚科	*Centropyge bicolor*	二色刺尻魚			*	
	Centropyge bispinosa	雙棘刺尻魚			*	
	Centropyge ferrugata	鏽紅刺尻魚	*			
	Centropyge heraldi	海氏刺尻魚			*	
	Centropyge vrolickii	伏羅式蓋刺魚	*	*	*	*
	Pomacanthus imperator	條紋蓋刺魚	*	*	*	*
	Pomacanthus semicirculatus	疊波蓋刺魚	*	*	*	*
	Pygoplites diacanthus	甲尻魚	*	*	*	*
Pomacentridae 雀鯛科	*Abudefduf bengalensis*	孟加拉豆娘魚	※	※		
	Abudefduf sexfasciatus	六線雀鯛		*		
	Abudefduf vaigiensis	條紋豆娘魚	*	*	*	*
	Amblyglyphidodon curacao	橘鈍寬刻齒雀鯛	*	*	*	*
	Amphiprion clarkii	克氏雙鋸魚	*	*	*	
	Chromis atripectoralis	黑腋光鰓雀鯛		*		
	Chromis lepidolepis	細鱗光鰓雀鯛	*	*		
	Chromis margaritifer	二色光鰓雀鯛	*	*	*	*
	Chromis ternatensis	三葉光鰓雀鯛	*	*	*	
	Chromis viridis	藍綠光鰓雀鯛	*	*	*	*
	Chromis weberi	魏氏光鰓雀鯛	*	*	*	*
	Dascyllus reticulatus	網紋圓雀鯛	*	*	*	*
	Dascyllus trimaculatus	三斑圓雀鯛	*	*	*	*
	Neoglyphidodon melas	黑副雀鯛	*	*	*	*
	Neoglyphidodon nigroris	黑褐副雀鯛	*	*	*	*
	Plectroglyphidodon johnstonianus	約島式固曲齒鯛	*	*	*	*
	Plectroglyphidodon lacrymatus	珠點固曲齒鯛	*	*	*	*
	Pomacentrus amboinensis	安邦雀鯛		*		
	Pomacentrus bankanensis	班卡雀鯛		*	*	
	Pomacentrus chrysurus	白尾雀鯛				*
	Pomacentrus coelestis	霓虹雀鯛	*	*		*
	Pomacentrus lepidogenys	頰鱗雀鯛	*	*		*
	Pomacentrus pavo	青玉雀鯛	*			
	Pomacentrus philippinus	菲律賓雀鯛	*	*	*	*
	Pomacentrus vaiuli	王子雀鯛	*	*	*	*
	Stegastes fasciolatus	藍紋高身雀鯛		*		*
	Stegastes nigricans	黑高身雀鯛		*		*
Priacanthidae 大眼鯛科	*Priacanthus hamrur*	寶石大眼鯛		*		*
Pseudochromidae 准雀鯛科	*Labracinus cyclophthalmus*	圓眼戴氏魚	*	*	*	*
Ptereleotridae 凹尾塘鱧科	*Nemateleotris magnifica*	絲鰭線塘鱧	*	*	*	*
	Ptereleotris evides	黑尾凹尾塘鱧	*	*	*	*

續表 5-6 第三核能發電廠附近海域珊瑚礁魚類相及後壁湖魚類相一覽表 (民國 114 年 4 次調查)

＊表珊瑚礁魚類　※表魚市場所漁獲種類

科名	學名	中文名稱	114/2	114/5	114/8	114/10
Salmonidae 鮭科	*Oncorhynchus keta*	鮭魚	※	※	※	※
Scaridae 鸚哥魚科	*Chlorurus bowersi*	鮑氏綠鸚哥魚			*	
	Chlorurus sordidus	藍頭綠鸚哥魚			*	*
	Scarus dimidiatus	新月鸚哥魚			*	
	Scarus festivus	橫紋鸚哥魚		*	*	*
	Scarus forsteni	福氏鸚哥魚	*	*	*	*
	Scarus frenatus	網紋鸚哥魚			*	
	Scarus ghobban	藍點鸚哥魚	※	※	*	*
	Scarus hypselopterus	爪哇鸚哥魚		*		
	Scarus oviceps	姬鸚哥魚		*		
	Scarus prasiognathos	綠頜鸚哥魚	※	※		*
	Scarus psittacus	棕吻鸚哥魚		*	*	※
	Scarus rivulattus	雜紋鸚哥魚	※	※	※	*
	Scarus rubroviolaceus	紅紫鸚哥魚	*	*	*	*
	Scarus schlegeli	史氏鸚哥魚	*	*	*	*
Scombridae 鯖科	*Acanthocybium solandii*	棘鰆			※	※
	Thunnus albacares	黃鰭鮪				※
Scorpaenidae 鮋科	*Helicolenus hilgendorfi*	無鰾鮋	※	※	※	※
Scorpaenidae 鮋科	*Pterois volitans*	魔鬼簑鮋				*
Serranidae 鮨科	*Anyperodon leucogrammicus*	白線光腭鱸	※		※	
	Cephalopholis argus	斑點九刺鮨	※		※	
	Cephalopholis boenak	橫紋九刺鮨		※		
	Cephalopholis spiloparaea	黑緣九刺鮨	※			※
	Cephalopholis urodeta	尾紋九刺鮨	*	*	*	
	Epinephelus areolatus	寶石石斑魚	※			※
	Epinephelus bleekeri	布氏石斑魚				※
	Epinephelus coioides	點帶石斑魚	※			※
	Epinephelus fasciatus	橫帶石斑魚			※	
	Epinephelus fuscoguttatus ♀* *Epinephelus lanceolatus* ♂	龍虎斑	※	※	※	※
	Epinephelus hexagonatus	六角石斑魚			※	
	Pseudanthias squamipinnis	絲鰭擬花鮨	*	*		
	Variola albimarginata	白緣星鱠	※		※	
	Variola louti	星鱠	※	※	※	※
Siganidae 藍子魚科	*Siganus fuscescens*	褐藍子魚		*	*	
	Siganus spinus	刺臭肚魚	※			
Tetraodontidae 四齒鮭科	*Arothron hispidus*	紋腹叉鼻鮭	*※		※	
	Arothron nigropunctatus	黑斑叉鼻鮭	*			
	Canthigaster valentini	瓦氏尖鼻鮭	*		*	*
Zanclidae 角蝶魚科	*Zanclus cornutus*	角鐮魚	*	*	*	*

表 5-7 民國 114 年第三核能發電廠附近海域各測站魚類相之調查

◎表示未受溫排水影響及受溫排水影響區均可發現之種類　　調查日期：民國 114 年 2 月、5 月、8 月及 10 月

科名	學名	中文名稱		測站 1	測站 2	測站 3	測站 4	測站 5
Acanthuridae 刺尾鯛科	*Acanthurus dussumieri*	杜氏刺尾鯛	◎	*	*	*	*	*
	Acanthurus lineatus	線紋刺尾鯛		*	*			
	Acanthurus nigrofuscus	褐斑刺尾鯛	◎	*	*	*	*	*
	Acanthurus olivaceus	一字刺尾鯛					*	
	Acanthurus pyroferus	火紅刺尾鯛					*	*
	Ctenochaetus binotatus	雙斑櫛齒刺尾鯛	◎	*	*	*	*	*
	Ctenochaetus striatus	連紋櫛齒刺尾鯛	◎	*			*	*
	Naso lituratus	黑背鼻魚	◎	*		*	*	*
	Naso unicornis	單角鼻魚			*			
	Zebrasoma scopas	小高鰭刺尾鯛	◎	*	*	*	*	*
	Zebrasoma velifer	橫帶高鰭刺尾鯛	◎	*	*		*	
Apogonidae 天竺鯛科	*Cheilodipterus intermedius*	中間巨齒天鯛			*			
	Cheilodipterus macrodon	巨齒天竺鯛			*			
	Cheilodipterus quinquelineatus	五線巨齒天竺鯛	◎		*		*	
	Ostorhinchus apogonoides	短齒鸚天竺鯛			*			
	Pristiapogon kallopterus	麗鰭鋸天竺鯛			*			
	Sphaeramia orbicularis	環紋圓天竺鯛			*			
Aulostomidae 管口魚科	*Aulostomus chinensis*	中華管口魚	◎	*				*
Balistidae 鱗鮁科	*Balistapus undulatus*	波紋鈎鱗鮁	◎	*	*		*	
	Sufflamen chrysopterum	金鰭鼓氣鱗鮁	◎		*		*	
Blenniidae 鰕科	*Meiacanthus grammistes*	黑帶稀棘鰕	◎	*		*	*	*
Caesionidae 烏尾鮗科	*Caesio caerulaurea*	烏尾鮗				*		*
	Pterocaesio digramma	雙帶鱗鰭烏尾鮗	◎	*	*	*	*	*
Carangidae 鰺科	*Carangoides ferdau*	平線若鰺			*			
	Caranx ignobilis	浪人鰺			*			
	Caranx sexfasciatus	六帶鰺		*				
Chaetodontidae 蝴蝶魚科	*Chaetodon argentatus*	銀身蝴蝶魚	◎	*		*		*
	Chaetodon auriga	揚旛蝴蝶魚	◎	*			*	*
	Chaetodon auripes	耳帶蝴蝶魚	◎	*	*	*	*	*
	Chaetodon baronessa	曲紋蝴蝶魚	◎	*		*	*	
	Chaetodon bennetti	本氏蝴蝶魚				*		
	Chaetodon citrinellus	胡麻斑蝴蝶魚	◎	*		*	*	
	Chaetodon ephippium	鞍斑蝴蝶魚					*	
	Chaetodon kleinii	克氏蝴蝶魚	◎	*		*	*	*
	Chaetodon lunula	月斑蝴蝶魚	◎	*			*	
	Chaetodon lunulatus	弓月蝴蝶魚	◎	*	*	*	*	*
	Chaetodon melannotus	黑背蝴蝶魚	◎	*		*	*	
	Chaetodon plebeius	藍斑蝴蝶魚		*				
	Chaetodon punctatofasciatus	點斑橫帶蝴蝶魚	◎	*		*		*
	Chaetodon rafflesii	雷氏蝴蝶魚			*			
	Chaetodon speculum	鏡班蝴蝶魚	◎	*	*	*	*	*
	Chaetodon trifascialis	川紋蝴蝶魚	◎	*		*	*	*
	Chaetodon ulietensis	烏利蝴蝶魚		*				
	Chaetodon unimaculatus	一點蝴蝶魚	◎	*	*	*	*	*
	Chaetodon vagabundus	飄浮蝴蝶魚	◎	*	*	*	*	*
	Chaetodon wiebeli	魏氏蝴蝶魚		*				
	Chaetodon xanthurus	紅尾蝴蝶魚				*	*	*
	Forcipiger flavissimus	黃鑷口魚	◎	*				*

續表 5-7 民國 114 年第三核能發電廠附近海域各測站魚類相之調查

◎表示未受溫排水影響及受溫排水影響區均可發現之種類　　調查日期：民國 114 年 2 月、5 月、8 月及 10 月

科名	學名	中文名稱		測站 1	測站 2	測站 3	測站 4	測站 5
	Hemitaurichthys polylepis	多鱗霞蝶魚		*				
	Heniochus acuminatus	白吻雙帶立旗鯛	◎	*		*		
	Heniochus chrysostomus	三帶立旗鯛	◎	*	*			*
	Heniochus monoceros	烏面立旗鯛				*		*
	Heniochus singularius	單棘立旗鯛	◎	*				*
	Heniochus varius	黑身立旗鯛	◎	*			*	*
Cirrhitidae鰭科	*Cirrhitichthys aprinus*	斑金鰭				*		
	Cirrhitichthys falco	鷹金鰭					*	*
	Paracirrhites arcatus	副鰭				*	*	
	Paracirrhites forsteri	福氏副鰭	◎	*		*	*	*
Diodontidae 二齒魨科	*Diodon holocanthus*	六斑二齒魨					*	
Gobiidae 鰕虎科	*Amblyeleotris periophthalma*	圓眶鈍鯊					*	
Haemulidae 石鱸科	*Diagramma pictum*	密點少棘胡椒鯛			*			
	Plectorhinchus lessonii	雷氏胡椒鯛	◎	*			*	*
	Plectorhinchus picus	暗點胡椒鯛						*
	Plectorhinchus vittatus	條斑胡椒鯛	◎	*	*	*		
Holocentridae 金鱗魚科	*Myripristis kuntee*	康德鋸鱗魚	◎	*	*	*	*	*
	Myripristis violacea	紫鋸鱗魚			*			
	Neoniphon sammara	莎姆金鱗魚	◎	*	*		*	*
	Sargocentron caudimaculatum	尾斑棘鱗魚	◎		*	*		*
	Sargocentron diadema	黑鰭棘鱗魚	◎	*	*	*	*	*
	Sargocentron melanospilos	黑點棘鱗魚			*			
	Sargocentron spiniferum	尖吻棘鱗魚						*
Kyphosidae 舵魚科	*Kyphosus cinerascens*	天竺舵魚		*				
Labridae 隆頭魚科	*Anampses caeruleopunctatus*	青斑阿南魚					*	
	Anampses meleagrides	北斗阿南魚	◎	*		*	*	*
	Anampses twistii	雙斑阿南魚	◎	*		*	*	*
	Bodianus mesothorax	中胸狐鯛	◎	*	*	*	*	*
	Cheilinus chlorourus	綠尾唇魚		*				
	Cheilinus fasciatus	橫帶唇魚			*			
	Cheilinus trilobatus	三葉唇魚	◎	*	*	*	*	
	Cirrhilabrus cyanopleura	藍身絲鰭鸚鯛	◎	*	*	*	*	*
	Cirrhilabrus melanomarginatus	黑緣絲鰭鸚鯛				*	*	*
	Cirrhilabrus rubrimarginatus	紅緣絲鰭鸚鯛				*		
	Coris aygula	紅喉盔魚	◎	*			*	
	Coris dorsomacula	背斑盔魚	◎	*		*	*	*
	Coris gaimard	蓋馬氏盔魚	◎	*	*	*	*	*
	Gomphosus varius	雜色尖嘴魚	◎	*	*	*	*	
	Halichoeres biocellatus	雙斑海豬魚					*	*
	Halichoeres chrysus	黃身海豬魚						*
	Halichoeres hortulanus	雲斑海豬魚	◎	*	*	*	*	*
	Halichoeres melanochir	黑腕海豬魚						*
	Halichoeres nebulosus	雲紋海豬魚		*			*	*
	Halichoeres prosopeion	黑額海豬魚	◎	*		*	*	*
	Halichoeres scapularis	頸帶海豬魚			*			
	Halichoeres trimaculatus	三斑海豬魚			*			

續表 5-7 民國 114 年第三核能發電廠附近海域各測站魚類相之調查

◎表示未受溫排水影響及受溫排水影響區均可發現之種類　　調查日期：民國 114 年 2 月、5 月、8 月及 10 月

科名	學名	中文名稱		測站 1	測站 2	測站 3	測站 4	測站 5
	Hemigymnus fasciatus	條紋半裸魚				*		
	Hemigymnus melapterus	黑鰭半裸魚			*			
	Hologymnosus doliatus	狹帶全裸鸚鯛	◎	*			*	
	Labroides bicolor	二色裂唇魚	◎	*	*		*	
	Labroides dimidiatus	裂唇魚	◎	*	*	*	*	*
	Labropsis manabei	曼氏褶唇魚			*			
	Macropharyngodon meleagris	珠斑大咽齒鯛				*	*	*
	Oxycheilinus unifasciatus	單帶尖唇魚	◎	*	*	*	*	*
	Pseudojuloides cerasinus	細尾擬海豬魚					*	
	Pteragogus aurigarius	長鰭鸚鯛				*	*	*
	Stethojulis bandanensis	黑星紫胸魚				*	*	*
	Stethojulis strigiventer	虹紋紫胸魚					*	
	Stethojulis terina	斷紋紫胸魚						*
	Stethojulis trilineata	三線紫胸魚					*	
	Thalassoma amblycephalus	鈍頭錦魚	◎	*		*	*	*
	Thalassoma hardwicke	哈氏錦魚	◎	*	*	*	*	
	Thalassoma jansenii	詹氏錦魚	◎	*		*	*	
	Thalassoma lunare	新月錦魚	◎		*	*		
	Thalassoma lutescens	胸斑錦魚	◎	*	*	*	*	*
	Thalassoma quinquevittatum	五帶錦魚	◎	*			*	*
Lethrinidae 龍占魚科	*Lethrinus olivaceus*	尖吻龍占魚						*
	Monotaxis grandoculis	單列齒鯛		*				
Lutjanidae 笛鯛科	*Lutjanus decussatus*	交叉笛鯛					*	
	Lutjanus fulvus	黃足笛鯛	◎	*	*		*	
	Lutjanus monostigma	單斑笛鯛			*			
	Lutjanus quinquelineatus	五線笛鯛	◎		*	*		
	Macolor niger	黑背羽鰓笛鯛		*				
Monacanthidae 單棘魨科	*Cantherhines dumerilii*	杜氏刺鼻單棘魨	◎		*	*		
Mullidae 羊魚科	*Mulloidichthys flavolineatus*	黃線擬鬚鯛	◎		*		*	
	Mulloidichthys vanicolensis	金帶擬鬚鯛	◎		*	*	*	*
	Parupeneus barberinus	單帶海緋鯉						*
	Parupeneus indicus	印度海緋鯉				*	*	*
	Parupeneus multifasciatus	多帶海緋鯉	◎	*	*		*	*
Nemipteridae 金線魚科	*Scolopsis affinis*	烏面眶棘鱸				*		
	Scolopsis bilineata	雙帶眶棘鱸	◎	*	*	*	*	*
	Scolopsis ciliata	黃點赤尾冬		*	*			
	Scolopsis monogramma	單帶眶棘鱸	◎		*		*	
	Scolopsis trilineata	三帶眶棘鱸			*			
Ostraciidae 箱魨科	*Ostracion cubicus*	粒突箱魨	◎	*			*	
	Ostracion meleagris	米點箱魨				*	*	
Pempheridae 擬金眼鯛科	*Pempheris oualensis*	烏伊蘭擬金眼鯛	◎	*	*	*	*	*
Pinguipedidae 虎鰗科 (擬鰏科)	*Parapercis clathrata*	四斑擬鱸	◎	*		*	*	*
	Parapercis millepunctata	雪點擬鱸					*	*
	Parapercis pacifica	太平洋擬鱸			*			

續表 5-7 民國 114 年第三核能發電廠附近海域各測站魚類相之調查

◎表示未受溫排水影響及受溫排水影響區均可發現之種類　　調查日期：民國 114 年 2 月、5 月、8 月及 10 月

科名	學名	中文名稱		測站 1	測站 2	測站 3	測站 4	測站 5
Plotosidae 鰻鯰科	*Plotosus lineatus*	線紋鰻鯰			*			
Pomacanthidae 蓋刺魚科	*Centropyge bicolor*	二色刺尻魚						*
	Centropyge bispinosa	雙棘刺尻魚			*			
	Centropyge ferrugata	鏽紅刺尻魚		*				
	Centropyge heraldi	海氏刺尻魚						*
	Centropyge vrolikii	伏羅式蓋刺魚	◎	*	*	*	*	*
	Pomacanthus imperator	條紋蓋刺魚	◎	*		*	*	*
	Pomacanthus semicirculatus	疊波蓋刺魚	◎	*	*	*	*	*
	Pygoplites diacanthus	甲尻魚	◎	*	*	*	*	*
Pomacentridae 雀鯛科	*Abudefduf sexfasciatus*	六線雀鯛			*			
	Abudefduf vaigiensis	條紋豆娘魚	◎	*	*			*
	Amblyglyphidodon curacao	橘鈍寬刻齒雀鯛			*			
	Amphiprion clarkii	克氏雙鋸魚	◎	*		*	*	*
	Chromis atripectoralis	黑腋光鰓雀鯛						*
	Chromis lepidolepis	細鱗光鰓雀鯛					*	*
	Chromis margaritifer	二色光鰓雀鯛	◎	*	*	*	*	*
	Chromis ternatensis	三葉光鰓雀鯛	◎		*		*	*
	Chromis viridis	藍綠光鰓雀鯛			*			
	Chromis weberi	魏氏光鰓雀鯛	◎	*	*	*	*	*
	Dascyllus reticulatus	網紋圓雀鯛	◎	*	*	*	*	*
	Dascyllus trimaculatus	三斑圓雀鯛	◎	*	*	*	*	*
	Neoglyphidodon melas	黑副雀鯛	◎	*	*	*	*	*
	Neoglyphidodon nigroris	黑褐副雀鯛	◎		*	*	*	
	Plectroglyphidodon johnstonianus	約島式固曲齒鯛				*	*	*
	Plectroglyphidodon lacrymatus	珠點固曲齒鯛	◎		*	*	*	*
	Pomacentrus amboinensis	安邦雀鯛			*			
	Pomacentrus bankanensis	班卡雀鯛	◎	*			*	
	Pomacentrus chrysurus	白尾雀鯛				*		
	Pomacentrus coelestis	霓虹雀鯛	◎	*		*	*	*
	Pomacentrus lepidogenys	頰鱗雀鯛	◎	*	*	*	*	*
	Pomacentrus pavo	青玉雀鯛				*		
	Pomacentrus philippinus	菲律賓雀鯛	◎	*	*	*	*	*
	Pomacentrus vaiuli	王子雀鯛	◎	*		*	*	*
	Stegastes fasciolatus	藍紋高身雀鯛					*	*
	Stegastes nigricans	黑高身雀鯛	◎		*		*	
Priacanthidae 大眼鯛科	*Priacanthus hamrur*	寶石大眼鯛				*		*
Pseudochromidae 准雀鯛科	*Labracinus cyclophthalmus*	圓眼戴氏魚	◎		*	*	*	
Ptereleotridae 凹尾塘鱧科	*Nemateleotris magnifica*	絲鰭線塘鱧				*	*	*
	Ptereleotris evides	黑尾凹尾塘鱧	◎		*	*	*	*
Scaridae 鸚哥魚科	*Chlorurus bowersi*	鮑氏綠鸚哥魚		*				
	Chlorurus sordidus	藍頭綠鸚哥魚	◎	*		*	*	*
	Scarus dimidiatus	新月鸚哥魚		*				
	Scarus festivus	橫紋鸚哥魚	◎	*	*		*	

續表 5-7 民國 114 年第三核能發電廠附近海域各測站魚類相之調查

◎表示未受溫排水影響及受溫排水影響區均可發現之種類　　調查日期：民國 114 年 2 月、5 月、8 月及 10 月

科名	學名	中文名稱		測站 1	測站 2	測站 3	測站 4	測站 5
	Scarus forsteni	福氏鸚哥魚	◎	*	*	*	*	*
	Scarus frenatus	網紋鸚哥魚		*				
	Scarus ghobban	藍點鸚哥魚	◎	*		*	*	
	Scarus hypselopterus	爪哇鸚哥魚		*	*			
	Scarus oviceps	姬鸚哥魚		*				
	Scarus prasiognathos	綠頷鸚哥魚		*				
	Scarus psittacus	棕吻鸚哥魚	◎	*	*	*	*	
	Scarus rivulattus	雜紋鸚哥魚	◎	*			*	
	Scarus rubroviolaceus	紅紫鸚哥魚	◎	*	*	*	*	*
	Scarus schlegeli	史氏鸚哥魚	◎	*	*	*	*	*
Scorpaenidae 鮋科	*Pterois volitans*	魔鬼簑鮋			*			
Serranidae 鮨科	*Cephalopholis urodeta*	尾紋九刺鮨	◎	*	*		*	*
	Pseudanthias squamipinnis	絲鰭擬花鮨	◎	*		*		
Siganidae 藍子魚科	*Siganus fuscescens*	褐藍子魚	◎	*	*	*		
Tetraodontidae 四齒魨科	*Arothron hispidus*	紋腹叉鼻魨					*	
	Arothron nigropunctatus	黑斑叉鼻魨				*		
	Canthigaster valentini	瓦氏尖鼻魨	◎	*	*	*	*	*
Zanclidae 角蝶魚科	*Zanclus cornutus*	角鑲魚	◎	*	*	*	*	*

表 5-8 第三核能發電廠附近海域民國 114 年 2 月各測站魚類相之相似度

採樣日期	測站 1	測站 2	測站 3	測站 4	測站 5
測站 1	1.00				
測站 2	0.17	1.00			
測站 3	0.27	0.13	1.00		
測站 4	0.22	0.19	0.30	1.00	
測站 5	0.44	0.16	0.41	0.41	1.00

Jaccard similarity coefficient

表 5-9 第三核能發電廠附近海域民國 114 年 5 月各測站魚類相之相似度

採樣日期	測站 1	測站 2	測站 3	測站 4	測站 5
測站 1	1.00				
測站 2	0.30	1.00			
測站 3	0.35	0.28	1.00		
測站 4	0.40	0.29	0.29	1.00	
測站 5	0.29	0.27	0.31	0.28	1.00

Jaccard similarity coefficient

表 5-10 第三核能發電廠附近海域民國 114 年 8 月各測站魚類相之相似度

採樣日期	測站 1	測站 2	測站 3	測站 4	測站 5
測站 1	1.00				
測站 2	0.15	1.00			
測站 3	0.38	0.18	1.00		
測站 4	0.29	0.21	0.39	1.00	
測站 5	0.27	0.16	0.32	0.38	1.00

Jaccard similarity coefficient

表 5-11 第三核能發電廠附近海域民國 114 年 10 月各測站魚類相之相似度

採樣日期	測站 1	測站 2	測站 3	測站 4	測站 5
測站 1	1.00				
測站 2	0.20	1.00			
測站 3	0.39	0.21	1.00		
測站 4	0.40	0.23	0.38	1.00	
測站 5	0.31	0.15	0.32	0.32	1.00

Jaccard similarity coefficient

表 5-12 第三核能發電廠附近海域民國 114 年 4 次調查各測站魚類相之相似度

採樣日期	測站 1	測站 2	測站 3	測站 4	測站 5
測站 1	1.00				
測站 2	0.36	1.00			
測站 3	0.48	0.36	1.00		
測站 4	0.55	0.38	0.55	1.00	
測站 5	0.48	0.30	0.54	0.57	1.00

Jaccard similarity coefficient

表 5-13 民國 82 年至 114 年第三核能發電廠附近海域魚類相調查　　(＊代表珊瑚礁魚類※代表後壁湖漁獲)

種名	中文名稱	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114
Acanthuridae 刺尾鯛科																																		
Acanthurus bariene	肩斑刺尾鯛		＊		＊	＊	※	※			＊※	※	＊※	＊※	＊※	＊	＊※	※	※	＊※	＊※	＊	＊※	＊※	＊※	＊		＊	＊※	＊※		※	※	
Acanthurus bleekeri	布氏刺尾鯛										※	※	※	※	※	※	＊※	※	※	※	※		＊			※		※		※	※	※		※
Acanthurus dussumieri	杜氏刺尾鯛		＊	＊	＊		※	＊※	※	※	※	※	＊※	※	＊※	＊※	＊※	※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※
Acanthurus japonicus	日本刺尾鯛					＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊			＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊	＊	＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊		
Acanthurus leucopareius	白斑刺尾鯛				＊		＊																											
Acanthurus lineatus	線紋刺尾鯛		＊	＊	＊	＊	＊※		※	＊※	※	＊※	＊※	＊※	＊	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊	＊※	＊	＊	＊※	＊※	＊※	＊		＊※	＊※
Acanthurus maculiceps	頭斑刺尾鯛																＊			＊	＊	※	※		※	＊		＊						
Acanthurus mata	後刺尾鯛		＊	＊		＊	＊※		＊※	＊※	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊	＊※	＊※	＊※		＊		※			＊※	＊※	※	＊※			
Acanthurus nigricans	黑刺尾鯛													＊			＊																	
Acanthurus nigricauda	黑尾刺尾鯛				＊		※	＊		※					＊					＊※	＊	＊			＊					＊				
Acanthurus nigrofuscus	褐斑刺尾鯛		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊	＊	＊	＊	＊
Acanthurus olivaceus	一字刺尾鯛	＊	＊				※				※				＊※		※		＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊			＊		＊	＊	＊
Acanthurus pyroferus	火紅刺尾鯛			＊	＊	＊	＊			＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊	※		＊				＊	＊			＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Acanthurus thompsoni	黃尾刺尾鯛																							＊		＊			＊					
Acanthurus triostegus	綠刺尾鯛		＊	＊								※		＊	＊		＊	＊	＊		＊	＊	＊	※	＊		＊	※				＊		
Acanthurus xanthopterus	黃鰭刺尾鯛		＊	＊	＊		＊		＊	＊※		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊	＊			＊		＊※	＊	＊						
Ctenochaetus binotatus	雙斑櫛齒刺尾魚			＊	＊	＊	＊				＊	＊	※		＊		＊※	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Ctenochaetus striatus	連紋櫛齒刺尾魚		＊		＊		＊	＊※	＊※	＊	＊	＊	＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊	＊	＊※	＊	＊		※	＊※	＊	※	＊	＊	＊
Naso anngualtus	短角天狗鯛	＊															※								＊									
Naso brevirostris	短喙鼻魚							※						＊		※								＊		＊								
Naso hexacanthus	六棘鼻魚	＊		＊			＊	＊	＊	＊	＊			＊	※		＊※	＊※	＊	＊	＊	＊		＊				＊※			＊		
Naso lituratus	黑背鼻魚			＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Naso lopezi	老氏鼻魚										※				※																			
Naso unicornis	單角鼻魚				＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊	＊	＊	＊※	＊※	＊	＊※	＊	＊	＊	＊※	＊	＊※	＊	＊	＊	＊※	＊	＊	＊	＊		＊	＊
Naso reticulatus	網紋鼻魚																	※																
Prionurus scalprus	三棘天狗鯛				＊		＊					＊	＊※				＊	※		＊															
Prionurus scalprum	鋸尾鯛																						＊											
Zebrasoma flavescens	黃高鰭刺尾鯛																			＊	＊		＊		＊	＊	＊			＊				
Zebrasoma scopas	小高鰭刺尾鯛		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊

續表 5-13 民國 82 年至 114 年第三核能發電廠附近海域魚類相調查　　(＊代表珊瑚礁魚類※代表後壁湖漁獲)

種名	中文名稱	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114
Zebrasoma velifer	橫帶高鰭刺尾鯛						＊					＊	＊			＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊			＊		＊	＊	＊	＊	＊
Albulidae 狐鰮科																																		
Albula vulpes	狐鰮	＊																																
Aluteridae 革鮏科																																		
Paraluteres prionurus	鋸尾單角鮏		＊																															
Apogonidae 天竺鯛科																																		
Apogon angustatus	寬帶天竺鯛				＊		＊										＊					＊												
Apogon apogonides	正天竺鯛						＊																											
Apogon aureus	黃天竺鯛																				＊	＊												
Apogon chrysotaenia	多線天竺鯛		＊				＊						＊						＊			＊												
Apogon compressus	裂帶天竺鯛																									＊								
Apogon cookii	庫氏天竺鯛																			＊														
Apogon cyanosoma	金線天竺鯛												＊						＊															
Apogon exostigma	單線天竺鯛												＊													＊								
Apogon fraenatus	棘眼天竺鯛																									＊								
Apogon kallopterus	棘頭天竺鯛							＊	＊												＊													
Apogon niger	黑天竺鯛																	＊																
Apogon nigrofasciatus	黑帶天竺鯛																			＊	＊													
Apogon notatus	雙點天竺鯛													＊																				
Apogon properupta	黃帶天竺鯛																			＊						＊								
Apogon taeniophorus	褐帶天竺鯛						＊																											
Apogon sp.	天竺鯛															＊																		
Archamia bleekeri	布氏長鰭天竺鯛																															＊		
Archamia lineolata	原長崎天竺鯛														＊																			
Cheilodipterus artus	縱帶巨齒天竺鯛																									＊		＊	＊	＊	＊			
Cheilodipterus intermedius	中間巨齒天竺鯛																				＊												＊	＊
Cheilodipterus macrodon	巨齒天竺鯛				＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊	＊※	＊	＊			＊	＊	＊	＊	＊		＊	＊								＊	＊
Cheilodipterus quinquelinentus	五線巨齒天竺鯛						＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊			＊	＊	＊	＊	＊							＊		＊	＊
Cheilodipterus sp.	天竺鯛	＊													＊			＊										＊						
Cheilodipterus subulatus	圓鰓蓋天竺鯛								※																									
Ostorhinchus apogonoides	短齒天竺鯛																			※														＊
Ostorhinchus angustatus	寬帶鸚天竺鯛																														＊		＊	
Ostorhinchus semilineatus	半線鸚天竺鯛																																＊	
Pristiapogon fraenatus	棘眼天竺鯛																				＊	＊												
Pristiapogon kallopterus	麗鰭鋸天竺鯛																																	＊
Rhabdamia cypselurus	短箭天竺鯛											＊	＊																					
Rhabdamia gracilis	箭天竺鯛																					＊												

續表 5-13 民國 82 年至 114 年第三核能發電廠附近海域魚類相調查　　(＊代表珊瑚礁魚類※代表後壁湖漁獲)

種名	中文名稱	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114
Sphaeramia orbicularis	環紋圓天竺鯛																																	＊
Aracanidae 六棱箱鮋科																																		
Kentrocapros aculeatus	棘箱鮋				＊																													
Atherinidae 銀漢魚科																																		
Hypoatherina woodwardi	伍氏銀漢魚												＊																					
Aulopodidae 仙女魚科																																		
Aulopus japonicus	仙女魚												※																					
Aulostomidae 管口魚科																																		
Aulostomus chinensis	中華管口魚		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Balistidae 鱗鮋科																																		
Aluterus scriptus	長尾革單棘鮋																							＊										
Balistapus undulatus	波紋鈎鱗鮋								＊						＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊
Balistoides conspicillum	花斑擬鱗鮋				＊		＊					＊		＊		＊			＊	＊				＊					※			＊	＊	
Balistoides viridescens	褐擬鱗鮋									＊			＊	＊		＊	＊			＊	＊		＊	＊※	＊	＊	＊	＊※	＊	＊※		※	※	※
Melichthys vidua	黑邊角鱗鮋			＊	＊				＊	＊		＊	＊	＊						＊	＊	＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	
Odonus niger	紅牙鱗鮋																				※							※						
Paraluteres prionurus	副革單棘鮋				＊								＊																					
Pseudobalistes flavimarginatus	黃緣副鱗鮋												＊	＊	＊	＊		＊		＊			＊	＊					※	※		＊※		※
Pseudobalistes fuscus	黑副鱗鮋				＊								※																					
Rhinecanthus rectangulus	斜帶錨鱗鮋		＊															＊																
Rhinecanthus verrucosus	毒吻棘鮋																				＊													
Sufflamen bursa	鼓氣鱗鮋				＊				＊	＊			＊							＊		＊												
Sufflamen chrysopterus	金鰭鼓氣鱗鮋	＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Sufflamen fraenatus	黃紋鼓氣鱗鮋			＊		＊	＊	＊	＊	＊		＊			＊	＊	＊	＊	＊															
Oxymonacanthus longirostris	尖吻單棘鮋															＊																		
Belonidae 鶴鱵科																																		
Strongylura leiura	台灣圓尾鶴鱵								※					＊				※																
Tylosurus crocodilus	鱷形叉尾鶴鱵								＊	※	＊	※		＊				＊			※	※	※		※			＊		＊				
Tylosurus melanotus	叉尾鶴鱵	＊									※					※	※																	
Berycidae 金眼鯛科																																		
Beryx splendens	紅金眼鯛																	※																
Centroberyx rubicaudus	紅尾棘金眼鯛										※		※																					
Blenniidae 鰨科																																		
Aspidontus dussumieri	杜氏劍齒鰨						＊	＊							＊											＊						＊		
Aspidontus taeniatus	縱帶劍齒鰨		＊		＊							＊		＊	＊					＊	＊													
Ecsenius namiyei	江島氏無鬚鰨															＊																		
Ecsenius yaeyamaensis	八重山無鬚鰨																			＊	＊													

續表 5-13 民國 82 年至 114 年第三核能發電廠附近海域魚類相調查　　(＊代表珊瑚礁魚類※代表後壁湖漁獲)

種名	中文名稱	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114
Exallias brevis	短多鬚鰯						＊																											
Meiacanthus grammistes	黑帶稀棘鰯			＊	＊	＊			＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Petroscirtes breviceps	短頭跳岩鰯																				＊													
Plagiotremus rhinorhynchos	粗吻橫口鰯																				＊													
Plagiotremus tapeinosoma	黑帶橫口鰯													＊	＊							＊					＊							
Salarias fasciatus	細紋唇齒鰯																				＊													
Bothidae 鮃科																																		
Pseudorhombus duplicocellatus	重點斑鮃																	＊																
Bramidae 烏魴科																																		
Brama japonica	日本烏魴											※																						
Eumegistus illustris	真烏魴																											※	※					
Caesionidae 烏尾鮗科																																		
Caesio caerulaureus	烏尾鮗		＊			＊	＊			＊※		＊	※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	※		＊※	＊※	＊※	＊	＊	＊※	＊※	＊	＊	＊	＊	＊※	＊※	＊※
Caesio chrysopterus	金帶烏尾鮗			＊			※										※																	
Caesio cuning	赤腹烏尾鮗									＊	＊		※			※																		
Caesio lunaris	花尾烏尾鮗		＊						＊	＊																								
Caesio teres	黃藍背烏尾鮗			＊	＊		＊	＊	※	＊		＊	＊	＊			＊			＊					＊	＊			＊	＊			
Pterocaesio digramma	雙帶鱗鰭烏尾鮗		＊	＊	＊	＊	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊	＊※	＊	＊※	＊※	＊	＊※	＊※	＊※	＊※
Pterocaesio tie	蒂爾烏尾鮗		＊	＊			＊		＊								＊	＊※	＊※	＊※	※													
Callionymidae 鼠魚銜魚科																																		
Diplogrammus xenicus	雙線鼠魚銜魚				＊					＊	＊	＊																						
Carangidae 鯵科																																		
Atropus atropos	溝鯵																	※																
Carangoides ferdau	平線若鯵														＊						※													＊
Carangoides fulvoguttatus	星點若鯵																									※								
Carangoides gymnostethus	裸胸若鯵																							※										
Carangoides malabaricus	瓜子鯵														※					※														
Carangoides orthogrammus	直線平鯵								＊										＊															
Caranx ignobilis	浪人鯵								※						＊※			※					※	※	※			＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Caranx lugubris	闊步鯵						※	※																										
Caranx melampygus	藍鰭鯵	＊						※		＊			＊			＊	＊			＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊	＊	＊	＊	※	※
Caranx papuensis	巴布亞鯵												※																					
Caranx sexfasciatus	六帶鯵						※														※		※											＊
Decapterus kurroides	無斑圓鯵											※	※	※	※		※	※	※			※	※											
Decapterus maruadsi	藍圓鯵							※	※				※		※				＊			※												

續表 5-13 民國 82 年至 114 年第三核能發電廠附近海域魚類相調查　　(＊代表珊瑚礁魚類※代表後壁湖漁獲)

種名	中文名稱	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114
Decapterus macrosoma	長身圓鯵						※																											
Elagatis bipinnulatus	雙帶鰺							※					※	※	＊※		※	※			※		※	※	※			※			※		※	
Parastromateus niger	烏鯧																												※					
Pseudocaranx dentex	黃帶擬鰺																													＊				
Scomberoides commersonianus	大口逆溝鰺												※																					
Scomberoides lysan	逆溝鰺	＊																																
Seriola dumerili	紅鉤鰺						※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	＊※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※
Trachinotus blochii	布氏鯧鰺																											※	※		※		※	
Ulua mentalia	絲口鰺								※																									
Carcharhinidae 真鯊科																																		
Carcharhinus obscurus	灰色白眼鮫							※	※	※																								
Carcharhinus brachyurus	短尾白眼鮫									※																								
Carcharhinus longimanus	長鰭鯖鯊																							※										
Carcharhinus sarrah	沙拉白眼鮫						※		※																									
Galeocerdo cuvier	鼬鮫							※	※																									
Centriscidae 玻甲魚科																																		
Aeoliscus strigatus	條紋蝦魚						＊						＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊	＊	＊									＊			
Centrolophidae 長鯧科																																		
Psenopsis anomala	刺鯧								※	※				※								※												
Centropomidae 鋸蓋魚科																																		
Lates calcarifer	尖吻鱸																	※																
Chaetodontidae 蝴蝶魚科																																		
Chaetodon argentatus	銀身蝴蝶魚		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Chaetodon auriga	揚旛蝴蝶魚		＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Chaetodon auripes	耳帶蝴蝶魚	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊	＊※	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊
Chaetodon baronessa	曲紋蝴蝶魚																＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊	＊	＊			＊	＊	＊	＊	＊
Chaetodon bennetti	本氏蝴蝶魚				＊						＊										＊	＊	＊						＊		＊			＊
Chaetodon citrinellus	胡麻斑蝴蝶魚	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Chaetodon ephippium	鞍斑蝴蝶魚				＊	＊	＊				＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊	＊	＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊
Chaetodon guentheri	貢氏蝴蝶魚				＊																													
Chaetodon kleinii	克氏蝴蝶魚	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊※	＊※	＊	＊※	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Chaetodon lineolatus	紋身蝴蝶魚			＊													＊				※									※				
Chaetodon lunulatus	弓月蝴蝶魚		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Chaetodon lunula	月斑蝴蝶魚					＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Chaetodon melannotus	黑背蝴蝶魚			＊	＊	＊	＊	＊	＊	※	＊	＊		＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊

續表 5-13 民國 82 年至 114 年第三核能發電廠附近海域魚類相調查　　(＊代表珊瑚礁魚類※代表後壁湖漁獲)

種名	中文名稱	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114
Chaetodon meyeri	麥氏蝴蝶魚		＊												＊																			
Chaetodon octofasciatus	八帶蝴蝶魚																									＊								
Chaetodon ornatissimus	華麗蝴蝶魚				＊	＊	＊	＊	＊	＊							＊			＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊				＊		＊	
Chaetodon plebeius	藍斑蝴蝶魚		＊	＊	＊		＊	＊						＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊	＊		＊	＊	＊	＊
Chaetodon punctatofasciatus	點斑橫帶蝴蝶魚		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Chaetodon rafflecii	雷氏蝴蝶魚															＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊		＊				＊
Chaetodon reticulatus	網紋蝴蝶魚													＊														＊						
Chaetodon selene	彎月蝴蝶魚			＊																														
Chaetodon speculum	鏡斑蝴蝶魚	＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Chaetodon trifascialis	川紋蝴蝶魚	＊		＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊			＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Chaetodon ulietensis	烏利蝴蝶魚		＊	＊		＊								＊			＊			＊			＊			＊		＊		＊		＊		＊
Chaetodon unimaculatus	一點蝴蝶魚		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Chaetodon vagabundus	飄浮蝴蝶魚			＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊※	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊
Chaetodon wiebeli	魏氏蝴蝶魚		＊		＊										＊														＊	＊				＊
Chaetodon xanthurus	紅尾蝴蝶魚			＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊					＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Coradion chrysozonus	金斑少女魚													＊																				
Chaetodontoplus personifer	單面荷包魚				＊																													
Forcipiger flavissimus	黃鑷口魚		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Hemitaurichthys polylepis	多鱗霞蝶魚				＊			＊	＊		＊	＊		＊			＊				＊		＊		＊	＊		＊			＊	＊		＊
Heniochus acuminatus	白吻雙帶立旗鯛		＊	＊	＊		＊※	＊	＊※	＊		＊	＊※	＊※	※	＊		＊※	＊※	＊※	＊		＊	＊	＊	＊		＊	＊※	＊	＊			＊
Heniochus chrysostomus	三帶立旗鯛							＊				＊		＊			＊		＊	＊			＊	＊		＊		＊	＊	＊		＊	＊	＊
Heniochus monoceros	烏面立旗鯛									＊	※	※			＊	＊	＊※									＊			＊	＊	＊		＊	＊
Heniochus singularius	單棘立旗鯛			＊				＊	＊		＊	＊	＊	＊						＊	＊		＊	＊	＊	＊		＊				＊	＊
Heniochus varius	黑身立旗鯛		＊		＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Holacanthus trimaclatus	三斑刺鰎魚		＊																															
Chanidae 虱目魚科																																		
Chanos chanos	虱目魚														※			※			※													
Cheilodactylidae 唇指科																																		
Cheilodactylus zonatus	花尾唇指																							※										
Cichlidae 麗魚科																																		
Oreochromis niloticus	尼羅口孵非鯽																							※										
Cirrhitidae 魚翁科																																		
Cirrhitichthys aprinus	橫帶鷹斑鯛											＊					＊																	＊
Cirrhitichthys falco	鷹金魚翁		＊			＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊	＊	＊	＊		＊			＊		＊※				＊	＊	＊		＊
Cirrhitichthys oxycephalus	尖鰭金魚翁			＊		＊	＊						＊		＊	＊	＊						＊		＊					＊				
Cirrhitus pinnulatus	魚翁								※				＊※	＊				＊	＊												＊			

續表 5-13 民國 82 年至 114 年第三核能發電廠附近海域魚類相調查　　(＊代表珊瑚礁魚類※代表後壁湖漁獲)

種名	中文名稱	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114
Paracirrhites arcatus	副魚翁				＊			＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊	＊			＊	＊				＊				＊	＊
Paracirrhites forsteri	福氏副魚翁		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊	＊	＊※	＊	＊	＊※	＊	＊	＊	＊※	＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Clupeidae 鯡科																																		
Sardinella gibbosa	隆背小砂丁						※																											
Congridae 糯鰻科																																		
Conger japonicus	日本糯鰻																					※												
Conger cinereus	灰糯鰻																											※						
Coryphaenidae 鬼頭刀科																																		
Coryphaena hippurus	鬼頭刀						※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※		※	※	※	※	※	※	※		※	※	※	※	※	※	※
Dactylopteridae 飛角魚科																																		
Dactyloptena orientalis	東方飛角魚												※																					
Dasyatidae 魟科																																		
Dasyatis bennetti	黃土魟													※																				
Neotrygon kuhlii	古氏土魟																					＊							※					
Diodontidae 二齒鮐科																																		
Diodon eydouxii	愛氏二齒鮐						※						※				※						※											
Diodon holocanthus	六斑二齒鮐				＊		＊					＊		＊			＊	＊	＊	＊	＊				＊	＊		※	※	※	＊※	＊※	＊※	＊※
Diodon hystrix	密斑二齒鮐		＊											＊			＊					＊						※		※	※	＊	＊	
Diodon liturosus	紋二齒鮐		＊																											＊				
Echeneidae 印魚科																																		
Echeneis naucrates	長印魚	＊																		＊		＊				＊							＊	
Engranlididae 鯷科																																		
Thryssa hamiltonii	漢氏綾鯷						※																											
Ephippidae 燕魚科																																		
Platax boersii	波氏燕魚				＊				※	※		※						＊	※	＊				＊				＊						
Platax orbicularis	圓眼燕魚																						※	※		※	※			＊		＊		
Platax teria	尖翅燕魚				＊								※		＊	＊								※										
Exocoetidae 飛魚科																																		
Cypselurus cyanopterus	黑鰭飛魚											※											※	※	※	※		※	※	※	※	※	※	※
Cypselurus unicolor	白鰭飛魚									※	※		※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※		※	※	※	※	※		
Cypselurus poecilopterus	斑鰭飛魚																					※	※	※	※	※		※	※	※	※	※		
Fistulariidae 馬鞭魚科																																		
Fistularia commersonii	康氏馬鞭魚				＊												＊	＊		＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊							
Fistularia petimba	鱗馬鞭魚																													※				
Gadidae 鱈科																																		
Plectropomus oligacanthus	點線鰓棘鱸												※																					

續表 5-13 民國 82 年至 114 年第三核能發電廠附近海域魚類相調查　　(＊代表珊瑚礁魚類※代表後壁湖漁獲)

種名	中文名稱	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114
Gempylidae 帶鰆科																																		
Rurettas pretiosus	薔薇帶鰆						※	※	※						※																				
Gerreidae 鑽嘴魚科																																		
Gerres abbreviatus	短鑽嘴魚																				※													
Gobiidae 鰕虎科																																		
Amblyeleotris fasciata	條紋鈍鯊											＊	＊																					
Amblyeleotris guttata	斑點鈍鯊							＊					＊	＊						＊														
Amblyeleotris periophthalma	圓眶鈍鯊												＊	＊	＊	＊		＊				＊	＊										＊	＊
Amblyeleotris wheeleri	紅紋鈍鯊																			＊	＊		＊	＊		＊			＊	＊				
Amblygobius albimaculatus	環帶鯊							＊				＊																						
Amblygobius phalaena	尾斑鈍鰕虎												＊			＊				＊	＊	＊	＊	＊		＊	＊		＊	＊	＊			
Bryaninops natans	海鞭鰕虎														＊																		
Cryptocentrus nigrocellatus	眼斑猴鯊																		＊														
Fusigobius duospilus	裸頸植鰕虎																				＊			＊									
Istigobius campbelli	康培氏銜鰕虎																				＊												
Istigobius decoratus	華麗銜鰕虎																	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊							
Istigobius goldmanni	戈氏銜鰕虎																							＊	＊								
Istigobius ornatus	裝飾銜鯊												＊			＊		＊						＊									
Gnatholepis scapulostigma	眼帶鰕虎												＊																				
Macrodontogobius wilburi	威氏壯牙鰕虎																					＊											
Mahidoria mystacina	大口鰕虎													＊																			
Trimma grammistes	斑馬紋磨鰕虎																＊																
Tomiyamichthys alleni	亞倫氏富山鰕虎																				＊	＊											
Valenciennea helsdingenii	雙帶塘鱧																		＊														
Valenciennea sexguttata	六點范氏塘鱧												＊						＊			＊				＊	＊					＊		
Valenciennea strigata	紅帶范氏塘鱧								＊									＊	＊		＊	＊	＊	＊		＊	＊	＊		＊	＊		＊	
Haemulidae 石鱸科																																		
Diagramma pictum	密點少棘胡椒鯛																				＊	＊	＊	＊※		＊	＊			＊		＊	＊	＊
Hapalogenys nitens	髭鯛																※																
Parapristipoma trilineatum	三線雞魚								※					※		※	※	※					※					※	※	※				
Plectorhinchus chaetodonoides	斑胡椒鯛									※	※	＊	※	＊※	＊		＊※	※		＊				※								＊	
Plectorhinchus cinctus	花軟唇											※				＊							＊										
Plectorhinchus celebicus	南洋石鱸													※			※																
Plectorhinchus diagrammus	雙帶石鱸				＊		＊※	＊※	＊※	※	※	※	＊※	＊※	＊※	＊	＊	＊※	＊※	＊			※			※								
Plectorhinchus flavomaculatus	黃點胡椒鯛						＊※	＊	＊		＊※		※			＊	＊※	＊※	＊		※		※			※								
Plectorhinchus gibbosus	駝背胡椒鯛								※							※									※								

續表 5-13 民國 82 年至 114 年第三核能發電廠附近海域魚類相調查　　(＊代表珊瑚礁魚類※代表後壁湖漁獲)

種名	中文名稱	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114
Plectorhinchus goldmanni	斜帶石鱸							※		※	※		※	※	※		※	＊※			※		※											
Plectorhinchus lessonii	雷氏胡椒鯛																				＊※	＊	＊※	＊※		＊		※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※
Plectorhinchus lineatus	條紋胡椒鯛					＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊	＊※	＊※	※	＊	＊	＊※	＊※	＊※		＊	＊※	＊	＊※	※	※	※	＊※	＊※	※	＊※	※
Plectorhinchus pictus	胡椒鯛							＊※	＊※							＊	※			＊													＊	
Plectorhinchus picus	暗點胡椒鯛	＊					※	＊		＊	※		※	※		※	＊	＊	＊	＊※	＊※	＊	＊※	＊※		＊		※	＊			＊		＊
Plectorhinchus schotaf	灰石鱸										＊																							
Plectorhinchus vittatus	條斑胡椒鯛																						＊	＊※	＊			※		※	※	＊※	※	＊※
Hemiramphidae 鱵科																																		
Hyporhamphus dussumieri	杜氏下鱵				＊										＊						※	※												
Heterodontidae 異齒鮫科																																		
Heterodontus zebra	斑紋異齒鮫														※																			
Holocentridae 金鱗魚科																																		
Myripristis adusta	焦黑鋸鱗魚																		＊	＊		＊	＊		＊	＊		＊						
Myripristis berndti	凸頜松毬										※		※	※				※		※	※	※	※											
Myripristis botche	柏氏鋸鱗魚																							＊	＊									
Myripristis chryseres	黃鰭松毬												※				※					※	※											
Myripristis formosa	台灣松毬																				＊		＊			＊				＊				
Myripristis greenfieldi	格氏松毬																			＊														
Myripristis herndti	伯特氏松毬							＊	＊			※							＊															
Myripristis kuntee	康德鋸鱗魚						＊	＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊	＊※	＊	＊	＊	＊※	＊※	＊	＊	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※
Myripristis melanosticta	黑斑松毬							※	※	※	＊※	＊	＊		※	※	※	＊		※														
Myripristis murdjan	赤松毬																				※					＊※		＊						
Myripristis seychellensis	塞昔耳松毬									※																								
Myripristis violacea	紫鋸鱗魚																											＊		＊			＊	＊
Myripristis vittata	赤鰓鋸鱗魚																	※					※											
Nemipterus thosaporni	黃緣金線																※																	
Nemipterus zysron	姬金線魚																※																	
Neoniphon opercularis	黑鰭金鱗魚																									＊		＊			※			※
Neoniphon sammara	莎姆金鱗魚						＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Ostichthys japonicus	金鱗魚						＊																											
Ostichthys sheni	沈氏骨鱗魚																						※											
Sargocentron caudomaculatum	尾斑棘鱗魚												＊	＊				＊	＊	＊	＊※		＊	＊	＊	＊※	＊※	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Sargocentron cornutum	點鰭棘鱗魚																						※											
Sargocentron diadema	黑鰭棘鱗魚	＊					＊	＊	＊		＊			※		＊	※	※		＊※	＊※	※	＊	＊	＊	＊※	＊※	※	※	※	＊	＊※	＊	＊
Sargocentron ensifer	劍棘鱗魚																					＊				※								
Sargocentron ittodai	銀帶棘鱗魚						＊														※		＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊				

續表 5-13 民國 82 年至 114 年第三核能發電廠附近海域魚類相調查　　(＊代表珊瑚礁魚類※代表後壁湖漁獲)

種名	中文名稱	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114
Sargocentron melanospilos	黑點棘鱗魚										※			※				※					※							＊				＊
Sargocentron praslin	紅線棘鱗魚																＊																	
Sargocentron rubrum	黑帶棘鱗魚												※	※	※		＊※	※			＊	※	※						※					
Sargocentron spinosissimus	刺棘鱗魚																				※													
Sargocentron spiniferum	尖吻棘鱗魚									※	※			＊※			※	※		※	＊	※	※	＊		＊※			＊	＊	＊	＊	＊	＊
Sargocentron tiere	赤鰭棘鱗魚						※											※		※			※											
Istiophoridae 正旗魚科																																		
Istiophorus platypterus	雨傘旗魚										※	※	※	※	※	※			※		※			※	※						※			
Makaira mazara	黑皮旗魚												※																					
Tetrapterus audax	紅肉旗魚											※																						
Kyphosidae 舵魚科																																		
Girella mezia	黃帶瓜子鱲											＊																						
Girella melanichthys	黑瓜子鱲													※	※																			
Girella punctata	瓜子鱲												※																					
Kyphosus bigibbus	南方舵魚							＊※	＊※	※		＊※	＊			＊					※			※										
Kyphosus cinerascens	天竺舵魚				＊	＊								＊※	※		※	※			※	※	※	※						＊			＊	＊
Kyphosus lembus	蘭勃舵魚						＊					※	※	※	※	※	＊※	※	※	※		＊※	※	※		※	※	＊※	＊※	※	＊※	※		※
Labridae 隆頭魚科																																		
Anampses caeruleopunctatus	青斑阿南魚				＊		＊	＊	＊					＊			＊	＊		＊	＊		※	＊※	＊	＊		＊	＊					＊
Anampses geographicus	蠱紋阿南魚										＊																	＊						
Anampses melanurus	烏尾阿南魚													＊							＊					＊	＊							
Anampses meleagrides	黃尾阿南魚			＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊	＊	＊			＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Anampses neoguinaicus	新幾內亞鸚鯛					＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊	＊			＊			＊		＊	＊				＊		＊				
Anampses twistii	雙斑阿南魚		＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	
Bodianus axillaris	腋斑狐鯛			＊		＊	＊	＊	＊		＊	＊	＊		＊		＊※			＊※	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊		
Bodianus bilunulatus	雙帶狐鯛						※										＊		※		※		※		※			※	※					
Bodianus bimaculatus	雙斑狐鯛																				＊		＊	＊	＊								＊	＊
Bodianus diana	對斑狐鯛					＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊			＊	＊※		＊		＊※	＊	＊	＊		＊		＊	＊	＊	＊	＊		
Bodianus izuensis	伊津狐鯛																				※													
Bodianus leucosticticus	點帶狐鯛							※		※										※	※							※						
Bodianus masudai	益田氏狐鯛																									※	※							
Bodianus mesothorax	中胸狐鯛		＊		＊		＊※	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊	＊※	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Bodianus perditio	黃斑狐鯛			＊		＊	※	＊						＊		＊					※													
Bodianus sp.	狐鯛							※																										
Cheilinus bimaculatus	雙斑唇魚				＊																													

續表 5-13 民國 82 年至 114 年第三核能發電廠附近海域魚類相調查　　(＊代表珊瑚礁魚類※代表後壁湖漁獲)

種名	中文名稱	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114
Cheilinus celebicus	西里伯斯鸚鯛												＊	＊																				
Cheilinus chlorourus	綠尾唇魚					＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊	＊		＊		＊	＊		＊				＊			＊	＊
Cheilinus diagrammus	二點唇魚		＊		＊		＊	＊	＊	＊※	＊	＊	＊	＊	＊			＊※	＊	※	※													
Cheilinus fasciatus	橫帶唇魚						＊						＊	＊		＊					＊		＊	＊		＊	＊			＊		＊		＊
Cheilinus oxycephalus	尖頭唇魚		＊				＊	＊	＊	＊										＊												＊	＊	
Cheilinus rhodochrous	單帶鸚鯛										＊	＊			＊		＊※																	
Cheilinus trilobatus	三葉唇魚										＊	＊		＊	＊※	＊	＊	＊	＊	＊※	＊	＊※	＊	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※
Cheilinus undulates	曲紋唇魚					＊																			＊					＊				
Cheilinus unifasciatus	單帶唇魚		＊		＊		＊※		＊	＊				＊		＊		＊																
Cheilio inermis	管唇魚					＊	＊					＊												＊			＊			＊		＊	＊	
Choerodon anchorago	楔斑豬齒魚					＊																												
Choerodon azurio	藍豬齒魚				＊		※	※	※		※		※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※			※	※				
Choerodon fasciatus	七帶豬齒魚				＊	＊	＊						＊				＊		＊				＊											
Choerodon gymnogenys	紫紋豬齒魚																							※		※								
Choerodon jordani	喬氏豬齒魚																				※								※					
Choerodon robustus	粗豬齒魚										＊	※					※		※	※			※											
Choerodon schoenleini	邵氏豬齒魚														＊						＊※					＊								
Choerodon zamboanage	杜邦寒鯛						※																											
Cirrhilabrus cyanopleura	藍身絲鰭鸚鯛		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊	＊	＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Cirrhilabrus exquistus	艷麗絲鰭鸚鯛												＊	＊	＊	＊				＊	＊		＊	＊	＊			＊	＊	＊			＊	
Cirrhilabrus lunatus	新月絲鰭鸚鯛																							＊		＊		＊		＊				
Cirrhilabrus melanomarginatus	黑緣絲鰭鸚鯛										＊		＊		＊			＊			＊					＊	＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊
Cirrhilabrus temminckii	丁氏絲鰭鸚鯛				＊														＊											＊	＊			
Cirrhilabrus rubimarginatus	紅緣絲鰭鸚鯛				＊													＊						＊	＊					＊		＊	＊	＊
Coris aygula	紅喉盔魚				＊		＊	＊		＊			＊	＊			＊	＊		＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Coris batuensis	巴都盔魚																				＊													
Coris dorsomacula	背斑盔魚		＊			＊			＊				＊	＊		＊※	※	＊※	※		＊	＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊	＊
Coris gaimard	蓋馬氏盔魚				＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊		＊※	＊		＊	＊	＊※	＊※	＊	＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Coris musume	黑帶盔魚																				※													
Coris picta	斑盔魚						※								※																			
Epibulus insidiator	伸口魚																						＊			＊	＊							
Gomphosus varius	雜色尖嘴魚		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Halichoeres argus	珠光海豬魚																																＊	
Halichoeres biocellatus	雙斑儒艮鯛			＊	＊	＊	＊						＊	＊		＊	＊				＊													＊

續表 5-13 民國 82 年至 114 年第三核能發電廠附近海域魚類相調查　　(＊代表珊瑚礁魚類※代表後壁湖漁獲)

種名	中文名稱	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114
Halichoeres centiguserus	石斑海豬魚		＊																															
Halichoeres chrysus	黃身海豬魚				＊	＊	＊				＊	＊	＊					＊	＊	＊			＊	＊		＊			＊			＊		＊
Halichoeres hartzfeldii	哈氏海豬魚									＊			＊			※					※												
Halichoeres hortulanus	雲斑海豬魚		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Halichoeres margaritaceus	斑點海豬魚					＊																	＊							＊		＊		
Halichoeres marginatus	絲鰭海豬魚									＊		＊		＊			＊						＊						＊		＊			
Halichoeres melanochir	黑腕海豬魚		＊		＊			＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊				＊		＊				＊			＊	＊	＊	＊
Halichoeres melanurus	黑尾海豬魚																				＊												＊	
Halichoeres miniatus	小海豬魚																															＊		
Halichoeres nebulosus	雲紋海豬魚			＊								＊				＊	＊		＊		＊				＊				＊	＊	＊		＊	＊
Halichoeres nigrescens	黑帶海豬魚																														＊	＊	＊	
Halichoeres orientalis	東方海豬魚																			＊						＊								
Halichoeres ornatissimus	飾妝海豬魚				＊	＊	＊																											
Halichoeres poecilopterus	花翅儒艮鯛											＊		＊																				
Halichoeres prostopeion	黑額海豬魚													＊	＊	＊	＊	＊			＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Halichoeres scapularis	頸帶海豬魚						＊			＊	＊			＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊	＊		＊	＊
Halichoeres trimaculatus	三斑海豬魚					＊	＊		＊	＊	＊	＊		＊※	＊	＊	＊	＊※	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊	＊
Hemigymnus fasciatus	條紋厚唇魚			＊	＊	＊	＊		＊	＊	＊		※	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊※	＊			＊		＊		＊	＊	＊	＊※	＊
Hemigymnus melapterus	黑鰭半裸魚	＊			＊	＊	＊		＊	＊※	＊	＊	＊	＊	＊		＊	＊			＊		＊	＊			＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊※
Hologymnosus annulatus	環紋全裸鸚鯛				＊	＊	＊				＊		＊	＊※	＊		＊※			※	※	※	＊			＊				＊				
Hologymnosus doliatus	狹帶全裸鸚鯛					＊	＊	＊	＊	＊		＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊				＊				＊	＊		＊	＊		＊
Hologymnosus rhodonotus	玫瑰全裸鸚鯛																					＊												
Iniistius baldwini	巴氏項鰭魚																							＊						※				
Labroides bicolor	二色裂唇魚				＊	＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Labroides dimidiatus	裂唇魚		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Labrichthys unilineatus	單線突唇魚														＊											＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊		
Labropsis manabei	曼氏褶唇魚			＊		＊		＊					＊	＊		＊					＊						＊							＊
Macropharyngodon meleagris	珠斑大咽齒魚	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊	＊	＊	＊			＊	＊	＊	＊	＊	＊
Macropharyngodon negrosensis	黑曲齒鸚鯛		＊											＊	＊																			
Macropharyngodon sp.	曲齒鸚鯛	＊																																
Novaculichthys taeniurus	帶尾新隆魚							＊						＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊	＊					＊						
Oxycheilinus bimaculatus	雙斑尖唇魚																			＊	＊	＊	＊	＊				＊	＊					
Oxycheilinus digramma	雙線尖唇魚																				＊	＊					＊	＊	＊	＊				
Oxycheilinus unifasciatus	單帶尖唇魚																						＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Parajulis poecilepterus	花鰭副海豬魚																										＊			＊				
Pseudocaris yamashiroi	擬盔魚													＊	＊		＊																	

續表 5-13 民國 82 年至 114 年第三核能發電廠附近海域魚類相調查　　(＊代表珊瑚礁魚類※代表後壁湖漁獲)

種名	中文名稱	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114
Pseudocaris sp.	擬鸚鯛											＊																						
Pseudocheilinus evanidus	姬擬唇魚				＊		＊							＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊				
Pseudocheilinus hexataenia	六帶擬唇魚					＊	＊	＊					＊	＊		＊	＊	＊		＊			＊							＊				
Pseudocheilinus octotaenia	條紋擬唇魚				＊			＊	＊						＊						※				＊						＊			
Pseudodax moluccanus	摩鹿加擬鸚鯛					＊															＊											＊	※
Pseudojuloides cerasina	擬海豬魚													＊	＊					＊	＊										＊			＊
Pseudolobrus japonicus	日本擬隆頭魚						※					※																						
Pteragogus enneacanthus	九棘長鰭鸚鯛																				＊	＊	＊	＊	＊	＊					＊	＊	＊	
Pteragogus flagellifera	長鰭鸚鯛		＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊※	＊									＊	＊	＊	＊
Stethojulis bandanensis	黑星紫胸魚				＊						＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊	＊	＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Stethojulis interruptus	斷紋紫胸魚				＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊																	＊	＊	＊	＊
Stethojulis strigiventer	虹紋紫胸魚																				＊	＊						＊						＊
Stethojulis trilineata	三線紫胸魚				＊									＊	＊	＊	＊	＊					＊	＊	＊	＊			＊	＊	＊	＊	＊	＊
Thalassoma amblycephalus	鈍頭錦魚		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Thalassoma cupido	環帶錦魚																							＊										
Thalassoma fuscum	柵紋錦魚		＊																															
Thalassoma hardwickii	哈氏錦魚		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊	＊	＊	＊※	＊
Thalassoma hebraicum	海布拉錦魚		＊																															
Thalassoma jansenii	詹氏錦魚		＊	＊			＊		＊	＊	＊	＊	＊※	＊			＊※	※	＊	＊※	＊		＊	＊	＊	＊		＊	＊※	＊	＊	＊	＊	＊
Thalassoma lunare	新月錦魚		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊	＊※	＊※	＊※	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊	＊	＊	＊	＊
Thalassoma lutescens	胸斑錦魚		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Thalassoma purpureum	紫錦魚		＊	＊														＊			＊									＊※			
Thalassoma quinquevittatum	五帶錦魚		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊	＊	＊※	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※		＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊			＊	＊
Thalassoma trilobatum	三葉錦魚		＊	＊						＊					※		＊			＊													
Xyrichtys evides	麗虹彩鯛														※																			
Xyrichtys twistii	雙斑虹彩鯛											※			※																			
Xyrichtys woodi	伍氏虹彩鯛										＊※	※		＊	＊	＊				＊														
Xyrichtys pavo	巴父虹彩鯛														※	※																		
Leiognathidae 鯧科																																		
Leiognathus equulus	短棘鯧																					※	※	※										
Lethrinidae 龍占魚科																																		
Gnathodentex aurolineatus	金帶鯛										＊		＊							＊	※	＊					＊			＊				
Gymnocranius euanus	真白鱾																				※													
Gymnocranius griseus	灰白鱾						※				※			＊	※	※		＊※		※			＊※	＊※										
Gymnocranius japonicus	日本白鱾								※				※			※			※	※														
Gymnocranius sp.	龍占	＊																																

續表 5-13 民國 82 年至 114 年第三核能發電廠附近海域魚類相調查　　(＊代表珊瑚礁魚類※代表後壁湖漁獲)

種名	中文名稱	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114
Lethrinus atkinsoni	阿氏龍占魚																					※												
Lethrinus haematopterus	正龍占				＊				※				※		＊		＊		※	※	※												
Lethrinus harak	單斑龍占	＊			＊						＊	＊	＊	＊		＊	＊	＊※	＊	＊	＊※	＊	※	＊※	＊	＊		＊	＊					
Lethrinus lentjans	烏帽龍占															＊			＊															
Lethrinus mahsena	白點龍占						※						※	※			※	※																
Lethrinus mahsenoides	磯龍占									※							※		※															
Lethrinus miniatus	長吻龍占							※	※			※			＊	＊	＊	＊※			※				＊※	＊		＊※	＊	＊※	＊※	＊※		※
Lethrinus nebulosus	青嘴龍占				＊	＊	※	※				※	※	＊	＊※	※	＊※	＊※		＊※	＊	＊※	＊※	＊※	＊	※		＊※	＊※		※		※	※
Lethrinus obsoletus	橘帶龍占																						＊	＊※								＊		
Lethrinus ornatus	黃帶龍占								※				※						＊	＊※	＊	＊	※	※		※		※		※	※	※	※	※
Lethrinus olivaceus	尖吻龍占																				＊※	＊※	＊※	＊※		※	＊※	＊					※	＊
Lethrinus rubrioperculatus	紅鰓龍占												※	※	※	※		※	※	※	※	※	※	※	※	※		＊※	※	※	※	※	※	※
Lethrinus semicinctus	長身龍占					＊	※											※		※	※													
Monotaxis grandoculis	單列齒鯛				＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊	＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊※	＊	＊※		＊※
Lutjanidae 笛鯛科																																		
Aphareus furcatus	欖色細齒笛鯛						＊				＊													※										
Aphareus rutilans	銹色細齒笛鯛													※	※							※	※						※	※				
Aprion virescens	藍笛鯛		＊						※			※						※	＊				※			＊								
Etelis carbunculus	濱鯛							※	※	※	※						※																	
Etelis coruscans	長尾濱鯛						※	※		※	※		※	※	※	※	※	※	※			※	※	※	※	※	※		※		※	※	※	※	※
Etelis radiosus	大口濱鯛						※									※																		
Lutjanus argentimaculatus	銀紋笛鯛																											※	※	※	※	※	※	※
Lutjanus bengelenis	孟加拉笛鯛						※				※		※	※		※	※		※	※	※	※	※	※			※			※	※		※	※	
Lutjanus bohar	白斑笛鯛																			＊	＊		＊			＊		＊	＊	＊	＊		＊	
Lutjanus boutton	藍帶笛鯛						※				※	※	※	※	※	※	※	※	※	＊※	※	※	※	＊※	＊			※		※	＊			
Lutjanus carponotatus	胸斑笛鯛						＊			※	※				※			※	※				※											
Lutjanus decussates	交叉笛鯛									※	※	※		※			＊			＊※	＊※	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※		※	＊		＊	＊
Lutjanus dodecanthoides	斜帶笛鯛													※		※	＊	＊※	＊※	※														
Lutjanus erythropterus	赤鰭笛鯛											※							※		※		※		※									
Lutjanus fulviflamma	火斑笛鯛				＊		※	※		※	※	＊※	※	※	＊※	※	＊※	＊	＊	＊※	＊※	＊※	＊※	＊	＊※	＊		※	＊※	＊※		＊※	※	※
Lutjanus fulvus	黃足笛鯛			＊	＊		＊	＊	＊	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊	＊※	＊※	＊	＊	＊※	＊	＊	＊※	＊※	＊※	＊※	＊
Lutjanus gibbus	隆背笛鯛						※	※	※	※	＊※	※	※	※	＊※	※	※	※	※	※	＊※	※	＊※	※	※	※		※	※	※	＊※	※	※	※
Lutjanus kasmira	四線笛鯛		＊		＊		＊	＊※	＊	＊※	＊※	＊※	＊			＊※	＊※	＊※	＊※	＊	＊※	※	＊※	＊※		＊※		※	＊	※	※	＊※	＊	※
Lutjanus lutjanus	正笛鯛						※		※		※	＊	※				※	※	※	※	※	＊※	※	※		＊※		※	※	※	※	※	＊※	※
Lutjanus malabricus	摩拉巴笛鯛											※		※				※											※					

續表 5-13 民國 82 年至 114 年第三核能發電廠附近海域魚類相調查　　(＊代表珊瑚礁魚類※代表後壁湖漁獲)

種名	中文名稱	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114
Lutjanus monostigma	單斑笛鯛				＊										＊						＊	＊	＊	※	※		＊※	＊※	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊
Lutjanus quinquelineatus	五線笛鯛						＊	＊	＊※	＊	＊	＊	＊※	＊※			＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※
Lutjanus rivulatus	海雞母笛鯛						＊	※	※	※	※	※	※	※	＊※	＊※	※	※	＊※	※	※	※	※	＊※		※	※	※	＊※	※	※	※	※	※
Lutjanus russelli	羅氏笛鯛						※	＊※	＊	※	＊	＊	＊	＊	※	＊		＊																
Lutjanus stellatus	白星笛鯛						※			＊※	※	※			＊		※	※	＊※	＊			※	※										
Lutjanus vitta	縱帶笛鯛									＊		※	※			※	※	＊※	※		※	※				＊				＊				
Macolor macularis	斑點羽鰓笛鯛																													＊				
Macolor maculatus	斑點笛鯛					＊	＊		＊	＊		＊		＊			＊	＊	＊	＊			＊			＊				＊				
Macolor niger	黑背羽鰓笛鯛				＊		＊	＊	＊			＊	＊	＊		＊	＊	＊			＊								＊	＊	＊	＊	＊	＊
Paracaesio caeruleus	藍色擬烏尾冬								※	※	※		※	※	※	＊※	※	※	※	※	※		※		※	※	※	※	※	※	※	※	※	※
Paracaesio kusakarii	橫帶擬烏尾冬										※		※	※			※	※			※		※											
Paracaesio xanthurus	黃擬烏尾冬						※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	＊※	※		※	※		※		※					※	※	※	＊※	※
Pinjalo pinjalo	斜鱗笛鯛						※												※															
Pristipomoides argyrogrammicus	藍紋姬鯛																					※	※	※										
Pristipomoides auricilla	黃尾姬鯛						※																											
Pristipomoides filamentosus	絲鰭姬鯛									※	※		※	※	※	※	※				※			※	※					※				
Pristipomoides multidens	黃吻姬鯛														※						※													
Pristipomoides sieboldii	姬鯛								※							※																		
Pterocaesio tile	蒂爾烏尾冬															※																		
Tropidinius amoenus	花笛鯛						※			※	※		※						※	※														
Tropidinius zonatus	橫帶花笛鯛							※				※																						
Symphorus nematophorus	曳絲笛鯛																				※													
Malacanthidae 軟棘魚科																																		
Malacanthus brevirostris	短吻軟棘魚													※				※		※	※													
Megalopidae 大眼海鰱科																																		
Megalops cyprinoides	大眼海鰱	＊																																
Mobulidae 蝠魟科																																		
Mobula diabolus	姬蝠魟									※																								
Mobula formosana	台灣蝠魟										※																							
Molidae 翻車鮕科																																		
Mola mola	翻車鮕									※			※																					
Monacanthidae 單棘鮕科																																		
Aluterus monoceros	單角革單棘鮕								※	※			※	※			※																	
Aluterus scriptus	長尾革單棘鮕	＊									＊				＊									＊					※	※	＊※	※	※	※
Amanses scopes	美單棘鮕									※					＊			＊																
Cantherhines dumerilii	杜氏剌鼻單棘鮕						＊	＊		＊	＊	＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊	＊	＊	＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊

續表 5-13 民國 82 年至 114 年第三核能發電廠附近海域魚類相調查　　(＊代表珊瑚礁魚類※代表後壁湖漁獲)

種名	中文名稱	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114
Cantherhines fronticinctus	額斑刺鼻單棘鮋						＊			※																								
Cantherhines pardalis	細斑刺鼻單棘鮋													＊				＊					＊				＊			＊				
Paraluteres prionurus	副革單棘鮋				＊							＊	＊	＊																				
Pervagor janthinosoma	紅尾前角單棘鮋												＊										＊										＊	
Monodactylidae 銀鱗鯧科																																		
Monodactylus argenteus	銀鱗鯧																															※	※	※
Mugilidae 鯔科																																		
Chelon macrolepis	大鱗鮻																							※						※		※	※	
Mugil cephalus	鯔											＊				＊			＊									※						
Valamugil seheli	薛氏凡鯔																			＊				＊										
Mullidae 鬚鯛科																																		
Mulloidichthys falvolineatus	黃線擬鬚鯛		＊	＊									※	＊	＊	＊※	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊	＊		＊※	＊	＊※	＊	＊
Mulloidichthys vanicolensis	金帶擬鬚鯛	＊	＊	＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊				＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊	＊※	＊	＊※	＊	＊※	＊※	＊※	＊	＊
Parapeneus barberinoides	鬚海緋鯉												＊					＊	※		＊※		＊	＊		＊					＊	＊	＊	
Parapeneus barberinus	單帶海緋鯉						＊※		＊	＊※		＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	※	＊		＊	＊	＊	＊
Parapeneus bifasciatus	雙帶海緋鯉			＊				＊	＊	※									＊	＊						＊	＊							
Parapeneus chrysopleuron	紅帶海緋鯉						※				※	※	※	※	※	※		※		※	※														
Parapeneus ciliatus	短鬚海緋鯉			＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊			＊	＊	＊		＊		＊※	＊	＊※	※	※
Parapeneus cyclostomus	圓口海緋鯉						※		＊			※	＊		※	＊		※	＊	※	※	＊	＊	＊	＊	＊※			＊	＊				
Parapeneus indicus	印度海緋鯉			＊	＊	＊	＊※	＊※	＊※	※	＊	＊※	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊※	＊		＊※	＊		＊※	＊※	＊※	＊※
Parapeneus multifasciatus	多帶海緋鯉	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊※	＊※	＊	＊	＊※	＊※	＊※	＊	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※
Parapeneus pleurostigma	黑斑海緋鯉						※									＊				＊	※		＊											
Parapeneus spilurus	大型海緋鯉						※		※		※	※	※	※	※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※		＊※	※	※	※	＊	※	※	※	※	※	※	※
Parapeneus trigasciatus	三帶海鯡鯉											※						※		※	※													
Upeneus japonicus	日本緋鯉																				＊		＊											
Upeneus moluccensis	麻六甲緋鯉						※																											
Upeneus tragula	黑斑緋鯉						＊	＊	＊					＊		＊		＊	＊	＊		＊		＊	＊			＊	＊	＊	＊		＊	
Upeneus vittatus	多帶緋鯉						＊	＊	＊													＊		＊									
Muraenesocidae 海鰻科																																		
Muraenesox bagio	百吉海鰻																※																	
Muraenesox cinereus	灰海鰻							※				※																						
Muraenidae 鰻科																																		
Echidna nebulosa	星帶蝮鰻																								＊							＊		
Echidna polyzona	多環蝮鰻														※																			
Gymnothorax albimarginatus	白緣裸胸鰻																						※											
Gymnothorax berndti	班第氏裸胸鰻																			※														

續表 5-13 民國 82 年至 114 年第三核能發電廠附近海域魚類相調查　　(＊代表珊瑚礁魚類※代表後壁湖漁獲)

種名	中文名稱	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114
Gymnothorax chilospilus	雲紋裸胸鰻																						※											
Gymnothorax eurostus	黴身裸胸鰻																						＊											
Gymnothorax favagircus	黑斑裸胸鰻						※	※	※	※	※	※	※		※	※	＊※	※	※	※	※	＊※	※	※		※		※	※	※	※	※			
Gymnothorax fimbriatus	花鰭裸胸鰻									※						※								※										
Gymnothorax flavimarginatus	黃邊鰭裸胸鰻									※																								
Gymnothorax javanicus	爪哇裸胸鰻									※							＊		＊				※	※							＊			
Gymnothorax meleagris	白口裸胸鰻		＊			＊																												
Gymnothorax neglectus	細花斑裸胸鰻																				※													
Gymnothorax rueppelliae	寬帶裸胸鰻						＊																											
Rhinomuraena quaesita	黑身管鼻鰻																			＊														
Siderea picta	花斑星裸胸鰻												＊																					
Uropterygius macrocephalus	巨頭鰭尾鰻								※																									
Nemipteridae 金線魚科																																		
Nemipterus furcosus	紅金線魚										※																							
Nemipterus japonicus	日本金線魚																			※														
Nemipterus peronii	裴氏金線魚								※												※													
Nemipterus zysron	姬金線魚								※						※					※														
Nemipterus virgatus	金線魚																			※														
Parascolopsis eriomma	寬帶副眶棘鱸						※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	＊※	※	※	※	※				※	
Parascolopsis inermis	橫帶赤尾冬						※					※																						
Pentapodus aureofasciatus	黃帶錐齒鯛																				＊													
Pentapodus nagasabiensis	長崎錐齒鯛										※		※	＊	※	＊※	＊※	※	※															
Scolopsis affinis	烏面眶棘鱸		＊		＊	＊					＊		＊	＊				＊		＊	＊			＊※	＊		＊	＊	＊			＊		＊
Scolopsis bilineatus	雙帶眶棘鱸	＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊	＊	＊		＊	＊	＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Scolopsis cancellatus	柵紋眶棘鱸		＊																															
Scolopsis ciliata	黃點赤尾冬																			＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊	＊	＊	＊		＊	＊
Scolopsis lineata	線紋眶棘鱸			＊									＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊			
Scolopsis monogramma	單帶眶棘鱸							＊			＊	＊				＊			＊			＊		＊	＊			＊	＊※	＊	＊※	＊	＊	＊
Scolopsis trilineatus	三帶赤尾冬									＊							＊	＊		＊	＊		＊	＊	＊			＊	＊	＊	＊		＊	＊
Scolopsis vosmeri	伏氏眶棘鱸						※			※						＊※		＊※			＊※	＊		※	※						＊	＊	＊	
Scolopsis xenochrous	欖斑赤尾冬														※			※			※			※	※				＊	＊	＊			
Scolopsis xenochrous	黃帶赤尾冬																													＊				
Oplegnathidae 石鯛科																																		
Oplegnathus fasciatus	條石鯛														＊													※						
Oplegnathus punctatus	斑石鯛						※						※		※							＊	※					※		※	※	※	※	※
Ophichthidae 蛇鰻科																																		

續表 5-13 民國 82 年至 114 年第三核能發電廠附近海域魚類相調查　　(＊代表珊瑚礁魚類※代表後壁湖漁獲)

種名	中文名稱	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114
Myrichthys colubrinus	竹節花蛇鰻						＊										＊	＊			＊		＊											＊	
Ophidiidae 鮠鰏科																																		
Brotula multibar	多鬚鮠魚																			※														
Hoplobrotula armata	棘鮠																				※													
Orectolobidae 鬚鮫科																																		
Orectolobus japonicus	日本鬚鮫	＊																																
Ostracidae 鎧魨科																																		
Lactoria fronasini	福氏角箱魨		＊															＊																
Ostracion cubicus	粒突箱魨			＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊				＊	＊	＊		＊
Ostracion meleagris	米點箱魨			＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊			＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊	＊	＊			＊	＊	＊	＊	＊		＊
Pempheridae 擬金眼鯛科																																		
Pempheris oualensis	烏伊蘭擬金眼鯛		＊										＊	＊	＊		＊	＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊			＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Pempheris vanicolensis	黑緣擬金眼鯛		＊				＊	＊	＊	＊	＊		＊	＊					＊	＊	＊		＊			＊	＊	＊	＊					
Pentacerotidae 五棘鯛科																																		
Evistias acutirostris	尖吻棘魚												※																					
Pinguipedidae 虎鰔科(擬鯔科)																																		
Parapercis cephalopunctata	頭斑虎鰔		＊	＊	＊	＊		＊		＊	＊		＊	＊	＊	※	＊		＊														
Parapercis clathrata	四斑擬鱸		＊	＊			＊	＊	＊	＊※	＊	※	＊	＊※		＊※	※	＊※	＊		＊※	＊	＊	＊	＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Parapercis cylindrica	圓擬鱸		＊		＊		＊	＊	＊	＊			＊		＊	＊	＊				＊	＊	＊			＊								
Parapercis kamoharai	蒲原氏擬鱸												※	＊	＊	※	＊		※		※														
Parapercis millepunctata	雪點擬鱸																			＊		＊		＊		＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Parapercis multifasciata	多橫斑擬鱸																※		※	※														
Parapercis pacifica	太平洋擬鱸	＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Parapercis somaliensis	索馬利虎鰔						※		※	※	※	※																						
Parapercis tetracantha	四棘擬鱸				＊	＊		＊	＊	＊※	＊	＊		＊	＊			※		＊※	＊※		＊		※									
Parapercis xanthozona	紅帶擬鱸											＊					＊		＊			＊												
Platycephalidae 牛尾魚科																																		
Ratabulus megacephalus	花大眼牛尾魚	＊																																
Plesiopidae 七夕魚科																																		
Calloplesiops altivelis	瑰麗七夕魚											＊																						
Plotosidae 鰻鯰科																																		
Plotosus anguillaris	鰻鯰	＊															＊		＊															＊
Polymixiidae 鬚銀眼鯛科																																		
Polymixia berndti	貝氏鬚銀眼鯛								※									※																
Polynemidae 馬鮁科																																		

續表 5-13 民國 82 年至 114 年第三核能發電廠附近海域魚類相調查　　(＊代表珊瑚礁魚類※代表後壁湖漁獲)

種名	中文名稱	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114
Eleutheronema rhadinum	多鱗四指馬鮁																							※	※			※	※	※				
Pomacanthidae 蓋刺魚科																																		
Apolemicthys trimaculatus	三點阿波魚												※												＊									
Centropyge bicolor	二色刺尻魚																					＊		＊	＊				＊	＊		＊	＊	＊
Centropyge bispinosus	雙棘蓋刺魚				＊					＊	＊	＊	＊			＊							＊				＊							＊
Centropyge ferrugata	鏽紅刺尻魚												＊		＊	＊					＊			＊						＊		＊	＊	＊
Centropyge heraldi	海爾蓋刺魚						＊																										＊	＊
Centropyge tibicen	白斑刺尻魚		＊												＊	＊							＊			＊								
Centropyge vrolickii	伏羅式蓋刺魚		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Genicanthus semifasciatus	半紋背頰刺魚																			※														
Pomacanthus diacanthus	錦紋蓋刺魚												＊		＊	＊	＊					＊												
Pomacanthus imperator	條紋蓋刺魚			＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊	＊		＊※	＊※	＊※	＊	＊※		＊※	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Pomacanthus semicirculatus	疊波蓋刺魚		＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊	＊	＊※	＊※	＊	＊		＊※	＊※	＊	＊※	＊	＊	＊
Pomacanthus sexstriatus	六帶蓋刺魚																		＊															
Pygoplites diacanthus	甲尻魚				＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Pomacentridae 雀鯛科																																		
Abudefduf bengalensis	孟加拉豆娘魚												＊																					※
Abudefduf dicki	弧帶豆娘魚		＊																															
Abudefduf leucogaster	白腹豆娘魚		＊																															
Abudefduf lorenzi	勞倫氏雀鯛				＊														※															
Abudefduf notatus	黃尾雀鯛																					＊												
Abudefduf sordidus	梭地豆娘魚																								＊	＊								
Abudefduf septemfasciatus	七帶雀鯛			＊																														
Abudefduf sexfasciatus	六線豆娘魚		＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊	＊	＊	＊※	＊		＊	＊	＊		＊※	＊	※	※	＊
Abudefduf vaigiensis	條紋豆娘魚		＊	＊	＊	＊	＊※	＊※	＊※	＊※	＊	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊	＊※	＊※	＊	＊	＊	＊※	＊※	＊※	＊	＊
Amblyglyphidodon aureus	黃背寬刻齒雀鯛					＊		＊	＊	＊		＊		＊			＊			＊	＊		＊	＊				＊	＊	＊	＊	＊		
Amblyglyphidodon curacao	橘鈍寬刻齒雀鯛				＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Amblyglyphidodon ternatensis	綠身寬刻齒雀鯛					＊								＊					＊															
Amblyglyphidodon leucogaster	白腹寬刻齒雀鯛				＊	＊	＊				＊	＊	＊								＊							＊	＊	＊				
Amphiprion clarkii	克氏雙鋸魚		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊	＊	＊※	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Amphiprion frenatus	白條雙鋸魚												＊						＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊		
Amphiprion ocellaris	眼斑雙鋸齒雀鯛				＊																													
Amphiprion perideraion	粉紅雙鋸魚				＊	＊	＊	＊	＊			＊														＊								
Cheiloprion labiatus	厚唇雀鯛																									＊		＊						
Chromis alleni	亞倫氏光鰓雀鯛																				＊									＊				

續表 5-13 民國 82 年至 114 年第三核能發電廠附近海域魚類相調查　　(＊代表珊瑚礁魚類※代表後壁湖漁獲)

種名	中文名稱	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114
Chromis analis	黃光鰓雀鯛																＊※																	
Chromis atripectoralis	黑腋光鰓雀鯛				＊							＊										＊								＊				＊
Chromis atripes	黑鰭光鰓雀鯛					＊	＊	＊	＊	＊			＊	＊		＊※			＊					＊									＊	
Chromis chrysura	短身光鰓雀鯛		＊	＊	＊	＊			＊	＊	＊						＊				＊			＊	＊	＊						＊	
Chromis delta	三角光鰓雀鯛																									＊	＊		＊		＊			
Chromis fumea	燕尾光鰓雀鯛																														＊		＊	
Chromis flavomaculata	黃斑光鰓雀鯛			＊	＊																			＊										
Chromis lepidolepis	細鱗光鰓雀鯛		＊			＊					＊	＊	＊※		＊	＊	＊		＊					＊		＊				＊	＊	＊		＊
Chromis margaritifer	二色光鰓雀鯛		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊※	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Chromis notata	尾斑光鰓雀鯛					＊	＊			＊	＊				＊			＊															＊	
Chromis ovatiformis	卵形光鰓雀鯛							＊	＊	＊			＊	＊												＊		＊			＊	＊	＊	
Chromis retrofasciata	黑帶光鰓雀鯛		＊		＊	＊																												
Chromis rex	雷克斯刻齒雀鯛																							＊					＊	＊				
Chromis sp.	光鰓雀鯛														＊																			
Chromis ternatensis	三葉光鰓雀鯛		＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Chromis vanderbilti	凡氏光鰓雀鯛																				＊			＊					＊					
Chromis virides	藍綠光鰓雀鯛						＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Chromis weberi	魏氏光鰓雀鯛			＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊			＊				＊				＊	＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Chromis xanthura	黃尾光鰓雀鯛													＊	＊		＊	＊	＊						＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊		
Chrysiptera biocellatus	三點刻齒雀鯛			＊																														
Chrysiptera cyaneus	藍刻齒雀鯛											＊																						
Chrysiptera leucopoma	雙白帶刻齒雀鯛			＊					＊																									
Chrysiptera rex	雷克斯刻齒雀鯛						＊	＊	＊					＊	＊	＊	＊									＊	＊	＊			＊	＊	＊	
Chrysiptera rollandi	羅氏刻齒雀鯛																					＊						＊						
Chrysiptera starcki	史氏刻齒雀鯛												＊						＊															
Chrysiptera unimaculata	單斑刻齒雀鯛																				＊			＊	＊			＊						
Dascyllus aruanus	三帶圓雀鯛		＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊	＊	＊		＊	＊	＊	＊					＊	＊	＊	＊	＊	＊	
Dascyllus melanurus	黑尾圓雀鯛						＊												＊											＊					
Dascyllus reticulatus	網紋圓雀鯛		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Dascyllus trimaculatus	三斑圓雀鯛		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊	＊※	＊※	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Neoglyphidodon melas	黑副雀鯛				＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊※	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Neoglyphidodon nigroris	黑褐副雀鯛		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊※	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Neopomacentrus cyanomos	新雀鯛																＊																	
Plectroglyphidodon dickii	迪克氏固曲齒鯛			＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊					＊	＊				＊	＊	＊	

續表 5-13 民國 82 年至 114 年第三核能發電廠附近海域魚類相調查　　(＊代表珊瑚礁魚類※代表後壁湖漁獲)

種名	中文名稱	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114
Plectroglyphidodon imparipennis	明眸圓曲齒鯛																																＊	
Plectroglyphidodon johnstonianus	約島氏圓曲齒鯛					＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Plectroglyphidodon lacrymatus	珠點圓曲齒鯛				＊	＊		＊		＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Plectroglyphidodon leucozona	白帶圓曲齒鯛									＊											＊													
Pomacentrus alexanderae	胸斑雀鯛																									＊	＊	＊	＊	＊				
Pomacentrus amboinensis	安邦雀鯛				＊	＊	＊												＊	＊			＊	＊						＊		＊		＊
Pomacentrus bankanensis	斑卡雀鯛			＊												＊	＊				＊	＊									＊	＊	＊	＊
Pomacentrus chrysurus	白尾雀鯛				＊						＊			＊	＊	＊	＊			＊	＊	＊	＊	＊		＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Pomacentrus coelestis	霓虹雀鯛		＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Pomacentrus lepidogenys	頰鱗雀鯛		＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊						＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Pomacentrus leucozons	白帶雀鯛		＊	＊																														
Pomacentrus moluccensis	摩鹿加雀鯛				＊	＊	＊	＊	＊					＊	＊	＊		＊	＊		＊										＊	＊		
Pomacentrus nagasakiensis	長崎雀鯛																													＊				
Pomacentrus nigromarginatus	黑鰭緣雀鯛													＊							＊													
Pomacentrus opisthostigma	腋斑雀鯛														＊	＊	＊																	
Pomacentrus pavo	青玉雀鯛			＊			＊			＊	＊			＊			＊						＊						＊		＊	＊	＊	＊
Pomacentrus philippinus	菲律賓雀鯛				＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Pomacentrus stigma	泰布拉雀鯛																					＊												
Pomacentrus tripunctatus	三斑雀鯛									＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊								＊		＊		＊	＊	＊		
Pomacentrus vaiuli	王子雀鯛		＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Stegases fasciolatus	藍紋高身雀鯛				＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊	＊		＊※	＊		＊		＊	＊				＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Stegases altus	羽高身雀鯛				＊																													
Stegases nigricans	黑真雀鯛									＊	＊							＊	＊	＊												＊		＊
Priacanthidae 大眼鯛科																																		
Cookeolus boops	紅目大眼鯛						＊※			※		※		※	※	※						※												
Cookeolus japonicus	日本紅目大眼鯛																								※				※	※	※	※	※	
Priacanthus blochii	斑鰭大眼鯛													※				※				＊												
Priacanthus cruentatus	血斑大眼鯛												※		＊			＊																
Priacanthus hamrur	寶石大眼鯛	＊						※	※	※							＊	＊	※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊
Priacanthus macracanthus	大棘大眼鯛		＊						※		※							＊	※	※	※	＊	＊	＊							＊	＊			
Pristigenys niphonia	大鱗大眼鯛												※			※	※																	
Pristigenys sagittarius	高背大眼鯛																							※		※							※	
Pseudochromidae 擬雀鯛科																																		

續表 5-13 民國 82 年至 114 年第三核能發電廠附近海域魚類相調查　　(＊代表珊瑚礁魚類※代表後壁湖漁獲)

種名	中文名稱	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114
Labracinus cyclophthalmus	圓眼戴氏魚		＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊	＊※	＊	＊※	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Pseudochromis cyanotaenia	藍帶准雀鯛														＊		＊																	
Ptereleotridae 凹尾塘鱧科																																		
Nemateleotris magnificus	絲鰭線塘鱧		＊		＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Ptereleotris evides	黑尾凹尾塘鱧		＊	＊	＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Ptereleotris microlepis	細鱗凹尾塘鱧																				＊													
Rachycentridae 海鱸科																																		
Rachyentron canadum	海鱸									※	※	※		※	※	※																		
Salmonidae 鮭科																																		
Oncorhynchus keta	鮭魚												※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※
Scaridae 鸚哥魚科																																		
Bolbometopon muricatum	隆頭鸚哥魚														＊※	＊			※			※							※					
Calotomus calorinus	卡羅鸚鯉	＊														＊※	＊	＊				※	※											
Cetoscarus bicolor	雙色綽鸚哥魚				＊	＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊※	＊	＊	＊	＊				※	＊	＊	＊		＊		＊	＊		＊	＊		
Cetoscarus bowersi	鮑氏鸚哥魚		＊					＊	※			※					＊	※	※	＊	※					＊		※	※		＊			＊
Chlorurus microrhinos	小鼻綠鸚哥魚																									＊							＊	
Chlorurus oedema	瘤綠鸚哥魚																				※		※											
Chlorurus japanensis	日本綠鸚哥魚																							※										
Chlorurus sordidus	白斑鸚哥魚				＊	＊	＊			＊※	＊	＊	＊	＊	＊※	＊	＊	＊	＊※		＊※	＊※		＊	＊	＊	＊	＊※	＊	＊※	＊		＊	＊
Hipposcarus longiceps	長吻鸚哥魚					＊	＊		＊	＊	＊	＊		※	＊	＊	＊	＊※	＊				＊			＊								
Scarus atropectoralis	紅鸚哥魚								※		※		※																					
Scarus chameleon	藍臀鸚哥魚																							＊					＊					
Scarus chlorodon	綠鸚哥魚				＊																													
Scarus dimidiatus	新月鸚哥魚							＊	＊		＊				※	＊			※	※	※		※	＊		※	※			＊				＊
Scarus festivus	橫紋鸚哥魚						＊※		※	※		※								＊	＊※	＊	＊	＊		＊※	＊※	＊※		＊※	＊	＊※	＊	＊※
Scarus forsteni	福氏鸚哥魚					＊	＊※	＊※	＊	＊	＊※	＊	＊※	＊	＊※	＊	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊	＊※
Scarus frenatus	網紋鸚哥魚					＊	※	※				※		＊							※									＊		＊	＊		＊
Scarus ghobban	藍點鸚哥魚	＊					＊※	※	※	＊※	＊※	※	※	※	※	＊※	＊※	※	※	＊※	＊※	※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※
Scarus gibbus	鈍頭鸚哥魚						＊※		※	※		＊※	＊			＊		＊	＊	＊			＊											
Scarus globiceps	蠱紋鸚哥魚									※				＊※	＊※	※		＊※			＊				※	＊※								
Scarus hypselopterus	爪哇鸚哥魚																			＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Scarus lunula	彎月鸚哥魚									※																								
Scarus niger	頭斑鸚哥魚			＊	＊	＊	＊							＊※	＊	＊	＊	＊		※			※	＊※	※	＊							＊	
Scarus ocdema	疣鸚哥魚					＊								＊	※																			
Scarus oviceps	姬鸚哥魚		＊	＊	＊		＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊	＊※	＊	＊	＊※			※						＊	＊※	＊	＊	＊	＊	＊
Scarus oviforns	卵頭鸚哥魚						※														※					＊								

續表 5-13 民國 82 年至 114 年第三核能發電廠附近海域魚類相調查　　(＊代表珊瑚礁魚類※代表後壁湖漁獲)

種名	中文名稱	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114
Scarus prasiognathos	綠頷鸚哥魚		＊					※		※	＊	※					※	＊	＊※	＊	＊※	＊※	＊※	＊※		＊	＊	※		※		＊※		＊※
Scarus psittacus	棕吻鸚哥魚					＊	＊※					＊	＊	＊※	＊※	＊	＊※	＊※	＊※		＊				＊	＊		※	＊	※	＊	＊※	＊	＊※
Scarus pyrrhurus	紅尾鸚嘴魚		＊		＊	＊						※						※	※	※								※						
Scarus rivulatus	雜紋鸚哥魚											※		※	※	※	※	※	※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※
Scarus rubroviolaceus	紅紫鸚哥魚		＊		＊	＊	＊	＊※			※	＊※	※	＊※	＊※	※	＊※	※	＊※	＊	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	※	＊	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※
Scarus schlegeli	史氏鸚哥魚	＊				＊	＊	＊	＊	＊※	＊※	＊	＊※	＊※	＊※	＊※	＊	＊	※	＊※	＊※	※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※
Scarus spinus	刺鸚哥魚																						※		＊									
Scarus tricolor	一字鸚哥魚	＊																																
Scatophagidae 金錢魚科																																		
Scatophgus argus	金錢魚																	※						※						※	※			
Sciaenidae 石首魚科																																		
Atrobucca nibe	黑域																	※																
Argyrosomus japonicus	日本銀身魚或																												※					
Larimichthys crocea	大黃魚																							※										
Scombridae 鯖科																																		
Acanthocybium solandii	棘鰆						※		※	※	※	※		※	※		※	※	※	※	※		※	※	※	※	※					※	※	※	※
Auxis thazard	扁花鰹										※	※	※	※		※	※					※	※											
Euthynnu affinis	巴鰹							※	※	※		※	※			※																		
Euthynnu pelamis	正鰹						※		※	※	※	※	※	※						※				※	※									
Rastrelliger faughni	富氏金帶花鯖																※																	
Rastrelliger kanagurta	金帶花鯖																							※										
Sarda orieneails	東方齒鰆						※									※	※				※													
Scomber australasiaus	花腹鯖							※															※											
Scomber japonicus	白腹鯖							※	※			※			※		※																	
Scomberomorus commerson	鰆												※																					
Scomberomorus guttatus	台灣馬加鰆						※															※	※											
Scomberomorus koreanus	高麗馬加鰆						※																											
Thunnus alalunga	長鰭鮪											※																						
Thunnus tonggol	長腰鮪																						※											
Thunnus albacares	黃鰭鮪						※	※	※	※	※	※	※		※		※	※	※	※			※	※				※			※		※	※
Scorpaenidae 鮋科																																		
Ablabys taenianotus	長絨鮋														＊																			
Dendrochirus zebra	斑馬紋多臂簑鮋			＊						＊			＊	＊	＊		＊			＊			＊						＊				
Helicolenus hilgendorfi	無鰾鮋									※	※	※	※	※	※	※	※		※	※	※	※	※	※	※	※	※		※	※	※	※	※	※	※
Inimicus japonicus	日本鬼鮋																		＊															

續表 5-13 民國 82 年至 114 年第三核能發電廠附近海域魚類相調查　　(＊代表珊瑚礁魚類※代表後壁湖漁獲)

種名	中文名稱	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114
Odontanthias borbonius	花斑金花鱸																				※													
Parascorpaena mossambica	莫三鼻克圓鱗鮋																			＊		＊		＊		＊								
Parascorpaena mcadamsi	斑翅圓鱗鮋																						＊											
Pterois antennata	觸角簑鮋							＊	＊		＊	＊	＊			＊	＊	＊		＊	＊	＊		＊				＊	＊	＊		＊		
Pterois lunulata	環紋簑鮋																											※						
Pterois picta	花彩圓鱗鮋																						※											
Pterois radiatus	輻紋簑鮋			＊											＊			＊		＊	＊	＊		＊			＊			＊		＊		
Pterois volitans	魔鬼簑鮋											＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※		＊	＊	＊		＊	＊	＊		＊
Scorpaenopsis diabolus	駝背石狗公				＊																													
Scorpaenopsis cirrosa	鬼石狗公						※								※	＊※				＊		＊												
Scorpaena izensis	伊豆鮋																				※													
Scorpaena miostoma	小口鮋																											※						
Scorpaena noglecta	絡鰓鮋						※							※																				
Scorpaena ornaria	斑鰭鮋										※	※		※																				
Scorpaenodes parripinnis	短翅小鮋						※	※	※					※														※						
Sebastiscus albofasciatus	白條紋石狗公										※																							
Sebastiscus tertius	三色石狗公										※									※														
Synanceia verrucosa	玫瑰毒鮋	＊																											※	※	※	※	※	
Serranidae 鮨科																																		
Aethaloperca rogaa	煙鱠							※	※										※															
Anthias elongatus	長花鮨														※	※				※														
Anthias fasciatus	條紋花鮨						※										※																	
Anthias pascalus	厚唇花鱸							＊※	＊																									
Anthias squamipinnis	金花鮨																※																	
Anthias truncatus	截尾花鮨					＊																												
Anyperodon leucogrammiaus	白線光腭鱸						※	※	※					※	※	※	※	※	※			※	※	※				※	※	※	※	※	※	※
Caprodon schlegeli	許氏菱齒花鮨						※								※									※										
Cephalopholis analis	紅點九刺鮨						※				※						※			※	※		※	※	※									
Cephalopholis argus	斑點九刺鮨						※	※	※						※	※	※	※	※	※	※	＊※	※	※	※	＊※	＊※	※		＊※		※	＊※	※
Cephalopholis aurantia	橙點九刺鮨																				※		※											
Cephalopholis boenack	橫紋九刺鮨		＊	＊			※									＊			※										※					※
Cephalopholis igarashiensis	伊加拉九刺鮨																					※												
Cephalopholis miniata	青星九刺鮨					＊	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	＊※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	
Cephalopholis pachycentron	橫帶九刺鮨		＊																															
Cephalopholis sexmaculatus	六斑九刺鮨						※	※					※	※		※			※	※		※												
Cephalopholis sonnerati	宋氏九刺鮨										※						※			※	※		※			※			※					
Cephalopholis spiloparaeus	黑緣九刺鮨						※					※			※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※		※	※	※	※	※	※	※

續表 5-13 民國 82 年至 114 年第三核能發電廠附近海域魚類相調查　　(＊代表珊瑚礁魚類※代表後壁湖漁獲)

種名	中文名稱	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114
Cephalopholis urodeta	尾紋九刺鮨		＊		＊	＊	＊※	＊※	＊	※	＊	＊※	＊	＊	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Chelidoperca hirundinacea	小花鱸																	※																
Chelidoperca pleurospilus	黑點小花鱸														※		※																	
Chromileptes altivelis	駝背鱸														＊				※															
Diploprion bifasciaus	雙帶鱸															＊						＊	＊			＊								
Epinephelus akaara	赤點石斑魚																			※										＊				
Epinephelus amblycephalus	鑲點石斑魚																	＊	※															
Epinephelus areolatus	寶石石斑魚																				※				※			※	※	※		※		※
Epinephelus awoara	青石斑魚									※				※	※	※									※									
Epinephelus bleekeri	布氏石斑魚						※					※	※	＊※	※	※	※	※	※			※	※	※	※	※			※	※		※		※
Epinephelus caeruleopunctatus	藍點石斑魚									＊																								
Epinephelus chlorostigma	密點石斑魚														※				※		※													
Epinephelus coioides	點帶石斑魚							※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	＊※	※	※	※	※	※	※		※
Epinephelus epistictus	小紋石斑魚																			※														
Epinephelus fasciatus	橫帶石斑魚					＊	※	※	＊※	※	※	※	＊	＊※	＊※	＊※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	＊※	※	※	＊※	＊※		＊※	＊	
Epinephelus fuscoguttatus	棕點石斑																									※	※							
Epinephelus hexagonatus	六角石斑魚							＊※					※	＊※	＊※	＊※	※	※	※	＊※	＊※					＊			※	＊	※			※
Epinephelus lanceolatus	鞍帶石斑																				※	※												
Epinephelus fuscoguttatus♀* *Epinephelus lanceolatus*♂	龍虎斑																											※	※	※	※	※	※	※
Epinephelus maculatus	花點石斑魚						※	※					※	※	※	＊	＊	＊			＊	＊	＊	＊		＊								
Epinephelus malabaricus	瑪拉巴石斑魚							※				※			※				＊※	※	※	※	※	※	※			＊	＊※						
Epinephelus melanostigma	黑點石斑魚													※			※																	
Epinephelus merra	網紋石斑魚						※	※		※	※			＊							※	＊	＊						＊				＊	
Epinephelus morrhua	吊橋石斑魚						※	※								※																		
Epinephelus poecilonotus	琉璃石斑魚								※																									
Epinephelus radiatus	雲紋石斑魚											※	※	※	※					※														
Epinephelus retouti	雷拖氏石斑魚															※						※				※								
Epinephelus rivulatus	霜點石斑魚						※																											
Epinephelus trimaculatus	三斑石斑魚							※	※	※	※	※						※																
Grammistes sexlineatus	六線黑鱸	＊												＊				＊			＊	＊	＊		＊									
Gracila albomarginata	白邊纖齒鱸																						※	※							※			
Holanthias borbonius	粗斑花鱸						※	※	※	※	※	※	※		※	※	※			※	※										※				
Holanthias chrysostictus	金帶粗斑花鱸						※			※		※	※		※	※				※														
Holanthias katayamai	片山花鱸						※	※	※		※																							
Liopropoma aragai	荒賀氏鱠														※		※	※	※															
Odontanthias borbonius	黃斑齒花鮨																				※	※							※	※				

續表 5-13 民國 82 年至 114 年第三核能發電廠附近海域魚類相調查　　(＊代表珊瑚礁魚類※代表後壁湖漁獲)

種名	中文名稱	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114
Odontanthias unimaculatus	單斑齒花鮨		＊																							※								
Plectranthias cooperi	庫伯氏花鱸				＊	＊																												
Plectranthias yamakawai	山川氏棘花鱸						※																											
Plectranthias japonicus	日本棘花鱸																						※											
Plectropomus bicolor	二色花鱸				＊	＊										＊																		
Plectropomus laevis	橫斑刺鰓鮨		＊		＊								＊							※						＊								
Plectropomus leopardus	花斑刺鰓鮨						※							＊※				※	※	※		※	※											
Pseudanthias elongatus	長擬花鱸																				※													
Pseudanthias pleurotaenia	側帶擬花鮨																				＊		＊											
Pseudanthias pascalus	厚唇擬花鱸																＊								＊	＊				＊	＊		＊		
Pseudanthias squamipinnis	絲鰭擬花鮨		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊
Sacura margaritaceus	珠斑花鱸						※										※																	
Saloptia powelli	褒氏貧鱠																			※		※												
Variola albimarginatus	白緣星鱠		＊				※	※	※	※	※	※		※	※	※	※	※	※	※	※	※	＊※	※	※	※	※	※	※	※	※	※		※
Variola louti	星鱠				＊		※	※	※	※	※		※	※	＊※	※	※	※	※	※	※		※	※	※	※		※	※	※	※	※	※	※
Siganidae 藍子魚科																																		
Siganus argenteus	銀藍子魚				＊		※	※				※		※	＊※		＊	＊								※								
Siganus canaliculatus	長鰭藍子魚							※	※		※	※	※	※	＊※	＊※	※	※	＊※	※														
Siganus fusescens	褐藍子魚						※	※	※	※	※	＊		＊		※	＊※		※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊	＊					＊	＊
Siganus guttatus	點藍子魚					＊				※					＊											＊					※			
Siganus javus	爪哇藍子魚																									＊								
Siganus spinus	刺臭都魚													＊							＊					＊	＊						＊	※
Siganus unimaculatus	單斑藍子魚											＊																						
Siganus virgatus	藍帶臭肚魚																													＊				
Siganus vermiculatus	蟲紋臭都魚	＊															＊	＊※	＊															
Solenostomidae 剃刀魚科																																		
Solenostomus cyanopterus	藍鰭剃刀魚																				＊													
Soleidae 鰨科																																		
Heteromycteris matsubarai	松原氏鉤嘴鰨																			※														
Pardachirus pavoninus	豹鰨													※																				
Sparidae 鯛科																																		
Acanthopagrus bagius	灰鰭鯛						※					※		※				※																
Dentex hypselosomus	黃背牙鯛								※							※													※					
Evynnis cardinalis	紅鋤齒鯛																						※											
Monotaxis grandoculis	單列齒鯛		＊																															
Sparus sarba	黃錫鯛																	※																
Sphyraenidae 金梭魚科																																		

續表 5-13 民國 82 年至 114 年第三核能發電廠附近海域魚類相調查　　(＊代表珊瑚礁魚類※代表後壁湖漁獲)

種名	中文名稱	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114
Sphyraena acutipinnis	尖鰭金梭魚						※		※			※			＊※		※																	
Sphyraena barracuda	巴拉金梭魚										＊							＊			＊				＊			※			※			
Sphyraena flavicauda	黃尾金梭魚												＊	＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊								
Sphyraena forsteri	大眼金梭魚																									＊								
Sphyraena japonica	日本金梭魚																									＊	＊							
Sphyraena jello	斑條金梭魚						※									＊※	※						※											
Sphyraena nigripinnis	黑鰭金梭魚							※		※																								
Sphyraena puthamial	布氏金梭魚						※	※				※	＊※		＊※									※				※							
Symphysanodontidae 片山花鯛科																																		
Symphysanodon katayamai	片山花鯛				＊								※																					
Syngnathidae 海龍科																																		
Doryrhamphus dactyliophorus	黑環海龍				＊								＊							＊	＊		＊												
Synodontidae 狗母魚科																																		
Saurida gracilis	細蛇鯡	＊																			＊													
Synodus capricornis	羊角狗母																			※														
Synodus rubomarmoratus	紅花斑狗母												＊			※	＊※																	
Synodus ulae	紅斑狗母											※	※		＊※		※																	
Synodus variegatus	花斑狗母												＊	＊	＊※	※	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊			＊					
Trachinocephalus myops	大頭花桿狗母												※																					
Terapontidae 雞魚科																																		
Pelatus cornutus	四線雞魚	＊																																
Terapon theraps	條紋鯻																※																	
Tetraodontidae 四齒魨科																																		
Arothron hispidus	紋腹叉鼻魨				＊		＊	＊	＊		＊	＊		＊		＊			＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※				＊	※		※	＊	＊※
Arothron manilensis	菲律賓叉鼻魨																								＊					※	＊	※		
Arothron mappa	輻紋叉鼻魨																											＊						
Arothron meleagris	白點叉鼻魨		＊							＊										＊	＊					＊	＊							
Arothron nigropunctatus	黑斑叉鼻魨		＊					＊		＊	＊	＊			＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊			＊			＊	＊	＊
Arothron reticularis	網斑叉鼻魨																			＊										＊				
Arothron stellatus	星斑叉鼻魨			＊	＊												＊	＊	＊			＊				＊		＊						
Canthigaster axiologus	三帶尖鼻魨																				＊	＊												
Canthigaster bennetti	笨氏尖鼻魨																								＊									
Canthigaster compressus	扁背尖鼻魨															＊																		
Canthigaster coronata	冠帶扁背魨				＊						＊																							
Canthigaster solandri	索氏尖鼻魨																			＊				＊		＊	＊							
Canthigaster valentini	瓦氏尖鼻魨		＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊

續表 5-13 民國 82 年至 114 年第三核能發電廠附近海域魚類相調查　　(＊代表珊瑚礁魚類※代表後壁湖漁獲)

種名	中文名稱	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114
Lagocephalus sceleratus	兇兔頭鮭					＊																												
Trachipteridae 粗鰭魚科																																		
Trachipterus trachypterus	粗鰭魚																				※													
Trichiuridae 帶魚科																																		
Trichiurus lepturus	白帶魚														※	※														※	※			
Tripterygiidae 三鰭鰕科																																		
Helcogramma striatus	條紋黑罩三鰭鰕																＊	＊	＊	＊		＊												
Helcogramma striata	縱帶彎線鰕																						＊			＊			＊		＊			
Xiphiidae 劍旗魚科																																		
Xiphias gladius	劍旗魚						※	※		※		※										※												
Zanclidae 角蝶魚科																																		
Zanclus cornutus	角鑲魚	＊	＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊

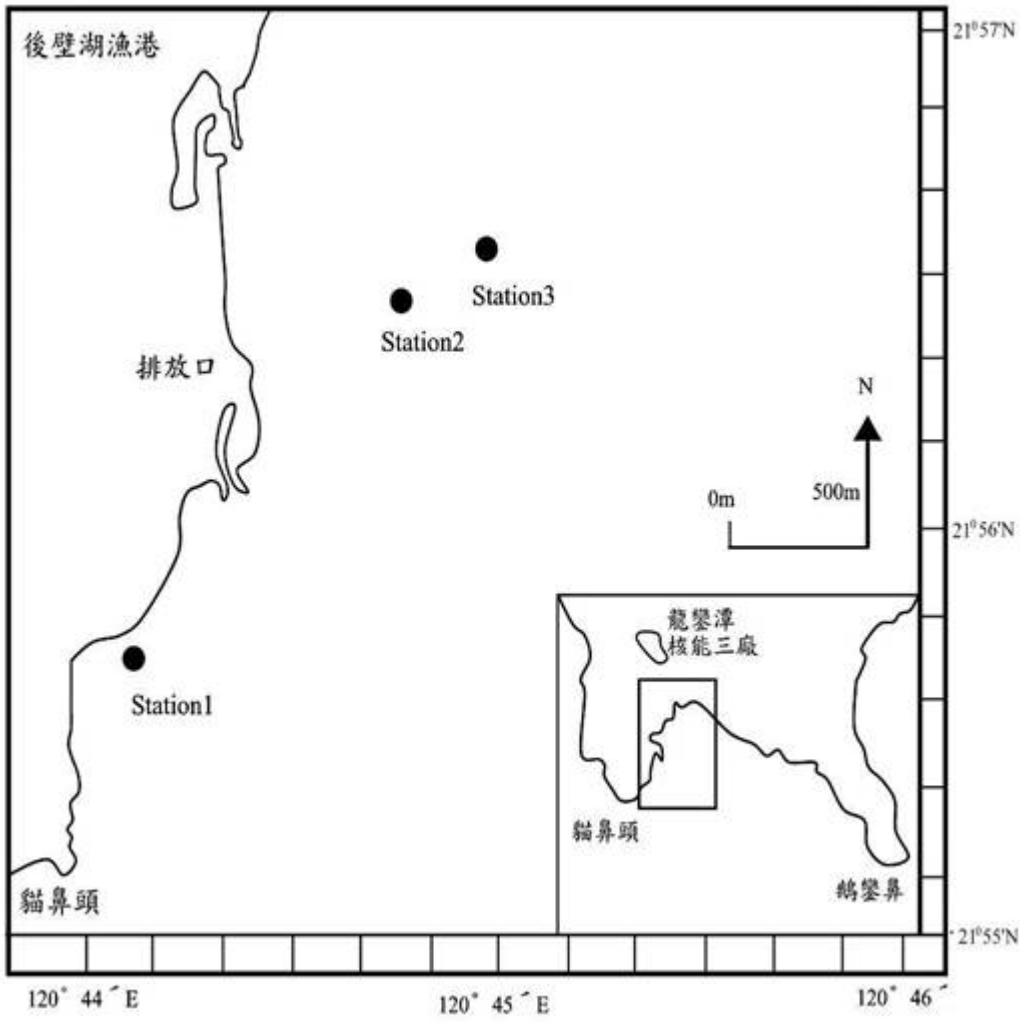


圖 5-1　民國 82 年度第三核能發電廠附近海域珊瑚礁魚類相觀測地點

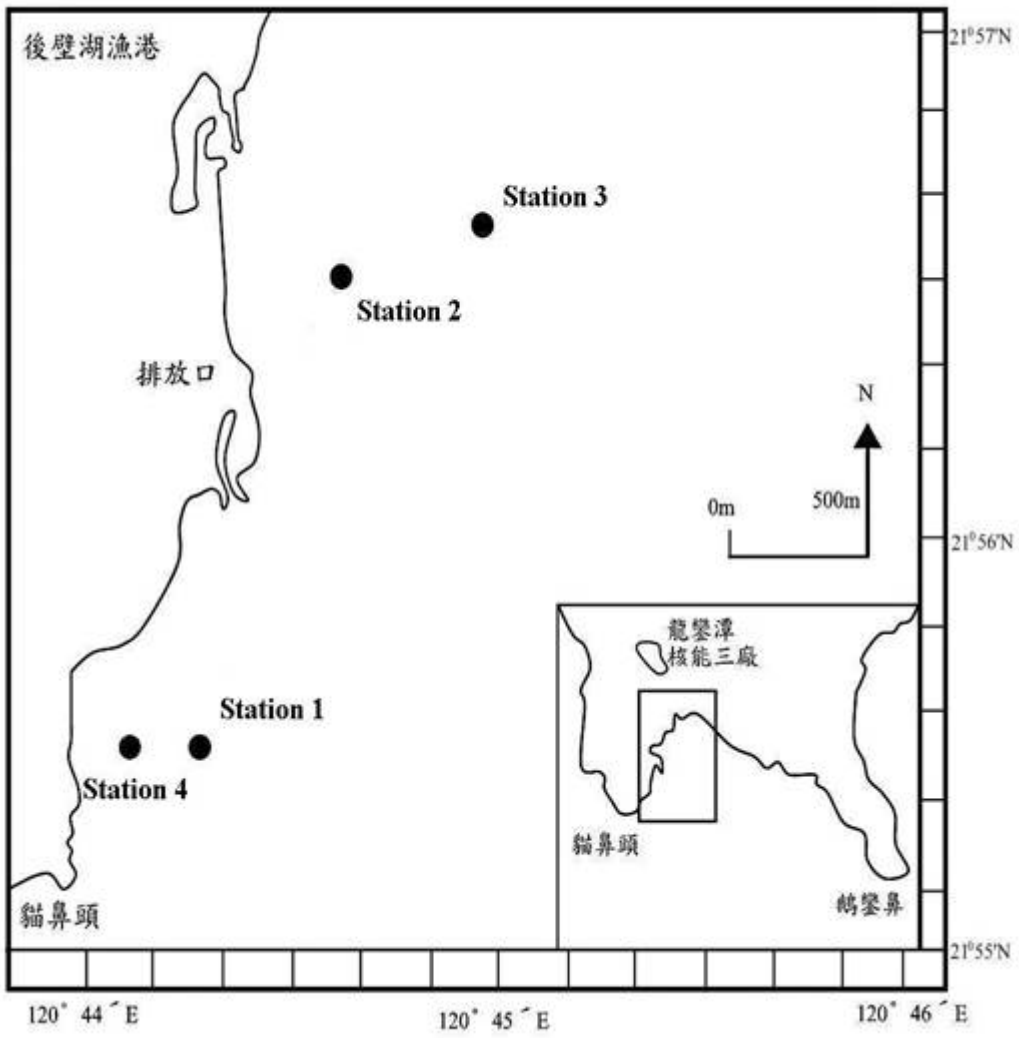


圖 5-2 民國 83 及 84 年度第三核能發電廠附近海域珊瑚礁魚類相觀測地點

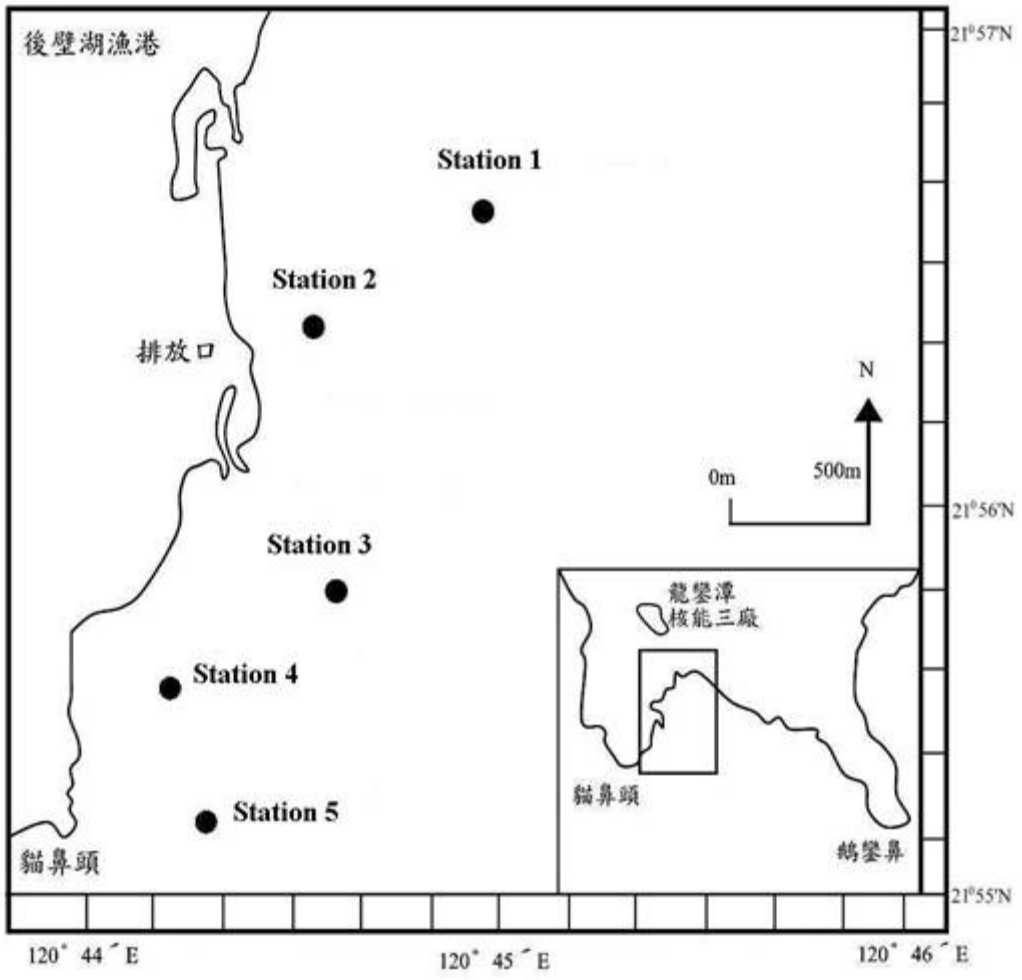


圖 5-3 民國 85 年至 114 年調查第三核能發電廠附近海域珊瑚礁魚類相觀測地點

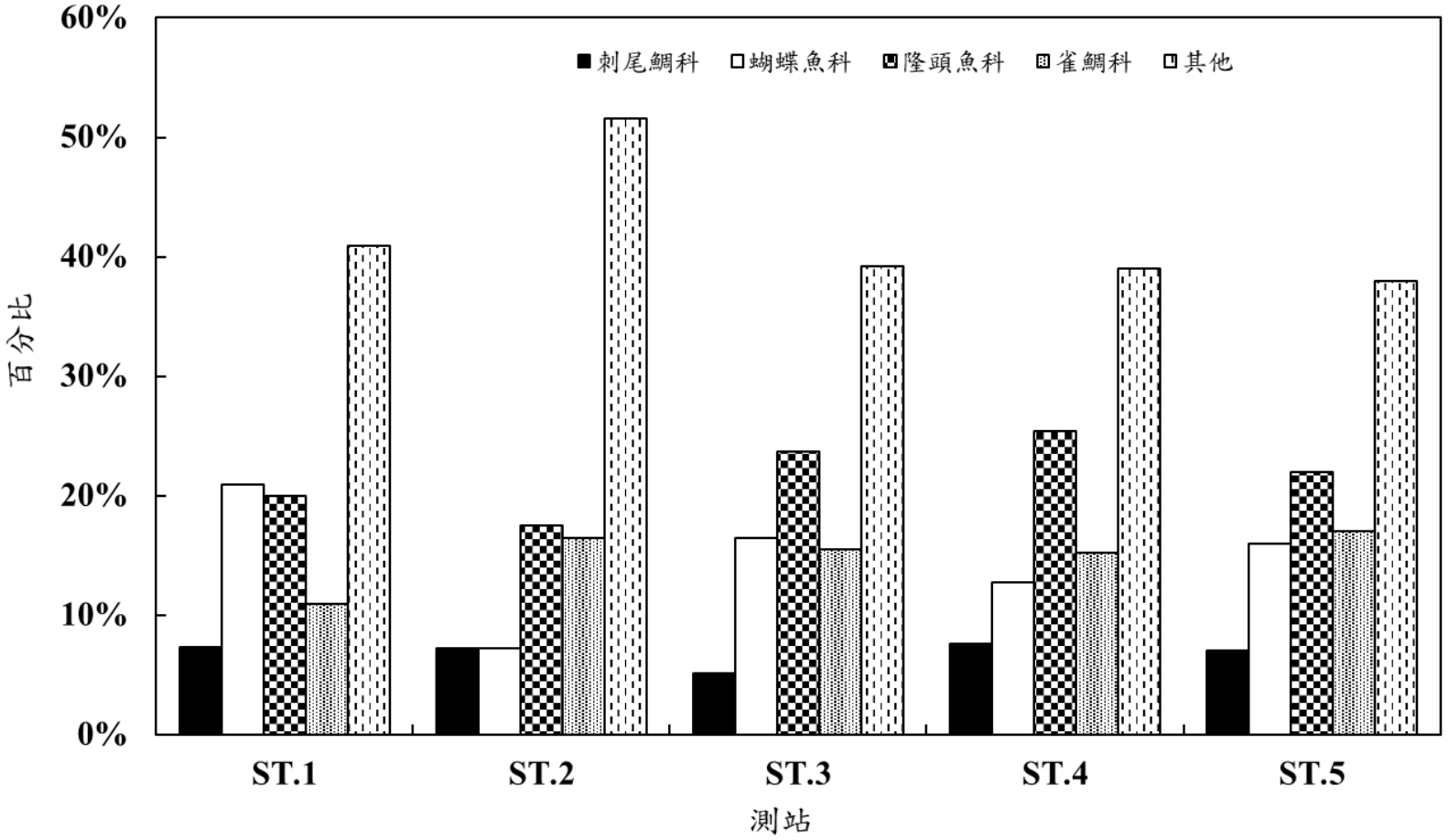


圖 5-4 第三核能發電廠附近海域民國 114 年 4 次調查各測站珊瑚礁魚類相組成百分比

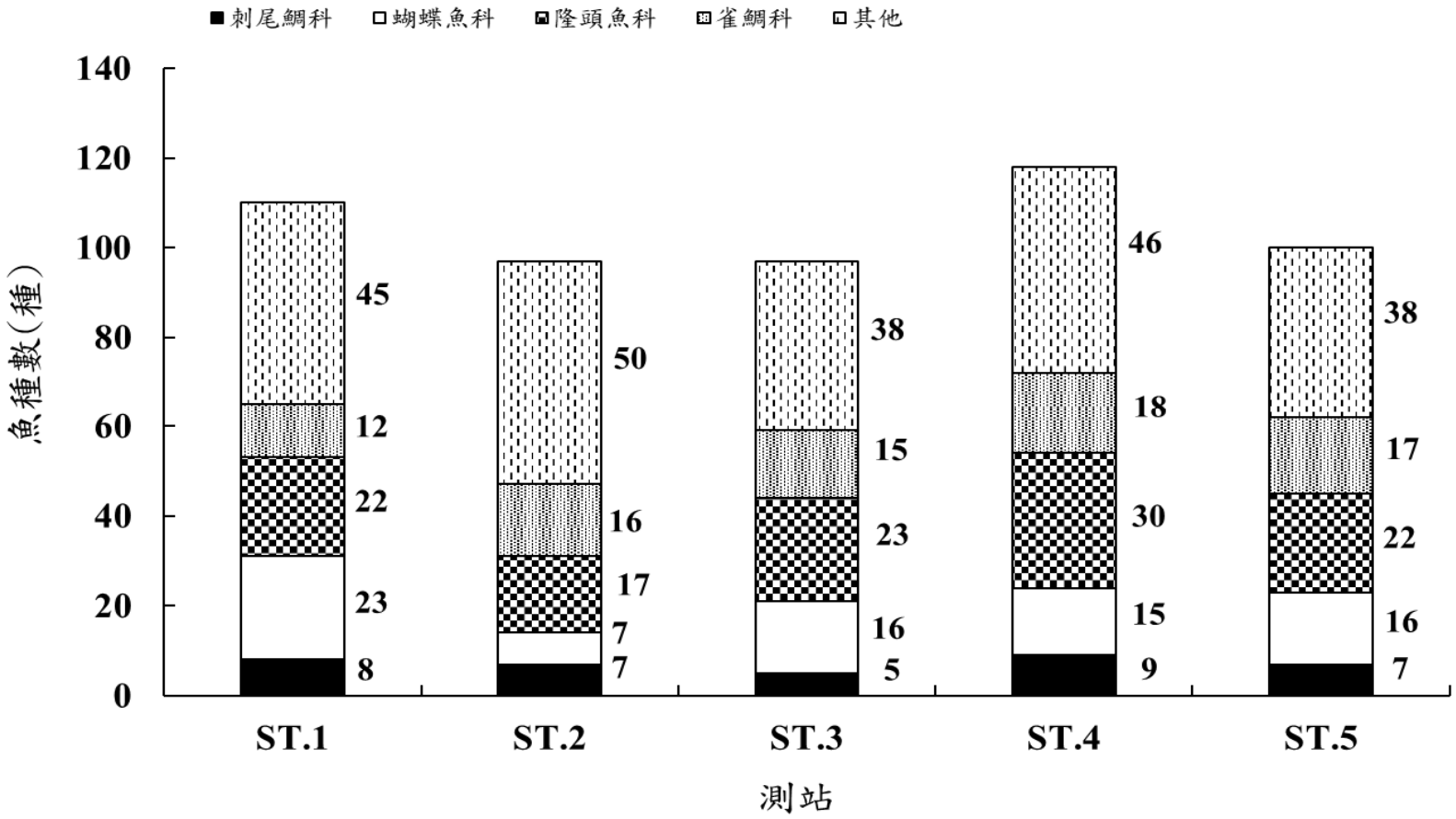


圖 5-5 第三核能發電廠附近海域民國 114 年 4 次調查各測站珊瑚礁魚類相頻度圖

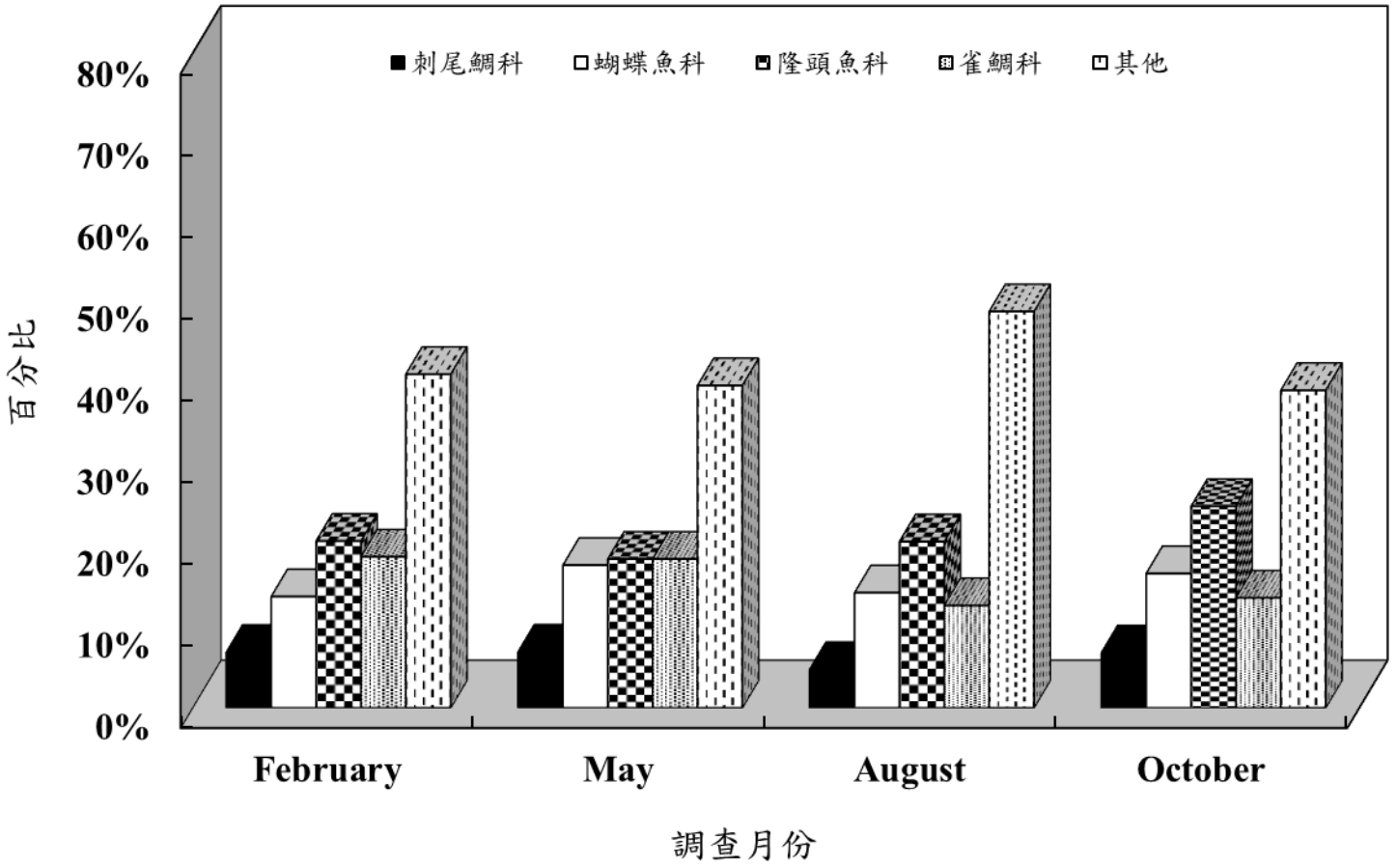


圖 5-6 第三核能發電廠附近海域民國 114 年 4 次調查珊瑚礁魚類相組成百分比

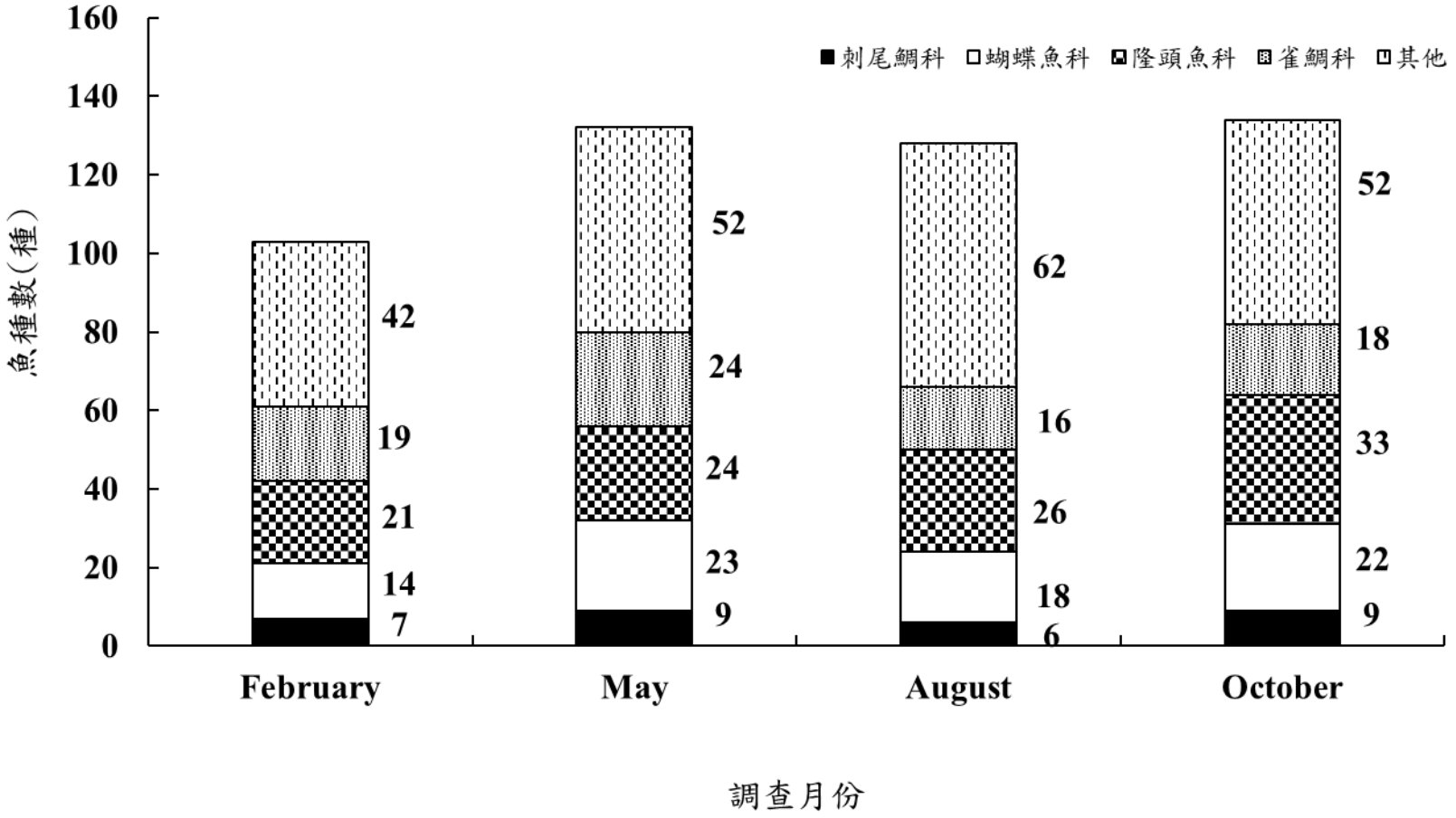


圖 5-7 第三核能發電廠附近海域民國 114 年 4 次調查魚類相頻度圖

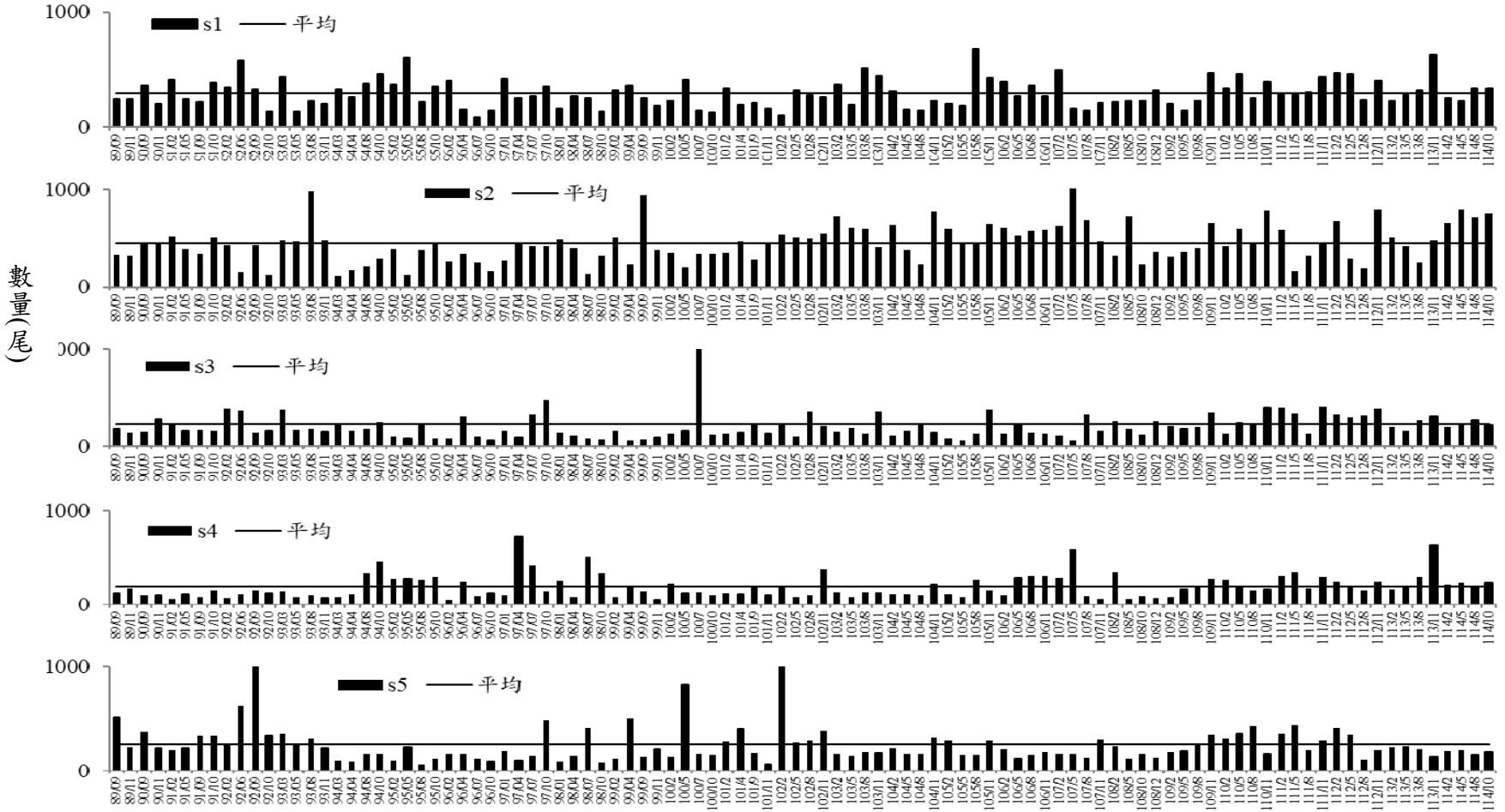


圖 5-8 第三核能發電廠附近海域民國 89 年至 114 年調查各測站珊瑚礁魚尾數變動情形

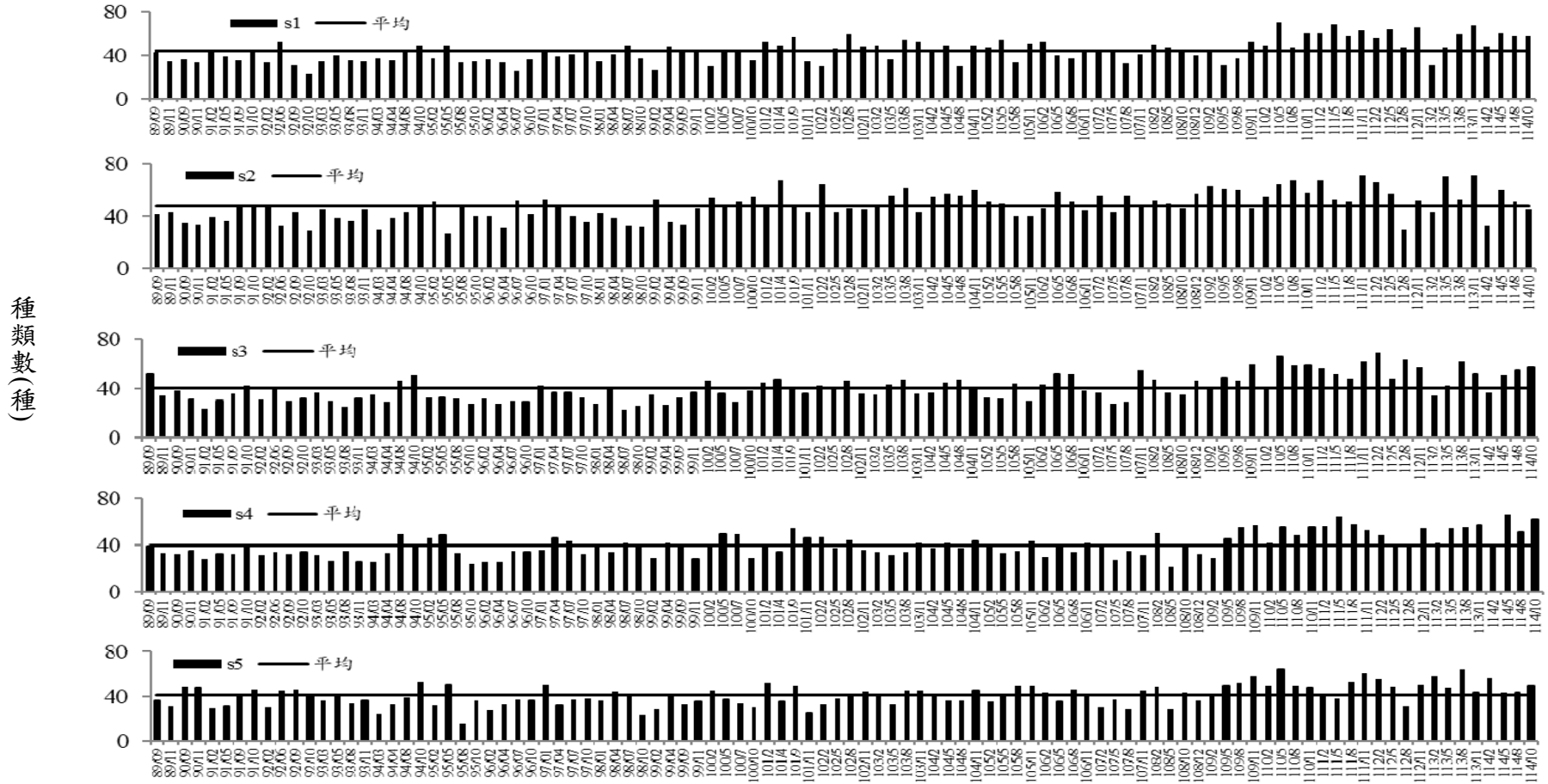


圖 5-9 第三核能發電廠附近海域民國 89 年至 114 年調查各測站珊瑚礁魚種數變動情形

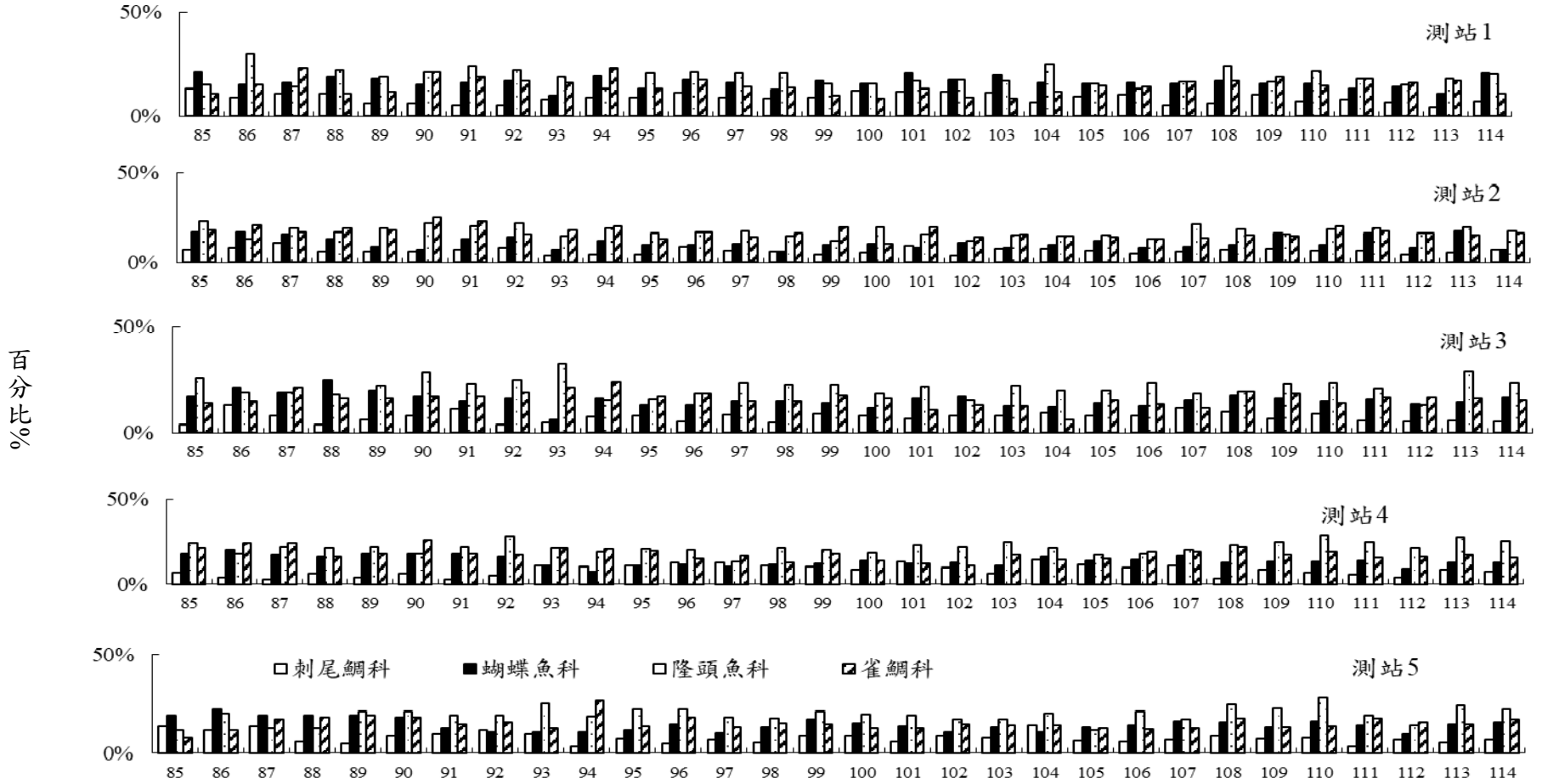


圖 5-10 第三核能發電廠附近海域歷年各測站刺尾鯛科、蝴蝶魚科、隆頭魚科及雀鯛科珊瑚礁魚類相組成百分比

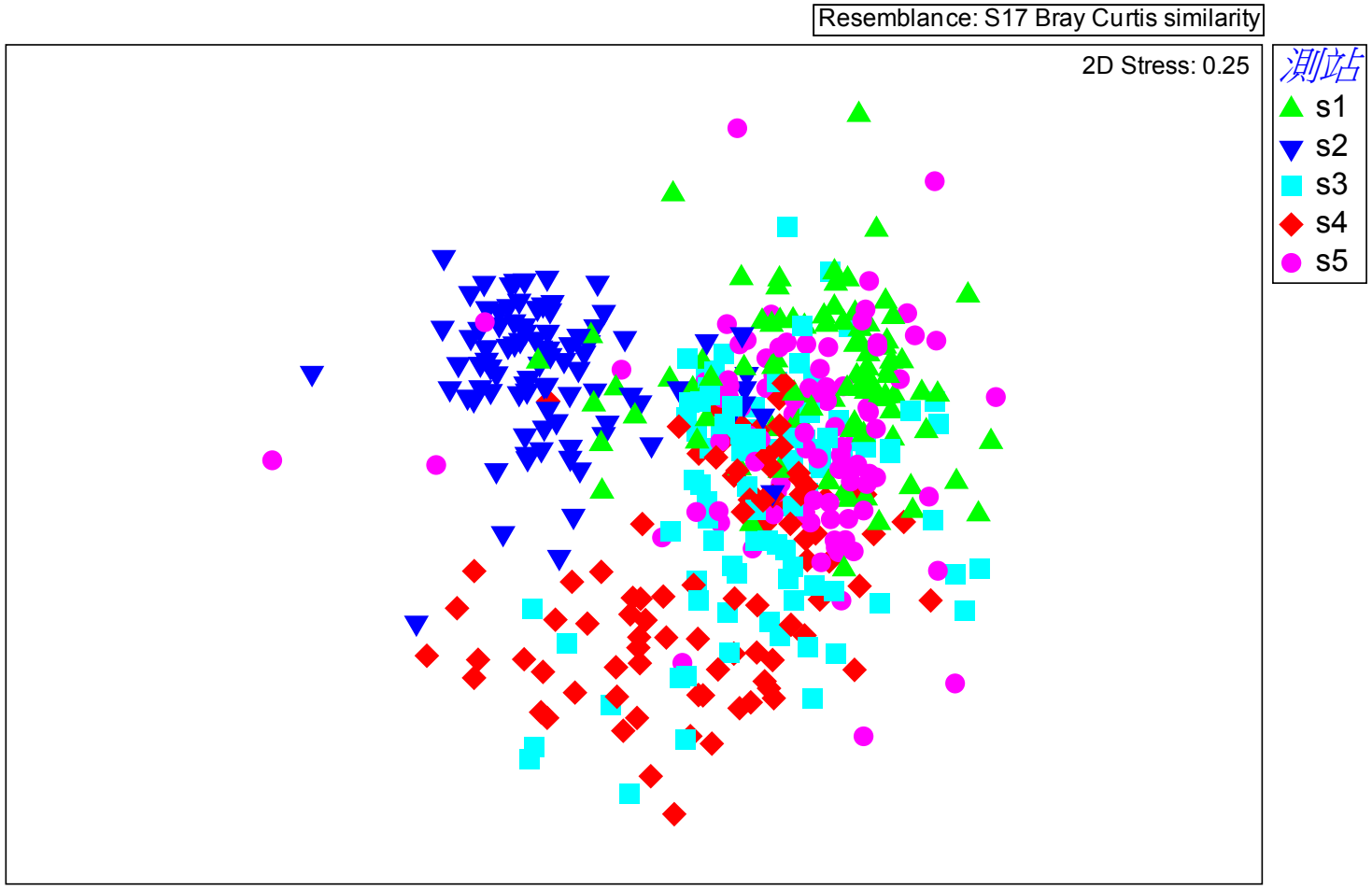


圖 5-11　民國 89-114 年 5 個測站珊瑚礁魚類群聚之二度空間排序

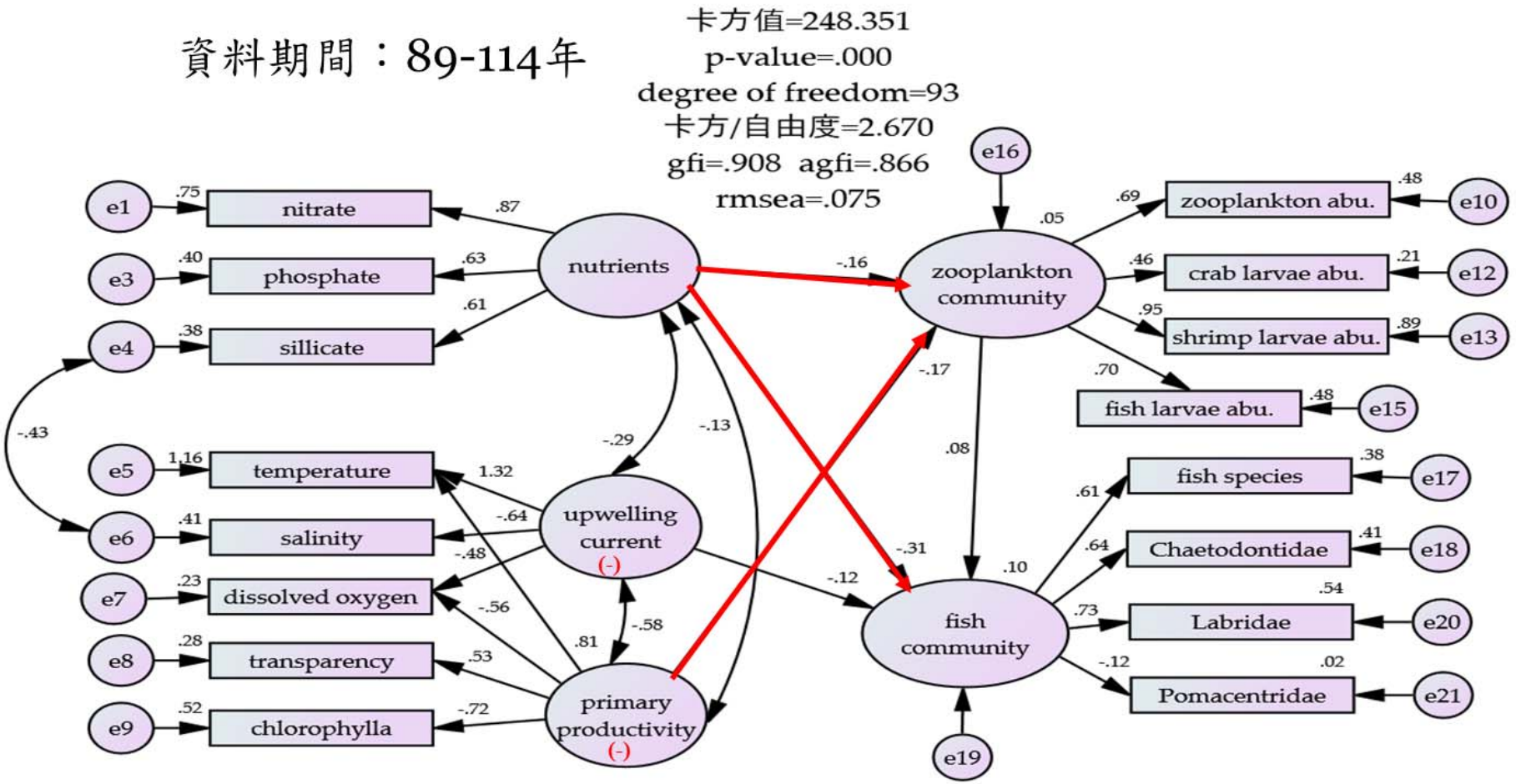


圖 5-12　第三核能發電廠附近海域生態系之實證模式

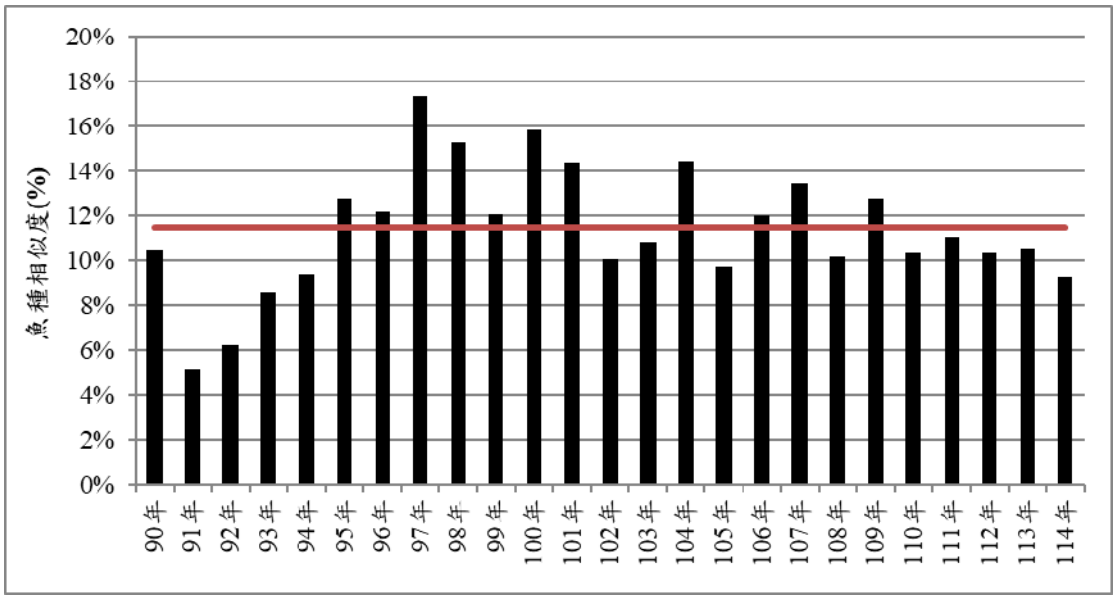


圖 5-13 珊瑚礁魚類與後壁湖販售魚類年間相似度

六、資料庫建置及維護

一、計畫目的與緣起

本計畫 6 個子計畫之調查監測項目涵蓋了非生物環境因子：包括海潮流、水文水質化學性質、海洋生物；生物環境因子：包括基礎生產力，浮游植物與浮游動物、無脊椎動物及魚類等，以及漁場經濟效益之調查、統計及評估等。由於每個子計畫間皆有相當程度的關聯性，在此藉由各子計畫間的聯繫及討論，以期得到更完整之調查監測效益。為求數據能立即提供給其它子計畫主持人及委託單位參考，以及考慮整合作業之時效性，因而成立網站，並將資料儘速建置在網站中，以方便各子計畫間之交互討論。最後之成果除了以整合型報告印出之外，並製作光碟片。

二、研究方法與進度說明

本計畫自民國 82 年迄今已累積了相當成果。由於各子計畫之間的作業互有關聯，因此聯繫工作愈顯得重要，為使各子計畫之成果得以儘快整合，以建置「第三核能發電廠及低放貯存場附近海域之生態調查之資料庫建置及維護」，將歷年資料保存於資料庫並做為橫向整合之工具。

本子計畫所建置的網站資料庫，將各子計畫各季的實驗結果與數據上傳至資料庫，快速而有效的連接各子計畫，展現本計畫之整體成效。在資料庫中，除了展示各子計畫歷年資料之時間序列外，也提供水文資料的散射圖與流場統計圖，可供研究人員快速產出一些歷年觀測資料的統計成果。散射圖的部分，可以從 16 個水文與生物等參數中選擇兩個，在指定的測站、深度、時間範圍內，在共同的採樣時間點下，畫出其散射圖並求得回歸線、回歸係數、與相關係數等統計值。而流場統計則是有兩種，可以選擇任意的時間段落或是選擇季節或月份，獲得該時段或是歷年該月份、季節之流速發生機率分佈、流向發生機率分佈、玫瑰圖等長期統計結果。

而資料庫的建置，首先須將進行中的資料整合，與各子計畫洽談研究內容要如何展現，要有那些架構，再來製作網頁。網頁建置後，再由各子計畫陸續將新的研究成果充填網站的資料。除此之外，還會在期中、期末檢討會之前，各主持人先進行會前討論，讓彼此之間了解監測的成果，以方便互相引用、佐證。本計畫的 114 年期中討論會就在民國 114 年 12 月 22 日於線上舉行。最後在檢討會後將綜合討論結果集結成報告。

三、目前研究成果

3.1 海潮流與其他子計畫相關性

海流調查結果顯示，排水口附近海流以往復之潮流運動及西南向淨流為主，長期海流之淨流為往215.6°～245.3°(西南～西南西方向)，其角度變化範圍29.7度，淨流流速值介於0.049 m/s～0.270 m/s，淨流流速平均值為0.170 m/s，造成海水經常往西南繞過貓鼻頭往西輸送之趨勢。

放流水擴散區域大部份限於排水口附近海域西南側，其擴散範圍在漲潮時段往西南約500～1,000 m，退潮時段往東-東南約200～800 m，放流水大部份分佈於海表層以下水深5 m以內，擴散影響範圍多侷限在距排水口1,000 m弧內，空間溫降率自排水口往外至500 m弧內約1°C/100 m，由民國92年至114年500 m處三方向弧點之溫昇資料統計顯示，距出水口500 m處溫昇變化大多在2°C之內，測得歷次之最大值為95/07/21西南側之3.4°C，三弧點溫升值明顯以西南側平均值1.19°C最高、中間0.78°C次之、西北側0.65°C最低，顯示放流水仍以排水口附近西南側海域為主要擴散影響範圍。

除此以外，核三廠附近海域近岸海底海溫陡降現象，除了是因為大潮潮流在南灣內引起的湧升流將次表層冷水帶上來所造成外，在呂宋海峽產生的巨大內潮、內波傳入海灣內亦有相當程度的貢獻。湧升帶來的冷水，可能有助於南灣之珊瑚免於海水暖化之衝擊；冷水所含之營養鹽，亦有助於藻類生長，但因南灣海水內外交換甚快，藻類來不及長大即被送至灣外，因此營養鹽利用率不高 (Chen et al., 2004a, 2004b, 2005；Jan and Chen, 2009)。水溫長期觀測資料顯示發現颱風季期間某些颱風經過臺灣附近後會造成1～4週長的水溫下降與回升變化，其間動力因素複雜，值得進一步分析。

3.2 水文與水質化學與其他子計畫相關性

3.2.1 水文變化與大尺度海洋環境變化

過去本海域的鹽度大多在南海水以及西菲律賓海水之間變化，然而近幾年卻頻頻觀察到低於歷史記錄的鹽度，如民國 100 年第 4 次、101 年第 1、3 次、102 年第 4 次，以及民國 103 年第 3 次，更是創了歷年的新低；鹽度的降低應與南海強降雨，如民國 100 年 10 月泰國大水災、102 年 11 月海燕颱風重創菲律賓有直接關係。而民國 103 年第 3 次本海域歷史記錄最低鹽之水團，有可能來自本島淡水的輸入，民國 114 年第 3 次為第 2 低鹽度記錄，採樣前恆春地區在民國 114 年 7 月的累積雨量 (1,319 mm) 為多年平均的 3 倍 (391 mm)，推測受到相同本島淡水影響。另外，此海域還有可能受到其他的陸源淡水影響，圖 6-2-1 珠江口至臺灣海峽衛星葉綠素甲與透明度之圖像，顯示葉綠素甲高值由珠江口沿著陸棚往北擴散至海峽中線，透明度的分佈舌甚至擴散至澎湖群島，此兩種訊號的變化極有可能是較低鹽的沖淡水所致，因此本海域低鹽的訊號亦不排除是由南海水而來。將鹽度距平值 (當月測值-歷年月平均值) 對應 PDO，發現彼此之間有明顯正相關，即 PDO 暖相時，本海域鹽度升高，而 PDO 冷相時，鹽度普遍偏低。從民國 109 年至 114 年底，本海域遇上民國 99 年至今最長時間的 PDO 冷相，亦觀察到比歷年平均值較低的鹽度。以季節來看，春、秋、冬季均呼應此正相關，夏季若除去民國 103 年 8 月的離群值 (outlier)，則其正相關性仍然存在 (圖 6-2-2)。民國 109 年的冷相卻對應了鹽度較高距平值，然而民國 110-114 年的冷相又對應了相對低的距平值。

比較民國 103~106 年 7 月 PDO 暖相以及民國 99-102 年、108-114 年冷相各測站溫鹽訊號，發現暖相時水團較集中在南海水以及西菲律賓海水之間，而冷相時則南海水的訊號較為明顯 (圖 6-2-3)。比較表水 pH 變化，從民國 88 年平均迴歸值為 8.091 至 114 年平均為 8.046，下降了 0.045，平均每年降 0.0017 (圖 6-2-4)，此數值相近於理論推估值 0.0017/每年 (雷漢杰，2013)。硝酸鹽在民國 99~108 年間的 PDO 暖相平均濃度為 0.59±0.49μM (n=105)，而民國 99-103 年、105-114 年間的冷相時硝酸鹽平均濃度分別為 0.38±0.33 (n=110)、0.56±0.54 (n=226) (圖 6-2-5)，兩者差異是否明顯，還需進一步統計分析。長時間來看，硝酸鹽的距平值與 PDO 指數相關性並不高 (P>0.05)。

3.2.2 電廠大修時水溫變化

當電廠大修時，抽取海水做為冷卻的用量相對減少，此時放流水的溫度勢必下降，在海域最能直接反應的就是水溫。因此電廠運轉是否造成海域水溫升高， 可以利用電廠大修時的海水溫度與運轉時做一比較。核三廠民國 82 年後歷次大修起訖時間 (計至民國 114 年 11 月)，電廠大修共 44 次，兩台機組分別於民國 113 年 7 月及 114 年 5 月除役，而採樣共 131 次，期間包含兩台機組運作 97 次，一台機組運轉 31 次，無機組運作 3 次，雖無機組運轉次數少，但仍做為參考，其中僅一次的夏季一台機組運作數據，並未納入討論，只列出數據。表 6-2-1 是從民國 82 年 8 月至今春、夏、秋、冬四季 24 站及其他 6 站表水水溫，在採樣時的運作機組數量比較表。24 站兩台機組的平均溫度比起一台機組運作高出 0.5、(不考慮夏季資料)、1.7、1.3°C，而其他 6 站則分別是-0.1、(不考慮夏季資料)、0.7、-0.2°C。24 站在春、秋、冬三季均是溫度偏高，而其他 6 站春、冬兩季經由 T-test 比較兩者並不顯著，但秋天平均水溫則高達 0.7°C，此差值經 T-test，P 值<0.01，極為顯著，即秋天的表水溫度在電廠有運轉時南灣水溫明顯較高。民國 113 年第 3 次採樣時 1 號機已依法規降載停機，而第 4 次採樣時，2 號機正進行維修，也就是此時海域完全無放流水的排放。然而民國 113 年第 3 次海水表溫為歷年 8 月的次高溫，並未因減少放流水的排放而有溫度較低的現象。民國 114 年第 3 次採樣時，兩座機組皆已退役，溫度為歷年第 3 低溫，除了無放流水之外，7 月持續大量降雨也使得整體水溫下降。在兩座機組皆未運作的狀況下，民國 113 年第 4 次及 114 年第 4 次的平均水溫分別為 25.7°C 及 27.2°C，表示即便無放流水的狀況下，水溫仍明顯受到天氣影響。

由於本海域位於南海與西菲律賓海的交界處，水文水質受到大環境變化的影響，上述秋天海水表溫在電廠運轉或是大修時之差異是明顯的，是否與大尺度環境有關，而非僅放流水的改變之單一因素？將秋天的水溫依正常年、聖嬰年、反聖嬰年區分 (表 6-2-2)，以摒除掉大環境變化之差異，可以看到正常年的水溫在兩台電組運轉時平均溫度為 27.6±0.9°C，明顯高於一台機組運轉的 25.2±1.0°C，和兩台機組皆退役後的 26.5±0.8°C，而聖嬰年、反聖嬰時兩者差異不大。此數據分析似乎透露出電廠之運轉在正常年、秋季時對海域的水溫是有影響。上述乃採用其他 6 站來探討正常年、聖嬰年、反聖嬰年之差異，24 站因受到放流水的影響而不列入大環境改變的討論。

3.2.3 溫降的因素

民國 105 年之水溫記錄 (位置在出水口右側離岸約 10~20 公尺、水深 9 公尺、15 分鐘記錄一筆) 顯示此處水溫呈現振盪現象，除此次外亦有幾次較大的溫降，例如 6 月 9 日、9 月 13 日及 12 月 14 日，均有較大的溫度降低 (圖 6-2-6)。比對恆春地區降雨量，6 月 9 日及 9 月 13 日的溫降可能與強降雨以及颱風有關，而 12 月 14 日則可能是內波作用將冷水帶上。綜合而言，本區的較大溫降與強降雨、颱風、內波有密切關係，因此這三個機制的變化將直接影響珊瑚的生長，尤其夏天的溫降更有助於珊瑚免受過熱而白化之傷害。民國 110 年 7/27~8/9 水溫從 29°C 降至 21°C，降溫幅度大、延續時間長，歷年少見。此段時間恆春的降雨量高達 815 mm，加上低壓渦漩的出現，可能是溫降的主要原因。

3.2.4 營養鹽與植浮相關

營養鹽的年際變化，以民國 89 年 5 及 10 月時較低，此時植浮含量偏高，而民國 91 年 1 月、5 月以及 104 年 2 月營養鹽含量較高，而植浮含量偏低；民國 101、102 年 5 月硝酸鹽的含量相較往年低了許多，此時觀察到植浮含量有升高的現象，民國 103 年 8 月植浮更是創了歷年新高，民國 114 年 8 月為歷史第 2 高值，對應到較高的矽酸鹽濃度 (圖 6-2-7)；水體中營養鹽含量的變化似乎受控於植浮的利用或是釋出，兩者之間呈現負相關 (圖 6-2-8)。

3.2.5 水團的變化與束毛藻關係

為了解束毛藻在南灣海域隨著時間與水文、水質的變化情形，本文將民國 85 年至今，每次 6 個測站表水數值加以分析，結果顯示春季束毛藻的平均值 305±452 個/L，夏、秋、冬則分別為 63±78、51±74、20±23 個/L (圖 6-2-9)，季節性變化非常明顯；即春天好發，隨著季節推移漸漸變少，至冬天降為全年最低。

冬天之所以最低，主要是受到低溫影響所致。Chen 等人 (2003) 指出在南海海域或西菲律賓海海域束毛藻可以存活的溫度在 25°C 或者更高，而本海域冬

天的平均溫度僅為 24.2±1.2°C，低於束毛藻可以存活的溫度，因此歷年來在冬季，均未觀測到高密度的束毛藻生長，數量分佈在 0～125 個/L 之間，平均僅為 20 個/L。到了春天，本海域平均溫度升至 27.0±1.4°C，束毛藻數量分佈在 0～3400 個/L 之間，平均高達 305 個/L，比冬天高出一個數量級，為四季中最高，且百分比高達 32%，為此海域優勢藻之一。但在春天好發季節中，有時亦有數量頗低的束毛藻出現。經由統計資料顯示，低束毛藻出現時 (低於平均值 305 個/L)，其平均溫度為 27.2±1.1°C，較春天平均溫度略低，而高束毛藻數量時，其平均溫度為 27.9±1.1°C，則高於春天平均值。因此春天雖然已屬束毛藻好發季節，但仍受控於溫度是否夠高。除了溫度變因外，營養鹽的高低或是其他非固氮藻類的競爭亦有可能影響了束毛藻的生長。

到了夏天，平均水溫為 29.1±0.8°C。溫度雖然升高，但並不見束毛藻繼續成長，其數量分佈在 0～390 個/L 之間，平均為 63 個/L；此時海域的優勢藻轉為非固氮藻類 (non-N-fixer)，束毛藻百分比從 32%降為 10%，不再扮演此海域的主要角色。秋天溫降，海水表面平均溫度為 26.8±1.3°C，束毛藻百分比持續降為 8%，至冬天束毛藻僅佔所有植浮的 4%而已。

3.2.6 營養鹽與珊瑚生長

子計畫 4 珊瑚成長實驗中的進水口 (influ-2) 與出水口 (efflu) 與子計畫 2 水文的 22、24 測站相近，因此可以將兩者拿來比較，以了解彼此之間是否有相關。珊瑚的生長速率以入水口大於出水口 (圖 6-2-10a)，而 22、24 站的營養鹽濃度雖互有高低，但大致上仍呈正相關 (圖 6-2-10b)；若將兩處的差值拿來進一步比較 (圖 6-2-10c)，兩者呈現些微正相關 ($p<0.5$)。由於珊瑚生長的主要影響因子除了溫度及營養鹽外，還有人為干擾以及海水混濁程度：在夏、秋時生長趨緩，若遇上颱風甚至死亡，其反應的是生態環境在一段時間的表現；然而營養鹽濃度則是當時的水文水質狀態，圖 6-2-10c 所呈現的正相關是否有其真實關聯，有待進一步推敲。

3.3 浮游生物與其他子計畫相關性

3.3.1 浮游生物與水質及水文之相關性分析

將民國 85 年 7 月至 114 年 11 月止，歷年在本海域所調查的水文資料與經對數轉換後的植物性浮游生物、動物性浮游生物、蟹幼生、蝦幼生、魚卵和仔魚等重要生物因子進行 Pearson correlation coefficients 分析 ($p<0.05$) (表 6-3-1)。結果顯示，植物性浮游生物與溫度、pH 和葉綠素甲有顯著正相關，但與鹽度、透明度、硝酸鹽、亞硝酸鹽和濁度卻有顯著的負相關。動物性浮游生物與溶氧呈現正相關，但與鹽度、pH、硝酸鹽、磷酸鹽和濁度卻有顯著的負相關。蟹幼生與溫度和葉綠素甲有顯著正相關，但與鹽度、pH、溶氧、透明度、硝酸鹽和濁度有顯著負相關。蝦幼生與溶氧有顯著正相關，但與 pH、透明度、硝酸鹽、磷酸鹽、矽酸鹽和濁度有顯著負相關。魚卵與溫度呈顯著的正相關，而與鹽度、溶氧、硝酸鹽及亞硝酸鹽呈現顯著的負相關。仔魚與水質的關係，亦與溫度成正相關，而與 pH、葉綠素甲、硝酸鹽、磷酸鹽、矽酸鹽和濁度呈現顯著的負相關。

3.3.2 浮游生物的時間序列變化與聖嬰現象的關係

從民國 85 年至 114 年 12 月，參考美國 NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration, https://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php)，依聖嬰期需連續 5 個月 ONI (Oceanic Niño Index)指數大於+0.5，而反聖嬰亦須連續 5 個月 ONI 指數小於-0.5，以民國 114 年 12 月 10 日公佈的聖嬰期及反聖嬰期之年月，作為本報告分析之依據。一般而言，當發生聖嬰期即赤道太平洋海溫比平均值為高，而反聖嬰時則較低。熱帶西太平洋的氣流多為沉降，而東太平洋則因受熱而上升。所以聖嬰期時西太平洋容易造成乾旱，而東太平洋則形成多雨的氣候。聖嬰期時在西太平洋海域不僅是海溫的上升，亦會容易造成乾旱進而使海域的鹽度升高，陸源營養鹽的注入減少。在聖嬰及反聖嬰現象反覆出現頻繁時，改變了四季的律動，如聖嬰期時冬季水溫偏高，夏季水溫更熱等，進而可能影響海洋生物的自然生長週期。此外，不同浮游生物類別對溫度、鹽度和各種營養鹽的適應程度不同，造成聖嬰和反聖嬰期時會呈現各有不同程度的反應。

核三廠附近海域的植物性浮游生物會在第 3 次 (夏季) 出現高峰，然而在聖嬰和反聖嬰期間的第 3 次 (夏季) 高峰測值會降低。自民國 109 年 8 月至 111 年為反聖嬰期，在民國 109、110 和 111 年的第 3 次 (8 月) 測到浮游植物密度均遠低於歷年同季平均值的情形 (圖 6-3-1)。動物性浮游生物在民國 98 年以前有二至三年一次的規律高峰週期，98 年以後在第 2 或 3 次採樣時，年年出現高峰，並較過去為高，同樣在反聖嬰年第 3 次 (夏季) 採樣豐度則有偏低的現象，自民國 109 年第 3 次 (夏季) 起至今，此偏低現象在離岸對照測站較近岸監測測站更明顯，民國 112 和 113 年夏季動物性浮游生物豐度較過去 10 年同季為低 (圖 6-3-2)。具經濟價值的蝦幼生季節性高峰出現在第 2 和 3 次 (春夏季)，91 年以前有每兩年一次高豐度週期變化，民國 97 年後每年出現明顯的第 2 和 3 次高峰，並有明顯的季節變化，經統計結果發現其中蝦幼生豐度於反聖嬰期第 3 和 4 次採樣豐度會較正常期為低，並在民國 109、110 和 111 年第 3 次採樣出現較低的情形。蟹幼生在第 3 次 (夏季) 出現季節性高峰，在第 2 次 (春季) 採樣如遇聖嬰期則有豐度降低的情形，在民國 108 和 112 年第 2 次 (聖嬰) 有豐度偏低情形，民國 97 年以前有每六年出現高豐度的週期變化，之後此高峰頻率幾乎年年出現 (圖 6-3-3)。至於魚卵的豐度變化是在第 3 次 (夏季) 調查會有高峰期，而第 4 次最低且統計發現若為正常期，其豐度顯著低於聖嬰和反聖嬰，仔魚是在第 2~3 次 (春夏季) 出現季節性高峰，但由過去資料的統計分析發現第 3 次採樣的仔魚豐度在聖嬰和反聖嬰期顯著較正常期為高，與民國 114 年正常期低於歷年同季的結果相符 (圖 6-3-4)。綜合以上，動物性浮游生物和蝦蟹幼生的豐度，近年來的季節性變動震幅趨緩，有別於民國 97 年至 107 年的大幅震盪，魚卵和仔魚則呈現較穩定的季節變化。

3.3.3 歷年束毛藻密度的變化與聖嬰現象的關係

由歷年束毛藻密度來看 (圖 6-3-5)，南灣海域的束毛藻多在第 2 次 (春季) 採樣時呈現明顯的高比例，總平均百分比為 37±33%，並成為本海域中的優勢種，可作為黑潮水的標示種 (Marumo & Asaoka, 1974)。將過去資料依各季次，比較正常、聖嬰和反聖嬰期之差異，經統計分析結果顯示，第 2 和 4 次採樣於反聖嬰

期的密度明顯較低。經過民國 109 年 8 月起，長達 2 年半的反聖嬰期，束毛藻密度普遍不高，直到民國 112 年第 2 次 (5 月) 為聖嬰期開始的月份，卻仍未出現高密度的情形，但可從子二計畫的調查結果得知南灣海域此時偏向南海水，故未出現高值，今年 (民國 114 年) 亦偏向南海水，使束毛藻密度在民國 114 年亦無明顯高峰的現象。

3.3.4 歷年浮游生物的變化與氣候指數的關係

參考 NOAA 所公布 (截取日期為民國 114 年 12 月 10 日) 之 ONI (Oceanic Niño Index) 海洋聖嬰指數、昆士蘭州政府官方網站公布之 SOI (Southern Oscillation Index)南方震盪指數和華盛頓大學官網公布之 PDO (Pacific Decadal Oscillation)太平洋十年振盪指數與歷年經對數轉換後的浮游生物進行 Pearson correlation coefficients 分析 (表 6-3-2)，三項氣候指數中，PDO 分別與浮游植物和魚卵有較多的顯著相關，包括植物性浮游生物取對數後密度與二、三和四個月前的 PDO 均有顯著正相關($p<0.05$)，當中以三個月 (一季) 延遲的相關係數最高，以及魚卵取對數後豐度與一、二、三和四個月前的 PDO 均有顯著正相關 ($p<0.05$)，當中同樣以三個月 (一季) 延遲的相關係數最高。

3.4 底棲動物與其他子計畫相關性

底棲動物著生量可能受水溫與水層中之動物性浮游生物量影響，以子計畫 2─水文水質化學相對測站之水溫，以及子計畫 3─動物及植物性浮游生物相對測站之浮游幼生，民國 89 至 114 年間的資料與底棲動物著生率做迴歸分析 (圖 6-4-1 至 6-4-9)，結果發現水溫、底棲動物幼生豐度與著生情形，有測站 20 之 3 公尺處水溫、水層表面藤壺幼生數量與石牛溪的藤壺著生率，測站 22 之 3 公尺處水溫與入水口南堤外側 (Influ-10) 的藤壺著生率，以及測站 24 之垂直水層的藤壺幼生率與出水口南側小灣的藤壺著生率有直線迴歸關係，迴歸式分別為測站 20 之 Y (藤壺著生率) = -0.25 + 0.01X (3 公尺處水溫) ($N=90$; $R^2=0.05$, $P<0.05$)，Y (藤壺著生率) = $0.02 + 3.60 \times 10^{-5}$X (水層表面藤壺幼生數量) ($N=90$; $R^2=0.05$, $P<0.05$)，測站 22 之 Y (藤壺著生率) = $-0.10 + 4.00 \times 10^{-3}$X (3 公尺處水溫) ($N=95$; $R^2=0.06$, $P=0.01$)，以及測站 24 之 Y (藤壺著生率) = $3.87 \times 10^{-4} + 2.19 \times 10^{-7}$X (垂直水層的藤壺幼生量) ($N=98$; $R^2=0.18$, $P<0.001$)，還有測站 22

之 3 公尺處水溫與入水口南堤外側(Influ-10) 的多毛蟲著生率，及測站 24 之 3 公尺處水溫與出水口南側小灣的多毛蟲著生率呈正向的直線迴歸關係，迴歸式分別為，測站 22 之 Y (多毛蟲著生率) = -0.43 +0.03X (3 公尺處水溫) (N=95; R^2=0.06, P=0.01)及測站 24 之 Y (多毛蟲著生率) = 0.35 + 0.02X (3 公尺處水溫) (N=98; R^2=0.06, P=0.02)，呈現 3 公尺處水溫越高及垂直水層的藤壺幼生量越多，藤壺著生率越高之現象，以及 3 公尺處水溫越高，多毛蟲著生率也越多，其餘無直線迴歸關係，這可能和調查之時間及空間尺度差異有關，因為水溫測量或是浮游幼生的撈取，皆為定點即時紀錄，而底棲動物的著生是 2-3 個月的累進結果。

民國 94 至 114 年間固定橫截線調查分析與營養鹽之迴歸相關性，在各測站之各大類底棲生物出現率大多與營養鹽濃度無相關或相關性不高 (決定係數 R^2 介於 0.01-0.09 間)，在入、出水口皆以藻類之出現率最高，以子計畫 2─水文水質化學的相對測站之營養鹽與藻類的出現率做直線迴歸分析 (表 6-4-1；圖 6-4-10 至 6-4-15)，測站 22 對應入水口測線，測站 24 對應出水口南側小灣測線，以藻類出現率為例，在複迴歸分析上入水口藻類與 3 m PO_4、10 m SiO_2 及 3 m NO_3 濃度有關 (N=233; R^2=0.17, P<0.05)，迴歸式為 Y (algae) = 68.24 – 323.61 PO_4 (3 m) + 7.69 SiO_2 (10 m) + 11.71 NO_3 (3 m)，PO_4 (3 m) 的斜率係數最大，為負影響，而 SiO_2 (3 m) 與 NO_3 (10 m) 為正影響；而測站 24 之 10 m 的出水口藻類出現率在複迴歸分析上與 PO_4 及 NO_3 濃度有迴歸關係 (N=236; R^2=0.08, P<0.05)，迴歸式為 Y (algae) = 75.43 – 124.70 PO_4 (10 m) + 6.21 NO_3 (10 m)，PO_4 (10 m) 的斜率係數最大，為負影響，而 NO_3 (10m) 為正影響。在測站 22 之 PO_4 濃度對入水口之海葵有迴歸關係 (N=242; R^2=0.02-0.03, P<0.05)，為正影響，在複迴歸分析上，海葵與 3 m PO_4 及 10 m SiO_2 濃度有迴歸關係 (N=233; R^2=0.07, P<0.05)，迴歸式為 Y (sea anemone) = 39.84 + 137.01 PO_4 (3 m) – 4.13 SiO_2 (10 m)，PO_4 (3 m) 的斜率係數最大，為正影響；在測站 22 之 PO_4 及 SiO_2 濃度對入水口之海綿有迴歸關係 (N=233; R^2= 0.05, P<0.05)，入水口海綿與 3m PO_4 及 SiO_2 濃度之迴歸式為 Y (sponge) = 0.73 + 0.80 SiO_2 (3 m) – 8.41 PO_4 (3 m)，PO_4 (3m) 的斜率係數

最大，為負影響，出水口之海綿與測站 24 之 SiO_2 及 NO_3 濃度有迴歸關係 (N=236; R^2=0.14, P<0.05)，迴歸式為 Y (sponge) = – 0.56 + 0.55 SiO_2 (0 m) -0.41 NO_3 (3 m)；入水口之珊瑚白化率與營養鹽有正迴歸關係 (N=233; R^2=0.10, P<0.05)，其中僅入水口之珊瑚白化率與 SiO_2 (10 m) 及 PO_4 (0 m) 有複迴歸關係，迴歸式為 Y (coral bleaching) = 4.19 + 4.85 SiO_2 (10 m) – 92.06 PO_4 (0 m)，PO_4 (0 m) 的斜率係數最大，為負影響；大體上營養鹽高時，藻類、海葵、海綿及珊瑚白化之出現率便會受影響，如磷酸鹽高(PO_4)時，海葵出現率越高，藻類、海綿及珊瑚白化的出現率越低之現象，此結果仍顯示營養鹽對藻類及底棲動物出現率有影響 (表 6-4-1)，需注意其變化情形。

在底棲動物著生率與民國 92 至 114 年間營養鹽之直線迴歸分析上 (表 6-4-2)，以相對測站分成入水口、出水口及對照站 (SNS)，例如多毛蟲與營養鹽有迴歸關係，在對照測站 (SNS) 0 m 之 PO_4 與多毛蟲有正向的影響 (N=72; R^2=0.09, P<0.05)；苔蘚蟲與營養鹽的迴歸關係，在入水口 0 m 之 NO_3 正向影響苔蘚蟲的著生率 (N=86; R^2= 0.10, P<0.05)；珊瑚與營養鹽有迴歸關係，在對照測站 (SNS) 3 m 之 SiO_2 對珊瑚有正向的影響 (N=72; R^2=0.08, P<0.05)，呈現營養鹽高時，多毛蟲、苔蘚蟲及珊瑚的著生率越高；雖然各測站底棲動物著生率與營養鹽之迴歸關係沒有一致性，以及決定係數 R^2 不高 (0.04-0.10)，但此結果仍顯示營養鹽對底棲動物著生有影響，需注意其變化情形。

民國 113 及 114 年各測站水溫與子計畫 1 海潮流提供的資料比較，出水口南側水深 8 公尺處(Efflu)、出水口南側水深 9 公尺處 (Efflu-2)、貓鼻頭 (MPT) 與 N3C1 (21.93053°N, 120.75111°E；水深 28 公尺；距出水口約 590 公尺) 的平均水溫、最高水溫、最低水溫及溫差無顯著差異 (ANOVA, Duncan; p>0.05) (圖 6-4-16)；整體而言，出水口南側地區除 3 公尺水深的測站 (Efflu-3) 外，其餘各測站之水溫與入水口的水溫變化無異，顯示放流水不影響出水口南側地區 6-8 公尺以深的水溫變化。

南灣污水處理廠主要處理區內民宅、旅館、商店、餐飲店、旅遊、居民活動等所產生之生活污水，自民國 88 年底完工後運作，排污水造成南灣黑水事件已發生數次，有可能影響南灣海域之水質及底棲生物出現率，在民國 105 年 5 月底、105 年 7 月 22

日、106 年 7 月 5 日及 107 年 5 月 1 日均有相關之新聞報導，發生時間都是介於 5-7 月；早期原因是污水處理設備老舊，最近一次為墾管處之污水處理廠人員操作錯誤，但是從相對時間之營養鹽看起來並無異常高值，入、出水口之藻類在民國 106 年 5 月平均出現率較其他季節高，入水口之海葵及入、出水口之海綿在民國 106 年 11 月至 107 年 2 月呈現逐漸增加的趨勢，與黑水事件無相應之處，雖然底棲生物之藻類、海葵及海綿出現率與營養鹽有迴歸相關，但看不出污水影響的訊號，有可能是因為調查時間與黑水事件的時間點有落差，也可能是入、出水口監測區域不在黑水排放影響之範圍內所致。

樽海鞘 *Pyrosoma atlanticum* Péron, 1804 是屬於燐海樽目 (Pyrosomida)、火體蟲科 (Pyrosomatidae) 火體蟲屬 (*Pyrosoma*) 的種類，喜歡生活在溫暖海域，於南灣僅民國 102 年 8 月 25 日 (第 3-4 次期間) 及 103 年 5 月 22 日 (第 2-3 次期間) 有大量出現的記錄，民國 103 年 5 月多集中於入水口內北側。民國 102 年 8 月 25 日事件前有潭美颱風於臺灣東部海域形成 (圖 6-4-17A；民國 102 年 8 月 16 日)，往常南灣湧升造成 N3C1 測站與入水口 (Influ-5) 水溫下降有延遲 2-3 小時的現象 (圖 6-4-17B)，但從民國 102 年 8 月 17 日開始，N3C1 測站就有水溫陡降的現象，而入水口 (Influ-5) 的水溫則無此變化 (圖 6-4-17B；黑色箭頭所指處)，故推測可能是颱風帶動水團流向改變，連帶造成水溫、鹽度、營養鹽或浮游生物與樽海鞘出現變動；民國 103 年 5 月 22 日事件雖無颱風影響，但也有 N3C1 測站水溫變化與入水口 (Influ-5) 不一致的現象 (圖 6-4-18；黑色箭頭所指處)，兩次事件似與水團水流變化有關。子四將入水口 (Influ-5) 之底棲動物著生率及水溫資料，還有子二測站 22 的 0-10 m 水文水質及子三動物性浮游生物相等共 59 項調查項目，分成樽海鞘出現次別與相關次別進行比對，例如民國 102 年 8 月 25 日為 102 年第 3 次與歷年 (民國 92-114 年) 第 3、4 次之比較 (表 6-4-3)，兩次的偶發事件雖各有較歷年高或低的觀測項目，以民國 102 年 8 月 25 日 (第 3 次) 為例，觀測項目較歷年低的為溶解性有機氮 (DON)，但這些差異並無一致性，故目前無明確定論。

近年像水母這類膠質浮游動物大量繁生，造成核電廠進水口處的渦輪機冷卻水管堵塞，讓核電廠停擺的例子已見於以色列、菲律賓、日本、韓國及瑞典等國，不過，民國 102 (西元 2013) 年 10 月據 Fast Company 網站報導，南韓一名科學家發明了一款名為 JEROS (Jellyfish Elimination Robotic Swarm) 的「水母殺手機器人」，這具機器人利用身上的 GPS 系統在海中巡弋搜索，並且利用攝影機鎖定目標物水母，之後，機器人會利用一張網將水母困住，不到 3 秒鐘，水母立即被機器葉片絞碎，此機器系統一小時內可絞殺高達一噸重的水母，但不清楚是否適合本海域使用。樽海鞘大量出現可能會影響核電廠的營運，故建議核三廠可利用進水口內即時影像監測計畫所得之監測影像，並配合水流水團監測資訊，適時調整機組運作情形，避免發生突發狀況。

3.5 魚類調查與其他子計畫相關性

珊瑚礁魚類分佈可能受測站水質 (如：營養鹽、水溫、鹽度) 和魚類生殖生態 (覓食、繁殖、育幼) 的影響，本研究對水質因子、浮游生物及魚類的調查結果，利用結構方程模式設立了三個環境變動的潛在變項 (營養鹽、湧升流及基礎生產力) 和二個生物變動的潛在變項 (浮游動物群聚及魚類群聚)，作為建構第三核能發電廠附近海域之珊瑚礁生態系之概念模型。結構方程式實證模式顯示基礎生產力和營養鹽影響灣內浮游動物群聚，營養鹽影響灣內魚類群聚。

由海潮流計畫資料得知，排水口附近海流以往復之潮流運動及西南向淨流為主，其放流水擴散區域大部份限於排水口附近海域西南側，魚類調查顯示，測站3及測站4受放流水影響較大。分析5個測站主要魚種平均出現數量及測站內魚種相似度介於16.8%~28.3% (表6-5-1)，顯示各測站魚類相更迭頻繁。

核發處提供的歷年核三廠歲修保養期間排水量資料顯示，機組歲修保養期間輸入到南灣水域溫排放水量減少約一半，減低放流水現象，比較機組歲修保養及除役期間與運轉期間影響域測站魚種數和歷次平均值的差異，發現測站3~測站5 (影響域) 在歲修保養期間及除役期間魚種數高於平均值的機率為43%~57%之間；其中測站3靠近放流水出水口，歲修保養期間及除役期間魚種數高於平均值的機率為43%，實際運轉期間43% (圖6-5-1)；比較機組歲修保養及除役期間與運轉期間影響域測站魚尾數和平均

值的差異，發現測站3~測站5(影響域)在歲修保養期間及除役期間魚尾數高於平均值的機率為33%~43%之間；靠近放流水出水口的測站3在歲修保養期間及除役期間高於平均值的機率為38%，實際運轉期間35% (圖6-5-2)。分析機組歲修保養及除役期間與運轉期間影響域測站珊瑚礁魚類群聚組成，發現測站3~測站5 (影響域測站) 珊瑚礁魚類群聚組成沒有明顯區隔，顯示放流水未影響本海域魚類群聚組成，除役前後的魚種組成沒有明顯區隔 (民國114年5月17日除役) (圖6-5-3)。

分析太平洋十年振盪指數 (PDO)、海洋聖嬰指數 (ONI) 及颱風等氣候變動對本海域珊瑚礁魚類的影響，資料顯示太平洋十年振盪指數 (PDO) 及海洋聖嬰指數 (ONI) 與當季珊瑚礁魚種數變動趨勢並不一致 (圖6-5-4)。為保護海洋生物，墾丁國家公園管理處於民國94年成立「後壁湖海洋資源保護示範區」(測站2)，分析保護區成立前後觀測到的魚種數，未成立前四季記錄魚種介於95~105種<成立後四季記錄魚種介於119~123種。民國114年第3次及第4次於颱風前進行調查，魚種數在歷年變動範圍內 (圖6-5-5)。

珊瑚礁魚類分佈可能受到測站內水質 (如：營養鹽、水溫、鹽度) 及魚類生殖生態 (覓食、繁殖、育幼) 的影響，本計畫將水文水質的各項調查資料 (硝酸鹽、矽酸鹽、磷酸鹽、亞硝酸鹽、溫度、溶氧、鹽度、葉綠素、透明度、酸鹼值等10個水質參數) 利用因素分析進行因素萃取，歸納出3個水質變項，共解釋總體水質變異的68.8%。以各成分軸中因子負荷量 (factor loadings) 大於0.5者作為判斷該軸意義的依據 (表6-5-2)，由於水質的測量變數間存在著相關性，比如海水鹽度的測量值中包含著營養鹽 (硝酸鹽、矽酸鹽…等) 成分，因此進行相關性分析結果，增加「基礎生產力(-)與水溫及溶氧」、「鹽度與矽酸鹽」的共變關係，提高了模型的配適度。結合植物性及動物性浮游生物調查與魚類調查資料，利用結構方程模式預設出3個環境變動的潛在變項 (營養鹽、湧升流及基礎生產力) 及2個生物變動的潛在變項 (浮游生物群聚及魚類群聚)，建構第三核能發電廠附近海域之珊瑚礁生態系之概念模式 (圖6-5-6)。在第三核能發電廠附近海域生態實證模式中，基礎生產力和營養鹽影響監測海域浮游動物群聚，營養鹽影響監測海域魚類群聚 (圖6-5-7)。

3.6 網頁

本網頁架設的主要目的為二，一是將歷年的調查與研究成果公佈網路，提供參與之研究人員與業主參考及查詢，二是將歷年調查資料製作成資料庫，提供參與研究人員立即查詢及相互比對，且遵業主要求，未將資料放到商業雲端上。目前網頁架設於中山大學海洋系之網頁伺服器下：**https://npp3.nsysu.edu.tw/**，網頁首頁請見圖 6-6-1，以下我們將就整個網頁架構敘述之。

3.6.1 基本架構

1、作業系統架構為Ubuntu 24.04，增強網路保安功能，避免成為駭客跳板；網頁伺服器採用LAMP (Linux+Apache+ MySQL+PHP)與HTTPS，加強網頁即時查詢功能，加強會員登入保安，並提供自訂密碼功能。今年度有接獲教育部通知須強化資安，我們做了以下幾點調整：

I. 輸入驗證 (Input Validation)：

確保所有來自用戶端的輸入資料都符合預期格式與長度，並對特殊字元進行過濾，防止惡意內容 (如 JavaScript、SQL 片段) 進入系統。

II. 輸出轉義 (Output Escaping)：

所有從後端輸出的資料，在呈現在瀏覽器前應進行 HTML、JavaScript、CSS 等轉義處理，以避免被當作可執行程式碼造成 XSS (跨站腳本攻擊)。

III. 內容安全政策 (Content Security Policy, CSP)：

設定 CSP 標頭 (HTTP Header)，限制網頁能載入的外部資源 (如 JavaScript、圖片、CSS 等) 來源，降低載入惡意資源的風險，有效防止 XSS 攻擊。

IV. 使用預備語句 (Prepared Statements)：

所有 SQL 查詢應使用預備語句與參數綁定，避免將輸入直接拼接至查詢字串中，可有效防止 SQL Injection (SQL 注入攻擊)。

此外，根據資助國家核心科技研究計劃安全管制作業手冊內容，網站內無提供原始水文資料，顧不在此限制之中。

2、入口網頁區分為研究人員專用網頁及一般民眾之成果展示網頁研究人員，研究人員網頁進入要「網路帳號」與「密碼」以便進入主畫面，一般民眾網頁，則分別就計畫緣起、計畫時程及研究成果說明之。

3、研究人員專區主要提供各項觀測資料的查詢與線上資料繪圖。線上繪圖部份將水文資料、生物資料、海流資料、CTD資料、珊瑚礁魚類資料、海水表溫、海面高度與地轉流資料、氣象衛星雲圖及MODIS水色衛星，建立線上繪圖資料展示。各計畫測站分佈圖、海流資料之漂流浮標查詢、CTD資料、CODAR海流資料查詢等，則以Google Map平台展示其資料概況，讓相關研究人員能藉由此系統，獲取第三核能發電廠及低放貯存場 附近海域之生態調查之完整資訊。

3.6.2 主選單

首頁部分除提供概觀的水文與動物性浮游生物資料外，亦有各計畫測站分布圖。而資料分成採樣資料與外部收集資料兩大類，採樣資料含水文資料查詢、生物資料查詢、海流資料線上繪圖、CTD資料線上繪圖與珊瑚礁魚類資料。而外部收集資料則有海水表面溫度分佈圖、氣象資料查詢、CODAR海流資料繪圖、AVISO海面高度與地轉流查詢、MODIS海洋水色衛星資料，以下分別說明觀測資料的概況。

3.6.2.1 資料繪圖

資料查詢部分，提供歷年來之水文與海流部分之查詢、CTD資料垂直剖面圖與水平分佈圖查詢等為主。一般資料查詢方法是輸入欲查詢之條件後，系統立即從資料庫系統中比對查詢條件，符合條件者即以圖形輸出，未符合條件者則回應無此資料。此部份之查詢與繪圖系統，部分程式是自行開發，部分程式則是使用免費軟體聯盟 (Free Software Foundation, FSF) 之Plot Plus (PPLUS) 與Generic Mapping Tools (GMT) 等繪圖程式。圖形是低解析度之GIF或JPG格式展示，而使用者若需要高解析度之圖形，亦可下載高解析度之PDF 格式圖檔，使用者只要有Acrobat Reader 程式即可瀏覽該圖檔。

3.6.2.2 首頁

首頁部分展示了水文資料與動物性浮游生物資料歷年時間序列圖，在水文部分，可從圖6-6-2上方選擇想看的測站及其深度，點選資料展示，即畫出溫度、鹽度、pH、溶氧、溶氧飽和度、硝酸鹽、亞硝酸鹽、矽酸鹽、磷酸鹽、葉綠素甲等十個參數之時間序列，並在其下方，同時提供PDO與SOI指數供使用者參考。在介面操作上，使用者可以點選變數名稱，決定是否將該參數展示於圖上，而將游標移動到圖上時，也會立即展示該點的時間與數值。而圖6-6-2右上角選單功能由左至右說明如下，第一個相機符號可儲存當下的時間序列圖。第二個放大鏡符號後，可在時間序列圖上選取欲查詢之時段。第三個符號是平移，可在已選定的時間間距，在圖上做左右平移。第四跟第五分別是放大跟縮小，可使展示的時間間距變大跟變小。第六跟第七都是恢復成進入網頁時的時間序列預設值。

而動物性浮游生物資料，可從圖6-6-3上方選擇想看的測站，點選資料展示，即會畫出動物性浮游生物量-濕重、動物性浮游生物量-乾重、動物性浮游生物量-排水容積量、動物性浮游生物量-生物沉澱量、動物性浮游生物量-總豐度、動物性浮游生物量-蟹幼生、動物性浮游生物量-蝦幼生、動物性浮游生物量-魚卵等八種參數之時間序列。使用者可以點選各圖框右上方，決定隱藏或將該圖框關閉，而將游標移動到圖上的，也會立即展示該條的時間與數值。而功能選單與前述時間序列圖相似，圖6-6-3中每個圖框右上角都有功能選單，選單功能由左至右說明如下，第一個相機符號可儲存當下的時間序列圖。第二個放大鏡符號後，可在時間序列圖上選取欲查詢之時段。第三個符號是平移，可在已選定的時間間距，在圖上做左右平移。第四跟第五分別是盒狀選擇與套索選擇，都是用於選取圖中要展示的資料。第六跟第七分別是放大跟縮小，可使展示的時間間距變大跟變小。第八跟第九都是恢復成進入網頁時的時間序列預設值。

3.6.2.3 水文資料線上繪圖

目前有 16 個參數線上繪圖，分別是溫度、鹽度、pH、溶氧、溶氧飽和度、硝酸鹽、亞硝酸鹽、矽酸鹽、磷酸鹽、葉綠素甲、動物性浮游生物量-濕重、動物性浮游生物量-乾重、動物性浮游生物量-排水容積量、動物性浮游生物量-生物沉澱量、動物性浮游生物量總豐度、植物性浮游生物量密度，資料已更新至民國 114 第 4 季，陸續將新增珊瑚成長、軟體動物成長、多毛類成長、苔癬蟲、海鞘、藤壺、珊瑚礁魚類組成、單位努力漁獲量等資料查詢。

選擇水文資料線上繪圖後，即可進入水文資料細項查詢網頁，共有 4 選項：時間序列圖、散射圖、水平分佈圖、水文垂直分布資料查詢。選擇時間序列圖後，會進入圖 6-6-4 之頁面，頁面共有 3 大選項，分別是：請選擇參數量、請選擇參數一、請選擇參數二，如果選擇 2 種參數，溫度及鹽度作圖，點選下一步，會出現如圖 6-6-5 之進階選擇頁，分別顯示起訖時間、溫度軸上下限、鹽度軸上下限、欲繪測站數、測站與深度。若以預設值為例，起訖時間為民國 75 年至 114 年，溫度軸上限為 32 ，溫度軸下限 20 ，鹽度上限為 35psu，鹽度下限為 33.5psu，欲繪測線數為 2，第一條線測站為 st18 之 0 m 的溫度，第二條線測站為 st18 之 0m 處的鹽度繪圖，按繪圖鍵即可得到欲查詢參數及其與 SIO 及 PDO 參數之相互比較，圖檔請見圖 6-6-6。

散射圖可選擇資料參數比較，後有 2 選項，分別是測站及深度，可繪出此 2 測站不同參數資料的比較及其回歸值，頁面請見圖 6-6-7。若以預設值為例，時間以民國 75 年 7 月至 114 年 12 月為起訖時間，分別是繪出 st14 之 0m 溫度與 st14 之 0m 鹽度的比較。如圖 6-6-8 所示。

水平分布圖的部分有 3 選項，分別是：時間、參數與深度，頁面請見圖 6-6-9。若時間為民國 114 年 5 月、深度為 0 m 處的溫度分佈，按繪圖鍵可得圖 6-6-10。

而水文垂直分布資料查詢，是顯示歷年水文資料統計圖表，頁面請見圖 6-6-11。使用者只要輸入年份、選取參數、測站站別，系統即會展示出這段期間的參數，不同深度的資料，按季別及深度排序。若以民國 114 (西元 2025) 年溫度參數、st12 測站為例，顯示結果如下圖 6-6-12 所示。

3.6.2.4生物資料查詢

選擇生物資料查詢後，即進入生物資料查詢網頁，共4選項：浮游生物資料查詢、底棲動物資料查詢、底棲動物各測站時間序列圖、底棲動物各參數繪圖。各項資料已更新至民國114年第4季。在浮游生物資料查詢部分，可以輸入起訖時間、季節、參數，去搜尋想要找的資料，表格形式如圖6-6-13所示。而底棲動物資料查詢頁面有五個選項，需輸入起訖時間、季節、測站別、生物種類去進行查詢，表格形式如圖6-6-14所示。

在底棲生物各測站時間序列圖中 (圖6-6-15)，可選擇測站，則會繪出該測站藻類、石珊瑚、軟珊瑚、海葵、貝類、棘皮動物、多毛類、海棉、白化珊瑚的覆蓋率之時間序列，除此之外，亦可點擊變數色塊，決定是否顯示該變數於圖上，將游標移至圖上，則會顯示觀測到的數值為多少，功能與首頁中的時間序列圖相似，亦可調整展示時間。頁面下方亦用表格方式展示該測站所觀測到的各項變數之數值 (圖6-6-16)。

底棲動物各參數繪圖部分以柱狀圖顯示藻類、石珊瑚、軟珊瑚、海葵、貝類、棘皮動物、多毛類、海棉、白化珊瑚等參數的覆蓋率，預設值為展示各種類從有資料至今的時間序列 (圖6-6-17)，功能與首頁中的時間序列圖相似，亦可調整展示時間，除此之外，也可在頁面上方選擇測站位置繪製出使用者所需之值。

今年新增底棲動物沉積物的展示圖 (圖6-6-18)，可以透過選擇不同季度，圖面就會展示從民國98 (西元2009) 年到114 (西元2025) 年不同季度在出水口與入水口底棲動物平均日沉積量的分布，讓使用者易於看出其變化。

3.6.2.5 海流資料查詢

選擇海流資料查詢後，即進入海流資料查詢網頁，共 5 選項：時間序列圖、流場統計圖、流場季節統計圖、浮標漂流軌跡、資料查詢。各項資料已更新至民國 114 年第 4 季。在時間序列圖的部分共有 11 選項，分別是：繪圖數、起訖時間、流速軸上下限、溫度軸上下限、以及 6 種圖形可供選擇，計有：流矢圖、溫度圖、東西向流速圖、南北向流速圖、流速圖、流向圖等。

如圖 6-6-19 所示。若以預設值為例，將繪出圖 6-6-20，起訖時間為民國 114 年 1 月 1 日至 114 年 12 月 15 日，流速軸上下限為-80～80 cm/sec，溫度軸上下限為 20~30°C，由上至下分別是流矢圖、溫度圖、東西向流速圖、南北向流速圖。

而在流場統計圖的部分，共有 2 大選項，分別是：圖形種類與起訖時間。圖形種類計有：流速發生機率圖、流向發生機率圖、玫瑰圖、海流漸進線圖等四種。如圖 6-6-21 所示。若以預設值為例，起訖時間設為民國 114 年 1 月 1 日至 114 年 12 月 15 日，若分別選擇流速發生機率圖、流向發生機率圖、玫瑰圖、海流漸進線圖等 4 種圖形，則其結果分別如圖 6-6-22～6-6-25 所示。

在流場歷年季節統計圖的部分 (圖 6-6-26)，可選擇季節或月份，建立不同類型的統計圖，分別為流場發生機率分佈圖、流向發生機率分佈圖、玫瑰圖。若以預設值為例，選擇季節為第一季，若分別選擇流速發生機率分佈圖、流向發生機率分佈圖、玫瑰圖等 3 種圖形，則其結果分別如圖 6-6-27～6-6-29 所示。

而浮標漂流軌跡部分，將民國 92~114 年漂流浮標資料建立資料庫，建立漂流浮標軌跡查詢系統，可選擇年別與季節繪圖，查詢介面如圖 6-6-30 所示。如果選擇民國 114 (西元 2025) 年繪圖結果如圖 6-6-31。

資料查詢部分 (圖 6-6-32)，提供完整的海流數據，可在頁面上方選擇起迄時間，則會輸出採樣之海流資料的時間、溫度、流速、流向、東西向速度、南北向速度。

3.6.2.6 CTD資料線上繪圖

CTD 水平分佈圖選擇介面如圖 6-6-33 所示，此介面中可選擇參數、深度、季別繪圖，如以民國 114 年第 1 季，3m 之溫度繪圖如圖 6-6-34 所示。

CTD 資訊整合至 Google Map 介面，彙整歷年各測站觀測資料供研究人員查詢，查詢介面見圖 6-6-35。若選擇 S20 測站，民國 114 年溫度參數資料，繪圖結果如圖 6-6-36 所示。

3.6.2.7 珊瑚礁魚類資料

今年度新增珊瑚礁魚類資料的項目，在此項目可以查詢各測站歷年的魚種數量 (圖 6-6-37) 與魚尾數 (圖 6-6-38)。功能與首頁中的時間序列圖相似，亦可調整展示時間。

3.6.2.8 海水表面溫度分佈圖

海表面溫度資料為 GHRSST (Group for High Resolution SST) 高解析度海表面溫度衛星遙測資料，資料從民國 91 (西元 2002) 年 6 月 2 日至 114 (西元 2025) 年，重新載入資料庫，並開發整合查詢介面，供研究人員運用。該衛星遙測資料頻率為每日一次，其空間解析度約為 1 公里。

資料庫的查詢頁面會顯示目前最新八天的資料 (圖 6-6-39)，亦上方可輸入搜尋時段，查看使用者在意的時段資料。點選小圖後，則可變成大圖 (圖 6-6-40)。前述是快速查詢，若要查詢特殊區域的溫度分佈，可到海面溫度依參數分佈查詢頁面，輸入日期與範圍，即可進行查詢，如圖 6-6-41 所示。查詢結果如圖 6-6-42。若想要取得原始資料可以進入 SST 資料下載介面，輸入欲下載資料之日期，並點選下載，就會跳出下載的連結 (如圖 6-6-43)，該網頁提供逗點分隔檔案，資料排列方式如圖 6-6-44 所示。

3.6.2.9 衛星雲圖及氣象資料查詢

颱風對本地區影響甚為重要，故必須建立颱風資料庫。由於交通部中央氣象署 (簡稱氣象署，原為中央氣象局)已經有非常完整的資料，故本網頁只是提供快速查詢的訊息，與氣象署資料相輔相成，本網頁已建立自民國 91 (西元 2002) 年至 114 (西元 2025) 年的衛星雲圖查詢頁面，並更新為 10 分鐘 1 筆資料，日本向日葵衛星，陸續新增各項雲圖，目前擴充至五種雲圖，分別為東亞、臺灣、地面天氣圖、臺灣真實色影像、東亞真實色影像，使用者可任選 1 種雲圖，依年度及時間查詢。查詢畫面如圖 6-6-45 所示。點選 view image 可顯示較大之雲圖如圖 6-6-46 所示。

氣象署後壁湖站與鵝鑾鼻資料浮標測站之海象資料查詢，使用者可以選擇起始時間，以得到浪高、浪向、風力、風向、氣溫、氣壓、流速、流向等列表資訊，查詢介面請見圖 6-6-47。

3.6.2.10 CODAR海流資料查詢

除上述各項海流資料外，尚收集 CODAR 海流資料，供研究人員參考交叉比對。但資料已於民國 109 (西元 2020) 年 12 月 19 日停止更新，故只能查詢民國 109 (西元 2020) 年 12 月 19 日以前的資料。使用者可以輸入時間查詢，海流流速大小以顏色表示如圖 6-6-48 所示。

3.6.2.11 海面高度與地轉流查詢

海面高度與地轉流查詢介面如圖 6-6-49 所示，目前資料是採用 Copernicus Marine Servise (CMEMS) 之海面高度衛星資料，使用者可依時間查詢所需的海面高度與地轉流分布圖 (圖 6-6-50)。若要查詢特殊區域的海面高度與地轉流分佈，可到海面高度與地轉流依參數分佈查詢頁面，輸入日期與範圍，即可進行查詢，如圖 6-6-51 所示。查詢結果如圖 6-6-52。而若想要取得原始資料可以進入資料下載介面，輸入欲下載資料之日期，並點選下載，就會跳出下載的連結 (如圖 6-6-53)，該網頁提供逗點分隔檔案，資料排列方式如圖 6-6-54 所示。

3.6.2.12 MODIS水色衛星資料查詢

MODIS 海洋水色衛星部分提供的提供 Aqua、Terra、SNPP、NOAA20、NOAA21、PACES 水色衛星六種水色衛星。而 MODIS 海洋葉綠素衛星提供 Aqua、Terra、SNPP、SeaWiFs、NOAA20、NOAA21、Sentinel-3A、Sentinel-3B、PACES 九種資料除了有當天每顆衛星拍攝所得的葉綠素分布影像外，也有整合為一張的影像。海洋水色衛星查詢介面如圖 6-6-55，而海洋葉綠素衛星查詢介面如圖 6-6-56，使用者可依時間查詢所需的衛星影像。

四、結論

海流調查結果顯示，排水口附近海流以往復之潮流運動及西南向淨流為主，長期海流之淨流為往215.6°～245.3°(西南～西南西方向)，其角度變化範圍29.7度，淨流流速值介於0.049 m/s～0.270 m/s，淨流流速平均值為0.170 m/s，造成海水經常往西南繞過貓鼻頭往西輸送之趨勢。

放流水擴散區域大部份限於排水口附近海域西南側，其擴散範圍在漲潮時段往西南約500～1,000 m，退潮時段往東-東南約200～800 m，放流水大部份分佈於海表層以下水深5 m以內，擴散影響範圍多侷限在距排水口1,000 m弧內，空間溫降率自排水口往外至500 m弧內約1°C/100 m，由民國92年至114年500 m處三方向弧點之溫昇資料統計顯示，距出水口500 m處溫昇變化大多在2°C之內，測得歷次之最大值為民國95/07/21西南側之3.4°C，三弧點溫升值明顯以西南側平均值1.19°C最高、中間0.78°C次之、西北側0.65°C最低，顯示放流水仍以排水口附近西南側海域為主要擴散影響範圍。

除此以外，核三廠附近海域近岸海底海溫陡降現象，除了是因為大潮潮流在南灣內引起的湧升流將次表層冷水帶上來所造成外，在呂宋海峽產生的巨大內潮、內波傳入海灣內亦有相當程度的貢獻。湧升帶來的冷水，可能有助於南灣之珊瑚免於海水暖化之衝擊；冷水所含之營養鹽，亦有助於藻類生長，但因南灣海水內外交換甚快，藻類來不及長大即被送至灣外，因此營養鹽利用率不高 (Chen et al., 2004a, 2004b, 2005；Jan and Chen, 2009)。水溫長期觀測資料顯示發現颱風季期間某些颱風經過臺灣附近後會造成1～4週長的水溫下降與回升變化，其間動力因素複雜，值得進一步分析。

本海域水文的改變與聖嬰/反聖嬰現象、太平洋十年期振盪指數等之大尺度海洋事件相關係頗高，例如民國92~96年、103~108年PDO暖相時，溫鹽訊號較集中在南海水以及黑潮水之間，而民國99-102年、108-114年冷相時，溫鹽訊號明顯偏向南海水。本區較大的溫降與強降雨、颱風、渦漩有密切關係，這三個機制的變化將直接影響珊瑚的生長，尤其夏天的溫降更有助於珊瑚免受過熱而白化之傷害。pH值在PDO冷、暖相的差異不明顯，研判為大氣二氧化碳增加所造成之海水酸化，與PDO相關性不大，而硝酸鹽的距平值與PDO指數相關性也不高，因此水質的改變與PDO的相關性較小。多年的資料顯示，水體中營養鹽含量的變化似乎受控於植浮的利用或是釋出，兩者之間呈現負相關。束毛藻在本海域的季節性變化非常明顯：春天好發，隨著季節推移漸漸變少，至冬天低溫時降為全年最低。束毛藻雖然是黑潮水的指標種，但水溫需升高至生長溫度，才能見到束毛藻生長，因此鹽度之單一因素並不能指示束毛藻的出現。

整體而言，核三廠附近海域浮游生物的密/豐度變動反應大自然的季節變化，夏秋高冬春低，與放流水的關聯並不顯著，且與多項幾個月前的氣候指數 (尤其是PDO指數) 有顯著正相關性。歷年植物性浮游生物在第3次為最高峰和動物性浮游生物則在第2次，民國114年浮游生物的採樣結果亦同。且優勢藻屬束毛藻於近年密度較低，與近五年南灣海域水團偏向南海水有密切的關聯。由此可知本調查海域浮游生物的豐度變化與大尺度的氣候變遷有高度關連。

水溫或底棲動物幼生豐度與底棲動物著生率多無迴歸相關，可能因為無論是水溫測量，或是浮游幼生的撈取，皆為定點即時紀錄，而底棲動物著生是2-3個月的累進結果，不同類型調查之時間尺度有差別。固定橫截線調查在入、出水口皆以藻類之出現率最高，迴歸分析結果顯示磷酸鹽高 (PO_4) 時，海葵出現率越高，藻類、海綿及珊瑚白化的出現率越低之現象，當磷酸鹽低時，海葵出現率變低，藻類及海綿出現率增加，還有珊瑚白化率也變高；各測站底棲動物著生率與營養鹽之迴歸關係沒有一致性，但此結果仍顯示營養鹽對各類底棲動物著生有影響；此外，調查結果未發現受南灣廢污水異常排放影響之訊號。與子計畫一海潮流提供的水深28公尺水溫資料比較，出水口南側地區除3公尺水深的測站 (Efflu-3) 外，其餘各測站之水溫與子計畫一的水溫變化無異，顯示放流水不影響出水口南側地區6-8公尺以深的水溫變化。南灣民國102年8月25日 (第3-4次期間) 及入水口民國103年5月22日 (第2-3次期間) 樽海鞘大量出現前後，雖有入水口及灣外水溫變動不一致的現象，但水文水質、動物性浮游生物相、底棲動物著生率及季水溫變化與樽海鞘出現無明確相關，本部分將持續監測探討。

珊瑚礁魚類的分佈可能受到海流、潮汐、水深、地貌、水文、水質、食物來源 (浮游生物、底棲生物)、人類活動 (放流、垂釣及漁業行為) 的影響，本研究參照水質因子、浮游生物及本計畫的調查結果，利用結構方程模式預設出3個環境變動的潛在變項 (營養鹽、湧升流及基礎生產力) 及2個生物變動的潛在變項 (浮游動物群聚及魚類群聚)，建構第三核能發電廠附近海域之珊瑚礁生態系之概念模式。在第三核能發電廠附近海域生態實證模式中，發現南灣海域環境因子複雜，基礎生產力和營養鹽 (子二) 影響灣內浮游動物群聚 (子三)，與水溫相關的湧升流現象對浮游植物密度、浮游動物群聚及魚類群聚影響未達顯著水準。

五、附表與附圖

表 6-2-1　核三廠民國 82 年後電廠運轉 (無大修) 與大修時，表水水溫之比較表。

	採樣時, 兩台機組運轉(1)		採樣時, 一台機組運轉(2)		(1)-(2)	
	#24	其他6站*	#24	其他6站*	#24	其他6站*
春(3~5月)	28.3±1.0, n=21	27.1±1.2, n=120	27.8±1.7, n=16	27.2±1.4, n=90	0.5℃	-0.1℃
夏(6~8月)	30.6±1.3, n=28	29.2±0.7, n=158	32.1, n=1	30.5, n=1	-1.4℃	-1.3℃
秋(9~11月)	28.8±1.4, n=21	27.2±1.1, n=118	27.1±1.7, n=12	26.5±1.6, n=72	1.7℃	0.7℃
冬(12~2月)	25.7±1.6, n=27	24.3±1.1, n=153	24.4±1.0, n=2	24.5±0.5, n=12	1.3℃	-0.2℃

*其他六站為#12, 18, 20, 21, 22, 23 站

表 6-2-2　秋季核三廠表水水溫比較：正常年、聖嬰年與反聖嬰年 (依採樣時運作機組數分組)

	採樣時, 兩台機組運轉	採樣時, 一台機組運轉	採樣時, 無台機組運轉
正常年	27.6±0.9, n=56	25.2±1.0, n=16	26.5±0.8, n=12
聖嬰年	26.7±1.2, n=34	26.9±1.1, n=22	-
反聖嬰年	27.0±1.1, n=28	26.8±1.7, n=34	-

表 6-3-1　第三核能發電廠附近海域的浮游生物豐度與水質因子間之相關性分析 (ns : $p > 0.05$, * : $p < 0.05$, ** : $p < 0.01$, *** : $p < 0.001$)

	log ZP	log PP	log C-lar	log S-lar	log F-egg	log F-lar	Temp	Sal	pH	DO	SD	Chl-a	NO_3	NO_2	PO_4	SiO_2	濁度
log ZP	1																
log PP	0.042 ns	1															
log C-lar	0.366 ***	0.130 ***	1														
log S-lar	0.627 ***	0.062 ns	0.465 ***	1													
log F-egg	0.299 ***	0.152 ***	0.304 ***	0.067 *	1												
log F-lar	0.316 ***	0.030 ns	0.276 ***	0.363 ***	0.203 ***	1											
Temp	0.003 ns	0.260 ***	0.257 ***	-0.062 ns	0.397 ***	0.109 **	1										
Sal	-0.078 *	-0.296 ***	-0.247 ***	0.004 ns	-0.212 ***	0.002 ns	-0.600 ***	1									
pH	-0.257 ***	0.110 **	-0.103 **	-0.266 ***	0.029 ns	-0.135 ***	0.273 ***	-0.110 **	1								
DO	0.070 *	-0.011 ns	-0.136 ***	0.080 *	-0.185 ***	-0.058 ns	-0.402 ***	0.085 *	0.022 ns	1							
SD	0.030 ns	-0.176 ***	-0.092 **	-0.083 *	0.030 ns	0.066 ns	-0.007 ns	0.131 ***	-0.082 *	-0.109 **	1						
Chl-a	-0.029 ns	0.200 ***	0.086 *	0.024 ns	0.011 ns	-0.109 **	0.018 ns	-0.212 ***	0.105 **	0.016 ns	-0.371 ***	1					
NO_3	-0.130 ***	-0.222 ***	-0.096 **	-0.094 **	-0.164 ***	-0.101 **	-0.430 ***	0.218 ***	-0.275 ***	-0.032 ns	-0.058 ns	0.066 ns	1				
NO_2	0.000 ns	-0.102 **	-0.020 ns	0.041 ns	-0.108 **	-0.049 ns	-0.327 ***	0.287 ***	-0.115 **	0.088 *	-0.056 ns	0.088 *	0.302 ***	1			
PO_4	-0.173 ***	-0.015 ns	-0.067 ns	-0.127 ***	-0.052 ns	-0.117 ***	-0.295 ***	0.173 ***	0.187 ***	0.097 **	-0.154 ***	0.239 ***	0.351 ***	0.202 ***	1		
SiO_2	-0.031 ns	0.007 ns	-0.041 ns	-0.105 **	-0.026 ns	-0.102 **	-0.238 ***	-0.085 *	-0.181 ***	0.033 ns	-0.065 ns	0.049 ns	0.500 ***	0.144 ***	0.416 ***	1	
濁度	-0.087 *	-0.140 ***	-0.083 *	-0.094 **	-0.034 ns	-0.129 ***	-0.104 **	0.098 **	0.049 ns	-0.053 ns	-0.135 ***	0.094 **	0.178 ***	0.043 ns	0.117 **	0.029 ns	1

ZP : 浮游動物
PP : 浮游植物
Fegg : 魚卵
Flar : 仔稚魚
Clar : 蟹幼生
Slar : 蝦幼生
Temp : 溫度
Sal : 鹽度
pH : pH值
DO : 溶氧量
Chl-a : 葉綠素a

NH_3 : 氨氮
NO_3- : 硝酸鹽
NO_2- : 亞硝酸鹽
PO_4- : 磷酸鹽
SiO_2 : 矽酸鹽
BOD : 生化需氧量
SS : 懸浮物
SD : 透明度

表 6-3-2　第三核能發電廠附近海域的浮游生物豐度與氣候指數間之相關性分析 (ns : p > 0.05, * : p < 0.05, ** : p < 0.01, *** : p < 0.001)

	logZP	logPP	logClar	logSlar	logFegg	logFlar
logZP	1					
logPP	0.100 ns					
logClar	0.404 ***	0.274 **				
logSlar	0.700 ***	0.123 ns	0.460 ***			
logFegg	0.287 **	0.257 **	0.430 ***	0.163 ns		
logFlar	0.510 ***	0.103 ns	0.402 ***	0.499 ***	0.311 ***	
ONI	0.081 ns	0.071 ns	-0.010 ns	-0.006 ns	0.015 ns	0.160 ns
SOI	-0.056 ns	-0.059 ns	-0.045 ns	0.064 ns	-0.144 ns	-0.143 ns
PDO	0.152 ns	0.043 ns	-0.110 ns	-0.014 ns	0.157 ns	0.158 ns
ONI 過一月	0.056 ns	0.087 ns	-0.028 ns	-0.042 ns	0.032 ns	0.146 ns
SOI 過一月	0.090 ns	-0.002 ns	0.165 ns	0.169 ns	0.058 ns	-0.027 ns
PDO 過一月	0.145 ns	0.080 ns	-0.055 ns	-0.007 ns	**0.219** *	0.168 ns
ONI 過二月	0.033 ns	0.100 ns	-0.052 ns	-0.070 ns	0.029 ns	0.134 ns
SOI 過二月	0.104 ns	-0.130 ns	0.030 ns	0.178 ns	-0.060 ns	0.079 ns
PDO 過二月	0.054 ns	**0.191** *	0.002 ns	-0.057 ns	**0.249** **	0.082 ns
ONI 過三月	-0.011 ns	0.097 ns	-0.077 ns	-0.095 ns	0.014 ns	0.106 ns
SOI 過三月	-0.016 ns	-0.073 ns	0.011 ns	0.051 ns	0.015 ns	-0.081 ns
PDO 過三月	0.058 ns	**0.258** **	0.059 ns	-0.064 ns	**0.311** ***	0.119 ns
ONI 過四月	-0.059 ns	0.080 ns	-0.105 ns	-0.135 ns	-0.013 ns	0.072 ns
SOI 過四月	0.096 ns	-0.115 ns	0.153 ns	0.102 ns	0.070 ns	0.010 ns
PDO 過四月	0.031 ns	**0.217** *	0.014 ns	-0.128 ns	**0.276** **	0.044 ns

ONI (Oceanic Niño Index): 海洋聖嬰指數
SOI (Southern Oscillation Index):南方震盪指數
PDO (Pacific Decadal Oscillation):太平洋十年振盪指數

log: 取對數
ZP : 浮游動物
PP : 浮游植物
Clar : 蟹幼生
Slar : 蝦幼生
Fegg : 魚卵
Flar : 仔稚魚

表 6-4-1 Station 22 及 Station 24 於民國 94 -114 年間之營養鹽相對於入水口灣內及出水口南側小灣固定橫截線之底棲生物出現率迴歸關係表。
(x: p>0.05，無顯著迴歸相關)

底棲生物出現率	測站	PO_4			SiO_2			NO_3		
		0m	3m	10m	0m	3m	10m	0m	3m	10m
藻類	入水口	Y=77.84-116.10X; N=240; R^2=0.03	Y=77.92-113.66X; N=240; R^2=0.04	x	x	x	x	x	x	x
	出水口	x	x	Y=74.39-57.28X; N=243; R^2=0.04	x	x	x	x	x	x
珊瑚	入水口	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	出水口	x	x	x	x	x	x	x	x	x
海葵	入水口	Y=34.95+61.67X; N=242; R^2=0.02	Y=34.47+68.33X; N=239; R^2=0.03	x	x	x	x	x	Y=37.17+5.10X; N=236; R^2=0.01	x
	出水口	x	x	x	x	x	x	x	x	x
軟珊瑚	入水口	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	出水口	x	x	x	x	x	x	x	x	x
軟體動物	入水口	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	出水口	x	x	x	x	x	x	x	x	x
棘皮動物	入水口	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	出水口	x	x	x	x	x	x	x	x	x
海綿	入水口	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	出水口	x	x	x	Y=-0.49+0.40X; N=242; R^2=0.09	x	Y=0.09+0.14X; N=242; R^2=0.02	x	x	x
珊瑚白化	入水口	x	x	x	x	Y=2.96+2.94X; N=239; R^2=0.02	Y=1.86+2.94X; N=239; R^2=0.05	x	x	Y=7.76+2.80X; N=233; R^2=0.02
	出水口	Y=1.63+20.38X; N=242; R^2=0.02	x	x	x	x	x	x	x	x

表 6-4-2 Station 20、Station 22 及 Station 24 於民國 92 -114 年間之營養鹽相對於對照站 (SNS)、入水口及出水口南側小灣之底棲動物著生率迴歸關係表。 (x: p>0.05，無顯著迴歸相關)

底棲動物	測站	PO_4			SiO_2			NO_3		
		0m	3m	10m	0m	3m	10m	0m	3m	10m
藤壺	入水口	Y=0.02-0.13X; N=89; R^2=0.04	x	x	x	x	x	x	x	x
	出水口	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	對照站(SNS)	x	x	x	x	x	x	x	x	x
海鞘	入水口	x	x	x	x	x	x	x	x	Y=0.03-0.01X; N=87; R^2=0.04
	出水口	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	對照站(SNS)	x	x	x	x	x	x	Y=0.08-0.03X; N=76; R^2=0.04	Y=0.08-0.05X; N=76; R^2=0.05	x
苔蘚蟲	入水口	x	x	x	x	x	x	Y=0.14+0.10X; N=88; R^2=0.10	x	x
	出水口	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	對照站(SNS)	x	x	x	x	x	x	x	x	x
多毛蟲	入水口	Y=0.42-0.93X; N=88; R^2=0.04	x	x	x	x	x	x	x	x
	出水口	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	對照站(SNS)	Y=0.14+1.01X; N=76; R^2=0.06	x	x	x	x	x	x	x	x
軟體動物	入水口	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	出水口	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	對照站(SNS)	x	x	x	x	x	x	x	x	x
珊瑚	入水口	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	出水口	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	對照站(SNS)	x	x	x	x	Y=-0.001+0.001X; N=76; R^2=0.04	x	x	x	x

表 6-4-3 入水口 (Influ-2) 樽海鞘出現之季別與歷年 (民國 92-114 年) 相關次別之的底棲動物著生率、水溫資料、測站 22 的水文水質及動物性浮游生物相之觀測項目 (註 1) 差異比較表。

樽海鞘大量出現之時間	較歷年為高之觀測項目	較歷年為低之觀測項目
102/8/25		
102 年第 3 次 vs. 歷年第 3-4 次	濁度 (2.2 vs. 0-1.8 NTU) 其他十足類豐度 (12,956 vs. 0-4,080 個數/1000m^3) 放射蟲豐度 (249,789 vs. 0-118,621 個數/1000m^3)	DON (0.02 vs. 0.04-4.26 mg/L)
103/05/22		
103 年第 2 次 vs. 歷年第 2-3 次	有孔蟲豐度 (316,251 vs. 1,756-255,925 個數/1000m^3) 頭足類幼生豐度 (1,198 vs. 0-1,164 個數/1000m^3)	—

註 1：水文水質包含 0-10 m 的溫度、鹽度、 pH、 DO、可見度、 NO_3^-、 NO_2^-、 PO_4^{3-}、 SiO_2、 chl.a、 DON 及 濁度等共 12 項；表層及垂直水層之動物性浮游生物相有夜光蟲、有孔蟲、放射蟲、水母、管水母、櫛水母、枝角類、橈足類幼生、哲水蚤、劍水蚤、猛水蚤、端腳類、大眼幼生、蟹幼生、蝦幼生、糠蝦類、磷蝦類、櫻蝦類、螢蝦類、其他十足類、介形類、翼足類、異足類、頭足類幼生、二枚貝幼生、毛顎類、有尾類、海樋類、多毛類、藤壺幼生、棘皮動物幼生、魚卵、仔稚魚及其他等共有 34 項；底棲動物包括藤壺、海鞘、苔蘚蟲、多毛蟲、貝類及珊瑚等 6 項；水溫資料有季最高日溫、季最低日溫、季平均日溫、季平均最高日溫、季平均最低日溫、季最大日溫差及季平均日溫差等 7 項。

表6-5-1 各測站主要魚種平均出現數量及魚種相似度百分比

學名/中文名稱	測站 1	測站 2	測站 3	測站 4	測站 5
Abudefduf vaigiensis 條紋豆娘魚	18.02	13.51			5.31
Acanthurus dussumieri 杜氏刺尾鯛			1.22	0.93	
Acanthurus nigrofuscus 褐斑刺尾鯛	16.8	5.18	9.31	7.03	11.09
Acanthurus triostegus 橫帶刺尾鯛				8.56	
Ctenochaetus binotatus 雙斑櫛齒刺尾魚	3.34		2.65	2.02	2.80
Naso lituratus 黑背鼻魚	1.79				
Naso unicornis 單角鼻魚			1.05	3.33	
Zebrasoma scopas 小高鰭刺尾魚	2.77		1.41		1.95
Caesio caerulaurea 烏尾冬		5.16		5.52	
Pterocaesio digramma 雙帶鱗鰭烏尾鮗	29.98		16.62	2.29	16.3
Meiacanthus grammistes 黑帶稀棘鰷			1.00	1.02	1.15
Chaetodon argentatus 銀身蝴蝶魚			0.8	0.81	0.89
Chaetodon auriga 揚旛蝴蝶魚		1.8			
Chaetodon auripes 耳帶蝴蝶魚	1.54		1.08	0.82	1.13
Chaetodon citrinellus 密點蝴蝶魚	1.41		1.01	0.59	2.2
Chaetodon kleinii 克氏蝴蝶魚	11.88		3.93	2.21	7.35
Chaetodon lunulatus 弓月蝴蝶魚	1.63		1.71	1.62	1.15
Chaetodon punctatofasciatus 點斑橫帶蝴蝶魚	2.89		1.36		1.79
Chaetodon speculum 鏡斑蝴蝶魚	0.99		1.55	2.77	1.34
Chaetodon unimaculatus 一點蝴蝶魚	1.40		1.04		
Chaetodon vagabundus 飄浮蝴蝶魚	1.27	1.82	2.36	1.65	1.74
Anampses twistii 雙斑阿南魚				0.49	
Bodianus mesothorax 中胸狐鯛			0.6		
Cheilinus trilobatus 三葉唇魚				0.79	
Gomphosus varius 染色尖嘴魚			1.52	1.18	
Halichoeres hortulanus 雲斑海豬魚	1.37		1.48	1.48	1.47
Labroides dimidiatus 裂唇魚	3.07	2.52	1.55	1.38	2.37
Thalassoma amblycephalus 鈍頭葉鯛	13.42		8.36	5.00	9.99
Thalassoma hardwicke 哈氏錦魚		5.45	1.40	3.09	
Thalassoma jansenii 詹氏葉鯛			1.31		
Thalassoma lunare 新月錦魚		2.35			
Thalassoma lutescens 胸斑錦魚	7.36		6.76	6.25	7.48
Thalassoma quinquevittatum 五帶錦魚	4.82				

續表6-5-1 各測站主要魚種平均出現數量及魚種相似度百分比

學名/中文名稱	測站 1	測站 2	測站 3	測站 4	測站 5
Lutjanus fulvus 黃足笛鯛		18.89		0.71	
Lutjanus kasmira 四線笛鯛		11.54			
Lutjanus quinquelineatus 五線笛鯛		28.99			
Mulloidichthys flavolineatus 黃線擬鬚鯛		4.58		1.96	
Mulloidichthys vanicolensis 金帶擬鬚鯛		8.49			3.22
Parupeneus multifasciatus 多帶海緋鯉	1.31		1.35	1.46	1.82
Neoniphon sammara 莎姆金鱗魚		11.87			
Pempheris oualensis 烏伊蘭擬金眼鯛	2.70	9.18			
Amblyglyphidodon curacao 橘鈍寬刻齒雀鯛		14.79			
Amphiprion clarkii 克氏雙鋸魚	1.71		1.33	1.38	2.24
Chromis margaritifer 二色光鰓雀鯛	15.87	4.29	18.52	7.29	16.21
Chromis ternatensis 三葉光鰓雀鯛	5.63	3.36	2.64	1.07	6.26
Chromis viridis 藍綠光鰓雀鯛		35.09			
Dascyllus aruanus 三帶圓雀鯛		2.35			
Dascyllus reticulatus 網紋圓雀鯛	11.33	98.76	9.2	5.55	8.75
Dascyllus trimaculatus 三斑圓雀鯛	5.91	9.22	2.46	1.22	2.89
Neoglyphidodon melas 黑副雀鯛	1.51	6.84	2.09	2.27	1.55
Neoglyphidodon nigroris 黑褐副雀鯛		6.93	1.33	1.99	
Plectroglyphidodon johnstonianus 約島氏固曲齒鯛				0.87	
Plectroglyphidodon lacrymatus 珠點固曲齒鯛			0.69	0.99	
Pomacentrus philippinus 菲律賓雀鯛			1.20	1.02	0.87
Pomacentrus vaiuli 王子雀鯛				0.81	1.00
Stegases fasciolatus 藍紋高身雀鯛				1.60	
Lagocephalus gloveri 克氏兔頭鮐			0.66	0.88	0.73
Pseudanthias squamipinnis 長棘花鮨	29.34		3.02		16.41
Ptereleotris evides 瑰麗凹尾塘鱧			0.68	0.99	
Labracinus cyclophthalmus 環眼准雀鯛		1.11		0.57	
Centropyge vrolickii 伏羅氏蓋刺魚	2		1.29	0.52	1.74
Pomacanthus semicirculatus 疊波蓋刺魚			0.92		0.97
Pygoplites diacanthus 甲尻魚			0.73		0.78
Cephalopholis urodeta 尾紋九刺鮨	1.01				
Chlorurus sordidus 藍頭綠鸚哥魚				1.44	
Scarus forsteni 福氏鸚哥魚	2.02		1.35	1.13	1.87

續表6-5-1 各測站主要魚種平均出現數量及魚種相似度百分比

學名/中文名稱	測站 1	測站 2	測站 3	測站 4	測站 5
Scarus schlegeli 史氏鸚哥魚	1.4		1.37	2.54	
Scolopsis bilineata 雙帶眶棘鱸	1.65		0.52	0.70	0.82
Siganus fusescens 褐藍子魚		7.16	3.89	5.16	
Sphyraena flavicauda 黃尾金梭魚			12.90	12.88	
Canthigaster valentini 瓦氏尖鼻魨			0.63	0.91	0.7
Zanclus cornutus 角鐮魚	6.27	4.44	3.64	3.33	5.36
測站內魚種相似度%	23.3	28.3	20.6	16.8	21.8

表6-5-2第三核能發電廠附近海域環境因素分析

measured variable	1	2	3
Nitrate 硝酸鹽	0.823	0.312	-0.039
Silicate 矽酸鹽	0.780	-0.120	0.047
Phosphate 磷酸鹽	0.744	0.186	0.187
Temperature 溫度	-0.298	-0.854	-0.106
dissolved oxygen 溶氧	-0.136	0.513	0.617
Salinity 鹽度	0.099	0.819	-0.323
chlorophyll a 葉綠素 a	0.269	-0.203	0.699
Transparency 透明度	-0.054	0.048	-0.772
eigenvalue	2.51	1.71	1.29
variance %	31.38%	21.32%	16.10%
cumulated variance %	31.38%	52.70%	68.80%

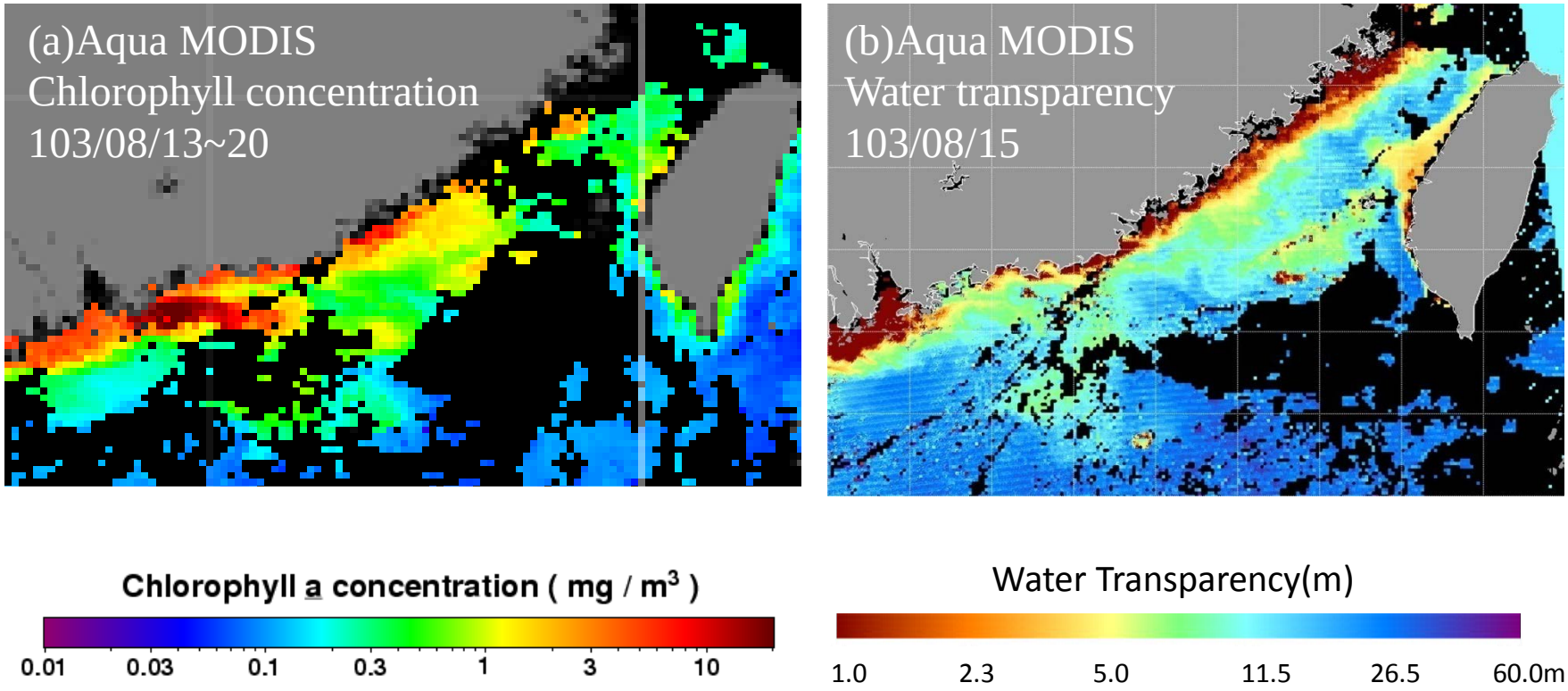


圖6-2-1 民國103年8月珠江口至台灣海峽 (a) 衛星葉綠素甲與 (b) 透明度之圖像。

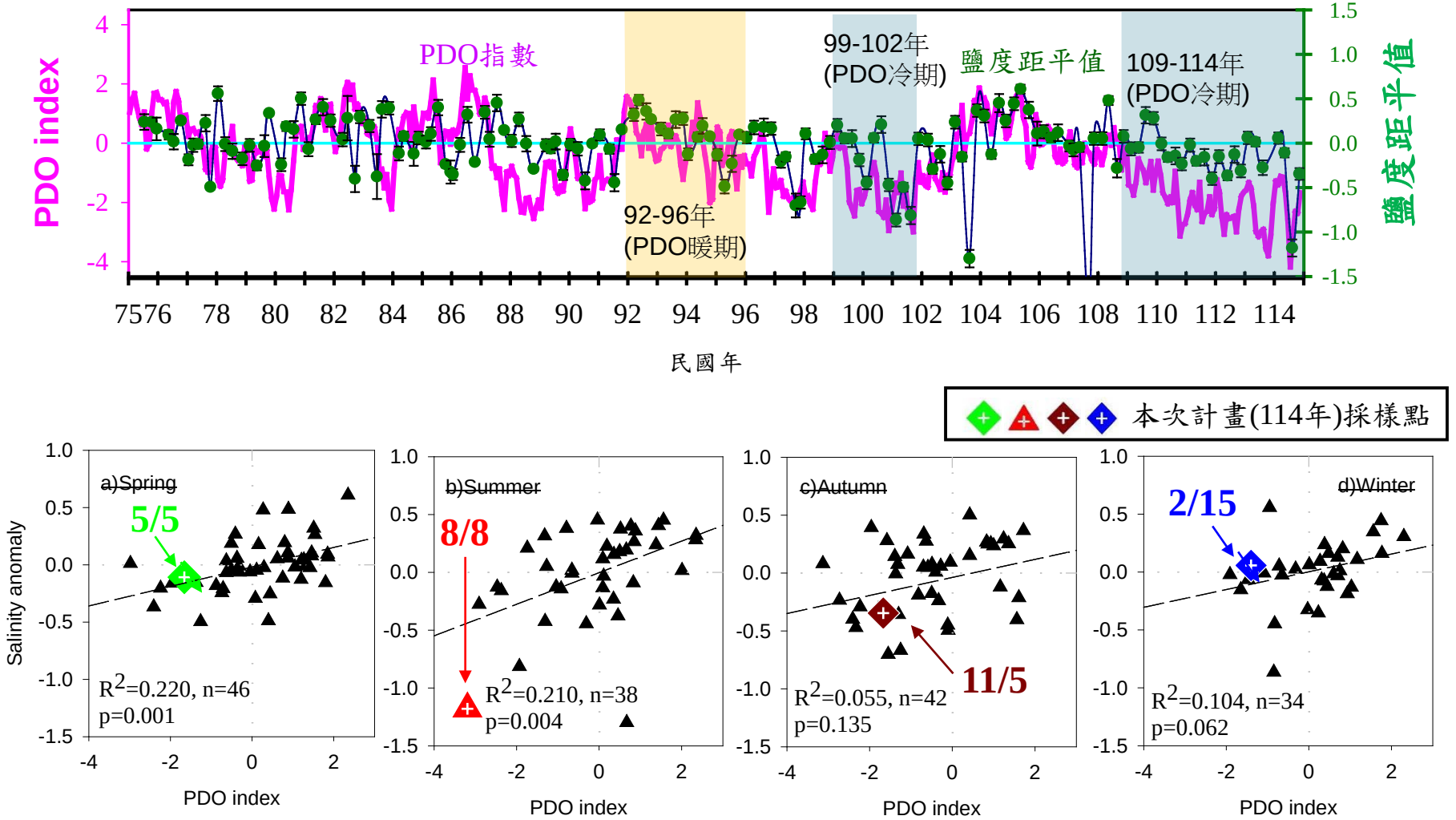


圖6-2-2 民國75年7月~114年12月第三核能發電廠附近海域鹽度距平值 (當月測值-歷年月平均值) 之 a) 逐年變化圖以及 b) 不同季節與PDO之相關性。

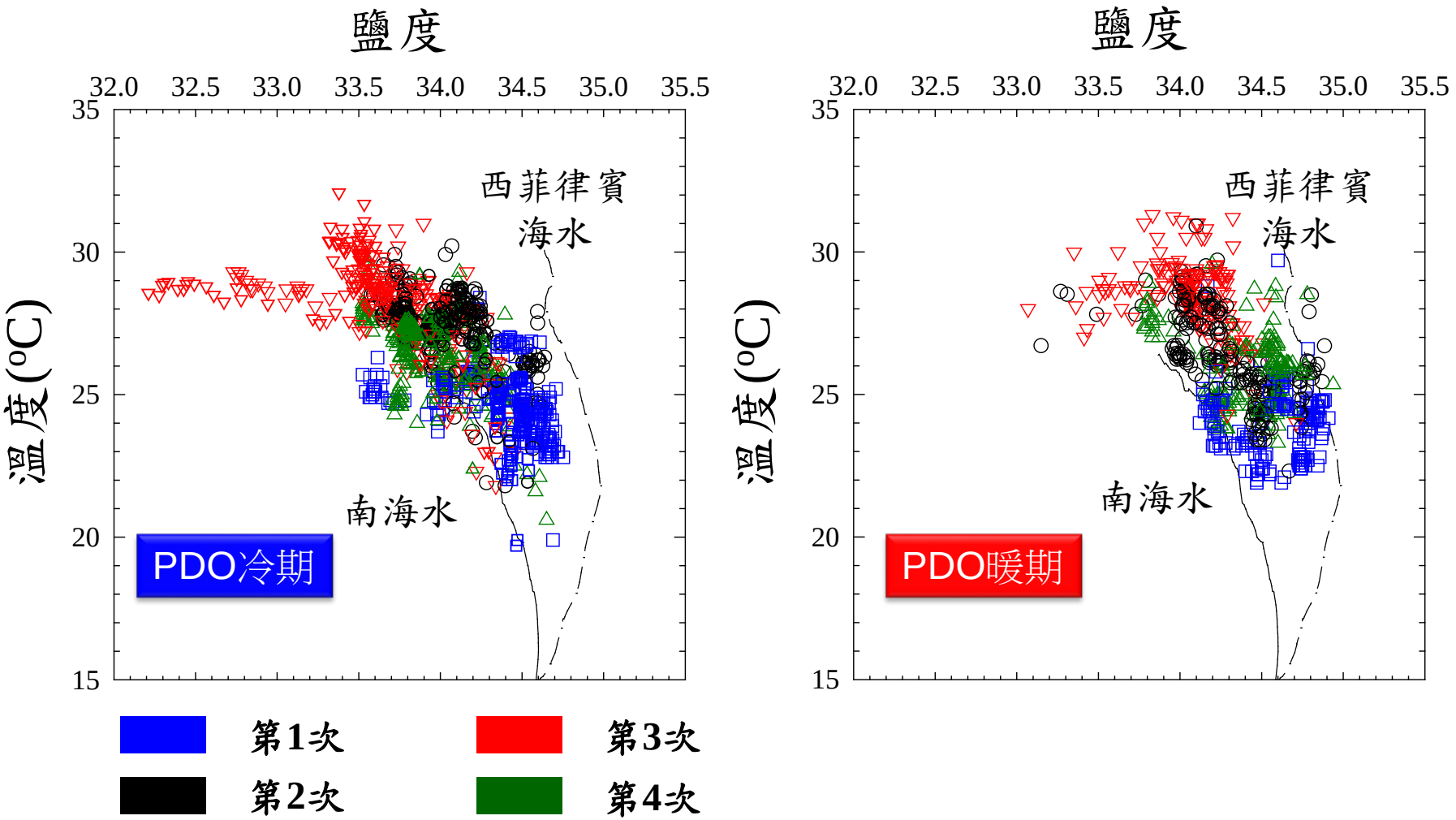


圖6-2-3 本海域於PDO冷、暖相時之溫鹽變化圖

~pH~

表水(0m)

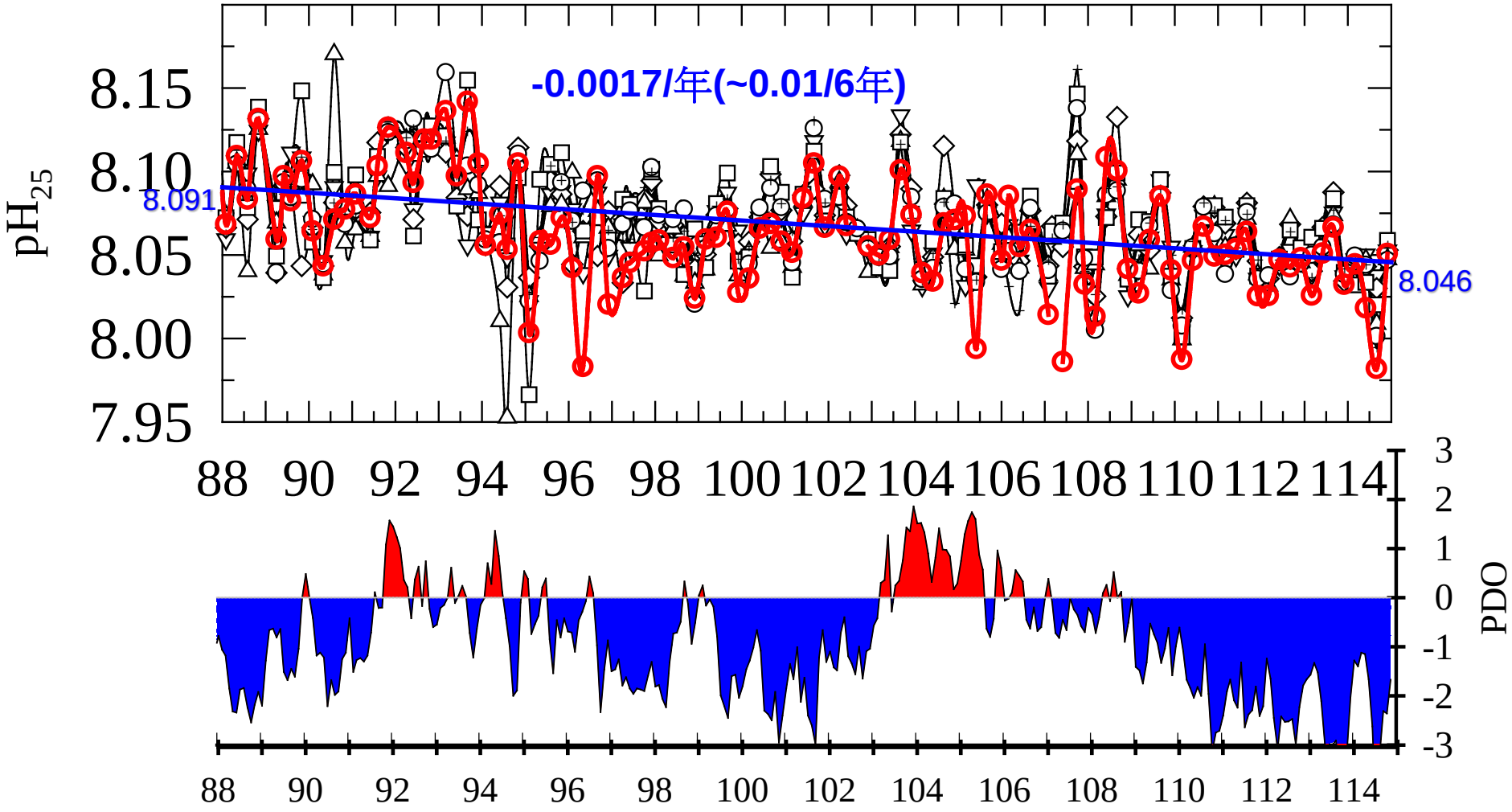


圖6-2-4 本海域表水pH逐年變化圖與PDO 指數之相關性。

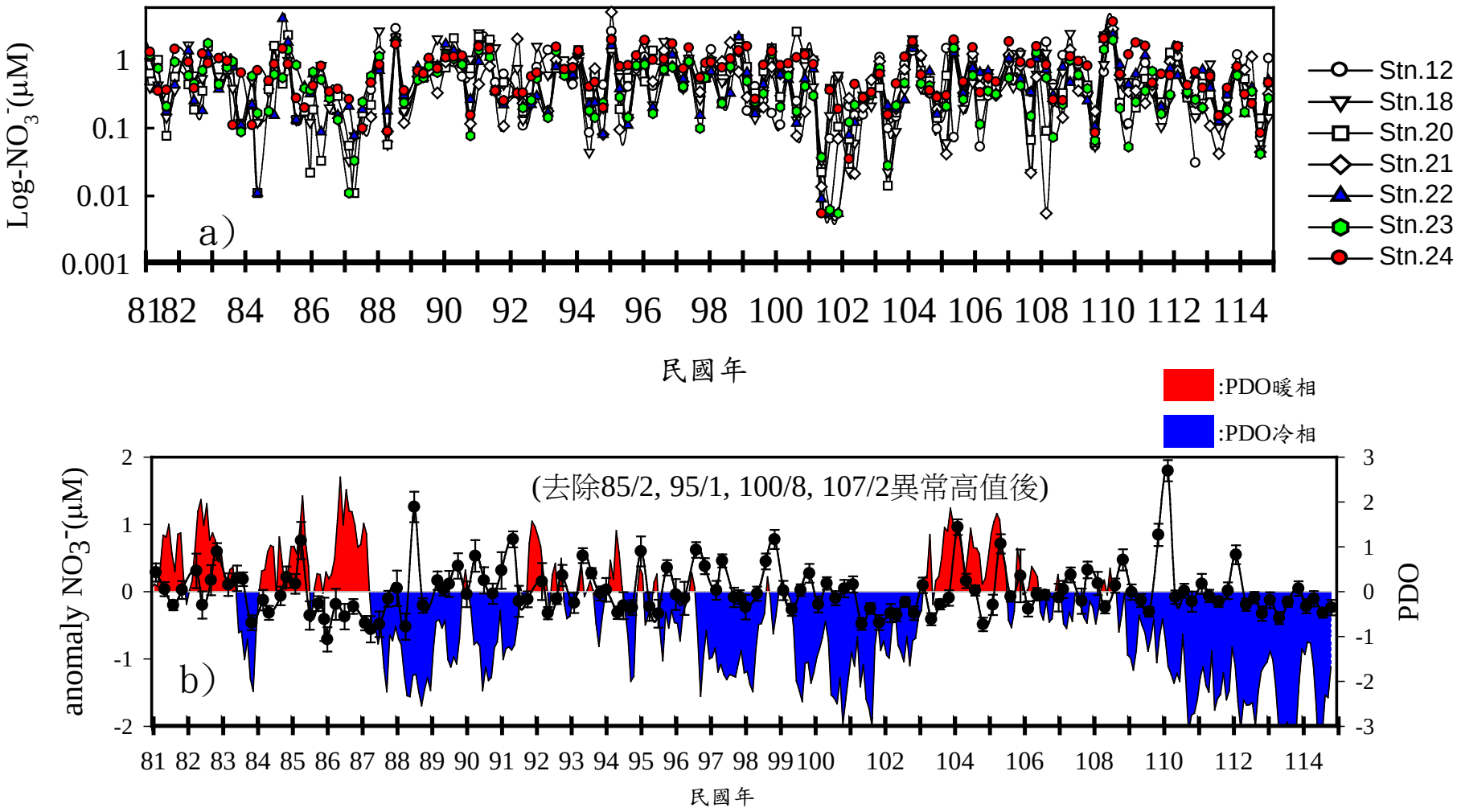


圖6-2-5 本海域a) 硝酸鹽逐年變化圖以及b) 硝酸鹽距平值與PDO之變化圖。

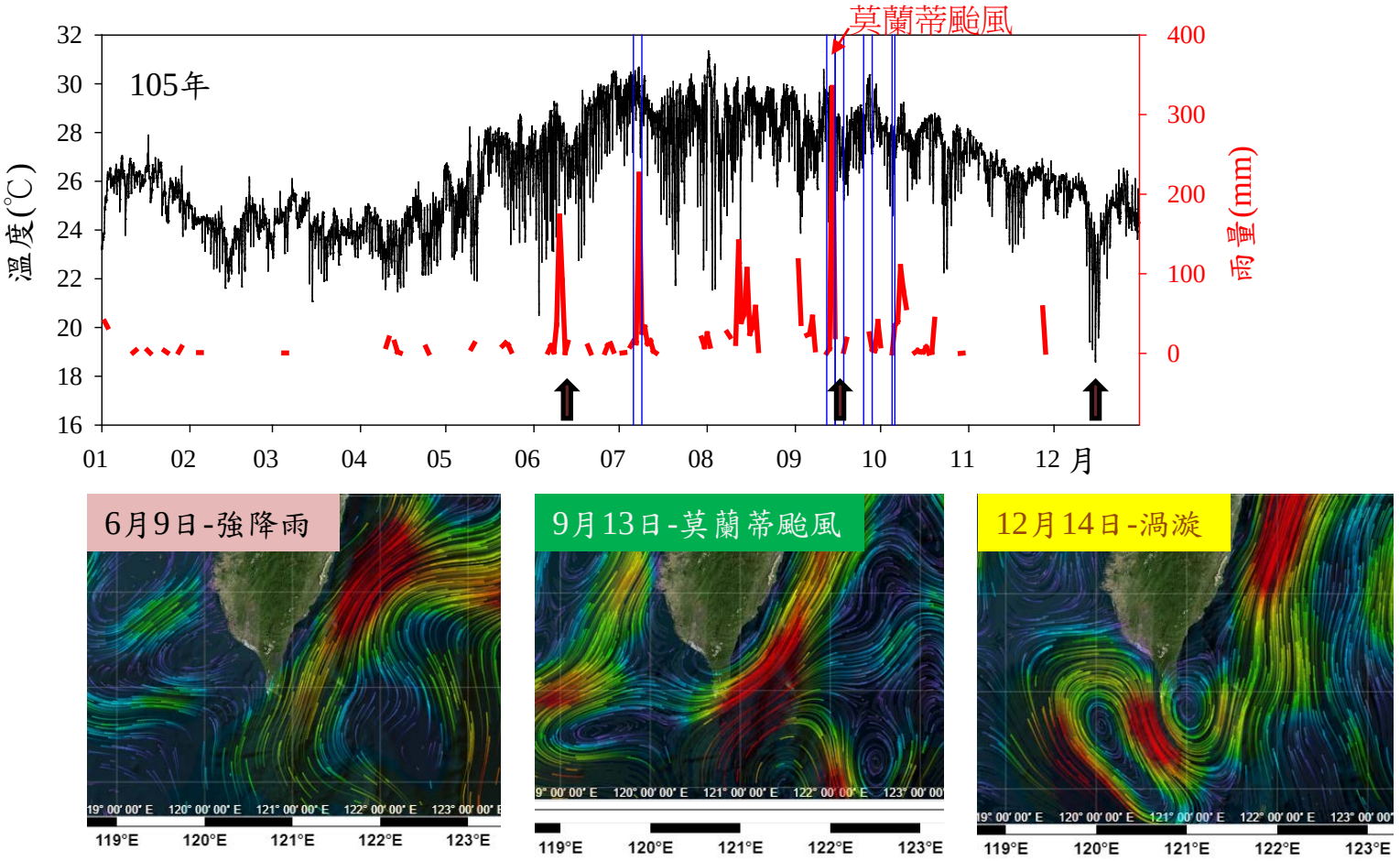


圖6-2-6 南灣海域水溫下降與強降雨、颱風、渦漩之關係

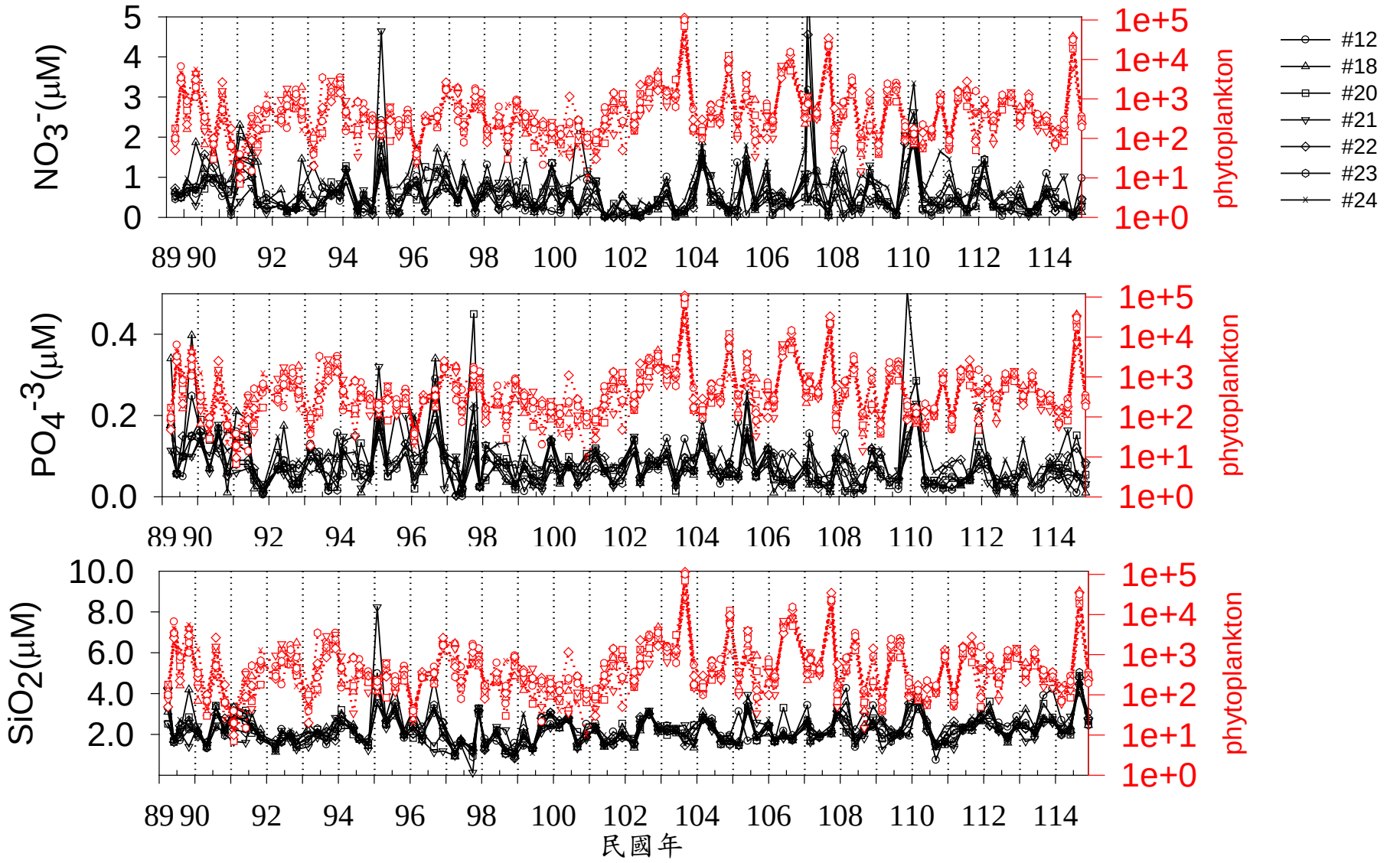


圖6-2-7 營養鹽 (實線) 與表層植浮 (虛線) 隨著時間之變化圖

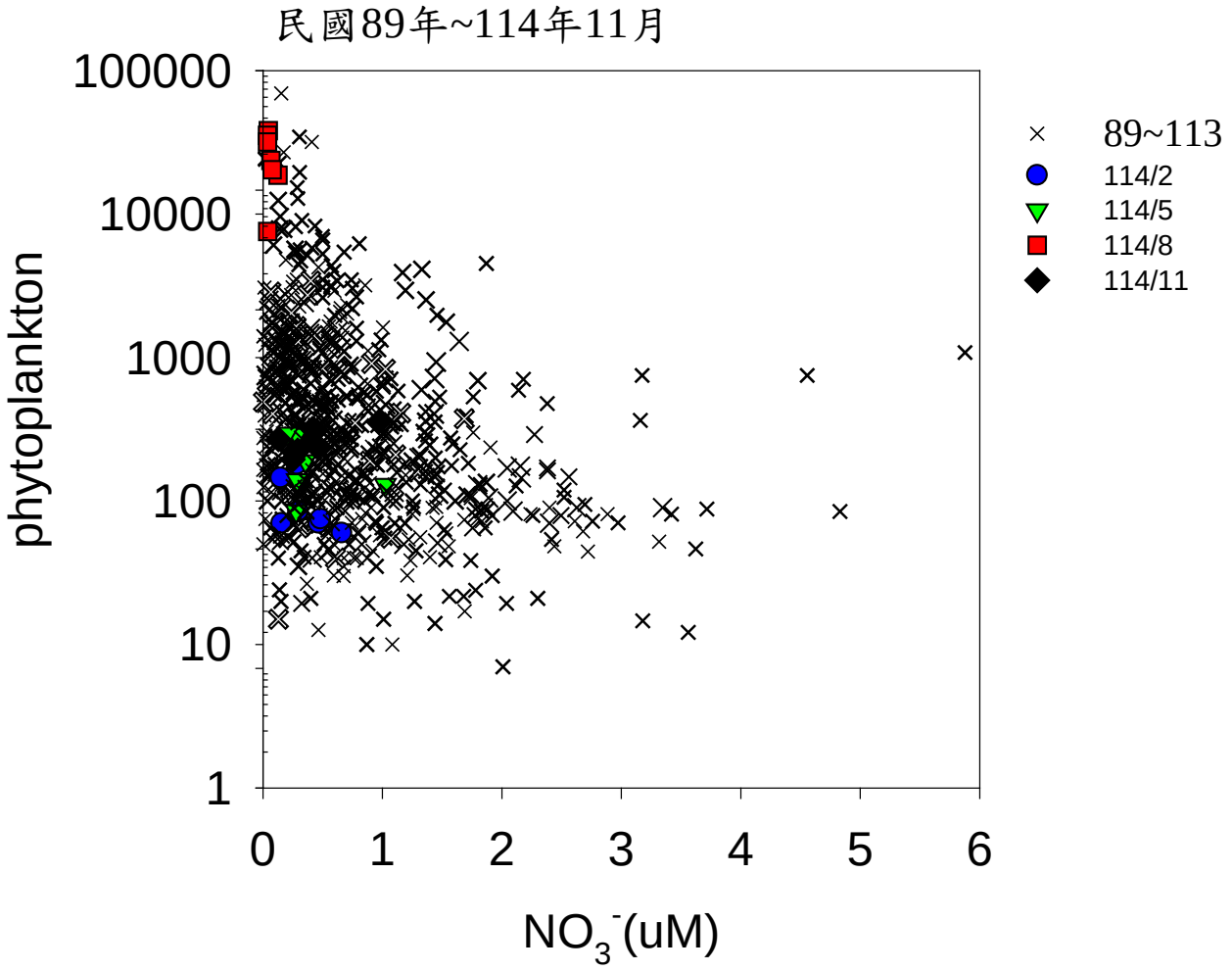
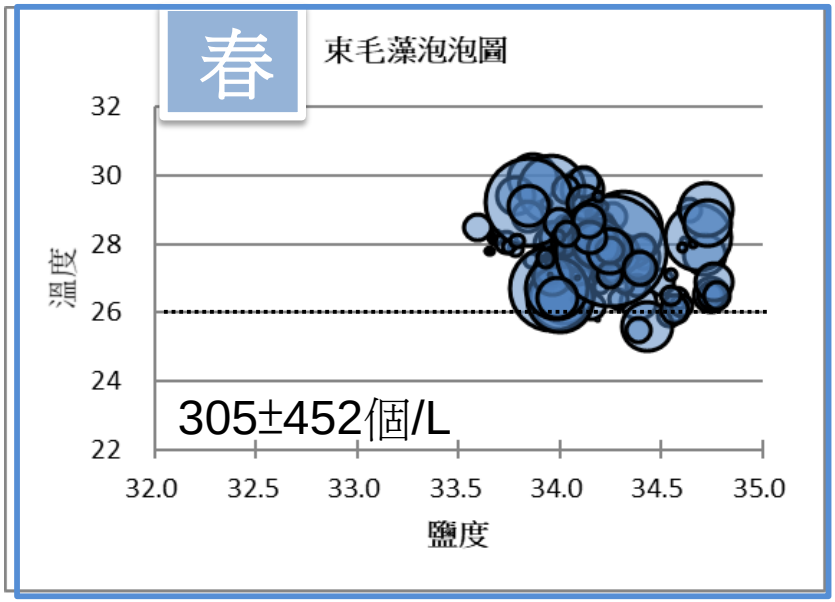
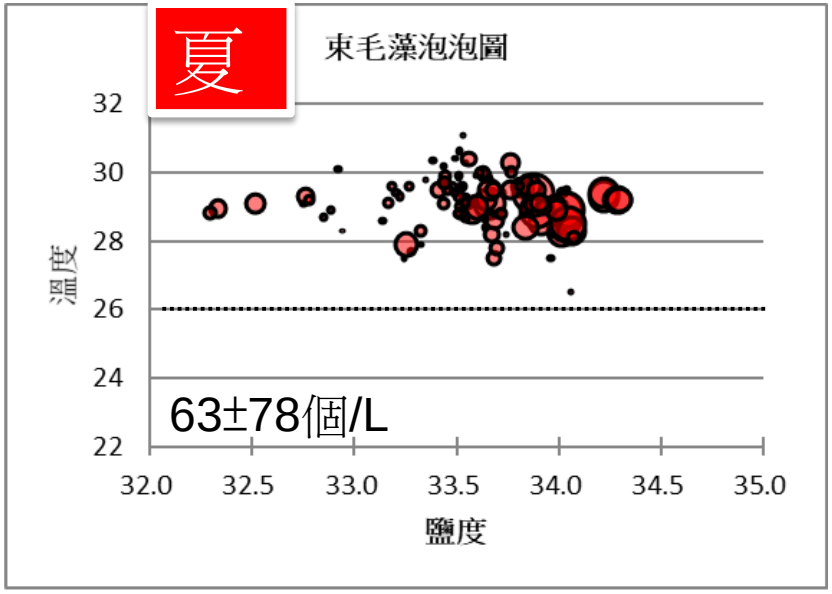
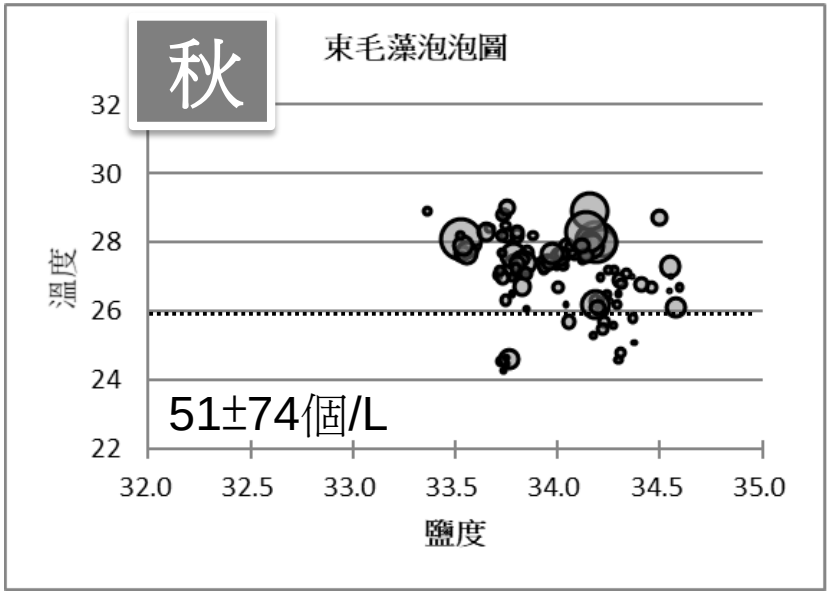


圖6-2-8 表層植浮與營養鹽之相關圖







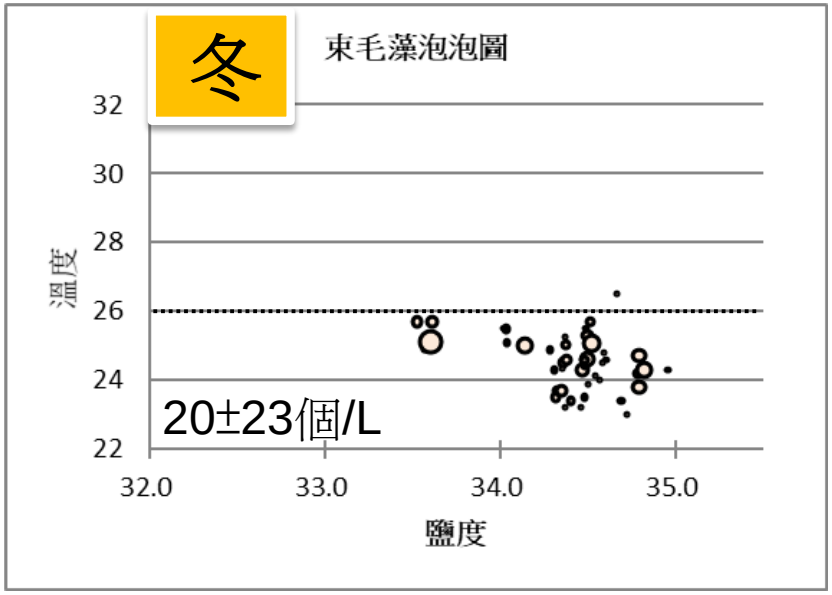
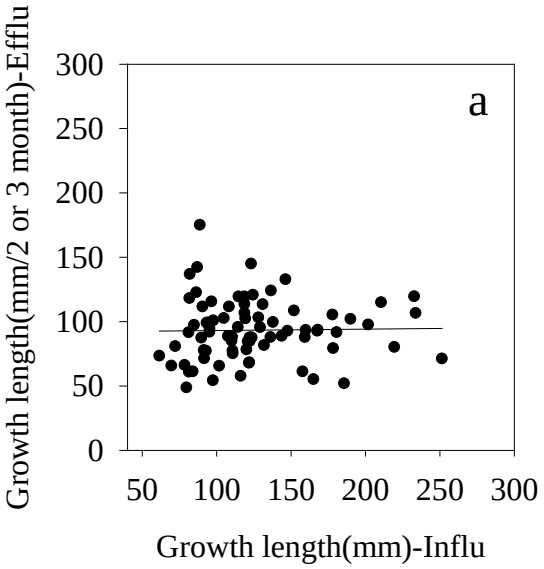
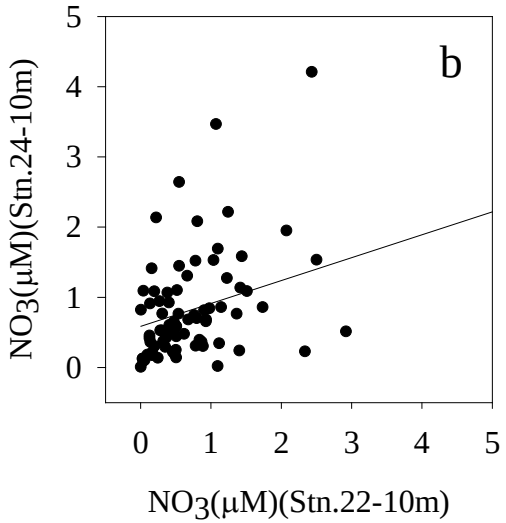


圖6-2-9 束毛藻四季數量之變化





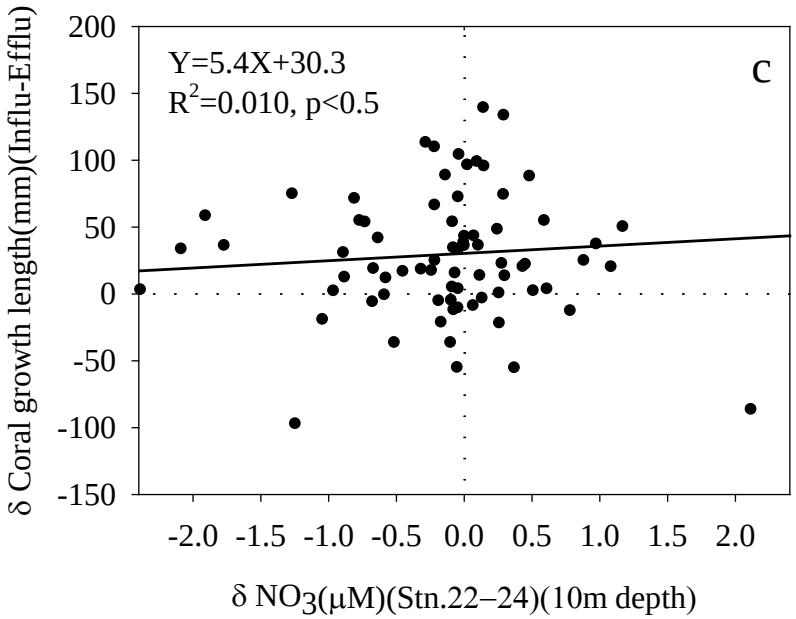


圖6-2-10 珊瑚生長於入、出水口與硝酸鹽濃度之比較

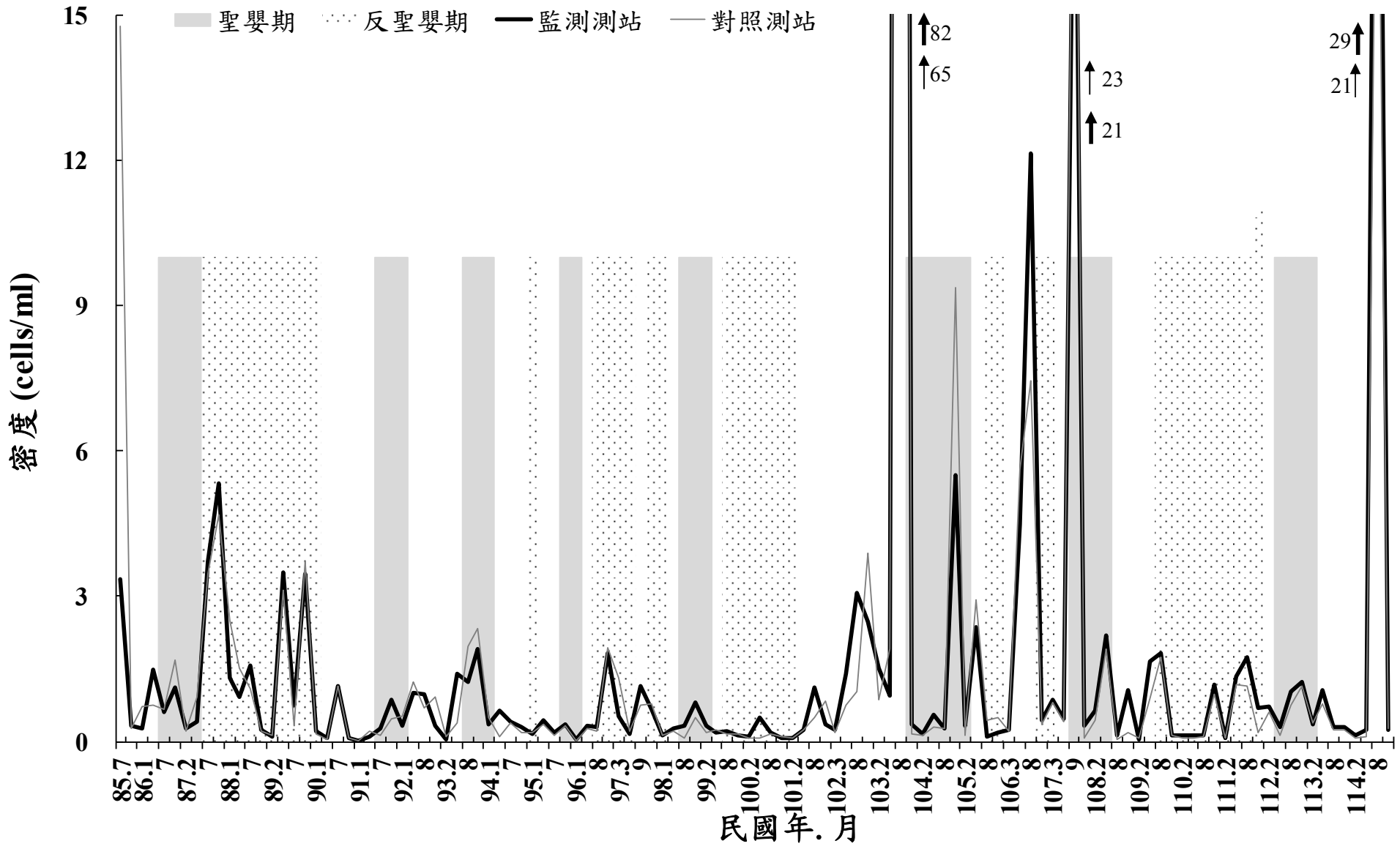


圖 6-3-1　民國 85 年 7 月至 114 年 11 月第三核能發電廠附近海域監測和對照測站植物性浮游生物(>55μm)各大類之密度

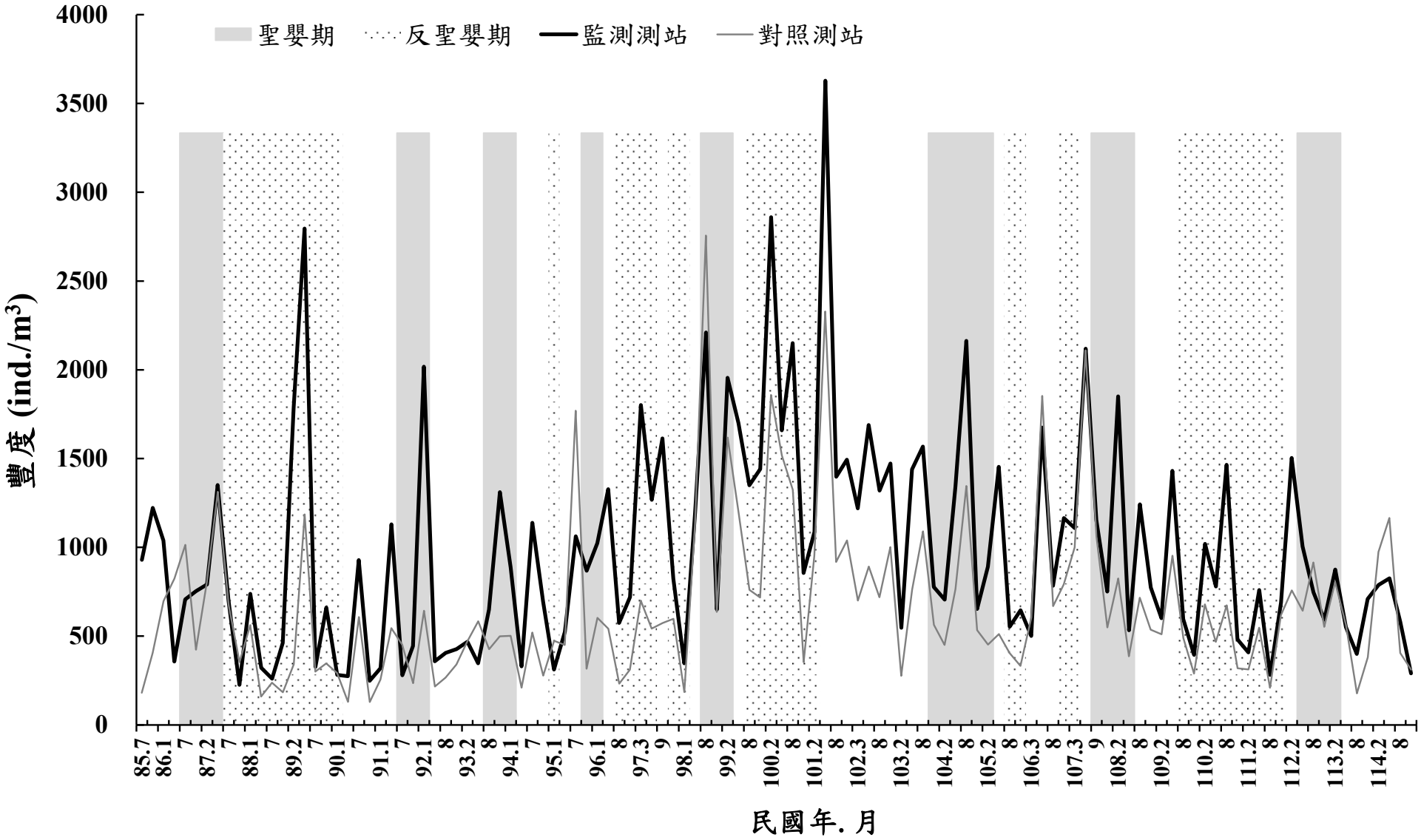


圖 6-3-2　民國 85 年 7 月至 114 年 11 月第三核能發電廠附近海域監測和對照測站動物性浮游生物各大類之豐度

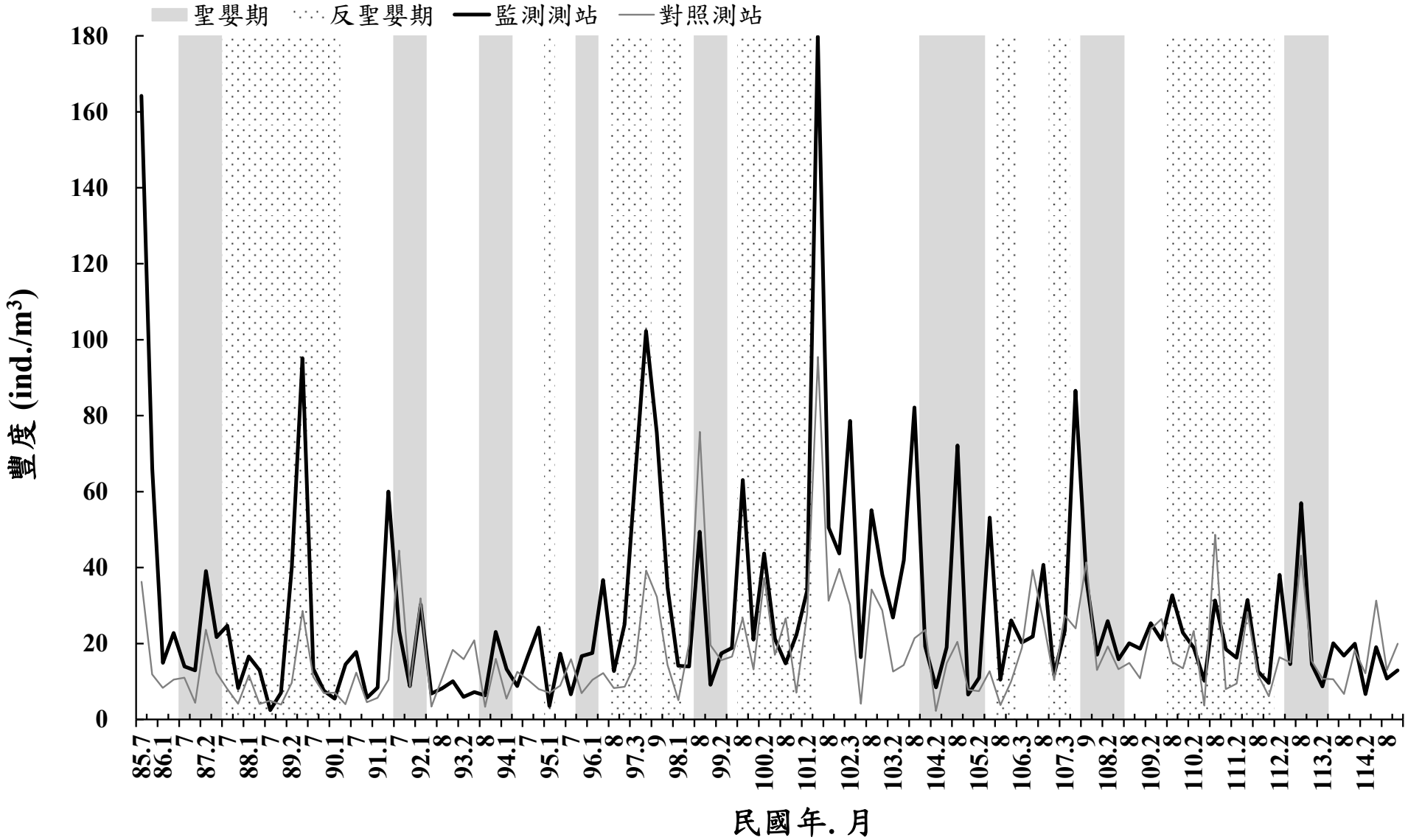


圖 6-3-3　民國 85 年 7 月至 114 年 11 月第三核能發電廠附近海域監測和對照測站蝦蟹幼生之豐度

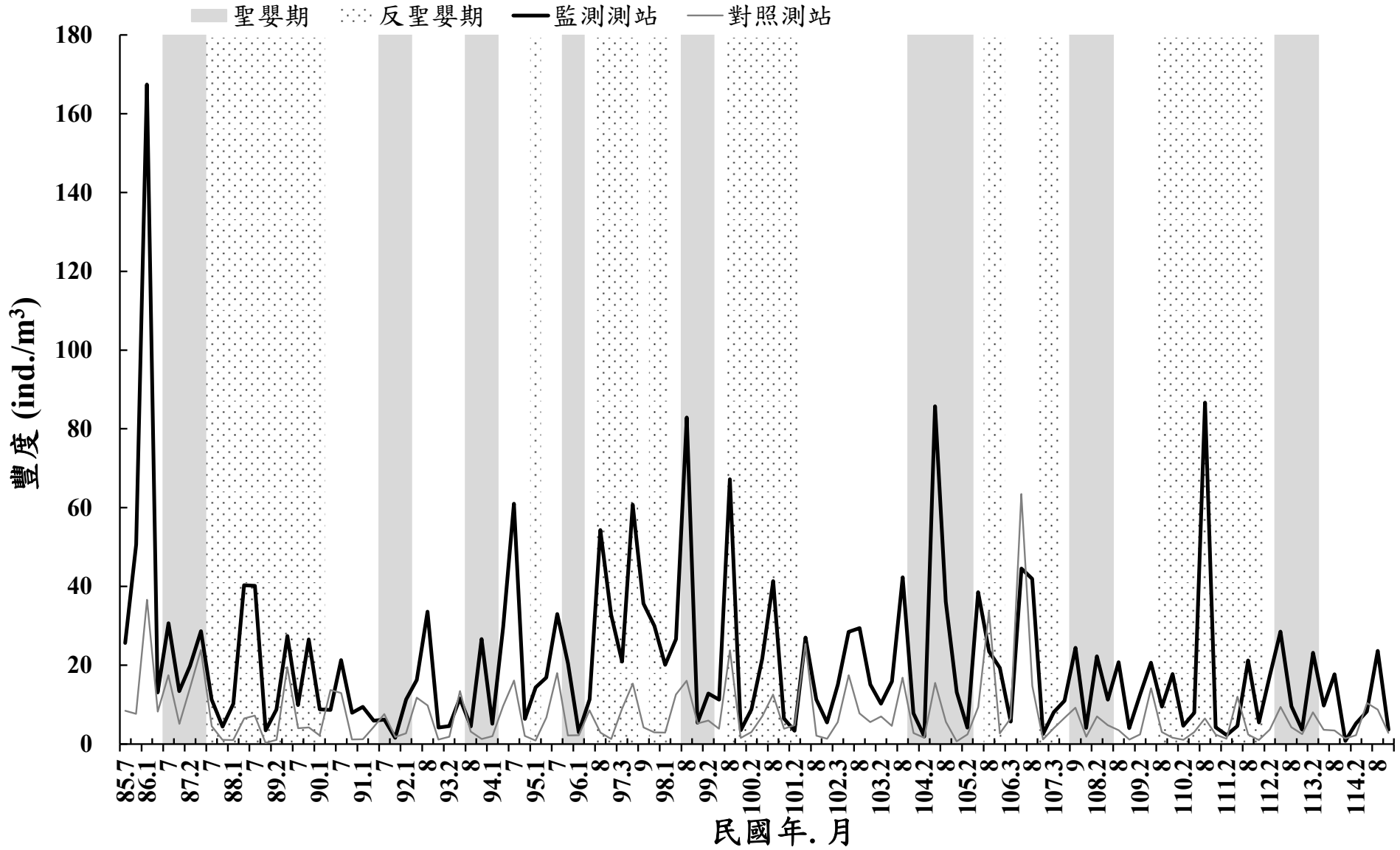


圖 6-3-4　民國 85 年 7 月至 114 年 11 月第三核能發電廠附近海域監測和對照測站魚卵及仔魚之豐度

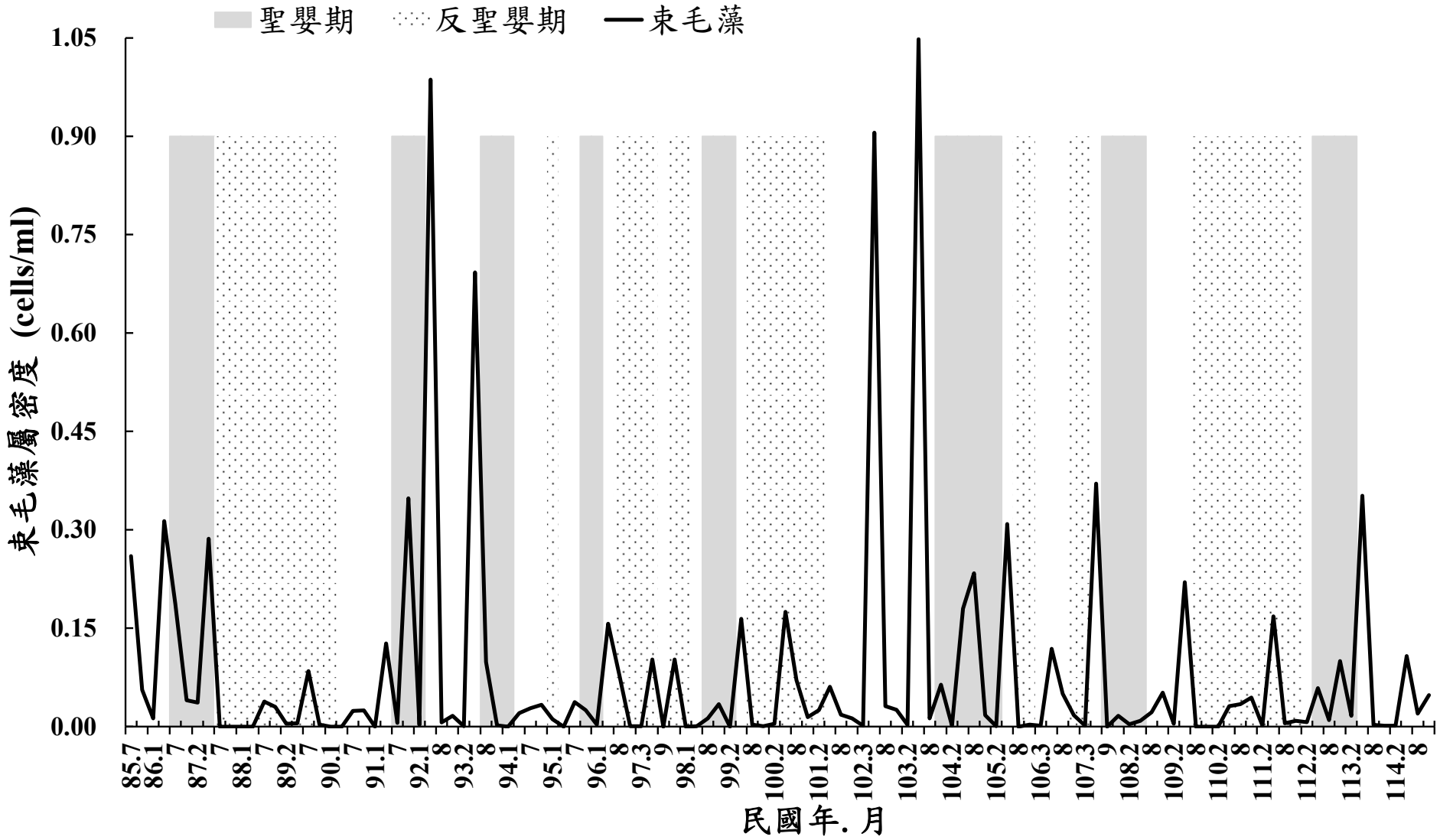


圖 6-3-5　民國 85 年 7 月至 114 年 11 月第三核能發電廠附近海域束毛藻屬密度之變化

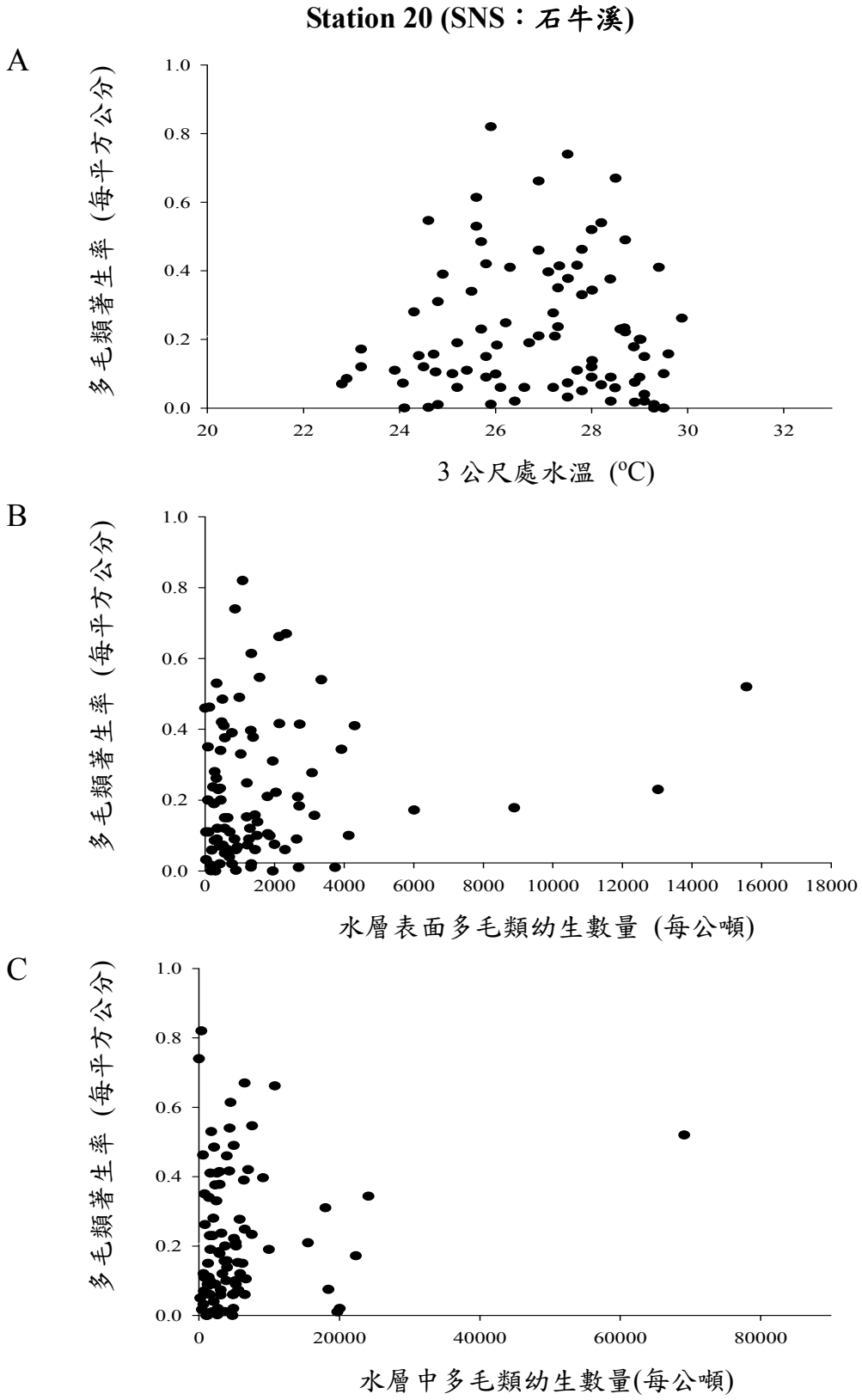


圖 6-4-1 Station 20 (SNS：石牛溪) A.水溫變化與多毛類幼生在附著板著生情形之迴歸關係 (N=90; p>0.05)；B.多毛類在水表層之浮游幼生豐度與其在附著板著生情形之迴歸關係 (N=90; p>0.05)；C.多毛類在水層中之浮游幼生豐度與其在附著板著生情形之迴歸關係 (N=90; p>0.05)。

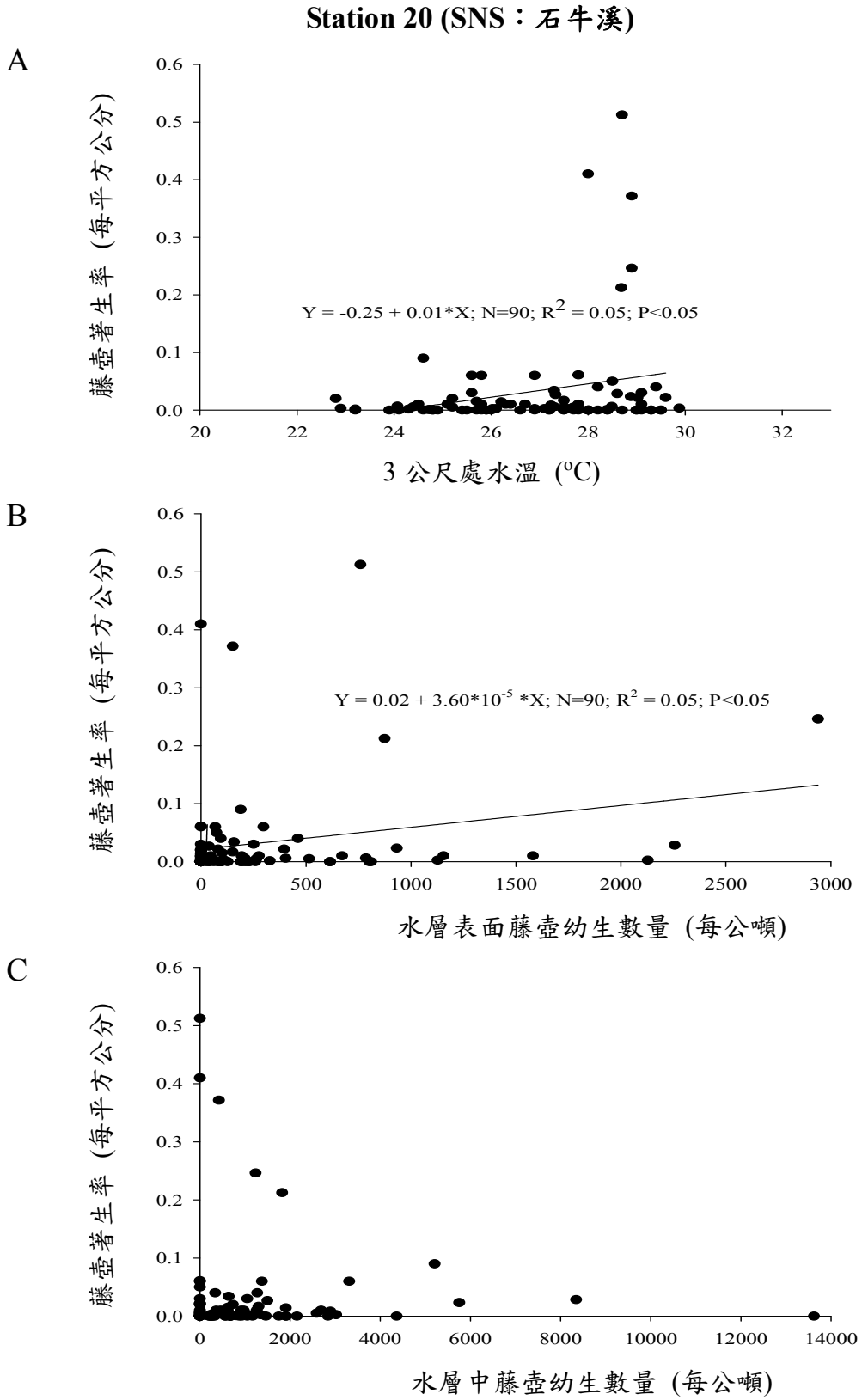


圖 6-4-2 Station 20 (SNS：石牛溪) A.水溫變化與藤壺幼生在附著板著生情形之迴歸關係 (N=90; p<0.05)；B.藤壺在水表層之浮游幼生豐度與其在附著板著生情形之迴歸關係 (N=90; p<0.05)；C.藤壺在水層中之浮游幼生豐度與其在附著板著生情形之迴歸關係 (N=90; p>0.05)。

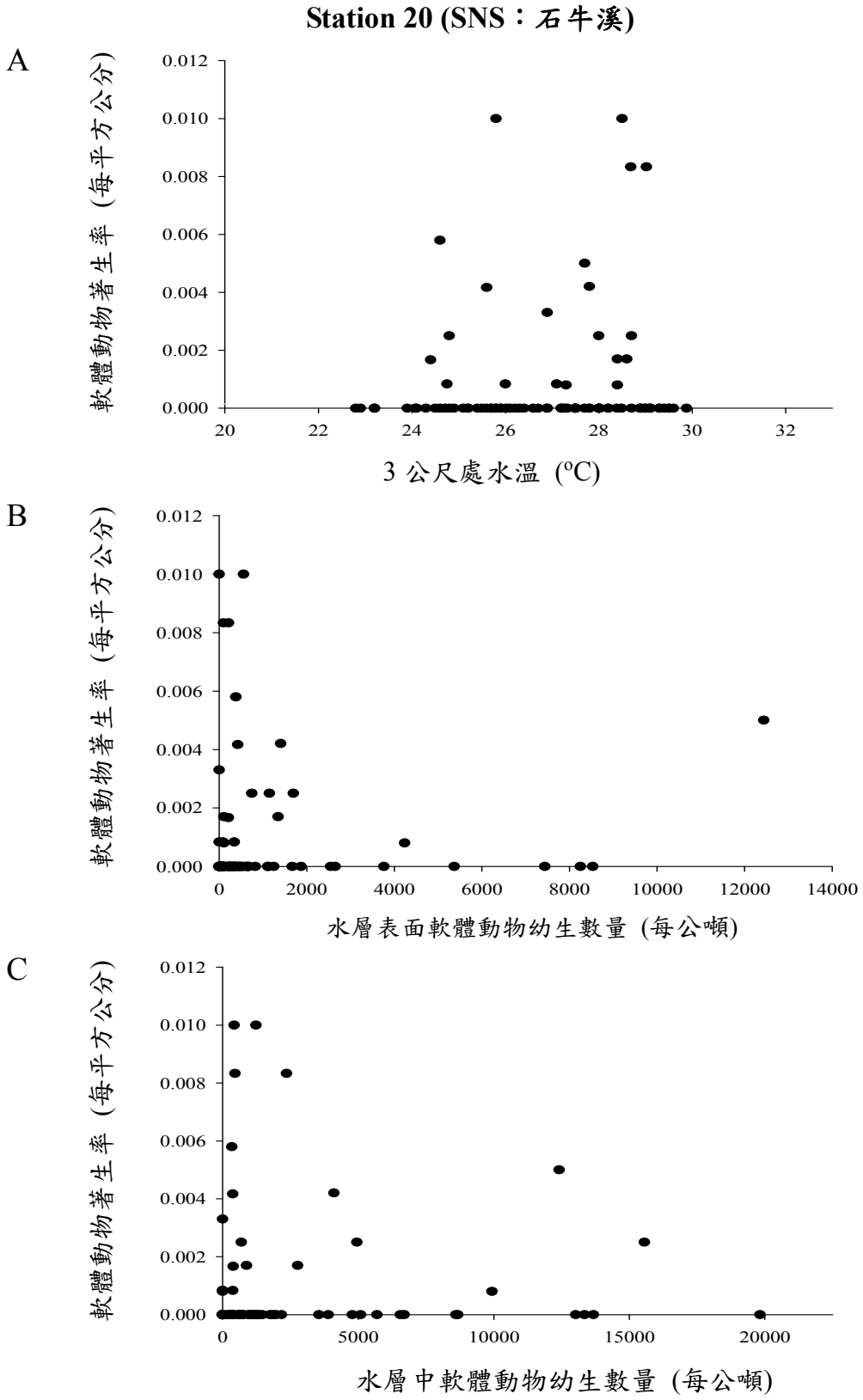


圖 6-4-3 Station 20 (SNS：石牛溪) A.水溫變化與軟體動物幼生在附著板著生情形之迴歸關係 (N=90; p>0.05)；B.軟體動物在水表層之浮游幼生豐度與其在附著板著生情形之迴歸關係 (N=90; p>0.05)；C.軟體動物在水層中之浮游幼生豐度與其在附著板著生情形之迴歸關係 (N=90; p>0.05)。

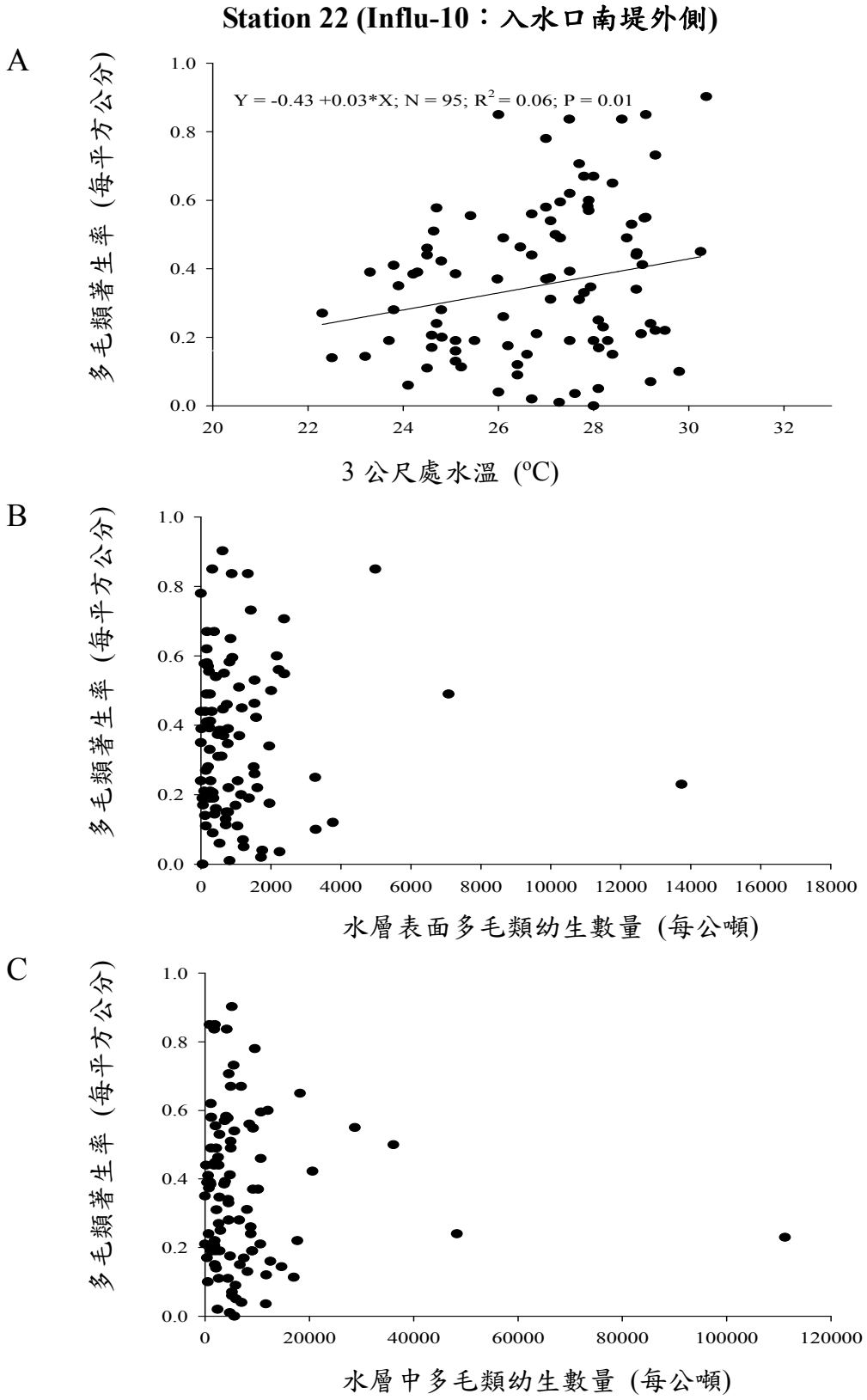


圖 6-4-4 Station 22 (Influ-10：入水口南堤外側) A.水溫變化與多毛類幼生在附著板著生情形之迴歸關係 (N=95; $p<0.05$)；B.多毛類在水表層之浮游幼生豐度與其在附著板著生情形之迴歸關係 (N=95; $p>0.05$)；C.多毛類在水層中之浮游幼生豐度與其在附著板著生情形之迴歸關係 (N=95; $p>0.05$)。

Station 22 (Influ-10：入水口南堤外側)

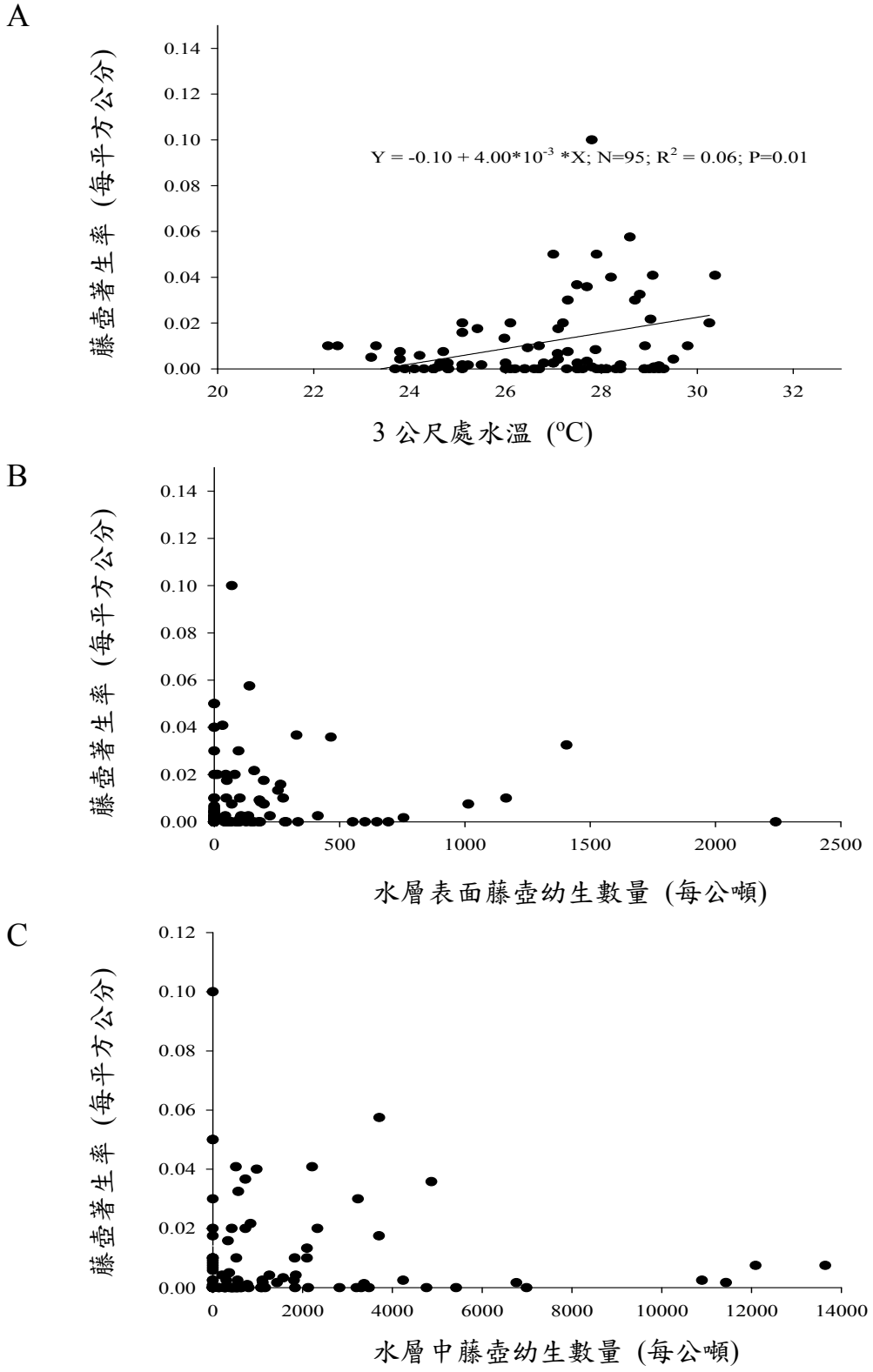


圖 6-4-5 Station 22 (Influ-10：入水口南堤外側) A.水溫變化與藤壺幼生在附著板著生情形之迴歸關係 (N=95; $p<0.05$)；B.藤壺在水表層之浮游幼生豐度與其在附著板著生情形之迴歸關係 (N=95; $p>0.05$)；C.藤壺在水層中之浮游幼生豐度與其在附著板著生情形之迴歸關係 (N=95; $p>0.05$)。

Station 22 (Influ-10：入水口南堤外側)

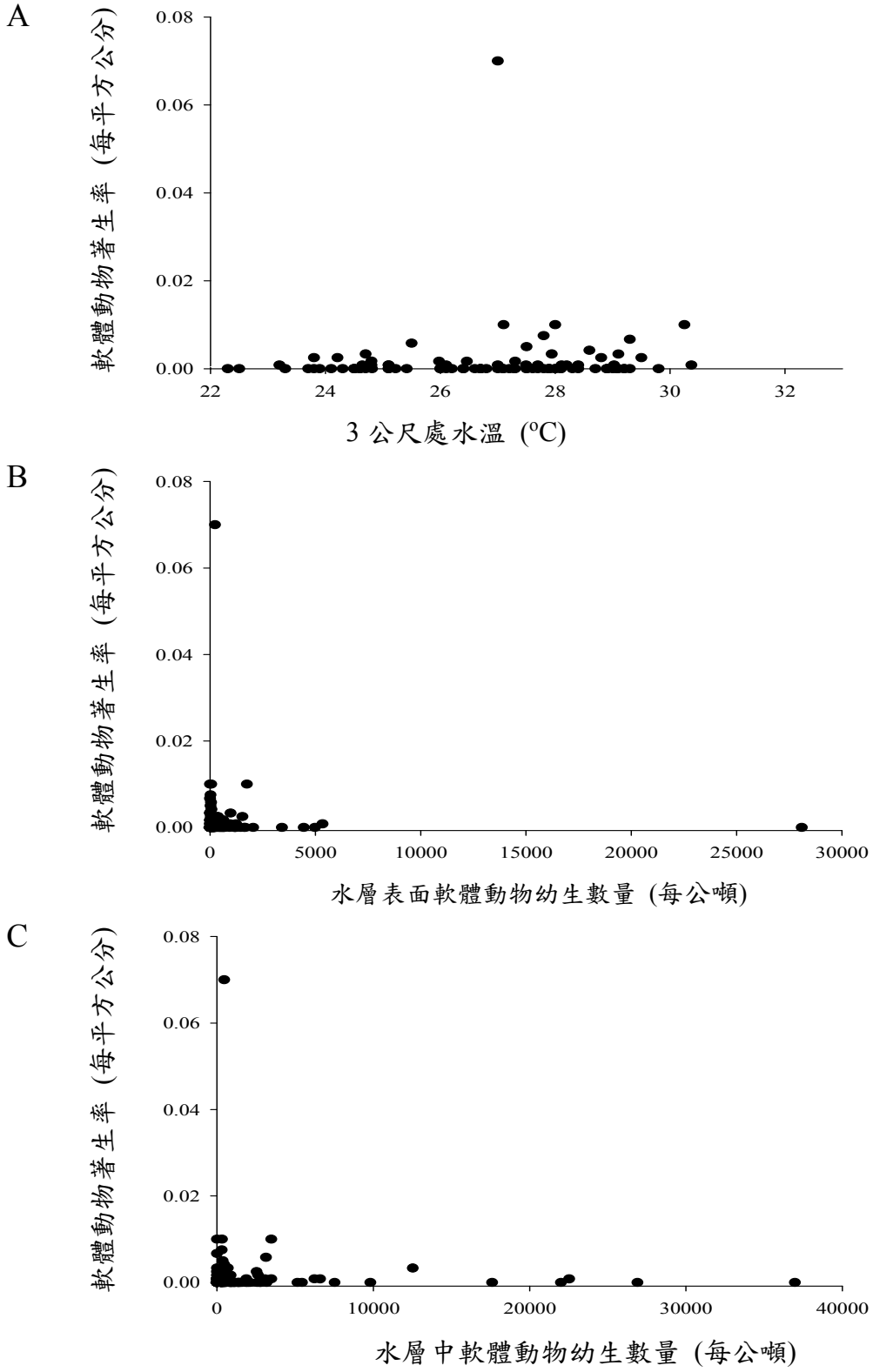


圖 6-4-6 Station 22 (Influ-10：入水口南堤外側) A.水溫變化與軟體動物幼生在附著板著生情形之迴歸關係 (N=95; p>0.05)；B.軟體動物在水表層之浮游幼生豐度與其在附著板著生情形之迴歸關係 (N=95; p>0.05)；C.軟體動物在水層中之浮游幼生豐度與其在附著板著生情形之迴歸關係 (N=95; p>0.05)。

Station 24 (Efflu：出水口南堤外側小灣水深 8 公尺)

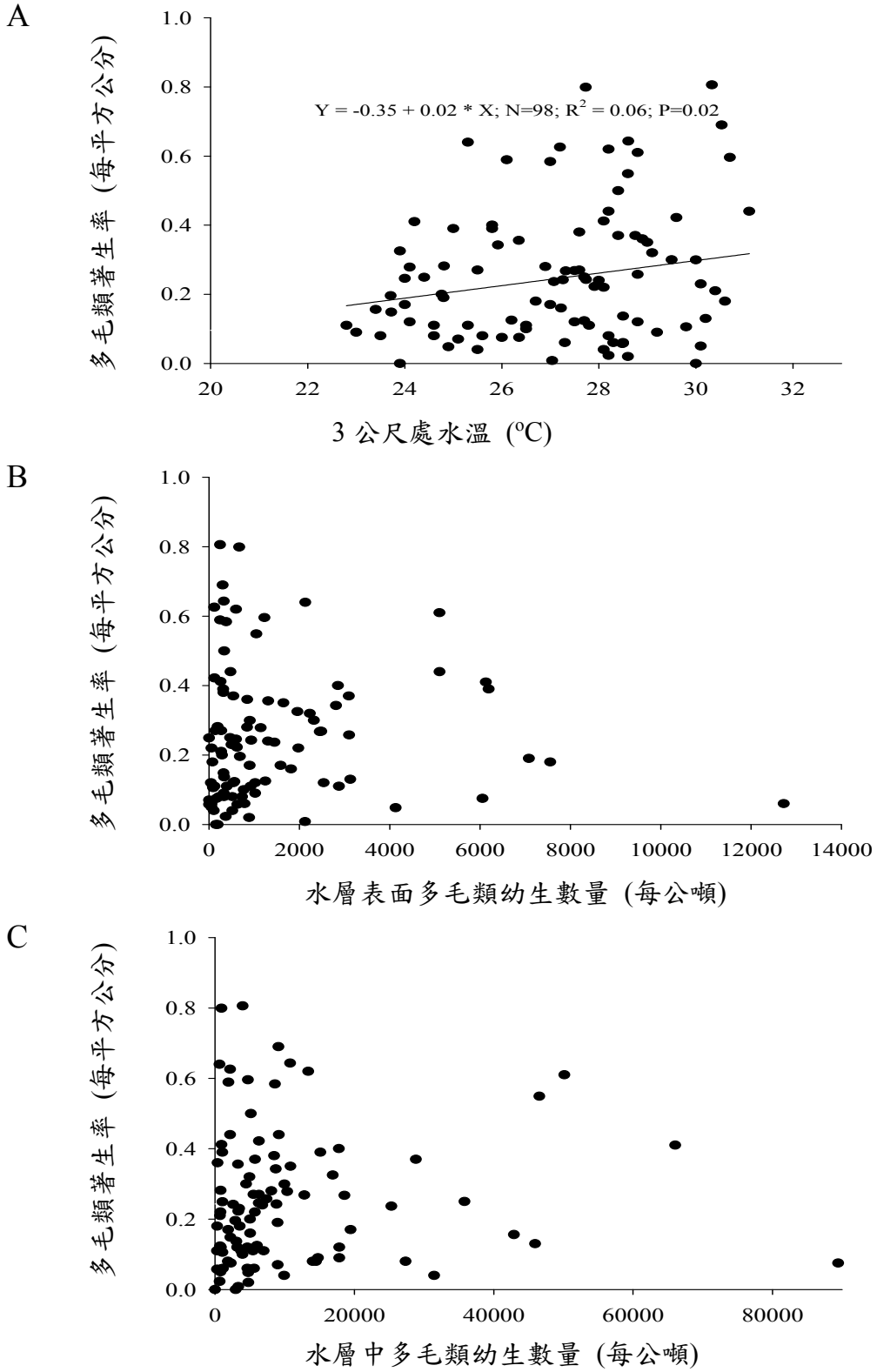


圖 6-4-7 Station 24 (Efflu：出水口南堤外側小灣水深 8 公尺) A.水溫變化與多毛類幼生在附著板著生情形之迴歸關係 (N=98; $p<0.05$)；B.多毛類在水表層之浮游幼生豐度與其在附著板著生情形之迴歸關係 (N=98; $p>0.05$)；C.多毛類在水層中之浮游幼生豐度與其在附著板著生情形之迴歸關係 (N=98; $p>0.05$)。

Station 24 (Efflu：出水口南堤外側小灣水深 8 公尺)

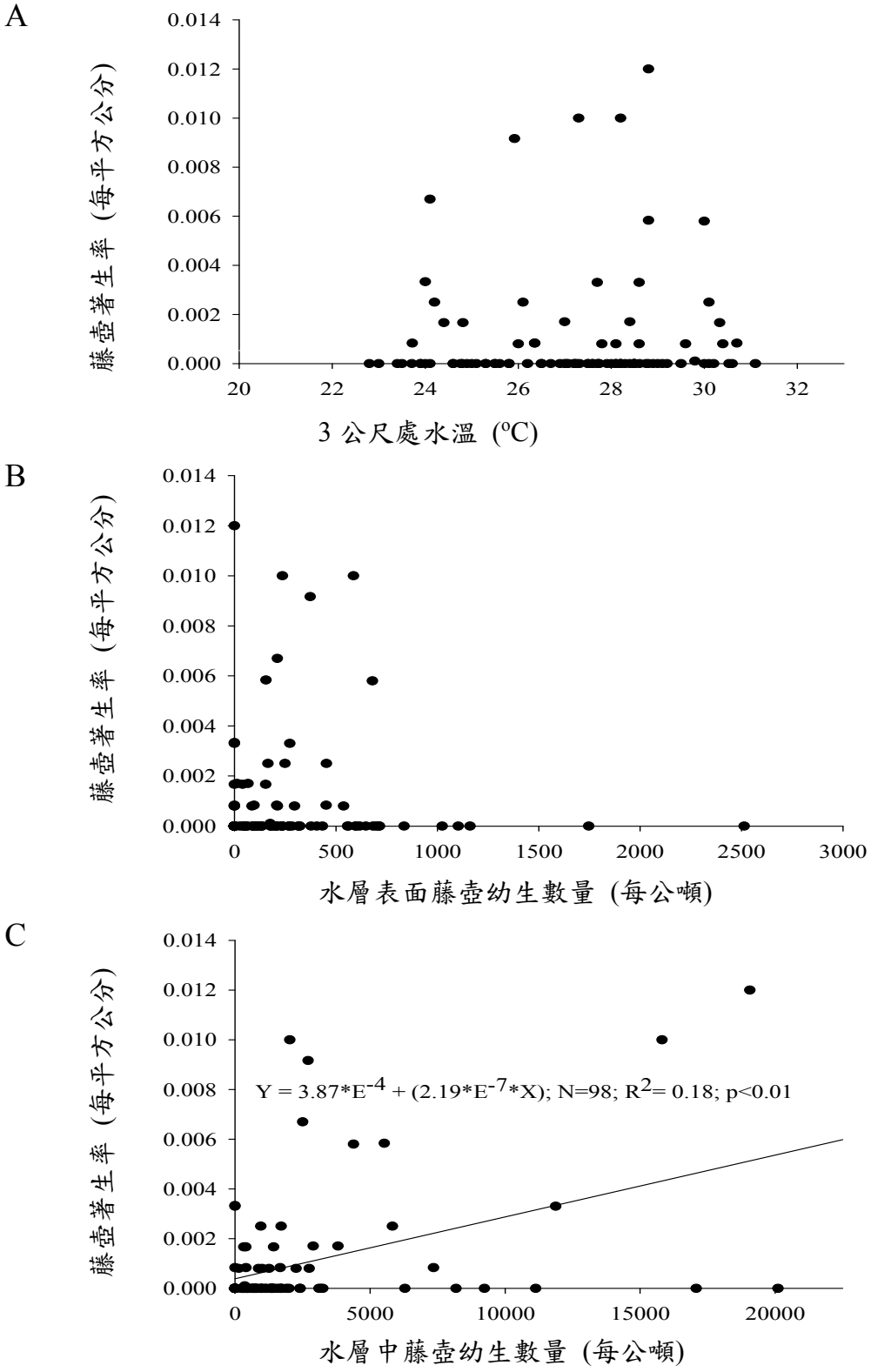


圖 6-4-8 Station 24 (Efflu：出水口南堤外側小灣水深 8 公尺) A.水溫變化與藤壺幼生在附著板著生情形之迴歸關係 (N=98; p>0.05)；B.藤壺在水表層之浮游幼生豐度與其在附著板著生情形之迴歸關係 (N=98; p>0.05)；C.藤壺在水層中之浮游幼生豐度與其在附著板著生情形之迴歸關係 (N=98; p<0.05)。

Station 24 (Efflu：出水口南堤外側小灣水深 8 公尺)

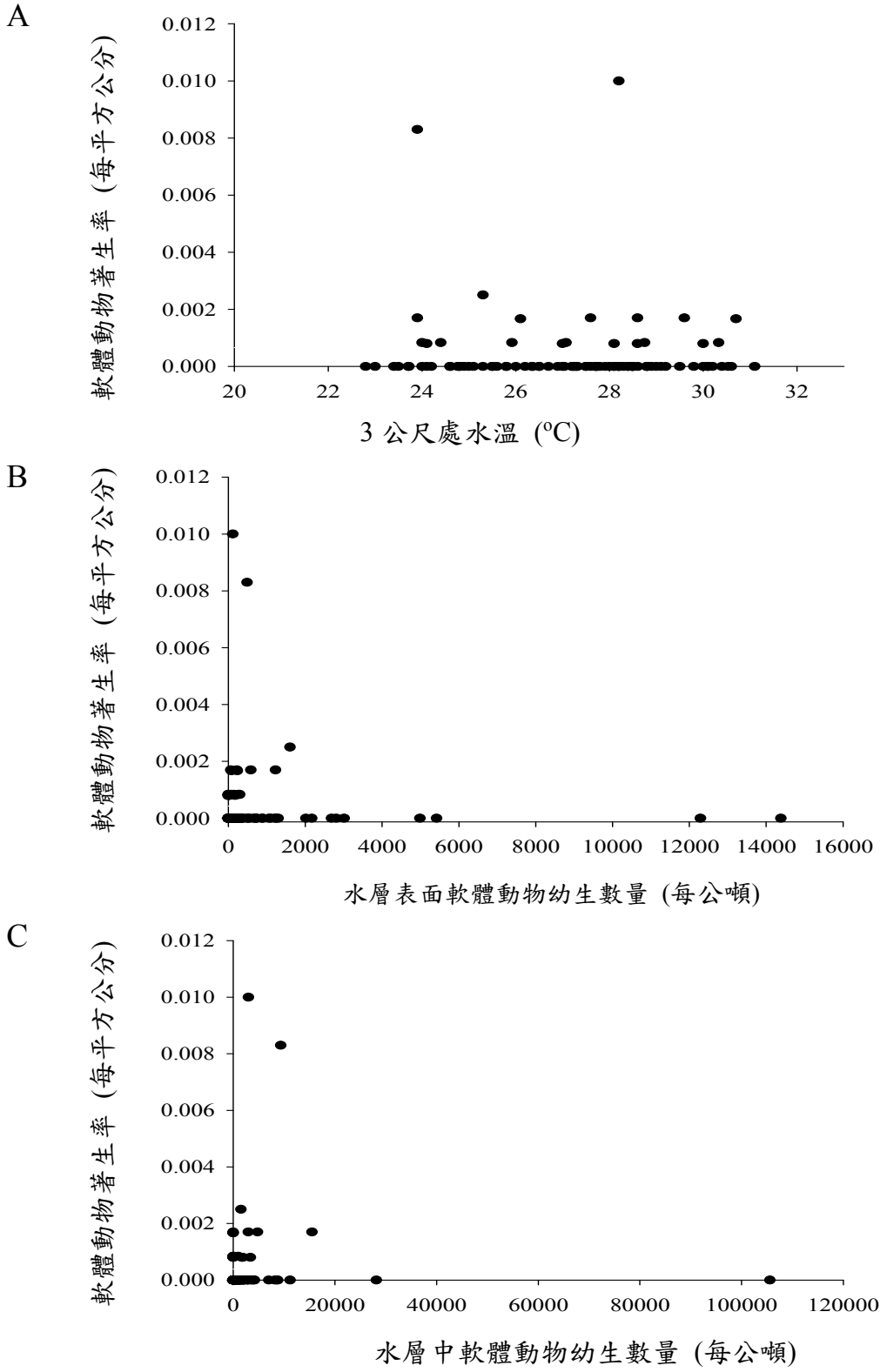


圖 6-4-9 Station 24 (Efflu：出水口南堤外側小灣水深 8 公尺) A.水溫變化與軟體動物幼生在附著板著生情形之迴歸關係 (N=98; p>0.05)；B.軟體動物在水表層之浮游幼生豐度與其在附著板著生情形之迴歸關係 (N=98; p>0.05)；C.軟體動物在水層中之浮游幼生豐度與其在附著板著生之迴歸關係 (N=98; p>0.05)。

Station 22 (Influ：入水口灣內固定橫截線)

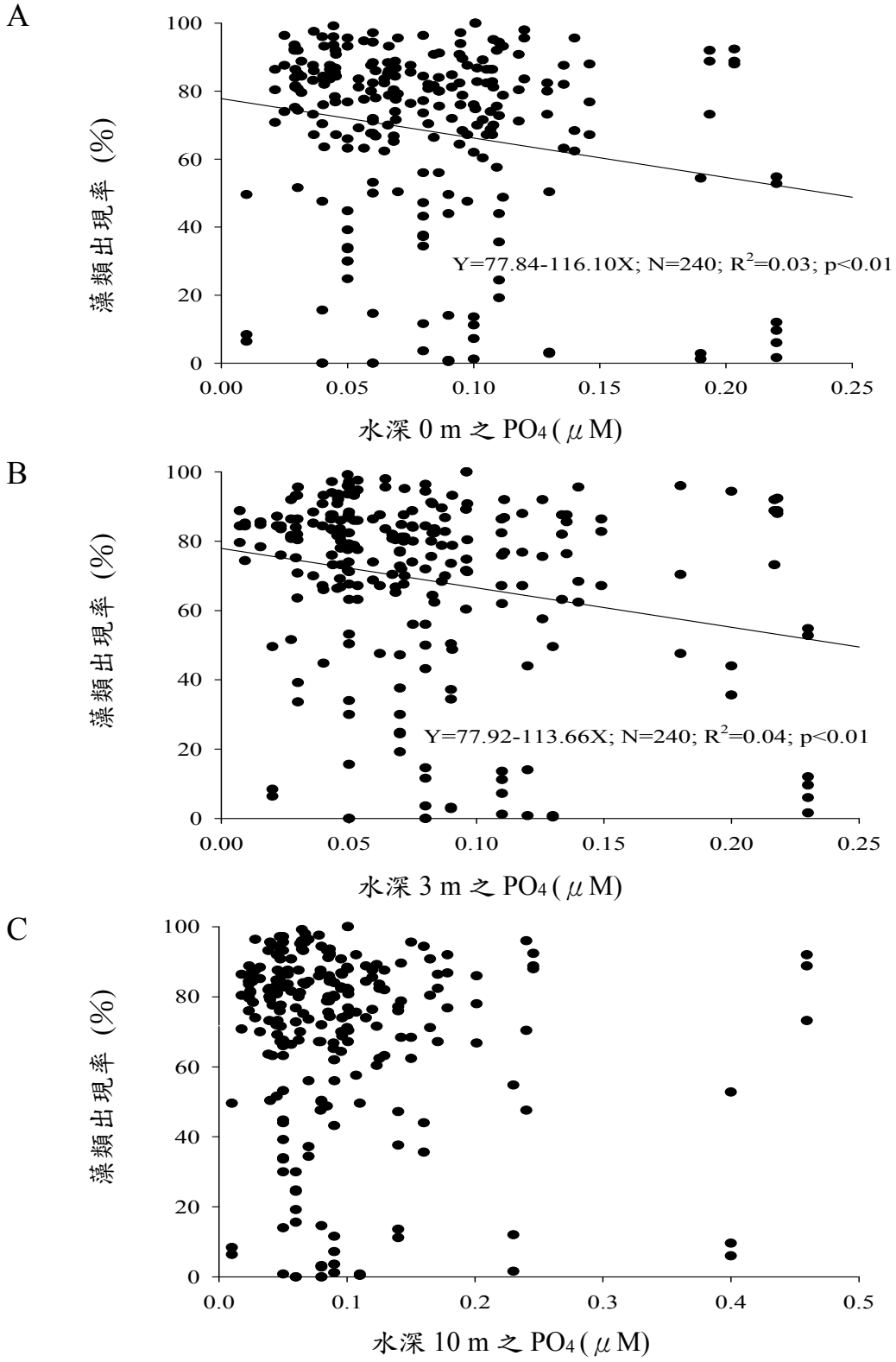


圖 6-4-10 Station 22 (Influ：入水口灣內固定橫截線) A.水深 0 m 之 PO_4 與藻類出現率之迴歸關係 (N=240; $p<0.05$)；B.水深 3 m 之 PO_4 與藻類出現率之迴歸關係 (N=240; $p<0.05$)；C.水深 10 m 之 PO_4 與藻類出現率之迴歸關係 (N=240; $p>0.05$)。

Station 22 (Influ：入水口灣內固定橫截線)

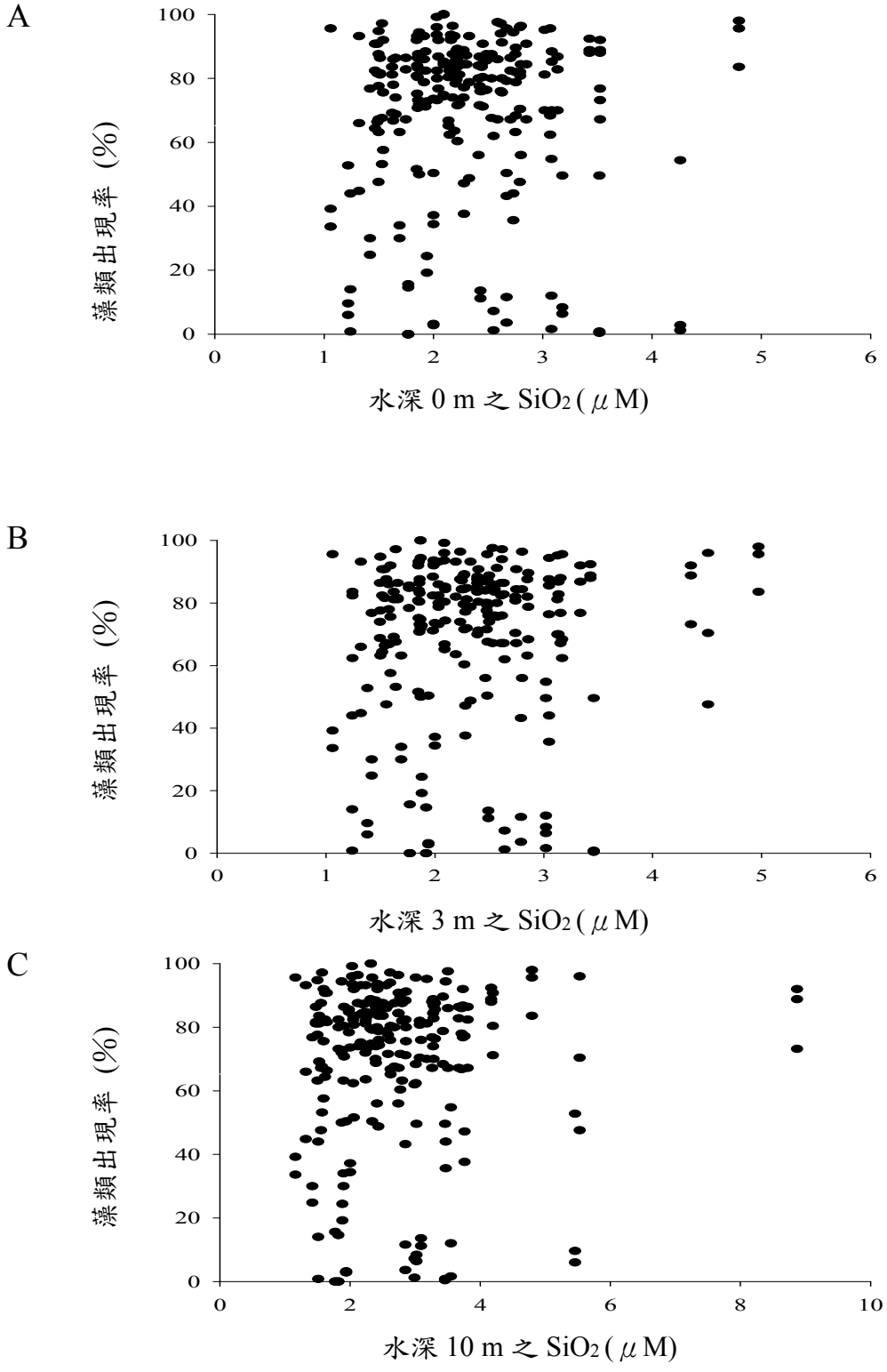


圖 6-4-11 Station 22 (Influ：入水口灣內固定橫截線) A.水深 0 m 之 SiO_2 與藻類出現率之迴歸關係 (N=238; p>0.05)；B.水深 3 m 之 SiO_2 與藻類出現率之迴歸關係 (N=237; p>0.05)；C.水深 10 m 之 SiO_2 與藻類出現率之迴歸關係 (N=237; p>0.05)。

Station 22 (Influ：入水口灣內固定橫截線)

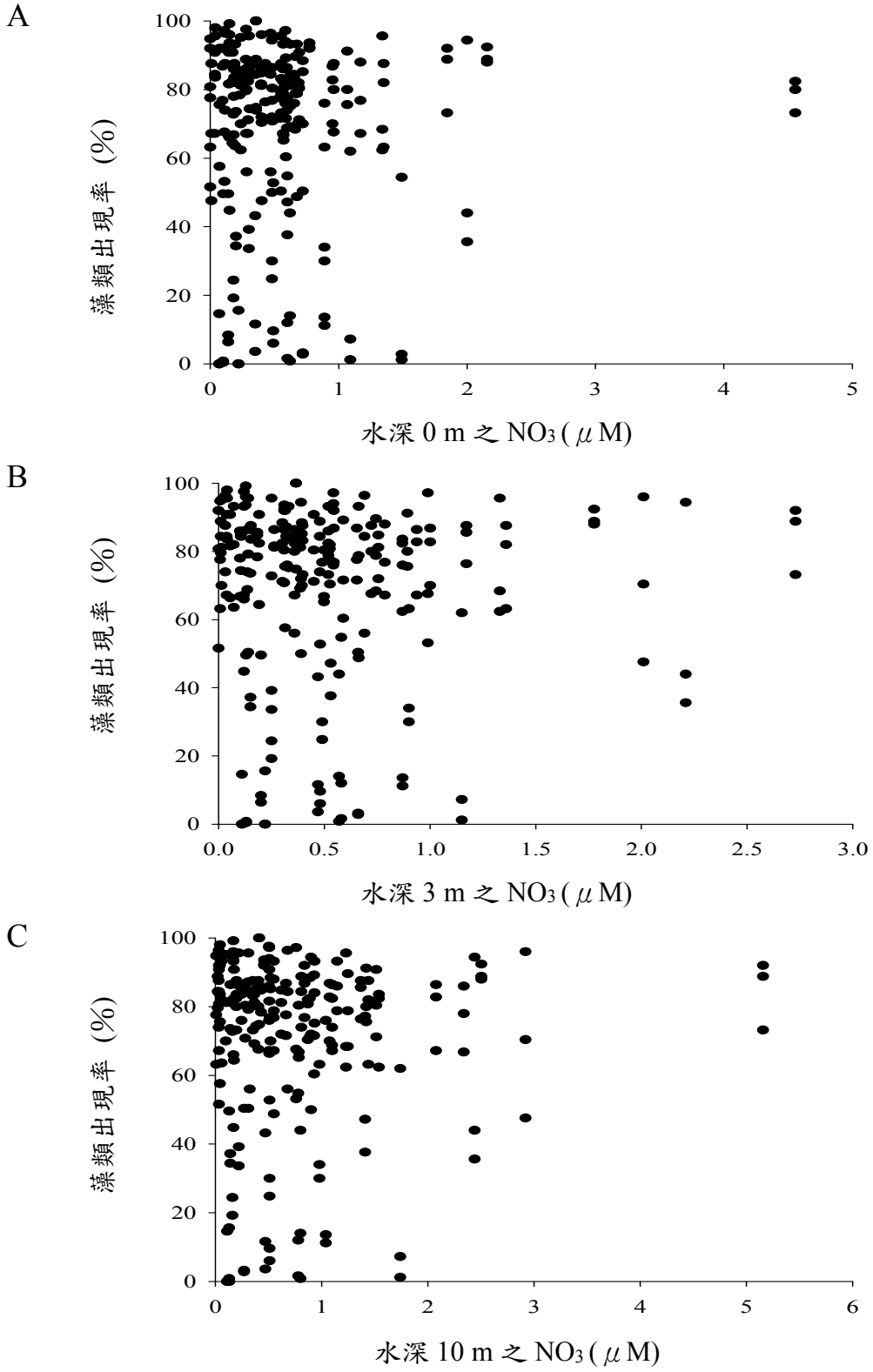


圖 6-4-12 Station 22 (Influ：入水口灣內固定橫截線) A.水深 0 m 之 NO_3 與藻類出現率之迴歸關係 (N=238; p>0.05)；B.水深 3 m 之 NO_3 與藻類出現率之迴歸關係 (N=237; p>0.05)；C.水深 10 m 之 NO_3 與藻類出現率之迴歸關係 (N=237; p>0.05)。

Station 24 (Efflu：出水口南側小灣固定橫截線)

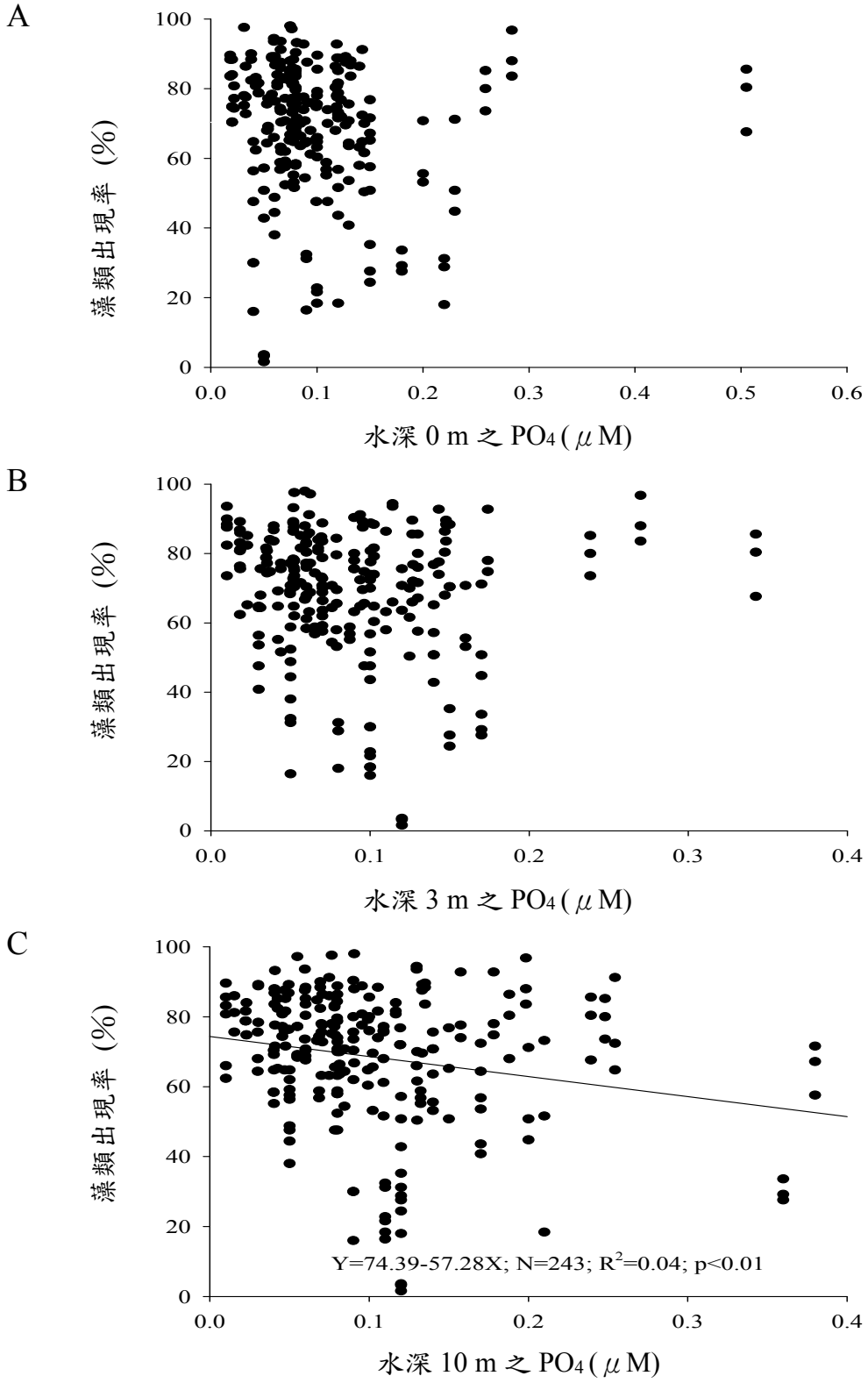


圖 6-4-13 Station 24 (Efflu：出水口南側小灣固定橫截線) A.水深 0 m 之 PO_4 與藻類出現率之迴歸關係 (N=243; p>0.05)；B.水深 3 m 之 PO_4 與藻類出現率之迴歸關係 (N=243; p>0.05)；C.水深 10 m 之 PO_4 與藻類出現率之迴歸關係 (N=243; p<0.05)。

Station 24(Efflu：出水口南側小灣固定橫截線)

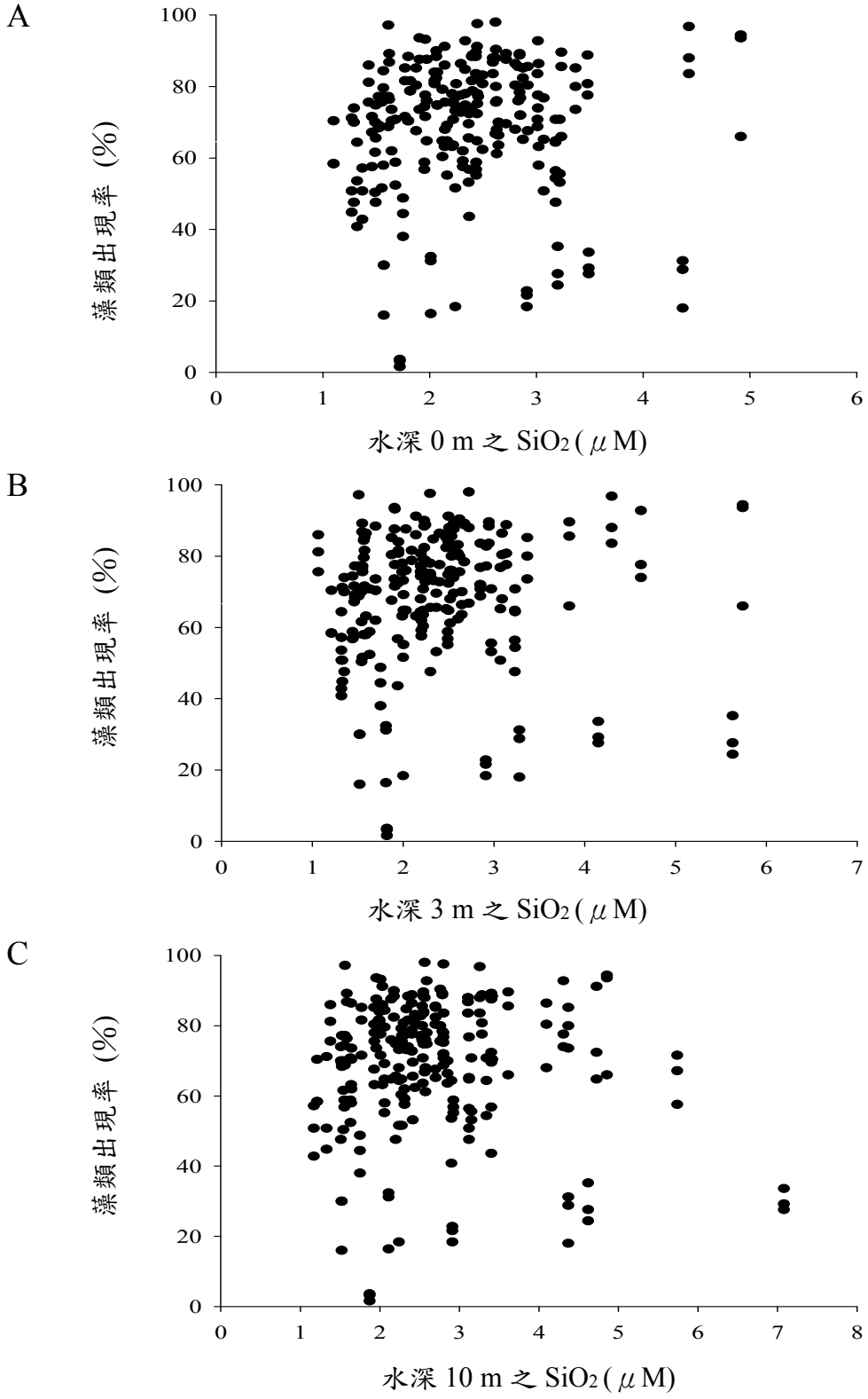


圖 6-4-14 Station 24 (Efflu：出水口南側小灣固定橫截線) A.水深 0 m 之 SiO_2 與藻類出現率之迴歸關係 (N=243; p>0.05)；B.水深 3 m 之 SiO_2 與藻類出現率之迴歸關係 (N=242; p>0.05)；C.水深 10 m 之 SiO_2 與藻類出現率之迴歸關係 (N=243; p>0.05)。

Station 24 (Efflu：出水口南側小灣固定橫截線)

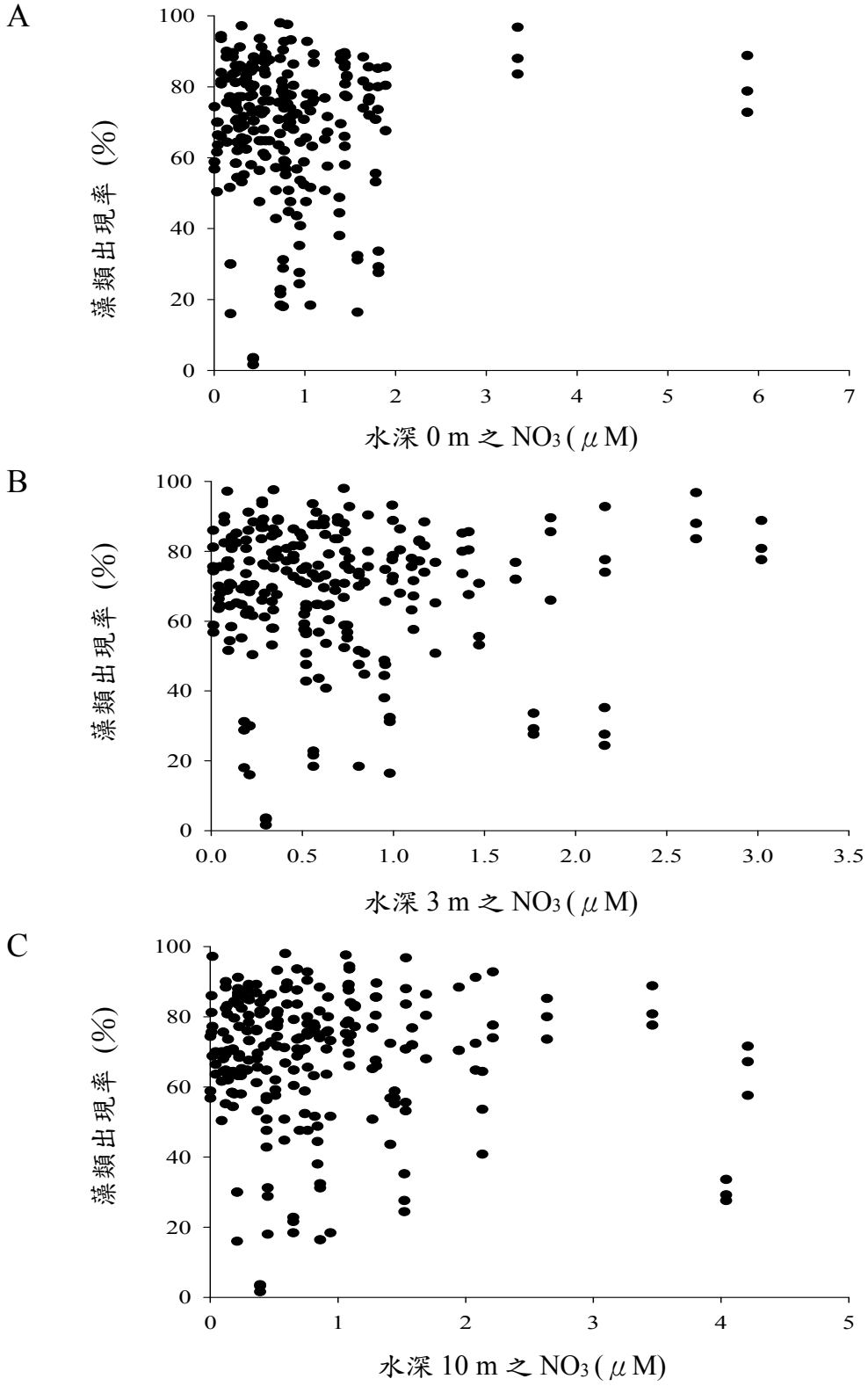


圖 6-4-15 Station 24 (Efflu：出水口南側小灣固定橫截線) A.水深 0 m 之 NO_3 與藻類出現率之迴歸關係 (N=243; p>0.05)；B.水深 3 m 之 NO_3 與藻類出現率之迴歸關係 (N=243; p>0.05)；C.水深 10 m 之 NO_3 與藻類出現率之迴歸關係 (N=243; p>0.05)。

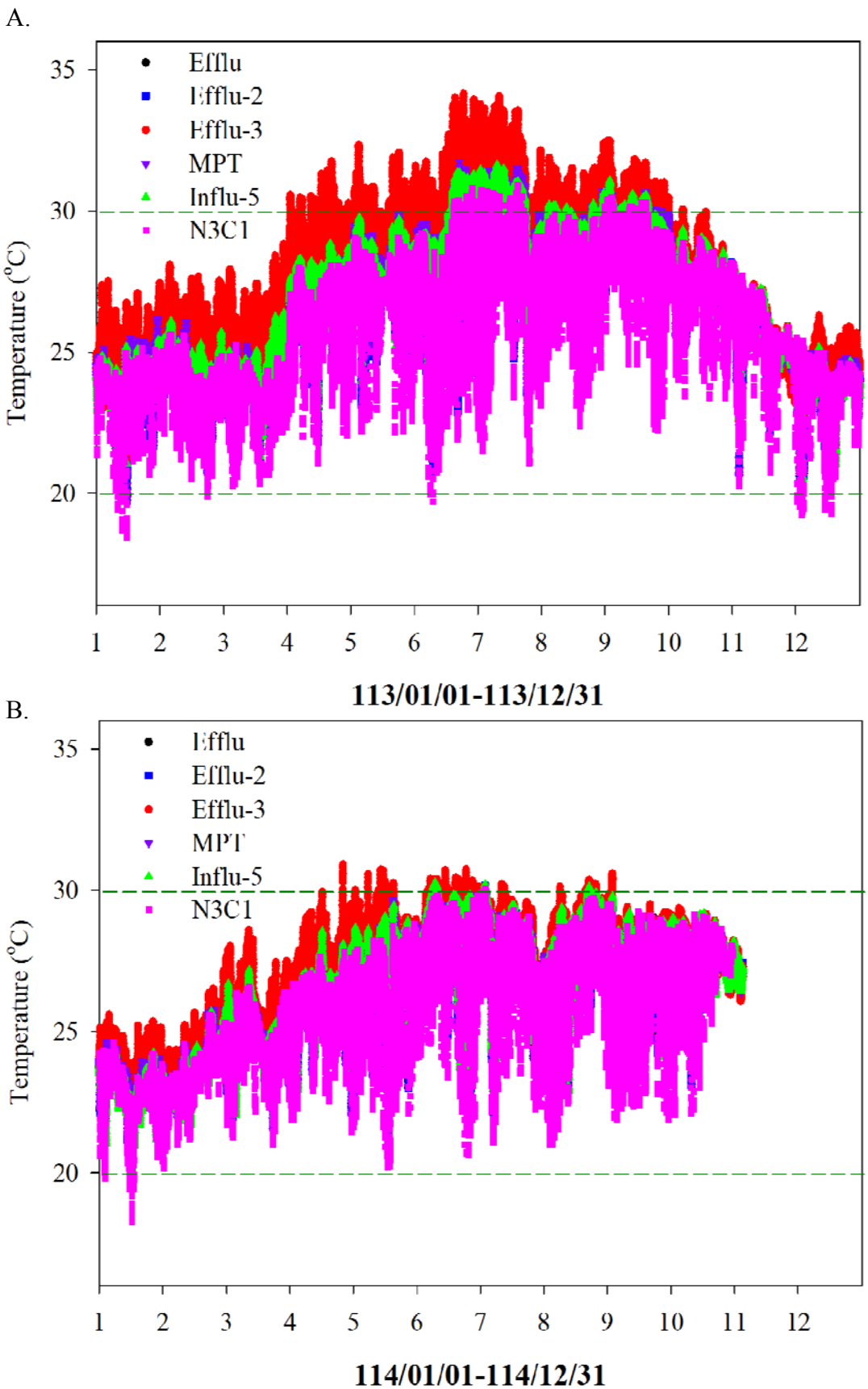
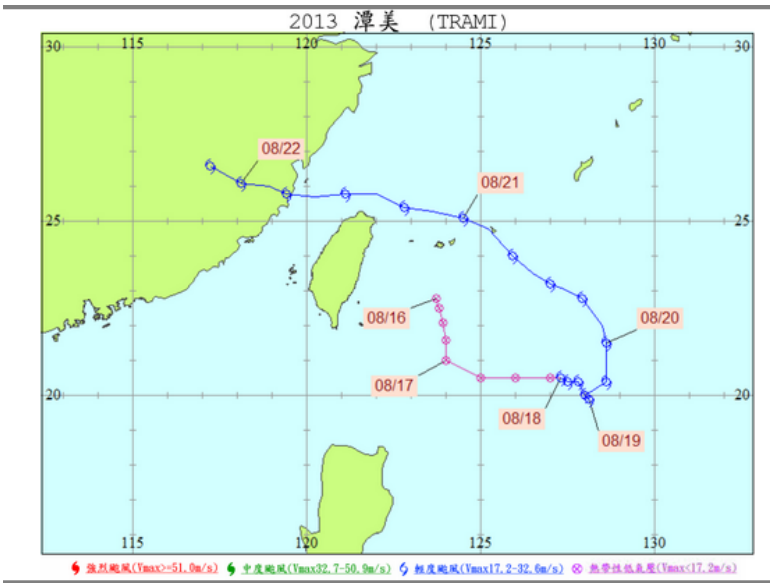
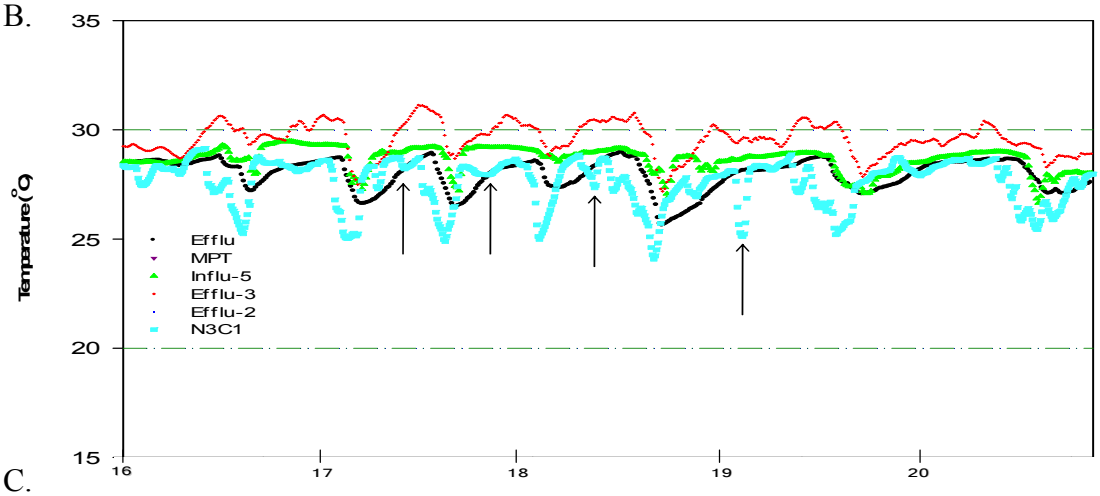


圖 6-4-16 民國 113、114 年各測站水溫與子計畫一海潮流測站 N3C1 的水溫變化。
A.民國 113 年；B.民國 114 年。

A.



B.



C.

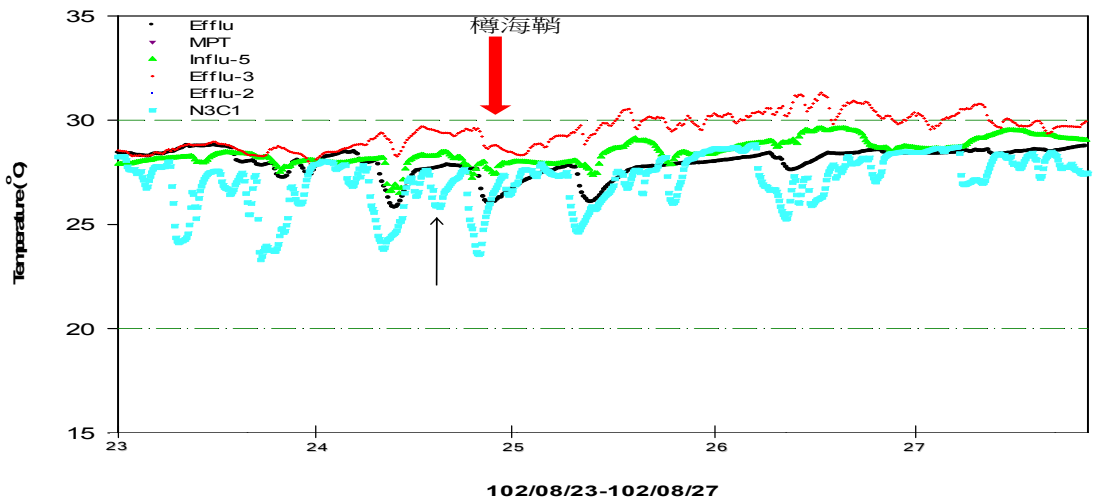


圖 6-4-17 潭美颱風影響期及民國 102 年 8 月 25 日樽海鞘大量出現期的水溫變化圖。
A.潭美颱風發生路徑及時間；B.潭美颱風影響期 (102/08/16-08/20)；
C.樽海鞘出現期 (102/08/23-08/27) 。
↑: N3C1 (亮藍色) 與入水口 Influ-5 (淺綠色) 水溫變化不一處；↓：樽海鞘出現時間。

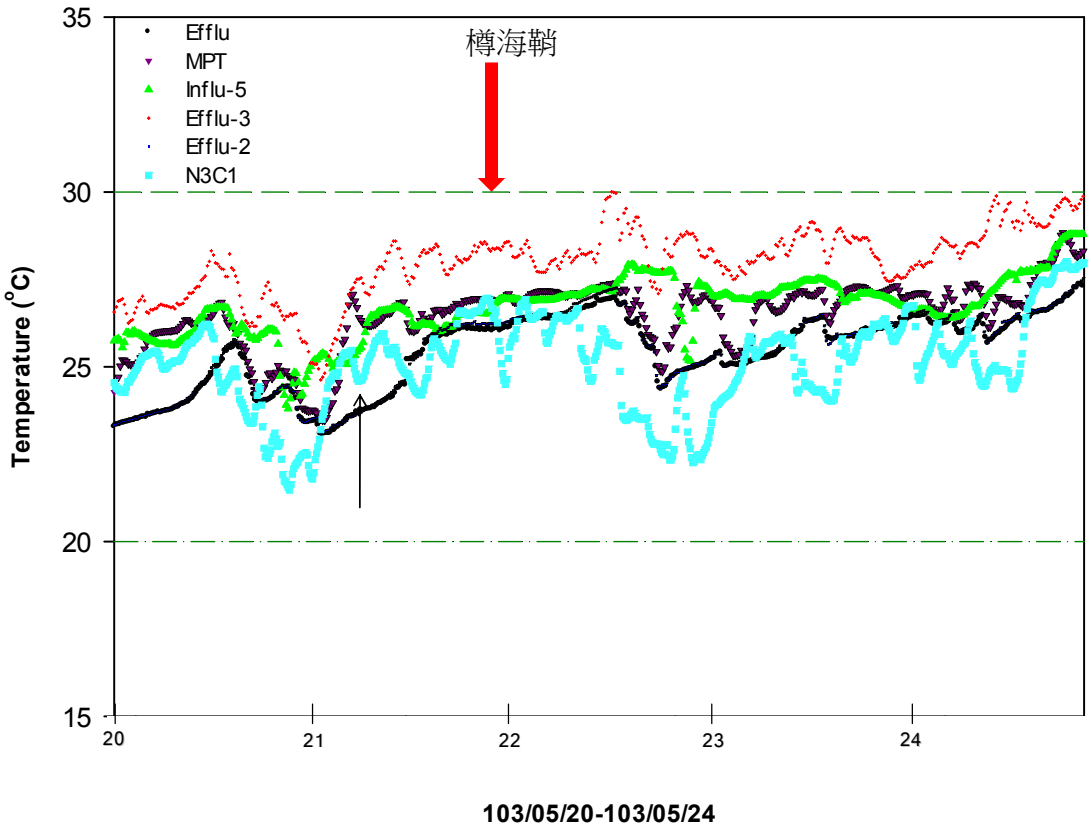


圖 6-4-18 民國 103 年 5 月 22 日樽海鞘大量出現前後期的水溫變化圖。

↑：N3C1 (亮藍色) 與入水口 Influ-5 (淺綠色) 水溫變化不一處；

↓：樽海鞘出現時間。

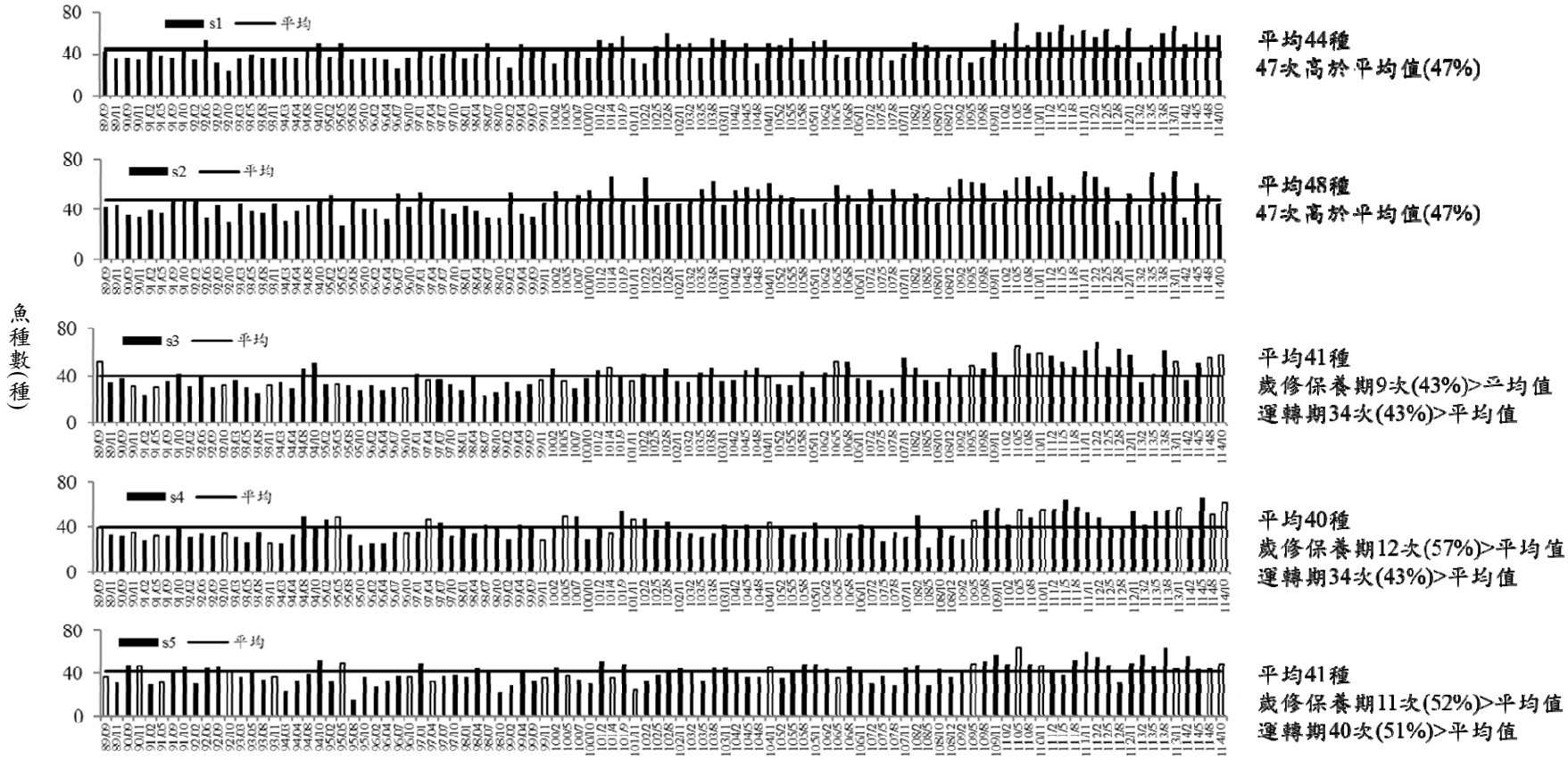
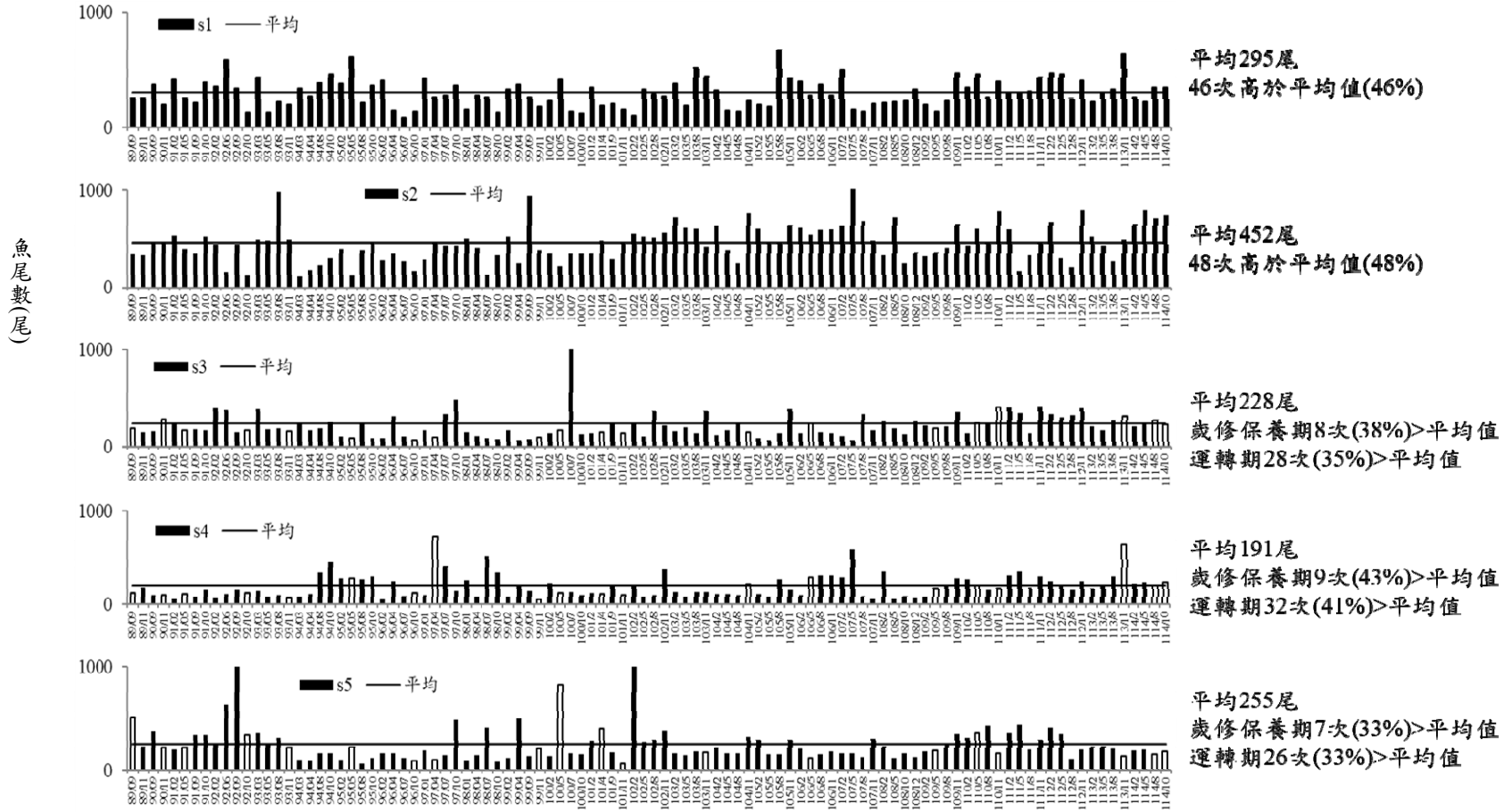


圖6-5-1 機組歲修保養期間、運轉期間及除役後測站3~測站5 (影響域) 珊瑚礁魚種數變動



註：□影響域歲修保養期間；114Q3除役

圖6-5-2 機組歲修保養、運轉期間及除役後測站3~測站5 (影響域) 珊瑚礁魚尾種數變動

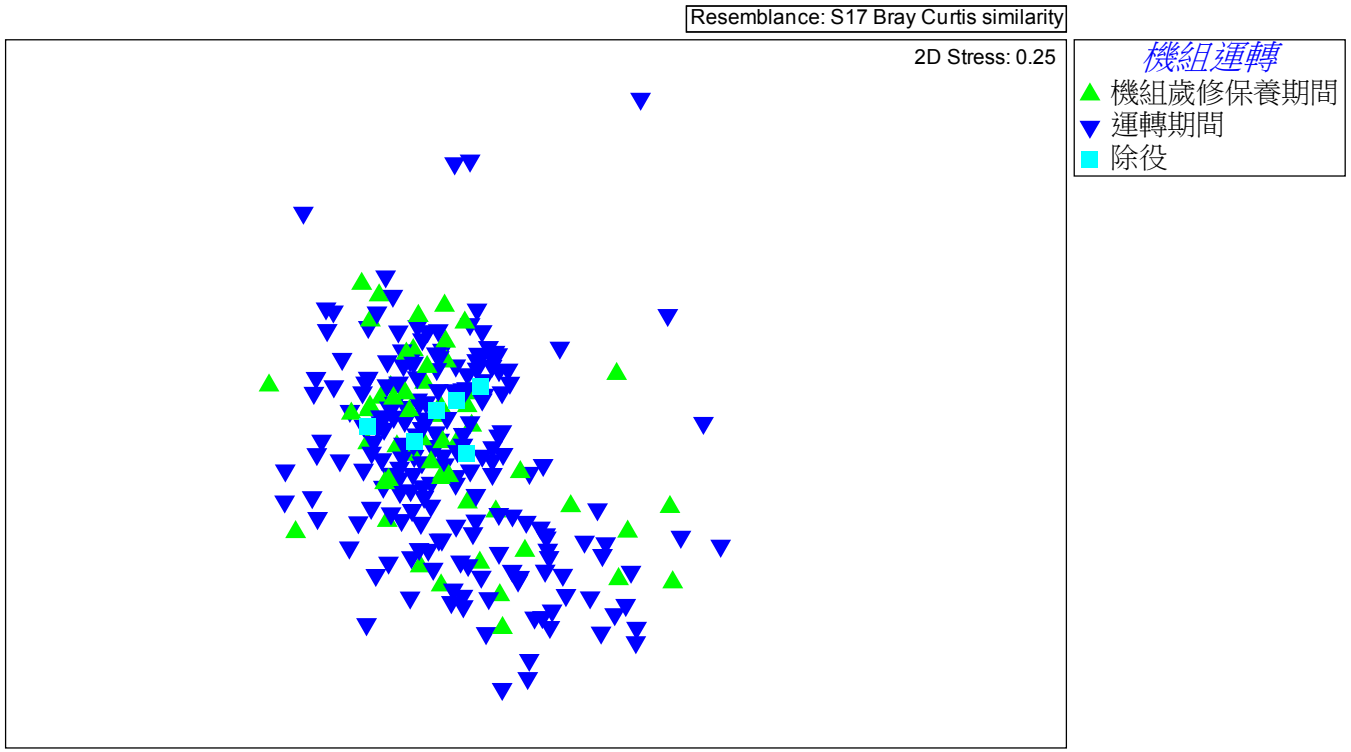


圖6-5-3 民國89-114年機組歲修保養、運轉期間及除役後測站3~測站5 (影響域) 珊瑚礁魚類群聚組成

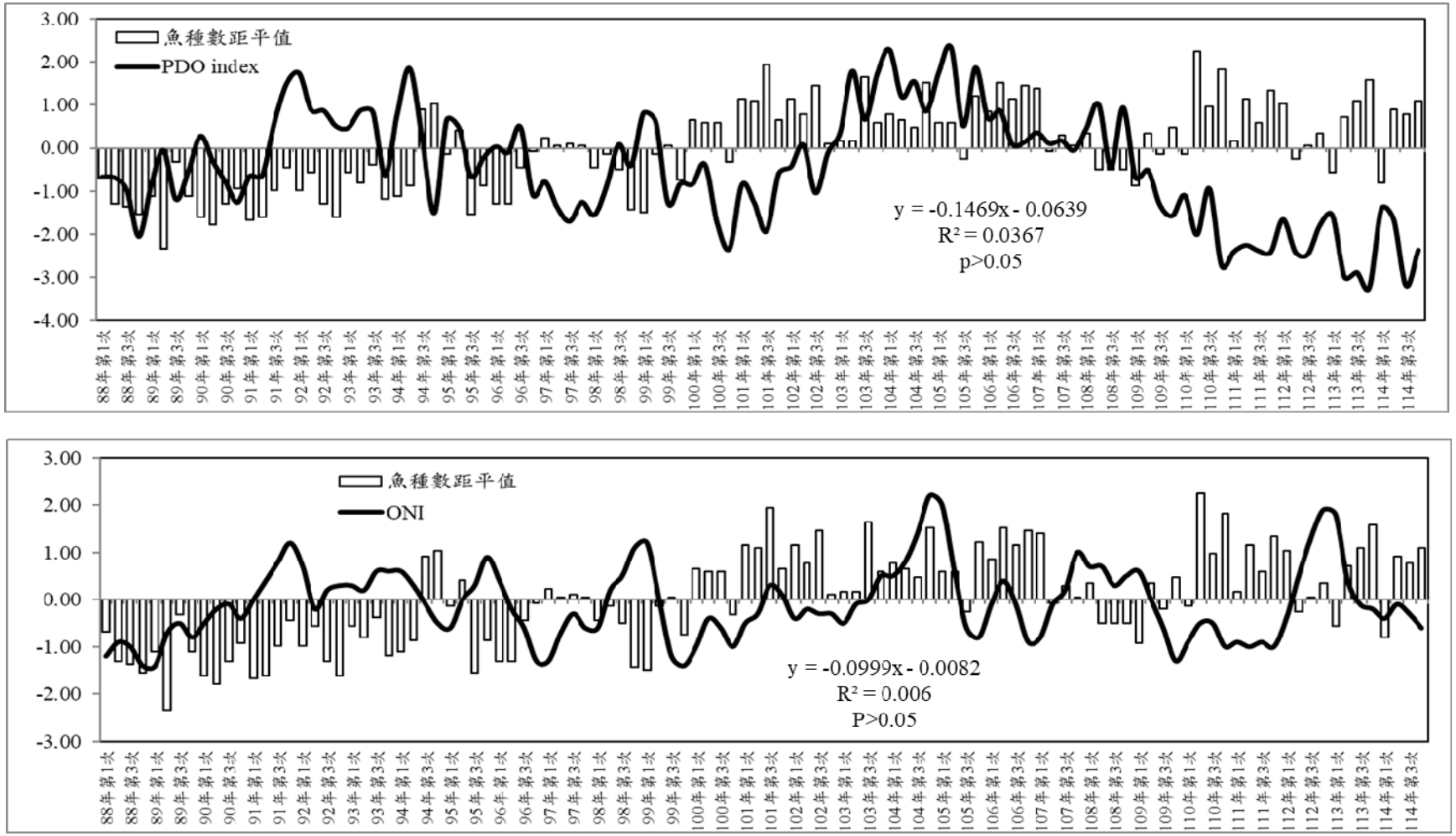


圖6-5-4 太平洋十年振盪指數 (PDO) 與海洋聖嬰指數 (ONI) 對計畫區附近海域珊瑚礁魚種數距平值

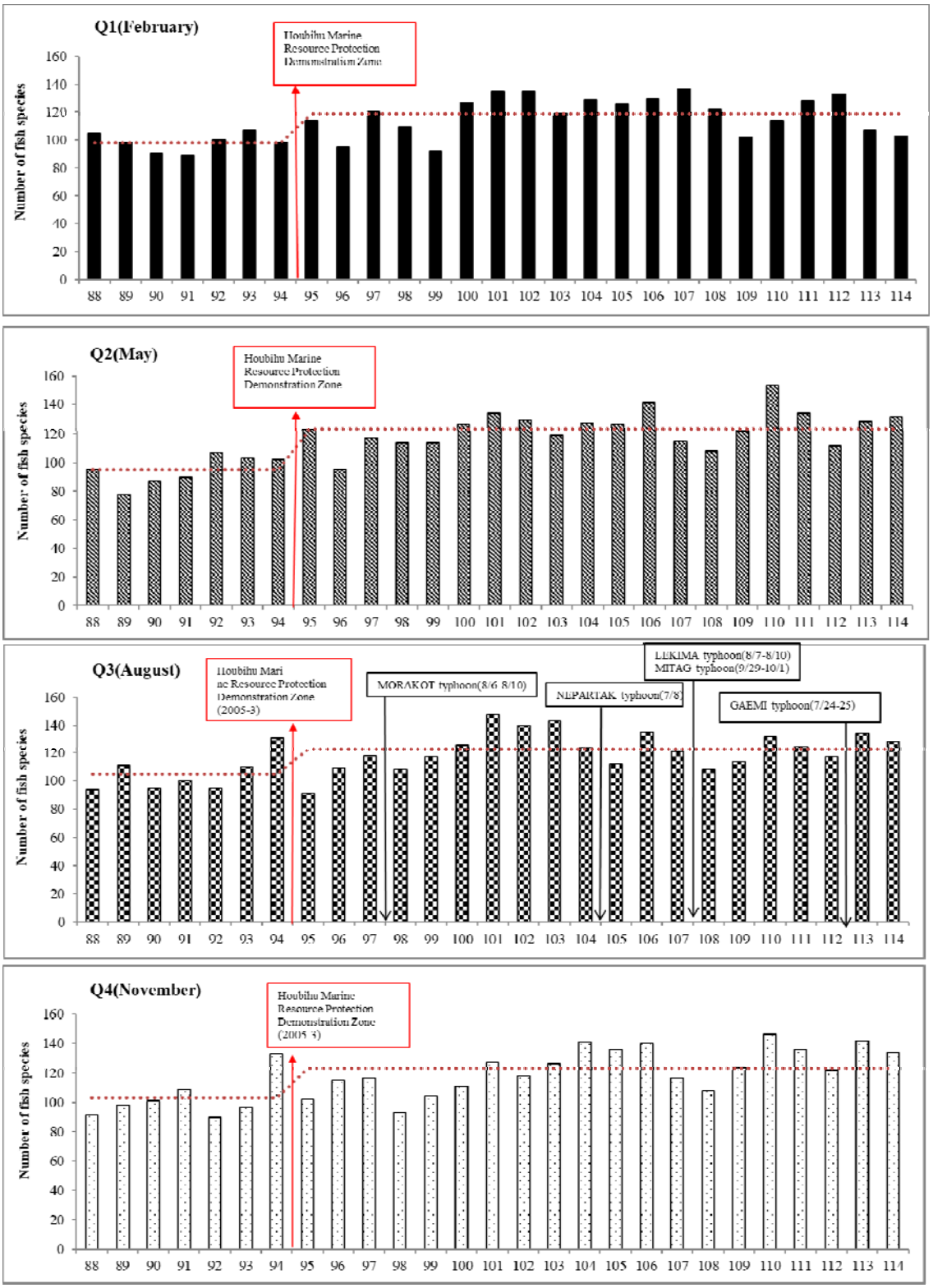


圖6-5-5 颱風期過後第三核能發電廠附近海域珊瑚礁魚種數變動

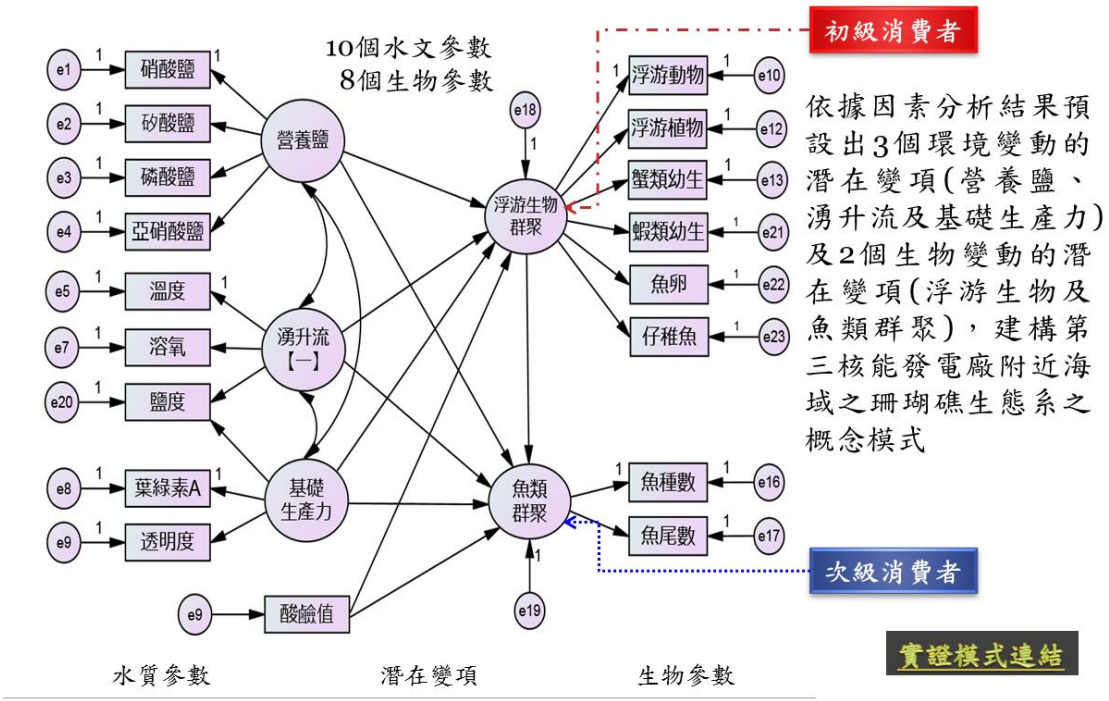


圖6-5-6 第三核能發電廠附近海域生態系之概念模式

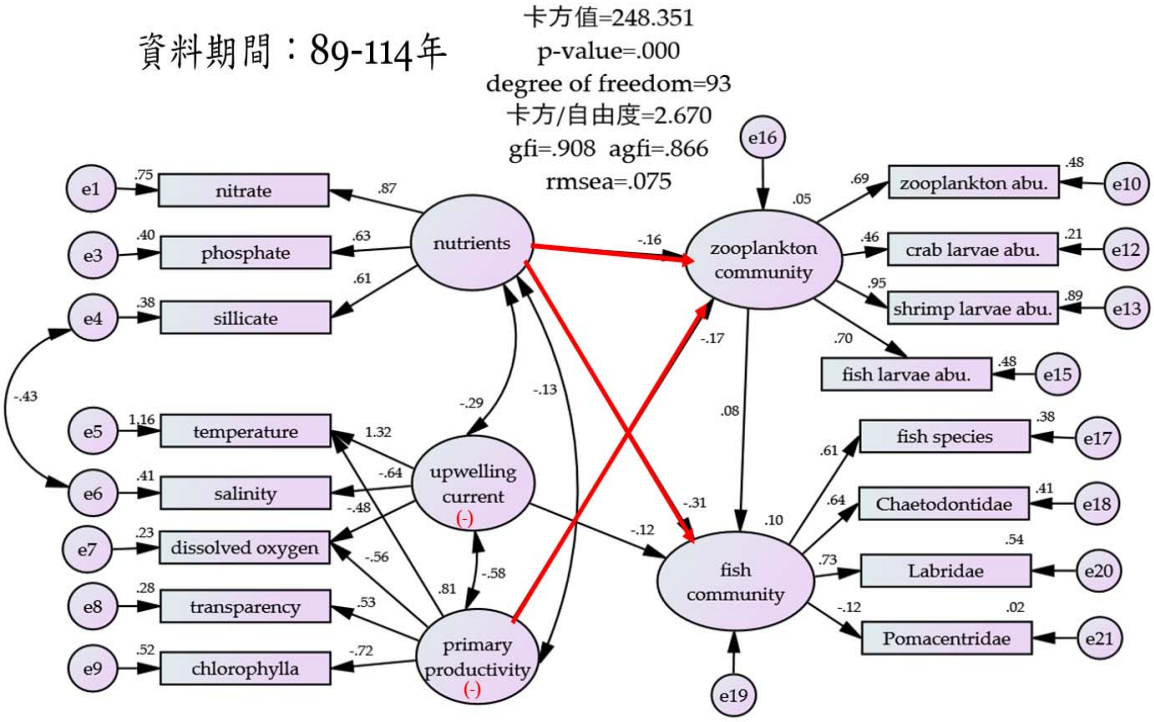


圖6-5-7 第三核能發電廠附近海域生態系之實證模式

圖6-6-1 本計畫之網頁首頁。

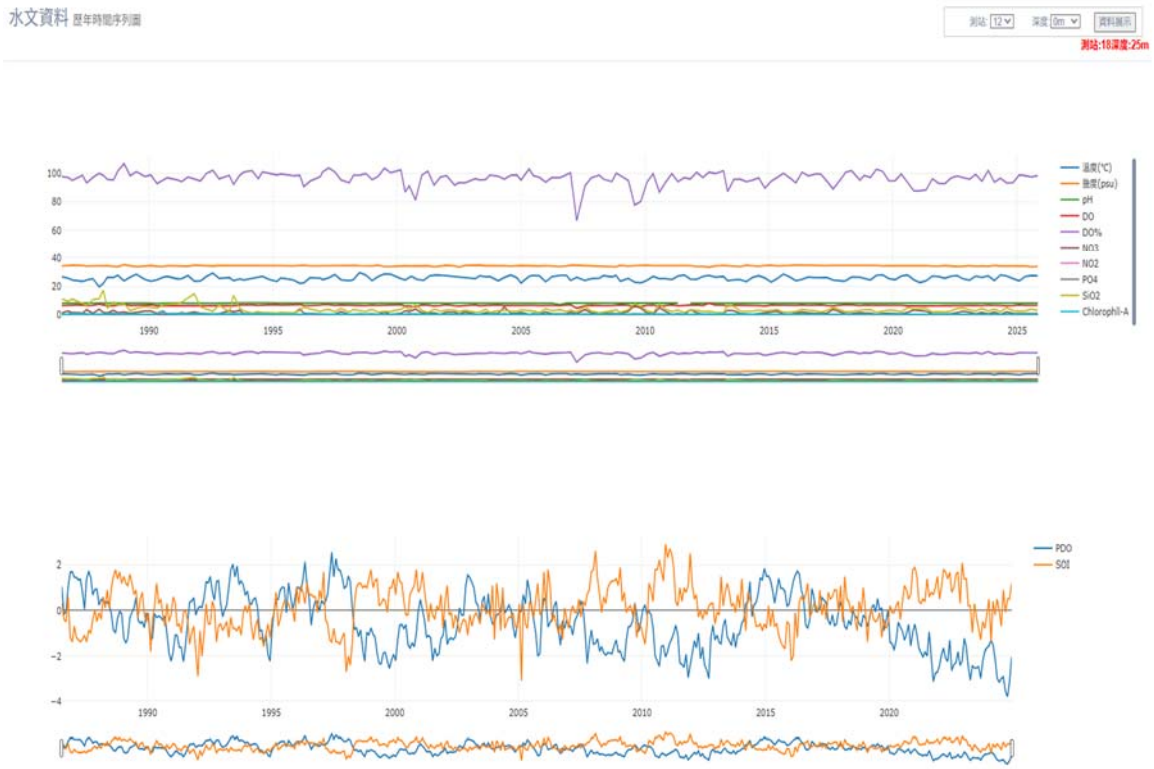
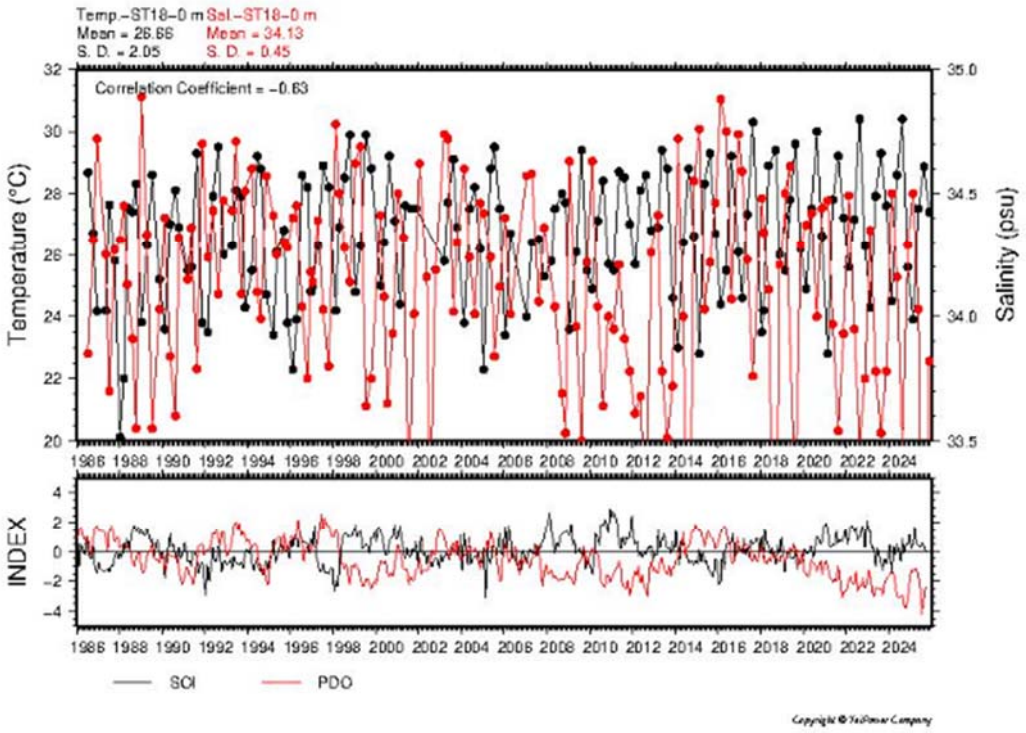


圖6-6-2 研究人員專區首頁-水文資料歷年時間序列圖。

圖6-6-3 研究人員專區首頁-動物性浮游生物資料歷年時間序列圖。

圖6-6-4 水文資料線上繪圖之時間序列圖操作介面。

圖6-6-5 水文資料線上繪圖之時間序列圖進階操作介面。



下載高解析度圖檔(.pdf)

圖6-6-6 查詢參數及其相互比較時間序列圖。

圖6-6-7 散射圖之搜尋介面。

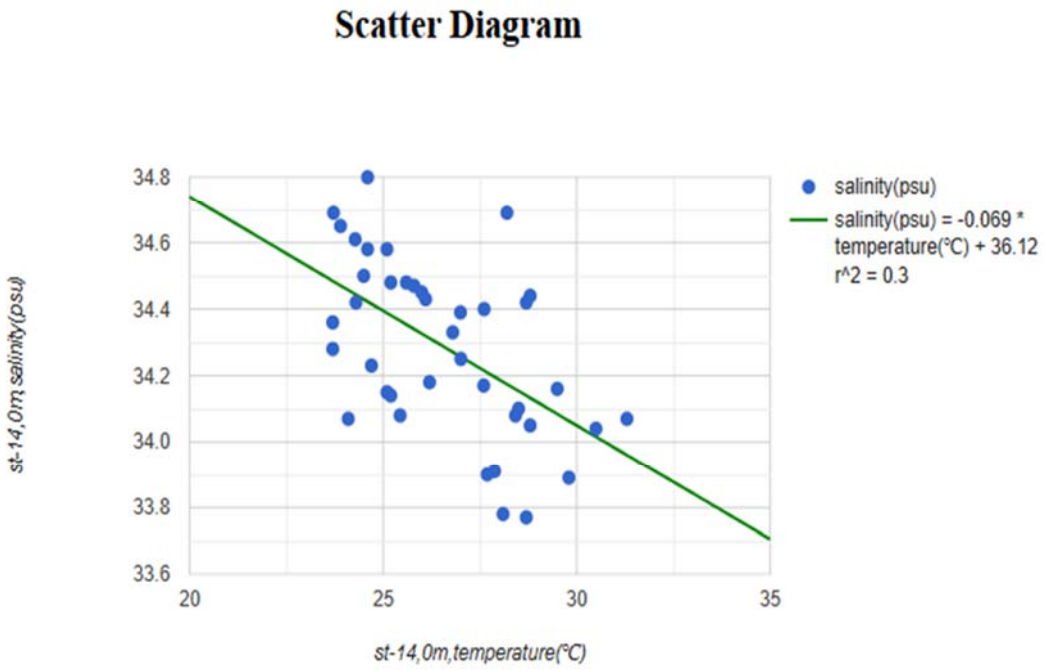
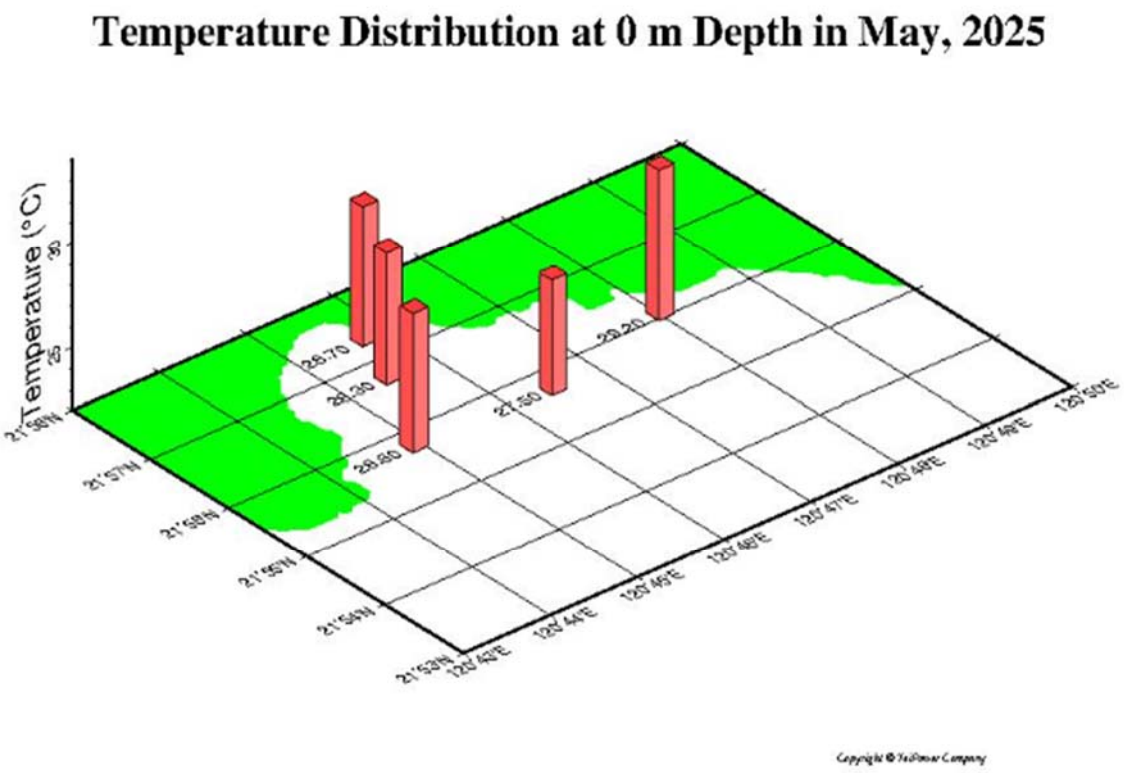


圖6-6-8 st14之0 m溫度與st14之0 m鹽度之散射圖。

圖6-6-9 水平面溫度分佈圖搜尋頁面。



下載高解析度圖檔(.pdf)

圖6-6-10 水平面溫度分佈圖。

圖6-6-11 水文資料查詢列表。

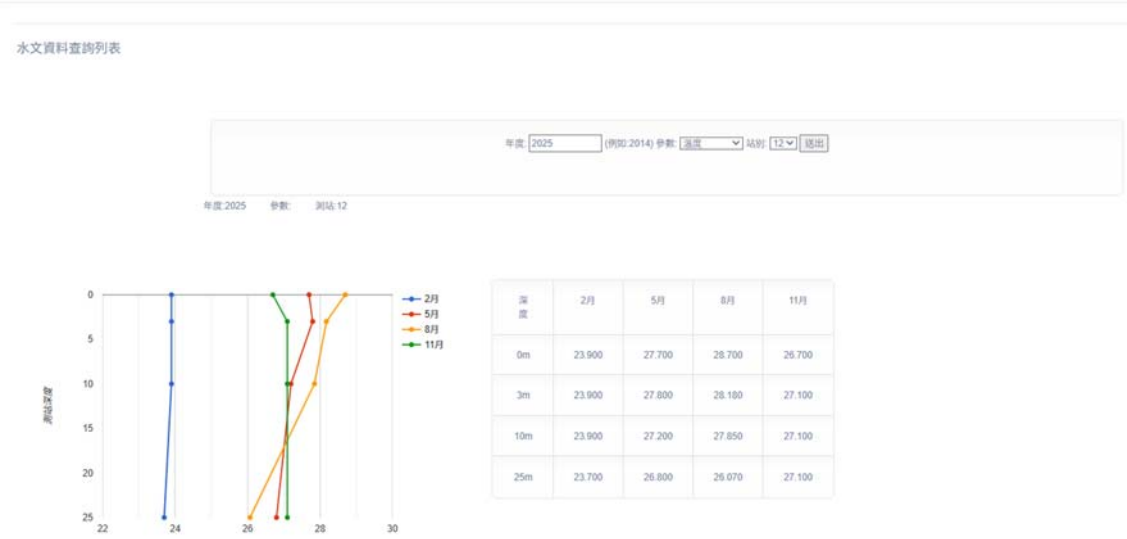


圖6-6-12 水文資料統計圖表。

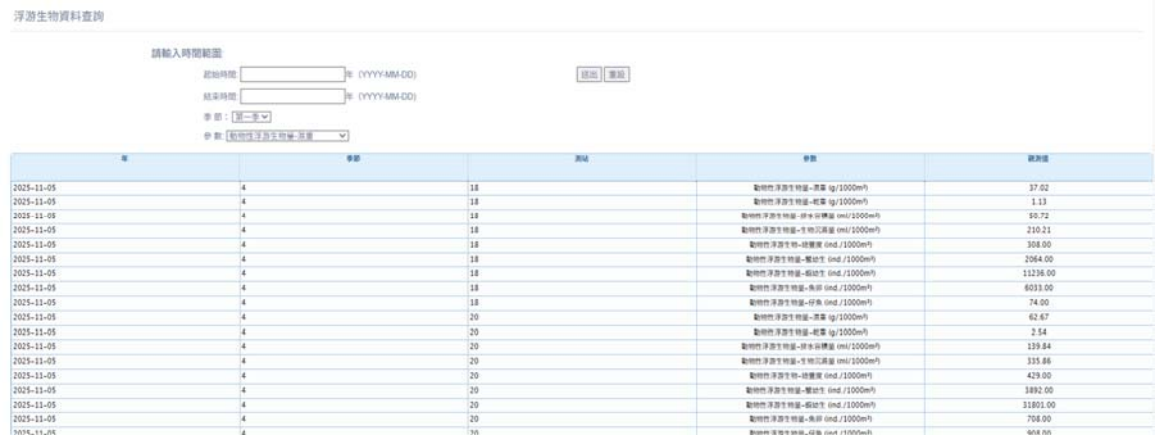


圖6-6-13 浮游生物資料查詢頁面。

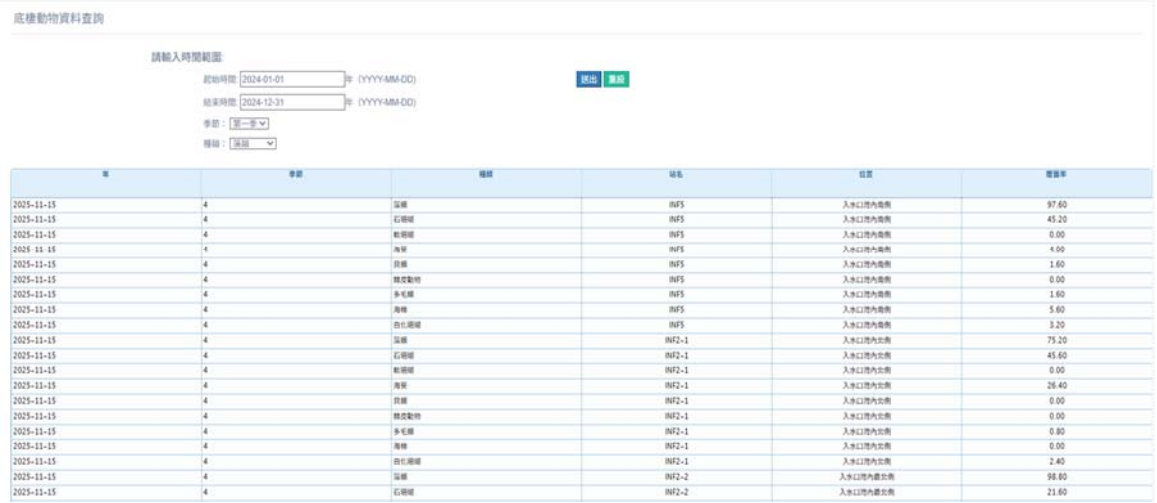


圖6-6-14 底棲動物資料查詢頁面。

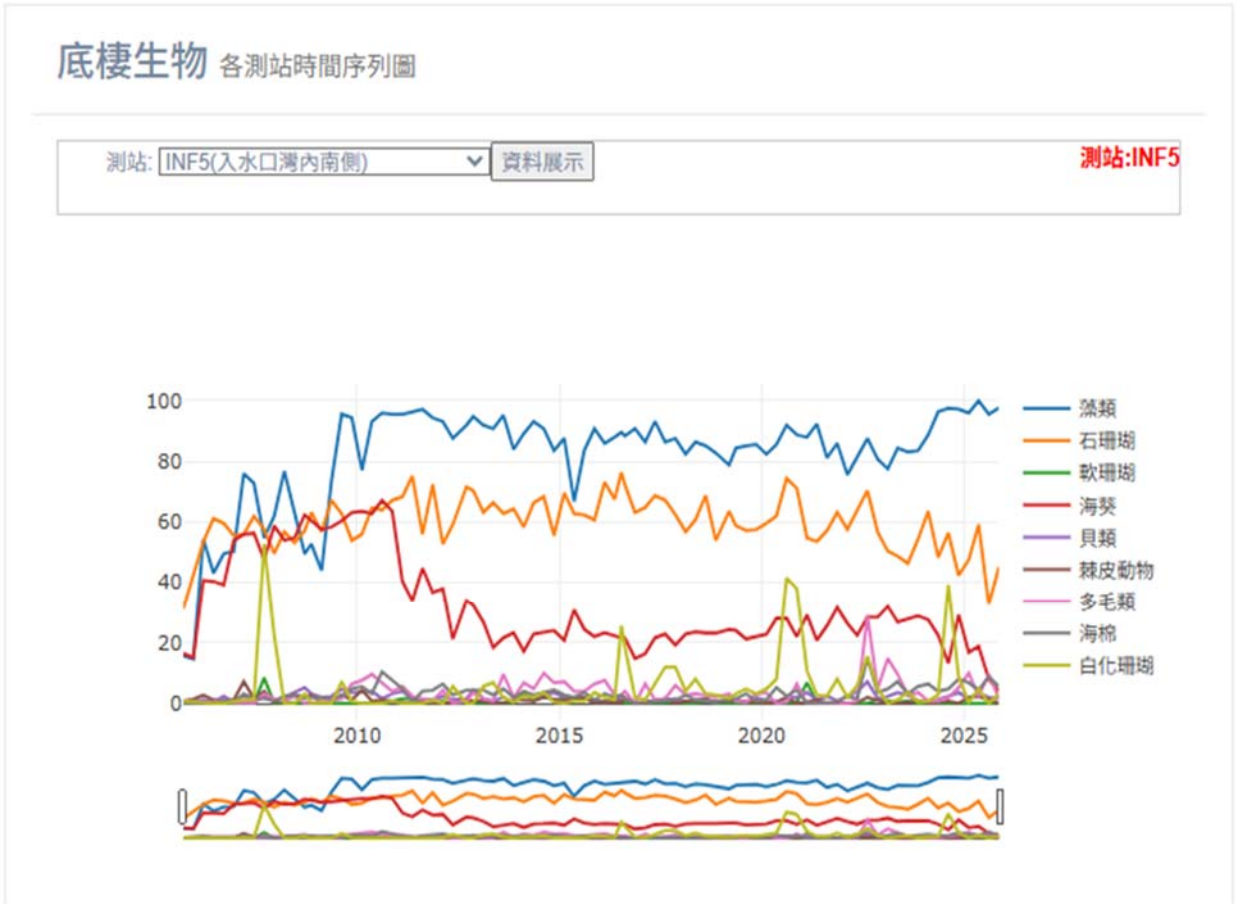


圖6-6-15 底棲生物各測站時間序列圖頁面一。

年	季節	種類	站名	位置	覆蓋率
2025-11-15	4	海綿	INF5	入水口灣內南側	5.60
2025-11-15	4	多毛類	INF5	入水口灣內南側	1.60
2025-11-15	4	藻類	INF5	入水口灣內南側	97.60
2025-11-15	4	白化珊瑚	INF5	入水口灣內南側	3.20
2025-11-15	4	貝類	INF5	入水口灣內南側	1.60
2025-11-15	4	棘皮動物	INF5	入水口灣內南側	0.00
2025-11-15	4	軟珊瑚	INF5	入水口灣內南側	0.00
2025-11-15	4	石珊瑚	INF5	入水口灣內南側	45.20
2025-11-15	4	海葵	INF5	入水口灣內南側	4.00
2025-08-15	3	海葵	INF5	入水口灣內南側	8.00
2025-08-15	3	多毛類	INF5	入水口灣內南側	9.60
2025-08-15	3	海綿	INF5	入水口灣內南側	8.80
2025-08-15	3	白化珊瑚	INF5	入水口灣內南側	0.00
2025-08-15	3	軟珊瑚	INF5	入水口灣內南側	0.00
2025-08-15	3	貝類	INF5	入水口灣內南側	2.00

圖6-6-16 底棲生物各測站時間序列圖頁面二。

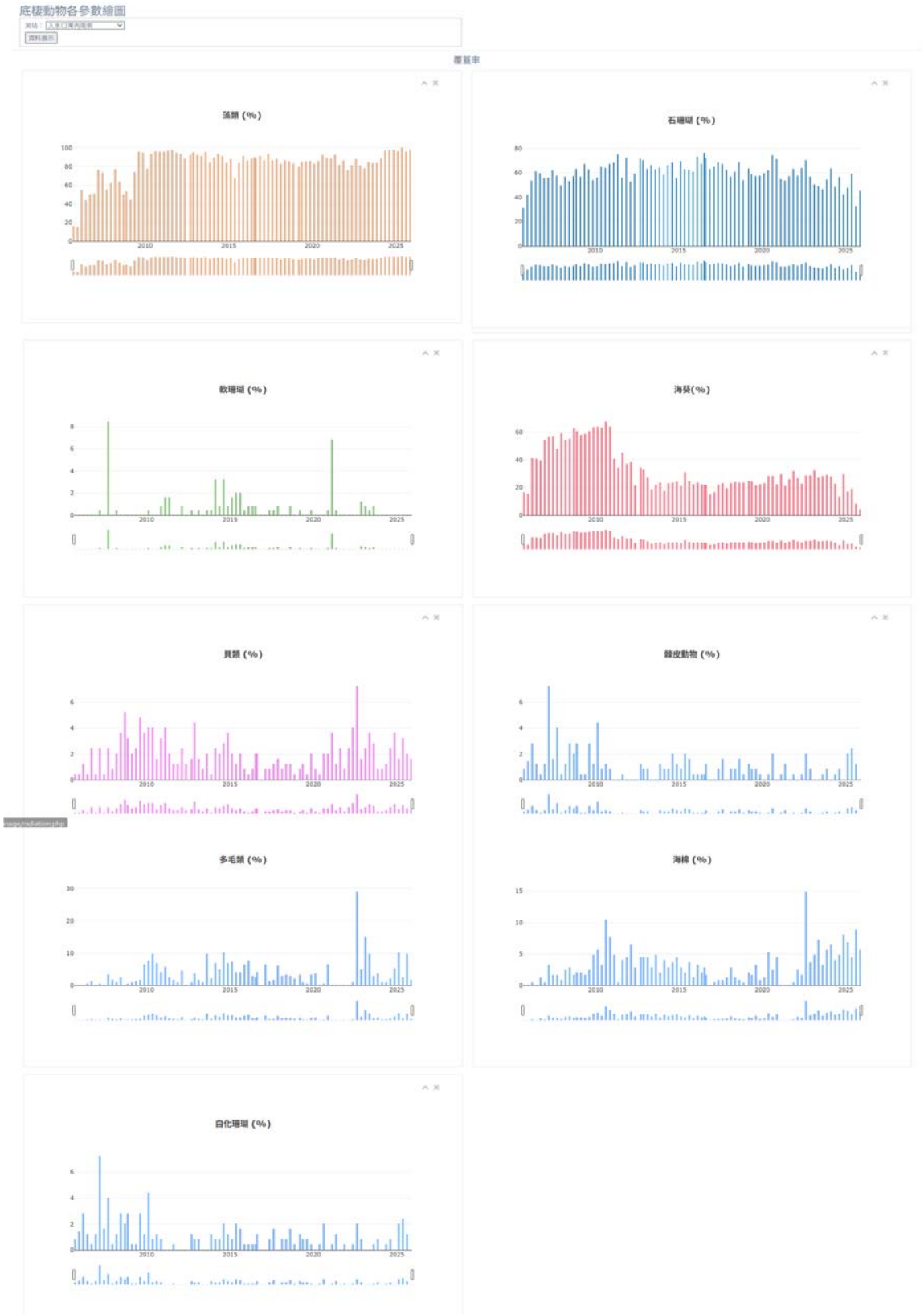


圖6-6-17 底棲動物各參數繪圖頁面。

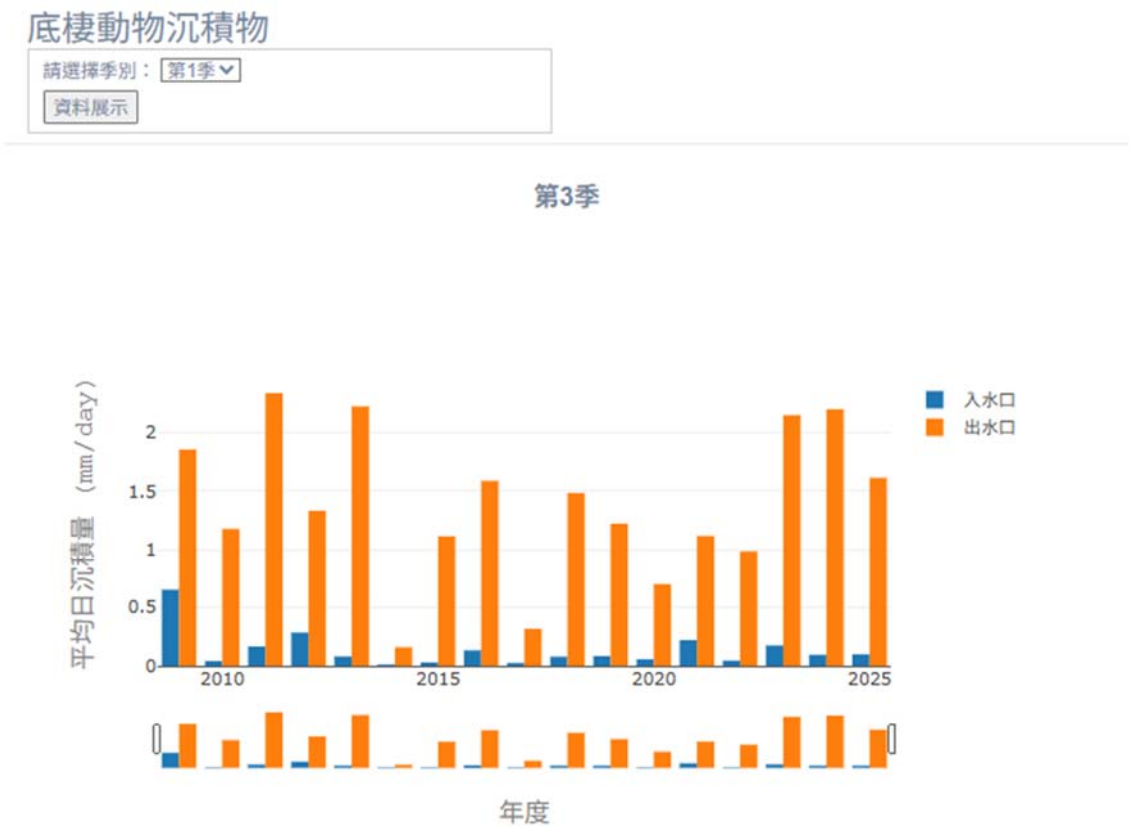


圖6-6-18 底棲動物沉積物展示介面。

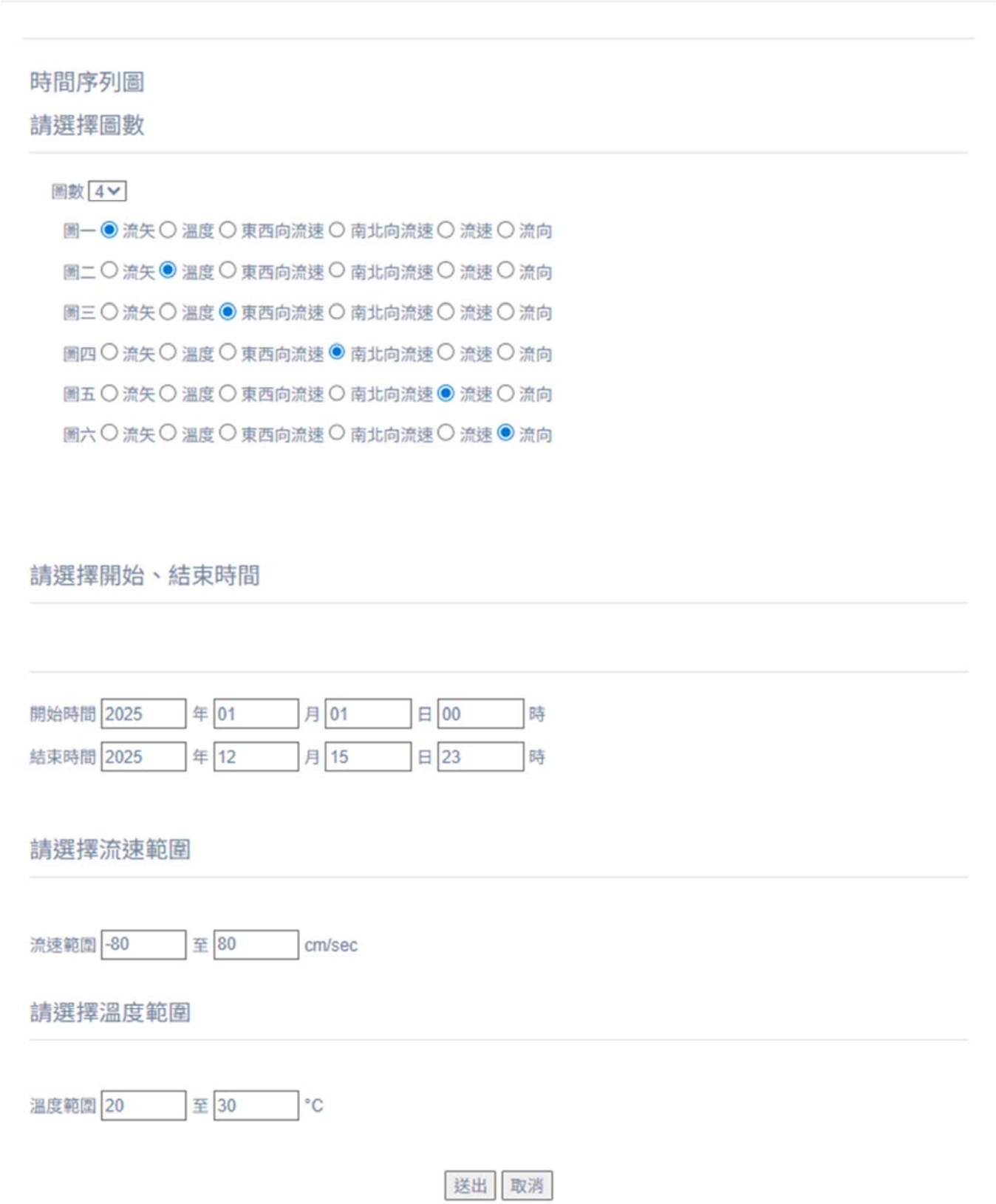


圖6-6-19 海流資料之搜尋介面。

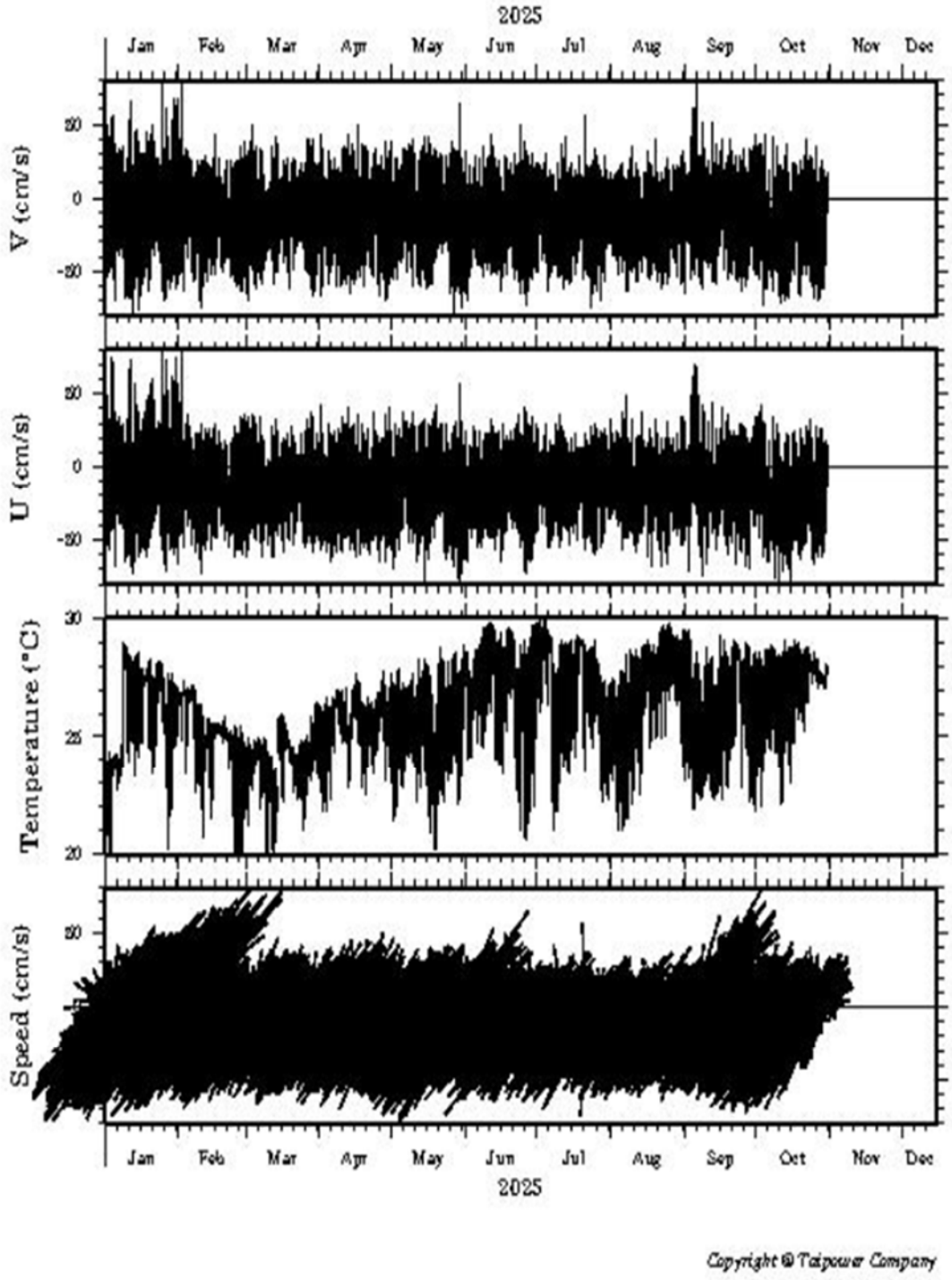


圖6-6-20 海流資料之時間序列圖。由上至下分別為流矢圖、溫度圖、東西向流速圖、
南北向流速圖。

圖6-6-21 流場統計圖之搜尋介面。

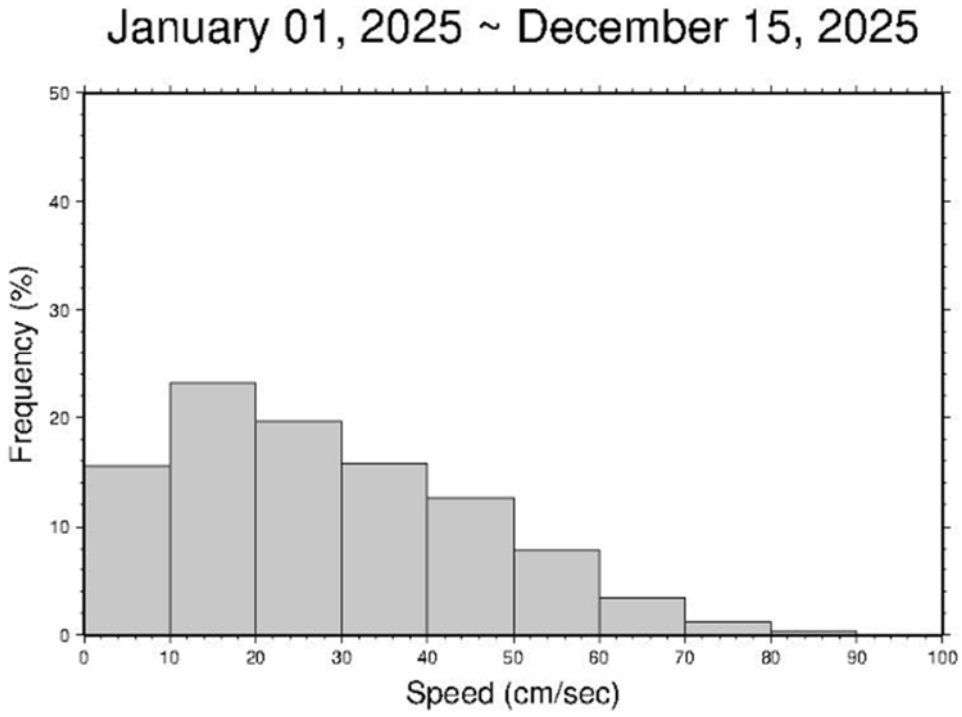
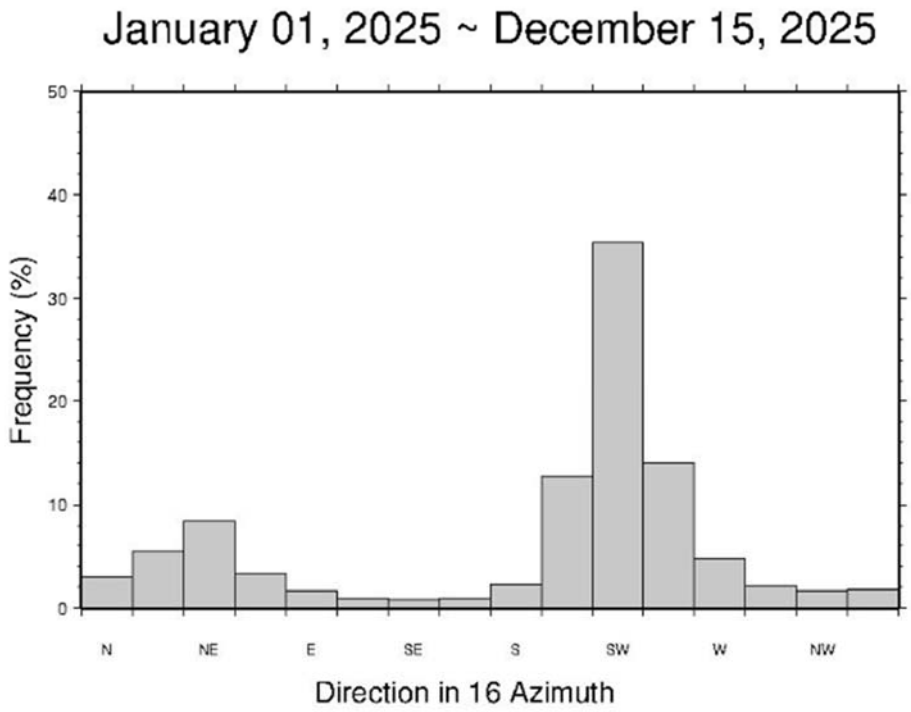


圖6-6-22 流速發生機率分佈圖。



下載高解析度圖檔(.pdf)

圖6-6-23 流向發生機率分佈圖。

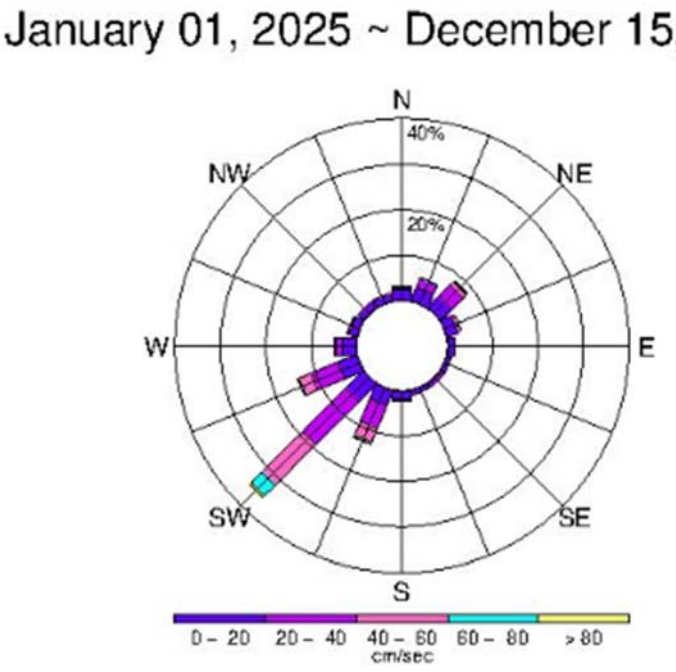


圖6-6-24 玫瑰圖。

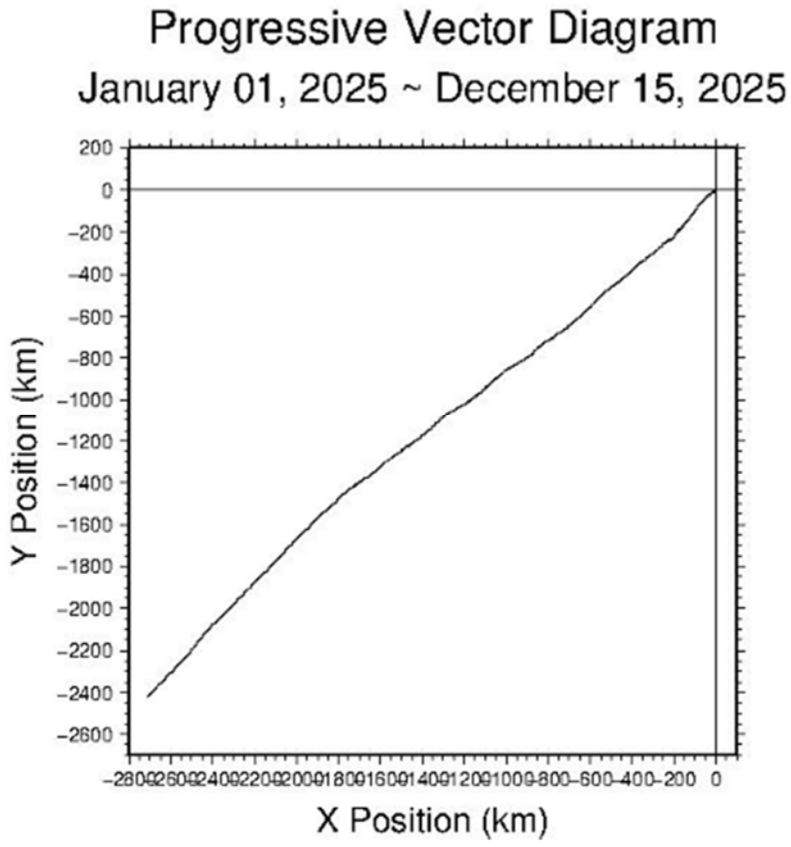
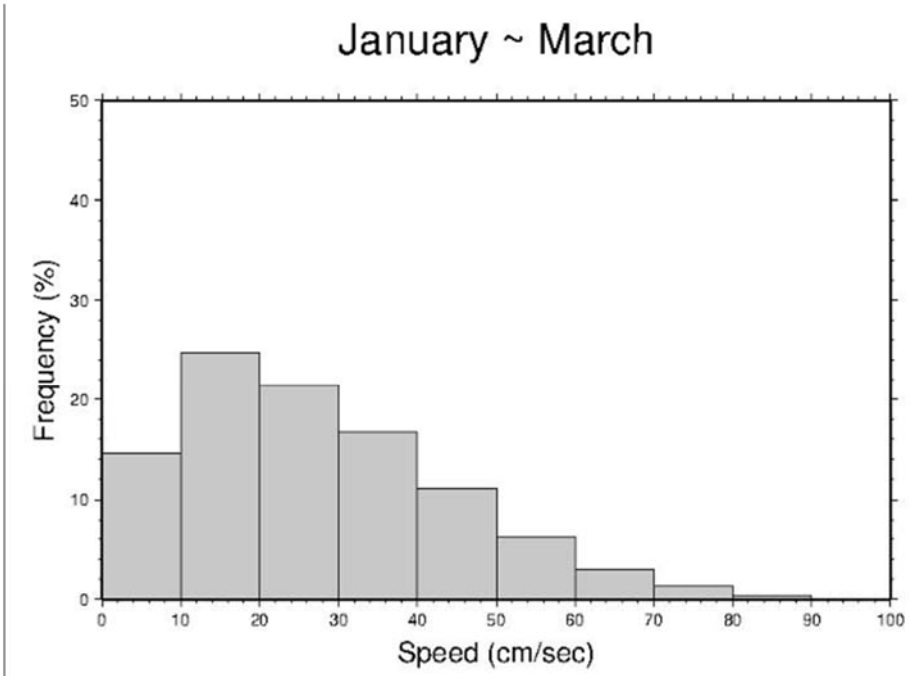


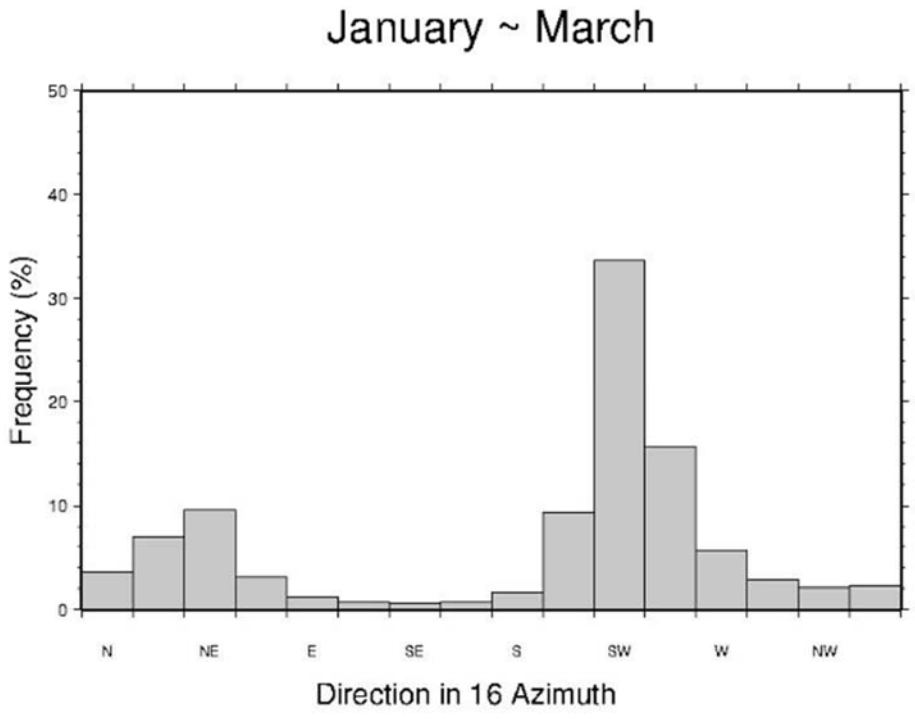
圖6-6-25 海流漸進線圖。

圖6-6-26流年歷年季節統計圖之搜尋介面。



下載高解析度圖檔(.pdf)

圖6-6-27 流速發生機率分佈圖。



下載高解析度圖檔(.pdf)

圖6-6-28 流向發生機率分佈圖。

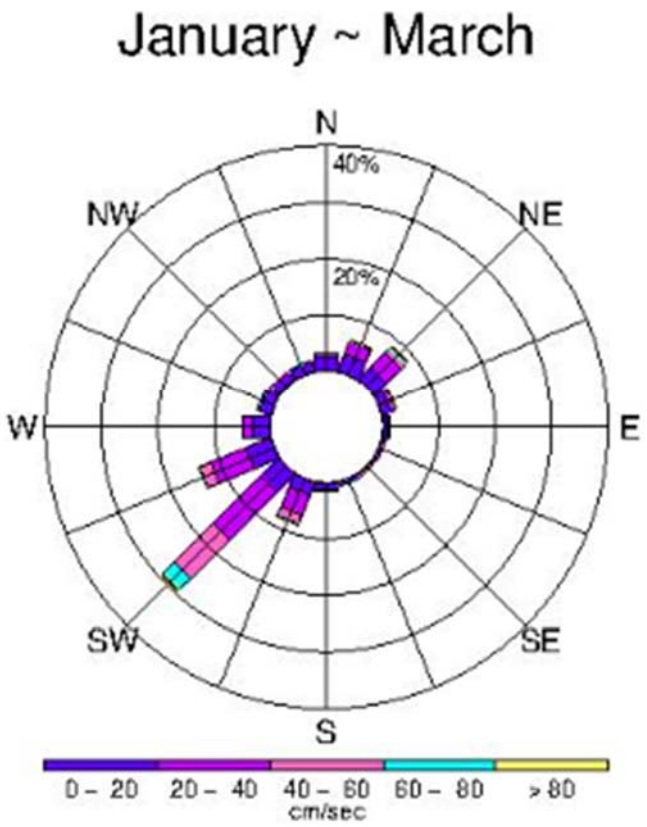


圖6-6-29 玫瑰圖。

圖6-6-30 浮標漂流軌跡查詢繪圖介面。

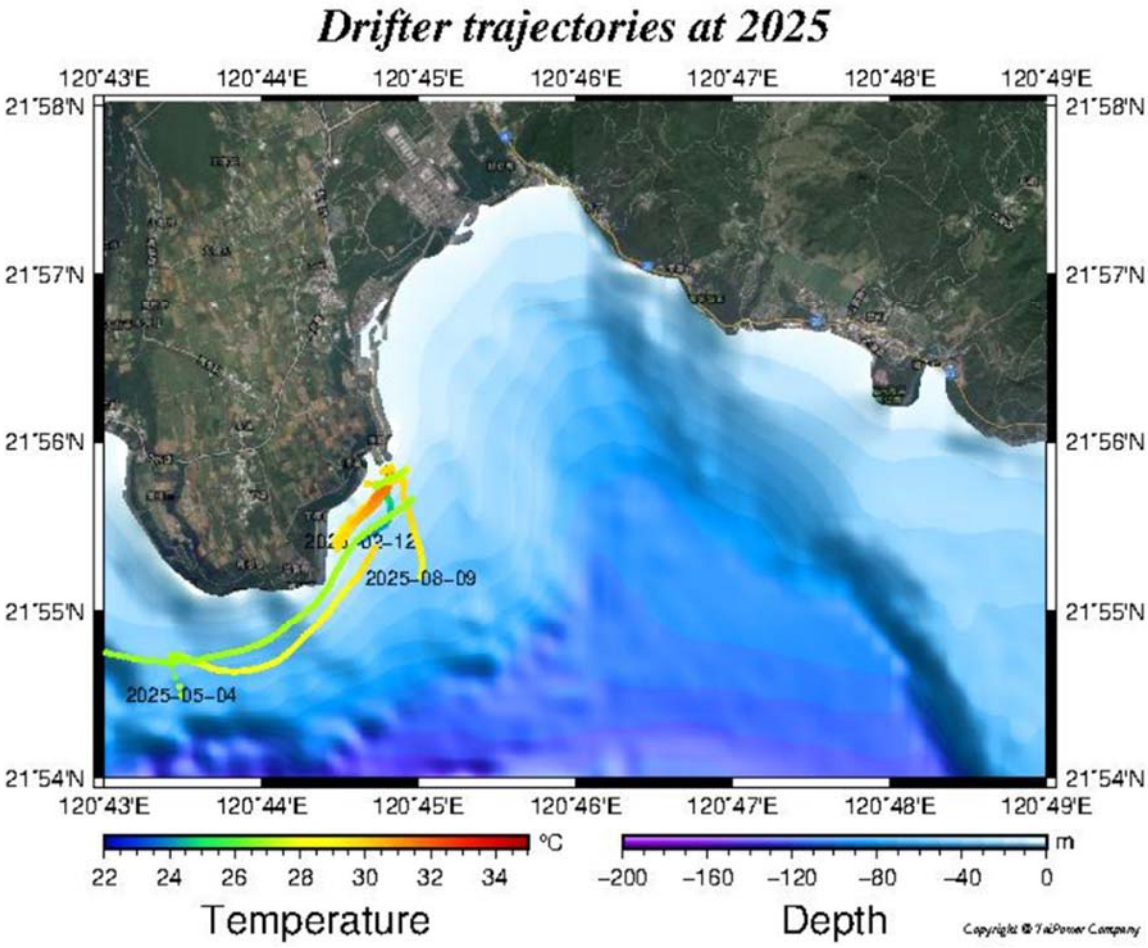
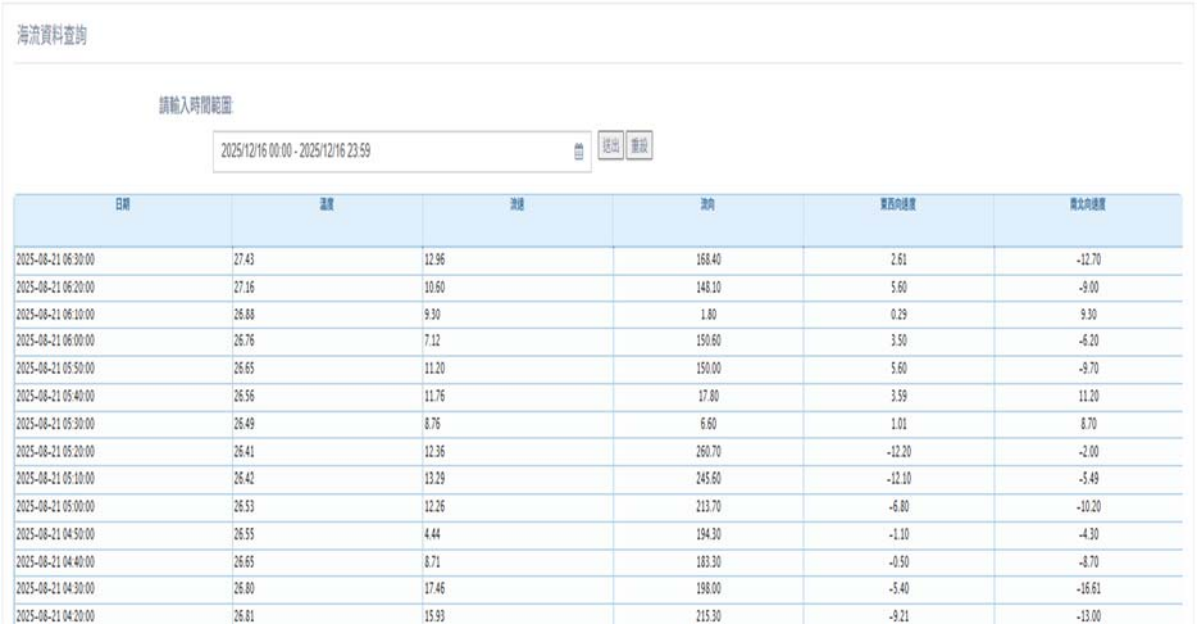


圖6-6-31 民國114 (西元2025) 年浮標漂流軌跡繪圖結果。



海流資料查詢

請輸入時間範圍

2025/12/16 00:00 - 2025/12/16 23:59

日期	溫度	流速	流向	東西向速度	南北向速度
2025-08-21 06:30:00	27.43	12.96	168.40	2.61	-12.70
2025-08-21 06:20:00	27.16	10.60	148.10	5.60	-9.00
2025-08-21 06:10:00	26.88	9.30	1.80	0.29	9.30
2025-08-21 06:00:00	26.76	7.12	150.60	3.50	-6.20
2025-08-21 05:50:00	26.65	11.20	150.00	5.60	-9.70
2025-08-21 05:40:00	26.56	11.76	17.80	3.59	11.20
2025-08-21 05:30:00	26.49	8.76	6.60	1.01	8.70
2025-08-21 05:20:00	26.41	12.36	260.70	-12.20	-2.00
2025-08-21 05:10:00	26.42	13.29	245.60	-12.10	-5.49
2025-08-21 05:00:00	26.53	12.26	213.70	-6.80	-10.20
2025-08-21 04:50:00	26.55	4.44	194.30	-1.10	-4.30
2025-08-21 04:40:00	26.65	8.71	183.30	-0.50	-8.70
2025-08-21 04:30:00	26.80	17.46	198.00	-5.40	-16.61
2025-08-21 04:20:00	26.81	15.93	215.30	-9.21	-13.00

圖6-6-32 海流資料查詢頁面。

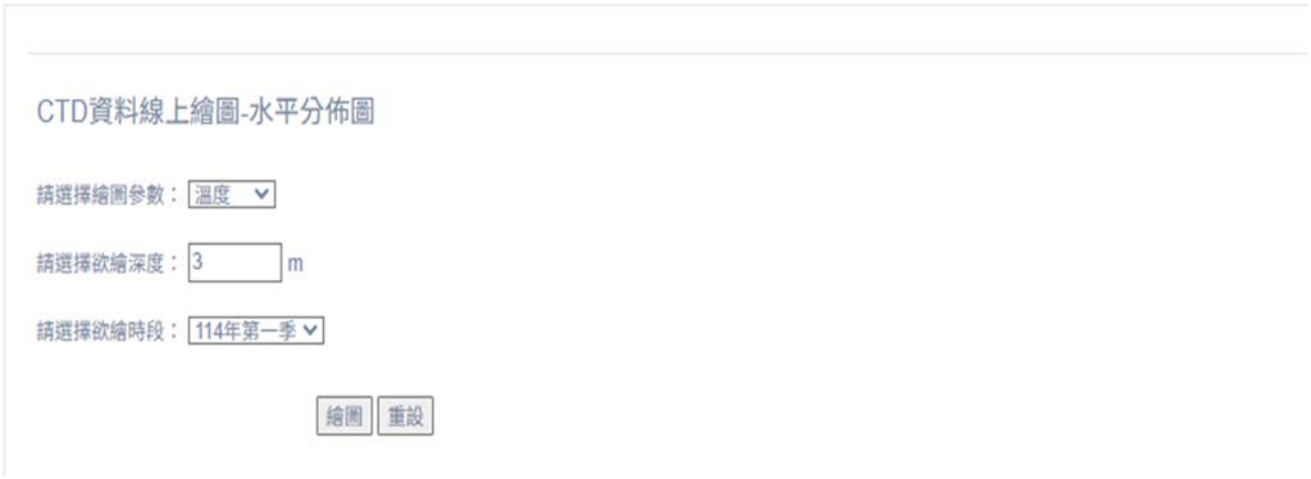
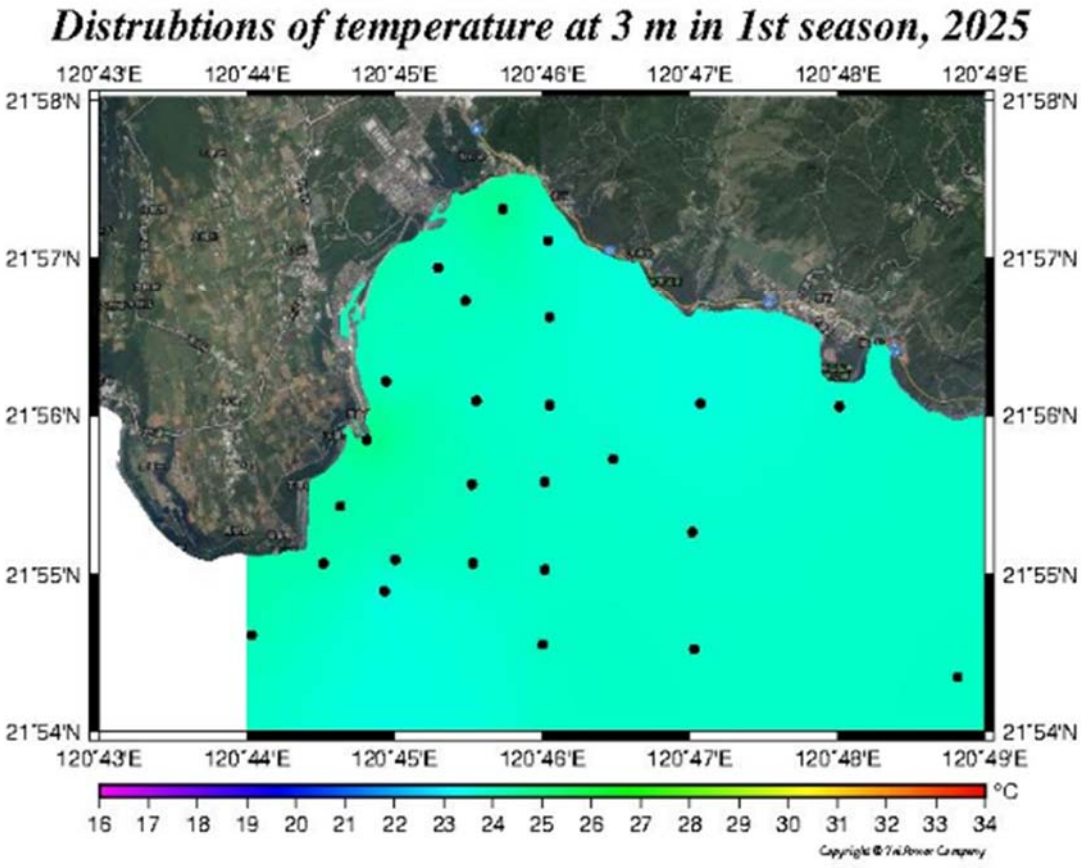


圖6-6-33 CTD水平分佈圖選擇介面。



下載高解析度圖檔(.pdf)

圖6-6-34 CTD水平分佈圖。

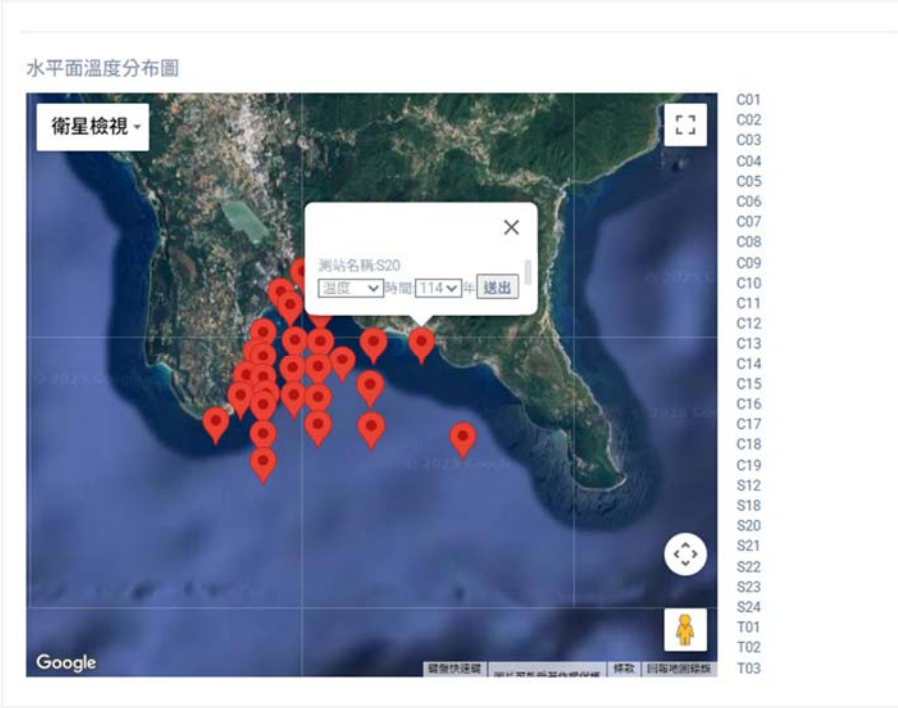


圖6-6-35 CTD資訊與Google Map整合介面。

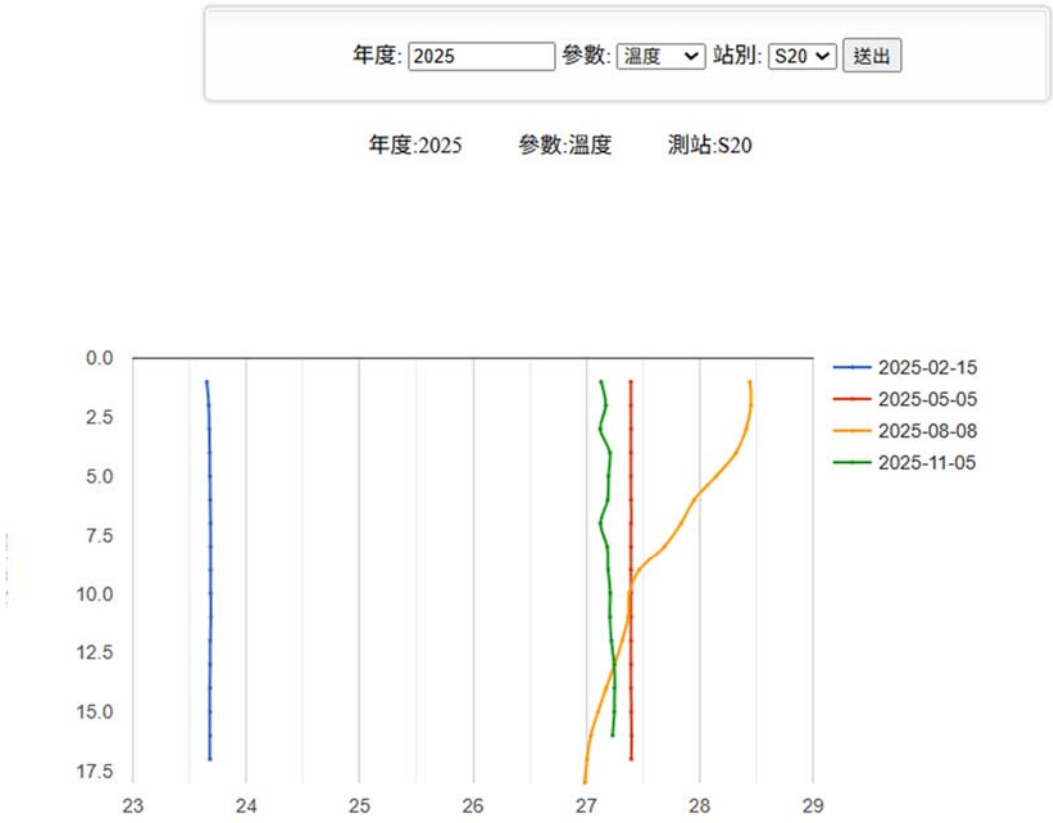


圖6-6-36 S20測站，民國114年溫度剖面圖。

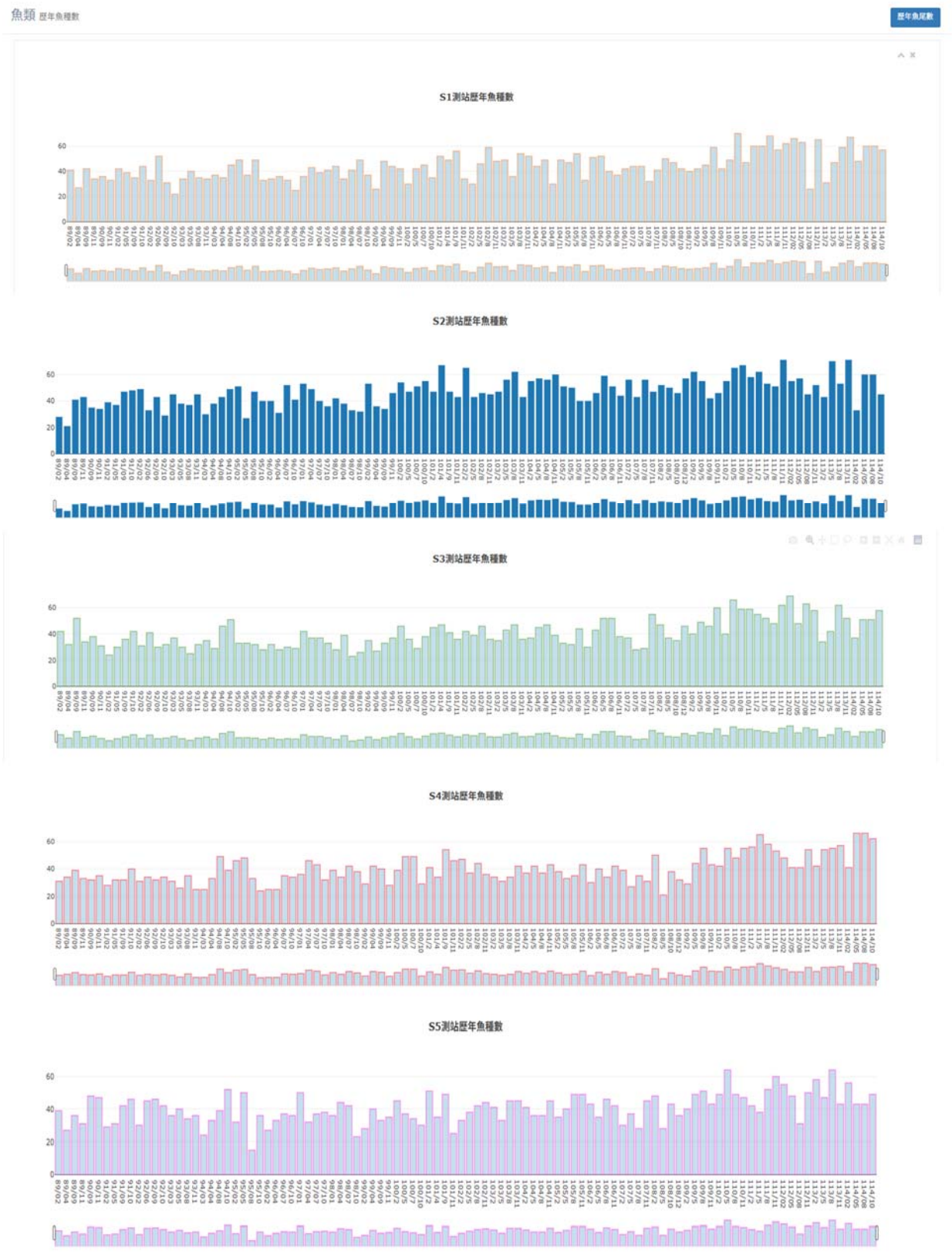


圖6-6-37 珊瑚礁魚類各測站歷年魚種數

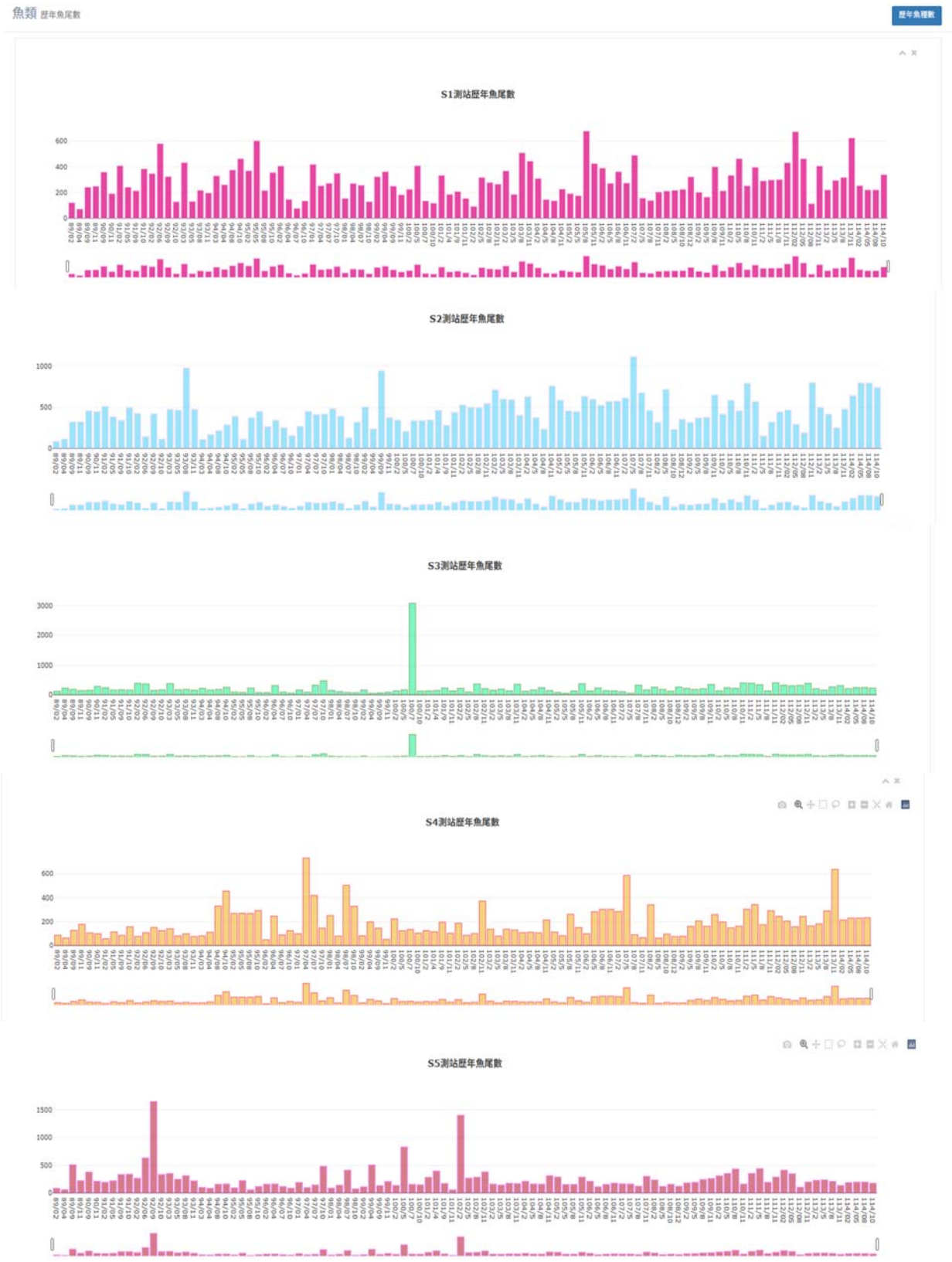


圖6-6-38 珊瑚礁魚類各測站歷年魚尾數

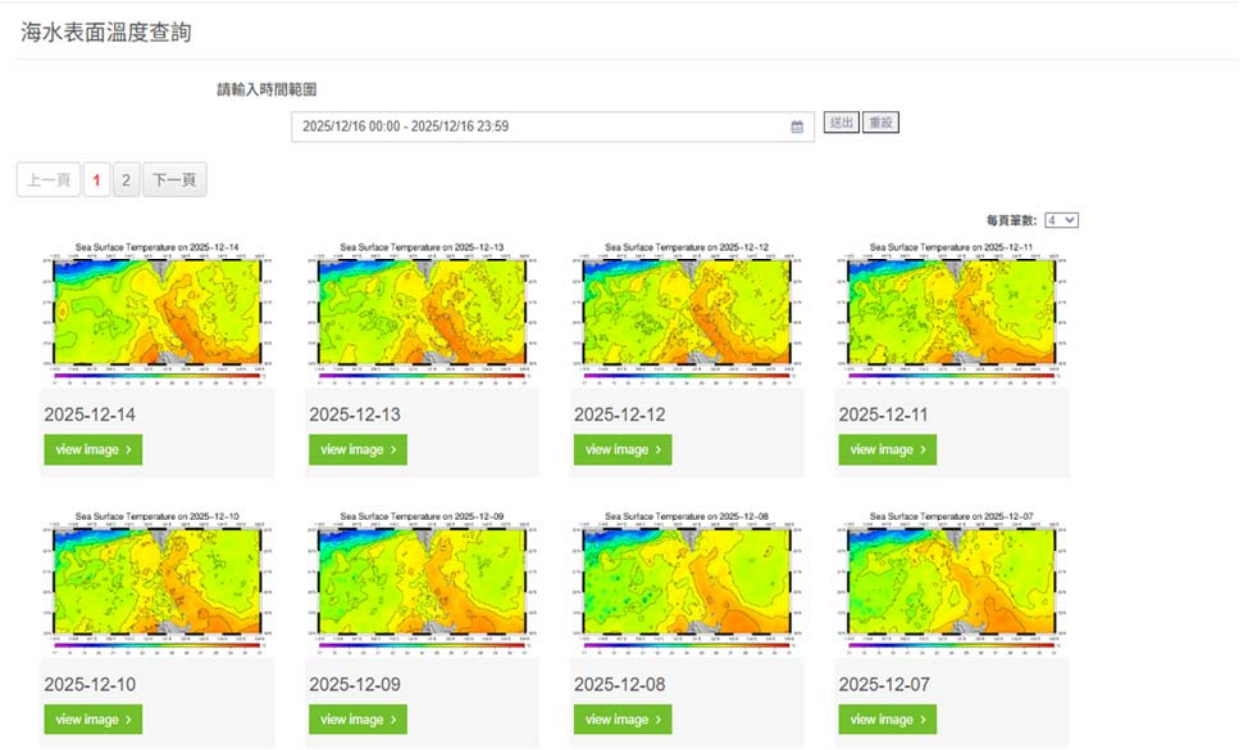


圖6-6-39 海表面溫度資料快速搜尋介面。

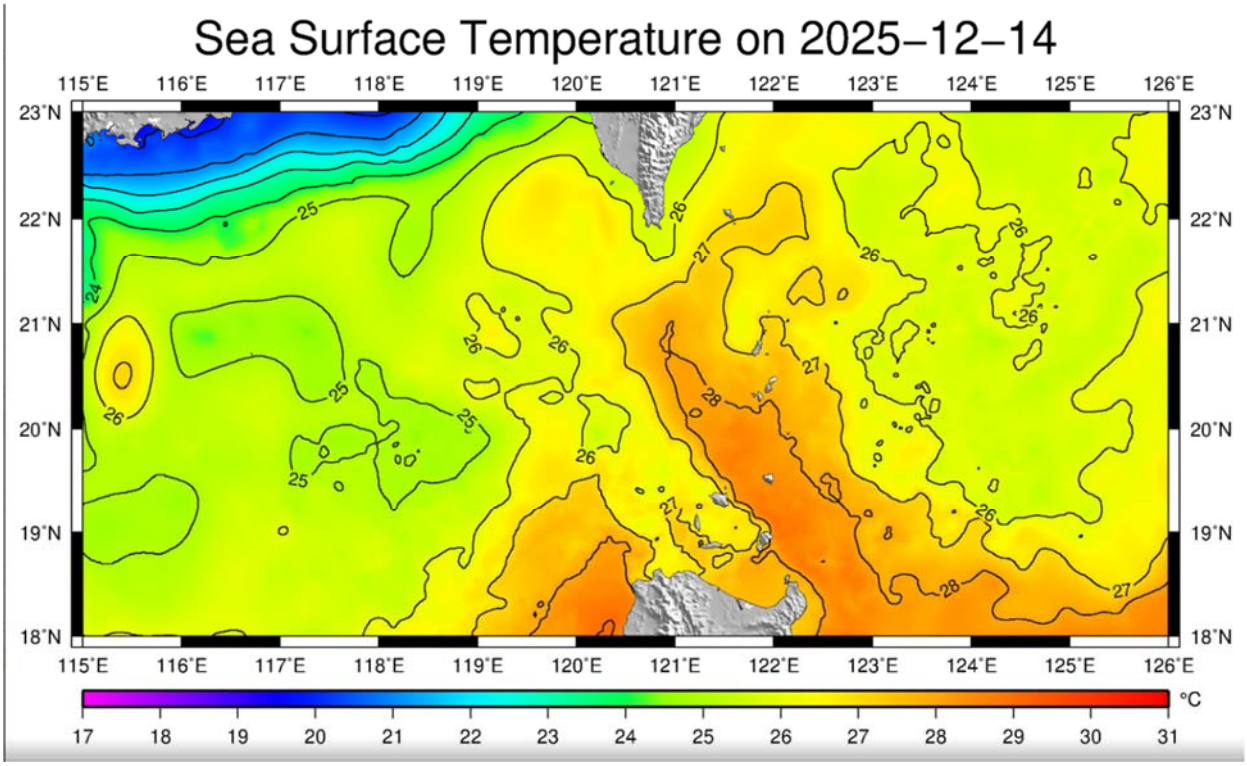


圖6-6-40 海表面溫度資料之大圖。

請輸入日期 2025-12-10

經度: 西邊界 118 °E, 東邊界 123 °E

緯度:南邊界 18 °N, 北邊界 23 °N

色標: 最低溫度 20 °C, 最高溫度 30 °C

送出 重設

圖6-6-41 海面溫度分佈查詢頁面。

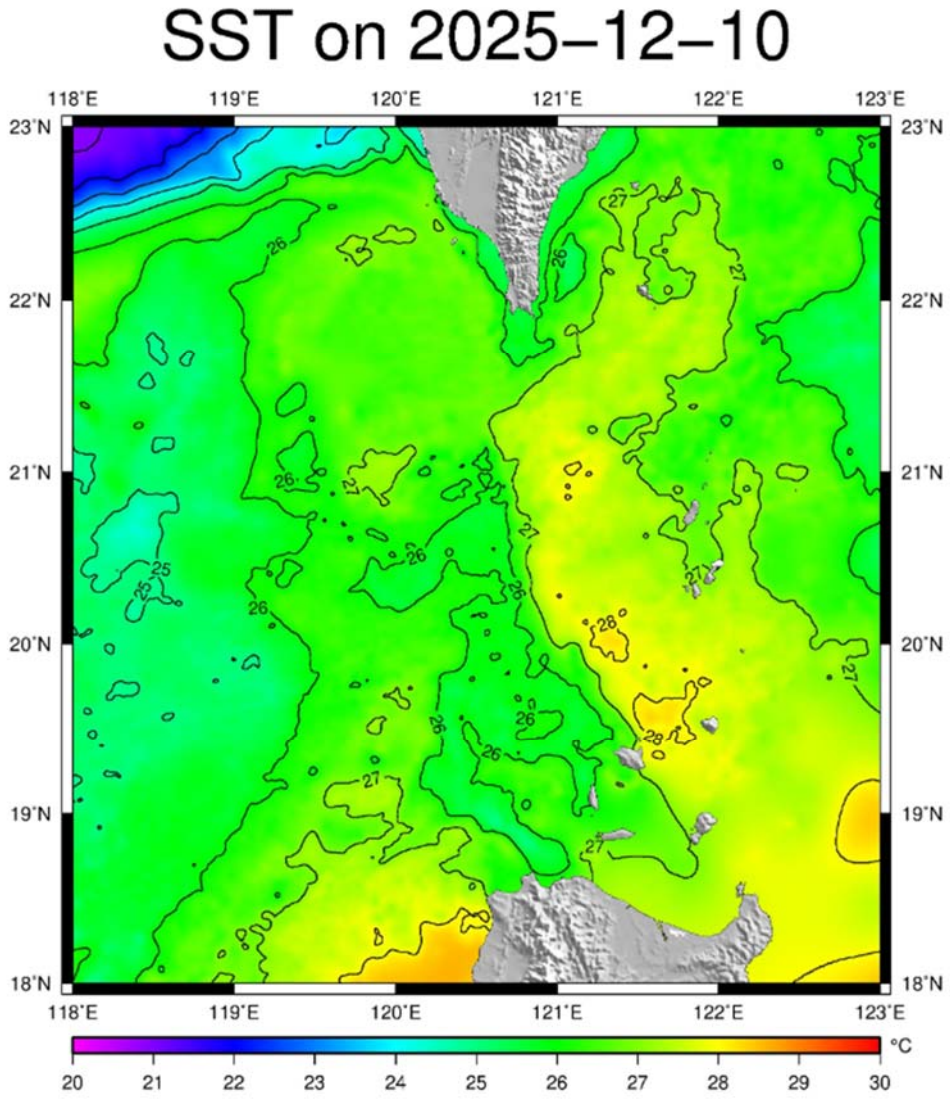


圖6-6-42 海表面溫度資料。

圖6-6-43 SST資料下載搜尋頁面。

	A	B	C	D	E	F	G
1	date	longitude	latitude	temperature			
2	2025/12/10	118	23	20.9			
3	2025/12/10	118	22.99	20.91			
4	2025/12/10	118	22.98	20.91			
5	2025/12/10	118	22.97	20.91			
6	2025/12/10	118	22.96	20.91			
7	2025/12/10	118	22.95	20.92			
8	2025/12/10	118	22.94	20.92			
9	2025/12/10	118	22.93	20.92			
10	2025/12/10	118	22.92	20.92			
11	2025/12/10	118	22.91	20.93			
12	2025/12/10	118	22.9	20.94			
13	2025/12/10	118	22.89	20.95			
14	2025/12/10	118	22.88	20.96			
15	2025/12/10	118	22.87	20.97			
16	2025/12/10	118	22.86	20.98			
17	2025/12/10	118	22.85	21.01			
18	2025/12/10	118	22.84	21.03			
19	2025/12/10	118	22.83	21.07			

圖6-6-44 SST資料之逗點分隔檔案頁面。

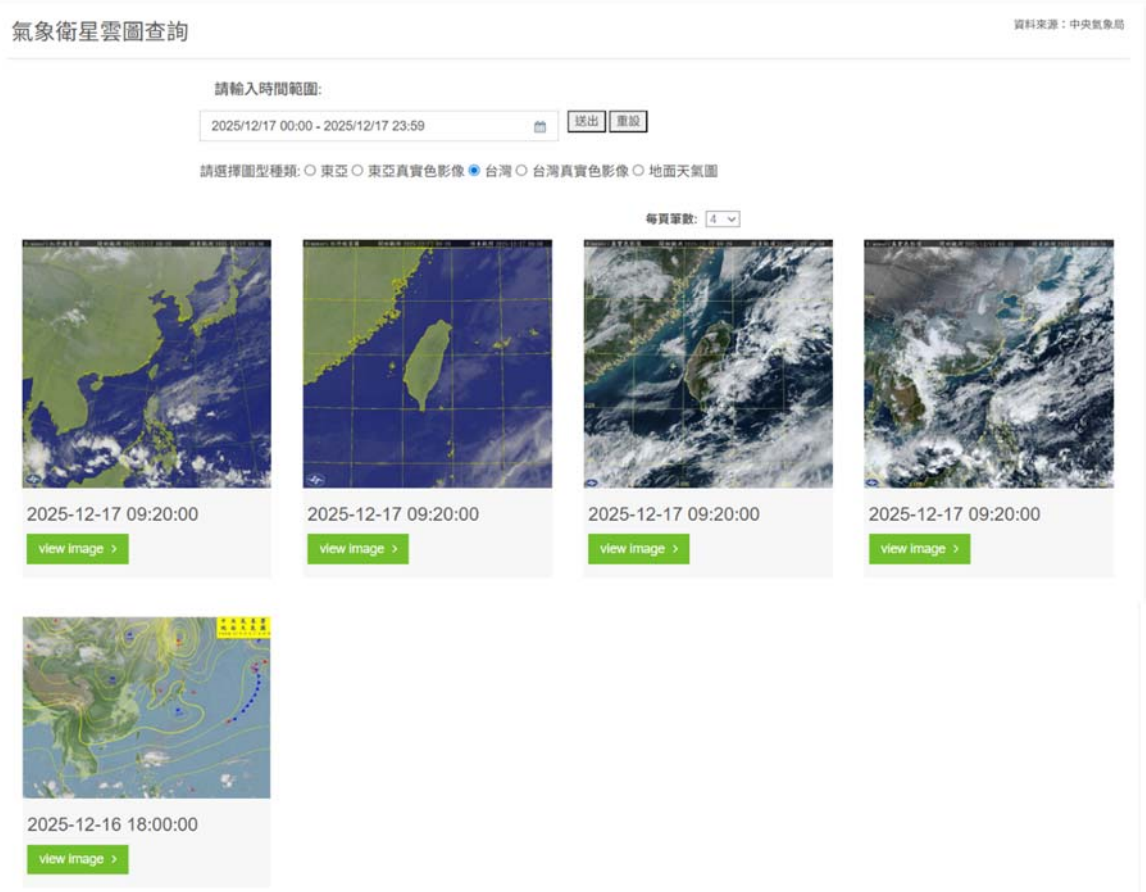


圖6-6-45 衛星雲圖查詢介面。

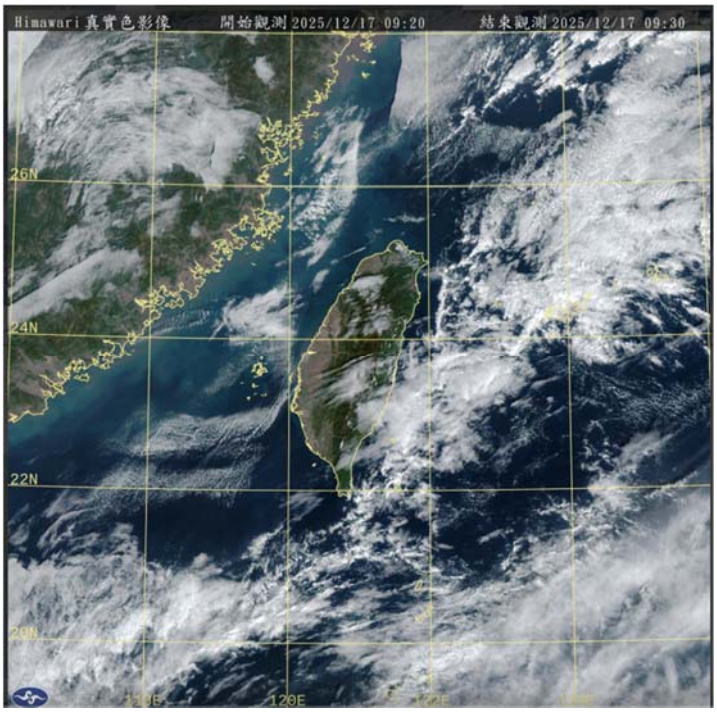


圖6-6-46 放大之衛星雲圖。

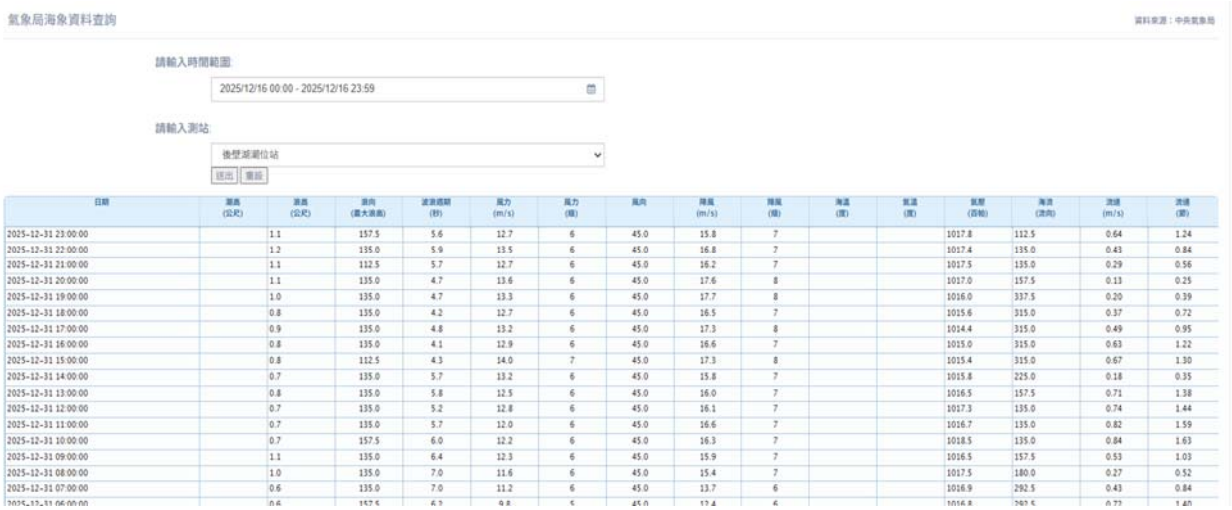


圖6-6-47 氣象局後壁湖潮位站之海象資料查詢介面。

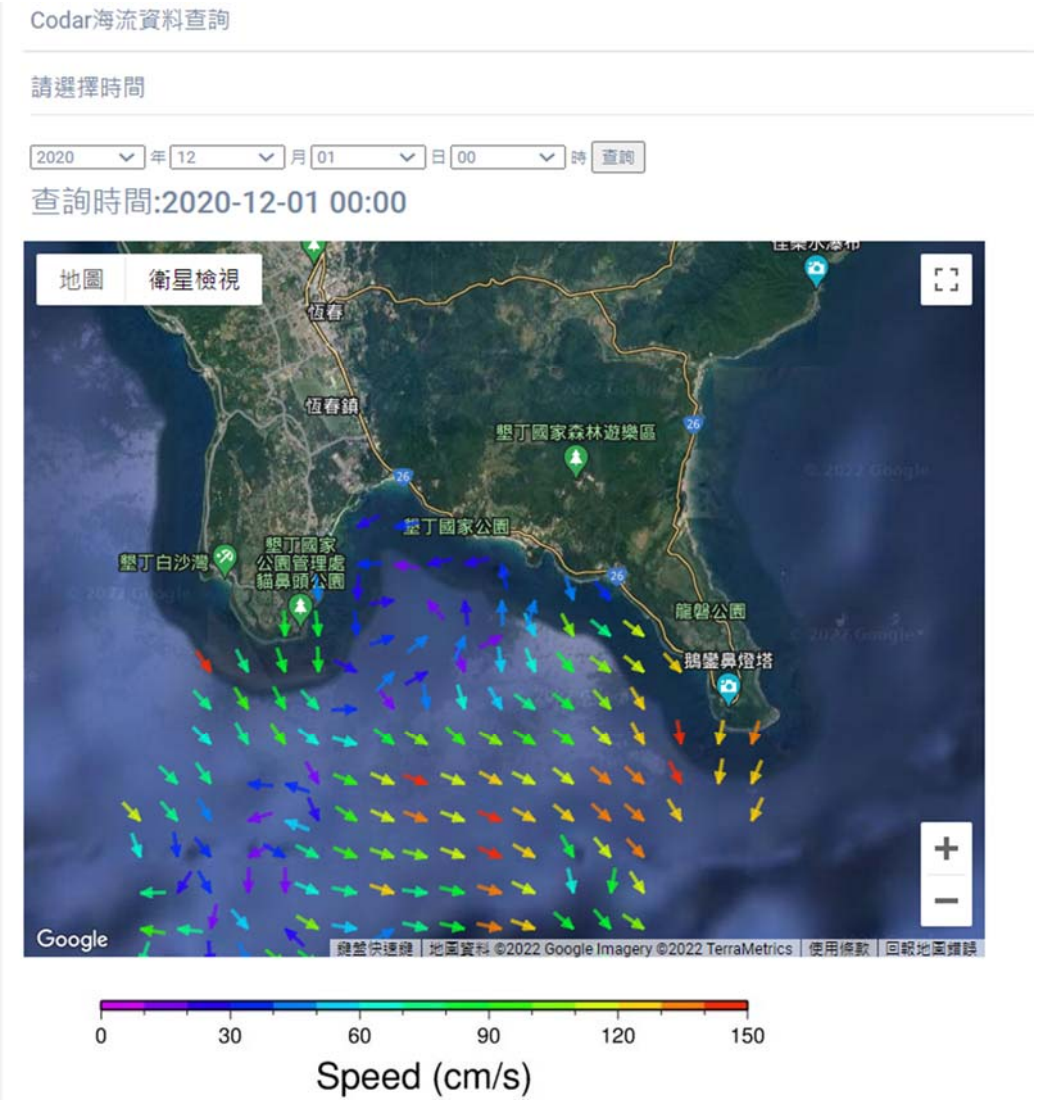


圖6-6-48 CODAR海流資料展示頁面。原網站已於2020年12月19日停止更新。

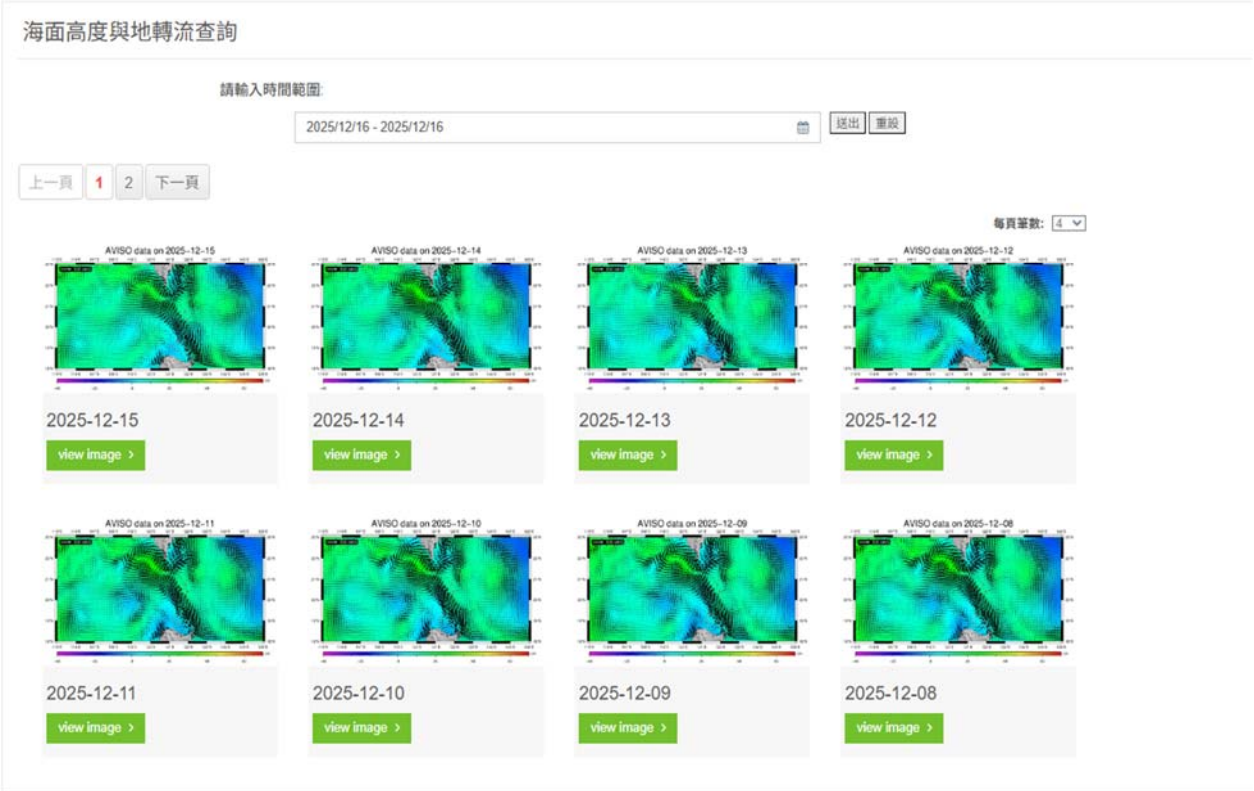


圖6-6-49 海面高度與地轉流查詢介面。

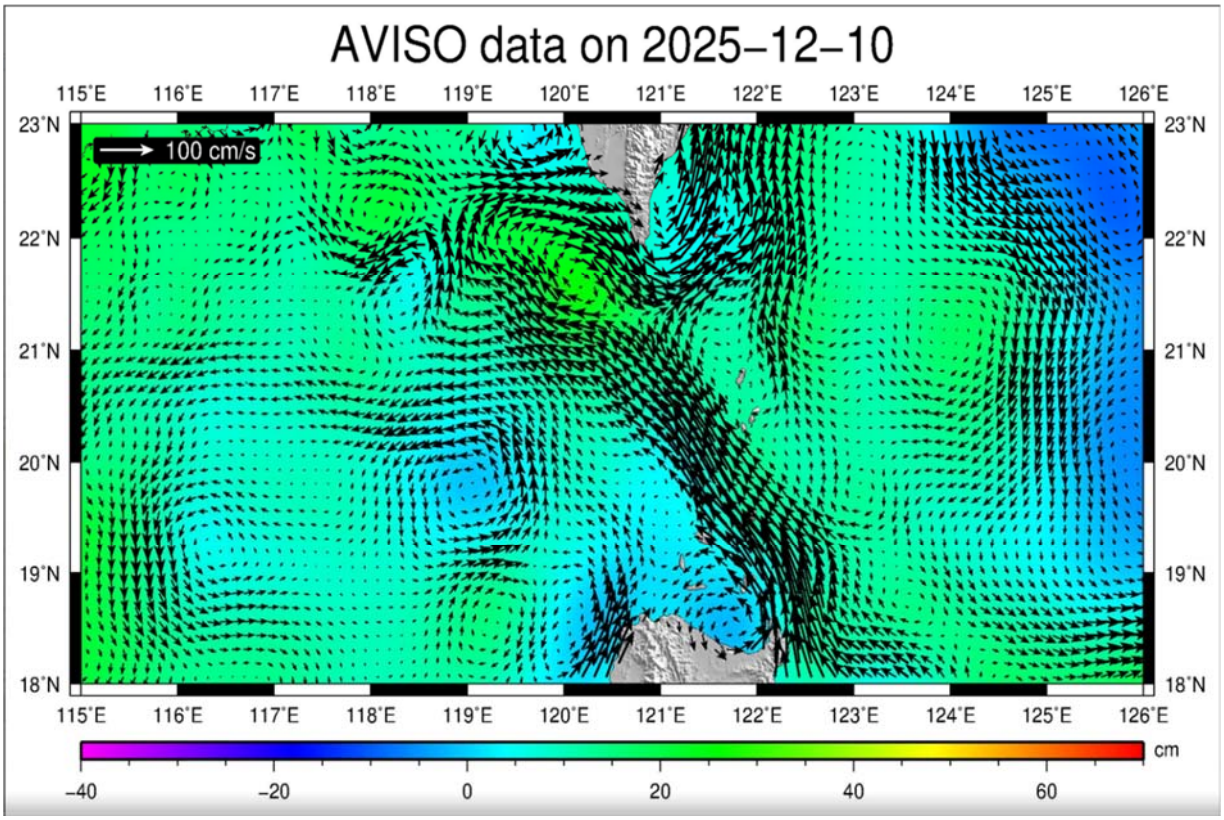


圖6-6-50 海面高度與地轉流分布圖。

圖6-6-51 海面高度與地轉流分佈查詢頁面。

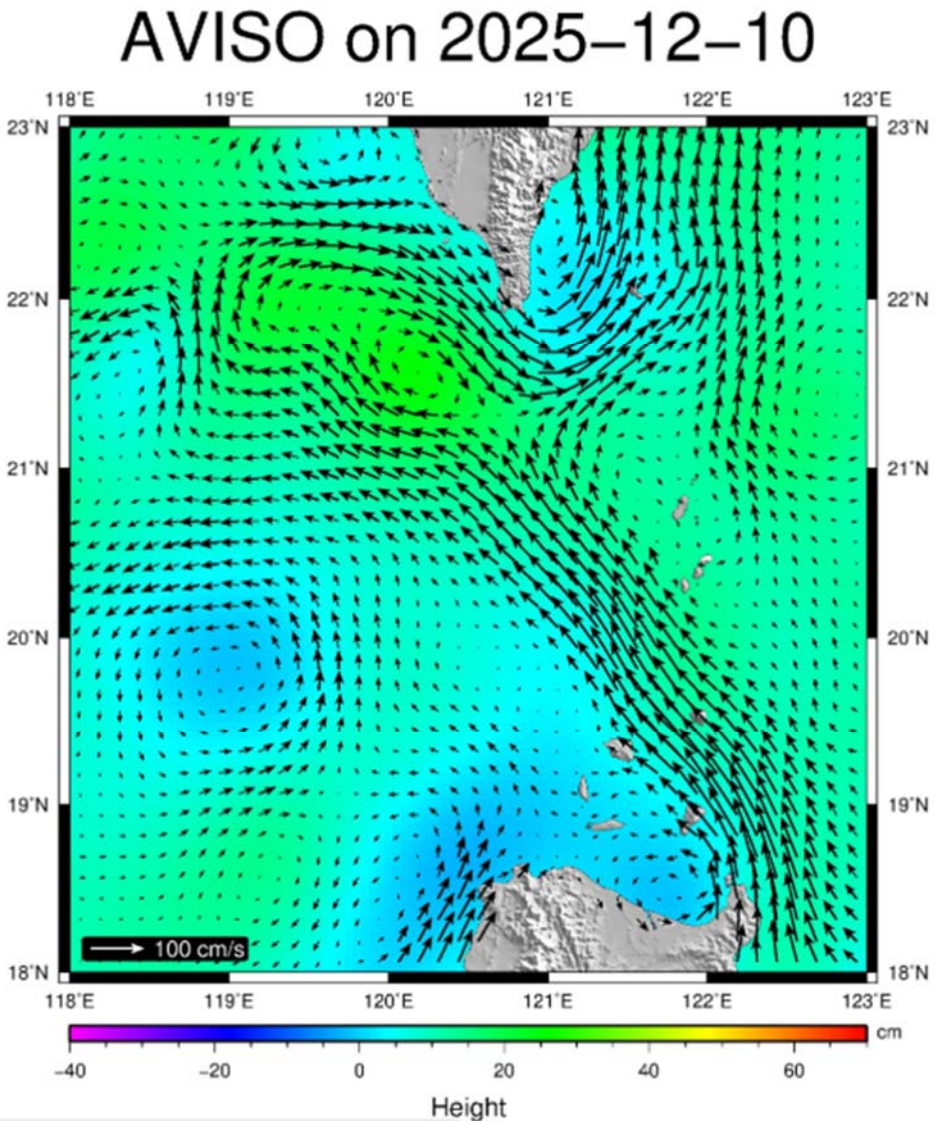


圖6-6-52 海面高度與地轉流分佈圖。

圖6-6-53 海面高度與地轉流原始資料查詢下載介面。

	A	B	C	D	E	F	G
1	date	longitude	latitude	height	u	v	
2	2025/12/1	118.0625	22.9375	0.2136	-0.41	30.45	
3	2025/12/1	118.0625	22.8125	0.2113	-0.96	23.8	
4	2025/12/1	118.0625	22.6875	0.2094	-0.08	14.57	
5	2025/12/1	118.0625	22.5625	0.2088	2.81	4.82	
6	2025/12/1	118.0625	22.4375	0.2107	9.04	-3.08	
7	2025/12/1	118.0625	22.3125	0.2146	11.42	-6.7	
8	2025/12/1	118.0625	22.1875	0.2174	9.02	-6.18	
9	2025/12/1	118.0625	22.0625	0.2162	2.12	-2.69	
10	2025/12/1	118.0625	21.9375	0.2093	-9.19	1.68	
11	2025/12/1	118.0625	21.8125	0.197	-22.85	5.45	
12	2025/12/1	118.0625	21.6875	0.1803	-27.34	6.8	
13	2025/12/1	118.0625	21.5625	0.1615	-28.23	2.51	
14	2025/12/1	118.0625	21.4375	0.1431	-29.25	-3.76	
15	2025/12/1	118.0625	21.3125	0.1271	-26.13	-8.17	
16	2025/12/1	118.0625	21.1875	0.1143	-20.3	-8.63	
17	2025/12/1	118.0625	21.0625	0.1053	-13.9	-5.64	
18	2025/12/1	118.0625	20.9375	0.1002	-9.76	-1.39	

圖6-6-54 海面高度與地轉流原始資料。

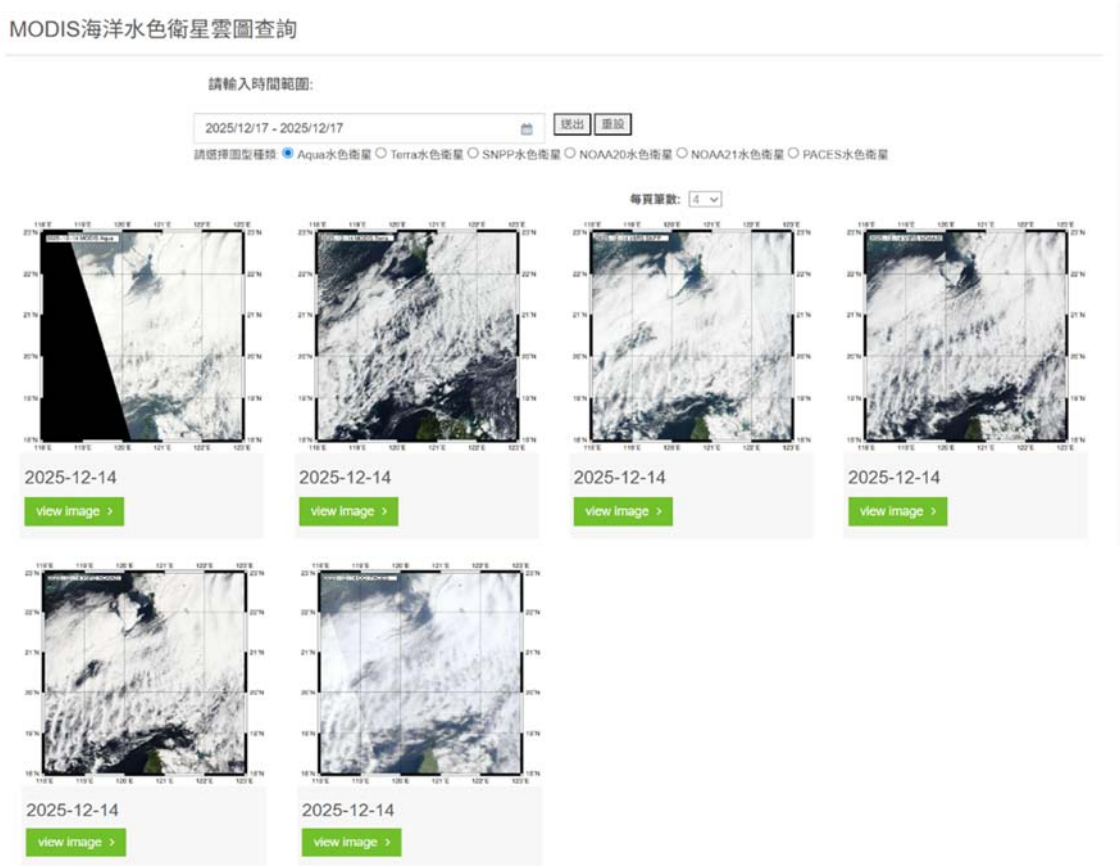


圖6-6-55 MODIS水色衛星資料查詢介面。

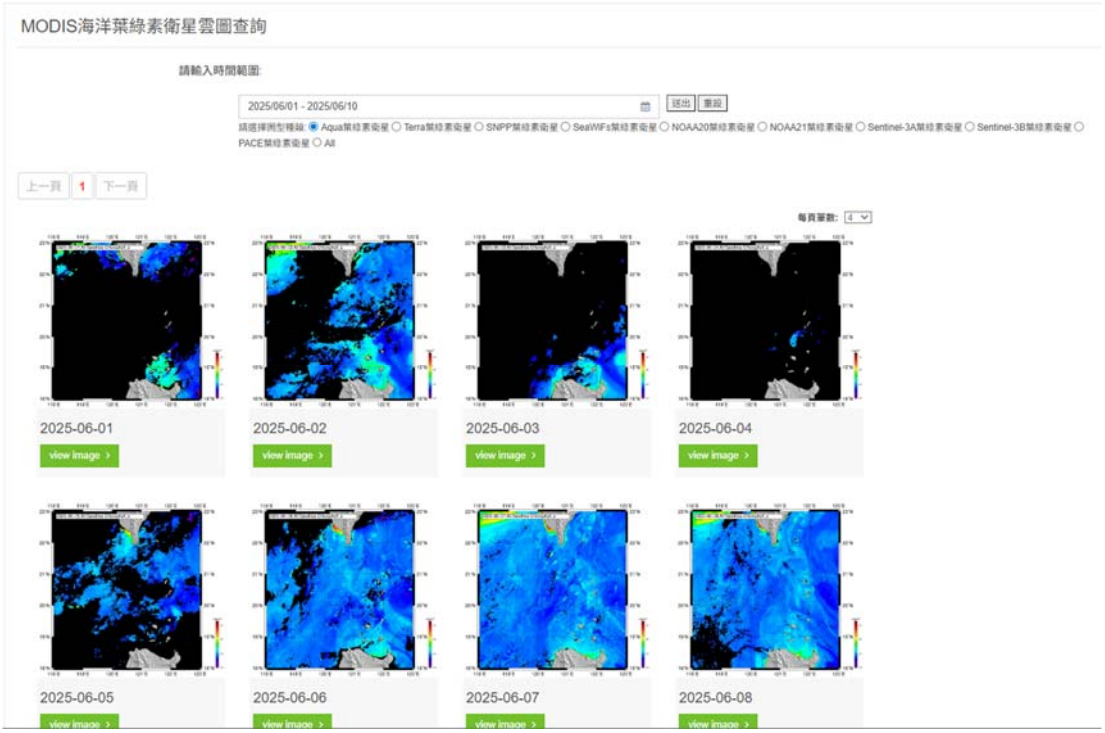


圖6-6-56 MODIS海洋葉綠素衛星資料查詢介面。

柒、參考資料

Aharon, P. (1985). Carbon isotope record of late Quaternary coral reefs: possible index of sea surface paleoproductivity, In: ET Sundquist and WS Broecker (eds), The Carbon Cycle and Atmospheric CO_2: Natural Variations Archean to Present. Geophysical Monograph 32, Am. Geophys. Union, Washington, DC, 343-355.

AIMS (2023). A pause in recent coral recovery across most of the Great Barrier Reef, in Australia's tropical marine research agency 2022/2023: Annual Summary Report of the Great Barrier Reef Coral Reef Condition, Australian Institute of Marine Science (AIMS), https://www.aims.gov.au.

APHA, (1985). Standard method for the examination of water and wastewater. 16th ed. American Public Health Association, New York, U.S.A., 1268 pp.

Bai, Y., T.H. Huang, X.Q. He, S.L. Wang, Y.C. Hsin, C.R. Wu, W.D. Zhai, H.K. Lui, C.T.A. Chen (2015). Intrusion of the Pearl River plume into the main channel of the Taiwan Strait in summer, J. Sea Res., 95: 1-15, doi:0.1016/j.seares.2014.10.003.

Baird, A.H. and P.A. Marshall (2002). Mortality, growth and reproduction in scleractinian corals following bleaching on the Great Barrier Reef, Mar. Ecol. Prog. Ser., 237:133-141.

Bang, A.H.Y., C.-Y. Kuo, C.K.-C. Wen, K.-L. Cherh, M.-J. Ho, N.-Y. Cheng, Y.-C. Chen and C.A. Chen (2021). Quantifying Coral Reef Resilience to Climate Change and Human Development: An Evaluation of Multiple Empirical Frameworks, Front. Mar. Sci., 7, 610306.

Barnard, L.A., I.G. Macintyre, and J.W. Pierce (1974). Possible environmental index in tropical reef corals, Nature, 252: 219-220.

Belkin, I.M. and M.A. Lee (2014). Long-term variability of sea surface temperature in Taiwan Strait. Climate Changes, 124: 4, 821-834.

Briand, F.J.P. (1975). Effects of power-plant cooling systems on marine phytoplankton, Mar. Biol., 33: 135-146.

Brook, A.J. and A.L. Baker (1972). Chlorination at power plant: Impact on phytoplankton productivity, Science, 176: 1414-1415.

Buckley, L.J. (1982). Effects of temperature on growth and biochemical composition of larval winter flounder Pseudopleuronectes americanus, Mar. Ecol. Prog. Ser., 8: 181-186.

Bell, P.R.F., I. Elmetri and P. Uwins. (1999). Nitrogen fixation by Trichodesmium spp. in the central and northern Great Barrier Reef lagoon: relative importance of the fixed-nitrogen load, Mar. Ecol. Prog. Ser., 186: 119-126.

Carpenter, E.J., B.B. Peck and S.J. Anderson (1974). Survival of copepods passing througha nuclear power station on north eastern Long Island Sound, U.S.A., Mar. Biol., 24: 49-55.

Chakraborty, S. (1993). Environmental significance of isotopic and trace elemental variations in banded corals, dissertation, Physical Research Lab. Ahmedabad, India, 88 pp.

Chao, S.Y., P.T. Shaw and S.Y. Wu (1996). El Nino modulation of the South China Sea circulation, Prog. Oceanog., 38: 51-93.

Chardy, P. (1989). Assessing biological effects of thermal discharge in the marine environment, La Mer, 27: 100-101.

Chen, C.-C., F.-K. Shiah, H.-J. Lee, K.-Y Lee , P.-J. Meng, S.-J. Kao, Y.-F. Tseng, and C.-L. Chung (2005). Phytoplankton and bacterioplankton biomass, production and turnover in a semi-enclosed embayment with spring tide induced upwelling, Mar. Ecol. Prog. Ser., 304: 91-100.

Chen, C.-C., Hsieh, H.-Y., Mayfield, A. B., Chang, C.-M., Wang, J.-T., & Meng, P.-J. (2022). The Key Impact on Water Quality of Coral Reefs in Kenting National Park. *Journal of Marine Science and Engineering,* 10(2), 270. https://doi.org/10.3390/jmse10020270

Chen, C.J., C.C. Lin and Y.M. Lin (1994). Surveillance of indoor and outdoor radon concentrations in Taiwan, Nuc. Sci. J., 31: 117-128.

Chen, C.T. (1981). Oxygen solubility in seawater, In "Solubility Data series, v.7, Oxygen and Ozone", R. Battino, ed. Pergamon Press, 41-55.

Chen, C.T.A., C.T. Liu and S.C. Pai (1994). Transport of oxygen, nutrients and carbonates by the Kuroshio current, Chin. J. Oceanol. Limnol., 12 (3): 220-227.

Chen, C.T.A., C.T. Liu and S.C. Pai (1995). Variations in oxygen, nutrient and carbonate fluxes of the Kuroshio current, La Mer, 33: 161-176.

Chen, C.T.A., B.J. Wang and L.Y. Hsing (2004a). Upwelling and Degree of Nutrient Consumption in Nanwan Bay, Southren Taiwan, J. Mar. Sci. Technol., 12 (5): 442-447.

Chen, C.T.A., L.Y. Hsing, C.L. Liu and S.L. Wang (2004b). Degree of nutrient onsumption of upwelled water in the Taiwan Strait based on dissolved phosphorus or nitrogen, Mar. Chem., 87: 73-86.

Chen, C.T.A.*, S. Jan, T.H. Huang, Y.H. Tseng (2010). Spring of no Kuroshio intrusion in the southern Taiwan Strait, J. Geophys. Res., 115, C08011, doi:10.1029/2009JC005804.

Chen, C.T.A., H.K. Lui, C.H. Hsieh, T. Yanagi, N. Kosugi, M. Ishii, G.C. Gong (2017). Deep oceans may acidify faster than anticipated due to global warming, Nature Climate Change, 7: 890–894.

Chen, C.T.A., T.H. Huang, C.H. Wu, H.Y. Yang, X.Y. Guo (2021). Variability of the nutrient stream near Kuroshio's origin. Scientific Reports, 11, Article number: 5080.

Chen, C.T.A*, S. Jan, M.H. Chen, L.L. Liu, J.F. Huang and Y.J. Yang (2023). Far-Field Influences Shadow the Effects of a Nuclear Power Plant's Discharges in a Semi-Enclosed Bay, Sustainability, 15(1), 9092.

Chen, Y.L.L., H.Y. Chen and Y.H. Lin (2003). Distribution and downward flux of Trichodesmium in the South China Sea as influenced by the transport from the Kuroshio Current, Mar. Ecol. Prog. Ser., 259:47-57.

Cheng, L.Z. and C.T.A. Chen (2004). Features of the fishing ground near the Third Nuclear Power Plant in Taiwan, J. Mar. Sci. Technol., 12 (5): 453-456.

Chu, P.C., S.B. Lu and Y.C. Chen (1997). Temporal and spatial variabilities of the South China Sea surface temperature anomaly, J. Geophys. Res., 102:20937-20955.

Chu, T.Y. (1971). Environmental study of the surrounding waters of Taiwan, Acta Oceanogr. Taiwanica, 1:15-31.

Chou, Y.L., C.T.A. Chen and L.L. Liu (2004). Effects of nuclear power plant thermal effluent on marine sessile invertebrate communities in Southern Taiwan, J. Mar. Sci. Technol., 12 (5): 448-452.

Clarke, G.M. (1993). Fluctuating asymmetry of invertebrate populations as biological indicator of environmental quality, Environ. Poll., 82: 207-211.

Cole, J.E. and R.G. Fairbanks (1991). The Southern Oscillation recorded in the oxygen isotopes of corals from Tarawa Atoll, Paleoceanography, 5: 669-683.

Coutant, C.C. (1976). Thermal effects, J. Water Poll. Control fed., 48: 1486-1544.

Dai, A. (1996). Global Precipitation Variability and Its Relationship with Other Climate Changes, Ph.D. thesis. Columbia University, New York, New York.

Dai, C.F., Chen, G., Inaba, M., Iwao, K., Iwase, F., Kakuma, Y., Kajiwara, K., Kimura, T., Nomura, K., Oki, K., Sakai, K., Shibuno, T., Yamano, H. and Yoshida, M (2002). "Status of coral reefs in East Asia: China, Japan, Korea and Taiwan", In: Wilkinson, C. (ed) Status of Coral Reefs of theWorld: 2002, p. 153-162, Australian Institute of Marine Science, Townsville, Queensland, Australia.

Dodge, R.E. and J.R. Vaisnys (1975). Hermatypic coral growth banding as environmentalrecorder, Nature, 258: 707-708.

Dunbar, R.B. and G.M. Wellington (1981). Stable isotopes in a branching coral monitor seasonal temperature variation, Nature, 293: 453-455.

Durack, P.J., S.E. Wijffels and R.J. Matear (2012). Ocean salinities reveal strong global water cycle intensification during 1950 to 2000. Science, 336 (6080): 455-458.

Eakin, C.M., G. Liu, A.M. Gomez, J.L. De La Cour, S.F. Heron, W.J. Skirving, E.F. Geiger, K.V. Tirak, and A.E. Strong (2016). Global coral bleaching 2014-2017? Status and an appeal for observations, Reef Encounter 43, 31(1): 20-26.

Emiliani, C., J.H. Husdon, E.A. Shinn and R.Y. George (1978). Oxygen and carbon isotopic growth recorded in a reef coral from the Florida Keys and a deep-sea coral from Blake Plateau, Science, 202: 627-629.

EPA (1979). Handbook for analytical quality control in water and wastewater laboratories, US EPA-600/4-79-019.

Eppley, R.W., E.H. Renger and P.M. Williams (1976). Chlorine reactions with seawater constituents and the inhibition of photosynthesis of natural marine phytoplankton, Estuar. Coast. Mar. Sci., 4: 147 - 161.

Epstein S., R. Buchsbaum, H.A. Lowenstam, and H.C. Urey (1953). Revised carbonate-water isotopic temperature scale, Bull. Geol. Soc. Am., 64: 1315-1326.

Evans, M.S., G.J. Warren, and D.I. Page (1986). The Effects of Power Plant Passage on Zooplankton Morta lities: Eight Years of Study at the Donald C. CookNuclear Plant, Wat. Res., 20 (6): 725-734.

Fairbanks, R.G. and R.E. Dodge (1979). Annual periodicity of the $^{18}O^{16}O$ and $^{13}C^{12}C$ ratios in the coral Montastrea annualaris, Geochim. Cosmochim. Acta, 43(7): 1009-1020.

Fairbanks, R.G. and R.K. Matthews (1979). The Marine oxygen isotope record in Pleistocene coral, Barbados, West Indies. Quat. Res., 10: 181-196.

Fan, K.L. (1982). A study of water masses in Taiwan Strait, Acta Oceanogr. Taiwanica, 13: 140-153.

Fan, K.L. (1985). STD measures in the sea around Taiwan during 1977-1983, Institute of Oceanogr., National Taiwan Univ. Special Pub., 44.

Fan, K.L. (1988). The thermal effluent incident of the third nuclear power plant in outhern Taiwan, Acta Oceanogr. Taiwanica, 20: 117-125.

Fan, K.L. and C.Y. Yu (1981). A study of water masses in the seas of southernmost Taiwan, Acta Oceanogr. Taiwanica, 12: 94-111.

Fan T. Y., B. J. Wu and L.S. Fang (2009). The heterogeneity of temperature change and coral bleaching during abnormally warm summer of 2007 (in preparation).

Gomez, L.S., R.R. Hessler, D.W. Jackson, M.G. Marietta, K.L. Smith Jr., A.A. Yayanos (1981). Environmental studies data base development and data synthesis activities of the US Subseabed Disposal Program. Impacts of Radionuclide Releases into the Marine Environment, 607-628.

Goreau, T.J. (1977). Carbon metabolism in calcifying and photosynthetic organisms: theoretical models based on stable isotope data, Proc. 3rd Int. Coral Reef Symp., Miami, 2: 395-401.

Gouezo, M., D. Olsudong, K. Fabricius, P. Harrison, Yi. Golbuu, and C. Doropoulos (2020). Relative roles of biological and physical processes influencing coral recruitment during the lag phase of reef community recovery, Sci. Rep., 10:2471, doi:10.1038/s41598-020-59111-2.

Hamilton, D.H. Jr., D.A. Flemer and C.W. Keefe (1976). Power plants: Effect of chlorination on estuarine primary production, Science, 169: 197-198.

Hsu, S.-C., C.-A. Huh, C.-Y. Chan, S.-H. Lin, F.-J. Lin and S.-C. Liu (2012) Hemispheric dispersion of radioactive plume laced with fission nuclides from the Fukushima nuclear event. Geophys. Res. Lett. 39, L00G22, doi: 10.1029/2011GL049986.

Huang, J.T., Y.C. Kuo and C.C. Huang (2002). The environmental radiation monitoring around the Maanshan Nuclear Power Plant in Taiwan, in Marine Environment: The past, present and future, ed. C.T.A. Chen, The Fuwen Press, Kaohsiung , 433-447.

Hudson, J.H., E.A. Shinn, R.B. Halley and B. Lidz (1976). Sclerochronology: a tool for interpreting past environments, Geology, 4: 361-364.

Hughes, T. P., J.T. Kerry, A.H. Baird, S.R. Connolly, T.J. Chase, A. Dietzel, T. Hill, A.S. Hoey, M.O. Hoogenboom, M. Jacobson, A. Kerswell, , J.S. Madin, A. Mieog, A.S. Paley, M.S. Pratchett, ,G. Torda and R.M. Woods (2019). Global warming impairs stock–recruitment dynamics of corals. Nature, 568:387-390.

Huh, C.-A., S.-C. Hsu and C.-Y. Lin (2012). Fukushima-derived fission nuclides monitored around Taiwan: Free tropospheric versus boundary layer transport. Earth Planet. Sci. Lett., 319-320: 9-14, doi:10.1016/j.epsl.2011.12.004.

Huh, C.-A., C.-Y. Lin and S.-C. Hsu (2013). Regional dispersal of Fukushima-derived fission nuclides by East Asia monsoon: A synthesis and review. Aerosol and Air Quality Research (in press).

Huh, H.T. (1980). Effects of thermal effluents on marine biota in coastal waters of Korea, Acta Ocean. Tai., 11: 1-9.

Hsu, P.-C., Lee, H.-J., Zheng, Q., Lai, J.-W., Su, F.-C., and Ho, C.-R. (2020). Tide-induced periodic sea surface temperature drops in the coral reef area of Nanwan Bay, southern Taiwan. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 125, e2019JC015226. https://doi.org/10.1029/2019JC015226

IAEA (2003). Determining the suitability of Materials for Disposal at Sea under the London Convention 1972: A Radiological Assessment Procedure (IAEA-TECDOC-1375), 62pp.

IPCC (2014). Fifth Assessment Report.

IPCC (2021). AR6 Climate Change 2021: Impacts, Adaptation and Vulnerability.

Jan, S. and C.T.A. Chen (2009). Potential biogeochemical effects from vigorous internal tides generated in Luzon Strait: A case study at the southernmost coast of Taiwan, Journal of Geophysical Research, 114, C04021, doi:10.1029/2008JC004887.

Jan, R.Q., C.F. Dai and K.H. Chang (1994). Monitoring of hard substrate communities. In:K. J. M. Kramer (ed.), Biomonitoring of Coastal Waters and Estuaries. CRC Press, Boca raton, Florida, 285-307.

Jan, S., C.T.A. Chen, Y.Y. Tu and H.S. Tsai (2004). Physical properties of thermal plumes from a Nuclear Power Plant in the Southernmost Taiwan, Journal of Marine Science and Technology, 12 (5): 433-441.

Jiang, Z.P., J.C. Huang, M. Dai, S.J. Kao, D.J. Hydes, W.C. Chou and S. Jan (2011). Short-term dynamics of oxygen and carbon in productive nearshore shallow seawater systems off Taiwan: Observations and modeling, Limnology and Oceanography, 56(5): 1832-1849.

Jin, Q.H. and H. Wang (2011). Multitime scale variations of sea surface temperature in the China seas based on the HadISST dataset. Acta Oceanologica Sinica, 30 (4): 14-23, doi: 10.1007/s13131-011-0129-0.

Jokiel, P.L. and S.L. Coles (1974). Effects of heated effluent on hermatypic corals at Kahe Point, Oahu. Pacific Science, 28: 1-18.

Jones, R.S., R.H. Randall and M.J. Wilder (1976). Biological impact caused by changes on a tropical reef. U.S. Environmental Protection Angency, Ecological Research Series, EPA-600/3-76-027, 209 pp.

Kimura, T., Dai, C.F., Pae, S., Huang, H., Ang, P.O., Jong, G.J. and Choyce, C. (2004). "Status of coral reefs in easy and north Asia: China, Hong Kong, Taiwan, Korea and Japan", In: Wilkinson, C. (ed), "Status of Coral Reefs of the World: 2004", p. 277-301, Australian Institute of Marine Science, Townsville, Queensland, Australia.

Knutson, D.W., R.W. Buddemeier, and S.V. Smith (1972). Coral chronometers: seasonal growth bands in reef corals, Science, 177: 270-272.

Landry, M.R. (1975). Seasonal temperature effects and predicting development rants of marine copepod eggs, Limnol. Oceanog., 20: 434.

Laws, E.A. (1981). Aquatic pollution, New York, 247-280.

Lee, H.-J., S.-Y. Chao, K.-L. Fan (1998). Flood-ebb disparity of tidally induced recirculation eddies in a semi-enclosed basin: Nan Wan Bay, Institute of Oceanography, National Taiwan University.

Lee, H.-J., S.-Y. Chao, and K.-L. Fan (1999a). Flood-ebb disparity of tidally induced recirculation Eddies in a semi-enclosed basin: Nan Wan Bay. *Continental Shelf Research*, 19: 871-890, https://doi.org/10.1016/S0278-4343(99)00006-0.

Lee, H.-J., S.Y. Chao, K.L. Fan and T.Y. Kuo (1999b). Tide-induced eddies and pwelling in a semi-enclosed basin: Nan Wan. *Estuarine, Coastal and Shelf Sci.*, 49: 775-787.

Lee, H.-J., S.-Y. Chao, K.-L. Fan, Y.-H. Wang and N.-K. Liang (1997). Tidally induced upwelling in a semi-enclosed basin: Nan Wan Bay. *Journal of Oceanography*, 53: 467-480.

Li, T., Liu, S., Huang, L., Huang, H., Lian, J., Yan, Y., & Lin, S. (2011). Diatom to dinoflagellate shift in the summer phytoplankton community in a bay impacted by nuclear power plant thermal effluent. Marine Ecology Progress Series, 424: 75-85.

Li, W-S and A. Zharkikh (1994). What is the Bootstrap Technique?, Syst. Biol., 43 (3): 424-430.

Lien, R.C., C.T.A. Chen, I.H. Lee and W.D. Liang (2004). 2004年海洋科學成果發表會文摘要, p.22.

Liu, P.-J., P.-J. Meng, L.-L. Liu, J.-T. Wang and M.-Y. Leu (2012). Impacts of human activities on coral reef ecosystems of southern Taiwan: A long-term study, Mar. Pollut. Bull., 64: 1129-1135.

Liu, P.-J., M.-C. Hsin, C.-C. Lu, Y.-H. Huang, T.-Y. Fan, P.-J. Meng, H.-J. Lin (2015). Nutrient enrichment coupled with sedimentation favors sea anemones over corals, PLoS ONE, 10(4):e0125175. doi:10.1371/journal.pone.0125175.

Logan, D.T. and D. Maurer (1975). Diversity of marine invertebrates in a thermal effluent, J. Water Poll. Control Fed., 47: 515.

Lovergrove, T. (1962). The effect of various factors on dry weight values, Rapp. P. V. Reun. Cons. Perm. Int. Explor. Met, 153: 86-91.

Lui, H.K. and C.T.A. Chen (2011). Shifts in limiting nutrients in an estuary caused by mixing and biological activity. Limnology and Oceanography, 56 (3): 989-998, doi: 10.4319/lo.2011.56.3.0989.

Lui, H.K., C.T.A. Chen, W.P. Hou, J.M. Liau, W.C. Chou, Y.L. Wang, C.R. Wu, J. Lee, Y.C. Hsin and Y.Y. Choi (2020). Intrusion of Kuroshio helps to diminish coastal hypoxia in the coast of northern South China Sea, Frontiers in Marine Science, 7:565952.

Mathur, D., T.W. Robbins and E.J. Purdy Jr. (1980). Assessment of Thermal Discharges on Zooplanktom in Conowingo Pond, Pennsylvania. Can. J. Fish. Aquat. Sci., 7: 937-944.

Marumo, R. and O. Asaoka. (1974). Distribution of pelagic blue-green algae in the north Pacific Ocean, Journal of the Oceanographical Society of Japan, 30: 77-85.

Mazzotti, F.J. (1983). The ecology of crocodylus acutus in Florida, Ph. D. Dissertation, Penn. Stat. Univ., 161 pp.

McConnaughey, T.A. (1989a). 13C and 18O isotopic disequilibria in biological carbonates, I, Patterns. Geochim. Cosmochim. Acta, 53: 151-162.

McConnaughey, T.A. (1989b). 13C and 18O isotopic disequilibria in biological arbonates, II, in vitro simulation of kinetic isotope effects, Geochim. Cosmochim. Acta., 53: 163-171.

Michel, J., W.S. Moore and P.T. King (1981). Gamma x-ray spectrometry for determination of 228Ra and 226Ra in natural waters, Analytical Chem., 53: 1885-1889.

Mitton, J.B. and R.K. Koehn (1976). Morphological adaptation to thermal stress in a marine fish, Fundulus heteroclitus. Biol. Bull., 151: 548-559.

Morton, A. and Lisa Cox (2022). Devastating': 91% of reefs surveyed on Great Barrier Reef affected by coral bleaching in 2022, in Environmental investigations/ Great Barrier Reef published by the guardian news. https://www.theguardian.com/environment/2022/may/10/devastating-90-of-reefs-surveyed-on-great-barrier-reef-affected-by-coral-bleaching-in-2022

Murray, J.W., J.N. Downs, S. Strom, C.L. Wei, H.W. Jannasch (1989). Nutrient assimilation, export production and 234Th scavenging in the eastern equatorial Pacific, Deep Sea Research, 36: 1471-1489.

Nevo, E., T. Shimony and M. Libni (1977). Thermal selection of allozyme polymorphisms in barnacles, Nature, 267: 699-700.

Newman, M., M.A. Alexander, T.R. Ault, K.M. Cobb, C. Deser, E. di Lorenzo, N.J. Mantua, A.J. Miller, S. Minobe, H. Nakamura, N. Schneider, D.J. Vimont, A.S. Phillips, J.D. Scott and C.A. Smith (2016). The Pacific decadal oscillation, revisited. J. Clim., 29(12):4399-4427.

Nozaki Y., D.M. Rye, K.K. Turekian and R.E. Dodge (1978). A 200 year record of carbon-13 and carbon-14 variations in a Bermuda coral, Geophys. Res. Lett., 5: 815-828.

Okamoto, K. (1980). Contamination of seafood by radioactivity produced from burning of coal and other fossil fuels, *In* "Radiation effects on aquatic organisms, N. Egani (ed.), Japanese Scientific Societies Press, Tokyo, 45-48.

Omori, M and T. Ikeda (1984). Methods in marine zooplankton ecology, John Wiley & Sons, New York, Chichester, 332 pp.

Osterberg, C.L. (1985). Nuclear power wastes and the ocean, *in* Wastes in the Ocean, eds. I.W. Duedall, D.R. Kester, P.K. Park and B.H. Ketchum, Wiley Interscience, 4: 127-162.

Pai, S. C., G. C. Gong and K. K. Liu (1993). Determination of dissolved oxygen in sea-water by direct spectrophotometry of total iodine, Marine Chemistry, 41: 343-351.

Patzold, J. (1984). Growth rhythms recorded in stable isotopes and density bands in the reef coral *Porites lobata* (Cuba, Philippines), Coral Reefs, 3: 87-90.

Perissinotto, R. and T. Wooldridge (1989). Short-term thermal effects of a power generating plant on zooplankton in the Swartkops Estuary, South Africa. Mar. Ecol., 10: 205 -219.

Pineda, J., D. Riebensahm and D. Medeiros-Bergen (2002). Semibalanus balanoidesin winter and spring: larval concentration, settlement, and substrate occupancy, Mar. biol., 140: 789–800.

Pineda, J., F. Porri, V. Starczak, J. Blythe (2010). Causes of decoupling between larval supply and settlement and consequences for understanding recruitment and population connectivity, J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 392: 9-21.

Pisapia, C., D. Burn, M.S. Pratchett (2019). Changes in the population and community structure of corals during recent disturbances (February 2016-October 2017) on Maldivian coral reefs. *Scientific Reports*, 9:8402 | https://doi.org/10.1038/s41598-019-44809-9

Raymont, J. E. G. (1983). Plankton and Productivity in the Ocean, Vol. Zooplankton, Ⅱ Pergamon Press, Oxford, New York, 824 pp.

Readfearn, G. (2023). 'Huge' coral bleaching unfolding across the Americas prompts fears of global tragedy, The Guardian, https://www.theguardian.com/environment/2023/aug/11/coral-bleaching-central-america

Redfield, A. C., B.H. Ketchum and F.A. Richards (1963). The influence of organisms on the composition of seawater, in the Sea, V.2, M.H. Hill (ed), Interscience, New York, 26-77.

Roessler, M.A. and J.C. Zieman (1969). The effects of thermal additions on the biota of southern Biscayne Bay, Florida. Proc. Gulf Caribb. Fish. Inst., 22: 136-145.

Sanders, B.M., C. Hope, V.M. Pascoe and L.S. Martin (1991). Characterization of the stress protein response in two species of Collisella Limpets with different temperature tolerances., Physiol. Zool., 64: 1471-1489.

Safaie, A. N.J. Silbiger, T.R. McClanahan, G. Pawlak, D.J. Barshis, J.L. Hench, J.S. Rogers, G.J. Williams and K.A. Davis (2018). High frequency temperature variability reduces the risk of coral bleaching, Nat. Commun., 9:1671.

Saptarini, D., Mukhtasor and I.F.M. Rumengan (2017). Growth rate of two species branched Acropora in the area of discharged power plant cooling water, Indian J. Geomarine Sci., 46(07): 1327-1332.

Schmidt, T. W. and G. E. Davis (1978). A summary of estuarine and marine water quality information collected in Everglades National Park, Biscayne Naional Monument , and adjacent esturaries from 1879 ~ 1977. Rep. T-519, US Nat. Park Ser., Everglades Nat. Park, Homestead, F1. 59 pp.

Seitz, S., P. Spitzer and R.J.C. Brown (2009). CCQM-P111 study on traceable determination of practical salinity and mass fraction of major seawater components, Accred. Qual. Assur., doi: 10.1007/s00769-009-0578-8.

Shaw, P.-T. 1989. The intrusion of water masses into the sea southwest of Taiwan, Journal of Geophysical Research, 94: 18,213-18,226.

Shen, G.T., J.E. Cole, D.W. Lea, L.J. Linn, T.A. McConnaughey and R.G. Fairbanks (1992). Surface ocean variability at Galapagos from 1936-1982: Calibration of geochemical tracers in corals, Paleoceanology, 7: 563-583.

Shen, S.C. (1984). Coastal fishes of Taiwan. Taiwan Mus., 189 pp, 152pls.

Smith, M.M and P.C. Heemstrs (1986). Smiths' Sea Fishes. J.L.B. Smith Inst. Icht., Grahamstown, South Africa, xx+1047 pp. 144pls.

Sponaugle, S., R.K. Cowen, A. Shanks, S.G. Morgan, J. M. Leis, J. Pineda, G. W. Boehlert,M. J. Kingsford, K. C. Lindeman,C. Grimes and J. L. Munro (2002). Predicting self-recruitment in marine populations: biophysical correlates and mechanisms, Bull. Mar. Sci., 70:S341−S375.

Swart, P.K. (1983). Carbon and oxygen isotope fractionation in scleractinian corals: a review, Earth Science Reviews, 19: 51-80.

Trenberth, K.E. (1997). The definition of El Nino, Bulletin of the American Meteorological Society, 78 (12): 2771-2778.

U.N. (1982). United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation, Ionizing Radiation: sources and biological effects, U.N., New York, 773 pp.

USEPA (1989). Economic assessment, environmental impact statement, NESHAPS for radionuclides, background information, 3: 250 pp.

USEPA (1991). Effects of radiation on aquatic organisms and radiobiological methodologies for effect assessment, 128 pp.

Wang, Y.S., H.L. Wang, B.G. Mitchell, S. Sun, C.C. Sun, M.L. Wu, M. Kahru, Q.P. Li and C.Q. Chen (2011). Human effects on China coastal ecosystems – a case study of Daya Bay. LOICZ Open Science Conference, 2011, Yanti, pp. 175.

Watanabe, W.O., D.H. Ernst, M.P. Chasar, R.I. Wicklund and B.L. Olla (1993). The effects of temperature and salinity on growth and feed utilization of juvenile, sex-reversed male Florida red tilapia cultured in a recirculation, Aquaculture, 112: 309-320.

Weber, J.N. and P.M.J. Woodhead (1970). Carbon and oxygen isotope fractionation in the skeletal carbonate of reef building corals, Chem. Geol., 6: 93-117.

Weber, J.N. and P.M.J. Woodhead (1972). Temperature dependence of oxygen-18 concentration in reef coral carbonates, J. Geophys Res., 77: 463-473.

Wei, C.L. and G.T.F. Wong (1993). Assessing radioactive contamination of the marine environment of Taiwan by the operation of nuclear power plants: a framework for action, Nuc. Sci. J., 30 (4): 259-284.

Wu, C.R., 2013, Interannual modulation of the Pacific Decadal Oscillation (PDO) on the low-latitude western North Pacific, Progress in Oceanography, 110: 49-58.

Wu, C.R., H.F. Lu and S.Y. Chao (2008). A numerical study on the formation of upwelling off northeast Taiwan, J. Geophys. Res., 113:C08025.

Wu, S.S. (2002). Ecological survey around unclear power station, in Marine Environment: The past, present and future, ed. C.T.A. Chen, The Fuwen Press, Kaohsiung, 408-414.

Yang, Y. J., and T. Y. Tang (1995). Variability of current and temperature in the coastal region of Hsin-Chu. Proc. 17th Conf. on Ocean Engineering in R. O. C., 1491-1504.

Yangagi, T., S. I. Sachoemar, T. Takao and S. Fujiwara (2001). Seasonal variation of stratification in the Gulf of Thailand, J. Oceanography, 57：461-470.

Yonge, C.M. (1963). The biology of coral reefs. Adv. Mar. Biol., 1：209-260.

山路勇 (1984)。日本海洋プランクトン圖鑑，第3版。保育社，大阪，日本，537頁。

仇德忠、黃羽庭、曾流明、郭忠信 (1985)。南海海區綜合調查研究報告(二)，中國科學南海海洋研究所編輯，科學出版社，北平。

內田惠太郎、今井貞彥、水戶敏、藤田矢郎、上野雅正、庄島洋一、千田哲資、田福正治、道津喜衛 (1958), 日本產魚類の稚魚期の研究，第1集，九州大學農學部水產學弟二教室，Plate 86，88頁。

王胄、陳慶生 (1987)。南海北部之暖心渦流(一)對南海暖渦之初步觀測，臺灣大學海洋學刊。

王胄、陳慶生 (1987)。南海北部之暖心渦流(二)關於南海暖渦之生成與發展一個簡單的動力機制，臺灣大學海洋學刊。

王彰貴、蔡怡、張麗 (1998)。1997/98年厄爾尼諾特徵及97年氣候異常，海洋預報，15：124-131。

王立雪 (2022)。來自海洋的警訊 阻止熱浪侵襲帶來的珊瑚白化危機。科學月刊，634期。https://www.scimonth.com.tw/archives/5986。

交通部中央氣象局 (2002)。中華民國92年潮汐表，共226頁。

朱祖佑 (1963)。臺灣近海之海洋狀況，臺灣大學漁業生物試驗所研究報告，1 (4)：29-44。

江永棉、王瑋龍 (1987)。核能發電廠溫排水對國家公園海域海藻生態影響之研究。內政部營建署，保育研究報告，44：1-5。

池田知司、水戶敏 (1987)。卵と孵化仔魚の檢索。In：沖山宗雄編，日本產仔稚魚圖鑑，東海大學出版會，999-1119。

何麗如、陳鎮東 (1993)。核能廢料與海洋 (下)，漁業推廣工作專刊，第9期，39-47。

余進利、劉景毅、詹森、高樹基、黃煌煇、高瑞棋 1999。臺電核能發電廠溫排水監測計畫報告 (87年9月至88年8月)，成功大學水工試驗所研究試驗報告第228號。

余進利、劉景毅、詹森、高樹基、黃煌煇、高瑞棋 1998。臺電核能發電廠溫排水監測計畫報告 (86年10月至87年8月)，成功大學水工試驗所研究試驗報告第219號。

余進利，劉景毅，詹森，高樹基，賴志峰劉正琪 2001。臺電核能發電廠溫排水監測計畫報告(88年8月至89年12月)，成功大學水工試驗所研究試驗報告第245號。

吳金鎮 (1989)。大溪近海小型拖網漁業之經濟分析，國立臺灣海洋大學漁業研究所碩士論文。

呂朝城 (1995)。希巴辣測氧法在初級生產力測定上的應用，國立臺灣海洋大學海洋研究所碩士論文，共78頁。

吳德榮(2016)。颱風增強與海洋熱含量之關係，http://www.metapp.org.tw/index.php/bossweathernews/393-2016-08-02-08-25-31.

李忠潘、楊磊、李宗霖、薛憲文、陳陽益、李賢華、劉金源 (1995)。高屏溪東港溪及南灣附近海域水水質監測計畫屏東縣環保局委託計畫期末報告，共237頁。

李錦珍 (1989)。發電廠對環境及漁業資源之影響─美國南加州沿岸電廠實例報告，電力與漁業資源論文專輯，215-245。

杜濤、吳巍、方欣華 (2001)。海洋內波的產生與分布，海洋科學，25 (4)：25-28。

沈世傑 (1993)。臺灣魚類誌，國立臺灣大學動物系，臺灣，960頁。

邢麗玉 (2004)。臺灣海峽溶解有機氮、磷及營養鹽消耗程度分佈情形，國立中山大學海洋地質及化學研究所碩士論文，共142頁。

林永富、吳朝榮 (2013)。黑潮入侵東海之研究，第35 屆海洋工程研討會論文集，國立中山大學

林素貞 (1988)。核能電廠計畫環境影響評審導論與應用，科技圖書公司。

林勝豐 (1988)。臺灣西南海域之水團分析及演替，台大海研所碩士論文。

松原喜代松 (1995)。魚類形態檢索，Part I-III 長崎書店，東京。

邵廣昭、陳正平、沈世傑 (1993)。墾丁國家公園海域魚類圖鑑，內政部營建署墾丁國家公園管理處，中華民國，427頁。

邱萬敦、鄭利榮、歐錫祺 (1993)。臺灣南部三廠排放口附近海域溫排水擴散與潮流之關連研究。臺灣省水產學會刊，第20(3)：207-220。

阿部宗明 (1987)。原色魚類大圖鑑，北隆館，東京，1-46~1-1029。

姚南瑜、安立佳、康曉慧、張英鋒、蔡淑頻 (1985)。III.潮間帶底棲紅藻在不同海水濃度條件下的光合作用，近海底棲藻類對介質滲透壓變化的適應研究，海洋與湖沼，16 (4)：311-315。

洪楚璋、江永棉、譚天錫、張崑雄、邵廣昭、黃哲崇、朱鐵吉、范光龍、葉顯亞(1992)。臺灣南部核能電廠附近海域之生態研究，ⅩⅢ，第13年 (80年7月至81年6月)執行報告，中央研究院國際環境科學委員會中國委員會專刊第89號，141頁。

洪楚璋、江永棉、譚天錫、張崑雄、邵廣昭、黃哲崇、朱鐵吉、范光龍、葉顯亞(1993)。臺灣南部核能電廠附近海域之生態研究，XIV，第14年 (81年7月至82年6月)執行報告，中央研究院國際環境科學委員會中國委員會專刊第94號，136頁。

洪楚璋、陳汝勤、黃穰、譚天錫、范光龍、蘇仲卿、林友明 (1990)。蘭嶼貯存場附近海域生態環境之調查研究，Ⅶ，第7年 (78年7月至79年6月)執行報告及貯存場設施對生態環境之初步評估報告，中央研究院國際環境科學委員會中國委員會專刊第77號，146頁。

洪楚璋、陳汝勤、黃穰、譚天錫、范光龍、林友明 (1991)。蘭嶼貯存場附近海域生態環境之調查研究，Ⅷ，第8年 (79年7月至80年6月)執行報告，中央研究院國際環境科學委員會中國委員會專刊第82號，66頁。

洪楚璋、陳汝勤、黃穰、譚天錫、范光龍、朱鐵吉 (1992)。蘭嶼貯存場附近海域生態環境之調查研究，Ⅸ，第9年 (80年7月至81年6月)執行報告及電廠運轉對生態環境之初步評估報告 (民國68年7月至77年6月)，中央研究院國際環境科學委員會中國委員會專刊第90號，55頁。

洪楚璋、陳汝勤、黃穰、譚天錫、朱鐵吉 (1993)。蘭嶼貯存場附近海域生態環境之調查研究，X，第10年 (81年7月至82年6月) 執行報告，中央研究院國際環境科學委員會中國委員會專刊第93號，51頁。

洪楚璋 (2011)。「台灣北部及南部核能電廠附近海域調查研究計劃」報告，綠能及綠色化學電子月刊第10號，7-11。

益田一等5位 (1984)。日本產魚類大圖鑑，3卷，東海大學會出版，東京。

秦韶生 (1985)。本省單艘式大型鰹、鮪圍網漁業經濟效益研究，國立臺灣海洋大學漁業研究所碩士論文。

張仁齊、陸穗芬、越傳綑、陳蓮芳、臧增嘉、姜言傳 (1985)，中國近海魚卵與仔魚，上海科學技術出版社，206頁。

張春明 (1991)。海洋監測規範，共766頁。

張晏嘉 (1995)。臺灣地區遠洋鮪釣漁業生產成本之分析，國立臺灣地區海洋大學漁業經濟研究所碩士論文。

張崑雄、邵廣昭 (1986)。墾丁國家公園海域珊瑚礁及海洋生物生態研究－魚類群聚之調查研究，內政部營建署墾丁國家公園管理處，85頁。

張崑雄、陳孟仙、羅文增 (1986)。墾丁國家公園海域珊湖礁及海洋生物生態研究─海域之動物性浮游動物調查研究(續)，內政部營建署保育研究報告第34號之5，78頁。

張崑雄、陳孟仙、羅文增 (1987)。墾丁國家公園海域珊湖礁及海洋生物生態研究─海域之動物性浮游動物調查研究(續)，內政部營建署保育研究報告第42號之3，71頁。

張崑雄、戴昌鳳 (1987)。墾丁國家公園海域珊瑚礁及海洋生物生態研究-海域珊瑚類的分佈及群聚生態學之研究，內政部營建署，保育研究報告第42號之4，1-77。

張崑雄等 (1985)。墾丁國家公園海域珊湖礁及海洋生物生態研究調查報告(一)，內政部營建署保育研究報告第19號，304頁。

梁乃匡、連三郎、陳維宗、張湘電 (1978)。馬鞍山附近海域海洋水文調查報告，台大海研所專刊第18號。

梁文德 (2002)。南海上層海溫及海流變化之研究，國立臺灣大學海洋研究所博士論文，共127頁。

莊文思、劉康克、魏慶琳、邵廣昭、陳章波、黃天福、趙慎餘 (1993)。核能電廠附近海域生態環境調查之策略，行政院原子能委員會，30頁。

莊文傑、江權中 (2002)。潮流與台灣環島沿岸之水下沙體。第二十四屆海洋工程研討會論文集，p.579-586。

陳孟仙、羅文增、蘇德強、唐玉佩 (1992)。苗栗縣通霄鎮附近海域生態調查研究(四)，第六章浮游動物調查，國立中山大學海洋科學研究中心，民國81年4月，175-208。

陳孟仙、蘇德強 (1993)。苗栗縣通霄鎮附近海域生態調查研究(五)，第六章浮游動物調查，國立中山大學海洋科學研究中心，民國82年4月，169-200。

陳孟仙、鐘春玲、蘇德強 (1994)。苗栗縣通霄鎮附近海域生態調查研究(六)，第六章浮游動物調查，國立中山大學海洋科學研究中心，民國83年4月，205-238。

陳兼善、于名振 (1986)。臺灣脊椎動物誌，上、中冊，臺灣商務印書館，台北，1-1092。

陳智蘊 (1994)。珊瑚鍶鈣比及氧同位素值古海水表面溫度計的建立，台大地質學研究所碩士論文，44頁。

陳靜生主編 (1992)。第2章－天然水主要離子化學，水環境化學，曉園出版社，台北，403頁。

陳鎮東 (1993)。救救海洋，時報出版社，109頁。

陳鎮東、鍾玉嘉 (1989)。中華民國海洋科技研究重點芻議，行政院科技顧問組，537頁。

陳鎮東、鍾玉嘉 (1994)。蘭嶼貯存場附近海域生態環境之調查研究，海洋地質研究所研究報告第19 號，43頁。

陳鎮東、鍾玉嘉 (1995)。蘭嶼貯存場附近海域生態環境之調查研究，海洋地質研究所研究報告第23 號，43頁。

陳鎮東、高承志、陳孟仙、柳芝蓮 (1994) ，雲林縣離島式基礎工業區整體開發規劃調查分析 (三)。第六章海域生態調查，國立成功大學台南水工試驗所，民國83年6月，第5冊，6-16~6-155。

陳鎮東、高承志、陳孟仙 (1995)。雲林縣離島式基礎工業區整體開發規劃調查分析 (四)，第六章海域生態調查，國立成功大學台南水工試驗所，民國84年6月，第6冊。6-1~6-230。

陳鎮東、高承志、陳孟仙 (1996)。雲林縣離島式基礎工業區整體開發規劃調查分析 (五)，第1部分現場調查，第5冊海域生態調查，國立成功大學台南水工試驗所，民國85年6月，79-166。

陳鎮東、高承志、陳孟仙 (1997)。雲林縣離島式基礎工業區整體開發規劃調查分析 (六)，第1部分現場調查，第7冊海域生態調查，國立成功大學台南水工試驗所，民國86年6月，73-145。

陳鎮東、高承志、陳孟仙 (1998)。雲林縣離島式基礎工業區整體開發規劃調查分析 (七)，第1部分現場調查，第6冊海域生態調查，國立成功大學台南水工試驗所，民國87年6月，73-153。

陳鎮東、郭景聖、王冰潔(1991a)。水質樣品採樣及實驗室品保／品管試用標準操作手冊，漁業推廣工作專刊第5號，132頁。

陳鎮東、王冰潔、徐慧倩 (1991b)。墾丁國家公園沿岸、溪流水質監測，國家公園學報，3: 99-106。

陳鎮東、陳孟仙、鍾玉嘉、劉莉蓮等 (1998)。臺灣南部核能發電廠及蘭嶼貯存場附近海域生態調查，第三章動物及植物性浮游生物，3-1~3-6。

陳鎮東，黃明祥，王樹倫，郭景聖，鄭莉伶，王冰潔 (1993a)。海研一號257、262航次初步報告：79年10-11月於菲律賓，國立中山大學海洋地質所研究報告第13號，132頁。

陳鎮東，黃明祥，王樹倫，郭景聖，王綺華 (1993b)。海研一號266、287航次碳酸鹽數據初步報告，國立中山大學海洋地質所研究報告第14號，65頁。

陳鎮東，黃明祥，王樹倫，張雷風 (1993c)。海研一號316航次碳酸鹽及懸浮顆粒數據初步報告，國立中山大學海洋地質所研究報告第15號，52頁。

陳鎮東、黃明祥、王樹倫 (1995)。海研一號369及387航次初步報告，國立中山大學海洋地質所研究報告第22號，69頁。

陳鎮東、黃明祥、王樹倫 (1996)。海研一號403及418B航次初步報告，國立中山大學海洋地質所研究報告第25號，199頁。

陳鎮東、王樹倫、王冰潔、林祐邦、李福祥、蕭立銘、陳麗貞 (1997)。海研一號433、434及462航次初步報告，國立中山大學海洋地質及化學研究所報告第32號，137頁。

陳鎮東、方力行、張崑雄、周一成、黃將修 (1987)。近年來珊瑚體內重金屬及放射性元素之逐年變化，海洋科學學術研討會論文集，國科會研討會專刊第十集，141-147。

陳鎮東、吳重坤、陳孟仙、劉莉蓮、歐錫祺、鄭利榮、鍾玉嘉 (1997)。臺灣南部核能發電廠及蘭嶼貯存場附近海域生態調查，臺灣電力公司環境保護處調查報告。

陳鎮東、吳重坤、沈建全、陳孟仙、劉莉蓮、歐錫祺、鄭利榮、鍾玉嘉 (1998)。臺灣南部核能發電廠及蘭嶼貯存場附近海域生態調查，臺灣電力公司環境保護處調查報告。

陳鎮東、沈建全、王樹倫、陳孟仙、劉莉蓮、歐錫祺、鄭利榮、鍾玉嘉 (1999)。臺灣南部核能發電廠及蘭嶼貯存場附近海域生態調查，臺灣電力公司調查報告。

陳鎮東、沈建全、王樹倫、陳孟仙、劉莉蓮、歐錫祺、鄭利榮、鍾玉嘉 (2000)。臺灣南部核能發電廠及蘭嶼貯存場附近海域生態調查，臺灣電力公司調查報告。

陳鎮東、沈建全、陳孟仙、劉莉蓮、黃榮富、鄭利榮、鍾玉嘉 (2001)。南部核能發電廠及蘭嶼貯存場附近海域之生態調查，台灣電力股份有限公司調查報告。

陳鎮東、沈建全、陳孟仙、劉莉蓮、黃榮富、鄭利榮、鍾玉嘉 (2002)。南部核能發電廠及蘭嶼貯存場附近海域之生態調查，台灣電力股份有限公司調查報告。

陳鎮東、詹森、陳孟仙、劉莉蓮、黃榮富、鄭利榮、鍾玉嘉 (2003)。第三核能發電廠及蘭嶼貯存場附近海域之生態調查，台灣電力股份有限公司調查報告。

陳鎮東、詹森、陳孟仙、劉莉蓮、黃榮富、鄭利榮、鍾玉嘉 (2004)。第三核能發電廠及蘭嶼貯存場附近海域之生態調查，台灣電力股份有限公司調查報告。

陳鎮東、詹森、陳孟仙、劉莉蓮、黃榮富、鄭利榮、扈治安 (2005)。第三核能發電廠及蘭嶼貯存場附近海域之生態調查，台灣電力股份有限公司調查報告。

陳鎮東、詹森、陳孟仙、劉莉蓮、黃榮富、鄭利榮、扈治安 (2006)。第三核能發電廠及蘭嶼貯存場附近海域之生態調查，台灣電力股份有限公司調查報告。

陳鎮東、詹森、陳孟仙、劉莉蓮、黃榮富、鄭利榮、扈治安 (2007)。第三核能發電廠及蘭嶼貯存場附近海域之生態調查，台灣電力股份有限公司調查報告。

陳鎮東、詹森、陳孟仙、劉莉蓮、黃榮富、鄭利榮、扈治安 (2008)。第三核能發電廠及蘭嶼貯存場附近海域之生態調查，台灣電力股份有限公司調查報告。

陳鎮東、詹森、陳孟仙、劉莉蓮、黃榮富、鄭利榮、扈治安 (2009)。第三核能發電廠及蘭嶼貯存場附近海域之生態調查，台灣電力股份有限公司調查報告。

陳鎮東、詹森、陳孟仙、劉莉蓮、黃榮富、鄭利榮、扈治安 (2010)。第三核能發電廠及蘭嶼貯存場附近海域之生態調查，台灣電力股份有限公司調查報告。

陳鎮東、詹森、陳孟仙、劉莉蓮、黃榮富、扈治安 (2011)。第三核能發電廠及蘭嶼貯存場附近海域之生態調查，台灣電力股份有限公司調查報告。

陳鎮東、詹森、陳孟仙、劉莉蓮、黃榮富、扈治安 (2012)。第三核能發電廠及蘭嶼貯存場附近海域之生態調查，台灣電力股份有限公司調查報告。

陳鎮東、詹森、陳孟仙、劉莉蓮、黃榮富、楊穎堅 (2013)。第三核能發電廠及蘭嶼貯存場附近海域之生態調查，台灣電力股份有限公司調查報告。

陳鎮東、詹森、陳孟仙、劉莉蓮、黃榮富、楊穎堅 (2014)。第三核能發電廠及蘭嶼貯存場附近海域之生態調查，台灣電力股份有限公司調查報告。

陳鎮東、詹森、陳孟仙、劉莉蓮、黃榮富、楊穎堅 (2015)。第三核能發電廠及蘭嶼貯存場附近海域之生態調查，台灣電力股份有限公司調查報告。

陳鎮東、詹森、陳孟仙、劉莉蓮、黃榮富、楊穎堅 (2016)。第三核能發電廠及蘭嶼貯存場附近海域之生態調查，台灣電力股份有限公司調查報告。

陳鎮東、詹森、陳孟仙、劉莉蓮、黃榮富、楊穎堅 (2017)。第三核能發電廠及蘭嶼貯存場附近海域之生態調查，台灣電力股份有限公司調查報告。

陳鎮東、詹森、陳孟仙、劉莉蓮、黃榮富、楊穎堅 (2018)。第三核能發電廠及蘭嶼貯存場附近海域之生態調查，台灣電力股份有限公司調查報告。

陳鎮東、詹森、陳孟仙、劉莉蓮、黃榮富、楊穎堅 (2019)。第三核能發電廠及低放貯存場附近海域之生態調查，台灣電力股份有限公司調查報告。

陳鎮東、詹森、陳孟仙、劉莉蓮、黃榮富、楊穎堅 (2020)。第三核能發電廠及低放貯存場附近海域之生態調查，台灣電力股份有限公司調查報告。

陳鎮東、詹森、陳孟仙、劉莉蓮、黃榮富、楊穎堅 (2021)。第三核能發電廠及低放貯存場附近海域之生態調查，台灣電力股份有限公司調查報告。

陳鎮東、詹森、陳孟仙、劉莉蓮、黃榮富、楊穎堅 (2022)。第三核能發電廠及低放貯存場附近海域之生態調查，台灣電力股份有限公司調查報告。

陳鎮東、詹森、陳孟仙、劉莉蓮、黃榮富、楊穎堅 (2023)。第三核能發電廠及低放貯存場附近海域之生態調查，台灣電力股份有限公司調查報告。

陳鎮東、詹森、陳孟仙、劉莉蓮、黃榮富、楊穎堅 (2024)。第三核能發電廠及低放貯存場附近海域之生態調查，台灣電力股份有限公司調查報告。

陳鎮東、詹森、陳孟仙、劉莉蓮、黃榮富、楊穎堅 (2025)。第三核能發電廠及低放貯存場附近海域之生態調查，台灣電力股份有限公司調查報告。

陳鎮東、詹森、蔡顯修、溫桓正、陳孟仙、劉莉蓮 (2018)。南灣水質之長期變化，台電工程月刊，836，89-95。

陳鎮東、劉莉蓮、歐錫祺、鍾玉嘉、吳重坤、鄭利榮 (1994)。臺灣南部核能電廠附近海域生態研究，海洋地質研究所研究報告第20 號，195頁。

陳鎮東、劉莉蓮、歐錫祺、鍾玉嘉、吳重坤、鄭利榮 (1995)。臺灣南部核能電廠附近海域生態研究，海洋地質研究所研究報告第24 號，212頁。

陳鎮東、劉莉蓮、歐錫祺、鍾玉嘉、吳重坤、鄭利榮 (1996)。臺灣南部核能電廠附近海域之生態研究，海洋地質研究所研究報告第28 號，190頁。

陳鎮東，劉源隆，溫桓正，王冰潔 (2020)。蘭嶼(低放)貯存場附近海域之水文及水質化學，台電工程月刊，862，104-110。

湯麟武、黃煌煇(1979)。台灣電力公司核能三廠出水口增建導流堤以改善熱污染擴散研究試驗報告，國立成功大學台南水工試驗所研究試驗報告第四十二號，157 頁。

傅鑫寶 (1991)。潮流及落山風對南灣近岸水溫的效應，台大海研所碩士論文。

程文田 (1994)。臺灣遠洋鮪釣漁業生產效率及其影響因素之研究。國立臺灣海洋大學漁業經濟研究所碩士論文。

黃宗國 (1994)。中國海洋生物種類與分布，海洋出版社，北京，764頁。

黃哲崇 (1988)。澎湖內灣桅腳動物現存量及生產量之研究，ACTA Oceano-graphica Taiwanica，20：53-63。

黃哲崇、洪楚璋、范光龍(1991)。臺灣南部核三廠出水口附近淺灣非生物因子對珊瑚之影響，臺灣大學海洋學刊，26：20-35。

黃煌煇、余進利、劉景毅、詹森、高樹基、賴志峰、劉正琪 (2002)。臺電核能發電廠溫排水監測計畫報告 (90年1月至90年12月)，成功大學水工試驗所研究試驗報告第276號。

雷漢杰 (2013)。人為與氣候驅動的海水酸化：觀測與模擬，中山大學海洋地質及化學研究所博士論文，135頁。

楊鴻嘉、陳同白 (1971)。臺灣重要食用魚介圖說，中國農村復興聯合委員會，台北。

經濟部工業局 (1996a)。雲林縣離島式基礎工業區整體開發規劃調查研究，第5年期末報告第4冊，220頁。

經濟部工業局 (1996b)。台南市城西里近岸遊憩海埔地環境背景資料調查，第2年期末報告。

詹森 (1995)。臺灣海峽流場季節變化之研究，台大海洋研究所博士論文。

詹森、陳鎮東 (2007) 。第三核能發電廠海域海流暨水溫之調查，台電工程月刊，712，76-84。

鄒燦陽 (1990)。墾丁國家公園海域生態環境監測調查報告，內政部營建署，自行研究報告為6號，140頁。

廖萩燁 (2013)。水溫與石珊瑚白化相關性之研究。國立中山大學海洋科學系碩士論文，35頁。

趙慎餘 (1996)。南灣冷水入侵的成因，中山大學海洋地質所演講。

劉倬騰、白書偵、劉康克 (1992)。世界海洋環流實驗 (WOCE) PR21測線水文探測報告，中華民國WOCE探測報告第92-1號，中華民國WOCE辦公室，台北，34頁。

劉倬騰、白書禎 (1992)。世界海洋環流實驗 (WOCE) PR 20及PR 21測線水文探測報告，中華民國WOCE探測報告第92-2號，中華民國WOCE辦公室，台北，110頁。

潘華盛 (1997)。厄爾尼紐現象赤道西太平洋、印度洋、黑潮之間海溫變化的相互關係分析，海洋通報，16，22-30。

樊同雲、方力行、林芳邦及邵廣昭 (2018)。南灣海域珊瑚礁生態系調查監測。台灣電力股份有限公司委託計畫期末報告，193 頁。

鄭重、李少菁、許振祖 (1984)。海洋浮游生物學，水產出版社，基隆，臺灣，661 頁。

閻位兵 (1995)。核電廠對周圍水體環境中生物的影響綜述。中國科學院南海研究所，大亞灣海洋生物綜合實驗站研究年報，第1期 (1991-1993)，第175.182頁。

戴昌鳳、陳永澤、郭坤銘、莊正賢 (1998)。墾丁國家公園南灣海域珊瑚群聚的變遷：1987至1997年，國家公園學報，8 (2)：79-99。

環境法令 (1998)。行政院環保署網站 (http://www.epa.gov.tw)。

繆國榮、王承祿 (1990)。海洋經濟動植物發生學圖集，青島海洋大學出版社，272頁。

鍾國南、李展榮、孟培傑、韓僑權、郭鑫沅、邱協棟、宋國士、梁乃匡、方力行、邵廣昭(2002)。墾丁國家公園海域長期生態研究－測站海底地貌及人為活動對海域生態衝擊監測之初報，國家公園學報，12(1)，52-73。

譚軍、周發琇、胡敦欣、于慎余 (1995)。南海海溫異常與ENSO的相關性，海洋與湖泊，26，377-388。

仲卿、洪楚璋、江永棉、譚天錫、張崑雄、楊榮宗、鄭穎敏、范光龍、張湘電(1980)。臺灣南部核能電廠附近海域之生態研究，Ⅰ，第1年 (68年7月至69年6月) 執行報告，中央研究院國際環境科學委員會中國委員會專刊第7號，115頁。

蘇仲卿、洪楚璋、江永棉、譚天錫、張崑雄、楊榮宗、鄭穎敏、范光龍、張湘電(1981)。臺灣南部核能電廠附近海域之生態研究，Ⅱ，第2年 (69年7月至70年6月) 執行報告，中央研究院國際環境科學委員會中國委員會專刊第10號，118頁。

蘇仲卿、洪楚璋、江永棉、譚天錫、張崑雄、楊榮宗、鄭穎敏、范光龍、張湘電(1982)。臺灣南部核能電廠附近海域之生態研究，Ⅲ，第3年 (70年7月至71年6月)執行報告，中央研究院國際環境科學委員會中國委員會專刊第15號，137頁。

蘇仲卿、洪楚璋、江永棉、譚天錫、張崑雄、楊榮宗、鄭穎敏、范光龍、張湘電(1983)。臺灣南部核能電廠附近海域之生態研究，Ⅳ，第4年 (71年7月至72年6月)執行報告，中央研究院國際環境科學委員會中國委員會專刊第23號，129頁。

蘇仲卿、洪楚璋、江永棉、譚天錫、張崑雄、楊榮宗、鄭穎敏、范光龍、張湘電(1984)，臺灣南部核能電廠附近海域之生態研究，Ⅴ，第5年 (72年7月至73年6月)執行報告，中央研究院國際環境科學委員會中國委員會專刊第27號， 214頁。

蘇仲卿、洪楚璋、江永棉、譚天錫、張崑雄、楊榮宗、鄭穎敏、范光龍、張湘電(1985)。臺灣南部核能電廠附近海域之生態研究，Ⅵ，第6年 (73年7月至74年6月)執行報告，中央研究院國際環境科學委員會中國委員會專刊第38號，115頁。

蘇仲卿、洪楚璋、江永棉、譚天錫、張崑雄、邵廣昭、黃哲崇、黃奇瑜、范光龍、葉顯亞、張湘電 (1986)。臺灣南部核能電廠附近海域之生態研究，Ⅶ，第7年 (74年7月至75年6月) 執行報告，中央研究院國際環境科學委員會中國委員會專刊第44號，164頁。

蘇仲卿、洪楚璋、江永棉、譚天錫、張崑雄、邵廣昭、黃哲崇、黃奇瑜、范光龍、葉顯亞 (1987)。臺灣南部核能電廠附近海域之生態研究，Ⅷ，第8年 (75年7月至76年6月)執行報告，中央研究院國際環境科學委員會中國委員會專刊第50號，224頁。

蘇仲卿、洪楚璋、江永棉、譚天錫、張崑雄、邵廣昭、黃鵬鵬、李國添、黃哲崇、黃奇瑜、范光龍、葉顯亞 (1988)。臺灣南部核能電廠附近海域之生態研究，Ⅸ，第9年 (76年7月至77年6月)執行報告及電廠運轉對對生態環境之初步評估報告 (民國68年7月至77年6月)，中央研究院國際環境科學委員會中國委員會專刊第59號，394頁。

蘇仲卿、洪楚璋、江永棉、譚天錫、張崑雄、邵廣昭、黃哲崇、黃奇瑜、范光龍、葉顯亞 (1989)。臺灣南部核能電廠附近海域之生態研究，Ⅹ，第10年 (77年7月至78年6月) 執行報告，中央研究院國際環境科學委員會中國委員會專刊第70號，238頁。

蘇仲卿、洪楚璋、江永棉、譚天錫、張崑雄、邵廣昭、黃哲崇、黃奇瑜、范光龍、葉顯亞 (1990)。臺灣南部核能電廠附近海域之生態研究，ＸⅠ，第11年 (78年7月至79年6月)執行報告，中央研究院國際環境科學委員會中國委員會專刊第78號，225頁。

蘇仲卿、洪楚璋、江永棉、譚天錫、張崑雄、邵廣昭、黃哲崇、黃奇瑜、范光龍、葉顯亞 (1991)。臺灣南部核能電廠附近海域之生態研究，ⅩⅡ，第12年 (79年7月至80年6月) 執行報告，中央研究院國際環境科學委員會中國委員會專刊第84號，320頁。

蘇仲卿、洪楚璋、黃穰、黃哲崇、楊榮宗、林友明 (1984)。蘭嶼貯存場附近海域生態環境之調查研究，Ⅰ，第1年 (72年7月至73年6月) 執行報告，中央研究院國際環境科學委員會中國委員會專刊第26號，45頁。

蘇仲卿、洪楚璋、黃穰、黃哲崇、楊榮宗、林友明 (1985)。蘭嶼貯存場附近海域生態環境之調查研究，Ⅱ，第2年 (73年7月至74年6月) 執行報告，中央研究院國際環境科學委員會中國委員會專刊第36號，50頁。

蘇仲卿、洪楚璋、黃穰、黃哲崇、楊榮宗、林友明 (1986)。蘭嶼貯存場附近海域生態環境之調查研究，Proc. of Seminal on Tech. Treatment of Radiowastes. Atomic Energy Council (August 22-23, Taipei): 89-102。

蘇仲卿、洪楚璋、陳汝勤、黃穰、黃哲崇、譚天錫、范光龍、林友明 (1987)。蘭嶼貯存場附近海域生態環境之調查研究，Ⅳ，第4年 (75年7月至76年6月)執行報告，中央研究院國際環境科學委員會中國委員會專刊第52號，60頁。

蘇仲卿、洪楚璋、陳汝勤、黃穰、黃哲崇、譚天錫、范光龍、林友明 (1988)。蘭嶼貯存場附近海域生態環境之調查研究，Ⅴ，第5年 (76年7月至77年6月)執行報告，中央研究院國際環境科學委員會中國委員會專刊第61號，62頁。

蘇仲卿、洪楚璋、陳汝勤、黃穰、譚天錫、范光龍、林友明 (1989)。蘭嶼貯存場附近海域生態環境之調查研究，Ⅵ，第6年 (77年7月至78年6月)執行報告，中央研究院國際環境科學委員會中國委員會專刊第72號，57頁。

捌、其他相關規定事項

依招標規範宣導性騷擾防治，營造友善職場及工作環境。

教育部彙整相關部會「跟蹤騷擾防制」教育宣導資源

111.6

一、內政部

(一)跟蹤騷擾防制法宣導影片：

https://www.youtube.com/watch?v=kb2aCV3-lKQ

(二)人生選擇題（跟蹤騷擾防制法宣導宣導影片）：

https://www.youtube.com/watch?v=celM8QwsKB8

(三)宣導懶人包(7張)：

https://www.npa.gov.tw/ch/app/artwebsite/view?module=artwebsite&id=18495&serno=f1baa9d5-613b-41aa-b803-78a9714eb49d

二、法務部

(一)生活與法律-跟蹤騷擾防制法簡介：

https://www.youtube.com/watch?v=DvPa69_Qk8Q

(二)生活與法律-淺談跟蹤騷擾防治法：

https://www.youtube.com/watch?v=_PMKbGSWZ00

三、衛生福利部

性騷擾防治專區：

https://dep.mohw.gov.tw/dops/np-1214-105.html

四、勞動部

職場不法侵害（含跟蹤騷擾）致當事人有身心治療及諮商資源：

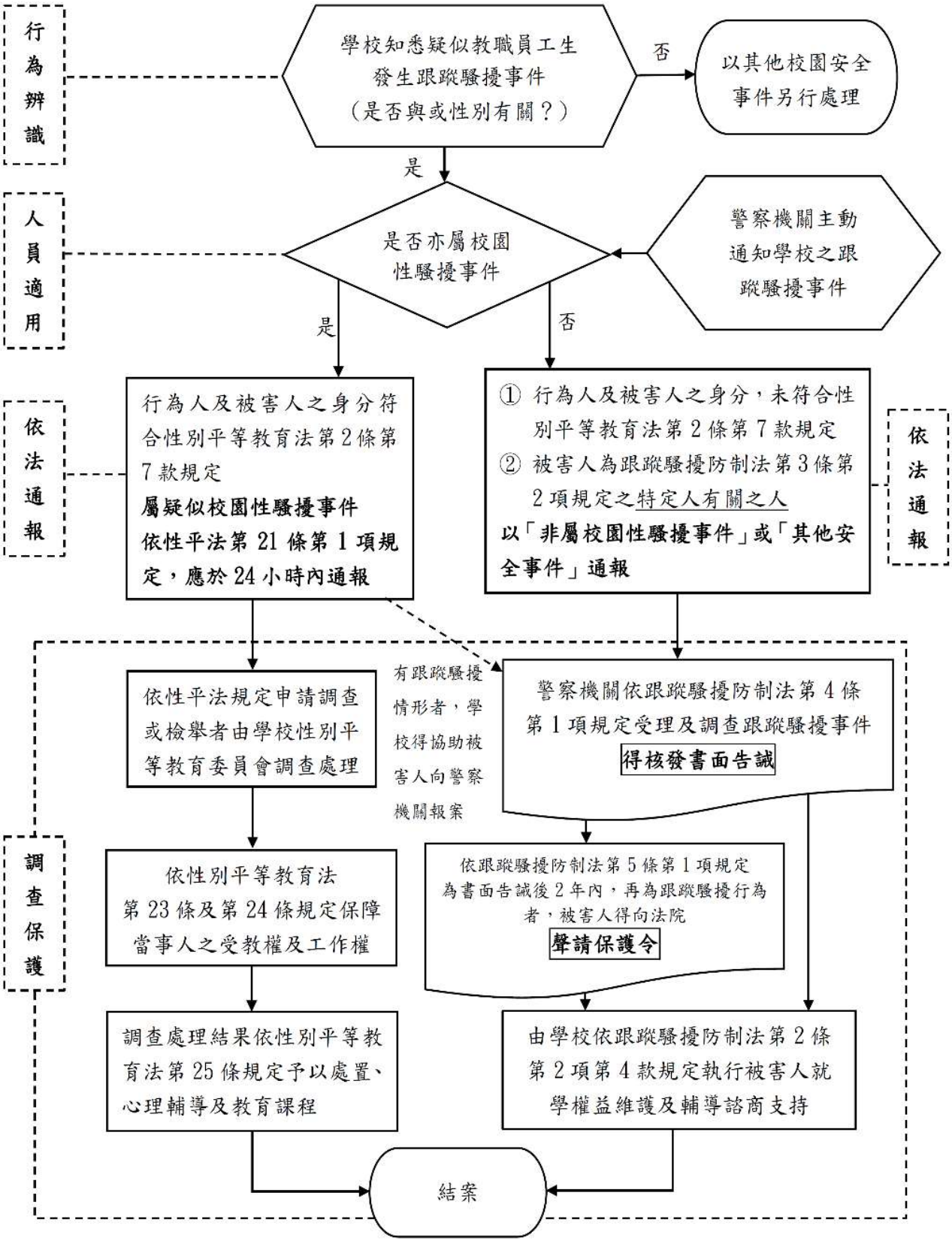
https://ohsip.osha.gov.tw/web/Share/listShare.aspx?action=share_list&type=15

五、教育部

性別平等教育全球資訊網「校園性別事件防治與處理」：

https://www.gender.edu.tw/

跟蹤騷擾防制法「校園跟蹤騷擾事件」及性別平等教育法「校園性騷擾事件」處理機制及流程圖



跟蹤騷擾防制法

於111年6月1日施行

The Stalking and Harassment Prevention Act is set to take effect on June 1, 2022.

什麼是跟蹤騷擾：針對特定人**反覆或持續**、**與性或性別有關**、違反意願、使人心生畏怖。

8種行為樣態

監視觀察

尾隨接近

寄送物品

冒用個資

不當追求

妨害名譽

通訊騷擾

歧視貶抑

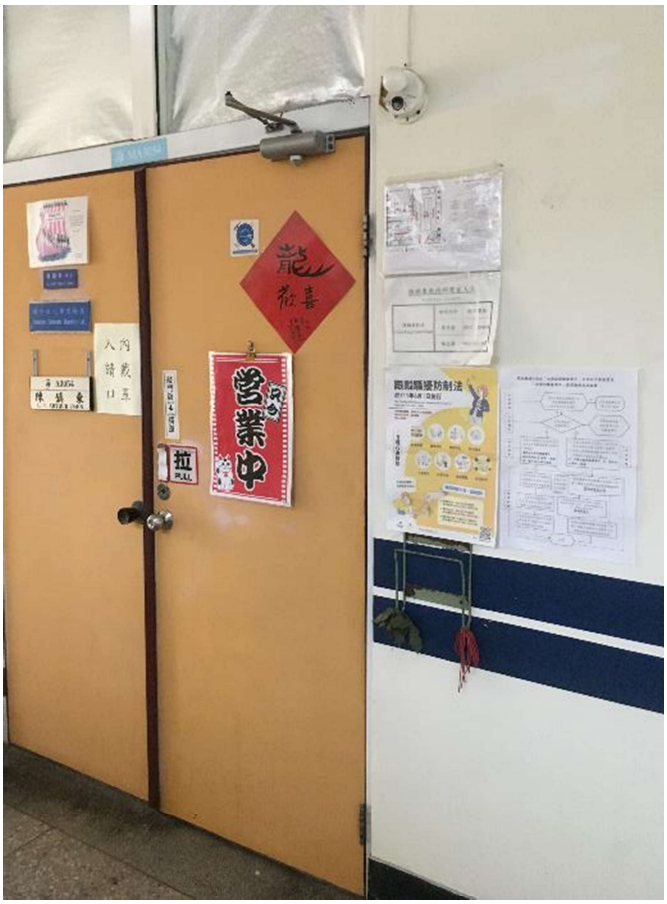
遇到跟騷行為，請報警！

- 跟蹤騷擾行為：可處**1年**以下有期徒刑，併科新臺幣**10萬元**以下罰金，**須告訴乃論**。
- 攜帶兇器犯之：可處**5年**以下有期徒刑，併科新臺幣**50萬元**以下罰金，**非告訴乃論**。
- 違反保護令罪者：可處**3年**以下有期徒刑，併科新臺幣**30萬元**以下罰金，**非告訴乃論**。

內政部

內政部警政署關心您

廣告


營業中
拉
PULL

海 MA2033
國際會議室
International Meeting Room

禁止性騷擾
實習前必讀
職場性騷擾防治
什麼是性騷擾？
性侵害犯罪以外，對他人實施違反其意願而與性或性別有關之行為。只要讓人感覺到被冒犯、不舒服，而影響其正常生活之進行，就有可能構成性騷擾。
敵意性工作場所性騷擾
受僱者在工作時，雇主、同事、客戶，以性要求、具有性意味或性別歧視的言詞或行為，造成一個敵意性、脅迫性或冒犯性的工作環境，以致侵犯或干擾受僱者的人格尊嚴、人身自由或影響其工作表現之情形。
NO
交換式工作場所性騷擾
雇主利用職權，對受僱者或求職者為明示或暗示之性要求、具有性意味或性別歧視之言詞或行為，作為僱用與否、報酬、考績、陞遷或獎懲等之交換條件之情形。
遭遇性騷擾時該怎麼辦
相信你的真實感受
直接制止、勇敢拒絕
保全證據、尋求協助
提出申訴
校內求助管道
諮詢、受理校園性別事件窗口：
➤性平會(行政大樓5樓5006) 林小姐
➤E-mail：gender@mail.nsysu.edu.tw
➤聯絡電話：07-5252000 #2204
緊急事件通報：
校安中心24小時專線：07-525-6666
緊急通報手機：0911-705-999
國立中山大學性別平等教育委員會關心您
https://gender.nsysu.edu.tw/

#METOO之後
系列講座
10/11(三)
14:00-16:00
解謎性騷擾
講師／郭正鵬 律師（高雄市政府性騷擾防治委員）
地點／社會科學院 1樓 小劇場 (SS1002)
對象／中山大學教職員工
11/10(五)
14:00-16:00
讓性暴力倖存者自己過去被世界擁抱
講師／湯淨 創辦人（暖暖Sunshine 創辦人）
地點／行政大樓 5樓 5007 會議室 (AD5007)
對象／中山大學學生
11/24(五)
10:00-12:00
設師生關係與界限
講師／許慈芳 心理師（高雄科技大學諮商心理師）
地點／行政大樓 5樓 5007 會議室 (AD5007)
對象／中山大學教師
*敬請事先至「學務處活動報名網」線上報名，如有異動將Email另行通知
主辦單位／學務處諮商與健康促進組、性別平等教育委員會
協辦單位／人事室

禁止性騷擾
No Sexual Harassment

一、國立中山大學性騷擾防治及申訴委員會(適用性騷擾防治法及性別平等工作法案件)：
(一)受理單位：人事室
(二)申訴專線：07-5252000#2055
(三)申訴傳真：07-5252059
(四)申訴 e-mail：ope@mail.nsysu.edu.tw

二、本校性騷擾防治專區(網址：https://ope.nsysu.edu.tw/p/412-1011-19370.php?Lang=zh-tw)。

性別平等教育委員會
Gender Equity Education Committee

首頁 / 教育宣導 / 跟蹤騷擾防制

跟蹤騷擾防制

☆ 校內所屬人員如遭遇跟蹤騷擾危害，除先行報案處理外，亦請通知**校安防護組**（07-5252000轉分機2210）實施校安通報及受理協助保護。

☆ 受害人具學生身分者，如有需要可提出就學權益協助與心理諮商輔導，以維護學生課業與心理健康保障。

☆ 如遇緊急事件請撥【110】報警或撥校安專線【0911-705999】。

2023-03-10 教育部「大專校院校園跟蹤騷擾事件處理指引」

2022-06-27 教育部彙整相關部會「跟蹤騷擾防制」教育宣導資源

2022-05-19 教育部所訂跟蹤騷擾防制法「校園跟蹤騷擾事件」及性別平等教育法「校園性騷擾事件」處理機制及流程圖

113-1 校園性別事件防治研習課程**參加證明**

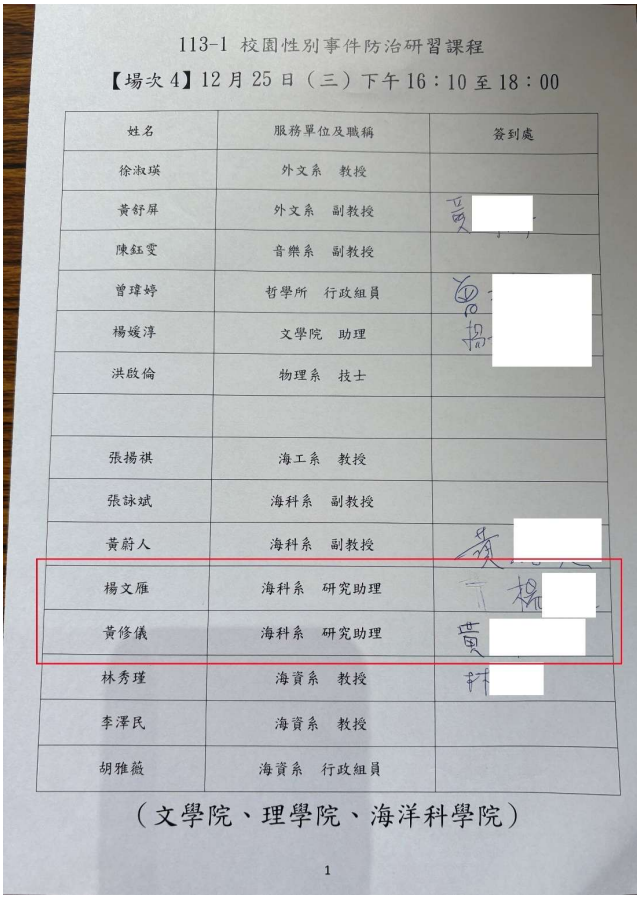
【場次 1】10 月 24 日（四）下午 14：10 至 16：00

序號	姓名	員工編號	所屬學院	系所／服務單位	職稱
61	劉○萱	A○○○0198	海洋科學院	海下科技研究所	研究助理
62	林○芳	A○○○0190	海洋科學院	海洋生物科技暨資源學系	助理教授
63	水○(Crystal)	A○○○0202	海洋科學院	海洋生物科技暨資源學系	助理教授
64	林○嘉	A○○○0329	海洋科學院	海洋生態與保育研究所	助理教授
65	鄭○婷	A○○○0164	海洋科學院	海洋科學系	研究助理
66	吳○穎	A○○○0078	海洋科學院	海洋科學系	博士後研究員
67	陳○君	A○○○0313	海洋科學院	海洋科學系	研究助理
68	賴○成	A○○○0160	海洋科學院	海洋科學系	研究助理
69	托○豪	A○○○0074	海洋科學院	海洋科學系	助理教授
70	黃○莉	A○○○0197	海洋科學院	海洋環境及工程學系	行政一級組員
71	蕭○蓉	A○○○0190	海洋科學院	海洋環境及工程學系	行政一級組員
72	莊○良	A○○○0246	海洋科學院	海洋環境及工程學系	助理教授
73	李○賢	A○○○0042	海洋科學院	海洋環境及工程學系	教授
74	林○雯	A○○○0030	海洋科學院	海洋環境及工程學系	助理教授
75	詹○台	A○○○0038	海洋科學院	海洋環境及工程學系	助理教授
76	楊○倩	A○○○0272	海洋科學院	海洋環境及工程學系	行政助理
77	張○潔	A○○○0065	社會科學院	社會科學院	行政助理
78	吳○宜	A○○○0013	社會科學院	中國與亞太區域研究所	行政助理
79	陳○君	A○○○0146	社會科學院	政治學研究所	行政二級組員
80	謝○瑩	A○○○0041	社會科學院	政治學研究所	行政二級組員
81	楊○儒	A○○○0056	社會科學院	政治學研究所	副教授
82	張○赫	A○○○0205	社會科學院	政治學研究所	助理教授
83	李○婷	A○○○0079	社會科學院	教育與人類發展研究 全英語學位學程	行政組員
84	夏○清	A○○○0199	西灣學院	人文暨科技 跨領域學士學位學程	助理教授
85	莊○雄	A○○○0084	西灣學院	全英語卓越教學中心	專案助理教授
86	王○仲	A○○○0195	西灣學院	西灣學院	助理教授
87	李○蘭	A○○○0213	西灣學院	西灣學院	約聘教授
88	李○諭	A○○○0052	西灣學院	西灣學院	助理教授
89	許○豪	A○○○0094	西灣學院	西灣學院	助理教授

113-1 校園性別事件防治研習課程**參加證明**

【場次 2】11 月 6 日（三）下午 16：10 至 18：00

序號	姓名	員工編號	所屬學院	系所／服務單位	職稱
32	王○欽	A○○○0024	工學院	積體電路設計研究所	教授
33	黃○儀	A○○○0016	工學院	環境工程研究所	行政組員
34	黃○軒	A○○○0149	工學院	環境工程研究所	行政組員
35	陳○男	A○○○0090	管理學院	人力資源管理研究所	副教授
36	吳○寧	A○○○0223	管理學院	公共事務管理研究所	教授
37	王○遠	A○○○0178	管理學院	企業管理學系	副教授
38	王○蓉	A○○○0045	管理學院	行銷傳播管理研究所	教授
39	鄭○校	A○○○0147	管理學院	行銷傳播管理研究所	副教授
40	馬○爾(Wil)	A○○○0067	管理學院	國際經營管理全英語學士學位學程	助理教授
41	楊○程	A○○○0197	管理學院	資訊管理學系	副教授
42	陳○宏	A○○○0092	海洋科學院	海下科技研究所	教授
43	邱○盛	A○○○0303	海洋科學院	海下科技研究所	教授
44	周○誠	A○○○0152	海洋科學院	海下科技研究所	副教授
45	黃○鈴	A○○○0239	海洋科學院	海洋生物科技暨資源學系	行政組員
46	翁○如	A○○○0192	海洋科學院	海洋生物科技暨資源學系	教授
47	李○銘	A○○○0296	海洋科學院	海洋生物科技暨資源學系	助理教授
48	廖○妘	A○○○0042	海洋科學院	海洋生物科技暨資源學系	助理教授
49	陳○仙	A○○○0035	海洋科學院	海洋科學系	教授
50	楊○雁	A○○○0051	海洋科學院	海洋科學系	研究助理
51	雷○杰	A○○○0057	海洋科學院	海洋科學系	助理教授
52	張○祥	A○○○0260	海洋科學院	海洋科學與科技全英語博士學位學程	副教授
53	曾○帆	A○○○0056	海洋科學院	海洋環境及工程學系	副教授
54	金○進	A○○○0046	海洋科學院	海洋環境及工程學系	助理教授
55	歐○森	A○○○0257	海洋科學院	海洋環境及工程學系	助理教授
56	夏○亞	A○○○0322	海洋科學院	海洋環境及工程學系	助理教授
57	王○仁	A○○○0275	海洋科學院	海洋環境及工程學系	助理教授
58	鍾○宸	A○○○0039	海洋科學院	海洋環境及工程學系	助理教授
59	蔡○瑋	A○○○0274	社會科學院	中國與亞太區域研究所	助理教授
60	希○珏	A○○○0176	社會科學院	亞太事務英語碩士學位學程	助理教授
61	張○慧	A○○○0390	社會科學院	師資培育中心	助理教授
62	楊○晴	A○○○0019	社會科學院	教育研究所	教授



113-1 校園性別事件防治研習課程

【場次 4】12 月 25 日（三）下午 16：10 至 18：00

姓名	服務單位及職稱	簽到處
徐淑瑛	外文系　教授	
黃舒屏	外文系　副教授	黃
陳鈺雯	音樂系　副教授	
曾瑋婷	哲學所　行政組員	
楊媛淳	文學院　助理	
洪啟倫	物理系　技士	
張揚祺	海工系　教授	
張詠斌	海科系　副教授	
黃蔚人	海科系　副教授	
楊文雁	海科系　研究助理	
黃修儀	海科系　研究助理	黃
林秀瑾	海資系　教授	
李澤民	海資系　教授	
胡雅薇	海資系　行政組員	

（文學院、理學院、海洋科學院）

1

檔　　號：
保存年限：

國立中山大學　書函

地址：804高雄市鼓山區蓮海路70號
承辦人：洪雨佳
電話：07-5252000#2058
傳真：07-5252059
電子信箱：yuchia@mail.nsysu.edu.tw

受文者：如正副本

發文日期：中華民國114年6月23日
發文字號：中人字第1140501144號
速別：普通件
密等及解密條件或保密期限：
附件：113學年度性平三法專題線上講座.pdf

主旨：本校113學年度性別平等訓練課程同時加開線上講座與校內直播，敬請全體教職員工參加，請查照轉知。

說明：

一、依性別平等教育法第16條及教育部109年6月24日以臺教學(三)字第1090092438號函辦理。

二、旨揭課程相關資訊如下：

(一)講座：吳志光特聘教師(輔仁大學法律學院院長)。

(二)主題：大學教師如何面對校園性別事件之處理？

(三)日期：114年6月25日(星期三)。

(四)時間：下午13時至14時30分。

(五)講座舉行地點：

1、實體地點：更改為圖資大樓11樓雷科廳。

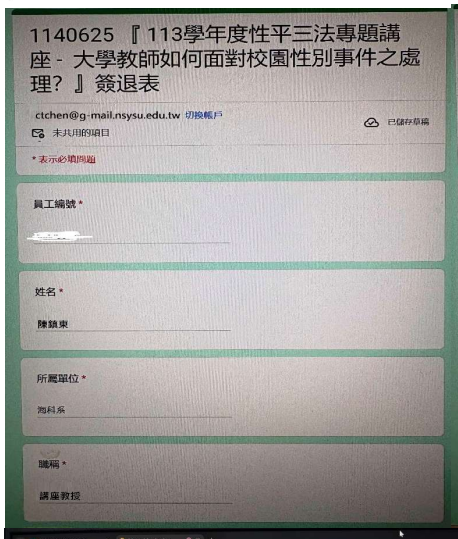
2、線上會議室：https://meet.google.com/bfv-givx-jon

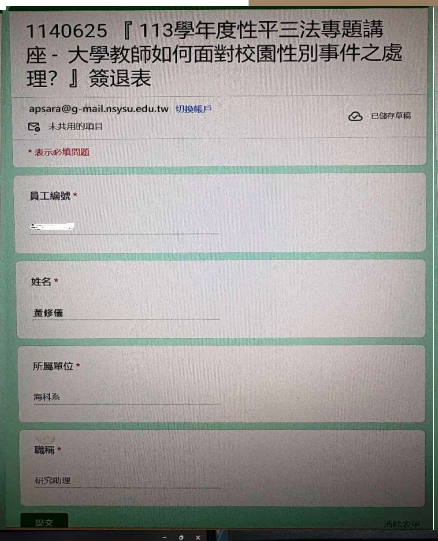
3、線上串流直播(限本校G Suite帳號收看)：https://stream.meet.google.com/stream/b5a0163d-dceb-493d-ad8a-56c088604d5a

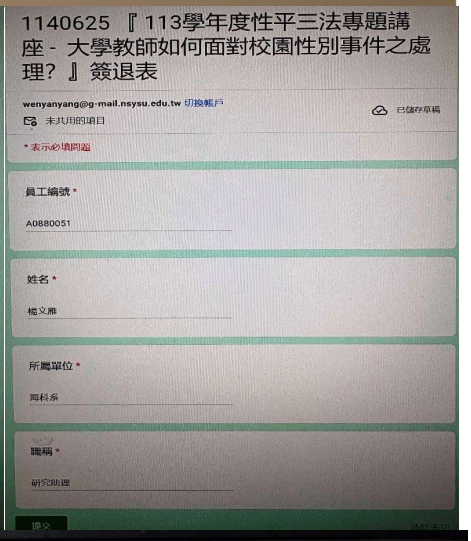
4、若線上會議室額滿，請以本校G Suite帳號(即g-mail.nsysu.edu.tw)參與線上直播。

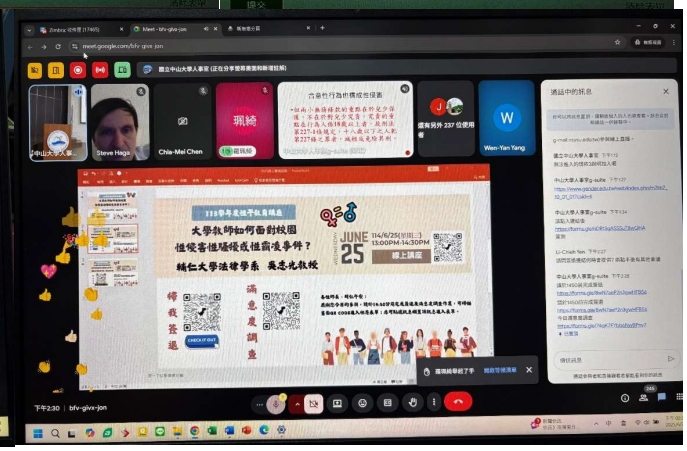
(六)報名方式：請報名表單(https://forms.gle/KBKm7SEotxqMFuwu9)填寫資料。

三、性別平等教育相關課程為法定應辦理事項，參加人員名冊須報送教育部，本校全體教職員工每學年均須完成2小時性別平等教育相關課程，如無法參與本次課程者，敬請依下列說明辦理：









「第三核能發電廠及低放貯存場附近海域之生態調查」
114 年期中工作討論會會議紀錄

一、時間：114 年 12 月 22 日， 10 時 10 分至 11 時 30 分

二、地點：國立中山大學海洋科學院，海 A 2033 會議室
視訊會議 (https://meet.google.com/viv-azfz-uwf)

三、主席：陳鎮東　　紀錄：黃修儀

四、參加人員

台灣電力股份有限公司：謝昕懌課長、林秀穎專員（線上）
子計畫 1--海 潮 流：詹　森老師、田維婷、黃逢賢、黃雅真（線上）
子計畫 2--水文水質：陳鎮東老師、黃婷萱、陳靖宜、黃修儀、楊文雁
子計畫 3--植物性及動物性浮游生物調查：陳孟仙老師、陳姿君
子計畫 4--底棲動物調查：劉莉蓮老師、譚之叡
子計畫 5--魚類調查：黃榮富老師、許碧瑜 （線上）
子計畫 6--資料庫建置及維護：楊穎堅老師、謝佳穎（線上）

五、主席報告：略。

六、各子計畫簡報：略。

七、討論：為對比發電機組運轉期間與停止運轉後入水口內之珊瑚及底棲動物相關之生態與環境差異，擬於 115 年進行調查時，增加在入水口內調查區域進行海流觀測及營養鹽調查。

八、散會。

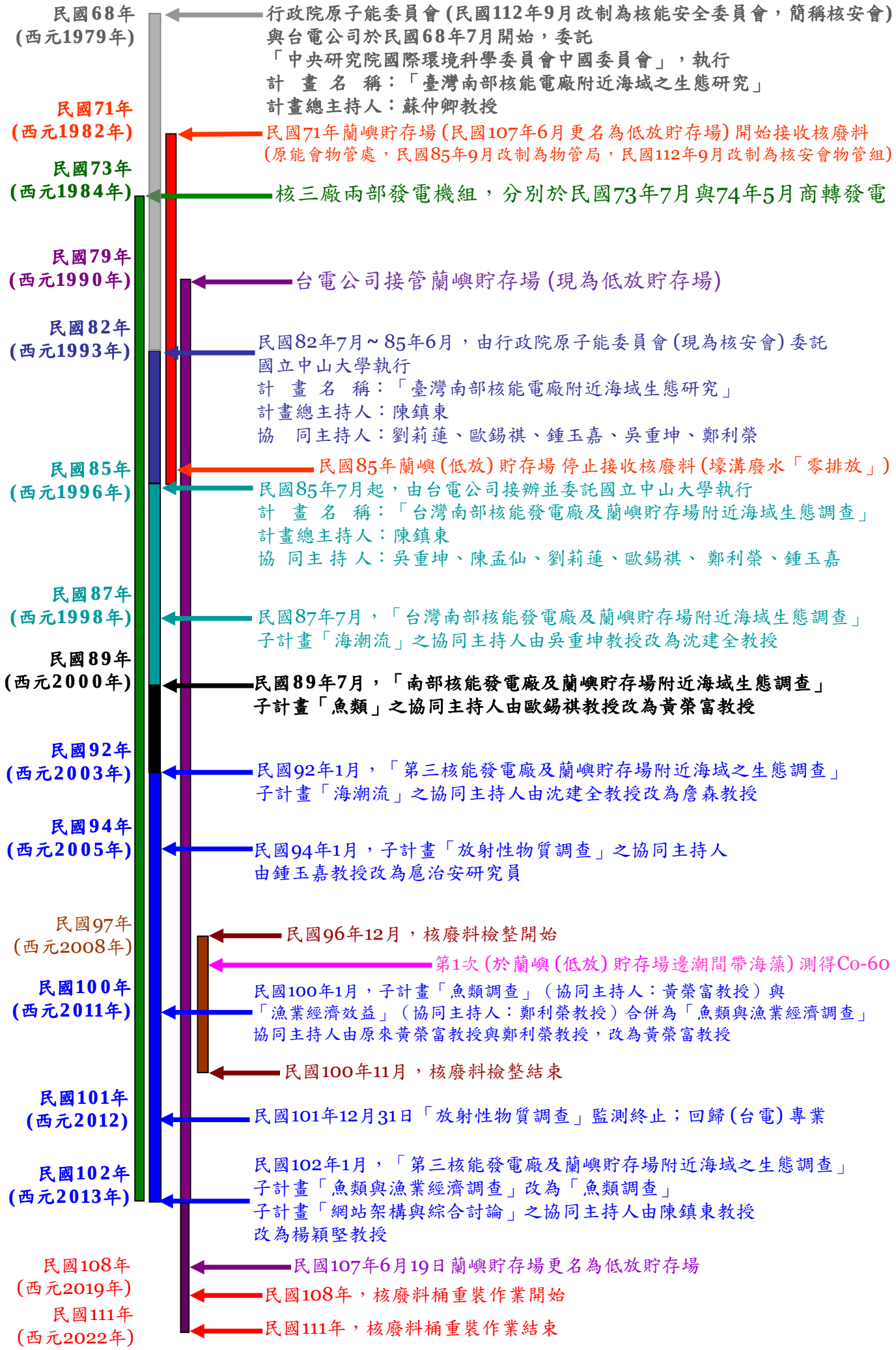
10:24
4G
viv-azfz-uwf
參與者
資訊
即時通訊
工具
搜尋這場通話的參與者
通話中
Hsiu-I, apsara Huang (你)
Chen-Tung Arthur Chen
會議主辦人
Chen-Tung Arthur Chen
會議主辦人
Chen-Tung Arthur Chen
會議主辦人，簡報中
sea watch
訪客
Sen Jan
訪客
waiting tien
訪客
Y. J. Yang
訪客
林秀穎
訪客

10:24
4G
viv-azfz-uwf
參與者
資訊
即時通訊
工具
sea watch
訪客
Sen Jan
訪客
waiting tien
訪客
Y. J. Yang
訪客
林秀穎
訪客
謝昕惇
訪客
謝昕惇
訪客
黃榮富
訪客
黃榮富
訪客

meet.google.com
Chen-Tung Arthur Chen
榮富
昕惇
秀穎

玖、附錄

附錄A：「第三核能發電廠及低放貯存場附近海域之生態調查」記事



本表部份資料，由扈治安研究員提供

附錄 B：期中、期末工作檢討會會議紀錄及審查意見回覆對照表

附錄 B-1：「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」
100 年期中工作檢討會會議紀錄---------- 光碟
100 年期中工作檢討會會議紀錄之審查意見回覆對照表 ----------光碟
會議日期：100 年 8 月 31 日

附錄 B-2：「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」
100 年期末工作檢討會會議紀錄---------- 光碟
100 年期末工作檢討會會議紀錄之審查意見回覆對照表---------- 光碟
會議日期：101 年 3 月 2 日

附錄 B-3：「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」
101 年期中工作檢討會會議紀錄---------- 光碟
101 年期中工作檢討會會議紀錄之審查意見回覆對照表---------- 光碟
會議日期：101 年 9 月 5 日

附錄 B-4：「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」
101 年期末工作檢討會暨 102 年度新委辦工作開案會議紀錄------ 光碟
101 年期末工作檢討會暨 102 年度新委辦工作開案會議
紀錄之審查意見回覆對照表---------- 光碟
會議日期：102 年 3 月 8 日

附錄 B-5：「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」
102 年期中工作檢討會會議紀錄---------- 光碟
102 年期中工作檢討會會議紀錄之審查意見回覆對照表---------- 光碟
會議日期：102 年 9 月 10 日

附錄 B-6：「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」
102 年期末工作檢討會會議紀錄---------- 光碟
102 年期末工作檢討會會議紀錄之審查意見回覆對照表---------- 光碟
會議日期：103 年 3 月 14 日

附錄 B-7：「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」
103 年期中工作檢討會會議紀錄---------- 光碟
103 年期中工作檢討會會議紀錄之審查意見回覆對照表---------- 光碟
會議日期：103 年 9 月 10 日

附錄 B-8：「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」
103 年期末工作檢討會會議紀錄---------- 光碟
103 年期末工作檢討會會議紀錄之審查意見回覆對照表---------- 光碟
會議日期：104 年 3 月 12 日

附錄 B-9：「第三核能發電廠及蘭嶼貯存場附近海域之生態調查」
104 年期中工作檢討會會議紀錄---------- 光碟
104 年期中工作檢討會會議紀錄之審查意見回覆對照表---------- 光碟
會議日期：104 年 8 月 27 日

附錄 B-10：「第三核能發電廠及蘭嶼貯存場附近海域之生態調查」
104 年期末工作檢討會會議紀錄---------- 光碟
104 年期末工作檢討會會議紀錄之審查意見回覆對照表---------- 光碟
會議日期：105 年 3 月 4 日

(續) 附錄 B：期中、期末工作檢討會會議紀錄及審查意見回覆對照表

附錄 B-11：「第三核能發電廠及蘭嶼貯存場附近海域之生態調查」
105 年期中工作檢討會會議紀錄---------- 光碟
105 年期中工作檢討會會議紀錄之審查意見回覆對照表---------- 光碟
會議日期：105 年 9 月 20 日

附錄 B-12：「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」
105 年期末工作檢討會會議紀錄---------- 光碟
105 年期末工作檢討會會議紀錄之審查意見回覆對照表---------- 光碟
會議日期：106 年 3 月 7 日

附錄 B-13：「第三核能發電廠及蘭嶼貯存場附近海域之生態調查」(106-107 年)
106 年期中工作檢討會會議紀錄---------- 光碟
106 年期中工作檢討會會議紀錄之審查意見回覆對照表---------- 光碟
會議日期：106 年 10 月 20 日

附錄 B-14：「第三核能發電廠及蘭嶼貯存場附近海域之生態調查」(106-107 年)
第二次期中工作檢討會會議紀錄---------- 光碟
第二次期中工作檢討會會議紀錄之審查意見回覆對照表---------- 光碟
會議日期：107 年 7 月 20 日

附錄 B-15：「第三核能發電廠及蘭嶼(低放)貯存場附近海域之生態調查」(106-107 年)
期末工作檢討會會議紀錄---------- 光碟
期末工作檢討會會議紀錄之審查意見回覆對照表---------- 光碟
會議日期：108 年 2 月 13 日

附錄 B-16：「第三核能發電廠及低放貯存場附近海域之生態調查」(108-109 年)
第一次期中工作檢討會會議紀錄---------- 光碟
第一次期中工作檢討會會議紀錄之審查意見回覆對照表---------- 光碟
會議日期：108 年 10 月 7 日

附錄 B-17：「第三核能發電廠及低放貯存場附近海域之生態調查」(108-109 年)
第二次期中工作檢討會會議紀錄---------- 光碟
第二次期中工作檢討會會議紀錄之審查意見回覆對照表---------- 光碟
會議日期：109 年 7 月 20 日

附錄 B-18：「第三核能發電廠及低放貯存場附近海域之生態調查」(108-109 年)
期末工作檢討會會議紀錄---------- 光碟
期末工作檢討會會議紀錄之審查意見回覆對照表---------- 光碟
會議日期：110 年 2 月 23 日

附錄 B-19：「第三核能發電廠及低放貯存場附近海域之生態調查」(110-111 年)
期中工作檢討會議紀錄---------- 附錄 B-19A
期中工作檢討會議紀錄之審查意見回覆對照表---------- 附錄 B-19B
會議日期：111 年 2 月 9 日

附錄 B-20：「第三核能發電廠及低放貯存場附近海域之生態調查」(110-111 年)
期末工作檢討會議紀錄---------- 附錄 B-20A
期末工作檢討會議紀錄之審查意見回覆對照表---------- 附錄 B-20B
會議日期：112 年 2 月 7 日

(續) 附錄 B：期中、期末工作檢討會會議紀錄及審查意見回覆對照表

附錄 B-21：「第三核能發電廠及低放貯存場附近海域之生態調查」(112-113 年)
期中工作檢討會議紀錄---------- 附錄 B-21A
期中工作檢討會議紀錄之審查意見回覆對照表---------- 附錄 B-21B
會議日期：113 年 2 月 26 日
附錄 B-22：「第三核能發電廠及低放貯存場附近海域之生態調查」(112-113 年)
期末工作檢討會議紀錄---------- 附錄 B-22A
期末工作檢討會議紀錄之審查意見回覆對照表---------- 附錄 B-22B
會議日期：114 年 2 月 18 日
附錄 B-22：「第三核能發電廠及低放貯存場附近海域之生態調查」(114-115 年)
期中工作檢討會議紀錄---------- 附錄 B-23A
期中工作檢討會議紀錄之審查意見回覆對照表---------- 附錄 B-23B
會議日期：115 年 2 月 9 日

附錄B-19：

正本

檔　　號：
保存年限：

台灣電力股份有限公司環境保護處　函

地址：10016臺北市中正區羅斯福路3段242號21樓
聯 絡 人：王逢新
電子信箱：u677854@taipower.com.tw
連絡電話：23667213

受文者：國立中山大學

裝

發文日期：中華民國111年2月16日
發文字號：環字第1118015763號
速別：普通件
密等及解密條件或保密期限：
附件：如文ATTCH1

主旨：檢送「第三核能發電廠及低放貯存場附近海域之生態調查」期中會議工作檢討會議紀錄，請查照。

正本：行政院原子能委員會、國立中山大學、本公司綜合研究所、核能發電處、核能後端營運處、第三核能發電廠
副本：電子公文交換章

訂

線

國立中山大學 111/02/17
1110001610

「第三核能發電廠及低放貯存場附近海域之生態調查」
期中工作檢討會議紀錄

一、時間：111 年 2 月 9 日下午 1 時 30 分

二、地點：視訊會議 (https://meet.google.com/viv-azfz-uwf)

三、主席：林副處長景庸　　紀錄：王逢新

四、出席單位及人員：詳簽名冊

五、主席報告：(略)

六、國立中山大學簡報「第三核能發電廠及低放貯存場附近海域之生態調查」（簡稱南核案）之調查研究成果：(略)

七、討論與決議事項：

(一) 111 年 1 月東加海底火山爆發影響太平洋海域，請研究團隊持續追蹤對南灣海域是否有影響，並於期末會議中提出討論。

(二) 110 年夏季發生海水溫度長時間溫降，與過去溫降情況有所不同，請研究團隊持續分析可能原因。

(三) 請研究團隊依據多年調查成果，提供可做為南灣海域生態之指標物種(含動浮、植浮、底棲及魚類)，俾供本公司辦理核三廠除役環評作業參考。

(四) 請研究團隊主持人及各子計畫負責人轉知助理、學生及相關作業人等至現場工作或進行採樣作業前務必與各現場單位窗口聯繫，進入廠區必須遵照核能電廠之相關管制規定，確實換證刷卡。各項調查作業應符合職安署之相關規定，執行出海及水下作業之工作人員需確實接受相關訓練後才可執行該工作，並於執行現場調查監測工作時，應加強工安宣導(如危害因素告知、職業安全紀律承諾等)，落實執行各項工安措施。

(五) 各與會單位若有新增書面意見，請於 111 年 2 月 18 日前送環保處彙整，俾利報告修訂。

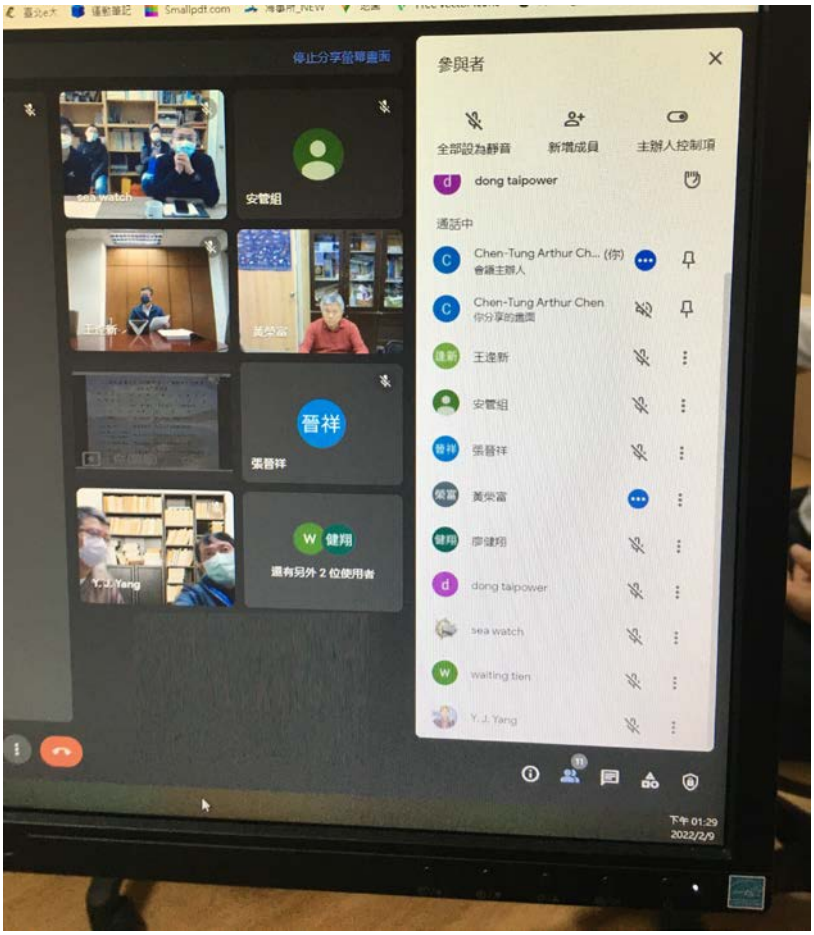
(六) 本公司各單位所提意見，請南核案研究團隊參考修訂。

八、散會(下午 3 時 50 分)。

乙方出席人員及視訊會議畫面

調查項目	與會人員	
海潮流調查 (子計畫 一)	詹森 (協同主持人)	田維婷、黃逢賢
水文水質調查 (子計畫 二)	陳鎮東 (主持人)	王冰潔、黃修儀、楊文雁
動植浮 調查 (子計畫 三)	陳孟仙 (協同主持人)	陳姿君
底棲動物調查 (子計畫 四)	劉莉蓮 (協同主持人)	吳靖穎
魚類調查 (子計畫 五)	黃榮富 (協同主持人)	許碧瑜
資料庫建置及維護 (子計畫 六)	楊穎堅 (協同主持人)	

停止分享螢幕畫面
sea watch
安管組
黃榮富
晉祥
張晉祥
詹森
W 健翔
還有另外 2 位使用者


停止分享螢幕畫面
參與者
全部設為靜音
新增成員
主辦人控制項
dong taipower
通話中
Chen-Tung Arthur Ch... (你)
會議主辦人
Chen-Tung Arthur Chen
你分享的畫面
王逢新
安管組
張晉祥
黃榮富
廖健翔
dong taipower
sea watch
waiting tien
Y. J. Yang
晉祥
張晉祥
W 健翔
還有另外 2 位使用者
下午 01:29
2022/2/9

審 查 意 見 表

計畫/報告名稱：第三核能發電廠及低放貯存場附近海域之生態調查

提供單位：環保處

頁	行	原 文	修 改 意 見 或 建 議
			依據貴單位多年調查成果，請分析評估南灣海域生態(含動、植物)是否具有指標物種？此外，核三廠除役計畫並不涉及海域工程，若南灣海域具有指標物種，請評估除役期間合適之保育計畫或生態環境保護對策。
			核三廠進入除役階段，溫排水逐漸減少，請評估南灣海域生態之物種種類、數量是否可能因溫排水之消失(不再取水及排水)而有改變。
			NOAA 以 DHW(Degree Heating Week)分析珊瑚白化情況，請問研究團隊是否有研究過相關分析方式，請評估能否用於本計畫中。
			資料庫網站目前是以 http 連線，能否改以 https 連線降低資安風險。
1-24		六、附表及附圖	表格誤植。
2-5	18	海濱核電廠全功率運轉時，冷凝器會在比周圍高出10~22℃的溫度下操作……	內文可能誤導閱讀者，使其誤會核三廠溫排水是此情形，建議調整陳述方式。
3-17	8	結果顯示植物性浮游生物總平均密度在第4次採樣，於24測站停機大修時有顯著高於運轉時……	能否說明大修時，24測站植物性浮游生物會顯著高於運轉時之原因。

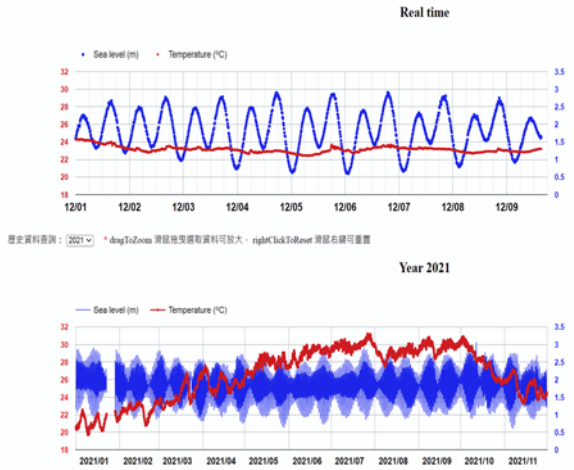
審 查 意 見 表

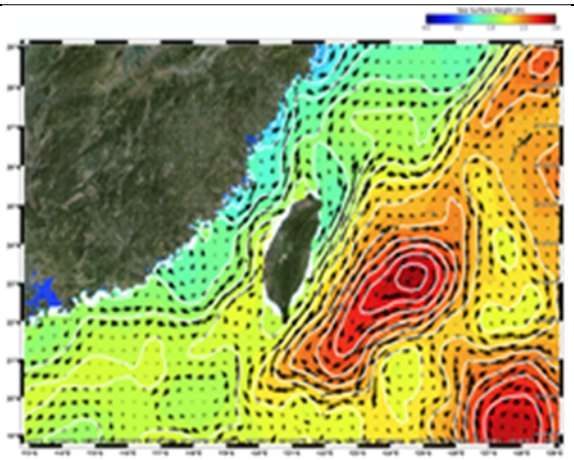
提供單位：核三廠

頁	行	原 文	修 改 意 見 或 建 議
II	參、成效第1點第2行	「…，也可作為核四廠施工以及運轉後生態環境影響評估的參考。」	因核四廠已無運轉可能，建請修改內文。
4-18	最後一段第2、3行	「…，當一號機組停機維修時，廠內清污海水會在……；當二號機組停機維修時，廠內清污海水會在…」	1.建議4-18的「廠內除污海水」改為與4-24相同之「清污的廠用海水」，以避免誤會為本廠的除污海水都往進水口排。 2.另清污的廠用海水在排回大海時會先經過過濾，但因網目較大，所以還是會有比較細小的殘渣排回大海。也請參酌於4-18及4-24陳述中加入「經過濾」或相似描述。
4-24	第二段第1行	「…，清污的廠用海水會….」	同上

承辦員　　主管（課長）　　組長（經理）　　副處長　　處長

附錄 B-19：「第三核能發電廠及低放貯存場附近海域之生態調查」
期中工作檢討會議紀錄之審查意見回覆對照表

「第三核能發電廠及低放貯存場附近海域之生態調查」 期中工作檢討會議紀錄 (會議日期：111 年 2 月 9 日)		
項	會議紀錄之 「七、討論與決議事項」	回覆欄
(一)	111 年 1 月東加海底火山爆發影響太平洋海域，請研究團隊持續追蹤對南灣海域是否有影響，並於期末會議中提出討論。	遵照辦理。
(二)	110 年夏季發生海水溫度長時間溫降，與過去溫降情況有所不同，請研究團隊持續分析可能原因。	子計畫 1： 大約從 110 (2021) 年 7 月 21 日起所有南灣附近的溫度記錄及臺東成功即時溫壓站 (如下圖)  都顯示溫度開始下降，到了大約 110 (2021) 年 8 月 9 日逐步回升。溫度記錄顯示南灣裡降了大約 6 度，東岸成功站降了大約 4 度。衛星遙測海面高度及推算的地轉流圖像顯示在此次降溫事件前一週前，有一個海洋中尺度反氣旋已經靠近及影響呂宋海峽北部及臺灣東部的黑潮 (衛星海面高度與地轉流圖如下圖)



由分布圖判讀此中尺度反氣旋造成北向流速增加，海流加速通常會造成橫過海流由右向左抬升的等密面、等溫面更加傾斜 (地轉流的熱力風效應)，也就是向著海流流向的左邊等密面、等溫面會被抬升，相當於造成海洋表層之下的冷水在近岸海域沿著海底地形被抬升，進而造成表層海溫下降。以上是一種可能的海洋動力機制。此外，這段降溫期間的初期，因為颱風後引進的強烈西南氣流，造成南灣海域異常的西南強風與強降雨，都對海水異常降溫有所貢獻。

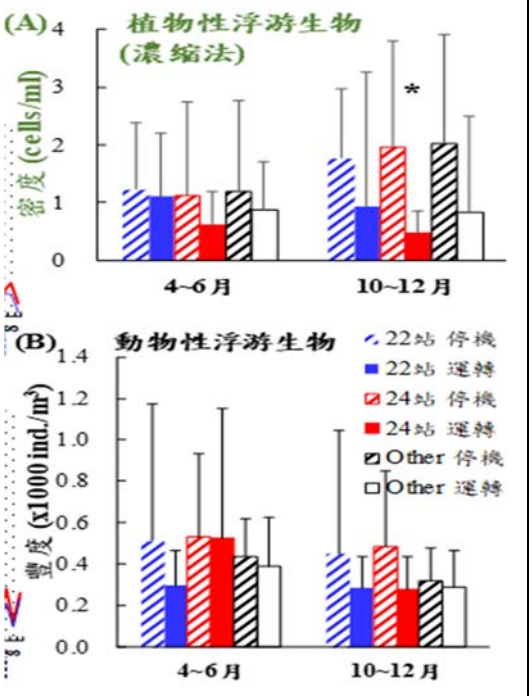
子計畫 4：

遵照辦理。110 年夏季自 7 月 27 至 8 月 10 日間水溫下降，並於 8 月 8 至 9 日出現低於 22°C 的低溫，期間恆春皆有降雨，推測可能受西南氣流影響，加上湧升流的低溫水團之影響，造成溫降；過去 92、93、94 及 101 年於夏季有記錄到低溫現象，都發生在颱風過後，而 110 年 8 月 6 日有盧碧輕度颱風由南海至台灣海峽，雖未影響恆春，但可能有帶動水團或湧升流造成溫降(4-25 頁第三段)。

「第三核能發電廠及低放貯存場附近海域之生態調查」 期中工作檢討會議紀錄 (會議日期：111 年 2 月 9 日)		
項	會議紀錄之 「七、討論與決議事項」	回覆欄
(三)	請研究團隊依據多年調查成果，提供可做為南灣海域生態之指標物種 (含動浮、植浮、底棲及魚類)，俾供本公司辦理核三廠除役環評作業參考。	子計畫 3： 本子計畫建議植浮和動浮以最優勢的藻屬或大類為指標，植浮為角刺藻屬密度(cells/L)，動浮為哲水蚤豐度(ind./m^3)作為指標。 子計畫 4： 遵照辦理。出水口之南側 3 公尺水深測站 (Efflu-3) 的水溫長期較其餘測站高，將出水口南側水深 8 公尺處 (Efflu) 的底棲動物著生量與出水口水深 3 公尺測站 (Efflu-3) 相互比較，兩測站的珊瑚、軟體動物著生量皆少，無顯著差異，多毛蟲著生量 3 公尺水深 (Efflu-3) 常高於水深 8 公尺處 (Efflu)，苔蘚蟲著生量水深 8 公尺處 (Efflu) 偶高於 3 公尺水深 (Efflu-3)，海鞘著生量於 3 公尺水深 (Efflu-3) 偶高於水深 8 公尺處 (Efflu) (4-22 頁第三段)。3 公尺處長期多毛蟲著生量較多，建議可考慮多毛蟲為指標物種。 子計畫 5： 本團隊於 5 個測站潛水拍攝期間記錄了 648 種珊瑚礁魚類相，聚類分析結果顯示調查海域珊瑚礁魚類分布受到水深及地形影響，測站間記錄到的魚類相略有不同，分析歷年來 5 個測站主要的魚種平均出現數量及主要魚種出現百比分，其中各測站主要魚種平均出現的相似度介於 14.83% ~ 28.46%，係因 5 個測站的魚類相更迭頻繁，南灣海域常駐型且在 5 測站均可發現的魚種有五線雀鯛、褐斑刺尾鯛、飄浮蝴蝶魚、二色光鰓雀鯛、網紋圓雀鯛、裂唇魚及角鐮魚 7 種魚類，本計畫建議以調查海域常見之魚種作為指標物種。

「第三核能發電廠及低放貯存場附近海域之生態調查」 期中工作檢討會議紀錄 (會議日期：111 年 2 月 9 日)		
項	會議紀錄之 「七、討論與決議事項」	回覆欄
(四)	請研究團隊主持人及各子計畫負責人轉知助理、學生及相關作業人等至現場工作或進行採樣作業前務必與各現場單位窗口聯繫，進入廠區必須遵照核能電廠之相關管制規定，確實換證刷卡。各項調查作業應符合職安署之相關規定，執行出海及水下作業之工作人員需確實接受相關訓練後才可執行該工作，並於執行現場調查監測工作時，應加強工安宣導 (如危害因素告知、職業安全紀律承諾等)，落實執行各項工安措施。	1) 遵照辦理。 2) 已於歷次會議及人員教育訓練中，加強工安宣導，人員出差前亦要求務必遵守及符合職業安全衛生相關法令規範。
(五)	各與會單位若有新增書面意見，請於 111 年 2 月 18 日前送環保處彙整，俾利報告修訂。	已將環保處及核三廠之審查意見列表在『五-1』 及 『五-2』並由相關研究人員回覆。
(六)	本公司各單位所提意見，請南核案研究團隊參考修訂。	遵照辦理。

五-1：審查意見表				提供單位：環保處
頁	行	原　　文	修改意見或建議	回覆欄
			依據貴單位多年調查成果，請分析評估南灣海域生態（含動、植物）是否具有指標物種？此外，核三廠除役計畫並不涉及海域工程，若南灣海域具有指標物種，請評估除役期間合適之保育計畫或生態環境保護對策。	子計畫 3： 本子計畫建議植浮和動浮以最優勢的藻屬或大類為指標，植浮為角刺藻屬密度(cells/L)，動浮為哲水蚤豐度 (ind./m^3)作為指標。 子計畫 4： 遵照辦理。出水口出水口南側 3 公尺水深測站 (Efflu-3) 的水溫長期較其餘測站高，將出水口南側水深 8 公尺處 (Efflu) 的底棲動物著生量與出水口水深 3 公尺測站 (Efflu-3)相互比較，兩測站的珊瑚、軟體動物著生量皆少，無顯著差異，多毛蟲著生量 3 公尺水深 (Efflu-3) 常高於水深 8 公尺處 (Efflu)，苔蘚蟲著生量水深 8 公尺處 (Efflu) 偶高於 3 公尺水深 (Efflu-3)，海鞘著生量於 3 公尺水深(Efflu-3) 偶高於水深 8 公尺處 (Efflu) (4-22 頁第三段)。3 公尺處長期多毛蟲著生量較多，建議可考慮多毛蟲為指標物種。此外，除役初期若能持續原有的監測方式，應較能完整評估除役前後之變化。 子計畫 5： 本計畫建議珊瑚礁魚類以常見科別出現的種類數及尾數作為指標。除役期間持續監測可瞭解除役前後珊瑚礁魚類在種類數及數量上的變動差異。為有效保護海洋生物資源之多樣性，墾丁國家公園管理處已自民國 94 年 3 月劃設後壁湖海洋資源保護示範區，其中包含本計畫調查部份海域(測站 2)。

				檔　號： 保存年限： 墾丁國家公園管理處　函 地址：94644屏東縣恆春鎮墾丁路 聯絡人：陳松茂 聯絡電話：08-8861321#321 電子郵件：mao@ktnp.gov.tw 傳真：08-8862331 受文者：恆春區漁會 發文日期：中華民國101年5月1日 發文字號：墾後字第1012901282號 速別：最速件 密等及解密條件或保密期限： 附件：如說明二、三、五（請至http://210.69.44.5下載） 主旨：重申禁止於後壁湖海洋資源保護示範區內（以下簡稱後壁湖保護示範區）進行任何採捕行為，敬請確實遵守活動海域範圍之規範，以免遭取締裁罰，請　查照。 說明： 一、為有效保護海洋生物資源之多樣性，及後壁湖周邊海域遊憩活動之管理，籲請海域遊憩活動業者注意遊憩安全外，更需要落實海洋資源的保護，以身作則配合政策宣導，以達永續發展。 二、後壁湖保護示範區自94年3月份成立以來（範圍如附圖一），其保護成果業已呈現，為確保得來不易之成效，實有必要禁止採捕垂釣行為；以影響水上遊憩活動業者服務形象，本處重申禁止合法之海域活動業者於保護示範區內進行採捕行為，違者將取消其營運資格，共同籲請週知，盼能遵守規定。 三、為提升資源保護成效，劃定於後壁湖漁港東側堤防口到示範區第2顆、第1顆及岸際所連成的三角形範圍為動力機具禁航區域（如附圖一），嚴禁水上摩托車及船舶等動力機
			核三廠進入除役階段，溫排水逐漸減少，請評估南灣海域生態之物種種類、數量是否可能因溫排水之消失(不再取水及排水)而有改變。	子計畫 3： 電廠停機大修及運轉時浮游生物豐(密)度差異，於歷年第 2 和第 4 次的樣品中，除濃縮法植物性浮游生物總平均密度在第 4 次(10~12 月)採樣，於 24 測站測得停機大修時明顯高於運轉時的情形，其餘皆無顯著差異(下圖)。 

五-1：審查意見表 (續)			提供單位：環保處	
頁	行	原　　文	修改意見或建議	回覆欄
			核三廠進入除役階段，溫排水逐漸減少，請評估南灣海域生態之物種種類、數量是否可能因溫排水之消失(不再取水及排水)而有改變。	子計畫4： 90年第2及3次監測結果顯示出水口南側水深8公尺處(Efflu)與入水口測站的群聚在同一群，而與其它出水口測站的群聚分開，此特殊現象可能與第三核能發電廠於90年3月18日至4月15日間，共29天的停機有關(3A事件)，且這2次出水口南側水深8公尺處(Efflu)的多毛蟲覆蓋率較歷年高(4-12頁最後1行至4-13頁第3行)。據此推測溫排水停止排放後，出水口南側水深8公尺處(Efflu)的多毛蟲覆蓋率可能會增加。
			NOAA以DHW(Degree Heating Week)分析珊瑚白化情況，請問研究團隊是否有研究過相關分析方式，請評估能否用於本計畫中。	子計畫4： DHW指標的計算是以當週及過去11週的海水表面溫度平均值，各自減去當地夏季最高溫度。因此，1 DHW =高於珊瑚白化閥值的溫度1°C x 1週，或高於閥值2°C x 持續0.5週，DHW越高珊瑚白化就越嚴重。由於本計畫無水溫紀錄即時回傳的儀器設施，因此無法提供珊瑚白化預警訊息。本團隊過去曾將水溫紀錄轉換成DHW值，並與珊瑚白化率進行相關性分析。由於本計畫珊瑚白化現象一年4季都有觀察到，顯示白化不僅受高溫，也受低溫及溫差變動大小等因素影響，因此DHW僅能應用於夏季高溫的珊瑚白化預測。

五-1：審查意見表 (續)				提供單位：環保處
頁	行	原　　文	修改意見或建議	回覆欄
			資料庫網站目前是以http連線，能否改以https 連線降低資安風險。	遵照辦理。
1-24		六、附表及附圖	表格誤植。	1) 已刪去表格。 2) 另於1-24頁加入 「(說明：依101年期末工作檢討會議紀錄（會議日期：102年3月8日)之『(八) 本案調查報告書中之書面附錄或原始資料文件，請刪除並註明該資料已放入調查報告書所附光碟電子檔中，以減少書面報告之篇幅。』辦理。)」。
2-5	18	海濱核電廠全功率運轉時，冷凝器會在比周圍高出10~22℃的溫度下操作.....	內文可能誤導閱讀者，使其誤會核三廠溫排水是此情形，建議調整陳述方式。	海濱核電廠運轉時，冷凝器會在比周圍高的溫度下操作，因而影響浮游動植物。
3-17	8	結果顯示植物性浮游生物總平均密度在第4次採樣，於24測站停機大修時有顯著高於運轉時.....	能否說明大修時，24測站植物性浮游生物會顯著高於運轉時之原因。	濃縮法分析之植物性浮游生物密度在停機大修時會增加的原因，可能是溫排水減少，海水溫度較低，有利於大細胞(≧55um)的植物性浮游生物生長。

五-2：審查意見表				提供單位：核三廠
頁	行	原　　文	修改意見或建議	回覆欄
II	參、成效第1點第2行	「...，也可作為核四廠施工以及運轉後生態環境影響評估的參考。」	因核四廠已無運轉可能，建請修改內文。	已修改為 「1. 此調查的結果可以作為核三廠附近海域生態環境影響評估之追蹤；多年來之調查結果，均符合環保法規之要求。」。
4-18	最後一段第2、3行	「...，當一號機組停機維修時，廠內清污海水會在.....;當二號機組停機維修時，廠內清污海水會在...」	1.建議4-18的「廠內除污海水」改為與4-24相同之「清污的廠用海水」，以避免誤會為本廠的除污海水都往進水口排。 2.另清污的廠用海水在排回大海時會先經過過濾，但因網目較大，所以還是會有比較細小的殘渣排回大海。也請參酌於4-18及4-24陳述中加入「經過濾」或相似描述。	子計畫4： 已修正。4-18頁最後一段第2至4行，清污的廠用海水經過濾後，因網目較大，所以還是會有比較細小的殘渣排回大海。當一號機組停機維修時，清污的廠用海水經過濾後，會...; 當二號機組停機維修時，清污的廠用海水經過濾後，會...。
4-24	第二段第1行	「...，清污的廠用海水會....」	同上	子計畫4： 已修正。4-24頁第二段第1行清污的廠用海水改為清污的廠用海水經過濾後，會....。

附錄B-20：

正本

檔　　號：
保存年限：

台灣電力股份有限公司環境保護處　函

地址：100208臺北市中正區羅斯福路3段242號21樓
聯 絡 人：王逢新
電子信箱：u677854@taipower.com.tw
連絡電話：23667213

受文者：國立中山大學

裝

發文日期：中華民國112年2月9日
發文字號：環字第1128015235號
速別：普通件
密等及解密條件或保密期限：
附件：如文ATTCH1

主旨：檢送「第三核能發電廠及低放貯存場附近海域之生態調查」期末會議工作檢討會議紀錄，請查照。

正本：行政院原子能委員會、國立中山大學、本公司核能發電處、核能後端營運處、第三核能發電廠、光宇工程顧問股份有限公司
副本：電子公文交換章

訂

線

國立中山大學 112/02/09
1120001292

「第三核能發電廠及低放貯存場附近海域之生態調查」
期末工作檢討會議紀錄

一、時間：112 年 2 月 7 日下午 1 時 30 分

二、地點：副樓 10 樓會議室

三、主席：林副處長景庸　　紀錄：王逢新

四、出席單位及人員：詳簽名冊

五、主席報告：(略)

六、國立中山大學團隊簡報「第三核能發電廠及低放貯存場附近海域之生態調查」（簡稱南核案）之調查研究成果：(略)

七、討論與決議事項：

(一) 蘭嶼低放貯存場排水口仍有少量排水情形，請核後端處協助提供低放貯存廠排水現況及來源。

(二) 請核發處提供核三廠歷年停機維修期間排水量變化資料，並請研究團隊協助分析該資料與相關調查數據之關聯性。

(三) 請研究團隊依據入水口底棲生物覆蓋率多年調查成果，分析研究墾丁國家公園進行污水管制後，對周遭海域生態環境是否有造成影響。

(四) 請研究團隊主持人及各子計畫負責人轉知助理、學生及相關作業人等至現場工作或進行採樣作業前務必與各現場單位窗口聯繫，進入廠區必須遵照核能電廠之相關管制規定，確實換證刷卡。各項調查作業應符合職安署之相關規定，執行出海及水下作業之工作人員需確實接受相關訓練後才可執行該工作，並於執行現場調查監測工作時，應加強工安宣導(如危害因素告知、職業安全紀律承諾等)，落實執行各項工安措施。

(五) 各與會單位若有新增書面意見，請於 112 年 2 月 18 日前送環保處彙整，俾利報告修訂。

(六) 本公司各單位所提意見，請研究團隊參考修訂。

八、散會(下午 3 時 50 分)。

「第三核能發電廠及低放貯存場附近海域之生態調查」
期末工作檢討會出席人員簽名冊

主辦單位：環境保護處

時　間	112 年 2 月 7 日(星期二) 下午 1 時 30 分	地　點	副樓 10 樓會議室
主持人	林副處長景庸	紀　錄	王逢新

	單　位	職　稱	簽　名 （請以正楷書寫，以利辨識）	備　註
出席人員	行政院原子能委員會		請　假	
	國立中山大學		陳鎮東	
			劉烈蓮	
			王冰濱	
			譚之豪	
			黃修儀	
			陳雅君	
			許金川	
	國立高雄科技大學		黃榮富	
			許碧禪	

	單　　位	職　　稱	簽　　名 （請以正楷書寫，以利辦識）	備　　註
出席人員	國立台灣大學	教授	詹寿	
		二	楊錦理	
	光宇工程顧問公司	協理	曾信勝	
		工程師	葉清俊	
	核能發電處	主管	劉紹忠	
	核能後端營運處	顧	謝慧爾	
	第三核能發電廠		請　假	
	環境保護處	組長	莊泉春	
		課長	黃建紘	
		專員	王逢新	
		專員	林信宇	

審　查　意　見　表

計畫/報告名稱：第三核能發電廠及低放貯存場附近海域之生態調查

提供單位：環保處

頁	行	原　　文	修　改　意　見　或　建　議
VII XII 2-30 2-66		正逄歷時2年多…… 溫排水對珊瑚碓魚類…… 101年第1、3次小於典型南海水…… 110年葉綠素甲第1次介於小於……	文字誤植，請修正。
XVI		摘要	因各子計畫測點各不相同，請統整各測站位置圖表。
1-28		……細節擬於本期計畫進一步探討。	本次為期末報告，是否於報告中有相關說明。
3-64 ~3-83		圖3-2~圖3-5、圖3-14~圖3-21	部分物種標示閱讀不易，圖例請輔以顏色表示。
4-17		底棲生物覆蓋率以入水口灣內南側(Inf5)最高(表4-3) 總覆蓋率皆以入水口灣內南側(Inf5)最高(190%-200%)……	表4-3與內文無法對應；覆蓋率超過100%是否為誤植。
			除役後核三廠溫排水量隨機組停止運轉而逐漸減少，進而影響出水口之水溫，請針對核三廠進入除役階段，溫排水逐漸減少對出水口週邊珊瑚之影響進行說明。
			承上所述，報告中指出核三廠出水口溫排水主要的水溫影響範圍僅為500公尺內跟水深3~5公尺，且於2度以內，考量近年來南灣海域主要因全球暖化導致海域水溫有逐步上升之情況，亦有因氣候變遷造成高溫熱浪等海溫異常升高情況導致珊瑚白化事件之情形，故是否可推測南灣海域（含出水口）的珊瑚種類數量，主要還是受整體南灣海域環境變化之影響?
			魚類調查結果是否有洄游性魚類？若有，請補充其特性說明。

「第三核能發電廠及低放貯存場附近海域之生態調查」期末報告初稿審查意見表

提供單位：核後端處

頁	行	原　　文	修　改　意　見　或　建　議
附錄 A		民國85年蘭嶼貯存場停止接收核廢料(壕溝廢水「零排放」？)	刪除「?」
附錄 A		民國108年← **核廢料檢整開始**	修訂為「核廢料桶重裝作業開始」
附錄 A		X	新增「民國111年-核廢料桶重裝作業結束」

承辦員 游慕甯 112.2.7　主管（課長） 游慕甯 112.2.7 代　組長（經理） 鄧朝崇 112.2.7 代　副處長 廖瑞鶯 112.2.7　處長 張學植 112.2.7

附錄 B-20：「第三核能發電廠及低放貯存場附近海域之生態調查」期末工作檢討會議紀錄之審查意見回覆對照表

「第三核能發電廠及低放貯存場附近海域之生態調查」 期末工作檢討會議紀錄 (會議日期：112 年 2 月 7 日)			
項	會議紀錄之 「七、討論與決議事項」	回覆欄	
(一)。	蘭嶼低放貯存場排水口仍有少量排水情形，請核後端處協助提供低放貯存廠排水現況及來源。	a	112 年 2 月 21 日收到環保處王逢新專員轉來核後端處所提供之低放貯存廠排水現況及來源資料。
		b	已於報告書 2-70 頁加入討論。
(二)	請核發處提供核三廠歷年停機維修期間排水量變化資料，並請研究團隊協助分析該資料與相關調查數據之關聯性。	a	112 年 2 月 9 日收到環保處王逢新專員轉來，當日轉寄予各子計畫。
		b	子計畫 3： 已於報告書 3-21 頁新增說明， 及 3-99 頁新增圖 3-37。 子計畫 4： 4-1) 已於報告書 4-16 頁新增討論，及圖 4-29。 4-2) 已刪除報告書 4-16 頁「因此溫排水可能…」，與本段內容不符之文字。 4-3) 簡略說明；出水口 (Efflu) 及 (Efflu-2) 測站多毛類停機時期的平均著生量高於非停機時期；溫排水有小範圍影響。 子計畫 5：魚類調查 已於報告書 6-12 頁調整下列內容： 由核發處提供核三廠歷年停機維修期間排水量變化資料分析顯示，機組停機期間輸入南灣水域溫排放水量減少約 1/2，應可使溫排水現象減低。比較機組停機維修期間及運轉期間影響域測站 3~測站 5，魚種數和歷次平均值的差異，顯示在停機維修期間魚種數高於平均值的機率為 39%~56%之間；其中測站 3 靠近溫排水出水口，在停機維修期間溫水排放減量，魚種數高於平均值的機率為 39%，小於實際運轉期間 44%，顯示溫排水對魚種數的影響不受溫排水減量而增加來游魚種數。

			比較機組停機維修期間及運轉期間影響域測站魚尾數和平均值的差異，發現歷次影響域在歲修保養期間的魚尾數高於平均值的機率為 22%~39%之間，靠近溫排水出水口的測站 3 在停機維修期間高於平均值 22%，小於實際運轉期間 31%，顯示溫排水對魚尾數的影響不明顯。比較歷年機組停機維修期間及運轉期間影響域測站珊瑚礁魚類群聚組成，資料顯示影響域測站停機維修期間及運轉期間珊瑚礁魚類群聚組成有重疊現象，顯示溫排水對珊瑚碓魚類群聚組成影響不明顯，係因珊瑚礁魚類主要活動區域在礁石間，而溫排水的影響範圍僅為離排放口 500 公尺內跟水深 3~5 公尺之水域，且水溫變動約 2 度以內。
(三)	請研究團隊依據入水口底棲生物覆蓋率多年調查成果，分析研究墾丁國家公園進行污水管制後，對周邊海域生態環境是否有造成影響。	子計畫 4： 已於報告書 6-10 頁加入分析討論。 簡略說明如下： 墾丁與南灣污水處理廠主管機關為墾丁國家公園管理處。墾丁廠：88 年完工，收集墾丁大街及大灣路地區生活污水，於石牛溪西側排放入海。南灣廠:87 年完工，收集後壁湖、大光、南灣地區的民生污水，處理後於南灣遊憩區排放入海。污水下水道 97 年之接管率為 78%，110 年為 80%，接管率增加幅度不大，對照報告書固定橫截線底棲生物覆蓋率(圖 4-31、4-32)，二者無明顯相關。	
(四)	請研究團隊主持人及各子計畫負責人轉知助理、學生及相關作業人等至現場工作或進行採樣作業前務必與各現場單位窗口聯繫，進入廠區必須遵照核能電廠之相關管制規定，確實換證刷卡。各項調查作業應符合職安署之相關規定，執行出海及水下作業之工作人員需確實接受相關訓練後才可執行該工作，並於執行現場調查監測工作時，應加強工安宣導 (如危害因素告知、職業安全紀律承諾等)，落實執行各項工安措施。	a	遵照辦理。
		b	已於歷次會議及人員教育訓練中，加強工安宣導；人員出差前及工作中亦要求務必遵守及符合職業安全衛生相關法令規範。
(五)	各與會單位若有新增書面意見，請於 112 年 2 月 18 日前送環保處彙整，俾利報告修訂。	已將環保處及核後端之審查意見列表在『五-1』 及 『五-2』並由相關研究人員回覆。	
(六)	本公司各單位所提意見，請研究團隊參考修訂。	遵照辦理。	

五-1：審查意見表			提供單位：環保處	
頁	行	原　　文	修改意見或建議	回覆欄
VII XII 2-30 2-66		正逢歷時 2年多... 溫排水對珊瑚碓魚類... 101年第1、3次小於典型南海水... 110年葉綠素甲第1次介於小於...	文字誤植，請修正。	VII：已修正為 正「逢」歷時 2 年多...。 XII：已修正為 溫排水對珊瑚「礁」魚類... 2-30：已修正為 101 年第 1、3 次「屬」於典型南海水... 2-66：已刪除「...小於」
XVI		摘要	因各子計畫測點各不相同，請統整各測站位置圖表。	已修正於報告書 第 III 頁。
1-28		.....細節擬於本期計畫進一步探討。	本次為期末報告，是否於報告中有相關說明。	子計畫1： 已於報告書 1-28 頁調整下列內容： 其實颱風在核三廠海域造成的溫降過程可能非常複雜，包括表水冷卻、近岸冷水湧升、黑潮與南海北部環流的互動等等,(刪除"細節擬於本期計畫進一步探討")其細節除了和颱風經過期間或過後引起的西南氣流在南灣西邊海岸造成冷水湧升現象有關，也跟颱風的強烈風應力直接作用在海面上，提供紊流耗散能量，引起上下水層垂直混合有關;此外,颱風前的南灣水層分層條件、混合層厚度、躍溫層深度也深深影響南灣表水對颱風吹襲作用的反應，薄的混合層受颱風風應力作用較容易被深化，躍溫層強度下降、深度變深,表水溫度下降，反之則降溫幅度較不顯著。
3-64 ~3-83		圖3-2~圖3-5、 圖3-14~圖3-21	部分物種標示閱讀不易，圖例請輔以顏色表示。	子計畫3： 圖已更新為彩色。

4-17		底棲生物覆蓋率以入水口灣內南側 (Inf5) 最高 (表4-3) 總覆蓋率皆以入水口灣內南側 (Inf5) 最高 (190%-200%)...	表4-3與內文無法對應；覆蓋率超過100%是否為誤植。	子計畫4： 4-1) 表4-3為誤植，已修正為表4-6於報告書4-17頁。 4-2) 修正表4-6之「表棲動物」為「底棲生物」。 4-3) 總覆蓋率部分為誤植，已刪除報告書.4-17頁部分敘述。
			除役後核三廠溫排水量隨機組停止運轉而逐漸減少，進而影響出水口之水溫，請針對核三廠進入除役階段，溫排水逐漸減少對出水口週邊珊瑚之影響進行說明。	子計畫4： 區域性水溫及水文條件改變，會影響生活在該區域的生物，珊瑚也不例外，若改變後的水文條件仍適合，珊瑚就會持續存在。
			承上所述，報告中指出核三廠出水口溫排水主要的水溫影響範圍僅為500公尺內跟水深3~5公尺，且於2度以內，考量近年來南灣海域主要因全球暖化導致海域水溫有逐步上升之情況，亦有因氣候變遷造成高溫熱浪等海溫異常升高情況導致珊瑚白化事件之情形，故是否可推測南灣海域(含出水口)的珊瑚種類數量，主要還是受整體南灣海域環境變化之影響?	子計畫4： 影響珊瑚白化的相關討論在報告書 p. 4-28- 4-30。簡略說明如下:南灣有些季節的珊瑚白化和大環境氣候變遷有關，有些季節的白化可能和區域性低溫或懸浮物多有關，將南灣珊瑚白化歸因於"主要受南灣海域環境影響"涵蓋之面向較小。
			魚類調查結果是否有洄游性魚類？若有，請補充其特性說明。	子計畫5： 已於報告書5-18、5-19頁加入下列說明。 本調查案歷年於珊瑚礁區及後壁湖魚市場調查記錄到洄游性魚類有：浪人鰺、紅甘鰺、鬼頭刀、飛魚、黃鰭鮪、鰆魚、旗魚、白帶魚等。其中後壁湖魚市場記錄之洄游性魚類作業漁場

				在灣外海域(表5-25)，而核三廠附近海域記錄到單獨活動的浪人鰺為沿近海洄游性魚類，幼魚多棲息於河口域，成魚多單獨棲息於具清澈水質的瀉湖或向海的礁區。漁業署資料顯示屏東後壁湖漁港經營漁船類型有一支釣、延繩釣、鏢旗魚等，產量及產值較高的經濟性捕撈魚種有鰺科、鬼頭刀、飛魚、鯖科(黃鰭鮪、長鰭鮪、大目鮪、正鰹等)、旗魚科、帶魚科等，台灣水產試驗所報告指出東部海域的黑潮為沿近海域帶來豐富性的洄游性魚類，夏季魚類有鬼頭刀、飛魚、正鰹、雨傘旗魚、黑鯧等；冬季則以烏魚、鰆魚、鯖魚、旗魚等為主，上述魚種因水溫季節性的變化而隨洋流移動，屬於季節性洄游。台灣西南海域在108年12月出現大量鰻苗，109年4月底至5月上旬捕獲大量白帶魚，說明大環境變動(海潮流、水溫)影響洄游性魚類的漁場位置(侯等，2019；吳等，2014)。

五-2：審查意見表 **提供單位：核後處**

頁	行	原　　文	修改意見或建議	回覆欄
附錄A		民國85年蘭嶼貯存場停止接收核廢料（壕溝廢水「零排放?」	刪除「？」	已刪除。
附錄A		民國108年←**核廢料檢整開始**	修訂為「核廢料桶重裝作業開始」	已修改為「核廢料桶重裝作業開始」。
附錄A		x	新增「民國111年—核廢料桶重裝作業結束」	已新增。

附錄B-21：

台灣電力股份有限公司環境保護處　函

地址：100208臺北市中正區羅斯福路3段242號21樓
聯絡人：王逢新
電子信箱：u677854@taipower.com.tw
連絡電話：23667213

受文者：國立中山大學

發文日期：中華民國113年3月4日
發文字號：環字第1138024649號
速別：普通件
密等及解密條件或保密期限：
附件：如文ATTCH1

主旨：檢送「第三核能發電廠及低放貯存場附近海域之生態調查」期中會議工作檢討會議紀錄，請查照。

正本：核能安全委員會、國立中山大學、本公司核能發電處、核能後端營運處、第三核能發電廠
副本：

「第三核能發電廠及低放貯存場附近海域之生態調查」
期中工作檢討會議紀錄

一、時間：113 年 2 月 26 日下午 1 時 30 分

二、地點：1308B 會議室

三、主席：林副處長景庸　　紀錄：王逢新

四、出席單位及人員：詳簽名冊

五、主席報告：(略)

六、國立中山大學團隊簡報「第三核能發電廠及低放貯存場附近海域之生態調查」（簡稱南核案）之調查研究成果：(略)

七、討論與決議事項：

(一) 浮標軌跡追蹤調查圖縮放比例不同，易造成讀者誤解標流距離，請盡量以同比例表示，以便比對各次浮標標流距離。

(二) 請團隊持續研究大環境變動(PDO、ONI 及颱風)造成之影響，如動植浮在聖嬰、反聖嬰發生高值或低值之原因，以及魚類遷徙路徑之改變。

(三) 資料庫網站請持續加強資安維護，依循政府相關規定進行管理，避免發生資安事件。

(四) 請研究團隊主持人及各子計畫負責人轉知助理、學生及相關作業人等至現場工作或進行採樣作業前務必與各現場單位窗口聯繫，進入廠區必須遵照核能電廠之相關管制規定，確實換證刷卡。各項調查作業應符合職安署之相關規定，執行出海及水下作業之工作人員需確實接受相關訓練後才可執行該工作，並於執行現場調查監測工作時，應加強工安宣導(如危害因素告知、職業安全紀律承諾等)，落實執行各項工安措施。

(五) 各與會單位若有新增書面意見，請於 113 年 3 月 8 日前送環保處彙整，俾利報告修訂。

(六) 本公司各單位所提意見，請研究團隊參考修訂。

八、散會(下午 3 時 20 分)。

「第三核能發電廠及低放貯存場附近海域之生態調查」
期末工作檢討會出席人員簽名冊

主辦單位：環境保護處

時　間	113年2月26日(星期一) 下午1時30分	地　點	1308B會議室
主持人	林副處長景庸	紀　錄	王逢新

	單　位	職　稱	簽　名 （請以正楷書寫，以利辨識）	備　註
出席人員	核能安全委員會			
	國立中山大學			
		教授	陳鎮東	
		教授	陳意仙	
		教授	徐崇斌	
		助理	王琳淳	
		助理	黃修儀	
		助理	陳姵君	
	國立台灣大學	教授	詹森	
	國立高雄科技大學	教授	黃肇嘉	
			許惠瑜	

出席人員	單位	職稱	簽名（請以正楷書寫，以利辨識）	備註
	國立台灣大學			
	核能發電處	專員	張芸瑄	
	核能後端營運處	專員	游紫宸	
	第三核能發電廠	課長	徐瑋廷	
	環境保護處			
		專員	王逢新	

審 查 意 見 表

提供單位：環保處

頁	行	原 文	修 改 意 見 或 建 議
IV		左下圖	圖內年份有誤。
V		右二圖	部分內容被覆蓋。
XXI	14	空間降溫率自排水口往外至500m弧內約1 C/100m。	單位符號缺漏，應為℃/100m。

提供單位：核能後端營運處

頁	行	原 文	修 改 意 見 或 建 議
I		貳.辦理內容及方式	本項內容複雜，能否以較簡潔之方式呈現。
2-1	1~5	核能發電廠為海中為海中放射性的微量來源……	本案已無調查放射性元素，避免造成民眾疑慮，請去除本段內容。
		行政院原子能委員會、環保署……	配合行政院組織調整，請確認政府機關名稱正確。

提供單位：第三核能發電廠

頁	行	原 文	修 改 意 見 或 建 議
1-19		圖1-18	請提供歷年的出水口外500公尺溫昇資料(包含北、中、南側的點位圖)。

附錄 B-21：「第三核能發電廠及低放貯存場附近海域之生態調查」期中工作檢討會議紀錄之審查意見回覆對照表

「第三核能發電廠及低放貯存場附近海域之生態調查」 期中工作檢討會議紀錄 (會議日期：113 年 2 月 26 日)		
項	會議紀錄之 「七、討論與決議事項」	回覆欄
(一)	浮標軌跡追蹤調查圖縮放比例不同，易造成讀者誤解標流距離，請盡量以同比例表示，以便比對各次浮標標流距離。	子計畫 1： 已將浮標軌跡追蹤調查圖 (圖 1-2~圖 1-4) 重繪成相同比例,於報告書光碟第 1-104 ~ 1-105 頁。
(二)	請團隊持續研究大環境變動 (PDO、ONI 及颱風) 造成之影響，如動植浮在聖嬰、反聖嬰發生高值或低值之原因，以及魚類遷徙路徑之改變。	子計畫 1：遵照辦理。 子計畫 3： 子計畫 3 在本期期中報告內的表 6-3-2，已針對浮游動物和浮游植物與 ONI、PDO 和 SOI 等大環境氣候指數進行相關性分析，其中浮游動物豐度皆無顯著相關，而浮游植物密度與延遲 2、3 和 4 個月的 PDO 均有顯著正相關。聖嬰期在西太平洋有海溫上升外，容易造成乾旱，使得陸源營養注入減少、沿岸海域鹽度升高等，這都有可能影響浮游植物的生長。至於對浮游動物及仔稚魚的影響仍未知。 子計畫 4：遵照辦理。 子計畫 5： 漁業署資料顯示屏東後壁湖漁港經營漁船類型有一支釣、延繩釣、鏢旗魚等，產量及產值較高的經濟性捕撈魚種有鯵科、鬼頭刀、飛魚、鯖科 (黃鰭鮪、長鰭鮪、大目鮪、正鰹等)、旗魚科、帶魚科等，農業部水產試驗所報告指出，東部海域的黑潮為沿近海域帶來豐富的洄游性魚類，夏季魚類有鬼頭刀、飛魚、正鰹、雨傘旗魚、黑鯧等；冬季則以烏魚、鰆魚、鯖魚、旗魚等為主，上述魚種因季節性水溫的變化而隨洋流接近或外移臺灣沿

		岸，屬於季節性洄游。研究指出氣候變動(PDO、ONI、SOI、NPGO 及 MEI)直接或間接改變海洋環境（海潮流、水溫及餌料生物等)，影響洄游性魚類移動路徑及漁場(侯等，2019；吳等，2014；賴等，2015；Lan et al., 2014；Wu et al., 2022)。例如：臺灣西南海域在 108 年 12 月出現大量鰻苗，109 年 4 月下旬至 5 月上旬恆春外海捕獲大量白帶魚，季節性量產會表現在後壁湖漁市場販售之洄游性魚類，顯示其作業漁場多在灣外海域。詳見報告書 5-13 頁第 5 段。	
(三)	資料庫網站請持續加強資安維護，依循政府相關規定進行管理，避免發生資安事件。	遵照辦理。	
(四)	請研究團隊主持人及各子計畫負責人轉知助理、學生及相關作業人等至現場工作或進行採樣作業前務必與各現場單位窗口聯繫，進入廠區必須遵照核能電廠之相關管制規定，確實換證刷卡。各項調查作業應符合職安署之相關規定，執行出海及水下作業之工作人員需確實接受相關訓練後才可執行該工作，並於執行現場調查監測工作時，應加強工安宣導 (如危害因素告知、職業安全紀律承諾等)，落實執行各項工安措施。	a	遵照辦理。
		b	已於歷次會議及人員教育訓練中，加強工安宣導，人員出差前亦要求務必遵守及符合職業安全衛生相關法令規範。
(五)	各與會單位若有新增書面意見，請於 113 年 3 月 8 日前送環保處彙整，俾利報告修訂。	已將環保處、核能後端營運處及第三核能發電廠之審查意見列表在『五-1』、『五-2』及『五-3』並由相關研究人員回覆。	
(六)	本公司各單位所提意見，請研究團隊參考修訂。	遵照辦理。	

五-1：審查意見表			提供單位：環保處	
頁	行	原　　文	修改意見或建議	回覆欄
IV		左下圖	圖內年份有誤。	報告書第 IV 頁左下圖內年份已修正為103/11/22。
V		右二圖	部分內容被覆蓋。	報告書第V頁已重新調整右側圖片位置。
XXI	14	空間降溫率自排水口往外至500m 弧內約1 C/100m。	單位符號缺漏，應為℃/100m。	已修改。

五-2：審查意見表			提供單位：核能後端營運處	
頁	行	原　　文	修改意見或建議	回覆欄
I		貳.辦理內容及方式	本項內容複雜，能否以較簡潔之方式呈現。	已修改。
2-1	1~5	核能發電廠為海中為海中放射性的微量來源.....	本案已無調查放射性元素，避免造成民眾疑慮，請去除本段內容。	已刪除 2-1 頁第 1 段及 2-7 頁第 3 段第 10~12 行。
		行政院原子能委員會、環保署.....	配合行政院組織調整，請確認政府機關名稱正確。	已修改。

五-3：審查意見表			提供單位：第三核能發電廠	
頁	行	原　　文	修改意見或建議	回覆欄
1-19		圖1-18	請提供歷年的出水口外500公尺溫昇資料（包含北、中、南側的點位圖)。	檢討會前回覆之內容，謹整理如下： 1) 已新增表 1-16，CTD 調查測站坐標表在報告書光碟檔第 1-132 頁。 2) 圖 1-18a，500m 調查測站位置圖在報告書光碟檔第 1-131 頁。 3) 歷年的出水口外 500 公尺溫昇資料請見表 1 - 10 於報告書光碟第 1-39 ~ 1-41 頁。

附錄B-22：

正本

檔　　號：
保存年限：

台灣電力股份有限公司環境保護處　函

地址：100208臺北市中正區羅斯福路3段242號21樓
聯絡人：林秀穎
傳真：02-2367-3719
電子信箱：u536363@taipower.com.tw
連絡電話：02-23667213

受文者：國立中山大學

發文日期：中華民國114年3月3日
發文字號：環字第1148022612號
速別：普通件
密等及解密條件或保密期限：
附件：如文ATTCH2

主旨：檢送114年2月18日（星期二）召開之「第三核能發電廠及低放貯存場附近海域之生態調查」期末工作檢討會之會議紀錄，請查照。

正本：國立中山大學、本公司核能發電處、核能後端營運處、第三核能發電廠、環境保護處
副本：電子公文交換章

國立中山大學 114/03/03
1140002070

「第三核能發電廠及低放貯存場附近海域之生態調查」
期末工作檢討會議紀錄

一、時間：114 年 2 月 18 日下午 1 時 30 分

二、地點：1309B 會議室

三、主席：吳處長政宏　　紀錄：林秀穎

四、出席單位及人員：詳簽名冊

五、主席報告：(略)

六、國立中山大學團隊簡報「第三核能發電廠及低放貯存場附近海域之生態調查」（簡稱南核案）之調查研究成果：(略)

七、討論與決議事項：

(一) 請研究團隊將綜合比較各子計畫的研究方法，並納入資料庫定期更新，以確保數據的準確性及完整性；另考量海洋生態調查項目之間關係複雜，請研究團隊利用資料庫加以分析研究。

(二) 有關核三廠附近排水渠道的位置及水源資料，請核三廠提供給研究團隊做為後續監測調查參考資料。

(三) 報告原則同意各與會單位若有新增書面意見，請於 114 年 3 月 7 日(星期五)前送環保處彙整，俾利報告修訂。

八、散會(下午 4 時 20 分)。

「第三核能發電廠及低放貯存場附近海域之生態調查」

期末工作檢討會出席人員簽名冊

主辦單位：環境保護處

時　間	114年2月18日(星期二) 下午1時30分	地　點	1309會議室
主持人	吳處長政宏	紀　錄	林秀穎

	單　位	職　稱	簽　名 (請以正楷書寫，以利辨識)	備　註
出席人員	國立中山大學	教授	陳鎮東	
		〃	劉烈蓮	
		〃	陳孟仁	
		助理	鍾之穎	
		助理	王冰潔	
		助理	陳涅君	
		助理	黃修儀	
	國立高雄科技大學	教授	黃筆富	
		助理	許碧瑜	

出席人員	單位	職稱	簽名（請以正楷書寫，以利辦識）	備註
	國立台灣大學	教授	詹森	
		助理	謝佳穎	
		現場人員	王志仁	
	核能發電處	課長	劉德泉	
	核能後端營運處	專員	黃楚琳	
	第三核能發電廠	課長	侯瑋廷	
	環境保護處			
		幫工	莊豪春	
		組長	吳明達	
			林明竹	
		專員	林秀穎	

專員　王逢新

審　查　意　見　表

提供單位：環境保護處

頁	行	原　　文	修　改　意　見　或　建　議
2-1	24	但依據行政院原子能委員會、台灣電力股份有限公司、衛生署環境保護局(112年8月改制為環境部)(南核)	應改成行政院環境保護署

承辦員　　主管（課長）　　組長（經理）　　副處長　　處長

審　查　意　見　表

提供單位：核能後端營運處

頁	行	原　　文	修 改 意 見 或 建 議
2-54	22	行政院原子能委員會放射性待處理物料管理處(現已改名為放射性物料管理局)	請修改為「行政院原子能委員會放射性待處理物料管理處(現已改名為核能安全委員會核物料管制組)」，以與現況相符。
2-58	14	貯存場每月會取樣分析排放口附近沙、土樣，如有排水，亦會取水樣。	請修改為「貯存場每月會取~~樣分析~~排放口附近砂、土及水樣，」，以與現況相符。
			分析

承辦員　林怡雯　114.2.10　　主管（課長）　林怡雯　114.2.10　　組長（經理）　陳定海　114.2.13　　副處長　陳新儒　114.2.13　　處長　廖英辰　114.2.13

附錄 B-22：「第三核能發電廠及低放貯存場附近海域之生態調查」期末工作檢討會議紀錄之審查意見回覆對照表

「第三核能發電廠及低放貯存場附近海域之生態調查」 期末工作檢討會議紀錄 (會議日期：114 年 2 月 18 日)		
項	會議紀錄之 「七、討論與決議事項」	回覆欄
(一)	a) 請研究團隊綜合比較各子計畫的研究方法，並納入資料庫，以確保數據之準確性及完整性。 b) 另考量海洋生態調查項目之間關係複雜，請研究團隊善用資料庫適時進一步分析研究各子計畫參數間之關聯性。	a) 自 114 年計畫開始，於每一次 (季) 實驗完成後更新，例如 4、7、10 月及翌年 2 月。 b) 遵照辦理。
(二)	有關核三廠附近排水渠道的位置及水源資料，請核三廠提供給研究團隊做為後續調查之參考資料。	敬悉。
(三)	報告原則同意各與會單位若有新增書面意見，**請於 114 年 3 月 7 日 (星期五)** 前送環保處彙整，俾利報告修訂。	已回覆於對照表內。

提供單位：環境保護處

頁	行	原　　文	修改意見或建議	回覆欄
2-1	24	但依據行政院原子能委員會、台灣電力股份有限公司、衛生署環境保護局(112年8月改制為環境部)(南核)	應改成行政院環境保護署	已在 2-1 頁更新。
提供單位：核能後端營運處				
2-54	22	行政院原子能委員會放射性待處理物料管理處 (現已改名為放射性物料管理局)	請修改為「行政院原子能委員會放射性待處理物料管理處 (現已改名為核能安全委員會核物料管制組)」；以與現況相符。	已在 2-54 頁更新。
2-58	14	貯存場每月會取樣分析排放口附近沙、土樣，如有排水，亦會取水樣。	請修改為「貯存場每月會取~~樣分析~~排放口附近沙、土及水樣分析，」；以與現況相符。	已在 2-58 頁更新。

補充：期末工作檢討會議中提問之回覆

補充 (1)	a) 簡報檔 (ppt) 頁碼 S2-4，應在簡報中標註此頁內容對應契約工作的哪一項？ b) 其溫度在哪一年有明顯變化？	子計畫 2 回覆： a) 簡報檔 S2-4 的內容對應契約工作的 2.2.2.目的： 1.了解此海域的水文以及水質在時、空上的變化情形； b) 長時間來看，最接近溫排水排放口的 24 站，表水溫度因為受到溫排水的影響，水溫的年變化，在早期 (75~80 年) 最高溫達到 32°C，低溫由 26.5°C，增加到 27°C；80~89 年最高溫則往下降至 30°C，最低溫也逐年下降至 26°C，與第三核能發電廠附近海域水溫分佈範圍相近。近期 (89-113 年) 由於溫排水的水溫控制比早期來的好，以及核能發電廠機組進行維修，溫排水量減少，相對地造成溫升不大，溫升情形似乎不再發生不明顯。
補充 (2)	簡報檔 (ppt) 頁碼 S3-3 及其他相關 ppt 呈現相同的實驗樣本，以「沉澱法」與「濃縮法」所得出之實驗結果相反，請詳加解釋。	子計畫 3 回覆： 兩種分析浮游植物方法的差異已載明在報告書修訂稿 3-3 頁中的 3.1 節。
補充 (3)	珊瑚在入水口及出水口生長狀況之差別，請詳加說明原因。	子計畫 4 回覆： 珊瑚在入水口及出水口生長狀況有差異之說明請見期末報告書 4-31 頁末段至 4-32 頁第二段。 入水口的枝狀軸孔珊瑚比出水口的團塊狀珊瑚對環境變化更敏感，調查時有觀察到水溫、颱風、人為遊憩、沉積量及生物啃食都會影響到兩區域珊瑚的生長狀況。

補充(4)	生物類數據：子計畫 3、子計畫 4、子計畫 5；無法在資料庫進行抓取分析及特定生物種類篩選;請提出對策。	子計畫 3 回覆： 資料庫初期數據以季別及測站別建置，建置項目包含沉澱法、濃縮法分析之植物性浮游生物密度，以及動物性浮游生物的總豐度、重量（濕重、乾重)、體積（排水容積量、生物沉澱量)，且將經濟性生物如蝦幼生、蟹幼生、魚卵和仔魚的豐度分別列出，以供搜尋。 子計畫 4 回覆： 底棲生物部分是將調查到的生物依外部形態特徵分成數個類群，各類群內通常有好幾個物種，但這些物種的鑑定需要做基因定序分析並在基因資料庫中比對得到才能確定一個物種的學名，目前鑑定結果多是未知物種，所以子計畫 4 的分析是以類群為單位。 在資料庫中，除了可呈現各類群生物隨時間（不同季次）及空間（不同樣站）的變化趨勢，還可與水溫及營養鹽進行各類群生物與水質的相關性分析，及與大環境降雨量、海水表面溫度指數 (Niño3.4 index、Niño4 index 及 PDO，Niño3.4 index) 等變化趨勢之相關性。 子計畫 5 回覆： 1.子計畫 5 於資料庫內提供歷年魚類調查之魚種數及魚尾數，可抓取和不同生物類數據進行時間序列及相關性分析。 2.特定生物種類篩選由於各子計畫分析屬性不同，由資料庫下載資料後以適合之統計軟體進行分析，因軟體有版權使用限制，此部份結果於資料庫中以文字及圖表呈現，分析結果詳見報告 6-13 頁第 3 段至 6-14 頁第 1、2 段。

附錄B-23：

正本

檔　　號：
保存年限：

台灣電力股份有限公司環境保護處　函

地址：100208臺北市中正區羅斯福路3段242號21樓
聯 絡 人：林秀穎
傳真：02-2367-3719
電子信箱：u536363@taipower.com.tw
連絡電話：02-23667213

受文者：國立中山大學

發文日期：中華民國115年2月11日
發文字號：環字第1158019254號
速別：普通件
密等及解密條件或保密期限：
附件：如文ATTCH1

主旨：檢送115年2月9日召開之「第三核能發電廠及低放貯存場附近海域之生態調查」期中工作檢討會議紀錄，請查照。

正本：國立中山大學、本公司核能發電處、核能後端營運處、第三核能發電廠、環境保護處
副本：

電子公文交換章

國立中山大學 115/02/11
1150001685

「第三核能發電廠及低放貯存場附近海域之生態調查」
期中工作檢討會議紀錄

一、時間：115 年 2 月 9 日下午 1 時 30 分

二、地點：1308B 會議室

三、主席：吳處長政宏　　紀錄：林秀穎

四、出席單位及人員：詳簽名冊

五、主席報告：(略)

六、國立中山大學團隊簡報「第三核能發電廠及低放貯存場附近海域之生態調查」（簡稱南核案）之調查研究成果：(略)

七、討論與決議事項：

(一) 請研究團隊持續監測並分析各子計畫調查結果之關聯性，以掌握核三停機後對生態的影響。

(二) 有關循環水泵確切重啟期間，請核三廠提供給研究團隊，俾利後續進行相關子計畫調查結果與循環水泵運轉的差異性分析。

(三) 若研究團隊需進入核三廠調查營養鹽，請務必先向核三廠進行申請，並於調查期間遵守廠內的工安規定。

(四) 本期中報告經審查後原則同意，各與會單位若有新增書面意見，請於 115 年 2 月 26 日(星期四)前送環保處彙整，俾利報告修訂。

八、散會(下午 3 時 55 分)。

「第三核能發電廠及低放貯存場附近海域之生態調查」

期中工作檢討會出席人員簽名冊

主辦單位：環境保護處

時　間	115年2月9日下午1時30分	地　點	1308B會議室
主持人	吳處長政宏	紀　錄	林秀穎

	單　位	職　稱	簽　名（請以正楷書寫，以利辨識）	備　註
出席人員	國立中山大學	教授	陳鎮東	
		教授	劉烈遵	
		助理	譚之毅	
		助理	黃修儀	
		助理	陳逸君	
	國立高雄科技大學	教授	黃榮富	
		助理	許碧衡	

出席人員	單位	職稱	簽名（請以正楷書寫，以利辨識）	備註
	國立台灣大學	教授	詹事	
		助理	黃逸昊	
		教授	楊毅吉	
	核能發電處	主管	劉紹亮	
	核能後端營運處			
	第三核能發電廠		視訊	
	環境保護處			
		專工	莊家春	
		組長	周明書	
		課長	游明學	
		專員	林秀穎	

審 查 意 見 表

提供單位：核三廠

頁	行	原 文	修 改 意 見 或 建 議
Ⅱ	叁、1	也可作為核四廠施工…影響評估的參考。	建議刪除

審 查 意 見 表

提供單位：核發處

頁	行	原 文	修 改 意 見 或 建 議
XIV		網站(https://npp3.nsysu.edu.tw/)	網站中研究成果部分，112~113年期末報告所附檔案為初稿，請確認是否為定稿版。
1-6	14	漂流浮標施放點位如圖1-1所示	建議補述施放點位為圖1-1中的哪一個點位。
2-2	13	2號機執照亦於114年5月17日到期，於18日除役，不再抽取海水做為冷卻之用，此一變數將列為本海域研究的變因之一	電廠於除役過渡階段，仍需抽取海水做為用過燃料池及安全系統之冷卻水源，惟抽取量降為1/10以下。故請修訂本段敘述。

審　查　意　見　表

提供單位：環境保護處

頁	行	原　　文	修　改　意　見　或　建　議
XVIII	13	溶氧量亦符合海保署「甲類海域之水質標準……」之規定	請補充溶氧的相關數據
			請統一報告內容，如(湧升流、(前行政院環境保護署)現環境部)

審 查 意 見 表

提供單位：核能後端營運處

頁	行	原 文	修 改 意 見 或 建 議
致謝	3	行政院原子能委員會 行政院環境保護署	行政院核能安管委員會(原為原子能委員會) 行政院環境保護部(原為環境保護署)
2-49	倒數第3行	…沙、土樣…	…**砂**、土樣…

附錄 B-23：「第三核能發電廠及低放貯存場附近海域之生態調查」期中工作檢討會議記錄及審查意見回覆對照表

第三核能發電廠及低放貯存場附近海域之生態調查」 期中工作檢討會議紀錄 (會議日期：115 年 2 月 9 日)		
項	會議紀錄之 「七、討論與決議事項」	回覆欄
(一)	請研究團隊持續監測並分析各子計畫調查結果之關聯性，以掌握核三停機後對生態的影響。	遵照辦理。
(二)	有關循環水泵確切重啟期間，請核三廠提供給研究團隊，俾利後續進行相關子計畫調查結果與循環水泵運轉的差異性分析。	敬悉。
(三)	若研究團隊需進入核三廠調查營養鹽，請務必先向核三廠進行申請，並於調查期間遵守廠內的工安規定。	遵照辦理。
(四)	本期中報告經審查後原則同意，各與會單位若有新增書面意見，請於 115 年 2 月 26 日 (星期四) 前送環保處彙整，俾利報告修訂。	已回覆於對照表內。

提供單位：核三廠

頁	行	原　　文	修改意見或建議	回覆欄
Ⅱ	叁、1	也可作為核四廠施工...影響評估的參考。	建議刪除	遵照辦理。 已刪除。

提供單位：核發處

XIV		網站 (https://npp3.nsysu.edu.tw/)	網站中研究成果部分，112~113年期末報告所附檔案為初稿，請確認是否為定稿版。	遵照辦理。 已更新為定稿本。
1-6	14	漂流浮標施放點位如圖1-1所示	建議補述施放點位為圖1-1中的哪一個點位。	遵照辦理。 已修改為「漂流浮標施放點位如圖 1-1 之點位 C15 所示。」。
2-2	13	2號機執照亦於114年5月17日到期，於18日除役，不再抽取海水做為冷卻之用，此一變數將列為本海域研究的變因之一	電廠於除役過渡階段，仍需抽取海水做為用過燃料池及安全系統之冷卻水源，惟抽取量降為1/10以下。故請修訂本段敘述。	遵照辦理。 已修改為「因電廠除役過渡階段，仍需抽取海水做為用過燃料池及安全系統之冷卻水源，惟抽取量降為1/10 以下，...」

提供單位：環境保護處				
頁	行	原　　文	修改意見或建議	回覆欄
XVIII	13	溶氧量亦符合海保署「甲類海域之水質標準.....」之規定	請補充溶氧的相關數據	遵照辦理。 已於 XVIII 增加敘述為「民國 114 年第 1 次調查結果顯示，溶氧量介於 6.82~6.98 mg/l 之間，平均 6.90±0.04 mg/l；第 2 次介於 6.19~6.57 mg/l 之間，平均 6.41±0.12 mg/l；第 3 次介於 5.86~7.22 mg/l 之間，平均 6.71±0.35 mg/l；第 4 次介於 6.26~6.62 mg/l 之間，平均 6.49±0.08 mg/l；此 4 次調查結果，均符合海保署民國 107 年 2 月 13 所公佈的海域環境分類及海洋品質標準第 5 條「甲類海域之水質標準，溶氧量應在 5.0 mg/l 以上」之規定。」。
			請統一報告內容，如(湧升流、(前行政院環境保護署)現環境部)	遵照辦理。 已統一用字。
提供單位：核能後端營運處				
致謝	3	行政院原子能委員會 行政院環境保護署	行政院核能安管委員會(原為原子能委員會) 行政院環境保護部(原為環境保護署)	遵照辦理。 已更新。
2-49	倒數第3行	...沙、土樣...	...***砂***、土樣...	遵照辦理。 已改為「砂」。

附錄 C：114-116 年度核能設施附近海域生態放射性物質調查計畫- 附錄 C 第二次期中報告

(契約編號：056139000101) <南部核能設施>

委託單位：台灣電力股份有限公司

執行單位：國立陽明交通大學

中華民國 114 年 12 月

附錄 C：114-116 年度核能設施附近海域生態放射性物質調查計畫- 附錄 C 海域環境放射性物質調查---歷年趨勢統計

(契約編號：056139000101)

委託單位：台灣電力股份有限公司

執行單位：國立陽明交通大學

中華民國 114 年 12 月

✱說明：

依台電公司 102 年 3 月 8 日「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」，101 年期末工作檢討會暨 102 年度新委辦工作開案會議紀錄 (附錄 B-4) 辦理。

『七、討論與決議事項』之

(十一) **自 102 年起放射性物質之調查**及核四廠海域調查監測等資料，分別**由本公司放射試驗室**及美商傑明公司提供。請兩個單位配合南、北核案研究團隊之作業時程盡早提供資料俾及時納入報告書初稿。

Openfind™ **環境保護處-林秀穎 <u536363@taipower.com.tw>**

來源: 環境保護處-林秀穎 <u536363@taipower.com.tw>
收信: 海科系--黃修儀 <apsara@mail.nsysu.edu.tw>
日期: Wed, 25 Feb 2026 09:33:49
標題: 請將附檔放進期中報告
附檔: 202512_台電期中報告(南部)-V2-D.pdf (1060k) 202512台電歷年趨勢分析V2-D.pdf (1357k)

台灣電力股份有限公司
環境保護處 監測組
林秀穎 敬上
電話：(02)2366-7213
微波：(92)23130

114-116 年度

核能設施附近海域生態放射性物質調查計畫

第二次期中報告

(契約編號：056139000101)

<南部核能設施>

委託單位：台灣電力股份有限公司

執行單位：國立陽明交通大學

中華民國 114 年 12 月

說明：附錄C係依102年3月8日「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」，101年期末工作檢討會暨102年度新委辦工作開案會議紀錄：『(十一) 自102年起放射性物質之調查及核四廠海域調查監測等資料，分別由本公司放射試驗室及美商傑明公司提供。請兩個單位配合南、北核案研究團隊之作業時程盡早提供資料俾及時納入報告書初稿。』辦理。

說明：附錄C係依102年3月8日「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」，101年期末工作檢討會暨102年度新委辦工作開案會議紀錄：『(十一) 自102年起放射性物質之調查及核四廠海域調查監測等資料，分別由本公司放射試驗室及美商傑明公司提供。請兩個單位配合南、北核案研究團隊之作業時程盡早提供資料俾及時納入報告書初稿。』辦理。

114-116 年度

核能設施附近海域生態放射性物質調查計畫

摘要

本計畫係為瞭解南北部核能電廠及低放貯存場附近海域之生態環境是否受到設施運轉及除役作業之影響，進行相關海域環境試樣之放射性物質調查作業，利用長期且連續性的監測工作，期盼減低核能發電營運及除役對周遭生態環境之影響。依南北核能電廠及低放貯存場之環境樣品類別規劃採樣頻次，預計每年共執行 230 件，合計 114 年至 116 年預計執行 690 件樣品檢測，所分析之環境樣品類別包括：海水、海魚、海藻、岸砂、海底沉積物、草樣等，透過加馬能譜分析，進行天然放射性核種 K-40、Be-7、鈾系以及釷系核種，以及人工放射性核種 Mn-54、Co-60、I-131、Cs-134、Cs-137 等核種之分析，以偵測核能設施所排放之放射性同位素，分析環境試樣中的放射性核種活度濃度是否符合核能安全委員會(前行政院原子能委員會，以下簡稱該為主管機關)所訂定環境輻射監測規規範中「環境試樣放射性分析之預警措施基準」之要求，114 年 1 月至 114 年 12 月，本實驗室已完成南部核能設施岸砂 44 件、海水 36 件、海藻 10 件、海魚 16 件、植物(草)樣 8 件、海底沉積物 8 件樣品之量測，總計已完成 122 件。

說明：附錄C係依102年3月8日「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」，101年期末工作檢討會暨102年度新委辦工作開案會議紀錄：『(十一) 自102年起放射性物質之調查及核四廠海域調查監測等資料，分別由本公司放射試驗室及美商傑明公司提供。請兩個單位配合南、北核案研究團隊之作業時程盡早提供資料俾及時納入報告書初稿。』辦理。

目錄

頁碼

一、 計畫目的 1

二、 執行方法及進行步驟 2

2.1 調查時間 2

2.2 調查範圍 2

2.3 採樣地點與監測件次 2

2.4 分析項目與方法 2

2.5 環境試樣最小可測量值要求 5

2.6 法規依據 5

2.7 參考文獻 5

三、 調查結果 7

四、 綜合討論 26

4.1 天然放射性核種的探討 26

4.2 人工放射性核種的探討 28

4.3 結論 29

五、 附件 30

5.1 海域環境採樣地點及採樣時間 30

5.2 海域環境採樣地點圖 32

5.3 環境試樣加馬能譜計測最小可測量值 34

說明：附錄C係依102年3月8日「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」，101年期末工作檢討會暨102年度新委辦工作開案會議紀錄：『(十一) 自102年起放射性物質之調查及核四廠海域調查監測等資料，分別由本公司放射試驗室及美商傑明公司提供。請兩個單位配合南、北核案研究團隊之作業時程盡早提供資料俾及時納入報告書初稿。』辦理。

表目錄

頁碼

表一、南部核能設施海域試樣放射性核種監測頻率與件數.....3
表二、海域環境試樣放射性核種分析方法簡表.....3
表三、放射性核種加馬能譜核種分析資料.....4
表四、環境試樣放射性分析之預警措施基準.....6
表五、岸砂試樣加馬核種分析表(114 年第 1 季).....8
表六、岸砂試樣加馬核種分析表(114 年第 2 季).....9
表七、岸砂試樣加馬核種分析表(114 年第 3 季).....10
表八、岸砂試樣加馬核種分析表(114 年第 4 季).....11
表九、海水試樣加馬核種分析表(114 年第 1 季).....12
表十、海水試樣加馬核種分析表(114 年第 2 季).....13
表十一、海水試樣加馬核種分析表(114 年第 3 季).....14
表十二、海水試樣加馬核種分析表(114 年第 4 季).....15
表十三、海藻試樣加馬核種分析表(114 年上半年).....16
表十四、海藻試樣加馬核種分析表(114 年下半年).....17
表十五、海魚試樣加馬核種分析表(114 年第 1 季).....18
表十六、海魚試樣加馬核種分析表(114 年第 2 季).....19
表十七、海魚試樣加馬核種分析表(114 年第 3 季).....20
表十八、海魚試樣加馬核種分析表(114 年第 4 季).....21
表十九、植物(草)試樣加馬核種分析表(114 年第 1 季).....22
表二十、植物(草)試樣加馬核種分析表(114 年第 2 季).....22
表二十一、植物(草)試樣加馬核種分析表(114 年第 3 季).....23
表二十二、植物(草)試樣加馬核種分析表(114 年第 4 季).....23
表二十三、海底沉積物試樣加馬核種分析表(114 年上半年).....24
表二十四、海底沉積物試樣加馬核種分析表(114 年下半年).....25
表二十五、天然放射性核種於各類試樣中之分布表(114 年 1 月至 114 年 12 月).....27
表二十六、人工放射性核種於各類試樣中之分布表(114 年 1 月至 114 年 12 月).....28

說明：附錄C係依102年3月8日「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」，101年期末工作檢討會暨102年度新委辦工作開案會議紀錄：『(十一) 自102年起放射性物質之調查及核四廠海域調查監測等資料，分別由本公司放射試驗室及美商傑明公司提供。請兩個單位配合南、北核案研究團隊之作業時程盡早提供資料俾及時納入報告書初稿。』辦理。

一、計畫目的

我國核能電廠為臨海建置，大量使用海水作為冷卻液，進而產生溫排水之排放。依據台灣電力股份有限公司(以下簡稱台電公司)公告之計畫[1]需求，執行核能電廠附近海域長期生態調查作業，以瞭解南北部核能電廠及低放貯存場附近海域之生態環境是否受到設施運轉及除役之影響，並分析環境因子變動對生物之影響，經由長期且連續性的監測調查工作，期盼減低核能發電營運及除役對周遭生態環境之影響。有鑑於此，主管機關於民國85年7月起將核能一、二、三廠及低放貯存場附近海域之生態環境調查交由台電公司辦理。

「114-116年度核能設施附近海域生態放射性物質調查計畫」(以下簡稱本計畫)即是配合核能電廠附近海域長期的生態調查作業之調查計畫，進行相關海域環境試樣之放射性物質調查作業，目的為偵測核能設施所逸出放射性物質之種類，分析環境試樣中的放射性核種活度濃度是否符合主管機關所訂定環境輻射監測規範[2,3]中「環境試樣放射性分析之預警措施基準」之要求，若測得人工核種活度有異常上升時，將立即提報台電公司，以迅速尋找原因並謀求解決之道。

說明：附錄C係依102年3月8日「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」，101年期末工作檢討會暨102年度新委辦工作開案會議紀錄：『(十一) 自102年起放射性物質之調查及核四廠海域調查監測等資料，分別由本公司放射試驗室及美商傑明公司提供。請兩個單位配合南、北核案研究團隊之作業時程盡早提供資料俾及時納入報告書初稿。』辦理。

二、執行方法及進行步驟

2.1 調查時間

本報告的調查與取樣時間為114年1月至114年12月。

2.2 調查範圍

1. 核三廠部份：於核三廠進水口與出水口周圍進行監測，包括海水、岸砂、海底沉積物、海藻與魚類採樣，進行放射性核種加馬能譜分析。
2. 低放貯存場部份：於蘭嶼本島的東南部，即貯存場周圍進行監測。選取環境樣品中的海水、岸砂、海底沉積物、海藻、陸域植物(草樣)及魚類樣品，進行放射性核種加馬能譜分析。

2.3 採樣地點與監測件次

1. 南部核能設施海域環境採樣地點座標與採樣時間如附件 5.1。
2. 南部核能設施海域環境採樣位置圖如附件 5.2。
3. 南部核能設施海域試樣於 114 年 1 月至 114 年 12 月的監測頻率與件次彙整如表一。

2.4 分析項目與方法

各類海域環境試樣的分析項目與方法如表二。放射性核種分析的項目主要為加馬能譜核種分析，天然放射性核種(如 ^{40}K、^{238}U 系，與 ^{232}Th 系)與可能之人工放射性核種(如 ^{137}Cs、^{60}Co 等)於分析時使用之加馬能量列於表三。

說明：附錄C係依102年3月8日「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」，101年期末工作檢討會暨102年度新委辦工作開案會議紀錄：『(十一) 自102年起放射性物質之調查及核四廠海域調查監測等資料，分別由本公司放射試驗室及美商傑明公司提供。請兩個單位配合南、北核案研究團隊之作業時程盡早提供資料俾及時納入報告書初稿。』辦理。

表一、南部核能設施海域試樣放射性核種監測頻率與件數

試樣種類 / 核能設施	試樣(件次)						各設施件次
	岸砂	海底沉積物(海底泥或潮池底泥)	海水	海藻	海魚	植物(草)	
核三廠							
114_第一季	5	／	5	／	2	／	29
114_第二季	5	2	5	3	2	／	
114_第三季	5	2	5	／	2	／	29
114_第四季	5	／	5	3	2	／	
低放貯存場							
114_第一季	6	2	4	2	2	2	32
114_第二季	6	／	4	／	2	2	
114_第三季	6	2	4	2	2	2	32
114_第四季	6	／	4	／	2	2	
總件次	44	8	36	10	16	8	122

註 1：“/”表本次未規劃採樣。

表二、海域環境試樣放射性核種分析方法簡表

試樣類別	分析類別	分析方法簡介
岸砂	加馬核種	烘乾篩濾後裝罐，以純鍺加馬能譜分析系統計測。
海底沉積物	加馬核種	烘乾後裝罐，以純鍺加馬能譜分析系統計測。
海水	加馬核種	直接裝罐，以純鍺加馬能譜分析系統計測。
海藻	加馬核種	烘乾後裝罐，以純鍺加馬能譜分析系統計測。
海魚	加馬核種	烘乾灰化後裝罐，以純鍺加馬能譜分析系統計測。
草樣	加馬核種	烘乾灰化後裝罐，以純鍺加馬能譜分析系統計測。

說明：附錄C係依102年3月8日「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」，101年期末工作檢討會暨102年度新委辦工作開案會議紀錄：『(十一) 自102年起放射性物質之調查及核四廠海域調查監測等資料，分別由本公司放射試驗室及美商傑明公司提供。請兩個單位配合南、北核案研究團隊之作業時程盡早提供資料俾及時納入報告書初稿。』辦理。

表三、放射性核種加馬能譜核種分析資料

核種(系)	半化期	加馬能譜(keV)	豐度(%)	備註
天然放射性核種				
^{7}Be	53.12 d	477.6	10.5	
^{40}K	1.28×10^{9} y	1460.8	10.7	
^{238}U 系	4.47×10^{9} y			
^{214}Pb		351.9	37.6	
^{214}Bi		609.3	46.1	註 1
^{232}Th 系	1.4×10^{10} y			
^{228}Ac		911.2	29	註 2
^{212}Pb		238.6	43.3	
^{212}Bi		727.3	6.58	
^{208}Tl		583.2	86	
人工放射性核種				
^{137}Cs	30.2 y	662	85.1	分裂產物
^{131}I	8.04 d	364	81.2	分裂產物
^{54}Mn	312 d	835	100	活化產物
^{60}Co	5.27 y	1173 1332	99.9 1000	活化產物
^{58}Co	70.8 d	811	99.4	活化產物
^{59}Fe	44.6 d	1099 1292	56.5 43.2	活化產物
^{65}Zn	244 d	1116	50.7	活化產物
^{51}Cr	27.7 d	320	9.83	活化產物
^{110m}Ag	252 d	658 885	94.7 72.9	活化產物

註 1：自然環境中當 ^{238}U 系達成平衡時，依加馬能譜測量 ^{214}Bi 核種以代表該系列活度。

註 2：自然環境中當 ^{232}Th 系達成平衡時，依加馬能譜測量 ^{228}Ac 核種以代表該系列活度。

說明：附錄C係依102年3月8日「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」，101年期末工作檢討會暨102年度新委辦工作開案會議紀錄：『(十一) 自102年起放射性物質之調查及核四廠海域調查監測等資料，分別由本公司放射試驗室及美商傑明公司提供。請兩個單位配合南、北核案研究團隊之作業時程盡早提供資料俾及時納入報告書初稿。』辦理。

2.5 環境試樣最小可測量值要求

1. 環境試樣之放射性分析及能譜分析其最小可測量值評估方法如下式：

$$\mathrm{MDA} = \frac{4.65\times B^{1/2}+3}{60\times E\times R\times V\times T} \quad \text{(Bq/L or Bq/kg)} \qquad (1)$$

T：適當之空白試樣計數時間(分)。

B：適當之空白試樣計數值，適宜空白試樣含合適物質與雜質(或干擾物質)；化學處理程序、計測時間及幾何形狀均與待分析之試樣相同。

E：待測核種的計數效率。

R：化學回收率。

V：試樣量，以體積或質量為單位表示。

2. 各類試樣之最小可測量值(Minimum Detectable Amount, MDA)列於附件5.3。

2.6 法規依據

1. 試樣分析最小可測量值依「環境輻射監測規範」所訂之紀錄基準。
2. 試樣分析結果若超過「環境輻射監測規範」所訂之調查基準 (表四)，則立即知會台電公司。

2.7 參考文獻

1. 台灣電力股份有限公司公告之 114-116 年度核能設施附近海域生態放射性物質調查計畫。
2. 輻射工作場所管理與場所外環境輻射監測作業準則，民國 105 年 6 月 27 日主管機關修正。
3. 環境輻射監測規範，民國 98 年 11 月 11 日主管機關修正。

說明：附錄C係依102年3月8日「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」，101年期末工作檢討會暨102年度新委辦工作開案會議紀錄：『(十一) 自102年起放射性物質之調查及核四廠海域調查監測等資料，分別由本公司放射試驗室及美商傑明公司提供。請兩個單位配合南、北核案研究團隊之作業時程盡早提供資料俾及時納入報告書初稿。』辦理。

表四、環境試樣放射性分析之預警措施基準

試樣種類 / 核種 / 預警基準	水 (貝克/升)		空氣 (毫貝克/立方公尺)		農漁產品 (貝克/公斤・鮮重)		蔬菜(草樣) (貝克/公斤・鮮重)		牛奶 (貝克/升)		沉積物 (貝克/公斤・乾重)	
	紀	調	紀	調	紀	調	紀	調	紀	調	紀	調
總貝他	0.1	1.0	1.0	90.0	5.0		5.0		5.0		100	
氚(H)-3	10	1100										
錳(Mn)-54	0.4	40	0.6		0.3	110	0.5		0.4		3	110
鐵(Fe)-59	0.7	15	1.2		0.5	40	0.9		0.7		6	
鈷(Co)-58	0.4	40	0.6		0.3	110	0.5		0.4		3	110
鈷(Co)-60	0.4	10	0.6		0.3	40	0.5		0.4		3	110
鋅(Zn)-65	0.9	10	1.5		0.5	74	1.0		0.9		7	
鍶(Sr)-89	0.1		1.0		1.0		1.0					
鍶(Sr)-90	0.1		1.0		1.0		1.0		10		10	
鋯(Zr)-95/鈮(Nb)-95	0.7	15	1.0		0.5		0.9		0.7		6	
碘(I)-131	0.1	1	0.5	30			0.4	4	0.1	0.4	3	
銫(Cs)-134	0.4	2	0.6	370	0.3	8	0.5	37	0.4	3	3	74(20)
銫(Cs)-137	0.4	2	0.6	740	0.3	74	0.5	74	0.4	3	3	740(20)
鋇(Ba)-140/鑭(La)-140	0.4	10	2.0		1.0		1.0		1.0	10	10	
直接輻射 (μSv/h)			0.01	1.0								

說明：

1.紀：紀錄基準；調：調查基準。

2.水樣不含雨水，雨水分析比照落塵規定。

3.沉積物包括土壤、底泥與岸砂。岸砂銫(Cs)-134 與銫(Cs)-137 的調查基準均為 20 貝克/公斤･乾重。

4.監測值與調查基準之比對，以計畫核定頻度內之平均測值為基準。

5.水的碘(I)-131 預警基準適用於飲用水。

6.調查基準由各核設施自行評估後，依核備之年度計畫執行。

說明：附錄C係依102年3月8日「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」，101年期末工作檢討會暨102年度新委辦工作開案會議紀錄：『(十一) 自102年起放射性物質之調查及核四廠海域調查監測等資料，分別由本公司放射試驗室及美商傑明公司提供。請兩個單位配合南、北核案研究團隊之作業時程盡早提供資料俾及時納入報告書初稿。』辦理。

三、調查結果

南部核能設施之各類試樣 114 年 1 月至 114 年 12 月分析結果如下：

1. 南部核能設施岸砂試樣核種分析結果列於表五至表八。主要測得天然放射性核種 ^{7}Be、^{40}K、^{232}Th 系與 ^{238}U 系等，所有樣品均未測得人工放射性核種。

2. 南部核能設施海水試樣核種分析結果列於表九至表十二。主要測得天然放射性核種 ^{40}K，部分試樣測得微量之 ^{232}Th 系與 ^{238}U 系應源自於海水懸浮之泥砂，所有樣品均未測得人工放射性核種。

3. 南部核能設施海藻類試樣核種分析結果列於表十三至表十四。主要測得天然放射性核種 ^{7}Be 與 ^{40}K，測得之 ^{232}Th 系與 ^{238}U 系核種應源自於海藻中摻雜之泥砂，所有樣品均未測得人工放射性核種。

4. 南部核能設施海魚試樣核種分析結果列於表十五至表十八。主要測得天然放射性核種 ^{40}K，未測得人工放射性核種。

5. 低放貯存場植物(草)試樣核種分析結果列於表十九至表二十二。主要測得天然放射性核種 ^{7}Be 與 ^{40}K，所有樣品均未測得人工放射性核種。

6. 南部核能設施海底沉積物試樣分析結果列於表二十三至表二十四。主要測得天然放射性核種 ^{7}Be、^{40}K、^{232}Th 系與 ^{238}U 系等，僅於低放貯存場礁岸南側(SD51)測得微量人工放射性核種 ^{137}Cs。低放貯存場礁岸南側(SD51)測值 114 年下半年為 2.6 貝克/公斤・乾重，台電放射試驗室的複測結果為 3.4 貝克/公斤・乾重。上述測值均低於環境輻射監測規範之調查基準 740 貝克/公斤・乾重。

說明：附錄C係依102年3月8日「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」，101年期末工作檢討會暨102年度新委辦工作開案會議紀錄：『(十一) 自102年起放射性物質之調查及核四廠海域調查監測等資料，分別由本公司放射試驗室及美商傑明公司提供。請兩個單位配合南、北核案研究團隊之作業時程盡早提供資料俾及時納入報告書初稿。』辦理。

表五、岸砂試樣加馬核種分析表(114 年第 1 季)

試樣編號	地點	核種活度濃度(貝克/公斤·乾重)								
		人工放射性核種					天然放射性核種			
		^{54}Mn	^{60}Co	^{131}I	^{134}Cs	^{137}Cs	^{7}Be	^{40}K	^{232}Th 系 ^{228}Ac	^{238}U 系 ^{214}Bi
核三廠										
SS31	出水口(右堤)	—	—	—	—	—	—	46±4.6	—	3.8±0.6
SS32	出水口(南側)	—	—	—	—	—	—	71±5.6	—	6.5±0.4
SS33	南灣	—	—	—	—	—	—	70±5.2	2.6±0.8	2.6±0.6
SS34	進水口	—	—	—	—	—	—	74±5.6	—	4.8±0.5
SS35	石牛溪口	—	—	—	—	—	—	50±4.4	3.2±0.6	2.8±0.6
低放貯存場										
SS51	礁岸(南側)	—	—	—	—	—	43±2.6	43±5.2	4.1±0.8	2.5±0.7
SS52	礁岸(北側)	—	—	—	—	—	25±2.3	69±5.7	—	3.1±0.5
SS53	野銀	—	—	—	—	—	—	116±6.6	12±1.1	7.2±0.8
SS54	東清	—	—	—	—	—	—	157±7.9	9.9±0.9	9.4±0.7
SS55	漁人	—	—	—	—	—	—	138±6.9	14±1.1	9.5±0.9
SS56	龍門港	—	—	—	—	—	—	95±6.8	—	4.8±0.6

註：“—”代表“＜MDA”(低於計測儀器最小可測量值)。

說明：附錄C係依102年3月8日「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」，101年期末工作檢討會暨102年度新委辦工作開案會議紀錄：『(十一) 自102年起放射性物質之調查及核四廠海域調查監測等資料，分別由本公司放射試驗室及美商傑明公司提供。請兩個單位配合南、北核案研究團隊之作業時程盡早提供資料俾及時納入報告書初稿。』辦理。

表六、岸砂試樣加馬核種分析表(114 年第 2 季)

試樣編號	地點	核種活度濃度(貝克/公斤·乾重)								
		人工放射性核種					天然放射性核種			
		^{54}Mn	^{60}Co	^{131}I	^{134}Cs	^{137}Cs	^{7}Be	^{40}K	^{232}Th 系 ^{228}Ac	^{238}U 系 ^{214}Bi
核三廠										
SS31	出水口(右堤)	—	—	—	—	—	—	44±4.8	3.2±0.8	2.7±0.6
SS32	出水口(南側)	—	—	—	—	—	—	76±6.1	—	7.6±0.7
SS33	南灣	—	—	—	—	—	—	49±5.3	—	3.3±0.7
SS34	進水口	—	—	—	—	—	—	54±4.9	3.7±0.7	3.1±0.6
SS35	石牛溪口	—	—	—	—	—	—	52±4.5	3.9±0.6	2.1±0.5
低放貯存場										
SS51	礁岸(南側)	—	—	—	—	—	7.7±1.6	39±4.4	3.7±0.7	—
SS52	礁岸(北側)	—	—	—	—	—	8.7±1.9	76±6.0	3.7±1.1	4.4±0.6
SS53	野銀	—	—	—	—	—	11±2.2	124±6.7	16±1.4	10±0.9
SS54	東清	—	—	—	—	—	—	156±7.6	8.0±1.1	8.1±0.7
SS55	漁人	—	—	—	—	—	14±2.2	126±6.6	12±1.0	10±0.8
SS56	龍門港	—	—	—	—	—	—	91±5.6	4.2±1.2	5.4±0.6

註：“—”代表“＜MDA”(低於計測儀器最小可測量值)。

說明：附錄C係依102年3月8日「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」，101年期末工作檢討會暨102年度新委辦工作開案會議紀錄：『(十一) 自102年起放射性物質之調查及核四廠海域調查監測等資料，分別由本公司放射試驗室及美商傑明公司提供。請兩個單位配合南、北核案研究團隊之作業時程盡早提供資料俾及時納入報告書初稿。』辦理。

表七、岸砂試樣加馬核種分析表(114 年第 3 季)

試樣編號	地點	核種活度濃度(貝克/公斤·乾重)								
		人工放射性核種					天然放射性核種			
		^{54}Mn	^{60}Co	^{131}I	^{134}Cs	^{137}Cs	^{7}Be	^{40}K	^{232}Th 系	^{238}U 系
									^{228}Ac	^{214}Bi
核三廠										
SS31	出水口(右堤)	—	—	—	—	—	—	48±4.9	3.8±0.8	3.0±0.6
SS32	出水口(南側)	—	—	—	—	—	—	88±7.3	—	8.1±0.8
SS33	南灣	—	—	—	—	—	—	43±4.5	2.6±0.6	—
SS34	進水口	—	—	—	—	—	—	66±5.1	3.9±1.0	4.8±0.5
SS35	石牛溪口	—	—	—	—	—	—	95±6.2	4.5±0.9	5.0±0.6
低放貯存場										
SS51	礁岸(南側)	—	—	—	—	—	15±1.9	41±5.2	2.7±0.7	2.6±0.6
SS52	礁岸(北側)	—	—	—	—	—	25±2.4	79±6.3	5.4±1.3	4.7±0.6
SS53	野銀	—	—	—	—	—	—	114±6.1	12±1.0	7.1±0.7
SS54	東清	—	—	—	—	—	—	146±7.1	10±1.0	6.4±0.6
SS55	漁人	—	—	—	—	—	—	109±5.8	13±1.0	8.1±0.7
SS56	龍門港	—	—	—	—	—	8.0±2.1	91±6.8	6.6±1.3	8.6±0.7

註：“—”代表“＜MDA”(低於計測儀器最小可測量值)。

說明：附錄C係依102年3月8日「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」，101年期末工作檢討會暨102年度新委辦工作開案會議紀錄：『(十一) 自102年起放射性物質之調查及核四廠海域調查監測等資料，分別由本公司放射試驗室及美商傑明公司提供。請兩個單位配合南、北核案研究團隊之作業時程盡早提供資料俾及時納入報告書初稿。』辦理。

表八、岸砂試樣加馬核種分析表(114 年第 4 季)

試樣編號	地點	核種活度濃度(貝克/公斤·乾重)								
		人工放射性核種					天然放射性核種			
		^{54}Mn	^{60}Co	^{131}I	^{134}Cs	^{137}Cs	^{7}Be	^{40}K	^{232}Th 系 ^{228}Ac	^{238}U 系 ^{214}Bi
核三廠										
SS31	出水口(右堤)	—	—	—	—	—	—	39±4.3	2.1±0.6	2.8±0.6
SS32	出水口(南側)	—	—	—	—	—	—	72±5.9	5.9±0.6	—
SS33	南灣	—	—	—	—	—	—	59±5.4	3.9±0.8	3.7±0.7
SS34	進水口	—	—	—	—	—	—	82±6.0	3.7±1.0	4.8±0.5
SS35	石牛溪口	—	—	—	—	—	—	100±6.2	6.3±0.7	6.5±0.7
低放貯存場										
SS51	礁岸(南側)	—	—	—	—	—	—	41±4.5	—	—
SS52	礁岸(北側)	—	—	—	—	—	—	72±5.6	3.9±1.1	2.9±0.5
SS53	野銀	—	—	—	—	—	—	106±6.0	5.6±0.6	3.0±0.6
SS54	東清	—	—	—	—	—	—	144±7.7	9.8±0.9	7.3±0.8
SS55	漁人	—	—	—	—	—	—	122±6.4	15±1.2	10±0.7
SS56	龍門港	—	—	—	—	—	—	93±6.5	4.7±0.9	4.9±0.6

註：“—”代表“＜MDA”(低於計測儀器最小可測量值)。

說明：附錄C係依102年3月8日「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」，101年期末工作檢討會暨102年度新委辦工作開案會議紀錄：『(十一) 自102年起放射性物質之調查及核四廠海域調查監測等資料，分別由本公司放射試驗室及美商傑明公司提供。請兩個單位配合南、北核案研究團隊之作業時程盡早提供資料俾及時納入報告書初稿。』辦理。

表九、海水試樣加馬核種分析表(114 年第 1 季)

試樣編號	地點	核種活度濃度(貝克/公升)								
		人工放射性核種					天然放射性核種			
		^{54}Mn	^{60}Co	^{131}I	^{134}Cs	^{137}Cs	^{7}Be	^{40}K	^{232}Th 系 ^{228}Ac	^{238}U 系 ^{214}Bi
核三廠										
SW31	出水口(右堤)	—	—	—	—	—	—	13±1.2	—	—
SW32	出水口(南側)	—	—	—	—	—	—	9.4±1.1	—	—
SW33	南灣	—	—	—	—	—	—	14±1.2	—	—
SW34	進水口	—	—	—	—	—	—	11±1.0	—	—
SW35	石牛溪口	—	—	—	—	—	—	14±1.2	—	0.4±0.1
低放貯存場										
SW51	礁岸(南側)	—	—	—	—	—	—	12±1.2	—	—
SW52	礁岸(北側)	—	—	—	—	—	—	17±1.0	—	—
SW53	野銀	—	—	—	—	—	—	13±1.2	—	—
SW54	東清	—	—	—	—	—	—	6.0±1.1	—	—

註：“—”代表“＜MDA”(低於計測儀器最小可測量值)。

說明：附錄C係依102年3月8日「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」，101年期末工作檢討會暨102年度新委辦工作開案會議紀錄：『(十一) 自102年起放射性物質之調查及核四廠海域調查監測等資料，分別由本公司放射試驗室及美商傑明公司提供。請兩個單位配合南、北核案研究團隊之作業時程盡早提供資料俾及時納入報告書初稿。』辦理。

表十、海水試樣加馬核種分析表(114 年第 2 季)

試樣編號	地點	核種活度濃度(貝克/公升)								
		人工放射性核種					天然放射性核種			
		^{54}Mn	^{60}Co	^{131}I	^{134}Cs	^{137}Cs	^{7}Be	^{40}K	^{232}Th 系 ^{228}Ac	^{238}U 系 ^{214}Bi
核三廠										
SW31	出水口(右堤)	—	—	—	—	—	—	11±1.2	—	0.5±0.1
SW32	出水口(南側)	—	—	—	—	—	—	7.7±1.0	—	0.5±0.1
SW33	南灣	—	—	—	—	—	—	9.7±1.1	—	0.5±0.1
SW34	進水口	—	—	—	—	—	—	11±1.1	0.5±0.1	—
SW35	石牛溪口	—	—	—	—	—	—	13±1.2	—	0.8±0.1
低放貯存場										
SW51	礁岸(南側)	—	—	—	—	—	—	11±1.0	—	0.7±0.1
SW52	礁岸(北側)	—	—	—	—	—	—	12±1.0	—	—
SW53	野銀	—	—	—	—	—	—	17±1.0	—	—
SW54	東清	—	—	—	—	—	—	11±1.1	—	—

註：“—”代表“＜MDA”(低於計測儀器最小可測量值)。

說明：附錄C係依102年3月8日「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」，101年期末工作檢討會暨102年度新委辦工作開案會議紀錄：『(十一) 自102年起放射性物質之調查及核四廠海域調查監測等資料，分別由本公司放射試驗室及美商傑明公司提供。請兩個單位配合南、北核案研究團隊之作業時程盡早提供資料俾及時納入報告書初稿。』辦理。

表十一、海水試樣加馬核種分析表(114 年第 3 季)

試樣編號	地點	核種活度濃度(貝克/公升)								
		人工放射性核種					天然放射性核種			
		^{54}Mn	^{60}Co	^{131}I	^{134}Cs	^{137}Cs	^{7}Be	^{40}K	^{232}Th 系	^{238}U 系
									^{228}Ac	^{214}Bi
核三廠										
SW31	出水口(右堤)	—	—	—	—	—	—	12±1.2	—	0.6±0.1
SW32	出水口(南側)	—	—	—	—	—	—	8.9±1.0	0.5±0.1	0.9±0.1
SW33	南灣	—	—	—	—	—	—	11±1.1	—	—
SW34	進水口	—	—	—	—	—	—	7.8±1.0	0.6±0.1	—
SW35	石牛溪口	—	—	—	—	—	—	12±1.2	—	1.1±0.1
低放貯存場										
SW51	礁岸(南側)	—	—	—	—	—	—	10±1.1	—	0.4±0.1
SW52	礁岸(北側)	—	—	—	—	—	—	8.4±1.0	—	—
SW53	野銀	—	—	—	—	—	—	13±1.2	—	—
SW54	東清	—	—	—	—	—	—	9.7±1.0	—	—

註：“—”代表“＜MDA”(低於計測儀器最小可測量值)。

說明：附錄C係依102年3月8日「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」，101年期末工作檢討會暨102年度新委辦工作開案會議紀錄：『(十一) 自102年起放射性物質之調查及核四廠海域調查監測等資料，分別由本公司放射試驗室及美商傑明公司提供。請兩個單位配合南、北核案研究團隊之作業時程盡早提供資料俾及時納入報告書初稿。』辦理。

表十二、海水試樣加馬核種分析表(114 年第 4 季)

試樣編號	地點	核種活度濃度(貝克/公升)								
		人工放射性核種					天然放射性核種			
		^{54}Mn	^{60}Co	^{131}I	^{134}Cs	^{137}Cs	^{7}Be	^{40}K	^{232}Th 系 ^{228}Ac	^{238}U 系 ^{214}Bi
核三廠										
SW31	出水口(右堤)	—	—	—	—	—	—	11±1.2	—	0.5±0.1
SW32	出水口(南側)	—	—	—	—	—	—	7.2±0.6	—	0.3±0.1
SW33	南灣	—	—	—	—	—	—	13±1.2	—	0.9±0.1
SW34	進水口	—	—	—	—	—	—	10±1.0	—	0.8±0.1
SW35	石牛溪口	—	—	—	—	—	—	12±1.2	—	0.9±0.1
低放貯存場										
SW51	礁岸(南側)	—	—	—	—	—	—	9.8±1.0	—	—
SW52	礁岸(北側)	—	—	—	—	—	—	9.7±1.0	—	—
SW53	野銀	—	—	—	—	—	—	11±1.1	—	0.4±0.1
SW54	東清	—	—	—	—	—	—	11±1.0	—	—

註：“—”代表“＜MDA”(低於計測儀器最小可測量值)。

說明：附錄C係依102年3月8日「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」，101年期末工作檢討會暨102年度新委辦工作開案會議紀錄：『(十一) 自102年起放射性物質之調查及核四廠海域調查監測等資料，分別由本公司放射試驗室及美商傑明公司提供。請兩個單位配合南、北核案研究團隊之作業時程盡早提供資料俾及時納入報告書初稿。』辦理。

表十三、海藻試樣加馬核種分析表(114 年上半年)

試樣編號	地點	核種活度濃度(貝克/公斤・鮮重)								
		人工放射性核種					天然放射性核種			
		^{54}Mn	^{60}Co	^{131}I	^{134}Cs	^{137}Cs	^{7}Be	^{40}K	^{232}Th 系	^{238}U 系
									^{228}Ac	^{214}Bi
核三廠										
SP31	出水口(南側)	—	—	—	—	—	4.5±1.1	150±7.1	3.2±0.6	2.7±0.6
SP32	南灣	—	—	—	—	—	2.9±0.8	62±4.1	2.7±0.5	—
SP33	進水口	—	—	—	—	—	—	239±9.2	—	—
低放貯存場										
SP51	礁岸(南側)	—	—	—	—	—	4.1±1.1	428±14	—	—
SP52	礁岸(北側)	—	—	—	—	—	—	479±15	—	2.2±0.3

註：“—”代表“＜MDA”(低於計測儀器最小可測量值)。

說明：附錄C係依102年3月8日「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」，101年期末工作檢討會暨102年度新委辦工作開案會議紀錄：『(十一) 自102年起放射性物質之調查及核四廠海域調查監測等資料，分別由本公司放射試驗室及美商傑明公司提供。請兩個單位配合南、北核案研究團隊之作業時程盡早提供資料俾及時納入報告書初稿。』辦理。

表十四、海藻試樣加馬核種分析表(114 年下半年)

試樣編號	地點	核種活度濃度(貝克/公斤・鮮重)								
		人工放射性核種					天然放射性核種			
		^{54}Mn	^{60}Co	^{131}I	^{134}Cs	^{137}Cs	^{7}Be	^{40}K	^{232}Th 系 ^{228}Ac	^{238}U 系 ^{214}Bi
核三廠										
SP31	出水口(南側)	—	—	—	—	—	—	52±3.3	—	1.4±0.2
SP32	南灣	—	—	—	—	—	—	72±3.8	2.7±0.6	2.8±0.3
SP33	進水口	—	—	—	—	—	—	72±3.7	4.5±0.4	3.6±0.4
低放貯存場										
SP51	礁岸(南側)	—	—	—	—	—	—	409±14	—	—
SP52	礁岸(北側)	—	—	—	—	—	5.2±1.5	496±15	—	1.3±0.3

註：“—”代表“＜MDA”(低於計測儀器最小可測量值)。

說明：附錄C係依102年3月8日「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」，101年期末工作檢討會暨102年度新委辦工作開案會議紀錄：『(十一) 自102年起放射性物質之調查及核四廠海域調查監測等資料，分別由本公司放射試驗室及美商傑明公司提供。請兩個單位配合南、北核案研究團隊之作業時程盡早提供資料俾及時納入報告書初稿。』辦理。

表十五、海魚試樣加馬核種分析表(114 年第 1 季)

試樣編號	地點	核種活度濃度(貝克/公斤・鮮重)								
		人工放射性核種					天然放射性核種			
		^{54}Mn	^{60}Co	^{131}I	^{134}Cs	^{137}Cs	^{7}Be	^{40}K	^{232}Th 系 ^{228}Ac	^{238}U 系 ^{214}Bi
核三廠										
SF31	出水口(右堤)	—	—	—	—	—	—	114±4.2	—	—
SF32	出水口(右堤)	—	—	—	—	—	—	117±4.4	—	1.2±0.2
低放貯存場										
SF51	蘭嶼海域	—	—	—	—	—	—	119±5.5	1.1±0.3	—
SF52	蘭嶼海域	—	—	—	—	—	—	117±4.7	—	1.8±0.2

註：“—”代表“＜MDA”(低於計測儀器最小可測量值)。

說明：附錄C係依102年3月8日「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」，101年期末工作檢討會暨102年度新委辦工作開案會議紀錄：『(十一) 自102年起放射性物質之調查及核四廠海域調查監測等資料，分別由本公司放射試驗室及美商傑明公司提供。請兩個單位配合南、北核案研究團隊之作業時程盡早提供資料俾及時納入報告書初稿。』辦理。

表十六、海魚試樣加馬核種分析表(114 年第 2 季)

試樣編號	地點	核種活度濃度(貝克/公斤・鮮重)								
		人工放射性核種					天然放射性核種			
		^{54}Mn	^{60}Co	^{131}I	^{134}Cs	^{137}Cs	^{7}Be	^{40}K	^{232}Th 系 ^{228}Ac	^{238}U 系 ^{214}Bi
核三廠										
SF31	出水口(右堤)	—	—	—	—	—	—	84±3.3	1.1±0.2	—
SF32	出水口(右堤)	—	—	—	—	—	—	106±4.3	—	1.8±0.2
低放貯存場										
SF51	蘭嶼海域	—	—	—	—	—	—	130±5.6	—	1.6±0.2
SF52	蘭嶼海域	—	—	—	—	—	—	137±5.7	—	1.5±0.2

註：“—”代表“＜MDA”(低於計測儀器最小可測量值)。

說明：附錄C係依102年3月8日「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」，101年期末工作檢討會暨102年度新委辦工作開案會議紀錄：『(十一) 自102年起放射性物質之調查及核四廠海域調查監測等資料，分別由本公司放射試驗室及美商傑明公司提供。請兩個單位配合南、北核案研究團隊之作業時程盡早提供資料俾及時納入報告書初稿。』辦理。

表十七、海魚試樣加馬核種分析表(114 年第 3 季)

試樣編號	地點	核種活度濃度(貝克/公斤・鮮重)								
		人工放射性核種					天然放射性核種			
		^{54}Mn	^{60}Co	^{131}I	^{134}Cs	^{137}Cs	^{7}Be	^{40}K	^{232}Th 系 ^{228}Ac	^{238}U 系 ^{214}Bi
核三廠										
SF31	出水口(右堤)	—	—	—	—	—	—	105±3.8	0.7±0.2	—
SF32	出水口(右堤)	—	—	—	—	—	—	119±4.2	—	1.2±0.1
低放貯存場										
SF51	蘭嶼海域	—	—	—	—	—	—	106±4.9	—	—
SF52	蘭嶼海域	—	—	—	—	—	—	120±5.2	—	1.2±0.2

註：“—”代表“＜MDA”(低於計測儀器最小可測量值)。

說明：附錄C係依102年3月8日「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」，101年期末工作檢討會暨102年度新委辦工作開案會議紀錄：『(十一) 自102年起放射性物質之調查及核四廠海域調查監測等資料，分別由本公司放射試驗室及美商傑明公司提供。請兩個單位配合南、北核案研究團隊之作業時程盡早提供資料俾及時納入報告書初稿。』辦理。

表十八、海魚試樣加馬核種分析表(114 年第 4 季)

試樣編號	地點	核種活度濃度(貝克/公斤・鮮重)								
		人工放射性核種					天然放射性核種			
		^{54}Mn	^{60}Co	^{131}I	^{134}Cs	^{137}Cs	^{7}Be	^{40}K	^{232}Th 系 ^{228}Ac	^{238}U 系 ^{214}Bi
核三廠										
SF31	出水口(右堤)	—	—	—	—	—	—	108±4.0	—	1.0±0.1
SF32	出水口(右堤)	—	—	—	—	—	—	102±3.8	—	1.2±0.1
低放貯存場										
SF51	蘭嶼海域	—	—	—	—	—	—	118±4.6	—	1.0±0.2
SF52	蘭嶼海域	—	—	—	—	—	—	116±5.0	—	1.3±0.2

註：“—”代表“＜MDA”(低於計測儀器最小可測量值)。

說明：附錄C係依102年3月8日「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」，101年期末工作檢討會暨102年度新委辦工作開案會議紀錄：『(十一) 自102年起放射性物質之調查及核四廠海域調查監測等資料，分別由本公司放射試驗室及美商傑明公司提供。請兩個單位配合南、北核案研究團隊之作業時程盡早提供資料俾及時納入報告書初稿。』辦理。

表十九、植物(草)試樣加馬核種分析表(114 年第 1 季)

試樣編號	地點	核種活度濃度(貝克/公斤・鮮重)								
		人工放射性核種					天然放射性核種			
		^{54}Mn	^{60}Co	^{131}I	^{134}Cs	^{137}Cs	^{7}Be	^{40}K	^{232}Th 系	^{238}U 系
									^{228}Ac	^{214}Bi
低放貯存場										
GR51	椰油	—	—	—	—	—	35±1.4	102±3.9	—	0.6±0.2
GR52	龍頭岩	—	—	—	—	—	22±1.1	110±4.3	—	0.6±0.1

註：“—”代表“＜MDA”(低於計測儀器最小可測量值)。

表二十、植物(草)試樣加馬核種分析表(114 年第 2 季)

試樣編號	地點	核種活度濃度(貝克/公斤・鮮重)								
		人工放射性核種					天然放射性核種			
		^{54}Mn	^{60}Co	^{131}I	^{134}Cs	^{137}Cs	^{7}Be	^{40}K	^{232}Th 系	^{238}U 系
									^{228}Ac	^{214}Bi
低放貯存場										
GR51	椰油	—	—	—	—	—	11±0.6	86±3.5	—	—
GR52	龍頭岩	—	—	—	—	—	14±0.8	116±4.3	—	—

註：“—”代表“＜MDA”(低於計測儀器最小可測量值)。

說明：附錄C係依102年3月8日「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」，101年期末工作檢討會暨102年度新委辦工作開案會議紀錄：『(十一) 自102年起放射性物質之調查及核四廠海域調查監測等資料，分別由本公司放射試驗室及美商傑明公司提供。請兩個單位配合南、北核案研究團隊之作業時程盡早提供資料俾及時納入報告書初稿。』辦理。

表二十一、植物(草)試樣加馬核種分析表(114 年第 3 季)

試樣編號	地點	核種活度濃度(貝克/公斤・鮮重)								
		人工放射性核種					天然放射性核種			
		^{54}Mn	^{60}Co	^{131}I	^{134}Cs	^{137}Cs	^{7}Be	^{40}K	^{232}Th 系	^{238}U 系
									^{228}Ac	^{214}Bi
低放貯存場										
GR51	椰油	—	—	—	—	—	3.3±0.3	89±3.2	—	0.4±0.1
GR52	龍頭岩	—	—	—	—	—	14±0.8	145±5.3	—	—

註：“—”代表“＜MDA”(低於計測儀器最小可測量值)。

表二十二、植物(草)試樣加馬核種分析表(114 年第 4 季)

試樣編號	地點	核種活度濃度(貝克/公斤・鮮重)								
		人工放射性核種					天然放射性核種			
		^{54}Mn	^{60}Co	^{131}I	^{134}Cs	^{137}Cs	^{7}Be	^{40}K	^{232}Th 系	^{238}U 系
									^{228}Ac	^{214}Bi
低放貯存場										
GR51	椰油	—	—	—	—	—	9.6±0.7	129±5.0	—	1.0±0.2
GR52	龍頭岩	—	—	—	—	—	2.4±0.6	94±3.6	—	—

註：“—”代表“＜MDA”(低於計測儀器最小可測量值)。

說明：附錄C係依102年3月8日「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」，101年期末工作檢討會暨102年度新委辦工作開案會議紀錄：『(十一) 自102年起放射性物質之調查及核四廠海域調查監測等資料，分別由本公司放射試驗室及美商傑明公司提供。請兩個單位配合南、北核案研究團隊之作業時程盡早提供資料俾及時納入報告書初稿。』辦理。

表二十三、海底沉積物試樣加馬核種分析表(114 年上半年)

試樣編號	地點	核種活度濃度(貝克/公斤・乾重)								
		人工放射性核種					天然放射性核種			
		^{54}Mn	^{60}Co	^{131}I	^{134}Cs	^{137}Cs	^{7}Be	^{40}K	^{232}Th 系 ^{228}Ac	^{238}U 系 ^{214}Bi
核三廠										
SD31	出水口	—	—	—	—	—	—	74±5.9	4.9±0.7	6.0±0.8
SD32	進水口	—	—	—	—	—	—	81±5.9	—	3.6±0.5
低放貯存場										
SD51	礁岸(南側)	—	—	—	—	—	291±8.7	23±1.9	—	—
SD52	礁岸(北側)	—	—	—	—	—	100±3.6	72±4.1	4.1±0.6	2.7±0.3

註：“—”代表“＜MDA”(低於計測儀器最小可測量值)。

說明：附錄C係依102年3月8日「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」，101年期末工作檢討會暨102年度新委辦工作開案會議紀錄：『(十一) 自102年起放射性物質之調查及核四廠海域調查監測等資料，分別由本公司放射試驗室及美商傑明公司提供。請兩個單位配合南、北核案研究團隊之作業時程盡早提供資料俾及時納入報告書初稿。』辦理。

表二十四、海底沉積物試樣加馬核種分析表(114 年下半年)

試樣編號	地點	核種活度濃度(貝克/公斤・乾重)								
		人工放射性核種					天然放射性核種			
		^{54}Mn	^{60}Co	^{131}I	^{134}Cs	^{137}Cs	^{7}Be	^{40}K	^{232}Th 系 ^{228}Ac	^{238}U 系 ^{214}Bi
核三廠										
SD31	出水口	—	—	—	—	—	—	56±5.8	3.0±0.9	3.6±0.7
SD32	進水口	—	—	—	—	—	—	98±6.8	—	3.7±0.6
低放貯存場										
SD51	礁岸(南側)	—	—	—	—	2.6±0.5	573±18	168±12	11±1.7	8.4±1.0
SD52	礁岸(北側)	—	—	—	—	—	873±27	166±12	—	4.5±0.9

註：“—”代表“＜MDA”(低於計測儀器最小可測量值)。

說明：附錄C係依102年3月8日「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」，101年期末工作檢討會暨102年度新委辦工作開案會議紀錄：『(十一) 自102年起放射性物質之調查及核四廠海域調查監測等資料，分別由本公司放射試驗室及美商傑明公司提供。請兩個單位配合南、北核案研究團隊之作業時程盡早提供資料俾及時納入報告書初稿。』辦理。

四、 綜合討論

4.1 天然放射性核種的探討

1. 114 年 1 月至 114 年 12 月調查期間各類試樣分析結果均含天然放射性核種，如 ^{7}Be、^{40}K、^{232}Th 系與 ^{238}U 系核種，其活度分布如表二十五。

2. 岸砂與海底沉積物所含的天然放射性核種主要為 ^{40}K、^{232}Th 系與 ^{238}U 系，另有 ^{7}Be 其源自於大氣的沉降。其中蘭嶼礁岸(SD51 與 SD52)含 ^{7}Be 活度較高，乃因匯集陸地地表 ^{7}Be 的沉降，經雨水沖刷至海邊礁岸底泥中，長期累積所致。第二季之岸砂 SS51 未測得 ^{238}U 系核種，可能的原因為此活度濃度接近最小可測活度濃度(1.45 Bq/kg)，因測量儀器的統計波動而造成的差異。

3. 海水中主要天然放射性核種為 ^{40}K，部分試樣(如 SW32)受海岸河流淡水稀釋影響，活度較低，若於乾潮時採樣，受淡水稀釋影響更大。

4. 海藻與海魚為生活於海水中的生物，主要天然放射性核種為 ^{40}K，其含量會隨種類與生長季節而變動。海藻試樣亦測得 ^{7}Be，其源於大氣的沉降。

5. 植物(草)所含的天然放射性核種為 ^{7}Be 與 ^{40}K，其中 ^{7}Be 源自於大氣的沉降，而 ^{40}K 則由土壤中吸收。

說明：附錄C係依102年3月8日「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」，101年期末工作檢討會暨102年度新委辦工作開案會議紀錄：『(十一) 自102年起放射性物質之調查及核四廠海域調查監測等資料，分別由本公司放射試驗室及美商傑明公司提供。請兩個單位配合南、北核案研究團隊之作業時程盡早提供資料俾及時納入報告書初稿。』辦理。

表二十五、天然放射性核種於各類試樣中之分布表(114 年 1 月至 114 年 12 月)

核種 / 試樣項目	^{7}Be	^{40}K	^{232}Th 系	^{238}U 系
			^{228}Ac	^{214}Bi
岸砂 (貝克/公斤・乾重)	— ~ 43	39 ~ 157	— ~ 16	— ~ 10
海水 (貝克/公升)	—	6.0 ~ 17	— ~ 0.6	— ~ 1.1
海藻 (貝克/公斤・鮮重)	— ~ 5.2	52 ~ 496	— ~ 4.5	— ~ 3.6
海魚 (貝克/公斤・鮮重)	—	84 ~ 137	— ~ 1.1	— ~ 1.8
植物(草) (貝克/公斤・鮮重)	2.4 ~ 35	86 ~ 145	—	— ~ 1.0
海底沉積物 (貝克/公斤・乾重)	— ~ 873	23 ~ 168	— ~ 11	— ~ 8.4

註：“—”代表“＜MDA”(低於計測儀器最小可測量值)。

說明：附錄C係依102年3月8日「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」，101年期末工作檢討會暨102年度新委辦工作開案會議紀錄：『(十一) 自102年起放射性物質之調查及核四廠海域調查監測等資料，分別由本公司放射試驗室及美商傑明公司提供。請兩個單位配合南、北核案研究團隊之作業時程盡早提供資料俾及時納入報告書初稿。』辦理。

4.2 人工放射性核種的探討

1. 茲將 114 年 1 月至 114 年 12 月各類試樣所測得之人工放射性核種的活度分布列於表二十六，各類試樣均未測得人工放射性核種，僅 114 年下半年度低放貯存場礁岸南側之海底沉積物(SD51)測得微量人工放射性核種 ^{137}Cs。

2. 低放貯存場礁岸南側之海底沉積物(SD51)114 年下半年度測值為 2.6 貝克/公斤・乾重，台電放射試驗室的複測結果為 3.4 貝克/公斤・乾重，低於環境輻射監測規範之調查基準 740 貝克/公斤・乾重。

表二十六、人工放射性核種於各類試樣中之分布表(114 年 1 月至 114 年 12 月)

核種 / 試樣項目	^{54}Mn	^{60}Co	^{131}I	^{137}Cs	調查基準	
					^{137}Cs	^{60}Co
岸砂 (貝克/公斤・乾重)	—	—	—	—	20	110
海水 (貝克/公升)	—	—	—	—	2	10
海藻 (貝克/公斤・鮮重)	—	—	—	—	/	/
海魚 (貝克/公斤・鮮重)	—	—	—	—	74	40
植物(草) (貝克/公斤・鮮重)	—	—	—	—	74	/
海底沉積物 (貝克/公斤・乾重)	—	—	—	— ~2.6	740	110

註 1：“—”代表“＜MDA”(低於計測儀器最小可測量值)。

註 2：“/ ”代表無可參考之調查基準。

說明：附錄C係依102年3月8日「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」，101年期末工作檢討會暨102年度新委辦工作開案會議紀錄：『(十一) 自102年起放射性物質之調查及核四廠海域調查監測等資料，分別由本公司放射試驗室及美商傑明公司提供。請兩個單位配合南、北核案研究團隊之作業時程盡早提供資料俾及時納入報告書初稿。』辦理。

4.3 結論

1. 本次調查期間(114 年 1 月至 114 年 12 月)執行南部核能設施海域環境放射性物質調查，進行岸砂、海水、海藻、海底沉積物、植物(草)與海魚的採樣與核種分析，共計 122 件次。

2. 各類試樣主要測得天然放射性核種，如 ^{7}Be、^{40}K、^{232}Th 系與 ^{238}U 系核種，各類試樣皆未測得人工放射性核種。僅 114 年下半年度低放貯存場礁岸南側之海底沉積物(SD51)測得微量人工放射性核種 ^{137}Cs，測值均低於環境輻射監測規範之調查基準 740 貝克/公斤．乾重。

說明：附錄C係依102年3月8日「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」，101年期末工作檢討會暨102年度新委辦工作開案會議紀錄：『(十一) 自102年起放射性物質之調查及核四廠海域調查監測等資料，分別由本公司放射試驗室及美商傑明公司提供。請兩個單位配合南、北核案研究團隊之作業時程盡早提供資料俾及時納入報告書初稿。』辦理。

五、附件

5.1 海域環境採樣地點及採樣時間

1. 114 年核三廠海域環境採樣地點座標與採樣時間

試樣種類	試樣編號	地點	座標	採樣時間 (第 1 季)	採樣時間 (第 2 季)	採樣時間 (第 3 季)	採樣時間 (第 4 季)
岸砂	SS31	出水口 (右堤)	N 21.932480 E 120.744990	114.01.03	114.04.14	114.07.08	114.10.07
海水	SW31			114.01.03	114.04.14	114.07.08	114.10.07
海魚	SF31			114.01.03	114.04.14	114.07.08	114.10.07
海魚	SF32			114.01.03	114.04.14	114.07.08	114.10.07
岸砂	SS32	出水口 (南側)	N 21.932460 E 120.744380	114.01.03	114.04.14	114.07.08	114.10.07
海水	SW32			114.01.03	114.04.14	114.07.08	114.10.07
海藻	SP31			--	114.04.14	--	114.10.07
岸砂	SS33	南灣	N 21.959230 E 120.766170	114.01.03	114.04.14	114.07.08	114.10.07
海水	SW33			114.01.03	114.04.14	114.07.08	114.10.07
海藻	SP32			--	114.04.14	--	114.10.07
岸砂	SS34	進水口	N 21.957080 E 120.756620	114.01.03	114.04.14	114.07.08	114.10.07
海水	SW34			114.01.03	114.04.14	114.07.08	114.10.07
海藻	SP33			--	114.04.14	--	114.10.07
岸砂	SS35	石牛溪口	N 21.950250 E 120.776040	114.01.03	114.04.14	114.07.08	114.10.07
海水	SW35			114.01.03	114.04.14	114.07.08	114.10.07
海底沉積物	SD31	出水口	N 21.92995 E 120.74693	--	114.05.14	114.09.05	--
海底沉積物	SD32	進水口	N 21.955 E 120.7562	--	114.05.14	114.09.05	--

註：“--”代表未執行採樣

說明：附錄C係依102年3月8日「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」，101年期末工作檢討會暨102年度新委辦工作開案會議紀錄：『(十一) 自102年起放射性物質之調查及核四廠海域調查監測等資料，分別由本公司放射試驗室及美商傑明公司提供。請兩個單位配合南、北核案研究團隊之作業時程盡早提供資料俾及時納入報告書初稿。』辦理。

2. 114 年低放貯存場海域環境採樣地點座標與採樣時間

試樣種類	試樣編號	地點	座標	採樣時間 (第 1 季)	採樣時間 (第 2 季)	採樣時間 (第 3 季)	採樣時間 (第 4 季)
岸砂 海水 海藻	SS51 SW51 SP51	礁岸 (南側)	N 22.002740 E 121.592200	114.02.20 114.02.20 114.02.20	114.04.09 114.04.09 --	114.07.15 114.07.15 114.07.15	114.10.05 114.10.05 --
岸砂 海水 海藻	SS52 SW52 SP52	礁岸 (北側)	N 22.007120 E 121.594520	114.02.20 114.02.20 114.02.20	114.04.09 114.04.09 --	114.07.15 114.07.15 114.07.15	114.10.05 114.10.05 --
岸砂 海水	SS53 SW53	野銀	N 22.039880 E 121.568080	114.02.20 114.02.20	114.04.09 114.04.09	114.07.15 114.07.15	114.10.05 114.10.05
岸砂 海水	SS54 SW54	東清	N 22.057700 E 121.565710	114.02.20 114.02.20	114.04.09 114.04.09	114.07.15 114.07.15	114.10.05 114.10.05
草	GR51	椰油	N 22.055650 E 121.510040	114.02.20	114.04.09	114.07.15	114.10.05
草	GR52	龍頭岩	N 22.002670 E 121.589350	114.02.20	114.04.09	114.07.15	114.10.05
岸砂	SS55	漁人	N 22.026030 E 121.542610	114.02.20	114.04.09	114.07.15	114.10.05
岸砂	SS56	龍門港	N 22.004100 E 121.582210	114.02.20	114.04.09	114.07.15	114.10.05
海魚 海魚	SF51 SF52	蘭嶼 海域	-	114.02.20 114.02.20	114.04.09 114.04.09	114.07.15 114.07.15	114.10.05 114.10.05
潮池底泥	SD51	礁岸 (南側)	N 22.002740 E 121.592200	114.02.20	--	114.07.15	--
潮池底泥	SD52	礁岸 (北側)	N 22.007120 E 121.594520	114.02.20	--	114.07.15	--

註 1：“--”代表未執行採樣。

註 2：“ -”代表無特定取樣座標。

說明：附錄C係依102年3月8日「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」，101年期末工作檢討會暨102年度新委辦工作開案會議紀錄：『(十一) 自102年起放射性物質之調查及核四廠海域調查監測等資料，分別由本公司放射試驗室及美商傑明公司提供。請兩個單位配合南、北核案研究團隊之作業時程盡早提供資料俾及時納入報告書初稿。』辦理。

5.2 海域環境採樣地點圖

1. 核三廠海域採樣位置圖

2. 核三廠海域海底沉積物採樣位置圖

說明：附錄C係依102年3月8日「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」，101年期末工作檢討會暨102年度新委辦工作開案會議紀錄：『(十一) 自102年起放射性物質之調查及核四廠海域調查監測等資料，分別由本公司放射試驗室及美商傑明公司提供。請兩個單位配合南、北核案研究團隊之作業時程盡早提供資料俾及時納入報告書初稿。』辦理。

3. 低放貯存場海域採樣位置圖

說明：附錄C係依102年3月8日「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」，101年期末工作檢討會暨102年度新委辦工作開案會議紀錄：『(十一) 自102年起放射性物質之調查及核四廠海域調查監測等資料，分別由本公司放射試驗室及美商傑明公司提供。請兩個單位配合南、北核案研究團隊之作業時程盡早提供資料俾及時納入報告書初稿。』辦理。

5.3 環境試樣加馬能譜計測最小可測量值

例行分析條件下之最小可測量值(MDA)

核種名稱	水 (貝克/升)		植物(草樣) (貝克/公斤・鮮重)		土壤／海底沉積物 (貝克/公斤・乾重)		農漁產品 (貝克/公斤・鮮重)	
	MDA	紀	MDA	紀	MDA	紀	MDA	紀
錳-54	0.07	0.4	0.3	0.5	0.4	3	0.09	0.3
鈷-58	0.05	0.4	0.1	0.5	0.3	3	0.1	0.3
鐵-59	0.1	0.7	0.3	0.9	0.5	6	0.3	0.5
鈷-60	0.05	0.4	0.2	0.5	0.3	3	0.09	0.3
鋅-65	0.1	0.9	0.4	1.0	1.0	7	0.2	0.5
碘-131	0.07	0.1	0.3	0.4	0.2	3	0.1	/
銫-134	0.03	0.4	0.2	0.5	0.3	3	0.1	0.3
銫-137	0.05	0.4	0.2	0.5	0.4	3	0.1	0.3

註 1：“ / ”代表未訂定紀錄基準。

說明：附錄C係依102年3月8日「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」，101年期末工作檢討會暨102年度新委辦工作開案會議紀錄：『(十一) 自102年起放射性物質之調查及核四廠海域調查監測等資料，分別由本公司放射試驗室及美商傑明公司提供。請兩個單位配合南、北核案研究團隊之作業時程盡早提供資料俾及時納入報告書初稿。』辦理。

114-116 年度
核能設施附近海域生態放射性物質調查計畫
海域環境放射性物質調查---歷年趨勢統計

(契約編號：056139000101)

委託單位：台灣電力股份有限公司

執行單位：國立陽明交通大學

中華民國 114 年 12 月

說明：附錄C係依102年3月8日「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」，101年期末工作檢討會暨102年度新委辦工作開案會議紀錄：『(十一) 自102年起放射性物質之調查及核四廠海域調查監測等資料，分別由本公司放射試驗室及美商傑明公司提供。請兩個單位配合南、北核案研究團隊之作業時程盡早提供資料俾及時納入報告書初稿。』辦理。

統計趨勢說明：

1. 茲將 104 年至 114 年 12 月各核能設施環境輻射偵測結果進行統計，所有試樣均未達調查基準。
2. 僅少數試樣測得微量人工放射性核種 ^{137}Cs 和 ^{60}Co，其值遠低於調查基準。圖 1~21 描繪人工放射性核種 ^{137}Cs 之歷年監測趨勢，而 ^{60}Co 之歷年趨勢則描述於圖 22~42 中。

說明：附錄C係依102年3月8日「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」，101年期末工作檢討會暨102年度新委辦工作開案會議紀錄：『(十一) 自102年起放射性物質之調查及核四廠海域調查監測等資料，分別由本公司放射試驗室及美商傑明公司提供。請兩個單位配合南、北核案研究團隊之作業時程盡早提供資料俾及時納入報告書初稿。』辦理。

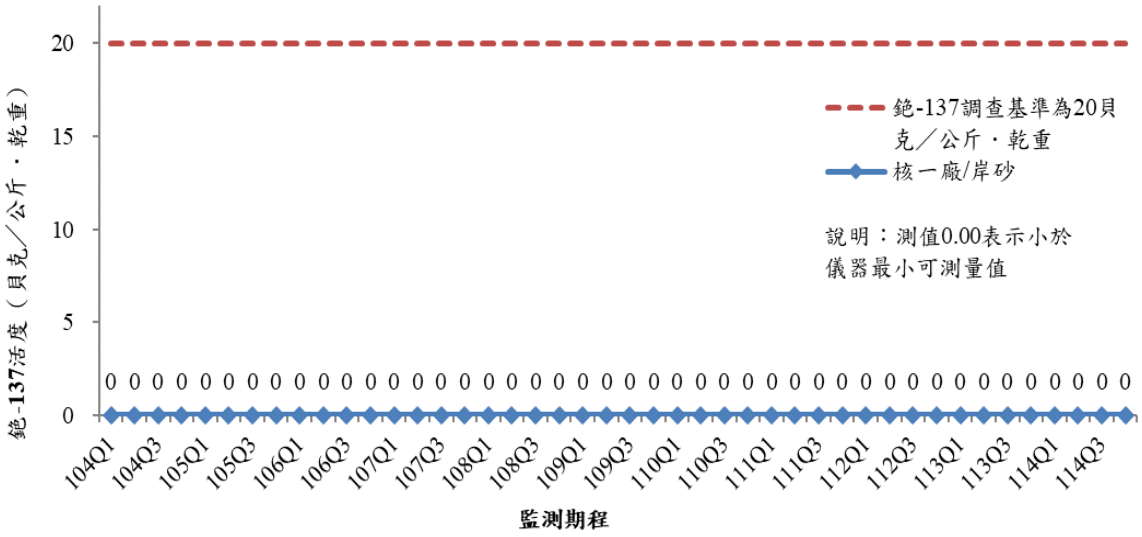


圖 1、核一廠海域之岸砂試樣中銫-137 活度歷年監測分析結果

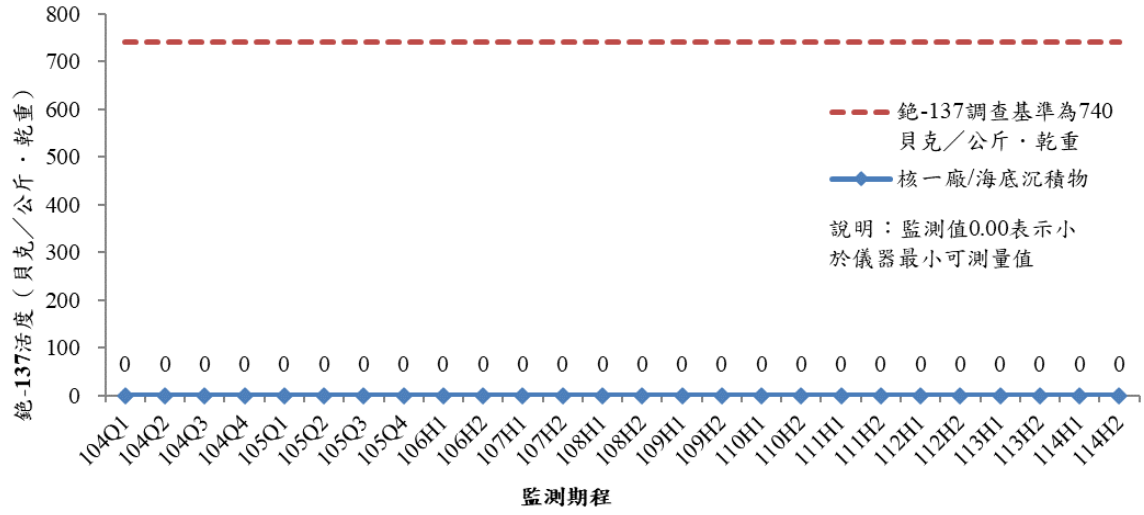


圖 2、核一廠海域之海底沉積物試樣中銫-137 活度歷年監測分析結果

說明：附錄C係依102年3月8日「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」，101年期末工作檢討會暨102年度新委辦工作開案會議紀錄：『(十一) 自102年起放射性物質之調查及核四廠海域調查監測等資料，分別由本公司放射試驗室及美商傑明公司提供。請兩個單位配合南、北核案研究團隊之作業時程盡早提供資料俾及時納入報告書初稿。』辦理。

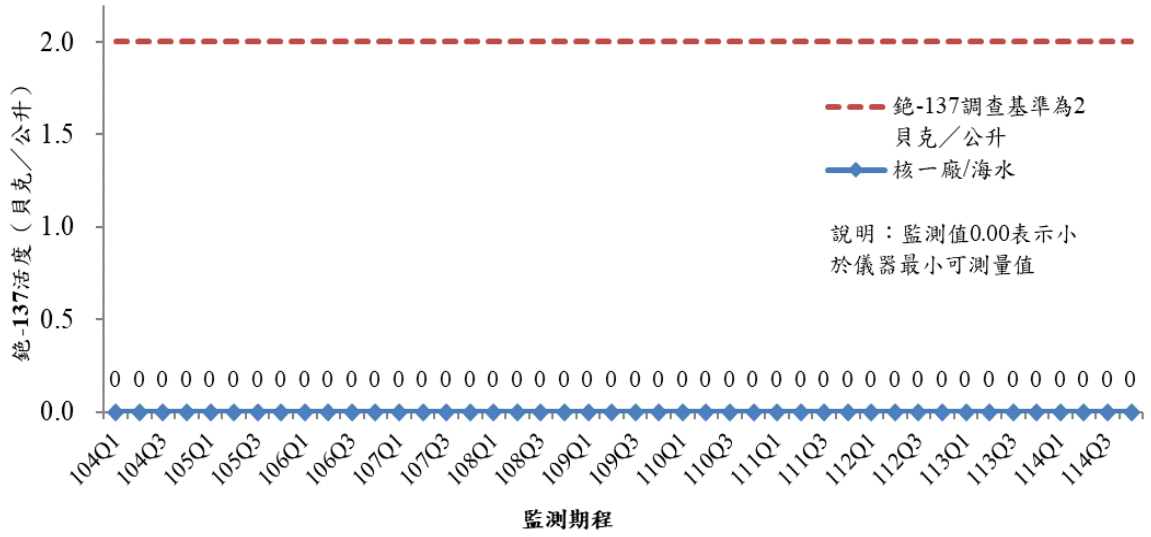


圖 3、核一廠海域之海水試樣中銫-137 活度歷年監測分析結果

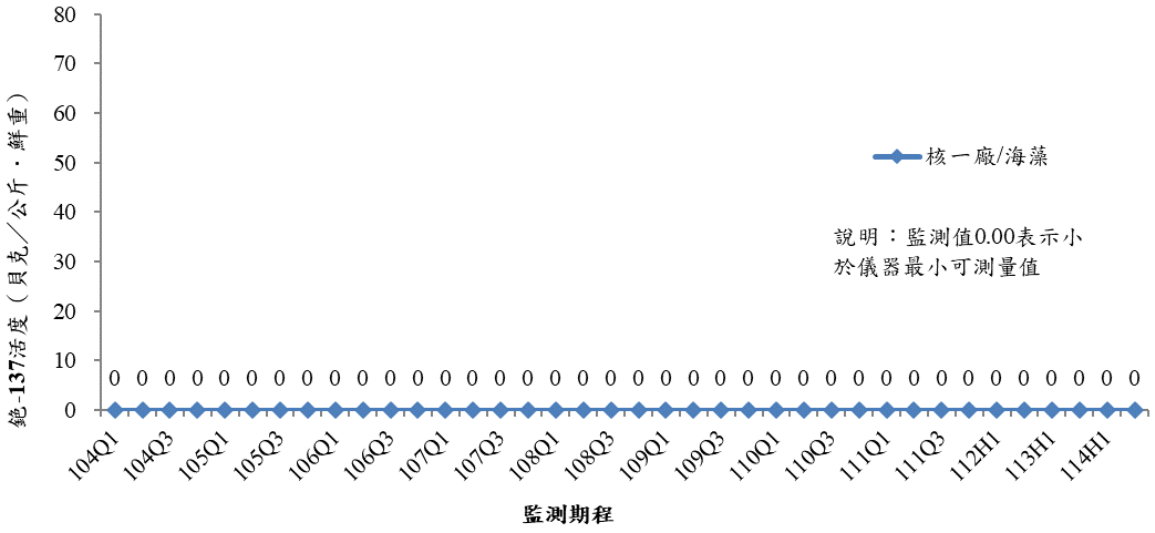


圖 4、核一廠海域之海藻試樣中銫-137 活度歷年監測分析結果

說明：附錄C係依102年3月8日「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」，101年期末工作檢討會暨102年度新委辦工作開案會議紀錄：『(十一) 自102年起放射性物質之調查及核四廠海域調查監測等資料，分別由本公司放射試驗室及美商傑明公司提供。請兩個單位配合南、北核案研究團隊之作業時程盡早提供資料俾及時納入報告書初稿。』辦理。

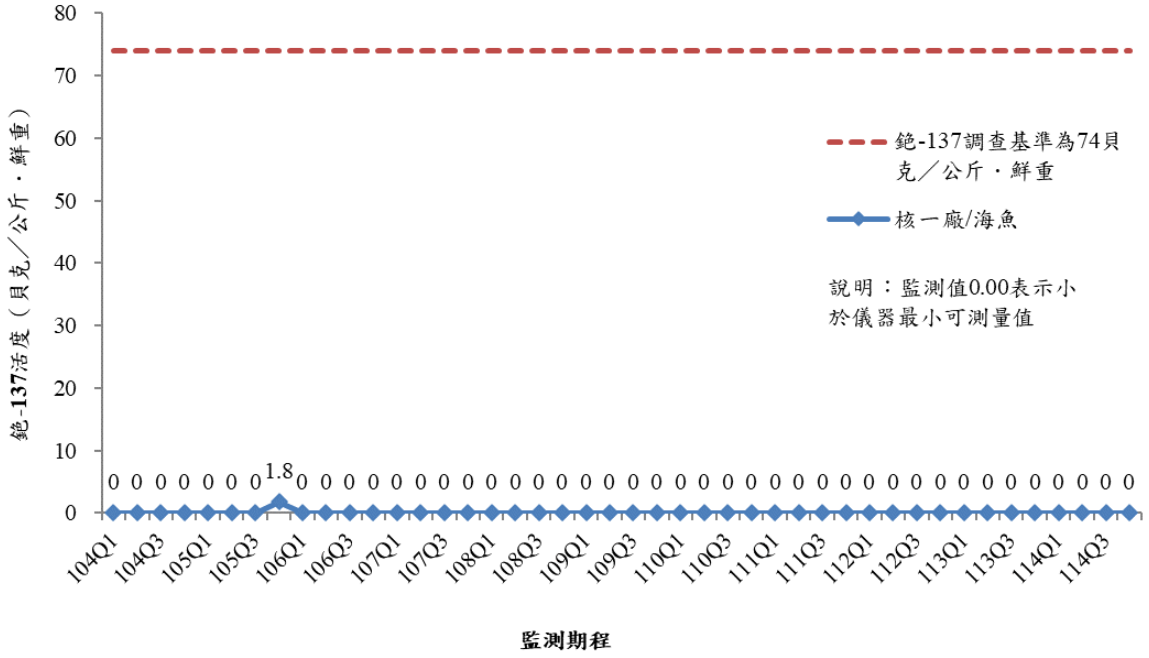


圖 5、核一廠海域之海魚試樣中銫-137 活度歷年監測分析結果

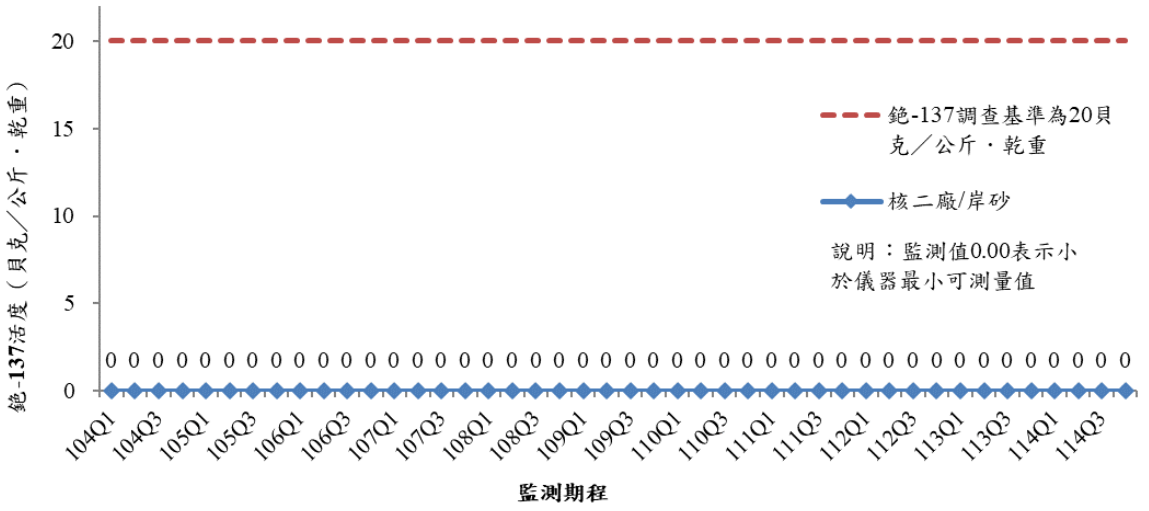


圖 6、核二廠海域之岸砂試樣中銫-137 活度歷年監測分析結果

說明：附錄C係依102年3月8日「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」，101年期末工作檢討會暨102年度新委辦工作開案會議紀錄：『(十一) 自102年起放射性物質之調查及核四廠海域調查監測等資料，分別由本公司放射試驗室及美商傑明公司提供。請兩個單位配合南、北核案研究團隊之作業時程盡早提供資料俾及時納入報告書初稿。』辦理。

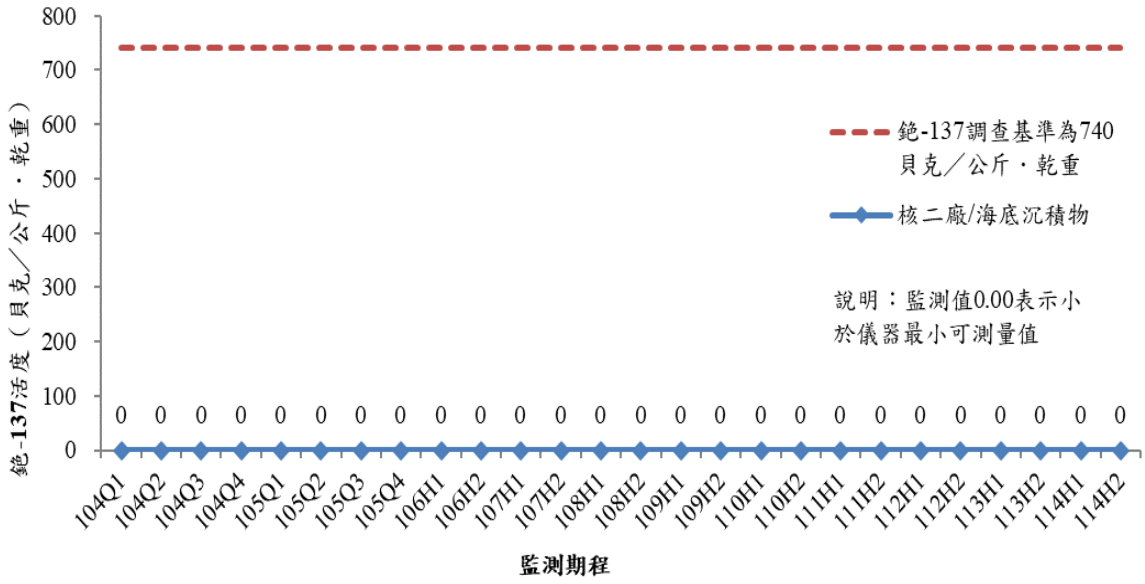


圖 7、核二廠海域之海底沉積物試樣中銫-137 活度歷年監測分析結果

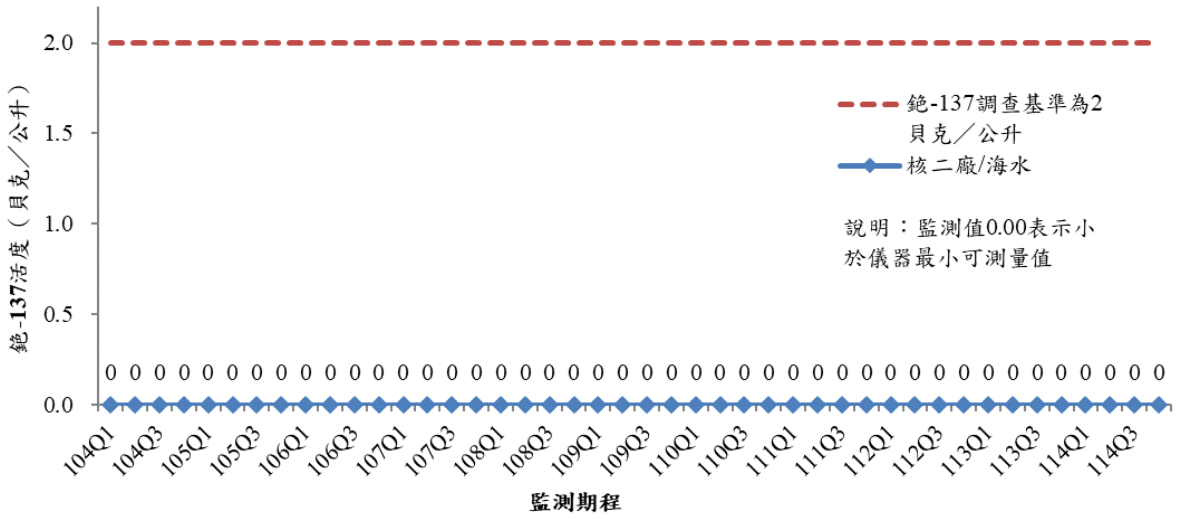


圖 8、核二廠海域之海水試樣中銫-137 活度歷年監測分析結果

說明：附錄C係依102年3月8日「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」，101年期末工作檢討會暨102年度新委辦工作開案會議紀錄：『(十一) 自102年起放射性物質之調查及核四廠海域調查監測等資料，分別由本公司放射試驗室及美商傑明公司提供。請兩個單位配合南、北核案研究團隊之作業時程盡早提供資料俾及時納入報告書初稿。』辦理。

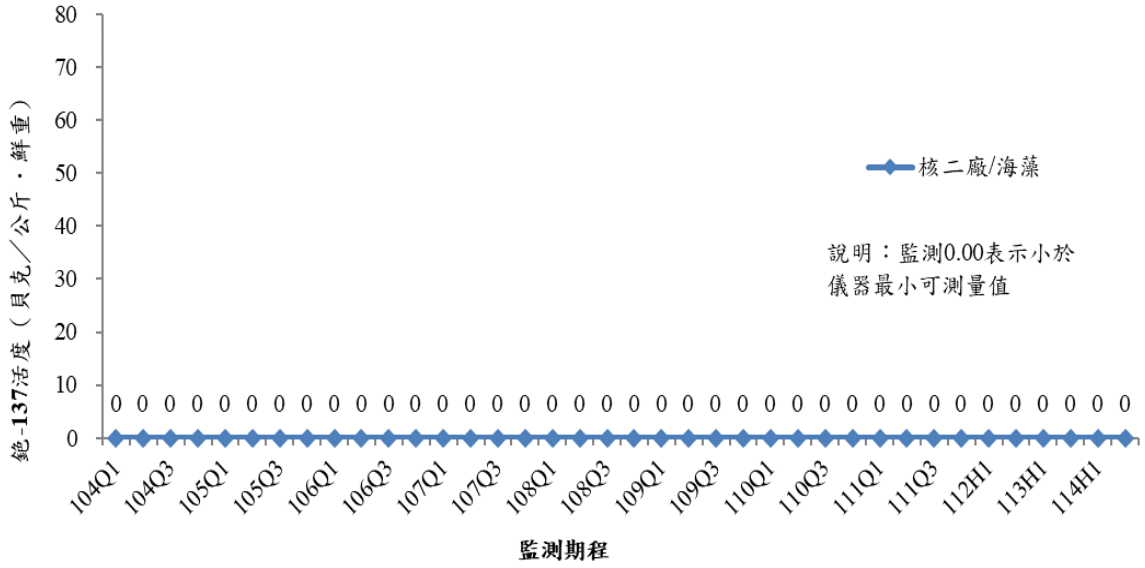


圖 9、核二廠海域之海藻試樣中鉿-137 活度歷年監測分析結果

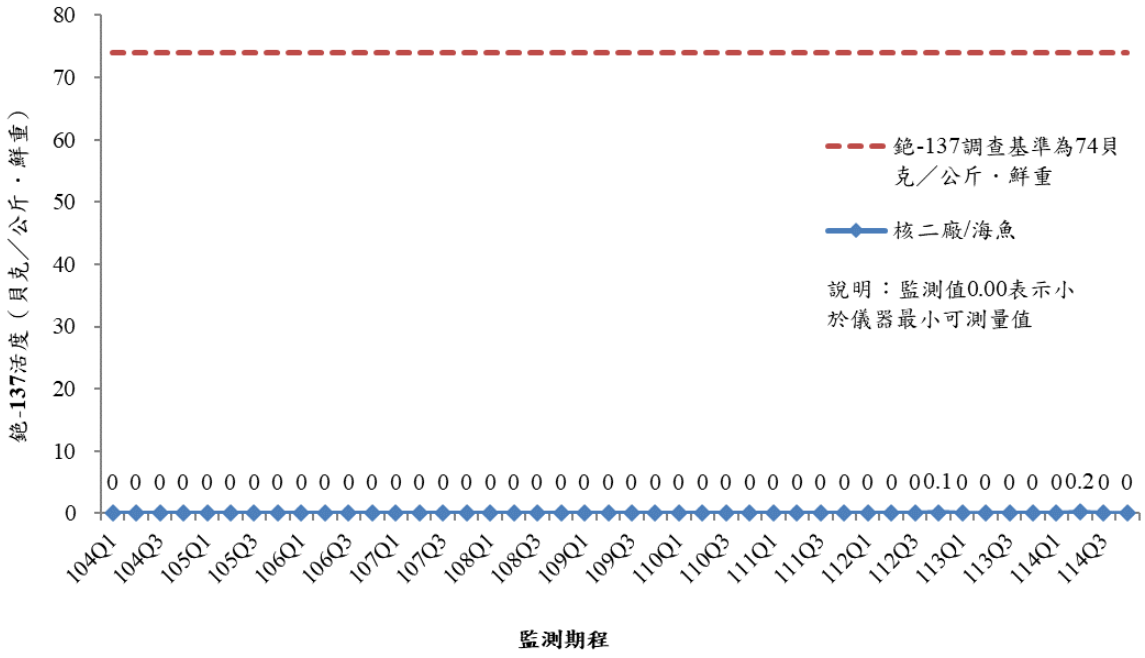


圖 10、核二廠海域之海魚試樣中鉿-137 活度歷年監測分析結果

說明：附錄C係依102年3月8日「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」，101年期末工作檢討會暨102年度新委辦工作開案會議紀錄：『(十一) 自102年起放射性物質之調查及核四廠海域調查監測等資料，分別由本公司放射試驗室及美商傑明公司提供。請兩個單位配合南、北核案研究團隊之作業時程盡早提供資料俾及時納入報告書初稿。』辦理。

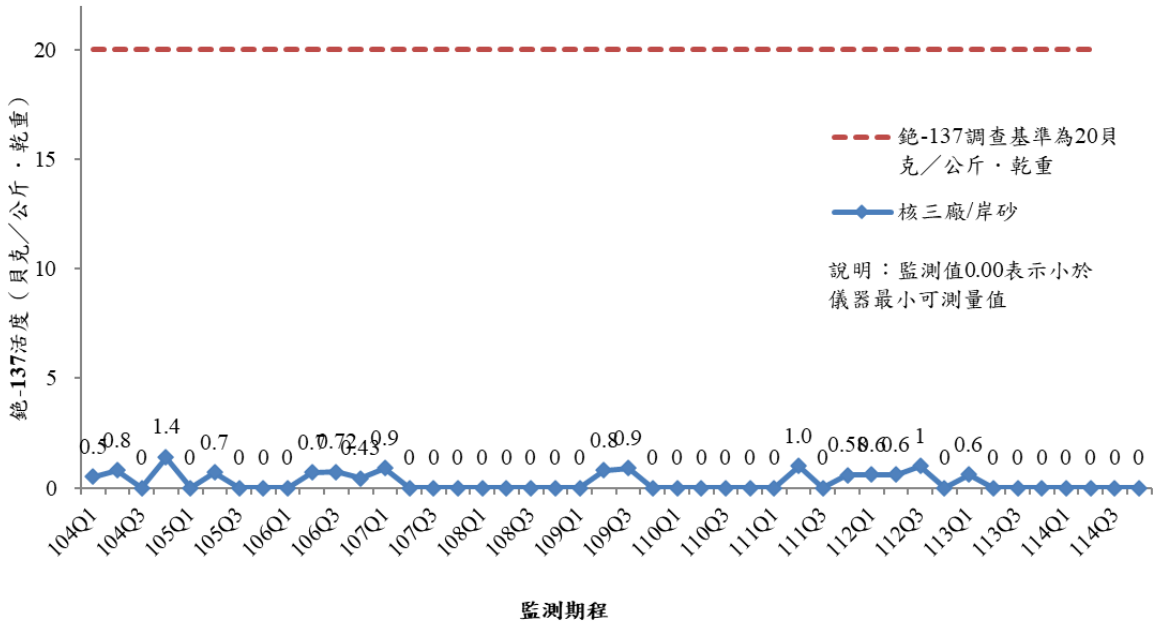


圖 11、核三廠海域之岸砂試樣中銫-137 活度歷年監測分析結果

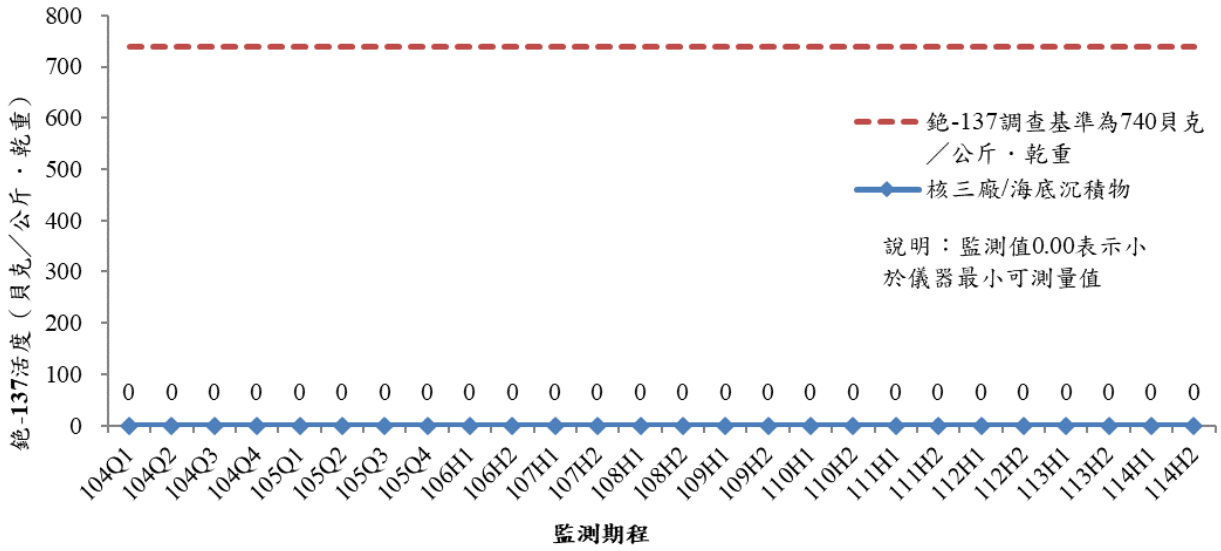


圖 12、核三廠海域之海底沉積物試樣中銫-137 活度歷年監測分析結果

說明：附錄C係依102年3月8日「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」，101年期末工作檢討會暨102年度新委辦工作開案會議紀錄：『(十一) 自102年起放射性物質之調查及核四廠海域調查監測等資料，分別由本公司放射試驗室及美商傑明公司提供。請兩個單位配合南、北核案研究團隊之作業時程盡早提供資料俾及時納入報告書初稿。』辦理。

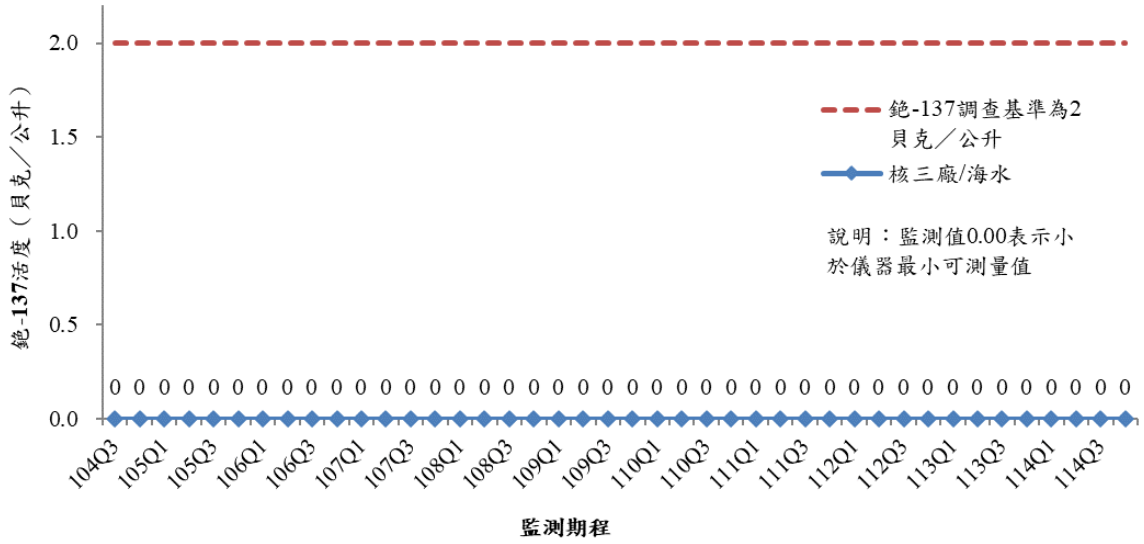


圖 13、核三廠海域之海水試樣中鈽-137 活度歷年監測分析結果

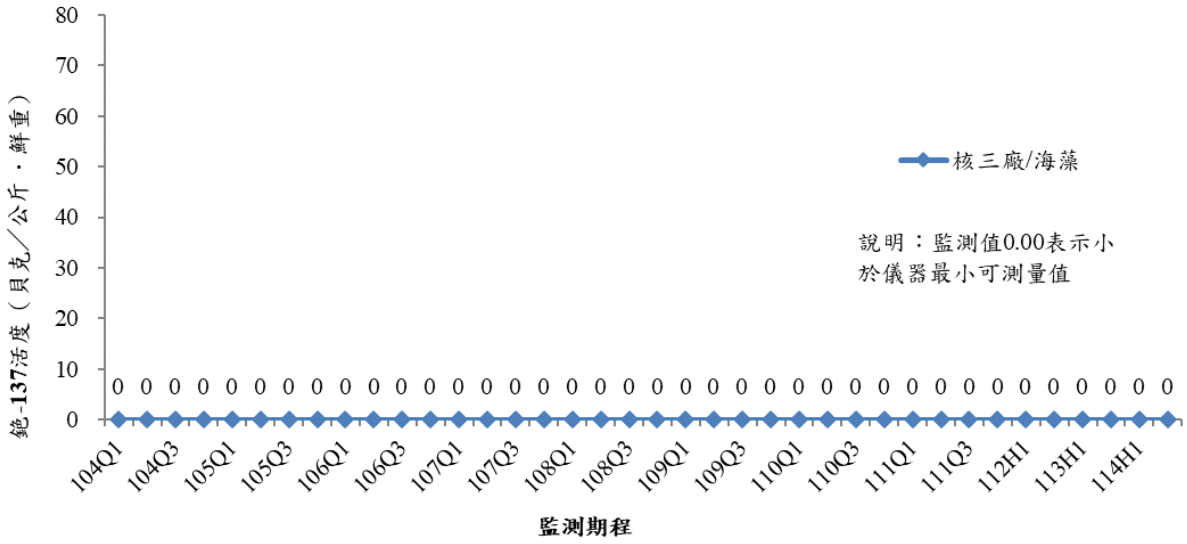


圖 14、核三廠海域之海藻試樣中鈽-137 活度歷年監測分析結果

說明：附錄C係依102年3月8日「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」，101年期末工作檢討會暨102年度新委辦工作開案會議紀錄：『(十一) 自102年起放射性物質之調查及核四廠海域調查監測等資料，分別由本公司放射試驗室及美商傑明公司提供。請兩個單位配合南、北核案研究團隊之作業時程盡早提供資料俾及時納入報告書初稿。』辦理。

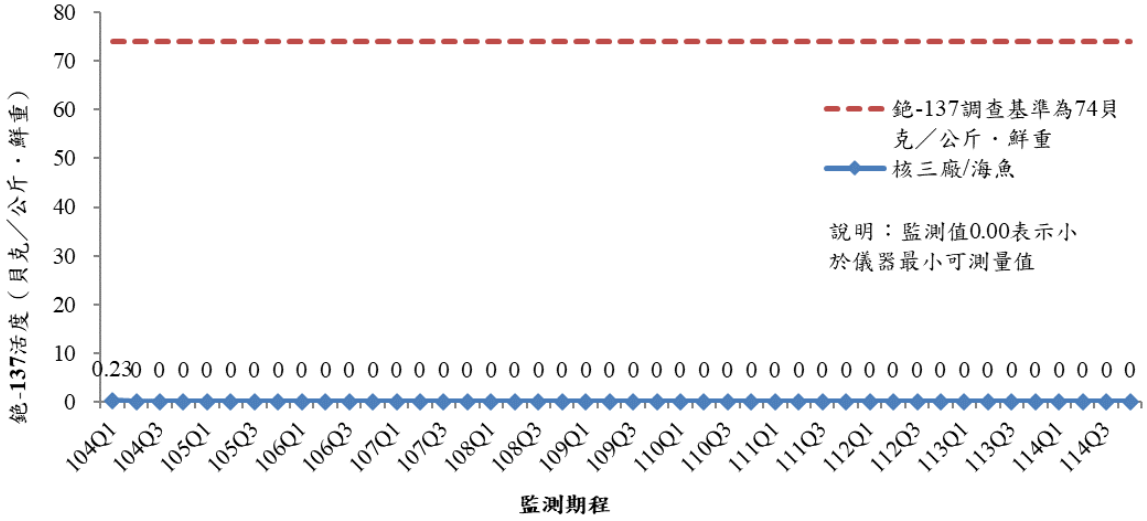


圖 15、核三廠海域之海魚試樣中銫-137 活度歷年監測分析結果

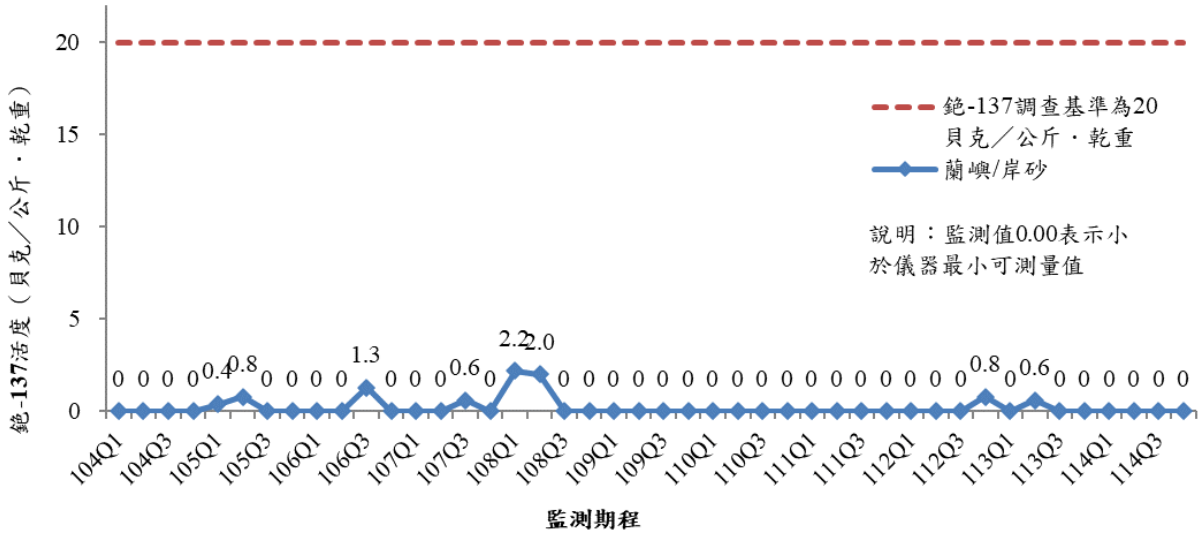


圖 16、低放貯存場海域之岸砂試樣中銫-137 活度歷年監測分析結果

說明：附錄C係依102年3月8日「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」，101年期末工作檢討會暨102年度新委辦工作開案會議紀錄：『(十一) 自102年起放射性物質之調查及核四廠海域調查監測等資料，分別由本公司放射試驗室及美商傑明公司提供。請兩個單位配合南、北核案研究團隊之作業時程盡早提供資料俾及時納入報告書初稿。』辦理。

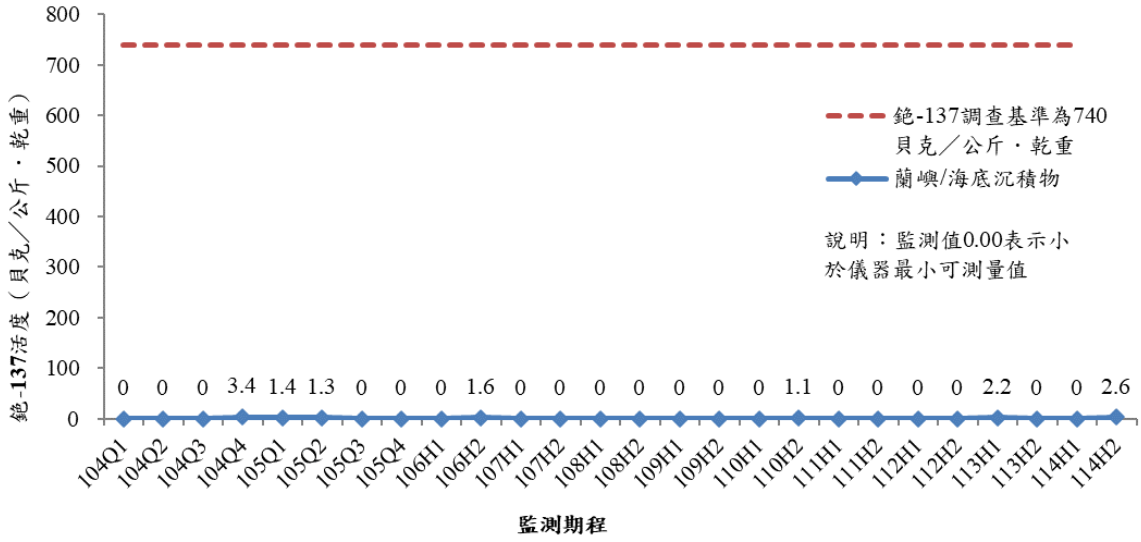
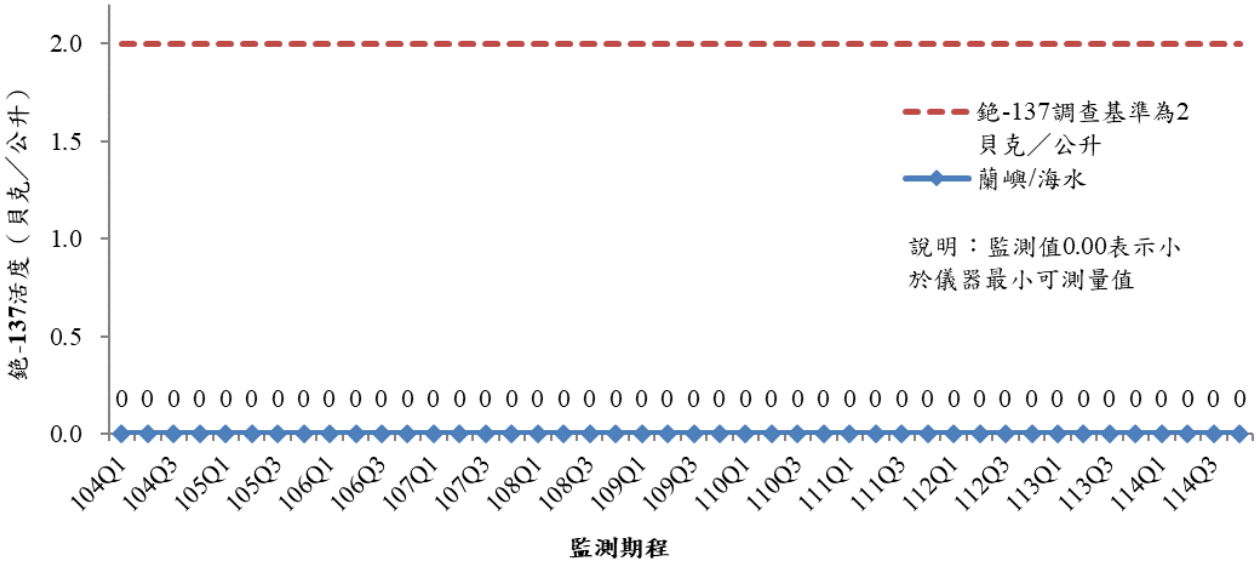


圖 17、低放貯存場海域之海底沉積物試樣中鈽-137 活度歷年監測分析結果


2.0
1.5
1.0
0.5
0.0
鈽-137活度（貝克／公升）
鈽-137調查基準為2
貝克／公升
蘭嶼/海水
說明：監測值0.00表示小
於儀器最小可測量值
0 0 0 0 0 0 0

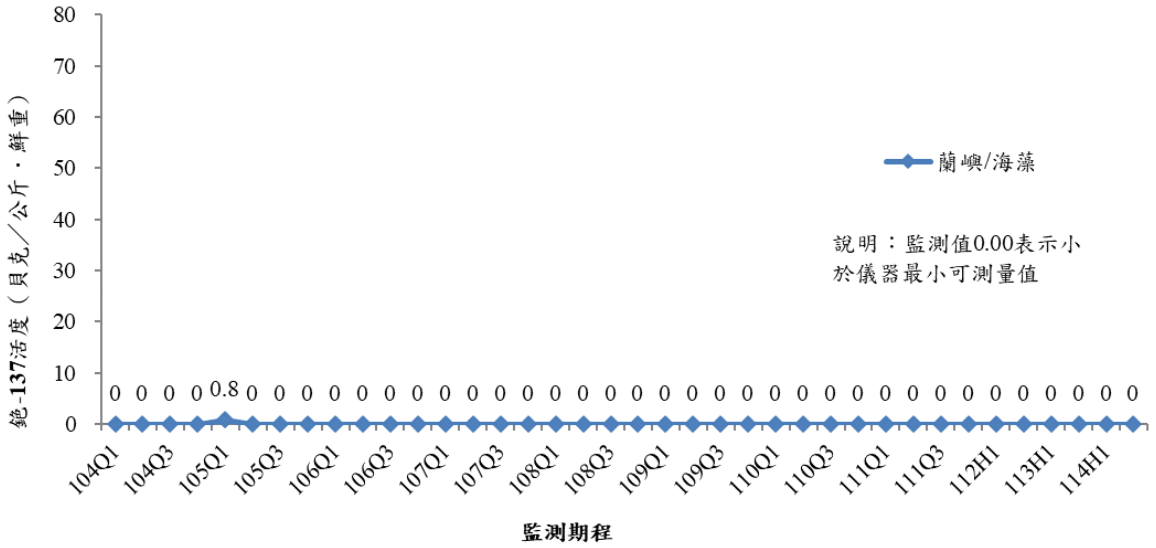


圖 19、低放貯存場海域之海藻試樣中銫-137 活度歷年監測分析結果

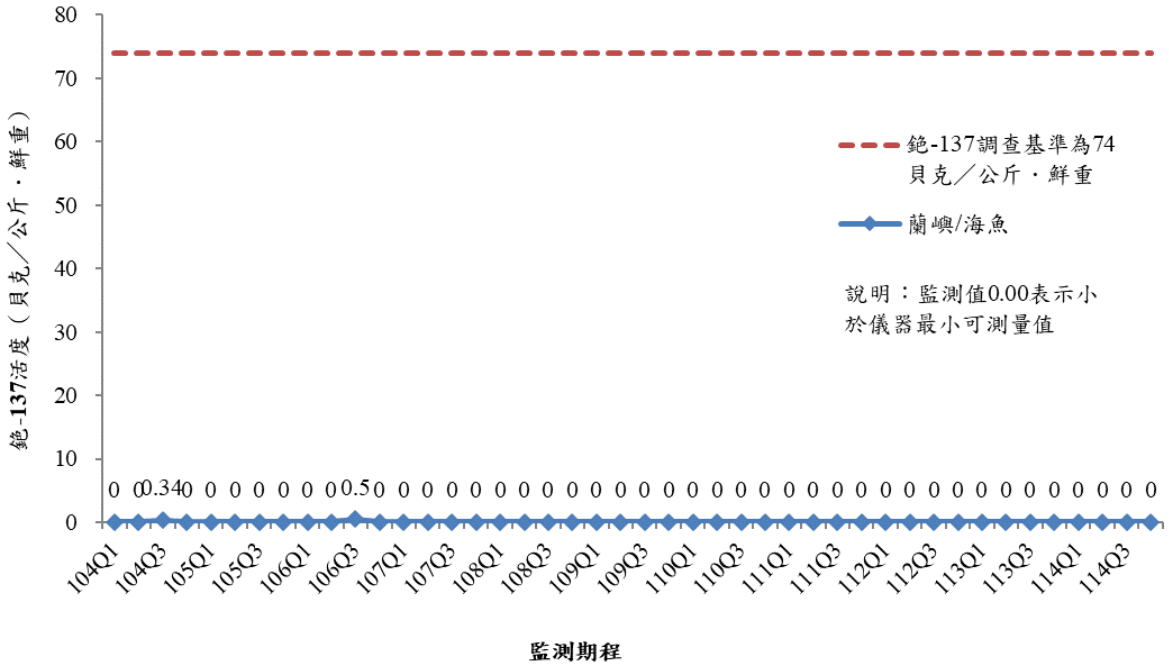


圖 20、低放貯存場海域之海魚試樣中銫-137 活度歷年監測分析結果

說明：附錄C係依102年3月8日「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」，101年期末工作檢討會暨102年度新委辦工作開案會議紀錄：『(十一) 自102年起放射性物質之調查及核四廠海域調查監測等資料，分別由本公司放射試驗室及美商傑明公司提供。請兩個單位配合南、北核案研究團隊之作業時程盡早提供資料俾及時納入報告書初稿。』辦理。

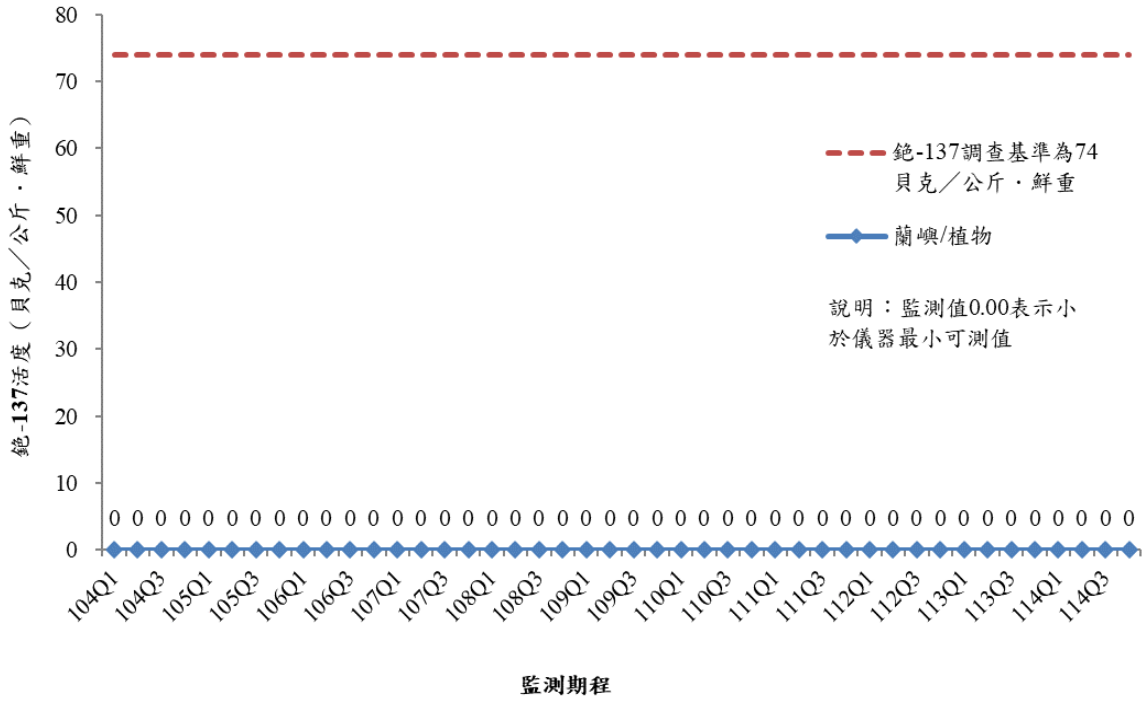


圖 21、低放貯存場海域之植物(草)試樣中銫-137 活度歷年監測分析結果

說明：附錄C係依102年3月8日「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」，101年期末工作檢討會暨102年度新委辦工作開案會議紀錄：『(十一) 自102年起放射性物質之調查及核四廠海域調查監測等資料，分別由本公司放射試驗室及美商傑明公司提供。請兩個單位配合南、北核案研究團隊之作業時程盡早提供資料俾及時納入報告書初稿。』辦理。

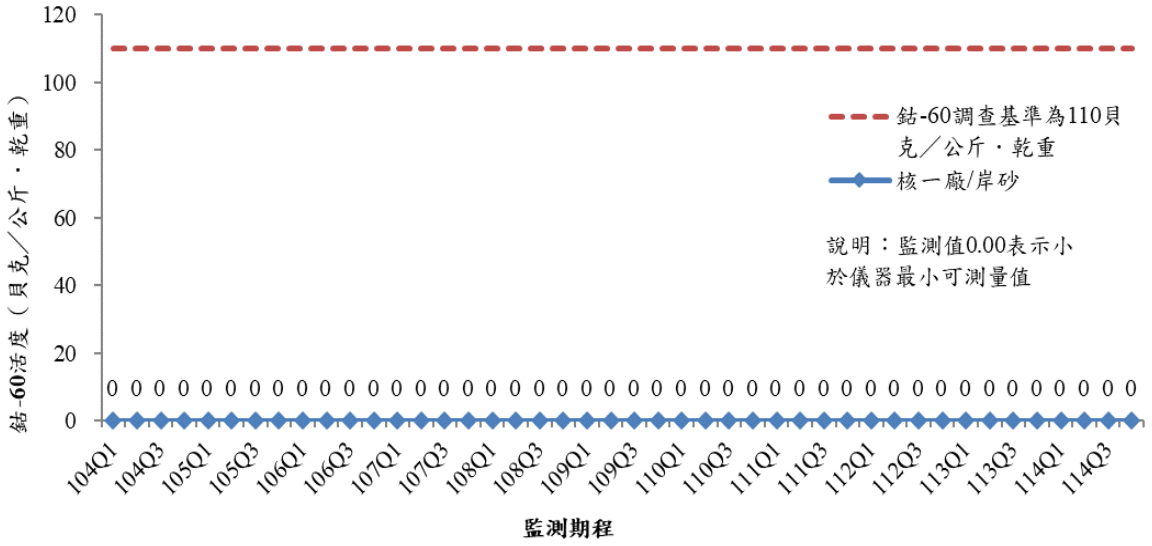


圖 22、核一廠海域之岸砂試樣中鈷-60 活度歷年監測分析結果

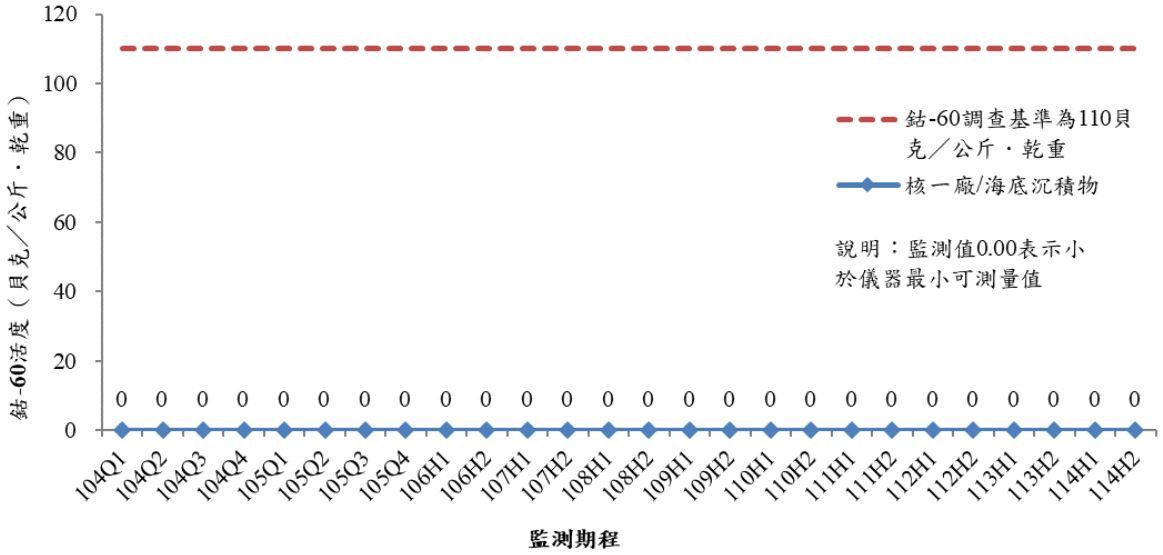


圖 23、核一廠海域之海底沉積物試樣中鈷-60 活度歷年監測分析結果

說明：附錄C係依102年3月8日「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」，101年期末工作檢討會暨102年度新委辦工作開案會議紀錄：『(十一) 自102年起放射性物質之調查及核四廠海域調查監測等資料，分別由本公司放射試驗室及美商傑明公司提供。請兩個單位配合南、北核案研究團隊之作業時程盡早提供資料俾及時納入報告書初稿。』辦理。

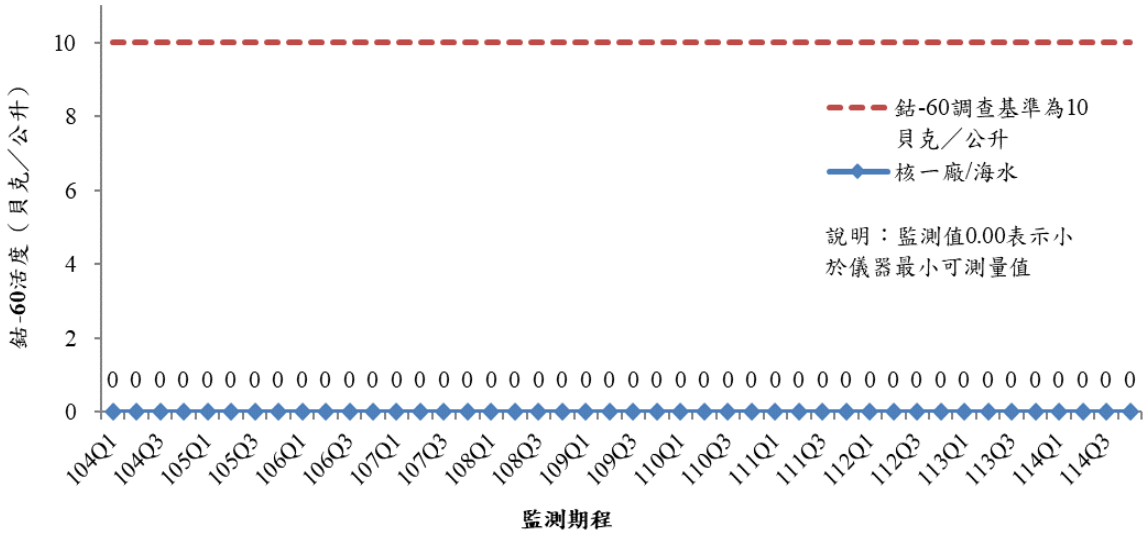


圖 24、核一廠海域之海水試樣中鈷-60 活度歷年監測分析結果

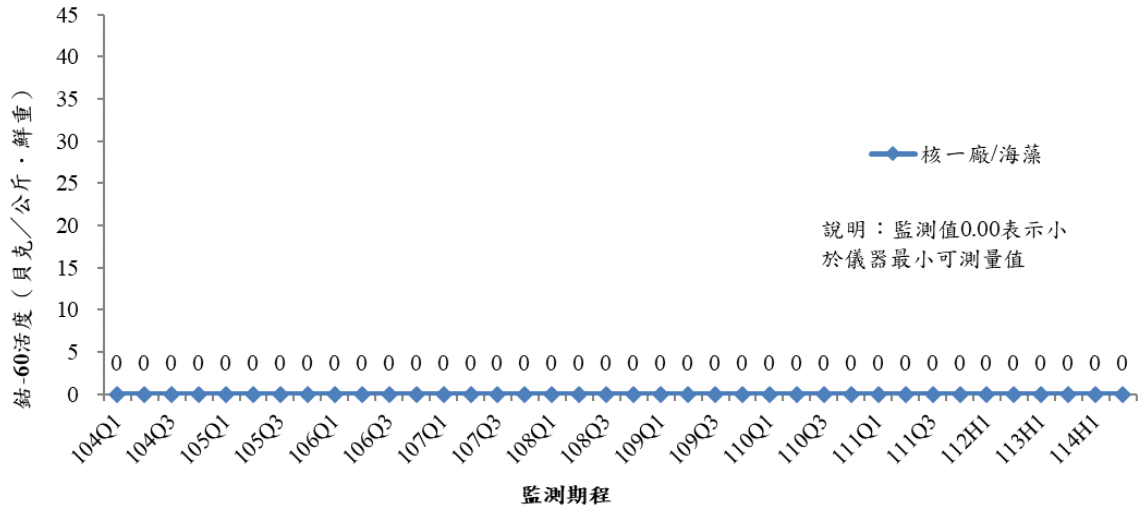


圖 25、核一廠海域之海藻試樣中鈷-60 活度歷年監測分析結果

說明：附錄C係依102年3月8日「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」，101年期末工作檢討會暨102年度新委辦工作開案會議紀錄：『(十一) 自102年起放射性物質之調查及核四廠海域調查監測等資料，分別由本公司放射試驗室及美商傑明公司提供。請兩個單位配合南、北核案研究團隊之作業時程盡早提供資料俾及時納入報告書初稿。』辦理。

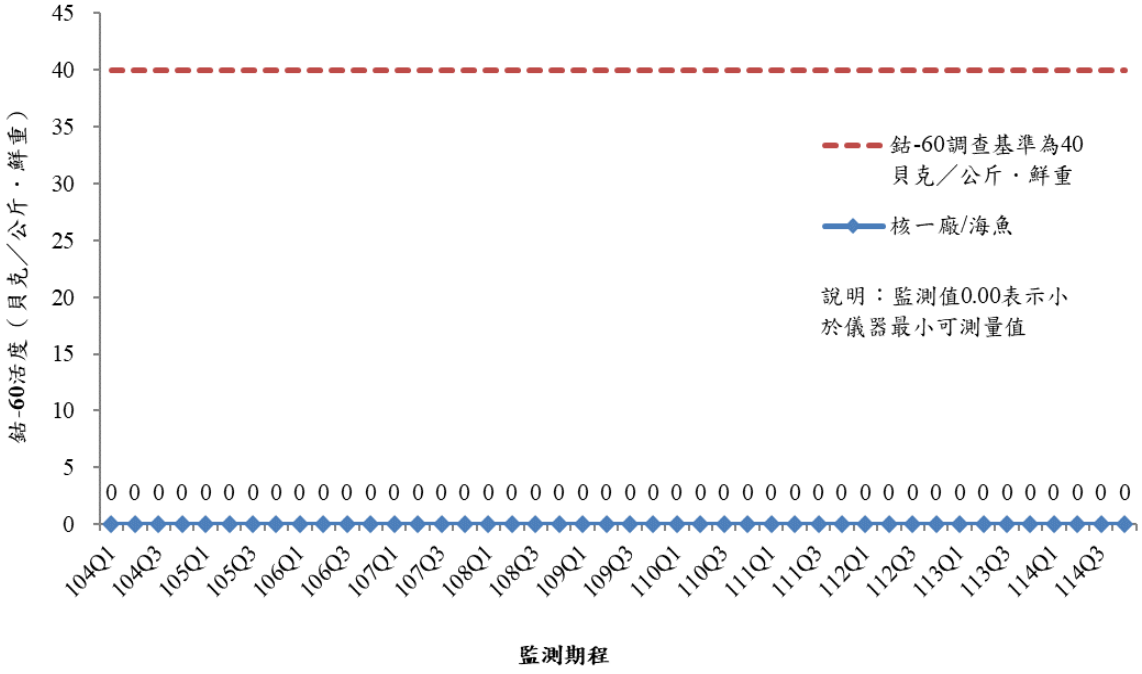


圖 26、核一廠海域之海魚試樣中鈷-60 活度歷年監測分析結果

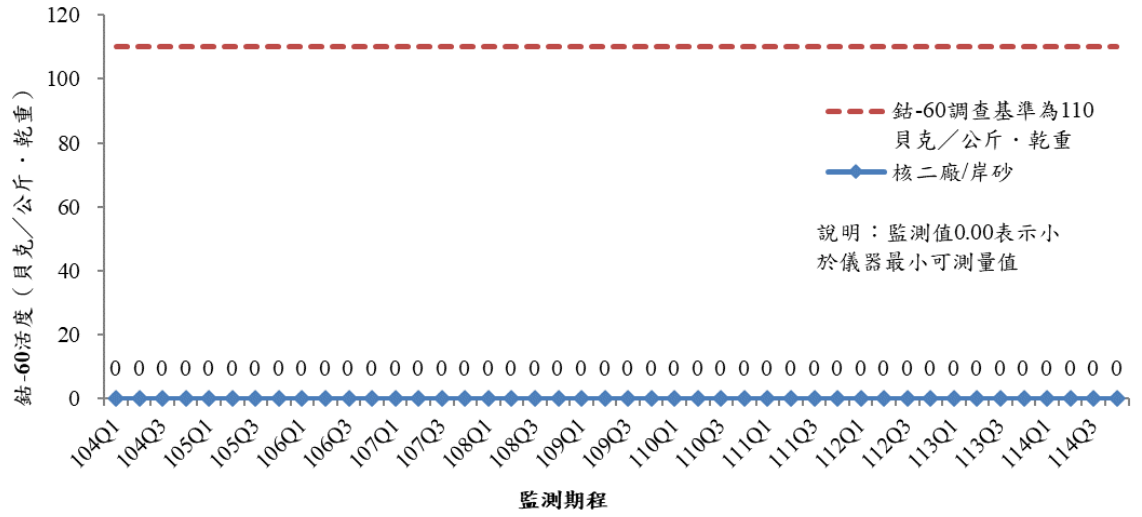


圖 27、核二廠海域之岸砂試樣中鈷-60 活度歷年監測分析結果

說明：附錄C係依102年3月8日「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」，101年期末工作檢討會暨102年度新委辦工作開案會議紀錄：『(十一) 自102年起放射性物質之調查及核四廠海域調查監測等資料，分別由本公司放射試驗室及美商傑明公司提供。請兩個單位配合南、北核案研究團隊之作業時程盡早提供資料俾及時納入報告書初稿。』辦理。

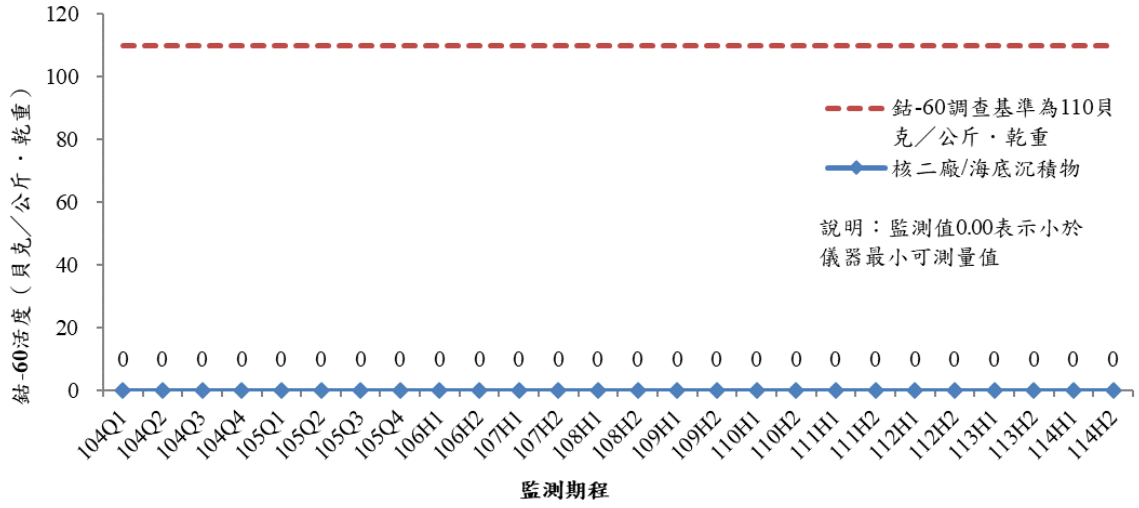


圖 28、核二廠海域之海底沉積物試樣中鈷-60 活度歷年監測分析結果

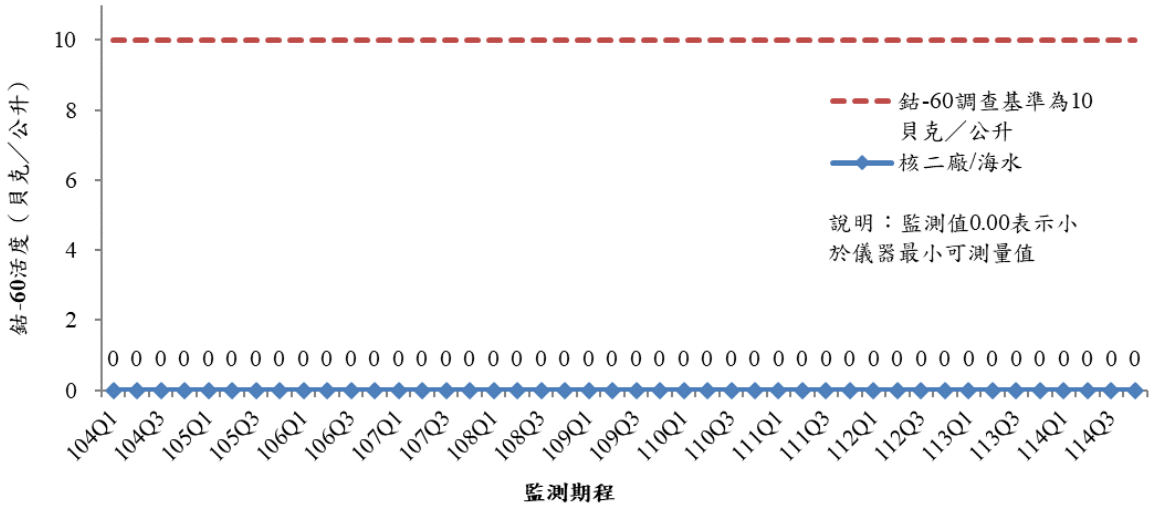


圖 29、核二廠海域之海水試樣中鈷-60 活度歷年監測分析結果

說明：附錄C係依102年3月8日「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」，101年期末工作檢討會暨102年度新委辦工作開案會議紀錄：『(十一) 自102年起放射性物質之調查及核四廠海域調查監測等資料，分別由本公司放射試驗室及美商傑明公司提供。請兩個單位配合南、北核案研究團隊之作業時程盡早提供資料俾及時納入報告書初稿。』辦理。

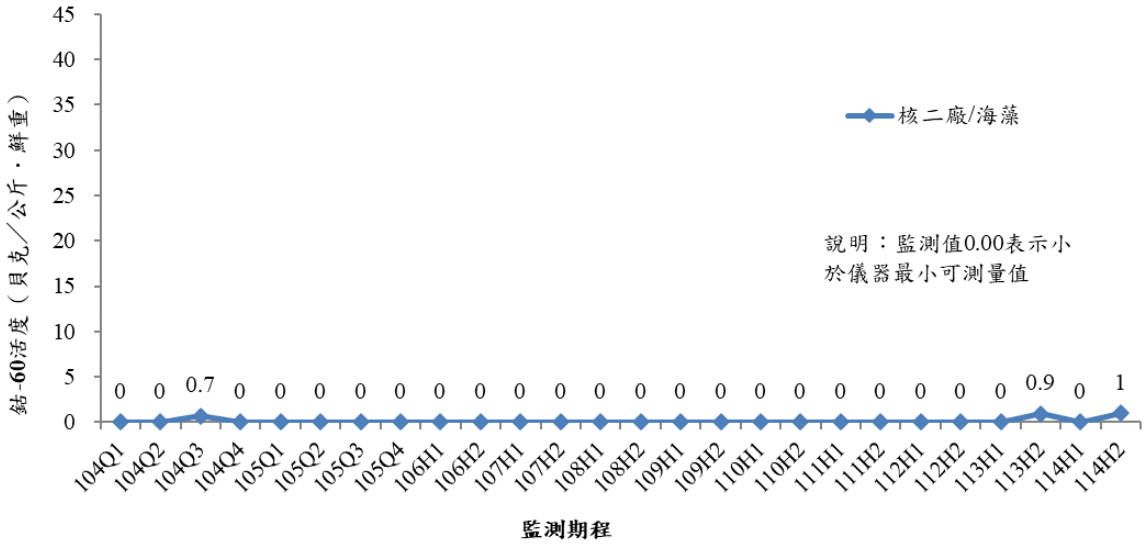


圖 30、核二廠海域之海藻試樣中鈷-60 活度歷年監測分析結果

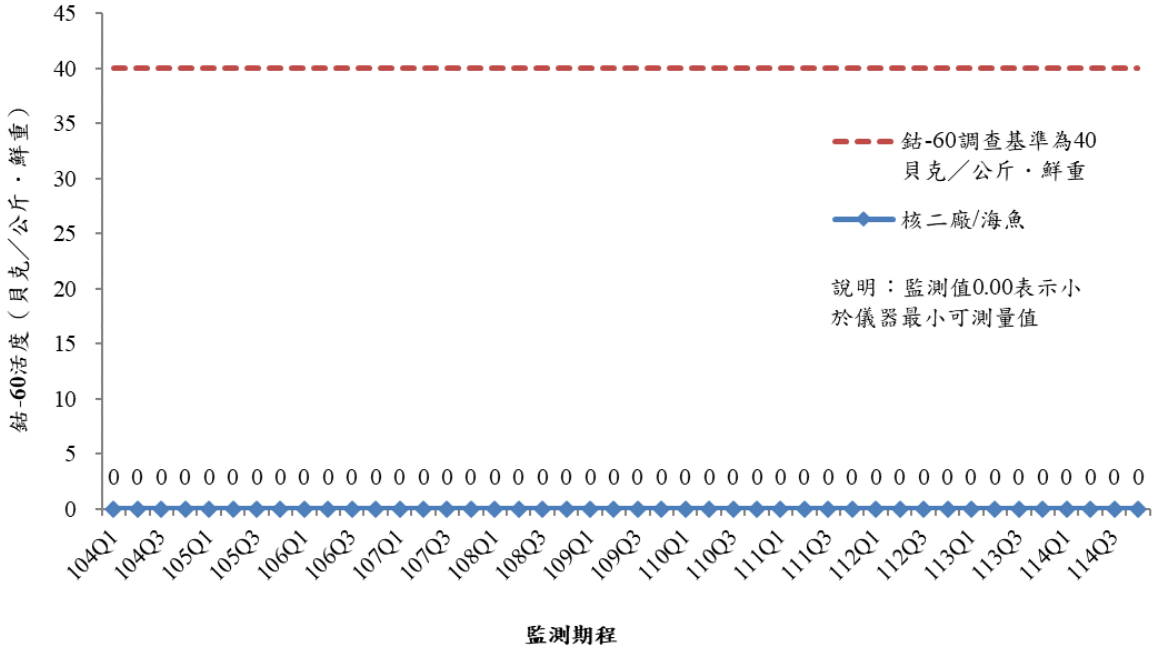


圖 31、核二廠海域之海魚試樣中鈷-60 活度歷年監測分析結果

說明：附錄C係依102年3月8日「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」，101年期末工作檢討會暨102年度新委辦工作開案會議紀錄：『(十一) 自102年起放射性物質之調查及核四廠海域調查監測等資料，分別由本公司放射試驗室及美商傑明公司提供。請兩個單位配合南、北核案研究團隊之作業時程盡早提供資料俾及時納入報告書初稿。』辦理。

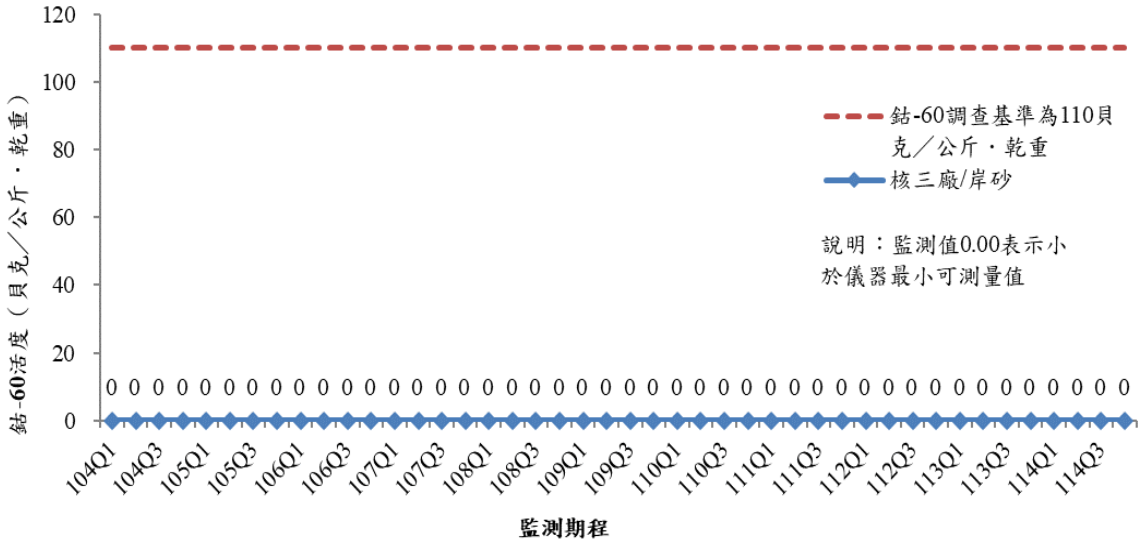


圖 32、核三廠海域之岸砂試樣中鈷-60 活度歷年監測分析結果

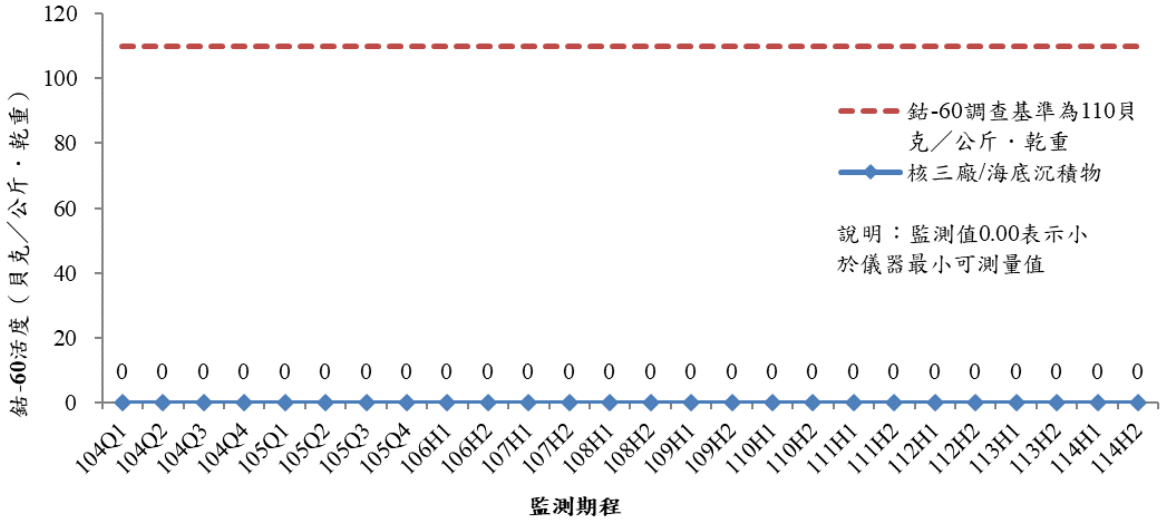


圖 33、核三廠海域之海底沉積物試樣中鈷-60 活度歷年監測分析結果

說明：附錄C係依102年3月8日「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」，101年期末工作檢討會暨102年度新委辦工作開案會議紀錄：『(十一) 自102年起放射性物質之調查及核四廠海域調查監測等資料，分別由本公司放射試驗室及美商傑明公司提供。請兩個單位配合南、北核案研究團隊之作業時程盡早提供資料俾及時納入報告書初稿。』辦理。

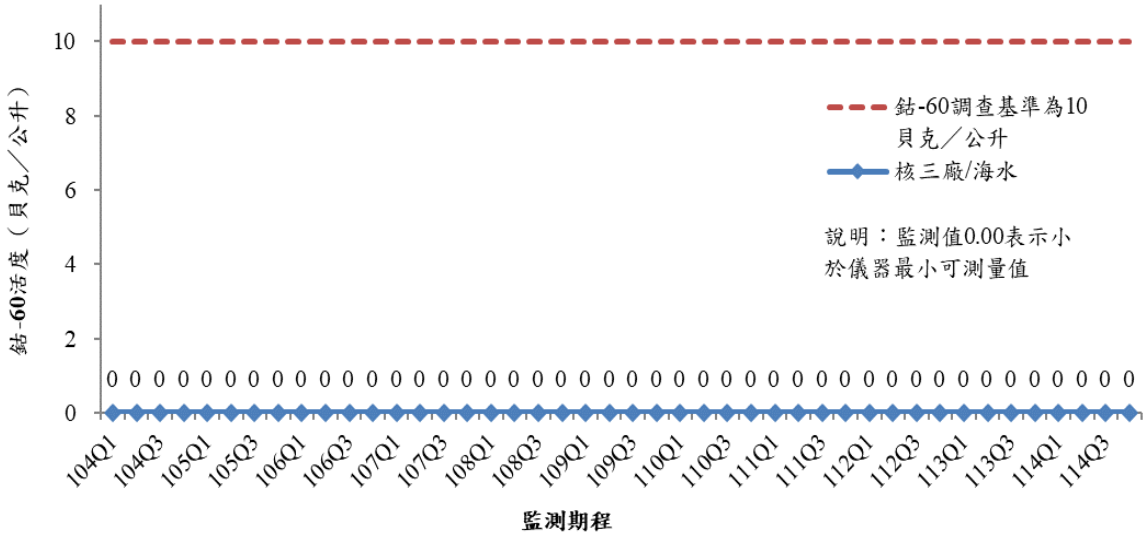


圖 34、核三廠海域之海水試樣中鈷-60 活度歷年監測分析結果

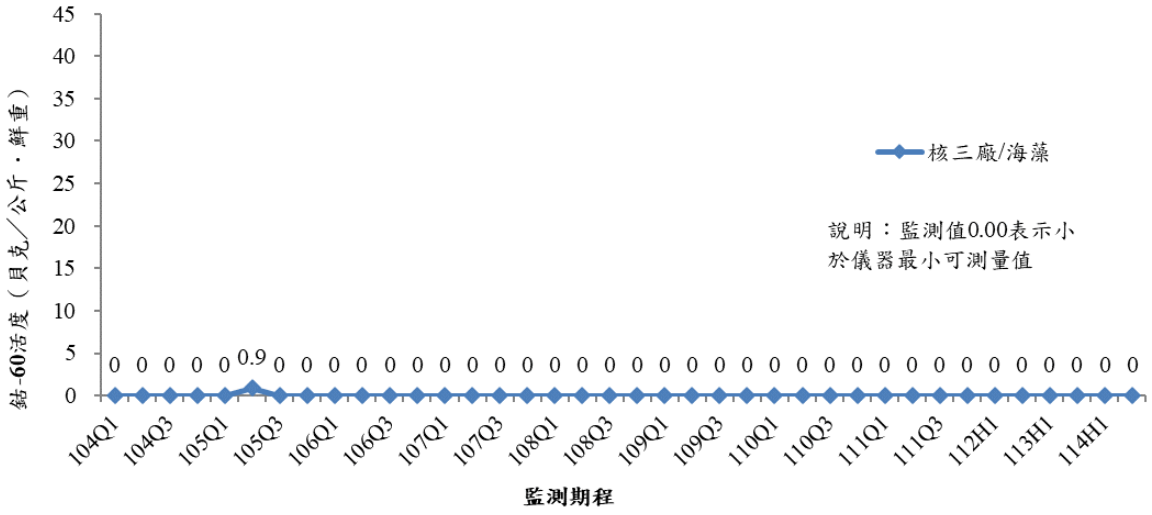
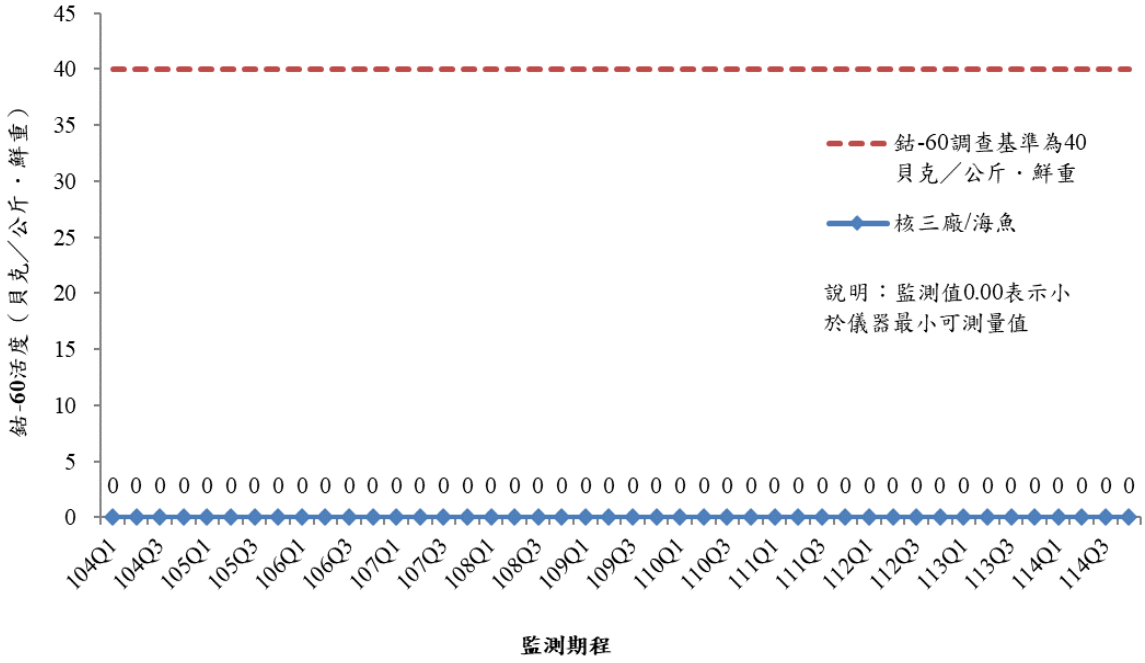


圖 35、核三廠海域之海藻試樣中鈷-60 活度歷年監測分析結果

說明：附錄C係依102年3月8日「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」，101年期末工作檢討會暨102年度新委辦工作開案會議紀錄：『(十一) 自102年起放射性物質之調查及核四廠海域調查監測等資料，分別由本公司放射試驗室及美商傑明公司提供。請兩個單位配合南、北核案研究團隊之作業時程盡早提供資料俾及時納入報告書初稿。』辦理。


45
40
35
30
25
20
15
10
5
0
鈷-60活度（貝克／公斤・鮮重）
鈷-60調查基準為40
貝克／公斤・鮮重
核三廠/海魚
說明：監測值0.00表示小
於儀器最小可測量值
0 0 0

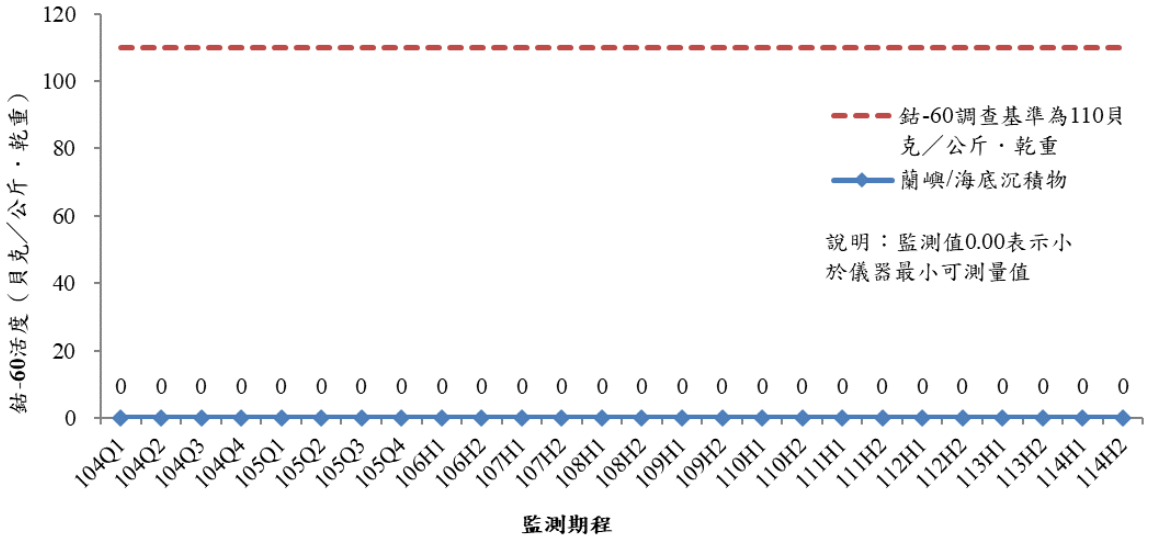


圖 38、低放貯存場海域之海底沉積物試樣中鈷-60 活度歷年監測分析結果

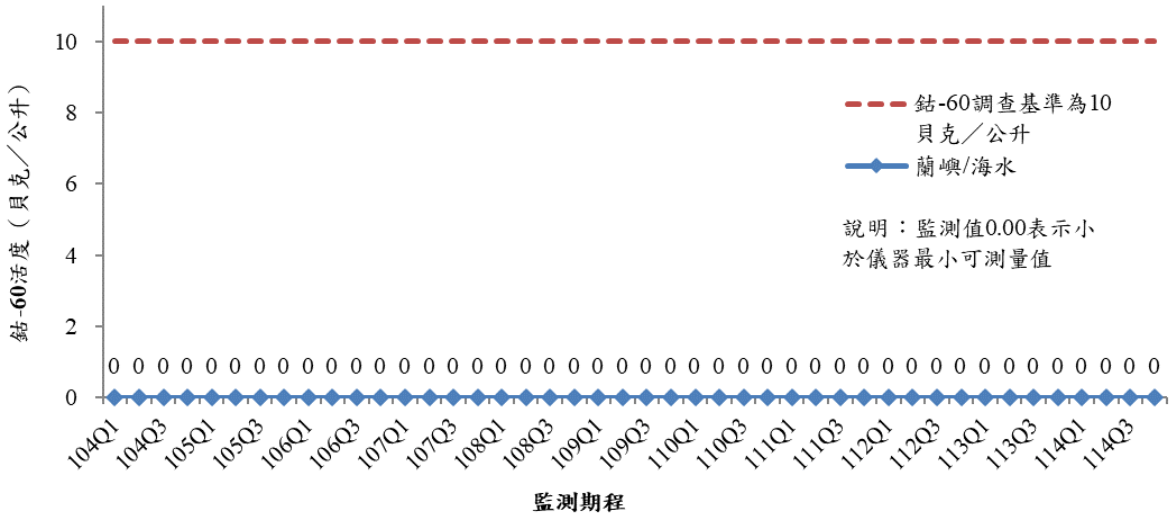


圖 39、低放貯存場海域之海水試樣中鈷-60 活度歷年監測分析結果

說明：附錄C係依102年3月8日「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」，101年期末工作檢討會暨102年度新委辦工作開案會議紀錄：『(十一) 自102年起放射性物質之調查及核四廠海域調查監測等資料，分別由本公司放射試驗室及美商傑明公司提供。請兩個單位配合南、北核案研究團隊之作業時程盡早提供資料俾及時納入報告書初稿。』辦理。

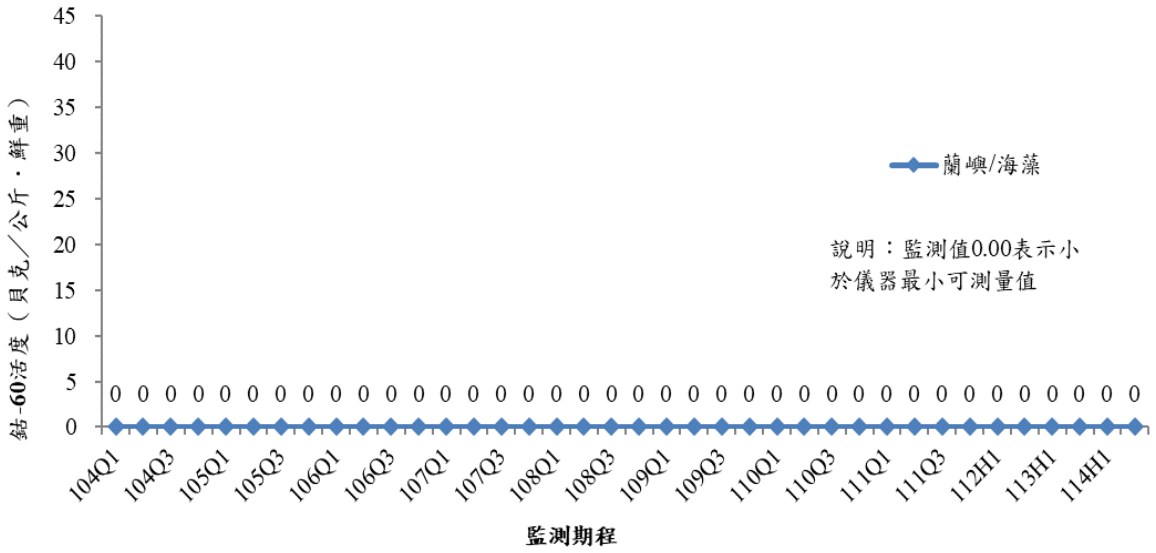


圖 40、低放貯存場海域之海藻試樣中鈷-60 活度歷年監測分析結果

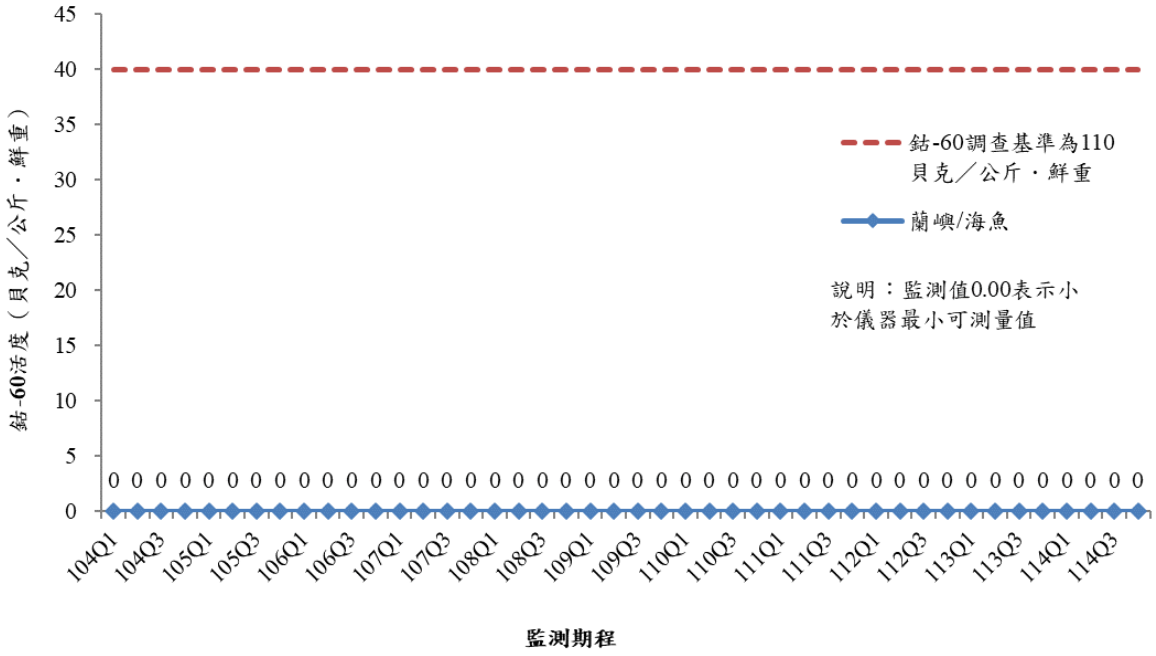


圖 41、低放貯存場海域之海魚試樣中鈷-60 活度歷年監測分析結果

說明：附錄C係依102年3月8日「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」，101年期末工作檢討會暨102年度新委辦工作開案會議紀錄：『(十一) 自102年起放射性物質之調查及核四廠海域調查監測等資料，分別由本公司放射試驗室及美商傑明公司提供。請兩個單位配合南、北核案研究團隊之作業時程盡早提供資料俾及時納入報告書初稿。』辦理。

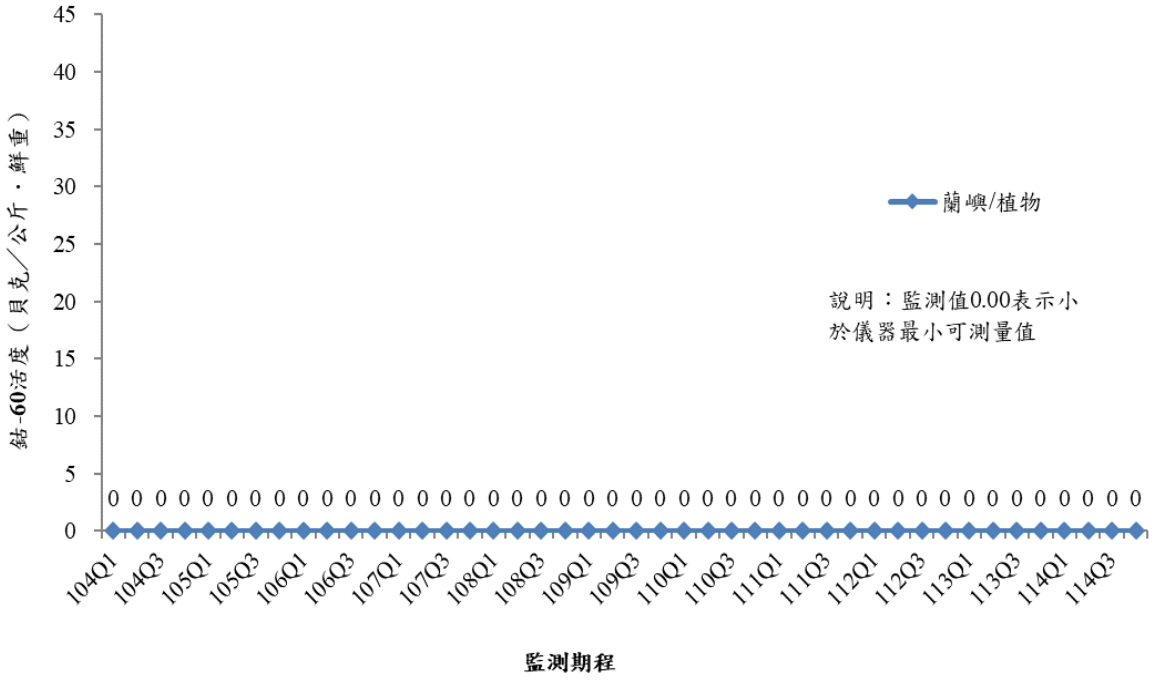


圖 42、低放貯存場海域之植物(草)試樣中鈷-60 活度歷年監測分析結果

說明：附錄C係依102年3月8日「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」，101年期末工作檢討會暨102年度新委辦工作開案會議紀錄：『(十一) 自102年起放射性物質之調查及核四廠海域調查監測等資料，分別由本公司放射試驗室及美商傑明公司提供。請兩個單位配合南、北核案研究團隊之作業時程盡早提供資料俾及時納入報告書初稿。』辦理。