中華民國 精彩一百
創新經濟 樂活台灣

第三核能發電廠及蘭嶼貯存場附近海域之生態調查

契約編號：TPC－061－100－02303

100 年度期末報告
定稿

委託單位：臺灣電力股份有限公司

執行單位：國立中山大學

中華民國 101 年 3 月

中文摘要（簡要版）

一、中文計畫名稱：第三核能發電廠及蘭嶼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 nuclearpower plant in South Taiwan and the Lanyu Repository

三、契約編號：T-061-100-02303

四、契約期間：100 年 01 月 01 日至 101 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：詹森副教授、陳孟仙教授、劉莉蓮教授、黃榮富教授、扈治安研究員

八、本次報告書名稱：100年度期末報告定稿

九、本次報告書完成日期：中華民國101年3月

十、使用語言：中文

十一、中文摘要關鍵詞：核三廠、蘭嶼貯存場、海域生態

十二、英文摘要關鍵詞：The Third Nuclear Power Plant, The Radwaste Repository Site, Ecology of coastal area

十三、中文摘要：詳內文

印製年月：中華民國 101 年 3 月 印製

計畫分工一覽

計 畫 名 稱 ：第三核能發電廠及蘭嶼貯存場
附近海域之生態調查

計 畫 主 持 人 ：陳鎮東教授
國立中山大學海洋地質及化學研究所

協同主持人：

(一) 海潮流： 詹森副教授
國立臺灣大學海洋研究所

(二) 水文水質： 陳鎮東教授
國立中山大學海洋地質及化學研究所

(三) 植物性及動物性浮游生物調查： 陳孟仙教授
國立中山大學海洋生物科技暨資源學系

(四) 底棲動物調查： 劉莉蓮教授
國立中山大學海洋生物研究所

(五) 魚類與漁業經濟調查： 黃榮富教授
國立高雄海洋科技大學水產養殖系

(六) 放射性物質調查： 扈治安研究員
中央研究院地球科學研究所

(七) 網站架構與綜合討論 陳鎮東教授
國立中山大學海洋地質及化學研究所

致　謝

本項調查承臺灣電力股份有限公司經費資助，臺灣電力股份有限公司第三核能發電廠、蘭嶼貯存場於採樣時提供協助。

行政院原子能委員會、行政院環境保護署，臺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。

目　錄

第三核能發電廠及蘭嶼貯存場附近海域之生態調查

甲、工作背景

壹. 緣起---------- I

貳. 辦理內容及方式---------- I

參. 成效---------- II

肆. 摘要---------- XI

乙、工作報告

表目錄---------- A-1

圖目錄---------- B-1

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---------- 1-5
四、調查研究結果---------- 1-8
五、結論---------- 1-21
六、附表與附圖---------- 1-23

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---------- 2-4
三、研究方法與進度說明---------- 2-11
四、目前研究成果---------- 2-18
五、結論---------- 2-28
六、附表與附圖---------- 2-28

(**貳**-乙)、蘭嶼貯存場附近海域之水文及水質化學

一、計畫目的與緣起---------- 2-62
二、文獻回顧---------- 2-62
三、研究方法與進度說明---------- 2-63
四、目前研究成果---------- 2-63
五、結論---------- 2-69
六、附表與附圖---------- 2-69

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
四、目前研究成果---------- 3-4
五、結論---------- 3-16
六、附表與附圖---------- 3-17
肆、底棲動物
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---------- 4-5
五、討論---------- 4-16
六、附表與附圖---------- 4-18
伍、魚類與漁業經濟調查
一、計畫目的與緣起---------- 5-1
二、文獻回顧---------- 5-2
三、研究方法與進度說明---------- 5-3
四、目前調查研究成果---------- 5-7
五、結論---------- 5-21
六、附表與附圖---------- 5-23
陸、放射性物質調查
一、計畫目的與緣起---------- 6-1
二、研究方法---------- 6-2
三、調查研究結果與討論---------- 6-5
四、本期重點發現---------- 6-7
五、附表與附圖---------- 6-7
柒、網站架構與綜合討論
一、計畫目的與緣起---------- 7-1
二、文獻回顧---------- 7-1
三、研究方法與進度說明---------- 7-2
四、目前研究成果---------- 7-2
五、結論---------- 7-27
六、附表與附圖---------- 7-28
捌、參考資料 ---------- 8-1
附錄1：「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」100年期中工作檢討會之回覆意見對照表---------- 附錄1
附錄2：「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」100年期末工作檢討會之回覆意見對照表---------- 附錄2

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---------- 1-70

圖 1-2　民國 100 年 2 月 23 日漂流浮標暨溫度追蹤調查結果---------- 1-71

圖 1-3　民國 100 年 5 月 14 日漂流浮標暨溫度追蹤調查結果---------- 1-71

圖 1-4　民國 100 年 8 月 9 日漂流浮標暨溫度追蹤調查結果---------- 1-72

圖 1-5　民國 100 年 11 月 19 日漂流浮標暨溫度追蹤調查結果---------- 1-72

圖 1-6　民國 99 年 12 月 14 日～100 年 12 月 15 日定點海流觀測結果---------- 1-73

圖 1-7　民國 99 年 12 月 14 日～100 年 12 月 15 日定點海流低通過濾結果-------- 1-77

圖 1-8　民國 99 年 12 月 14 日～100 年 12 月 15 日定點海流調查玫瑰圖---------- 1-81

圖 1-9　民國 99 年 12 月 14 日～100 年 12 月 15 日定點海流調查流速流向散佈圖 1-85

圖 1-10　民國 99 年 12 月 14 日～100 年 12 月 15 日定點海流調查流速向量進行圖 1-89

圖 1-11　民國 99 年 12 月 14 日～100 年 12 月 15 日定點海流調查分潮潮流橢圓圖 1-93

圖 1-12　第三核能發電廠附近海域民國 100 年 CTD 調查深溫鹽分布---------- 1-97

圖 1-13　第三核能發電廠附近海域民國 100 年出水口附近溫鹽剖面圖---------- 1-101

圖 1-14　第三核能發電廠附近海域民國 100 年 2 月 24 日水溫與鹽度分佈--------- 1-103

圖 1-15　第三核能發電廠附近海域民國 100 年 5 月 14 日水溫與鹽度分佈--------- 1-104

圖 1-16　第三核能發電廠附近海域民國 100 年 8 月 10 日水溫與鹽度分佈--------- 1-105

圖 1-17　第三核能發電廠附近海域民國 100 年 11 月 19 日水溫與鹽度分佈-------- 1-107

圖 1-18　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)---------- 1-109

圖 1-19　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---------- 1-109

圖2-1　放射性物質進入人體的途徑---------- 2-36

圖2-2　研究區域暨採樣位置圖---------- 2-36

圖2-3　100年第1季~100年第4季第三核能發電廠附近海域溫度等值圖---------- 2-37

圖2-4　100年第1季~100年第4季第三核能發電廠附近海域鹽度等值圖---------- 2-39

圖2-5　100年第1季~第4季第三核能發電廠附近海域溫度隨深度之變化圖------- 2-41

圖2-6　長時間溫度記錄與預報潮高記錄圖---------- 2-43

圖2-7　95年至100年共24次調查之溫鹽圖---------- 2-47

圖2-8　100年第1季~100年第4季第三核能發電廠附近海域pH等值圖---------- 2-48

圖2-9　100年第1季~100年第4季第三核能發電廠附近海域溶氧飽和度(%)等值圖---------- 2-50

圖2-10　100年第1季~100年第4季第三核能發電廠附近海域硝酸鹽等值圖--------- 2-52

圖2-11　83年~100年11月22-0m、24-0m及溫排水道硝酸鹽年度變化圖---------- 2-54

圖2-12　100年第1季~100年第4季第三核能發電廠附近海域磷酸鹽等值圖--------- 2-55

圖2-13　89年至100年共48次調查之N/P比值圖---------- 2-57

圖2-14　100年第1季~100年第4季第三核能發電廠附近海域矽酸鹽等值圖--------- 2-58

圖2-15　100年第1季~100年第4季第三核能發電廠附近海域葉綠素甲等值圖----- 2-60

圖2-16　研究區域暨採樣點位置圖---------- 2-79

圖2-17　海研一號CHIPS-1 航次地轉流(cm/s)分佈斷面圖---------- 2-79

圖2-18　海研一號257 航次地轉流(cm/s)分佈斷面圖---------- 2-80

圖2-19　海研一號287 航次地轉流(cm/s)分佈斷面圖---------- 2-80

圖2-20　海研一號316 航次地轉流(cm/s)分佈斷面圖---------- 2-81

圖2-21　蘭嶼貯存場附近海域72年7月~100年11月硝酸鹽及磷酸鹽分別對鹽度作圖---------- 2-82

圖2-22　蘭嶼貯存場附近海域72年7月~100年11月矽酸鹽對鹽度作圖---------- 2-83

圖2-23　蘭嶼貯存場附近海域72年7月~100年11月N/P比值圖---------- 2-84

圖2-24　蘭嶼貯存場附近海域72年7月~100年11月溫度之變化圖---------- 2-85

圖2-25　蘭嶼貯存場附近海域72年7月~100年11月各測站溫度平均值與sin曲線變化圖---------- 2-86

圖2-26　蘭嶼貯存場附近海域72年7月~100年11月鹽度之變化圖---------- 2-87

圖2-27　蘭嶼貯存場附近海域72年7月~100年11月pH之變化圖---------- 2-87

圖2-28　蘭嶼貯存場附近海域72年7月~100年11月溶氧量之變化圖---------- 2-88

圖2-29　蘭嶼貯存場附近海域72年7月~100年11月溶氧飽和度之變化圖---------- 2-88

圖2-30　蘭嶼貯存場附近海域72年7月~100年11月硝酸鹽之變化圖---------- 2-89

圖2-31　蘭嶼貯存場附近海域72年7月~100年11月亞硝酸鹽之變化圖---------- 2-89

圖2-32　蘭嶼貯存場附近海域72年7月~100年11月磷酸鹽之變化圖---------- 2-90

圖2-33　蘭嶼貯存場附近海域72年7月~100年11月矽酸鹽之變化圖---------- 2-90

圖2-34　蘭嶼貯存場附近海域6測站表水溫度在各月份的平均值(72年至今)及與WOCE測站比較---------- 2-91

圖2-35　蘭嶼貯存場附近海域6測站表水鹽度在各月份的平均值(72年至今)及與WOCE測站比較---------- 2-91

圖2-36　蘭嶼貯存場附近海域6測站表水pH在各月份的平均值(72年至今)及與WOCE測站比較---------- 2-92

圖 3-1　第三核能電廠附近海域監測站之位置圖---------- 3-37

圖 3-2　民國 100 年 2 月 24 日第三核能發電廠附近海域監測站表層動物性浮游生物之豐度及生物量---------- 3-38

圖 3-3　民國 100 年 2 月 24 日第三核能發電廠附近海域監測站垂直動物性浮游生物之豐度及生物量---------- 3-39

圖 3-4　民國 100 年 5 月 13 日第三核能發電廠附近海域監測站表層動物性浮游生物之豐度及生物量---------- 3-40

圖 3-5　民國 100 年 5 月 13 日第三核能發電廠附近海域監測站垂直動物性浮游生物之豐度及生物量---------- 3-41

圖 3-6　民國 100 年 8 月 10 日第三核能發電廠附近海域監測站表層動物性浮游生物之豐度及生物量---------- 3-42

圖 3-7　民國 100 年 8 月 10 日第三核能發電廠附近海域監測站垂直動物性浮游生物之豐度及生物量---------- 3-43

圖 3-8　民國 100 年 11 月 19 日第三核能發電廠附近海域監測站表層動物性浮游生物之豐度及生物量---------- 3-44

圖 3-9　民國 100 年 11 月 19 日第三核能發電廠附近海域監測站垂直動物性浮游生物之豐度及生物量---------- 3-45

圖 3-10　民國 100 年 2 月 24 日至 11 月 19 日第三核能發電廠附近海域各測站中動物性浮游生物之豐度變化---------- 3-46

圖 3-11　民國 100 年 2 月 24 日至 11 月 19 日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---------- 3-47

圖 3-12　民國 100 年 2 月 24 日第三核能發電廠附近海域各測站中動物性浮游生物之出現百分率---------- 3-48

圖 3-13　民國 100 年 5 月 13 日第三核能發電廠附近海域各測站中動物性浮游生物之出現百分率---------- 3-49

圖 3-14　民國 100 年 8 月 10 日第三核能發電廠附近海域各測站中動物性浮游生物之出現百分率---------- 3-50

圖 3-15　民國 100 年 11 月 19 日第三核能發電廠附近海域各測站中動物性浮游生物之出現百分率---------- 3-51

圖 3-16　民國 100 年 2 月 24 日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---------- 3-52

圖 3-17　民國 100 年 5 月 13 日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---------- 3-53

圖 3-18　民國 100 年 8 月 10 日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---------- 3-54

圖 3-19　民國 100 年 11 月 19 日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---------- 3-55

圖 3-20　民國 100 年 2 月 24 日至 11 月 19 日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---------- 3-56

圖 3-21　民國 100 年 2 月 24 日第三核能發電廠附近海域監測站蝦蟹幼生、魚卵及仔稚魚之豐度變化---------- 3-57

圖 3-22　民國 100 年 5 月 13 日第三核能發電廠附近海域監測站蝦蟹幼生、魚卵及仔稚魚之豐度變化---------- 3-58

圖 3-23　民國 100 年 8 月 10 日第三核能發電廠附近海域監測站蝦蟹幼生、魚卵及仔稚魚之豐度變化---------- 3-59

圖 3-24　民國 100 年 11 月 19 日第三核能發電廠附近海域監測站蝦蟹幼生、魚卵及仔稚魚之豐度變化---------- 3-60

圖 3-25　民國 68 年 7 月至 100 年 11 月第三核能發電廠附近海域實驗測站和對照測站表層動物性浮游生物之豐度變化---------- 3-61

圖 3-26　民國 85 年 7 月至 100 年 11 月第三核能發電廠附近海域實驗和對照測站動物性浮游生物各大類之豐度---------- 3-63

圖 3-27　民國 85 年 7 月至 100 年 11 月第三核能發電廠附近海域實驗和對照測站植物性浮游生物(>55μm)各大類之密度---------- 3-64

圖 3-28　民國 85 年 7 月至 100 年 11 月第三核能發電廠附近海域實驗和對照測站蝦蟹幼生之豐度---------- 3.-65

圖 3-29　民國 85 年 7 月至 100 年 11 月第三核能發電廠附近海域實驗和對照測站魚卵及仔魚之豐度---------- 3-66

圖 4-1　68 年至 82 年底棲動物調查之測站---------- 4-23

圖 4-2　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---------- 4-24

圖 4-3　各類底棲動物之幼生型態---------- 4-25

圖 4-4　底棲動物調查之測站---------- 4-26

圖 4-5　軸孔珊瑚在入水口右側(Influ-2)與出水口南堤外側小灣水深 8 公尺(Efflu)之成長情形---------- 4-27

圖 4-6　軸孔珊瑚在入水口右側(Influ-2)各季平均日成長率之變化---------- 4-28

圖 4-7　97 年至 100 年各季入水口珊瑚平均日成長率與颱風之迴歸相關圖------- 4-29

圖 4-8　珊瑚在 85-100 年各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）---------- 4-30

圖 4-9　軟體動物在 85-100 年各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）---------- 4-31

圖 4-10　多毛類在 85-100 年各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）---------- 432

圖 4-11　苔蘚蟲在 85-100 年各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）---------- 4-33

圖 4-12　海鞘在 85-100 年各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）---------- 4-34

圖 4-13　藤壺在 85-100 年各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）---------- 4-35

圖 4-14　珊瑚在 87-100 年間各測站附著板之著生情形（空白組為該站流失）--- 4-36

圖 4-15　軟體動物在 87-100 年間各測站附著板之著生情形（空白組為該站流失）---------- 4-37

圖 4-16　多毛類在 87-100 年間各測站附著板之著生情形（空白組為該站流失）- 4-38

圖 4-17　苔蘚蟲在 87-100 年間各測站附著板之著生情形（空白組為該站流失）- 4-39

圖 4-18　海鞘在 87-100 年間各測站附著板之著生情形（空白組為該站流失）---- 4-40

圖 4-19　藤壺在 87-100 年間各測站附著板之著生情形（空白組為該站流失）---- 4-41

圖 4-20　90-100 年間第 1 季（冬）各測站 6 大類底棲動物著生量群聚分析-------- 4-42

圖 4-21　90-100 年間第 2 季（春）各測站 6 大類底棲動物著生量群聚分析-------- 4-43

圖 4-22　90-100 年間第 3 季（夏）各測站 6 大類底棲動物著生量群聚分析-------- 4-44

圖 4-23　90-100 年間第 4 季（秋）各測站 6 大類底棲動物著生量群聚分析-------- 4-45

圖 4-24　85-100 年入水口南堤外側（Influ-10）海鞘著生量與 Niño3.4 index 相關圖---------- 4-46

圖 4-25　94 年第 3 季至 100 年第 4 季固定橫截線調查入水口及出水口南側各測線底棲生物覆蓋率---------- 4-47

圖 4-26　固定橫截線調查入水口及出水口南側各測線底棲生物之群聚分析------- 4-48

圖 4-27　98 年第 2 季至 100 年第 4 季入、出水口各測站的沉積物沉積量---------- 4-49

圖 4-28　98-100 年出水口南側及入水口各測站之水溫變化圖---------- 4-50

圖 4-29　94-100 年出水口南側及入水口各測站之各月水溫及 Nino3.4 index 變化圖---------- 4-51

圖 4-30　出水口南側水深 8 公尺處（Efflu）與出水口水深 3 公尺處（Efflu-3）的珊瑚著生量比較---------- 4-52

圖 4-31　出水口南側水深 8 公尺處（Efflu）與出水口水深 3 公尺處（Efflu-3）的軟體動物著生量比較---------- 4-52

圖 4-32　出水口南側水深 8 公尺處（Efflu）與出水口水深 3 公尺處（Efflu-3）的多毛蟲著生量比較---------- 4-53

圖 4-33　出水口南側水深 8 公尺處（Efflu）與出水口水深 3 公尺處（Efflu-3）的苔蘚蟲著生量比較---------- 4-53

圖 4-34　出水口南側水深 8 公尺處（Efflu）與出水口水深 3 公尺處（Efflu-3）的海鞘著生量比較---------- 4-54

圖 4-35　出水口南側水深 8 公尺處（Efflu）與出水口水深 3 公尺處（Efflu-3）的藤壺著生量比較---------- 4-54

圖 5-1　82 年度第三核能發電廠附近海域珊瑚礁魚類相觀測地點---------- 5-53

圖 5-2　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--------- 5-97

圖 5-3　85 年至 100 年第三核能發電廠附近海域珊瑚礁魚類相觀測地點---------- 5-98

圖 5-4　第三核能發電廠沿海及外海海域漁場調查圖----------5-99

圖 5-5　第三核能發電廠沿海海域標本船作業漁場圖---------- 5-100

圖 5-6　第三核能發電廠附近海域民國 100 年 4 季珊瑚礁魚類相組成百分比-- 5-101

圖 5-7　第三核能發電廠附近海域民國 100 年 4 季魚類相頻度圖---------- 5-102

圖 5-8　第三核能發電廠附近海域民國 100 年 4 季各測站珊瑚礁魚類相組成百分比---------- 5-103

圖 5-9　第三核能發電廠附近海域民國 100 年 4 季各測站珊瑚礁魚類相頻度圖-- 5-104

圖 5-10　第三核能發電廠附近海域民國 89 年至 100 年各測站珊瑚礁魚類數量變動情形---------- 5-105

圖 5-11　第三核能發電廠附近海域民國 89 年至 100 年珊瑚礁魚類種類數的變動情形---------- 5-105

圖 5-12　第三核能發電廠附近海域歷年來各季刺尾鯛科、蝴蝶魚科、雀鯛科及隆頭魚科珊瑚礁魚類相組成百分比---------- 5-106

圖 5-13　第三核能發電廠附近海域歷年各季珊瑚礁魚類刺尾鯛科、蝴蝶魚科、隆頭魚科及雀鯛科之魚種數變動情形---------- 5-107

圖 5-14　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---------- 5-108

圖 5-15　民國 89 年第 3 季至 100 年第 4 季各測站珊瑚礁魚類群聚之 MDS 二度空間排序---------- 5-109

圖 5-16a　J 型鉤，日本稱為鱈魚釣鉤 6 號鉤---------- 5-110

圖 5-16b　寸 2 或寸 3 鉤，日本稱為鯛繩釣鉤 14 號鉤---------- 5-110

圖 5-16c　26 號鉤，日本稱為扁鰺科魚類釣鉤 26 號鉤---------- 5-110

圖 5-17　第三核能發電廠沿海海域作業漁筏 CPUE 與 IPUE 之月別變化圖--------- 5-111

圖 5-18　第三核能發電廠沿海海域作業漁筏漁獲物平均單價之月別變化圖-------- 5-112

圖 5-19　第三核能發電廠附近海域底刺網歷年來單位努力漁獲量(CPUE)之偏差圖---------- 5-113

圖 5-20　第三核能發電廠沿海海域標本船作業漁場分佈圖----------5-114

圖 5-21　第三核能發電廠外海海域一支釣、曳繩釣、鏢旗魚、延繩釣漁獲量之年別變化----------5-115

圖 5-22　第三核能發電廠外海海域一支釣、曳繩釣、鏢旗魚、延繩釣漁獲金額之年別變化----------5-116

圖 5-23　第三核能發電廠外海海域漁獲金額及漁獲量之年別變化---------- 5-117

圖 6-1　第三核能發電廠附近海岸採樣點---------- 6-18

圖 6-2　蘭嶼貯存場附近海岸採樣點---------- 6-19

圖 6-3　100 年 5 月 30 日於於蘭嶼龍頭岩附近(測站八)所採芒草以 GMX 型偵檢器計測所得---------- 6-20

圖 6-4　樣本使用 GEM 偵檢器所得核種之絕對計測效率與加馬射線能量之校正曲線及其隨樣本量之變化---------- 6-21

圖 6-5　樣本使用 GMX 偵檢器所得核種之絕對計測效率與加馬射線能量之校正曲線及其隨樣本量之變化---------- 6-22

圖 6-6　鹽度為 35‰ 之海水中各類核種所佔之比例及總活度(ΣA)示意圖--------- 6-23

圖 6-7　第三核能發電廠溫排水養殖魚樣本中各類核種所佔之比例及總活度(ΣA)示意圖---------- 6-24

圖 6-8　99 年 1 月至 100 年 12 月蘭嶼貯存場(左)及第三核能發電廠(右)附近沉積物樣本中各類核種所佔之比例及總活度(ΣA)比較示意圖---------- 6-25

圖 6-9　99 年 1 月至 100 年 12 月蘭嶼芒草樣本中各類核種所佔之比例及總活度(ΣA)示意圖---------- 6-26

圖 6-10　99 年 1 月至 100 年 12 月蘭嶼貯存場(左)及第三核能發電廠(右)附近藻類樣本中各類核種所佔之比例及總活度(ΣA)比較示意圖---------- 6-27

圖 6-11　99 年 1 月至 100 年 12 月第三核能發電廠附近海域各類樣本中核種平均總活度(ΣA)及種類分布比較示意圖---------- 6-28

圖 6-12　99 年 1 月至 100 年 12 月蘭嶼貯存場附近各類樣本中核種平均總活度(ΣA)及種類分布比較示意圖---------- 6-29

圖 6-13　94年至100年蘭嶼環島海藻^{137}Cs及^{60}Co活度時間序列---------- 6-30

圖 6-14　94年至100年蘭嶼芒草^{137}Cs及^{60}Co活度時間序列---------- 6-31

圖 6-15　94年至100年蘭嶼環島岸砂^{137}Cs及^{60}Co活度時間序列---------- 6-32

圖 6-16　94年至100年蘭嶼貯存場附近(第一及第二測站)潮池底泥^{137}Cs及^{60}Co活度時間序列---------- 6-33

圖 6-17　98年至100年蘭嶼貯存場附近(第一及第二測站)石苔^{137}Cs及^{60}Co活度時間序列---------- 6-34

圖 7-2-1　營養鹽(實線)與表層植浮(虛線)隨著時間之變化圖---------- 7-33

圖 7-2-2　表層植浮與營養鹽之相關圖---------- 7-34

圖 7-3-1　民國 85 年 7 月至 100 年 11 月第三核能發電廠附近海域實驗和對照測站動物性浮游生物各大類之豐度---------- 7-35

圖 7-3-2　民國 85 年 7 月至 100 年 11 月第三核能發電廠附近海域實驗和對照測站植物性浮游生物(>55μm)各大類之密度---------- 7-36

圖 7-3-3　民國 85 年 7 月至 100 年 11 月第三核能發電廠附近海域實驗和對照測站蝦蟹幼生之豐度---------- 7-37

圖 7-3-4　民國 85 年 7 月至 100 年 11 月第三核能發電廠附近海域實驗和對照測站魚卵及仔魚之豐度---------- 7-38

圖 7-3-5　民國 85 年 7 月至 100 年 11 月第三核能發電廠附近海域束毛藻百分比之變化---------- 7-39

圖 7-3-6　第三核能發電廠附近海域 24 測站表層硝酸鹽(a)與動物性浮游生物豐度(b)及植物性浮游生物密度(c)的歷年變化---------- 7-40

圖 7-4-1　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回歸關係(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回歸關係(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回歸關係(p>0.05)。---------- 7-41

圖 7-4-2　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回歸關係(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回歸關係(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回歸關係(p>0.05)。---------- 7-42

圖 7-4-3　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回歸關係(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回歸關係(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回歸關係(p>0.05)。---------- 7-43

圖 7-4-4　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回歸關係(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回歸關係(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回歸關係(p>0.05)。---------- 7-44

圖 7-4-5　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回歸關係(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回歸關係(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回歸關係(p>0.05)。---------- 7-45

圖 7-4-6　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回歸關係(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回歸關係(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回歸關係(p>0.05)。---------- 7-46

圖 7-4-7　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回歸關係(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回歸關係(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回歸關係(p>0.05)。---------- 7-47

圖 7-4-8　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回歸關係(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回歸關係(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回歸關係(p<0.05)。---------- 7-48

圖 7-4-9　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回歸關係(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回歸關係(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回歸關係(p>0.05)。---------- 7-49

圖 7-4-10　Station 22 (Influ：入水口灣內固定橫截線)
A.水深0 m 之PO_4與藻類覆蓋率之回歸關係(p>0.05)。
B.水深3 m 之PO_4與藻類覆蓋率之回歸關係(p>0.05)。
C.水深10 m 之PO_4與藻類覆蓋率之回歸關係(p>0.05)。---------- 7-50

圖 7-4-11　Station 22 (Influ：入水口灣內固定橫截線)
A.水深0 m 之SiO_2與藻類覆蓋率之回歸關係(p>0.05)。
B.水深3 m 之SiO_2與藻類覆蓋率之回歸關係(p>0.05)。
C.水深10 m 之SiO_2與藻類覆蓋率之回歸關係(p>0.05)。---------- 7-51

圖 7-4-12　Station 22 (Influ：入水口灣內固定橫截線)
A.水深0 m 之NO_3與藻類覆蓋率之回歸關係(p>0.05)。
B.水深3 m 之NO_3與藻類覆蓋率之回歸關係(p<0.05)。
C.水深10 m 之NO_3與藻類覆蓋率之回歸關係(p<0.05)。---------- 7-52

圖 7-4-13　Station 24 (Efflu：出水口南側小灣固定橫截線)
A.水深0 m 之PO_4與藻類覆蓋率之回歸關係(p>0.05)。
B.水深3 m 之PO_4與藻類覆蓋率之回歸關係(p>0.05)。
C.水深10 m 之PO_4與藻類覆蓋率之回歸關係(p>0.05)。---------- 7-53

圖 7-4-14 Station 24 (Efflu：出水口南側小灣固定橫截線)
A.水深0 m 之SiO_2與藻類覆蓋率之回歸關係($p>0.05$)。
B.水深3 m 之SiO_2與藻類覆蓋率之回歸關係($p<0.05$)。
C.水深10 m 之SiO_2與藻類覆蓋率之回歸關係($p>0.05$)。---------- 7-54

圖 7-4-15 Station 24 (Efflu：出水口南側小灣固定橫截線)
A.水深0 m 之NO_3與藻類覆蓋率之回歸關係($p>0.05$)。
B.水深3 m 之NO_3與藻類覆蓋率之回歸關係($p>0.05$)。
C.水深10 m 之NO_3與藻類覆蓋率之回歸關係($p>0.05$)。---------- 7-55

圖 7-4-16 99、100年各測站水溫與子計畫一海潮流測站N3C1的水溫變化。
(A)99年；(B)100年---------- 7-56

圖 7-5-1 不同作業方式記錄到之魚種相似度---------- 7-57

圖 7-5-2 民國90 年~100 年第4 季後壁湖魚市場各季漁獲之魚種數---------- 7-57

圖 7-5-3 民國 85 年至 100 年第 4 季第三核能發電廠灣內經濟性魚類之 IPUE 與 CPUE---------- 7-57

圖 7-5-4 第三核能發電廠附近海域民國89 年至100 年第4季各測站珊瑚礁魚類群聚MDS 二度空間排序圖---------- 7-58

圖 7-5-5 漂流浮標暨溫度追蹤調查結果---------- 7-58

圖 7-5-6 第三核能發電廠垂直動物性浮游生物之生物量濕重數值與同月份 CPUE 之相關係數變化圖---------- 7-59

第三核能發電廠及蘭嶼貯存場附近海域之生態調查

壹. 緣起

第三核能發電廠有兩部發電機組，分別於 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，行政院原子能委員會與臺電公司於 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

1. 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，經費則由台電經原能會撥付。
2. 82 年起轉委託國立中山大學執行。
3. 85 年起則改由臺電公司接續委託國立中山大學執行。
4. 本計畫就每一單項子計畫，分別邀請國內學者專家主持，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。
5. 87~89 年調查目有些微變動如下：
   (1) 珊瑚同位素部份已於 87 年 6 月完成，自該年 7 月起改為南灣海域增溫調查。
   (2) 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。
6. 在臺灣陸地有限，人口密集的情形下，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。行政院原子能委員會放射性待處理物料管理處（85 年改制為放射性物料管理局）有鑑於此，於 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。

7. 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。
8. 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。

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，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。
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，包括溫排水、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，臺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，定期將結果於臺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. 迄今已完成 30 餘年的研究報告，此一資料庫陸陸續續的記錄了過去 30 餘年來的浮游生物、底棲動物、魚類、水文水質與漁業環境變遷。過去 30 餘年，南部海域除了曾於 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：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行政院原子能委員會、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. 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。

6. 各子計畫精簡之研究結果如下：

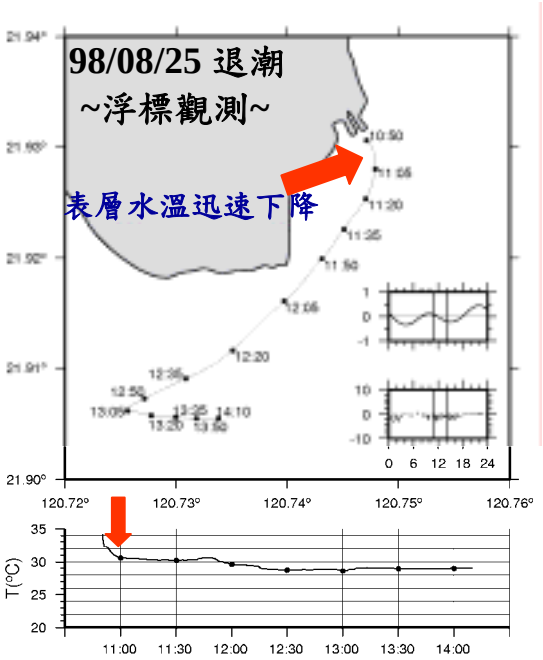
子計畫 1--海潮流

一、自現今研究團隊接辦該子計畫開始執行至 100 年 12 月 31 日，精簡之研究結果：

－溫排水離開出水口後大多往西南方向流動，而且溫度迅速下降，此一特性顯示溫排水對於海灣內的影響不大。

－核三廠海域溫排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 500～1000 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 1000 m 圓弧線內。

－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。

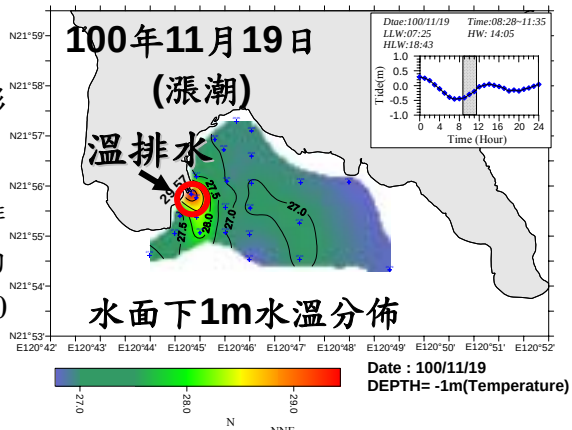


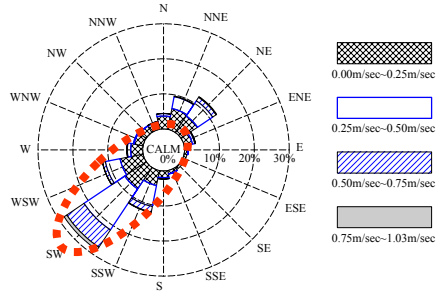
二、100 年第 1 季~第 4 季 (100 年年度報告) 之精簡研究調查報告：

－溫排水離開出水口後往南南西方向流動，溫度迅速下降，顯示溫排水對於海灣內的影響不大。

－核三廠海域溫排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 500～1000 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 1000 m 圓弧線內。

－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，海流主流向以西南向為主，佔 28.3~38.3%以上。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。



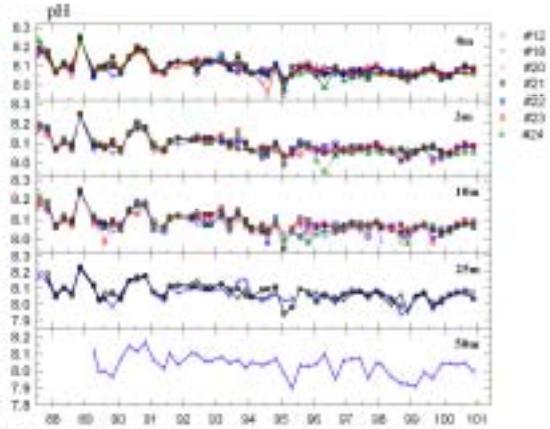


施測期間：100/09/08/18:30~10/28/13:00

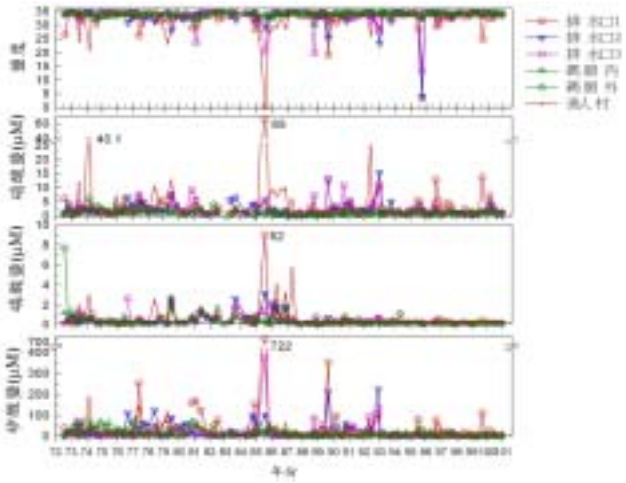
最大流速：1.03 m/s (對應流向230.4度)

子計畫 2--水文水質

一、自現今研究團隊接辦該子計畫開始執行至 100 年 12 月 31 日，精簡之研究結果：



－75 年 7 月至 100 年 11 月的 pH 值資料皆符合環保署所公佈的甲類海域的水體標準。比較 88 年至今同一 pH 測量標準(total scale)下，pH 值隨著時間有漸漸變低的現象，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。



－營養鹽資料顯示，此海域目前並沒有受到有機質的污染。海域之葉綠素甲偏低，屬於低生產力之海域。

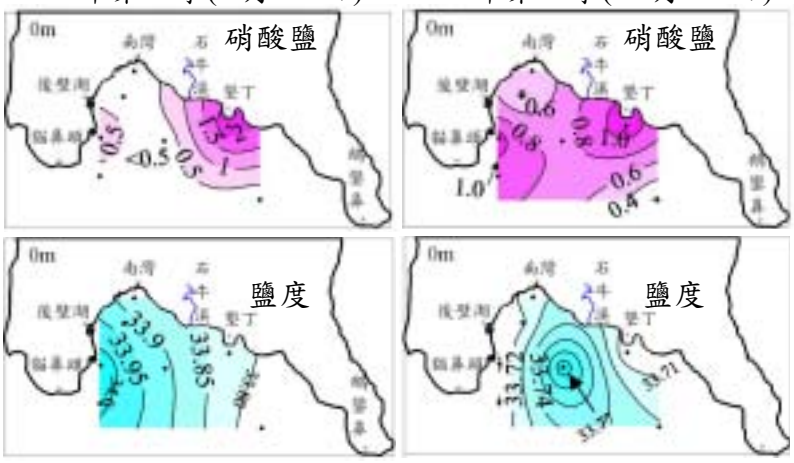
－蘭嶼貯存場附近海域排水口 1、2、3 測站在夏季時有低鹽訊號，同時營養鹽也較高。但自 87 年第三季後，磷酸鹽濃度維持在 0.45±0.15μM，差異不大。

二、100 年第 1 季~第 4 季 (100 年年度報告) 之精簡研究調查報告：

－本年度第 3、4 季在核三廠附近海域第 20 站有較高的硝酸鹽，由於該站的鹽度較低，因此高營養鹽可能與陸源水的輸入有關。

－蘭嶼貯存場附近海域在漁人村因有淡水輸入，鹽度普遍低於其他測站，而排水口 1 偶而也有較低於其他測站的情形出現。

100 年第 3 季(8 月 10 日)　　100 年第 4 季(11 月 19 日)



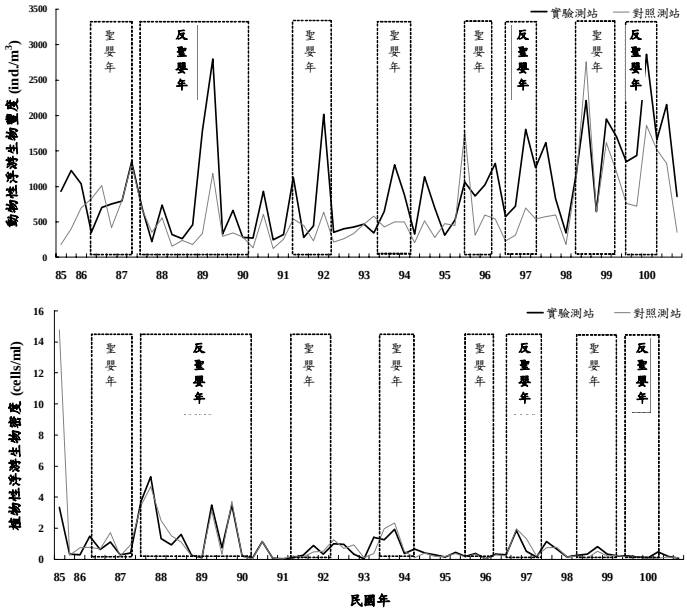
100 年 1-4 季核三廠附近海域測站表水硝酸鹽濃度(μM)

日期 \ 測站	12	18	20	21	22	23	24
100 年第 1 季(2 月 24 日)	0.10	0.25	0.26	0.57	0.55	0.19	0.76
100 年第 2 季(5 月 13 日)	0.59	0.59	0.68	0.68	0.47	0.53	0.81
100 年第 3 季(8 月 10 日)	0.23	0.12	2.40	0.07	0.11	0.16	0.99
100 年第 4 季(11 月 19 日)	0.92	0.75	1.15	0.16	0.48	0.38	1.08

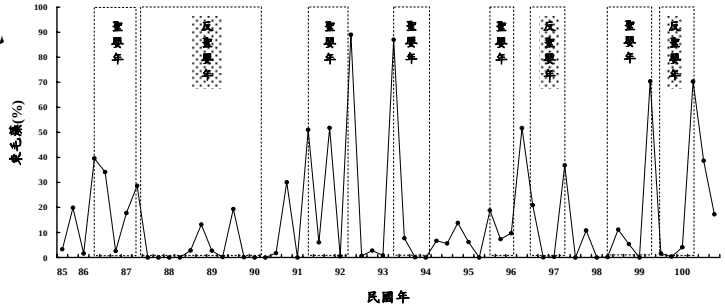
子計畫 3--植物性及動物性浮游生物調查

一、 自現今研究團隊接辦該子計畫開始執行至 100 年 12 月 31 日，精簡之研究結果：

－動物性浮游生物歷年來多以實驗測站（溫排水影響範圍）的測值高於對照測站，植物性浮游生物則是兩者間的測值無顯著的差異，因此溫排水對南灣海域之浮游生物的豐（密）度並無明顯的影響。本海域的浮游生物變動，除自然的四季更迭外，主要受到大尺度的氣候變遷所影響。目前發現聖嬰年可能抑制植物性浮游生物的高峯出現，而反聖嬰年則可觀察到浮游生物豐度較大的季節振幅。



－南灣海域植物性浮游生物中的束毛藻多在聖嬰年的春季為主要優勢種，可作為本海域反應黑潮水訊號強弱及聖嬰現象的指標。



二、100 年第 1 季~第 4 季 (100 年年度報告) 之精簡研究調查報告：

－100 年前三季的動物性浮游生物豐度皆為歷年同季的最高或次高值，延續自 98 年以來持續出現明顯高峯的情形。經濟性蝦蟹幼生則是出現歷年冬季(第 1 季) 的最高值，至於魚卵與仔魚的四季豐度變化皆屬正常的季節變動。濃縮法及沉澱法所分析之植物性浮游生物維持自 99 年以來的偏低現象，濃縮法在第 4 季及沉澱法在前三季的調查結果皆是歷年同季的最低或次低值，須密切追蹤其後續變化。

年份	動物性浮游生物 (ind./m3)				蝦蟹幼生 (ind./m^3)				魚卵及仔魚 (ind./m^3)				植物性浮游生物 (cells/l) 濃縮法				植物性浮游生物 (cells/l) 沈澱法			
季別	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
85			952	1,395			91	35			16	26			9874	291				
86	1,489	643	738	505	11	16	12	8	93	10	23	9	539	1,077	646	1,447				
87	767	1,142	730	368	30	16	16	7	17	26	9	3	251	711	5,393	5,880				
88	914	363	230	298	15	10	3	4	5	23	21	8	1,820	1,120	1,222	236				
89	1,063	2,161	311	460	21	53	11	7	4	21	15	13	123	4,101	624	3,213				
90	260	182	806	176	6	8	19	4	6	11	25	3	339	61	1,061	84				
91	273	760	352	311	6	28	30	8	4	7	9	3	25	168	168	670				
92	1,120	299	343	346	26	4	8	13	6	14	27	3	466	1,090	896	604				
93	427	450	492	833	9	13	4	18	3	13	7	14	69	730	1,941	2,245				
94	714	248	826	481	9	9	12	14	4	18	45	3	358	337	456	248				
95	663	510	1,317	600	7	12	9	15	9	11	23	9	198	377	186	348				
96	888	935	383	523	15	23	10	17	3	12	27	7	34	301	314	1,870	10	23	213	264
97	1,143	869	975	665	33	63	48	22	14	37	17	14	1,028	223	1,051	814	269	40	524	80
98	289	1,201	2,487	616	14	18	58	14	10	17	49	5	151	290	170	713	30	194	65	165
99	1,771	1,374	1,022	1,024	17	16	41	15	8	7	44	2	253	219	194	166	115	28	84	34
100	**2,372**	**1,444**	**1,634**	**584**	**44**	**18**	**21**	**14**	**6**	**14**	**23**	**7**	**106**	**249**	**183**	**83**	**20**	**23**	**48**	**86**
Mean	**944**	**839**	**850**	**574**	**18**	**21**	**25**	**13**	**13**	**16**	**24**	**8**	**384**	**737**	**1,524**	**1,182**	**89**	**62**	**187**	**126**
S.D	**591**	**550**	**584**	**304**	**11**	**17**	**24**	**8**	**23**	**8**	**13**	**6**	**473**	**998**	**2,569**	**1,539**	**109**	**74**	**199**	**91**

子計畫 4--底棲動物

一、自現今研究團隊接辦該子計畫開始執行至 100 年 12 月 31 日，精簡之研究結果)

－軸孔珊瑚之存活及生長皆為入水口區域高於出水口南側區域。

－固定橫截線底棲生物相群聚分為入水口及出水口南側兩群。據此推測入、出水口區域底棲動物相差異可能與溫水排放所引起之其他環境因子改變有關，且出水口南側為遊客潛水的熱門景點，人為干擾亦可能為影響因子。

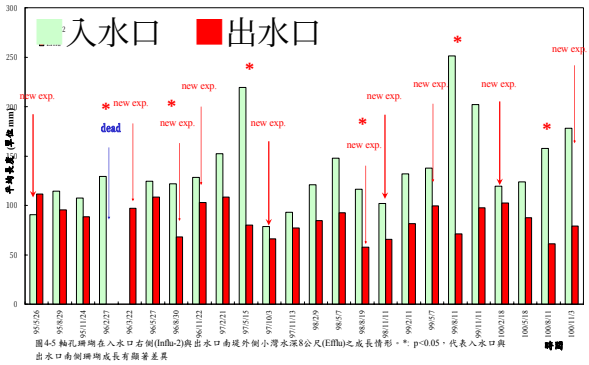
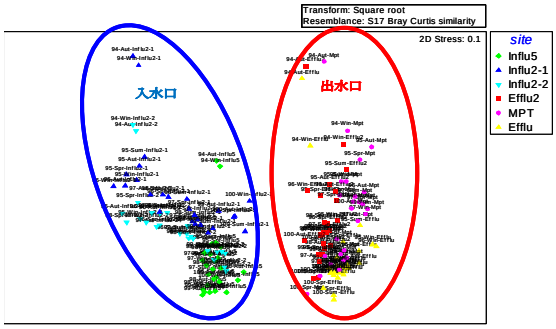


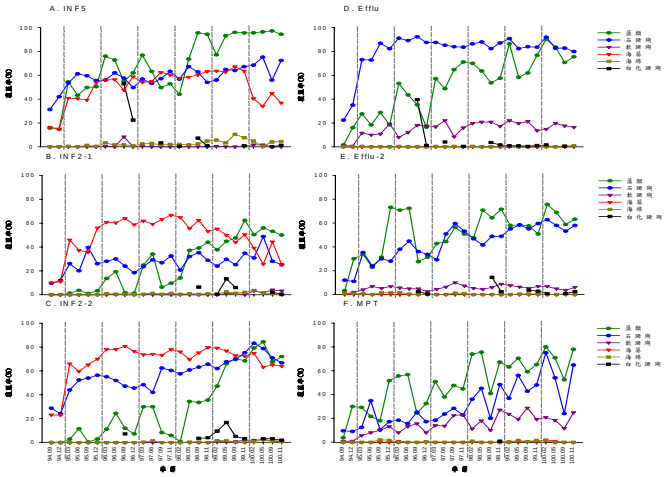
圖4-5 軸孔珊瑚在入水口右側(Influ-2)與出水口南緣外側小灣水深8公尺(Efflu)之成長情形。*: p<0.05，代表入水口與出水口南側珊瑚成長有顯著差異

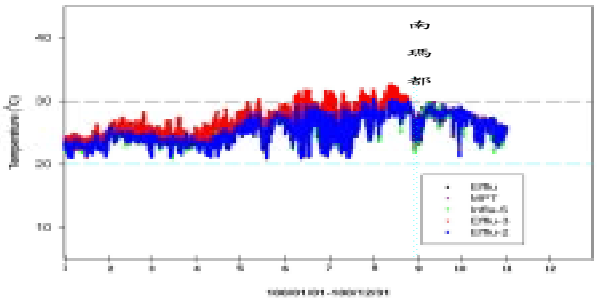


100 年第 1 季~第 4 季 (100 年年度報告) 之精簡研究調查報告：

－藻類覆蓋率呈現逐年增加的趨勢，經分析顯示營養鹽對藻類覆蓋率有影響，需注意其變化情形；100 年 4 季入水口的海葵覆蓋率有減少的趨勢。

－100 年 4 季水溫，除出水口南側 3 公尺水深測站（Efflu-3）的水溫較其他測站高，其餘出水口各測站之水溫與入水口的水溫無異，顯示溫排水不影響出水口南側地區 8 公尺以深的水溫。



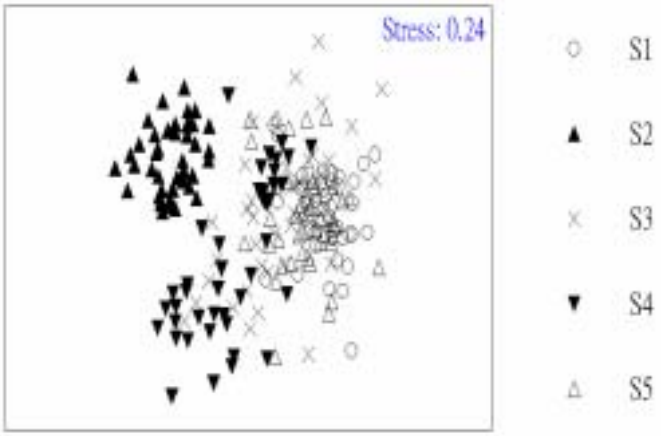


子計畫 5--魚類與漁業經濟調查

一、自現今研究團隊接辦該子計畫開始執行至 100 年 12 月 31 日，精簡之研究結果：

魚類調查

－本研究藉由調查 5 個測站的魚類的群聚組成，探討受溫排水影響區(測站 3、4、5)與未影響區之間(測站 1、2)魚類群聚組成差異性，結果發現第 2 測站為獨立分群，其餘測站差異並不顯著，顯示溫排放水並未對本海域的魚類群聚組成造成影響，測站間魚類群聚組成的差異主要受到礁石、底質及水深之影響。



漁業經濟

－灣內中央為漁場作業次數最多的地方，並未在溫排水擴散範圍區。

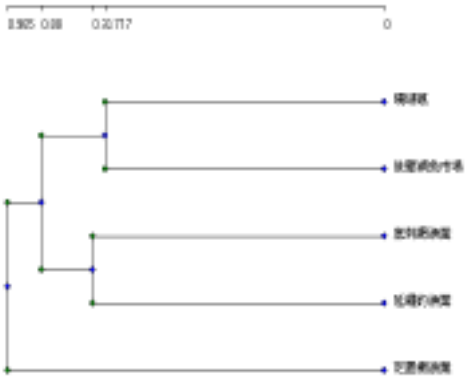
－在本海域作業之底刺網漁業經濟調查，從民國 85 年 7 月至 100 年 10 月間累計共作業 3,841 航次。其 CPUE 為每航次 46 公斤，若折算成金額，則其 IPUE 為每航次 4,844 元。

二、100 年第 1 季~第 4 季 (100 年年度報告) 之精簡研究調查報告：

－由不同調查方式的魚種組成相似度發現棲所位置(水深)及底質環境影響魚類群聚組成。

－灣內中央為漁場作業次數最多的地方，並未在溫排水擴散範圍區。

－統計在本海域作業之底刺網漁業，計算 100 年 129 航次的資料。其 CPUE 為每航次 34 公斤，IPUE 為每航次 6,631 元。分析延繩釣 228 航次的資料，其 CPUE 為每航次 27 公斤，若折算成金額，則其 IPUE 為每航次 7,356 元。



子計畫 6--放射性物質調查

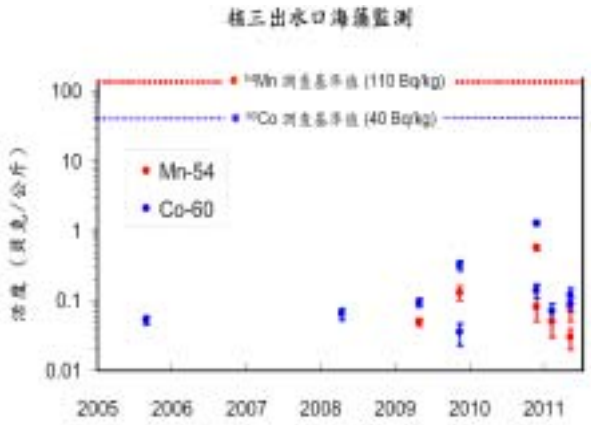
一、 自中研院扈治安研究團隊於 94 年接辦此項子計畫至 100 年 12 月 31 日之精簡研究結果：

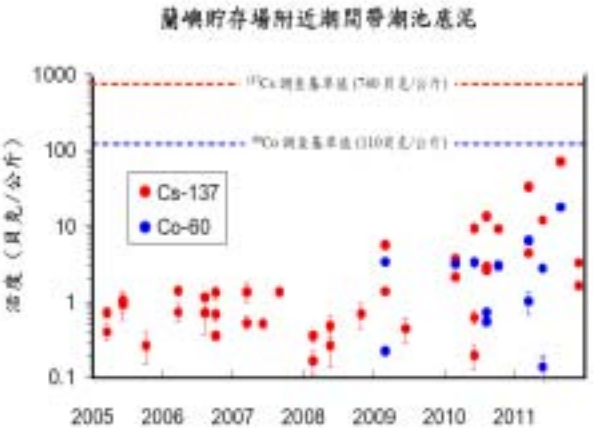
— 第三核能發電廠及蘭嶼貯存場附近海域所有環境試樣中絕大部份(>99%)之放射活度係由天然核種以不同比例組成。

— 各類樣本中常可測得微量的銫 137，主要源自上世紀核爆落塵之殘留，其活度皆遠低於銫 137 於各類環境試樣的調查基準值。

— 核三出水口海藻偶爾可測得遠低於調查基準值的錳 54 及鈷 60。99 年第 4 季測得活度較往年為高，今年前兩季則降至以前的較低水平。(右上圖)。

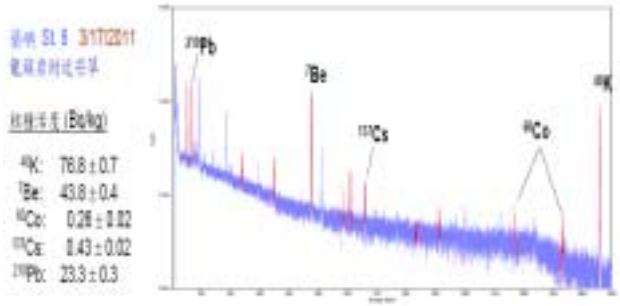
— 蘭嶼貯存場附近潮間帶潮池底泥常可測得銫 137 及鈷 60 (如右下圖)，其活度迄今皆低於此兩核種於相關環境試樣的調查基準值，但近兩年有增高趨勢，於今(100)年第 3 季達歷年來最高值，第 4 季所測得銫 137 活度驟降，鈷 60 則不復測得。

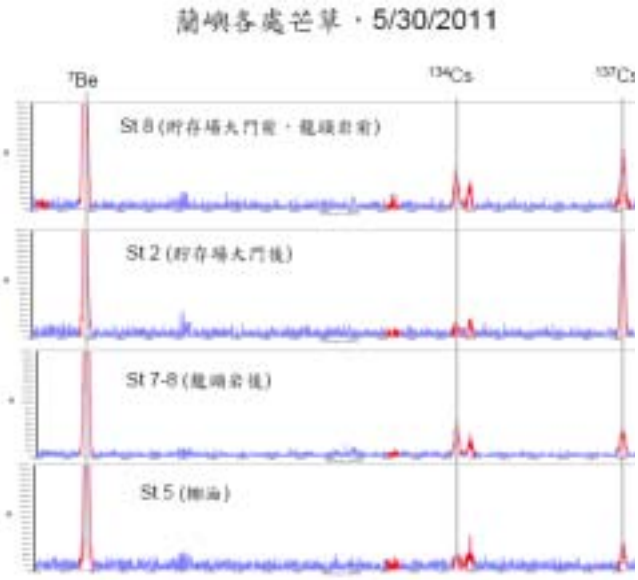


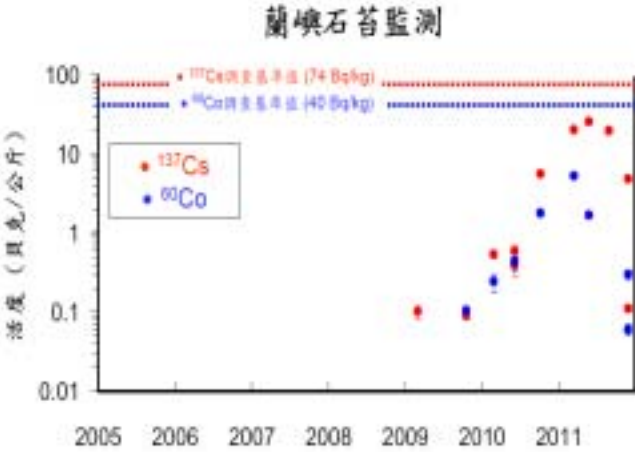


二、100 年第 1 季~第 4 季 (100 年年度報告) 之精簡研究調查報告：

- 今(100)年第 1 季(3 月 17 日)於蘭嶼貯存場大門前方龍頭岩附近(第八測站)所採芒草測得 ^{60}Co (見右上圖)，雖其活度(0.26 Bq/kg)遠低於此核種於相關環境試樣之調查基準值(40 Bq/kg)，但為本計畫執行年七年來所首見。第 2 季(5 月 30 日)於貯存場附近及全島擴大監測，未再測得 ^{60}Co，但卻測得 ^{134}Cs 及顯著增高的 ^{137}Cs (見右中圖)；判斷係日本福島核災所釋出核分裂核種經大氣傳輸，於北半球各處沉降所致 (Huh et al., in press; Hsu et al., in press)。
- 自 98 年貯存場附近潮池底泥測得 ^{60}Co 後，吾人擴大監測目標，將路邊與潮間帶之間的石苔增列為環境試樣，三年來監測結果(見右下圖)與潮池底泥之時間序列若合符節，判斷與近年來進行核廢料桶之檢整，造成少量人工核種逸出有關。今年第 4 季試樣中人工核種活度之遞減可能反映檢整工作的結束。今後仍應密切監測，觀察後續變化。







參考資料

Huh, C.-A., S.-C. Hsu and C.-Y. Lin. (in press) Fukushima-derived fission nuclides monitored around Taiwan: Free tropospheric versus boundary layer transport. *Earth Planet. Sci. Lett.* doi:10.1016/j.epsl.2011.12.004.

Hsu, S.-C., C.-A. Huh, C.-Y. Chan, S.-H. Lin, F.-J. Lin and S.-C. Liu (in press) Hemispheric dispersion of radioactive plume laced with fission nuclides from the Fukushima nuclear event. *Geophys. Res. Lett. 39*, doi:10.1029/2011GL049986.

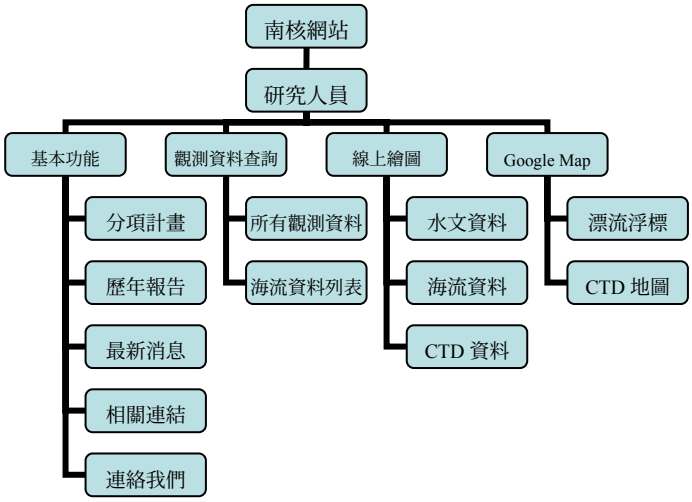
子計畫 7--網站架構與綜合討論

一、 自現今研究團隊接辦該子計畫開始執行至 100 年 12 月 31 日，精簡之研究結果：

－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。網站中建立了漂流浮標查詢系統，結合Google Map展示平台，可以清楚看到溫排水在海灣中之變化。

二、100 年第 1 季~第 4 季 (100 年年度報告) 之精簡研究調查報告：

－網站下之研究人員架構以 4 大主題為主：「基本功能」包含分項計畫、歷年報告、最新消息、相關連結、聯絡我們等資訊;「觀測資料查詢」分為所有資料查詢及海流資料列表;「線上繪圖」有水文資料繪圖、海流資料繪圖、CTD 資料繪圖;「Google Map」地圖查詢分為漂流浮標查詢及 CTD 地圖查詢等功能，使人了解整個第三核能發電廠及蘭嶼貯存場附近海域之生態調查的內涵。



肆. 摘要

第三核能發電廠有兩部發電機組，分別於 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，故行政院原子能委員會與臺灣電力股份有限公司，於 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。82 年 7 月起改委國立中山大學執行，85 年 7 月起改由臺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 87 年 6 月完成，自該年 7 月起改為南灣海域增溫調查。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 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 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。

在第三核能發電廠之前，也就是 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，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。行政院原子能委員會放射性待處理物料管理處（85 年改制為放射性物料管理局）有鑑於此，於 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。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。第三核能發電廠與蘭嶼貯存場附近海域之上述調查結果分別詳述於子計畫（二）及子計畫（六）。

調查結果如下：

一、海潮流

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0.05 m/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/s。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 1 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 2 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 3 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 4 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。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聖嬰及反聖嬰現象的影響。在 100 年 4 次調查中，第 1 季溫排水口附近測站(#24)甚至因為下層水湧升而溫度呈現最低值，鹽度則介於 33.709 至 34.607 之間。第 1 季記錄到低鹽訊號是歷年同季少見，可能與大尺度海洋事件之反聖嬰現象有關。第 1 季 24 站雖有較高之營養鹽濃度，但附近測站葉綠素甲並沒有升高。

海域的 pH 值介於 7.998 至 8.104 之間，符合環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。溶氧量亦符合環保署「甲類海域之水質標準，溶氧量應在 5.0 mg/l 以上」之規定。總殘餘氧化劑濃度值介於<0.01～0.93 mg/l 之間，均低於環保署所公布海洋放流水標準第 4 條「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。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溫排水的影響並不明顯，海域之水文與水質皆符合我國甲類海域的水質標準。

(二-乙)、蘭嶼貯存場附近海域水文與水質化學

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，其中漁人村及貯存場外排水口的鹽度偏低，此乃陸源水大量流入海域所致。pH 及溶氧量都符合環保署 90 年 12 月 26 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。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

本子計畫的調查結果，100 年度四季的種類組成，動物性浮游生物在第 1 季的 18 和 21 測站、第 2 季的 18 和 24 測站、第 3 季的 18 測站以及第 4 季的 21、23 及 20 測站，而植物性浮游生物則是在第 1 季的 24 測站、第 2 季的 22 和 23 測站、第 3 季的 21 測站以及第 4 季的 24 及 14 測站之物種組成異於其他測站。豐(密)度值變化情形，100 年前三季的動物性浮游生物豐度皆為歷年同季的最高或次高值，延續自 98 年以來持續出現明顯高峯的情形，且近三年的年平均值亦明顯高於往年。經濟性蝦蟹幼生則是出現歷年的冬季(第 1 季)最高值，至於魚卵與仔魚則是四季皆符合正常的季節變化。濃縮法及沉澱法所分析之植物性浮游生物維持自 99 年以來的偏低現象，濃縮法在第 4 季及沉澱法在前三季的調查結果皆是歷年同季的最低或次低值，須密切追蹤其後續變化。

四、底棲動物調查

本子計畫研究的目的在了解溫排水對墾丁地區底棲動物群聚是否有影響。以第三核能電廠附近海域(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)底棲動物著生量及消長情形和溫排水是否相關；(3)固定橫截線底棲生物覆蓋率變化；(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，是否受溫排水影響為調查方向。軸孔珊瑚之存活及生長皆為入水口區域高於出水口南側區域，入水口珊瑚平均日成長率季節性的變化可能與颱風影響有關；底棲動物著生量也以入水口區域高於出水口南側區域，在年度消長方面亦呈現相似的趨勢，造成這種現象的原因可能有：1、溫

排水的效應；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。固定橫截線底棲生物覆蓋率亦是入水口高於出水口南側，生物相群聚分為入水口及出水口南側兩群。入、出水口微環境之沉積物沉積量出水口高於入水口，但目前無法確定底棲動物著生量差異是否受沉積物或聖嬰現象影響所致。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，顯示溫排水不影響出水口南側區域 6 公尺以深的水溫變化，此結果顯示出水口區域底棲動物著生量低可能與（1）非入水口區域有較大的人為或自然干擾及（2）溫水排放引起之其他環境因子改變有關。

五、魚類與漁業經濟調查

本計畫分二年進行第三核能發電廠附近海域魚類與漁業經濟調查。其中魚類調查共進行珊瑚礁魚類相及後壁湖漁市場魚類相調查二部份，本年度第三核能發電廠附近海域之珊瑚礁魚類相共記錄有 46 科 99 屬 223 種，4 季皆可發現的魚種有 50 種，顯示魚種的季節更迭頻繁，歧異度方面以隆頭魚科(39 種)最高，是本海域同階生態地位利用較完整的科別，其次為蝴蝶魚科(25 種)；數量方面，第三核能發電廠附近海域中各科的魚類相則以雀鯛科的族群量最多，係因雀鯛科的魚類在偏好的棲所(礁石)會群體活動(如：網紋圓雀鯛)；其他群游性的魚類尚有烏尾冬科、笛鯛科、羊魚科(鬚鯛科)、鮨科及藍子魚科等。此外，後壁湖魚市場 100 年的調查共記錄 34 科 55 屬 119 種魚類相，合併珊瑚礁魚類相及後壁湖魚類相 2 種調查方式所記錄到的魚種，100 年 4 季調查共記錄 54 科 124 屬 298 種魚類相。民國 100 年在第三核能發電廠附近海域共記錄到 32 種類珊瑚礁幼魚的補充群，顯示本海域是魚類幼生成長覓食的場所，且受溫排水影響域的測站也有補充群的出現。本研究珊瑚礁魚類相的部份從 82 年開始，至目前共進行 19 年調查，後壁湖魚市場的調查自民國 87 年開始，至目前已進行 14 年的調查，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 95 科 267 屬 715 種，魚類相組成中科間歧異度最大為隆頭魚科(95 種)，其次為雀鯛科(62 種)及蝴蝶魚科(37 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 27 種。由於珊瑚礁魚類相種類多，為瞭解不同時空背景下，測站間魚類相組成是否有差異，本研究利用 PRIMER 軟體中 Bray-Curtis 密度相似性係數

分析魚類群聚之相關性，再以 MDS 二度空間排序法分析其季節間及測站間的差異性，探討受溫排水影響區(測站 3、4、5)與未影響區之間(測站 1、2)魚類群聚組成變化，經以 MDS 二度空間排序後發現，未受溫排水影響區(測站 1)與受溫排水影響區(測站 3 及 5)的魚類群聚相似度較高，顯示本海域魚類群聚組成未受溫排水影響，由於魚類群聚組成與棲所環境息息相關，故測站間魚類相組成的差異，應是棲所(礁石)環境不同、離岸遠近及測站間水深差異所致。

第三核能發電廠沿海海域之漁場經濟效益調查，係以作業於本海域之 4～5 艘動力漁筏為標本戶，以分析該海域中之漁獲魚種、漁獲量、漁獲金額、漁場分佈以及各漁戶之生產成本與收益。本研究調查期間於民國 85 年 7 月至 100 年 10 月，底刺網作業共 3,841 航次，平均每航次之漁獲量為 46 公斤，若折算成金額，平均每航次之收入為 4,844 元。延繩釣 4 位標本戶，從民國 100 年 4 月至 10 月間累計共作業 228 航次。其 CPUE 為每航次 27 公斤，若折算成金額，則其 IPUE 為每航次 7,356 元。

第三核能發電廠沿海海域底刺網於民國 85 年 7 月至 100 年 10 月漁獲之魚種共 60 科 164 種，延繩釣於民國 100 年 4-10 月所漁獲之魚種共 21 科 48 種，底刺網作業區大多集中於本海域之中央部，延繩釣作業區域則多集中於南灣靠近鵝鑾鼻端沿岸水域，作業漁場並非於溫排水擴散之範圍內。

竹坑滿豐定置網漁場民國 100 年 1-10 月之漁獲種類共 22 科 44 種，以重量多寡排序，以雜魚(下雜魚)漁獲量最多，依序為正鰹、白鰱、浪人鰺等。

發電廠沿海海域之漁撈作業依存度對恒春地區漁民而言，其重要性並不高。主要漁業為第三核能發電廠外海海域外之一支釣、延繩釣、曳繩釣和鰾旗魚漁業。。

六、放射性物質調查

放射性物質調查的目的為調查核三廠及蘭嶼貯存場附近海域沉積物及生物樣本中放射性核種種類、活度、時空分佈及變化。本次報告涵蓋 99 年 1 月至 100 年 12 月凡 8 季各類樣本核種分析結果，計有沉積物(岸砂及淤泥)樣本 93 件，芒草樣本 20 件，附著性藻類樣本 31 件。兩地各類樣本中測得核種平均總活度以強度排列依序為：蘭嶼沉積物(457 貝克/公斤) > 核三沉積物(178 貝克/公斤) >蘭嶼芒草(124 貝克/公斤鮮重) > 核三海藻 (116 貝克/公斤鮮重) > 核三養殖魚(89 貝克/公斤

鮮重) > 蘭嶼海藻 (66 貝克/公斤鮮重) > 海水(12 貝克/公斤)。所有樣本中絕大部份(>99%)之放射活度係由天然核種以不同比例組成。鈹 7 為蘭嶼貯存場附近沿岸呆滯潮池底泥之最主要核種，其活度平均佔該類樣本放射總活度之 88%，約為鉀 40 活度的 17 倍。鉀 40 則為其他樣本中之最主要放射核種。蘭嶼芒草之次要放射核種為鈹 7，平均佔該類樣本總放射活度之 19%；其他樣本中之次要放射核種則為鈾 238 系列及釷 232 系列核種。

至於人工核種，各類樣本中常可測得微量的銫 137；其在各類樣本中之平均活度依序為：沉積物(2.21 貝克/公斤) > 芒草(0.34 貝克/公斤鮮重) > 海藻(0.11 貝克/公斤鮮重）≈ 魚類(～0.08 貝克/公斤鮮重) > 海水(0.0024 貝克/公升)，呈現沉積物清除及生物濃縮效應。

前(98)年第 2、4 季、去(99)年第 4 季及今(100)年前兩季核三廠出水口海藻中偵測到鈷 60，為繼 94 年度第 3 季及 97 年度第 2 季之後，繼續於核三出水口偵測到鈷 60，近兩年來且測得錳 54，但其含量極微，遠低於調查基準值，無輻射安全虞慮，去年雖稍微增加，今年已降低，應繼續予以關注。

前(98)年第 1、2 季、去(99)年及今(100)年四季於蘭嶼貯存場南端潮間帶潮池所採沉積物測得鈷 60 及較以往高的銫 137，兩者呈正相關；今(100)年第 3 季測得最高活度，鈷 60 (18 Bq/kg)約為此核種於沉積物環境試樣之調查基準值(110 Bq/kg)的 16%，銫 137 (71 Bq/kg)則為此核種於沉積物環境試樣之調查基準值(740 Bq/kg)的 9.6%。今(100)年第 4 季測得活度遞降。

自貯存場附近潮池底泥測得鈷 60 後，吾人擴大監測目標，將路邊與潮間帶之間的石苔增列為環境試樣，三年來監測結果與潮池底泥之時間序列趨勢一致，判斷與近年來進行低放射性廢棄物桶之檢整有關。今年第四季試樣中人工核種活度之遞減可能反映檢整工作的結束。今後仍應密切監測，觀察後續變化。

今(100)年第 1 季於蘭嶼貯存場大門前方龍頭岩附近(第八測站)所採芒草測得鈷 60，其活度為 0.26 Bq/kg，低於此核種於草類試樣之紀錄基準(0.5 Bq/kg)。雖原能會未訂定鈷 60 於草類環境試樣之調查基準，但測得活度仍遠低於農漁產品環境試樣中鈷 60 之調查基準(40 Bq/kg)。第 2 季(五月 30 日)於貯存場附近加強監測，未再測得鈷 60，但卻測得銫 134 及顯著增高的銫 137，判斷與今年三月中旬發生的日本福島核災有直接關聯。

七、網站架構與綜合討論

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，造成海水經常往西南繞過貓鼻頭輸送之趨勢。溫排水擴散區域大部份限於排水口附近海域西側，其擴散範圍在漲潮時段往西南約 500～1000 m，退潮時段往東-東南約 200～500 m，溫排水大部份分佈於海表層以下水深 3 m 以內，擴散影響範圍侷限在距排水口 1000 m 弧內，空間溫降率自排水口往外至 500 m 弧內約 1°C/100 m。除此以外，第三核能發電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的外，在呂宋海峽產生的巨大內潮、內波傳入海灣內亦有很大的貢獻。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 週長的水溫變化，未來將著重在分析兩者之間的關係。

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。整體而言，第三核能發電廠附近海域浮游生物的豐度變動與溫排水的關聯並不明顯，其季節變化受到大尺度的氣候變遷所影響。目前發現聖嬰年可能抑制植物性浮游生物的高峯出現，而反聖嬰年則可觀察到浮游生物豐度較大幅的季節震盪，且出現特有的季節變化。其中植物性浮游生物的束毛藻比例同時受小尺度的季節變化及大尺度的氣候現象所影響，可作為本海域反應黑潮水訊號強弱及聖嬰現象的指標。此外，出水口的 24 測站中表層動物性浮游生物的變動可能與表水中的硝酸鹽濃度有正相關係，而與植物性浮游生物的密度則未有明顯相關。

水溫、底棲動物幼生豐度與底棲動物著生多無迴歸相關，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，而底棲動物的著生是 2-3 個月的累進結果，二者之時間尺度有差別。固定橫截線調查之藻類的覆蓋率在入、出水口皆有逐年增加之趨勢，經分析顯示營養鹽對藻類覆蓋率有影響，需注意其變化情形。與子計畫 1 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 1 的水溫無異，顯示溫排水不影響出水口南側地區 8 公尺以深的水溫變化。

第三核能發電廠附近海域之珊瑚礁區魚類、後壁湖魚類及經濟魚類三種調查記錄的魚類相相似度低，主要是因魚類生態習性差異及第三核能發電廠附近海域高歧異度魚類相所致；珊瑚礁魚類多以珊瑚礁體為攝食場及棲所，第三核能發電廠附近海域經濟魚類則為沿岸、近海來游魚種，而後壁湖魚市場之漁獲魚類則以近海或外洋洄游性魚類為主。分析珊瑚礁魚類相在測站間出現的數量及種類數與

動物性浮游生物的豐度相關性低，係因珊瑚礁魚類大多為雜食性，浮游動物、浮游植物、底棲生物(含甲殼類動物)及小魚等皆是其食物的來源。由於食物的來源多元化，故測站間珊瑚礁魚類相的數量及種類數增減，與浮游動物的數量變化未發現明顯的相關性。本研究藉由分析雙帶烏尾冬(群游性的珊瑚礁魚類)的胃內容物，發現其主要攝食的對象為中型毛蝦。

放射性物質調查執行七年來，因採樣之時間與地點與其他子計畫不同，短期之結果不易與其他計畫直接做相關性比對，也許未來數據累積到一定程度後，相關性會逐漸浮現。原能會所訂定之環境試樣放射核種的調查基準值偏低(亦即過於嚴格)，有不切實際之虞，可能使核能設施之作業及食品安全之管制窒礙難行，也很易誤導一般社會大眾，造成不必要的過度恐慌，建議重新檢討。在網頁方面，則是彙整歷年的調查報告與成果以及其他相關研究報告，有系統的展示於網頁中，提供業主與相關研究人員參考。網頁網址為 http://npp3.nsysu.edu.tw。

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，物理水文資料可供規劃設計溫排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，流場調查的必要與重要性均是毋庸置疑的。

本計畫調查海域位處台灣最南端，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，以了解溫排水影響範圍，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溫排水的擴散範圍，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 1000 m 弧線以內的高頻率高測點密度的溫排水調查與分析結果 (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。溫排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)，溫排水通常不影響至距排放口 1000 m 以外水溫，因此第三核能發電廠溫排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，台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；其三為台灣沿岸水，因台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台灣岸邊之水域。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台灣西南隅，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台灣之大陸坡上；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溫排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。另一方面溫排水因密度小，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，因此受溫排水迴流之影響有限。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，加上溫排水之增溫效果常達 3～4 °C，南風、西南風、東南風之吹拂，常使溫排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，溫排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，溫排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，地轉柯氏力相對地不重要，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，是以更深入了解溫排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 0.18 m/s 之間。沿岸流的流速可經由即時潮位觀測 [η(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溫排水舌，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。溫排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 1000 公尺處就幾乎與外海水一致了；溫排水出海的水平分佈型態幾乎由潮流掌控，

漲潮時，溫排水向西南沿著海岸往外海延伸約 600 公尺，退潮時，溫排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，兩項觀測都顯示了溫排水出海後，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，出水口的溫排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。

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 季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。海上觀測工作之定位，是以差分式衛星定位儀 (DGPS) 測量，施測期間同時使用兩台接收儀，其中 1 台置於已知座標的控制基站，另 1 台則置於工作船上，由基站的已知座標與衛星定位值之差來修正移動站之誤差，差分後其定位誤差在 5 m 以內。

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 所示。浮標溫度計的軌跡記錄採用 Garmin 公司製造的 GPS 100 SURVEY II 型衛星定位儀，其接收儀共有 8 個頻道可同時追蹤所有衛星資料。自記式溫度計則採用冰島 Seamon 公司研發之 Seamon mini 水溫計，該溫度計之規格如下：

數據	感應器型式	範圍	準確度	解析度	計時誤差
溫度	電路式溫度感應器	-2~40°C or -5~60°C (reduce accuracy)	±0.1°C	0.25%	<1 min/month

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 之水下音波式都普勒流剖海流儀 (簡稱 ADP)，儀器測量規格如下：

數據	型式	範圍	準確度	解析度
速度	超音波式	0.03~5 m/s	0.5 cm/s＜100%	0.01 m/s
方向	Flux-gate	0°~360°	±2°	0.25°
溫度	溫度感應器	-5~40°C	±0.1°C	0.002°C
壓力	Strain-gauge	200m	0.25% f.s.	0.01% f.s.

3.1.3 CTD 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)	0～7 S/m	±0.001 S/m	±0.0001 S/m
溫度(°C)	-5～+35°C	±0.01°C	±0.001°C
深度(m)	0～60m	±0.25%	±0.015%

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。

3.2 調查日期

民國 100 年度共進行四季次漂流浮標調查時間分別在民國 100 年 2 月 23 日、100 年 5 月 14 日、100 年 8 月 9 日及 100 年 11 月 19 日。

定點長期海流調查在 100 年度共完成 8 次調查，目前持續進行觀測中。民國 99 年 12 月 14 日至 100 年 1 月 26 日間進行 100 年第 1 次調查，民國 100 年 1 月 27 日至 100 年 3 月 11 日間進行第 2 次調查，民國 100 年 3 月 11 日至 100 年 4 月 25 日間進行第 3 次調查，民國 100 年 4 月 25 日至 100 年 6 月 2 日間進行第 4 次調查，民國 100 年 6 月 2 日至 100 年 7 月 24 日間進行第 5 次調查，民國 100 年 7 月 24 日至 100 年 9

月 8 日間進行第 6 次調查，民國 100 年 9 月 8 日至 100 年 10 月 28 日間進行第 7 次調查，民國 100 年 10 月 28 日至 100 年 12 月 15 日間進行第 8 次調查，民國 100 年 12 月 15 日重新設置儀器進行調查，目前海流調查儀器持續施放中，預計於民國 101 年 1 月下旬回收，為民國 101 年成果。

CTD 調查於民國 100 年 2 月 24 日、100 年 5 月 13 日、100 年 8 月 10 日及 100 年 11 月 19 日完成四季次之調查。

四、調查研究結果

4.1 漂流浮標調查結果

民國 100 年 2 月 24 日第 1 次漂流浮標調查結果如表 1-1 及圖 1-2 所示。觀測時間為 06:25～09:54，觀測時段為小潮漲潮段，漂流浮標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。漂流浮標共移動 5.77 km，淨移動 5.65 km，漂流時段最大流速發生於 07:20 時流速為 0.69 m/s，對應流向為 205°，淨流流速為 0.45 m/s，流向為 195°。由於溫排水水溫與背景水溫之溫差僅約 3℃，溫排水影響範圍並不明顯，與背景水溫溫差 2℃離排放口往南方向約為 1000 m。

民國 100 年 5 月 13 日第 2 次漂流浮標調查結果如表 1-2 及圖 1-3 所示，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，初期流速不大、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/s。第一段漂流浮標共移動 0.76 km，淨移

動 0.70 km，漂流時段最大流速發生於 07:10 時、流速為 0.40 m/s，對應流向為 181°，第一段淨流流速為 0.23 m/s，流向為 227˚；第二段漂流浮標共移動 1.32 km，淨移動 0.99 km，漂流時段最大流速發生於 09:15 時流速為 0.52 m/s，對應流向為 216°，第二段淨流流速為 0.21 m/s，流向為 236˚；第三段漂流浮標共移動 1.50 km，淨移動 1.49 km，漂流時段最大流速發生於 09:55 時流速為 0.62 m/s，對應流向為 206°，第三段淨流流速為 0.53 m/s，流向為 205˚°。由溫度計紀錄可知，溫排水影響範圍於退潮時段於南南西側影響範圍可達距排放口 900 m 處。

民國 100 年 8 月 9 日第 3 次漂流浮標調查結果如表 1-3 及圖 1-4 所示。觀測時間為 07:30～10:44，觀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，於 09:55~10:15 期間流速變小、流向由向東順時針方向轉為南南西向，10:20 之後續往南南西向流動、流速逐漸加快。漂流浮標共移動 3.57 km，淨移動 2.76km，漂流時段最大流速發生於 08:15 時流速為 0.51 m/s，對應流向為 181°，淨流流速為 0.24 m/s，流向為 153°。由於溫排水水溫與背景水溫之溫差僅約 3℃，溫排水影響範圍並不明顯，與背景水溫溫差 2℃離排放口南南東向約為 1200 m。

民國 100 年 11 月 19 日第 4 次漂流浮標調查結果如表 1-4 及圖 1-5 所示。觀測時間為 15:04～18:16，觀測時段為小潮退潮段，漂流浮標在施放後一路往東南方流動、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。漂流浮標共移動 2.85 km，淨移動 2.65km，漂流時段最大流速發生於 18:10 時流速為 0.42 m/s，對應流向為 184°，淨流流速為 0.23 m/s，流向為 160°。由於溫排水水溫與背景水溫之溫差僅約 3℃，溫排水影響範圍並不明顯，與背景水溫溫差 2℃離排放口東南向約為 200 m。

漂流浮標調查結果之應用，需注意觀測時間均在半個半日潮週期 (約 6 小時) 以內，因此漂流軌跡會受釋放時潮流相位及下放點位的影響，而呈現多種型態。根據排放口附近流場特性，若在漲潮流時釋放，浮標將隨漲潮流漂向西南，過貓鼻頭後沿海岸線往西向 (漲潮) 或南 (轉退潮) 流動，流速增大可達 2 節 (1 m/s) 以上。若在退潮流時釋放，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；退潮時段轉往西南西向則將擱淺；退潮時段轉往東流或往東北流後若再轉往東南方流動，若漂流觀測超過潮汐週期，則浮標軌跡將有向西南的淨位移。

4.2 定點海流連續調查結果

100 年度第 1 次調查於民國 99 年 12 月 14 日開始，研究人員將水下超音波式海流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 100 年 1 月 26 日收回；第 2 次調查自民國 100 年 1 月 27 日起至 100 年 3 月 11 日止；第 3 次調查自民國 100 年 3 月 11 日起至 100 年 4 月 25 日止；第 4 次調查自民國 100 年 4 月 25 日至 100 年 6 月 2 日止；第 5 次調查自民國 100 年 6 月 2 日至 100 年 7 月 24 日止；第 6 次調查自民國 100 年 7 月 24 日至 100 年 9 月 8 日止；第 7 次調查自民國 100 年 9 月 8 日至 100 年 10 月 28 日止；第 8 次調查自民國 100 年 10 月 28 日至 100 年 12 月 15 日間進行第 8 次調查止；民國 100 年 12 月 15 日重新設置儀器，目前海流持續觀測中。

100 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。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 0.05 m/s，平均流向為 245°，最大流速為 1.35 m/s、流向為 46°朝東北退潮段。圖 1-8 海流玫瑰圖顯示，流向以西南 (SW) 佔 28.29%最多，東北 (NE) 佔 16.78%其次，再依其次為西南西 (WSW)佔 11.71%居第 3、北北東 (NNE) 佔 9.24%居第 4、南南西 (SSW) 佔 7.36%居第 5、東北東 (ENE) 佔 6.64%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 19.5 °C 至 25.1°C 之間，平均溫度約為 23.2 °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 K_1 分潮最大(半長軸 0.22 m/s)，M_2 潮次之(半長軸 0.19 m/s)，O_1 潮再次之第 3 (半長軸 0.15 m/s) ，N_2 潮再次之第 4 (半長軸 0.06 m/s)，潮流變化屬偏全日潮之混合潮型，南灣潮流相較於半日為主或全日為主的型態複雜許多。

100 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。調查結果與第 1 次結果相似，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，平均流流速為 0.19 m/s，平均流向為 232°，最大流速為 1.02 m/s、流向為 221°朝西南。圖 1-8 海流玫瑰圖顯示，流向以西南 (SW) 佔 38.28%最多，西南西 (WSW) 佔 12.79%其次，再依其次為南南西 (SSW) 佔 10.07%居第 3、北北東 (NNE) 佔 7.85%居第 4、東北 (NE) 佔 7.33%居第 5、西向 (W) 佔 5.21%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 20.3 °C 至 25.7°C 之間，平均溫度約為 23.9 °C。潮流部分之調和分析結果如表 1-6 及圖 1-11，主要分潮以 M_2 分潮最大(半長軸 0.25 m/s)，O_1 潮次之(半長軸 0.13 m/s)， K_1 潮再次之第 3 (半長軸 0.13 m/s) ，S_2 潮再次之第 4 (半長軸 0.09 m/s)，潮流變化屬偏半日潮之混合潮型，南灣潮流相較於半日為主或全日為主的型態複雜許多。

100 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。調查結果與第 1 次結果相似，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，平均流流速為 0.13 m/s，平均流向為 235°，最大流速為 0.93 m/s、流向為 226°朝西南。圖 1-8 海流玫瑰圖顯示，流向以西南 (SW) 佔 30.77%最多，西南西 (WSW) 佔 12.30%其次，再依其次為南南西 (SSW) 佔 11.90%居第 3、東北 (NE) 佔 10.45%居第 4、北北東 (NNE)佔 9.68%居第 5、西向 (W) 佔 5.16%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 20.7 °C 至 25.3°C 之間，平均溫度約為 23.2 °C。潮流部分之調和分析結果如表 1-7 及圖 1-11，主要分潮以 M_2 分潮最大(半長軸 0.17 m/s)，S_2 潮次之(半長軸 0.13 m/s)，K_1 潮再次之第 3 (半長軸 0.12 m/s) ，O_1 潮再次之第 4 (半長軸 0.11 m/s)，潮流變化屬偏半日潮之混合潮型，南灣潮流相較於半日為主或全日為主的型態複雜許多。

100 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。調查結果與第 1 次結果相似，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，平均流流速為 0.17 m/s，平均流向為 232°，最大流速為 0.93 m/s、流向為 231°朝西南。圖 1-8 海流玫瑰圖顯示，流向以西南 (SW) 佔 32.41%最多，南南西 (SSW) 佔 14.79%其次，西南西 (WSW)再依其次為佔 12.30%居第 3、北北東 (NNE) 佔 8.25%居第 4、東北 (NE) 佔 8.16%居第 5、西向 (W) 佔 5.69%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 20.3 °C 至 28.1°C 之間，平均溫度約為 25.6 °C。潮流部分之調和分析結果如表 1-8 及圖 1-11，主要分潮以 M_2 分潮最大(半長軸 0.17 m/s)，K_1 潮次之(半長軸 0.15 m/s)，O_1 潮再次之第 3 (半長軸 0.14 m/s) ，S_2 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，南灣潮流相較於半日為主或全日為主的型態複雜許多。

100 年第 5 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。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 0.20 m/s，平均流向為 230°，最大流速為 1.05 m/s、流向為 235°朝西南漲潮段。圖 1-8 海流玫瑰圖顯示，流向以西南 (SW) 佔 27.43%最多，南南西 (SSW) 佔 18.97%其次，再依其次為西南西 (WSW)佔 15.21%居第 3、西 (W)佔 6.97%居第 4、北北東 (NNE) 佔 6.70%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 19.4 °C 至 28.7°C 之間，平均溫度約為 24.9 °C。潮流部分之調和分析結果如表 1-9 及圖 1-11，主要分潮以 S_2 分潮最大(半長軸 0.14 m/s)，N_2 潮次之(半長軸 0.04 m/s)，M_2 潮再次之第 3 (半長軸 0.04 m/s) ，K_1 潮再次之第 4 (半長軸 0.01 m/s)，潮流變化屬偏半日潮型。

100 年第 6 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。調查結果漲潮時海流往西南-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，平均流流速為 0.21 m/s，平均流向為 229°，最大流速為 0.86 m/s、流向為 232°朝西南。圖 1-8 海流玫瑰圖顯示，流向以西南 (SW) 佔 32.58%最多，南南西 (SSW) 佔 17.04%其次，再依其次為西南西 (WSW)佔 16.84%居第 3、西 (W)佔 5.60%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 21.3 °C 至 29.9°C 之間，平均溫度約為 27.0 °C。潮流部分之調和分析結果如表 1-10 及圖 1-11，主要分潮以 M_2 分潮最大(半長軸 0.15 m/s)，K_1 潮次之(半長軸 0.12 m/s)，O_1 潮再次之第 3 (半長軸 0.10 m/s) ，S_2 潮再次之第 4 (半長軸 0.05 m/s)，潮流變化屬偏全日潮之混合潮型。

100 年第 7 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。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 234°，最大流速為 1.03 m/s、流向為 230°朝西南漲潮段。圖 1-8 海流玫瑰圖顯示，流向以西南 (SW) 佔 28.31%最多，東北 (NE)佔 12.29%其次，再依其次為南南西 (SSW) 佔 12.21%居第 3、西南西 (WSW)佔 11.91%居第 4、北北東 (NNE)佔 9.67%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 20.5 °C 至 29.6°C 之間，平均溫度約為 26.8 °C。潮流部分之調和分析結果如表 1-11 及圖 1-11，主要分潮以 N_2 分潮最大(半長軸 0.06 m/s)，M_2 潮次之(半長軸 0.03 m/s)，S_2 潮再次之第 3 (半長軸 0.02 m/s) ，O_1 潮再次之第 4 (半長軸 0.02 m/s)，潮流變化屬偏半日潮之混合潮型。

100 年第 8 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。調查結果漲潮時海流往西南-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，平均流流速為 0.11 m/s，平均流向為 237°，最大流速為 1.30 m/s、流向為 50°朝東北。圖 1-8 海流玫瑰圖顯示，流向以西南 (SW) 佔 27.78%最多，西南西 (WSW) 佔 13.97%其次，再依其次為東北 (NE)佔 11.70%居第 3、南南西 (SSW)佔 10.03%居第 4，、北北東 (NNE) 佔 8.28%居第 5、西向 (W) 佔 6.03%居第 6，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 21.4°C 至 30.1°C 之間，平均溫度約為 28.8 °C。潮流部分之調和分析結果如表 1-12 及圖 1-11，主要分潮以 M_2 分潮最大(半長軸 0.18m/s)，K_1 潮次之(半長軸 0.12 m/s)，S_2 潮再次之第 3 (半長軸 0.12 m/s) ，O_1 潮再次之第 4 (半長軸 0.11 m/s)，潮流變化屬混合潮型，南灣潮流相較於半日為主或全日為主的型態複雜許多。

4.3 水文調查結果

4.3.1 溫鹽度分佈

100 年水文調查結果之溫鹽分佈如圖 1-12～圖 1-17。圖 1-14 顯示民國 100 年 2 月時水深 1 m 之表層溫度在距排放口 300 m 內大於 27.0°C，沿岸區域水溫相對於灣中水溫略高、距排放口東南方 1000 m 以外水溫約為 25.0°C，可視為背景環境水溫，鹽度值以船帆石南側測站 20 的 34.06 較高，進水口至出水口沿岸區域及海域中部反而較低 (<33.90)相對略低；至水深 10 m 水層，圖 1-14 之中鹽度分佈型態與表層一致，溫度分佈則不見溫排水訊息，即溫排水之影響在垂直方向上，仍侷限於表層水深 1～5 m 以內。

100 年 5 月時，氣溫逐漸升高，表層 1 m 水溫整體上升至 27.0 °C，排水口附近水溫亦相對地上升至 29.0 °C 以上，鹽度則升高了，自排水口往貓鼻頭間沿岸相對的較低 (<34.10)，海域中部反而較高 (>34.20)；10 m 水層溫度在海域中部外海側有一溫度較低區域 (<26.7)，整體溫度分佈範圍 26.6～27.6，灣中相對溫度較低(>27.0)，鹽度於灣中及後壁湖西側沿岸差異值不大(34.20~34.22)，在出水口至貓鼻頭近岸為相對低值(34.10~34.15)。在 20 m 水層中，灣內東半部為相對高溫 (26.8°C ~27.2°C) 和低鹽(34.17~34.19)，西半部尤其在排水口附近為低溫 (26.4°C ~26.5°C) 和高鹽狀態(34.20~34.23)。

8 月時，氣溫繼續升高，表層 1 m 水溫整體上升至 27.8 °C，排放口處水溫 31.9°C，距 500 m 內大於 30.0 °C，1000 m 以外水溫約為 28.5°C，鹽度則持續降低了，自進水口至排水口之間近岸相對的較高 (33.90~34.12)；10 m 水層溫度在貓鼻頭附近有一溫度較低區域 (<27.5°C)，整體溫度分佈範圍 27.3°C～28.5°C，灣中東半部相對溫度較高(>28.0)，鹽度於灣中差異值不大(33.85~34.26)。在 20 m 水層中，灣內東半部為相對高溫 (27.5°C ~28.5°C) 。

11 月時，氣溫下降，表層 1 m 水溫整體下降至 26.7 °C 以上，排放口處水溫 29.6°C，距 500 m 內大於 28.5 °C，1000 m 以外水溫約為 27.3°C，鹽度則上升，排水口附近為相對高鹽區 (33.80~33.90)，海域東半部反而較低 (<33.70)。

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 87～100 年度漂流浮標追蹤調查結果整理如表 1-13，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。

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。

4.4.2 定點海流

由民國 86 年 10 月至 100 年 12 月共 74 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表 1-14 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 至第 74 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，由此判斷溫排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

表 1-15 為歷年來針對 CTD 所作之 71 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。其中歷年來在春季共調查 23 次，夏季 15 次，秋季 19 次，冬季 14 次，4 季共調查 71 次，在其中以混合水團共出現 63 次 (較多) 及 6 次 (稀疏) 為最多；其次為南海中鹽水團，共出現 15 次 (較多) 及 23 次 (稀疏) 次之，而以黑潮水團 5 次 (較多) 及 10 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

表 1-16 為第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，有利溫排水往海域外擴散，溫水舌亦大多往東及正南、西南擴散。

民國 92～100 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；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。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，淨流皆往西南流動，流速介於 0.10 m/s～0.20 m/s，有利溫排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，潮型則為半日潮型至偏全日潮的混合潮型。潮流主宰溫排水的擴散方向，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，溫排水擴散影響範圍約在距排水口 1000 m 弧內。

4.5 核三廠溫排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 年開始在核三廠溫排水口南方約 1500 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 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。

圖 1-18 為民國 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。由於溫排水比較輕，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溫排水影響的自然水溫變化。統計分析 92 至 100 年海溫資料如表 1-17，需特別注意處為 92~94 年與 95 年後為不同點位的水溫紀錄，兩站間水溫有系統性差異，此系統性差異未去除前，需分別討論。92～94 年期間之年均溫介於 26.00～26.41°C，每年夏均溫(5-10 月)介於 27.61～28.05°C，每年冬均溫(11-4 月)介於 24.38～25.54°C ，每年日平均溫降介於 1.86～2.08°C，期間的最高溫紀錄為 31.67°C，發生在民國 92 年 7 月 19 日，最低溫紀錄為 18.60°C，發生在民國 94 年 2 月 10 日，單日最大溫差達 9.11°C，發生在民國 92 年 6 月 29 日。95～100 年期間之年均溫介於 25.24～25.88°C，年夏均溫(5-10 月)介於 26.25～27.46°C，年冬均溫(11-4 月)介於 24.26～25.31°C，期間日平均溫降介於 3.15～3.81°C，期間的最高溫紀錄為 30.69°C，發生在民國 96 年 8 月 5 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 9.53°C，發生在民國 99 年 7 月 11 日。

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，圖 1-18 (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台

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 (圖 1-18 中 2) 過後，即可能造成大幅的降溫事件，其餘尹布都 (圖 1-18 中 1)、蘭寧 (圖 1-18 中 3)、艾莉 (圖 1-18 中 4)、海棠 (圖 1-18 中 5)、瑪莎 (圖 1-18 中 6) 和泰利 (圖 1-18 中 7) 颱風，是這三年中幾個可能和核三廠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。核三廠海域的水溫變化受颱風的影響狀況，由 97 年 9、10 月間及 99 年 8 月間水溫紀錄變化和颱風的關係(圖 1-19)可窺知一二，97 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 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，細節擬於本期計畫進一步探討。

五、結論

綜合 100 年度海流調查結果，漂流浮標方面，民國 100 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 0.50 ~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/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 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。

排放口東南方之定點海流長期觀測結果， 100 年第 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°。海流流速流向玫瑰圖顯示，海流主流向以西南向為主，佔 27.4~38.3%以上，西南西或或南南西或東北分佔第 2、約佔 12.3~19.0%，西南西或南南西佔或東北第 3，約佔 10.1~16.8%。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，即有西南向淨流存在。半日 M_2 潮流分量、S_2 潮流分量與 N_2 潮流分量之振幅大小約為 0.05 m/s～0.15 m/s。

根據 100 年四季次水文調查結果，溫排水訊息僅見於表層，至水深 10 m 甚至 5 m 水層溫度分佈則不見溫排水訊息，20 m 水層有時候有低溫高鹽水湧升的現象。民國 100 年 2 月時水深 1 m 之表層溫度在距排放口 300 m 內大於 27.0°C，沿岸區域水溫相對於灣中水溫略高、距排放口東南方 1000 m 以外水溫約為 25.0°C，可視為背景環境水溫，至 100 年 5 月時，氣溫逐漸升高，表層 1 m 水溫整體上升至 27.0 °C，排水口附近水溫亦相對地上升至 29.0 °C 以上，至 100 年 8 月時，氣溫繼續逐漸升高，表層 1 m 水溫整體持續上升至 27.8 °C，距排水口 500 m 內水溫亦相對地上升至 30.0 °C 以上，至 100 年 11 月時，由於氣溫下降，水溫亦隨之下降，表層 1 m 水溫整體下降至 26.7 °C 以上，排水口 500 m 內水溫下降大至 28.5 °C。

另分析民國 92 年至 100 年溫排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台灣附近後會造成 1～4 週長的水溫變化，本期計畫著重兩著相關的探討。

綜合而言，各項海流觀測結果和歷年調查結果未有顯著差異。排水口附近之西南向淨流造成溫排水大部份往西南擴散之趨勢，溫排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，溫排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 /100 m。南灣海域集中作業漁場在溫排水擴散影響範圍之外。

六、附表及附圖

表 1-1　第三核能發電廠附近海域民國 100 年第 1 季漂流浮標追蹤調查成果表
(民國 100 年 2 月 23 日)

日期: 02/23/2011　　點位:出水口漲潮

施測時段淨流流速= 0.451m/s(195 度)　　流速絕對值平均= 0.531m/s

施測時段最大流速= 0.692m/s(205 度)　發生時間:07:2+A320

施測時段最小流速= 0.223m/s(200 度)　發生時間:9:30

時	分	XE 座標	YN 座標	溫度°C	距施放點距離(m)	速度(m/s)	方向(度)
6	25	223860.7	2425856.2	26.43			
6	30	223872.3	2425687.9	27.28	168.71	0.562	176
6	35	223854.7	2425534.6	27.26	321.67	0.514	187
6	40	223824.4	2425378.0	27.00	479.61	0.532	191
6	45	223782.4	2425215.7	26.80	645.35	0.559	195
6	50	223738.0	2425057.4	26.77	808.26	0.548	196
6	55	223689.7	2424894.8	26.36	976.52	0.565	197
7	0	223628.7	2424723.2	26.45	1156.52	0.607	200
7	5	223559.8	2424548.1	26.23	1342.34	0.627	201
7	10	223490.9	2424371.0	26.07	1530.57	0.633	201
7	15	223416.5	2424181.3	26.02	1732.85	0.679	201
7	20	223328.7	2423993.3	25.89	1937.45	0.692	205
7	25	223237.0	2423816.0	25.70	2133.42	0.665	207
7	30	223150.8	2423653.8	25.61	2314.05	0.612	208
7	35	223062.2	2423487.5	25.25	2499.69	0.628	208
7	40	223006.8	2423362.0	24.68	2636.39	0.457	204
7	45	222972.0	2423243.5	24.66	2759.72	0.411	196
7	50	222964.7	2423125.7	24.52	2873.79	0.394	184
7	55	222958.2	2423009.6	24.41	2986.31	0.388	183
8	0	222964.3	2422895.1	24.18	3093.85	0.382	177
8	5	222963.2	2422757.2	24.14	3226.36	0.460	180
8	10	222972.5	2422614.7	24.11	3361.08	0.476	176
8	15	222978.5	2422465.6	24.09	3503.57	0.497	178
8	20	222994.0	2422321.3	24.11	3639.64	0.484	174
8	25	222995.4	2422190.3	24.11	3766.64	0.437	179
8	30	222984.1	2422050.1	24.11	3905.74	0.469	185
8	35	222973.6	2421910.0	24.11	4044.76	0.469	184
8	40	222952.9	2421773.1	24.11	4182.81	0.461	189
8	45	222925.9	2421647.5	24.11	4311.28	0.428	192
8	50	222895.7	2421538.8	24.09	4423.94	0.376	195
8	55	222860.1	2421426.3	24.09	4541.53	0.393	198
9	0	222817.3	2421317.6	24.09	4657.00	0.389	201
9	5	222774.5	2421197.6	24.09	4783.63	0.425	200
9	10	222734.9	2421094.4	24.11	4893.14	0.368	201
9	15	222693.8	2420983.8	24.14	5010.26	0.393	200
9	20	222681.8	2420907.6	24.20	5087.17	0.257	189
9	25	222659.6	2420841.3	24.20	5156.80	0.233	199

續表 1-1　第三核能發電廠附近海域民國 100 年第 1 季漂流浮標追蹤調查成果表
(民國 100 年 2 月 23 日)

日期: 02/23/2011　　點位:出水口漲潮

施測時段淨流流速= 0.451m/s(195 度)　　流速絕對值平均= 0.531m/s

施測時段最大流速= 0.692m/s(205 度)　發生時間:07:2+A320

施測時段最小流速= 0.223m/s(200 度)　發生時間:9:30

時	分	XE 座標	YN 座標	溫度°C	距施放點距離(m)	速度(m/s)	方向(度)
9	25	222659.6	2420841.3	24.20			
9	30	222636.6	2420778.6	24.27	5223.11	0.223	200
9	35	222601.0	2420708.8	24.30	5299.38	0.261	207
9	40	222556.0	2420633.0	24.27	5383.71	0.294	211
9	45	222503.8	2420553.7	24.30	5473.40	0.316	213
9	50	222440.6	2420469.1	24.30	5571.14	0.352	217
9	54	222374.3	2420404.5	24.27	5650.72	0.386	226

表 1-2　第三核能發電廠附近海域民國 100 年第 2 季漂流浮標追蹤調查成果表
(民國 100 年 5 月 13 日)

日期: 05/13/2011　　點位:出水口退潮

第一段施測時段淨流流速= 0.232m/s(227 度)　　第一段流速絕對值平均= 0.261m/s

第一段施測時段最大流速= 0.401m/s(181 度)　發生時間:07:15

第一段施測時段最小流速= 0.183m/s(249 度)　發生時間:07:50

第二段施測時段淨流流速= 0.208m/s(236 度)　第二段流速絕對值平均= 0.266m/s

第二段施測時段最大流速= 0.516m/s(216 度)　發生時間:09:15

第三段施測時段最小流速= 0.110m/s(272 度)　發生時間:08:40

第三段施測時段淨流流速= 0.529m/s(205 度)　　第二段流速絕對值平均= 0.524m/s

第三段施測時段最大流速= 0.621m/s(206 度)　發生時間:09:55

第三段施測時段最小流速= 0.414m/s(201 度)　發生時間:10:20

時	分	XE 座標	YN 座標	溫度°C	距施放點距離(m)	速度(m/s)	方向(度)
7	11	223880.5	2425905.9	29.88			
7	15	223879.6	2425809.6	29.79	96.30	0.401	181
7	20	223833.7	2425706.2	29.31	205.12	0.377	204
7	25	223780.8	2425638.9	28.77	285.00	0.285	218
7	30	223721.6	2425592.7	28.58	351.15	0.250	232
7	35	223671.1	2425556.9	28.40	406.97	0.206	235
7	40	223620.6	2425528.3	28.30	458.39	0.194	240
7	45	223570.1	2425501.5	28.19	509.74	0.190	242
7	50	223518.8	2425482.2	28.09	557.04	0.183	249
7	55	223463.6	2425461.2	27.98	609.54	0.197	249
8	0	223389.5	2425436.6	27.95	679.19	0.260	252
8	1	223370.6	2425430.7	27.93	696.99	0.330	253
8	8	224165.1	2425488.5	27.47	擱淺、重新施放		
8	10	224158.8	2425511.3	27.60	482.84	0.197	345
8	15	224144.7	2425553.8	27.70	440.19	0.149	342
8	20	224129.0	2425593.1	27.72	399.49	0.141	338

續表 1-2　第三核能發電廠附近海域民國 100 年第 2 季漂流浮標追蹤調查成果表
(民國 100 年 5 月 14日)

日期: 05/14/2011　　點位:出水口退潮

第一段第一段淨流流速= 0.232m/s(227 度)　　第一段流速絕對值平均= 0.261m/s
第一段施測時段最大流速= 0.401m/s(181 度)　發生時間:07:15
第一段施測時段最小流速= 0.183m/s(249 度)　發生時間:07:50
第二段施測時段淨流流速= 0.208m/s(236 度)　第二段流速絕對值平均= 0.266m/s
第二段施測時段最大流速= 0.516m/s(216 度)　發生時間:09:15
第三段施測時段最小流速= 0.110m/s(272 度)　發生時間:08:40
第三段施測時段淨流流速= 0.529m/s(205 度)　第二段流速絕對值平均= 0.524m/s
第三段施測時段最大流速= 0.621m/s(206 度)　發生時間:09:55
第三段施測時段最小流速= 0.414m/s(201 度)　發生時間:10:20

時	分	XE 座標	YN 座標	溫度°C	距施放點距離(m)	速度(m/s)	方向(度)
8	20	224129.0	2425593.1	27.72			
8	25	224109.4	2425632.0	27.74	356.92	0.145	333
8	30	224079.5	2425670.9	27.77	307.92	0.163	322
8	35	224040.9	2425699.7	27.77	261.24	0.160	307
8	40	224007.8	2425700.8	27.79	241.39	0.110	272
8	45	223966.8	2425688.2	27.79	234.17	0.143	253
8	50	223921.9	2425671.6	28.00	237.91	0.160	250
8	55	223865.1	2425645.7	27.84	260.60	0.208	246
9	0	223790.9	2425574.2	28.47	343.51	0.343	226
9	5	223701.7	2425475.8	28.51	465.79	0.443	222
9	10	223602.2	2425368.9	28.16	604.83	0.487	223
9	15	223511.3	2425243.6	28.09	758.22	0.516	216
9	20	223437.0	2425111.1	28.09	910.13	0.506	209
9	27	223345.3	2424941.4	27.91	1102.95	0.174	203
9	34	224049.8	2425766.6	29.29	擱淺、重新施放		
9	35	224034.9	2425736.3	29.81	229.30	0.561	206
9	40	223942.2	2425576.5	30.19	335.08	0.616	210
9	45	223864.7	2425433.5	29.86	472.65	0.542	208
9	50	223783.3	2425273.1	29.76	640.17	0.600	207
9	55	223701.8	2425105.6	29.52	820.00	0.621	206
10	0	223625.9	2424945.2	29.07	993.82	0.591	205
10	5	223567.3	2424802.7	28.53	1146.69	0.513	202
10	10	223517.5	2424671.7	28.28	1286.45	0.467	201
10	15	223477.1	2424551.6	28.12	1413.07	0.422	199
10	20	223432.7	2424435.5	28.19	1537.00	0.414	201
10	21	223425.6	2424411.5	28.19	1562.10	0.418	197

表 1-3　第三核能發電廠附近海域民國 100 年第 3 季漂流浮標追蹤調查成果表(民國 100 年 8 月 9 日)

日期: 08/09/2011　　點位:出水口退潮

流速絕對值平均= 0.307m/s　　施測時段淨流流速= 0.237m/s(153 度)

施測時段最大流速= 0.511m/s(181 度)　　發生時間:08:15

施測時段最小流速= 0.030m/s(155 度)　　發生時間:10:00

時	分	XE 座標	YN 座標	溫度°C	距施放點距離(m)	速度(m/s)	方向(度)
7	30	223904.2	2425925.2	31.14			
7	35	223928.0	2425842.6	31.02	85.97	0.287	164
7	40	223959.8	2425730.0	30.43	203.00	0.390	164
7	45	224000.6	2425604.5	30.83	334.89	0.440	162
7	50	223981.5	2425488.2	29.48	443.84	0.393	189
7	55	223949.7	2425358.4	30.05	568.71	0.445	194
8	0	223939.2	2425211.8	30.38	714.28	0.490	184
8	5	223940.6	2425075.4	30.40	850.63	0.455	179
8	10	223949.1	2424942.3	30.26	983.93	0.444	176
8	15	223977.2	2424791.5	30.05	1136.08	0.511	169
8	20	224013.2	2424645.3	29.76	1284.57	0.502	166
8	25	224049.2	2424514.5	29.24	1418.15	0.452	165
8	30	224078.2	2424394.3	28.93	1540.78	0.412	166
8	35	224131.6	2424268.6	28.84	1672.20	0.455	157
8	40	224211.0	2424151.9	28.74	1799.70	0.471	146
8	45	224296.0	2424036.9	28.72	1928.59	0.477	144
8	50	224371.7	2423950.6	28.70	2029.25	0.383	139
8	55	224441.5	2423867.0	28.67	2127.18	0.363	140
9	0	224506.0	2423799.8	28.63	2209.03	0.311	136
9	5	224581.7	2423768.0	28.51	2261.14	0.273	113
9	10	224673.1	2423750.3	28.47	2306.83	0.310	101
9	15	224772.4	2423758.0	28.40	2334.71	0.332	86
9	20	224890.7	2423776.8	28.28	2364.11	0.399	81
9	25	224990.0	2423796.5	28.14	2389.70	0.338	79
9	30	225053.9	2423829.3	28.00	2390.57	0.239	63
9	35	225112.3	2423853.5	27.95	2398.24	0.211	67
9	40	225191.1	2423860.8	27.86	2432.73	0.264	85
9	45	225255.7	2423859.0	27.88	2469.06	0.215	92
9	50	225299.1	2423850.8	27.81	2499.81	0.147	101
9	55	225319.1	2423846.0	27.79	2515.04	0.069	104
10	0	225322.9	2423837.9	27.77	2523.88	0.030	155
10	5	225324.3	2423827.6	27.77	2533.12	0.034	172

續表 1-3　第三核能發電廠附近海域民國 100 年第 3 季漂流浮標追蹤調查成果表(民國 100 年 8 月 9 日)

日期: 08/09/2011　　點位:出水口退潮

流速絕對值平均= 0.307m/s　　施測時段淨流流速= 0.237m/s(153 度)

施測時段最大流速= 0.511m/s(181 度)　　發生時間:08:15

施測時段最小流速= 0.030m/s(155 度)　　發生時間:10:00

時	分	XE 座標	YN 座標	溫度°C	距施放點距離(m)	速度(m/s)	方向(度)
10	5	225324.3	2423827.6	27.77			
10	10	225324.3	2423809.5	27.79	2548.16	0.061	180
10	15	225319.5	2423777.6	27.79	2572.05	0.107	189
10	20	225304.4	2423739.4	27.77	2595.88	0.137	201
10	25	225287.0	2423706.3	27.72	2614.61	0.125	208
10	30	225257.8	2423667.7	27.70	2632.30	0.161	217
10	35	225218.3	2423616.2	27.70	2656.82	0.216	217
10	40	225177.2	2423543.0	27.72	2701.07	0.280	209
10	44	225145.6	2423463.6	27.72	2756.92	0.356	202

表 1-4　第三核能發電廠附近海域民國 100 年第 4 季漂流浮標追蹤調查成果表(民國 100 年 11 月 19 日)

日期: 11/19/2011　　點位:出水口退潮

流速絕對值平均= 0.252m/s　　施測時段淨流流速= 0.230m/s(160 度)

施測時段最大流速= 0.419m/s(184 度)　　發生時間:18:10

施測時段最小流速= 0.167m/s(141 度)　　發生時間:15:35

時	分	XE 座標	YN 座標	溫度°C	距施放點距離(m)	速度(m/s)	方向(度)
15	4	223970.9	2425758.9	29.50			
15	5	223989.8	2425745.4	29.48	23.23	0.387	126
15	10	224071.7	2425693.9	28.58	119.91	0.322	122
15	15	224152.0	2425645.0	28.53	213.93	0.313	121
15	20	224231.5	2425605.2	28.21	302.59	0.297	117
15	25	224309.5	2425567.7	27.93	388.87	0.288	116
15	30	224366.2	2425533.0	26.98	455.31	0.222	121
15	35	224397.6	2425494.1	26.70	502.25	0.167	141
15	40	224431.5	2425451.5	26.66	553.72	0.181	141
15	45	224457.4	2425407.4	26.64	600.22	0.171	150
15	50	224492.0	2425360.6	26.64	655.90	0.194	143

續表 1-4　第三核能發電廠附近海域民國 100 年第 4 季漂流浮標追蹤調查成果表(民國 100 年 11 月 19 日)

日期: 11/19/2011　　點位:出水口退潮

流速絕對值平均= 0.252m/s　　施測時段淨流流速= 0.230m/s(160 度)

施測時段最大流速= 0.419m/s(184 度)　發生時間:18:10

施測時段最小流速= 0.167m/s(141 度)　發生時間:15:35

時	分	XE 座標	YN 座標	溫度℃	距施放點距離(m)	速度(m/s)	方向(度)
15	50	224492.0	2425360.6	26.64			
15	55	224528.2	2425313.3	26.59	713.56	0.199	143
16	0	224551.0	2425265.3	26.48	761.67	0.177	155
16	5	224573.7	2425214.4	26.52	812.37	0.186	156
16	10	224600.5	2425165.5	26.50	865.13	0.186	151
16	15	224624.0	2425113.8	26.52	918.03	0.190	156
16	20	224656.2	2425058.4	26.50	980.04	0.214	150
16	25	224697.1	2424993.7	26.52	1054.98	0.255	148
16	30	224735.6	2424932.8	26.55	1125.74	0.240	148
16	35	224756.0	2424848.3	26.55	1202.34	0.290	166
16	40	224787.4	2424775.6	26.55	1278.13	0.264	157
16	45	224809.4	2424707.6	26.59	1344.76	0.238	162
16	50	224823.5	2424650.3	26.59	1398.52	0.197	166
16	55	224813.9	2424594.2	26.61	1437.83	0.190	190
17	0	224801.2	2424534.0	26.59	1479.82	0.205	192
17	5	224801.1	2424477.0	26.61	1527.31	0.190	180
17	10	224813.6	2424414.3	26.59	1586.94	0.213	169
17	15	224816.7	2424348.1	26.61	1644.90	0.221	177
17	20	224815.8	2424278.0	26.61	1704.96	0.234	181
17	25	224816.5	2424205.8	26.61	1768.38	0.241	179
17	30	224824.2	2424134.9	26.61	1834.62	0.238	174
17	35	224832.8	2424060.3	26.59	1904.80	0.250	173
17	40	224841.3	2423990.2	26.59	1971.34	0.235	173
17	45	224854.6	2423914.3	26.59	2045.38	0.257	170
17	50	224860.0	2423832.4	26.59	2121.83	0.274	176
17	55	224868.5	2423739.7	26.59	2209.80	0.310	175
18	0	224877.1	2423641.4	26.61	2303.23	0.329	175
18	5	224866.6	2423527.6	26.59	2404.38	0.381	185
18	10	224857.0	2423402.2	26.61	2517.80	0.419	184
18	15	224878.9	2423291.1	26.61	2629.56	0.377	169
18	16	224886.7	2423272.7	26.61	2649.53	0.333	157

表1-5 第三核能發電廠附近海域（民國99年12月14日～100年1月26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	12/14/14:30 2010~01/26/14:30 2011		0.0502	245.10
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	0.1303	223°14 ' 35.6”	0.1394	221°26 ' 56.4”
K_1: 15.0411	0.1562	156°52 ' 56.3”	0.1564	154°56 ' 28.5”
S2: 30.0000	0.0160	219°13 ' 34.9”	0.0272	223°11 ' 39.6”
O_1: 13.9430	0.1145	172°59 ' 59.8”	0.1028	166°06 ' 26.6”
N_2: 28.4397	0.0424	289°37 ' 00.0”	0.0374	303°52 ' 28.4”
分潮名稱	長軸半徑(m/s)	短軸半徑(m /s)		長軸方位(度)
M_2	0.1908	0.0030		43.0673
K_1	0.2210	0.0037		44.9601
S_2	0.0315	0.0010		30.4040
O_1	0.1536	0.0092		48.1203
N_2	0.0561	0.0070		48.6684

表1-6 第三核能發電廠附近海域（民國100年1月27日～100年3月11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	01/27/12:30~03/11/10:00 2011		0.1906	231.81
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	0.1323	325°10 ' 11.6”	0.1920	322°49 ' 26.3”
K_1: 15.0411	0.0774	244°04 ' 22.5”	0.1055	217°20 ' 03.8”
S2: 30.0000	0.0609	40°07 ' 33.2”	0.0609	27°56 ' 54.0”
O_1: 13.9430	0.0842	293°05 ' 35.6”	0.0998	280°31 ' 11.5”
N_2: 28.4397	0.0357	307°07 ' 41.2”	0.0456	298°53 ' 56.9”
分潮名稱	長軸半徑(m/s)	短軸半徑(m /s)		長軸方位(度)
M_2	0.2331	0.0045		34.5592
K_1	0.1276	0.0288		35.2855
S_2	0.0856	0.0091		44.9975
O_1	0.1298	0.0141		40.0206
N_2	0.0577	0.0040		37.9921

表1-7 第三核能發電廠附近海域（民國100年3月11日～100年4月25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	01/27/12:30~03/11/10:00 2011		0.1906	231.81
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	0.1323	325°10 ' 11.6”	0.1920	322°49 ' 26.3”
K_1: 15.0411	0.0774	244°04 ' 22.5”	0.1055	217°20 ' 03.8”
S2: 30.0000	0.0609	40°07 ' 33.2”	0.0609	27°56 ' 54.0”
O_1: 13.9430	0.0842	293°05 ' 35.6”	0.0998	280°31 ' 11.5”
N_2: 28.4397	0.0357	307°07 ' 41.2”	0.0456	298°53 ' 56.9”
分潮名稱	長軸半徑(m/s)	短軸半徑(m /s)		長軸方位(度)
M_2	0.2331	0.0045		34.5592
K_1	0.1276	0.0288		35.2855
S_2	0.0856	0.0091		44.9975
O_1	0.1298	0.0141		40.0206
N_2	0.0577	0.0040		37.9921

表1-8 第三核能發電廠附近海域（民國100年4月25日～100年6月2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	04/25/14:00~06/02/07:00 2011		0.1675	231.97
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	0.0978	279°27 ' 46.0”	0.1430	260°35 ' 22.2”
K_1: 15.0411	0.1047	317°46 ' 33.4”	0.1139	292°08 ' 31.3”
S2: 30.0000	0.0425	338°38 ' 53.9”	0.0723	349°22 ' 58.2”
O_1: 13.9430	0.0995	161°37 ' 57.4”	0.1019	137°16 ' 45.4”
N_2: 28.4397	0.0148	220°45 ' 19.8”	0.0374	217°52 ' 59.2”
分潮名稱	長軸半徑(m/s)	短軸半徑(m /s)		長軸方位(度)
M_2	0.1712	0.0264		33.8304
K_1	0.1509	0.0342		42.3090
S_2	0.0836	0.0068		30.2438
O_1	0.1392	0.0300		44.2658
N_2	0.0403	0.0007		21.5726

表1-9 第三核能發電廠附近海域 (民國100年6月2日～100年7月24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	06/02/08:00~07/24/14:30 2011		0.1982	230.62
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	0.0232	121˚27 ' 59.6”	0.0280	120˚05 ' 33.4”
K_1: 15.0411	0.0067	40˚37 ' 47.6”	0.0101	338˚07 ' 03.7”
S2: 30.0000	0.1208	309˚23 ' 24.9”	0.1004	261˚39 ' 15.9”
O_1: 13.9430	0.0068	52˚07 ' 07.5”	0.0065	345˚05 ' 17.2”
N_2: 28.4397	0.0222	288˚33 ' 25.2”	0.0307	277˚13 ' 06.7”
分潮名稱	長軸半徑(m/s)	短軸半徑(m /s)		長軸方位(度)
M_2	0.0363	0.0004		39.6936
K_1	0.0108	0.0056		23.6237
S_2	0.1442	0.0622		52.7340
O_1	0.0078	0.0052		47.6291
N_2	0.0377	0.0035		35.6751

表1-10 第三核能發電廠附近海域 (民國100年7月24日～100年9月8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	07/24/15:00~09/08/18:00 2011		0.2103	228.57
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	0.0585	215˚14 ' 31.1”	0.1337	204˚32 ' 55.1”
K_1: 15.0411	0.0815	162˚43 ' 38.7”	0.0956	140˚10 ' 56.5”
S2: 30.0000	0.0291	246˚02 ' 10.4”	0.0449	241˚48 ' 14.8”
O_1: 13.9430	0.0619	317˚08 ' 47.0”	0.0834	284˚53 ' 07.6”
N_2: 28.4397	0.0181	5˚02 ' 51.8”	0.0366	334˚16 ' 37.1”
分潮名稱	長軸半徑(m/s)	短軸半徑(m /s)		長軸方位(度)
M_2	0.1456	0.0100		23.3966
K_1	0.1233	0.0242		40.0590
S_2	0.0535	0.0018		32.8608
O_1	0.1001	0.0275		35.1485
N_2	0.0400	0.0085		24.1343

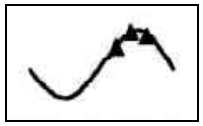
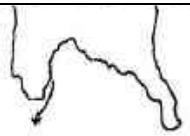
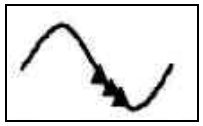
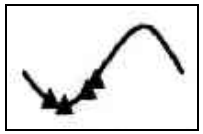
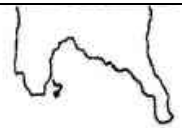
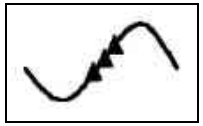
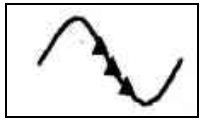
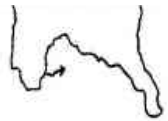
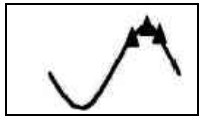
表1-11 第三核能發電廠附近海域 (民國100年9月8日～100年10月28日) 定點海流觀測調和分析表

點位	時　　間		恆流流速 (m/s)	恆流流向 (度)
南灣	09/08/18:30~10/28/13:00 2011		0.1143	233.42
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	0.0246	163°00 ' 50.3”	0.0232	146°21 ' 15.0”
K_1: 15.0411	0.0083	115°00 ' 33.3”	0.0101	92°19 ' 49.4”
S2: 30.0000	0.0178	105°18 ' 33.7”	0.0192	55°18 ' 01.2”
O_1: 13.9430	0.0109	181°21 ' 40.7”	0.0120	197°17 ' 42.7”
N_2: 28.4397	0.0418	53°11 ' 28.9”	0.0507	33°46 ' 22.0”
分潮名稱	長軸半徑(m/s)	短軸半徑(m /s)		長軸方位(度)
M_2	0.0334	0.0049		46.7072
K_1	0.0129	0.0025		38.8280
S_2	0.0238	0.0110		41.5577
O_1	0.0161	0.0022		42.1618
N_2	0.0400	0.0085		24.1343

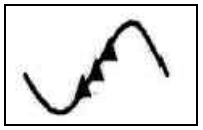
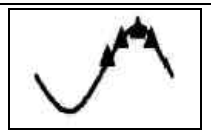
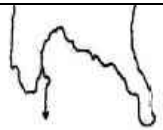
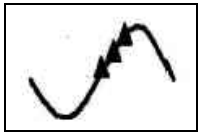
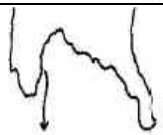
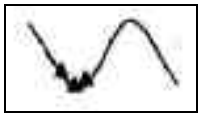
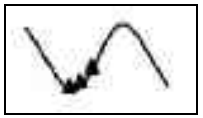
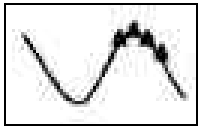
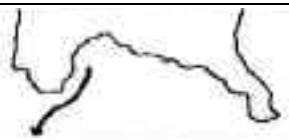
表1-12 第三核能發電廠附近海域 (民國100年10月28日～100年12月15日) 定點海流觀測調和分析表

點位	時　　間		恆流流速 (m/s)	恆流流向 (度)
南灣	10/28/13:30~12/15/09:00 2011		0.1068	237.41
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	0.1034	188°07 ' 57.2”	0.1505	179°22 ' 29.3”
K_1: 15.0411	0.0658	54°11 ' 10.7”	0.1014	41°44 ' 04.2”
S2: 30.0000	0.0710	272°01 ' 23.3”	0.0910	276°43 ' 29.1”
O_1: 13.9430	0.0753	228°47 ' 32.9”	0.0846	220°05 ' 19.6”
N_2: 28.4397	0.0360	135°17 ' 07.9”	0.0485	143°44 ' 30.0”
分潮名稱	長軸半徑(m/s)	短軸半徑(m /s)		長軸方位(度)
M_2	0.1821	0.0130		34.3608
K_1	0.1203	0.0120		32.7442
S_2	0.1153	0.0046		37.9338
O_1	0.1129	0.0085		41.6603
N_2	0.0602	0.0043		36.5152

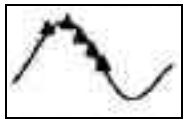
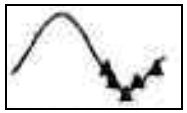
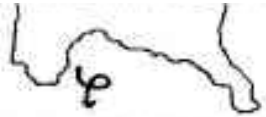
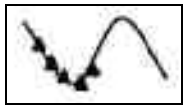
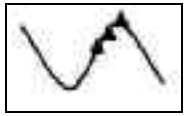
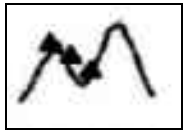
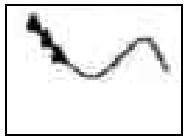
表1-13 第三核能發電廠附近海域民國87～100年度漂流浮標追蹤調查結果

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10月3日，小潮							
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							

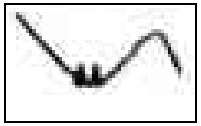
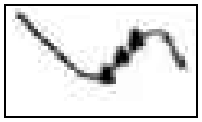
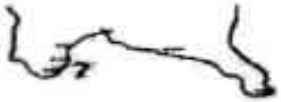
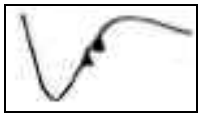
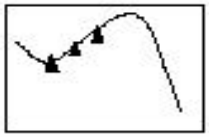
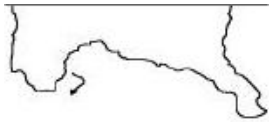
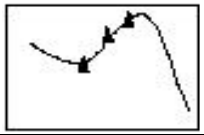
續表1-13 第三核能發電廠附近海域民國87～100年度漂流浮標追蹤調查結果

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	88.8.1	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							

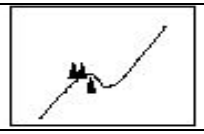
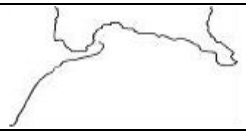
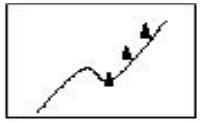
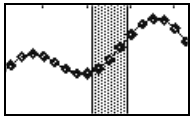
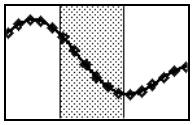
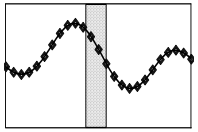
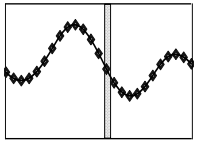
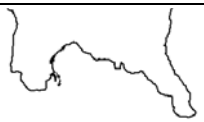
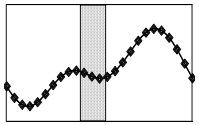
續表1-13 第三核能發電廠附近海域民國87～100年度漂流浮標追蹤調查結果

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24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24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							

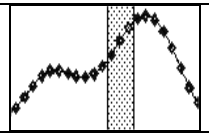
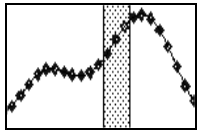
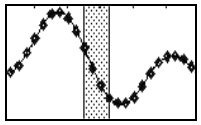
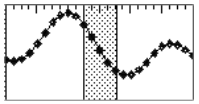
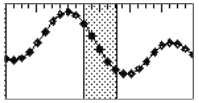
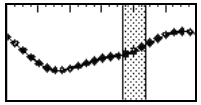
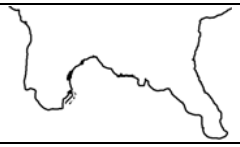
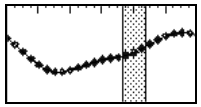
續表1-13 第三核能發電廠附近海域民國87～100年度漂流浮標追蹤調查結果

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，大潮							
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，中潮							

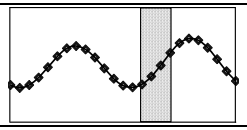
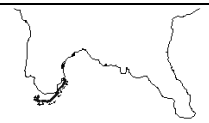
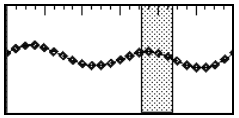
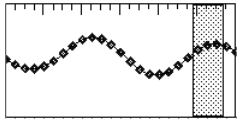
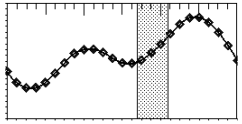
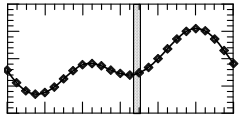
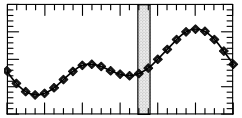
續表1-13 第三核能發電廠附近海域民國87～100年度漂流浮標追蹤調查結果

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，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，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							

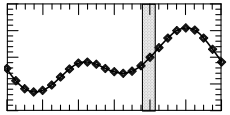
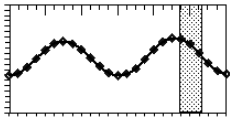
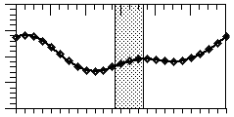
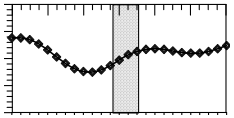
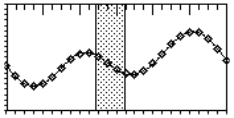
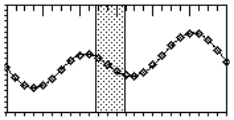
續表1-13 第三核能發電廠附近海域民國87～100年度漂流浮標追蹤調查結果

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							

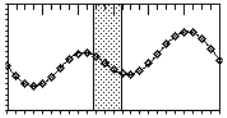
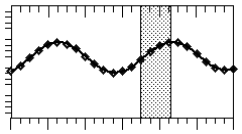
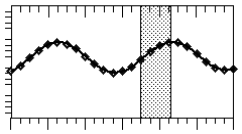
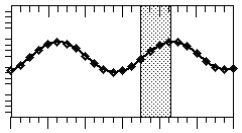
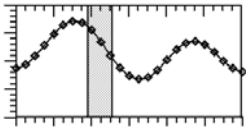
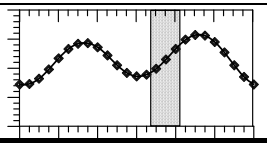
續表1-13 第三核能發電廠附近海域民國87～100年度漂流浮標追蹤調查結果

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17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	94.01.17	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	94.01.17	13:55～15:10		0.92	0.35	0.078/261	0.333/220	
	農曆12月18日，大潮							

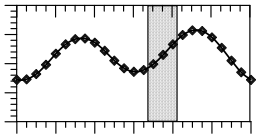
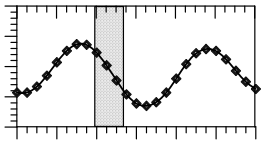
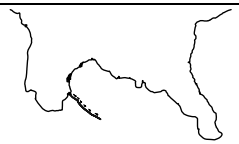
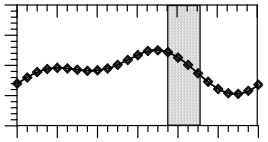
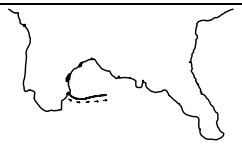
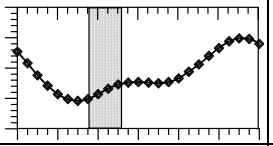
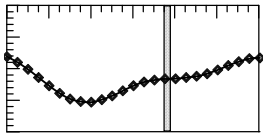
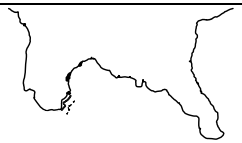
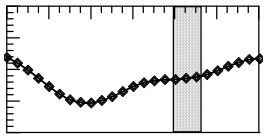
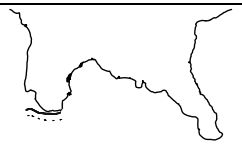
續表1-13 第三核能發電廠附近海域民國87～100年度漂流浮標追蹤調查結果

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							

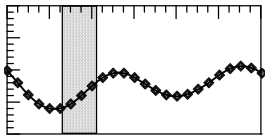
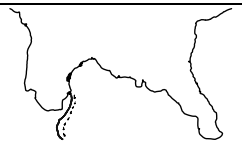
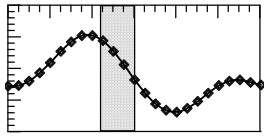
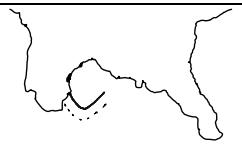
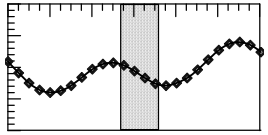
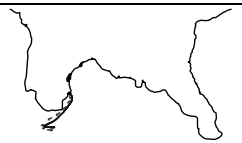
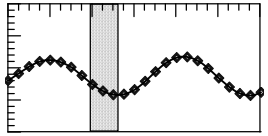
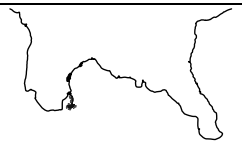
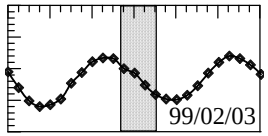
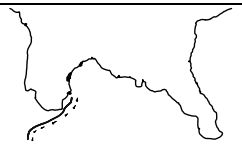
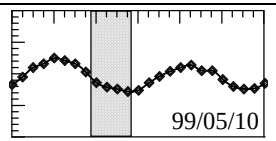
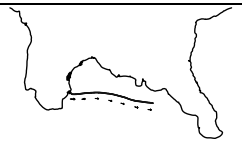
續表1-13 第三核能發電廠附近海域民國87～100年度漂流浮標追蹤調查結果

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							

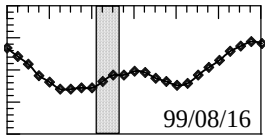
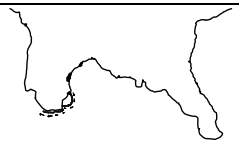
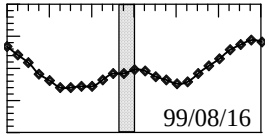
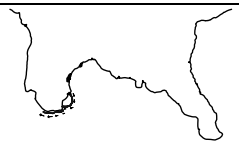
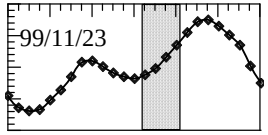
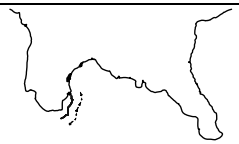
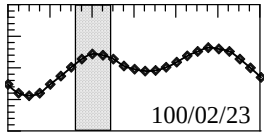
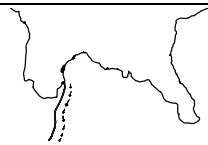
續表1-13 第三核能發電廠附近海域民國87～100年度漂流浮標追蹤調查結果

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1-13 第三核能發電廠附近海域民國87～100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	99.02.0	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1-13 第三核能發電廠附近海域民國87～100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 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 第3次 第2次	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							

續表1-13 第三核能發電廠附近海域民國87～100年度漂流浮標追蹤調查結果

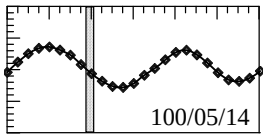
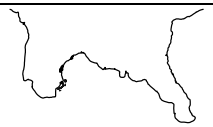
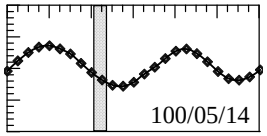
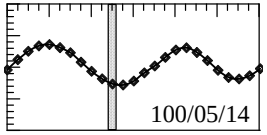
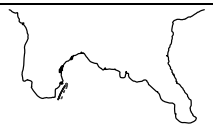
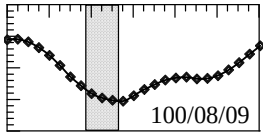
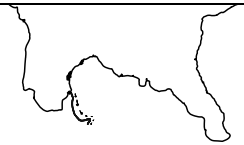
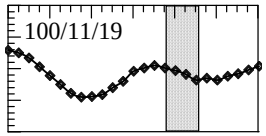
100年	日期	時間	潮汐	流程 km	淨流程 km	淨流速 m/s/流向°	最大流速 m/s/流向°	漂流流型
100 第2次 第1段	100.05.14	07:11~08:01		0.76	0.70	0.232/227	0.401/181	
	農曆4月12日，小潮							
100 第2次 第2段	100.05.14	08:08~09:27		1.32	0.99	0.206/236	0.516/216	
	農曆4月12日，小潮							
100 第2次 第3段	100.05.14	09:34~10:21		1.50	1.49	0.529/205	0.621/206	
	農曆4月12日，小潮							
100 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 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							

表1-14　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	237	0.252
29	93.08.01~93.09.02	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

續表1-14　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)
32	94.05.17~94.07.08	0.199	232 ↙	0.298
33	94.10.01~94.12.09	0.134	231 ↙	0.265
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

續表1-14　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)
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
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

表1-15 第三核能發電廠附近海域歷年 CTD 調查水團屬性

季節	日期 \ 項目	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)	○	
夏季	83.07.26	2-1	○	○	※
	86.08.29	4-1	○	○	※
	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		○	

○：較多　　※：稀疏

續表1-15 第三核能發電廠附近海域歷年 CTD 調查水團屬性

季節	日期 \ 項目	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	※	○	
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		○	

○：較多　　※：稀疏

表1-16 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	只分析以往實測漂流資料(65~66年)	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4 m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	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

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
				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。 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500m *B*站：出水口南側約500m	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。

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5年	72－73（73年5月9日一號機開始發電）	范光龍 張湘電	A站：出水口東500m B站：入水口南500m C站：出水口南方100m	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。 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500 m	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500 m，水面下4 m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	范光龍 張湘電	A站：入水口東南300 m B站：出水口南方500 m	在冷卻系統離入水口300 m及離排水口500 m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2.5 m左右，排水口的前2次在水面下3.5 m，第3次提高到水面下1.5 m，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40 cm/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10～30 cm/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

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
	火災）			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。
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20 m B站：出水口西南400 m C站：入水口南方100 m	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50 m B站：出水口東南100 m C站：出水口西南80 m D站：出水口西南300 m	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。

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。
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) B站：出水口東南100m(水溫) A站：入水口東方100m(海流+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°C，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°C，甚至4～5°C，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80 m B站：船帆石近岸 C站：成	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

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
			一直線	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。
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。

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。
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。

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120 cm/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51.66 cm/s，平均流速2.95 cm/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1 m、2 m，在水面下5 m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。
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14～59 cm/s 間，在退潮時則往東北偏東及小灣流動，其流速介於10.3 cm/s～11.3 cm/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。

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144.47 cm/s，平均流速為58.91 cm/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38.00 cm/s，平均流速為10.15 cm/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223 cm/s，平均流速17.5 cm/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114 cm/s，平均為52.3 cm/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83.34 cm/s，平均流速為15.36 cm/s，流向為223.58° 第2季最大流速為80.14 cm/s，平均流速為16.89 cm/s，流向為221.8° 第4次調查其最大流速為83.35 cm/s，平均流為11.55 cm/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1～5 m並未擴散很大。7月份10 m、15 m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，20 m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16.13 cm/s、第2次第1段14.7，第2次第2段16.35 cm/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7.22～59.7 cm/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 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

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
				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0.18 m/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0.05 m/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。

表 1-17 民國 92 至 100 年水溫基本統計表

	近岸站			海流儀 CUR 站					
民國年	92	93	94	95	96	97	98	99	100
年均溫(℃)	26.41	26.00	26.15	25.77	25.55	25.84	25.24	25.88	25.04
最高溫(℃)	31.67 (07/19)	29.71 (08/05)	30.95 (07/06)	29.67 (07/03)	30.69 (08/05)	30.61 (08/30)	29.87 (09/08)	30.13 (08/19)	29.86 (08/17)
最低溫(℃)	18.89 (06/29)	19.18 (07/04)	18.60 (02/10)	18.90 (01/01)	18.11 (06/14)	20.00 (07/01)	15.66 (12/31)	16.23 (01/03)	19.41 (06/13)
夏均溫(℃，5-10 月)	27.61	27.26	28.05	26.39	26.41	26.79	26.25	26.36	27.46
冬均溫(℃，11-4 月)	25.20	25.54	24.38	25.04	24.26	25.08	24.28	25.31	23.84
單日最大溫差(℃)	9.11 (06/29)	6.77 (08/01)	5.26 (08/23)	8.79 (07/21)	9.31 (06/30)	9.13 (07/01)	7.13 (08/16)	9.53 (07/11)	8.31 (07/15)
平均每日溫差(℃)	2.08	2.01	1.86	3.53	3.80	3.15	3.35	3.81	3.36

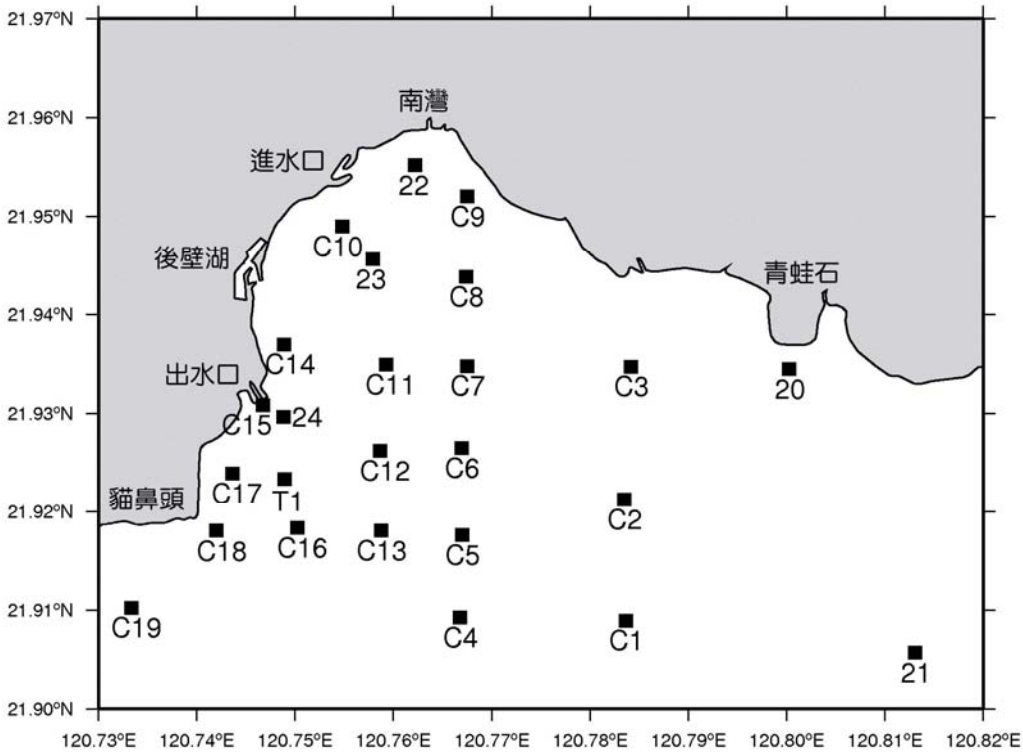


圖1-1　第三核能發電廠附近海域CTD及定點海流觀測作業位置圖

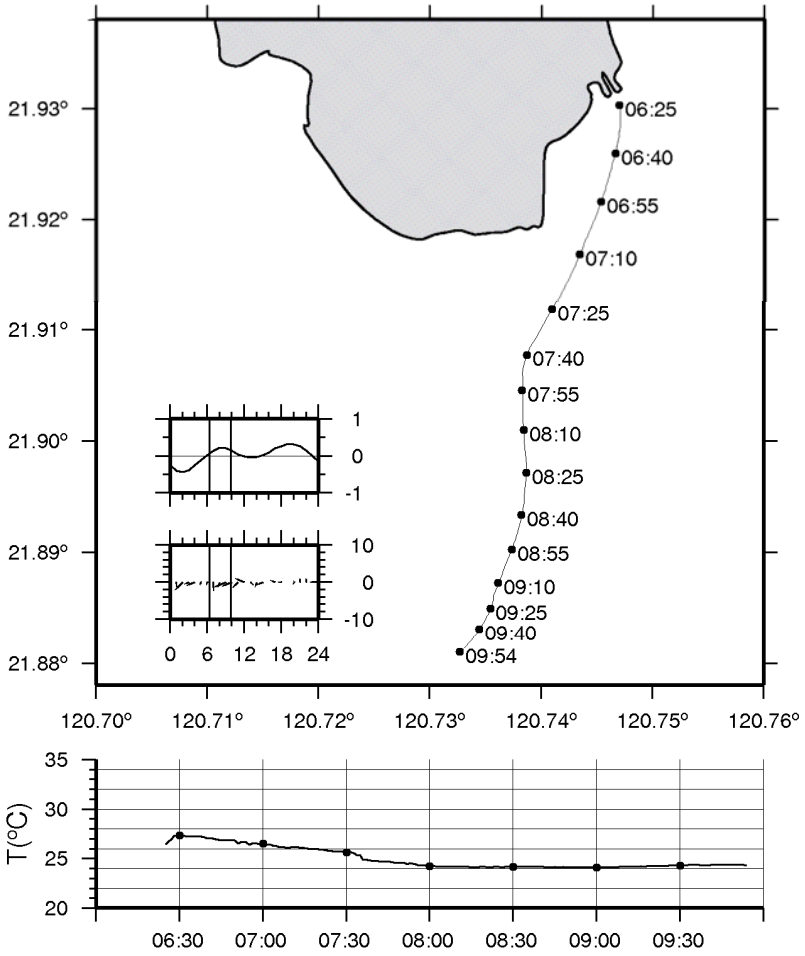


圖1-2　民國100年2月23日漂流浮標暨溫度追蹤調查結果

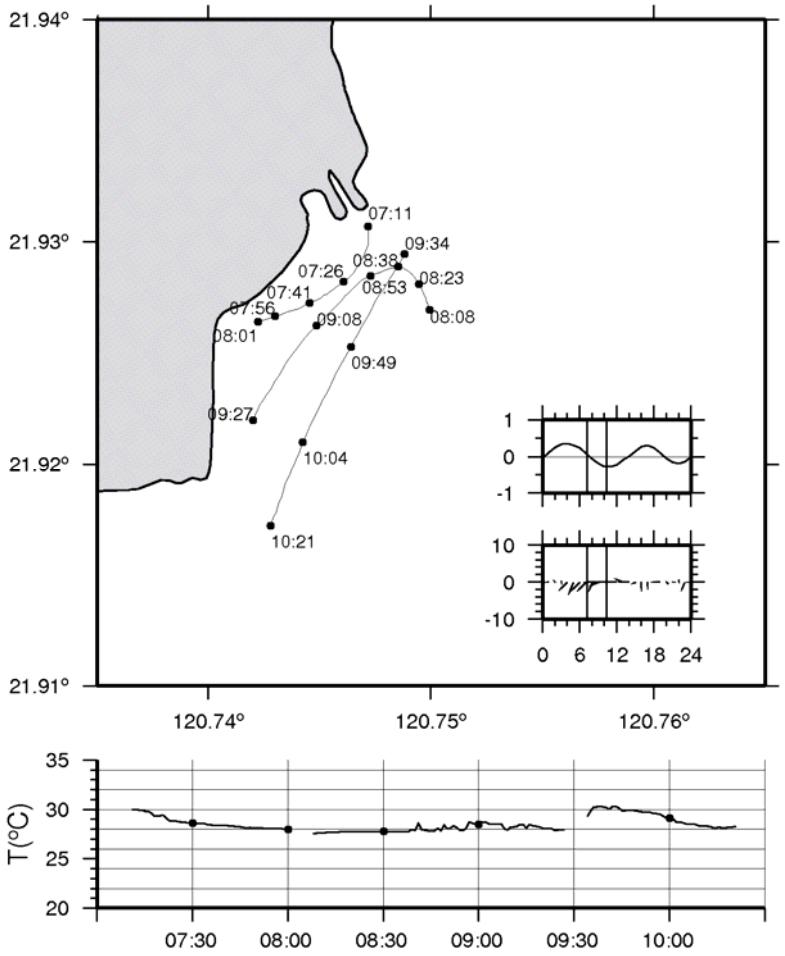


圖1-3　民國100年5月14日漂流浮標暨溫度追蹤調查結果

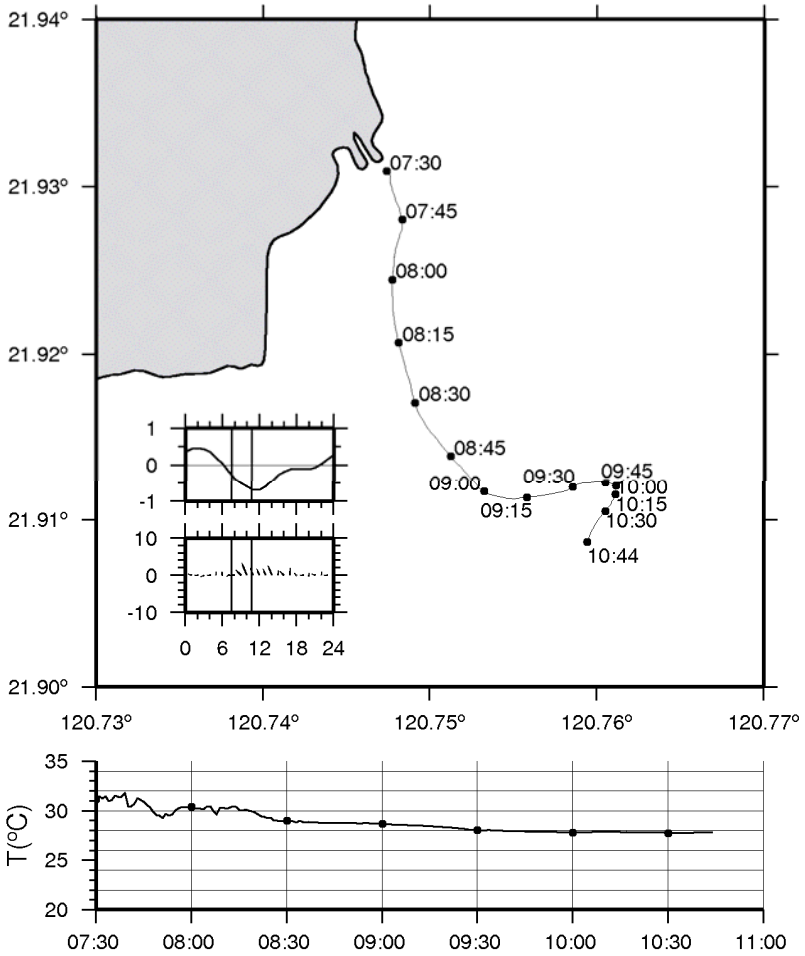


圖1-4　民國100年8月9日漂流浮標暨溫度追蹤調查結果

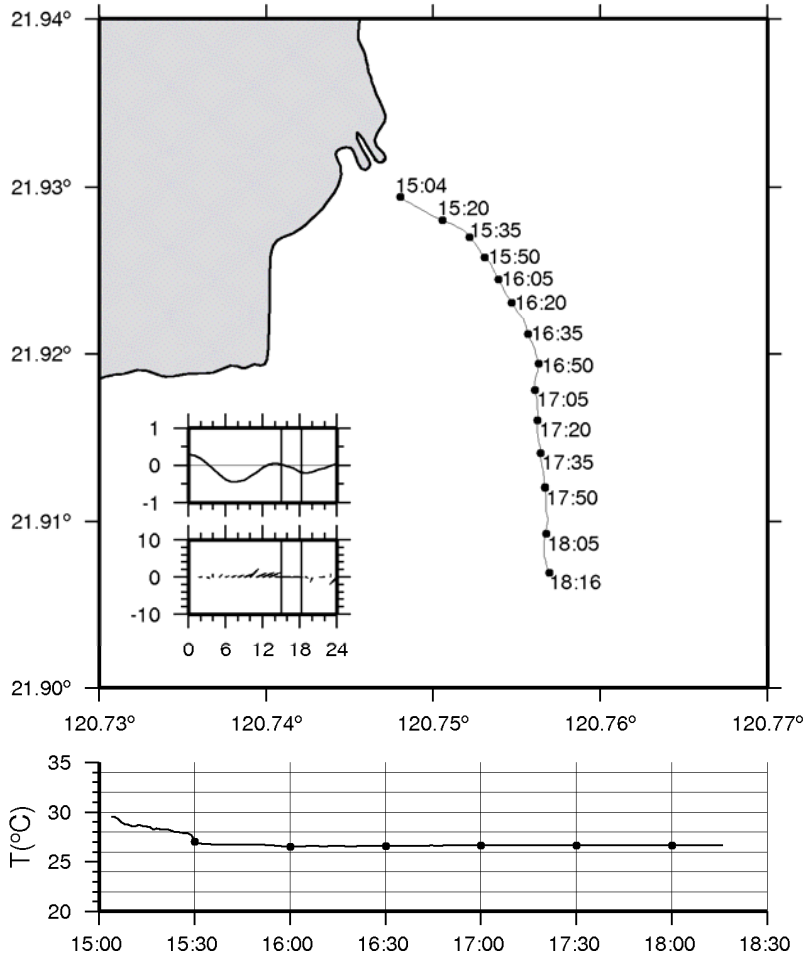


圖1-5　民國100年11月19日漂流浮標暨溫度追蹤調查結果

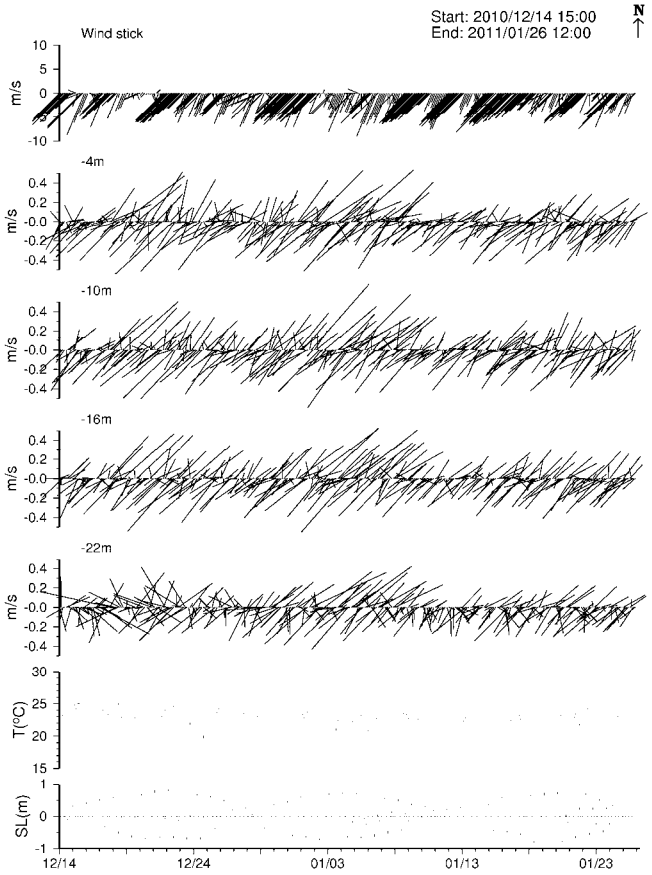
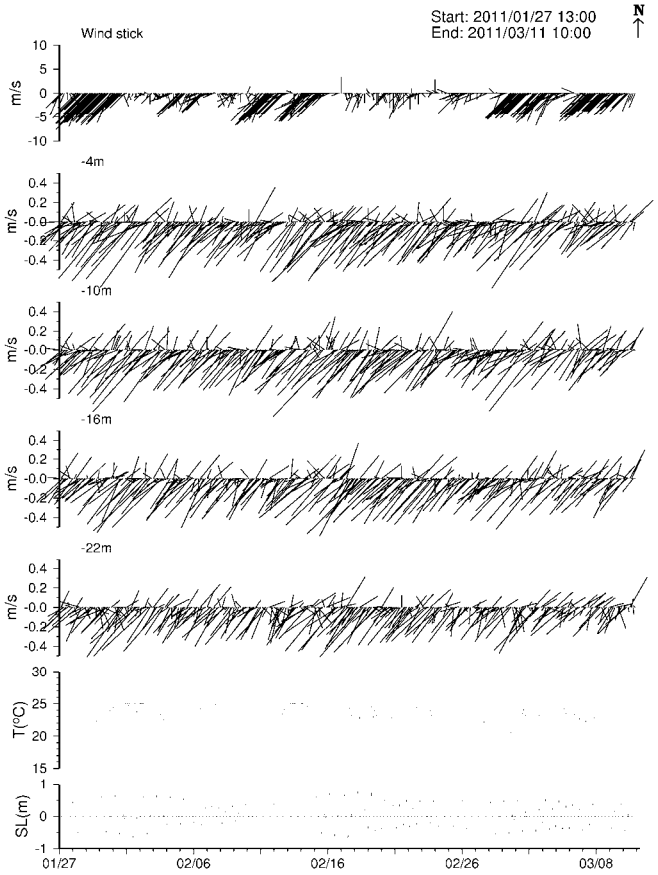
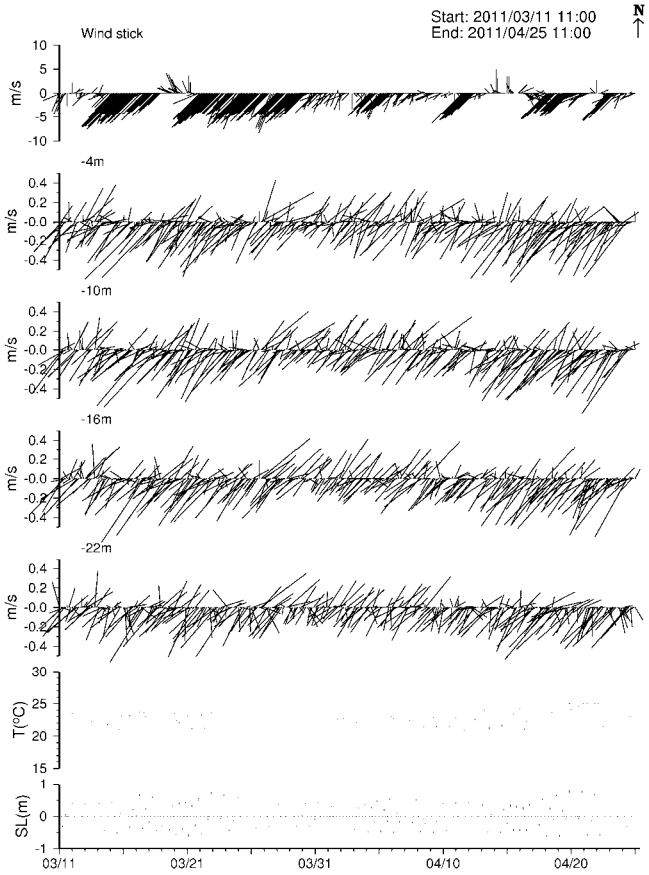


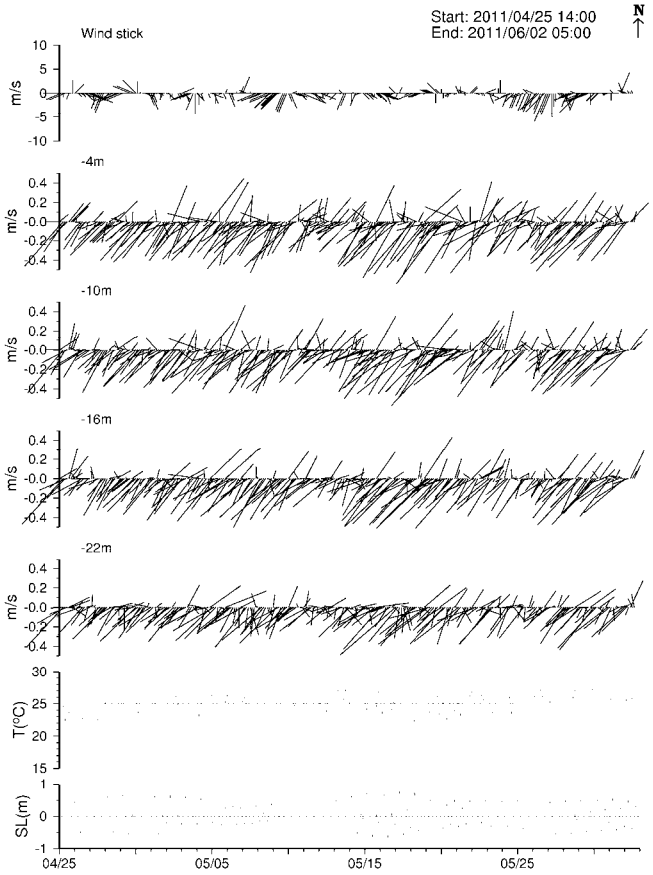
圖1-6　民國99年12月14日～100年1月26日定點海流觀測結果，自上而下：風場，-4、-10、-16、-22 m流矢，溫度與水位時序圖



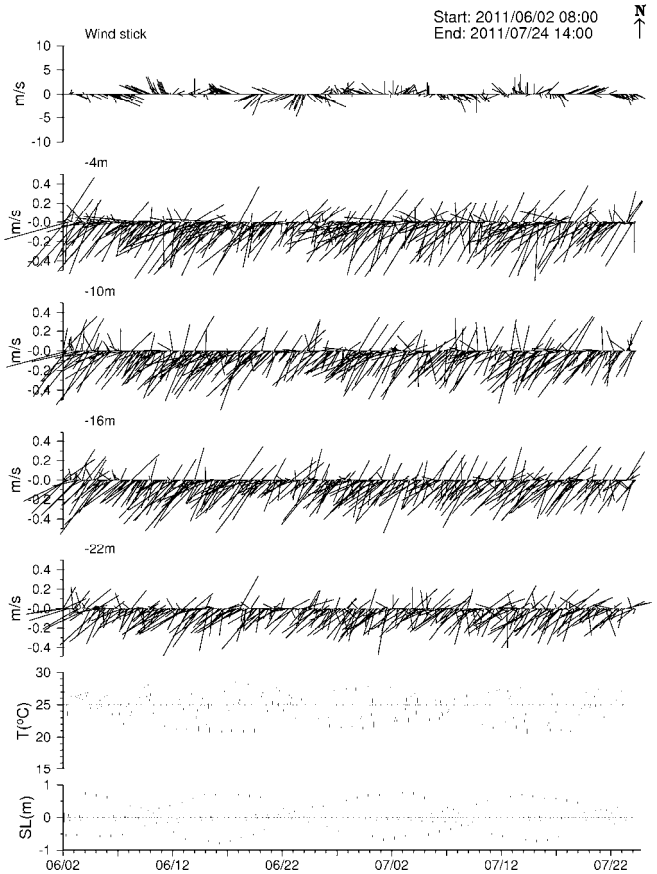
續圖1-6　民國100年1月27日～100年3月11日定點海流觀測結果，自上而下：風場，-6、-10、-16、-22 m流矢，溫度與水位時序圖



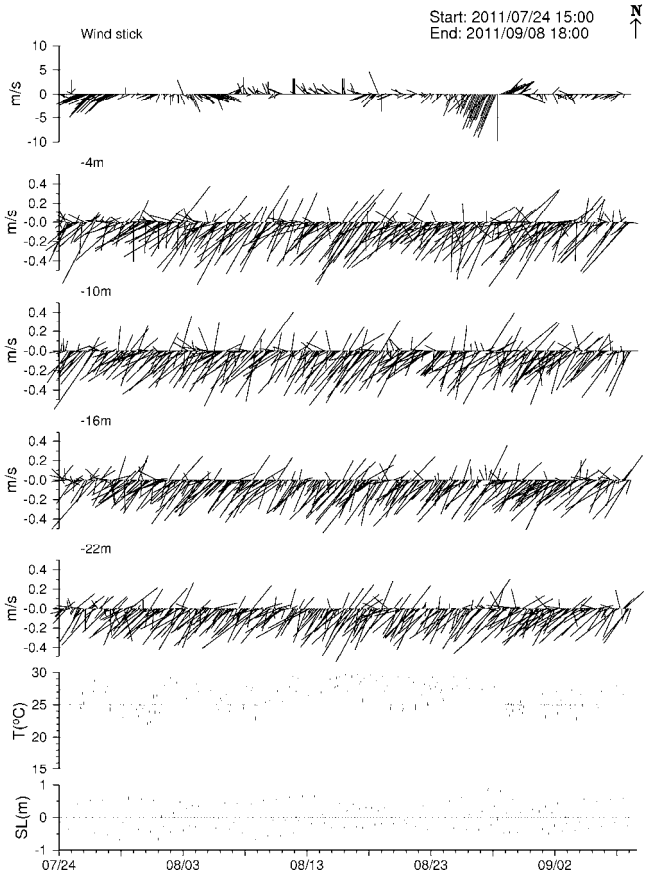
續圖1-6　民國100年3月11日～100年4月25日定點海流觀測結果，自上而下：風場，-4、-10、-16、-22 m流矢，溫度與水位時序圖



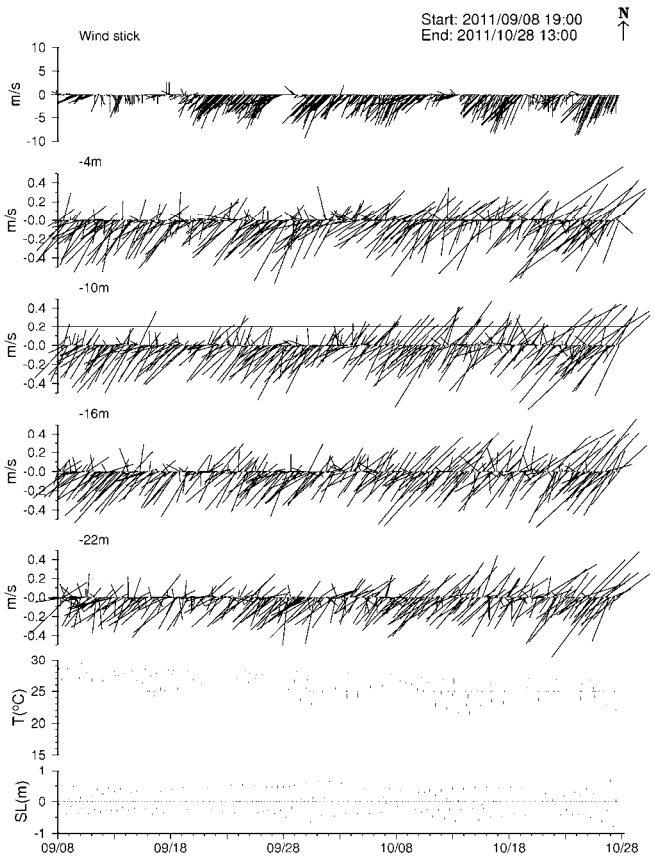
續圖1-6　民國100年4月25日～100年6月2日定點海流觀測結果，自上而下：風場，-4、-10、-16、-22 m流矢，溫度與水位時序圖



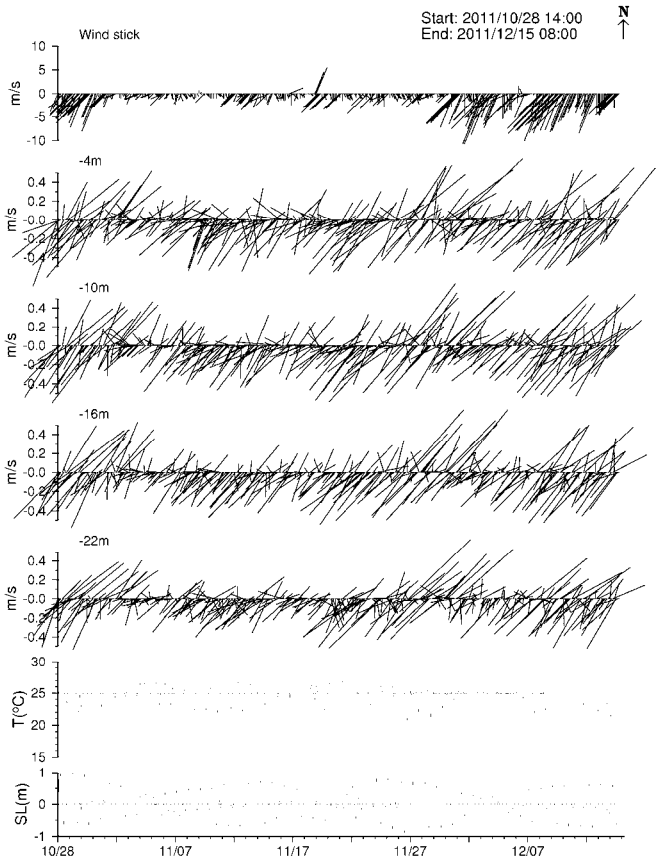
續圖1-6　民國100年6月2日～100年7月24日定點海流觀測結果，自上而下：風場，-4、-10、-16、-22 m流矢，溫度與水位時序圖



續圖1-6　民國100年7月24日～100年9月8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100年9月8日～100年10月28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100年10月28日～100年12月15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

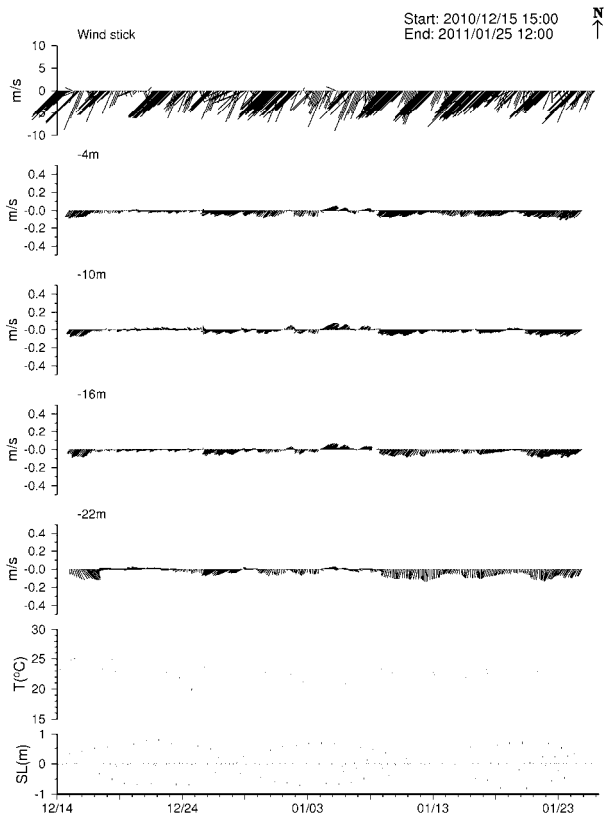
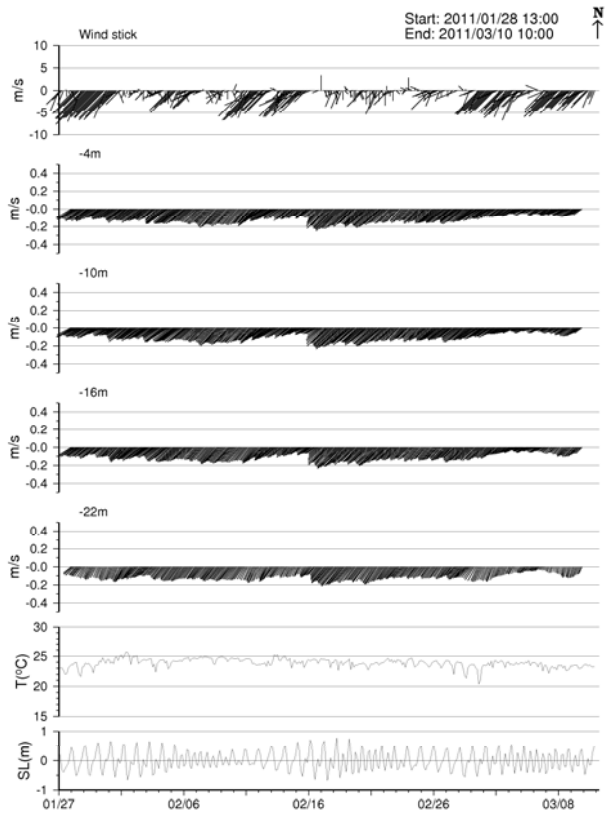
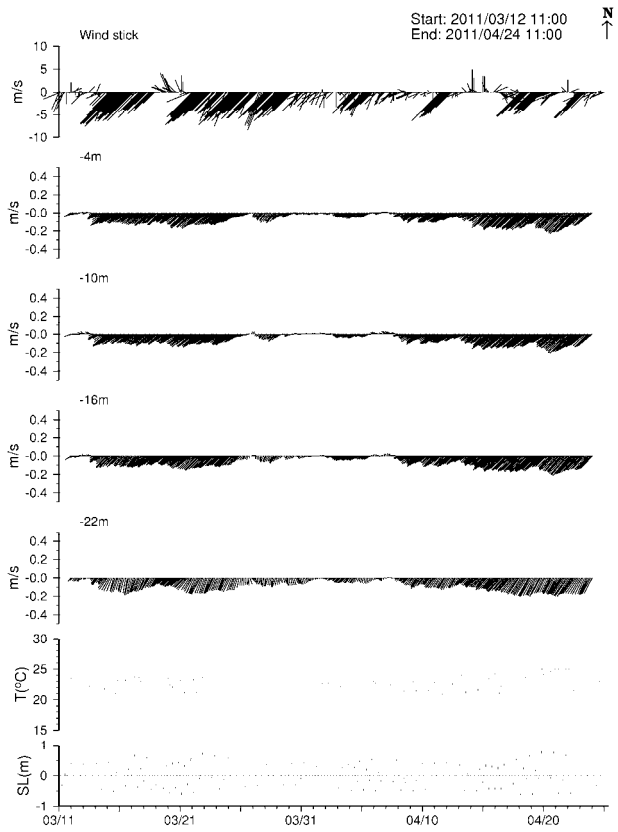


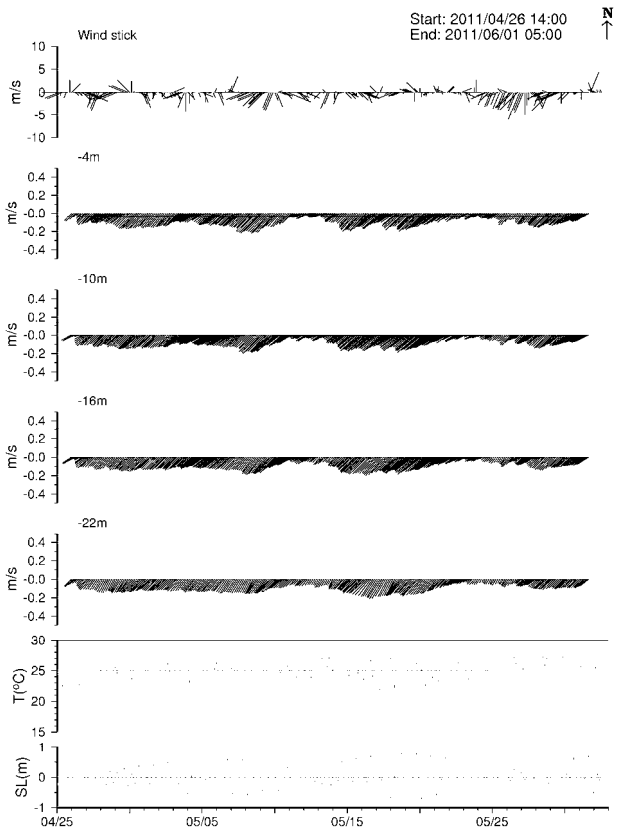
圖1-7　民國99年12月14日～100年1月26定點海流低通過濾結果，自上而下：風場，48小時低通過濾後-4、-10、-16、-22 m流矢，溫度與水位時序圖



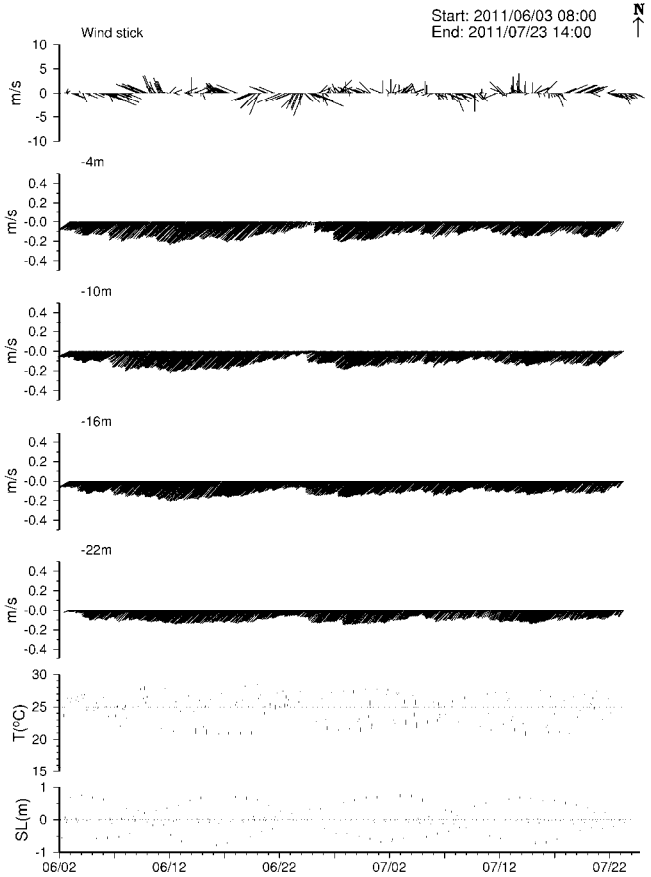
續圖1-7　民國100年1月27日～100年3月11日定點海流低通過濾結果，自上而下：風場，48小時低通過濾後-4、-10、-16、-22 m流矢，溫度與水位時序圖



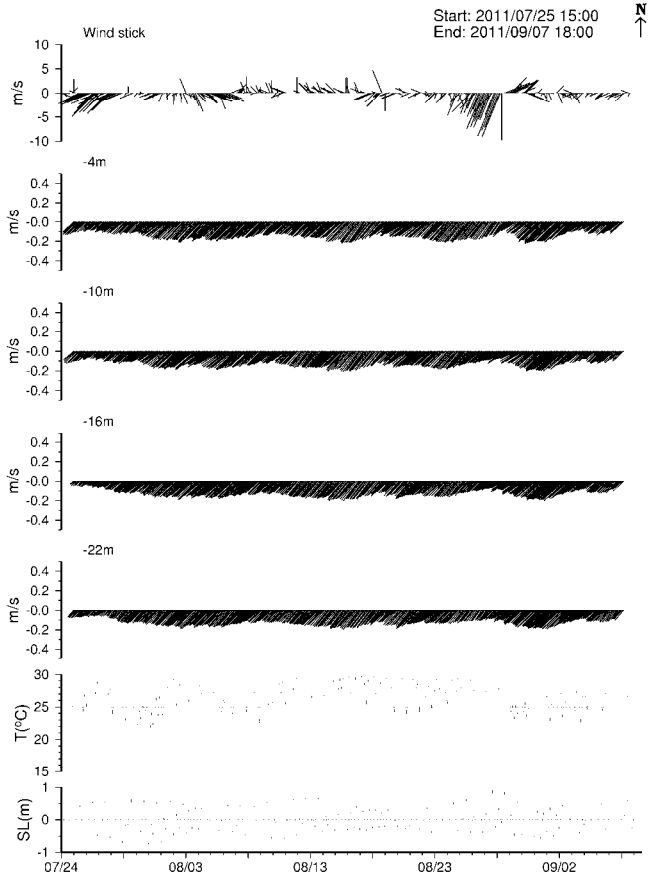
續圖1-7　民國100年3月11日～100年4月25日定點海流低通過濾結果，自上而下：風場，48小時低通過濾後-6、-10、-16、-22 m流矢，溫度與水位時序圖



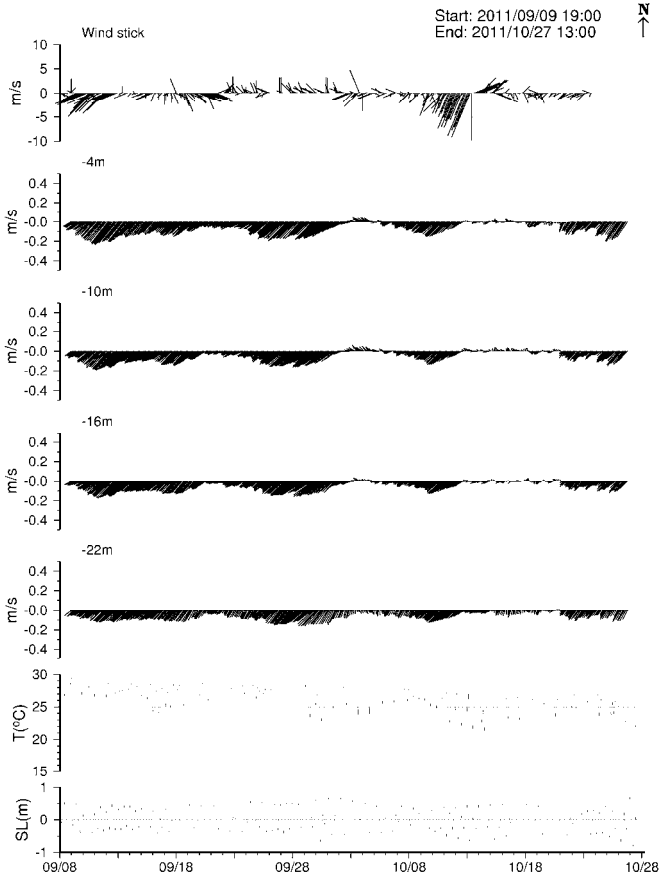
續圖1-7　民國100年4月25日～100年6月2日定點海流低通過濾結果，自上而下：風場，48小時低通過濾後-4、-10、-16、-22 m流矢，溫度與水位時序圖



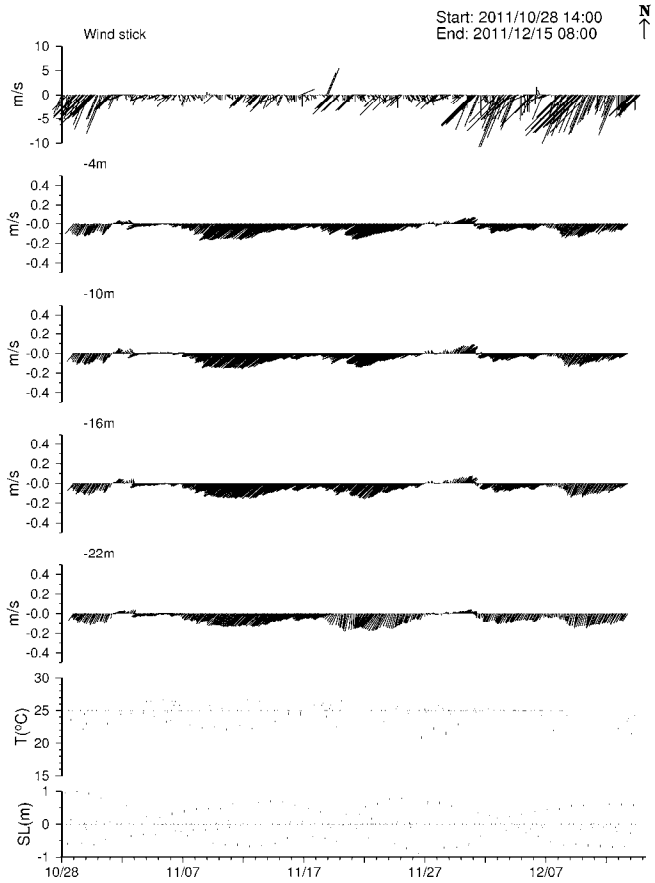
續圖1-7　民國100年6月2日～100年7月24日定點海流低通過濾結果，自上而下：風場，48小時低通過濾後-6、-10、-16、-22 m流矢，溫度與水位時序圖



續圖1-7　民國100年7月24日～100年9月8日定點海流低通過濾結果，自上而下：風場，48小時低通過濾後-4、-10、-16、-22 m流矢，溫度與水位時序圖



續圖1-7　民國100年9月8日～100年10月28日定點海流低通過濾結果，自上而下：風場，48小時低通過濾後-6、-10、-16、-22 m流矢，溫度與水位時序圖



續圖1-7　民國100年10月28日～100年12月15日定點海流低通過濾結果，自上而下：風場，48小時低通過濾後-4、-10、-16、-22 m流矢，溫度與水位時序圖

測站：南灣　　施測期間：2010/12/14 14:30-2011/01/26 14:30
記錄筆數：6193 筆　　最大流速：1.35*m/s* (對應流向 45.9 度)

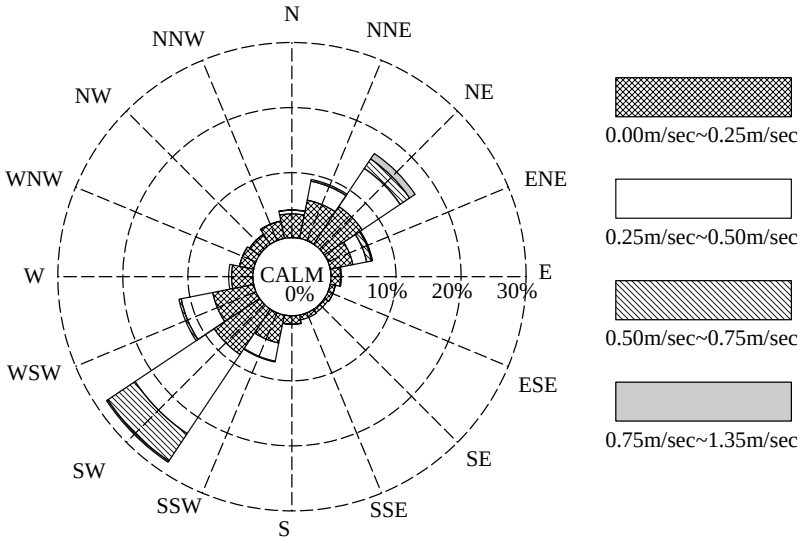
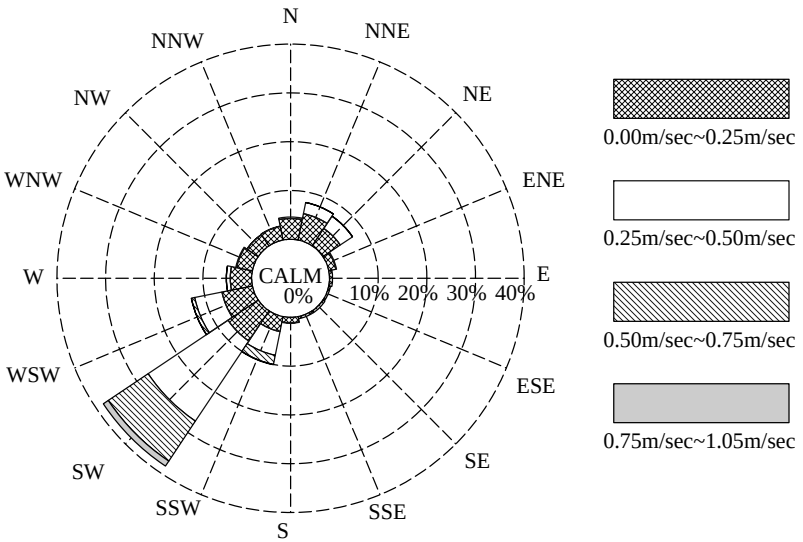


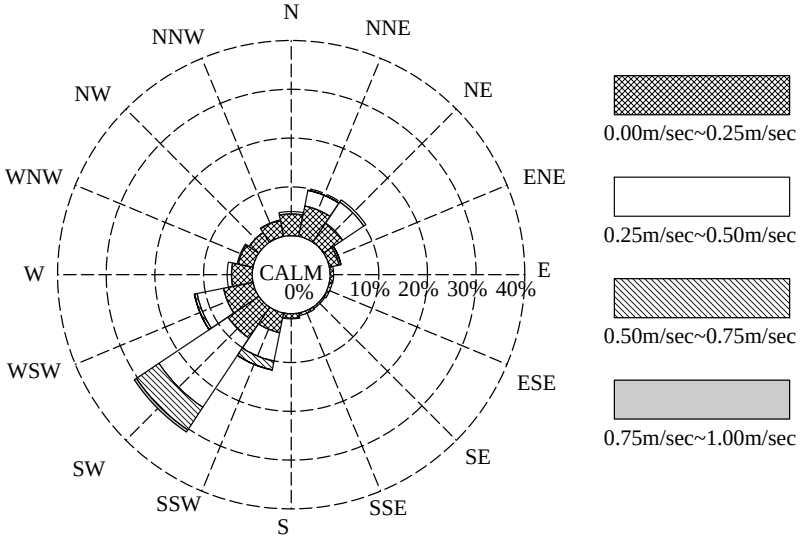
圖1-8　定點海流調查海流玫瑰圖 (民國99年12月14日～100年1月26日)

測站：南灣　　施測期間：01/27/12:30~03/11/10:00 2011
記錄筆數：6178　　最大流速：1.02s (對應流向 221.4 度)



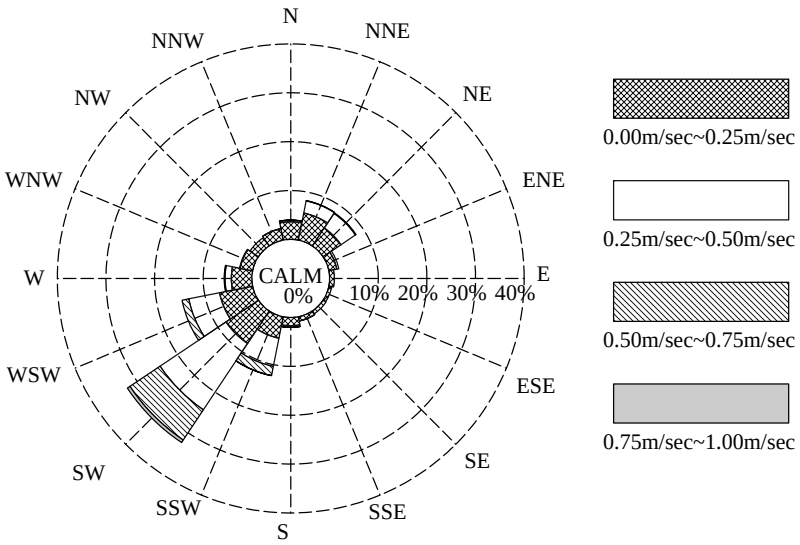
續圖1-8　定點海流調查海流玫瑰圖 (民國100年1月27日～100年3月11日)

測站：南灣　　施測期間：03/11/11:00~04/25/13:30 2011
記錄筆數：6496 筆　　最大流速：0.93*m/s* (對應流向 226.4 度)



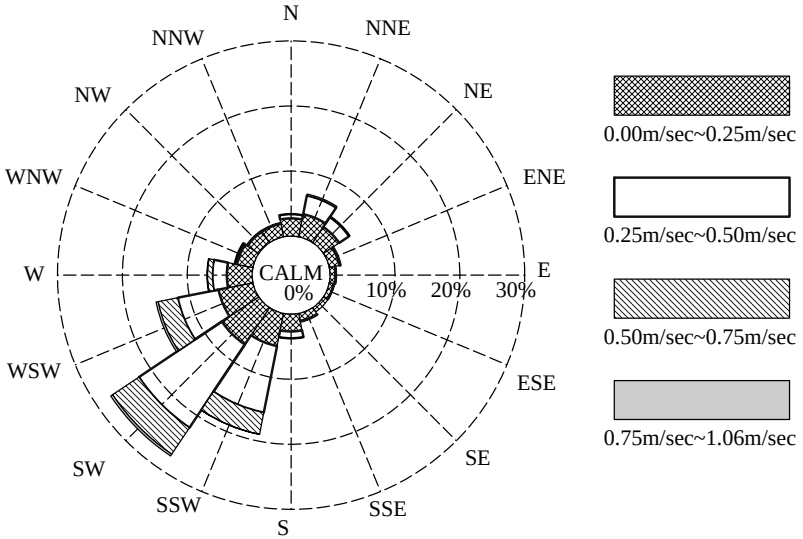
續圖1-8　定點海流調查海流玫瑰圖 (民國100年3月11日～100年4月25日)

測站：南灣　　施測期間：04/25/14:00~06/02/07:00 2011
記錄筆數：5431 筆　　最大流速：0.93*m/s* (對應流向 230.6 度)



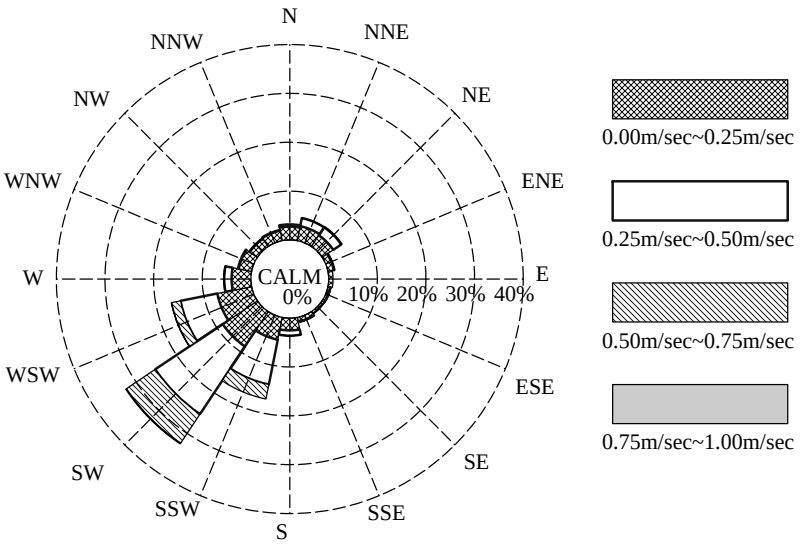
續圖1-8　定點海流調查海流玫瑰圖 (民國100年4月25日～100年6月2日)

測站：南灣　　施測期間：06/02 08:00-07/24 14:30 2011
記錄筆數：7528　　最大流速：1.05m/s (對應流向 234.7 度)



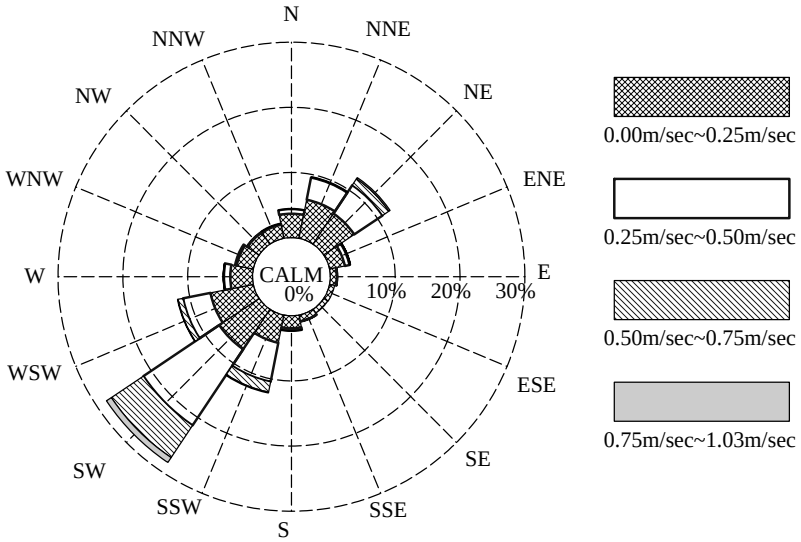
續圖1-8　定點海流調查海流玫瑰圖 (民國100年6月2日～100年7月24日)

測站：南灣　　施測期間：07/24 15:00-09/08 18:00 2011
記錄筆數：6643　　最大流速：0.86m/s (對應流向 231.6 度)



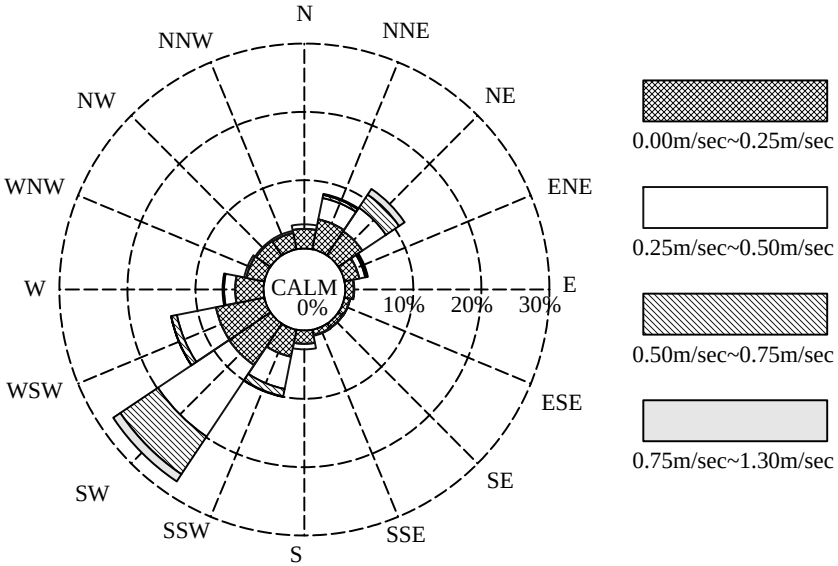
續圖1-8　定點海流調查海流玫瑰圖 (民國100年7月24日～100年9月8日)

測站：南灣　　施測期間：09/08 18:30-10/28 13:00 2011
記錄筆數：7168　　最大流速：1.03m/s (對應流向 230.4 度)



續圖1-8　定點海流調查海流玫瑰圖 (民國100年9月8日～100年10月28日)

測站：南灣　　施測期間：10/28/13:30~12/15/09:00 2011
記錄筆數：6886　　最大流速：1.30m/s (對應流向 050.2 度)



續圖1-8　定點海流調查海流玫瑰圖 (民國100年10月28日～100年12月15日)

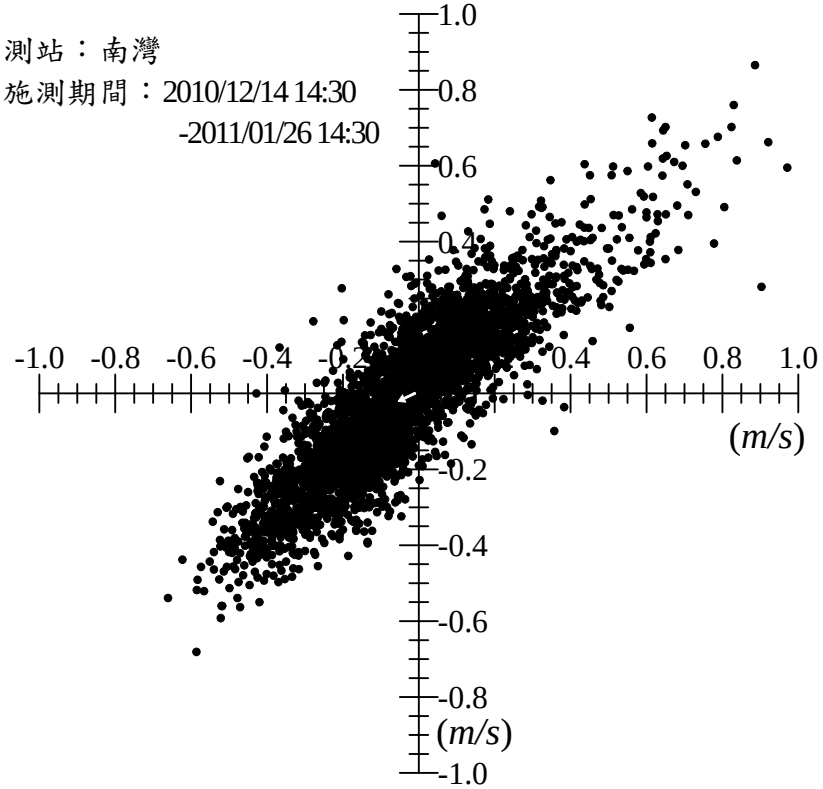
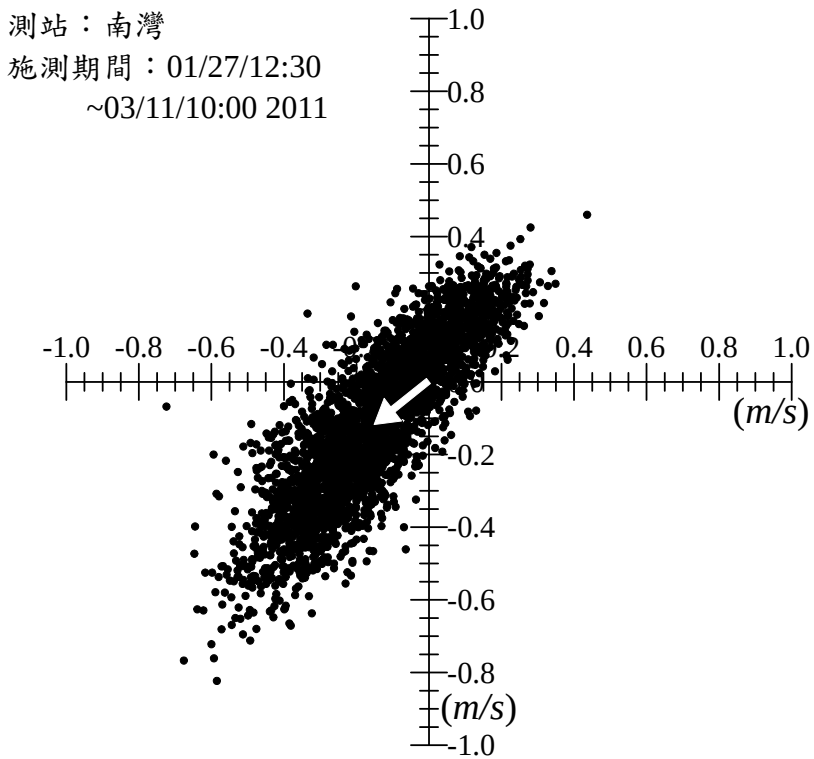
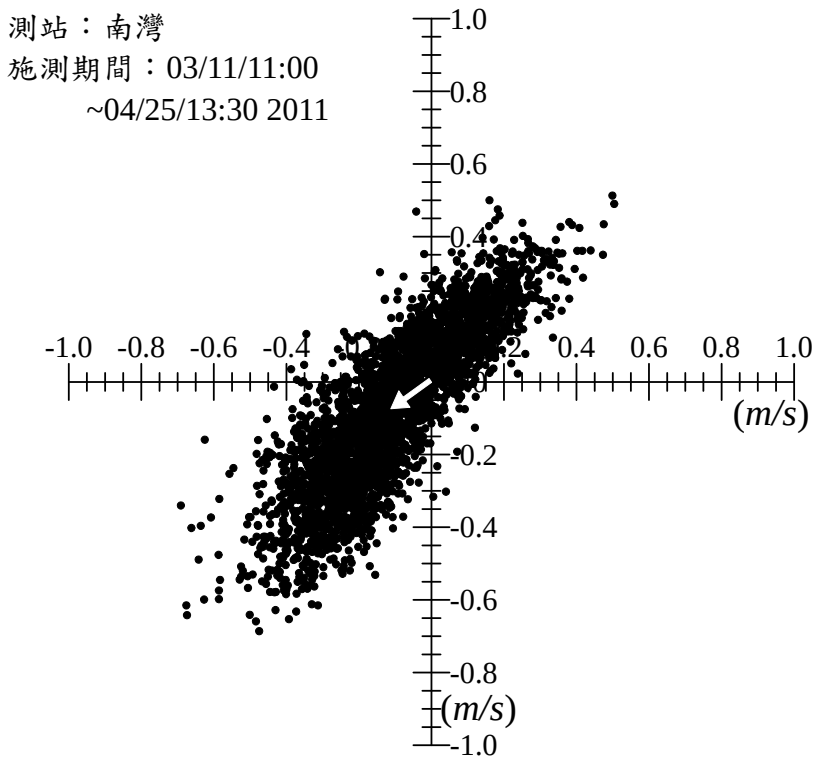


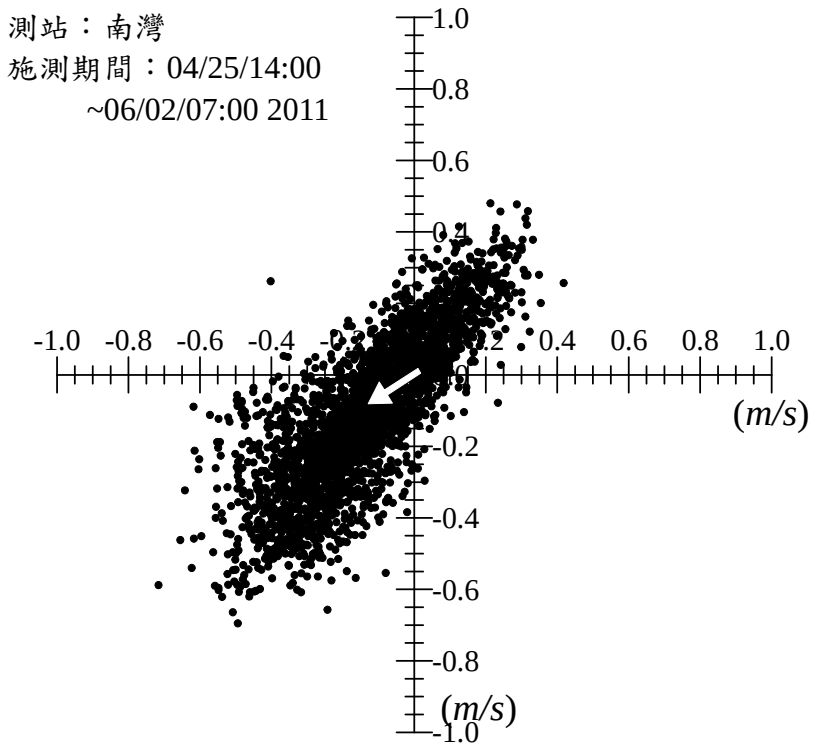
圖1-9　定點海流調查流速流向散佈圖 (民國99年12月14日～100年1月26日)



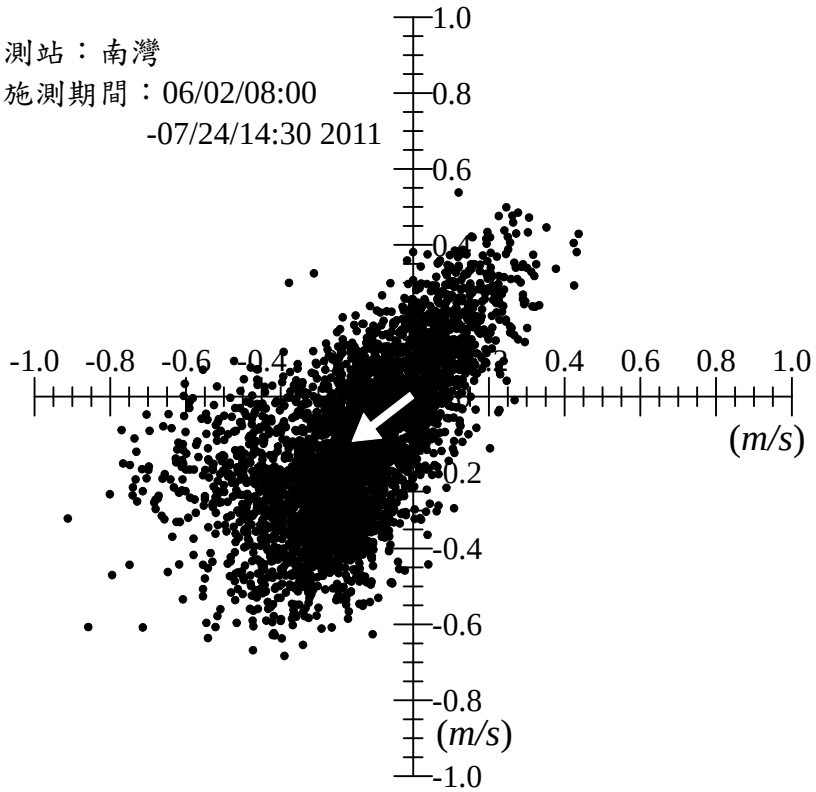
續圖1-9　定點海流調查流速流向散佈圖 (民國100年1月27日～100年3月11日)



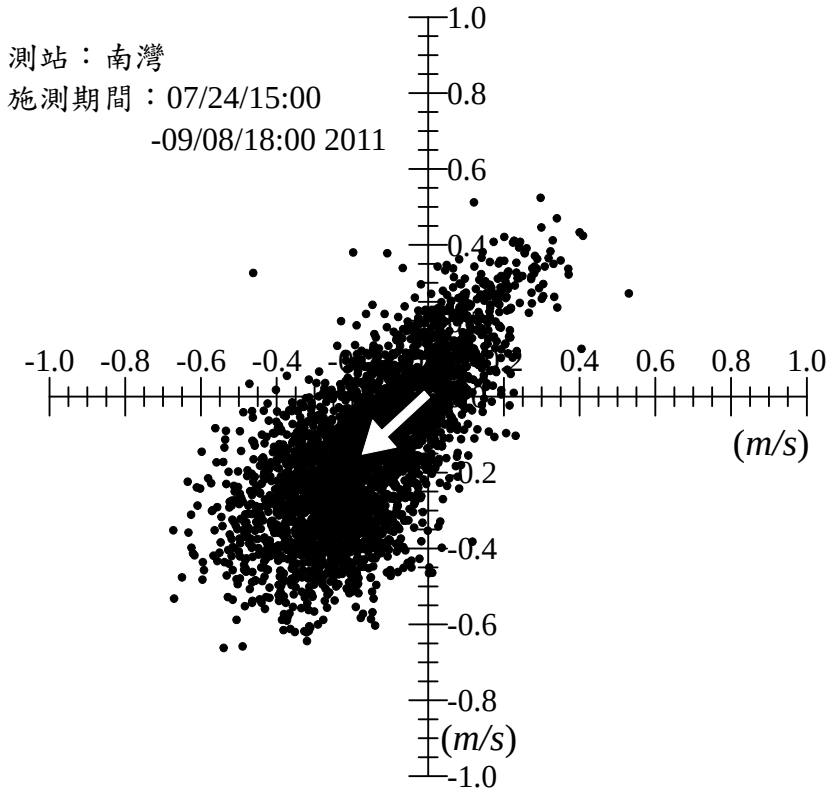
續圖1-9　定點海流調查流速流向散佈圖 (民國100年3月11日～100年4月25日)



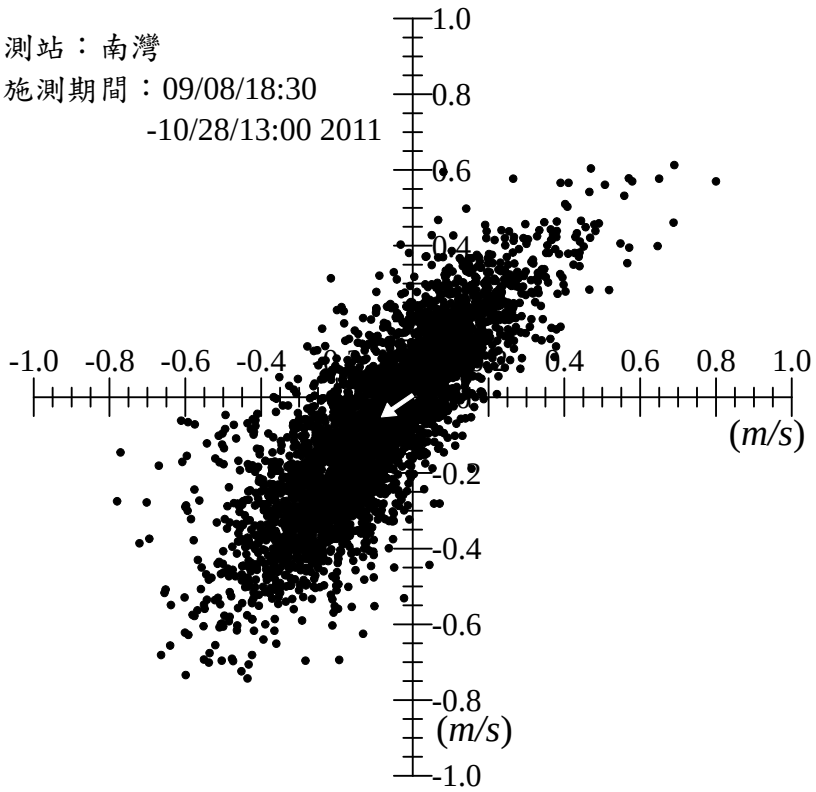
續圖1-9　定點海流調查流速流向散佈圖 (民國100年4月25日～100年6月2日)



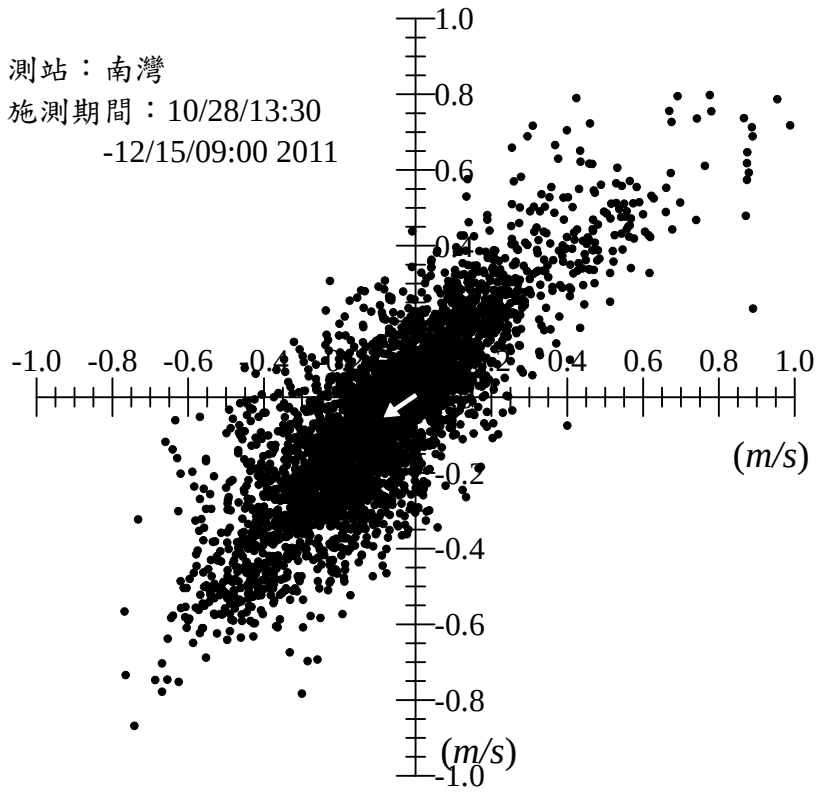
續圖1-9　定點海流調查流速流向散佈圖 (民國100年6月2日～100年7月24日)



續圖1-9　定點海流調查流速流向散佈圖 (民國100年7月24日～100年9月8日)



續圖1-9　定點海流調查流速流向散佈圖 (民國100年9月8日～100年10月28日)



續圖1-9　定點海流調查流速流向散佈圖 (民國100年10月28日～100年12月15日)

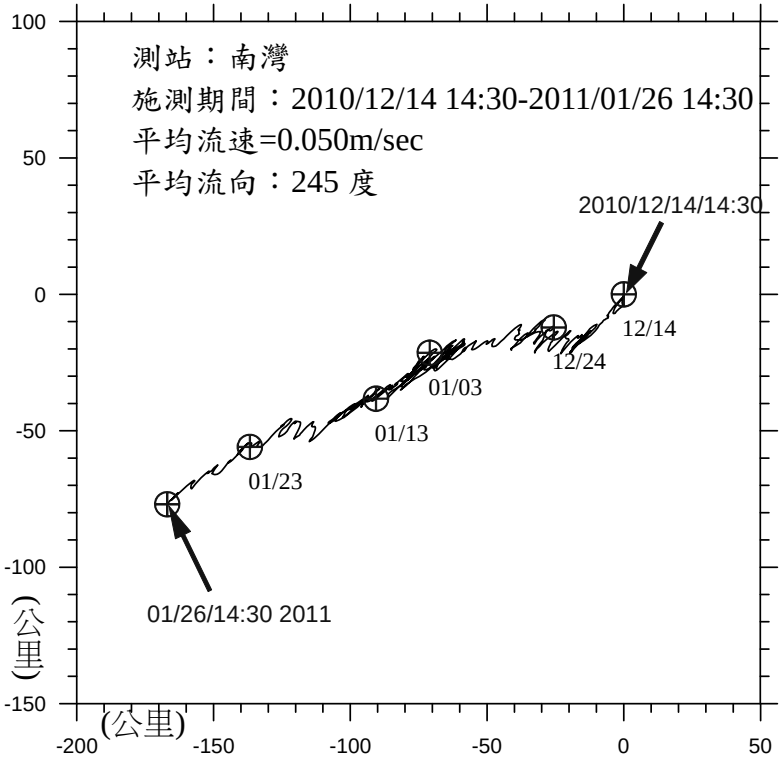
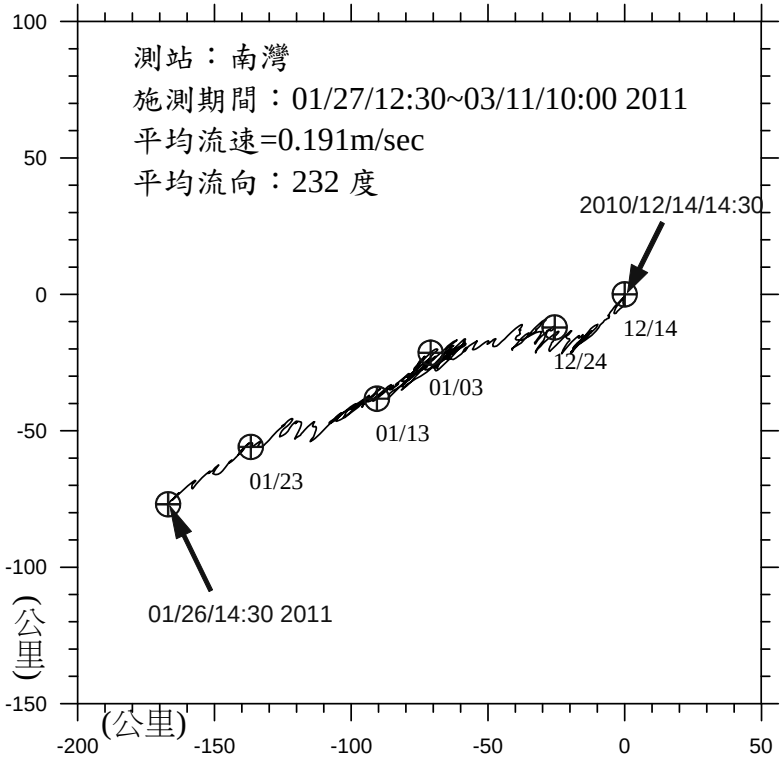
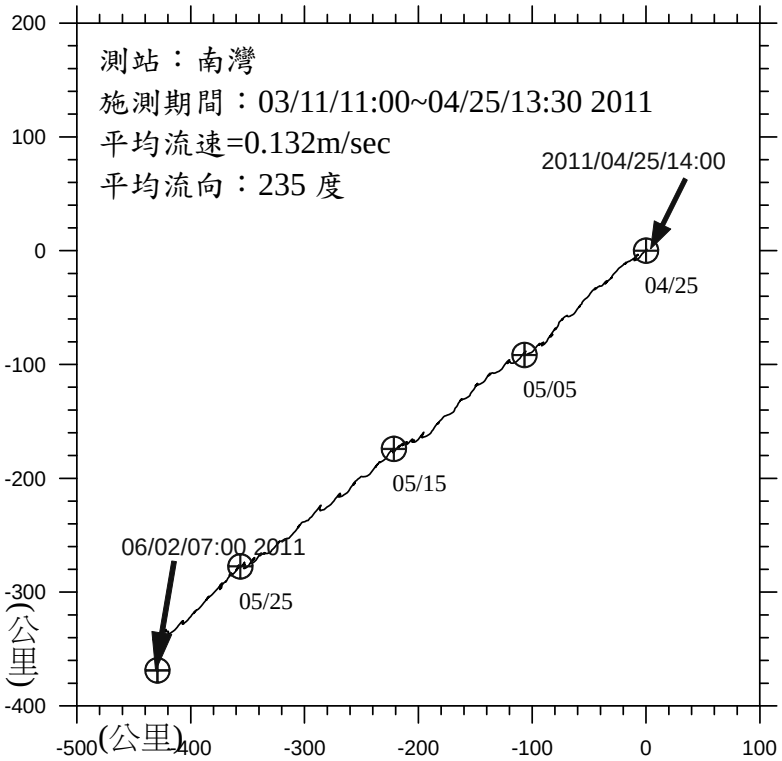


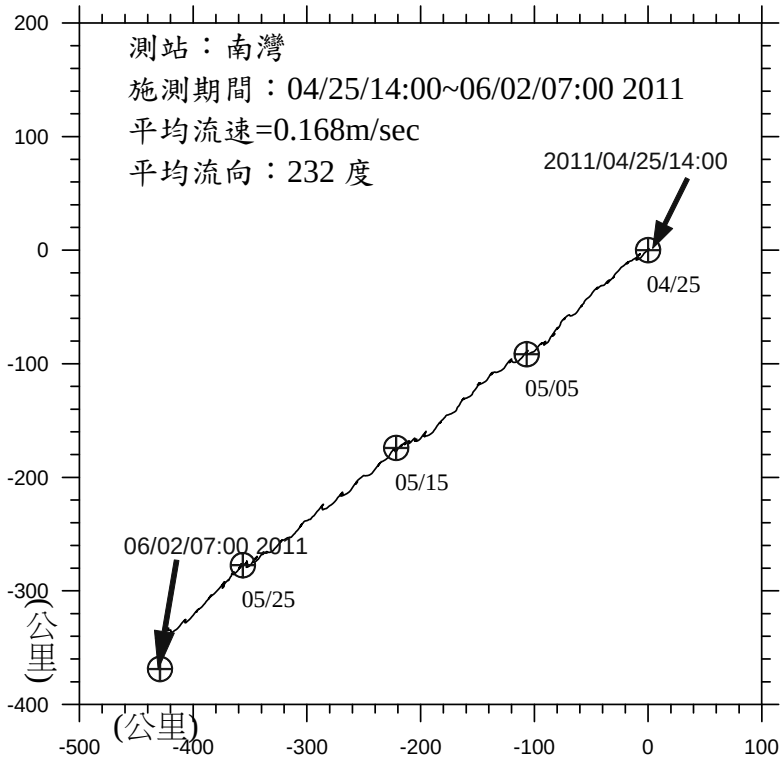
圖1-10　民國99年12月14日～100年1月26日定點海流調查流速向量進行圖



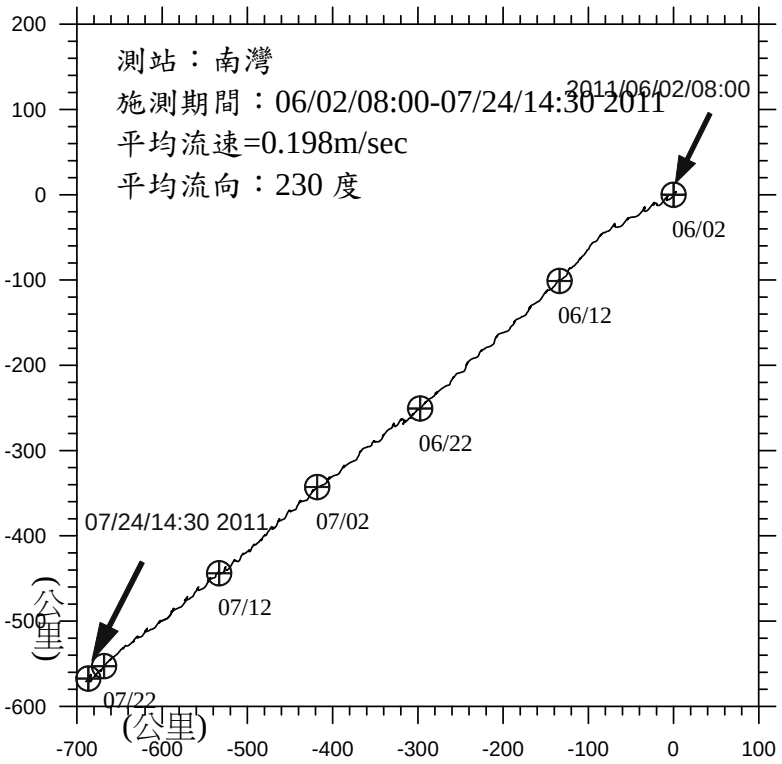
續圖1-10　民國100年1月27日～100年3月11日定點海流調查流速向量進行圖



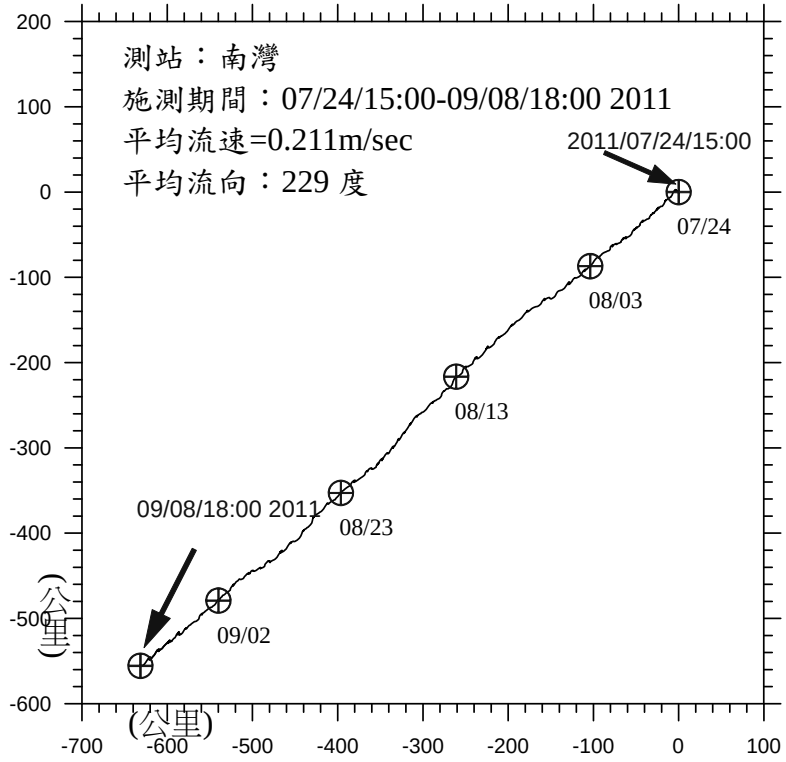
續圖1-10　民國100年3月11日～100年4月25日定點海流調查流速向量進行圖



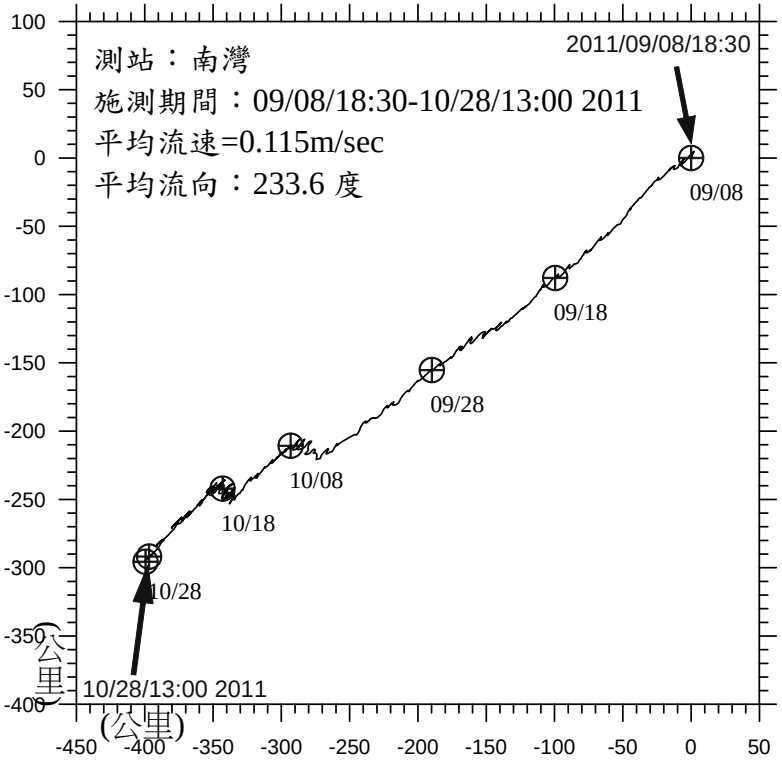
續圖1-10　民國100年4月25日～100年6月2日定點海流調查流速向量進行圖



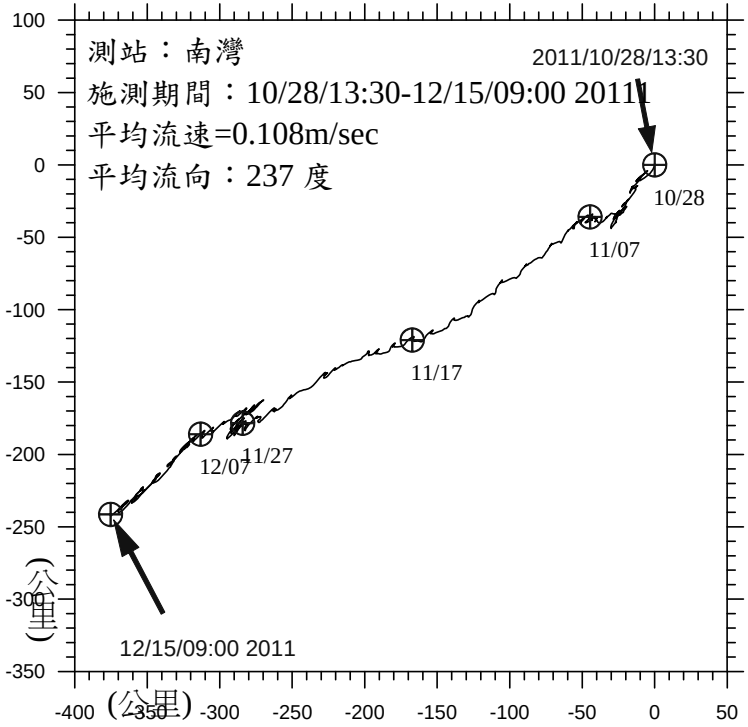
續圖1-10　民國100年6月2日～100年7月24日定點海流調查流速向量進行圖



續圖1-10　民國100年7月24日～100年9月8日定點海流調查流速向量進行圖



續圖1-10　民國100年9月8日～100年10月28日定點海流調查流速向量進行圖



續圖1-10　民國100年10月28日～100年12月15日定點海流調查流速向量進行圖

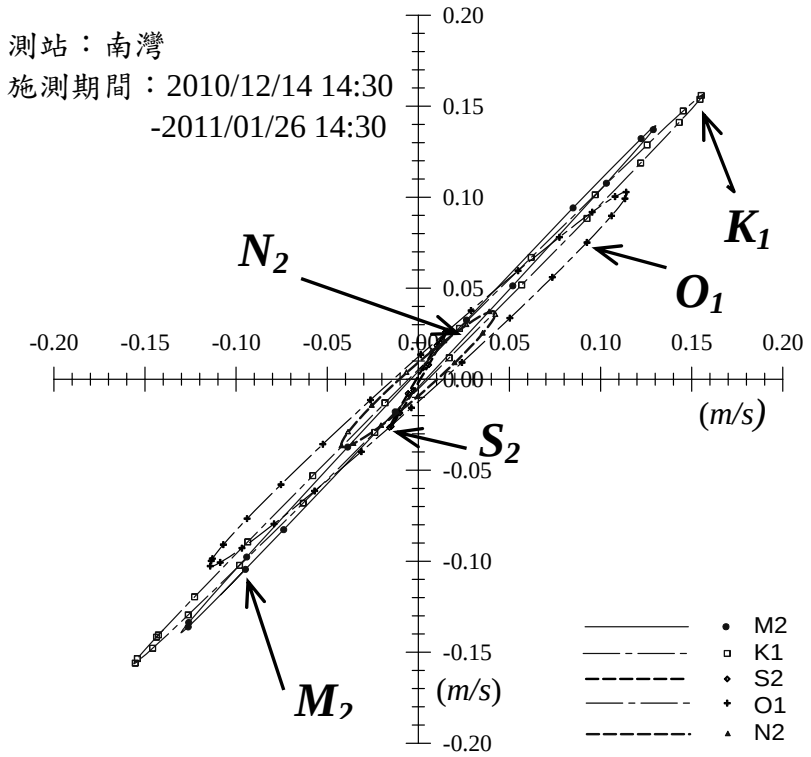
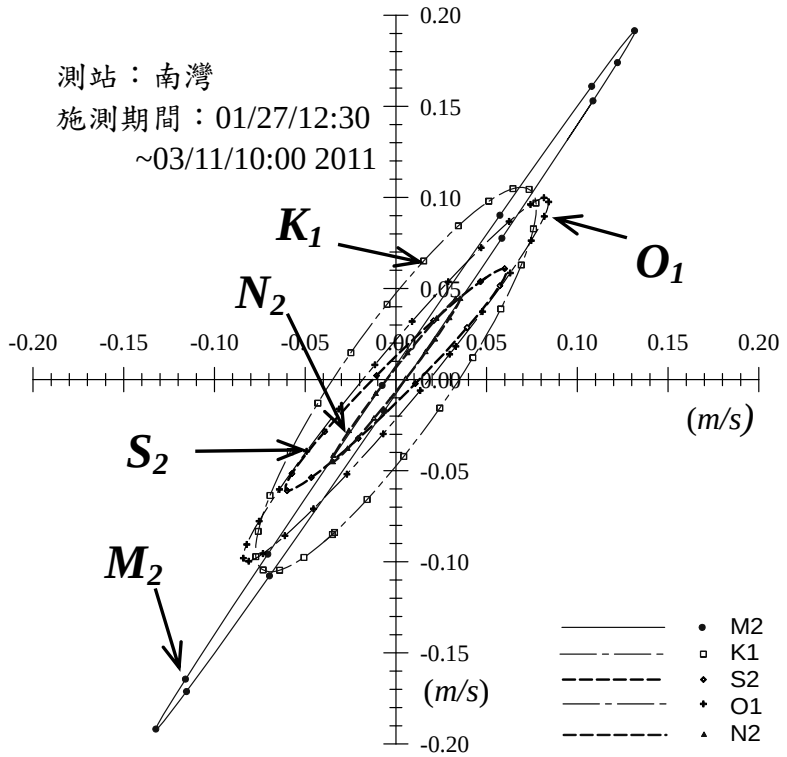
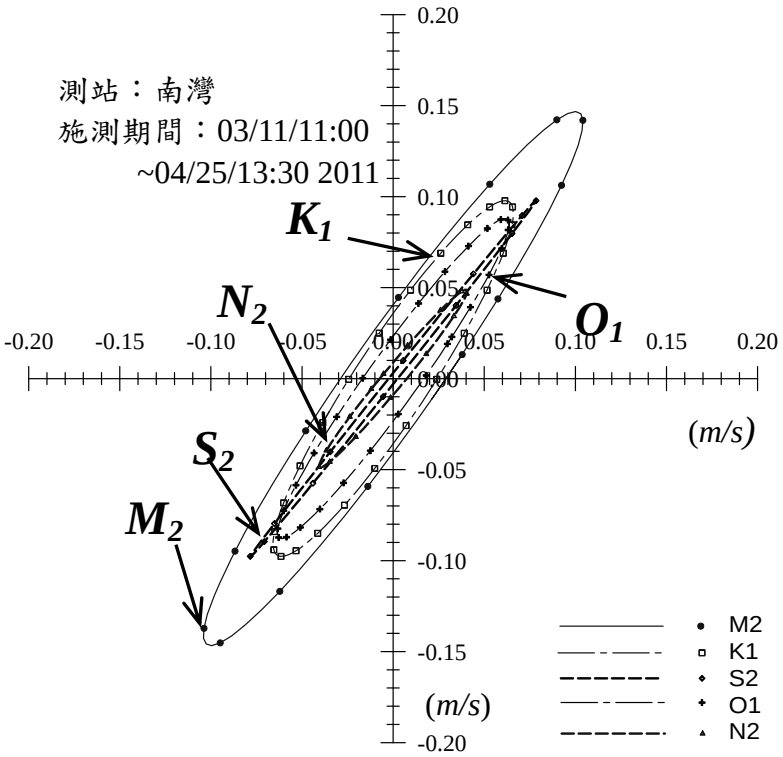


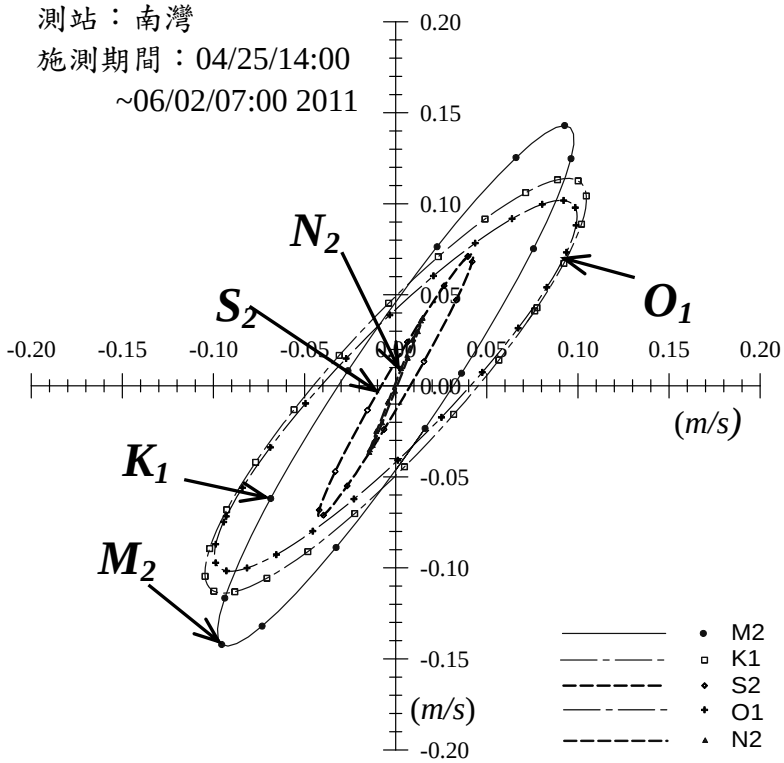
圖1-11　民國99年12月14日～100年1月26日定點海流調查各分潮潮流橢圓圖



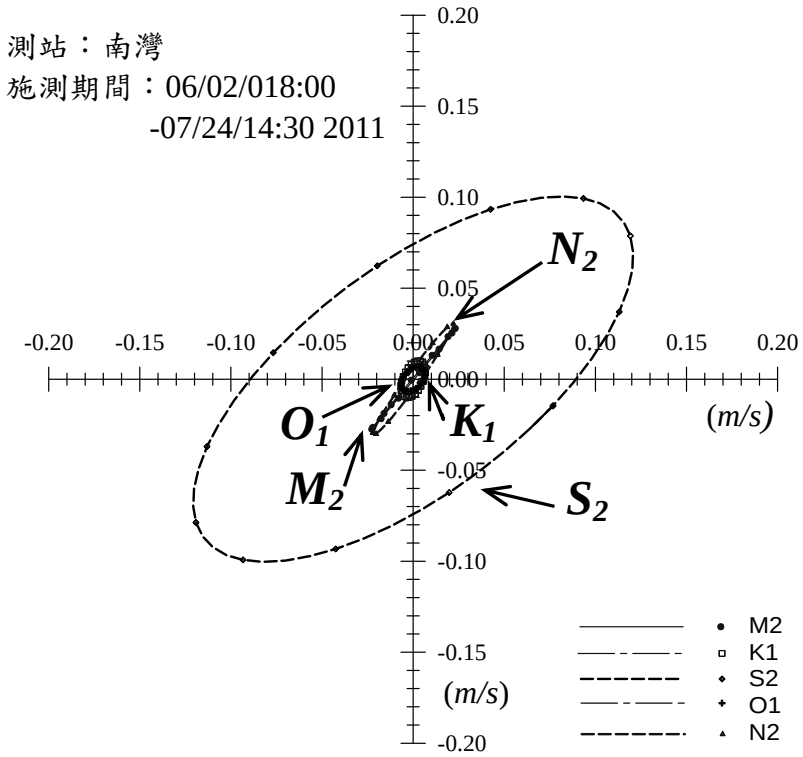
續圖1-11　民國100年1月27日～100年3月11日定點海流調查各分潮潮流橢圓圖



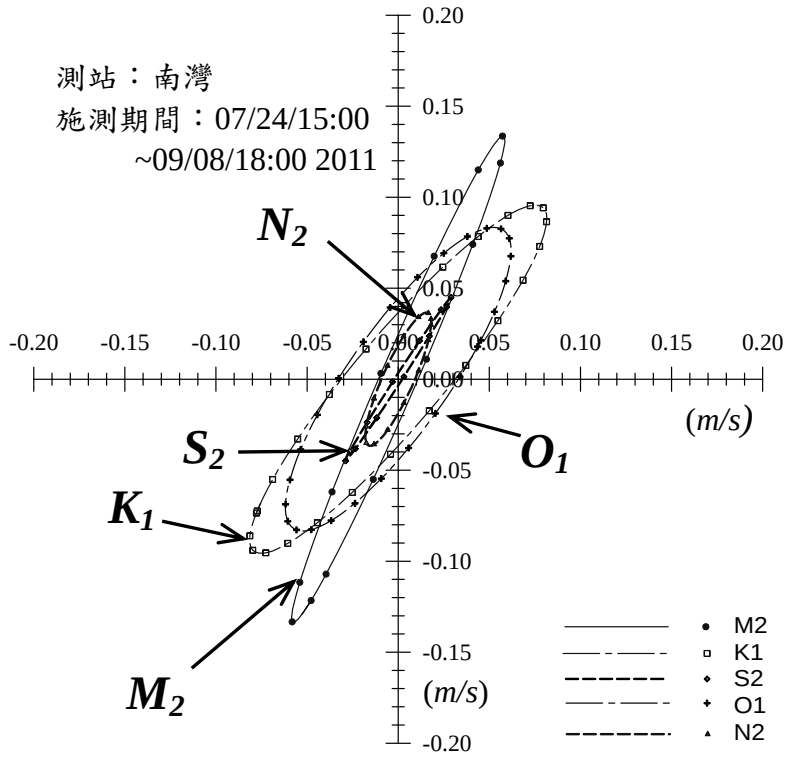
續圖1-11　民國100年3月11日～100年4月25日定點海流調查各分潮潮流橢圓圖



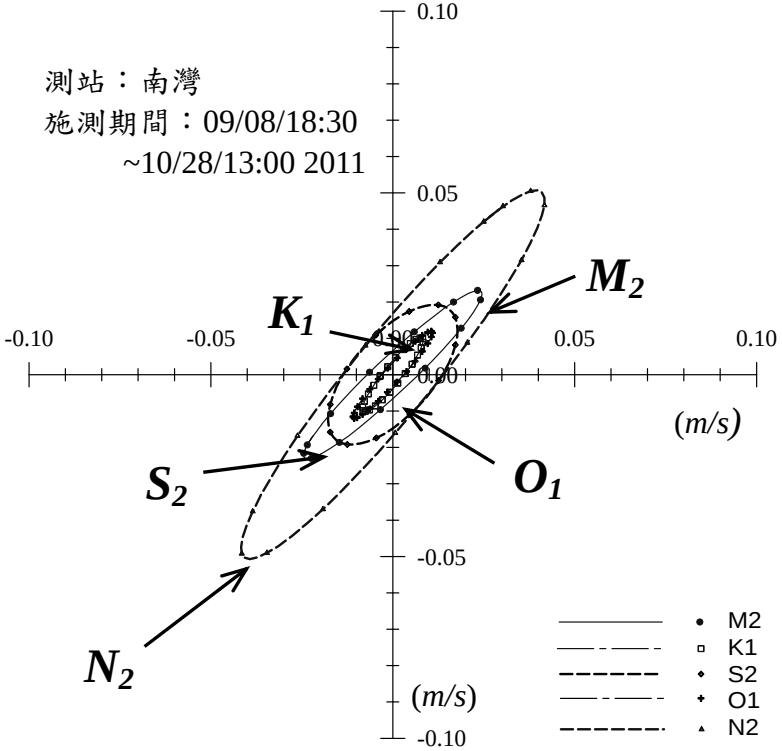
續圖1-11　民國100年4月25日～100年6月2日定點海流調查各分潮潮流橢圓圖



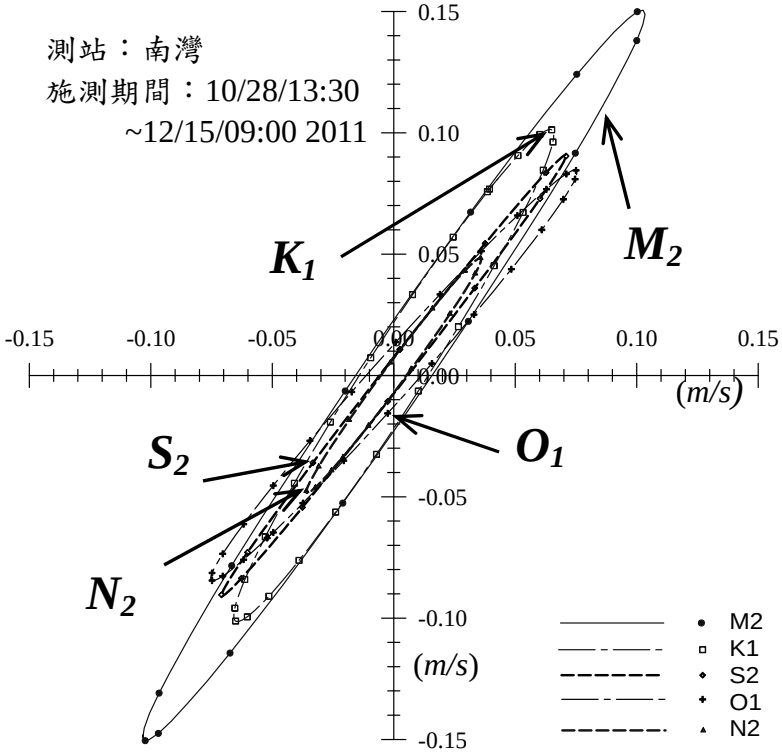
續圖1-11　民國100年6月2日～100年7月24日定點海流調查各分潮潮流橢圓圖



續圖1-11　民國100年7月24日～100年9月8日定點海流調查各分潮潮流橢圓圖



續圖1-11　民國100年9月8日～100年10月28日定點海流調查各分潮潮流橢圓圖



續圖1-11　民國100年10月28日～100年12月15日定點海流調查各分潮潮流橢圓圖

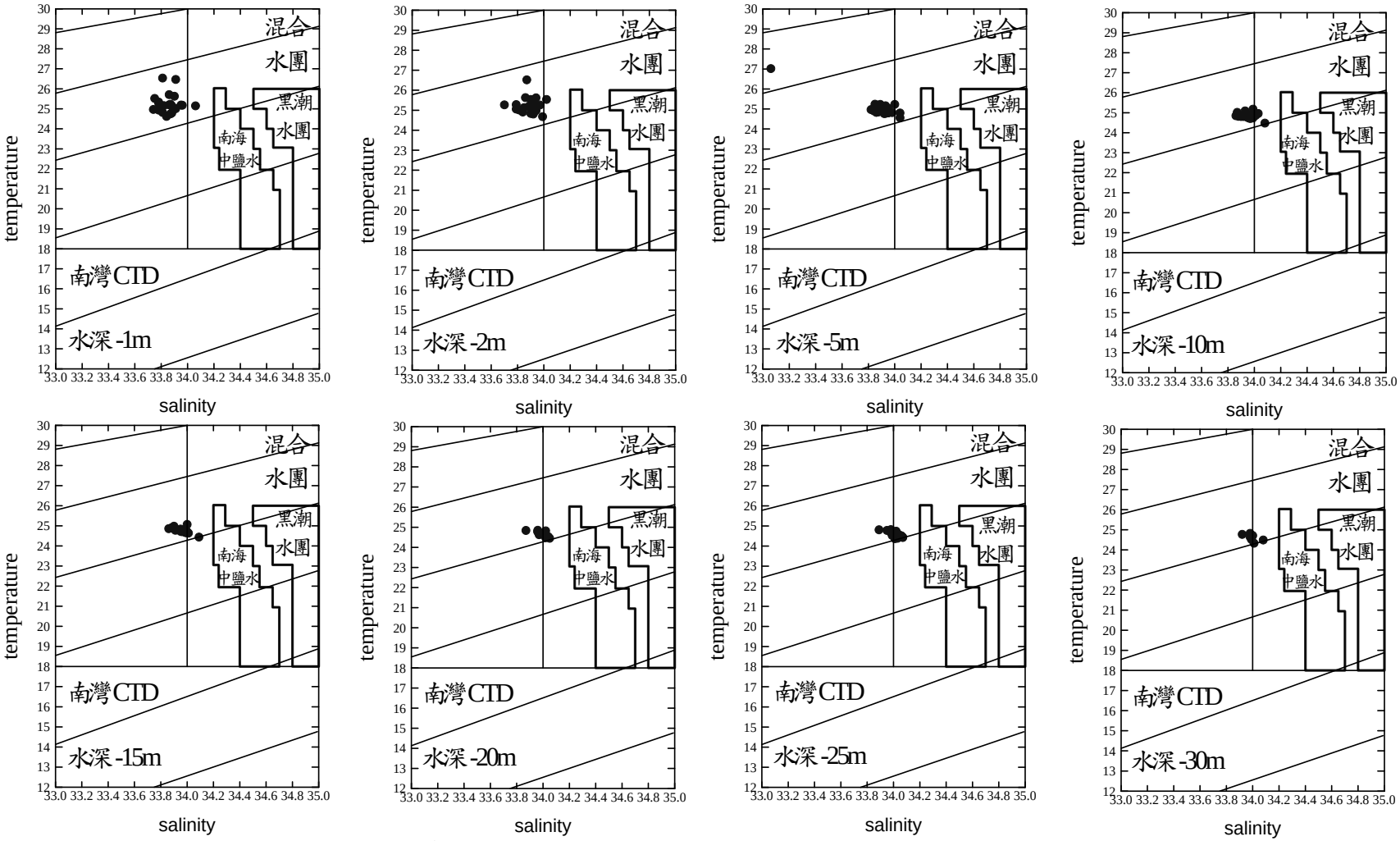
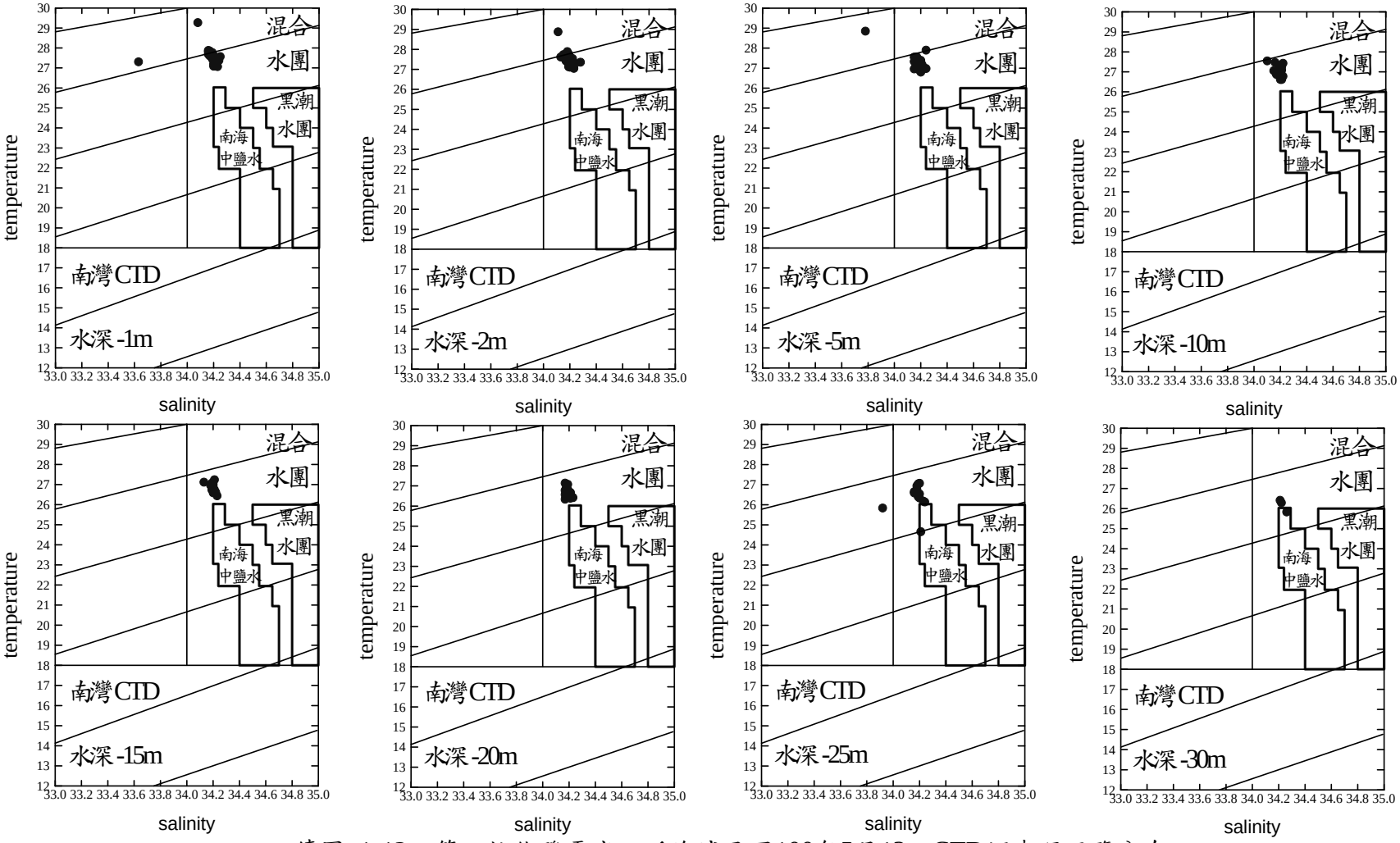
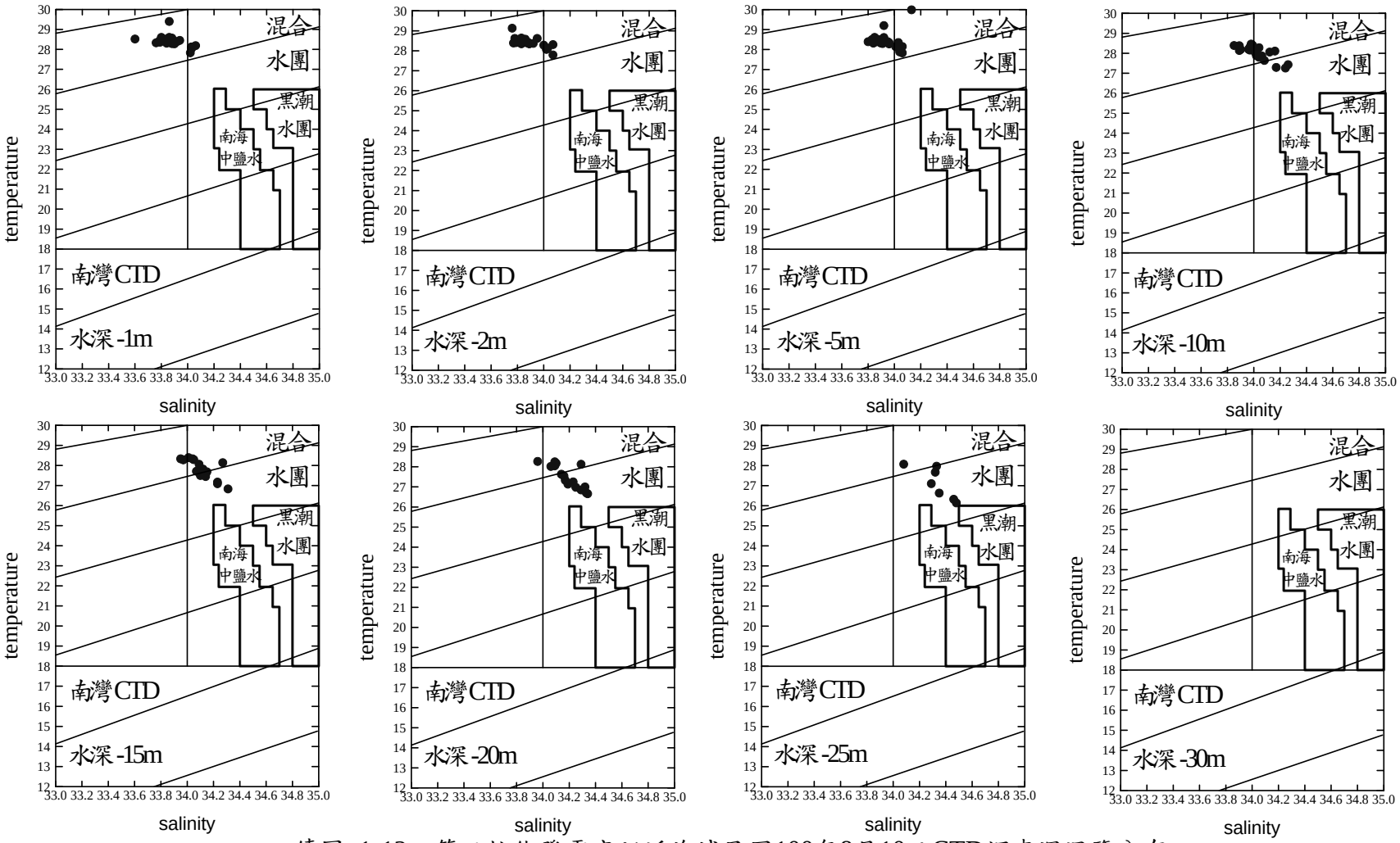


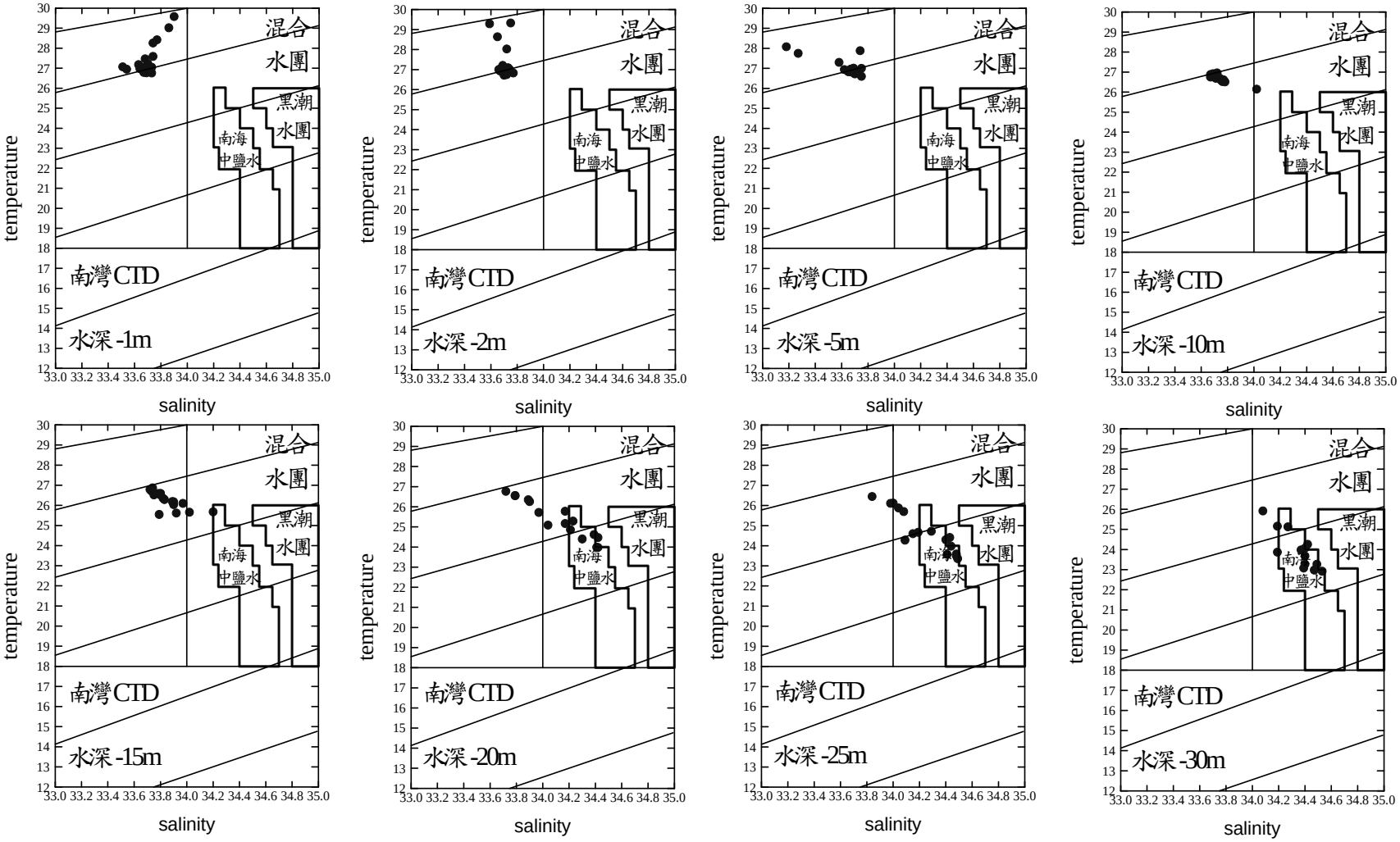
圖 1-12　第三核能發電廠附近海域民國100年2月24日CTD調查深溫鹽分布



續圖 1-12　第三核能發電廠附近海域民國100年5月13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100年8月10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100年11月19日CTD調查深溫鹽分布

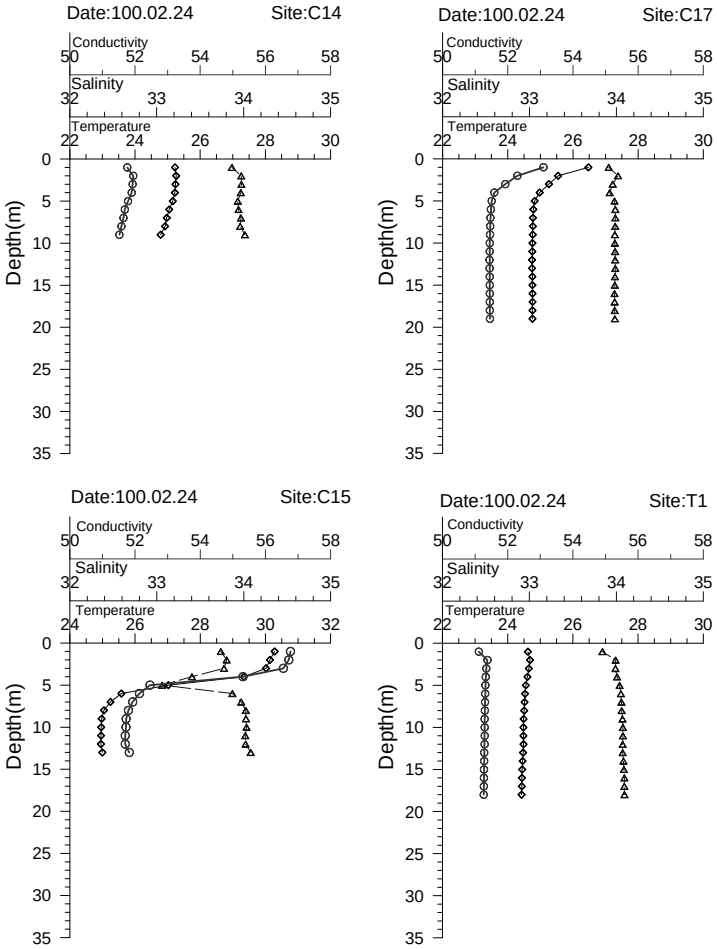
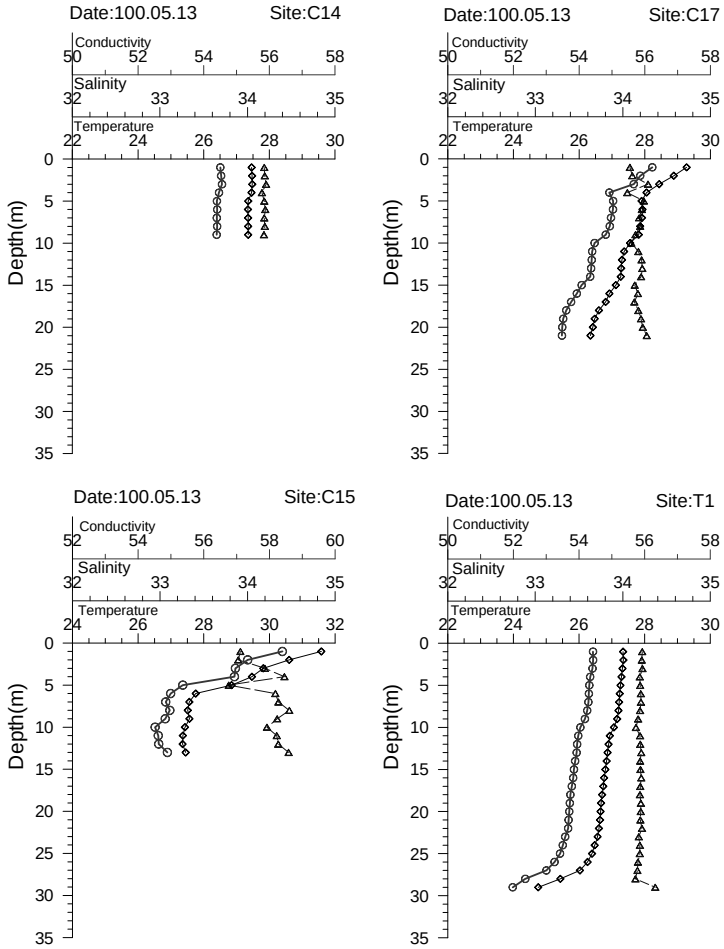
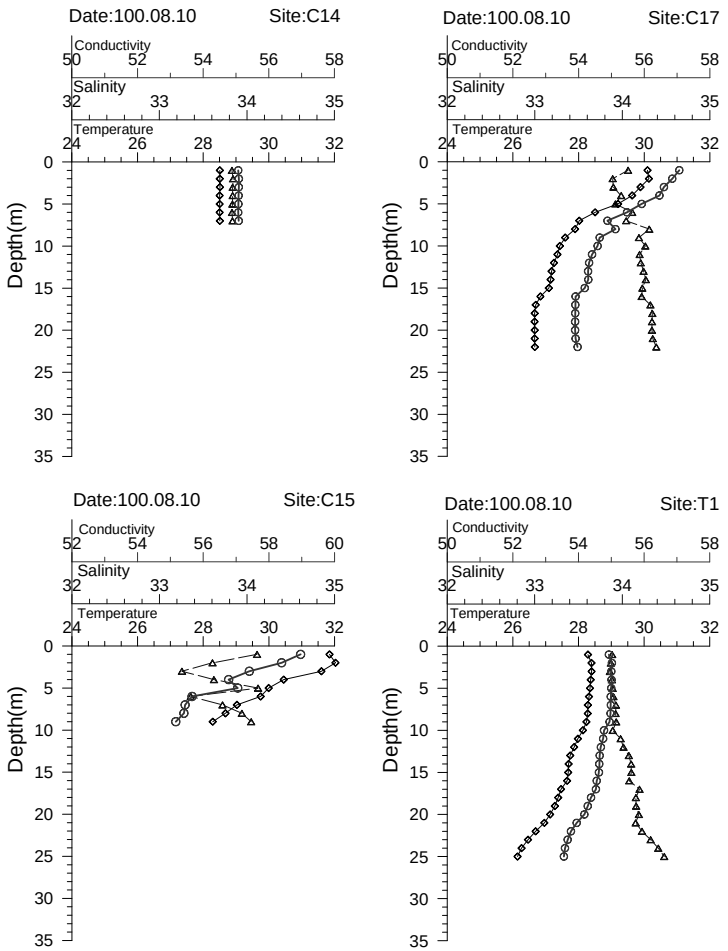


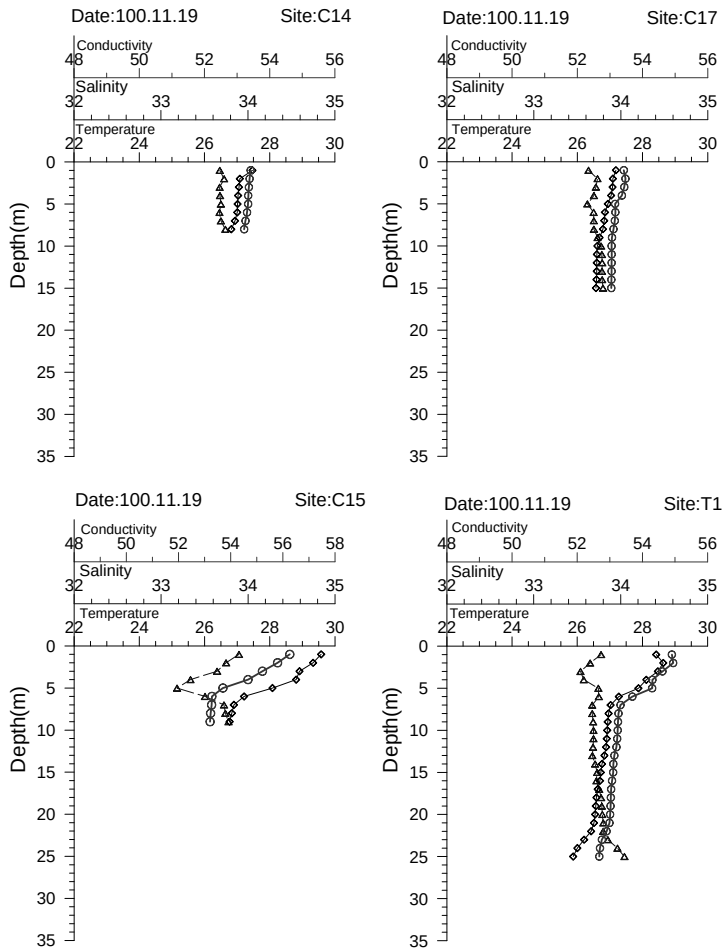
圖 1-13　第三核能發電廠附近海域民國100年2月24日出水口附近溫鹽剖面



續圖 1-13　第三核能發電廠附近海域民國100年5月13日出水口附近溫鹽剖面



續圖 1-13　第三核能發電廠附近海域民國100年8月10日出水口附近溫鹽剖面



續圖 1-13　第三核能發電廠附近海域民國100年11月19日出水口附近溫鹽剖面

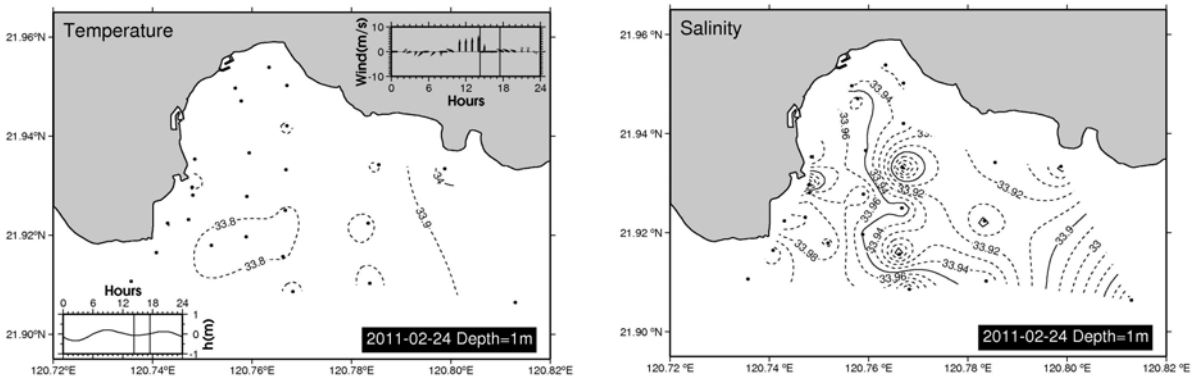
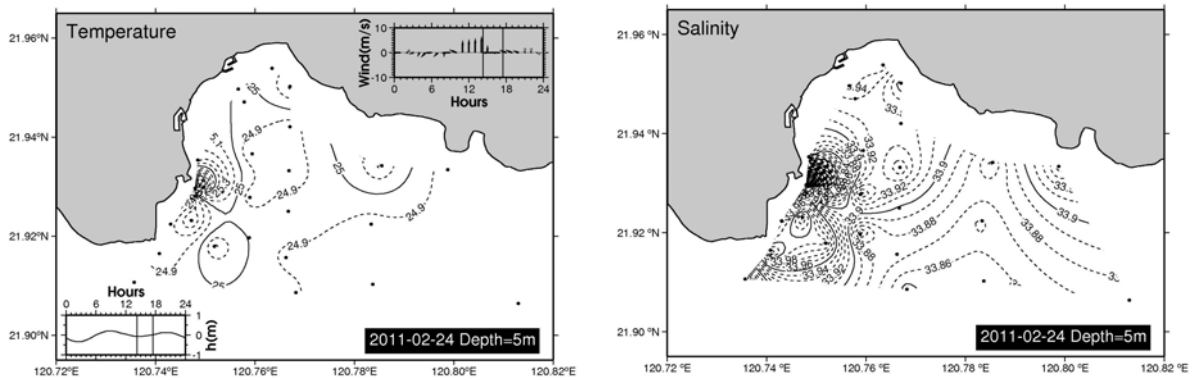
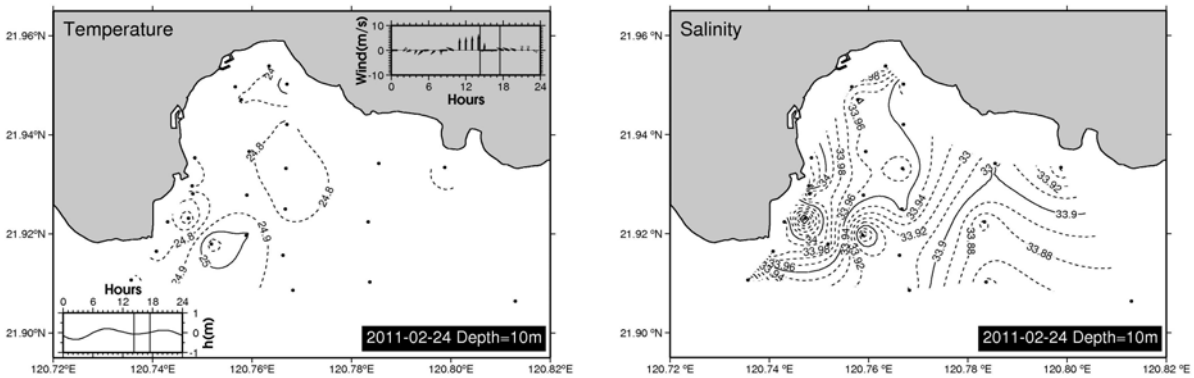


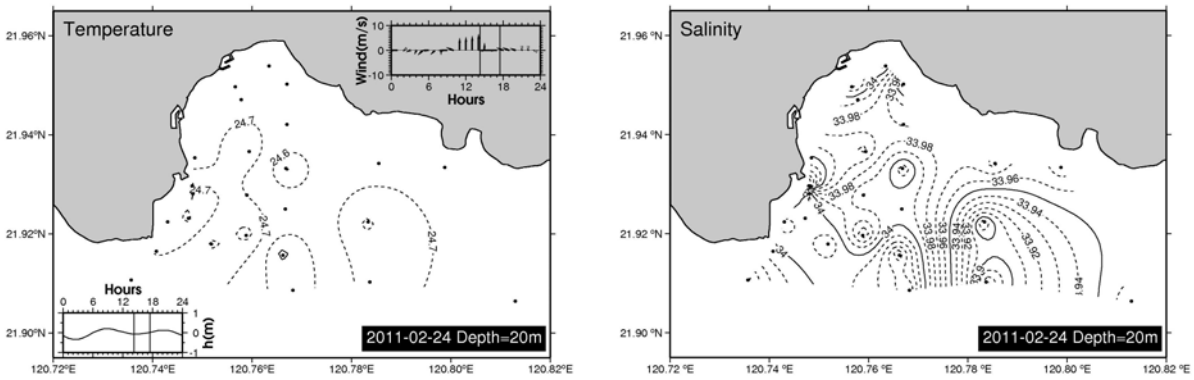
圖1-14　第三核能發電廠附近海域民國100年2月24日水深1 m水溫與鹽度分佈



續圖 1-14　第三核能發電廠附近海域民國 100 年 2 月 24 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 100 年 2 月 24 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 100 年 2 月 24 日水深 20 m 水溫與鹽度分佈

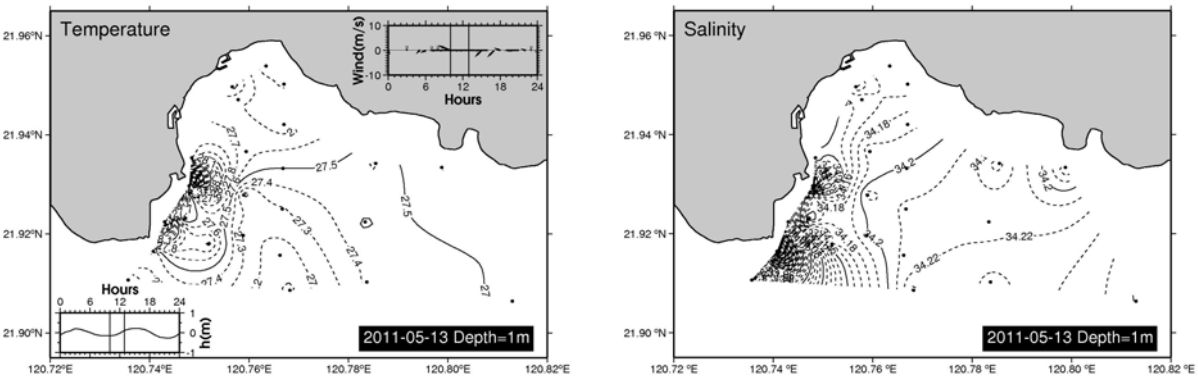
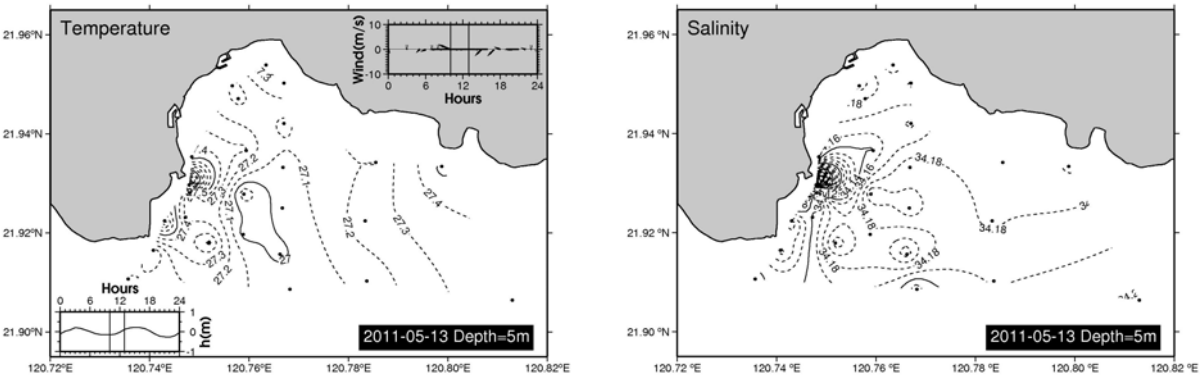
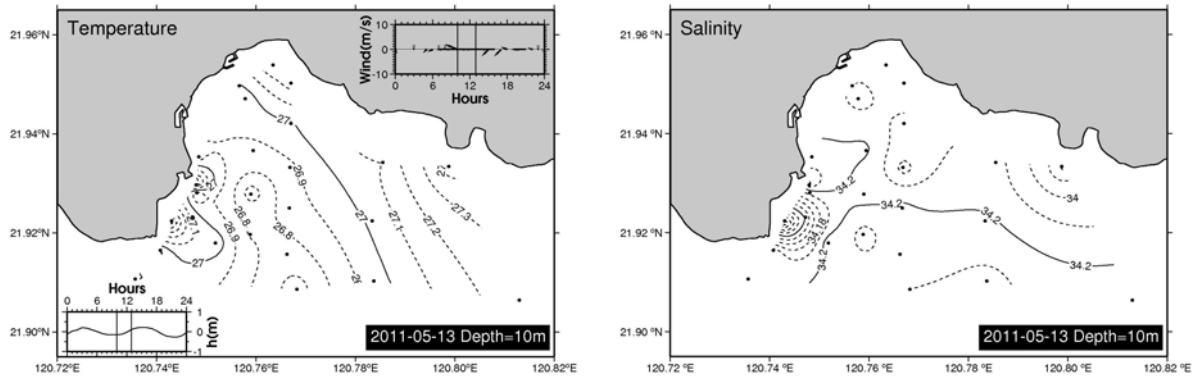


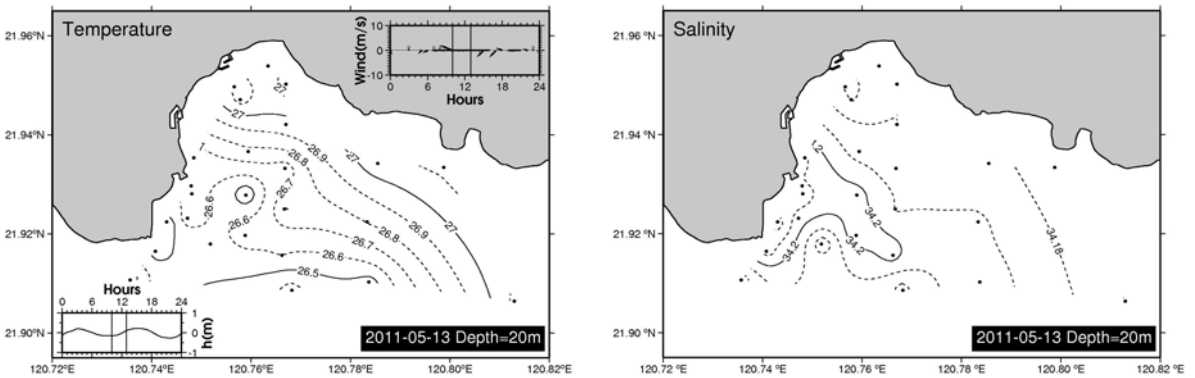
圖 1-15　第三核能發電廠附近海域民國 100 年 5 月 13 日水深 1 m 水溫與鹽度分佈



續圖 1-15　第三核能發電廠附近海域民國 100 年 5 月 13 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 100 年 5 月 13 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 100 年 5 月 13 日水深 20 m 水溫與鹽度分佈

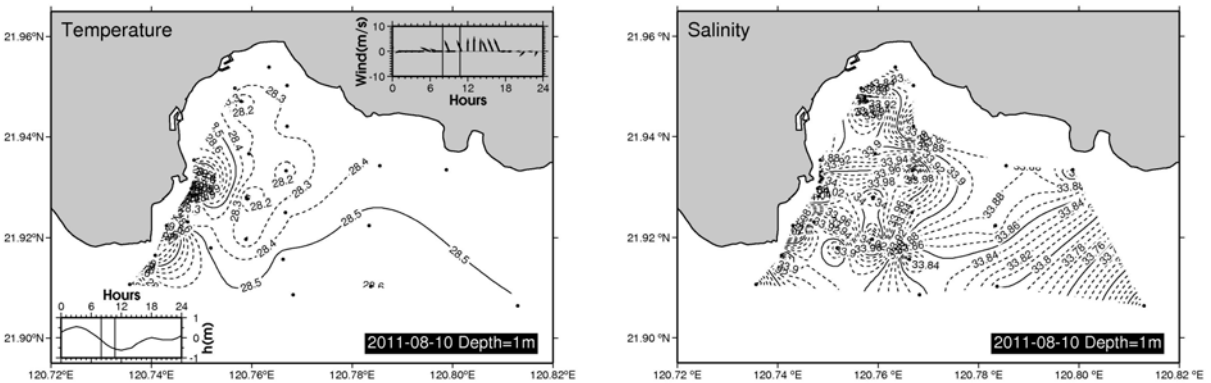
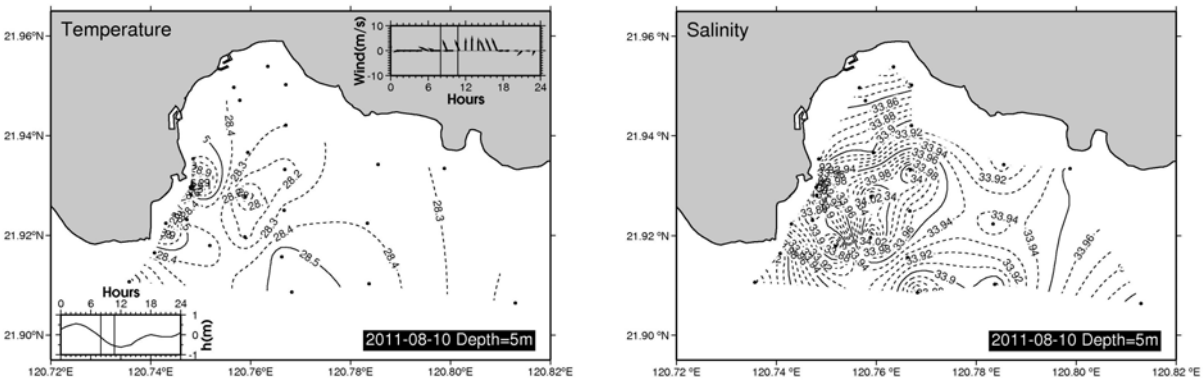
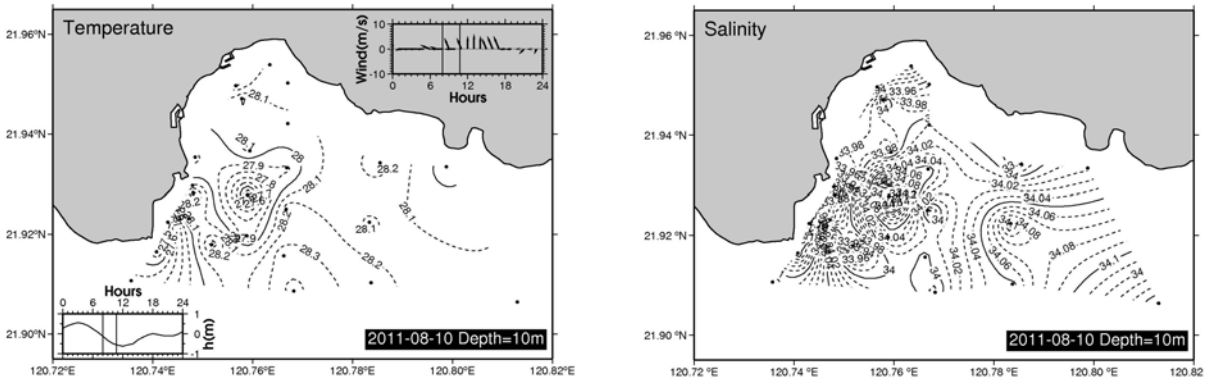


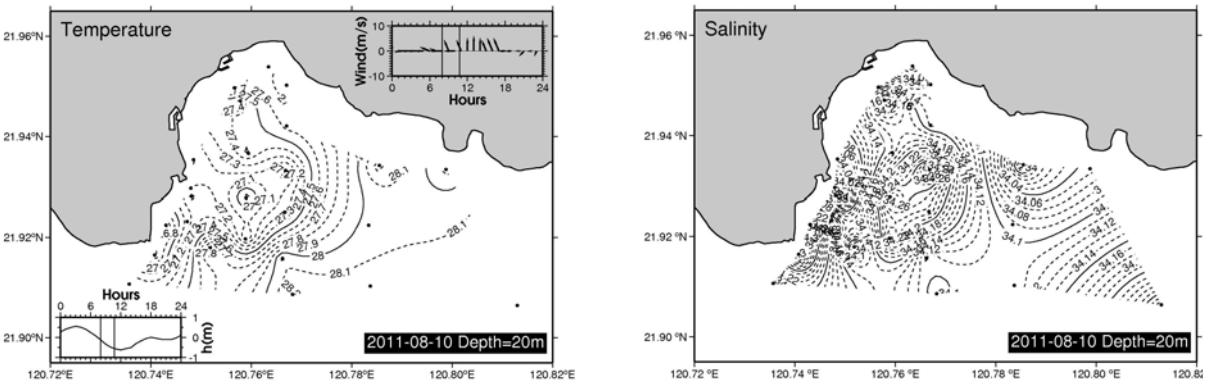
圖 1-16　第三核能發電廠附近海域民國 100 年 8 月 10 日水深 1 m 水溫與鹽度分佈



續圖 1-16　第三核能發電廠附近海域民國 100 年 8 月 10 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 100 年 8 月 10 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 100 年 8 月 10 日水深 20 m 水溫與鹽度分佈

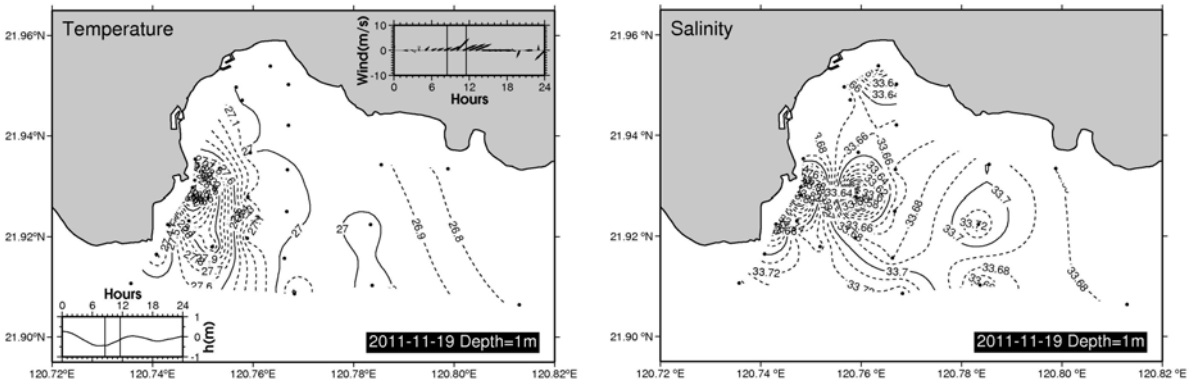
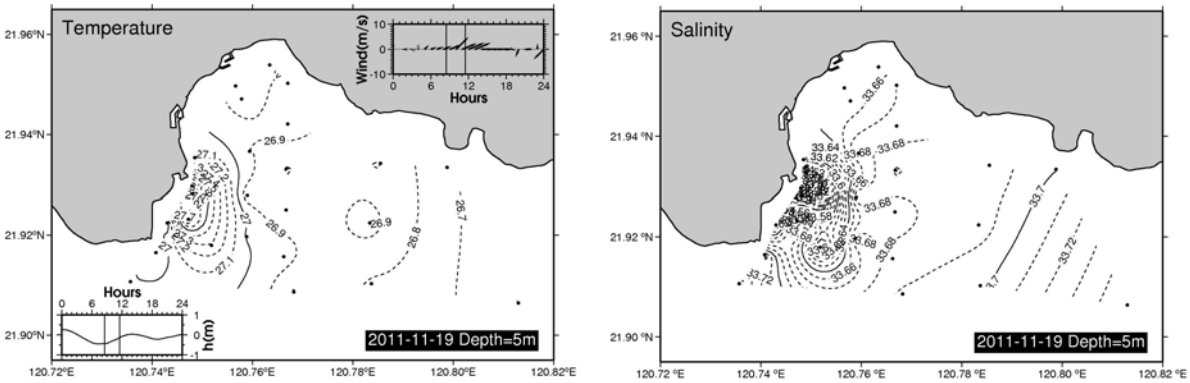
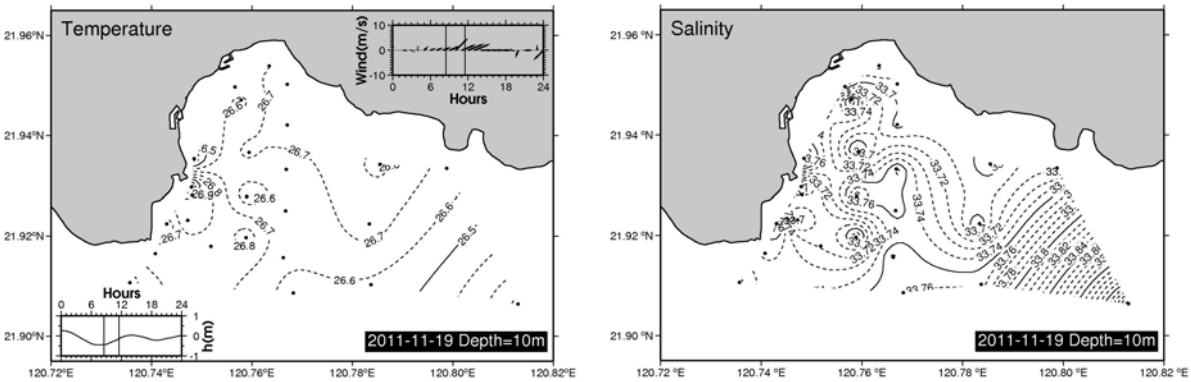


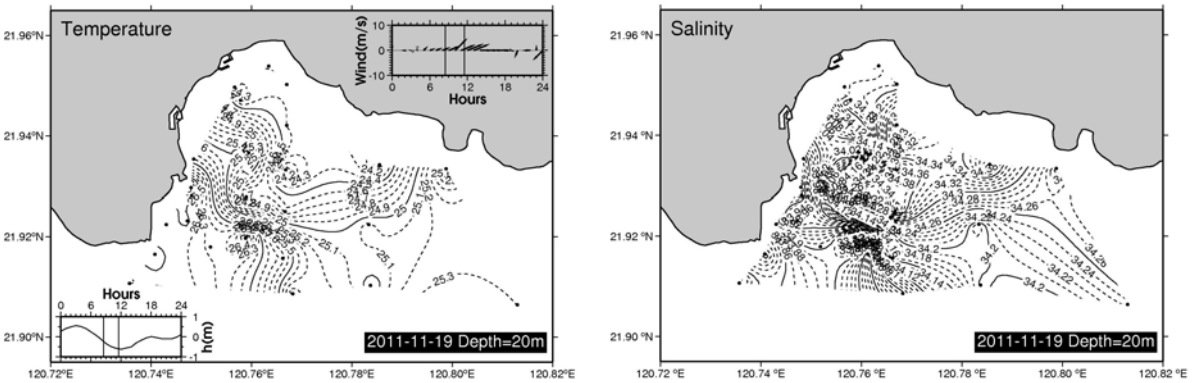
圖 1-17　第三核能發電廠附近海域民國 100 年 11 月 19 日水深 1 m 水溫與鹽度分佈



續圖 1-17　第三核能發電廠附近海域民國 100 年 11 月 19 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 100 年 11 月 19 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 100 年 11 月 19 日水深 20 m 水溫與鹽度分佈

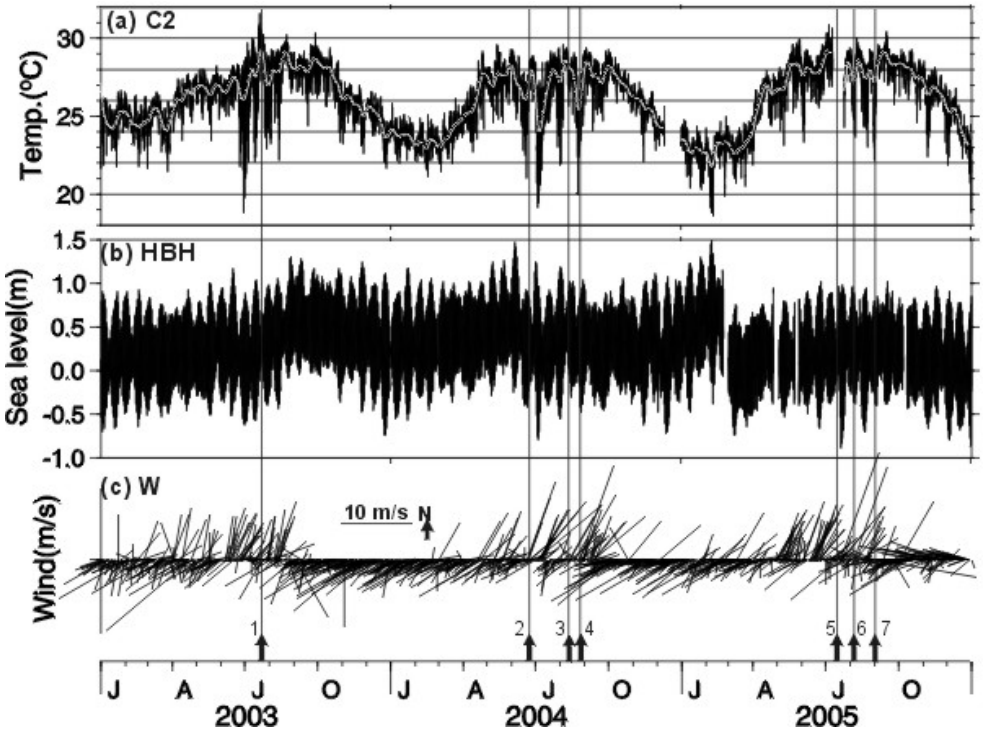


圖 1-18　民國 92 至 94 年逐時水溫曲線 (上)、同期後壁湖逐時水位曲線 (中) 與蘭嶼每日平均風速、風向棍棒圖 (下)

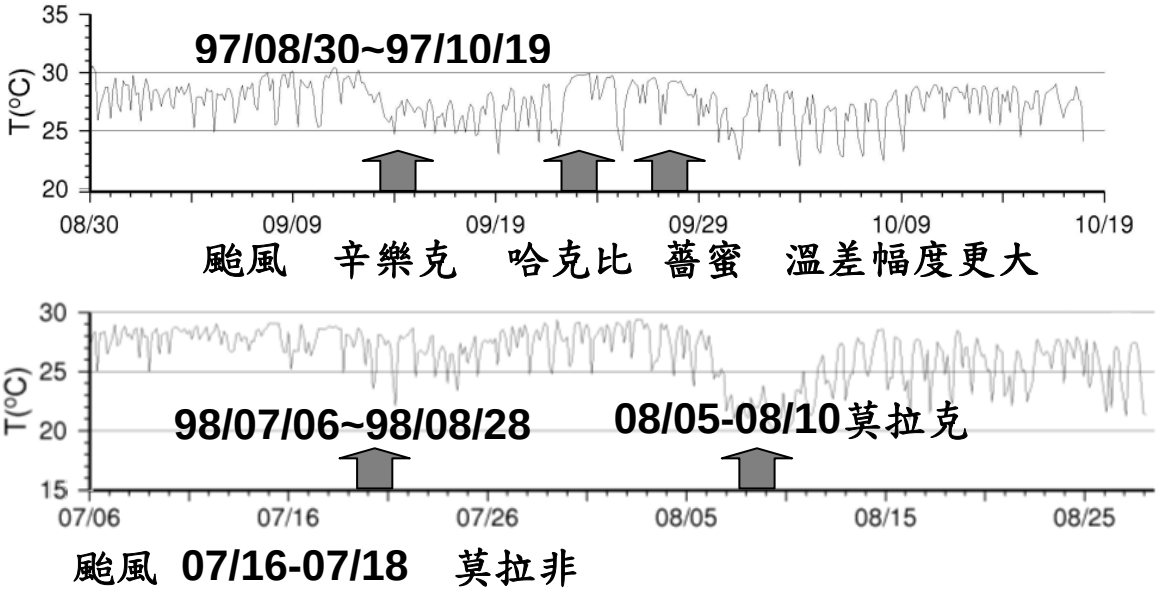


圖 1-19　民國 97 至 98 年颱風季節期間海流儀水溫紀錄變化與颱風發生時間關係圖

貳、水文水質

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

核能發電廠為海中放射性的微量來源，每一座每年隨廢水釋出大約 3.7×10^{11} Bq 的放射性物質(氚除外)，與原子塵比起來，可說是少之又少。由於人類食物中只有 1 %是取自海洋，而海產食物只增加約 3×10^{-8} Sv 的人類放射性劑量，縱使放射性可經由多種途徑進入人體，人體中來自核能發電廠的放射性劑量(就核燃料整體循環而言)，也只是來自自然界的 0.01 %。

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。

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，在台灣最南端(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 73 年 5 月及 74 年 2 月順利併聯發電，並於 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台灣重要的珊瑚密生地區，適合於海洋公園之建立，改變原有的生態環境，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; USEPA, 1989, 1991; Wei and Wong, 1993)。

行政院原子能委員會與台灣電力股份有限公司，於 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，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，1994~2008)；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)。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 77 年底白化珊瑚業已大部份恢復生機，但依

據行政院原子能委員會、台灣電力股份有限公司、衛生署環境保護局與墾丁國家公園管理處等機構，於 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 77 年度除按 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，配合行政院衛生署於 76 年 5 月 5 日公告之「放流水標準」及同年 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。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，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。86 年度恢復浮游生物部份，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昇，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)，以有助於研判溫排水之影響範圍。

由於核能發電廠發電機運轉期間，會汲取及排出大量冷卻用海水，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，因此對於該地區之非生物因子與生物因子有長期研究之必要。

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，除了溫排水口附近測站(#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溫排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 2000 年間，每年水溫上升約 0.006 - 0.008 °C 之間 (Jin and Wang, 2011)。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。

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；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溫排水的影響並不明顯，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.了解此海域受到溫排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，以及聖嬰現象之影響；

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 季的調查，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、湧昇流、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溫排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、放射性元素及氣，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 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。海濱核電廠全功率運轉時，冷凝器會在比周圍高出 10~22 °C 的溫度下操作，平均最大的增加值為 13 °C。迅速增溫可能使浮游動植物致命。

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，其溫排水排入比斯開灣(Biscayne Bay)後，可使水體溫度上昇至 42 °C (Schmidt and Davis, 1978)。然而鰕魚不但能夠忍受，還甚至進入溫排水道(Mazzoti, 1983)。

台灣的情形，除了核二廠之溫排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放射性元素

所有的與放射性相關活動，包括核燃料的循環和使用，似乎都是大眾恐懼核能的最主要原因(圖 2-1)。事實上有兩個理由可以用來解釋，為什麼來自海濱核電廠的放射活度對人類的威脅，遠小於來自淡水湖或溪流冷卻核能發電廠的放射活度：此乃因海洋具有較大的稀釋能力和流通量。全球流通量的觀念牽涉著全球循環，就相同物質而言，人類提供的量比起自然來源的量，可說是微不足道，所以來自人類活動造成的世界性污染傷害的可能亦非常小(何與陳，1993)。

不過亦有少數情況，使得人造污染超過自然來源。舉例來說，59 年起提煉油及燒煤所產生的硫，就比起全世界新近成長的植物所能固定的硫要多很多。就鉛和碳氫化合物而言，人類的年產率大大地超過了自然界全球通量。很明顯的，因為它們快速成長，且含量可能已超過它們自然流量的標準，我們已能察覺到人類使用的硫、鉛和碳氫化合物，在目前所造成之污染。這些物質累積於生物圈中，進而傷害到環境。相反的，來自核能發電廠的人為熱，只佔自然界的 0.01 %。

海中來自人類提供的放射性雖然只有千分之一，但是世界上的動、植物已經經過數十億年之演化，已適應自然界的放射性，而對人類工業產物的適應卻只有數十年，因此仍然值得留意。燃料棒中的鈾-235，鈾-238 及中子活化後成的鈽-239 等元素，幾乎均可能存於反應爐的放流水中。通常這些燃料均封閉於金屬容器中，所以這類型的排放物含量應該很少。但中子和被覆物質內原子的反應，就導致了後者的

放射性。舉例而言，許多鋼鐵合金內含鈷-59，而中子和其反應結果即可生成具有放射性的鈷-60 同位素，隨後與水接觸的部份隨時間而腐蝕，原來的結構物質便成為蝕化的產物，隨著冷卻水排放出來。

一般核能發電廠排放的冷卻水內含有各種核分裂及中子活化的產物，在反應爐中有時亦會生成超重氫，但在液態反應爐放流水中，對人類輻射劑量最大的 6 種放射核中，只有銫-137 是核分裂產物。雖然超重氫是冷卻水中含量最多的放射核種，但它的毒性卻最小；因此，比起其它放射核來，所能被允許的釋放量也較大。

核能發電廠的排水經常排入海灣，以美國最大的海灣卻斯比克灣為例，假設充滿海水時，水量為 75 萬立方公里，會含 9.4×10^{14} Bq 的自然放射活度，且以鉀-40 為主；海域內有兩座核子反應爐，上游有好幾個已停止運作的核能發電廠(包括三哩島核能發電廠的 1 部機組在內)。估計每年釋放的最高放射活度為 7.4×10^{11} Bq。此河灣的水大約 1 年更換 1 次，即每 6 個月有一半的水會被置換。由於放射活度經由反應爐流入河灣中，當水被置換時，放射核種也隨著離開。最後留在河灣中，來自反應爐的放射活度，比起自然存在的放射性幾乎佔不到 1 %。又以紐約的 Indian Point 核能發電廠之排水而言，鍶-90 排放量在尖峰期不及紐約州哈得遜河流域的尖峰落塵量之十萬分之一。

穩定同位素在環境中的含量，常常呈現一個定值且不會衰變。同位素的稀釋作用，可降低海洋生物對鍶及銫等放射性同位素的吸收。海水中含量甚豐，且性質與鍶相近的鈣及鎂，以及與銫相近的鉀和鈉，亦會與鍶及銫競爭，進而降低生物對放射性鍶和銫的吸收量。其餘的兩個放射性核種是錳-54 和鈷-60。濾食性的海綿較易累積水中的錳-54，而非穩定的錳。而相同地區的底棲藻類，則會積聚穩定的 Mn。鈷的行為卻介於溶解性的鍶-90 和顆粒態的錳-54 之間，不像鍶-90 及銫-137 易留存於水中，而卻和錳一樣會附著於顆粒上，沈降至海底。

濱海區核電廠的放射性核種，隨廢水排放已有好多年了，其中銫-137 是人類所遭受輻射劑量的主要來源。海濱中的某些作用與開放性海域中不同，海濱的水中常含有與污染物作用的懸浮性沈積物，包括放射性核種在內。污染物附著在顆粒上的方式很多，進而埋入沈積物中與人類隔離。部份的銫-137 會與黏土結合而留在海灘上，因此低潮時人類便會接觸到這些微量的輻射。錳-54 和鈷-60 亦會與沈積物顆粒結合，其所造成之結果也會和銫-137 相同。雖食物網是放射性自核能發電廠排出而進入人體的主要途徑，但使人體曝露於放射性的方式，仍以來自陸地為主(圖 2-1)。

美國人民只從海洋食物中，受到全部人為放射劑量的 0.1~0.2 %而已。部份原因是海洋只提供了 1 %的美國食物來源。海中的物理稀釋作用、同位素稀釋及化學性的競爭等過程，可說明為什麼海洋食物僅提供人體小於 1 %放射活度。美國取自海洋的食物很少，而由海產所提供的放射性更少；由此可知，海洋可移走放射性元素，使它免於與人類接觸。與陸上淡水比較起來，海洋較能有效的阻止放射性核種進入人體。

聯合國輻射效應科學委員會，在原子輻射影響的報告中，整理會進入人體的輻射來源如下(UN, 1982)：

每年人類所接受到的平均輻射劑量，主要是來自自然界的輻射源：包括外界來源，如宇宙射線和地面及建築材料內的放射性物質，以及空氣或食物中自然產生的放射性，經由吸入或攝取所產生的內部來源。呼吸吸入為目前所公認的最主要途逕，再者為外界的曝射和攝食。大部份經吸入的有效輻射劑量是氡氣，因為室內空氣中常含有這種高濃度的放射性鈍氣(Chen *et al.*, 1994)。氡亦可由燃煤電廠釋入空氣中，其放射活度主要來自煤內所含的鈾、釷和蛻變所致的放射核種。

日本人民比起其他人類來，所受到的輻射劑量會較高。這是因為他們以燃煤工業為主，並大量的消耗海產食物，且大部份的核能發電廠均位在濱海區，自煙囪所排放的放射劑量，也會散佈於海中。

燃煤電廠煙囪上的靜電集塵器，可移走煙霧中 99%的顆粒性物質。但很不幸的，集塵器只會除去較大顆粒，而留下的小顆粒則往下風處移動。所以自煙囪釋出的顆粒，因它們的粒度小，使得煤中許多揮發性物質，包括放射核種在內，易吸附於其表面。這種顆粒，假如吸入人體，就會帶著附著的放射核種進入人體的肺中。目前燒煤所產生的放射活度，正持續增加之中。歐洲方面的測量指出，氡和釙的先驅，鐳，在冰河的冰中濃度大約為背景值的 50 倍，松樹中的含量則高達 60 倍。

空氣中以氡為主要的放射劑量來源；海洋食物鏈中則以釙-210 為主。許多的海洋生物含有釙-210，經由海產食物回到人體。日本人最鍾愛的食物是整尾的乾魚，而釙又集中於魚的消化器官。日本人每年燒煤量約 8 至 9×10^{7} 噸，含鈾量約 80 至 90 噸，因此約含 1.0 至 1.1×10^{12} Bq 的釙-210。工業區的釙含量將會增加，並且比自然界背景值高約 20~30 %。結論是：由於海洋食物網的存在，1 座 1 百萬瓩的燒煤工廠，給予人類的輻射劑量，約為功率相當的核能發電廠給予人類的 14 倍至 18 倍。在特殊狀況下，燒煤工廠產生的放射活度，會高於核能發電廠產生的 700 至 900 倍(Okamoto,

1980)。在不計海洋食物網的情況下，所作的計算顯示，美國地區燃煤和核能發電廠所產生的放射劑量大約相等。人體內所含的燒煤工廠放射劑量，主要是攝取陸源食物鏈中的鐳所致。

2.3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。假使氡不具放射性的話，這麼低的濃度我們根本就無法偵測到它。正常說來，放射性物質偵測的下限濃度，可比非放射性物質小約 1000 到 10000 倍。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。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 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 76 年元旦止，兩部機組完成檢修工作，始正常運轉發電；因此 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、溫排水擴散及生物群社(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，溫排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)。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 2-2)，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。

自 100 年 1 月起，每 3 個月進行現場偵測一次，採樣日期分別是 100 年 2 月 24 日、5 月 13 日、8 月 10 日以及 11 月 19 日，共計 4 次，符合進度要求。

測量營養鹽用之塑膠瓶(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(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 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，則以下式估算繩索須下降之深度：

$$\text{繩索須下降深度} = \frac{\text{原預定深度}}{\cos\theta}$$

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 500 ml，取得葉綠素甲樣本後，攜回實驗室分析。

3.2 現場分析方法如下：

3.2.1 溫度：

以事先用水銀溫度計校正之 YSI 30 溫鹽儀現場測量之。

3.2.2 溶氧及溶氧飽和度：

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($MnCl_2$)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。之後以塑膠蓋裝滿水後再行封蓋。

3.2.3 透明度 (沙奇盤深度)：

現場以沙奇盤(Secchi Disk)測量之(EPA, 1998)。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)。(NIEA E220.50C)

3.2.4 葉綠素甲：

定量 500 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)

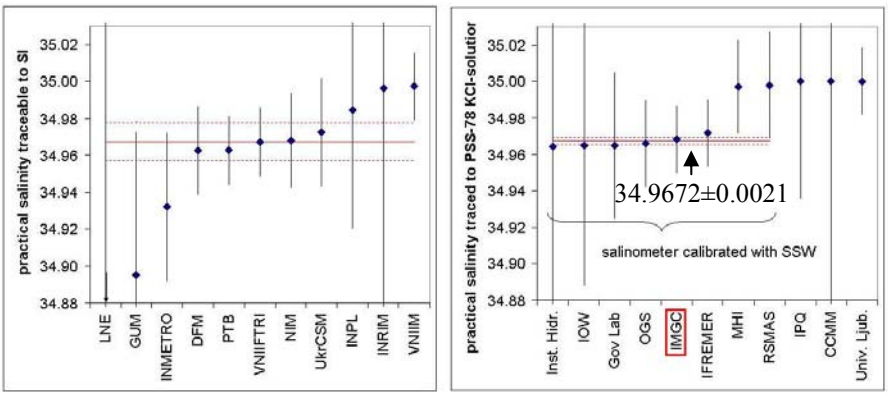
以 SBE 19plus 多功能水質監測器（記錄溫度、鹽度、溶氧、葉綠素甲）施放，在施放前，讓儀器與表水平衡約 5 分鐘的時間，於測站 12、18、20、21、22、23、24、T1、T2、T3 以每下 1 公尺平衡至少 1 秒的速度放入海中，此時儀器會自動記錄溫、鹽等值，返航後再從監測器將資料下載出來。

3.3 實驗室分析

3.3.1 鹽度：

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 pH：

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 60μL *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。

$$A_1/A_2 = \frac{A_{578}(D+S) - A_{578}(S) - [A_{730}(D+S) - A_{730}(S)]}{A_{434}(D+S) - A_{434}(S) - [A_{730}(D+S) - A_{730}(S)]}$$

$$(A_1/A_2)_{corr} = A_1/A_2 - V[0.125 - 0.147(A_1/A_2)]$$

$$pH = pK_2 + \log\left[\frac{(A_1/A_2)_{corr} - 0.00691}{2.222 - (A_1/A_2)_{corr} \times 0.1331}\right]$$

(S)：海水未加指示劑的吸收值

(D＋S)：海水加指示劑後的吸收值

pK2：指示劑（m-cresol purple）解離常數

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)：

$$\ln DO(mg/l)=(-1268.9782+36063.19/(°K)+220.1832\times\ln(°K)-0.351299\times(°K)+S\times(6.229\times10^{-3}-3.5912/(°K))+3.44\times10^{-6}\times S^{2})\times1.43$$

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 0.45 μm 濾紙過濾後，分析下列項目：

3.3.4.1 硝酸鹽(NO_3^-)：

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^-)：

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。(原提案以 HITACHI U-1000 測量，已更新為 OI 品牌)

3.3.4.3 磷酸鹽(PO_4^{-3})：

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)：

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。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，該系統由台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 E509.00C)：

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：

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 466nm 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：mmoleC/m^3/day

3.3.8 總殘餘氧化劑濃度

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。

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

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)：

實驗室應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。若每月分析之樣品少於 20 個，則每月至少應做 1 次添加分析。

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

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。實驗室內至少每個月應分析一參考樣品，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)，此測線離台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。本調查除了接續前 32 年(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。

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。

4.1 100年1月~100年12月的結果

從 100 年 1 月開始，採樣日期分別是 100 年 2 月 24 日(100 年第 1 季)、100 年 5 月 13 日(100 年第 2 季)、100 年 8 月 10 日(100 年第 3 季)以及 11 月 19 日(100 年第 4 季)，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 距離溫排水口最近，可以監測溫排水排入海洋後之溫度狀況。現場量測水溫資料顯示，100 年第 1 季表水的水溫 24.0 °C，較對照測站(測站 12、18、20、21)表水的平均值 25.0 °C 還低了 1 °C；第 2、3、4 季測站 24 表水的水溫分別為 29.8、28.5、29.3 °C，較對照測站表水之平均值 28.2、28.5、27.0 °C，高出 1.6、0、2.3 °C。

本年度第 1 季表水的水溫分佈在出水口(24 站)觀測到最低溫 24.0 °C，與往常因溫排水的緣故，會在出水口觀測到較高溫度之現象不同(圖 2-3)。除了表水之外，3 m 以及 10 m 的溫度亦是低於其他測站。24 站不僅溫度最低，鹽度值則較其他站高(圖 2-4)，pH、溶氧量較低，營養鹽亦略高其他測站，極可能是下層水湧升之訊號。第 3 季出水口亦觀測到較其他站略低溫、略高鹽度、略低溶氧、pH 以及略高之營養鹽，與第 1 季相似。此 2 季都沒有觀測到出水口高溫的現象。

4.1.1.1 CTD 資料

溫度隨深度之變化見圖 2-5。100 年第 1 季整個水層的水溫變化不大，以 T3 站為例，從表水至 80 公尺溫度從 24.9 °C 降至 22.5 °C，僅降低 2.4 °C；第 2 季表水水溫升高至 27.4 °C，表水至 5 m 間為斜溫層，5 m 至 20 m 為混合層，之後溫度再度迅速陡降，80 公尺處的水溫是 21.6 °C。第 3 季表水水溫約 28.0±0.6 °C，隨著深度至 80 公尺水溫是 22 °C，水層並沒有明顯斜溫層出現，可能與採樣之前，此海域受到梅花颱風外圍環流影響，水溫降低(圖 2-6)而將夏季應有的斜溫層破壞所致。第 4 季 24、T1 站在表水至 3-4 公尺為一斜溫層，溫度由 29 °C 降至 27 °C，而 18、21 站在深度 10 公尺以下水溫較其他測站低了近 1-2.5 °C，深度 80 公尺水溫是 21.1 °C。綜觀來看，此處深水(80 公尺)溫度的季節性變化並不大。

沿測線 24-T1-12-T2-T3 觀察，第 1、3 季 24 站的表水溫度比其他測站來低了近 1 °C，並未有高溫聚集；第 2、4 季由 24 站往南後表水水溫下降，顯示溫排水熱度的擴散約及於 T1 站，溫排水之擴散效果良好；溫排水影響的深度大約在 3~5 m。

溫排水擴散的範圍不大，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，受溫排水影響之地區亦為核電站附近、大亞灣之西南側；2002 年受影響面積為大亞灣之 3%，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溫排水的影響。長期水溫記錄顯示本海域常有湧升現象。由 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，原能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 m，水深3、9 m以及貓鼻頭水深9 m之珊瑚處，記錄時間為99年11月12日至100年2月16日、2月19日至5月17日、5月19日至8月10日、8月12日至11月2日 (圖2-6)。第1段水溫記錄值觀察到3次較大的冷水振盪，時間正巧在大潮左右；3 m平均水溫為24.6±1.2 °C，較9 m深的平均水溫24.0±1.0 °C，高約0.6 °C；而第2段水溫記錄亦觀測到水溫之振盪，但幅度似乎不大；3 m平均水溫為25.4±1.2 °C，較9 m深的平均水溫24.3±1.3 °C，高了1.1 °C；第3段水溫振盪頻繁，並記錄到桑達、米雷、梅花3次颱風發生時，此海域水溫之變化；儘管3次颱風皆沒有登陸，但除了桑達颱風之外，米雷、梅花颱風其外圍環流似乎也將此處水溫降低了7 °C左右。第4段記錄到今年唯一登陸的南瑪都颱風時之水溫變化，此時水溫降了將近8 °C，水溫在颱風過後才慢慢回升。過去資料顯示5~8月冷水入侵頻率以及振盪幅度大於其他月份，而9 m的水溫溫降程度以及發生頻率皆大於3 m處。

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 m。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 m；本研究設置的點近排水口，但較淺，約在10 m，推測冷水入侵無法到達10 m，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，台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。100年第1季鹽度介於33.954~34.290之間，平均34.055±0.086；第2季鹽度介於34.135~34.390之間，平均34.213±0.046；第3季鹽度介於33.764~34.475之間，平均34.014±0.159；第4季鹽度介於33.709~34.607之間，平均33.858±0.257 (圖2-4)。第1季水文訊號偏向南海水，比對過去5年之溫鹽值(圖2-7)，顯示此季之鹽度為過去5年之最低值，此現象可能與反聖嬰現象有關。由美國國家氣候預報中心(NOAA)發佈的聖嬰/反聖嬰現象發生時間表(表2-2)來看，從99年7月至100年4月屬於反聖嬰時期，而第1季採樣時間為2月24日，正逢反聖嬰時期。根據Chen等人(2010)的研究，在反聖嬰時之春季，黑潮並不會出現在台灣海峽的南部，換言之，即台灣海峽的南部將會記錄到較多的南海水訊號。本年度第1季的鹽度正好記錄到較低鹽的南海水訊號，正可說明本海域的水文變化反映了大尺度的海洋事件。

一般而言，海流在往北流經台灣東南海域時，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台灣墾丁南部海域，才沿著台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台灣本地複雜的氣候、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

100年第1季調查結果顯示，pH介於8.029~8.063之間，平均8.049±0.009，24站的pH最低，可能為下層較低pH的水湧升上來；第2季介於8.035~8.080之間，平均8.071±0.009；第3季介於8.048~8.104之間，平均8.084±0.016，較低值出現在20及24站；第4季介於7.998~8.094之間，平均8.069±0.021(圖2-8)。pH值均符合環保署90年12月26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

100 年第 1 季調查結果顯示，溶氧量介於 6.28~6.89 mg/l 之間，平均 6.65±0.16 mg/l；第 2 季介於 5.88~6.40 mg/l 之間，平均 6.20±0.12 mg/l；第 3 季介於 6.01~6.39 mg/l 之間，平均 6.25±0.10 mg/l，較低值出現在 20 及 24 站；第 4 季介於 5.92~6.73 mg/l 之間，平均 6.41±0.20 mg/l，較低值出現在 20 站。此 4 次調查結果，均符合環保署 90 年 12 月 26 日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。

100 年第 1 季溶氧飽和度介於 90.2~101%之間，平均 97.1±3.2%，24 站的溶氧量最低，可能為下層較低溶氧的水湧升上來所致；第 2 季介於 89.5~99.1%之間，平均 95.6±2.2%，略低於飽和值。第 3 季介於 90.7~99.2%之間，平均 96.6±2.1%；第 4 季介於 83.0~102%之間，平均 96.8±4.6%(圖 2-9)。

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。

100年第1季NO_3^-含量介於0.07~0.93 μM之間，平均0.42±0.28 μM，水平濃度以24站最高；第2季NO_3^-含量介於0.47~1.76 μM之間，平均0.67±0.24 μM；第3季NO_3^-含量介於0.03~2.64 μM之間，平均0.61±0.72 μM。以水平分布面來看，較高值出現在20站，而且表水比下層水略高；第4季NO_3^-含量介於0.15~6.27 μM之間，平均1.22±1.33 μM，同樣地較高值亦出現在20站(圖2-10)。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。由本年度第1季資料顯示，高值乃下層水湧升所致。由於排水道的硝酸鹽值在88年之後平均值似乎有變高之現象(圖2-11)，此時間點雖然與核三廠在86年開始添加亞硝酸鈉略為吻合，但亞硝酸鈉的添加量並不大，24站表水硝酸鹽值變高不太可能僅是此單一因素造成。第3、4季則在20站有較高的硝酸鹽，由於該站的鹽度較低，因此高營養鹽可能與陸源水的輸入有關。

墾丁國家公園管理處於民國87年設置了南灣地區水資源回收處理廠，處理過後之污水先注入第三核能發電廠的廠用海水排放道，再一併入海。由98年10月27日以及11月10日兩次取得排放污水之水質，該水之硝酸鹽含量高達234、160 μM，而99年第1、2季所採得排放污水之硝酸鹽濃度亦呈現相同級數，雖然該水硝酸鹽濃度很高，但污水每日的排放量僅約為650噸，相較於核三廠廠用海水排水道每日的排放量約為280,000噸而言，該污水在進入海域之前，就已被稀釋了430倍。依稀釋比例計算，234μM高濃度之硝酸鹽將降至0.54 μM，注入大海後濃度將會更低。廠用海水排放道之入海口接近本調查採樣點22站，因此若有任何因該污水而提高海域之營養鹽現象，理應會在22站表水看到，但實際上調查數據並沒有看到此現象，也就是說該污水之排入確實沒有造成22站表水營養鹽之升高。反而在24站表水硝酸鹽濃度由89年之後升高為0.80±0.41 μM，較之前0.51±0.41 μM升高不少，可能原因有待進一步求證。

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。100年第1季NO_2^-含量介於0.04~0.12 μM之間，平均0.07±0.02 μM；第2季NO_2^-含量介於0.02~0.07 μM之間，平均0.03±0.01 μM；第3季NO_2^-含量介於0.04~0.11 μM之間，平均0.06±0.02 μM；第4季NO_2^-含量介於0.05~0.14 μM之間，平均0.08±0.03 μM，顯示此海域所含的NO_2^-並不是很高。

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)。

100年第1季調查PO_4^{-3}含量介於0.03~0.09 μM之間，平均0.06±0.02 μM，水平濃度梯度與硝酸鹽一樣，也是以24站最高，然而站與站之間差別並不大；第2季調查PO_4^{-3}含量介於0.06~0.18 μM之間，平均0.08±0.02 μM；第3季調查PO_4^{-3}含量介於0.02~0.10 μM之間，平均0.05±0.02 μM。以表水水平分布面來看，較高值出現在20站；第4季調查PO_4^{-3}含量介於0.05~0.27 μM之間，平均0.09±0.05 μM，同樣地在20站表水亦有較高值(圖2-12)。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2-13為89年至今46次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，但近年來已完成磷限制 (Wang, et al., 2011)

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)。

100年第1季SiO_2介於2.15~2.95 μM之間，平均2.50±0.20 μM，水平濃度梯度以24、12站最高；第2季SiO_2介於2.58~4.25 μM之間，平均2.86±0.31 μM；第3季SiO_2介於1.30~2.12 μM之間，平均1.56±0.25 μM，20站亦有相對的較高值；第4季SiO_2介於1.76~4.90 μM之間，平均2.28±0.72 μM (圖2-14)。

4.1.6葉綠素甲及基礎生產力

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。

100 年第 1 季葉綠素甲介於 0.10~0.30 μg/l 之間，平均 0.21±0.06 μg/l；僅管本季在 24 站有較高的營養鹽，但並無特別高值之葉綠素甲出現，可能是第 1 季水溫仍低，並不適合藻類大量繁殖；第 2 季葉綠素甲介於 0.06~0.23 μg/l 之間，平均 0.14±0.05 μg/l；第 3 季葉綠素甲介於 0.10~0.47 μg/l 之間，平均 0.28±0.09 μg/l；第 4 季葉綠素

甲介於 0.04~0.38 μg/l 之間，平均 0.17±0.10 μg/l (圖 2-16)，葉綠素甲高值的站位通常並非營養鹽高值。此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。

100 年第 1 季基礎生產力介於<1.0～3.95 mmoleC/m^3/day 之間；第 2 季為<1.0～8.64 mmoleC/m^3/day；100 年第 3 季基礎生產力介於<1.0～4.90 mmoleC/m^3/day 之間；第 4 季為 1.02～6.90 mmoleC/m^3/day (表 2-4)。此區的基礎生產力較台灣東北角黑潮水來得高些(大都小於 1 mmoleC/m^3/day，呂朝城，1995)，但與陸棚水(≒1～12mmoleC/m^3/day)、湧升黑潮水(≒0.5～8 mmoleC/m^3/day)大致相當。

4.1.7 濁度及透明度

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。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，水層的透明度都在 8 m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，檢測出的數據再將以換算成相等於餘氯濃度(mg/l as Cl_2)(表 2-1)。

100 年第 1 季總殘餘氧化劑濃度介於 0.04～0.75 mg/l 之間，平均為 0.31±0.18mg/l；第 2 季介於<0.01～0.51 mg/l 之間，平均為 0.11±0.09 mg/l；第 3 季總殘餘氧化劑濃度介於 0.04～0.25 mg/l 之間，平均為 0.12±0.06mg/l；第 4 季介於 0.07～0.93 mg/l 之間，平均為 0.22±0.18 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；南灣污水處理廠將污水處理之後，注入第三核能發電廠的廠區用水排放道，再一併入海；墾丁污水處理廠則是排入石牛溪；由於處理後污水之入海處分別接近 22 站與 20 站，總殘餘氧化劑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 2 站並無特別高值，而且整體海域總殘餘氧化劑濃度，均低於環保署海洋放流水標準甲類海域「殘餘氯量 1 mg/l 以下」之規定，而第三核能發電廠排水口之濃度(0.08～0.35 mg/l)亦是遠低於規定值。

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聖嬰及反聖嬰現象的影響。在 100 年 4 次調查中，第 1 季溫排水口附近測站(#24) 甚至因為下層水湧升而溫度呈現最低值。鹽度介於 33.709 至 34.607 之間，第 1 季記錄到低鹽訊號是歷年同季少見，可能與大尺度海洋事件之反聖嬰現象有關。第 1 季 24 站雖有較高之營養鹽濃度，但附近測站葉綠素甲並沒有升高。

海域的 pH 值介於 7.998 至 8.104 之間，符合環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。溶氧量亦符合環保署「甲類海域之水質標準，溶氧量應在 5.0 mg/l 以上」之規定。總殘餘氧化劑濃度值介於<0.01～0.93 mg/l 之間，均低於環保署所公布海洋放流水標準第 4 條「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。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溫排水的影響並不明顯，海域之水文與水質皆符合我國甲類海域的水質標準。

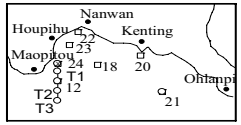
六、附表與附圖

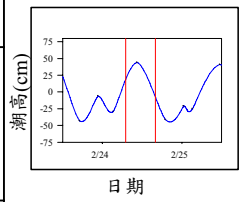
表2- 1　民國100年第1季～100年第4季水文暨水質化學資料

100年第1季(100年2月24日)

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 μM	NO_2 μM	PO_4 μM	SiO_2 μM	chl.a μg/l	TRO mg/l	濁度 NTU
12	0	11:05	25.5	34.034	8.054	6.73	99.5	13	0.10	0.05	0.06	2.53	0.23	0.26	1.2
	3	11:00	25.2	34.100	8.042	6.65	97.8		0.40	0.05	0.07	2.67	0.15	0.29	1.3
	10	10:55	25.1	34.156	8.063	6.79	99.8		0.57	0.10	0.08	2.81	0.26	0.36	0.8
	25	10:45	25.1	34.290	8.050	6.71	98.7		0.90	0.12	0.09	2.95	0.28	0.37	1.0
18	0	9:36	25.5	33.954	8.059	6.83	101	15	0.25	0.07	0.03	2.29	0.14	0.74	1.1
	3	9:50	25.2	34.013	8.047	6.81	100		0.19	0.05	0.04	2.24	0.18	0.49	1.2
	10	9:45	24.9	34.099	8.059	6.85	100		0.07	0.06	0.04	2.19	0.17	0.57	0.9
	25	9:40	24.6	34.217	8.059	6.89	100		0.10	0.08	0.04	2.15	0.21	0.48	1.7
	50	9:25	24.4	34.205	8.046	6.63	97.2		0.65	0.07	0.06	2.57	0.16	0.75	2.2
20	0	9:05	24.7	33.975	8.052	6.56	95.7	16	0.26	0.06	0.04	2.34	0.22	0.09	1.3
	3	9:00	24.8	33.959	8.032	6.63	96.8		0.10	0.04	0.03	2.34	0.17	0.17	1.3
	10	8:53	24.5	34.015	8.040	6.46	93.9		0.40	0.10	0.06	2.48	0.30	0.31	1.2
21	0	8:28	24.3	33.992	8.050	6.52	94.5	20	0.57	0.06	0.06	2.48	0.26	0.19	1.0
	3	8:22	24.3	33.980	8.048	6.54	94.8		0.48	0.08	0.06	2.62	0.30	0.25	0.9
	10	8:15	24.0	33.985	8.044	6.69	96.4		0.93	0.08	0.06	2.62	0.17	0.22	0.9
	25	8:11	23.7	33.984	8.061	6.63	95.0		0.67	0.06	0.07	2.67	0.27	0.28	1.5
22	0	12:08	25.1	34.035	8.045	6.83	100	8(底)	0.55	0.10	0.07	2.67	0.14	0.21	1.2
	3	12:01	24.8	34.029	8.043	6.67	97.4		0.14	0.08	0.05	2.48	0.25	0.18	1.3
	8	11:50	25.6	34.013	8.059	6.73	99.7		0.31	0.06	0.04	2.34	0.26	0.26	1.3
23	0	11:42	25.5	34.020	8.056	6.65	98.3	12	0.19	0.04	0.04	2.34	0.16	0.14	0.8
	3	11:37	25.3	34.023	8.053	6.71	98.9		0.12	0.05	0.04	2.34	0.10	0.15	0.9
	10	11:30	25.1	34.029	8.049	6.69	98.2		0.28	0.06	0.04	2.38	0.21	0.26	1.0
24	0	7:25	24.0	34.074	8.037	6.38	90.2	15	0.76	0.06	0.08	2.62	0.23	0.04	1.6
	3	7:15	23.9	34.075	8.037	6.28	90.3		0.86	0.06	0.09	2.62	0.20	0.34	1.5
	10	7:08	23.7	34.110	8.029	6.34	90.9		0.76	0.11	0.09	2.76	0.22	0.44	1.6
最小值			23.7	33.954	8.029	6.28	90.2	12	0.07	0.04	0.03	2.15	0.10	0.04	0.8
最大值			25.6	34.290	8.063	6.89	101	20	0.93	0.12	0.09	2.95	0.30	0.75	2.2
平均值			24.8	34.055	8.049	6.65	97.1	15	0.42	0.07	0.06	2.50	0.21	0.31	1.2
偏差值			0.6	0.086	0.009	0.16	3.2	3	0.28	0.02	0.02	0.20	0.06	0.18	0.3
環保署甲類海域水質標準值					7.5~8.5	5.0以上	-	-	-	-	-	-	-	-	-

後壁湖排水道	15:30	31.8	33.962	8.055	6.69	110	-	0.69	0.07	0.07	2.57	0.12	0.33	1.0
後壁湖排水道 (重複	15:35	32.2	33.956	8.062	6.42	106	-	0.64	0.06	0.06	2.57	0.14	0.29	1.5





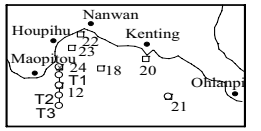
100/2/24(四)後壁湖
(農曆1月22日)

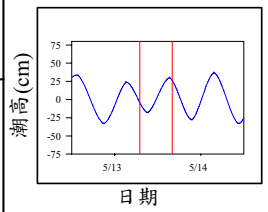
潮時	潮高(cm)
03:19	-29
10:32	44
19:00	-41

續表2-1　民國100年第1季～100年第4季水文暨水質化學資料

100年第2季(100年5月13日)

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 μM	NO_2 μM	PO_4 μM	SiO_2 μM	chl.a μg/l	TRO mg/l	濁度 NTU
12	0	1210	27.9	34.245	8.073	-	-	15	0.59	0.03	0.07	2.80	0.10	0.10	1.0
	3	1155	27.9	34.228	8.073	6.17	95.1		0.67	0.04	0.07	2.74	0.12	0.08	0.9
	10	1145	27.7	34.248	8.067	6.21	95.5		0.73	0.03	0.07	2.90	0.09	0.07	0.8
	25	1136	27.5	34.250	8.069	6.40	98.0		0.57	0.04	0.08	3.01	0.11	0.07	1.2
18	0	1045	28.7	34.213	8.073	6.23	97.4	16	0.59	0.03	0.08	2.74	0.18	0.09	1.3
	3	1035	27.8	34.202	8.076	6.28	96.6		0.50	0.03	0.09	2.74	0.09	0.07	0.7
	10	1025	28.1	34.201	8.075	-	-		0.60	0.02	0.07	2.74	0.19	0.12	0.9
	25	1015	27.1	34.211	8.066	6.19	94.2		0.66	0.05	0.08	3.12	0.21	0.08	1.2
	50	1000	25.8	34.390	8.035	6.01	89.5		1.76	0.07	0.18	4.25	0.20	0.08	2.0
20	0	0945	28.2	34.173	8.074	5.88	91.1	13	0.68	0.03	0.10	2.74	0.19	0.09	1.4
	3	0940	28.0	34.167	8.074	6.17	95.3		0.49	0.04	0.07	2.80	0.17	0.07	1.2
	10	0930	27.8	34.200	8.070	6.17	95.0		0.68	0.03	0.11	2.80	0.23	0.12	1.3
21	0	0905	28.0	34.174	8.074	6.13	94.6	14	0.68	0.03	0.08	2.74	0.15	0.12	1.0
	3	0900	27.8	34.135	8.078	6.23	95.9		0.49	0.03	0.08	2.74	0.11	0.51	0.9
	10	0850	27.9	34.225	8.078	6.23	96.1		0.50	0.02	0.09	2.58	0.08	0.12	0.9
	25	0840	27.9	34.210	8.077	6.23	96.1		0.59	0.02	0.08	2.74	0.11	0.12	0.8
22	0	1335	28.6	34.195	8.079	6.36	99.1	8(底)	0.47	0.05	0.08	2.80	0.14	0.15	1.3
	3	1320	28.2	34.189	8.080	6.09	94.3		0.69	0.02	0.08	2.80	0.16	0.15	1.6
	8	1310	28.1	34.230	8.061	6.34	98.0		0.68	0.03	0.07	2.74	0.07	0.07	1.5
23	0	1255	28.1	34.245	8.071	6.25	96.7	16	0.53	0.04	0.08	2.74	0.06	0.08	0.9
	3	1245	27.7	34.187	8.066	6.07	93.2		0.70	0.05	0.07	2.80	0.08	0.05	1.0
	10	1235	27.7	34.194	8.073	6.28	96.4		0.69	0.02	0.06	2.74	0.06	0.12	1.2
24	0	0725	29.8	34.211	8.067	6.11	97.1	18	0.81	0.04	0.08	3.01	0.23	<0.01	1.4
	3	0740	28.8	34.206	-	6.15	96.2		0.68	0.03	0.07	2.85	0.18	0.12	1.3
	10	0750	27.7	34.186	8.068	6.36	97.7		0.68	0.03	0.06	2.80	0.14	0.09	1.4
最小值			25.8	34.135	8.035	5.88	89.5	13	0.47	0.02	0.06	2.58	0.06	<0.01	0.7
最大值			29.8	34.390	8.080	6.40	99.1	18	1.76	0.07	0.18	4.25	0.23	0.51	2.0
平均值			28.0	34.213	8.071	6.20	95.6	15	0.67	0.03	0.08	2.86	0.14	0.11	1.2
偏差值			0.7	0.046	0.009	0.12	2.2	2	0.24	0.01	0.02	0.31	0.05	0.09	0.3
環保署甲類海域水質標準值					7.5~8.5	5.0以上	-	-	-	-	-	-	-	-	-





100/5/13(五)後壁湖
(農曆4月11日)

潮時	潮高(cm)
03:09	24
09:10	-18
15:22	30
21:31	-28

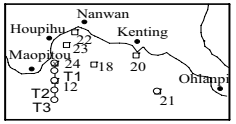
後壁湖排水道	1617	32.4	34.313	8.071	6.17	102	-	0.92	0.07	0.10	3.50	0.12	0.12	1.3
後壁湖排水道(重複	1625	32.9	34.289	8.076	6.17	103	-	0.83	0.07	0.11	3.44	0.090	0.11	1.2

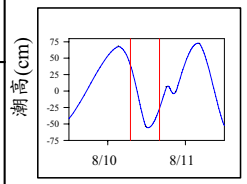
續表2-1　民國100年第1季～100年第4季水文暨水質化學資料

100年第3季(100年8月10日)

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 μM	NO_2 μM	PO_4 μM	SiO_2 μM	chl.a μg/l	TRO mg/l	濁度 NTU
12	0	0840	28.3	34.010	8.097	6.35	98.4	16	0.23	0.07	0.05	1.35	0.22	0.04	0.7
	3	0855	28.3	34.023	8.094	6.25	96.8		0.17	0.05	0.04	1.40	0.18	0.04	0.8
	10	0850	28.2	33.993	8.096	6.29	97.4		0.13	0.05	0.04	1.35	0.19	0.16	0.8
	25	0845	27.4	34.148	8.090	6.27	95.9		0.51	0.05	0.04	1.61	0.29	0.14	1.1
18	0	0935	28.5	33.912	8.099	6.29	97.8	16	0.12	0.05	0.03	1.35	0.20	0.05	0.9
	3	0955	28.4	33.981	8.095	6.31	98.0		0.11	0.04	0.07	1.35	-	0.06	1.1
	10	0950	28.3	34.028	8.078	6.35	98.5		0.10	0.04	0.03	1.30	0.27	0.12	0.8
	25	0945	27.8	34.116	-	6.31	97.1		0.19	0.04	0.04	1.40	0.28	0.15	1.0
	50	0940	24.6	34.475	8.048	6.21	90.7		2.64	0.07	0.10	2.11	0.47	0.21	0.8
20	0	1140	28.8	33.826	8.055	6.09	95.0	10	2.40	0.11	0.07	2.12	0.22	0.25	1.2
	3	1150	28.5	33.891	8.072	6.15	95.6		1.37	0.07	0.05	1.91	0.32	0.23	1.3
	10	1145	28.4	33.933	8.078	6.17	95.7		1.10	0.07	0.08	1.86	0.36	0.15	1.6
21	0	1050	28.6	33.764	8.104	6.19	96.3	17	0.07	0.08	0.02	1.32	0.18	0.09	1.0
	3	1115	28.5	34.057	8.098	6.29	97.9		0.07	0.07	0.03	1.37	0.26	0.16	0.9
	10	1105	28.0	34.193	8.091	6.39	98.7		0.07	0.06	0.04	1.32	0.27	0.06	1.2
	25	1100	26.1	34.345	8.073	6.31	94.6		1.28	0.06	0.08	1.96	0.40	0.09	1.0
22	0	1200	29.1	33.867	8.091	6.29	98.7	8(底)	0.11	0.06	0.06	1.53	0.33	0.15	1.2
	3	1215	28.7	33.903	8.085	6.23	97.2		0.99	0.04	0.05	1.64	0.39	0.12	1.2
	8	1210	28.7	33.873	8.076	6.17	96.2		0.76	0.07	0.05	1.57	0.33	0.06	1.4
23	0	1240	29.0	33.925	8.095	6.33	99.2	15	0.16	0.04	0.03	1.42	0.32	0.17	1.0
	3	1250	28.8	33.895	8.094	6.33	98.9		0.10	0.04	0.03	1.42	0.34	0.09	0.8
	10	1245	28.3	33.979	8.096	6.35	98.5		0.03	0.08	0.03	1.42	0.34	0.14	0.9
24	0	0735	28.5	34.030	8.069	6.03	93.7	16	0.99	0.07	0.07	1.68	0.10	0.05	1.1
	3	0800	28.0	34.075	8.053	6.01	92.7		0.73	0.05	0.05	1.63	0.19	0.09	1.1
	10	0810	27.7	34.105	-	-	-		0.74	0.05	0.08	1.63	0.19	0.11	0.9
最小值			24.6	33.764	8.048	6.01	90.7	10	0.03	0.04	0.02	1.30	0.10	0.04	0.7
最大值			29.1	34.475	8.104	6.39	99.2	17	2.64	0.11	0.10	2.12	0.47	0.25	1.6
平均值			28.1	34.014	8.084	6.25	96.6	15	0.61	0.06	0.05	1.56	0.28	0.12	1.0
偏差值			0.9	0.159	0.016	0.10	2.1	3	0.72	0.02	0.02	0.25	0.09	0.06	0.2
環保署甲類海域水質標準值					7.5~8.5	5.0以上	-	-	-	-	-	-	-	-	-

後壁湖排水道		1415	35.3	33.956	8.086	5.92	102.5	-	1.27	0.07	0.09	2.04	0.18	0.08	1.2
後壁湖排水道(重複)		1420	35.0	33.978	8.076	6.17	106.3	-	0.92	0.06	0.08	2.04	0.27	0.09	1.4





日期

100/8/10(三)後壁湖
(農曆7月11日)

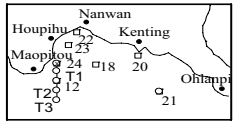
潮時	潮高(cm)
03:24	68
11:47	-54
18:10	6
21:03	-1

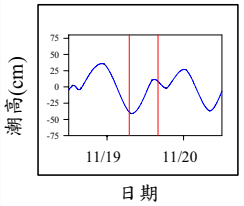
續表2- 1　民國100年第1季～100年第4季水文暨水質化學資料

100年第4季(100年11月19日)

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 μM	NO_2 μM	PO_4 μM	SiO_2 μM	chl.a μg/l	TRO mg/l	濁度 NTU
12	0	1310	27.1	33.709	8.074	6.73	102	10	0.92	0.08	0.09	2.50	0.11	0.07	1.2
	3	1300	26.9	33.898	8.072	-	-		1.10	0.07	0.09	2.67	0.38	0.14	1.1
	10	1250	26.9	33.791	8.072	6.65	101		1.25	0.10	0.09	2.56	0.22	0.10	1.3
	25	1240	26.8	33.797	8.080	-	-		0.73	0.06	0.07	2.33	0.18	0.30	0.8
18	0	1140	27.0	33.778	8.077	6.45	98.0	8	0.75	0.06	0.07	1.94	0.11	0.11	0.9
	3	1130	26.9	33.835	8.077	6.45	97.8		0.68	0.06	0.09	1.94	0.07	0.18	0.7
	10	1115	26.6	33.791	8.074	6.37	96.0		0.80	0.07	0.08	2.05	0.09	0.07	1.2
	25	1110	24.9	34.401	8.041	6.54	96.2		3.29	0.13	0.19	3.34	0.05	0.28	1.0
	50	1100	22.1	34.607	7.998	5.92	83.0		6.27	0.13	0.27	4.90	0.04	0.44	1.6
20	0	1025	26.8	33.712	8.058	6.31	95.5	12	1.15	0.11	0.11	1.99	0.15	0.21	1.0
	3	1020	26.9	33.777	8.080	-	-		0.59	0.07	0.07	1.87	0.17	0.25	1.2
	10	0955	26.7	33.731	8.083	6.39	96.5		0.73	0.06	0.06	1.87	0.16	0.23	1.0
21	0	0930	27.0	33.731	8.088	6.63	101	11	0.16	0.13	0.05	1.76	0.08	0.29	0.9
	3	0925	26.9	33.738	8.088	6.45	97.8		0.15	0.05	0.05	1.76	0.07	0.10	1.1
	10	0915	25.7	34.215	8.062	6.28	93.6		1.49	0.11	0.11	2.33	0.15	0.11	1.1
	25	0900	23.9	34.427	8.035	6.14	88.7		3.60	0.14	0.17	3.64	0.12	0.93	1.4
22	0	1435	27.7	33.727	8.079	6.63	102	8 (底)	0.48	0.06	0.06	1.87	0.24	0.44	0.7
	3	1425	27.5	33.726	8.083	6.63	101		0.39	0.06	0.08	1.87	0.37	0.08	0.9
	8	1410	27.4	33.711	8.094	-	-		0.90	0.07	0.08	1.87	0.33	0.11	1.2
23	0	1400	27.2	33.718	8.081	6.43	98.0	10	0.38	0.06	0.05	1.93	0.27	0.08	1.2
	3	1350	27.2	33.713	8.085	-	-		1.10	0.06	0.06	1.99	0.30	0.14	1.4
	10	1340	26.8	33.752	8.082	6.41	97.0		0.50	0.06	0.06	1.99	0.31	0.09	1.3
24	0	0810	29.3	33.709	8.059	6.41	101	10	1.08	0.08	0.10	2.21	0.10	0.30	1.0
	3	0800	28.5	33.720	8.052	6.11	95.2		1.10	0.08	0.09	1.99	0.12	0.14	1.3
	10	0750	26.8	33.731	8.064	6.28	95.1		0.81	0.07	0.07	1.93	0.16	0.25	1.0
最小值			22.1	33.709	7.998	5.92	83.0	8	0.15	0.05	0.05	1.76	0.04	0.07	0.7
最大值			29.3	34.607	8.094	6.73	102	12	6.27	0.14	0.27	4.90	0.38	0.93	1.6
平均值			26.7	33.858	8.069	6.41	96.8	10	1.22	0.08	0.09	2.28	0.17	0.22	1.1
偏差值			1.4	0.257	0.021	0.20	4.6	1	1.33	0.03	0.05	0.72	0.10	0.18	0.2
環保署甲類海域水質標準值					7.5~8.5	5.0以上	-	-	-	-	-	-	-	-	-

後壁湖排水道		16:20	33.3	33.798	8.091	6.69	112.4	-	0.61	0.07	0.08	1.99	0.15	0.35	1.4
後壁湖排水道(重複)		16:25	33.5	33.746	8.084	6.58	110.9	-	0.61	0.08	0.07	1.99	0.19	0.11	1.3





100/11/19(六)後壁湖
(農曆10月24日)

潮時	潮高(cm)
07:25	26
14:05	-37
14:44	22
20:46	-14

表2-2 聖嬰年及反聖嬰年開始及結束時間(上網時間: 100年12月22日止)

民國68年至100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(註)水溫比1971～2000年，30年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
68	-0.1	0	0.1	0.1	0.1	-0.1	0	0.1	0.3	0.4	0.5	0.5
69	0.5	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.2	0	-0.1	-0.1	0	-0.1
70	-0.3	-0.5	-0.5	-0.4	-0.3	-0.3	-0.4	-0.4	-0.3	-0.2	-0.1	-0.1
71	0	0.1	0.1	0.3	**0.6**	**0.7**	**0.7**	**1**	**1.5**	**1.9**	**2.2**	**2.3**
72	**2.3**	**2**	**1.5**	**1.2**	**1**	**0.6**	0.2	-0.2	-0.6	-0.8	-0.9	-0.7
73	-0.4	-0.2	-0.2	-0.3	-0.5	-0.4	-0.3	-0.2	-0.3	**-0.6**	**-0.9**	**-1.1**
74	**-0.9**	**-0.8**	**-0.7**	**-0.7**	**-0.7**	**-0.6**	**-0.5**	**-0.5**	**-0.5**	-0.4	-0.3	-0.4
75	-0.5	-0.4	-0.2	-0.2	-0.1	0	0.3	**0.5**	**0.7**	**0.9**	**1.1**	**1.2**
76	**1.2**	**1.3**	**1.2**	**1.1**	**1**	**1.2**	**1.4**	**1.6**	**1.6**	**1.5**	**1.3**	**1.1**
77	**0.7**	**0.5**	0.1	-0.2	**-0.7**	**-1.2**	**-1.3**	**-1.2**	**-1.3**	**-1.6**	**-1.9**	**-1.9**
78	**-1.7**	**-1.5**	**-1.1**	**-0.8**	**-0.6**	-0.4	-0.3	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2	-0.1
79	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4
80	0.4	0.3	0.3	0.4	**0.6**	**0.8**	**1**	**0.9**	**0.9**	**1**	**1.4**	**1.6**
81	**1.8**	**1.6**	**1.5**	**1.4**	**1.2**	**0.8**	**0.5**	0.2	0	-0.1	0	0.2
82	0.3	0.4	0.6	0.7	0.8	0.7	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.2
83	0.2	0.2	0.3	0.4	**0.5**	**0.5**	**0.6**	**0.6**	**0.7**	**0.9**	**1.2**	**1.3**
84	**1.2**	**0.9**	**0.7**	0.4	0.3	0.2	0	-0.2	**-0.5**	**-0.6**	**-0.7**	**-0.7**
85	**-0.7**	**-0.7**	**-0.5**	-0.3	-0.1	-0.1	0	-0.1	-0.1	-0.2	-0.3	-0.4
86	-0.4	-0.3	0	0.4	**0.8**	**1.3**	**1.7**	**2**	**2.2**	**2.4**	**2.5**	**2.5**
87	**2.3**	**1.9**	**1.5**	**1**	**0.5**	0	**-0.5**	**-0.8**	**-1**	**-1.1**	**-1.3**	**-1.4**
88	**-1.4**	**-1.2**	**-0.9**	**-0.8**	**-0.8**	**-0.8**	**-0.9**	**-0.9**	**-1**	**-1.1**	**-1.3**	**-1.6**
89	**-1.6**	**-1.4**	**-1**	**-0.8**	**-0.6**	**-0.5**	-0.4	-0.4	-0.4	**-0.5**	**-0.6**	**-0.7**
90	**-0.6**	**-0.5**	-0.4	-0.2	-0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	0	-0.1	-0.1
91	-0.1	0.1	0.2	0.4	**0.7**	**0.8**	**0.9**	**1**	**1.1**	**1.3**	**1.5**	**1.4**
92	**1.2**	**0.9**	**0.5**	0.1	-0.1	0.1	0.4	0.5	0.6	0.5	0.6	0.4
93	0.4	0.3	0.2	0.2	0.3	**0.5**	**0.7**	**0.8**	**0.9**	**0.8**	**0.8**	**0.8**
94	**0.7**	**0.5**	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.2	-0.1	-0.4	-0.7
95	-0.7	-0.6	-0.4	-0.1	0.1	0.2	0.3	**0.5**	**0.6**	**0.9**	**1.1**	**1.1**
96	**0.8**	0.4	0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.4	**-0.7**	**-1**	**-1.1**	**-1.3**
97	**-1.4**	**-1.4**	**-1.1**	**-0.8**	**-0.6**	-0.4	-0.1	0	0	0	-0.3	-0.6
98	-0.8	-0.7	-0.5	-0.1	0.2	**0.6**	**0.7**	**0.8**	**0.9**	**1.2**	**1.5**	**1.8**
99	**1.7**	**1.5**	**1.2**	**0.8**	0.3	-0.2	**-0.6**	**-1**	**-1.3**	**-1.4**	**-1.4**	**-1.4**
100	**-1.3**	**-1.2**	**-0.9**	**-0.6**	-0.2	0	0	-0.2	-0.4	-0.7		

(註)：移動平均月，是將前、後各一個月納入，連續三個月份的數值平均，視為該月的代表數值，統計上較具客觀性；例如1月份(JAN)需將12月(DEC)及2月(FEB)納入平均，所以DJF是12月至2月平均，代表該年1月的移動平均月溫度數據；JFM乃1月至3月平均，代表2月，餘類推。

(取自http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml)

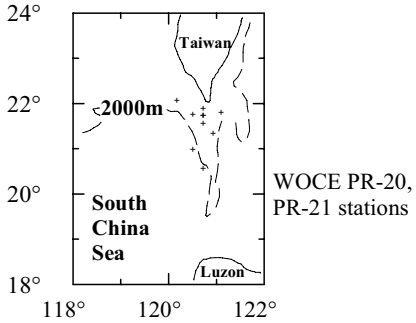


表2-3 WOCE PR-20, PR-21 測線上海研一號(OR-I)、海研三號及KEEP-MASS 測站之水質資料
(資料按月份排列)

	日期	位置	T ℃	S	pH	DO mg/l	NO_3^-	NO_2^-	PO_4^{3-}	SiO_2
							----------	----------	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

表2-4 基礎生產力之結果

100/2/24(#24) 培養時間: 6:45～15:30

水深 m	明瓶1 O_2(μM)	明瓶2 O_2(μM)	明瓶平均值 O_2(μM)	暗瓶1 O_2(μM)	暗瓶2 O_2(μM)	暗瓶平均值 O_2(μM)	基礎生產力 mmoleC/m^3/day
1	208	208	**208**	-	208	**208**	<1.0
2	210	213	**212**	208	204	**206**	3.95
4	208	203	**206**	-	204	**204**	<1.0
7	208	208	**208**	206	-	**206**	1.98
11	203	212	207	205	199	**202**	3.95
16	-	206	**206**	208	203	**205**	<1.0
20	-	204	**204**	-	205	**205**	<1.0

100/5/13(#24) 培養時間: 7:30～16:00

水深 m	明瓶1 O_2(μM)	明瓶2 O_2(μM)	明瓶平均值 O_2(μM)	暗瓶1 O_2(μM)	暗瓶2 O_2(μM)	暗瓶平均值 O_2(μM)	基礎生產力 mmoleC/m^3/day
1	199	194	**196**	-	192	**192**	3.46
2	194	195	**195**	187	180	**184**	8.64
4	-	194	**194**	191	192	**192**	1.98
7	193	-	**193**	184	188	**186**	5.43
11	192	190	191	197	194	**195**	-
16	190	-	**190**	192	-	**192**	-
20	191	192	**192**	192	-	**192**	<1.0

100/8/10(#24)

水深 m	明瓶1 O_2(μM)	明瓶2 O_2(μM)	明瓶平均值 O_2(μM)	暗瓶1 O_2(μM)	暗瓶2 O_2(μM)	暗瓶平均值 O_2(μM)	基礎生產力 mmoleC/m^3/day
1	-	199	**199**	200	198	**199**	<1.0
2	197	197	**197**	193	193	**193**	2.94
4	194	195	**195**	193	195	**194**	<1.0
7	202	201	**201**	197	193	**195**	4.90
11	195	196	**196**	195	195	**195**	<1.0
16	197	197	**197**	195	194	**195**	1.72
20	190	190	**190**	193	185	**189**	-

100/11/19(#24)

水深 m	明瓶1 O_2(μM)	明瓶2 O_2(μM)	明瓶平均值 O_2(μM)	暗瓶1 O_2(μM)	暗瓶2 O_2(μM)	暗瓶平均值 O_2(μM)	基礎生產力 mmoleC/m^3/day
1	195	198	**197**	190	197	**194**	2.30
2	206	201	**204**	191	198	**195**	6.90
4	198	198	**198**	-	195	**195**	2.30
7	192	192	**192**	189	192	**191**	1.02
11	194	192	**193**	192	191	**191**	1.28
16	195	193	**194**	190	192	**191**	2.05
20	198	198	**198**	197	196	**197**	1.02

※ 培養結果明暗瓶數值相當接近，故基礎生產力接近0，以<1.0表示。

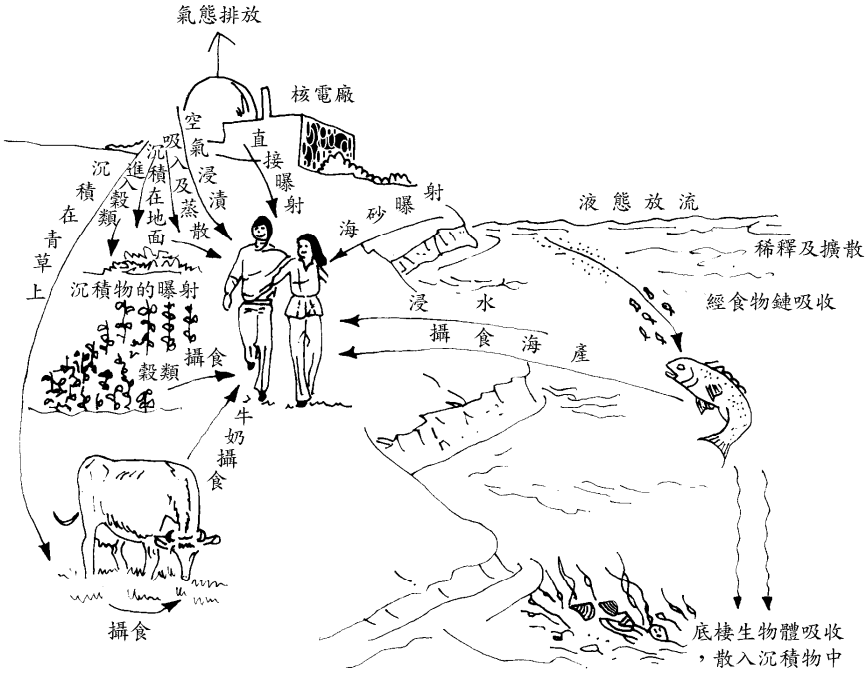


圖 2-1 放射性物質進入人體的途徑。

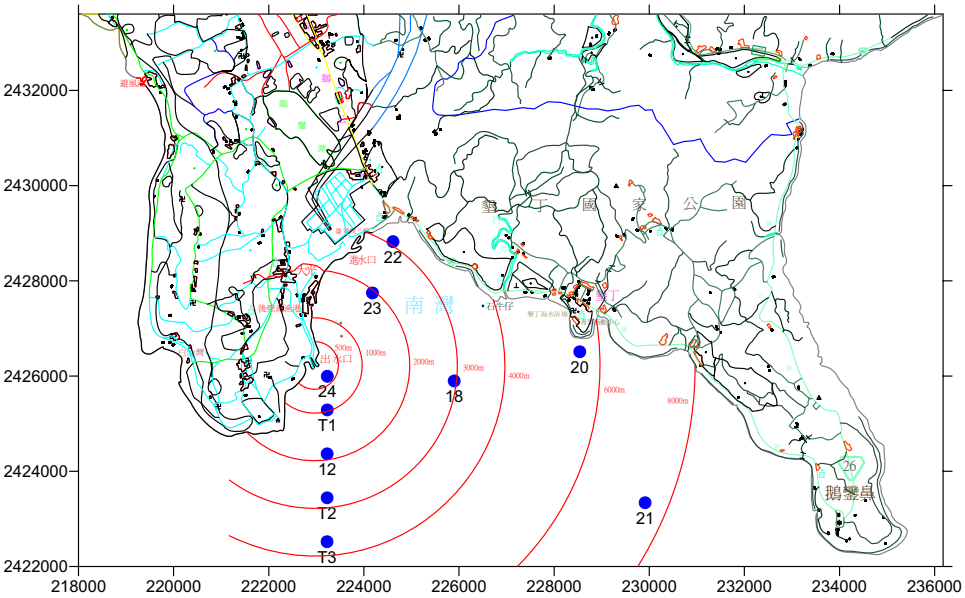


圖 2-2 研究區域暨採樣位置圖。

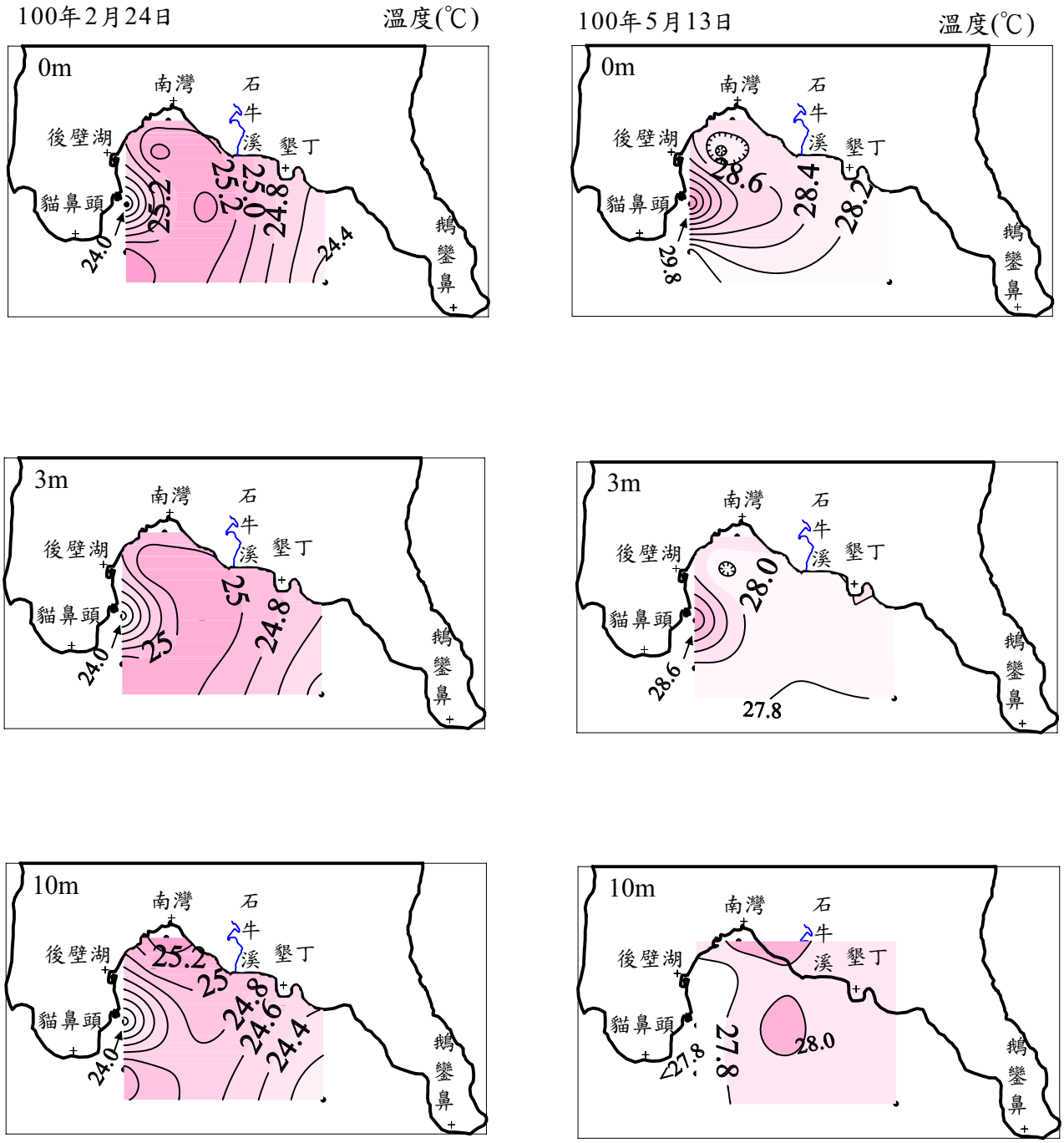
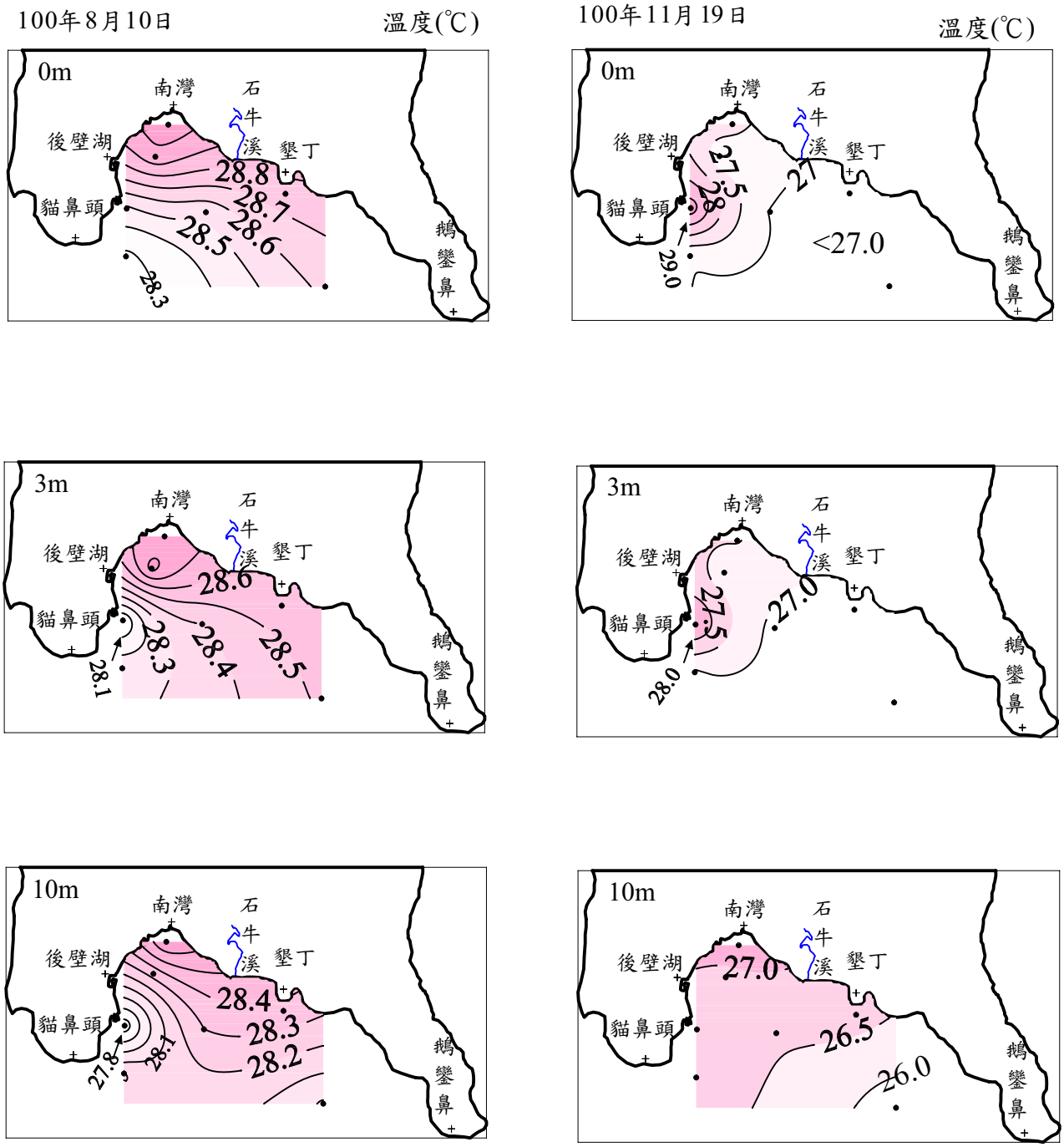


圖2-3 100年第1季~100年第4季第三核能發電廠附近海域溫度等值圖



續圖2-3 100年第1季~100年第4季第三核能發電廠附近海域溫度等值圖

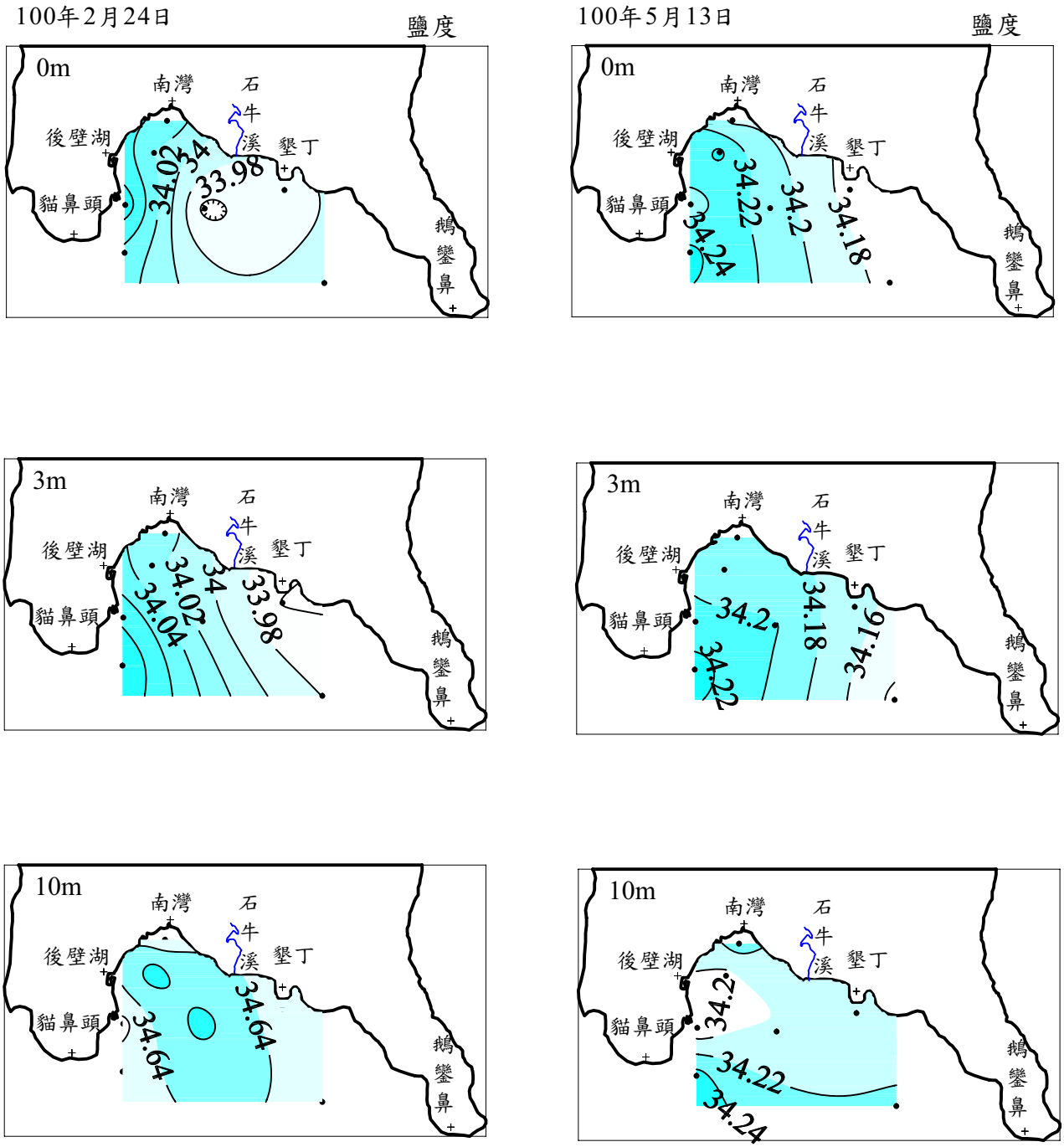
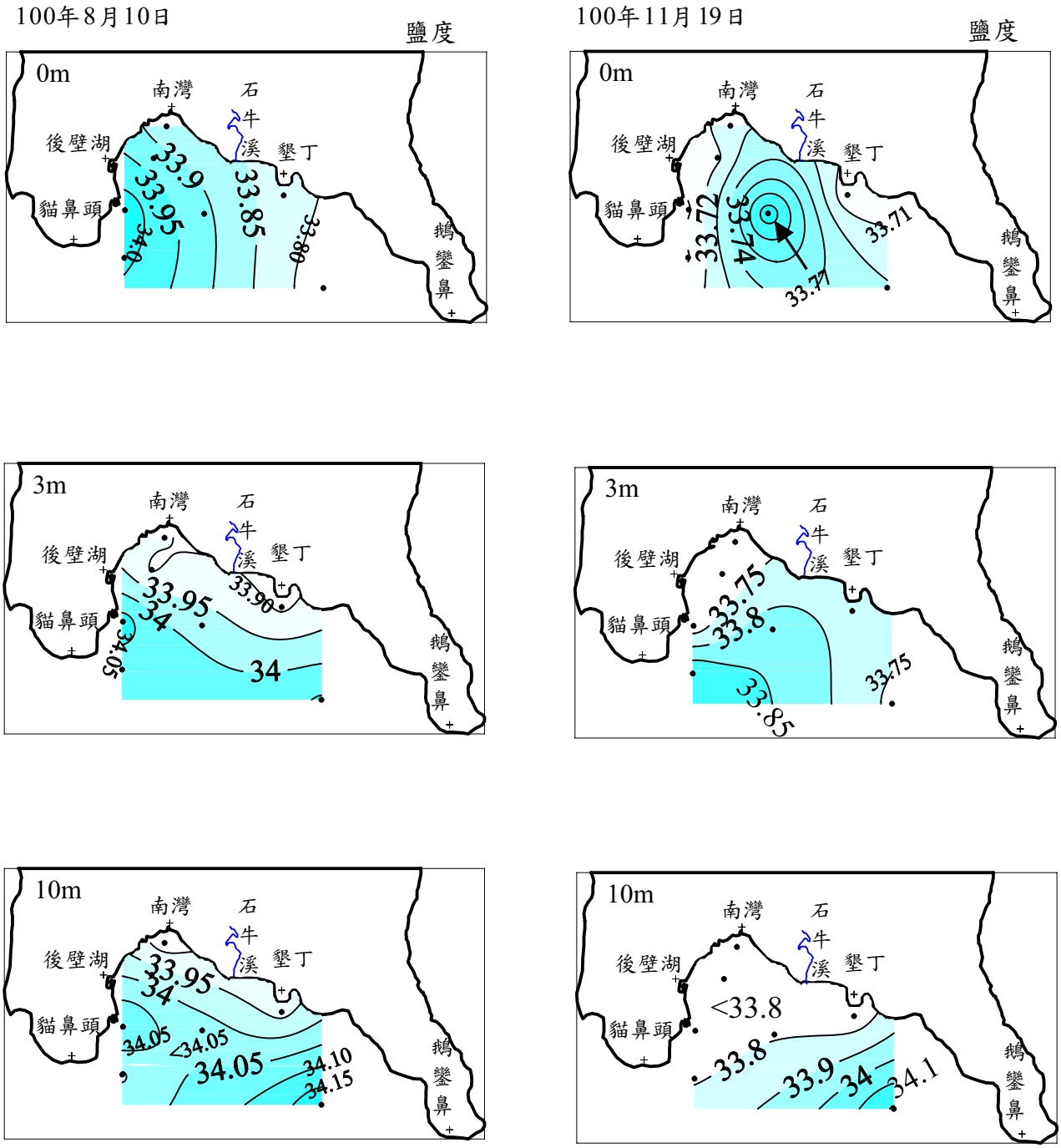


圖2-4 100年第1季~100年第4季第三核能發電廠附近海域鹽度等值圖



續圖2-4 100年第1季~100年第4季第三核能發電廠附近海域鹽度等值圖

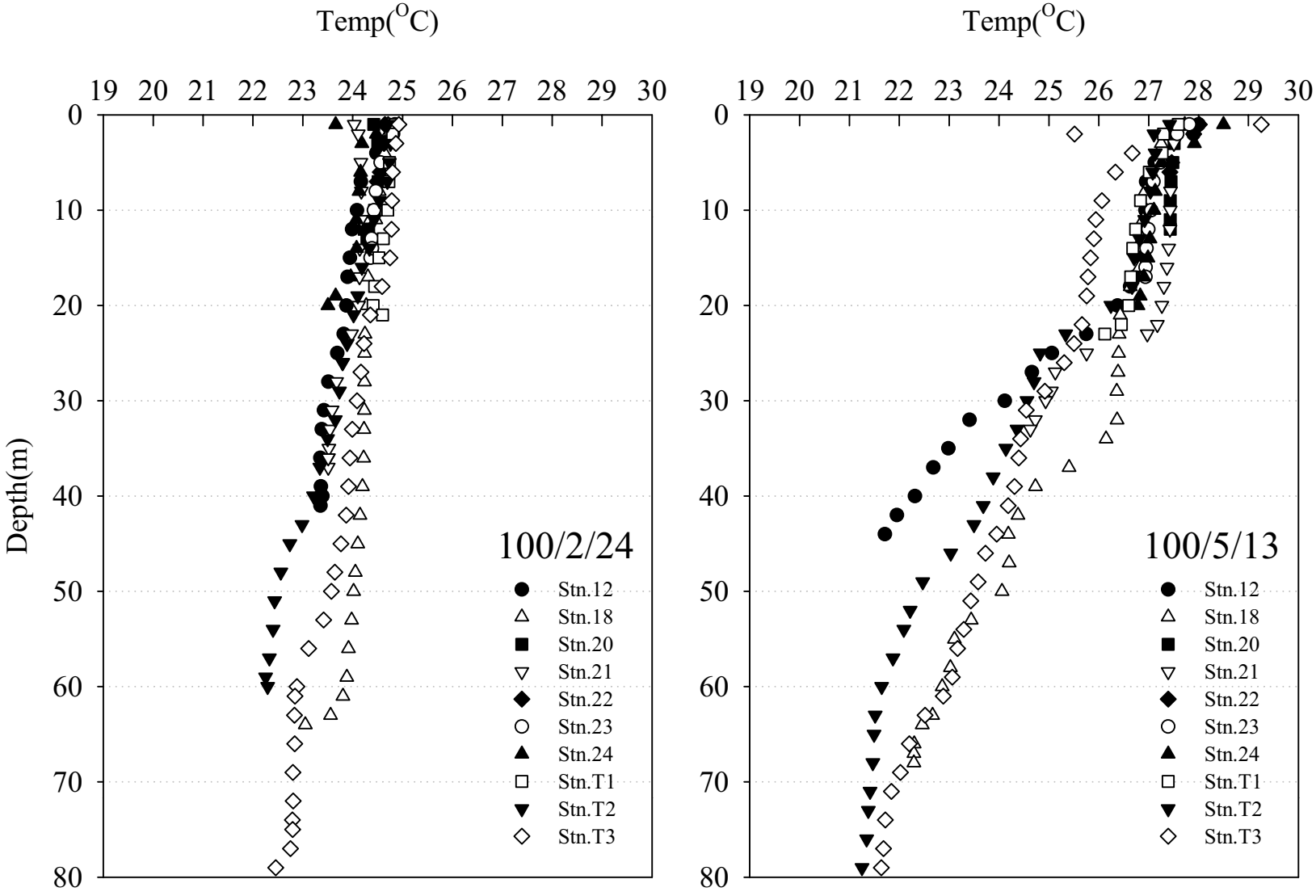
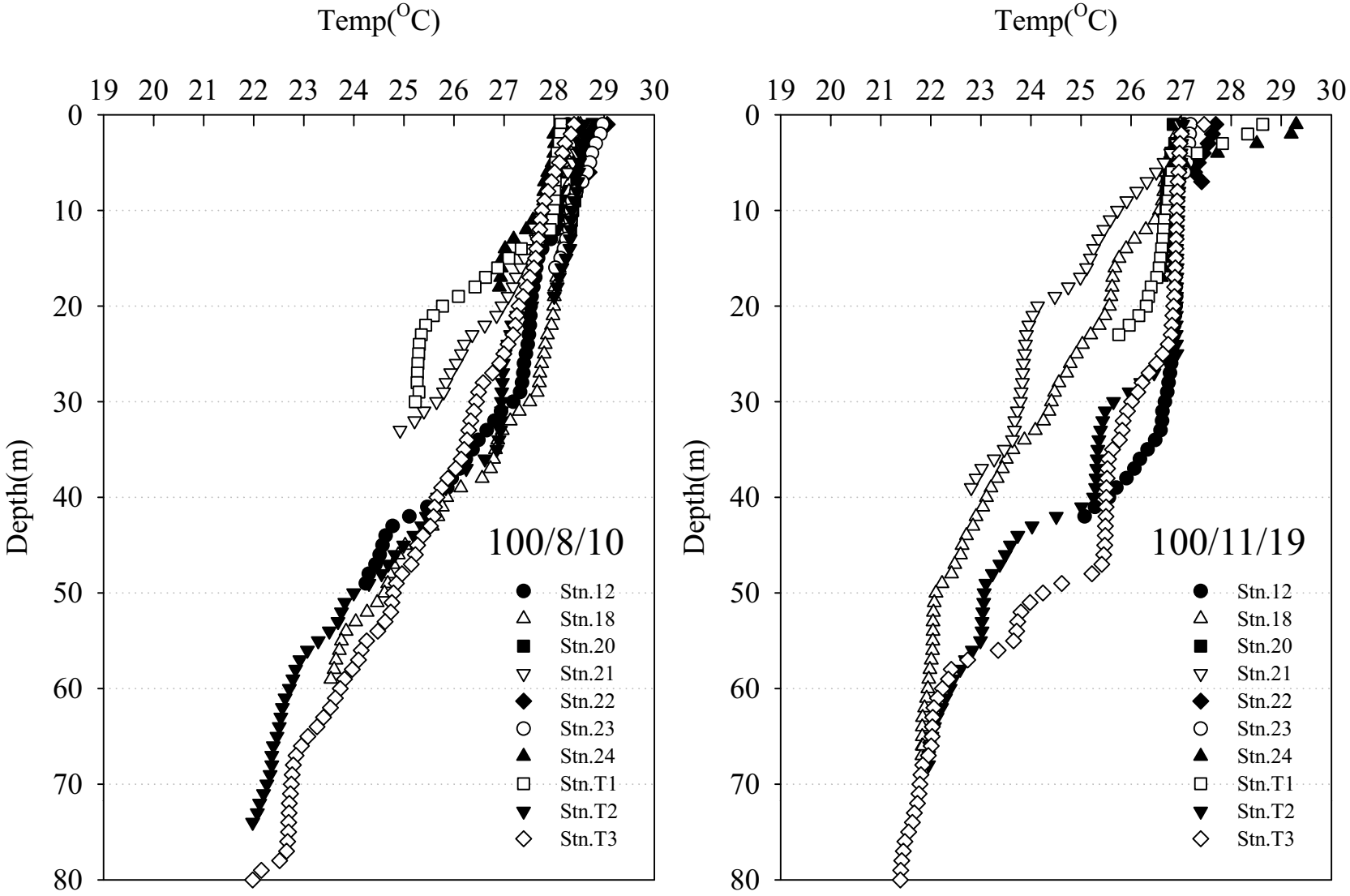


圖2-5 100年第1季~第4季第三核能發電廠附近海域溫度隨深度之變化圖



續圖2-5 100年第1季~第4季第三核能發電廠附近海域溫度隨深度之變化圖

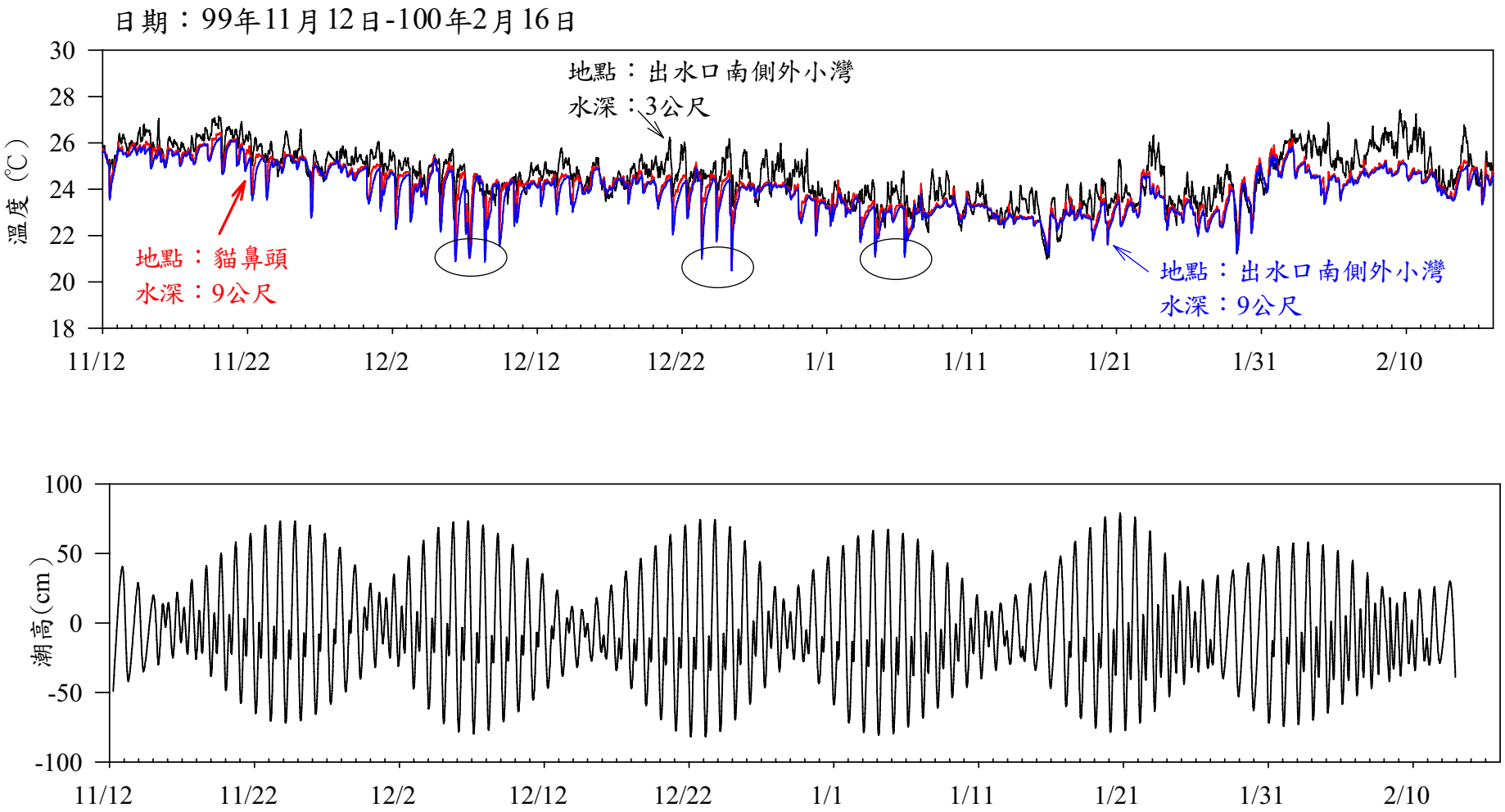
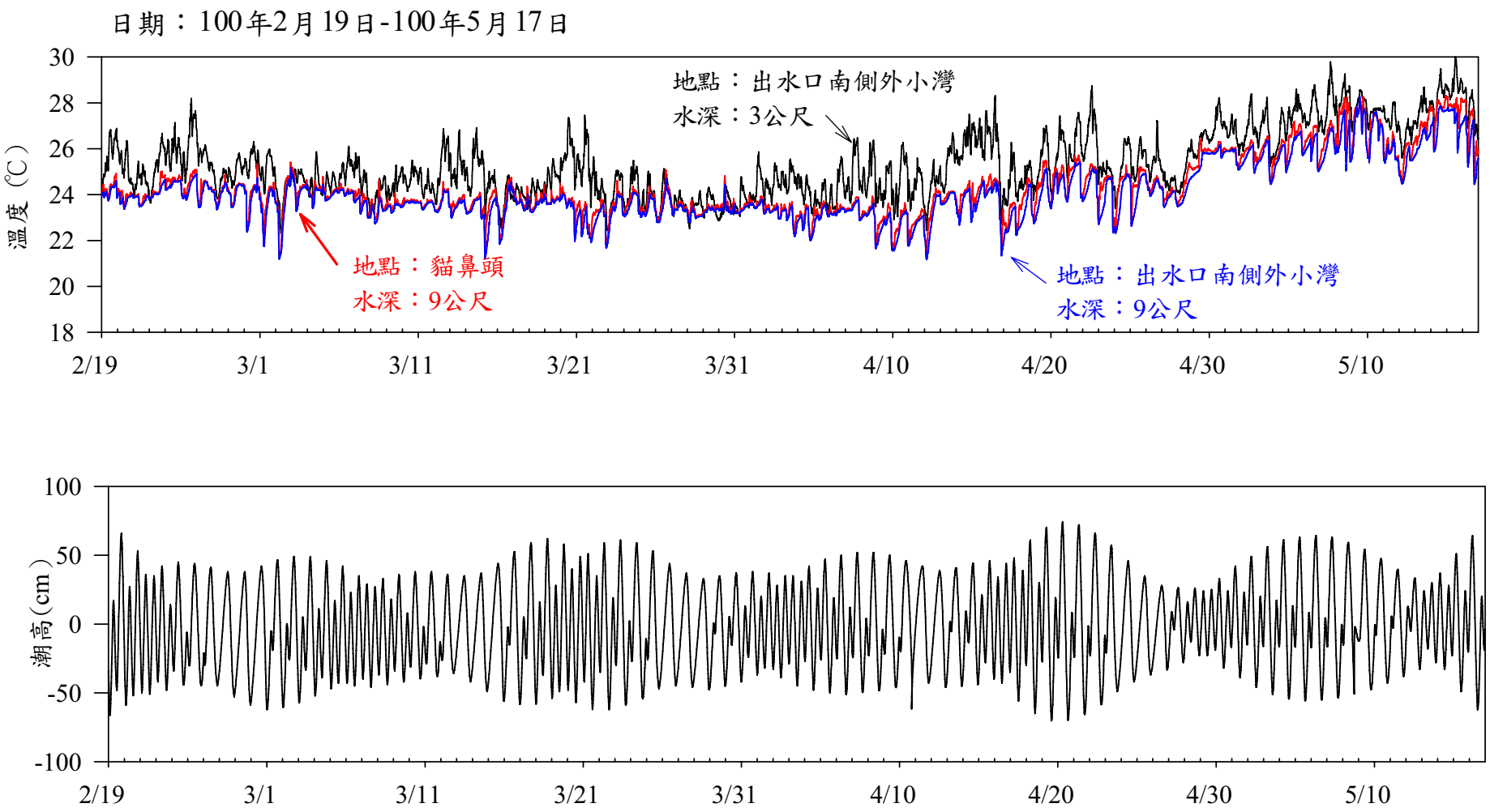
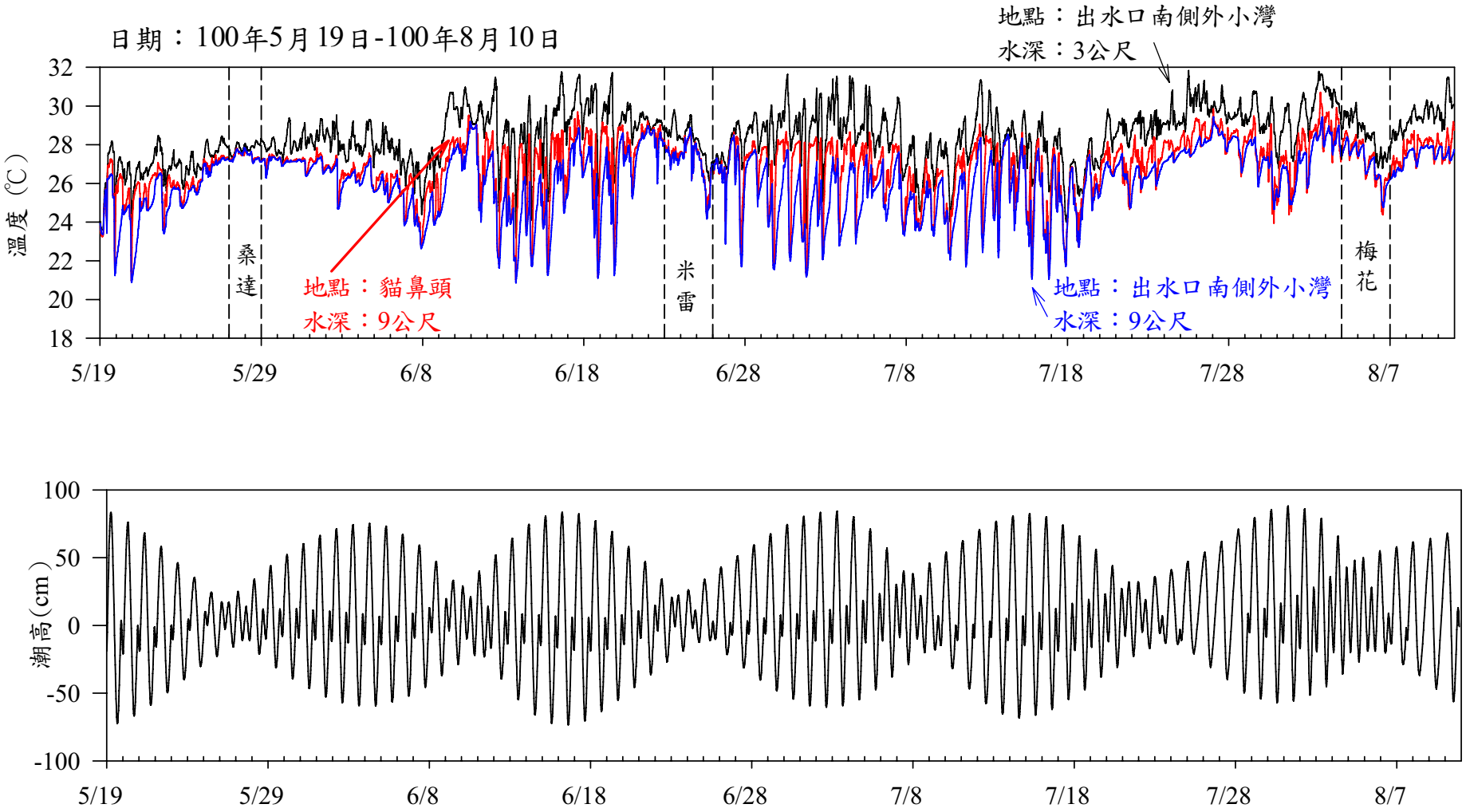


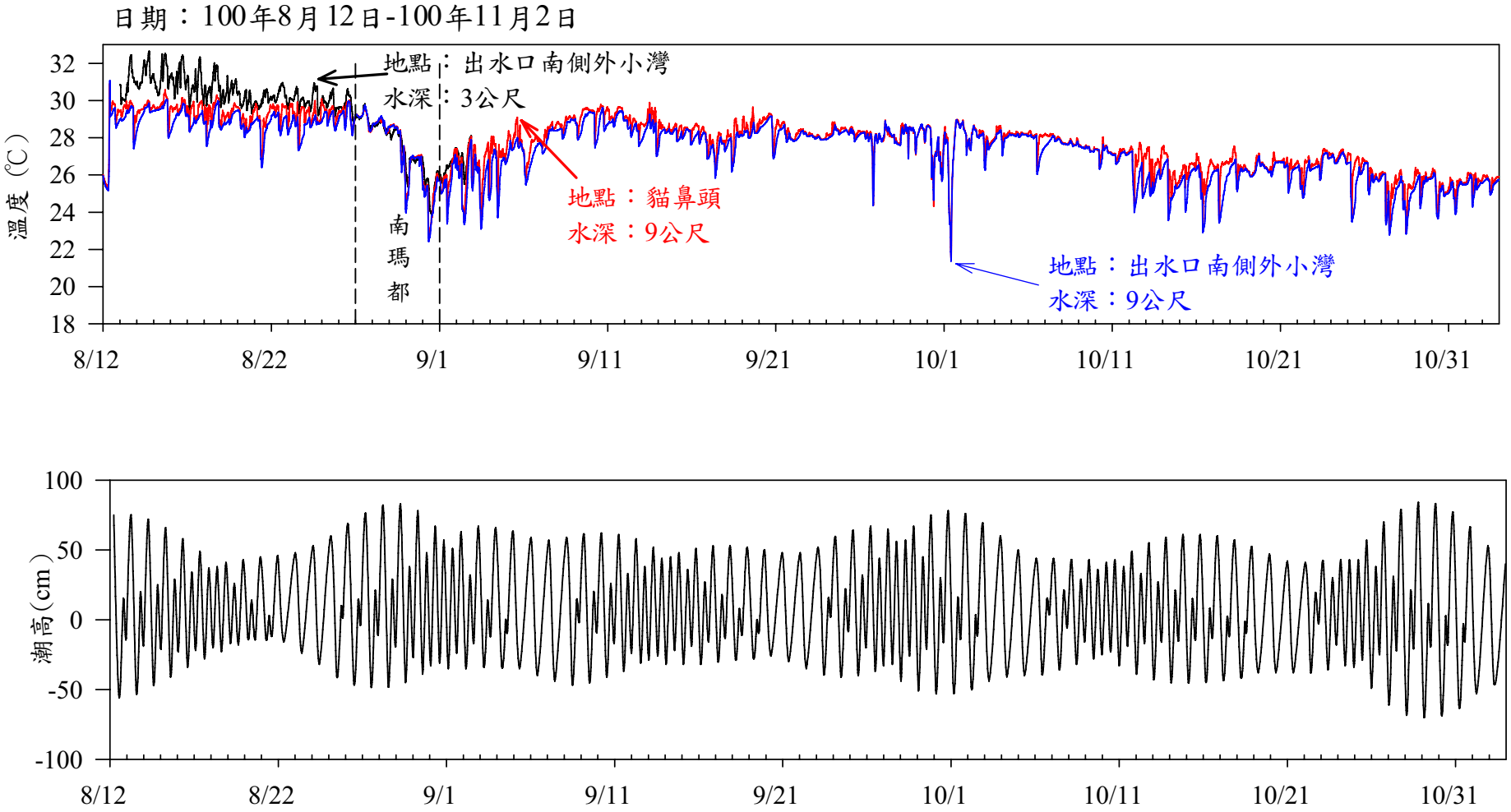
圖2-6 長時間溫度記錄與預報潮高記錄圖



續圖2-6 長時間溫度記錄與預報潮高記錄圖



續圖2-6 長時間溫度記錄與預報潮高記錄圖



續圖2-6 長時間溫度記錄與預報潮高記錄圖

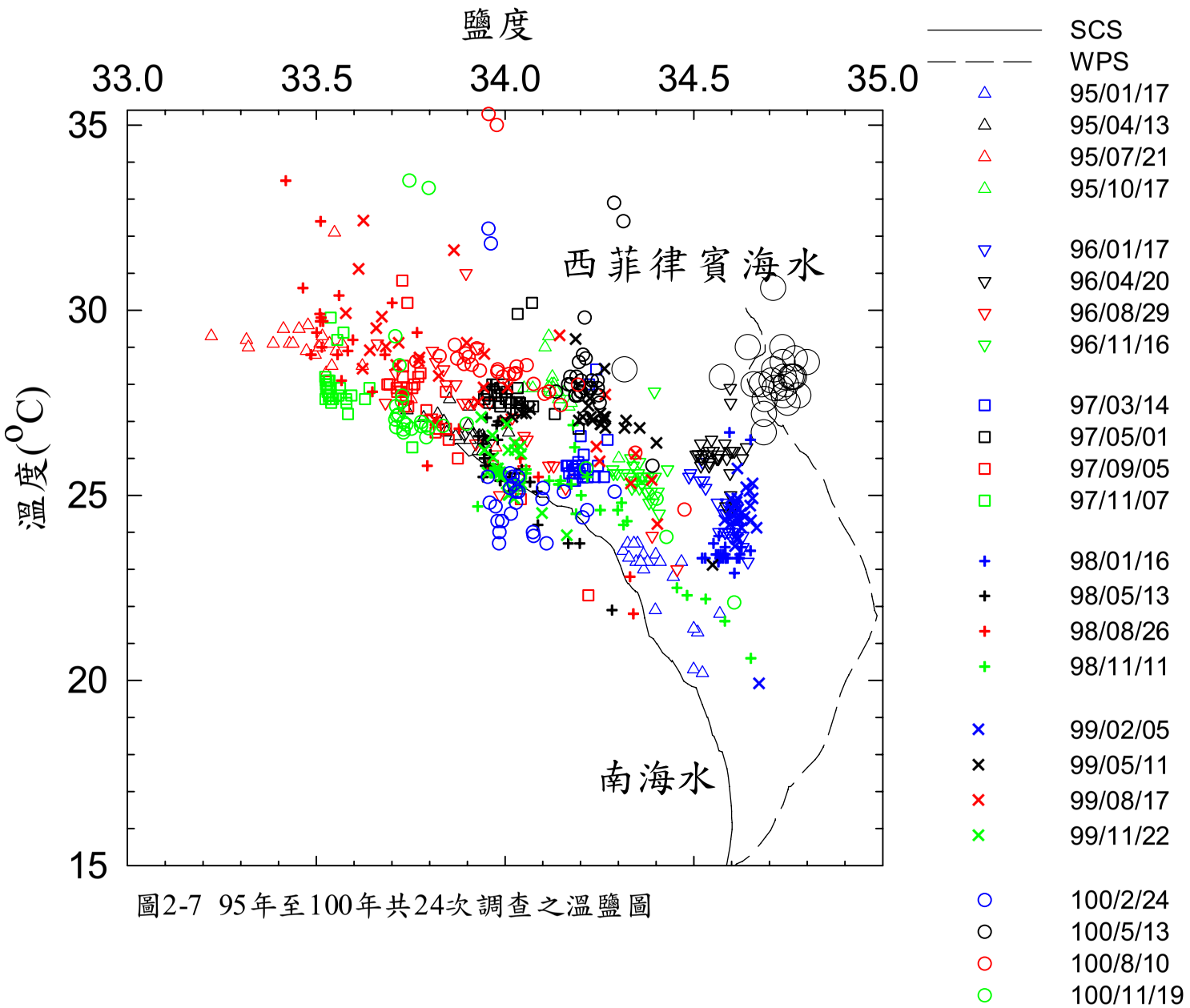


圖2-7 95年至100年共24次調查之溫鹽圖

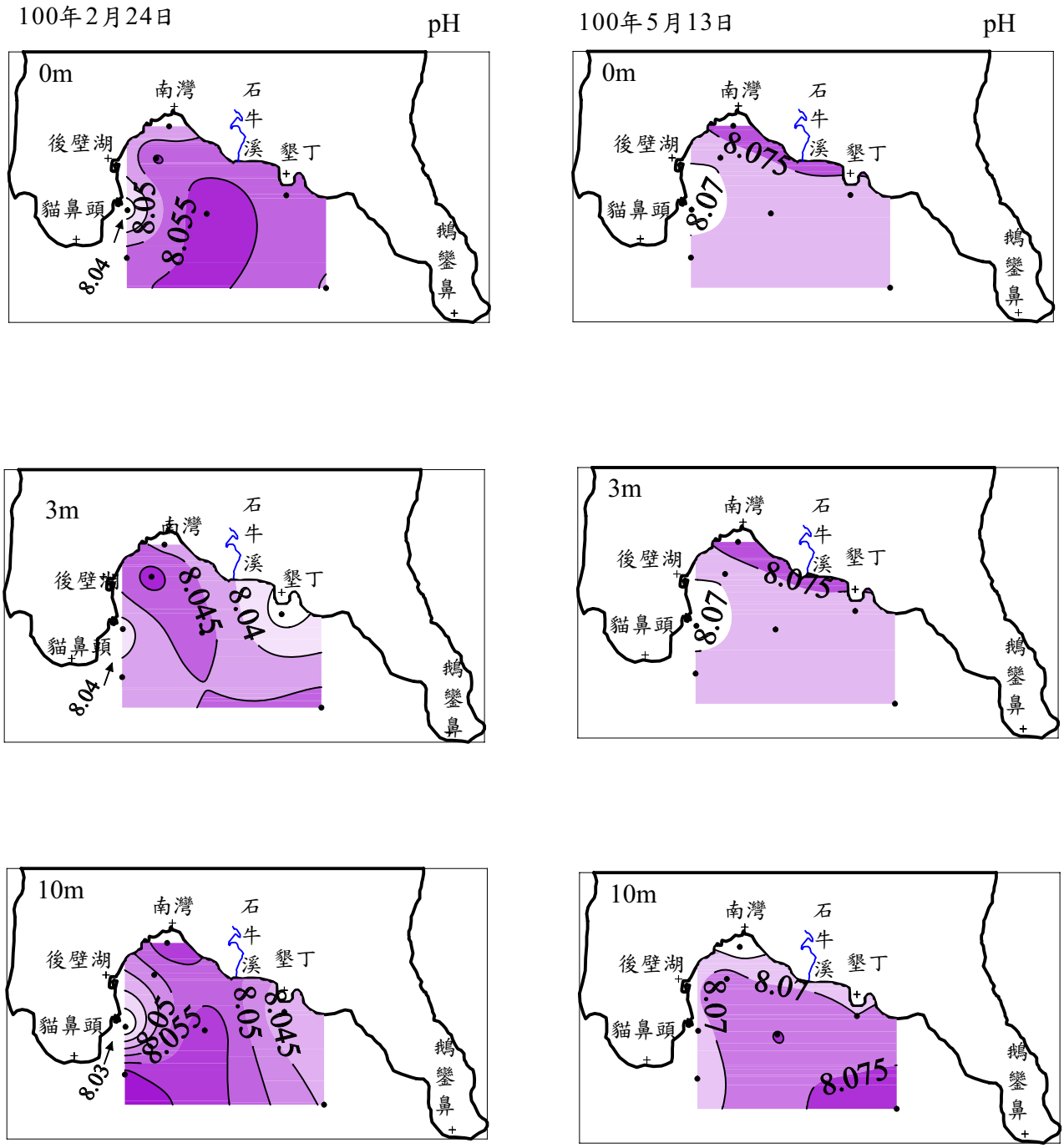
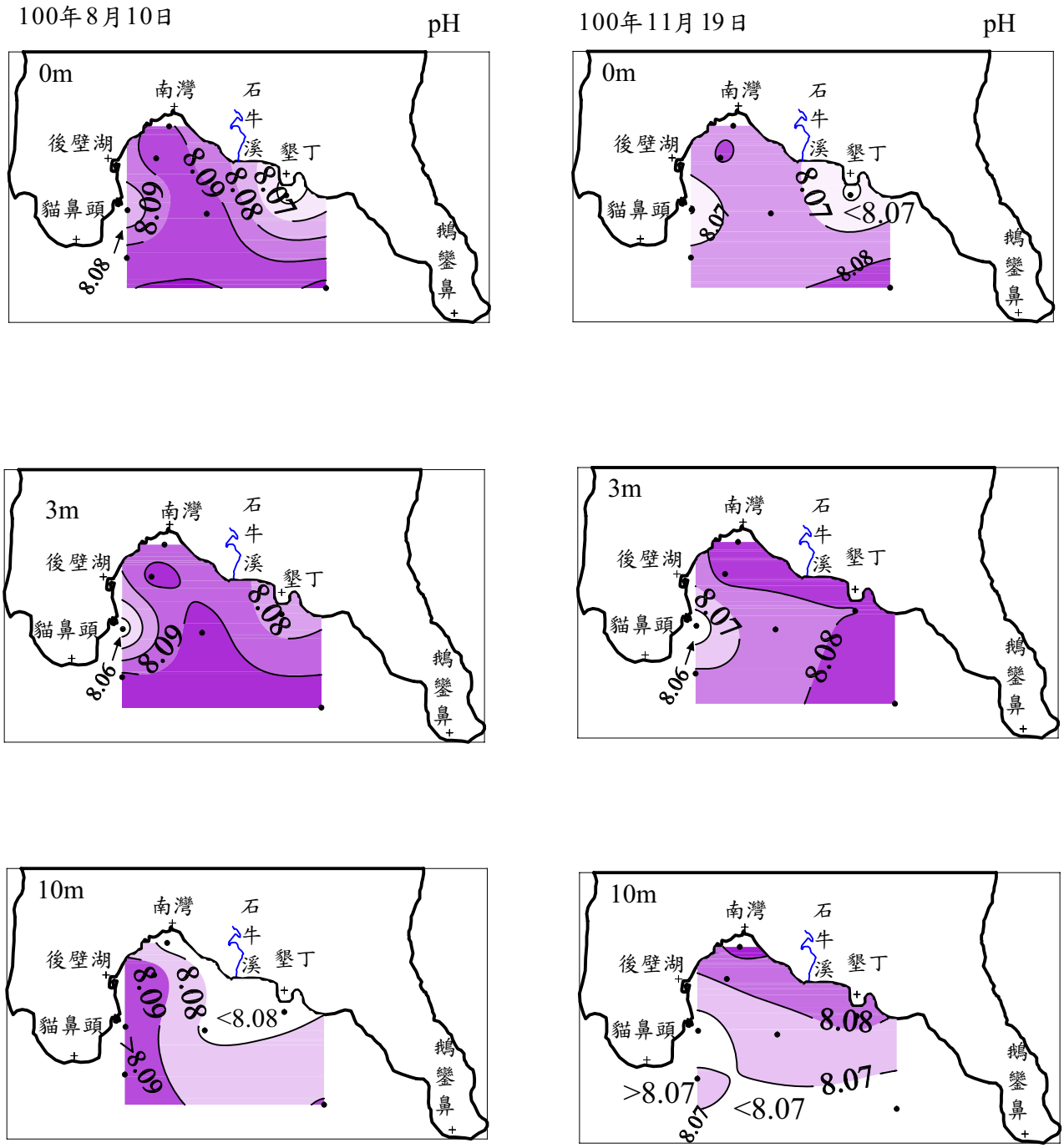


圖2-8 100年第1季~100年第4季第三核能發電廠附近海域pH等值圖



續圖2-8 100年第1季~100年第4季第三核能發電廠附近海域pH等值圖

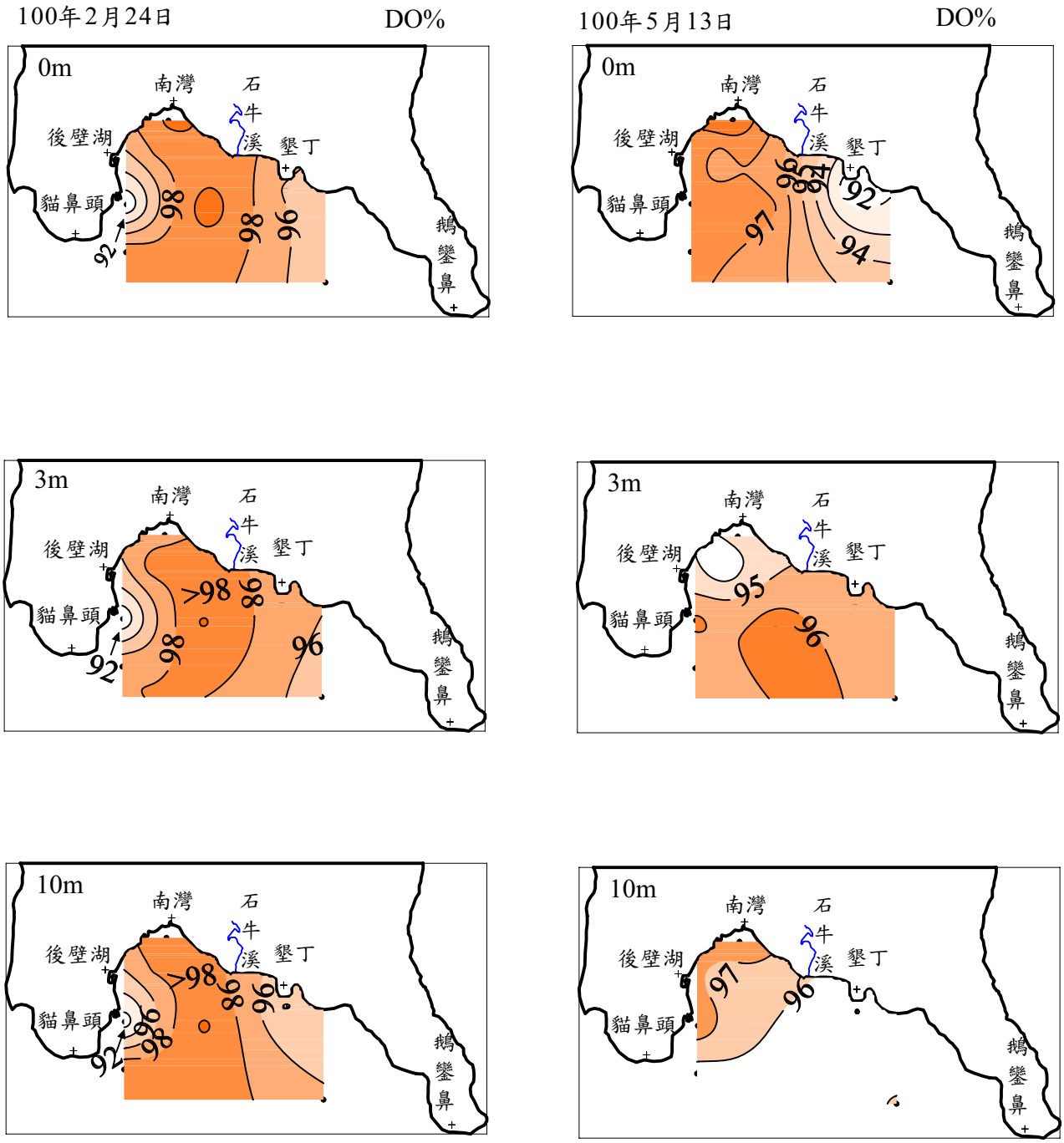
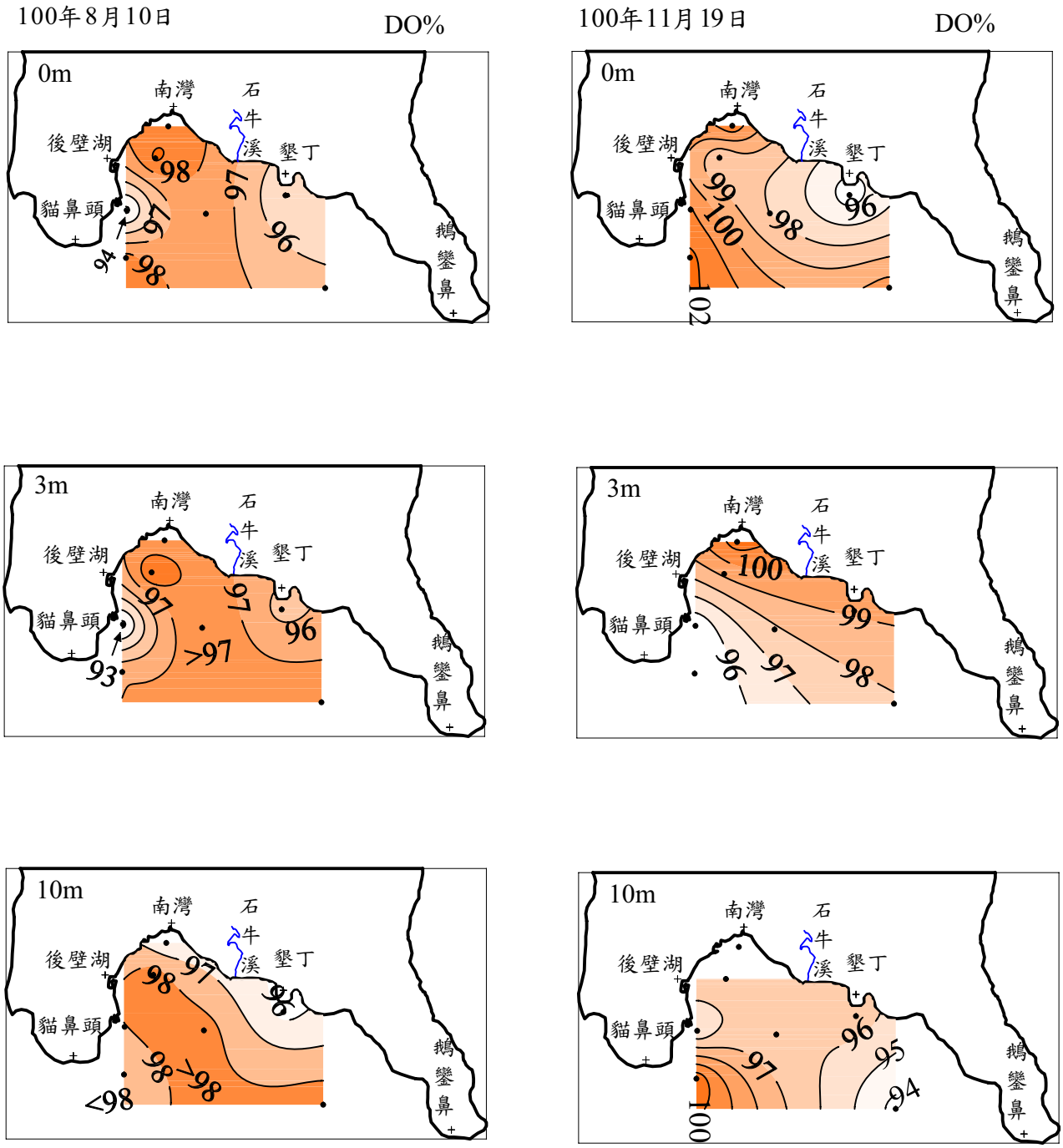


圖2-9 100年第1季~100年第4季第三核能發電廠附近海域溶氧飽和度(%)等值圖



續圖2-9 100年第1季~100年第4季第三核能發電廠附近海域溶氧飽和度(%)等值

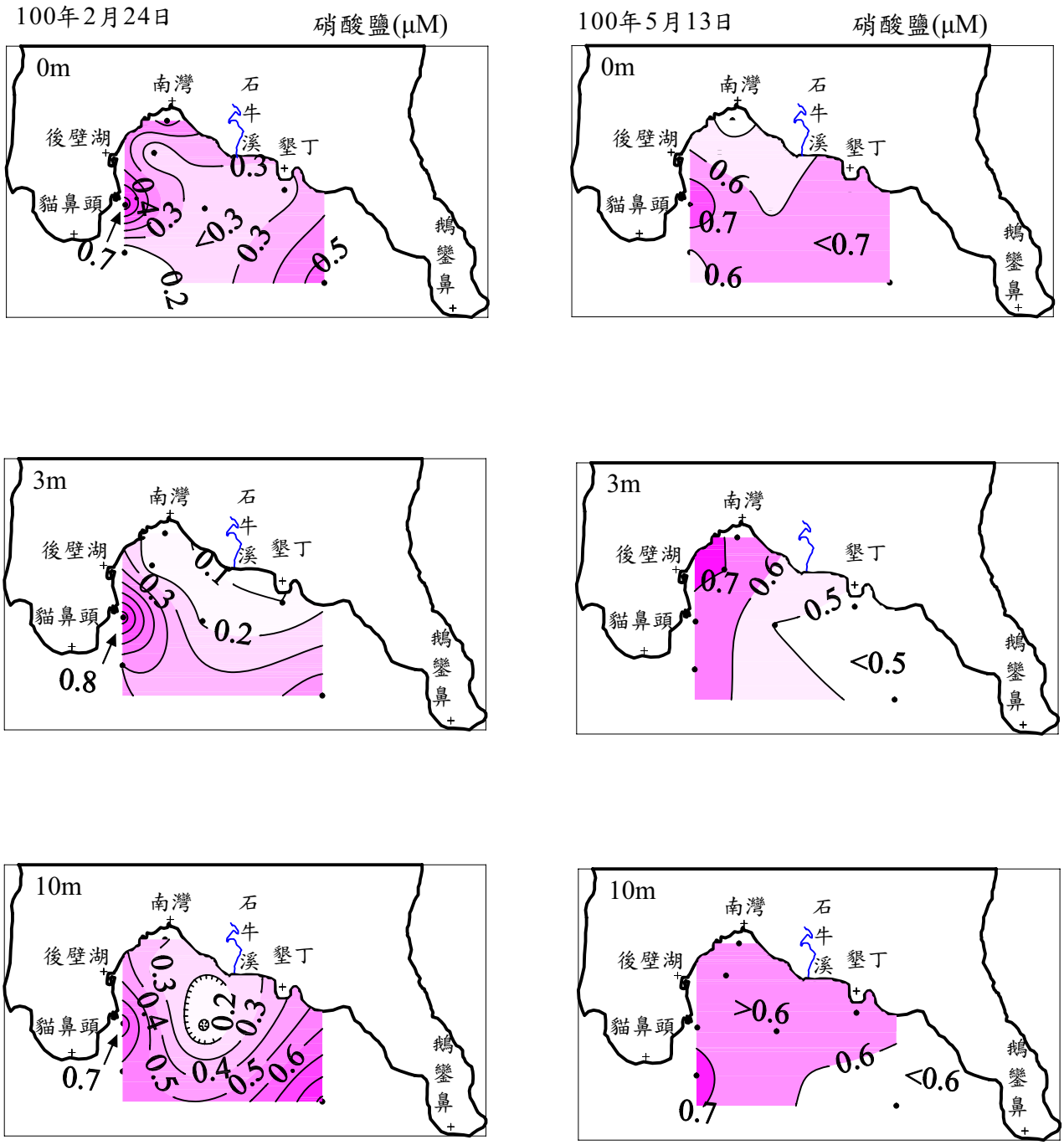
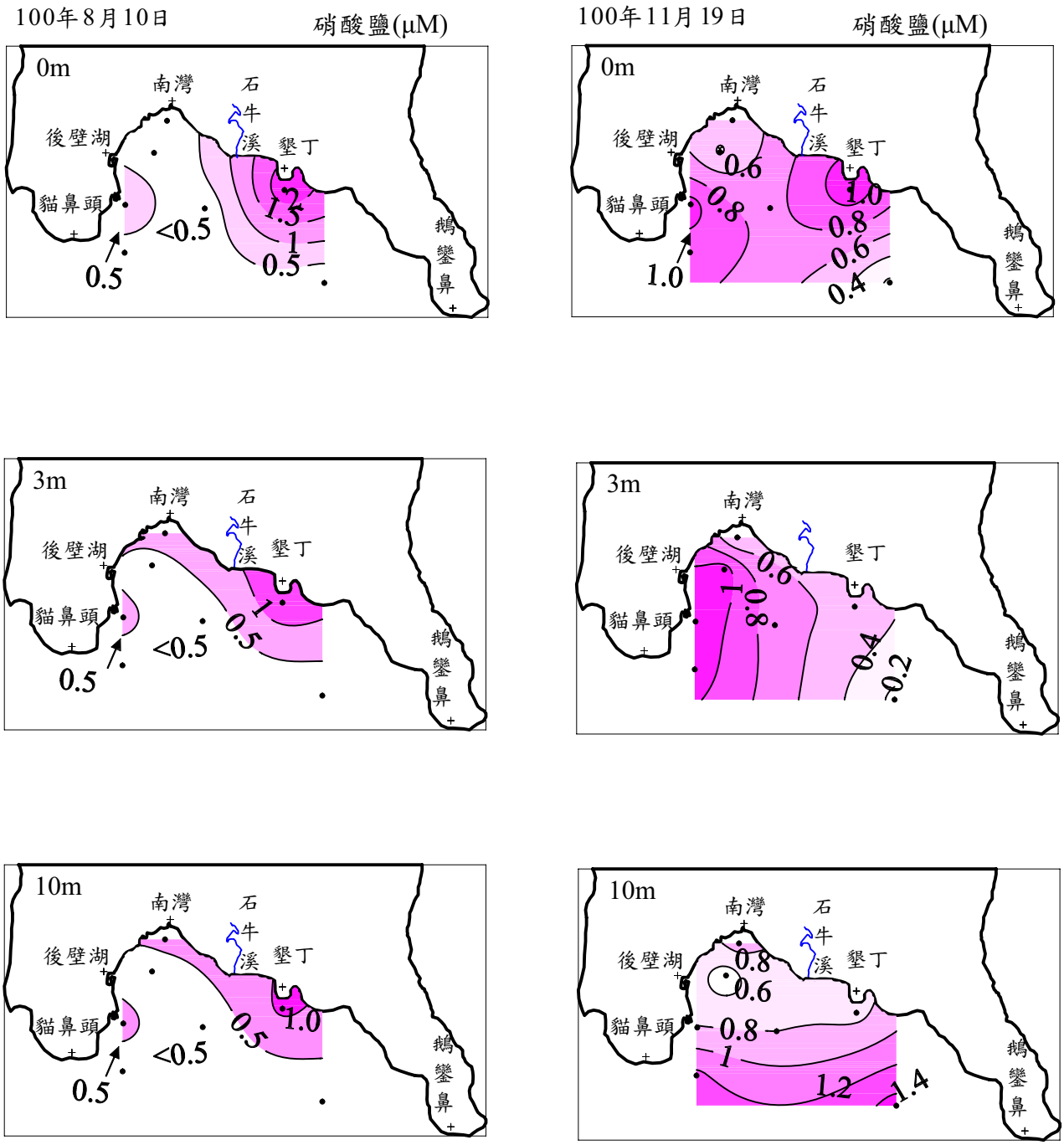


圖2-10 100年第1季~100年第4季第三核能發電廠附近海域硝酸鹽等值圖



續圖2-10 100年第1季~100年第4季第三核能發電廠附近海域硝酸鹽等值圖

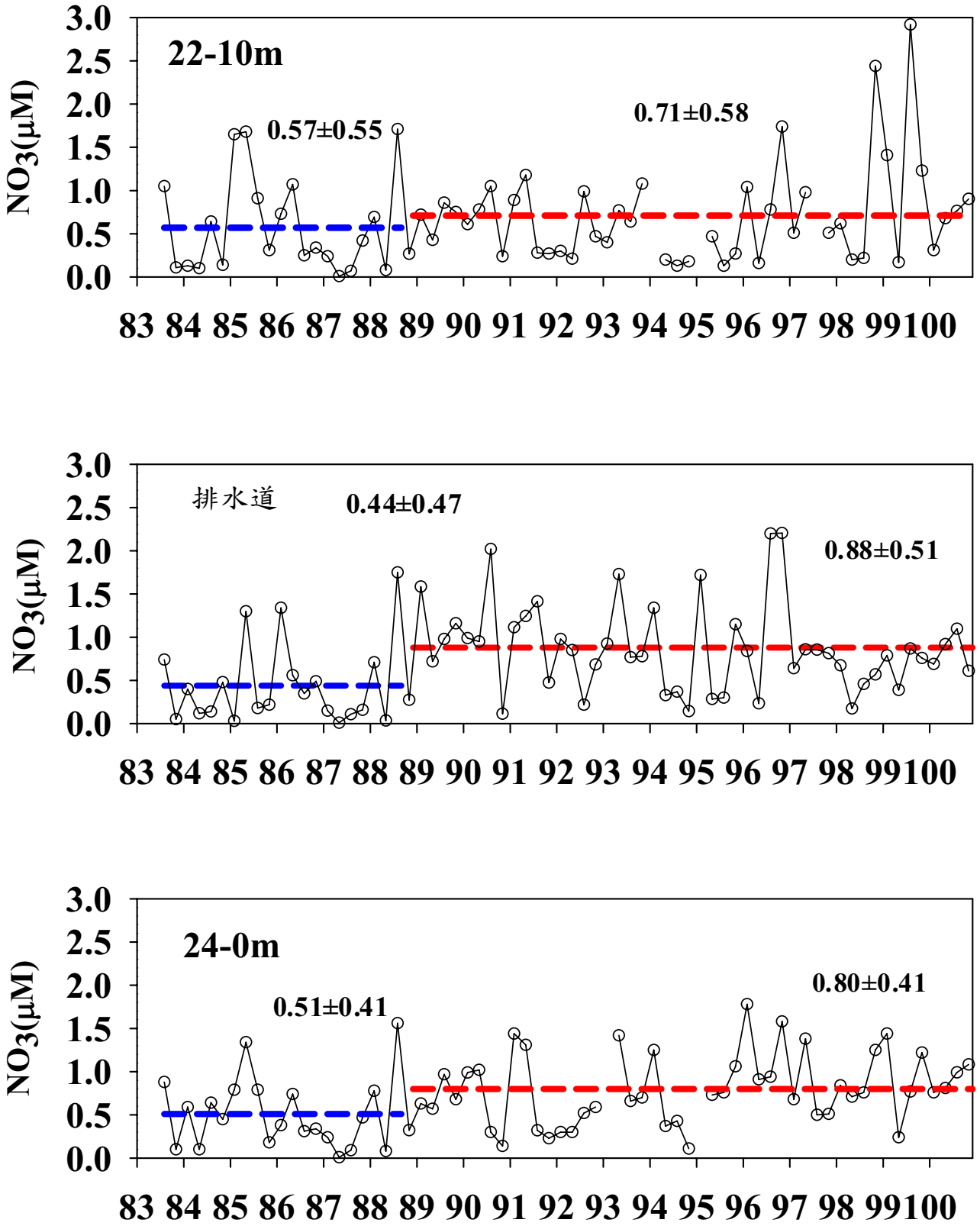


圖2-11 83年~100年11月22-0m、24-0m及溫排水道硝酸鹽年度變化圖

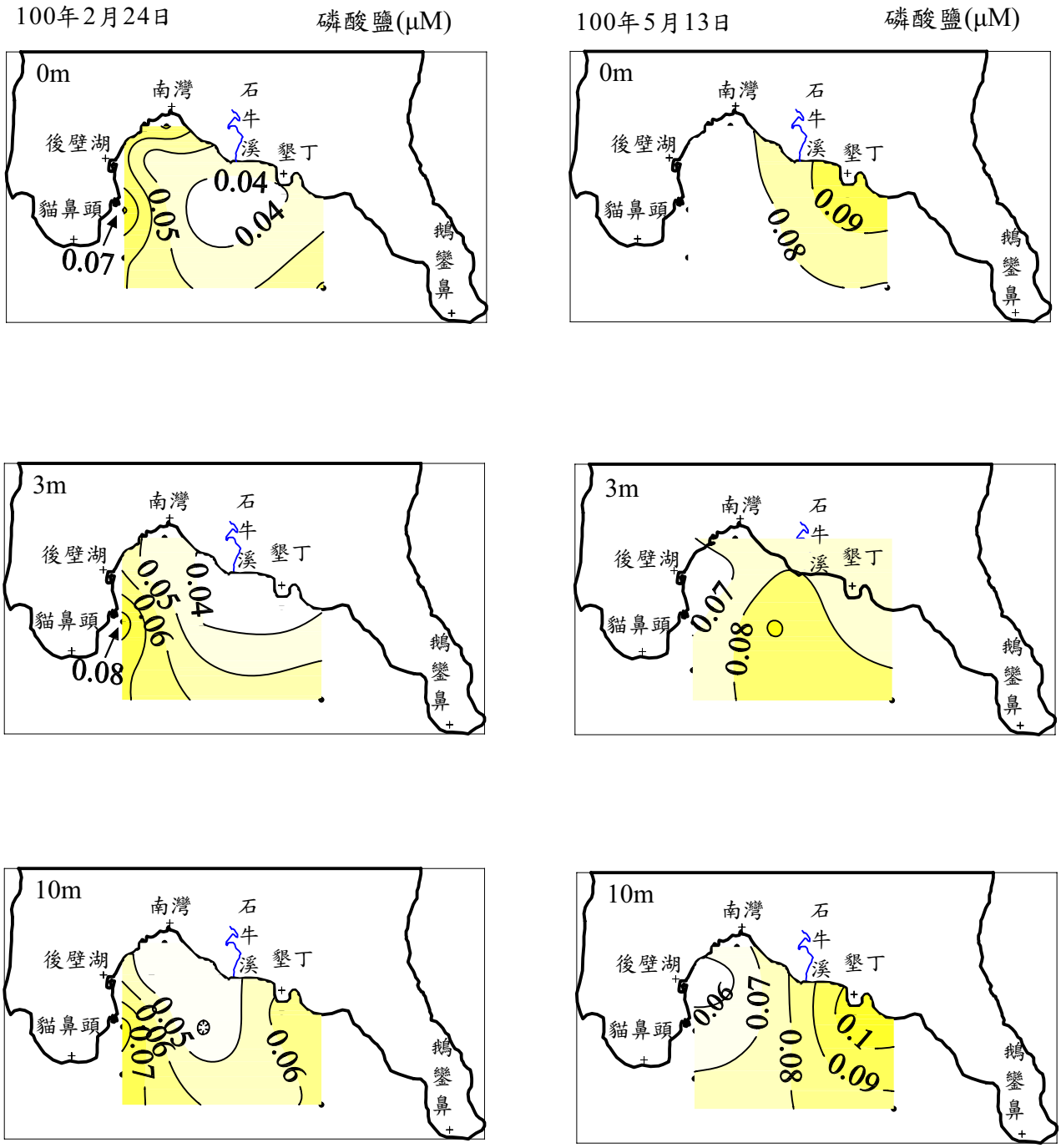
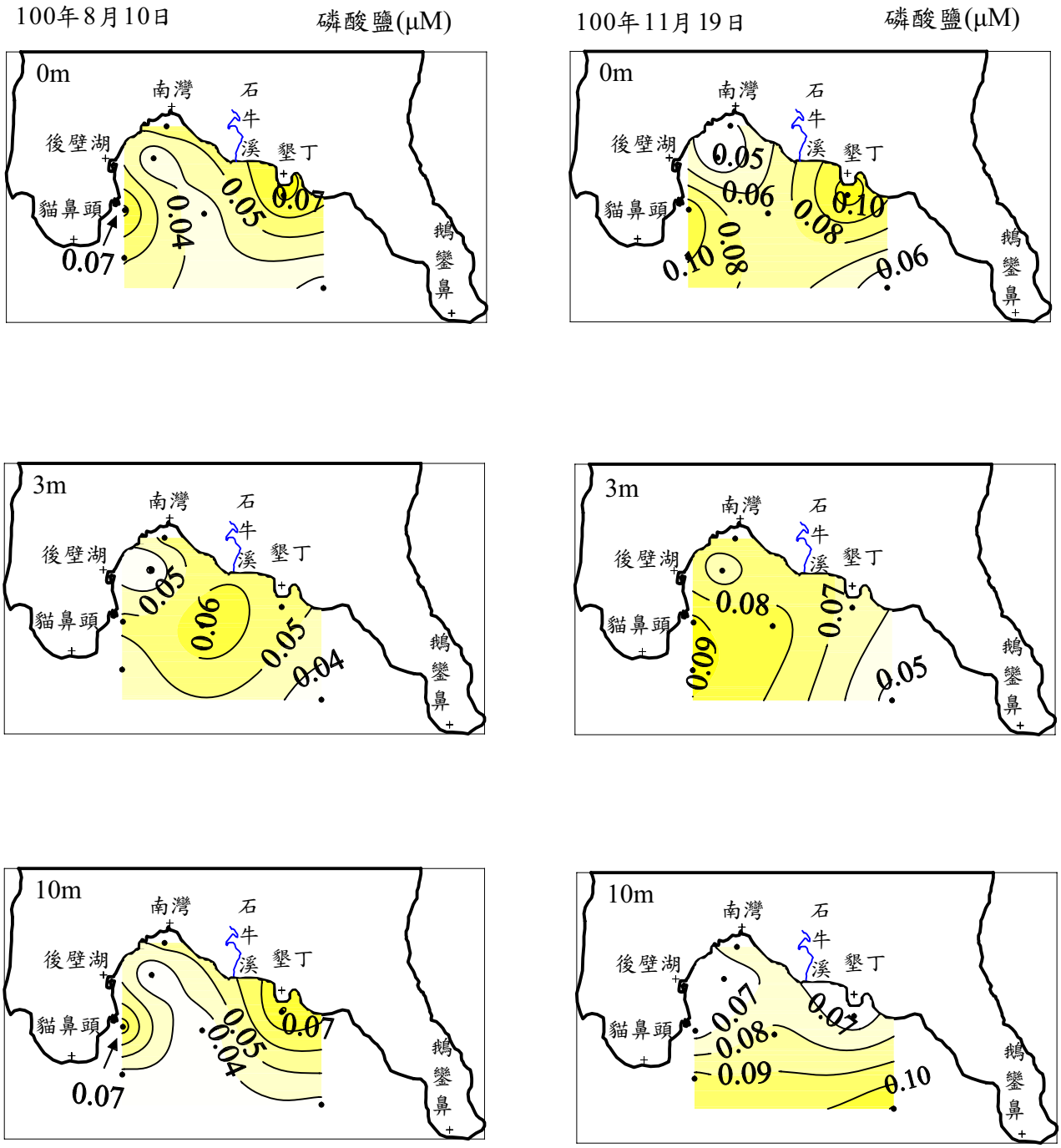


圖2-12 100年第1季~100年第4季第三核能發電廠附近海域磷酸鹽等值圖



續圖2-12 100年第1季~100年第4季第三核能發電廠附近海域磷酸鹽等值圖

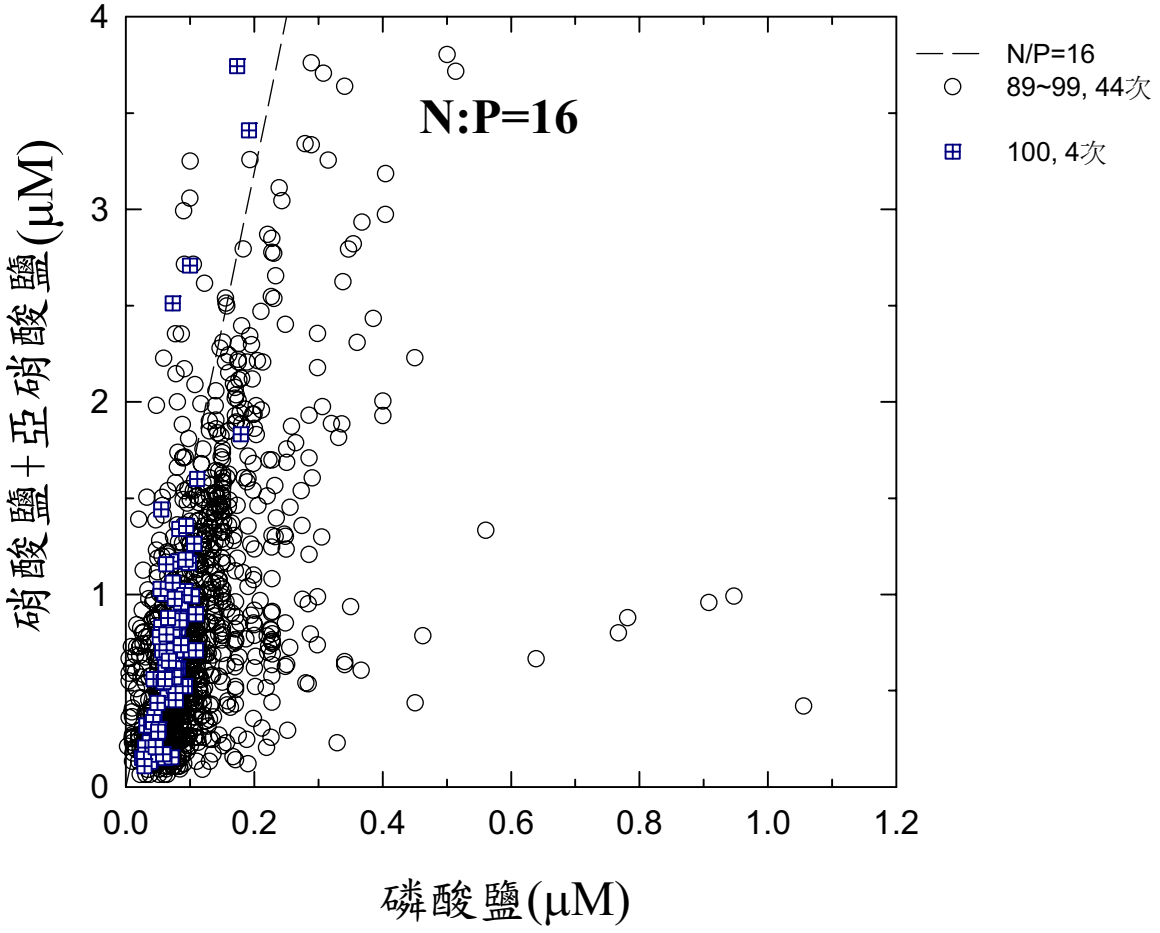


圖2-13 89年至100年共48次調查之N/P比值圖

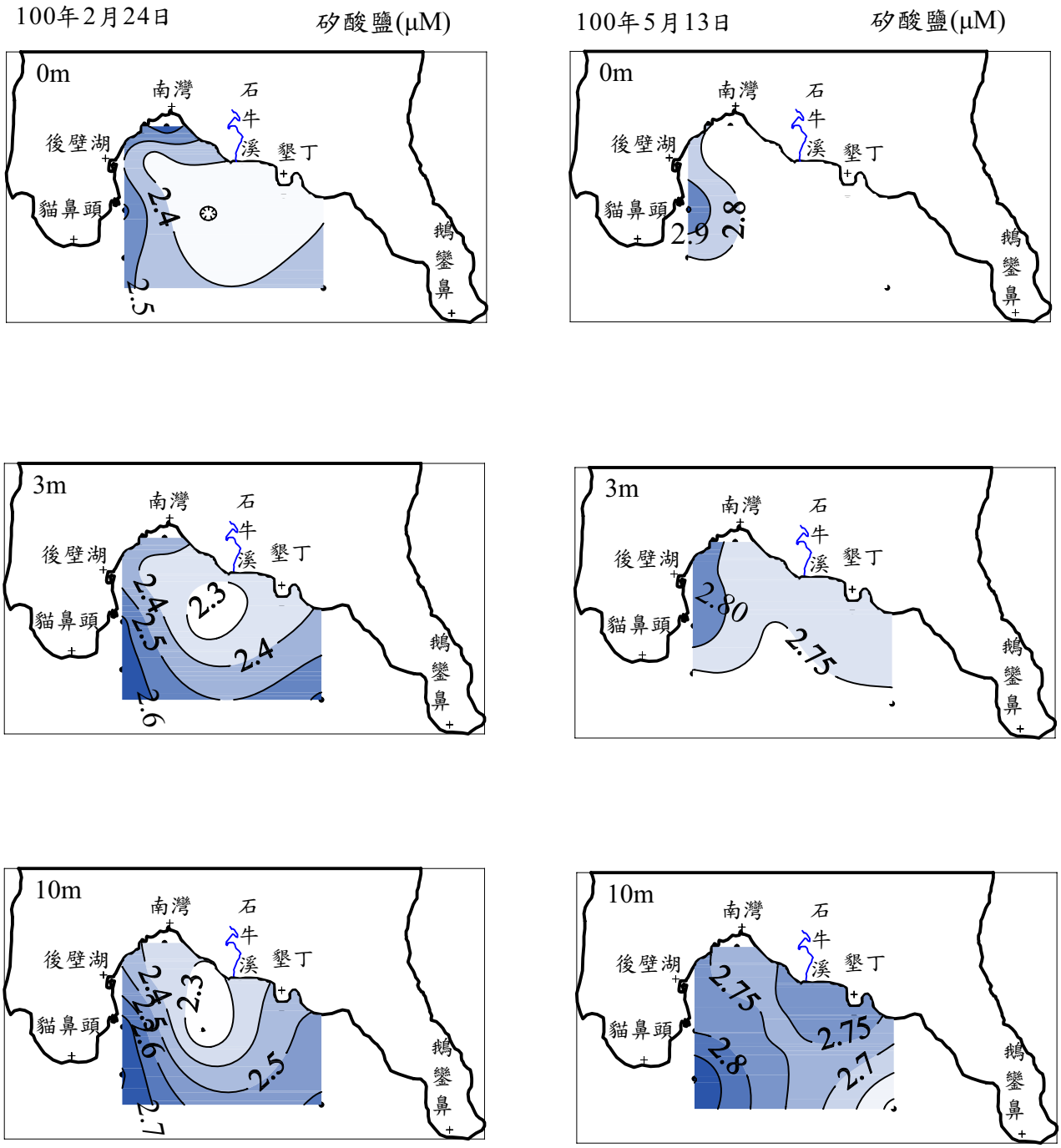
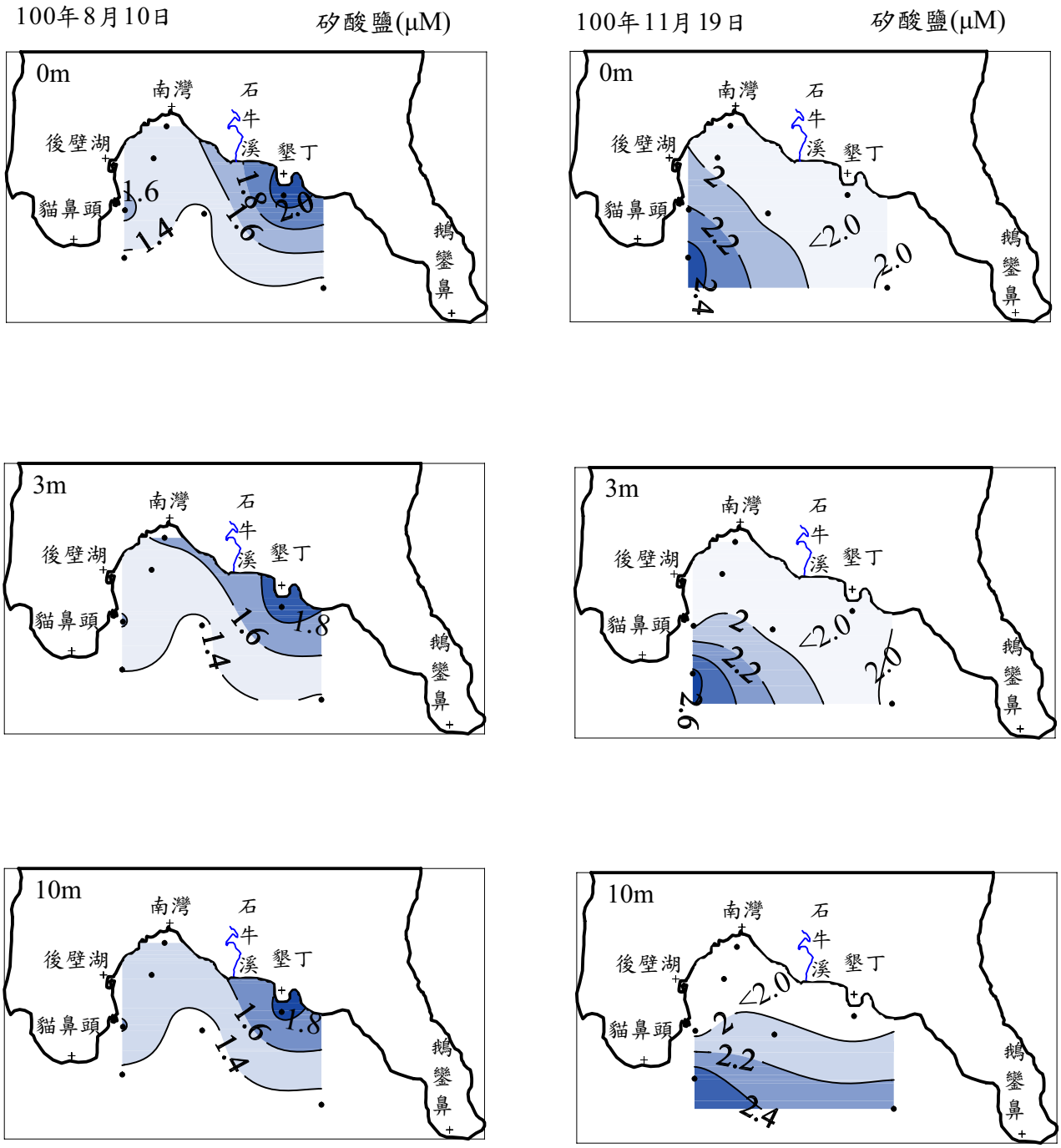


圖2-14 100年第1季~100年第4季第三核能發電廠附近海域矽酸鹽等值圖



續圖2-14 100年第1季~100年第4季第三核能發電廠附近海域矽酸鹽等值圖

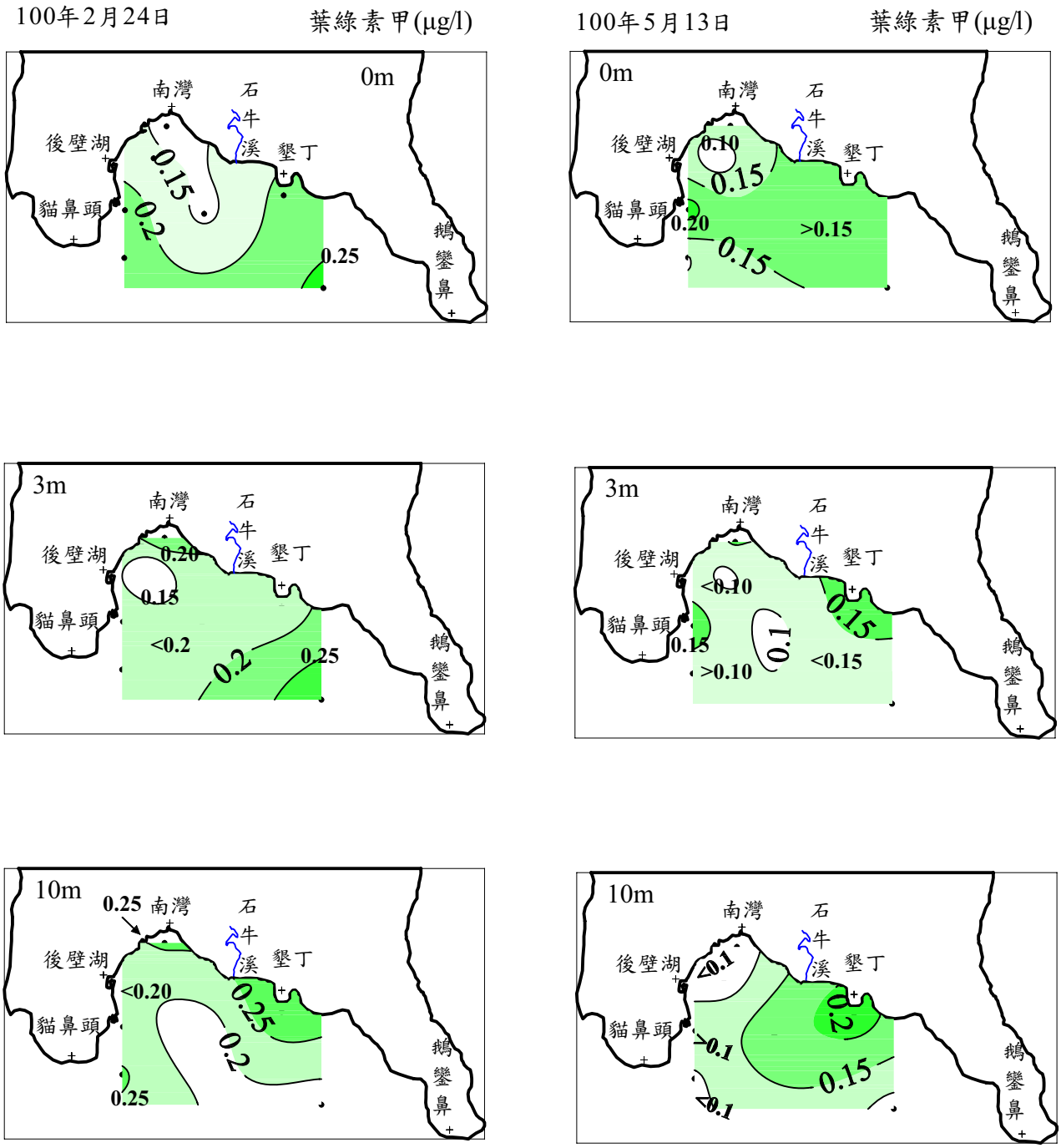
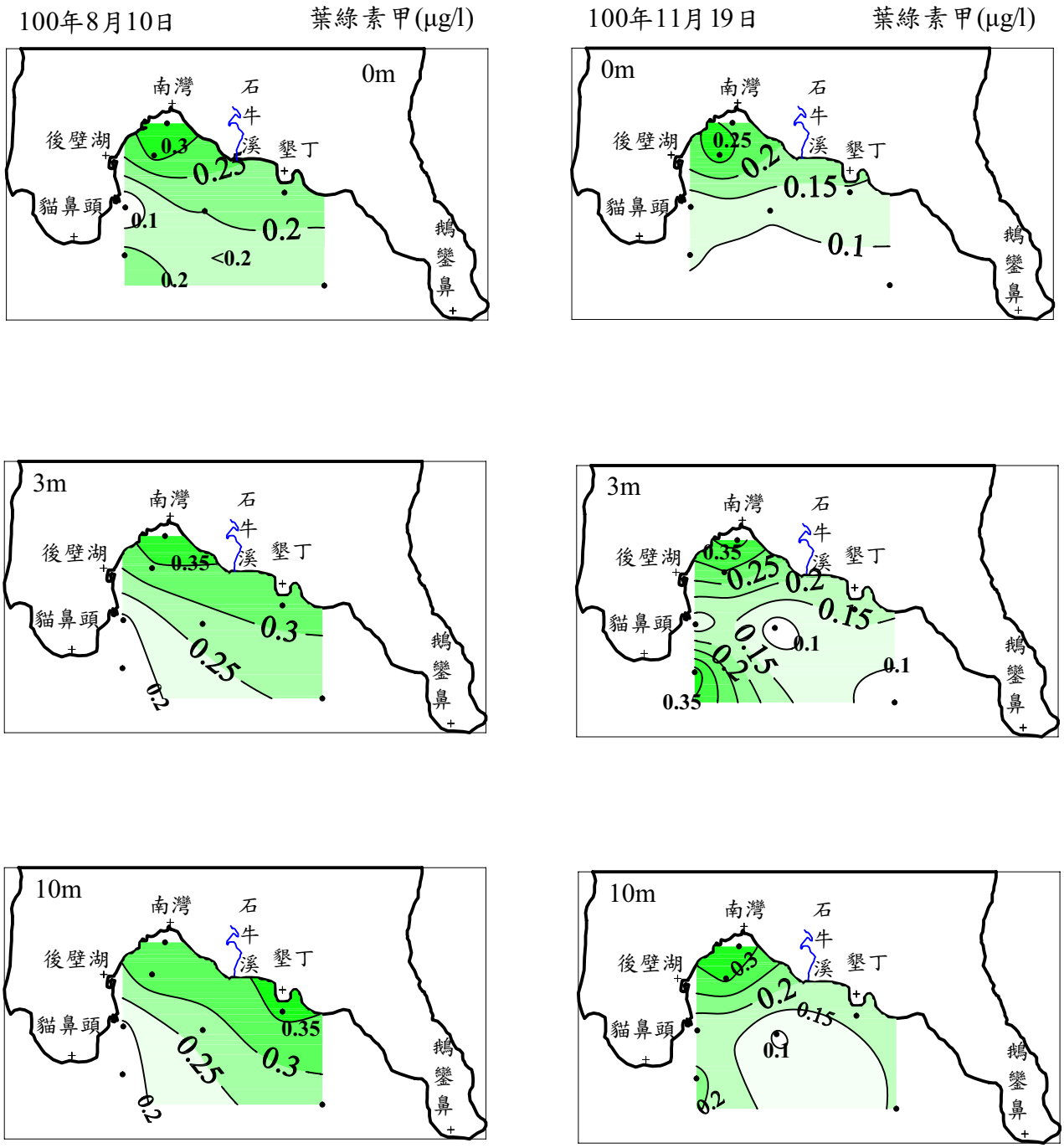


圖2-15 100年第1季~100年第4季第三核能發電廠附近海域葉綠素甲等值圖



續圖2-15 100年第1季~100年第4季第三核能發電廠附近海域葉綠素甲等值圖

乙、蘭嶼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，業已在台灣北部及南部興建核能發電廠。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。行政院原子能委員會在台灣本島陸地有限，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 67 年動工興建， 70 年完成低放射性廢棄物貯存場。

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)，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 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，蘭嶼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；另鑑於蘭嶼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，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 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。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，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 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 3650 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(1997~2011)至今已有 28 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 2-16 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。

採樣日期為 100 年 2 月 23 日(第 1 季)、100 年 5 月 23 日(第 2 季)、 100 年 8 月 14 日(第 3 季)，與 100 年 11 月 7 日(第 4 季)，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

4.1水文及水質近況

圖 2-17~ 20 為國科會執行「全球環流研究」之計畫時，於蘭嶼南方 15 海浬處(21°45’N)有一東西向之流速(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)。因此由國科會執行「全球環流研究」所取得之水文及水質資料(陳等人，1993a~c, 1995a, 1996, 1997)，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〝第三核能發電廠及蘭嶼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，蘭嶼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 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 2-5。

100 年第 1 季水溫介於 24.6～26.1 °C 之間，平均 24.9±0.6 °C；第 2 季水溫介於 27.2～27.7 °C 之間，平均 27.5±0.2 °C；第 3 季水溫介於 29.3～30.6 °C 之間，平均 30.0±0.5 °C；第 4 季水溫介於 26.3～26.9 °C 之間，平均 26.8±0.2 °C。各站水溫的差異不大，顯示此海域水溫變化無地域性的分別。

100 年第 1 季鹽度介於 32.413~34.232 之間，平均 33.445±0.785；第 2 季鹽度介於 32.162~34.396 之間，平均 33.605±0.985；第 3 季鹽度介於 33.204~34.285 之間，平均 33.882±0.438；第 4 季鹽度介於 33.067~34.293 之間，平均 33.673±0.555。漁人村因有淡水輸入，鹽度普遍低於其他測站，另外排水口 1 偶而也有較低於其他測站的情形出現。

100 年第 1 季 pH 值介於 8.063~8.281 之間，平均 8.123±0.077；第 2 季 pH 值介於 8.067~8.142 之間，平均 8.108±0.027；第 3 季 pH 值介於 8.109~8.199 之間，平均 8.148±0.040；第 4 季 pH 值介於 8.040~8.091 之間，平均 8.068±0.019。各測站的 pH 值皆符合環保署 90 年 12 月 26 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)。

100 年第 1 季溶氧量介於 6.54~7.32 mg/l 之間，平均 6.85±0.34 mg/l；溶氧飽和度介於 95.1~109 %之間，平均 100±5.63 %。第 2 季溶氧量介於 6.27~6.72 mg/l 之間，平均 6.48±0.16 mg/l；溶氧飽和度介於 95.6~103 %之間，平均 99.3±2.56 %。第 3 季溶氧量介於 6.38~6.80 mg/l 之間，平均 6.55±0.14 mg/l；溶氧飽和度介於 103~111 %

之間，平均 106±3.0 %。第 4 季溶氧量介於 6.45~6.86 mg/l 之間，平均 6.56±0.14 mg/l；溶氧飽和度介於 97.5~104 %之間，平均 99.1±2.23 %。各測站的溶氧量皆符合環保署 90 年 12 月 26 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。

100 年 NO_3^-、NO_2^-、PO_4^{-3}、SiO_2 第 1 季平均值分別為 3.12±2.10 μM、0.11±0.02 μM、0.19±0.04 μM、11.3±8.12 μM；第 2 季平均值分別為 2.48±1.44 μM、0.09±0.04 μM、0.20±0.11 μM、9.94±7.88 μM；第 3 季平均值分別為 0.75±0.42 μM、0.11±0.01 μM、0.14±0.08 μM、3.50±2.38 μM；第 4 季平均值分別為 1.33±0.66 μM、0.07±0.01 μM、0.16±0.09 μM、4.63±3.57 μM。100 年第 1~3 季的排水口 1 及 100 年第 1~4 季的漁人村鹽度偏低，其營養鹽含量普遍較其它站位高，顯示流入此處的淡水含高量的營養鹽。

100 年葉綠素甲第 1 季介於 0.20~0.55 μg/l 之間，平均 0.37±0.13 μg/l；第 2 季介於 0.15~1.93 μg/l 之間，平均 0.76±0.60 μg/l；第 3 季介於 0.11~0.58 μg/l 之間，平均 0.29±0.16 μg/l；第 4 季介於 0.17~0.35 μg/l 之間，平均 0.28±0.08 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 2-21)，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)。蘭嶼貯存場附近海域 6 個測站 SiO_2 平均值為 20.5 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 2-22)，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 2-23 為從 72 年 7 月至今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。

4.3水文及水質之年變化

本項調查計畫前 10 年(72 年 7 月~82 年 6 月)是由中央研究院國際環境科學委員會中國委員會所執行，當時水文及水質資料是以研究船或船隻出海取得，取得不同深度(如 0、3、6、9、15 及 25 公尺，視現場實際深度而定)的水樣，然而研究報告的數據並無詳述水樣之水深，因此一個測站僅發表一個數字極有可能是取整個水層平均值的方式發表。如此一來，這些以往的數據在與 82 年 6 月以後僅在岸邊取得表水之數據來做比較可能不太妥當。然而為了瞭解此區海域長久以來水文及水質變化的情形，2 組數據(82 年 6 月之前及之後)還是拿來擺在一起，暫且不考慮採樣深度不同所造成的差異。

由 72 年 7 月至今之水溫大致呈季節性變化(圖 2-24)，年平均值為 27.0 °C。將 6 測站溫度平均後取 sin 之變化(圖 2-25a)，可以看到早期(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，到了最近兩年似乎看到最低溫有往下降的現象。由於早期溫度的報導是測站水層(0~25 公尺)的平均值， 82 年 6 月之後則是表水溫度，因此 25 年來水溫的改變並非真有其事，而是採樣水層不同所造成。若改從 82 年 6 月起至今做 sin 曲線，顯示這幾年的表水水溫變化大致呈季節性變化，高低值並沒有太大的改變(圖 2-25b)。季溫度以夏季最高(平均 29.0±1.0 °C)，而冬季最低(平均 24.0±1.7 °C)，春、秋兩季居中，分別是 26.7±1.8 °C 及 27.4±1.6 °C (表 2-6)。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。蘭嶼貯存場附近海域各測站歷年的平均水溫約為 27.0±2.27 °C (表 2-7)，與 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 (表 2-8) (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蘭嶼貯存場附近海域。

在一般大洋中，鹽度之季節性變化並不明顯。但是在蘭嶼貯存場附近海域，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 25 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(圖 2-26)，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 85 年 7 月在排水口 1 取得鹽度僅 0.26，近乎淡水的水樣；95 年 9 月於排水口 1、2、3 取得鹽度分別為 3.34、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 33.28±3.03，較外海的平均鹽度 34.37 低了近 1.09 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(圖 2-27)，可能是水體的藻類含量較低所致。此推論可由蘭嶼貯存場附近海域葉綠素甲含量偏低得到旁證。蘭嶼貯存場附近海域海水的平均 pH 值約為 8.09±0.17 (表 2-7)，明顯低於外海的平均 pH 值 8.26。造成蘭嶼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 72 年 7 月至今溶氧量的平均值為 6.71±0.55 mg/l (表 2-7)，季節性變化並不明顯(圖 2-28)。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(圖 2-29)；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。72 年 7 月至今 DO(%)介於 76.8~169% 之間，平均 102 ±8.06 % (表 2-

7)，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。

72 年 7 月至今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 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 3.28±4.94 μM，偵測下限以下之值以 0 計 算)，排水口 1、2 分別次之(平均 2.93±6.68 及 1.99±2.31μM，偵測下限以下之值以 0 計算) (圖 2-30)。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 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(圖 2-31)，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。

由圖 2-32 可看出，蘭嶼貯存場附近海域的磷酸鹽含量，在 87 年第三季後差異不大，季節性的變化也很小。自 72 年 7 月至今以排水口 1 及漁人村的平均值最高(平均 0.87±5.23、0.60±0.85 μM; 96 年第 3、4 季高值為誤值，已於此次修正)，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。

圖 2-33 顯示，蘭嶼貯存場附近海域有較高的矽酸鹽含量，其中又以 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 72 年 7 月至今以排水口 1、2，及漁人村的平均值最高(平均分別為 35.9±85.7 μM、21.4±37.8 μM，及 21.5±26.8 μM)，再顯示此地方有陸源水的流入。

蘭嶼貯存場附近海域 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。

4.4與WOCE資料比較

本區海域與 WOCE 資料中之溫度、鹽度、pH 相比較(圖 2-34~36)，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。

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，其中漁人村及貯存場外排水口的鹽度偏低，此乃陸源水大量流入海域所致。pH 及溶氧量都符合環保署 90 年 12 月 26 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。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2-5　蘭嶼貯存場附近海域民國100年第1季~100年第4季水文暨水質化學資料

100年第1季(100年2月23日)

測站	溫度	鹽度	pH	DO	DO	NO_3^-	NO_2^-	PO_4^{-3}	SiO_2	chl.a
	℃		total ion scale	mg/l	%	μM	μM	μM	μM	μg/l
排水口1	26.1	32.413	8.281	7.32	109	7.17	0.13	0.19	26	0.33
排水口2	25.2	33.901	8.162	6.98	103	4.53	0.09	0.20	5.88	0.20
排水口3	24.6	34.106	8.088	6.54	96	2.27	0.09	0.14	3.13	0.26
碼頭內	24.6	33.987	8.108	7.24	106.0	1.16	0.12	0.14	9.0	0.41
碼頭外	24.6	34.232	8.090	6.75	99	1.37	0.12	0.16	5.30	0.31
漁人村	24.6	32.542	8.067	6.56	95.2	2.72	0.12	0.25	16.4	0.55
漁人村Repeat	24.6	32.933	8.063	6.54	95.1	2.60	0.10	0.22	13.3	0.50
最小值	24.6	32.413	8.063	6.54	95.1	1.16	0.09	0.14	3.13	0.20
最大值	26.1	34.232	8.281	7.32	109	7.2	0.13	0.25	26	0.55
平均值	24.9	33.445	8.123	6.85	100	3.12	0.11	0.19	11.3	0.37
偏差值	0.6	0.785	0.077	0.34	5.6	2.10	0.02	0.04	8.1	0.13

100年第2季(100年5月23日)

測站	溫度	鹽度	pH	DO	DO	NO_3^-	NO_2^-	PO_4^{-3}	SiO_2	chl.a
	℃		total ion scale	mg/l	%	μM	μM	μM	μM	μg/l
排水口1	27.6	34.140	8.142	6.64	102.3	1.59	0.06	0.11	5.10	0.74
排水口2	27.6	34.147	8.137	6.45	99.3	2.31	0.08	0.13	5.38	0.89
排水口3	27.6	34.388	8.120	6.39	98.6	1.76	0.08	0.13	2.33	0.37
碼頭內	27.4	33.775	8.108	6.72	102.9	1.63	0.06	0.18	13.81	0.27
碼頭外	27.2	34.396	8.095	6.36	97.5	1.03	0.05	0.11	2.82	0.15
漁人村	27.7	32.162	8.067	6.50	99.2	4.49	0.14	0.37	20.07	1.93
漁人村Repeat	27.6	32.230	8.089	6.27	95.6	4.54	0.15	0.35	20.07	0.96
最小值	27.2	32.162	8.067	6.27	95.6	1.03	0.05	0.11	2.33	0.15
最大值	27.7	34.396	8.142	6.72	103	4.54	0.15	0.37	20.07	1.93
平均值	27.5	33.605	8.108	6.48	99.3	2.48	0.09	0.20	9.94	0.76
偏差值	0.2	0.985	0.027	0.16	2.56	1.44	0.04	0.11	7.88	0.60

續表2-5　蘭嶼貯存場附近海域民國100年第1季~100年第4季水文暨水質化學資料

100年第3季(100年8月14日)

測站	溫度	鹽度	pH	DO	DO	NO_3^-	NO_2^-	PO_4^{-3}	SiO_2	chl.a
	℃		total ion scale	mg/l	%	μM	μM	μM	μM	μg/l
排水口1	29.9	33.990	8.174	6.53	106.2	0.55	0.09	0.15	4.36	0.27
排水口2	29.3	34.250	8.122	6.38	102.5	0.21	0.13	0.10	1.37	0.37
排水口3	29.4	34.285	8.109	6.48	103.8	1.07	0.10	0.10	1.53	0.37
碼頭內	29.9	34.021	8.123	6.80	111.4	0.40	0.13	0.08	2.65	0.14
碼頭外	30.3	34.102	8.113	6.44	104.7	0.57	0.11	0.08	1.42	0.11
漁人村	30.6	33.204	8.198	6.57	106.9	1.29	0.10	0.15	7.08	0.21
漁人村Repeat	30.6	33.323	8.199	6.64	108.1	1.17	0.12	0.30	6.12	0.58
最小值	29.3	33.204	8.109	6.38	103	0.21	0.09	0.08	1.37	0.11
最大值	30.6	34.285	8.199	6.80	111	1.3	0.13	0.30	7.08	0.58
平均值	30.0	33.882	8.148	6.55	106	0.75	0.11	0.14	3.50	0.29
偏差值	0.5	0.438	0.040	0.14	3.0	0.42	0.01	0.08	2.38	0.16

100年第4季(100年11月7日)

測站	溫度	鹽度	pH	DO	DO	NO_3^-	NO_2^-	PO_4^{-3}	SiO_2	chl.a
	℃		total ion scale	mg/l	%	μM	μM	μM	μM	μg/l
排水口1	26.9	34.293	8.091	6.86	103.9	0.87	0.06	0.16	1.80	0.29
排水口2	26.3	33.153	8.087	6.59	99.1	1.25	0.06	0.11	2.37	0.35
排水口3	26.8	34.223	8.061	6.54	99.2	0.56	0.06	0.08	1.19	0.31
碼頭內	26.8	33.886	8.076	6.45	97.6	1.10	0.07	0.13	8.25	0.18
碼頭外	26.7	34.015	8.070	6.50	98.1	1.15	0.07	0.11	1.80	0.17
漁人村	26.9	33.067	8.047	6.46	97.5	1.87	0.08	0.21	8.14	0.31
漁人村Repeat	26.9	33.074	8.040	6.50	98.1	2.51	0.08	0.34	8.87	0.35
最小值	26.3	33.067	8.040	6.45	97.5	0.56	0.06	0.08	1.19	0.17
最大值	26.9	34.293	8.091	6.86	104	2.51	0.08	0.34	8.87	0.35
平均值	26.8	33.673	8.068	6.56	99.1	1.33	0.07	0.16	4.63	0.28
偏差值	0.2	0.555	0.019	0.14	2.23	0.66	0.01	0.09	3.57	0.08

表2-6 蘭嶼貯存場附近海域 72年7月～100年11月測站溫度之季平均值

年	月份	排水口1	排水口2	排水口3	碼頭內	碼頭外	漁人村
79	3	26.8	27.0	27.2	26.8	27.4	27.0
80	3	26.6	26.6	26.5	26.8	26.5	26.5
82	3	25.5	24.8	24.7	24.4	24.4	25.6
88	3	26.3	26.1	26.1	26.0	26.1	26.4
89	3	24.8	24.7	24.7	24.6	24.7	24.6
94	3	21.0	22.0	22.0	22.3	22.2	22.0
95	3	25.4	25.3	25.6	25.9	26.2	25.8
96	3	23.0	23.2	23.0	22.5	22.9	23.3
73	4	24.5	24.5	25.0	24.5	24.5	23.3
74	4	26.0	26.0	26.2	25.6	26.0	25.3
83	4	29.0	29.4	29.5	30.2	29.0	29.3
84	4	27.1	27.0	26.9	27.1	27.0	26.8
86	4	26.9	27.1	26.7	26.7	26.8	27.5
87	4	26.3	26.3	26.4	26.7	26.6	26.4
91	4	26.5	26.5	26.4	26.8	25.9	27.0
75	5	25.3	25.3	25.4	24.4	24.9	26.4
76	5	29.1	28.8	29.5	29.0	29.1	29.2
77	5	26.7	26.5	26.5	26.4	26.5	26.6
78	5	27.2	27.4	27.0	27.6	27.1	27.0
80	5	28.8	29.1	29.1	30.1	29.1	30.0
81	5	28.4	28.5	27.9	29.4	28.5	28.3
89	5	27.0	27.0	27.1	27.2	27.1	28.1
92	5	27.8	27.7	27.0	27.1	27.3	27.0
93	5	28.1	27.7	27.8	28.1	27.8	29.1
94	5	28.7	28.7	28.6	29.6	29.7	29.8
97	5	26.8	26.9	26.3	26.8	26.8	27.0
98	5	30.5	29.0	28.8	28.7	28.7	28.8
99	5	27.7	27.4	27.1	27.1	27.0	26.9
100	5	27.6	27.6	27.6	27.4	27.2	27.7

春季平均值	26.7	±	1.8	℃

續表2-6 蘭嶼貯存場附近海域民國 72年7月～100年11月測站溫度之

年	月份	排水口1	排水口2	排水口3	碼頭內	碼頭外	漁人村
73	6	29.8	29.5	30.3	29.7	29.8	30.3
79	6	27.9	27.8	27.4	28.3	27.6	27.6
82	6	27.7	28.3	27.9	28.8	28.3	28.9
88	6	28.8	29.2	29.0	29.0	28.9	29.2
90	6	28.9	29.2	29.0	29.1	28.3	29.1
95	6	29.6	29.2	29.1	29.6	29.4	29.9
96	6	29.1	29.6	29.1	28.9	28.3	28.5
72	7	27.5	27.5	27.3	29.0	28.8	-
73	7	27.0	28.0	29.0	29.5	29.0	29.5
85	7	30.2	27.0	27.5	30.1	29.6	30.3
86	7	28.8	28.5	28.7	28.4	28.5	28.6
87	7	30.7	30.5	30.7	30.8	30.5	30.7
92	7	28.4	28.4	28.4	28.5	28.7	28.7
74	8	29.8	29.8	29.9	29.8	29.4	28.8
75	8	28.8	28.6	28.6	28.0	28.2	28.7
76	8	28.9	29.0	28.9	28.4	28.6	29.7
77	8	29.4	29.3	29.3	29.5	29.4	29.3
83	8	28.7	28.6	28.7	28.5	28.6	28.9
89	8	26.0	26.7	26.9	27.8	27.8	28.0
90	8	30.0	29.5	29.5	29.5	29.5	30.0
91	8	28.3	28.0	28.3	28.5	28.6	29.2
96	8	31.5	34.4	30.4	29.1	28.9	29.7
97	8	28.8	28.7	27.9	28.7	28.5	28.6
99	8	30.6	30.7	30.3	29.5	29.4	29.7
100	8	29.9	29.3	29.4	29.9	30.3	30.6

夏季平均值	29.0	±	1.0	℃

續表2-6 蘭嶼貯存場附近海域民國 72年7月～100年11月測站溫度之季平均值

年	月份	排水口1	排水口2	排水口3	碼頭內	碼頭外	漁人村
78	9	29.4	29.4	29.4	29.9	30.2	29.1
84	9	28.2	28.3	28.5	28.8	29.0	28.8
88	9	28.0	28.0	27.5	28.0	28.0	28.6
93	9	28.5	28.0	28.2	28.7	28.8	28.9
94	9	28.5	28.2	28.1	29.1	28.9	28.7
95	9	29.0	30.3	30.7	27.4	27.5	28.1
72	10	29.6	29.2	29.3	29.6	29.3	28.8
73	10	28.3	28.4	28.2	29.1	29.0	28.5
79	10	27.0	27.2	27.0	26.9	26.9	26.9
80	10	29.2	28.7	29.0	29.1	29.0	28.8
81	10	27.6	27.8	27.7	27.4	27.8	27.8
82	10	26.3	26.7	26.5	26.5	26.5	25.3
85	10	30.3	29.9	30.0	29.4	29.5	28.8
87	10	28.2	28.2	28.1	28.0	28.0	28.3
89	10	29.4	29.5	29.6	29.0	28.9	29.4
90	10	26.7	26.7	26.7	26.5	27.1	26.8
96	10	27.1	27.3	27.3	27.6	27.3	26.4
97	10	29.3	31.3	31.6	29.0	28.9	29.1
74	11	24.6	25.5	25.5	23.8	24.6	24.1
75	11	24.8	24.8	24.7	25.1	25.7	25.6
76	11	27.4	27.5	27.5	27.3	27.4	23.8
84	11	25.9	26.2	26.5	26.4	26.3	25.6
86	11	25.7	25.8	26.0	25.8	26.1	25.0
88	11	27.0	27.1	27.0	27.3	26.7	26.5
91	11	27.1	27.2	27.1	26.6	26.7	26.7
93	11	26.4	26.4	27.0	26.2	26.1	26.1
94	11	25.8	25.1	25.6	26.0	26.4	25.9
95	11	26.3	26.7	26.6	26.7	26.7	26.8
98	11	25.1	25.5	25.8	24.0	24.4	23.5
99	11	25.9	25.6	25.5	25.6	25.8	25.0
100	11	26.9	26.3	26.8	26.8	26.7	26.9

秋季平均值	27.4	±	1.6	℃

續表2-6 蘭嶼貯存場附近海域民國 72年7月～100年11月測站溫度之季平均值

年	月份	排水口1	排水口2	排水口3	碼頭內	碼頭外	漁人村
77	12	24.6	24.6	24.6	24.7	25.4	24.8
92	12	24.3	24.2	24.3	24.5	24.3	24.5
73	1	19.0	19.0	19.1	19.2	19.3	19.2
81	1	22.4	22.4	23.8	23.6	23.6	22.8
85	1	22.0	23.7	22.3	24.2	23.5	24.2
86	1	23.7	23.7	23.7	23.7	23.7	23.6
87	1	25.8	25.8	25.6	25.2	25.0	26.6
91	1	22.8	22.8	22.8	23.9	23.8	22.5
74	2	24.3	24.8	24.6	25.1	24.9	25.8
75	2	21.3	21.7	21.7	21.7	22.0	21.1
76	2	23.8	23.8	24.2	24.4	24.3	24.0
77	2	24.5	24.6	24.6	24.9	24.7	24.7
90	2	24.6	24.2	24.7	24.8	25.6	24.2
92	2	25.8	25.6	26.8	25.3	25.5	26.4
93	2	22.9	22.9	22.8	23.0	23.0	23.1
97	2	24.3	24.3	24.4	24.3	24.3	24.1
98	2	24.1	23.9	23.9	24.1	24.3	24.0
99	2	26.0	25.2	25.1	25.9	25.6	25.6
100	2	26.1	25.2	24.6	24.6	24.6	24.6

冬季平均值	23.9	±	1.6	℃

表2-7 蘭嶼貯存場附近海域 72年7月～100年11月之溫度、鹽度、pH、溶氧量、溶氧飽和度、營養鹽之統計資料

項目 統計資料	溫度	鹽度	pH	DO	DO	NO_3^-	NO_2^-	PO_4^{-3}	SiO_2
	℃			mg/l	%	μM	μM	μM	μM
最小值	19.0	0.26	6.79	5.12	76.8	0.06	0.00	0.01	0.02
最大值	34.4	35.00	8.77	11.8	169	65.0	20.9	52.0	722
平均值	27.0	33.30	8.09	6.71	102	2.06	0.16	0.49	20.4
偏差值	2.27	2.97	0.17	0.55	8.06	3.74	0.86	2.20	44.6
計算數	629	628	627	629	628	616	592	595	626

表2-8 89年至100年11月共48次調查蘭嶼貯存場附近海域表水水文與水質資料之平均值，與 WOCE PR-20測線上測站比對表(資料按月份排列)

		T	S	pH	DO	NO_3	NO_2	PO_4	SiO_2
	日期	℃			mg/l	----------	μM	----------	
WOCE316-St.6	81/5/8	27.93	34.49	8.27	-	-	-	-	-
WOCE418-St.6	84/5/15	27.48	34.43	8.27	-	<0.1	<0.01	<0.01	3.00
WOCE387-St.6	83/5/21	28.07	34.48	8.26	-	0.09	0.02	0.07	<1
WOCE287-St.6	80/6/27	28.78	33.79	-	-	-	-	-	-
WOCE462-St.6	85/9/11	28.64	34.09	-	-	-	-	-	-
WOCE257-St.5	79/10/12	26.94	34.51	8.25	-	-	-	-	-
WOCE257-St.7	79/10/12	27.13	34.55	8.22	-	-	-	-	-
WOCE433-St.5	84/10/21	28.03	34.65	8.27	6.68	<0.05	<0.01	<0.03	-
	平均值	27.88	34.37	8.26					
本調查	89/3/4	24.7±0.1	34.20±0.60	8.12±0.03	6.62±0.57	0.52±0.24	0.09±0.03	<0.05	14.0±19.4
	89/5/16	27.3±0.4	33.89±0.61	8.11±0.04	6.58±0.10	0.67±0.25	0.05±0.02	0.20±0.09	14.2±14.1
	89/8/2	27.2±0.8	28.97±5.79	7.99±0.14	5.98±0.39	6.53±6.69	0.13±0.07	0.30±0.25	102±146
	89/10/22	29.3±0.3	33.25±0.58	8.15±0.06	6.75±0.48	-	0.04±0.02	0.18±0.07	8.26±9.22
	90/2/16	24.7±0.5	33.55±1.44	8.09±0.04	6.88±0.61	1.84±1.18	0.06±0.02	0.27±0.13	28.7±36.8
	90/6/12	28.9±0.3	33.12±0.55	8.24±0.11	7.02±0.14	0.91±0.49	0.03	0.07±0.05	6.9±4.7
	90/8/21	29.7±0.3	34.21±0.14	8.12±0.03	6.32±0.05	2.71±3.96	0.30±0.4	0.40±0.26	4.8±3.1
	90/10/23	26.8±0.2	32.98±1.27	8.05±0.07	6.65±0.80	2.11±1.4	0.08±0.02	0.31±0.23	31.2±21.4
	91/1/22	23.1±0.6	33.32±0.84	8.05±0.04	6.99±0.05	3.43±1.6	0.08±0.05	0.35±0.17	21.6±15.8
	91/4/16	26.5±0.4	33.67±1.02	7.99±0.08	6.66±0.08	1.43±0.7	0.03±0.01	0.29±0.13	22.2±19.9
	91/8/21	26.5±0.5	33.67±11.0	7.99±0.07	6.66±0.07	1.43±1.0	0.03±0.02	0.29±0.21	22.2±18.7
	91/11/7	26.5±0.3	33.67±0.50	7.99±0.05	6.66±0.05	1.43±0.6	0.03±0.01	0.29±0.11	22.2±15.4
	92/2/17	25.9±0.6	34.38±0.65	8.18±0.10	7.10±0.62	1.25±0.95	0.05±0.02	0.05±0.19	6.72±5.16
	92/5/12	27.3±0.4	32.57±3.16	7.94±0.14	6.46±0.18	5.47±9.93	0.07±0.09	0.19±0.12	42.2±35.6
	92/7/30	28.5±0.2	33.97±0.52	7.97±0.11	6.40±0.04	2.26±1.65	0.09±0.04	0.19±0.10	15.3±10.8
	92/12/3	24.4±0.1	30.10±4.39	7.99±0.10	6.65±0.27	7.14±5.88	0.08±0.02	0.43±0.25	82.6±86.7
	93/2/13	23.0±0.1	34.32±0.50	8.08±0.03	7.07±0.36	1.35±1.66	0.05±0.03	0.22±0.16	7.59±5.88
	93/5/6	28.1±0.5	33.93±0.77	8.14±0.05	6.39±0.11	1.09±0.48	0.02±0.01	0.18±0.18	6.71±7.49
	93/9/1	28.5±0.4	33.07±1.01	8.00±0.08	6.17±0.55	2.01±1.53	0.03±0.03	0.16±0.11	2.25±2.63
	93/11/6	26.4±0.3	34.20±0.69	8.15±0.08	7.01±0.27	0.85±0.17	0.02±0.02	0.29±0.22	7.65±5.78

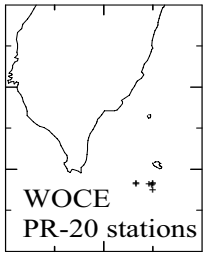
（下頁待續）

續表2-8 89年至100年11月共48次調查蘭嶼貯存場附近海域表水水文與水質資料之平均值，與 WOCE PR-20測線上測站比對表(資料按月份排列)

本調查	94/3/6	21.9±0.5	34.19±0.56	8.16±0.08	7.06±0.12	1.30±0.42	0.20±0.07	0.25±0.11	8.01±5.34
	94/5/20	29.1±0.6	34.20±0.47	8.24±0.07	6.42±0.65	0.65±0.17	0.06±0.01	0.35±0.40	3.87±3.04
	94/9/10	28.6±0.4	33.92±0.17	8.11±0.02	6.51±0.19	0.76±0.35	0.02±0.00	0.13±0.05	5.60±4.73
	94/11/30	25.8±0.4	34.33±0.17	8.01±0.19	6.84±0.18	1.15±0.69	0.06±0.02	0.20±0.12	4.43±1.95
	95/3/19	25.7±0.3	34.21±0.46	8.00±0.09	6.81±0.11	1.70±0.54	<0.02	0.20±0.03	6.26±4.02
	95/6/12	29.5±0.3	32.77±0.12	8.14±0.06	6.64±0.29	2.71±1.67	0.10±0.04	0.19±0.04	24.9±29.4
	95/9/10	28.7±1.4	21.28±14.3	7.89±0.37	6.98±0.41	2.36±1.57	0.06±0.05	0.22±0.16	11.4±13.6
	95/11/30	26.6±0.2	34.17±0.17	8.12±0.03	7.10±0.27	1.16±0.36	0.06±0.03	0.10±0.04	4.92±2.07
	96/3/9	23.0±0.3	34.20±0.64	7.96±0.02	7.03±0.24	10.1±25.1	1.76±4.39	0.34±0.32	10.6±11.4
	96/6/8	28.9±0.4	33.94±0.92	8.15±0.05	6.53±0.54	1.74±1.60	0.10±0.08	0.28±0.26	10.1±9.16
	96/8/30	30.0±0.9	33.19±1.87	8.16±0.14	6.54±0.61	0.15±0.05	0.27±0.11	16.7±27.2	3.79±4.04
	96/10/11	27.0±0.5	32.72±1.44	8.14±0.15	6.61±0.21	0.15±0.11	0.26±0.16	12.1±14.0	1.77±1.69
	97/2/21	24.2±0.3	34.06±0.53	7.83±0.07	6.89±0.16	0.88±0.60	0.08±0.02	0.21±0.10	5.53±4.46
	97/5/21	26.3±0.2	33.58±0.56	8.03±0.13	6.44±0.31	1.68±1.31	0.06±0.04	0.19±0.07	7.37±7.16
	97/8/12	28.5±0.3	32.86±0.96	8.12±0.05	6.38±0.47	1.90±1.17	0.05±0.02	0.14±0.08	11.1±6.95
	97/10/30	29.8±1.2	33.55±0.66	8.33±0.23	7.62±1.48	1.12±0.32	0.05±0.02	0.06±0.04	9.91±4.16
	98/2/12	24.0±0.1	34.27±0.27	8.07±0.02	6.82±0.07	0.87±0.25	0.05±0.02	0.14±0.04	0.17±0.21
	98/5/18	29.0±0.7	33.74±0.52	8.22±0.14	6.94±0.95	0.93±0.67	0.06±0.02	0.19±0.05	0.16±0.36
	98/9/7	29.3±0.5	34.04±0.41	8.28±0.18	7.52±2.00	0.91±0.55	0.04±0.01	0.12±0.08	4.89±3.23
	98/11/18	24.6±0.9	34.31±0.44	8.18±0.09	7.60±0.67	0.95±0.50	0.06±0.01	0.09±0.08	3.32±2.87
	99/2/24	25.5±0.3	34.30±0.66	8.08±0.05	6.56±0.22	0.72±0.18	0.08±0.02	0.10±0.04	3.54±3.95
	99/5/10	27.1±0.4	34.35±0.30	8.08±0.06	6.26±0.18	0.81±0.28	0.04±0.01	0.18±0.04	2.62±1.15
	99/8/24	30.0±0.5	32.14±3.32	8.19±0.15	6.78±1.00	3.32±4.60	0.10±0.08	0.24±0.13	23.6±38.6
	99/11/2	25.5±0.3	34.49±0.45	8.11±0.03	6.57±0.40	1.21±0.11	0.06±0.01	0.17±0.05	3.97±2.94
	100/2/23	24.9±0.6	33.45±0.79	8.12±0.08	6.85±0.34	3.12±2.10	0.11±0.02	0.19±0.04	11.3±8.10
	100/5/23	27.5±0.2	33.61±0.99	8.11±0.03	6.48±0.16	2.48±1.44	0.09±0.04	0.20±0.11	9.94±7.88
	100/8/14	30.0±05	33.88±0.44	8.15±0.04	6.55±0.14	0.75±0.43	0.11±0.01	0.14±0.08	3.50±2.38
	100/11/7	26.8±0.2	33.67±0.56	8.07±0.02	6.56±0.14	1.33±0.66	0.07±0.01	0.16±0.09	4.63±3.57

WOCE: World Ocean Circulation Experiment 全球環流實驗, 為國科會執行計畫之一,以下為地理位置.

WOCE257-St.5	21°48'48", 121°29'24"	WOCE257-St.7	21°47'36", 121°39'00"
WOCE287-St.6	21°49'06", 121°30'18"	WOCE316-St.6	21°45'00", 121°30'00"
WOCE387-St.6	21°49'00", 121°30'01"	WOCE418-St.6	21°49'02", 121°27'49"
WOCE433-St.5	21°50', 121°20'	WOCE462-St.6	21°49'10", 121°27'58"



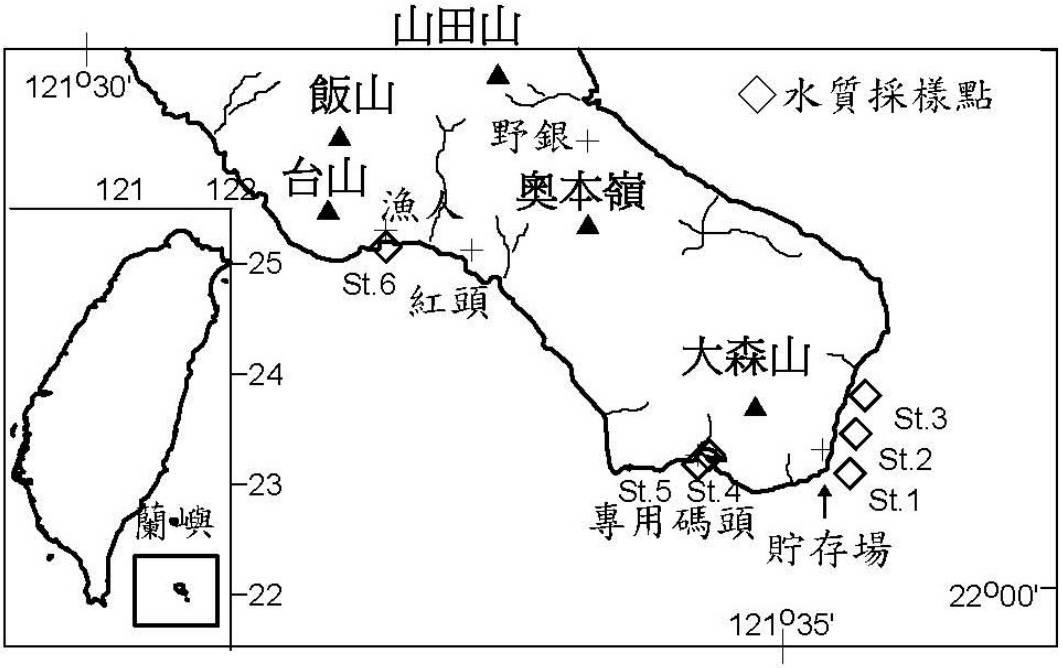


圖 2-16 研究區域暨採樣點位置圖

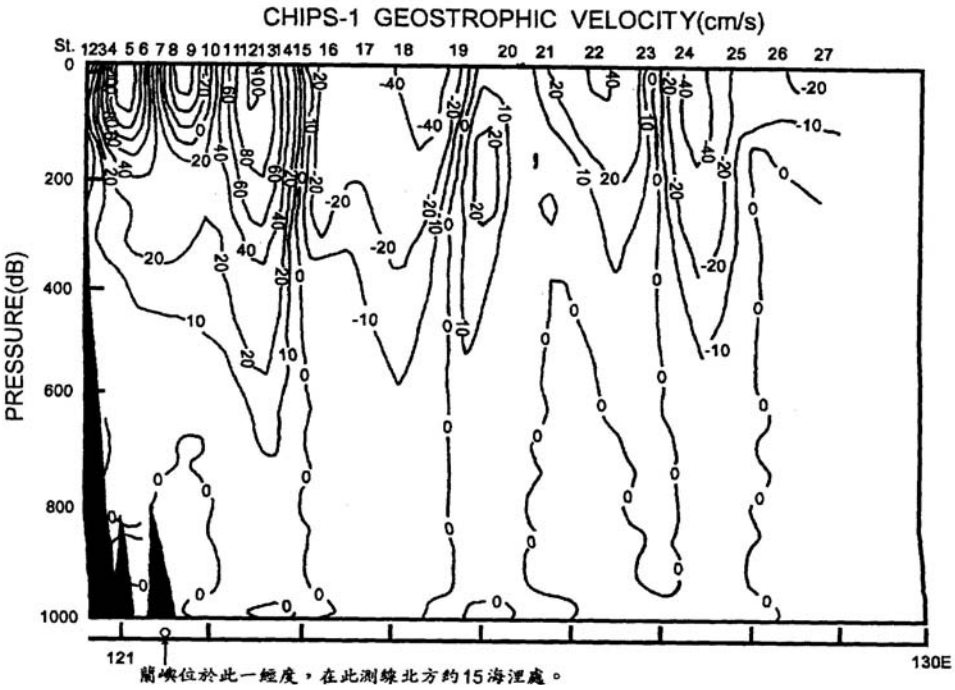


圖 2-17 海研一號 CHIPS-1 航次地轉流(cm/s)分佈斷面圖
(引用 Chen *et al*., 1994, 1995)

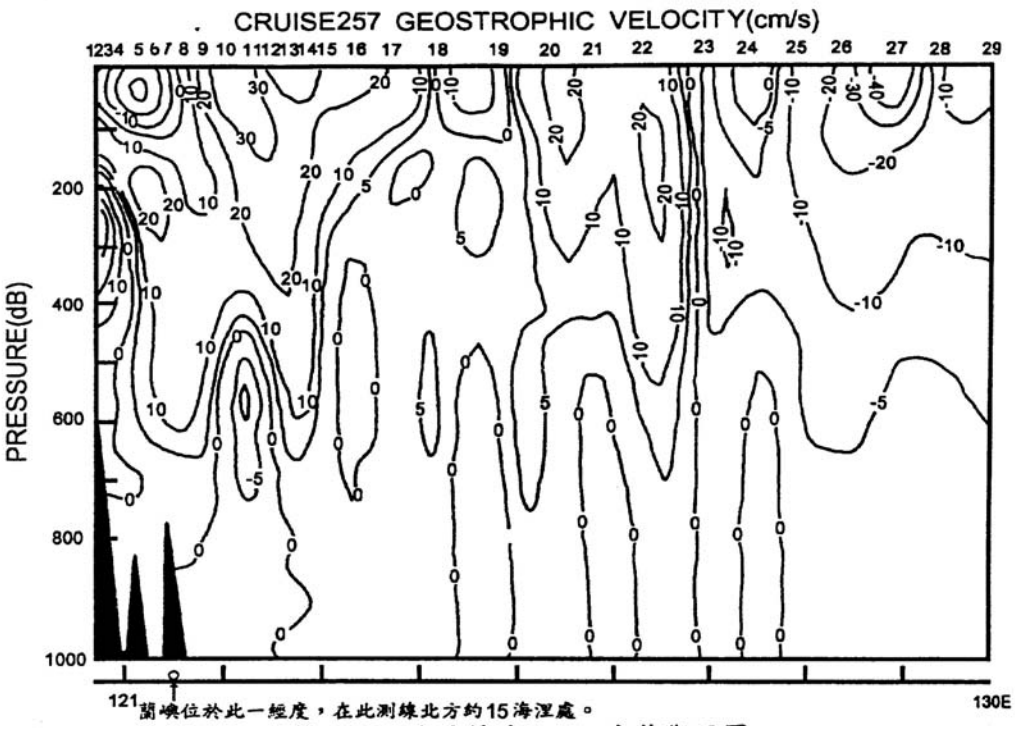


圖 2-18 海研一號 257 航次地轉流(cm/s)分佈斷面圖
(引用 Chen *et al*., 1994, 1995)

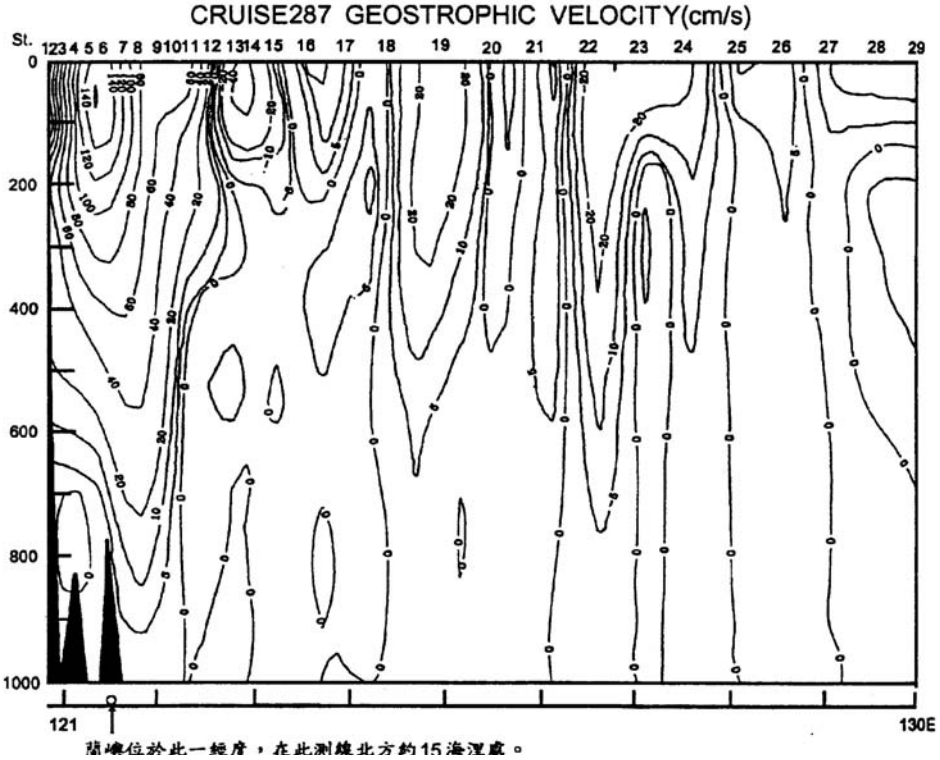


圖 2-19 海研一號 287 航次地轉流(cm/s)分佈斷面圖
(引用 Chen *et al*., 1994, 1995)

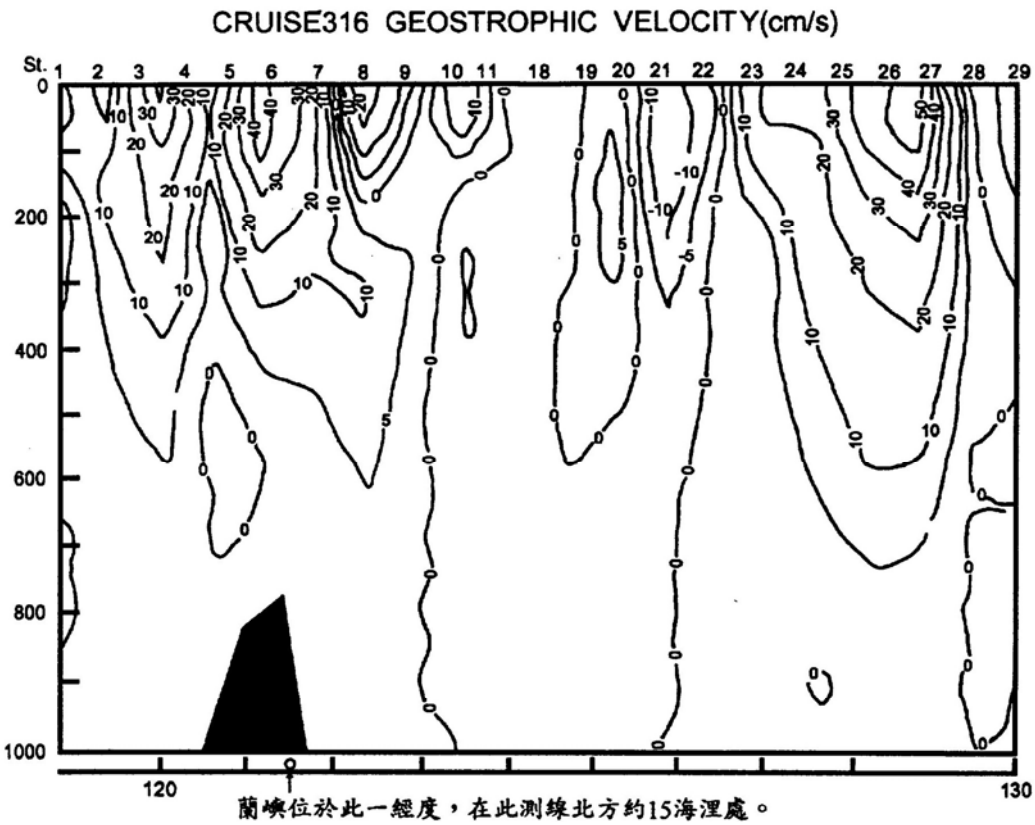


圖 2-20 海研一號 316 航次地轉流(cm/s)分佈斷面圖
(引用 Chen *et al*., 1994, 1995)

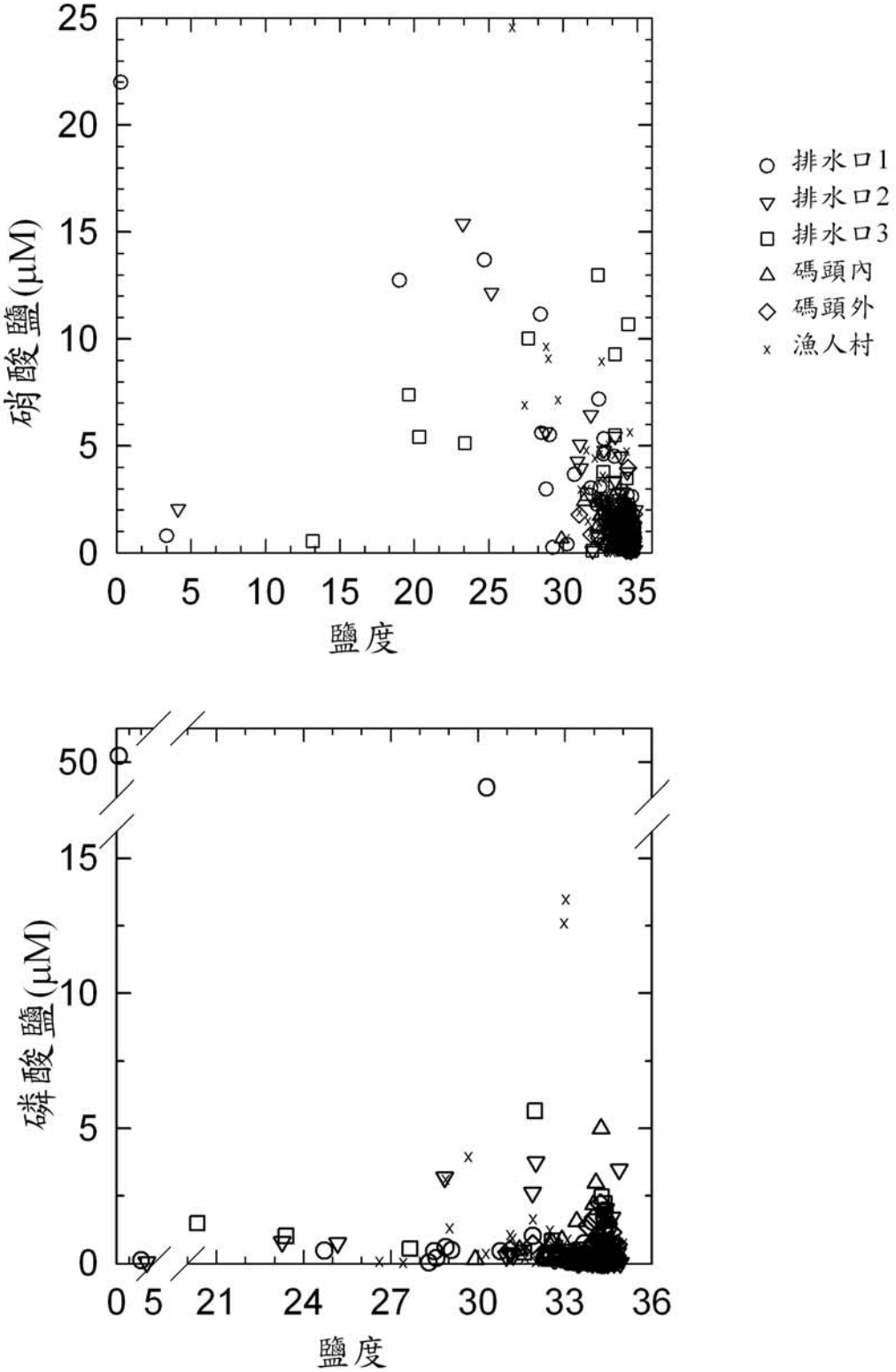


圖2-21 蘭嶼貯存場附近海域72年7月~100年11月硝酸鹽及磷酸鹽分別對鹽度作圖

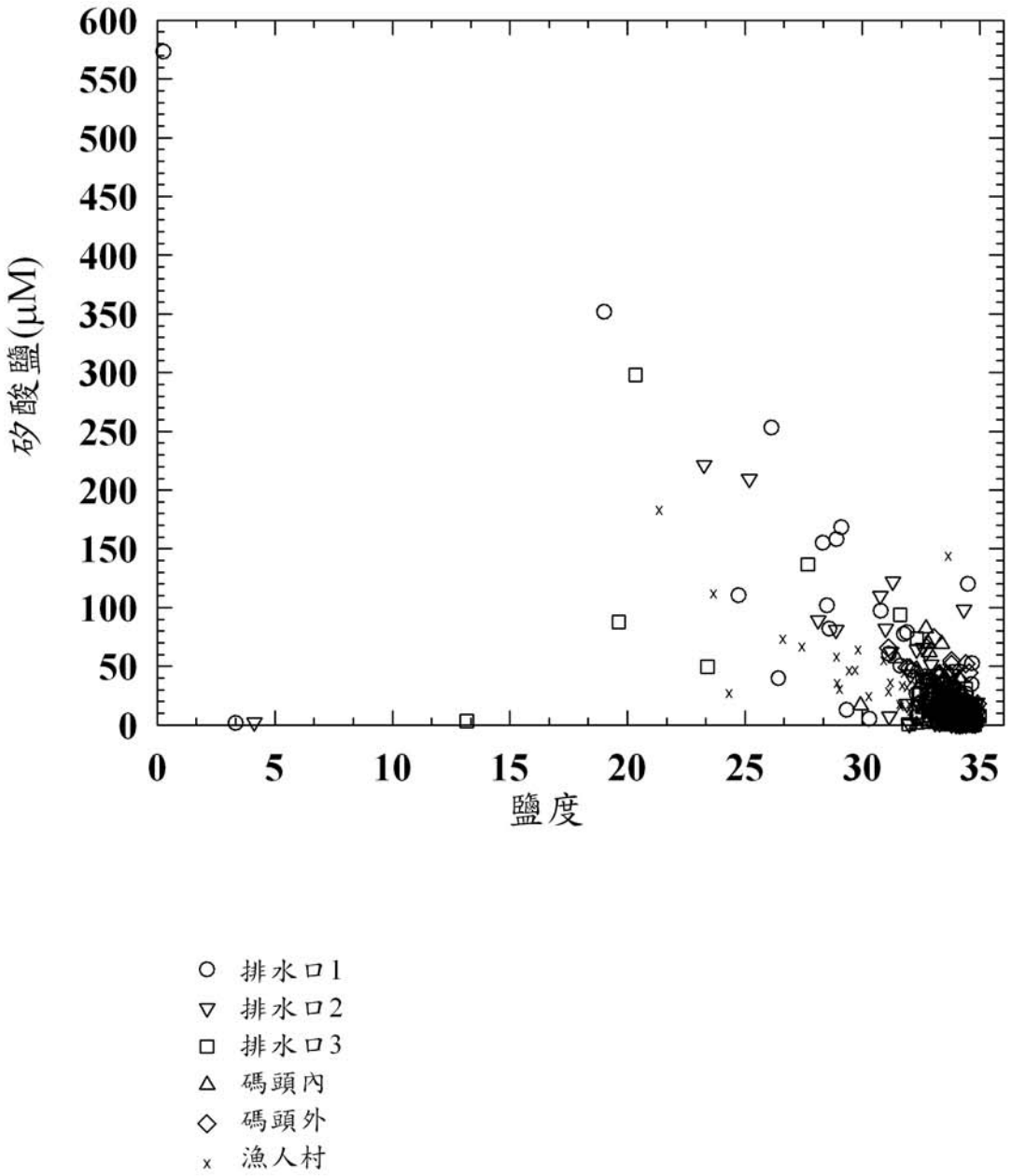


圖2-22 蘭嶼貯存場附近海域72年7月~100年11月矽酸鹽對鹽度作圖

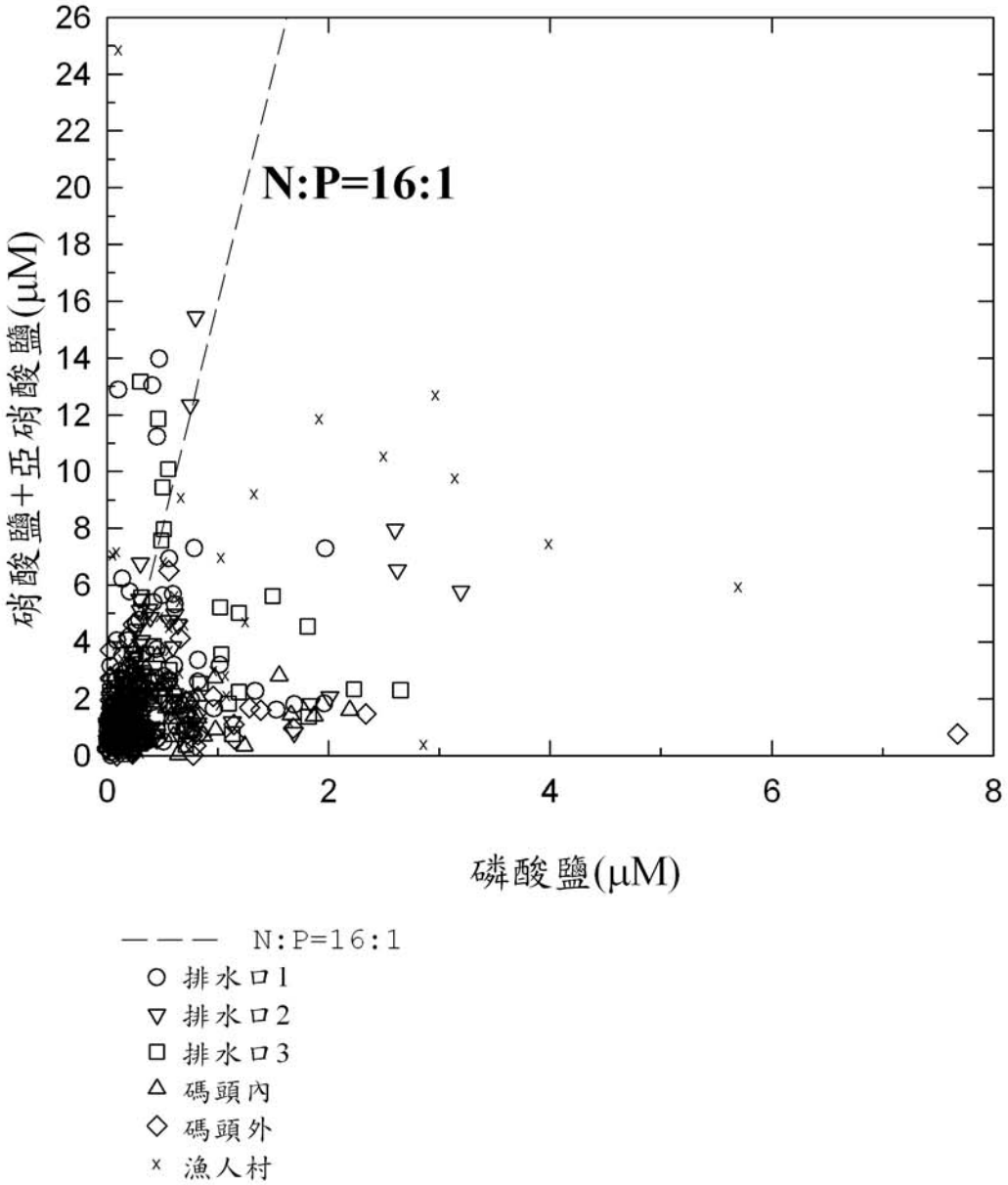


圖2-23蘭嶼貯存場附近海域72年7月~100年11月N/P比值圖

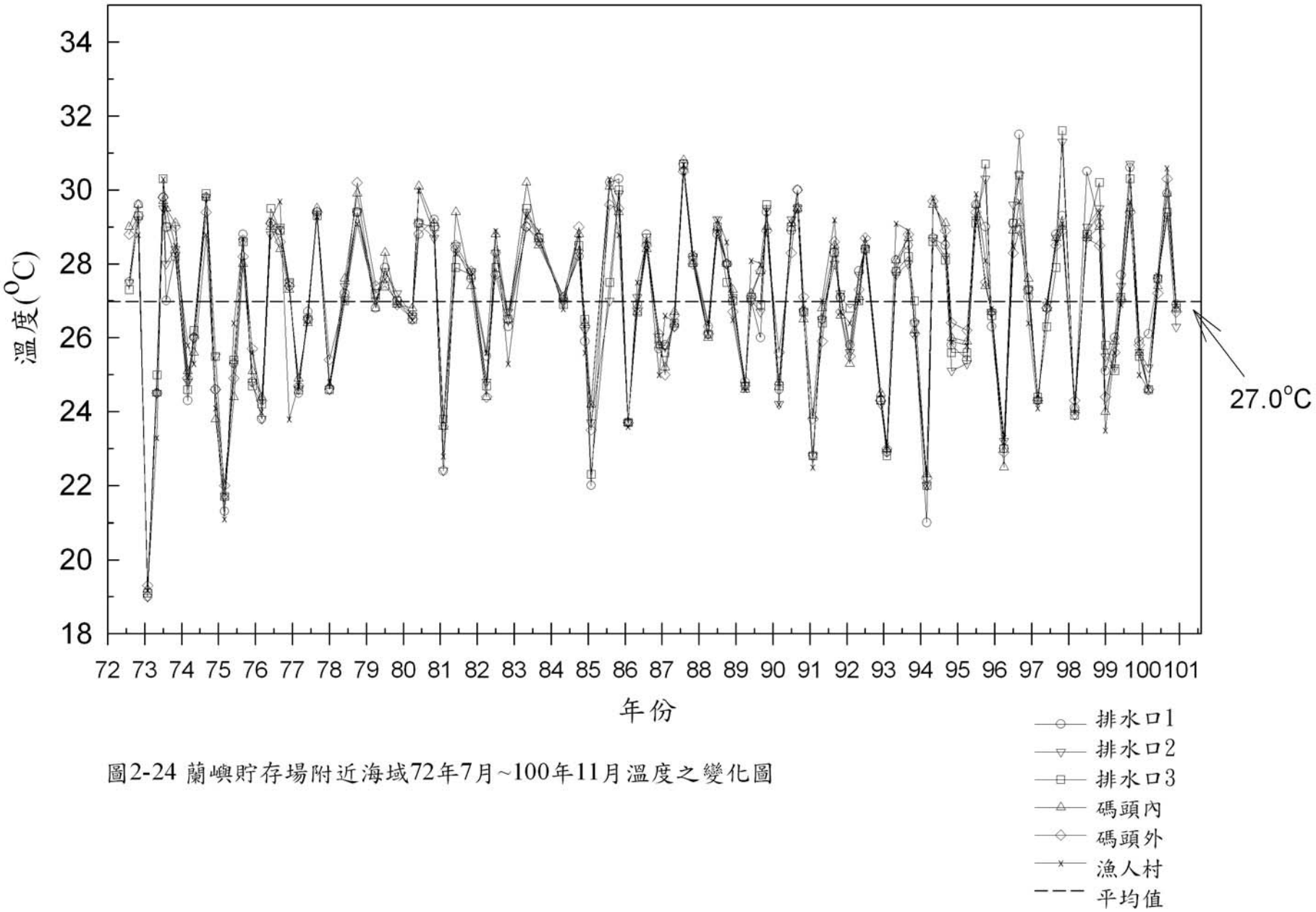
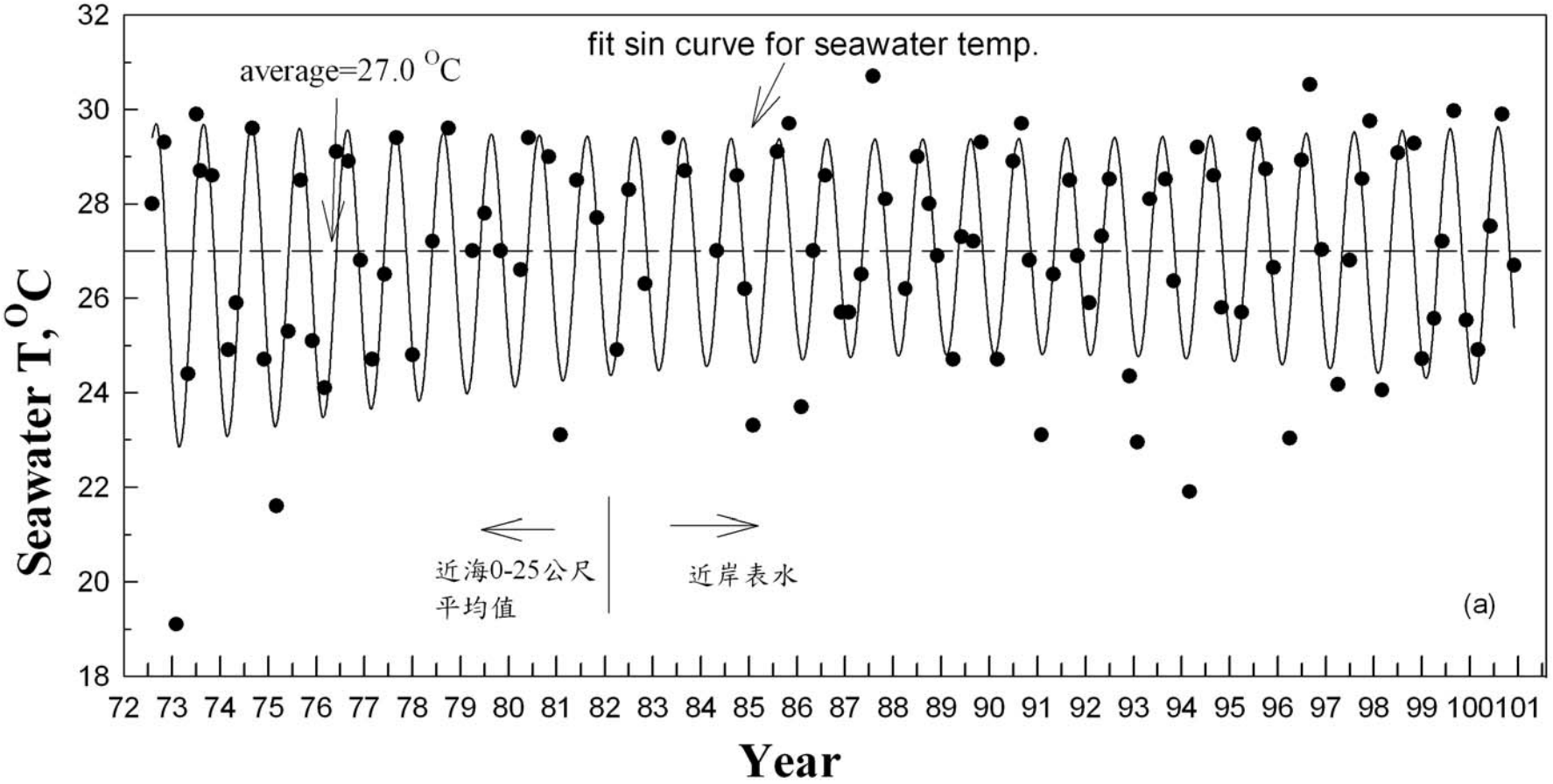


圖2-24 蘭嶼貯存場附近海域72年7月~100年11月溫度之變化圖



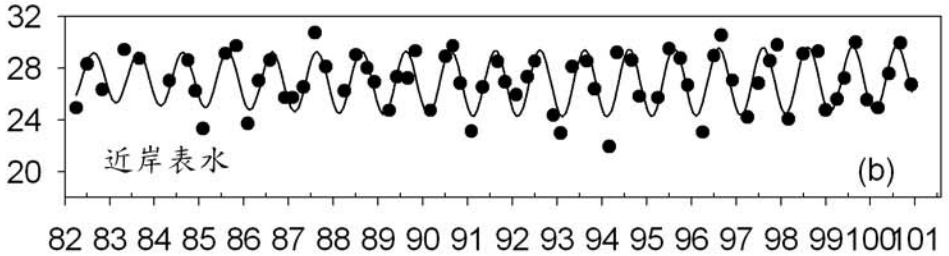


圖2-25 蘭嶼貯存場附近海域72 年7月～ 100年11月
各測站溫度平均值與sin曲線變化圖

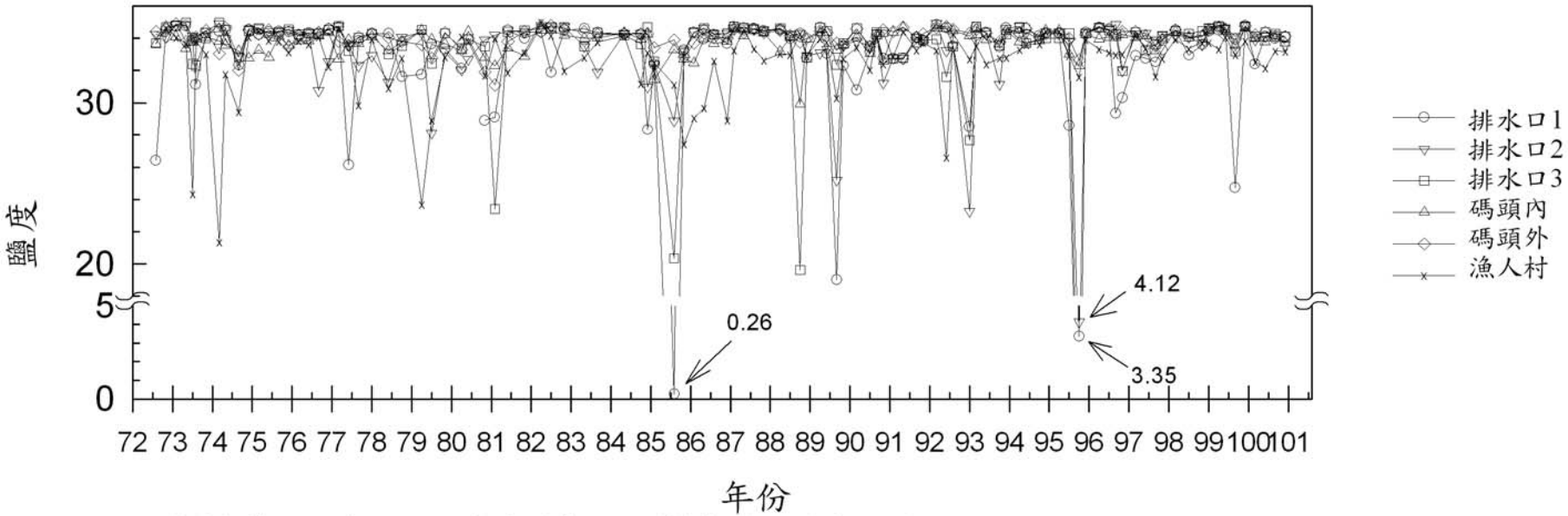


圖2-26 蘭嶼貯存場附近海域72年7月~100年11月鹽度之變化圖

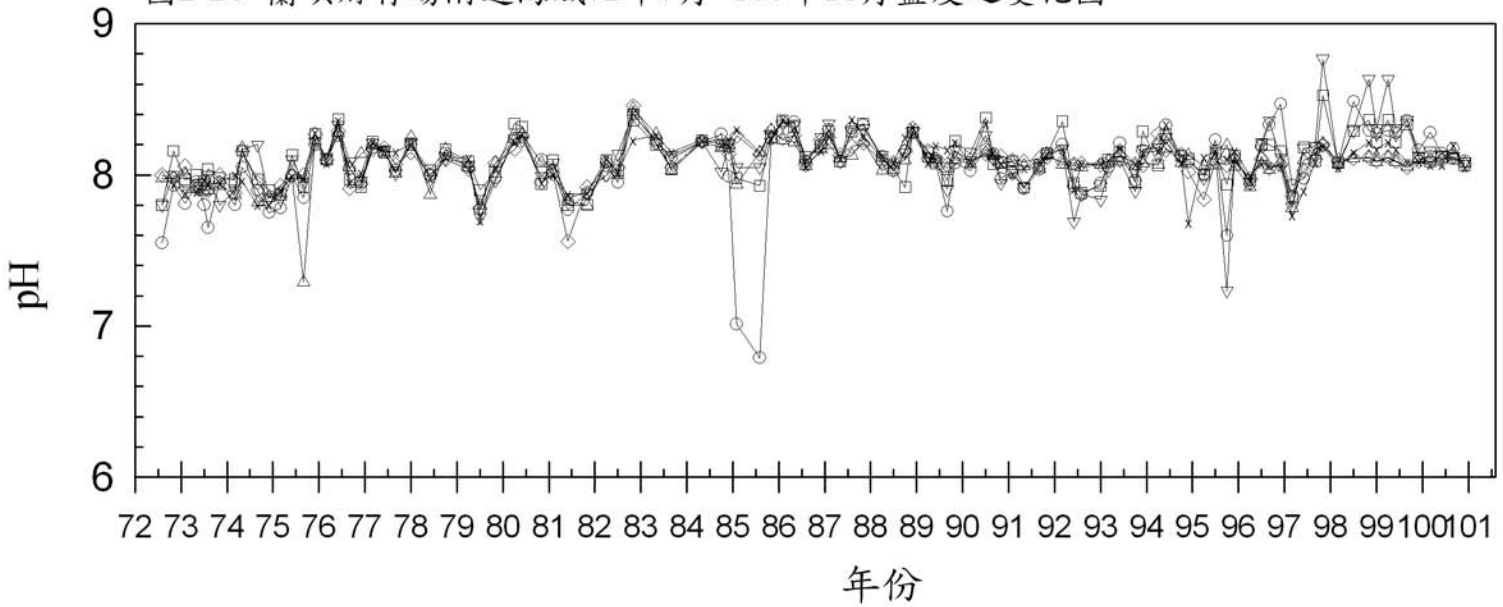


圖2-27 蘭嶼貯存場附近海域72年7月~100年11月pH之變化圖

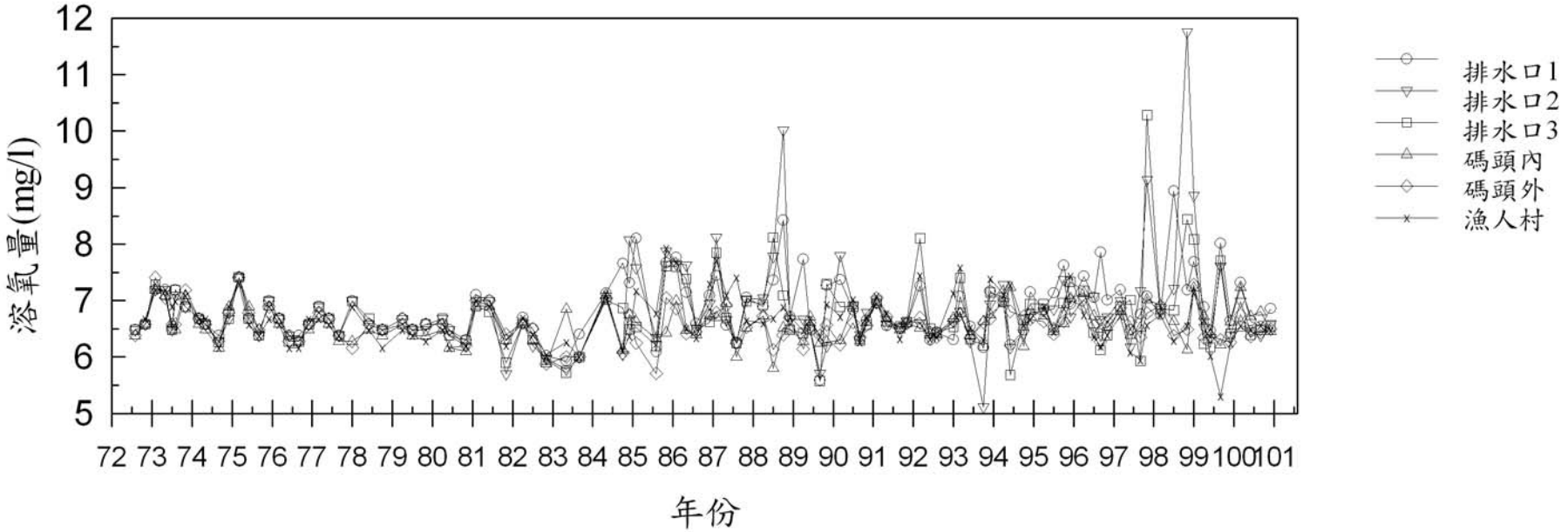


圖2-28 蘭嶼貯存場附近海域72年7月~100年11月溶氧量之變化圖

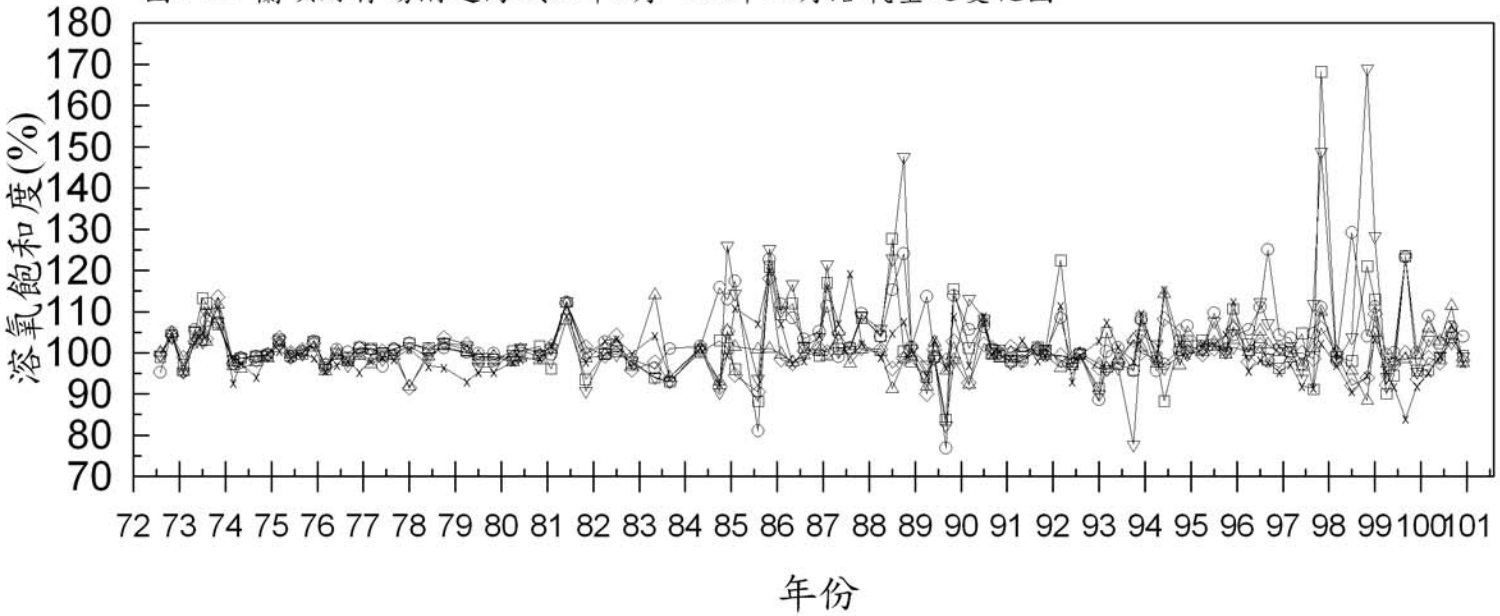


圖2-29 蘭嶼貯存場附近海域72年7月~100年11月溶氧飽和度之變化圖

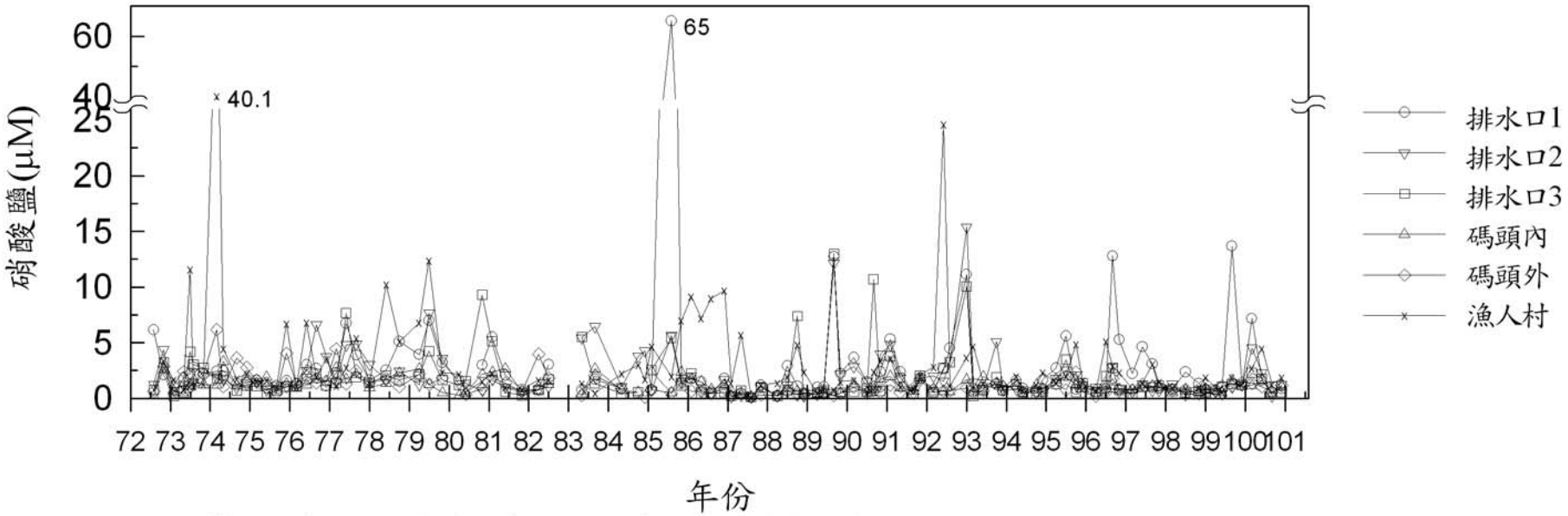


圖2-30 蘭嶼貯存場附近海域72年7月~100年11月硝酸鹽之變化圖

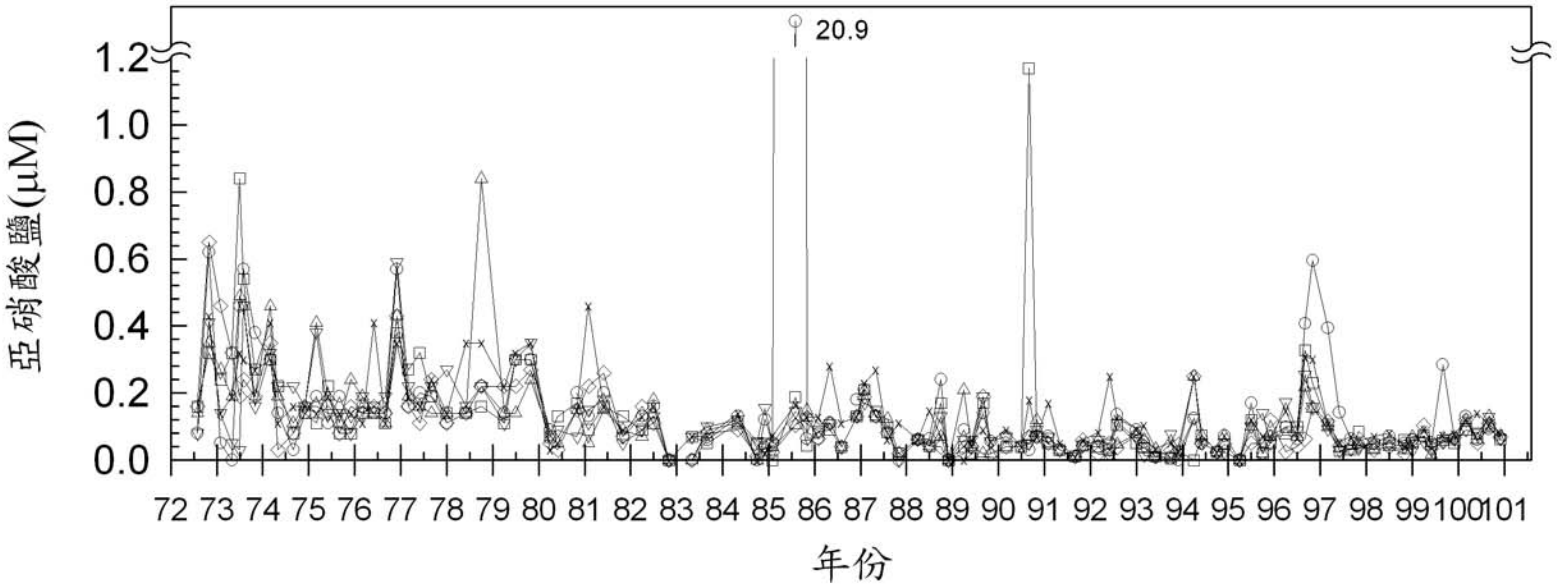


圖2-31 蘭嶼貯存場附近海域72年7月~100年11月亞硝酸鹽之變化圖

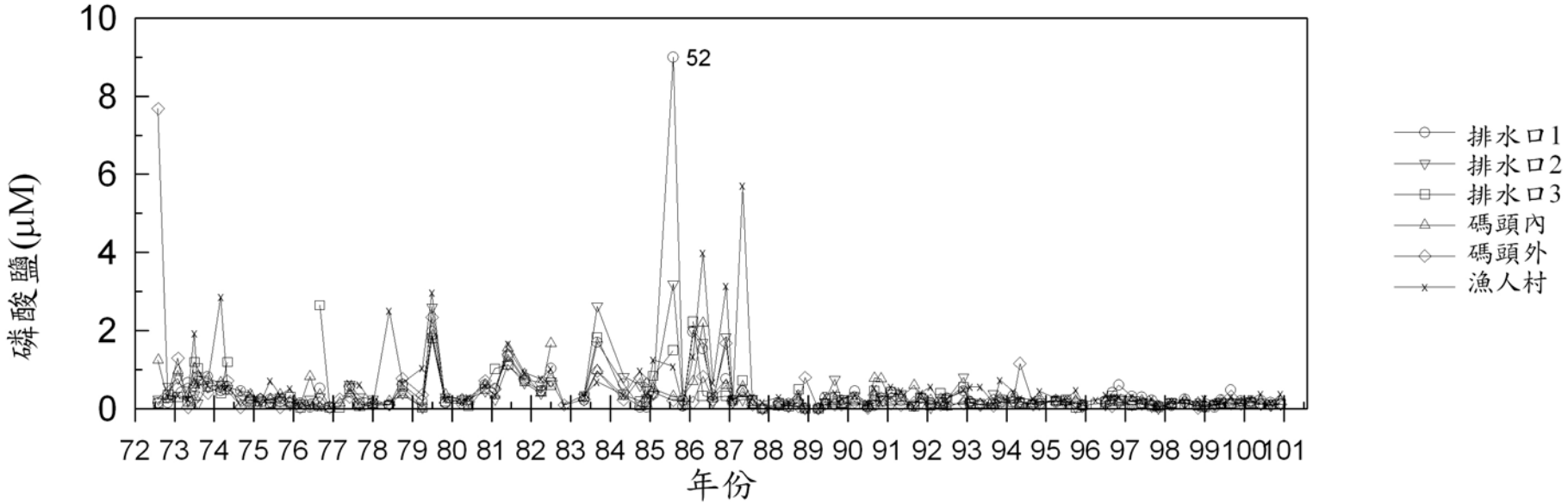


圖2-32 蘭嶼貯存場附近海域72年7月~100年11月磷酸鹽之變化圖。
(過去報告中，96年第3-4季的磷酸鹽高值為矽酸之誤植，已於此修正)

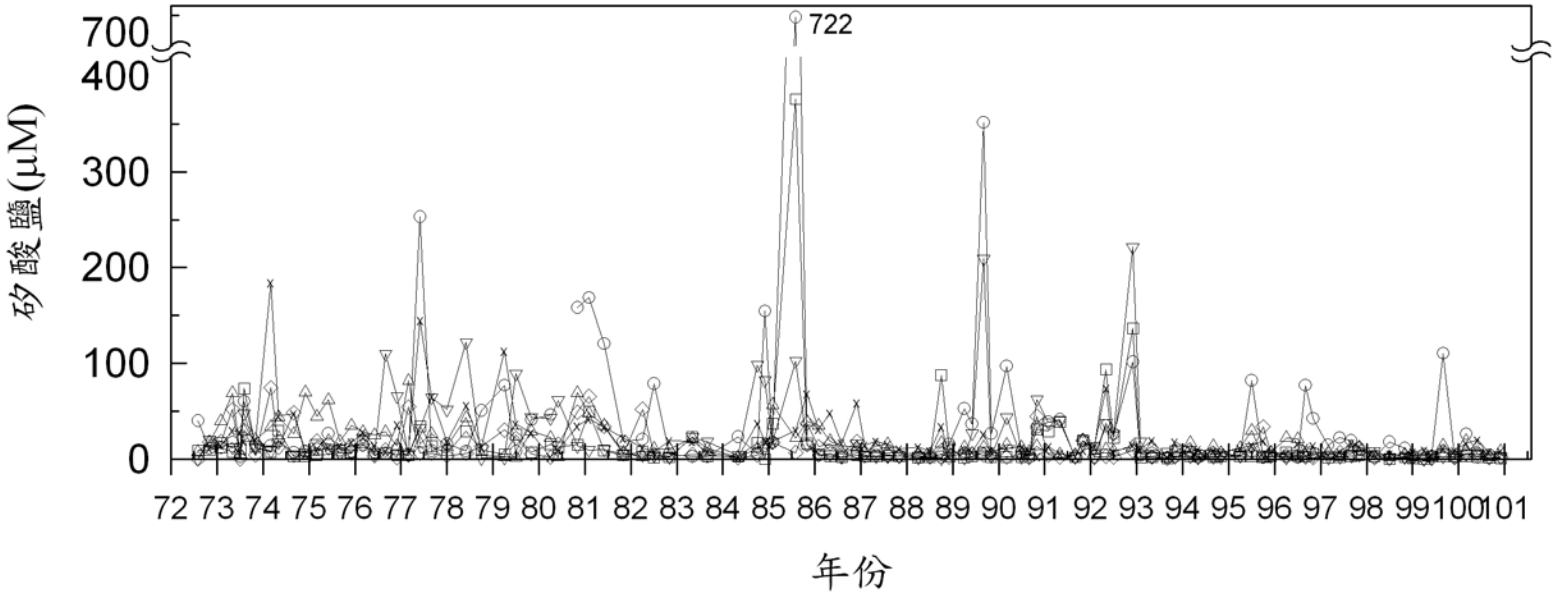


圖2-33 蘭嶼貯存場附近海域72年7月~100年11月矽酸鹽之變化圖

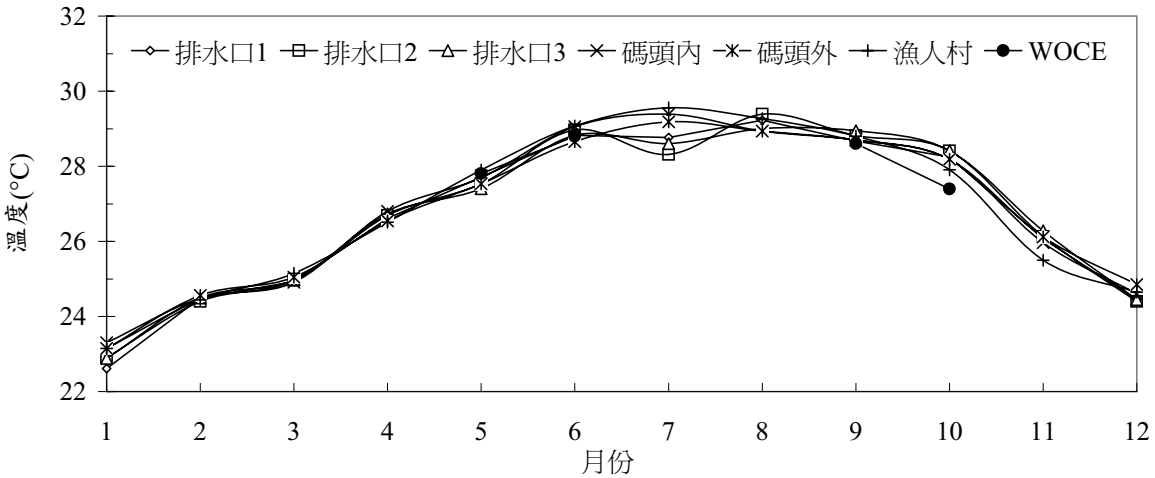


圖2-34 蘭嶼貯存場附近海域6測站表水溫度在各月份的平均值(72年至今)及與WOCE測站比較

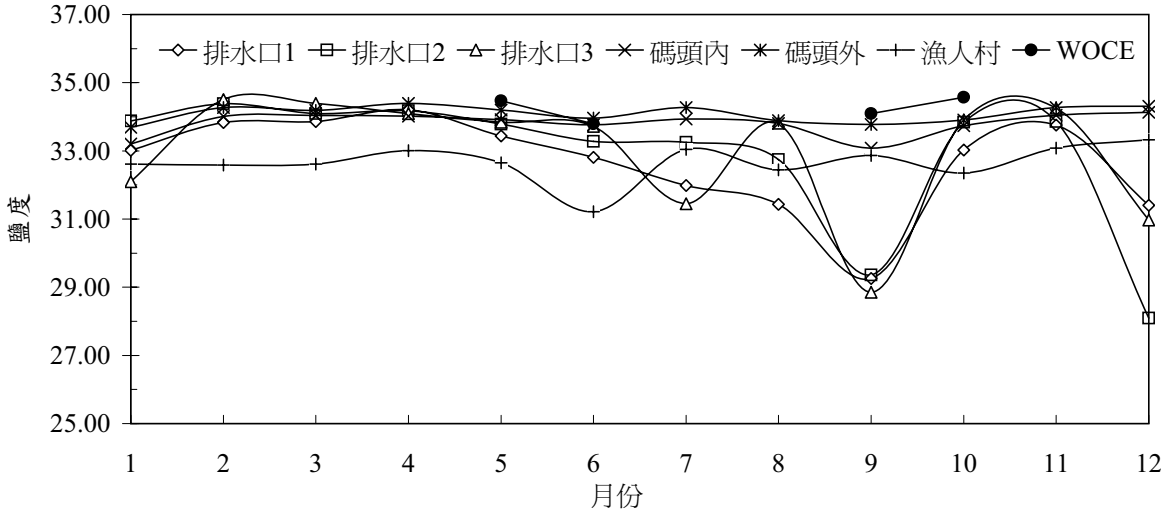


圖2-35 蘭嶼貯存場附近海域6測站表水鹽度在各月份的平均值(72年至今)及與WOCE測站比較

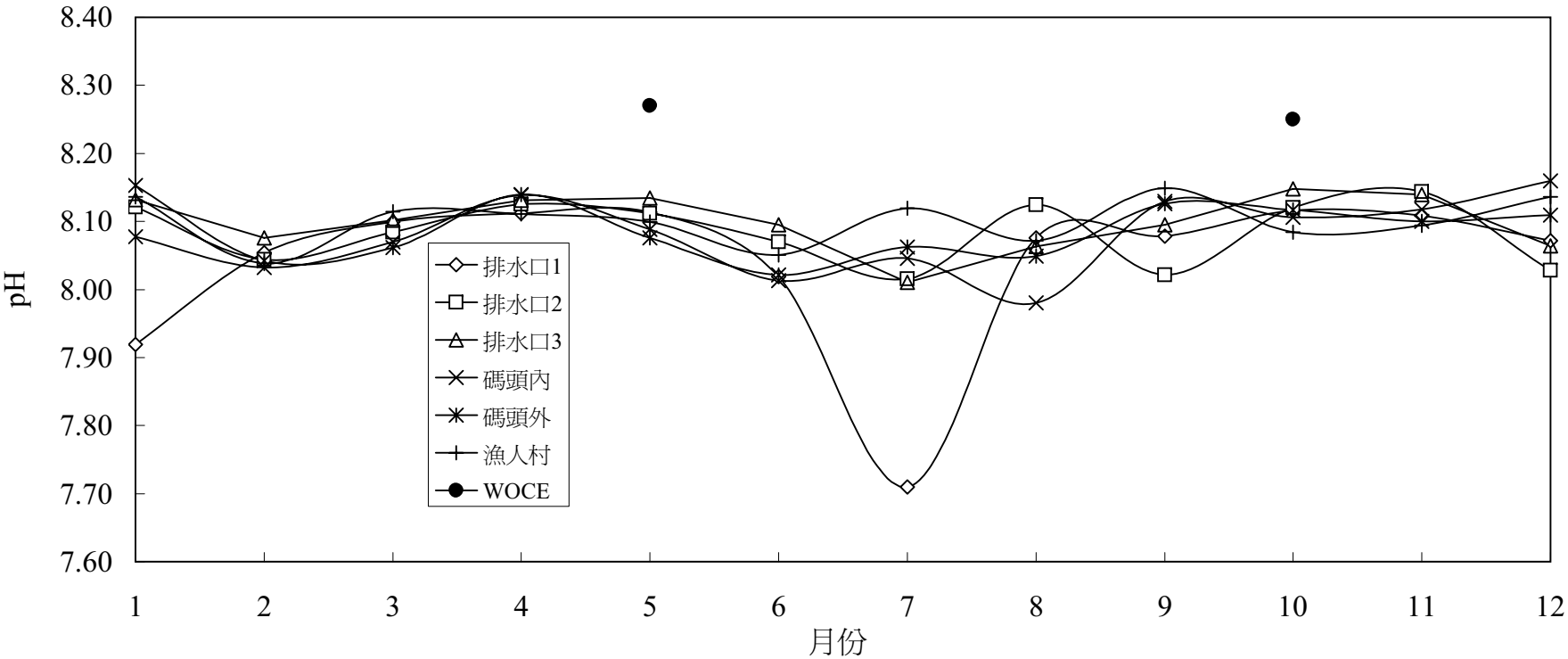


圖2-36 蘭嶼貯存場附近海域6測站表水pH在各月份的平均值(72年至今)及與WOCE測站比較

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。所以浮游藻的豐沛與否，會影響以它們為食之草食性浮游動物之出現和分佈；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與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，分析水溫與此海域浮游生物間的關連性。

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。

溫度的昇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溫排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進水口少 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，同時進出水口的溫度差(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，溫排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 較進水口少 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。

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，無論是溫度的昇高、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，適當的溫排水以及機械應力是有助於浮游生物生長的。

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，與接近第三核能發電廠入出水口的測站(測站 22、23、24)做為實驗測站進行分析比較，此外，測站 14 和 12 則依海流調查計劃的結果，設定作為監測溫排水擴散之對照調查測站。其詳細的採集方法如下：

3.1 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，依照環保署於民國 93 年 2 月 19 日公告之海洋浮游動物檢測法（NIEA E701.20C）修正。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 24 大類，自民國 94 年起增列為 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)海桶類(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, %)。

3.2 植物性浮游生物

自 96 年度起，植物性浮游生物修正以環保署公告方法分析，然而為兼顧與往年資料的一致及連貫性，故採新舊兩種方法同步分析，步驟分述如下。

3.2.1 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，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。

3.2.2 環保署公告之分析方法－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。

四、目前研究成果

此次報告包括民國 100 年度四季的調查結果，採樣日期分別為 100 年第 1 季(2 月 24 日)、第 2 季(5 月 13 日)、第 3 季(8 月 10 日)及第 4 季(11 月 19 日)。表 3-1~表 3-8 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，表 3-9~表 3-16 則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。

4.1 動物性浮游生物

雜質含量在季節及測站間的變動範圍很大。在 100 年第 1 季為 2~10%，第 2 季介於 2~47%，第 3 季介於 3~43%，第 4 季則介於 2~38%。由於雜質的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，因此為求準確性在歷年動物性浮游生物變化趨勢上皆採用豐度來作比較(圖 3-2~9)。

民國 100 年四季的採樣中，動物性浮游生物在實驗測站與對照測站間的總平均豐度差異趨勢，除第 2 季是兩者的總平均豐度值相近（1,658 比 1,517 個/m^3)外，其他三季皆為實驗測站的總平均豐度明顯高於對照測站(依序為 2,859 比 1,858、2,151 比 1,324 及 856 比 355 個/m^3)的情形(圖 3-10)。出水口(24 測站)向外海（14 及 12 測站）擴散的情形，除第 2 季有遞減的情形外，其他三季皆無明顯的趨勢存在 (圖 3-10)。至於在水平採樣及垂直採樣間的差異，四季皆以垂直採樣明顯高於水平採樣(圖 3-10)。

民國 100 年第 1 季調查之動物性浮游生物的豐度變動範圍，水平採樣介 296~810 個/m^3 間，垂直採樣則是 587~5,544 個/m^3 間；濕重的水平採樣介於 54~128 g/1000 m^3 間，垂直採樣介於 185~531 g/1000 m^3 間；乾重的水平採樣介於 2.9~6.6 g/1000 m^3 間，垂直採樣介於 10~36 g/1000 m^3 間；排水容積量的水平採樣介於 72~181 ml/1000 m^3 間，垂直採樣介於 499~1,533 ml/1000 m^3 間；沉澱量的水平採樣介於 306~743 ml/1000 m^3 間，垂直採樣介於 1,128~6,751 ml/1000 m^3 間(表 3-1~3-2，圖 3-2~3-3)。測站平均值間的差異以 24 測站最高(3,177 個/m^3)，18 測站最低(595 個/m^3)。歷年在冬季(第 1 季)常出現入水口附近海域的豐度值較出水口為低的現象，在本季並未出現，呈現入出水口之豐度值(2,979 比 3,177 個/m^3)相似的情形(圖 3-10)。進一步以 PRIMER 軟體進行群聚分析，種類組成上分別因 18 測站有比例較高的藤壺幼生和放射蟲，沒有蟹幼生、翼足類和橈足類幼生以及 21 測站有比例較高的大眼幼生、頭足類幼生和仔稚魚，比例較低的橈足類幼生而獨立區分，其餘測站則形成兩個子群，分別是 12、20 和 22 測站以及 14、23 和 24 測站，顯示入出水口的種類組成有所差異，而實驗測站

與對照及擴散測站的大類組成差異並不明顯(圖 3-11)。

民國 100 年第 2 季調查的動物性浮游生物之豐度，水平採樣介於 307~803 個/m^3 間，垂直採樣則是 590~4,140 個/m^3 間；濕重的水平採樣介於 15~78 g/1000 m^3 間，垂直採樣介於 61~277 g/1000 m^3 間；乾重的水平採樣介於 0.9~6.0 g/1000 m^3 間，垂直採樣介於 5~21 g/1000 m^3 間；排水容積量的水平採樣介於 22~226 ml/1000 m^3 間，垂直採樣介於 221~1,230 ml/1000 m^3 間；沉澱量的水平採樣介於 110~447 ml/1000 m^3 間，垂直採樣介於 542~4,189 ml/1000 m^3 間(表 3-3~3-4，圖 3-4~3-5)。測站平均值間的差異以 20 測站最高(2,372 個/m^3)，18 測站最低(566 個/m^3)。歷年春季(第 2 季)入出水口附近海域間的平均豐度無明顯差異之情形，亦在本季(1,866 比 1,869 個/m^3)出現(圖 3-10)。群聚分析的結果，發現 18 測站因各大類豐度均明顯較低，以及 24 測站有比例較高的藤壺幼生和糠蝦，沒有橈足類幼生和二枚貝幼生，故種類組成與其他測站獨立區分，其餘測站則群集成實驗測站群(22 和 23 測站)以及對照測站群(12、14、20 和 21 測站)，可看出入出水口測站間以及實驗與對照測站的種類組成均有所差異(圖 3-11)。

民國 100 年第 3 季的調查結果，動物性浮游生物的豐度在水平採樣介於 493~1,263 個/m^3 間，垂直採樣則是 660~4,240 個/m^3 間；濕重的水平採樣介於 34~54 g/1000 m^3 間，垂直採樣介於 30~241 g/1000 m^3 間；乾重的水平採樣介於 2~5 g/1000 m^3 間，垂直採樣介於 4~16 g/1000 m^3 間；排水容積量的水平採樣介於 42~97 ml/1000 m^3 間，垂直採樣介於 321~1,487 ml/1000 m^3 間；沉澱量的水平採樣介於 135~362 ml/1000 m^3 間，垂直採樣介於 324~2,017 ml/1000 m^3 間(表 3-5~3-6，圖 3-6~3-7)。測站平均值間的差異以 22 測站最高(2,751 個/m^3)，18 測站最低(797 個/m^3)。歷年夏季(第 3 季)入出水口附近海域間的平均豐度值無明顯的差異，本季則是呈現明顯以入水口(2,751 個/m^3)高於出水口(1,422 個/m^3)的情形(圖 3-10)。群聚分析顯示，發現 18 測站的種類組成因各大類豐度均明顯較低而與其他測站獨立區分，其餘測站則分別由 14、22、23 和 24 測站以及 12、20 和 21 測站形成兩個子群，若忽略 14 測站，可知入出水口測站間的種類組成並無差異，但實驗與對照測站的種類組成則有所不同(圖 3-11)。

民國 100 年第 4 季調查的動物性浮游生物之豐度，水平採樣介於 147~538 個/m^3 間，垂直採樣則是 186~2,075 個/m^3 間；濕重的水平採樣介於 20~65 g/1000 m^3 間，垂直採樣介於 31~170 g/1000 m^3 間；乾重的水平採樣介於 0.3~10 g/1000 m^3 間，垂直採樣介於 0.7~7.3 g/1000 m^3 間；排水容積量的水平採樣介於 25~188 ml/1000 m^3 間，垂直採樣介於 207~573 ml/1000 m^3 間；沉澱量的水平採樣介於 84~312 ml/1000 m^3 間，垂直採樣介於 128~712 ml/1000 m^3 間(表 3-7~3-8，圖 3-8~3-9)。測站平均值間的差異以 23 測站最高(1,130 個/m^3)，21 測站最低(166 個/m^3)。歷年秋季(第 4 季)入出水口附近海域間的平均豐度無明顯差異之情形，亦在本季出現(833 比 605 個/m^3) (圖 3-10)。群聚分析之後，發現 21 測站因各大類豐度均明顯較低，23 測站有比例較高的磷蝦和頭足類幼生，20 測站則是有比例較高的磷蝦和比例較低的仔稚魚、二枚貝幼生和有尾類，因而種類組成先後與其他測站獨立區分，其餘測站則形成 12、14 及 24 測站與 18 和 22 測站的兩個子群，呈現入出水口測站間的種類組成稍有差異，但實驗與對照測站的種類組成差異並不明顯(圖 3-11)。

由上述情形可知，較低豐度值大多出現在採樣海域中心的 18 測站及東邊離岸的 21 測站，此情形由歷年的監測調查結果觀察已是常態，並非特殊的異常現象。

種類組成上，民國 100 年的第 1 季以橈足類中的哲水蚤為最優勢大類(佔 44~61%)，其他出現較多的大類包括有尾類(佔 4~22%)，夜光蟲(佔 11~21%)及海桶類(佔 2~7%)(圖 3-12)；第 2 季的最優勢大類同樣是橈足類中的哲水蚤(佔 31~59%)，其次出現較多的大類尚包括夜光蟲(佔 13~34%)、橈足類中的劍水蚤(佔 4~8%)及有尾類(佔 2~7%)(圖 3-13)；與第 2 季相同，第 3 季的最優勢大類仍是橈足類中的哲水蚤(佔 40~56%)，其次出現較多的大類尚包括夜光蟲(佔 19~32%)、橈足類中的劍水蚤(佔 5~8%)及有尾類(佔 1~9%)(圖 3-14)；第 4 季的最優勢大類則同樣是橈足類中的哲水蚤(佔 23~48%)，其次出現較多的大類尚包括夜光蟲(佔 22~51%)、管水母(佔 4~7%)及橈足類中的劍水蚤(佔 4~5%)(圖 3-15)。整體看來，100 年度四季皆以橈足類中的哲水蚤為最優勢大類，次優勢大類則依季別而有所不同。

4.2 植物性浮游生物

4.2.1 原過濾濃縮法分析的結果

民國 100 年第 1 季調查所記錄到植物性浮游生物的種類共有 12 屬 16 種，密度範圍介於 0.04~0.17×10^3 cells/l，實驗測站的平均值(0.10×10^3 cells/l)與對照測站(0.08×10^3 cells/l)相近，測站間密度值的差異以 12 測站為最高(0.17×10^3 cells/l)，24 測站為最低(0.04×10^3 cells/l)(表 3-9)。第 2 季植物性浮游生物的種類數為 10 屬 14 種，密度範圍介於 0.035~1.16×10^3 cells/l，實驗測站的平均值(0.49×10^3 cells/l)明顯高於對照測站(0.07×10^3 cells/l)，測站間密度值的差異以 22 測站為最高(1.16×10^3 cells/l)，而 21 測站為最低(0.035×10^3 cells/l)(表 3-10)。第 3 季植物性浮游生物的種類數為 11 屬 16 種，密度範圍介於 0.065~0.29×10^3 cells/l，實驗測站的平均值(0.18×10^3 cells/l)與對照測站(0.16×10^3 cells/l)相近，測站間密度值的差異以 22 測站為最高(0.29×10^3 cells/l)，而 24 測站為最低(0.065×10^3 cells/l)(表 3-11)。第 4 季植物性浮游生物的種類數則是 10 屬 14 種，密度範圍介於 0.010~0.13×10^3 cells/l，實驗測站的平均值(0.065×10^3 cells/l)略低於對照測站(0.11×10^3 cells/l)，測站間密度值的差異以 21 測站為最高(0.13×10^3 cells/l)，而 24 測站為最低(0.010×10^3 cells/l)(表 3-12)。

綜合以上可知，100 年度四季的植物性浮游生物多在出水口的 24 測站出現最低密度值，此現象值得持續關切。

入出水口海域間的密度差異，在 100 年的四季皆以入水口高於出水口(依序為 0.13×10^3 比 0.04×10^3 、1.16×10^3 比 0.06×10^3、0.29×10^3 比 0.065×10^3 和 0.08×10^3 比 0.01×10^3 cells/l)。另外，出水口(24 測站)向外海擴散的情形，在四季的調查中皆呈現遞增的趨勢(圖 3-16~19)。

進一步進行群聚分析。民國 100 年第 1 季各測站植物性浮游生物的種類組成，發現 24 測站因有較高比例的錘狀中鼓藻(*Bellerochea malleus*)及海洋原多甲藻(*Protoperidinium oceanicum*)，沒有優美輻桿藻(*Bacteriastrum delicatulum*)及幾內亞藻(*Guinardia flaccida*)而獨立區分，其他測站則形成 14 和 23 測站以及 12、18、20、21 和 22 測站的兩個群集，顯示入出水口間的種類組成有所差異，而實驗與對照測站間

的差異則不明顯(圖 3-20)。第 2 季各測站的種類組成則是因僅在 22 及 23 測站出現小角藻(*Ceratium kofoidii*)及丹麥細柱藻(*Leptocylindrus danicus*)而有別於其他測站群，可知入出水口的種類組成有所不同，且若忽略 24 測站，則可看出實驗與對照測站間有種類組成上的差異(圖 3-20)。第 3 季的結果因 21 測站有較高比例的並基角刺藻(*Chaetoceros decipiens*)，且無紅海束毛藻(*Trichodesmium erythraeum*)及斯托根管藻(*Rhizosolenia stolefothii*)而獨立區分，其餘測站分別由 14 和 24 測站與 12、18、20、22 和 23 測站構成兩個子群，可知入出水口間的種類組成有所區分，而實驗與對照測站間的差異並不明顯(圖 3-20)。至於第 4 季則因 24 測站的密度低且藻種貧乏(僅出現幾內亞藻 *Guinardia flaccida* 及異根管藻 *Rhizosolenia alata*)，而 14 測站則有較高比例的扭鞘藻，沒有紅海束毛藻(*Trichodesmium erythraeum*)及擬彎角刺藻(*Chaetoceros pseudocurvisetum*)而先後與其他測站獨立區分，其餘則形成 12、18、22 和 23 測站以及 20 和 21 測站兩個子群，亦是入出水口間的種類組成有所不同，而實驗與對照測站間的差異並不明顯的情形(圖 3-20)。綜觀以上可知植物性浮游生物在入出水口間多存有種類組成上的差異。

民國 100 年第 1 季的優勢種為矽藻類的角刺藻屬(*Chaetoceros* spp.)(佔 44~83%)，次優勢種為矽藻類的根管藻屬(*Rhizosolenia* spp.)(佔 25~67%)，再其次為矽藻類的輻桿藻屬(*Bacteriastrum* spp.)(佔 4~29%)(表 3-9，圖 3-16)；第 2 季的優勢種轉變為藍綠藻類的紅海束毛藻(*Trichodesmium erythraeum*)(佔 66~90%)，次優勢種為矽藻類的根管藻屬(*Rhizosolenia* spp.)(佔 2~24%)，再次優勢種為渦鞭毛藻類的角藻屬(*Ceratium* spp.)(佔 0~5%)(表 3-10，圖 3-17)；與第 2 季相似，第 3 季的優勢種仍為藍綠藻類的紅海束毛藻(*Trichodesmium erythraeum*)(佔 25~62%)，次優勢種為矽藻類的根管藻屬(*Rhizosolenia* spp.)(佔 14~24%)，再次優勢種為矽藻類的幾內亞藻(*Guinardia flaccida*)(佔 6~17%) (表 3-11，圖 3-18)；到了第 4 季，優勢種為矽藻類的角刺藻屬(*Chaetoceros* spp.)(佔 29~49%)，次優勢種由矽藻類的根管藻屬(*Rhizosolenia* spp.)(佔 8~23%)與藍綠藻類的紅海束毛藻(*Trichodesmium erythraeum*)(佔 13~19%)並列，而再次優勢種則是矽藻類的優美輻桿藻(*Bacteriastrum delicatulum*)(佔 10~14%)(表 3-12，圖 3-19)。

4.2.2 環保署公告之沈澱法分析的結果

民國 100 年第 1 季調查所記錄到植物性浮游生物的種類數為 9 屬 13 種，密度範圍介於 0.007~0.026×10^3 cells/l，實驗測站(0.024×10^3 cells/l)與對照測站的平均值(0.016×10^3 cells/l)相近，測站間密度值的差異以 14 測站最高(0.026×10^3 cells/l)，20 測站最低(0.007×10^3 cells/l)(表 3-13)。第 2 季植物性浮游生物的種類數為 20 屬 29 種，密度範圍介於 0.009~0.046×10^3 cells/l，實驗測站的平均值(0.033×10^3 cells/l)高於對照測站 (0.014×10^3 cells/l)，測站間密度值的差異以 22 測站最高(0.046×10^3 cells/l)，12 測站最低(0.009×10^3 cells/l) (表 3-14)。第 3 季植物性浮游生物的種類數為 19 屬 28 種，密度範圍介於 0.010~0.096×10^3 cells/l，實驗測站的平均值(0.063×10^3 cells/l)與對照測站(0.053×10^3 cells/l)相近，測站間密度值的差異以 23 測站最高(0.096×10^3 cells/l)，14 測站最低(0.010×10^3 cells/l) (表 3-15)。至於第 4 季植物性浮游生物的種類數則為 22 屬 41 種，密度範圍介於 0.046~0.18×10^3 cells/l，實驗測站的平均值(0.062×10^3 cells/l)低於對照測站 (0.13×10^3 cells/l)，測站間密度值的差異以 18 測站最高(0.18×10^3 cells/l)，23 測站最低(0.046×10^3 cells/l) (表 3-16)。

入出水口附近海域間的植物性浮游生物密度差異，除第 1 季為入出水口的密度值(0.024×10^3 比 0.023×10^3 cells/l)相近外，其他三季則皆是入水口高於出水口(依序為 0.046×10^3 比 0.025×10^3、0.066×10^3 比 0.026×10^3 以及 0.089×10^3 比 0.052×10^3 cells/l)的情形(圖 3-16~19)。另外，出水口(24 測站)向外海擴散的情形，四季皆無明顯的趨勢存在(圖 3-16~19)。

民國 100 年第 1 季的優勢種為矽藻類的根管藻屬(*Rhizosolenia* spp.)(佔 40~49%)，次優勢種為矽藻類的角刺藻屬(*Chaetoceros* spp.)(佔 18~28%)，再其次為矽藻類的丹麥細柱藻(*Leptocylindrus danicus*)(佔 11~21%)(表 3-13，圖 3-16)；第 2 季的優勢種則同為矽藻類的根管藻屬(*Rhizosolenia* spp.)(佔 21~34%)，次優勢種為矽藻類的圓篩藻(*Coscinodiscus megalomma*)(佔 14~26%)，再次優勢種為矽藻類的菱形藻屬(*Nitzschia* spp.)(佔 4~28%)(表 3-14，圖 3-17)；第 3 季的優勢種仍是矽藻類的根管藻屬(*Rhizosolenia* spp.)(佔 59~63%)，次優勢種為矽藻類的丹麥細柱藻(*Leptocylindrus danicus*)(佔 9~11%)，再次優勢種為矽藻類的輻桿藻屬(*Bacteriastrum* spp.)(佔 3~9%)(表

3-15，圖 3-18）；第 4 季的優勢種則轉變為矽藻類的菱形藻屬(*Nitzschia* spp.)(佔 20~31%)，次優勢種為矽藻類的根管藻屬(*Rhizosolenia* spp.)(佔 11~20%)，再次優勢種為矽藻類的角刺藻屬(*Chaetoceros* spp.)(佔 12~13%)(表 3-16，圖 3-19）。

4.2.3 原過濾濃縮法與環保署公告之沈澱法分析結果的比較

比較植物性浮游生物以兩種方法分析的結果，除第 4 季呈現兩者計數的密度值相近外，其他三季仍以原過濾濃縮法所計數到的密度值明顯較高，此自沈澱法自 96 年實行以來為常見的現象，乃因濃縮法所過濾的水體積較大所致，故所觀察到的主要優勢種類並不盡相同。此外，入出水口、實驗及對照測站以及出水口向外海擴散的趨勢及差異，因濃縮法所得密度值較高，故較易顯示出其間的差異，然而沈澱法在密度值偏低的季節往往能觀察到較多的種類，故以兩種方法同步分析確實有其必要性。因此，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，並同步與沈澱法分析結果做交叉比對。

4.3 經濟性蝦蟹幼生和魚卵及仔魚

具有潛在經濟價值的蝦蟹幼生(蝦幼生、磷蝦、櫻蝦及其他十足類豐度合併為蝦幼生，大眼幼生與蟹幼生則合併為蟹幼生)之豐度，在民國 100 年的第 1、2 季皆為實驗測站與對照測站相近的情形(分別是 44 比 37 個/m^3 及 21 比 17 個/m^3)，在第 3 季為實驗測站(15 個/m^3)略低於對照測站(27 個/m^3)，至於第 4 季則是相反，為實驗測站(22 個/m^3)明顯高於對照測站(7 個/m^3)的情形。入出水口附近海域的蝦蟹幼生在第 1、2 季皆以入水口的豐度值低於出水口(分別是 39 比 59 個/m^3 及 12 比 32 個/m^3)，而第 3、4 季則是入出水口的豐度值(分別是 15 比 14 個/m^3 以及 19 比 17 個/m^3)相近的情形(圖 3-21~24)。

另一類具有潛在經濟價值的魚卵及仔魚，在民國 100 年前三季皆為實驗測站明顯高於對照測站(分別為 9 比 3 個/m^3、22 比 7 個/m^3 以及 41 比 13 個/m^3)，至於第 4 季則是兩者的豐度值相似(6 比 4 個/m^3)。再比較入出水口附近海域的豐度值，第 1、2 季同樣是入水口的豐度值高於出水口(分別為 13 比 5 個/m^3 及 30 比 21 個/m^3)，而第

3、4 季的趨勢則相反(分別為 17 比 46 個/m^3 及 3 比 11 個/m^3)(圖 3-21~24)。

民國 100 年第 1 季的調查，蝦蟹幼生的豐度值介於 3~141 個/m^3 之間，測站平均值以 12 測站為最高(72 個/m^3)，而 18 測站為最低(5 個/m^3)。魚卵及仔魚的豐度範圍為 0.7~18 個/m^3，測站平均值以 22 測站為最高(13 個/m^3)及 18 測站為最低(1.1 個/m^3)(圖 3-21)。

民國 100 年第 2 季的調查，蝦蟹幼生的豐度值介於 2.8~58 個/m^3 之間，測站平均值以 24 測站為最高(32 個/m^3)，而 18 測站為最低(4 個/m^3)。魚卵及仔魚的豐度範圍為 2~48 個/m^3，測站平均值則以 22 測站為最高(30 個/m^3)，而 18 測站為最低(2 個/m^3)(圖 3-22)。

民國 100 年第 3 季的調查，蝦蟹幼生的豐度值介於 2.5~70 個/m^3 之間，測站平均值以 12 測站為最高(30 個/m^3)，而 18 測站為最低(9 個/m^3)。魚卵及仔魚的豐度範圍為 3.3~112 個/m^3，測站平均值則以 23 測站為最高(61 個/m^3)，而 18 測站為最低(6.6 個/m^3)(圖 3-23)。

民國 100 年第 4 季的調查，蝦蟹幼生的豐度值介於 1.2~59 個/m^3 之間，測站平均值以 23 測站為最高(31 個/m^3)，而 21 測站為最低(1.4 個/m^3)。魚卵及仔魚的豐度範圍為 0.6~18 個/m^3，測站平均值則以 14 測站為最高(16 個/m^3)，而 21 測站為最低(1.3 個/m^3)(圖 3-24)。

綜合上述，今年上半年度的經濟性幼生大多在近岸(實驗)測站有較高的豐度值，較低豐度值則多出現在 18 或 21 測站。

4.4 歷年動物性浮游生物豐度的變化

歷年第三核能發電廠附近海域的動物性浮游生物之四季總平均豐度值變動範圍除第 4 季(秋季)為 574 個/m^3 較低外，第 1 至 3 季(冬、春及夏季)的季節變化較不明

顯，在 839 至 944 個/m^3 間，且每年最低豐度值的出現季別並不一致，在民國 86、87、90、97 及 100 年為第 4 季，在民國 88、89、96 及 99 年為第 3 季，在民國 91 、93 和 98 年為第 1 季，在民國 92、94 及 95 年則為第 2 季。由歷年變化看來，動物性浮游生物的豐度在 98 年前有約三年一次(民國 86、89、92、95 及 98 年)且豐度值高於 1,000 個/m^3 的高峯週期，98 年後至 100 年則是連續三年出現明顯高峯的情形，高峯大多(民國 86、92、97、99 及 100 年)出現在冬季(第 1 季)，民國 89 年出現在春季(第 2 季)，民國 95 年出現在秋季(第 4 季)，至於 98 年則是出現在夏季(第 3 季)，出現之季別並無明顯的規律性(圖 3-26)。

民國 100 年前三季的總平均豐度值皆高於 1000 個/m^3，分別為 2,372、1,444 及 1,634 個/m^3，明顯高於歷年同季的總平均豐度值(分別為 944、839 及 850 個/m^3)，更是歷年同季的最高或次高值，其中第 1 季更是歷年來的第二高值，僅次於 98 年第 3 季的 2,487 個/m^3。至第 4 季的總平均豐度值則回復至 584 個/m^3，與歷年的同季平均值相近且符合正常的變動。綜合以上，100 年的動物性浮游生物豐度延續自 98 年以來持續出現明顯高峯的情形，且近三年的年平均值(1,148~1,509 個/m^3)亦明顯高於往年(356~999 個/m^3)。

4.5 歷年植物性浮游生物密度的變化

為維持數據的連貫及方法的一致性，植物性浮游生物密度值仍採用原過濾濃縮法之分析結果進行與歷年數據的比較，此外，亦比較五年來沈澱法所得的年間變化，結果依方法不同分述如下。

4.5.1 原過濾濃縮法分析之密度值的歷年變化

歷年的調查結果顯示，第三核能發電廠附近海域的植物性浮游生物在第3、4 季(夏秋兩季)的密度較高(平均密度值分別為 1,524 和 1,182 cells/l)，而第 1、2 季(冬春兩季)的密度較低(平均密度值分別為 384 和 737 cells/l)。與歷年季節變動趨勢不同的年份及季節分別有民國 88 及 99 年的第 1 季(冬季)以及民國 89、92、95 與 100 年的第 2 季(春季)，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。至 100 年為止，僅有二次，分別在民國 93 及 96 年的第 4 季（秋季）出現密度值高於或近似 2,000 cells/l 的高峯(圖 3-27)。

與動物性浮游生物的情形相反，民國 100 年四季植物性浮游生物的總平均密度值分別為 106、249、183 及 83 cells/l)，皆大幅低於歷年的同季平均值(分別為 384、737、1,524 及 1,182cells/l)，但前三季尚在歷年的正常變動範圍內，但第 4 季則是歷年同季的最低值。整體看來，維持了自 99 年以來呈現偏低且季節變化不明顯的情形。

4.5.2 沈澱法分析之密度值與歷年同季(96 至 100 年)之比較

100 年度的調查結果，前三季的總平均密度值分別為 20、23 及 48 cells/l，皆明顯低於歷年的同季平均值(分別為 89、62 及 187 cells/l)，更是五年來同季的最低或次低值。不同於濃縮過濾法分析之結果，第 4 季的密度值略微提昇至 86 cells/l 而與歷年同季的平均值(126 cells/l)相近，且回到正常的變化範圍內。整體看來，100 年度四季的植物性浮游生物，以濃縮法與沈澱法所觀察的季節間變動有所差異，但皆呈現測值偏低的情況。

4.6 歷年經濟性蝦蟹幼生豐度的變化

歷年第三核能發電廠附近海域經濟性蝦蟹幼生的豐度變化，在民國 91 年以前有每兩年(民國 85、87、89、91 年)出現春季(第 2 季)高峯期的週期變化，其後此高峯週期並無持續，轉為季節變化較不明顯的情形，至 97 年後至 99 年才接連出現明顯的春夏季高峯並有明顯的季節變化(圖 3-28)。

民國 100 年第 1 季蝦蟹幼生的總平均豐度為 44 個/m^3，明顯高於歷年同季的平均豐度值(18 個/m^3)，更是歷年同季的最高值。第 2 至 4 季的總平均豐度分別為 18、21 及 14 個/m^3，皆是與歷年同季的平均豐度值(21、25 及 13 個/m^3)相近而無異常的情形。

4.7 歷年魚卵及仔魚豐度的變化

由歷年第三核能發電廠附近海域魚卵及仔魚的豐度變化中可知，該海域除第 4 季的總平均豐度值為 8 個/m^3 明顯較低外，其他三季的總平均豐度值介於 13~24 個/m^3 間，差異並不大。歷年來每年的最高豐度值出現的季別相當不一致，在民國 86 年以第 1 季為最高值，民國 87 至 89 年為第 2 季，民國 90 至 92 年為第 3 季，至民國 93 年則改變以第 4 季為最高值，呈現每三年高峯期往後推移一季的現象，但此現象在民國 94 之後則未再出現，除 97 年的高峯期在春季(第 2 季)外，至今高峯期皆集中出現在夏季(第 3 季)(圖 3-29)。

民國 100 年四季的魚卵及仔魚總平均豐度值依序為 6、14、23 及 7 個/m^3，第 1 季雖明顯低於歷年的同季總平均豐度值(13 個/m^3)外，仍屬正常範圍內的變動而無明顯異常。至於第 2 至 4 季則皆是與歷年的同季總平均豐度值(16、24 及 8 個/m^3)相近的情形。故本年度的調查結果符合正常的季節變化。

4.8 同季節浮游生物之年間變化

將本海域在民國 85 年至 100 年來的浮游動物(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)等六項主要浮游生物豐(密)度值經對數轉換後，進行 One-way ANOVA 的檢定，以比較各季之年間差異(表 3-17)。結果顯示所有的豐度值在各季節皆呈現顯著的年間差異($p<0.05$)。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 3-18~19。

第 1 季(冬季)的顯著高值出現在 86 年的魚卵(出現大量的卵頭鸚哥魚魚卵)及蟹幼生，88 年的植物性浮游生物，92 年的仔魚，至於 100 年則有動物性浮游生物及蝦幼生的顯著高值出現。顯著的冬季低值在 88 年為魚卵，89 年的魚卵、仔魚及蟹幼生，90 年的動物性浮游生物，91 年的動物性及植物性浮游生物、魚卵及蝦幼生，92 至 94 年的魚卵，95 年的魚卵及蝦幼生，96 年的植物性浮游生物及魚卵，以及 98 年的動物性浮游生物，至於 100 年的各項浮游生物皆無出現明顯的冬季低值(表 3-18)。

第 2 季(春季)的年間差異，顯著高值出現在民國 89 年的動物性及植物性浮游生物與蝦幼生，在 93 年為仔魚，97 年則為魚卵及蟹幼生，可能有四年一次的高峯週期。

至於顯著的春季低值多發生在民國 90 及 92 年，90 年為動物性及植物性浮游生物與蟹幼生，92 是仔魚及蝦幼生，近年唯一的顯著春季低值則是出現在 99 年的魚卵。本年度浮游生物的豐(密)度並無歷年的顯著高低值出現(表 3-18)。

第 3 季(夏季)的顯著高值多分布在 85 至 87 年及 97 至 99 年，推測可能有十至十四年的高峯週期。高值出現在民國 85 年的植物性浮游生物及蟹幼生，87 年的植物性浮游生物，97 年的蝦幼生，98 年的動物性浮游生物、仔魚跟蝦幼生，而 99 年則有魚卵及蝦幼生的顯著夏季高值，顯示蝦幼生在近年持續出現顯著的夏季高值。夏季的顯著低值出現在民國 88 年的動物性浮游生物、蟹幼生及蝦幼生，91 年的植物性浮游生物，93 年的魚卵，95 年的仔魚，而 98 年度則有植物性浮游生物的顯著夏季低值。至於本年度浮游生物的夏季豐(密)度值皆在正常的變動範圍內(表 3-19)。

第 4 季(秋季)的情形與第 3 季(夏季)相似，高值多分佈在 85 至 87 年及 93 至 99 年，推測其高峯週期可能為八至十年。顯著的秋季高值出現在 85 年的魚卵及蝦幼生，87 年的植物性浮游生物，93 及 94 年的蝦幼生，95 年的蟹幼生，96 年的蝦幼生，97 年的仔魚及蝦幼生，98 年的蝦幼生，至於 99 年則有動物性浮游生物及蝦幼生出現顯著的秋季高值，可知蝦幼生在近年有持續性的秋季高值出現。至於秋季有明顯偏低的情形多集中在民國 88 及 90 年，分別是仔魚及蟹幼生，以及動物性及植物性浮游生物、魚卵與蝦幼生，近年的秋季低值則僅出現在 99 年的魚卵與 100 年的植物性浮游生物(表 3-19)。

綜合上述，本年度出現動物性浮游生物及蝦幼生的顯著冬季(第 1 季)高值，以及植物性浮游生物的顯著秋季(第 4 季)低值，至於春夏季(第 2、3 季)的浮游生物豐(密)度皆符合正常的變動。總言之，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，由目前的數據看來，其振幅可能高達八至十四年。

五、結論

100 年度四季的種類組成，動物性浮游生物在第 1 季的 18 和 21 測站、第 2 季的

18 和 24 測站、第 3 季的 18 測站以及第 4 季的 21、23 及 20 測站，而植物性浮游生物則是在第 1 季的 24 測站、第 2 季的 22 和 23 測站、第 3 季的 21 測站以及第 4 季的 24 及 14 測站之物種組成異於其他測站。豐(密)度值變化情形，100 年前三季的動物性浮游生物豐度皆為歷年同季的最高或次高值，延續自 98 年以來持續出現明顯高峯的情形，且近三年的年平均值亦明顯高於往年。經濟性蝦蟹幼生則是出現歷年的冬季(第 1 季)最高值，至於魚卵與仔魚則是四季皆符合正常的季節變化。濃縮法及沉澱法所分析之植物性浮游生物維持自 99 年以來的偏低現象，濃縮法在第 4 季及沉澱法在前三季的調查結果皆是歷年同季的最低或次低值，須密切追蹤其後續變化。

六、附表及附圖

表3-1 民國100年2月24日第三核能發電廠附近海域監測站表層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	164,541	46,080	52,644	87,755	66,580	16.34	143,743	168,059	78,485	130,096	46,320	19.04	140,566	42,302	91,434	69,483	20.52
Foraminifera 有孔蟲	1,159	2,409	2,327	1,965	699	0.37	1,629	940	2,926	1,832	1,009	0.27	4,632	1,614	3,123	2,134	0.70
Radiolaria 放射蟲	218	186	628	344	246	0.06	251	252	0	168	145	0.02	0	0	0	0	0.00
Medusa 水母	3,258	5,566	4,137	4,320	1,165	0.80	3,002	6,162	13,822	7,662	5,564	1.12	10,050	2,414	6,232	5,399	1.40
Siphonophore 管水母	5,033	10,939	6,633	7,535	3,054	1.40	6,519	10,879	16,462	11,287	4,984	1.65	9,564	3,167	6,365	4,523	1.43
Ctenophora 櫛水母	218	371	212	267	90	0.05	0	1,343	242	529	716	0.08	658	0	329	465	0.07
Cladocera 枝角類	1,697	1,760	3,630	2,362	1,098	0.44	10,429	15,530	1,473	9,144	7,116	1.34	2,244	450	1,347	1,269	0.30
Copepoda nauplius 橈足類幼生	0	93	0	31	54	0.01	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0.00
Calanoida 哲水蚤	343,319	397,929	246,099	329,116	76,905	61.29	232,477	253,201	490,849	325,509	143,563	47.64	310,341	172,537	241,439	97,442	54.19
Cyclopoida 劍水蚤	30,891	45,528	15,246	30,555	15,144	5.69	6,002	6,262	33,746	15,337	15,943	2.24	9,921	11,551	10,736	1,153	2.41
Harpacticoida 猛水蚤	529	557	637	574	56	0.11	0	0	1,600	533	924	0.08	858	178	518	480	0.12
Amphipoda 端腳類	1,983	1,670	1,921	1,858	166	0.35	502	1,092	242	612	435	0.09	672	780	726	77	0.16
Crab megalopa 大眼幼生	0	0	101	34	59	0.01	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0.00
Crab larvae 蟹幼生	0	1,298	941	746	671	0.14	3,251	1,981	1,148	2,126	1,059	0.31	872	754	813	83	0.18
Shrimp larvae 蝦幼生	4,444	10,007	5,402	6,618	2,974	1.23	7,400	3,424	10,462	7,095	3,529	1.04	2,659	1,766	2,213	631	0.50
Mysidacea 糠蝦類	0	1,020	212	411	538	0.08	0	0	0	0	0	0.00	0	106	53	75	0.01
Euphausiacea 磷蝦類	0	464	0	155	268	0.03	254	0	0	85	146	0.01	0	0	0	0	0.00
Sergestidae 櫻蝦類	1,075	372	111	519	499	0.10	498	0	663	387	345	0.06	214	568	391	250	0.09
Luciferinae 螢蝦類	311	3,337	314	1,321	1,746	0.25	878	1,981	3,475	2,111	1,303	0.31	214	555	385	241	0.09
Other Decapoda 其他十足類	0	93	0	31	54	0.01	127	0	0	42	73	0.01	229	271	250	30	0.06
Ostracoda 介形類	4,924	4,731	1,294	3,649	2,042	0.68	2,246	873	2,200	1,773	780	0.26	214	959	586	526	0.13
Pteropoda 翼足類	0	0	0	0	0	0.00	0	0	210	70	121	0.01	0	0	0	0	0.00
Heteropoda 異足類	5,326	10,476	6,290	7,364	2,738	1.37	13,471	8,662	21,236	14,456	6,345	2.12	3,817	5,132	4,474	930	1.00
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	1,738	743	434	972	681	0.18	629	722	485	612	120	0.09	457	436	447	15	0.10
Chaetognatha 毛顎類	3,184	17,342	6,768	9,098	7,361	1.69	11,031	8,158	22,410	13,867	7,537	2.03	3,545	8,273	5,909	3,343	1.33
Appendicularia 有尾類	17,657	35,679	17,177	23,504	10,546	4.38	77,576	116,386	75,392	89,785	23,063	13.14	58,469	28,216	43,342	21,392	9.73
Thaliacae 海桶類	7,552	16,416	11,982	11,983	4,432	2.23	39,014	52,713	27,803	39,843	12,476	5.83	30,821	10,151	20,486	14,616	4.60
Polychaeta 多毛類	1,168	1,945	840	1,318	568	0.25	1,510	1,377	1,957	1,615	304	0.24	872	721	796	107	0.18
Barnacle nauplius 藤壺幼生	521	0	0	174	301	0.03	0	0	0	0	0	0.00	214	0	107	152	0.02
Echinodermata larvae 棘皮動物幼生	756	186	1,081	674	453	0.13	502	218	1,390	704	611	0.10	443	271	357	122	0.08
Fish egg 魚卵	1,470	1,113	2,042	1,542	469	0.29	7,034	9,183	1,568	5,929	3,926	0.87	2,430	2,903	2,667	334	0.60
Fish larvae 仔稚魚	101	372	212	228	136	0.04	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0.00
Other 其他	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0.00
TOTAL	603,073	618,680	389,319	537,024	128,154	100.00	569,976	669,399	810,247	683,207	120,729	100.00	594,977	296,075	445,526	211,355	100.00
Biomass 生物量：																	
Wet wt. 濕重 (g/1000 m^3)	63.2	94.7	61.4	73.1	18.8		53.5	128.0	102.7	94.8	37.9		117.7	102.3	110.0	10.8	
Dry wt. 乾重 (g/1000 m^3)	4.3	5.3	2.9	4.2	1.2		3.5	4.2	6.6	4.8	1.6		4.4	3.0	3.7	1.0	
Displa. V. 排水容積量 (ml/1000 m^3)	103.0	116.0	72.1	97.0	22.5		181.1	112.8	96.0	130.0	45.1		141.2	79.3	110.2	43.7	
Settling V. 生物沉澱量 (ml/1000 m^3)	305.6	672.0	397.1	458.2	190.7		375.6	563.5	742.8	560.6	183.6		691.5	641.5	666.5	35.4	
Impurity 雜質 (%)	4.5	3.7	2.0	3.4	1.3		5.0	3.3	3.8	4.0	0.9		2.8	4.5	3.6	1.2	
Species NO. 種類數	25	29	27	31			24	22	24	27			25	24	26		
Simpson's Dominance Index優勢種指數	0.4025	0.4306	0.4237	0.4090			0.2551	0.2441	0.3903	0.2861			0.3412	0.3733	0.3488		
Shannon-Weiner Index歧異度指數	1.3326	1.4932	1.4884	1.4729			1.7721	1.7569	1.5459	1.7331			1.5028	1.5487	1.5357		
Evenness 均勻度指數	0.4140	0.4434	0.4516	0.4289			0.5576	0.5684	0.4864	0.5258			0.4669	0.4873	0.4713		

表3-2 民國100年2月24日第三核能發電廠附近海域監測站垂直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	84,424	590,576	450,834	375,278	261,398	11.80	727,565	419,666	679,873	609,035	165,723	12.10	450,827	488,847	469,837	26,884	10.73
Foraminifera 有孔蟲	3,882	28,242	42,760	24,961	19,645	0.79	108,723	45,546	39,349	64,540	38,389	1.28	35,419	36,459	35,939	736	0.82
Radiolaria 放射蟲	1,088	0	1,784	957	899	0.03	2,620	2,891	0	1,837	1,597	0.04	0	0	0	0	0.00
Medusa 水母	17,176	51,530	113,216	60,641	48,664	1.91	109,659	88,386	98,083	98,709	10,650	1.96	111,168	103,454	107,311	5,454	2.45
Siphonophore 管水母	5,339	18,894	46,476	23,570	20,963	0.74	40,046	34,321	38,769	37,712	3,005	0.75	21,867	47,891	34,879	18,402	0.80
Ctenophora 櫛水母	0	2,444	0	815	1,411	0.03	0	4,675	41,006	15,227	22,447	0.30	5,849	0	2,924	4,136	0.07
Cladocera 枝角類	1,168	9,546	10,554	7,089	5,153	0.22	80,653	3,229	9,361	31,081	43,040	0.62	3,288	26,932	15,110	16,719	0.35
Copepoda nauplius 橈足類幼生	0	1,552	0	517	896	0.02	1,310	3,567	0	1,626	1,805	0.03	0	1,905	953	1,347	0.02
Calanoida 哲水蚤	268,570	2,174,913	2,873,915	1,772,466	1,348,491	55.74	1,994,630	1,911,960	2,663,409	2,189,999	412,063	43.50	1,805,007	3,319,401	2,562,204	1,070,838	58.51
Cyclopoida 劍水蚤	19,482	80,498	365,266	155,082	184,563	4.88	153,822	342,504	168,663	221,663	104,914	4.40	85,326	125,958	105,642	28,731	2.41
Harpacticoida 猛水蚤	5,579	14,005	29,877	16,487	12,338	0.52	6,550	13,255	14,994	11,600	4,459	0.23	9,137	10,608	9,872	1,041	0.23
Amphipoda 端腳類	669	10,900	20,017	10,529	9,680	0.33	5,614	3,229	7,373	5,405	2,080	0.11	9,137	6,437	7,787	1,909	0.18
Crab megalopa 大眼幼生	0	0	2,329	776	1,344	0.02	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0.00
Crab larvae 蟹幼生	0	3,997	6,986	3,661	3,505	0.12	12,164	9,011	11,266	10,814	1,624	0.21	6,059	11,792	8,926	4,054	0.20
Shrimp larvae 蝦幼生	3,343	69,565	86,213	53,040	43,836	1.67	39,859	46,653	86,568	57,694	25,236	1.15	66,020	125,134	95,577	41,800	2.18
Mysidacea 糠蝦類	0	0	1,784	595	1,030	0.02	2,994	0	0	998	1,729	0.02	0	0	0	0	0.00
Euphausiacea 磷蝦類	0	0	0	0	0	0.00	1,310	0	0	437	756	0.01	0	0	0	0	0.00
Sergestidae 櫻蝦類	1,128	7,333	6,441	4,967	3,355	0.16	2,620	4,675	1,905	3,067	1,438	0.06	822	2,266	1,544	1,021	0.04
Luciferinae 螢蝦類	6,158	10,900	21,107	12,722	7,639	0.40	22,456	6,458	1,822	10,246	10,825	0.20	2,466	16,685	9,575	10,054	0.22
Other Decapoda 其他十足類	250	0	11,644	3,964	6,652	0.12	10,292	2,891	3,811	5,665	4,034	0.11	0	1,905	953	1,347	0.02
Ostracoda 介形類	1,876	35,344	43,453	26,891	22,040	0.85	9,918	15,039	24,355	16,437	7,320	0.33	29,971	9,527	19,749	14,456	0.45
Pteropoda 翼足類	0	2,676	9,464	4,046	4,878	0.13	3,930	14,024	1,822	6,592	6,522	0.13	0	2,266	1,133	1,602	0.03
Heteropoda 異足類	11,208	48,458	98,303	52,656	43,699	1.66	99,367	62,799	59,728	73,965	22,052	1.47	41,478	81,981	61,729	28,640	1.41
Cephalopoda larvae 頭足類幼生	0	0	2,329	776	1,344	0.02	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0.00
Bivalvia二枚貝幼生	749	15,558	0	5,436	8,774	0.17	2,620	0	9,361	3,994	4,829	0.08	9,442	4,532	6,987	3,472	0.16
Chaetognatha 毛顎類	9,082	46,410	128,576	61,356	61,133	1.93	48,841	118,863	76,545	81,416	35,264	1.62	83,777	76,162	79,970	5,385	1.83
Appendicularia 有尾類	112,319	353,936	649,669	371,975	269,129	11.70	1,491,809	765,983	1,039,153	1,098,982	366,593	21.83	535,999	563,773	549,886	19,639	12.56
Thaliacae 海桶類	27,695	87,006	186,993	100,565	80,510	3.16	362,660	196,885	425,387	328,311	118,060	6.52	145,669	133,476	139,573	8,621	3.19
Polychaeta 多毛類	3,543	18,002	18,085	13,210	8,372	0.42	6,550	16,146	16,899	13,198	5,770	0.26	18,063	10,248	14,155	5,526	0.32
Barnacle nauplius 藤壺幼生	0	0	1,784	595	1,030	0.02	0	1,784	0	595	1,030	0.01	0	0	0	0	0.00
Echinodermata larvae 棘皮動物幼生	1,587	7,333	20,562	9,827	9,731	0.31	21,707	27,186	16,899	21,931	5,147	0.44	32,226	14,779	23,503	12,337	0.54
Fish egg 魚卵	709	1,784	1,784	1,425	621	0.04	16,842	9,349	7,456	11,216	4,964	0.22	16,323	7,982	12,153	5,898	0.28
Fish larvae 仔稚魚	0	1,552	7,135	2,896	3,752	0.09	1,310	0	0	437	756	0.01	0	2,266	1,133	1,602	0.03
Other 其他	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0.00
TOTAL	587,023	3,692,955	5,259,339	3,179,772	2,378,057	100.00	5,388,438	4,170,976	5,543,860	5,034,425	751,795	100.00	3,525,339	5,232,666	4,379,002	1,207,262	100.00
Biomass 生物量：																	
Wet wt. 濕重 (g/1000 m^3)	184.7	299.6	531.1	338.4	176.5		316.9	289.8	369.5	325.4	40.5		455.5	437.2	446.4	12.9	
Dry wt. 乾重 (g/1000 m^3)	9.6	9.8	35.6	18.4	14.9		17.7	22.3	28.3	22.7	5.3		24.6	31.5	28.1	4.9	
Displa. V. 排水容積量 (ml/1000 m^3)	878.3	1197.4	1532.9	1202.9	327.3		1403.5	1208.6	637.9	1083.3	397.9		532.8	498.9	515.8	24.0	
Settling V. 生物沉澱量 (ml/1000 m^3)	1127.8	1539.3	6750.9	3139.3	3134.5		5613.9	4121.0	5136.1	4957.0	762.4		4568.3	5304.0	4936.2	520.3	
Impurity 雜質 (%)	5.0	7.8	3.8	5.5	2.1		10.0	4.2	4.4	6.2	3.3		7.9	7.5	7.7	0.3	
Species NO. 種類數	23	26	29	32			29	27	25	31			23	26	27		
Simpson's Dominance Index優勢種指數	0.2718	0.3838	0.3293	0.3433			0.2389	0.2649	0.2889	0.2590			0.3063	0.4256	0.3731		
Shannon-Weiner Index歧異度指數	1.7799	1.5288	1.7336	1.6794			1.8373	1.8293	1.7171	1.8189			1.7334	1.4567	1.5826		
Evenness 均勻度指數	0.5677	0.4692	0.5148	0.4846			0.5456	0.5550	0.5334	0.5297			0.5528	0.4471	0.4802		

表3-3 民國100年5月13日第三核能發電廠附近海域監測站表層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	72,819	125,072	154,991	117,627	41,589	24.31	297,471	135,105	182,119	204,898	83,546	32.28	104,989	134,395	119,692	20,793	34.26
Foraminifera 有孔蟲	1,522	733	846	1,034	427	0.21	1,345	1,776	2,838	1,986	768	0.31	1,215	3,695	2,455	1,754	0.70
Radiolaria 放射蟲	340	480	360	393	75	0.08	0	215	92	102	108	0.02	0	231	115	163	0.03
Medusa 水母	3,701	7,626	4,977	5,434	2,002	1.12	5,620	12,641	13,372	10,544	4,280	1.66	22,797	6,104	14,451	11,804	4.14
Siphonophore 管水母	4,625	13,515	7,610	8,583	4,524	1.77	26,454	17,026	15,389	19,623	5,972	3.09	8,743	5,763	7,253	2,107	2.08
Ctenophora 櫛水母	0	258	0	86	149	0.02	396	474	610	493	108	0.08	504	65	285	310	0.08
Cladocera 枝角類	14,378	19,409	2,002	11,930	8,958	2.47	1,504	1,864	1,800	1,722	192	0.27	889	2,405	1,647	1,072	0.47
Copepoda nauplius 橈足類幼生	0	555	148	234	288	0.05	0	0	0	0	0	0.00	0	65	33	46	0.01
Calanoida 哲水蚤	371,046	331,908	88,788	263,914	152,921	54.53	150,949	167,003	444,221	254,058	164,882	40.03	149,108	69,943	109,525	55,979	31.35
Cyclopoida 劍水蚤	29,262	26,027	13,842	23,043	8,131	4.76	13,643	17,669	37,453	22,922	12,745	3.61	18,863	22,295	20,579	2,427	5.89
Harpacticoida 猛水蚤	274	147	106	176	88	0.04	553	531	1,251	778	409	0.12	459	165	312	208	0.09
Amphipoda 端腳類	1,259	4,606	444	2,103	2,206	0.43	1,582	316	733	877	645	0.14	1,023	638	830	272	0.24
Crab megalopa 大眼幼生	101	147	0	83	75	0.02	0	0	92	31	53	0.00	0	100	50	71	0.01
Crab larvae 蟹幼生	0	333	254	196	174	0.04	1,976	272	3,513	1,920	1,621	0.30	1,689	1,456	1,573	165	0.45
Shrimp larvae 蝦幼生	2,680	7,857	2,724	4,420	2,976	0.91	2,096	2,218	4,609	2,974	1,417	0.47	3,038	1,384	2,211	1,169	0.63
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	1,581	296	626	841	0.13	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0.00
Sergestidae 櫻蝦類	36	586	42	221	316	0.05	0	285	152	146	143	0.02	0	0	0	0	0.00
Luciferinae 螢蝦類	101	666	106	291	325	0.06	277	215	610	367	212	0.06	208	0	104	147	0.03
Other Decapoda 其他十足類	0	0	0	0	0	0.00	277	0	0	92	160	0.01	519	100	309	296	0.09
Ostracoda 介形類	507	369	148	341	181	0.07	119	114	336	190	127	0.03	0	100	50	71	0.01
Pteropoda 翼足類	1,331	2,136	951	1,473	605	0.30	2,175	1,460	3,056	2,230	799	0.35	2,638	1,260	1,949	974	0.56
Heteropoda 異足類	4,005	14,963	3,799	7,589	6,387	1.57	47,903	21,017	10,872	26,597	19,135	4.19	14,329	11,625	12,977	1,912	3.71
Cephalopoda larvae 頭足類幼生	0	1,101	42	381	624	0.08	0	0	0	0	0	0.00	74	0	37	52	0.01
Bivalvia二枚貝幼生	340	1,692	232	755	814	0.16	5,340	4,346	184	3,290	2,735	0.52	178	296	237	84	0.07
Chaetognatha 毛顎類	4,812	5,192	3,131	4,378	1,097	0.90	6,051	10,457	19,568	12,025	6,894	1.89	9,306	4,047	6,676	3,719	1.91
Appendicularia 有尾類	11,557	8,883	7,824	9,421	1,924	1.95	11,790	19,451	23,260	18,167	5,842	2.86	8,625	12,365	10,495	2,645	3.00
Thaliacae 海桶類	5,934	7,186	5,561	6,227	851	1.29	44,888	22,524	20,651	29,354	13,485	4.63	27,251	19,809	23,530	5,262	6.74
Polychaeta 多毛類	6,894	15,567	5,689	9,384	5,389	1.94	13,736	4,302	5,100	7,713	5,232	1.22	3,422	5,022	4,222	1,131	1.21
Barnacle nauplius 藤壺幼生	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0	0.00	208	296	252	63	0.07
Echinodermata larvae 棘皮動物幼生	1,116	586	444	715	354	0.15	4,510	1,737	610	2,285	2,007	0.36	385	884	634	352	0.18
Fish egg 魚卵	1,742	3,793	1,689	2,408	1,200	0.50	12,262	4,493	9,651	8,802	3,953	1.39	7,735	4,512	6,124	2,279	1.75
Fish larvae 仔稚魚	710	293	402	468	217	0.10	356	272	520	383	126	0.06	874	607	741	189	0.21
Other 其他	0	0	0	0	0	0.00	277	0	0	92	160	0.01	0	0	0	0	0.00
TOTAL	541,095	603,268	307,444	483,936	155,975	100.00	653,548	447,780	802,661	634,663	178,193	100.00	389,066	309,627	349,347	56,172	100.00
Biomass 生物量：																	
Wet wt. 濕重 (g/1000 m^3)	24.1	46.8	16.8	29.2	15.6		78.0	42.9	47.2	56.0	19.1		58.3	15.2	36.7	30.5	
Dry wt. 乾重 (g/1000 m^3)	2.7	3.6	0.9	2.4	1.4		3.4	2.7	6.0	4.0	1.7		3.1	0.9	2.0	1.5	
Displa. V. 排水容積量 (ml/1000 m^3)	34.1	60.0	71.2	55.1	19.0		195.3	73.4	226.0	164.9	80.7		22.2	45.2	33.7	16.2	
Settling V. 生物沉澱量 (ml/1000 m^3)	110.2	209.9	115.2	145.1	56.1		407.9	304.8	447.0	386.6	73.5		440.8	160.6	300.7	198.1	
Impurity 雜質 (%)	5.4	12.0	5.1	7.5	3.9		5.9	15.4	19.0	13.4	6.8		2.2	4.9	3.5	1.9	
Species NO. 種類數	25	30	28	30			26	26	27	29			26	28	30		
Simpson's Dominance Index優勢種指數	0.4930	0.3513	0.3422	0.3612			0.2741	0.2415	0.3631	0.2725			0.2339	0.2534	0.2291		
Shannon-Weiner Index歧異度指數	1.2583	1.6335	1.5487	1.5455			1.7911	1.8904	1.5366	1.7765			1.9224	1.8903	1.9410		
Evenness 均勻度指數	0.3909	0.4803	0.4648	0.4544			0.5497	0.5802	0.4662	0.5276			0.5900	0.5673	0.5707		

表3-4 民國100年5月13日第三核能發電廠附近海域監測站垂直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	59,692	465,246	496,779	340,572	243,760	13.36	675,807	293,496	671,852	547,052	219,595	20.40	569,932	384,024	476,978	131,457	28.43
Foraminifera 有孔蟲	2,642	29,631	44,417	25,564	21,182	1.00	20,274	20,085	11,947	17,435	4,754	0.65	28,582	36,907	32,745	5,887	1.95
Radiolaria 放射蟲	327	1,048	3,689	1,688	1,770	0.07	975	0	0	325	563	0.01	411	806	609	279	0.04
Medusa 水母	9,158	64,647	80,929	51,578	37,628	2.02	165,128	84,374	75,614	108,372	49,347	4.04	44,804	29,099	36,952	11,105	2.20
Siphonophore 管水母	8,582	43,724	40,120	30,809	19,333	1.21	126,715	30,006	88,194	81,638	48,687	3.04	44,126	25,383	34,755	13,254	2.07
Ctenophora 櫛水母	0	0	0	0	0	0.00	998	0	1,445	814	740	0.03	205	202	204	3	0.01
Cladocera 枝角類	5,793	61,069	101,672	56,178	48,126	2.20	14,785	8,406	10,954	11,381	3,211	0.42	8,301	18,765	13,533	7,399	0.81
Copepoda nauplius 橈足類幼生	1,265	723	6,878	2,955	3,408	0.12	1,474	456	0	643	755	0.02	1,459	1,898	1,678	311	0.10
Calanoida 哲水蚤	374,919	2,759,354	1,392,840	1,509,038	1,196,457	59.19	1,012,411	996,662	1,151,982	1,053,685	85,491	39.29	532,854	606,264	569,559	51,909	33.95
Cyclopoida 劍水蚤	34,103	322,330	163,832	173,422	144,353	6.80	142,986	140,862	262,164	182,004	69,429	6.79	177,984	106,045	142,015	50,869	8.47
Harpacticoida 猛水蚤	1,231	7,733	10,554	6,506	4,781	0.26	6,371	8,750	11,880	9,000	2,763	0.34	5,610	2,587	4,098	2,137	0.24
Amphipoda 端腳類	903	5,999	7,311	4,737	3,385	0.19	7,369	2,650	10,434	6,818	3,921	0.25	2,075	4,705	3,390	1,860	0.20
Crab megalopa 大眼幼生	0	0	635	212	367	0.01	0	0	0	0	0	0.00	205	0	103	145	0.01
Crab larvae 蟹幼生	723	3,939	3,757	2,806	1,807	0.11	4,468	12,311	17,390	11,390	6,510	0.42	8,003	4,284	6,143	2,630	0.37
Shrimp larvae 蝦幼生	4,415	17,345	49,431	23,730	23,177	0.93	14,785	22,512	36,949	24,748	11,250	0.92	12,359	15,560	13,960	2,263	0.83
Mysidacea 糠蝦類	0	0	635	212	367	0.01	0	0	655	218	378	0.01	205	0	103	145	0.01
Euphausiacea 磷蝦類	0	361	2,351	904	1,266	0.04	0	0	723	241	417	0.01	524	1,462	993	663	0.06
Sergestidae 櫻蝦類	181	0	892	358	471	0.01	0	0	1,310	437	756	0.02	0	2,353	1,176	1,664	0.07
Luciferinae 螢蝦類	508	361	9,864	3,578	5,445	0.14	4,422	855	0	1,759	2,345	0.07	0	1,294	647	915	0.04
Other Decapoda 其他十足類	0	1,048	446	498	526	0.02	975	0	0	325	563	0.01	0	202	101	143	0.01
Ostracoda 介形類	689	8,456	2,351	3,832	4,090	0.15	3,447	4,389	0	2,612	2,310	0.10	0	403	202	285	0.01
Pteropoda 翼足類	3,625	9,504	12,594	8,574	4,556	0.34	14,738	9,577	29,451	17,922	10,312	0.67	20,085	5,947	13,016	9,997	0.78
Heteropoda 異足類	6,888	40,147	67,349	38,128	30,281	1.50	114,762	33,288	111,049	86,367	46,005	3.22	56,270	31,429	43,849	17,565	2.61
Cephalopoda larvae 頭足類幼生	181	723	3,432	1,445	1,742	0.06	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0.00
Bivalvia二枚貝幼生	1,344	4,951	6,865	4,386	2,803	0.17	22,537	2,194	0	8,244	12,427	0.31	0	1,420	710	1,004	0.04
Chaetognatha 毛顎類	12,591	27,355	44,931	28,292	16,190	1.11	68,388	59,677	57,682	61,916	5,694	2.31	36,185	26,114	31,149	7,121	1.86
Appendicularia 有尾類	22,043	122,319	108,766	84,376	54,406	3.31	293,920	168,720	134,131	198,924	84,068	7.42	127,160	73,463	100,311	37,969	5.98
Thaliacae 海桶類	15,279	39,207	60,876	38,454	22,808	1.51	168,284	61,491	146,349	125,375	56,402	4.67	132,564	32,207	82,385	70,963	4.91
Polychaeta 多毛類	21,422	69,127	150,819	80,456	65,438	3.16	111,176	38,784	50,138	66,699	38,934	2.49	28,726	41,271	34,998	8,871	2.09
Barnacle nauplius 藤壺幼生	0	0	1,527	509	882	0.02	975	456	19,062	6,831	10,595	0.25	0	487	244	345	0.01
Echinodermata larvae 棘皮動物幼生	0	15,322	27,634	14,319	13,844	0.56	32,610	10,145	2,100	14,952	15,813	0.56	8,640	7,677	8,159	681	0.49
Fish egg 魚卵	1,558	15,394	10,243	9,065	6,993	0.36	45,074	21,377	30,377	32,276	11,962	1.20	31,695	8,478	20,087	16,417	1.20
Fish larvae 仔稚魚	361	2,819	3,243	2,141	1,556	0.08	2,449	1,311	1,445	1,735	622	0.06	3,442	1,781	2,611	1,174	0.16
Other 其他	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0.00
TOTAL	590,423	4,139,880	2,917,661	2,549,321	1,803,169	100.00	3,078,303	2,032,833	2,935,276	2,682,137	566,843	100.00	1,882,408	1,472,516	1,677,462	289,837	100.00
Biomass 生物量：																	
Wet wt. 濕重 (g/1000 m^3)	60.9	276.9	173.8	170.5	108.0		265.4	191.9	217.4	224.9	37.3		96.9	110.6	103.8	9.7	
Dry wt. 乾重 (g/1000 m^3)	5.0	5.4	13.5	8.0	4.8		19.2	14.1	21.2	18.1	3.6		7.8	7.4	7.6	0.3	
Displa. V. 排水容積量 (ml/1000 m^3)	581.6	573.7	286.2	480.5	168.3		1230.1	220.8	344.4	598.5	550.5		233.7	420.9	327.3	132.3	
Settling V. 生物沉澱量 (ml/1000 m^3)	816.4	1187.1	865.2	956.2	201.4		4189.4	2250.7	1481.6	2640.6	1395.4		541.9	743.3	642.6	142.4	
Impurity 雜質 (%)	6.0	9.6	10.9	8.8	2.5		26.4	46.8	14.6	29.3	16.3		8.8	8.9	8.8	0.1	
Species NO. 種類數	26	28	32	32			28	25	25	31			26	30	32		
Simpson's Dominance Index優勢種指數	0.4214	0.4650	0.2682	0.3768			0.1789	0.2777	0.2231	0.2134			0.1936	0.2489	0.2124		
Shannon-Weiner Index歧異度指數	1.5212	1.3608	1.9580	1.6307			2.1690	1.8802	1.9983	2.0666			2.0672	1.9200	2.0251		
Evenness 均勻度指數	0.4669	0.4084	0.5650	0.4705			0.6509	0.5841	0.6208	0.6018			0.6345	0.5645	0.5843		

表3-5 民國100年8月10日第三核能發電廠附近海域監測站表層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	293,111	204,541	272,566	256,740	46,358	31.63	246,431	309,669	119,434	225,178	96,882	25.51	116,085	205,247	160,666	63,047	27.31
Foraminifera 有孔蟲	3,066	1,606	1,261	1,978	958	0.24	1,096	3,591	1,410	2,033	1,359	0.23	2,116	6,351	4,233	2,995	0.72
Radiolaria 放射蟲	715	314	970	666	331	0.08	666	301	221	396	238	0.04	0	918	459	649	0.08
Medusa 水母	11,157	5,894	7,954	8,335	2,652	1.03	2,687	6,515	17,919	9,040	7,924	1.02	8,170	12,934	10,552	3,369	1.79
Siphonophore 管水母	13,893	16,085	38,708	22,895	13,738	2.82	9,781	12,960	26,351	16,364	8,794	1.85	10,874	25,571	18,223	10,392	3.10
Ctenophora 櫛水母	476	1,663	1,172	1,104	596	0.14	1,655	151	3,476	1,761	1,665	0.20	812	1,801	1,306	699	0.22
Cladocera 枝角類	96,738	20,840	51,085	56,221	38,209	6.93	24,871	58,371	4,100	29,114	27,383	3.30	3,570	6,889	5,229	2,347	0.89
Copepoda nauplius 橈足類幼生	0	480	0	160	277	0.02	0	301	1,741	681	931	0.08	2,202	694	1,448	1,066	0.25
Calanoida 哲水蚤	397,851	408,390	203,252	336,498	115,515	41.45	898,364	409,873	185,953	498,064	364,301	56.43	235,771	275,464	255,617	28,067	43.45
Cyclopoida 劍水蚤	65,956	54,768	62,299	61,008	5,705	7.51	26,290	28,036	64,762	39,696	21,725	4.50	33,291	49,467	41,379	11,438	7.03
Harpacticoida 猛水蚤	131	296	287	238	93	0.03	64	50	1,455	523	807	0.06	188	798	493	431	0.08
Amphipoda 端腳類	392	370	752	505	214	0.06	129	1,027	218	458	495	0.05	208	190	199	12	0.03
Crab megalopa 大眼幼生	0	0	44	15	26	0.00	408	50	0	153	223	0.02	0	0	0	0	0.00
Crab larvae 蟹幼生	2,874	12,800	5,808	7,161	5,100	0.88	322	2,997	492	1,270	1,498	0.14	793	1,557	1,175	540	0.20
Shrimp larvae 蝦幼生	7,138	10,583	6,669	8,130	2,137	1.00	279	2,688	1,464	1,477	1,204	0.17	1,652	4,914	3,283	2,307	0.56
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	332	44	125	180	0.02	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0.00
Sergestidae 櫻蝦類	407	1,221	0	543	622	0.07	0	0	161	54	93	0.01	47	865	456	579	0.08
Luciferinae 螢蝦類	131	628	44	268	315	0.03	0	0	107	36	62	0.00	151	87	119	45	0.02
Other Decapoda 其他十足類	0	222	0	74	128	0.01	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0.00
Ostracoda 介形類	177	240	287	235	55	0.03	0	259	54	104	137	0.01	0	484	242	343	0.04
Pteropoda 翼足類	2,636	2,973	4,107	3,238	771	0.40	1,827	4,584	4,004	3,472	1,453	0.39	6,280	8,686	7,483	1,702	1.27
Heteropoda 異足類	1,936	1,938	3,488	2,454	895	0.30	1,548	1,228	2,818	1,864	841	0.21	4,078	6,247	5,163	1,534	0.88
Cephalopoda larvae 頭足類幼生	131	0	44	58	66	0.01	0	50	54	35	30	0.00	47	0	24	33	0.00
Bivalvia二枚貝幼生	0	0	0	0	0	0.00	0	0	110	37	64	0.00	94	277	186	129	0.03
Chaetognatha 毛顎類	6,639	10,310	5,347	7,432	2,575	0.92	4,084	5,352	14,639	8,025	5,763	0.91	31,745	14,035	22,890	12,523	3.89
Appendicularia 有尾類	9,083	11,051	7,676	9,270	1,695	1.14	28,203	17,598	15,856	20,552	6,683	2.33	12,020	33,606	22,813	15,263	3.88
Thaliacae 海桶類	9,037	13,949	13,477	12,154	2,710	1.50	9,759	3,425	4,839	6,008	3,325	0.68	6,409	13,138	9,774	4,758	1.66
Polychaeta 多毛類	991	2,327	755	1,358	847	0.17	258	819	1,303	793	523	0.09	604	2,962	1,783	1,667	0.30
Barnacle nauplius 藤壺幼生	0	74	198	91	100	0.01	0	209	0	70	120	0.01	255	174	214	58	0.04
Echinodermata larvae 棘皮動物幼生	415	554	1,326	765	491	0.09	537	251	1,300	696	542	0.08	1,541	2,439	1,990	635	0.34
Fish egg 魚卵	9,298	9,365	15,698	11,454	3,676	1.41	2,966	9,396	30,275	14,212	14,277	1.61	13,198	7,151	10,175	4,275	1.73
Fish larvae 仔稚魚	261	406	1,237	635	526	0.08	322	668	382	457	185	0.05	746	588	667	111	0.11
Other 其他	46	0	0	15	27	0.00	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0.00
TOTAL	934,686	794,223	706,556	811,822	115,078	100.00	1,262,551	880,420	504,897	882,622	378,832	100.00	492,947	683,537	588,242	134,767	100.00
Biomass 生物量：																	
Wet wt. 濕重 (g/1000 m^3)	34.1	34.7	53.6	40.8	11.1		41.4	33.7	39.3	38.2	4.0		34.3	35.1	34.7	0.5	
Dry wt. 乾重 (g/1000 m^3)	3.2	2.8	3.0	3.0	0.2		4.6	2.8	2.6	3.4	1.1		2.9	2.4	2.7	0.4	
Displa. V. 排水容積量 (ml/1000 m^3)	65.8	67.0	85.8	72.9	11.2		96.9	89.5	81.1	89.2	7.9		41.8	83.4	62.6	29.4	
Settling V. 生物沉澱量 (ml/1000 m^3)	188.0	180.4	267.2	211.9	48.1		134.6	141.0	247.4	174.3	63.4		362.3	264.5	313.4	69.2	
Impurity 雜質 (%)	6.0	3.5	11.0	6.8	3.8		2.5	2.5	22.0	9.0	11.3		41.5	6.5	24.0	24.7	
Species NO. 種類數	27	29	28	32			23	27	28	30			27	28	29		
Simpson's Dominance Index優勢種指數	0.2960	0.3379	0.2490	0.2840			0.5459	0.3468	0.2178	0.3880			0.2955	0.2634	0.2737		
Shannon-Weiner Index歧異度指數	1.5733	1.5756	1.8049	1.6758			0.9767	1.4219	1.9378	1.3946			1.7186	1.8161	1.7931		
Evenness 均勻度指數	0.4774	0.4679	0.5416	0.4835			0.3115	0.4314	0.5815	0.4100			0.5215	0.5450	0.5325		

表3-6 民國100年8月10日第三核能發電廠附近海域監測站垂直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	111,489	432,818	503,307	349,204	208,863	19.01	1,400,117	663,956	374,499	812,857	528,774	23.78	395,700	456,594	426,147	43,059	20.69
Foraminifera 有孔蟲	7,197	23,743	21,347	17,429	8,942	0.95	59,631	15,613	27,713	34,319	22,740	1.00	51,515	27,728	39,621	16,820	1.92
Radiolaria 放射蟲	4,066	2,842	2,741	3,217	738	0.18	1,951	582	1,086	1,206	692	0.04	1,200	1,123	1,161	54	0.06
Medusa 水母	15,844	52,354	64,265	44,155	25,230	2.40	116,557	113,367	41,207	90,377	42,612	2.64	63,700	66,678	65,189	2,106	3.16
Siphonophore 管水母	13,578	23,028	36,644	24,417	11,595	1.33	48,369	50,597	29,843	42,937	11,394	1.26	28,186	38,278	33,232	7,136	1.61
Ctenophora 櫛水母	2,203	3,789	5,587	3,860	1,693	0.21	5,698	7,145	2,660	5,168	2,289	0.15	5,767	6,639	6,203	616	0.30
Cladocera 枝角類	15,253	119,290	87,024	73,856	53,254	4.02	223,070	101,777	24,273	116,373	100,199	3.40	34,155	105,222	69,689	50,252	3.38
Copepoda nauplius 橈足類幼生	202	1,371	1,143	905	620	0.05	3,303	14,766	19,288	12,452	8,240	0.36	7,747	3,227	5,487	3,196	0.27
Calanoida 哲水蚤	361,170	1,522,595	1,000,952	961,572	581,713	52.34	1,618,184	1,754,072	1,077,192	1,483,149	358,074	43.38	730,880	930,681	830,780	141,281	40.33
Cyclopoida 劍水蚤	37,372	194,333	155,562	129,089	81,761	7.03	150,110	400,491	176,930	242,510	137,470	7.09	142,360	185,406	163,883	30,438	7.96
Harpacticoida 猛水蚤	233	0	1,942	725	1,060	0.04	5,389	8,468	2,172	5,343	3,148	0.16	2,457	3,998	3,227	1,089	0.16
Amphipoda 端腳類	667	524	6,386	2,526	3,344	0.14	1,951	3,652	1,198	2,267	1,257	0.07	2,876	2,338	2,607	381	0.13
Crab megalopa 大眼幼生	0	0	799	266	461	0.01	1,198	0	487	562	602	0.02	361	0	181	256	0.01
Crab larvae 蟹幼生	1,102	5,885	40,416	15,801	21,451	0.86	11,551	11,009	8,801	10,454	1,457	0.31	8,398	21,789	15,093	9,469	0.73
Shrimp larvae 蝦幼生	5,477	27,320	26,815	19,871	12,468	1.08	12,749	14,184	14,943	13,959	1,114	0.41	19,152	25,439	22,295	4,446	1.08
Mysidacea 糠蝦類	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0	0.00	0	911	456	644	0.02
Euphausiacea 磷蝦類	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0.00
Sergestidae 櫻蝦類	1,039	1,048	1,255	1,114	122	0.06	3,226	0	975	1,400	1,654	0.04	1,142	4,838	2,990	2,614	0.15
Luciferinae 螢蝦類	434	736	1,942	1,037	798	0.06	599	953	1,086	879	252	0.03	781	2,197	1,489	1,001	0.07
Other Decapoda 其他十足類	0	0	456	152	263	0.01	0	0	599	200	346	0.01	0	374	187	265	0.01
Ostracoda 介形類	605	1,572	2,054	1,410	738	0.08	2,550	582	1,462	1,531	986	0.04	1,142	3,157	2,149	1,425	0.10
Pteropoda 翼足類	5,522	21,303	10,270	12,365	8,096	0.67	24,977	22,335	28,910	25,407	3,309	0.74	21,652	17,677	19,665	2,811	0.95
Heteropoda 異足類	4,872	7,981	8,119	6,991	1,836	0.38	16,941	17,518	18,800	17,753	952	0.52	17,345	11,808	14,577	3,915	0.71
Cephalopoda larvae 頭足類幼生	466	0	344	270	241	0.01	0	476	0	159	275	0.00	0	304	152	215	0.01
Bivalvia二枚貝幼生	466	423	0	296	258	0.02	1,951	476	1,086	1,171	741	0.03	0	1,052	526	744	0.03
Chaetognatha 毛顎類	17,922	33,597	50,231	33,917	16,156	1.85	56,154	114,373	136,990	102,506	41,704	3.00	50,445	46,387	48,416	2,870	2.35
Appendicularia 有尾類	30,565	124,704	96,749	84,006	48,346	4.57	378,183	190,480	233,567	267,410	98,321	7.82	248,729	120,377	184,553	90,759	8.96
Thaliacae 海桶類	8,907	12,919	44,771	22,199	19,650	1.21	53,623	40,488	35,358	43,157	9,420	1.26	42,149	43,463	42,806	930	2.08
Polychaeta 多毛類	8,612	6,510	15,088	10,070	4,471	0.55	4,945	9,844	6,782	7,190	2,475	0.21	22,187	27,934	25,061	4,064	1.22
Barnacle nauplius 藤壺幼生	0	0	0	0	0	0.00	0	0	487	162	281	0.00	2,761	678	1,719	1,473	0.08
Echinodermata larvae 棘皮動物幼生	806	3,689	5,938	3,478	2,572	0.19	5,698	8,204	9,776	7,893	2,057	0.23	20,409	11,081	15,745	6,596	0.76
Fish egg 魚卵	2,374	12,284	15,058	9,905	6,668	0.54	23,856	108,234	52,223	61,437	42,937	1.80	7,979	13,983	10,981	4,246	0.53
Fish larvae 仔稚魚	1,335	1,582	6,282	3,066	2,787	0.17	7,649	3,969	8,314	6,644	2,340	0.19	1,980	5,050	3,515	2,171	0.17
Other 其他	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0.00
TOTAL	659,777	2,638,242	2,213,486	1,837,168	1,041,533	100.00	4,240,182	3,677,612	2,338,710	3,418,835	976,792	100.00	1,933,156	2,186,412	2,059,784	179,079	100.00
Biomass 生物量：																	
Wet wt. 濕重 (g/1000 m^3)	30.1	125.2	140.5	98.6	59.8		222.4	241.0	140.8	201.4	53.3		102.0	133.2	117.6	22.1	
Dry wt. 乾重 (g/1000 m^3)	4.2	8.1	8.3	6.9	2.3		16.5	15.4	8.1	13.3	4.5		6.4	9.1	7.8	1.9	
Displa. V. 排水容積量 (ml/1000 m^3)	324.2	378.4	513.5	405.4	97.5		618.1	1487.2	393.4	832.9	577.7		761.7	321.4	541.6	311.4	
Settling V. 生物沉澱量 (ml/1000 m^3)	324.2	703.4	799.2	608.9	251.2		2016.7	1884.2	1681.6	1860.8	168.8		1369.5	1017.0	1193.3	249.3	
Impurity 雜質 (%)	14.0	3.5	5.5	7.7	5.6		26.5	12.5	42.5	27.2	15.0		12.5	26.5	19.5	9.9	
Species NO. 種類數	28	26	29	30			28	27	30	31			28	31	32		
Simpson's Dominance Index優勢種指數	0.3366	0.3706	0.2674	0.3204			0.2682	0.2786	0.2587	0.2595			0.2109	0.2402	0.2242		
Shannon-Weiner Index歧異度指數	1.7158	1.5378	1.8723	1.7125			1.7348	1.8015	1.9052	1.8412			2.0450	1.9835	2.0292		
Evenness 均勻度指數	0.5149	0.4720	0.5560	0.5035			0.5206	0.5466	0.5601	0.5362			0.6137	0.5776	0.5855		

表3-7 民國100年11月19日第三核能發電廠附近海域監測站表層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	118,890	76,316	90,325	95,177	21,698	50.61	97,416	105,817	114,087	105,773	8,336	31.96	73,384	90,578	81,981	12,158	43.90
Foraminifera 有孔蟲	1,198	795	1,694	1,229	450	0.65	324	2,867	2,032	1,741	1,296	0.53	1,119	959	1,039	113	0.56
Radiolaria 放射蟲	167	66	271	168	102	0.09	0	79	132	70	66	0.02	203	41	122	114	0.07
Medusa 水母	1,389	4,399	1,425	2,404	1,727	1.28	20,652	3,750	2,607	9,003	10,104	2.72	1,844	1,974	1,909	92	1.02
Siphonophore 管水母	11,410	22,533	6,889	13,611	8,051	7.24	37,277	15,362	19,593	24,077	11,625	7.27	10,916	15,780	13,348	3,439	7.15
Ctenophora 櫛水母	127	313	154	198	100	0.11	1,049	125	332	502	485	0.15	76	224	150	104	0.08
Cladocera 枝角類	515	1,045	252	604	404	0.32	243	171	0	138	125	0.04	0	0	0	0	0.00
Copepoda nauplius 橈足類幼生	2,024	3,397	2,379	2,600	712	1.38	8,831	1,582	1,514	3,975	4,205	1.20	1,189	1,731	1,460	383	0.78
Calanoida 哲水蚤	39,545	65,747	21,959	42,417	22,035	22.56	294,964	32,057	93,768	140,263	137,482	42.38	56,177	43,597	49,887	8,895	26.71
Cyclopoida 劍水蚤	8,383	9,716	7,723	8,608	1,015	4.58	21,639	6,175	10,729	12,848	7,947	3.88	8,770	11,521	10,145	1,945	5.43
Harpacticoida 猛水蚤	93	264	62	140	109	0.07	2,896	119	64	1,026	1,620	0.31	317	640	479	228	0.26
Amphipoda 端腳類	151	508	95	251	224	0.13	804	40	64	302	434	0.09	44	128	86	59	0.05
Crab megalopa 大眼幼生	0	0	0	0	0	0.00	0	40	0	13	23	0.00	0	0	0	0	0.00
Crab larvae 蟹幼生	643	1,530	474	882	567	0.47	3,940	1,071	1,246	2,086	1,608	0.63	558	685	622	90	0.33
Shrimp larvae 蝦幼生	2,135	3,643	877	2,219	1,385	1.18	4,570	1,634	2,020	2,741	1,596	0.83	882	709	795	122	0.43
Mysidacea 糠蝦類	0	75	0	25	43	0.01	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0.00
Euphausiacea 磷蝦類	29	29	0	19	17	0.01	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0.00
Sergestidae 櫻蝦類	441	669	192	434	238	0.23	3,460	284	268	1,337	1,839	0.40	159	41	100	83	0.05
Luciferinae 螢蝦類	470	841	30	447	406	0.24	889	82	774	582	436	0.18	0	0	0	0	0.00
Other Decapoda 其他十足類	0	0	33	11	19	0.01	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0.00
Ostracoda 介形類	64	577	157	266	273	0.14	491	0	64	185	267	0.06	82	46	64	26	0.03
Pteropoda 翼足類	1,256	4,117	1,506	2,293	1,585	1.22	3,934	827	3,865	2,875	1,774	0.87	2,367	872	1,620	1,057	0.87
Heteropoda 異足類	1,567	3,540	786	1,964	1,420	1.04	7,491	1,542	1,310	3,448	3,503	1.04	1,178	1,714	1,446	379	0.77
Cephalopoda larvae 頭足類幼生	0	0	0	0	0	0.00	0	40	0	13	23	0.00	0	0	0	0	0.00
Bivalvia二枚貝幼生	35	29	65	43	20	0.02	237	82	64	128	95	0.04	0	0	0	0	0.00
Chaetognatha 毛顎類	905	5,289	658	2,284	2,605	1.21	10,717	898	2,883	4,833	5,192	1.46	4,460	1,425	2,942	2,146	1.58
Appendicularia 有尾類	3,282	2,349	1,284	2,305	1,000	1.23	3,718	4,743	4,578	4,346	551	1.31	3,188	2,403	2,796	555	1.50
Thaliacae 海桶類	2,547	5,484	3,161	3,731	1,549	1.98	6,390	1,373	1,190	2,984	2,950	0.90	866	1,206	1,036	240	0.55
Polychaeta 多毛類	475	1,008	807	763	269	0.41	1,374	1,386	783	1,181	345	0.36	729	1,575	1,152	599	0.62
Barnacle nauplius 藤壺幼生	146	454	249	283	157	0.15	649	82	132	288	314	0.09	0	87	43	61	0.02
Echinodermata larvae 棘皮動物幼生	1,413	1,611	1,808	1,610	197	0.86	1,359	2,344	2,164	1,956	525	0.59	1,128	2,112	1,620	696	0.87
Fish egg 魚卵	575	1,163	1,338	1,025	399	0.55	1,923	577	3,558	2,019	1,493	0.61	16,897	6,769	11,833	7,162	6.34
Fish larvae 仔稚魚	0	115	0	38	66	0.02	567	0	132	233	297	0.07	82	82	82	0	0.04
Other 其他	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0.00
TOTAL	199,875	217,620	146,655	188,050	36,931	100.00	537,802	185,151	269,952	330,968	184,073	100.00	186,615	186,900	186,758	202	100.00
Biomass 生物量：																	
Wet wt. 濕重 (g/1000 m^3)	21.7	43.7	27.6	31.0	11.4		65.2	19.6	21.5	35.4	25.8		26.0	24.8	25.4	0.9	
Dry wt. 乾重 (g/1000 m^3)	0.4	4.7	7.8	4.3	3.7		10.0	3.8	0.8	4.9	4.7		10.0	0.3	5.2	6.8	
Displa. V. 排水容積量 (ml/1000 m^3)	31.9	53.1	32.2	39.0	12.2		188.0	25.2	36.9	83.4	90.8		36.3	49.1	42.7	9.0	
Settling V. 生物沉澱量 (ml/1000 m^3)	96.7	168.7	85.0	116.8	45.3		311.6	84.0	101.9	165.8	126.6		92.7	117.7	105.2	17.6	
Impurity 雜質 (%)	2.0	6.5	23.8	10.8	11.5		7.2	3.2	10.1	6.8	3.5		37.5	16.5	27.0	14.8	
Species NO. 種類數	28	30	28	31			27	28	27	30			24	25	25		
Simpson's Dominance Index優勢種指數	0.3989	0.2301	0.4083	0.3160			0.3429	0.3665	0.3073	0.2903			0.2604	0.3024	0.2771		
Shannon-Weiner Index歧異度指數	1.4616	1.9703	1.5150	1.7152			1.6596	1.5743	1.6138	1.7188			1.7667	1.6813	1.7415		
Evenness 均勻度指數	0.4386	0.5793	0.4546	0.4995			0.5035	0.4724	0.4897	0.5054			0.5559	0.5223	0.5410		

表3-8 民國100年11月19日第三核能發電廠附近海域監測站垂直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	211,543	182,282	70,244	154,690	74,581	29.69	371,664	312,127	242,497	308,763	64,650	22.35	248,513	271,254	259,883	16,080	30.52
Foraminifera 有孔蟲	5,537	10,124	7,499	7,720	2,302	1.48	18,772	11,128	16,507	15,469	3,926	1.12	15,719	14,016	14,867	1,204	1.75
Radiolaria 放射蟲	1,520	1,524	1,441	1,495	47	0.29	3,214	1,882	953	2,016	1,137	0.15	1,169	1,898	1,533	516	0.18
Medusa 水母	26,679	11,236	6,550	14,821	10,533	2.84	13,121	59,163	9,985	27,423	27,532	1.98	28,486	19,860	24,173	6,099	2.84
Siphonophore 管水母	35,324	15,590	8,351	19,755	13,961	3.79	44,633	90,664	37,356	57,551	28,907	4.17	58,966	46,516	52,741	8,803	6.19
Ctenophora 櫛水母	1,083	1,227	295	868	502	0.17	1,115	2,813	1,386	1,772	912	0.13	1,392	230	811	821	0.10
Cladocera 枝角類	1,738	381	131	750	865	0.14	5,753	3,745	373	3,290	2,719	0.24	181	576	378	279	0.04
Copepoda nauplius 橈足類幼生	17,457	16,054	1,965	11,825	8,568	2.27	54,995	39,425	17,020	37,146	19,090	2.69	15,880	9,688	12,784	4,379	1.50
Calanoida 哲水蚤	341,766	181,908	46,306	189,993	147,896	36.47	402,779	1,144,060	425,665	657,502	421,528	47.59	304,393	304,820	304,606	302	35.78
Cyclopoida 劍水蚤	31,036	38,599	6,058	25,231	17,029	4.84	56,286	83,577	36,287	58,717	23,738	4.25	33,214	38,846	36,030	3,983	4.23
Harpacticoida 猛水蚤	4,288	953	0	1,747	2,252	0.34	1,115	10,366	2,785	4,755	4,930	0.34	3,813	2,310	3,062	1,063	0.36
Amphipoda 端腳類	1,153	191	0	448	618	0.09	616	3,178	476	1,424	1,521	0.10	446	564	505	83	0.06
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	6,279	3,406	0	3,228	3,143	0.62	9,129	17,510	12,959	13,199	4,195	0.96	7,923	8,203	8,063	198	0.95
Shrimp larvae 蝦幼生	11,658	6,092	458	6,069	5,600	1.16	11,653	23,501	11,878	15,678	6,777	1.13	6,839	9,512	8,176	1,891	0.96
Mysidacea 糠蝦類	0	0	0	0	0	0.00	308	0	0	103	178	0.01	0	0	0	0	0.00
Euphausiacea 磷蝦類	0	191	0	64	110	0.01	0	566	0	189	327	0.01	0	0	0	0	0.00
Sergestidae 櫻蝦類	2,384	506	720	1,204	1,028	0.23	4,344	17,510	6,107	9,320	7,147	0.67	3,844	1,759	2,801	1,475	0.33
Luciferinae 螢蝦類	3,816	191	0	1,336	2,150	0.26	2,657	6,092	269	3,006	2,928	0.22	2,061	2,680	2,370	438	0.28
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	943	846	0	596	519	0.11	1,864	2,348	983	1,732	692	0.13	223	333	278	78	0.03
Pteropoda 翼足類	10,663	3,025	2,620	5,436	4,531	1.04	8,615	20,178	7,047	11,947	7,171	0.86	7,392	12,399	9,896	3,540	1.16
Heteropoda 異足類	16,557	5,544	1,081	7,727	7,966	1.48	6,634	22,387	4,617	11,213	9,730	0.81	6,416	7,567	6,991	814	0.82
Cephalopoda larvae 頭足類幼生	0	0	0	0	0	0.00	0	283	134	139	142	0.01	0	0	0	0	0.00
Bivalvia二枚貝幼生	725	42	131	299	371	0.06	250	1,680	0	643	907	0.05	0	333	167	236	0.02
Chaetognatha 毛顎類	29,211	8,122	4,585	13,973	13,315	2.68	7,617	59,351	20,641	29,203	26,909	2.11	22,804	17,242	20,023	3,933	2.35
Appendicularia 有尾類	30,425	7,825	9,333	15,861	12,635	3.04	46,996	40,224	40,165	42,462	3,927	3.07	27,033	36,848	31,940	6,941	3.75
Thaliacae 海桶類	12,497	6,282	4,650	7,810	4,140	1.50	9,481	49,344	3,976	20,934	24,758	1.52	6,278	5,650	5,964	444	0.70
Polychaeta 多毛類	12,200	7,402	7,336	8,979	2,789	1.72	9,041	16,842	5,588	10,490	5,766	0.76	9,526	10,906	10,216	976	1.20
Barnacle nauplius 藤壺幼生	3,982	1,608	131	1,907	1,943	0.37	3,478	4,613	1,460	3,184	1,597	0.23	2,018	230	1,124	1,264	0.13
Echinodermata larvae 棘皮動物幼生	19,308	7,425	4,847	10,527	7,713	2.02	29,222	20,317	15,511	21,683	6,957	1.57	22,550	18,005	20,278	3,214	2.38
Fish egg 魚卵	3,336	13,760	851	5,983	6,849	1.15	2,422	4,676	17,209	8,102	7,967	0.59	14,627	7,761	11,194	4,855	1.31
Fish larvae 仔稚魚	1,511	0	491	667	771	0.13	1,248	5,344	1,118	2,570	2,403	0.19	627	449	538	126	0.06
Other 其他	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0.00
TOTAL	844,617	532,334	186,074	521,008	329,418	100.00	1,129,024	2,074,896	940,948	1,381,623	607,712	100.00	852,332	850,455	851,394	1,327	100.00
Biomass 生物量：																	
Wet wt. 濕重 (g/1000 m^3)	85.9	52.2	30.6	56.2	27.9		88.3	170.4	73.9	110.9	52.1		72.1	80.2	76.1	5.7	
Dry wt. 乾重 (g/1000 m^3)	2.7	0.8	0.7	1.4	1.1		3.4	7.3	1.5	4.1	3.0		2.2	2.6	2.4	0.3	
Displa. V. 排水容積量 (ml/1000 m^3)	302.2	207.2	229.2	246.2	49.7		405.8	572.7	324.9	434.5	126.4		268.7	247.3	258.0	15.1	
Settling V. 生物沉澱量 (ml/1000 m^3)	389.5	207.2	127.7	241.5	134.2		328.8	712.5	324.9	455.4	222.7		322.9	247.3	285.1	53.4	
Impurity 雜質 (%)	7.7	5.5	10.5	7.9	2.5		6.0	7.8	6.8	6.8	0.9		12.5	9.2	10.8	2.4	
Species NO. 種類數	28	28	23	29			29	30	28	31			27	28	28		
Simpson's Dominance Index優勢種指數	0.2354	0.2438	0.2168	0.2297			0.2454	0.3338	0.2783	0.2836			0.2239	0.2398	0.2315		
Shannon-Weiner Index歧異度指數	2.0446	1.9330	2.0457	2.0421			1.9209	1.8006	1.8457	1.8866			2.0287	1.9509	1.9950		
Evenness 均勻度指數	0.6136	0.5801	0.6524	0.6065			0.5705	0.5294	0.5539	0.5494			0.6155	0.5855	0.5987		

表3-9 民國100年2月24日第三核能發電廠附近海域監測站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																	
Bacteriastrum comosum 平凡輻桿藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	10	0	3.3	5.8	3.45	5	0	2.5	3.5	1.54
Bacteriastrum delicatulum 優美輻桿藻	10	10	0	6.7	5.8	8.51	5	20	0	8.3	10.4	8.62	0	10	5.0	7.1	3.08
Bellerochea malleus 錘狀中鼓藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	5	1.7	2.9	1.72	0	0	0.0	0.0	0.00
Biddulphia mobiliensis 活動盒型藻	0	0	5	1.7	2.9	2.13	0	5	0	1.7	2.9	1.72	0	0	0.0	0.0	0.00
Chaetoceros atlanticus 大西洋角刺藻	0	5	5	3.3	2.9	4.26	10	0	5	5.0	5.0	5.17	15	20	17.5	3.5	10.77
Chaetoceros decipiens 並基角刺藻	15	35	30	26.7	10.4	34.04	40	20	10	23.3	15.3	24.14	55	50	52.5	3.5	32.31
Chaetoceros pendulum 搖動角刺藻	15	0	0	5.0	8.7	6.38	15	0	0	5.0	8.7	5.17	5	10	7.5	3.5	4.62
Coscinodiscus megalomma 圓篩藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	5	0	1.7	2.9	1.72	0	5	2.5	3.5	1.54
Guinardia flaccida 幾內亞藻	15	5	5	8.3	5.8	10.64	5	0	0	1.7	2.9	1.72	0	25	12.5	17.7	7.69
Leptocylindrus danicus 丹麥細柱藻	0	0	5	1.7	2.9	2.13	5	5	10	6.7	2.9	6.90	10	0	5.0	7.1	3.08
Rhizosolenia alata 異根管藻	20	15	20	18.3	2.9	23.40	20	35	5	20.0	15.0	20.69	40	35	37.5	3.5	23.08
Rhizosolenia stolefothii 斯托根管藻	5	0	10	5.0	5.0	6.38	10	10	0	6.7	5.8	6.90	10	0	5.0	7.1	3.08
Stephanopyxis palmeriana 掌狀冠蓋藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0	0.0	0.0	0.00	5	0	2.5	3.5	1.54
Thalassiothrix frauenfeldii 伏恩海毛藻	5	0	0	1.7	2.9	2.13	0	10	0	3.3	5.8	3.45	5	0	2.5	3.5	1.54
渦鞭毛藻類																	
Protoperidinium oceanicum 海洋原多甲藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	5	0	5	3.3	2.9	3.45	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	10	5	0	5.0	5.0	5.17	5	15	10.0	7.1	6.15
總　　合	85	70	80	78.3	7.6	100.00	125	125	40	96.7	49.1	100.00	155	170	162.5	10.6	100.00
Species NO. 種類數	7	5	7	10			10	10	6	15			10	8	13		
Simpson's Dominance Index 優勢種指數	0.1696	0.3265	0.2344	0.2005			0.1680	0.1552	0.1875	0.1308			0.2154	0.1799	0.1849		
Shannon-Weiner Index 歧異度指數	1.8439	1.3317	1.6675	1.8861			2.0335	2.0641	1.7329	2.3372			1.8507	1.8702	2.0325		
Evenness 均勻度指數	0.9476	0.8274	0.8569	0.8191			0.8831	0.8964	0.9671	0.8630			0.8038	0.8994	0.7924		

表3-10 民國100年5月13日第三核能發電廠附近海域監測站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	20	0	0	6.7	12	1.36	0	0	0.0	0.0	0.00
Bellerochea malleus 錘狀中鼓藻	10	0	5	5.0	5.0	7.50	5	0	0	1.7	3	0.34	0	0	0.0	0.0	0.00
Chaetoceros decipiens 並基角刺藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	10	0	5	5.0	5	1.02	10	0	5.0	7.1	3.17
Chaetoceros pendulum 搖動角刺藻	5	0	0	1.7	2.9	2.50	0	0	0	0.0	0	0.00	0	5	2.5	3.5	1.59
Leptocylindrus danicus 丹麥細柱藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	10	10	0	6.7	6	1.36	0	0	0.0	0.0	0.00
Rhizosolenia alata 異根管藻	10	0	0	3.3	5.8	5.00	50	0	5	18.3	28	3.73	0	5	2.5	3.5	1.59
Rhizosolenia robusta 粗根管藻	0	5	5	3.3	2.9	5.00	295	0	5	100.0	169	20.34	0	0	0.0	0.0	0.00
Thalassionema nitzschioides 菱形海線藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	5	0	0	1.7	3	0.34	0	10	5.0	7.1	3.17
Thalassiothrix frauenfeldii 伏恩海毛藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	10	0	0	3.3	6	0.68	0	0	0.0	0.0	0.00
渦鞭毛藻類																	
Ceratium kofoidii 小角藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	20	20	0	13.3	12	2.71	0	0	0.0	0.0	0.00
Ceratium maroceros 長角角藻	5	0	0	1.7	2.9	2.50	0	0	5	1.7	3	0.34	0	0	0.0	0.0	0.00
Ceratium trichoceros 三叉角藻	0	5	0	1.7	2.9	2.50	5	5	0	3.3	3	0.68	0	0	0.0	0.0	0.00
Protoperidinium oceanicum 海洋原多甲藻	5	0	0	1.7	2.9	2.50	15	5	0	6.7	8	1.36	0	0	0.0	0.0	0.00
藍綠藻類																	
Trichodesmium erythraeum 紅海束毛藻	90	30	25	48.3	36.2	72.50	715	215	40	323.3	350	65.76	85	200	142.5	81.3	90.48
總　合	125	40	35	66.7	50.6	100.00	1160	255	60	491.7	587	100.00	95	220	157.5	88.4	100.00
Species NO. 種類數	6	3	3	8			12	5	5	13			2	4	5		
Simpson's Dominance Index 優勢種指數	0.5360	0.5938	0.5510	0.5388			0.4475	0.7193	0.4722	0.4767			0.8116	0.8295	0.8211		
Shannon-Weiner Index 歧異度指數	1.0269	0.7356	0.7963	1.0959			1.1716	0.6247	1.0986	1.1672			0.3365	0.3992	0.4411		
Evenness 均勻度指數	0.5731	0.6696	0.7248	0.5270			0.4715	0.3882	0.6826	0.4550			0.4855	0.2879	0.2741		

表3-11 民國100年8月10日第三核能發電廠附近海域監測站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	5	0	5	3.3	2.9	2.06	5	0	0	1.7	3	0.91	0	0	0.0	0.0	0.00
Bacteriastrum delicatulum 優美輻桿藻	5	5	5	5.0	0.0	3.09	15	5	5	8.3	6	4.55	0	10	5.0	7.1	2.35
Bellerochea malleus 錘狀中鼓藻	0	0	5	1.7	2.9	1.03	0	10	5	5.0	5	2.73	0	0	0.0	0.0	0.00
Chaetoceros decipiens 並基角刺藻	15	5	50	23.3	23.6	14.43	5	20	0	8.3	10	4.55	0	25	12.5	17.7	5.88
Chaetoceros pendulum 搖動角刺藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0	0.0	0	0.00	5	0	2.5	3.5	1.18
Guinardia flaccida 幾內亞藻	10	10	10	10.0	0.0	6.19	50	25	20	31.7	16	17.27	20	25	22.5	3.5	10.59
Leptocylindrus danicus 丹麥細柱藻	25	5	20	16.7	10.4	10.31	55	20	5	26.7	26	14.55	10	0	5.0	7.1	2.35
Rhizosolenia alata 異根管藻	30	25	20	25.0	5.0	15.46	35	25	5	21.7	15	11.82	35	15	25.0	14.1	11.76
Rhizosolenia robusta 粗根管藻	0	5	0	1.7	2.9	1.03	0	0	0	0.0	0	0.00	0	0	0.0	0.0	0.00
Rhizosolenia stolefothii 斯托根管藻	20	15	0	11.7	10.4	7.22	20	30	5	18.3	13	10.00	5	5	5.0	0.0	2.35
Thalassionema nitzschioides 菱形海線藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	5	0	0	1.7	3	0.91	0	0	0.0	0.0	0.00
Thalassiothrix frauenfeldii 伏恩海毛藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	25	0	0	8.3	14	4.55	0	0	0.0	0.0	0.00
渦鞭毛藻類																	
Ceratium fusus 梭角藻	15	0	0	5.0	8.7	3.09	0	0	0	0.0	0	0.00	0	0	0.0	0.0	0.00
Ceratium kofoidii 小角藻	0	10	0	3.3	5.8	2.06	15	0	0	5.0	9	2.73	0	0	0.0	0.0	0.00
Ceratium trichoceros 三叉角藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	5	0	0	1.7	3	0.91	0	5	2.5	3.5	1.18
藍綠藻類																	
Trichodesmium erythraeum 紅海束毛藻	155	10	0	55.0	86.7	34.02	55	60	20	45.0	22	24.55	65	200	132.5	95.5	62.35
總　合	280	90	115	161.7	103.2	100.00	290	195	65	183.3	113	100.00	140	285	212.5	102.5	100.00
Species NO. 種類數	9	9	7	12			12	8	7	13			6	7	9		
Simpson's Dominance Index 優勢種指數	0.3386	0.1543	0.2628	0.1831			0.1350	0.1755	0.2189	0.1431			0.3061	0.5125	0.4192		
Shannon-Weiner Index 歧異度指數	1.5472	2.0292	1.5919	2.0003			2.1710	1.8907	1.7118	2.1573			1.4073	1.0899	1.3199		
Evenness 均勻度指數	0.7042	0.9235	0.8181	0.8050			0.8737	0.9092	0.8797	0.8411			0.7854	0.5601	0.6007		

表3-12 民國100年11月19日第三核能發電廠附近海域監測站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	5	5	3.3	2.9	3.17	0	0	0	0.0	0	0.00	0	0	0.0	0.0	0.00
Bacteriastrum delicatulum 優美輻桿藻	15	5	25	15.0	10.0	14.29	5	20	0	8.3	10	12.82	5	10	7.5	3.5	9.68
Bellerochea malleus 錘狀中鼓藻	0	0	5	1.7	2.9	1.59	0	0	0	0.0	0	0.00	0	0	0.0	0.0	0.00
Chaetoceros decipiens 並基角刺藻	35	20	10	21.7	12.6	20.63	25	25	0	16.7	14	25.64	5	40	22.5	24.7	29.03
Chaetoceros pendulum 搖動角刺藻	5	5	0	3.3	2.9	3.17	10	10	0	6.7	6	10.26	10	15	12.5	3.5	16.13
Chaetoceros pseudocurvisetum 擬彎角刺藻	5	5	5	5.0	0.0	4.76	10	15	0	8.3	8	12.82	0	0	0.0	0.0	0.00
Guinardia flaccida 幾內亞藻	0	0	5	1.7	2.9	1.59	0	0	5	1.7	3	2.56	0	0	0.0	0.0	0.00
Rhizosolenia alata 異根管藻	25	20	20	21.7	2.9	20.63	10	0	5	5.0	5	7.69	25	10	17.5	10.6	22.58
Streptotheca sp 扭鞘藻	10	0	0	3.3	5.8	3.17	0	0	0	0.0	0	0.00	5	0	2.5	3.5	3.23
Thalassiothrix frauenfeldii 伏恩海毛藻	5	0	0	1.7	2.9	1.59	0	0	0	0.0	0	0.00	0	0	0.0	0.0	0.00
渦鞭毛藻類																	
Ceratium kofoidii 小角藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0	0.0	0	0.00	0	5	2.5	3.5	3.23
Ceratium maroceros 長角角藻	0	5	10	5.0	5.0	4.76	0	5	0	1.7	3	2.56	0	5	2.5	3.5	3.23
Ceratium trichoceros 三叉角藻	0	0	5	1.7	2.9	1.59	5	10	0	5.0	5	7.69	0	0	0.0	0.0	0.00
藍綠藻類																	
Trichodesmium erythraeum 紅海束毛藻	20	0	40	20.0	20.0	19.05	15	20	0	11.7	10	17.95	0	20	10.0	14.1	12.90
總　合	120	65	130	105.0	35.0	100.00	80	105	10	65.0	49	100.00	50	105	77.5	38.9	100.00
Species NO. 種類數	8	7	10	13			7	7	2	9			5	7	8		
Simpson's Dominance Index優勢種指數	0.1840	0.2189	0.1746	0.1504			0.1875	0.1701	0.5000	0.1545			0.3200	0.2245	0.1904		
Shannon-Weiner Index歧異度指數	1.8491	1.7118	1.9888	2.1267			1.8037	1.8442	0.6931	2.0000			1.3592	1.6993	1.8119		
Evenness均勻度指數	0.8892	0.8797	0.8637	0.8292			0.9269	0.9478	1.0000	0.9102			0.8445	0.8733	0.8713		

表3-13 民國100年2月24日第三核能發電廠附近海域監測站之植物性浮游生物之密度(cells/1)及種類組成- 環保署公告之沈澱法

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	1	1	0	0.7	0.6	2.78	1	0	0.5	0.7	2.63
Bacteriastrum delicatulum 優美輻桿藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	3	0	1.0	1.7	4.17	0	0	0.0	0.0	0.00
Bellerochea malleus 錘狀中鼓藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	3	0	1.0	1.7	4.17	1	0	0.5	0.7	2.63
Chaetoceros decipiens 並基角刺藻	7	1	4	4.0	3.0	25.53	5	4	8	5.7	2.1	23.61	3	3	3.0	0.0	15.79
Chaetoceros pendulum 搖動角刺藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	1	1	1	1.0	0.0	4.17	1	0	0.5	0.7	2.63
Climacodium frauenfeldianum 佛朗梯形藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0	0.0	0.0	0.00	1	0	0.5	0.7	2.63
Hemiaulus indica 印度半管藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0	0.0	0.0	0.00	1	0	0.5	0.7	2.63
Hemiaulus sinensis 中華半管藻	2	0	1	1.0	1.0	6.38	0	1	0	0.3	0.6	1.39	0	2	1.0	1.4	5.26
Leptocylindrus danicus 丹麥細柱藻	3	3	3	3.0	0.0	19.15	3	3	2	2.7	0.6	11.11	6	2	4.0	2.8	21.05
Rhizosolenia alata 異根管藻	5	2	6	4.3	2.1	27.66	7	2	6	5.0	2.6	20.83	10	2	6.0	5.7	31.58
Rhizosolenia stolefothii 斯托根管藻	4	1	5	3.3	2.1	21.28	6	4	4	4.7	1.2	19.44	1	3	2.0	1.4	10.53
Thalassiothrix frauenfeldii 伏恩海毛藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	1	3	0	1.3	1.5	5.56	1	0	0.5	0.7	2.63
藍綠藻類																	
Trichodesmium erythraeum 紅海束毛藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	2	0.7	1.2	2.78	0	0	0.0	0.0	0.00
總　　合	21	7	19	15.7	7.6	100.00	24	25	23	24.0	1.0	100.00	26	12	19.0	9.9	100.00
Species NO. 種類數	5	4	5	5			7	10	6	11			10	5	11		
Simpson's Dominance Index 優勢種指數	0.2336	0.3061	0.2410	0.2277			0.2118	0.1200	0.2363	0.1593			0.2249	0.2083	0.1870		
Shannon-Weiner Index 歧異度指數	1.5257	1.2770	1.4898	1.5255			1.6899	2.1925	1.5832	2.0465			1.8322	1.5890	1.9498		
Evenness 均勻度指數	0.9480	0.9212	0.9256	0.9478			0.8685	0.9522	0.8836	0.8535			0.7957	0.9873	0.8131		

表3-14 民國100年5月13日第三核能發電廠附近海域監測站之植物性浮游生物之密度(cells/1)及種類組成- 環保署公告之沈澱法

Station	18S	20S	21S				22S	23S	24S				14S	12S			
Species				Mean	S.D.	%				Mean	S.D.	%			Mean	S.D.	%
矽藻類																	
Amphora costata 中肋雙眉藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	1	0.5	0.7	2.17
Bacteriastrum comosum 平凡輻桿藻	0	0	2	0.7	1.2	4.65	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0.0	0.0	0.00
Bacteriastrum delicatulum 優美輻桿藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	2	0	1	1.0	1.0	3.06	0	0	0.0	0.0	0.00
Cerataulina bergonii 柏古角管藻	0	1	0	0.3	0.6	2.33	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0.0	0.0	0.00
Chaetoceros decipiens 並基角刺藻	2	0	0	0.7	1.2	4.65	0	1	0	0.3	0.6	1.02	0	0	0.0	0.0	0.00
Chaetoceros messanensis 短刺角刺藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0	0.0	0.0	0.00	1	0	0.5	0.7	2.17
Chaetoceros pseudocurvisetum 擬彎角刺藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	2	0	1	1.0	1.0	3.06	0	0	0.0	0.0	0.00
Cheatoceros laevis 平角角刺藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0	0.0	0.0	0.00	1	0	0.5	0.7	2.17
Corethron hystrix 小環毛藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	1	0.3	0.6	1.02	0	0	0.0	0.0	0.00
Coscinodiscus megalomma 圓篩藻	2	5	4	3.7	1.5	25.58	2	2	10	4.7	4.6	14.29	5	3	4.0	1.4	17.39
Leptocylindrus danicus 丹麥細柱藻	0	2	0	0.7	1.2	4.65	0	2	1	1.0	1.0	3.06	3	0	1.5	2.1	6.52
Melosira granulata 顆粒直鏈藻	0	1	0	0.3	0.6	2.33	0	0	0	0.0	0.0	0.00	3	0	1.5	2.1	6.52
Nitzschia acicularis 細菱形藻	2	4	0	2.0	2.0	13.95	0	1	0	0.3	0.6	1.02	0	2	1.0	1.4	4.35
Nitzschia closterium 新月菱形藻	4	1	1	2.0	1.7	13.95	5	0	4	3.0	2.6	9.18	0	0	0.0	0.0	0.00
Nitzschia delicatissima 柔弱菱形藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	1	0	0	0.3	0.6	1.02	0	0	0.0	0.0	0.00
Pleurosigma angulatum 寬角斜紋藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0	0.0	0.0	0.00	4	0	2.0	2.8	8.70
Rhizosolenia alata 異根管藻	0	1	1	0.7	0.6	4.65	1	0	0	0.3	0.6	1.02	5	0	2.5	3.5	10.87
Rhizosolenia delicatula 柔弱根管藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	2	0	2	1.3	1.2	4.08	2	0	1.0	1.4	4.35
Rhizosolenia robusta 粗根管藻	0	1	5	2.0	2.6	13.95	14	14	0	9.3	8.1	28.57	4	0	2.0	2.8	8.70
Rhizosolenia stolefothii 斯托根管藻	0	0	1	0.3	0.6	2.33	0	0	0	0.0	0.0	0.00	3	1	2.0	1.4	8.70
Skeetonema costatum 骨條藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	2	0	1	1.0	1.0	3.06	0	0	0.0	0.0	0.00
Synedra ulna 肘狀針杆藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	3	0	1.0	1.7	3.06	0	0	0.0	0.0	0.00
渦鞭毛藻類																	
Ceratium kofoidii 小角藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	1	1	0	0.7	0.6	2.04	1	0	0.5	0.7	2.17
Dinophysis caudate 具尾鰭藻	1	0	0	0.3	0.6	2.33	0	0	2	0.7	1.2	2.04	1	0	0.5	0.7	2.17
Nocticula scientillans 夜光藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0	0.0	0.0	0.00	2	0	1.0	1.4	4.35
Protoperidinium pellucidum 透徹多甲藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	3	0	1.0	1.7	3.06	0	1	0.5	0.7	2.17
Pyrophacus horoiogicum 鐘扁甲藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	1	0.3	0.6	1.02	0	0	0.0	0.0	0.00
藍綠藻類																	
Oscillatoria rubescens 紅色顫藻	0	1	0	0.3	0.6	2.33	3	0	1	1.3	1.5	4.08	1	1	1.0	0.0	4.35
Trichodesmium erythraeum 紅海束毛藻	0	0	1	0.3	0.6	2.33	11	0	0	3.7	6.4	11.22	1	0	0.5	0.7	2.17
總　合	11	17	15	14.3	3.1	100.00	46	27	25	32.7	11.6	100.00	37	9	23.0	19.8	100.00
Species NO. 種類數	5	9	7	14			12	8	11	20			15	6	18		
Simpson's Dominance Index優勢種指數	0.2397	0.1765	0.2178	0.1357			0.1767	0.3086	0.2096	0.1335			0.0898	0.2099	0.0841		
Shannon-Weiner Index歧異度指數	1.5157	1.9521	1.7095	2.2688			2.0548	1.5806	1.9651	2.4417			2.5340	1.6770	2.6666		
Evenness均勻度指數	0.9418	0.8884	0.8785	0.8597			0.8269	0.7601	0.8195	0.8151			0.9357	0.9359	0.9226		

表3-15 民國100年8月10日第三核能發電廠附近海域監測站之植物性浮游生物之密度(cells/1)及種類組成- 環保署公告之沈澱法

Station	18S	20S	21S				22S	23S	24S				14S	12S			
Species				Mean	S.D.	%				Mean	S.D.	%			Mean	S.D.	%
矽藻類																	
Asterionella japonica 日本星桿藻	1	1	1	1.0	0.0	1.89	1	1	0	0.7	0.6	1.06	0	1	0.5	0.7	2.94
Bacteriastrum comosum 平凡輻桿藻	5	0	0	1.7	2.9	3.14	0	0	3	1.0	1.7	1.60	0	0	0.0	0.0	0.00
Bacteriastrum delicatulum 優美輻桿藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	4	6	3	4.3	1.5	6.91	1	0	0.5	0.7	2.94
Bellerochea malleus 錘狀中鼓藻	0	2	5	2.3	2.5	4.40	0	3	0	1.0	1.7	1.60	1	0	0.5	0.7	2.94
Cerataulina bergonii 柏古角管藻	0	3	1	1.3	1.5	2.52	0	0	0	0.0	0.0	0.00	1	0	0.5	0.7	2.94
Chaetoceros atlanticus 大西洋角刺藻	0	0	1	0.3	0.6	0.63	0	0	0	0.0	0.0	0.00	1	0	0.5	0.7	2.94
Chaetoceros decipiens 並基角刺藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	2	3	0	1.7	1.5	2.66	0	1	0.5	0.7	2.94
Chaetoceros pseudocurvisetum 擬彎角刺藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	1	0	0.3	0.6	0.53	0	0	0.0	0.0	0.00
Coscinodiscus megalomma 圓篩藻	1	1	0	0.7	0.6	1.26	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0.0	0.0	0.00
Guinardia flaccida 幾內亞藻	0	3	2	1.7	1.5	3.14	2	0	0	0.7	1.2	1.06	0	1	0.5	0.7	2.94
Hemiaulus indicus 印度半管藻	1	1	0	0.7	0.6	1.26	0	1	0	0.3	0.6	0.53	0	0	0.0	0.0	0.00
Hemiaulus sinensis 中華半管藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0	0.0	0.0	0.00	1	0	0.5	0.7	2.94
Leptocylindrus danicus 丹麥細柱藻	0	3	12	5.0	6.2	9.43	11	7	3	7.0	4.0	11.17	0	3	1.5	2.1	8.82
Nitzschia closterium 新月菱形藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	9	0	3.0	5.2	4.79	0	0	0.0	0.0	0.00
Nitzschia delicatissima 柔弱菱形藻	0	1	0	0.3	0.6	0.63	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0.0	0.0	0.00
Pleurosigma angulatum 寬角斜紋藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	1	0	0.3	0.6	0.53	0	0	0.0	0.0	0.00
Rhizosolenia alata 異根管藻	2	0	1	1.0	1.0	1.89	1	8	2	3.7	3.8	5.85	0	0	0.0	0.0	0.00
Rhizosolenia delicatula 柔弱根管藻	3	34	9	15.3	16.4	28.93	12	29	5	15.3	12.3	24.47	1	5	3.0	2.8	17.65
Rhizosolenia robusta 粗根管藻	1	2	0	1.0	1.0	1.89	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0.0	0.0	0.00
Rhizosolenia stolefothii 斯托根管藻	9	24	15	16.0	7.5	30.19	27	25	9	20.3	9.9	32.45	3	11	7.0	5.7	41.18
Thalassionema nitzschioides 菱形海線藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	2	1.0	1.4	5.88
渦鞭毛藻類																	
Ceratium kofoidii 小角藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	2	0	0.7	1.2	1.06	0	0	0.0	0.0	0.00
Ceratium maroceros 長角角藻	0	1	0	0.3	0.6	0.63	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0.0	0.0	0.00
Prorocentrum minimum 微小原甲藻	2	0	0	0.7	1.2	1.26	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0.0	0.0	0.00
Protoperidinium pellucidum 透徹多甲藻	0	1	1	0.7	0.6	1.26	1	0	0	0.3	0.6	0.53	0	0	0.0	0.0	0.00
Pyrophacus horoiogicum 鐘扁甲藻	0	0	2	0.7	1.2	1.26	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0.0	0.0	0.00
藍綠藻類																	
Oscillatoria rubescens 紅色顫藻	0	2	0	0.7	1.2	1.26	0	0	1	0.3	0.6	0.53	0	0	0.0	0.0	0.00
Trichodesmium erythraeum 紅海束毛藻	3	0	2	1.7	1.5	3.14	5	0	0	1.7	2.9	2.66	1	0	0.5	0.7	2.94
總　合	28	79	52	53.0	25.5	100.00	66	96	26	62.7	35.1	100.00	10	24	17.0	9.9	100.00
Species NO. 種類數	10	14	12	20			10	13	7	18			8	7	13		
Simpson's Dominance Index優勢種指數	0.1735	0.2847	0.1820	0.1914			0.2401	0.1868	0.2041	0.1905			0.1600	0.2813	0.2197		
Shannon-Weiner Index歧異度指數	2.0041	1.7085	1.9816	2.1502			1.7420	1.9926	1.7544	2.0601			1.9730	1.5486	1.9858		
Evenness均勻度指數	0.8704	0.6474	0.7975	0.7178			0.7565	0.7769	0.9016	0.7127			0.9488	0.7958	0.7742		

表3-16 民國100年11月19日第三核能發電廠附近海域監測站之植物性浮游生物之密度(cells/1)及種類組成- 環保署公告之沈澱法

Station	18S	20S	21S				22S	23S	24S				14S	12S			
Species				**Mean**	**S.D.**	**%**				**Mean**	**S.D.**	**%**			**Mean**	**S.D.**	**%**
矽藻類																	
Asterionella japonica 日本星桿藻	5	1	6	4.0	2.6	3.17	0	1	0	0.3	0.6	0.53	3	1	2.0	1.4	3.39
Bacteriastrum comosum 平凡輻桿藻	5	2	7	4.7	2.5	3.69	0	2	0	0.7	1.2	1.07	6	1	3.5	3.5	5.93
Bacteriastrum delicatulum 優美輻桿藻	2	4	11	5.7	4.7	4.49	3	0	3	2.0	1.7	3.21	4	4	4.0	0.0	6.78
Bellerochea malleus 鍾狀中鼓藻	3	1	1	1.7	1.2	1.32	0	0	1	0.3	0.6	0.53	0	0	0.0	0.0	0.00
Biddulphia mobiliensis 活動盒形藻	4	0	1	1.7	2.1	1.32	0	0	0	0.0	0.0	0.00	2	0	1.0	1.4	1.69
Chaetoceros affinis 窄隙角刺藻	2	1	10	4.3	4.9	3.43	0	0	1	0.3	0.6	0.53	0	0	0.0	0.0	0.00
Chaetoceros atlanticus 大西洋角刺藻	3	0	1	1.3	1.5	1.06	0	0	1	0.3	0.6	0.53	1	0	0.5	0.7	0.85
Chaetoceros breve 短角刺藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	1	0	1	0.7	0.6	1.07	0	0	0.0	0.0	0.00
Chaetoceros compress 扁面角刺藻	4	1	0	1.7	2.1	1.32	1	2	1	1.3	0.6	2.14	2	0	1.0	1.4	1.69
Chaetoceros decipiens 並基角刺藻	8	0	8	5.3	4.6	4.22	5	5	4	4.7	0.6	7.49	5	3	4.0	1.4	6.78
Chaetoceros didymus 雙突角刺藻	3	0	0	1.0	1.7	0.79	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0.0	0.0	0.00
Chaetoceros pendulus 搖動角刺藻	2	1	1	1.3	0.6	1.06	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0.0	0.0	0.00
Chaetoceros pseudocurvisetum 擬彎角刺藻	2	0	0	0.7	1.2	0.53	0	2	0	0.7	1.2	1.07	0	3	1.5	2.1	2.54
Climacodium frauenfeldianum 佛朗梯形藻	0	0	1	0.3	0.6	0.26	0	0	0	0.0	0.0	0.00	2	0	1.0	1.4	1.69
Coscinodiscus megalomma 圓篩藻	16	3	10	9.7	6.5	7.65	5	1	1	2.3	2.3	3.74	8	1	4.5	4.9	7.63
Dinobryon divergens 散歧錐囊藻	2	0	0	0.7	1.2	0.53	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0.0	0.0	0.00
Ditylum brightwellii 布氏雙尾藻	0	0	1	0.3	0.6	0.26	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	2	1.0	1.4	1.69
Guinardia flaccida 幾內亞藻	1	0	0	0.3	0.6	0.26	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0.0	0.0	0.00
Hemiaulus sinensis 中華半管藻	5	0	0	1.7	2.9	1.32	0	1	1	0.7	0.6	1.07	0	0	0.0	0.0	0.00
Leptocylindrus danicus 丹麥細柱藻	5	6	8	6.3	1.5	5.01	5	1	3	3.0	2.0	4.81	1	5	3.0	2.8	5.08
Licmophora abbreviate 短紋楔形藻	0	0	1	0.3	0.6	0.26	1	0	0	0.3	0.6	0.53	0	2	1.0	1.4	1.69
Melosira granulata 顆粒直鏈藻	3	1	0	1.3	1.5	1.06	12	1	3	5.3	5.9	8.56	0	0	0.0	0.0	0.00
Nitzschia acicularis 細菱形藻	10	6	3	6.3	3.5	5.01	8	3	5	5.3	2.5	8.56	0	2	1.0	1.4	1.69
Nitzschia closterium 新月菱形藻	11	20	2	11.0	9.0	8.71	7	2	3	4.0	2.6	6.42	6	3	4.5	2.1	7.63
Nitzschia delicatissima 柔弱菱形藻	38	13	7	19.3	16.4	15.30	13	8	7	9.3	3.2	14.97	8	5	6.5	2.1	11.02
Nitzschia palea 谷皮菱形藻	2	3	4	3.0	1.0	2.37	0	0	2	0.7	1.2	1.07	0	0	0.0	0.0	0.00
Pleurosigma angulatum 寬角斜紋藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	5	1	1	2.3	2.3	3.74	9	3	6.0	4.2	10.17
Rhizosolenia alata 異根管藻	9	0	0	3.0	5.2	2.37	3	2	11	5.3	4.9	8.56	3	5	4.0	1.4	6.78
Rhizosolenia calcar-avis 剛毛根管藻	0	2	5	2.3	2.5	1.85	0	0	0	0.0	0.0	0.00	1	0	0.5	0.7	0.85
Rhizosolenia delicatula 柔弱根管藻	5	3	5	4.3	1.2	3.43	8	5	2	5.0	3.0	8.02	2	2	2.0	0.0	3.39
Rhizosolenia robusta 粗根管藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0	0.0	0.0	0.00	1	0	0.5	0.7	0.85
Rhizosolenia stolefothii 斯托根管藻	4	5	4	4.3	0.6	3.43	1	2	0	1.0	1.0	1.60	3	6	4.5	2.1	7.63
Schroderella delicatula 優美施羅藻	2	0	1	1.0	1.0	0.79	3	0	0	1.0	1.7	1.60	0	0	0.0	0.0	0.00
Thalassionema nitzschioides 菱形海線藻	11	2	10	7.7	4.9	6.07	2	4	0	2.0	2.0	3.21	2	0	1.0	1.4	1.69
渦鞭毛藻類																	
Ceratium kofoidii 小角藻	3	0	0	1.0	1.7	0.79	1	0	0	0.3	0.6	0.53	0	0	0.0	0.0	0.00
Ceratium lineatum 線形角藻	0	0	1	0.3	0.6	0.26	3	1	1	1.7	1.2	2.67	0	0	0.0	0.0	0.00
Ceratium maroceros 長角角藻	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0	0.0	0.0	0.00	1	0	0.5	0.7	0.85
Ceratium trichoceros 三叉角藻	2	0	0	0.7	1.2	0.53	1	0	0	0.3	0.6	0.53	0	0	0.0	0.0	0.00
Ceratium tripos 三角角藻	4	0	4	2.7	2.3	2.11	1	1	0	0.7	0.6	1.07	0	0	0.0	0.0	0.00
Prorocentrum minimum 微小原甲藻	1	0	2	1.0	1.0	0.79	0	1	0	0.3	0.6	0.53	0	0	0.0	0.0	0.00
藍綠藻類																	
Trichodesmium erythraeum 紅海束毛藻	6	5	1	4.0	2.6	3.17	0	0	0	0.0	0.0	0.00	0	0	0.0	0.0	0.00
總　合	183	80	116	126.3	52.3	100.00	89	46	52	62.3	23.3	100.00	70	48	59.0	15.6	100.00
Species NO. 種類數	32	19	27	37			21	20	19	30			20	16	24		
Simpson's Dominance Index 優勢種指數	3.1773	0.1175	0.0600	0.0596			0.0804	0.0813	0.0976	0.0703			0.0763	0.0790	0.0651		
Shannon-Weiner Index 歧異度指數	7.6527	2.5015	2.9819	3.1469			2.7267	2.7441	2.6138	2.9274			2.7491	2.6386	2.8990		
Evenness 均勻度指數	2.2081	0.8496	0.9047	0.8715			0.8956	0.9160	0.8877	0.8607			0.9177	0.9517	0.9122		

表3-17 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季(冬季)		第2季(春季)		第3季(夏季)		第4季(秋季)	
	F value	**Probability**	**F value**	**Probability**	**F value**	**Probability**	**F value**	**Probability**
Log(ZP)	7.78	< 0.0001***	12.62	< 0.0001***	9.17	< 0.0001***	4.61	< 0.0001***
Log(PP)	34.41	< 0.0001***	14.89	< 0.0001***	30.80	< 0.0001***	57.54	< 0.0001***
Log(F-egg)	4.87	< 0.0001***	2.83	0.0013**	2.91	0.0007***	2.55	0.0027**
Log(F-lar)	2.84	0.0012**	2.38	0.0065**	8.45	< 0.0001***	3.49	< 0.0001***
Log(C-lar)	5.79	< 0.0001***	5.50	< 0.0001***	8.76	< 0.0001***	3.25	0.0002***
Log(S-lar)	3.93	< 0.0001***	5.54	< 0.0001***	6.99	< 0.0001***	4.76	< 0.0001***

ns＝無顯著差異　*：p≦ 0.05　**：p≦ 0.01　***：p≦ 0.001

表3-18 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季(冬季)與第2季(春季)之不同年份間的差異。

項目＼年別	年代 (民國)														
第1季(冬季)															
Log(ZP)	86^{abc}	87^{de}	88^{cde}	89^{cde}	90^{f}	91^{f}	92^{bcde}	93^{ef}	94^{cde}	95^{def}	96^{bcde}	97^{bcd}	98^{f}	99^{ab}	**100^{a}**
Log(PP)	86^{c}	87^{def}	**88^{a}**	89^{gh}	90^{ef}	91^{j}	92^{cd}	93^{i}	94^{cde}	95^{efg}	96^{j}	97^{b}	98^{fgh}	99^{def}	100^{hi}
Log(F-egg)	**86^{a}**	87^{b}	88^{d}	89^{d}	90^{cd}	91^{d}	92^{d}	93^{d}	94^{d}	95^{d}	96^{d}	97^{bc}	98^{bcd}	99^{bcd}	100^{bcd}
Log(F-lar)	86^{abcde}	87^{abc}	88^{de}	89^{e}	90^{bcde}	91^{cde}	**92^{a}**	93^{abcd}	94^{abc}	95^{abcde}	96^{abcde}	97^{abcd}	98^{abc}	99^{ab}	100^{de}
Log(C-lar)	**86^{a}**	87^{ab}	88^{abc}	89^{d}	90^{abc}	91^{bc}	92^{abc}	93^{c}	94^{abc}	95^{abc}	96^{ab}	97^{ab}	98^{abc}	99^{ab}	100^{ab}
Log(S-lar)	86^{cde}	87^{abc}	88^{bcd}	89^{bcde}	90^{de}	91^{e}	92^{ab}	93^{cde}	94^{cde}	95^{e}	96^{bcde}	97^{ab}	98^{bcde}	99^{abcd}	**100^{a}**
第2季(春季)															
Log(ZP)	86^{def}	87^{abcd}	88^{gh}	**89^{a}**	90^{i}	91^{cdef}	92^{ghi}	93^{fgh}	94^{hi}	95^{efg}	96^{bcde}	97^{bcdef}	98^{abcd}	99^{abc}	100^{ab}
Log(PP)	86^{bc}	87^{bcd}	88^{b}	**89^{a}**	90^{h}	91^{gh}	92^{bc}	93^{cde}	94^{ef}	95^{de}	96^{def}	97^{efg}	98^{def}	99^{efg}	100^{fgh}
Log(F-egg)	86^{bcd}	87^{ab}	88^{abc}	89^{ab}	90^{bcd}	91^{cd}	92^{abc}	93^{bcd}	94^{ab}	95^{bcd}	96^{bcd}	**97^{a}**	98^{ab}	99^{d}	100^{abc}
Log(F-lar)	86^{abc}	87^{abc}	88^{abcd}	89^{abc}	90^{cd}	91^{abc}	92^{d}	**93^{a}**	94^{bcd}	95^{bcd}	96^{abc}	97^{ab}	98^{abcd}	99^{abc}	100^{abc}
Log(C-lar)	86^{b}	87^{bc}	88^{bcd}	89^{cde}	90^{e}	91^{b}	92^{de}	93^{bc}	94^{bc}	95^{bcd}	96^{bc}	**97^{a}**	98^{bc}	99^{bc}	100^{bc}
Log(S-lar)	86^{cde}	87^{bcd}	88^{de}	**89^{a}**	90^{def}	91^{cd}	92^{f}	93^{cde}	94^{ef}	95^{cd}	96^{abc}	97^{ab}	98^{bcd}	99^{bcd}	100^{bcd}

a、b、c.....i 表示測值由高至低，且相同字母代表年間沒有顯著差異

表3-19 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季(夏季)與第4季(秋季)之不同年份間的差異。

項目 \ 年別	年代 (民國)															
第3季(夏季)																
Log(ZP)	85^{def}	86^{cde}	87^{cd}	88^{g}	89^{fg}	90^{cd}	91^{fg}	92^{efg}	93^{def}	94^{cd}	95^{abc}	96^{efg}	97^{cd}	$\mathbf{98^{a}}$	99^{bcd}	100^{ab}
Log(PP)	$\mathbf{85^{a}}$	86^{cde}	$\mathbf{87^{a}}$	88^{bc}	89^{def}	90^{cde}	91^{h}	92^{cde}	93^{b}	94^{ef}	95^{gh}	96^{fg}	97^{bcd}	98^{h}	99^{gh}	100^{gh}
Log(F-egg)	85^{bcde}	86^{abcd}	87^{de}	88^{abcde}	89^{cde}	90^{abc}	91^{cde}	92^{abc}	93^{e}	94^{ab}	95^{abc}	96^{abcde}	97^{cde}	98^{abc}	$\mathbf{99^{a}}$	100^{abcd}
Log(F-lar)	85^{def}	86^{ab}	87^{de}	88^{bcd}	89^{bcd}	90^{fg}	91^{bcd}	92^{bcd}	93^{ef}	94^{abc}	95^{g}	96^{bcd}	97^{bcd}	$\mathbf{98^{a}}$	99^{abc}	100^{ab}
Log(C-lar)	$\mathbf{85^{a}}$	86^{fg}	87^{ef}	88^{h}	89^{cdef}	90^{ef}	91^{ab}	92^{cdef}	93^{gh}	94^{ef}	95^{fg}	96^{def}	97^{bcde}	98^{abcd}	99^{abc}	100^{bcde}
Log(S-lar)	85^{ab}	86^{bcd}	87^{bcd}	88^{f}	89^{cde}	90^{abc}	91^{bcd}	92^{def}	93^{ef}	94^{bcd}	95^{def}	96^{bcd}	$\mathbf{97^{a}}$	$\mathbf{98^{a}}$	$\mathbf{99^{a}}$	100^{abc}
第4季(秋季)																
Log(ZP)	85^{ab}	86^{bcde}	87^{cde}	88^{ef}	89^{bcde}	90^{f}	91^{de}	92^{cde}	93^{ab}	94^{bcde}	95^{abcd}	96^{bcde}	97^{abcd}	98^{abc}	$\mathbf{99^{a}}$	100^{abcde}
Log(PP)	85^{fg}	86^{c}	$\mathbf{87^{a}}$	88^{gh}	89^{b}	90^{i}	91^{de}	92^{ef}	93^{bc}	94^{gh}	95^{fg}	96^{bc}	97^{d}	98^{de}	99^{h}	100^{i}
Log(F-egg)	$\mathbf{85^{a}}$	86^{abc}	87^{bcd}	88^{bcd}	89^{ab}	90^{d}	91^{cd}	92^{bcd}	93^{abcd}	94^{cd}	95^{abcd}	96^{bcd}	97^{abc}	98^{abcd}	99^{d}	100^{abcd}
Log(F-lar)	85^{abc}	86^{abcd}	87^{de}	88^{e}	89^{abcd}	90^{de}	91^{bcd}	92^{cd}	93^{bcd}	94^{abcd}	95^{abcd}	96^{abcd}	$\mathbf{97^{a}}$	98^{cd}	99^{ab}	100^{abcd}
Log(C-lar)	85^{ab}	86^{abc}	87^{abc}	88^{d}	89^{abc}	90^{bc}	91^{bc}	92^{abc}	93^{abc}	94^{c}	$\mathbf{95^{a}}$	96^{abc}	97^{abc}	98^{bc}	99^{abc}	100^{ab}
Log(S-lar)	$\mathbf{85^{a}}$	86^{cde}	87^{cde}	88^{de}	89^{bcd}	90^{e}	91^{abcd}	92^{ab}	$\mathbf{93^{a}}$	$\mathbf{94^{a}}$	95^{abc}	$\mathbf{96^{a}}$	$\mathbf{97^{a}}$	$\mathbf{98^{a}}$	$\mathbf{99^{a}}$	100^{abcd}

a、b、c.....i 表示測值由高至低，且相同字母代表年間沒有顯著差異

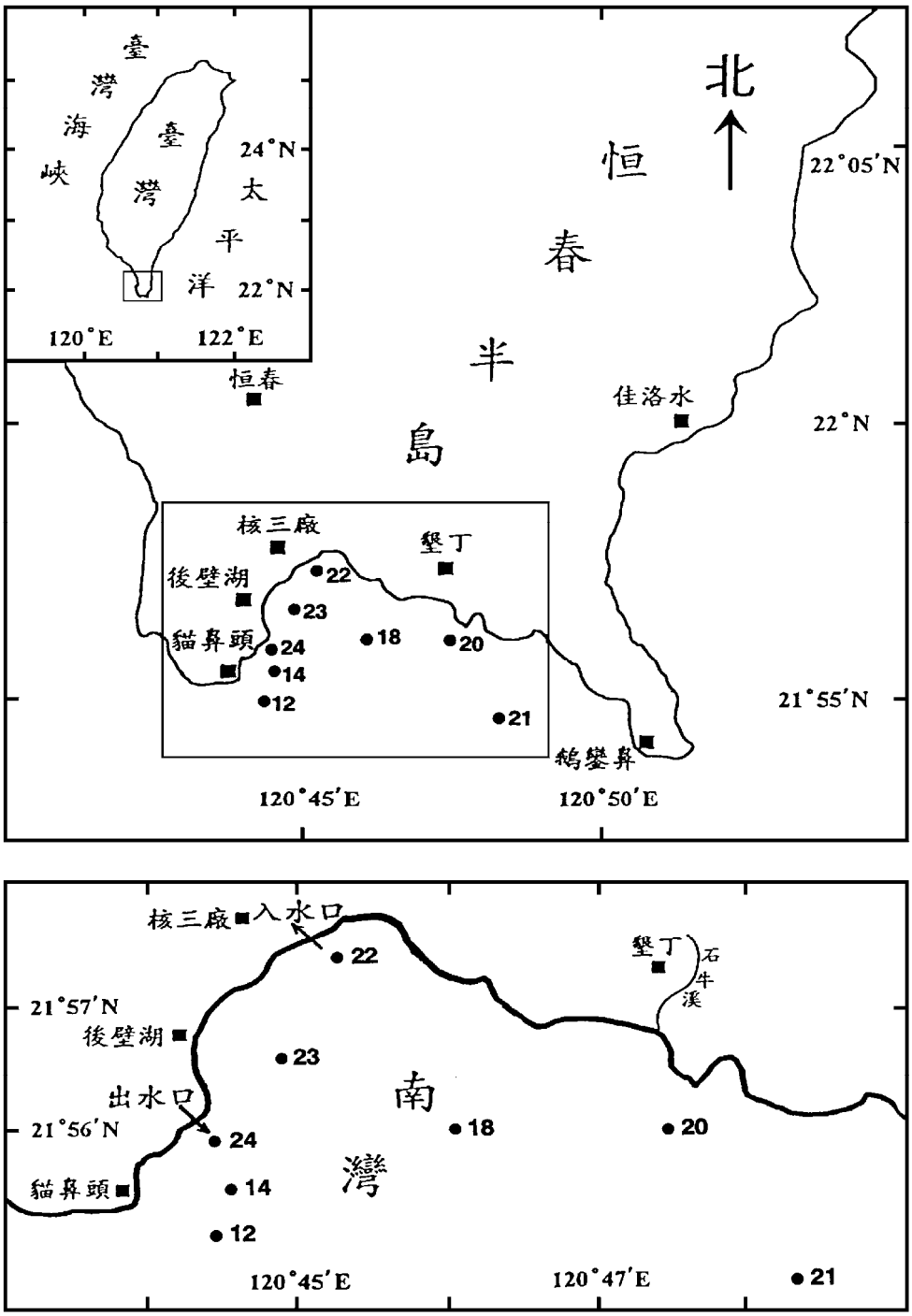


圖 3-1 第三核能發電廠附近海域監測站之位置圖

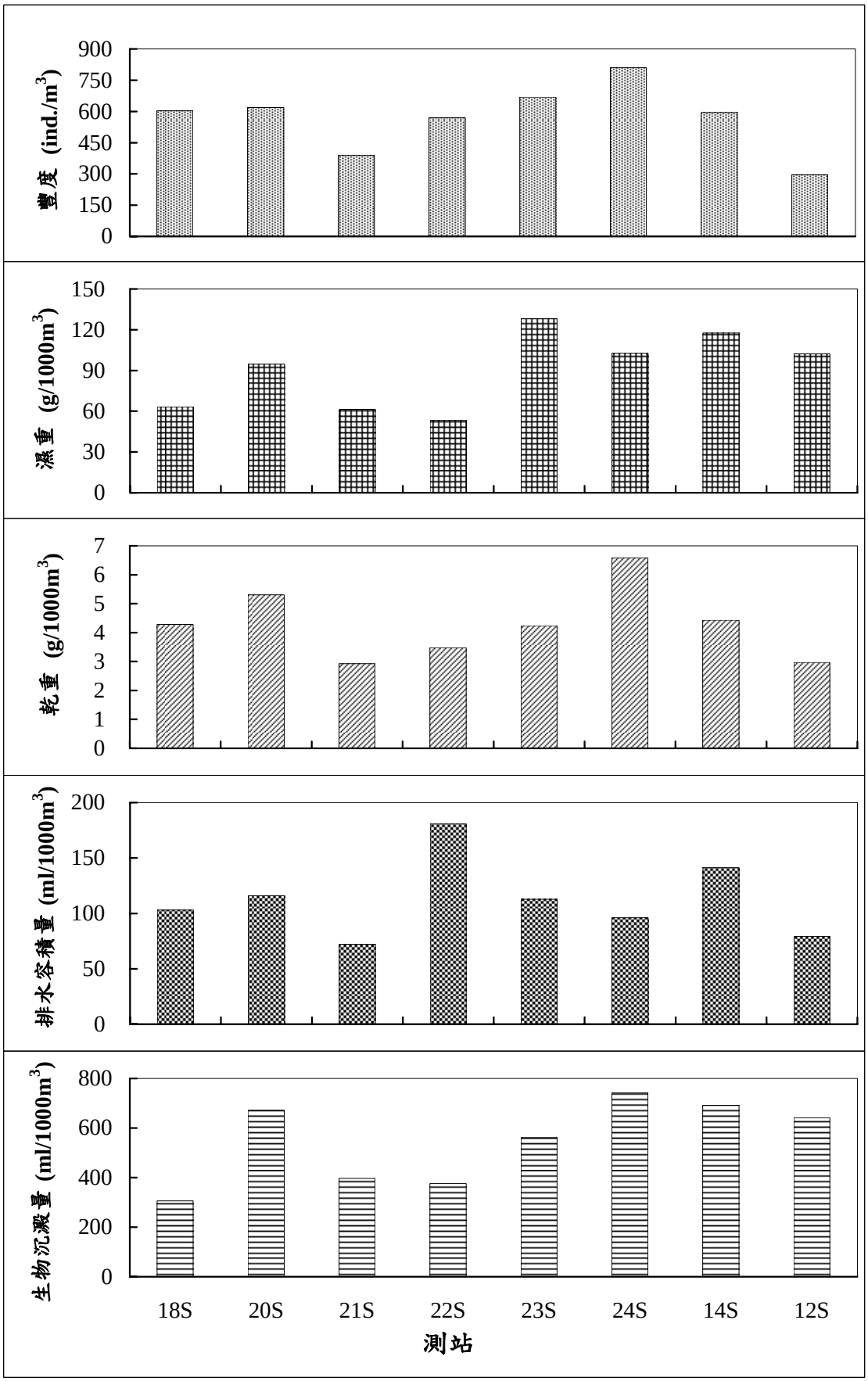


圖3-2 民國100年2月24日第三核能發電廠附近海域監測站表層動物性浮游生物之豐度及生物量

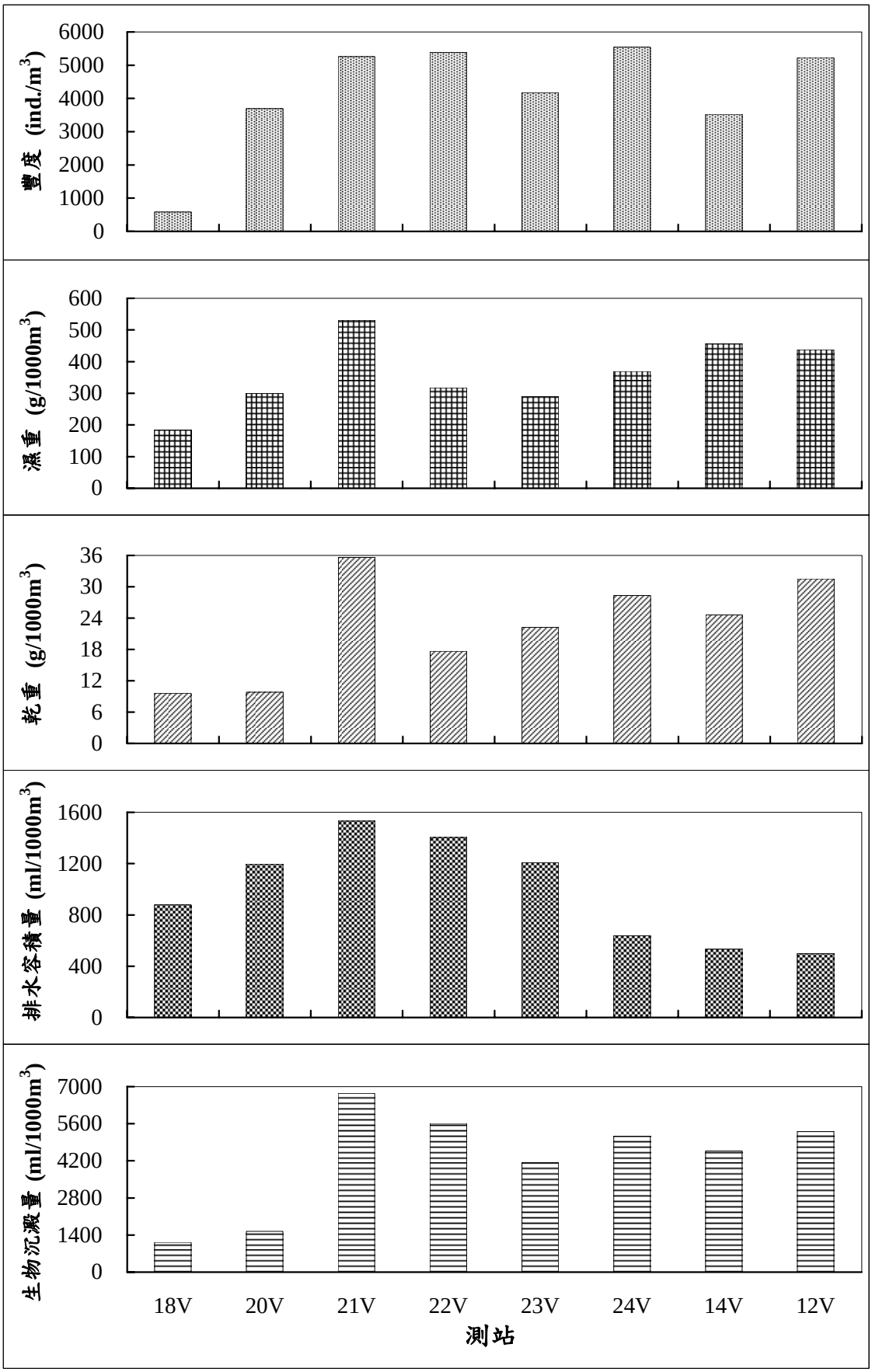


圖3-3 民國100年2月24日第三核能發電廠附近海域監測站垂直動物性浮游生物之豐度及生物量

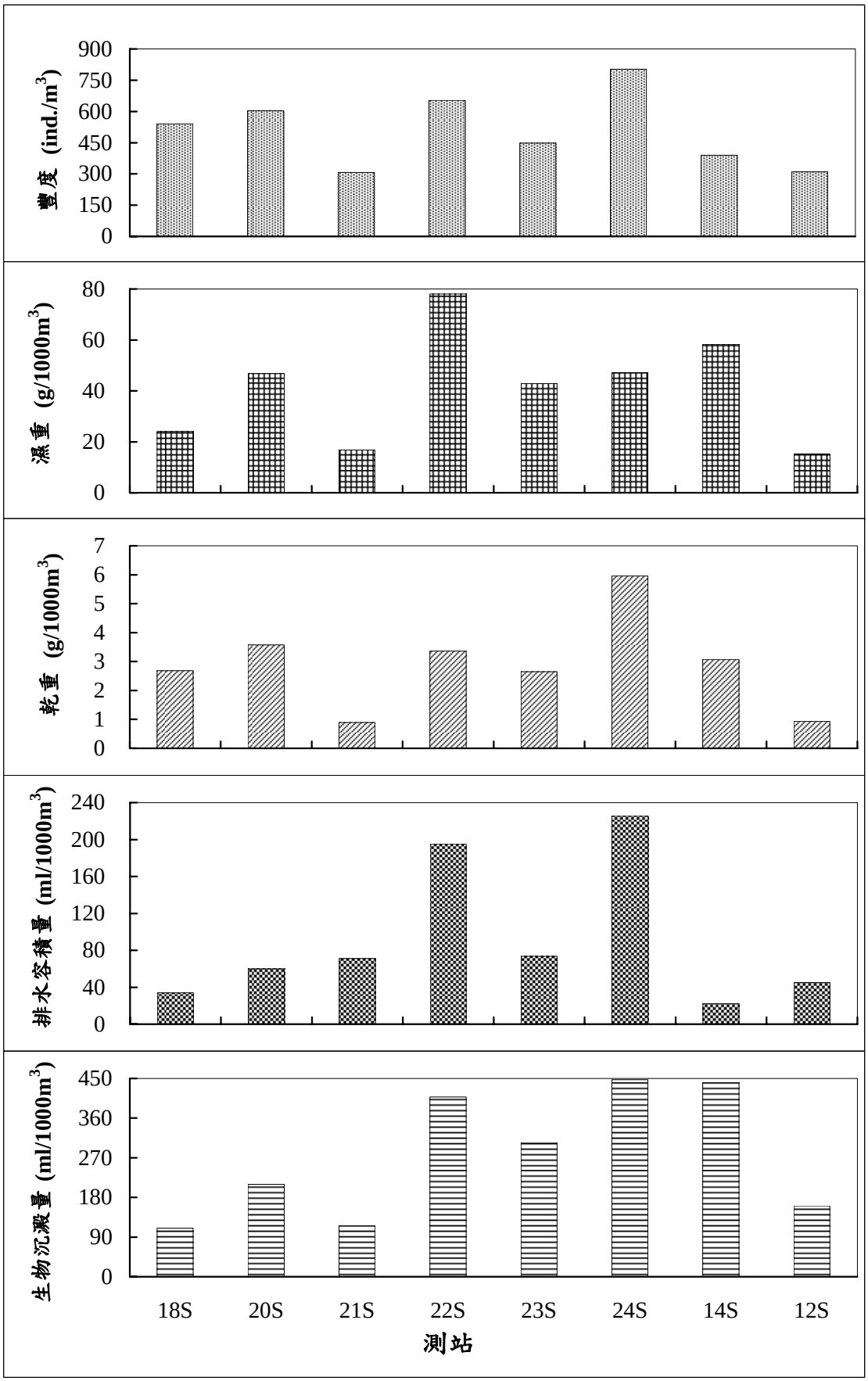


圖3-4 民國100年5月13日第三核能發電廠附近海域監測站表層動物性浮游生物之豐度及生物量

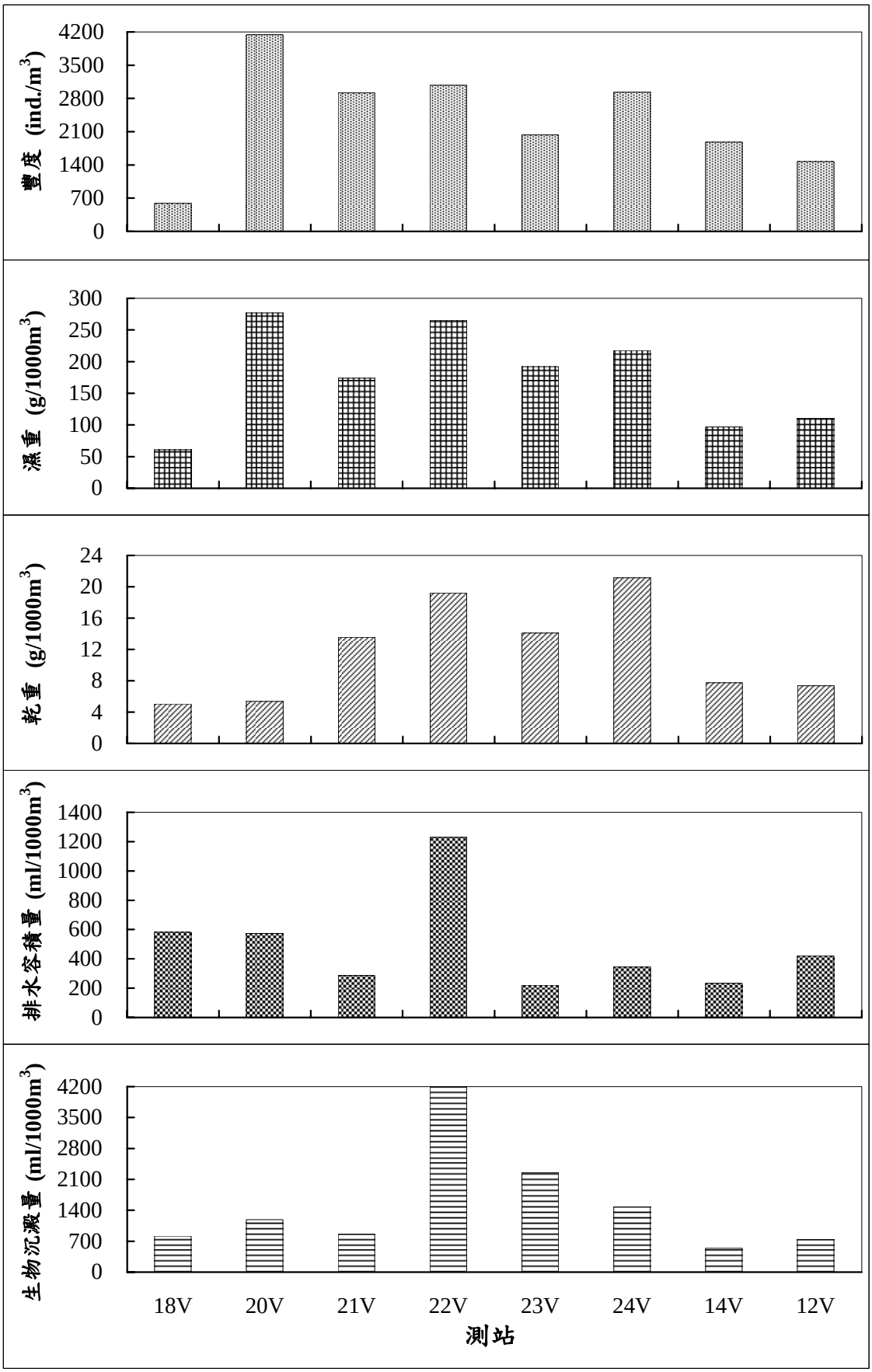


圖3-5 民國100年5月13日第三核能發電廠附近海域監測站垂直動物性浮游生物之豐度及生物量

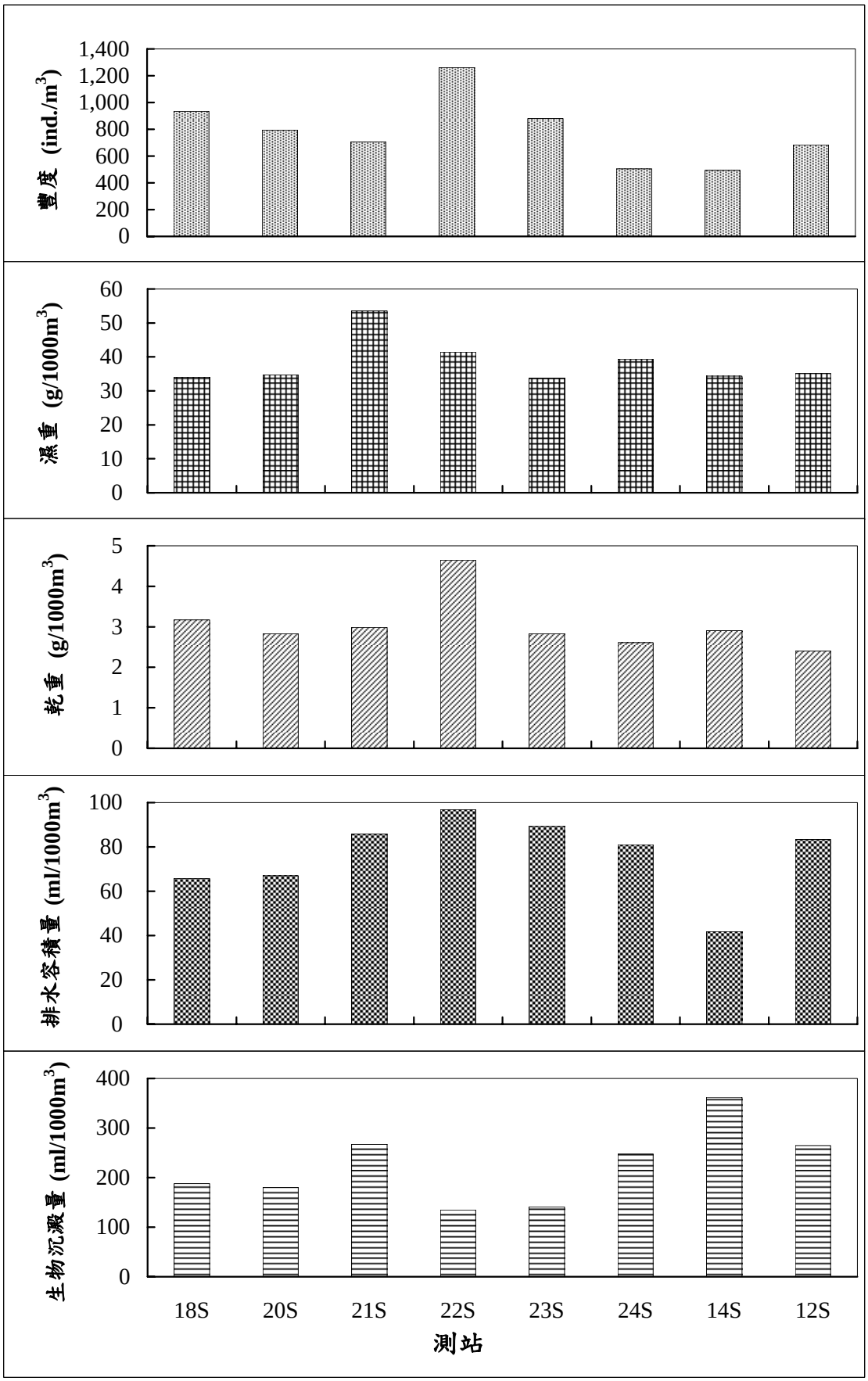


圖3-6 民國100年8月10日第三核能發電廠附近海域監測站表層動物性浮游生物之豐度及生物量

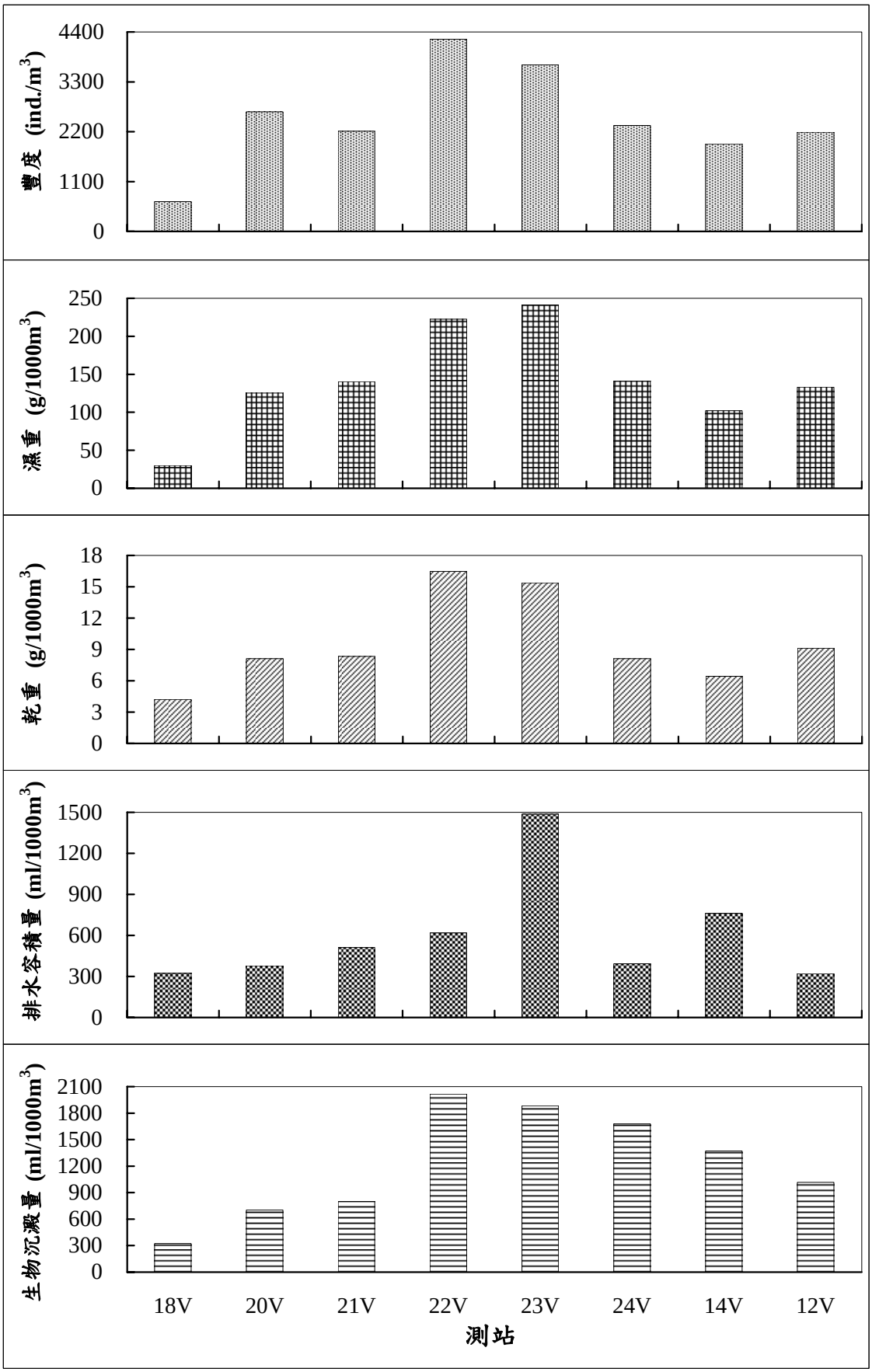


圖3-7 民國100年8月10日第三核能發電廠附近海域監測站垂直動物性浮游生物之豐度及生物量

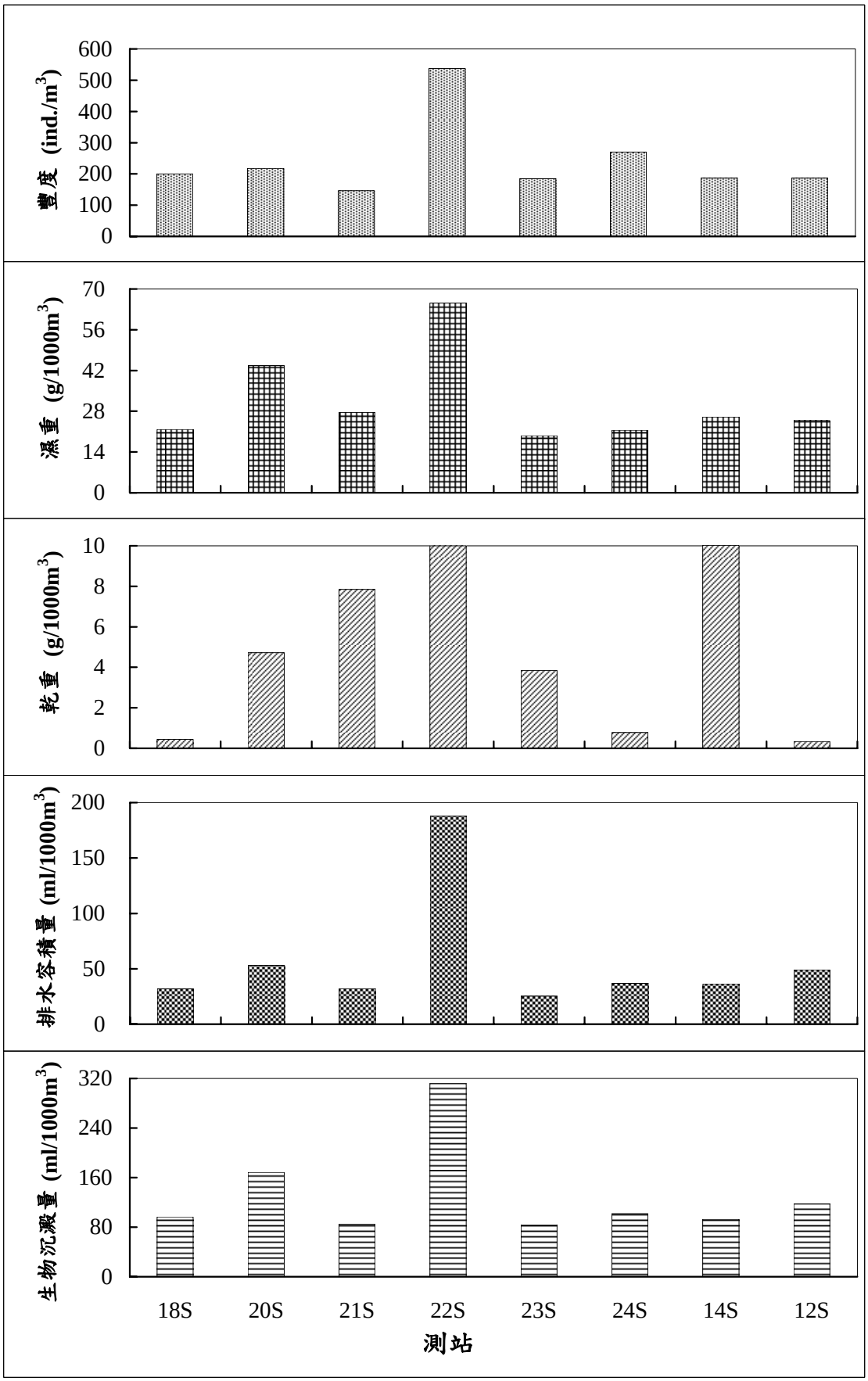


圖3-8 民國100年11月19日第三核能發電廠附近海域監測站表層動物性浮游生物之豐度及生物量

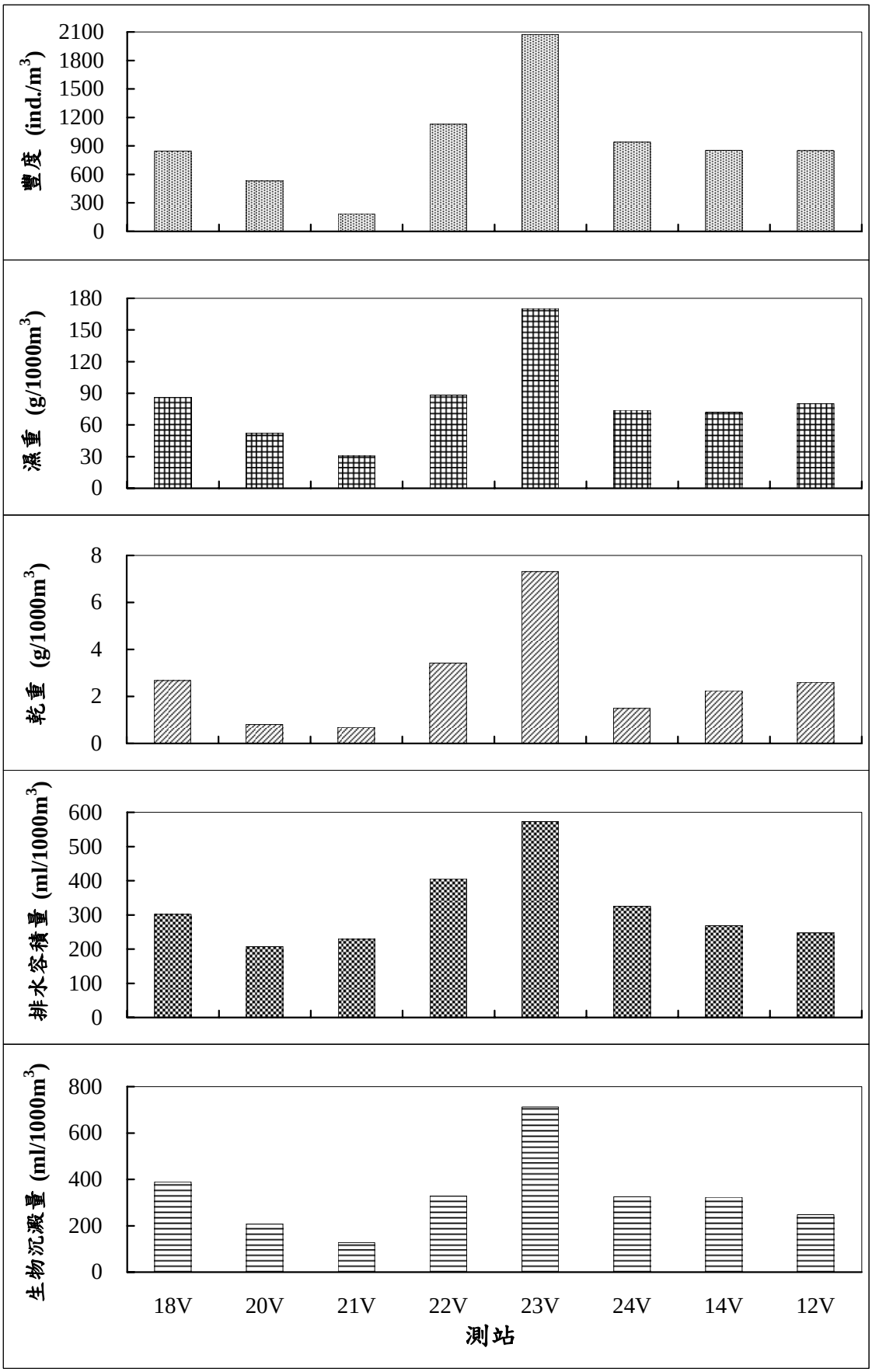


圖3-9 民國100年11月19日第三核能發電廠附近海域監測站垂直動物性浮游生物之豐度及生物量

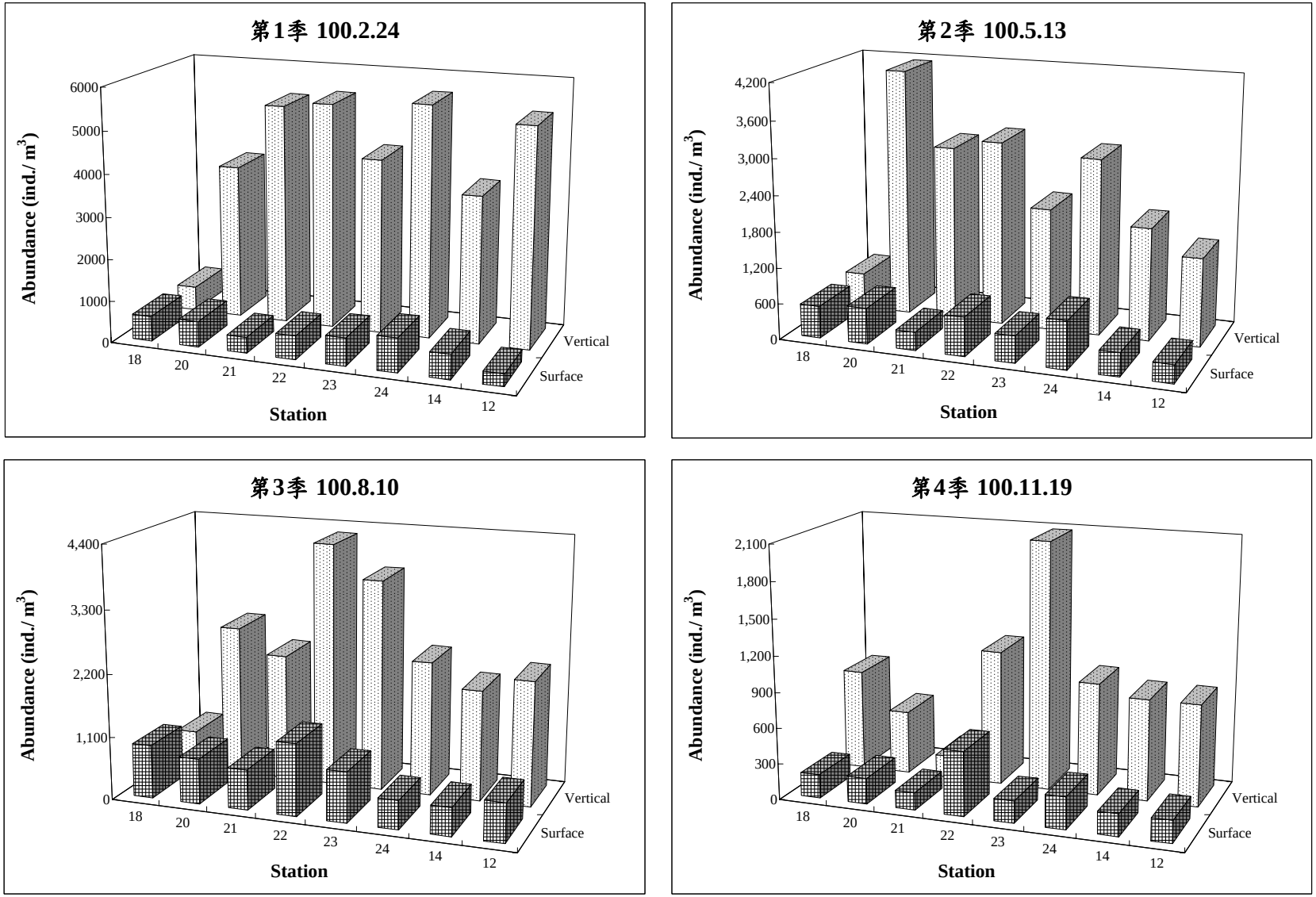


圖3-10 民國100年2月24日至11月19日第三核能發電廠附近海域各測站中動物性浮游生物之豐度變化

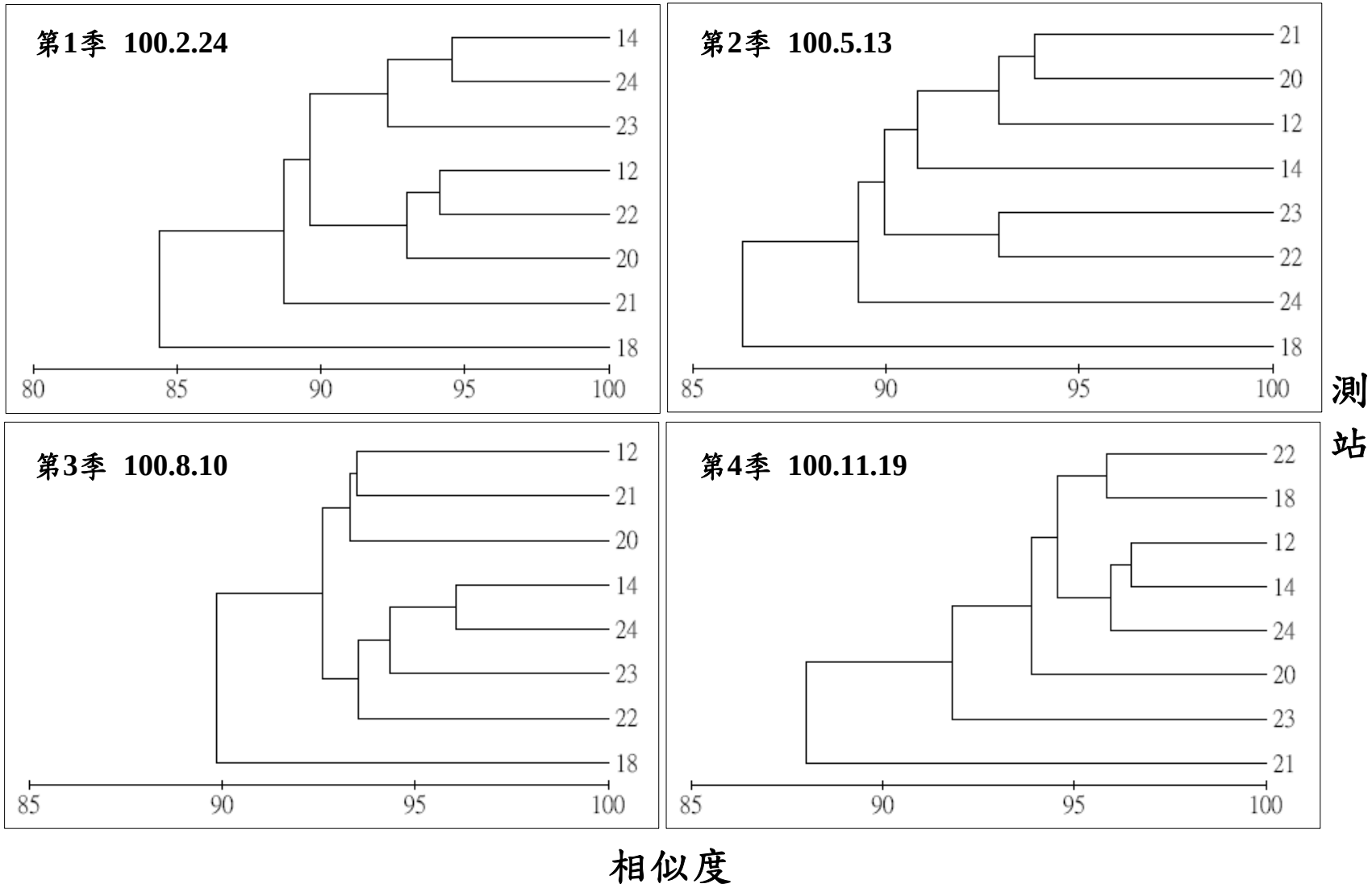


圖3-11 民國100年2月24日至11月19日第三核能發電廠附近海域各測站中動物性浮游生物之群聚分析

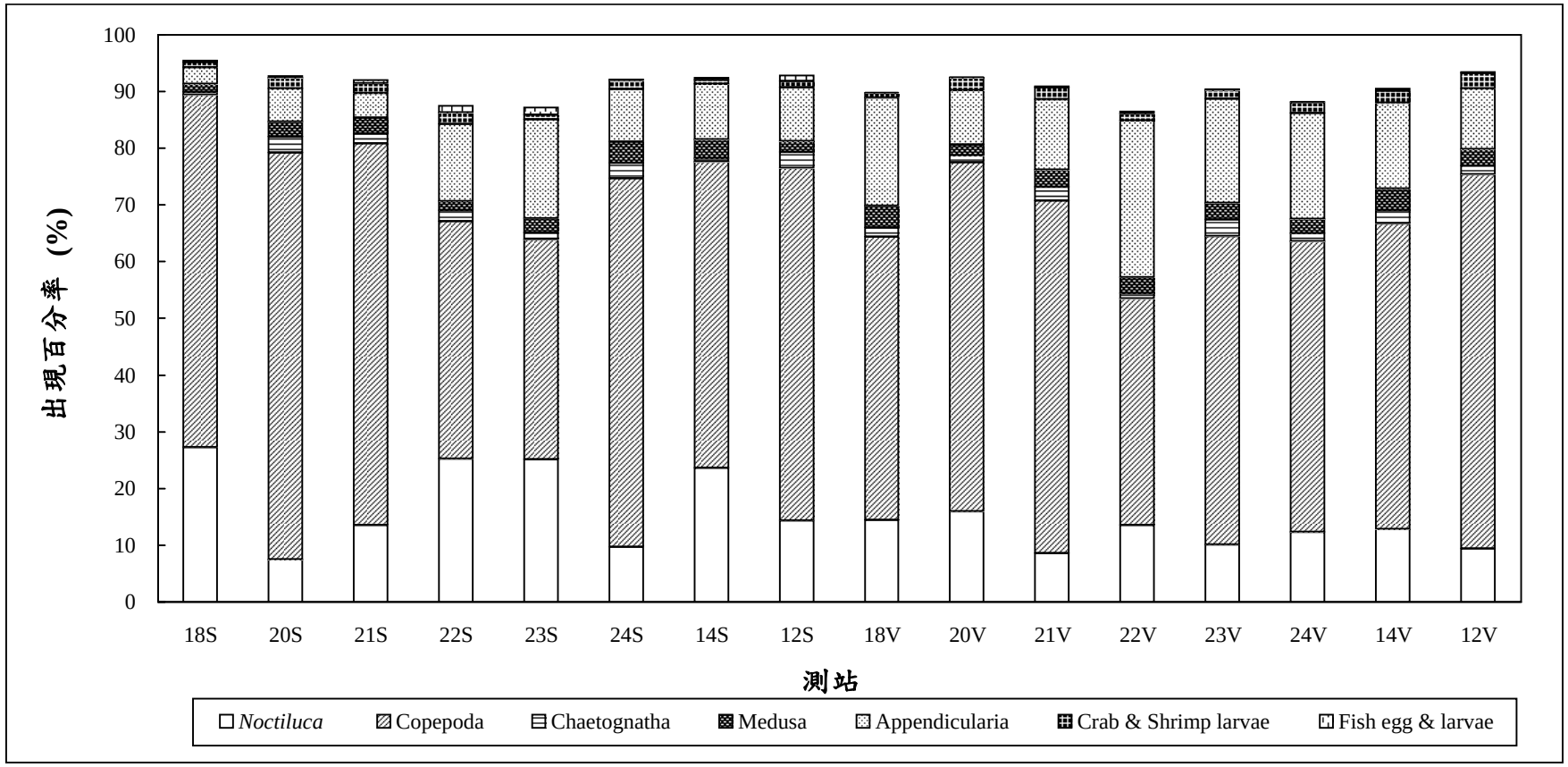


圖3-12 民國100年2月24日第三核能發電廠附近海域各測站中動物性浮游生物之出現百分率

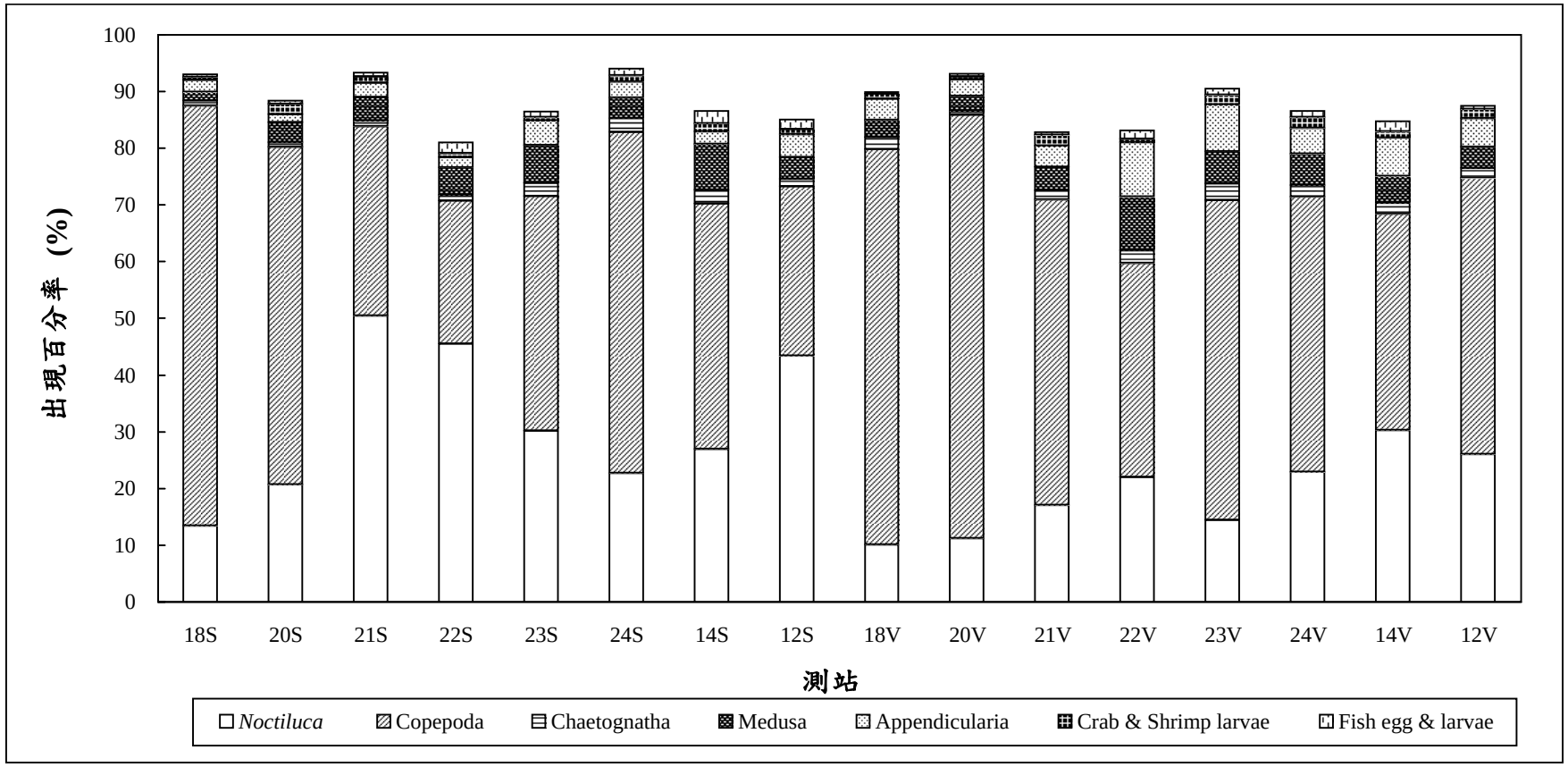


圖3-13 民國100年5月13日第三核能發電廠附近海域各測站中動物性浮游生物之出現百分率

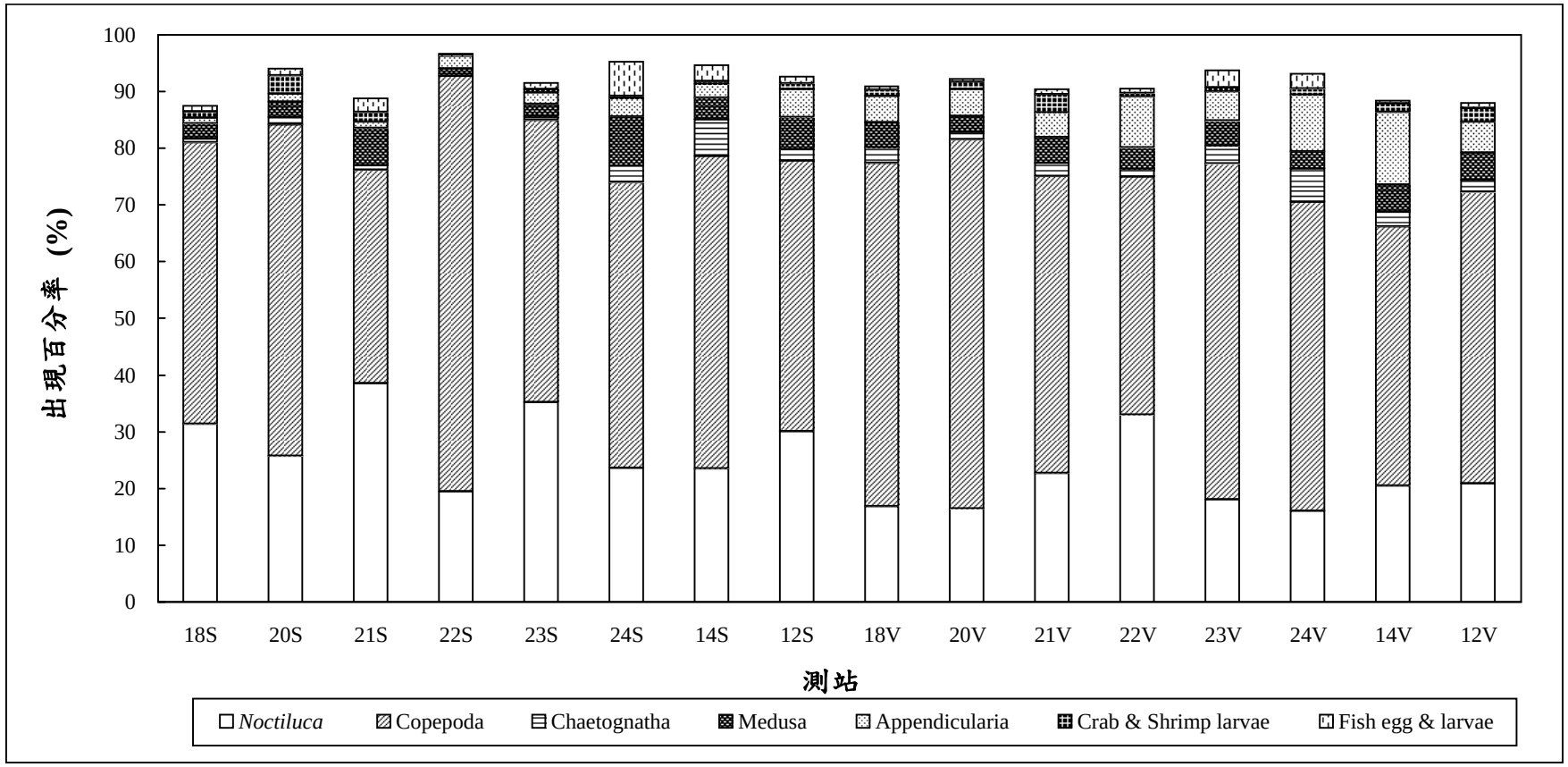


圖3-14 民國100年8月10日第三核能發電廠附近海域各測站中動物性浮游生物之出現百分率

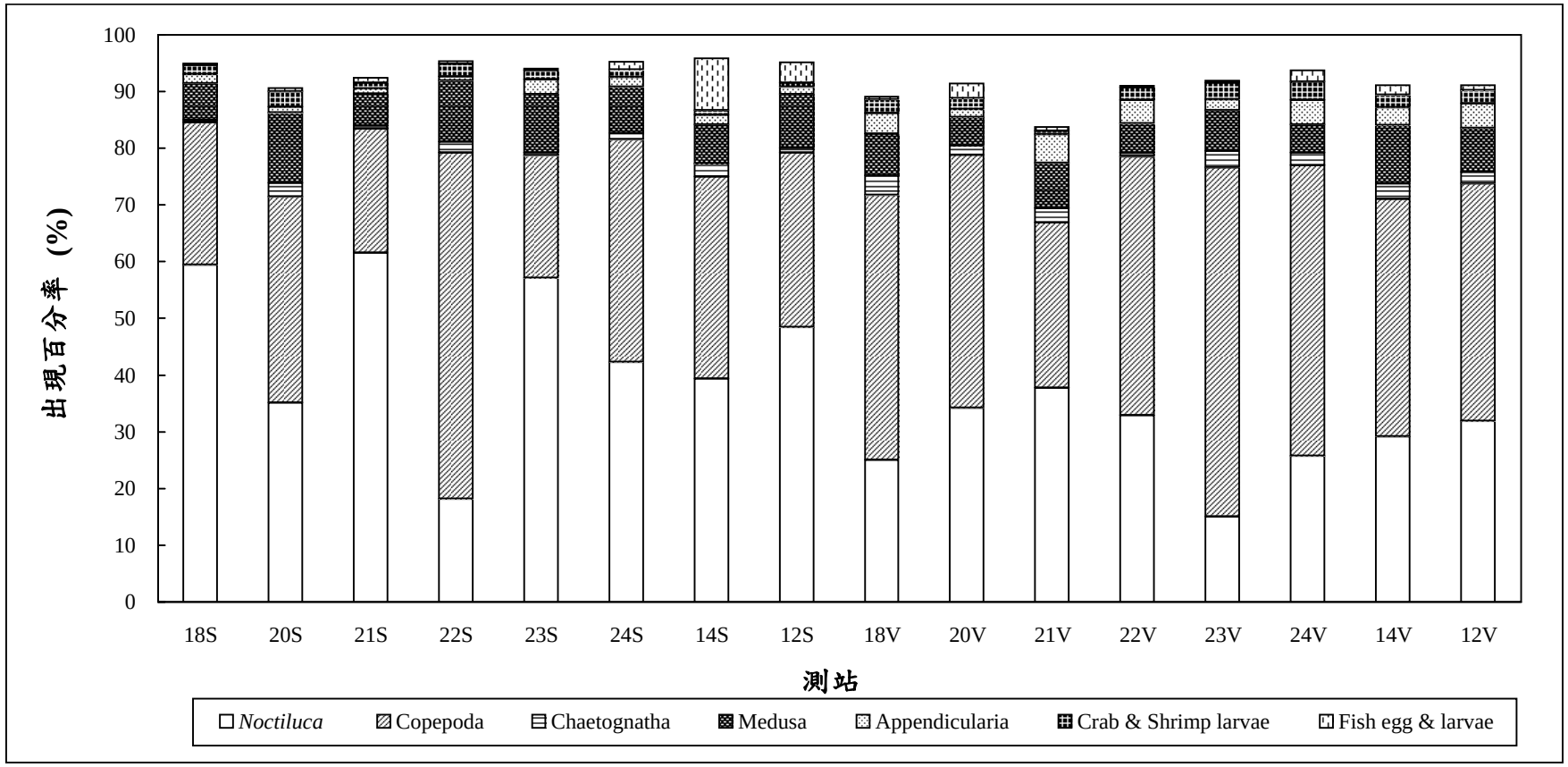
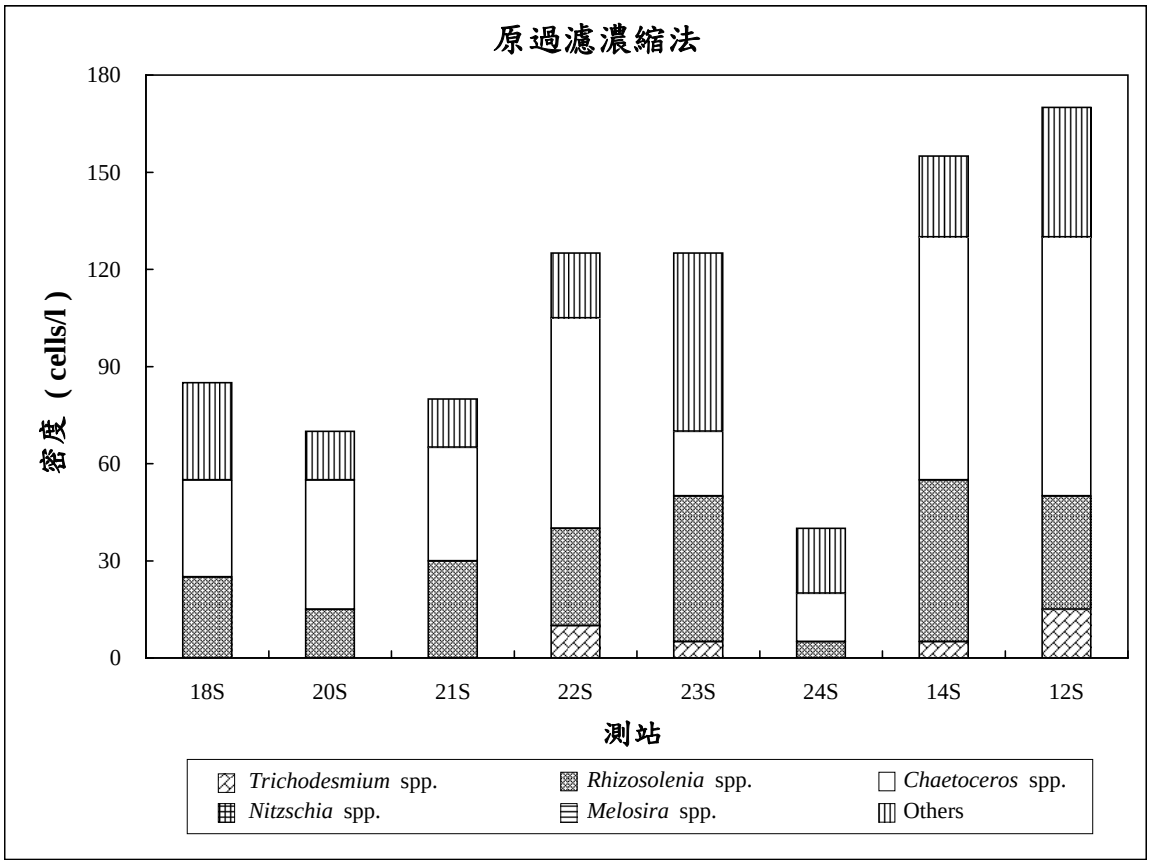


圖3-15 民國100年11月19日第三核能發電廠附近海域各測站中動物性浮游生物之出現百分率



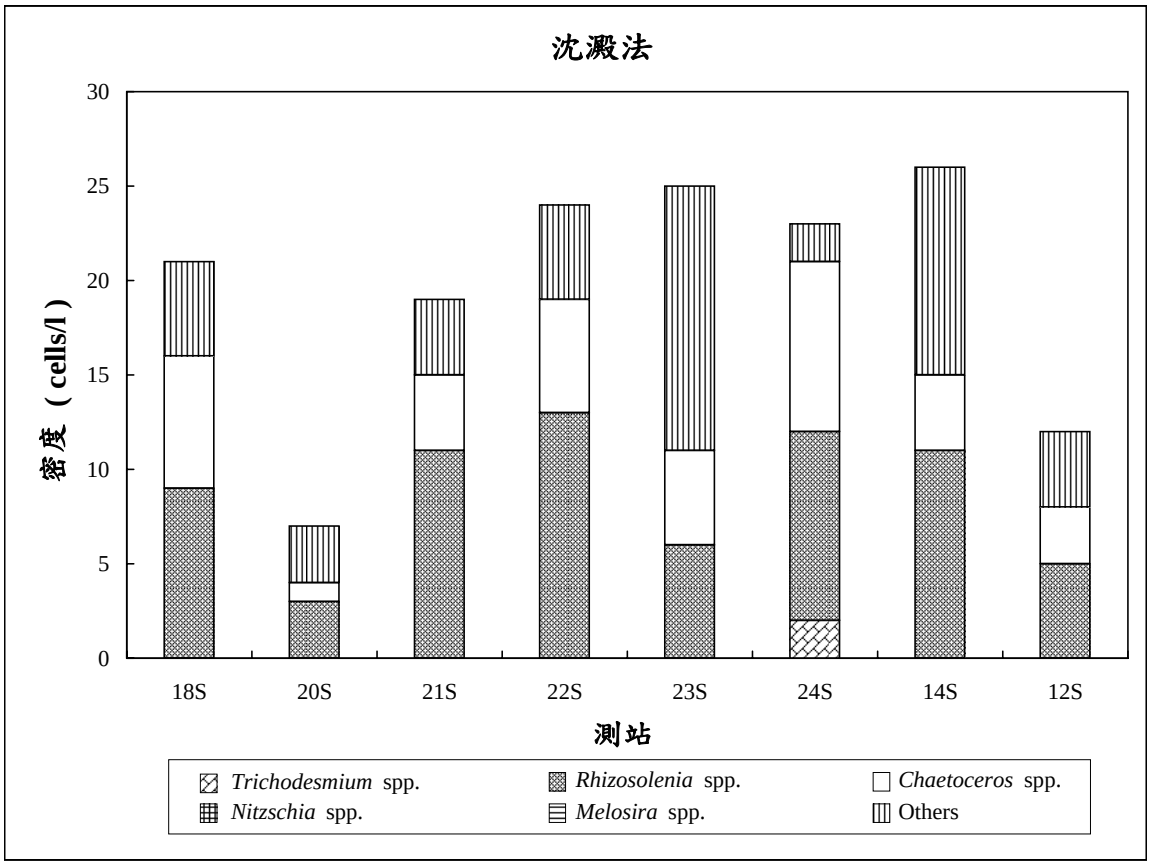
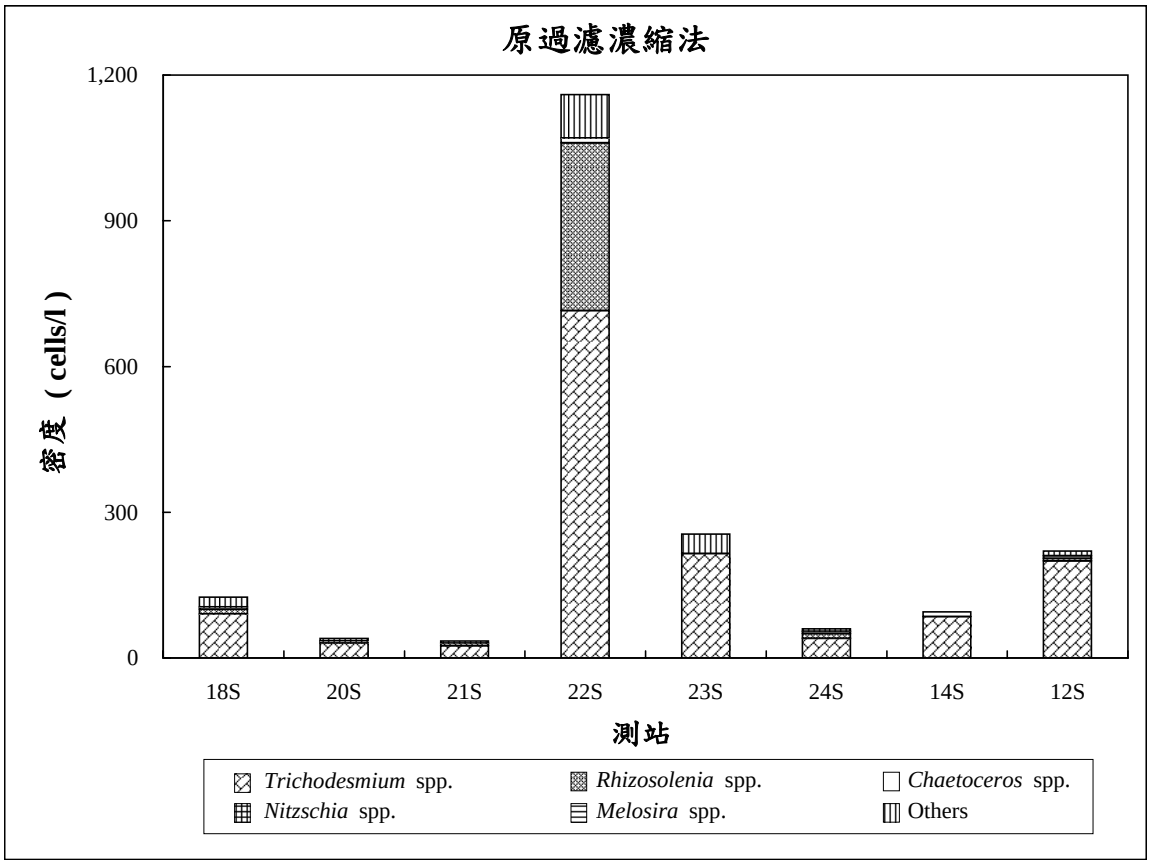


圖3-16 民國100年2月24日第三核能發電廠附近海域各測站之植物性浮游生物組成圖
（上圖 ： 原過濾濃縮法；下圖 ： 環保署公告之沉澱法）



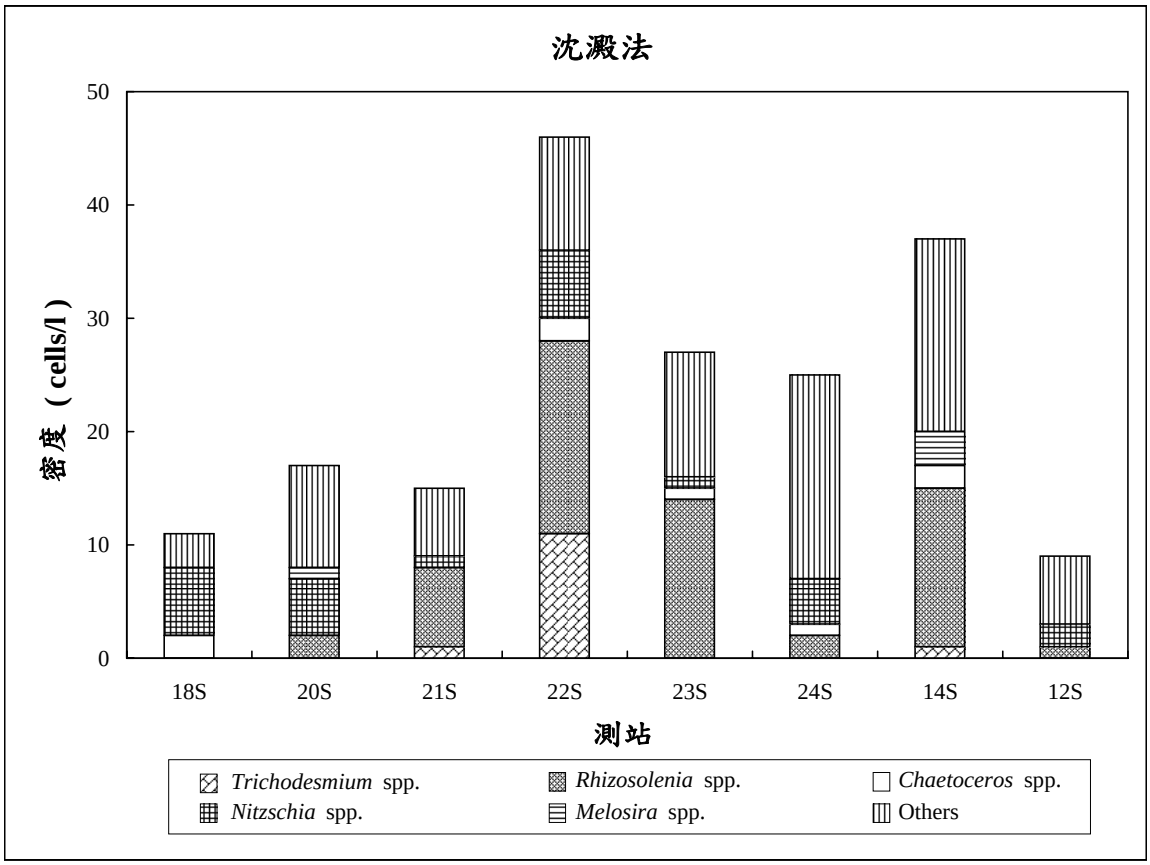
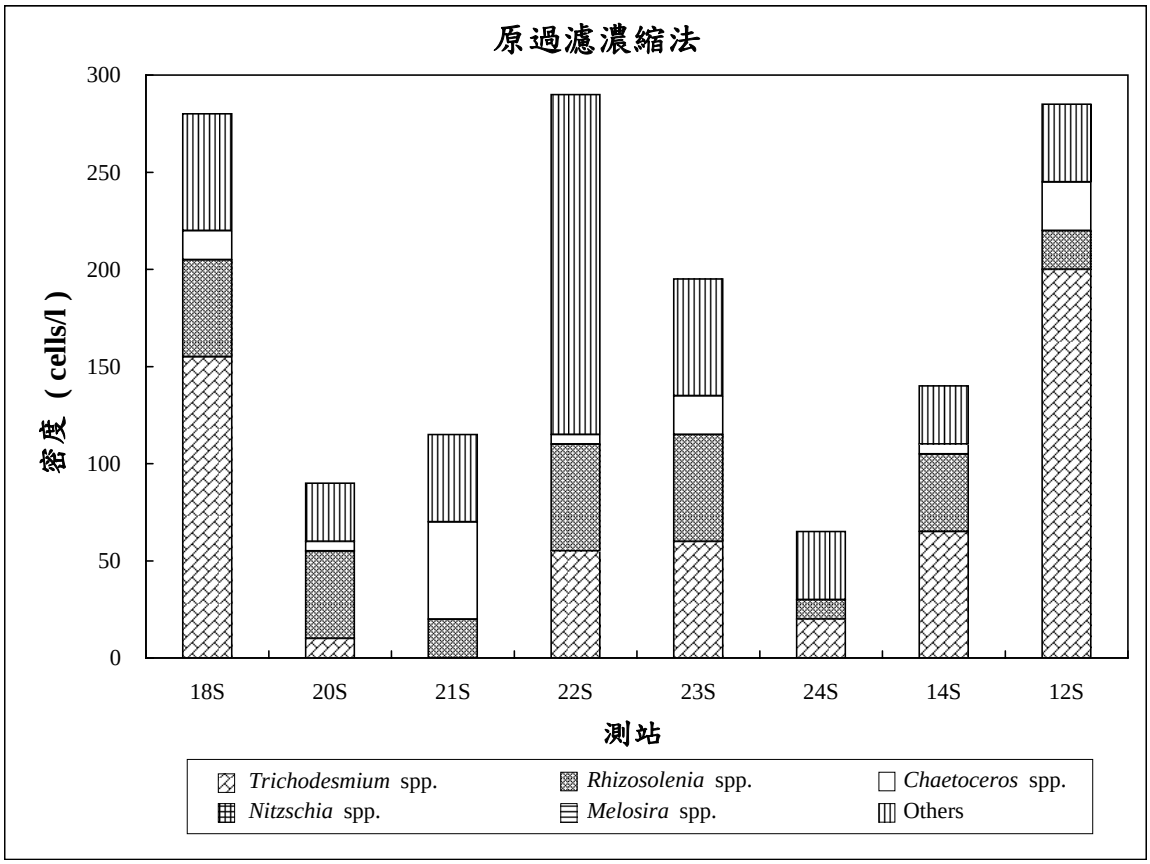


圖3-17 民國100年5月13日第三核能發電廠附近海域各測站之植物性浮游生物組成圖
（上圖 ： 原過濾濃縮法；下圖 ： 環保署公告之沉澱法）



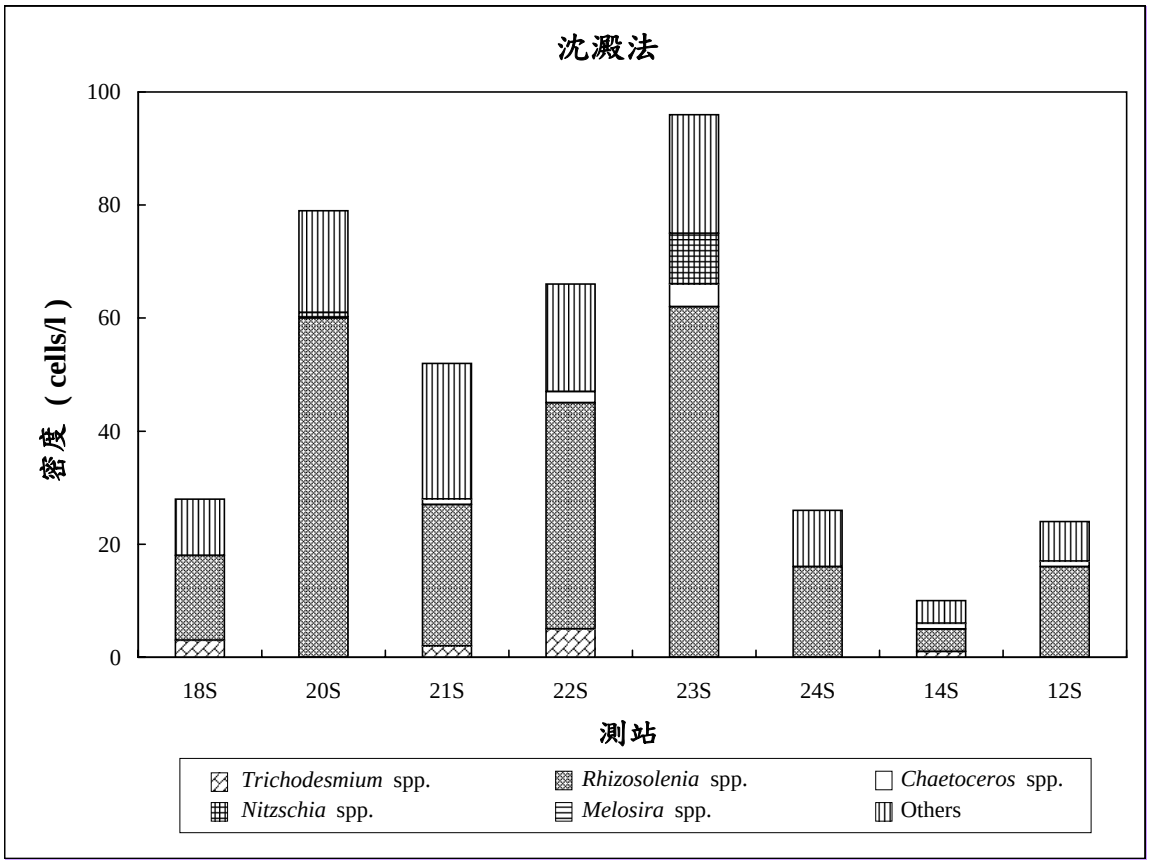
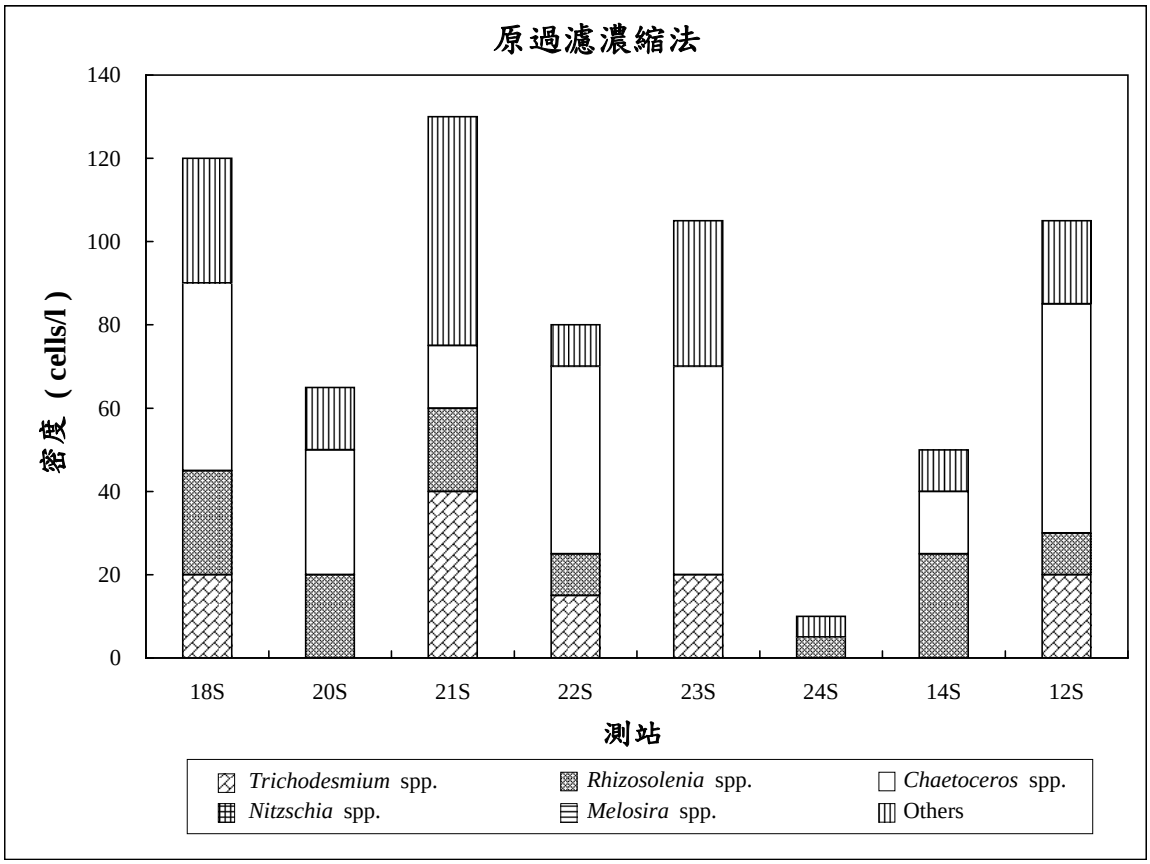


圖3-18 民國100年8月10日第三核能發電廠附近海域各測站之植物性浮游生物組成圖
（上圖 ： 原過濾濃縮法；下圖 ： 環保署公告之沉澱法）



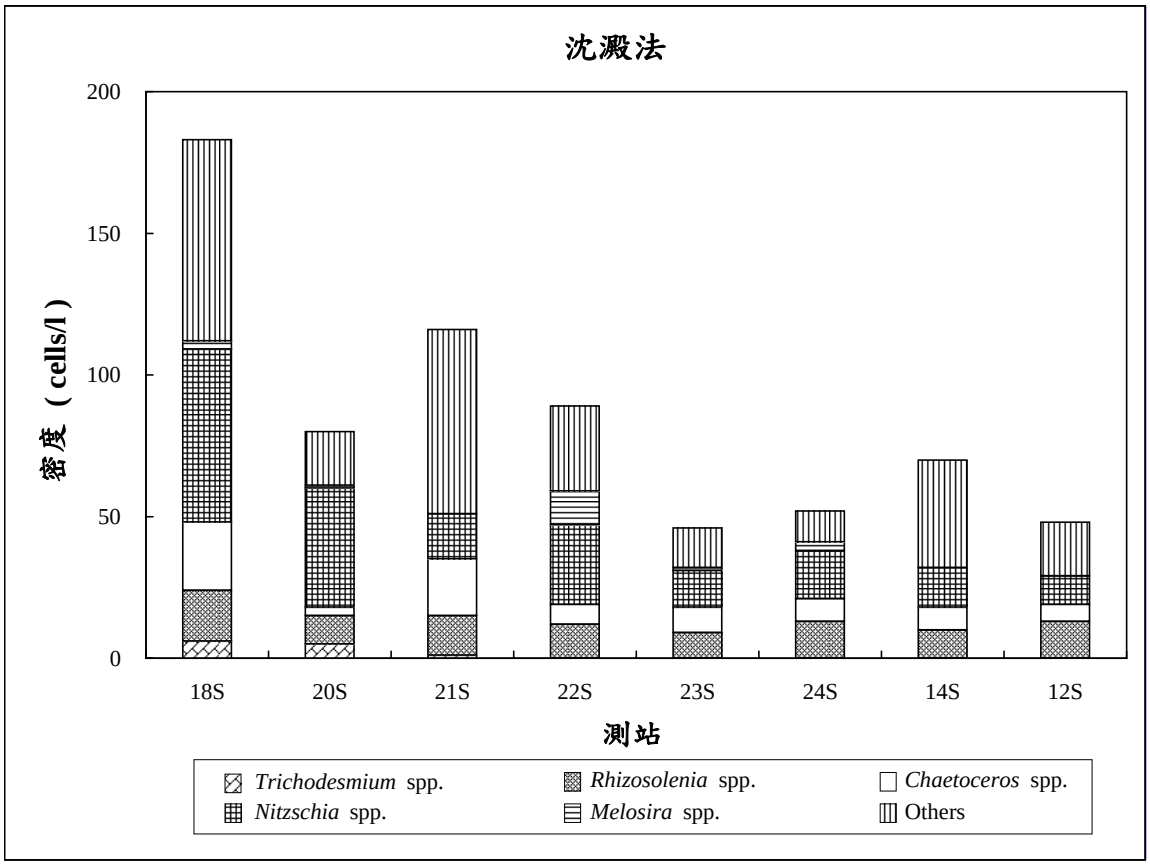


圖3-19 民國100年11月19日第三核能發電廠附近海域各測站之植物性浮游生物組成圖（上圖 ： 原過濾濃縮法；下圖 ： 環保署公告之沉澱法）

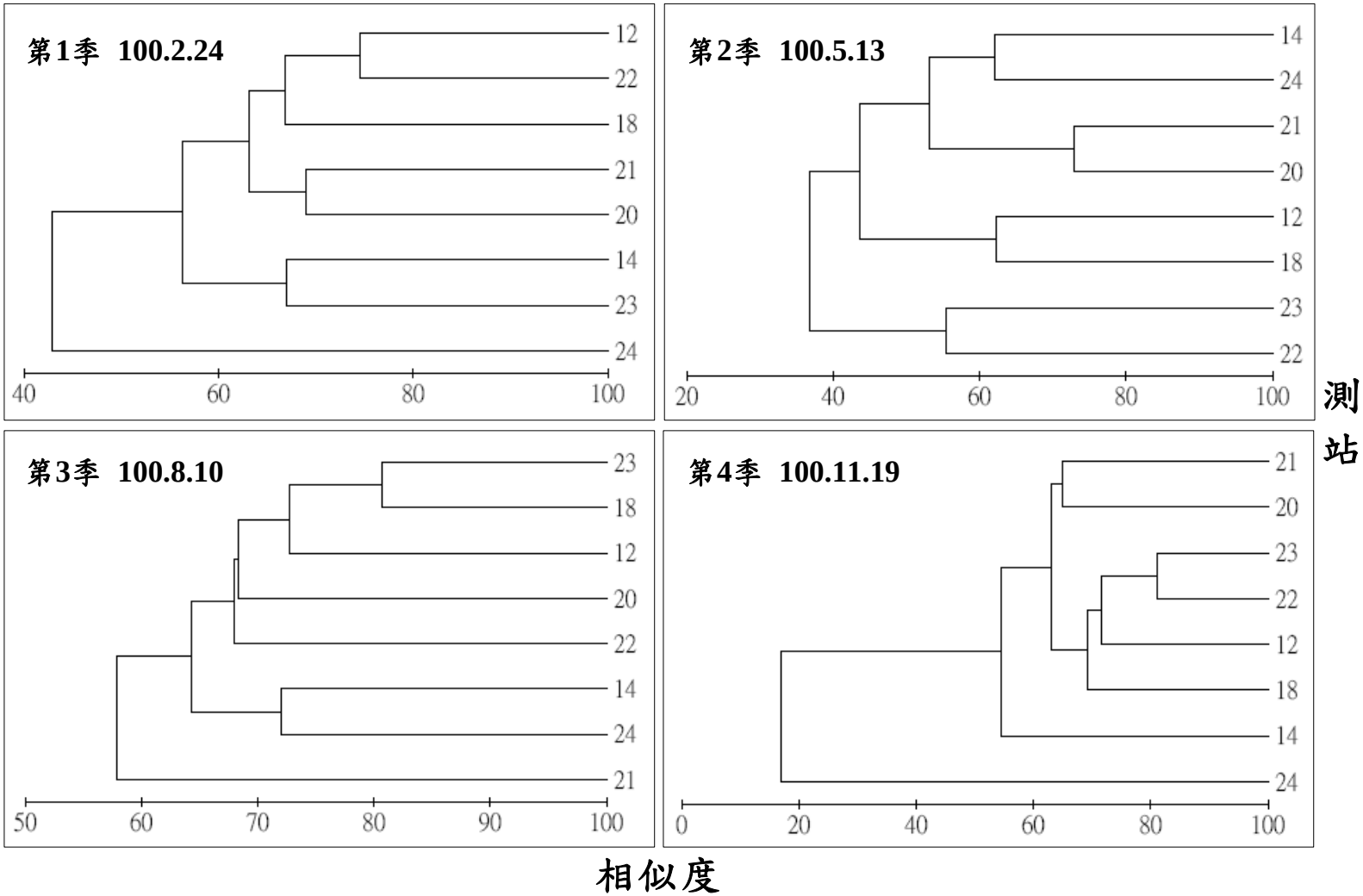


圖3-20 民國100年2月24日至11月19日第三核能發電廠附近海域各測站中植物性浮游生物之群聚分析(以原過濾濃縮法之數據分析)

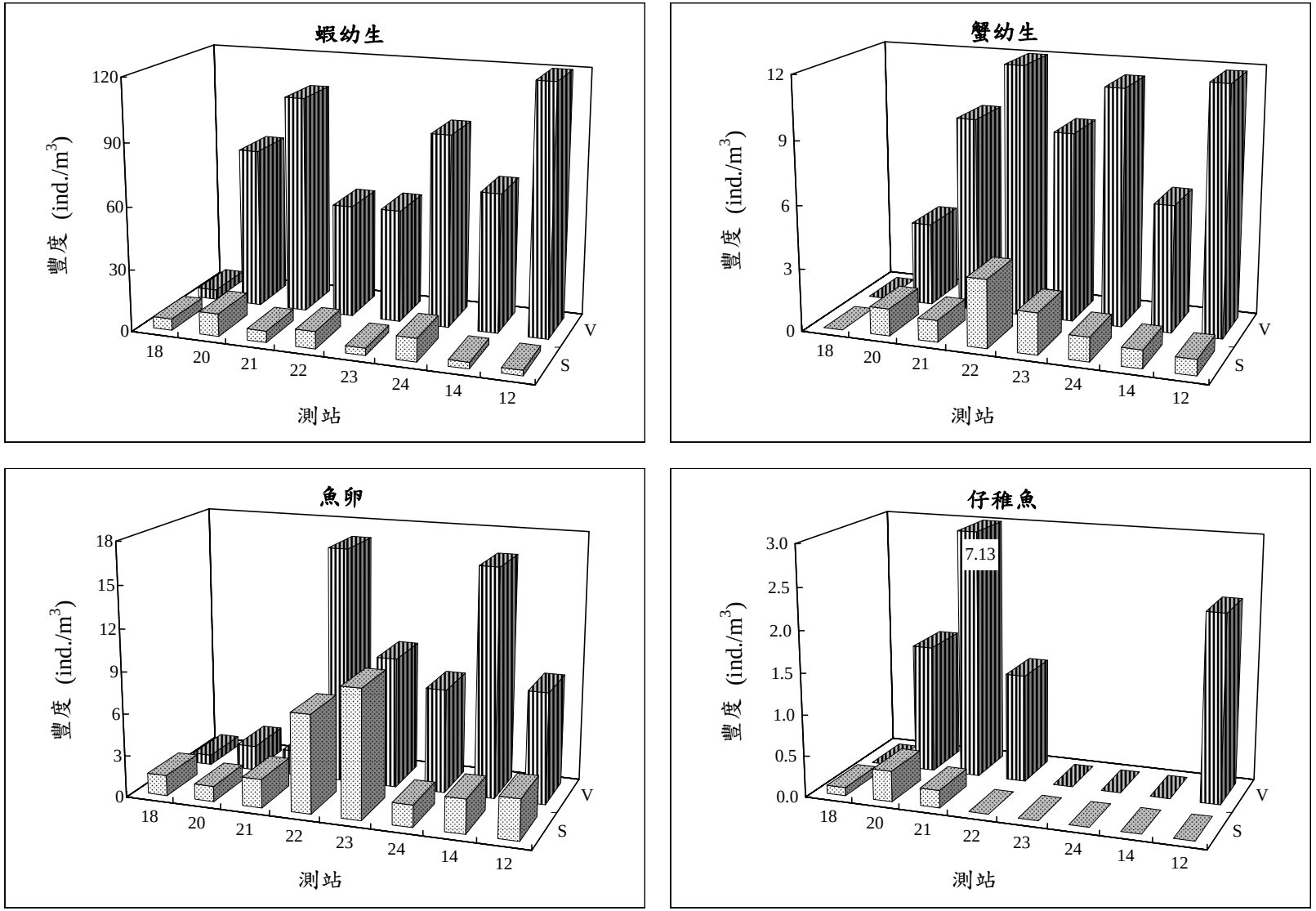


圖3-21 民國100年2月24日第三核能發電廠附近海域監測站蝦蟹幼生、魚卵及仔稚魚之豐度變化

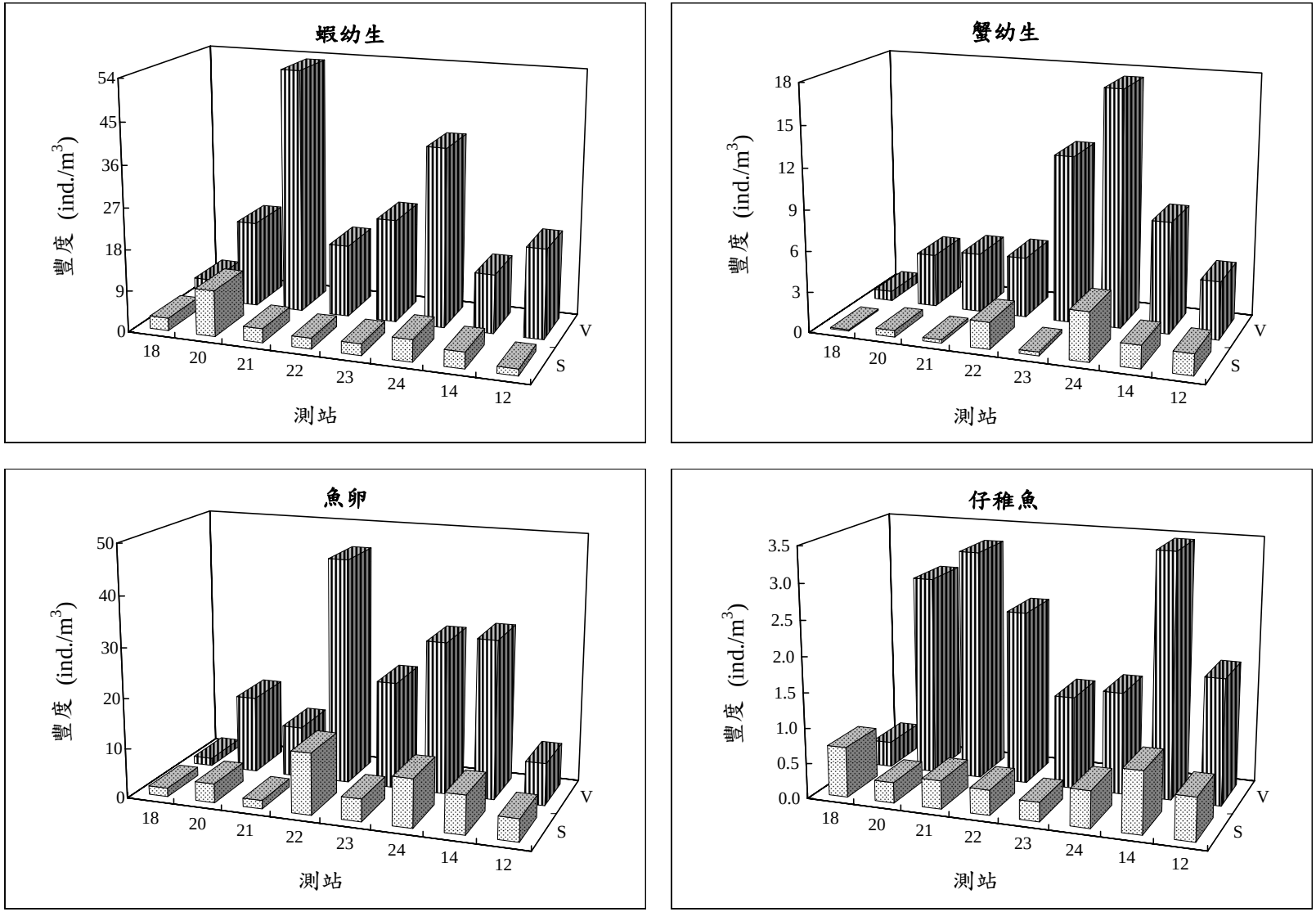


圖3-22 民國100年5月13日第三核能發電廠附近海域監測站蝦蟹幼生、魚卵及仔稚魚之豐度變化

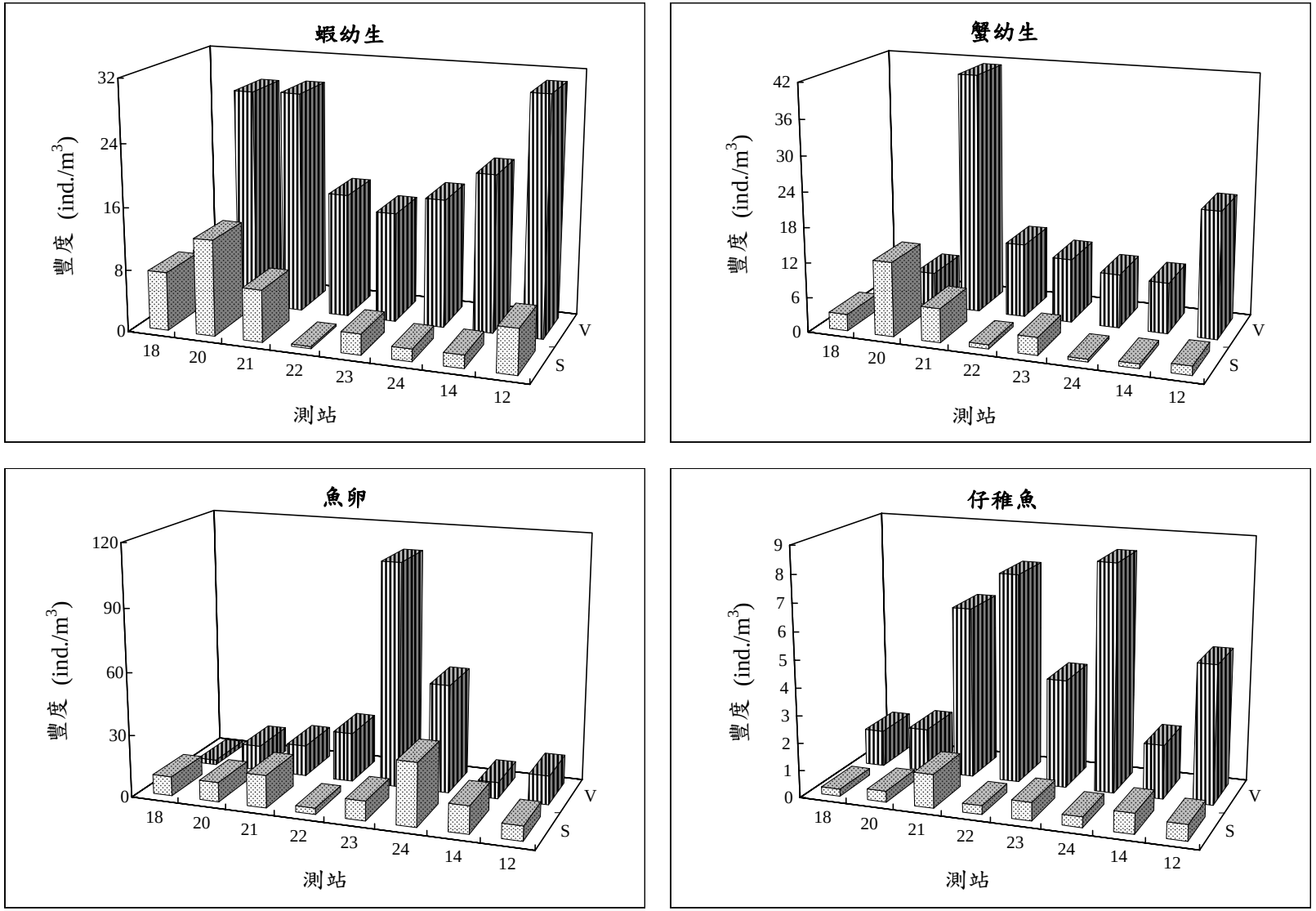


圖3-23 民國100年8月10日第三核能發電廠附近海域監測站蝦蟹幼生、魚卵及仔稚魚之豐度變化

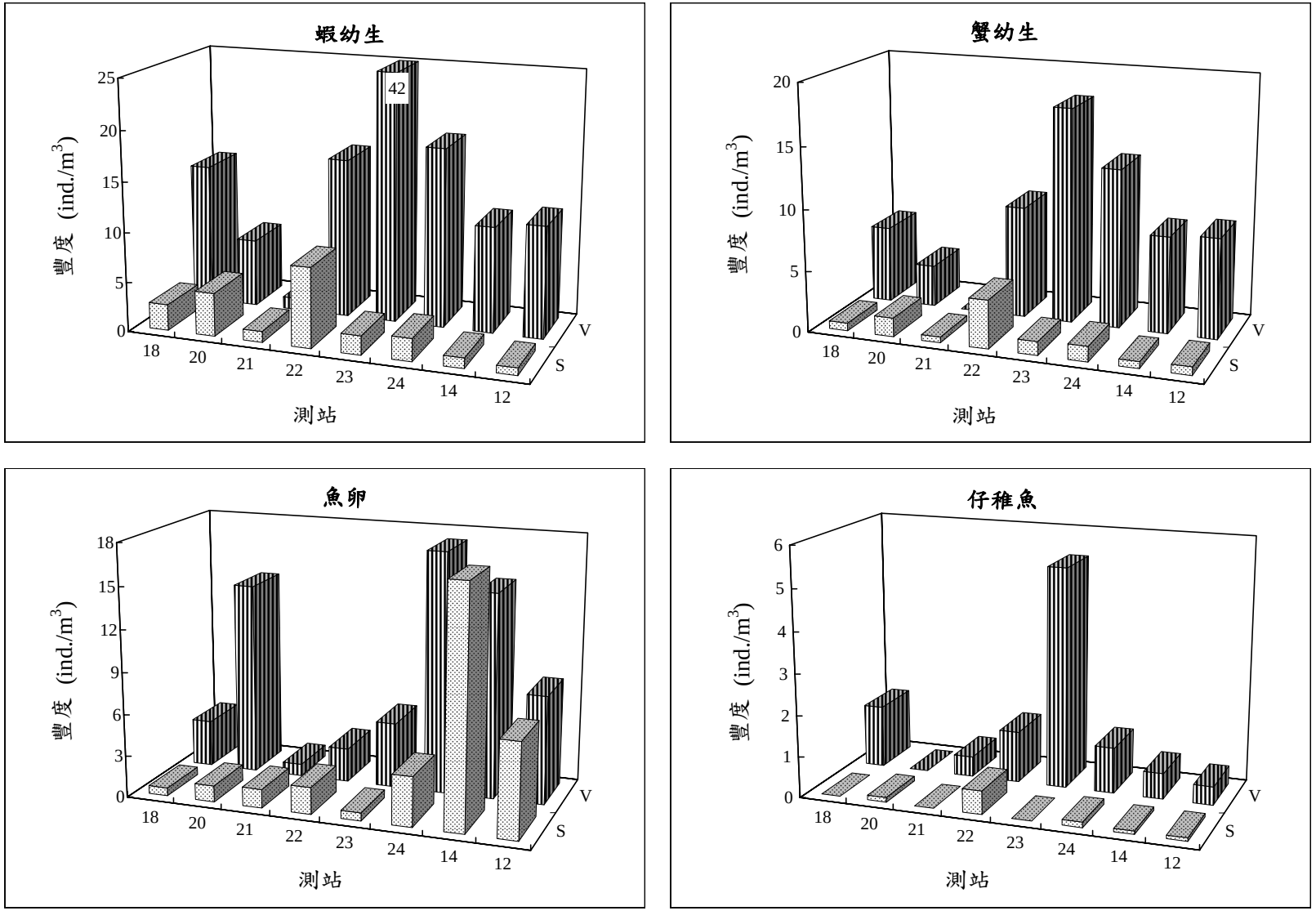


圖3-24 民國100年11月19日第三核能發電廠附近海域監測站蝦蟹幼生、魚卵及仔稚魚之豐度變化

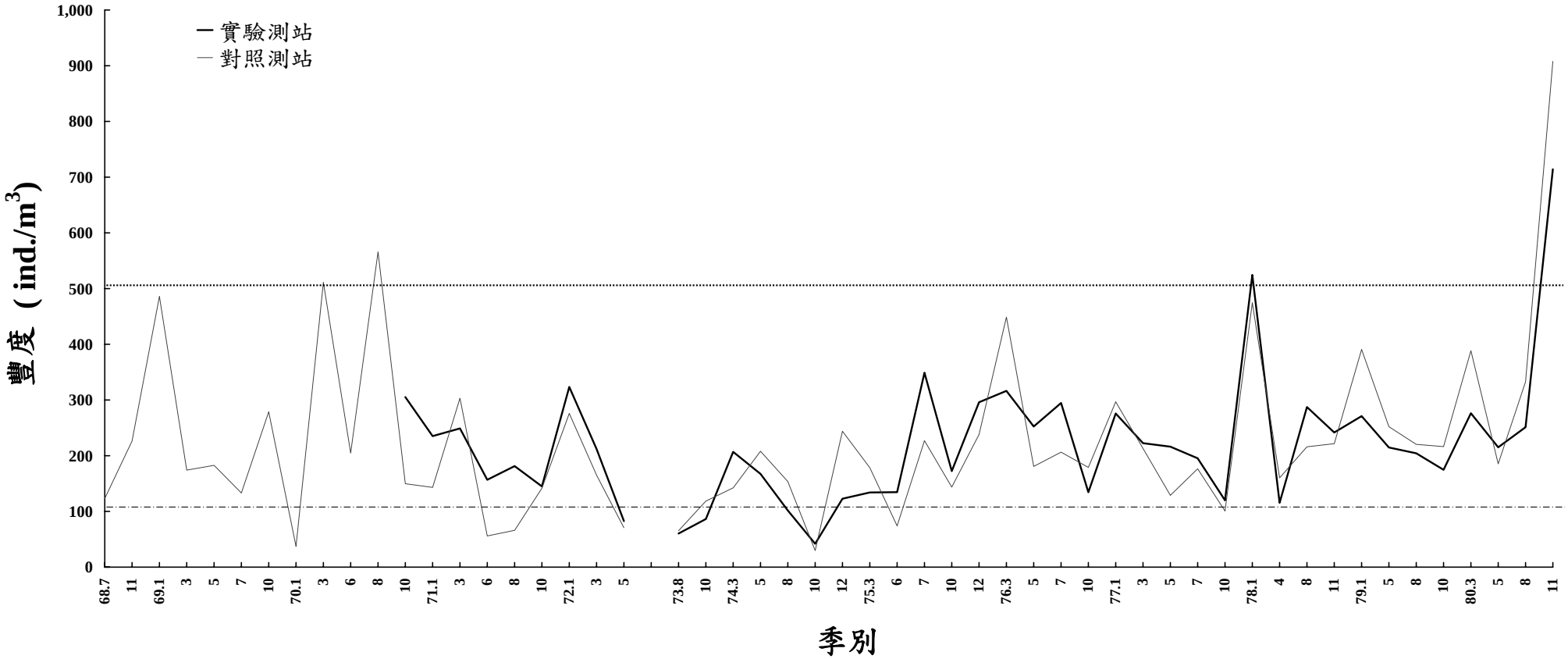
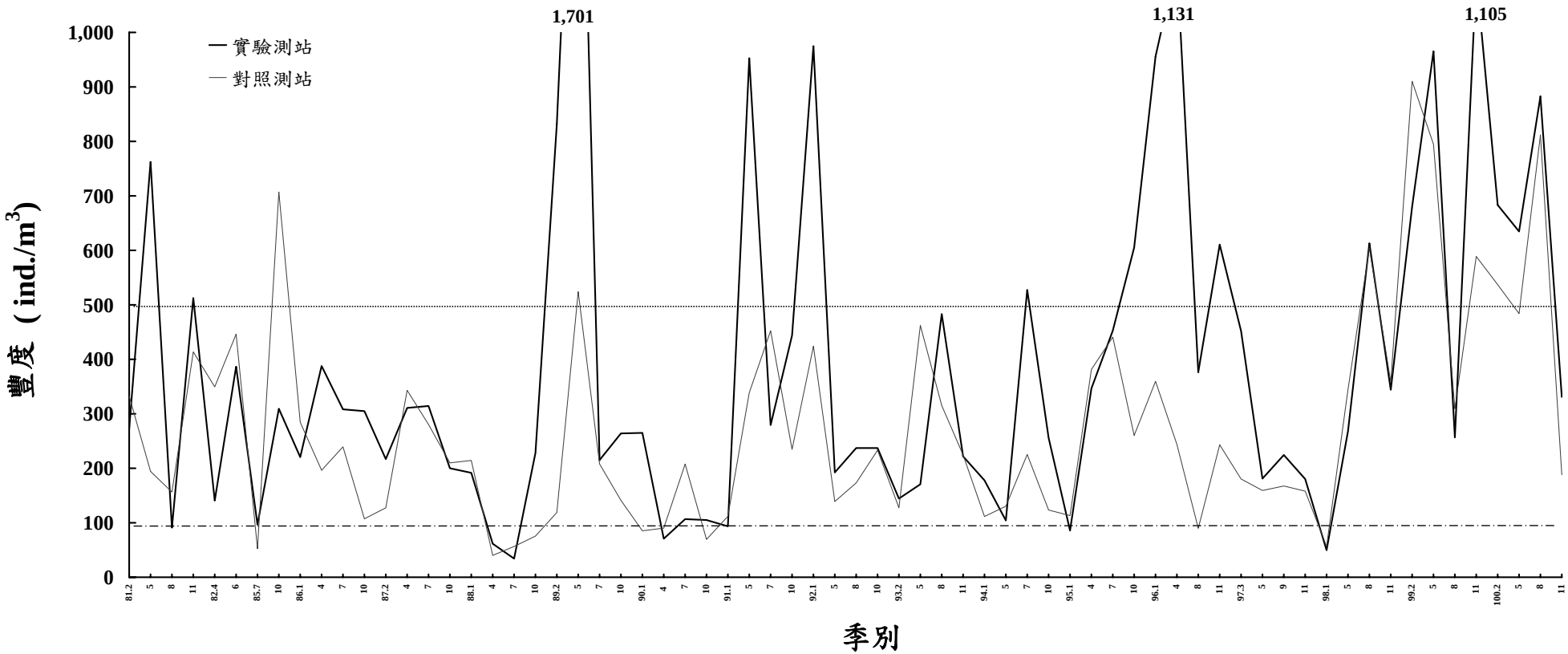


圖3-25　民國68年7月至100年11月第三核能發電廠附近海域實驗測站和對照測站表層動物性浮游生物之豐度變化



續圖3-25 民國68年7月至100年11月第三核能發電廠附近海域實驗測站和對照測站表層動物性浮游生物之豐度變化

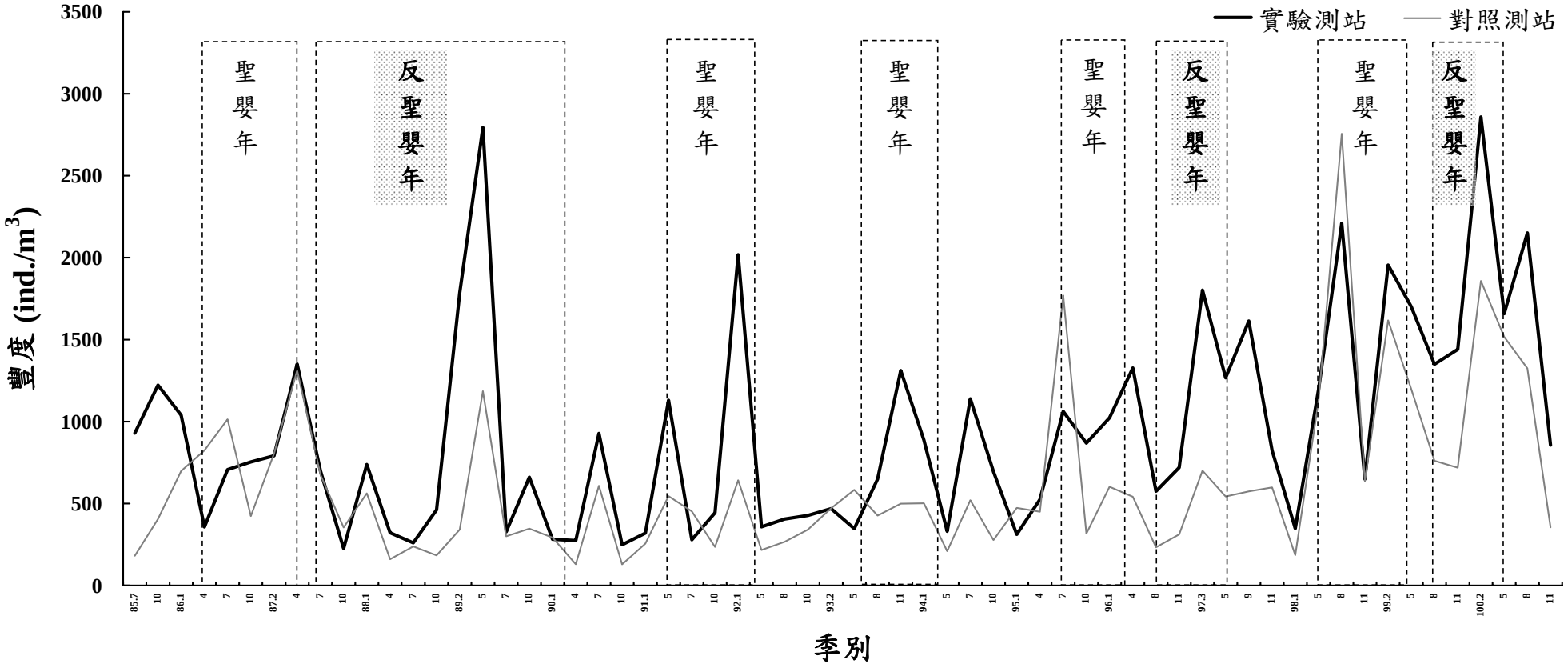


圖3-26 民國85年7月至100年11月第三核能發電廠附近海域實驗和對照測站動物性浮游生物各大類之豐度

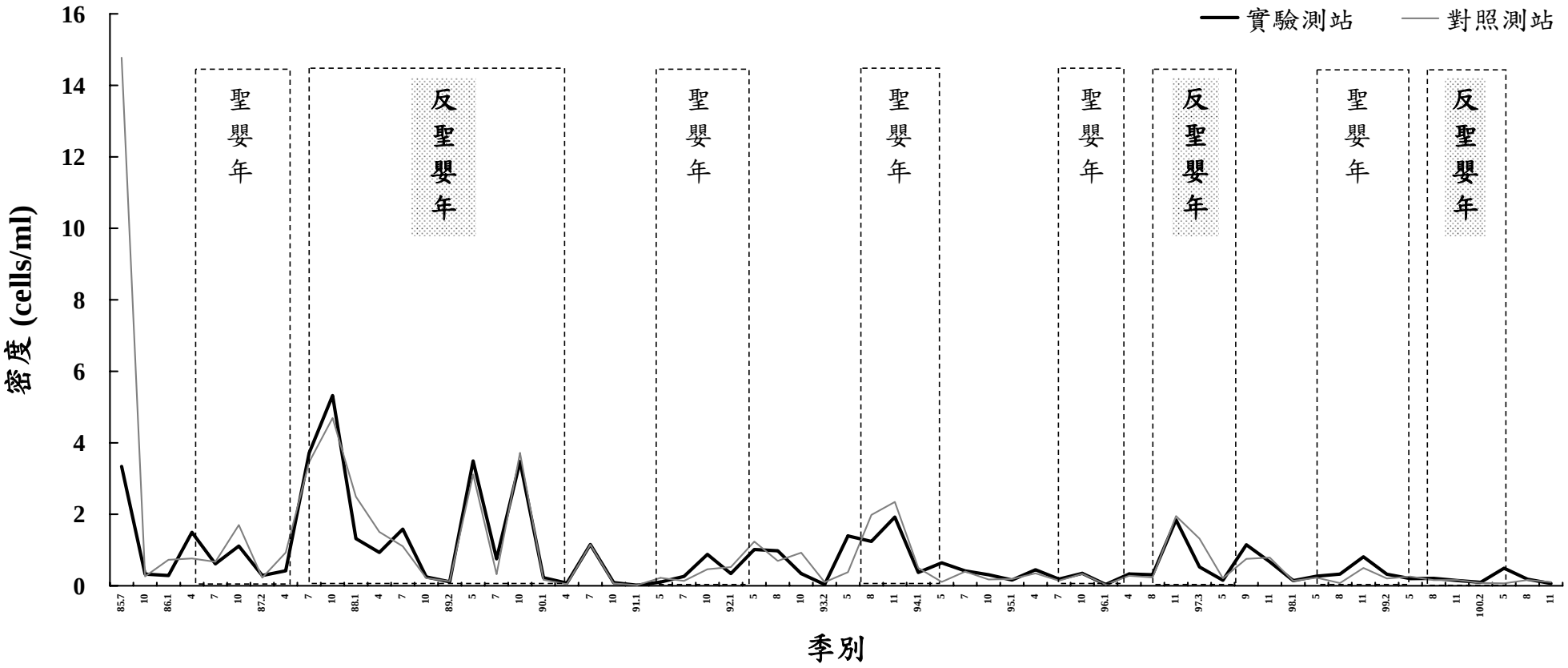


圖3-27 民國85年7月至100年11月第三核能發電廠附近海域實驗和對照測站植物性浮游生物(>55μm)各大類之密度

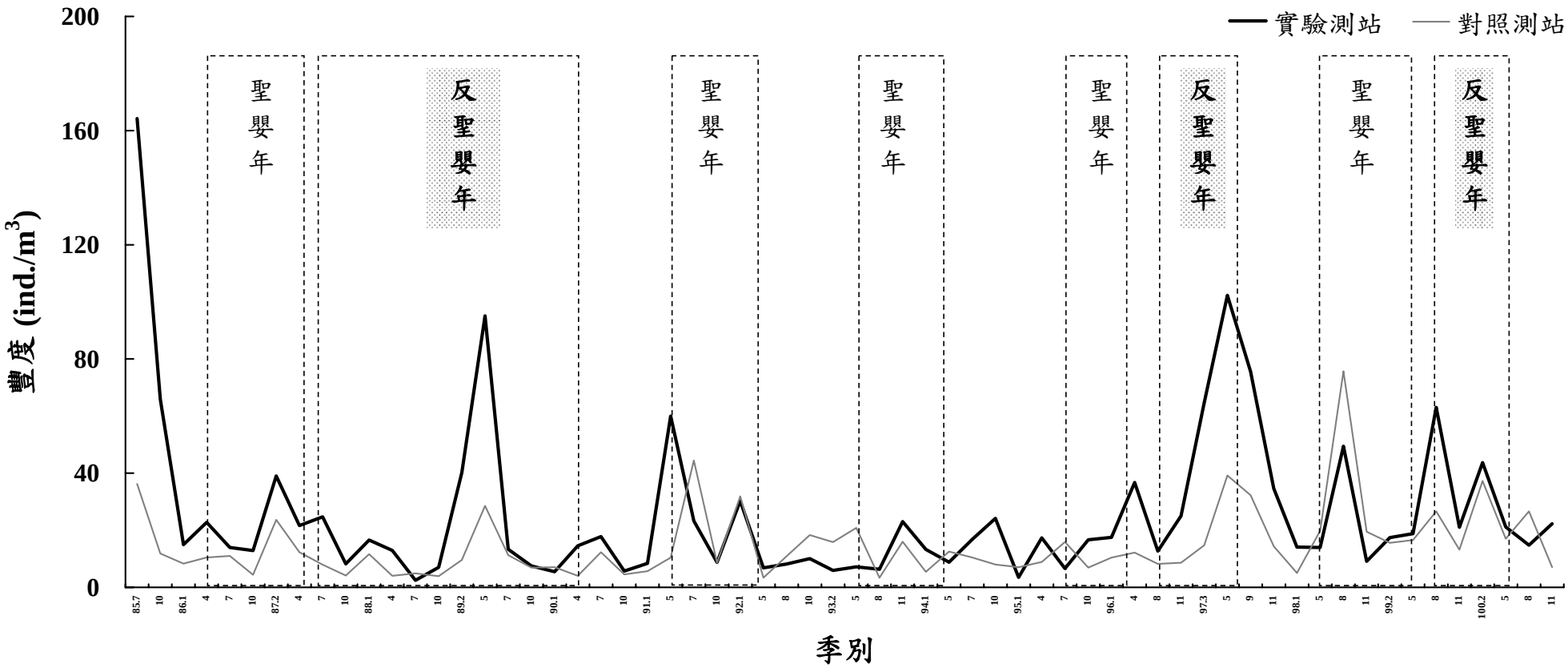


圖3-28　民國85年7月至100年11月第三核能發電廠附近海域實驗和對照測站蝦蟹幼生之豐度

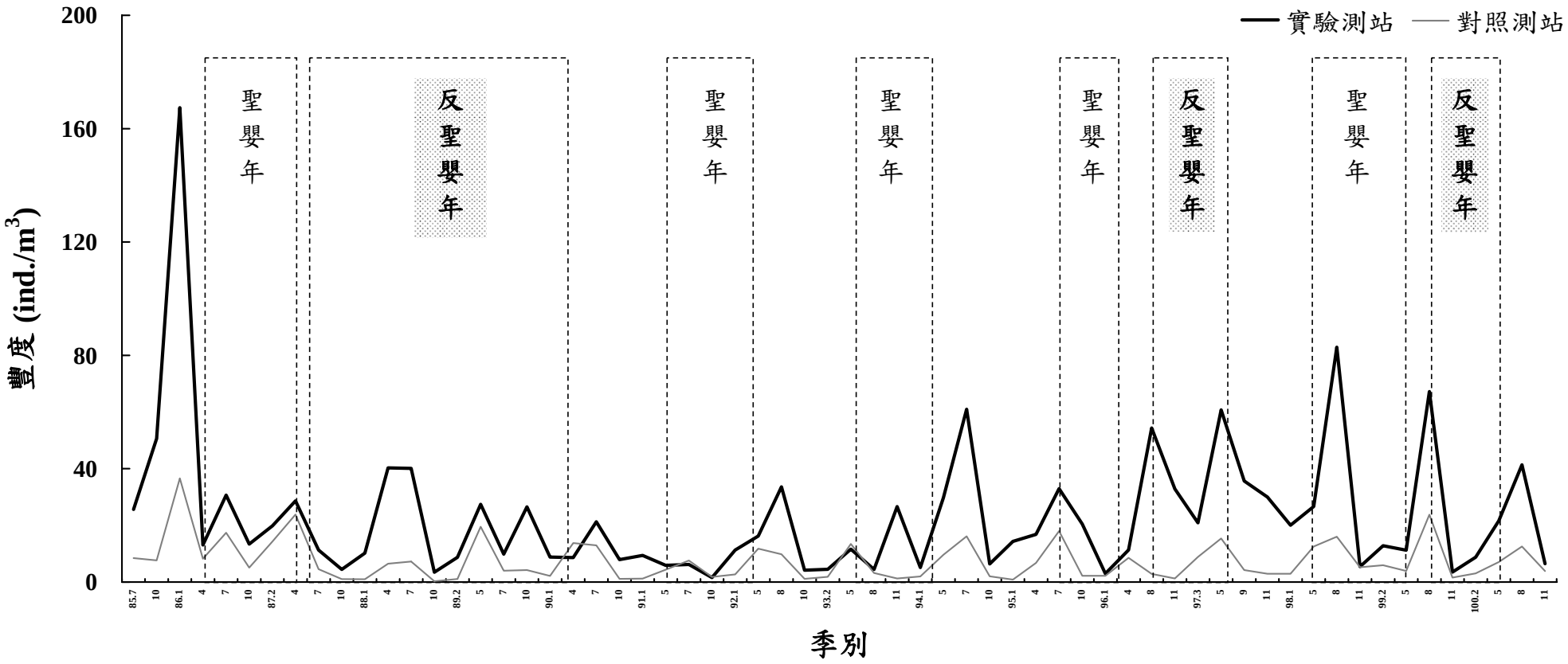


圖3-29　民國85年7月至100年11月第三核能發電廠附近海域實驗和對照測站魚卵及仔魚之豐度

肆、底棲動物

一、計畫目的與緣起

本省有不少發電廠分佈於西海岸及澎湖,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 68 年迄今（100 年）已有 32 年歷史。第三核能發電廠於 73 年起開始運轉發電，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 32 年，回顧過去之研究大致上可分為二階段。其一於 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，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 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*）、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、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,溫排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 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，顯示溫排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 82 年 7 月由本實驗室接手後，即縮小監測範圍，因為若溫排水的影響範圍不大，理論上太遠的監測站極可能無法看出差異；此外並針對底棲動物幼生及補充群是否受溫排水之影響進行監測。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，若溫排水對補充群有影響，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、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 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蜑螺較高，顯示生活在排水道之漁舟蜑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（如蜑螺、寶螺、海兔及黑蝶貝等）對溫排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量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，而底棲動物的補充量與其浮游幼生的數量間並無一致之關係。

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，隨著溫度昇高生長率及餵食消耗率（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：溫度對藤壺同功胺多型性（allozyme polymorphisms）的等位基因頻率有天擇的作用；除了上述的影響之外，有些同功胺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、粘度、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 57 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。

三、研究方法與進度說明

本計畫以第三核能電廠附近海域（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）底棲動物著生量及消長情形和溫排水是否相關；（3）固定橫截線底棲生物覆蓋率變化（本部分在 94 年第 3 季依照環保署公布”硬底質海域表棲生物採樣通則固定橫截線調查表棲生物種類和豐度”（NIEA E104.20C）之採樣通則新增）；（4）入、出水口微環境沉積物沉積量變化（在 98 年第 1 季新增）；（5）入水口及出水口附近測站水溫變化，是否受溫排水影響為調查方向。

1. 軸孔珊瑚之成長變化：目的在比較入水口及出水口附近珊瑚成長之差異。實驗地點在出水口附近及入水口，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 15 公分）固定在鋼架上，每季觀察紀錄成長情形。

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 6 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出現的情形；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，比較底棲動物在不同測站和季節間補充量是否有差異。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，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覆蓋率變化：依據環保署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，分別為入水口灣內北側（Influ-2-1）、入水口灣內最北側（Influ-2-2）、入水口灣內南側（Influ-5）各有 1 條橫截線；在出水口南側的 3 條橫截線則於水深 8 公尺處（Efflu）、水深 9

公尺處（Efflu-2）及貓鼻頭（MPT）等測站各設置 1 條橫截線；每隔 0.1 公尺計數該處之底質種類及底棲生物種類和豐度，並分析其群聚結構。

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）、出水口南側水深 3 公尺處（Efflu-3）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，比較沉積量在不同測站和季節間是否有差異。

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溫排水影響，而與其他測站有水溫差異，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）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，比較其水溫變化。

四、目前研究成果

1.軸孔珊瑚之成長變化：

入、出水口監測之軸孔珊瑚於 98 年第 4 季（11 月 11 日）同時重新放置，入水口的珊瑚平均放置長度為 101.8±31.5 mm（n=20），而出水口南側者為 65.5±13.5 mm（n=20）（表 4-1）（圖 4-5），入、出水口之珊瑚長度無顯著差異。持續監測至 100 年第 1 季，入水口有 7 株珊瑚存活，其死亡率為 2.8 株/季；而出水口於 99 年第 2 季全數重新放置 20 株珊瑚，至 99 年第 4 季剩餘 2 株珊瑚存活，其死亡率為 9.0 株/季，此季又重新放置 20 株珊瑚，至 100 年第 1 季，剩餘 4 株珊瑚存活，其死亡率平均為 9.8 株/季。

100 年第 1 季（2 月 18 日），經過 99 年第 4 季存活之珊瑚，入水口 7 株之平均長度為 278.9±141.4 mm；而出水口之 4 株軸孔珊瑚平均長度為 85.0±66.1 mm，入水口與出水口之珊瑚成長差異不顯著。兩測站之軸孔珊瑚存活株數不多，故於此季同時重新放置，入水口的珊瑚平均放置長度為 119.3±25.3 mm（n=20），而出水口南側者

為 102.3±32.6 mm（n=20）。

100 年第 2 季(5 月 18 日)，入水口之 18 株軸孔珊瑚平均長度為 123.7±42.3 mm；而出水口之 16 株軸孔珊瑚平均長度為 87.5±36.0 mm，入水口與出水口之珊瑚成長差異不顯著。

100 年第 3 季（8 月 11 日），入水口之存活軸孔珊瑚共有 17 株，平均長度為 157.8±41.7 mm；而出水口之存活軸孔珊瑚共有 16 株，平均長度為 61.1±44.8 mm，入水口與出水口之珊瑚成長差異顯著，入水口成長較出水口長，此季入水口平均日成長率為 0.35 mm/day，而出水口日成長率為 -0.31 mm/day。

100 年第 4 季（11 月 03 日），入水口之存活軸孔珊瑚共有 17 株，平均長度為 178.3±54.2 mm；而出水口之軸孔珊瑚全數死亡，重新放置 20 株珊瑚，平均長度為 79.3±31.3 mm，故無法與入水口比較成長之差異。從第 1 季至第 4 季，入水口與出水口之軸孔珊瑚每季平均死亡率，分別為 1 株/季及 6.67 株/季，經 T-test 有顯著差異（p=0.045），入水口軸孔珊瑚之死亡率較出水口低。

由入水口各季的珊瑚平均日成長率（圖 4-6），可知從 98 年第 4 季放置後，99 年第 1 季（冬）為正成長，其平均日成長率為 0.15 mm/day；第 2 季（春）則為負成長，其平均日成長率為 -0.02 mm/day；第 3 季（夏）為正成長，其平均日成長率為 1.18mm/day；99 年第 4 季（秋）為負成長，其平均日成長率為-0.54 mm/day；至 100 年第 1 季至第 4 季皆為正成長，其平均日成長率分別為 1.08mm/day、0.02 mm/day、0.35 mm/day 及 0.24 mm/day。入水口軸孔珊瑚 99 年第 3 季（夏）平均日成長率明顯大於其他季節，之後，第 3 至 4 季之間有 3 個颱風經過（萊羅克、凡那比及梅姬），第 4 季（秋）時珊瑚為負成長，平均日成長率為-0.54 mm/day；此現象和 98 年第 3 季（夏）有 3 個颱風經過（蓮花、莫拉菲及莫拉克），尤其中颱莫拉克帶來甚多的雨量，珊瑚平均日成長率 -0.37 mm/day 較其他季節低之情況相似。而 100 年颱風數量較少，僅 1 個颱風侵臺（強颱南瑪都），於第 3 至第 4 季之間（8 月 27 至 31 日），對珊瑚之影響並不明顯。

因此，將入水口的珊瑚平均日成長率與中央氣象局颱風資料庫（http://rdc28.cwb.gov.tw/）之各季颱風數量及累計警報天數做迴歸分析，為負相關，其相關性（R^2）皆達 0.40 以上（$p<0.05$），其簡單迴歸關係為珊瑚平均日成長率（y）=0.46– 0.19* 颱風數量(x)及珊瑚平均日成長率(y)=0.47 – 0.06* 累計警報天數(x)，

表示颱風之數量或累計警報天數越多，珊瑚平均日成長率越低（圖 4-7）。

2.底棲動物補充量之比較：

整體而言，100 年第 1、2 季，入水口區域之北堤外側（Influ-3）及灣內南側（Influ-5）測站的底棲動物總著生量大於 1/cm^2，灣內北側（Influ-2）為 0.77-1.38/cm^2，南堤外側（Influ-10）總著生量最少為 0.32-0.45/cm^2；出水口區域以貓鼻頭（MPT）的底棲動物總著生量最少，為 0. 28-0.48/cm^2；第 3、4 季入水口區域之灣內北側（Influ-2）、北堤外側（Influ-3）及灣內南側（Influ-5）測站的底棲動物總著生量大於 1/cm^2，南堤外側（Influ-10）總著生量最少為 0.23-0.57/cm^2；出水口區域以南側水深 3 公尺處（Efflu-3）的底棲動物總著生量第 3 季最少（0.17/cm^2），第 4 季最多（0.53/cm^2），其餘測站反之，分別為 0.19-0.43/cm^{2}及 0.06-0.10/cm^2（圖 4-8 至圖 4-13）。

100 年各類底棲動物著生量以苔蘚蟲及多毛蟲最多，其次為海鞘及藤壺，而軟體動物及珊瑚的著生量最少。苔蘚蟲最高著生量第 1-2 季在入水口北堤外側（Influ-3）及灣內南側（Influ-5）為 0.49-0.77/cm^2，以第 2 季之著生量較高，第 3-4 季在入水口灣內北側（Influ-2）為 0.67-0.94/cm^2，以第 4 季之著生量較高；多毛蟲最高著生量第 1-2 季在入水口北堤外側（Influ-3）、灣內南側（Influ-5）及出水口南側水深 3 公尺處（Efflu-3）為 0.80-0.82/cm^2，以第 2 季之著生量較高，第 3-4 季在灣內南側（Influ-5）為 0.83-0.90/cm^2，以第 4 季之著生量較高；海鞘最高著生量第 1-2 季在入水口灣內北側（Influ-2）及出水口南側水深 9 公尺處（Efflu-2）為 0.24-0.39/cm^2，以第 1 季之著生量較高，第 3-4 季在入水口卸貨碼頭堤防外側（Influ-11）為 0.29-0.30/cm^2，以第 4 季之著生量較高；藤壺第 1-2 季則以第 2 季之著生量為最，最高著生量於入水口北堤外側（Influ-3）為 0.43/cm^2，第 3-4 季在入水口灣內北側（Influ-2）著生量 0.56-0.62/cm^{2}為最，以第 3 季較高（圖 4-8 至圖 4-13）。

由圖 4-8 可知，歷年第 1 季（冬）珊瑚著生以 91 年入水口灣內南側（Influ-5）最多，覆蓋率可達 0.09/cm^2，第 2 季（春）以 96 年出水口南側水深 9 公尺處（Efflu-2）及 99 年入水口灣內南側（Influ-5）最多，覆蓋率可達 0.03/cm^2，第 3 季（夏）以 91 年入水口灣內南側（Influ-5）最多，覆蓋率達 0.06/cm^2，第 4 季（秋）則以 93 年在入水口灣內南側（Influ-5）最多，覆蓋率可達 0.06/cm^2。出水口南側區域以出水口南

側水深 9 公尺處（Efflu-2）及貓鼻頭（MPT）的覆蓋率最高為 0.03/cm^2。

在軟體動物幼生方面，歷年第 1 季（冬）著生以 99 年入水口灣內北側（Influ-2）最多，覆蓋率可達 0.10/cm^2，第 2 季（春）以 96 年入水口灣內北側（Influ-2）及 99 年入水口灣內南側（Influ-5）最多，覆蓋率可達 0.06/cm^2，第 3 季（夏）以 88 年入水口北堤外側（Influ-3）最多，覆蓋率可達 0.15/cm^2，第 4 季（秋）以 98 年入水口灣內北側（Influ-2）最多，覆蓋率可達 0.22/cm^2（圖 4-9）。出水口南側區域以 94 年第 4 季出水口南側水深 9 公尺處（Efflu-2）的覆蓋率最高將近 0.05/cm^2，其餘各季出水口測站覆蓋率皆低於 0.01/cm^2。

多毛類的著生歷年第 1 季（冬）以 93 年入水口灣內南側（Influ-5）最多，覆蓋率可達 0.94/cm^2，第 2 季（春）以 90 年入水口灣內南側（Influ-5）最多，覆蓋率可達 0.97/cm^2，第 3 季（夏）以 95 年入水口北堤外側（Influ-3）最多，覆蓋率可達 0.99/cm^2，第 4 季（秋）以 87 年入水口灣內南側（Influ-5）最多，覆蓋率可達 1/cm^2（圖 4-10）。出水口南側區域從 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）三個測站的覆蓋率偶有高於 0.50/cm^2，而貓鼻頭（MPT）之覆蓋率皆低於 0.50/cm^2。

苔蘚蟲方面，入水口區域歷年第 1 季（冬）以 97 年入水口灣內北側（Influ-2）的覆蓋率最高，為 0.89/cm^2。第 2 季（春）以 98 年入水口北堤外側（Influ-3）的覆蓋率最高，為 0.90/cm^2，第 3 季（夏）以 98 年入水口灣內南側（Influ-5）的覆蓋率最高，為 0.94/cm^2，第 4 季（秋）則以 94 年入水口灣內北側（Influ-2）最高，為 0.97/cm^2（圖 4-11）。出水口區域以 92 年第 1 季出水口南側水深 9 公尺處（Efflu-2）的覆蓋率最高將近 100%，其餘各季出水口測站覆蓋率皆低於 0.50/cm^2。

在海鞘著生方面，100 年 4 季的著生量較歷年為高，歷年覆蓋率介於 0-0.39/cm^2 之間，第 1 季（冬）幼生著生以 100 年出水口南側水深 9 公尺處（Efflu-2）最多，覆蓋率可達 0.39/cm^2，第 2 季（春）以 100 年入水口灣內北側（Influ-2）最多，覆蓋率可達 0.24/cm^2，第 3 季（夏）以 100 年入水口卸貨碼頭堤防外側（Influ-11）最多，覆蓋率可達 0.29/cm^2，第 4 季（秋）以 100 年入水口卸貨碼頭堤防外側（Influ-11）最多，覆蓋率可達 0.30/cm^2 以上（圖 4-12）。出水口區域僅 90 年第 1 季、99 年第 3 季貓鼻頭（MPT）及 100 年第 1 季南側水深 9 公尺處（Efflu-2）覆蓋率達 0.20/cm^2 以上（0.21-0.39/cm^2），其餘各季出水口測站覆蓋率皆低於 0.15/cm^2。

在藤壺著生方面，歷年第 1 季（冬）以 87 與 91 年入水口灣內南側（Influ-5）最多，覆蓋率可達 0.21/cm^2，第 2 季（春）以 88 年入水口灣內南側（Influ-5）最多，覆蓋率可達 0.46/cm^2，第 3 季（夏）以 100 年在入水口灣內北側（Influ-2）最多，覆蓋率可達 0.62/cm^2，第 4 季（秋）以 100 年入水口灣內北側（Influ-2）最多，覆蓋率可達 0.56/cm^2（圖 4-13）。出水口區域 92 年第 1 季出水口南側水深 9 公尺處（Efflu-2）覆蓋率為 0.11/cm^2，其餘各季出水口測站覆蓋率皆低於 0.07/cm^2。

整體而言，底棲動物在出水口及入水口以多毛蟲及苔蘚蟲最多，其覆蓋率在 0.5/cm^{2}以上，有時可達 100%，但各類底棲動物皆以入水口的著生量高於出水口。

3.底棲動物消長比較

100 年 6 月回收 99 年度整年的附著板（99 年 6 月~100 年 6 月），共 9 個測站，分別為入水口灣內北側（Influ-2）、入水口北堤外（Influ-3）、入水口灣內南側（Influ-5）、入水口南堤外側（Influ-10）、入水口卸貨碼頭堤防外側（Influ-11）、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）；附著板流失的測站為石牛溪（SNS）。99 年度入水口灣內南側（Influ-5）珊瑚覆蓋率最高，為 0.17/cm^2（圖 4-14）。軟體動物 99 年度的覆蓋率在 0-0.11/cm^2 之間（圖 4-15），以入水口北堤外（Influ-3）著生量最多；多毛類與苔蘚蟲在年度消長方面仍為數量最多的動物，多毛類在出水口南側水深 8 公尺處（Efflu）的覆蓋率為 0.71/cm^2（圖 4-16）；苔蘚蟲在入水口灣內北側（Influ-2）入水口灣內北側（Influ-2）的覆蓋率為 0.77/cm^2 （圖 4-17）；本年度海鞘之覆蓋率在 0-0.20/cm^2 之間，最高著生量出現於入水口北堤外（Influ-3）（圖 4-18）；藤壺的覆蓋率介於 0-0.38/cm^2 之間，最高著生量出現於入水口灣內北側（Influ-2）（圖 4-19）。

同類底棲動物各年間相比，珊瑚著生以 92 年度最多，覆蓋率達 0.42/cm^2（圖 4-14）；軟體動物著生則以 98 年度較多，覆蓋率達 0.37/cm^2 以上（圖 4-15）；多毛類著生以 92 及 94 年度最多，覆蓋率可達 0.91/cm^2 以上（圖 4-16）；苔蘚蟲著生由圖 4-17 可知，以 92 年度最多，覆蓋率達 1.0/cm^2；由圖 4-18 可知，海鞘著生以 88 及 96 年度最多，覆蓋率可達 0.50/cm^2 以上；藤壺著生以 87 年度最多，可達 0.60/cm^2 以上（圖 4-19）。由圖 4-14 至圖 4-19 可知，各類底棲動物年間著生情形並無趨勢可言。

以非度量多維標度 Multi-Dimensional Scaling（MDS）方法分析底棲動物之生物群聚，第 3 及 4 季的群聚相分散度最大，第 1 季最為集中（圖 4-20 至圖 4-23）。基本上，四季之底棲動物群聚相可分為出水口南側以及入水口兩大群，石牛溪則介於其間。但 90 年第 2 及 3 季出水口南側水深 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 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 季出水口南側水深 8 公尺處（Efflu）的多毛蟲覆蓋率則較歷年高（圖 4-10）。95 年第 1、3 及 4 季出水口南側水深 9 公尺處（Efflu-2）的群聚相與入水口的群聚聚集在同一群，而非與出水口南側其他測站的群聚聚集在同一群，此特殊現象可能與出水口南側水深 9 公尺處（Efflu-2）的多毛蟲及苔蘚蟲覆蓋率較歷年高有關（圖 4-10 至圖 4-11）。

停機時可能會影響多毛蟲的著生量，故將各測站（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））歷年的資料分成停機及非停機時期的著生量比較，出水口區域有南側水深 8 公尺處（Efflu）及南側水深 9 公尺處（Efflu-2）兩測站有顯著差異（T-test, p=0.02 及 0.004），停機時期的平均著生量分別為 0.15/cm^2 及 0.26/cm^2，高於非停機時期的平均著生量 0.05/cm^2 及 0.02/cm^2，因此溫排水可能影響出水口南側水深 8 公尺處（Efflu）、南側水深 9 公尺處（Efflu-2）測站底棲生物的著生，但其他兩測站並無此現象（T-test, p=0.34 及 0.56），故仍需繼續觀察及驗證。

參考 85 至 100 年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）（ftp://ftp.cpc.ncep.noaa.gov/wd52dg/data/indices/sstoi.indices），將之換算成季節平均值與各季底棲動物著生量做迴歸，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量，亦可能延伸影響後一季或後兩季之著生量，因此以此 3 種時間對應來探討二者之相關性，結果如表 4-2，珊瑚著生量與海面溫度指數在 3 種時間對應皆無相關性；以入水口南堤外側（Influ-10）海鞘著生量與海面溫度指數相關為例（圖 4-24），在 3 種時間對應下，後一季及後兩季與 Niño3.4 index 有負相關；整體而言，所有分析之相關性偏低（0.07-0.20），仍需要累積更多資料進行驗證。

4. 固定橫截線底棲生物覆蓋率變化

此部分調查始於 94 年第 3 季（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 4-3），但其比例在各橫截線中不同，入水口灣內南側（Influ-5）及出水口南側水深 8 公尺處（Efflu）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。而底棲生物覆蓋率以入水口灣內南側(Influ-5)最高(表 4-3)，覆蓋率為 64.0%，其次為入水口灣內最北側(Influ-2-2）覆蓋率為 52.4%；而貓鼻頭（MPT）覆蓋率 14.0%最低，整體而言，入水口的底棲生物覆蓋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覆蓋率最高，但入水口灣內北側（Influ-2-1）除外，本測站海葵覆蓋率最高（10.0%），珊瑚次之（9.6%）。總覆蓋率皆以入水口灣內南側（Influ-5）最高（190-200%），其次為入水口灣內最北側（Influ-2-2）（144-165%）及出水口南側水深 8 公尺處（Efflu）（121-178%）；而貓鼻頭（MPT）覆蓋率 82-86%最低，仍是入水口的底棲生物覆蓋率高於出水口南側各測站。

監測 94 年第 3 季至 100 年第 4 季的底棲生物覆蓋率之季節變化發現(圖 4-25)，藻類覆蓋率逐年增加，由 94 年各測站皆低於 40%，至今（100 年）各站皆高於 50%，以入水口灣內北側（Influ-2-1）最低，入水口灣內南側（Influ-5）最高，其覆蓋率大於 90%；石珊瑚以出水口南側水深 8 公尺處（Efflu）覆蓋率最高（80-92%），入水口灣內北側(Influ-2-1)覆蓋率最低(25-48%)；海葵在入水口的覆蓋率最多為 50-81%，無明顯的季節性變化，但於 100 年觀察到覆蓋率減低的現象，第 4 季覆蓋率為 25-65%，在出水口區域之貓鼻頭（MPT）記錄到，覆蓋率最多為 2%；軟珊瑚主要出現於出水口南側，覆蓋率為 4-30%，而入水口覆蓋率為 1-4%；海綿、多毛類、棘皮動物、貝類等底棲動物覆蓋率極低，介於 0-10%。

96 年第 3 季有珊瑚白化現象，出水口及入水口皆以水深 3-4 公尺處之測線白化較嚴重，白化珊瑚比例達 40-50%，水深較深的測線珊瑚白化比例為 0-7%；第 4 季出水口及入水口在水深 3-4 公尺的白化珊瑚比例為 1-22%，白化比例較第 3 季為低，可見珊瑚在 96 年第 3 季（6~9 月）受環境影響之白化，至第 4 季已漸恢復，但 97 年第 2 季出水口南側水深 8 公尺處（Efflu）有少數白化珊瑚，覆蓋率約為 4%，至第 4 季為 0.4%；98 年第 3 季入、出水口皆有觀察到少數珊瑚白化，在入水口區域覆蓋率約為

3.6-7.2%，而出水口南側區域在水深 8 公尺處（Efflu）及水深 9 公尺處（Efflu-2）白化覆蓋率為 3.6-14.4%，至第 4 季已漸恢復，珊瑚白化覆蓋率為 0-4%；貓鼻頭（MPT）第 3 季雖無珊瑚白化，但底棲動物覆蓋率大幅下降（減少約 44-50%），至第 4 季底棲動物之珊瑚覆蓋率較第 2 季高，而藻類較第 2 季略低。入水口 99 年 4 季有觀察到珊瑚白化，覆蓋率約為 0.4-16.8%，以第 2 季白化覆蓋率較高（13.2-16.8%），推測此季白化可能因第 1 季水溫過低影響；出水口區域 99 年 4 季南側水深 8 公尺處（Efflu）皆有少數珊瑚白化 0.4-0.8%，而水深 9 公尺處（Efflu-2）在第 2、3 季有白化現象，覆蓋率為 2.8-3.6%。而 100 年 1、2 季未觀察到珊瑚白化之現象，第 3、4 季入水口有少數珊瑚白化 0.4-3.2%。

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 4-26），入水口內以入水口灣內北側（Influ-2-1）與入水口灣內最北側（Influ-2-2）的群聚相最為相似，其次為入水口灣內南側（Influ-5）；而出水口南側以出水口南側水深 9 公尺處（Efflu2）與貓鼻頭（MPT）最為相似，其次為出水口南側水深 8 公尺處（Efflu）；而以相似性百分比分析 Similarity Percentages（SIMPER）得知入水口內有優勢底棲生物—球莖觸手海葵（*Entacmaea* sp.）（表 4-3），而出水口南側並無明顯的優勢生物。

5. 入、出水口微環境沉積物沉積量與底棲動物著生量之相關性

96 年至 97 年第 2 季間出水口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 98 年第 2 季（2 月 09 日至 5 月 06 日）開始放置沉積物收集器，以監測沉積物沉積量，結果如圖 4-27，可知出水口南側區域各季沉積物沉積量較入水口灣內區域高。

100 年 4 季沉積物沉積量出水口區域較入水口灣內區域高（圖 4-27），第 1 季出水口南側區域平均沉積量 0.46±0.28 mm/day，而入水口灣內區域平均沉積量 0.02±0.01 mm/day。第 2 季出水口南側區域平均沉積量 0.31±0.08 mm/day，而入水口灣內區域平均沉積量 0.01 mm/day。第 3 季出水口南側區域平均沉積量 2.33±0.66 mm/day，而入水口灣內區域平均沉積量 0.17±0.15 mm/day。第 4 季出水口南側區域平均沉積量 2.77 mm/day，而入水口灣內區域平均沉積量 0.25±0.16 mm/day。可知出水口南側及入水口區域在第 3、4 季平均每日沉積量高於第 1、2 季，可能與颱風經過導致泥沙再懸浮有

關。因此，將出、入水口區域之沉積量分別與中央氣象局颱風資料庫之各季颱風數量及累計警報天數做迴歸分析，僅有入水口沉積量與颱風累計警報天數成正相關，其相關性（R^2）達 0.40（$p<0.05$），其簡單迴歸關係為入水口平均日沉積量（y）=0.04＋0.02* 颱風警報天數（x），表示颱風之累計警報天數越多，入水口平均日沉積量越高，但是出水口或兩區域平均之沉積量與颱風之相關性不顯著。

為瞭解沉積量與各類底棲動物著生量之相關性，故以沉積量與各類底棲動物著生量作迴歸分析，但迴歸關係多不顯著（$p>0.05$），僅與苔蘚蟲有顯著的負相關（$R^2=0.24$; $P<0.01$），迴歸關係式為苔蘚蟲（y）= 0.44-0.17*沉積量（x），以及與多毛蟲有顯著的負相關（$R^2=0.20$; $P<0.01$），迴歸關係式為多毛蟲（y）= 0.61-0.13*沉積量（x），呈現沉積量越多而苔蘚蟲及多毛蟲的著生量越少，此部分仍需累積更多資料才能更為瞭解沉積量與各類底棲動物之相關性。

6. 出水口南側各測站與入水口之水溫比較

98 年、99 年及 100 年第 1 季（97 年 11 月 14 日至 98 年 02 月 08 日、98 年 11 月 12 日至 99 年 02 月 09 日及 99 年 11 月 12 日至 100 年 02 月 16 日），98 年出水口南側水深 3 公尺處（Efflu-3）的平均水溫 25.8℃、最高水溫 28.8℃、最低水溫 22.3℃及平均溫差 1.61℃，高於其餘測站（平均水溫介於 25.0 ~ 25.4℃、最高水溫為 27.3 ~ 27.8℃、最低水溫為 20.4 ~ 22.0℃及平均溫差為 0.86 ~ 1.34℃）（圖 4-28）。99 年，出水口南側水深 3 公尺處（Efflu-3）的平均水溫 24.7℃、最高水溫 28.1℃、最低水溫 17.4℃、平均溫差 2℃，高於其餘測站（平均水溫介於 23.6 ~ 23.9℃、最高水溫為 26.3 ~ 26.9℃、最低水溫為 16.4 ~ 18.0℃及平均溫差為 1.98 ~ 2.15℃），而此季水溫低於 20℃的天數有 7-10 天，此低於 20℃的現象未見於 96 及 97 年，推測可能與聖嬰現象有關，而其 Nino3.4 index（1.82）較過去五年（0.14-1.29）為高（圖 4-29 E）。而 100 年出水口南側水深 3 公尺處（Efflu-3）的平均水溫 24.6℃、最高水溫 27.4℃、最低水溫 21.0℃、平均溫差 1.69℃，高於其餘測站（平均水溫介於 23.9 ~ 24.1℃、最高水溫為 26.2 ~ 26.4℃、最低水溫為 20.5 ~ 21.5℃及平均溫差為 0.92 ~ 1.45℃），無水溫低於 20℃的現象。

98 年、99 年及 100 年第 2 季（98 年 02 月 10 日至 98 年 05 月 06 日、99 年 02 月 11 日至 99 年 05 月 05 日、100 年 02 月 19 日至 100 年 05 月 17 日），98 年出水口

南側水深 3 公尺處（Efflu-3）平均水溫（26.5℃）、最高（29.5℃）、最低水溫（22.9℃）及溫差（2.22℃），高於其餘測站（平均水溫介於 25.1~25.5℃、最高水溫為 27.1 ~ 27.8℃、最低水溫為 21.0 ~ 21.3℃及平均溫差為 1.34 ~ 1.75℃）（圖 4-28）。在 98 年 04 月 23 日至 05 月 26 日為核三廠一號機組歲修期間，出水口南側水深 3 公尺處（Efflu-3）的平均水溫（26.3℃）、最高（28.1℃）、最低水溫（24.1℃）及溫差（2.62℃），亦略高於其餘測站（平均水溫介於 25.6 ~ 26.0℃、最高水溫為 26.7 ~ 27.8℃、最低水溫為 23.1 ~ 23.5℃及溫差為 2.32 ~ 2.7℃）。99 年，出水口南側水深 3 公尺處（Efflu-3）的平均水溫 26.8℃、最高水溫 27.9℃、最低水溫 25.6℃、平均溫差 2.26℃，高於其餘測站（平均水溫介於 25.4 ~ 25.6℃、平均最高水溫為 26.0 ~26.3℃、平均最低水溫為 24.5 ~ 24.7℃及平均溫差為 1.37 ~ 1.65℃）。100 年出水口南側水深 3 公尺處（Efflu-3）的平均水溫 25.4℃、最高水溫 30.3℃、最低水溫 25.4℃、平均溫差 2.23℃，高於其餘測站（平均水溫介於 24.1 ~ 24.4℃、最高水溫為 27.9 ~28.6℃、最低水溫為 20.9 ~ 21.2℃及平均溫差為 1.37 ~ 1.60℃）。

98 年、99 年及 100 年第 3 季（98 年 05 月 14 日至 98 年 08 月 18 日、99 年 05 月 08 日至 99 年 08 月 10 日、100 年 05 月 19 日至 100 年 08 月 10 日）（圖 4-28），98 年以出水口南側水深 3 公尺處（Efflu-3）的平均水溫 28.4 ℃、最高水溫 32.4 ℃、最低水溫 22.0 ℃及溫差 2.81 ℃，高於其餘測站（平均水溫介於 26.9 ~ 27.5 ℃、最高水溫為 30.1 ~ 30.9 ℃、最低水溫為 21.1 ~ 21.4 ℃，溫差為 2.18 ~ 2.82 ℃），於 08 月 05 日至 08 月 10 日期間因有莫拉克颱風侵台，故有記錄到短暫水溫大幅下降的現象，出水口南側水深 3 公尺處（Efflu-3）的平均水溫 24.2 ℃、最高水溫 26.4 ℃、最低水溫 22.3 ℃、平均溫差 2.63 ℃，與其餘測站間並無差異（平均水溫介於 23.8 ~ 24.3 ℃、最高水溫為 25.6 ~ 26.5 ℃、最低水溫為 21.4 ~ 22.3 ℃及平均溫差為 2.25 ~ 2.94 ℃）。99 年，出水口南側水深 3 公尺處（Efflu-3）的平均水溫 28.8 ℃、最高水溫 30.3 ℃、最低水溫 26.9 ℃、平均溫差 3.35 ℃，高於其餘測站（平均水溫介於 26.4 ~ 27.8 ℃、平均最高水溫為 27.8 ~28.6 ℃、平均最低水溫為 24.3 ~ 25.5 ℃及平均溫差為 3.09 ~ 3.78 ℃）。100 年出水口南側水深 3 公尺處（Efflu-3）的平均水溫 28.5℃、最高水溫 31.8℃、最低水溫 23.2℃、平均溫差 2.86℃（範圍 0.58~6.93℃），高於其餘測站（平均水溫介於 26.2 ~ 27.2℃、最高水溫為 29.4 ~30.7℃、最低水溫為 20.9 ~ 22.1℃及平均溫差為 2.77 ~ 3.58℃，溫差範圍為 0.32 ~ 7.72℃）。

98 年、99 年及 100 年第 4 季（98 年 08 月 22 日至 98 年 11 月 09 日、99 年 08 月 13 日至 99 年 11 月 10 日、100 年 08 月 12 日至 100 年 11 月 02 日）（圖 4-28），98 年以出水口南側水深 3 公尺處（Efflu-3）的平均水溫 28.7 ℃、最高水溫 32.5 ℃、最低水溫 24.2 ℃及溫差 1.99 ℃，高於其餘測站（平均水溫介於 27.3 ~ 27.8 ℃、最高水溫為 30.2 ~ 30.7 ℃、最低水溫為 21.9 ~ 23.0 ℃，溫差為 1.45 ~ 2.40 ℃）。99 年，出水口南側水深 3 公尺處（Efflu-3）的平均水溫 28.6 ℃、最高水溫 29.5 ℃、最低水溫 27.6 ℃、平均溫差 1.94 ℃，高於其餘測站（平均水溫介於 26.3 ~ 27.9 ℃、平均最高水溫為 27.2 ~28.7 ℃、平均最低水溫為 25.2 ~ 26.6 ℃及平均溫差為 1.79 ~ 2.34 ℃）。而出水口南側水深 9 公尺處（Efflu2）在 9 月 8 日至 10 月 23 日為期 46 天，其平均水溫介於 25.2 ℃、平均最高水溫為 27.0 ℃、平均最低水溫為 21.8 ℃及平均溫差為 1.5 ℃(最大日溫差 4.66℃)，水溫較其他測站為低（平均水溫介於 27.5 ~ 28.8 ℃、最高水溫為 29.7 ~ 30.6 ℃、最低水溫為 24.0 ~ 25.3 ℃，溫差為 1.70~2.26 ℃)，在 11 月 4 日至 11 月 8 日，其平均水溫介於 29.8 ℃、平均最高水溫為 32.2 ℃、平均最低水溫為 21.0 ℃及平均溫差為 4.22 ℃(最大日溫差 8.27℃)，高於其餘測站（平均水溫介於 25.7 ~ 26.6 ℃、最高水溫為 26.6 ~ 27.5 ℃、最低水溫為 23.9 ~25.5 ℃，溫差為 1.52 ~ 2.30 ℃）。100 年此季除出水口南側水深 3 公尺處（Efflu-3）之外的平均溫度介於 27.4 ~ 27.7 ℃、最高水溫為 30.0 ~ 30.6 ℃、最低水溫為 21.3 ~21.9 ℃，溫差為 1.79 ~ 2.05 ℃。由於出水口南側水深 3 公尺處（Efflu-3）溫測器記憶容量限制，僅記錄到 9 月 02 日，其平均水溫 29.4℃、最高水溫 32.7℃、最低水溫 23.9 ℃、平均溫差 1.89℃（範圍 0.92~2.91℃），高於其餘測站之同期記錄（平均水溫介於 28.2 ~ 28.6℃、最高水溫為 30.0 ~30.6℃、最低水溫為 22.4 ~ 23.6℃及平均溫差為 2.02 ~ 2.22℃，溫差範圍為 0.41 ~ 4.82℃）。

整體而言，100 年 4 季水溫與 98、99 年的趨勢相同，以第 3 季夏季平均水溫為最高，第 1 季冬季為最低，除出水口南側 3 公尺水深測站（Efflu-3）的水溫較其他測站高，其餘出水口各測站之水溫與入水口的水溫無異，顯示溫排水不影響出水口南側地區 6 公尺以深的水溫。94 年至 100 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與 Nino 3.4 index 變化如圖 4-29，經迴歸分析各測站的月平均水溫、月平均最高水溫、平均最低水溫及月平均溫差與 Nino 3.4 index 並無明顯相關性存在。

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）對照（圖 4-30 至圖 4-35），兩測站的珊瑚、軟體動物著生量皆少，無顯著差異，3 公尺水深（Efflu-3）第 2 季多毛蟲著生量常高於水深 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），而 3 公尺水深（Efflu-3）無藤壺著生。將兩測站之平均水溫與多毛蟲著生量作迴歸，3 公尺水深（Efflu-3）及水深 8 公尺處（Efflu）之多毛蟲著生量與平均水溫不具相關性，溫排水對這些底棲動物著生量之直接影響仍需繼續觀察及驗證。

將各測站監測的溫度資料（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、季平均日溫差）與底棲動物著生量作迴歸（表 4-4），於入水口灣內南側（Influ-5）苔蘚蟲與季最低日溫呈負相關（R^2=0.26），海鞘與季最高日溫呈正相關（R^2=0.18）；出水口區域之南側 3 公尺水深測站（Efflu-3）軟體動物與季最低日溫明顯呈負相關（R^2=0.20），水深 8 公尺處（Efflu）及南側水深 9 公尺處（Efflu2）之藤壺與季平均日溫、季平均最低日溫呈負相關（R^2=0.19-0.28），海鞘與季平均日溫、季平均最高日溫呈負相關（R^2=0.15-0.21），而貓鼻頭（MPT）之藤壺與季最大日溫差、季平均日溫差呈正相關（R^2=0.27-0.28），可能表示出水口區域藤壺著生量與溫度之變化有關，但測站間趨勢不同，仍需繼續觀察及驗證。

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的原因，可能有一、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，如出水口泥沙沉積量大。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，而入水口珊瑚死亡的主因可能為遭白結螺吃食。此外，入水口珊瑚平均日成長率季節性的變化，尤其於第 3、4 季（夏、秋）負成長的現象，可能也與颱風影響有關，其相關性為 0.40。

比較入水口、出水口南側之底棲動物補充量及底棲生物覆蓋率，整體來說，入水

口區域底棲動物之著生量及底棲生物覆蓋率皆高於出水口南側區域，以目前的資料無法斷定這全是由溫排水造成的效應，因為造成這種現象的原因可能有：1、溫排水的效應；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。

底棲動物著生量是否受沉積物沉積量之影響亦無法確認，僅苔蘚蟲及多毛蟲有顯著負相關（R^2=0.20-0.24）。而聖嬰及反聖嬰現象對底棲動物之影響，其效應可能影響當季之底棲動物著生量，亦可能延伸影響後一季或後兩季之著生量，但分析所得之相關性不高（R^2=0.07-0.20），故沉積量、聖嬰及反聖嬰現象對底棲動物著生量之影響仍不明確。

沉積物沉積量 4 季皆以出水口多於入水口，可能因入水口外有攬索，海浪不易影響入水口灣內，故沉積量少且較細。沉積量可能受颱風經過導致泥沙再懸浮而增加，在出水口之沉積量與颱風之相關性不顯著，可能因沉積量過高，超出收集器的負荷或是容器傾倒及搬移，影響到沉積量的正確性，因而無法看到相關性，僅入水口沉積量與颱風累計警報天數成正相關（R^2= 0.40），仍需要累積更多資料進行驗證。

雖然入水口底棲動物之著生量及底棲生物覆蓋率皆高於出水口南側區域，並且，出水口南側水深 8 公尺處（Efflu）及南側水深 9 公尺處（Efflu-2）兩測站，停機時期的多毛蟲平均著生量高於非停機時期的平均著生量（T-test, p=0.02 及 0.004），但出水口南側區域著生量低可能不是直接受溫排水影響造成。由 90 年第 2 季第三核能發電廠停機 3A 事件出水口南側水深 8 公尺處（Efflu）的底棲動物著生量與入水口的相似之結果推測，出水口南側底棲動物著生量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。而核三廠一號機組歲修（98 年 4 月 23 日至 5 月 26 日）為期 28 天，出水口排水量減少，這可能與出水口南側水深 9 公尺處（Efflu-2）及出水口南側水深 3 公尺處（Efflu-3）多毛蟲的覆蓋率在第 2 季偏高（0.52-0.73 / cm^2）有關。

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，顯示溫排水不影響出水口南側區域 6 公尺以深的水溫變化，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 季多毛蟲著生量常高於 Efflu，且 Efflu-3 無藤壺著生，此現象是否為常態仍需繼續觀察及驗證，才

能瞭解溫排水對這些底棲動物著生量之直接影響。

六、附表與附圖

表 4-1、 軸孔珊瑚在入水口右側（Influ-2）與出水口水深 8 公尺處（Efflu）之成長情形（mean±sd）。

	入水口右側		出水口	
日期	樣品數	長度（mm）	樣品數	長度（mm）
96/02/28	14	129.1±39.9	Dead	
96/05/24	14	124.3±48.5	18（新）	108.3±29.4
96/08/30	14	122.0±55.4	Dead 20（新）	Dead 68.2±16.1
96/12/02	14	128.1±63.7	Dead 20（新）	Dead 116.0±24.3
97/02/21	14	152.0±41.8	20	108.5±38.9
97/05/15	14	219.5±62.0	9	80.1±41.7
97/10/02	18（新）	78.5±26.2	20（新）	66.2±13.5
97/11/13	18	92.9±34.4	19	77.2±20.5
98/02/09	17	120.9±39.8	14	84.5±24.2
98/05/07	16	147.6±56.2	14	92.6±36.7
98/08/19	16	116.2±30.9	Dead 20（新）	Dead 57.6±13.6
98/11/11	20 (新)	101.8±31.5	Dead 20（新）	Dead 65.5±19.0
99/02/11	8	131.9±50.3	13	101.8±27.9
99/05/07	7	137.9±25.0	Dead 20（新）	Dead 99.5±13.3
99/08/11	7	251.4±79.3	5	76.0±27.0
99/11/11	7	201.9±37.9	2	97.5±109.6
100/02/18	20 (新)	119.3±25.3	20 (新)	102.3±32.6
100/05/18	18	123.7±42.3	16	87.5±36.0
100/08/11	17	157.8±47.1	9	61.1±44.8
100/11/03	17	178.3±54.2	20 (新)	79.3±31.3

表4-2、 85-100年Niño3.4 index與底棲動物著生量之相關表。

(註：x： 無相關性；*：p<0.05； **： p<0.01)

	Niño3.4 vs. 當季著生量	Niño3.4 vs. 後一季著生量	Niño3.4 vs. 後兩季著生量
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	$y = -0.001x + 0.002$, $R^2 = 0.11$ *
多毛蟲			
Influ-2	x	x	x
Influ-3	x	$y = -0.093x + 0.557$, $R^2 = 0.10$ *	$y = -0.098x + 0.559$, $R^2 = 0.12$ *
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
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	x	x
Efflu-3	x	x	$y = -0.004x + 0.006$, $R^2 = 0.16$ **
MPT	x	x	x
SNS	x	$y = -0.056x + 0.198$, $R^2 = 0.11$ *	$y = -0.058x + 0.199$, $R^2 = 0.12$ *
海鞘			
Influ-2	$y = -0.022x + 0.071$, R2 = 0.07 *	x	x
Influ-3	x	x	x
Influ-5	x	x	x
Influ-10	x	$y = -0.022x + 0.028$, $R^2 = 0.17$ *	$y = -0.021x + 0.029$, $R^2 = 0.12$ *
Influ-11	x	x	x
Efflu	x	x	x
Efflu-2	x	x	x
Efflu-3	x	x	$y = 0.018x + 0.017$, $R^2 = 0.20$ *
MPT	x	x	x
SNS	x	x	x
藤壺			
Influ-2	x	x	x
Influ-3	x	x	$y = -0.048x + 0.079$, $R^2 = 0.11$ *
Influ-5	x	x	$y = -0.032x + 0.084$, $R^2 = 0.08$ *
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	$y = -0.024x + 0.022$, $R^2 = 0.13$ *

表 4-3、 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覆蓋率。

		Influ-5	Influ-2-1	Influ-2-2	Efflu-2	MPT	Efflu
深度(m)		3	6	6	9	9	8
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
表棲動物種數		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
	匍匐擬石花	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
表棲動物覆蓋率總計(%)		64.0	19.6	52.4	16.4	14.0	24.8

表 4-4、 93-100年各季測站間的溫度與底棲動物著生量之相關性。

(註： x：無相關性)

測站	底棲動物	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	季平均日溫差
Influ-5								
	珊瑚	x	x	x	x	x	x	x
	軟體動物	x	x	x	x	x	x	x
	多毛蟲	x	x	x	x	x	x	x
	苔蘚蟲	x	y=2.33-0.08x; R^2=0.26; P=0.01	x	x	x	x	x
	海鞘	y=-0.48+0.03x; R^2=0.18; P=0.03	x	x	x	x	x	x
	藤壺	x	x	x	x	x	x	x
Efflu								
	珊瑚	x	x	x	x	x	x	x
	軟體動物	x	x	x	x	x	x	x
	多毛蟲	x	x	x	x	x	x	x
	苔蘚蟲	x	x	x	x	x	x	x
	海鞘	x	x	y=0.02-0.001x; R^2=0.15; P<0.05	y=0.02-0.001x; R^2=0.16; P=0.04	x	x	x
	藤壺	x	x	y=0.03-0.001x; R^2=0.20; P=0.02	y=0.02-0.001x; R^2=0.15; P=0.04	y=0.04-0.001x; R^2=0.28; P<0.01	x	x
Efflu-2								
	珊瑚	x	x	x	x	x	x	x
	軟體動物	x	x	x	x	x	x	x
	多毛蟲	x	x	x	x	x	x	x
	苔蘚蟲	x	x	x	x	x	x	x
	海鞘	y=0.69-0.02x; R^2=0.20; P=0.03	x	y=0.85-0.03x; R^2=0.20; P=0.03	y=0.76-0.03x; R^2=0.21; P=0.03	x	x	x
	藤壺	x	x	y=0.18-0.007x; R^2=0.19; P=0.04	x	y=0.23-0.01x; R^2=0.25; P=0.02	x	x
Efflu-3								
	珊瑚	x	x	x	x	x	x	x
	軟體動物	x	y=0.004-0.0002x; R^2=0.20; P<0.05	x	x	x	x	x
	多毛蟲	x	x	x	x	x	x	x
	苔蘚蟲	x	x	x	x	x	x	x
	海鞘	x	x	x	x	x	x	x
	藤壺	x	x	x	x	x	x	x
MPT								
	珊瑚	x	x	x	x	x	x	x
	軟體動物	x	x	x	x	y=-0.01-0.001x; R^2=0.19; P=0.03	x	x
	多毛蟲	x	x	x	x	x	x	x
	苔蘚蟲	x	x	x	x	x	x	x
	海鞘	x	x	x	x	x	x	x
	藤壺	x	x	x	x	x	y=-0.01+0.002x; R^2=0.27; P<0.01	y=-0.01+0.003x; R^2=0.28; P<0.01

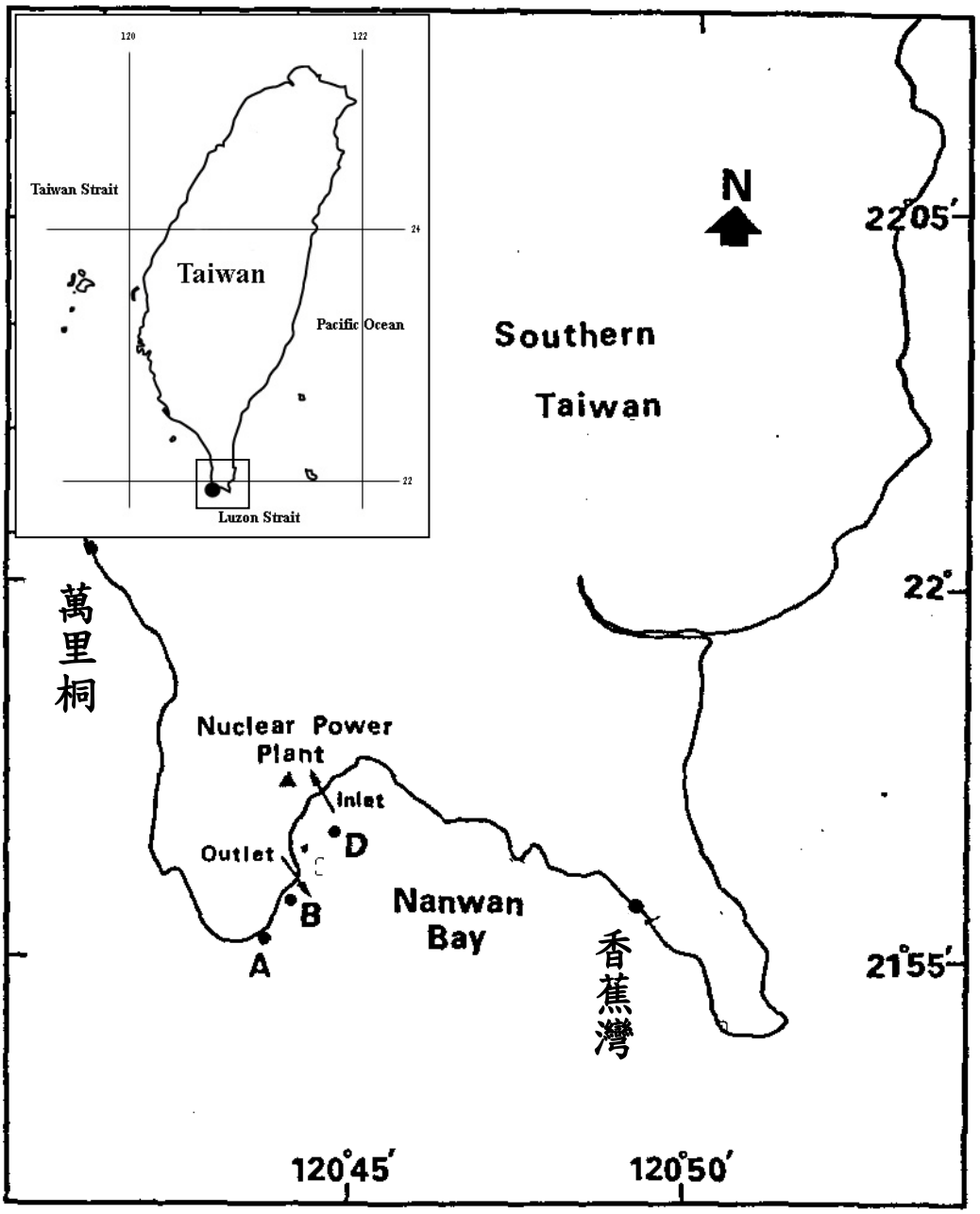
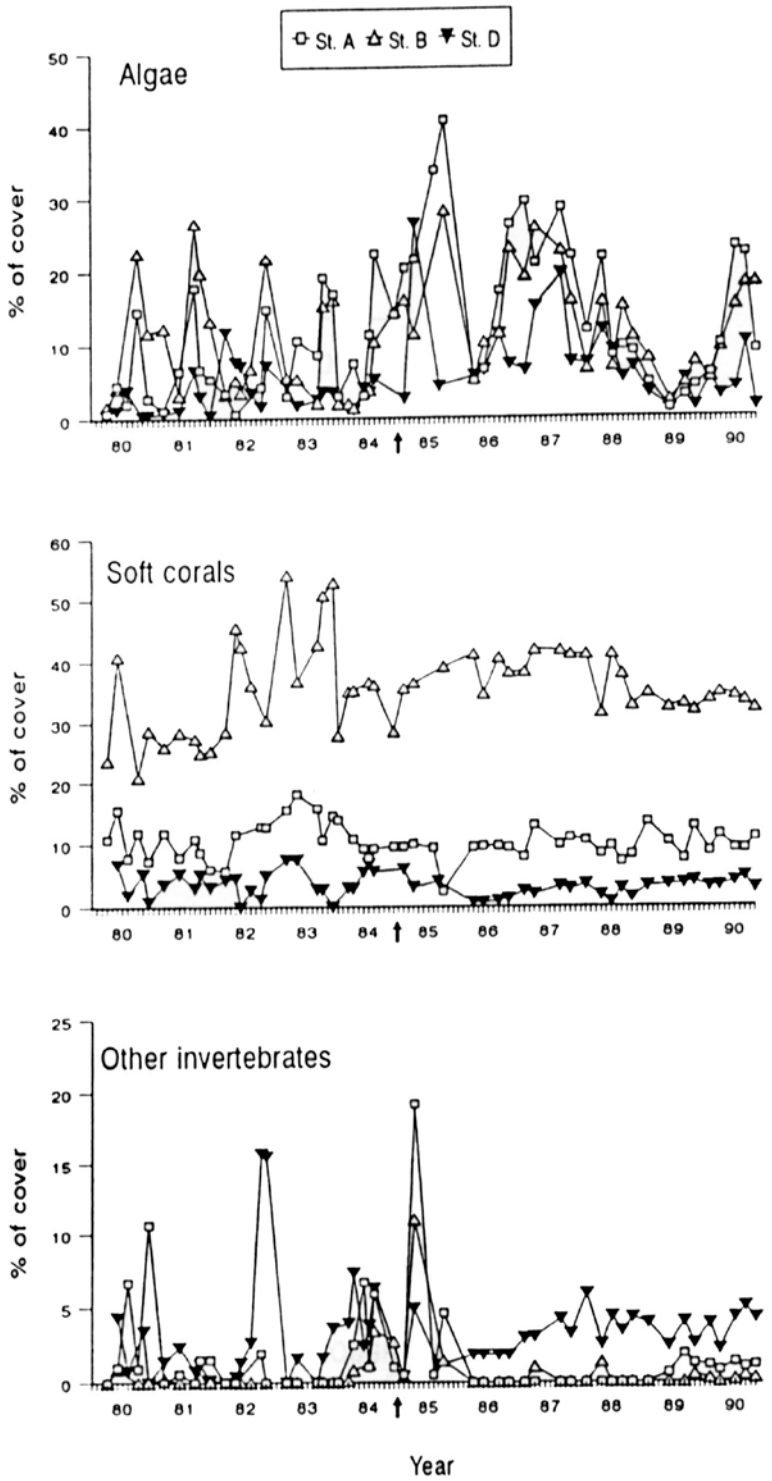


圖 4-1、 68 年至 82 年底棲動物調查之測站。



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、 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。

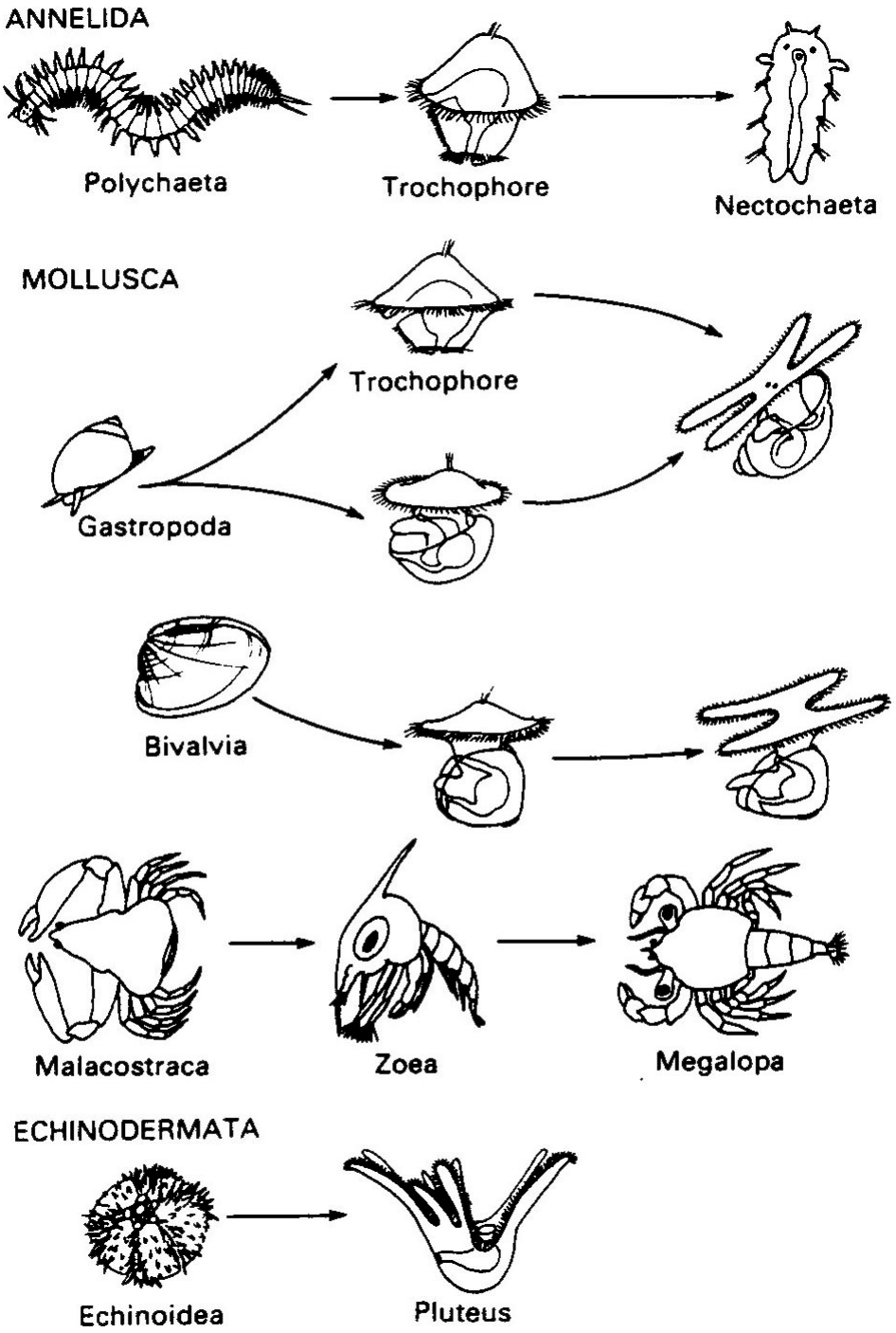
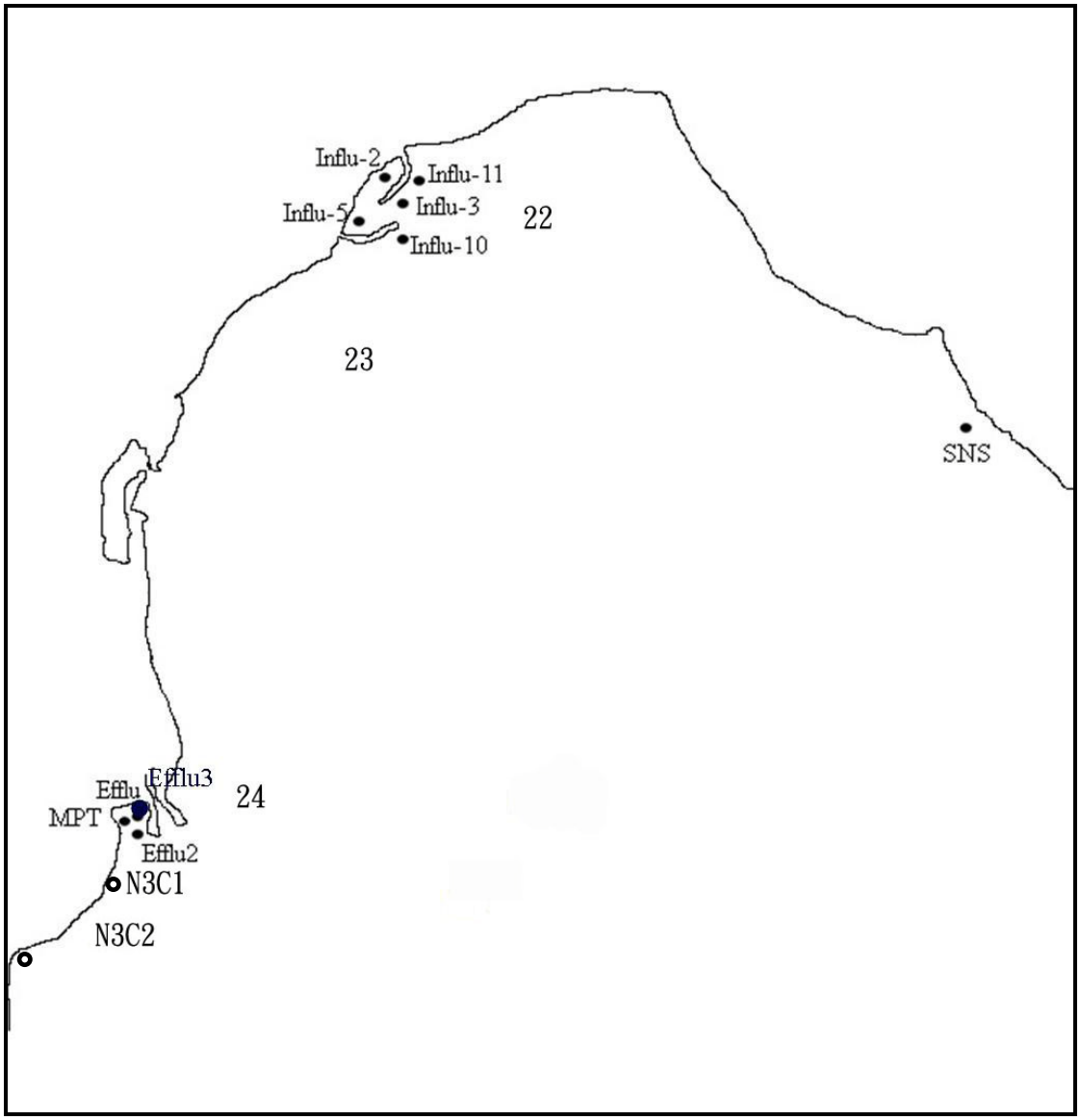
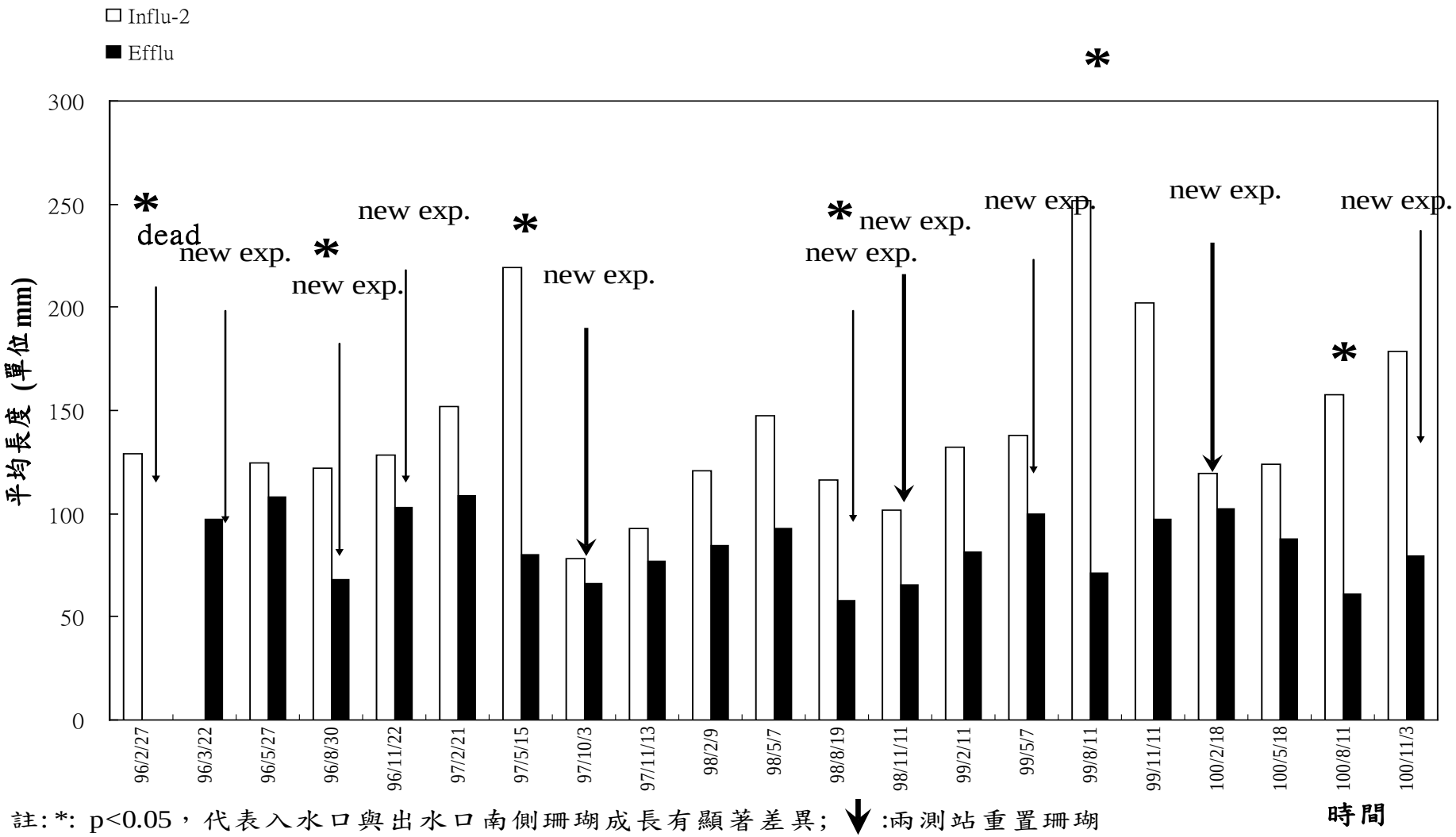


圖 4-3、 各類底棲動物之幼生型態。



註：Influ-2：入水口灣內北側、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（22，23，24：水文與水質化學組測站；N3C1，N3C2：海潮流水溫測站）。

圖 4-4、 底棲動物調查之測站。



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 軸孔珊瑚在入水口右側(Influ-2)與出水口南堤外側小灣水深8公尺(Efflu)之成長情形。

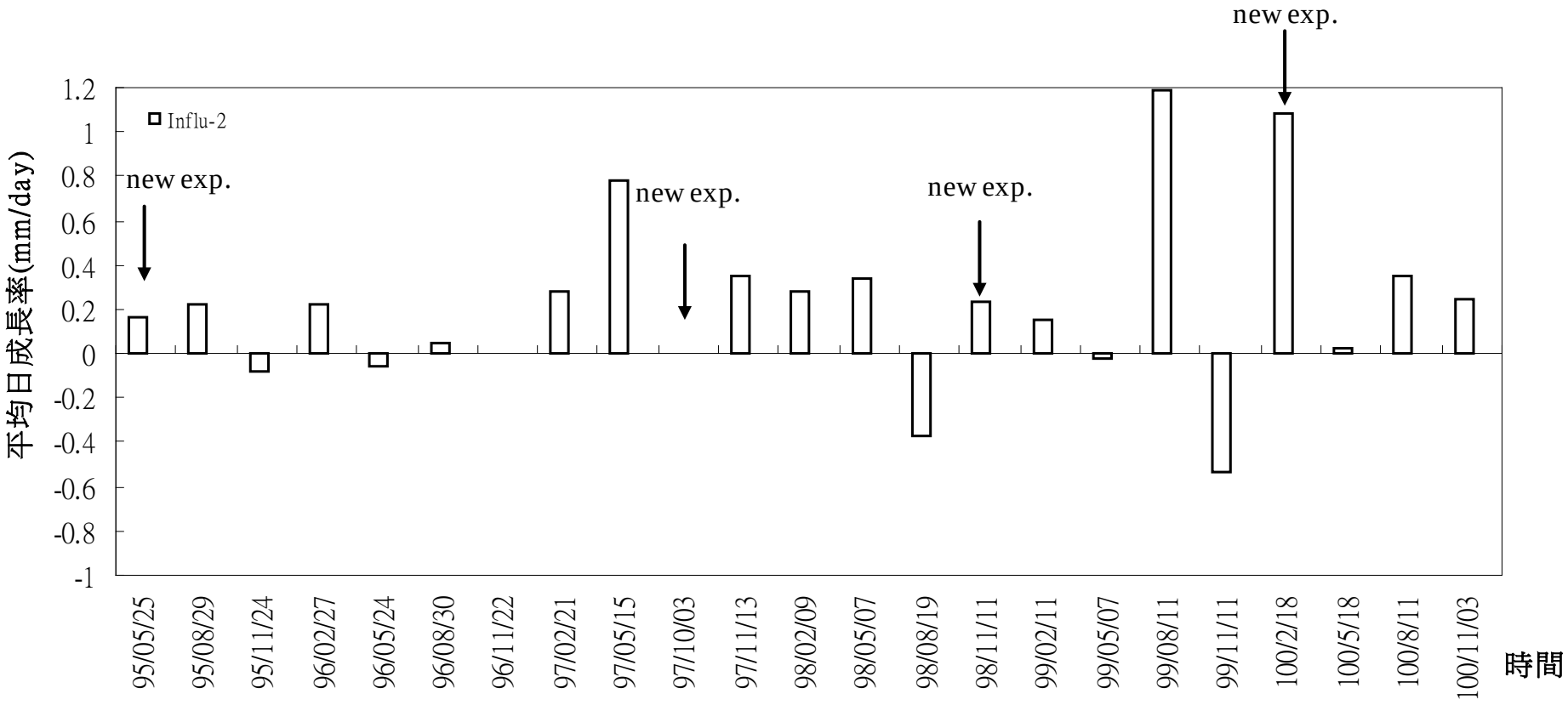
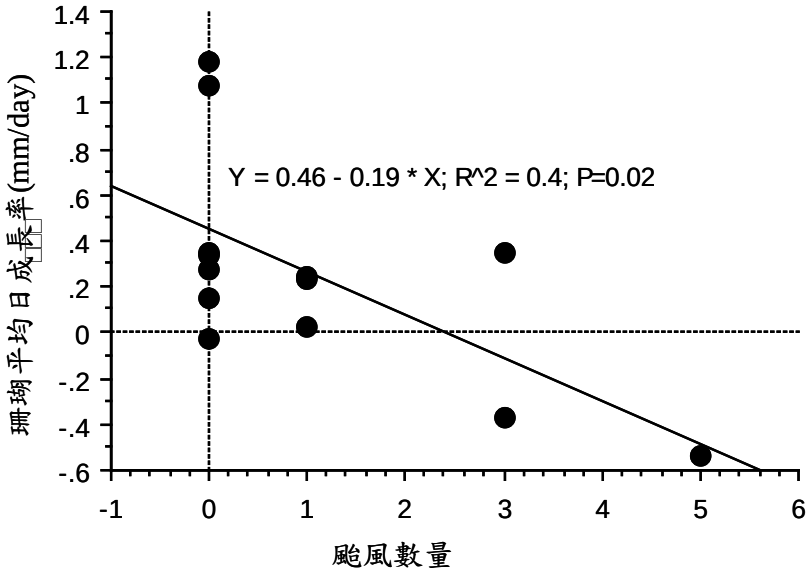


圖 4-6、軸孔珊瑚在入水口右側(Influ-2)各季平均日成長率之變化。



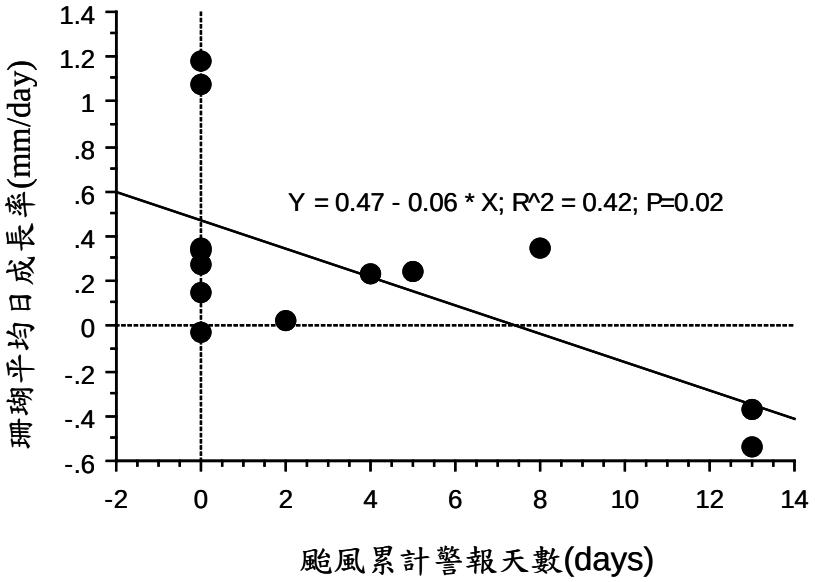


圖 4-7、97 年至 100 年各季入水口珊瑚平均日成長率與颱風之迴歸相關圖。A. 珊瑚平均日成長率與颱風數量之相關圖；B. 珊瑚平均日成長率與颱風累計警報天數之相關圖。

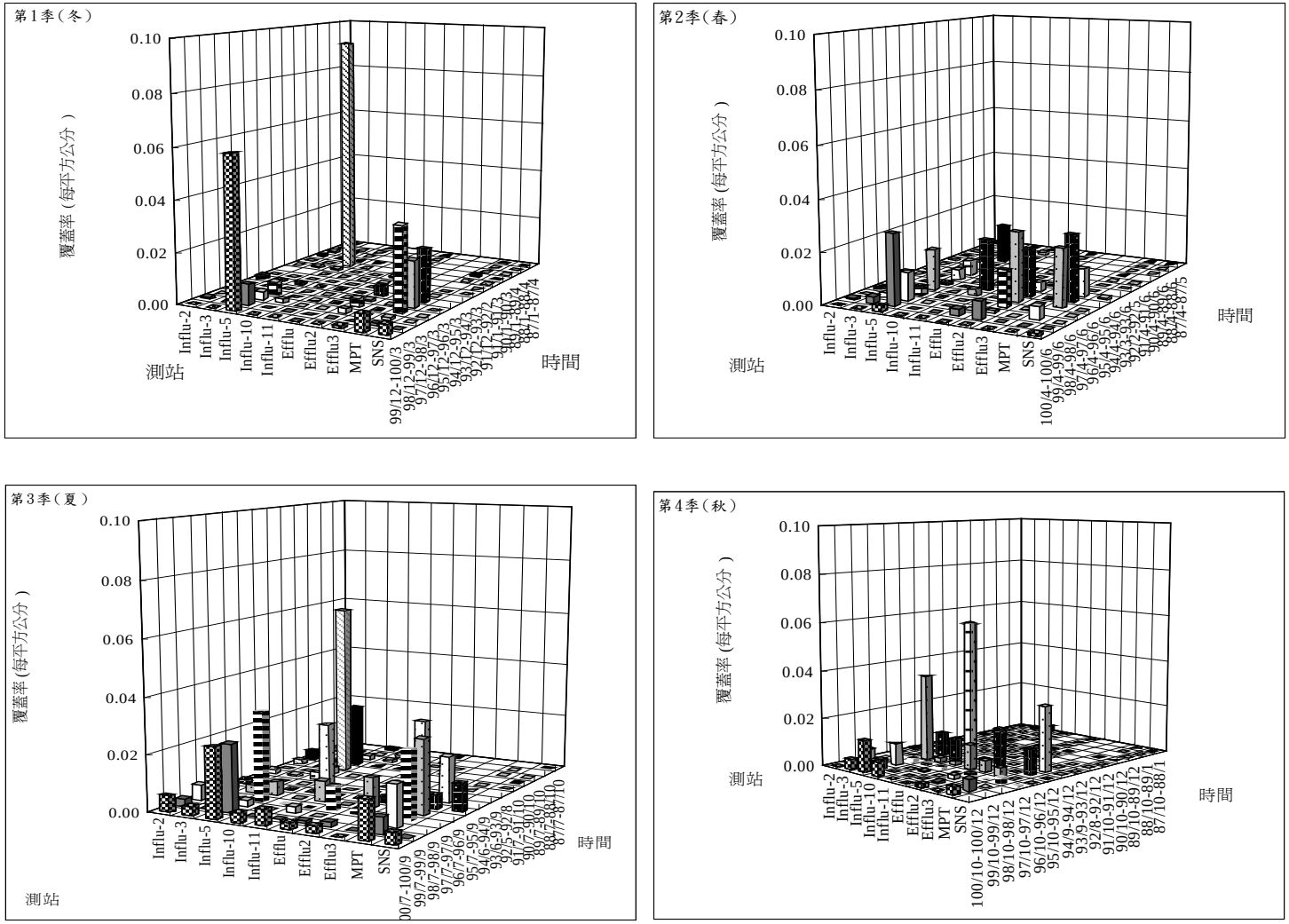


圖 4-8、珊瑚在 85-100 年各季各測站附著板之著生情形（空白組為該站尚未設置或流失）。

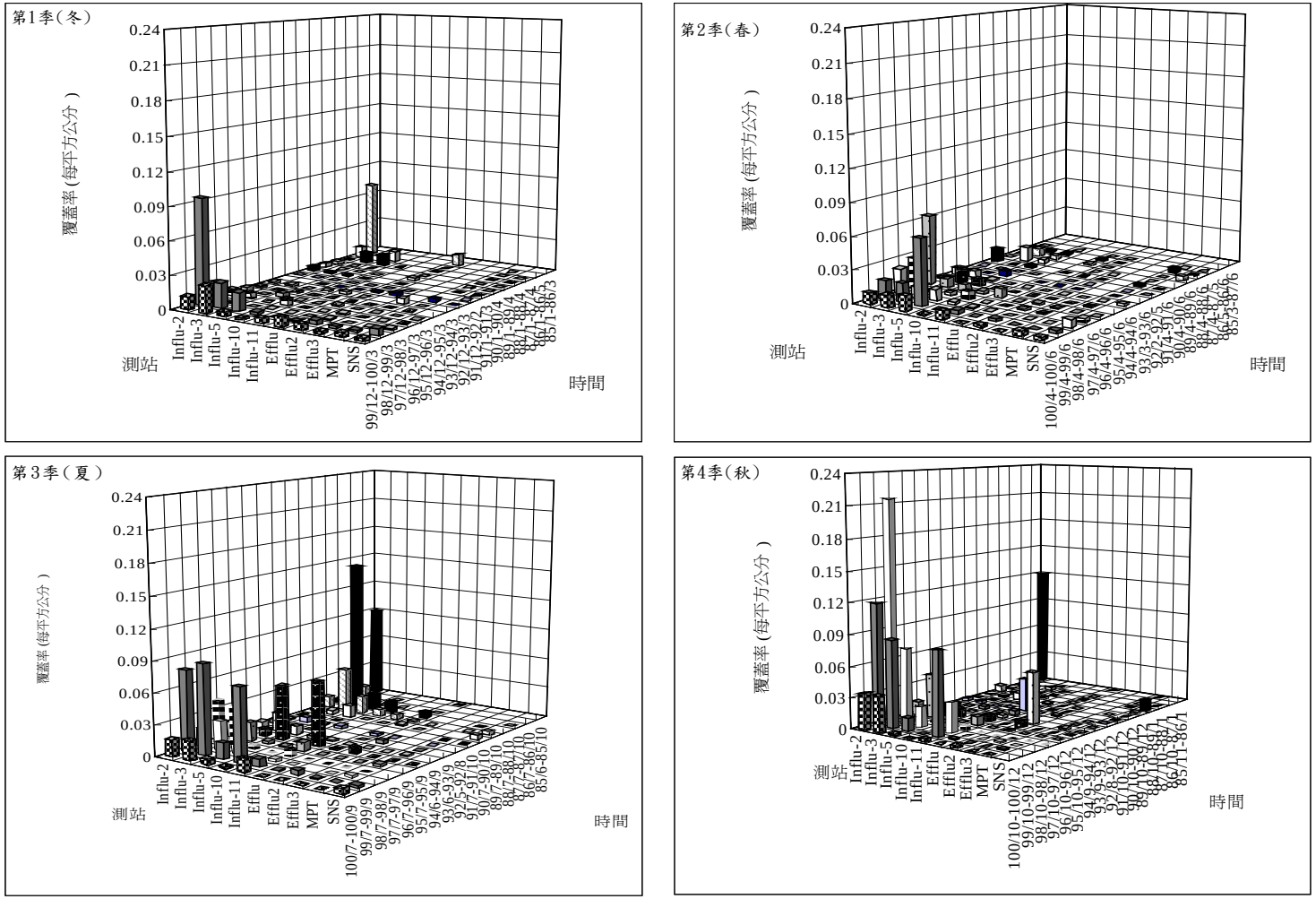


圖 4-9、軟體動物在 85-100 年各季各測站附著板之著生情形（空白組為該站尚未設置或流失）。

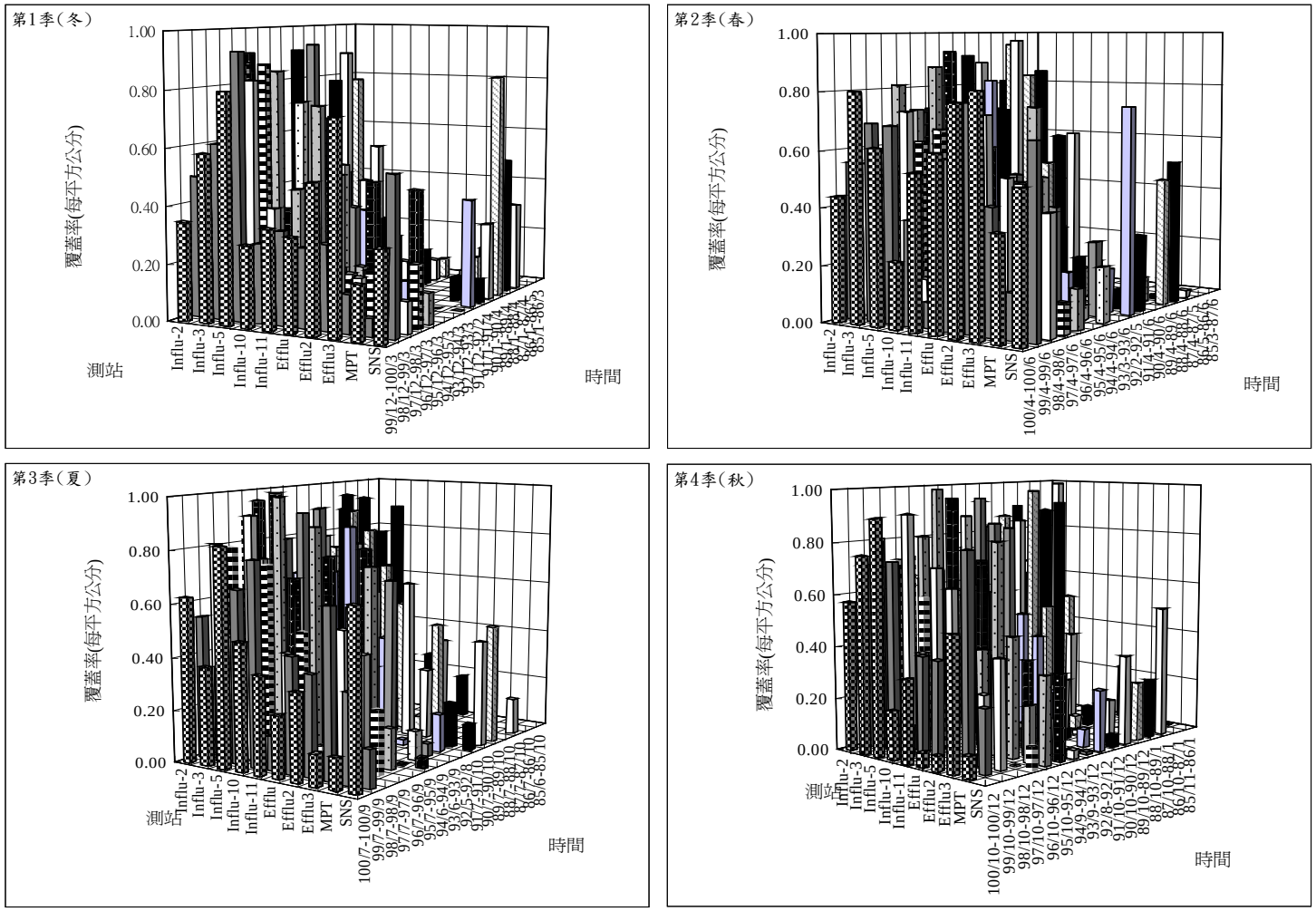


圖 4-10、多毛類在 85-100 年各季各測站附著板之著生情形（空白組為該站尚未設置或流失）。

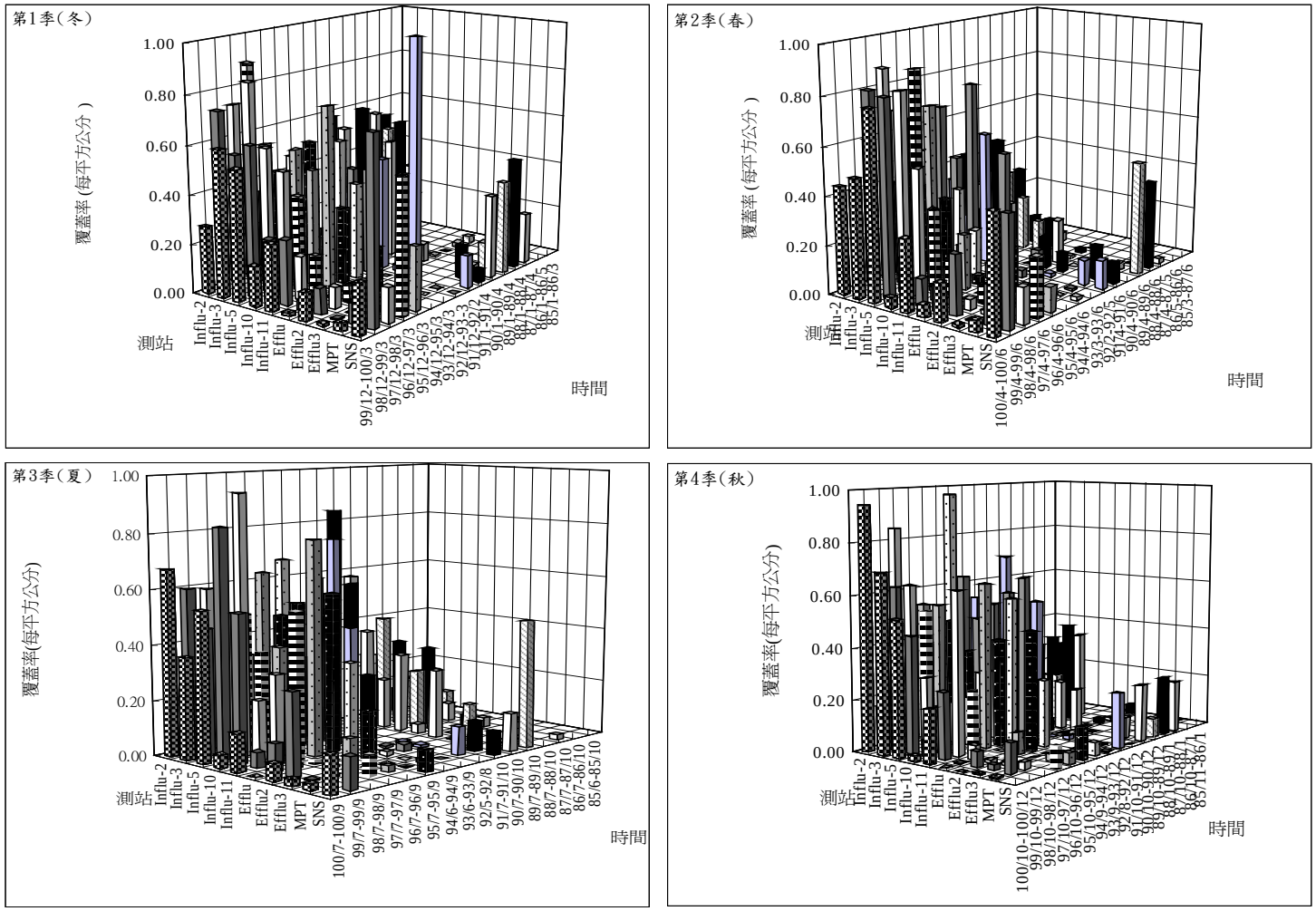


圖 4-11、苔蘚蟲在 85-100 年各季各測站附著板之著生情形（空白組為該站尚未設置或流失）。

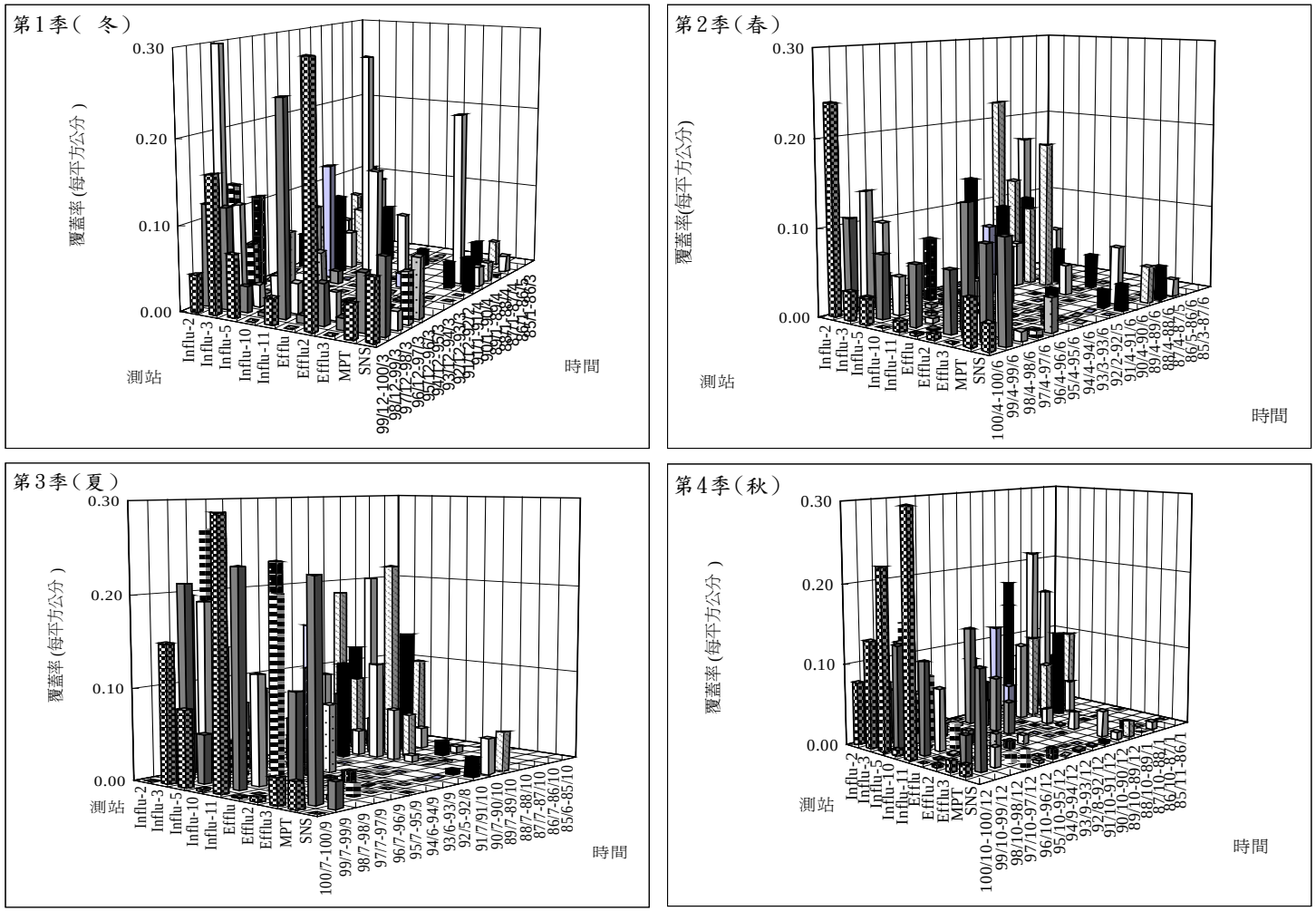


圖 4-12、海鞘在 85-100 年各季各測站附著板之著生情形（空白組為該站尚未設置或流失）。

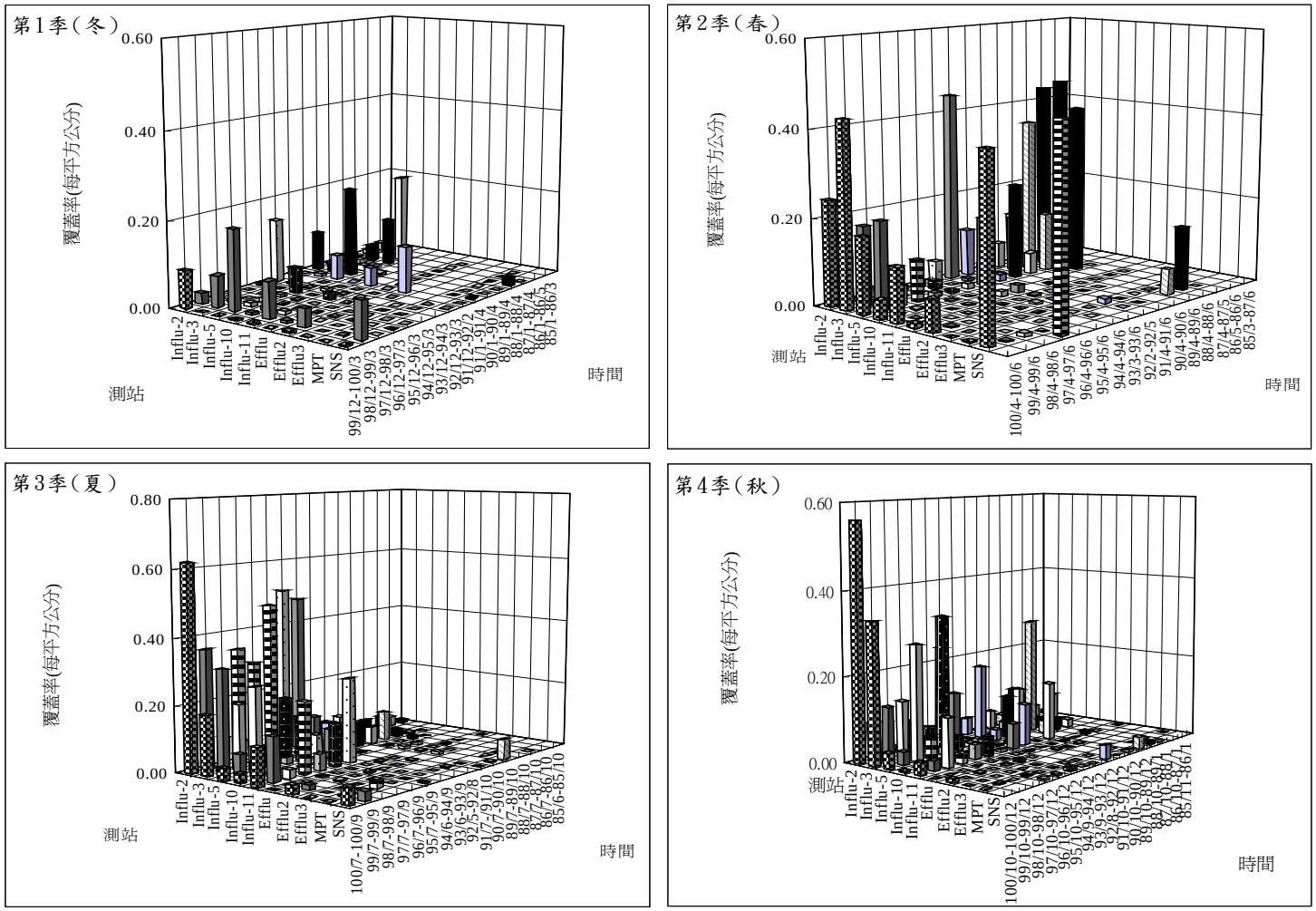


圖 4-13、藤壺在 85-100 年各季各測站附著板之著生情形（空白組為該站尚未設置或流失）。

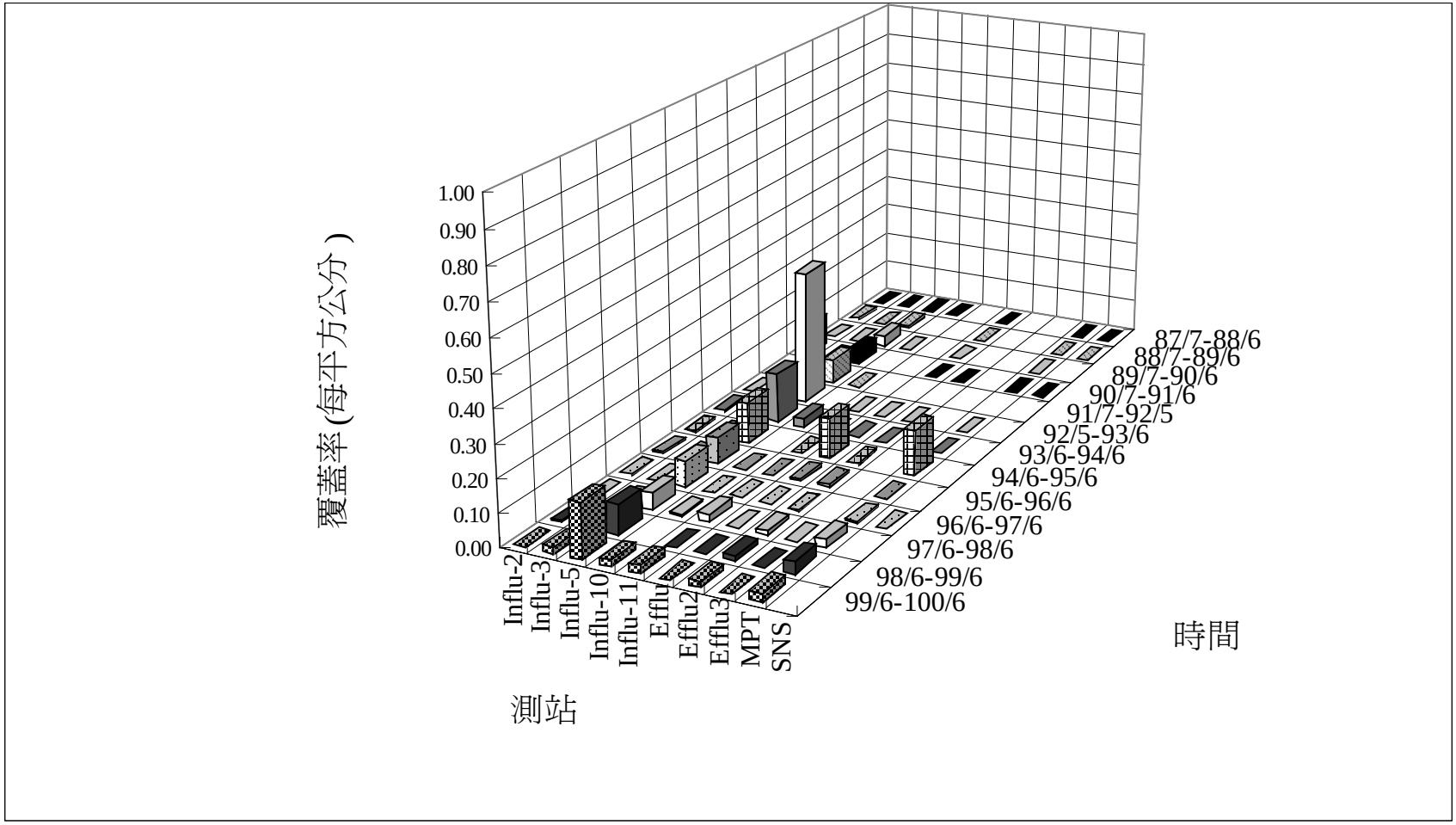


圖 4-14、珊瑚在 87-100 年間各測站附著板之著生情形（空白組為該站流失）。

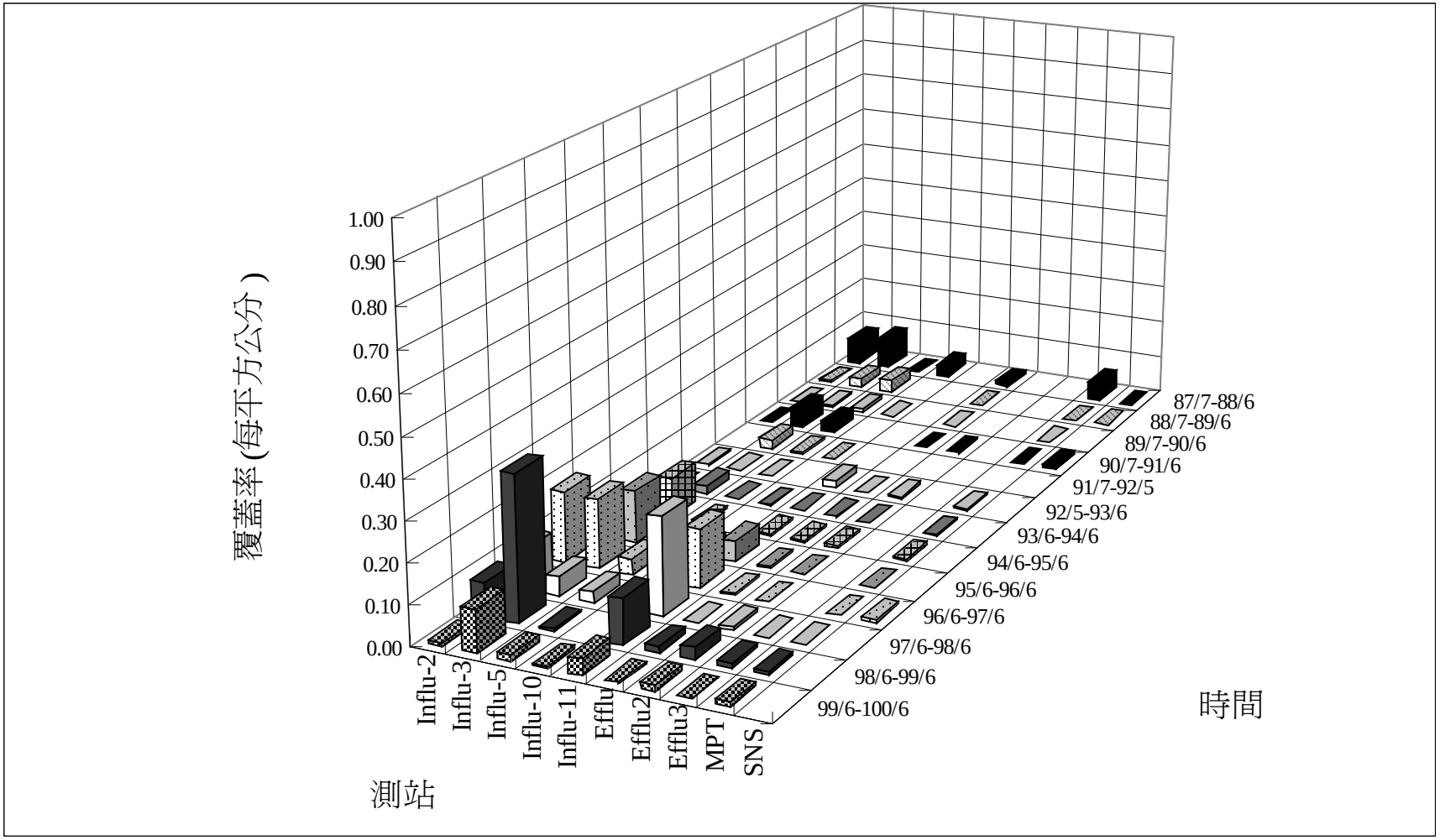


圖 4-15、軟體動物在 87-100 年間各測站附著板之著生情形（空白組為該站流失）。

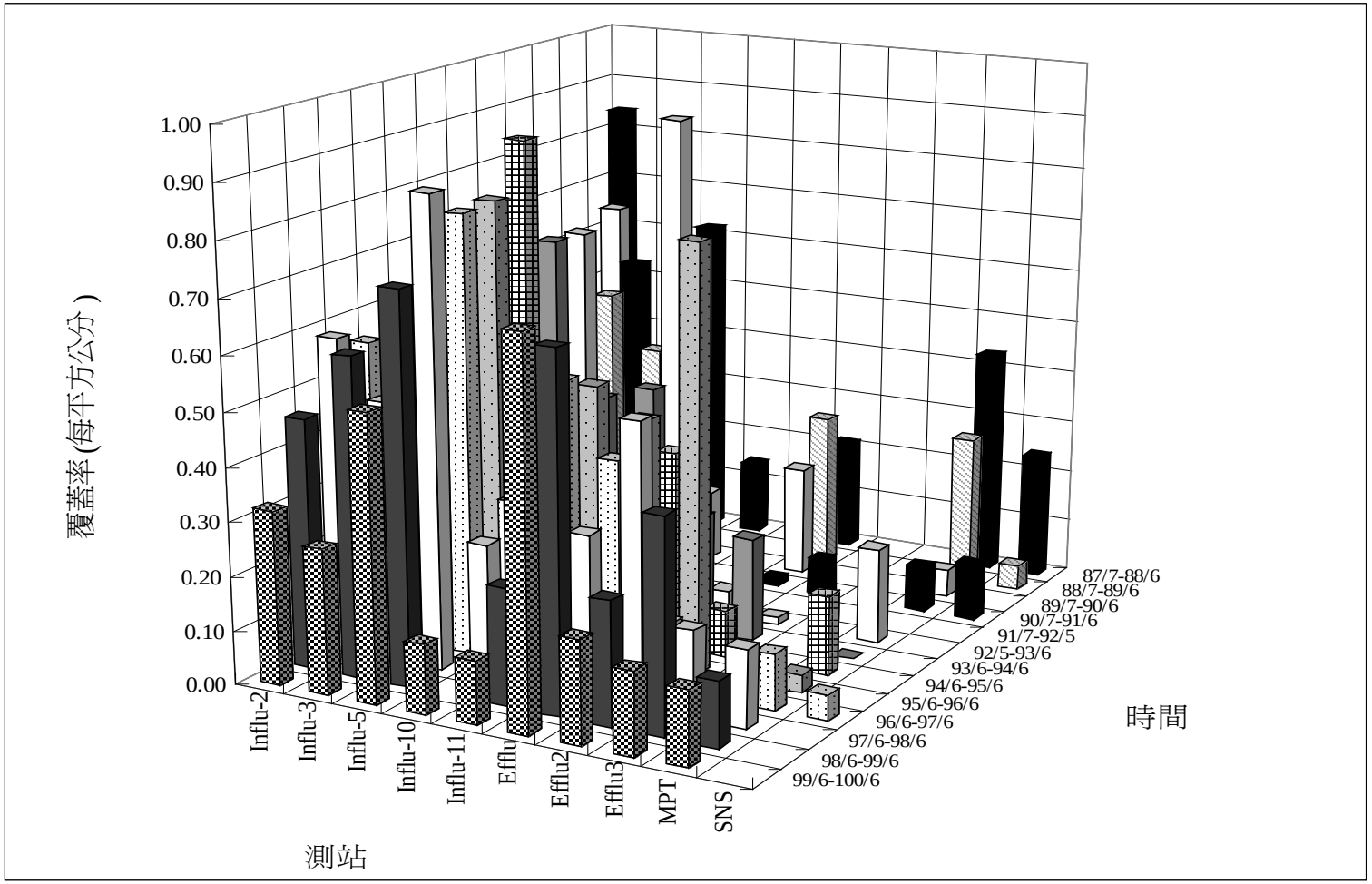


圖 4-16、多毛類在 87-100 年間各測站附著板之著生情形（空白組為該站流失）。

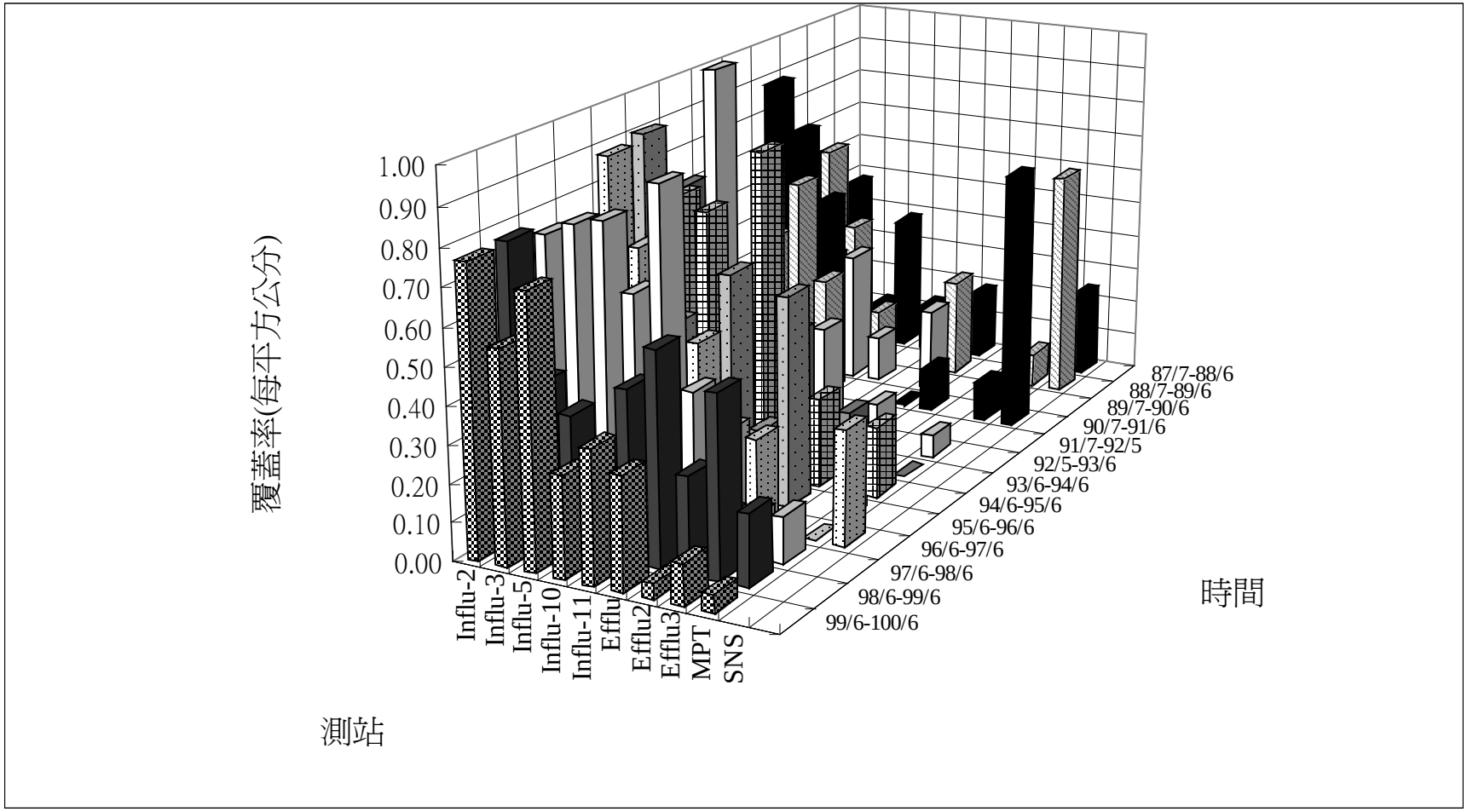


圖 4-17、苔蘚蟲在 87-100 年間各測站附著板之著生情形（空白組為該站流失）。

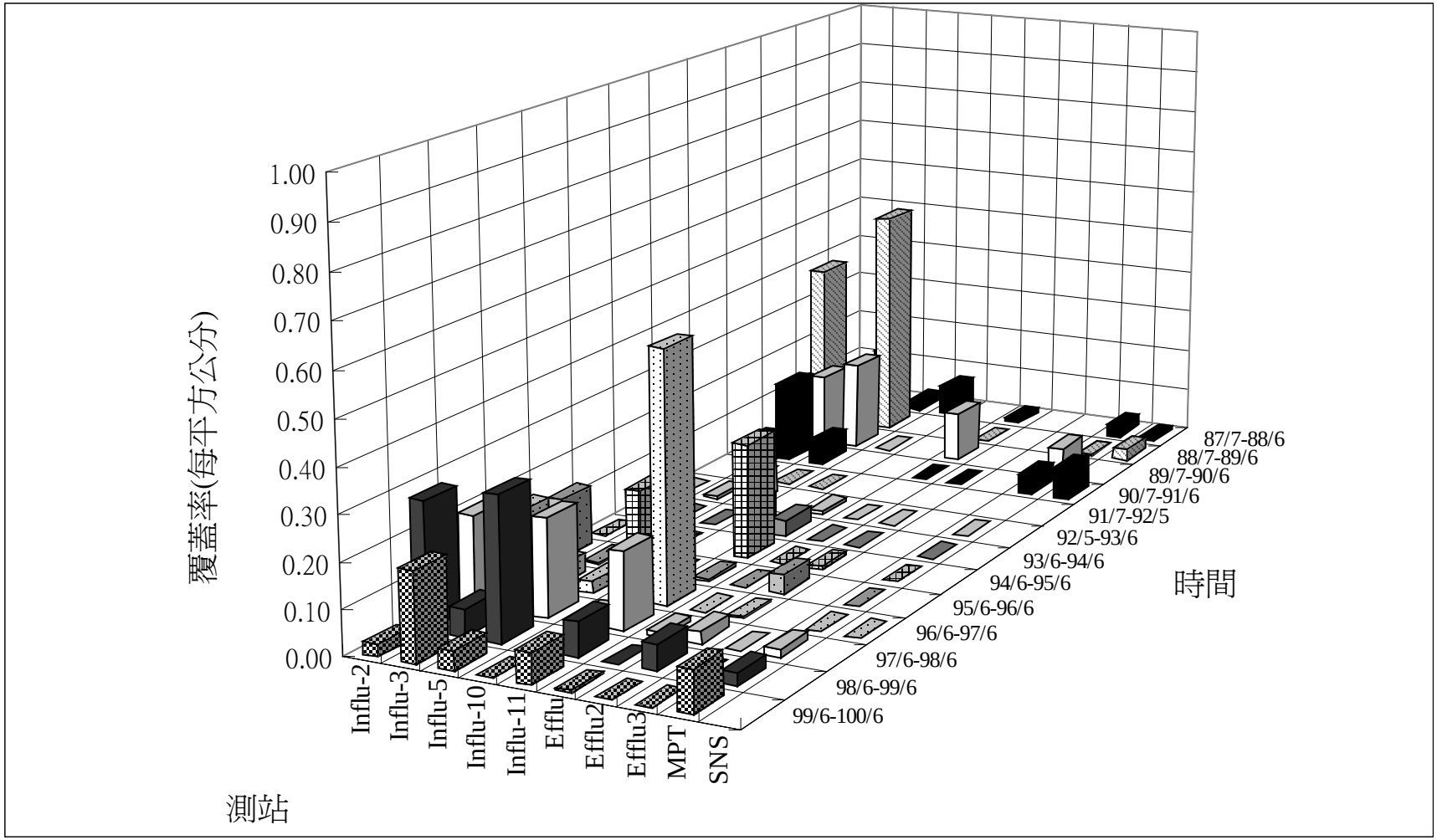


圖 4-18、海鞘在 87-100 年間各測站附著板之著生情形（空白組為該站流失）。

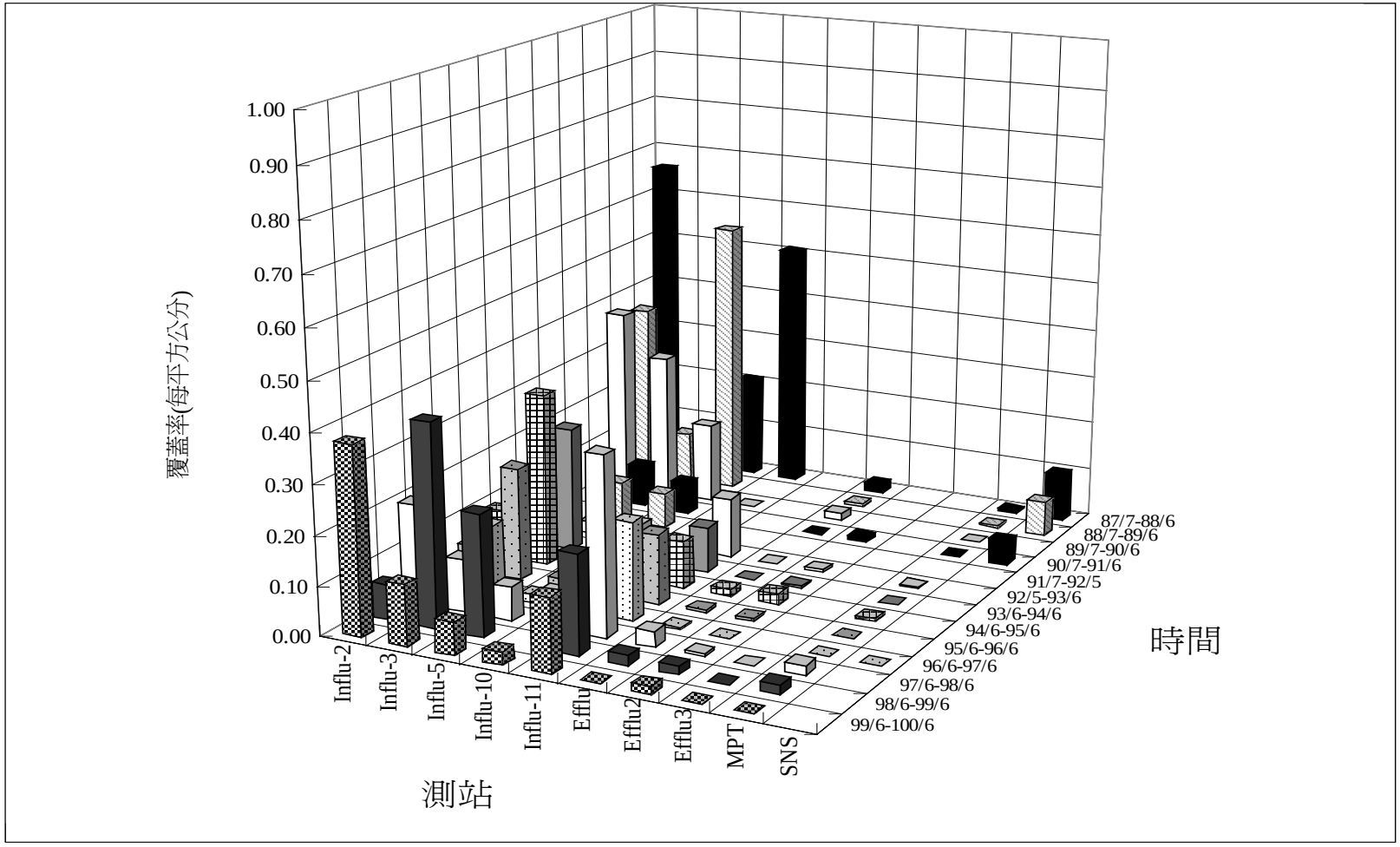


圖 4-19、藤壺在 87-100 年間各測站附著板之著生情形（空白組為該站流失）。

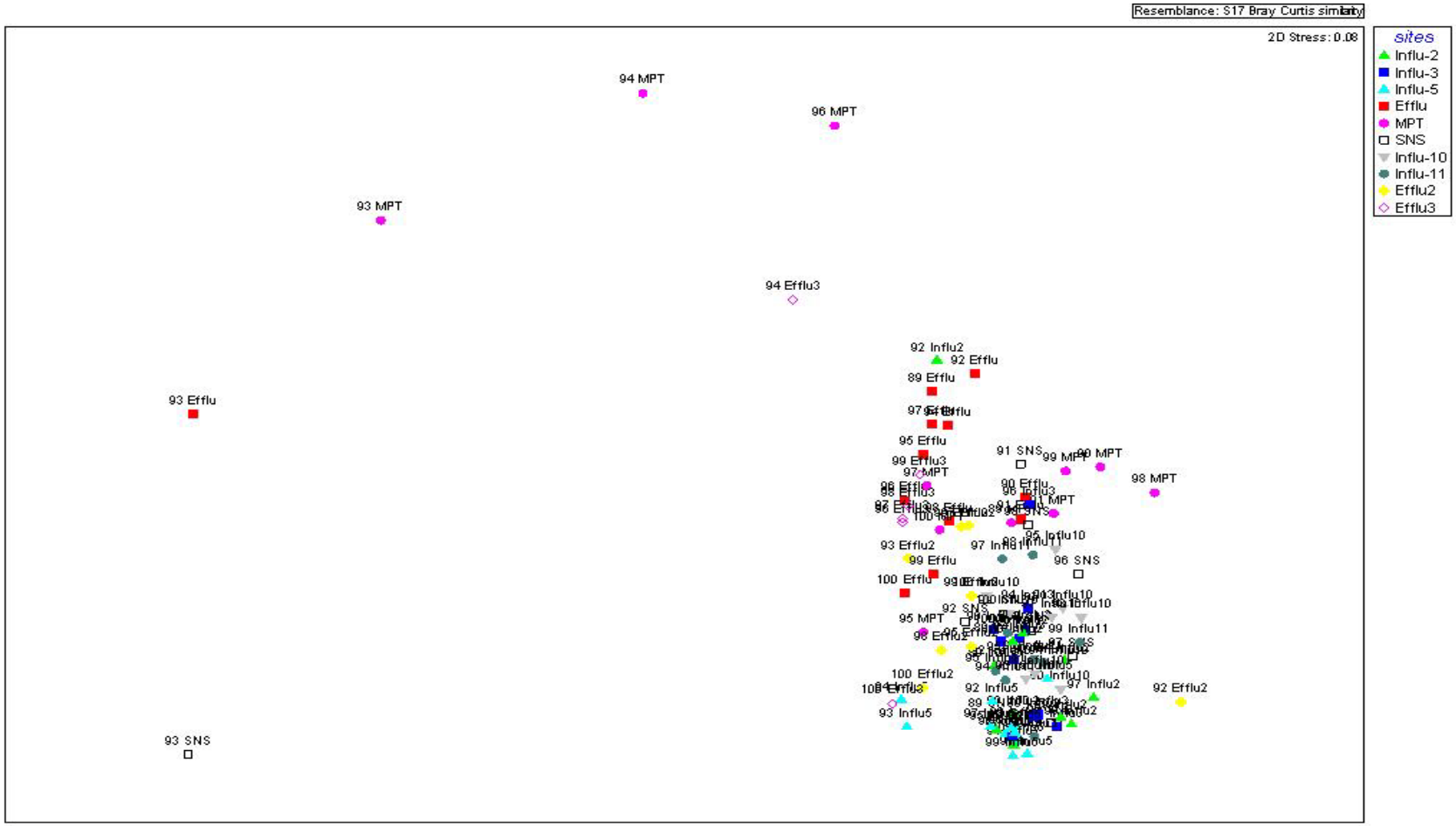


圖 4-20、90-100 年間第 1 季（冬）各測站 6 大類底棲動物著生量群聚分析。

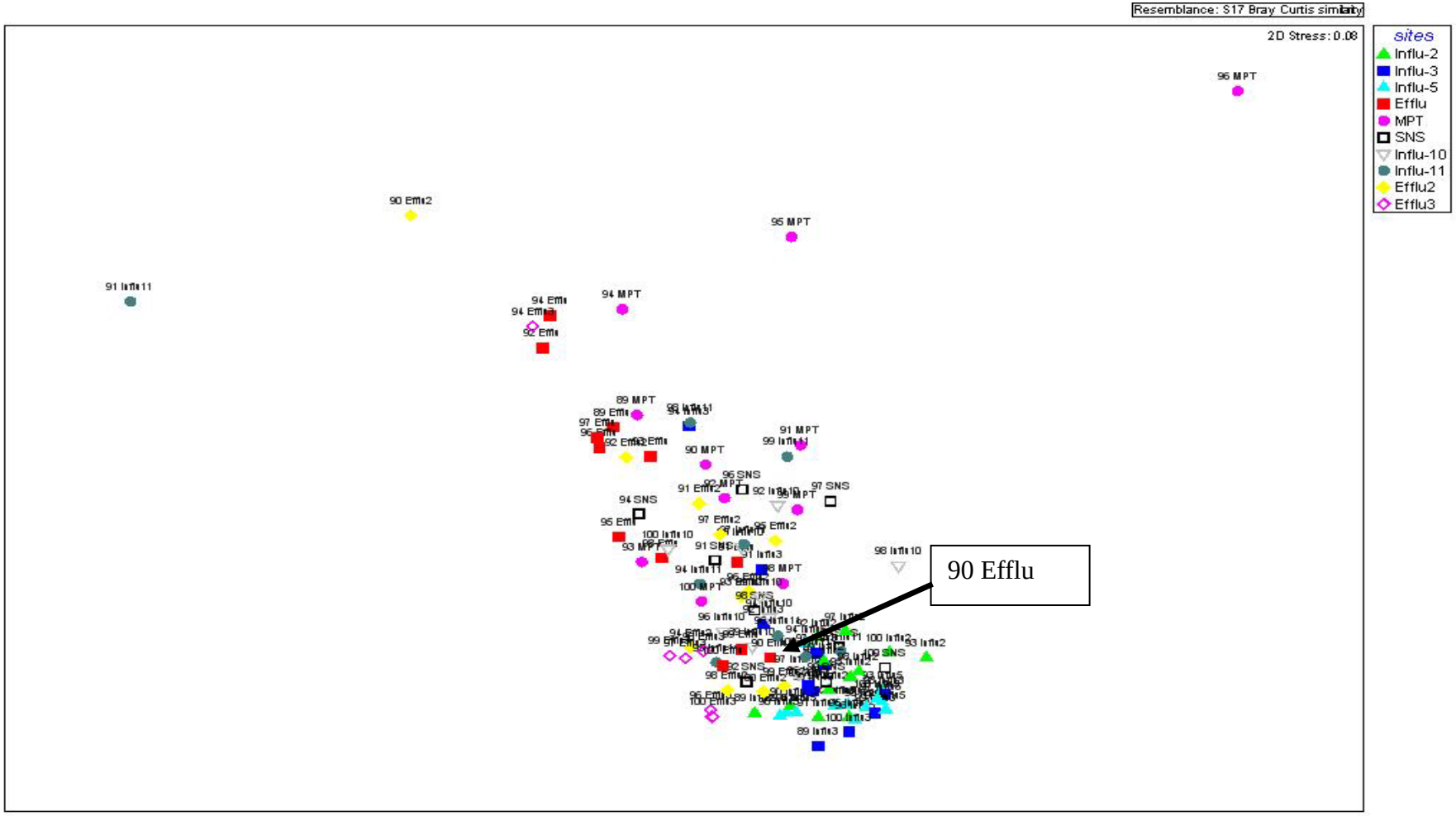


圖 4-21、90-100 年間第 2 季（春）各測站 6 大類底棲動物著生量群聚分析。

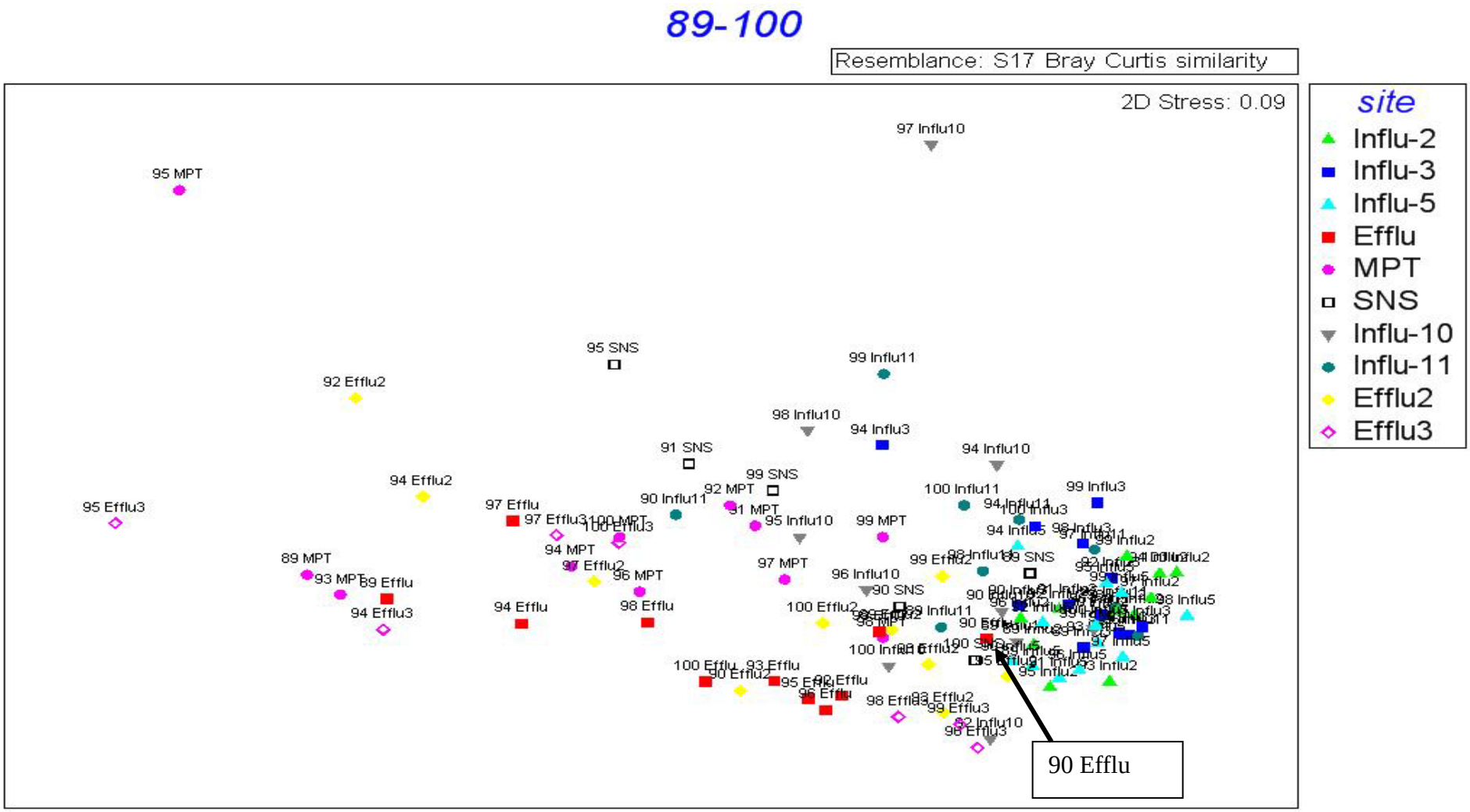


圖 4-22、90-100 年間第 3 季（夏）各測站 6 大類底棲動物著生量群聚分析。

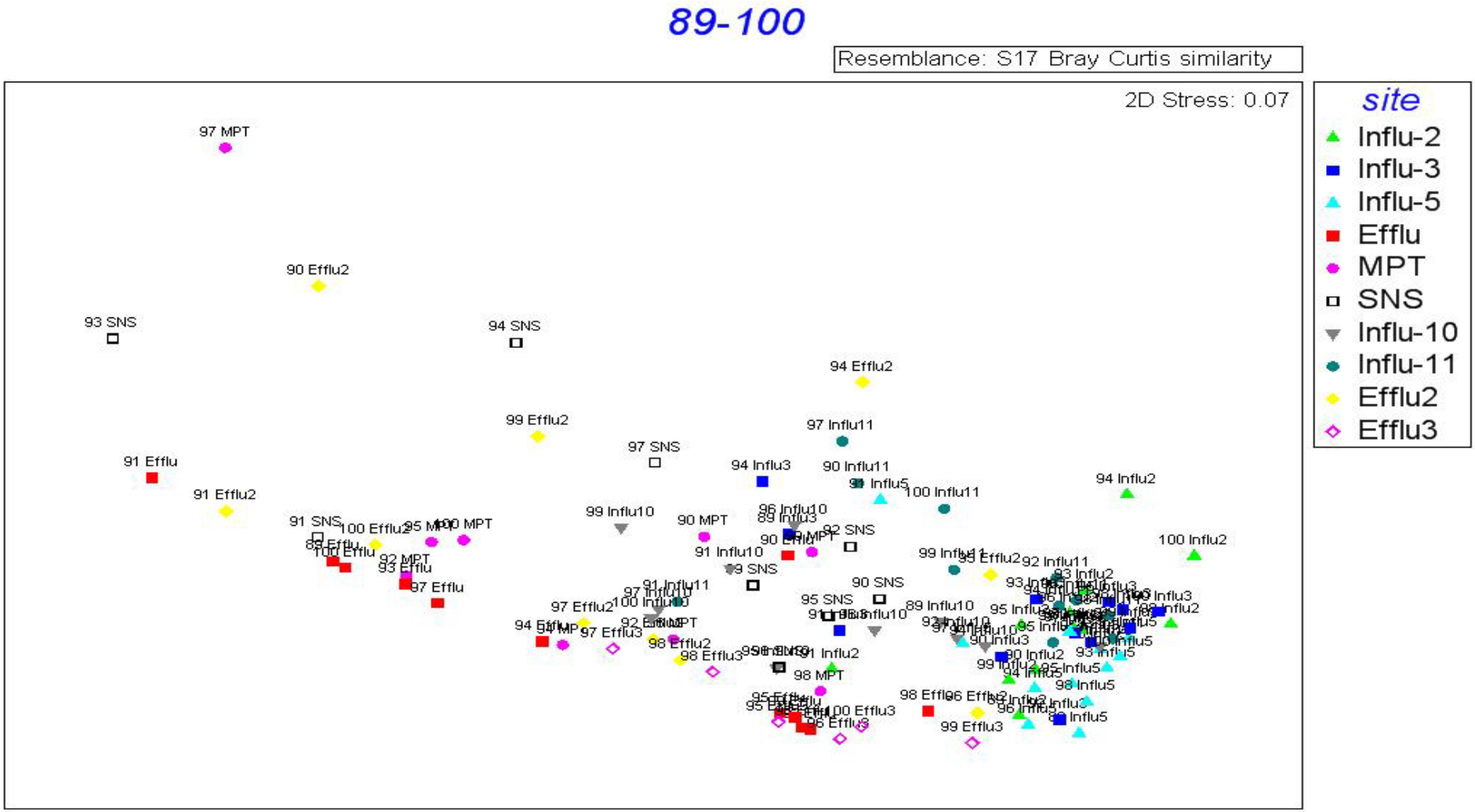
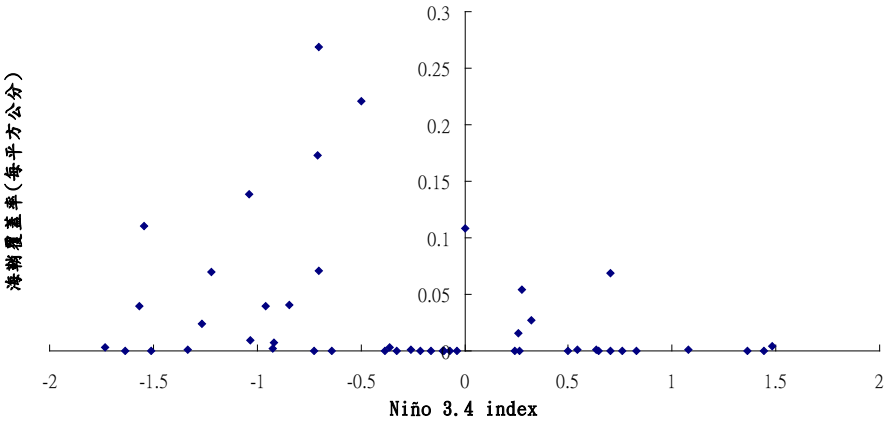
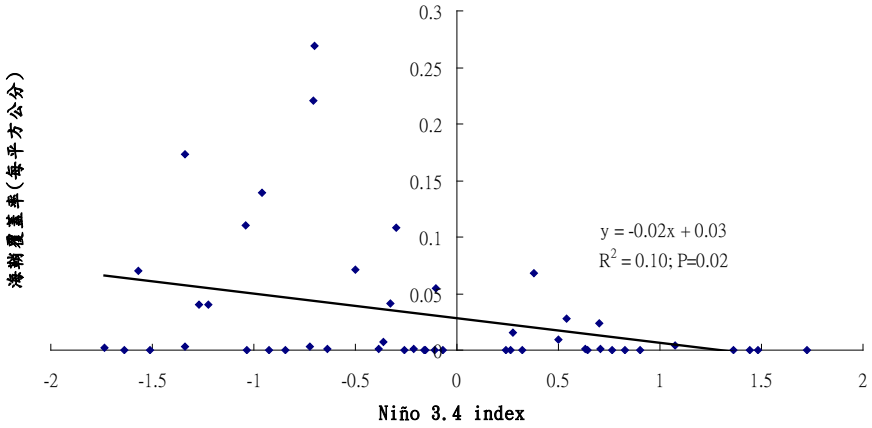


圖 4-23、90-100 年間第 4 季（秋）各測站 6 大類底棲動物著生量群聚分析。

A. 當季



B. 後一季



C. 後兩季

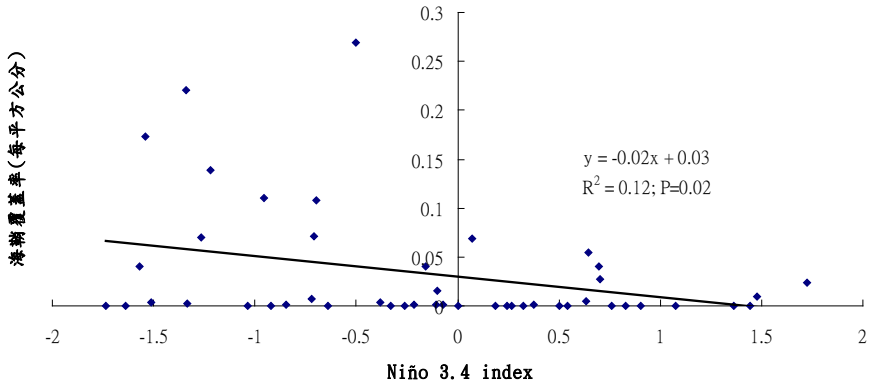


圖 4-24、85-100 年入水口南堤外側（Influ-10）海鞘著生量與 Niño3.4 index 相關圖。

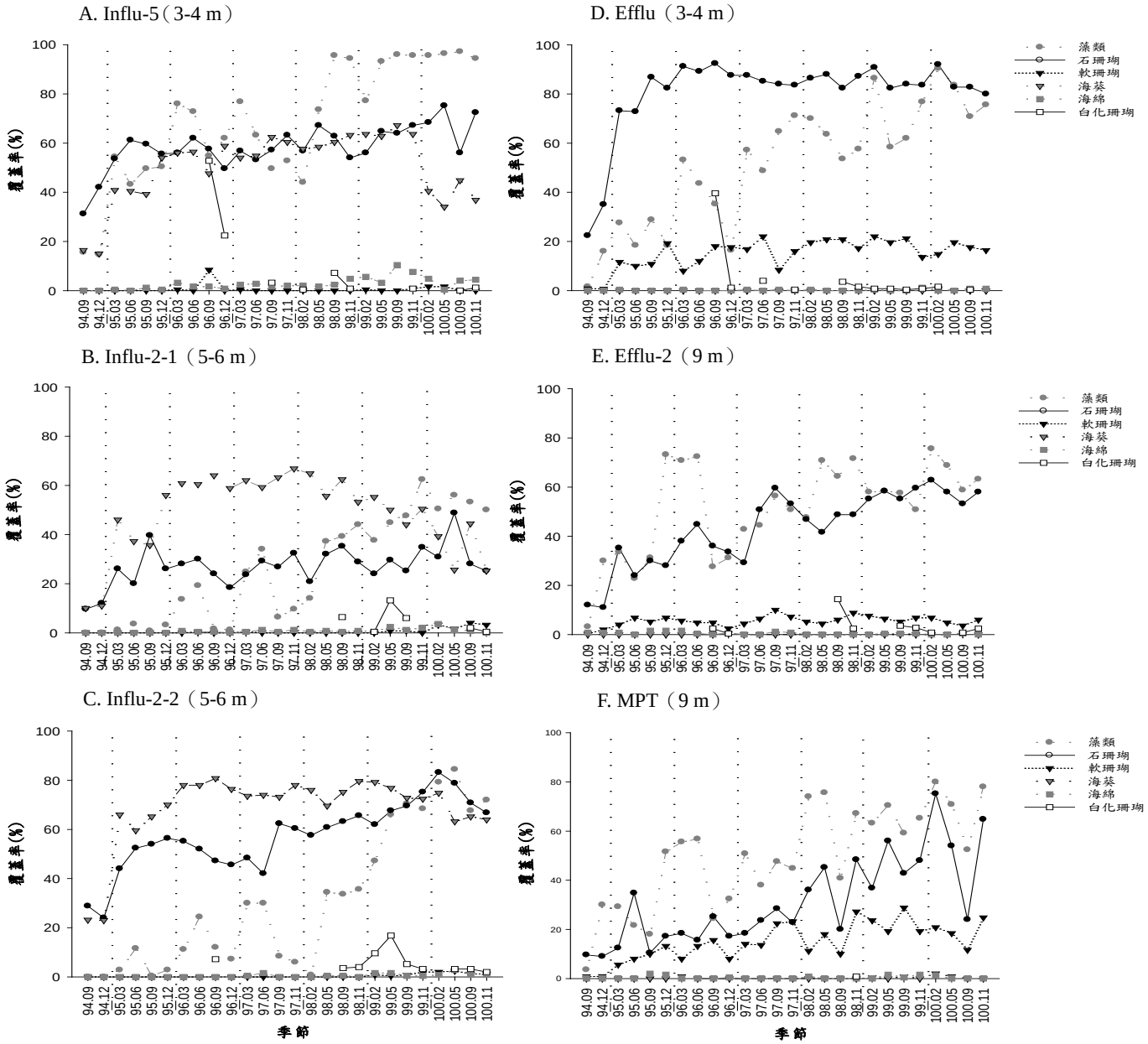


圖 4-25、94 年第 3 季至 100 年第 4 季固定橫截線調查入水口及出水口南側各測線底棲生物覆蓋率。

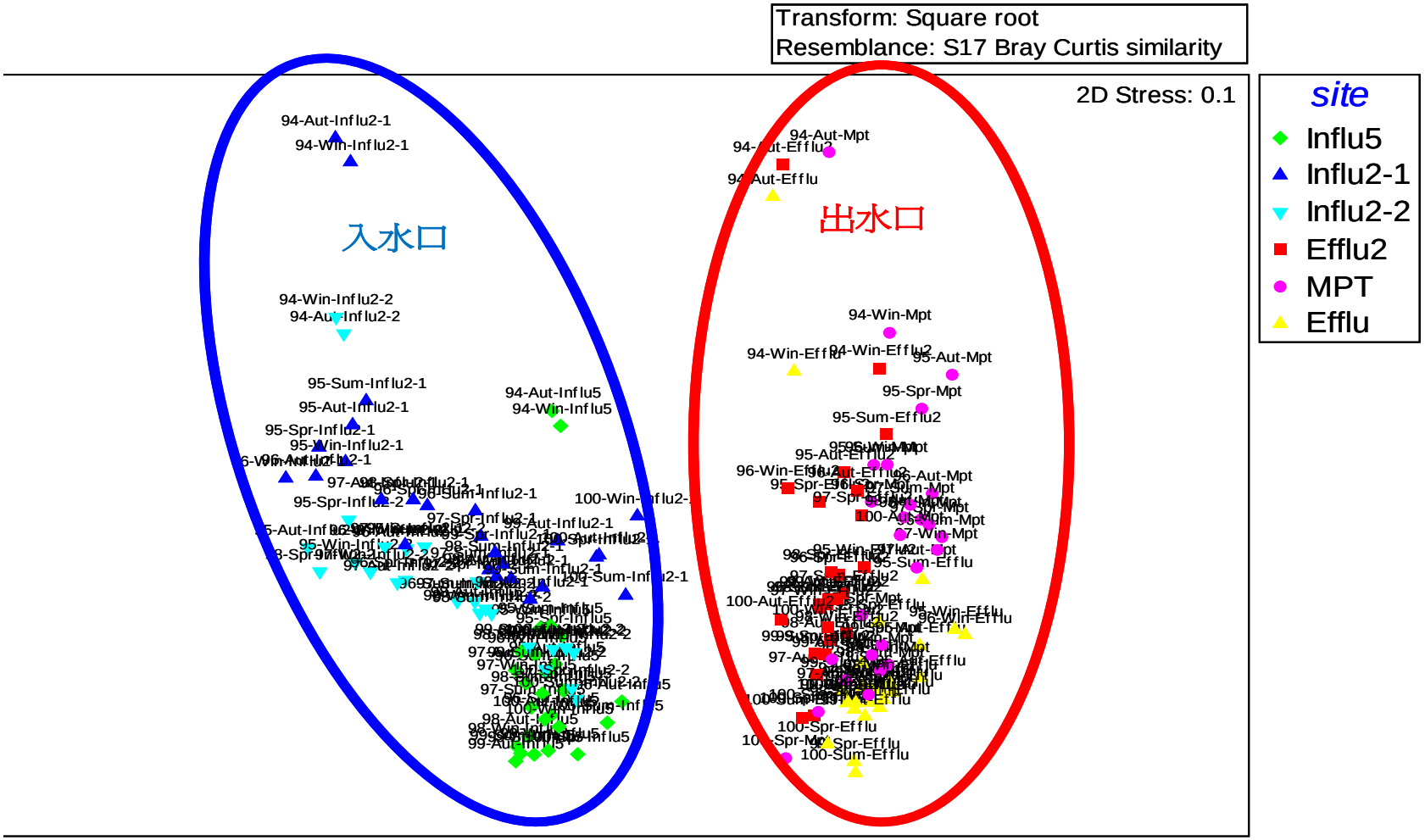


圖 4-26、固定橫截線調查入水口及出水口南側各測線底棲生物之群聚分析。

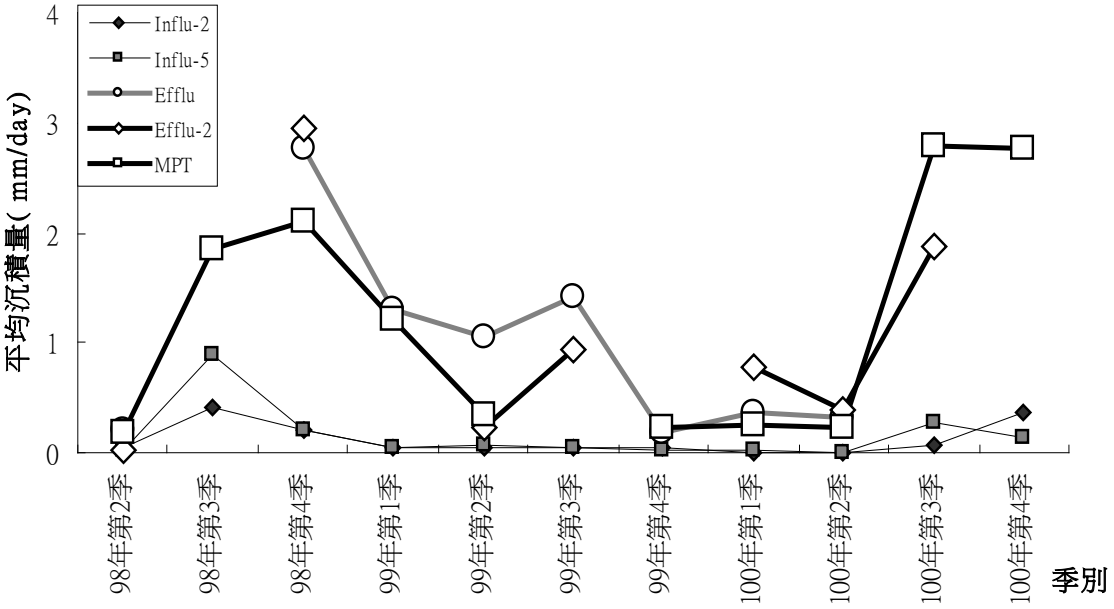
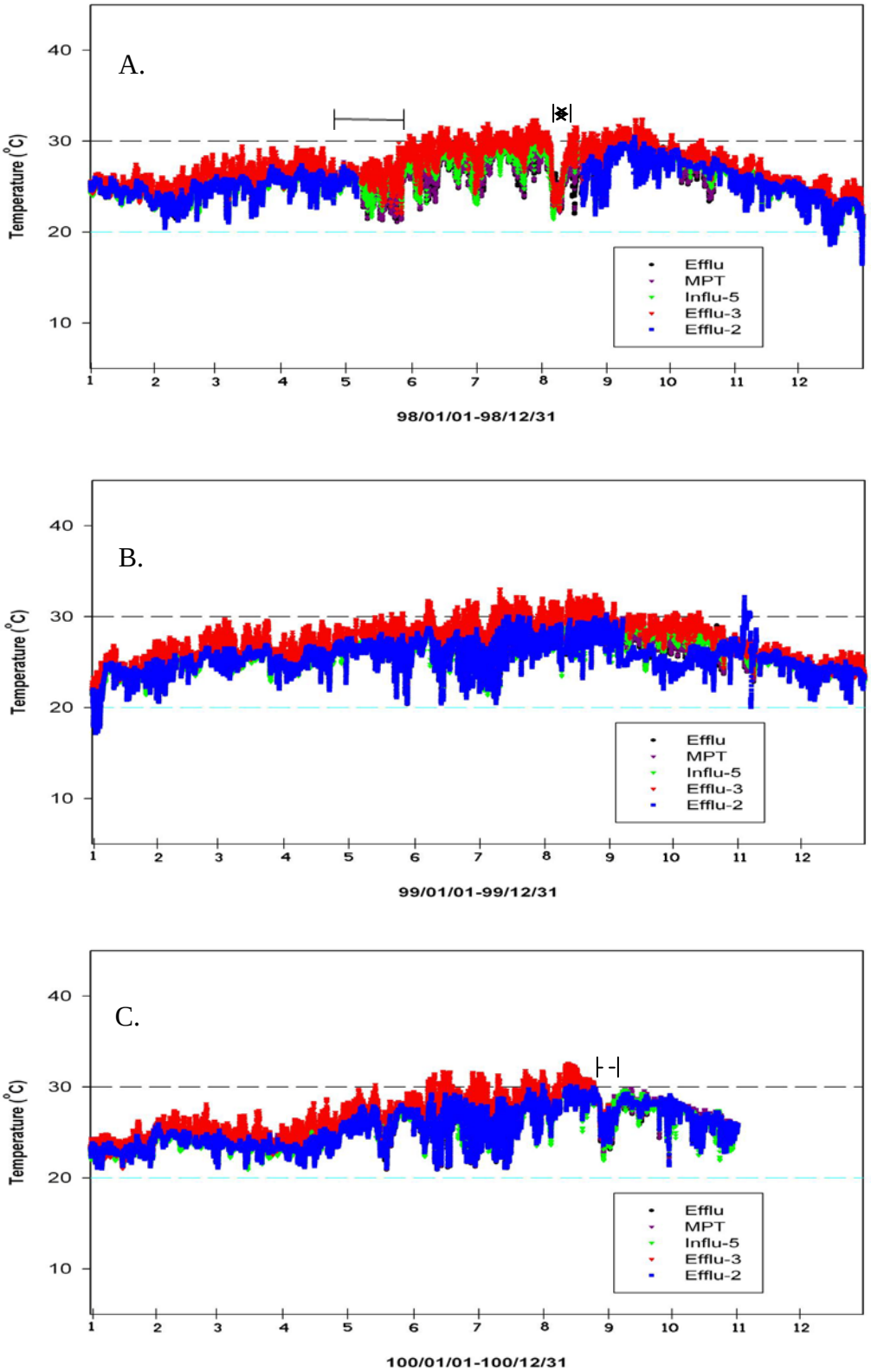


圖 4-27、98 年第 2 季至 100 年第 4 季入、出水口各測站的沉積物沉積量。



註：├──┤：核三廠一號機組歲修（98 年 4 月 23 日至 5 月 26 日）。

├◆┤：莫拉克颱風侵台(98 年 8 月 5 日至 8 月 10 日)。

├-┤：南瑪都颱風侵台(100 年 08 月 28 日至 8 月 30 日)。

虛線：為水溫 30℃及 20℃之界線

圖 4-28、98-100 年出水口南側及入水口各測站之水溫變化圖。

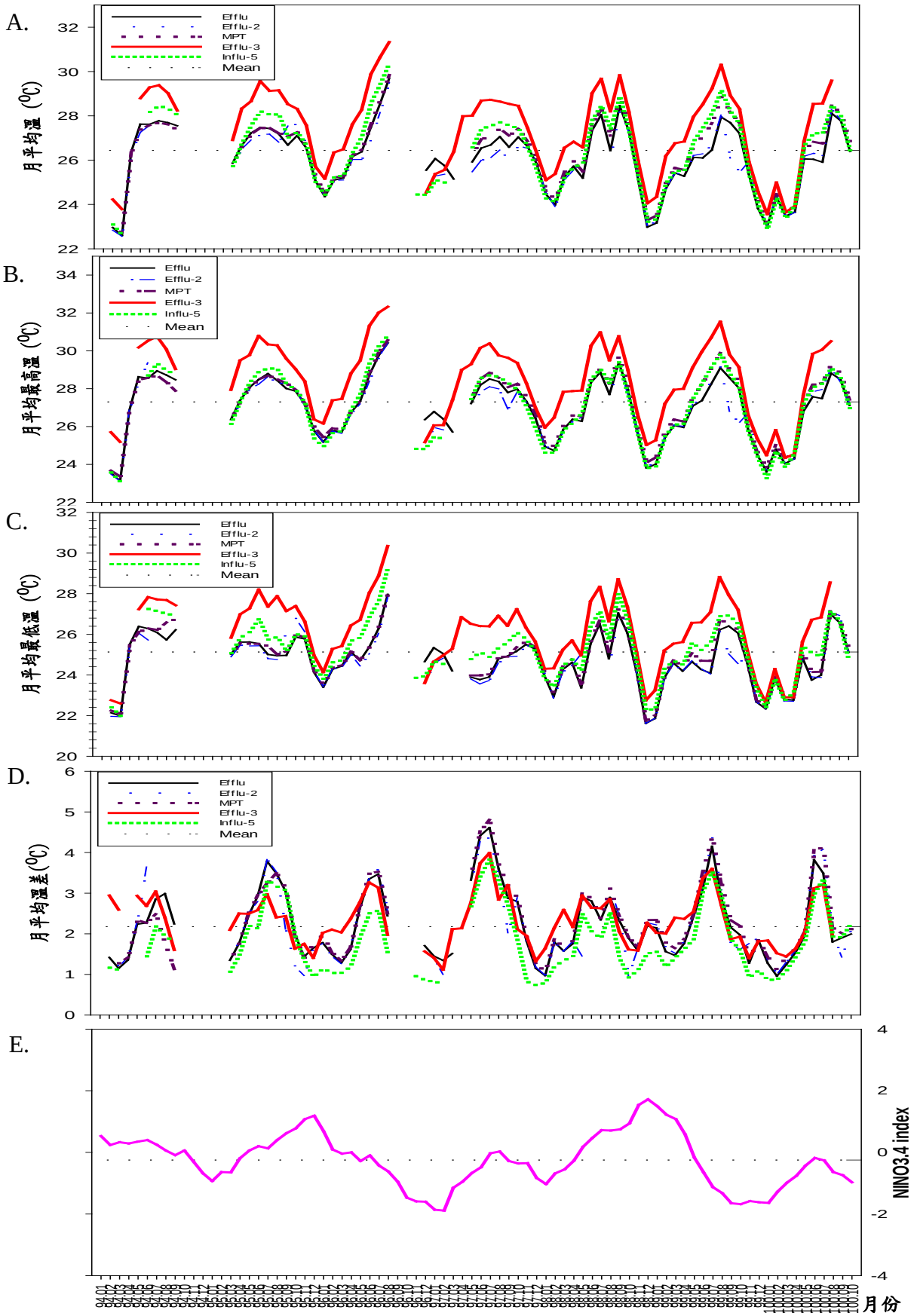
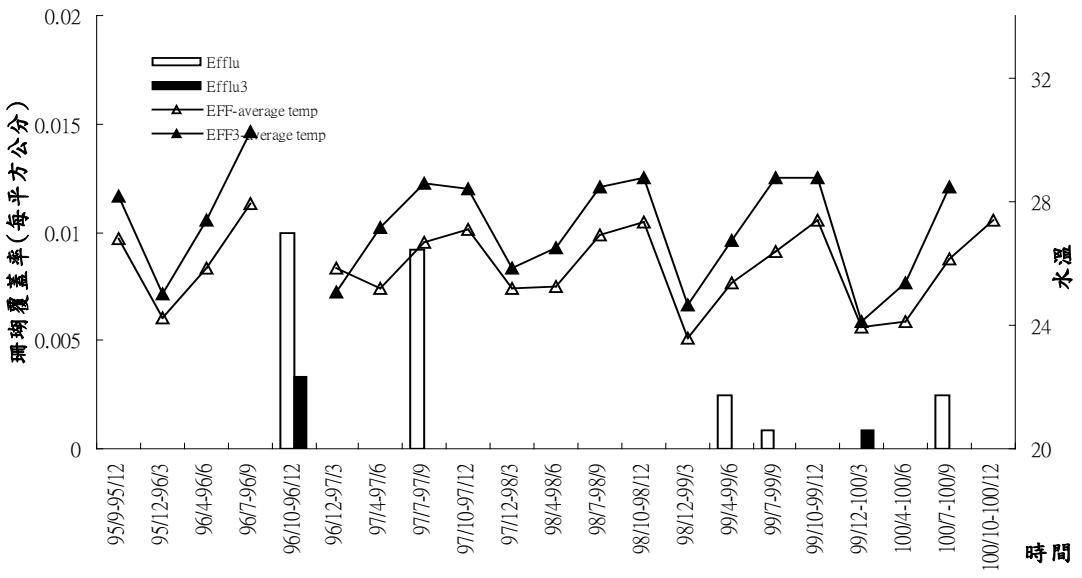
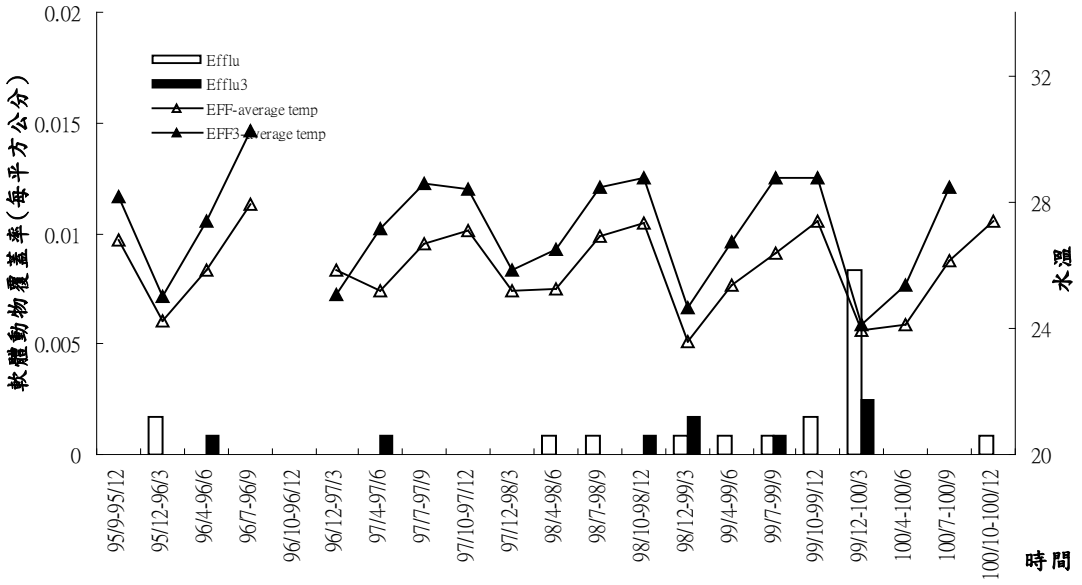


圖 4-29、94-100 年出水口南側及入水口各測站之各月水溫及 Nino3.4 index 變化圖。A. 月平均溫；B. 月平均最高溫；C.月平均最低溫；D.月平均溫差；E. Nino3.4 index。



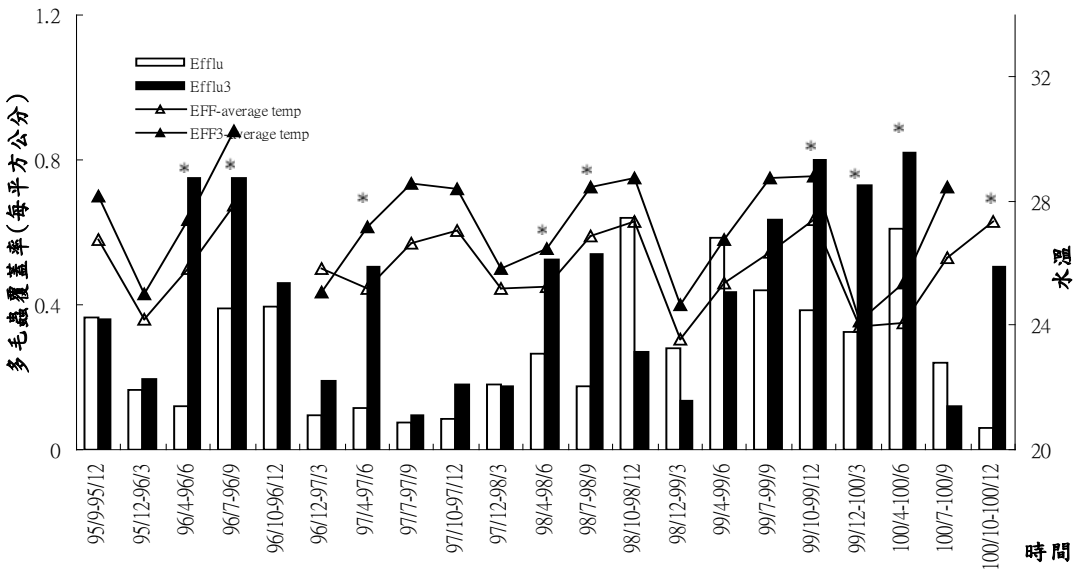
（註：*：T-test, p<0.05）

圖 4-30、出水口南側水深 8 公尺處（Efflu）與出水口水深 3 公尺處（Efflu-3）的珊瑚著生量比較。



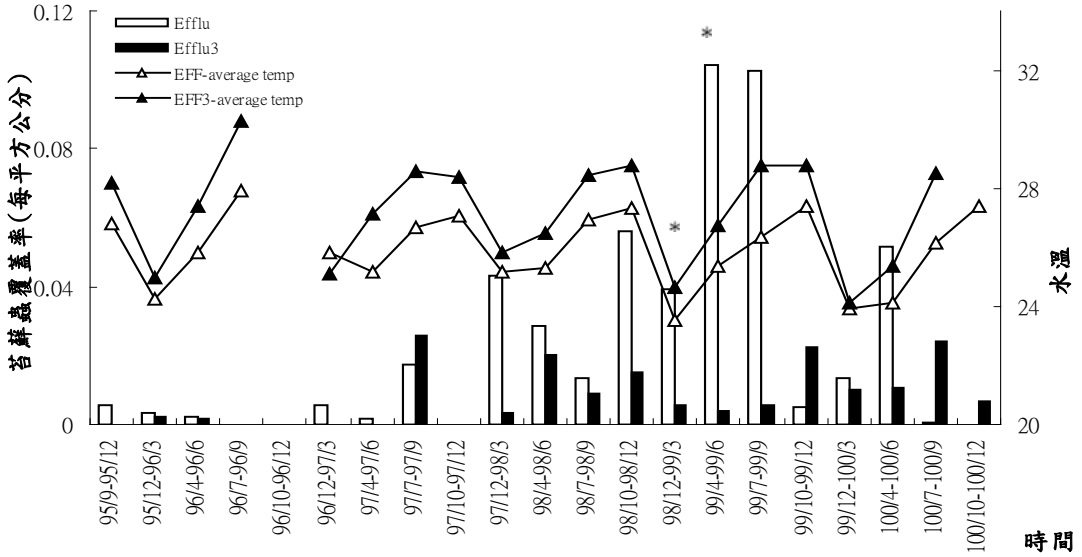
（註：*：T-test, p<0.05）

圖 4-31、出水口南側水深 8 公尺處（Efflu）與出水口水深 3 公尺處（Efflu-3）的軟體動物著生量比較。



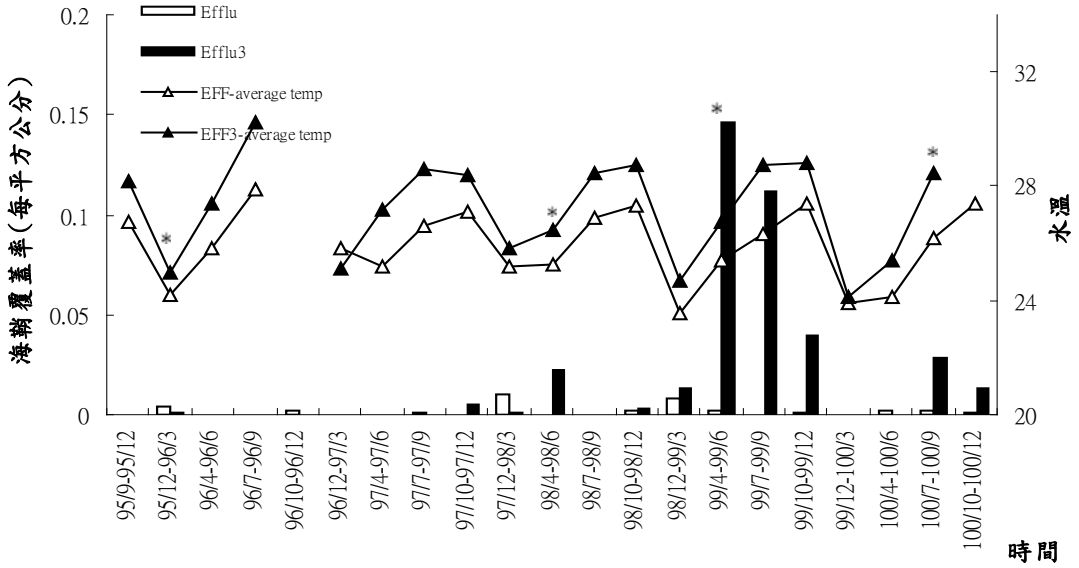
（註：*：T-test, p<0.05）

圖 4-32、出水口南側水深 8 公尺處（Efflu）與出水口水深 3 公尺處（Efflu-3）的多毛蟲著生量比較。



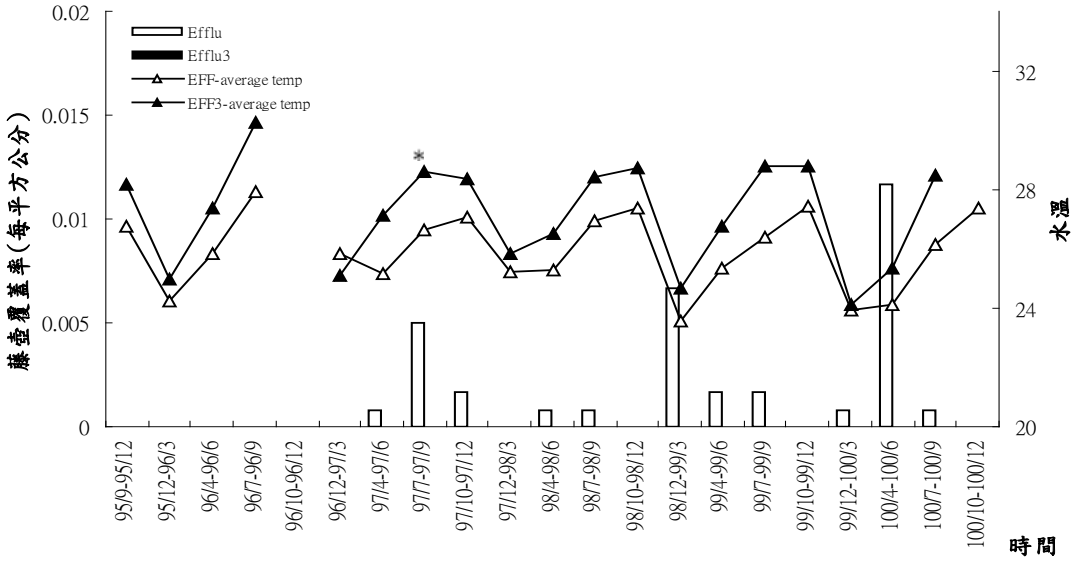
（註：*：T-test, p<0.05）

圖 4-33、出水口南側水深 8 公尺處（Efflu）與出水口水深 3 公尺處（Efflu-3）的苔蘚蟲著生量比較。



（註：*：T-test, p<0.05）

圖 4-34、出水口南側水深 8 公尺處（Efflu）與出水口水深 3 公尺處（Efflu-3）的海鞘著生量比較。



（註：*：T-test, p<0.05）

圖 4-35、出水口南側水深 8 公尺處（Efflu）與出水口水深 3 公尺處（Efflu-3）的藤壺著生量比較。

伍、魚類與漁業經濟調查

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台灣最南端(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，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 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、台灣大學、中山大學、高雄海專(現為高雄海洋科技大學)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(溫排放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。

南灣水域傳統上是良好的沿岸漁業漁場，除了有豐富的珊瑚礁魚類之外，許多洄游性魚類來此產卵、攝食等，鄰近外海水域黑潮流經，隨之來游眾多暖水性經濟漁業資源，因此漁業頗發達，附近漁民們多在灣內水域及鄰近沿海水域捕魚維生。南灣內之後壁湖港因條件良好，在此區域作業之漁船，多在此避風浪，乃成為台灣南端的重要漁港。台電第三核能電廠於此設置、運轉後，因需抽取大量海水作為冷卻水，使南灣海域生態系統受到擾動。因此，本計畫亦針對以南灣水

域為作業漁場之漁民的漁獲情形進行調查，以瞭解灣內及灣外水域的漁獲情況，希望藉由長期的統計結果分析電廠設立對當地漁業的可能影響。此外，為與灣內水域之經濟魚種組成相比較，亦調查鄰近竹坑定置網漁業的漁獲組成(對照組)，分析兩者魚種組成之差異。

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。魚類是海洋生態系統中重要的生物，物理環境因子中的溫度會影響魚類的生長速率、代謝率(Elliott, 1995)，簡(1996)針對花身雞魚椎彎原因的研究則認為高水溫會引起魚類畸形。廖等(2007)針對 4 種經濟性海水魚：大黃魚(*Pseudosciaena crocea*)、鱸魚(*Lateolabrax joponicus*)、真鯛(*Pagrosomus major*)及黑鯛(*Sparus macrocephalus*)進行魚類熱忍受能力的試驗，發現不同魚類對環境熱變化的忍受力不同，立即性增溫及緩慢性的增溫，同一種魚類對溫度忍受度亦有差異，緩慢性增溫，對各測試的魚種有較強的忍受度。

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。台灣南部的墾丁海域，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，而該海域確實是台灣本島珊瑚類生長最好，且珊瑚礁發育最完整的海域，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 76 年發電機組的開始運轉前 8 年(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、台灣大學、中山大學、高雄海專(現為高雄海洋科技大學)等學術單位，針對第三核能發電廠溫排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。

有關漁業經濟之研究，因資源經濟是應用數理模型之解析，需要建立長期的漁獲資料(如漁獲努力量、漁獲量等)，較難實施，故目前蒐集到的資料中，僅偏重於後者之漁業技術經濟的部份且偏重於生產經濟層面(秦，1985；吳，1989；程，1994；張，1995)。而漁場經濟效益則參照第三核能電廠附近海域生態研究之歷年報告(蘇等，1979～1990)，主要是根據發電廠附近海域標本船之調查記錄來評估每月每漁戶之作業成本及收益，以及發電廠附近海域虱目魚苗之月別產量、產值。報告中指出發電廠附近海域機筏作業型態，以底刺網和底延繩釣漁業為主，主要漁獲物有烏尾冬、巴弄、釣仔魚等，虱目魚魚苗漁期為 4 月～7 月。嚴格說來，漁場經濟效益之評估涵蓋層面應包括漁業資源經濟與漁場利用，但目前國內並無長期性的資源生物之相關研究資料可用來作資源經濟效益之指標。是故，漁場的經濟效益，僅能以資源的豐度，經由 CPUE 轉換成單位漁獲努力的收益來進行評價。

三、研究方法與進度說明

3.1 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(依環保署公告 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，為了解溫排放水對珊瑚區之影響，測站之設定亦考量以溫排放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，即溫排放水影響域內的 3 站及未受溫排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°45'0"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°56'22"N，120°44'32"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°55'50"N，120°44'35"E)：位於溫排水的主軸，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°55'28"N，120°44'12"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°55'12"N，120°44'18"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。

除配合珊瑚礁區之潛水調查外，本計畫亦進行後壁湖魚市場之漁獲生物相調查，每季 1 次，將後壁湖魚市場所採獲之生物進行拍照及種類鑑定。

3.2 漁業經濟調查

核三廠溫排水排放口在南灣海域之西側，溫排水擴散範圍最遠雖可超過1,000 公尺，但仍未超過貓鼻頭外(邱等，1993)；進水口在彎內中間偏西位置。雖然進水和排放等之作用範圍屬局部性，然彼等對魚族的影響應更為廣泛，故本計劃將貓鼻頭至鵝鑾鼻連線以北的水域定為沿海水域，沿海水域外之其鄰近海域則通稱為外海海域。竹坑海域位於台灣西部南端，距離核三廠 36 公里，該水域環境未受核能電廠冷卻水的影響，本計畫蒐集其魚種組成為背景資料，作為分析核三廠沿海水域經濟魚種組成獨特性的對照組(圖 5-4)。

3.2.1 第三核能發電廠沿海海域的漁業調查：

根據本年度的漁民訪問調查，目前在灣內水域的漁撈作業以延繩釣為主，其次為刺網，一支釣已極少作業了。作業船均屬未滿 5 噸之小型漁筏，由於南灣海域面積不大，即在漁場範圍限制下，延繩釣和刺網能作業的規模大致一定，因此基本上每航次(或每天)的漁獲努力量已固定，努力量標準相同。

為取得研究所需相關資訊，設計調查表委請標本戶漁民填寫，內容包括出海作業日期，漁獲地點、漁獲種類組成、尾數、重量、出售價格（金額）以及每航次作業成本（包括燃油費、漁具修理費等），如表 5-15 所示。由於漁民受識字程度的限制及其他因素，常無法完整填寫，致需進一步的追問與校正。在作業漁場分佈分析上，本研究在灣內水域劃設 55 個漁區如圖 5-5 所示，供標本戶漁民填寫。每一漁區為 0.25 平方海浬為原則。

a.漁場重心

本研究統計各漁區之作業次數，依作業次數多寡而決定漁場重心所在。在作業次數統計上，若當次作業漁具佈放位置橫跨一個漁區以上，所涵蓋各漁區皆計算一次。

b.重要經濟魚種組成

累計各魚種全年漁獲重量(公斤)，依序列出漁獲量最多之前 10 種，其為本海域當年度最重要經濟魚種之代表。

魚種的鑑定乃向漁民購買標本魚或拍照而進行，鑑定至種的階段（游與陳，1986；沈等，1993；童，2000；邵與陳，2003；陳等，2010）

c.漁場價值分析

漁民在南灣水域作業並非針對某些特定魚種而進行，此漁場價值的高低，直覺上依總漁獲量或總漁業收入的多寡而定，但由於實際的漁獲努力量是經常變動的，如作業網次、作業航次、作業天數和作業漁船數的不同，努力量不同當然總漁獲量隨之改變。所以判定的依據要有標準化的指標，一般而言，漁場價值的高低乃綜合 CPUE(Catch per unit effort，單位努力漁獲量)和 IPUE(Income per unit effort，單位努力收入)而考量。其次，從 CPUE 的歷年變動可看出該漁場的漁況變動情形，IPUE 的變動則可看出市場需求的變動情形。

CPUE 的計算公式：$CPUE = \Sigma X / n$，於此 ΣX 代表每航次漁獲量之總和，而 n 表示總航次。IPUE 的計算公式：$IPUE = \Sigma X' / n'$，於此 $\Sigma X'$ 代表每航次漁獲金額之總和，而 n' 表示總航次。

3.2.2 第三核能發電廠外海水域的漁業調查：

本區漁民在外海水域之漁業經營成果，乃以恆春區漁會之統計資料為基礎，統計本區之漁港分佈、漁民數與作業漁船（筏）數以及漁業生產量和生產金額。

3.2.3 竹坑對照水域定置網漁場漁獲組成調查：

收集屏東縣竹坑沿海滿豐定置網漁場每日漁獲資料，進行魚種組成及季節變化分析，比較核三廠沿海水域與對照組海域之魚種組成等之異同。

四、目前調查研究成果

4.1 魚類調查：

本計畫100年已如期完成4季的珊瑚礁魚類相潛水調查及後壁湖漁獲魚類相調查，今年度各項調查結果如下所示：

第1季(民國100年2月)：本季共記錄珊瑚礁魚類31科64屬127種(表5-1)，歧異度最高的科別是隆頭魚科(Labridae)，發現有20種，佔本季記錄種類之15.7%，其次為雀鯛科(Pomacentridae)，記錄19種，佔本季記錄魚類相數之15.0%(圖5-6、5-7)。蝴蝶魚科記錄13種及刺尾鯛科記錄12種，分別佔本季發現總魚類數之10.2%及9.4%。

本季珊瑚礁魚類豐度較高的魚種(每季發現10隻以上)計有24種(表5-1)：

刺尾鯛科(Acanthuridae)的褐斑刺尾鯛(*Acanthurus nigrofuscus*)及單角鼻魚(*Naso unicornis*)

鯛科(Blenniidae)的黑帶稀棘鯛(*Meiacanthus grammistes*)

烏尾冬科(Caesionidae)的雙帶烏尾冬(*Pterocaesio diagramma*)

蝴蝶魚科(Chaetodontidae)的飄浮蝴蝶魚(*Chaetodon wiebeli*)

隆頭魚科(Labridae)的裂唇魚(*Labroides* dimidiatus)、鈍頭錦魚(*Thalassoma amblycephalus*)、鞍斑錦魚(*Thalassoma hardwickii*)及黃衣錦魚(*T. lutesens*)

笛鯛科(Lutjanidae)的黃足笛鯛(*Lutjanus fulvus*)及四線笛鯛(*L. kasmira*)

金線魚科(眶棘鱸科)(Nemipteridae)的烏面赤尾冬(*Scolopsis affinis*)

擬金眼鯛科(Pempheridae)的黑緣擬金眼鯛(*Pempheris vanicolensis*)

雀鯛科(Pomacentridae)的五線雀鯛(*Abudefduf vaigiensis*)、橘鈍寬刻齒雀鯛(*Amblyglyphidodon curacao*)、二色光鰓雀鯛(*Chromis margaritifer*)、網紋圓雀鯛(*Dascyllas reticulatus*)、黑副雀鯛(*Neoglyphidodon melas*)及黑褐副雀鯛(*N. nigroris*)

鸚哥魚科(Scaridae)的綠頜鸚哥魚(*Scarus prasiognathos*)及史氏鸚哥魚(*S. schlegeli*)

鮨科(Serianidae)的長棘花鮨(*Plectropomus squamipinnis*)

藍子魚科(Siganidae)的褐藍子魚(*Siganus fuscescens*)

鐮魚科(Zanclidae)的角鐮魚(*Zanclus cornutus*)

本季發現之珊瑚礁常棲性種類有黑帶稀棘鯛、紅紋鈍鯊(*Amblyeleotris wheeleri*)、珠點銜鯊(*Istigobius decoratus*)、雪點擬鱸(*Parapercis millepunctata*)、太平洋擬鱸(*P. pacifica*)、四角斑虎鱚(*P. tetracantha*)及縱帶彎線鯛(*Helcogramma striata*)7 種。

另外，後壁湖魚市場之漁獲魚類調查，本季共記錄 23 科 31 屬 56 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(*Acanthurus dussumieri*)

烏尾冬科的蒂爾烏尾冬(*Pterocaesio tile*)

鰺科(Carangidae)的紅鮋鰺(*Seriola dumerili*)

飛魚科(Exocoetidae)的白鰭飛魚(*Cypselurus unicolor*)

隆頭魚科的粗豬齒魚(*Choerodon robustus*)

笛鯛科的海雞母笛鯛(*Lutjanus rivulatus*)

羊魚科(鬚鯛科)(Mullidae)的三帶海鯡鯉(*Parapeneus trigasciatus*)

鸚哥魚科的新月鸚哥魚(*Scarus dimidiatus*)

藍子魚科的褐藍子魚

第 2 季(民國 100 年 5 月)：於本季調查珊瑚礁魚類得知本海域之魚類相(表 5-3)為 33 科 66 屬 126 種，歧異度較高的科分別為隆頭魚科(26 種)，佔本季發現總魚類數之 20.6 %，其次為雀鯛科及蝴蝶魚科皆記錄 14 種，各佔本季發現總魚類數之 12.7% (圖 5-6、5-7)。

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 5-4)：

刺尾鯛科的褐斑刺尾鯛、六棘鼻魚(*Naso hexacanthus*)及單角鼻魚

烏尾冬科的蒂爾烏尾冬(*Pterocaesio tile*)

蝴蝶魚科的克氏蝴蝶魚(*Chaetodon kleinii*)及鏡斑蝴蝶魚(*C. speculum*)

隆頭魚科的裂唇魚、鈍頭錦魚、鞍斑錦魚及黃衣錦魚

笛鯛科的黃足笛鯛

金線魚科(眶棘鱸科)的黃線擬鬚鯛(*Mulloidichthys falvolineatus*)及金帶擬鬚鯛(*M. vanicolensis*)

擬金眼鯛科的黑緣擬金眼鯛

雀鯛科的五線雀鯛、六線雀鯛(*Abudefduf sexfasciatus*)、二色光鰓雀鯛、三葉光鰓雀鯛(*Chromis ternatensis*)、網紋圓雀鯛、三斑圓雀鯛(*Dascyllas trimaculatus*)、黑副雀鯛及黑褐副雀鯛

鸚哥魚科的白斑鸚哥魚(*Scarus rivulatus*)

鮨科的長棘花鮨

鏢魚科的角鏢魚

本季各測站中發現的珊瑚礁常棲性種類有黑帶稀棘鰯、福氏副鰯(*Paracirrhites forsteri*)、珠點銜鯊、絲鰭塘鱧(*Nemateleotris magnificus*)、太平洋擬鱸及縱帶彎線鰯6種。

後壁湖魚市場第2季(4月)的調查共計漁獲18科28屬47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：

烏尾冬科的蒂爾烏尾冬

飛魚科的白鰭飛魚

笛鯛科的孟加拉笛鯛(*Lutjanus bengelenis*)、藍帶笛鯛(*L. boutton*)及海雞母笛鯛

金線魚科(眶棘鱸科)的紅赤尾冬(*Parascolopsis eriomma*)

大眼鯛科(Priacanthidae)的寶石大眼鯛(*Priacanthus hamrur*)

鸚哥魚科的藍點鸚哥魚(*Scarus ghobban*)

鮋科(Scorpaenidae)的無鰾鮋(*Helicolenus hilgendorfi*)

鮨科的青星九刺鮨(*Cephalopholis miniata*)及金帶粗斑花鱸(*Holanthias chrysostictus*)

第3季(民國100年7月)：於本季調查珊瑚礁魚類得知本海域之魚類相(表5-4)為36科71屬126種，歧異度較高的科分別為蝴蝶魚科(21種)，佔本季發現總魚類數之16.4%，其次依序為雀鯛科及隆頭魚科，分別記錄18種及15種，分佔本季發現總魚類數之14.1%及11.7%(圖5-6、5-7)。

珊瑚礁魚類豐度較高的魚種(每季發現10隻以上)計有21種(表5-4)：

刺尾鯛科的雙斑櫛齒刺尾鯛(*Ctenochaetus binotatus*)

天竺鯛科(Apogonidae)的黃帶天竺鯛(*A. properupta*)

蝦魚科(Centriscidae)的蝦魚(*Centriscus sentatus*)

蝴蝶魚科的克氏蝴蝶魚

金鱗魚科(Holocentridae)的黑鰭棘鱗魚(*Sargocentron diadema*)

隆頭魚科的裂唇魚、鈍頭錦魚及黃衣錦魚

笛鯛科的黃足笛鯛

金線魚科(眶棘鱸科)的金帶擬鬚鯛

擬金眼鯛科的黑緣擬金眼鯛

雀鯛科的五線雀鯛、二色光鰓雀鯛、藍緣光鰓雀鯛(*Chromis virides*)、網紋圓雀鯛、三斑圓雀鯛及黑副雀鯛

鮨科的長棘花鮨

藍子魚科的褐藍子魚

金梭魚科(Sphyraenidae)的黃尾金梭魚(*Sphyraena flavicauda*)

鐮魚科的角鐮魚

本季於各測站中發現的珊瑚礁常棲性種類有縱帶劍齒鯛(*Aspidontus taeniatus*)、黑帶稀棘鯛、副鰶(*Paracirrhites arcatus*)、珠點銜鯊、瑰麗塘鱧(*Ptereleotris evides*)、太平洋擬鱸、雪點擬鱸(*Parapercis millepunctata*)、花斑狗母(*Synodus variegatus*)及縱帶彎線鯛9 種。

後壁湖魚市場第 3 季(8 月)的調查共計漁獲 17 科 27 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 5 種，為：

烏尾冬科的雙帶烏尾冬(*Pterocaesio digramma*)

笛鯛科的隆背笛鯛(*L. gibbus*)及黃擬烏尾冬(*Paracaesio xanthurus*)

羊魚科(鬚鯛科)的三帶海鯡鯉

鯖科(Scombridae)的棘鰆(*Acanthocybium*)

第 4 季(民國 100 年 10 月)：於本季調查珊瑚礁魚類得知本海域之魚類相(表 5-5)為 32 科 66 屬 111 種，歧異度較高的科分別為隆頭魚科(18 種)，佔本季發現總魚類數之 16.2 %，其次依序為蝴蝶魚科及雀鯛科，分別記錄 17 種及 14 種，分佔本季發現總魚類數之 15.3%及 12.6% (圖 5-6、5-7)。

珊瑚礁魚類豐度較高的魚種(每季發現 10 隻以上)計有 14 種(表 5-4)：

刺尾鯛科的雙斑櫛齒刺尾鯛

烏尾冬科的雙帶烏尾冬(*Pterocaesio diagramma*)

蝴蝶魚科的克氏蝴蝶魚及飄浮蝴蝶魚(*C. wiebeli*)

金鱗魚科的黑鰭棘鱗魚

隆頭魚科的黃衣錦魚

笛鯛科的黃足笛鯛

擬金眼鯛科的黑緣擬金眼鯛

雀鯛科的二色光鰓雀鯛、藍綠光鰓雀鯛、網紋圓雀鯛、三斑圓雀鯛及黑副雀鯛

鮨科的長棘花鮨

本季各測站中發現的珊瑚礁常棲性種類有八重山無鬚鯽(*Ecsenius yaeyamaensis*)、黑帶稀棘鯽、紅紋鈍鯊(*Amblyeleotris wheeleri*)、斑點鈍鯊(*A. guttata*)、白斑鈍鰕虎(*Amblygobius phalaena*)、珠點銜鯊、太平洋擬鱸、雪點擬鱸及花斑狗母 9 種。

後壁湖魚市場第 4 季(10 月)的調查共計漁獲 18 科 28 屬 53 種(表 5-2)，漁獲豐度較高的種類(每季發現 10 隻以上)，共計 4 種，為：

鸚哥魚科的福氏鸚哥魚(*Scarus forsteni*)及史氏鸚哥魚(*S. schlegeli*)

鮨科的白緣星鱠(*Variola albimarginatus*)及星鱠(*V. louti*)

綜合民國 100 年 4 季的採樣調查，第三核能發電廠附近海域之珊瑚礁魚類相共記錄有 46 科 99 屬 223 種，4 季皆可發現的魚種有 50 種(表 5-6)，顯示魚種的季節更迭頻繁，歧異度方面以隆頭魚科(39 種)最高，是本海域同階生態地位利用較完整的科別，其次為蝴蝶魚科(25 種)；然而數量方面，核三廠附近海域中各科的魚類相則以雀鯛科的族群量最多，係因雀鯛科的魚類在偏好的棲所(礁石)會群體活動；其他群游性的魚類尚有烏尾冬科、笛鯛科、羊魚科(鬚鯛科)、鮨科及藍子魚科等。此外，後壁湖魚市場 100 年的調查共記錄 34 科 55 屬 119 種魚類相，合併珊瑚礁魚類相及後壁湖魚類相 2 種調查方式所記錄到的魚種，100 年 4 季魚類調查部份共記錄 54 科 124 屬 298 種(表 5-6)。由於本研究珊瑚礁魚類相調查的海域為沿近海域，是多數魚類幼生棲息的場所，本計畫 100 年度觀測到核三廠附近海域珊瑚礁魚類相新加入的補充群(幼魚)有頭斑刺尾鯛(*Acanthurus maculiceps*)、四線大齒天竺鯛(*Chelodipterus quinquelinentus*)、黃帶天竺鯛、弓月蝴蝶魚、單棘立旗鯛(*Heniochus singularius*)、鈍頭錦魚、腋斑狐鯛(*Bodianus axillaris*)、染色尖嘴魚(*Gomphosus varius*)、斑達紫胸魚(*Stethojulis bandanensis*)、藍身絲鰭鸚鯛、蓋馬氏盔魚(*Coris gaimard*)、帶尾虹彩魚(*Novaculichthys taeniurus*)、網紋曲齒鸚鯛(*Macropharyngodon meleagris*)、黃尾海豬魚(*Halichoeres chrysus*)、擬海豬魚(*Pseudojuloides cerasina*)、東方石鱸(*Plectorhinchus picus*)、異黑鯛(*Monotaxis grandoculis*)、單帶海鯡鯉(*Parapeneus barberinus*)、半環蓋刺魚(*Pomacanthus semicirculatus*)、克氏海葵魚(*Amphiprion clarkii*)、藍綠光鰓雀鯛、

二色光鰓雀鯛(*Chromis margaritifer*)、橘鈍寬刻齒雀鯛(*Amblyglyphidodon curacao*)、黃背寬刻齒雀鯛(*Amblyglyphidodon aureus*)、黑副雀鯛、黑褐副雀鯛、網紋圓雀鯛、三斑圓雀鯛、黑身管鼻鰟(*Rhinomuraena quaesita*)、藍點鸚哥魚、白斑鸚哥魚(*Scarus sordidus*)及史氏鸚哥魚，多樣性的補充群，顯示本海域是上述魚類幼生成長覓食的場所。

由魚類相似度可看出(表 5-6)，珊瑚礁魚類相及漁船出海所捕獲的漁獲生物，種類間之相似度極小，本計畫 100 年 4 季調查所記錄之 298 種魚類相中，僅有 44 種魚類為此 2 種調查方式均可發現的魚種，相似度為 14.8%。

為了解溫排放水對珊瑚區之影響，本研究以溫排放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 位於溫排放水影響域內，測站 1~測站 2 則位於未受溫排水影響域內。本年度 5 個測站所記錄之珊瑚礁魚類，其魚類相組成，如表 5-1、表 5-3、表 5-4、表 5-5、表 5-7 及圖 5-8 及 5-9 所示：

測站 1：4 季(民國 100 年 2 月、5 月、7 月及 10 月)依序記錄 30 種、42 種、45 種及 35 種，合計共記錄 22 科 49 屬 88 種，以蝴蝶魚科皆記錄 19 種最多，佔本測站發現種類數之 21.6%；其次為隆頭魚科，記錄 12 種，佔本測站發現種類數之 13.6%。測站內常棲性種類有黑帶稀棘鯛、副鰭、斑點鈍鯊、絲鰭塘鱧及縱帶彎線鯛。本測站第 4 季記錄到較多數量的魚種依序為五線雀鯛、長棘花鮨、雙斑櫛齒刺尾鯛及二色光鰓雀鯛，數量依序為 81 尾、72 尾、15 尾及 35 尾。

測站 2：第 1 季(民國 100 年 2 月)記錄 52 種；第 2 季(民國 100 年 5 月)記錄 46 種；第 3 季(民國 100 年 7 月)記錄 51 種；第 4 季(民國 100 年 10 月)記錄 55 種，合計共記錄 33 科 61 屬 116 種，以隆頭魚科記錄 17 種為最多，佔本測站發現種類之 14.7%；其次為雀鯛科，記錄 14 種，佔本測站發現種類數之 12.1%。測站內常棲性種類為紅紋鈍鯊、絲鰭塘鱧、雪點擬鱸及太平洋擬鱸。本年度 4 季的優勢魚種依序為網紋圓雀鯛、橘鈍寬刻齒雀鯛、網紋圓雀鯛及網紋圓雀鯛。優勢種記錄到的數量，第 1 季記錄到 136 尾，第 2 季記錄到 26 尾，第 3 季記錄到 154 尾，第 4 季記錄到

200 尾。

測站 3：第 1 季記錄 46 種、第 2 季記錄 34 種、第 3 季記錄 29 種、第 4 季記錄 38 種，共記錄 26 科 47 屬 87 種，以隆頭魚科記錄 16 種較多，佔本測站發現種類之 18.4%；雀鯛科記錄 14 種次之，佔本測站發現種類之 16.1%。測站內常棲性種類有黑帶稀棘鯛、福氏副鰯、珠點銜鯊及雪點擬鱸及縱帶彎線鯛。不同季節間數量較多的優勢種如下：第 1 季為鈍頭錦魚(31 尾)；第 2 季為五線雀鯛(22 尾)；第 3 季記錄到大量的魚苗(數量約 3021 尾)，然因體型小，無法進行種類辨識；第 4 季為雙斑櫛齒刺尾鯛(23 尾)。

測站 4：本測站第 1 季記錄 39 種、第 2 季記錄 48 種、第 3 季記錄 49 種、第 4 季記錄 29 種，本年度共發現 29 科 54 屬 94 種魚類相，以隆頭魚科記錄 17 種為最多，佔本測站發現種類之 18.1%；雀鯛科及蝴蝶魚科皆記錄 13 種次之，各佔本測站發現種類之 13.8%。本測站發現之常棲性種類則有、八重山無鬚鯛、黑帶稀棘鯛、白斑鈍鰕虎、珠點銜鯊及縱帶彎線鯛。第 1 季則記錄到的優勢種為褐藍子魚(52 尾)；第 2 季記錄到群游性的單角鼻魚(數量有 16 尾)；第 3 季記錄到的優勢種為群游性的黃尾金梭魚(17 尾)；第 4 季的優勢種為不知名的魚苗(數量有 52 尾)。

測站 5：本測站 4 季依序發現的魚類相分別有 45 種、37 種、34 種及 30 種，合計發現 28 科 54 屬 92 種，以隆頭魚科記錄 18 種較多，佔本測站發現種類之 19.6%；蝴蝶結魚科記錄 14 種次之，佔本測站發現種類之 15.2%。測站內發現常棲性種類有縱帶劍齒鯛、福氏副鰯、紅紋鈍鯊、瑰麗塘鱧、雪點擬鱸、四角斑虎鱚及縱帶彎線鯛。本測站 100 年 4 季的優勢魚種依序為長棘花鮨(發現 20 尾)、蒂爾烏尾冬(發現 153 尾)、網紋圓雀鯛(發現 45 尾)及長棘花鮨(發現 28 尾)。

分析 5 個測站之珊瑚礁魚類相群聚組成，發現第 1 季(民國 100 年 2 月)測站 3 與測站 5 相似度較高(0.26) (表 5-8)；第 2 季(民國 100 年 5 月)測站 3 與測站 5 相似度較高(0.37) (表 5-9)；第 3 季(民國 100 年 7 月)測站 2 與測站 4 相似度較高

(0.25) (表 5-10)；第 4 季(民國 100 年 10 月)測站 2 與測站 3 相似度較高(0.24) (表 5-11)。民國 100 年 4 季於溫排水影響域及非影響域海域內皆可發現到的魚類相有 103 種(表 5-7)，經由 Jaccard coefficient 數值分析，計算各測站魚種之相似度，得知以測站 3 與測站 5 之相似度最高，為 0.42(表 5-12)，其餘測站間之相似度均低於此值，顯見測站間魚類相差異大。本年度 4 季各測站記錄到的種類數介於 87 種~116 種之間，測站 2 全年度記錄了 116 種為本海域魚類相記錄較豐富的測站(圖 5-7)；測站 3 記錄 87 種，是種類數偏低的測站。民國 100 年(4 季)記錄到 223 種珊瑚礁魚類中，各測站均可發現到的種類有 21 種，其種類相如下所示：

刺尾鯛科的褐斑刺尾鯛及雙斑櫛齒刺尾鯛

蝴蝶魚科的銀身蝴蝶魚、克氏蝴蝶魚、弓月蝴蝶魚、月斑蝴蝶魚、鏡斑蝴蝶魚、一點蝴蝶魚及飄浮蝴蝶魚

隆頭魚科的染色尖嘴魚、雲斑海豬魚(*Halichoeres hortulanus*)、裂唇魚、鈍頭錦魚及鞍斑錦魚

金線魚科(眶棘鱸科)的雙帶赤尾冬

擬金眼鯛科的黑緣擬金眼鯛

雀鯛科的二色光鰓雀鯛、三斑圓雀鯛及黑副雀鯛

鸚哥魚科的史氏鸚哥魚

鐮魚科的角鐮魚

由本年度調查資料發現本海域可記錄到多樣性的珊瑚礁魚類相，然各測站皆可發現的魚類相僅佔全年調查之總魚類相的 4.5%，顯示本海域不同測站棲息之魚類相差異大。

另探討 100 年 4 季後壁湖漁市場販售的魚類相組成，本年度共記錄 119 種，相較於一般魚市場，後壁湖漁市場販售的魚類相較多樣化，本年度 4 季均可發現到的種類有 9 種(表 5-2)：

刺尾鯛科的杜氏刺尾鯛(*Acanthurus dussumieri*)

烏尾冬科的雙帶烏尾冬

笛鯛科的孟加拉笛鯛(*Lutjanus bengelenis*)、隆背笛鯛(*L. gibbus*)、五線笛鯛(*L.*

quinquelineatus)及海雞母笛鯛

金線魚科(眶棘鱸科)的紅赤尾冬

鸚哥魚科的藍點鸚哥魚

鮨科的黑緣九刺鮨(*Cephalopholis spiloparaeus*)

分析後壁湖漁市場不同季別販售之魚種相似度(表 5-13)，發現以第 2 季(民國 100 年 4 月)與第 3 季(民國 100 年 8 月)的相似度值也只有 28%，顯示不同季節間魚種的更迭性高。

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 82 年開始，至目前共進行 19 年調查，後壁湖魚市場漁獲種類的調查自民國 87 年開始，至目前則進行 14 年的調查(表 5-14)，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 95 科 267 屬 715 種，隨著調查次數的增加，本海域記錄到的魚種數亦呈現上升趨勢，魚類相組成中，科別歧異度最大為隆頭魚科(95 種)，其次為雀鯛科(62 種)及蝴蝶魚科(37)。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 27 種。由於邵等(1993)曾記錄墾丁海域魚類相有 1200 種之多，顯見墾丁海域擁有多樣的魚類相。

由歷年各測站記錄到的魚類數量及魚種數發現(圖 5-10、圖 5-11)，第 2 測站在各季記錄到的魚種數及魚尾數高於其他測站的頻率有增加的趨勢，由於後壁湖海洋資源保護示範區(94 年 3 月成立)，其劃設地點係位於本計畫測站 2 的區域，推論測站 2 魚種數及魚尾數的增加應與保護示範區的設置有關，本年度第 3 季測站 3 有較高的魚群密度，係因測站內發現許多魚苗所致，然因個體小，無法進行種類辨識。

歷年各季中(圖 5-12)，隆頭魚科、雀鯛科、蝴蝶魚科、刺尾鯛科為本計畫所記錄到各季珊瑚礁魚類相的主要組成，除 98 年 10 月(第 4 季)及 99 年 9 月(第 3 季)的調查偏低外，此 4 科種類組成在民國 83~100 年間的出現頻率佔歷年各季魚類相的 50%~71%之間。4 科魚類相中歷年各季大多數又以隆頭魚科記錄到的魚種數較多，85 年 8 月至 100 年底，62 次的調查中，除了民國 90 第 3 季及 91 年

第 1 季的採樣中隆頭魚科及雀鯛科記錄到的魚種數一樣外，其餘各季的採樣中，隆頭魚科為優勢大科的頻率有 46 次，雀鯛科有 12 次，蝴蝶魚科有 3 次。整體而言，本海域最常見到隆頭魚科的魚類相(圖 5-13)。民國 98 年 8 月份受到莫拉克颱風影響，導致南部山區大量土石沖刷入海，漁塭的養殖魚類大量逃逸，衝擊西部沿近海域底質環境及生物群聚，本研究的調查地點在後續進行的採樣中，發現魚類群聚結構的組成與歷年相仿，底質環境亦未發現有任何陸源廢棄物，養殖魚種(點帶石斑、瑪拉巴石斑)在第三核能發電廠附近海域雖有發現，數量並不多，100 年珊瑚礁區的潛水調查則未記錄到養殖魚種。

分析民國 85 年至 100 年各測站珊瑚礁魚類相的組成，發現第 1 測站在民國 85 年及 100 年間主要記錄到的魚類相為蝴蝶魚科，87 年及 94 年為雀鯛科，其餘各年度皆以隆頭魚科為主，近 2 年蝴蝶魚科種類相有增加趨勢；第 2 測站歷次調查主要的魚種組成為隆頭魚科及雀鯛科，近年來 4 大科魚種所佔的比例有下滑現象，係因自民國 94 年 3 月被劃入海洋資源保護區，故本測站來游魚種數有增多的趨勢；第 3 測站主要的魚種組成在不同年間有變更的情形，86 年及 88 年以蝴蝶魚科為主，87 年、94 年、95 年及 100 年則以雀鯛科為主，其餘年度則以隆頭魚科為主；第 4 測站主要的魚種組成則為隆頭魚科及雀鯛科；第 5 測站主要的魚種組成在 88 年前以蝴蝶魚科為主，之後則改以隆頭魚科出現的頻率最高(圖 5-14)，上述資料顯示第三核能發電廠附近海域的魚種組成除了受到年間變動的影響，不同棲所間魚種組成也有差異，而這樣的差異係因珊瑚礁魚類相種類繁多，不同的魚類相在不同季節及測站間皆更迭頻繁所致。

利用 PRIMER 軟體中 Bray-Curtis 密度相似性係數分析魚類群聚之相關性，再以 MDS 二度空間排序法分析測站間的差異性，瞭解核三廠附近海域珊瑚礁魚類群聚組成是否受到溫排放水的影響。由於珊瑚礁魚類相種類多，為瞭解不同時空背景下，測站間魚類群聚組成是否有差異，藉由 5 個測站間魚類的群聚組成，探討受溫排水影響區(測站 3、4、5)與未影響區之間(測站 1、2)魚類群聚組成變化，經 MDS 二度空間排序後發現，未受溫排水影響區與受溫排水影響區的魚種群聚未呈現明顯之區隔，顯示魚類群聚組成未受溫排放水影響，由於魚類群聚組成與棲所環境息息相關，故測站間魚類群聚組成的差異，應是棲所(礁石)環境不同，故棲息的魚種亦有所差異(圖 5-15)，由各測站的離散程度發現，測站 2 是相對穩定的區域。近岸區(測站 2 及測站 4)與遠岸區(測站 1、測站 3 及測站 5)的群聚組成略有差異。

比較珊瑚礁魚類及後壁湖漁獲生物之組成(表 5-10)，發現 2 種調查方式之魚類相似度極低，即以後壁湖魚市場為基地之漁船，所漁獲的魚類相與灣內珊瑚礁魚類相有極大差異，顯示 2 處採樣水域有著不同之生態環境，以致有不同的群聚組成。由於後壁湖所捕獲的魚類大多屬於洄游性的魚類，漁民是以一支釣漁具漁法作業所釣獲，魚種一般體型大、鮮度佳、魚體表面完整，較具高經濟的食用價值；而後壁湖魚市場經由政府的努力建設，已成功發展為觀光漁港，美化過的魚市場吸引遊客人潮，為漁民增加了經營契機。自民國 93 年後恆春區漁會的漁業大樓峻工後，後壁湖販售的魚類相則有增加的趨勢，多了許多棲息於珊瑚礁區的小型魚(例：小丑魚、蝴蝶魚、隆頭魚科、雀鯛等)。

4.3 漁業經濟調查

4.3.1 第三核能發電廠附近沿海水域漁業現況

1.漁業經營實況

根據訪問區漁會人員及當地漁民的結果，目前在本水域作業的漁業概況如次：經常性在沿海水域作業的漁業有延繩釣和底刺網，即所謂的專營漁民；部分漁民除了在外海水域作業外，偶會在沿海水域作業，此類漁民本研究定義為兼營漁民；另於假日期間有一些人員在此進行一支釣活動，即所謂休閒漁業者。專營漁民以延繩釣業者最多，有 6 位左右，刺網業者有 5 位，兼營漁民延繩釣 10 位和底刺網 6 位左右；休閒業者有 10 餘位。此外，尚有一些外地的刺網業者和延繩釣業者偶在本海域作業，此部份以及休閒漁業本研究未予調查分析。

彼等漁業所使用漁船均為機動漁筏(管筏)。延繩釣漁業作業時之佈放長度約 600-700 公尺，投放鉤數分兩種情形，小鉤(漁民俗稱 J 型鉤，日本稱為鱈魚釣鉤 6 號鉤，圖 5-16a)為 200 鉤，每鉤間距 2-2.5 公尺；中鉤(漁民俗稱寸 3 鉤，日本稱為鯛繩釣鉤 14 號鉤，圖 5-16b)為 200 鉤，每鉤間距 3-3.5 公尺；大鉤(漁民俗稱 26 號鉤，日本稱為扁鰺科魚類釣鉤 26 號鉤，圖 5-16c)為 100 鉤，每鉤間距 6-7 公尺。底刺網作業時，每航次佈放 2-3 處，每處投放 10-12 領刺網，每領刺網長 60 公尺、網幅 1.5 公尺。

本年度迄今徵得 3 位經常在本海域作業之延繩釣業者作為標本戶，船籍編號為 CT-R-2303、CT-R-3825、CT-R-0966 及 1 位底刺網業者，船籍編號為 CT-R-PT2971。這樣的標本戶組成，將更為符合本海域漁業實態結構。延繩釣標本戶從 4 月起填寫漁獲記錄，新的刺網標本戶於 7 月起填寫。

2.標本船之 CPUE 與 IPUE

(1)底刺網漁業

隨著漁業經營實態的轉變，本研究本漁業過去之標本戶兼營漁民漸漸凋零，無意願繼續填寫漁獲紀錄，迄今僅獲得 1 位專營漁民願意協助調查工作，雖然如此，未來仍會繼續找尋熱心漁民協助本研究工作的進行。計畫期間(民國 85 年 7 月至 100 年 12 月)累計他們在灣內水域作業情況，總共記錄了 3,853 航次。主要漁獲種類大多為底棲性之高經濟價值魚種，如鸚哥、刺尾鯛、石鱸、臭都魚、笛鯛、鰈魚、蝦姑、龍蝦等。

3,853 航次作業中，總漁獲量為 175,415 公斤，總漁獲價值為 18,661,780 元，計算得知 CPUE 為 46 公斤/航次，IPUE 為 4,843 元/航次（表 5-16）。

圖 5-17 為歷年來 CPUE 與 IPUE 的變動趨勢圖，由其結果顯示 CPUE 大致可分為三個階段，民國 85 至 93 年為一階段，每月平均值變動範圍在 23-57 公斤/航次之間，此期間之總平均值(±SD)為 39(±6.0)公斤/航次；第二階段為民國 94-96 年，每月平均值變動範圍在 50-66 公斤/航次之間，總平均值(±SD)為 58(±2.3)公斤/航次，較第一階段高；第三階段為民國 97 年起，CPUE 呈逐漸遞減的趨勢，迄民國 100 年 12 月每月平均值變動範圍在 13-56 公斤/航次之間，總平均值(±SD)為 47(±9.4)公斤/航次。IPUE 的變動趨勢大致可分為 2 個階段，民國 85 至 93 年為一階段，每月平均值變動範圍在 2,000-7,347 元/航次之間，總平均值(±SD)為 3,858(±940.9)元/航次；民國 94 年起成逐年遞增趨勢，迄民國 100 年 12 月每月平均值變動範圍在 4,433-8,736 元/航次之間，總平均值(±SD)為 6,890(±630.5)元/航次。

底刺網漁獲物之平均單價歷年變動趨勢如圖 5-18 所示，由其結果顯示底刺網漁獲物的單價變動大致可分為 6 個階段，第一階段剛開始調查之民國 85 年下半年魚價尚高，此後逐漸遞減，至 87 年 1 月達最低，此期間平均魚價 128 元/公斤；第二階段，87 年 1 月至 93 年 10 月，此期間魚價維持在相對低水準，為調查期間魚價最低時期，平均魚價為 83 元/公斤；第三階段，93 年 3 月至 95 年 2 月，平均魚價上漲至 95 元/公斤，此後魚價呈現分階段上漲態勢；第四階段，95 年 3 月至 96 年 11 月，平均魚價上漲至 107 元/公斤；第五階段，96 年 12 月至 99 年 5 月，平均魚價上漲至 140 元/公斤；第六階段，99 年 6 月至 100 年 12 月，平均魚價繼續漲至 186 元/公斤(參照表 5-16，圖 5-18)。

從底刺網 CPUE 偏差歷年來（民國 85 年 7 月至 100 年 12 月）變動趨勢來看(圖 5-19)，民國 85 年 8 月後一直至 93 年 12 月其 CPUE 一直在 CPUE 總平均值（46 公斤/航次）線上下移動，而民國 94 年 1 月至 99 年 12 月 CPUE 值高於總平均值(46 公斤/航次)，100 年 4 月至 12 月則低於 46 公斤/航次。一般而言，漁獲量若以模式表示，則漁獲量=[水產資源量]×[漁場來游率]×[漁獲努力量]，而該海域漁獲努力量可視為一定，因此本海域漁獲量的多少，則決定於水產資源量的多寡和漁場來游率的變動。漁場來游率為漁場形成之重要因素，直接影響漁獲量之多寡。然而漁場來游率則受當時的海洋條件，如海流、水團的分佈、餌料生物以及人為因素等的影響。

(2)延繩釣漁業

延繩釣標本戶原為 4 位，7 月起減為 3 位，從民國 100 年 4 月至～12 月間累計共作業 259 航次，總漁獲量為 4,157 公斤，總漁獲價值為 1,114,244 元。計算得知 CPUE 為 16 公斤/航次， IPUE 每 4,302 元/航次（表 5-17，圖 5-17）。

圖 5-17 下圖為 100 年 4 月起延繩釣之 CPUE 和 IPUE 變動趨勢圖，由其結果顯示 CPUE 每月平均值變動範圍在 11-20 公斤/航次，總平均值(±SD)為 16(±2.1)公斤/航次；IPUE 每月平均值變動範圍在 2,594-5,800 元/航次，總平均值(±SD)為 4,302(±809.7)元/航次(表 5-17)。

圖 5-18 下圖為 100 年 4 月起延繩釣漁獲物每月平均單價之變動趨勢圖，由其結果顯示每月平均單價變動範圍在 193-316 元/公斤，總平均為 268 元/公斤。

與底刺網相比較，延繩釣之 CPUE 較低，約為底刺網之 6 成左右，然而它的 IPUE 卻是底刺網的 1.5 倍左右，主要原因為近來海魚魚價的節節上漲，且延繩釣漁獲物的平均單價較底刺網者高很多，約為 1.5 倍。延繩釣漁獲物魚價之所以遠較底刺網者為高，主要乃延繩釣的漁獲物品質優，因釣勾的漁具選擇下，漁獲之魚體體型較大且整齊，漁獲時大多仍是活的，有些可以活魚販賣，故鮮度極佳，所以兩者之魚價市場上向來存在明顯的價差（表 5-17，圖 5-18）。

3.標本船之漁獲魚種

民國 85 年 7 月至 100 年 4 月於第三核能發電廠附近沿海海域底刺網標本戶(兼營漁民)漁獲之魚種如表 5-18 所示，共 60 科 164 種，於作業期間內將所漁獲的魚種，按照漁獲量多寡之順位如表 5-19，順位前 10 種之總漁獲量為

94,284 公斤，總漁獲金額 8,295,101 元，而從 100 年 7 月起之標本戶則為專營漁民，100 年 7 月～12 月期間內所漁獲的魚種，按照漁獲量多寡之順位如表 5-19a，漁獲量為 1,368 公斤，漁獲金額為 212,790 元。

民國 100 年 4～10 月於第三核能發電廠附近沿海海域延繩釣標本戶漁獲之魚種如表 5-20 所示，共 23 科 52 種，於作業期間內將所漁獲的魚種，按照漁獲量多寡之順位列如表 5-21，順位前 10 種之總漁獲量為 2,797 公斤，總漁獲金額 797,650 元。

4.標本船之作業漁場分佈

(1)底刺網之作業漁場

統計標本船於民國 85 年 7 月～100 年 12 月期間各漁區之作業次數，結果如圖 5-19 所示，作業次數以發電廠附近南灣海域之中央部最多。若進一步分析，85 年～100 年 4 月委託之過去標本船較少在第三核能發電廠附近沿海東側水域作業，作業漁區大多集中於發電廠附近南灣海域之中央部水域，標本船於後壁湖漁港或紅柴坑漁港出海作業。100 年 7 月～12 月新委託的標本船漁民因住家位置關係，標本船於鵝鑾鼻附近鼻頭港出海作業，作業漁區大多在發電廠附近東側海域。

(2)延繩釣之作業漁場

根據年度資料顯示，延繩釣標本船的作業區域則多集中於南灣外圍水域，如圖 5-20。

根據本計畫(陳等，2010)之海潮流調查結果顯示第三核能發電廠沿海海域海流主要是西南流。又根據筆者(邱和鄭等，1993) 民國 79 年 6 月至 81 年 12 月期間從事台電核能發電廠溫排水監測結果顯示，第三核能發電廠沿海海域之溫排水擴散主要受到西南流影響，同時其流速亦較其他流向之流速強，其擴散方向於核能發電廠附近海域西側域，其擴散範圍僅及出水口為圓心而半徑 1 公里之範圍內。換言之，溫排水隨著西南流沿著發電廠附近海域(南灣海域)西側域往貓鼻頭方向擴散。本研究標本船主要作業漁場在南灣海域之中央部和東側，甚少在溫排水擴散方向的西側水域作業(圖 5-20)。

新的底刺網標本船之 CPUE 較過去者為低，其原因可能與樣本數大小、漁場位置和漁業資源水準有關。由於新標本船之作業航次目前僅記錄 84 航次，作業時間僅 6 個月，而過去標本船累計已記錄了 3,769 作業航次，作業時間長達 15 年 4 個月，所以目前的樣本數尚嫌少，代表性不足。其次，新標本船漁民因住家位置關係，主要作業水域在東側水域，較少在中央水域作業，

可能因漁場差異造成 CPUE 有所差異。CPUE 是表現漁業資源水準高低的重要指標，而近年來漁業資源量日漸減少是許多漁民深刻的經驗。

漁場來游率為漁場形成之重要因素，直接影響漁獲量之多寡。然而漁場來游率則受當時的海洋條件，如海流、水團的分佈、餌料生物以及人為因素等的影響。於此，利用本計畫(陳等，2010)之動植物性浮游生物部份中之垂直動物性浮游生物之生物量(濕重，以 8 個測站之平均值計算)數值來探討其與同月份 CPUE 之相關(表 5-22)，結果顯示民國 85 年 7 月至 100 年 8 月期間兩者之相關係數低至 $r=0.27$，$p>0.05$ 兩者並無顯著相關。換言之，第三核能發電廠沿海海域之漁獲量並無大變化，呈現穩定的狀態。然而浮游生物之生物量之變化幅度相當大，顯示餌料生物與漁獲量之變動並無關連性。

4.3.2 第三核能發電廠沿海海域外漁業生產量和生產金額

根據恆春區漁會魚市場之漁獲拍賣資料，統計第三核能發電廠外海海域的漁獲狀況，自民國 87 年 1 月至 100 年 12 月止之漁業別漁業生產量與金額如圖 5-21、5-22 所示。其主要漁業種類計有一支釣、曳繩釣、鏢旗魚和延繩釣。

第三核能發電廠外海海域漁民在灣外之作業海域主要為七星岩、後灣及港口灣附近海域。從圖 5-23 顯示 100 年 1～12 月之漁獲量為 778 公噸，漁獲金額達 13,058 萬元。96 年至 100 年 10 月期間漁獲量逐年減少，但漁獲金額較過去年間呈現增加之傾向。

4.3.3 竹坑滿豐定置漁場漁獲組成

竹坑滿豐定置網漁場民國 100 年 1-12 月之漁獲種類如表 5-23 所示，共 22 科 44 種，以重量多寡排序，迄今以雜魚(下雜魚)漁獲量最多，依序為正鰹、白鰱、鰹類、鱵科等(表 5-24)。

五、結論

綜合民國 100 年 4 季的採樣調查，第三核能發電廠附近海域之珊瑚礁魚類相共記錄有 46 科 99 屬 223 種，4 季皆可發現的魚種有 50 種，顯示魚種的季節更迭頻繁，歧異度方面以隆頭魚科(39 種)最高，是本海域同階生態地位利用較完整的科別，其次為蝴蝶魚科(25 種)；數量方面，第三核能發電廠附近海域中各科的魚類相則以雀鯛科的族群量最多，係因雀鯛科的魚類在偏好的棲所(礁石)會群體活動(如：網紋圓雀鯛)；其他群游性的魚類尚有烏尾冬科、笛鯛科、羊魚科(鬚鯛科)、鮨科及藍子魚科等。此外，後壁湖魚市場 100 年的調查共記錄 34 科 55 屬

119 種魚類相，合併珊瑚礁魚類相及後壁湖魚類相 2 種調查方式所記錄到的魚種，100 年 4 季調查共記錄 54 科 124 屬 298 種魚類相。民國 100 年記錄到的補充群有頭斑刺尾鯛(*Acanthurus maculiceps*)、四線大齒天竺鯛(*Chelodipterus quinquelinentus*)、黃帶天竺鯛、弓月蝴蝶魚、單棘立旗鯛(*Heniochus singularius*)、鈍頭錦魚、腋斑狐鯛(*Bodianus axillaris*)、染色尖嘴魚(*Gomphosus varius*)、斑達紫胸魚(*Stethojulis bandanensis*)、藍身絲鰭鸚鯛、蓋馬氏盔魚(*Coris gaimard*)、帶尾虹彩魚(*Novaculichthys taeniurus*)、網紋曲齒鸚鯛(*Macropharyngodon meleagris*)、黃尾海豬魚(*Halichoeres chrysus*)、擬海豬魚(*Pseudojuloides cerasina*)、東方石鱸(*Plectorhinchus picus*)、異黑鯛(*Monotaxis grandoculis*)、單帶海鯡鯉(*Parapeneus barberinus*)、半環蓋刺魚(*Pomacanthus semicirculatus*)、克氏海葵魚(*Amphiprion clarkii*)、藍綠光鰓雀鯛、二色光鰓雀鯛(*Chromis margaritifer*)、橘鈍寬刻齒雀鯛(*Amblyglyphidodon curacao*)、黃背寬刻齒雀鯛(*Amblyglyphidodon aureus*)、黑副雀鯛、黑褐副雀鯛、網紋圓雀鯛、三斑圓雀鯛、黑身管鼻鯙(*Rhinomuraena quaesita*)、藍點鸚哥魚、白斑鸚哥魚(*Scarus sordidus*)及史氏鸚哥魚，多樣性的補充群，顯示本海域是上述魚類幼生成長覓食的場所。

比較核三廠附近海域珊瑚礁魚類相及後壁湖漁船出海所捕獲的經濟性魚類相，發現二者種類間之相似度低，本年度調查所記錄之 298 種魚類相中，僅有 44 種魚類為此 2 種調查方式均可發現的魚種，相似度為 14.8%，顯示魚類相組成有明顯差異。

為瞭解不同時空背景下，測站間魚類相組成是否有差異，本研究利用 PRIMER 軟體中 Bray-Curtis 密度相似性係數分析魚類群聚之相關性，再以 MDS 二度空間排序法分析其季節間及測站間的差異性，藉由 5 個測站間魚類的群聚組成，探討受溫排水影響區(測站 3、4、5)與未影響區之間(測站 1、2)魚類群聚組成變化，經排序後發現，未受溫排水影響區(測站 1)與受溫排水影響區(測站 3 及 5)的魚類群聚並未有明顯分群情形，顯示本海域魚類群聚組成未受溫排放水影響，由於魚類群聚組成與棲所環境的相關性較高，故測站間魚類相組成的差異，應是棲所(礁石)環境不同、離岸遠近及測站間水深差異所致。

關於與漁民生計相關的漁業經濟狀況，本研究分析民國 85 年 7 月至 100 年 12 月標本船的調查資料，結果顯示第三核能發電廠附近沿海水域作業之漁民數不多，以目前狀況而言，專營之底刺網和延繩釣業者合計 11 位左右，以及十餘

位兼營漁民，主要漁獲物大多為底棲性之高經濟價值魚種。合計歷年來之平均，底刺網平均每航次之漁獲量為 46 公斤，平均每航次之收入為 4,843 元。兼營漁船在本水域作業航次平均每船每月才 4～5 航次，平均每航次之漁獲量為 46 公斤，平均每航次之收入為 4,791 元；專營漁船在本水域作業航次平均每船每月 14 航次，每航次平均漁獲量為 24 公斤，平均每航次之收入為 5,948 元。專營延繩釣漁民在本水域作業航次平均每船每月 10 航次，因其作業深受天候影響月別變動很大，平均每航次之漁獲量為 16 公斤，平均每航次之收入為 4,302 元。

由恆春區漁會的資料顯示主要漁業為一支釣、延繩釣、曳繩釣和鰾旗魚漁業，然其經常性作業漁場不在第三核能發電廠附近海域。

分析底刺網標本船在不同作業漁場頻度，發現過去標本船較少，在第三核能發電廠附近沿海作業之漁船為續航力小的管筏，漁民選擇的作業漁場受居住地(出入港口)的影響大，過去標本船漁民以後壁湖漁港為出入，作業區大多集中於發電廠附近南灣海域之中央部，新的標本船漁民以鵝鑾鼻附近鼻頭港出入，作業漁區以東側水域為主。

第三核能發電廠沿海海域之漁獲魚種數近 10 年來並未減少，此顯示本海域魚種之多樣性並未降低，然而 CPUE 卻自 97 年稍有逐年減少傾向，顯示漁業資源水準有降低的趨勢。其次，97 年起之 CPUE 與 IPUE 呈現交叉背離的現象，即 CPUE 雖逐年降低，但 IPUE 並未隨之漸少，反而逐年上增。此種現象在外海海域的漁業經營上亦同樣發生，恆春區漁會統計之漁獲量與漁獲金額於民國 96 年出現交叉背離。此結果顯示，雖然第三核能發電廠附近海域之漁業資源減少了，但因魚價的大幅上漲，漁民的漁獲收益反為增多。

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：100 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		+			
	A. japonicus	日本刺尾鯛					+
	A. lineatus	線紋刺尾鯛				+	
	A. maculiceps	頭斑刺尾鯛				+	
	A. nigrofuscus	褐斑刺尾鯛	++++	+	+	++	++++
	A. xanthopterus	黃鰭刺尾鯛				+	
	Ctenochaetus binotatus	雙斑櫛齒刺尾魚	+			++	
	C. striatus	漣紋櫛齒刺尾魚			+		++
	Naso unicornis	單角鼻魚		++++		++++	
	Zebrasoma flavescens	黃高鰭刺尾鯛					+
	Z. scopas	小高鰭刺尾鯛	+				+
	Z. veliferum	高鰭刺尾鯛					+
Aulostomidae 管口魚科	*Aulostomus chinensis*	中華管口魚	+				
Balistidae 鱗鮏科	*Balistoides viridescens*	褐擬鱗鮏		+			
	Melichthys vidua	角鱗鮏		+			
	Sufflamen bursa	鼓氣鱗鮏			+		
	S. chrysopterus	金鰭鼓氣鱗鮏			+		+
Blenniidae 鯔科	*Meiacanthus grammistes*	黑帶稀棘鯔			++++	+	
Caesionidae 烏尾冬科	*Pterocaesio diagramma*	雙帶烏尾冬	++++				
Chaetodontidae 蝴蝶魚科	*Chaetodon argentatus*	銀身蝴蝶魚	+				
	C. auripes	耳帶蝴蝶魚	+		+		++
	C. auriga	揚旛蝴蝶魚		+		+	
	C. citrinellus	密點蝴蝶魚			+	+	++
	C. ephippium	鞍斑蝴蝶魚		+		+	+
	C. kleinii	克氏蝴蝶魚	++		+		
	C. lunulatus	弓月蝴蝶魚	+	+	+		
	C. lunula	月班蝴蝶魚				+	
	C. speculum	鏡斑蝴蝶魚			+	++	+
	C. unimaculatus	一點蝴蝶魚			+		
	C. wiebeli	飄浮蝴蝶魚	+	++	+	+	
	Heniochus acuminatus	白吻雙帶立旗鯛	++				
	H. varius	黑身立旗鯛	+	+			
Ephippidae 白鯧科	*Platax boersii*	波氏燕魚		+			
Fistulariidae 馬鞭魚科	*Fistularia commersonii*	康氏馬鞭魚				+	
Gobiidae 鰕虎科	*Amblyeleotris wheeleri*	紅紋鈍鯊					+
	Istigobius decoratus	珠點銜鯊				+	
Haemulidae 石鱸科	*Plectorhinchus chaetodonoides*	厚唇石鱸		+			
	P. picus	東方石鱸			+		
Holocentridae 金鱗魚科	*Myripristis adusta*	焦松毬		+			
	Neoniphon sammara	沙姆金鱗魚		+	+		
	Sargocentron diadema	黑鰭棘鱗魚			+		
Labridae 隆頭魚科	*Anampses caeruleopunctatus*	青點鸚鯛					++
	A. meleagrides	北斗鸚鯛			+		+
	A. twistii	雙斑阿南魚			+		+
	Bodianus axillaris	腋斑狐鯛			+		+
	B. mesothorax	中胸狐鯛	+				
	Coris aygula	紅喉盔魚		+			+
	Gomphosus varius	染色尖嘴魚		+			
	Halichoeres hortulanus	雲斑海豬魚		+	+	+	+

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：100 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
	H. orientalis	東方海豬魚					+
	Labroides bicolor	二色裂唇魚		+			
	L. dimidiatus	裂唇魚	+	++	+	+	+
	Macropharyngodon meleagris	網紋曲齒鸚鯛					++
	Novaculichthys taeniurus	帶尾虹彩魚		+			
	Pseudocheilinus evanidus	姬擬唇魚					+
	Stethojulis bandanensis	班達紫胸魚					+
	Thalassoma amblycephalus	鈍頭錦魚		++++	++++	++++	
	T. hardwickii	鞍斑錦魚	+	++++	+	++	+
	T. jansenii	詹氏葉鯛			+		
	T. lunare	新月錦魚		+			
	T. lutescens	黃衣錦魚	+		++	+	+++
Lethrinidae 龍占魚科	*Gnathodentex aurolineatus*	金帶鯛		++			
	Lethrinus nebulosus	青嘴龍占			+		
	L. ornatus	黃帶龍占		+			
Lutjanidae 笛鯛科	*Lutjanus bohar*	雙斑笛鯛				+	
	L. boutton	藍帶笛鯛		+			
	L. fulvus	黃足笛鯛		++++			+
	L. monostigma	單斑笛鯛		+			
	L. stellatus	白星笛鯛		+			
	L. kasmira	四線笛鯛		++++			
	L. quinquelineatus	五線笛鯛		+			
Monacanthidae 單棘鮏科	*Cantherhines dumerilii*	棘前孔鮏				+	
Mullidae 羊魚科(鬚鯛科)	*Mulloidichthys vanicolensis*	金帶擬鬚鯛		+			
	Parapeneus bifasciatus	雙帶海緋鯉	+				
	P. indicus	印度海緋鯉			+		
	P. barberinus	單帶海緋鯉				+	
	P. multifasciatus	多帶海緋鯉		++	+	+	+
	P. pleurostigma	黑斑海緋鯉				+	
Nemipteridae 金線魚科(眶棘鱸科)	*Scolopsis affinis*	烏面赤尾冬		++++			
	S. bilineatus	雙帶赤尾冬			+	+	
	S. lineata	黃帶赤尾冬				+	+
	S. trilineatus	三帶赤尾冬		+			
Ostracidae 鎧鮏科	*Ostracion cubicus*	粒突鎧鮏				+	
	O. meleagris	米點箱鮏				+	
Pempheridae 擬金眼鯛科	*Pempheris vanicolensis*	黑緣擬金眼鯛	++++	+	++		
Pinguipedidae 虎鱚科(擬鰏科)	*Parapercis millepunctata*	雪點擬鱸					+
	P. pacifica	太平洋擬鱸		+			
	P. tetracantha	四角斑虎鱚					+
Pomacanthidae 蓋刺魚科	*Centropyge vrolicki*	福氏刺尻魚	+				+
	Pomacanthus imperator	條紋蓋刺魚	+	+	+		
	P. semicirculatus	半環蓋刺魚		+			
	Pygoplites diacanthus	甲尻魚	+				+
Pomacentridae 雀鯛科	*Abudefduf vaigiensis*	五線雀鯛	++++	+	+		
	A. sexfasciatus	六線雀鯛			+		
	Amblyglyphidodon aureus	黃背寬刻齒雀鯛	++				
	A. curacao	橘鈍寬刻齒雀鯛		++++			

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：100 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
	Amphiprion clarkii	克氏海葵魚			+		+
	A. frenatus	白條海葵魚	+				
	Chromis margaritifer	二色光鰓雀鯛	+		+++		++++
	C. virides	藍綠光鰓雀鯛		+			
	C. ternatensis	三葉光鰓雀鯛					+
	D. reticulatus	網紋圓雀鯛		++++	+		
	D. trimaculatus	三斑圓雀鯛		++			
	Neoglyphidodon melas	黑副雀鯛		++++	+	+++	
	N. nigroris	黑褐副齒雀鯛		+++	+	+	+
	Plectroglyphidodon dickii	迪克氏固曲齒鯛			++		
	P. johnstonianus	約島氏固曲齒鯛			+		
	P. lacrymatus	珠點固曲齒鯛		+	+	+	
	Pomacentrus coelestis	霓虹雀鯛			+		+
	P. lepidogenys	頰鱗雀鯛			+		
	P. philippinus	菲律賓雀鯛				++	+
Pseudochromidae 准雀鯛科	*Dampieria cyclophthalma*	環眼准雀鯛		+			
Scaridae 鸚哥魚科	*Scarus hypselopterus*	爪哇鸚哥魚		+			
	S. prasiognathos	綠頜鸚哥魚			+	++++	
	S. rivulatus	雜紋鸚哥魚			+		
	S. schlegeli	史氏鸚哥魚				++++	+
Scorpaenidae 鮋科	*Pterois radiatus*	軸紋簑鮋	+		+		
	Scorpaenopsis cirrosa	鬼石狗公	+				
Serianidae 鮨科	*Cephalopholis urodeta*	尾紋九刺鮨	+				+
	Plectropomus squamipinnis	長棘花鮨					++++
Siganidae 藍子魚科	*Siganus fuscescens*	褐藍子魚		+		++++	
Syngnathidae 海龍科	*Doryrhamphus dactyliophorus*	黑環海龍	+				
Tetraodontidae 四齒魨科	*Arothron hispidus*	紋腹叉鼻魨				+	
	A. nigropunctatus	黑斑河魨					+
	Canthigaster valentini	瓦氏尖鼻魨		+	+	+	+
Tripterygiidae 三鰭鳚科	*Helcogramma striata*	縱帶彎線鳚					+
Zanclidae 鑣魚科	*Zanclus cornutus*	角鑣魚	+	++		+	++

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：100 年 2 月、4 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	*100/2*	*100/4*	*100/8*	*100/10*
Acanthuridae 刺尾鯛科	*Acanthurus bariene*	肩斑刺尾鯛	+++		+	+
	A. bleekeri	布氏刺尾鯛	+		+	
	A. dussumieri	杜氏刺尾鯛	++++	+		+
	A. lineatus	線紋刺尾鯛		+		
	A. mata	後刺尾鯛	+			
	A. nigricauda	黑尾刺尾鯛				+
Apogonidae 天竺鯛科	*Ostorhinchus apogonoides*	短齒天竺鯛			+	
Caesionidae 烏尾冬科	*Pterocaesio digramma*	雙帶烏尾冬	++	+	++++	+
	P. tile	蒂爾烏尾冬	++++	++++		
Carangidae 鰺科	*Caranx malabaricus*	瓜子鰺				+
	Seriola dumerili	紅鮒鰺	++++	+	++	
Chaetodontidae 蝴蝶魚科	*Chaetodon kleinii*	克氏蝴蝶魚			+	
	C. wiebeli	飄浮蝴蝶魚	+			
	Heniochus acuminatus	白吻雙帶立旗鯛		+	+	
Cirrhitidae鰶科	*Paracirrhites forsteri*	福氏副鰶				+
Coryphaenidae 鬼頭刀科	*Coryphaena hippurus*	鬼頭刀	+			
Exocoetidae 飛魚科	*Cypselurus unicolor*	白鰭飛魚	++++	++++		
Haemulidae 石鱸科	*Plectorhinchus lineatus*	條紋石鱸	+			
	P. picus	東方石鱸			++	
Holocentridae 金鱗魚科	*Myripristis berndti*	凸頜松毬				+
	M. kuntee	康堤松毬魚				+
	M. melanosticta	黑斑松毬魚		+		
	Sargocentron diadema	黑鰭棘鱗魚	+			+
	S. spiniferum	尖吻棘鱗魚				+
	S. tiere	赤鰭棘鱗魚				+
Kyphosidae 舵魚科	*Kyphosus lembus*	蘭勃舵魚		+		
Labridae 隆頭魚科	*Bodianus axillaris*	腋斑狐鯛				+
	B. leucosticticus	點帶狐鯛	+		+	
	B. mesothorax	中胸狐鯛				+
	Cheilinus trilobatus	三葉鸚鯛	+			+
	Choerodon azurio	藍豬齒魚	+++	+	+	
	C. robustus	粗豬齒魚	++++	+		
	Halichoeres hortulanus	雲斑海豬魚		+		
	Hologymnosus annulatus	環紋全裸鸚鯛	+			+
	Thalassoma lutescens	黃衣錦魚		+		+
	T. jansenii	詹氏葉鯛				+
Lethrinidae 龍占魚科	*Gymnocranius griseus*	白鱲	+			+
	G. japonicus	日本白鱲		+		+
	Lethrinus haematopterus	正龍占	+			
	L. nebulosus	青嘴龍占		+		
	L. ornatus	黃帶龍占				+
	L. rubrioperculatus	紅鰓龍占		+		
	L. semicinctus	長身龍占		+		
Lutjanidae 笛鯛科	*Lutjanus bengelenis*	孟加拉笛鯛	++	++++	+++	+
	L. boutton	藍帶笛鯛	++	++++		
	L. dodecanthoides	斜帶笛鯛		+	++	
	L. decussates	交叉笛鯛	+			
	L. fulviflamma	火斑笛鯛	+			++
	L. fulvus	黃足笛鯛	+		+	
	L. gibbus	隆背笛鯛	+++	+	++++	++
	L. lutjanus	正笛鯛	++			

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：100 年 2 月、4 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	*100/2*	*100/4*	*100/8*	*100/10*
	L. quinquelineatus	五線笛鯛	+	++	+++	+
	L. rivulatus	海雞母笛鯛	++++	++++	+	++
	Paracaesio caeruleus	藍色擬烏尾冬		+++		
	P. xanthurus	黃擬烏尾冬		+	++++	
	Tropidinius amoenus	花笛鯛			+	
Malacanthidae 軟棘魚科	*Malacanthus brevirostris*	短吻軟棘魚	+			
Mullidae 羊魚科(鬚鯛科)	*Parapeneus chrysopleuron*	紅帶海緋鯉	+			
	P. cyclostomus	圓口海緋鯉	+	++		++
	P. multifasciatus	多帶海緋鯉	+			
	P. spilurus	大型海緋鯉	+	++		+
	P. trigasciatus	三帶海緋鯉	++++	+	++++	
Muraenidae 鯙科	*Gymnothorax berndti*	班第氏裸胸鯙		+		
	G. favagircus	黑斑裸胸鯙		+		
Nemipteridae 金線魚科(眶棘鱸科)	*Nemipterus japonicus*	日本金線魚			++	
	N. virgatus	金線魚		+		
	N. zysron	姬金線魚	+			
	Parascolopsis eriomma	紅赤尾冬	++	++++	+++	++
Ophidiidae 鼬鰍科	*Brotula multibar*	多鬚鼬魚		+		
Pinguipedidae 虎鱚科(擬鯔科)	*Parapercis multifasciata*	多橫斑擬鱸				+
	P. tetracantha	四角斑虎鱚			+	+
Pomacanthidae 蓋刺魚科	*Genicanthus semifasciatus*	半紋背頰刺魚			+	
	Pomacanthus semicirculatus	半環蓋刺魚	+			++
Pomacentridae 雀鯛科	*Abudefduf vaigiensis*	五線雀鯛				+
	Amphiprion clarkii	克氏海葵魚				+
	Dascyllas trimaculatus	三斑圓雀鯛	+			+
	D. reticulatus	網紋圓雀鯛				+
Priacanthidae 大眼鯛科	*Priacanthus hamrur*	寶石大眼鯛	++	++++		
	P. macracanthus	大眼鯛			+++	
Pseudochromidae 准雀鯛科	*Dampieria melanotaenia*	黑條紋准雀鯛				+
Scaridae 鸚哥魚科	*Scarus dimidiatus*	新月鸚哥魚	++++			
	S. forsteni	福氏鸚哥魚				++++
	S. ghobban	藍點鸚哥魚	+	++++	+++	+
	S. niger	頸斑鸚哥魚	+			
	S. pyrrhurus	紅尾鸚嘴魚				+
	S. rivulatus	雜紋鸚哥魚	+		+	
	S. schlegeli	史氏鸚哥魚		+		++++
	S. sordidus	白斑鸚哥魚			+	
Scombridae 鯖科	*Acanthocybium solandii*	棘鰆			++++	
	Euthynnu pelamis	正鰹	+			
	Thunnus albacares	黃鰭鮪			+	
Scorpaenidae 鮋科	*Helicolenus hilgendorfi*	無鰾鮋		++++	++	+++
	Sebastiscus tertius	三色石狗公		+		
Serianidae 鮨科	*Anthias elongatus*	長花鮨			+	
	Cephalopholis analis	紅點九刺鮨	+	+		+
	C. argus	斑點九刺鮨	+			
	C. miniata	青星九刺鮨		++++	+++	+
	C. sexmaculatus	六斑九刺鮨	+			

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：100 年 2 月、4 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	*100/2*	*100/4*	*100/8*	*100/10*
	C. sonnerati	宋氏九刺鮨				+
	C. spiloparaeus	黑緣九刺鮨	+++	+	++	+
	C. urodeta	尾紋九刺鮨	+			
	Epinephelus akaara	赤點石斑魚				++
	E. coioides	點帶石斑魚		+		
	E. epistictus	小紋石斑魚				+
	E. fasciatus	赤石斑魚	+	++		
	E. hexagonatus	六角石斑魚				+
	E. malabaricus	瑪拉巴石斑魚				+
	E. radiatus	雲紋石斑魚			+	
	Holanthias borbonius	粗斑花鱸	+	+	++	
	H. chrysostictus	金帶粗斑花鱸		++++		
	Plectropomus laevis	橫斑刺鰓鮨	+			
	P. leopardus	花斑刺鰓鮨				+
	Variola albimarginatus	白緣星鱠		+		++++
	V. louti	星鱠				++++
	Saloptia powelli	褒氏貧鱠		+	++	
Siganidae 藍子魚科	*Siganus canaliculatus*	長鰭藍子魚	++			
	S. fusescens	褐藍子魚	++++			++
Soleidae 鰨科	*Heteromycteris matsubarai*	松原氏鈎嘴鰨	+			
Synodontidae 狗母魚科	*Synodus capricornis*	羊角狗母	+			

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：100 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 lineatus*	線紋刺尾鯛				+	
	A. nigrofuscus	褐斑刺尾鯛	++++		++++	++	+++
	Naso hexacanthus	六棘鼻魚	++++				
	N. lituratus	黑背鼻魚	+				
	N. unicornis	單角鼻魚	+			++++	
	Prionurus scalprus	三棘天狗鯛					++
	Zebrasoma scopas	小高鰭刺尾魚	+	+		+	
	Z. veliferum	高鰭刺尾魚	+				
Aulostomidae 管口魚科	*Aulostomus chinensis*	中華管口魚		+			
Balistidae 鱗鮏科	*Pseudobalistes flavimarginatus*	黃副鱗鮏		+			
Blenniidae 鯛科	*Meiacanthus grammistes*	黑帶稀棘鯛	+			+	
Caesionidae 烏尾冬科	*Caesio teres*	黃烏尾冬	+				
	Pterocaesio diagramma	雙帶烏尾冬			+		+
	P. tile	蒂爾烏尾冬					++++
Carangidae 鰺科	*Caranx melampygus*	藍鰭鰺		+			
Chaetodontidae 蝴蝶魚科	*Chaetodon argentatus*	銀身蝴蝶魚					++
	C. auripes	耳帶蝴蝶魚	+		+		
	C. auriga	揚旛蝴蝶魚		+		+	
	C. citrinellus	密點蝴蝶魚			++		
	C. ephippium	鞍斑蝴蝶魚			+		
	C. kleinii	克氏蝴蝶魚	+	++	++		++++
	C. lunula	月班蝴蝶魚				+	
	C. lunulatus	弓月蝴蝶魚		+		+	
	C. melannotus	黑背蝴蝶魚		+			++
	C. punctatofasciatus	黑斑橫帶蝴蝶魚	++				+
	C. rafflecii	雷氏蝴蝶魚				+	
	C. speculum	鏡斑蝴蝶魚	+	+	+	+++	+
	C. unimaculatus	一點蝴蝶魚				+	+
	C. wiebeli	飄浮蝴蝶魚			+	+	+
	Heniochus acuminatus	白吻雙帶立旗鯛	+				
	H. varius	黑身立旗鯛		+			+
Cirrhitidae 鰶科	*Paracirrhites forsteri*	福氏副鰶			+		+
Diodontidae 二齒鮏科	*Diodon holocanthus*	六斑二齒鮏		+			
Fistulariidae 馬鞭魚科	*Fistularia commersonii*	康氏馬鞭魚				+	
Gobiidae 鰕虎科	*Istigobius decoratus*	珠點銜鯊			+	+	
	Nemateleotris magnificus	絲鰭塘鱧	+				
Haemulidae 石鱸科	*Plectorhinchus picus*	東方石鱸	+				
Holocentridae 金鱗魚科	*Myripristis greenfieldi*	格氏松毬	+				
	M. kuntee	康堤松毬魚			++		
	Neoniphon sammara	沙姆金鱗魚			++		
	Sargocentron caudomaculatum	尾斑棘鱗魚	++				
	S. diadema	黑鰭棘鱗魚	+		+++		
Labridae 隆頭魚科	*Anampses meleagrides*	北斗鸚鯛	+				
	Bodianus axillaris	腋斑狐鯛	+		+		
	B. mesothorax	中胸狐鯛	+		+		
	Cheilinus oxycephalus	尖頭鸚鯛		+			
	C. trilobatus	三葉鸚鯛		+			

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：100 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
	Cirrhilabrus cyanopleura	藍身絲鰭鯛		+		+	
	C. exquistus	艷麗絲鰭鯛				+	
	Coris gaimard	蓋馬氏盔魚				+	
	Gomphosus varius	染色尖嘴魚	+	+	+		+
	Halichoeres chrysus	黃尾海豬魚		+		+	
	H. hortulanus	雲斑海豬魚	+	+	+	+	+
	H. trimaculatus	三斑儒艮鯛		++			
	Hologymnosus doliatus	細鱗全裸鸚鯛				+	
	Labroides bicolor	二色裂唇魚			+		+
	L. dimidiatus	裂唇魚	+	++	+++	+	+
	Macropharyngodon meleagris	網紋曲齒鸚鯛					+
	Novaculichthys taeniurus	帶尾虹彩魚				+	
	Pseudocheilinus hexataenia	六帶擬唇魚					+
	Stethojulis bandanensis	班達紫胸魚				+	
	Thalassoma amblycephalus	鈍頭錦魚	+		++++		++++
	T. hardwickii	鞍斑錦魚		+++	+	+	+
	T. jansenii	詹氏葉鯛			+	+	+
	T. lunare	新月錦魚		+			
	T. lutesens	黃衣錦魚	+++		+		+
	T. quinquevittatum	五帶葉鯛				+	
	T. trilobatum	三葉錦魚		+			
Lutjanidae 笛鯛科	*Lutjanus decussates*	交叉笛鯛		+			
	L. fulvus	黃足笛鯛		+++		+	
	L. stellatus	白星笛鯛			+		
Monacanthidae 單棘魨科	*Cantherhines dumerilii*	棘前孔魨				+	
Mullidae 羊魚科(鬚鯛科)	*Mulloidichthys falvolineatus*	黃線擬鬚鯛		++++		+	
	M. vanicolensis	金帶擬鬚鯛					++++
	Parapeneus barberinus	單帶海緋鯉				+	
	P. indicus	印度海緋鯉		+			
	P. multifasciatus	多帶海緋鯉		++			
	P. spilurus	大型海緋鯉				+	
Muraenidae 鰻科	*Rhinomuraena quaesita*	黑身管鼻鰻		+			
Nemipteridae 金線魚科(眶棘鱸科)	*Scolopsis bilineatus*	雙帶赤尾冬	+				
	S. ciliata	黃點赤尾冬		+			
	S. trilineatus	三帶赤尾冬		+			
Ostracidae 鎧魨科	*Ostracion cubicus*	粒突鎧魨	+				
	O. meleagris	米點箱魨	+				
Pempheridae 擬金眼鯛科	*Pempheris vanicolensis*	黑緣擬金眼鯛	+		+++		
Pinguipedidae 虎鱚科(擬鯔科)	*Parapercis pacifica*	太平洋擬鱸		++			
Pomacanthidae 蓋刺魚科	*Centropyge vrolicki*	福氏刺尻魚					+
	Pomacanthus imperator	條紋蓋刺魚	+				
	P. semicirculatus	半環蓋刺魚	+	+	+		++
	Pygoplites diacanthus	甲尻魚	+		+		+
Pomacentridae 雀鯛科	*Amblyglyphidodon curacao*	橘鈍寬刻齒雀鯛		++++			
	Amphiprion clarkii	克氏海葵魚				++	

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：100 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
	Abudefduf vaigiensis	五線雀鯛	++++		++++		
	A. sexfasciatus	六線雀鯛			++++	+	
	Chromis margaritifer	二色光鰓雀鯛	++++		++++		++++
	C. ternatensis	三葉光鰓雀鯛					++++
	C. weberi	魏氏光鰓雀鯛	+				
	Dascyllas reticulatus	網紋圓雀鯛		++++			
	D. trimaculatus	三斑圓雀鯛		++++		++	
	Neoglyphidodon melas	黑副雀鯛		++++	++	+	
	N. nigroris	黑褐副雀鯛		+++		+	+
	Plectroglyphidodon johnstonianus	約島氏固曲齒鯛				+	
	P. lacrymatus	珠點固曲齒鯛				++	
	Pomacentrus amboinensis	安邦雀鯛					+
	P. chrysurus	白尾雀鯛				+	
	P. philippinus	菲律賓雀鯛			+		
Priacanthidae 大眼鯛科	*Priacanthus hamrur*	寶石大眼鯛		+			
Pseudochromidae 准雀鯛科	*Dampieria cyclophthalma*	環眼准雀鯛		+			
Scaridae 鸚哥魚科	*Scarus ghobban*	藍點鸚哥魚				+	++
	S. hypselopterus	爪哇鸚哥魚		+			
	S. festivus	橫紋鸚哥魚		+			
	S. forsteni	福氏鸚哥魚	+				+
	S. prasiognathos	綠頜鸚哥魚				+	
	S. rivulatus	雜紋鸚哥魚					+
	S. rubroviolaceus	紅紫鸚哥魚		++		+	
	S. schlegeli	史氏鸚哥魚				+	
	S. sordidus	白斑鸚哥魚		+++		++++	
Scorpaenidae 鮋科	*Parascorpaena mossambica*	莫三鼻克圓鱗鮋		+			
	Pterois volitans	魔鬼簑鮋	+				
Serianidae 鮨科	*Plectropomus squamipinnis*	長棘花鮨	++++				++++
Siganidae 藍子魚科	*Siganus fuscescens*	褐藍子魚		++		++	
Tetraodontidae 四齒魨科	*Arothron nigropunctatus*	黑斑河魨	+				
	A. reticularis	網斑叉鼻魨				+	
	Canthigaster valentini	瓦氏尖鼻魨			+	+	+
Tripterygiidae 三鰭鳚科	*Helcogramma striata*	縱帶彎線鳚	+			+	
Zanclidae 鑣魚科	*Zanclus cornutus*	角鑣魚	++	++	+		++

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：100 年 7 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			+		
	A. japonicus	日本刺尾鯛	+				
	A. lineatus	線紋刺尾鯛				+	
	A. mata	後刺尾鯛	+				
	A. nigricauda	黑尾刺尾鯛			+		
	A. nigrofuscus	褐斑刺尾鯛			++		
	Ctenochaetus binotatus	雙斑櫛齒刺尾魚	++++			+	+
	Naso lituratus	黑背鼻魚	+				
	Zebrasoma scopas	小高鰭刺尾魚	+	+		+	
	Z. veliferum	高鰭刺尾魚					+
Apogonidae 天竺鯛科	*Apogon cookii*	庫氏天竺鯛				+	
	A. properupta	黃帶天竺鯛			++++		
	Chelodipterus macrodon	大齒天竺鯛		+			
Aulostomidae 管口魚科	*Aulostomus chinensis*	中華管口魚		+		+	+
Balistidae 鱗鮸科	*Balistapus undulatus*	波紋鉤鱗鮸		+			
	Balistoides conspicillum	花斑擬鱗鮸					+
	Sufflamen bursa	鼓氣鱗鮸					+
Blenniidae 鯔科	*Aspidontus taeniatus*	縱帶劍齒鯔					+
	Meiacanthus grammistes	黑帶稀棘鯔	+			+	+
Caesionidae 烏尾冬科	*Pterocaesio diagramma*	雙帶烏尾冬	+				
Centriscidae 蝦魚科	*Centriscus sentatus*	蝦魚				++++	
Chaetodontidae 蝴蝶魚科	*Chaetodon argentatus*	銀身蝴蝶魚	+		+		+
	C. auripes	耳帶蝴蝶魚					+
	C. auriga	揚旛蝴蝶魚		++			
	C. baronessa	曲紋蝴蝶魚	+				
	C. citrinellus	密點蝴蝶魚	+				
	C. kleinii	克氏蝴蝶魚	++	++		++	++
	C. lunula	月班蝴蝶魚	+				
	C. lunulatus	弓月蝴蝶魚		+		+	
	C. melannotus	黑背蝴蝶魚		+			
	C. ornatissimus	華麗蝴蝶魚	+				
	C. plebeius	藍斑蝴蝶魚	+				
	C. punctatofasciatus	黑斑橫帶蝴蝶魚	+				
	C. rafflecii	雷氏蝴蝶魚				++	
	C. speculum	鏡斑蝴蝶魚	+	+		+	
	C. unimaculatus	一點蝴蝶魚	+	+	++	+	
	C. ulietensis	烏利蝴蝶魚		+			
	C. wiebeli	飄浮蝴蝶魚	++	+	+		
	C. xanthurus	紅尾蝴蝶魚	+			+	++
	Forcipiger longirostris	鑷口魚					+
	Heniochus acuminatus	白吻雙帶立旗鯛	+				
	H. chrysostomus	三帶立旗鯛				+	
Cirrhitidae 鰶科	*Paracirrhites arcatus*	副鰶	+				
Fistulariidae 馬鞭魚科	*Fistularia commersonii*	康氏馬鞭魚		++			
Gobiidae 鰕虎科	*Istigobius decoratus*	珠點銜鯊			+		
	Ptereleotris evides	瑰麗塘鱧					+
Haemulidae 石鱸科	*Plectorhinchus diagrammus*	雙帶石鱸			+		
	P. lineatus	條紋石鱸		+			

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：100 年 7 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
	P. pictus	黃斑石鱸		+			
	P. picus	東方石鱸	+				
Holocentridae 金鱗魚科	*Myripristis kuntee*	康堤松毬魚					+
	Neoniphon sammara	沙姆金鱗魚		+			
	Sargocentron diadema	黑鰭棘鱗魚		++	++++	+	
Labridae 隆頭魚科	*Anampses meleagrides*	北斗鸚鯛				+	+
	Cheilinus trilobatus	三葉鸚鯛		+			
	Cirrhilabrus cyanopleura	藍身絲鰭鯛				+	
	Coris gaimard	蓋馬氏盔魚			+		
	Gomphosus varius	染色尖嘴魚		+		++	
	Halichoeres hortulanus	雲斑海豬魚	+			+	
	H. trimaculatus	三斑儒艮鯛		+		+	
	Hemigymnus fasciatus	條紋半裸魚	+				
	Labroides dimidiatus	裂唇魚	+	++		+	+
	Oxycheilinus bimaculatus	雙斑尖唇魚		+			
	Thalassoma amblycephalus	鈍頭錦魚	++++			+++	
	T. hardwickii	鞍斑錦魚	+			++	
	T. jansenii	詹氏葉鯛				+	
	T. lunare	新月錦魚	+	+	+		
	T. lutesens	黃衣錦魚	++++		+	+	+
Lethrinidae 龍占魚科	*Lethrinus harak*	單斑龍占		+			
Lutjanidae 笛鯛科	*Lutjanus fulvus*	黃足笛鯛		++++	+	+	
	L. fulviflamma	火斑笛鯛		+			
	L. monostigma	單斑笛鯛		+			
	L. quinauelineatus	五線笛鯛		+			
	Macolor maculatus	斑點笛鯛	++				
Monacanthidae 單棘魨科	*Cantherhines dumerilii*	棘前孔魨		+			
Mullidae 羊魚科(鬚鯛科)	*Mulloidichthys falvolineatus*	黃線擬鬚鯛				+	
	M. vanicolensis	金帶擬鬚鯛	+		++++		
	Parapeneus barberinus	單帶海緋鯉				+	
	P. pleurostigma	黑斑海緋鯉		+			
	Upeneus tragula	黑斑緋鯉		+	+		
Mugilidae 鯔科	*Valamugil seheli*	薛氏凡鯔				++	
Nemipteridae 金線魚科(眶棘鱸科)	*Scolopsis bilineatus*	雙帶赤尾冬	+		+		+
	S. ciliata	黃點赤尾冬		+			
	S. lineata	黃帶赤尾冬				+	
Ostracidae 鎧魨科	*Ostracion meleagris*	米點箱魨					+
Pempheridae 擬金眼鯛科	*Pempheris vanicolensis*	黑緣擬金眼鯛		++	+	+	++++
Pinguipedidae 虎鱚科(擬鯔科)	*Parapercis pacifica*	太平洋擬鱸		+			
	P. millepunctata	雪點擬鱸			+		
Pomacanthidae 蓋刺魚科	*Centropyge vrolicki*	福氏刺尻魚					+
	Pomacanthus imperator	條紋蓋刺魚	+				
	P. semicirculatus	半環蓋刺魚	+				+
	Pygoplites diacanthus	甲尻魚	+			+	++

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：100 年 7 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
Pomacentridae 雀鯛科	*Amblyglyphidodon curacao*	橘鈍寬刻齒雀鯛		++			
	Amphiprion clarkii	克氏海葵魚	+		+	+	
	Abudefduf vaigiensis	五線雀鯛	++++		+		
	A. sexfasciatus	六線雀鯛		+++	+	+	
	Chromis margaritifer	二色光鰓雀鯛	++	+		+	++++
	C. ternatensis	三葉光鰓雀鯛					+
	C. virides	藍綠光鰓雀鯛		++++			
	C. weberi	魏氏光鰓雀鯛					+
	Dascyllas reticulatus	網紋圓雀鯛		++++			++++
	D. trimaculatus	三斑圓雀鯛	++	++	+	+	+
	Neoglyphidodon melas	黑副雀鯛		++++		++	+
	N. nigroris	黑褐副雀鯛		+		+	
	Plectroglyphidodon dickii	迪克氏固曲齒鯛				+	
	P. johnstonianus	約島氏固曲齒鯛		+			
	P. lacrymatus	珠點固曲齒鯛		+			
	Pomacentrus lepidogenys	頰鱗雀鯛		+		+	
	P. philippinus	菲律賓雀鯛				+	
	Stegases nigricans	黑真雀鯛				+	
Pseudochromidae 准雀鯛科	*Dampieria cyclophthalma*	環眼准雀鯛		++			
Scaridae 鸚哥魚科	*Scarus ghobban*	藍點鸚哥魚					+
	S. festivus	橫紋鸚哥魚	+				
	S. gibbus	鈍頭鸚哥魚	+				
	S. schlegeli	史氏鸚哥魚	+				
	S. sordidus	白斑鸚哥魚		+			
Scorpaenidae 鮋科	*Pterois antennata*	觸角簑鮋			+		
	P. volitans	魔鬼簑鮋				+	
Serianidae 鮨科	*Epinephelus hexagonatus*	六角石斑魚		+			
	Plectropomus squamipinnis	長棘花鮨	++				++++
Siganidae 藍子魚科	*Siganus fuscescens*	褐藍子魚		++++			
Sphyraenidae 金梭魚科	*Sphyraena flavicauda*	黃尾金梭魚				++++	
Synodontidae 狗母魚科	*Synodus variegatus*	花斑狗母		+			
Tetraodontidae 四齒鮏科	*Arothron meleagris*	黑點河鮏				+	
	Canthigaster solandri	索氏尖鼻鮏					+
	C. valentini	瓦氏尖鼻鮏		+	+	++	+
Tripterygiidae 三鰭鳚科	*Helcogramma striata*	縱帶彎線鳚			+	+	
Zanclidae 鑣魚科	*Zanclus cornutus*	角鑣魚	++		++	++	+
Fish larvae		魚苗			++++		

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：100 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 bariene*	肩斑刺尾鯛			+		
	A. dussumieri	杜氏刺尾鯛		+	++		
	A. pyroferus	火紅刺尾鯛				+	
	Ctenochaetus binotatus	雙斑櫛齒刺尾魚	++++	+	++++		++
	Naso lituratus	黑背鼻魚	+	+			
	Zebrasoma scopas	小高鰭刺尾魚					+
Apogonidae 天竺鯛科	*Apogon properupta*	黃帶天竺鯛				+	
	A. nigrofasciatus	黑帶天竺鯛			+		+
	Chelodipterus quinquelinentus	四線大齒天竺鯛				+	
Aulostomidae 管口魚科	*Aulostomus chinensis*	中華管口魚	+	+			+
Balistidae 鱗鮸科	*Balistoides viridescens*	褐擬鱗鮸		+		+	
	Balistapus undulatus	波紋鉤鱗鮸		+			
	Sufflamen chrysopterus	金鰭鼓氣鱗鮸		+			
Blenniidae 鯛科	*Ecsenius yaeyamaensis*	八重山無鬚鯛				+	
	Meiacanthus grammistes	黑帶稀棘鯛	+			++	
Caesionidae 烏尾冬科	*Pterocaesio diagramma*	雙帶烏尾冬					++++
Chaetodontidae 蝴蝶魚科	*Chaetodon argentatus*	銀身蝴蝶魚		+	+	+	
	C. auripes	耳帶蝴蝶魚	+		++		+
	C. auriga	揚旛蝴蝶魚		++			
	C. ephippium	鞍斑蝴蝶魚		+	+		
	C. kleinii	克氏蝴蝶魚	+	+	+		+++
	C. lunula	月班蝴蝶魚		+	+		
	C. lunulatus	弓月蝴蝶魚		+		+	+
	C. melannotus	黑背蝴蝶魚	+	+			
	C. punctatofasciatus	黑斑橫帶蝴蝶魚					+
	C. speculum	鏡斑蝴蝶魚		+	+	++	
	C. trifascialis	川紋蝴蝶魚	+				
	C. unimaculatus	一點蝴蝶魚			+		
	C. wiebeli	飄浮蝴蝶魚		+	++	+	
	C. xanthurus	紅尾蝴蝶魚	+				
	Forcipiger longirostris	鑷口魚					+
	Heniochus varius	黑身立旗鯛	+				
	H. singularius	單棘立旗鯛	+	+			
Diodontidae 二齒鮸科	*Diodon holocanthus*	六斑二齒鮸	+	+			
Echeneidae 印魚科	*Echeneis naucrates*	長印魚		+			
Gobiidae 鰕虎科	*Amblyeleotris wheeleri*	紅紋鈍鯊		+			
	A. guttata	斑點鈍鯊	+				
	Amblygobius phalaena	白斑鈍鰕虎				+	
	Istigobius decoratus	珠點銜鯊				++	
Haemulidae 石鱸科	*Plectorhinchus picus*	東方石鱸				+	
	P. diagrammus	雙帶石鱸	+				
Holocentridae 金鱗魚科	*Neoniphon sammara*	沙姆金鱗魚		+			
	Sargocentron diadema	黑鰭棘鱗魚			++++		
Labridae 隆頭魚科	*Anampses meleagrides*	北斗鸚鯛			+		
	A. twistii	雙斑阿南魚					+
	Bodianus mesothorax	中胸狐鯛	+				
	Cheilinus trilobatus	三葉鸚鯛		+			

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：100 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
	Coris gaimard	蓋馬氏盔魚				+	
	Gomphosus varius	染色尖嘴魚	+	+	+	+	
	Halichoeres hortulanus	雲斑海豬魚			+	+	+
	H. scapularis	頸帶儒艮鯛		+			
	H. trimaculatus	三斑儒艮鯛		+			
	Labroides dimidiatus	裂唇魚	+	+			
	Oxycheilinus bimaculatus	雙斑尖唇魚		+			
	Pseudocheilinus evanidus	姬擬唇魚			+		
	Pseudojuloides cerasina	擬海豬魚			++		
	Stethojulis bandanensis	班達紫胸魚				+	
	Thalassoma hardwickii	鞍斑錦魚		+	+		
	T. lunare	新月錦魚		+			
	T. lutesens	黃衣錦魚	+		+++	+	+
	T. quinquevittatum	五帶葉鯛	+			+	
Lethrinidae 龍占魚科	*Lethrinus harak*	單斑龍占			+	+	
	L. nebulosus	青嘴龍占		+			
	Monotaxis grandoculis	異黑鯛			+		+
Lutjanidae 笛鯛科	*Lutjanus bohar*	雙斑笛鯛		+			
	L. fulvus	黃足笛鯛		++++	+	+	
	L. fulviflamma	火斑笛鯛		+			
Monacanthidae 單棘魨科	*Cantherhines dumerilii*	棘前孔魨		+		+	+
Mullidae 羊魚科(鬚鯛科)	*Mulloidichthys falvolineatus*	黃線擬鬚鯛			+		
	M. vanicolensis	金帶擬鬚鯛		+			
	Parapeneus barberinus	單帶海緋鯉			+		
	P. indicus	印度海緋鯉			+		
	P. multifasciatus	多帶海緋鯉		+++	+		
Nemipteridae 金線魚科(眶棘鱸科)	*Scolopsis bilineatus*	雙帶赤尾冬	+	+			++
Pempheridae 擬金眼鯛科	*Pempheris vanicolensis*	黑緣擬金眼鯛	++	++	++		++++
Pinguipedidae 虎鱚科(擬鯔科)	*Parapercis pacifica*	太平洋擬鱸		+			
	P. millepunctata	雪點擬鱸		+			
Pomacanthidae 蓋刺魚科	*Centropyge vrolicki*	福氏刺尻魚	+	+			+
	Pomacanthus imperator	條紋蓋刺魚	+				
	P. semicirculatus	半環蓋刺魚			+		+
	Pygoplites diacanthus	甲尻魚	+++				
Pomacentridae 雀鯛科	*Amblyglyphidodon curacao*	橘鈍寬刻齒雀鯛		+++			
	Amphiprion frenatus	白條海葵魚	+				
	Abudefduf vaigiensis	五線雀鯛	+				
	Chromis margaritifer	二色光鰓雀鯛	++++		+		++++
	C. ternatensis	三葉光鰓雀鯛					+
	C. virides	藍綠光鰓雀鯛		++++			
	Dascyllas reticulatus	網紋圓雀鯛		++++			+++
	D. trimaculatus	三斑圓雀鯛	+	++			++++
	Neoglyphidodon melas	黑副雀鯛	++	++++	+	++	
	N. nigroris	黑褐副雀鯛				++	
	Pomacentrus chrysurus	白尾雀鯛				+	

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：100 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
	P. coelestis	霓虹雀鯛	+				
	P. philippinus	菲律賓雀鯛		+			
	P. vaiuli	王子雀鯛		+			+
Pseudochromidae 准雀鯛科	*Dampieria cyclophthalma*	環眼准雀鯛		+	+		
Scaridae 鸚哥魚科	*Scarus ghobban*	藍點鸚哥魚		+			
	S. bowersi	鮑氏鸚哥魚	+				
	S. forsteni	福氏鸚哥魚	++	+			
	S. rivulatus	雜紋鸚哥魚		++	+		
	S. schlegeli	史氏鸚哥魚		+	+++		
Scorpaenidae 鮋科	*Pterois antennata*	觸角簑鮋	+				
	P. radiatus	軸紋簑鮋			+		
	Dendrochirus zebra	斑馬紋多臂簑鮋					+
Serianidae 鮨科	*Plectropomus squamipinnis*	長棘花鮨	++++				++++
Siganidae 藍子魚科	*Siganus fuscescens*	褐藍子魚		++			
Syngnathidae 海龍科	*Doryrhamphus dactyliophorus*	黑環海龍			++		
Synodontidae 狗母魚科	*Synodus variegatus*	花斑狗母					+
Tetraodontidae 四齒魨科	*Arothron hispidus*	紋腹叉鼻魨				+	
	Canthigaster valentini	瓦氏尖鼻魨		+	+	+	+
Zanclidae 鑣魚科	*Zanclus cornutus*	角鑣魚	+		+	+	
Fish lvrvae		魚苗				++++	

表 5-6 民國 100 年 4 季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

＊表珊瑚礁魚類　※表魚市場所漁獲種類

科名	學名	中文名稱	第 1 季	第 2 季	第3季	第4季
Acanthuridae 刺尾鯛科	*Acanthurus bariene*	肩斑刺尾鯛	※		※	＊※
	A. bleekeri	布氏刺尾鯛	※		※	
	A. dussumieri	杜氏刺尾鯛	＊※	※	＊	＊※
	A. japonicus	日本刺尾鯛	＊		＊	
	A. lineatus	線紋刺尾鯛	＊	＊※	＊	
	A. maculiceps	頭斑刺尾鯛	＊			
	A. mata	後刺尾鯛	※		＊	
	A. nigricauda	黑尾刺尾鯛			＊	※
	A. nigrofuscus	褐斑刺尾鯛	＊		＊	
	A. pyroferus	火紅刺尾鯛				＊
	A. xanthopterus	黃鰭刺尾鯛	＊			
	Ctenochaetus binotatus	雙斑櫛齒刺尾魚	＊		＊	＊
	C. striatus	連紋櫛齒刺尾魚	＊			
	Naso hexacanthus	六棘鼻魚		＊		
	N. lituratus	黑背鼻魚		＊	＊	＊
	N. unicornis	單角鼻魚	＊	＊		
	Prionurus scalprus	三棘天狗鯛		＊		
	Zebrasoma flavescens	黃高鰭刺尾鯛	＊			
	Z. scopas	小高鰭刺尾鯛	＊	＊	＊	＊
	Z. veliferum	高鰭刺尾鯛	＊	＊	＊	
Apogonidae 天竺鯛科	*Apogon cookii*	庫氏天竺鯛			＊	
	A. properupta	黃帶天竺鯛			＊	＊
	A. nigrofasciatus	黑帶天竺鯛				＊
	Chelodipterus macrodon	大齒天竺鯛			＊	
	C. quinquelinentus	四線大齒天竺鯛				＊
	Ostorhinchus apogonoides	短齒天竺鯛			※	
Aulostomidae 管口魚科	*Aulostomus chinensis*	中華管口魚	＊	＊	＊	＊
Balistidae 鱗鮏科	*Balistapus undulatus*	波紋鈎鱗鮏			＊	＊
	Balistoides conspicillum	花斑擬鱗鮏			＊	
	B. viridescens	褐擬鱗鮏	＊			＊
	Melichthys vidua	角鱗鮏	＊			
	Pseudobalistes flavimarginatus	黃副鱗鮏		＊		
	Sufflamen bursa	鼓氣鱗鮏	＊		＊	
	S. chrysopterus	金鰭鼓氣鱗鮏	＊			＊
Blenniidae 鯷科	*Aspidontus taeniatus*	縱帶劍齒鯷			＊	
	Ecsenius yaeyamaensis	八重山無鬚鯷				＊
	Meiacanthus grammistes	黑帶稀棘鯷	＊	＊	＊	＊
Caesionidae 烏尾冬科	*Caesio teres*	黃烏尾冬		＊		
	Pterocaesio diagramma	雙帶烏尾冬	＊※	＊※	＊※	＊※
	P. tile	蒂爾烏尾冬	※	＊※		
Carangidae 鰺科	*Caranx malabaricus*	瓜子鰺				※
	C. melampygus	藍鰭鰺		＊		
	Seriola dumerili	紅鮒鰺	※	※	※	
Centriscidae 蝦魚科	*Centriscus sentatus*	蝦魚			＊	
Chaetodontidae 蝴蝶魚科	*Chaetodon argentatus*	銀身蝴蝶魚	＊	＊	＊	＊

續表 5-6 民國 100 年 4 季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

＊表珊瑚礁魚類　※表魚市場所漁獲種類

科名	學名	中文名稱	第 1 季	第 2 季	第3季	第4季
	C. auripes	耳帶蝴蝶魚	＊	＊	＊	＊
	C. auriga	揚旛蝴蝶魚	＊	＊	＊	＊
	C. baronessa	曲紋蝴蝶魚			＊	
	C. citrinellus	密點蝴蝶魚	＊	＊	＊	
	C. ephippium	鞍斑蝴蝶魚	＊	＊		＊
	C. kleinii	克氏蝴蝶魚	＊	＊	＊※	＊
	C. lunulatus	弓月蝴蝶魚	＊	＊	＊	＊
	C. lunula	月班蝴蝶魚	＊	＊	＊	＊
	C. melannotus	黑背蝴蝶魚		＊	＊	＊
	C. ornatissimus	華麗蝴蝶魚			＊	
	C. plebeius	藍斑蝴蝶魚			＊	
	C. punctatofasciatus	黑斑橫帶蝴蝶魚		＊	＊	＊
	C. rafflecii	雷氏蝴蝶魚		＊	＊	
	C. speculum	鏡斑蝴蝶魚	＊	＊	＊	＊
	C. trifascialis	川紋蝴蝶魚				＊
	C. unimaculatus	一點蝴蝶魚	＊	＊	＊	＊
	C. ulietensis	烏利蝴蝶魚			＊	
	C. wiebeli	飄浮蝴蝶魚	＊※	＊	＊	＊
	C. xanthurus	紅尾蝴蝶魚			＊	＊
	Forcipiger longirostris	鑷口魚			＊	＊
	Heniochus acuminatus	白吻雙帶立旗鯛	＊	＊※	＊※	
	H. chrysostomus	三帶立旗鯛			＊	
	H. varius	黑身立旗鯛	＊	＊		＊
	H. singularius	單棘立旗鯛				＊
Cirrhitidae 鰏科	*Paracirrhites arcatus*	副鰏			＊	
	P. forsteri	福氏副鰏		＊		※
Coryphaenidae 鬼頭刀科	*Coryphaena hippurus*	鬼頭刀	※			
Diodontidae 二齒魨科	*Diodon holocanthus*	六斑二齒魨		＊		＊
Echeneidae 印魚科	*Echeneis naucrates*	長印魚				＊
Ephippidae 白鯧科	*Platax boersii*	波氏燕魚	＊			
Exocoetidae 飛魚科	*Cypselurus unicolor*	白鰭飛魚	※	※		
Fistulariidae 馬鞭魚科	*Fistularia commersonii*	康氏馬鞭魚	＊	＊	＊	
Gobiidae 鰕虎科	*Amblyeleotris wheeleri*	紅紋鈍鯊	＊			＊
	A. guttata	斑點鈍鯊				＊
	Amblygobius phalaena	白斑鈍鰕虎				＊
	Istigobius decoratus	珠點銜鯊	＊	＊	＊	＊
	Nemateleotris magnificus	絲鰭塘鱧		＊		
	Ptereleotris evides	瑰麗塘鱧			＊	
Haemulidae 石鱸科	*Plectorhinchus chaetodonoides*	厚唇石鱸	＊			
	P. diagrammus	雙帶石鱸			＊	＊
	P. lineatus	條紋石鱸	※		＊	
	P. pictus	黃斑石鱸			＊	
	P. picus	東方石鱸	＊	＊	＊※	＊
Holocentridae 金鱗魚科	*Myripristis adusta*	焦松毯	＊			
	M. berndti	凸頜松毯				※

續表 5-6 民國 100 年 4 季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

＊表珊瑚礁魚類　※表魚市場所漁獲種類

科名	學名	中文名稱	第 1 季	第 2 季	第3季	第4季
	M. greenfieldi	格氏松毬		＊		
	M. kuntee	康堤松毬魚		＊	＊	※
	M. melanosticta	黑斑松毬魚		※		
	Neoniphon sammara	沙姆金鱗魚	＊	＊	＊	＊
	Sargocentron caudomaculatum	尾斑棘鱗魚		＊		
	S. diadema	黑鰭棘鱗魚	＊※	＊	＊	＊※
	S. spiniferum	尖吻棘鱗魚				※
	S. tiere	赤鰭棘鱗魚				※
Kyphosidae 舵魚科	*Kyphosus lembus*	蘭勃舵魚		※		
Labridae 隆頭魚科	*Anampses caeruleopunctatus*	青點鸚鯛	＊			
	A. meleagrides	北斗鸚鯛	＊	＊	＊	＊
	A. twistii	雙斑阿南魚	＊			＊
	Bodianus axillaris	腋斑狐鯛	＊	＊		※
	B.s leucosticticus	點帶狐鯛	※		※	
	B. mesothorax	中胸狐鯛	＊	＊		＊
	Cheilinus oxycephalus	尖頭鸚鯛		＊		
	C. trilobatus	三葉鸚鯛	※	＊	＊	＊※
	Choerodon azurio	藍豬齒魚	※	※	※	
	C. robustus	粗豬齒魚	※	※		
	Cirrhilabrus cyanopleura	藍身絲鰭鯛		＊	＊	
	C. exquistus	艷麗絲鰭鯛		＊		
	Coris aygula	紅喉盔魚	＊			
	C. gaimard	蓋馬氏盔魚		＊	＊	＊
	Gomphosus varius	染色尖嘴魚	＊	＊	＊	＊
	Halichoeres chrysus	黃尾海豬魚		＊		
	H. hortulanus	雲斑海豬魚	＊	＊※	＊	＊
	H. orientalis	東方海豬魚	＊			
	H. scapularis	頸帶儒艮鯛				＊
	H. trimaculatus	三斑儒艮鯛		＊	＊	＊
	Hemigymnus fasciatus	條紋半裸魚			＊	
	Hologymnosus annulatus	環紋全裸鸚鯛	※			※
	H. doliatus	細鱗全裸鸚鯛		＊		
	Labroides bicolor	二色裂唇魚	＊	＊		
	L. dimidiatus	裂唇魚	＊	＊	＊	＊
	Macropharyngodon meleagris	網紋曲齒鸚鯛	＊	＊		
	Novaculichthys taeniurus	帶尾虹彩魚	＊	＊		
	Oxycheilinus bimaculatus	雙斑尖唇魚			＊	＊
	Pseudocheilinus evanidus	姬擬唇魚	＊			＊
	P. hexataenia	六帶擬唇魚		＊		
	Pseudojuloides cerasina	擬海豬魚				＊
	Stethojulis bandanensis	班達紫胸魚	＊	＊		＊
	Thalassoma amblycephalus	鈍頭錦魚	＊	＊	＊	
	T. hardwickii	鞍斑錦魚	＊	＊	＊	＊
	T. jansenii	詹氏葉鯛	＊	＊	＊	※
	T. lunare	新月錦魚	＊	＊	＊	＊
	T. lutescens	黃衣錦魚	＊	＊※	＊	＊※
	T. quinquevittatum	五帶葉鯛	＊	＊		＊

續表 5-6 民國 100 年 4 季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

＊表珊瑚礁魚類　※表魚市場所漁獲種類

科名	學名	中文名稱	第 1 季	第 2 季	第3季	第4季
	T. trilobatum	三葉錦魚		＊		
Lethrinidae 龍占魚科	*Gnathodentex aurolineatus*	金帶鯛	＊			
	Gymnocranius griseus	白鱲	※			※
	G. japonicus	日本白鱲		※		※
	Lethrinus haematopterus	正龍占	※			
	L. harak	單斑龍占			＊	＊
	L. nebulosus	青嘴龍占	＊	※		＊
	L. ornatus	黃帶龍占	＊			※
	L. rubrioperculatus	紅鰓龍占		※		
	L. semicinctus	長身龍占		※		
	Monotaxis grandoculis	異黑鯛				＊
Lutjanidae 笛鯛科	*Lutjanus bengelenis*	孟加拉笛鯛	※	※	※	※
	L. bohar	雙斑笛鯛	＊			＊
	L. boutton	藍帶笛鯛	＊※	※		
	L. decussates	交叉笛鯛	※	＊		
	L. dodecanthoides	斜帶笛鯛		※	※	
	L. fulviflamma	火斑笛鯛	※		＊	＊※
	L. fulvus	黃足笛鯛	＊※	＊	＊※	＊
	L. gibbus	隆背笛鯛	※	※	※	※
	L. kasmira	四線笛鯛	＊			
	L. lutjanus	正笛鯛	※			
	L. monostigma	單斑笛鯛	＊		＊	
	L. quinquelineatus	五線笛鯛	＊※	※	＊※	※
	L. rivulatus	海雞母笛鯛	※	※	※	※
	L. stellatus	白星笛鯛	＊	＊		
	Macolor maculatus	斑點笛鯛			＊	
	Paracaesio caeruleus	藍色擬烏尾冬		※		
	P. xanthurus	黃擬烏尾冬		※	※	
	Tropidinius amoenus	花笛鯛			※	
Malacanthidae 軟棘魚科	*Malacanthus brevirostris*	短吻軟棘魚	※			
Monacanthidae 單棘魨科	*Cantherhines dumerilii*	棘前孔魨	＊	＊	＊	＊
Mullidae 羊魚科(鬚鯛科)	*Mulloidichthys falvolineatus*	黃線擬鬚鯛		＊	＊	＊
	M. vanicolensis	金帶擬鬚鯛	＊	＊	＊	＊
	Parapeneus barberinus	單帶海緋鯉	＊	＊	＊	＊
	P. bifasciatus	雙帶海緋鯉	＊			
	P. chrysopleuron	紅帶海緋鯉	※			
	P. cyclostomus	圓口海緋鯉	※	※		※
	P. indicus	印度海緋鯉	＊	＊		＊
	P. multifasciatus	多帶海緋鯉	＊※	＊		＊
	P. pleurostigma	黑斑海緋鯉	＊		＊	
	P. spilurus	大型海緋鯉	※	＊※		※
	P. trigasciatus	三帶海鯡鯉	※	※	※	
	Upeneus tragula	黑斑緋鯉			＊	
Mugilidae 鯔科	*Valamugil seheli*	薛氏凡鯔			＊	
Muraenidae 鯙科	*Gymnothorax berndti*	班第氏裸胸鯙		※		
	G. favagircus	黑斑裸胸鯙		※		

續表 5-6 民國 100 年 4 季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

＊表珊瑚礁魚類　※表魚市場所漁獲種類

科名	學名	中文名稱	第 1 季	第 2 季	第3季	第4季
	Rhinomuraena quaesita	黑身管鼻鰻		＊		
Nemipteridae 金線魚科(眶棘鱸科)	*Nemipterus japonicus*	日本金線魚			※	
	N. virgatus	金線魚		※		
	N. zysron	姬金線魚	※			
	Parascolopsis eriomma	紅赤尾冬	※	※	※	※
	Scolopsis affinis	烏面赤尾冬	＊			
	S. bilineatus	雙帶赤尾冬	＊	＊	＊	＊
	S. ciliata	黃點赤尾冬		＊	＊	
	S. lineata	黃帶赤尾冬	＊		＊	
	S. trilineatus	三帶赤尾冬	＊	＊		
Ophidiidae 鼬鰍科	*Brotula multibar*	多鬚鼬魚		※		
Ostracidae 鎧魨科	*Ostracion cubicus*	粒突鎧魨	＊	＊		
	O. meleagris	米點箱魨	＊	＊	＊	
Pempheridae 擬金眼鯛科	*Pempheris vanicolensis*	黑緣擬金眼鯛	＊	＊	＊	＊
Pinguipedidae 虎鱚科(擬鯔科)	*Parapercis millepunctata*	雪點擬鱸	＊		＊	＊
	P. multifasciata	多橫斑擬鱸				※
	P. pacifica	太平洋擬鱸	＊	＊	＊	＊
	P. tetracantha	四角斑虎鱚	＊		※	※
Pomacanthidae 蓋刺魚科	*Centropyge vrolicki*	福氏刺尻魚	＊	＊	＊	＊
	Genicanthus semifasciatus	半紋背頰刺魚			※	
	Pomacanthus imperator	條紋蓋刺魚	＊	＊	＊	＊
	P. semicirculatus	半環蓋刺魚	＊※	＊	＊	＊※
	Pygoplites diacanthus	甲尻魚	＊	＊	＊	＊
Pomacentridae 雀鯛科	*Abudefduf vaigiensis*	五線雀鯛	＊	＊	＊	＊※
	A. sexfasciatus	六線雀鯛	＊	＊	＊	
	Amblyglyphidodon aureus	黃背寬刻齒雀鯛	＊			
	A. curacao	橘鈍寬刻齒雀鯛	＊	＊	＊	＊
	Amphiprion clarkii	克氏海葵魚	＊	＊	＊	※
	A. frenatus	白條海葵魚	＊			＊
	Chromis margaritifer	二色光鰓雀鯛	＊	＊	＊	＊
	C. virides	藍綠光鰓雀鯛	＊		＊	＊
	C. ternatensis	三葉光鰓雀鯛	＊	＊	＊	＊
	C. weberi	魏氏光鰓雀鯛		＊	＊	
	Dascyllas reticulatus	網紋圓雀鯛	＊	＊	＊	＊※
	D. trimaculatus	三斑圓雀鯛	＊※	＊	＊	＊※
	Neoglyphidodon melas	黑副雀鯛	＊	＊	＊	＊
	N. nigroris	黑褐副雀鯛	＊	＊	＊	＊
	Plectroglyphidodon dickii	迪克氏固曲齒鯛	＊		＊	
	P. johnstonianus	約島氏固曲齒鯛	＊	＊	＊	
	P. lacrymatus	珠點固曲齒鯛	＊	＊	＊	
	Pomacentrus amboinensis	安邦雀鯛		＊		
	P. chrysurus	白尾雀鯛		＊		＊
	P. coelestis	霓虹雀鯛	＊			＊
	P. lepidogenys	頰鱗雀鯛	＊		＊	
	P. philippinus	菲律賓雀鯛	＊	＊	＊	＊

續表 5-6 民國 100 年 4 季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

＊表珊瑚礁魚類　※表魚市場所漁獲種類

科名	學名	中文名稱	第 1 季	第 2 季	第3季	第4季
	P. vaiuli	王子雀鯛				＊
	Stegases nigricans	黑真雀鯛			＊	
Priacanthidae 大眼鯛科	*Priacanthus hamrur*	寶石大眼鯛	※	＊※		
	P. macracanthus	大眼鯛			※	
Pseudochromidae 准雀鯛科	*Dampieria cyclophthalma*	環眼准雀鯛	＊	＊	＊	＊
	D. melanotaenia	黑條紋准雀鯛				※
Scaridae 鸚哥魚科	*Scarus dimidiatus*	新月鸚哥魚	※			
	S. bowersi	鮑氏鸚哥魚				＊
	S. ghobban	藍點鸚哥魚	※	＊※	＊※	＊※
	S. hypselopterus	爪哇鸚哥魚	＊	＊		
	S. festivus	橫紋鸚哥魚		＊	＊	
	S. forsteni	福氏鸚哥魚		＊		＊※
	S. gibbus	鈍頭鸚哥魚			＊	
	S. niger	頸斑鸚哥魚	※			
	S. prasiognathos	綠頜鸚哥魚	＊			
	S. pyrrhurus	紅尾鸚嘴魚				※
	S. rivulatus	雜紋鸚哥魚	＊※	＊	※	＊
	S. rubroviolaceus	紅紫鸚哥魚		＊		
	S. schlegeli	史氏鸚哥魚	＊	＊※	＊	＊※
	S. sordidus	白斑鸚哥魚		＊	＊※	
	S. prasiognathos	綠頜鸚哥魚		＊		
Scombridae 鯖科	*Acanthocybium solandii*	棘鰆			※	
	Euthynnu pelamis	正鰹	※			
	Thunnus albacares	黃鰭鮪			※	
Scorpaenidae 鮋科	*Helicolenus hilgendorfi*	無鰾鮋		※	※	※
	Dendrochirus zebra	斑馬紋多臂簑鮋				＊
	Parascorpaena mossambica	莫三鼻克圓鱗鮋		＊		
	Pterois antennata	觸角簑鮋			＊	＊
	P. radiatus	軸紋簑鮋	＊			＊
	P. volitans	魔鬼簑鮋		＊	＊	
	Scorpaenopsis cirrosa	鬼石狗公	＊			
	Sebastiscus tertius	三色石狗公		※		
Serianidae 鮨科	*Anthias elongatus*	長花鮨			※	
	Cephalopholis analis	紅點九刺鮨	※	※		※
	C. argus	斑點九刺鮨	※			
	C. miniata	青星九刺鮨		※	※	※
	C. sexmaculatus	六斑九刺鮨	※			
	C. sonnerati	宋氏九刺鮨				※
	C. spiloparaeus	黑緣九刺鮨	※	※	※	※
	C. urodeta	尾紋九刺鮨	＊※			
	Epinephelus akaara	赤點石斑魚				※
	E. coioides	點帶石斑魚		※		
	E. epistictus	小紋石斑魚				※
	E. fasciatus	赤石斑魚	※	※		
	E. hexagonatus	六角石斑魚			＊	※
	E. malabaricus	瑪拉巴石斑魚				※
	E. radiatus	雲紋石斑魚			※	

續表 5-6 民國 100 年 4 季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

＊表珊瑚礁魚類　※表魚市場所漁獲種類

科名	學名	中文名稱	第 1 季	第 2 季	第3季	第4季
	Holanthias borbonius	粗斑花鱸	※	※	※	
	H. chrysostictus	金帶粗斑花鱸		※		
	Plectropomus laevis	橫斑刺鰓鮨	※			
	P. leopardus	花斑刺鰓鮨				※
	P. squamipinnis	長棘花鮨	＊	＊	＊	＊
	Variola albimarginatus	白緣星鱠		※		※
	V. louti	星鱠				※
	Saloptia powelli	褒氏貧鱠		※	※	
Siganidae 藍子魚科	*Siganus canaliculatus*	長鰭藍子魚	※			
	S. fusescens	褐藍子魚	＊※	＊	＊	＊※
Sphyraenidae 金梭魚科	*Sphyraena flavicauda*	黃尾金梭魚			＊	
Soleidae 鰨科	*Heteromycteris matsubarai*	松原氏鉤嘴鰨	※			
Syngnathidae 海龍科	*Doryrhamphus dactyliophorus*	黑環海龍	＊			＊
Synodontidae 狗母魚科	*Synodus capricornis*	羊角狗母	※			
	S. variegatus	花斑狗母			＊	＊
Tetraodontidae 四齒魨科	*Arothron hispidus*	紋腹叉鼻魨	＊			＊
	A. meleagris	黑點河魨			＊	
	A. nigropunctatus	黑斑河魨	＊	＊		
	A. reticularis	網斑叉鼻魨		＊		
	Canthigaster solandri	索氏尖鼻魨			＊	
	C. valentini	瓦氏尖鼻魨	＊	＊	＊	＊
Tripterygiidae 三鰭鮹科	*Helcogramma striata*	縱帶彎線鮹	＊	＊	＊	
Zanclidae 鑣魚科	*Zanclus cornutus*	角鑣魚	＊	＊	＊	＊

表 5-7 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：100 年 2 月、5 月、7 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 bariene*	肩斑刺尾鯛				＊		
	A. dussumieri	杜氏刺尾鯛	◎		＊	＊		
	A. japonicus	日本刺尾鯛	◎	＊				＊
	A. lineatus	線紋刺尾鯛				＊	＊	
	A. maculiceps	頭斑刺尾鯛					＊	
	A. mata	後刺尾鯛		＊				
	A. nigricauda	黑尾刺尾鯛				＊		
	A. nigrofuscus	褐斑刺尾鯛	◎	＊	＊	＊	＊	＊
	A. pyroferus	火紅刺尾鯛					＊	
	A. xanthopterus	黃鰭刺尾鯛					＊	
	Ctenochaetus binotatus	雙斑櫛齒刺尾魚	◎	＊	＊	＊	＊	＊
	C. striatus	漣紋櫛齒刺尾魚				＊		＊
	Naso hexacanthus	六棘鼻魚		＊				
	N. lituratus	黑背鼻魚		＊	＊			
	N. unicornis	單角鼻魚	◎	＊	＊		＊	
	Prionurus scalprus	三棘天狗鯛						＊
	Zebrasoma flavescens	黃高鰭刺尾鯛						＊
	Z. scopas	小高鰭刺尾鯛	◎	＊	＊		＊	＊
	Z. veliferum	高鰭刺尾鯛	◎	＊				＊
Apogonidae 天竺鯛科	*Apogon cookii*	庫氏天竺鯛					＊	
	A. nigrofasciatus	黑帶天竺鯛				＊		＊
	A. properupta	黃帶天竺鯛				＊	＊	
	Chelodipterus macrodon	大齒天竺鯛			＊			
	C. quinquelinentus	四線大齒天竺鯛					＊	
Aulostomidae 管口魚科	*Aulostomus chinensis*	中華管口魚	◎	＊	＊		＊	＊
Balistidae 鱗鮸科	*Balistapus undulatus*	波紋鉤鱗鮸			＊			
	Balistoides conspicillum	花斑擬鱗鮸						＊
	B. viridescens	褐擬鱗鮸	◎		＊		＊	
	Melichthys vidua	角鱗鮸			＊			
	Pseudobalistes flavimarginatus	黃副鱗鮸			＊			
	Sufflamen bursa	鼓氣鱗鮸				＊		＊
	S. chrysopterus	金鰭鼓氣鱗鮸	◎		＊	＊		＊
Blenniidae 鯛科	*Aspidontus taeniatus*	縱帶劍齒鯛						＊
	Ecsenius yaeyamaensis	八重山無鬚鯛					＊	
	Meiacanthus grammistes	黑帶稀棘鯛	◎	＊		＊	＊	＊
Caesionidae 烏尾冬科	*Caesio teres*	黃烏尾冬		＊				
	Pterocaesio diagramma	雙帶烏尾冬	◎	＊		＊		＊
	P. tile	蒂爾烏尾冬						＊
Carangidae 鰺科	*Caranx melampygus*	藍鰭鰺			＊			
Centriscidae 蝦魚科	*Centriscus sentatus*	蝦魚					＊	
Chaetodontidae 蝴蝶魚科	*Chaetodon argentatus*	銀身蝴蝶魚	◎	＊	＊	＊	＊	＊
	C. auripes	耳帶蝴蝶魚	◎	＊		＊		＊
	C. auriga	揚旛蝴蝶魚	◎		＊		＊	
	C. baronessa	曲紋蝴蝶魚		＊				

續表 5-7 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：100 年 2 月、5 月、7 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
	C. citrinellus	密點蝴蝶魚	◎	＊		＊	＊	＊
	C. ephippium	鞍斑蝴蝶魚	◎		＊	＊	＊	＊
	C. kleinii	克氏蝴蝶魚	◎	＊	＊	＊	＊	＊
	C. lunulatus	弓月蝴蝶魚	◎	＊	＊	＊	＊	＊
	C. lunula	月班蝴蝶魚	◎	＊	＊	＊	＊	
	C. melannotus	黑背蝴蝶魚	◎	＊	＊			＊
	C. ornatissimus	華麗蝴蝶魚		＊				
	C. plebeius	藍斑蝴蝶魚		＊				
	C. punctatofasciatus	黑斑橫帶蝴蝶魚	◎	＊				＊
	C. rafflecii	雷氏蝴蝶魚					＊	
	C. speculum	鏡斑蝴蝶魚	◎	＊	＊	＊	＊	＊
	C. trifascialis	川紋蝴蝶魚		＊				
	C. unimaculatus	一點蝴蝶魚	◎	＊	＊	＊	＊	＊
	C. ulietensis	烏利蝴蝶魚			＊			
	C. wiebeli	飄浮蝴蝶魚	◎	＊	＊	＊	＊	＊
	C. xanthurus	紅尾蝴蝶魚	◎	＊			＊	＊
	Forcipiger longirostris	鑷口魚						＊
	Heniochus acuminatus	白吻雙帶立旗鯛		＊				
	H. chrysostomus	三帶立旗鯛					＊	
	H. singularius	單棘立旗鯛		＊	＊			
	H. varius	黑身立旗鯛	◎	＊	＊			＊
Cirrhitidae 鰏科	*Paracirrhites arcatus*	副鰏		＊				
	P. forsteri	福氏副鰏				＊		＊
Diodontidae 二齒魨科	*Diodon holocanthus*	六斑二齒魨		＊	＊			
Echeneidae 印魚科	*Echeneis naucrates*	長印魚			＊			
Ephippidae 白鯧科	*Platax boersii*	波氏燕魚			＊			
Fistulariidae 馬鞭魚科	*Fistularia commersonii*	康氏馬鞭魚	◎		＊		＊	
Gobiidae 鰕虎科	*Amblyeleotris wheeleri*	紅紋鈍鯊	◎		＊			＊
	A. guttata	斑點鈍鯊		＊				
	Amblygobius phalaena	白斑鈍鰕虎					＊	
	Istigobius decoratus	珠點銜鯊				＊	＊	
	Nemateleotris magnificus	絲鰭塘鱧		＊				
	Ptereleotris evides	瑰麗塘鱧						＊
Haemulidae 石鱸科	*Plectorhinchus chaetodonoides*	厚唇石鱸			＊			
	P. diagrammus	雙帶石鱸	◎	＊		＊		
	P. lineatus	條紋石鱸			＊			
	P. pictus	黃斑石鱸			＊			
	P. picus	東方石鱸	◎	＊		＊	＊	
Holocentridae 金鱗魚科	*Myripristis adusta*	焦松毬			＊			
	M. greenfieldi	格氏松毬		＊				
	M. kuntee	康堤松毬魚				＊		＊
	Neoniphon sammara	沙姆金鱗魚	◎		＊	＊		
	Sargocentron caudomaculatum	尾斑棘鱗魚		＊				
	S. diadema	黑鰭棘鱗魚	◎	＊	＊	＊	＊	
Labridae 隆頭魚科	*Anampses caeruleopunctatus*	青點鸚鯛						＊

續表 5-7 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：100 年 2 月、5 月、7 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
	A. meleagrides	北斗鸚鯛	◎	＊		＊	＊	＊
	A. twistii	雙斑阿南魚				＊		＊
	Bodianus axillaris	腋斑狐鯛	◎	＊		＊		＊
	B. mesothorax	中胸狐鯛	◎	＊		＊		
	Cheilinus oxycephalus	尖頭鸚鯛			＊			
	C. trilobatus	三葉鸚鯛			＊			
	Cirrhilabrus cyanopleura	藍身絲鰭鯛	◎		＊		＊	
	C. exquistus	艷麗絲鰭鯛					＊	
	Coris aygula	紅喉盔魚	◎		＊			＊
	C. gaimard	蓋馬氏盔魚				＊	＊	
	Gomphosus varius	染色尖嘴魚	◎	＊	＊	＊	＊	＊
	Halichoeres chrysus	黃尾海豬魚	◎		＊		＊	
	H. hortulanus	雲斑海豬魚	◎	＊	＊	＊	＊	＊
	H. orientalis	東方海豬魚						＊
	H. scapularis	頸帶儒艮鯛			＊			
	H. trimaculatus	三斑儒艮鯛	◎		＊		＊	
	Hemigymnus fasciatus	條紋半裸魚		＊				
	Hologymnosus doliatus	細鱗全裸鸚鯛					＊	
	Labroides bicolor	二色裂唇魚	◎		＊	＊		＊
	L. dimidiatus	裂唇魚	◎	＊	＊	＊	＊	＊
	Macropharyngodon meleagris	網紋曲齒鸚鯛						＊
	Novaculichthys taeniurus	帶尾虹彩魚	◎		＊		＊	
	Oxycheilinus bimaculatus	雙斑尖唇魚			＊			
	Pseudocheilinus evanidus	姬擬唇魚				＊		＊
	P. hexataenia	六帶擬唇魚						＊
	Pseudojuloides cerasina	擬海豬魚				＊		
	Stethojulis bandanensis	班達紫胸魚					＊	＊
	Thalassoma amblycephalus	鈍頭錦魚	◎	＊	＊	＊	＊	＊
	T. hardwickii	鞍斑錦魚	◎	＊	＊	＊	＊	＊
	T. jansenii	詹氏葉鯛				＊	＊	＊
	T. lunare	新月錦魚	◎	＊	＊	＊		
	T. lutescens	黃衣錦魚	◎	＊		＊	＊	＊
	T. quinquevittatum	五帶葉鯛	◎	＊			＊	
	T. trilobatum	三葉錦魚			＊			
Lethrinidae 龍占魚科	*Gnathodentex aurolineatus*	金帶鯛			＊			
	Lethrinus harak	單斑龍占	◎		＊	＊	＊	
	L. nebulosus	青嘴龍占	◎		＊	＊		
	L. ornatus	黃帶龍占			＊			
	Monotaxis grandoculis	異黑鯛				＊		＊
Lutjanidae 笛鯛科	*Lutjanus bohar*	雙斑笛鯛	◎		＊		＊	
	L. boutton	藍帶笛鯛			＊			
	L. decussates	交叉笛鯛			＊			
	L. fulvus	黃足笛鯛	◎		＊	＊	＊	＊
	L. fulviflamma	火斑笛鯛			＊			
	L. monostigma	單斑笛鯛			＊			
	L. stellatus	白星笛鯛	◎		＊	＊		
	L. kasmira	四線笛鯛			＊			
	L. quinquelineatus	五線笛鯛			＊			

續表 5-7 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：100 年 2 月、5 月、7 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
	Macolor maculatus	斑點笛鯛		＊				
Monacanthidae 單棘魨科	*Cantherhines dumerilii*	棘前孔魨	◎		＊		＊	＊
Mullidae 羊魚科(鬚鯛科)	*Mulloidichthys falvolineatus*	黃線擬鬚鯛	◎		＊	＊	＊	
	M. vanicolensis	金帶擬鬚鯛	◎	＊	＊	＊		＊
	Parapeneus bifasciatus	雙帶海緋鯉		＊				
	P. indicus	印度海緋鯉	◎		＊	＊		
	P. barberinus	單帶海緋鯉				＊	＊	
	P. multifasciatus	多帶海緋鯉	◎		＊	＊	＊	＊
	P. pleurostigma	黑斑海緋鯉	◎		＊		＊	
	P. spilurus	大型海緋鯉					＊	
	Upeneus tragula	黑斑緋鯉	◎		＊	＊		
Mugilidae 鯔科	*Valamugil seheli*	薛氏凡鯔					＊	
Muraenidae 鯙科	*Rhinomuraena quaesita*	黑身管鼻鯙			＊			
Nemipteridae 金線魚科(眶棘鱸科)	*Scolopsis affinis*	烏面赤尾冬			＊			
	S. bilineatus	雙帶赤尾冬	◎	＊	＊	＊	＊	＊
	S. ciliata	黃點赤尾冬			＊			
	S. lineata	黃帶赤尾冬					＊	＊
	S. trilineatus	三帶赤尾冬			＊			
Ostracidae 鎧魨科	*Ostracion cubicus*	粒突鎧魨	◎	＊			＊	
	O. meleagris	米點箱魨	◎	＊			＊	＊
Pempheridae 擬金眼鯛科	*Pempheris vanicolensis*	黑緣擬金眼鯛	◎	＊	＊	＊	＊	＊
Pinguipedidae 虎鱚科(擬鯔科)	*Parapercis millepunctata*	雪點擬鱸	◎		＊	＊		＊
	P. pacifica	太平洋擬鱸			＊			
	P. tetracantha	四角斑虎鱚						＊
Pomacanthidae 蓋刺魚科	*Centropyge vrolicki*	福氏刺尻魚	◎	＊	＊			＊
	Pomacanthus imperator	條紋蓋刺魚	◎	＊	＊	＊		
	P. semicirculatus	半環蓋刺魚	◎	＊	＊	＊		＊
	Pygoplites diacanthus	甲尻魚	◎	＊		＊	＊	＊
Pomacentridae 雀鯛科	*Abudefduf vaigiensis*	五線雀鯛	◎	＊	＊	＊		
	A. sexfasciatus	六線雀鯛	◎		＊	＊	＊	
	Amblyglyphidodon aureus	黃背寬刻齒雀鯛		＊				
	A. curacao	橘鈍寬刻齒雀鯛			＊			
	Amphiprion clarkii	克氏海葵魚	◎	＊		＊	＊	＊
	A. frenatus	白條海葵魚		＊				
	Chromis margaritifer	二色光鰓雀鯛	◎	＊	＊	＊	＊	＊
	C. virides	藍綠光鰓雀鯛			＊			
	C. ternatensis	三葉光鰓雀鯛						＊
	C. weberi	魏氏光鰓雀鯛		＊				＊
	Dascyllas reticulatus	網紋圓雀鯛	◎		＊	＊		＊
	D. trimaculatus	三斑圓雀鯛	◎	＊	＊	＊	＊	＊
	Neoglyphidodon melas	黑副雀鯛	◎	＊	＊	＊	＊	＊
	N. nigroris	黑褐副雀鯛	◎		＊	＊	＊	＊
	Plectroglyphidodon dickii	迪克氏固曲齒鯛				＊	＊	

續表 5-7 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：100 年 2 月、5 月、7 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
	P. johnstonianus	約島氏固曲齒鯛	◎		＊	＊	＊	
	P. lacrymatus	珠點固曲齒鯛	◎		＊	＊	＊	
	Pomacentrus amboinensis	安邦雀鯛						＊
	P. coelestis	霓虹雀鯛	◎	＊		＊		＊
	P. chrysurus	白尾雀鯛					＊	
	P. lepidogenys	頰鱗雀鯛	◎		＊	＊	＊	
	P. philippinus	菲律賓雀鯛	◎		＊	＊	＊	＊
	P. vaiuli	王子雀鯛	◎		＊			＊
	Stegases nigricans	黑真雀鯛					＊	
Priacanthidae 大眼鯛科	*Priacanthus hamrur*	寶石大眼鯛			＊			
Pseudochromidae 准雀鯛科	*Dampieria cyclophthalma*	環眼准雀鯛	◎		＊	＊		
Scaridae 鸚哥魚科	*Scarus ghobban*	藍點鸚哥魚	◎		＊		＊	＊
	S. bowersi	鮑氏鸚哥魚		＊				
	S. festivus	橫紋鸚哥魚		＊	＊			
	S. forsteni	福氏鸚哥魚	◎	＊	＊			＊
	S. gibbus	鈍頭鸚哥魚		＊				
	S. hypselopterus	爪哇鸚哥魚			＊			
	S. prasiognathos	綠頜鸚哥魚				＊	＊	
	S. rivulatus	雜紋鸚哥魚	◎		＊	＊		＊
	S. rubroviolaceus	紅紫鸚哥魚	◎		＊		＊	
	S. schlegeli	史氏鸚哥魚	◎	＊	＊	＊	＊	＊
	S. sordidus	白斑鸚哥魚	◎		＊		＊	
Scorpaenidae 鮋科	*Dendrochirus zebra*	斑馬紋多臂簑鮋						＊
	Parascorpaena mossambica	莫三鼻克圓鱗鮋			＊			
	Pterois antennata	觸角簑鮋	◎	＊		＊		
	P. radiatus	軸紋簑鮋	◎	＊		＊		
	P. volitans	魔鬼簑鮋	◎	＊			＊	
	Scorpaenopsis cirrosa	鬼石狗公		＊				
Serianidae 鮨科	*Cephalopholis urodeta*	尾紋九刺鮨		＊				＊
	Epinephelus hexagonatus	六角石斑魚			＊			
	Plectropomus squamipinnis	長棘花鮨	◎	＊				＊
Siganidae 藍子魚科	*Siganus fuscescens*	褐藍子魚	◎		＊		＊	
Sphyraenidae 金梭魚科	*Sphyraena flavicauda*	黃尾金梭魚					＊	
Syngnathidae 海龍科	*Doryrhamphus dactyliophorus*	黑環海龍	◎	＊		＊		
Synodontidae 狗母魚科	*Synodus variegatus*	花斑狗母	◎		＊			＊
Tetraodontidae 四齒魨科	*Arothron hispidus*	紋腹叉鼻魨					＊	
	A. meleagris	黑點河魨					＊	
	A. nigropunctatus	黑斑河魨	◎	＊				＊
	A. reticularis	網斑叉鼻魨					＊	
	Canthigaster solandri	索氏尖鼻魨						＊
	C. valentini	瓦氏尖鼻魨	◎		＊	＊	＊	＊
Tripterygiidae 三鰭鯛科	*Helcogramma striata*	縱帶彎線鯛	◎	＊		＊	＊	＊
Zanclidae 鑣魚科	*Zanclus cornutus*	角鑣魚	◎	＊	＊	＊	＊	＊

表 5-8 第三核能發電廠附近海域民國 100 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	0.14	1.00			
測站 3	0.21	0.21	1.00		
測站 4	0.11	0.21	0.25	1.00	
測站 5	0.17	0.13	**0.26**	0.22	1.00

Jaccard coefficient

表 5-9 第三核能發電廠附近海域民國 100 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	0.10	1.00			
測站 3	0.31	0.13	1.00		
測站 4	0.10	0.22	0.15	1.00	
測站 5	0.23	0.15	**0.37**	0.15	1.00

Jaccard coefficient

表 5-10 第三核能發電廠附近海域民國 100 年 7 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	0.10	1.00			
測站 3	0.17	0.14	1.00		
測站 4	0.22	**0.25**	0.16	1.00	
測站 5	0.22	0.13	0.13	0.22	1.00

Jaccard coefficient

表 5-11 第三核能發電廠附近海域民國 100 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	0.14	**0.24**	1.00		
測站 4	0.10	0.13	0.19	1.00	
測站 5	0.23	0.18	0.21	0.09	1.00

Jaccard coefficient

表 5-12 第三核能發電廠附近海域民國 100 年 4 季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	0.23	1.00			
測站 3	0.34	0.34	1.00		
測站 4	0.26	0.32	0.38	1.00	
測站 5	0.36	0.28	**0.42**	0.29	1.00

Jaccard coefficient

表 5-13 民國 100 年後壁湖魚市場各季販售魚類相似度

採樣月份	100/2	100/4	100/8	100/10
100/2	1.00			
100/4	0.27	1.00		
100/8	0.23	**0.28**	1.00	
100/10	0.24	0.22	0.16	1.00

Jaccard coefficient

表 5-14 第三核能發電廠附近海域民國 82 年至 100 年魚類相之調查

(＊代表珊瑚礁魚類※代表後壁湖漁獲)

種名	中文名稱	82年度	83年度	84年度	85年度	86年度	87年度	88年度	89年	90年	91年	92年	93年	94年	95年	96年	97年	98年	99年	100年
Acanthuridae 刺尾鯛科																				
Acanthurus bariene	肩斑刺尾鯛		＊		＊	＊	※	※			＊※	※	＊※	＊※	＊※	＊	＊※	※	※	＊※
A. bleekeri	布氏刺尾鯛										※	※	※	※	※	※	＊※	※	※	※
A. dussumieri	杜氏刺尾鯛		＊	＊	＊		※	＊※	※	※	※	※	＊※	※	＊※	＊※	＊※	※	＊※	＊※
A. japonicus	日本刺尾鯛					＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊			＊	＊	＊	＊	＊
A. leucopareius	白斑刺尾鯛				＊		＊													
A. lineatus	線紋刺尾鯛		＊	＊	＊	＊	＊※		※	＊※	※	＊※	＊※	＊※	＊	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※
A. maculiceps	頭斑刺尾鯛																＊			＊
A. mata	後刺尾鯛		＊	＊		＊	＊※		＊※	＊※	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊	＊※	＊※
A. nigricans	黑刺尾鯛													＊			＊			
A. nigricauda	黑尾刺尾鯛				＊		※	＊		※					＊					＊※
A. nigrofuscus	褐斑刺尾鯛		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
A. olivaceus	一字刺尾鯛	＊	＊				※				※				＊※		※		＊	
A. pyroferus	火紅刺尾鯛			＊	＊	＊	＊			＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊	※		＊
A. triostegus	橫帶刺尾鯛		＊	＊								※		＊	＊		＊	＊	＊	
A. xanthopterus	黃鰭刺尾鯛		＊	＊	＊		＊		＊	＊※		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊
Ctenochaetus binotatus	雙斑櫛齒刺尾魚			＊	＊	＊	＊				＊	＊	※		＊		＊※	＊	＊	＊
C. striatus	連紋櫛齒刺尾魚		＊		＊		＊	＊※	＊※	＊	＊	＊	＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊
Naso anngualtus	短角天狗鯛	＊															※			
N. brevirostris	短喙鼻魚							※						＊		※				
N. hexacanthus	六棘鼻魚	＊		＊			＊	＊	＊	＊	＊			＊	※		＊※	＊※	＊	＊
N. lituratus	黑背鼻魚			＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
N. lopezi	老氏鼻魚										※				※					
N. unicornis	單角鼻魚				＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊	＊	＊	＊※	＊※	＊	＊※	＊	＊	＊
N. reticulatus	網紋鼻魚																	※		
Prionurus scalprus	三棘天狗鯛				＊		＊					＊	＊※				＊	※		＊
Zebrasoma flavescens	黃高鰭刺尾鯛																			＊
Z. scopas	小高鰭刺尾鯛		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Z. veliferum	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				＊		＊										＊			
A. apogonides	正天竺鯛						＊													
A. chrysotaenia	橫紋長鰭天竺鯛		＊				＊						＊						＊	
A. cookii	庫氏天竺鯛																			＊
A. cyanosoma	金線天竺鯛												＊						＊	
A. exostigma	單線天竺鯛												＊							
A. kallopterus	棘頭天竺鯛							＊	＊											
A. niger	黑天竺鯛																	＊		
A. nigrofasciatus	黑帶天竺鯛																			＊
A. notatus	雙點天竺鯛													＊						
A. properupta	黃帶天竺鯛																			＊
A. taeniophorus	褐帶天竺鯛						＊													
A. sp.	天竺鯛															＊				
Archamia lineolata	原長崎天竺鯛														＊					
Chelodipterus macrodon	大齒天竺鯛				＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊	＊※	＊	＊			＊	＊	＊
C. quinquelinentus	四線大齒天竺鯛						＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊			＊
C. sp.	天竺鯛	＊													＊			＊		
C. subulatus	圓鰓蓋天竺鯛								※											
Ostorhinchus apogonoides	短齒天竺鯛																			※
Rhabdamia cypselurus	短箭天竺鯛											＊	＊							
Aracanidae 六棱箱鮏科																				
Kentrocapros aculeatus	棘箱鮏				＊															
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		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊

續表 5-14 第三核能發電廠附近海域民國 82 年至 100 年魚類相之調查

(＊代表珊瑚礁魚類※代表後壁湖漁獲)

種名	中文名稱	82年度	83年度	84年度	85年度	86年度	87年度	88年度	89年	90年	91年	92年	93年	94年	95年	96年	97年	98年	99年	100年
Balistidae 鱗鮏科																				
Balistapus undulatus	波紋鈎鱗鮏								＊						＊	＊	＊	＊	＊	＊
Balistoides conspicillum	花斑擬鱗鮏				＊		＊					＊		＊		＊			＊	＊
B. viridescens	褐擬鱗鮏									＊			＊	＊		＊	＊			＊
Melichthys vidua	角鱗鮏			＊	＊				＊	＊		＊	＊	＊						＊
Paraluteres prionurus	副革單棘鮏				＊								＊							
Pseudobalistes flavimarginatus	黃副鱗鮏												＊	＊	＊	＊		＊		＊
P. fuscus	黑副鱗鮏				＊								※							
Rhinecanthus rectangulus	斜帶錨鱗鮏		＊															＊		
Sufflamen bursa	鼓氣鱗鮏				＊				＊	＊			＊							＊
S. chrysopterus	金鰭鼓氣鱗鮏	＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊	＊	＊	＊
S. fraenatus	黃紋鼓氣鱗鮏			＊		＊	＊	＊	＊	＊		＊			＊	＊	＊	＊	＊	
Oxymonacanthus longirostris	尖吻單棘鮏															＊				
Belonidae 鶴鱵科																				
Strongylura leiura	台灣圓尾鶴鱵								※					＊				※		
Tylosurus crocodiles	鱷形鶴鱵								＊	※	＊	※		＊				＊		
T. 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 鯛科																				
Aspidontus dussumieri	杜氏劍齒鯛						＊	＊							＊					
A. taeniatus	縱帶劍齒鯛		＊		＊							＊		＊	＊					＊
Ecsenius namiyei	江島氏無鬚鯛															＊				
Ecsenius yaeyamaensis	八重山無鬚鯛																			＊
Exallias brevis	短多鬚鯛						＊													
Helcogramma striatus	條紋黑罩三鰭鯛																＊	＊	＊	
Meiacanthus grammistes	黑帶稀棘鯛			＊	＊	＊			＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Plagiotremus tapeinosoma	黑帶橫口鯛													＊	＊					
Bothidae 鮃科																				
Pseudorhombus duplicocellatus	重點斑鮃																	＊		
Bramidae 烏魴科																				
Brama japonica	日本烏魴											※								
Caesionidae 烏尾冬科																				
Caesio caerulaureus	烏尾冬		＊			＊	＊			＊※		＊	※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	※	
C. chrysopterus	金帶烏尾冬			＊			※										※			
C. cuning	赤腹烏尾冬									＊	＊		※			※				
C. lunaris	花尾烏尾冬		＊						＊	＊										
C. teres	黃烏尾冬			＊	＊		＊	＊	※	＊		＊	＊	＊			＊			＊
Pterocaesio digramma	雙帶烏尾冬		＊	＊	＊	＊	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※
P. tie	蒂爾烏尾冬		＊	＊			＊		＊								＊	＊※	＊※	＊※
Callionymidae 鼠鰤魚科																				
Diplogrammus xenicus	雙線鼠鰤魚				＊					＊	＊	＊								
Carangidae 鰺科																				
Atropus atropos	溝鰺																	※		
Carangoides ferdau	印度平鰺														＊					
C. malabaricus	瓜子鰺														※					※
C. orthogrammus	直線平鰺								＊										＊	
Caranx ignobilis	浪人鰺								※						＊※			※		
C. lugubris	闊步鰺						※	※												
C. melampygus	藍鰭鰺	＊						※		＊			＊			＊	＊			＊
C. papuensis	巴布亞鰺												※							
C. sexfasciatus	六帶鰺						※													
Decapterus kurroides	紅尾圓鰺											※	※	※	※		※	※	※	
D. maruadsi	藍圓鰺							※	※				※		※				＊	
D. macrosoma	長身圓鰺						※													
Elagatis bipinnulatus	雙帶鰺							※					※	※	＊※		※	※		
Scomberoides commersonianus	大口逆溝鰺												※							
S. lysan	逆溝鰺	＊																		
Serida dumerili	紅鮒鰺						※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	＊※	※	※	※
Ulua mentalia	絲口鰺								※											
Carcharhinidae 白眼鮫科																				

續表 5-14 第三核能發電廠附近海域民國 82 年至 100 年魚類相之調查

(＊代表珊瑚礁魚類※代表後壁湖漁獲)

種名	中文名稱	82 年度	83 年度	84 年度	85 年度	86 年度	87 年度	88 年度	89 年	90 年	91 年	92 年	93 年	94 年	95 年	96 年	97 年	98 年	99 年	100 年
Carcharhinus obscurus	灰色白眼鮫							※	※	※										
C. brachyurus	短尾白眼鮫									※										
C. sarrah	沙拉白眼鮫						※		※											
Galeocerdo cuvier	鼬鮫							※	※											
Centriscidae 蝦魚科																				
Centriscus sentatus	蝦魚						＊						＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊
Centropomidae 鋸蓋魚科																				
Lates calcarifer	尖吻鱸																	※		
Chaetodontidae 蝴蝶魚科																				
Chaetodon argentatus	銀身蝴蝶魚		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
C. auriga	揚旛蝴蝶魚		＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊	＊
C. auripes	耳帶蝴蝶魚	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊	＊※	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊
C. baronessa	曲紋蝴蝶魚																＊	＊	＊	＊
C. bennetti	本氏蝴蝶魚				＊						＊									
C. citrinellus	密點蝴蝶魚	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊	＊	＊
C. ephippium	鞍斑蝴蝶魚				＊	＊	＊				＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
C. guentheri	貢氏蝴蝶魚				＊															
C. kleinii	克氏蝴蝶魚	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊※	＊※	＊	＊※
C. lineolatus	紋身蝴蝶魚			＊													＊			
C. lunulatus	弓月蝴蝶魚		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
C. lunula	月班蝴蝶魚					＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
C. melannotus	黑背蝴蝶魚			＊	＊	＊	＊	＊	＊	※	＊	＊		＊		＊	＊	＊	＊	＊
C. meyeri	麥氏蝴蝶魚		＊												＊					
C. ornatissimus	華麗蝴蝶魚				＊	＊	＊	＊	＊	＊							＊			＊
C. plebeius	藍斑蝴蝶魚		＊	＊	＊		＊	＊						＊	＊		＊	＊	＊	＊
C. punctatofasciatus	黑斑橫帶蝴蝶魚		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
C. rafflecii	雷氏蝴蝶魚															＊		＊	＊	＊
C. reticulatus	網紋蝴蝶魚													＊						
C. selene	彎月蝴蝶魚			＊																
C. speculum	鏡斑蝴蝶魚	＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
C. trifascialis	川紋蝴蝶魚	＊		＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊			＊		＊	＊	＊	＊	＊
C. ulietensis	烏利蝴蝶魚		＊	＊		＊								＊			＊			＊
C. unimaculatus	一點蝴蝶魚		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
C. vagabundus	斜紋蝴蝶魚		＊		＊										＊					
C. wiebeli	飄浮蝴蝶魚			＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※
C. xanthurus	紅尾蝴蝶魚			＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Coradion chrysozonus	金斑少女魚													＊						
Chaetodontoplus personifer	罩面荷包魚				＊															
Forcipiger longirostris	鑷口魚		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊		＊	＊	＊	＊	＊
Hemitaurichthys polylepis	銀斑蝶魚				＊			＊	＊		＊	＊		＊			＊			
Heniochus acuminatus	白吻雙帶立旗鯛		＊	＊	＊		＊※	＊	＊※	＊		＊	＊※	※＊	※	＊		＊※	＊※	＊※
H. chrysostomus	三帶立旗鯛							＊				＊		＊			＊		＊	＊
H. monoceros	烏面立旗鯛									＊	※	※			＊	＊	＊※			
H. singularius	單棘立旗鯛			＊				＊	＊		＊	＊	＊	＊						＊
H. varius	黑身立旗鯛		＊		＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊	＊		＊	＊
Holacanthus trimaclatus	三斑刺鮃魚		＊																	
Chanidae 虱目魚科																				
Chanos chanos	虱目魚														※			※		
Cirrhitidae 鰭科																				
Cirrhitichthys aprinus	橫帶鷹斑鯛											＊					＊			
C. falco	斜帶鷹斑鯛		＊			＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊	＊	＊	＊	
C. oxycephalus	尖鰭金鰭			＊		＊	＊						＊		＊	＊	＊			
Cirrhitus pinnulatus	鰭								※				＊※	＊				※	※	
Paracirrhites arcatus	副鰭				＊			＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊	＊
P. forsteri	福氏副鰭		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊	＊	＊※	＊	＊	＊※	＊	＊	＊	＊※
Clupeidae 鯡科																				
Sardinella gibbosa	隆背小砂丁						※													
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													※						
Diodontidae 二齒魨科																				

續表 5-14 第三核能發電廠附近海域民國 82 年至 100 年魚類相之調查

(＊代表珊瑚礁魚類※代表後壁湖漁獲)

種名	中文名稱	82年度	83年度	84年度	85年度	86年度	87年度	88年度	89年	90年	91年	92年	93年	94年	95年	96年	97年	98年	99年	100年
Diodon eydouxii	愛氏二齒鮡						※						※				※			
D. holocanthus	六斑二齒鮡				＊		＊					＊		＊			＊	＊	＊	＊
D. hystrix	密斑刺鮡		＊											＊			＊			
D. liturosus	柴氏刺鮡		＊																	
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				＊				※	※		※						＊	※	＊
P. teria	尖翅燕魚				＊								※		＊	＊				
Exocoetidae 飛魚科																				
Cypselurus cyanopterus	黑鰭飛魚											※								
C. unicolor	白鰭飛魚									※	※		※	※	※	※	※	※	※	※
Fistulariidae 馬鞭魚科																				
Fistularia commersonii	康氏馬鞭魚				＊												＊	＊		＊
Gadidae 鱈科																				
Plectropomus oligacanthus	點線鰓棘鱸												※							
Gempylidae 帶鰆科																				
Rurettas pretiosus	薔薇帶鰆						※	※	※						※					
Gobiidae 鰕虎科																				
Amblyeleotris fasciata	條紋鈍鯊											＊	＊							
A. guttata	斑點鈍鯊							＊					＊	＊						＊
A. periophthalma	黑斑鈍鯊												＊	＊	＊	＊		＊		
A. wheeleri	紅紋鈍鯊																			＊
Amblygobius albimaculatus	環帶鯊							＊				＊								
A. phalaena	白斑鈍鰕虎												＊			＊				＊
Bryaninops natans	海鞭鰕虎														＊					
Cryptocentrus nigrocellatus	眼斑猴鯊																		＊	
Istigobius decoratus	珠點銜鯊																	＊	＊	＊
I. ornatus	裝飾銜鯊												＊			＊		＊		
Gnatholepis scapulostigma	眼帶鰕虎												＊							
Mahidoria mystacina	大口鰕虎													＊						
Nemateleotris magnificus	絲鰭塘鱧		＊		＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Ptereleotris evides	瑰麗塘鱧		＊	＊	＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Trimma grammistes	斑馬紋磨鰕虎																＊			
Valenciennea helsdingenii	雙帶塘鱧																		＊	
V. sexguttata	六點塘鱧												＊						＊	
V. strigata	紅帶塘鱧								＊									＊	＊	
Grammistidae 黑鱸科																				
Diploprion bifasciaus	雙帶鱸															＊				
Grammistes sexlineatus	六線黑鱸	＊												＊				＊		
Haemulidae 石鱸科																				
Hapalogenys nitens	髭鯛																※			
Parapristipoma trilineatum	三線雞魚								※					※		※	※	※		
Plectorhinchus chaetodonoides	厚唇石鱸									※	※	＊	※	＊※	＊		＊※	※		＊
P. cinctus	花軟唇											※				＊				
P. celebicus	南洋石鱸													※			※			
P. diagrammus	雙帶石鱸				＊		＊※	＊※	＊※	※	※	※	＊※	＊※	＊※	＊	＊	＊※	＊※	＊
P. flavomaculatus	黃點石鱸						＊※	＊	＊		＊※		※			※	＊※	＊※	＊	
P. goldmanni	斜紋石鱸							※		※	※		※	※	※		※	＊※		
P. lineatus	條紋石鱸					＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊	＊※	＊※	※	＊	＊	＊※	＊※
P. nigrus	黑石鱸								※							※				
P. pictus	黃斑石鱸							＊※	＊※							＊	※			＊
P. picus	東方石鱸	＊					※	＊		＊	※		※	※		※	＊	＊	＊	＊※
P. schotaf	灰石鱸										＊									
Hemiramphidae 鱵科																				
Hyporhamphus dussumieri	杜氏下鱵				＊										＊					
Heterodontidae 異齒鮫科																				
Heterodontus zebra	斑紋異齒鮫														※					

續表 5-14 第三核能發電廠附近海域民國 82 年至 100 年魚類相之調查

(＊代表珊瑚礁魚類※代表後壁湖漁獲)

種名	中文名稱	82 年度	83 年度	84 年度	85 年度	86 年度	87 年度	88 年度	89 年	90 年	91 年	92 年	93 年	94 年	95 年	96 年	97 年	98 年	99 年	100 年
Holocentridae 金鱗魚科																				
Myripristis adusta	焦松毯																		＊	＊
M. berndti	凸領松毯										※		※	※				※		※
M. chryseres	黃鰭松毯												※				※			
M. greenfieldi	格氏松毯																			＊
M. herndti	伯特氏松毯魚							＊	＊			※							＊	
M. kuntee	康堤松毯魚						＊	＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊	＊※
M. melanosticta	黑斑松毯魚							※	※	※	＊※	＊	＊		※	※	※	＊		※
M. seychellensis	塞昔耳松毯魚									※										
M. vittatus	縱帶梭毯魚																	※		
Nemipterus thosaporni	黃緣金線魚																※			
N. zysron	姬金線魚																※			
Neoniphon sammara	沙姆金鱗魚						＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊	＊	＊	＊
Ostichthys japonicus	金鱗魚						＊													
Sargocentron caudomaculatum	尾斑棘鱗魚												＊	＊				＊	＊	＊
S. diadema	黑鰭棘鱗魚	＊					＊	＊	＊		＊			※		＊	※	※		＊※
S. ittodai	日本棘鱗魚						＊													
S. melanospilos	黑點棘鱗魚										※			※				※		
S. praslin	紅線棘鱗魚																＊			
S. rubrum	黑帶棘鱗魚												※	※	※		＊※	※		
S. spiniferum	尖吻棘鱗魚									※	※			＊※			※	※		※
S. 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											＊								
G. melanichthys	黑瓜子鱲													※	※					
G. punctata	瓜子鱲												※							
Kyphosus bigibbus	南方舵魚							＊※	＊※	※		＊※	＊			＊				
K. cinerascens	天竺舵魚				＊	＊								＊※	※		※	※		
K. lembus	蘭勃舵魚						＊					※	※	※	※	※	＊※	※	※	※
Labridae 隆頭魚科																				
Anampses caeruleopunctatus	青點鸚鯛				＊		＊	＊	＊					＊			＊	＊		＊
A. geographicus	蟲紋阿南魚										＊									
A. melanurus	烏尾阿南魚													＊						
A. meleagrides	北斗鸚鯛			＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
A. neoguinaicus	新幾內亞鸚鯛					＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊	＊			＊		
A. twistii	雙斑阿南魚		＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Bodianus axillaris	腋斑狐鯛			＊		＊	＊	＊	＊		＊	＊	＊		＊		＊※			＊※
B. bilunulatus	雙帶狐鯛						※										＊		※	
B. diana	對斑狐鯛					＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊			＊	＊※		＊	
B. leucosticticus	點帶狐鯛							※		※										※
B. mesothorax	中胸狐鯛		＊		＊		＊※	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊	＊※
B. perditio	紅狐鯛			＊		＊	※	＊						＊		＊				
B. sp.	狐鯛							※												
Cheilinus bimaculatus	雙斑唇魚				＊															
C. celebicus	西里伯斯鸚鯛												＊	＊						
C. chlorurus	紅斑綠鸚鯛					＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊	＊	
C. diagrammus	三帶鸚鯛		＊		＊		＊	＊	＊	＊※	＊	＊	＊	＊	＊			＊※	＊	※
C. fasciatus	橫帶鸚鯛						＊						＊	＊		＊				
C. oxycephalus	尖頭鸚鯛		＊				＊	＊	＊	＊										＊
C. rhodochrous	單帶鸚鯛										＊	＊			＊		＊※			
C. trilobatus	三葉鸚鯛										＊	＊		＊	＊※	＊	＊	＊	＊	＊※
C. undulates	曲紋唇魚					＊														
C. unifasciatus	單帶唇魚		＊		＊		＊※		＊	＊				＊		＊		※		
Cheilio inermis	竹梭鯛					＊	＊					＊								
Choerodon anchorago	楔斑豬齒魚					＊														
C. azurio	藍豬齒魚				＊		※	※	※		※		※	※	※	※	※	※	※	※
C. fasciatus	七帶豬齒魚				＊	＊	＊						＊				＊		＊	
C. robustus	粗豬齒魚										＊	※					※		※	※
C. schoenleini	舒氏豬齒魚														＊					
C. zamboanage	杜邦寒鯛						※													
C. jordani	喬氏豬齒魚									＊										

續表 5-14 第三核能發電廠附近海域民國 82 年至 100 年魚類相之調查

(＊代表珊瑚礁魚類※代表後壁湖漁獲)

種名	中文名稱	82 年度	83 年度	84 年度	85 年度	86 年度	87 年度	88 年度	89 年	90 年	91 年	92 年	93 年	94 年	95 年	96 年	97 年	98 年	99 年	100 年
Cirrhilabrus cyanopleura	藍身絲鰭鯛		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊	＊	＊
C. exquistus	艷麗絲鰭鯛												＊	＊	＊	＊				＊
C. melanomarginatus	黑緣絲鰭鯛										＊		＊		＊			＊		
C. temminckii	丁氏絲鰭鯛				＊														＊	
C. rubimarginatus	紅緣絲鰭鯛				＊													＊		
Coris aygula	紅喉盔魚				＊		＊	＊		＊			＊	＊			＊	＊		＊
C. dorsomacula	背斑鸚鯛		＊			＊			＊				＊	＊		＊※	※	※		
C. gaimard	蓋馬氏盔魚				＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊		＊※	＊		＊
C. picta	斑盔魚						※								※					
Gomphosus varius	染色尖嘴魚		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Halichoeres biocellatus	雙斑儒艮鯛			＊	＊	＊	＊						＊	＊		＊	＊			
H. centiguserus	石斑海豬魚		＊																	
H. chrysus	黃尾海豬魚				＊	＊	＊				＊	＊	＊					＊	＊	＊
H. hartzfeldii	單帶海豬魚									＊			＊			※				
H. hortulanus	雲斑海豬魚		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※
H. margaritaceus	虹彩海豬魚					＊														
H. marginatus	白雪儒艮鯛									＊		＊		＊			＊			
H. melanochir	黑背儒艮鯛		＊		＊			＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊		
H. nebulosus	雲紋海豬魚			＊								＊				＊	＊		＊	
H. orientalis	東方海豬魚																			＊
H. ornatissimus	飾妝海豬魚				＊	＊	＊													
H. poecilopterus	花翅儒艮鯛											＊		＊						
H. prostopeion	黑額儒艮鯛													＊	＊	＊	＊	＊		
H. scapularis	頸帶儒艮鯛						＊			＊	＊			＊		＊	＊	＊	＊	＊
H. trimaculatus	三斑儒艮鯛					＊	＊		＊	＊	＊	＊		＊※	＊	＊	＊	＊※	＊	＊
Hemigymnus fasciatus	條紋半裸魚			＊	＊	＊	＊		＊	＊	＊		※	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
H. melapterus	黑鰭半裸魚	＊			＊	＊	＊		＊	＊※	＊	＊	＊	＊	＊		＊	＊		
Hologymnosus annulatus	環紋全裸鸚鯛				＊	＊	＊				＊		＊	＊※	＊		＊※		※	※
H. doliatus	細鱗全裸鸚鯛					＊	＊	＊	＊	＊		＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Labroides bicolor	二色裂唇魚				＊	＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊	＊
L. dimidiatus	裂唇魚		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Labrichthys unilineatus	單線黑隆魚														＊					
Labropsis manabei	曼氏擬隆鯛			＊		＊		＊					＊	＊		＊				
Macropharyngodon meleagris	網紋曲齒鸚鯛	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
M. negrosensis	黑曲齒鸚鯛		＊											＊	＊					
M. sp.	曲齒鸚鯛	＊																		
Novaculichthys taeniurus	帶尾虹彩魚							＊						＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Oxycheilinus bimaculatus	雙斑尖唇魚																			＊
Pseudocaris yamashiroi	擬盔魚													＊	＊		＊			
P. sp.	擬鸚鯛											＊								
Pseudocheilinus evanidus	姬擬唇魚				＊		＊							＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
P. hexataenia	六帶擬唇魚					＊	＊	＊					＊	＊		＊	＊	＊		＊
P. 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 flagellifera	長鰭鸚鯛		＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	
Stethojulis bandanensis	班達紫胸魚				＊						＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
S. interruptus	斷紋紫胸魚				＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊						
S. trilineata	三線鸚鯛				＊									＊	＊	＊	＊	＊		
Thalassoma amblycephalus	鈍頭錦魚		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊	＊	＊
T. fuscum	柵紋錦魚		＊																	
T. hardwickii	鞍斑錦魚		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
T. hebraicum	海布拉錦魚		＊																	
T. jansenii	詹氏葉鯛		＊	＊			＊		＊	＊	＊	＊	＊※	＊			＊※	※	＊	＊※
T. lunare	新月錦魚		＊		＊	＊	＊※		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊※	＊	＊	＊
T. lutescens	黃衣錦魚		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊	＊※
T. purpureum	紫額錦魚		＊	＊														※		
T. quinquevittatum	五帶葉鯛		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊	＊	＊※	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
T. trilobatum	三葉錦魚		＊	＊						＊					※		＊			＊
Xyrichtys evides	麗虹彩鯛														※					
X. twistii	雙斑虹彩鯛											※			※					
X. woodi	伍氏虹彩鯛										＊※	※		＊	＊	＊			＊	
X. pavo	巴父虹彩鯛														※	※				
Lethrinidae 龍占魚科																				

續表 5-14 第三核能發電廠附近海域民國 82 年至 100 年魚類相之調查

(＊代表珊瑚礁魚類※代表後壁湖漁獲)

種名	中文名稱	82年度	83年度	84年度	85年度	86年度	87年度	88年度	89年	90年	91年	92年	93年	94年	95年	96年	97年	98年	99年	100年
Gnathodentex aurolineatus	金帶鯛										＊		＊							＊
Gymnocranius griseus	白鱲						※				※			＊	※	※		＊※		※
G. japonicus	日本白鱲								※				※			※			※	※
G. sp.	龍占	＊																		
Lethrinus haematopterus	正龍占				＊				※				※		＊		＊		※	※
L. harak	單斑龍占	＊			＊						＊	＊	＊	＊		＊	＊	＊※	＊	＊
L. lentjans	烏帽龍占															＊			＊	
L. mahsena	白點龍占						※						※	※			※	※		
L. mahsenoides	磯龍占									※							※		※	
L. miniatus	長吻龍占							※	※			※			＊	＊	＊	＊※		
L. nebulosus	青嘴龍占				＊	＊	※	※				※	※	＊	＊※	※	＊※	＊※		＊※
L. ornatus	黃帶龍占								※				※						＊	＊※
L. rubrioperculatus	紅鰓龍占												※	※	※	※		※	※	※
L. semicinctus	長身龍占					＊	※											※		※
Monotaxis grandoculis	異黑鯛				＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Lutjanidae 笛鯛科																				
Aphareus furcatus	欖色細齒笛鯛						＊				＊									
A. rutilans	銹色細齒笛鯛													※	※					
Aprion virescens	藍笛鯛		＊						※			※						※	＊	
Etelis carbunculus	濱鯛							※	※	※	※						※			
E. coruscans	長尾濱鯛						※	※		※	※		※	※	※	※	※	※	※	
E. radiosus	大口濱鯛						※									※				
Lutjanus bengelenis	孟加拉笛鯛						※				※		※	※		※	※		※	※
L. bohar	雙斑笛鯛																			＊
L. boutton	藍帶笛鯛						※				※	※	※	※	※	※	※	※	※	＊※
L. carponotatus	胸斑笛鯛						＊			※	※				※			※	※	
L. decussates	交叉笛鯛									※	※	※		※			＊			＊※
L. dodecanthoides	斜帶笛鯛													※		※	＊	＊※	＊※	※
L. erythropterus	赤鰭笛鯛											※							※	
L. fulviflamma	火斑笛鯛				＊		※	※		※	※	＊※	※	※	＊※	※	＊※	＊	＊	＊※
L. fulvus	黃足笛鯛			＊	＊		＊	＊	＊	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊	＊※	＊※	＊※	＊※
L. gibbus	隆背笛鯛						※	※	※	※	＊※	※	※	※	＊※	※	※	※	※	※
L. kasmira	四線笛鯛		＊		＊		＊	＊※	＊	＊※	＊※	＊※	＊			＊※	＊※	＊※	＊※	＊
L. lutjanus	正笛鯛						※		※		※	＊	※				※	※	※	※
L. malabricus	摩拉巴笛鯛											※		※				※		
L. monostigma	單斑笛鯛				＊										＊					＊
L. quinquelineatus	五線笛鯛						＊	＊	＊※	＊	＊	＊	＊※	＊※			＊※	＊※	＊※	＊※
L. rivulatus	海雞母笛鯛						＊	※	※	※	※	※	※	※	＊※	＊※	※	※	＊※	※
L. russelli	羅氏笛鯛						※	＊※	＊	※	＊	＊	＊	＊	※	＊		＊		
L. stellatus	白星笛鯛						※			＊※	※	※			＊		※	※	＊※	＊
L.vitta	縱帶笛鯛									＊		※	※			※	※	＊※	※	
Macolor maculatus	斑點笛鯛					＊	＊		＊	＊		＊		＊			＊	＊	＊	＊
M. niger	黑背笛鯛				＊		＊	＊	＊			＊	＊	＊		＊	＊	＊		
Paracaesio caeruleus	藍色擬烏尾冬								※	※	※		※	※	※	＊※	※	※	※	※
P. kusakarii	橫帶擬烏尾冬										※		※	※			※	※		
P. xanthurus	黃擬烏尾冬						※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	＊※	※		※
Pinjalo pinjalo	斜鱗笛鯛						※												※	
Pristipomides auricilla	黃尾姬鯛						※													
P. filamentosus	絲鰭姬鯛									※	※		※	※	※	※	※			
P. multidens	黃吻姬鯛														※					
P. sieboldii	姬鯛								※							※				
Pterocaesio tile	帝爾烏尾冬															※				
Tropidinius amoenus	花笛鯛						※			※	※		※						※	※
T. zonatus	橫帶花笛鯛							※				※								
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									※										
M. formosana	台灣蝠魟										※									
Molidae 翻車魨科																				
Mola mola	翻車魨									※			※							
Monacanthidae 單棘魨科																				
Aluterus monoceros	單角革單棘魨								※	※			※	※			※			
A. scriptus	長尾革單棘魨	＊									＊				＊					

續表 5-14 第三核能發電廠附近海域民國 82 年至 100 年魚類相之調查

(＊代表珊瑚礁魚類※代表後壁湖漁獲)

種名	中文名稱	82年度	83年度	84年度	85年度	86年度	87年度	88年度	89年	90年	91年	92年	93年	94年	95年	96年	97年	98年	99年	100年
Amanses scopes	美單棘鮀									※					＊			＊		
Cantherhines dumerilii	棘前孔鮀						＊	＊		＊	＊	＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊
C. fronticinctus	額斑刺鼻單棘鮀						＊			※										
C. pardalis	細斑前孔鮀													＊				＊		
Paraluteres prionurus	副革單棘鮀				＊							＊	＊	＊						
Pervagor janthinosoma	鰓斑單棘鮀												＊							
Mugilidae 鯔科																				
Mugil cephalus	鯔											＊				＊			＊	
Valamugil seheli	薛氏凡鯔																			＊
Mullidae 羊魚科																				
Mulloidichthys falvolineatus	黃線擬鬚鯛		＊	＊									※	＊	＊	＊※	＊	＊	＊	＊
M. vanicolensis	金帶擬鬚鯛	＊	＊	＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊				＊		＊	＊
Parapeneus barberinoides	鬚海緋鯉												＊					＊	※	
P. barberinus	單帶海緋鯉						＊※		＊	＊※		＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊	＊
P. bifasciatus	雙帶海緋鯉			＊				＊	＊	※									＊	＊
P. chrysopleuron	紅帶海緋鯉						※				※	※	※	※	※	※		※		※
P. ciliatus	蓬萊海緋鯉			＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	
P. cyclostomus	圓口海緋鯉						※		＊			※	＊		※	＊		※	＊	※
P. indicus	印度海緋鯉			＊	＊	＊	＊※	＊※	＊※	※	＊	＊※	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
P. multifasciatus	多帶海緋鯉	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊※	＊※	＊	＊	＊※	＊※	＊※	＊	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※
P. pleurostigma	黑斑海緋鯉						※									＊				＊
P. spilurus	大型海緋鯉						※		※		※	※	※	※	※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※
P. trigasciatus	三帶海鯡鯉											※						※		※
Upeneus bensasi	條紋緋鯉						＊	＊	＊					＊		＊		＊	＊	
U. moluccensis	麻六甲緋鯉						※													
U. tragula	黑斑緋鯉						＊	＊	＊											＊
Muraenesocidae 海鰻科																				
Muraenesox bagio	百吉海鰻																※			
M. cinereus	灰海鰻							※				※								
Muraenidae 鰻科																				
Echidna polyzona	多環蝮鰻														※					
Gymnothorax berndti	班第氏裸胸鰻																			※
G. favagircus	黑斑裸胸鰻						※	※	※	※	※	※	※		※	※	＊※	※	※	※
G. fimbriatus	花鰭裸胸鰻									※						※				
G. flavimarginatus	黃邊鰭裸胸鰻									※										
G. javanicus	爪哇裸胸鰻									※							＊		＊	
G. meleagris	白口裸胸鰻		＊			＊														
G. 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										※									
N. japonicus	日本金線魚																			※
N. peronii	裴氏金線魚								※											
N. zysron	姬金線魚								※						※					※
N. virgatus	金線魚																			※
Parascolopsis eriomma	紅赤尾冬						※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※
P. inermis	橫帶赤尾冬						※					※								
Pentapodus nagasabiensis	長崎錐齒鯛										※		※	＊	※	＊※	＊※	※	※	
Scolopsis affinis	烏面赤尾冬		＊		＊	＊					＊		＊	＊				＊		＊
S. bilineatus	雙帶赤尾冬	＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊	＊
S. cancellatus	柵紋眶棘鱸		＊																	
S. ciliata	黃點赤尾冬																			＊
S. lineata	黃帶赤尾冬			＊									＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊
S. monogramima	黑帶赤尾冬							＊			※	※				＊			＊	
S. trilineatus	三帶赤尾冬									＊							＊	＊		＊
S. vosmeri	白頸赤尾冬						※			※						＊※		＊※		
S. xenochrous	欖斑赤尾冬														※			※		
Oplegnathidae 石鯛科																				
Oplegnathus fasciatus	條石鯛														＊					
O. punctatus	斑石鯛						※						※		※					

續表 5-14 第三核能發電廠附近海域民國 82 年至 100 年魚類相之調查

(＊代表珊瑚礁魚類※代表後壁湖漁獲)

種名	中文名稱	82年度	83年度	84年度	85年度	86年度	87年度	88年度	89年	90年	91年	92年	93年	94年	95年	96年	97年	98年	99年	100年
Ophichthidae 蛇鰻科																				
Myrichthys colubrinus	竹節蛇鰻						＊										＊	＊		
Ophidiidae 鮑鰼科																				
Brotula multibar	多鬚鮑魚																			※
Orectolobidae 鬚鮫科																				
Orectolobus japonicus	日本鬚鮫	＊																		
Ostracidae 鎧魨科																				
Lactoria fronasini	福氏角箱魨		＊															＊		
Ostracion cubicus	粒突鎧魨			＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
O. meleagris	米點箱魨			＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊			＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Pempheridae 擬金眼鯛科																				
Pempheris oualensis	烏伊蘭擬金眼鯛		＊										＊	＊	＊		＊	＊	＊	
P. vanicolensis	黑緣擬金眼鯛		＊				＊	＊	＊	＊	＊		＊	＊					＊	＊
Pentacerotidae 五棘鯛科																				
Evistias acutirostris	尖吻棘魚												※							
Pinguipedidae 虎鱚科(擬鯔科)																				
Parapercis cephalopunctata	頭斑虎鱚		＊	＊	＊	＊		＊		＊	＊		＊	＊	＊	※	＊		＊	
P. clathrata	肩斑虎鱚		＊	＊			＊	＊	＊	＊※	＊	※	＊	＊※		＊※	※	＊※	＊	
P. cylindrica	圓擬鱸		＊		＊		＊	＊	＊	＊			＊		＊	＊	＊			
P. kamoharai	蒲原氏擬鱸												※	＊	＊	※	＊		※	
P. millepunctata	雪點擬鱸																			＊
P. multifasciata	多橫斑擬鱸																※		※	※
P. pacifica	太平洋擬鱸	＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
P. somaliensis	索馬利虎鱚						※		※	※	※	※								
P. tetracantha	四角斑虎鱚				＊	＊		＊	＊	＊※	＊	＊		＊	＊			※		＊※
P. xanthozona	紅帶虎鱚											＊					＊		＊	
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								※									※		
Pomacanthidae 蓋刺魚科																				
Apolemicthys trimaculatus	三點阿波魚												※							
Centropyge bispinosus	雙棘蓋刺魚				＊					＊	＊	＊	＊			＊				
C. ferrugatus	鐵紅刺尻魚												＊		＊	＊				
C. heraldi	海爾蓋刺魚						＊													
C. tibicen	白斑刺尻魚		＊												＊	＊				
C. vrolickii	福氏刺尻魚		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Genicanthus semifasciatus	半紋背頰刺魚																			※
Pomacanthus diacanthus	錦紋蓋刺魚												＊		＊	＊	＊			
P. imperator	條紋蓋刺魚			＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊	＊		＊※	＊※	＊※	＊
P. semicirculatus	半環蓋刺魚		＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊	＊※	＊※	＊※	＊※
P. sexstriatus	六帶蓋刺魚																		＊	
Pygoplites diacanthus	甲尻魚				＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊
Pomacentridae 雀鯛科																				
Abudefduf bengalensis	孟加拉雀鯛												＊							
A. dicki	弧帶豆娘魚		＊																	
A. leucogaster	白腹豆娘魚		＊																	
A. lorenzi	勞倫氏雀鯛				＊														※	
A. septemfasciatus	七帶雀鯛			＊																
A. sexfasciatus	六線雀鯛		＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊
A. vaigiensis	五線雀鯛		＊	＊	＊	＊	＊※	＊※	＊※	＊※	＊	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊	＊※	＊※	＊※
Amblyglyphidodon aureus	黃背寬刻齒雀鯛					＊		＊	＊	＊		＊		＊			＊			＊
A. curacao	橘鈍寬刻齒雀鯛				＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
A. ternatensis	綠身寬刻齒雀鯛					＊								＊					＊	

續表 5-14 第三核能發電廠附近海域民國 82 年至 100 年魚類相之調查

(＊代表珊瑚礁魚類※代表後壁湖漁獲)

種名	中文名稱	82 年度	83 年度	84 年度	85 年度	86 年度	87 年度	88 年度	89 年	90 年	91 年	92 年	93 年	94 年	95 年	96 年	97 年	98 年	99 年	100 年
A. leucogaster	黃腹寬刻齒雀鯛				＊	＊	＊				＊	＊	＊							
Amphiprion clarkii	克氏海葵魚		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊	＊	＊※
A. frenatus	白條海葵魚												＊						＊	＊
A. ocellaris	眼斑雙鋸齒雀鯛				＊															
A. perideraion	粉紅海葵魚				＊	＊	＊	＊	＊			＊								
Chromis analis	黃光鰓雀鯛																＊※			
C. atripectoralis	黑腋光鰓雀鯛				＊							＊								
C. atripes	黑鰭光鰓雀鯛					＊	＊	＊	＊	＊			＊	＊		＊※			＊	
C. chrysura	短身光鰓雀鯛		＊	＊	＊	＊			＊	＊	＊						＊			
C. flavomaculata	黃斑光鰓雀鯛			＊	＊															
C. lepidolepis	細鱗光鰓雀鯛		＊			＊					＊	＊	＊※		＊	＊	＊		＊	
C. margaritifer	二色光鰓雀鯛		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊※	＊	＊
C. notata	斑鰭光鰓雀鯛					＊	＊			＊	＊				＊			＊		
C. ovatiformis	卵形光鰓雀鯛							＊	＊	＊			＊	＊						
C. retrofasciata	黑帶光鰓雀鯛		＊		＊	＊														
C. ternatensis	三葉光鰓雀鯛		＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
C. virides	藍綠光鰓雀鯛						＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
C. weberi	魏氏光鰓雀鯛			＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊			＊				＊
C. xanthura	紅尾光鰓雀鯛													＊	＊		＊	＊	＊	
Chrysiptera biocellatus	三點刻齒雀鯛			＊																
C. cyaneus	藍刻齒雀鯛											＊								
C. leucopoma	雙白帶刻齒雀鯛			＊					＊											
C. rex	雷克斯刻齒雀鯛						＊	＊	＊					＊	＊	＊	＊			
C. sp.	光鰓雀鯛														＊					
C. starcki	史氏刻齒雀鯛												＊						＊	
Dascyllas aruanus	三帶圓雀鯛		＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊	＊	＊	
D. melanurus	黑尾圓雀鯛						＊												＊	
D. reticulatus	網紋圓雀鯛		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※
D. trimaculatus	三斑圓雀鯛		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊	＊※	＊※
Neoglyphidodon melas	黑副雀鯛				＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊※	＊	＊
N. nigroris	黑褐副雀鯛		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊※	＊	＊
Neopomacentrus cyanomos	新雀鯛																＊			
Plectroglyphidodon dickii	迪克氏固曲齒鯛			＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
P. johnstonianus	約島氏固曲齒鯛					＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊	＊	＊
P. lacrymatus	珠點固曲齒鯛				＊	＊		＊		＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
P. leucozona	單白帶固曲齒鯛									＊										
Pomacentrus leucozons	白帶雀鯛		＊	＊																
P. amboinensis	安邦雀鯛				＊	＊	＊												＊	＊
P. bankanensis	斑卡雀鯛			＊												＊	＊			
P. chrysurus	白尾雀鯛				＊						＊			＊	＊	＊	＊			＊
P. coelestis	霓虹雀鯛		＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
P. lepidogenys	頰鱗雀鯛		＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊	＊	＊
P. moluccensis	麻六雀鯛				＊	＊	＊	＊	＊					＊	＊	＊		＊	＊	
P. nigromarginatus	黑鰭緣雀鯛													＊						
P. opisthostigma	腋斑雀鯛														＊	＊	＊			
P. pavo	青玉雀鯛			＊			＊			＊	＊			＊			＊			
P. philippinus	菲律賓雀鯛				＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
P. tripunctatus	三斑雀鯛									＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊		
P. vaiuli	王子雀鯛		＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Stegases fasciolatus	藍紋高身雀鯛				＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊		＊	＊		＊※	＊	
S. altus	羽高身雀鯛				＊															
S. nigricans	黑真雀鯛									＊	＊							＊	＊	＊
Priacanthidae 大眼鯛科																				
Cookeolus boops	紅目大眼鯛						＊※			※		※		※	※	※				
Priacanthus blochii	斑鰭大眼鯛													※				※		
P. cruentatus	血斑大眼鯛												※		＊			＊		
P. hamrur	寶石大眼鯛	＊						※	※	※							＊	＊	※	＊※
P. macracanthus	大眼鯛		＊						※		※							＊	※	※

續表 5-14 第三核能發電廠附近海域民國 82 年至 100 年魚類相之調查

(＊代表珊瑚礁魚類※代表後壁湖漁獲)

種名	中文名稱	82年度	83年度	84年度	85年度	86年度	87年度	88年度	89年	90年	91年	92年	93年	94年	95年	96年	97年	98年	99年	100年
Pristigenys niphonia	大鱗大眼鯛												※			※	※			
Pseudochromidae 准雀鯛科																				
Dampieria cyclophthalma	環眼准雀鯛		＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊※	＊	＊
D. melanotaenia	黑條紋准雀鯛				＊							＊		＊	＊	＊※		＊※		※
Pseudochromis cyanotaenia	藍帶准雀鯛														＊		＊			
Rachycentridae 海鱺科																				
Rachyentron canadum	海鱺									※	※	※		※	※	※				
Scaridae 鸚哥魚科																				
Bolbometopon muricatum	隆頭鸚哥魚														＊※	＊			※	
Calotomus calorinus	台灣鸚哥魚	＊														＊※	＊	＊		
Cetoscarus bicolor	青鸚哥魚				＊	＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊※	＊	＊	＊	＊			
Hipposcarus longiceps	長吻鸚哥魚					＊	＊		＊	＊	＊	＊		※	＊	＊	＊	＊※	＊	
Scarus atropectoralis	紅鸚哥魚								※		※		※							
S. bowersi	鮑氏鸚哥魚		＊					＊	※			※					＊	※	※	＊
S. chlorodon	綠鸚哥魚				＊															
S. dimidiatus	新月鸚哥魚							＊	＊		＊				※	＊			※	※
S. festivus	橫紋鸚哥魚						＊※		※	※		※								＊
S. forsteni	福氏鸚哥魚					＊	＊※	＊※	＊	＊	＊※	＊	＊※	＊	＊※	＊	＊※	＊※	＊※	＊※
S. frenatus	黃鸚哥魚					＊	※	※				※		＊						
S. ghobban	藍點鸚哥魚	＊					＊※	※	※	＊※	＊※	※	※	※	※	＊※	＊※	※	※	＊※
S. gibbus	鈍頭鸚哥魚						＊※		※	※		＊※	＊			＊		＊	＊	＊
S. globiceps	蟲紋鸚哥魚									※				＊※	＊※	※		＊※		
S. hypselopterus	爪哇鸚哥魚																			＊
S. lunula	彎月鸚哥魚									※										
S. niger	頸斑鸚哥魚			＊	＊	＊	＊							＊※	＊	＊	＊	＊		※
S. ocdema	疣鸚哥魚					＊								＊	※					
S. oviceps	姬鸚哥魚		＊	＊	＊		＊		＊	＊	＊	＊	＊	※＊	＊	＊※	＊	＊	＊※	
S. oviforns	卵頭鸚哥魚						※													
S. prasiognathos	綠頜鸚哥魚		＊					※		※	＊	※					※	＊	＊※	＊
S. psittacus	鸚哥魚					＊	＊※					＊	＊	＊※	＊※	＊	＊※	＊※	＊※	
S. pyrrhurus	紅尾鸚嘴魚		＊		＊	＊						※						※	※	※
S. rivulatus	雜紋鸚哥魚											※		※	※	※	※	※	※	＊※
S. rubroviolaceus	紅紫鸚哥魚		＊		＊	＊	＊	＊※			※	＊※	※	＊※	＊※	※	＊※	※	＊※	＊
S. schlegeli	史氏鸚哥魚	＊				＊	＊	＊	＊	＊※	＊※	＊	＊※	＊※	＊※	＊※	＊	＊	※	＊※
S. sordidus	白斑鸚哥魚				＊	＊	＊			＊※	＊	＊	＊	＊	＊※	＊	＊	＊	＊※	＊※
S. tricolor	一字鸚哥魚	＊																		
Scatophagidae 金錢魚科																				
Scatophgus argus	金錢魚																	※		
Sciaenidae 石首魚科																				
Atrobucca nibe	黑鰔																	※		
Scombridae 鯖科																				
Acanthocybium solandii	棘鰆						※		※	※	※	※		※	※		※	※	※	※
Auxis thazard	扁花鰹										※	※	※	※		※	※			
Euthynnu affinis	巴鰹							※	※	※		※	※			※				
E. pelamis	正鰹						※		※	※	※	※	※	※						※
Rastrelliger faughni	富氏金帶花鯖																※			
Sarda orieneails	東方狐鰹						※									※	※			
Scomber australasiaus	花腹鯖							※												
S. japonicus	白腹鯖							※	※			※			※		※			
Scomberomorus commerson	鰆												※							
S. guttatus	台灣馬加鰆						※													
S. koreanus	高麗馬加鰆						※													
Thunnus alalunga	長鰭鮪											※								
T. 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																		＊	
Parascorpaena mossambica	莫三鼻克圓鱗鮋																			＊
Pterois antennata	觸角簑鮋							＊	＊		＊	＊	＊			＊	＊	＊		＊
P. radiatus	軸紋簑鮋			＊											＊			＊		＊

續表 5-14 第三核能發電廠附近海域民國 82 年至 100 年魚類相之調查

(＊代表珊瑚礁魚類※代表後壁湖漁獲)

種名	中文名稱	82年度	83年度	84年度	85年度	86年度	87年度	88年度	89年	90年	91年	92年	93年	94年	95年	96年	97年	98年	99年	100年
P. volitans	魔鬼簑鮋											＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Scorpaenopsis diabolus	駝背石狗公				＊															
S. cirrosa	鬼石狗公						※								※	＊※				＊
Scorpaeha noglecta	絡鰓鮋						※							※						
S. ornaria	斑鰭鮋										※	※		※						
Scorpaenodes parripinnis	短翅小鮋						※	※	※					※						
Sebastiscus albofasciatus	白條紋石狗公										※									
S. tertius	三色石狗公										※									※
Synanceia verrucosa	玫瑰毒鮋	＊																		
Serranidae 鮨科																				
Aethaloperca rogaa	煙鱠							※	※										※	
Anthias elongatus	長花鮨														※	※				※
A. fasciatus	條紋花鮨						※										※			
A. pascalus	厚唇花鱸							＊※	＊											
A. squamipinnis	金花鮨																※			
A. truncatus	截尾花鮨					＊														
Anyperodon leucogrammiaus	白線光鮨						※	※	※					※	※	※	※	※	※	
Caprodon schlegeli	施氏花鱸						※								※					
Cephalopholis analis	紅點九刺鮨						※				※						※			※
C. argus	斑點九刺鮨						※	※	※						※	※	※	※	※	※
C. boenack	橫紋九刺鮨		＊	＊			※									＊			※	
C. miniata	青星九刺鮨					＊	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※
C. pachycentron	橫帶九刺鮨		＊																	
C. sexmaculatus	六斑九刺鮨						※	※					※	※		※			※	※
C. sonnerati	宋氏九刺鮨										※						※			※
C. spiloparaeus	黑緣九刺鮨						※					※			※	※	※	※	※	※
C. urodeta	尾紋九刺鮨		＊		＊	＊	＊※	＊※	＊	※	＊	＊※	＊	＊	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※	＊※
Chelidoperca hirundinacea	小花鱸																	※		
C. pleurospilus	黑點小花鱸														※		※			
Chromileptes altivelis	駝背鱸														＊				※	
Epinephelus akaara	赤點石斑魚																			※
E. amblycephalus	鑲點石斑魚																	＊	※	
E. awoara	青石斑魚									※				※	※	※				
E. bleekeri	布氏石斑魚						※					※	※	※＊	※	※	※	※	※	
E. caeruleopunctatus	藍點石斑魚									＊										
E. chlorostigma	密點石斑魚														※				※	
E. coioides	點帶石斑魚							※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※	※
E. epistictus	小紋石斑魚																			※
E. fasciatus	赤石斑魚					＊	※	※	＊※	※	※	※	＊	＊※	＊※	＊※	※	※	※	※
E. hexagonatus	六角石斑魚							＊※					※	＊※	＊※	＊※	※	※	※	＊※
E. maculatus	花點石斑魚						※	※					※	※	※	＊	＊	＊		
E. malabaricus	瑪拉巴石斑魚							※				※			※				＊※	※
E. melanostigma	黑點石斑魚													※			※			
E. merra	網紋石斑魚						※	※		※	※			＊						
E. morrhua	吊橋石斑魚						※	※								※				
E. poecilonotus	琉璃石斑魚								※											
E. radiatus	雲紋石斑魚											※	※	※	※					※
E. retouti	雷拖氏石斑魚															※				
E. rivulatus	霜點石斑魚						※													
E. trimaculatus	三斑石斑魚							※	※	※	※	※						※		
Holanthias borbonius	粗斑花鱸						※	※	※	※	※	※	※		※	※	※			※
H. chrysostictus	金帶粗斑花鱸						※			※		※	※		※	※				※
H. katayamai	片山花鱸						※	※	※		※									
Liopropoma aragai	荒賀氏鱠														※		※	※	※	
Odontanthias unimaculatus	單斑齒花鮨		＊																	
Plectranthias cooperi	庫伯氏花鱸				＊	＊														
P. yamakawai	山川氏棘花鱸						※													
Plectropomus bicolor	二色花鱸				＊	＊										＊				
P. laevis	橫斑刺鰓鮨		＊		＊								＊							※
P. leopardus	花斑刺鰓鮨						※							＊※				※	※	※
P. squamipinnis	長棘花鮨		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Pseudanthias pascalus	厚唇花鱸																＊			
Sacura margaritaceus	珠斑花鱸						※										※			
Saloptia powelli	褒氏貧鱠																			※

續表 5-14 第三核能發電廠附近海域民國 82 年至 100 年魚類相之調查

(＊代表珊瑚礁魚類※代表後壁湖漁獲)

種名	中文名稱	82年度	83年度	84年度	85年度	86年度	87年度	88年度	89年	90年	91年	92年	93年	94年	95年	96年	97年	98年	99年	100年
Variola albimarginatus	白緣星鱠		＊				※	※	※	※	※	※		※	※	※	※	※	※	※
V. louti	星鱠				＊		※	※	※	※	※		※	※	＊※	※	※	※	※	※
Siganidae 藍子魚科																				
Siganus argenteus	銀藍子魚				＊		※	※				※		※	＊※		＊	＊		
S. canaliculatus	長鰭藍子魚							※	※		※	※	※	※	＊※	＊※	※	※	＊※	※
S. fusescens	褐藍子魚						※	※	※	※	※	＊		＊		※	＊※		※	＊※
S. guttatus	點藍子魚					＊				※					＊					
S. spinus	網紋藍子魚													＊						
S. vermiculatus	蟲紋臭都魚	＊															＊	＊※	＊	
S. vulpinus	狐面藍子魚											＊								
Soleidae 鰨科																				
Heteromycteris matsubarai	松原氏鉤嘴鰨																			※
Pardachirus pavoninus	豹鰨													※						
Sparidae 鯛科																				
Acanthopagrus bagius	灰鰭鯛						※					※		※				※		
Dentex tumifrons	赤鯨								※							※				
Monotaxis grandoculis	單列齒鯛		＊																	
Sparus sarba	黃錫鯛																	※		
Sphyraenidae 金梭魚科																				
Sphyraena acutipinnis	尖鰭金梭魚						※		※			※			＊※		※			
S. barracuda	巴拉金梭魚										＊							＊		
S. flavicauda	黃尾金梭魚												＊	＊	＊		＊	＊	＊	＊
S. jello	竹針魚						※									＊※	※			
S. nigripinnis	黑鰭金梭魚							※		※										
S. puthamial	布氏金梭魚						※	※				※	＊※		＊※					
Stromateidae 鰏科																				
Psenopsis anomala	刺鰏								※	※				※						
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	小蜥魚	＊																		
Synodus capricornis	羊角狗母																			※
S. rubomarmoratus	紅花斑狗母												＊			※	＊※			
S. ulae	紅斑狗母											※	※		＊※		※			
S. 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	條紋鯚																※			
Tetraodontidae 四齒魨科																				
Arothron hispidus	紋腹叉鼻魨				＊		＊	＊	＊		＊	＊		＊		＊			＊	＊
A. meleagris	黑點河魨		＊							＊										＊
A. nigropunctatus	黑斑河魨		＊					＊		＊	＊	＊			＊	＊	＊	＊	＊	＊
A. reticularis	網斑叉鼻魨																			＊
A. stellatus	星斑叉鼻魨			＊	＊												＊	＊	＊	
Canthigaster compressus	扁背尖鼻魨															＊				
C. coronata	冠帶扁背魨				＊						＊									
Canthigaster solandri	索氏尖鼻魨																			＊
C. valentini	瓦氏尖鼻魨		＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊
Lagocephalus sceleratus	兇兔頭魨					＊														
Trichiuridae 帶魚科																				
Trichiurus lepturus	白帶魚														※	※				
Tripterygiidae 三鰭鱂科																				
Helcogramma striata	縱帶彎線鱂																＊			＊
Xiphiidae 劍旗魚科																				
Xiphias gladius	劍旗魚						※	※		※		※								
Zanclidae 鑣魚科																				
Zanclus cornutus	角鑣魚	＊	＊	＊		＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊	＊

註：自 87 年度開始新增後壁湖漁獲生物相之調查

表 5-15　　第三核能發電廠沿海海域漁場作業調查表

□底刺網：單層刺網，網目尺寸_____一領網長_____，共放幾領____

□延繩釣：共放幾鉤_____，餌料：_____，作業時數 _____

□一支釣：共放幾鉤_____，餌料：_____，作業時數 _____

放網	漲潮		落潮		起網	漲潮		落潮		放網位置編號
年　月　日　時　分					年　月　日　時　分					

魚編號(魚名)	重量(斤)	魚價(元/斤)	魚編號(魚名)	重量(斤)	魚價(元/斤)

每航次用油量：　　公升。每航次燃料費：　　元。漁筏維修費用：　　元。

漁具維護費用：　　元。（若無該項費用則免填）

表 5-16　第三核能發電廠沿海海域底刺網作業漁筏 CPUE 與 IPUE 之月別變化

(民國 85 年 7 月～100 年 12 月)

年別	月別	航次	漁獲量 (公斤)	漁獲金額 (元)		平均單價 (元/公斤)	CPUE (公斤/航次)	IPUE (元/航次)
	7	26	1284	191728		149	49	7347
	8	26	979	147427		151	38	5670
85	9	16	507	79140		156	32	4946
	10	15	474	74280		157	32	4952
	11	24	806	124360		154	34	5182
	12	23	563	85020		151	24	3697
合計		130	4613	701955	平均	152	35	5400
	1	15	607	74858		123	40	4991
	2	24	966	117455		122	40	4894
	3	22	582	74180		127	26	3372
	4	22	689	83812		122	31	3810
	5	27	855	96920		113	32	3590
86	6	15	358	41270		115	24	2751
	7	20	582	63100		108	29	3155
	8	21	677	76538		113	32	3645
	9	23	634	71232		112	28	3097
	10	23	617	66590		108	27	2895
	11	19	737	91570		124	39	4819
	12	23	635	65367		103	28	2842
合計		254	7939	922892	平均	116	31	3633
	1	20	452	45530		101	23	2277
	2	24	616	58925		96	26	2455
	3	14	372	32082		87	27	2292
	4	18	662	54055		82	37	3003
	5	20	835	69755		84	42	3488
87	6	24	898	84740		94	37	3531
	7	30	1205	118180		98	40	3939
	8	33	1668	155112		93	51	4700
	9	29	1658	150682		91	57	5196
	10	24	1169	102525		88	49	4272
	11	27	1390	128165		92	51	4747
	12	25	1245	115648		93	50	4626
合計		288	12170	1115649	平均	92	42	3874

續表 5-16 第三核能發電廠沿海海域底刺網作業漁筏 CPUE 與 IPUE 之月別變化

(民國 85 年 7 月～100 年 12 月)

年別	月別	航次	漁獲量 (公斤)	漁獲金額 (元)		平均單價 (元/公斤)	CPUE (公斤/航次)	IPUE (元/航次)
	1	25	1148	108460		95	46	4338
	2	19	757	69952		93	40	3682
	3	20	704	67810		96	35	3391
	4	23	888	77450		87	39	3367
	5	23	1045	95100		91	45	4135
88	6	22	1031	91892		89	47	4177
	7	22	1010	91640		91	46	4165
	8	21	1143	106120		93	54	5053
	9	23	1108	98397		89	48	4278
	10	20	974	86428		89	49	4321
	11	20	853	77746		91	43	3887
	12	21	924	79105		86	44	3767
合計		260	11613	1052510	平均	91	45	4048
	1	22	1021	95442		94	46	4338
	2	20	755	68210		90	38	3411
	3	23	1003	89727		89	44	3901
	4	24	1175	100843		86	49	4202
	5	22	974	87276		90	44	3967
89	6	23	1130	90985		81	49	3956
	7	22	980	84545		86	45	3843
	8	22	1163	93600		80	53	4255
	9	23	998	99339		100	43	4319
	10	22	1033	79977		77	47	3635
	11	21	1058	86195		81	50	4105
	12	21	1186	93529		79	56	4454
合計		265	12476	1069668	平均	86	47	4037

續表 5-16 第三核能發電廠沿海海域底刺網作業漁筏 CPUE 與 IPUE 之月別變化

(民國 85 年 7 月～100 年 12 月)

年別	月別	航次	漁獲量 (公斤)	漁獲金額 (元)		平均單價 (元/公斤)	CPUE (公斤/航次)	IPUE (元/航次)
	1	20	1005	78218		78	50	3911
	2	22	955	79070		83	43	3594
	3	21	911	67970		75	43	3237
	4	22	909	69550		77	41	3161
	5	22	937	70660		75	43	3212
90	6	22	860	65140		76	39	2961
	7	22	1045	79796		76	48	3627
	8	22	916	71578		78	42	3254
	9	22	935	70483		75	43	3204
	10	21	880	66720		76	42	3177
	11	22	848	63170		74	39	2871
	12	22	796	62080		78	36	2822
合計		260	10997	844435	平均	77	42	3248
	1	22	917	67884		74	42	3086
	2	22	989	75800		77	45	3445
	3	22	1011	73764		73	46	3353
	4	21	861	70040		81	41	3335
	5	22	846	70580		83	38	3208
91	6	24	846	67520		80	35	2813
	7	17	673	53170		79	40	3128
	8	18	772	59002		76	43	3278
	9	21	859	62960		73	41	2998
	10	21	797	60190		76	38	2866
	11	19	787	60810		77	41	3201
	12	19	743	56992		77	39	3000
合計		248	10101	778712	平均	77	41	3140

續表 5-16 第三核能發電廠沿海海域底刺網作業漁筏 CPUE 與 IPUE 之月別變化

(民國 85 年 7 月～100 年 12 月)

年別	月別	航次	漁獲量 (公斤)	漁獲金額 (元)		平均單價 (元/公斤)	CPUE (公斤/航次)	IPUE (元/航次)
	1	17	535	41564		78	31	2445
	2	20	733	62278		85	37	3114
	3	22	711	58530		82	32	2660
	4	21	742	60682		82	35	2890
	5	21	726	57590		79	35	2742
92	6	23	724	56250		78	31	2446
	7	24	639	48870		76	27	2036
	8	24	629	50680		81	26	2112
	9	22	614	49690		81	28	2259
	10	22	598	48440		81	27	2202
	11	22	551	44010		80	25	2000
	12	21	593	46100		80	25	2000
合計		259	7775	620944	平均	80	30	2397
	1	21	697	55310		79	33	2634
	2	23	881	67920		77	38	2953
	3	24	955	71955		75	40	2998
	4	23	820	64130		78	36	2788
	5	22	916	73432		80	42	3338
93	6	22	882	69040		78	40	3138
	7	24	983	76530		78	41	3189
	8	23	973	75734		78	42	3293
	9	24	954	75930		80	40	3164
	10	22	642	62180		97	29	2826
	11	24	1095	121405		111	46	5059
	12	24	1370	135839		99	57	5660
合計		276	11168	949405	平均	85	40	3440

續表 5-16 第三核能發電廠沿海海域底刺網作業漁筏 CPUE 與 IPUE 之月別變化

(民國 85 年 7 月～100 年 12 月)

年別	月別	航次	漁獲量 (公斤)	漁獲金額 (元)		平均單價 (元/公斤)	CPUE (公斤/航次)	IPUE (元/航次)
	1	24	1338	126402		94	56	5267
	2	21	1147	106580		93	55	5075
	3	24	1198	111050		93	50	4627
	4	24	1303	120170		92	54	5007
	5	24	1418	130690		92	59	5445
94	6	24	1321	120800		91	55	5033
	7	24	1488	139590		94	62	5816
	8	24	1385	130080		94	58	5420
	9	24	1409	132110		94	59	5505
	10	24	1507	142200		94	63	5925
	11	24	1425	134480		94	59	5603
	12	24	1427	135150		95	59	5631
合計		285	16366	1529302	平均	93	57	5366
	1	23	1421	138030		97	62	6001
	2	24	1430	127340		89	60	5306
	3	24	1484	165650		112	62	6902
	4	24	1523	168140		110	63	7006
	5	23	1529	167080		109	66	7264
95	6	24	1524	166570		109	63	6940
	7	24	1445	158560		110	60	6607
	8	24	1459	160710		110	61	6696
	9	24	1477	156670		106	62	6528
	10	24	1441	153070		106	60	6378
	11	24	1380	145600		106	58	6067
	12	24	1402	142170		101	58	5924
合計		286	17515	1849590	平均	106	61	6467

續表 5-16 第三核能發電廠沿海海域底刺網作業漁筏 CPUE 與 IPUE 之月別變化

(民國 85 年 7 月～100 年 12 月)

年別	月別	航次	漁獲量 (公斤)	漁獲金額 (元)		平均單價 (元/公斤)	CPUE (公斤/航次)	IPUE (元/航次)
	1	24	1373	136770		100	57	5699
	2	24	1347	131690		98	56	5487
	3	24	1312	130810		100	55	5450
	4	24	1309	134220		103	55	5593
	5	24	1348	140490		104	56	5854
96	6	24	1330	137660		104	55	5736
	7	24	1376	147260		107	57	6136
	8	24	1448	163593		113	60	6816
	9	24	1360	151210		111	57	6300
	10	24	1342	148440		111	56	6185
	11	24	1377	153680		112	57	6403
	12	20	1154	149020		129	58	7451
合計		284	16075	1724843	平均	107	57	6073
	1	17	895	118360		132	53	6962
	2	14	728	100580		138	52	7184
	3	16	847	116110		137	53	7257
	4	18	960	133770		139	53	7432
	5	18	970	135260		140	54	7514
97	6	17	874	123440		141	51	7261
	7	17	947	133671		141	56	7863
	8	16	871	123670		142	54	7729
	9	18	995	139220		140	55	7734
	10	17	905	124930		138	53	7349
	11	20	1033	152600		148	52	7630
	12	18	940	133670		142	52	7426
合計		206	10966	1535281	平均	140	53	7453

續表 5-16 第三核能發電廠沿海海域底刺網作業漁筏 CPUE 與 IPUE 之月別變化

(民國 85 年 7 月～100 年 12 月)

年別	月別	航次	漁獲量 (公斤)	漁獲金額 (元)		平均單價 (元/公斤)	CPUE (公斤/航次)	IPUE (元/航次)
	1	17	838	118180		141	49	6952
	2	19	988	139860		142	52	7361
	3	19	979	137620		141	52	7243
	4	17	869	123240		142	51	7249
	5	20	1028	144700		141	51	7235
98	6	17	862	122240		142	51	7191
	7	17	859	120630		140	51	7096
	8	19	1047	146530		140	55	7712
	9	17	887	124020		140	52	7295
	10	17	878	122370		139	52	7198
	11	17	932	132740		142	55	7808
	12	16	806	111760		139	50	6985
合計		212	10973	1543890	平均	141	52	7283
	1	19	957	134490		141	50	7078
	2	17	842	118810		141	50	6989
	3	16	806	112990		140	50	7062
	4	17	845	119504		141	50	7030
	5	19	992	139310		140	52	7332
99	6	16	784	124670		159	49	7792
	7	17	832	133630		161	49	7861
	8	16	791	127530		161	49	7971
	9	15	738	118350		160	49	7890
	10	16	825	129940		158	52	8121
	11	17	943	142000		151	55	8353
	12	14	685	109500		160	49	7821
合計		199	10040	1510724	平均	150	50	7592

續表 5-16 第三核能發電廠沿海海域底刺網作業漁筏 CPUE 與 IPUE 之月別變化

(民國 85 年 7 月～100 年 12 月)

年別	月別	航次	漁獲量 (公斤)	漁獲金額 (元)		平均單價 (元/公斤)	CPUE (公斤/航次)	IPUE (元/航次)
	1	16	771	122250		159	48	7641
	2	12	530	86150		163	44	7179
	3	16	689	106370		154	43	6648
	4	13	612	97800		160	47	7523
100	7	26	501	115245		230	19	4433
	8	14	315	80310		255	23	5736
	9	22	813	192195		236	37	8736
	10	10	216	55035		255	22	5504
	11	5	90	21625		240	18	4325
	12	7	92	35200		200	13	5029
合計		141	4629	912180	平　均	197	33	6469
總計		3853	175415	18661780	總平均	106	46	4843

表 5-17　第三核能發電廠沿海海域延繩釣作業漁筏 CPUE 與 IPUE 之月別變化

(民國 100 年 4 月～12 月)

年別	月別	航次	漁獲量 (公斤)	漁獲金額 (元)		平均單價 (元/公斤)	CPUE (公斤/航次)	IPUE (元/航次)
	4	48	541	124507		230	11	2594
	5	45	734	232301		316	16	5162
	6	34	553	169883		307	16	4997
100	7	24	406	112400		277	17	4683
	8	33	593	133711		226	18	4052
	9	30	602	174013		289	20	5800
	10	14	234	59530		254	17	4252
	11	20	278	66121		238	14	3306
	12	11	216	41778		193	20	3798
合計		259	4157	1114244	平均	268	16	4302

表 5-18　第三核能發電廠沿海海域底刺網漁獲魚種組成

(民國 85 年 7 月～100 年 12 月)

科　　名	學　　名	中　文　名
Acanthuridae 刺尾鯛科	*Acanthurus dussumieri*	杜氏刺尾鯛
Acanthuridae 刺尾鯛科	*Acanthurus olivaceus*	一字粗皮鯛
Acanthuridae 刺尾鯛科	*Acanthurus pyroferus*	火紅刺尾鯛
Acanthuridae 刺尾鯛科	*Acanthurus triostegus*	橫帶刺尾鯛
Acanthuridae 刺尾鯛科	*Naso annulatus*	短角天狗鯛
Acanthuridae 刺尾鯛科	*Naso brachycentron*	粗棘鼻魚
Acanthuridae 刺尾鯛科	*Naso hexacanthus*	六棘天狗鯛
Acanthuridae 刺尾鯛科	*Zebrasoma veligerum*	高鰭刺尾魚
Albulidae 狐鰮科	*Albula glossodonta*	北梭魚
Albulidae 狐鰮科	*Albula vulpes*	狐鰮
Aplodactylidae 鷹斑鶲科	*Goniistius zonatus*	花尾鷹鶲
Apogonidae 天竺鯛科	*Apogon quadrifaciatus*	四線天竺鯛
Balistidae 鱗鮏科	*Abalistes stellatus*	寬尾鱗鮏
Balistidae 鱗鮏科	*Balistapus undulatus*	鉤鱗鮏
Balistidae 鱗鮏科	*Balistapus conspicillum*	花斑擬鱗鮏
Balistidae 鱗鮏科	*Pseudobalistes fuscus*	黑副鱗鮏
Balistidae 鱗鮏科	*Rhinecanthus aculeatus*	尖吻棘鮏
Balistidae 鱗鮏科	*Sufflamen chrysopterus*	金鰭皮剝鮏
Balistidae 鱗鮏科	*Sufflamen fraetus*	黃紋鼓氣鱗鮏
Belonidae 鶴鱵科	*Tylosurus melanotus*	叉尾鶴鱵
Bothidae 鮃科	*Pseudorhombus arsius*	大齒斑鮃
Caesionidae 烏尾冬科	*Caesio caerulaurea*	烏尾冬
Caesionidae 烏尾冬科	*Pterocaesio digramma*	雙帶烏尾冬
Caesionidae 烏尾冬科	*Paracaesio xanthurus*	黃擬烏尾冬
Carangidae 鰺科	*Alectis ciliaris*	白鬚鰺
Carangidae 鰺科	*Caranx melamphgus*	藍鰭鰺
Carangidae 鰺科	*Elagatis bipinnulatus*	雙帶鰺
Carangidae 鰺科	*Scomberoides lysan*	逆溝鰺

續表 5-18　第三核能發電廠沿海海域底刺網漁獲魚種組成

(民國 85 年 7 月～100 年 12 月)

科　　名	學　　名	中　文　名
Carangidae 鰺科	*Selar crumenophthalmus*	脂眼凹肩鰺
Carangidae 鰺科	*Seriola dumerili*	紅甘鰺
Chaetodontidae 蝶魚科	*Chaetodon citrinellus*	胡麻鰈魚
Chaetodontidae 蝶魚科	*C. kleinii*	霙蝶魚
Chaetodontidae 蝶魚科	*C. lineolatus*	紋身蝶魚
Chaetodontidae 蝶魚科	*C. speculum*	鏡斑蝶魚
Chaetodontidae 蝶魚科	*C. trifascialis*	川紋鰈魚
Chaetodontidae 蝶魚科	*C. argentatus*	銀身蝴蝶魚
Chaetodontidae 蝶魚科	*C. auriga*	揚旛蝴蝶魚
Chaetodontidae 蝶魚科	*C. auripes*	耳帶蝴蝶魚
Chaetodontidae 蝶魚科	*C. meyeri*	麥氏蝴蝶魚
Chaetodontidae 蝶魚科	*C. ornatissimus*	華麗蝴蝶魚
Chaetodontidae 蝶魚科	*C. vagabundus*	飄浮蝴蝶魚
Chaetodontidae 蝶魚科	*C. xanthurus*	紅尾蝴蝶魚
Chaetodontidae 蝶魚科	*Coradion chrysozonus*	金斑少女魚
Chaetodontidae 蝶魚科	*Hemitaurichthys polylepis*	銀斑蝶魚
Chaetodontidae 蝶魚科	*Heniochus acuminatus*	白吻雙帶立旗鯛
Chaetodontidae 蝶魚科	*Heniochus chysostomus*	三帶立旗鯛
Chaetodontidae 蝶魚科	*Heniochus monoceros*	烏面立旗鯛
Chaetodontidae 蝶魚科	*Heniochus singularius*	單棘立旗鯛
Chaetodontidae 蝶魚科	*Heniochus varius*	黑身立旗鯛
Chanos 虱目魚科	*Chanos chanos*	虱目魚
Coryphaenidae 鬼頭刀科	*Coryphaena hippurus*	鬼頭刀
Dactyloptend 飛角魚科	*Dactyloptena orientalis*	東方飛角魚
Dasyatidae 土魟科	*Dasytis kuhlii*	古氏土魟
Echeneidae 印魚科	*Echeneis naucrates*	長印魚
Ephippidae 燕魚科	*Platax orbicularis*	圓眼燕魚
Ephippidae 燕魚科	*Platax pinnatus*	圓翅燕魚

續表 5-18　第三核能發電廠沿海海域底刺網漁獲魚種組成

(民國 85 年 7 月～100 年 12 月)

科　　名	學　　名	中　文　名
Exocoetidae 飛魚科	*Cypselurus cyanopterus*	黑鰭飛魚
Fistulariidae 馬鞭魚科	*Fistularia petimba*	馬鞭魚
Teroaponidae 條紋雞魚科	*Terapon jarbua*	鯽
Grammistidae 黑鱸科	*Grammistes sexlineatus*	六線黑鱸
Grammistidae 黑鱸科	*Plectorhinchus cinctus*	花軟唇
Grammistidae 黑鱸科	*Plectorhinchus lineatus*	條紋石鱸
Grammistidae 黑鱸科	*Plectorhinchus goldmanni*	斜帶石鱸
Grammistidae 黑鱸科	*Plectorhinchus pictus*	花旦石鱸
Grammistidae 黑鱸科	*Plectorhinchus picus*	東方石鱸
Grammistidae 黑鱸科	*Pomadays kaakan*	星雞魚
Haemulidae 石鱸科	*Plectorhinchus cinctus*	花軟唇
Hemigaleidae 半鋸尾鯊科	*Hemiramphus far*	斑鰶
Holocentridae 金鱗魚科	*Adioryx diadema lacepede*	銀帶金鱗魚
Holocentridae 金鱗魚科	*Myripristis berndti*	凸領松毬
Kyphosidae 舵魚科	*Kyphosus lembus*	蘭勃舵魚
Kyphosidae 舵魚科	*Sarfocentron melanospils*	黑點棘鱗魚
Labridae 隆頭魚科	*Anampses caeruleopunctatus*	青班河南魚
Labridae 隆頭魚科	*Anampes meleagrides*	北斗阿南魚
Labridae 隆頭魚科	*Bodianus mesothorax*	中胸狐鯛
Labridae 隆頭魚科	*Caris gaimard*	蓋馬氏盔魚
Labridae 隆頭魚科	*Hemigymnus fasciatus*	條紋厚唇魚
Labridae 隆頭魚科	*Hemihynmus melapterus*	垂口鸚鯛
Labridae 隆頭魚科	*Macropharyngodon meleagris*	網紋曲齒鸚鯛
Labridae 隆頭魚科	*M.* sp.	曲齒鸚鯛
Labridae 隆頭魚科	*Thalassoma lutescens*	黃衣錦魚
Lampris 月魚科	*Lampris guttatus*	月魚
Lethrinidae 龍占科	*Gymnocranius japonicus*	日本白鱲
Lethrinidae 龍占科	*Lethrinus harak*	單斑龍占

續表 5-18　第三核能發電廠沿海海域底刺網漁獲魚種組成

(民國 85 年 7 月～100 年 12 月)

科　　名	學　　名	中　文　名
Lethrinidae 龍占科	*Lethrinus nebulosus*	青嘴龍占
Lethrinidae 龍占科	*Lethrinus mahsena*	白點龍占
Lethrinidae 龍占科	*Lethrinus miniatus*	長吻龍占
Lutjanidae 笛鯛科	*Lutjanus decussatus*	交叉笛鯛
Lutjanidae 笛鯛科	*Lutjanus fulviflamma*	火斑笛鯛
Lutjanidae 笛鯛科	*Lutjanus quinguelineatus*	五線笛鯛
Lutjanidae 笛鯛科	*Lutjanus rivulatus*	海雞母笛鯛
Lutjanidae 笛鯛科	*Lutjanus sebae*	川紋笛鯛
Lutjanidae 笛鯛科	*Lutjanus stellatus*	白星笛鯛
Malacanthidae 軟棘魚科	*Malacanthus latovittatus*	黑帶軟棘魚
Megalopidae 大眼海鰱科	*Megalops cyprinoides*	大眼海鰱
Monacanthidae 單棘魨科	*Alutera monoceros*	單角華單棘魨
Monacanthidae 單棘魨科	*Alutrus scriptus*	單尾單棘魨
Monacanthidae 單棘魨科	*Contherhines dumerili*	杜氏刺鼻單棘魨
Monacanthidae 單棘魨科	*Contherhines fronticinctus*	額斑刺鼻單棘魨
Mullidae 鬚鯛科	*Mullovidichthys Vanicolensis*	焰鬚鯛
Mullidae 鬚鯛科	*Parupeneus trigasciatus*	三帶海鯡鯉
Mullidae 鬚鯛科	*Parupeneus mulitifasciatus*	多帶海鯡鯉
Nemipteridae 紅姑魚科	*Scolopsis bilineatus*	雙帶赤尾冬
Nemipteridae 紅姑魚科	*Scolopsis xenochrous*	欖斑赤尾冬
Nemipteridae 紅姑魚科	*Scolopsis affinis*	烏面赤尾冬
Ophidiidae 鼬鰞科	*Brotula multibarbata*	多鬚鼬鰞
Oplegnathidae 石鯛科	*Opleganthus punctatus*	斑石鯛
Orectolobidae 鬚鮫科	*Orectolobus maculatus*	班鬚鮫
Orectolobidae 鬚鮫科	*Orectolobus japonicus*	日本鬚鮫
Ostraciontidae 箱魨科	*Lactoria cornutus*	角箱魨
Ostraciontidae 箱魨科	*Rhynchostracion rhinorhinchos*	吻鼻箱魨
Ostraciontidae 箱魨科	*Ostracion tubercultus*	粒突鎧魨

續表 5-18　第三核能發電廠沿海海域底刺網漁獲魚種組成

(民國 85 年 7 月～100 年 12 月)

科　　名	學　　名	中　文　名
Pempheridae 擬金眼科	*Pempheris oualensis*	烏伊蘭擬金眼鯛
Pentapodidae 絲尾鯛科	*Gymncranius sp*	白蠟之一種
Palinuridae 龍蝦科	*Panulirus longipes*	長足龍蝦
Pingnipedidae 虎鱚科	*Parapercis polyophthalma*	多斑虎鱚
Platycephaudae 牛尾魚科	*Ratabulus megacephalys*	花大眼牛尾魚
Plotosidae 鰻鯰科	*Plotosus anguillaris*	鰻鯰
Pomacanthidae 蓋刺魚科	*Apolemichthys trimaculatus*	三點阿波魚
Pomacanthidae 蓋刺魚科	*Centropyge neraldi*	海氏刺尻魚
Pomacanthidae 蓋刺魚科	*Centropyge tibicen*	白斑刺尻魚
Pomacanthidae 蓋刺魚科	*Pomacanthus imperator*	條紋蓋刺魚
Pomacanthidae 蓋刺魚科	*Pomacanthus semicirculatus*	疊波蓋刺魚
Pomacentridae 雀鯛科	*Abudefduf　vaigensis*	條紋豆娘魚
Priacanthidae 大眼鯛科	*Priacanthus hamrur*	寶石大眼鯛
Scaridae 鸚哥魚科	*Calotomus calorinus*	台灣鸚哥魚
Scaridae 鸚哥魚科	*Scarus forsteni*	福氏鸚哥魚
Scaridae 鸚哥魚科	*S. prasiognathos*	綠頜鸚哥魚
Scaridae 鸚哥魚科	*S. ruberviolaceus*	鈍頭鸚哥魚
Scaridae 鸚哥魚科	*S. schlegeli*	史氏鸚哥魚
Scaridae 鸚哥魚科	*S. tricolor bleeker*	一字鸚哥魚
Scaridae 鸚哥魚科	*S. ghobban*	藍點鸚哥魚
Scombridae 鯖科	*Auxis rochei*	花鰹
Scombridae 鯖科	*Scomber australasicus*	花腹鯖
Scombridae 鯖科	*Thunnus albacares*	黃鰭鮪
Scorpaenidae 鮋科	*Dendrochious zebra*	斑馬紋多臂簑
Scorpaenidae 鮋科	*Scorpaenopsis cirrosa*	鬼石狗公
Scorpaenidae 鮋科	*Scorpaena neglecta*	絡鰓鮋
Scorpaenidae 鮋科	*Scorpaena ornavia*	斑鰭鮋
Serranidae 鮨科	*Anthias fasciatus*	條紋花鮨

續表 5-18　第三核能發電廠沿海海域底刺網漁獲魚種組成

(民國 85 年 7 月～100 年 12 月)

科　　名	學　　名	中　文　名
Serranidae 鮨科	*Cephalopholis miniata*	青星九刺鮨
Serranidae 鮨科	*Chelidoperca pleurospilus*	黑點小花鱸
Serranidae 鮨科	*Epinephelus bleekeri*	布氏石斑魚
Serranidae 鮨科	*Epinephelus coioides*	點帶石斑魚
Serranidae 鮨科	*Epinephelus merra*	網紋石斑魚
Serranidae 鮨科	*Epinephelus retouti*	雷拖氏石斑魚
Serranidae 鮨科	*Holanthias borbonins*	粗斑花鱸
Serranidae 鮨科	*Holanthias chrysosticus*	金帶粗斑花鱸
Serranidae 鮨科	*Variola louti*	側牙鱸
Serranidae 鮨科	*Plectropomus leopardus*	花斑刺鰓鮨
Serranidae 鮨科	*Selenanthias analis*	斑花鱸
Siganidae 臭都魚科	*Siganus guttatus*	點藍子魚
Siganidae 臭都魚科	*Siganus vermiculatus*	蟲紋臭都魚
Soleidae 鰨科	*Cynoglossus bilineatus*	雙線舌鰨
Soleidae 鰨科	*Pardachirus paroninus*	豹鰨
Soleidae 鰨科	*Synaptura marginata*	奄美鰨沙
Sphyraenidae 金梭魚科	*Sphyraena jello*	竹梭魚
Synanceiidae 毒鮋科	*Synanceia verrucosa*	玫瑰毒鮋
Synodontidae 狗母魚科	*Saurida gracilis*	小蜥魚
Theraponidae 條紋雞魚科	*Pelates quadrilineatus*	四線雞魚
Torpedinidae 電鰩科	*Narcine timlei*	丁氏木鏟電
Tridontidae 三齒魨科	*Triodon macropterus*	三齒魨
Uranoscopidae 騰科	*Inthyscopus lebeck*	披肩魚騰
Zanclidae 角蝶魚科	*Zanclus cornutus*	角蝶魚

表 5-19 第三核能發電廠沿海海域底刺網漁獲量之順位魚種

(民國 85 年 7 月～100 年 12 月)

年　別	漁獲量順位	魚　　名	漁獲量(公斤)	漁獲金額(元)
85	1	短角天狗鯛	397	41620
	2	鈍頭鸚哥魚	350	52170
	3	古氏土魟	316	20080
	4	花旦石鱸	295	73620
	5	一字鸚哥魚	288	45736
	6	一字粗皮鯛	284	44570
	7	六棘天狗鯛	261	27060
	8	雙帶烏尾冬	239	40050
	9	奄美鰯沙	215	21420
	10	綠頜鸚哥魚	160	26464
合　計			2805	392790
86	1	奄美鰯沙	865	83060
	2	短角天狗鯛	556	47282
	3	火紅刺尾鯛	530	44085
	4	單角華單棘魨	457	36790
	5	六棘天狗鯛	383	31960
	6	一字粗皮鯛	379	35030
	7	花旦石鱸	367	81300
	8	鈍頭鸚哥魚	326	41420
	9	凸頜松毬	309	59600
	10	古氏土魟	286	9970
合　計			4458	470497
87	1	奄美鰯沙	1073	106890
	2	火紅刺尾鯛	706	40355
	3	古氏土魟	634	25700
	4	短角天狗鯛	571	29050
	5	單角華單棘魨	551	28180
	6	花旦石鱸	530	97880
	7	鈍頭鸚哥魚	503	61940
	8	一字粗皮鯛	463	26797
	9	小口沙條鮫	395	14750
	10	藍鰭鰺	358	33660
合　計			5784	465202

續表 5-19　第三核能發電廠沿海海域底刺網漁獲量之順位魚種

(民國 85 年 7 月～100 年 12 月)

年　別	漁獲量順位	魚　　名	漁獲量(公斤)	漁獲金額(元)
88	1	奄美鰯沙	863	86220
	2	火紅刺尾鯛	666	33300
	3	短角天狗鯛	600	30090
	4	古氏土魟	573	21618
	5	花旦石鱸	495	79320
	6	單角華單棘魨	455	22780
	7	鈍頭鸚哥魚	428	46610
	8	一字粗皮鯛	360	18420
	9	藍點鸚哥魚	322	42745
	10	藍鰭鯵	311	29700
合　計			5073	410803
89	1	奄美鰯沙	1468	166554
	2	火紅刺尾鯛	781	39110
	3	古氏土魟	704	24340
	4	短角天狗鯛	622	31115
	5	單角華單棘魨	483	23820
	6	一字粗皮鯛	460	23100
	7	花旦石鱸	355	56560
	8	白鬚鯵	264	2590
	9	鈍頭鸚哥魚	253	27240
	10	藍點鸚哥魚	248	32500
合　計			5638	449529
90	1	奄美鰯沙	2113	196530
	2	蟲紋臭都魚	1172	31516
	3	花旦石鱸	1141	33182
	4	藍點鸚哥魚	823	21734
	5	火紅刺尾鯛	749	32963
	6	短角天狗鯛	746	14202
	7	單角華單棘魨	685	18678
	8	白鬚鯵	423	33248
	9	古氏土魟	409	17733
	10	小口沙條鮫	355	7981
合　計			8616	407767

續表 5-19　第三核能發電廠沿海海域底刺網漁獲量之順位魚種

(民國 85 年 7 月～100 年 12 月)

年　別	漁獲量順位	魚　　名	漁獲量(公斤)	漁獲金額(元)
91	1	短角天狗鯛	1318	40040
	2	奄美鰨沙	1314	79500
	3	火紅刺尾鯛	1099	32950
	4	單角華單棘魨	745	22170
	5	藍點鸚哥魚	681	14340
	6	白鬚鯵	441	29520
	7	古氏土魟	439	21300
	8	小口沙條鮫	395	18992
	9	蟲紋臭都魚	369	11960
	10	花鰹	308	6160
合　計			4265	276932
92	1	奄美鰨沙	613	61260
	2	雙帶烏尾冬	389	38930
	3	火紅刺尾鯛	382	19400
	4	花鰹	361	13700
	5	短角天狗鯛	301	15110
	6	蟲紋臭都魚	269	22160
	7	狐鰮	229	11460
	8	白鬚鯵	210	16700
	9	大眼海鰱	193	9680
	10	古氏土魟	193	6420
合　計			5481	214820
93	1	火紅刺尾鯛	1015	63685
	2	短角天狗鯛	637	32030
	3	單角華單棘魨	622	31095
	4	蟲紋臭都魚	621	53900
	5	白鬚鯵	449	44860
	6	古氏土魟	350	36090
	7	雙帶烏尾冬	326	12065
	8	藍點鸚哥魚	309	25825
	9	凸頜松毬	274	40640
	10	藍鰭鯵	230	21895
合　計			4833	362085

續表 5-19　第三核能發電廠沿海海域底刺網漁獲量之順位魚種

(民國 85 年 7 月～100 年 12 月)

年　別	漁獲量順位	魚　　名	漁獲量(公斤)	漁獲金額(元)
94	1	蟲紋臭都魚	1916	159700
	2	雙帶烏尾冬	1532	153040
	3	六棘天狗鯛	776	38820
	4	火紅刺尾鯛	770	88890
	5	單角華單棘魨	689	34470
	6	藍點鸚哥魚	664	66420
	7	銀帶金鱗魚	612	82840
	8	凸頜松毬	582	78600
	9	綠頜鸚哥魚	512	51030
	10	單尾單棘魨	476	27940
合　計			8530	781750
95	1	蟲紋臭都魚	2786	88600
	2	雙帶烏尾冬	2416	83580
	3	火紅刺尾鯛	1694	81900
	4	單角華單棘魨	1473	39630
	5	銀帶金鱗魚	1197	76690
	6	藍點鸚哥魚	870	44710
	7	克氏蝴蝶魚	709	23340
	8	史氏鸚哥魚	657	37490
	9	凸頜松毬	652	46810
	10	欖斑赤尾冬	605	32680
合　計			13059	555430
96	1	蟲紋臭都魚	1288	110560
	2	雙帶烏尾冬	914	93180
	3	火紅刺尾鯛	899	121680
	4	單角華單棘魨	820	68470
	5	粒突鎧魨	746	24860
	6	藍點鸚哥魚	718	84610
	7	克氏蝴蝶魚	601	60280
	8	銀帶金鱗魚	537	82040
	9	三帶立旗鯛	496	49810
	10	史氏鸚哥魚	456	55753
合　計			7475	751243

續表 5-19　第三核能發電廠沿海海域底刺網漁獲量之順位魚種

(民國 85 年 7 月～100 年 12 月)

年　別	漁獲量順位	魚　　名	漁獲量(公斤)	漁獲金額(元)
97	1	火紅刺尾鯛	757	125200
	2	雙帶烏尾冬	733	97752
	3	藍點鸚哥魚	570	76000
	4	銀帶金鱗魚	567	103840
	5	蟲紋臭都魚	561	74800
	6	單角華單棘魨	480	40000
	7	史氏鸚哥魚	437	58240
	8	玉線笛鯛	336	61600
	9	金鰭皮剝魨	306	56100
	10	川紋笛鯛	263	51197
合　計			5010	744729
98	1	蟲紋臭都魚	1115	148080
	2	雙帶烏尾冬	1102	146960
	3	火紅刺尾鯛	1007	167900
	4	銀帶金鱗魚	821	150590
	5	史氏鸚哥魚	800	106720
	6	藍點鸚哥魚	687	91720
	7	黑點棘鱗魚	633	115980
	8	鈍頭鸚哥魚	537	71520
	9	四線雞魚	327	43680
	10	耳帶蝴蝶魚	259	34230
合　計			7288	1077380
99	1	雙帶烏尾冬	900	134260
	2	蟲紋臭都魚	797	119424
	3	火紅刺尾鯛	728	110180
	4	銀帶金鱗魚	578	106320
	5	史氏鸚哥魚	555	81780
	6	叉尾鶴鱵	417	67840
	7	藍點鸚哥魚	392	61400
	8	四線雞魚	391	56900
	9	耳帶蝴蝶魚	329	52800
	10	焰鬚鯛	314	51560
合　計			5403	842464

續表 5-19　第三核能發電廠沿海海域底刺網漁獲量之順位魚種

(民國 85 年 7 月～100 年 4 月)

年　別	漁獲量順位	魚　　名	漁獲量(公斤)	漁獲金額(元)
100	1	火紅刺尾鯛	207	37790
	2	叉尾鶴鱵	150	17500
	3	雙帶烏尾冬	149	19840
	4	黑鰭飛魚	128	21320
	5	南方鮀魚	80	15960
	6	逆溝鰺	78	7800
	7	焰鬚鯛	78	13700
	8	史氏鸚哥魚	74	12400
	9	蟲紋臭都魚	68	9120
	10	鬼頭刀	67	8880
合　計			1079	164310
總　計			94284	8295101

表 5-19a　第三核能發電廠沿海海域底刺網漁獲量之順位魚種

(民國 100 年 7～12 月)

年　別	漁獲量順位	魚　　名	漁獲量(公斤)	漁獲金額(元)
100	1	南方舵魚	180	32520
	2	古式土紅魚	150	11760
	3	六棘天狗鯛	141	13740
	4	花軟唇	141	37050
	5	青嘴龍占	141	30840
	6	粗棘鼻魚	135	12840
	7	藍鰭鰺	129	17730
	8	藍點鸚哥魚	120	19530
	9	銀帶金鱗魚	120	25080
	10	剝皮魚	111	11700
合　計			1368	212790

表 5-20　第三核能發電廠沿海海域延繩釣漁獲魚種組成

(民國 100 年 4～12 月)

科　　名	學　　名	中　文　名
Albulidae 狐鰮科	*Albula vulpes*	狐鰮
Balistidae 鱗魨科	*Sufflamen chrysopterus*	金鰭皮剝魨
Carangidae 鰺科	*Caranx melamphgus*	藍鰭鰺
Carangidae 鰺科	*Alectis ciliaris*	白鬚鰺
Carangidae 鰺科	*Seriola dumerili*	紅甘鰺
Coryphaenidae 鬼頭刀科	*Coryphaena hippurus*	鬼頭刀
Dasyatidae 土魟科	*Dasytis kuhlii*	古氏土魟
Grammistidae 黑鱸科	*Plectorhinchus goldmanni*	斜帶石鱸
Grammistidae 黑鱸科	*Plectorhinchus picus*	東方石鱸
Haemulidae 石鱸科	*Parapristipoma trilineatum*	三線磯鱸
Haemulidae 石鱸科	*Plectorhinchus cinctus*	花軟唇
Haemulidae 石鱸科	*Pomadays kaakan*	星雞魚
Hemigaleidae 半鋸尾鯊科	*Hemigaleus microstoma*	小口沙條鮫
Holocentridae 金鱗魚科	*Adioryx diadema lacepede*	銀帶金鱗魚
Holocentridae 金鱗魚科	*Myripristis berndti*	凸頜松毬
Kyphosidae 舵魚科	*Sarfocentron melanospils*	黑點棘鱗魚
Lethrinidae 龍占科	*Gymnocranius japonicus*	日本白鱲
Lethrinidae 龍占科	*Lethrinus harak*	單斑龍占
Lethrinidae 龍占科	*Lethrinus nebulosus*	青嘴龍占
Lethrinidae 龍占科	*Lethrinus miniatus*	長吻龍占
Lutjanidae 笛鯛科	*Lutjanus bengalensis*	孟加拉笛鯛
Lutjanidae 笛鯛科	*Lutjanus boutton*	藍帶笛鯛
Lutjanidae 笛鯛科	*Lutjanus fulviflamma*	火斑笛鯛
Lutjanidae 笛鯛科	*Lutjanus stellatus*	白星笛鯛
Lutjanidae 笛鯛科	*Lutjanus quinguelineatus*	五線笛鯛
Lutjanidae 笛鯛科	*Lutjanus sebae*	川紋笛鯛
Mullidae 鬚鯛科	*Parupeneus trigasciatus*	三帶海鯡鯉
Mullidae 鬚鯛科	*Mullovidichthys Vanicolensis*	焰鬚鯛

續表 5-20　第三核能發電廠沿海海域延繩釣漁獲魚種組成

(民國 100 年 4～12 月)

科　　名	學　　名	中　文　名
Mullidae 鬚鯛科	*Parupeneus mulitifasciatus*	多帶海鯡鯉
Muraenidae 鯙科	*Gymnothorax favagineus*	大斑裸胸鯙
Nemipteridae 紅姑魚科	*Scolopsis bilineatus*	雙帶赤尾冬
Nemipteridae 紅姑魚科	*Scolopsis affinis*	烏面赤尾冬
Nemipteridae 紅姑魚科	*Scolopsis xenochrous*	欖斑赤尾冬
Ophidiidae 鼬鰍科	*Brotula multibarbata*	多鬚鼬鰍
Pingnipedidae 虎鱚科	*Parapercis polyophthalma*	多斑虎鱚
Priacanthidae 大眼鯛科	*Priacanthus hamrur*	寶石大眼鯛
Scorpaenidae 鮋科	*Scorpaena ornavia*	斑鰭鮋
Serranidae 鮨科	*Epinephelus amblycephalus*	鑲點石斑魚
Serranidae 鮨科	*Epinephelus areolatus*	寶石斑魚
Serranidae 鮨科	*Selenanthias analis*	斑花鱸
Serranidae 鮨科	*Epinephelus coioides*	點帶石斑魚
Serranidae 鮨科	*Cephalopholis miniata*	青星九刺鮨
Serranidae 鮨科	*Chelidoperca pleurospilus*	黑點小花鱸
Serranidae 鮨科	*Epinephelus bleekeri*	布氏石斑魚
Serranidae 鮨科	*Epinephelus merra*	網紋石斑魚
Serranidae 鮨科	*Epinephelus retouti*	雷拖氏石斑魚
Serranidae 鮨科	*Plectropomus leopardus*	花斑刺鰓鮨
Sphyraenidae 金梭魚科	*Sphyraena jello*	竹梭魚

表 5-21　第三核能發電廠沿海海域延繩釣漁獲量之順位魚種

(民國 100 年 4～12 月)

年　別	漁獲量順位	魚　　名	漁獲量(公斤)	漁獲金額(元)
100	1	五線笛鯛	781	344788
	2	藍鰭鰺	404	38071
	3	竹梭魚	340	31236
	4	火斑笛鯛	320	140322
	5	長吻龍占	188	46922
	6	日本白鱲	177	45636
	7	單斑龍占	156	40268
	8	青嘴龍占	155	39376
	9	紅甘鰺	138	31530
	10	白星笛鯛	138	39500
合　計			2797	797650

表 5-22　第三核能發電廠沿海海域垂直動物性浮游生物之生物量與 CPUE 之相關
(民國 85 年 7 月～100 年 11 月)

年　月	垂直動浮生物量(濕重) (g/1000m^3)	CPUE (公斤/航次)
85 年 7 月	173	49
85 年 10 月	135	32
86 年 1 月	157	40
86 年 4 月	61	31
86 年 7 月	74	29
86 年 10 月	66	27
87 年 2 月	122	26
87 年 4 月	124	37
87 年 7 月	84	40
87 年 10 月	56	49
88 年 1 月	132	46
88 年 4 月	65	39
88 年 7 月	38	46
88 年 10 月	51	49
89 年 2 月	214	38
89 年 5 月	129	44
89 年 7 月	50	45
89 年 10 月	45	47
90 年 1 月	64	50
90 年 4 月	32	41
90 年 7 月	258	48
90 年 10 月	25	42
91 年 1 月	63	42
91 年 5 月	252	38
91 年 7 月	16	40
91 年 10 月	24	38
92 年 3 月	150	32
92 年 8 月	92	26
92 年 10 月	36	27
93 年 2 月	133	38
93 年 5 月	70	42
93 年 8 月	100	42
93 年 11 月	302	46
94 年 1 月	266	56
94 年 5 月	57	59
94 年 7 月	106	62
94 年 10 月	120	63

續表 5-22 第三核能發電廠沿海海域垂直動物性浮游生物之生物量與 CPUE 之相關

(民國 85 年 7 月～100 年 11 月)

年　月	垂直動浮生物量(濕重) (g/1000m^3)	CPUE (公斤/航次)
95 年 1 月	192	62
95 年 4 月	153	63
95 年 7 月	70	60
95 年 10 月	123	60
96 年 1 月	171	57
96 年 4 月	181	55
96 年 8 月	87	60
96 年 11 月	81	57
97 年 3 月	211	53
97 年 5 月	164	54
97 年 9 月	262	55
97 年 11 月	232	52
98 年 1 月	98	49
98 年 5 月	234	51
98 年 8 月	269	55
98 年 11 月	115	55
99 年 2 月	293	50
99 年 5 月	147	52
99 年 8 月	114	49
99 年 11 月	614	55
100 年 2 月	370	44
100 年 5 月	166	47
100 年 8 月	139	23
100 年 11 月	81	18

※垂直動浮生物量以 8 測站之平均值計算　　n=61　r=0.27　P>0.05

表5-23　竹坑定置網漁場漁獲種類組成

(民國 100 年 1～12 月)

科　　名	學　　名	中　文　名
Carangidae 鰺科	*Caranx ignobilis*	浪人鰺
Carangidae 鰺科	*Caranx sexfasciatus*	六帶鰺
Carangidae 鰺科	*Decapterus kurroides*	紅尾圓鰺
Carangidae 鰺科	*Decapterus maruadsi*	藍圓鰺
Carangidae 鰺科	*Elagatis bipinnulata*	雙帶鰺
Carangidae 鰺科	*Trachurus japonicus*	真鰺
Carangidae 鰺科	*Megalaspis cordyla*	大甲鰺
Carangidae 鰺科	*Parastromateus niger*	烏鯧
Carangidae 鰺科	*Scomberoides commersonnianus*	大口逆溝鰺
Carangidae 鰺科	*Seriola dumerili*	紅甘鰺
Carangidae 鰺科	*Seriolina nigrofasciata*	小甘鰺
Caridae 鸚哥魚科	*Cetoscarus bicolor*	青鸚哥魚
Chanidae 虱目魚科	*Chanos chanos*	虱目魚
Chirocentridae 寶刀魚科	*Chirocentrus dorab*	寶刀魚
Clupeidae 鯡科	*Etrumeus teres*	脂眼鯡
Coryphaenidae 鰮科	*Coryphaena hippurus*	鰮
Cyprinidae 鯉科	*Carassius auratus auratus*	鯽魚
Cyprinidae 鯉科	*Cirrhinus molitorella*	鯁魚
Cyprinidae 鯉科	*Hypophthalmichthys molitrix*	白鰱
Ephippidae 白鯧科	*Ephippus orbis*	圓白鯧
Istiophoridae 旗魚科	*Istiompax indica*	立翅旗魚
Istiophoridae 旗魚科	*Istiophorus platypterus*	雨傘旗魚
Loliginidae 鎖管科	*Loligo edulis Hoyle*	鎖管
Loliginidae 鎖管科	*Sepioteuthis lessoniana*	軟翅
Lutjanidae 笛鯛科	*Etelis coruscans*	長尾濱鯛
Lutjanidae 笛鯛科	*Lutjanus erythropterus*	赤鰭笛鯛
Lutjanidae 笛鯛科	*Lutjanus sebae*	川紋笛鯛
Menidae 眼眶魚科	*Mene maculata*	眼眶魚

續表 5-23　竹坑定置網漁場漁獲種類組成

(民國 100 年 1～12 月)

科　　名	學　　名	中　文　名
Monacanthidae 單棘魨科	*Aluterus monoceros*	單角革單棘魨
Polynemidae 馬鮁科	*Polydactylus plebeius*	五絲馬鰏
Rachycentridae 海鱺科	*Rachycentron canadum*	海鱺
Scombridae 鯖科	*Auxis rochei rochei*	圓花鰹
Scombridae 鯖科	*Katsuwonus pelamis*	正鰹
Scombridae 鯖科	*Scomber australasicus*	花腹鯖
Scombridae 鯖科	*Scomberomorus niphonius*	日本馬加鰆
Scombridae 鯖科	*Thunnus alalunga*	長鰭鮪
Scombridae 鯖科	*Thunnus albacares*	黃鰭鮪
Scombridae 鯖科	*Thunnus orientalis*	東方藍鰭鮪
Scorpaenidae 鮋科	*Pterois volitans*	魔鬼簑鮋
Sepiidae 烏賊科	*Sepia esculenta*	烏賊
Serranidae 鮨科	*Epinephelus lanceolatus*	鞍帶石斑魚
Sphyraenidae 金梭魚科	*Sphyraena barracuda*	巴拉金梭魚
Stromateidae 鯧科	*Pampus argenteus*	銀鯧
Trichiuridae 帶魚科	*Trichiurus lepturus*	白帶魚

表 5-24　竹坑定置網漁場漁獲量之順位魚種

(民國 100 年 1～12 月)

年　別	漁獲量順位	魚　　名	漁獲量(公斤)
100	1	雜魚(下雜魚)	18505
	2	正鰹	17885
	3	白鰱	17787
	4	鰹類	15369
	5	鱵科	11774
	6	浪人鰺	11486
	7	大口逆溝鰺	10811
	8	鰿類（魟、鰩、鰿）	5959
	9	雨傘旗魚	5634
	10	甘仔鰺類	5032
合　計			120243

※6～8 月休漁

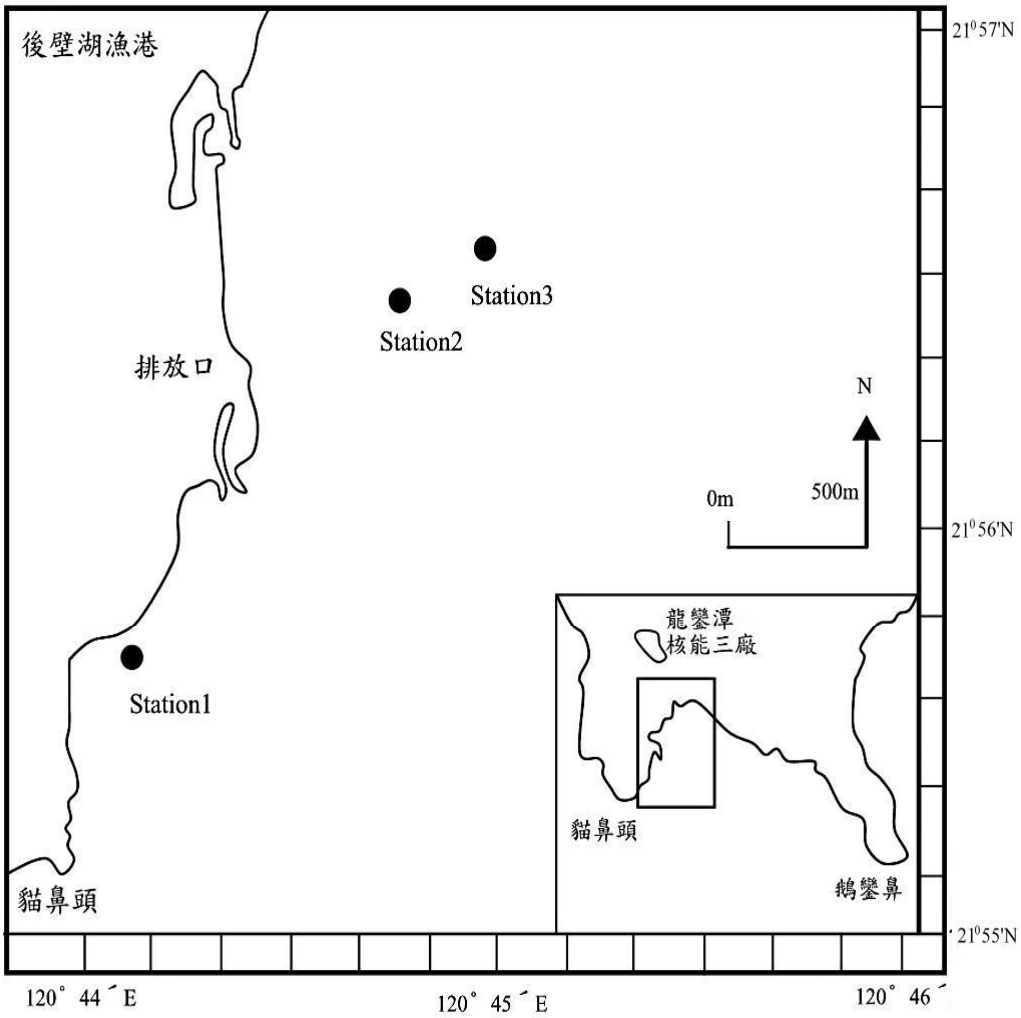


圖 5-1　82 年度第三核能發電廠附近海域珊瑚礁魚類相觀測地點

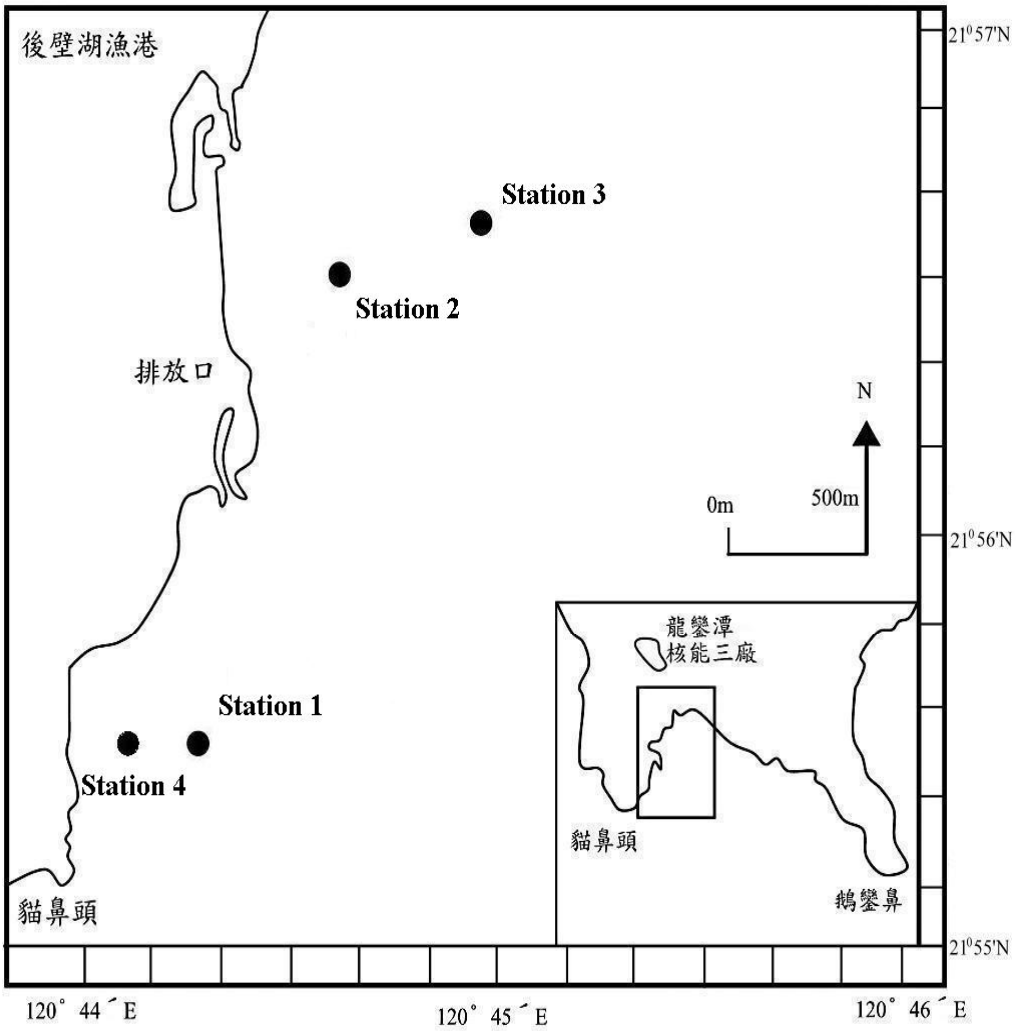


圖 5-2　83 及 84 年度第三核能發電廠附近海域珊瑚礁魚類相觀測地點

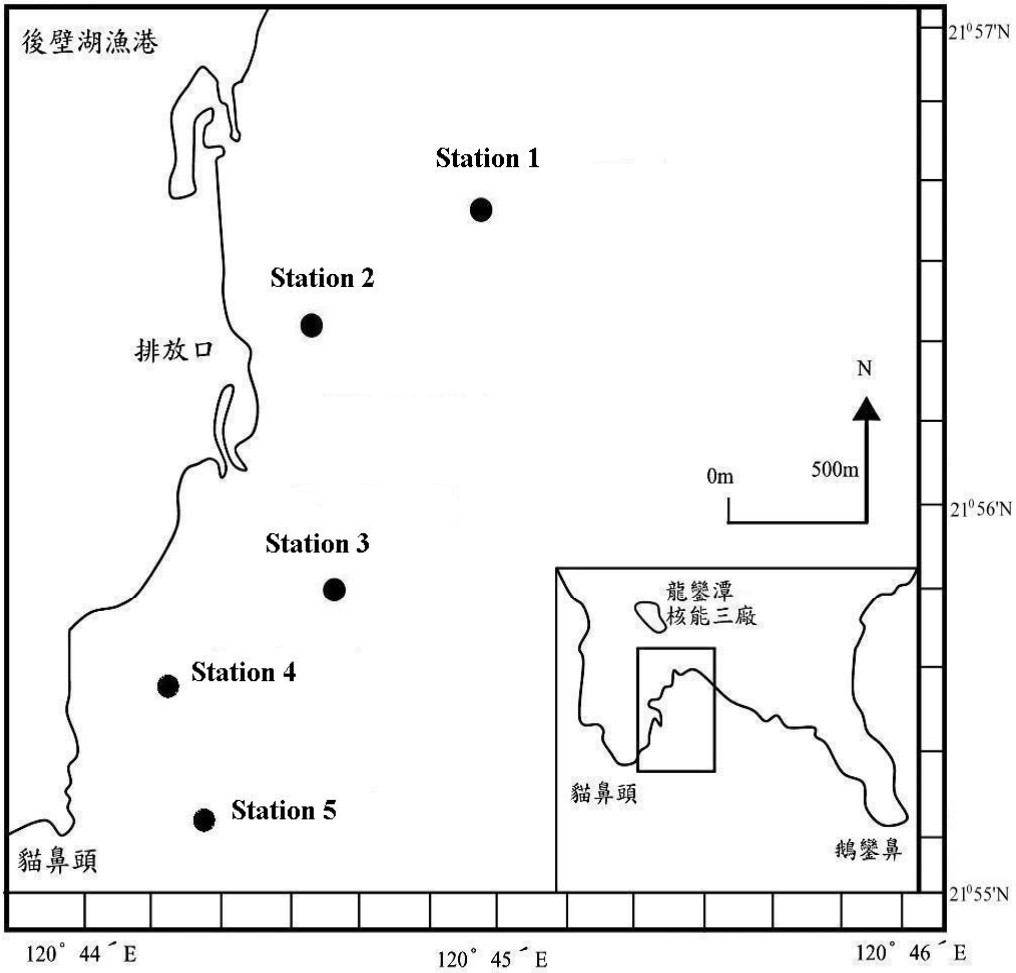


圖 5-3　85 年至 100 年第三核能發電廠附近海域珊瑚礁魚類相觀測地點

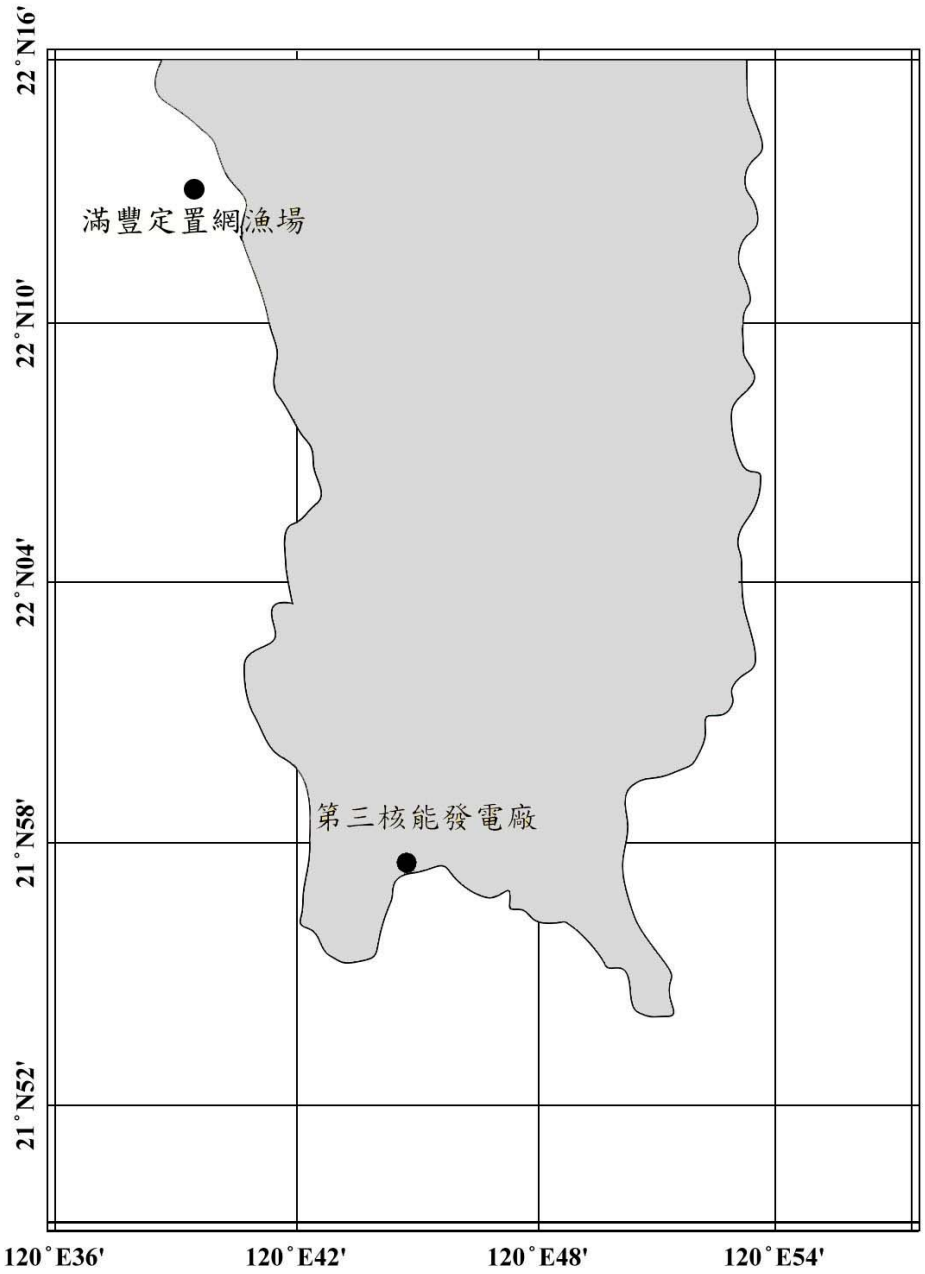


圖 5-4　　第三核能發電廠沿海及外海海域漁場調查圖

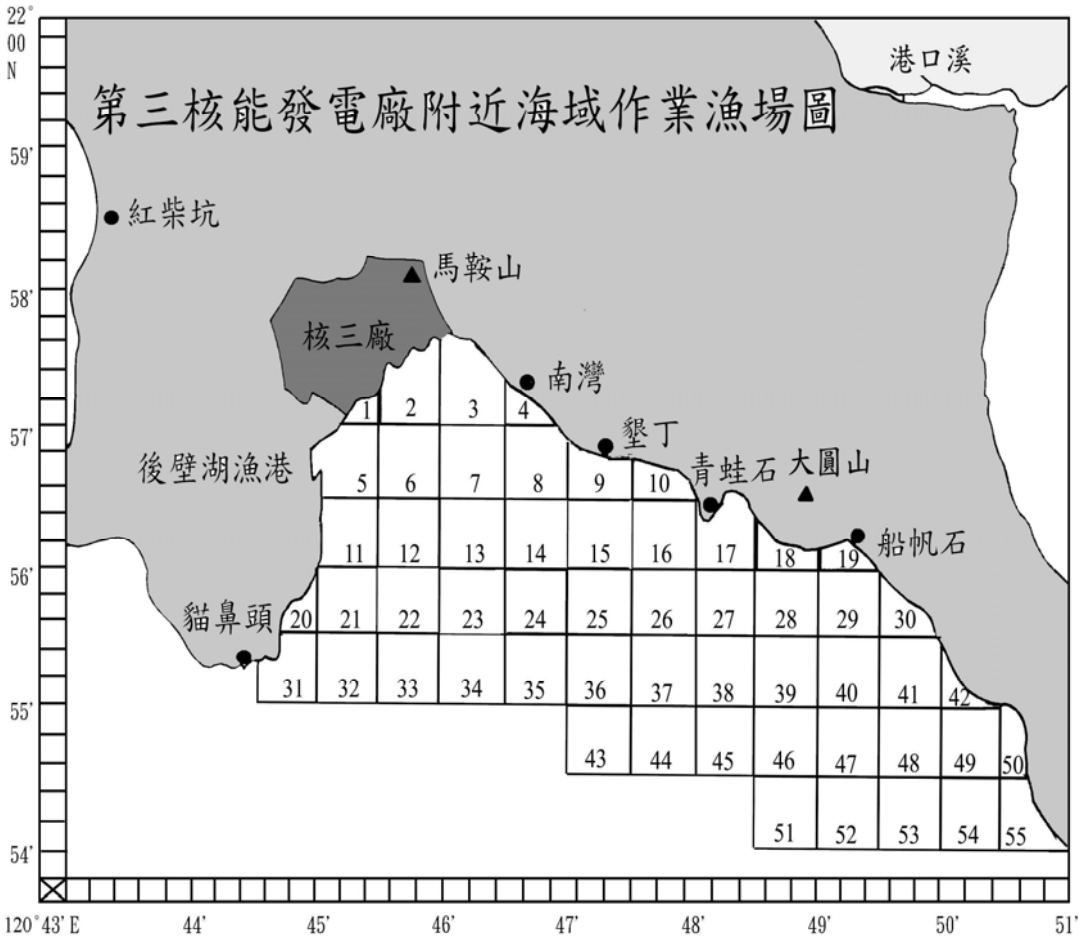


圖 5-5　第三核能發電廠沿海海域標本船作業漁場圖

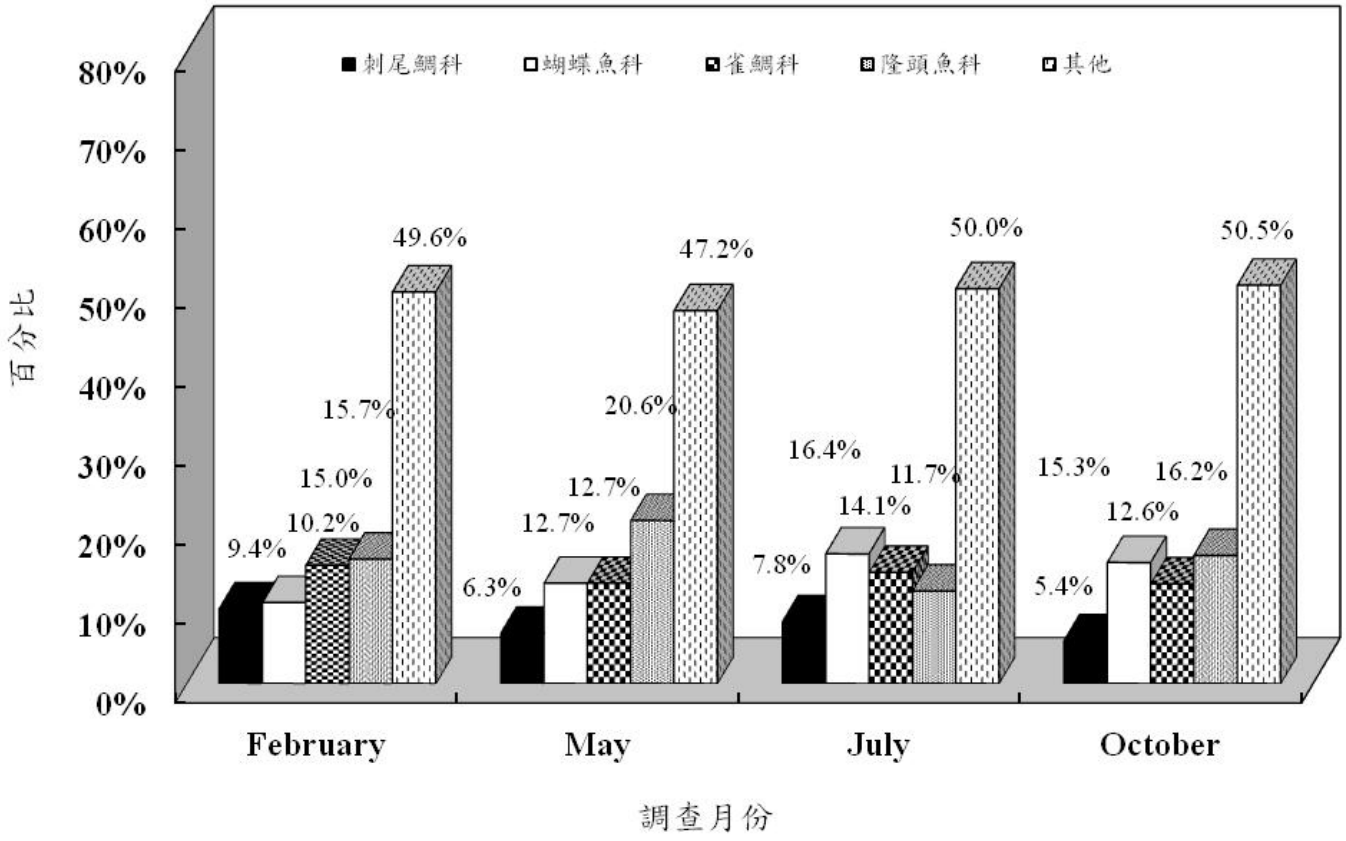


圖 5-6 第三核能發電廠附近海域民國 100 年 4 季珊瑚礁魚類相組成百分比

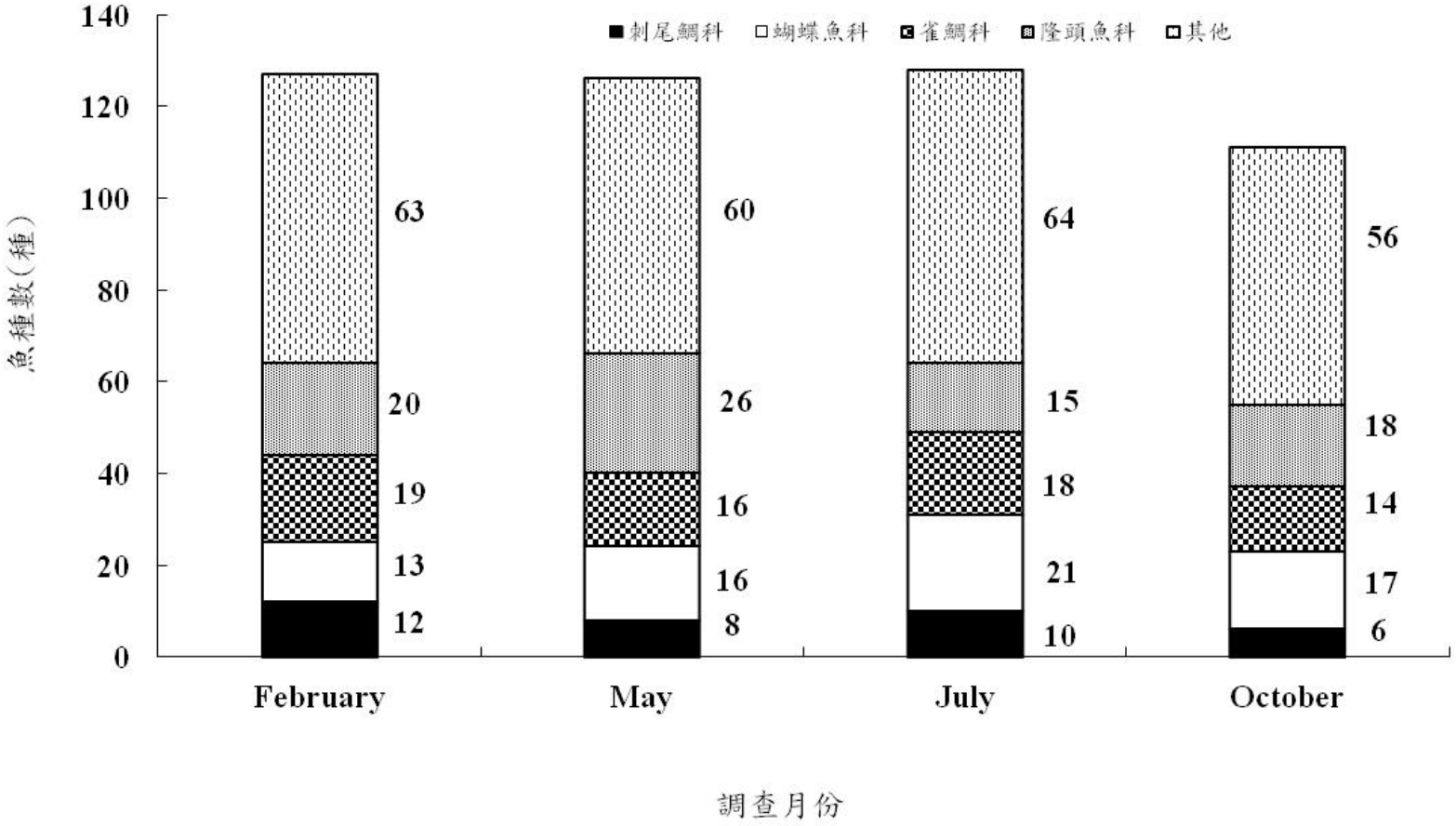


圖 5-7 第三核能發電廠附近海域民國 100 年 4 季魚類相頻度圖

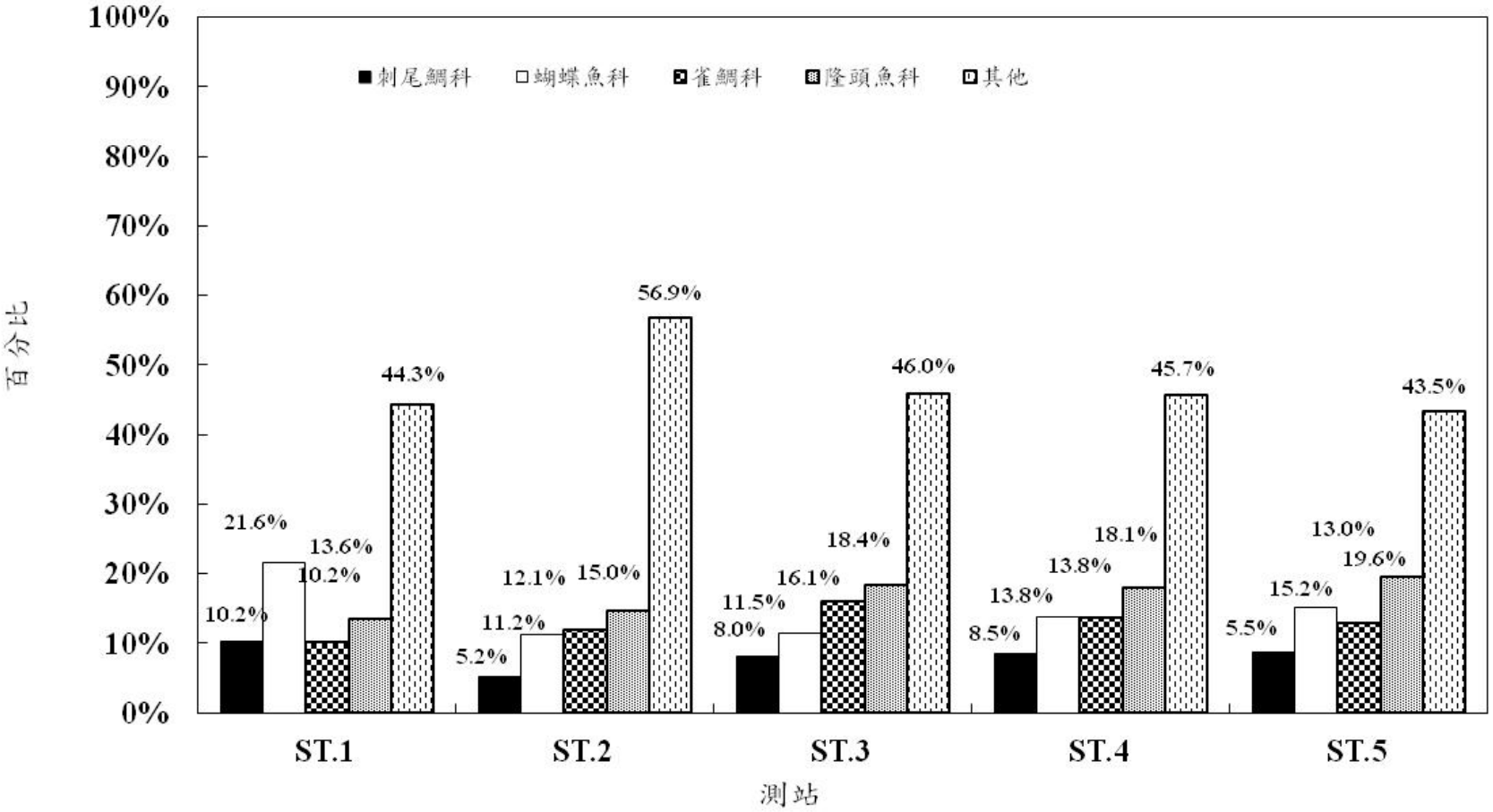


圖 5-8 第三核能發電廠附近海域民國 100 年 4 季各測站珊瑚礁魚類相組成百分比

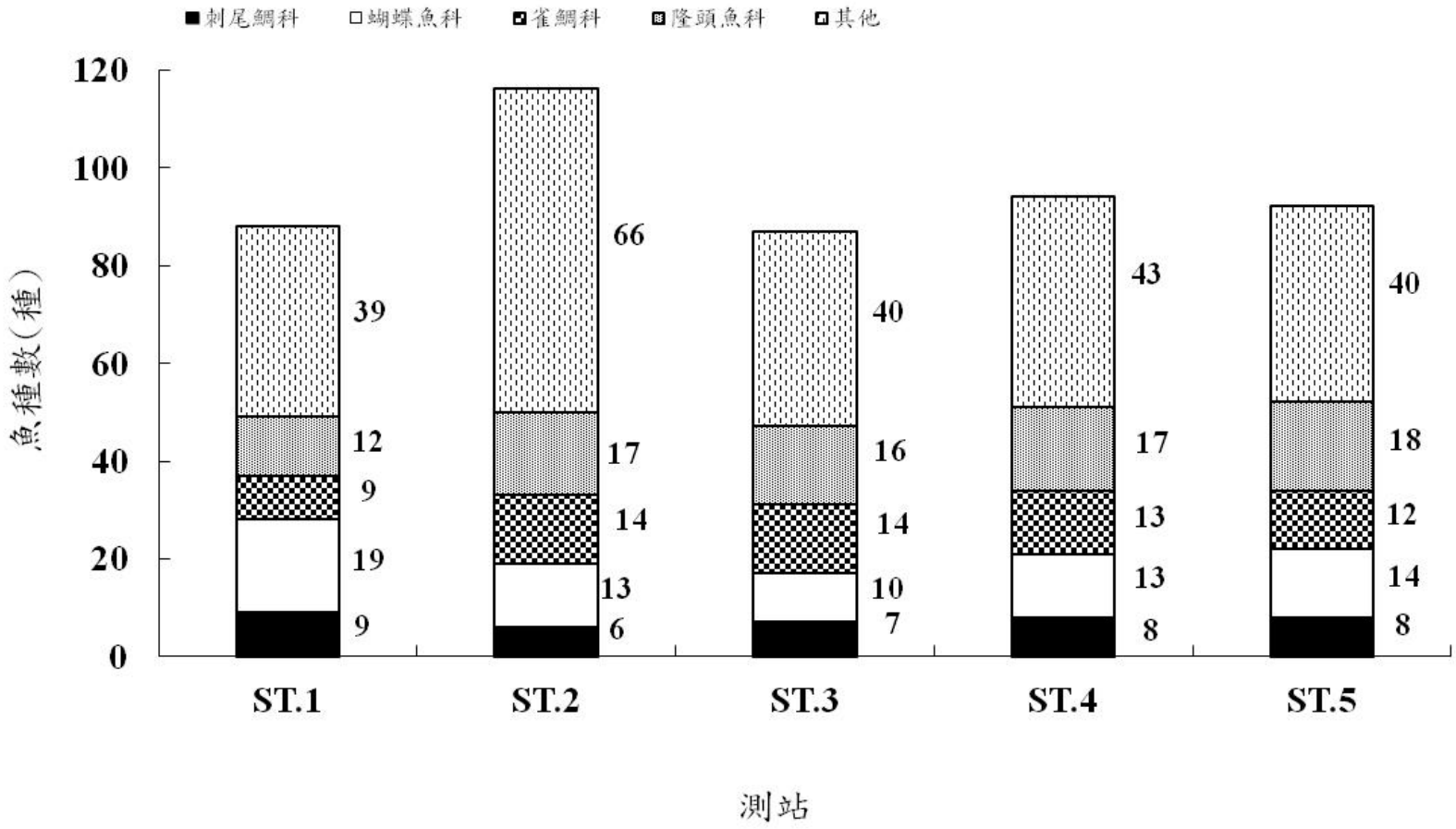


圖 5-9 第三核能發電廠附近海域民國 100 年 4 季各測站珊瑚礁魚類相頻度圖

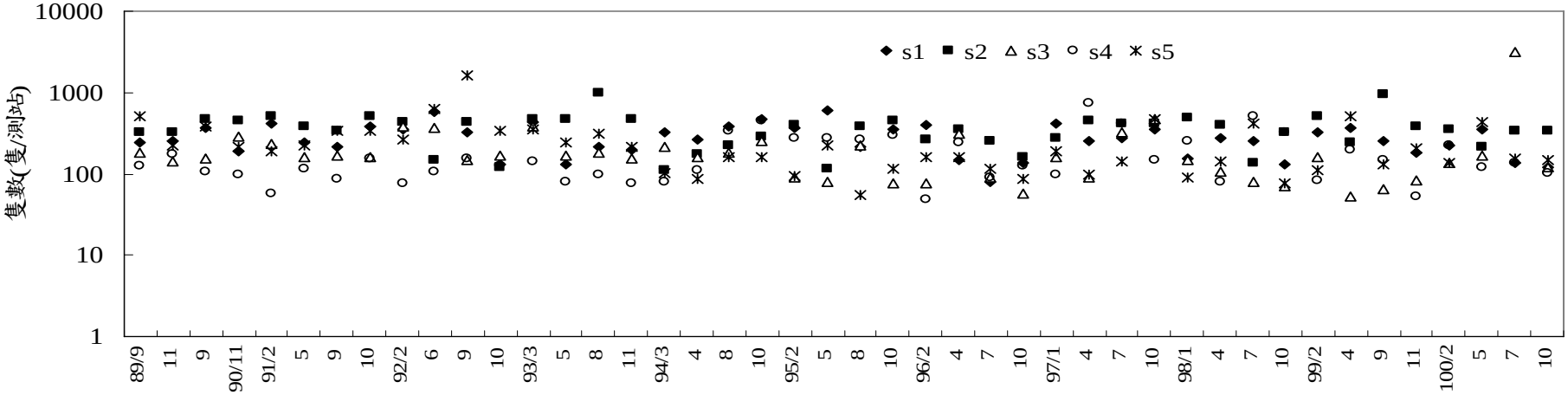


圖 5-10 第三核能發電廠附近海域民國 89 年至 100 年各測站珊瑚礁魚類數量變動情形

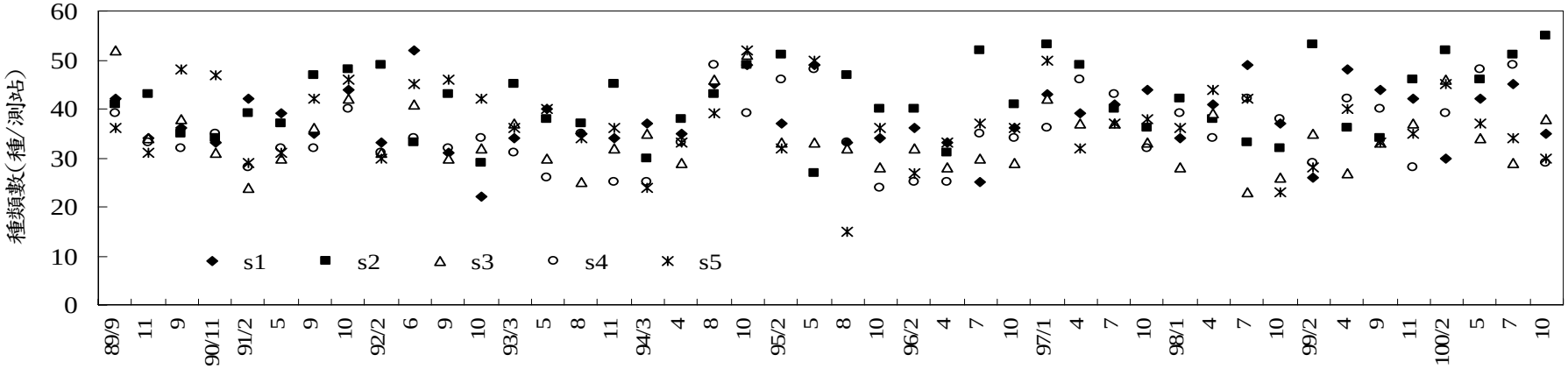


圖 5-11 第三核能發電廠附近海域民國 89 年至 100 年珊瑚礁魚類種類數的變動情形

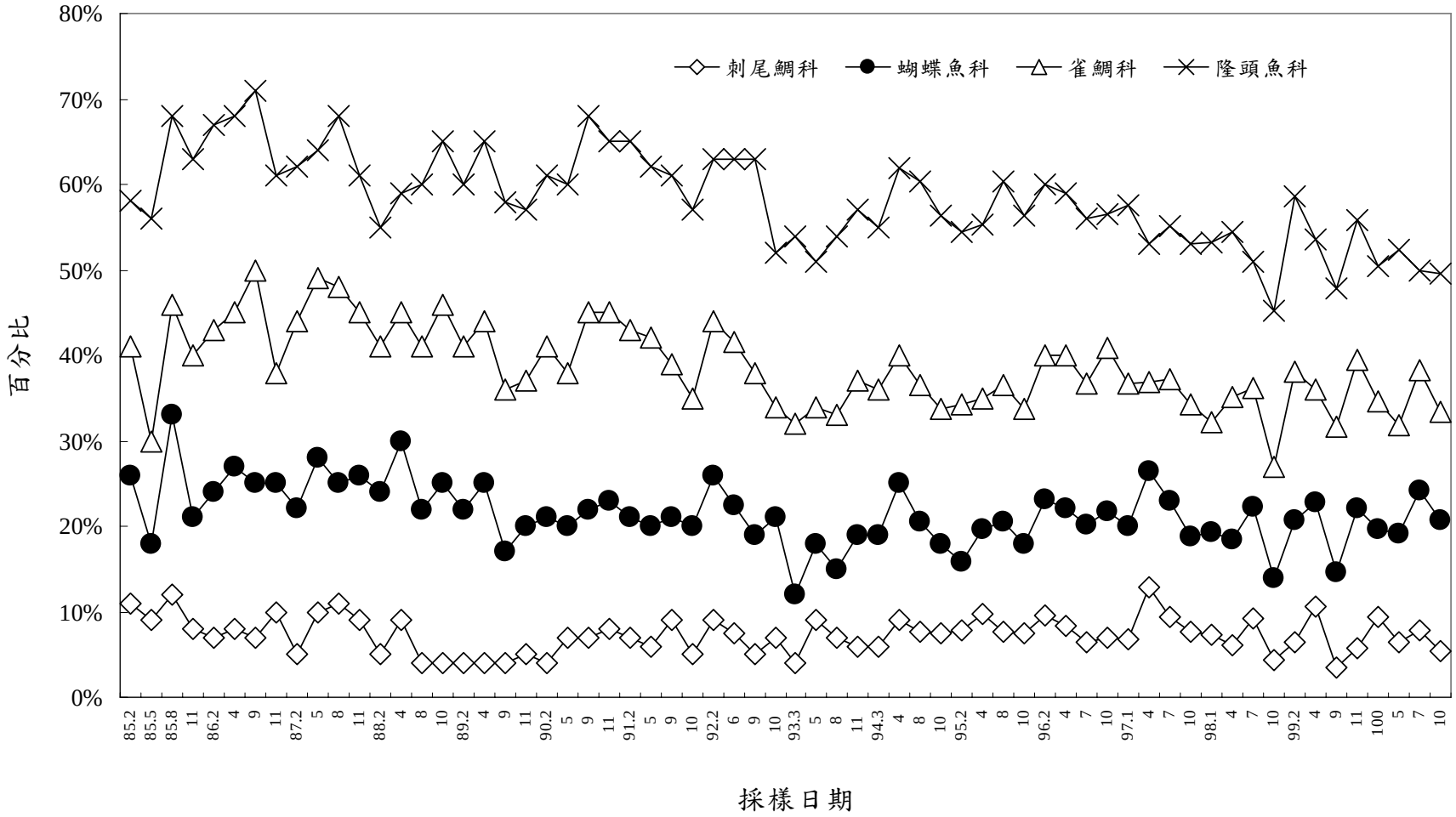


圖 5-12 第三核能發電廠附近海域歷年各季刺尾鯛科、蝴蝶魚科、雀鯛科及隆頭魚科珊瑚礁魚類相組成百分比

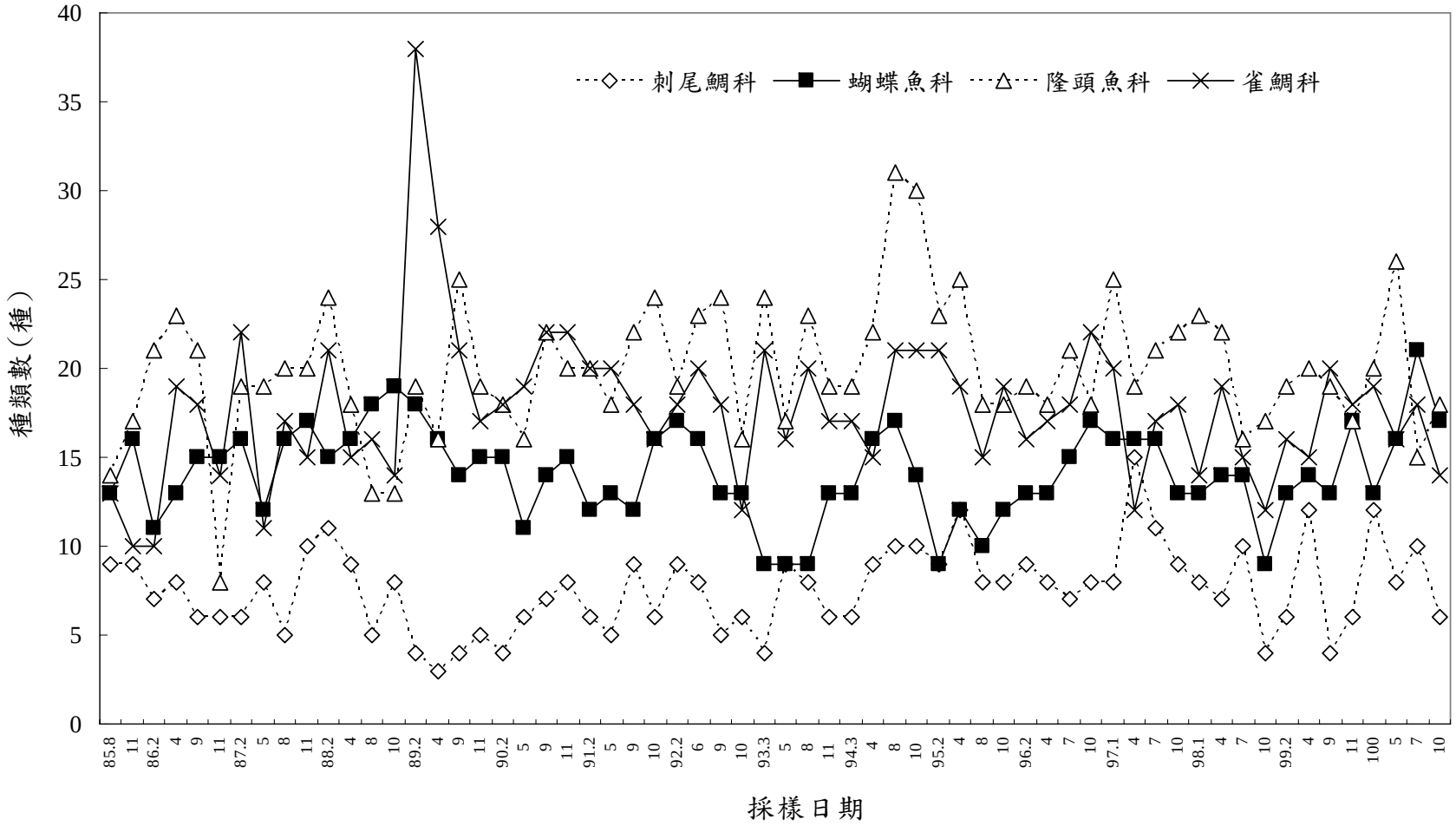


圖 5-13 第三核能發電廠附近海域歷年各季珊瑚礁魚類刺尾鯛科、蝴蝶魚科、隆頭魚科及雀鯛科之魚種數變動情形

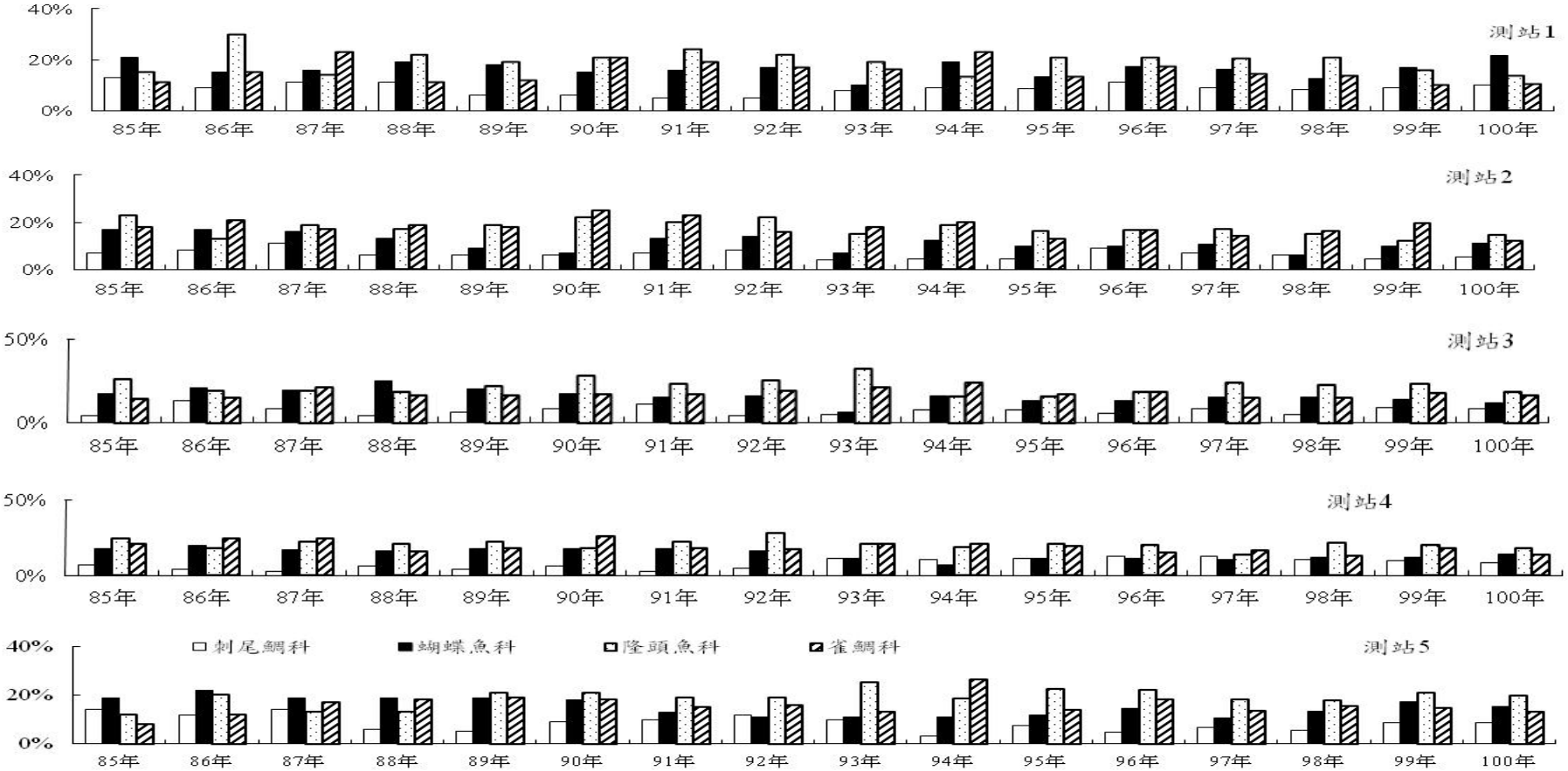


圖 5-14 第三核能發電廠附近海域歷年各測站刺尾鯛科、蝴蝶魚科、隆頭魚科及雀鯛科珊瑚礁魚類相組成百分比

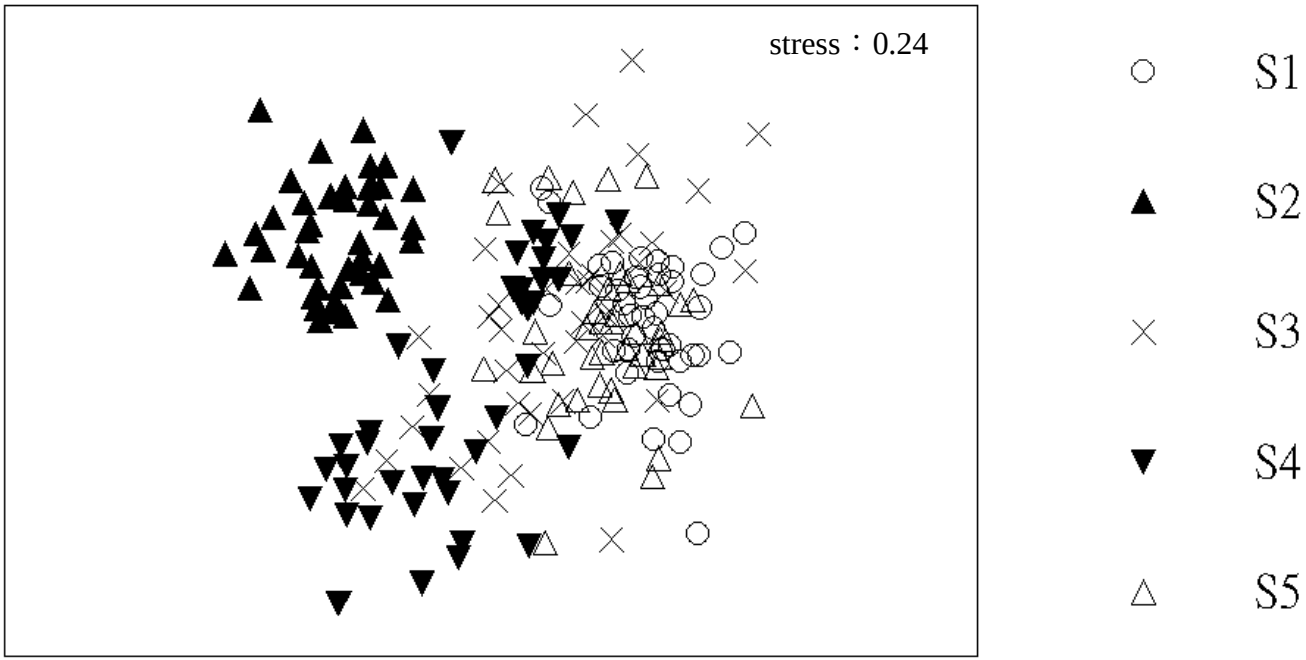


圖 5-15　民國 89 年第 3 季至 100 年第 4 季各測站珊瑚礁魚類群聚之 MDS 二度空間排序

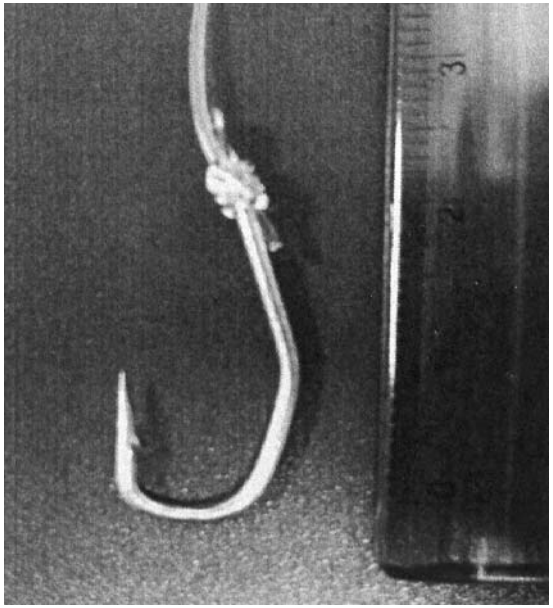


圖 5-16a　J 型鉤，日本稱為鱈魚釣鉤 6 號鉤

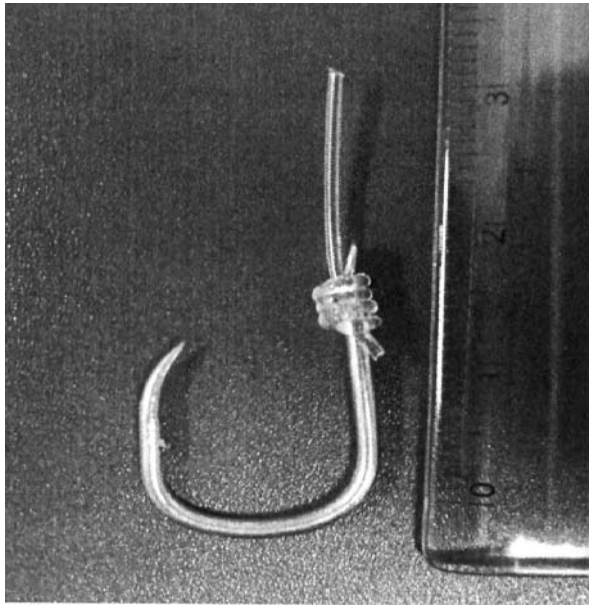


圖 5-16b　寸 2 或寸 3 鉤，日本稱為鯛繩釣鉤 14 號鉤

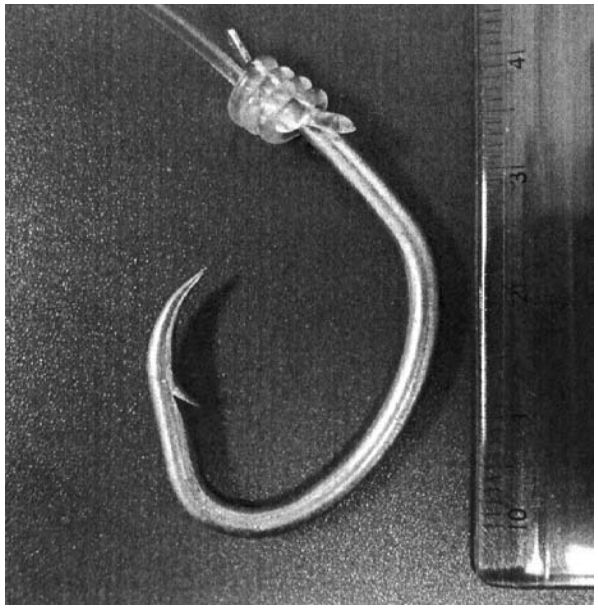


圖 5-16c　26 號鉤，日本稱為扁鱈科魚類釣鉤 26 號鉤

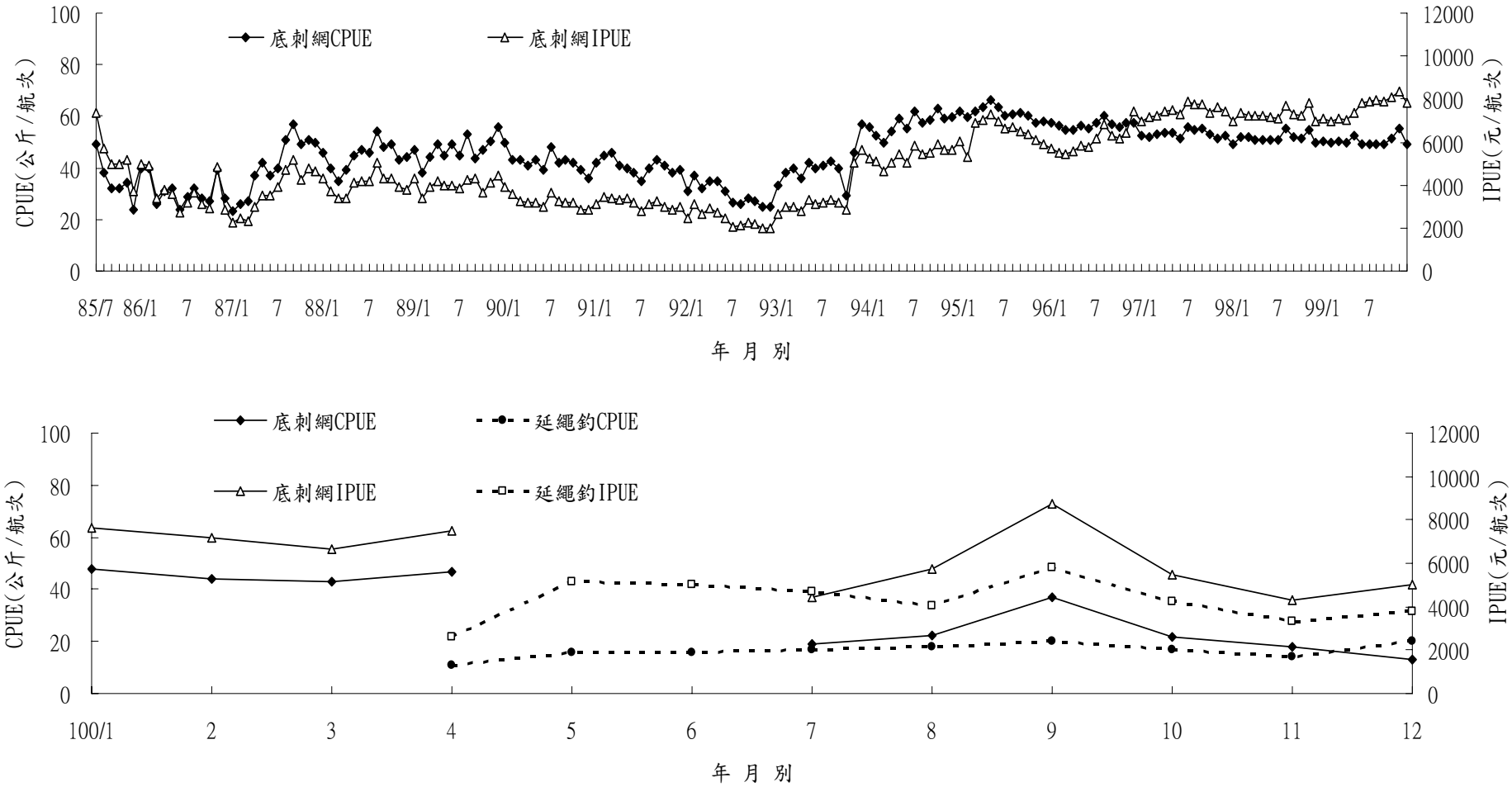
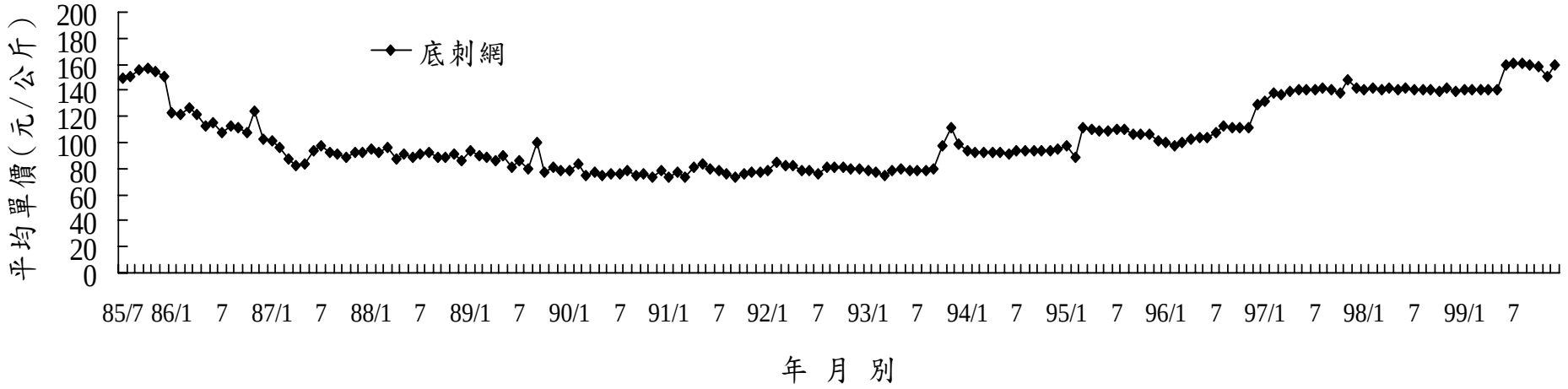


圖 5-17　第三核能發電廠附近海域作業漁筏 CPUE 與 IPUE 之月別變化圖。上圖 (民國 85 年 7 月～99 年 12 月)，下圖(民國 100 年 1 月～12 月)。



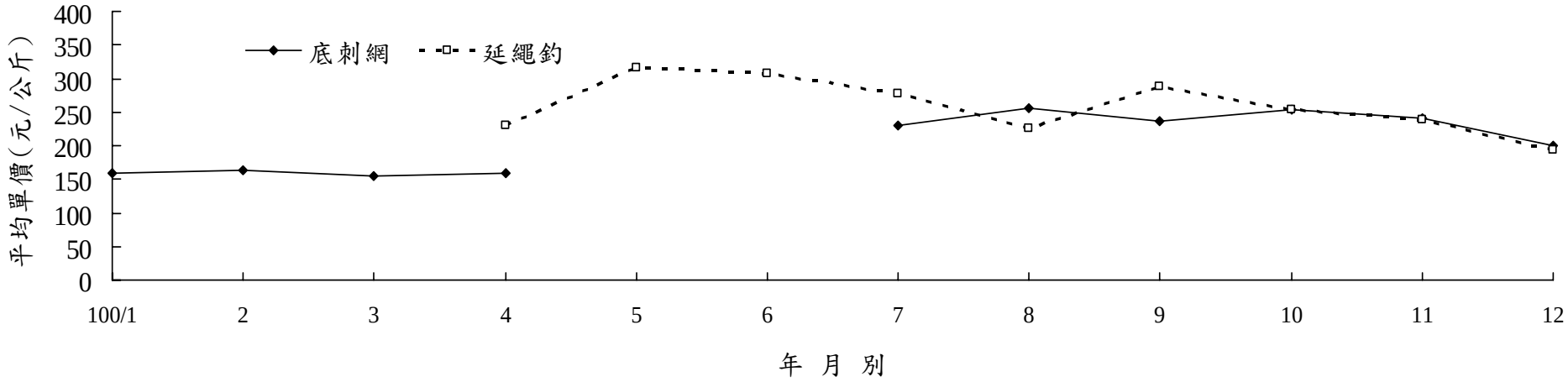


圖 5-18　第三核能發電廠附近海域作業漁筏漁獲物平均單價之月別變化圖。上圖 (民國 85 年 7 月～99 年 12 月)，下圖(民國 100 年 1 月～12 月)。

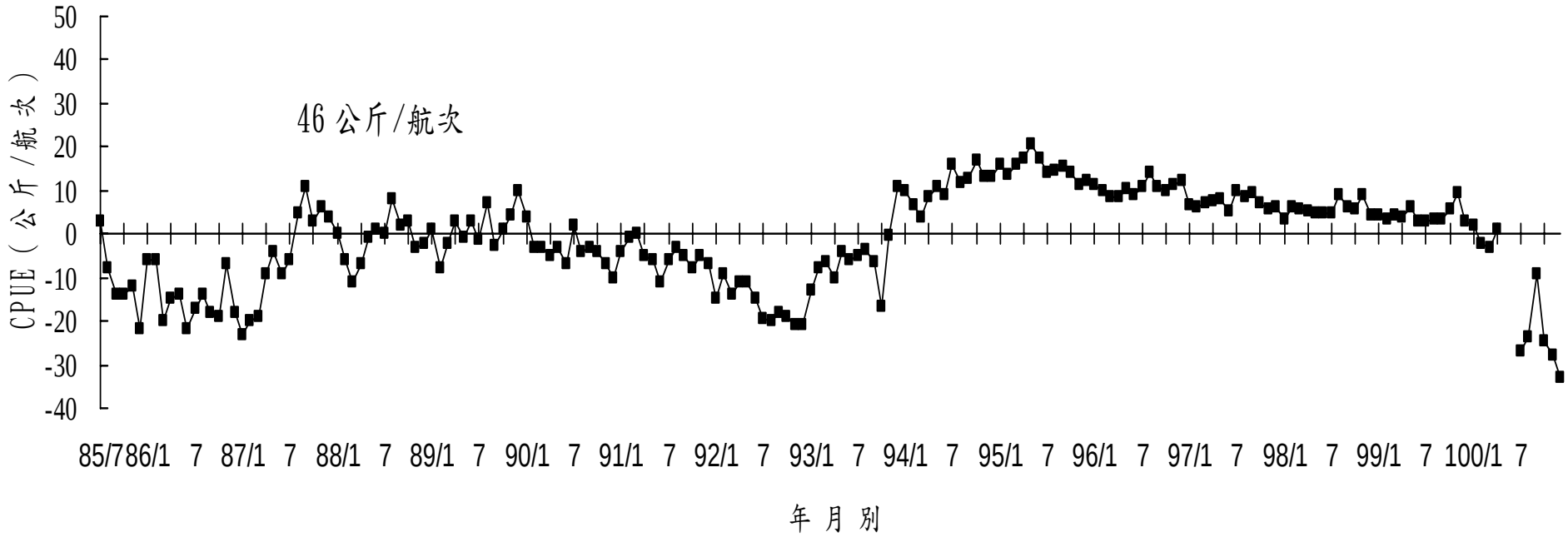


圖 5-19　第三核能發電廠附近底刺網海域單位努力漁獲量(CPUE)之偏差圖
(民國 85 年 7 月～100 年 12 月)

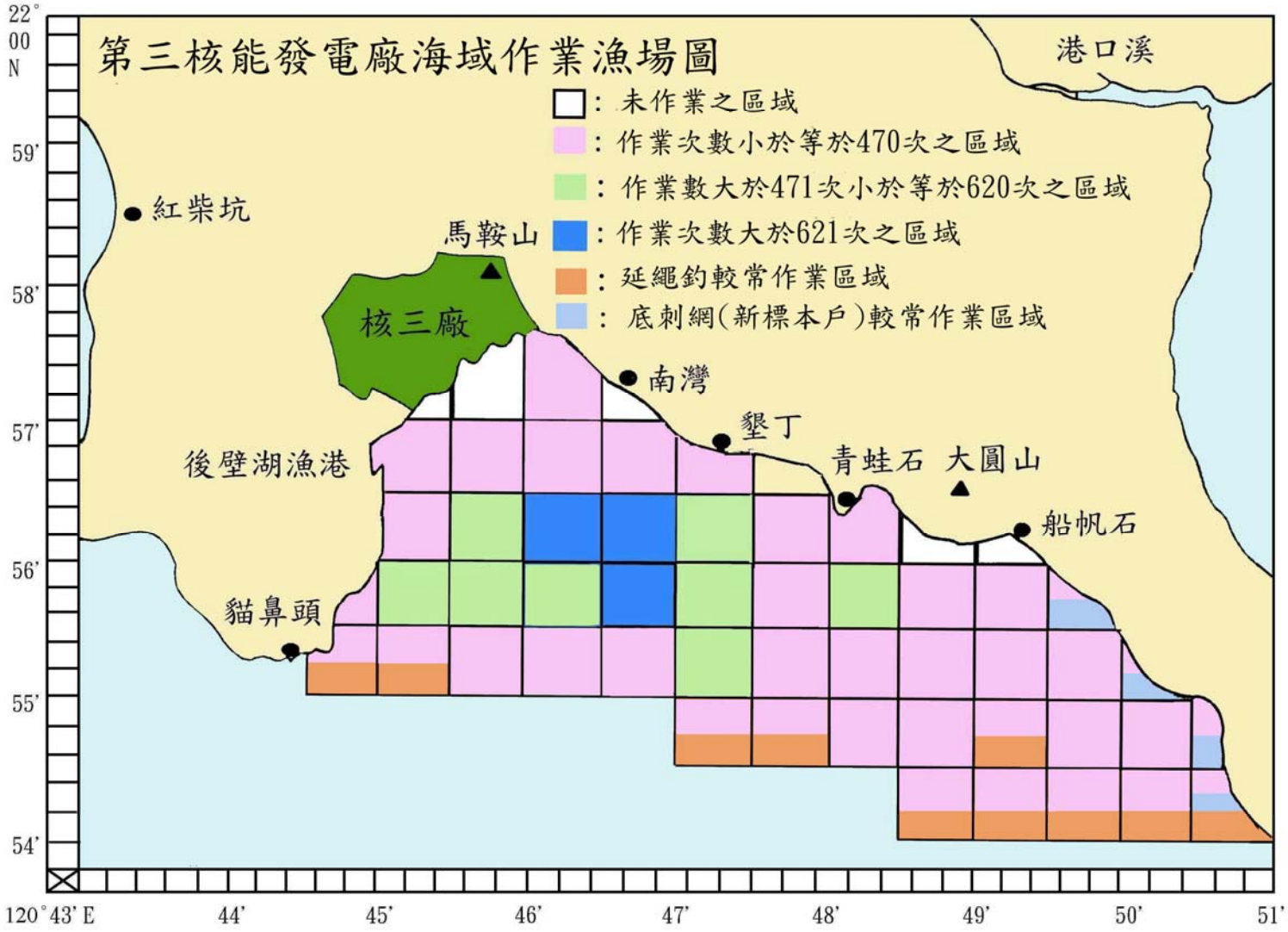


圖 5-20　第三核能發電廠沿海海域標本船作業漁場分佈圖(民國 85 年 7 月～100 年 12 月)

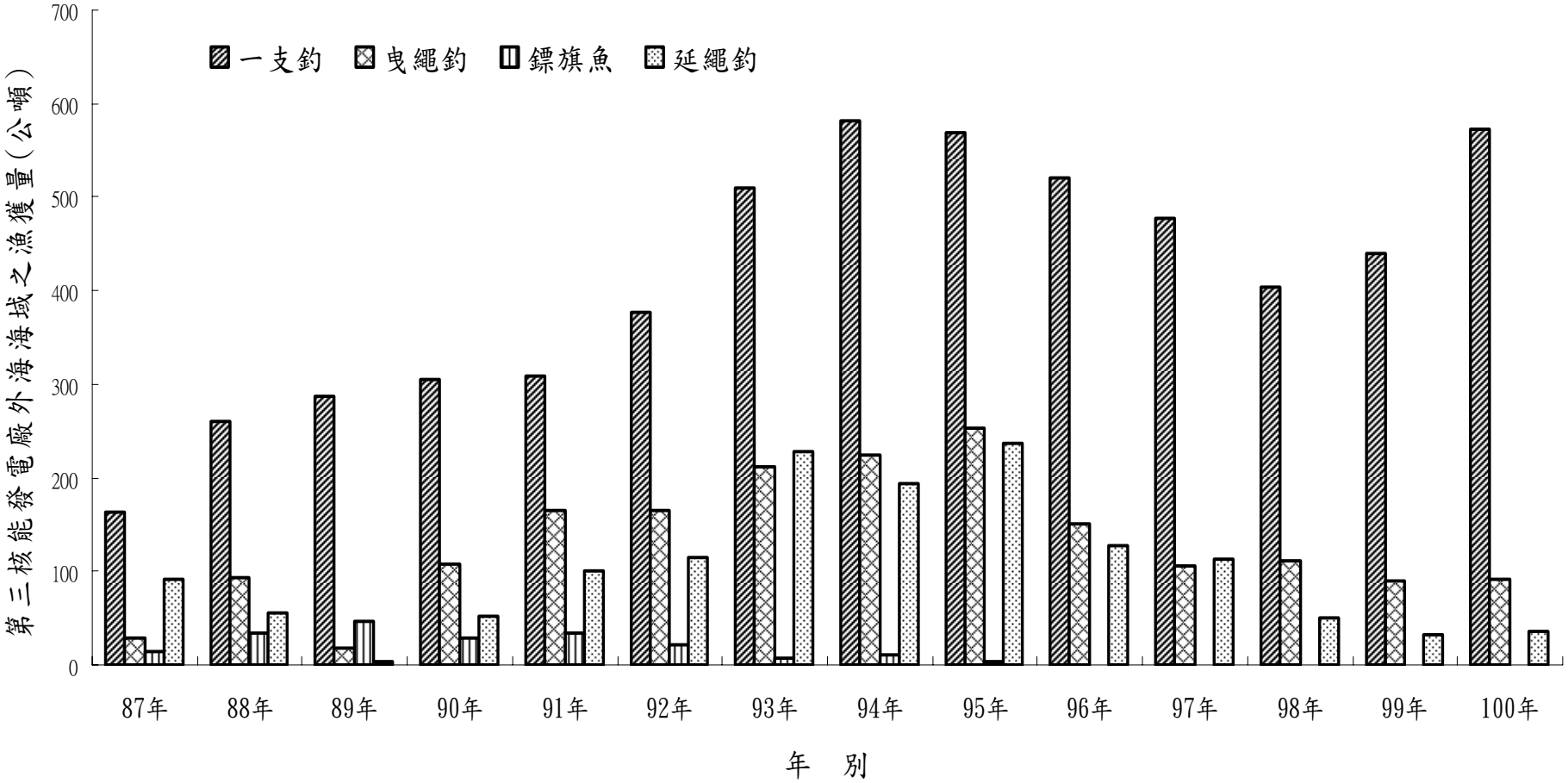


圖 5-21 第三核能發電廠外海海域一支釣、曳繩釣、鏢旗魚、延繩釣漁獲量之年別變化(民國 87 年～100 年)

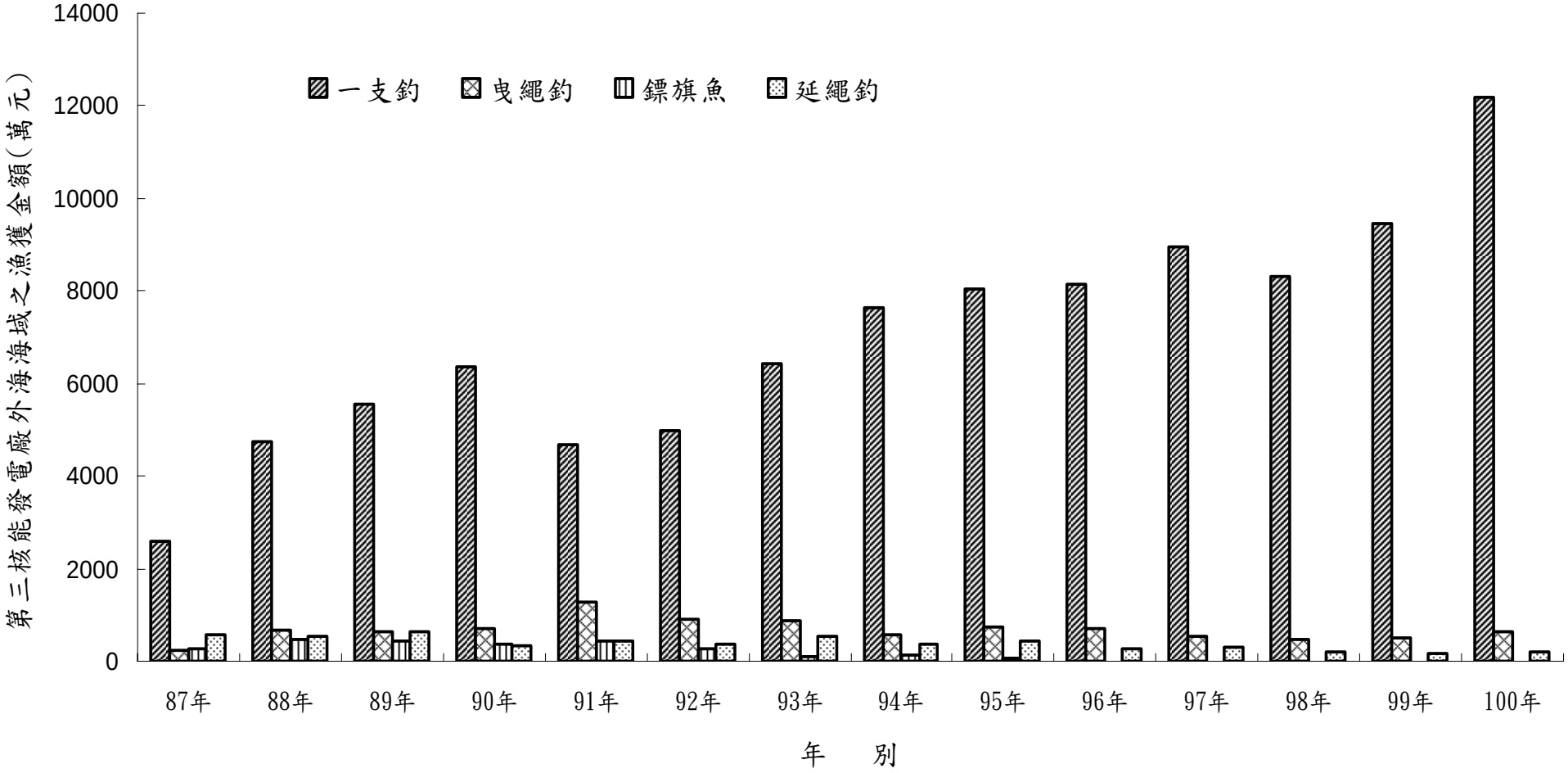


圖 5-22 第三核能發電廠外海海域一支釣、曳繩釣、鏢旗魚、延繩釣漁獲金額之年別變化(民國 87 年～100 年)

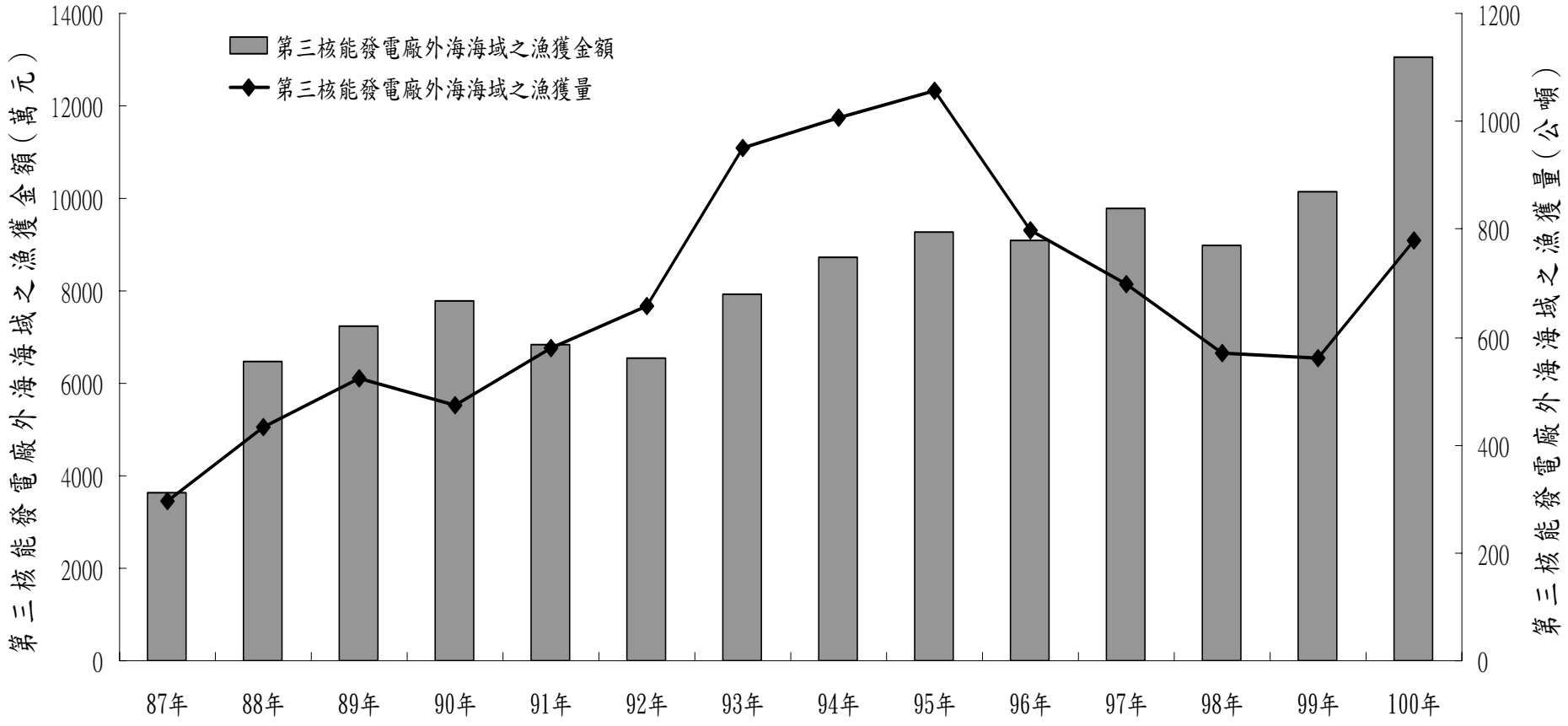


圖 5-23 第三核能發電廠外海海域漁獲金額及漁獲量之年別變化(民國 87 年～ 100 年)

陸、放射性物質調查

一、 計畫目的與緣起

放射性物質調查為評估核電廠及低放射性廢棄物貯存場之運作對其周遭環境的影響所不可或缺的、也是最直接的工作；其目的為偵測核能設施所逸出放射性物質，有那些核種，及其於環境試樣中的放射活度是否在原子能委員會所訂定之「調查基準值」之內。在偵測出人工核種活度有異常上升時，應立即提報，尋找原因，謀求解決之道。當輻射強度可能有安全虞慮時，應即依行動基準提出預警，依循因應措施行事。

供放射性核種活度分析之偵測對象，除重要之食用農、畜、水產品外，也宜包括各種有關動植物生存及生長所繫的水體及沉積物等，以期瞭解核種於生態系統中之分佈情況、變動程度、可能來源及傳輸途徑。分析生物體的放射性核種活度為偵查放射性物質外釋的一種簡單有效的方法。理想的分析對象為放射性核種容易附著及濃縮因素較高(以利量測)，生命週期短(以利觀察時序變化)，且在監測地區具代表性、經常存在的生物(俾便採取)，但要找到兼具這些條件的生物並非一年四季皆能如願。就台灣熱帶及亞熱帶海岸地區而言，附著性海藻是比較理想的監測目標，適合作長期比較。而在生物樣本缺乏之季節或地點，沉積物就成為必要的監測目標了。

台電「第三核能發電廠及蘭嶼貯存場附近海域之生態調查」計畫(下稱本計畫)自 82 年 7 月開始，由中山大學陳鎮東教授擔任總主持人，已長達十八年半。其中，子計畫六(放射性物質調查；原為子計畫七)原係由中山大學鍾玉嘉教授所主持；自 94 年 1 月起，鍾教授因屆齡退休，此項目轉由中央研究院地球科學研究所扈治安實驗室(下稱敝實驗室)承接，迄今已七年。由於敝實驗室接續此項工作後，採樣地點與先前的 11 年半不盡相同(但係經過與台電環保處承辦人聯袂踏勘後所擇定)，且敝實驗室所使用分析儀器(加馬能譜儀)計測效率較高，經常測得以前偵測不到的人工核種；是以，今後的資料比對宜以 94 年 1 月起為分界點，避免因前後採樣地點及放射核種偵測靈敏度不同所可能造成的混淆及誤導。

本子計畫前六年(94 至 99 年)的監測結果已分別綜括於 95 年、97 年、及 99 年的期末報告，其中部份並已整理成濃縮論文，發表於台電工程月刊。鑒於前兩年(98-99 年)貯存場附近站位人工核種活度有異常增高現象，本報告將表列最近兩年 (99 年起，共八季)之監測結果(表 6-1)，並討論各類環境試樣中人工核種活度歷年來變化趨勢及其原因。

二、 研究方法

本計畫之採樣點在第三核能發電廠以及蘭嶼貯存場附近、以潮間帶為主的海岸(圖 6-1 及 6-2)。例行的採集標的為沉積物及附著性的大型藻類。另外，芒草亦經(台電)指定為蘭嶼島的環境監測「指標生物」，石苔則為近年來新增的貯存場附近監測標的。以下簡述各類樣本之處理及分析步驟。

2.1 樣品的前處理

2.1.1 海藻樣本

(1) 透過篩網，以水沖除附著於海藻樣品上之砂粒、懸浮物質及其他雜質，並鑑定物種。

(2) 將篩洗出之樣品沖淨，秤其鮮重(fresh weight)後，置於乾淨玻璃燒杯內，放入烤箱中，在 80°C 之溫度下烘乾，去除水份後秤其乾重(dry weight)。

(3) 使用高溫爐將烘乾之樣品加熱至 480ºC 進行灰化、減容，將體積濃縮後樣本置於塑膠盒內其灰重(ash weight)，以備加馬計測。

2.1.2 芒草樣本

(1) 將芒草切段，置於乾淨玻璃燒杯內秤重後，放入烤箱中，在 80ºC 之溫度下烘乾。

(2) 使用高溫爐將烘乾之樣品加熱至 480ºC 進行灰化，將樣本濃縮後置於塑膠盒內秤樣本灰重，以備加馬計測。

2.1.3 沉積物樣本

沉積物樣本經烘乾、秤重後，直接置於塑膠盒內備測。

2.2 加馬能譜分析

2.2.1 偵檢器種類

本計畫使用兩種不同類型之高純度鍺偵檢器(HPGe detector)搭配數位加馬能譜儀(digital gamma-ray spectrometer; EG&G ORTEC DSPec®)共四部進行加馬射線量測及能譜分析。偵檢器之廠牌、型號及規格為：

(1)一部效率為 150% (相對於 3×3 NaI) 的偵檢器(EG&G ORTEC GEM-150230) — 此偵檢器對能量在~100 KeV 以上之加馬射線具最高之計測效率，對低能量加馬射線之計測效率則不佳。

(2)三部效率為 100-130%的偵檢器(EG&G ORTEC GMX-100250) — 此型偵檢器窗口(window)之組成材料為鈹，對低能量之加馬射線有較高之計測效率，與 GEM 偵檢器可相輔相成。

2.2.2 偵檢器校正、能譜分析及計算

使用國際認可的標準樣品或核種溶液，經過適當的處理來進行精確的儀器校正，是產生可資信賴的數據之最基本條件。我們配合各類樣本之基質(matrix)，準備了以下標準樣本，分別對上述四部偵檢器進行了能量(energy)及效率(efficiency)校正。

(1)沉積物(及土壤)標準樣本：包括美國國家標準局(NIST)之標準樣本 SRM 4353(Rocky Flats 土壤)、4350B(哥倫比亞河沈積物)和國際原子能總署(IAEA)之標準試樣 IAEA-133A (土壤), 327 (土壤), 375 (土壤), CU-2006-03(草樣)。由於這些標準樣本之質量有限，我們搭配使用原子能委員會高雄輻射偵測中心所製備、提供的石崩山土壤次標準，使校正曲線(calibration curve) 能涵蓋沉積物或灰化後之生物樣本質量至 250 公克的上限。

(2) 植物(芒草及海藻)標準：利用 IAEA 所提供的開放精練測試(open proficiency test)草樣 IAEA-CU-2006-03 grass 及蔬菜樣本 IAEA-330。

上述各類計測標準及經處理過之樣本均盛於直徑 8.5 cm、高 7.5 cm 的塑膠盒中進行計測。每個實樣之計測時間視放射活度大小從數小時到一週不等；標準樣本(除沉積物標準外)則只需數小時即可。一般(以 GEM 型偵檢器)常偵測到的天然放射核種(及其光子能量)有：^{212}Pb (238.63 KeV)、^{214}Pb(351.99 KeV)、^{7}Be(477.56 KeV)、^{208}Tl(583.14 KeV)、^{214}Bi(609.32 KeV)、^{228}Ac(911.07 KeV)和 ^{40}K(1460.75 KeV)。^{137}Cs(661.62 KeV) 則為環境樣本中最常見到的、由核爆產生的核分裂核種。其他值得關注的人工核種有由核電廠產生的中子活化核種，如 ^{54}Mn(834.8 KeV)、^{59}Fe(1099.22 KeV, 1291.56 keV)、 ^{58}Co(810.75 KeV) 、^{60}Co(1173.2 KeV, 1332.5 KeV)等，及核分裂核種，如 ^{131}I(364.48 KeV)、^{133}I(529.5 KeV)、^{134}Cs(604.66 KeV)、^{140}La(1596.2 KeV)、^{140}Ba(537.38 KeV)等。圖 6-3 為加馬能譜之一例，係今

(100)年 5 月 30 日於蘭嶼龍頭岩附近(測站八)所採芒草以 GMX 型偵檢器計測所得；其加馬能譜顯現人工核種 ^{134}Cs 之 604.66 keV 能峰，前所未見。當天於其他站位所採芒草亦測得 ^{134}Cs (請見表 6-1)，判斷與今年三月中旬發生的日本福島核災有直接關聯。

圖 6-4 與圖 6-5 分別為使用 GEM 及 GMX 偵檢器所得核種之絕對計測效率與加馬射線能量之校正曲線及其隨樣本質量之變化。

各核種活度之計算係根據下式：

$$A = \frac{N}{E \times I \times \Delta t \times W}$$

式中 A 代表核種活度(Bq/kg)；N 為該核種能峰所累積之計數 (counts)；E 為該能峰中心點之計測效率；I 為該加馬能量之強度(intensity)；Δt 為樣本之計測時間(秒)；W 為樣本之重量(公斤)。

2.2.3 數據之品質管制與保證(Q/A & Q/C)

任何環境化學分析作業之品質管制要從採樣開始至數據報告為止，放射核種分析自然亦不例外。核種活度之準確度(accuracy)及再現度(reproducibility)與樣本之均勻度(homogeneity)及其與標準樣本之基質(matrix)之相同性(similarity)和可追蹤性(traceability)均有密切之關聯。這一點我們在處理樣本及校正儀器時都會注意到，有關細節已於前面「研究方法」中敘述。此外，容器及計測系統之背景值亦需經常監測，從樣本之計測結果中扣除，以得到真正發自樣本本身輻射線的信號。至於核種活度之精準度(precision)則繫於放射計數之統計分析，即所謂的 counting statistics。本報告中數據之臚列係以常態分佈的一個標準偏差(±1 σ)為依據。

至於核種之最低偵測極限(Minimum Detection Limit; MDL)則與背景值、樣本中有關核種之活度、樣本量之大小、儀器效率、計測時間之長短等因子皆有關聯。MDL 之制定牽涉到預設之定義；美國能源部環測局(EML)之慣例為將之設為背景值之一個標準誤差(S_{blank})的 4.66 倍，即 MDL = 4.66 S_{blank}。其實，偵測下限與計測時間之平方根成反比， 即

$$MDL \propto \frac{1}{\sqrt{T}}$$

因此，延長計測時間可降低偵測下限。欲嚴格定義偵測下限，吾人不僅需預設樣本量之大小，亦需設定時間，本實驗室所採用計算法則為：

$$MDL \equiv Conc. \times \frac{3\sqrt{bkgd\,@\,FWHM}}{peak\,@\,FWHM}$$

三、調查研究結果與討論

表 6-1 為 99 年 1 月至 100 年 12 月間之樣本分析結果。所列誤差值為放射計數之一個標準偏差（±1σ）。以下概述這兩年內共八季之監測結果。

3.1 天然核種

本期藻類樣本分析的結果顯示，^{40}K 活度(activity)介於 14-305 Bq/kg (鮮重)，平均值為 83 Bq/kg，是藻類樣品中最主要的放射核種。宇宙射線所造成之落塵放射核種 ^{7}Be（半衰期=53.3 天）也常在藻類樣本中偵測到，其平均活度(3.5 Bq/kg)為 ^{40}K 平均活度之 4.3 %。

^{228}Ac、^{212}Pb 和 ^{208}Tl 為 ^{232}Th 衰變系列的核種；量得之 ^{228}Ac 活度介於 0~2.8 Bq/kg 間(平均值為 0.7 Bq/kg)，由於 ^{228}Ac 之半衰期($t_{1/2}$ = 6.15 h) 短，理論上，它在生物體中應大致與其母核種 ^{228}Ra ($t_{1/2}$ = 5.75 y)呈放射平衡，故 ^{228}Ac 活度接近 ^{228}Ra 的活度。此外，^{212}Pb 對 ^{208}Tl 的活度比與理論預期之 3:1 接近，而稍異於 ^{228}Ac，應是 ^{228}Ra、^{228}Th、^{212}Pb 及夾於其間之核種在海水中呈放射性不平衡(radioactive disequilibrium)所致。

設若 ^{228}Ra 和 ^{228}Ac 呈放射平衡，而 ^{228}Th 到 ^{208}Tl 之間所有七個短半衰期核種亦達永世平衡(secular equilibrium)。則在這些樣品中 ^{232}Th 系列核種總活度之上限，可以下列的半經驗方程式概略估計：

$$\sum {}^{232}Th\text{系列核種} = 2\times{}^{228}Ac + 7\times{}^{212}Pb$$

如此估算的結果顯示，藻類樣本中由 ^{232}Th 系列核種所產生的放射活度，平均約為 ^{40}K 活度的 7%(蘭嶼海藻)至 10%(核三海藻)。

至於表列的另外兩個核種，即 ^{214}Pb 和 ^{214}Bi, 係屬於 ^{238}U 的衰變系列。由於 ^{238}U 的子核種 ^{230}Th 在海水中(尤其是淺海)活度極低(一般低於 0.001 dpm/l)，而

^{230}Th 的子核種 ^{226}Ra 則可從沉積物中釋放出來，或由河水帶來，致其於海水中活度遠高於(以千、萬倍計)^{230}Th 之活度；因此，^{226}Ra 才是海水中 ^{214}Pb 和 ^{214}Bi 實際的母源。設若從 ^{226}Ra 到 ^{210}Po 之間的短半衰期核種呈永世平衡，則這一系列自 ^{226}Ra 以降(不包含超量的 ^{210}Pb)的核種活度可以 9×^{214}Pb 粗略估計之。如此估算的結果，藻類樣本中，由 ^{238}U 系列核種(不包含 ^{210}Pb)所產生的放射活度與 ^{232}Th 系列核種所產生的放射活度大致相當；平均約為 ^{40}K 活度的 7%。^{238}U 及 ^{232}Th 系列核種活度約佔總活度之 14% (圖 6-10)。

沉積物中 ^{40}K 活度範圍甚廣，介於 18~298 Bq/kg (貝殼砂之 ^{40}K 含量低；細泥之 ^{40}K 含量高)。核三沉積物 ^{40}K 平均值為 92 Bq/kg，約佔所有核種總活度之 52%; 蘭嶼 ^{40}K 平均值為 96 Bq/kg，約佔總活度之 21% (圖 6-8)。

Be-7 為蘭嶼潮池沉積物樣本最主要核種，其平均活度(839 Bq/kg)約佔該類樣本(潮池底泥)表列核種平均總活度(956 Bq/kg)之 88%，是潮池沉積物的一大特徵，顯示潮池是落塵核種相當有效的匯集處(sink)。由於潮池底泥中 ^{7}Be 活度隨時間(不同季節、颱風前後，或大小潮之週期)變化甚大，吾人或可據此推敲顆粒性物質於潮間帶滯留時間長短之變化；這可能構成一個很有趣、值得研究的科學議題。

根據最近兩年的數據，各類核種在海水、魚類、海藻、芒草及沉積物樣本中所佔之比例可以圖 6-6 至圖 6-12 來大致表示並相互比較。綜合本次報告所涵蓋 8 季的觀察結果，這五類樣本中所有量測到的核種平均總活度(以 Bq/kg 為單位；生物樣本以鮮重為準)強度依序為：蘭嶼沉積物(457 貝克/公斤) > 核三沉積物(178 貝克/公斤) > 蘭嶼芒草(124 貝克/公斤鮮重) ≥ 核三海藻(116 貝克/公斤鮮重) > 核三養殖魚(89 貝克/公斤鮮重) > 蘭嶼海藻(66 貝克/公斤鮮重) > 海水(12 貝克/公斤)。

3.2 人工核種

大部分的海藻及沉積物樣本中可偵測到 ^{137}Cs，其在近兩年海藻試樣中平均活度約為 0.11 Bq/kg 鮮重，活度雖然不高，但生物濃縮效應明顯。根據吾人執行北核計畫時分析海水之結果，台灣附近海域海水 ^{137}Cs 活度平均為 0.0024 Bq/kg，約為海藻中 ^{137}Cs 平均活度之 2.2%。換言之，根據本期之分析結果，海藻對海水中 ^{137}Cs 之生物濃縮係數(bio-concentration factor)約為 45。本期所量測到 ^{137}Cs 在沉積物中平均活度為 2.21 Bq/kg，相對於海水 ^{137}Cs 活度的分佈係數(distribution coefficient)約為 920。

筆者致力於台灣週遭海域沉積物之放射化學研究多年，本計畫所測得蘭嶼沉積物中之 ^{137}Cs 較絕大多部分近海表層沉積物中之 ^{137}Cs 含量為低。鑒於今(100)年第 2 季之前皆未測得 ^{134}Cs，沉積物中 ^{137}Cs 最主要來源應為五零年代至六零年代大氣核爆所導致全球落塵之殘餘。

本計畫執行七年來，^{60}Co 及 ^{137}Cs 於各類環境試樣之時間序列如圖 6-13 至圖 6-17 所示。

四、本期重點發現

1. 根據歷年來之監測結果，整體言之，第三核能發電廠及蘭嶼貯存場附近沉積物樣本之放射活度明顯低於北部核能電廠附近海域之樣本。

2. 自前(98)年起，蘭嶼貯存場附近潮池底泥輒測得 ^{60}Co 的存在， ^{137}Cs 亦隨之升高，且與時俱增，於今(100)年第三季達七年來最高值(^{60}Co 為 18 Bq/kg；^{137}Cs 為 71 Bq/kg)，第四季則驟降(圖 6-16)。因測得活度與此兩核種在土壤及泥質沉積物之調查基準值(^{60}Co 為 110 Bq/kg；^{137}Cs 為 740 Bq/kg)相去甚遠，對附近海域之生態不致有影響。

3. 當貯存場附近潮池底泥測得 ^{60}Co 後，吾人擴大監測目標，將路邊與潮間帶之間的石苔增列為環境試樣，三年來監測結果(圖 6-17)與潮池底泥之時間序列 (圖 6-16)趨勢一致，初步推測可能與近年來進行低放射性廢棄物桶之檢整有關。今年第四季試樣中人工核種活度之遞減可能反映檢整工作的結束，今後仍應密切監測，觀察後續變化。

4. 99 年第第四季核三廠出水口海藻 ^{60}Co 及 ^{54}Mn 活度(分別達 1.27 及 0.57 Bq/kg)，較往年所測得者為高。今年前兩季則降至以前的較低水平。

5. 今(100)年第一季(三月 17 日)於蘭嶼貯存場大門前方龍頭岩附近(第八測站)所採芒草測得 ^{60}Co，其活度為 0.26 Bq/kg，低於此核種於草類試樣之紀錄基準(0.5 Bq/kg)。雖原能會未訂定 ^{60}Co 於草類環境試樣之調查基準，但測得活度仍遠低於農漁產品環境試樣中 ^{60}Co 之調查基準(40 Bq/kg)。該試樣測得之 ^{60}Co，推測可能與低放射性廢棄物桶之檢整有關。第二季(五月 30 日)於貯存場附近擴大監測，未再測得 ^{60}Co，但卻測得 ^{134}Cs 及顯著增高的 ^{137}Cs；判斷係日本福島核災所釋出核分裂核種經大氣傳輸，於北半球各處沉降所致 (Huh et al., 2012; Hsu et al., 2012)。

五、附表與附圖

表 6-1 99 年 1 月至 100 年 12 月第三核能發電廠及蘭嶼貯存場附近生物及沉積物樣本放射核種活度監測 (1/9)*

樣本描述	鮮重(g)	灰重(g)	採樣日期	^{7}Be	^{40}K	^{228}Ac	^{214}Pb	^{214}Bi	^{212}Pb	^{208}Tl	^{137}Cs	^{54}Mn	^{60}Co
核三附著性藻類												-	-
核三, St. 3a (南灣海水浴場西測)指枝藻 *Valoniopsis pachynema* (Martens) Boergesen	205.35	40.03 (dry)	1/19/99	9.90 ± 0.53	168 ± 3	2.64 ± 0.27	2.48 ± 0.11	1.56 ± 0.15	2.73 ± 0.11	0.86 ± 0.06	-	-	-
核三, St.3 (南灣海水浴場)條滸苔 *Ulva clathrata* (Roth) C. Agardh	274.78	14.05 (dry)	1/19/99	-	20.3 ± 1.2	-	0.19 ± 0.06	0.24 ± 0.05	0.16 ± 0.03	0.07 ± 0.04	-	-	-
核三, St. 2 (出水口外南側珊瑚礁岸邊) 小團扇藻 *Padena minor* Yamada	428.93	43.9	4/13/99	1.51 ± 0.12	59.5 ± 0.9	0.53 ± 0.05	0.36 ± 0.04	0.32 ± 0.04	0.70 ± 0.03	0.20 ± 0.04	0.05 ± 0.02	-	-
核三, St. 2 (近廠出水口外南側) 緣管滸苔 *Enteromorpha linza* (Linnaeus) J. Agardh	455.41	31.09	4/13/99	0.39 ± 0.13	15.1 ± 0.7	0.17 ± 0.08	0.43 ± 0.05	0.48 ± 0.04	0.22 ± 0.02	0.08 ± 0.02	-	-	-
核三, St. 2 (近廠出水口外南側) 傘房龍鬚菜 *Gracilaria coronopifolia* J. Agardh	344.76	38.66	4/13/99	1.53 ± 0.24	244 ± 2	0.56 ± 0.16	0.33 ± 0.06	0.38 ± 0.07	0.42 ± 0.05	0.13 ± 0.04	0.06 ± 0.03	-	-
核三, St. 3a (南灣海水浴場西測)軟絲藻 *Ulothrix flaccida* (Dillwyn) Thuret in Le Jolis	373.18	63.94	7/13/99	2.19 ± 0.33	136 ± 2	0.97 ± 0.19	0.79 ± 0.08	0.73 ± 0.08	1.64 ± 0.08	0.57 ± 0.05	0.09 ± 0.03	-	-
核三, St.1 (出水口上層水道) 滸苔 (已部份腐爛) *Enteromorpha prolifera* (O.F. Muller) J. Agardh	646.62	170.55	12/2/99	10.1 ± 0.4	110 ± 1	2.28 ± 0.15	1.27 ± 0.08	1.15 ± 0.09	4.71 ± 0.09	1.43 ± 0.06	0.16 ± 0.03	0.57 ± 0.04	1.27 ± 0.06
核三, St.1 (出水口上層水道) 滸苔 *Enteromorpha prolifera* (O.F. Muller) J. Agardh	734.05	129.33	12/2/99	3.81 ± 0.24	305 ± 2	0.53 ± 0.10	0.57 ± 0.05	0.40 ± 0.04	0.66 ± 0.05	0.21 ± 0.03	0.08 ± 0.03	0.08 ± 0.03	0.14 ± 0.03
核三, St. 3a (南灣海水浴場西測水道下) 滸苔 *Enteromorpha prolifera* (O.F. Muller) J. Agardh	734.05	129.33	12/2/99	0.92 ± 0.27	21.1 ± 1.4	2.77 ± 0.17	1.20 ± 0.08	1.10 ± 0.08	2.35 ± 0.07	0.71 ± 0.05	0.22 ± 0.03	-	-
核三, St. 3a (南灣海水浴場西測水道旁)簇生束藻*Symploca caespitosa* Tseng & Hua	288.09	33.85	12/2/99	6.61 ± 0.39	132 ± 2	1.15 ± 0.14	0.86 ± 0.08	0.68 ± 0.09	3.06 ± 0.08	1.02 ± 0.04	0.19 ± 0.02	-	-
核三, St.4 (南灣面海左側珊瑚礁岸) 條滸苔 *Ulva clathrata* (Roth) C. Agardh	247.55	34.83	12/2/99	1.85 ± 0.32	53.3 ± 1.7	0.37 ± 0.20	0.29 ± 0.05	0.32 ± 0.07	0.53 ± 0.04	0.22 ± 0.04	0.06 ± 0.03	-	-
核三, St.1 (出水口上層水道) 褐蘚藻 *Hincksia breviarticulatus* (J Agardh) P. Silva	427.28	47.22	2/17/100	2.26 ± 0.17	150 ± 1	0.36 ± 0.09	0.25 ± 0.04	0.25 ± 0.04	0.62 ± 0.03	0.21 ± 0.02	0.08 ± 0.02	0.05 ± 0.02	0.07 ± 0.02
核三, St. 2 (近廠出水口外南側) 網胰藻 *Hydroclathrus* (Bory) Howe	282.6	32.76	2/17/100	3.17 ± 0.19	145 ± 1	0.54 ± 0.08	0.58 ± 0.04	0.61 ± 0.05	0.63 ± 0.04	0.25 ± 0.02	-	-	-
核三, St.4 (南灣面海左側珊瑚礁岸) 條滸苔 *Ulva clathrata* (Roth) C. Agardh	173.26	12.04	2/17/100	-	45.5 ± 1.0	0.36 ± 0.08	0.40 ± 0.05	0.39 ± 0.06	0.23 ± 0.03	0.11 ± 0.04	0.06 ± 0.02	-	-

續表 6-1 99 年 1 月至 100 年 12 月第三核能發電廠及蘭嶼貯存場附近生物及沉積物樣本放射核種活度監測 (2/9)*

樣本描述	鮮重(g)	灰重(g)	採樣日期	^{7}Be	^{40}K	^{228}Ac	^{214}Pb	^{214}Bi	^{212}Pb	^{208}Tl	^{137}Cs	^{54}Mn	^{60}Co
核三附著性藻類(續)													
核三, St. 3 (南灣海水浴場)裂片石蓴 *Ulva fasciata* Delile	128.61	22.88	3/17/100	4.57 ± 0.70	61.6 ± 1.9	-	0.39 ± 0.10	0.43 ± 0.16	0.26 ± 0.08	0.11 ± 0.07	-	-	-
核三, St.1 (出水口上層水道) 滸苔(死) *Enteromorpha prolifera* (O.F. Muller) J. Agardh	257.49	49.78	5/17/100	5.80 ± 0.31	43.4 ± 1.0	0.71 ± 0.16	0.97 ± 0.08	0.92 ± 0.05	1.81 ± 0.05	0.60 ± 0.03	-	0.08 ± 0.03	0.12 ± 0.03
核三, St.1 (出水口上層水道) 滸苔(活) *Enteromorpha prolifera* (O.F. Muller) J. Agardh	210.66	17.47	5/17/100	-	144 ± 2	-	0.81 ± 0.09	0.98 ± 0.10	0.38 ± 0.05	0.17 ± 0.04	0.08 ± 0.05	-	-
核三, St.1 (出水口上層水道)頂囊藻 *Acrocystis nana* Zanardini	197.57	37.49	5/17/100	2.79 ± 0.12	22.4 ± 0.6	0.57 ± 0.07	1.17 ± 0.04	1.21 ± 0.05	0.94 ± 0.04	0.28 ± 0.02	0.06 ± 0.01	0.03 ± 0.01	0.09 ± 0.02
核三, St.2 (出水口外南側珊瑚礁岸邊) 滸苔 *Enteromorpha prolifera* (O.F. Muller) J. Agardh	55.31	16.48(dry)	8/25/100	3.85 ± 0.56	103 ± 2	2.06 ± 0.34	0.80 ± 0.08	0.72 ± 0.09	2.12 ± 0.10	0.66 ± 0.08	0.48 ± 0.07	-	-
核三, St.3 (南灣海水浴場)條滸苔 *Ulva clathrata* (Roth) C. Agardh	364	23.19 (dry)	8/25/100	0.81 ± 0.20	14.4 ± 0.6	0.16 ± 0.07	0.09 ± 0.04	0.15 ± 0.04	0.22 ± 0.03	0.11 ± 0.01	-	-	-
核三, St. 3 (南灣海水浴場)裂片石蓴 *Ulva fasciata* Delile	327.65	35.65(dry)	10/27/100	1.19 ± 0.08	39.1 ± 0.6	0.34 ± 0.05	0.12 ± 0.02	0.12 ± 0.02	0.10 ± 0.01	0.03 ± 0.01	0.08 ± 0.01	-	-
核三藻類平均值 (及一標準偏差)				3.01 ± 2.97	96.8 ± 78.9	0.81 ± 0.87	0.68 ± 0.55	0.63 ± 0.40	1.17 ± 1.22	0.38 ± 0.37	0.083 ± 0.111	0.039 ± 0.124	0.080 ± 0.276
核三石苔													
核三, St. 3a (南灣海水浴場西測水道下) 石苔	203.5	35.61(dry)	2/17/100	5.25 ± 0.62	198 ± 3	3.80 ± 0.33	4.34 ± 0.16	3.45 ± 0.17	4.93 ± 0.14	1.33 ± 0.09	0.16 ± 0.05	-	-
核三, St.1 (出水口) 石苔	62.25	9.03(dry)	8/25/100	4.35 ± 0.59	43.1 ± 1.5	0.61 ± 0.20	0.72 ± 0.08	0.60 ± 0.10	2.25 ± 0.06	0.77 ± 0.05	0.17 ± 0.07	-	-
核三, St. 3a (南灣海水浴場西測水道下) 石苔	502.85	200.8(dry)	10/27/100	6.11 ± 0.18	123 ± 1	2.52 ± 0.11	2.72 ± 0.05	2.12 ± 0.05	3.32 ± 0.05	1.03 ± 0.02	0.14 ± 0.02	-	-
蘭嶼附著性藻類													
蘭嶼, St. 1 (貯存場面海測礁岸) 裂片石蓴 *Ulva fasciata* Delile	287.52	15	3/2/99	-	60.6 ± 1.6	0.27 ± 0.14	0.29 ± 0.06	0.34 ± 0.06	-	-	-	-	-
蘭嶼, St.2 (貯存場面海測礁岸) 滸苔 *Enteromorpha prolifera* (O.F. Muller) J. Agardh	483.06	14.4	3/2/99	0.26 ± 0.10	41.7 ± 0.8	-	0.17 ± 0.03	0.19 ± 0.03	-	0.04 ± 0.02	-	-	
蘭嶼, St. 6 (漁人部落) 布氏藻 *Boodlea composita* Brand	225.54	19.02	3/2/99	2.19 ± 0.32	142 ± 3	1.32 ± 0.15	0.71 ± 0.11	0.54 ± 0.12	0.48 ± 0.07	0.21 ± 0.06	-	-	-
蘭嶼, St. 1 (貯存場面海測礁岸) 裂片石蓴 *Ulva fasciata* Delile	164.46	25.54 (dry)	6/8/99	5.28 ± 0.45	49.8 ± 1.5	0.49 ± 0.23	1.31 ± 0.08	1.28 ± 0.11	0.39 ± 0.07	0.16 ± 0.07	0.07 ± 0.03	-	-
蘭嶼, St.1 (貯存場面海測礁岸) 滸苔 *Enteromorpha prolifera* (O.F. Muller) J. Agardh	398.26	48.81	10/11/99	9.85 ± 0.45	29.5 ± 1.4	0.54 ± 0.14	0.08 ± 0.09	0.10 ± 0.08	0.39 ± 0.06	0.19 ± 0.05	0.05 ± 0.03	-	-

續表 6-1 99 年 1 月至 100 年 12 月第三核能發電廠及蘭嶼貯存場附近生物及沉積物樣本放射核種活度監測 (3/9)*

樣本描述	鮮重(g)	灰重(g)	採樣日期	^{7}Be	^{40}K	^{228}Ac	^{214}Pb	^{214}Bi	^{212}Pb	^{208}Tl	^{137}Cs	^{54}Mn	^{60}Co
蘭嶼附著性藻類(續)													
蘭嶼, St.2 (貯存場面海測礁岸) 滸苔 *Enteromorpha prolifera* (O.F. Muller) J. Agardh	420.75	38.59	10/11/99	6.67 ± 0.23	32.7 ± 0.9	0.33 ± 0.10	0.23 ± 0.05	0.23 ± 0.06	0.44 ± 0.04	0.15 ± 0.02	0.09 ± 0.02	-	-
蘭嶼, St. 1 (貯存場面海測礁岸) 裂片石蓴 *Ulva fasciata* Delile	141.85	18.69 (dry)	3/17/100	5.31 ± 0.12	62.7 ± 0.6	0.27 ± 0.04	0.20 ± 0.01	0.20 ± 0.02	0.12 ± 0.02	0.05 ± 0.01	0.07 ± 0.01	-	0.059 ± 0.009
蘭嶼, St.2 (貯存場面海測礁岸) 滸苔 *Enteromorpha prolifera* (O.F. Muller) J. Agardh	434.61	33.8	3/17/100	4.55 ± 0.20	44.4 ± 0.6	-	0.10 ± 0.02	0.04 ± 0.03	0.12 ± 0.01	0.06 ± 0.02	0.05 ± 0.01	-	-
蘭嶼, St. 1 潮池(貯存場面海測礁岸)浪花藻 *Portieria hornemannii* (Lyngbye) P.C. Silva	141.8	25.63 (dry)	8/31/100	10.3 ± 0.2	17.6 ± 0.9	0.99 ± 0.12	0.19 ± 0.06	0.21 ± 0.05	0.61 ± 0.04	0.26 ± 0.04	1.31 ± 0.05	-	0.079 ± 0.033
蘭嶼, St. 3 (野銀部落礁岸) 指枝藻 *Valoniopsis pachynema* (Martens) Boergesen	144.42	31 (dry)	8/31/100	1.82 ± 0.29	49.3 ± 1.4	0.87 ± 0.24	1.56 ± 0.07	1.04 ± 0.08	1.85 ± 0.10	0.53 ± 0.04	-	-	-
蘭嶼藻類平均值(及一標準偏差)				4.62 ± 3.63	53.0 ± 34.2	0.51 ± 0.43	0.48 ± 0.53	0.41 ± 0.42	0.44 ± 0.54	0.17 ± 0.15	0.16 ± 0.40	-	0.014 ± 0.029
蘭嶼石苔													
蘭嶼, St. 2 (路邊牆面石苔)	already dry in situ	65.08(dry)	3/2/99	106 ± 1	53.4 ± 1.2	1.37 ± 0.20	1.24 ± 0.10	1.44 ± 0.08	0.76 ± 0.07	0.25 ± 0.05	0.53 ± 0.05	-	0.24 ± 0.06
蘭嶼, St. 1 (路邊牆面石苔)	ditto	71.62(dry)	6/8/99	67.7 ± 2.0	34.7 ± 2.6	4.37 ± 0.52	1.32 ± 0.20	1.30 ± 0.25	1.62 ± 0.19	0.49 ± 0.15	0.59 ± 0.10	-	-
蘭嶼, St. 2 (路邊牆面石苔)	ditto	49.21(dry)	6/8/99	216 ± 3	43.9 ± 2.6	2.01 ± 0.32	-	-	1.56 ± 0.18	0.78 ± 0.08	0.39 ± 0.11	-	0.44 ± 0.12
蘭嶼, St. 1 (路邊牆面石苔)	101.85	16.49(dry)	8/10/99	9.13 ± 0.47	8.80 ± 0.74	1.18 ± 0.24	0.93 ± 0.09	0.81 ± 0.07	0.70 ± 0.06	0.23 ± 0.07	0.09 ± 0.03	-	-
蘭嶼, St. 2 (路邊牆面石苔)	409.64	44.46(dry)	8/10/99	11.7 ± 0.4	8.87 ± 0.46	0.36 ± 0.05	0.15 ± 0.05	0.16 ± 0.04	0.23 ± 0.03	0.07 ± 0.02	0.06 ± 0.02	-	-
蘭嶼, St. 1 (路邊牆面石苔)	345.99	19.68(dry)	10/11/99	102.8 ± 0.4	7.48 ± 0.47	0.22 ± 0.10	0.29 ± 0.04	0.38 ± 0.03	0.62 ± 0.04	0.17 ± 0.03	0.09 ± 0.03	-	-
蘭嶼, St. 2 (路邊涵管石苔)	174.09	27.68(dry)	10/11/99	173 ± 1	12.9 ± 0.7	1.03 ± 0.09	0.39 ± 0.09	0.44 ± 0.06	1.02 ± 0.06	0.30 ± 0.04	5.46 ± 0.09	-	1.77 ± 0.08
蘭嶼, St. 1 (路邊涵管石苔)	34.01	4.75(dry)	3/17/100	694 ± 8	26.0 ± 4.4	5.14 ± 0.59	2.02 ± 0.47	2.10 ± 0.39	2.27 ± 0.28	0.65 ± 0.22	20.1 ± 0.6	-	5.22 ± 0.41
蘭嶼, St. 1 (路邊牆面石苔)	275.7	103.7(dry)	5/30/100	6.28 ± 0.37	5.23 ± 0.73	0.35 ± 0.12	0.19 ± 0.07	0.20 ± 0.07	0.19 ± 0.04	0.09 ± 0.03	0.10 ± 0.03	-	-
蘭嶼, St. 2 (路邊涵管石苔)	145.01	29.27(dry)	5/30/100	214 ± 2	14.5 ± 1.2	1.52 ± 0.18	1.13 ± 0.16	1.09 ± 0.12	1.26 ± 0.15	0.37 ± 0.04	25.1 ± 0.3	-	1.69 ± 0.14
蘭嶼, St. 1 (路邊涵管石苔)	55.02	6.25(dry)	8/31/100	9.01 ± 1.40	9.37 ± 3.12	-	1.54 ± 0.27	1.59 ± 0.29	0.96 ± 0.14	0.34 ± 0.14	0.49 ± 0.14	-	0.78 ± 0.24
蘭嶼, St. 2 (路邊涵管石苔)	11.04	1.34(dry)	8/31/100	216 ± 10	49.3 ± 18.8	12.3 ± 3.2	6.88 ± 1.30	8.02 ± 0.97	5.96 ± 0.86	1.80 ± 0.85	19.6 ± 1.5	-	-
蘭嶼, St. 1 (路邊涵管石苔)	309.28	26.64(dry)	12/3/100	32.1 ± 0.3	6.59 ± 0.27	0.16 ± 0.06	0.30 ± 0.02	0.23 ± 0.02	0.23 ± 0.02	0.08 ± 0.01	0.11 ± 0.01	-	0.06 ± 0.01

續表 6-1 99 年 1 月至 100 年 12 月第三核能發電廠及蘭嶼貯存場附近生物及沉積物樣本放射核種活度監測 (4/9)*

樣本描述	鮮重(g)	灰重(g)	採樣日期	^{7}Be	^{40}K	^{228}Ac	^{214}Pb	^{214}Bi	^{212}Pb	^{208}Tl	^{137}Cs	^{54}Mn	^{60}Co
蘭嶼石苔(續)													
蘭嶼, St. 2 (路邊涵管石苔)	139.63	42.28(dry)	12/3/100	126 ± 1	7.91 ± 0.45	0.56 ± 0.08	0.49 ± 0.08	0.56 ± 0.07	0.57 ± 0.06	0.16 ± 0.03	4.84 ± 0.07	-	0.30 ± 0.04
蘭嶼芒草													
St. 5 (椰油)	741.33	49.42	3/2/99	8.84 ± 0.44	100 ± 2	-	0.34 ± 0.08	0.28 ± 0.09	0.16 ± 0.04	0.06 ± 0.03	0.06 ± 0.03	-	-
St. 8 (龍頭岩前)	820.81	61.29	3/2/99	6.92 ± 0.35	77.2 ± 1.5	0.22 ± 0.10	0.46 ± 0.06	0.49 ± 0.06	0.08 ± 0.03	0.03 ± 0.02	0.06 ± 0.03	-	-
St. 5 (椰油)	456.53	28.55	6/8/99	7.53 ± 0.39	122 ± 3	0.37 ± 0.18	0.40 ± 0.07	0.50 ± 0.12	0.20 ± 0.03	0.06 ± 0.04	-	-	-
St. 8 (龍頭岩前)	324.82	22.08	6/8/99	24.0 ± 0.6	79.6 ± 1.7	-	0.30 ± 0.06	0.31 ± 0.05	0.17 ± 0.06	0.06 ± 0.04	0.14 ± 0.03	-	-
St. 5 (椰油)	507	15.47	8/10/99	7.97 ± 0.30	128 ± 1	-	0.25 ± 0.04	0.27 ± 0.05	0.14 ± 0.03	0.05 ± 0.02	0.05 ± 0.02	-	-
St. 8 (龍頭岩前)	377.32	26.73	8/10/99	17.4 ± 0.6	79.1 ± 1.5	-	0.29 ± 0.08	0.31 ± 0.09	0.10 ± 0.04	0.04 ± 0.03	-	-	-
St. 5 (椰油)	776.36	20.22	10/11/99	11.6 ± 0.4	112 ± 2	0.24 ± 0.11	0.09 ± 0.04	0.10 ± 0.05	0.07 ± 0.03	0.04 ± 0.02	-	-	-
St. 8 (龍頭岩前)	577.51	24.99	10/11/99	22.1 ± 0.4	115 ± 1	0.22 ± 0.11	0.07 ± 0.04	0.10 ± 0.04	0.08 ± 0.02	0.04 ± 0.02	0.11 ± 0.01	-	-
St. 5 (椰油)	494.14	61.4	3/17/100	29.5 ± 0.3	89.5 ± 0.8	015 ± 0.06	0.06 ± 0.02	0.04 ± 0.02	0.11 ± 0.01	0.04 ± 0.01	0.09 ± 0.01	-	-
St. 8 (龍頭岩前)	435.72	54.26	3/17/100	43.8 ± 0.4	76.8 ± 0.7	0.18 ± 0.04	0.20 ± 0.02	0.17 ± 0.02	0.13 ± 0.01	0.06 ± 0.01	0.43 ± 0.02	-	0.26 ± 0.02
St. 2 (貯存場後側)†	477.34	52.72	5/30/100	20.9 ± 0.4	104 ± 1	-	0.30 ± 0.04	0.37 ± 0.02	0.16 ± 0.02	0.05 ± 0.02	1.86 ± 0.04	-	-
St. 5 (椰油) †	648.18	52.08	5/30/100	15.2 ± 0.2	122 ± 1	-	0.26 ± 0.02	0.19 ± 0.03	0.10 ± 0.02	0.03 ± 0.01	0.18 ± 0.01	-	-
龍頭岩後; St 7 和 St. 8 之間†	388.74	50	5/30/100	93.2 ± 1.0	58.8 ± 1.6	0.31 ± 0.10	1.03 ± 0.08	1.11 ± 0.05	0.28 ± 0.03	0.09 ± 0.03	1.19 ± 0.06	-	-
St. 8 (龍頭岩前) †	477.34	52.72	5/30/100	40.5 ± 0.5	78.2 ± 1.0	0.33 ± 0.09	0.61 ± 0.04	0.57 ± 0.03	0.16 ± 0.03	0.07 ± 0.02	1.08 ± 0.04	-	-
St. 5 (椰油) †	428.25	18.04	8/31/100	14.6 ± 0.4	91.2 ± 1.1	0.44 ± 0.09	0.06 ± 0.04	0.09 ± 0.04	0.06 ± 0.04	0.02 ± 0.01	0.13 ± 0.03	-	-
St. 8 (龍頭岩前)	540.79	39.1	8/31/100	20.1 ± 0.4	73.2 ± 1.0	0.34 ± 0.08	0.23 ± 0.03	0.25 ± 0.02	0.18 ± 0.02	0.06 ± 0.02	0.11 ± 0.02	-	-
龍頭岩後; St 7 和 St. 8 之間†	455.22	20.3	8/31/100	17.5 ± 0.4	114 ± 1	0.10 ± 0.09	0.08 ± 0.04	0.09 ± 0.04	0.16 ± 0.03	0.06 ± 0.02	0.15 ± 0.03	-	-
St. 5 (椰油)	519.26	30.69	12/3/100	35.6 ± 0.7	111 ± 2	0.30 ± 0.16	0.60 ± 0.02	0.59 ± 0.08	0.15 ± 0.03	0.07 ± 0.03	0.93 ± 0.06	-	-
St. 8 (龍頭岩前)	574.29	36.14	12/3/100	20.3 ± 0.3	105 ± 1	0.32 ± 0.04	0.25 ± 0.03	0.22 ± 0.03	0.11 ± 0.02	0.03 ± 0.01	0.06 ± 0.01	-	-
龍頭岩後; St 7 和 St. 8 之間	374.97	13.43	12/3/100	18.5 ± 0.5	86.2 ± 2.2	0.15 ± 0.17	0.49 ± 0.06	0.56 ± 0.09	0.09 ± 0.03	0.03 ± 0.03	0.09 ± 0.04	-	-
蘭嶼芒草平均值(及一標準偏差; n=20)				23.8 ± 19.4	96.1 ± 19.7	0.18 ± 0.15	0.32 ± 0.24	0.33 ± 0.25	0.13 ± 0.05	0.05 ± 0.02	0.34 ± 0.51	-	0.013 ± 0.058

續表 6-1 99 年 1 月至 100 年 12 月第三核能發電廠及蘭嶼貯存場附近生物及沉積物樣本放射核種活度監測 (5/9)*

樣本描述	鮮重(g)	灰重(g)	採樣日期	^{7}Be	^{40}K	^{228}Ac	^{214}Pb	^{214}Bi	^{212}Pb	^{208}Tl	^{137}Cs	^{54}Mn	^{60}Co
核三沉積物													
核三, St. 2 (出水口外南側沙灘)岸砂			1/19/99	1.43 ± 0.64	23.1 ± 1.3	1.73 ± 0.14	4.28 ± 0.16	3.63 ± 0.24	1.80 ± 0.12	0.57 ± 0.05	-	-	-
核三, St. 2 (出水口外南側沙灘)岸砂 (含苔藻)			1/19/99	-	43.0 ± 2.8	1.84 ± 0.41	3.86 ± 0.25	3.11 ± 0.23	2.52 ± 0.20	0.69 ± 0.11	-	-	-
核三, St. 3a (南灣海水浴場沙灘西端核三排水口)岸砂			1/19/99	3.54 ± 0.57	50.5 ± 2.6	3.58 ± 0.29	3.14 ± 0.24	2.39 ± 0.19	3.15 ± 0.19	0.76 ± 0.10	0.16 ± 0.10	-	-
核三, St. 3 (南灣海水浴場沙灘)岸砂			1/19/99	-	59.0 ± 1.6	3.82 ± 0.27	4.60 ± 0.15	3.30 ± 0.16	3.75 ± 0.15	1.10 ± 0.07	-	-	-
核三, St. 2 (出水口外南側沙灘)岸砂			4/13/99	1.92 ± 0.50	28.5 ± 1.2	2.39 ± 0.20	3.68 ± 0.22	3.34 ± 0.15	1.94 ± 0.11	0.63 ± 0.07	0.28 ± 0.04	-	-
核三, St. 2 (出水口外南側沙灘)細砂及泥			4/13/99	6.89 ± 1.08	174 ± 4	5.93 ± 0.55	6.18 ± 0.31	5.19 ± 0.34	7.14 ± 0.29	1.95 ± 0.12	0.75 ± 0.11	-	-
核三, St. 3a (南灣海水浴場沙灘西端核三排水口)岸砂			4/13/99	1.38 ± 0.50	43.3 ± 2.2	3.13 ± 0.36	3.54 ± 0.24	2.78 ± 0.19	2.75 ± 0.18	0.87 ± 0.09	0.15 ± 0.06	-	-
核三, St. 3b (南灣海水浴場沙灘西端核三排水口)岸砂			4/13/99	-	58.5 ± 3.1	3.80 ± 0.42	2.27 ± 0.25	2.33 ± 0.25	2.72 ± 0.19	1.00 ± 0.11	0.29 ± 0.08	-	-
核三, St. 4 (南灣面海左側珊瑚礁岸)岸砂			4/13/99	4.45 ± 1.43	127 ± 6	3.78 ± 0.97	3.27 ± 0.45	4.12 ± 0.36	5.49 ± 0.42	1.81 ± 0.20	1.09 ± 0.13	-	-
核三, St. 3a (南灣海水浴場沙灘西端核三排水口)岸砂			7/13/99	1.92 ± 0.54	68.2 ± 1.8	3.52 ± 0.33	4.00 ± 0.22	3.04 ± 0.16	3.99 ± 0.15	1.05 ± 0.07	0.22 ± 0.05	-	-
核三, St. 2 (出水口外南側沙灘)岸砂			12/2/99	3.41 ± 0.98	259 ± 5	9.90 ± 0.73	5.05 ± 0.37	5.04 ± 0.38	11.1 ± 0.3	3.67 ± 0.17	0.85 ± 0.15	-	-
核三, St. 3 (南灣海水浴場沙灘)岸砂			12/2/99	4.44 ± 0.94	40.0 ± 3.1	4.98 ± 0.46	2.99 ± 0.22	3.06 ± 0.19	2.33 ± 0.17	0.85 ± 0.08	0.54 ± 0.23	-	-
核三, St. 3a (南灣海水浴場沙灘西端核三排水口)岸砂			12/2/99	-	55.0 ± 5.0	2.59 ± 0.86	3.55 ± 0.32	3.25 ± 0.46	3.35 ± 0.32	1.18 ± 0.17	-	-	-
核三, St. 3b (南灣海水浴場沙灘西端核三排水口)岸砂			12/2/99	0.07 ± 0.02	27.7 ± 2.1	1.71 ± 0.19	3.72 ± 0.15	3.83 ± 0.17	2.36 ± 0.11	0.67 ± 0.06	-	-	-
核三, St. 4 (南灣面海左側珊瑚礁岸)潮池底泥及砂			12/2/99	24.1 ± 1.4	202 ± 8	7.48 ± 1.04	5.74 ± 0.43	5.83 ± 0.39	11.6 ± 0.4	3.64 ± 0.23	0.83 ± 0.14	-	-
核三, St. 2 (出水口外南側沙灘)岸砂			2/17/100	0.73 ± 0.42	25.4 ± 1.2	1.37 ± 0.21	2.77 ± 0.13	2.90 ± 0.14	1.39 ± 0.10	0.37 ± 0.06	-	-	-
核三, St. 3a (南灣海水浴場沙灘西端核三排水口)岸砂			2/17/100	-	33.4 ± 1.6	1.78 ± 0.30	2.78 ± 0.28	3.10 ± 0.18	2.24 ± 0.18	0.75 ± 0.08	-	-	-
核三, St. 3b (南灣海水浴場沙灘西端核三排水口)岸砂			2/17/100	1.52 ± 0.61	32.3 ± 2.3	2.89 ± 0.39	2.82 ± 0.19	3.13 ± 0.18	2.97 ± 0.11	0.90 ± 0.09	0.22 ± 0.08	-	-
核三, St. 4 (南灣面海左側珊瑚礁岸)潮池底泥及砂			2/17/100	4.96 ± 0.77	229 ± 4	7.66 ± 0.47	5.87 ± 0.29	5.95 ± 0.21	9.69 ± 0.26	2.97 ± 0.12	1.48 ± 0.10	-	-
核三, St. 2 (出水口外南側沙灘)岸砂			5/17/100	-	26.0 ± 1.2	1.73 ± 0.35	3.67 ± 0.13	4.00 ± 0.21	1.72 ± 0.12	0.49 ± 0.05	0.34 ± 0.10	-	-
核三, St. 3a (南灣海水浴場沙灘西端核三排水口)岸砂			5/17/100	-	45.7 ± 1.1	2.82 ± 0.15	4.20 ± 0.11	3.62 ± 0.13	3.08 ± 0.10	0.86 ± 0.05	-	-	-

續表 6-1 99 年 1 月至 100 年 12 月第三核能發電廠及蘭嶼貯存場附近生物及沉積物樣本放射核種活度監測 (6/9)*

樣本描述	鮮重(g)	灰重(g)	採樣日期	^{7}Be	^{40}K	^{228}Ac	^{214}Pb	^{214}Bi	^{212}Pb	^{208}Tl	^{137}Cs	^{54}Mn	^{60}Co
核三沉積物(續)													
核三, St. 4 (南灣面海左側珊瑚礁岸)潮池底泥及砂			5/17/100	6.30 ± 0.83	158 ± 4	4.60 ± 0.56	5.67 ± 0.32	6.01 ± 0.29	7.48 ± 0.24	2.17 ± 0.11	0.88 ± 0.15	-	-
核三, St. 2 (出水口外南側沙灘)岸砂			8/25/100	0.96 ± 0.21	36.7 ± 1.4	2.33 ± 0.13	3.68 ± 0.09	3.67 ± 0.10	5.10 ± 0.09	1.70 ± 0.08	0.07 ± 0.03	-	-
核三, St. 3 (南灣海水浴場沙灘)岸砂			8/25/100	1.32 ± 0.34	81.9 ± 1.9	3.95 ± 0.21	4.20 ± 0.11	4.10 ± 0.12	6.02 ± 0.11	2.00 ± 0.07	0.15 ± 0.03	-	-
核三, St. 4 (南灣面海左側珊瑚礁岸)潮池底泥及砂			8/25/100	3.61 ± 0.75	174 ± 3	7.21 ± 0.42	5.15 ± 0.25	4.34 ± 0.22	7.59 ± 0.26	2.72 ± 0.14	0.98 ± 0.14	-	-
核三, St. 2 (出水口外南側沙灘)岸砂			10/27/100	2.19 ± 0.27	18.0 ± 0.7	1.52 ± 0.16	2.53 ± 0.11	2.33 ± 0.10	0.87 ± 0.08	0.32 ± 0.05	-	-	-
核三, St. 3 (南灣海水浴場沙灘)岸砂			10/27/100	1.92 ± 0.22	49.7 ± 1.0	2.62 ± 0.22	3.63 ± 0.12	3.47 ± 0.11	2.97 ± 0.08	0.88 ± 0.04	0.12 ± 0.03	-	-
核三, St. 3a (南灣海水浴場沙灘西端核三排水口)岸砂(粗)			10/27/100	-	44.5 ± 1.3	2.20 ± 0.30	4.86 ± 0.12	4.31 ± 0.13	2.37 ± 0.10	0.80 ± 0.06	0.16 ± 0.06	-	-
核三, St. 3a (南灣海水浴場沙灘西端核三排水口)岸砂(細)			10/27/100	19.8 ± 0.7	298 ± 3	14.3 ± 0.5	11.0 ± 0.2	9.68 ± 0.19	17.6 ± 0.2	5.39 ± 0.10	0.76 ± 0.06	-	-
核三, St. 3 (南灣海水浴場沙灘)岸砂			10/27/100	3.17 ± 0.46	133 ± 2	6.11 ± 0.37	6.45 ± 0.17	5.91 ± 0.15	7.72 ± 0.17	2.36 ± 0.07	0.21 ± 0.05	-	-
核三, St. 4 (南灣面海左側珊瑚礁岸)潮池底泥及砂			10/27/100	3.95 ± 0.65	205 ± 2	7.26 ± 0.33	5.57 ± 0.21	5.51 ± 0.15	8.36 ± 0.19	2.47 ± 0.09	0.81 ± 0.06	-	-
核三沉積物平均值(及一標準偏差)				3.35 ± 5.37	91.9 ± 79.9	4.21 ± 2.89	4.35 ± 1.68	4.07 ± 1.52	4.94 ± 3.76	1.54 ± 1.18	0.37 ± 0.41		
蘭嶼沉積物													
蘭嶼, St. 1 (貯存場面海測礁岸)岸砂			3/2/99	52.0 ± 1.2	47.6 ± 1.8	3.63 ± 0.25	2.89 ± 0.19	2.75 ± 0.14	3.85 ± 0.15	1.20 ± 0.07	0.28 ± 0.05	-	-
蘭嶼, St. 1 (貯存場面海測礁岸) 潮池底泥			3/2/99	1225 ± 7	147 ± 4	1.58 ± 0.62	1.77 ± 0.33	1.33 ± 0.23	4.89 ± 0.29	1.48 ± 0.12	3.72 ± 0.18	-	3.19 ± 0.22
蘭嶼, St. 2 (貯存場面海測礁岸)岸砂			3/2/99	8.47 ± 0.82	44.8 ± 2.1	2.32 ± 0.46	2.24 ± 0.25	2.23 ± 0.22	2.67 ± 0.21	1.06 ± 0.12	0.23 ± 0.10	-	-
蘭嶼, St. 2 (貯存場面海測礁岸) 潮池底泥			3/2/99	1087 ± 12	39.5 ± 4.1	2.58 ± 1.41	2.43 ± 0.65	2.19 ± 0.68	1.71 ± 0.60	0.76 ± 0.37	2.15 ± 0.30	-	-
蘭嶼, St. 3 (野銀部落)岸砂			3/2/99	4.27 ± 0.86	86.9 ± 2.7	8.86 ± 0.53	8.49 ± 0.30	7.47 ± 0.27	9.13 ± 0.25	3.10 ± 0.11	0.43 ± 0.09	-	-
蘭嶼, St. 4 (東清灣)岸砂			3/2/99	4.19 ± 0.74	187 ± 3	10.1 ± 0.5	7.72 ± 0.31	7.62 ± 0.23	11.5 ± 0.3	3.23 ± 0.14	0.24 ± 0.11	-	-
蘭嶼, St. 6 (漁人部落)岸砂			3/2/99	10.9 ± 1.1	141 ± 3	17.9 ± 0.6	14.4 ± 0.4	11.4 ± 0.4	19.7 ± 0.3	5.46 ± 0.16	0.65 ± 0.07	-	-
蘭嶼, St. 7 (龍門港廢料碼頭)岸砂			3/2/99	5.28 ± 0.54	76.8 ± 2.3	5.05 ± 0.40	3.55 ± 0.25	3.42 ± 0.24	5.50 ± 0.21	1.74 ± 0.10	0.33 ± 0.06	-	-
蘭嶼, St. 1 (貯存場面海測礁岸) 潮池底泥			6/8/99	994 ± 4	43.3 ± 1.9	2.48 ± 0.34	2.15 ± 0.23	1.77 ± 0.10	3.39 ± 0.24	1.16 ± 0.07	9.36 ± 0.19	-	3.36 ± 0.15

續表 6-1 99 年 1 月至 100 年 12 月第三核能發電廠及蘭嶼貯存場附近生物及沉積物樣本放射核種活度監測 (7/9)*

樣本描述	鮮重(g)	灰重(g)	採樣日期	^{7}Be	^{40}K	^{228}Ac	^{214}Pb	^{214}Bi	^{212}Pb	^{208}Tl	^{137}Cs	^{54}Mn	^{60}Co
蘭嶼沉積物(續)													
蘭嶼, St. 2 (貯存場面海測礁岸) 潮池底泥			6/8/99	311 ± 4	22.9 ± 2.8	3.05 ± 0.58	2.94 ± 0.21	1.84 ± 0.23	2.79 ± 0.23	1.05 ± 0.08	0.63 ± 0.13	-	-
蘭嶼, St. 2 (貯存場面海測礁岸) 潮池內岸砂			6/8/99	16.1 ± 1.2	43.2 ± 2.7	3.01 ± 0.31	2.43 ± 0.26	2.36 ± 0.21	2.69 ± 0.21	0.88 ± 0.10	0.20 ± 0.07	-	-
蘭嶼, St. 3 (野銀部落)岸砂			6/8/99	3.70 ± 1.06	106 ± 5	11.9 ± 0.8	12.2 ± 0.4	11.2 ± 0.4	17.6 ± 0.4	4.30 ± 0.22	0.52 ± 0.17	-	-
蘭嶼, St. 4 (東清灣)岸砂			6/8/99	3.81 ± 0.13	213 ± 3	13.7 ± 0.5	10.5 ± 0.4	9.13 ± 0.30	14.4 ± 0.3	3.81 ± 0.13	0.43 ± 0.07	-	-
蘭嶼, St. 6 (漁人部落)岸砂			6/8/99	-	81.1 ± 4.9	7.23 ± 0.80	4.79 ± 0.37	5.20 ± 0.43	7.27 ± 0.33	2.37 ± 0.18	0.56 ± 0.14	-	-
蘭嶼, St. 7 (龍門港廢料碼頭)岸砂			6/8/99	9.14 ± 1.18	143 ± 5	7.63 ± 0.96	8.19 ± 0.38	7.20 ± 0.40	7.81 ± 0.35	2.69 ± 0.19	0.55 ± 0.11	-	-
蘭嶼, St. 1 (貯存場面海測礁岸) 潮池一底泥			8/10/99	460 ± 3	34.7 ± 1.1	1.89 ± 0.23	3.38 ± 0.17	2.75 ± 0.12	3.21 ± 0.15	0.92 ± 0.05	2.92 ± 0.09	-	0.74 ± 0.06
蘭嶼, St. 1 (貯存場面海測礁岸) 潮池二(距馬路較近)底泥			8/10/99	1117 ± 8	57.9 ± 3.2	3.31 ± 0.81	2.98 ± 0.50	2.52 ± 0.38	4.48 ± 0.47	1.88 ± 0.15	13.5 ± 0.4	-	3.24 ± 0.26
蘭嶼, St. 2 (貯存場面海測礁岸) 潮池底泥			8/10/99	624 ± 4	38.9 ± 1.5	2.27 ± 0.29	2.07 ± 0.21	1.80 ± 0.12	2.95 ± 0.19	0.81 ± 0.07	2.66 ± 0.13	-	0.56 ± 0.08
蘭嶼, St. 3 (野銀部落)岸砂			8/10/99	4.63 ± 0.71	117 ± 3	12.8 ± 0.5	12.4 ± 0.3	10.6 ± 0.3	12.9 ± 0.3	4.14 ± 0.15	0.46 ± 0.08	-	-
蘭嶼, St. 4 (東清灣)岸砂			8/10/99	3.05 ± 0.65	217 ± 2	13.2 ± 0.4	9.69 ± 0.21	8.46 ± 0.19	12.6 ± 0.2	4.27 ± 0.09	0.50 ± 0.06	-	-
蘭嶼, St. 6 (漁人部落)岸砂			8/10/99	5.26 ± 0.86	155 ± 3	19.8 ± 0.6	15.3 ± 0.4	12.8 ± 0.3	19.5 ± 0.4	5.91 ± 0.14	-	-	-
蘭嶼, St. 7 (龍門港廢料碼頭)岸砂			8/10/99	4.78 ± 1.11	82.0 ± 3.3	5.45 ± 0.46	5.01 ± 0.29	4.13 ± 0.26	6.40 ± 0.29	1.87 ± 0.14	-	-	-
蘭嶼, St. 1 (貯存場面海測礁岸)岸砂			10/11/99	14.2 ± 1.0	47.2 ± 1.8	2.80 ± 0.31	3.02 ± 0.14	1.70 ± 0.17	3.35 ± 0.15	1.23 ± 0.09	-	-	-
蘭嶼, St. 1 (貯存場面海測礁岸)砂+泥			10/11/99	62.1 ± 1.2	81.2 ± 1.9	2.34 ± 0.24	2.01 ± 0.18	1.83 ± 0.12	5.50 ± 0.16	1.61 ± 0.09	0.23 ± 0.08	-	-
蘭嶼, St. 1 (貯存場面海測礁岸) 潮池一底泥			10/11/99	1348 ± 17	32.1 ± 8.7	6.38 ± 1.52	1.68 ± 0.79	1.43 ± 0.88	3.87 ± 0.52	1.11 ± 0.30	2.96 ± 0.32	-	-
蘭嶼, St. 2 (貯存場面海測礁岸) 潮池底泥			10/11/99	2744 ± 23	58.5 ± 6.9	1.86 ± 1.92	2.65 ± 0.94	2.15 ± 0.70	6.56 ± 0.61	2.07 ± 0.35	9.19 ± 0.40	-	3.04 ± 0.45
蘭嶼, St. 2 (貯存場面海測礁岸)岸砂			10/11/99	26.6 ± 0.9	45.4 ± 1.9	2.65 ± 0.27	2.92 ± 0.16	2.30 ± 0.18	3.73 ± 0.13	1.26 ± 0.08	0.34 ± 0.07	-	-
蘭嶼, St. 2 (貯存場面海測礁岸)砂+泥			10/11/99	62.3 ± 2.1	90.2 ± 4.1	2.08 ± 0.53	1.92 ± 0.23	1.94 ± 0.13	7.00 ± 0.25	2.31 ± 0.14	0.42 ± 0.17	-	-
蘭嶼, St. 3 (野銀部落)岸砂			10/11/99	4.47 ± 0.15	125 ± 3	14.2 ± 0.5	11.7 ± 0.3	9.70 ± 0.30	13.7 ± 0.3	4.47 ± 0.15	-	-	-
蘭嶼, St. 4 (東清灣)岸砂			10/11/99	4.67 ± 0.82	214 ± 3	12.9 ± 0.5	9.81 ± 0.29	8.71 ± 0.27	13.6 ± 0.3	3.77 ± 0.14	0.58 ± 0.10	-	-

續表 6-1 99 年 1 月至 100 年 12 月第三核能發電廠及蘭嶼貯存場附近生物及沉積物樣本放射核種活度監測 (8/9)*

樣本描述	鮮重(g)	灰重(g)	採樣日期	^{7}Be	^{40}K	^{228}Ac	^{214}Pb	^{214}Bi	^{212}Pb	^{208}Tl	^{137}Cs	^{54}Mn	^{60}Co
蘭嶼沉積物(續)													
蘭嶼, St. 6 (漁人部落)岸砂			10/11/99	5.25 ± 1.05	171 ± 3	19.0 ± 0.6	13.4 ± 0.3	11.9 ± 0.3	17.7 ± 0.3	5.74 ± 0.16	0.28 ± 0.10	-	-
蘭嶼, St. 7 (龍門港廢料碼頭)岸砂			10/11/99	8.06 ± 0.74	85.2 ± 2.2	5.69 ± 0.36	4.76 ± 0.20	3.09 ± 0.21	5.56 ± 0.20	1.70 ± 0.11	-	-	-
蘭嶼, St. 1 (貯存場面海測礁岸) 潮池一底泥(含砂)			3/17/100	1459 ± 8	64.4 ± 3.3	3.73 ± 0.90	1.36 ± 0.47	1.00 ± 0.29	2.77 ± 0.35	0.86 ± 0.27	4.48 ± 0.28	-	1.03 ± 0.34
蘭嶼, St. 1 (貯存場面海測礁岸)岸砂			3/17/100	18.9 ± 1.6	54.9 ± 5.2	3.06 ± 0.73	4.07 ± 0.29	3.50 ± 0.36	4.65 ± 0.27	1.18 ± 0.15	0.50 ± 0.32	-	-
蘭嶼, St. 2 (貯存場面海測礁岸) 潮池底泥(帶砂)			3/17/100	644 ± 5	40.3 ± 3.2	4.58 ± 0.50	3.21 ± 0.34	2.49 ± 0.19	4.64 ± 0.31	1.53 ± 0.16	32.9 ± 0.5	-	6.47 ± 0.26
蘭嶼, St. 3 (野銀部落)岸砂			3/17/100	7.30 ± 0.49	114 ± 2	13.1 ± 0.4	10.9 ± 0.2	9.07 ± 0.22	15.0 ± 0.2	4.38 ± 0.10	0.69 ± 0.06	-	-
蘭嶼, St. 4 (東清灣)岸砂			3/17/100	10.3 ± 1.0	203 ± 6	10.6 ± 0.8	8.73 ± 0.29	7.59 ± 0.37	17.7 ± 0.4	3.74 ± 0.19	1.13 ± 0.16	-	-
蘭嶼, St. 6 (漁人部落)岸砂			3/17/100	5.45 ± 0.95	221 ± 5	20.6 ± 0.8	16.1 ± 0.3	14.3 ± 0.4	27.3 ± 0.3	7.98 ± 0.18	0.42 ± 0.11	-	-
蘭嶼, St. 7 (龍門港廢料碼頭)岸砂			3/17/100	8.72 ± 0.54	88.9 ± 3.4	5.88 ± 0.43	5.27 ± 0.18	4.31 ± 0.23	8.16 ± 0.17	2.34 ± 0.10	0.23 ± 0.12	-	-
蘭嶼, St. 1 (貯存場面海測礁岸) 潮池底泥(附於礁石上之苔蘚			5/30/100	42.8 ± 0.8	22.5 ± 1.3	0.76 ± 0.13	1.22 ± 0.06	0.83 ± 0.09	0.26 ± 0.09	0.11 ± 0.06	0.14 ± 0.04	-	0.14 ± 0.07
蘭嶼, St. 1 (貯存場面海測礁岸)岸砂			5/30/100	13.4 ± 0.9	41.9 ± 2.5	1.97 ± 0.36	2.97 ± 0.29	2.84 ± 0.28	3.41 ± 0.23	0.79 ± 0.13	0.24 ± 0.08	-	-
蘭嶼, St. 2 (貯存場面海測礁岸)岸砂			5/30/100	14.7 ± 1.5	38.7 ± 3.0	4.28 ± 0.61	2.43 ± 0.33	2.64 ± 0.31	3.99 ± 0.28	1.04 ± 0.02	0.77 ± 0.16	-	-
蘭嶼, St. 2 (貯存場面海測礁岸) 潮池底泥(附於礁石上之苔蘚)			5/30/100	229 ± 3	60.9 ± 3.1	2.58 ± 0.49	2.96 ± 0.29	3.17 ± 0.27	4.29 ± 0.23	1.24 ± 0.08	12.1 ± 0.3	-	2.81 ± 0.20
蘭嶼, St. 3 (野銀部落)岸砂			5/30/100	3.43 ± 0.95	119 ± 3	13.5 ± 0.7	11.3 ± 0.4	11.0 ± 0.3	15.4 ± 0.3	4.45 ± 0.16	0.49 ± 0.14	-	-
蘭嶼, St. 4 (東清灣)岸砂			5/30/100	5.55 ± 0.56	190 ± 3	10.9 ± 0.4	8.76 ± 0.23	7.25 ± 0.24	11.2 ± 0.2	3.31 ± 0.12	0.47 ± 0.06	-	-
蘭嶼, St. 6 (漁人部落)岸砂			5/30/100	4.21 ± 1.03	180 ± 4	24.8 ± 0.9	15.0 ± 0.4	14.7 ± 0.4	20.8 ± 0.4	6.72 ± 0.18	0.27 ± 0.13	-	-
蘭嶼, St. 7 (龍門港廢料碼頭)岸砂			5/30/100	2.49 ± 1.39	84.4 ± 5.4	5.09 ± 0.83	4.84 ± 0.37	4.15 ± 0.46	6.07 ± 0.40	2.05 ± 0.17	-	-	-
蘭嶼, St. 1 (貯存場面海測礁岸)岸砂			8/31/100	10.5 ± 0.5	39.3 ± 1.2	2.23 ± 0.28	2.08 ± 0.10	2.10 ± 0.07	3.03 ± 0.06	1.01 ± 0.04	1.86 ± 0.10	-	0.34 ± 0.07
蘭嶼, St. 2 (貯存場面海測礁岸) 潮池底泥			8/31/100	258 ± 4	69.8 ± 3.6	3.62 ± 0.81	3.17 ± 0.52	3.25 ± 0.32	8.02 ± 0.37	2.73 ± 0.22	71.1 ± 0.7	-	18.0 ± 0.5
蘭嶼, St. 2 (貯存場面海測礁岸)岸砂			8/31/100	6.46 ± 0.57	37.2 ± 2.7	1.85 ± 0.40	2.71 ± 0.14	2.46 ± 0.14	4.93 ± 0.1	1.39 ± 0.08	0.26 ± 0.05	-	-
蘭嶼, St. 3 (野銀部落)岸砂			8/31/100	7.54 ± 0.87	152 ± 3	22.04 ± 0.9	11.3 ± 0.3	10.2 ± 0.3	13.7 ± 0.2	4.86 ± 0.12	2.24 ± 0.25	-	-
蘭嶼, St. 4 (東清灣)岸砂			8/31/100	7.24 ± 0.83	222 ± 3	17.8 ± 0.8	8.39 ± 0.23	7.29 ± 0.22	11.7 ± 0.2	3.89 ± 0.10	1.47 ± 0.23	-	-

續表 6-1 99 年 1 月至 100 年 12 月第三核能發電廠及蘭嶼貯存場附近生物及沉積物樣本放射核種活度監測 (9/9)*

樣本描述	鮮重(g)	灰重(g)	採樣日期	^{7}Be	^{40}K	^{228}Ac	^{214}Pb	^{214}Bi	^{212}Pb	^{208}Tl	^{137}Cs	^{54}Mn	^{60}Co
蘭嶼沉積物(續)													
蘭嶼, St. 6 (漁人部落)岸砂			8/31/100	3.75 ± 0.71	140 ± 3	12.4 ± 0.6	11.2 ± 0.2	10.3 ± 0.3	20.7 ± 0.2	6.72 ± 0.18	0.50 ± 0.09	-	-
蘭嶼, St. 7 (龍門港廢料碼頭)岸砂			8/31/100	2.42 ± 0.52	80.5 ± 2.7	4.68 ± 0.40	4.34 ± 0.16	4.12 ± 0.43	6.07 ± 0.40	2.07 ± 0.10	-	-	-
蘭嶼, St. 1 (貯存場面海測礁岸) 潮池底泥			12/3/100	562 ± 6	27.5 ± 4.3	1.22 ± 0.95	4.26 ± 0.46	4.39 ± 0.34	2.30 ± 0.24	0.65 ± 0.17	3.31 ± 0.27	-	-
蘭嶼, St. 1 (貯存場面海測礁岸)岸砂			12/3/100	24.9 ± 0.9	43.7 ± 2.3	1.39 ± 0.44	3.62 ± 0.17	3.83 ± 0.19	3.58 ± 0.11	1.16 ± 0.07	0.43 ± 0.07	-	-
蘭嶼, St. 2 (貯存場面海測礁岸) 潮池底泥			12/3/100	325 ± 3	27.0 ± 2.6	2.59 ± 0.42	1.76 ± 0.24	1.55 ± 0.18	2.40 ± 0.19	0.75 ± 0.09	1.64 ± 0.18	-	-
蘭嶼, St. 2 (貯存場面海測礁岸)岸砂			12/3/100	21.7 ± 0.6	39.7 ± 1.7	2.77 ± 0.25	3.16 ± 0.13	2.86 ± 0.12	3.09 ± 0.11	1.05 ± 0.05	0.26 ± 0.06	-	-
蘭嶼, St. 3 (野銀部落)岸砂			12/3/100	4.19 ± 0.39	123 ± 1	14.1 ± 0.3	12.4 ± 0.2	10.4 ± 0.2	14.2 ± 0.2	4.23 ± 0.07	0.48 ± 0.05	-	-
蘭嶼, St. 4 (東清灣)岸砂			12/3/100	3.39 ± 0.72	171 ± 4	10.1 ± 0.6	8.48 ± 0.25	8.37 ± 0.26	13.8 ± 0.3	3.58 ± 0.15	0.42 ± 0.11	-	-
蘭嶼, St. 6 (漁人部落)岸砂			12/3/100	2.98 ± 0.52	125 ± 2	17.0 ± 0.5	13.7 ± 0.2	12.4 ± 0.2	18.3 ± 0.2	5.84 ± 0.12	0.40 ± 0.06	-	-
蘭嶼, St. 7 (龍門港廢料碼頭)岸砂			12/3/100	5.78 ± 0.39	73.0 ± 2.3	4.06 ± 0.30	5.13 ± 0.13	5.06 ± 0.14	4.95 ± 0.09	1.63 ± 0.06	0.35 ± 0.04	-	-
蘭嶼沉積物 96 年度平均值 (及一標準偏差; n=62)				225 ± 495	96.3 ± 60.2	7.63 ± 6.28	6.23 ± 4.39	5.52 ± 3.90	8.61 ± 6.22	2.63 ± 1.84	3.13 ± 10.0		0.69 ± 2.52
潮池底泥平均值 (及一標準偏差; n=16)				839 ± 672	49.2 ± 30.2	2.78 ± 1.37	2.50 ± 0.84	2.15 ± 0.93	3.66 ± 1.86	1.19 ± 0.63	10.8 ± 18.0		2.66 ± 4.50
蘭嶼沉積物 96 年度平均值 (及一標準偏差; n=46)—不包括潮池底泥				11.3 ± 14.0	113 ± 60	9.31 ± 6.44	7.52 ± 4.38	6.69 ± 3.86	10.3 ± 6.3	3.12 ± 1.86	0.46 ± 0.44		0.01 ± 0.05

以上表列個別樣本中各核種活度誤差值為源自放射計數之一個標準偏差(one standard deviation)；各類別樣本中各核種活度平均值之“誤差值”則反映其變化範圍。各核種最低偵測極限值(Minimum Detection Limit)一般低於其活度之一個標準偏差值。

* 放射核種活度單位為 Bq/kg。 生物樣本重量以鮮重為準;沉積物樣本重量以乾重為準;石苔樣本重量以原(濕)重為準，若因曝曬而脫水，則採用乾重。

** 此涵管石苔樣本測得 Cs-134 活度 1.29±0.06 Bq/kg；判斷係源自 2011 年 3 月日本福島核電廠事件。

† 此芒草樣本測得 Cs-134；判斷係源自 2011 年 3 月日本福島核電廠事件。

\- 代表數值在偵測極限之下。

採樣站 GPS 定位:

(1) 第三核能發電廠附近站位

St. 1 21.93154°N, 120.74504°E (出水口右堤內側)

St. 2 21.93227°N, 120.74414°E (出水口外南側沙灘)

St. 3 21.95922°N, 120.76604°E (南灣海水浴場沙灘)

St. 3a 21.95859°N, 120.75981°E (南灣海水浴場沙灘西測核三出水口)

St. 4 21.95010°N, 120.77621°E (南灣面海左側珊瑚礁岸)

(2) 蘭嶼貯存場附近站位

St. 1 22.00274°N, 121.59210°E (貯存場面海測礁岸)
St. 2 22.00720°N, 121.59422°E (貯存場面海測礁岸)
St. 3 22.03988°N, 121.56808°E (野銀部落海岸)
St. 4 22.05770°N, 121.56571°E (東清灣海岸)
St. 5 22.05565°N, 121.51004°E (椰油路旁芒草地)
St. 6 22.02570°N, 121.54240°E (漁人部落海岸)
St. 7 22.00410°N, 121.58221°E (龍門港廢料碼頭沙灘)
St. 8 22.00246°N, 121.58934°E (龍頭岩與貯存場間路旁芒草地)

圖 6-1 第三核能發電廠附近海岸採樣點

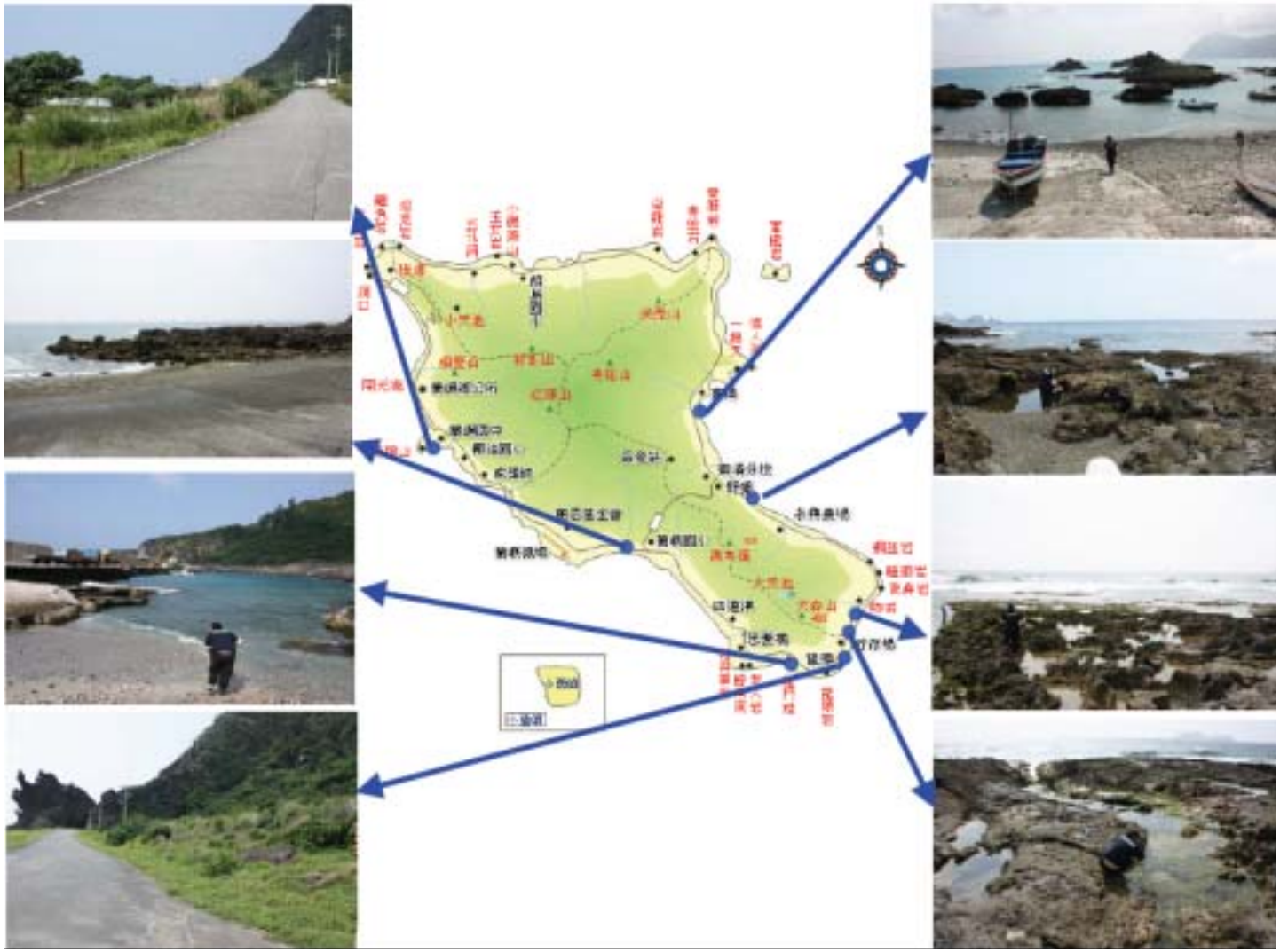


圖 6-2 蘭嶼貯存場附近海岸採樣點

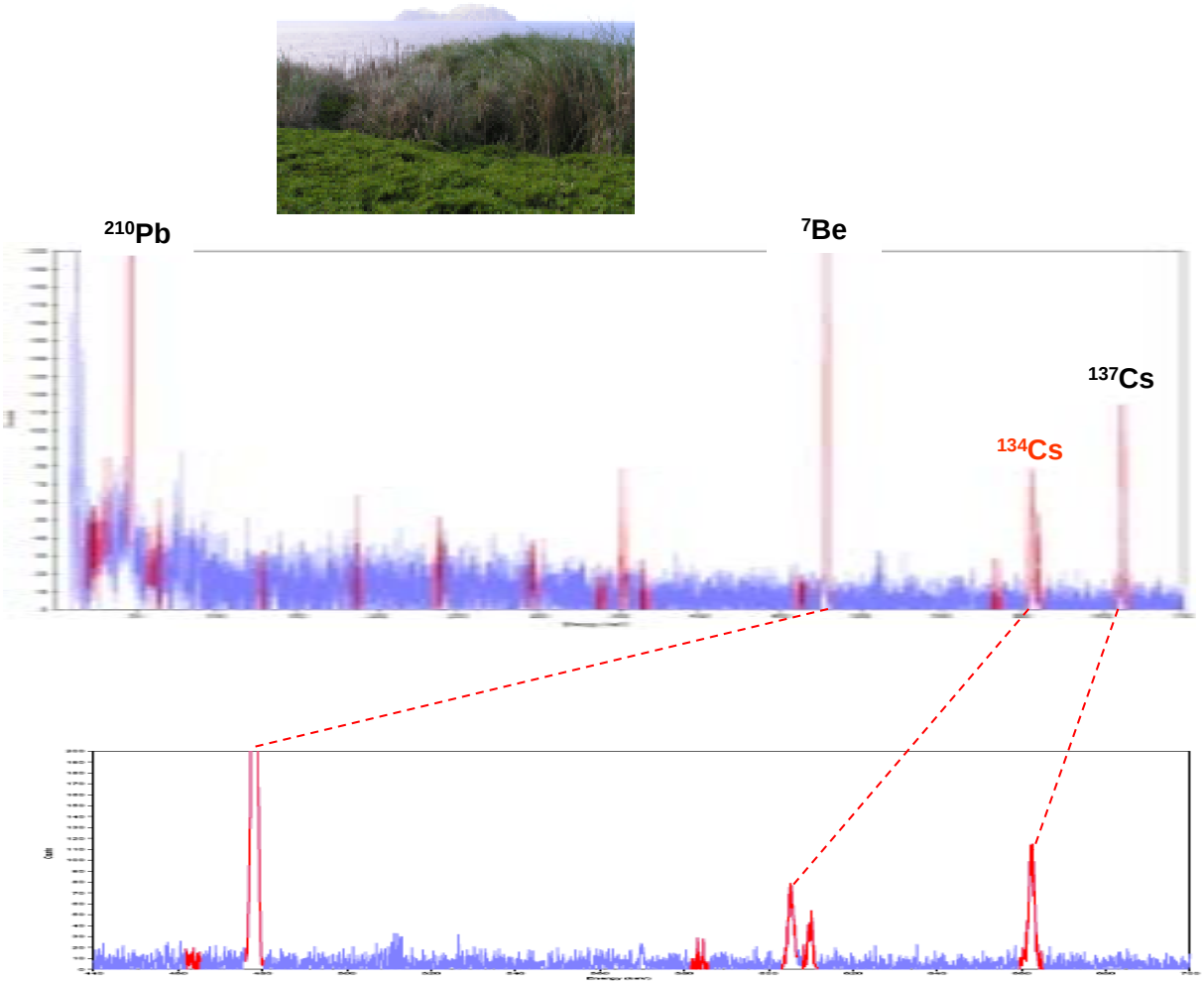


圖 6-3　100 年 5 月 30 日於於蘭嶼龍頭岩附近(測站八)所採芒草以 GMX 型偵檢器計測所得；其加馬能譜除出現常見的 ^{210}Pb、^{7}Be、^{137}Cs 外，還顯現人工核種 ^{134}Cs 之 604.66 keV 能峰。

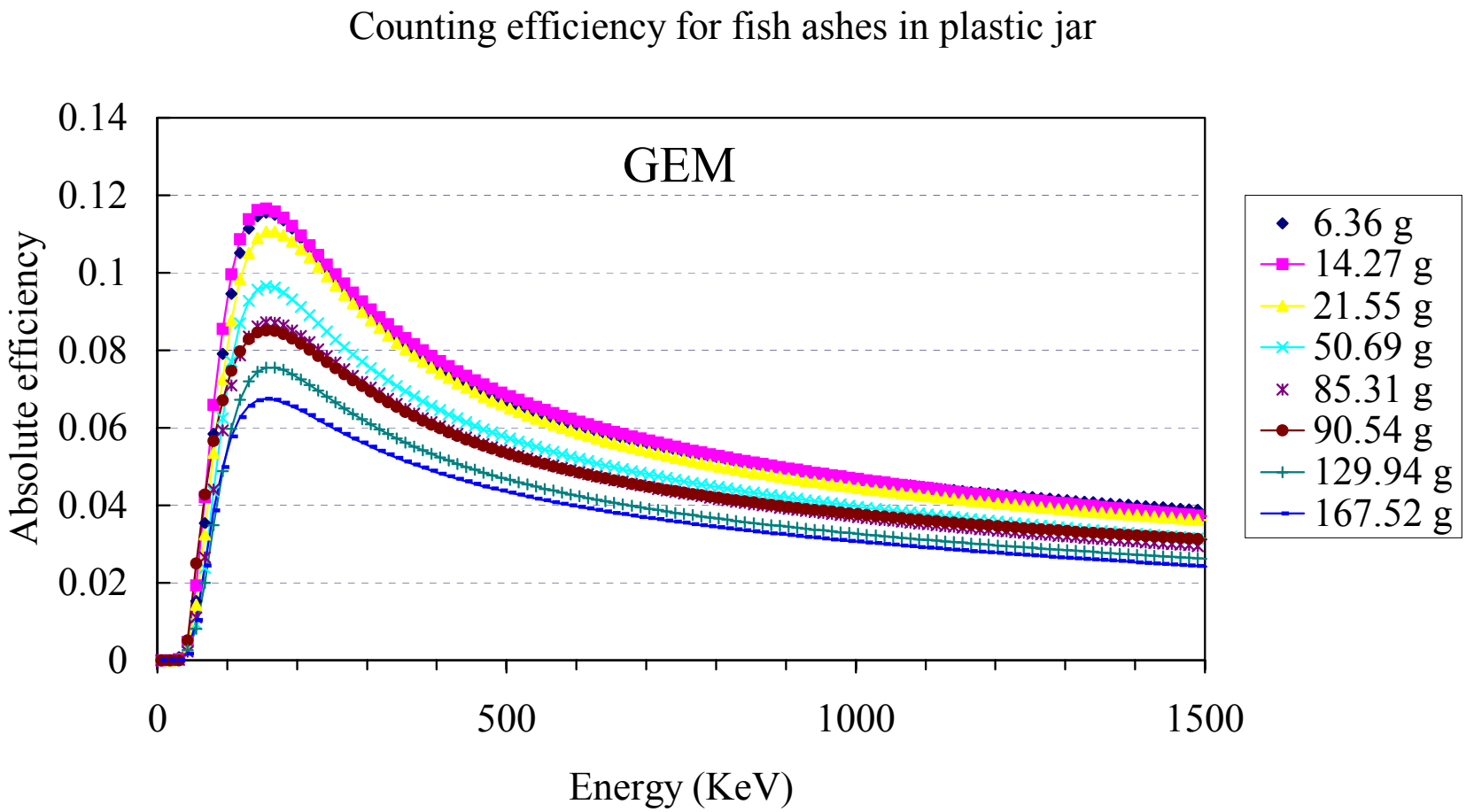


圖 6-4 樣本使用 GEM 偵檢器所得核種之絕對計測效率與加馬射線能量之校正曲線及其隨樣本量之變化

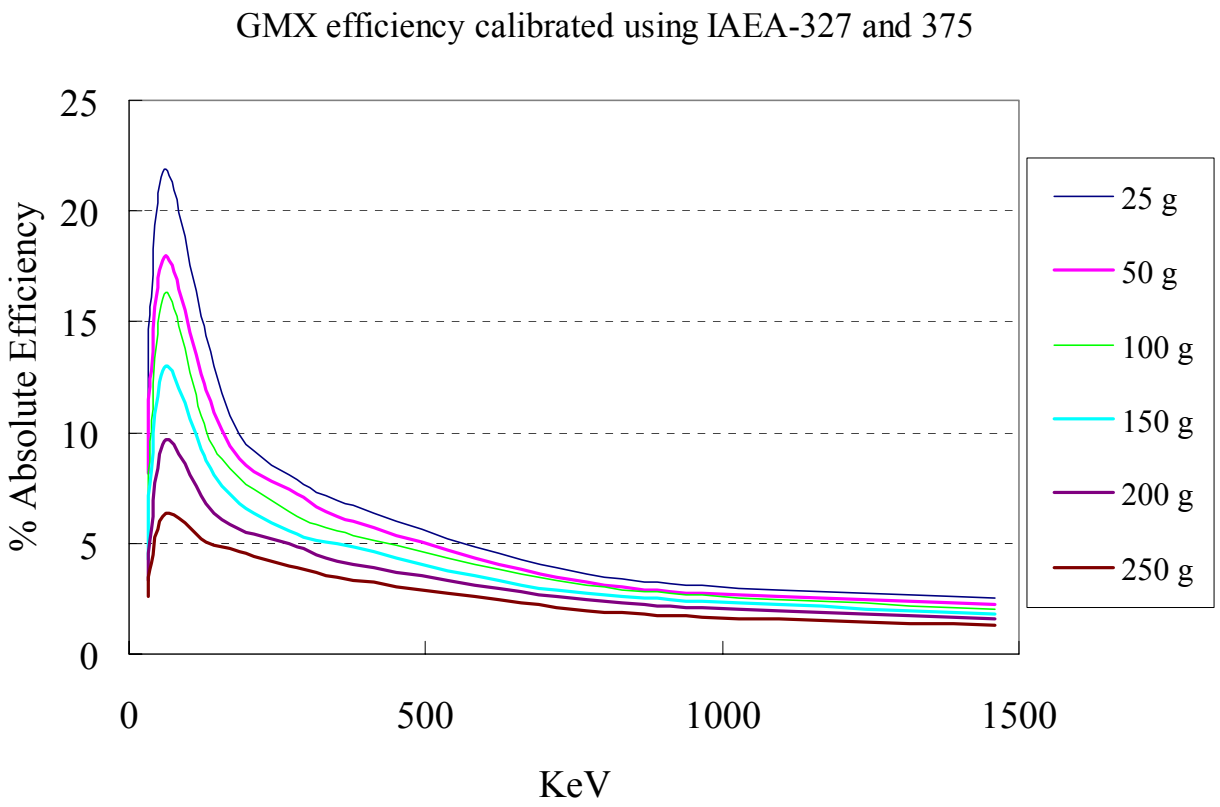


圖 6-5 樣本使用 GMX 偵檢器所得核種之絕對計測效率與加馬射線能量之校正曲線及其隨樣本量之變化

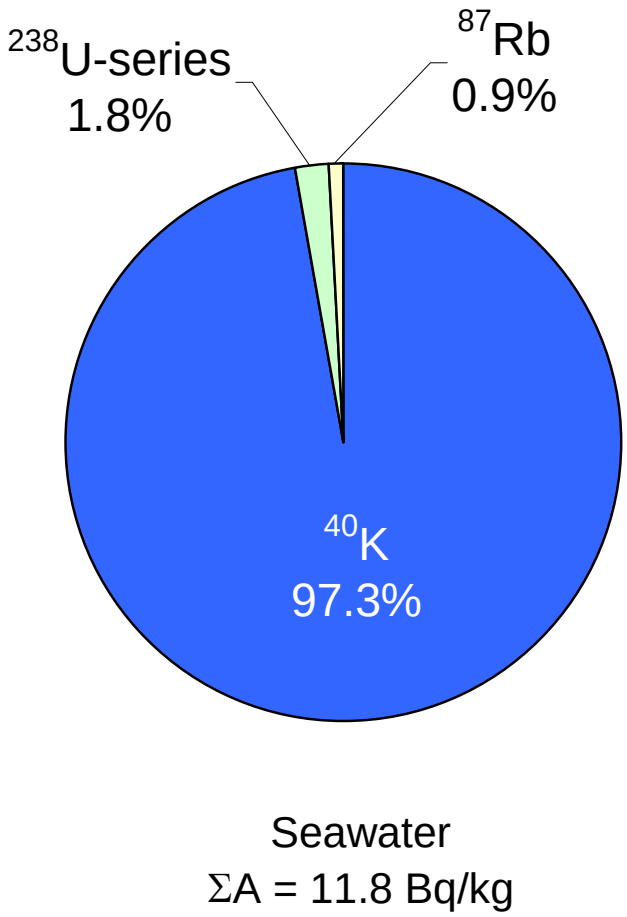


圖 6-6 鹽度為 35‰之海水中各類核種所佔之比例及總活度(ΣA)示意圖

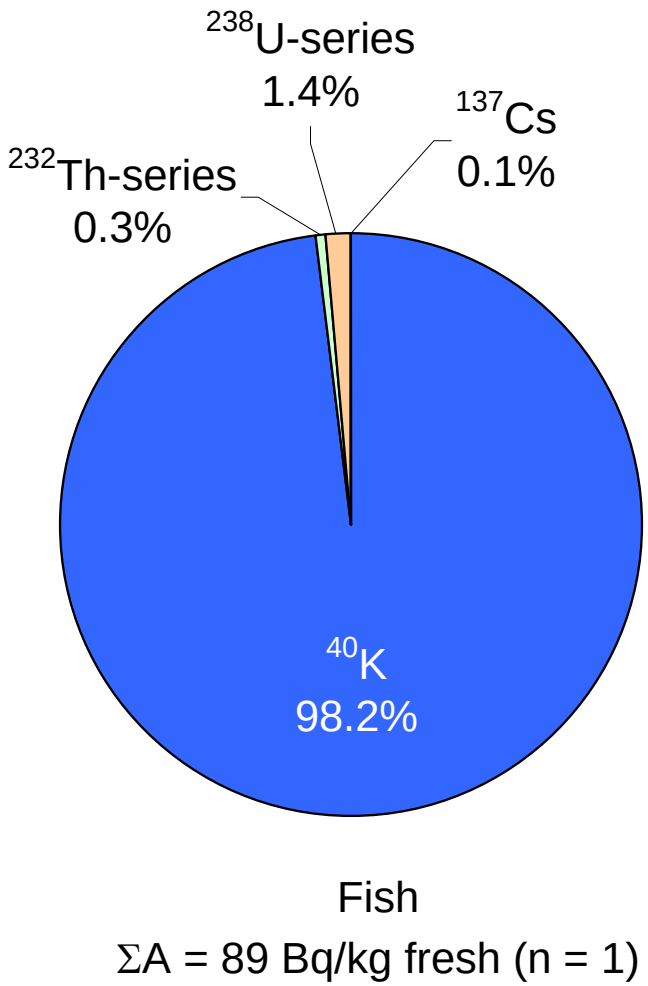
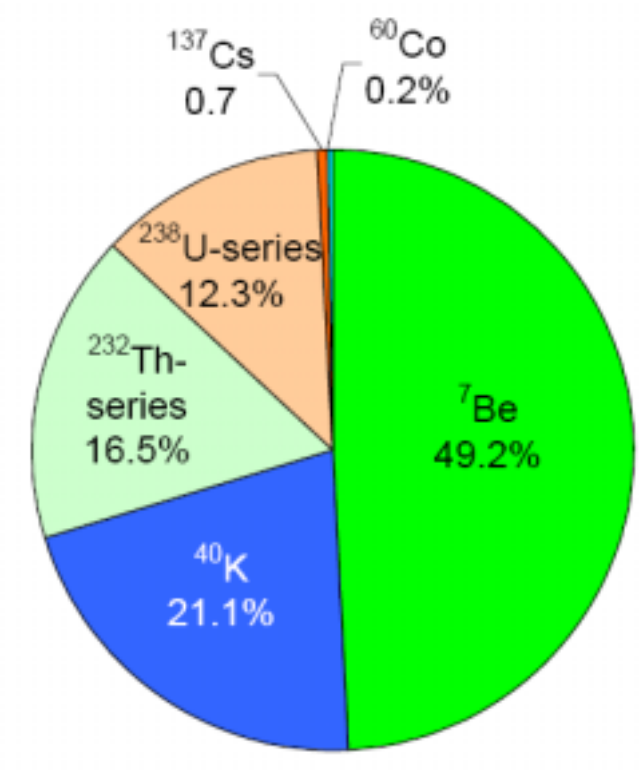
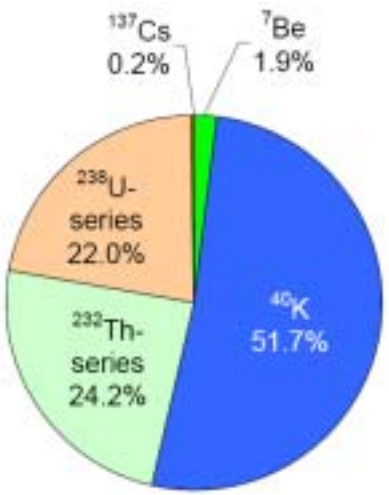


圖 6-7 第三核能發電廠溫排水養殖魚樣本中各類核種所佔之比例及總活度(ΣA)示意圖



Lanyu
ΣA = 457 Bq/kg
(n = 73)



NPP3
ΣA = 178 Bq/kg
(n = 31)

圖 6-8　99 年 1 月至 100 年 12 月蘭嶼貯存場(左)及第三核能發電廠(右)附近沉積物中各類核種所佔之比例及總活度(ΣA)比較示意圖

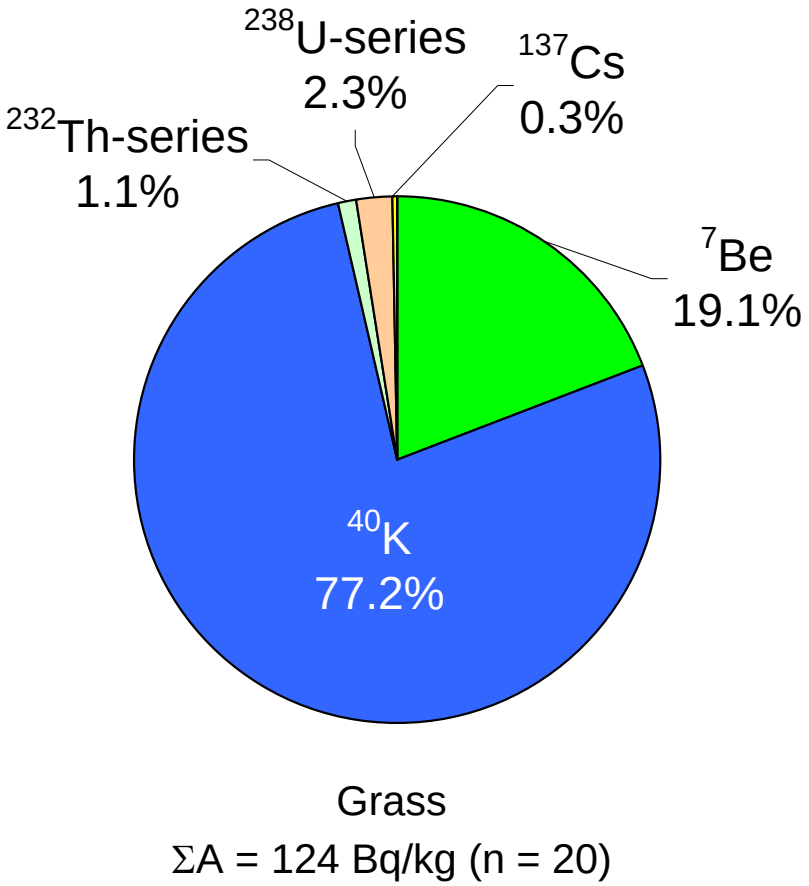
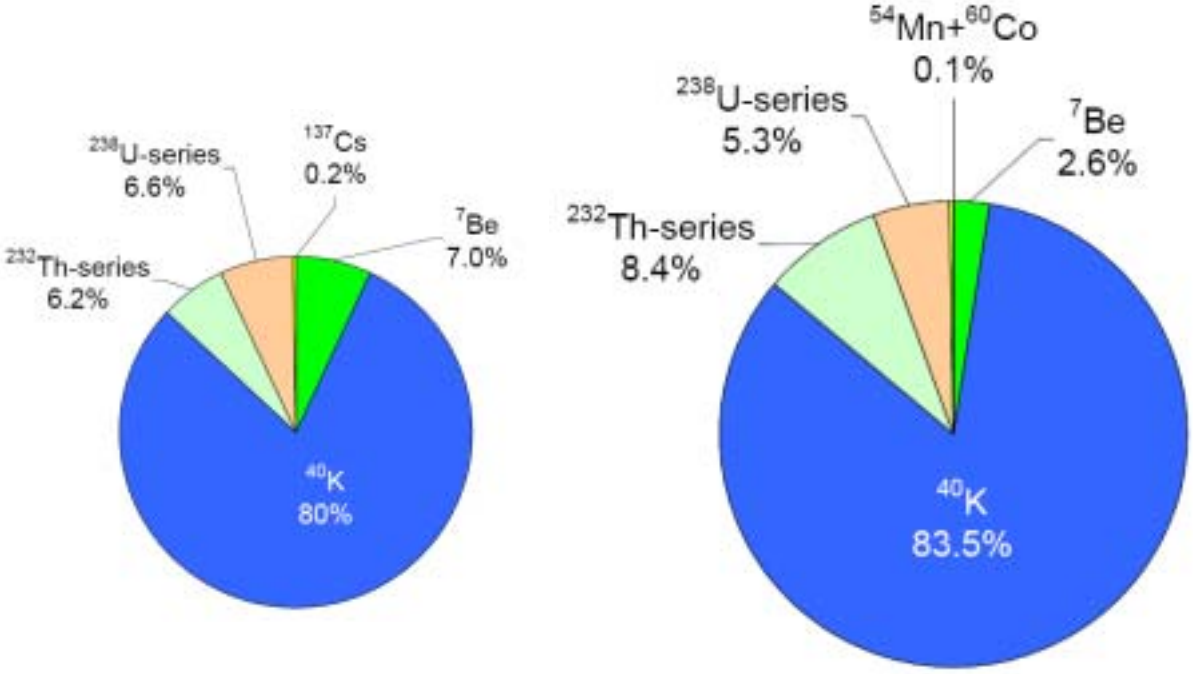


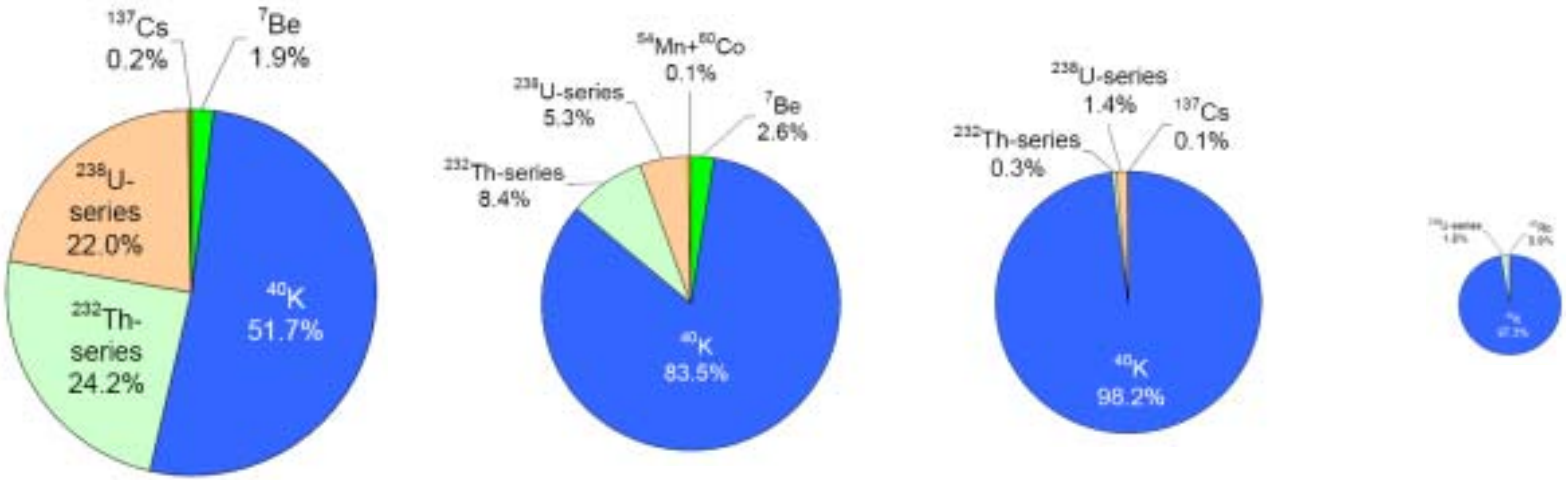
圖 6-9　99 年 1 月至 100 年 12 月蘭嶼芒草樣本中各類核種所佔之比例及總活度(ΣA)示意圖



Lanyu
ΣA = 66 Bq/kg
(n = 10)

NPP3
ΣA = 116 Bq/kg
(n = 21)

圖 6-10　99 年 1 月至 100 年 12 月蘭嶼貯存場(左)及第三核能發電廠(右)附近藻類樣本中各類核種所佔之比例及總活度(ΣA)比較示意圖



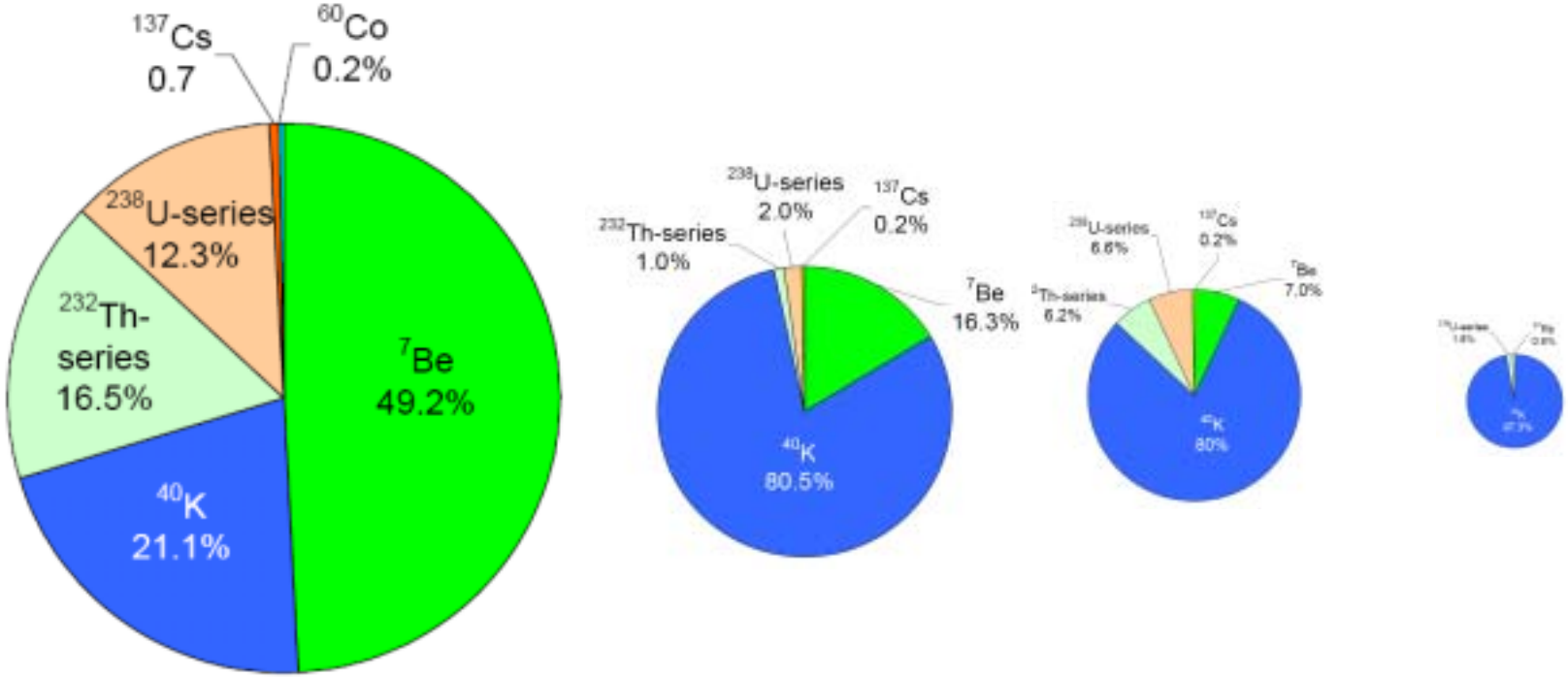
Sand
ΣA = 178 Bq/kg
(n = 31)

Algae
ΣA = 116 Bq/kg
(n = 21)

Fish
ΣA = 89 Bq/kg
(n = 1)

Sea water
ΣA = 11.8 Bq/kg

圖 6-11　99 年 1 月至 100 年 12 月第三核能發電廠附近海域各類樣本中核種平均總活度(ΣA)及種類分布比較示意圖



Sand
ΣA = 457 Bq/kg
(n = 73)

Grass
ΣA = 124 Bq/kg
(n = 20)

Algae
ΣA = 66 Bq/kg
(n = 10)

Sea water
ΣA = 11.8 Bq/kg

圖 6-12　99 年 1 月至 100 年 12 月蘭嶼貯存場附近各類樣本中核種平均總活度(ΣA)及種類分布比較示意圖

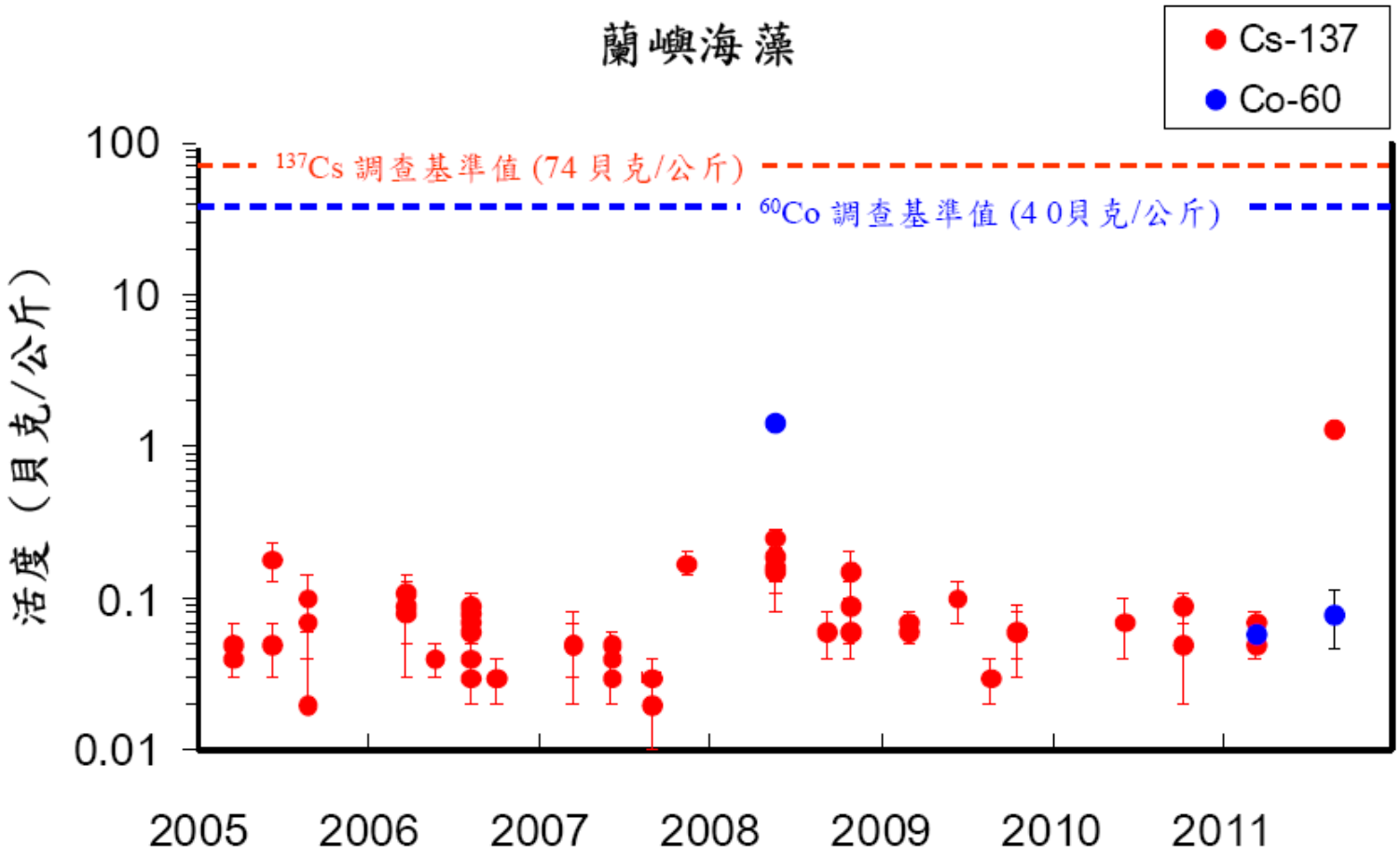


圖 6-13　94 年至 100 年蘭嶼環島海藻 ^{137}Cs 及 ^{60}Co 活度時間序列

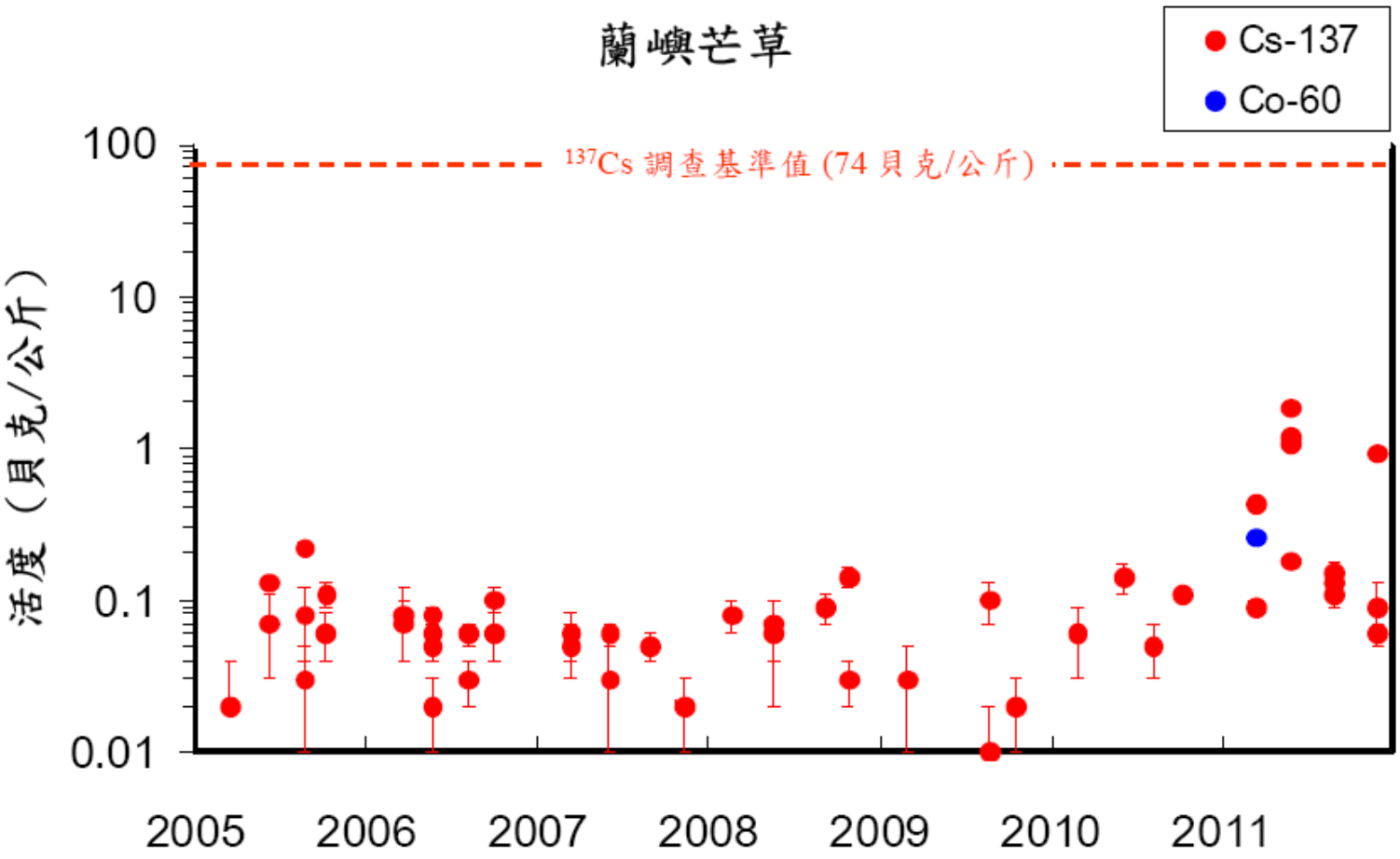


圖 6-14　94 年至 100 年蘭嶼芒草 ^{137}Cs 及 ^{60}Co 活度時間序列

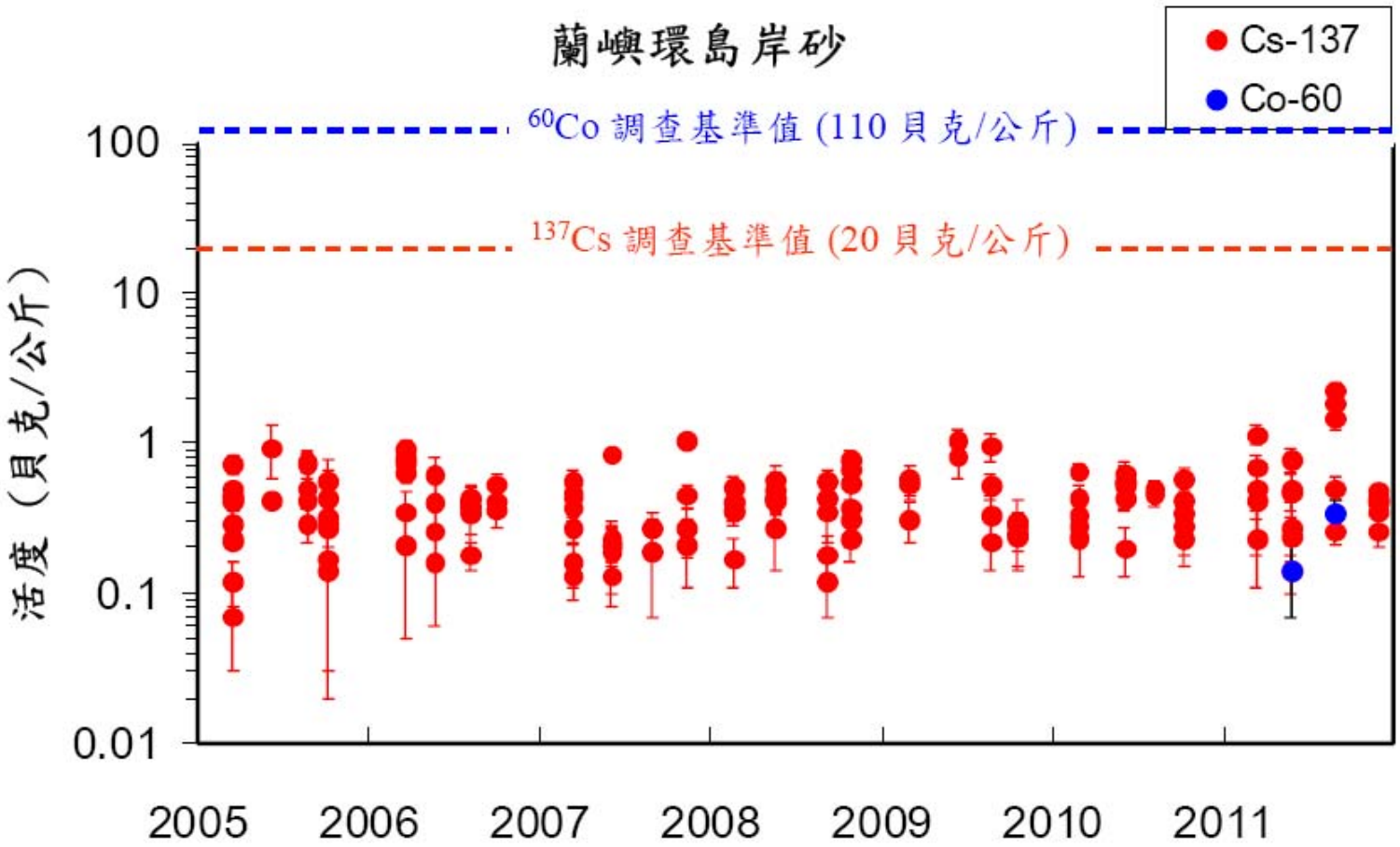


圖 6-15　94 年至 100 年蘭嶼環島岸砂 ^{137}Cs 及 ^{60}Co 活度時間序列

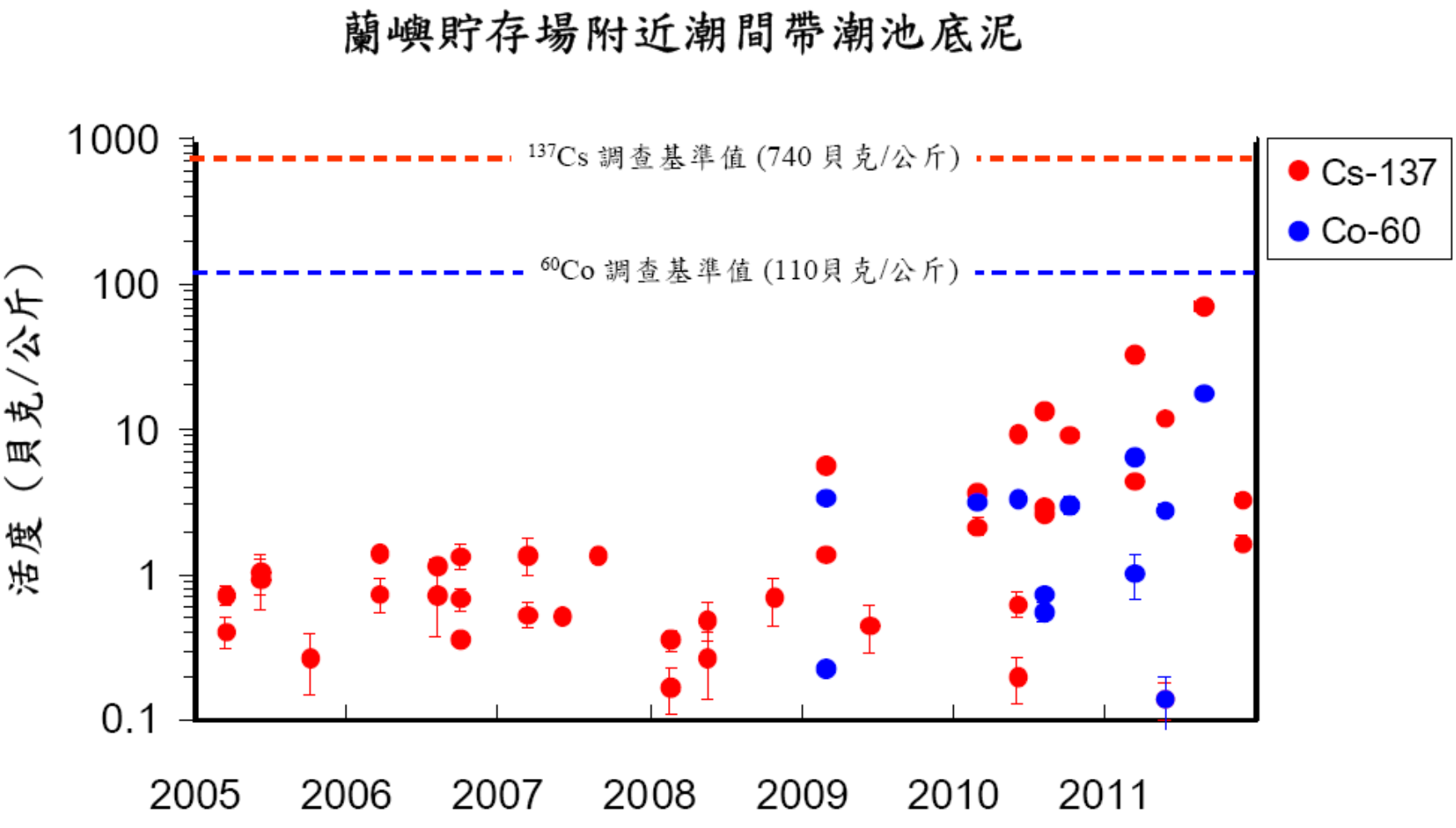


圖 6-16　94 年至 100 年蘭嶼貯存場附近(第一及第二測站)潮池底泥 ^{137}Cs 及 ^{60}Co 活度時間序列

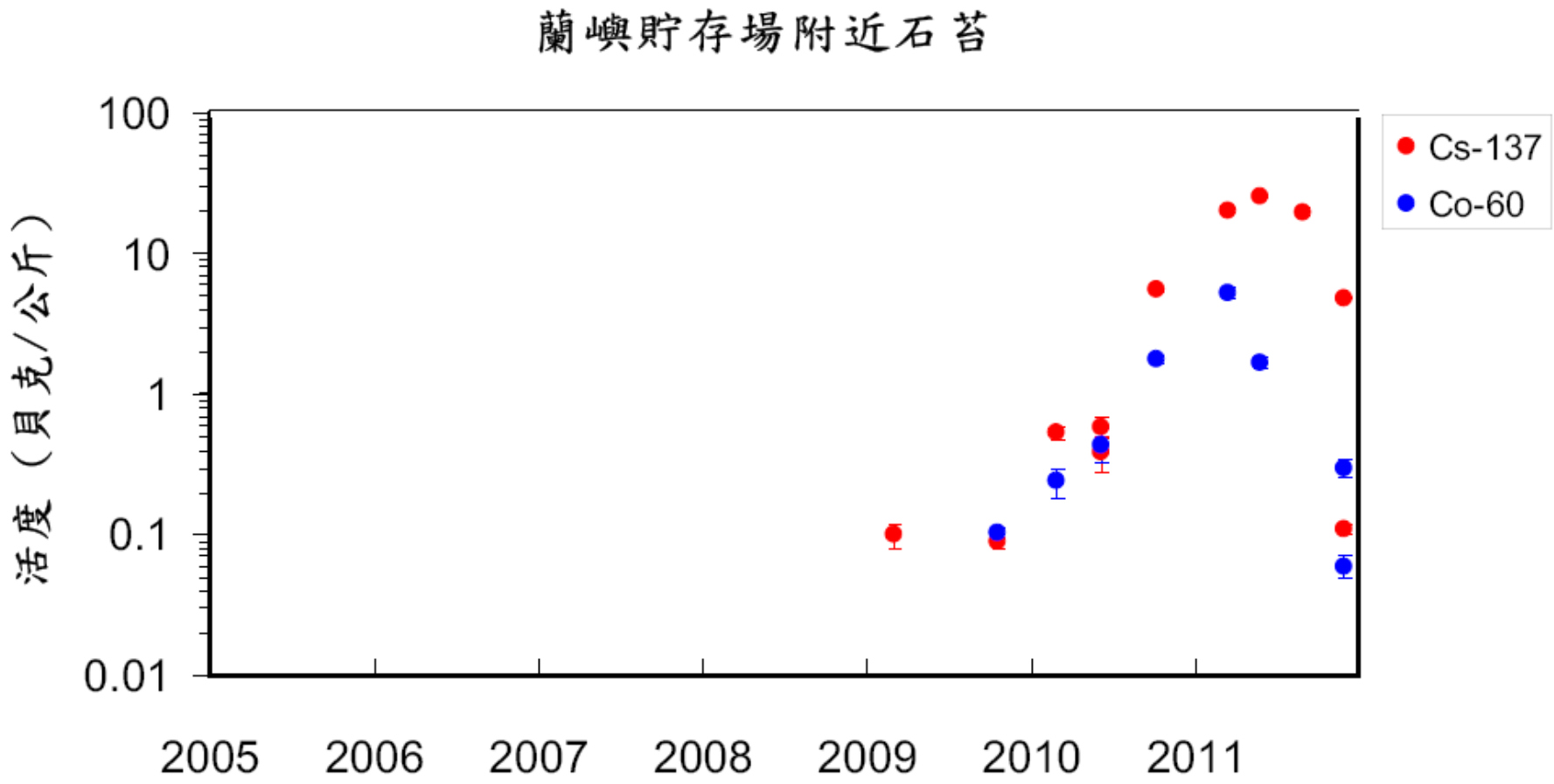


圖 6-17　98 年至 100 年蘭嶼貯存場附近(第一及第二測站)石苔 ^{137}Cs 及 ^{60}Co 活度時間序列

柒、網站架構與綜合討論

一、計畫目的與緣起

本計畫 7 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、海洋生物及底泥所含放射性物質之調查；及生物環境因子：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、文獻回顧

第三核能發電廠無可避免地會排放放射性核種，但其它火力發電廠之情況更糟。IAEA (2000)以″典型 (typical)″之煤為例，指出其含 50 Bq/kg 之 K-40；20 Bq/kg 之 U-238，20 Bq/kg 之 Th-232，而有些煤的 U-238 活性甚至高達 15000 Bq/kg。燃燒後大約 0.5-3 %的放射性排放至大氣中，其餘則留存在煤灰中。一般認為最乾淨的天然氣，亦含有半衰期甚短、且易轉變成氣態之氡，活性為 50 Bq/l (表 7-a)。

相較於火力發電廠之將放射性元素直接釋放於大氣，第三核能發電廠之大部份核種則進入海域。一般較引人注意的是生物體的累積現象，如魚體中的銫濃度較海水中高出 100 倍，貝殼類則高出 30 倍。然而沉積物之濃縮係數(每 1 公斤沉積物內的濃度除以每升海水中之濃度)往往遠高生物體之濃縮係數。以銫為例，其值為 3000；鍶之濃縮係數較低，於魚體及貝殼中均為 2，而沉積物則為 1000。其它元素，除汞、硫、硒及錫之外，沉積物均較海產富集較高的放射性元素(表 7-b，表 7-c)，也因而有助於減低海產中之放射性。

三、研究方法與進度說明

本計畫原有 7 位主持人、共主持 8 個子計畫，從 100 年起縮編為 6 位主持人、7 個子計畫，在陳鎮東教授聯繫下已邁入第 19 年，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，為求快速將各子計畫的成果與其他子計畫的研究人員分享，以便展現更完整的成果，網站的建置已是刻不容緩的事。因此本子計畫已設置一個網站，將各子計畫各季的實驗結果、數據上網，以供參考，快速而有效的將各個子計畫連接起來，展現本計畫整體的成效。

採用方法：

1.將進行中的資料整合：先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，由各子計畫陸續將新的研究成果充填網站的資料。

2.會前討論：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。本計畫的第 1 次期中會前檢討已在民國 100 年 6 月 22 日於台灣大學海洋所 215 會議室舉行，而第 2 次則在 12 月 20 日於中山大學海科院海 A3040 室舉行。

3.檢討會後將綜合討論結果集結成報告。

四、目前研究成果

4.1 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，造成海水經常往西南繞過貓鼻頭輸送之趨勢。溫排水擴散區域大部份限於排水口附近海域西側，其擴散範圍在漲潮時段往西南約500～1000 m，退潮時段往東-東南約200～500 m，溫排水大部份分佈於海表層以下水深3 m以內，擴散影響範圍侷限在距排水口1000 m

弧內，空間溫降率自排水口往外至500 m弧內約1°C/100 m。除此以外，第三核能發電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很大的貢獻。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(Chen et al., 2004a, b; 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週長的水溫變化，本期計畫將著重在分析兩者之間的關係。

4.2 水文與水質化學與其他子計畫相關性

營養鹽的季節變化，以民國 89 年 5 及 10 月時較低，此時植浮含量偏高，而 91 年 1 月及 5 月營養鹽含量較高，而植浮含量偏低(圖 7-2-1)；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 7-2-2)。

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。珊瑚的生長速率以進水口大於出水口，然而 22、24 站的營養鹽濃度卻互有高低；珊瑚的生長在夏天時趨緩，甚至死亡，但是營養鹽濃度的變化趨勢與之無關，因此兩者之間似乎沒有相關性。

4.3 浮游生物與其他子計畫相關性

4.3.1 浮游生物與水質及水文之相關性分析

將民國 85 年 7 月至 100 年 11 月止，歷年在本海域所調查的水文資料與歷年來經對數轉換後的動物性浮游生物、植物性浮游生物、蟹幼生、蝦幼生、魚卵和仔魚等重要生物因子進行 Spearman correlation coefficients 分析(表 8-3-1)。結果顯示，動物性浮游生物與濁度有顯著的正相關，而與 pH 值及磷酸鹽有顯著的負相關($p < 0.05$)。植物

性浮游生物與溫度及 pH 值呈現顯著的正相關，但卻與透明度、硝酸鹽及濁度呈現顯著的負相關($p<0.05$)。蟹幼生與溫度及葉綠素 a 呈現顯著的正相關，但與鹽度、pH 值及溶氧呈現顯著的負相關($p<0.05$)。蝦幼生則是與鹽度及濁度有顯著的正相關，但卻與溫度、pH 值、磷酸鹽及矽酸鹽呈現顯著的負相關($p<0.05$)。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($p<0.05$)。仔魚與水質的關係，則是與溫度成正相關，而與溶氧、亞硝酸鹽及矽酸鹽呈現顯著的負相關($p<0.05$)。

4.3.2 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 100 年 11 月止在第三核能發電廠附近海域的監測調查期間，參考美國 NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) 網站 (http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml)，得知在民國 86 年 4 月至 87 年 5 月、民國 91 年 4 月至 92 年 4 月、民國 93 年 6 月至 94 年 3 月、民國 95 年 7 月至 96 年 2 月以及民國 98 年 5 月至 99 年 5 月為聖嬰年。至於反聖嬰年則分別為民國 87 年 6 月至 90 年 3 月、民國 96 年 7 月至 97 年 6 月以及民國 99 年 6 月至 100 年 5 月。

第三核能發電廠附近海域的動物性浮游生物在 98 年以前有三年一次的規律高峯週期，在聖嬰年前後出現在冬季(民國 86 及 92 年)或夏季(民國 95 及 98 年)，在反聖嬰年(民國 89 年)則出現在春季，但 99 年的聖嬰期及 100 年的反聖嬰期接連出現明顯的冬季高峯，98 年後不同於往年的高峯週期變化值得持續觀察。此外，在三次的反聖嬰期間皆出現以夏季(第 3 季)為該年季別中之最(較)低豐度的特殊季節變化，此與其他年份的季節性變化大不相同，有可能為反聖嬰年的特殊現象(圖 7-3-1)。植物性浮游生物在 86 至 87 年的聖嬰年間，呈現春夏季高峯降低的情形，此現象亦出現在 91 至 92 年，95 至 96 年及 98 至 99 年的聖嬰期，並在 95 至 96 年的聖嬰期達到最低，可能是聖嬰現象反覆出現的結果。至於在反聖嬰期，植物性浮游生物在 87 年的第 4 季及 89 年的第 2 季出現了歷年以來的第二及第三高峯，呈現劇烈的季節變動，而 96

至 97 年及 99 至 100 年的反聖嬰期可能因持續時間不長，故未觀察到植物性浮游生物有明顯的高峯出現(圖 7-3-2)。具經濟價值的蝦蟹幼生豐度變化趨勢與植物性浮游生物相似，在聖嬰年期間有春夏季高峯降低的情形，而此情形在 86 至 87 年的聖嬰期也很明顯，91 至 92 年、93 至 94 年以及 95 至 96 年的聖嬰期亦出現類似的情形，但 98 年卻出現明顯的夏季高峯，與過去所呈現的現象並不相符，推測可能與聖嬰現象的出現頻度不如 91 至 96 年，且持續時間不長所致。而在反聖嬰期間，皆有明顯的高峯出現，在 89 及 97 年出現在春季(第 2 季)，但在 100 年轉而出現在冬季(第 1 季)(圖 7-3-3)。至於魚卵與仔魚的豐度變化則是在聖嬰年前後呈現高峯期集中在夏季(第 3 季)的情形(民國 91、92、94~96、98 及 99 年)，而反聖嬰年(民國 88、89、96 及 97 年)的高峯期則是集中在春季(第 2 季)，然而同樣地，預期中的春季高峯並無出現在 100 年的反聖嬰期，而是出現在夏季(圖 7-3-4)。整體看來，在 99 年的聖嬰期及 100 年的反聖嬰期間，無論是浮游生物高峯的週期或是出現季別似乎有異於 98 年前的觀察結果，往後將嘗試深入分析其他子計畫提供的海洋環境資料以便釐清。

4.3.3 束毛藻比例的歷年變化與聖嬰現象的關係

由歷年束毛藻佔植物性浮游生物總密度的比例來看(圖 7-3-5)，南灣海域的束毛藻多在聖嬰年的春季期間(如民國 86、87、91、92、93、96 及 99 年)呈現明顯的高比例而成為主要優勢種。曾有文獻指出，束毛藻可作為黑潮水的指標種 (Marumo & Asaoka, 1974)，由子計畫 2 的調查結果得知，聖嬰時期南海水與外界交換較不明顯，使得南灣的水質較偏向西菲律賓海水(黑潮水)的性質。加上束毛藻好發於晴朗且平靜的海面(Bell et al., 1999)，使得本海域在春季(第 2 季)的植物性浮游生物種類組成中有高比例的束毛藻。但今年的反聖嬰期卻是在春季觀察到高比例的束毛藻，此與過去的現象相反。然而參考子計畫 2 的調查結果，顯示該季的水團由第 1 季的南海水至第 2 季轉變為西菲律賓海水(黑潮水)與南海水的混合水，推測束毛藻比例的變化亦與季節性的水團變動有關。因此，束毛藻的比例同時受小尺度的季節變化及大尺度的氣候現象所影響，可作為本海域反應黑潮水訊號強弱及聖嬰現象的指標。

4.3.4 出水口(24 測站)表層硝酸鹽與表層動物性及植物性浮游生物的關係

參考子計畫 2 的調查結果，可知出水口的 24 測站表水中之硝酸鹽在 89 年後有升高的趨勢，以動物性及植物性浮游生物豐(密)度的時間序列比對，發現動物性浮游生物似乎有同樣的現象存在，但植物性浮游生物卻反而在 89 年後的平均值有下降的情形，推測較多的植物性浮游生物反而會消耗表水中的營養鹽，以致兩者存在負向的關係。然而浮游生物在 89 年前的採樣數據較少，代表性稍有不足，但在往後這將是另一可持續觀察的重點項目(圖 7-3-6)。

4.4 底棲動物與其他子計畫相關性

底棲動物之著生量變化可能與水溫或動物性浮游生物量有相關，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，與底棲動物著生量做迴歸分析(圖 7-4-1 至 7-4-9)，結果發現水溫、底棲動物幼生豐度與著生情形多無迴歸關係，可能是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，二者之時間尺度有差別。

固定橫截線調查藻類的覆蓋率在入、出水口皆有逐年增加之趨勢，以子計畫 2—水文水質化學的相對測站之營養鹽與藻類的覆蓋率做迴歸分析(圖 7-4-10 至 7-4-15)，測站 22 對應入水口測線，測站 24 對應出水口南側小灣測線，測站 22 之 3m 及 10m NO_3 濃度與入水口藻類覆蓋率有迴歸正相關(R^2=0.06-0.07, $P<0.05$)，而測站 24 之 3m SiO_2 濃度與出水口藻類覆蓋率有迴歸負相關(R^2=0.05, $P<0.05$)，雖然相關性不高，但此結果仍顯示營養鹽對藻類覆蓋率有影響，需注意其變化情形。

以 99 及 100 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 589 公尺)的平均水溫、最高水溫、最低水溫及溫差無顯著差異(圖 7-4-16)；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無異，顯示溫排水不影響出水口南側地區 8 公尺以深的水溫變化。

4.5魚類與漁業經濟調查與其他子計畫相關性

利用不同地理位置記錄到的魚類相分析其魚種相似度，發現魚種相似度低(圖7-5-1)，顯示棲所位置(水深)及底質環境影響魚類群聚組成，恆春區漁會的漁業大樓自民國93年峻工後，本研究發現後壁湖販售的魚類相有增加的趨勢(圖7-5-2)，與灣內經濟性魚類相的調查趨勢一致(圖7-5-3)。

藉由優勢魚種的變動情形探討大尺度的時間及季節的轉換對珊瑚礁魚類群聚結構的影響，歷年調查結果經MDS二度空間排序後，在季節間變化趨勢並未有一貫性，利用5個測站間魚類的群聚組成，探討受溫排水影響區(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，未受溫排水影響區(測站1)與受溫排水影響區(測站3及5)的魚類群聚相似度較高，顯示魚類群聚組成未受溫排放水影響，由於魚類群聚組成與棲所環境的相關性高，故測站間魚類相組成的差異，應是棲所(礁石)環境不同，而產生魚種組成上的差異(圖7-5-4)，由於後壁湖海洋資源保護示範區(94年3月成立)，其劃設地點係位於本計畫測站2的區域，由近年來的調查發現棲息於測站2的珊瑚礁魚種數及魚尾數有增加的趨勢，推論應與保護示範區的設置有關。陳(1990)調查南台灣珊瑚礁魚類群聚的穩定性中亦發現珊瑚礁魚類在空間分佈上與底質與地形狀況有關。由海潮流子計畫的資料顯示，排水口附近海流以往復之潮流運動及西南淨流為主，其溫排水擴散區域大部份限於排水口附近海域西側，由海潮流的資料發現(圖7-5-5)，珊瑚礁魚類相調查的測站點受到海流影響較大的區域為測站3及測站4，由目前珊瑚礁魚類中的刺尾鯛科、蝴蝶魚科、隆頭魚科及雀鯛科之種類組成分析，尚未發現影響區內的測站與非影響區的魚種組成有明顯的區隔，不同測間魚種組成數量的差異是受到群游性魚類的影響。故截至目前為止，並未發現魚類相的群聚的差異是受到溫排放水的影響。

漁業經濟部份，由於漁場來游率為漁場形成之重要因素，直接影響漁獲量之多寡。然而漁場來游率則受當時的海洋條件，如海流、水團的分佈、餌料生物以及人為

因素等的影響。於此，利用本計畫(陳等，2010)之動植物性浮游生物部份中之垂直動物性浮游生物之生物量(濕重，以8個測站之平均值計算)數值來探討其與同月份CPUE之相關(圖 7-5-6)，結果顯示民國 85 年 7 月至 100 年 11 月期間兩者之相關係數低，r =0.27，p>0.05，兩者並無相關。換言之，第三核能發電廠附近之漁獲量並無大變化，呈現穩定的狀態。然而浮游生物之生物量之變化幅度相當大，顯示餌料生物與漁獲量之變動並無關連性。

4.6放射性物質調查與其他子計畫相關性

本計畫的目的是調查第三核能發電廠及蘭嶼貯存場附近海域的環境輻射，偵測是否有疑似自此二設施釋出之人工核種。本實驗室執行七年來，因採樣之時間與地點與其他子計畫不同，短期之結果不易與其他計畫直接做相關性比對，也許未來數據累積到一定程度後，相關性會逐漸浮現。

蘭嶼貯存場東端路邊及潮間帶環境試樣測得微量 ^{60}Co，今後應加強該處兩站位的監測，繼續觀察其變化。

筆者認為原能會所訂定之環境試樣放射核種的調查基準值偏低(亦即過於嚴格)，有不切實際之虞，可能使核能設施之作業及食品安全之管制窒礙難行，也很易誤導一般社會大眾，造成不必要的過度恐慌，建議重新檢討。謹舉一例如下。目前我國對 ^{137}Cs 所設定之調查基準值，岸砂為 20 Bg/kg，土壤為 740 Bg/kg，遠低於日本所訂的 5000 Bg/kg。我國對蔬菜、草樣及農魚產品所訂 ^{137}Cs 之調查基準值(74 Bg/kg)亦遠低於日本對食用米所訂的 500 Bq/kg。

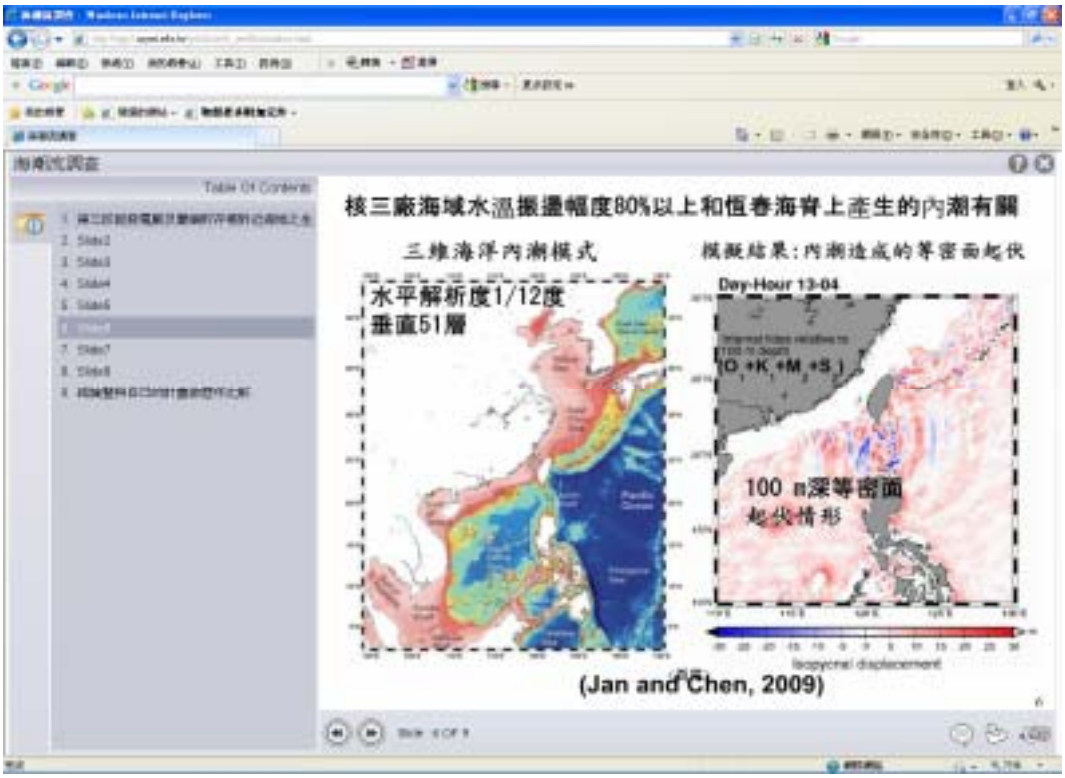
4.7 網頁

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，提供參與研究人員及業主參考及查詢，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。目前網頁架設於中山大學海地化所之網頁伺服器下：http://npp3.nsysu.edu.tw。現就整個架構敘述之。

4.7.1 基本架構

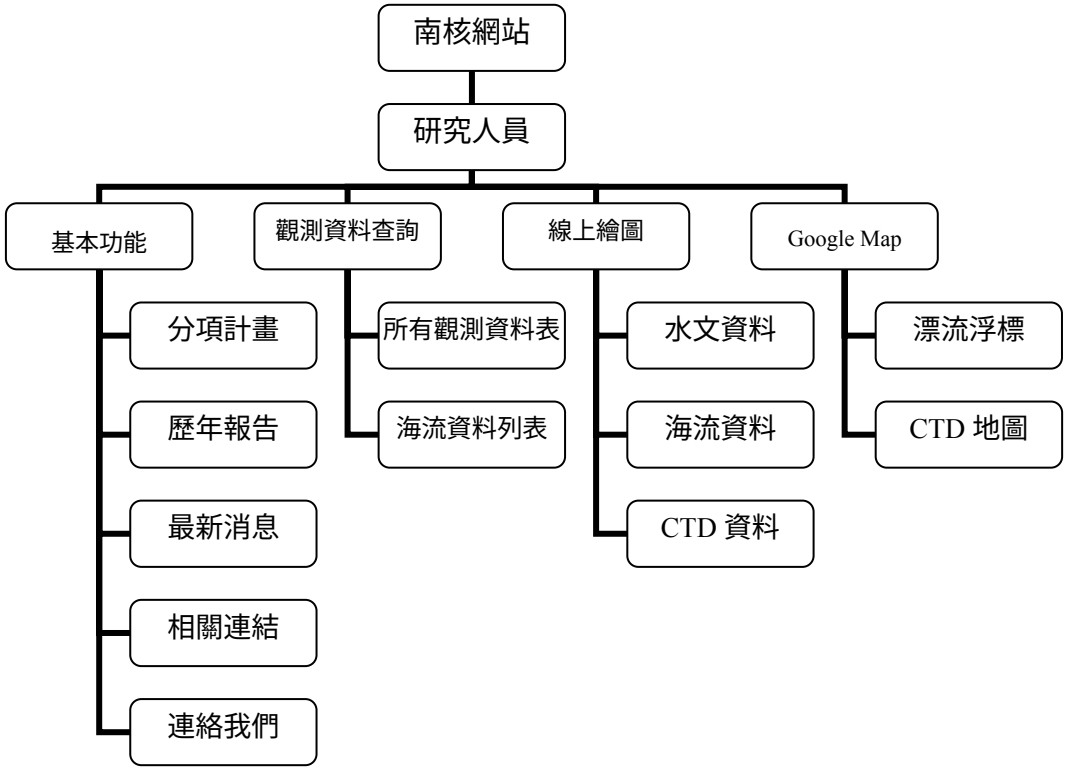
1. 作業系統使用Ubuntu Linux，增強網路保安功能，可避免成為駭客跳板；網頁伺服器採用LAMP （Linux+Apache+ MySQL+PHP），加強網頁即時查詢功能，加強會員登入保安，並提供自訂密碼功能。
2. 入口網站如下圖所示，網頁區分為研究人員專用網頁及一般民眾之成果展示網頁，研究人員網頁進入要「網路帳號」與「密碼」以便進入主畫面。

3.成果展示網頁則隨時提供最新之研究成果供一般民眾瀏覽，如下圖所示。



4. 研究人員網頁需登入，即可使用線上繪圖等功能，主畫面如下所示。

5. 研究人員首頁架構以4大主題為主：基本功能包含分項計畫、歷年報告、最新消息、相關連結、聯絡我們等資訊; 觀測資料查詢分為所有資料查詢及海流資料列表;線上繪圖有水文資料繪圖、海流資料繪圖、CTD資料繪圖; Google Map地圖查詢分為漂流浮標查詢及CTD地圖查詢等功能，使人了解整個第三核能發電廠及蘭嶼貯存場附近海域之生態調查的內涵。



4.7.2 主選單

主選單計有：海流資料列表、觀測資料查詢列表、水文資料線上繪圖、海流資料線上繪圖、CTD資料線上繪圖、Google Map地圖資訊等，分別展示觀測資料的概況。

依序說明如下：

海流資料列表：

依時間查詢，使用者只要輸入時間，系統即會展示出這段期間的海流流速、流向、東西向流速、南北向流速資料，按年份及參數排序。

按觀測資料查詢系統進入查詢頁面

依時間查詢，使用者只要輸入時間，系統即會展示出這段期間的資料，按年份及參數排序。依參數查詢：如使用者選擇pH參數，時間選擇2010年1月至2010年12月，系統顯示各測站及各季資料共有100筆記錄。

資料繪圖：

資料查詢內容除提供歷年來之水文與海流部分之查詢外，亦增加 CTD資料垂直剖面圖與水平分佈圖查詢。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。

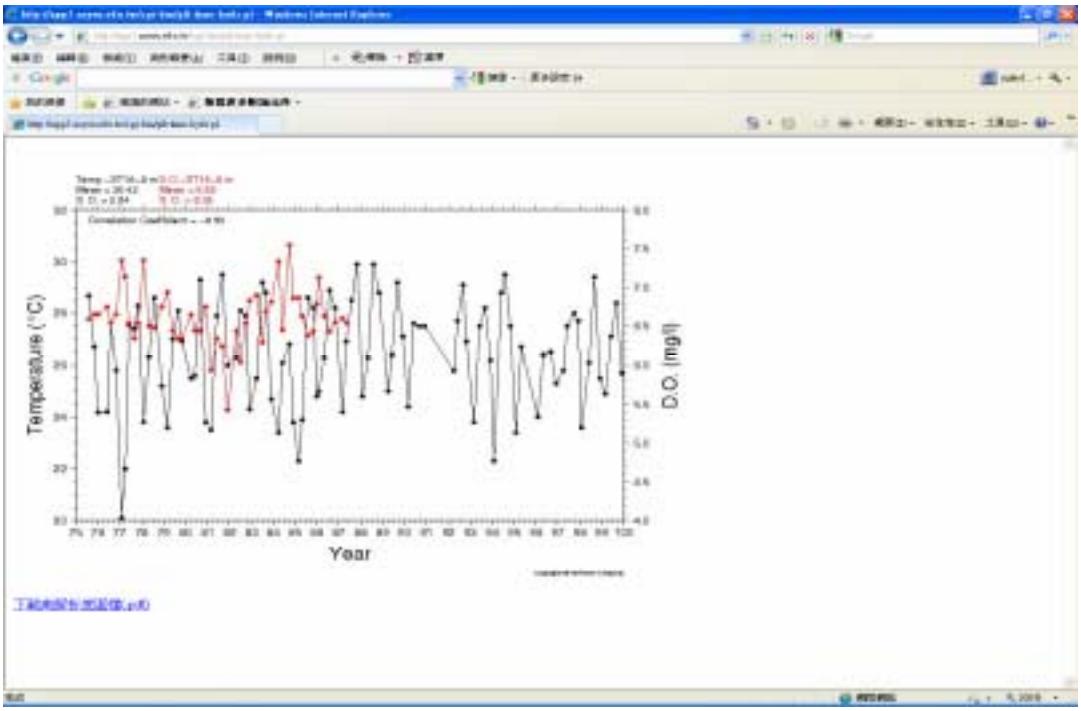
水文資料查詢：

目前有12個參數線上繪圖，分別是溫度、鹽度、pH、溶氧、溶氧飽合度、硝酸鹽、亞硝酸鹽、矽酸鹽、磷酸鹽、葉綠素甲、動物性浮游生物豐度、植物性浮游生物密度，資料已更新至100第2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、單位努力漁獲量等至20種。

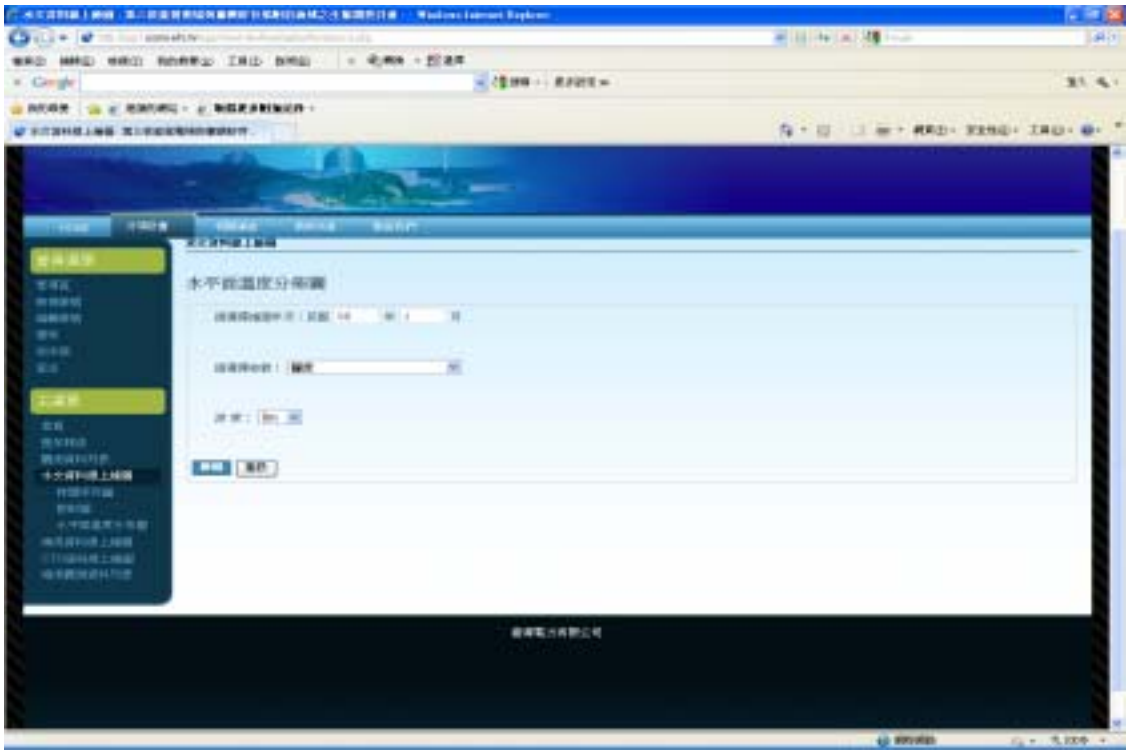
選擇水文資料查詢後，即進入水文資料查詢網頁，共有3選項：時間序列圖、水平面溫度分佈圖、散射圖。如下圖所示。

選擇時間序列圖後，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，溫度及動物性浮游生物總豐度作圖，會出現如下進階選擇頁，分別顯示起訖時間、溫度軸上下限、動物性浮游生物總豐度上下線、欲繪測站數、測站與深度。

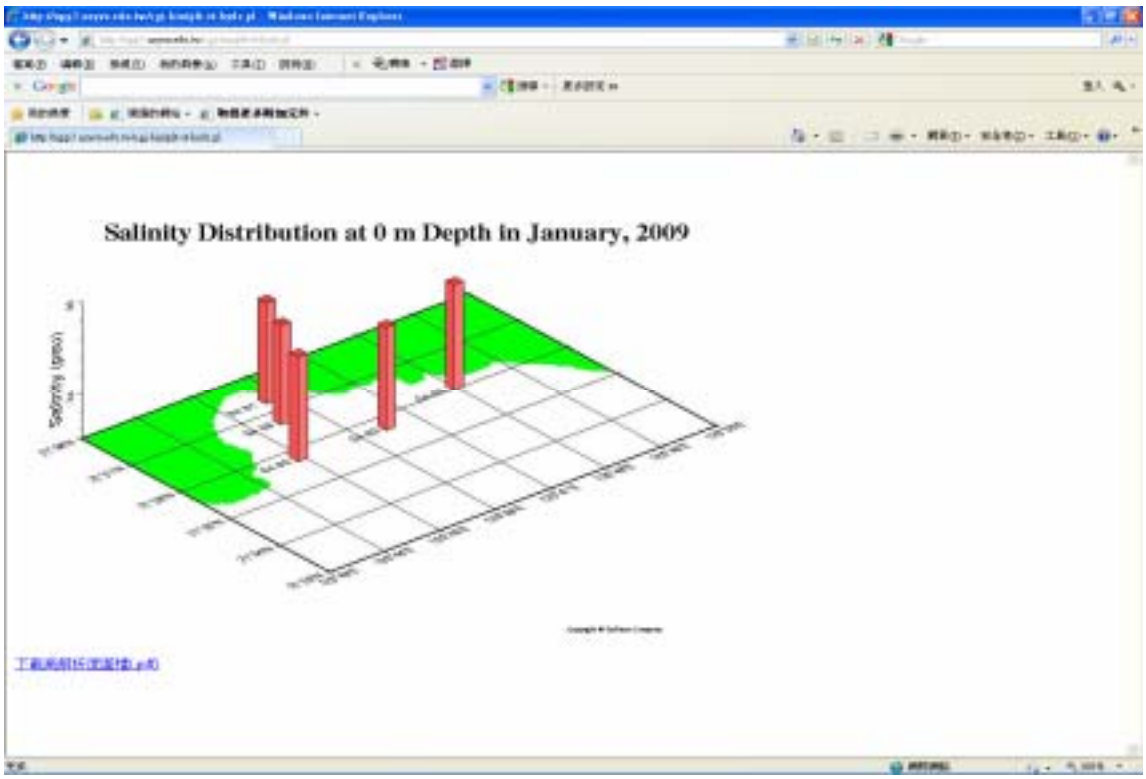
若以預設值為例，起訖時間為民國75年至100年、溫度軸上限為34、溫度軸下限20、溶氧下限4 mg/l、溶氧上限8 mg/l ，欲繪測線數為2，第一條線測站為參st18之0 m及st16之0 m處的溫度、溶氧繪圖，按繪圖鍵可得下圖：



選擇水平面溫度分佈圖後有3選項，分別是：時間、參數與深度，如下圖所示。

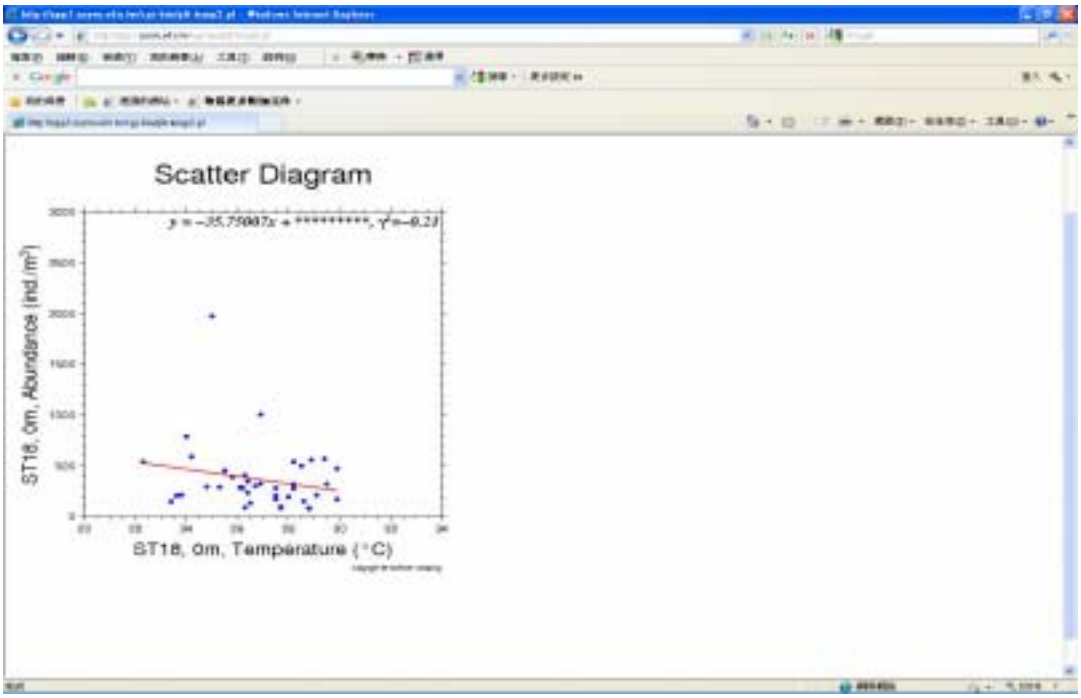


若時間為民國98年1月、深度為0 m 處的鹽度分佈，按繪圖鍵可得下圖：



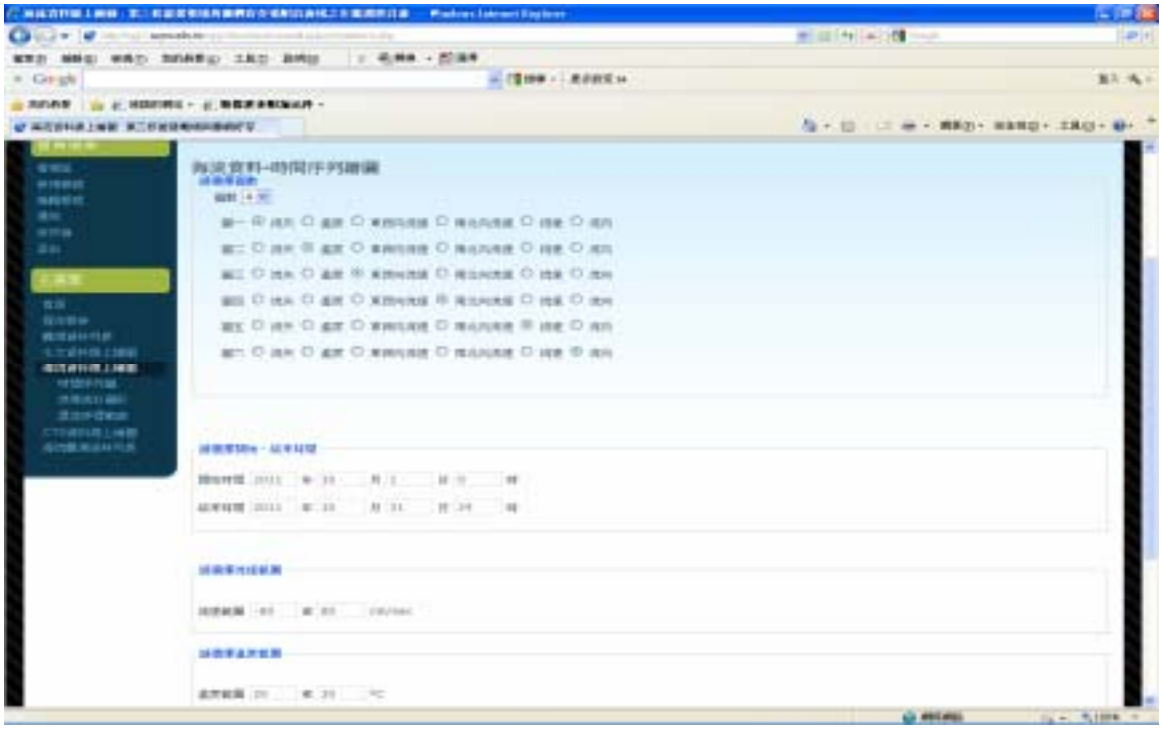
散射圖可選擇資料比較時段，後有2選項，分別是兩測站的深度。此部份是繪出此2測站溫度資料的比較及其回歸值，如下圖所示。

若以預設值為例，分別是繪出st18之0m動物性浮游生物總豐度與st18之0 m溫度的比較。如下圖所示：

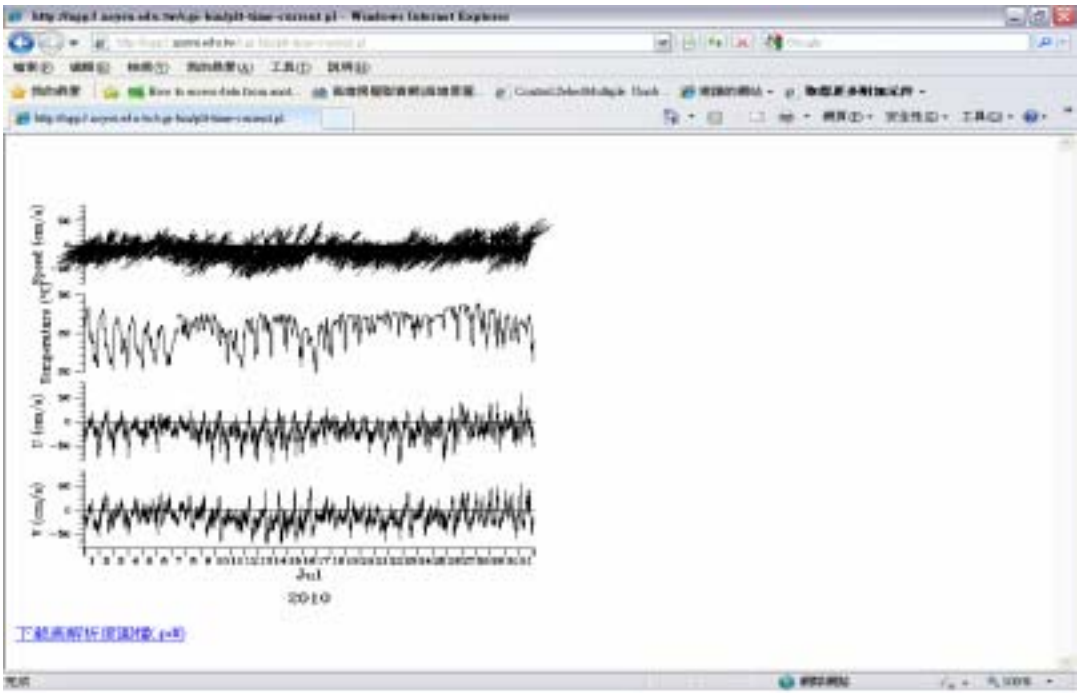


海流資料查詢：選擇海流資料查詢後，即進入海流資料查詢網頁，共4選項：時間序列圖、流場統計圖，浮標漂流軌跡如下圖所示。

時間序列圖，已更新至100年，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。如下圖所示：

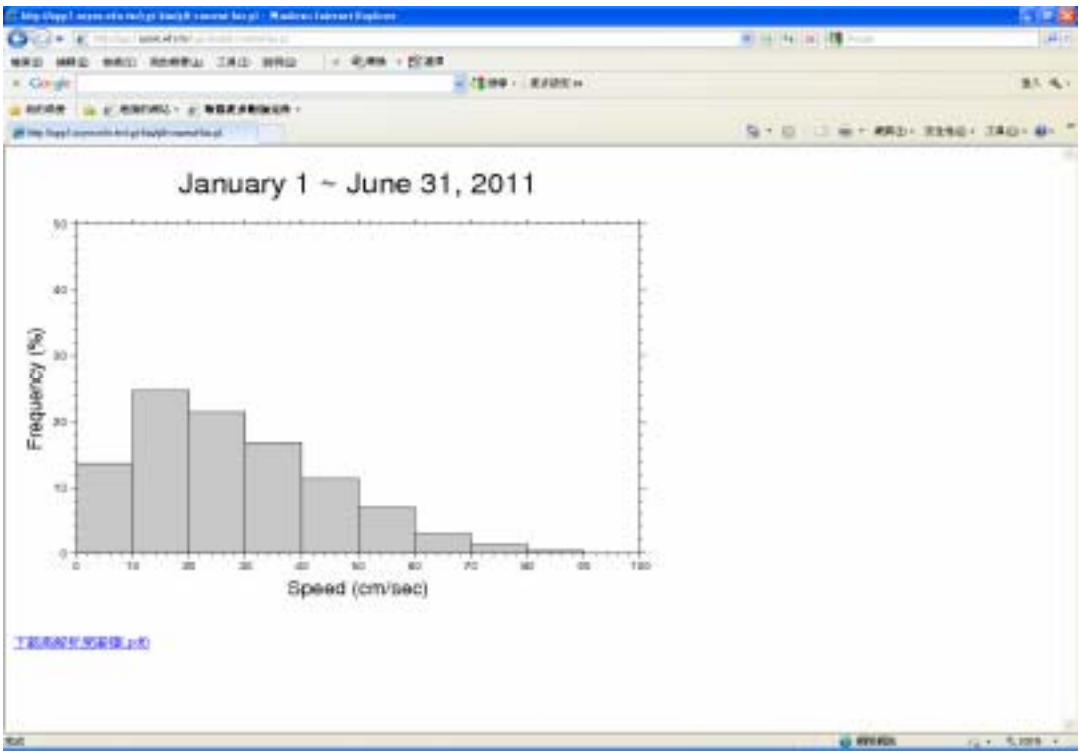


若以預設值為例，將繪出4張圖，起訖時間為民國99年7月1日至7月31日，流速軸上下限為-80~80 cm/sec，溫度軸上下限為20~30 °C，圖1至圖4分別是流矢圖、溫度圖、東西向流速圖、南北向流速圖。如下圖所示：

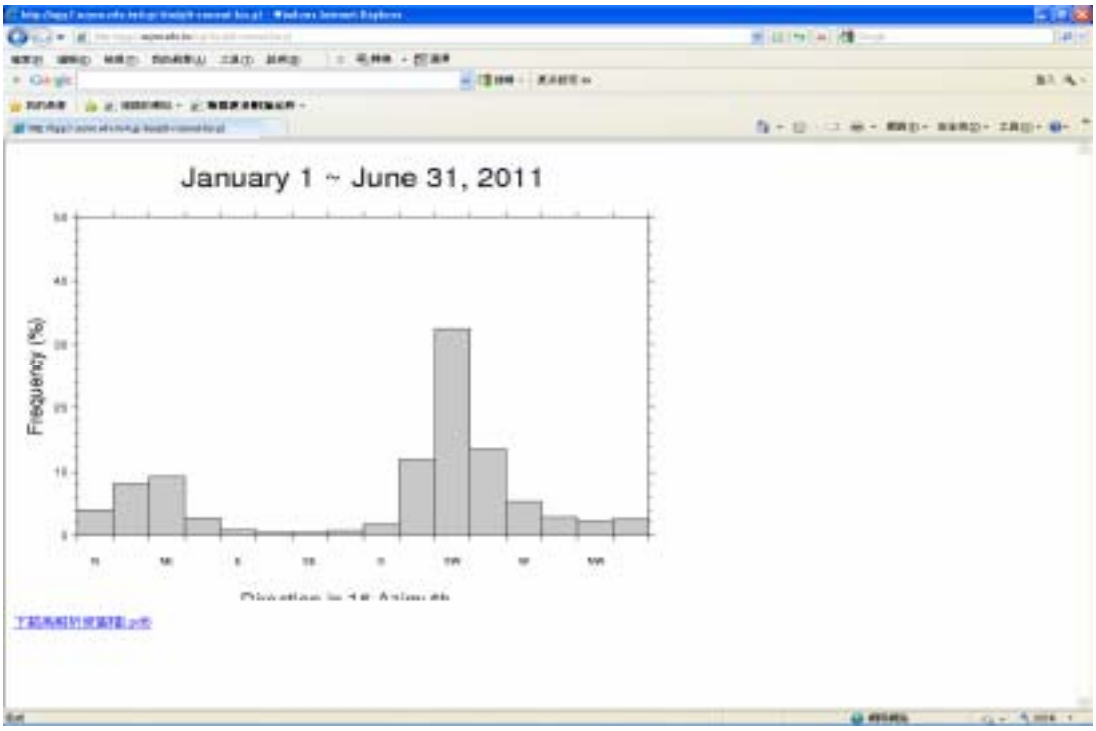


選擇流場統計圖後，共有2大選項，分別是：圖形種類與起訖時間。圖形種類計有：流速發生機率圖、流向發生機率圖、玫瑰圖、海流漸進線圖等四種。如下圖所示：

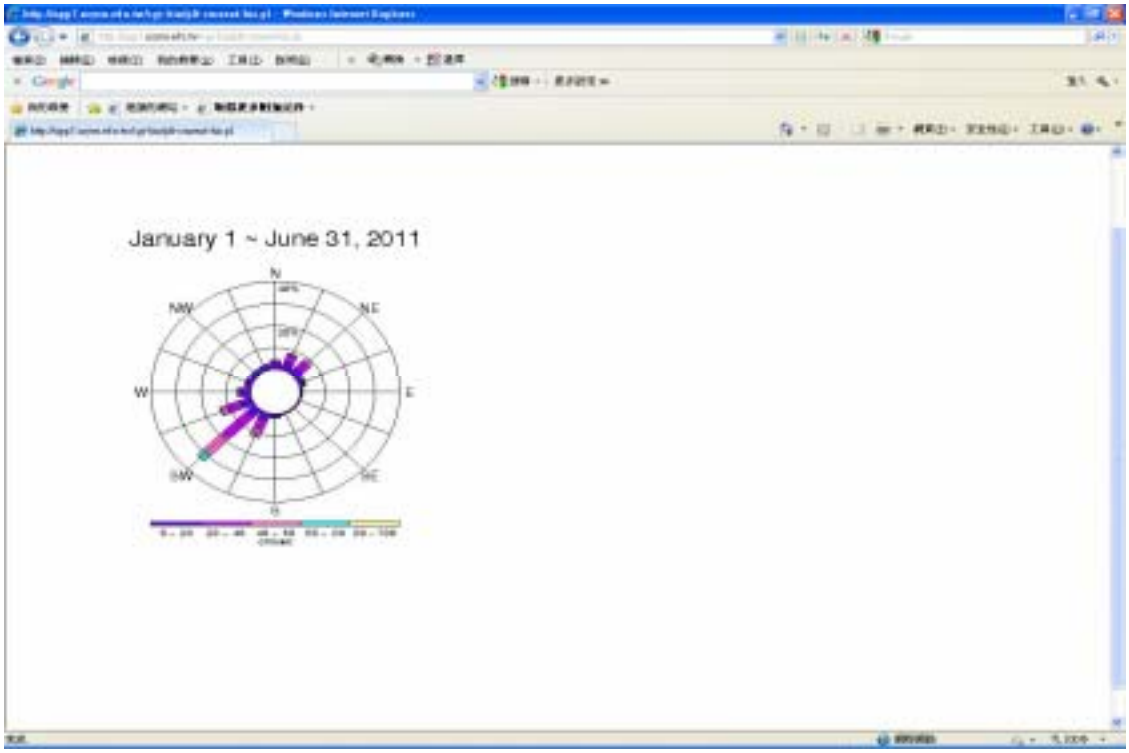
若以預設值為例，起訖時間設為民國100年6月1日至6月31日，若分別選擇流速發生機率圖、流向發生機率圖、玫瑰圖、海流漸進線圖等4種圖形，則其結果分別如下所示：



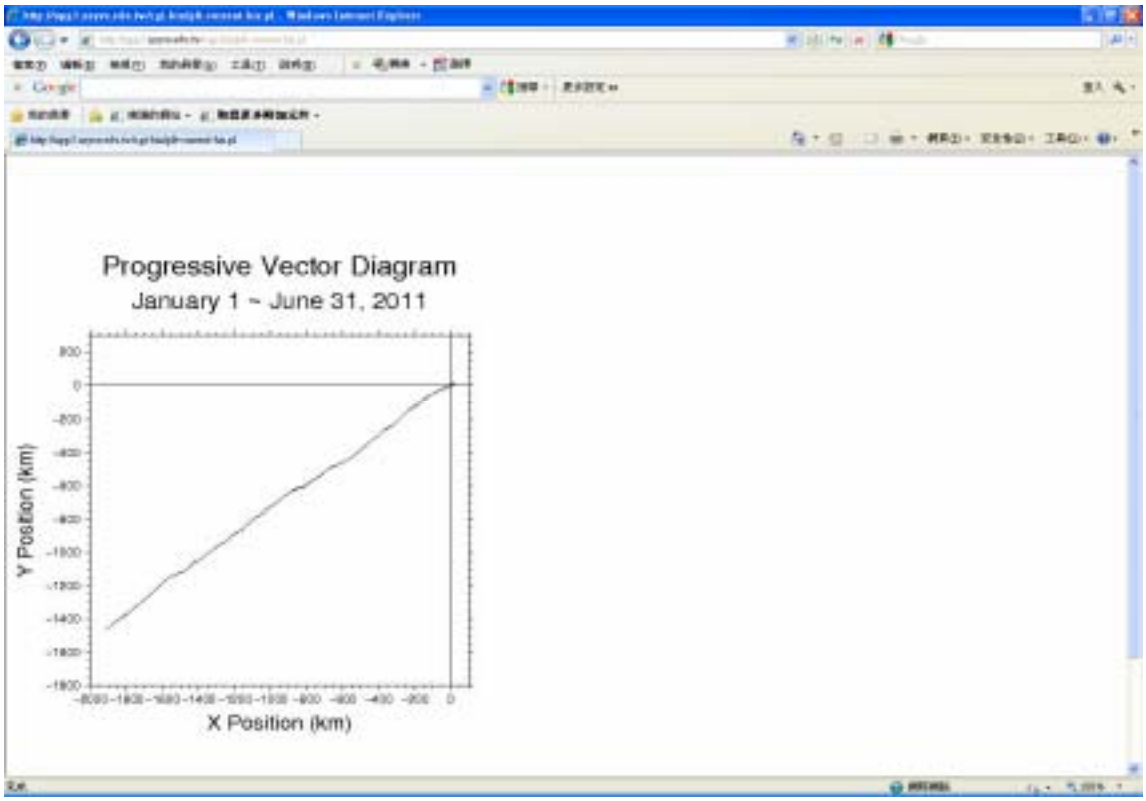
流速發生機率分佈圖



流向發生機率分佈圖


January 1 ~ June 31, 2011
N
NE
E
SE
S
SW
W
NW

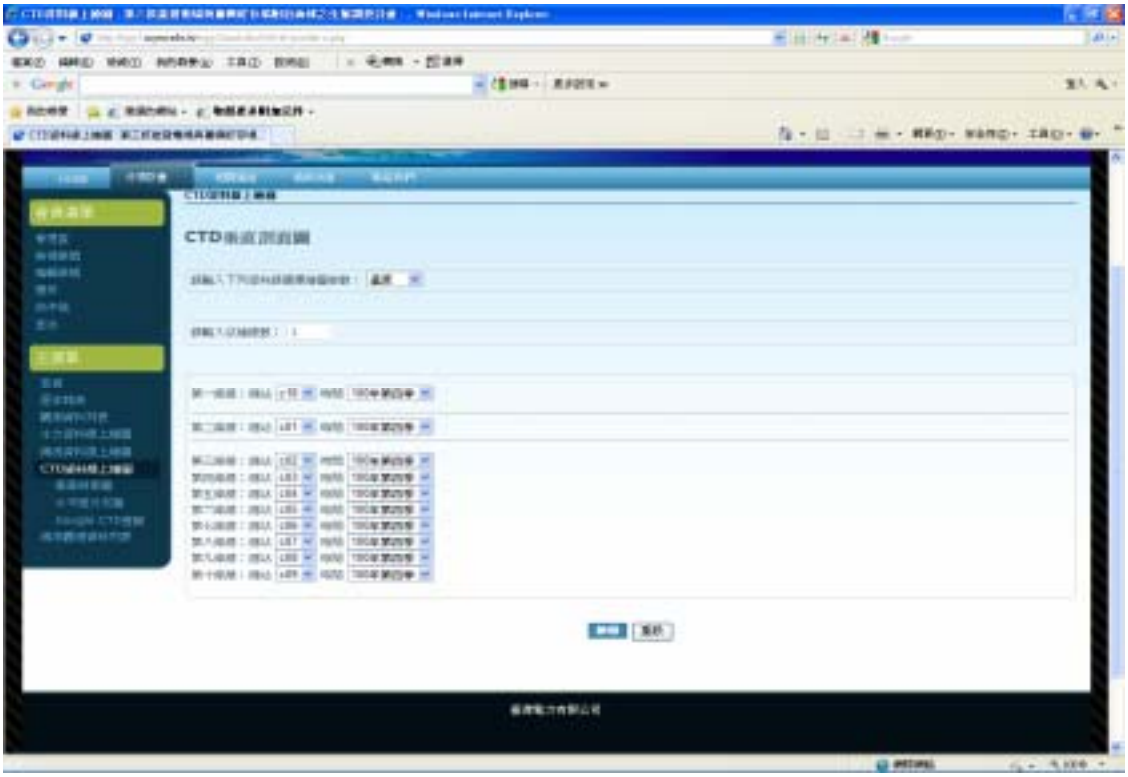
玫瑰圖


Progressive Vector Diagram
January 1 ~ June 31, 2011
Y Position (km)
X Position (km)

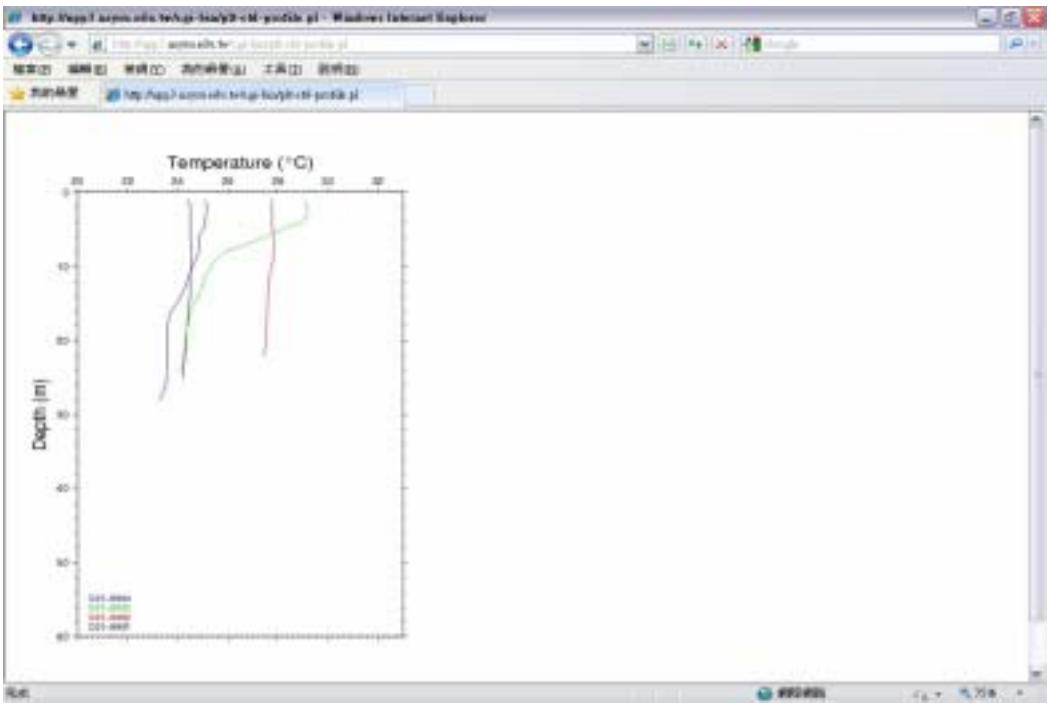
海流漸進線圖

CTD資料查詢有垂直剖面圖與水平面分佈圖如下所示。

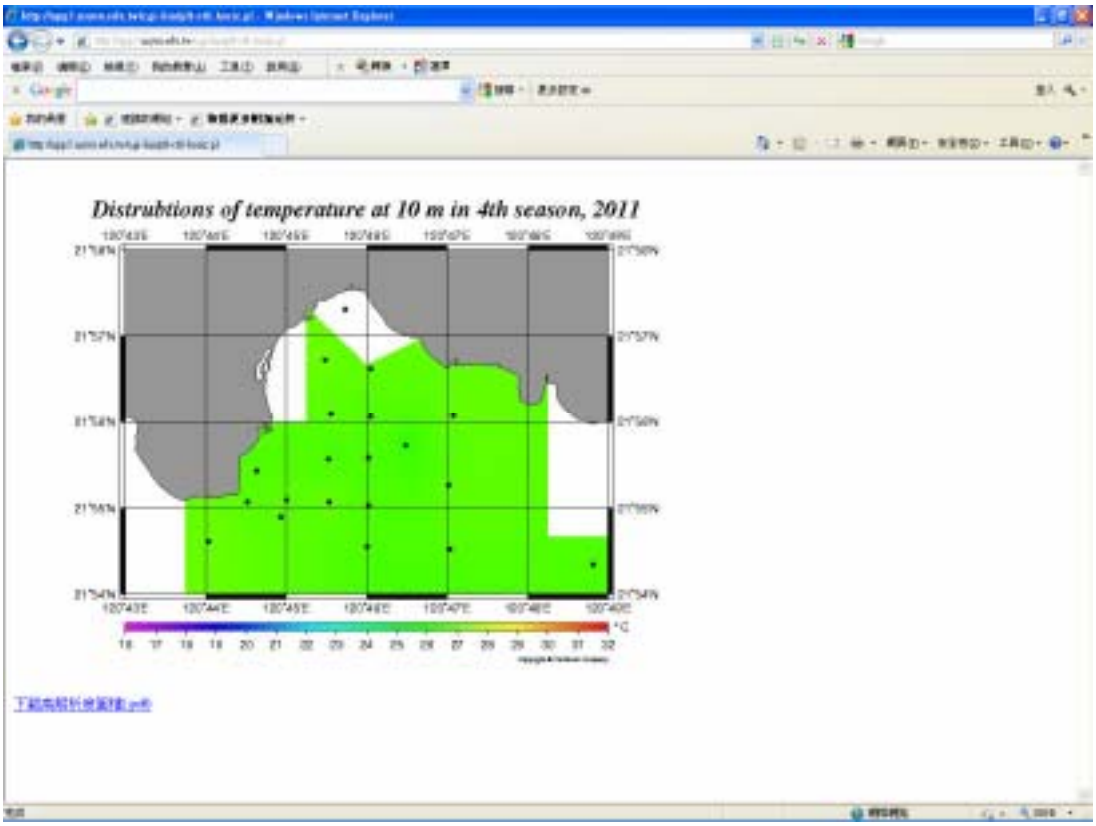
垂直剖面圖可選擇欲繪參數、時間及季別繪圖如下圖所示。



CTD垂直剖面圖可選擇繪圖參數（溫度、鹽度、密度、電導度）、深度等資料繪圖，以下為C01測站依溫度、99年第1季~第四季繪圖結果。

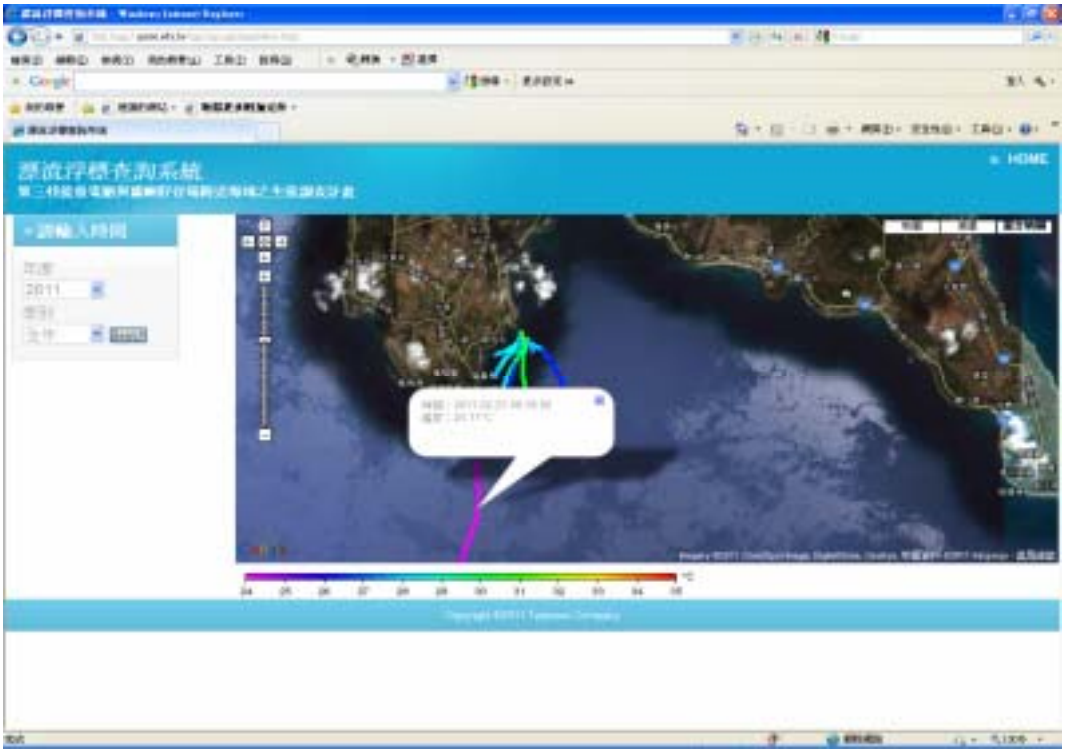


CTD水平分佈圖可選擇參數、深度、時段，如以99年第4季，10m之溫度繪圖如下所示，繪圖如下結果。

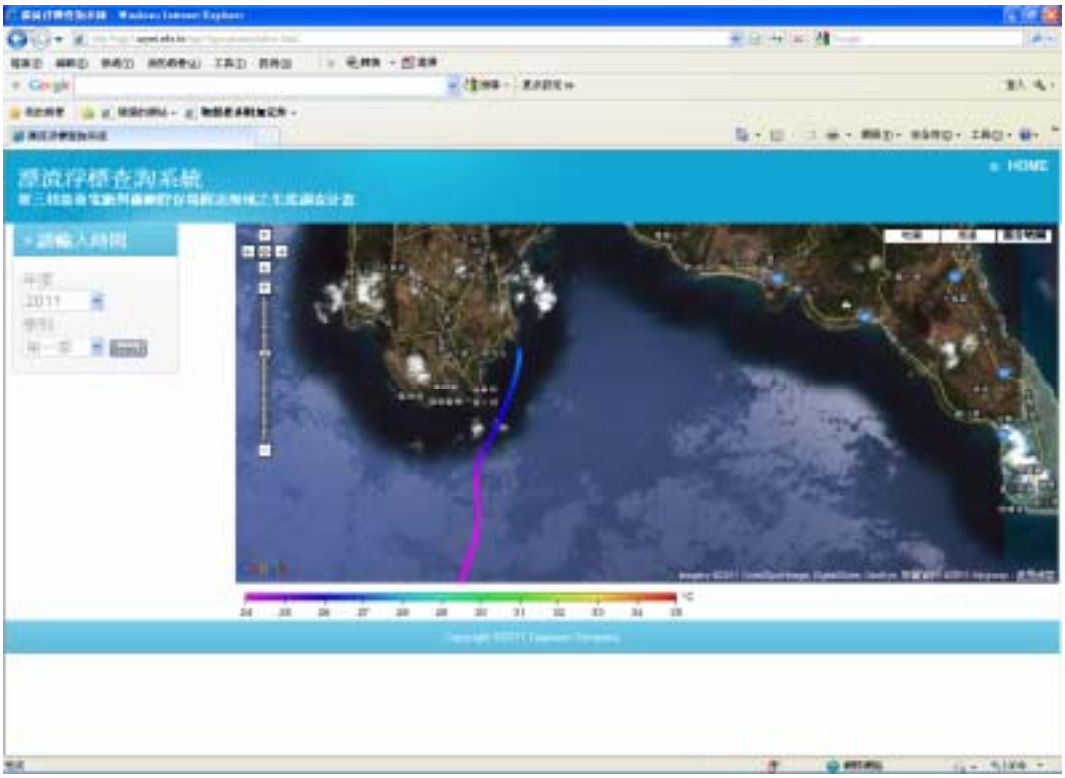


4.7.3 Google Map 漂流浮標查詢系統

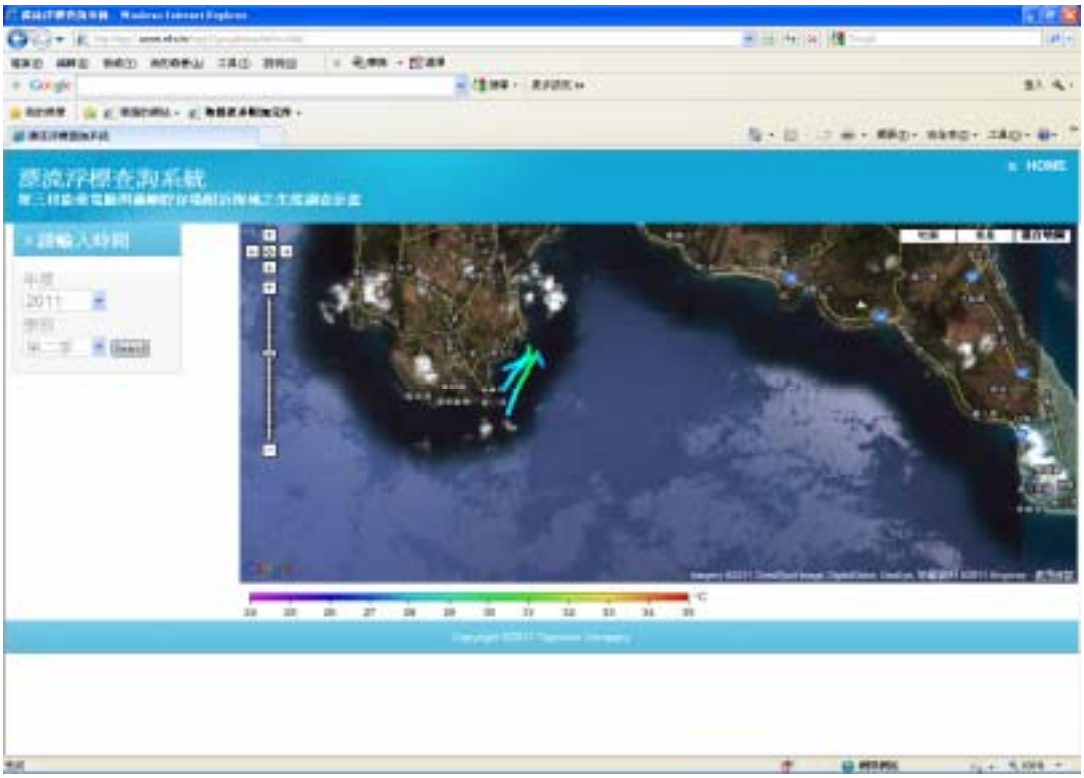
將93年至100年漂流浮標資料建立資料庫，並結合Google Map展示平台，展示平台畫面如下:



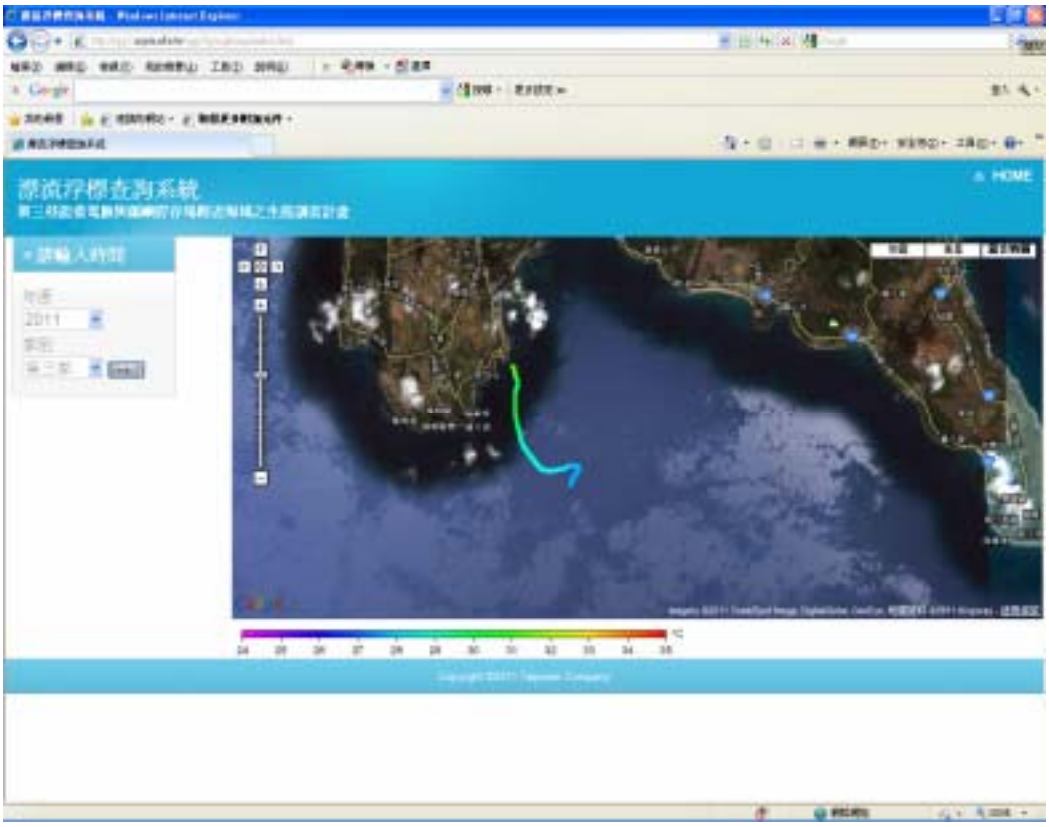
可依年度及季節分別查詢漂流浮標軌跡如下所示



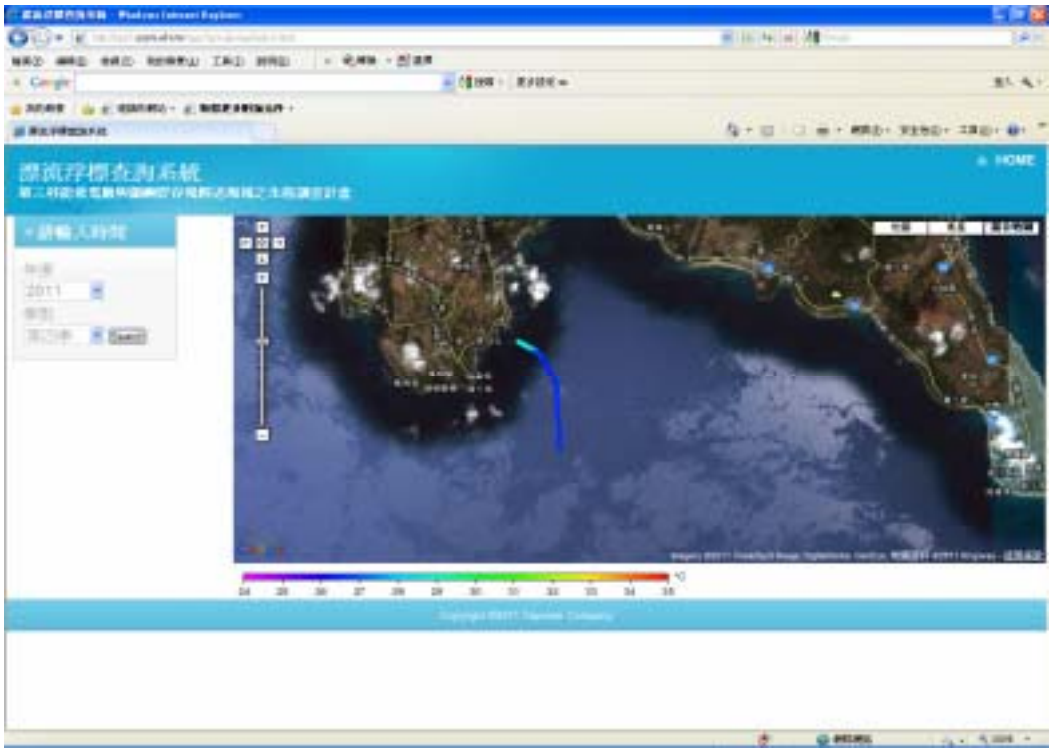
100 年第 1 季



100 年第 2 季



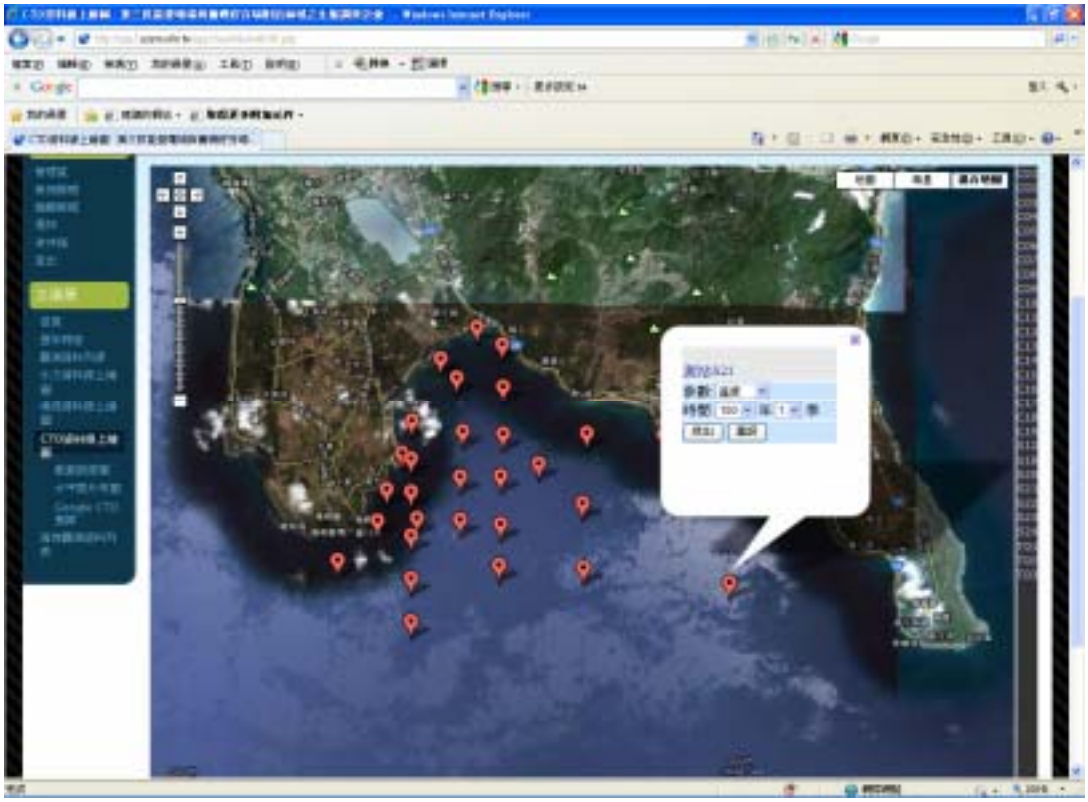
100 年第 3 季

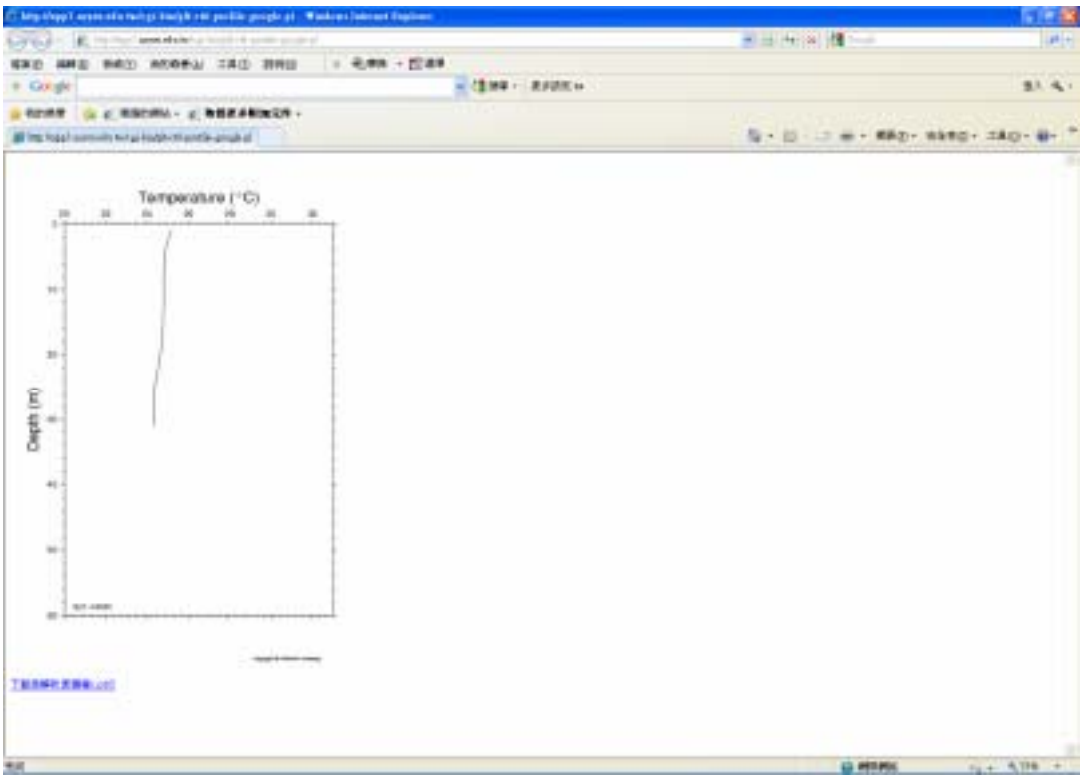


100 年第 4 季

4.7.4 CTD 資料查詢系統

CTD 資訊整合至 Google Map 介面，各測站彙整歷年觀測資料供研究人員查詢。





五、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，造成海水經常往西南繞過貓鼻頭輸送之趨勢。溫排水擴散區域大部份限於排水口附近海域西側，其擴散範圍在漲潮時段往西南約 500～1000 m，退潮時段往東-東南約 200～500 m，溫排水大部份分佈於海表層以下水深 3 m 以內，擴散影響範圍侷限在距排水口 1000 m 弧內，空間溫降率自排水口往外至 500 m 弧內約 1°C/100 m。除此以外，第三核能發電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的外，在呂宋海峽產生的巨大內潮、內波傳入海灣內亦有很大的貢獻。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 週長的水溫變化，本期計畫將著重在分析兩者之間的關係。

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。整體而言，第三核能發電廠附近海域浮游生物的豐度變動與溫排水的關聯並不明顯，其季節變化受到大尺度的氣候變遷所影響。目前發現聖嬰年可能抑制植物性浮游生物的高峯出現，而反聖嬰年則可觀察到浮游生物豐度較大幅的季節震盪，且出現特有的季節變化。其中植物性浮游生物的束毛藻比例同時受小尺度的季節變化及大尺度的氣候現象所影響，可作為本海域反應黑潮水訊號強弱及聖嬰現象的指標。此外，出水口 24 測站的營養鹽在 89 年度後的平均濃度升高，同時表層浮游動物豐度亦升高，然浮游植物的密度卻下降。

水溫、底棲動物幼生豐度與底棲動物著生多無迴歸相關，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，而底棲動物的著生是 2-3 個月的累進結果，二者之時間尺度有差別。固定橫截線調查之藻類的覆蓋率在入、出水口皆有逐年增加之趨勢，經分析顯示營養鹽對藻類覆蓋率有影響，需注意其變化情形。與子計畫 1 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 1 的水溫無異，顯示溫排水不影響出水口南側地區 8 公尺以深的水溫變化。

第三核能發電廠附近海域之珊瑚礁區魚類、後壁湖魚類及經濟魚類三種調查記錄的魚類相相似度低，主要是因魚類生態習性差異及第三核能發電廠附近海域高歧異度魚類相所致；珊瑚礁魚類多以珊瑚礁體為攝食場及棲所，第三核能發電廠附近海域經濟魚類則為沿岸、近海來游魚種，而後壁湖魚市場之漁獲魚類則以近海或外洋洄游性魚類為主。分析珊瑚礁魚類相在測站間出現的數量及種類數與動物性浮游生物的豐度相關性低，係因珊瑚礁魚類大多為雜食性，浮游動物、浮游植物、底棲生物(含甲殼類動物)及小魚等皆是其食物的來源。由於食物的來源多元化，故測站間珊瑚礁魚類相的數量及種類數增減，與浮游動物的數量變化未發現明顯的相關性。本研究藉由分析雙帶烏尾冬(群游性的珊瑚礁魚類)的胃內容物，發現其主要攝食的對象為中型毛蝦。

放射性物質調查執行七年來，因採樣之時間與地點與其他子計畫不同，短期之結果不易與其他計畫直接做相關性比對，也許未來數據累積到一定程度後，相關性會逐漸浮現。原能會所訂定之環境試樣放射核種的調查基準值偏低(亦即過於嚴格)，有不切實際之虞，可能使核能設施之作業及食品安全之管制窒礙難行，也很易誤導一般社會大眾，造成不必要的過度恐慌，建議重新檢討。在網頁方面，則是彙整歷年的調查報告與成果以及其他相關研究報告，有系統的展示於網頁中，提供業主與相關研究人員參考。網頁網址為 http://npp3.nsysu.edu.tw。

六、附表與附圖

表 7-a 各種工業原料及廢棄物中之天然放射性元素活性（取自 IAEA, 2000）

工業	原料	廢棄物/副產品
Phosphate production	Phosphate rock:1700 Bq kg-1 U-238	Phosphogypsum solid: Ra-226 Liquid effluent: Po-210
Metal production Tin	Ores: tinstone, stannite ~1000 Bq kg^{-1} U-238; 300 Bq kg^{-1} Th-232	Volatilisation of Po-210 Slags: 1000 Bq kg^{-1} U-238 300 Bq kg^{-1} Th-232 Lead/bismuth by product may also be active
Niobium	Ores: pyrochlore 10,000 Bq kg^{-1} U-238; 80,000 Bq kg^{-1} Th-232	Slags containing U-238 and Th-232
Rare earths	Monazite 10,000 Bq kg^{-1} Th-232	Slags containing Th-232 (unless Th separated)
Thorium	Monazite	Product 100,000 Bq kg^{-1} Th-232
Titanium	Ores: ilmenite, rutile U-238 and Th-232 70-9000 Bq kg^{-1}	Volatilisation of Po-210
Refractory materials	Ores: zircon, baddelyite 10,000 Bq kg^{-1} U-238 and Th-232	Volatilisation of Po-210
Energy production Coal combustion	Coal (typical): K-40, 50Bq kg^{-1}; U-238, 20 Bq kg^{-1};Th-232, 20 Bg kg^{-1}. Some coals several times higher. One report of 15,000 Bq kg^{-1} U-238 in high uranium area	0.5%-3% released to atmosphere, remainder in ash
Oil combustion	Oil	During extraction: Ra-226 in scale in pipework up to 4000 Bq kg^{-1}
Natural gas combustion	Radon up to 50 Bq l^{-1}	During extraction: Ra-226 in scale
Other industries Uranium mining and milling	Ores: 0.2%-20% U_3O_8	Tailings containing daughter radionuclide of U-238 plus up to 0.01% uranium Radon released depends on cover Abandoned tailings 3 Bq m^{-2} s^{-1} Ra-226 conc. 100,000 Bq kg^{-1} (1% ore) Radon also emitted from mines: 300 GBq t^{-1} ore mined
Precious materials-gold, *etc*		Tailings can contain U-238 500-2000 Bq kg^{-1} and/or Th-232 1000-2000 Bq kg^{-1}

表 7-b 不同元素在海洋沉積物、海水魚及海貝中之濃縮係數
（取自 IAEA, 2000）

元素	沉積物濃縮係數（K_d）（Bq kg^{-1} per Bq l^{-1}）	生物富集係數（Bq kg^{-1} per Bq l^{-1}）	
		海水魚	海貝
Ag	1000	500	10000
Am	2000000	50	20000
Ca	500	2	5
Ce	2000000	50	5000
Cl	0.03	0.05	0.05
Cm	2000000	50	30000
Co	200000	1000	5000
Cr	50000	200	800
Cs	3000	100	30
Fe	50000	3000	30000
Hg	10000	20000	20000
I	20	10	10
Ir	100000	20	100
Mn	200000	400	5000
Na	1	0.1	0.3
Nb	500000	10	1000
Np	5000	10	400
Pb	200000	200	1000
Pm	2000000	500	5000
Po	20000000	2000	50000
Pu	100000	40	3000
Ra	5000	500	1000
Ru	300	2	2000
S	0.5	2	4
Sb	1000	400	400
Se	1000	6000	6000
Sn	1000	50000	50000
Sr	1000	2	2
Tc	100	30	1000
Th	2000000	600	1000
Tl	20000	5000	5000
U	1000	1	30
Zn	20000	1000	50000
Zr	1000000	20	5000

表 7-c　海洋沈積物之分佈係數(m^3/kg)及海水魚、魚貝之濃縮係數(取自 IAEA, 2003)

元素	沈積物分佈係數 (m^3/kg)	濃縮係數 (m^3/kg)		
		海水魚	甲殼綱動物	軟體動物
Ag	1×10^{1}	1×10^{1}	2×10^{2}	6×10^{1}
Am	2×10^{3}	1×10^{-1}	4×10^{-1}	1×10^{0}
Ca	5×10^{-1}	2×10^{-3}	5×10^{-3}	3×10^{-3}
Ce	3×10^{3}	5×10^{-2}	1×10^{0}	2×10^{0}
Cl	3×10^{-5}	6×10^{-5}	6×10^{-5}	5×10^{-5}
Cm	2×10^{3}	1×10^{-1}	4×10^{-1}	1×10^{0}
Co	3×10^{2}	7×10^{-1}	7×10^{0}	2×10^{1}
Cr	5×10^{1}	2×10^{-1}	1×10^{-1}	2×10^{0}
Cs	4×10^{0}	1×10^{-1}	5×10^{-2}	6×10^{-2}
Fe	3×10^{5}	3×10^{1}	5×10^{2}	5×10^{2}
Hg	4×10^{0}	3×10^{1}	1×10^{1}	2×10^{0}
I	7×10^{-2}	9×10^{-3}	3×10^{-3}	1×10^{-2}
Ir	1×10^{2}	2×10^{-2}	1×10^{-1}	1×10^{-1}
Mn	2×10^{3}	1×10^{0}	5×10^{0}	5×10^{1}
Na	1×10^{-4}	1×10^{-3}	7×10^{-5}	3×10^{-4}
Nb	8×10^{2}	3×10^{-2}	2×10^{-1}	1×10^{0}
Np	1×10^{0}	1×10^{-3}	1×10^{-1}	4×10^{-1}
Pb	1×10^{2}	2×10^{-1}	9×10^{1}	5×10^{1}
Pm	2×10^{5}	3×10^{-1}	4×10^{0}	7×10^{0}
Po	2×10^{4}	2×10^{0}	2×10^{1}	2×10^{1}
Pu	1×10^{2}	1×10^{-1}	1×10^{-1}	3×10^{0}
Ra	2×10^{0}	1×10^{-1}	1×10^{-1}	1×10^{-1}
Ru	4×10^{1}	2×10^{-3}	1×10^{-1}	5×10^{-1}
S	5×10^{-4}	1×10^{-3}	1×10^{-3}	3×10^{-3}
Sb	2×10^{0}	6×10^{-1}	3×10^{-1}	3×10^{-1}
Se	3×10^{0}	1×10^{1}	1×10^{1}	9×10^{0}
Sn	4×10^{5}	5×10^{2}	5×10^{2}	5×10^{2}
Sr	8×10^{-3}	3×10^{-3}	5×10^{-3}	1×10^{-2}
Tc	1×10^{-1}	8×10^{-2}	1×10^{0}	5×10^{-1}
Th	3×10^{5}	6×10^{-1}	1×10^{0}	1×10^{0}
Tl	2×10^{1}	5×10^{0}	1×10^{0}	6×10^{0}
U	1×10^{0}	1×10^{-3}	1×10^{-2}	3×10^{-2}
Zn	7×10^{1}	1×10^{0}	3×10^{2}	8×10^{1}
Zr	2×10^{5}	2×10^{-2}	2×10^{-1}	5×10^{0}

表7-3-1 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																	
log PP	-0.026 ns																
log C-lar	0.402 ***	-0.020 ns															
log S-lar	0.647 ***	-0.065 ns	0.475 ***														
log F-egg	0.342 ***	0.093 *	0.349 ***	0.098 *													
log F-lar	0.359 ***	-0.060 ns	0.359 ***	0.358 ***	0.312 ***												
Temp	0.000 ns	0.212 ***	0.247 ***	-0.140 **	0.345 ***	0.181 ***											
Sal	-0.085 ns	-0.057 ns	-0.209 ***	0.100 *	-0.264 ***	-0.029 ns	-0.612 ***										
pH	-0.226 ***	0.240 ***	-0.119 *	-0.238 ***	0.007 ns	-0.016 ns	0.289 ***	-0.014 ns									
DO	-0.040 ns	-0.062 ns	-0.300 ***	0.023 ns	-0.289 ***	-0.178 ***	-0.608 ***	0.385 ***	0.053 ns								
SD	0.081 ns	-0.130 **	-0.068 ns	-0.011 ns	0.089 ns	0.087 ns	0.075 ns	-0.058 ns	0.034 ns	-0.092 ns							
Chl-a	0.038 ns	0.066 ns	0.113 *	0.056 ns	-0.046 ns	-0.044 ns	-0.071 ns	-0.169 ***	-0.104 *	0.022 ns	-0.392 ***						
NO_3	-0.059 ns	-0.148 **	-0.044 ns	0.021 ns	-0.166 ***	-0.039 ns	-0.332 ***	0.028 ns	-0.416 ***	0.146 **	-0.175 ***	0.184 ***					
NO_2	-0.089 ns	0.015 ns	0.036 ns	0.015 ns	-0.131 *	-0.127 *	-0.176 ***	0.128 *	-0.077 ns	0.077 ns	-0.154 **	0.244 ***	0.206 ***				
PO_4	-0.203 ***	0.082 ns	-0.075 ns	-0.123 *	-0.071 ns	-0.082 ns	-0.284 ***	0.140 **	0.014 ns	0.223 ***	-0.218 ***	0.206 ***	0.251 ***	0.199 ***			
SiO_2	-0.024 ns	-0.028 ns	-0.028 ns	-0.154 **	-0.013 ns	-0.120 *	-0.130 **	-0.119 *	-0.076 ns	0.103 *	-0.028 ns	0.051 ns	0.271 ***	0.124 *	0.392 ***		
濁度	0.232 ***	-0.162 **	0.032 ns	0.121 *	-0.009 ns	0.098 ns	-0.062 ns	0.068 ns	-0.285 ***	0.013 ns	-0.030 ns	-0.081 ns	0.082 ns	-0.040 ns	-0.140 **	-0.053 ns	

ZP : 浮游動物
PP : 浮游植物
C-lar : 蟹幼生
S-lar : 蝦幼生
F-egg : 魚卵
F-lar : 仔魚
Temp : 溫度
Sal : 鹽度
pH : pH值
DO : 飽和溶氧
SD : 透明度
Chl-a : 葉綠素a
NO_3 : 硝酸鹽
NO_2 : 亞硝酸鹽
PO_4 : 磷酸鹽
SiO_2 : 矽酸鹽

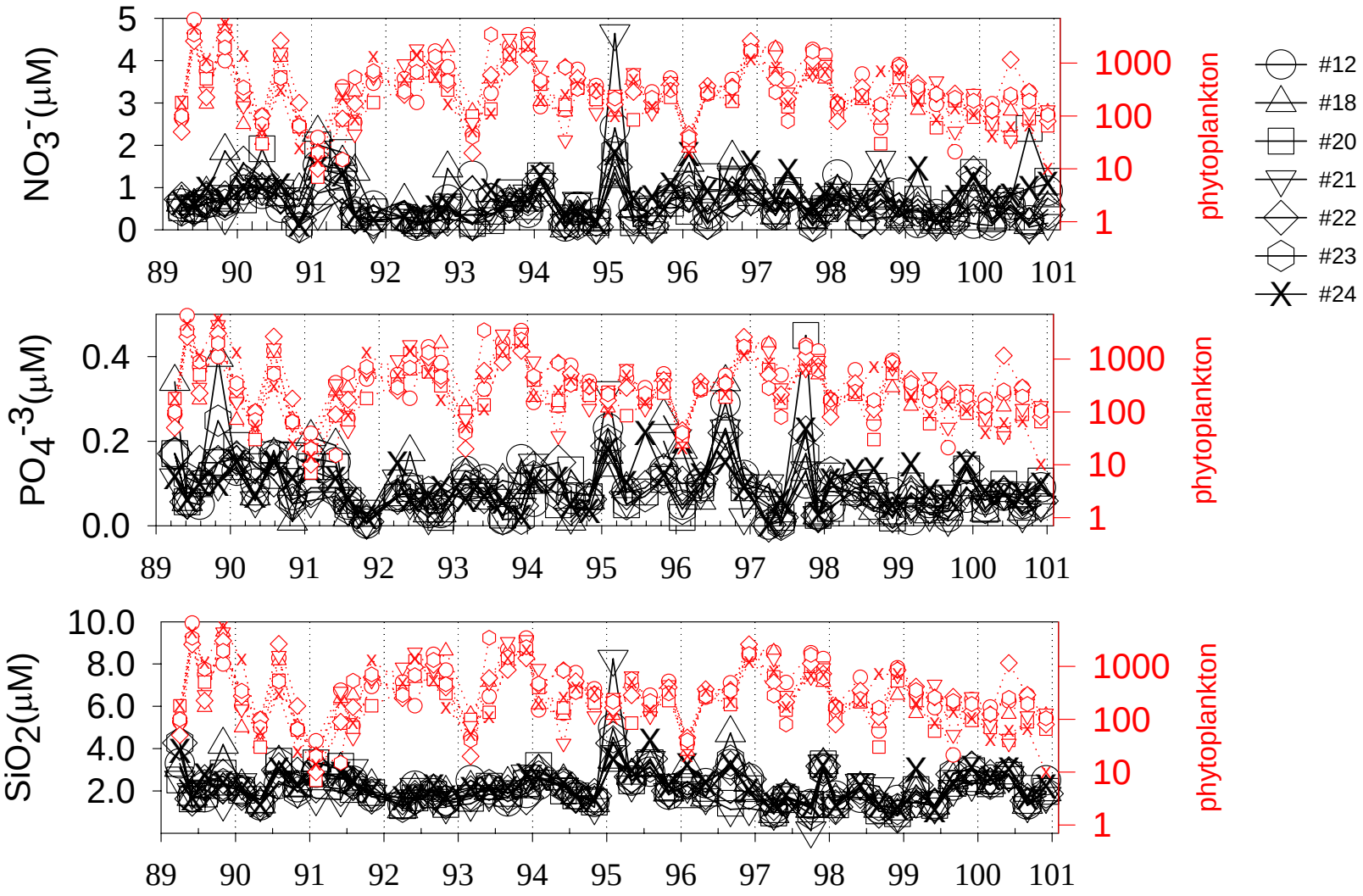


圖7-2-1 營養鹽(實線)與表層植浮(虛線)隨著時間之變化圖

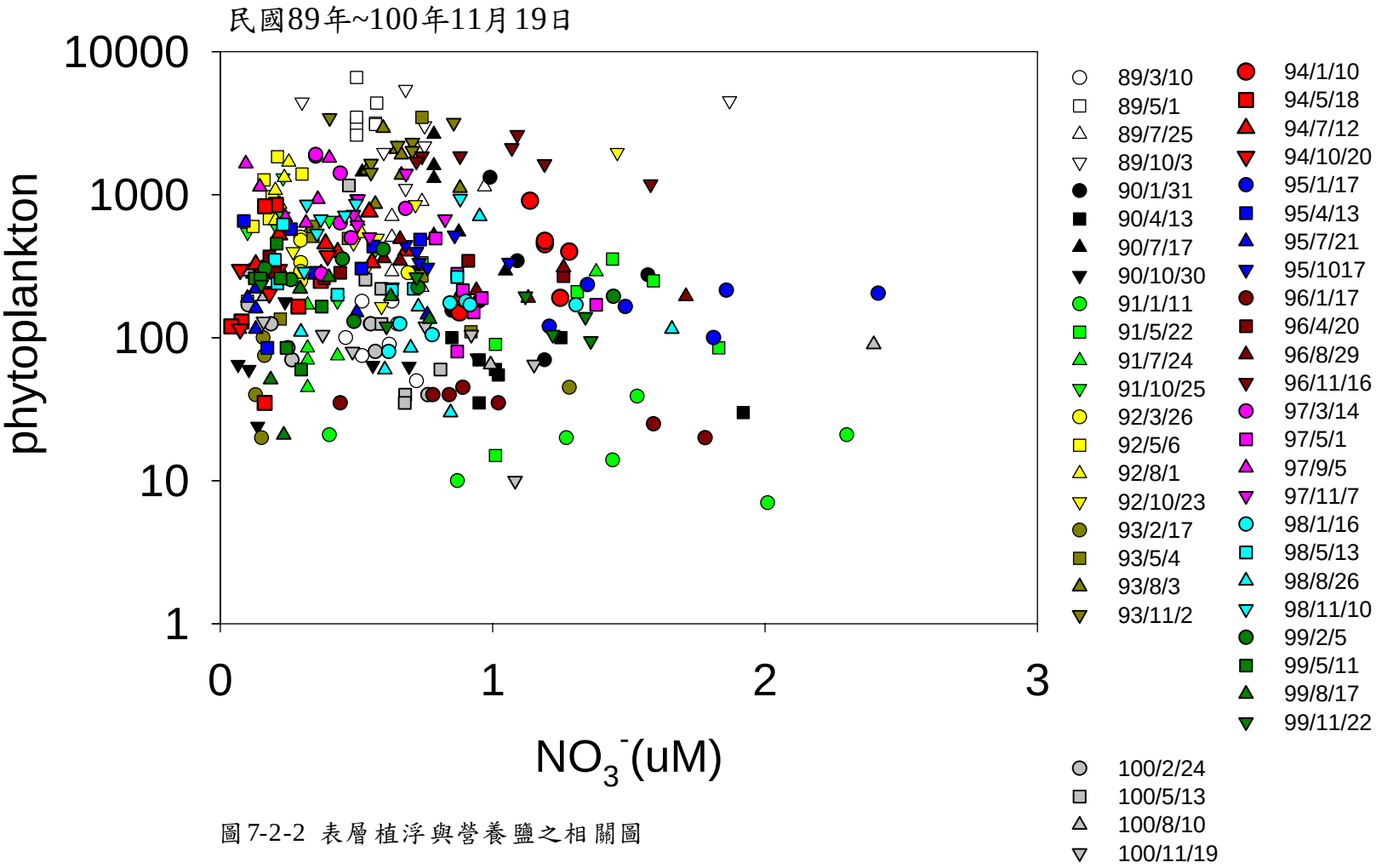


圖 7-2-2 表層植浮與營養鹽之相關圖

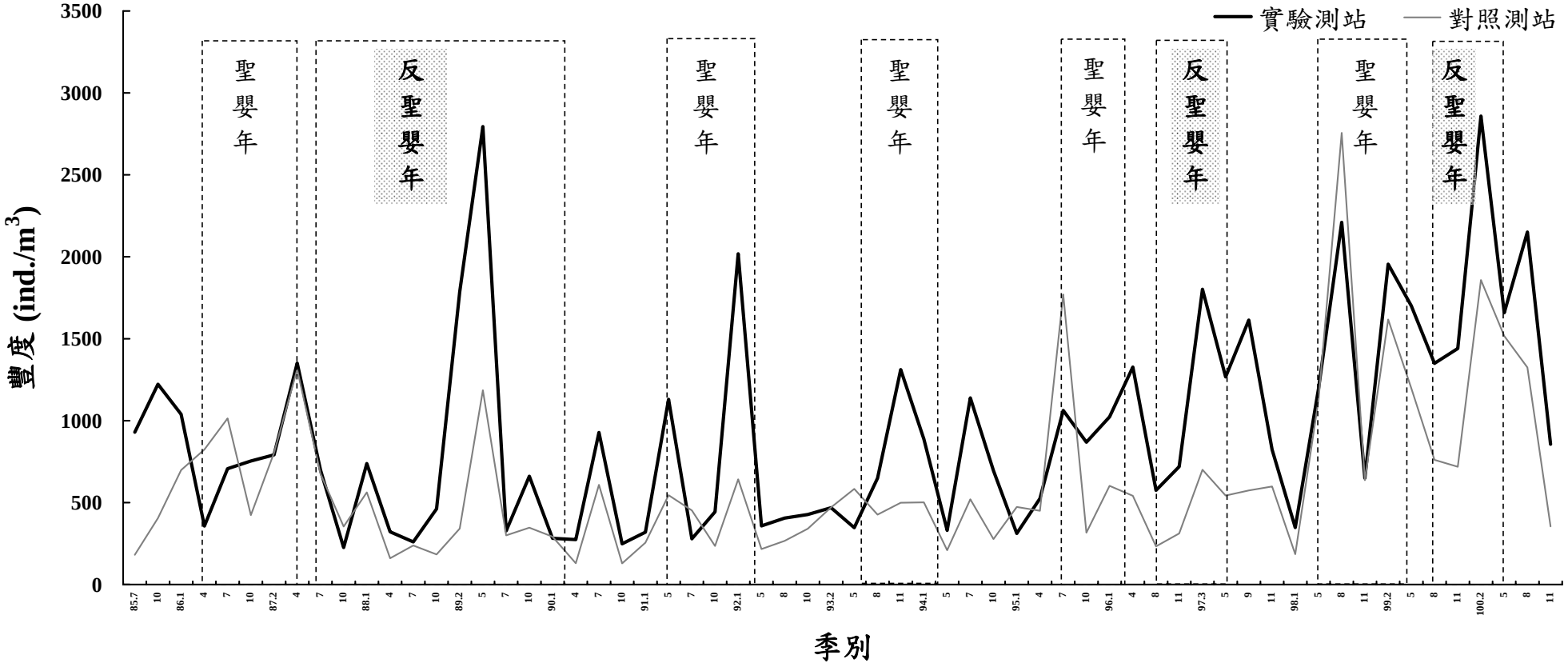


圖7-3-1 民國85年7月至100年11月第三核能發電廠附近海域實驗和對照測站動物性浮游生物各大類之豐度

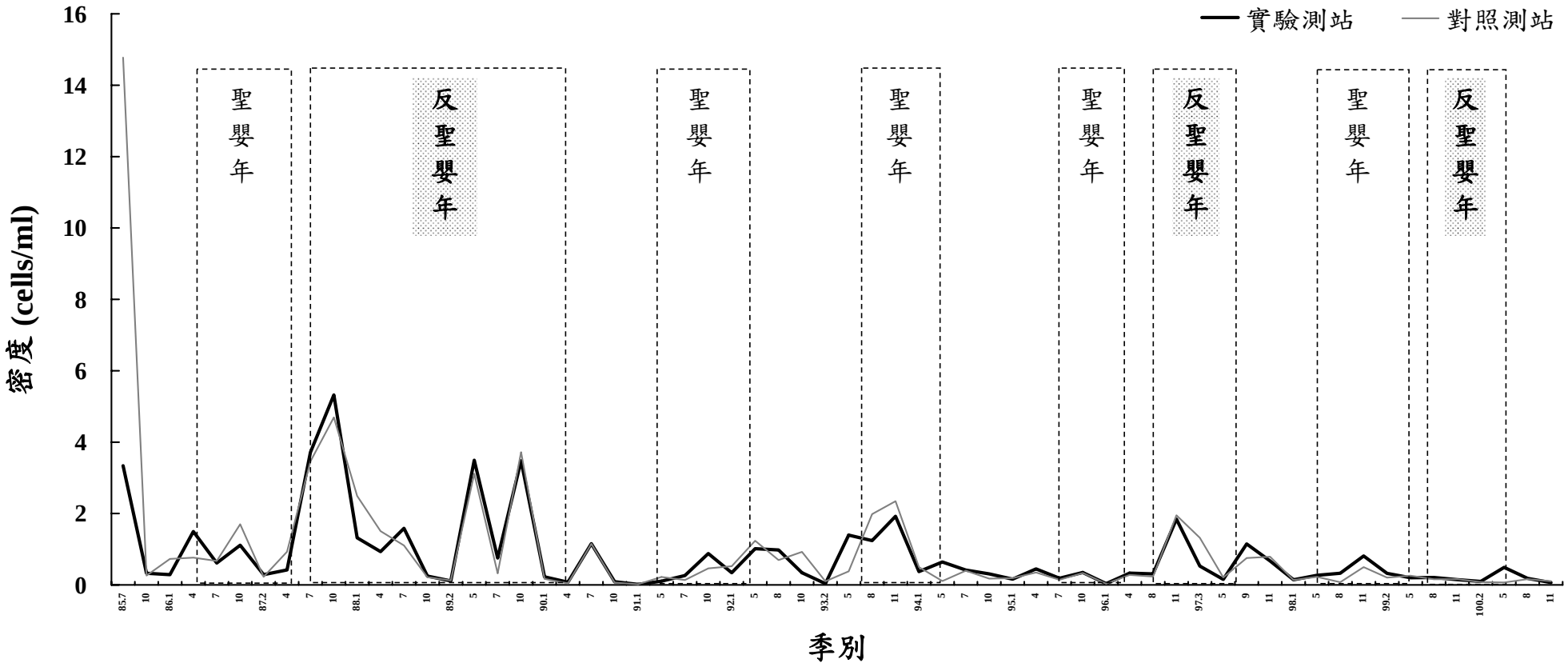


圖7-3-2 民國85年7月至100年11月第三核能發電廠附近海域實驗和對照測站植物性浮游生物(>55μm)各大類之密度

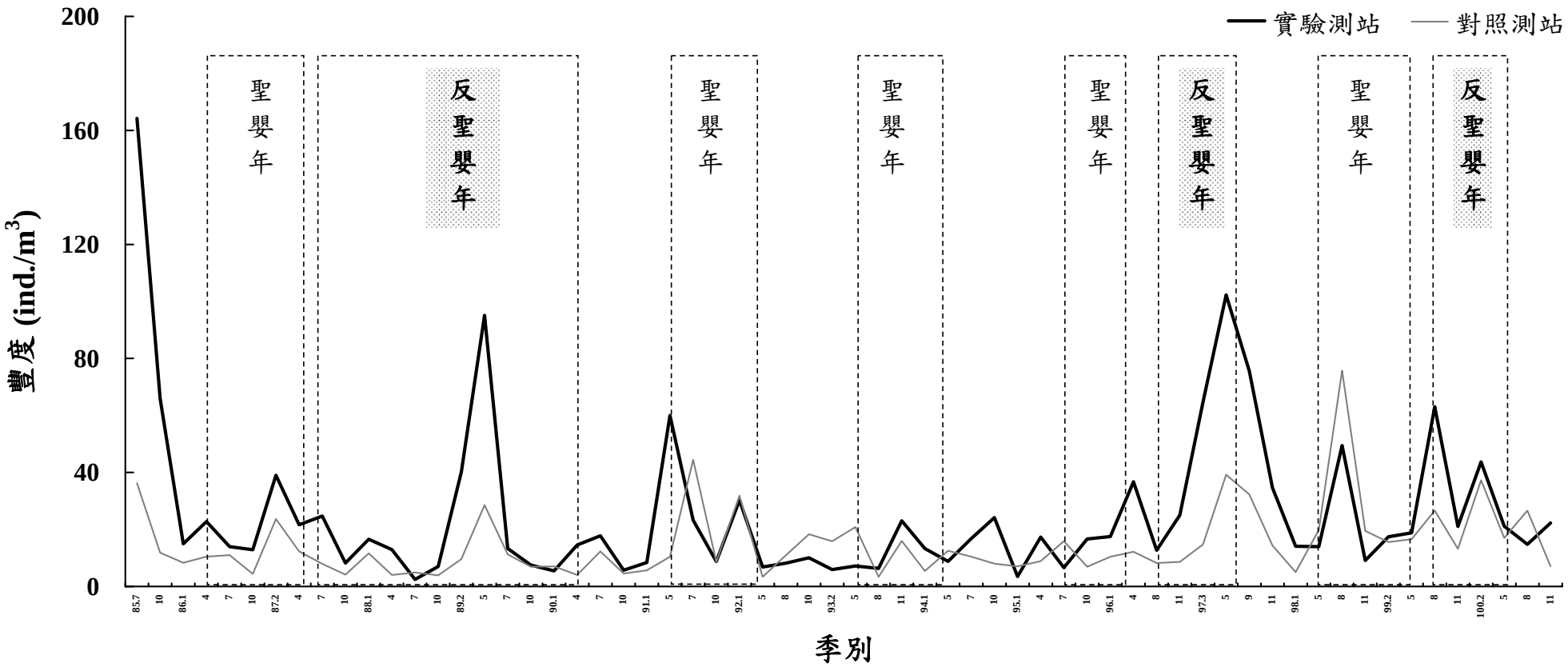


圖7-3-3　民國85年7月至100年11月第三核能發電廠附近海域實驗和對照測站蝦蟹幼生之豐度

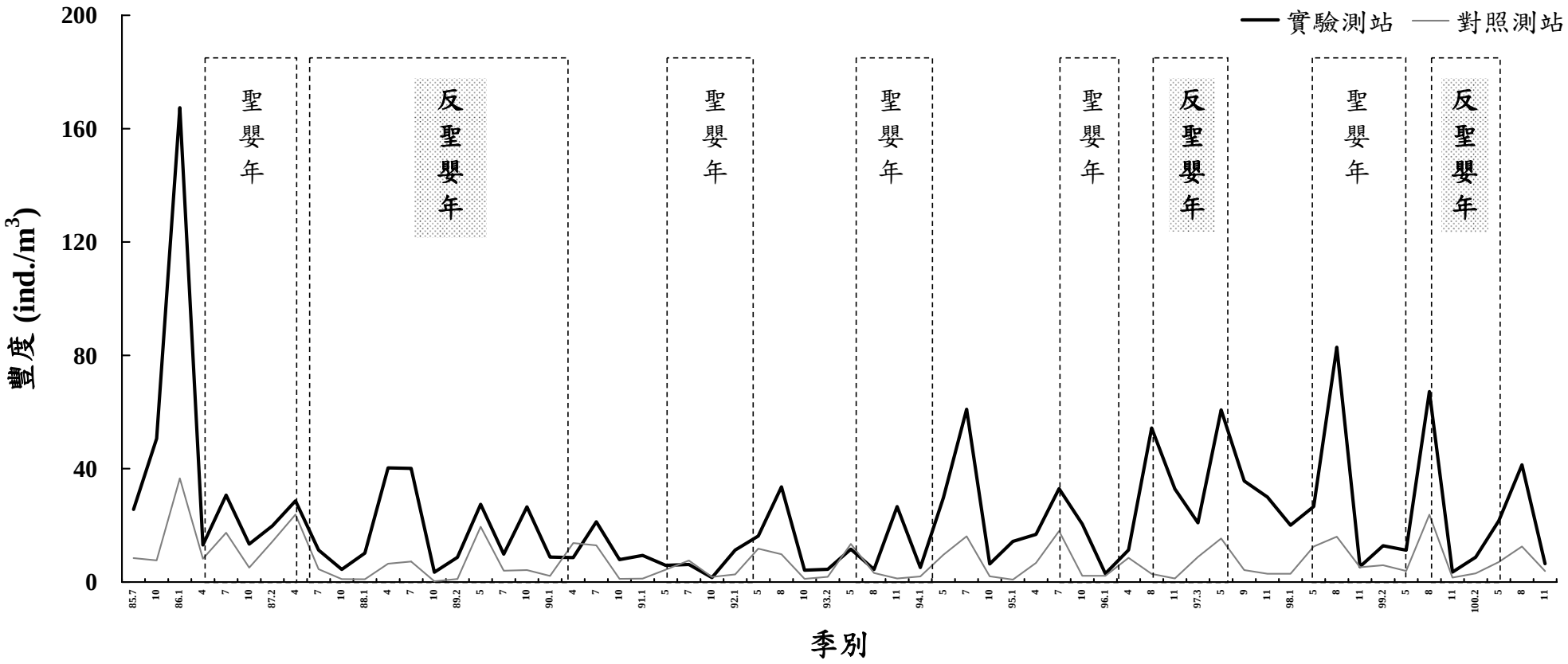


圖7-3-4　民國85年7月至100年11月第三核能發電廠附近海域實驗和對照測站魚卵及仔魚之豐度

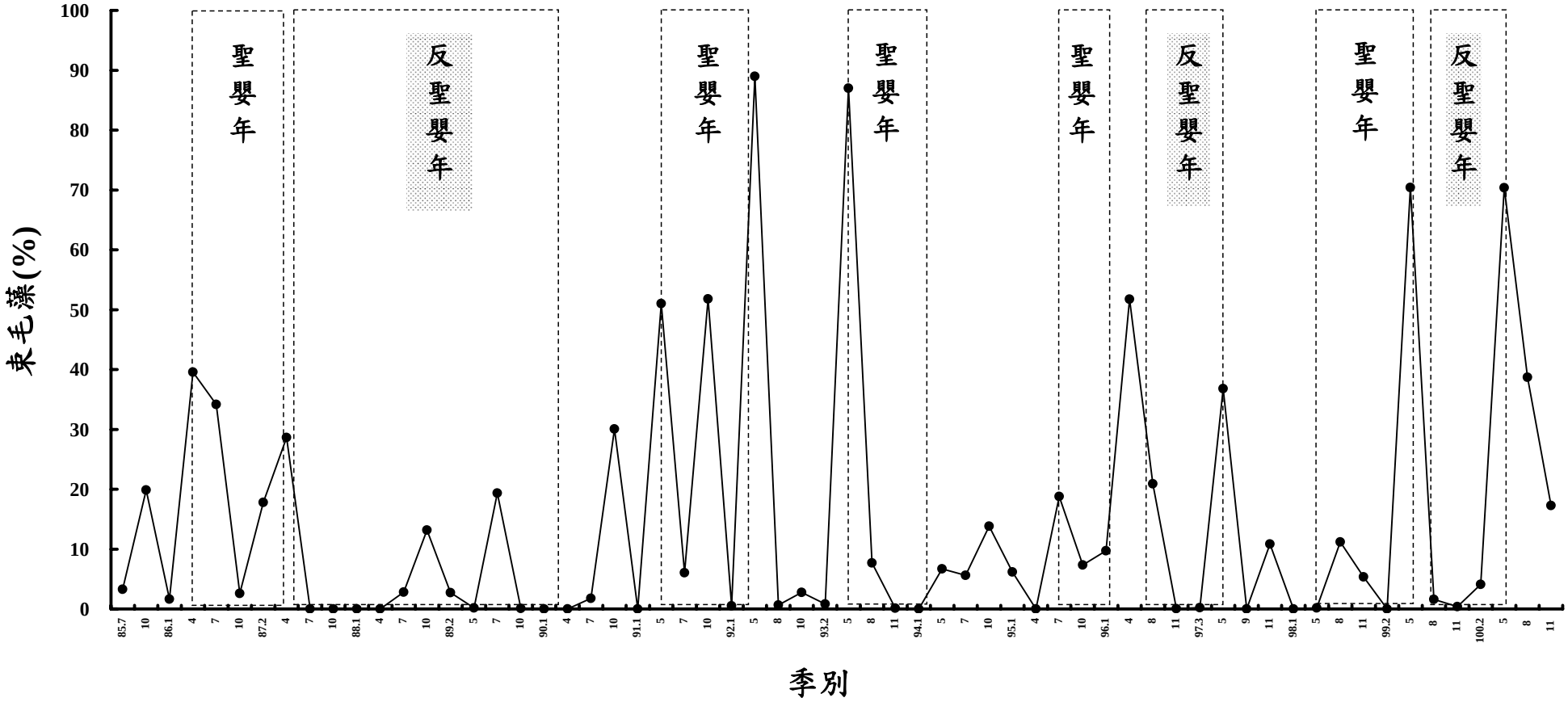


圖7-3-5　民國85年7月至100年11月第三核能發電廠附近海域束毛藻百分比之變化

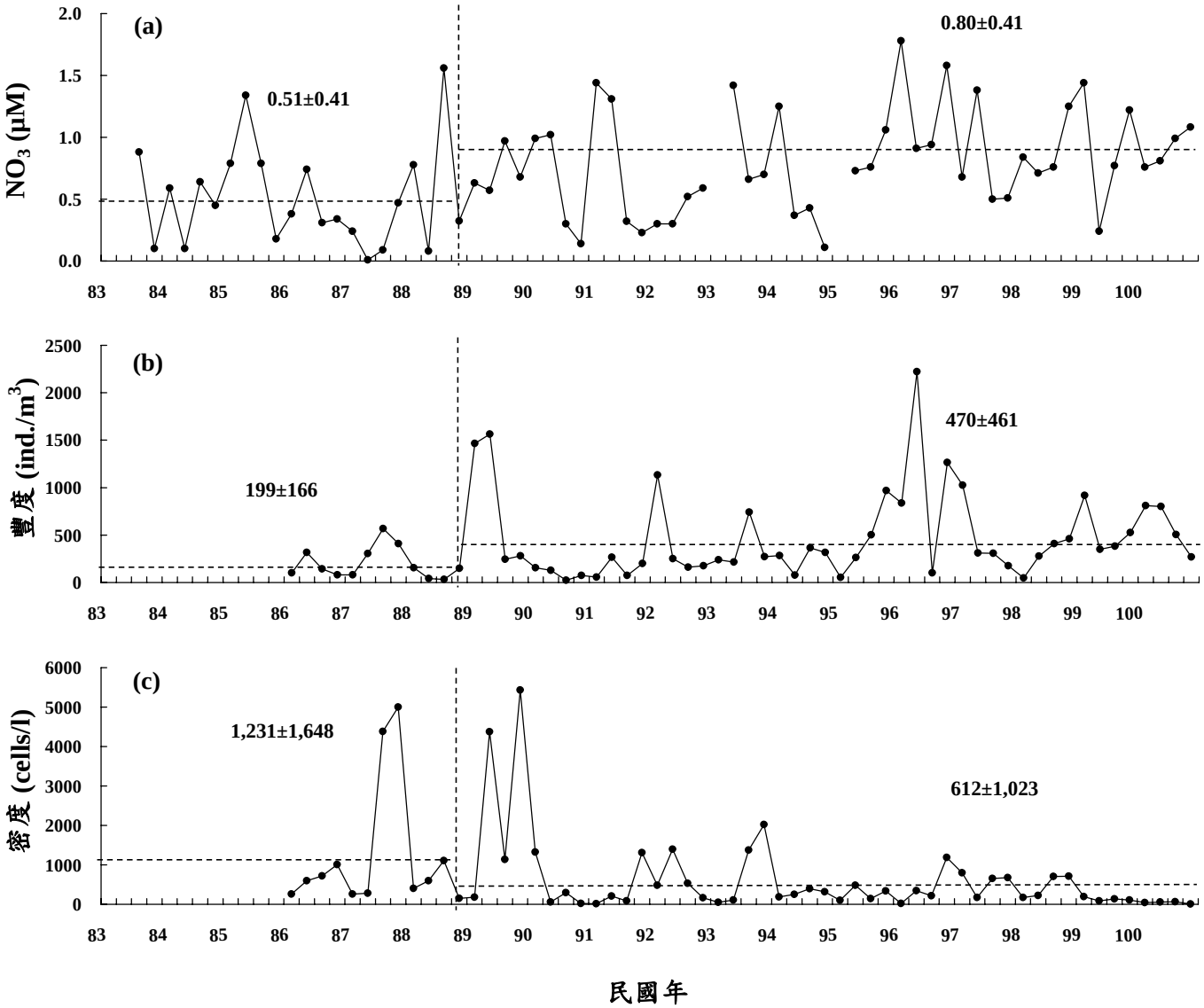


圖7-3-6 第三核能發電廠附近海域24測站表層硝酸鹽(a)與動物性浮游生物豐度(b)及植物性浮游生物密度(c)的歷年變化

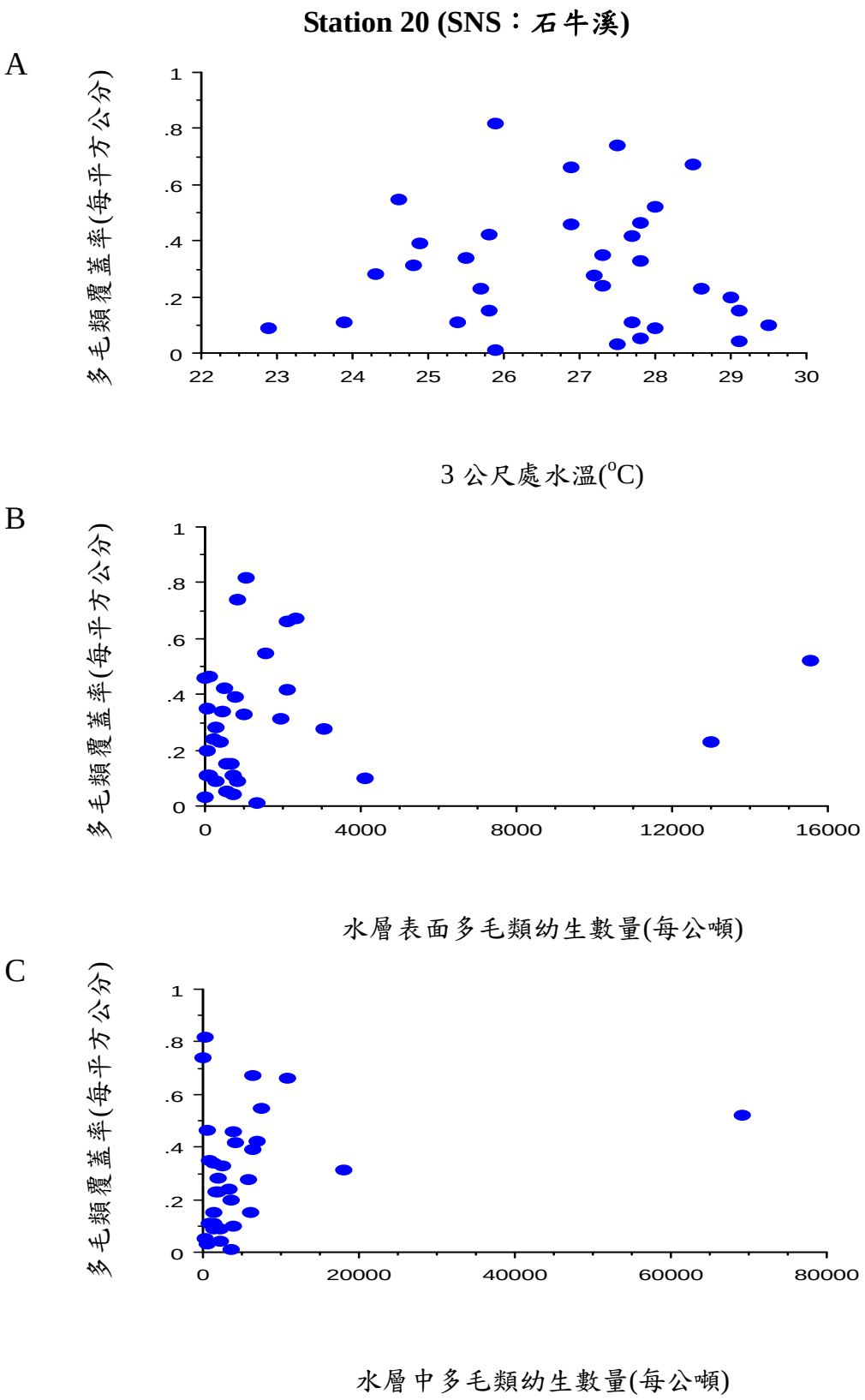


圖 7-4-1　Station 20 (SNS：石牛溪) A.水溫變化與多毛類幼生在附著板著生情形之回歸關係 (p>0.05)。 B.多毛類在水表層之浮游幼生豐度與其在附著板著生情形之回歸關係(p>0.05)。 C.多毛類在水層中之浮游幼生豐度與其在附著板著生情形之回歸關係(p>0.05)。

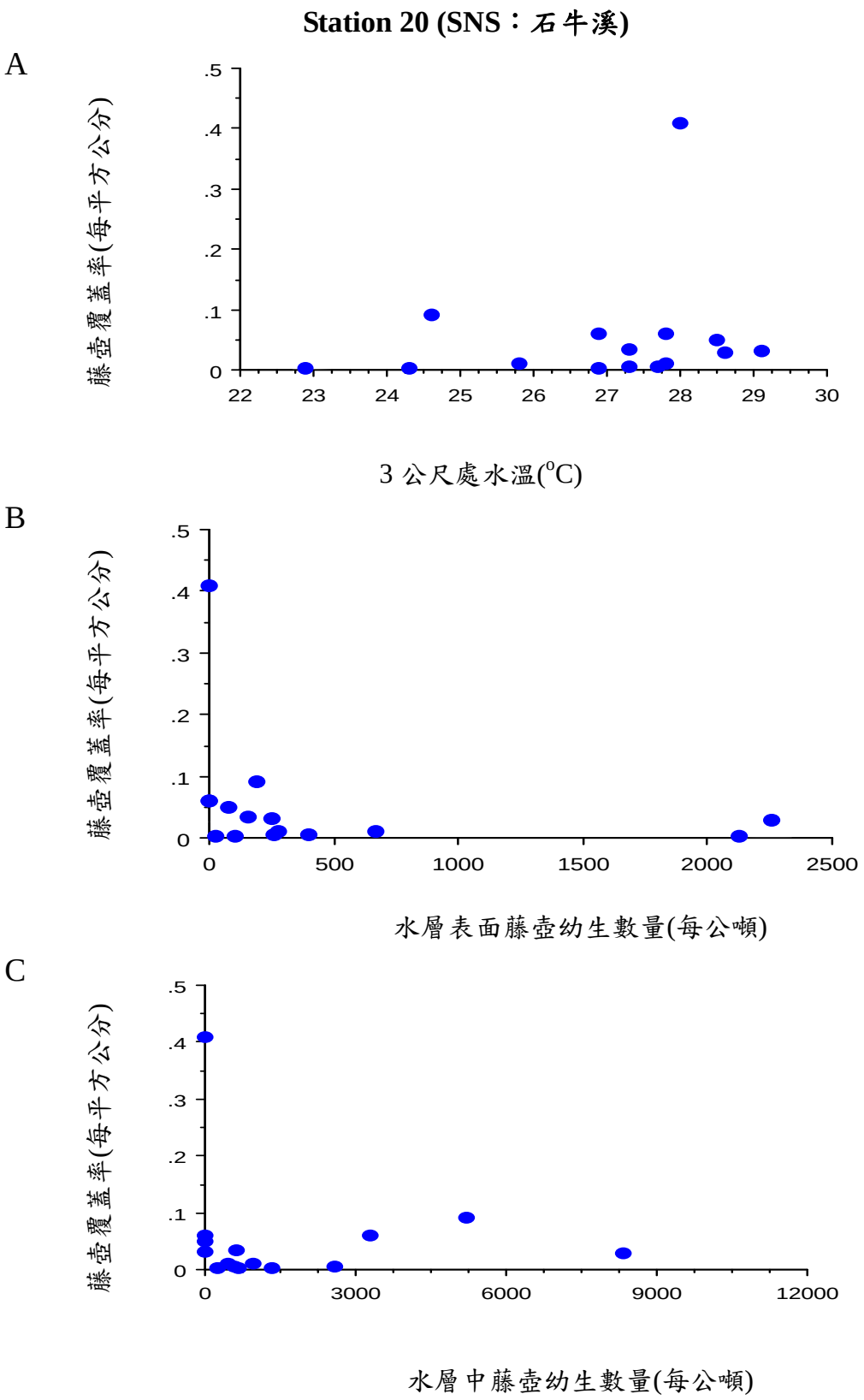


圖 7-4-2 Station 20 (SNS：石牛溪)A.水溫變化與藤壺幼生在附著板著生情形之回歸關係(p>0.05)。 B.藤壺在水表層之浮游幼生豐度與其在附著板著生情形之回歸關係(p>0.05)。 C.藤壺在水層中之浮游幼生豐度與其在附著板著生情形之回歸關係(p>0.05)。

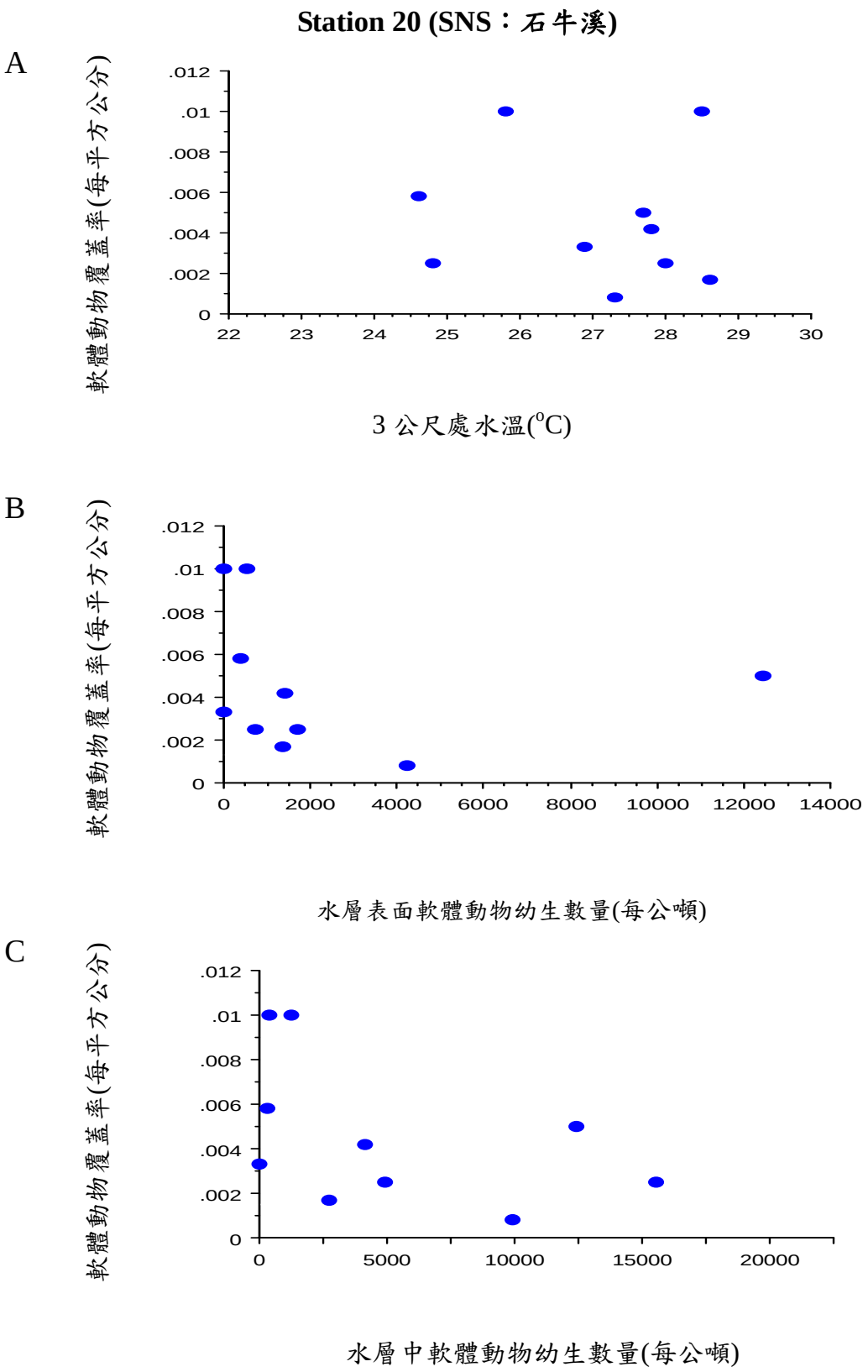


圖 7-4-3 Station 20 (SNS：石牛溪) A.水溫變化與軟體動物幼生在附著板著生情形之回歸關係(p>0.05)。 B.軟體動物在水表層之浮游幼生豐度與其在附著板著生情形之回歸關係(p>0.05)。 C.軟體動物在水層中之浮游幼生豐度與其在附著板著生情形之回歸關係(p>0.05)。

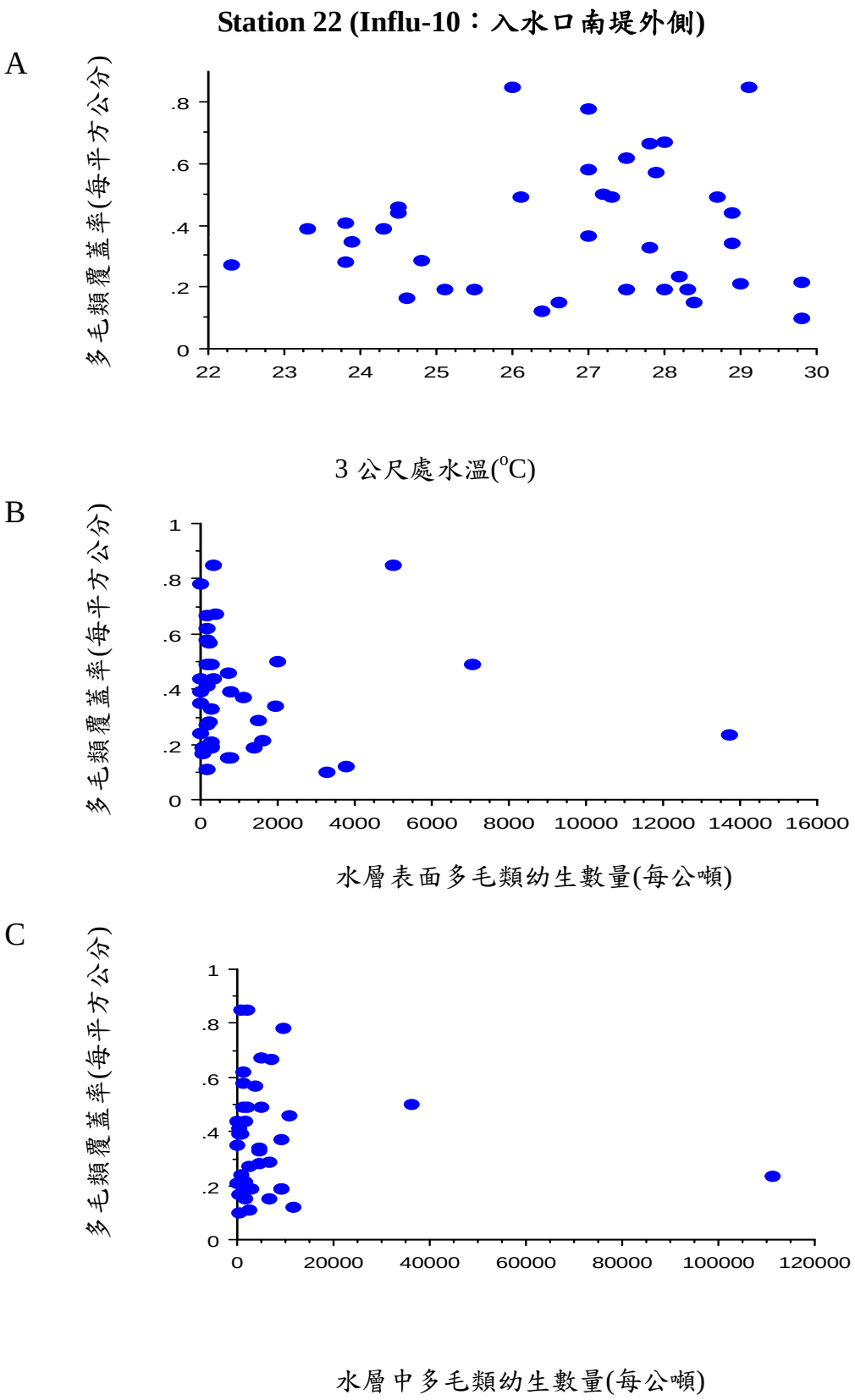
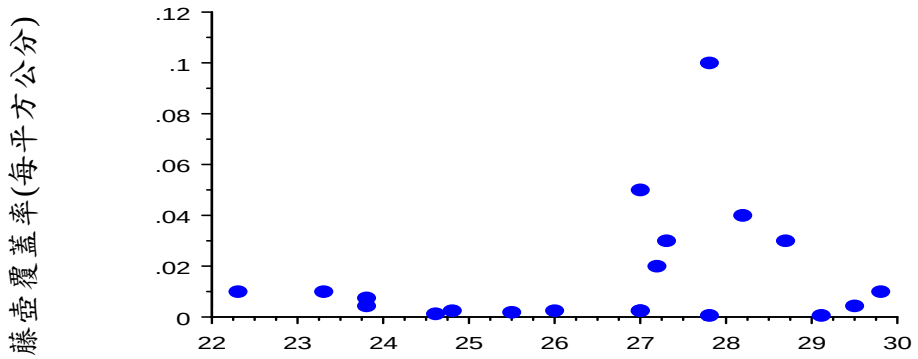


圖 7-4-4 Station 22 (Influ-10：入水口南堤外側)A.水溫變化與多毛類幼生在附著板著生情形之回歸關係(p>0.05)。 B.多毛類在水表層之浮游幼生豐度與其在附著板著生情形之回歸關係(p>0.05)。 C.多毛類在水層中之浮游幼生豐度與其在附著板著生情形之回歸關係(p>0.05)。

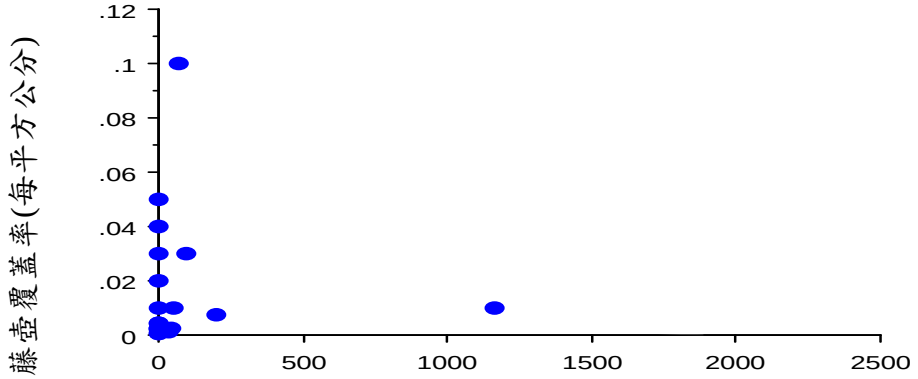
Station 22 (Influ-10：入水口南堤外側)

A



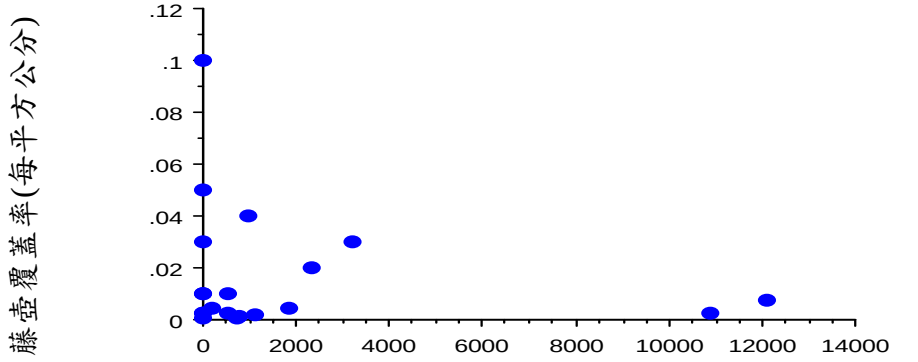
3 公尺處水溫(^{o}C)

B



水層表面藤壺幼生數量(每公噸)

C



水層中藤壺幼生數量(每公噸)

圖 7-4-5 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回歸關係(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回歸關係(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回歸關係(p>0.05)。

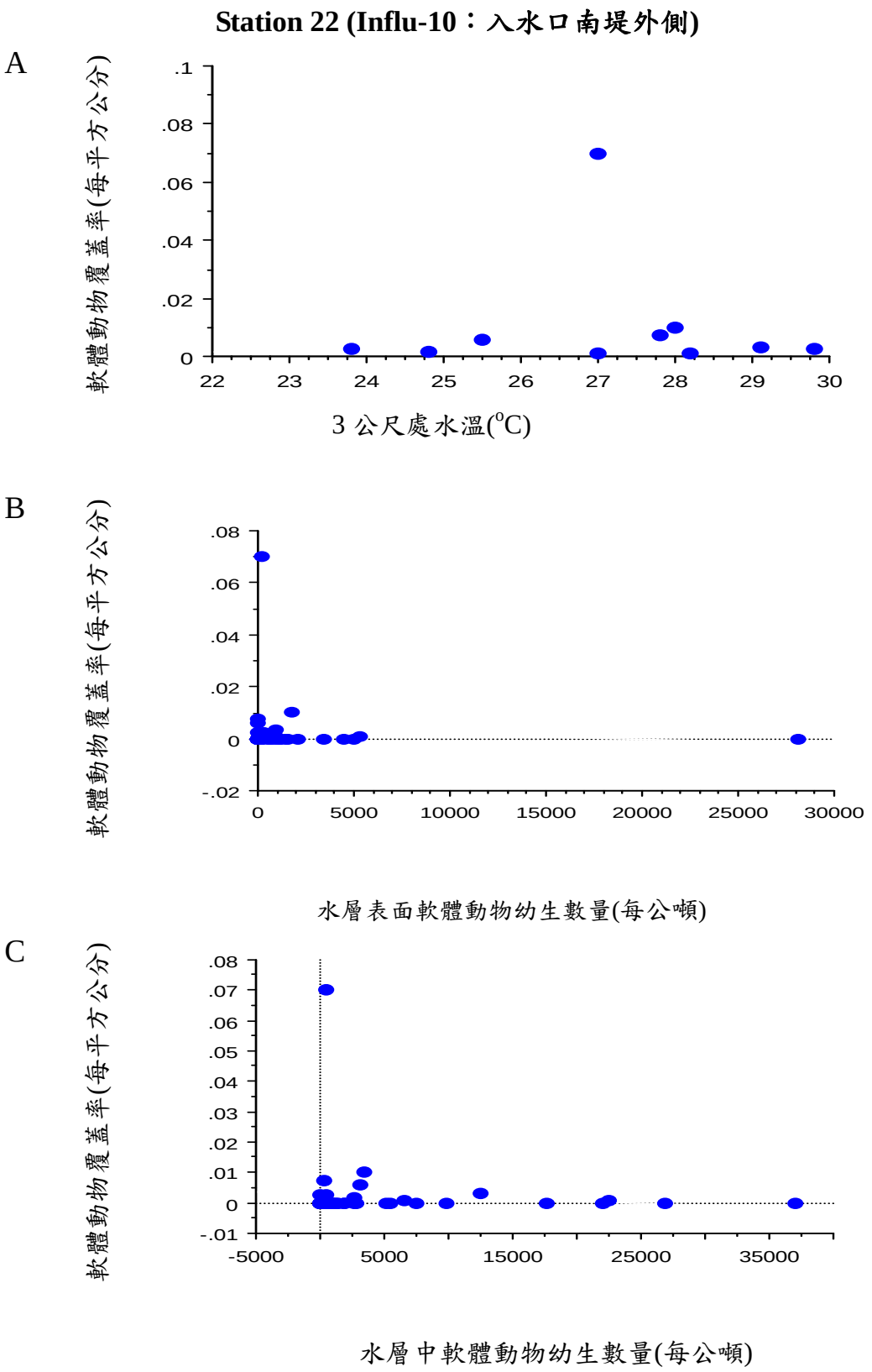
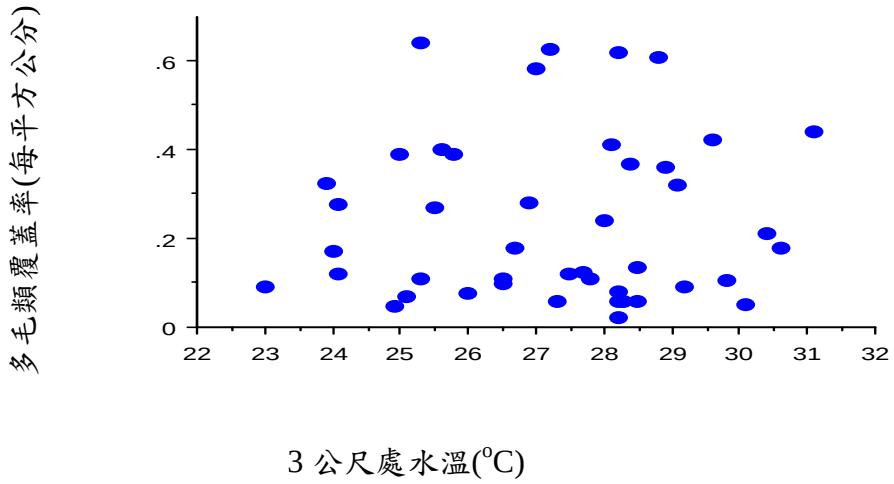


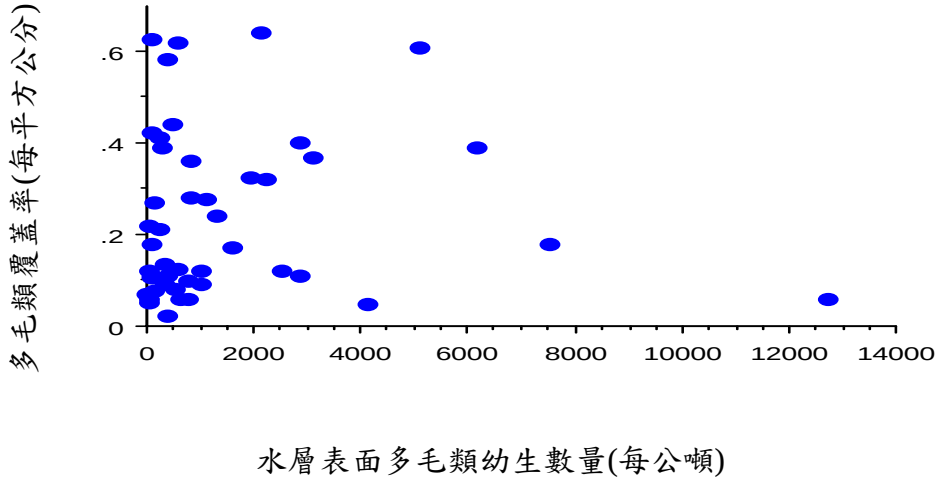
圖 7-4-6 Station 22 (Influ-10：入水口南堤外側)A.水溫變化與軟體動物幼生在附著板著生情形之回歸關係(p>0.05)。B.軟體動物在水表層之浮游幼生豐度與其在附著板著生情形之回歸關係(p>0.05)。 C.軟體動物在水層中之浮游幼生豐度與其在附著板著生情形之回歸關係(p>0.05)。

Station 24 (Efflu：出水口南堤外側小灣水深 8 公尺)

A



B



C

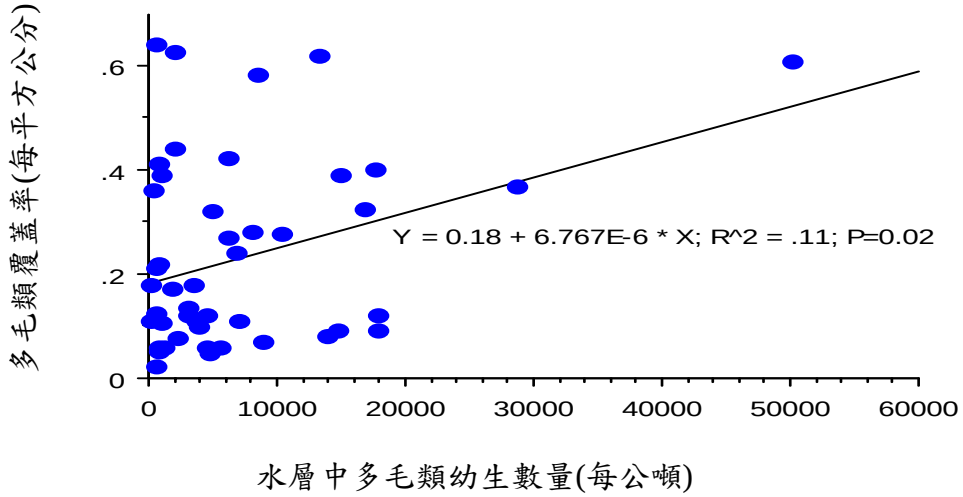
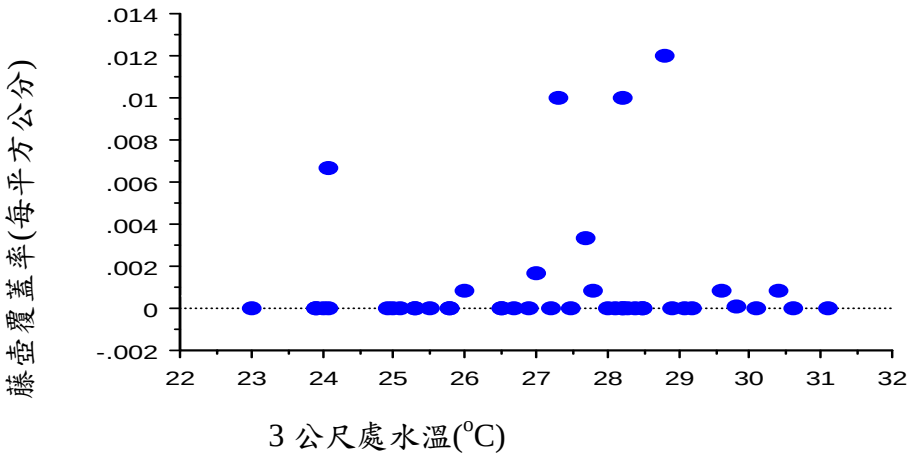


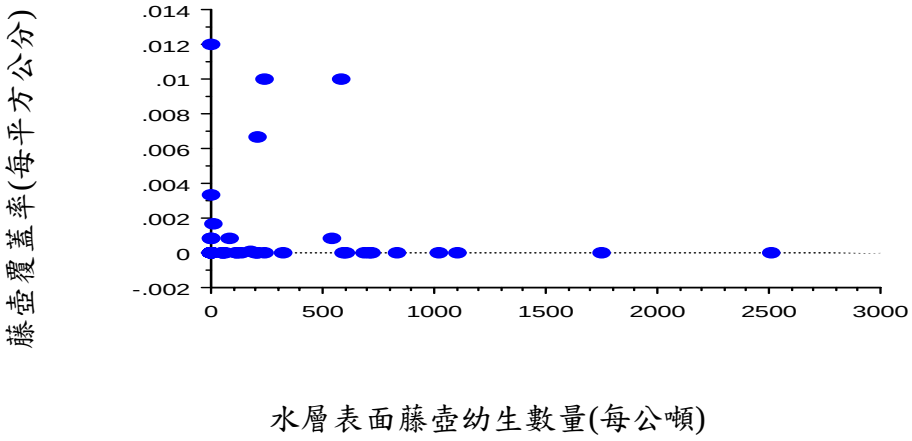
圖 7-4-7 Station 24 (Efflu：出水口南堤外側小灣水深 8 公尺)A.水溫變化與多毛類幼生在附著板著生情形之回歸關係(p>0.05)。 B.多毛類在水表層之浮游幼生豐度與其在附著板著生情形之回歸關係(p>0.05)。 C.多毛類在水層中之浮游幼生豐度與其在附著板著生情形之回歸關係(p<0.05)。

Station 24 (Efflu：出水口南堤外側小灣水深 8 公尺)

A



B



C

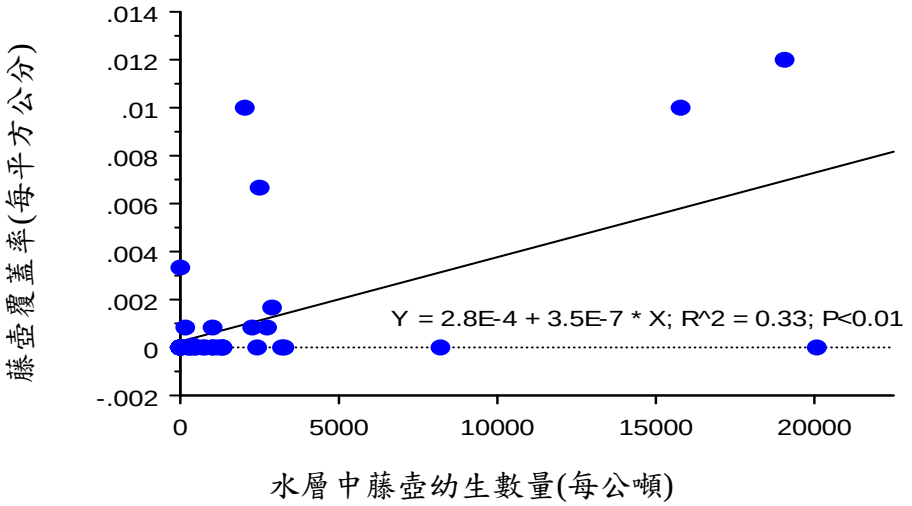
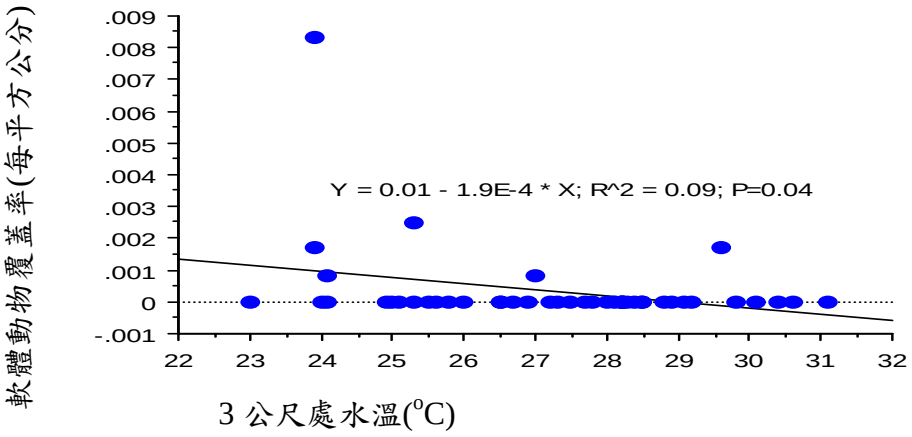


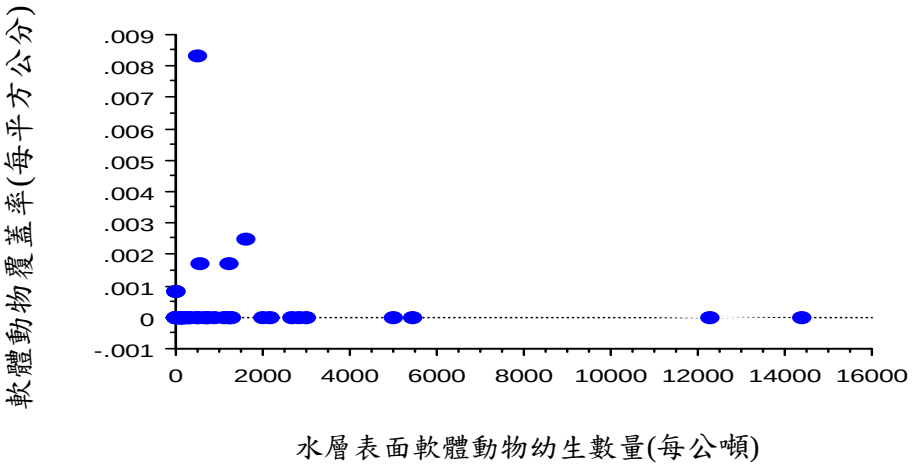
圖 7-4-8 Station 24 (Efflu：出水口南堤外側小灣水深 8 公尺)A.水溫變化與藤壺幼生在附著板著生情形之回歸關係(p>0.05)。 B.藤壺在水表層之浮游幼生豐度與其在附著板著生情形之回歸關係(p>0.05)。 C.藤壺在水層中之浮游幼生豐度與其在附著板著生情形之回歸關係(p<0.05)。

Station 24 (Efflu：出水口南堤外側小灣水深 8 公尺)

A



B



C

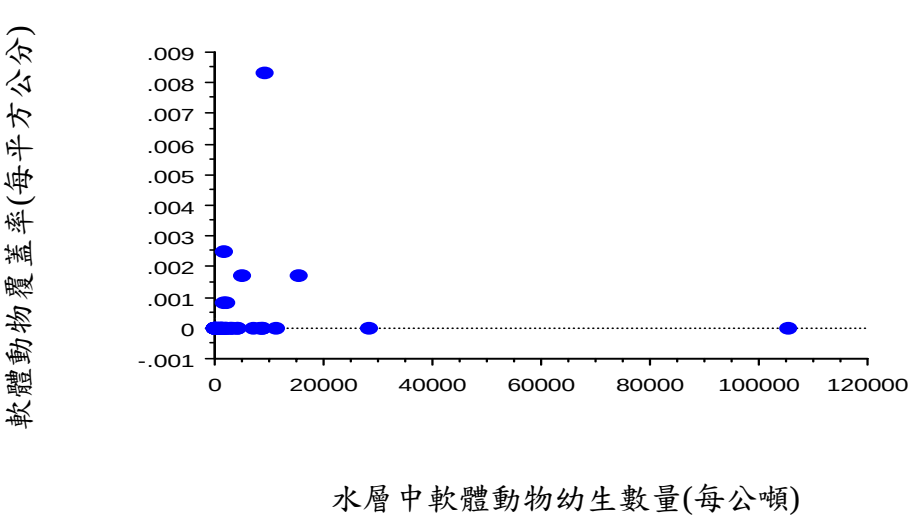
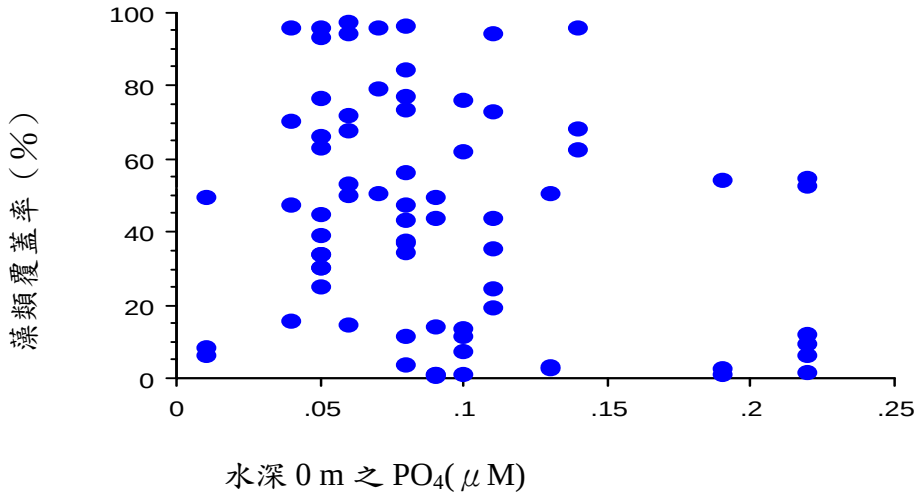


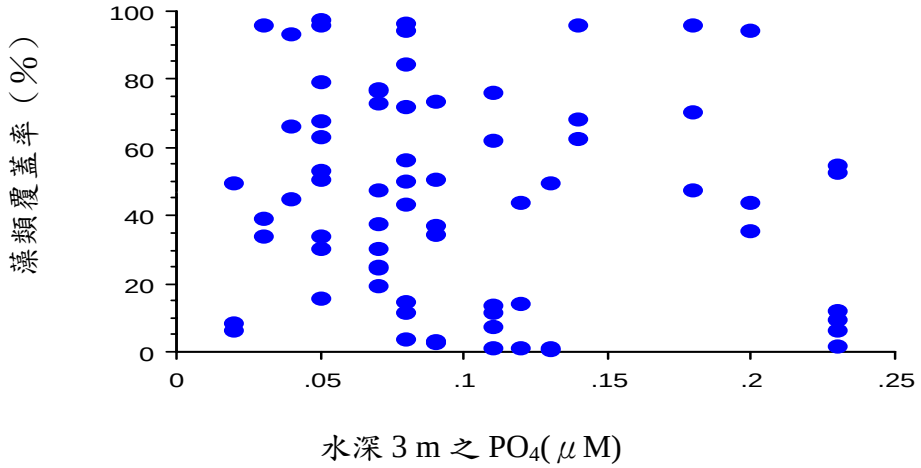
圖 7-4-9 Station 24 (Efflu：出水口南堤外側小灣水深 8 公尺)A.水溫變化與軟體動物幼生在附著板著生情形之回歸關係($p<0.05$)。B.軟體動物在水表層之浮游幼生豐度與其在附著板著生情形之回歸關係($p>0.05$)。 C.軟體動物在水層中之浮游幼生豐度與其在附著板著生情形之回歸關係($p>0.05$)。

Station 22 (Influ：入水口灣內固定橫截線)

A



B



C

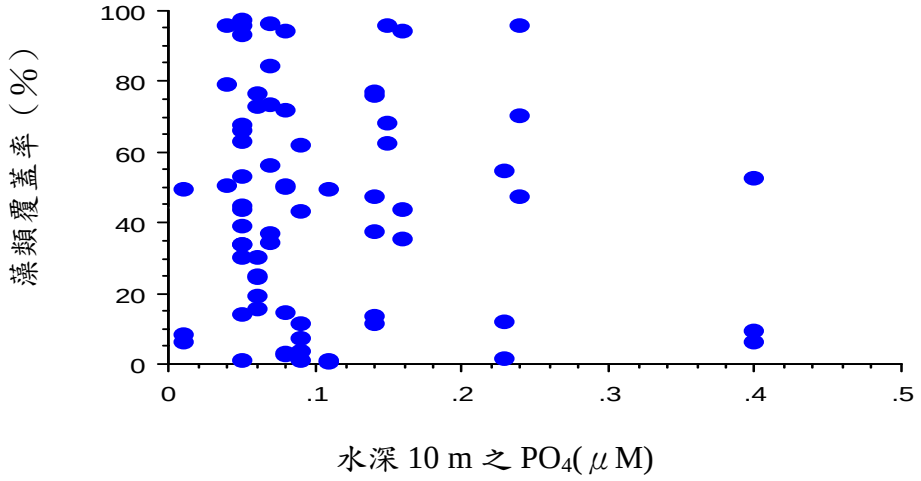
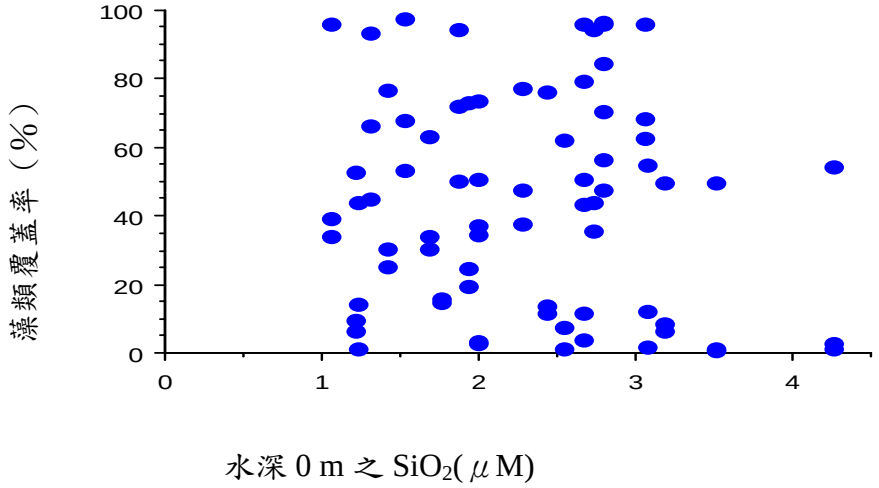


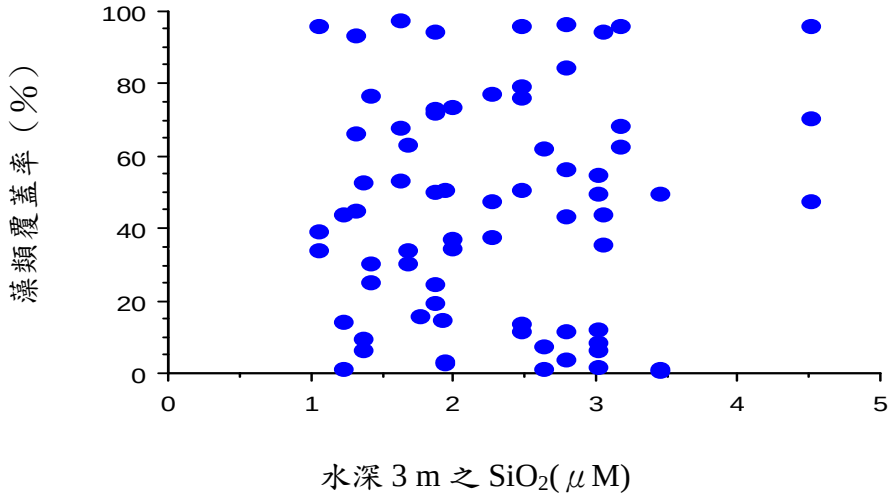
圖 7-4-10 Station 22 (Influ：入水口灣內固定橫截線)A. 水深 0 m 之 PO_4 與藻類覆蓋率之回歸關係($p>0.05$)。B. 水深 3 m 之 PO_4 與藻類覆蓋率之回歸關係($p>0.05$)。 C. 水深 10 m 之 PO_4 與藻類覆蓋率之回歸關係($p>0.05$)。

Station 22 (Influ：入水口灣內固定橫截線)

A



B



C

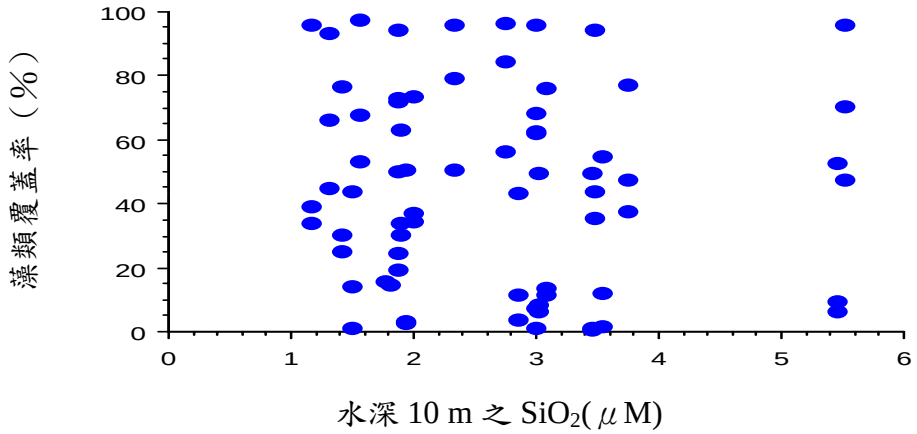
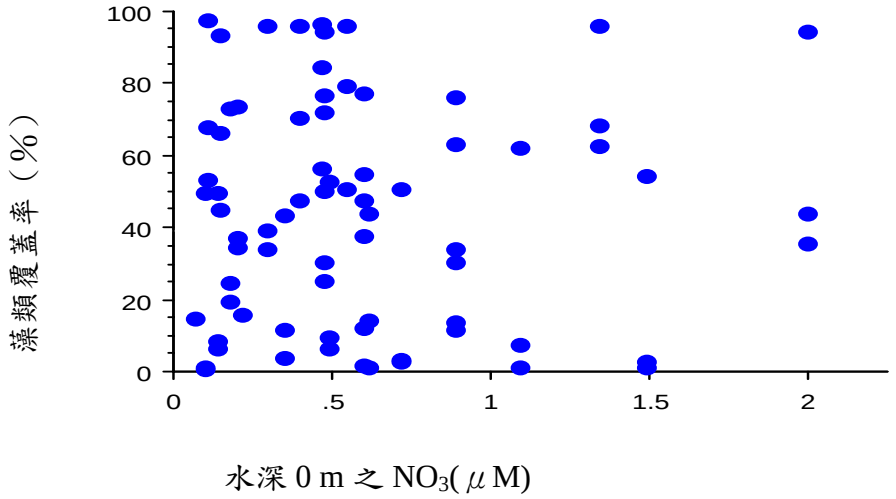


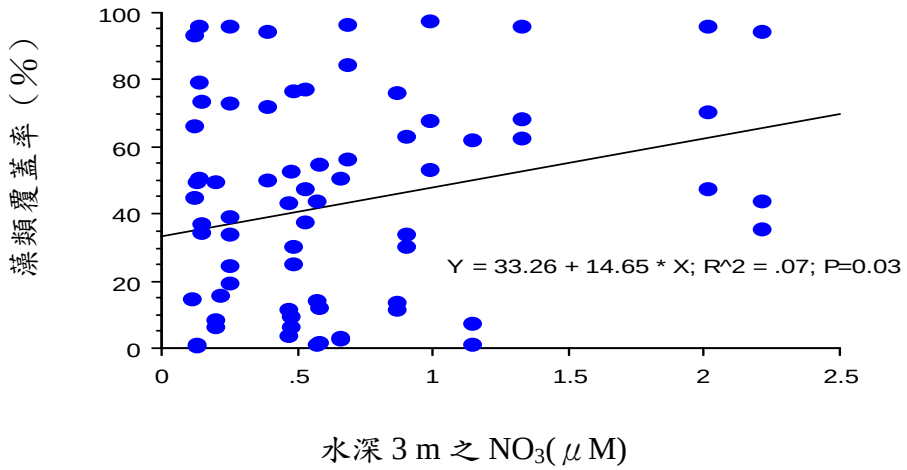
圖 7-4-11 Station 22 (Influ：入水口灣內固定橫截線)A. 水深 0 m 之 SiO_2 與藻類覆蓋率之回歸關係($p>0.05$)。B. 水深 3 m 之 SiO_2 與藻類覆蓋率之回歸關係($p>0.05$)。 C. 水深 10 m 之 SiO_2 與藻類覆蓋率之回歸關係($p>0.05$)。

Station 22 (Influ：入水口灣內固定橫截線)

A



B



C

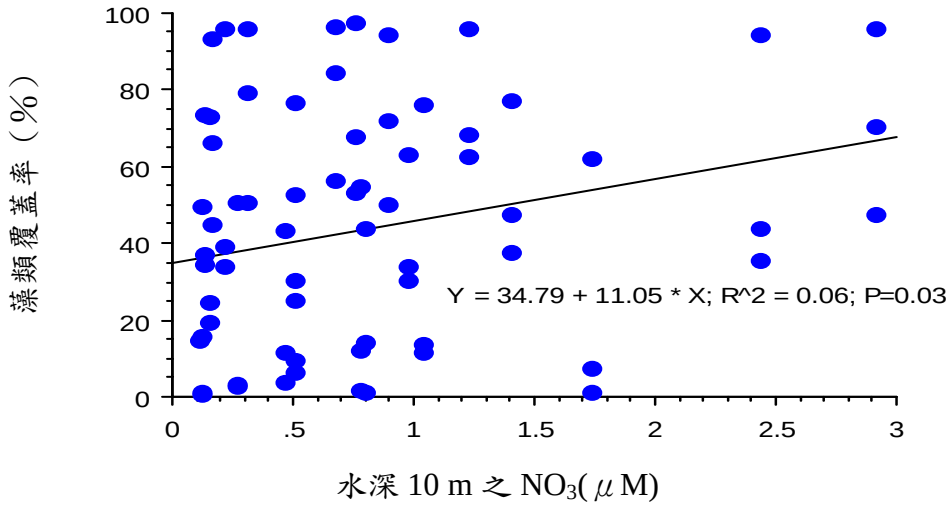
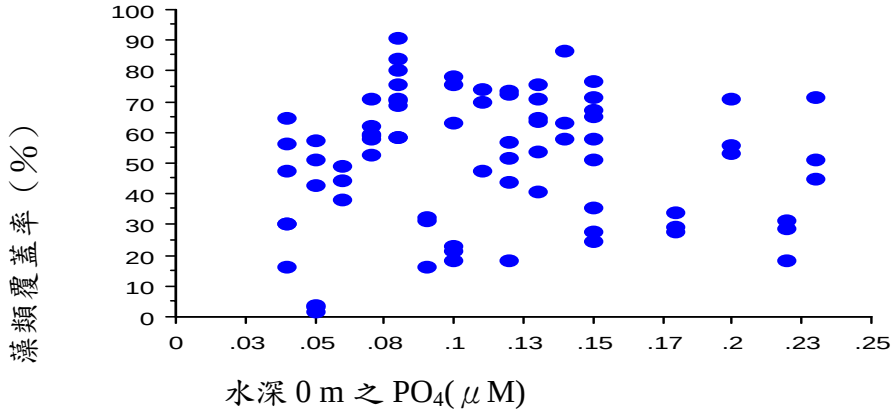


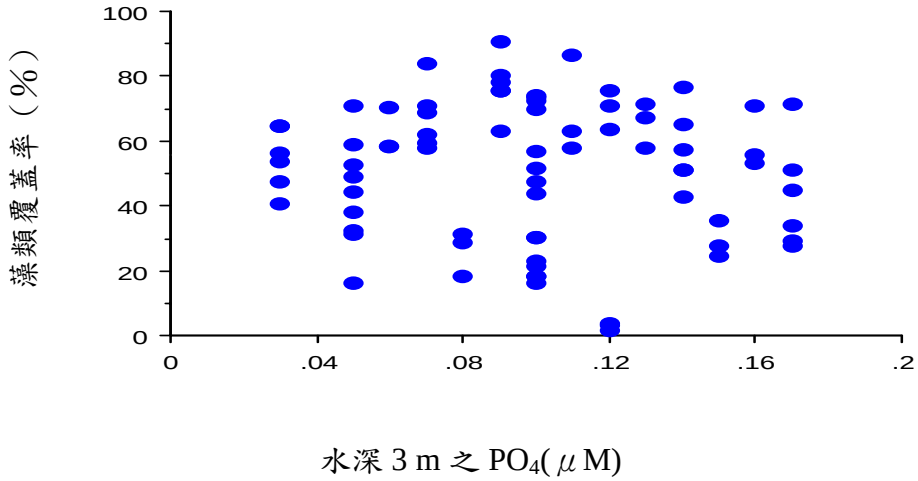
圖 7-4-12 Station 22 (Influ：入水口灣內固定橫截線)A. 水深 0 m 之 NO_3 與藻類覆蓋率之回歸關係($p>0.05$)。B. 水深 3 m 之 NO_3 與藻類覆蓋率之回歸關係($p<0.05$)。 C. 水深 10 m 之 NO_3 與藻類覆蓋率之回歸關係($p<0.05$)。

Station 24 (Efflu：出水口南側小灣固定橫截線)

A



B



C

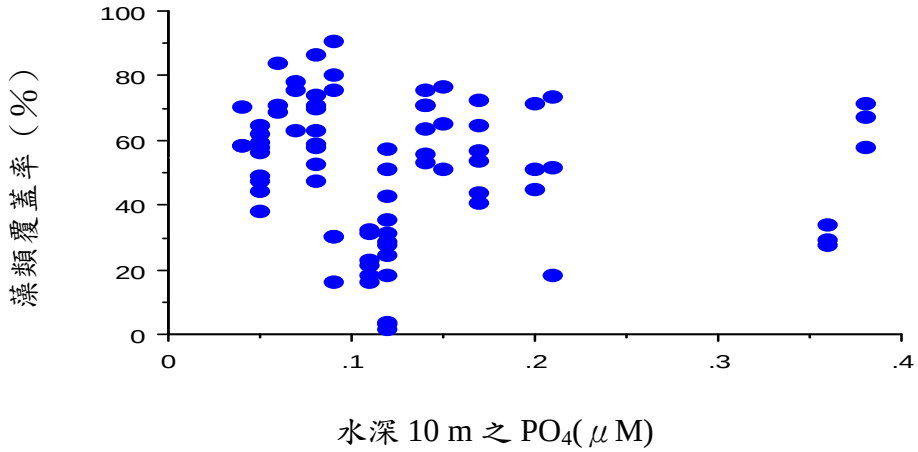
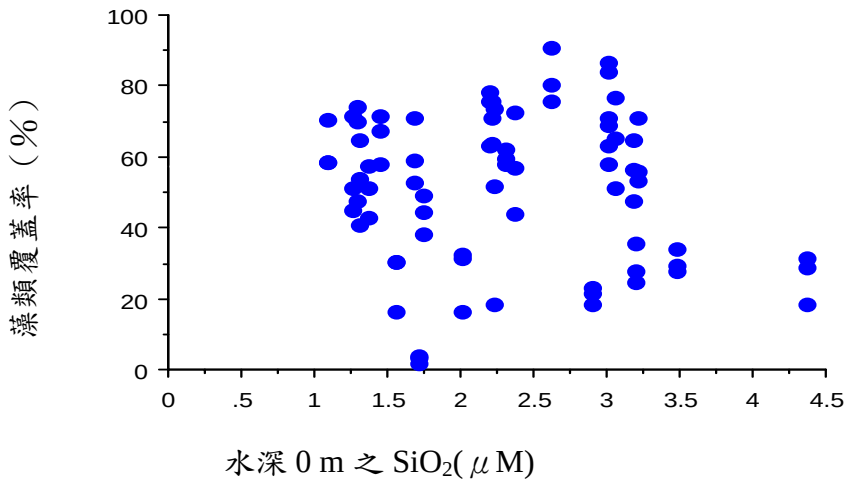


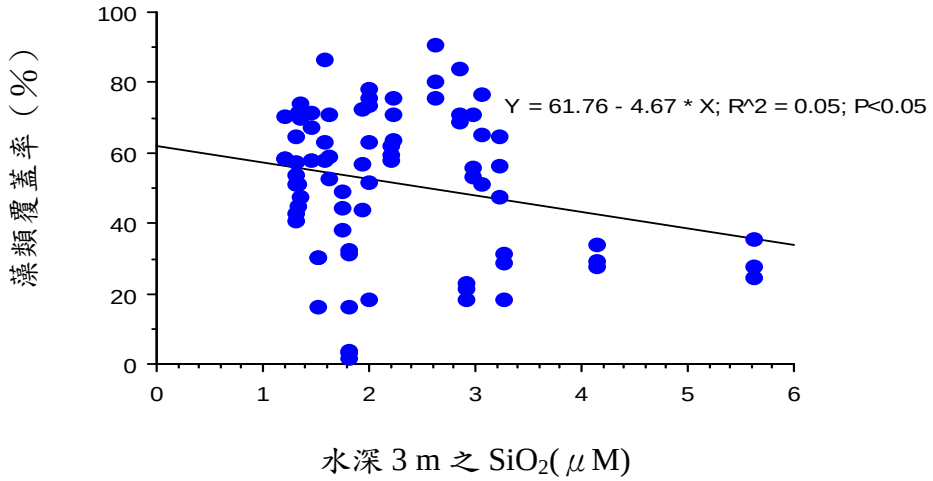
圖 7-4-13 Station 24 (Efflu：出水口南側小灣固定橫截線)A. 水深 0 m 之 PO_4 與藻類覆蓋率之回歸關係($p>0.05$)。B. 水深 3 m 之 PO_4 與藻類覆蓋率之回歸關係($p>0.05$)。 C. 水深 10 m 之 PO_4 與藻類覆蓋率之回歸關係($p>0.05$)。

Station 24(Efflu：出水口南側小灣固定橫截線)

A



B



C

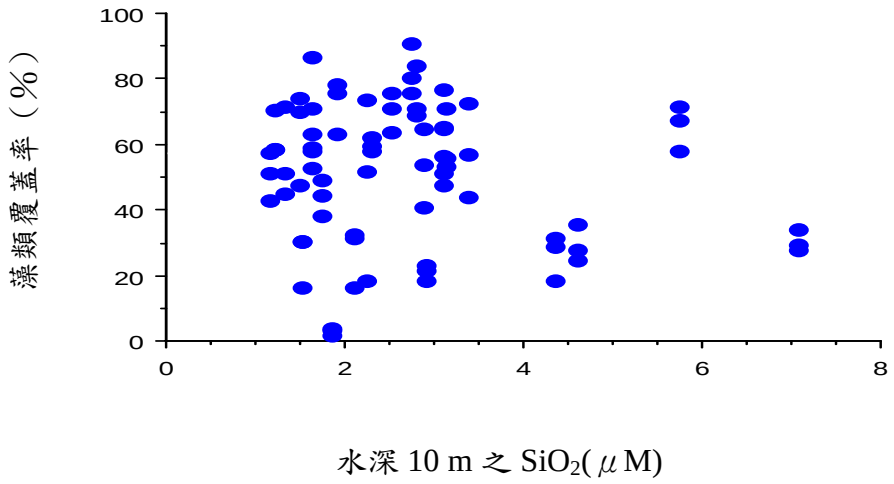
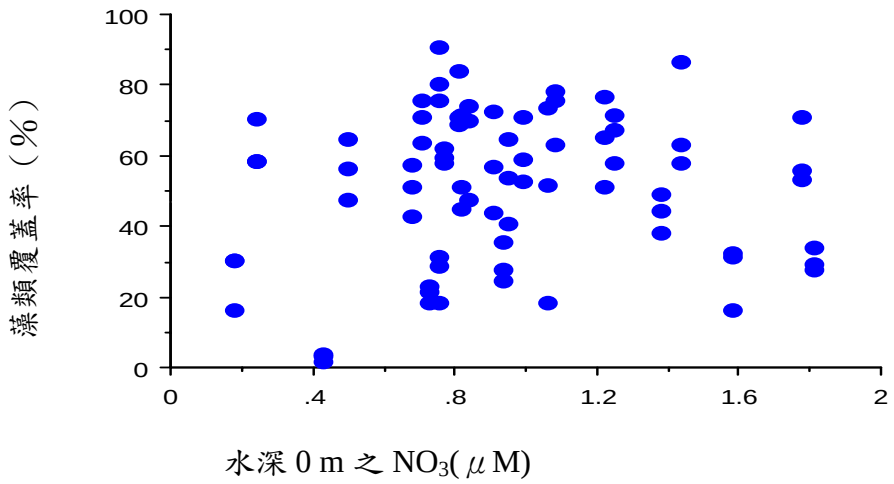


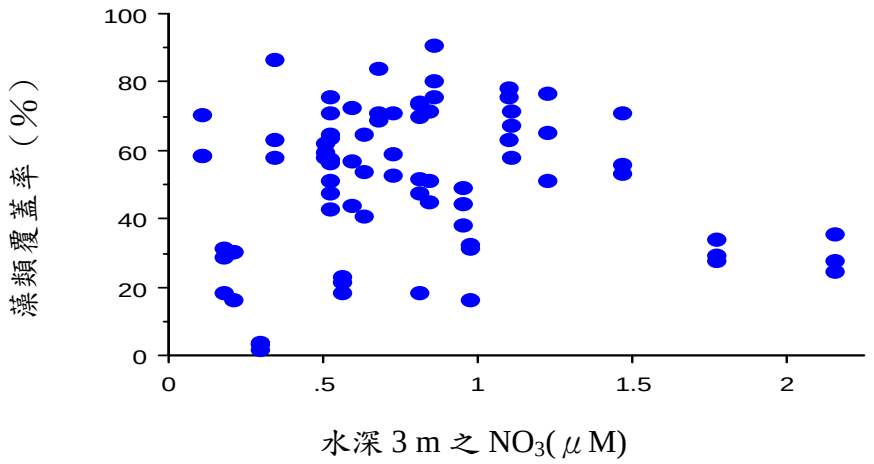
圖 7-4-14 Station 24(Efflu：出水口南側小灣固定橫截線)A. 水深 0 m 之 SiO_2 與藻類覆蓋率之回歸關係($p>0.05$)。B. 水深 3 m 之 SiO_2 與藻類覆蓋率之回歸關係($p<0.05$)。 C. 水深 10 m 之 SiO_2 與藻類覆蓋率之回歸關係($p>0.05$)。

Station 24 (Efflu：出水口南側小灣固定橫截線)

A



B



C

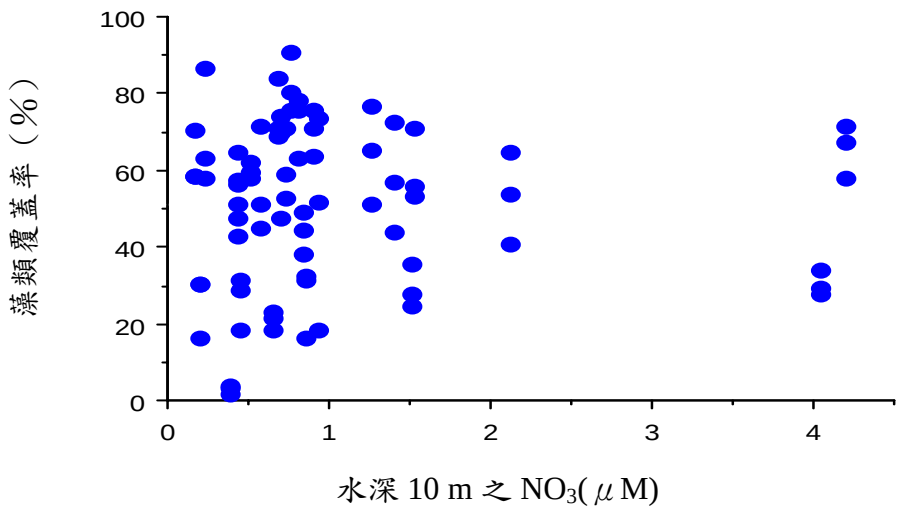
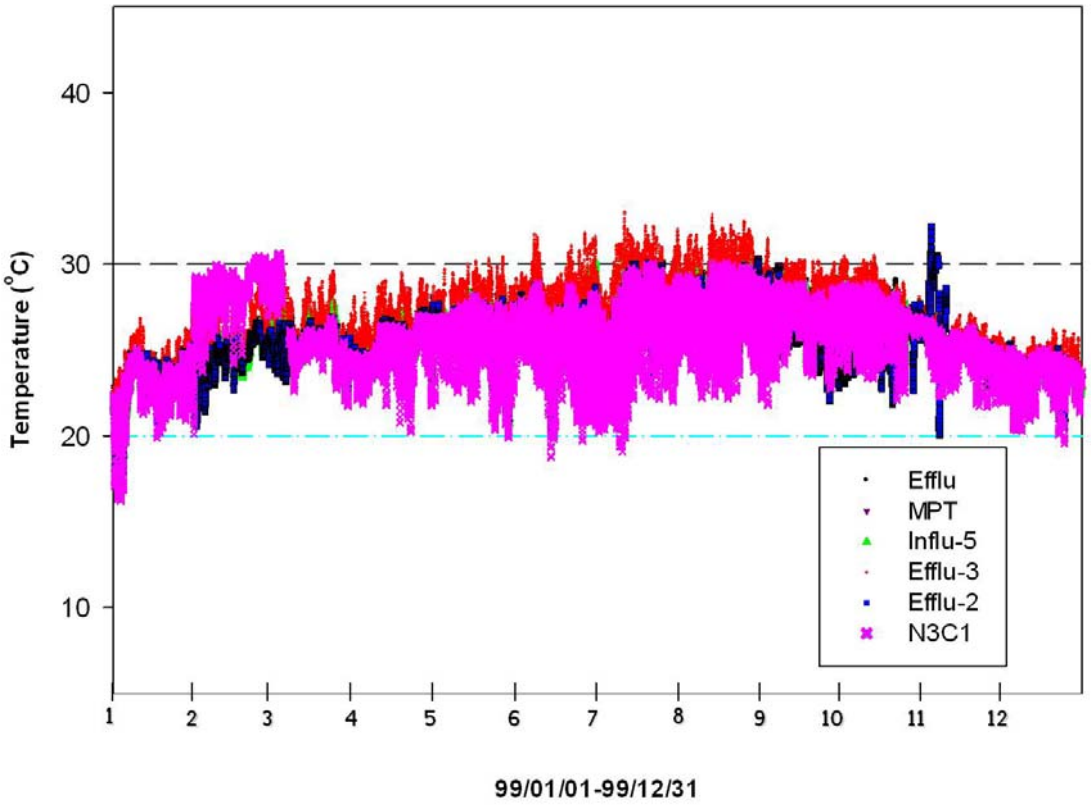


圖 7-4-15 Station 24(Efflu：出水口南側小灣固定橫截線)A. 水深 0 m 之 NO_3 與藻類覆蓋率之回歸關係($p>0.05$)。B. 水深 3 m 之 NO_3 與藻類覆蓋率之回歸關係($p>0.05$)。 C. 水深 10 m 之 NO_3 與藻類覆蓋率之回歸關係($p>0.05$)。

A.



B.

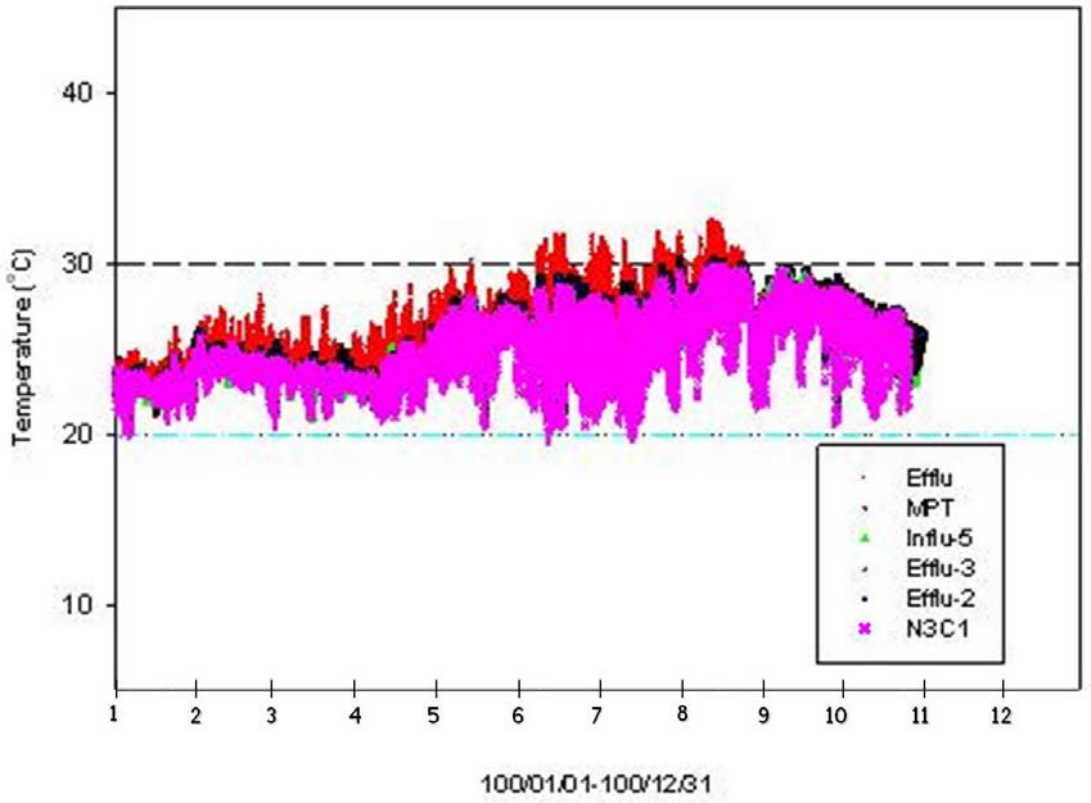


圖 7-4-16　99、100 年各測站水溫與子計畫一海潮流測站 N3C1 的水溫變化。(A) 99 年；(B)100 年。

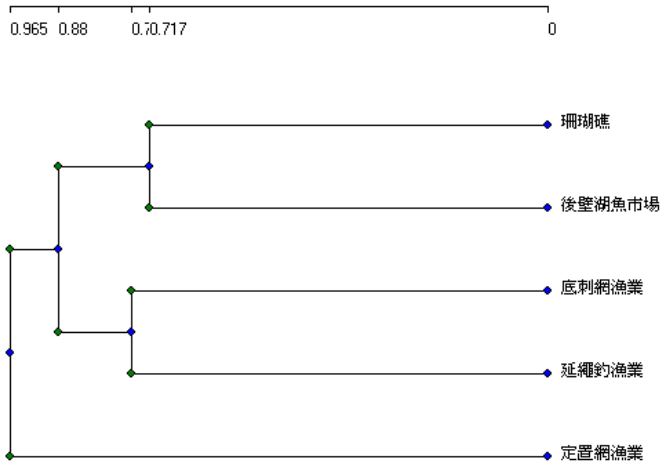


圖 7-5-1　不同作業方式記錄到之魚種相似度

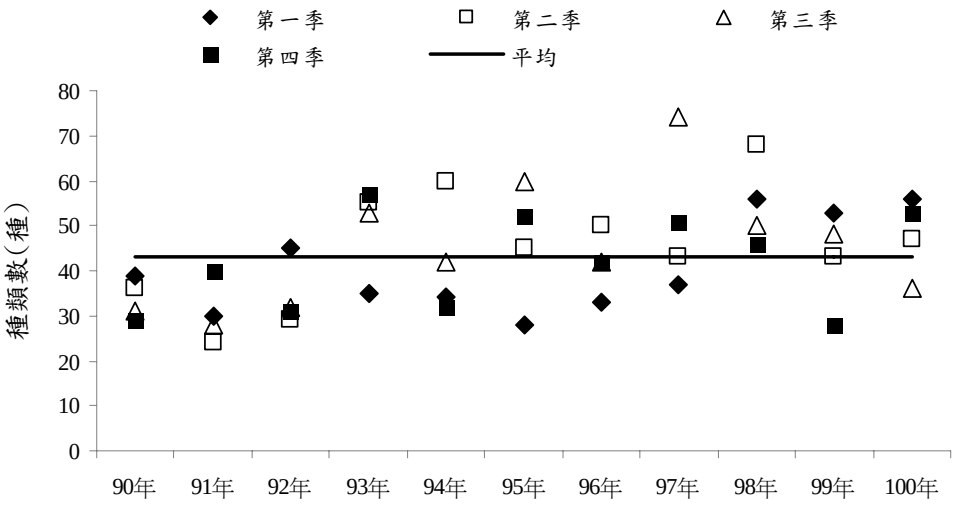


圖 7-5-2　民國 90 年~100 年第 4 季後壁湖魚市場各季漁獲之魚種數

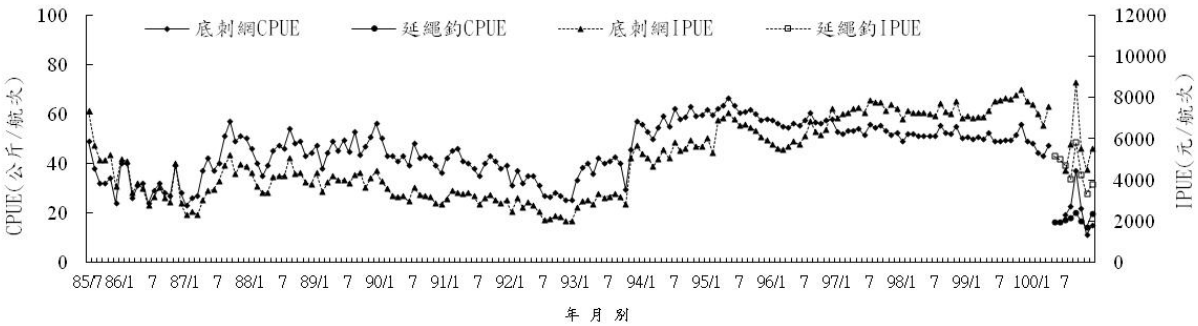


圖 7-5-3　民國 85 年至 100 年第 4 季第三核能發電廠灣內經濟性魚類之 IPUE 與 CPUE

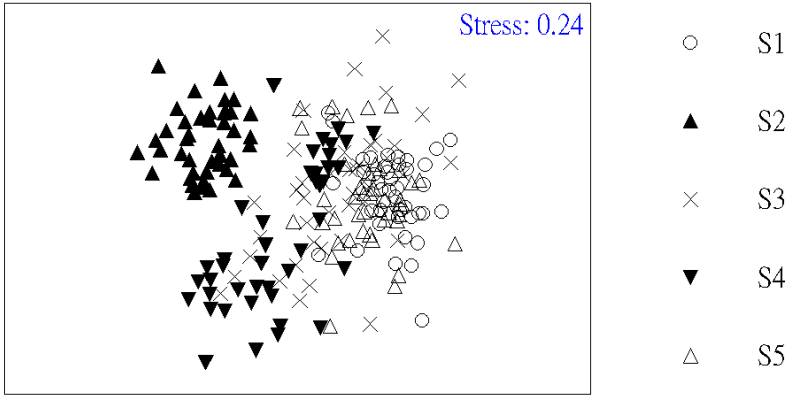
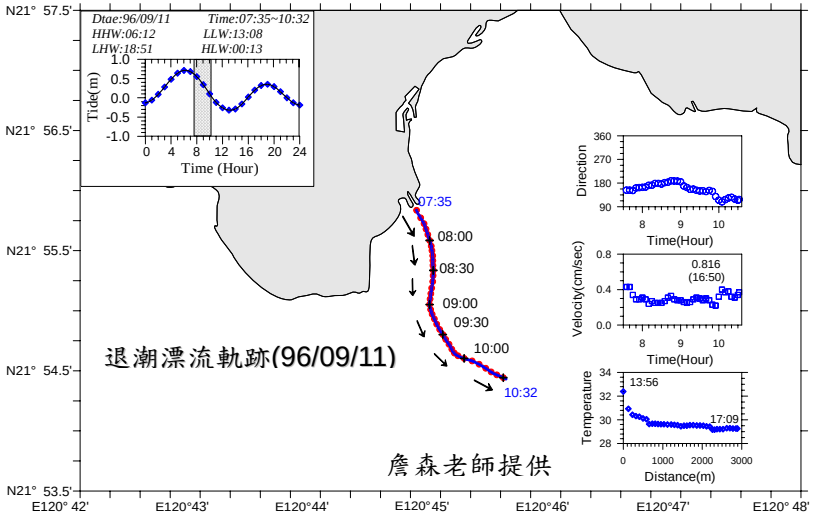


圖 7-5-4　第三核能發電廠附近海域民國 89 年至 100 年第 4 季各測站珊瑚礁魚類群聚 MDS 二度空間排序圖



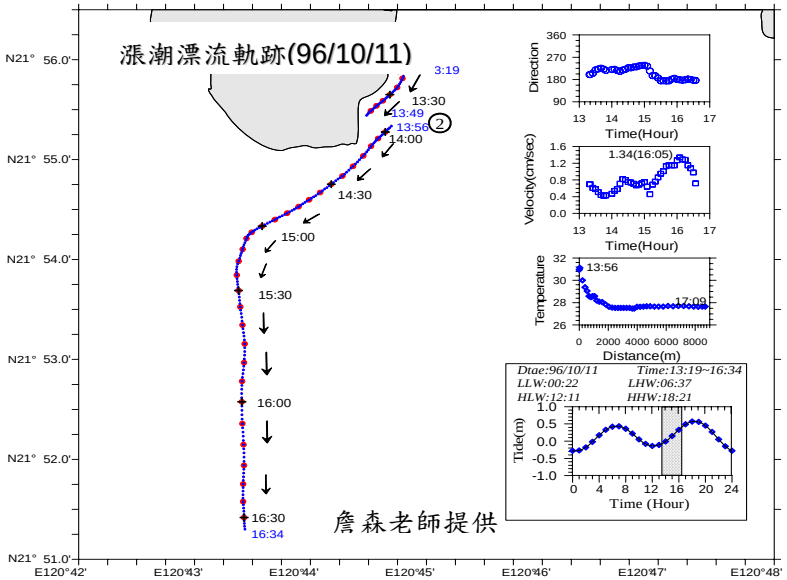


圖 7-5-5　漂流浮標暨溫度追蹤調查結果

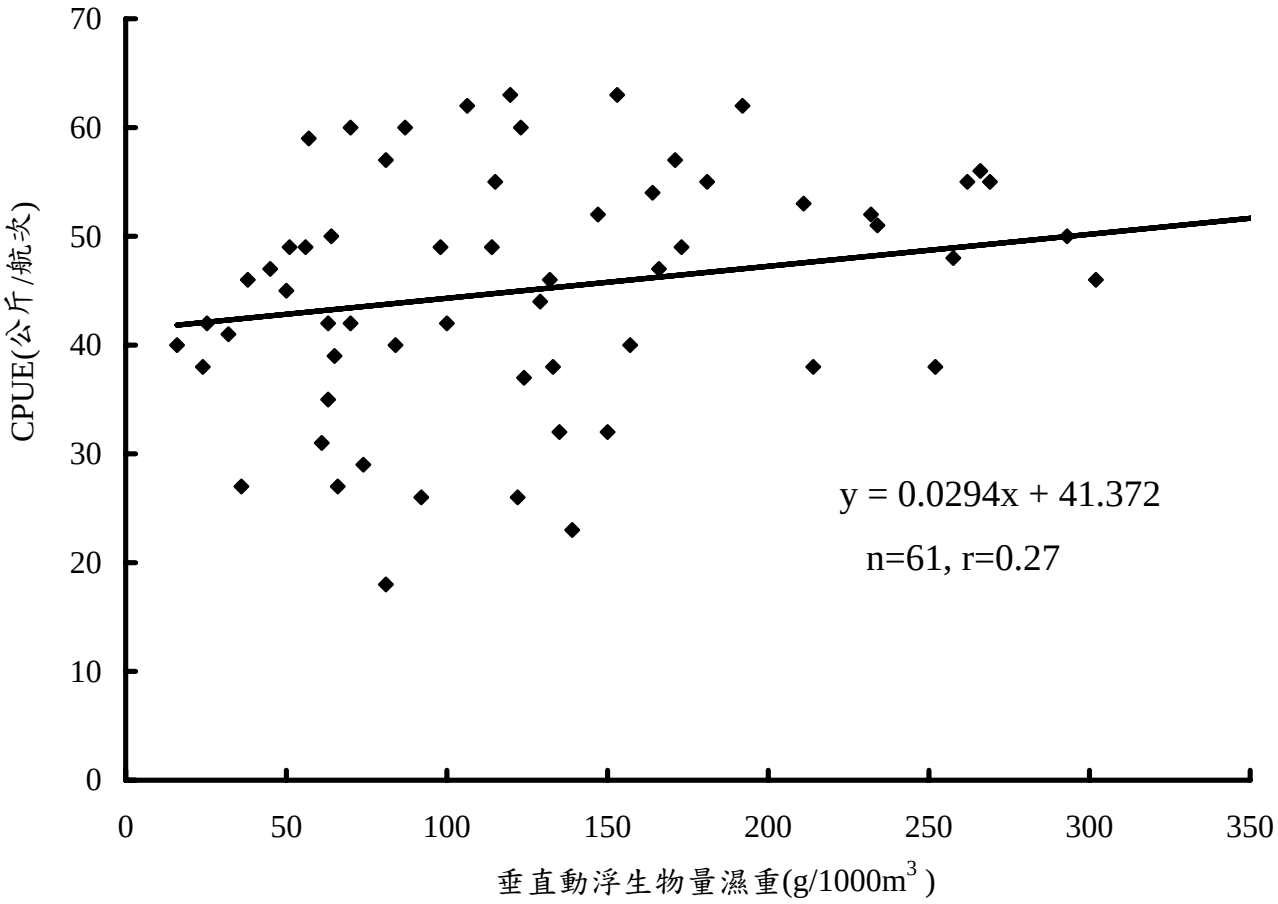


圖7-5-6 第三核能發電廠垂直動物性浮游生物之生物量濕重數值與同月份CPUE之相關係數變化圖

捌、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, 343-355pp.

APHA, (1985). Standard method for the examination of water and wastewater. 16th ed. American Public Health Association, New York, U.S.A., 1268 pp.

Barnard, L.A., I.G. Macintyre, and J.W. Pierce (1974). Possible environmental index in tropical reef corals, Nature, 252: 219-220.

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, Marine Ecology Progress Series, 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, 88pp.

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, Marine Ecology Progress Series, 304, pp91-100.

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, Chinese Journal of Oceanology and Limnology, 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, Journal of Marine Science and Technology, 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, Marine Chemistry, 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; Journal of Geophysical Research, 115, C08011, doi:10.1029/2009JC005804.

Cheng, L.Z. and C.T.A. Chen (2004). Features of the fishing ground near the Third Nuclear Power Plant in Taiwan, Journal of Marine Science and Technology, 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 Oceanographic Taiwanica.

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, Journal of Marine Science and Technology, 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.

Development, Environmental Research Lab. Narragansett, Rhod Island, EPA-60013-76-0270.

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.

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 O-18/O-16 and C-13/C-12 ratios in the coral *Montastrea annualaris* .Geochim, Cosmochim. Acta, 43.

Fairbanks, R.G. and R.K. Matthews (1979). The Marine oxygen isotope record in Pleistocene coral, Barbados, West Indies. Quaternary Research, 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: 117-125pp.

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.

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 (2011) Hemispheric dispersion of radioactive plume laced with fission nuclides from the Fukushima nuclear event. Geophys. Res. Lett. 39, in press, 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 , pp 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.

Huh, C.-A., S.-C. Hsu and C.-Y. Lin (2011). Fukushima-derived fission nuclides monitored around Taiwan: Free tropospheric versus boundary layer transport. *Earth Planet. Sci. Lett.,* in press, doi:10.1016/j.epsl.2011.12.004.

Huh, H.T. (1980). Effects of thermal effluents on marine biota in coastal waters of Korea, Acta Ocean. Tai., 11: 1- 9.

IAEA (2003). Determining the suitability of Materials for Disposal at Sea under the London Convention 1972: A Radiological Assessment Procedure (IAEA-TECDOC-1375), 62pp.

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, P: 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.

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 Angenc, Office of Research and

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 pp.

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, K.-L. Fan and N.-K. Liang (1999a). Flood-ebb disparity of tidally induced recirculation eddies in a semi-enclosed basin: Nan Wan Bay. *Continental Shelf Research*, 19: 871-890.

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, 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.

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.

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., 161pp.

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.

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.

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, 45-48pp.

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, V.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.

Raymont, J. E. G. (1983). Plankton and Productivity in the Ocean, Vol. . Zooplankton, Ⅱ Pergamon Press, Oxford, New York, 824 pp.

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, 26-77pp.

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.

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. 59pp.

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., 189pp., 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.

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, Vol: 78, Iss: 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, 773pp.

USEPA (1989). Economic assessment , environmental impact statement, NESHAPS for radionuclides, background information, vol. 3, 250pp.

USEPA (1991). Effects of radiation on aquatic organisms and radiobiological methodologies for effect assessment, 128pp.

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, 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 , pp 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. China, 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。

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，保育研究報告第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，第999~1119頁。

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。

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頁。

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 pp。

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 pp。

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 pp.。

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)。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，中研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)。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，中研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，中研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，中研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)，中研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，中研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頁。

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、越傳絪、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 pp。

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，第1-77頁。

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。

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頁。

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頁。

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頁。

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，1-1092pp.。

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，第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。第6-1~6-230頁。

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，第79~166頁。

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，第73~145頁。

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，第73~153頁。

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，第3-1~3-6頁。

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，臺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，臺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，臺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，臺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，臺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，臺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，臺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，臺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，臺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，臺灣電力股份有限公司調查報告。

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。

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 pp。

黃哲崇(1988)。澎湖內灣橈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，第26期，第20-35頁。

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。

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。

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。

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 pp。

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 pp。

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。

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 pp。

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。

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。

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(1980)。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，中研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)。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，中研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)。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，中研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)。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，中研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)，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，中研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)。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，中研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)。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，中研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)。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，中研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)。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)，中研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)。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，中研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)。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，中研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)。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，中研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，中研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，中研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，中研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，中研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，中研院國際環境科學委員會中國委員會專刊第72號，57頁。

附錄 1：「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」100 年期中工作檢討會之回覆意見對照表

「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 (會議日期：100 年 8 月 31 日)		
項	會議紀錄之「七、討論與結論」	回覆欄
(一)	北核與南核近岸水溫長期趨勢似有逐步上升現象，背景站資料卻顯示水溫並未升高，請南、北核研究團隊就近、遠岸之水溫變化趨勢之不同作一比較說明。	**根據資料顯示，南核水溫並無明顯逐步上升的趨勢。年平均溫度如下：** **25.67 (2006)、25.29 (2007)、25.87 (2008)、25.24 (2009)、25.78 (2010)** **最新的統計資料顯示，南灣海域 30 年來平均每年升高 0.0308°C，而南海 50 年來平均升高 0.0180~0.0283°C，南灣的水溫上升略高於南海，並無”背景站資料卻顯示水溫並未升高”一事。** **歷年南核子計畫 4 入水口、出水口南側小灣水深 8 公尺處(Efflu)、水深 9 公尺處(Efflu-2)及貓鼻頭(MPT)水溫與『子計畫 1：海潮流』提供的背景站資料比較，二計畫之測站均為近岸測站，水溫變化趨勢一致，僅偶發季節性水溫異常，如 96 年夏季水溫偏高及 99 年冬季水溫偏低，此異常應與全球氣候變遷之現象有關。**
(二)	未來南、北核研究報告包括生物、水質及海象等各項因子之分析請以近域環境（電廠附近）之影響及遠域環境之影響分開說明；近、遠域之現場調查亦請配合同時進行，以利分析比對。	**報告撰寫方式會將近岸環境 (電廠附近) 與遠域環境加以比較、說明；如南核的 22, 23, 24 站即為實驗測站，其他站為對照測站。而實驗測站以及對照測站均在同一天進行採樣，以利分析比對。更遠的背景站將取用衛星資料或是主持人相關海洋調查之資料來比對。同時將增加排水口附近 24 站與其他遠域測站之比較。** **歷年來近岸 (實驗測站) 及遠岸 (對照測站) 測站一直採取同步完成採樣，以減少誤差。目前發現不論季別，多以近岸的動物性浮游生物豐度高於遠岸，至於植物性浮游生物則是兩者間無明顯的差異，顯示核三廠的運轉對於附近海域的浮游生物並無顯著的不良影響，往後將持續監測分析。**

續附錄 1：「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」100 年期中工作檢討會之回覆意見對照表

「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 (會議日期：100 年 8 月 31 日)		
項	會議紀錄之「七、討論與結論」	回覆欄
(三)	南、北核附近海域生態調查請就對各子計畫之影響因子、範圍，不僅需要定性之描述，更要求定量之說明，請南、北核研究團隊往後儘量依此方向配合辦理。	**遵照辦理**
(四)	依北核調查報告所示，龍門核電廠海域漁獲自99年開始即逐步減少問題，請研究團隊參考海洋大學執行之貢寮漁業調查報告成果，以釐清漁獲實際情況。	**略**
(五)	有關核一廠請北核研究團隊協助調查乾華溪魚類洄游上溯問題，經初探結果，由於鹽度、河道落差等原因，乾華溪並不具備洄游魚類上溯問題，核一廠可依此初探結果回復核一廠相關計畫環評監督委員會。	**略**
(六)	各核能電廠出水口海藻及海砂樣本中仍持續測出有 ^{60}Co 及 ^{54}Mn 等人工核種，惟其含量皆低於環境試樣的調查基準值，請各核能電廠在營運上仍需持續加強注意管理。	**略**
(七)	蘭嶼貯存場本年第一、二季 St.1 和 St.2 採樣站仍測得 ^{60}Co 人工核種，St.8 亦首次測得 ^{60}Co 宜加以注意追蹤；另第二季於貯存場附近測得 ^{134}Cs 及顯著增高的 ^{137}Cs，判斷與日本福島核災可能有直接之關聯，惟請主管單位多加注意，並請落實相關作業規定，加強行政管理。	**略**

續附錄 1：「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」100 年期中工作檢討會之回覆意見對照表

「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 (會議日期：100 年 8 月 31 日)		
項	會議紀錄之「七、討論與結論」	回覆欄
(八)	請南、北核研究團隊將長期調查監測資料之彙整分析整理及資料庫之建置等列為本案後續之重點工作。	**南核研究團隊對於資料之彙整以及資料庫之建置已進行多年，並將持續進行。**
(九)	報告之綜合性討論主題請南、北核研究團隊應確實就各子計畫的橫向關聯性、影響性作實際之探討評析與描述。	**南核各子計畫間橫向關聯及討論係透過資料庫線上聯繫，以及會前會之討論，極力找出各子計畫間的關係，並確實探討與描述。**
(十)	為了因應未來龍門廠之營運，請北核研究團隊參考研閱台電目前執行中之生態調查工作內容及資料，儘早規劃未來龍門核電廠附近海域之生態調查監測計畫。	**略**
(十一)	請南、北核研究團隊主持人轉知作業人員進行現場採樣作業前務必與各現場單位窗口聯繫，於海上及水下等進行調查工作時，務必注意遵守相關工安規定與人身安全。	**遵照辦理**
(十二)	本公司各單位所提意見，請南、北核案研究團隊參考修訂。	**遵照辦理**
(十三)	各與會單位及人員若有其他意見及建議，請於會後一週內擲交環境保護處彙總後轉送相關單位辦理。	

附錄 2：「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」100 年期末工作檢討會之回覆意見對照表

「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 (會議日期：101 年 3 月 2 日)		
項	會議紀錄之「七、討論與結論」	回覆欄
(一)	原能會提及龍門發電廠未來完工運轉後溫排水隨著海潮流朝北擴散對福隆沿岸沙灘造成影響的程度及範圍，請北核研究團隊將來宜就該區域海潮流之變化趨勢作進一步之調查。	**與南核無關**
(二)	原能會另詢及台灣如發生類似日本福島事件，勢必對台灣沿岸海域之生態影響甚大，請台電公司注意核能安全，隨時做好因應措施。	**略**
(三)	蘭嶼貯存場場區外之雨水排放口，依據資料顯示一年四季均有水排出，請主管處告知現場多加注意，並落實相關之行政管理，避免發生有任何放射性物質被檢出的狀況。	**略**
(四)	為因應龍門核能發電廠完工運轉在即，未來將逐步增加底棲動物之背景的調查比重與頻率。	**與南核無關**
(五)	建議日後本案之工作檢討會議各核能發電廠亦一併選派運轉人員參與。	**略**
(六)	南、北核研究案調查報告，請研究團隊主持人及各子計畫負責人多費心留意報告品質，避免錯別字及相關數據之誤植。	**遵照辦理。** **為避免錯別字及數據的誤植，在提交報告時會委請工作同仁及子計畫負責人進行重覆檢示及校正等工作。**
(七)	請南、北核研究團隊撰寫本案之調查報告時，以中性的文字敘述、實際的調查數據來呈現，避免擴大引用解釋而造成外界之引申誤判解讀。	**遵照辦理。** **日後報告書內容將忠實陳述數據呈現之趨勢，不做多餘之臆測以避免造成誤會。對於調查內容及數據將以中性的文字進行撰寫，以免造成外界的誤判及解讀。**

續附錄 2：「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」100 年期末工作檢討會之回覆意見對照表

「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 (會議日期：101 年 3 月 2 日)		
項	會議紀錄之「七、討論與結論」	回覆欄
(八)	請南、北核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，進行出海及水下作業時，務必注意遵守相關工安規定與人身安全。	**遵照辦理**
(九)	請南、北核研究團隊參酌以往各次會議結論，預先規劃下期契約之工作計畫；並研究龍門核電廠現行監測計畫是否可與北核生態調查研究案整合事宜，俾下次召開 101 年期中報告工作檢討會時進行討論。	**遵照辦理。** **將持續分析與大尺度環境變遷的關聯外，颱風造成的溫降及黑潮的強弱是否影響浮游生物的(組成)變動將納入來年的調查重點；並於 101 年期中報告工作檢討會時提交下期契約的工作內容。**
(十)	南核研究計畫資料庫生態方面數據之彙整，請參考生態領域方面學者慣用之格式，儘速將相關生態數據載入資料庫。	**遵照辦理。** **即時彙整數據並配合格式調整以提供子七負責人建構資料庫。並將歷年的調查結果將參照並依據國內生態資料庫使用格式填寫，以利數據之上傳及呈現。**
(十一)	依本公司各單位業務權責區分及專業範圍，環境輻射與放射性物質管制部份之調查監測工作，經奉核定自 102 年起將回歸核能專責單位主政。	**略**
(十二)	請南、北核研究團隊在每期期末調查報告完成定稿後即時更新網站相關資料。	**遵照辦理**
(十三)	北核研究計畫之網站架構請儘速研究調整建置，俾使能與南核研究計畫之網站聯結。	**與南核無關**

續附錄 2：「核能電廠及蘭嶼附近海域之生態調查」100 年期末工作檢討會之回覆意見對照表

「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 (會議日期：101 年 3 月 2 日)		
項	會議紀錄之「七、討論與結論」	回覆欄
(十四)	南、北核調查研究案之相關資訊除海洋地質、海洋物理等海洋科技敏感項目資料需依行政院國科會訂定之「政府資助敏感科技研究計畫安全管制作業手冊」規定予以管制外，其他研究項目資料應依「資訊公開法」公佈，供民眾閱覽了解。	**遵照辦理**
(十五)	本公司各單位所提意見，請南、北核案研究團隊參考修訂。	**遵照辦理**
(十六)	各與會單位及人員若有其他意見及建議，請於會後一週內擲交環境保護處彙總後轉送相關研究團隊辦理。	**略**