

第四部份 海域水質與生態調查 監測作業

離島式基礎工業區石化工業綜合區開發案 環境監測報告

計畫名稱：台塑六輕週遭海域水質及生態監測計畫

執行期間：100年10月至100年12月

開發單位：台塑關係企業

執行監測單位：國立台灣海洋大學

中華民國 101 年 2 月

目 錄

前 言	前言-1～前言-2
第一章 監測內容概述	1-1
1.1 監測情形概述	1-1
1.2 監測計畫概述	1-1
1.3 監測位址	1-3
1.4 品保/品管作業措施概要	1-8
1.4.1 現場採樣之品保/品管	1-8
1.4.2 重金屬分析品質	1-13
1.4.3 分析項目之檢測方法	1-17
第二章 監測結果分析	2-1
2.1 水文及水質	2-1
2.1.1 水文與水質	2-1
2.1.2 溶解態重金屬元素	2-3
2.1.3 海水中揮發性及半揮發性有機化合物 (VOC & sVOC)	2-5
2.2 海域生態	2-12
2.2.1 沉積物粒徑與重金屬分析	2-12
2.2.3 生物體重金屬	2-27
2.2.4 植物性浮游生物	2-30
2.2.5 動物性浮游生物	2-47
2.2.6 底棲生物及拖網漁獲	2-60
2.2.7 哺乳類動物	3-1
第三章 檢討與建議	3-5
3.1 監測結果檢討與因應對策	3-5
3.1.1 水文及水質	3-5
3.1.2 沉積物粒徑與重金屬	3-6
3.1.3 生物體重金屬	3-7
3.1.4 植物性浮游生物	3-12
3.1.5 動物性浮游生物	3-16
3.1.6 底棲生物及拖網漁獲	3-19
3.1.7 哺乳類動物	3-36

圖 目 錄

圖 1.3.1	麥寮附近海域水質與沉積物調查測站	1-5
圖 1.3.2	麥寮附近海域底棲生物及拖網漁獲調查測站圖	1-6
圖 1.3.3	麥寮附近哺乳動物鯨豚海域生態調查測站	1-7
圖 1.4.2.1	本研究分析使用加拿大研究院所售(A) SLRS-3 參考河口海水與 (B)MESS-3 海洋沉積物與(C)DORM-3 魚體生物參考樣品分析濃 度與參考濃度對應圖	1-16
圖 2.1.1.1	100 年第四季麥寮海域各測站各項水質濃度分佈	2-7
圖 2.1.3.1	100 年第四季麥寮海域各測站揮發性有機化合物	2-11
圖 2.2.1.1	100 年第四季台塑麥寮海域各測站沉積物粒徑百分比分佈	2-17
圖 2.2.1.2	100 年第四季麥寮海域各測站沉積物重金屬元素與總有機碳濃度 分佈	2-22
圖 2.2.1.3	100 年第四季麥寮海域沉積物重金屬元素、總有機碳與粒徑分佈 之主成份分析(TOC: 總有機碳, VF-Sand: very fine sand, F-Sand: fine sand, M-Sand: medium sand)	2-22
圖 2.2.4.1	100 年第四季六輕附近海域浮游植物豐度變化圖	2-39
圖 2.2.4.2	100 年第四季六輕附近海域浮游植物種類數變化圖	2-40
圖 2.2.4.3	100 年第四季六輕附近海域浮游植物種歧異度指數變化圖	2-41
圖 2.2.4.4	100 年第四季六輕附近海域第一優勢種浮游植物豐度變化圖	2-42
圖 2.2.4.5	100 年第四季六輕附近海域第二優勢種浮游植物豐度變化圖	2-43
圖 2.2.4.6	100 年第四季六輕附近海域第三優勢種浮游植物豐度變化圖	2-44
圖 2.2.4.7	100 年第四季六輕附近海域第四優勢種浮游植物豐度變化圖	2-45
圖 2.2.4.8	100 年第四季六輕附近海域浮游植物群聚分析圖	2-46
圖 2.2.5.1a	100 年第四季麥寮海域各測站浮游動物豐度圖	2-55
圖 2.2.5.2a	100 年第四季麥寮六輕附近海域浮游動物相關性豐度 (%) 示意 圖	2-57
圖 2.2.5.2b	100 年第四季麥寮六輕附近海域浮游動物平均相關性豐度 (%) 示意圖	2-58
圖 2.2.5.3	100 年第四季麥寮六輕附近海域各測站浮游動物 MDS 空間分佈 示意圖	2-59
圖 2.2.7.1	中華白海豚海上調查各航線逐次目擊率結果，目擊率單位為每一 百公里之目擊群次或隻次	3-3
圖 2.2.7.2	中華白海豚目擊位置分佈圖	3-4
圖 3.1.1.1	83-100 年歷年第四季水質監測資料比較	3-9
圖 3.1.2.1	83-100 年歷年第四季沉積物重金屬元素調查比較	3-11

圖 3.1.5.1a	歷年度與本季麥寮六輕附近海域浮游動物個體量比較圖	3-15
圖 3.1.5.1b	歷年度與本季麥寮六輕附近海域浮游動物生體量比較圖	3-16
圖 3.2.5.2	98、99 年與本年各季麥寮六輕附近海域浮游動物平均豐度、平均生體量與記錄動物門比較圖	3-17
圖 3.1.6.1	100 年第四季之底棲生態調查空間分析結果圖.....	3-21
圖 3.1.6.2	歷年第四季麥寮附近蝦拖網調查結果比較圖	3-22

表 目 錄

表 1.2.1	麥寮附近海域生態監測項目與頻率.....	1-2
表 1.4.1.1	船上採樣作業紀錄表.....	1-11
表 1.4.2.1	加拿大 SLRS-3 河口水(reference material)參考樣品重金屬元素分析之準確度與精確度(1 std.)	1-14
表 1.4.2.2	加拿大 MESS -3 沉積物(reference material)參考樣品重金屬元素分析之準確度與精確度(1 std.).....	1-14
表 1.4.2.3	加拿大 DORM-3 魚體生物參考樣品(reference material)重金屬元素分析之準確度與精確度(1std.).....	1-15
表 1.4.3.1	各項水質分析之檢測方法與偵測極限.....	1-21
表 2.1.1.1	100 年第四季麥寮海域各測站各項水質資料濃度範圍	2-6
表 2.2.1.1	100 年第四季台塑麥寮海域沉積物粒徑分析-粒徑百分比.....	2-16
表 2.2.1.2	100 年第四季麥寮海域沉積物重金屬元素濃度範圍與台灣周遭近岸海域沉積物重金屬濃度之比較	2-18
表 2.2.1.3	100 年第四季台塑麥寮海域各測站沉積物重金屬元素濃度	2-19
表 2.2.3.1	100 年第四季台塑麥寮海域生物體重金屬元素濃度.....	2-29
表 2.2.4.1	100 年第四季六輕附近海域浮游植物豐度(cells/L)表*(1/2).....	2-32
表 2.2.4.2	98 年 4 月~100 年 12 月六輕附近海域浮游植物前 5 優勢種浮游植物之平均豐度及相對豐度.....	2-33
表 2.2.4.3	100 年第四季六輕附近海域浮游植物前 6 優勢種浮游植物豐度與海水溫度、鹽度、磷酸鹽、矽酸鹽、硝酸鹽和葉綠素 a 濃度之複迴歸分析表 (***:p<0.001, **:p<0.01, *:p<0.05)	2-37
表 2.2.4.4	100 年第四季六輕附近海域浮游植物豐度於不同測線以及深度之差異分析 (***: P < 0.001).....	2-38
表 2.2.5.1	100 年第四季麥寮六輕附近海域 1 浮游動物豐度表(ind./ m3)	2-50
表 2.2.5.2	100 年第四季麥寮六輕附近海域各浮游動物之相關性豐度與頻度..	2-53
表 2.2.6.1	100 年第四季之底棲生物及拖網漁獲個體數表(魚類).....	2-62
表 2.2.6.2	100 年第四季之底棲生物及拖網漁獲個體數表(節肢動物).....	2-63
表 2.2.6.3	100 年第四季之底棲生物及拖網漁獲個體數表(軟體動物及其他)	2-64
表 2.2.6.4	100 年第四季調查之個體數、種數、均勻度與歧異度一覽表	2-65
表 2.2.6.5	100 年第四季之底棲生物及拖網漁獲重量表(魚類)gw	2-66
表 2.2.6.6	100 年第四季之底棲生物及拖網漁獲重量表(節肢動物)gw.....	2-67
表 2.2.6.7	100 年第四季之底棲生物及拖網漁獲個體數表(軟體動物及其他)gw.....	2-68
表 3.1.3.1	97-100 年第四季麥寮海域斑海捕獲相同生物體重金屬濃度比較	3-8
表 3.1.4.1	六輕附近海域歷年來第四季各海域優勢浮游植物比較表	3-13

表 3.1.6.3	83-86 年麥寮附近海域第四季亞潮帶底棲動物調查之種類與其採 獲密度	3-25
表 3.1.6.4	87-91 年麥寮附近海域第四季亞潮帶底棲動物調查之種類與其採 獲密度	3-27
表 3.1.6.5	92-100 年麥寮附近海域第四季亞潮帶底棲動物調查之種類與其採 獲密度	3-29
表 3.1.6.6	83-86 年麥寮附近海域第四季潮間帶底棲動物調查之種類與其採 獲密度	3-31
表 3.1.6.7	87-91 年麥寮附近海域第四季潮間帶底棲動物調查之種類與其採 獲密度	3-32
表 3.1.6.8	92-100 年麥寮附近海域第四季潮間帶底棲動物調查之種類與其 採獲密度.....	3-33

前 言

六輕暨擴大及專用港開發案係隸屬雲林縣離島式基礎工業區之一部份，其基地位於雲林縣麥寮鄉沿海，北臨濁水溪出海口，南至新虎尾溪出海口，南北長 8.5 公里，東西寬約 3.5 公里，全部都是養殖漁塭或淺海灘。六輕一期計畫自 81 年通過環境影響評估後，自八十三年七月中旬開始進行抽砂填海土質改良造堤等相關造陸工程，並同時進行各項營建基礎工程，相關建廠工程均順利按進度持續進行中，目前造地工程已全部完成，累計造地面積達 2096 公頃。

製程試車運轉進度至九十八年六月底止，第一期至第四期工程進行運轉者包括年煉油量 2,100 萬噸之煉油廠、年產七十七萬噸乙烯之第一套輕油裂解廠(CRACKER-I)、年產一百一十五萬噸乙烯之第二套輕油裂解廠(CRACKER-II)、年產一百二十萬噸乙烯之第三套輕油裂解廠(CRACKER-III)、公用廠、發電廠、環氧氯丙烷(ECH)、丙烯晴廠(AN)、鹼氯廠(NaOH)、甲基丙烯酸甲酯廠(MMA)、氯乙烯廠(VCM)、聚氯乙烯廠(PVC)、丙烯酸/丙烯酸酯廠(AA/AE)、高密度聚乙烯廠(HDPE)、線性低密度聚乙烯廠(LLDPE)、乙烯醋酸乙烯共聚合體廠(EVA)、四碳廠(MTBE/B-I)、碳纖廠(CF)、彈性纖維廠(FAS)、二異氰酸甲苯廠(TDI)、丙二酚廠(BPA-I、II、III)、酸酐廠(PA-I)、異辛醇廠(2EH)、可塑劑廠(DOP)、乙二醇廠(EG-I、II、III)、丁二醇廠(1,4-BG-I、II)、環氧樹脂廠(EPOXY)、異壬醇廠(INA)、過氧化氫廠(H₂O₂)、環氧大豆油廠(ESO)、抗氧化劑廠(AO)、芳香烴廠(AROMA-I、II)、苯乙烯廠(SM-I、II、III)、二甲基甲醯胺廠(DMF)、對苯二甲酸廠(PTA)、聚丙烯廠(PP)、合成酚廠(PHENOL)、聚苯乙烯廠(PS)、聚碳酸酯廠(PC)、南中石化乙二醇廠(EG)、醋酸廠(HOAc)、台朔重工機械廠及中塑油品柏油廠等共計 66 個項目工廠(146 個製程數)，其餘未完成之工程依建廠進度目前仍進行建廠或試車中。

為了瞭解煉油廠廢排水對其附近海域生態的影響，台塑六輕煉油廠從運轉至今，每年皆聘請環境檢驗公司與學界人士為其執行海域生態調查監測及

研究，以瞭解廢排水是否對麥寮附近海域生態有所影響(台塑關係企業，83-98年)。本計畫的執行乃延續過去 10 幾年來海域生態調查研究及監測的連續，眾所皆知水文(水溫、鹽度、溶氧量)與水質化學(包括酸鹼度、營養鹽、葉綠素甲等)的調查研究大多為海域生態調查研究中最基本的部份，因為水文資料及水質化學會直接或間接影響海域生態的平衡，近有許多文獻(e.g. Conley et al., 1993; Turner and Rabalais, 1994)指出由於人為因素，如土地過度開發及築水壩等等，致使河流提供的營養鹽過剩或不足而造成河口海域的生物物種，尤其是基礎生產者，改變進而影響其海域生態系統。而毒性化學物質如重金屬元素及有機化合物會影響植物性與動物性浮游生物之生長(Langston, 1990; Long et al., 1995; Lindley et al., 1998; Bothner et al., 2002; Stalder and Marcus, 1997; Hook and Fisher, 2001; Saunders and Moore, 2004)，並藉由食物鏈累積於蝦、蟹、貝類與魚等海產生物進而至人體，生物蓄積過量重金屬元素，會產生中毒事故，如日本知名之汞中毒事件(Minamata disease, Clark, 2001)。因此對於事業所在海域之海域生態調查，對於保護海域環境，周遭生態及人體健康是基礎工作，本報告乃 100 年第四季所執行麥寮附近海域生態調查監測之結果報告。

第一章 監測內容概述

1.1 監測情形概述

台塑六輕自 85 年開始建廠，88 年始陸續完工生產，自建廠開始即有海域水質監測，監測範圍以六輕廠址附近沿海岸設監測點，目前針對雲林縣西部海域進行海水監測之單位，共計四家，分別為六輕工業區、雲林縣環保局、環保署與工業局(萬，99 年)，本計畫監測隸屬於六輕工業區，監測麥寮六輕附近海域生態變化。

1.2 監測計畫概述

本計畫執行調查項目有海域水質(基礎水質、營養鹽與重金屬元素)及海域生態(沉積物粒徑與重金屬元素分析、生物體重金屬元素分析、植物性浮游生物、動物性浮游生物、底棲生物、拖網漁獲與哺乳類動物)監測，為每季調查一次，一年共計四次，麥寮附近海域生態監測項目與頻率列於表 1.2.1。參與單位有海洋大學方天熹教授與陳天任教授、中研院邵廣昭研究員、中山大學羅文增教授、台灣大學周蓮香教授、高雄海洋科技大學林啟燦教授與海洋大學蕭世輝博士。

表 1.2.1 麥寮附近海域生態監測項目與頻率

監測類別	監測項目	監測方法	監測地點及頻率	執行單位
海域水質	水溫	NIEA W217.51A	計 22 測站，每測站三層水深，每季一次，另於溫排水渠道口附近增加 1~5 個測點。	海洋大學海洋環境資訊系 方天熹教授
	鹽度	NIEA W447.20C		
	溶氧量	NIEA W422.52B		
	酸鹼度	NIEA W424.52A		
	透明度	NIEA E220.50C		
	懸浮固體	NIEA W210.57A		
	濁度	NIEA W219.52C		
	生化需氧量	NIEA W510.55B		
	葉綠素 a	NIEA E507.02B		
	硝酸鹽氮	NIEA W436.50C		
	亞硝酸鹽氮	NIEA W436.50C		
	磷酸鹽	NIEA W427.53B		
	總磷	NIEA W444.51C		
	矽酸鹽	NIEA W450.50B		
	氨氮	NIEA W448.51B		
	大腸桿菌群	NIEA E202.54B		
	酚類	NIEA W521.52A		
	氰化物	NIEA W410.52A		
	總油脂	NIEA W505.51C		
	礦物性油脂	NIEA W505.51C		
	鐵	NIEA W309.22B		
	鋅	NIEA W309.22B		
	鎘	NIEA W309.22B		
	鉛	NIEA W309.22B		
	銅	NIEA W309.22B		
	鈷	NIEA W309.22B		
	砷	NIEA W434.53B		
	汞	NIEA W331.50B		
	甲基汞	NIEA W540.50B		
	鉻(VI)	Sirinawin & Westerlund (1997)		高雄海洋科技大學林啟燦教授
	VOC	NIEA W785.54B		
	sVOC	NIEA W801.51B		

表 1.2.1 麥寮附近海域生態監測項目與頻率(續)

監測類別	監測項目	監測方法	監測地點及頻率	執行單位
海域生態	沉積物粒徑分析	先秤取標本乾重，再將標本倒入一系列疊置好之篩網上方，以水洗過篩後，將各篩網中之標本分別烘乾秤重，便可得粒徑分佈。	計 20 測站 每季一次	海洋大學 海洋環境 資訊系方 天熹教授
	沉積物重金 屬分析	沉積物樣品先經風乾處理，再經強酸加熱消化處理後，將消化溶液以原子吸收光譜儀測定其濃度。		
	生物體重金 屬分析	生物樣品乾燥至恆重後，將樣品磨成均勻粉末，重覆加入濃硝酸混合、靜置、加熱迴流消化等步驟直到溶液呈淡黃色，將消化液以原子吸收光譜儀或感應耦合電漿原子發射光譜儀測定其濃度。		
	植物性浮游 生物	以採水器於不同水層取樣並經浮游生物網過濾濃縮之水樣，經裝入褐色瓶及滴入固定液等步驟後，攜回實驗室鑑定種類並分析各種類單位細胞數。		中山大學 海洋生物 科技暨資 源學系羅 文增教授
	動物性浮游 生物	採用北太平洋標準浮游生物網進行水平拖曳採集，網口中央繫有流速計以估計通過網口水量，採獲之標本現場冰存，再以 5% 福馬林液固定，攜回實驗室鑑定種類、計量，進一步由流量計轉換為個體量與生體量。	採樣海域 每季一次	海洋大學 環境資訊 系蕭世輝 博士
	底棲生物	以矩形底棲生物採樣器，採固定速度進行採樣作業，採獲之樣品以篩網濾出其中之大型生物。所有採集之生物以 5% 福馬林固定，攜回實驗室鑑定種類並計算數量。		中研院生 物多樣性 中心邵廣 昭研究員
	拖網漁獲	現場以網具於調查範圍進行調查，記錄所有漁獲種類、數量。		
	哺乳類動物	現場調查範圍進行調查，並記錄哺乳類動物種類、數量。		台灣大學 周蓮香教 授

1.3 監測位址

1. 海域水質監測地點

海域水質監測採樣地點位於廠址附近海域，分為六輕遠岸海域測點

(1A~5A)、六輕遠岸海域測點(1B~5B)、六輕潮間帶海域測點(2C~3C)、六輕灰塘區海域測點(1D~2D)、六輕案專用港海域測點(1H~5H)、虎尾溪河口測點(4M)及增設濁水溪出海口上方處測點(1R~2R)，共計 22 個測點，詳如圖 1.3.1。上述這些測站除了監測水質外，也同時監測浮游植物與動物，作業時間與水質採樣同步，使用海洋大學所屬之研究船海研二號進行採樣工作。

2. 海域生態監測地點

除了水質監測地點外，也分別進行底棲生物及拖網漁獲調查，其採樣地點如圖 1.3.2 所示，與哺乳類動物調查其調查海域如圖 1.3.3 所示，調查範圍北至北緯 23°52' 南至北緯 23°34'，最靠近岸(右側)之航線為近岸航線，剩餘離岸較遠之三條航線為離岸航線(依離岸距離的不同，由近至遠依序分為離岸 1、2、3 三條航線)，每條航線之間平行間隔約 1 公里(圖 1.3.3)。

圖 1.3.1 麥寮附近海域水質與沉積物調查測站

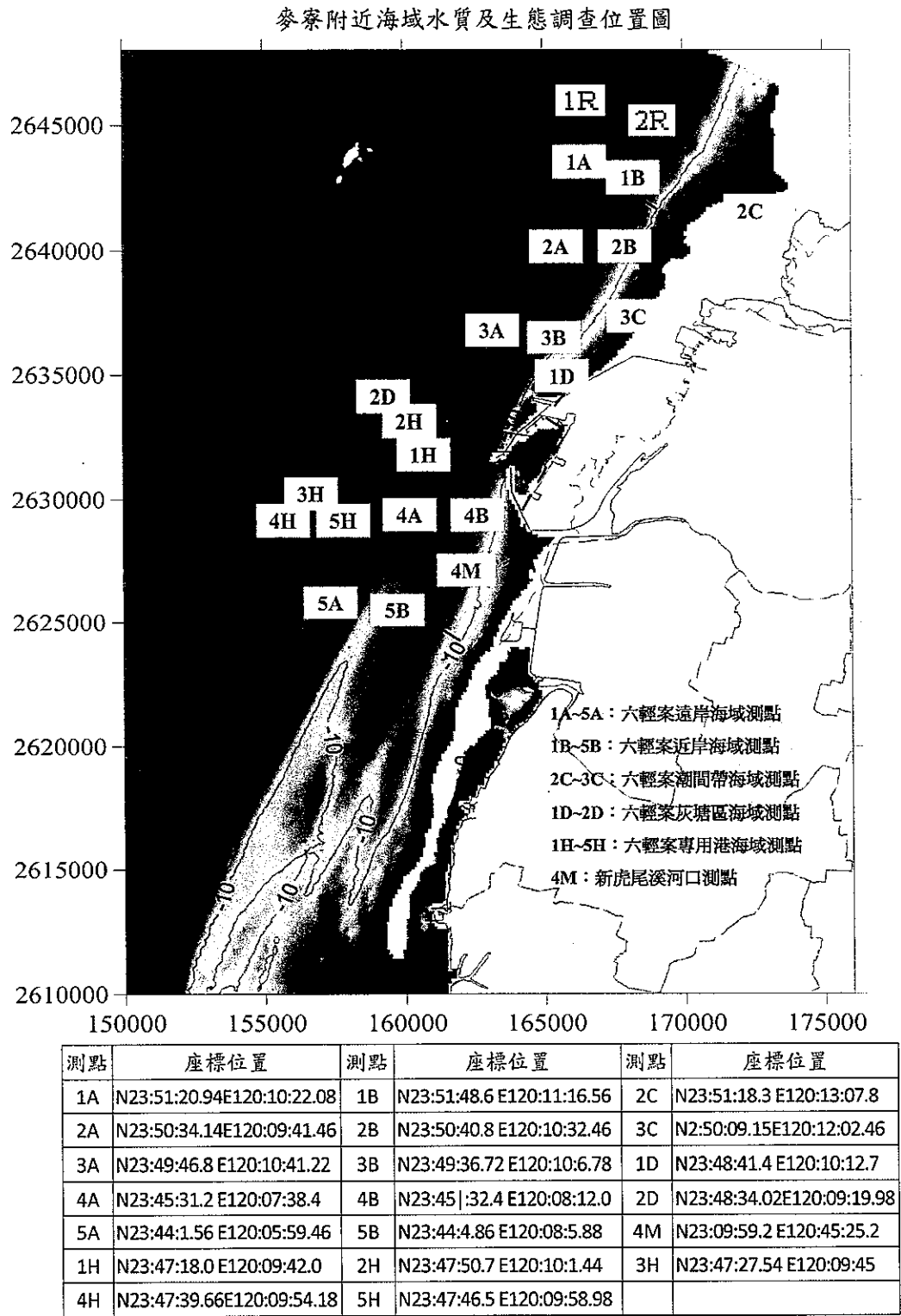
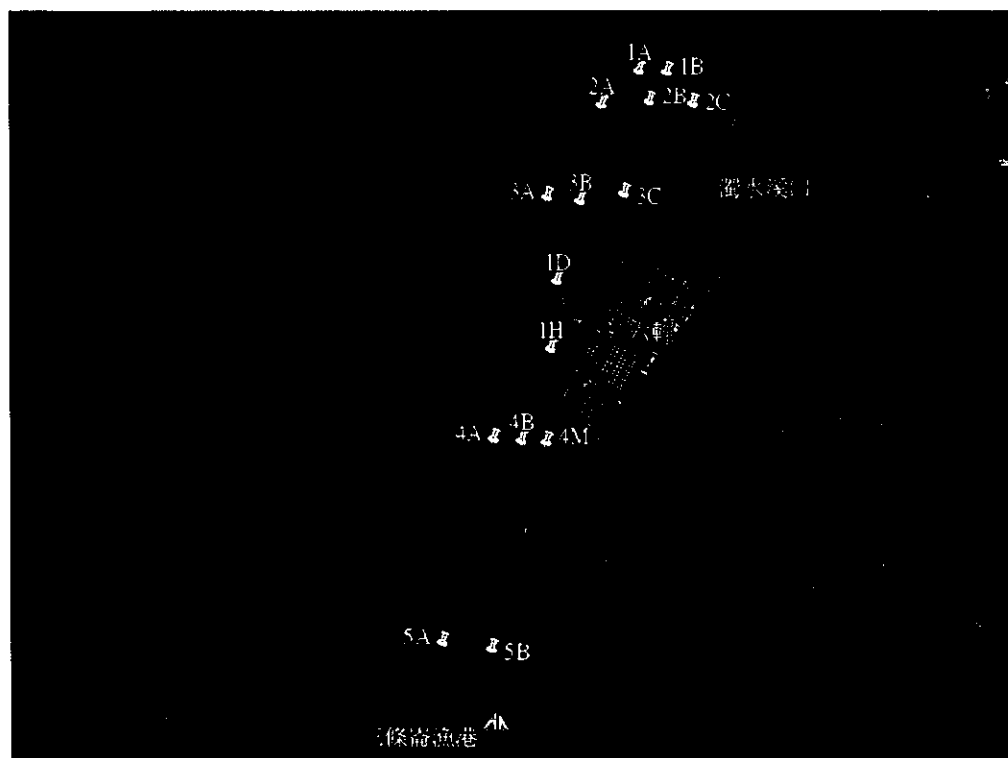
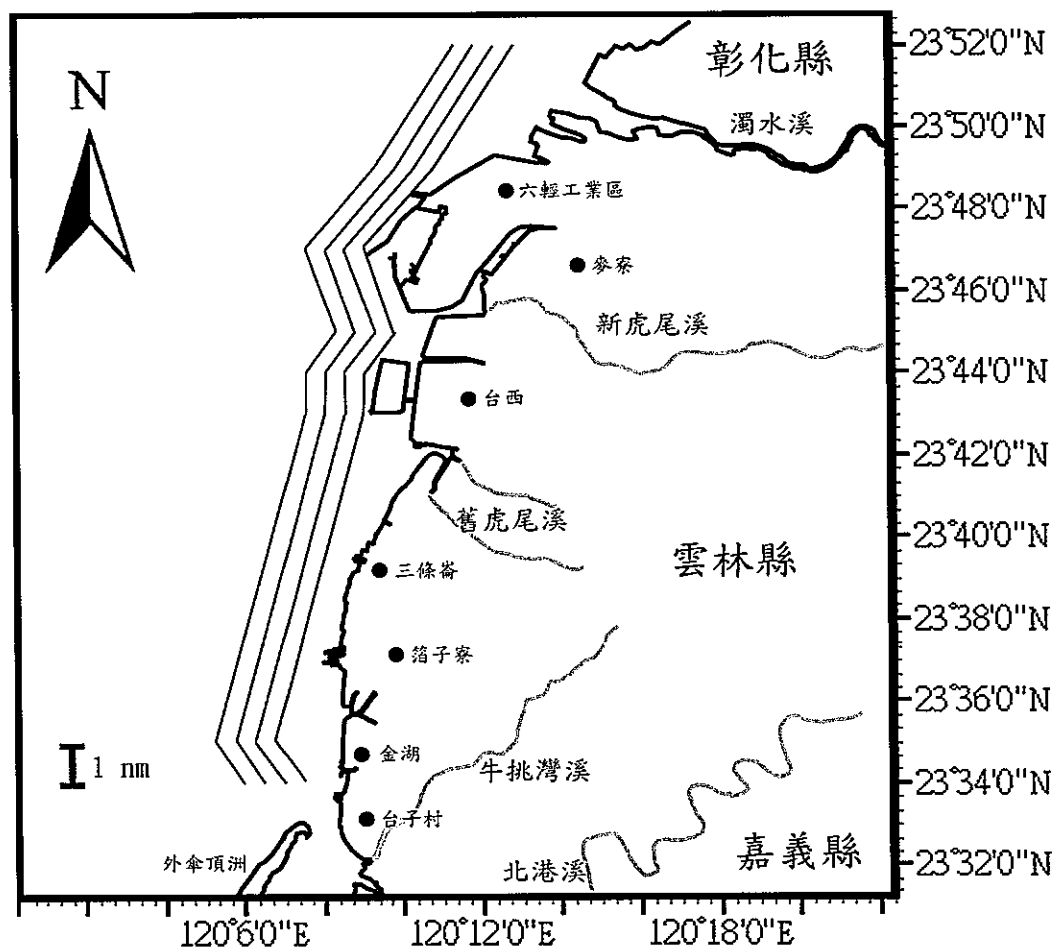


圖 1.3.2 麥寮附近海域底棲生物及拖網漁獲調查測站圖



測站	位置		測站	位置		測站	位置	
1A	N23° 52' 58.1"	E120° 11' 58.7"	2C	N23° 52' 18.3"	E120° 13' 07.8"	4M	N23° 45' 25.2"	E120° 09' 59.2"
1B	N23° 52' 56.5"	E120° 12' 34.4"	3A	N23° 50' 23.8"	E120° 10' 00.3"	5A	N23° 41' 20.9"	E120° 07' 44.8"
1D	N23° 48' 41.4"	E120° 10' 12.7"	3B	N23° 50' 19.0"	E120° 10' 42.7"	5B	N23° 41' 12.9"	E120° 08' 48.3"
1H	N23° 47' 18.9"	E120° 10' 04.6"	3C	N23° 50' 28.2"	E120° 11' 39.2"	拖網1	N23° 39' 28.7"	E120° 07' 36.5"
2A	N23° 52' 16.2"	E120° 11' 10.6"	4A	N23° 45' 29.1"	E120° 08' 50.9"	拖網2	N23° 42' 41.5"	E120° 06' 51.1"
2B	N23° 52' 20.6"	E120° 12' 11.8"	4B	N23° 45' 26.8"	E120° 09' 26.9"			

圖 1.3.3 麥寮附近哺乳動物鯨豚海域生態調查測站



1.4 品保/品管作業措施概要

1.4.1 現場採樣之品保/品管

1.水質採樣

本計畫 100 年第四季水質調查於 100 年 10 月 11 日至 13 日使用海洋大學海研二號研究船(Cr1784)至麥寮附近海域調查測站採樣，船上採樣作業紀錄詳見表 1.4.1.1，海研二號研究船上有自動輪盤式採水器 (Rosette) 安裝有 10 公升 Go-flo 採水瓶 6 支，輪盤式採水器並裝有測溫鹽深(CTD)儀，採水時可同時偵測現場海水之溫鹽資料。當輪盤式採水器採取不同深度之海水至船上後，分別使用 60 ml 溶氧瓶、500 ml 營養鹽瓶(PP 瓶)、500 ml 無菌袋、二個 1 公升酸洗乾淨之低密度多聚乙稀瓶(LDPE, low density polyethylene)裝重金屬與氰化物樣品，三個 1 公升褐色玻璃瓶裝總酚、總油脂量與礦物性油脂樣水、與半揮發性有機物樣水，一個 50 ml 褐色玻璃瓶裝揮發性有機物樣水，與 1 公升酸洗乾淨的 PET 瓶(polyethylene terephthalate)裝汞樣品。溶氧瓶立即加入氯化錳($MnCl_2$)試劑及碘化鈉(NaI)和氫氧化鈉(NaOH)之混合試劑進行固氧工作，營養鹽樣水使用 Whatman GF/F 濾紙立即進行過濾，過濾後樣水放至冰庫冷凍，而濾紙則放至褐色盤子貯於冰庫中，因海研二號研究船上無無塵室設備與乾淨空間，為避免重金屬與汞樣品受到污染，因此重金屬與汞樣品以塑膠束口袋封存並立即於船上冰凍，揮發性有機物樣水加酸保存，並與其他樣水置於船上冰凍冷藏，所有樣品帶回實驗室進行各種水質分析。

2.沉積物採樣

浮游動物採樣作業完畢後，接著進行沉積物採樣，海研二號研究船有採泥器設備，使用此設備採取各測站表層沉積物，沉積物採取後裝進乾淨塑膠封口袋，並置於船上冰凍冷藏。

3.植物性浮游生物採樣

每一測站於採樣前皆先施放溫鹽深儀(CTD)測量海水溫度、鹽度、葉綠素、pH 值以及營養鹽資料，再依各測站深度利用採水器分別於海水表層及底層各採取 1 公升之海水，並倒入含有中性福馬林(5~10%)的樣本瓶固定保存。

4.動物性浮游生物採樣

採樣方式使用北太平洋標準浮游動物網（網口直徑 45cm，網目 333 μ m，網身長 180cm）進行 2m 表拖。並在網口繫上 Hydrobios 單向流速流量計，用以計算所流經的水體積以換算浮游動物豐度。下網前先紀錄時間與流速流量計讀數，由船後支架緩放沉下，並以相對船速 2 節進行 10 分鐘表層拖網作業，待浮游動物網收回甲板後再紀錄流速流量計讀數。將所採集的樣品經網目 333 μ m 漏斗過濾，並抽取表層海水沖洗、再過濾及濃縮後，將採集之浮游動物樣本置於 5%~10%的福馬林溶液進行樣本的固定與保存。

5.底棲生物

底棲生物之調查係在當地海域租用漁船，使用矩形底棲生物採樣器(W 40cm x H 15cm x L 70cm)在測站 1A 至 5B 共 15 個測站以固定速度進行採樣，採樣之沙泥及樣本，先經由篩網過篩數次，挑出其中之生物樣本並儲存置於 5%福馬林溶液中固定，再攜回實驗室鑑定種類及記錄數量及重量，以了解六輕附近海域之底棲生物相。

6.拖網漁獲

本試驗租用漁船在近岸及遠岸兩個測站使用蝦拖網進行採樣。網橫長15公尺，網目約3.5cm，以不通電方式每次拖網作業30分鐘，樣本以冷凍或酒精溶液保存，再攜回實驗室鑑定種類及記錄數量及重量。

7.哺乳類動物

租 CT2 級漁船自台子村出海於雲林沿海進行調查，調查航線共三條：『近岸航線』，離岸約 1 - 1.5 公里（在麥寮六輕工業區及新興工業區附近由於水深較深，離岸較近；在其餘地區由於河口水深較淺以及部份近岸的沙洲影響，可能離岸較遠），以及兩條『離岸航線』（由近岸航線平行往外移 0.5、1 海浬），每條航線長約 36.9 公里。每趟調查來回走不同航線，每次皆以近岸航線加上隨機選取兩條離岸航線其中之一為當天的穿越線調查路線，來回航線的順序由當天隨機抽選決定，每次進行調查時皆以手持式全

球衛星定位系統 GPSmap 60CSx (Garmin Corp., Taiwan) 定位並依照規畫航線進行調查。調查範圍北起北緯 23°52' 南至北緯 23°34'。調查期間在浪級小於 4 級且能見度遠達 500 m 以上時視為 On-effort (有效努力量)，當天氣狀況不佳難以進行有效觀測，或是當進行海豚追蹤時，則視為 Off-effort (無效之努力量)。

每趟調查船上至少有四人參與，其中三人各於船首及船隻左右側的高處位置持望遠鏡觀察海面，觀察人員約每 20 分鐘交換一次位置以避免對同一觀察區域產生心理上的疲乏，每個人輪替完三個不同的觀察位置後 (約 1 小時)，會交換到休息位置休息約 20 分鐘以保持觀察員的體力。海上調查過程中船速保持在 4 - 9 節 (海浬/小時)，約每一海浬利用 YSI 30 鹽溫儀 (Y.S.I., U.S.A.) 量測水表溫度及鹽度，YSI 60 酸鹼儀 (Y.S.I., U.S.A.) 量測水表氫離子濃度 (pH 值)，以及記錄當時船上漁探機顯示之深度。最初遇見海豚時，利用手持式全球衛星定位系統 GPSmap 60CSx (Garmin Corp., Taiwan) 首先記錄海豚被發現時的目擊位置，此外也估計當時海豚距船的目測距離，慢慢接近動物後，再記錄海豚接觸位置的精確座標，並估算隻數以及海豚行為。回航後配合 Taiwan Blue Chart v5 地圖資料 (Garmin Corp., Taiwan) 沿岸地圖，計算此接觸位置離海岸 (永久陸地) 之最近距離。另外以數位單眼相機或錄影機記錄海豚影像，以便進行影像資料分析。目擊之後如海豚群體沒有表現明顯的躲避行為則進行跟蹤，每三分鐘記錄該白海豚群體之行為與 GPS 位置，當所跟蹤的海豚消失於視野且經過連續 10 分鐘之等待或尋找確認無再目擊，則返回航線上繼續進行下一群之搜尋。

表 1.4.1.1 船上採樣作業紀錄表

研究船海研二號探測紀錄 Survey Log (SL).															
領隊教授	蕭世輝	探測計畫		臺灣附近海域水質與生態探測後測。											
		100 年 10 月 11 日 22 時 自 碧砂	出港於		100 年 10 月 13 日 時 自 碧砂	進港									
航次代號		CR1827													
頁數		1/1													
站名	日期	站址	緯度	經度	水深	下放深	開始時間	結束時間	氣溫	風向	風速	氣壓	工作項目	備註	記錄人員
Station	Cast	mmdd	99-99.99	99-99.99	(m)	(m)	hh:mm	hh:mm	°C	Deg	KTS	mb		泥=M 砂=S 石=R	
1H	1	10/12	23-46.794	120-09.374	9	7	1737	1750	25.6	356	13.8	1010.6	CRTSG		辛
2H	1	10/12	23-47.867	120-10.000	21	18	1804	1816	25.8	353	10.5	1011.0	CRTSG		辛
5H	1	10/12	23-47.682	120-09.889	22	18	1819	1827	25.8	002	10.5	1011.1	CRTSG		辛
4H	1	10/12	23-47.547	120-09.807	22	18	1832	1844	25.6	018	10.1	1011.4	CRTSG		辛
3H	1	10/12	23-47.377	120-09.712	24	20	1848	1857	25.8	003	11.2	1011.6	CRTSG		辛
5A	1	10/12	23-44.054	120-05.999	19	16	1937	1953	25.9	030	11.4	1011.9	CRTSG		辛
5B	1	10/12	23-44.054	120-08.041	14	10	2006	2012	25.8	023	10.2	1011.7	CRTSG		蕭
4A	1	10/12	23-45.387	120-07.613	22	18	2020	2033	25.7	014	11.6	1011.7	CRTSG		蕭
4B	1	10/12	23-45.494	120-08.152	15	12	2036	2045	25.9	020	8.3	1012.0	CRTSG		蕭
2D	1	10/12	23-48.464	120-09.395	11	08	2059	2110	25.8	012	9.6	1011.9	CRTSG		蕭
附註															

研究船探測人員：黃余達、辛肇龍、蕭仁杰

工作項目：BC:大 CTD; C:CTD; P:Rosette; M:Mooring; B:Box core; G:Gravity core; P:Pistone core; T:Trawling; SG:Sediment Grab; SS:Side-Scan

表 1.4.1.1.1 船上採樣作業紀錄表.....續

研究船海研二號探測紀錄 Survey Log (SL)														航次代號	CR1827
領隊教授		黃世運		深測計畫		臺灣附近海域水質與生態採樣檢測								頁數	1/1
本航次日期		100 年	10 月	11 日	22 時	出港於		100 年	10 月	13 日	時	進港於			
站名 Station	班次 Cast	日期 mmdd	站位(wgs84)		深度 (m)	下放深 度(m)	開始時間 hh:mm	結束時間 hh:mm	氣溫 °C	風向 Deg	風速 KTS	氣壓 mb	工作 項目	備註 泥=M 砂=S 石=R	記錄 人員
			緯度 99-99.99	經度 999-99.99											
1D	1	10/12	23-49.396	120-09.989	9	6	2122	2125	25.9	005	5.2	1011.9	CRTSG		蕭
3B	1	10/12	23-49.713	120-09.841	16	13	2129	2140	26.0	330	7.3	1011.9	CRTSG		蕭
3A	1	10/12	23-49.943	120-09.794	19	15	2148	2155	25.8	023	8.4	1011.8	CRTSG		蕭
2B	1	10/12	23-50.699	120-10.493	12	9	2159	2205	25.9	351	7.6	1011.8	CRTSG		蕭
2A	1	10/12	23-50.620	120-09.734	22	18	2209	2221	25.6	027	8.5	1011.7	CRTSG		蕭
1A	1	10/12	23-51.571	120-10.634	16	13	2228	2235	25.7	350	12.1	1011.4	CRTSG		蕭
1B	1	10/12	23-51.667	120-11.044	11	8	2236	2247	25.6	353	10.8	1011.4	CRTSG		蕭
1R	1	10/12	23-54.201	120-12.194	19	16	2303	2310	25.7	021	11.2	1011.3	CRSG		蕭
2R	1	10/12	23-54.071	120-13.049	11	8	2312	2318	25.6	351	9.5	1011.1	CRSG		蕭
附註															

研究船探測人員：黃余達、蔡嘉龍、蕭仁杰

工作項目：BC:大 CTD; C:CTD; G:Gravity core; P:Pistone core; T:Trawling; SG:Sediment Grab; SS:Side-Scan

1.4.2 重金屬分析品管

由於海水中溶解態重金屬濃度極低，為了驗證海水溶解態重金屬分析數據的準確度，本實驗室在分析海水樣品時，同步分析加拿大政府所售之 SLRS-3 參考河口海水樣品(reference material)，來驗證分析資料準確度之依據，二重複分析，所得數據與 SLRS-3 標準河口海水各元素之資料作對比，各元素分析準確度介於 83-144 % 之間，分析之準確度與精確度資料詳列於表 1.4.2.1 並顯示於圖 1.4.2.1，本季 SLRS-3 標準河口海水分析，鋅元素分析準確度之誤差值較大，因鋅是最易被污染之元素，而溶解態重金屬濃度極低，因此這些誤差範圍尚屬可接受。而 SLRS-3 標準海水沒有鉻(VI)與銀之分析資料，因此在分析鉻(VI)與銀時，只有依據標準添加，尋求分析回收率，添加鉻(VI)標準溶液至海水中濃度分別為 0.2 µg/L 及 0.4 µg/L，而銀添加鉻標準溶液至海水中濃度分別為 0.1 µg/L 及 0.2 µg/L，鉻之平均回收率分別為 97±4.4 % 與 109.5±3.7 %，銀之平均回收率分別為 130±6.7 % 與 125±4.2 %。此外，為了驗證沉積物重金屬濃度分析數據的準確度，在分析沉積物樣品時，亦同步分析加拿大政府所售之 MESS-3 沉積物參考樣品(reference material)，來驗證分析準確度之依據，各元素分析準確度介於 84-115 % 之間，硒元素之誤差值較大，各元素分析之準確度與精確度資料詳列於表 1.3.2.2 並顯示於圖 1.4.2.1。本生物樣品分析工作，在每批次的分析裡皆分析加拿大政府所販售的 DORM-3 魚體標準樣品，以檢驗分析數據的準確度。DORM-3 標準樣品的分析值與公告值的比值在 76-119%之間，顯示本實驗室分析所得的數值，仍在合理的範圍之內，各元素分析之準確度與精確度資料詳列於表 1.4.2.3 並顯示於圖 1.4.2.1。

本實驗室之研究專長為海洋重金屬元素在海洋環境之分布與地球化學循環，不管是近岸或是大洋海水中溶解態、懸浮態、沉積物與生物體內重金屬元素的分析能力，皆達國際期刊發表水準，發表多篇文章於國際 SCI 期刊 (Fang and Lin, 2002; Chen et al., 2005; Fang et al., 2006; Peng et al., 2006; Hsiao et al., 2006; Fang et al., 2009; Hsiao et al., 2010; Fang and Chen, 2010 Hsiao et al., 2011)。

表 1.4.2.1 加拿大 SLRS-3 河口水(reference material)參考樣品重金屬元素分析之準確度與精確度(1 std.)

元 素	鎘	鈷	銅	鉛	鎳	鋅	鐵
Measured conc. (µg/L)	0.011±0.0004	0.026±0.0003	1.43 ±0.013	0.072 ±0.003	0.82 ±0.015	1.50 ±0.005	82.6 ±2.3
Certified Conc. (µg/L)	0.013	0.027	1.35	0.068	0.83	1.04	100.0
Accuracy	84.9± 2.75 %	109 ± 1.1%	106 ± 1.0%	106± 4.73 %	98.6± 1.8 %	144 ± 0.5 %	82.6 ± 2.3 %

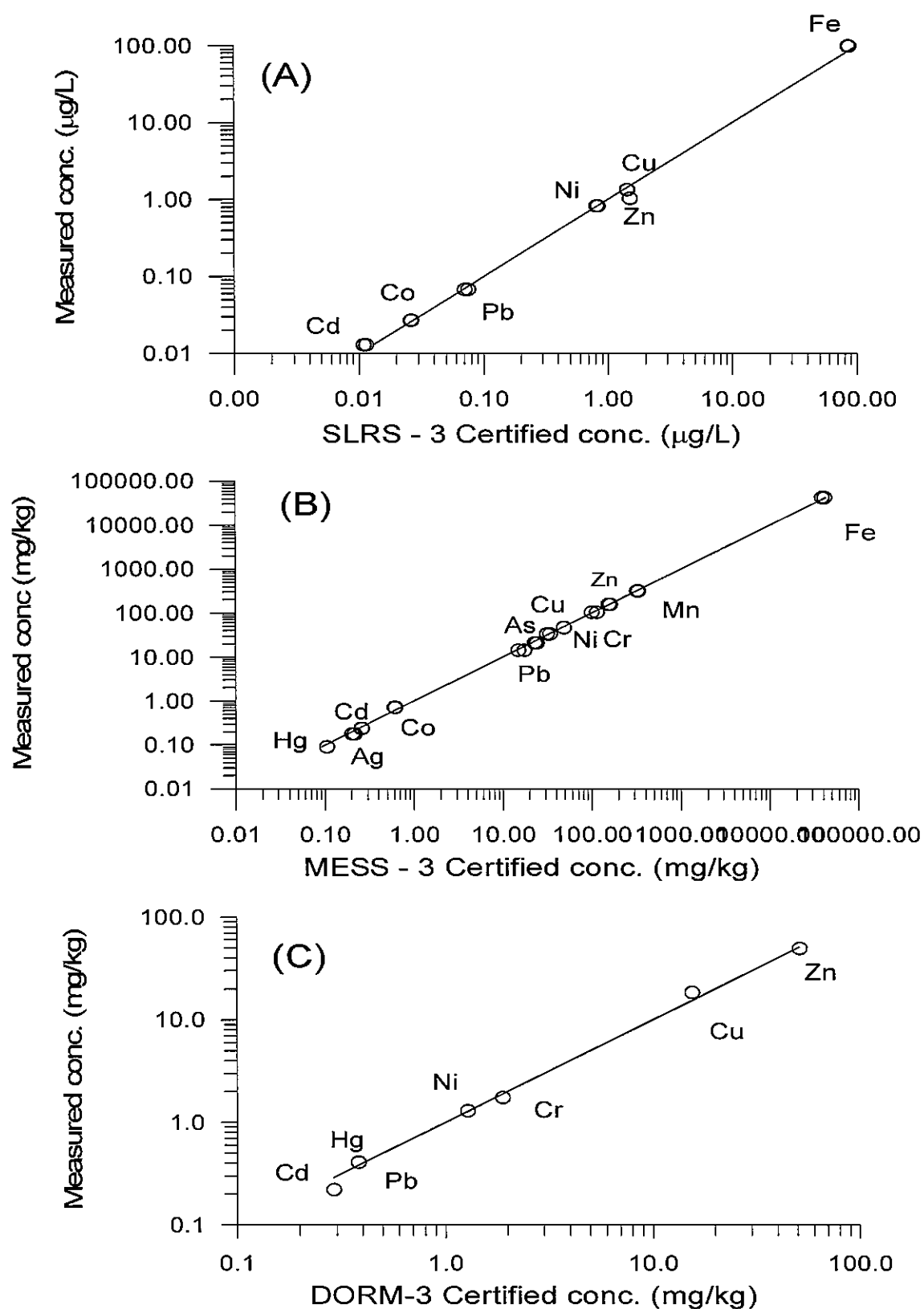
表 1.4.2.2 加拿大 MESS -3 沉積物(reference material)參考樣品重金屬元素分析之準確度與精確度(1 std.)

元 素	銀 (mg/kg)	鎘 (mg/kg)	鈷 (mg/kg)	鉻 (mg/kg)	銅 (mg/kg)	鉛 (mg/kg)	鋅 (mg/kg)	錳 (mg/kg)	鎳 (mg/kg)	砷 (mg/kg)	硒 (mg/kg)	汞 (µg/kg)	鐵 (%)
Measured conc.	0.207 ± 0.008	0.26 ± 0.003	16.1 ± 1.75	107.1 ± 10.1	32.63 ± 1.77	24.0 ± 0.003	157.5 ± 4.75	328 ± 8.11	48.6 ± 0.01	22.82 ± 0.12	0.61 ± 0.01	104.6 ± 0.25	4.04 ± 0.18
Certified Conc.	0.18	0.240	14.40	105.0	33.9	21.1	159.0	324.0	46.9	21.2	0.72	91	4.34
Accuracy	115 ± 4.6 %	107 ± 1.43%	112 ± 12.2 %	102 ± 9.6 %	96 ± 5.2 %	114 ± 0.02 %	99 ± 3.0 %	101 ± 2.5 %	104 ± 0.1 %	108 ± 0.6 %	84 ± 1.4 %	115 ± 0.3 %	93 ± 4.2 %

表 1.4.2.3. 加拿大 DORM -3 魚體生物參考樣品(reference material)重金屬元素分析之準確度

元 素	鎘 (mg/kg)	鉻 (mg/kg)	銅 (mg/kg)	鎳 (mg/kg)	鉛 (mg/kg)	鋅 (mg/kg)	汞 (mg/kg)
Measured conc.	0.221	1.75	18.58	1.30	0.381	49.87	0.41
Certified Conc.	0.29	1.89	15.5	1.28	0.395	51.3	0.38
Accuracy (%)	76.3	92.3	119.9	101.7	96.4	97.2	108.1

圖 1.4.2.1 本研究分析加拿大研究院所售之(A) SLRS-3 河口海水(B)MESS-3 海洋沉積物與(c) DORM-3 魚體生物參考樣品分析濃度與參考濃度對應圖



1.4.3 分析項目之檢測方法

1.水質分析方法

樣水運回實驗室後，在海洋大學分析水質項目有酸鹼度(pH)、溶氧量、生化需氧量、大腸桿菌、懸浮物濃度、總磷、磷酸鹽、矽酸鹽、亞硝酸鹽、硝酸鹽、氨氮、葉綠素甲、氰化物、總酚、總油脂量、礦物性油脂、溶解態重金屬(鎘、鉻(VI)、銅、鉛、鈷、鋅、鐵、汞)、甲基汞、沉積物粒徑、總有機碳與重金屬元素等分析，各水質分析方法原則上使用環保署所公告方法，若無公告方法，則參考美國環保署所公告方法或國際專業期刊所發表分析方法，例如溶解態鉻(VI)的分析則參考 Sirinawin and Westerlund (1997) 所發表，使用 Aliquat-336/ MIBK 溶劑萃取法，因海水有鹽度干擾，因此環保署所公告 W309.22A 方法無法應用於海水中溶解態鉻(VI)之分析(Sturgeon et al., 1980)。海水中揮發性有機化合物與半揮發性有機化合物樣水送至高雄海洋科技大學，委託海洋環境工程系林啟燦教授實驗室代為分析。各項水質參數分析方法與偵測下限列於表 1.4.3.1。此處需強調的是溶解態重金屬的分析，由於海水水體中溶解態重金屬元素的濃度極低($1\text{ }\mu\text{g/L}$ 或 $0.1\text{ }\mu\text{g/L}$)，因此在分析溶解態重金屬元素時，實驗室環境與使用的器材需特別清洗，以避免污染。重金屬樣水在分析前，先解凍並過濾(濾紙使用超純級硝酸酸洗過之 $0.4\text{ }\mu\text{m}$ Nuclepore 濾紙)，並加超純級硝酸(J.T.Baker Ultrex Brand)保存樣水(1000ml 海水/2 ml)，以作為溶解態鎘、銅、鐵、錳、鎳、鋅與汞等元素分析用。而鉻(VI)之分析則以過濾後之樣水立即分析，樣水不酸化，以避免產生物種變化，上述操作過程皆在 Class 100 之無塵台中進行。由於海水水體中溶解態重金屬元素的濃度極低，分析海水中重金屬元素需先作預濃縮處理，再使用電熱式原子吸收光譜儀(Perkin Elemer, Analyst 800)分析各元素濃度。本調查所用之重金屬與汞樣品瓶子，製造廠商為美國 Nalgene 公司，瓶子於採樣前需於實驗室中作處理。其方式如下：新瓶經 50%中性洗液(Riedel-de Haen)浸泡 7 天，而後以 MQ 水(去離子水)洗淨 3 次，再經 40 % (v/v)硝酸浸泡 7 天，然後再以 MQ 水洗淨 3 次，之後置於無塵室中 Class 100 之無塵台中吹乾，再以塑膠束口袋密封備用。

2.沉積物分析

各測站底質沉積物粒徑大小分析，先使用不同粒徑篩網篩選後，再使用雷射粒徑分析儀分析。沉積物樣品經水洗後，以不同粒徑篩網篩選後，烘乾稱

重以求取不同粒徑大小之重量百分比，泥以下之粒徑則置放於雷射粒徑分析儀分析，儀器可直接顯示粒徑大小百分比。沉積物之總有機碳分析係將樣品置於密閉盒中以濃鹽酸煙薰，使樣品中的無機碳反應成二氧化碳氣化，之後將煙薰後樣品烘乾，使用碳元素分析儀(Horiba EMIA-221V)測量樣品中剩餘之碳含量。重金屬元素之分析使用王水與氫氟酸加熱總消化方法，樣品消化後使用火焰式與石墨式原子吸收光譜儀(PE Analyst 800)分析消化液中重金屬元素濃度(NIEA-S321.63B)。

3.生物體重金屬分析

取同一物種生物樣品混合後在烤箱中以 80 °C 烘乾 72 小時，用瑪瑙研磨將樣品磨成粉末狀，以鐵弗龍燒杯稱取樣品約 3 g，加入 20 ml 王水試劑並靜置 24 小時，以加熱板 150 °C 加熱 6-10 小時使樣品完全溶解，樣品冷卻後，加入 5 ml 6N 硝酸溶解鐵弗龍燒杯之硝化樣品，並使用 MQ 純水稀釋至 20 ml。將此硝化液保存於 30 ml 的離心管中，離心管搖晃混合均勻後以離心機在 4000 rpm 離心五分鐘，將上層液倒入 30ml PP 試管，使用 Perkin-Elmer AA 800 石墨式原子吸收光譜儀分析待測物中鎘、鉻、銅、鎳、鉛、鋅等元素的濃度。

4.植物性浮游生物分析

各測站浮游植物之鑑定及計數是將中性福馬林保存之浮游植物樣本先攪拌均勻後，視量取 100 ml 至 200 ml 之水樣，放至沉澱管座上靜置 24 小時俾便充分沉澱，再以倒立光學顯微鏡(Nikon, model A300)觀察及計數浮游植物之種類數量。浮游植物盡可能鑑定至種，參考圖鑑及文獻包括有 Yamaji(1991)、Chihara and Murano(1997)等，所得數據亦換算成每公升海水內的浮游植物細胞密度後進行進一步之分析。

為瞭解此海域浮游植物群聚種類之豐富程度 (species richness) 及個體數在種間分配是否均勻，進行各測站浮游植物種歧異度指數 (Index of species diversity, H') 之估算。其公式如下：

$$H' = - \sum_{i=1}^n P_i \log_2 P_i$$

P_i : 為第 i 種生物之個體數和總個體數的比值

另以主成分分析 (Principal Component Analysis) 來判斷浮游動物及浮游植

物群聚之時空變異，並測定或收集該海域之水溫鹽及其他環境因子資料，以複迴歸分析來瞭解浮游植物和環境因子之相關性；此外，亦利用變方分析(ANOVA)檢視浮游動物植物豐度在時空上是否有顯著的異同，如有顯著差異存在，則再以鄧肯氏多變距分析法(Duncan's Multiple Range Test)來檢視其間的差異情形。

5.動物性浮游生物分析

樣本攜回實驗室，待母樣本充分混合後，分多次隨機吸取抽樣共 500 ~ 1,000 個體數的浮游動物子樣本。鑑定種類時將個別標本置於懸滴玻片上，滴入些許甘油與 70% 的酒精至溢過標本，置於解剖顯微鏡下，以 REGINE 電子級 5 號鑷子進行橈足類的附肢拆解 (Hamond, 1969)，再置於光學顯微鏡下觀察。鑑種與計數係參考文獻與圖鑑 (陳和章, 1965; 1974; 鄭等, 1965; 1982; 1991; Frost & Fleminger, 1968; Bradford et. al., 1983; Nishida, 1985; 李和方, 1990; Bradford-Grieve, 1994; Hattori et. al., 1997; 陳等, 1999)。若標本個體因未成熟、破損或缺乏足夠資料鑑定至種類時，則以所能鑑定出的最低之分類單位 (屬、科或目) 加以計數，完全無法鑑定則以 Unidentified 表示之。

浮游動物樣本經過鑑定及計數後，由流速流量計在採集過程時迴轉之次數，可換算出流經網口的總水體積與單位水體 (m^3) 內浮游動物的個體數，其轉換公式如下。

$$\text{INR} \times 0.3 (\text{m}) \times \pi r^2 (\text{m}) = \text{WVPN} (\text{m}^3)$$

INR: Indicated number of revolutions (流速流量計實際迴轉次數)

0.3: Hydrobios 單向流量計校正系數 (m/revolution)

πr^2 : π = 圓周率; r = 網口半徑 (m)

WVPN: Water Volume Passing Through a Plankton Net (流經網具之水體積 m^3)

$$[\text{SI} (\text{ind.}) / \text{SR}] \times \text{WVPN} (\text{m}^3) = \text{IW} (\text{ind.}/\text{m}^3)$$

SI: Subsample Individuals 浮游動物鑑定之總個體數目

SR: Subsample Rate 子樣本佔母樣本之比例

WVPN: 經過網口之總水體積 (m^3)

IW: Individuals in Water Volume 單位水體積的橈足類個體數

此外，於每站採樣拖網後，再以溫鹽深儀（海研二號 SBE 9/11 CTD；Sea-Bird Electronics Inc，Bellevue，Washington，USA）偵測各測站之溫鹽資料，待回至實驗室再以 Seasoft 軟體轉換為 ASCII 型資料以便比對。

另外對浮游動物種類與豐度採用適於生物群聚變遷分析的 Primer5.0(Clarke K. R. and R. N. Gorley, 2000. Primer-E Ltd.) 多變值統計軟體系統，利用各測站換算出之種類相似係數（similarity）進一步以 MDS（Non-metric multi-dimensional scaling）來表示各季節間的空間分佈趨勢。

5. 底棲生物及拖網漁獲

現場以網具於調查範圍進行調查，紀錄所有漁獲種類及數量。

6. 哺乳類動物

調查資料將就不同航線之間的中華白海豚目擊率、空間分佈、環境因子進行分析。計算在各航線上的總有效努力量，並將各航線上目擊的中華白海豚群體數量除以該航線上的有效努力量以得標準化的目擊率。依據目擊資料中的經緯度以地理資訊系統進行空間分佈定位。此外並分析海豚接觸位置的各項環境因子（水表溫度、鹽度、氫離子濃度、水深）。另外以 Taiwan Blue Chart v5 地圖資料(Garmin Corp., Taiwan)地圖，計算此接觸位置離海岸之最近距離。

表 1.4.3.1 各項水質分析之檢測方法與偵測極限

分析項目	檢驗方法	方法偵測極限
氫離子濃度	電極法(NIEA W424.52A)	0.01
溶氧	碘定量法(NIEA W422.52B)	<0.5 μ M
生化需氧量	水中生化需氧量檢測方法(NIEA W510.55B)	
懸浮固體	重量法(NIEA W210.57A)	0.01mg/L
大腸桿菌	濾膜法(NIEA E202.54B)	
氰化物	(NIEA W410.52A)	0.004 mg/L
總酚	分光光度計法(NIEA W521.52A)	0.004 mg/L
總油脂量	重量法(NIEA W505.51C)	0.5 mg/L
礦物性油脂	重量法(NIEA W505.51C)	0.05 mg/L
葉綠素甲	丙酮萃取法(NIEA E507.02B)	0.005 μ g/L
總磷	磷鉬酸分光光度計法(NIEA W444.51C)	0.01 μ M
磷酸鹽	磷鉬酸分光光度計法(NIEA W427.53B)	0.01 μ M
矽酸鹽	鉬矽酸鹽分光光度計法(NIEA W450.50B)	0.005 μ M
氨氮	靛酚比色法(NIEA W448.51B)	0.2 μ M
硝酸鹽	鎘銅環原流動注入分析法(NIEA W436.50C)	0.1 μ M
亞硝酸鹽	分光光度計法(W418.51C)	0.005 μ M
鎘	APDC/MIBK 萃取石墨式 AAS 法(NIEA W309.22A)	0.001 μ g/L
鈷	APDC/MIBK 萃取石墨式 AAS 法((NIEA W309.22A)	0.05 μ g/L
銅	APDC/MIBK 萃取石墨式 AAS 法((NIEA W309.22A)	0.01 μ g/L
鐵	APDC/MIBK 萃取石墨式 AAS 法((NIEA W309.22A)	0.05 μ g/L
鉛	APDC/MIBK 萃取石墨式 AAS 法((NIEA W309.22A)	0.001 μ g/L
鋅	APDC/MIBK 萃取石墨式 AAS 法((NIEA W309.22A)	0.004 μ g/L
砷	自動化連續流動式氫化物 AAS 法(NIEA W434.53B)	0.05 μ g/L
鉻(VI)	Aliquat-336/ MIBK 溶劑萃取法	0.04 μ g/L
汞	冷蒸氣原子螢光儀分析方法(NIEA W331 50B)	0.5 ng/L
甲基汞	冷蒸氣原子螢光儀分析方法((NIEA W540.50B)	0.5 ng/L
揮發性有機化合物	吹氣捕捉氣相層析質譜儀法(W785.54B)	
半揮發性有機化合物	半揮發性有機化合物氣相層析質譜儀法(W801.51B)	
沉積物重金屬元素	王水與氫氟酸加熱總消化 AAS 法(S321.63B)	

第二章 監測結果分析

2.1 水文及水質

2.1.1 水文及水質

100 年第四季調查各水質參數之濃度範圍列於表 2.1.1.1，各測站測得各水質參數濃度顯示於圖 2.1.1.1，各項水質參數簡述於下：

(1) 溫度

各測站水溫介於 25.14-26.87 °C，除了 2C、3C 與 4M 溫度稍低外，所有測站溫度分佈差異不大。

(2) 鹽度

各測站鹽度範圍為 31.258-33.742 psu，4M 測站鹽度最低，2C 與 3C 測站鹽度亦較低(32.00 psu 左右)，其餘測站鹽度約在 33.50 psu 附近，空間變化不明顯，4M、2C 與 3C 三測站應是受到新虎尾溪與濁水溪溪水影響，以致於鹽度較低。

(3) 酸鹼值

各測站酸鹼值範圍為 7.90-8.14，4M 測站酸鹼值相對較低，其餘測站空間分佈規律性不明顯。

(4) 溶氧量

各測站溶氧濃度範圍介於 7.10-8.04 mg/L，溶氧飽和度介於 107-121 %之間，空間分佈無規律性。

(5) 生物需氧量

各測站生物需氧量濃度範圍為 0.21-1.65 mg/L，空間分佈規律性不明顯，所有樣水之生物需氧量值均符合甲類海域水質標準。

(6) 大腸桿菌

各測站大腸桿菌含量介於 3-67 FC/100ml 之間，空間分佈較零亂 但較高值似乎出現在港內 1H-5H 測站。

(7) 濁度

各測站濁度範圍為 5.72-81.00 NTU，港內 1H-5H 測站濁度較低，其餘測站空間分佈規律性不明顯。

(8) 透明度

各測站透明度範圍為 0.8 – 2.2 m，離岸較遠測站，透明度較佳。

(9) 懸浮物濃度

各測站懸浮物濃度範圍為 6.15-127.3 mg/L，港內 1H-5H 測站懸浮物濃度較低，大都小於 10 mg/L，港外測站懸浮物濃度大都介於 50-100 mg/L 之間，顯示冬季氣候不佳，風浪大，有再懸浮作用產生，以致於海域懸浮物濃度較高。

(10) 氰化物

氰化物濃度範圍介於 < 4.0 - $8.7 \mu\text{g/L}$ ，只有少許樣品有偵測到氰化物濃度，多數樣品濃度小於探測下限 ($< 4.0 \mu\text{g/L}$)。

(11) 總酚

本季各測站總酚濃度大都小於探測下限 ($< 4.0 \mu\text{g/L}$)，只有少數測站有偵測出濃度，本季樣水中總酚濃度皆符合甲類海域標準值($< 10 \mu\text{g/L}$)。

(12) 總油脂量

各測站總油脂量濃度範圍為 5.2-77.2 mg/L，空間分佈零亂無規律性。

(13) 礦物性油脂量

各測站礦物性油脂濃度範圍為 0.4-6.00 mg/L，許多測站濃度超過甲類海域標準值($< 2 \text{ mg/L}$)，空間分佈無規律性。

(14) 葉綠素甲

各測站葉綠素甲濃度範圍為 0.19-1.68 $\mu\text{g/L}$ ，除了 2C、3C 與 4M 濃度稍高外(1-2 $\mu\text{g/L}$)，其餘測站濃度小於 0.5 $\mu\text{g/L}$ 。

(15) 磷酸鹽(PO_4^{3-})

各測站磷酸鹽濃度範圍為 0.05-10.9 μM ，除了 4M 測站濃度高達 10.9 μM 外，其餘測站濃度小於 0.5 μM ，4M 測站位於新虎尾溪口外，顯示新虎尾溪磷酸鹽污染嚴重，應受到肥料使用影響。

(16) 總磷(Total P)

各測站總磷濃度範圍為 0.33-12.04 μM ，結果與磷酸鹽同。

(17) 矽酸鹽[$\text{Si}(\text{OH})_4$]

各測站矽酸鹽濃度範圍為 3.94-39.78 μM ，2C、3C 與 4M 三測站濃度較高，與鹽度分佈相反，河水中矽酸鹽濃度高於 150 μM 以上，因此海水中矽酸鹽濃度與鹽度呈相反。

(18) 氨氮($\text{NH}_3\text{-NH}_4$)

各測站氨氮濃度範圍為 < 0.2 -89.2 μM ，除了 4M 測站濃度高達 89.2 μM 外，多數測站濃度小於 0.2 μM ，同磷酸鹽分佈，顯示新虎尾溪氨氮亦污染嚴重，應受到肥料使用影響。

(19) 亞硝酸鹽(NO_2^-)

各測站亞硝酸鹽濃度範圍 0.33-6.45 μM ，空間分佈規律性不甚明顯，但濁水溪口附近測站，濃度相對較低。

(20) 硝酸鹽(NO_3^-)

硝酸鹽濃度範圍為 2.87-15.63 μM ，港內 1H-5H 測站濃度似乎較高。

海洋中營養鹽（磷酸鹽、硝酸鹽、亞硝酸鹽和矽酸鹽）為海洋浮游生物生長所必需之化學物質，海洋中磷酸鹽及矽酸鹽的主要來源為陸上岩石礦物風化經由河流輸入至海域，而硝酸鹽的主要來源為細菌的固氮作用(Millero, 1996)。雖然矽鋁礦物之溶解度低，但因為矽為矽鋁礦物之主要成份，因此全球河水中之矽酸鹽濃度約介於 150-250 μM 之間(Edwards and Liss, 1973)，矽酸鹽在環境中的污染源極少，因此海水中矽酸鹽濃度的多寡完全取決於河水及海水的混合，與鹽度呈反比。河水中之磷酸鹽含量主要來自於磷灰石礦物之風化，但磷灰石礦物溶解度較低，且易被鐵錳等氧化物吸附，因此未被污染河水中之磷酸鹽濃度大都小於 1 μM (Millero, 1996)。由於海洋中的營養鹽會被浮游植物利用和與懸浮物質產生吸附及脫附作用，因此在未遭受嚴重污染的自然海域其表層海水中所含的營養鹽濃度範圍如下：磷酸鹽 0.0 -1.0 μM ，矽酸鹽 0.0 - 10 μM ，硝酸鹽 0.0 - 5 μM (Millero, 1996)。海水中之氮氮濃度很低(< 0.5 μM)，而且氮氮之分析方法偵測極限較高，不易分析，只有在污染缺氧的河口海域，氮氮濃度才會較高，海水中之亞硝酸鹽濃度通常亦小於 2 μM ，在熱力學上，氮氮與亞硝酸鹽為無機氮之不穩定物種，易被氧化成硝酸鹽，因此濃度較硝酸鹽為低。

2.1.2 溶解態重金屬元素

(1) 銀

各測站銀濃度範圍為 0.41-14.72 ng/L，空間分佈無規律性。

(2) 鎘

各測站鎘濃度範圍為 11.57-66.1 ng/L，最高濃度出現在 1B 測站，大部份測站濃度介於 20-30 ng/L 之間。

(3) 鉻(VI)

各測站鉻(VI)濃度範圍為 0.16-0.32 $\mu\text{g/L}$ ，大部份測站濃度為 0.2 $\mu\text{g/L}$ 左右。

(4) 鈷

各測站鈷濃度範圍為 0.01-0.13 $\mu\text{g/L}$ ，港內 1H-5H 測站濃度較高，其餘大部份測站濃度為 0.03 $\mu\text{g/L}$ 左右。

(5) 銅

各測站銅濃度範圍為 0.23-0.72 $\mu\text{g/L}$ ，最高濃度出現在 2B 測站，而 2C、3C 與 4M 測站濃度稍高一些，大部份測站濃度介於 0.4 $\mu\text{g/L}$ 左右。

(6) 鎳

各測站鎳濃度範圍為 0.32-1.21 $\mu\text{g/L}$ ，空間分佈較零亂。

(7) 鉛

各測站鉛濃度範圍為 0.002-0.048 $\mu\text{g/L}$ ，大部份測站濃度小於 0.03 $\mu\text{g/L}$ ，空間分佈無規律性。

(8) 鋅

各測站鋅濃度範圍為 0.09-0.76 $\mu\text{g/L}$ ，空間分佈無規律性。

(9) 鐵

各測站鐵濃度範圍為 1.31-5.15 $\mu\text{g/L}$ ，空間分佈較零亂。

(10) 砷

各測站砷濃度範圍為 0.89-2.53 $\mu\text{g/L}$ ，最高濃度出現在 4M 測站，大部份測站濃度約在 1.0 $\mu\text{g/L}$ 左右。

(11) 硒

各測站硒濃度範圍為 0.07-0.20 $\mu\text{g/L}$ ，大部份測站濃度介於 0.1-0.2 $\mu\text{g/L}$ 之間。

(12) 汞

各測站汞濃度範圍為 0.91-25.7 ng/L ，港內 1H-5H 測站濃度較高，大部份測站濃度小於 10 ng/L 。

(13) 甲基汞

本季共調查 22 個測站表層水甲基汞濃度，濃度範圍為 <0.05-0.12 ng/L ，有三個樣水有偵測到濃度，其餘皆小於探測下限 0.05 ng/L 。

海水中溶解態重金屬元素依其濃度含量可分成四組：鐵、錳、鋅及砷濃度範圍為 1-10 $\mu\text{g/L}$ ；鉻、銅、及鎳濃度範圍為 0.1-1 $\mu\text{g/L}$ ；鎘、鈷及鉛濃度範圍為 0.01-0.1 $\mu\text{g/L}$ ；及汞濃度範圍為 0.001-0.01 $\mu\text{g/L}$ (Burton and Statham, 1990; Donat and Bruland, 1995)，因此一般不污染嚴重海域之溶解態重金屬元素濃度

均遠小於環保署所定之法規標準，如表 2.3.1.1 所示。100 年第二季台塑麥寮海域所測得水質，除了許多測站之礦物性油脂濃度超過甲體水域標準值外，其餘各項水質濃度資料皆符合行政院環保署所規範之甲類海域海洋環境品質標準。

2.1.3 海水中揮發性及半揮發性有機化合物 (VOC & sVOC)

海水中揮發性及半揮發性有機化合物樣水，委託高雄海洋科技大學分析，每個樣水共分析 59 種揮發性有機化合物及 105 種半揮發性有機化合物，在揮發性有機化合物方面，各測站皆可偵測到二氯甲烷，其濃度範圍為 20.6-153.8 $\mu\text{g/L}$ ，最高濃度出現在 3C 測站，大部份測站濃度介於 25-50 $\mu\text{g/L}$ 之間，港內 1H-5H 測站濃度稍高一些(圖 2.1.3.1)，其餘 58 種揮發性有機化合物濃度皆低於探測下限。而樣水中 105 種半揮發性有機化合物濃度大都低於探測下限。

表 2.1.1.1 100 年第四季麥寮海域各測站各項水質資料濃度範圍

各項水質	溫度 (°C)	鹽度 (psu)	pH	溶氧量 (mg/L)	生物需氧量 (mg/L)	濁度 (ntu)	大腸桿菌 (FC/100ml)	懸浮固體 (mg/L)	氟化物 (µg/L)	總酚 (µg/L)	總油脂量 (mg/L)	礦物性油脂量 (mg/L)	葉綠素甲 (µg/L)	磷酸鹽 (µM)	總磷 (µM)	矽酸鹽 (µM)
Min	25.14	31.26	7.90	7.10	0.21	5.72	3.00	6.15	ND	ND	ND	0.40	0.19	0.05	0.33	3.94
Max	26.87	33.74	8.14	8.04	1.65	81.00	67.00	127.29	8.70	6.02	77.20	6.00	1.68	10.93	12.04	39.78
Mean	26.24	33.49	8.06	7.67	0.78	31.87	26.20	53.43	6.49	3.56	34.90	2.23	0.37	0.40	0.74	8.50
甲體海域標準	未定	未定	7.5-8.5	≥5.0	≤2.0	未定	未定	10	10	10	未定	2	未定	≤1.6	未定	未定

表 2.1.1.1 100 年第四季麥寮海域各測站各項水質資料濃度範圍…續

各項水質	氨氮 (µM)	亞硝酸鹽 (µM)	硝酸鹽 (µM)	銀 (ng/L)	鎘 (ng/L)	鉻(VI) (µg/L)	鈷 (µg/L)	銅 (µg/L)	鎳 (µg/L)	鉛 (µg/L)	鋅 (µg/L)	鐵 (µg/L)	砷 (µg/L)	汞 (ng/L)	甲基汞 (ng/L)
Min	ND	0.33	2.87	0.41	11.57	0.16	0.01	0.23	0.32	0.002	0.09	1.31	0.89	0.91	ND
Max	89.19	6.45	15.63	14.72	66.06	0.32	0.13	0.72	1.21	0.048	0.76	5.15	2.53	25.70	0.12
Mean	11.15	1.64	8.54	7.63	25.80	0.21	0.05	0.37	0.69	0.021	0.33	3.72	1.13	5.64	未計算
甲體海域標準	21.4	未定	未定	未定	10000	50	未定	30	未定	100	500	未定	50	2000	未定

圖 2.1.1.1 100 年第四季麥寮海域各測站各項水質濃度分佈

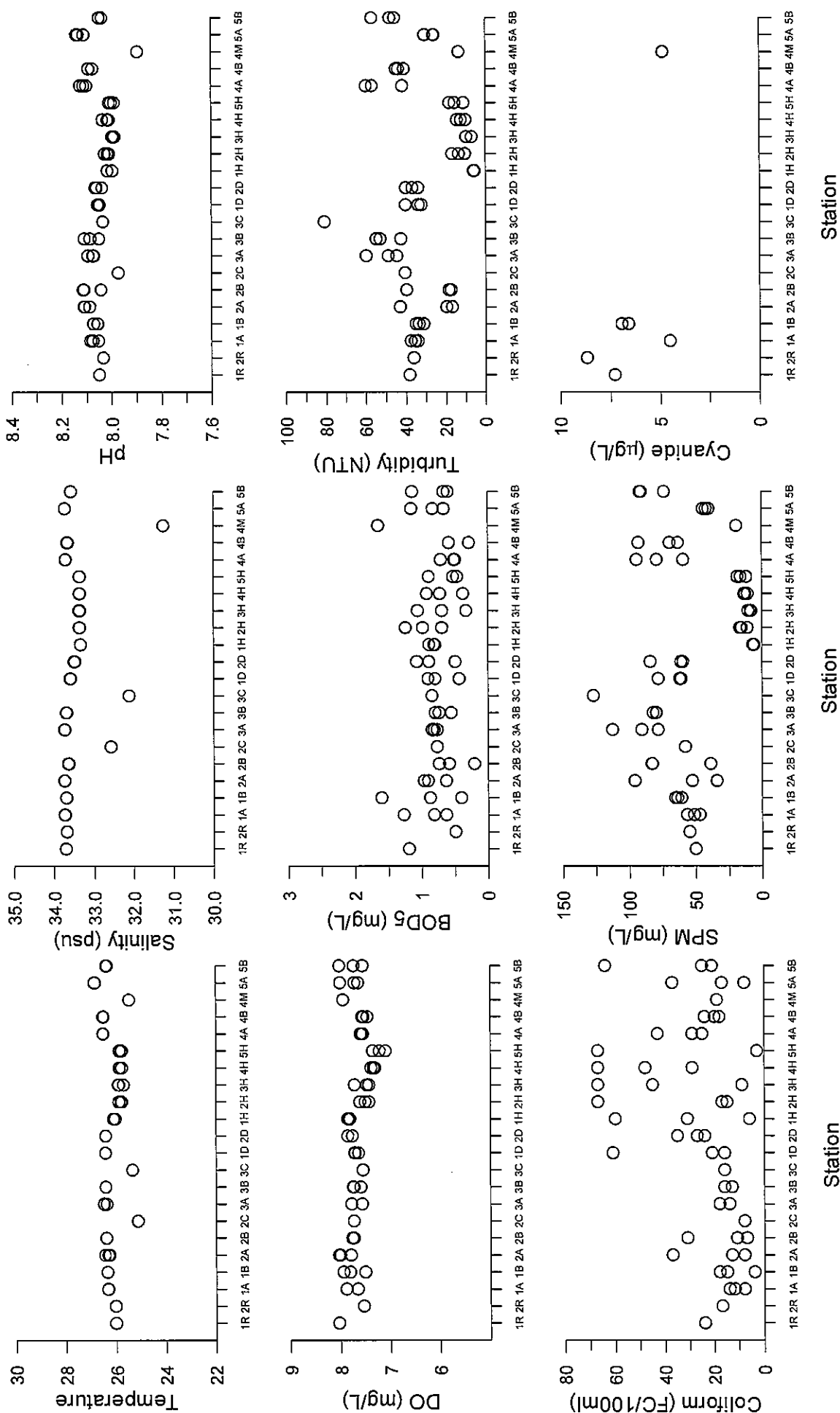


圖 2.1.1.1 100 年第四季麥寮海域各測站各項水質濃度分佈.....續

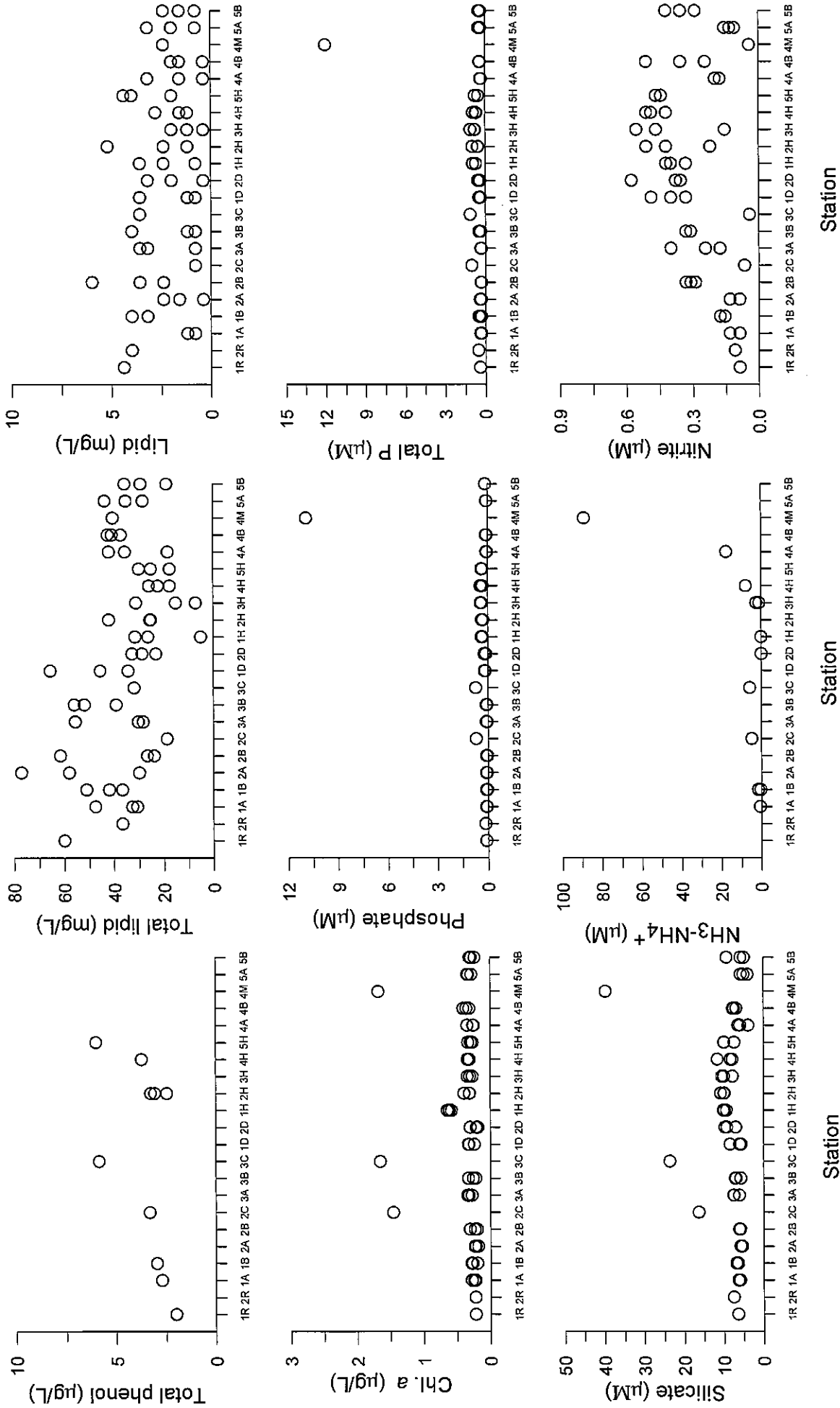


圖 2.1.1.1 100 年第四季麥寮海域各測站各項水質濃度分佈.....續

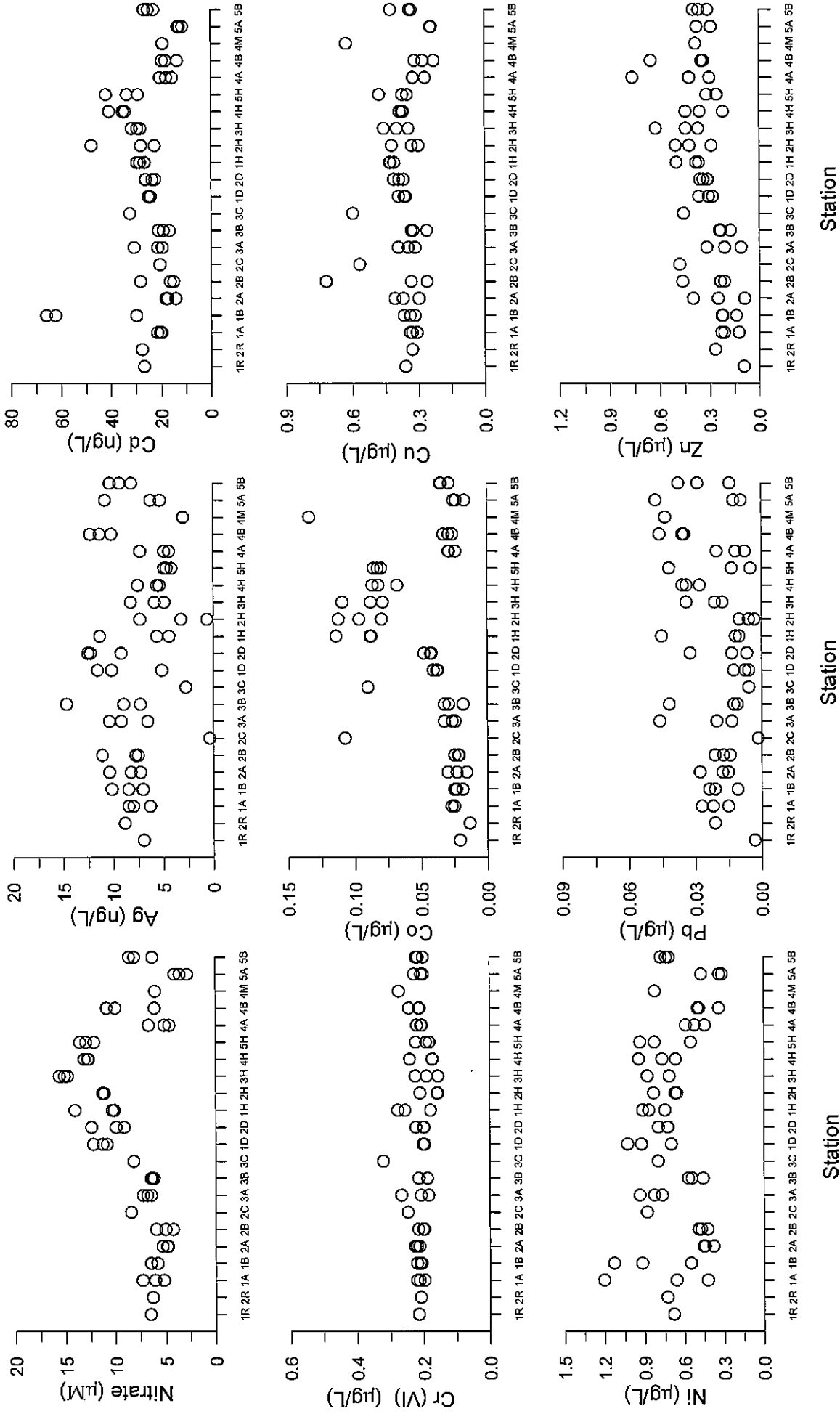


圖 2.1.1.1 100 年第四季麥寮海域各測站各項水質濃度分佈.....續

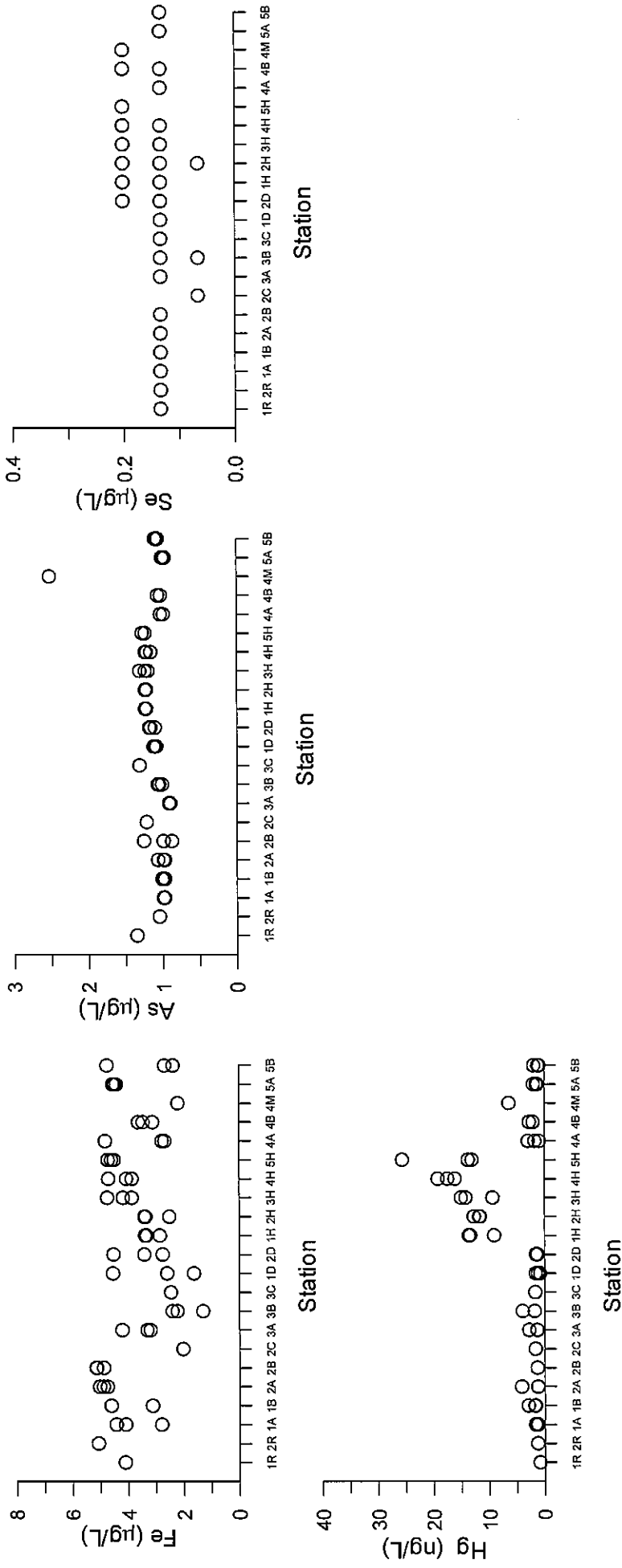
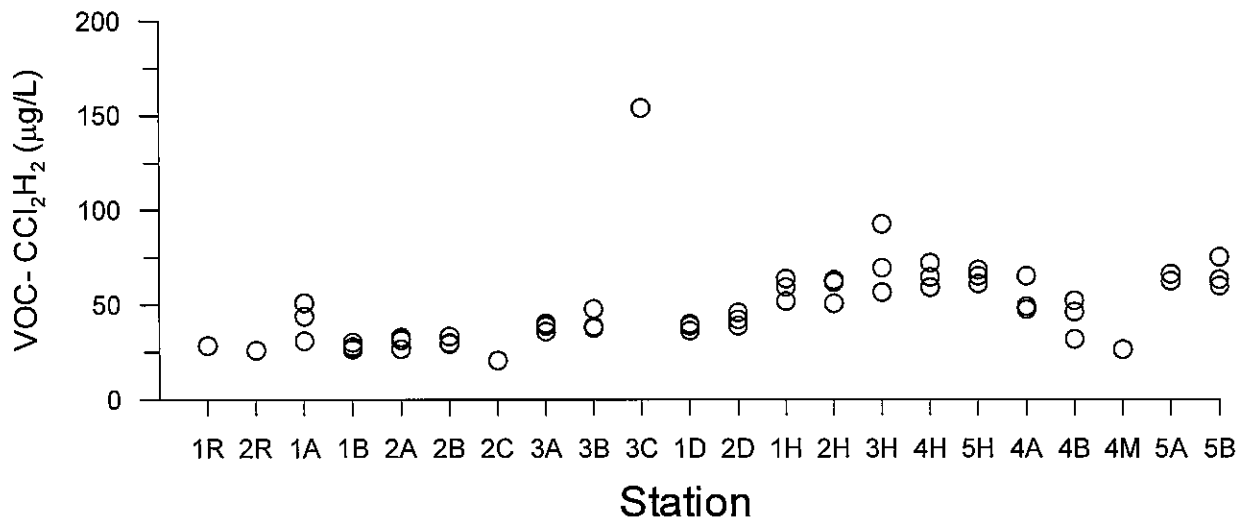


圖 2.1.3.1 100 年第四季麥寮海域各測站海水中揮發性有機化合物二氯甲烷
濃度分佈



2.2 海域生態

2.2.1 沉積物粒徑與重金屬分析

各測站沉積物粒徑分析結果整理於表 2.2.1.1 並顯示於圖 2.2.1.1，2R、4A、5A 與 5B 等 4 個測站其沉積物粒徑大小屬於中等粗砂(0.5 mm-0.25 mm)，1R、1A、1B、2A、2B、3A、3B、1D、2D 及 4M 等 10 個測站其沉積物粒徑大小屬於細砂(0.25 mm-0.0625 mm)，而港內五個測站 1H-5H 及 4B 等 6 個測站其沉積物粒徑大小屬於泥(< 0.031 mm)。本季調查結果與 99 年第四季粒徑相異，99 年第四季各測站粒徑並無中等粗砂成份，只有細砂與泥，顯示這些測站海域受到海流與潮汐影響大，其沉積環境變化較明顯，並不是一個穩定的海域。

各測站沉積物總有機碳與重金屬元素濃度範圍整理於表 2.2.1.2，各測站各元素濃度詳列於表 2.2.1.3 並顯示於圖 2.2.1.2，各元素敘述如下：

(1) 總有機碳

各測站總有機碳濃度範圍為 0.16-0.60 %，港內 1H-5H 測站濃度較港外測站濃度高，空間分佈趨勢明顯。因港內 1H-5H 測站其沉積物粒徑大小屬於泥，顆粒越細，相對表面積越大，濃度越高，因此從本計畫調查至今，均發現港內 1H-5H 測站之總有機碳濃度皆較港外測站為高。

(2) 銀

各測站銀濃度範圍為 0.02-0.17 mg/kg，最高濃度在 4M 測站，與磷酸鹽與氮氮相同，4M 測站高值應受新虎尾溪口污染影響所致，大部份測站的濃度 < 0.05 mg/kg，美國 NOAA 未訂定此元素對生物產生副作用之最低濃度值(Long et al., 1995)。

(3) 鎘

各測站鎘濃度範圍為 0.033-0.273 mg/kg，最高濃度亦在 4M 測站，大部份測站濃度 < 0.08 mg/kg，港內 1H-5H 測站濃度較港外測站濃度稍高一些，各測站濃度均未超過美國 NOAA 所定對生物產生副作用之最低濃度值(1.2 mg/kg ; Long et al., 1995)。

(4) 鈷

各測站鈷濃度範圍為 6.23-24.15 mg/kg，大部份測站濃度 < 15 mg/kg，港內 1H-5H 測站濃度較港外測站濃度高，美國 NOAA 未訂定此元素對生物產生副作用之最低濃度值(Long et al., 1995)。

(5) 鉻

各測站鉻濃度範圍為 54.8-166.7 mg/kg，港內 1H-5H 測站濃度較港外測站高，大部份測站濃度超過美國 NOAA 所定對生物產生副作用之最低濃度值 (81 mg/kg; Long et al., 1995)。

(6) 銅

各測站銅濃度範圍為 5.12-27.36 mg/kg，大部份測站濃度小於 10 mg/kg，港內 1H-5H 測站濃度較高，各測站濃度均未超過美國 NOAA 所定對生物產生副作用之最低濃度值 (34 mg/kg; Long et al., 1995)。

(7) 錳

各測站錳濃度範圍為 101-487 mg/kg，港內 1H-5H 測站濃度較港外測站高，港外測站濃度約為 200 mg/kg，港內 1H-5H 與 4B 等 6 個測站濃度較高，美國 NOAA 未訂定此元素對生物產生副作用之最低濃度值 (Long et al., 1995)。

(8) 鎳

各測站鎳濃度範圍為 14.4-38.4 mg/kg，濃度空間分佈不是很明顯，許多測站之鎳濃度均高於美國 NOAA 所定對生物產生副作用之最低濃度值 (20.9 mg/kg; Long et al., 1995)。

(9) 鉛

各測站鉛濃度範圍為 10.1-69.0 mg/kg，大部份測站濃度小於 40 mg/kg，港內 1H-5H 測站濃度均 > 40 mg/kg，有四個測站濃度超過美國 NOAA 所定沉積物鉛元素對生物產生副作用之最低濃度值 (46.7 mg/kg; Long et al., 1995)。

(10) 鋅

各測站鋅濃度範圍為 27.9-90.1 mg/kg，大部份測站濃度小於 50 mg/kg，港內 1H-5H 測站濃度較港外測站濃度高，各測站濃度均低於美國 NOAA 所定對生物產生副作用之最低濃度值 (150 mg/kg; Long et al., 1995)。

(11) 鐵

各測站鐵濃度範圍為 3.00-3.60%，濃度空間分佈差異性小，美國 NOAA 未訂定此元素對生物產生副作用之最低濃度值 (Long et al., 1995)。

(12) 砷

各測站砷濃度範圍為 9.46-23.84 mg/kg，大部份測站濃度 > 10mg/kg，港內 1H-5H 測站濃度較港外測站濃度稍高一些，本季所有測站濃度超過美國 NOAA 所定對生物產生副作用之最低濃度值 (8.2 mg/kg; Long et al.,

1995)。

(13) 硒

各測站硒濃度範圍為 0.09-0.20 mg/kg，空間分佈趨勢不明顯，美國 NOAA 未訂定此元素對生物產生副作用之最低濃度值(Long et al., 1995)。

(14) 汞

各測站汞濃度範圍為 5.36-82.96 $\mu\text{g/kg}$ ，大部份測站濃度小於 30 $\mu\text{g/kg}$ ，較高濃度均在港內 1H-5H 測站，各測站濃度均低於美國 NOAA 所定對生物產生副作用之最低濃度值(150 $\mu\text{g/kg}$; Long et al., 1995)。

(15) 鋁

各測站鋁濃度範圍為 2.22-6.40 %，港內 1H-5H 測站濃度較港外測站稍高一些，美國 NOAA 未訂定此元素對生物產生副作用之最低濃度值(Long et al., 1995)。

主成份分析 (Principal component analysis) 數理統計，近幾年來被廣泛應用於環境生態調查，探討環境各變數間之差異性與主要影響之變數。本調查應用主成份分析統計方法，來計算 100 年第四季沉積物粒徑重金屬元素之統計，將統計參數依其第一與第二主成分之係數數值畫於座標上(圖 2.2.1.3)。圖形顯示除了砷、鎘與銀元素外，所有分析的元素幾乎與粒徑泥與總有機碳位於聚在一起，顯示這些元素受粒徑大小及總有機碳影響較大，如前所述，顆粒越細，相對表面積越大，濃度越高，因此港內 1H-5H 等 5 個測站之沉積物重金屬元素濃度皆較港外測站濃度為高，此乃空間分佈明顯之原因。

未污染海域沉積物重金屬元素濃度範圍差異不小，例如世界各地海域中錳元素濃度範圍約為 200-800 mg/kg (Fang et al., 2009)，然而在西伯利亞之 Leptev Sea, Nolting et al. (1996)調查此海域中之錳濃度可高達 5400 mg/kg，比一般海域高出近 10 倍，造成 Leptev Sea 錳濃度很高之原因，為 Leptev 河口處之地球化學作用影響所致，與污染無關。海域沉積物重金屬元素濃度高低，無法實際反應出海域之污染情況，因海域沉積物重金屬含量多寡，受到許多因素影響，如海域沉積環境、沉積物來源、粒徑大小、有機碳含量、地球化學作用與有無污染等等因素(Luoma, 1990)。欲瞭解海域沉積物重金屬元素是否有受到污染影響，研究調查常使用富集程度(enrichment factor)來判斷海域受污染之指標，富集程度(EF)的定義為 $(M/Al)_S/(M/Al)_R$ ，其中 $(M/Al)_S$ 為調查樣品之

重金屬元素對鋁元素濃度之比值，而 $(M/Al)_R$ 為參考樣品之重金屬元素對鋁元素濃度之比值，參考樣品重金屬元素濃度資料，學者常使用之文獻資料為全球地表礦物元素濃度(Wedepohl, 1995)，其元素濃度(mg/kg)如下: Al, 77440; Ag, 0.055; As, 2; Cd, 0.102; Cr, 35; Co, 11.6; Cu, 14.3; Fe, 30890; Mn, 527; Ni, 18.6; Pb, 17; Zn, 52; Hg, 0.056; 及 Se, 0.083，利用這些資料及表 2.2.1.3 所列 100 年第四季麥寮海域各測站沉積物重金屬元素濃度資料計算各測站之富集程度，所得結果顯示於表 2.2.1.4 與圖 2.2.1.4，這些元素的富集程度以砷最高，富集值範圍為 8.6-24.6(平均值 15.1)，其次為鉻其富集值範圍為 3.4-10.5(平均值 5.6)，顯示此海域有遭受到此兩元素之污染，而鉛之富集值範圍為 1.2-5.99(平均值 3.6)，顯示此海域遭受到鉛元素輕微污染，其它元素之富集程度值小於 3 以下，顯示未遭受到污染或是污染不明顯。中山大學洪佳章教授調查高屏外海表層沉積物中之砷濃度範圍為 11.2-15.7 mg/kg (Hung et al., 2009)，濃度亦超過美國 NOAA 所定對生物產生副作用之最低濃度值(8.2 mg/kg)，台灣南部地質含有較高濃度砷元素，以致於造成嘉義台南沿海之烏腳病事件，西南部海域沉積物含有較高濃度之砷元素，可能是自然因素佔主因，污染佔次要因素。

表 2.2.1.1 100 年第四季台塑麥寮海域沉積物粒徑分析-粒徑百分比

站 名	medium sand (中等粗砂)	fine sand (細砂)	silt (極細砂)	mud (泥)	粒徑屬性
1R	45.49	50.00	3.60	0.91	細砂
2R	49.13	48.07	2.02	0.77	中等粗砂
1A	4.86	84.05	9.07	2.02	細砂
1B	9.52	79.33	10.10	1.05	細砂
2A	8.18	70.36	17.84	3.63	細砂
2B	6.64	66.77	21.76	4.83	細砂
3A	2.99	70.38	19.34	7.29	細砂
3B	4.12	75.71	16.99	3.18	細砂
1D	9.33	72.38	15.84	2.45	細砂
2D	14.61	74.82	8.15	2.42	細砂
1H	1.07	10.25	6.69	82.00	泥
2H	1.28	10.14	7.73	80.86	泥
3H	0.37	11.58	9.34	78.71	泥
4H	1.11	9.80	6.43	82.66	泥
5H	0.78	8.90	9.13	81.20	泥
4A	68.63	30.60	0.11	0.65	中等粗砂
4B	38.53	8.50	12.82	40.15	泥
4M	35.51	54.96	2.99	6.54	細砂
5A	40.46	15.84	17.37	26.33	中等粗砂
5B	88.50	11.01	0.12	0.37	中等粗砂

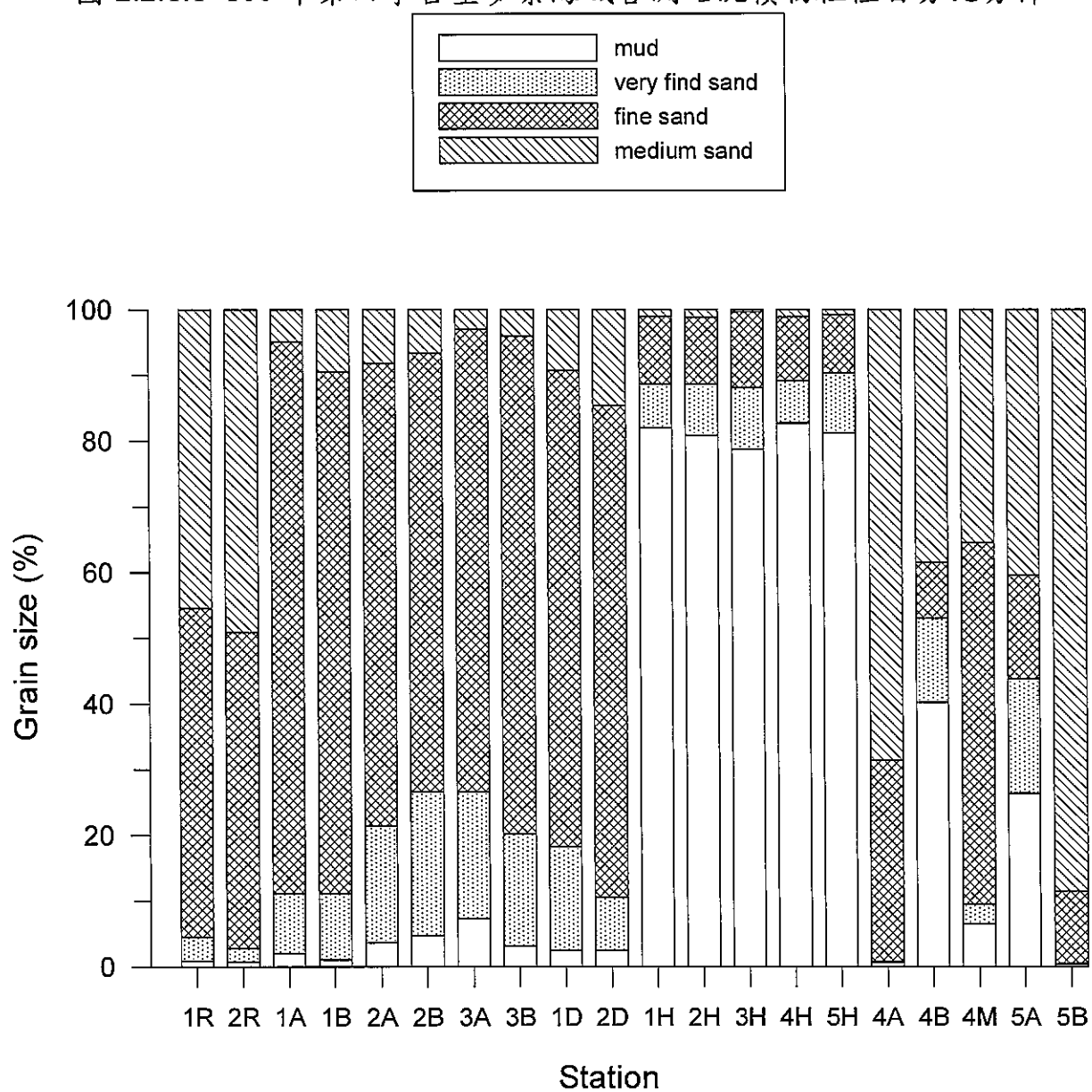
medium sand: 粒徑 0.5mm-0.25mm

fine sand: 粒徑 0.25mm-0.0625mm

silt: 粒徑 0.0625mm-0.031mm

mud: 粒徑 < 0.031mm

圖 2.2.1.1 100 年第四季台塑麥寮海域各測站沉積物粒徑百分比分佈



medium sand: 粒徑 0.5mm-0.25mm
 fine sand: 粒徑 0.25mm-0.0625mm
 silt: 粒徑 0.0625mm-0.031mm
 mud: 粒徑 < 0.031mm

表 2.2.1.2 100 年第四季麥寮海域沉積物重金屬元素濃度範圍與台灣周遭近岸海域沉積物重金屬濃度之比較

研究區域	沉積物 樣品	消化 方法	銀 (mg/kg)	鎘 (mg/kg)	鉻 (mg/kg)	銅 (mg/kg)	錳 (mg/kg)	鎳 (mg/kg)	鉛 (mg/kg)	鐵 (%)	鋅 (mg/kg)	砷 (mg/kg)	汞 (μg/kg)
麥寮海域	所有 樣品	王水/ 氫氟酸	0.02-0.17	0.03-0.27	54.8-166.7	5.1-27.4	101-487	14.4-38.4	10.1-69	3.00-3.60	27.9-90.1	9.5-23.8	5.4-83.0
核二廠附近 海域 ¹	100 mesh	王水/ 氫氟酸	N.D.	0.74-1.74	4.77-15.0	10.7-14.6	403-676	10.52-152	23.3-32.1	2.06-2.62	36.5-60	N.D.	N.D.
淡水河 ²	所有 樣品	HNO ₃ / HF	N.D.	N.D.	N.D.	8.1-12.1	362-1175	19-31	18-21	2.7-3.5	69-96	N.D.	N.D.
大肚溪 ³	所有 樣品	王水/ 氫氟酸	N.D.	N.D.	N.D.	8.7-25.2	N.D.	22-63	17-30	1.5-2.8	59-113	N.D.	N.D.
曾文溪 ⁴	所有 樣品	IN HCl	N.D.	N.D.	N.D.	0.4-16.7	186-625	2.1-10.2	0.7-21.8	0.4-1.5	3.6-56.4	N.D.	N.D.
台南沿海 ³	所有 樣品	王水/ 氫氟酸	N.D.	N.D.	N.D.	6.3-23.8	N.D.	16-56	11-28	1.4-2.6	41-92	N.D.	N.D.
二仁溪 ⁵	所有 樣品	硝酸/ 氫氟酸	N.D.	N.D.	N.D.	15.7-55.5	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	67-97	N.D.	N.D.
高雄港 ⁶	<63 μm	硝酸/ 氫氟酸	N.D.	N.D.	N.D.	343-505	N.D.	N.D.	92-140	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
*環保署土壤法規標準 ⁷													
海域沉積物重金屬對生物毒性 影響最小參考值 (ERL) ⁸			未定	20	250	400	未定	200	2000	未定	2000	60	20000
海域沉積物重金屬對生物毒性影響 中間參考值 (ERM) ⁸			未定	1.2	81	34	未定	20.9	N.D.	未定	150	8.2	150
			未定	9.6	370	270	未定	51.6	N.D.	未定	410	70	710

ND: not determined; 1.Fang (2006), 2.Tseng (1990), 3.Lee et. al. (1998), 4.Fang & Hong (1999), 5.Hung et. al. (1993), 6.Chen & Wu (1995), 7.環保署土壤法規, 8.Long et.al.(1995)
 ERL: Incidence of adverse biological effect range-low (Long et al., 1995; USA NOAA)
 ERM: Incidence of adverse biological effect range-median (Long et al., 1995; USA NOAA)

表 2.2.1.3 100 年第四季台塑麥寮海域各測站沉積物重金屬元素濃度

站 名	TOC (%)	Ag (μg/g)	Cd (μg/g)	Co (μg/g)	Cr (μg/g)	Cu (μg/g)	Mn (μg/g)	Ni (μg/g)	Pb (μg/g)	Zn (μg/g)	Fe (%)	As (μg/g)	Se (μg/g)	Hg (ng/g)	Al (%)
1R	0.16	0.024	0.039	6.37	67.12	6.27	164	14.95	20.18	33.89	3.13	15.18	0.130	10.76	2.90
2R	0.17	0.031	0.050	10.81	82.09	6.39	156	15.23	41.13	36.06	3.17	14.92	0.116	6.12	3.68
1A	0.19	0.031	0.050	14.42	65.15	7.30	181	21.76	19.59	37.80	3.00	9.56	0.158	14.50	4.31
1B	0.19	0.020	0.033	6.50	54.80	5.12	101	22.88	30.89	27.91	3.12	10.16	0.150	14.52	2.35
2A	0.25	0.032	0.052	12.54	79.34	7.41	194	22.08	19.88	41.87	3.12	13.22	0.096	24.71	3.37
2B	0.23	0.038	0.061	10.84	82.27	7.68	201	15.27	20.61	41.30	3.23	9.46	0.100	18.88	3.52
3A	0.25	0.044	0.071	12.94	81.88	8.92	234	22.79	30.77	46.24	3.29	11.85	0.116	22.38	4.09
3B	0.23	0.043	0.070	16.74	92.69	8.65	184	22.11	29.86	46.92	3.17	11.61	0.113	16.86	4.32
1D	0.25	0.041	0.066	12.42	91.64	8.56	192	21.86	29.52	44.36	3.14	11.17	0.127	14.18	3.79
2D	0.23	0.046	0.074	12.63	79.90	7.46	185	14.82	30.02	42.46	3.16	9.98	0.097	21.74	4.02
1H	0.50	0.054	0.087	19.64	151.84	23.20	327	38.42	51.87	77.34	3.59	16.59	0.168	73.79	4.03
2H	0.49	0.054	0.087	22.72	130.65	19.52	341	21.82	58.92	79.57	3.41	16.79	0.159	57.22	5.44
3H	0.47	0.051	0.081	20.73	118.06	17.14	300	21.91	69.01	70.59	3.37	13.01	0.127	59.94	5.70
4H	0.59	0.074	0.119	24.15	166.67	27.23	487	30.93	62.63	90.12	3.60	18.13	0.202	82.96	6.40
5H	0.60	0.072	0.116	23.16	159.85	27.36	391	29.66	40.05	85.55	3.56	15.48	0.194	80.88	4.57
4A	0.36	0.045	0.073	16.36	90.57	8.46	359	14.40	19.45	51.86	3.23	20.17	0.141	16.69	3.33
4B	0.44	0.058	0.094	16.95	120.61	13.76	372	22.38	10.07	69.15	3.44	21.16	0.146	24.78	3.91
4M	0.29	0.169	0.273	6.23	105.12	8.59	225	14.63	19.75	50.34	3.26	12.98	0.128	25.23	2.22
5A	0.22	0.027	0.044	14.21	77.06	7.19	262	21.45	19.31	40.39	3.13	23.84	0.094	5.36	3.75
5B	0.25	0.035	0.057	10.79	95.54	6.37	289	22.79	20.52	49.27	3.31	19.60	0.099	7.06	3.95

表 2.2.1.4 100 年第四季台塑麥寮海域各測站沉積物重金屬元素富集程度

站 名	Ag	Cd	Co	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Zn	Fe	As	Se	Hg
1R	1.17	1.01	1.46	5.12	1.17	0.83	2.14	3.17	1.74	2.70	20.24	4.20	0.51
2R	1.17	1.02	1.96	4.93	0.94	0.62	1.72	5.09	1.46	2.15	15.68	2.95	0.23
1A	1.01	0.88	2.23	3.35	0.92	0.62	2.10	2.07	1.31	1.75	8.60	3.43	0.47
1B	1.22	1.05	1.85	5.16	1.18	0.63	4.06	5.99	1.77	3.33	16.76	5.96	0.86
2A	1.35	1.17	2.48	5.21	1.19	0.85	2.73	2.69	1.85	2.32	15.18	2.67	1.02
2B	1.52	1.32	2.05	5.16	1.18	0.84	1.80	2.66	1.74	2.30	10.40	2.65	0.74
3A	1.52	1.31	2.11	4.43	1.18	0.84	2.32	3.43	1.68	2.02	11.21	2.65	0.76
3B	1.41	1.23	2.59	4.74	1.08	0.62	2.13	3.15	1.62	1.84	10.40	2.43	0.54
1D	1.52	1.32	2.19	5.35	1.22	0.74	2.40	3.55	1.74	2.08	11.40	3.13	0.52
2D	1.60	1.39	2.10	4.40	1.00	0.67	1.54	3.40	1.57	1.97	9.61	2.26	0.75
1H	1.90	1.65	3.26	8.34	3.12	1.19	3.97	5.87	2.86	2.24	15.95	3.89	2.54
2H	1.39	1.21	2.79	5.32	1.94	0.92	1.67	4.94	2.18	1.57	11.96	2.73	1.46
3H	1.25	1.08	2.43	4.58	1.63	0.77	1.60	5.52	1.84	1.48	8.84	2.09	1.46
4H	1.62	1.41	2.52	5.76	2.30	1.12	2.01	4.46	2.10	1.41	10.96	2.95	1.80
5H	2.23	1.93	3.39	7.75	3.24	1.26	2.70	4.00	2.79	1.96	13.13	3.97	2.46
4A	1.91	1.66	3.28	6.03	1.38	1.59	1.80	2.66	2.32	2.43	23.48	3.97	0.70
4B	2.10	1.82	2.89	6.83	1.91	1.40	2.38	1.17	2.63	2.21	20.95	3.50	0.88
4M	10.72	9.30	1.87	10.45	2.09	1.49	2.74	4.04	3.37	3.67	22.58	5.36	1.57
5A	1.03	0.89	2.53	4.55	1.04	1.03	2.38	2.35	1.61	2.10	24.64	2.33	0.20
5B	1.26	1.09	1.82	5.35	0.87	1.08	2.40	2.36	1.86	2.10	19.19	2.35	0.25

圖 2.2.1.2 100 年第四季麥寮海域各測站沉積物重金元素與總有機碳濃度分佈

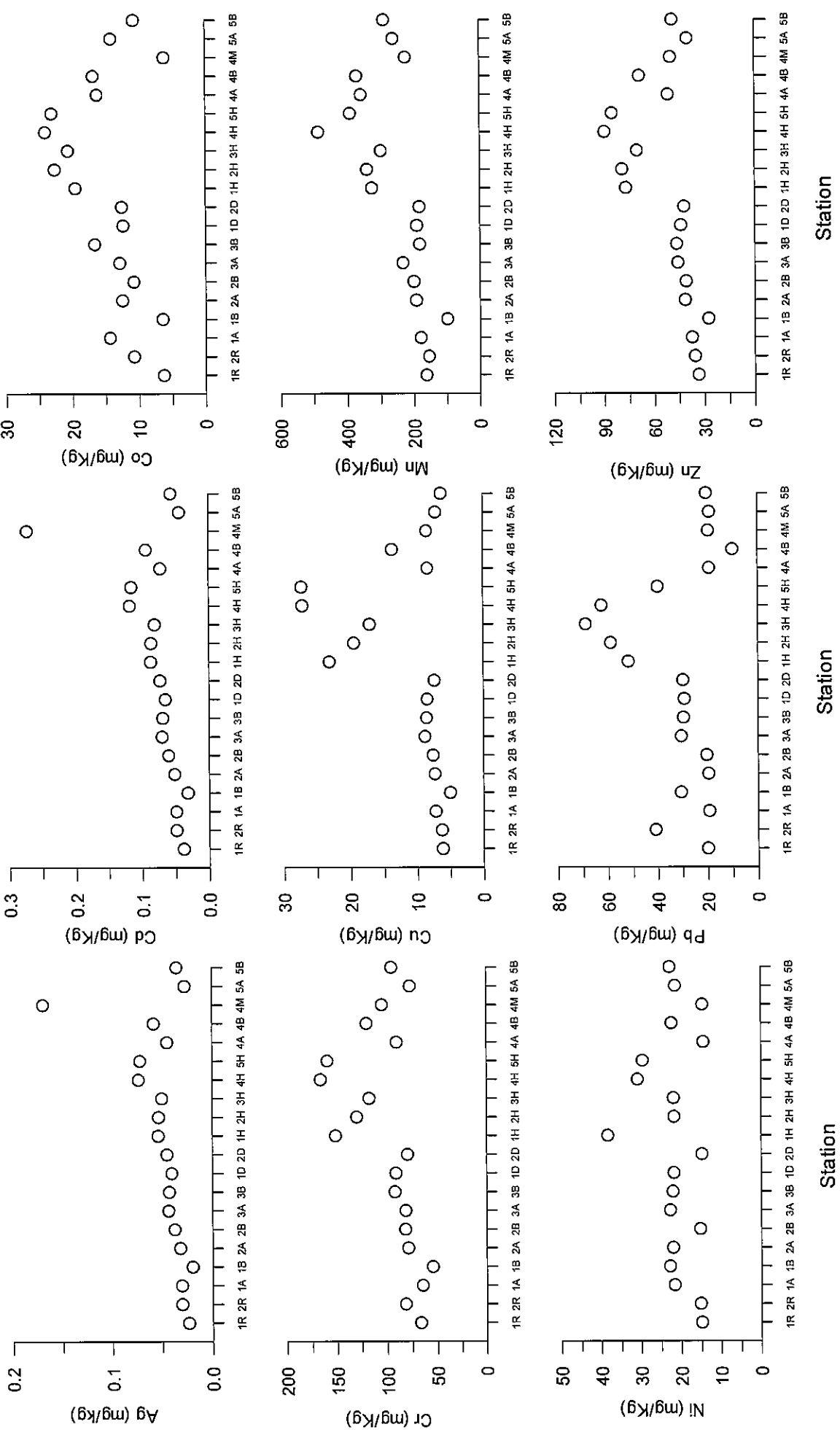


圖 2.2.1.2 100 年第四季麥寮海域各測站沉積物重金元素與總有機碳濃度分佈.....續

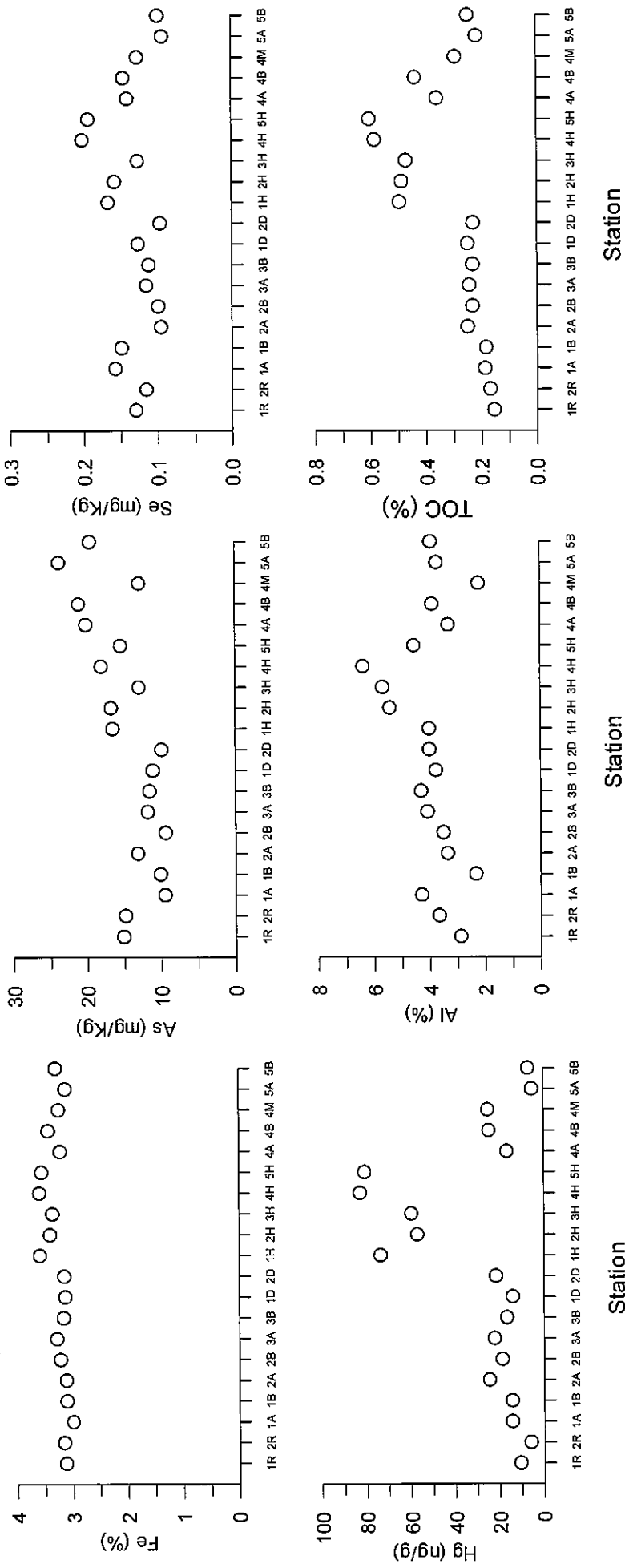


圖 2.2.1.3 100 年第四季麥寮海域沉積物重金屬元素、總有機碳與粒徑分佈之主成份分析(TOC: 總有機碳, VF-Sand: very fine sand, F-Sand: fine sand, M-Sand: medium sand)

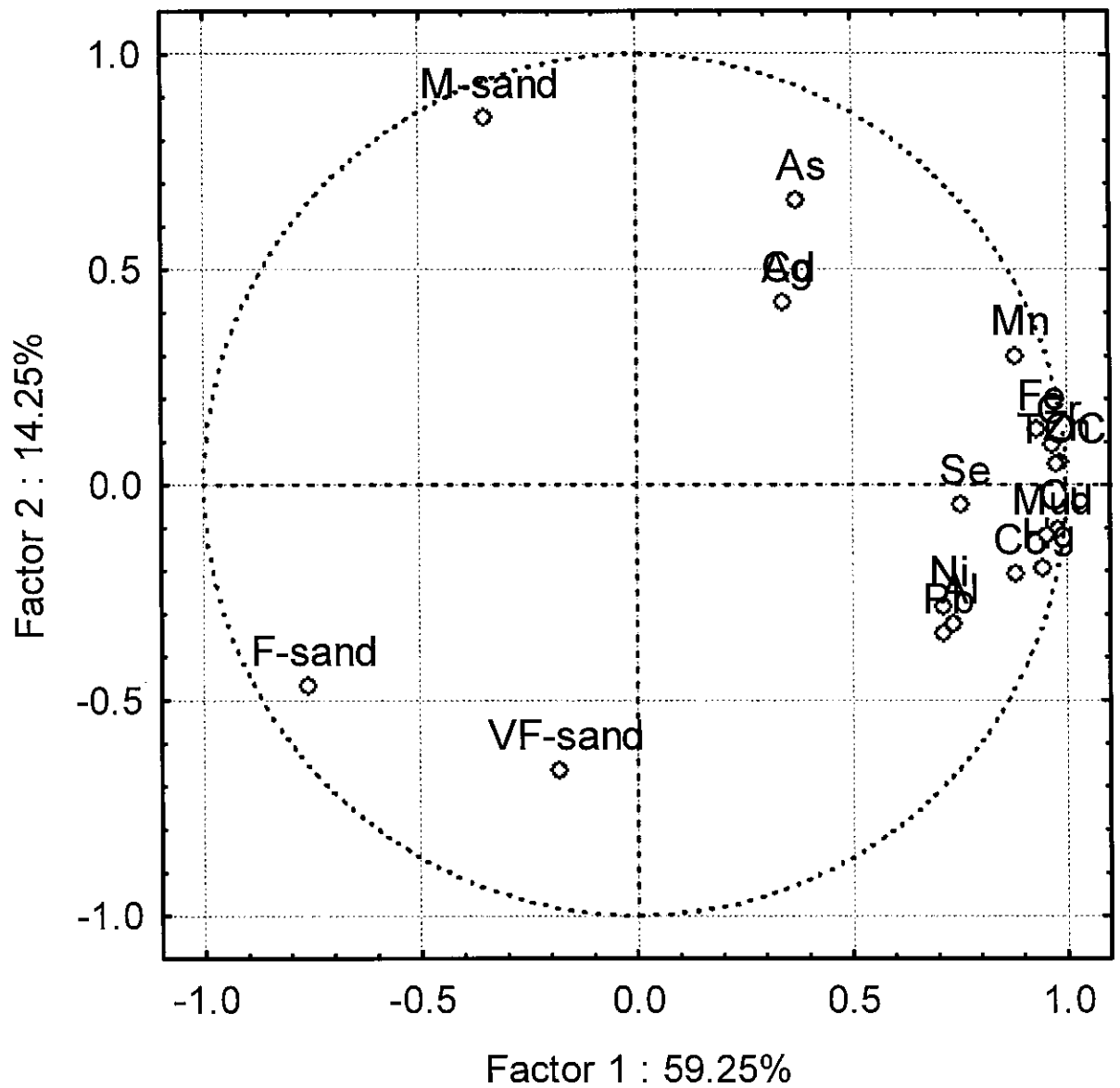


圖 2.2.1.4 100 年第四季麥寮海域各測站沉積物重金屬元素之富集程度

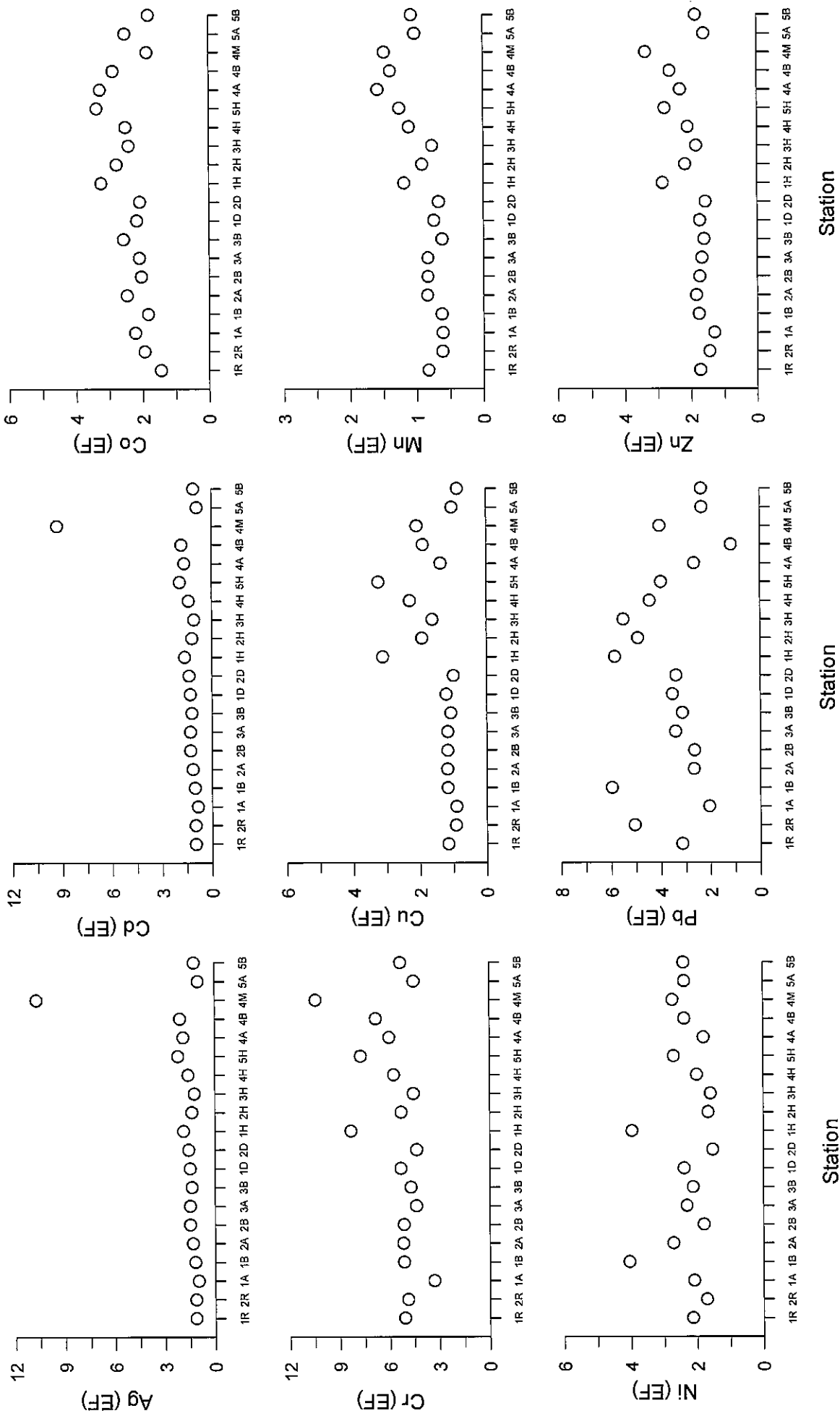
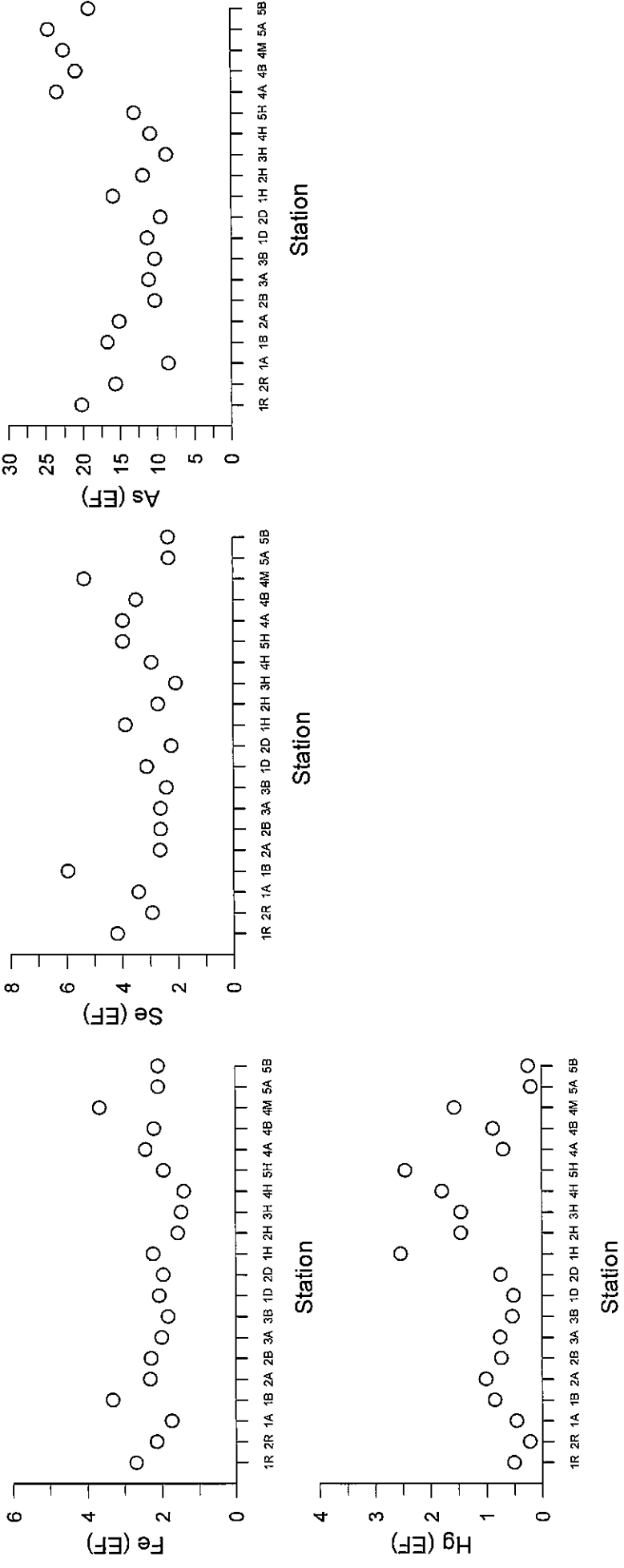


圖 2.2.1.4 100 年第四季麥寮海域各測站沉積物重金屬元素之富集程度.....續



2.2.3 生物體重金屬分析

生物體樣品來源由底棲生物子計畫提供，此子計畫由中央研究院生物多樣性中心邵廣昭教授執行，本季生物樣品量共計 6 種生物，分別為斑海鯨、沙帶、鰻鯨、中國黃點魷、紅星梭子蟹與細紋玉螺，分析結果詳見表 2.2.3.1。生物體重金屬元素濃度平均含量多寡順序為鋅>銅>鉻>鎳>汞>鎘>鉛，各元素說明如下：

(1) 鎘

生物樣品鎘濃度範圍為 0.004-0.479 mg/kg，以紅星梭子蟹濃度較高，大多數生物樣品濃度小於 0.1 mg/kg。美國政府規定水產生物體鎘安全含量為小於 3.0 mg/kg，澳洲及香港政府規定之鎘安全含量為小於 2.0 mg/kg。台灣衛生署水產品魚類及甲殼類標準分別為 0.3 mg/kg 及 0.5-2.0 mg/kg，但為生物體之濕重，水產品含水率約為 50-90%，因此本季生物樣品鎘濃度應未逾越衛生署水產品之標準。

(2) 鉻

生物樣品鉻濃度範圍為 0.52-3.70 mg/kg，以細紋玉螺濃度最高，大多數生物樣品濃度在 1-3 mg/kg 之間。本季生物樣品鉻濃度均小於美國政府規定水產生物體鉻安全含量為小於 12 mg/kg。台灣衛生署並未設定水產品之鉻濃度標準。

(3) 銅

生物樣品銅濃度範圍為 1.44-63.5 mg/kg，以細紋玉螺與紅星梭子蟹濃度較高約 60 mg/kg 左右，其餘樣品濃度< 3 mg/kg。海洋甲殼類生物其血色素主要為銅離子，因此銅濃度會較高，世界各國大都未訂定水產品之銅濃度標準，只有澳洲政府規定水產生物體銅安全含量為小於 70 mg/kg。

(4) 鎳

生物樣品鎳濃度範圍為 0.08-3.05 mg/kg，以細紋玉螺與紅星梭子蟹濃度較高約 3 mg/kg 左右，其餘樣品濃度< 1 mg/kg，本季生物樣品鎳濃度遠小於美國政府規定甲殼類生物鎳含量標準為 70 mg/kg 以下，而貝類生物為 80 mg/kg 以下。

(5) 鉛

生物樣品鉛濃度範圍為 0.001-0.018 mg/kg，台灣衛生署訂定水產品甲殼類標準為 0.5-2.0 mg/kg(濕重)，本季生物樣品鉛濃度低於衛生署水產品之標準。

(6) 鋅

生物樣品鋅含量濃度範圍為 18.4-95.1 mg/kg，以紅星梭子蟹濃度較高，大多數生物樣品濃度 < 60 mg/kg，世界各國大都未訂定水產品之鋅濃度標準，本季生物樣品鋅濃度遠低於澳洲政府所規定的牡蠣生物體鋅濃度安全含量 1000 mg/kg。

(7) 汞

生物樣品汞含量濃度範圍為 0.083-0.60 mg/kg，以中國黃點魷較高，大多數生物樣品濃度 < 0.40 mg/kg，美國訂定貝類水產品之甲基汞濃度標準為 1.0 mg/kg，歐盟訂定魚類水產品之汞濃度標準為 0.5 mg/kg，台灣衛生署訂定水產品魚類之甲基汞濃度標準為 0.5-2.0 mg/kg，而甲殼類標準為 0.5 mg/kg，本季生物樣品汞濃度低於衛生署水產品之標準。

文獻報告指出重金屬元素中銅和鋅是海洋生物最易累積之元素(Kennish, 1998)，因此有些國家，如美國、香港和加拿大等國並未規定水產生物體銅及鋅之安全含量。臺灣養殖業舉世聞名，但因地小人稠環境的污染較歐美等先進國家嚴重，而海產又為國人所喜愛的食物，因此海產食物體內重金屬元素濃度的調查與研究不少(Han *et al.*, 1993; 1998; 曾, 1996; 梁等, 1998; Hung *et al.*, 1997; Lin and Hsieh, 1999)。綜合這些文獻所發表的數據，顯示貝類海產如牡蠣、九孔等體內含重金屬(尤其是銅、鋅)濃度較高，而魚如虱目魚、劍旗魚、白帶魚等體內含重金屬濃度相對較低。Han *et al.*(1993; 1998) 和 Lin and Hsieh (1999)文章指出在香山、鹿港、安平等產地所收集的牡蠣其銅、鋅含量(乾重)可高達 2000 至 3000 mg/kg，平均含量約 1000 mg/kg。而梁等(1998)調查台灣南北部地區市售九孔重金屬濃度，發現九孔鋅平均含量為 70 ± 20 mg/kg(乾重)，這些報告顯示貝類生物較易累積重金屬元素。

表 2.2.3.1 100 年第四季台塑麥寮海域生物體重金屬元素濃度

生物樣品	Cd (mg/kg)	Cr (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Hg (mg/kg)
斑海鯰	0.009	2.709	1.524	0.328	0.001	41.77	0.33
沙帶	0.016	2.675	1.552	0.334	0.002	18.44	0.42
鰻鯰	0.004	1.180	2.325	0.721	0.005	22.60	0.12
中國黃點魷	0.082	0.520	1.438	0.080	0.010	58.55	0.60
紅星梭子蟹	0.479	1.627	61.120	2.632	0.018	95.11	0.084
細紋玉螺	0.251	3.698	63.531	3.047	0.001	74.43	0.18
USA 甲殼類 生物標準 ¹	3	12	未定	70	1.5	未定	
USA 貝類生 物標準 ¹	4	12	未定	80	1.7	未定	1 (甲基汞)
歐盟水產 魚類標準	0.05-0.3	未定	未定	未定	0.1-0.3	未定	0.5
歐盟水產軟 體動物標準	1	未定	未定	未定	1	未定	
澳洲水產 生物標準 ¹	2	未定	70	未定	0.5	150* 1000**	
香港水產 生物標準 ²	2	1	未定	未定	6	未定	
台灣衛生署 水產品 魚類標準	0.3	未定	未定	未定	0.3	未定	0.5-2 (甲基汞)
台灣衛生署 水產品 甲殼類標準	0.5-2.0	未定	未定	未定	0.5-2.0	未定	0.5

註：世界各國水產品重金屬元素之法規標準為樣品之乾重表示，而台灣為濕重表示。

2.2.4 植物性浮游生物

由100年第四季(10~12月)採得的浮游植物樣品分析結果，共鑑定出浮游植物22屬49種；平均豐度為 1215 ± 88 cells/L，平均種類數目為 7 ± 1 種，而平均種歧異度值則為 2.2 ± 0.1 （表2.2.4.1）。菱形海線藻（*Thalassionema nitzschioides*）是本季此海域中最優勢的種類，平均豐度為 324 ± 37 cells/L，並佔總豐度的26.7 %；而第二優勢種是柔弱擬菱形藻（*Pseudonitzschia delicatissima*），平均豐度為 302 ± 63 cells/L，並佔總豐度的24.8 %；第三優勢種閃光原甲藻（*Prorocentrum micans*）之平均豐度為 114 ± 24 cells/L，佔該季浮游植物總豐度的9.3 %；第四優勢種為扁面角刺藻（*Chaetoceros compressus*），其平均豐度為 59 ± 24 cells/L，佔總豐度的4.9%；而第五優勢種為環紋勞德藻（*Lauderia borealis*），平均豐度為 31 ± 9 cells/L，佔了總豐度的2.6 %；此前5主要優勢種的相對豐度總和佔所有浮游植物豐度的68%左右，佔有不少的比重（表2.2.4.2）。

本季浮游植物豐度在遠岸測線(測線 A)的變化情形無一致性，不過在表深層的變化上則均以表層豐度較高；近岸測線(測線 B)南北的變化趨勢亦不明顯，其中以測站 1B 表層豐度最高，此外在表深層的變化上則無一致的情形；本季較近岸區域的浮游植物豐度差異仍屬較大，且虎尾溪口的豐度明顯較潮間帶以及灰塘區高；本季港內的浮游植物豐度變化不如往常大，其中以測站 1H 的表層豐度較高，而表深層的變化則是沒有一致性的情形（圖 2.2.4.1）。種類數方面本季在遠岸以及近岸測站所發現的種類數皆差不多，且不論是南北或是表深層變化均無一致性的趨勢；此外，在較近岸的測站中以虎尾溪口所發現的種類數較潮間帶以及灰塘區多一點；港口內表深層的種類數變化亦不若以往大，表深層的種類數亦互有領先（圖 2.2.4.2）。種歧異度指數本季在各測站間的變化不大，不過整體來說以表層所發現的歧異度指數略高於深層（圖 2.2.4.3）。

在主要優勢種的變化方面，由圖 2.2.4.4 可以發現第一優勢種菱形海線藻（*Thalassionema nitzschioides*）在遠岸及近岸測線均無一致性的變化，不過各測站的差異則比以往來的大，在較近岸區則是以虎

尾溪口的豐度較高，專用港內的豐度差異則比以往來的小(圖 2.2.4.4)。第二優勢種柔弱擬菱形藻 (*Pseudonitzschia delicatissima*) 在遠岸測站僅零星出現，不過在近岸測站大致呈現由北往南減少的趨勢，最高豐度出現在近岸的 1B 表層測站，為 1040 cells/L (圖 2.2.4.5)。第三優勢種閃光原甲藻 (*Prorocentrum micans*) 在遠岸和近岸測站均呈現由北往南增加的情形，且在較近岸測站以及專用港內的豐度亦不低，豐度最高出現在近岸 5B 表層測站，為 440 cells/L (圖 2.2.4.6)。第四優勢種扁面角刺藻 (*Chaetoceros compressus*) 在各測站僅零星出現，且沒有一致性的變化趨勢，豐度最高出現在專用港內的 1H 深層，豐度為 600 cells/L (圖 2.2.4.7)。

利用主成分分析法分析本季浮游植物種成組及數量在不同測站間的變異情形發現本季各區域的浮游植物種類組成雖有一定程度的區隔，不過近岸測站與遠岸測站以及部分港內測站重疊部分較多，顯示這三個海域內的浮游植物種類組成相對較為相似；而在變異程度方面，潮間帶、灰塘區以及虎尾溪口因測站數較少且較接近的關係而呈現範圍較小的變化，專用港區、遠岸測站以及近岸測站間的浮游植物種類變異程度則相對較大 (圖 2.2.4.8)。

利用複迴歸分析探討本季前 6 個優勢種浮游植物豐度、浮游植物總豐度、種類數及種歧異度指數與水文環境因子 (溫度、鹽度、磷酸鹽、矽酸鹽、硝酸鹽以及葉綠素 *a*) 的相關性 (表 2.2.4.3)，發現浮游植物種類數與磷酸鹽呈現顯著正相關性而與矽酸鹽呈現顯著的負相關 ($p < 0.05$, $p < 0.01$)，其餘則未發現有顯著相關性；在主要優勢種方面，僅有扁面角刺藻 (*Chaetoceros compressus*) 與葉綠素 *a* 濃度呈現顯著正相關性 ($p < 0.05$)，與矽酸鹽呈現顯著負相關性 ($p < 0.05$)。

綜合上述結果可知，100 年第四季在六輕附近海域浮游植物豐度在各測線 (或區域) 有不同的變化趨勢，種類組成亦有所不同，各測站豐度的差亦不若以往大，表深層豐度的差異亦不如以往明顯，不過以 ANOVA 檢定仍發現於各測線 (區域) 間有顯著差異存在 (表 2.2.4.4)；群聚分析結果則顯現，浮游植物種類組成及數量以近岸測

線、遠岸測線以及港內海域相較其他測線相似，而變異程度則以遠岸測線相對較大。前五優勢種，菱形海線藻 (*Thalassionema nitzschioides*)、柔弱擬菱形藻 (*Pseudonitzschia delicatissima*)、閃光原甲藻 (*Prorocentrum micans*)、扁面角刺藻 (*Chaetoceros compressus*) 以及環紋勞德藻 (*Lauderia borealis*) 的相對豐度總和佔所有浮游植物豐度的 68% 左右，佔有相當優勢的份量。

表 2.2.4.1 100 年第四季月六輕附近海域浮游植物豐度(cells/L)表
*(1/2)

Name (IL)/Station	1A		2A		3A		4A		5A		1B		2B		3B		4B		5B	
Depth	Upper	Lower	Upper	Lower	Upper	Lower	Upper	Lower	Upper	Lower	Upper	Lower	Upper	Lower	Upper	Lower	Upper	Lower	Upper	Lower
CHRISOPHYTA (金藻門)																				
BACILLARIOPHYCEAE (矽藻綱)																				
<i>Thalassiosira decipiens</i> (昇基海鏈藻)	0	0	0	120	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Ethmodiscus gacellae</i> (加氏鈴盤藻)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0
<i>Coscinodiscus excentricus</i> (離心圓形藻)	0	0	0	0	0	0	0	0	80	0	0	0	0	0	0	40	40	0	0	40
<i>Coscinodiscus radiatus</i> (輻射圓形藻)	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Coscinodiscus granii</i> (格氏圓形藻)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Asterodanpra undulatus</i>	0	40	0	0	0	0	40	0	40	40	80	0	0	0	0	0	0	0	40	80
<i>Asteromphalus heptactis</i> (橢圓星鈴藻)	0	0	0	0	0	0	120	0	40	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0
<i>Lauderia borealis</i> (環紋帶德藻)	0	0	0	80	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	200	0	40	120
<i>Leptocylindrus denticus</i> (丹麥柱狀藻)	0	0	0	0	0	0	80	0	0	0	440	120	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Leptocylindrus minimus</i> (小細柱藻)	0	0	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rhizosolenia stohlerii</i> (斯托德根管藻)	0	0	0	160	0	0	0	0	0	120	0	0	0	0	0	0	0	200	0	40
<i>Rhizosolenia imbricata</i> v. <i>shrubsolei</i> (覆瓦根管藻新舊雙種)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetoceros compressus</i> (扁西角刺藻)	0	0	0	0	0	0	240	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	440	0	160
<i>Chaetoceros subsecundus</i> (冕角毛藻)	0	0	280	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	240	0	0	0	0
<i>Chaetoceros hohatius</i> (圓角毛藻)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	160	0	0	0	0
<i>Chaetoceros curvisetus</i> (彎角刺藻)	0	0	0	0	0	240	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Chaetoceros</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	160	80	0
<i>Streptotheca yamensis</i> (扭脣藻)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Dityum binghamii</i> (布氏雙尾藻)	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Biddulphia sinensis</i> (中華金形藻)	0	0	0	0	40	0	0	40	160	200	40	0	0	160	0	0	0	0	0	0
<i>Biddulphia mobilensis</i> (活動金形藻)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Biddulphia aurita</i> (長耳金形藻)	80	280	0	0	0	0	0	40	0	40	120	40	0	40	80	0	0	0	0	0
<i>Rhabdonema adriaticum</i> (亞得里亞海線藻)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	240	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Striatella debicula</i>	0	0	240	0	0	0	0	0	0	0	0	0	200	0	0	0	0	0	0	0
<i>Campylodiscus cymbelliformis</i> (舟形鞭藻)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	40	0	0	80
<i>Thalassionema nitischoides</i> (葉形海鏈藻)	520	440	40	80	280	280	840	520	120	200	520	200	400	360	240	320	320	80	400	640
<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i> (茂恩海毛藻)	40	0	0	0	0	40	40	0	80	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	40
<i>Thalassiothrix mediterranea</i> (地中海海毛藻)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Asterionella kuriana</i> (加粗星針藻)	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Rhizosolenia curvata</i> (彎根藻)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0
<i>Achnanthes longipes</i> (長柄曲壺藻)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Diploneis weissflogii</i> (威氏雙壺藻)	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40
<i>Gyrodinium aureolum</i> (蘇生布紋藻薄雙種)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	120	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pleurosigma intermedius</i> (中型斜紋藻)	0	120	0	0	80	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	80	0
<i>Pleurosigma elongatum</i> (長斜紋藻)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0
<i>Navicula membranacea</i> (碟狀舟形藻)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Navicula distans</i> (遠距舟形藻)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0
<i>Traptodoneis lepidoptera</i> (蝶翅鏈骨藻)	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0
<i>Neodenticula sericea</i>	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	80	0	0	0	0	0
<i>Bacillaria paxillacea</i>	0	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	80	0	0	0	40	0	0
<i>Nitzschia closterium</i> (斯月菱形藻)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Nitzschia sigma</i> (彎菱形藻)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pseudonitzschia delicatissima</i> (柔弱擬菱形藻)	560	0	0	0	0	0	0	0	640	0	1040	0	680	440	0	1000	200	120	0	520
CYANOPHYTA (藍綠藻門)																				
CYANOPHYCEAE (藍綠藻綱)																				
<i>Trichodesmium thuydanii</i> (環氏束毛藻)	0	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	200	0	0	0	0	0	0	0
PYRROPHYTA (甲藻門)																				
<i>Ceratium</i> sp.	40	0	0	0	240	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0
<i>Prorocentrum</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pyrocystis fusiformis</i> (梭狀甲藻)	0	0	0	0	0	0	0	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Prorocentrum micans</i> (閃光原甲藻)	0	80	0	40	160	40	0	240	0	400	0	0	80	0	240	200	0	0	440	0
<i>Prorocentrum</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total (總豐度)	1320	1200	720	520	800	640	1400	1040	1200	1040	2480	640	1560	1080	920	1800	920	1080	1120	1680
Species no. (種類數目)	7	8	5	6	5	5	7	5	8	7	7	6	7	5	6	7	8	7	6	9
HT (種歧度)	1.9	2.5	2.0	2.4	2.1	1.8	1.9	1.8	2.2	2.3	2.2	2.3	2.2	1.9	2.3	1.9	2.5	2.4	2.0	2.4

表 2.2.4.1 100 年第四季六輕附近海域浮游植物豐度(cells/L)表*(2/2)

Name (IL)/Station	2C	3C	1D	2D	1H	2H	3H	4H	5H	4M	Mean	SE	R.A.(%)
Depth	Upper	Upper	Upper	Lower	Upper	Lower	Upper	Lower	Upper	Lower	Upper		
CHRISOPHYTA (金黃藻門)													
BACILLARIOPHYCEAE (矽藻綱)													
<i>Thalassiosira decipiens</i> (并基海鏈藻)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	120	0	40	9
<i>Ethmodiscus gazellae</i> (伽氏絲藻)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Coscinodiscus excentricus</i> (離心列圓絲藻)	0	40	0	0	0	80	0	0	0	120	0	120	17
<i>Coscinodiscus radiatus</i> (輻射列圓絲藻)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Coscinodiscus granii</i> (格氏圓絲藻)	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	1
<i>Asterolampra undulatus</i>	0	0	0	80	0	0	0	0	0	40	0	0	14
<i>Asteromphalus heptactis</i> (圓圈星矽藻)	40	0	0	0	0	40	160	200	0	0	0	40	19
<i>Lauderia borealis</i> (環狀勞德藻)	120	0	0	0	0	80	80	200	0	80	0	120	31
<i>Leptocylindrus danius</i> (丹麥細柱藻)	0	0	0	0	240	0	0	0	0	0	0	80	26
<i>Leptocylindrus minimus</i> (小細柱藻)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Rhizosolenia stohlerii</i> (斯托勒管藻)	0	0	0	0	0	0	0	0	80	0	0	0	16
<i>Rhizosolenia imbricata</i> v. <i>shrubsolei</i> (覆瓦假管藻新變種)	0	0	0	0	80	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Chaetoceros compressus</i> (扁面角刺藻)	0	0	0	0	0	0	600	440	0	0	240	0	59
<i>Chaetoceros subsecundus</i> (寬胞角毛藻)	240	0	0	0	0	0	0	200	0	0	0	0	26
<i>Chaetoceros holzschuii</i> (岡崎角毛藻)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Chaetoceros curvisetus</i> (彎翅角刺藻)	120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
<i>Chaetoceros</i> sp.	0	0	0	0	200	0	0	0	80	0	0	0	14
<i>Streptotheca yamensis</i> (扭瓣藻)	0	0	0	160	80	0	0	0	0	0	0	0	6
<i>Dietylam brighwellii</i> (布氏雙尾藻)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Biddulphia sinensis</i> (中華金形藻)	0	0	0	0	0	280	0	0	0	0	0	40	26
<i>Biddulphia mobilensis</i> (活動金形藻)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	2
<i>Biddulphia aurita</i> (長耳金形藻)	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	23
<i>Rhabdonema adriaticum</i> (亞得里亞海線藻)	0	240	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
<i>Striatella delicatula</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
<i>Campylodiscus cymbelliformis</i> (舟形盤鏈藻)	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	5
<i>Thalassionema nitrocladoides</i> (莖形海線藻)	200	360	680	200	160	320	320	400	440	40	40	200	324
<i>Thalassionella frauenfeldii</i> (范恩海毛藻)	40	0	0	80	0	40	0	80	0	0	40	0	15
<i>Thalassionella mediterranea</i> (地中海海毛藻)	0	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Asterionella karana</i> (加如星杆藻)	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Rhicospheria curvata</i> (彎球藻)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Achnanthes longipes</i> (長柄曲壺藻)	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Diploneis weissflogii</i> (威氏雙壺藻)	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Gyrodinium aureolum</i> (蘇生布紋藻薄喙變種)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Pleurosigma intermedium</i> (中型斜紋藻)	0	0	80	0	40	0	0	160	0	120	0	0	23
<i>Pleurosigma elongatum</i> (長斜紋藻)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Navicula membranacea</i> (膜狀舟形藻)	0	0	0	0	0	80	0	0	0	0	0	0	40
<i>Navicula distans</i> (遠距舟形藻)	0	0	0	80	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Tropidoneis lapidoptera</i> (鱗翅龍骨藻)	0	0	0	0	0	0	0	40	40	0	0	0	40
<i>Neodenticula setacea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Bacillaria paradoxa</i>	0	40	0	0	0	0	0	240	40	40	0	0	16
<i>Nitzschia closterium</i> (新月菱形藻)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	1
<i>Nitzschia sigma</i> (彎菱形藻)	0	0	0	0	0	120	0	0	0	0	0	0	3
<i>Pseudonitzschia delicatissima</i> (柔弱假菱形藻)	0	0	0	1040	0	560	520	0	200	240	760	840	920
CYANOPHYTA (藍藻門)													
CYANOPHYCEAE (藍綠藻綱)													
<i>Trichodesmium thuydanti</i> (瓊氏束毛藻)	0	0	0	0	80	0	0	0	0	0	0	0	11
PYRROPHYTA (甲藻門)													
<i>Ceratium</i> sp.	0	0	0	0	80	0	0	0	0	0	0	0	200
<i>Protoperidinium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	120	0	0	0	80	0	5
<i>Pyrocystis fusiformis</i> (梭型甲藻)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
<i>Prorocentrum micans</i> (閃光原甲藻)	0	0	280	400	0	320	200	0	200	0	80	200	400
<i>Prorocentrum</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	240	0	6
Total (總豐度)	800	760	1120	2080	720	1480	1720	1360	1680	1280	1080	1400	2880
Species no. (種類數目)	7	5	5	8	5	7	9	6	7	5	7	8	9
H' (種均度)	2.5	1.8	1.6	2.2	2.1	2.3	2.8	2.2	2.6	2.2	1.6	1.9	2.3

表 2.2.4.2 98 年 4 月~100 年 12 月六輕附近海域浮游植物前 5 優勢種
浮游植物之平均豐度及相對豐度

98 年 4~6 月 (第二季)	98 年 7~9 月 (第三季)
<i>Leptocylindrus danicus</i> (丹麥細柱藻, 16.9%, 12283±1725 cells/L) <i>Pseudonitzschia delicatissima</i> (柔弱擬菱形藻, 10.2%, 7440±1300 cells/L) <i>Lauderia borealis</i> (環紋勞德藻, 10.2%, 7421±1335 cells/L) <i>Thalassiosira rotula</i> (圓海鏈藻, 9.8%, 7156±1445 cells/L) <i>Chaetoceros curvisetus</i> (旋鏈角刺藻, 8.8%, 6426±1259 cells/L)	<i>Leptocylindrus danicus</i> (丹麥細柱藻, 20.4%, 1352±294 cells/L) <i>Skeletonema costatum</i> (骨條藻, 14.1%, 931±415 cells/L) <i>Lauderia borealis</i> (環紋勞德藻, 9.1%, 604±182 cells/L) <i>Chaetoceros curvisetus</i> (旋鏈角刺藻, 8.4%, 557±163 cells/L) <i>Pseudonitzschia delicatissima</i> (柔弱擬菱形藻, 6.6%, 435±119 cells/L)
98 年 10~12 月 (第四季)	99 年 1~3 月 (第一季)
<i>Thalassionema nitzschioides</i> (菱形海線藻, 10.1%, 203±29 cells/L) <i>Chaetoceros compressus</i> (扁面角刺藻, 8.6%, 173±58 cells/L) <i>Chaetoceros curvisetus</i> (旋鏈角刺藻, 7.6%, 154±65 cells/L) <i>Melosira sulcata</i> (具槽直鏈藻, 7.0%, 141±60 cells/L) <i>Leptocylindrus danicus</i> (丹麥細柱藻, 6.9%, 138±59 cells/L)	<i>Melosira sulcata</i> (具槽直鏈藻, 11.0%, 326±111 cells/L) <i>Thalassionema nitzschioides</i> (菱形海線藻, 7.9%, 236±36 cells/L) <i>Lauderia borealis</i> (環紋勞德藻, 7.0%, 210±69 cells/L) <i>Rhabdonema adriaticum</i> (亞得里亞海線藻, 6.5%, 192±59 cells/L) <i>Pseudonitzschia delicatissima</i> (柔弱擬菱形藻, 5.8%, 173±70 cells/L)

表 2.2.4.2 98 年 4 月~100 年 12 月六輕附近海域浮游植物前 5 優勢種
浮游植物之平均豐度及相對豐度 (續)

99 年 4~6 月 (第二季)	99 年 7~9 月 (第三季)
<i>Leptocylindrus danicus</i> (丹麥細柱藻, 37.4%, 2651±906 cells/L) <i>Thalassionema nitzschioides</i> (菱形海線藻, 8.5%, 603±74 cells/L) <i>Leptocylindrus minimus</i> (小細柱藻, 6.4%, 454±157 cells/L) <i>Pseudonitzschia delicatissima</i> (柔弱擬菱形藻, 5.3%, 374±85 cells/L) <i>Lauderia borealis</i> (環紋勞德藻, 5.1%, 361±66 cells/L)	<i>Leptocylindrus danicus</i> (丹麥細柱藻, 53.4%, 23828±6592 cells/L) <i>Chaetoceros compressus</i> (扁面角刺藻, 8.7%, 3868±1728 cells/L) <i>Leptocylindrus minimus</i> (小細柱藻, 8.1%, 3632±1468 cells/L) <i>Lauderia borealis</i> (環紋勞德藻, 7.0%, 3121±941 cells/L) <i>Pseudonitzschia delicatissima</i> (柔弱擬菱形藻, 4.9%, 2174±1189 cells/L)
99 年 10~12 月 (第四季)	100 年 1~3 月 (第一季)
<i>Thalassionema nitzschioides</i> (菱形海線藻, 26.3%, 150±25 cells/L) <i>Bacillaria paradoxa</i> (8.3%, 48±23 cells/L) <i>Pseudonitzschia delicatissima</i> (柔弱擬菱形藻, 7.6%, 43±17 cells/L) <i>Chaetoceros subsecundus</i> (冕孢角毛藻, 6.6%, 38±14 cells/L) <i>Leptocylindrus danicus</i> (丹麥細柱藻, 6.1%, 35±15 cells/L)	<i>Thalassionema nitzschioides</i> (菱形海線藻, 12.1%, 302±51 cells/L) <i>Leptocylindrus danicus</i> (丹麥細柱藻, 7.8%, 195±75 cells/L) <i>Chaetoceros curvisetus</i> (旋鏈角刺藻, 6.2%, 156±86 cells/L) <i>Chaetoceros compressus</i> (扁面角刺藻, 6.1%, 154±54 cells/L) <i>Lauderia borealis</i> (環紋勞德藻, 4.3%, 108±34 cells/L)

表 2.2.4.2 98 年 4 月~100 年 12 月六輕附近海域浮游植物前 5 優勢種
浮游植物之平均豐度及相對豐度 (續)

100 年 4~6 月 (第二季)	100 年 7~9 月 (第三季)
<i>Chaetoceros curvisetus</i> (旋鏈角刺藻, 22.0%, 8080±994 cells/L) <i>Leptocylindrus danicus</i> (丹麥細柱藻, 17.0%, 6250±439 cells/L) <i>Lauderia borealis</i> (環紋勞德藻, 13.7%, 5026±578 cells/L) <i>Pseudonitzschia delicatissima</i> (柔弱擬菱形藻, 8.6%, 3166±325 cells/L) <i>Stephanopyxis palmeriana</i> (掌狀冠蓋藻, 8.6%, 3161±297 cells/L)	<i>Leptocylindrus danicus</i> (丹麥細柱藻, 27.2%, 26381±1827 cells/L) <i>Leptocylindrus minimus</i> (小細柱藻, 10.5%, 10137±984 cells/L) <i>Rhizosolenia stolterfothii</i> (斯拖根管藻, 9.2%, 8882±1223 cells/L) <i>Lauderia borealis</i> (環紋勞德藻, 7.1%, 6870±1659 cells/L) <i>Guinardia flaccida</i> (幾內亞藻, 7.0%, 6743±1272 cells/L)
100 年 10~12 月 (第四季)	
<i>Thalassionema nitzschioides</i> (菱形海線藻, 26.7%, 324±37 cells/L) <i>Pseudonitzschia delicatissima</i> (柔弱擬菱形藻, 24.8%, 302±63 cells/L) <i>Prorocentrum micans</i> (閃光原甲藻, 9.3%, 114±24 cells/L) <i>Chaetoceros compressus</i> (扁面角刺藻, 4.9%, 59±24 cells/L) <i>Lauderia borealis</i> (環紋勞德藻, 2.6%, 31±9 cells/L)	

表 2.2.4.3 100 年第四季麥寮六輕附近海域浮游植物前 6 優勢種浮游植物豐度與海水溫度、鹽度、磷酸鹽、矽酸鹽、硝酸鹽和葉綠素 a 濃度之複迴歸分析表 (***: $p<0.001$, **: $p<0.01$, *: $p<0.05$)

100 年 10~12 月 (第四季)	溫度	鹽度	磷酸鹽	矽酸鹽	硝酸鹽	葉綠素 a
<i>Thalassionema nitzschioides</i> (菱形海線藻)	0.865	-0.267	-0.023	0.086	-0.705	0.079
<i>Pseudonitzschia delicatissima</i> (柔弱擬菱形藻)	0.387	-0.749	0.759	-0.889	0.462	-0.562
<i>Prorocentrum micans</i> (閃光原甲藻)	0.126	0.126	-0.416	1.425	-0.427	-1.275
<i>Chaetoceros compressus</i> (扁面角刺藻)	0.381	-0.563	1.869	-2.59*	2.615*	1.081
<i>Lauderia borealis</i> (環紋勞德藻)	-0.379	0.167	1.139	-1.533	1.249	1.522
<i>Leptocylindrus danicus</i> (丹麥細柱藻)	0.173	-0.34	-0.496	0.217	-0.405	-0.735
Total abundance ($\times 10^3$ cells/L)	1.084	-0.466	1.321	-0.835	0.693	0.097
Species number	0.937	-1.678	2.587*	-3.663**	0.92	0.53
Species diversity index (H')	-0.617	-0.661	0.91	-1.561	-0.295	0.051

表 2.2.4.4 100 年第四季麥寮六輕附近海域浮游植物豐度於不同測線以及深度之差異分析 (** : $P < 0.01$)

Source	DF	F value	Pr>F
Transect (區域)	5	3.885	0.008**
Depth (深度)	1	0.018	0.894

圖 2.2.4.1 100 年第四季麥寮六輕附近海域浮游植物豐度變化圖

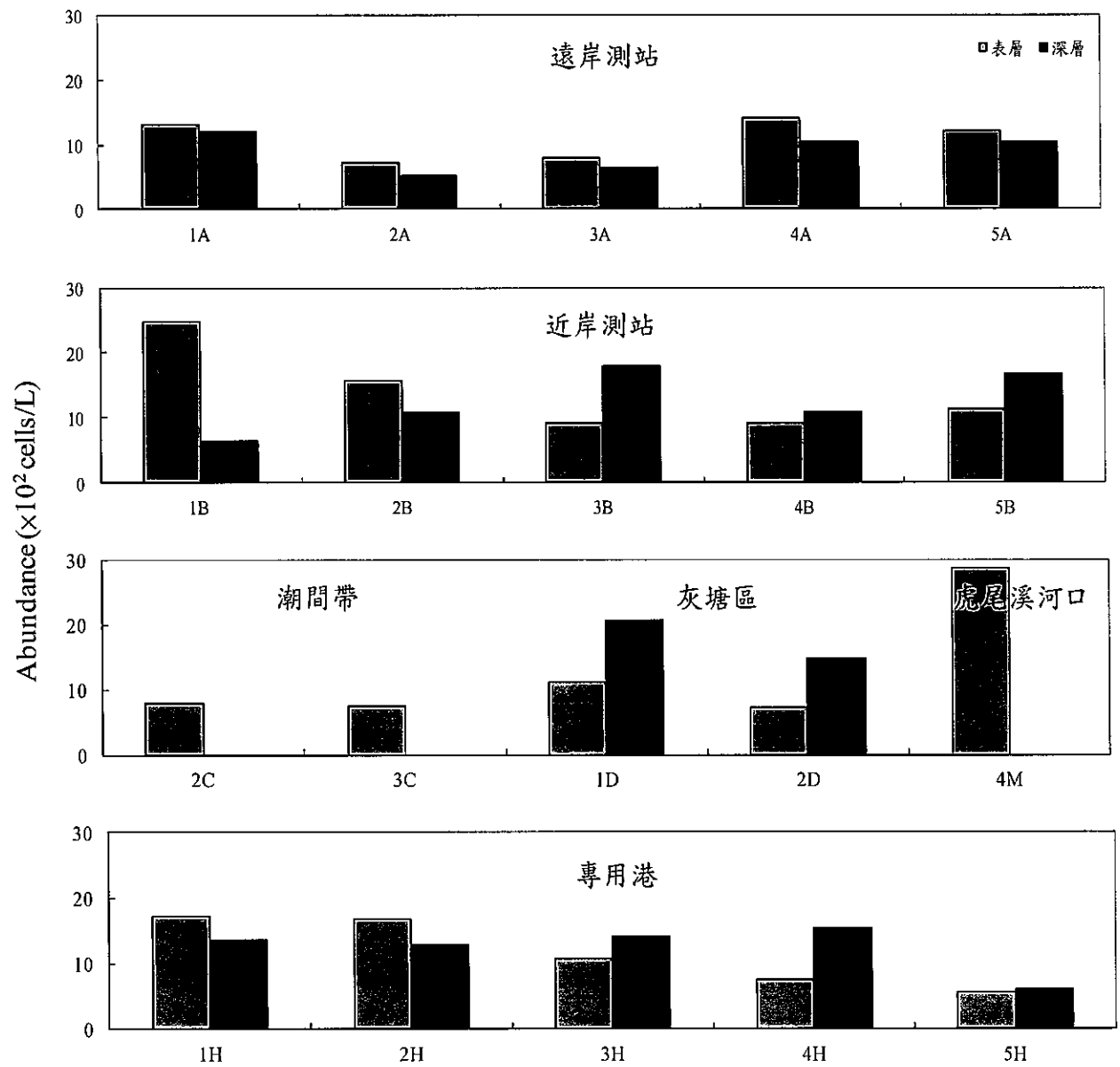


圖 2.2.4.2 100 年第四季麥寮六輕附近海域浮游植物種類數變化圖

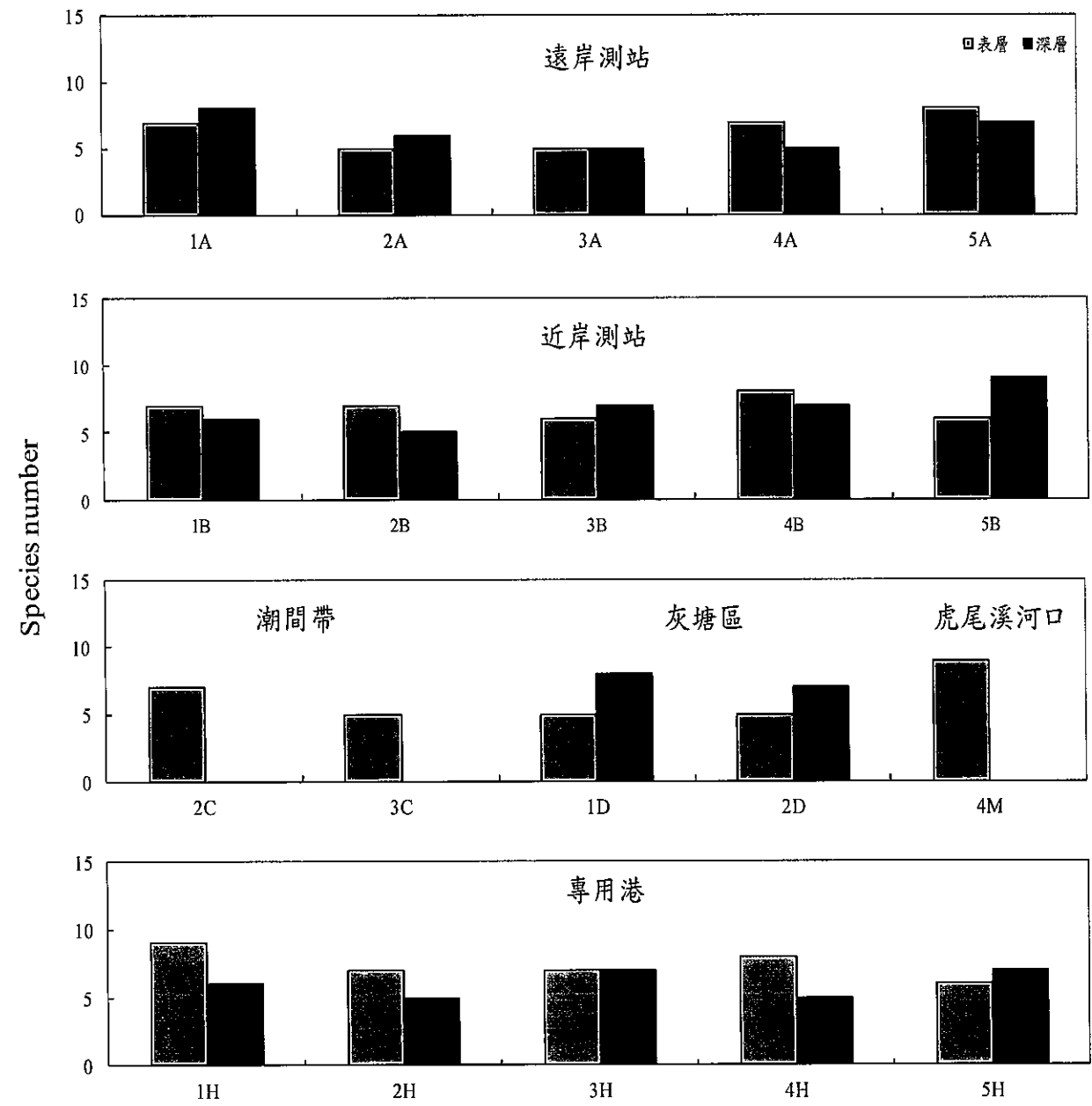


圖 2.2.4.3 100 年第四季麥寮六輕附近海域浮游植物種歧異度指數變化圖

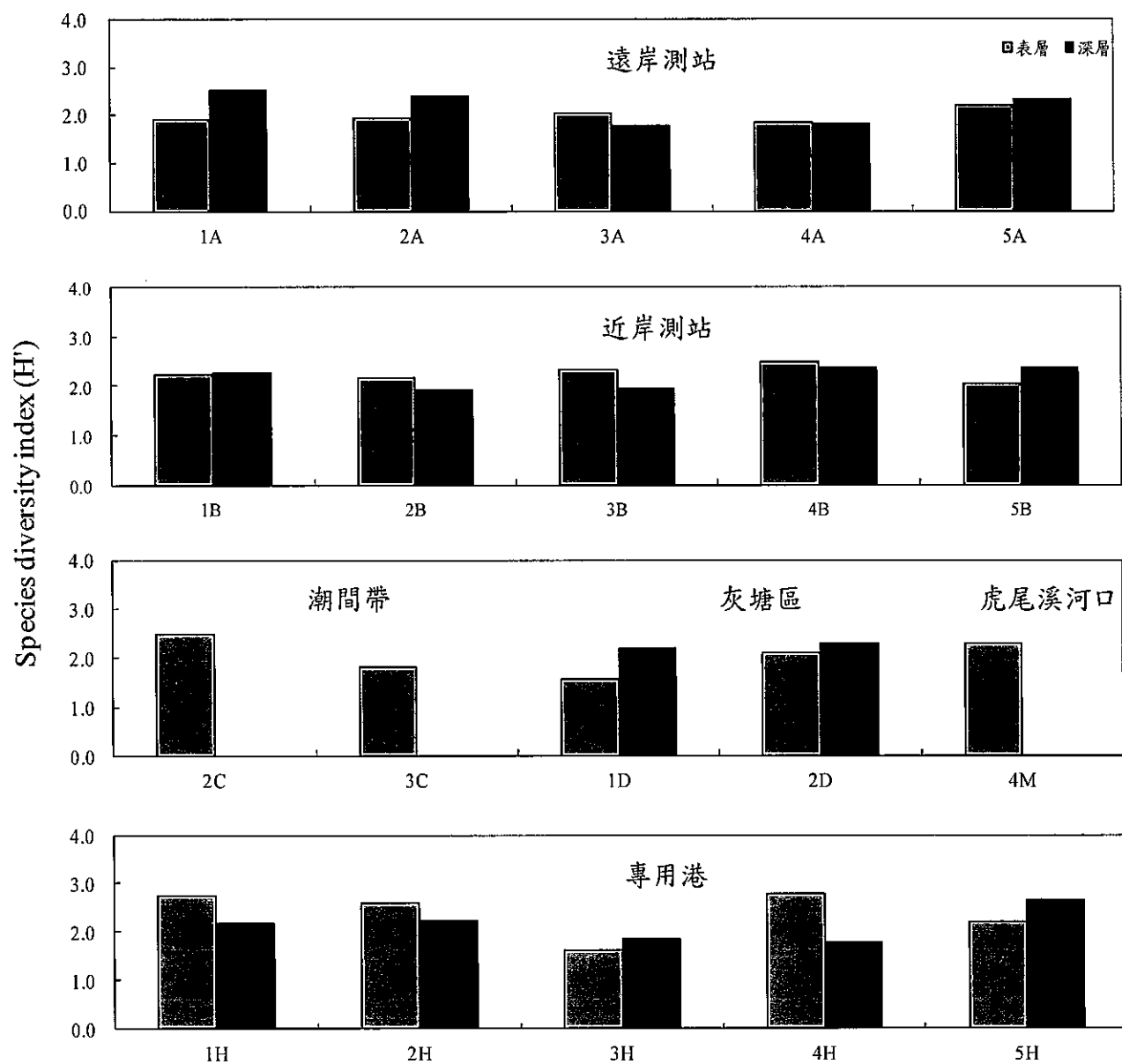


圖 2.2.4.4 100 年第四季麥寮六輕附近海域第一優勢種浮游植物豐度變化圖

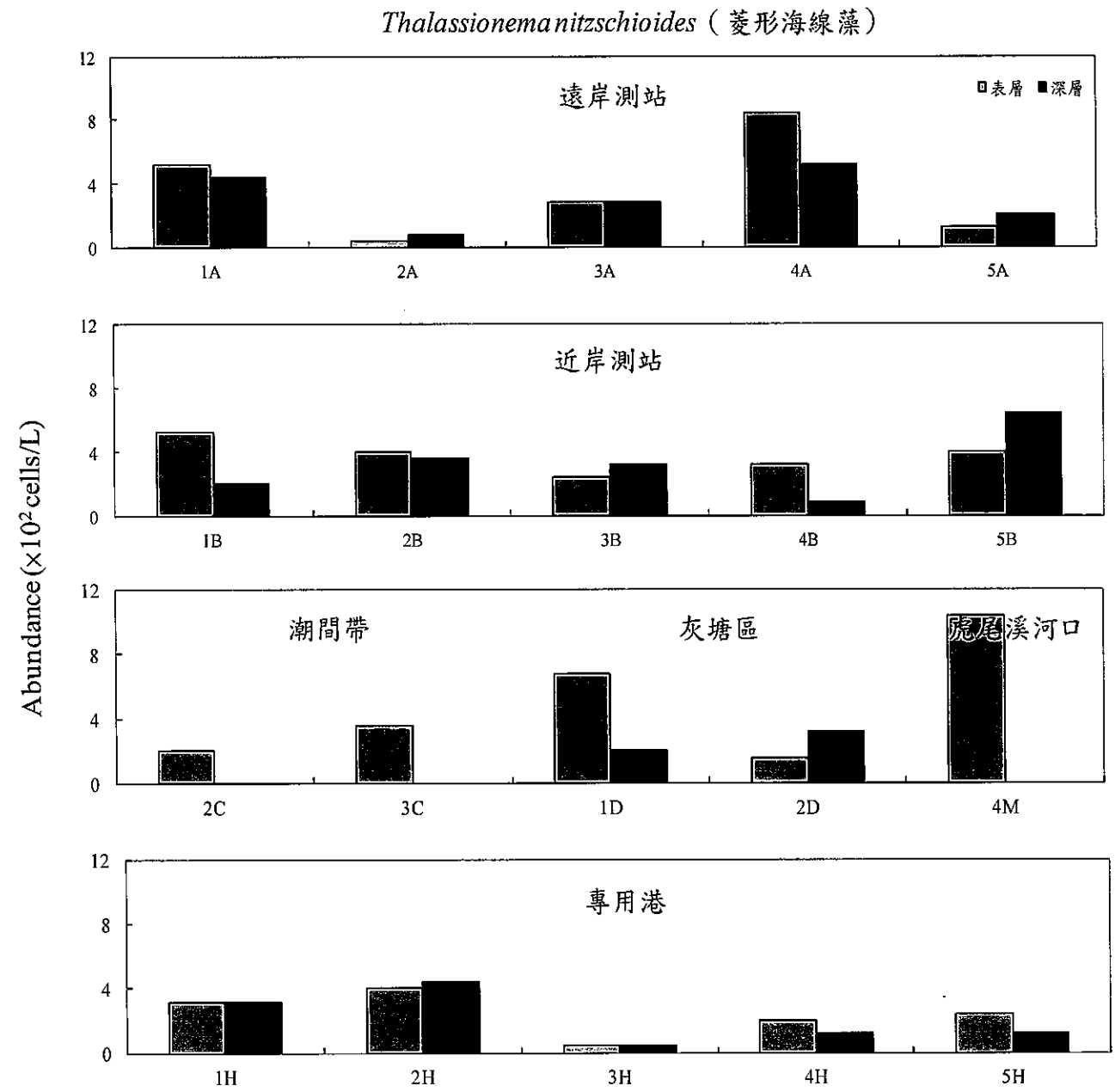


圖 2.2.4.5 100 年第四季麥寮六輕附近海域第二優勢種浮游植物豐度變化圖

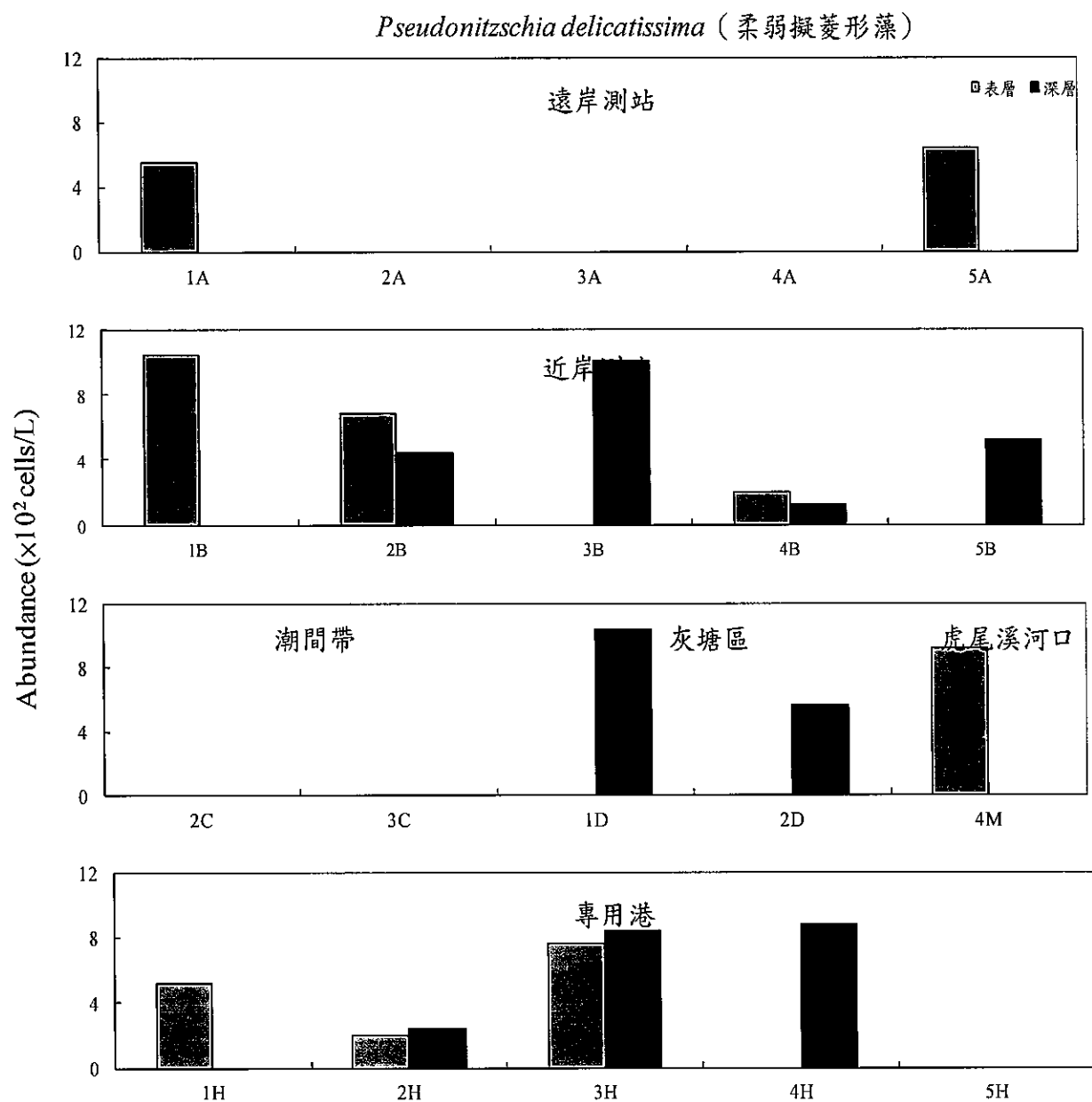


圖 2.2.4.6 100 年第四季麥寮六輕附近海域第三優勢種浮游植物豐度變化圖

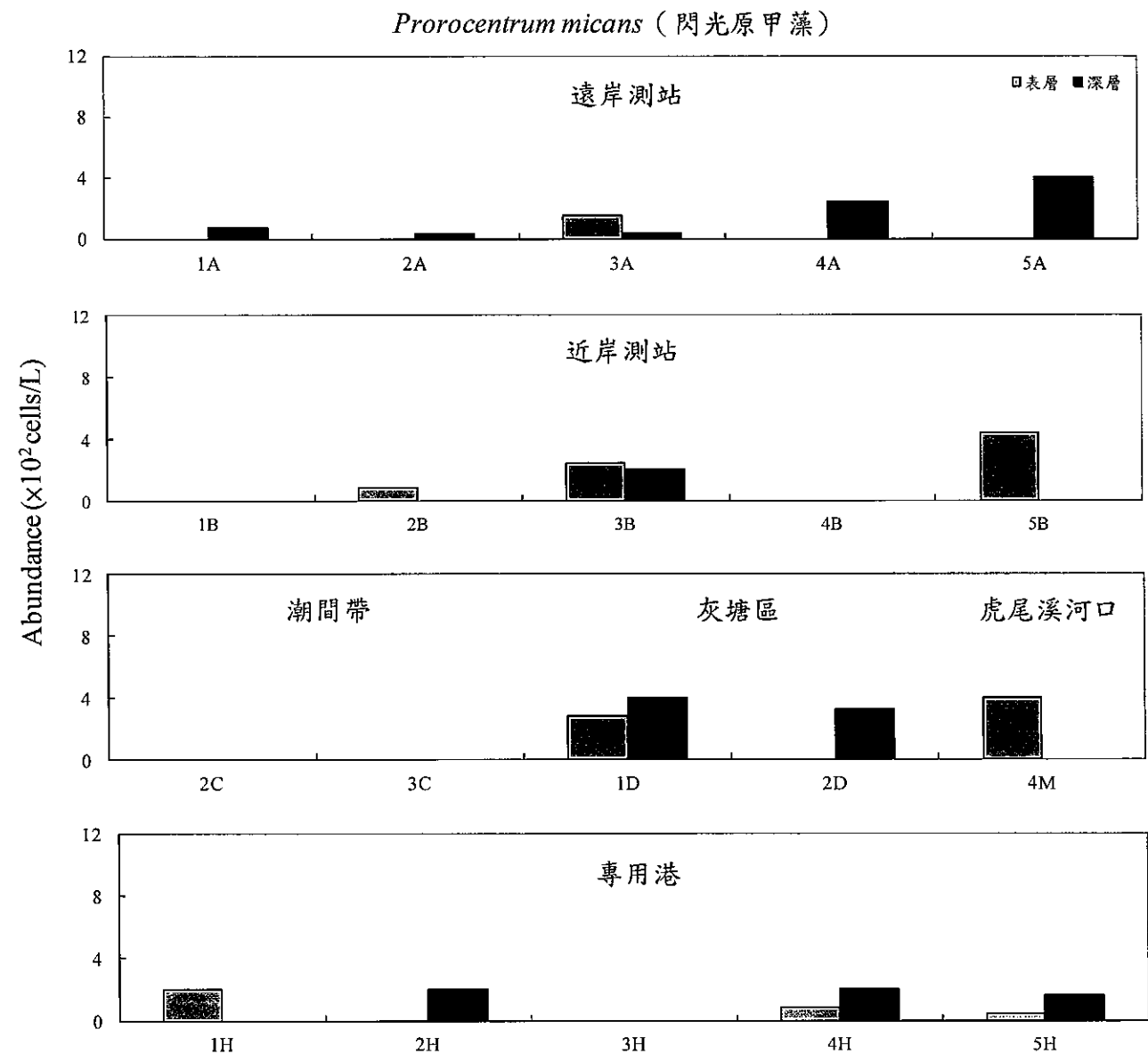


圖 2.2.4.7 100 年第四季麥寮六輕附近海域第四優勢種浮游植物豐度變化圖

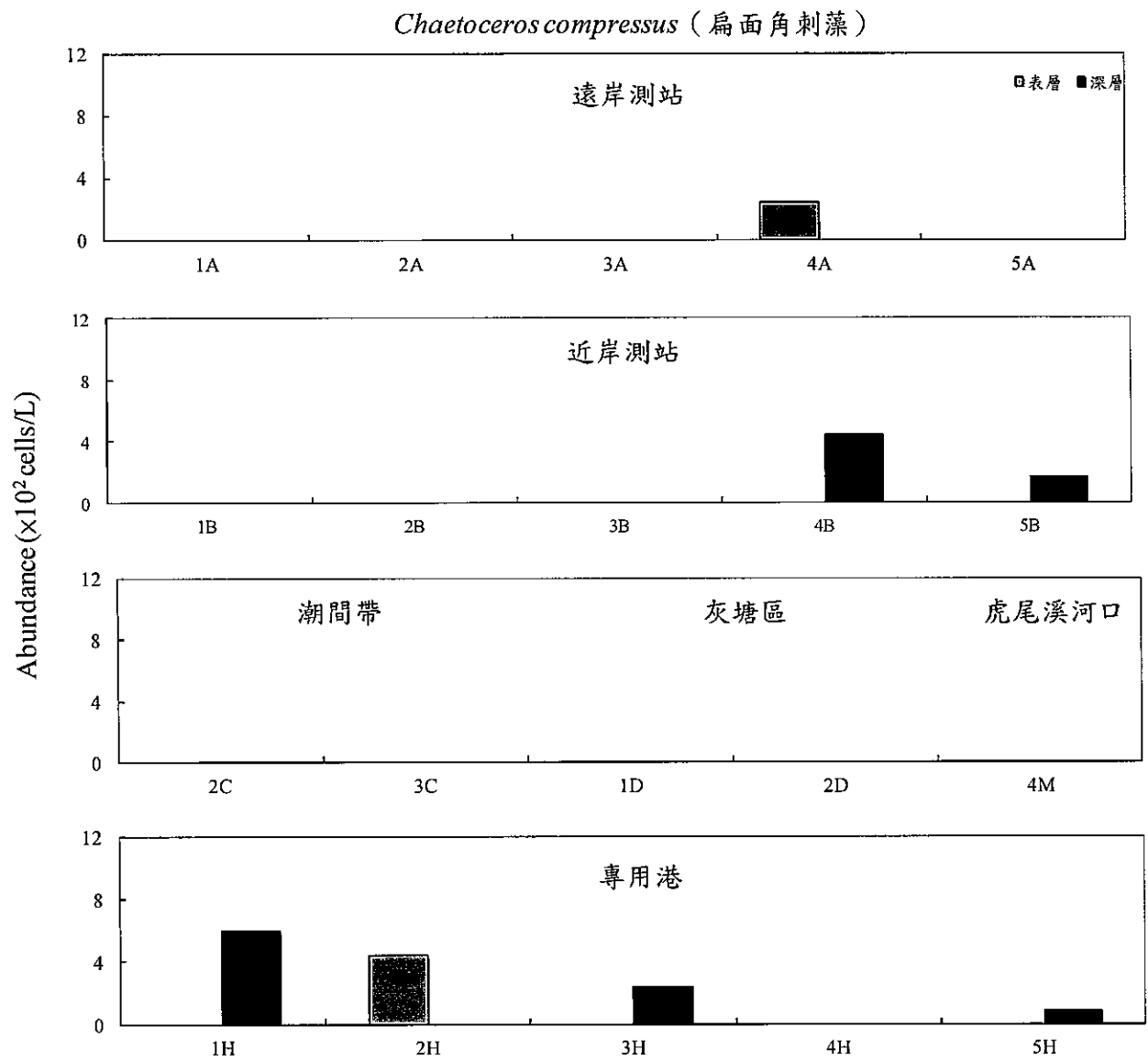
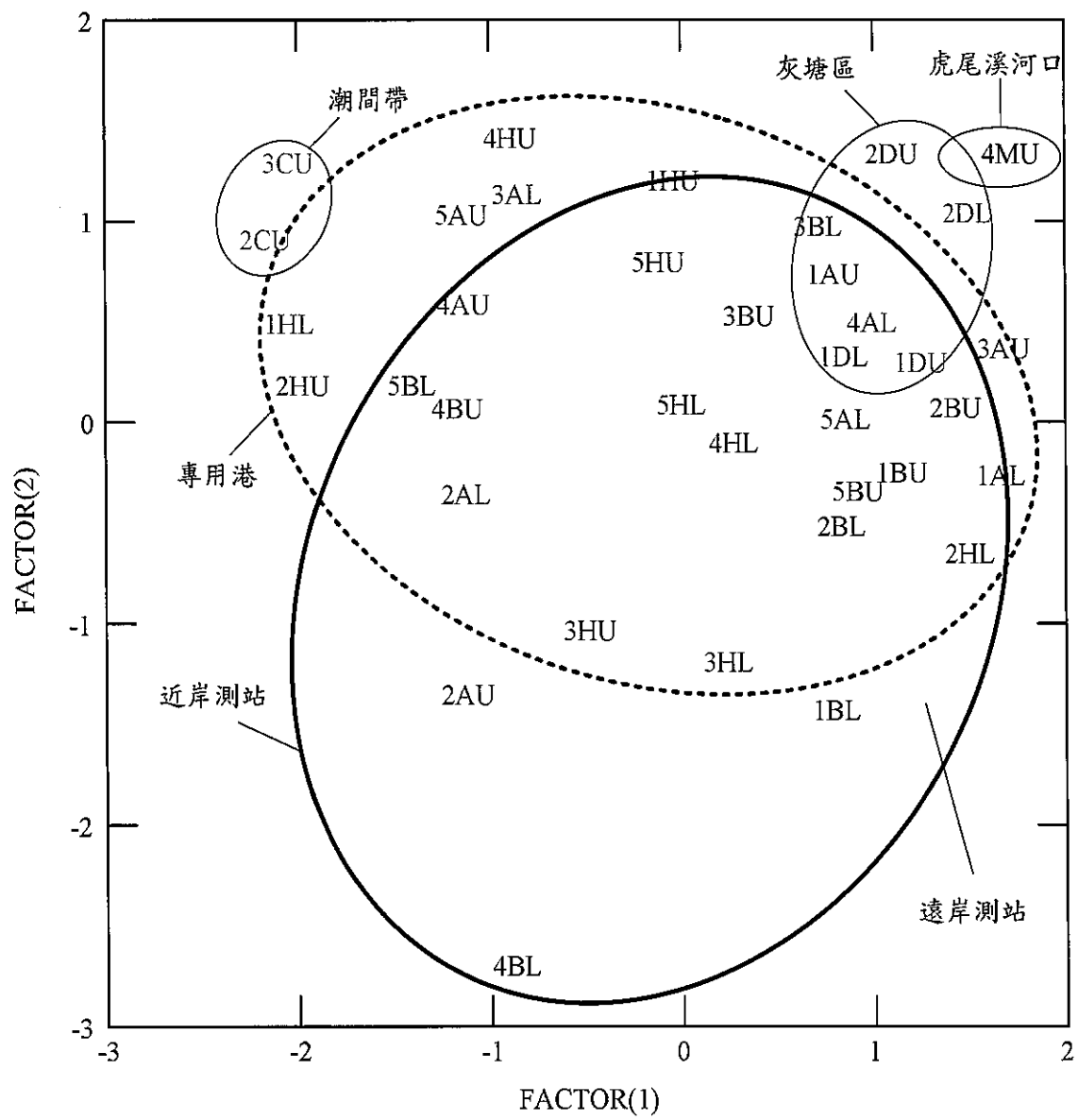


圖 2.2.4.8 100 年第四季麥寮六輕附近海域浮游植物群聚分析圖



2.2.5 動物性浮游生物

100 年第四季浮游動物分別於遠岸 (1A-5A)、近岸 (1B-5B)、灰塘 (1D-2D)、專用港 (1H-5H)、潮間帶 (2C-3C) 與新虎尾溪河口 (4M) 共 20 個測站完成採樣與分析，共記錄 8 門的浮游動物，分別為環節動物、腔腸動物、毛顎動物、棘皮動物、軟體動物、節肢動物、尾索動物及脊椎動物 (魚卵與仔稚魚)(表 2.2.5.1)。100 年第四季麥寮六輕附近海域各測站游動物豐度介於 $45 - 1098 \text{ ind./m}^3$ 間，平均豐度為 $319 \pm 237 \text{ ind./m}^3$ ，最高與最低總豐度比值接近 22，顯示浮游動物在某些測站間有較大的豐度差異；本季最低豐度紀錄於專用港之測站 1H，但其它專用港內測站浮游動物豐度則皆有 200 ind./m^3 上下；而最高豐度紀錄於灰塘之測站 2D，同一條測線 2 的浮游動物豐度則由遠至近岸遞增。圖 2.2.5.1a 為 100 年度第四季各測站浮游動物豐度圖，可看出在浮游動物的較高豐度在測線 1、4、5 出現於 20m 等深線之遠岸(A)測站；但測線 2 與 3 的較高豐度則出現在 10m 等深線之近岸(B)測站，而本季採樣皆為傍晚 18 時至 23 時，可排除日夜遷移造成的影響現象，一般而言，大部份浮游動物之生活習性為白天沉至水域較深處或縫隙間，傍晚至夜間浮至水面上覓食，因此夜間豐度相對會較白天為高；同時，本季專用港測站浮游動物豐度，與上季呈現相同趨勢，港口測站 1H 最低，往港內經過 3H-4H 豐度呈現遞增現象，4H 為港內最高豐度測站，之後經過 5H 往港內最深處 2H 測站呈現遞減的趨勢。

100 年第四季麥寮六輕附近海域之相關性豐度與平均相關性豐度顯示於圖 2.2.5.2a 與 2.2.5.2b，由圖 2.2.5.2a、2.2.5.2b 可得知節肢動物 (橈足類和其它節肢動物) 為本季平均相關性豐度最高的浮游動物，本季節肢動物之平均相關性豐度於各站間介於 0 - 100%，總平均相關性豐度為 61%，且平均相關性豐度較低的測站，出現在近岸測站 1B - 3B、港口測站 1H 與潮間帶 2C，由圖 2.2.5.2a 可發現第四季這些測站的軟體動物、原生動物、尾索動物、腔腸動物與棘皮動物較其它測站為高，顯示本海域的浮游動物分佈為團塊狀；而節肢動物之平均相關性豐度已累計十一季均為最高的資料顯示，節肢動物為麥寮六輕附近海域最優勢之浮游動物門。本季其餘平均相關性豐度次

高且大於 5 % 的浮游動物，僅有毛顎動物 (9.3%)，其他相關性平均豐度皆不到 5%，此兩大類浮游動物於 100 年第四季麥寮六輕附近海域的出現頻度分別為 100% 與 65% (表 2.2.5.2 與圖 2.2.5.2a)，平均相關性豐度與出現頻率顯示，100 年第四季麥寮六輕附近海域節肢動物與毛顎動物為較易記錄到的浮游動物，與前幾季結果有些許變化。

圖 2.2.5.2a、2.2.5.2b 與表 2.2.5.2 顯示節肢動物門中橈足類動物的平均豐度、相關性豐度與出現頻度為所有浮游動物最高，橈足類動物於麥寮海域之平均豐度為 247 ind./ m³，與上季相若，而本季相關性豐度達 77%，出現頻度高達 100%。表 2.2.5.3 顯示 100 年第四季麥寮六輕附近海域，平均豐度最高的三個種類皆為橈足類，依序為橈足類之 *Canthocalanus pauper* (微刺哲水蚤)，平均每個測站為 43 ind./ m³，其相關性豐度佔浮游動物之 18%；其次為橈足類之 *Paracalanus aculeatus* (針刺擬哲水蚤)，平均每個測站為 41 ind./ m³，其相關性豐度佔浮游動物之 13%；更次之為橈足類之 *Euchaeta concinna* (精緻真刺水蚤)，平均每個測站為 33 ind./ m³，其相關性豐度佔浮游動物之 10%。本季最優勢的前三個種類分別代表暖流、冷流與區域水等不同海水之種類，最優勢的 *Canthocalanus pauper* (微刺哲水蚤) 為暖水流的種類，推測為黑潮支流帶入，由於本季值當秋季，本海域受台灣海峽水(黑潮支流與南海水混合)影響，因此有較高量出現；而第二優勢的類別 *Paracalanus aculeatus* (針刺擬哲水蚤) 屬於暖水區域性的常見物種，之前在 99 年第四季至 100 年第二季皆為前三優勢種類，顯示本種於本海域是常年性的優勢種；但第三優勢種橈足類之 *Euchaeta concinna* (精緻真刺水蚤) 為冷水性種類，當東北季風盛行時會將發源地為黃海與東海的本種，順著大陸沿岸流往南帶下，而本季可看到此種為前三優勢物種，雖然採樣時間為秋季，但已有微弱東北季風吹拂，使得本種在本季調查中成為優勢物種。本季前三優勢種類以外來水團所帶來的種類占了兩種，且是由冷與暖、北與南的不同水團帶入，可看出初秋時節此海域的浮游動物族群，受到季節交替的不同水團的影響。

將遠岸(A)、近岸(B)、灰塘(D)、港區(H)與潮間帶河口(C&M)五區分區來看，遠岸區(A)累計豐度達前 50% 的優勢物種與類別，為橈足類之 *Canthocalanus pauper* (微刺哲水蚤)、*Paracalanus aculeatus* (針刺擬哲水蚤) 與橈足類之 *Euchaeta concinna* (精緻真刺水蚤)，平均豐度於遠岸區(A)為

29 ind./ m³、38 ind./ m³和 25 ind./ m³，平均相關性豐度佔浮游動物分別為 18 %、15%和 12%；近岸區(B)累計豐度達前 50%的優勢物種與類別，為橈足類之橈足類之 *Canthocalanus pauper* (微刺哲水蚤)、*Euchaeta concinna* (精緻真刺水蚤) 與 *Temora turbinata* (錐形寬水蚤)，平均豐度於近岸區(B)為 36 ind./ m³、31 ind./ m³和 26 ind./ m³，平均相關性豐度佔浮游動物分別為 26%、22%和 17%；灰塘區(D)累計豐度達前 50%的優勢物種與類別，為橈足類之 *Temora turbinata* (錐形寬水蚤)，平均豐度為 58 ind./ m³，平均相關性豐度佔浮游動物分別為 50%；專用港區(H)累計豐度達前 50%的優勢物種與類別，為橈足類之 *Canthocalanus pauper* (微刺哲水蚤)與節肢動物之 *Brachyura* larvae(蟹類幼生)，平均豐度於遠岸區(A)為 45 ind./ m³和 23 ind./ m³，平均相關性豐度佔浮游動物分別為 38%和 21%；專潮間帶與河口區(C&M)累計豐度達前 50%的優勢物種與類別，為橈足類之 *Labidocera euchaeta*(真刺唇角水蚤)，平均豐度為 93 ind./ m³，平均相關性豐度佔浮游動物分別為 98%。本季資料顯示，各區依不同環境，皆有相當優勢且相關性豐度超過 30%以上的優勢種類，且除灰塘區與專潮間帶與河口區外，本季麥寮六輕海域的各區代表性優勢物種皆有本季最優勢的前三橈足類物種，顯示本季各區域優勢物種受到不同水團影響，呈現特殊的族群生態。

圖 2.2.5.3 為本季浮游動物種類與豐度利用 Primer v5.0 計算出的空間分佈圖 (MDS)，可看出各測站間可分為 3 大區塊的團塊狀的空間分佈，顯示浮游動物主要分布受到測站性質所影響，但本季此三大區塊皆有重疊現象，除了 1D、1H、2C、3C、4M 與 5A 位於中心區塊的較外圍，其它測站皆可視為同一區塊，這結果與上一段落探討的優勢物種相符合，因為本季本海域受到外來的暖與冷水團影響，冷、暖水與區域性種類交雜，除了河口與潮間帶測站外，各測站皆受到影響，因此造成測站間的區分不明顯。潮間帶與河口區測站形成一區塊，且新虎尾溪口測站 4M 獨立離所有測站較遠。由於浮游動物游泳能力弱，較大距離的散佈是由水團帶動，因此推測本季浮游動物分佈受到台灣海峽水、大陸沿岸流與近岸海水交會影響分割較不明顯，顯示本季各區測站除了代表該區的特別優勢種類群外，各測站間的浮游動物物種皆有關聯。

表 2.2.5.1 100 年第四季麥寮六輕附近海域浮游動物豐度表 (ind./ m³)

類別	測站													
	(ind./ m ³)													
ANNELIDA 環節動物門														
Polychaeta 多毛類														
ARTHROPODA 節肢動物門														
Cirripedia (蔓足亞綱)														
Cypris(膝壺腺介幼體)														
Copepoda (橈足亞綱)														
Calanoida(哲水蚤目)														
Acartia negligens(小紡錘水蚤)														
Acartia pacifica(太平紡錘水蚤)														
Acrocalanus gibber(駝背隆哲水蚤)														
Acrocalanus gracilis(微駝隆哲水蚤)														
Calocalanus sp.(麗哲水蚤)														
Canthocalanus pauper(微刺哲水蚤)														
Clausocalanus arcuicornis(弓角基齒哲水蚤)														
Clausocalanus furcatus(長尾基齒哲水蚤)														
Clausocalanus minor(小基齒哲水蚤)														
Cosmocalanus darwini(達氏宇哲水蚤)														
Euchaeta concinna(精緻真刺水蚤)														
Euchaeta rimana(梨曼真刺水蚤)														
Labidocera acuta(尖額唇角水蚤)														
Labidocera euchaeta(真刺唇角水蚤)														
Labidocera kroeyeri(克氏唇角水蚤)														
Paracalanus aculeatus(針刺擬哲水蚤)														
Paracalanus parvus(小擬哲水蚤)														

表 2.2.5.1 100 年第四季麥寮六輕附近海域浮游動物豐度表 (ind./ m³) ...continued

類別	測站																1A	1B	1D	2A	2B	2D	3A	3B	4A	4B	5A	5B	1H	2H	3H	4H	5H	2C	3C	4M		
	(ind./ m ³)																																					
<i>Paracandacia truncata</i> (截擬平頭水蚤)	2.7																																					
<i>Scolecithricella minor</i> (小型小厚殼水蚤)						34.7		18.6																														
<i>Subeucalanus subcrassus</i> (亞強次真哲水蚤)							6.5		11.1		10.6																						9.8					
<i>Temora discaudata</i> (異尾寬水蚤)	32.5																	21.1		22.5																		
<i>Temora turbinata</i> (錐形寬水蚤)							65.3		9.1	108.4	51.5	4.4	40.2	52.9	39.8	96.1	17.9															14.0	140.0					
<i>Undimula vulgaris</i> (普通波水蚤)							10.1				157.3																											
Cyclopoida(劍水蚤目)																																						
<i>Oithona plumifera</i> (羽長腹劍水蚤)	10.0						8.1								22.6		12.5															11.7						
Poecilostomatoida																																						
<i>Copilia mediterranea</i> (地中海槳水蚤)														8.5																								
<i>Corycaeus(Ditrichocorycaeus) asiaticus</i> (東亞大眼水蚤)									2.0																													
<i>Corycaeus(Onychocorycaeus) pumilus</i> (小型大眼水蚤)														5.5																								
<i>Oncaea venusta</i> (麗隆水蚤)							11.5								14.5		7.2	2.2																				
Malacostraca(軟甲亞綱)																																						
Decapoda(十足目)																																						
<i>Brachyura</i> larvae(蟹類幼生)																																						
<i>Macrura</i> larvae(蝦類幼生)																																						
<i>Acetes</i> spp.(毛蝦)																																						
<i>Lucifer</i> spp.(螢蝦)																																						
Ostracoda(介形亞綱)																																						
Halocypriformes(吸海螢亞目)																																						
<i>Cypridina</i> spp.(海螢)																																						
COELENTERATA 腔腸動物門																																						
Siphonophora(管水母目)																																						

表 2.2.5.1 100 年第四季麥寮六輕附近海域浮游動物豐度表 (ind./ m³) ...continued

類別	(ind./ m ³)																			Total abundance
	1A	1B	1D	2A	2B	2D	3A	3B	4A	4B	5A	5B	1H	2H	3H	4H	5H	2C	3C	
<i>Bassia</i> sp.(立方水母)					6.3				4.5	20.0										
<i>Lensia</i> spp.(淺室水母)					11.0				12.0											
CHAETOGNATHA 毛顎動物門																				
Sagittoidea(矢蟲綱)																				
<i>Sagitta bipunctata</i> (雙斑箭蟲)				9.6	17.3				19.3						19.8	10.0				
<i>Sagitta enflata</i> (肥胖箭蟲)	13.3			26.3		96.9		7.1		68.7							11.2			
<i>Sagitta pacifica</i> (太平洋箭蟲)	11.7			37.4					17.1	21.2	23.3	9.2			12.1		29.4	140.0		
<i>Sagitta regularis</i> (規則箭蟲)	6.7			8.6												7.5				
ECHINODERMATA 棘皮動物門																				
Echinodermata larva 棘皮幼生	12.5		19.8							54.9	6.3	2.7								
MOLLUSCA 軟體動物門																				
Bivalve larva(二枚貝幼生)		2.8																		
Gastropoda(腹足綱)																				
<i>Creseis</i> spp.(筆帽螺)										5.4										
<i>Janthina</i> spp.(海蝸牛)	21.6	7.8														7.5				
UROCHORDATA 尾索動物門																				
Appendiculata(有尾綱)																				
<i>Oikopleura</i> spp.(住囊蟲)										25.3										
Fish egg 魚卵									13.5	16.3										
Total abundance																				
	379	117	251	226	574	1098	67	159	360	328	545	161	45	218	188	308	240	560	280	280

表 2.2.5.2 100 年第四季麥寮六輕附近海域各浮游動物之相關性豐度與頻度

浮游動物大類	平均豐度 (ind./ m ³)	相關性豐度 (%)	出現頻度 (%)
環節動物	0.4	0.2	10
腔腸動物	2.7	0.6	15
毛顎動物	31.2	9.3	65
棘皮動物	4.8	1.56	25
軟體動物	2.3	0.9	20
尾索動物	1.3	0.4	5
脊椎動物	3.2	1.0	20
節肢動物	247.1	76.7	100
橈足類			
其它節肢動物	26.5	9.3	70

表 2.2.5.3 99 年第三季至 100 年第四季麥寮六輕附近海域前三浮游動物優勢種之平均與相關性豐度

99 年						100 年					
第三季		第四季		第一季		第二季		第三季		第四季	
<i>Cypridina</i> sp. (海螢)	Mean: 297(ind./m ³) RA : 42 (%)	<i>Paracalanus aculeatus</i> (針刺擬哲水蚤)	Mean : 29(ind./m ³) RA : 32(%)	<i>Paracalanus aculeatus</i> (針刺擬哲水蚤)	Mean : 163(ind./m ³) RA : 15(%)	<i>Centropages tenuiremis</i> (瘦尾胸刺水蚤)	Mean : 156(ind./m ³) RA : 14(%)	<i>Oikopleura</i> spp. (住囊蟲)	Mean : 83(ind./m ³) RA : 24(%)	<i>Canthocalanus pauper</i> (微刺哲水蚤)	Mean : 43(ind./m ³) RA : 18(%)
<i>Temora turbinata</i> (錐形寬水蚤)	Mean: 250(ind./m ³) RA : 36(%)	<i>Sagitta enflata</i> (肥胖箭蟲)	Mean : 20(ind./m ³) RA : 21(%)	<i>Sagitta enflata</i> (肥胖箭蟲)	Mean : 87(ind./m ³) RA : 8(%)	Cypris 膝壺腺介幼體	Mean : 155(ind./m ³) RA : 14(%)	<i>Temora turbinata</i> (錐形寬水蚤)	Mean: 61(ind./m ³) RA : 20(%)	<i>Paracalanus aculeatus</i> (針刺擬哲水蚤)	Mean : 41(ind./m ³) RA : 13(%)
<i>Labidocera Euchaeta</i> (真刺唇角水蚤)	Mean: 108(ind./m ³) RA : 15(%)	<i>Subeucalanus subcrassus</i> (亞強次真哲水蚤)	Mean: 14(ind./m ³) RA : 15 (%)	<i>Euchaeta rimana</i> (梨曼真刺水蚤)	Mean: 83(ind./m ³) RA : 8(%)	<i>Paracalanus aculeatus</i> (針刺擬哲水蚤)	Mean: 106(ind./m ³) RA : 10(%)	<i>Orbulina</i> spp. (圓球蟲)	Mean: 59(ind./m ³) RA : 20(%)	<i>Euchaeta concinna</i> (精緻真刺水蚤)	Mean : 33(ind./m ³) RA : 10(%)

圖 2.2.5.1a 100 年第四季麥寮六輕附近海域各測站浮游動物豐度圖

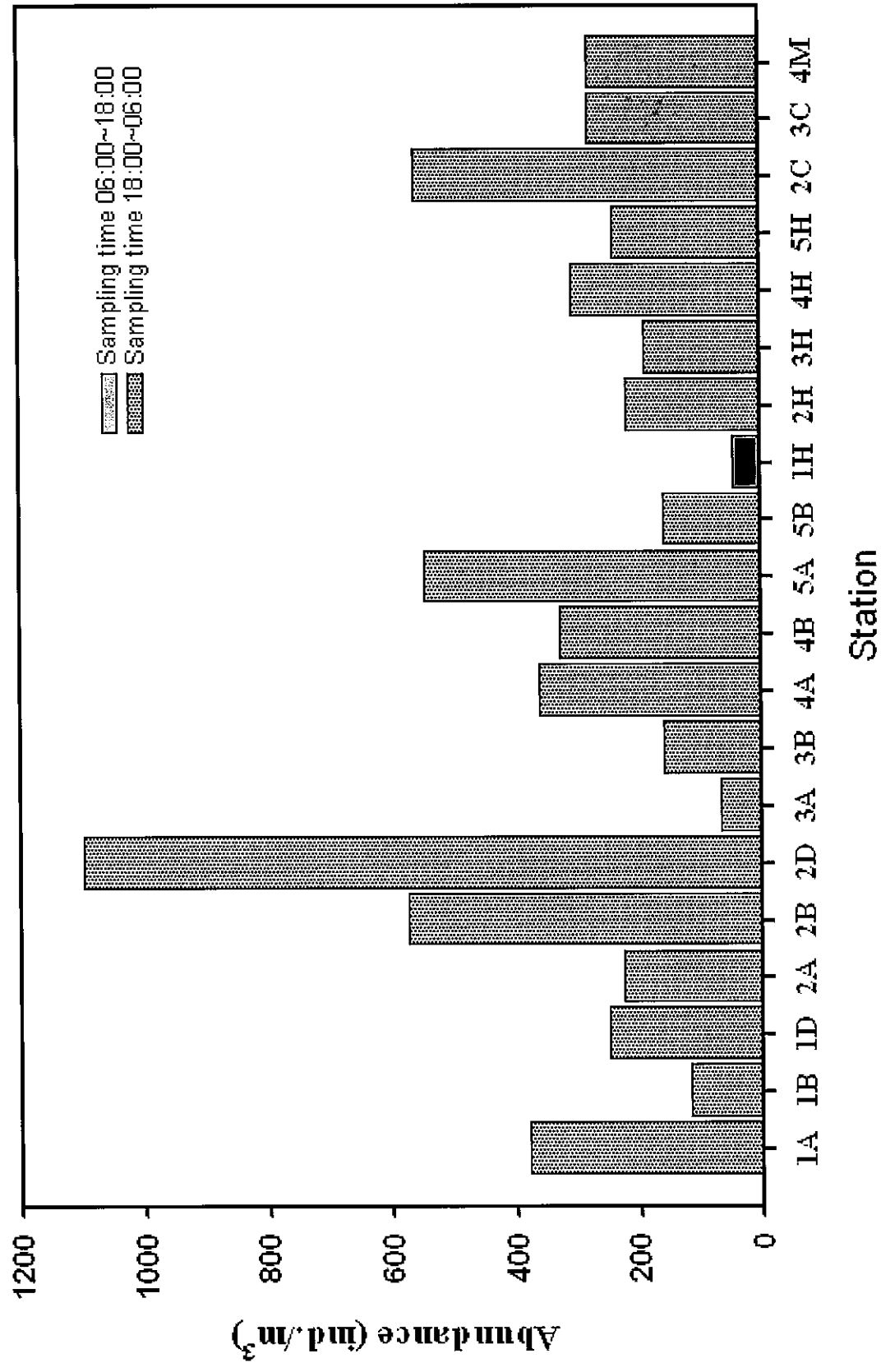


圖 2.2.5.1b 100 年第四季麥寮六輕附近海域各測站採樣時間與漲退潮關係圖

100/10/12麥寮潮汐與測站採樣時間對照圖

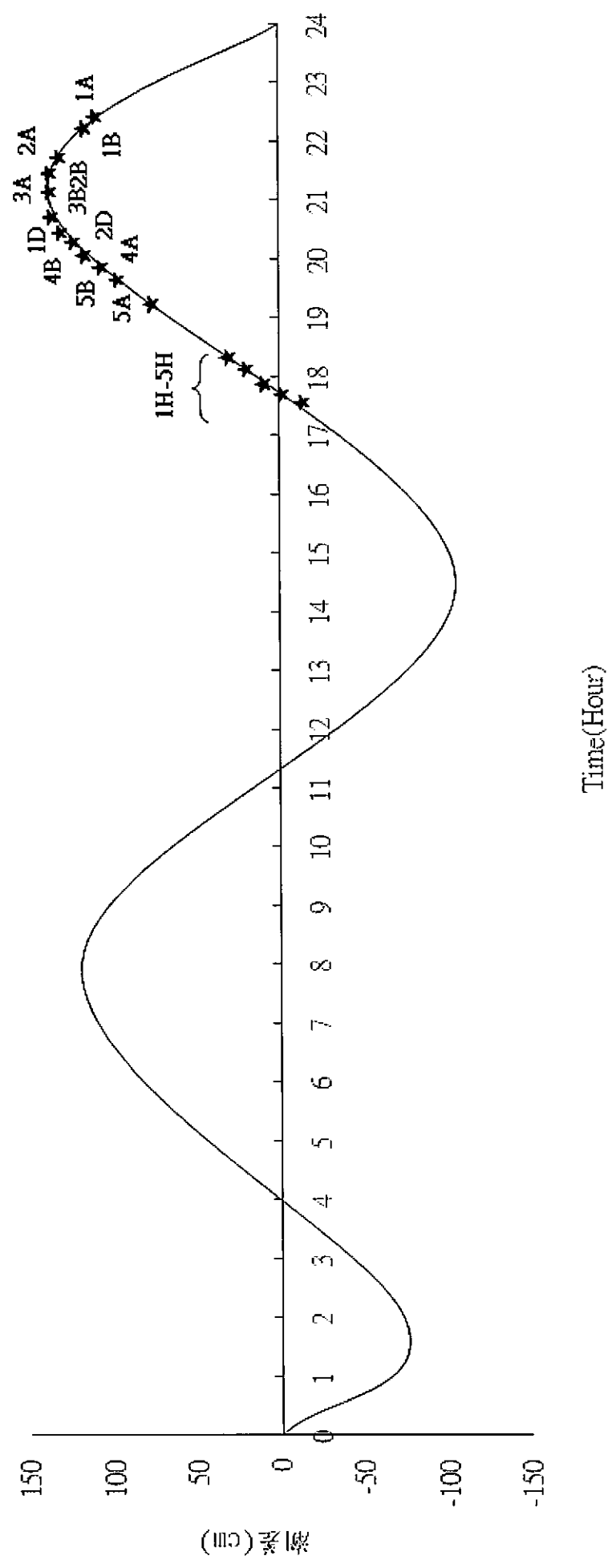


圖 2.2.5.2a 100 年第四季麥寮六輕附近海域浮游動物相關性豐度 (%) 示意圖

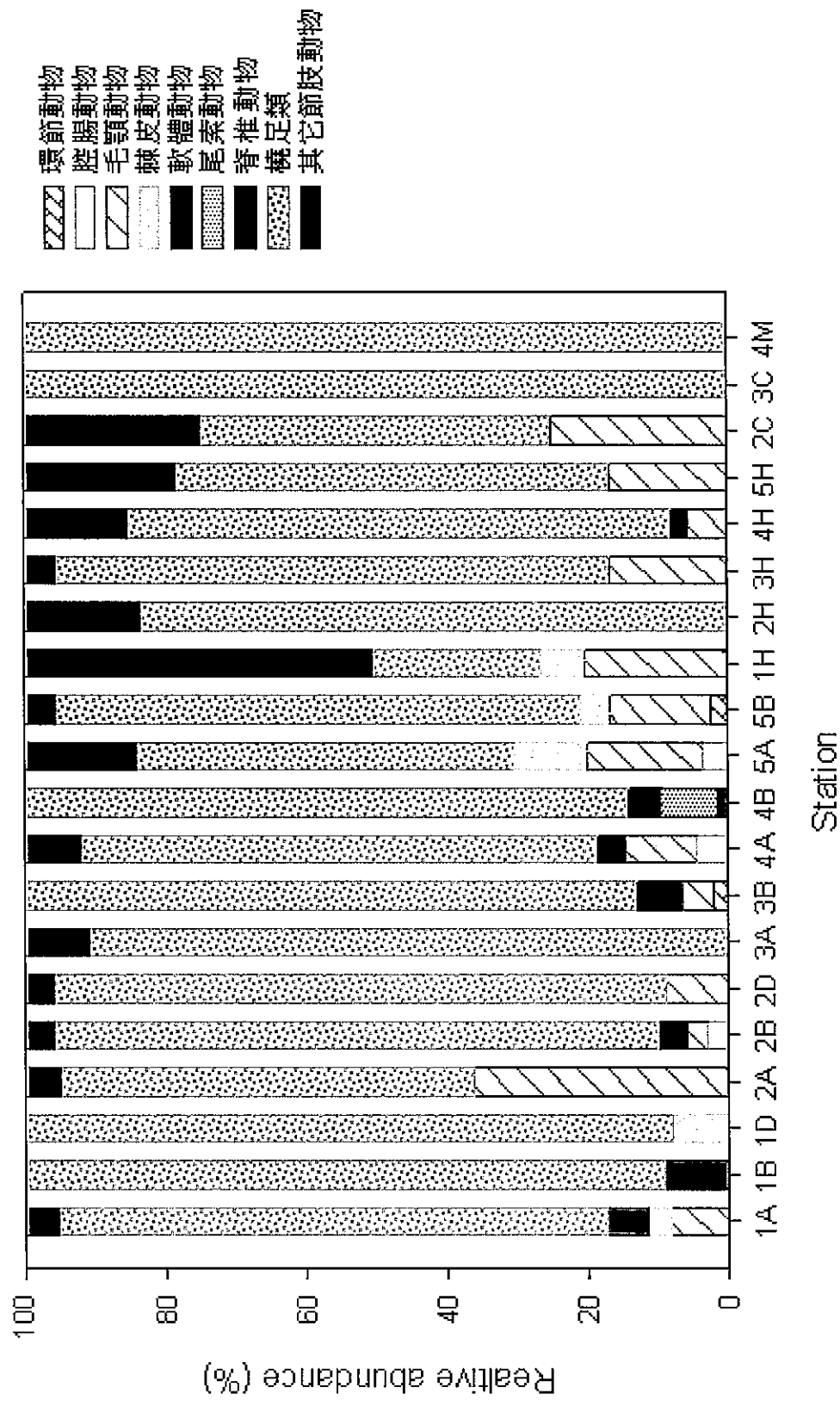


圖 2.2.5.2b 100 年第四季麥寮六輕附近海域浮游動物平均相關性豐度 (%) 示意圖

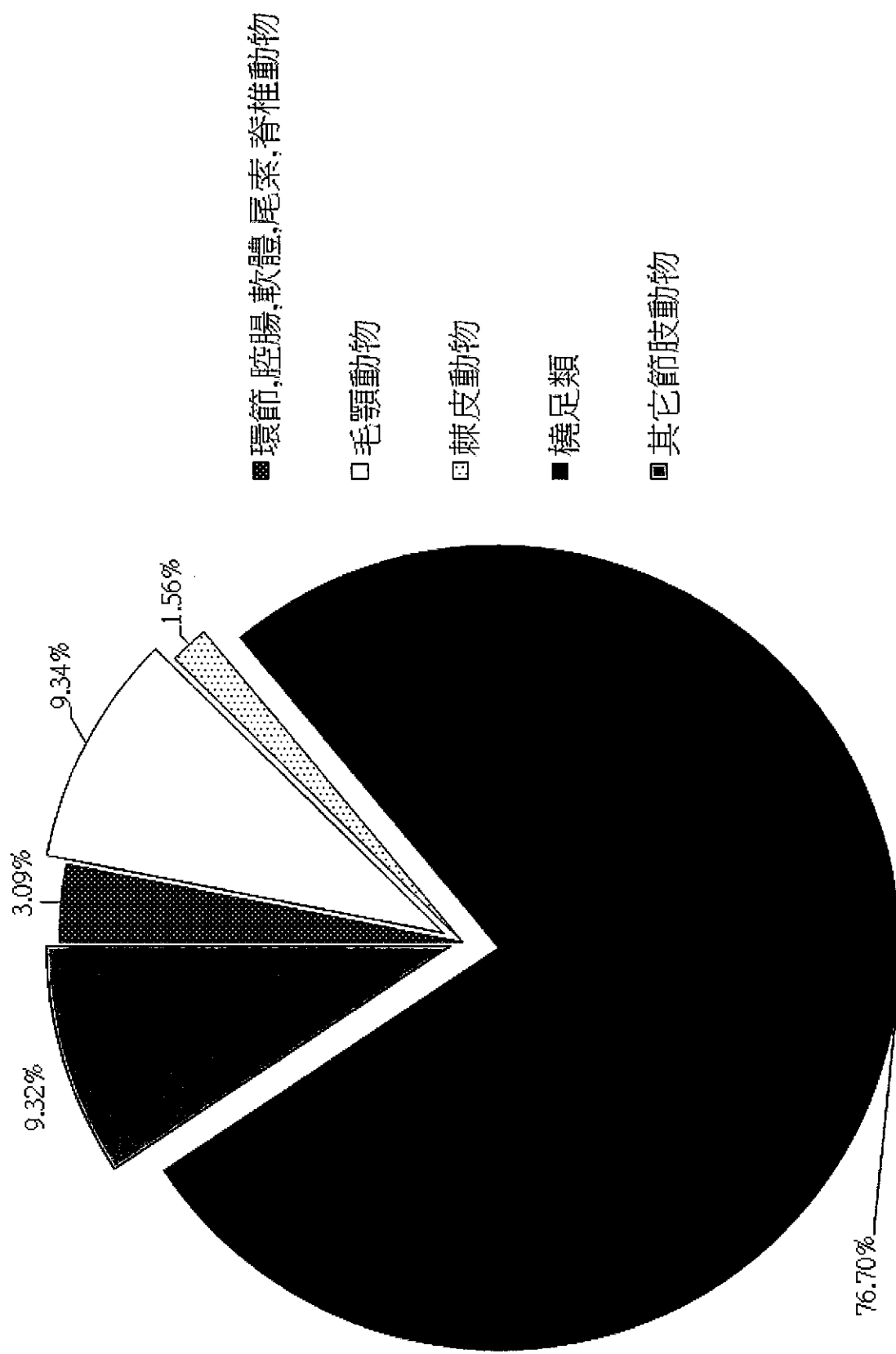
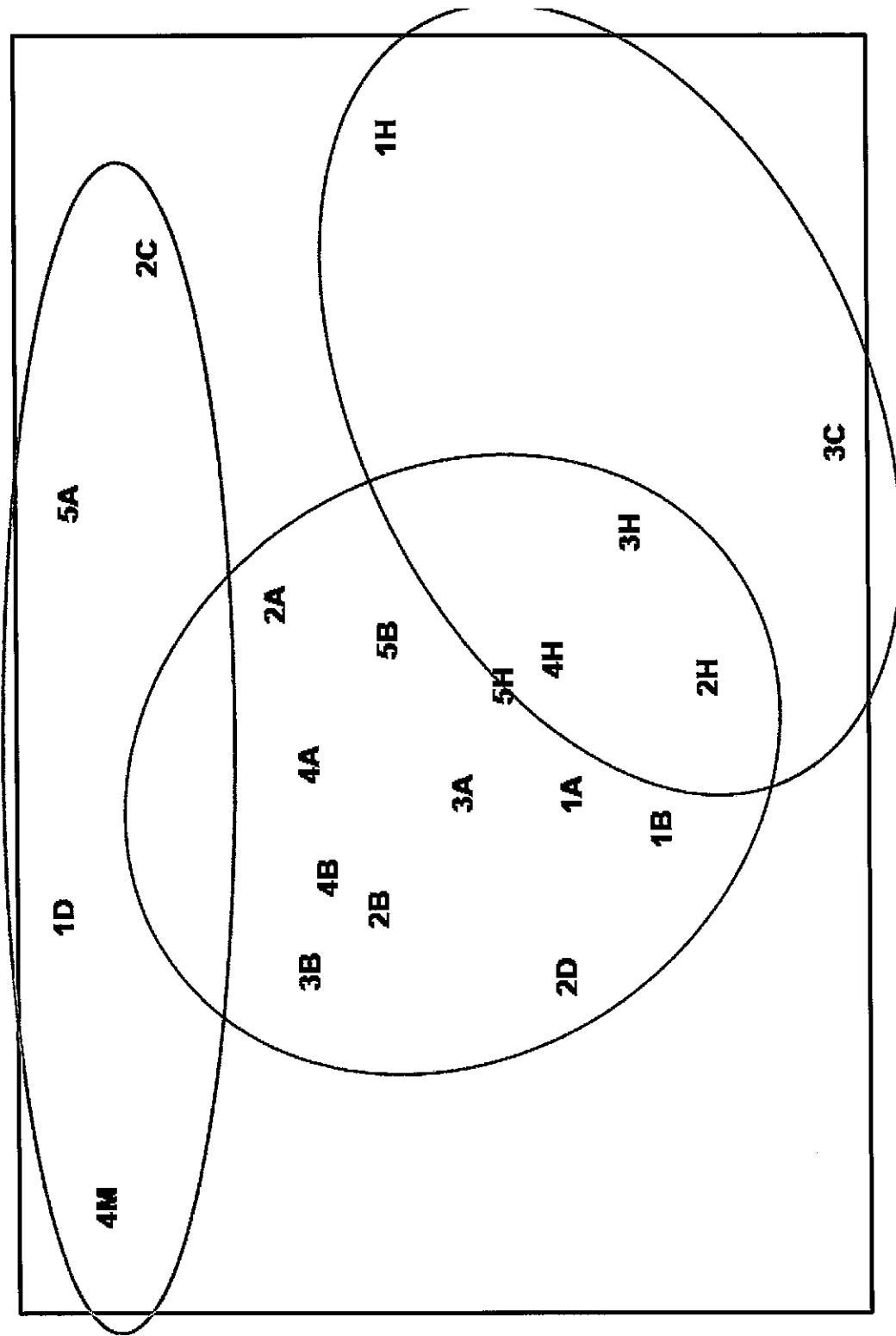


圖 2.2.5.3 100 年第四季麥寮六輕附近海域各測站浮游動物 MDS 空間分布示意圖



2.2.6 底棲生物及拖網漁獲

1. 底棲生物

利用矩形底棲生物採集器，本季共採獲魚類 4 科 4 種 7 尾，節肢動物 8 科 9 種 371 尾及軟體動物與其他生物 12 科 19 種 376 尾，共計 24 科 32 種 754 尾(表 2.2.6.1-3)。各測站皆有採獲物種之記錄，種數最高的測站為 1D 和 3B，各記錄有 12 種；最低為 3A，僅記錄 1 種。歧異度(H')最高亦為測站 3B，最低為 3A。在遠岸測站(1A~5A)之歧異度最高為 2A，最低為 3A；近岸測站(1B~5B) 最高為測站 3B，最低則為 4B；在潮間帶測站 2C、3C 之歧異度值各為 0.3 及 1.42，1D 灰塘區海域測站為 1.11 (表 2.2.6.4)。

本季魚類部分，以石首魚科(Sciaenidae)之叫姑魚屬(*Johnius* sp.)為優勢，共採獲 3 尾 (表 2.2.6.1)；節肢動物則以活額寄居蟹科(Diogenidae)之寄居蟹(*Diogenes fasciatus*)為優勢，共 312 尾；軟體動物及其他則以櫻蛤科(Tellinidae)之強壯櫻蛤(*Pinguitellina robusta*) 為優勢，共 120 尾；其次為馬珂蛤科(Mactridae)之中華馬珂蛤(*Mactra chinensis*)，共 109 尾。15 個測站中，若以測站來看，魚類部份以灰塘區海域測站 1D 採獲海鯰科(Ariidae)之斑海鯰(*Arius maculatus*)樣本 2 尾最多(表 2.2.6.1)；節肢動物以灰塘區海域測站 1D 採獲 151 尾活額寄居蟹科(Diogenidae)之寄居蟹(*Diogenes fasciatus*)最多(表 2.2.6.2)；而軟體動物以近岸海域測站 4B 採獲 41 尾櫻蛤科(Tellinidae)之強壯櫻蛤(*Pinguitellina robusta*)最多(表 2.2.6.3)。本季矩形採樣器生態調查結果，以節肢動物和軟體動物佔大多數，兩者優勢結果與 100 年第 3 季結果一致，皆以活額寄居蟹科(Diogenidae)之寄居蟹(*Diogenes fasciatus*)及櫻蛤科(Tellinidae)之強壯櫻蛤(*Pinguitellina robusta*)為優勢；而魚類之優勢類別則與 100 年第 3 季不同，以石首魚科(Sciaenidae)叫姑魚屬(*Johnius* sp.)為主，而不是第 3 季的鼠魚銜科(Callionymidae)海南魚銜(*Callionymus hainanensis*)及鰻科(Leiognathidae)頸帶鰻(*Leiognathus nuchalis*)。

2.拖網漁獲

蝦拖網在近岸和遠岸 2 個測站共採獲魚類 12 科 17 種 450 尾，節肢動物 2 科 3 種 538 尾及軟體動物與其他 11 科 15 種 327 尾，共計 25 科 35 種 1315 尾，總重量約 25725.26 克。魚類部份，以海鯰科(Ariidae)的斑海鯰(*Arius maculatus*)捕獲 129 尾最多(表 2.2.6.1)，總重量約 10000 克(表 2.2.6.5)。優勢魚種在本季的採樣上，與 100 年第 3 季主要以布氏鬚鯛為主的結果不同。

節肢動物部份的優勢種類為刀額新對蝦(*Metapenaeus ensis*)，捕獲 520 尾，總重約 4470 克，其餘採獲之甲殼類生物為經濟性之梭子蟹科(Portunidae)紅星梭子蟹(*Portunus sanguinolentus*)和遠海梭子蟹(*Portunus pelagicus*)，本季蝦拖網採獲的甲殼類(節肢動物)種類較上一季來得少(表 2.2.6.2、表 2.2.6.6)。軟體動物及其他部分共採獲 11 科 15 種 327 尾個體，種數及尾數都較上一季(8 科 12 種 248 尾個體)多，其中優勢種類為抱蛤科(Corbulidae)紅唇抱蛤(*Solidicorbula erythron*)，共捕獲 279 尾(表 2.6.6.3)，總重約 420.16 克(表 2.2.6.7)，與上一季採獲之 92 尾馬珂蛤科(Mactridae)之 *Mactra inaequalis* 為優勢種類的結果有所不同。

整體而言，本季蝦拖網採樣在種數上較 100 年第 3 季調查結果為少，但在尾數上則較多：本季記錄 538 尾節肢動物，數量上較上一季記錄的 435 尾稍多；而魚類和軟體動物亦呈現稍微增加的結果，數量為魚類 450 尾(上一季 229 尾)和軟體動物 327 尾(上一季 248 尾)個體；另外，在近岸(測站 1)與遠岸(測站 2)所捕獲生物的種數和尾數皆以近岸(26 種，857 尾)高於遠岸(22 種，458 尾)；而歧異度指數則以遠岸測站($H' = 1.99$)稍高於近岸測站($H' = 1.88$)(表 2.2.6.4)。

表 2.2.6.1 100 年第四季之底棲生物及蝦拖網漁獲個體數表(魚類)

類別	科	Family	中文名	Species	蝦拖1	蝦拖2	1A	1B	1D	1H	2A	2B
魚類	石首魚科	Sciaenidae	大頭白姑魚	<i>Pennahia macrocephalus</i>	35							
			叫姑魚屬	<i>Johnius</i> sp.					1			
			紅牙魚或	<i>Otolithes ruber</i>	8	15						
			斑鰭白姑魚	<i>Pennahia pawak</i>	40	33						
			黃金鰭魚或	<i>Chrysochir aureus</i>	5	13						
			道氏叫姑魚	<i>Johnius dussumieri</i>	26	9						
			鱗鰭叫姑魚	<i>Johnius distinctus</i>		20						
	合齒魚科	Synodontidae	印度鐮齒魚	<i>Harpadon nehereus</i>		1						
	舌鰨科	Cynoglossidae	布氏鬚鰨	<i>Paraplagusia blochii</i>	9	38						
			雙線舌鰨	<i>Cynoglossus bilineatus</i>								
	沙鰈科	Sillaginidae	沙鰈	<i>Sillago sihama</i>	5	9						
	海鯰科	Ariidae	斑海鯰	<i>Arius maculatus</i>	88	41			2			
	馬鰁科	Polynemidae	六絲多指馬鰁	<i>Polydactylus sextarius</i>	8	25						
	帶魚科	Trichiuridae	沙帶魚	<i>Lepturacanthus savala</i>	4							
	黃點鰺科	Platyrrhinidae	中國黃點鰺	<i>Platyrrhina sinensis</i>	2	1						
	魷科	Dasyatidae	黃土魷	<i>Dasyatis bennetti</i>	2							
	鯷科	Clupeidae	黑尾小沙丁	<i>Sardinella melanura</i>		3						
	鰻科	Soleidae	卵鰻	<i>Solea ovata</i>								
	鰻鯰科	Plotosidae	鰻鯰	<i>Plotosus lineatus</i>	9							
	鑽嘴魚科	Gerreidae	日本鑽嘴魚	<i>Gerres japonicus</i>	1							
總計					242	208	0	0	3	0	0	0

表 2.2.6.2 100 年第四季之底棲生物及蝦拖網漁獲個體數表(節肢動物)

類別	科	Family	中文名	Species	蝦拖1	蝦拖2	1A	1B	1D	1H	2A	2B	2C	3A	3B	3C	4A	4B	4M	5A	5B	總計
節肢動物	長臂蝦科	Palaemonidae	東方白蝦	<i>Exopalaemon orientalis</i>				1							1							2
				<i>Nematopalaemon tenuipes</i>												1						1
	活額寄居蟹科	Diogenidae		<i>Diogenes fasciatus</i>			3	151		1	13	72		2	64	3	2			1		312
	玻璃蝦科	Pasiphaeidae	細螯蝦	<i>Leptochela gracilis</i>						1				1	1							3
	梭子蟹科	Portunidae	矛形梭子蟹	<i>Portunus hastatoides</i>				4						1				1				6
			紅星梭子蟹	<i>Portunus sanguinolentus</i>	6	10																16
			遠海梭子蟹	<i>Portunus pelagicus</i>		2																2
	瓷蟹科	Porcellanidae	中華多指瓷蟹	<i>Polyonyx sinensis</i>							1											1
	對蝦科	Penaeidae	刀額新對蝦	<i>Metapenaeus ensis</i>	300	220																520
			長角仿對蝦	<i>Parapenaeopsis hardwickii</i>				2	5		8	3				7		3			4	32
總計	蝦蛄科	Squillae	蝦蛄幼苗	<i>Stomatopoda larvae</i>									1									1
	櫻蝦科	Sergestoidae	中型毛蝦	<i>Acetes intermedius</i>			3	3	1		1	2			2			1				13
					306	232	3	8	162	0	2	25	75	1	7	72	4	6	1	0	5	909

表 2.2.6.3 100 年第四季之底棲生物及蝦拖網漁獲個體數表(軟體動物及其他)

類別	科	Family	中文名	Species	蝦拖1	蝦拖2	1A	1B	ID	IH	2A	2B	2C	3A	3B	3C	4A	4B	4M	5A	5B	總計
軟體動物 及其他	刀蛭科	Cultellidae	光芒莖蛭	<i>Siliqua radiata</i>					1			1			1				12			15
	玉螺科	Naticidae	大玉螺	<i>Polinices didyma</i>											1							1
			細紋玉螺	<i>Polinices didyma</i>	1														1			2
				<i>Natica lineata</i>	6		1	2									2					11
				<i>Natica lineata</i>	10																	10
			臍孔白玉螺	<i>Polinices Flemingianus</i>		1																1
	耳烏賊科	Sepiolidae	耳烏賊	<i>Euprymna morsei</i>				1														1
	抱蛤科	Corbulidae	紅唇抱蛤	<i>Solidicorbula erythrodon</i>					2			1			1		2					6
				<i>Solidicorbula erythrodon</i>	277														9	1	2	291
	枇杷螺科	Ficidae	花球枇杷螺	<i>Ficus variegata</i>		8																8
	香螺科	Melongenidae	香螺	<i>Hemifusus tuba</i>	2																	2
	唐冠螺科	Cassidae	棋盤雙螺	<i>Phalium areola</i>		2																2
	馬珂蛤科	Mactridae	中華馬珂蛤	<i>Mactra chinensis</i>	2		2	1	38	2	1	23	1		10	12	1	6	10		2	111
			日本馬珂蛤	<i>Mactra nipponica</i>			3										1					4
				<i>Mactra inaequalis</i>		2																2
	捲管螺科	Turridae	台灣捲管螺	<i>Turricula javana</i>	2																	2
	槍魷魚科	Loliginidae	日本鎖管	<i>Loligo japonica</i>	3	2																5
	絨紋螺科	Nassariidae	浮標絨紋螺	<i>Telaso reeveana</i>				1				2					2	1	2	11	1	4
			黑線絨紋螺	<i>Nassarius fratercula</i>	1		5	6	1	1												30
	簾蛤科	Veneridae	小麗簾蛤	<i>Veremolpa scabra</i>															1			1
			台灣碟紋蛤	<i>Cyclosunetta contempta</i>		1																2
			稚型簾蛤	<i>Bonartemis juvenilis</i>	4					1												5
	鐘螺科	Trochidae	彩虹虫昌螺	<i>Unobonium vestiarum</i>			1					17			8							26
				<i>Unobonium vestiarum</i>																10		10
	櫻蛤科	Tellinidae	強壯櫻蛤	<i>Pinguitellina robusta</i>			20	5	2	1	2				5	10	30	41				116
				<i>Pinguitellina robusta</i>																4		4
			薄腕櫻蛤	<i>Moerella rutila</i>														3				3
			薄腕蛤	<i>Moerella iridella</i>														1				1
	雙錫蛤科	Nuculanidae	高雄雙錫蛤	<i>Nuculana gordonis takaoensis</i>																		1
	鈍矢海鰓科	Kophobelemnidae	棒海筆	<i>Sclerobelemnon burgeri</i>	1											16		1				18
	樹星海膽科	Dendroasteridae	馬氏海鏡	<i>Sinaechinocyamus mai</i>									1		7							8
總計					309	18	32	2	53	8	3	46	2	0	26	45	33	54	40	17	15	703

表 2.2.6.4 100 年第四季調查之個體數、種數、均勻度與歧異度一一覽表

	蝦拖1	蝦拖2	1A	1B	1D	1H	2A	2B	2C	3A	3B	3C	4A	4B	4M	5A	5B
種數	27	22	7	5	13	5	5	11	4	1	12	7	5	12	11	4	6
個體數	857	458	35	10	218	8	5	71	77	1	34	117	37	62	42	17	20
均勻度	0.57	0.64	0.71	0.93	0.43	0.97	1.00	0.75	0.22	***	0.82	0.73	0.45	0.55	0.79	0.69	0.80
歧異度 (H')	1.88	1.99	1.39	1.50	1.11	1.56	1.61	1.81	0.30	0.00	2.04	1.42	0.73	1.38	1.90	0.96	1.43

表 2.2.6.5 100 年第四季之底棲生物及蝦拖網漁獲重量表(魚類)(gw)

類別	科	Family	中文名	Species	蝦拖1	蝦拖2	1A	1B	ID	1H	2A	2B	2C	3A	3B	3C	4A	4B	4M	5A	5B	總計	
石首魚科	Sciaenidae	大頭白姑魚	<i>Pennahia macrocephalus</i>	150																		150	
		叫姑魚屬	<i>Johnius</i> sp.						1.38							0.18		0.05					1.61
		紅牙魚或	<i>Otolithes ruber</i>	110	210																		320
		斑鰭白姑魚	<i>Pennahia pawak</i>	100	110																		210
		黃金鱸魚或	<i>Chrysochir aureus</i>	60	150																		210
		道氏叫姑魚	<i>Johnius dussumieri</i>	1400	320																		1720
		鱗鰭叫姑魚	<i>Johnius distinctus</i>		660																		660
		印度鏢齒魚	<i>Harpodon nehereus</i>		22																		22
		布氏鬚鰨	<i>Paraplagusia blochii</i>	620	1400																		2020
		雙線舌鰨	<i>Cynoglossus bilineatus</i>															0.73					0.73
魚類	沙鰈科	沙鰈	<i>Sillago sihama</i>	120	200																	320	
		斑海鰈	<i>Arius maculatus</i>	6100	3900					4.62													10004.62
	馬鰮科	六絲多指馬鰮	<i>Polydactylus sextarius</i>	180	700																	880	
		沙帶魚	<i>Lepturacanthus savala</i>	660																			660
	黃點鰺科	中國黃點鰺	<i>Platyhinia sinensis</i>	500	500																		1000
		黃土魷	<i>Dasyatis bennetti</i>	300																			300
	鯧科	黑尾小沙丁	<i>Sardinella melanura</i>		45																		45
	鰺科	卵鰺	<i>Solea ovata</i>																3.53				3.53
	鰻鰤科	鰻鰤	<i>Plotosus lineatus</i>	300																			300
	鰺嘴魚科	日本鰺嘴魚	<i>Gerres japonicus</i>	14																			14
總計					10614	8217	0	0	6	0	0	0	0	0	0.18	0	0	0.78	3.53	0	0	18841.49	

表 2.2.6.6 100 年第四季之底棲生物及蝦拖網漁獲重量表(節肢動物)(gw)

類別	科	Family	中文名	Species	蝦拖1	蝦拖2	1A	1B	1D	1H	2A	2B	2C	3A	3B	3C	4A	4B	4M	5A	5B	總計
長臂蝦科		Palaemonidae	東方白蝦	<i>Exopalaemon orientalis</i>					0.86						0.52							1.38
				<i>Nematopalaemon tenuipes</i>												2.36						
活額寄居蟹科		Diogenidae		<i>Diogenes fasciatus</i>				0.05	9.02	0.01	0.18	2.57			0.06	2.52	0.04	0.03		0.03		14.5
玻璃蝦科		Pasiphaeidae	細螯蝦	<i>Leptochela gracilis</i>							0.14				0.2		0.14					0.47
梭子蟹科		Portunidae	矛形梭子蟹	<i>Portunus hastatoides</i>					12.75						1.95				3.24			17.94
				<i>Portunus sanguinolentus</i>	320	660																980
節肢動物			紅星梭子蟹	<i>Portunus pelagicus</i>	400																	400
瓷蟹科		Porcellanidae	中華多指瓷蟹	<i>Polyonyx sinensis</i>								0.03										0.03
對蝦科		Penaeidae	刀額新對蝦	<i>Metapenaeus ensis</i>	2770	1700																4470
				<i>Parapenaeopsis hardwickii</i>				0.13	1.82		11.46	0.68				1.29			1.33			3.42
蝦蛄科		Squillidae	蝦蛄幼苗	<i>Stomatopoda larvae</i>										0.04								0.04
櫻蝦科		Sergestoidae	中型毛蝦	<i>Aceles intermedius</i>			0.1	0.12	0.06	0.01	0.24				0.2			0.12				0.85
總計					3090	2760	0.1	0.3	24.51	0	0.02	12.05	3.25	0.04	2.93	6.17	0.18	1.48	3.24	0	3.45	5907.69

表 2.2.6.7 100 年第四季之底棲生物及蝦拖網漁獲重量表(軟體動物及其他)(gw)

類別	科	Family	中文名	Species	蝦拖1	蝦拖2	1A	1B	ID	IH	2A	2B	2C	3A	3B	3C	4A	4B	4M	5A	5B	總計	
刀螺科	玉螺科	Cutellidae	光芒笠螺	<i>Siliqua radiata</i>					0.29			0.02			0.02				1			1.33	
		Naticidae	大玉螺	<i>Polinices didyma</i> <i>Polinices didyma</i>	11.01										0.05				0.56			0.05	
耳烏賊科 抱蛤科			細紋玉螺	<i>Natica lineata</i> <i>Natica lineata</i>	7.09 88		0.11		1.22									0.53				11.57	
			臍孔白玉螺	<i>Polinices flemingianus</i>																		8.94	
			耳烏賊	<i>Euprymna morsei</i>					0.1														88
			紅唇抱蛤	<i>Solidicorbula erythrodon</i> <i>Solidicorbula erythrodon</i>							0.27		0.09			0.14							3.33
			花球枇杷螺	<i>Ficus variegata</i>	417.19	2.97														1.17	0.16	0.18	0.1
			香螺	<i>Henifusus tuba</i>	63.36	400																	0.64
			棋盤雙螺	<i>Phalium areola</i>	4.35																		421.68
			中華馬珂蛤	<i>Mactra chinensis</i>	2.1		0.22	0.06	2.8	0.19	0.11	1.4	0.1		0.95	2.73	0.09	0.61	1.26	0.7			400
			日本馬珂蛤	<i>Mactra nipponica</i>			0.35											0.1					63.36
			台灣捲管螺	<i>Mactra inaequalis</i>	1.59																		4.35
軟體動物 及其他		Turridae	台灣捲管螺	<i>Turricula javana</i>	4.98																	13.31	
		Loliginidae	日本鎖管	<i>Loligo japonica</i>	4.5	16.24																0.45	
		Nassariidae	浮標織紋螺	<i>Telaso reeveana</i>				0.05				0.19										1.59	
			黑線織紋螺	<i>Nassarius fratercula</i>	0.27		0.24		0.38	0.2	0.03							0.08	0.06	0.08	1.61	0.24	2.95
			小鹿麻蛤	<i>Veremolpa scabra</i>																0.24		0.24	
			台灣碟紋蛤	<i>Cyclonetta contempta</i>	0.94																		1.08
			雜型簾蛤	<i>Bonartemus juvenilis</i>	4.21					0.1													4.31
			彩虹虫昌螺	<i>Umbonium vestitarium</i>			0.08					1.96				0.82							2.86
			強壯櫻蛤	<i>Pinguitellina robusta</i>			1.33		0.29	0.1	0.04	0.11				0.22	0.59	1.76	2.67			1.21	7.11
			薄脆櫻蛤	<i>Pinguitellina robusta</i>																0.24			0.24
雙錫蛤科 鈍矢海鰓科 樹星海鰓科			薄脆櫻蛤	<i>Moerella rutila</i>														0.38				0.38	
			薄櫻蛤	<i>Moerella iridella</i>														0.13				0.13	
			高雄彎錫蛤	<i>Nuculana gordonis takaoensis</i>															0.19				0.19
			棒海竿	<i>Sclerobelemon burgeri</i>	12.14									0.09		0.89		0.07					13.09
			馬氏海鰓	<i>Sinacchinocyanus mai</i>												0.45							0.54
總計					614.85	429.42	2.33	0.16	5.03	0.86	0.18	3.77	0.19	0	2.2	4.66	1.93	4.18	5.01	2.09	2.23	1079.08	

2.2.7 哺乳類動物

1. 調查努力量與目擊率

本季所進行之調查航線為近岸航線與離岸 1 航線，努力量分別為 32.24 km 與 32.98 km。當天平均浪級約為 1-2 級，本季調查在近岸航線無目擊任何中華白海豚，里程目擊率為 0 群/100 公里，但在離岸 1 航線則目擊一群中華白海豚，里程目擊率為 0 群/100 公里。

目前累計一共執行過 11 趟次中華白海豚海上調查，近岸航線與兩條離岸航線每季之里程目擊率結果如圖 2.2.7.1，但仍須注意每趟次里程目擊率除了受到目擊群次影響之外，也可能受到努力里程不同的影響而略有高低。彙整 11 趟次之資料，有 5 趟次曾目擊過中華白海豚，總趟次目擊率為 45%。截至目前為止一共目擊 9 群次中華白海豚，其中在有效努力量期間共目擊 8 群中華白海豚，無效努力量期間則僅目擊 1 群中華白海豚。

2. 空間分佈

本季目擊的唯一一群中華白海豚在濁水溪口南側被發現，這是目前本計畫中唯一一次在麥寮港北堤以北目擊中華白海豚。過去所目擊的 8 群中華白海豚皆在麥寮港北堤以南被發現，最南至箔仔寮海域。溪口海域包含新虎尾溪口、舊虎尾溪口也都曾經目擊過中華白海豚。目前已記錄的中華白海豚接觸位置空間分佈如圖 2.2.7.2。9 群中華白海豚有 44.4% 的群次皆在近岸航線被目擊，44.4% 在離岸 1 航線被目擊，僅有 11.1% 在離岸 2 航線被目擊。

3. 環境因子

本季唯一目擊的一群中華白海豚，其接觸位置之水表溫度為 26.7°C，水表鹽度為 31.8 ppt，pH 值為 7.73，水深為 7.2 m，最近離岸距離則為 2.4 km 之範圍。目前累計發現的 9 群中華白海豚其接觸位置的各項環境因子如表 2.2.7.1：平均水表溫度 27.95°C、平均水表

鹽度 31.98 ppt、平均 pH 值 8.13、平均水深 10.17 m、平均最近離岸距離 1.75 km。

表 2.2.7.1、中華白海豚接觸點之各項環境因子

	樣本數	平均 ± 標準誤	最小值	最大值
水表溫度(°C)	7	27.77 ± 1.40	22.70	30.9
水表鹽度(ppt)	7	31.95 ± 1.01	27.1	34.5
水表酸鹼值	6	8.07 ± 0.08	7.73	8.29
水深 (m)	7	9.74 ± 1.61	4.6	15.9
最近離岸距離 (km)	9	1.83 ± 0.34	0.39	3.80

圖 2.2.7.1 中華白海豚海上調查各航線逐次目擊率結果，目擊率單位為每一百公里之有效目擊群次。

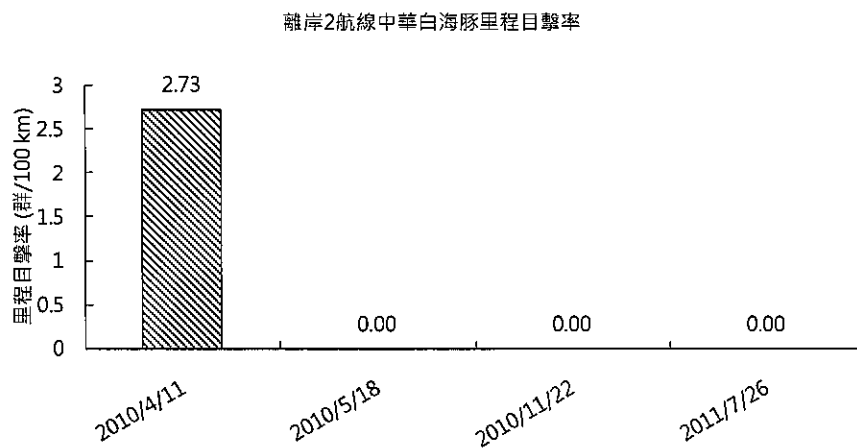
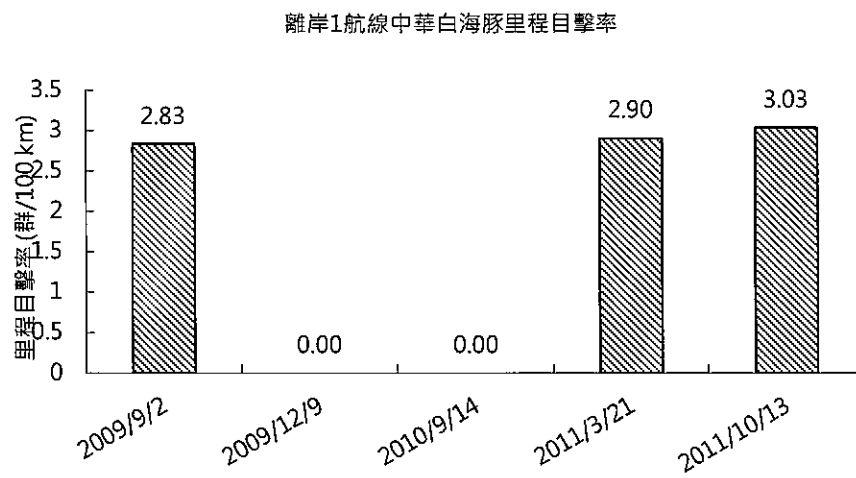
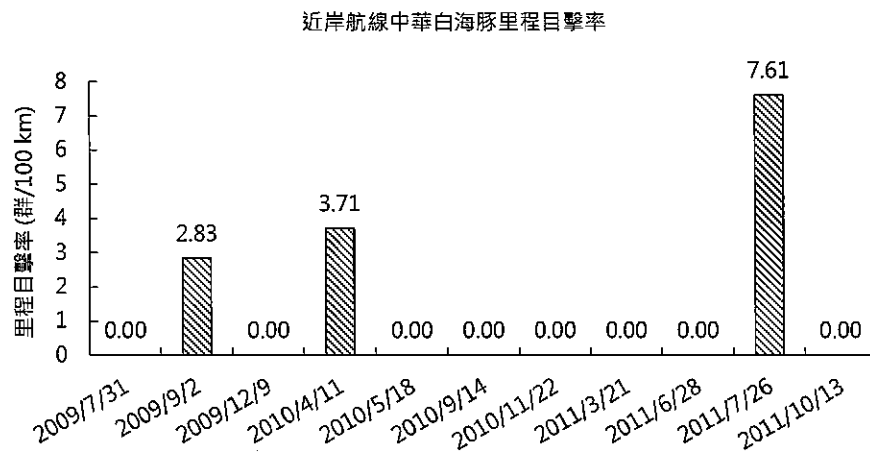
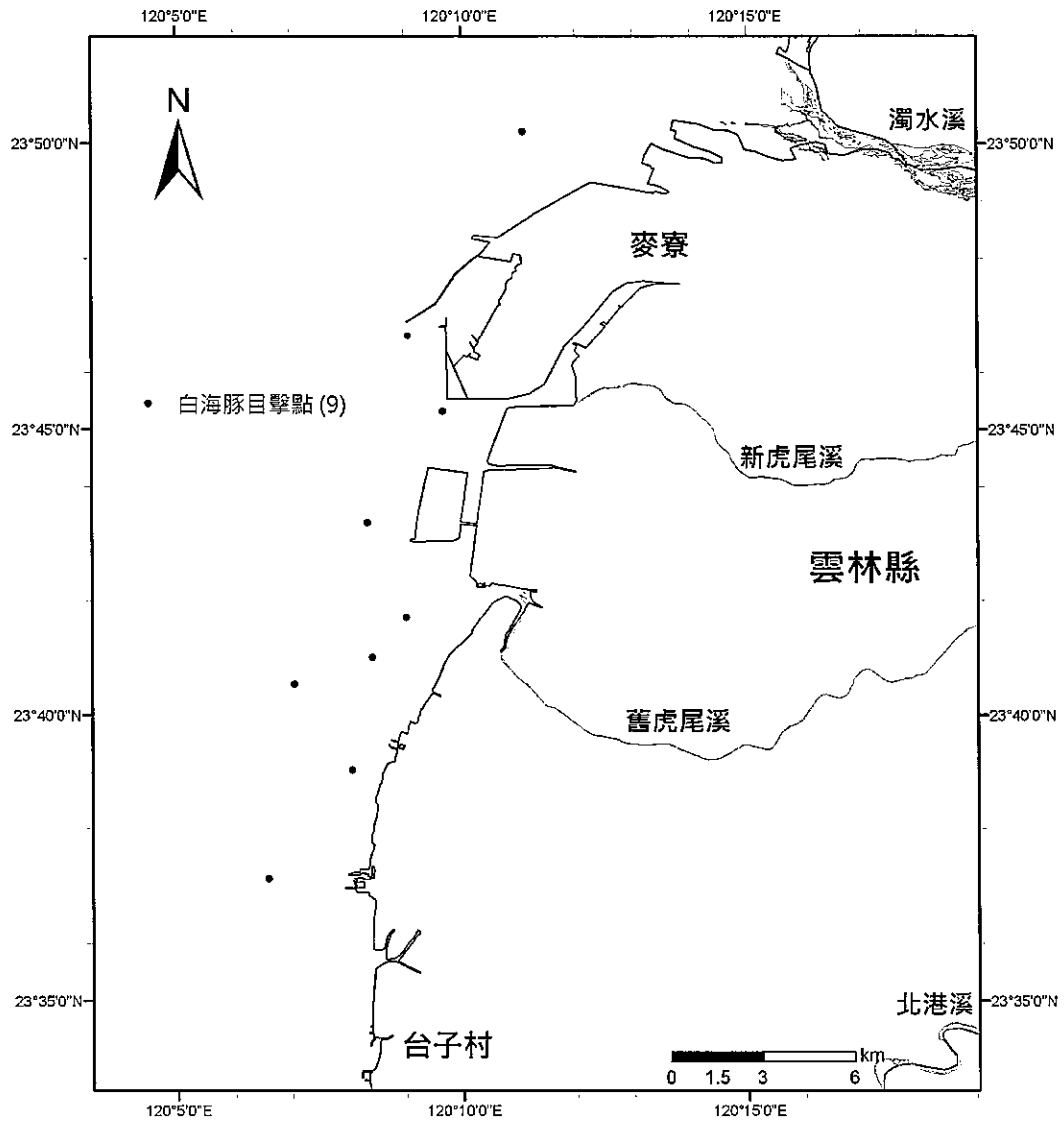


圖 2.2.7.2 中華白海豚目擊位置分佈圖，圓點位置為海上調查時接觸各群次中華白海豚之最初位置。



第三章 檢討與建議

3.1 監測結果檢討與因應對策

3.1.1 水文及水質

由本季調查結果與歷年之水質調查作一比較(圖3.1.1.1)，因本計畫調查共有22個測站，調查海域範圍較以前海域大，為方便比較，本計畫將各水質資料取其濃度之最高、最低與所有資料之平均值與歷年資料比較。在水質參數方面，溶氧量與5日生化需氧量歷年差異不明顯，但溶氧量在93與98年有較低濃度約5.1mg/L出現，83與86年有較低之pH值約為7.0-7.2，其餘年度維持在7.9-8.2之間，98-100年懸浮顆粒平均濃度與83-97年濃度相差不大，但最高濃度則高出約二倍，我們發現第四季冬天時，此海域受到東北季風影響，有再懸浮作用產生，致使懸浮顆粒濃度增加，而83-90年之磷酸鹽一般濃度範圍介於2.0-5.0 μ M，較91-100年之磷酸鹽濃度(範圍<1.0 μ M)為高，其中90年出現最高濃度16.8 μ M，100年第四季在4M測站也偵測到10 μ M，濃度偏高擬是新虎尾溪污染影響所致，83-90年之矽酸鹽一般濃度範圍介於15-50 μ M之間，較91-100年之矽酸鹽濃度(範圍5-20 μ M)為高，亞硝酸鹽在86-90年皆有較高濃度(20 μ M)出現，其餘年度濃度<5 μ M，硝酸鹽在84-90年皆有較高濃度(100 μ M)出現，91-100年之硝酸鹽濃度大都<10 μ M，83-100年之葉綠素甲濃度大都<1 μ g/L，只有在92年有出現較高濃度(3-4 μ g/L)，這些水質資料在90年之前的資料很多偏高不甚合理，90年後之資料較為合理。

在溶解態重金屬元素方面，只有鎘、銅、鉛、鐵與鋅等元素資料可供參考，而鎘只有83-91年有資料，其濃度範圍為<ND-0.98 μ g/L，98-100年其濃度範圍為0.002-0.067 μ g/L，在淡水河外海-八里海放管處海域鎘濃度範圍為0.003-0.016 μ g/L (Fang et al., 2006)，在淡水河河內鎘濃度範圍為0.004-0.022 μ g/L (Jiann et al., 2005)，海洋環境中鎘濃度極少大於0.1 μ g/L，因此83-91年資料，鎘濃度>0.1 μ g/L，可信度不高。83-97年銅濃度範圍為1.40-6.75 μ g/L，98-100年銅濃度範圍為0.23-1.92 μ g/L，淡水河上游及中游流域銅的濃度範圍為4.76-14.3 μ g/L，下游流域銅的濃度降至0.25-1.27 μ g/L (Jiang and Wen,

2009)，淡水河外海-八里海放管處海域銅濃度範圍為0.024-0.11 $\mu\text{g/L}$ (Fang et al., 2006)，83-97年銅濃度範圍有點高，但不算離譜。83-97年鉛濃度範圍為1.3-10.68 $\mu\text{g/L}$ ，83-92年鉛濃度範圍為5.0-10.0 $\mu\text{g/L}$ ，98-100年鉛濃度範圍為0.002-0.202 $\mu\text{g/L}$ ，淡水河上游及中游流域鉛最高的濃度約為0.3 $\mu\text{g/L}$ (Fang and Lin, 2002; Jiang and Wen, 2009)，淡水河外海-八里海放管處海域鉛濃度範圍為0.019-0.089 $\mu\text{g/L}$ (Fang et al., 2006)，雖然在污染嚴重的海域鉛的濃度可高達約0.5 $\mu\text{g/L}$ (Dassenakis et al., 1996; Baeyens et al., 1998)，這些文獻資料顯示海水中鉛的濃度極少大於1 $\mu\text{g/L}$ ，因此83-97年鉛濃度資料可信度極低。83-97年鐵濃度範圍為5.1-25.0 $\mu\text{g/L}$ ，而98-100年鐵濃度範圍為0.51-52.6 $\mu\text{g/L}$ ，雖有一高值52.6 $\mu\text{g/L}$ ，但大部份資料 $< 5\mu\text{g/L}$ ，83-97年鐵濃度資料可信度尚可。83-97年鋅濃度範圍大都介於5.0-12.0 $\mu\text{g/L}$ 之間，而98-100年鋅濃度範圍為0.09-2.09 $\mu\text{g/L}$ ，淡水河外海-八里海放管處海域鋅濃度範圍為0.67-4.89 $\mu\text{g/L}$ (Fang et al., 2006)，因此83-97年鋅濃度資料有點過高，可信度尚可。整體而言，83-97年歷年海水中重金屬元素濃度資料可信度並不高，因此與97年之前資料相比意義不大。

3.1.2 沉積物粒徑與重金屬

本季調查海域之沉積物主要是以極細砂(10個測站)與泥粒徑(6個測站)為主，此結果與以往之調查結果相似。沉積物重金屬之比較顯示於圖 3.1.2.1，因 83-97 歷年之資料只顯示平均值，本團隊自 98 年接手麥寮六輕海域調查工作，98-100 年之資料為本團隊調查資料，第四季資料其高低值為濃度範圍而中間值為平均值，若比較歷年資料之平均值，83-100 年之鎘濃度相似，但 99-100 年鎘之最高濃度比平均值高出約三倍。98-100 年第四季之鉻元素明顯高於以往資料，而 83-97 年歷年資料其鉻之濃度範圍為 16-28.3mg/kg，大部份鉻之濃度為 20 mg/kg 左右，此濃度偏低，大陸學者在珠江三角洲海域測得的鉻之濃度範圍為 74-123mg/kg(Yu et al., 2010)，此外在西班牙西南海域沉積物測得的鉻之濃度範圍為 32-92mg/kg，平均 56 mg/kg (Usero et al., 2008)，且美國 NOAA 所定鉻對生物產生副作用之最低濃度值為 81 mg/kg (Long et al., 1995)，因此 83-97 年歷年資料之可信度值得懷疑。

83-97 年歷年第四季銅濃度範圍為 7.3-19.8mg/kg，而 98-100 年資料為 3.4-27.4mg/kg，因此 83-100 年之銅濃度相差不大。98 年鎳之平均值比歷年高出約二倍，其餘歷年鎳濃度之平均值相似。100 年鉛之最高濃度比歷年平均値高出約二倍，歷年鉛濃度之平均值相差不大。除了 98 年鋅之最高濃度稍高外，歷年鋅濃度之平均值相差不大。歷年鐵濃度平均值之差異並不明顯。99-100 年砷與汞兩元素之最高濃度比歷年平均値高出約二倍外，歷年砷與汞濃度之平均值相差不大。

3.1.3 生物體重金屬

由 83-97 年生物體重金屬之比較結果知，不同生物之金屬含量不同，例如銅之最高濃度大都出現在矛形梭子蟹，鉛的最高濃度則以鞋底魚出現之頻率最多，鋅則是以鞋底魚有最高濃度出現，鉻之最高濃度則易出現於矛形梭子蟹(台塑關係企業，97 年第四季)，因此不同生物無法比較其重金屬濃度，97 至 100 年第四季有補獲相同之生物為斑海鯰，因此比較這四年斑海鯰生物體重金屬元素濃度，比較資料列於表 3.1.3.1，除了鋅元素外，97 年斑海鯰之鉻、銅與鉛濃度皆比 98-100 年之濃度高出甚多，而 99-100 年之鋅濃度約為 40 mg/kg，但 97-98 年之濃度則 < 5 mg/kg。

表 3.1.3.1 97-100 年第四季麥寮海域斑海鯰生物體重金屬濃度比較

採樣 時間	Cd (mg/kg)	Cr (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Zn (mg/kg)
97 年 第四季	無資料	16	18	無資料	7	5
98 年 第四季	0.003	1.719	1.801	0.167	0.015	1.078
99 年 第四季	0.005	0.742	2.042	0.252	0.011	43.56
100 年 第四季	0.007	2.50	1.83	0.334	0.001	40.60

圖3.1.1.1 83-100歷年第四季水質資料調查比較

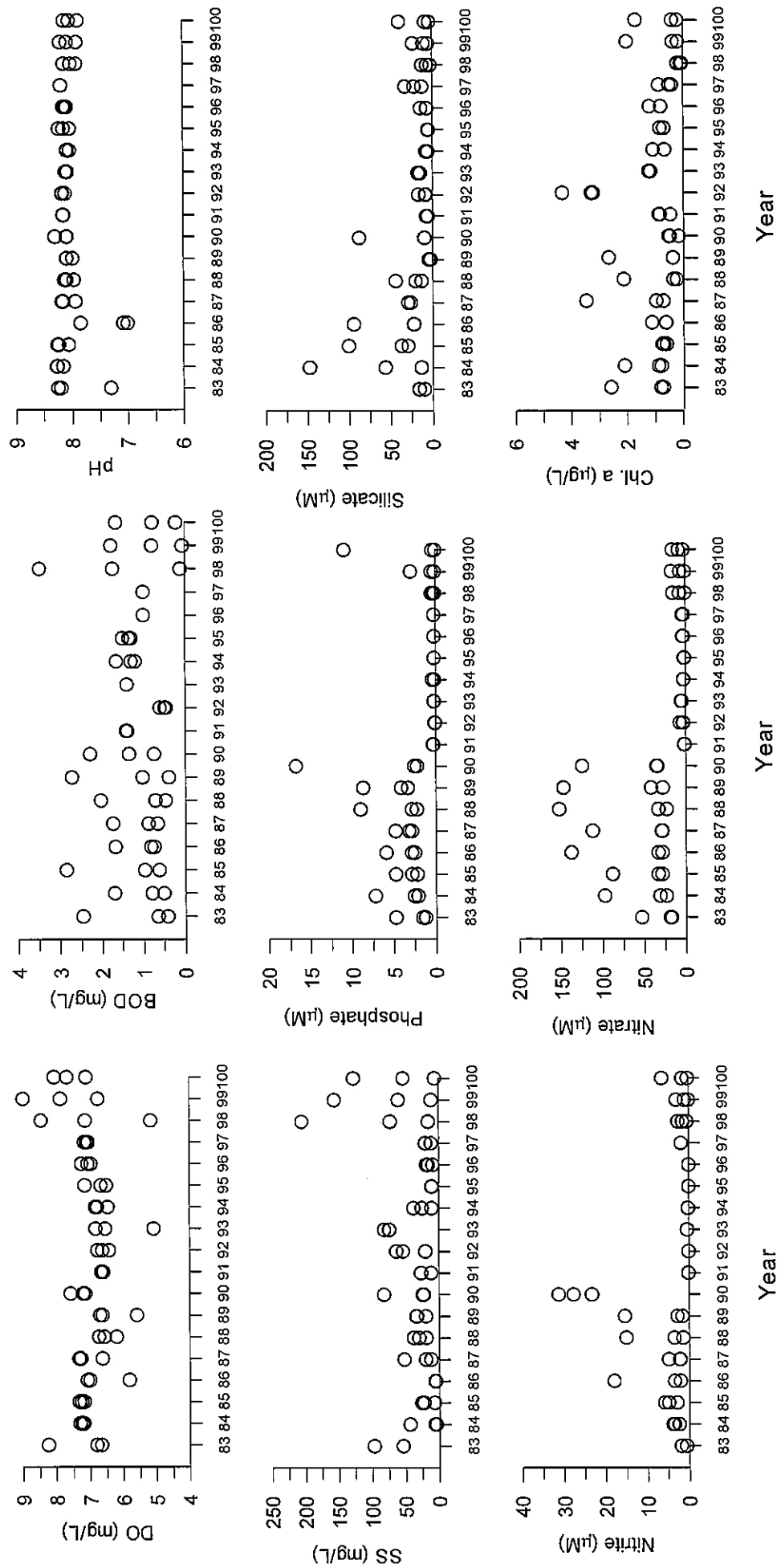


圖3.1.1.1 83-100歷年第四季水質資料調查比較續

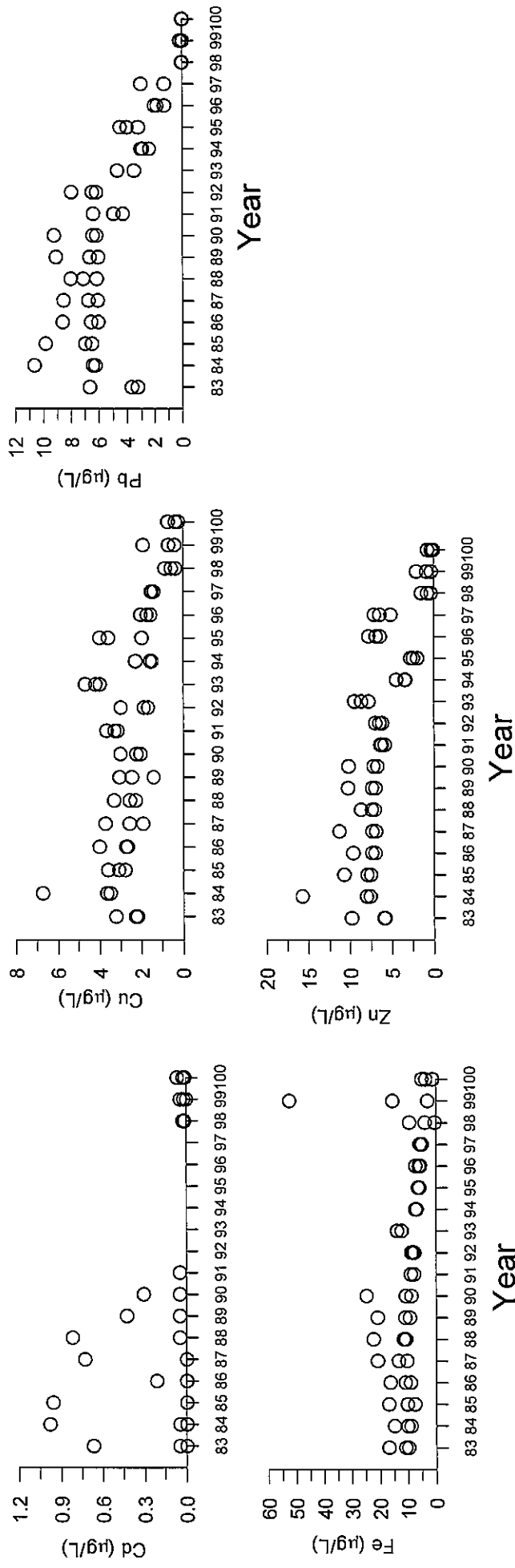
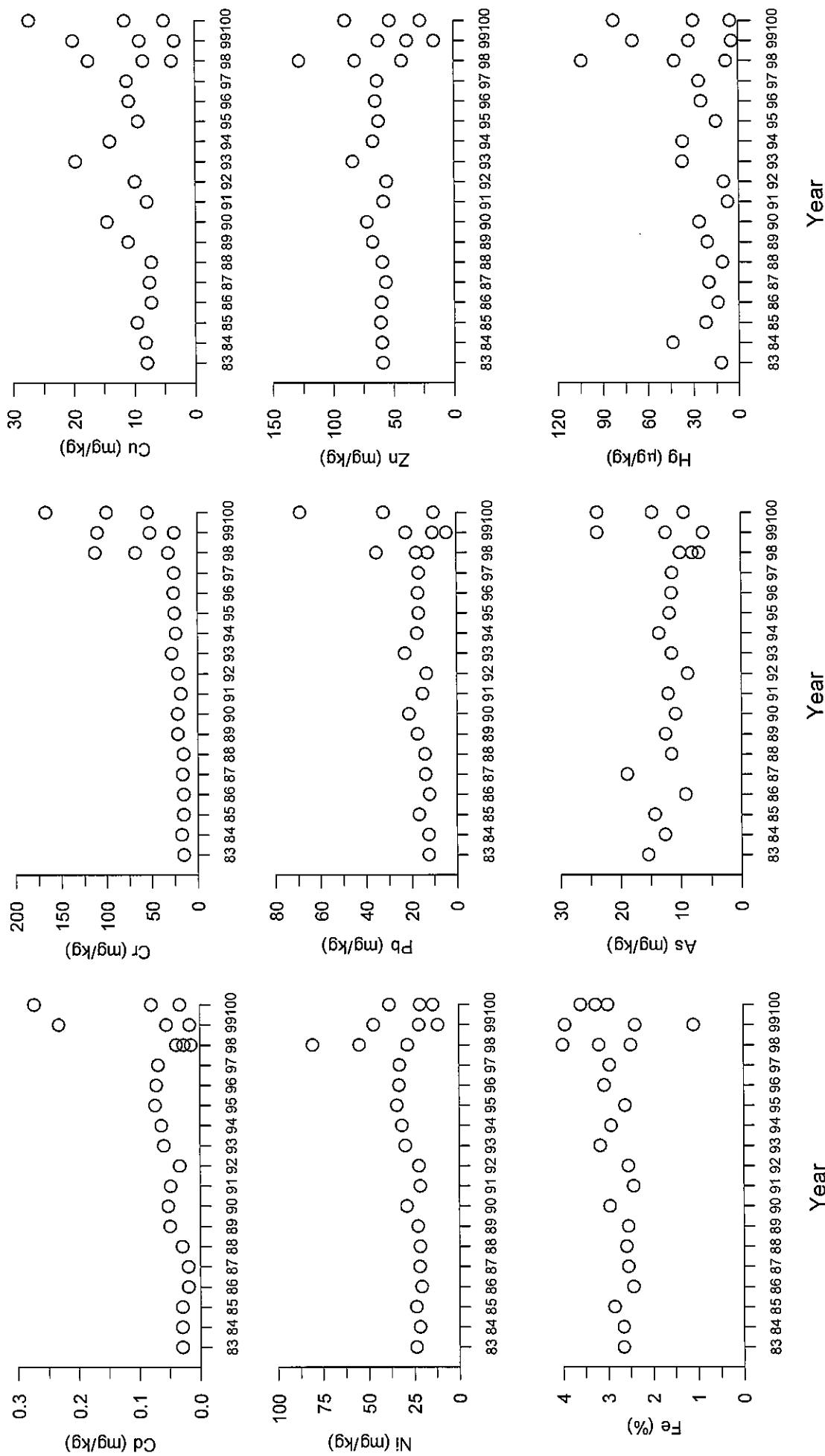


圖3.1.2.1 83-100歷年第四季沉積物重金屬元素調查比較



3.1.4 植物性浮游生物

將近年來六輕海域第四季的主要優勢種互相比較可以發現有明顯的年間差異存在，2007 年以伏恩海毛藻(*Thalassiothrix frauenfeldii*)和海鏈藻(*Thalassiosira* sp.)較佔優勢，其中 2007 年時海鏈藻(*Thalassiosira* sp.)在遠岸測站的相對豐度甚至達到 33.2%；2008 年時海鏈藻(*Thalassiosira* sp.)繼續佔有一席之地，不過相對豐度不若前兩年高，取而代之的是旋鏈角刺藻(*C. curvisetus*)，其在三個海域都是最優勢種類，且相對豐度均達 20%以上；2009 年海鏈藻(*Thalassiosira* sp.)退出優勢排名，丹麥細柱藻 (*Leptocylindrus danicus*)、菱形海線藻(*Thalassionema nitzschioides*)和柔弱擬菱形藻(*Pseudonitzschia delicatissima*)開始成為這些海域的優勢浮游植物，其在 3 條測線的份量皆可達 10%以上；2010 年三個海域的優勢種與 2009 年組成相似，不過菱形海線藻(*T. nitzschioides*)成為遠岸海域和近岸海域的第一優勢種，相對豐度分別達到 20.2%和 34.1%，而柔弱擬菱形藻(*P. delicatissima*)則成為此兩海域的第二優勢種類，相對豐度分別為 13.4%和 10.6%，其餘常見的種類還有 *Bacillaria paradoxa*、丹麥細柱藻 (*Leptocylindrus danicus*)、中華盒形藻 (*Biddulphia sinensis*) 和扭鞘藻 (*Streptotheca yamesis*) 等；而今年第四季各海域的最優勢種仍以菱形海線藻(*T. nitzschioides*)和柔弱擬菱形藻(*P. delicatissima*)為主，相對豐度皆在 30%以上，遠岸和近岸海域的第三種優勢種亦均為閃光原甲藻(*Prorocentrum micans*)，相對豐度分別為 9.7%和 7.2%，至於沿岸海域則以冕孢角毛藻(*Chaetoceros subsecundus*)和亞得里亞海線藻 (*Rhabdonema adriaticum*) 分居第二和第三優勢地位(表 3.1.4.1)。

將本季資料與台灣西南海域相關研究結果相比較，此海域浮游植物的平均豐度($0.1 \pm 0.01 \times 10^4$ cells/L)，均遠低於羅(1998)於澎湖海域($2.5 \pm 2.4 \times 10^4$ cells/L)以及莫及羅(1999)於台南($5.8 \pm 8.5 \times 10^4$ cells/L)附近海域的調查結果相，且與前幾季相比本季豐度亦相對偏低，不過以長期的角度來看，此海域的浮游植物有明顯的季節循環存在，一般來說春夏季交替的時節往往也是浮游植物豐度較高的時候，而在本調查中第二季和第三季豐度往往較高，而第一季和第四季則是豐度較低的季節，我們將會持續的進行觀測。

表 3.1.4.1 六輕附近海域歷年來第四季各海域優勢浮游植物比較表

年份	遠岸海域(測線 A)	近岸海域(測線 B)	沿岸海域(測線 C)
2007	<i>Thalassiosira leptopus</i> (海鏈藻,33.2%) <i>Thalassiothrix frauenfeldii</i> (伏恩海毛藻,16.9%) <i>Coscinodiscus lineatus</i> (線形圓篩藻,10.3%)	<i>Thalassiosira leptopus</i> (海鏈藻,26.4%) <i>Thalassiothrix frauenfeldii</i> (伏恩海毛藻,17.7%) <i>Thalassionema nitzschioides</i> (菱形海線藻,12.1%)	<i>Thalassiosira leptopus</i> (海鏈藻,24.6%)
2008	<i>Chaetoceros curvisetus</i> (旋鏈角刺藻,22.3%) <i>Thalassiosira leptopus</i> (海鏈藻,16.4%) <i>Thalassionema nitzschioides</i> (菱形海線藻,13.1%)	<i>Chaetoceros curvisetus</i> (旋鏈角刺藻,21.2%) <i>Thalassiosira leptopus</i> (海鏈藻,16.9%)	<i>Chaetoceros curvisetus</i> (旋鏈角刺藻,23.4%) <i>Thalassiosira leptopus</i> (海鏈藻,17.7%)
2009	<i>Chaetoceros curvisetus</i> (旋鏈角刺藻,17.1%) <i>Melosira sulcata</i> (具槽直鏈藻,11.1%) <i>Thalassionema nitzschioides</i> (菱形海線藻,10.1%)	<i>Thalassionema nitzschioides</i> (菱形海線藻,12.3%) <i>Chaetoceros compressus</i> (扁面角刺藻,11.9%) <i>Chaetoceros curvisetus</i> (旋鏈角刺藻,11.1%)	<i>Leptocylindrus danicus</i> (丹麥細柱藻,22.9%) <i>Thalassionema nitzschioides</i> (菱形海線藻,20.8%) <i>Pseudonitzschia delicatissima</i> (柔弱擬菱形藻,10.4%)
2010	<i>Thalassionema nitzschioides</i> (菱形海線藻,20.2%) <i>Pseudonitzschia delicatissima</i> (柔弱擬菱形藻,13.4%) <i>Leptocylindrus danicus</i> (丹麥細柱藻,10.1%)	<i>Thalassionema nitzschioides</i> (菱形海線藻,34.1%) <i>Pseudonitzschia delicatissima</i> (柔弱擬菱形藻,10.6%) <i>Biddulphia sinensis</i> (中華盒形藻,8.9%)	<i>Bacillaria paradoxa</i> (33.3%) <i>Thalassionema nitzschioides</i> (菱形海線藻,25.0%) <i>Streptotheca yamesis</i> (扭鞘藻,11.1%)
2011	<i>Thalassionema nitzschioides</i> (菱形海線藻,33.6%) <i>Pseudonitzschia delicatissima</i> (柔弱擬菱形藻,12.1%) <i>Prorocentrum micans</i> (閃光原甲藻,9.7%)	<i>Pseudonitzschia delicatissima</i> (柔弱擬菱形藻,30.1%) <i>Thalassionema nitzschioides</i> (菱形海線藻,26.2%) <i>Prorocentrum micans</i> (閃光原甲藻,7.2%)	<i>Thalassionema nitzschioides</i> (菱形海線藻,35.9%) <i>Chaetoceros subsecundus</i> (冕孢角毛藻,15.4%) <i>Rhabdonema adriaticum</i> (亞得里亞海線藻,15.4%)

3.1.5 動物性浮游生物

圖 3.1.5.1a 與 3.1.5.2b 的麥寮六輕附近海域歷年度浮游動物個體量與生體量消長圖，本季浮游動物平均個體量較上季略微下降，但介於 99 年第四季與 100 年第一季間，由這兩年資料可初步推斷麥寮六輕附近海域的浮游動物豐度與生體量有明顯的季節性變化，且季節間豐度差異最大可達 30 多倍。但由於 98 年度前的浮游動物資料大多數集中於第三季，且無整年度的長期資料可參考，為避免影響長期或季節性浮游動物變化的趨勢判斷，以 98 年第二季至 100 年第二季繪製成圖 3.1.5.2，並可清楚看出麥寮六輕附近海域有明顯的季節性變化，在當年度第二與第三季有當年度豐度與生體量最大量出現的情況，但所記錄的動物門數卻隨之下降，顯示此豐度大量出現是由部分種類的季節出現所造成；由於 100 年第一季採樣為 3 月份進行，已經接近第二季，且浮游動物平均豐度等皆與 100 年第二季相若，且趨勢和 99 年度第一~二季亦同，因此浮游動物平均豐度的增加亦可歸類於季節性的變化，而這些季節的前三大類優勢物種可參考表 2.2.5.2。

圖 3.1.5.3 為 98-100 年度各季麥寮六輕附近海域 4 類經濟性浮游幼生平均豐度變化圖，此 4 類分別為十足類之蝦、蟹幼生與脊椎動物之魚卵、仔稚魚。從目前共 11 季的資料來看，4 類經濟性浮游幼生於本海域與其它浮游動物的趨勢類似，呈現出當年度的季節性變化，且最高的平均豐度皆記錄於同年度的第二季採樣，雖然 99 年度該海域此四類幼生的平均豐度皆較低，但 100 年第二季皆出現 10 季調查以來的平均豐度最高值，且截止本年度第三季為止，本海域此四類浮游幼生的平均豐度皆為 98-100 年來最高；而本季的平均豐度值較上一季下降，趨勢與 98 與 99 年度相同。由於此四類幼生大部分以其他浮游動物為食物，因為食物來源與數量維持著此四類幼生的族群量，而 100 年度第四季呈現出同年度最低量的情況，因而推斷本季的平均豐度隨著總浮游動物平均豐度一同下降受到季節性變化影響，且此循環性的豐度變化出現於目前調查的 2 個完整年度。

浮游動物平均豐度的變化一趨勢是否在各年間為一常態現象或是僅於某些年度有高量的出現，若要更清楚的釐清此明顯消長的原因，仍需累積更多年的觀測資料和後續監測才能加以判讀。

圖 3.1.5.1a 歷年度與 100 年第四季麥察六輕附近海域浮游動物個體量比較圖

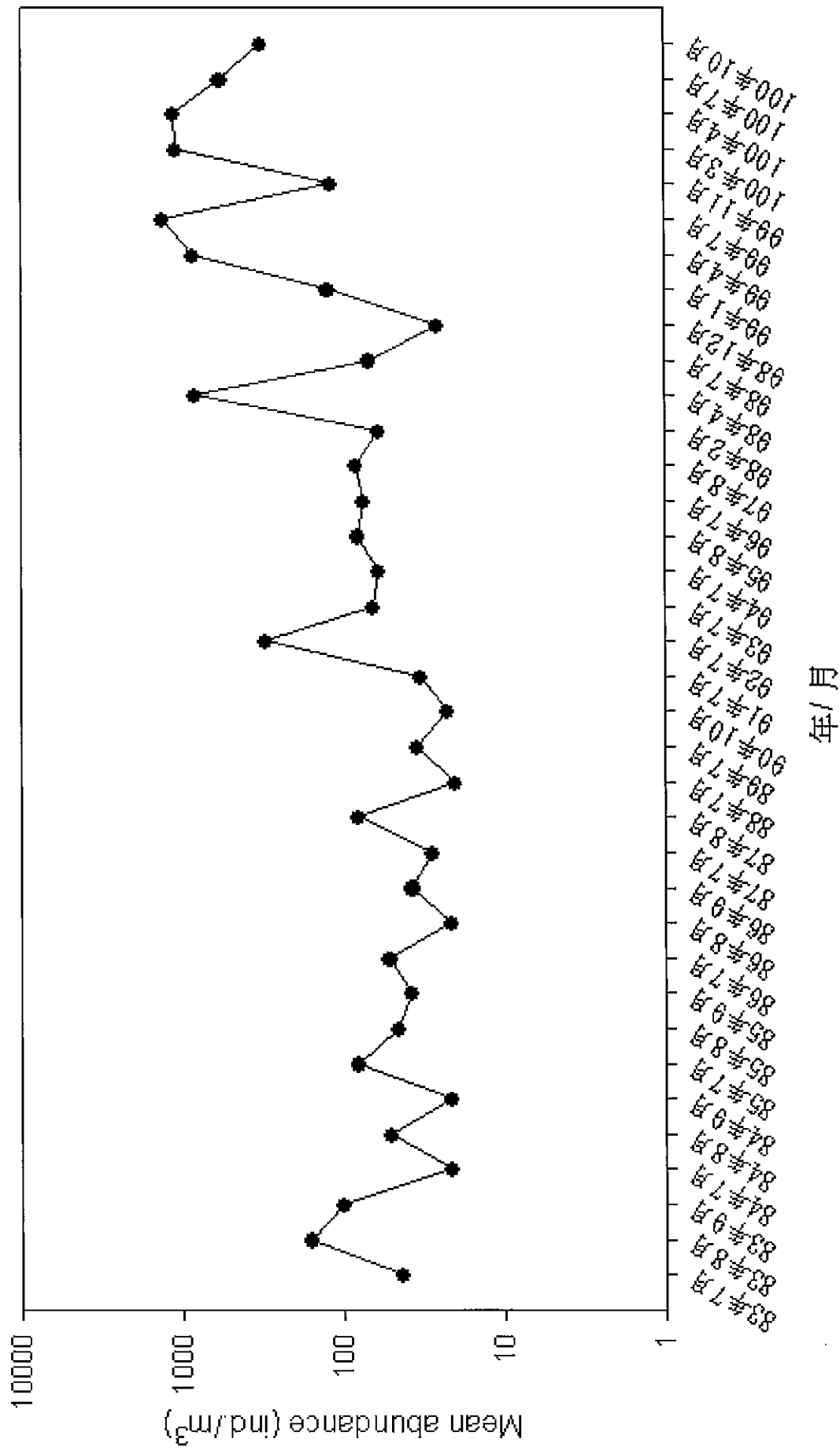


圖 3.1.5.1b 歷年度與 100 年第四季麥察六輕附近海域浮游動物生物量比較圖

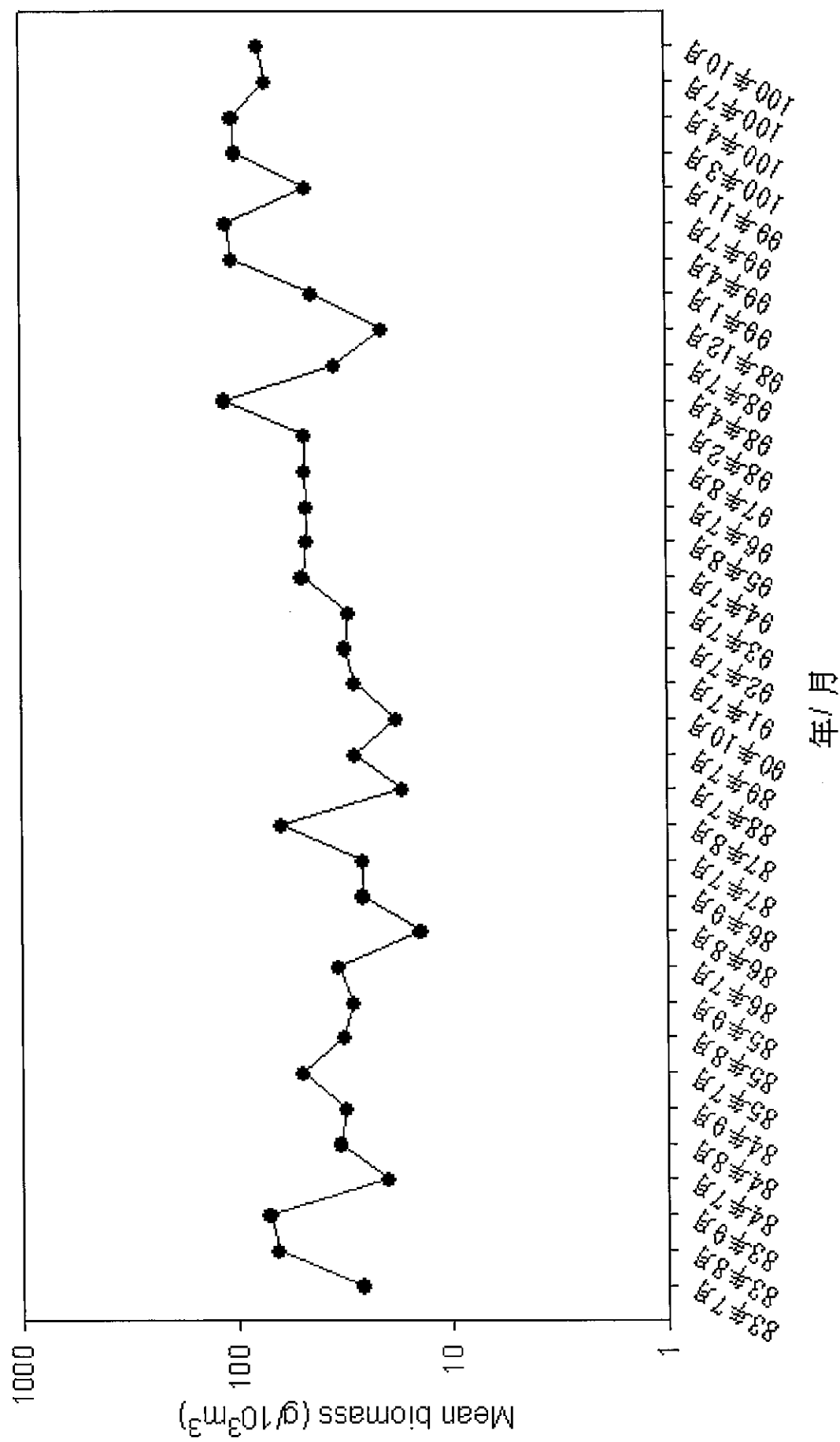


圖 3.1.5.2 98、99 與 100 年度各季麥寮六輕附近海域浮游動物平均豐度、平均生體量與記錄動物門比較圖

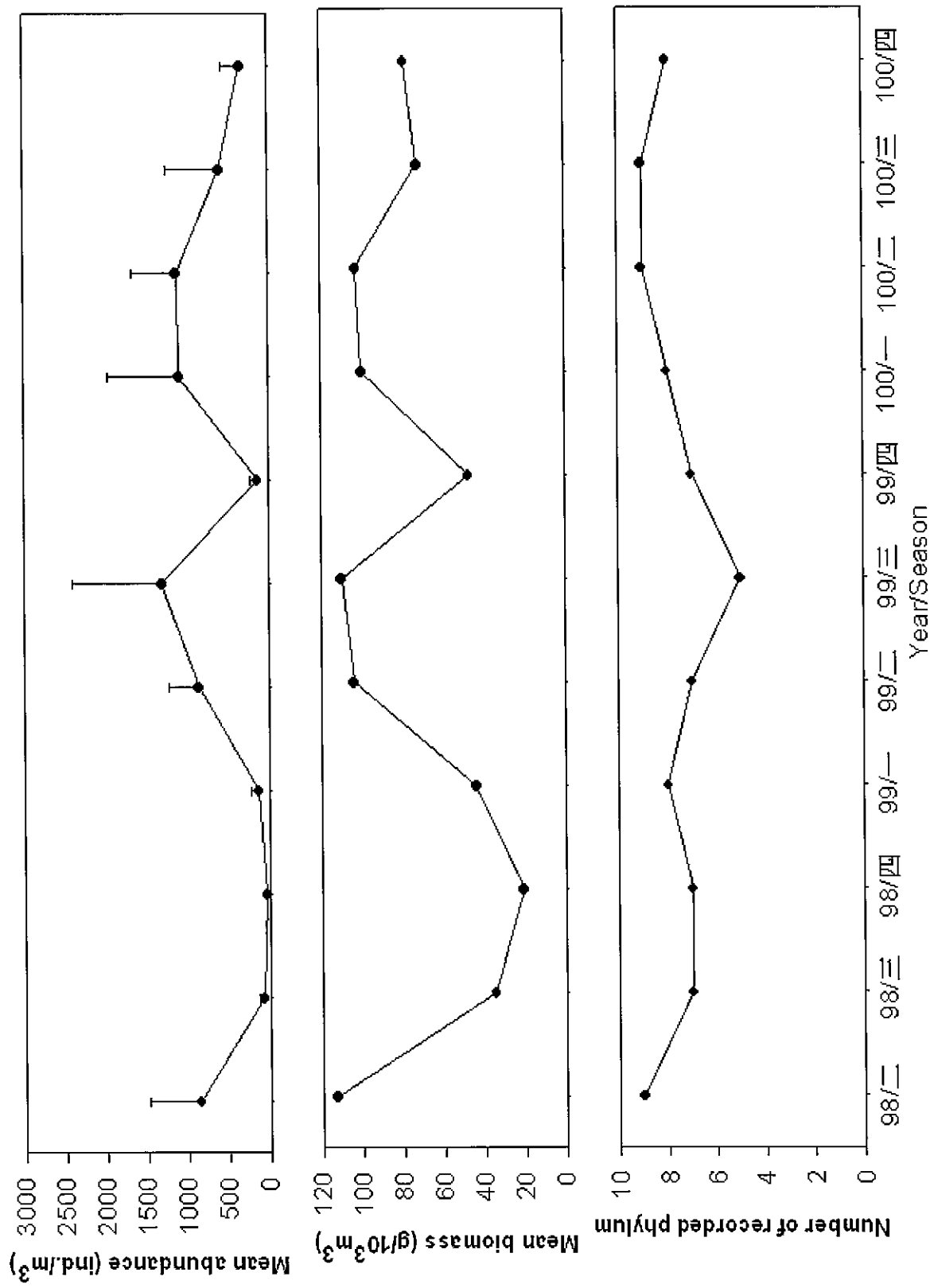
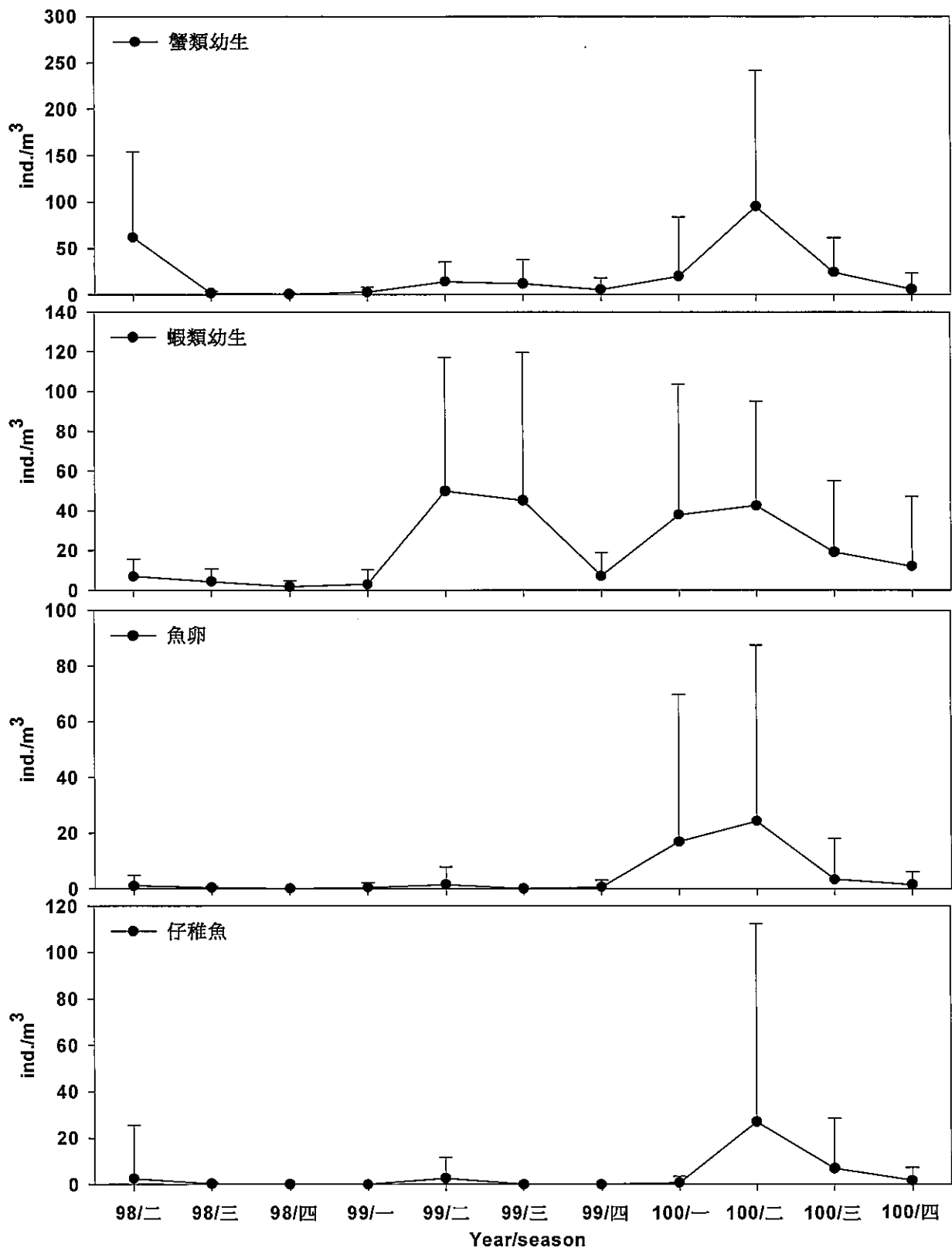


圖 3.1.5.3 98-100 年度各季麥寮六輕附近海域 4 類經濟性浮游幼生平均豐度變化圖



3.1.6 底棲生物及拖網漁獲

本季以矩形生物採樣器生態調查部分，共採獲 24 科 32 種 754 尾，種數與 100 年第 3 季相同，尾數則較第 3 季多，以軟體動物和節肢動物為優勢，其中以 1D 灰塘區測站採獲活額寄居蟹科(Diogenidae)寄居蟹(*Diogenes fasciatus*)，共 151 尾為最多，而其餘測站亦採獲到一定數量之寄居蟹(*Diogenes fasciatus*)，此結果與上一季近岸測站 5B 採獲 15 尾寄居蟹(*Diogenes fasciatus*)為最多的結果一致，僅測站和尾數有所變動，推測此海域生物會因為生殖、索餌，以及潮流帶動等因素，而造成數量和出現位置的變動。

比較麥寮附近海域亞潮帶底棲動物歷年的優勢種類與所占數量比例後得知，該海域多以活額寄居蟹科(Diogenidae)與櫻蛤科(Tellinidae)為主，此次的採樣顯示，優勢種亦以活額寄居蟹科為主，數量占 31.4%；櫻蛤科居第二位，占 20.4%；馬珂蛤科居第三位，占 17.9%(表 3.1.6.1)，此結果與歷年記錄之優勢種類一致。而潮間帶測站底棲動物歷年之優勢種則以方蟹科(Grapsidae)、和尚蟹科(Mictyridae)及沙蟹科(Ocypodidae)為主，此次的採樣結果，優勢類別以活額寄居蟹科(Diogenidae)為主，占 70.1%；居第二位為鈍矢海鰓科(Kophobelemnidae)，約占 8.2%，第三位則是馬珂蛤科(Mactridae)，占 6.7%，顯示 100 年第 4 季優勢組成與歷年有所不同，但與前年(98 年)和去年(99 年)皆以活額寄居蟹科(Diogenidae)為優勢的結果一致(表 3.1.6.2)。

蝦拖網漁獲部份，近岸測站(蝦拖網 1)所捕獲的生物種數和尾量較遠岸拖網測站(蝦拖網 2)為多，與上一季(100 年第 3 季)之結果一致；而歧異度指數則以遠岸稍高於近岸測站。在採樣數量上的優勢類別以甲殼類的對蝦科(Penaeidae)占 39.5%最多，重量占 17.38%；其次為軟體動物的抱蛤科(Corbulidae)占 21.2%，重量占 1.63%，第三為魚類的石首魚科(Sciaenidae)占 15.5%，重量占 12.71%；但在重量上，則是以海鰱科(Ariidae)為最大宗，共採獲 10,000 克，占總採獲量 38.9%。

整體而言，蝦拖網所能捕獲的生物與去年度的調查結果類似，多

為經濟性種類，主要有魚類海鯰科(Ariidae)、石首魚科(Sciaenidae)、節肢動物的對蝦科與梭子蟹科(Portunidae)及軟體動物的玉螺科，非經濟性的混獲生物在採樣中亦有採獲但數量不多。本季의 蝦拖網調查，總數量較 100 年第 3 季有明顯增加，優勢類別仍為對蝦科，採獲重量亦有所增加。將歷年第 4 季的採樣結果，利用空間分析方法得知，蝦拖網測站與亞潮帶和潮間帶測站，群聚組成有顯著差異 (圖 3.1.6.1)，其差異性的產生應為採樣漁法不同的緣故。而潮間帶測站(2C、3C)與亞潮帶測站間並無差異，可能原因為各測站棲地環境相似所造成。

由 83 年至 100 年第 4 季之底棲生物調查結果比較，本季亞潮帶採樣的調查優勢種前兩名分別為活額寄居蟹科、櫻蛤科，佔採獲數量 31.43%及 20.32%，採獲密度分別為 13.5 及 8.8 (尾數/網次)兩者在歷年的調查中經常出現並為優勢類群(表 3.1.6.1)，但今年之採獲密度較往年為高(表 3.1.6.5)。在潮間帶採樣部分，本季優勢類別為活額寄居蟹科、鈍矢海鰓科，分別佔採獲數量 70.1%和 8.25%，採獲密度為 68 和 8 (尾數/網次)(表 3.1.6.8)，與往年同時期的優勢組成稍有出入(表 3.1.6.2)，推測原因可能與氣候及環境變遷等因素有關。在蝦拖網部份，分別採獲軟體動物 326 尾，節肢動物 538 尾，魚類 450 尾，與歷年第 4 季比較，本季軟體動物、節肢動物和魚類記錄數量位於歷年的中間值 (圖 3.1.6.2)。

圖 3.1.6.1 100 年第 4 季之底棲生態調查空間分析結果圖

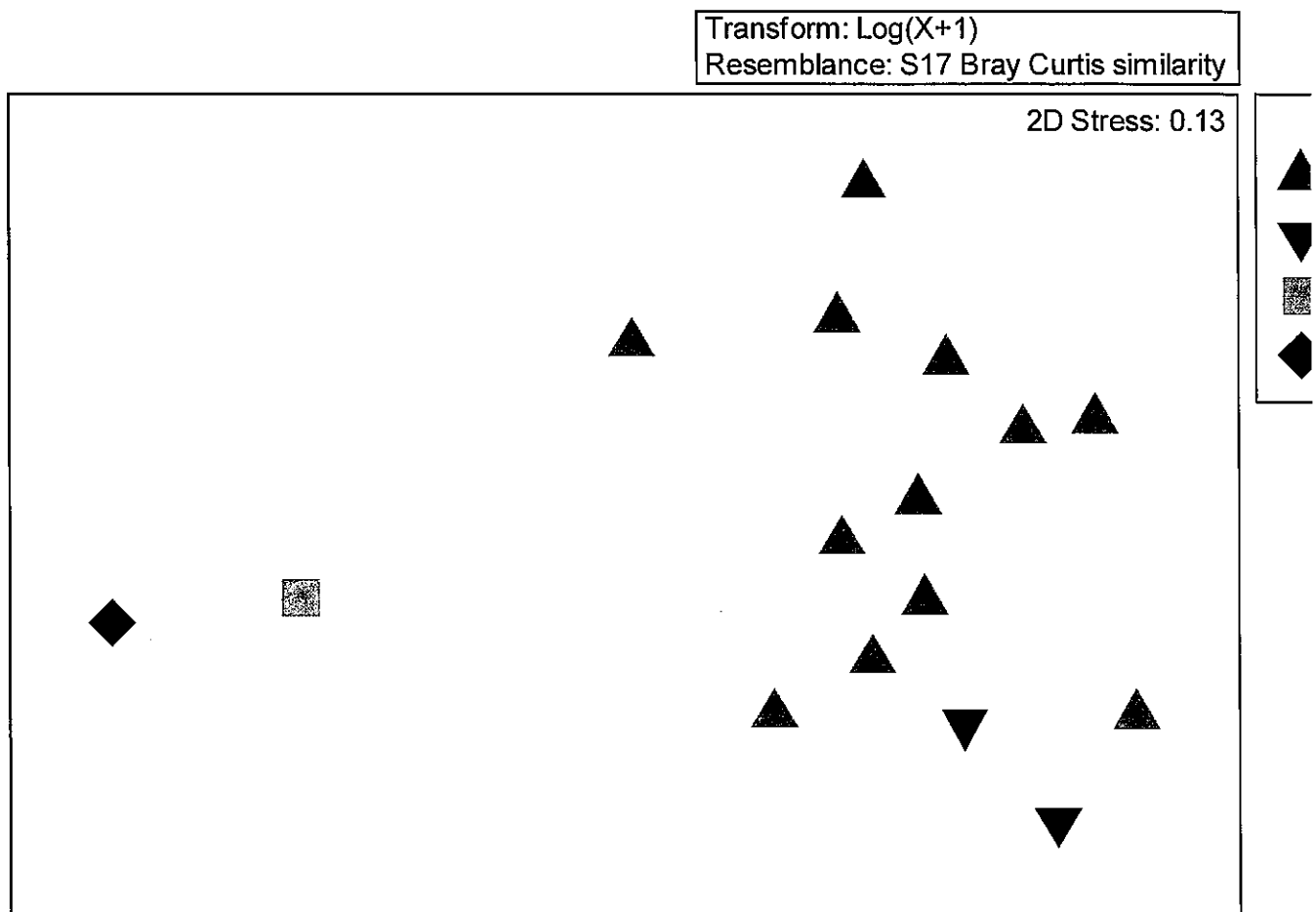


圖 3.1.6.2 歷年第 4 季麥寮附近蝦拖網調查結果比較圖

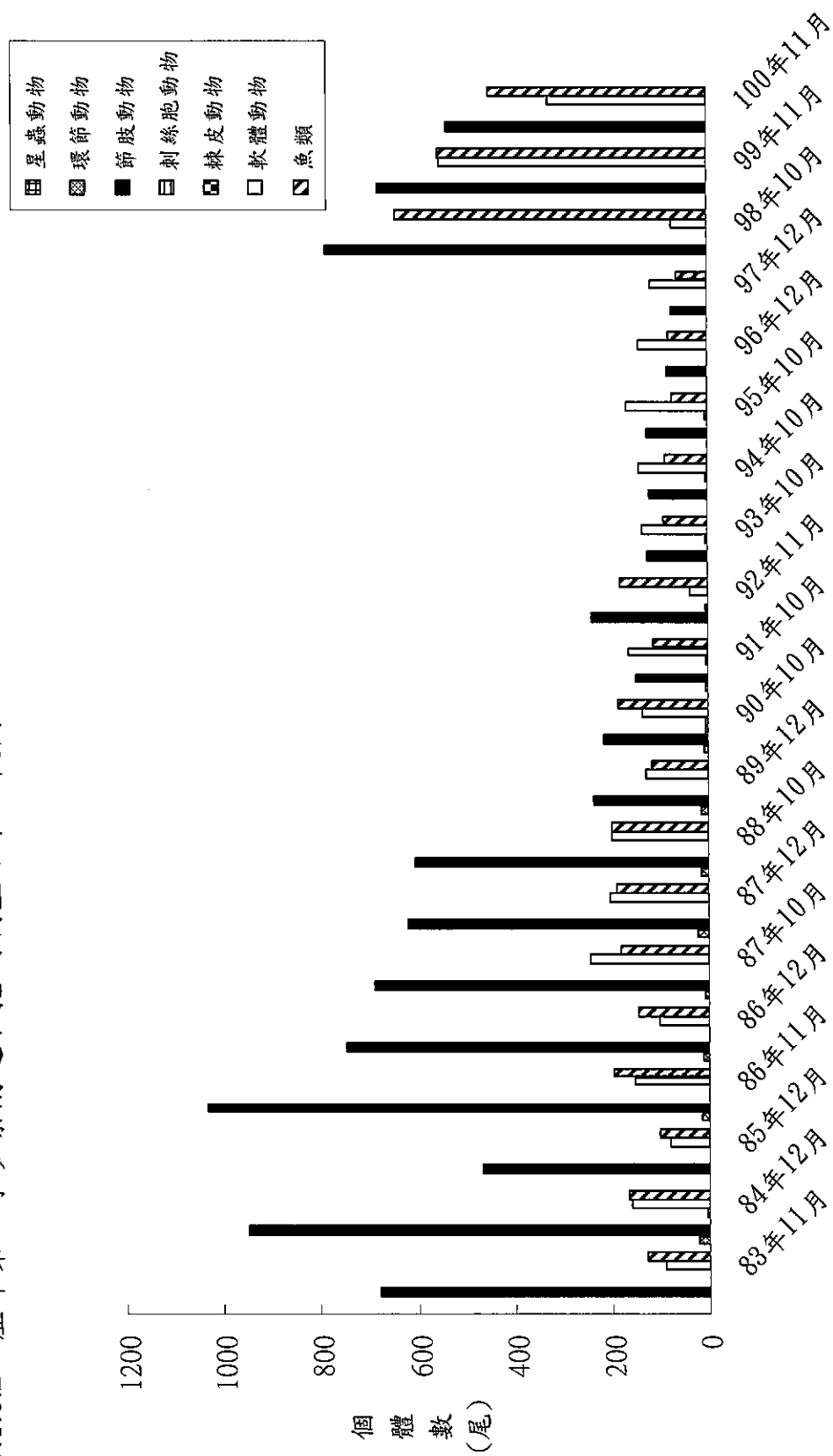


表 3.1.6.1 100 年第 4 季亞潮帶底棲動物調查之優勢種類及所佔數量百分比(%)

採樣月份	Corbulidae 抱蛤科	Diogenidae 活額寄居蟹科	Mactridae 馬珂蛤科	Nassariidae 織紋螺科	Portunidae 梭子蟹科	Penaeidae 對蝦科	Tellinidae 櫻蛤科	Trochidae 鐘螺科	Veneridae 簾蛤科
83年11月		17.3% (1)					14.4% (2)		
84年12月	13.6% (2)	11.7% (3)						16.2% (1)	
85年12月	13.8% (2)	13.0% (3)					38.3% (1)		
86年11月		12.9% (1)							
86年12月		11.9% (1)						10.4% (2)	
87年10月	20.0% (1)				16.9% (2)		15.9% (3)		
87年12月		19.3% (1)					15.5% (2)		
88年10月							15.5% (2)		19.1% (1)
89年12月		8.4% (1)						8.4% (2)	
90年10月									8.3% (1)
91年10月								9.1% (1)	
92年11月		16.4% (2)					33.0% (1)		
93年10月						11.3% (2)	14.2% (1)		
94年10月					10.4% (2)	10.7% (1)	10.7% (1)		
95年10月					10.6% (3)		12.8% (1)		
96年12月							10.7% (2)		14.3% (1)
97年12月						11.2% (1)	9.8% (2)		
98年10月		48.3% (1)				12.9% (2)			
99年11月	31.2% (1)	22.4% (2)		11.6% (3)					
100年11月		31.4% (1)	17.9% (3)				20.4% (2)		

表 3.1.6.2 100 年第 4 季潮間帶底棲動物調查之優勢種類及所佔數量百分比(%)

採樣月份	Calappidae	Callionymidae	Diogenidae	Gobiidae	Grapsidae	Kophobelemnidae	Laternulidae	Littorinidae	Macridae	Micruridae	Moridae	Nassariidae	Naticidae	Ocypodidae	Peneidae	Portunidae	Potamidae	Scorpenidae	Sergestidae	Telmidae	Veneridae
	櫻頭蟹科	鼠銜魚科	活額寄居蟹科	蝦虎魚科	方蟹科	鈍尖海蛸科	薄殼蛤科	濱螺科	馬珂蛤科	和尚蟹科	結螺科	織紋螺科	玉螺科	沙蟹科	封蝦科	梭子蟹科	海蟾螺科	石首魚科	櫻蝦科	櫻蛤科	蒙蛤科
83年11月				13.6% (4)	55.2% (1)					18.2% (3)				22.7% (2)							
84年12月					16.7% (4)		16.7% (3)	22.2% (1)									16.7% (3)				
85年12月					55.2% (1)					17.2% (2)											
86年11月										17.0% (2)										13.2% (3)	
86年12月					43.2% (1)					13.6% (3)										15.9% (2)	
87年10月					43.8% (1)					14.0% (3)				12.3% (4)						19.3% (2)	
87年12月					53.4% (1)					17.8% (2)											
88年10月					13.4% (2)		18.9% (1)														
89年12月					11.4% (3)									14.3% (2)				20.0% (1)			
90年10月					13.2% (2)													26.4% (1)		13.2% (3)	
91年10月													11.1% (2)	14.8% (1)							
92年11月		15.0% (2)	25.0% (1)												25.0% (1)	10.0% (3)					
93年10月					17.2% (1)			14.1% (2)			14.1% (2)										
94年10月	10.8% (2)				16.9% (1)									10.8% (2)							
95年10月					21.3% (1)			11.5% (3)		13.1% (2)											
96年12月					20.6% (1)						10.3% (2)			10.2% (3)							
97年12月					12.6% (1)															10.8% (2)	
98年10月			37.3% (1)												25.0% (2)						
99年11月			94.0% (1)						2.0% (2)						2.0% (2)			2.0% (2)			
100年11月			70.1% (1)				8.2% (2)		6.7% (3)												

表 3.1.6.3 83-86 年麥寮附近海域第 4 季亞潮帶底棲動物之種類與其採獲密度

月別	83.11		84.12		85.12		86.11		86.12	
種類	平均值	百分比	平均值	百分比	平均值	百分比	平均值	百分比	平均值	百分比
Coelenterata (腔腸動物)										
Pennatulacea	0.1	0.5%	0.4	2.6%					0.1	0.5%
Annelida(環節動物)										
Polychaeta					0.6	2.2%				
Crustacea (節肢動物)										
Acetes sp.							0.5	2.6%		
Alpheus sp.										
Charybdis sp.									0.2	0.9%
Diogenes sp.	3.5	17.3%	1.8	11.8%	3.5	13.0%	2.5	12.9%	2.5	11.8%
Dorippe sp.	0.4	2.0%			0.3	1.1%	0.1	0.5%		
Hippa sp.			0.1	0.7%			0.1	0.5%	0.1	0.5%
Isopoda							0.1	0.5%		
Parapenaeopsis cornuta			0.1	0.7%	0.1	0.4%	0.5	2.6%	0.3	1.4%
Parapenaeopsis	1.1	5.4%	0.5	3.3%	1.3	4.8%	1.3	6.7%	0.6	2.8%
Parapenaeopsis sculptilis	0.3	1.5%								
Portunus hastatoides	0.3	1.5%	0.5	3.3%	0.3	1.1%	0.5	2.6%	0.5	2.4%
Portunus sanguinolentus			0.3	2.0%			0.3	1.5%	0.2	0.9%
Philyra pisum										
Pennatulacea	0.1	0.5%	0.4	2.6%					0.1	0.5%
Rhizopinae									0.4	1.9%
Solenocera crassicornis					0.4	1.5%				

表 3.1.6.3 83-86 年麥寮附近海域第 4 季亞潮帶底棲動物之種類與其採獲密度.....續

月別	83.11			84.12			85.12			86.12		
種類	平均值	百分比	平均值	百分比	平均值	百分比	平均值	百分比	平均值	百分比	平均值	百分比
Mollusca (軟體動物)												
<i>Circe</i> sp.			0.2	1.3%	0.2	0.7%	1.1	5.7%	0.9	4.3%		
<i>Corbula formosensis</i>	2.4	11.9%	2.1	13.8%	3.7	13.8%	1.4	7.2%	1.8	8.5%		
<i>Cyclosunetta concinna</i>	0.3	1.5%	1.4	9.2%	0.8	3.0%	0.6	3.1%	1.7	8.1%		
<i>Hastula</i> sp.					0.2	0.7%	1.6	8.2%	1.6	7.6%		
<i>Macoma</i> sp.	2.6	12.9%	1.2	7.9%	10.3	38.3%	1.8	9.3%	2	9.5%		
<i>Meretrix</i> sp.	0.4	2.0%	0.3	2.0%	0.2	0.7%	0.3	1.5%	0.5	2.4%		
<i>Moerella</i> sp.	2.9	14.4%	0.1	0.7%	0.4	1.5%	0.2	1.0%	0.6	2.8%		
<i>Natica lineata</i>	0.2	1.0%	0.7	4.6%	0.6	2.2%	0.3	1.5%	0.3	1.4%		
<i>Nitidotellina</i> sp.	0.5	2.5%	0.1	0.7%	0.3	1.1%	1.1	5.7%	1.3	6.2%		
<i>Reticunassa</i> sp.	1.3	6.4%	0.5	3.3%	0.9	3.3%	0.3	1.5%	0.1	0.5%		
<i>Sinum</i> sp.			0.2	1.3%	0.3	1.1%	0.3	1.5%	0.3	1.4%		
Sepiolidae	0.1	0.5%							0.2	0.9%		
<i>Umbonium</i> sp.	2.5	12.4%	2.5	16.4%	1.9	7.1%						
<i>Zeuxis</i> sp.	1.1	5.4%	1.4	9.2%	1	3.7%	1.9	9.8%	2.2	10.4%		
Pisces (魚類)												
<i>Arius maculatus</i>							1.9	9.8%	1.8	8.5%		
<i>Calliononymus lunatus</i>			0.4	2.6%			0.3	1.5%	0.2	0.9%		
<i>Cynoglossus</i> sp.					0.1	0.4%	0.3	1.5%	0.2	0.9%		
<i>Trachinocephalus myops</i>			0.4	2.6%	0.1	0.4%	0.1	0.5%				
Total (總計)	20.2		15.2		26.9		19.4		21.1			
H' (歧異度)	0.66		0.73		0.7		0.79		0.78			

表 3.1.6.4 87-91 年麥寮附近海域第 4 季亞潮帶底棲動物之種類與其採獲密度

月別	87.1	87.12	88.1	89.12	90.10	91.10
種類	平均值	百分比	平均值	百分比	平均值	百分比
Coelenterata (腔腸動物)						
<i>Pennatula phosphorea</i>	0.7	2.4%			0.5	2.2%
Annelida(環節動物)						
<i>Neanthes diversicolor</i>					0.3	1.3%
Nereidae					0.6	2.6%
Polychaeta	0.5	1.7%	0.8	3.0%	1.1	6.1%
Crustacea (節肢動物)						
Calappdiae	0.2	0.7%				
<i>Charybdis feriatus</i>			0.8	4.1%	0.6	3.6%
<i>Diogenes</i> sp.			0.8	2.6%	0.8	4.4%
<i>Dorippe</i> sp.	4.9	16.9%	5.1	19.3%	0.4	2.2%
<i>Heidea japonica</i>			0.3	1.1%		
<i>Hippa</i> sp.					1	5.6%
<i>Leucosia craniolepis</i>	0.1	0.3%				
<i>Oratosquilla interrupta</i>			0.7	3.6%	1.2	6.7%
Penaeidae	1.9	6.6%	2.6	9.8%	2.3	12.8%
<i>Philyra platycheira</i>			1.1	5.7%	0.9	5.4%
Portunidae	0.7	2.4%	1	3.8%	0.3	1.5%
<i>Ranina ranina</i>			1.6	8.2%	2.2	13.3%
Rhizopinae	0.4	1.4%	0.4	1.5%	2.1	11.7%
Sergestidae	0.4	1.4%	1	3.8%	0.8	4.4%
Echinodermata (棘皮動物)						
Clypeastroidea	0.2	0.7%			2	12.0%
<i>Ophiocoma dentate</i>			0.8	4.1%	0.8	4.4%
<i>Sinaechinocyamus mai</i>			0.2	1.0%	0.3	1.7%
					0.2	0.9%

表 3.1.6.4 87-91 年麥寮附近海域第 4 季亞潮帶底棲動物之種類與其採獲密度……續

月別	87.1	87.12	88.1	89.12	90.10	91.10
種類	平均值	百分比	平均值	百分比	平均值	百分比
Mollusca (軟體動物)						
Buccinidae					0.6	3.3%
<i>Chion dysoni</i>						0.3 1.3%
Corbulidae	5.8	20.0%	2.5	9.5%		0.1 0.4%
<i>Crassostrea gigas</i>				0.7	4.2%	1.3 5.7%
<i>Dosinoris</i> sp.	2.8	9.7%	0.3	1.1%	0.7	
<i>Laternula</i> sp.				0.6	3.6%	
<i>Littorina undulata</i>					1	5.6%
<i>Macoma</i> sp.	4.6	15.9%	4.1	15.5%	3	2.4%
<i>Murex aduncospinosus</i>						1 4.3%
<i>Nassarius livercens</i>					0.8	4.4%
Melongenidae	0.8	2.8%	0.5	1.9%	0.3	1.5%
Nassariidae	1	3.4%	1.8	6.8%	0.8	4.1%
<i>Nitidotellina</i> sp.	0.3	1.0%	0.2	0.8%	0.5	2.6%
<i>Octopus ocellatus</i>					0.8	3.0%
<i>Reticunassa</i> sp.			0.2	0.8%	0.4	2.4%
<i>Sinum</i> sp.			0.1	0.4%	0.8	4.8%
<i>Sepia esculenta</i>						0.2 0.9%
Tellinidae					0.2	1.1%
<i>Turritella terebra</i>					0.4	2.2%
Trochidae	1.7	5.9%	0.8	3.0%		2.1 9.1%
Veneridae	1.5	5.2%	3.5	13.3%	2.8	15.1%
Pisces (魚類)						
<i>Arius maculatus</i>			0.1	0.4%	0.3	1.7%
Callionymidae	0.3	1.0%	0.4	1.5%		0.3 1.3%
Cynoglossidae	0.2	0.7%	0.5	1.9%	0.3	1.7%
<i>Leiognathus splendens</i>					0.2	1.1%
<i>Solea ovata</i>						0.2 0.9%
<i>Trypauchen vagina</i>			0.1	0.4%		
Total (總計)	29	26.4	19.4	16.6	18	23
H' (歧異度)	0.74	0.84	0.77	0.85	0.79	1.05

表 3.1.6.5 92-100 年麥寮附近海域第 4 季亞潮帶底棲動物之種類與其採獲密度

月別	92.11	93.10	94.10	95.10	96.12	97.12	98.10	99.11	100.11	
種類	平均値	百分比	平均値	百分比	平均値	百分比	平均値	百分比	平均値	百分比
Sipuncula (星蟲動物)										
Sipunculidae						0.4	1.3%	0.1	0.3%	
Annelida(環節動物)										
<i>Neanthes diversicolor</i>		0.5	1.5%							
Nereidae	0.1	0.1%	0.3	0.9%	1.2	3.8%	1.5	4.8%	1.1	3.6%
Cnidaria(刺絲胞動物)										
Kophobelemnidae										
Crustacea (節肢動物)										
Calappidae	0.1	0.1%	0.3	0.9%	1.2	3.8%	1.5	4.8%	1.1	3.6%
Diogenidae	1	1.3%					1.4	4.5%	1	3.2%
Dorippidae										
Goneplacidae										
Grapsidae			1.4	4.1%	1.5	4.8%	0.2	0.6%	1.7	5.6%
Harpisquillidae			0.6	1.8%	0.6	1.9%			0.2	0.7%
Hippolitidae	0.1	0.1%								
Lanceolidae	0.2	0.3%					0.2	1.3%		
Matutidae								0.1	0.3%	
Mysidae	0.2	0.3%								
Palaemonidae							0.2	1.3%	0.3	1.0%
Pasiphaeidae							0.2	1.3%		
Penaeidae	2.1	2.6%	3.8	11.2%	3.3	10.5%	2.3	7.4%	1.7	5.5%
Pinnotheridae	1.9	2.4%								
Porcellanidae	0.1	0.1%								
Portunidae	0.4	0.5%	3.2	9.4%	3.3	10.5%	3.3	10.6%	2.5	8.2%
Scyllaridae			0.2	0.6%	0.3	1.0%	0.3	1.0%		
Sergestidae	4	5.0%	2.3	6.8%	2.3	7.3%	1.2	3.8%	2.4	7.9%
Sicyonidae							0.3	1.0%		
Squillidae	0.1	0.1%	0.3	0.9%					0.2	0.7%
Echinodermata (棘皮動物)										
Arachnoidae	8.1	10.2%								
Dendrosteridae							0.1	0.7%		
Scutellidae	6.4	8.0%	0.3	0.9%						
<i>Sinachinocyamus mai</i>			0.3	1.0%						

表 3.1.6.5 92-100 年麥寮附近海域第 4 季亞潮帶底棲動物之種類與其採獲密度.....續

月別	92.11	93.10	94.10	95.10	96.12	97.12	98.10	99.11	100.11	
種類	平均値	百分比	平均値	百分比	平均値	百分比	平均値	百分比	平均値	百分比
Mollusca (軟體動物)										
Arctidae			0.2	0.6%						
Atyidae					0.3	1.0%	0.3	1.0%		
Buccinidae			0.3	1.0%	0.3	1.0%				
Chion dysoni			2.2	6.5%	1.2	3.8%			0.1	0.3%
Columbellidae									9.5	30.7%
Corbulidae	0.5	0.6%	1	2.9%	1.4	4.5%	1.6	5.1%	0.1	0.7%
Cutellidae									0.1	0.3%
Crassostrea gigas					0.6	1.9%	0.6	1.9%		
Donacidae					1.4	4.5%	1.3	4.3%		
Glycymerididae										
Lucinidae	2.8	3.5%	1.9	5.6%	0.8	2.6%	1.3	4.2%	0.4	2.6%
Macluridae									0.3	1.0%
Melongenidae	0.7	0.9%								
Muricidae									0.1	0.3%
Nassariidae	4.6	5.8%	1.8	5.3%	2	6.4%	1.3	4.2%	3.6	11.7%
Naticidae	1.8	5.3%	1.8	5.3%	1.8	5.8%	1.4	4.5%	0.1	0.3%
Nuculanidae									0.1	0.19%
Pholadidae	0.1	0.1%								
Sepiidae								0.2	0.7%	
Sepiolidae									0.1	0.19%
Steridae					0.4	1.3%	0.6	2.0%		
Tellinidae	26.3	33.0%	4.9	14.4%	3.3	10.5%	4.1	13.1%	3.3	10.9%
Terebridae			1.8	5.3%			1.3	4.2%	0.3	1.0%
Trochidae	0.2	0.3%	1.5	4.4%	2.1	6.7%	1.5	4.8%	2.2	7.2%
Veneridae	7.9	9.9%	3	8.8%	3.1	9.9%	2.9	9.3%	4.6	15.1%
Pisces (魚類)										
Ariidae									0.2	0.35%
Bregmacerotidae					0.4	1.3%				
Callionymidae	0.1	0.1%	0.3	0.9%	0.5	1.6%	0.7	2.1%		
Cynoglossidae			0.7	2.1%	0.8	2.6%	0.8	2.6%	0.2	0.7%
Gobiidae	0.2	0.3%			0.1	0.3%			0.1	0.3%
Platycephalidae					0.4	1.3%				
Sciaenidae									0.2	0.7%
Solea ovata			0.3	1.0%	0.4	1.3%	0.4	1.3%	0.2	0.53%
Total (總計)										
	79.7	34	31.3	31.2	30.4	29.9	15.1	30.9	43.1	
H' (歧異度)	0.7	1.16	1.13	1.23	1.21	1.23	1.98	0.94	1.3	

表 3.1.6.6 83-86 年麥寮附近海域第 4 季潮間帶底棲動物之種類與其採獲密度

月別	83.11	84.12	85.12	86.11	86.12	
種類	平均值	百分比	平均值	百分比	平均值	百分比
Annelida (環節動物)						
Polychaeta	1	9.1%	1	11.1%	0.5	3.5%
Crustacea (節肢動物)						
<i>Helice tridens</i>			0.5	5.6%	0.5	3.5%
<i>Hemigrapsus penicillatus</i>					1	3.8%
<i>Metopograpsus messor</i>			3	20.7%	3.5	13.2%
<i>Mictyris brevidactylus</i>	2	18.2%			0.5	3.5%
<i>Parasesarma pictum</i>	2.5	22.7%	1.5	16.7%	5	17.2%
<i>Perisesarma bidens</i>			1	11.1%		
<i>Philyra pisum</i>	0.5	4.5%				
<i>Uca</i> sp.	2.5	22.7%			1	6.9%
<i>Upogebia major</i>					0.5	1.9%
Mollusca (軟體動物)						
<i>Cerithideopsisilla</i> sp.			1.5	16.7%		
<i>Cyclina sinensis</i>					2.5	9.4%
<i>Haternula</i> sp.					1	3.8%
<i>Laternula</i> sp.					0.5	3.4%
<i>Littoraria</i> sp.			2	22.2%	1	6.9%
<i>Mactra</i> sp.	1	9.1%				
<i>Meretrix</i> sp.						
<i>Moerella</i> sp.					3.5	13.2%
Mytilidae			1.5	16.7%		
Pisces (魚類)						
Gobiidae	1.5	13.6%				
Total (總計)	11		9		14.5	
H' (歧異度)	0.54		0.51		0.49	
					26.5	
					0.71	
					22	
					0.74	

表 3.1.6.7 87-91 年麥寮附近海域第 4 季潮間帶底棲動物之種類與其採獲密度

月別	87.1	87.12	88.1	89.12	91.01	91.10
種類	平均值	百分比	平均值	百分比	平均值	百分比
Annelida (環節動物)						
Polychaeta			2	7.5%	1.5	8.6%
					2	7.5%
Crustacea (節肢動物)						
Alpheus sp.			1.5	5.7%	3.5	20.0%
Calappidae					7	26.4%
Diogenes sp.					2.5	9.4%
Dorippe polife						
Gaetice depressus					2	11.4%
Grapsidae	2.5	8.8%	3.5	15.6%	5	18.9%
Helice tridens	0.5	1.8%	1.5	6.7%	1	5.7%
Macrophthalmus abbreviatus			1.5	5.7%	0.5	2.9%
Mictyris brevidactylus	4	14.0%	4	17.8%	2.5	9.4%
Penaeidae	7.5	26.3%	8.5	37.8%	1	5.7%
Uca sp.	3.5	12.3%	2	7.5%	2.5	14.3%
Upogebia sp.			0.5	2.2%		
Mollusca (軟體動物)						
Batillaria zonalis					1.5	5.6%
Celana grata					1.5	5.7%
Corbula formosensis			2	7.5%	1.5	8.6%
Laternula sp.	5	17.5%	1	4.4%	5	18.9%
Littorinidae					1.5	8.6%
Moricidae	5.5	19.3%				
Murex aduncospinosus			2.5	9.4%	1	5.7%
Nassariidae					1	3.8%
Neverita albicilla						
Neverita polita					0.5	1.9%
Nodilittorina pyramidalis					3	11.1%
Nudibrandia					1.5	5.6%
Veneridae					1.5	5.6%
Pisces (魚類)						
Gobiidae					4.5	17.0%
					2.5	9.3%
Total (總計)	28.5	22.5	26.5	17.5	26.5	27
H' (歧異度)	0.73	0.7	0.65	0.52	0.39	1.03

表 3.1.6.8 92-100 年麥寮附近海域第 4 季潮間帶底棲動物之種類與其採獲密度

月別	92.11	93.10	94.10	95.10	96.12	97.12	98.1	99.11	100.11
種類	平均值	百分比	平均值	百分比	平均值	百分比	平均值	百分比	平均值
Annelida (環節動物)									
Nereidae	0.5	5.0%	1.5	4.7%	0.5	3.3%	0.5	1.2%	1
Cnidaria(刺絲胞動物)									
Kophobelemnidae									8
Pennatulidae	0.5	5.0%							8.25%
Crustacea (節肢動物)									
Acetes sp.	0.5	5.0%							
Calappidae			2	6.3%	3.5	10.8%	2.5	8.2%	0.5
Diogenidae	2.5	25.0%							3
Fiddler crab			3.5	10.9%	3.5	10.8%			5.4%
Grapsidae			5.5	17.2%	5.5	16.9%	6.5	21.3%	9
<i>Mictyris brevidactylus</i>			1.5	4.7%	3	9.2%	4	13.1%	4
Ocypodidae							1	3.3%	4.5
Pandalidae	0.5	5.0%							10.8%
Palaemonidae									1
Penaeidae	2	20.0%							1.8%
Portunidae	1	10.0%							0.5
Xanthidae									1.6%
Echinodermata (棘皮動物)									
Dendrasteridae									0.5
									12.5%
									0.5
									37.5%
									0.5
									2.0%
									5
									5.15%
									4
									4.12%

表 3.1.6.8 92-100 年麥寮附近海域第 4 季潮間帶底棲動物之種類與其採獲密度.....續

月別	92.11	93.10	94.10	95.10	96.12	97.12	98.1	99.11	100.11		
種類	平均値	百分比	平均値	百分比	平均値	百分比	平均値	百分比	平均値	百分比	
Mollusca (軟體動物)											
Ampullariidae			3	9.2%	0.5	1.2%					
Cerithiopsidae		0.5	1	3.1%	1	2.4%	1.5	2.7%			
Littorinidae		4.5	2.5	7.7%	3.5	11.5%	4	9.6%	5.5	9.9%	
Mactridae										6.5	6.70%
Melongenidae				0.5	1.6%	0.5	90.0%				
Moricidae		4.5	2.5	7.7%	2.5	8.2%	4.5	10.8%	3.5	6.3%	
Murex aduncospinosus											
Nassariidae	0.5	5.0%	0.5	1.6%			1.5	3.6%	1.5	2.7%	
Neritidae		2	6.3%	3	9.2%	2.5	8.2%	3.5	8.4%	3.5	6.3%
Tellinidae										5	5.15%
Thiariidae		2.5	7.8%	0.5	1.5%	0.5	1.6%		0.5	90.0%	
Trochidae		0.5	1.6%	2.5	7.7%	0.5	1.6%	1.5	3.6%	0.5	0.9%
Veneridae				2	6.6%			0.5	12.5%		
Pisces (魚類)											
Callionymidae	1.5	15.0%	1.5	4.7%	1.5	4.9%	2	4.8%	1.5	2.7%	
Sciaenidae								0.5	2.0%		
Soleidae		1.5	4.7%	0.5	1.6%	1.5	3.6%	0.5	0.9%		
Total (總計)	10	32	32.5	30.5	134.62	137.12	102.1	25	97		
H' (歧異度)	0.61	1.11	1.1	1.15	1.22	1.32	1.49	0.17	0.86		

3.1.7 哺乳類動物

在歷經 11 趟調查之後，本季終於在麥寮港北堤以北目擊到中華白海豚活動，過去皆僅在北堤以南目擊到中華白海豚，顯示中華白海豚在雲林縣海域的活動似乎有一明顯的區分。根據數年的調查結果顯示，麥寮港北堤以南可以說是台灣西岸的高目擊率海域，但北堤以北則為低目擊率之海域（周與李 2009；2010；周等人 2011）。周蓮香團隊所進行之棲地利用分析顯示中華白海豚停留時間、覓食頻率與 pH 值呈現顯著正相關，可能是解釋北堤以北罕見發現的原因（周與李 2009；2010；周等人 2011）。本季所目擊的中華白海豚也是僅在此區表現移動旅行行為，而並未發現長時間停留或是覓食的行為。同時過去所目擊的中華白海豚群體 90% 的接觸位置海水酸鹼值也皆在 pH 8.0 以上，顯示本區海域水質 pH 變化應密切注意。

目前的監測結果顯示春夏季似乎有較高的機會目擊中華白海豚，但是每季一次的海上調查在白海豚發現率的高度變異下，難以呈現足夠代表性的結果。此外目前的調查樣本數也不足以進行統計分析的比較。對於中華白海豚一年四季的活動情形，目前僅有周蓮香團隊從 2009 年 7 月起，在新虎尾溪口外海利用水下聲音資料記錄器進行長時間的監測，初步結果也顯示每年的春夏季為中華白海豚回聲定位聲音較容易被偵測到的季節，秋冬季則較少偵測到白海豚的活動（周等人 2011），顯示中華白海豚至少在新虎尾溪口的模式活動的確有季節性變異，未來每季應增加調查樣本數甚至增加水下聲音資料記錄器的佈放來了解中華白海豚季節性活動狀況。

【參考文獻】

台塑關係企業(97)，離島式基礎工業區石化工業綜合區開發案環境監測報告，九十七年第四季報告。

李松和方金釧。1990。中國海洋浮游橈足類幼體。海洋出版社。北京。

邵廣昭 1998 海洋生態學。國立編譯館。台北。

周蓮香、李政諦 (2009)。雲林沿海中華白海豚調查計畫。台塑關係企業委託調查報告，84 頁。

周蓮香、李政諦 (2010)。雲林沿海中華白海豚調查計畫。台塑關係企業委託調查報告，88 頁。

莫顯蕎及羅文增(1999).台南海砂試採區海域生態調查第三年期末報告，工研院能資所，共 204 頁。

陳清潮和章淑珍。1965。黃海和東海的浮游橈足類 I. 哲水蚤目。海洋科學集刊。7:20-131。

陳清潮和章淑珍。1974。南海的浮游橈足類 I。海洋科學集刊。9:101-135。

陳清潮、陳民本和黃將修。1999。台灣周圍水域和南海北部浮游動物種類與分佈(一)。國科會國家海洋科學研究中心。台北。

梁文彬，黃登福，周薰修，鄭森雄(1998) 九孔及其飼料龍鬚菜之重金屬含量。食品科學 25, 117-127.

曾政鴻 (1996) 臺中港魚市魚貨重金屬含量之調查. Nutritional Science Journal 21, 177-188.

蔡土及和黃登福 (1998) 台灣水產食品衛生標準之研究。行政院衛生署八十七年度委託研究計畫成果報告。

鄭重、李少菁、許振祖 1991 海洋浮游生物學。水產出版社。基隆。

鄭重，李松，李少菁和陳柏云。1982。中國海洋浮游橈足類中卷。上海科學技術出版社。上海。

鄭重，張松棕，李松，方金釧，賴瑞卿，張淑蓮，李少菁和許振組。1965。

中國海洋浮游橈足類上卷。上海科學技術出版社。上海。

羅文增(1998).澎湖縣發展海上箱網養殖調查及規劃設計計畫期末報告-浮游生物及漁業資源調查，澎湖縣政府，242-249pp。

莫顯蕎及羅文增(1999).台南海砂試採區海域生態調查第三年期末報告，工研院能資所，共 204 頁。

萬騰州 (99 年) 六輕附近海域水質變化分析，六輕計畫總體評鑑研討會議，行政院環保署。

Baeyens, W., Parmentier, K., Goeyens, L., Ducastel, G., De Gieter, M. & Leemarkers, M. (1998). The biogeochemical behavior of Cd, Cu, Pb and Zn in the Scheldt estuary: results of the 1995 surveys. In: W.F.J. Baeyens (ed.), Trace Metals in the Westerscheldt Estuary: a Case-Study of Polluted, Partially Anoxic Estuary (pp 45-62). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/Boston/London.

Bothner, M.H., Casso, M.A., Rendigs, R.R. & Lamothe, P.J. (2002). The effect of the new Massachusetts Bay sewage outfall on the concentrations of metals and bacterial spores in nearby bottom and suspended sediments. Marine Pollution Bulletin 44, 1063-1070.

Burton and Statham (1990) Trace metals in seawater. In: Heavy metals in the marine Environment. eds. Furness, R.W. and Rainbow, P.S. CRC Press, pp5-27.

Bradford-Grieve, J.M. 1994. The marine fauna of New Zealand: Pelagic calanoid copepods: Megacalanidae, Calanidae, Paracalanidae, Mecynoceridae, Eucalanidae, Spinocalanidae, Clausocalanidae. N. Z. Oceanogr. Inst. Mem. 102:1-160.

Chen H.Y., Fang T.H. and Wen L.S. (2005) A preliminary study of the distribution of Cd in the South China Sea. Continental Shelf Research 25, 297-310.

Chen, M.H. and Wu, H.T. (1995) Copper, cadmium and lead in sediments from the Kaohsiung River and its harbour area, Taiwan. Marine Pollution Bulletin, 30, 879-884.

Chihara M. and Murano M. (1997) An Illustrated Guide to Marine Plankton in Japan, 1574pp.

Clark, R. (2001). Marine Pollution 5th ed. Oxford University Press, Oxford.

Chiffoleau, J., Cossa, D., Auger, D., & Truquet, I. (1994). Trace metal distribution, partition and fluxes in the Seine estuary (France) in low discharge regime. *Marine Chemistry* 47, 145-158.

Chihara M. and Murano M. (1997) *An Illustrated Guide to Marine Plankton in Japan*, 1574pp.

Conley DJ, Schelske CL, Stoermer EF (1993) Modification of silica biogeochemistry with eutrophication in aquatic systems. *Marine Ecology Progress Series*, 101, 179–192.

Dassenakis, M.I., Kloukiniotou, M.A. & Pavlidou, A.S. (1996). The influence of long existing pollution on trace metal levels in a small tidal Mediterranean bay. *Marine Pollution Bulletin* 32, 275-282.

Donat and Bruland (1995) Trace elements in the Oceans. In: Trace elements in natural waters. Eds. Philos, B.S. and Philos, E.S. CRC Press, pp. 247-282.

Fang, T.H., Hong, E., 1999. Mechanisms influencing the spatial distribution of trace metals in surficial sediments off the south-western Taiwan. *Marine Pollution Bulletin* 38, 1026-1037.

Fang T. H. and Lin C. L. (2002) Dissolved and Particulate trace metals and their partitioning in a hypoxic estuary: the Tanshui estuary, northern Taiwan. *Estuaries* 25: 598-607.

Fang T.H., Hwang J.S., Hsiao S.H. and Chen H.Y. (2006) Trace metals in seawater and copepods in the ocean outfall area off the northern Taiwan coast. *Marine Environmental Research*. 61, 224-243.

Fang T.H., Li J.Y., Feng H.M., Chen H.Y. (2009) Distribution and contamination of trace metals in surface sediments of the East China Sea. *Marine Environmental Research*. 68, 178-187.

Fang T.H., Chen R.Y. (2010) Mercury contamination and accumulation in sediments of the East China Sea. *Journal of Environmental Science* 22, 1-7.

Frost, B. and A. Fleminger. 1968. A revision of the genus *Clausocalanus* (Copepoda: Calanoida) with remarks on distributional patterns in diagnostic characters. *Bull. Scripps Inst. Oceanogr. Univ. Calif.*

Hamond, R. 1969. Methods of studying the copepods. *Microsc.* 31:137–149.

Han B.C., Jeng, W.L., Tsai, Y.N. and Jeng, M.S. (1993) Depuration of copper and zinc by green oysters and blue mussels of Taiwan. *Environmental Pollution* 82, 93-97.

Han B.C., Jeng, W.L., Chen, R.Y., Fang, G.T., Hung, T.C. and Tseng R.J. (1998) Estimation of target hazard quotients and potential health risks for metals by consumption of seafood in Taiwan. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 35, 711-720.

Hardy A.C. 1970. *The Open Sea: The World of Plankton*. Collins. London.

Hattori, H., K.I. Hirakawa, H. Itoh, N. Iwasaki, S. Nishida, S. Ohtsuka, T. Toda and H. Ueda. 1997. Subclass Copepoda. pp. 649–1574. In Omori M. and T. Ikeda (Eds.). *An Illustrated Guide To Marine Plankton In Japan*. Tokai University Press. Tokyo.

Hook, S.E., Fisher, N. (2001b). Sublethal toxicity of silver in zooplank: importance of exposure pathways and implications for toxicity testing. *Environmental Toxicology and Chemistry* 20, 568-574.

Hsiao S.H., Fang T.H. and Hwang J.S. (2006) The bioconcentration of trace metals in dominant copepod species off the northern Taiwan coast. *Crustaceana* 79, 459-474.

Hsiao S.H., Hwang J.S., Fang T.H. (2010) The heterogeneity of the contents of trace metals in the dominant copepod species in the seawater around Northern Taiwan. *Crustaceana* 83, 179-194.

Hung, T.C., Meng, P.J. and Wu, S.J. (1993) Species of copper and zinc in sediments collected from the Antarctic Ocean and the Taiwan Erhjin Chi coastal areas. *Environmental Pollution* 80, 223-230.

Hung, T.C., Ling, Y.C., Jeng, W.L., Huang, C.C. and Han, B.C. (1997) Marine environmental monitoring and QA/QC system in Taiwan. *J. of the Environmental Protection Society of the Republic of China* 20, 69-90.

Hung, J.J., Lu, C.C., Huh, C.A., and Liu, J.T. (2009) Geochemical controls on distributions and speciation of As and Hg in sediments along the Gaoping (Kaoping Estuary-Canyon system off southwestern Taiwan. *Journal of Marine System* 76, 479-493.

Jiann K.T., Wen L.S., Santschi P.H. (2005) Trace metal (Cd, Cu, Ni and Pb) partitioning, affinities and removal in the Danshuei River estuary, a macro-tidal, temporally anoxic estuary in Taiwan. *Marine Chemistry* 96, 293-313.

Jiang K.T. and Wen L.S. (2009) Intra-annual variability of distribution patterns and fluxes of dissolved trace metals in a subtropical estuary (Danshuei River, Taiwan). *Journal of Marine Systems* 75, 87-99.

Kennish, M.J. (1998) *Practical Handbook of Estuarine and Marine Pollution*. CRC Press.

Langston, W. (1990). Toxic effects of metals and the incidence of metal pollution in marine ecosystems. In: R.W. Furness, and P.S. Rainbow (eds.), *Heavy Metals in the Marine Environment* (pp.101-122). CRC Press Inc., Boca Raton,

Lee, C.H., Fang, M.D. and Hsieh, M.T. (1998) Characterization and distribution of metals in surficial sediments in southwestern Taiwan. *Marine Pollution Bulletin* 36, 464-471.

Lin, S. and Hsieh, I.J. (1999) Occurrences of green oyster and heavy metals contamination levels in the Sien-San area, Taiwan. *Marine Pollution Bulletin* 38, 960-965.

Lindley, J.A., George, C.L., Wvans, S.V. & Donkin, P. (1998). Viability of calanoid copepod eggs from intertidal sediments; a comparison of 3 estuaries. *Marine Ecology Progress Series* 162, 183-190.

Long, E.R., Macdonald, D.D., Smith, S. and Calder, F.D. (1995) Incidence of adverse biological effects within ranges of chemical concentrations in marine and estuarine sediments. *Environmental Management* 19, 81-97.

Nelson, J.D. and S.A. Eckert. 2007. Foraging ecology of whale sharks (*Rhincodon typus*) within Bahía de Los Angeles, Baja California Norte, México. *Fish. Res.* 84:47–64

Nishida, S. 1985. Taxonomy and distribution of the family Oithonidae (Copepoda, Cyclopoida) in the Pacific and Indian Oceans. *Bull. Ocean Res. Inst. Univ. Tokyo*. 20:1–167.

Millero, F.J. *Chemical Oceanography* 2nd ed. 1996. CRC Press, Boca Raton.

Peng S.H, Hwang J.S., Fang T.H. & Wei T.P. (2006) Trace metals in *Austinopecten edulis* (Ngoc-Ho & Chan) (decapoda, thalassinidea, upogebidae) and its habitat sediment from the central western Taiwan coast. *Crustaceana* 79, 263-273.

Rakshesh, M., A. V. Raman and D. Sudarsan. 2006. Discriminating zooplankton

assemblages in neritic and oceanic waters: A case for the northeast coast of India, Bay of Bengal. *Mar. Environ. Res.* 61:93–109.

Saunders, G.R., & Moore, C.G. (2004) In situ approach to the examination of the impact of copper pollution on marine meiobenthic copepods. *Zoological Studies* 43, 350-365.

Stalder, L.C. & Marcus, N.H. (1997) Zooplankton responses to hypoxia: behavioral patterns and survival of three species of calanoid copepods. *Marine Biology* 127, 599-607.

Sturgeon R.E., Berman S.S., Desaulniers J.A.H., Mykytiuk A.P., Mcharen J.W., Russell D.S. (1980) Comparison of methods for the determination of trace element in seawater. *Analytical Chemistry* 52, 1582-1588.

Tseng, C.M.(1991) Study on speciation of trace metals in sediments. M.S. thesis. National Taiwan University.

Turner R.E., Rabalais N.N. (1994) Coastal eutrophication near the Mississippi river delta. *Nature*, 368, 619–621.

Usero J., Morillo J., Bakouri H.E. (2008) A general integrated ecotoxicological method for marine sediment quality assessment: application to sediments from littoral ecosystems on Southern Spains Atlantic coast. *Marine Pollution Bulletin* 56, 2027-2036.

Wedepohl K.H. (1995) The composition of the continental crust. *Geochimica et Cosmochimica Acta.* 59, 1217-1232.

Yamaji I. (1991) Illustrations of the Marine Plankton of Japan, 537pp.

Yu X., Yan Y., Wang W.X. (2010) The distribution and speciation of trace metals in surface sediments from the Pearl River Estuary and the Daya Bay, Southern China. *Marine Pollution Bulletin* 60, 1364-1371.