

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

監測項目：海域水質與海域生態

執行期間：100年4月至100年6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 100 年 8 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	.....	1-4
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	.....	2-25
2.2.4 植物性浮游生物	.....	2-28
2.2.5 動物性浮游生物	.....	2-46
2.2.6 底棲生物及拖網漁獲	.....	2-59
2.2.7 哺乳類動物	.....	2-68
第三章 檢討與建議	.....	3-1
3.1 監測結果檢討與因應對策	.....	3-1
3.1.1 水文及水質	.....	3-1
3.1.2 沉積物	.....	3-1
3.1.3 生物體重金屬	.....	3-1
3.1.4 植物性浮游生物	.....	3-7
3.1.5 動物性浮游生物	.....	3-9
3.1.6 底棲生物及拖網漁獲	.....	3-14
3.1.7 哺乳類動物	.....	3-33

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 年第二季麥寮海域各測站各項水質濃度分佈.....	2-7
圖 2.1.3.1	100 年第二季麥寮海域各測站揮發性有機化合物.....	2-11
圖 2.2.1.1	100 年第二季台塑麥寮海域各測站沉積物粒徑百分比分佈.....	2-16
圖 2.2.1.2	100 年第二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.....	2-19
圖 2.2.1.3	100 年第二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).....	2-21
圖 2.2.4.1	100 年第二季六輕附近海域浮游植物豐度變化圖.....	2-38
圖 2.2.4.2	100 年第二季六輕附近海域浮游植物種類數變化圖.....	2-39
圖 2.2.4.3	100 年第二季六輕附近海域浮游植物種歧異度指數變化圖.....	2-40
圖 2.2.4.4	100 年第二季六輕附近海域第一優勢種浮游植物豐度變化圖.....	2-41
圖 2.2.4.5	100 年第二季六輕附近海域第二優勢種浮游植物豐度變化圖.....	2-42
圖 2.2.4.6	100 年第二季六輕附近海域第三優勢種浮游植物豐度變化圖.....	2-43
圖 2.2.4.7	100 年第二季六輕附近海域第四優勢種浮游植物豐度變化圖.....	2-44
圖 2.2.4.8	100 年第二季六輕附近海域浮游植物群聚分析圖.....	2-45
圖 2.2.5.1	100 年第二季麥寮海域各測站浮游動物豐度圖.....	2-55
圖 2.2.5.2a	100 年第二季麥寮六輕附近海域浮游動物相關性豐度 (%) 示意圖.....	2-56
圖 2.2.5.2b	100 年第二季麥寮六輕附近海域浮游動物平均相關性豐度 (%) 示意圖.....	2-57
圖 2.2.5.3	100 年第二季麥寮六輕附近海域各測站浮游動物 MDS 空間分佈示意圖.....	2-58
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.....	2-69
圖 2.2.7.2	中華白海豚目擊位置分佈圖.....	2-70
圖 3.1.1.1	83-100 年歷年第二季水質監測資料比較.....	3-4
圖 3.1.2.1	83-100 年歷年第二季沉積物重金屬元素調查比較.....	3-5

圖 3.1.5.1	歷年度與本季麥寮六輕附近海域浮游動物個體量比較圖	3-9
圖 3.1.5.2	歷年度與本季麥寮六輕附近海域浮游動物生體量比較圖	3-12
圖 3.1.5.3	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	3-13
圖 3.1.6.1	100 年第二季之底棲生態調查空間分析結果圖	3-16
圖 3.1.6.2	歷年第二季麥寮附近蝦拖網調查結果比較圖	3-17

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 年第二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 年第二季台塑麥寮海域沉積物粒徑分析-粒徑百分比.....	2-15
表 2.2.1.2	100 年第二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.....	2-17
表 2.2.1.3	100 年第二季台塑麥寮海域各測站沉積物重金屬元素濃度.....	2-18
表 2.2.3.1	100 年第二季台塑麥寮海域生物體重金屬元素濃度.....	2-27
表 2.2.4.1	100 年第二季六輕附近海域浮游植物豐度(cells/L)表*(1/2).....	2-31
表 2.2.4.2	98 年 4 月~100 年 4 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.....	2-32
表 2.2.4.3	100 年第一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).....	2-36
表 2.2.4.4	100 年第二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).....	2-37
表 2.6.5.1	麥寮六輕附近海域 99 年第二季浮游動物豐度表(ind./ m3).....	2-49
表 2.2.5.2	麥寮六輕附近海域 99 年第二季各浮游動物之相關性豐度與頻度...2-53	
表 2.2.6.1	100 年第二季之底棲生物及拖網漁獲個體數表(魚類).....	2-61
表 2.2.6.2	100 年第二季之底棲生物及拖網漁獲個體數表(節肢動物).....	2-62
表 2.2.6.3	100 年第二季之底棲生物及拖網漁獲個體數表(軟體動物及其他).....	2-63
表 2.2.6.4	100 年第二季調查之個體數、種數、均勻度與歧異度一覽表.....	2-64
表 2.2.6.5	100 年第二季之底棲生物及拖網漁獲重量表(魚類)gw.....	2-65
表 2.2.6.6	100 年第二季之底棲生物及拖網漁獲重量表(節肢動物)gw.....	2-66
表 2.2.6.7	100 年第二季之底棲生物及拖網漁獲個體數表(軟體動物及其他)gw.....	2-67
表 3.1.3.1	97-100 年第二季麥寮海域斑海鯰生物體重金屬濃度比較.....	3-3
表 3.1.4.1	六輕附近海域歷年來第二季各海域優勢浮游植物比較表.....	3-8

表 3.1.6.3	83-85 年麥寮附近海域第二季亞潮帶底棲動物調查之種類與其採 獲密度	3-17
表 3.1.6.4	88-98 年麥寮附近海域第二季亞潮帶底棲動物調查之種類與其採 獲密度	3-22
表 3.1.6.5	89-95 年麥寮附近海域第一季亞潮帶底棲動物調查之種類與其採獲 密度	3-25
表 3.1.6.6	96-100 年麥寮附近海域第一季潮間帶底棲動物調查之種類與其 採獲密度.....	3-26
表 3.1.6.7	83-85 年麥寮附近海域第一季潮間帶底棲動物調查之種類與其採 獲密度	3-27
表 3.1.6.8	85-95 年麥寮附近海域第一季潮間帶底棲動物調查之種類與其採 獲密度	3-28

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)、鹼氣廠(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)、芳香煙廠(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 99 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 W510.54B		
	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 W437.51C		
	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 W308.22B		
	鋅	NIEA W308.22B		
	鎘	NIEA W308.22B		
	鉛	NIEA W308.22B		
	銅	NIEA W308.22B		
	鈷	NIEA W308.22B		
	砷	NIEA W435.52B		
	汞	NIEA W331.50B		
甲基汞	NIEA W540.50B			
鉻	Aliquat-336/ MIBK 溶劑萃取法			
VOC	NIEA W785.54B	高雄海洋科技大學 林啟燦教授		
sVOC	NIEA W801.50B			

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。	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。	採樣海域 每季一次	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

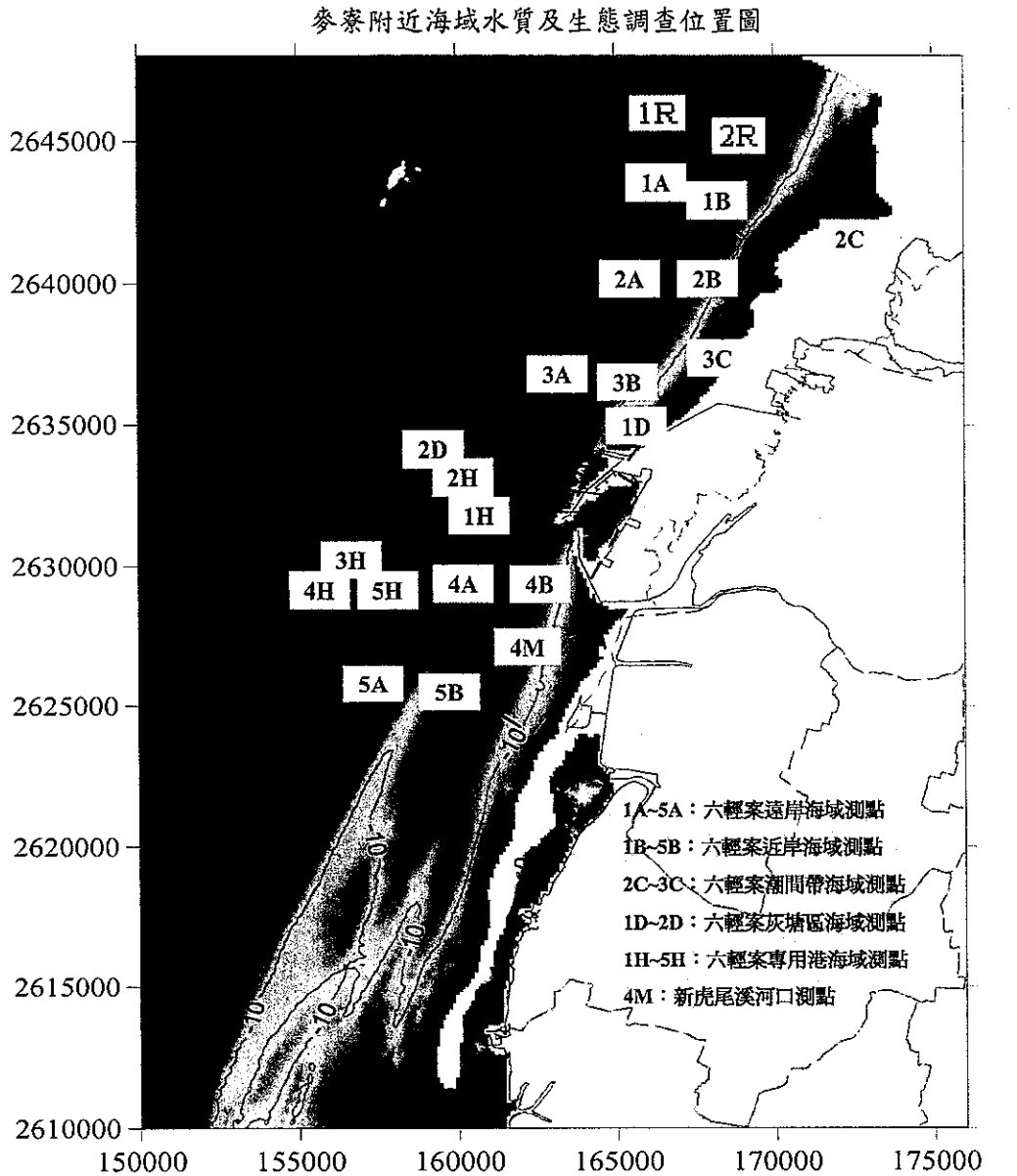
1. 海域水質監測地點

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

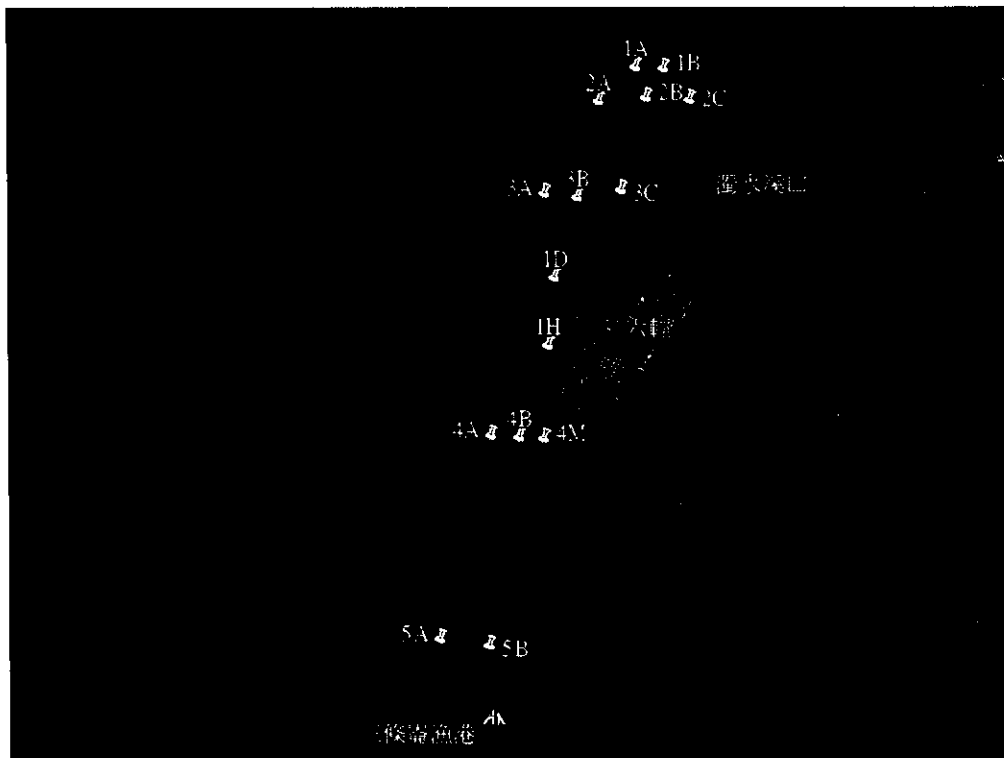
除了水質監測地點外，也分別進行底棲生物及拖網漁獲調查，其採樣地點如圖 1.3.2 所示，與哺乳類動物調查其調查海域如圖 1.3.3 所示，調查範圍北至北緯 23°52' 南至北緯 23°34'，最靠近岸(右側)之航線為近岸航線，剩餘離岸較遠之三條航線為離岸航線(依離岸距離的不同，由近至遠依序分為離岸 1、2、3 三條航線)，每條航線之間平行間隔約 1 公里(圖 1.3.3)。

圖 1.3.1 麥寮附近海域水質與沉積物調查測站



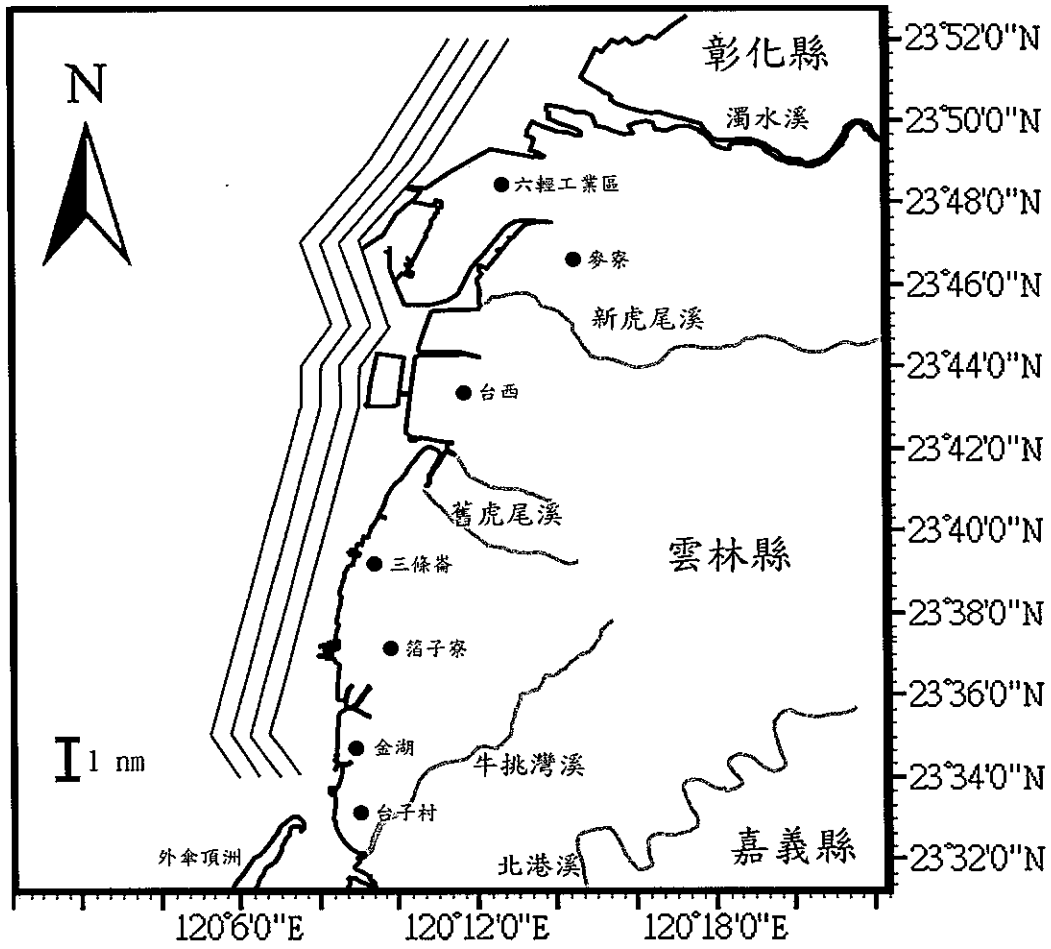
測點	座標位置	測點	座標位置	測點	座標位置
1A	N23:51:20.94E120:10:22.08	1B	N23:51:48.6 E120:11:16.56	2C	N23:51:18.3 E120:13:07.8
2A	N23:50:34.14E120:09:41.46	2B	N23:50:40.8 E120:10:32.46	3C	N2:50:09.15E120:12:02.46
3A	N23:49:46.8 E120:10:41.22	3B	N23:49:36.72 E120:10:6.78	1D	N23:48:41.4 E120:10:12.7
4A	N23:45:31.2 E120:07:38.4	4B	N23:45:32.4 E120:08:12.0	2D	N23:48:34.02E120:09:19.98
5A	N23:44:1.56 E120:05:59.46	5B	N23:44:4.86 E120:08:5.88	4M	N23:09:59.2 E120:45:25.2
1H	N23:47:18.0 E120:09:42.0	2H	N23:47:50.7 E120:10:1.44	3H	N23:47:27.54 E120:09:45
4H	N23:47:39.66E120:09:54.18	5H	N23:47:46.5 E120:09:58.98		

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 年第一季水質調查於 100 年 4 月 29 日至 5 月 1 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，先經由篩網過濾數次，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 海哩），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追蹤，每三分鐘記錄該白海豚群體之行為與 GPS 位置，當所追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	請世輝	探測計畫	臺灣附近海域水質與生態樣本檢測		航次代號	CR1784		頁數	1/1								
本航次於	100年04月29日	自	22時	出港於	100年05月01日	10時	自	高雄	進港於								
站名 Station	編號 Code	日期 Date	站位 (wgs84)		深度 (m)	深度 (m)	底深 (m)	下放深 度 (m)	開始時間 DJL0000	結束時間 DJL0000	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	經度													
1R	1	04/30	23-54.208	120-11.551	20	17	1356	1410	25.9	208	13.9	1010	CRSG			黃	
2R	1	04/30	23-54.104	120-12.295	14	11	1421	1435	26.0	218	14.5	1010	CRSG			黃	
1B	1	04/30	23-51.661	120-11.300	12	10	1504	1530	25.9	275	14.6	1009.6	CRTSG			黃	
1A	1	04/30	23-51.629	120-10.635	14	11	1522	1545	25.8	210	13.6	1009.8	CRTSG			黃	
2H	1	04/30	23-47.948	120-09.999	20	17	1653	1715	26.0	189	13.0	1009.8	CRTSG			辛	
5H	1	04/30	23-47.738	120-09.985	21	17	1729	1742	26.5	179	19.3	1009.5	CRTSG			辛	
4H	1	04/30	23-47.694	120-09.822	22	18	1746	1758	26.9	182	16.9	1009.2	CRTSG			辛	
3H	1	04/30	23-47.365	120-09.707	22	18	1807	1819	26.9	152	14.0	1009.2	CRTSG			辛	
1H	1	04/30	23-47.334	120-09.792	22	18	1830	1845	26.8	187	11.8	1009.5	CRTSG			辛	
2A	1	04/30	23-50.792	120-09.921	19	15	1911	1923	26.1	199	14.2	1009.5	CRTSG			辛	
附註																	

研究船探測人員：黃榮達、辛肇龍、潘仁杰
 工作項目：BC 水 CTD, CTD, R. Rosette, M. Moorings, B. Box core, G. Gravity core, P. Pistone core, T. Trawling, SG. Sediment Grab, SS. Side-Scan

表 1.4.1.1 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		CR1784								
領隊教授		蕭世璋		探測計畫		臺東附近海域水質與生態環境檢測		頁數		1/1		日期		10 月 01 日		地點		高雄 港		
本航次於		100 年 04 月 29 日 22 時		自		04 月 29 日 22 時		出港於		100 年 06 月 01 日		自		10 時		進港				
站名 Station/Caste	航次	日期	站位 (WGS84)		深度 (m)	水深 (m)	開始時間	結束時間	氣溫 (°C)	風速 (KTS)	風向	氣壓 (mb)	工作項目	備註	泥= M 砂= S 石= R 殼= Q	記錄人	高	姓	名	
			經度	緯度																
2B	1	04/30	120-10.541	23-50.649	08	06	1940	1952	26.3	182	16.5	1009.5	CRTSG							辛
3A	1	04/30	120-09.766	23-49.824	17	14	1959	2013	26.4	184	14.7	1009.2	CRTSG							辛
3B	1	04/30	120-10.174	23-49.794	7	5	2019	2030	26.5	182	15.4	1009.7	CRTSG							辛
1D	1	04/30	120-09.985	23-49.373	8	6	2033	2045	26.6	171	14.5	1009.8	CRTSG							辛
2D	1	04/30	120-09.326	23-48.480	13	10	2055	2108	26.1	168	14.4	1009.8	CRTSG							辛
4A	1	04/30	120-07.653	23-45.502	23	20	2134	2150	26.0	147	16.3	1009.7	CRTSG							辛
4B	1	04/30	120-08.199	23-45.494	15	12	2154	2210	25.8	193	11.7	1009.8	CRTSG							黃
5B	1	04/30	120-08.126	23-43.959	15	12	2212	2225	25.8	203	15.4	1010.3	CRTSG							黃
5A	1	04/30	120-05.967	23-43.934	19	16	2240	2255	25.7	197	15.1	1010.1	CRTSG							黃
R	1	04/30	119-56.678	23-38.434	70	60	2350	2359	25.6	228	13.5	1010	CR							黃
附註																				

研究船探測人員：黃彥達、辛榮龍、蕭仁杰
 工作項目：BC大CTD;CTD;R;Rosette;M;Mooring;B;Box core;C;Gravity core;F;Piston core;T;Trawling;S;Sediment Grab;S;Sick;Seam

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 79-113 % 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，鐵元素分析準確度之誤差值較大，而銅與鉛相對較小，因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 $\mu\text{g/L}$ 及 0.4 $\mu\text{g/L}$ ，而銀添加鉻標準溶液至海水中濃度分別為 0.1 $\mu\text{g/L}$ 及 0.2 $\mu\text{g/L}$ ，鉻之平均回收率分別為 107.3 \pm 10.6 % 與 117.2 \pm 2.8 %，銀之平均回收率分別為 96.6 \pm 1.4 % 與 87.3 \pm 1.6 %。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 81-120 % 之間，銀元素之誤差值較大，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 96-108%

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	鎳	鈷	銅	鉛	鎳	鋅	鐵
Measured conc. (µg/L)	0.015±0.0001	0.025±0.0004	1.21 ±0.02	0.068 ±0.0001	0.83 ±0.005	1.03 ±0.008	78.84 ±0.58
Certified Conc. (µg/L)	0.013	0.027	1.35	0.068	0.83	1.04	100.0
Accuracy	113±0.8 %	93.3 ± 1.6%	89 ± 1.3%	100±0.15 %	101±0.6 %	99 ± 0.8 %	78.8 ± 0.58 %

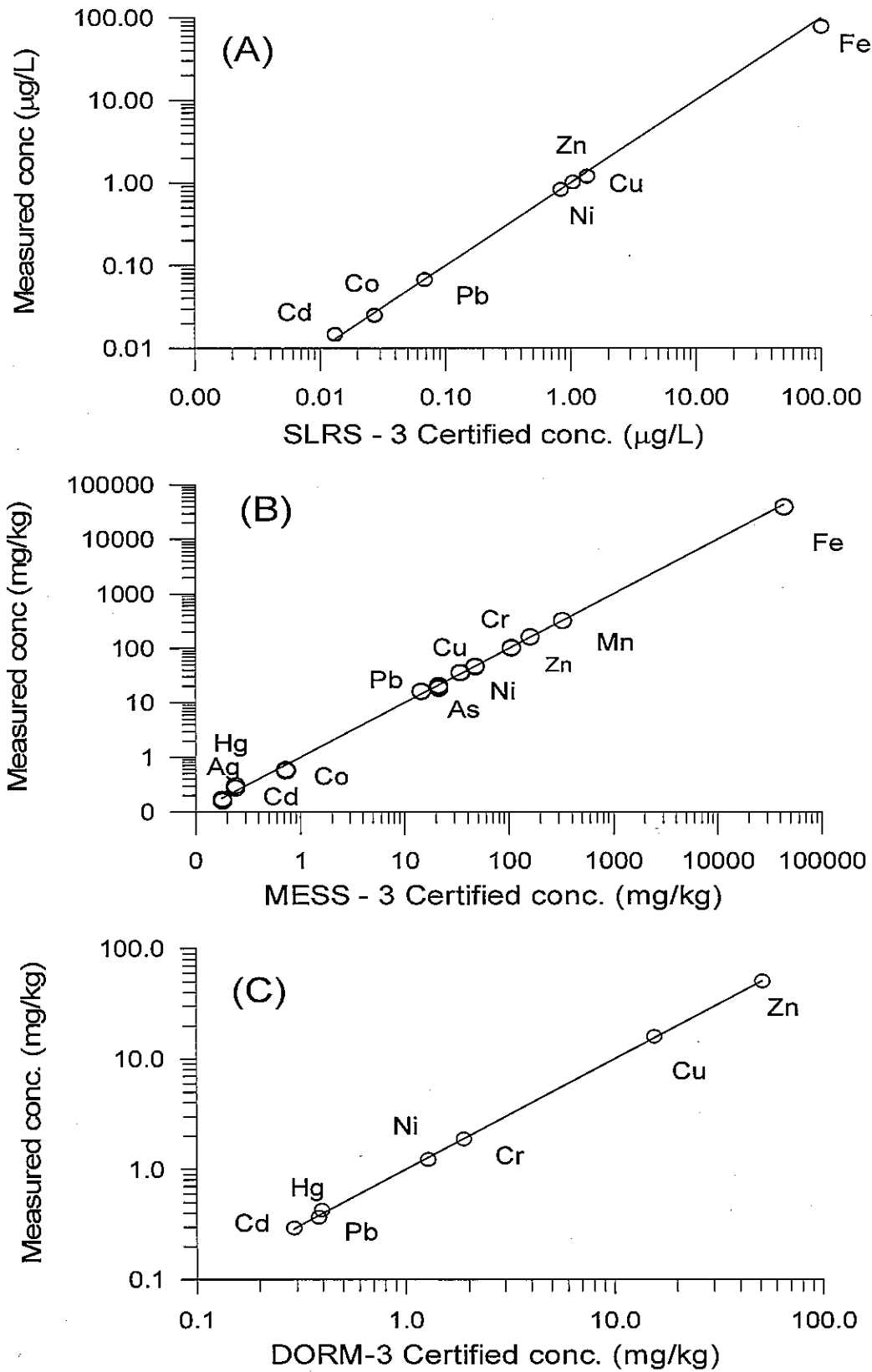
表 1.4.2.2 加拿大 MESS -3 沉積物(reference material)參考樣品重金屬元素分析之準確度與精確度(1 std.)

元素	銀 (mg/kg)	鎳 (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.	0.165 ± 0.009	0.289 ± 0.02	16.3 ± 0.27	102.5 ± 2.0	35.8 ± 0.58	20.1 ± 1.02	162.4 ± 0.54	324 ± 0.35	46.6 ± 1.3	18.9 ± 0.74	0.58 ± 0.03	85.9 ± 0.02	3.95 ± 0.04
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	91.7 ± 5.4 %	120.4 ± 8.8 %	113 ± 1.9 %	97.6 ± 1.9 %	106 ± 1.7 %	95.4 ± 4.8 %	102 ± 0.34 %	99.9 ± 0.1 %	99.3 ± 2.7 %	89.3 ± 3.5 %	80.7 ± 3.7 %	94.5 ± 0.04 %	90.9 ± 0.92 %

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.	0.295	1.885	16.044	1.233	0.428	51.048	0.369
Certified Conc.	0.290	1.890	15.500	1.280	0.395	51.300	0.382
Accuracy (%)	101.6	99.8	103.5	96.3	108.4	99.5	96.6

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($<1 \mu\text{g/L}$ 或 $0.1 \mu\text{g/L}$)，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 $0.4 \mu\text{m}$ 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：

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

Pi: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。

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

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)

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

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(水表面溫度、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 W510.54B)	
懸浮固體	重量法(NIEA W210.57A)	0.01mg/L
大腸桿菌	濾膜法(NIEA E202.54B)	
氟化物	(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 W506.21B)	0.5 mg/L
礦物性油脂	重量法(NIEA W506.21B)	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)	0.05 ng/L
甲基汞	冷蒸氣原子螢光儀分析方法((NIEA W540.50B)	0.05 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 年第二季調查各水質參數之濃度範圍列於表 2.1.1，各測站測得各水質參數濃度顯示於圖 2.1.1，各測站的水文與水質調查資料詳列於附錄一，各項水質參數簡述於下：

(1) 溫度

各測站水溫介於 24.10-24.87 °C，所有測站溫度分佈差異不大。

(2) 鹽度

各測站鹽度範圍為 32.00-34.43 psu，除了 2C、3C 與 4M 鹽度較低外 (32.00-33.00 psu)，大部份測站鹽度約在 34.00 psu 附近，空間變化不明顯。

(3) 酸鹼值

各測站酸鹼值範圍為 7.92-8.15，空間分佈無規律性。

(4) 溶氧量

各測站溶氧濃度範圍介於 7.03-8.24 mg/L，溶氧飽和度介於 105-125 % 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 0.06-1.85 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 < 1-70 FC/100ml 之間，港內 2H-5H 測站大腸桿菌含量較明顯外，其它測站均低。

(7) 懸浮物濃度

各測站懸浮物濃度範圍為 1.57-36.1 mg/L，除了 2A、2B 與 3A 測站濃度稍高一些 (> 15 mg/L) 外，其餘測站濃度大都小於 10mg/L。

(8) 氰化物

本季各測站氰化物濃度大都小於探測下限 (< 4.0 µg/L)，只有 4A 測站有偵測出濃度 (5.4 µg/L)，本季樣水中氰化物濃度皆符合甲類海域標準值 (< 10 µg/L)。

(9) 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 4H 與 4B 測站有偵測出濃度 (5.2 與 $7.0 \mu\text{g/L}$)，本季樣水中總酚濃度皆符合甲類海域標準值 ($< 10 \mu\text{g/L}$)。

(10) 總油脂量

各測站總油脂量濃度範圍為 $8.8-69.6 \text{ mg/L}$ ，空間分佈無規律性。

(11) 礦物性油脂量

各測站礦物性油脂濃度範圍為 $0.8-32.4 \text{ mg/L}$ ，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。

(12) 葉綠素甲

各測站葉綠素甲濃度範圍為 $0.5-3.50 \mu\text{g/L}$ ，4M 測站濃度最高，空間分佈無規律性。

(13) 磷酸鹽(PO_4^{3-})

各測站磷酸鹽濃度範圍為 $0.02-0.63 \mu\text{M}$ ，港內 1H-5H 測站濃度明顯較高。

(14) 總磷(Total P)

各測站總磷濃度範圍為 $0.23-0.94 \mu\text{M}$ ，空間分佈無規律性。

(15) 矽酸鹽[$\text{Si}(\text{OH})_4$]

各測站矽酸鹽濃度範圍為 $0.69-2.29 \mu\text{M}$ ，空間分佈無規律性，本季矽酸鹽濃度明顯較其它季節鹽濃低。

(16) 氨氮($\text{NH}_3\text{-NH}_4$)

各測站氨氮濃度範圍為 $< 0.2-9.11 \mu\text{M}$ ，大部份測站濃度 $< 5 \mu\text{M}$ ，3B、1D、2D 及港內 1H-5H 測站濃度明顯較高，各測站濃度皆符合甲類海域水質標準 ($21.4 \mu\text{M}$)。

(17) 亞硝酸鹽(NO_2^-)

各測站亞硝酸鹽濃度範圍 $0.06-0.60 \mu\text{M}$ ，港內 1H-5H 測站濃度明顯稍高一些。

(18) 硝酸鹽(NO_3^-)

硝酸鹽濃度範圍為 $0.50-5.06 \mu\text{M}$ ，港內 1H-5H 測站濃度明顯稍高一些。

(19) 濁度與透明度

本季濁度介於 $1.58-19.33 \text{ NTU}$ ，平均 7.4 NTU ；透明度介於 $1.9-3.8 \text{ m}$ ，平均 2.8 m 。

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($< 0.5 \mu\text{M}$)，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 0.001-0.015 $\mu\text{g/L}$ ，大部份測站樣水濃度 $< 0.01 \mu\text{g/L}$ ，空間分佈無規律性。

(2) 鎘

各測站鎘濃度範圍為 0.002-0.012 $\mu\text{g/L}$ ，4M 測站濃度最高，空間分佈無規律性。

(3) 鉻(VI)

各測站鉻(VI)濃度範圍為 0.14-0.36 $\mu\text{g/L}$ ，港外 1R、2R、1A 與 1B 等測站濃度明顯較高。

(4) 鈷

各測站鈷濃度範圍為 0.02-0.20 $\mu\text{g/L}$ ，3C 測站濃度較高，空間分佈無規律性。

(5) 銅

各測站銅濃度範圍為 0.06-0.99 $\mu\text{g/L}$ ，4M 測站濃度最高，空間分佈無規

律性。

(6) 鎳

各測站鎳濃度範圍為 0.08-0.71 $\mu\text{g/L}$ ，大部份測站濃度介於 0.5 $\mu\text{g/L}$ 左右，空間分佈無規律性。

(7) 鉛

各測站鉛濃度範圍為 0.02-0.17 $\mu\text{g/L}$ ，2C 測站濃度最高，大部份測站濃度介於 0.05 $\mu\text{g/L}$ 左右，空間分佈規律性不明顯。

(8) 鋅

各測站鋅濃度範圍為 0.11-0.78 $\mu\text{g/L}$ ，空間分佈較為零亂。

(9) 鐵

各測站鐵濃度範圍為 0.18-4.82 $\mu\text{g/L}$ ，大部份測站濃度小於 2.0 $\mu\text{g/L}$ ，空間分佈較為零亂。

(10) 砷

各測站砷濃度範圍為 0.62-1.06 $\mu\text{g/L}$ ，大部份測站濃度約在 1.0 $\mu\text{g/L}$ 左右，空間分佈趨勢不明顯。

(11) 硒

各測站硒濃度範圍為 0.06-0.33 $\mu\text{g/L}$ ，大部份測站濃度介於 0.1 $\mu\text{g/L}$ 左右，空間分佈趨勢不明顯。

(12) 汞

各測站汞濃度範圍為 <0.05-27.04 ng/L ，大部份測站濃度小於 10 ng/L ，空間分佈趨勢不明顯。

(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 <0.05-0.17 ng/L ，有五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，各測站分析之揮發性有機化合物及半揮發性有機化合物資料與其探測下限詳列於附錄二與附錄三，在揮發性有機化合物方面，與以往調查結果相似，只有偵測到二氯甲烷與甲苯化合物，其濃度範圍分別為 $< 0.29-20.30 \mu\text{g/L}$ 與 $< 0.27-29.7 \mu\text{g/L}$ ，二氯甲烷空間分佈趨勢明顯(圖 2.1.3.1)，較高濃度出現在 2C、3C、2D 與 4A、4B、4M、5A 與 1B 等測站，這些測站二氯甲烷濃度約介於 $15-20 \mu\text{g/L}$ 之間，其餘測站濃度 $< 1.0 \mu\text{g/L}$ 。而幾乎所有測站均有偵測到甲苯濃度，但空間分佈趨勢不明顯，其餘 58 種揮發性有機化合物濃度大都低於探測下限，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 年第二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)	大腸桿菌 (FC/100ml)	懸浮固體 (mg/L)	氯化物 (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)	氨氮 (µM)
Min	24.10	32.00	7.93	7.03	0.06	< 1	1.57	< 4.0	< 4.0	8.82	0.80	0.50	0.02	0.23	0.69	< 0.2
Max	24.87	34.43	8.15	8.24	1.85	70	36.14	5.76	6.95	69.60	32.40	3.50	0.63	0.94	2.29	9.11
Mean	24.71	34.26	8.08	7.68	0.81	不計算	8.50	不計算	不計算	34.75	9.65	1.48	0.26	0.57	1.28	2.94
甲體海域標準	未定	未定	7.5-8.5	≥ 5.0	≤ 2.0	≤ 1000	未定	10	10	未定	2	未定	未定	≤ 1.6	未定	21.4

表 2.1.1.1 100 年第一季麥寮海域各測站各項水質資料濃度範圍…續

各項水質	亞硝酸鹽 (µM)	硝酸鹽 (µM)	銀 (µg/L)	鎘 (µg/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)	硒 (µg/L)	汞 (ng/L)	甲基汞 (ng/L)
Min	0.06	0.50	0.001	0.002	0.14	0.02	0.06	0.08	0.02	0.11	0.18	0.62	0.06	< 0.05	< 0.05
Max	0.60	5.06	0.015	0.012	0.36	0.20	0.99	0.71	0.17	0.78	4.82	1.06	0.33	27.04	0.17
Mean	0.28	2.20	0.00	0.00	0.18	0.11	0.43	0.51	0.05	0.30	1.53	0.92	0.13	不計算	不計算
甲體海域標準	未定	未定	未定	10	50	未定	30	未定	100	500	未定	50	未定	2000	未定

圖 2.1.1 100 年第二季麥寮海域各測站各項水質濃度分佈

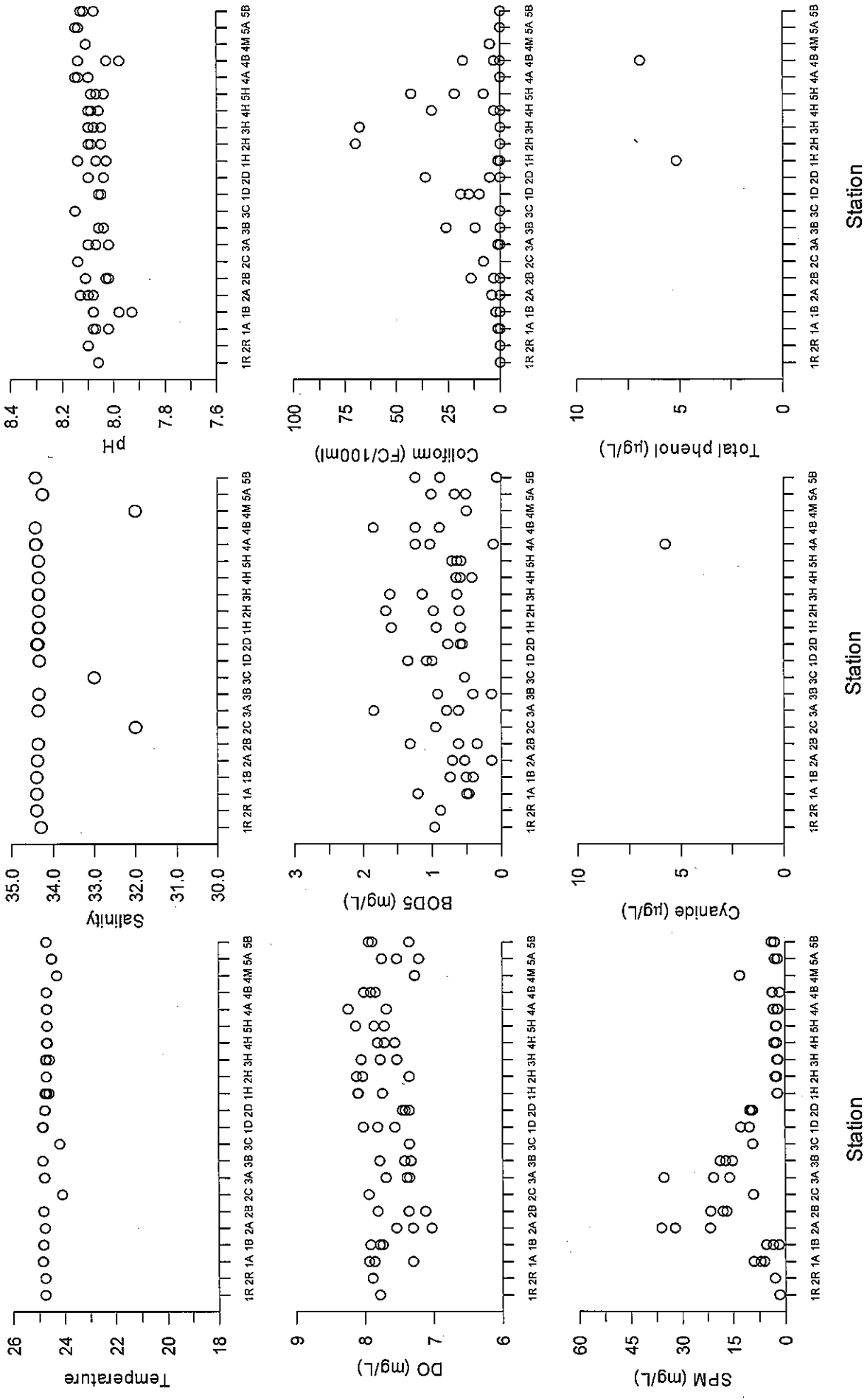
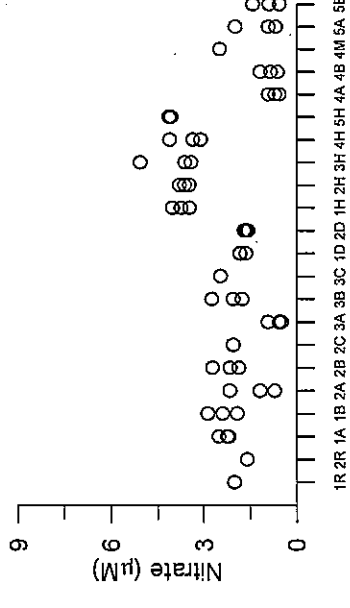
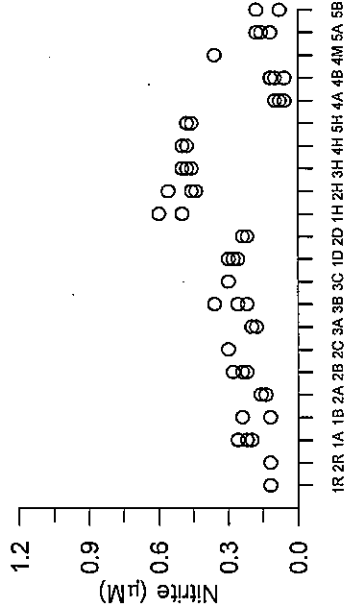
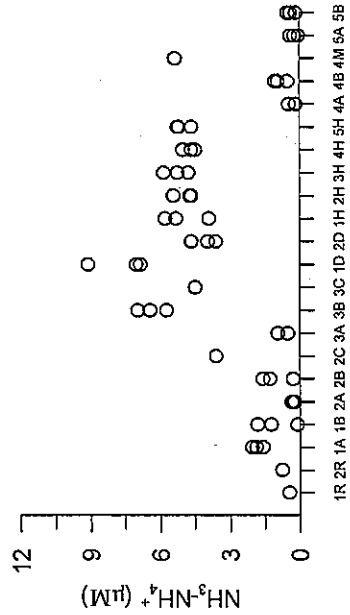
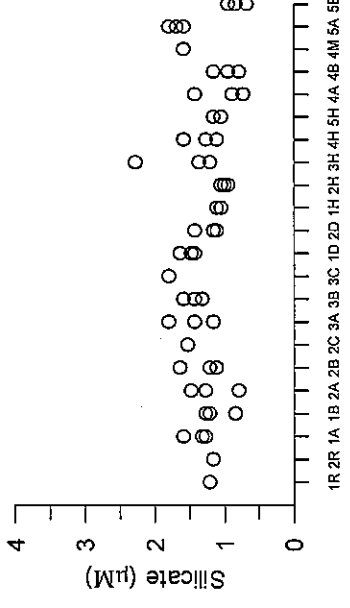
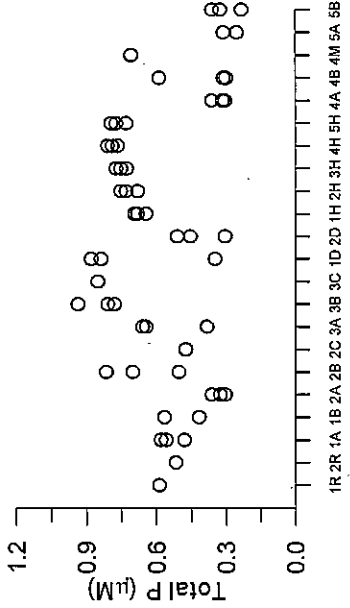
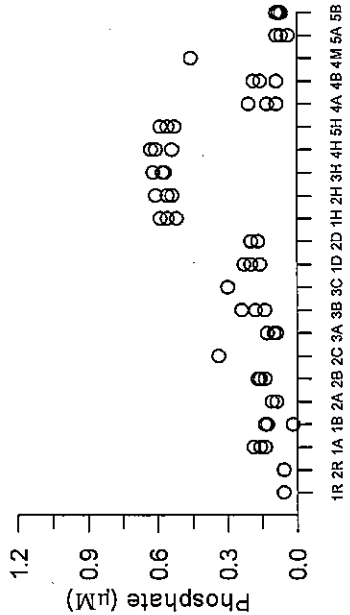
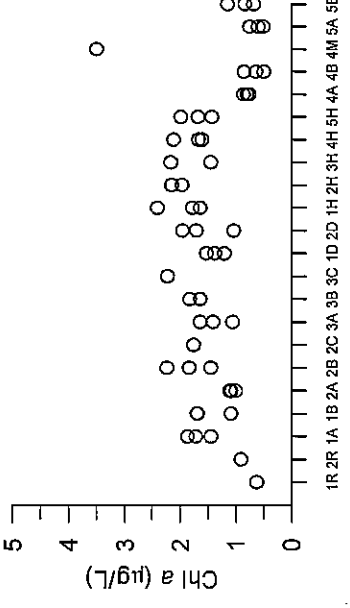
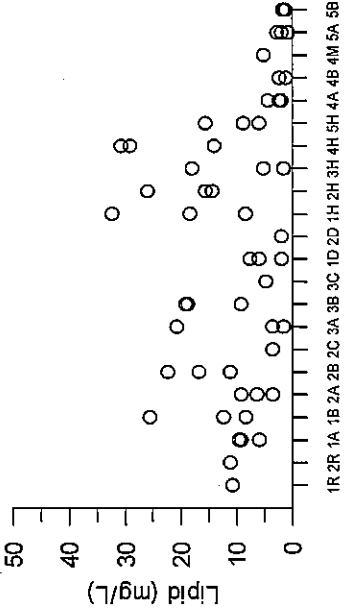
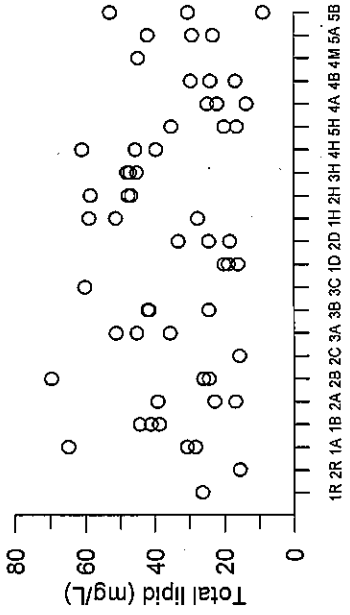


圖 2.1.1 100 年第二季麥寮海域各測站各項水質濃度分佈.....續



Station

Station

Station

圖 2.1.1 100 年第二季麥寮海域各測站各項水質濃度分佈 續

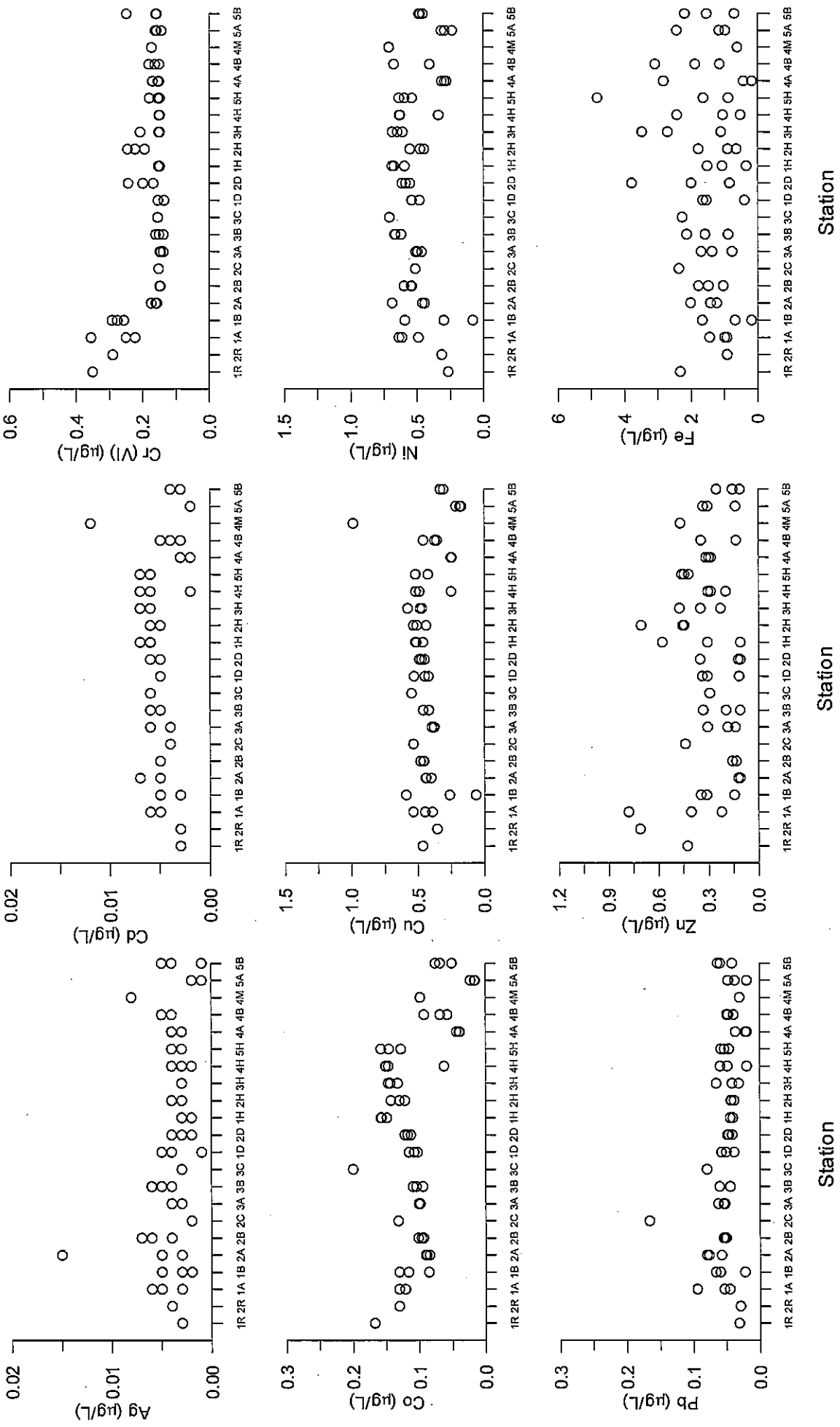


圖 2.1.1 100 年第二季麥寮海域各測站各項水質濃度分佈.....續

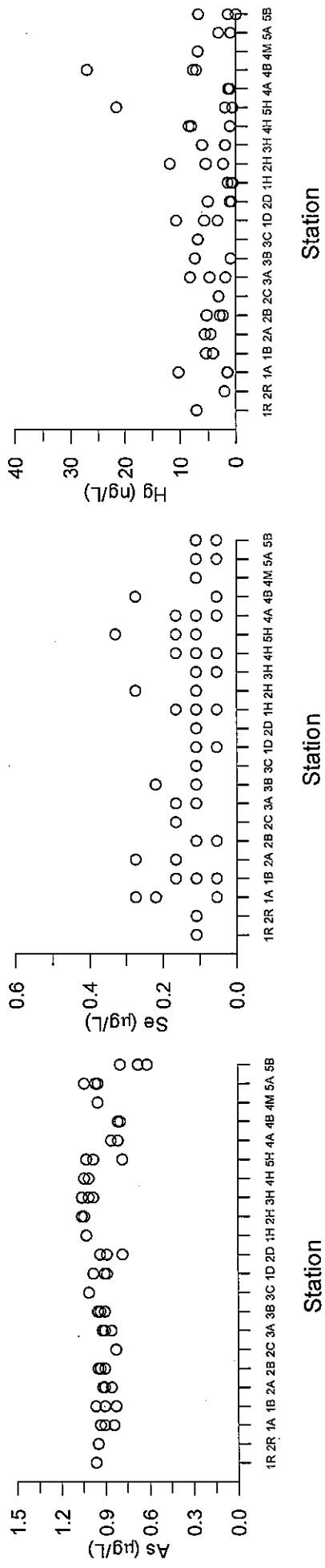
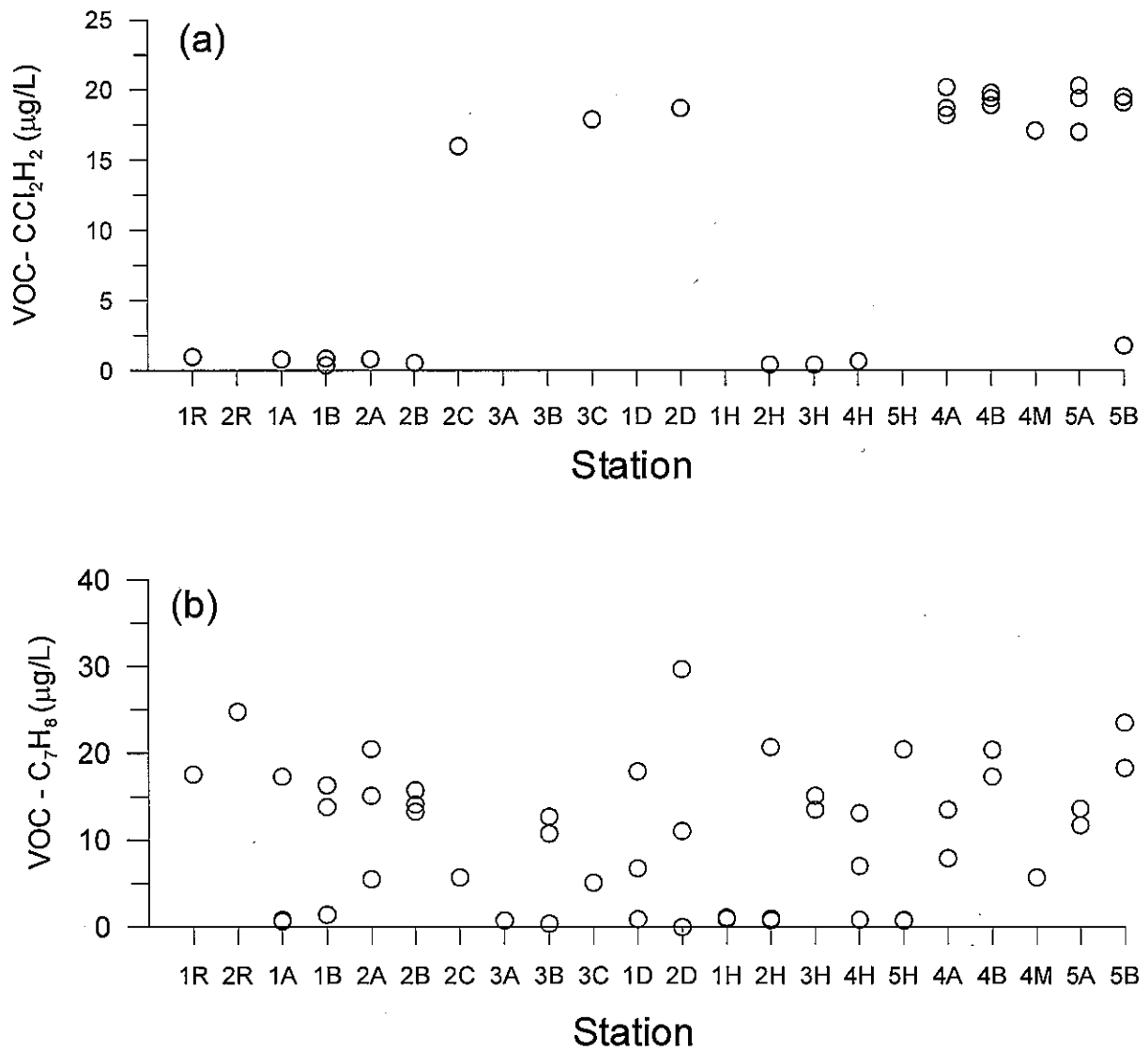


圖 2.1.3.1 100 年第二季麥寮海域各測站海水中揮發性有機化合物(a)二氯甲烷與(b)甲苯(toluene-C₇H₈)濃度分佈



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 2.2.1.1，4A 與 4B 等 2 個測站其沉積物粒徑大小屬於中等粗砂(0.5 mm-0.25 mm)，1R、2R、1A、1B、2A、2B、3A、3B、3C、1D 及 2D 等 11 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、5A 及 5B 等 7 個測站其沉積物粒徑大小屬於泥(< 0.031 mm)。4B 測站沉積物在 99 年第四季調查其粒徑大小屬於細砂，而本季資料屬於中等粗砂，顯示此測站海域受到海流與潮汐影響大，使其沉積環境變化較明顯。

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 0.08-0.49 %，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 0.002-0.14 mg/kg，港內 1H-5H 測站濃度較港外測站濃度高，與總有機碳分佈相同，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 0.01-0.044 mg/kg，各測站濃度分佈相當平均，大部份測站濃度約為 0.05 mg/kg，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 10.5-22.46 mg/kg，各測站濃度分佈亦均勻，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 45.8-110.5 mg/kg，大部份測站濃度小於 80 mg/kg，港內 3H-5H 測站濃度較港外測站濃度稍高，3H-5H、5A 與 5B 測站濃度高於 90 mg/kg，美國 NOAA 所定對生物產生副作用之最低濃度值為 81 mg/kg (Long et al., 1995)。

(6) 銅

各測站銅濃度範圍為 3.93-23.16 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 118-264 mg/kg，港內 1H-5H 與 4A-5B 等 9 個測站濃度較 1A-2B 測站濃度稍高一些，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)。

(8) 鎳

各測站鎳濃度範圍為 20.8-40.7 mg/kg，港內 3H-5H 測站濃度較港外測站濃度稍高一些，許多測站鎳濃度高於美國 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 1.56-20.3 mg/kg，港內 3H-5H 測站濃度較港外測站濃度稍高一些，所有測站濃度小於美國 NOAA 所定沉積物鉛元素對生物產生副作用之最低濃度值為 46.7 mg/kg (Long et al., 1995)。

(10) 鋅

各測站鋅濃度範圍為 22.2-61.4 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 0.72-4.03%，1A 與 4H 兩測站濃度相對較高，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)。

(12) 砷

各測站砷濃度範圍為 8.53-24.24 mg/kg，3H-5H、4A 與 4B 等五個測站濃度較高，大部分測站濃度超過美國 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 0.05-0.14 mg/kg，港內 1H-5H 與 5A-5B 等 7 個測站濃度稍高一些，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)。

(14) 汞

各測站汞濃度範圍為 9.52-79.3 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ，港內測站濃度較高，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 $\mu\text{g}/\text{kg}$; 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 年第二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)。圖形顯示除了錳鐵砷元素外，所有分析的元素幾乎與粒徑泥與總有機碳位於同一象限，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 與 5A-5B 等 7 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。

表 2.2.1.1 100 年第二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	3.59	78.72	14.85	2.85	細砂
2R	1.81	83.33	11.42	3.44	細砂
1A	6.69	77.90	12.91	2.50	細砂
1B	5.21	73.96	12.50	8.32	細砂
2A	7.32	85.61	4.64	2.43	細砂
2B	8.21	83.91	5.15	2.72	細砂
3A	12.30	72.72	12.13	2.84	細砂
3B	9.84	70.16	16.57	3.43	細砂
3C	26.22	66.95	3.24	3.60	細砂
1D	20.83	72.13	3.60	3.44	細砂
2D	14.79	75.22	5.68	4.31	細砂
1H	0.55	9.64	7.53	82.28	泥
2H	0.61	11.88	5.73	81.77	泥
3H	0.72	10.05	9.89	79.34	泥
4H	0.52	9.86	8.15	81.47	泥
5H	0.82	12.40	5.56	81.22	泥
4A	96.69	1.13	0.52	1.66	中等粗砂
4B	94.87	2.22	0.83	2.08	中等粗砂
5A	0.45	15.53	13.04	70.98	泥
5B	0.19	14.09	15.29	70.44	泥

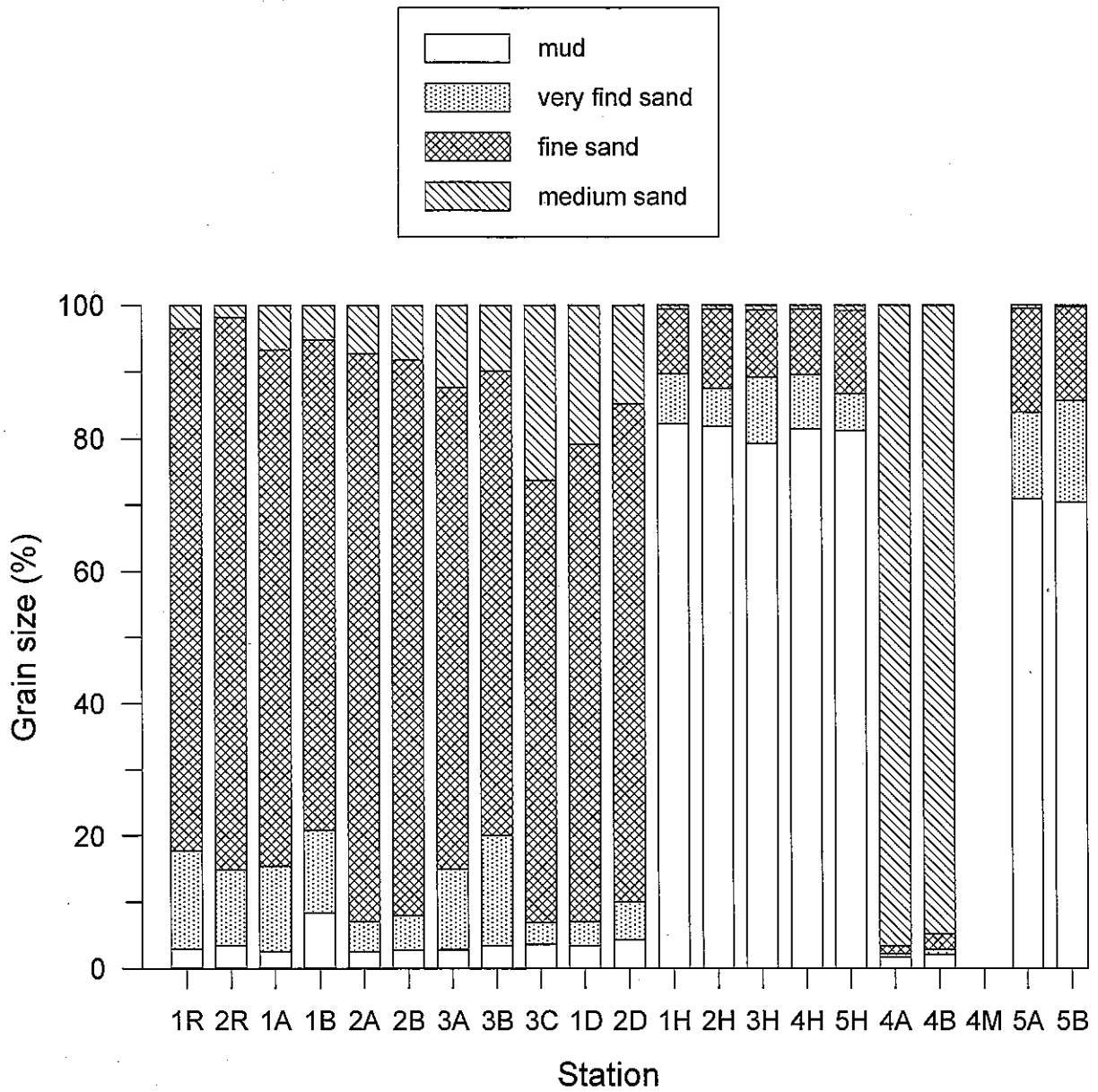
medium sand: 粒徑 0.5mm-0.25mm

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 年第二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 年第二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)	鈷 (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	0.002-0.14	0.01-0.044	10.5-22.46	45.8-110	3.9-23.2	118-264	20.8-40.7	1.56-20.3	0.71-4.03	22.2-61.4	8.53-24.2	9.52-79.3
核二廠附近 海域 ¹	100 mesh	王水/ 氫氟酸	N.D.	0.74-1.74	8.95-15.4	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.	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.	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.	4.6-18.2	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.	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.	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.	N.D.	343-505	N.D.	N.D.	92-140	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
			未定	20	未定	250	400	未定	200	2000	未定	2000	60	20000
			未定	1.2	未定	81	34	未定	20.9	N.D.	未定	150	8.2	150
			未定	9.6	未定	370	270	未定	51.6	N.D.	未定	410	70	710

*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

海域沉積物重金屬對生物毒性影響
中間參考值 (ERM)⁸

ND: not determined; 1.Fang (2006); 2.Tseng (1990); 3 Lee et. al. (1998); 4 Fang & Hong (1999); 5 Hung et. al. (1993); 6Chen & 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 年第二季塑麥察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)
1R	0.353	0.025	0.018	12.34	45.78	4.86	144	21.28	6.25	30.26	0.715	8.53	0.07	15.27
2R	0.3527	0.002	0.011	10.47	51.18	4.63	118	20.80	1.56	22.18	1.206	9.75	0.05	19.25
1A	0.121	0.026	0.020	22.06	65.99	6.25	199	34.34	10.94	41.27	3.225	11.79	0.07	26.39
1B	0.137	0.037	0.020	15.32	52.50	6.01	177	23.69	9.37	34.87	1.679	10.24	0.07	19.63
2A	0.101	0.029	0.018	15.72	55.26	5.10	185	24.20	9.39	35.52	1.315	10.77	0.06	12.32
2B	0.079	0.016	0.018	13.08	56.54	5.32	181	22.24	9.37	32.89	1.992	11.41	0.06	14.03
3A	0.170	0.034	0.019	15.69	67.27	6.24	195	28.51	12.49	41.45	1.580	11.67	0.07	18.75
3B	0.151	0.029	0.022	18.32	71.38	6.71	199	29.99	10.94	42.92	1.537	11.68	0.07	19.00
3C	0.269	0.065	0.033	17.94	82.10	11.56	227	32.87	12.50	50.48	2.058	12.52	0.10	41.80
1D	0.134	0.036	0.023	17.95	61.95	6.25	185	28.05	12.50	40.17	1.555	10.00	0.08	16.24
2D	0.176	0.035	0.021	15.70	60.57	6.01	180	26.59	7.81	38.66	1.817	10.53	0.07	15.31
1H	0.419	0.106	0.040	19.07	95.62	17.59	252	35.79	3.13	55.91	2.564	15.11	0.11	73.59
2H	0.489	0.090	0.029	14.55	73.93	14.55	215	27.03	14.04	48.77	1.498	10.30	0.09	68.62
3H	0.213	0.089	0.035	22.42	95.55	15.49	247	40.60	17.18	55.76	2.161	13.90	0.14	35.73
4H	0.421	0.140	0.044	22.46	110.53	23.16	263	40.66	20.34	61.36	4.033	16.83	0.10	79.26
5H	0.441	0.130	0.037	21.67	102.26	19.42	248	38.17	20.30	59.60	2.857	14.55	0.11	76.97
4A	0.178	0.002	0.019	13.46	56.55	3.93	229	23.21	6.25	32.40	3.001	18.77	0.05	9.52
4B	0.178	0.017	0.027	17.91	75.27	5.77	264	30.41	10.92	47.07	2.506	24.24	0.08	11.12
4M	0.146	0.040	0.010	11.88	53.49	5.06	257	32.87	7.76	34.05	2.780	18.97	0.11	16.74
5A	0.104	0.006	0.032	16.07	91.54	12.03	218	31.91	4.69	43.67	2.367	13.79	0.14	37.18
5B	0.107	0.080	0.039	20.93	96.93	14.57	247	37.71	15.62	54.90	1.978	14.58	0.12	50.01

圖 2.2.1.2 100 年第二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

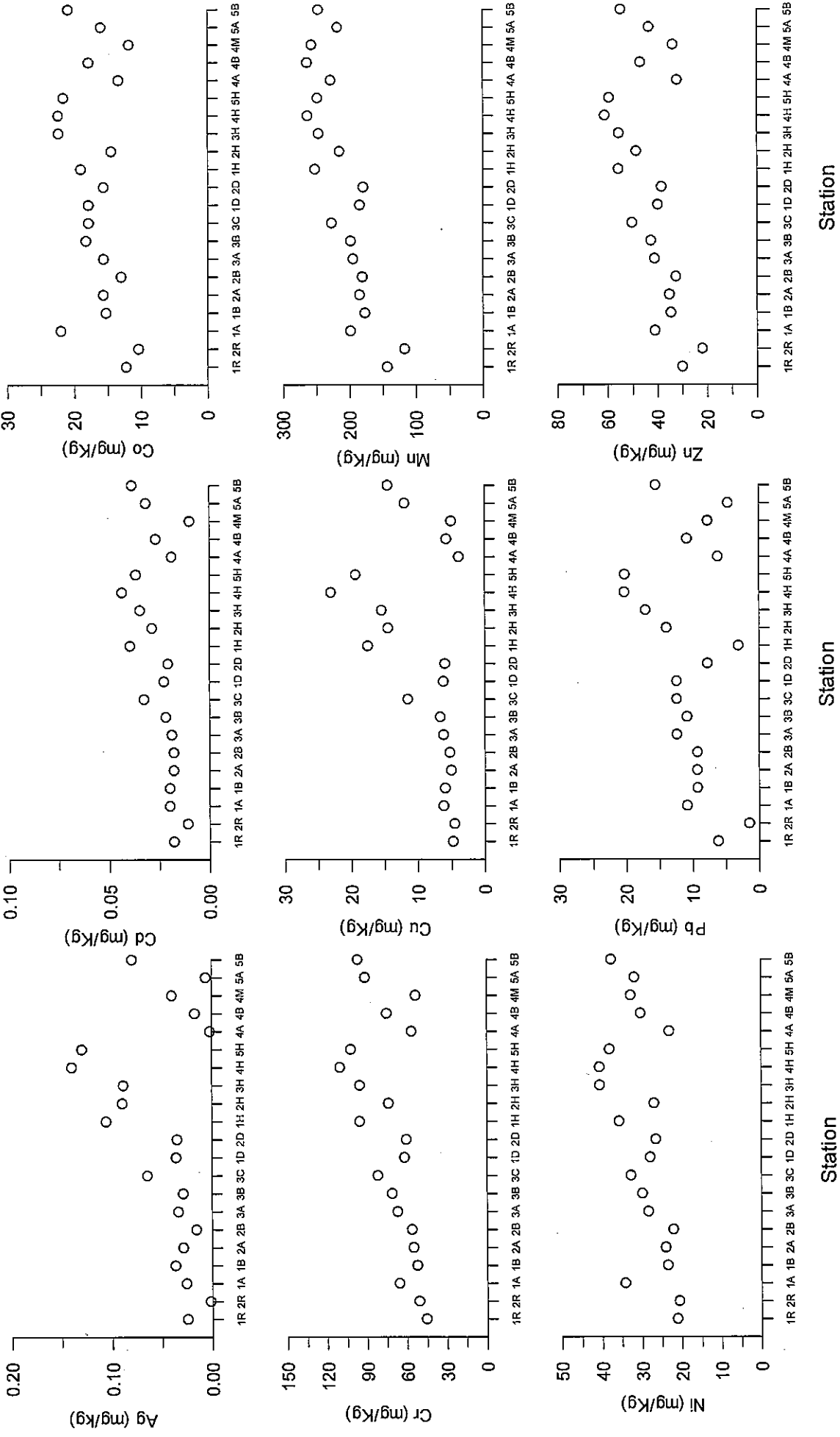


圖 2.2.1.2 100 年第二季麥寮海域各測站沉積物重金屬元素與總有機碳濃度分佈.....續

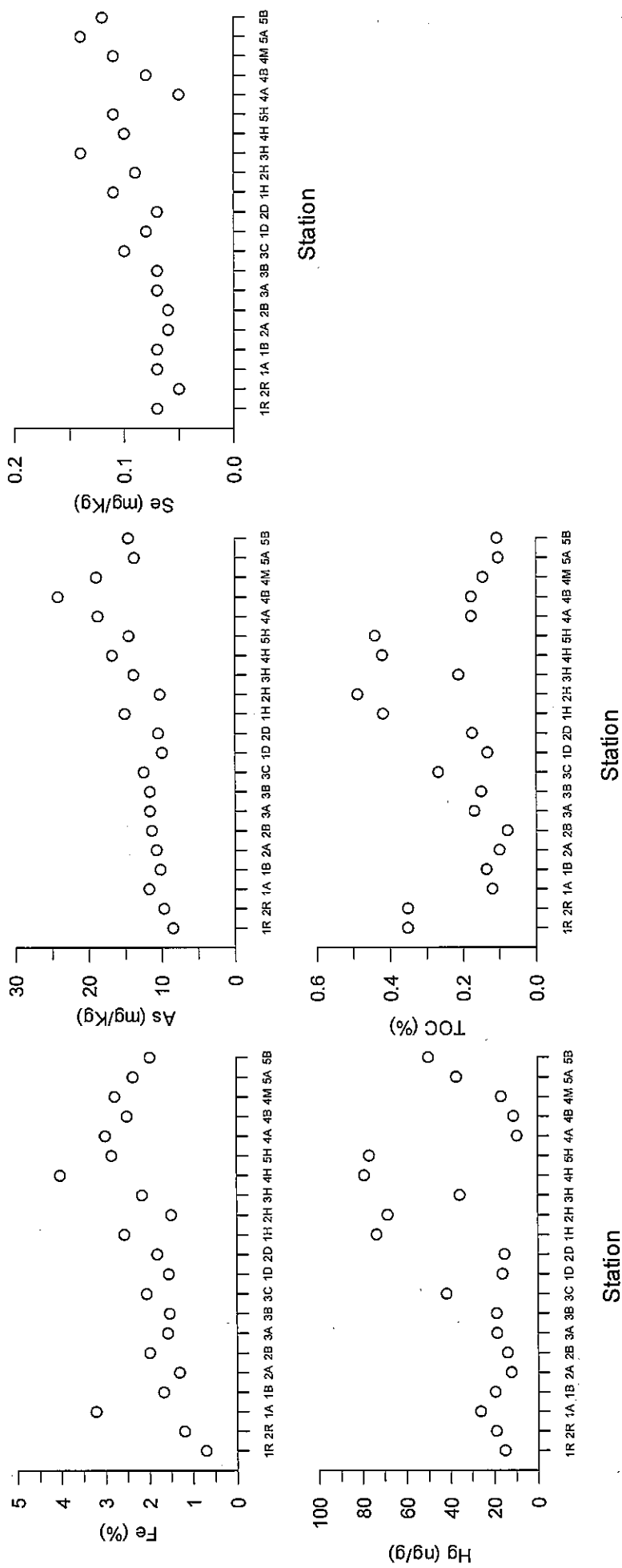
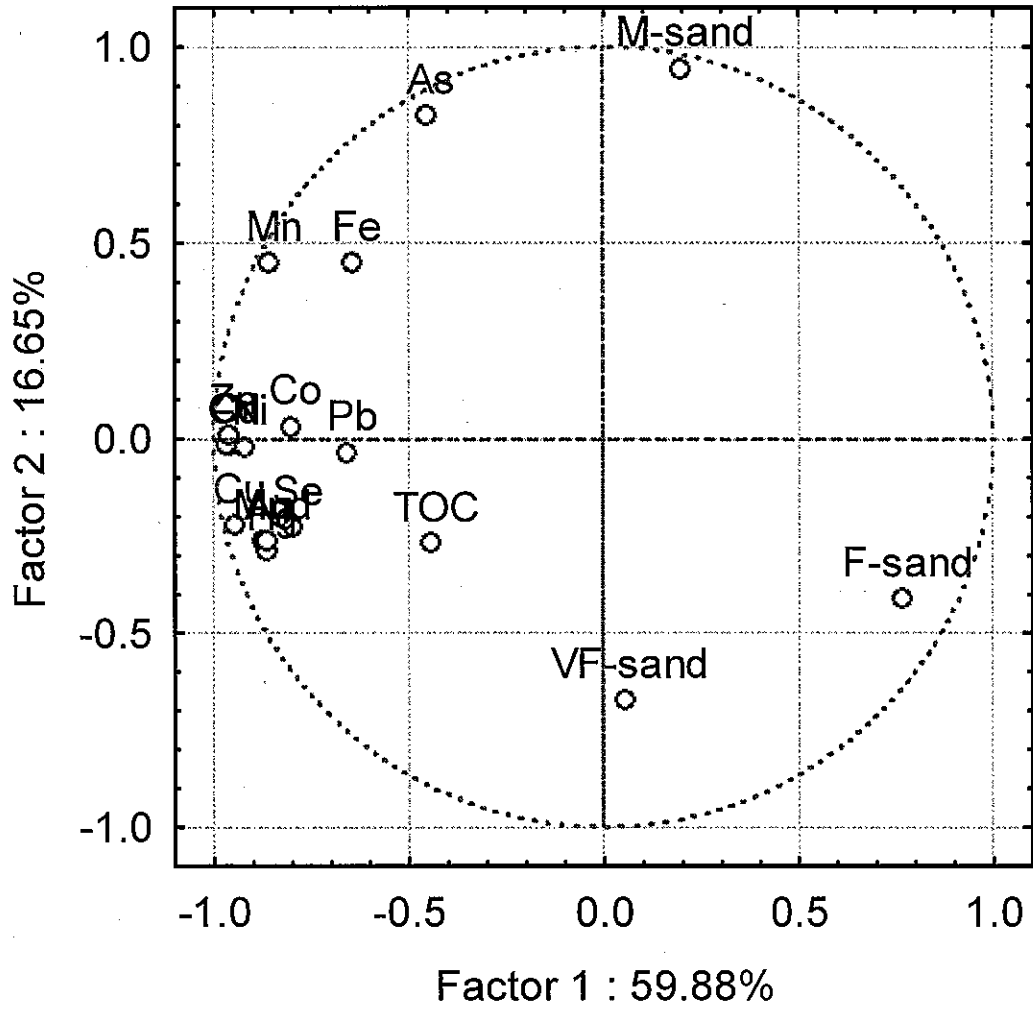


圖 2.2.1.3 100 年第二季麥寮海域沉積物重金屬元素、總有機碳與粒徑分佈之主成份分析(TOC: 總有機碳, VF-Sand: very fine sand, F-Sand: fine sand, M-Sand: medium sand)



2.2.3 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 5 種生物，分別為大頭白姑魚、黃金鰭魚、布瓦鬚鰻、勝利黎明蟹、角突仿對蝦與細紋玉螺，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>鉛>鎘>汞，各元素說明如下：

(1) 鎘

生物樣品鎘濃度範圍為 0.001-0.513 mg/kg，以勝利黎明蟹濃度較高，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 0.1-2.46 mg/kg，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 1.27-50.3 mg/kg，以細紋玉螺與勝利黎明蟹濃度較高，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 0.08-2.55 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 0.04-0.38 mg/kg，以細紋玉螺濃度最高，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 21.7-82.8 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 0.057-0.186 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 年第二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)
大頭白姑魚	0.004	1.556	1.267	0.536	0.039	21.73	0.057
黃金鰱魚	0.001	0.556	1.320	0.314	0.117	24.31	0.076
布瓦鬚鰻	0.001	0.098	5.326	0.077	0.165	23.48	0.180
勝利黎明蟹	0.513	2.268	43.132	0.872	0.363	82.80	0.139
角突仿對蝦	0.054	2.461	18.428	0.687	0.189	75.59	0.080
細紋玉螺	0.220	1.376	50.384	2.554	0.378	69.97	0.186
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年第二季(1~3月)採得的浮游植物樣品分析結果，共鑑定出浮游植物27屬71種；平均豐度為 36809 ± 2194 cells/L，平均種類數目為 16 ± 1 種，而平均種歧異度值則為 3.2 ± 0.1 (表2.6.4.1)。旋鏈角刺藻 (*Chaetoceros curvisetus*) 是本季此海域中最優勢的種類，平均豐度為 8080 ± 994 cells/L，並佔總豐度的22.0 %；而第二優勢種是丹麥細柱藻 (*Leptocylindrus danicus*)，平均豐度為 6250 ± 439 cells/L，並佔總豐度的17.0 %；第三優勢種環紋勞德藻 (*Lauderia borealis*) 之平均豐度為 5026 ± 578 cells/L，佔該季浮游植物總豐度的13.7 %；第四優勢種為柔弱擬菱形藻 (*Pseudonitzschia delicatissima*)，其平均豐度為 3166 ± 325 cells/L，佔總豐度的8.6%；而第五優勢種為掌狀冠蓋藻 (*Stephanopyxis palmeriana*)，平均豐度為 3161 ± 297 cells/L，佔了總豐度的8.6 %；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70%左右，佔有相當重的份量 (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，除2A 測站豐度相對較低外，其餘測站均差不多，而在表深層的變化上亦無一致的現象；近岸測線(測線 B)南北的變化趨勢亦不明顯，不過測站間的豐度差異略較測線 A 大，其中以測站 2B 表層豐度較高，此外在表深層的變化上亦無一致的情形；本季較近岸區域的浮游植物豐度差異不若以往大，且與以往較為不同的是灰塘區的豐度略較潮間帶以及虎尾溪口高些；本季港內的浮游植物豐度變化亦不如以往大，其中以測站 3H 的表層豐度較高，而表深層的變化上一般來說會以表層的豐度較高 (圖 2.2.4.1)。種類數方面本季在遠岸以及近岸測站不論是南北或是表深層變化均無一致性的趨勢；此外，在較近岸的測站中反而以灰塘區所發現的種類數較潮間帶以及虎尾溪口少一點；港口內表深層的種類數變化不若以往大，不過以表層種類數略高一些 (圖 2.2.4.2)。種歧異度指數本季在各測站間的變化不大，不過仍以表層所發現的歧異度指數略高於深層，且遠岸和近岸測站均略有由北向南增加的現象(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旋鏈角刺藻 (*Chaetoceros curvisetus*) 在遠岸及近岸測線均有由北往南減少的情形，而在較近岸區則是以灰塘區豐度較高，豐度最高的測站出現在專用港內的 5H 表層測站(為 26840 cells/L) (圖 2.2.4.4)。第二優勢種丹麥細柱藻 (*Leptocylindrus danicus*) 同樣在各測站均有發現，除測站 1A 豐度較高外，多呈現由北往南增加的趨勢，最高豐度出現在遠岸測站 1A 表層(為 11920 cells/L)，較近岸各測站的豐度差不多，而專用港內則普遍以表層的豐度較高 (圖 2.2.4.5)。第三優勢種環紋勞德藻 (*Lauderia borealis*) 與前一優勢種有相同的變化趨勢，在遠岸和近岸測站均呈現由北往南減少的情形，較近岸測站則以灰塘區的豐度較高，而在專用港內以測站 2H 表層豐度達 14760 cells/L 最高(圖 2.2.4.6)。第四優勢種柔弱擬菱形藻 (*Pseudonitzschia delicatissima*) 在遠岸測線明顯以表層豐度較高，而近岸測線則有相反的趨勢，本季該優勢種豐度最高的測站為近岸潮間帶的 3C 表層測站，為 6760 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 2.6.4.3)，發現僅浮游植物豐度與葉綠素 *a* 濃度呈現顯著正相關性($p < 0.05$)；而在主要優勢種方面，則有旋鏈角刺藻 (*Chaetoceros curvisetus*) 與磷酸鹽呈現顯著的正相關($p < 0.05$)，而與矽酸鹽呈現顯著的負相關($p < 0.05$)；丹麥細柱藻 (*Leptocylindrus danicus*) 與葉綠素 *a* 濃度呈現顯著正相關性($p < 0.05$)；環紋勞德藻 (*Lauderia borealis*) 與海水溫度呈現顯著正

相關性($p < 0.05$)；以及柔弱根管藻 (*Rhizosolenia delicatula*) 與海水溫度和磷酸鹽均呈現顯著正相關性($p < 0.05$)。

綜合上述結果可知，100 年第二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，旋鏈角刺藻 (*Chaetoceros curvisetus*)、丹麥細柱藻 (*Leptocylindrus danicus*)、環紋勞德藻 (*Lauderia borealis*)、柔弱擬菱形藻 (*Pseudonitzschia delicatissima*) 以及掌狀冠蓋藻 (*Stephanopyxis palmeriana*) 的相對豐度總和佔所有浮游植物豐度的 70% 左右，佔有相當優勢的份量。

表 2.2.4.2 98 年 4 月~100 年 4 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>Leptocylindrus danicus</i> (丹麥細柱藻, 20.4%, 1352±294 cells/L)
<i>Pseudonitzschia delicatissima</i> (柔弱擬菱形藻, 10.2%, 7440±1300 cells/L)	<i>Skeletonema costatum</i> (骨條藻, 14.1%, 931±415 cells/L)
<i>Lauderia borealis</i> (環紋勞德藻, 10.2%, 7421±1335 cells/L)	<i>Lauderia borealis</i> (環紋勞德藻, 9.1%, 604±182 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, 8.4%, 557±163 cells/L)
<i>Chaetoceros curvisetus</i> (旋鏈角刺藻, 8.8%, 6426±1259 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>Melosira sulcata</i> (具槽直鏈藻, 11.0%, 326±111 cells/L)
<i>Chaetoceros compressus</i> (扁面角刺藻, 8.6%, 173±58 cells/L)	<i>Thalassionema nitzschioides</i> (菱形海線藻, 7.9%, 236±36 cells/L)
<i>Chaetoceros curvisetus</i> (旋鏈角刺藻, 7.6%, 154±65 cells/L)	<i>Lauderia borealis</i> (環紋勞德藻, 7.0%, 210±69 cells/L)
<i>Melosira sulcata</i> (具槽直鏈藻, 7.0%, 141±60 cells/L)	<i>Rhabdonema adriaticum</i> (亞得里亞海線藻, 6.5%, 192±59 cells/L)
<i>Leptocylindrus danicus</i> (丹麥細柱藻, 6.9%, 138±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 4 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>Leptocylindrus danicus</i> (丹麥細柱藻, 53.4%, 23828±6592 cells/L)
<i>Thalassionema nitzschioides</i> (菱形海線藻, 8.5%, 603±74 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, 6.4%, 454±157 cells/L)	<i>Leptocylindrus minimus</i> (小細柱藻, 8.1%, 3632±1468 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, 7.0%, 3121±941 cells/L)
<i>Lauderia borealis</i> (環紋勞德藻, 5.1%, 361±66 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>Thalassionema nitzschioides</i> (菱形海線藻, 12.1%, 302±51 cells/L)
<i>Bacillaria paradoxa</i> (8.3%, 48±23 cells/L)	<i>Leptocylindrus danicus</i> (丹麥細柱藻, 7.8%, 195±75 cells/L)
<i>Pseudonitzschia delicatissima</i> (柔弱擬菱形藻, 7.6%, 43±17 cells/L)	<i>Chaetoceros curvisetus</i> (旋鏈角刺藻, 6.2%, 156±86 cells/L)
<i>Chaetoceros subsecundus</i> (冕孢角毛藻, 6.6%, 38±14 cells/L)	<i>Chaetoceros compressus</i> (扁面角刺藻, 6.1%, 154±54 cells/L)
<i>Leptocylindrus danicus</i> (丹麥細柱藻, 6.1%, 35±15 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 4 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

100 年 4~6 月 (第二季)
<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)

表 2.2.4.3 100 年第二季麥察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、磷酸鹽、矽酸鹽、葉綠素 a 濃度和葉綠素 a 濃度之複迴歸分析表 (***) $p < 0.001$, ** $p < 0.01$, * $p < 0.05$)

99 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>Chaetoceros curvisetus</i> (旋鏈角刺藻)	1.1	-0.104	2.192*	-2.194*	-0.007	1.288
<i>Leptocylindrus danicus</i> (丹麥細柱藻)	-1.203	1.196	1.123	-0.105	-1.954	2.311*
<i>Lauderia borealis</i> (環紋勞德藻)	2.65*	-1.473	1.779	-1.087	-0.734	0.893
<i>Pseudonitzschia delicatissima</i> (柔弱擬菱形藻)	0.254	-0.666	0.84	-0.82	-0.849	-0.515
<i>Stephanopyxis palmeriana</i> (掌狀冠蓋藻)	0.538	-0.385	1.344	-0.194	-0.558	-0.139
<i>Rhizosolenia delicatula</i> (柔弱根管藻)	2.273*	-1.604	2.302*	-0.661	-1.314	0.549
Total abundance ($\times 10^3$ cells/L)	-0.199	0.634	1.937	-1.75	-1.354	2.146*
Species number	-1.955	0.714	-0.354	-0.41	-0.242	1.083
Species diversity index (H')	-1.962	-0.214	-0.387	0.637	-1.602	-1.036

表 2.2.4.4 100 年第二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 (***) : $P < 0.001$)

Source	DF	F value	Pr>F
Transect (區域)	5	4.844	0.002**
Depth (深度)	1	0.762	0.389

圖 2.2.4.1 100 年第二季麥寮六輕附近海域浮游植物豐度變化圖

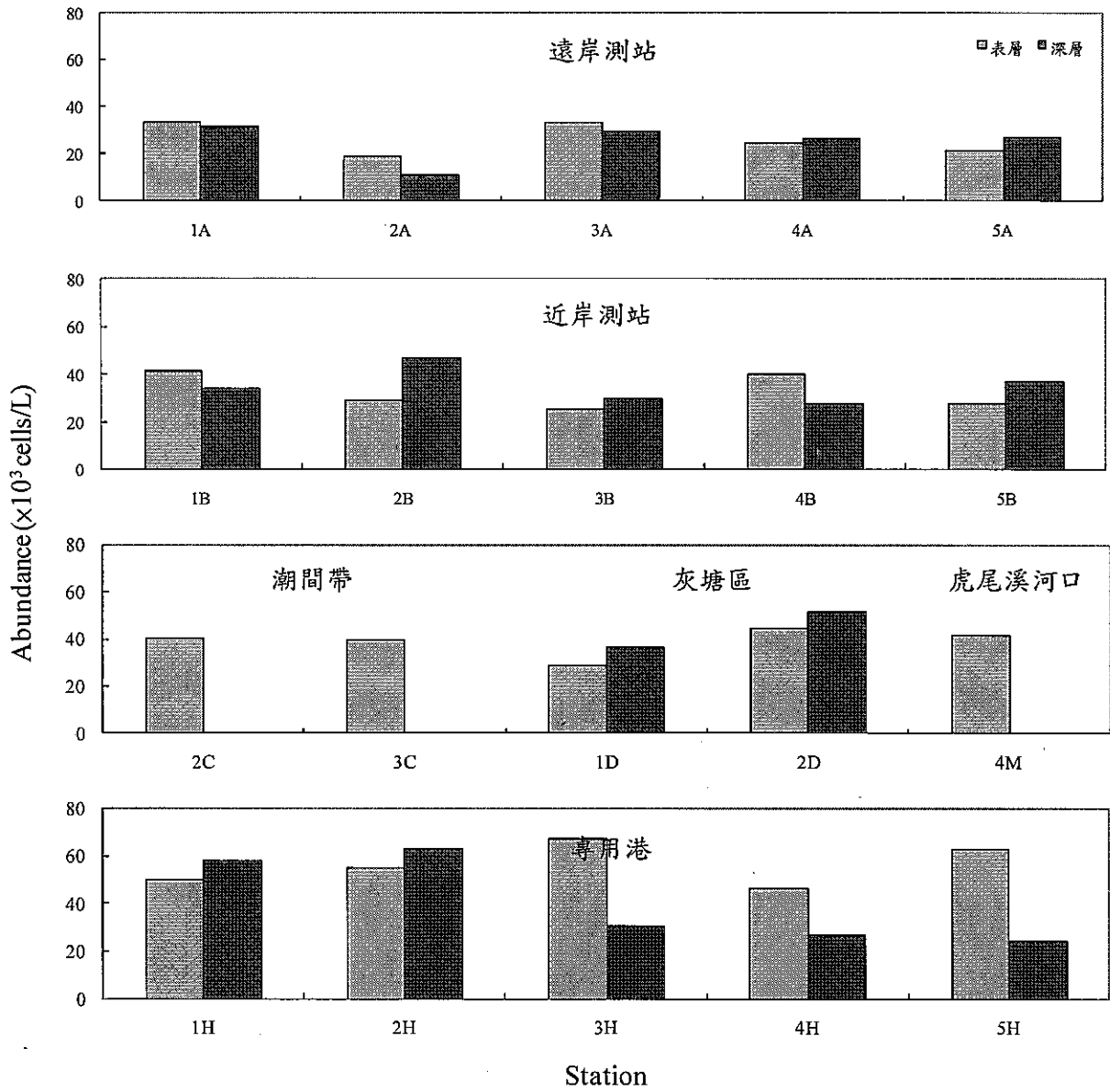


圖 2.2.4.2 100 年第二季麥寮六輕附近海域浮游植物種類數變化圖

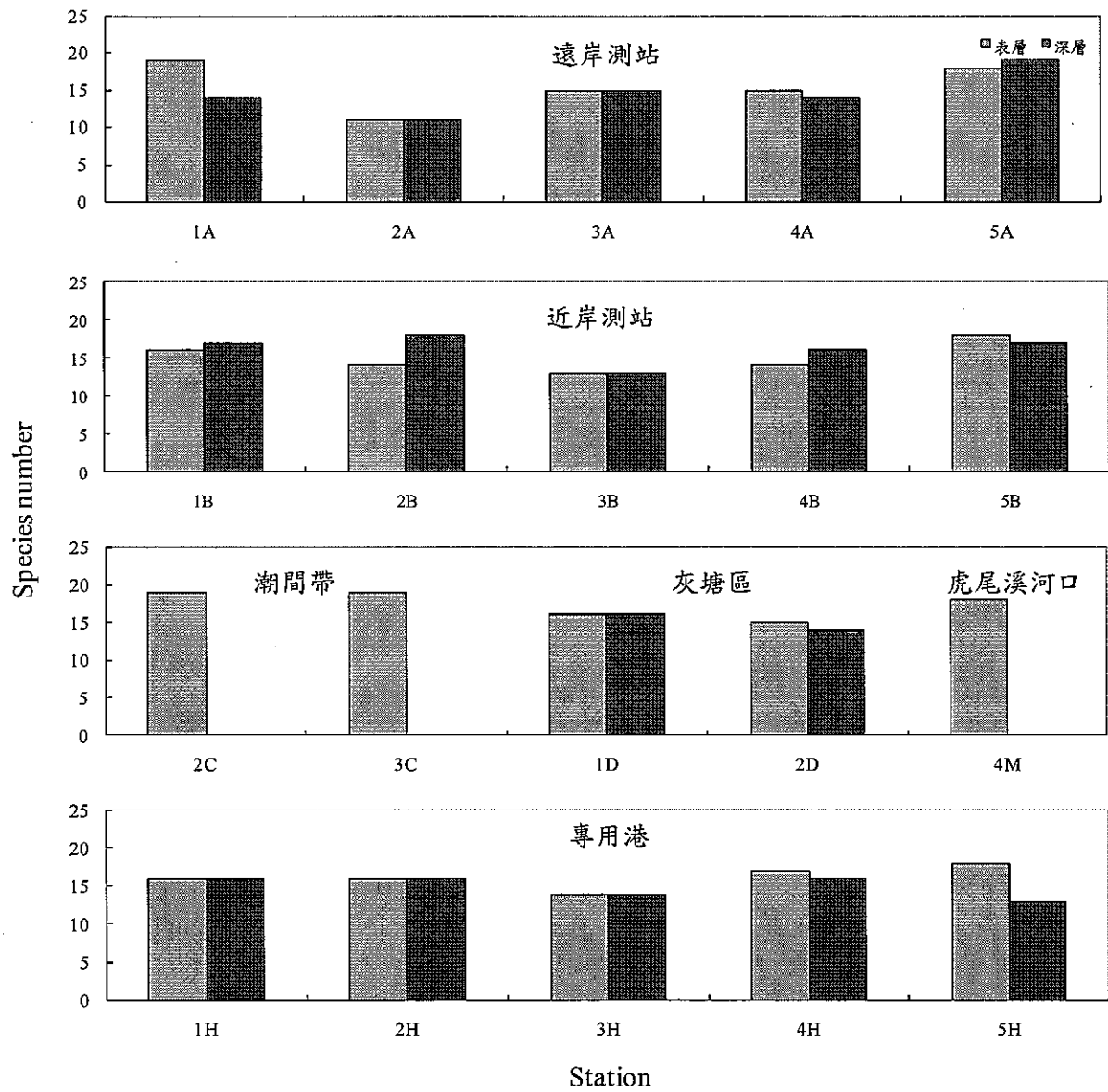


圖 2.2.4.3 100 年第二季麥寮六輕附近海域浮游植物種歧異度指數變化圖

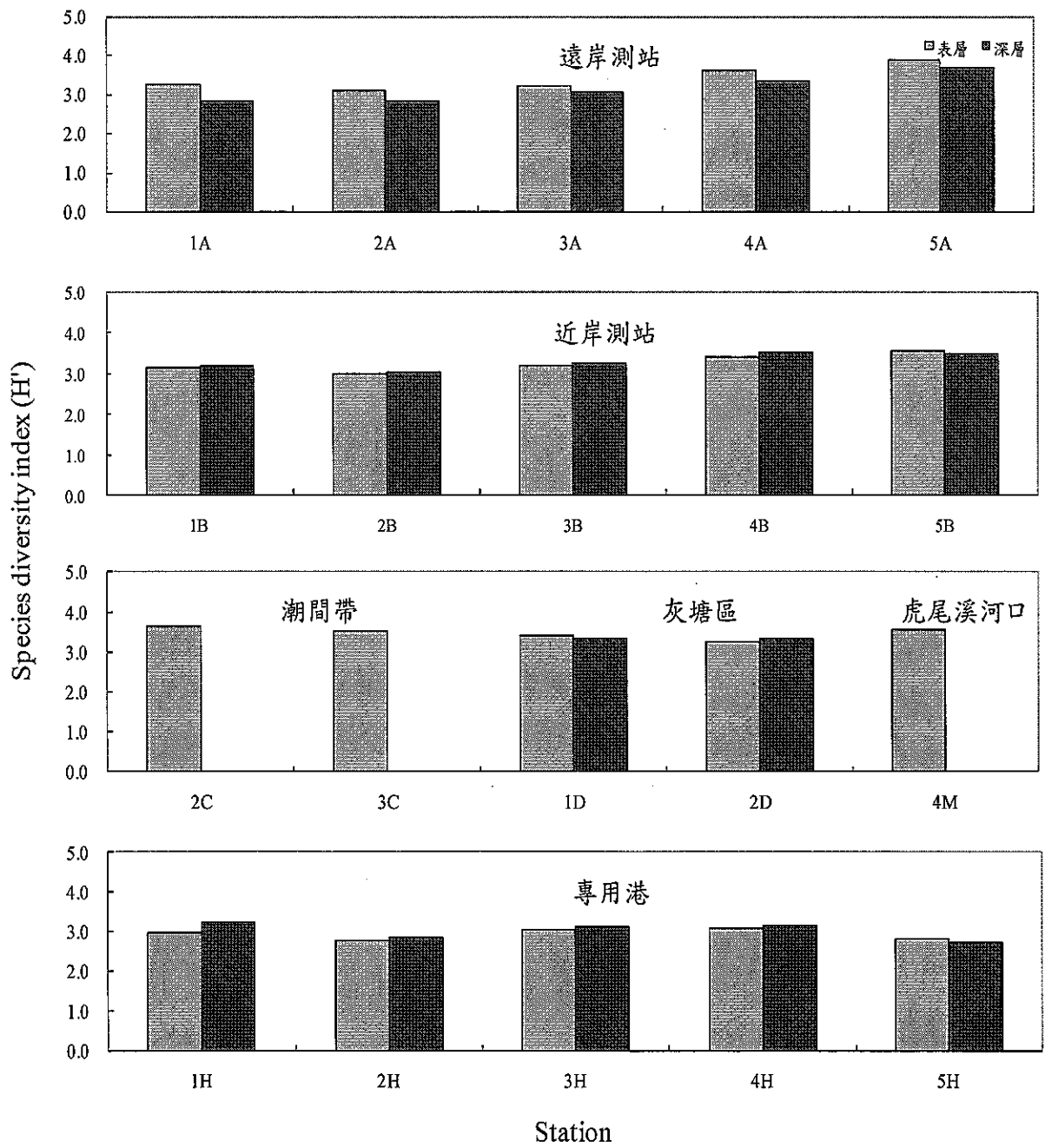


圖 2.2.4.4 100 年第二季麥寮六輕附近海域第一優勢種浮游植物豐度變化圖
Chaetoceros curvisetus (旋鏈角刺藻)

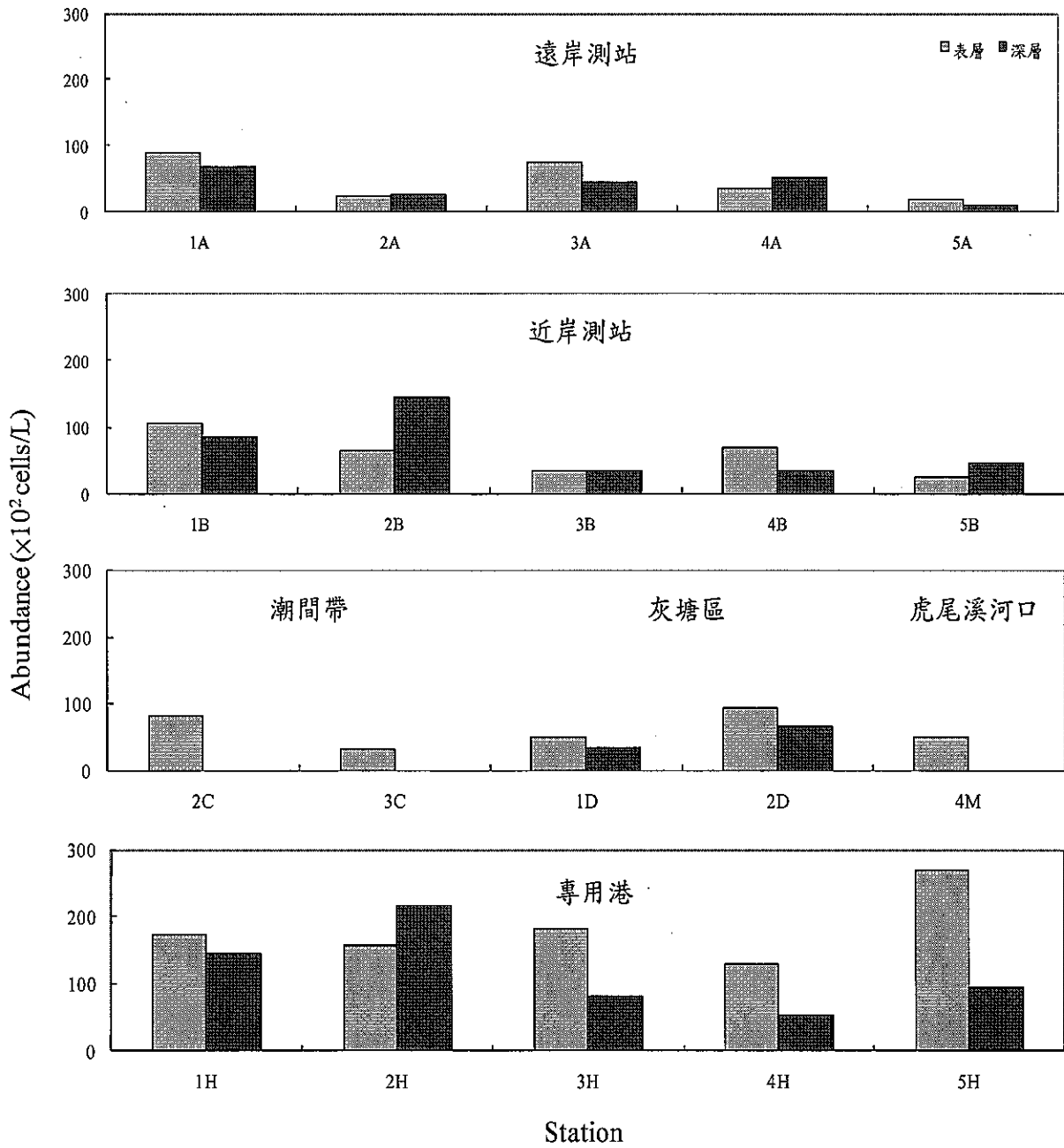


圖 2.2.4.5 100 年第二季麥寮六輕附近海域第二優勢種浮游植物豐度變化圖

Leptocylindrus danicus (丹麥細柱藻)

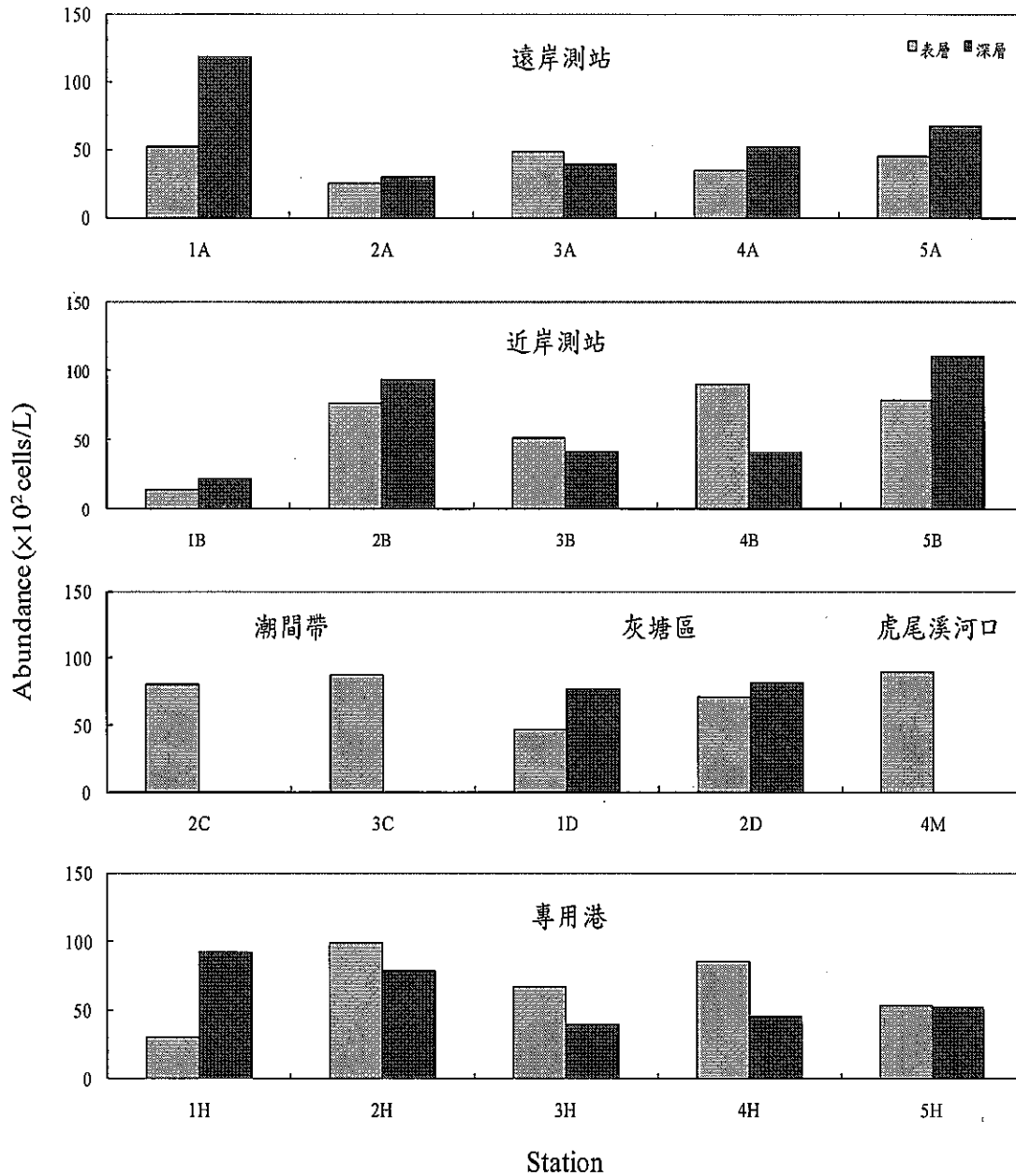


圖 2.2.4.6 100 年第二季麥寮六輕附近海域第三優勢種浮游植物豐度變化圖

Lauderia borealis (環紋勞德藻)

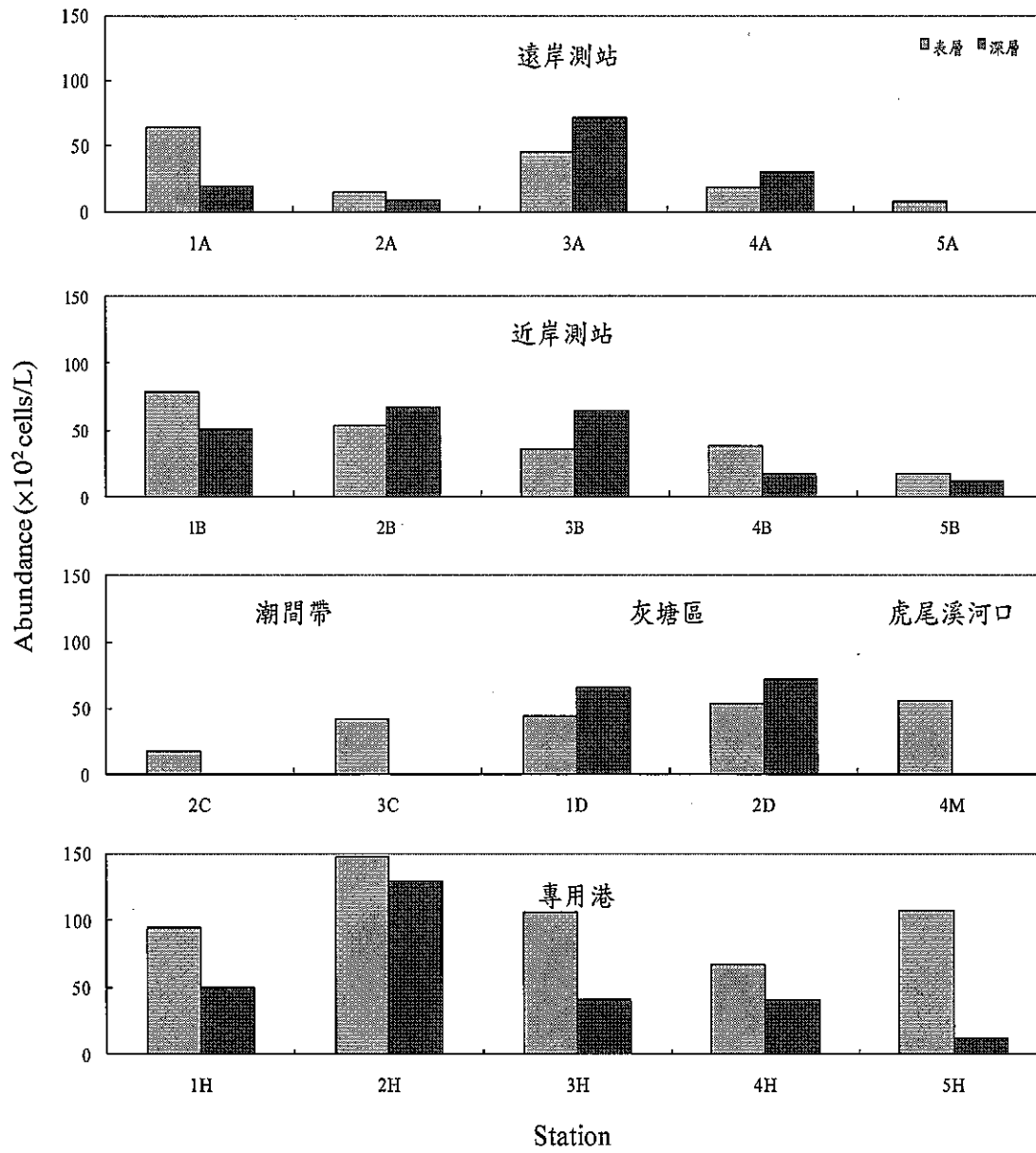


圖 2.2.4.7 100 年第二季麥寮六輕附近海域第四優勢種浮游植物豐度變化圖

Pseudonitzschia delicatissima (柔弱擬菱形藻)

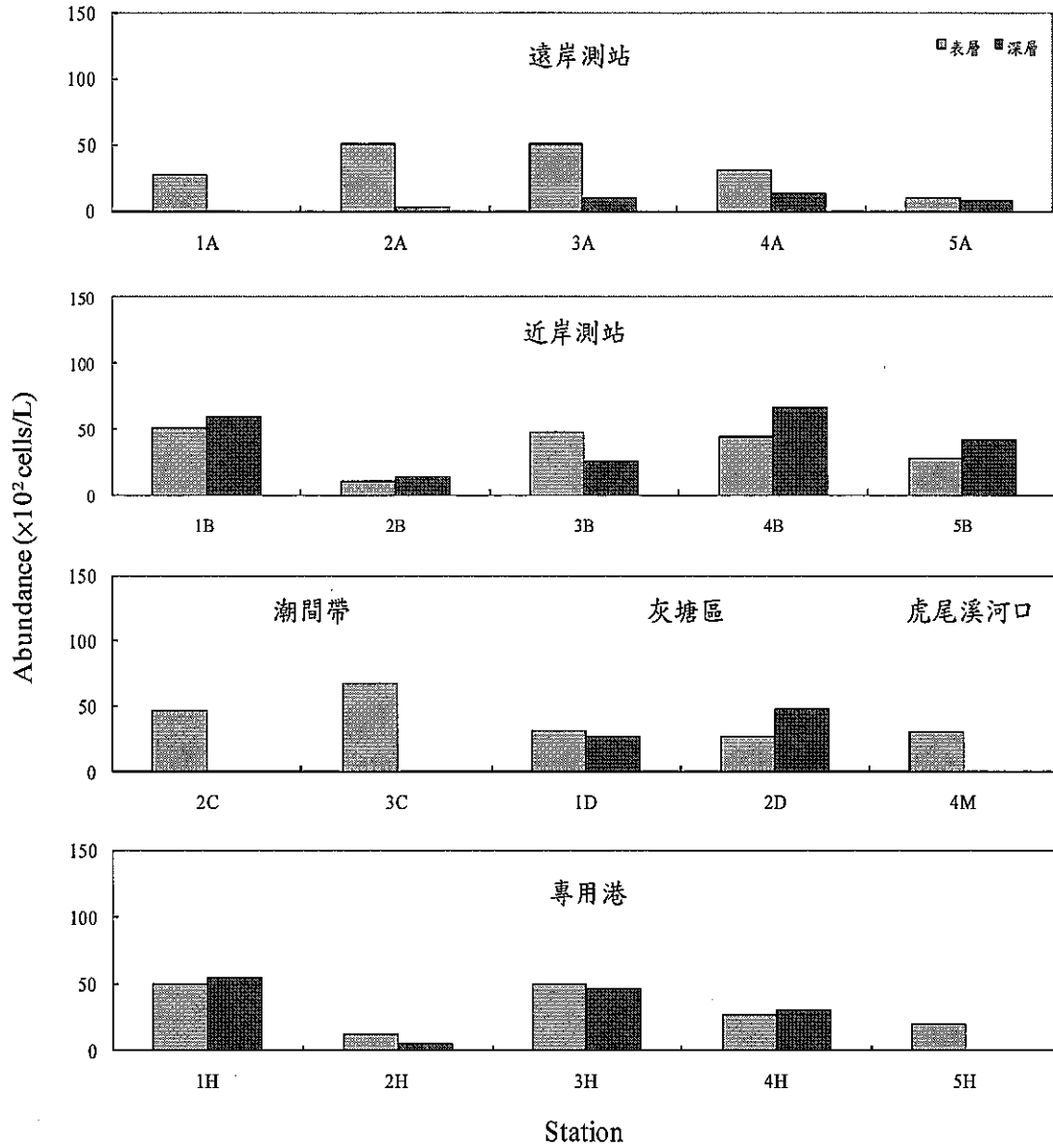
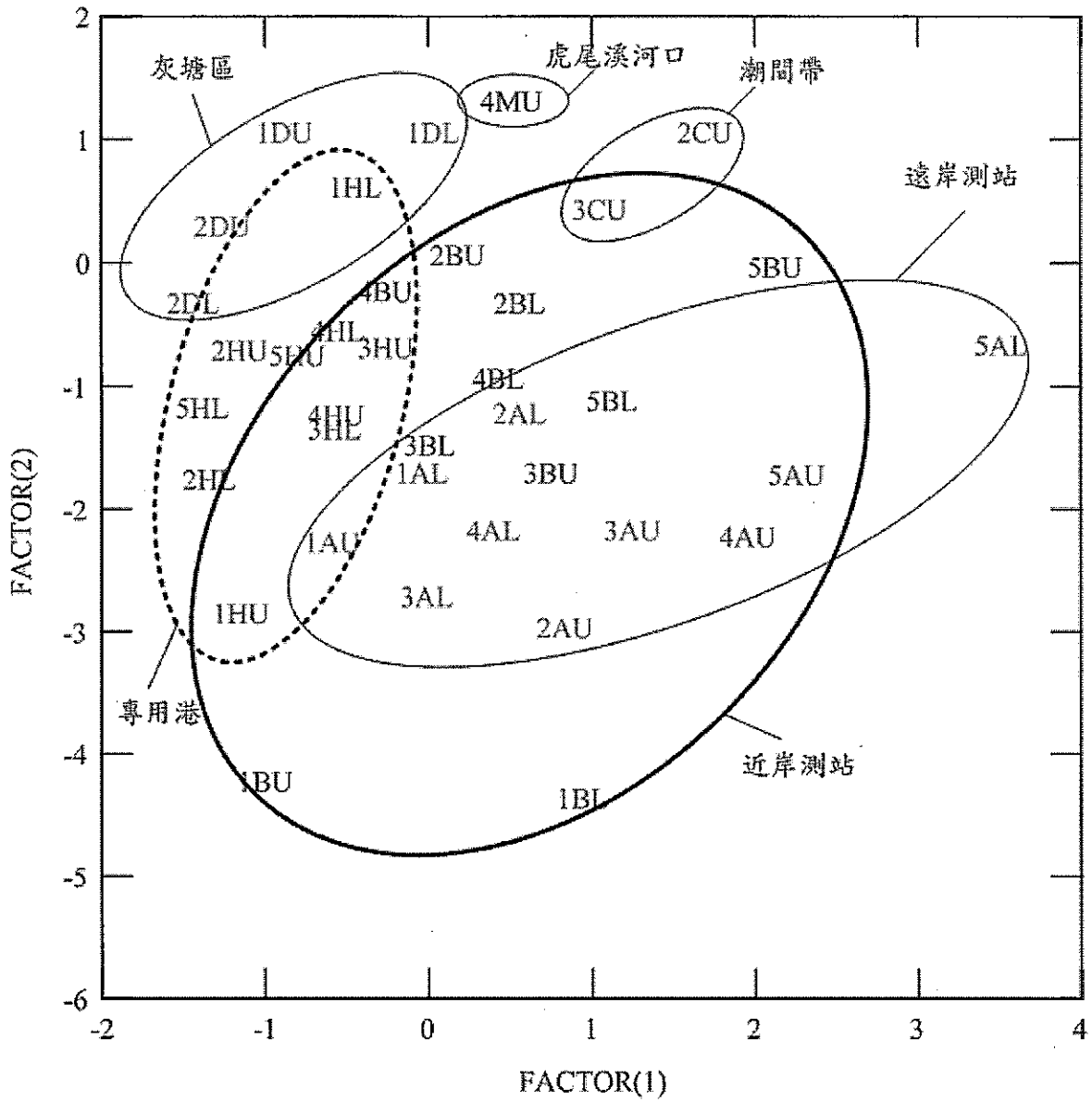


圖 2.2.4.8 100 年第二季麥寮六輕附近海域浮游植物群聚分析圖



2.2.5 動物性浮游生物

1 本季浮游動物豐度與種類

100 年第二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 9 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、原生動物、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 年第二季麥寮六輕附近海域各測站游動物豐度介於 255 – 2329 ind./ m³ 間，平均豐度為 1112 ± 552 ind./ m³，最高與最低總豐度比值為 9，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灰塘之測站 2D，最高豐度紀錄於遠岸之測站 3A，與第一季相同。圖 2.2.5.1 為 100 年度第一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側線 1-4 出現於 20m 等深線之遠岸測站；但測線 5 的較高豐度則出現在 10m 等深線之近岸測站；同時，專用港測站浮游動物豐度呈現出由港內中央測站 5H 最高，而本次並無明顯往何方向遞減之趨勢。此外，2A-5B 測站浮游動物豐度相對較高於 1A 和 1B 測站，檢視第二季浮游動物各測站之採樣作業時間，2A-5B 測站之採樣時間為傍晚 18:00 之後至夜間，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。

100 年第二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（橈足類和其他節肢動物）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 – 67%，總平均相關性豐度為 39%，且平均相關性豐度較低的測站，出現在潮間帶 2C 與 3C 測站，由圖 2.2.5.2a 可發現第二季潮間帶 2C 測站其他節肢動物與 3C 測站捕食性的腔腸動物平均相關性豐度較其它測站為高；而節肢動物之平均相關性豐度已累計九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 6% 的兩門浮游動物，依序為腔腸動物 (13.7%) 與毛顎動物 (6.5%)，此三大類浮游動物於 100 年第二

季麥寮六輕附近海域的出現頻度分別為 100%、80%與 60% (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 年第二季麥寮六輕附近海域節肢動物、腔腸動物與毛顎動物為較易記錄到的浮游動物，與第一季結果。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 404 ind./ m³，相關性豐度達 39%，出現頻度達 90%。

2 本季浮游動物優勢種類與類別

表 2.2.5.3 顯示 100 年第二季麥寮六輕附近海域，平均豐度最高的三個種類，依序為橈足類之 *Centropages tenuiremis* (瘦尾胸刺水蚤)，平均每個測站為 156 ind./ m³，其相關性豐度佔浮游動物之 14%；其次為蔓足類之 Cypris (藤壺腺介幼體)，平均每個測站為 155 ind./ m³，其相關性豐度佔浮游動物之 14%；更次之為橈足類之 *Paracalanus aculeatus*(針刺擬哲水蚤)，平均每個測站達 106 ind./ m³，其相關性豐度佔浮游動物之 10%。本季最優勢之種類為 *Centropages tenuiremis* (瘦尾胸刺水蚤)，與第二優勢的類別相同，皆為歷季來第一次進入前 3 優勢種，由於本種普遍出現於近岸海域，因此推測本季調查時間恰為本種的繁殖時間，因此有最高量的出現；本季第二優勢的類別為藤壺幼生 Cypris (藤壺腺介幼體)，本類別亦為歷季第一次為優勢類，而幼生類別特別容易於某一短暫繁殖期大量出現，因此可將本季的現象歸類於此；總觀 99-100 年度中，*Paracalanus aculeatus*(針刺擬哲水蚤)除了在 99 年第三季外，皆為前三優勢的浮游動物種類，且與 99 年第二季結果相若，經過換算，此種於本海域平均豐度隨季節變化可達到近 6 倍；由這些優勢的前三浮游動物物種可看出，麥寮六輕附近海域浮游動物物種有明顯的季節間之消長變化，若以單季測得的過高或過低豐度資料來詮釋麥寮六輕附近海域的浮游動物生態變化，會過於狹隘，需搭配整年度甚至多年度的資料來詮釋較為恰當。

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)與近岸區(B)累計豐度達前 50%的優勢物種與類別，皆為橈足類之 *Paracalanus aculeatus*(針刺擬哲水蚤) 與 *Centropages tenuiremis*

(瘦尾胸刺水蚤)，平均豐度於遠岸區(A)為 153 ind./ m³ 和 160 ind./ m³，平均相關性豐度佔浮游動物分別為 35%和 30%，而近岸區(B)為 98 ind./ m³ 和 115 ind./ m³，平均相關性豐度佔浮游動物分別為 32%和 22%；灰塘區(D)累計豐度達前 50%的優勢物種與類別，為橈足類之 *Centropages tenuiremis* (瘦尾胸刺水蚤)，平均豐度為 402 ind./ m³，平均相關性豐度佔浮游動物為 69%；港區(H)累計豐度達前 50%的優勢物種與類別，為藤壺幼生 Cypris (藤壺腺介幼體)，平均豐度為 467 ind./ m³，平均相關性豐度佔浮游動物為 64%；而潮間帶與新虎尾溪河口(C&M)前 30%的優勢物種與類別，為腔腸動物之 *Lensia* spp. (淺室水母)，平均豐度為 117 ind./ m³，平均相關性豐度佔浮游動物為 70%。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%以上的單一種類，且遠岸(A)與近岸(B)區的第一優勢物種 *Paracalanus aculeatus*(針刺擬哲水蚤)與上一季相同，但 *Centropages tenuiremis* (瘦尾胸刺水蚤)、藤壺幼生 Cypris (藤壺腺介幼體) 與 *Lensia* spp. (淺室水母)在其他區分別為最優勢物種，此現象是否持續，值得累積更多季節資料和後續觀察。

3 本季浮游動物空間分佈情況

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 5 區塊的團塊狀的空間分佈，包含三個大區塊，顯示浮游動物主要分布受到測站性質所影響，專用港區與測站 2A、2C 形成一區塊，1A、1B、2B、2D、4A、4B、5A 測站形成另一區塊，而潮間帶河口(C&M)區測站 3C、4M 與測站 1D、3A、3B、5B 形成另一較大區塊。從港口區與遠岸、潮間帶河口(C&M)區等皆有稍微重疊的情況研判，各區浮游動物皆有某部份的關聯性，且港口區的浮游動物分佈亦與港外的浮游動物族群亦有關聯性，由於浮游動物游泳能力弱，較大距離的散佈是由水團帶動，因此推測這海水於這兩區間有交會的情況；其餘近岸、遠岸、灰塘區、潮間帶與新虎尾溪口的測站則分割較不明顯，顯示本季各區測站除了代表該區的特別優勢種類群外，其餘種類皆有關聯。

表 2.2.5.1 100 年第二季參寮六輕附近海域浮游動物豐度表 (ind./ m³)

類別	(ind./ m ³)	測站																				
		1A	1B	1D	2A	2B	2D	3A	3B	4A	4B	5A	5B	1H	2H	3H	4H	5H	2C	3C	4M	
ANNELIDA 環節動物門																						
Polychaeta 多毛類						12						79										
ARTHROPODA 節肢動物門																						
Branchiopoda(鰓足亞綱)																						
Cladocera(枝角目)																						49
<i>Evadne tergestina</i> (肥胖三角水蚤)																						
Cirripedia (蔓足亞綱)																						
Cypris(藤壺腺介幼體)		49			180						29				439	438	578	431	449	500		
Copepoda (橈足亞綱)																						
Calanoida(哲水蚤目)																						
<i>Acartia neglectans</i> (小紡錘水蚤)				47																		
<i>Acrocalanus gibber</i> (駝背隆哲水蚤)						8					81	67				19	104					
<i>Acrocalanus gracilis</i> (微駝隆哲水蚤)					45	5					21											
<i>Calanopia elliptica</i> (橢形長足水蚤)																						11
<i>Canthocalanus pauper</i> (微刺哲水蚤)												6										
<i>Centropages tenuiremis</i> (瘦尾胸刺水蚤)											382	162	175		70	243	119	49	464			
<i>Clausocalanus arcuicornis</i> (弓角基齒哲水蚤)											155	68										
<i>Clausocalanus farrani</i> (法氏基齒哲水蚤)		73	111	677	172	302	127															
<i>Clausocalanus furcatus</i> (長尾基齒哲水蚤)													66									
<i>Cosmocalanus darwini</i> (達氏字哲水蚤)																					22	
<i>Euchaeta rimana</i> (梨曼真刺水蚤)					54	34																
<i>Labidocera euchaeta</i> (真刺唇角水蚤)						46					182	75										
<i>Lucicutia flavicornis</i> (黃角光水蚤)													55									
<i>Paracalanus aculeatus</i> (針刺擬哲水蚤)		46	93		193	142	9	232			95	143	199	113	144	44	340	55	270			

表 2.2.5.1 100 年第二季麥寮六輕附近海域浮游動物豐度表 (ind./ m³) ...continued

類別 (ind./ m ³)	測站																				
	1A	1B	1D	2A	2B	2D	3A	3B	4A	4B	5A	5B	1H	2H	3H	4H	5H	2C	3C	4M	
<i>Paracalanus parvus</i> (小擬哲水蚤)	15			55																	
<i>Temora discaudata</i> (異尾寬水蚤)				66	29																
<i>Temora turbinata</i> (錐形寬水蚤)	26	13	95		11		222		81	100			92								
<i>Undinula vulgaris</i> (普通波水蚤)									6												
Cyclopoida(劍水蚤目)							49														
<i>Halicyclops aequoreus</i> (低鹽鹹水劍水蚤)																					
<i>Oithona setigera</i> (刺長腹劍水蚤)				32																	
Poecilostomatoida																					
<i>Corycaeus(Corycaeus) crassiusculus</i> (微胖大眼水蚤)			3																		50
<i>Corycaeus(Agetus) typicus</i> (典型大眼水蚤)										69											
<i>Corycaeus(Ditrichocorycaeus) dahli</i> (平大眼水蚤)			7																		
<i>Oncaea mediterranea</i> (等刺隆水蚤)			28				18														
<i>Oncaea venusta</i> (麗隆水蚤)	51		55	44	9		54						45								
Copepodite stage(橈足類幼體)			83				77														175
Malacostraca(軟甲亞綱)																					
Amphipoda(端足目)																					
<i>Scina</i> sp.(錐戎)									41												22
Decapoda(十足目)																					
<i>Brachyura</i> larvae(蟹類幼生)	19		69				66	75	517	457			31	125	75	172	125	175			
<i>Macrura</i> larvae(蝦類幼生)							144	82	82				75								62
<i>Acetes</i> spp.(毛蝦)									8												
<i>Lucifer</i> spp.(螢蝦)																					33
Ostracoda(介形亞綱)																					
Halocypriformes(吸海螢亞目)																					

表 2.2.5.1 100 年第二季麥察六輕附近海域浮游動物豐度表 (ind./ m³) ...continued.

類別	(ind./ m ³)															
	1A	1B	1D	2A	2B	2D	3A	3B	4A	4B	5A	5B	5H	2C	3C	4M
<i>Cypridina</i> spp.(海螢)					92				85			75				
<i>Deeveya</i> sp.			72		40											
Other larvae(其它甲殼綱幼生)				12												
COELENTERATA 腔腸動物門																
Siphonophora(管水母目)																
<i>Ceratocymba dentata</i> (鋸齒角杯水母)		18	55	164		10	320	105							175	175
<i>Leusia</i> spp.(淺室水母)					101			88				104				
<i>Muggiaea</i> spp.(五角水母)								67	97			171		55	125	
<i>Sulculeolaria</i> spp.(無棱水母)		13	165	226		14		67	97							
CHAETOGNATHA 毛顎動物門																
Sagittoidea(矢蟲綱)																
<i>Sagitta bipunctata</i> (雙斑箭蟲)	13	14														28
<i>Sagitta crassa</i> (強壯箭蟲)	18					8	177				43	59				
<i>Sagitta enflata</i> (肥胖箭蟲)	29		80							158		41				175
<i>Sagitta hexaptera</i> (六鰭箭蟲)			12													
<i>Sagitta pacifica</i> (太平洋箭蟲)			55						207							125
<i>Sagitta pseudoserratodentata</i> (假鋸齒箭蟲)	6															
<i>Sagitta regularis</i> (規則箭蟲)							44									20
ECHINODERMATA 棘皮動物門																
Echinodermata larva 棘皮幼生																3
MOLLUSCA 軟體動物門																
Gastropoda(腹足綱)																
<i>Limacina</i> spp.(琥珀螺)																36
<i>Janthina</i> spp.(海蝸牛)						9	243									108

表 2.2.5.1 100 年第二季麥寮六輕附近海域浮游動物豐度表 (ind./ m³) ...continued

類別	測站														Total abundance										
	1A	1B	1D	2A	2B	2D	3A	3B	3A	3B	4A	4B	4A	4B		4A	4B	4H	4H	5H	5H	2C	3C	4M	
PROTOZOA 原生動物門																									
<i>Globigerina</i> (抱球蟲亞目)				35	13	9	188																		
<i>Hastigerina aequilateralis</i> (等邊矛棘蟲)				88	29																				
<i>Orbulina</i> spp.(圓球蟲)																									
UROCHORDATA 尾索動物門																									
Appendiculata(有尾綱)																									
<i>Oikopleura</i> spp.(住囊蟲)			63			13	254	66	142	54															
Fish egg 魚卵							276	61																	
Fish larvus 仔稚魚			11	72			375	81																	
Total abundance	334	316	1841	1306	906	255	2329	1194	1563	1207	1423	1605	1127	881	1265	1161	1521	1125	350	525					

表 2.2.5.2 100 年第二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	5	0.5	10
腔腸動物	143	13.7	80
毛顎動物	66	6.5	60
棘皮動物	0.2	0.01	5
原生動物	20	1.3	15
軟體動物	24	1.7	30
尾索動物	78	5.9	55
脊椎動物	51	3.1	35
橈足類	404	39	90
節肢動物	322	28.4	85

表 2.2.5.3 99 至 100 年各季參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		
第一季	第二季	第三季	第四季	第一季	第二季
<i>Paracalanus aculeatus</i> (針刺擬哲水蚤) Mean: 35(ind./m ³) RA: 28(%)	<i>Paracalanus aculeatus</i> (針刺擬哲水蚤) Mean: 117(ind./m ³) RA: 14(%)	<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>Paracalanus parvus</i> (小擬哲水蚤) Mean: 6(ind./m ³) RA: 5(%)	<i>Temora turbinata</i> (錐形寬水蚤) Mean: 110(ind./m ³) RA: 13(%)	<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>Euchaeta rimana</i> (梨曼真刺水蚤) Mean: 6(ind./m ³) RA: 5(%)	<i>Janthina</i> spp. (海蝠牛) Mean: 73(ind./m ³) RA: 9(%)	<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(%)

圖 2.2.5.1 100 年第二季參寮六輕附近海域參寮海域各測站浮游動物豐度圖

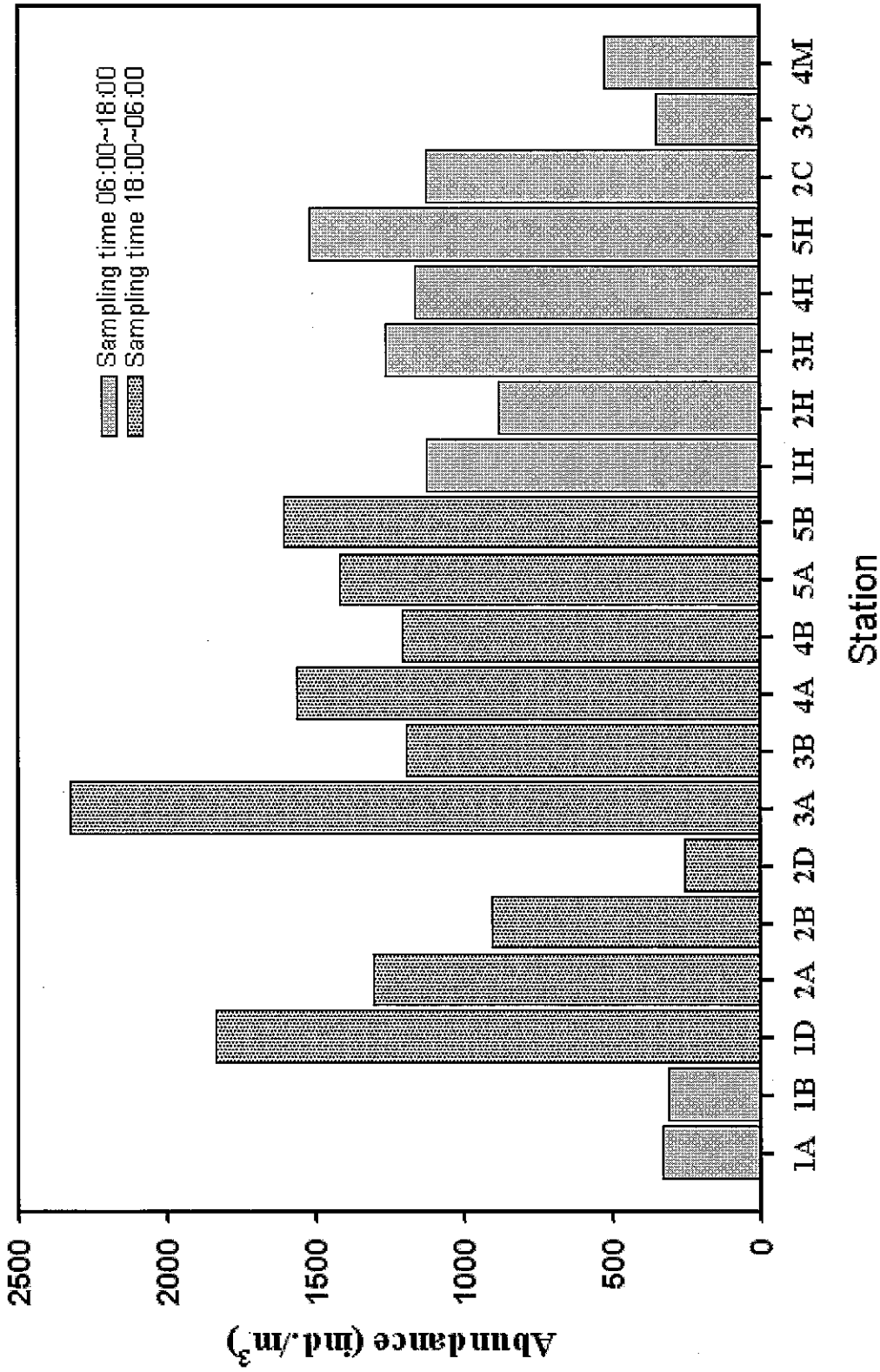


圖 2.2.5.2a 100 年第二季參寮六輕附近海域浮游動物相關性豐度 (%) 示意圖

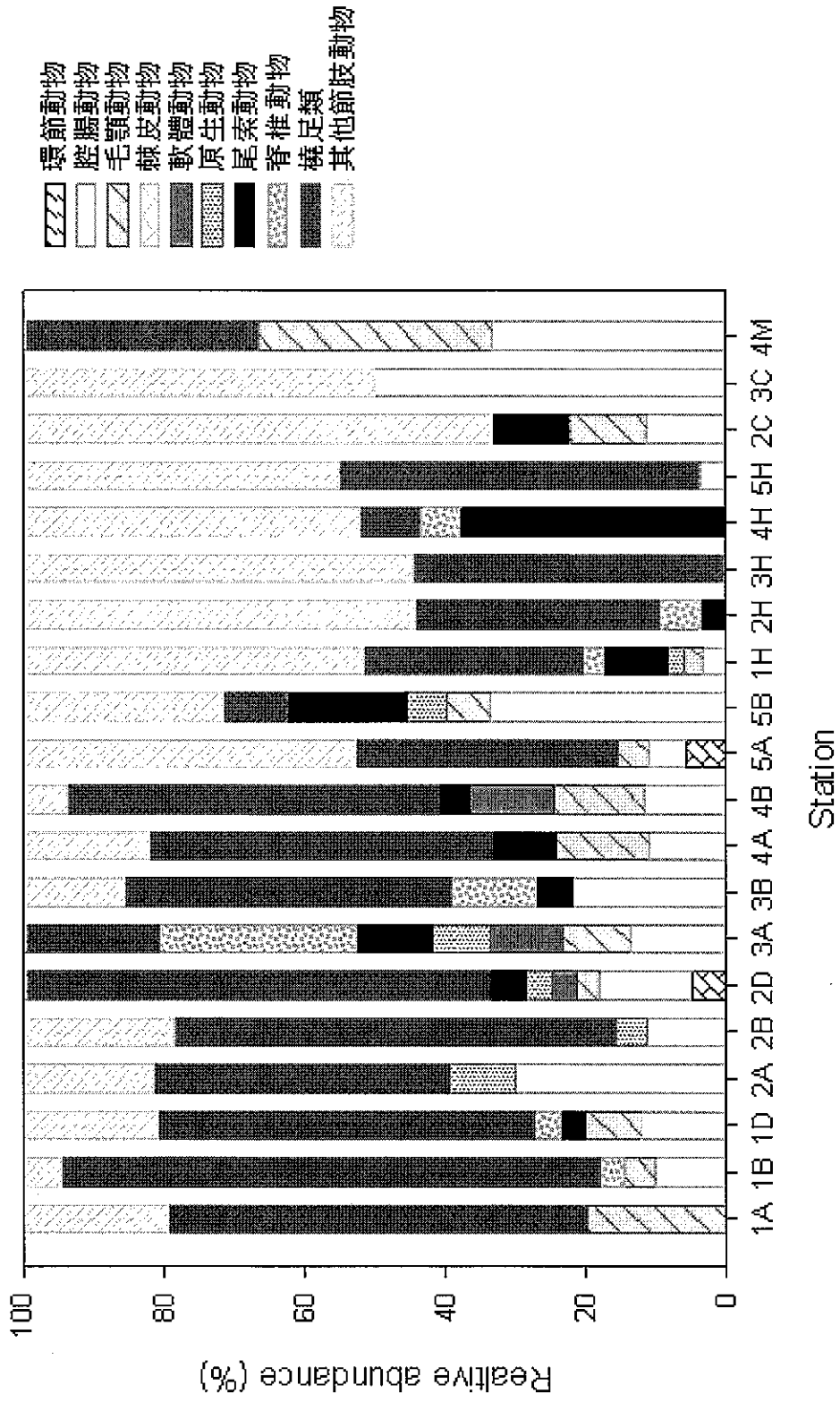


圖 2.2.5.2b 100 年第二季麥寮六輕附近海域浮游動物平均相關性豐度 (%) 示意圖

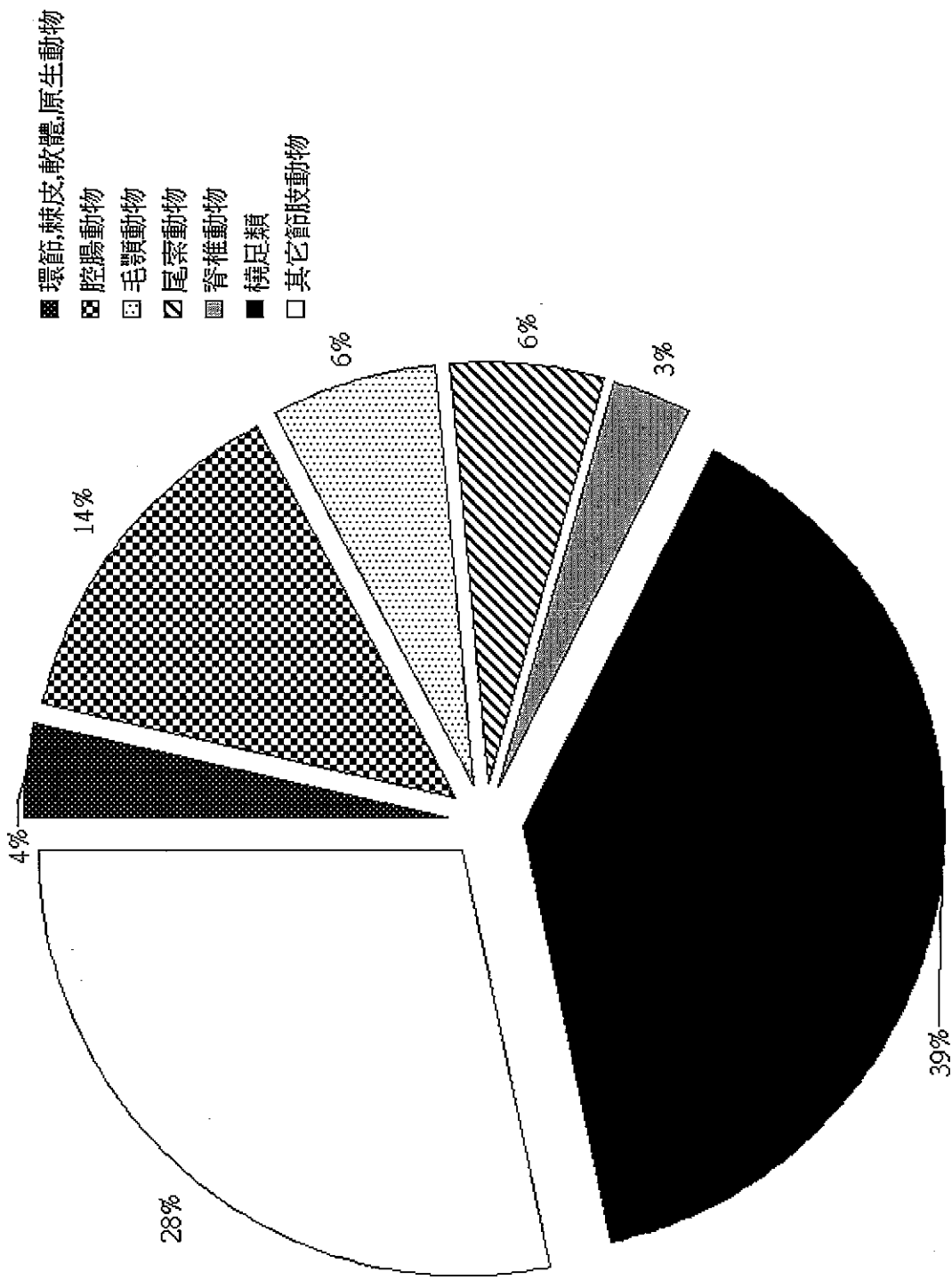
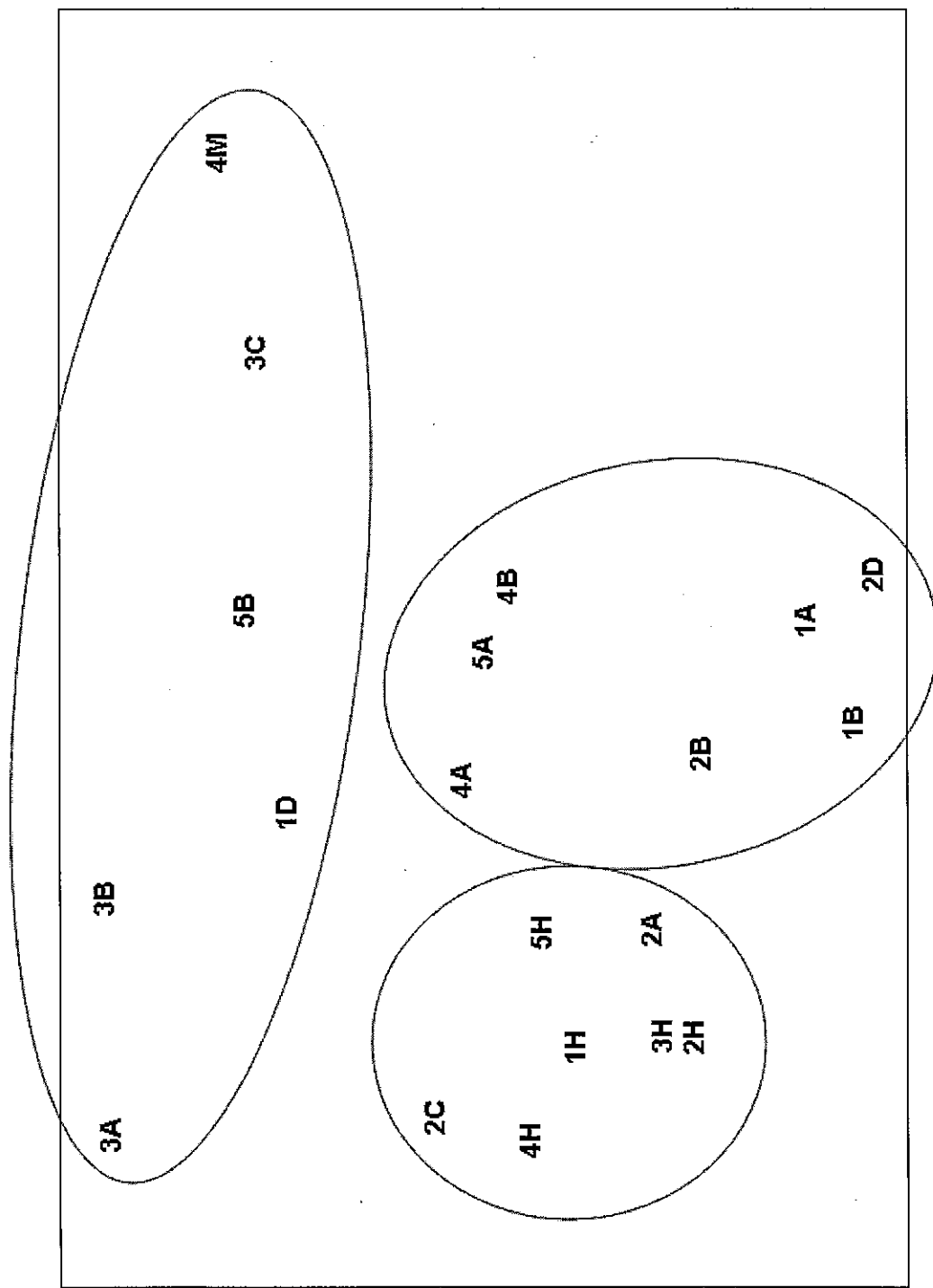


圖 2.2.5.3 100 年第二季察六輕附近海域各測站浮游動物 MDS 空間分布示意圖



2.2.6 底棲生物及拖網漁獲

1. 底棲生物

利用矩形底棲動物採集器，本季共採獲魚類 1 科 1 種 1 尾，節肢動物 4 科 4 種 214 尾及軟體動物與其它生物 12 科 19 種 376 尾，共計 17 科 24 種 591 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 4B、4M，記錄有 10 種；最低為 3A，僅記錄 1 種。歧異度(H')最高為測站 1H，最低為 3A。在遠岸測站(1A~5A)之歧異度最高為 1A，最低為 3A；近岸測站(1B~5B) 最高為測站 3B，最低則為 1B；在潮間帶測站 2C、3C 之歧異度值各為 0.94 及 1.60，1D 灰塘區海域測站為 1.29(表 2.2.6.4)。

本季魚類部分，僅採獲鼠魚銜科(Callionymidae)之斜棘魚銜屬(*Repomucenus* sp.)魚種 1 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，共採獲 177 尾；軟體動物及其它則以櫻蛤科(Tellinidae)之強壯櫻蛤(*Pinguitellina robusta*) 為優勢，共 120 尾。15 個測站中，若以個別測站來看，魚類部份僅在近岸測站 2B 採獲到鼠魚銜科(Callionymidae)之斜棘魚銜屬(*Repomucenus* sp.)樣本 1 尾(表 2.2.6.1)；而節肢動物部份以灰塘區測站 1D 採獲到 66 尾活額寄居蟹科(Diogenidae)寄居蟹(*Diogenes fasciatus*)最多(表 2.2.6.2)；而軟體動物則以近岸測站 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，以節肢動物及軟體動物佔大多數。節肢和軟體動物之優勢類別與 99 年第 2 季結果類似，但數量有所變化及消長；而魚類優勢種類則與 100 年第 1 季不同。

2. 拖網漁獲

利用蝦拖網在近岸和遠岸的 2 個測站共採獲魚類 11 科 21 種 278 尾，甲殼類 6 科 9 種 1902 尾及軟體動物與其它 12 科 17 種 479 尾，共計 29 科 47 種 2659 尾，總重量約 22102.6 克。

魚類部份，以海鯰科(Ariidae)的斑海鯰(*Arius maculatus*)捕獲

145 尾最多(表 2.2.6.1)，總重量約 2,350.00 克(表 2.2.6.5)。優勢魚種在本季的採樣上，與 100 年第 1 季結果相仿，皆以斑海鯰為主，但本季(450 尾)較 100 年第 1 季(1720 尾)，在數量上明顯少了許多。

節肢動物部份的優勢種類為經濟性的長角仿對蝦(*Parapenaeopsis hardiwickii*)，捕獲 1849 尾，總重約 6,520 克，其餘甲殼類生物如經濟性的梭子蟹科(*Portunidae*)和對蝦科(*Penaeidae*)的角突仿對蝦(*Parapenaeopsis cornuta*)等，在本季採獲之數量並不多，約在 24 尾以下(表 2.2.6.2、表 2.2.6.6)。軟體動物及其它部分則共採獲 12 科 17 種 479 尾個體，種數及尾數都較上一季(5 科 6 種 239 尾個體)來得多，其中優勢種類為抱蛤科(*Corbulidae*)之紅唇抱蛤(*Solidicorbula erythrodon*)，共捕獲 279 尾(表 2.2.6.3)，總重約 420.164 克(表 2.2.6.7)，與上一季採獲之 217 尾細紋玉螺(*Natica lineate*)為優勢種類的結果不同。

整體而言，本季的蝦拖網採樣在種數上比 100 年第 1 季調查結果明顯增加，在尾數上則有明顯減少：本季記錄 1902 尾的節肢動物，數量上較上一季記錄的 3500 尾少了許多；而魚類和軟體動物分別呈現減少和增加的趨勢，數量為魚類 278 尾(上一季 2202 尾)和軟體動物 479 尾(上一季 239 尾)個體；另外，在近岸的拖網測站 1 與遠岸的拖網測站 2 所捕獲生物的種數及尾數以近岸的拖網測站 1(種數 32 種，尾數 2431 尾)多於遠岸的拖網測站 2(種數 24 種，尾數 228 尾)；而歧異度指數則以遠岸的拖網測站 2 較高(表 2.2.6.4)。

表 2.2.6.1 100 年第二季底棲生物及拖網漁獲個體數表(魚類)

類別	科	Family	種	Species	拖網1	拖網2	1A	1B	1D	1H	2A	2B	2C	3A	3B	3C	4A	4B	4M	5A	5B	總計				
魚類	土魷科	Dasyatidae	尖嘴土魷	<i>Dasyatis zugei</i>	1																	1				
			赤土魷	<i>Dasyatis akajei</i>	3																			3		
			黃土魷	<i>Dasyatis bennetti</i>	1																			1		
	牛尾魚科	Platycephalidae	橫帶棘線牛尾魚	<i>Grammolites scaber</i>	8																		8			
			石首魚科	Sciaenidae	大頭白姑魚	<i>Pennahia macrocephalus</i>	29																	29		
	魚類			皮氏叫姑魚	<i>Johnius belangerii</i>	10																	10			
				紅牙魚或	<i>Otolithes ruber</i>	1																			1	
				斑鱗白姑魚	<i>Pennahia pawak</i>	1																			1	
				黃金鱒魚或	<i>Chrysochir aureus</i>	8																			10	
				道氏叫姑魚	<i>Johnius dussumieri</i>	1																			1	
				鱗鱒叫姑魚	<i>Johnius distinctus</i>	2																			2	
				大頭花桿狗母	<i>Trachinocephalus myops</i>	1																			1	
				大鱗舌鯛	<i>Cynoglossus arel</i>	2																			2	
				合齒魚科	Synodontidae	布氏鬚鯛	<i>Paraplagusia blochii</i>	44																		44
						雙線舌鯛	<i>Cynoglossus bilineatus</i>	7																		
沙鯪科				Sillaginidae	亞洲沙鯪	<i>Sillago asiatica</i>	2																		2	
					斑海鯪	<i>Arius maculatus</i>	132																			145
海鯪科				Ariidae	六絲馬鯪?	<i>Polydactylus sexfilis</i>	2																		2	
					中國黃點鯪	<i>Platyrhina sinensis</i>	3																			3
馬鯪科				Polynemidae	斜棘魚銜屬	<i>Reponucemus</i> sp.	2								1										1	
	鼠魚銜科	<i>Thryssa</i> sp.	2																				2			
黃點鯪科	Platyrhinidae	鯪科	<i>Photoptorotalis bindus</i>	1																		2				
		鯪科	<i>Leiognathus berbis</i>	1																			1			
鯪科	Leiognathidae	細紋鯪		202																		279				
		總計		76																			279			

表 2.2.6.2 100 年第二季底棲生物及拖網漁獲個體數表(節肢動物)

類別	科	Family	種	Species	拖網1	拖網2	1A	1B	ID	IH	2A	2B	2C	3A	3B	3C	4A	4B	4M	5A	5B	總計
	玉蟹科	Leucosidae	頭蓋玉蟹	<i>Leucosia craniolaris</i>	4																	4
	活額寄居蟹科	Diogenidae		<i>Diogenes fasciatus</i>		3	66	1	12	1	15	20	3	5			10	41				177
	梭子蟹科	Portunidae	矛形梭子蟹	<i>Portunus hastatoides</i>	6	2							1									9
	對蝦科	Penaeidae	日本對蝦	<i>Penaeus japonicus</i>		4																4
			角突仿對蝦	<i>Parapenaeopsis cornuta</i>	20	4																24
			長角仿對蝦	<i>Parapenaeopsis hardwickii</i>	1725	124	3	8	3	7	1	3	1	1	1	1	4	1	4	1	1	1883
	蜘蛛蟹科	Majidae	溝痕絨球蟹	<i>Doclea candifera</i>	2																	2
	黎明蟹科	Matutidae	勝利黎明蟹	<i>Matuta victor</i>	2	6								1								10
	關公蟹科	Dorippidae	蛛形平家蟹	<i>Heikea arachnoides</i>	3																	3
總計					1762	140	6	74	1	15	8	1	18	21	5	7	1	14	43			2116

表 2.2.6.3 100 年第二季棲生物及拖網漁獲個體數表(軟體動物及其他)

類別	科	Family	種	Species	拖網 I	拖網 2	1A	1B	ID	1H	2A	2B	2C	3A	3B	3C	4A	4B	4M	5A	5B	總計			
刀蛭科 玉螺科	刀蛭科	Culiellidae	光芒莖蛭	<i>Siliqua radiata</i>	1				1						1							15			
			大玉螺	<i>Polinices didyma</i>	1												1							3	
	玉螺科	Naticidae	日本扁玉螺	<i>Sinum japonicum</i>		1				2													1		
			細紋玉螺	<i>Natica lineata</i>	170		1												2					175	
			臍孔白玉螺	<i>Polinices flemingianus</i>	1																			1	
	耳烏賊科 抱蛤科 枇杷螺科 香螺科 唐冠螺科 烏賊科 馬珂蛤科	耳烏賊科	Sepiolidae	耳烏賊	<i>Euprymna morsei</i>				1														1		
				抱蛤科	紅唇抱蛤	<i>Solidicorbula erythrodon</i>	277	2			2	2	1	1				1		2	9	1	2		297
		枇杷螺科	Ficidae	花球枇杷螺	<i>Ficus variegata</i>	4																		4	
				香螺	<i>Hemifusus tuba</i>	2																			2
		唐冠螺科	Cassidae	棋盤壘螺	<i>Phalium areola</i>	2																		2	
				烏賊科	<i>Septia phar-aonis</i>	1																			1
		馬珂蛤科	Mactridae	虎斑烏賊	<i>Macrura chinensis</i>	2		2	1	38	2	1	23	1		10	12	1	6	10				2	111
				馬珂蛤科	<i>Macrura nipponica</i>	2		3												1					4
		軟體動物 及其他	捲管螺科	Turridae	日本馬珂蛤	<i>Macrura inaequalis</i>		2																2	
					台灣捲管螺	<i>Turricula javana</i>	2																		
槍魷魚科	Loliginidae		日本鎖管	<i>Loligo japonica</i>	3																		5		
			浮標織紋螺	<i>Telaso reeveana</i>	1		5		6	1	1	2						2	1	2	11			4	
織紋螺科	Nassariidae		黑線織紋螺	<i>Nassarius fratercula</i>	1												2	1	2				30		
			簍蛤科	<i>Verenolpa scabra</i>																		1		1	
簍蛤科	Veneridae		小鹿簍蛤	<i>Cyclosunetta comenpta</i>	4																		1		
			台灣簍蛤	<i>Bonartemis juvenilis</i>							1													2	
			稚型簍蛤	<i>Umbonium vesicarium</i>																				5	
			彩虹虫昌螺	<i>Pinguitellina robusta</i>			1					17					8						10	36	
		強壯櫻蛤	<i>Moerella rutila</i>			20			5	2	1	2			5	10	30	41			4		120		
鐘螺科 櫻蛤科	Trochidae	薄脆櫻蛤	<i>Moerella iridella</i>																		3	3			
		薄櫻蛤	<i>Nuculana gordonis takaoensis</i>																			1	1		
		高雄彎錦蛤	<i>Sinacchinocyanus mai</i>													7							8		
		馬氏海鏡	<i>Sclerobelemnon burgeri</i>													16							18		
總計				467	12	32	2	53	8	3	46	2	26	45	33	54	40	17	15		855				

表 2.2.6.4 100 年第二季調查之個體數、種數、均勻度與歧異度一覽表

	拖網1	拖網2	1A	1B	1D	1H	2A	2B	2C	3A	3B	3C	4A	4B	4M	5A	5B
種數	32	24	8	2	8	6	3	9	4	1	8	6	6	10	10	6	7
個體數	2431	228	38	2	127	9	3	62	10	1	44	66	38	61	41	31	58
均勻度	0.33	0.54	0.75	1.00	0.62	0.97	1.00	0.73	0.68	***	0.82	0.89	0.46	0.55	0.79	0.83	0.51
歧異度 (H')	1.13	1.71	1.55	0.69	1.29	1.74	1.10	1.61	0.94	0.00	1.70	1.60	0.83	1.26	1.83	1.48	0.99

表 2.2.6.5 100 年第二季底棲生物及拖網漁獲重量表(魚類) (gw)

類別	科	Family	種	Species	拖網1	拖網2	IA	IB	ID	IH	2A	2B	2C	3A	3B	3C	4A	4B	4M	5A	5B	總計		
土鯧科	Dasyatidae		尖背土鯧	<i>Dasyatis zugei</i>	500.00																	500.00		
			赤土鯧	<i>Dasyatis akajei</i>	950.00																			950.00
			黃土鯧	<i>Dasyatis bennetti</i>	4000.00																			4000.00
			橫帶棘線牛尾魚	<i>Grammophiltes scaber</i>	211.00																			211.00
			大頭白姑魚	<i>Pemahia macrocephalus</i>	819.30																			819.30
			皮氏叫姑魚	<i>Johnius belangerii</i>	254.00																			254.00
			紅牙魚或	<i>Otolithes ruber</i>	42.50																			42.50
			斑鱈白姑魚	<i>Pemahia puvak</i>	12.50																			12.50
			黃金鱈魚或	<i>Chrysochir aureus</i>	424.00																			473.00
			道氏叫姑魚	<i>Johnius dussumieri</i>	21.00																			21.00
合齒魚科	Synodontidae		鱈鱈叫姑魚	<i>Johnius distinctus</i>	55.30																	55.30		
			大頭花桿狗母	<i>Trachinocephalus myops</i>	23.00																		23.00	
			大鱈舌鰻	<i>Cynoglossus arel</i>	87.50																		87.50	
			布氏鬚鰻	<i>Paraplagusia blochii</i>	1550.00																		1550.00	
			雙線舌鰻	<i>Cynoglossus bilineatus</i>	741.00																		741.00	
			亞洲沙鰻	<i>Sillago asiatica</i>	61.50																		61.50	
			斑海鯰	<i>Arius maculatus</i>	2100.00	250.00																	2350.00	
			六絲馬鰩	<i>Polydactylus sexfilis</i>	100.00	120.00																	100.00	
			中國黃點鰻	<i>Platyrrhina sinensis</i>																				120.00
			鼠魚銜科	Callionymidae										0.39										0.39
鯉科	Engraulidae		斜棘魚銜屬	<i>Reponnecus</i> sp.																		28.60		
			綾鰻屬	<i>Thryssa</i> sp.	28.60																		28.60	
			黃斑鰻	<i>Photopectoralis bindus</i>	11.70	6.00																	17.70	
鰻科	Leiognathidae		黃斑鰻	<i>Photopectoralis bindus</i>	11.10																	11.10		
			細紋鰻	<i>Leiognathus berbis</i>		11.10																		11.10
總計				5687.90	6741.10						0.39											12429.39		

表 2.2.6.6 100 年第二季底棲生物及拖網漁獲重量表(節肢動物)(gw)

類別	科	Family	種	Species	拖網I	拖網2	1A	1B	ID	IH	2A	2B	2C	3A	3B	3C	4A	4B	4M	5A	5B	總計	
節肢動物	玉蟹科	Leucosiidae	頭蓋玉蟹	<i>Leucosia craniolepis</i>	7.50																	7.50	
	活額寄居蟹科	Diogenidae		<i>Diogenes fasciatus</i>		0.05		1.59	0.01		0.23	0.07	0.50	0.86	0.06	0.13			0.39	2.85		6.72	
	梭子蟹科	Portunidae	矛形梭子蟹	<i>Portunus hastatooides</i>	15.90	6.04										1.28							23.22
	對蝦科	Penaeidae	日本對蝦	<i>Penaeus japonicus</i>	50.00																		50.00
				角突仿對蝦	58.00	14.00																	72.00
				長角仿對蝦	6100.00	420.00	0.58	1.30			0.63	2.60	0.25	1.20	0.34	0.10	0.20	0.05	1.21	0.27			6528.73
				溝痕絨球蟹	40.00																		40.00
	黎明蟹科	Matutidae	勝利黎明蟹	<i>Matuta victor</i>	37.70	200.00													0.18		0.20		238.08
	關公蟹科	Dorippidae	蛛形平家蟹	<i>Heikea arachnoides</i>	10.20																		10.20
	總計					6269.30	690.04	0.63	2.89	0.01	0.86	2.67	0.25	1.70	1.19	1.43	0.51	0.05	1.60	3.32			6976.45

表 2.2.6.7 100 年第二季底棲生物及拖網漁獲重量表(軟體動物及其他)(gw)

類別	科	Family	種	拖網1	拖網2	1A	1B	1D	1H	2A	2B	2C	3A	3B	3C	4A	4B	4M	5A	5B	總計
刀螺科	Naticidae	Cultellidae	<i>Siliqua radiata</i>					0.29			0.02			0.02			1.00				1.33
		Naticidae	<i>Polinices didyna</i>	11.01										0.05				0.56			
玉螺科	Naticidae		<i>Sinum japonicum</i>	8.00																	8.00
			<i>Natica lineata</i>	857.09		0.11		1.22									0.53				
耳烏賊科	Sepioidae		<i>Polinices flemingianus</i>	3.33			0.10														3.33
			<i>Euprymna morsei</i>																		
抱蛤科	Corbulidae		<i>Solidicorbula erythrodon</i>	417.19	2.97				0.27		0.09			0.14		0.14	1.17	0.16	0.18		422.32
			<i>Ficus variegata</i>	200.00																	
枇杷螺科	Ficidae		<i>Hemifusus tuba</i>	63.36																	63.36
			<i>Phalium arsola</i>		4.35																
唐冠螺科	Cassidae			1100.00																	1100.00
			<i>Sepia pharaonis</i>																		
烏賊科	Sepiidae		<i>Mactra chinensis</i>	2.10		0.22	0.06	2.80	0.19	0.11	1.40	0.10		0.95	2.73	0.09	0.61	1.26		0.70	13.31
			<i>Mactra nipponica</i>			0.35												0.10			
馬珂蛤科	Mactridae		<i>Mactra inaequalis</i>																		1.59
			<i>Turricula javana</i>	4.98																	
捲管螺科	Turridae			4.50	16.24																20.74
			<i>Loligo japonica</i>																		
褶腕魚科	Loliginidae		<i>Telaso reeveana</i>					0.05		0.19								0.08			0.24
			<i>Nassarinus fratercula</i>	0.27		0.24		0.38	0.20	0.03					0.08	0.06	0.08	1.61			
織紋螺科	Nassaridae		<i>Veremolpa scabra</i>															0.24			0.24
			<i>Cyclosunetta comienpla</i>		0.94																0.14	1.08
簾蛤科	Veneridae		<i>Bonartemis juvenilis</i>						0.10												4.31
			<i>Umbonium vestiarium</i>	4.21		0.08					1.96				0.82						1.21	4.07
鐘螺科	Trochidae		<i>Pinguitellina robusta</i>			1.33		0.29	0.10	0.04	0.11			0.22	0.59	1.76	2.67		0.24		7.35
			<i>Moerella rutila</i>																0.38			0.38
標蛤科	Tellinidae		<i>Moerella iridella</i>																		0.13
			<i>Nuculana gordonis takaensis</i>																		
雙錐蛤科	Nuculanidae		<i>Sinatchinocyanus nazi</i>									0.09		0.45							0.54
			<i>Sclerobelemnon burgeri</i>	12.14											0.89	0.07					
樹星海膽科	Dendroasteridae			1576.84	1137.42	2.32	0.16	5.03	0.86	0.18	3.78	0.20	2.20	4.65	1.92	4.17	5.00	2.09	2.23	2.23	2749.04
			<i>Sclerobelemnon burgeri</i>																		
鈍尖海膽科	Kophobelemnidae																				
總計																					

2.2.7 哺乳類動物

1. 調查努力量與目擊率

本季已於 6/28 進行海上調查，本次調查航線為近岸航線與離岸 2 航線，近岸航線努力量為 36.11 km，離岸 2 航線努力量則為 0 km。由於當天平均浪級約為 2-3 級，在結束近岸航線調查之後，浪級升高，使得觀察人員受到浪花潑打影響而無法進行離岸 2 航線調查。本次調查在近岸與離岸 2 航線並無目擊任何中華白海豚。

目前累計一共執行過 9 趟次中華白海豚海上調查，有 3 趟次有目擊過中華白海豚。截至目前為止一共目擊 6 群次中華白海豚，其中在有效努力量期間共發現 5 群中華白海豚，無效努力量期間則發現 1 群中華白海豚。近岸航線與兩條離岸航線每季的目擊率結果如圖 2.2.7.1。

2. 空間分佈

目前累計發現的 6 群海豚其空間分佈如圖 2.2.7.2，最北發現至麥寮港北堤南側，最南發現至箔仔寮海域。其中一群具有母子對的群體則被發現在舊虎尾溪口海域。部分群體也發現會出現在離岸稍遠的區域，其中 1 群在離岸 2 航線附近的群體則是在舊虎尾溪口發現。

3. 環境因子

目前累計發現的 6 群海豚其接觸位置的各項環境因子如下：平均水表溫度 26.6°C (範圍：22.7 - 30.7 °C)、平均水表鹽度 33.63 ppt (範圍：31.7 - 34.5 ppt)、平均 pH 值 8.19 (範圍：8.02 - 8.29)、平均水深 12.63 m (範圍：9.1 - 15.9 m)、平均最近離岸距離 2.01 km (範圍：0.39 - 3.8 km)。

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平均目擊群次。

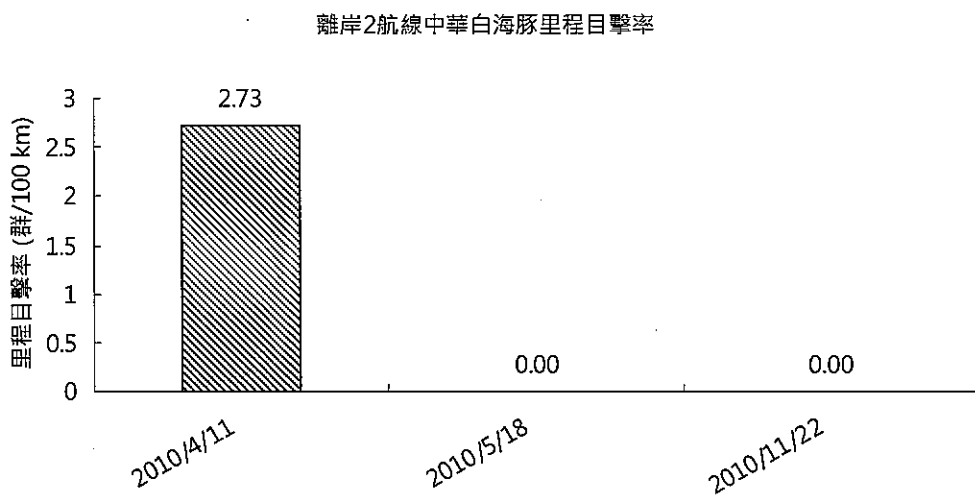
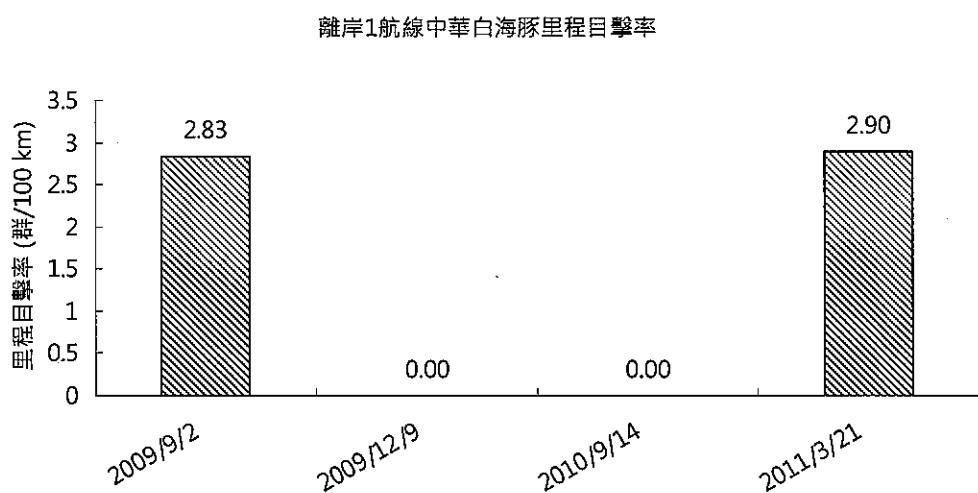
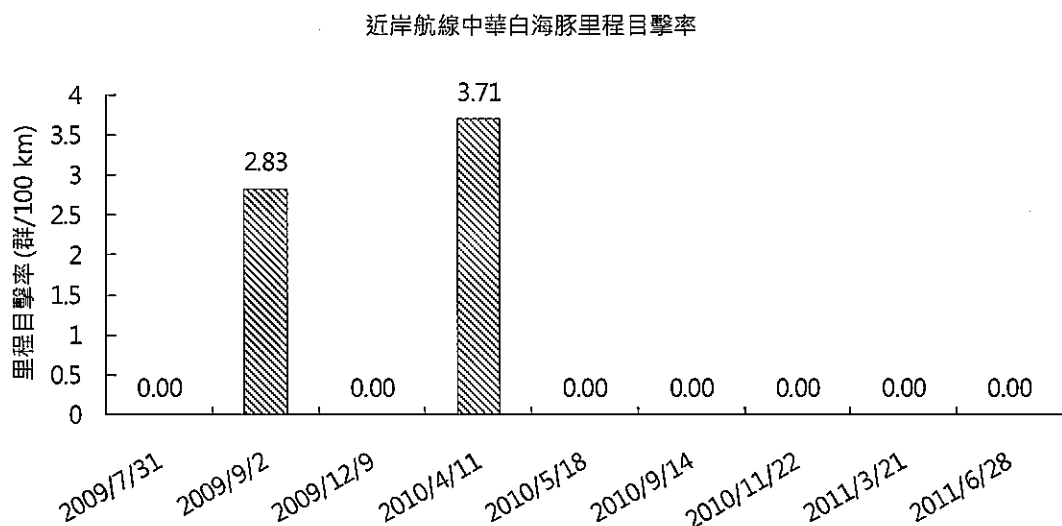


圖 2.2.7.2 中華白海豚目擊位置分佈圖。



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。整體而言各項水質參數之差異並不明顯，較歷年調查資料為低，其餘在溶解態重金屬元素方面，鐵元素最高濃度明顯略高於歷年調查資料，但其平均濃度與歷年調查資料相差不大，此外鉻(VI)之濃度比歷年調查資料稍高，其因可能是歷年調查資料錯誤，文獻報導海水中鉻(VI)的濃度範圍為0.15-0.5 $\mu\text{g/L}$ 之間(Murry et al., 1983; Sirinawin et al., 2000; Fang et al., 2006)，而歷年調查資料鉻(VI)之濃度約為0.01-0.05 $\mu\text{g/L}$ 之間，其資料可信度不高，其它元素資料相同，例如鉛元素，其歷年調查資料鉛濃度約在5 $\mu\text{g/L}$ 左右，此值比國際文獻報導近岸海水中之鉛濃度約為0.01-0.2 $\mu\text{g/L}$ (Burton and Statham, 1990)，高出50-100倍不等，因過去歷年重金屬元素濃度資料可信度不高，因此與歷年資料相比意義不大。

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與泥(< 0.062mm)粒徑為主，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，因歷年之資料只顯示平均值，100年第二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，100年第二季之重金屬元素濃度98-99年第二季之資料並無明顯相異，而98年第二季鎘與鋅濃度明顯偏高，但99-100年資料此情形並未發現。

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、鉛與鉻之最高濃度大都出現在矛形梭子蟹，鋅則是以舌鰻科有最高濃度出現(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。98年第二季亦有補獲大頭白姑魚，而99年第二季亦有補獲勝利黎明蟹，因此比較這三年此二種生物體重金屬元素濃度，比較資料列於表3.1.3.1，100年第二季補獲大頭白姑魚之鎘、銅、鎳與鋅濃度較98年濃度為低，而鉻與鉛濃度較98年濃度為高，但所有元素的濃度相差不明顯，為同一階濃度。100年第二季補獲勝利黎明蟹之鉻、銅、鉛與鋅濃度較99年濃度為高，尤其是銅與鋅濃度高出甚多，而鎘與鎳濃度較99年濃度為低，濃度相差2-3倍，為同一階濃度。這三年此二種生物體重金屬元素濃度有稍許不同，但濃度皆符合台灣衛生署設定水產品之濃度標準。

表3.1.3.1 98與100年第二季台塑麥寮海域補獲相同生物體重金屬元素濃度比較

生物樣品		Cd (mg/kg)	Cr (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Ni (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Zn (mg/kg)
大頭白 姑魚	98 年	0.023	1.152	3.21	1.427	0.018	28.94
	100 年	0.004	1.556	1.267	0.536	0.039	21.73
勝利黎 明蟹	99 年	1.661	0.36	12.60	1.15	0.200	2.14
	100 年	0.513	2.268	43.13	0.872	0.363	82.80

圖3.1.1.1 83-100歷年第二季水質資料調查比較

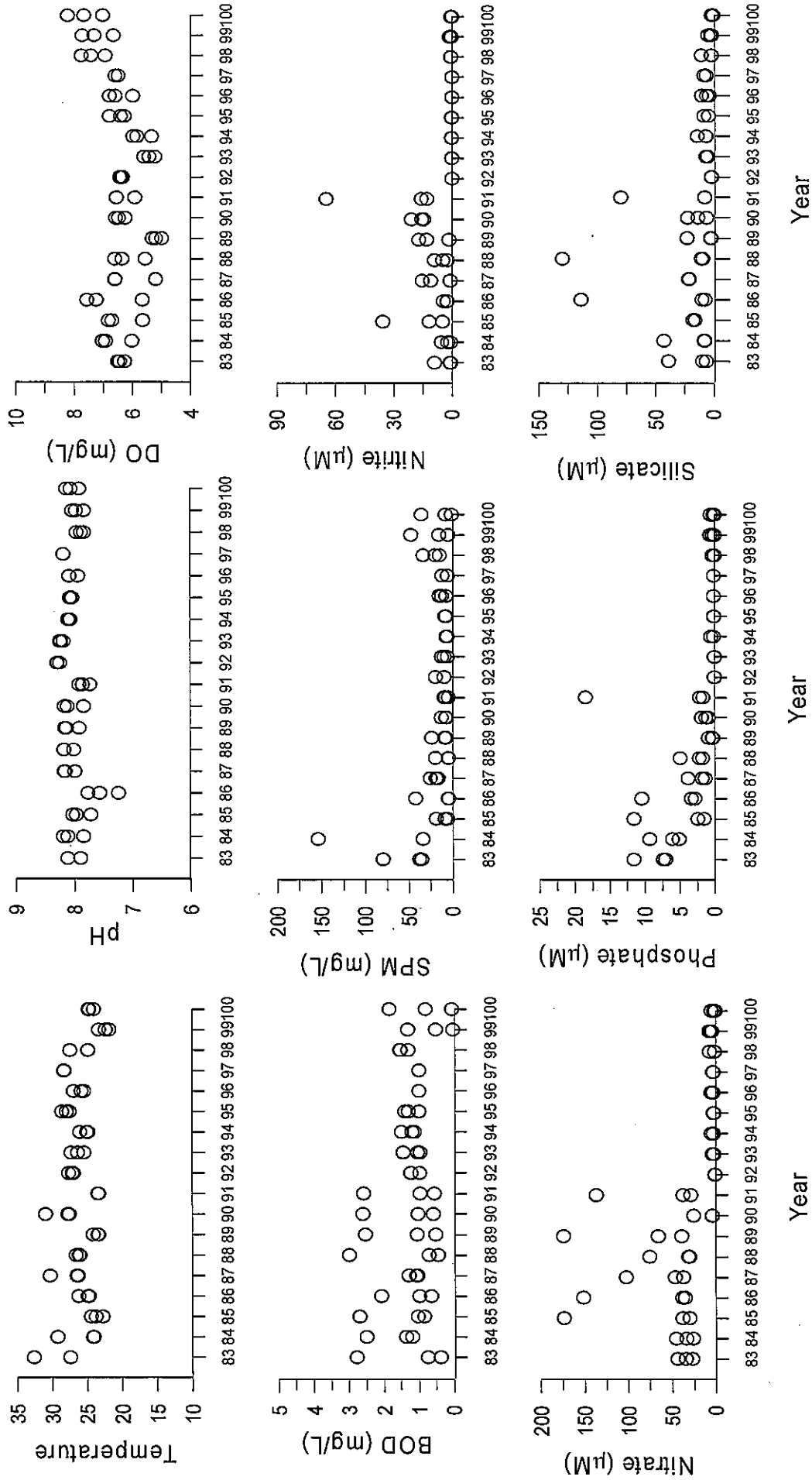


圖3.1.1.1 83-100歷年第二季水質資料調查比較續

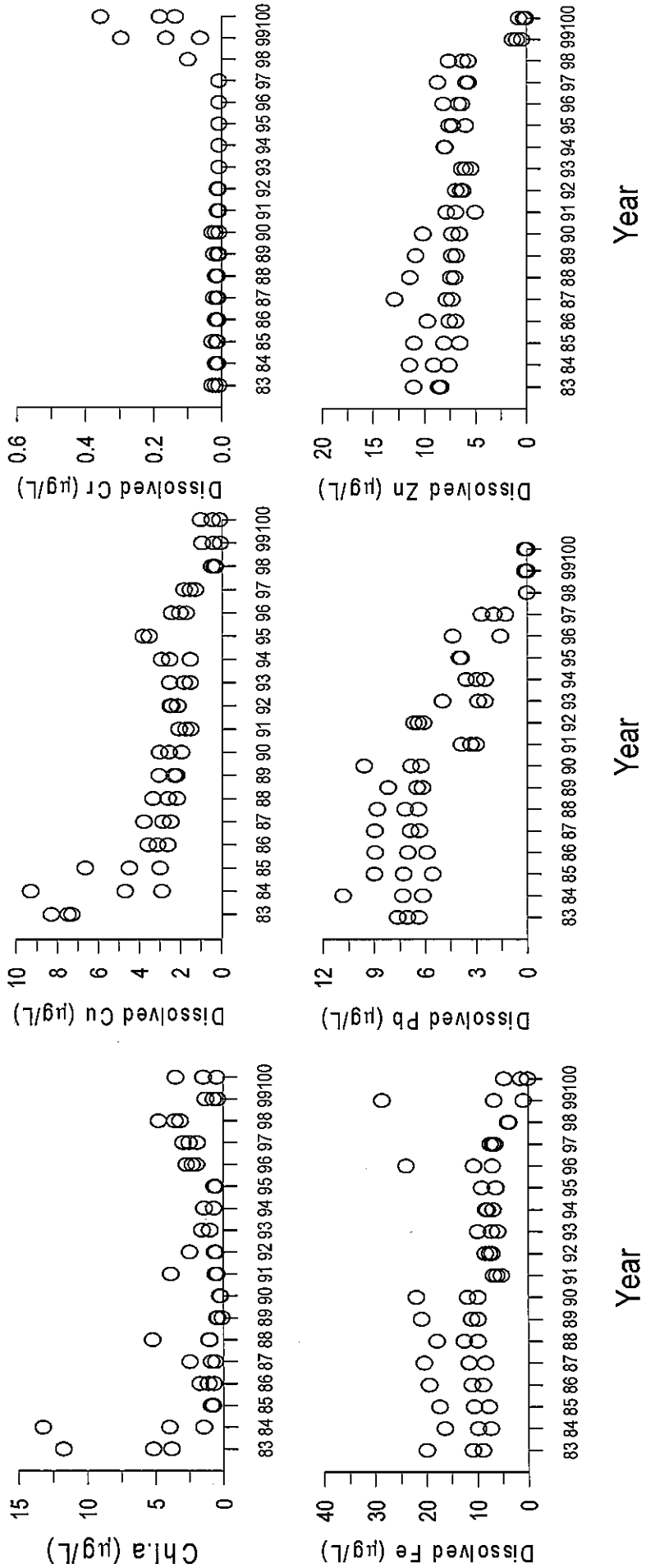
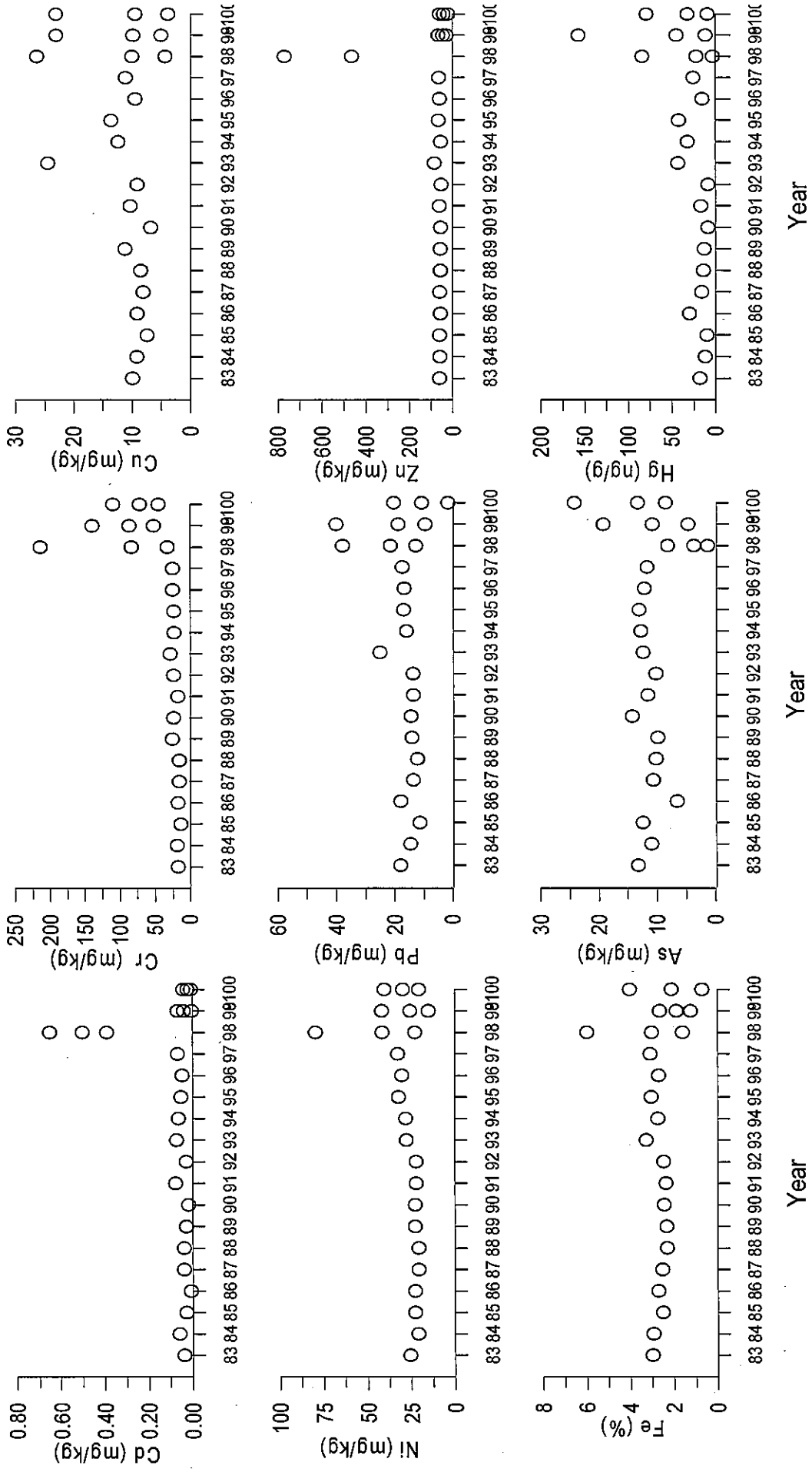


圖3.1.2.1 83-100歷年第二季沉積物重金屬元素調查比較



3.1.4 植物性浮游生物

如將近六年來六輕海域第二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，2006年主要以束毛藻(*Trichodesmium* sp.)、丹麥細柱藻(*Leptocylindrus danicus*)以及旋鏈角刺藻(*Chaetoceros curvisetus*)較佔優勢，在遠岸測線A中束毛藻(*Trichodesmium* sp.)為最優勢種，相對豐度可達51%以上；2007年3條測線皆以環紋勞德藻(*Lauderia borealis*)為最優勢種類，相對豐度皆可達20%以上；2008年時環紋勞德藻(*Lauderia borealis*)繼續佔有一席之地，不過相對豐度不若2007年高；2009年取而代之的是丹麥細柱藻(*Leptocylindrus danicus*)，其在3條測線所佔的份量皆可達15%以上，不過測線C則以旋鏈角刺藻(*Chaetoceros curvisetus*)較佔優勢，相對豐度為23.5%；2010年三個海域的優勢種變化亦不大，菱形海線藻(*Thalassionema nitzschioides*)為遠岸海域和近岸海域的第一優勢種，而沿岸海域則以丹麥細柱藻(*Leptocylindrus danicus*)最佔優勢，相對豐度達到58.3%，其餘常見的種類還有環紋勞德藻(*Lauderia borealis*)、閃光原甲藻(*Prorocentrum micans*)和小細柱藻(*Leptocylindrus minimus*)等；而今年第一季各海域的優勢種亦有所不同，遠岸海域的最優勢種類為丹麥細柱藻(*Leptocylindrus danicus*)，相對豐度達20.0%，而近岸海域則以旋鏈角刺藻(*Chaetoceros curvisetus*)較佔優勢，相對豐度為19.0%，至於沿岸海域的最優勢種類則同樣為丹麥細柱藻(*Leptocylindrus danicus*)，相對豐度可達21.0%之多，其餘如環紋勞德藻(*Lauderia borealis*)和柔弱擬菱形藻(*Pseudonitzschia delicatissima*)等也都是本季各海域常見的優勢種(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($3.7 \pm 0.2 \times 10^4$ cells/L)，與羅(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差不多，如跟前幾季相比本季豐度較前兩季高出甚多，是歷次調查的第二高，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，而在本調查中則以第一季和第四季則豐度較少，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二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)
2006	<i>Trichodesmium</i> sp. (束毛藻,51.1%) <i>Leptocylindrus danicus</i> (丹麥細柱藻,10.6%)	<i>Trichodesmium</i> sp. (束毛藻,35.5%) <i>Leptocylindrus danicus</i> (丹麥細柱藻,22.5%) <i>Thalassiothrix frauenfeldii</i> (伏恩海毛藻,12.3%)	<i>Chaetoceros curvisetus</i> (旋鏈角刺藻,42.3%) <i>Leptocylindrus danicus</i> (丹麥細柱藻,34.2%) <i>Rhizosolenia stolterfothii</i> (斯拖根管藻,18.7%)
2007	<i>Lauderia borealis</i> (環紋勞德藻,20.6%) <i>Thalassiothrix subtilis</i> (細弱海鏈藻,15.6%) <i>Rhizosolenia styliformis</i> (筆尖根管藻,10.9%)	<i>Lauderia borealis</i> (環紋勞德藻,32.8%) <i>Chaetoceros curvisetus</i> (旋鏈角刺藻,10.1%)	<i>Lauderia borealis</i> (環紋勞德藻,27.5%) <i>Rhizosolenia styliformis</i> (筆尖根管藻,12.9%) <i>Skeletonema costatum</i> (骨條藻,11.0%)
2008	<i>Lauderia borealis</i> (環紋勞德藻,8.4%) <i>Trichodesmium</i> sp. (束毛藻,8.2%) <i>Rhizosolenia styliformis</i> (筆尖根管藻,6.7%)	<i>Lauderia borealis</i> (環紋勞德藻,11.7%) <i>Chaetoceros curvisetus</i> (旋鏈角刺藻,8.8%) <i>Trichodesmium</i> sp. (束毛藻,7.5%)	<i>Thalassiosira hyalina</i> (透明海鏈藻,10.2%) <i>Lauderia borealis</i> (環紋勞德藻,9.3%) <i>Leptocylindrus danicus</i> (丹麥細柱藻,8.7%)
2009	<i>Leptocylindrus danicus</i> (丹麥細柱藻,15.4%) <i>Pseudonitzschia delicatissima</i> (柔弱擬菱形藻,10.8%) <i>Thalassionema nitzschioides</i> (菱形海線藻,9.5%)	<i>Leptocylindrus danicus</i> (丹麥細柱藻,16.7%) <i>Thalassiosira rotula</i> (圓海鏈藻,15.1%) <i>Pseudonitzschia delicatissima</i> (柔弱擬菱形藻,11.4%)	<i>Chaetoceros curvisetus</i> (旋鏈角刺藻,23.5%) <i>Leptocylindrus danicus</i> (丹麥細柱藻,20.4%) <i>Lauderia borealis</i> (環紋勞德藻,19.6%)
2010	<i>Thalassionema nitzschioides</i> (菱形海線藻,21.5%) <i>Biddulphia aurita</i> (長耳盒形藻,10.0%) <i>Prorocentrum micans</i> (閃光原甲藻,9.3%)	<i>Thalassionema nitzschioides</i> (菱形海線藻,16.7%) <i>Lauderia borealis</i> (環紋勞德藻,11.4%) <i>Prorocentrum micans</i> (閃光原甲藻,9.0%)	<i>Leptocylindrus danicus</i> (丹麥細柱藻,58.3%) <i>Leptocylindrus minimus</i> (小細柱藻,9.8%) <i>Rhizosolenia stolterfothii</i> (斯拖根管藻,9.7%)
2011	<i>Leptocylindrus danicus</i> (丹麥細柱藻,20.0%) <i>Chaetoceros curvisetus</i> (旋鏈角刺藻,16.8%) <i>Lauderia borealis</i> (環紋勞德藻,11.0%)	<i>Chaetoceros curvisetus</i> (旋鏈角刺藻,19.0%) <i>Leptocylindrus danicus</i> (丹麥細柱藻,18.3%) <i>Lauderia borealis</i> (環紋勞德藻,12.8%)	<i>Leptocylindrus danicus</i> (丹麥細柱藻,21.0%) <i>Chaetoceros curvisetus</i> (旋鏈角刺藻,14.5%) <i>Pseudonitzschia delicatissima</i> (柔弱擬菱形藻,14.3%)

3.1.5 動物性浮游生物

圖 3.1.5.1a 與 3.1.5.1b 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，本季浮游動物個體量上升並與 98 年第二季、99 年第二、三季與 100 年第一季相若，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 3.2.5.2，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 9 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 9 季調查以來的平均豐度最高值，但目前尚缺乏本年度第三與第四季資料加以比較與闡述是否此現象為單季的特殊現象或是整年度平均豐度皆高於 98 與 99 年度，這部分需等到本年度第四季報告時再加以探討。

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 83-100 年歷年第二季參察六輕附近海域浮游動物個體量比較圖

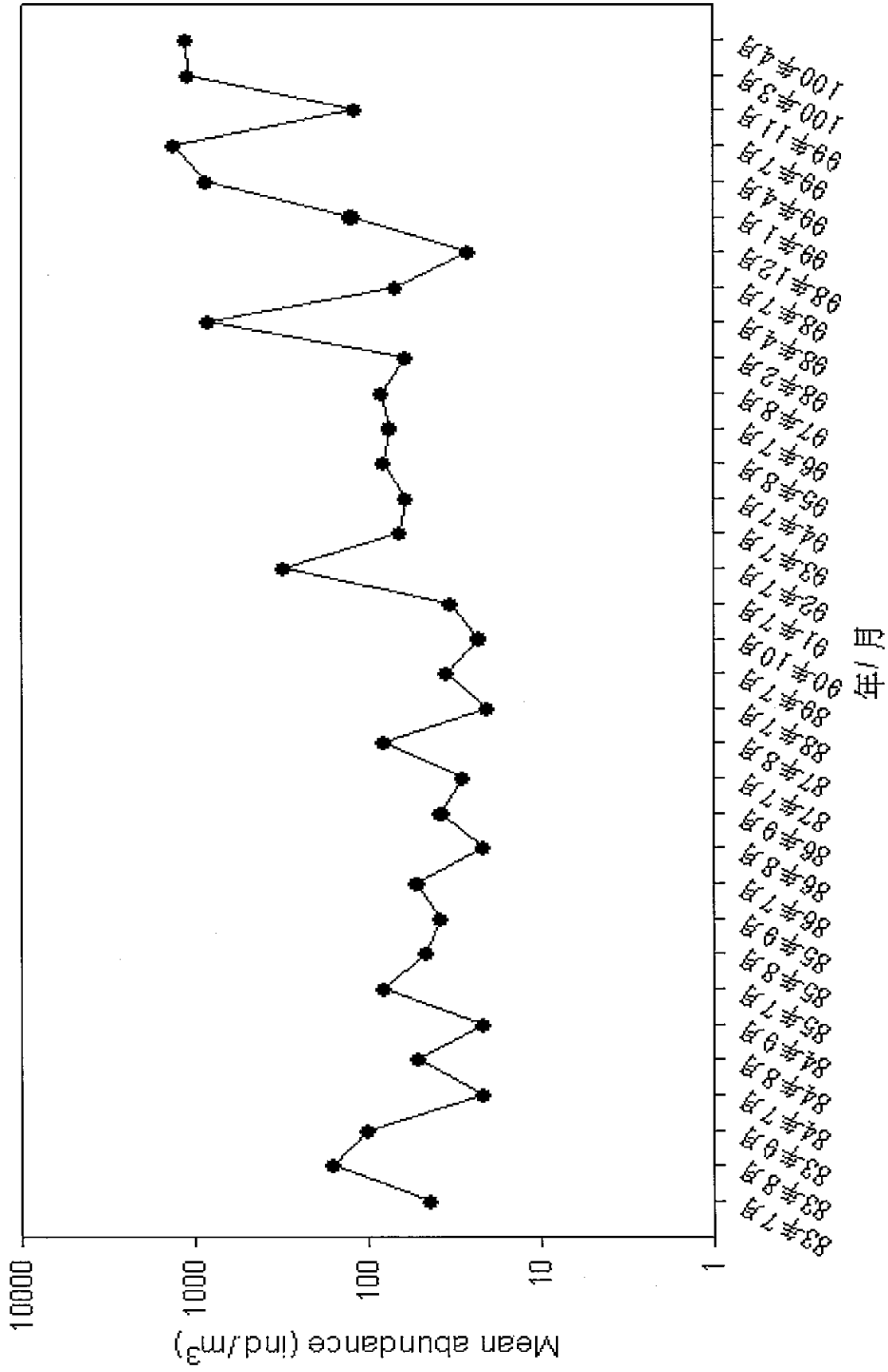


圖 3.1.5.1b 83-100 年歷年第二季參察六輕附近海域浮游動物生體量比較圖

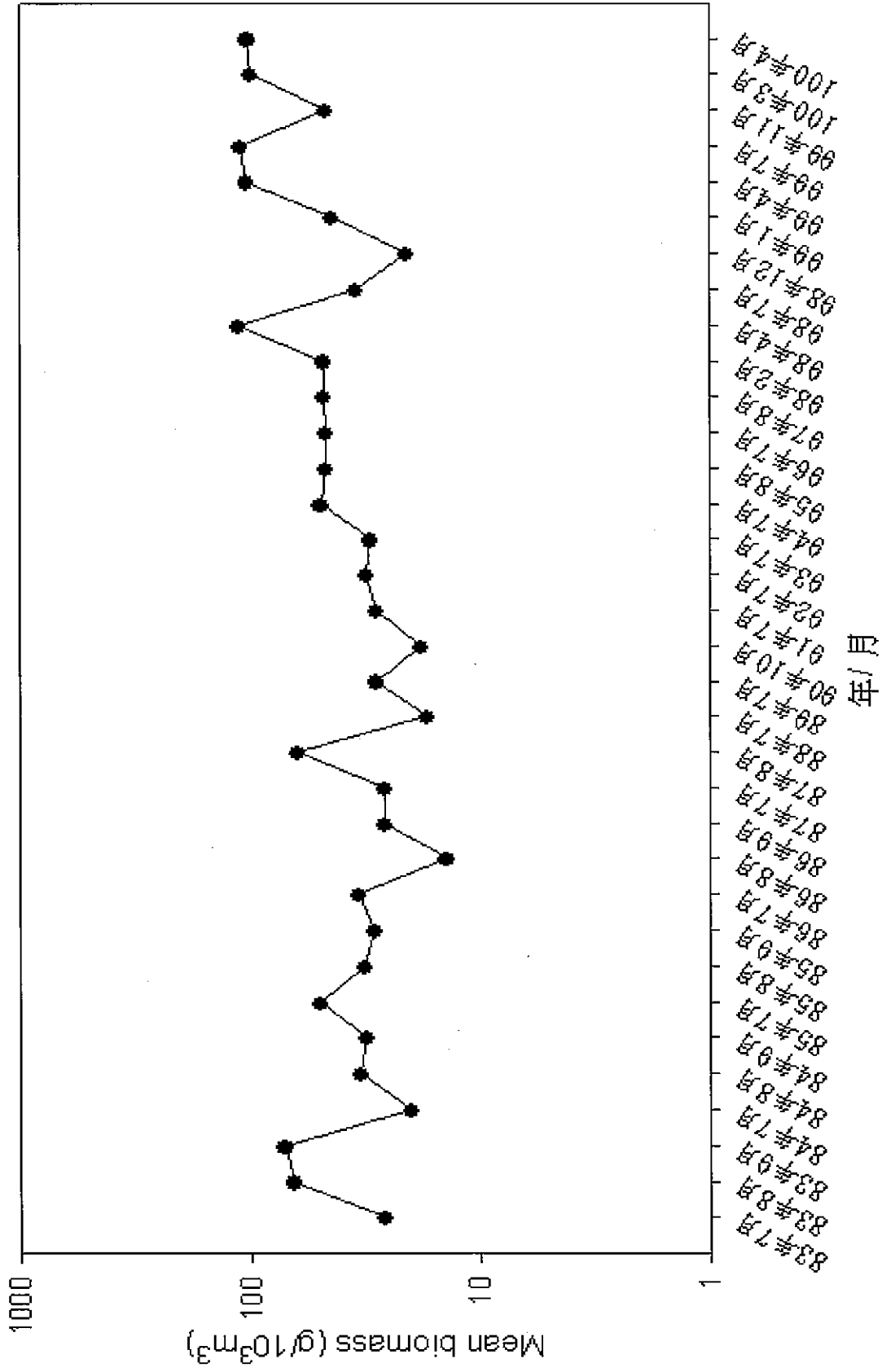


圖 3.1.5.2 98、99 與 100 年度各季參寮六輕附近海域浮游動物平均豐度、平均生體量與記錄動物門比較圖

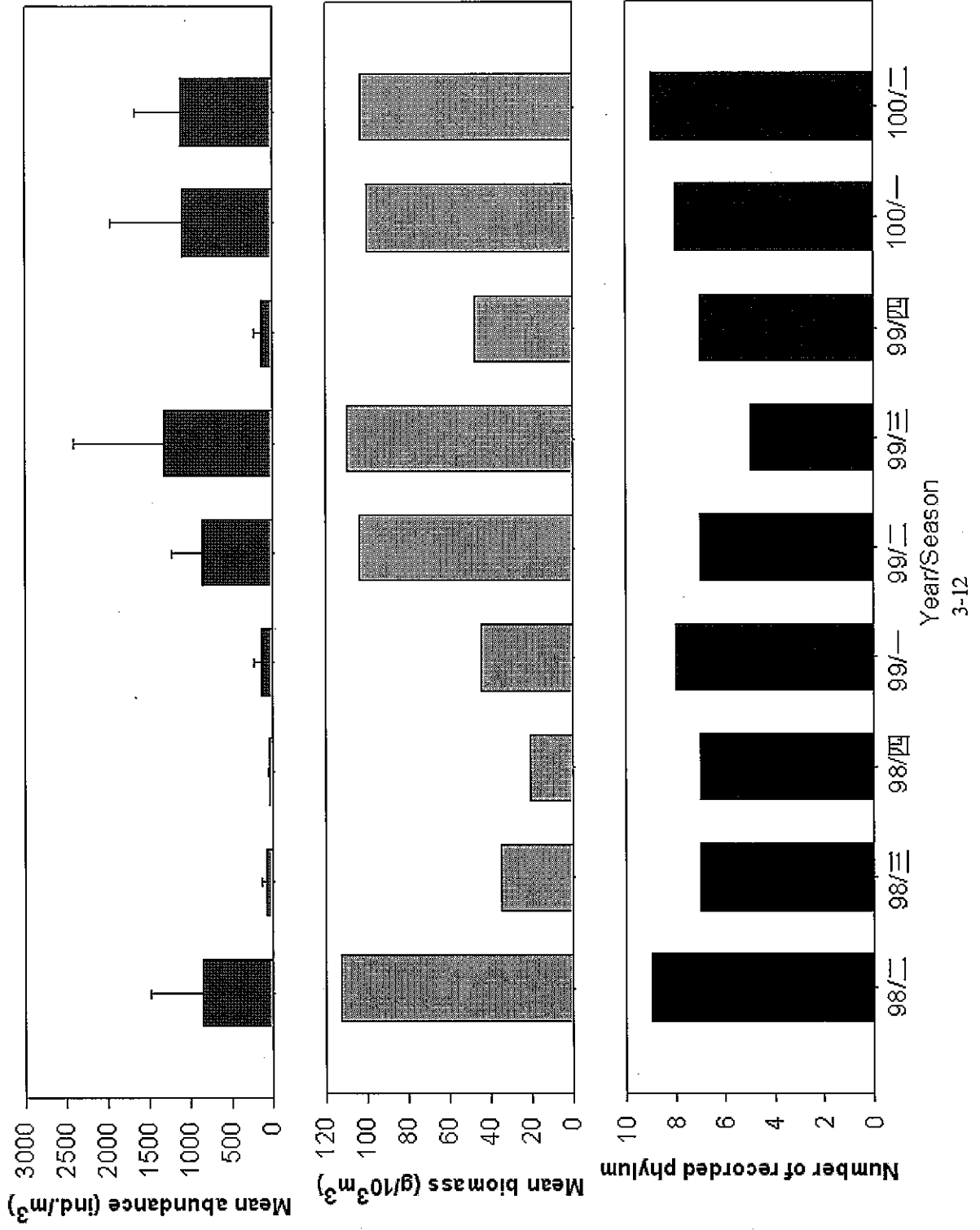
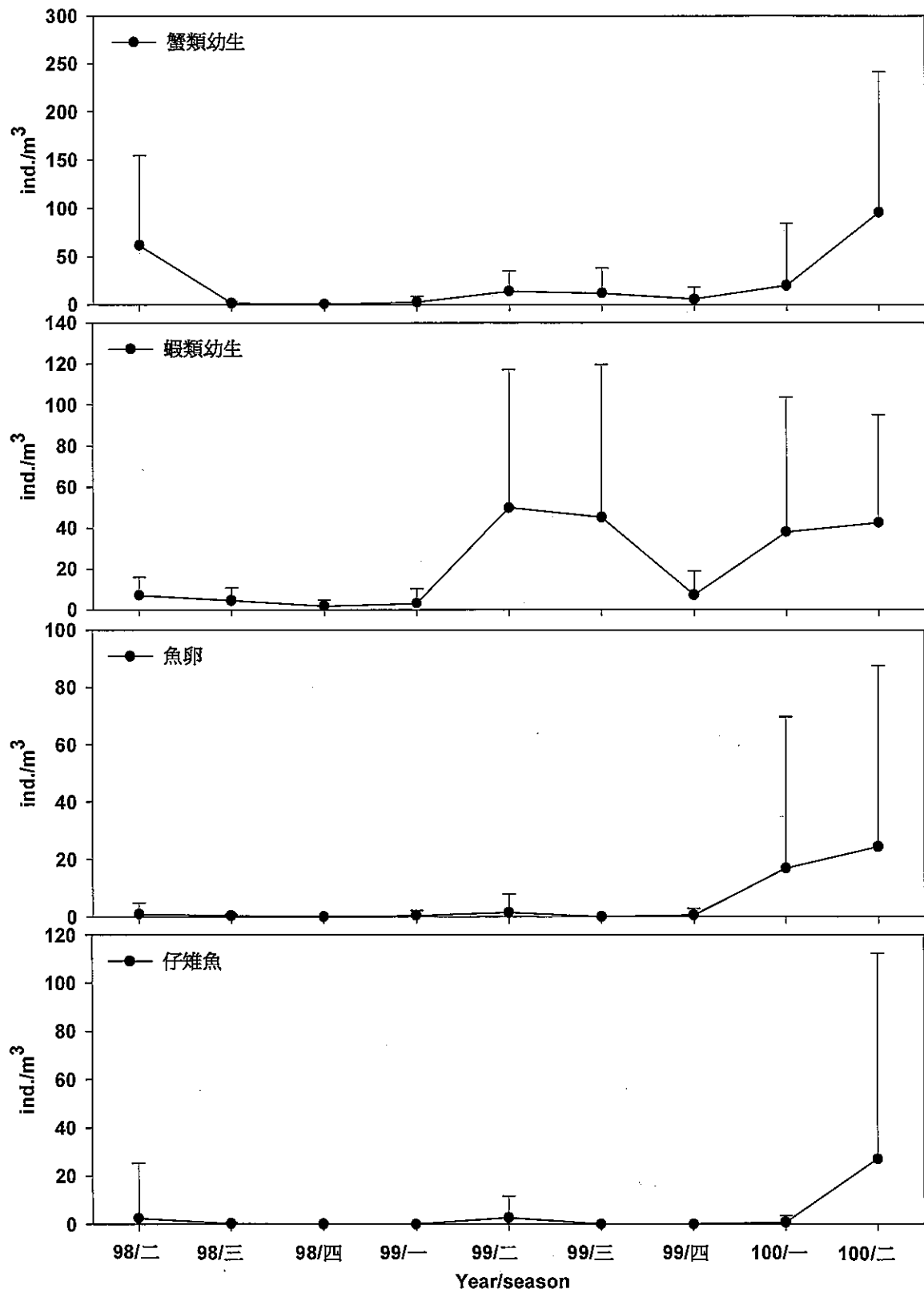


圖 3.1.5.3 98-100 年度各季麥寮六輕附近海域 4 類經濟性浮游幼生平均豐度變化圖



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 17 科 24 種 591 尾，種數與尾數較前一季之採樣並無太大之變化，以節肢動物及軟體動物占多數，其中以灰塘區測站 1D 採獲到之活額寄居蟹科 (Diogenidae) 寄居蟹 (*Diogenes fasciatus*) 最多，共 66 尾。與上一季以新虎尾溪河口 4M 採獲之抱蛤科 (Corbulidae) 紅唇抱蛤 (*Solidicorbula erythrodon*) (共採獲 117 尾) 為優勢之結果不同。

在本季中除灰塘區 1D 測站的寄居蟹 (*Diogenes fasciatus*) (66 尾) 和中華馬珂蛤 (*Mactra chinensis*) (38 尾) 及近岸測站 4B 的強壯櫻蛤 (*Pinguitellina robusta*) (41 尾) 採獲較多外 (表 2.6.6.2、表 2.6.6.3)，其餘測站種類採獲之尾數並不高，大多小於 30 尾，推測某些種類可能因為生殖、索餌，以及潮流帶動等因素，而造成生物數量的變動。另外 15 個測站皆有採獲生物，僅遠岸測站 3A 只採獲 1 種生物個體 (1 尾) 最少，種類為對蝦科 (Penaeidae) 長角仿對蝦 (*Parapenaeopsis hardiwickii*)。

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)、抱蛤科 (Corbulidae) 與櫻蛤科 (Tellinidae) 為主，此次的採樣結果顯示，優勢種亦以活額寄居蟹科為主，數量上占 30.3%；櫻蛤科居第二位，占 22.1%；馬珂蛤科居第三位，占 19.4% (表 3.1.6.1)。此結果與歷年記錄之優勢種類類似。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) 及濱螺科 (Littorinidae) 為主，此次的採樣結果顯示，優勢種以活額寄居蟹科為主，占 27.6%；居第二位者為鈍矢海鰓科，約占 21.1%，第三位則為馬珂蛤科，占 21.1%。顯示優勢組成與歷年稍有不同，但與去年同一季之優勢組成一致 (表 3.1.6.2)。

蝦拖網漁獲部份，近岸測站所捕獲的生物種數以近岸拖網測站較多；在尾數上，魚類、甲殼類以及軟體動物亦是近岸測站多於遠岸，

與上一季(100 年第 1 季)之結果不同；而歧異度指數則以遠岸稍高於近岸測站。採樣數量的優勢種類以甲殼類的對蝦科(Penaeidae)占 70.6%最多，重量占 30.1%；其次為軟體動物的抱蛤科(Corbulidae) 占 10.5%，重量占 1.9%。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，採獲多為經濟性種類，主要有魚類的舌鰷科(Cynoglossidae)與石首魚科(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。本季的蝦拖網調查，總數量較 100 年第 1 季有明顯減少，優勢類別仍為對蝦科，採獲數量和重量稍有減少，經與當地漁民實際訪談後，發現今年春季以來，麥寮地區拖網的漁獲量變動很大，而此結果是否與季節的變化有關，仍待評估。將 100 年第 2 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及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具不同的緣故。而潮間帶測站(2C、3C)及亞潮帶測站並無差異，可能原因為各測站棲地環境相似所造成。

由 83 年至 100 年第 2 季之底棲生物調查結果比較中，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與櫻蛤科，兩者在歷年的調查中經常出現並為優勢類群(表 3.1.6.1)，而本季在兩者的採獲密度上，較往年為高，分別為 12.0 及 8.77 (尾數/網次)，僅次於去年(表 3.1.6.6)。在潮間帶採樣部分，其優勢種類主要亦為活額寄居蟹科，佔採獲數量 27.6%，採獲密度為 10.5(尾數/網次)(表 3.1.6.6-3.1.6.10)，與去年同時期的優勢組成一致，但和往年相比有所出入(表 3.1.6.2)，此結果產生原因可能為氣候或整體環境的變遷所造成，例如：今年之春季較晚到來且較寒冷。

在蝦拖網結果部份，與歷年第 2 季比較，本季的軟體動物、節肢動物和魚類記錄數量皆有上升，分別採獲軟體動物 478 尾，節肢動物 1902 尾，魚類 278 尾，三者數量皆為歷年記錄之最高(圖 3.1.6.2)。

圖 3.1.6.1 100 年第二季之底棲生態調查空間分析結果圖

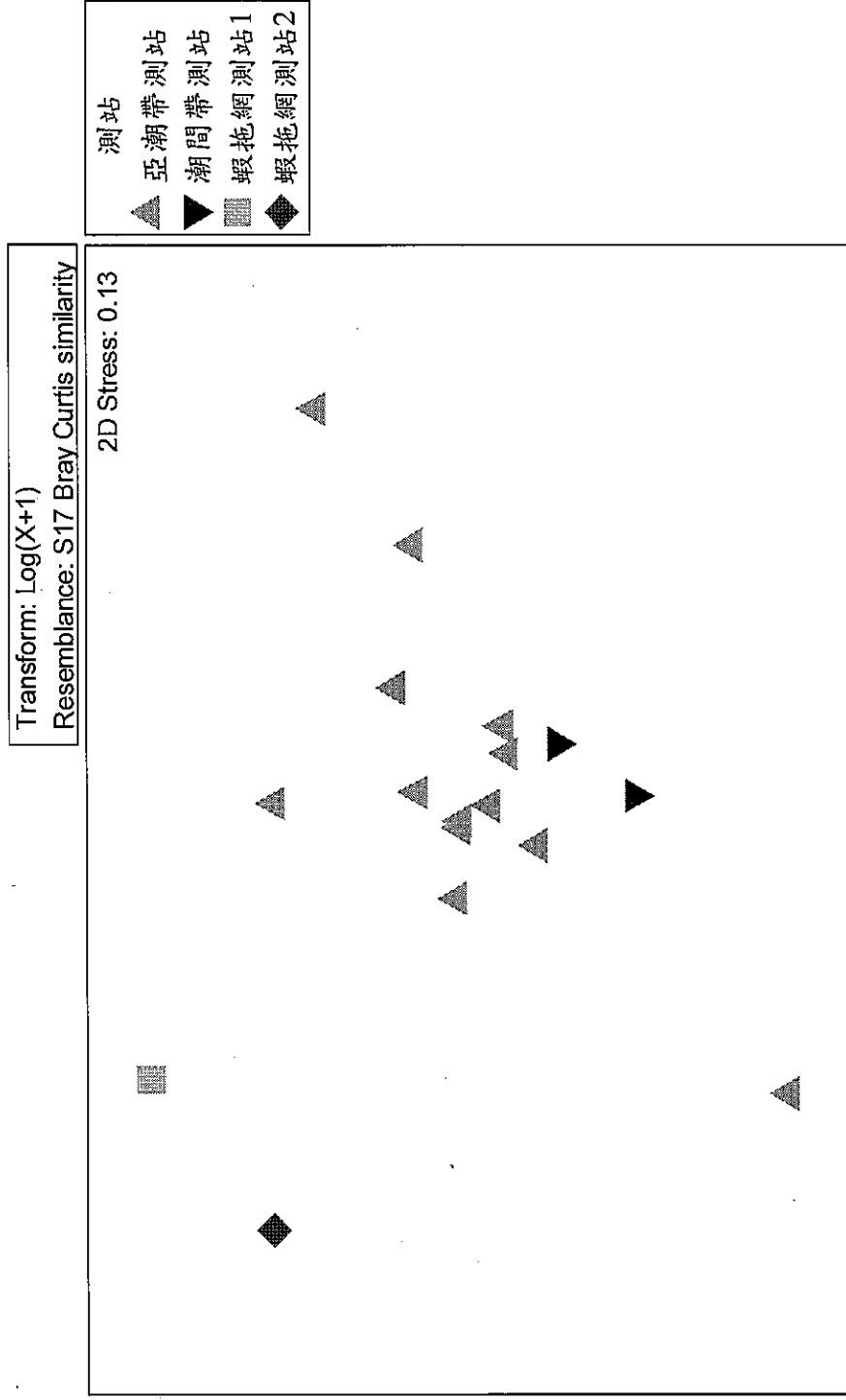


圖 3.1.6.2 歷年第二季麥寮附近蝦拖網調查結果比較圖

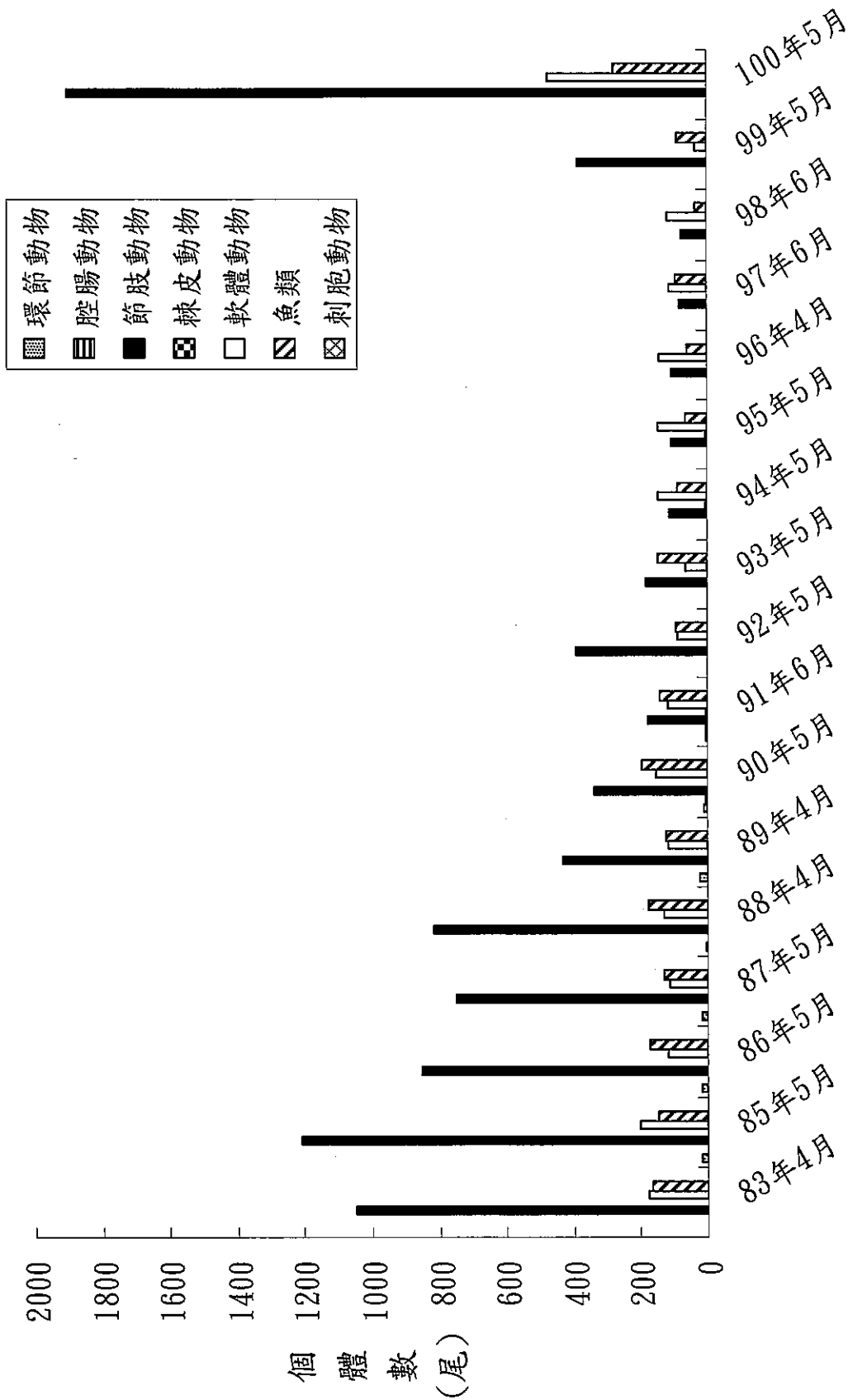


表 3.1.6.1 歷年第二季亞潮帶底棲動物調查之優勢種類及所佔數量百分比(%)

	Diogenidae	Penaeidae	Portunidae	Sergestidae	Corbulidae	Mastridae	Nassariidae	Tellinidae	Trochidae	Veneridae
	活額寄居蟹科	對蝦科	梭子蟹科	櫻蝦科	抱蛤科	馬珂蛤科	織紋螺科	櫻蛤科	馬蹄螺科	簾蛤科
83年4月					18.8(2)			26.3(1)		
84年5月	13.4(3)						18.7(1)			18.2(2)
85年5月	11.5(3)				22.1(1)			13.5(2)		
86年5月	12.3(3)				12.8(2)			10.6(4)		33.2(1)
87年5月					20.3(1)			12.6(2)		
87年6月	11.0(2)				23.9(1)				11.0(2)	
88年4月	16.0(3)				21.6(2)			24.4(1)		
89年4月										10.0(1)
90年5月										9.6(1)
91年6月	10.8(1)									
92年5月	15.2(3)						17.8(2)	23.1(1)		
93年5月	15.0(2)			11.0(3)				20.8(1)		
94年5月	9.6(2)									11.5(1)
95年5月	9.6(2)	12.1(1)								
96年4月		12.4(2)	12.7(1)							
97年6月		10.9(3)	10.7(4)					12.4(1)		11.2(2)
98年6月		12.4(2)	12.7(1)							
99年5月	69.4(1)					5.9(3)		18.7(2)		
100年5月	30.3(1)					19.4(3)		22.1(2)		

表 3.1.6.2 歷年第二季潮間帶底棲動物調查之優勢種類及所佔數量百分比(%)

	活額寄居蟹科	方蟹科	和尚蟹科	沙蟹科	玉蟹科	長臂蟹科	櫻蝦科	藍蛤科	薄殼蛤科	濱螺科	馬珂蛤科	結螺科	櫻蛤科	Veneridae	多毛類	Kophobolennidae
83年4月				10.2(2)	10.2(2)				37.3(1)							
84年5月		13.9(3)						19.4(2)	22.2(1)						19.4(2)	
85年5月		32.8(1)											11.3(2)			
86年5月		19.5(3)				28.6(1)							28.6(1)			
87年5月		32.5(1)	21.3(2)						11.3(3)				11.3(3)			
88年4月		17.9(2)	16.1(3)					12.5(4)			21.4(1)					
89年4月		32.3(1)					12.9(2)								12.9(2)	
90年5月		14.3(1)					10.0(3)								12.9(2)	
91年6月	13.2(1)	13.2(1)												13.2(1)		
92年5月							93.2(1)									
93年5月		18.4(1)														
94年5月			12.1(1)					12.1(1)			10.3(2)			12.1(1)		
95年5月							10.0(1)									
96年4月		24.6(1)	11.5(3)						14.8(2)							
97年6月		9.0(2)											14.0(1)			
98年6月		24.6(1)	11.5(3)					14.8(2)								
99年5月	40.0(1)									23.3(3)			26.7(2)			
100年5月	27.6(1)								17.1(3)							21.1(2)

表 3.1.6.3 83-85 年麥寮附近海域第二季亞潮帶底棲動物之種類與其採獲密度

月別	83.04	83.05	83.06	84.04	84.05	84.06	85.04	85.05									
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									
Annelida (環節動物)																	
Polychaeta				0.2	0.75%	0.2	0.99%	0.1	0.48%								
Crustacea (節肢動物)																	
<i>Acees</i> sp.				0.1	0.37%		0.2	0.93%									
<i>Diogenes</i> sp.	10.8	14.81%	7.1	14.85%	2.6	9.96%	4.8	17.91%	2.5	13.37%	2.7	13.30%	2.3	10.65%	2.4	11.54%	
<i>Dorippe</i> sp.					0.2	0.77%	0.1	0.37%	0.1	0.49%					0.6	2.88%	
<i>Hippa</i> sp.																	
Isopoda	0.1	0.14%					0.1	0.37%									
<i>Leptocheila</i> sp.															0.6	2.88%	
<i>Leucosia craniolaris</i>				0.2	0.75%	0.3	1.60%	0.6	2.96%								
<i>Matuta</i> sp.	0.2	0.27%			0.1	0.38%								0.2	0.93%	0.3	1.44%
Majidae																	
<i>Parapeneopsis cornuta</i>														0.4	1.85%	0.4	1.92%
<i>Parapeneopsis hardwickii</i>	0.2	0.27%	1.1	2.30%	0.5	1.92%	0.1	0.37%	0.4	1.97%	0.4	1.97%	0.6	2.78%	0.1	0.48%	
<i>Parapeneopsis sculptilis</i>					0.2	0.42%	0.3	1.49%									
<i>Penaeus</i> sp.																	
<i>Portunus hastatoides</i>					1.2	2.51%	0.4	1.49%	0.7	3.45%	0.7	3.45%	0.3	1.39%	0.1	0.48%	
Rhizopinae															0.2	0.96%	
<i>Squilla</i> sp.	0.1	0.14%															
Unknown (shrimp)																	
Coelenterata (腔腸動物)																	
Penatulacea																	
Actiniaria																	
Echinodermata (棘皮動物)																	
Clypeastroidea	0.1	0.14%															

表 3.1.6.3 83-85 年麥寮附近海域第二季亞潮帶底棲動物之種類與其採獲密度.....續

月別	83.04	83.05	83.06	84.04	84.05	84.06	85.04	85.05
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
Mollusca (軟體動物)								
<i>Chiton</i> sp.	1.4	1.92%		0.2	0.75%			
<i>Circe</i> sp.	0.7	0.96%	0.7	2.68%	0.8	4.28%	1.4	6.48%
<i>Corbula formosensis</i>	13.7	18.79%	6.0	22.99%	1.8	9.63%	3.7	18.23%
<i>Cyclosunetta concinna</i>	4.5	6.17%	2.0	7.66%	3.4	18.18%	2.3	11.33%
<i>Hastula</i> sp.	0.6	0.82%		0.2	0.75%			
<i>Macoma</i> sp.	19.2	26.34%	3.9	14.94%	1.3	6.95%	1.8	8.87%
<i>Meretrix</i> sp.	2.2	3.02%	0.4	1.53%	0.4	2.14%	0.8	3.94%
<i>Moerella</i> sp.			0.4	1.53%	0.2	1.07%	0.2	0.99%
<i>Natica lineata</i>	0.9	1.23%	0.2	0.77%			0.3	1.48%
<i>Neverita</i> sp.	0.2	0.27%			0.2	1.07%		
<i>Nitidotellina</i> sp.			0.5	1.92%	0.2	1.07%		
<i>Phaiium</i> sp.	0.1	0.14%						
<i>Reticunassa</i> sp.	0.2	0.27%	0.1	0.38%	0.4	2.14%	0.5	2.46%
<i>Siliqua</i> sp.			0.2	0.77%	0.2	0.75%		
<i>Simum</i> sp.			0.1	0.38%	0.3	1.60%	0.4	1.97%
<i>Solidicorbula erythrodon</i>	0.1	0.14%		0.4	1.49%			
Turridae							0.1	0.49%
<i>Umbonium</i> sp.	9.6	13.17%	2.9	11.11%	1.5	8.02%	2.3	11.33%
<i>Zeuxis</i> sp.	7.7	10.56%	4.5	17.24%	3.5	18.72%	2.5	12.32%
Pisces (魚類)								
Callionymidae	0.3	0.41%	0.3	1.15%	0.5	2.67%	0.3	1.48%
<i>Cynoglossus</i> sp.			0.2	0.77%	0.2	1.07%	0.2	0.99%
<i>Trachinocephalus myops</i>					0.3	1.60%		
Total (總計)	72.9	47.8	26.1	26.8	18.7	20.3	21.6	20.8
H' (歧異度)	0.68	0.66	0.69	0.77	0.71	0.72	0.76	0.71

表 3.1.6.4 85-88 年麥寮附近海域第二季亞潮帶底棲動物之種類與其採獲密度

月別	85.06	86.04	86.05	86.06	87.04	87.05	88.04
種類	平均值	百分比	平均值	百分比	平均值	百分比	平均值
Coelenterata (腔腸動物)							
<i>Pennatulacea</i>	0.1	0.51%			0.2	0.60%	0.3
<i>Actinaria</i>			0.1	0.53%			
Annelida (環節動物)							
<i>Polychaeta</i>							0.9
Crustacea (節肢動物)							
<i>Acetes</i> sp.					0.3	0.91%	0.7
<i>Alpheus</i> sp.			0.2	0.83%			
<i>Cherybdis</i> sp.			1.5	10.00%			
<i>Diogenes</i> sp.	2.1	10.71%	2.4	12.70%	3.8	11.48%	4.0
<i>Dorippe</i> sp.					0.1	0.30%	0.1
<i>Hippa</i> sp.							
<i>Leptocheta</i> sp.	0.1	0.51%					
<i>Leucosia craniolaris</i>			0.3	1.25%			
<i>Lysmata</i> sp.			0.3	1.25%			
<i>Maja</i> sp.							
<i>Matuta</i> sp.	0.3	1.53%	0.2	1.06%	0.3	0.91%	0.2
<i>Metapenaeus</i> sp.							
<i>Parapenaeopsis cornuta</i>	0.9	4.59%	0.4	2.12%	0.6	2.50%	0.5
<i>Parapenaeopsis hardwickii</i>	0.2	1.02%	0.2	1.06%	0.4	1.67%	0.3
<i>Penaeus</i> sp.			0.1	0.42%			
<i>Portunus hastatoides</i>	0.5	2.55%	0.3	1.59%	0.5	9.33%	0.5
<i>Portunus sanguinolentus</i>							
<i>Rhizopinae</i>					0.2	0.50%	0.1
<i>Squillaeidae</i>					0.5	1.24%	
					0.4	0.99%	

表 3.1.6.4 85-88 年麥寮附近海域第二季亞潮帶底棲動物之種類與其採獲密度.....續

月別	85.06	86.04	86.05	86.06	87.04	87.05	88.04
種類	平均値	百分比	平均値	百分比	平均値	百分比	平均値
Mollusca (軟體動物)							
<i>Chion</i> sp.			0.2	0.83%			
<i>Circe</i> sp.	1.2	6.12%	2.2	11.64%	4.8	20.00%	2.9
Corbulidae					7.1	21.45%	
<i>Corbula formosensis</i>	2.2	11.22%	3.4	17.99%	3.0	12.50%	0.5
<i>Cyclosunetta concinna</i>	3.8	19.39%	0.9	4.76%	0.5	2.08%	0.7
<i>Hastula</i> sp.	0.1	0.51%					
<i>Macoma</i> sp.	2.4	12.24%	4.7	24.87%	2.5	10.42%	1.9
<i>Meretrix</i> sp.	1.4	7.14%	3.2	16.93%	3.0	12.50%	2.0
<i>Moerella</i> sp.			0.1	0.53%			
Nassariidae							
<i>Natica lineata</i>	0.9	4.59%	0.3	1.59%	0.2	0.83%	0.5
<i>Neverita</i> sp.	0.1	0.51%					
<i>Nitiatotellina</i> sp.			0.4	2.12%			
<i>Reituncassa</i> sp.	0.2	1.02%	0.2	1.06%			
<i>Siliqua</i> sp.			0.1	0.53%	0.2	0.83%	0.2
<i>Sinum</i> sp.	0.3	1.53%	0.4	2.12%	0.4	1.67%	0.5
<i>Solidicorbula erythrodon</i>			0.4	2.12%			
Tellinidae							
<i>Theora</i> sp.			0.4	1.67%			
Trochidae							
<i>Umbovium</i> sp.	0.7	3.57%					
Veneridae							
<i>Zeuxis</i> sp.	1.6	8.16%	0.5	2.65%	2.9	12.08%	1.8
Pisces (魚類)							
Callionymidae							
<i>Chrysochir aureus</i>	0.2	1.02%	0.1	0.53%			
<i>Cynoglossus</i> sp.			0.3	1.59%			
<i>Solea ovata</i>			0.1	0.42%			
Sipunculoidea (星口動物)							
Total (總計)	19.6	18.9	24.0		33.1		25.0
H' (歧異度)	0.71	0.65	0.70	0.67	0.74	0.87	0.76

表 3.1.6.5 89-95 年麥寮附近海域第二季亞潮帶底棲動物之種類與其採獲密度

月別	89.04	90.05	91.06	92.05	93.05	94.05	95.05
種類	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)							
<i>Polychaeta</i>	1.4	6.36%	1.4	6.09%	0.2	0.37%	0.5
Crustacea (節肢動物)							
<i>Acetes</i> sp.	1.0	4.55%	1.2	5.22%	0.3	0.68%	0.5
<i>Alpheus</i> sp.	1.4	6.36%	1.3	5.65%	0.7	1.29%	1.0
<i>Balanus trigonus</i>					0.2	0.37%	0.5
Calappidae					0.7	1.29%	1.0
<i>Charybdis</i> sp.	0.7	3.18%	0.2	0.87%	1.0	2.28%	1.0
<i>Diogenes</i> sp.			0.6	3.14%	6.6	15.03%	2.8
<i>Doclea canalifera</i>	0.4	1.82%	1.3	7.17%	9.6	17.74%	2.8
<i>Dordanus crassimanus</i>			2.0	10.76%			
<i>Dorippe</i> sp.					0.1	0.18%	
<i>Heikea japonica</i>					0.1	0.18%	0.7
<i>Hippa</i> sp.					0.1	0.18%	
<i>Matuta</i> sp.	1.1	5.00%	1.3	5.65%	0.2	0.37%	0.3
<i>Metapenaeus</i> sp.	0.7	3.18%	0.7	3.04%	0.2	0.37%	0.68%
<i>Parapenaeopsis cornuta</i>	0.6	2.73%	0.7	3.04%	0.8	4.04%	
<i>Parapenaeopsis hardwickii</i>	0.7	3.18%	0.8	3.48%	0.8	4.04%	
Penaeidae							
Pinnotheridae					0.8	1.48%	2.1
Portunidae					0.9	1.66%	2.6
<i>Portunus hastatoides</i>	0.9	4.09%	1.2	5.22%	2.4	5.47%	2.6
<i>Portunus sanguinolentus</i>	1.0	4.55%	0.8	3.48%	4.8	10.93%	2.1
Sergestidae					0.3	0.68%	2.1
Sicyonidae					0.2	0.46%	0.3
<i>Sicyonia cristata</i>			0.3	1.79%	0.3	0.68%	0.3
Squillidae					0.2	0.46%	0.2
Echinodermata(棘皮動物)							
<i>Arachnoides placenta</i>					1.8	3.33%	
Ophiuroidea	0.1	0.45%	0.2	0.87%			0.4
Scutellidae					0.3	1.18%	0.4
<i>Sinachinocyamus mai</i>			0.3	1.79%	1.3	2.96%	1.39%

表 3.1.6.5 89-95 年麥察附近海域第二季亞潮帶底棲動物之種類與其採獲密度.....續

月別	89.04	90.05	91.06	92.05	93.05	94.05	95.05
種類	平均值	百分比	平均值	百分比	平均值	百分比	平均值
Mollusca (軟體動物)							
Arcidae						0.1	0.39%
<i>Babylonia areolata</i>			0.6	3.14%			0.2
Corbulidae	0.6	2.61%	1.3	6.73%	10.4	19.22%	1.3
Donacidae			0.2	0.90%	3.7	6.84%	1.6
<i>Gadilina coruscum</i>					14.6	26.99%	
<i>Moerella</i> sp.			11.3	20.89%	3.6	8.20%	2.1
Nassaritidae	0.4	1.82%	1.3	2.40%	0.3	0.68%	1.6
Naticidae	0.1	0.45%	0.3	1.30%			
<i>Natica lineata</i>			0.5	0.92%			
Neverita sp.							
<i>Nitiatellina</i> sp.	0.5	2.27%	0.5	2.17%			
<i>Octopus ocellatus</i>					0.2	0.46%	
<i>Phalium decussatum</i>					0.1	0.18%	
<i>Phaxas attenuatus</i>					0.1	0.18%	
Sepiidae			0.3	1.79%			0.3
<i>Siliqua</i> sp.							
Solenidae							
Steridae							
Tellinidae	1.7	7.73%	0.5	2.69%	3.1	5.73%	2.4
<i>Turritella terebra</i>			0.4	2.24%			0.6
Trochidae	1.1	5.00%	1.6	8.52%	0.1	0.18%	1.3
Veneridae	5.6	25.45%	2.4	3.14%	2.9	5.36%	2.5
Pisces (魚類)							
Apogonidae							0.5
<i>Arius maculatus</i>	0.4	1.74%	0.2	0.90%			
Callionymidae	0.8	3.64%	0.6	2.61%			1.57%
Cynoglossidae	0.8	3.64%	0.3	1.35%	0.3	0.55%	0.4
<i>Grammophilus scaber</i>					0.2	0.46%	0.7
Leioqmalhidae	0.5	2.27%	0.5	2.17%	0.1	0.18%	2.43%
<i>Saurida elongata</i>							
Soleidae							
<i>Solea ovata</i>			0.2	0.90%			
Sparidae			0.4	1.39%			1.57%
Total (總計)	22.0		18.6		54.1	43.9	28.8
H' (歧異度)	0.79	0.86	1.00	0.60	1.00	1.06	1.14

表 3.1.6.6 96-100 年麥寮附近海域第二季亞潮帶底棲動物之種類與其採獲密度

月別	96.04	97.06	98.06	99.05	100.05	百分比	平均値	百分比	平均値	百分比
月別										
種類										
Cnidaria (刺胞動物)										
Kophobelemnidae										
Annelida (環節動物)										
Polychaeta	0.4	1.39%	0.3	1.04%	0.6	2.36%			0.08	0.19%
<i>Neanthes diversicolor</i>										
Crustacea (節肢動物)										
Calappidae	1.8	6.25%	1.1	3.82%	1.3	5.12%			12.00	30.29%
Diogenidae	1.3	4.51%	2.4	8.33%	1.3	5.12%	88.6	69.4%		
<i>Dorippe sp.</i>			0.7	2.43%			0.1	0.1%		
Matutidae							0.1	0.1%	0.15	0.39%
Nannosquillidae	0.2	0.69%	0.2	0.69%	0.2	0.79%				
Pinnotheridae	3.5	12.15%	3.6	12.50%	2.0	7.87%	0.3	0.2%	0.08	0.19%
Portunidae	3.3	11.46%	3.8	13.19%	2.1	8.27%	2.5	2.0%	2.00	5.05%
Penacidae							0.2	0.1%		
Matutidae										
Sergestidae	1.8	6.25%	1.7	5.90%	2.1	8.27%				
Sicyoniidae			0.3	1.04%	0.3	1.18%				
Squillidae	0.2	0.69%	0.3	0.69%	0.2	0.79%				
Echinodermata (棘皮動物)										
Scutellidae	0.2	0.69%	0.3	1.04%	0.3	1.18%				
Mollusca (軟體動物)										
Arcidae	0.2	0.69%	0.2	0.69%	0.1	0.39%			0.2	0.1%
Corbulidae	1.2	4.17%	1.2	4.17%	2.0	7.87%			2.8	2.2%
Cultellidae									0.5	0.4%
Donacidae	1.3	4.51%	1.5	5.21%	1.0	3.94%			7.5	5.9%
Mactridae									0.1	0.1%
Nassaridae	0.9	3.13%	1.5	5.21%	2.0	7.87%			0.54	1.36%
Naticidae	1.4	4.86%	1.3	4.51%	1.8	7.09%			0.08	0.19%
Nuculanidae										
<i>Ostropus ocellatus</i>	0.2	0.69%							0.08	0.19%
Sepioidae										
Steridae	0.7	2.43%	1.2	4.17%	0.4	1.57%			0.08	0.19%
Tellinidae	2.0	6.94%	4.2	14.58%	1.6	6.30%			8.77	22.14%
Trochidae	2.0	6.94%	1.9	6.60%	2.0	7.87%	23.9	18.7%	2.77	6.99%
Veneridae	2.5	8.68%	3.9	13.54%	2.9	11.42%	0.5	0.4%	0.23	0.58%
Branchiostomidae (文昌魚科)										
Pisces (魚類)										
Callionymidae	0.5	1.74%	0.5	1.74%	0.4	1.57%			0.08	0.19%
Cynoglossidae	0.6	2.08%	0.6	2.08%	0.6	2.36%				
Leioqnalhidae	0.3	1.04%	0.3	1.04%						
Soleidae					0.4	1.57%				
Sparidae	0.4	1.39%	0.4	1.39%						
Total (總計)	26.8		33.1		25.6		127.7		39.62	
H' (歧異度)	1.14		1.22		1.22		1.12		1.24	

表 3.1.6.7 83-85 年麥寮附近海域第二季潮間帶底棲動物之種類與其採獲密度

月別 種類	83.04	83.05	83.06	84.04	84.05	84.06	85.04
	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)							
<i>Polychaeta</i>				2.5	15.15%	1	5.00%
<i>Alpheus</i> sp.		0.5	1.64%			0.5	2.50%
Crustacea (節肢動物)							
<i>Amphipoda</i>							1.0
<i>Helice tridens</i>	1.5	5.08%	2.0	16.67%	2.0	11.11%	1.0
<i>Hemigrapsus penicillatus</i>	1.0	3.39%	1.0	8.33%	2.0	11.11%	1.0
<i>Metopograpsus messor</i>		0.5	1.64%		0.5	2.78%	
<i>Macrophthalmus abbreviatus</i>	0.5	1.69%	3.0	9.84%	3.0	16.67%	
<i>Mitelyris brevidactylus</i>	2.5	8.47%		2.5	20.83%		2.5
<i>Ocyrode cordimana</i>	0.5	1.69%					
<i>Parasarma pictum</i>	1.0	3.39%	4.0	32.79%	2.0	11.11%	4.0
<i>Perisesarma bidens</i>				1.5	9.09%	8.0	40.00%
<i>Philyra pisum</i>	3.0	10.17%	3.5	11.48%	0.5	3.03%	
<i>Scopimera globosa</i>	1.0	3.39%	2.0	6.56%			
<i>Uca</i> sp.	3.0	10.17%	0.5	4.17%	1.0	6.06%	2.0
<i>Upogebia major</i>	0.5	1.69%	0.5	1.64%			10.00%
Mollusca (軟體動物)							
<i>Cerithiopsisilla</i> sp.	2.5	8.47%	3.0	9.84%	2.5	15.15%	3.0
<i>Corbicula</i> sp.			0.5	4.17%			
<i>Laternula</i> sp.	11.0	37.29%	3.5	11.48%	1.5	12.50%	3.5
<i>Littoraria</i> sp.				2.5	15.15%	3.5	17.50%
<i>Mactra</i> sp.					4.0	22.22%	
<i>Meretrix</i> sp.	1.5	5.08%		1.5	9.09%	0.5	2.50%
<i>Meretrix lusoria</i>							4.0
<i>Moerella</i>				6.5	39.39%	1.0	5.00%
<i>Mytilidae</i>							24.24%
Total (總計)	29.5	30.5	12	16.5	18.0	20.0	16.5
H' (歧異度)	0.75	0.73	0.56	0.57	0.67	0.57	0.62

表 3.1.6.8 85-87 年麥寮附近海域第二季潮間帶底棲動物之種類與其採獲密度

月別	85.05	85.06	86.04	86.05	86.06	87.04	87.05				
種類	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)											
Polychaeta			2.5	14.29%	1.0	2.60%	0.5	2.70%	2.0	7.14%	
Crustacea (節肢動物)											
<i>Alpheus</i> sp.	0.5	1.64%									
<i>Helice</i> sp.			1.0	5.71%	0.5	1.30%					
<i>Hemigrapsus penicillatus</i>	1.5	4.92%									
<i>Macrophthalmus abbreviatus</i>	0.5	1.64%									
<i>Macrophthalmus japonicus</i>					0.5	1.39%					
<i>Macrophthalmus banzai</i>											
<i>Metopograpsus messor</i>	4.5	14.75%	1.0	2.78%	0.5	1.30%	0.5	2.70%	1.0	3.57%	
<i>Mictyris brevidactylus</i>			6.0	16.67%							
<i>Pagurus</i> sp.											
<i>Palaemon orientis</i>					11.0	28.57%					
<i>Perisesarma bidens</i>	10.0	32.79%	5.5	15.28%	7.5	19.48%	11.5	62.16%	1.5	5.36%	
<i>Parasesarma pictum</i>	0.5	1.64%	1.5	4.17%	0.5	2.86%			8.0	28.57%	
<i>Philyra pisum</i>									1.5	5.36%	
<i>Scopimera globosa</i>									1.5	5.36%	
<i>Uca</i> sp.			0.5	1.39%					0.5	1.79%	
<i>Upogebia</i> sp.											
Mollusca (軟體動物)											
<i>Cyclina sinensis</i>		57.38%	1.5	4.17%	48.61%	45.71%				67.57%	
<i>Laternula</i> sp.	7.0	19.44%	3.5	20.00%			1.5	8.11%	1.0	3.57%	
<i>Liza</i> sp.							3.0	7.79%			
<i>Littoraria</i> sp.									6.0	21.43%	
<i>Mactra</i> sp.											
<i>Meretrix</i> sp.	4.0	13.11%	1.5	8.57%	1.0	2.60%	1.5	8.11%			
<i>Meretrix lusoria</i>			7.5	20.83%	1.5	8.57%	2.5	13.51%			
<i>Moerella</i> sp.	9.0	29.51%									
<i>Soletilina</i> sp.			0.5	1.39%							
Tellinidae									0.5	1.79%	
Veneridae									3.5	12.50%	
Pisces (魚類)											
Gobiidae											
Total (總計)	30.5		36.0		17.5		38.5		18.5		40.0
H' (歧異度)	0.61		0.60		0.60		0.49		0.39		0.76

表 3.1.6.9 88-94 年麥寮附近海域第二季潮間帶底棲動物之種類與其採獲密度

月別 種類	88.04	89.04	90.05	91.06	92.05	93.05	94.05
	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	平均值	百分比
Coelenterata (腔腸動物)							
Pennatulacea					0.5	2.63%	
Annelida (環節動物)							
<i>Neanthes diversicolor</i>					2.5	13.16%	1.0
Polychaeta	0.5	1.79%	4.0	12.90%	3.0	8.57%	
Crustacea (節肢動物)							
<i>Acetes intermedius</i>							
<i>Alpheus</i> sp.			3.5	10.00%			
Diogenidae			4.5	12.86%	0.5	0.30%	
<i>Dorippe polita</i>							
<i>Ficus ficus</i>			0.5	1.43%			
<i>Gaetice depressus</i>			2.0	5.71%	1.5	5.66%	
Grapsidae	1.5	4.84%					
<i>Heikea japonica</i>					3.5	13.21%	
<i>Helice</i> sp.	0.5	1.79%					
<i>Hemigrapsus penicillatus</i>	1.5	5.36%	6.0	19.35%	5.0	14.29%	
<i>Macrophthalmus banzai</i>	1.5	5.36%			1.0	3.77%	
<i>Metopograpsus messor</i>			3.5	11.29%	2.5	7.14%	
<i>Micyris brevidactylus</i>	4.5	16.07%	2.5	8.06%	1.5	4.29%	
Ocypodidae							0.5
<i>Parasesarma pictum</i>	5.0	17.86%	2.5	8.06%	1.5	4.29%	
<i>Parapenaeopsis hardwickii</i>							
<i>Perisesarma bidens</i>					0.5	0.30%	
Portunidae							
<i>Philyra pisum</i>							
<i>Uca</i> sp.	2.5	8.93%	2.0	6.45%	2.5	7.14%	
<i>Upogebia</i> sp.							
Xanthidae							1.0

表 3.1.6.9 88-94 年麥寮附近海域第二季潮間帶底棲動物之種類與其採獲密度.....續

月別	88.04	89.04	90.05	91.06	92.05	93.05	94.05
種類	平均值	百分比	平均值	百分比	平均值	百分比	平均值
Mollusca (軟體動物)							
<i>Batillaria zonalis</i>				0.5	1.89%		
Corbulidae		3.0	9.68%		157.5	93.20%	
Gerithiade							1.0
<i>Laternula</i> sp.	3.5	12.50%	1.5	4.84%	0.5	0.30%	
<i>Littoraria</i> sp.	1.0	3.57%		1.0	3.77%	1.0	3.5
Moricidae					2.0	1.18%	3.5
<i>Moerella</i> sp.		0.5	1.61%				3.5
Nassariidae					2.5	1.48%	1
<i>Natica lineate</i>					1.0	0.59%	
<i>Neverita vesicalis</i>				1.0	3.77%	0.5	0.30%
Tellinidae	6.0	21.43%					
Veneridae	1.5	5.36%		6.0	22.64%	3.0	1.78%
Total (總計)	28.0	31.0	35.0	108.6	169.0	19.0	29.0
H' (歧異度)	0.84	0.53	0.49	0.99	0.37	0.89	1.07

表 3.1.6.10 95-100 年麥寮附近海域第二季潮間帶底棲動物之種類與其採獲密度

月別	95.05	96.04	97.06	98.06	99.05	100.05
種類	平均值	百分比	平均值	百分比	平均值	百分比
Cnidaria (刺胞動物)						
Kophobelemnidae					8	21.05%
Coelenterata (腔腸動物)						
Pennatulacea						
Annelida (環節動物)						
<i>Neanthes diversicolor</i>	0.5	1.64%	1.0	3.45%		
Polychaeta						
Crustacea (節肢動物)						
<i>Acetes intermedius</i>						
<i>Alpheus</i> sp.						
Calappidae	1.5	5.17%	0.5	1.64%	3.5	11.48%
Diogenidae	4.5	15.52%	2.0	6.56%	3.5	11.48%
<i>Dorippe polita</i>	0.5	1.72%	7.5	24.59%	9.0	29.51%
Grapsidae	2.5	8.62%	3.5	11.48%	3.0	9.84%
Mictyridae	0.5	1.72%	1.0	3.28%	0.5	1.72%
Ocypodidae					0.5	3.33%
Matutidae						
<i>Parapenaeopsis hardwickii</i>			2.5	8.20%		
Penaeidae	1.0	3.45%			0.5	3.33%
Pecuinidae						
Portunidae	4.0	13.79%	0.5	1.64%		
Sergestidae						
<i>Typhlocarcinops takedai</i>						
Xanthidae					1.0	3.45%
Echinodermata(棘皮動物)						
Dendroasteridae					4	10.53%

表 3.1.6.10 95-100 年麥寮附近海域第二季潮間帶底棲動物之種類與其採獲密度.....續

月別	95.05	96.04	97.06	98.06	99.05	100.05
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)						
<i>Batillaria zonalis</i>			0.5	1.64%		
Corbulidae					1.0	3.45%
Gerithiidae	2.5	8.62%	1.0	3.28%		
<i>Laternula</i> sp.						
Littorinidae	2.5	8.62%	4.5	14.75%	3.5	12.07%
Lucinidae			0.5	1.64%		
Mactridae						
Moricidae			3.0	9.84%	3.5	12.07%
Nassariidae	2.5	8.62%	0.5	1.64%		
<i>Natica lineate</i>						
Neritidae	2.5	8.62%	2.0	6.56%	2.5	8.20%
<i>Neverita vesicalis</i>						
Tellinidae			7.0	22.95%		
Terebridae	0.5	1.72%				
Thiaridae					0.5	1.72%
Trochidae	1.0	3.45%	0.5	1.64%	2.0	6.56%
Veneridae	2.0	6.90%	1.5	4.92%	2.5	8.20%
Pisces (魚類)						
<i>Callionymus lunatas</i>	1.5	5.17%	1.5	4.92%	2.0	6.56%
Gobiidae	0.5	1.72%				
Total (總計)	29.0		30.5		148.1	
H' (歧異度)	1.11		1.09		1.30	
					114.1	38.0
					1.56	1.27
					4.0	26.67%
					5	13.16%

3.1.7 哺乳類動物

周蓮香團隊在 2008-2010 年間在雲林沿海所進行的 102 航次調查結果顯示，中華白海豚主要出現在淺水近岸的海域。主要分佈在麥寮港北堤以南，而北堤以北僅有 3 次極為罕見的目擊紀錄。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）。本計畫目前所發現的海豚群體其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。相較於 2008-2010 三年的趟次目擊率分別為 77%、65%與 69%，本計畫目前累計的趟次目擊率(33%)較低，此差異可能與調查頻度及調查季節有關。例如在去年度第三季 9/14 的調查雖然無目擊白海豚，但周蓮香團隊在 9/6-7 執行其他海上調查計劃時仍有目擊中華白海豚。此外中華白海豚活動範圍可以跨越 2-3 個縣市，有些個體也表現會短期移動到其他海域活動的行為（周等人 2011），因此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。此外過去在雲林沿海的調查主要集中在夏季（周與李 2009；2010；周等人 2011），對於中華白海豚其他季節的活動情形仍屬未知，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，初步結果顯示每年的第二、三季（春夏季）為中華白海豚的主要活動季節，第一季與第四季（秋冬季）則出現頻度較低（周等人 2011），顯示秋冬季海上調查發現率可能較春夏季為低，本計畫每年僅四季調查，一半的努力量將會在較低目擊率的季節進行，受到中華白海豚季節活動的影響而使整體目擊率偏低。

【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，九十七年第三季報告。

李松和方金釗。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。

莫顯蕃及羅文增(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，方金釗，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。

莫顯蕃及羅文增(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.

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.*

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.

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.

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

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.

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

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 RE, Rabalais NN (1994) Coastal eutrophication near the Mississippi river delta. *Nature*, 368, 619–621.

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

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

第二部份 噪音、振動及交通流量
調查監測作業