

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1月至100年3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 5 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
1.4.1 品保/品管作業措施概要	.....	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	.....	2-13
2.2.1 沉積物粒徑與重金屬分析	.....	2-13
2.2.3 生物體重金屬	.....	2-23
2.2.4 植物性浮游生物	.....	2-26
2.2.5 動物性浮游生物	.....	2-42
2.2.6 底棲生物及拖網漁獲	.....	2-55
2.2.7 哺乳類動物	.....	2-64
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	.....	3-10
3.1.6 底棲生物及拖網漁獲	.....	3-14
3.1.7 哺乳類動物	.....	3-29

## 圖 目 錄

圖 1.3.1	麥察附近海域水質與沉積物調查測站.....	1-5
圖 1.3.2	麥察附近海域底棲生物及拖網漁獲調查測站圖.....	1-6
圖 1.3.3	麥察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 年第一季麥察海域各測站各項水質濃度分佈.....	2-7
圖 2.1.3.1	100 年第一季麥察海域各測站揮發性有機化合物甲苯(C7H8)濃度.....	2-12
圖 2.2.1.1	100 年第一季台塑麥察海域各測站沉積物粒徑百分比分佈.....	2-17
圖 2.2.1.2	100 年第一季麥察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 年第一季麥察海域沉積物重金屬元素、總有機碳與粒徑分佈之主成份分析(TOC: 總有機碳, VF-Sand: very fine sand, F-Sand: fine sand, M-Sand: medium sand).....	2-22
圖 2.2.4.1	100 年第一季六輕附近海域浮游植物豐度變化圖.....	2-34
圖 2.2.4.2	100 年第一季六輕附近海域浮游植物種類數變化圖.....	2-35
圖 2.2.4.3	100 年第一季六輕附近海域浮游植物種歧異度指數變化圖.....	2-36
圖 2.2.4.4	100 年第一季六輕附近海域第一優勢種浮游植物豐度變化圖.....	2-37
圖 2.2.4.5	100 年第一季六輕附近海域第二優勢種浮游植物豐度變化圖.....	2-38
圖 2.2.4.6	100 年第一季六輕附近海域第三優勢種浮游植物豐度變化圖.....	2-39
圖 2.2.4.7	100 年第一季六輕附近海域第四優勢種浮游植物豐度變化圖.....	2-40
圖 2.2.4.8	100 年第一季六輕附近海域浮游植物群聚分析圖.....	2-41
圖 2.2.5.1	100 年第一季麥察海域各測站浮游動物豐度圖.....	2-51
圖 2.2.5.2a	100 年第一季麥察六輕附近海域浮游動物相關性豐度(%)示意圖.....	2-52
圖 2.2.5.2b	100 年第一季麥察六輕附近海域浮游動物平均相關性豐度(%)示意圖.....	2-53
圖 2.2.5.3	100 年第一季麥察六輕附近海域各測站浮游動物 MDS 空間分佈示意圖.....	2-54
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.....	2-65
圖 2.2.7.2	中華白海豚目擊位置分佈圖.....	2-66
圖 3.1.1.1	84-100 年歷年第一季水質監測資料比較.....	3-7
圖 3.1.2.1	83-99 年歷年第一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 .....	3-13
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 .....	3-13
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 年第一季之底棲生態調查空間分析結果圖 .....	3-27
圖 3.1.6.2	歷年第一季麥寮附近蝦拖網調查結果比較圖 .....	3-28

## 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 年第一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 年第一季台塑麥寮海域沉積物粒徑分析-粒徑百分比.....	2-16
表 2.2.1.2	100 年第一季麥寮海域沉積物重金屬元素濃度範圍與台灣周遭近岸海域沉積物重金屬濃度之比較.....	2-18
表 2.2.1.3	100 年第一季台塑麥寮海域各測站沉積物重金屬元素濃度.....	2-19
表 2.2.3.1	100 年第一季台塑麥寮海域生物體重金屬元素濃度.....	2-25
表 2.2.4.1	100 年第一季六輕附近海域浮游植物豐度(cells/L)表*(1/2).....	2-28
表 2.2.4.2	98 年 4 月~100 年 3 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.....	2-29
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).....	2-31
表 2.2.4.4	100 年第一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).....	2-45
表 2.6.5.1	麥寮六輕附近海域 99 年第三季浮游動物豐度表(ind./ m3).....	2-47
表 2.2.5.2	麥寮六輕附近海域 99 年第三季各浮游動物之相關性豐度與頻度...2-49	
表 2.2.6.1	100 年第一季之底棲生物及拖網漁獲個體數表(魚類).....	2-57
表 2.2.6.2	100 年第一季之底棲生物及拖網漁獲個體數表(節肢動物).....	2-58
表 2.2.6.3	100 年第一季之底棲生物及拖網漁獲個體數表(軟體動物及其他).....	2-59
表 2.2.6.4	100 年第一季調查之個體數、種數、均勻度與歧異度一覽表.....	2-60
表 2.2.6.5	100 年第一季之底棲生物及拖網漁獲重量表(魚類)gw.....	2-61
表 2.2.6.6	100 年第一季之底棲生物及拖網漁獲重量表(節肢動物)gw.....	2-62
表 2.2.6.7	100 年第一季之底棲生物及拖網漁獲個體數表(軟體動物及其他)gw.....	2-63
表 3.1.3.1	97-100 年第一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四季各海域優勢浮游植物比較表.....	3-9

表 3.1.6.3	83-87 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 .....	3-17
表 3.1.6.4	88-94 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 .....	3-19
表 3.1.6.5	95-100 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 .....	3-21
表 3.1.6.6	84-89 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
表 3.1.6.7	90-96 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 .....	3-29
表 3.1.6.8	97-100 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.....	3-30





## 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 年第一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 年第一季台塑麥寮海域沉積物粒徑分析-粒徑百分比.....	2-16
表 2.2.1.2	100 年第一季麥寮海域沉積物重金屬元素濃度範圍與台灣周遭近 岸海域沉積物重金屬濃度之比較 .....	2-18
表 2.2.1.3	100 年第一季台塑麥寮海域各測站沉積物重金屬元素濃度....	2-19
表 2.2.3.1	100 年第一季台塑麥寮海域生物體重金屬元素濃度.....	2-25
表 2.2.4.1	100 年第一季六輕附近海域浮游植物豐度(cells/L)表*(1/2)....	2-28
表 2.2.4.2	98 年 4 月~100 年 3 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.....	2-29
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) .....	2-31
表 2.2.4.4	100 年第一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).....	2-45
表 2.6.5.1	麥寮六輕附近海域 99 年第三季浮游動物豐度表(ind./ m3)....	2-47
表 2.2.5.2	麥寮六輕附近海域 99 年第三季各浮游動物之相關性豐度與頻度 .....	2-49
表 2.2.6.1	100 年第一季之底棲生物及拖網漁獲個體數表(魚類).....	2-57
表 2.2.6.2	100 年第一季之底棲生物及拖網漁獲個體數表(節肢動物)..	2-58
表 2.2.6.3	100 年第一季之底棲生物及拖網漁獲個體數表(軟體動物及 其他) .....	2-59
表 2.2.6.4	100 年第一季調查之個體數、種數、均勻度與歧異度一覽表	2-60
表 2.2.6.5	100 年第一季之底棲生物及拖網漁獲重量表(魚類)gw.....	2-61
表 2.2.6.6	100 年第一季之底棲生物及拖網漁獲重量表(節肢動物)gw....	2-62
表 2.2.6.7	100 年第一季之底棲生物及拖網漁獲個體數表(軟體動物及 其他)gw.....	2-63

表 3.1.3.1	97-100 年第一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四季各海域優勢浮游植物比較表 .....	3-9
表 3.1.6.3	83-87 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.....	3-17
表 3.1.6.4	88-94 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.....	3-19
表 3.1.6.5	95-100 年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.....	3-21
表 3.1.6.6	84-89 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
表 3.1.6.7	90-96 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.....	3-29
表 3.1.6.8	97-100 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.....	3-30

## 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(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)、環氧大豆油廠(ESO)、抗氧化劑廠(AO)、芳香烴廠(AROMA-I、II)、苯乙烯廠(SM-I、II、III)、二甲基甲醯胺廠(DMF)、對苯二甲酸廠(PTA)、聚丙烯廠(PP)、合成酚廠(PHENOL)、聚苯乙烯廠(PS)、聚碳酸酯廠(PC)、南中石化乙二醇廠(EG)、醋酸廠(HOAc)、台朔重工機械廠及中塑油品柏油廠等共計 66 個項目工廠(146 個製程數)，其餘未完成之工程依建廠進度目前仍進行建廠或試車中。

為了瞭解煉油廠廢排水對其附近海域生態的影響，台塑六輕煉油廠從運

轉至今，每年皆聘請環境檢驗公司與學界人士為其執行海域生態調查監測及研究，以瞭解廢排水是否對麥寮附近海域生態有所影響(台塑關係企業，83-98年)。本計畫的執行乃延續過去 10 幾年來海域生態調查研究及監測的連續，眾所皆知水文(水溫、鹽度、溶氧量)與水質化學(包括酸鹼度、營養鹽、葉綠素甲等)的調查研究大多為海域生態調查研究中最基本的部份，因為水文資料及水質化學會直接或間接影響海域生態的平衡，近有許多文獻(e.g. Conley et al., 1993; Turner and Rabalais, 1994)指出由於人為因素，如土地過度開發及築水壩等等，致使河流提供的營養鹽過剩或不足而造成河口海域的生物物種，尤其是基礎生產者，改變進而影響其海域生態系統。而毒性化學物質如重金屬元素及有機化合物會影響植物性與動物性浮游生物之生長(Langston, 1990; Long et al., 1995; Lindley et al., 1998; Bothner et al., 2002; Stalder and Marcus, 1997; Hook and Fisher, 2001; Saunders and Moore, 2004)，並藉由食物鏈累積於蝦、蟹、貝類與魚等海產生物進而至人體，生物蓄積過量重金屬元素，會產生中毒事故，如日本知名之汞中毒事件(Minamata disease, Clark, 2001)。因此對於事業所在海域之海域生態調查，對於保護海域環境，周遭生態及人體健康是基礎工作，本報告乃 100 年第一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 W421.55C		
	酸鹼度	NIEA W424.51A		
	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 W443.51C		
	總磷	NIEA W427.52B		
	矽酸鹽	NIEA W450.50B		
	氨氮	NIEA W437.51C		
	大腸桿菌群	NIEA E202.52B		
	酚類	NIEA W521.52A		
	氰化物	NIEA W410.51A		
	總油脂	NIEA W505.51C		
	礦物性油脂	NIEA W505.51C		
	鐵	NIEA W308.22B		
	鉻	NIEA W309.21A		
	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	USA EPA-1631			
甲基汞	USA EPA-1630			
VOC	NIEA W785.54	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。	計 20 測站 每季一次	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

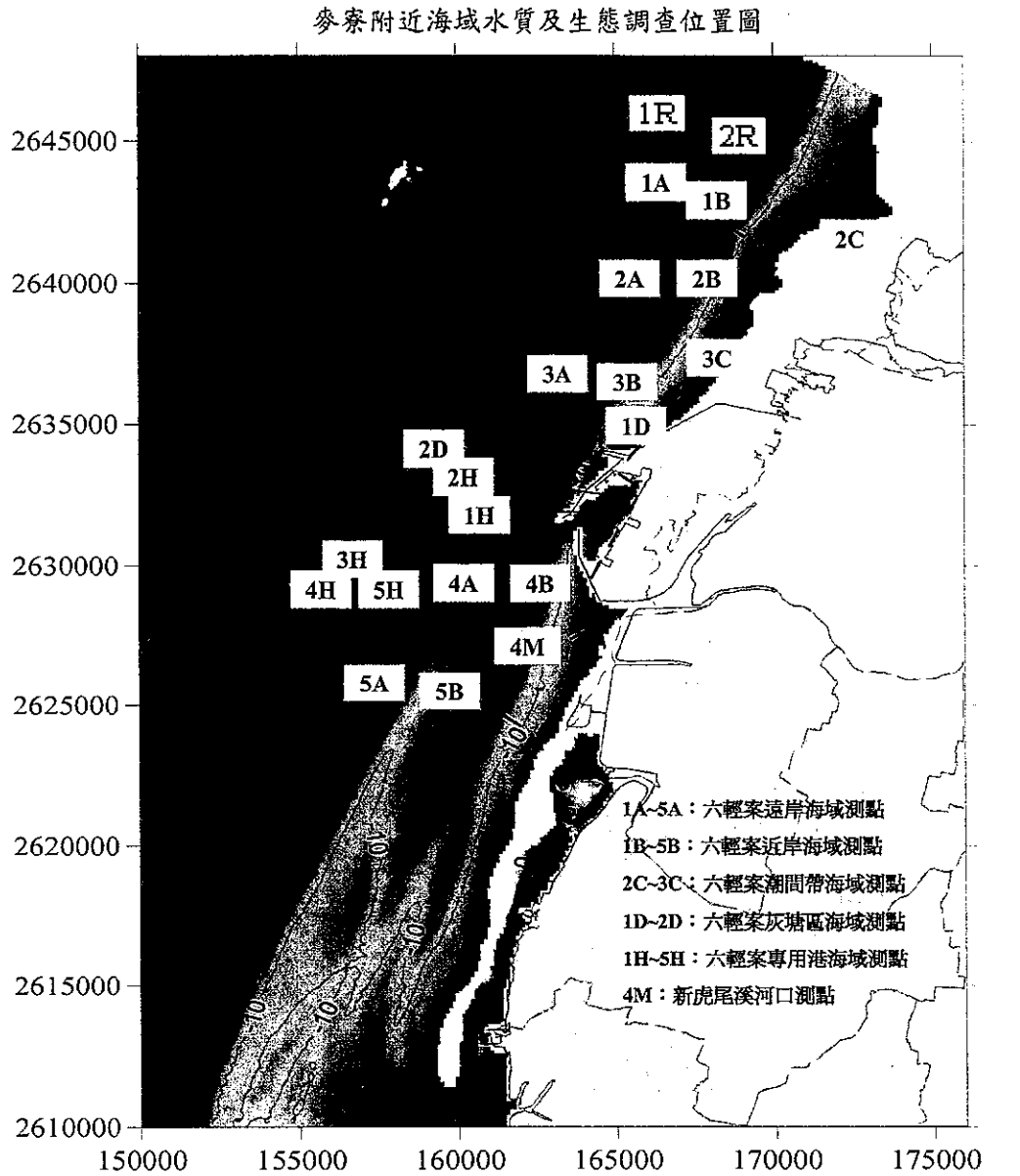
海域水質監測採樣地點位於廠址附近海域，分為六輕遠岸海域測點(1A~5A)、六輕遠岸海域測點(1B~5B)、六輕潮間帶海域測點(2C~3C)、六輕灰塘區海域測點(1D~2D)、六輕案專用港海域測點(1H~5H)、虎尾溪河口測點(4M)及增設濁水溪出海口上方處測點(1R~2R)，共計 22 個測點，詳如圖 1.3.1。上述這些測站除了監測水質外，也同時監測浮游植物與動物，作業時間與水質採樣同步，使用海洋大學所屬之研究船海研二號進行採樣工作。

#### 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)。

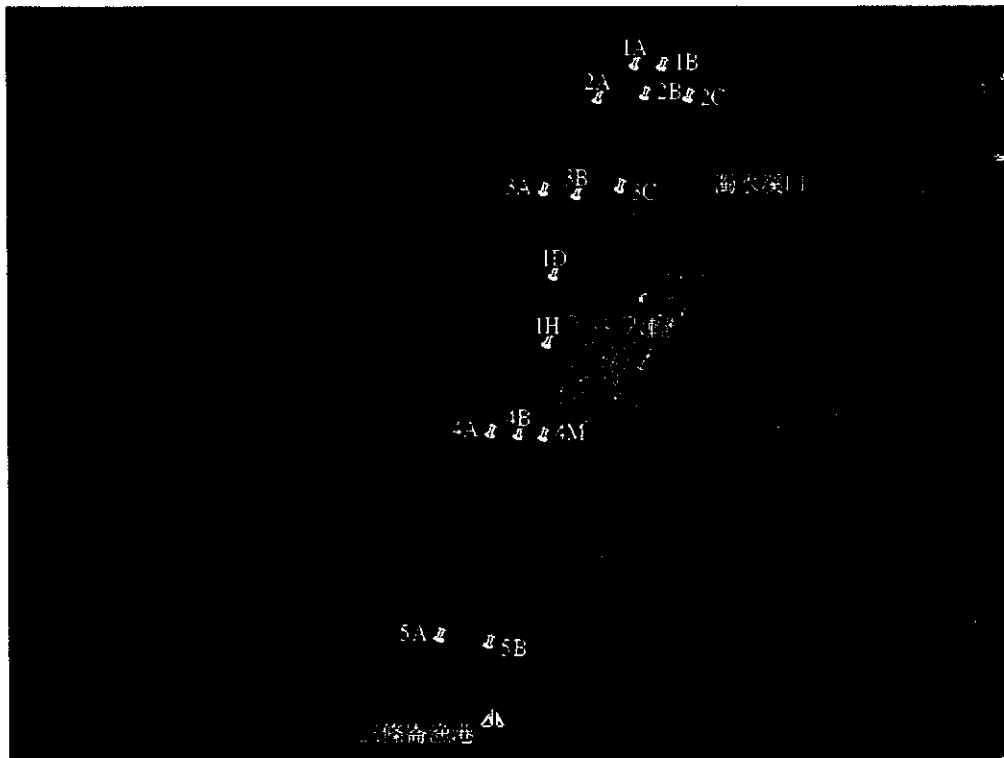


圖 1.3.1 麥寮附近海域水質與沉積物調查測站



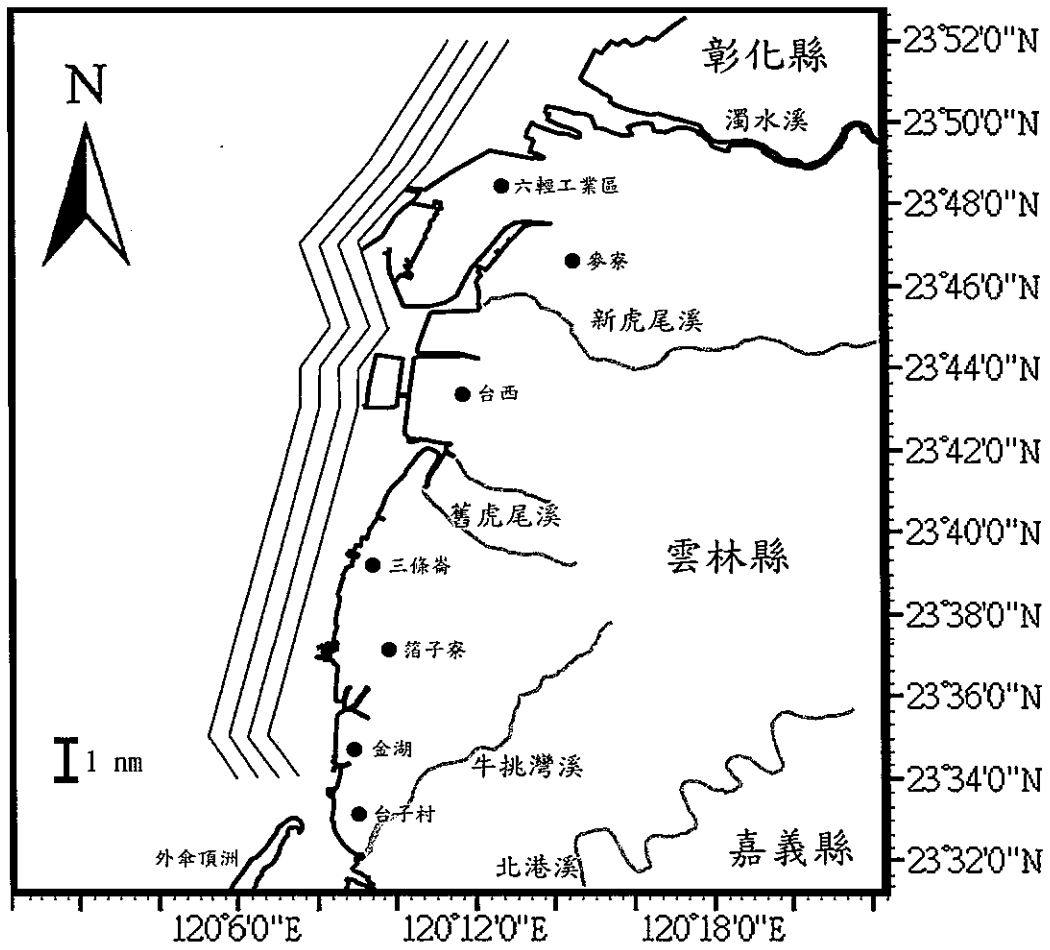
測點	座標位置	測點	座標位置	測點	座標位置
1A	N23:51:20.94E120:10:22.08	1B	N23:51:48.6 E120:11:16.56	2C	N23:51:18.3 E120:13:07.8
2A	N23:50:34.14E120:09:41.46	2B	N23:50:40.8 E120:10:32.46	3C	N2:50:09.15E120:12:02.46
3A	N23:49:46.8 E120:10:41.22	3B	N23:49:36.72 E120:10:6.78	1D	N23:48:41.4 E120:10:12.7
4A	N23:45:31.2 E120:07:38.4	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 3 月 12-14 日(Cr1775

)使用海洋大學海研二號研究船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 $\mu$ 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 $\mu$ 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，先經由篩網過篩數次，挑出其中之生物樣本並儲存置於 5% 福馬林溶液中固定，再攜回實驗室鑑定種類及記錄數量及重量，以了解六輕附近海域之底棲生物相。

#### 6.拖網漁獲

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

#### 7.哺乳類動物

租 CT2 級漁船自台子村出海於雲林沿海進行調查，調查航線共三條：『近岸航線』，離岸約 1 - 1.5 公里（在麥寮六輕工業區及新興工業區附近由於水深較深，離岸較近；在其餘地區由於河口水深較淺以及部份近岸的沙洲影響，可能離岸較遠），以及兩條『離岸航線』（由近岸航線平行往外移 0.5、1 海浬），每條航線長約 36.9 公里。每趟調查來回走不同航線，每次皆

以近岸航線加上隨機選取兩條離岸航線其中之一為當天的穿越線調查路線，來回航線的順序由當天隨機抽選決定，每次進行調查時皆以手持式全球衛星定位系統 GPSmap 60CSx (Garmin Corp., Taiwan) 定位並依照規畫航線進行調查。調查範圍北起北緯 23°52' 南至北緯 23°34'。調查期間在浪級小於 4 級且能見度遠達 500 m 以上時視為 On-effort (有效努力量)，當天氣狀況不佳難以進行有效觀測，或是當進行海豚追蹤時，則視為 Off-effort (無效之努力量)。

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

表 1.4.1.1 船上採樣作業紀錄表

研究船海研二號探測紀錄 Survey Log (SL)																
領隊教授		黃世璋		探測計畫		臺灣國立海研所水質再生與保護組		航次編號		CR1775						
本航次於		100年03月12日22時自		碧砂		出港於		100年03月14日		時自		碧砂 進港				
站名 Station	梯次 Cast	日期 Date	站位 (wgs84)		深度 (m)	深度 (m)	下放棄 深(m)	開始時間 hh:mm	結束時間 hh:mm	氣溫 °C	感向 Deg	風速 KTS	風向 Dir	工作 項目	備註 備註= S,石=R,	記錄 人員
			緯度 99.99.99	經度 99.99.99												
1R	1	03/13	23-54.349	120-11.498	22	18	1332	1337	20.1	356	15.2	1013.9	CR			滿
2R	1	03/13	23-54.049	120-12.476	14	11	1352	1359	19.9	351	17.3	1013.7	CR			滿
1A	1	03/13	23-51.608	120-10.195	20	17	1424	1440	19.9	352	17.6	1013.1	CRISG			滿
1B	1	03/13	23-51.528	120-10.201	15	12	1454	1510	19.9	008	16.5	1012.5	CRISG			滿
2H	1	03/13	23-47.880	120-10.453	20	17	1618	1634	20.0	359	13.5	1012.5	CRISG			滿
5H	1	03/13	23-47.719	120-10.118	24	20	1639	1650	20.2	008	10.3	1012.6	CRISG			滿
4H	1	03/13	23-47.565	120-09.783	25	22	1659	1715	20.1	008	13.7	1012.8	CRISG			滿
3H	1	03/13	23-47.472	120-09.843	24	21	1720	1735	20.1	353	12.1	1012.6	CRTSD			滿
1H	1	03/13	23-47.454	120-09.517	25	22	1746	1800	20.1	016	9.9	1012.6	CRISG			滿
4A	1	03/13	23-45.457	120-07.593	22	18	1812	1827	20.0	026	13.0	1012.8	CRTSD			滿
附註																

研究船探測人員：黃世璋、平寧龍、蔡仁杰  
 工作項目：BC:大 CTD; C:CTD; R:Rosette; M:Mooring; B:Box core; G:Gravity core; P:Piston core; T:Trawling; S:Sediment Grab; SS:Side-Scan

表 1.4.1.1 船上採樣作業紀錄表.....續

研究船海研二號深埋紀錄 Survey Log (SL)												航次代號	CR1775		
領隊教授		蕭世偉		探測計畫		臺灣海洋生物學系		出檢於		100 年 03 月 14 日		頁數	1/1		
本航次於		100 年 03 月 12 日 22 時		自 豐砂		出檢於		100 年 03 月 14 日		自 豐砂		通港			
站名 Station Cast	梯次 ID	日期 Date	站位 (mgs07)	緯度 99-99.99	經度 99-99.99	深度 (m)	下檢深 度(m)	開始時間 hh:mm:ss	結束時間 hh:mm:ss	溫度 °C	風向 Deg	風速 KTS	工作 項目	備註 泥=M 砂=S 石=R	記錄 人員
4B	1	03/13	23-45.385	120-06.039	17	13	1838	1849	20.2	017	12.5	1013.3	CRTSG		辛
5A	1	03/13	23-43.878	120-05.875	20	17	1903	1919	20.1	030	8.9	1013.4	CRTSG		辛
5B	1	03/13	23-44.016	120-08.118	14	11	1940	2000	20.2	331	11.2	1014.1	CRTSG		辛
2D	1	03/13	23-48.536	120-09.242	15	11	2026	2043	20.3	014	12.6	1014.5	CRTSG		辛
1D	1	03/13	23-49.499	120-09.829	13	10	2057	2115	20.3	019	9.7	1015.2	CRTSG		辛
3A	1	03/13	23-49.794	120-09.505	19	15	2120	2140	20.5	021	8.9	1015.3	CRTSG		辛
3B	1	03/13	23-49.836	120-10.068	11	08	2144	2152	20.4	025	9.1	1015.5	CRTSG		辛
2A	1	03/13	23-50.673	120-09.789	19	16	2202	2213	20.5	004	9.3	1015.6	CRTSG		辛
2B	1	03/13	23-50.635	120-10.342	12	09	2232		20.5	356	10.2	1015.2	CRTSG		辛
附註															

研究船探測人員：黃象海、辛肇德、蕭仁杰  
 工作項目：BC:大 CTD; C:CTD; R:Rosette; M:Mooring; B:Box core; G:Gravity core; P:Pistone core; T:Trawling; S:C: Sediment Grab; S:S: Side-Scan



## 1.4.2 重金屬分析品管

由於海水中溶解態重金屬濃度極低，為了驗證海水溶解態重金屬分析數據的準確度，本實驗室在分析海水樣品時，同步分析加拿大政府所售之 SLRS-3 參考河口海水樣品(reference material)，來驗證分析資料準確度之依據，二重複分析，所得數據與 SLRS-3 標準河口海水各元素之資料作對比，各元素分析準確度介於 76-114 % 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 µg/L 及 0.4 µg/L，而銀添加鉻標準溶液至海水中濃度分別為 0.1 µg/L 及 0.2 µg/L，鉻之平均回收率分別為 104.4±18.6 % 與 111.5±1.1 %，銀之平均回收率分別為 103.6±4.2 % 與 87.6±7.9 %。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 90-120 % 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-2 魚體標準樣品，以檢驗分析數據的準確度。DORM-2 標準樣品的分析值與公告值的比值在 83-105%

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)。

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

元素	鎘	鈷	銅	鉛	鎳	鋅	鐵
Measured conc. (µg/L)	0.015±0.0001	0.025±0.0018	1.32 ±0.02	0.066 ±0.0033	0.89 ±0.017	1.18 ±0.02	76.21 ±1.65
Certified Conc. (µg/L)	0.013	0.027	1.35	0.068	0.83	1.04	100.0
Accuracy	89±0.4 %	93.5 ± 6.6%	98 ± 1.5%	97± 4.8 %	107± 2.1 %	114 ± 2 %	76.2 ± 1.65 %

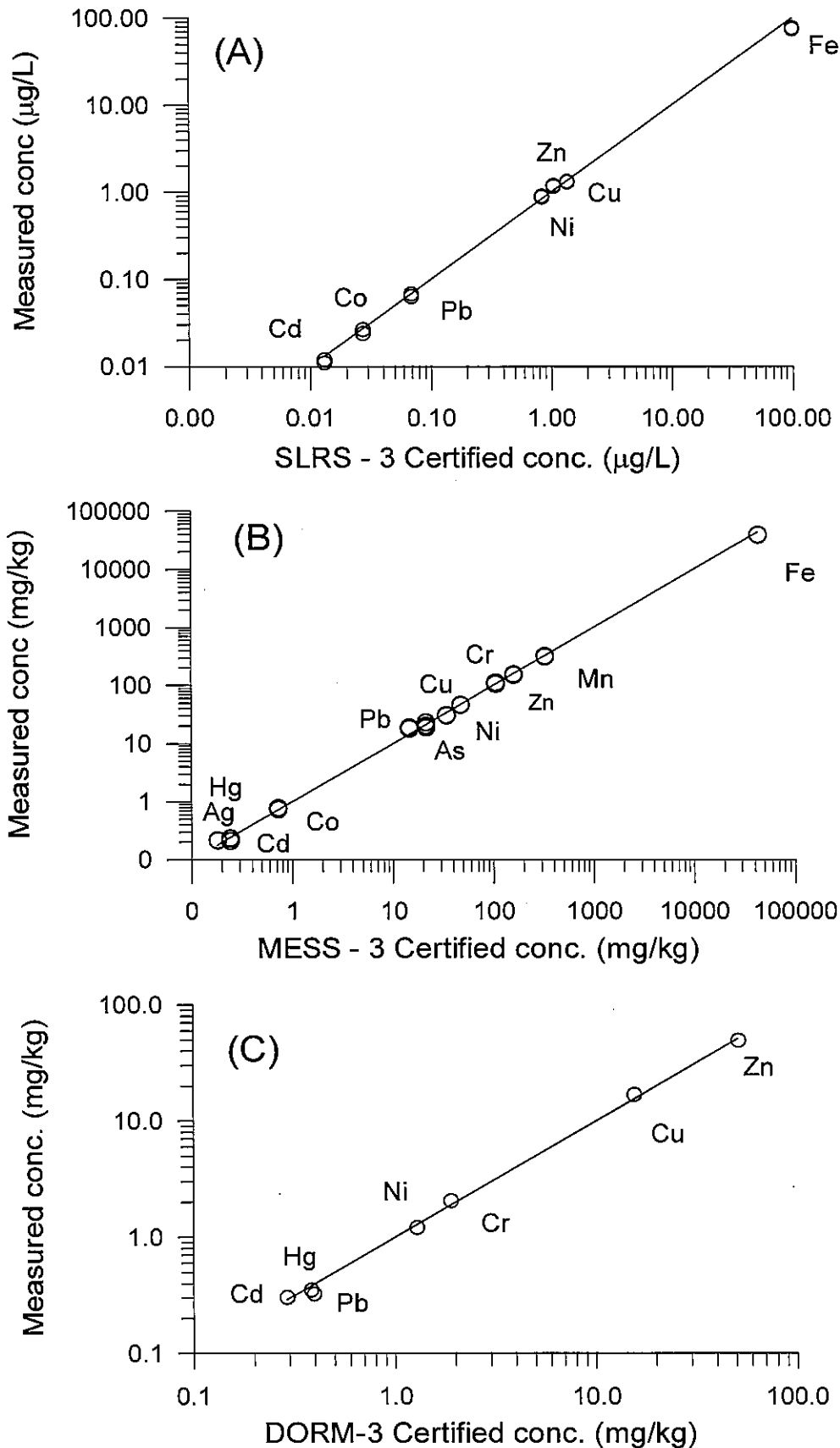
表 1.4.2.2 加拿大 MESS -3 沉積物(reference material)參考樣品重金屬元素分析之準確度與精確度(1 std.)

元素	銀 (mg/kg)	鎘 (mg/kg)	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.	0.217 ± 0.002	18.48 ± 0.68	109.6 ± 5.03	30.59 ± 0.39	21.7 ± 1.92	153.9 ± 3.77	316.7 ± 5.76	46.4 ± 0.36	19.06 ± 0.45	0.76 ± 0.03	77.03 ± 9.82	3.94 ± 0.018
Certified Conc.	0.18	14.40	105.0	33.9	21.1	159.0	324.0	46.9	21.2	0.72	91	4.34
Accuracy	120 ± 1 %	128 ± 4.7 %	104 ± 4.8 %	90.2 ± 1.5 %	97.8 ± 1.78 %	96.8 ± 2.4 %	97.8 ± 1.8 %	98.8 ± 0.8 %	89.9 ± 2.1 %	106 ± 4.2 %	84.6 ± 10.8 %	90.8 ± 0.43 %

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.	0.304	2.056	16.894	1.211	0.325	49.401	0.352
Certified Conc.	0.29	1.890	15.500	1.280	0.390	51.300	0.382
Accuracy (%)	104.9	108.8	109	94.6	83.4	96.3	92.1

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



### 1.4.3 分析項目之檢測方法

#### 1.水質分析方法

樣水運回實驗室後，在海洋大學分析水質項目有酸鹼度(pH)、溶氧量、生化需氧量、大腸桿菌、懸浮物濃度、總磷、磷酸鹽、矽酸鹽、亞硝酸鹽、硝酸鹽、氨氮、葉綠素甲、氰化物、總酚、總油脂量、礦物性油脂、溶解態重金屬(鎘、鉻(VI)、銅、鉛、鈷、鋅、鐵、汞)、甲基汞、沉積物粒徑、總有機碳與重金屬元素等分析，各水質分析方法原則上使用環保署所公告方法，若無公告方法，則參考美國環保署所公告方法或國際專業期刊所發表分析方法，例如甲基汞分析使用美國環保署(EPA 1630 method)，而溶解態鉻(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:

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

$P_i$ : 為第  $i$  種生物之個體數和總個體數的比值

另以主成分分析 (Principal Component Analysis) 來判斷浮游動物及浮游植物群聚之時空變異, 並測定或收集該海域之水溫鹽及其他環境因子資料, 以複迴歸分析來瞭解浮游植物和環境因子之相關性; 此外, 亦利用變方分析 (ANOVA) 檢視浮游動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)

$\pi r^2$ :  $\pi$  = 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  $m^3$ )

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

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 ( $\text{m}^3$ )

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 Seasoftware 軟體轉換為 ASCII 型資料以便比對。

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

## 5. 底棲生物及拖網漁獲

現場以網具於調查範圍進行調查，紀錄所有漁獲種類及數量。

## 6. 哺乳類動物

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



表 1.4.3.1 各項水質分析之檢測方法與偵測極限

分析項目	檢驗方法	方法偵測極限
氫離子濃度	電極法(W424.52A)	0.01
溶氧	碘定量法(W422.51C)	<0.5 $\mu$ M
生化需氧量	水中生化需氧量檢測方法(W510.54B)	
懸浮固體	重量法(W210.57A)	0.01mg/L
大腸桿菌	濾膜法(E202.53B)	
氟化物	W410.52A)	0.004 mg/L
總酚	分光光度計法(W521.52A)	0.002 mg/L
總油脂量	重量法(W506.21B)	0.5 mg/L
礦物性油脂	重量法(W506.21B)	0.05 mg/L
葉綠素甲	丙酮萃取法(NIEA E509.E00C)	0.005 $\mu$ g/L
總磷	磷鉬酸分光光度計法(W444.51C)	0.01 $\mu$ M
磷酸鹽	磷鉬酸分光光度計法(W427.52B)	0.01 $\mu$ M
矽酸鹽	鉬矽酸鹽分光光度計法(W450.50B)	0.005 $\mu$ M
氨氮	靛酚比色法(W448.51B)	0.2 $\mu$ M
硝酸鹽	鎳銅環原流動注入分析法(W436.50C)	0.1 $\mu$ M
亞硝酸鹽	分光光度計法(W418.51C)	0.005 $\mu$ M
鎘	APDC/MIBK 萃取石墨式 AAS 法(W309.22A)	0.001 $\mu$ g/L
鈷	APDC/MIBK 萃取石墨式 AAS 法(W309.22A)	0.05 $\mu$ g/L
銅	APDC/MIBK 萃取石墨式 AAS 法(W309.22A)	0.01 $\mu$ g/L
鐵	APDC/MIBK 萃取石墨式 AAS 法(W309.22A)	0.05 $\mu$ g/L
鉛	APDC/MIBK 萃取石墨式 AAS 法(W309.22A)	0.001 $\mu$ g/L
鋅	APDC/MIBK 萃取石墨式 AAS 法(W309.22A)	0.004 $\mu$ g/L
砷	自動化連續流動式氫化物 AAS 法(W434.53B)	0.05 $\mu$ g/L
鉻(VI)	Aliquat-336/ MIBK 溶劑萃取法	0.04 $\mu$ g/L
汞	冷蒸氣原子螢光儀分析方法(EPA 1631)	0.05 ng/L
甲基汞	冷蒸氣原子螢光儀分析方法(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 年第一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 19.27-23.31°C，除了 1R 與 2R 測站溫度高於 23°C 外，大部份測站溫度約為 21°C 左右，港內 1H-5H 測站溫度較低。

##### (2) 鹽度

各測站鹽度範圍為 31.000-34.000 psu，除了 1R、2R 與 4M 鹽度較低外 (31.00 psu)，大部份測站鹽度約在 33.00 psu 附近，空間變化不明顯。

##### (3) 酸鹼值

各測站酸鹼值範圍為 7.92-8.33，空間分佈無規律性。

##### (4) 溶氧量

各測站溶氧濃度範圍介於 7.59-9.51 mg/L，溶氧飽和度介於 104-130 % 之間，空間分佈無規律性。

##### (5) 生化需氧量

各測站生物需氧量濃度範圍為 0.14-2.39 mg/L，空間分佈規律性不明顯，有三個樣水之生物需氧量值超過甲類海域水質標準。

##### (6) 大腸桿菌

各測站大腸桿菌含量介於 < 1-24 FC/100ml 之間，除了 2C、3C 與 4M 測站大腸桿菌含量較明顯外，其它測站均低，空間分佈無規律性。

##### (7) 懸浮物濃度

各測站懸浮物濃度範圍為 2.06-75.5 mg/L，除了 2C 與 3C 測站濃度明顯較高 (> 50 mg/L) 外，其餘測站濃度大都小於 10mg/L。

##### (8) 氰化物

各測站氰化物濃度範圍為 < 4.0-6.44 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

各測站總酚濃度範圍為 < 2-34.13 µg/L，許多港外測站濃度超過甲類海域

標準值( $< 10 \mu\text{g/L}$ )，空間分佈無規律性。

(10) 總油脂量

各測站總油脂量濃度範圍為  $14.0\text{-}126 \text{ mg/L}$ ，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  $0.8\text{-}43.2 \text{ mg/L}$ ，許多測站濃度超過甲體海域標準值( $< 2 \text{ mg/L}$ )，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  $0.6\text{-}4.43 \mu\text{g/L}$ ，3B、3C 與 4M 測站濃度稍高外，大部份測站濃度 $< 1 \mu\text{g/L}$ 。

(13) 磷酸鹽( $\text{PO}_4^{3-}$ )

各測站磷酸鹽濃度範圍為  $0.13\text{-}3.13 \mu\text{M}$ ，最高濃度在 4M 測站，大部份測站濃度測站 $< 0.5 \mu\text{M}$ 。

(14) 總磷(Total P)

各測站總磷濃度範圍為  $0.21\text{-}4.17 \mu\text{M}$ ，與磷酸鹽同，最高濃度在 4M 測站，大部份測站濃度測站 $< 0.5 \mu\text{M}$ 。

(15) 矽酸鹽 $[\text{Si}(\text{OH})_4]$

各測站矽酸鹽濃度範圍為  $2.56\text{-}19.69 \mu\text{M}$ ，大部份測站濃度約為  $5 \mu\text{M}$ ，4M 測站濃度較高，4M 測站之鹽度較低，因此明顯受新虎尾溪影響。

(16) 氨氮( $\text{NH}_3\text{-NH}_4$ )

各測站氨氮濃度範圍為 $< 0.2\text{-}39.7 \mu\text{M}$ ，大部份測站濃度 $< 5 \mu\text{M}$ ，4M 測站濃度最高，超過甲體海域水質標準( $21.4 \mu\text{M}$ )，擬是受到新虎尾溪影響所致，因為此測站之矽酸鹽與磷酸鹽濃度亦最高。

(17) 亞硝酸鹽( $\text{NO}_2^-$ )

各測站亞硝酸鹽濃度範圍  $0.25\text{-}3.79 \mu\text{M}$ ，4M 測站濃度亦最高。

(18) 硝酸鹽( $\text{NO}_3^-$ )

硝酸鹽濃度範圍為  $0.15\text{-}7.59 \mu\text{M}$ ，2C、3C 與 4M 測站濃度稍高一些，空間分佈趨勢不明顯。

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  $\mu\text{M}$  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  $\mu\text{M}$  (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  $\mu\text{M}$ ，矽酸鹽 0.0 - 10  $\mu\text{M}$ ，硝酸鹽 0.0 - 5  $\mu\text{M}$  (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  $\mu\text{M}$ ，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。

本季調查發現 4M 測站之營養鹽濃度較偏高，而其鹽度較低，明顯受新虎尾溪河水排入影響。六輕麥寮海域北端有濁水溪，南端有新虎尾溪排入，因此此海域水質可能受到此兩河流之影響，為瞭解此兩河流之基本水質，本實驗室於 100 年 1 月 10 日前往此兩河流採樣，正逢濁水溪枯水期，只能在西濱大橋處採到濁水溪河水，而新虎尾溪為灌溉用水，因此整條溪皆有水，此兩河流之水質分析資料顯示於表 2.1.1.2，資料顯示濁水溪西濱大橋處與橋頭-工業區調撥車道處河水之磷酸鹽與氮氮污染嚴重，其濃度可達 68  $\mu\text{M}$  與 804  $\mu\text{M}$ ，值得雲林縣環保局正視此問題，因此 4M 測站之營養鹽濃度較高，也就不足為奇。

## 2.1.2 溶解態重金屬元素

### (1) 銀

各測站銀濃度範圍為 0.004-0.022  $\mu\text{g/L}$ ，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 0.001-0.047  $\mu\text{g/L}$ ，港內 1H-5H 測站濃度稍高。

### (3) 鉻(VI)

各測站鉻(VI)濃度範圍為 0.031-0.32  $\mu\text{g/L}$ ，港外 1R-2D 等測站濃度明顯高於港內 1H-5H 測站濃度。

(4) 鈷

各測站鈷濃度範圍為 0.004-0.31  $\mu\text{g/L}$ ，2D 與 3D 測站濃度較高，大部份測站樣水濃度約為 0.1  $\mu\text{g/L}$ 。

(5) 銅

各測站銅濃度範圍為 0.19-0.722  $\mu\text{g/L}$ ，2C、3C 與 4M 測站濃度稍高，空間分佈規律性不甚明顯。

(6) 鎳

各測站鎳濃度範圍為 0.274-1.289  $\mu\text{g/L}$ ，大部份測站濃度介於 0.5-1.0  $\mu\text{g/L}$  之間，2B-1D 等測站濃度較高。

(7) 鉛

各測站鉛濃度範圍為 0.004-0.106  $\mu\text{g/L}$ ，大部份測站濃度小於 0.05  $\mu\text{g/L}$ ，空間分佈規律性不明顯。

(8) 鋅

各測站鋅濃度範圍為 0.21-0.567  $\mu\text{g/L}$ ，空間分佈趨勢不明顯。

(9) 鐵

各測站鐵濃度範圍為 0.35-5.64  $\mu\text{g/L}$ ，大部份測站濃度小於 2.0  $\mu\text{g/L}$ ，2A 測站濃度稍高一些。

(10) 砷

各測站砷濃度範圍為 1.17-1.74  $\mu\text{g/L}$ ，大部份測站濃度約在 1.2  $\mu\text{g/L}$  左右，空間分佈趨勢不明顯。

(11) 硒

各測站硒濃度範圍為 0.31-0.61  $\mu\text{g/L}$ ，大部份測站濃度小於 0.4  $\mu\text{g/L}$ ，空間分佈趨勢不明顯。

(12) 汞

各測站汞濃度範圍為 <0.05-76.46  $\text{ng/L}$ ，大部份測站濃度小於 10  $\text{ng/L}$ ，1B、3A 與 4H 測站濃度較高。

(13) 甲基汞

本季共調查 22 個測站表層水甲基汞濃度，除了 2H 測站有偵測 0.2  $\text{ng/L}$ ，其值皆小於探測下限 0.05  $\text{ng/L}$ 。

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 年第一季台塑麥寮海域所測得水質, 除了 3C、1H、2H 與 4M 測站之氨氮、與港外測站之總酚與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, 本季在 1R、2R、1B、3A、港內測站 2H-5H、4A、4B 及 5B 等 11 個測站偵測到甲苯化合物, 其濃度範圍為 5.9-20.3  $\mu\text{g/L}$ (圖 2.1.3.1), 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 2.1.1 100 年第一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)	氟化物 (µg/L)	總酚 (µg/L)	總脂量 (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	19.274	31.000	7.920	7.59	0.14	<1	2.06	<4	<2	14.00	0.80	0.60	0.13	0.21	2.56	<2
Max	23.305	34.000	8.330	9.51	2.39	24.00	75.48	6.44	34.13	126.00	43.20	4.43	3.13	4.17	19.69	39.66
Mean	21.125	33.244	8.108	8.69	1.13	不計算	9.02	不計算	不計算	69.83	16.02	1.40	0.40	0.55	5.18	不計算
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	0.25	0.15	0.004	<0.001	0.031	0.004	0.193	0.274	0.004	0.210	0.348	1.170	0.306	<0.05	<0.05
Max	3.79	7.59	0.022	0.047	0.319	0.310	0.722	1.289	0.106	0.567	5.642	1.736	0.612	76.46	0.2
Mean	0.98	2.16	0.009	不計算	0.159	0.100	0.400	0.690	0.026	0.377	1.327	1.241	0.394	7.43	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 年第一季麥寮海域各測站各項水質濃度分佈

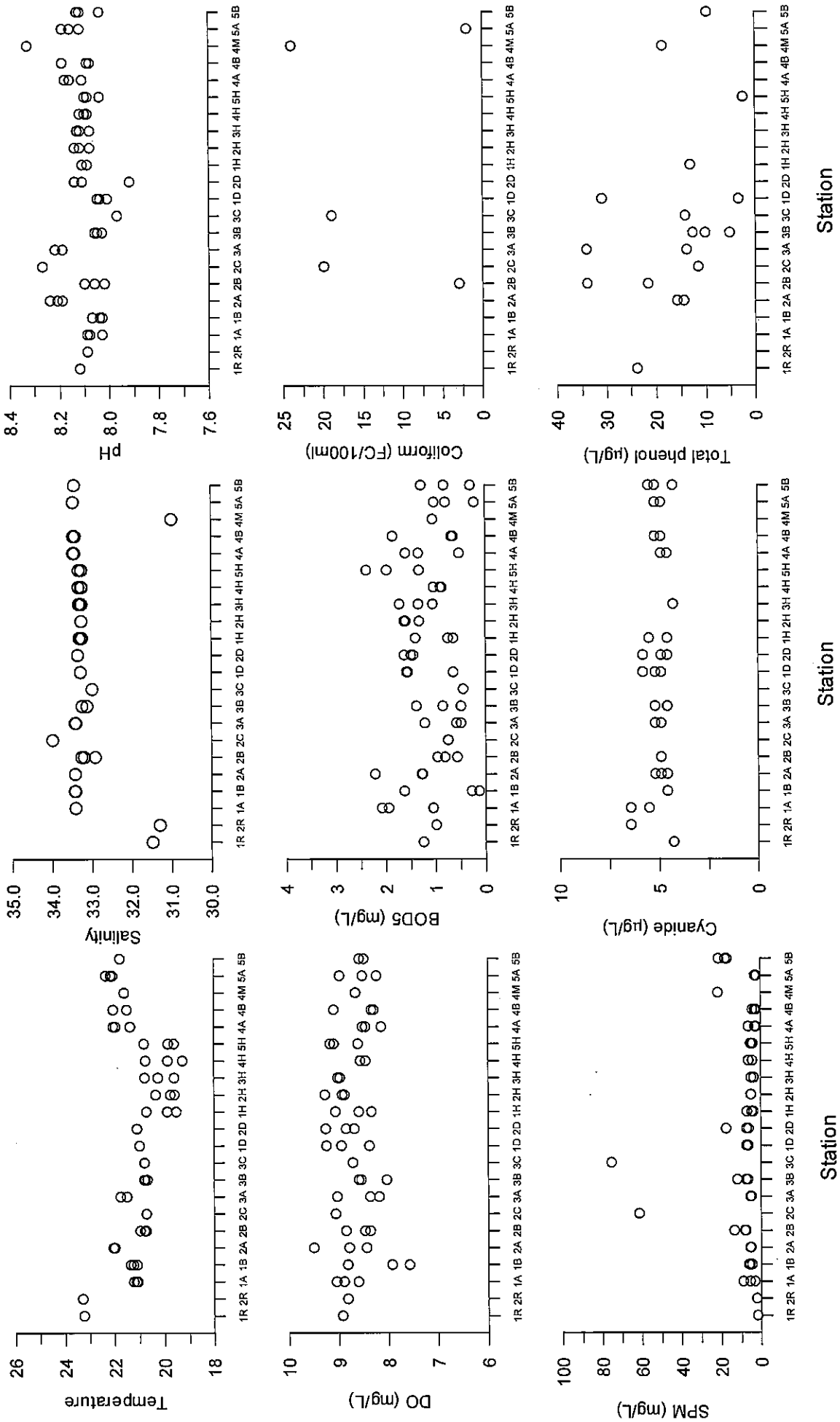


圖 2.1.1 100 年第一季麥寮海域各測站各項水質濃度分佈.....續

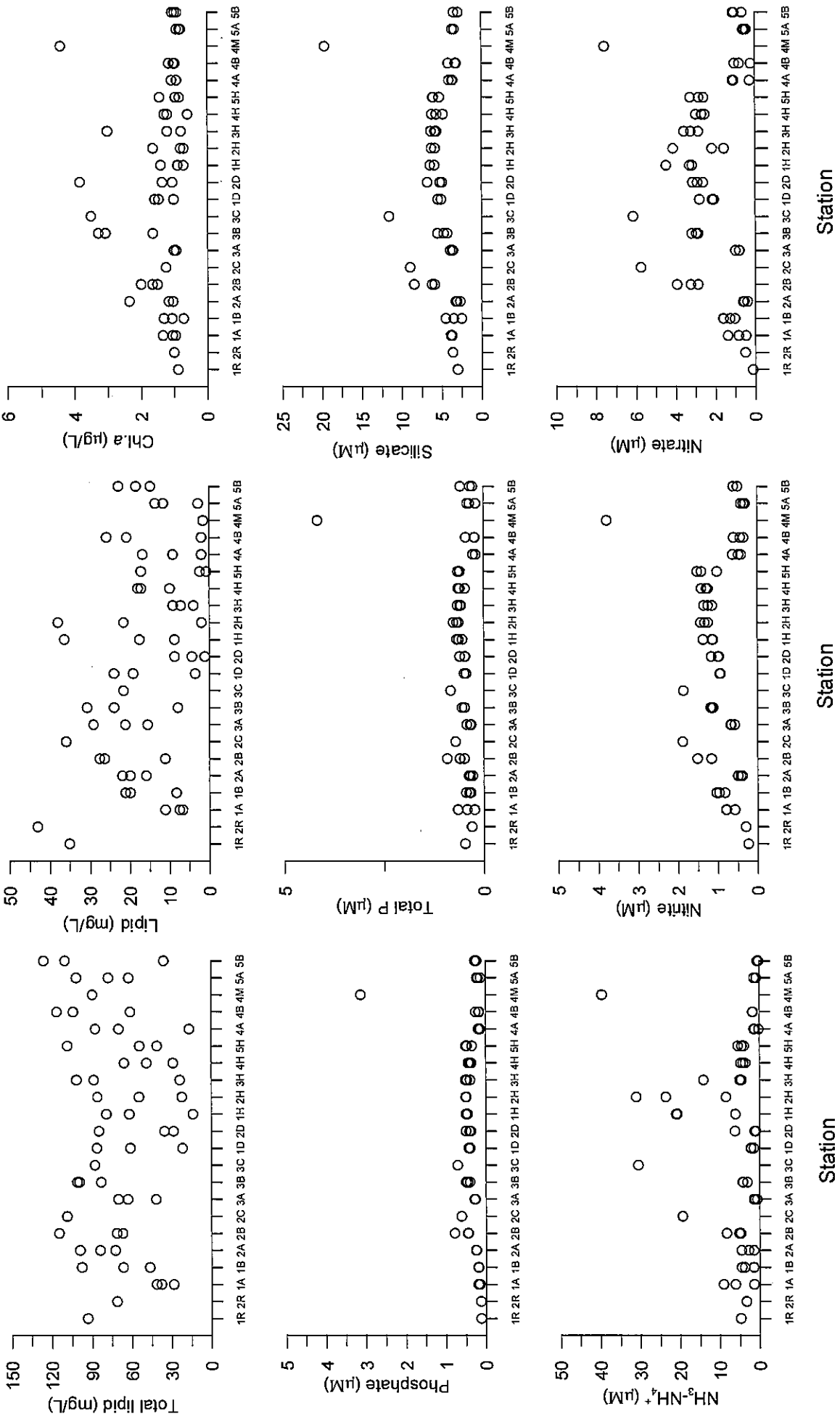


圖 2.1.1 100 年第一季麥寮海域各測站各項水質濃度分佈.....續

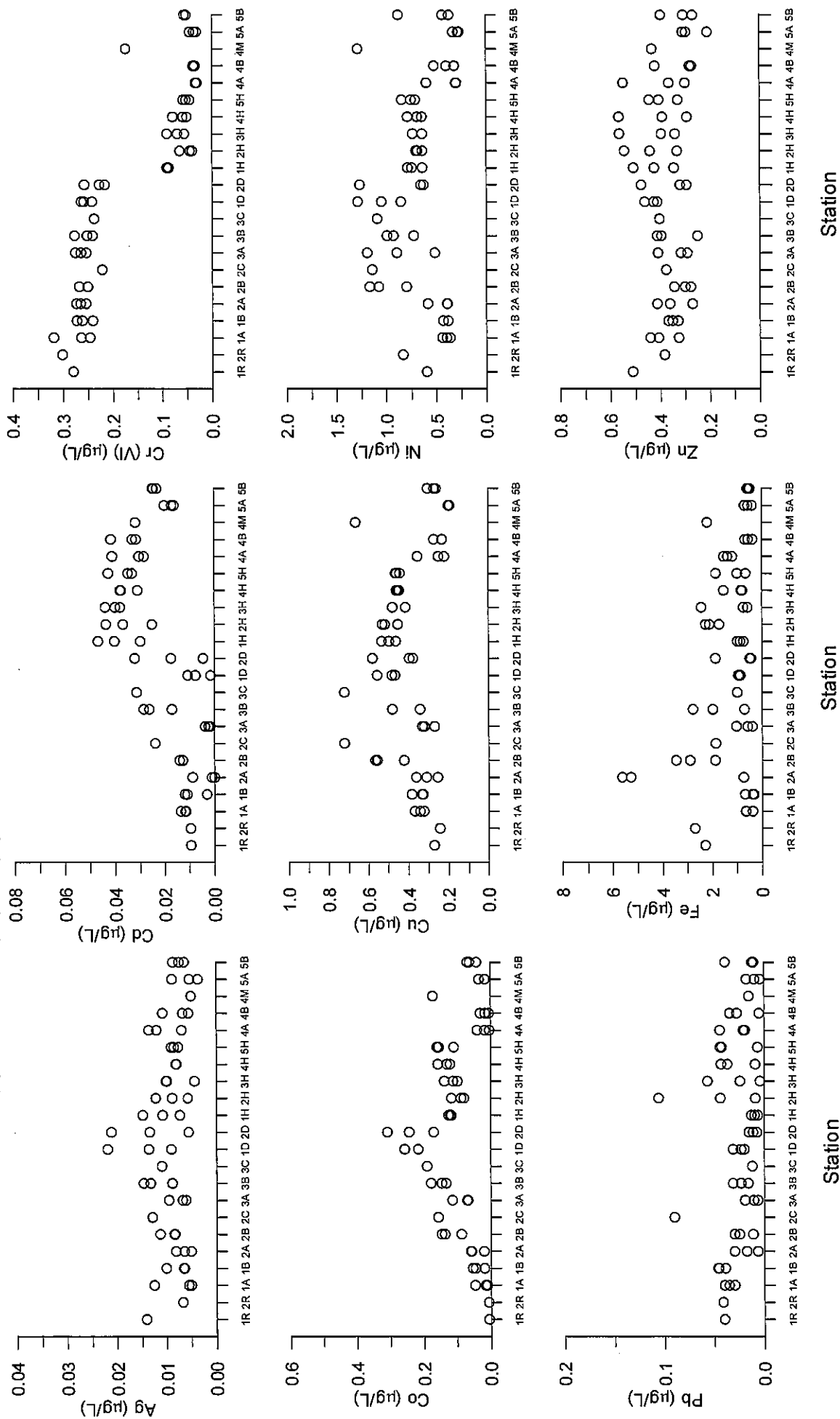


圖 2.1.1 100 年第一季麥寮海域各測站各項水質濃度分佈.....續

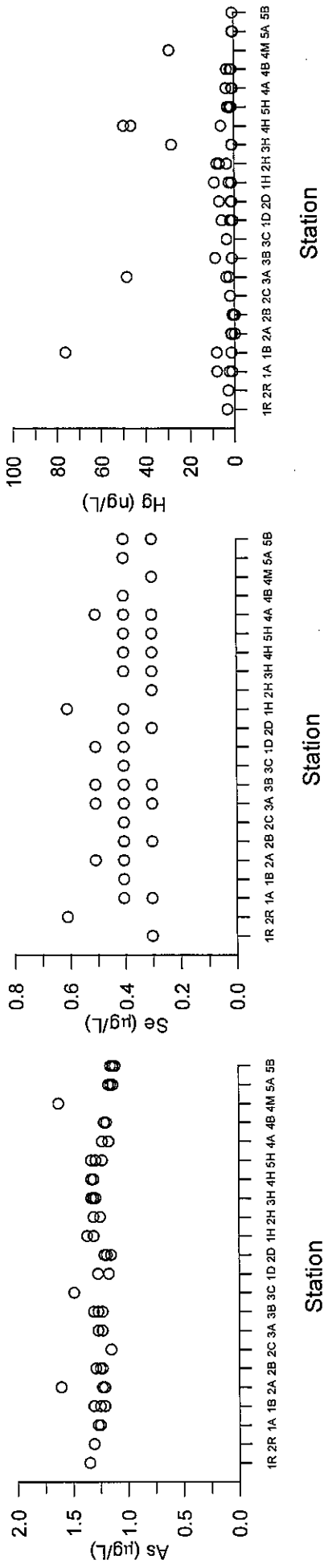
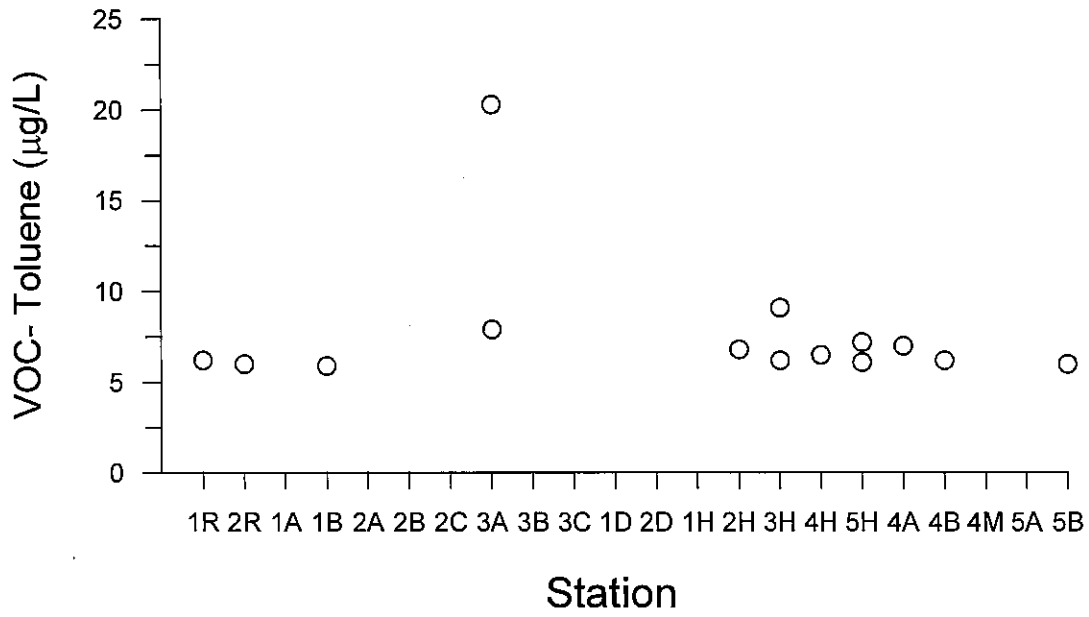


表 2.1.1.2 濁水溪與新虎尾溪水質分析資料 (採樣時間: 100/01/10)

採樣地點	pH	磷酸鹽 ( $\mu\text{M}$ )	矽酸鹽 ( $\mu\text{M}$ )	亞硝酸鹽 ( $\mu\text{M}$ )	硝酸鹽 ( $\mu\text{M}$ )	氨氮 ( $\mu\text{M}$ )
西濱大橋	8.16	21.71	182.50	8.15	14.37	635.46
新虎尾溪上游	8.04	3.76	178.75	4.82	57.23	57.27
麥寮橋前紅橋	8.03	5.47	175.00	9.26	45.59	119.09
麥寮水產生產合作社前	8.19	2.56	40.00	4.07	18.56	61.82
麥寮港隔離水道	8.14	3.25	32.50	6.30	30.19	59.09
橋頭-工業區調撥車道處	7.78	68.55	108.75	2.22	8.59	804.55

圖 2.1.3.1 100 年第一季麥寮海域各測站海水中揮發性有機化合物  
甲苯(toluene-C<sub>7</sub>H<sub>8</sub>)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 2.2.1.1，3C 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)，1A、1B、2A、2C、3A、3B、1D、2D、4M、5A 及 5B 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 及 4A 等 6 個測站其沉積物粒徑大小屬於泥(< 0.031 mm)。3C 與 4B 測站沉積物在 99 年第四季調查其粒徑大小屬於泥與細砂，而本季資料屬於中等粗砂，顯示此兩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 0.06-0.45 %，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 0.009-0.053 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 0.004-0.20 mg/kg，4M 測站濃度最高，大部份測站濃度約為 0.05 mg/kg，港內 1H-5H 測站濃度較港外測站濃度高，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(1.2 mg/kg ; Long et al., 1995)。

#### (4) 鈷

各測站鈷濃度範圍為 8.07-22.92 mg/kg，港內 1H-5H 測站濃度較港外測站濃度稍高一些，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)。

(5) 鉻

各測站鉻濃度範圍為 30.3-107.4 mg/kg，大部份測站濃度小於 50 mg/kg，港內 1H-5H 測站濃度較港外測站濃度稍高，1H、3H 與 5H 測站濃度高於 82 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 3.54-26.80 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 145.5-285.2 mg/kg，港內 1H-5H 測站濃度較港外測站濃度稍高一些，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 16.1-46.2 mg/kg，港內 1H-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 1.31-15.84mg/kg，港內 1H-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 28.73-74.49 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 1.19-2.74%，港內 1H-5H 測站濃度較港外測站濃度稍高一些，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)。

(12) 砷

各測站砷濃度範圍為 7.98-24.06 mg/kg，港內 1H-5H 測站濃度較港外測



站濃度稍高一些，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 0.03-0.14 mg/kg，港內 1H-5H 測站濃度較港外測站濃度稍高一些，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 10.8-73.79  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ，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 年第一季沉積物粒徑重金屬元素之統計，將統計參數依其第一與第二主成分之係數數值畫於座標上(圖 2.2.1.3)。圖形顯示除了砷元素外，所有分析的元素幾乎與總有機碳與粒徑泥位於同一象限，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 測站之沉積物重金屬元素濃度皆較港外測站為高濃度，此乃空間分佈明顯之原因。

表 2.2.1.1 100 年第一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
1A	5.27	54.86	34.75	5.12	細砂
1B	4.67	82.27	10.32	2.75	細砂
2A	5.55	72.44	17.24	4.77	細砂
2B	4.66	75.99	15.53	3.82	細砂
3A	5.42	66.16	24.85	3.58	細砂
3B	4.41	67.93	23.48	4.18	細砂
3C	49.26	45.63	2.19	2.91	中等粗砂
1D	13.28	70.13	13.30	3.29	細砂
2D	12.45	75.15	9.25	3.15	細砂
1H	0.62	8.14	8.72	82.52	泥
2H	1.00	12.68	5.13	81.20	泥
3H	1.24	10.95	9.72	78.08	泥
4H	0.50	9.21	7.85	82.44	泥
5H	1.38	11.19	5.34	82.09	泥
4A	96.13	1.38	0.86	1.63	泥
4B	59.80	25.46	9.86	4.88	中等粗砂
4M	11.86	55.81	21.62	10.70	細砂
5A	29.59	66.05	2.04	2.32	細砂
5B	34.55	62.96	0.61	1.88	細砂

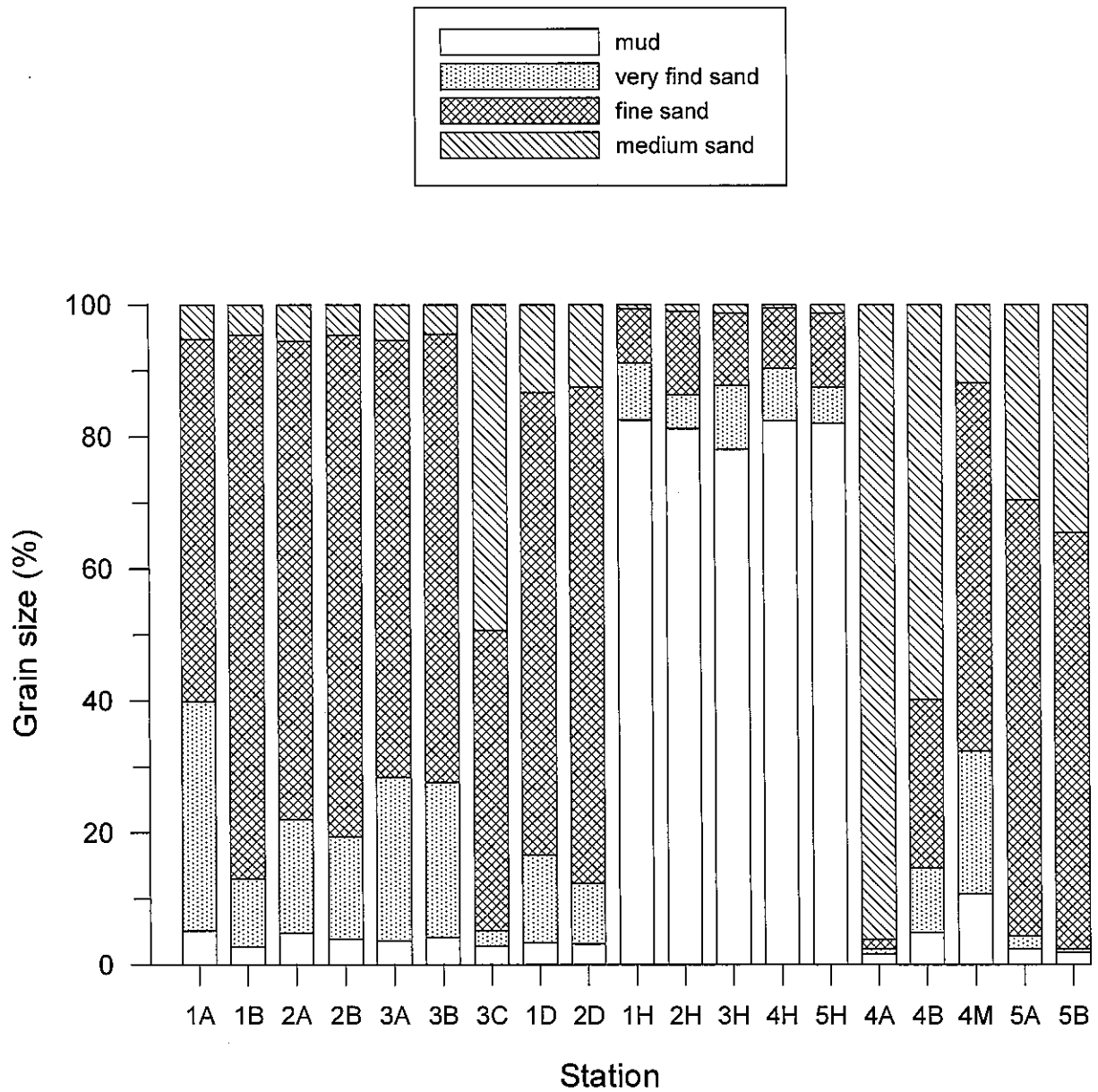
medium sand: 粒徑 0.5mm-0.25mm

fine sand: 粒徑 0.25mm-0.0625mm

silt: 粒徑 0.0625mm-0.031mm

mud: 粒徑 < 0.031mm

圖 2.2.1.1 100 年第一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 年第一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	0.01-0.053	0.04-0.20	8.07-22.92	30.3-107.4	3.5-26.8	145-285	16.1-46.2	1.31-15.8	1.19-2.74	28.7-74.5	7.98-24.1	10.8-73.8
核二廠附近 海域 <sup>1</sup>	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 <sup>2</sup>	所有 樣品	HNO <sub>3</sub> / 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 <sup>3</sup>	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 <sup>4</sup>	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 <sup>3</sup>	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 <sup>5</sup>	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 <sup>6</sup>	<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

<sup>1</sup>環保署土壤法規標準<sup>7</sup>

海域沉積物重金屬對生物毒性  
影響最小參考值 (ERL)<sup>8</sup>

海域沉積物重金屬對生物毒性影響  
中間參考值 (ERM)<sup>8</sup>

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

表 2.2.1.3 100 年第一季台塑麥寮海域各測站沉積物重金屬元素濃度

站名	TOC (%)	Ag (µg/g)	Cd (µg/g)	Co (µg/g)	Cr (µg/g)	Cu (µg/g)	Mn (µg/g)	Ni (µg/g)	Pb (µg/g)	Zn (µg/g)	Fe (%)	As (µg/g)	Se (µg/g)	Hg (ng/g)
1A	0.061	0.022	0.024	9.31	34.17	5.70	159	16.85	6.65	33.65	1.299	8.37	0.039	16.19
1B	0.104	0.019	0.022	11.20	38.65	5.24	182	18.74	6.45	35.11	1.403	9.00	0.038	10.80
2A	0.111	0.021	0.032	14.30	45.98	7.39	191	22.94	7.86	41.89	1.648	10.25	0.046	25.49
2B	0.111	0.021	0.033	14.95	50.18	7.64	197	25.23	7.81	44.10	1.815	11.03	0.046	19.72
3A	0.127	0.023	0.035	14.97	51.35	7.35	193	25.74	7.82	45.38	1.912	10.37	0.050	24.15
3B	0.110	0.017	0.031	10.92	41.18	5.87	157	19.86	5.20	38.94	1.427	10.93	0.035	25.04
3C	0.104	0.020	0.027	10.12	37.58	4.37	169	16.35	3.87	36.60	1.220	8.82	0.042	16.37
1D	0.140	0.020	0.035	10.25	41.40	5.01	146	18.01	3.92	40.01	1.371	7.98	0.043	21.73
2D	0.147	0.023	0.041	13.16	53.65	7.07	191	25.29	5.22	46.98	1.878	10.16	0.066	23.02
1H	0.366	0.049	0.116	22.92	107.38	26.80	285	46.23	15.84	74.49	2.743	20.25	0.137	69.58
2H	0.454	0.031	0.128	14.37	73.26	17.52	243	30.40	11.84	62.98	2.044	13.25	0.097	68.70
3H	0.371	0.049	0.110	22.25	96.37	24.49	280	41.93	11.91	70.84	2.737	18.20	0.137	73.71
4H	0.430	0.053	0.099	14.82	62.31	14.03	227	29.08	7.94	53.85	1.807	11.07	0.086	71.80
5H	0.451	0.034	0.124	19.13	83.24	22.23	259	34.75	11.82	66.70	2.502	15.00	0.117	73.79
4A	0.110	0.025	0.065	15.96	57.69	5.85	256	28.96	6.48	49.67	2.211	23.16	0.038	12.61
4B	0.160	0.025	0.056	16.75	58.05	6.00	266	28.73	6.64	50.66	2.176	24.06	0.039	11.60
4M	0.153	0.022	0.201	11.10	40.72	6.26	165	21.16	3.96	38.08	1.496	8.44	0.046	24.27
5A	0.115	0.012	0.020	12.08	42.52	4.72	194	21.42	5.23	41.86	1.598	16.04	0.043	11.01
5B	0.123	0.009	0.004	8.07	30.27	3.54	145	16.10	1.31	28.73	1.187	11.88	0.062	12.10

圖 2.2.1.2 100 年第一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

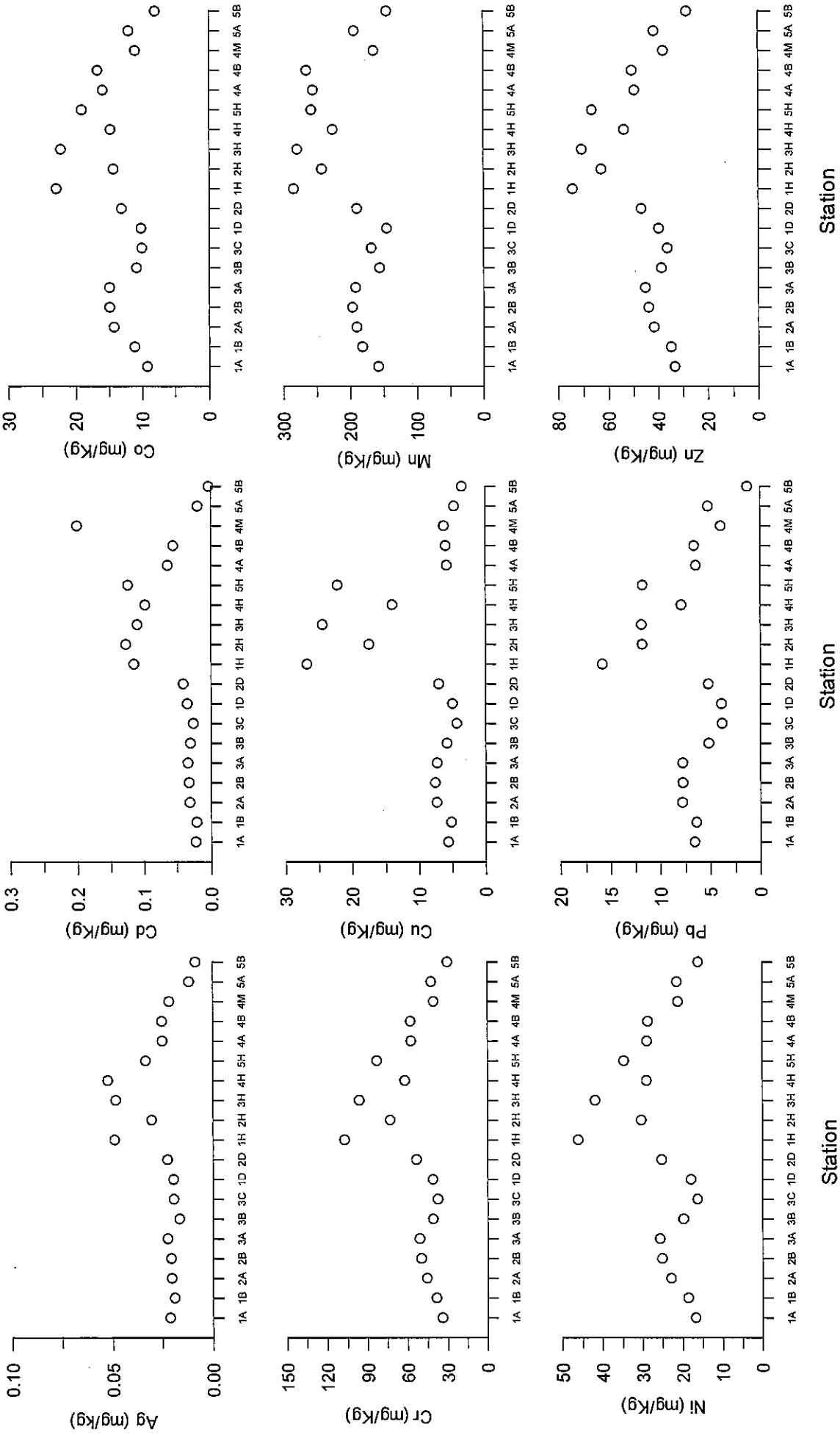


圖 2.2.1.2 100 年第一季麥寮海域各測站沉積物重金屬元素與總有機碳濃度分佈.....續

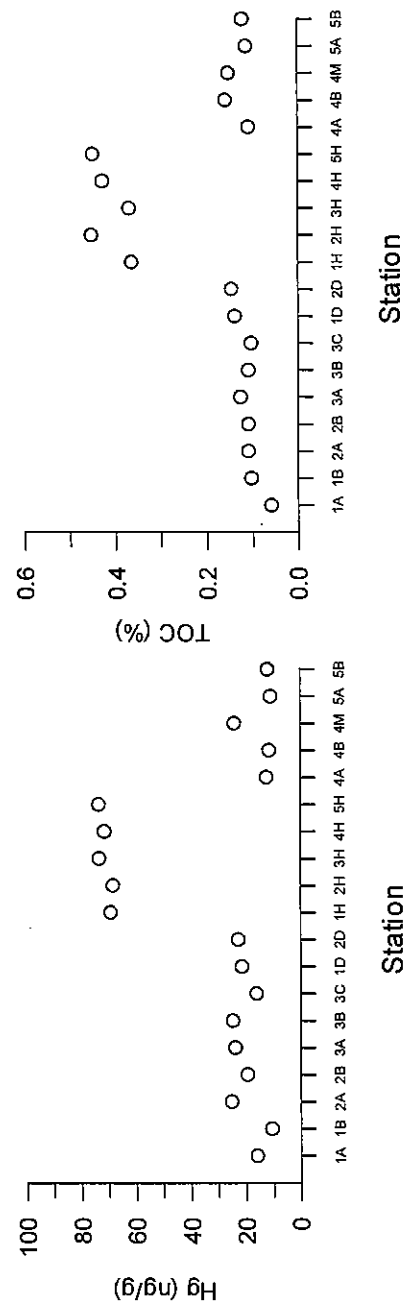
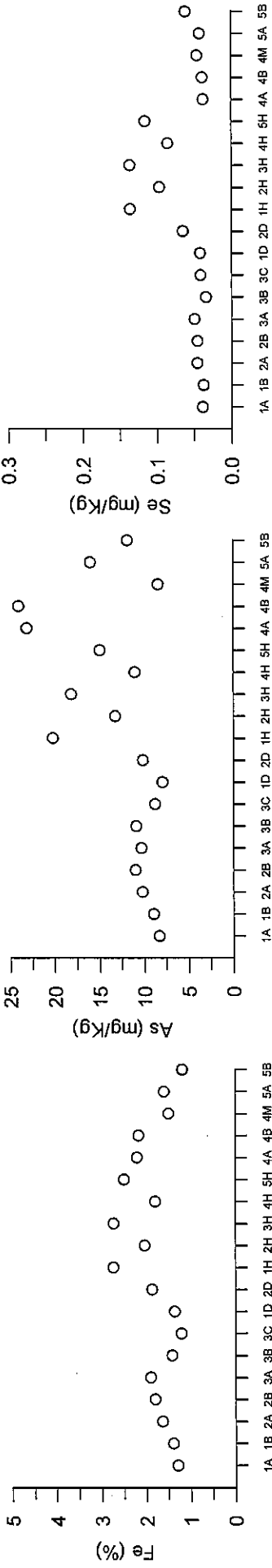
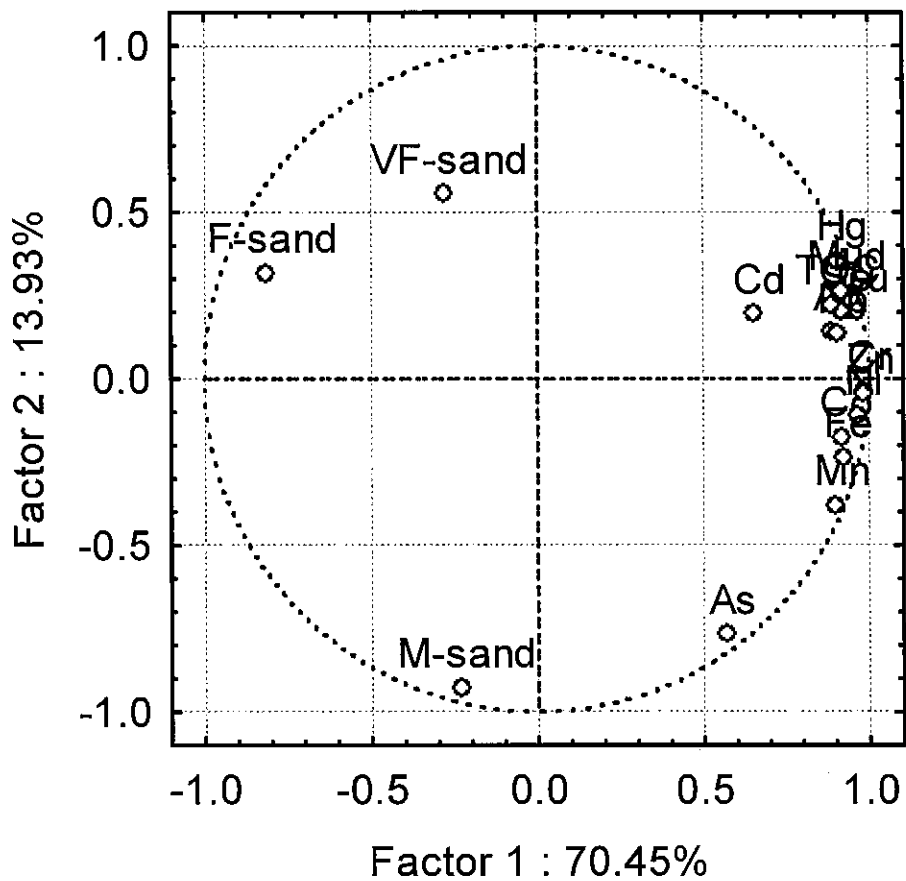


圖 2.2.1.3 100 年第一季麥寮海域沉積物重金屬元素、總有機碳與粒徑分佈之主成份分析 (TOC: 總有機碳, VF-Sand: very fine sand, F-Sand: fine sand, M-Sand: medium sand)





### 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 6 種生物，分別為布瓦鬚鰻、斑海鯰、中國黃點鮪、角突仿對蝦、勝利黎明蟹與細紋玉螺，分析結果詳見表 2.2.3.1。生物體重金屬元素濃度平均含量多寡順序為鋅>銅>鎳>鉻>>鉛>鎘>汞，各元素說明如下：

#### (1) 鎘

生物樣品鎘濃度範圍為 0.009-0.46 mg/kg，以勝利黎明蟹濃度較高，大多數生物樣品濃度小於 0.2 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 0.57-2.44 mg/kg，以中國黃點鮪與細紋玉螺濃度較高，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 0.95-102.7 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 0.08-3.96 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 0.03-5.82 mg/kg，以角突仿對蝦濃度最高，其它生物鉛濃度 < 0.3 mg/kg，角突仿對蝦為本計畫第一次分析之生物，其鉛濃度為何較其它生物為高出甚多，原因不明各國政府規定水產生物體鉛安全含量標準不一，美國為 1.7 mg/kg，紐西蘭為 2.0 mg/kg，加拿大及澳洲為 0.5 mg/kg 而香港為 6 mg/kg。

(6) 鋅

生物樣品鋅含量濃度範圍為 22.1-98.8 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 0.09-0.28 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  $70 \pm 20$  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 年第一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)
布瓦鬚鰻	0.009	0.69	0.95	0.17	0.04	22.12	0.21
斑海鯨	0.012	0.57	2.64	0.08	0.03	55.77	0.18
中國黃點魷	0.163	2.44	1.60	1.01	0.07	48.95	0.28
角突仿對蝦	0.176	1.95	16.37	0.38	5.82	81.93	0.09
勝利黎明蟹	0.464	1.02	81.17	2.19	0.02	98.87	0.09
細紋玉螺	0.209	2.24	102.67	3.96	0.26	68.17	0.16
USA 甲殼類 生物標準 <sup>1</sup>	3	12	未定	70	1.5	未定	
USA 貝類生 物標準 <sup>1</sup>	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 <sup>1</sup>	2	未定	70	未定	0.5	150* 1000**	
香港水產 生物標準 <sup>2</sup>	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年第一季(1~3月)採得的浮游植物樣品分析結果,共鑑定出浮游植物43屬83種;平均豐度為 $2501 \pm 273$  cells/L,平均種類數目為 $8 \pm 1$ 種,而平均種歧異度值則為 $2.5 \pm 0.1$ (表2.2.4.1)。菱形海線藻(*Thalassionema nitzschioides*)是本季此海域中最優勢的種類,平均豐度為 $302 \pm 51$  cells/L,並佔總豐度的12.1%;而第二優勢種是丹麥細柱藻(*Leptocylindrus danicus*),平均豐度為 $195 \pm 75$  cells/L,並佔總豐度的7.8%;第三優勢種旋鏈角刺藻(*Chaetoceros curvisetus*)之平均豐度為 $156 \pm 86$  cells/L,佔該季浮游植物總豐度的6.2%;第四優勢種為扁面角刺藻(*Chaetoceros compressus*),其平均豐度為 $154 \pm 54$  cells/L,佔總豐度的6.1%;而第五優勢種為環紋勞德藻(*Lauderia borealis*),平均豐度為 $108 \pm 34$  cells/L,佔了總豐度的4.3%;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37%,本季前五優勢種所佔的份量不若以往這麼多(表2.2.4.2)。

本季浮游植物豐度在遠岸測線(測線 A)呈現由北往南增加的趨勢,測站 5A 表層豐度最高,而在表深層的變化上則沒有一致的現象;近岸測線(測線 B)同樣有由北往南增加的變化趨勢,不過豐度差異略較測線 A 小,其中以測站 4B 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較潮間帶以及虎尾溪口高出許多;本季港內的浮游植物豐度變化亦不如以往大,其中以測站 4H 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測站不論是南北或是表深層變化均無一致性的趨勢,不過近岸測站則有越往南種類數越多的情形;此外,在較近岸的測站中亦以灰塘區所發現的種類數較潮間帶以及虎尾溪口多;港口內表深層的種類數變化不若以往大且無一致性的趨向(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(圖 2.2.4.3)。

在主要優勢種的變化方面,由圖 2.2.4.4 可以發現第一優勢種菱形海線藻(*Thalassionema nitzschioides*)的分布趨向沒有明顯一致的變化,偶有豐度較高的情形,其中灰塘區的 1D 表層測站豐度達 1440 cells/L 最高,而遠岸測站的 5A 表層測站豐度次高(為 1000 cells/L)(圖 2.2.4.4)。第二優勢種丹麥細柱藻(*Leptocylindrus danicus*)發現的測站相對較少,最高豐度出現在專用港內的 1H

深層測站，豐度為 1960 cells/L，而近岸測站的 4B 表層測站則有第二高的豐度量(1520 cells/L)出現(圖 2.2.4.5)。第三優勢種旋鏈角刺藻 (*Chaetoceros curvisetus*) 主要出現在遠岸測站，以測站 3A 表層豐度達 2680 cells/L 最高，而 5A 表層的豐度 1560 cells/L 次之(圖 2.2.4.6)。第四優勢種扁面角刺藻(*Chaetoceros compressus*) 出現的頻率略較前兩優勢種高些，不過各測站的豐度差異不大，豐度最高的測站為遠岸的 5A 表層測站，為 1400 cells/L，其餘有出現的測站豐度多介於 500~1000 cells/L 之間(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皆有重疊，顯示這三個海域內的浮游植物種類組成相對較為相似；而在變異程度方面，潮間帶、灰塘區以及虎尾溪口因測站數較少且較接近的關係而呈現範圍較小的變化，專用港區、遠岸測站以及近岸測站間的浮游植物種類變異程度則相對較大(圖 2.2.4.8)。

利用複迴歸分析探討本季前 6 個優勢種浮游植物豐度、浮游植物總豐度、種類數及種歧異度指數與水文環境因子(溫度、鹽度、磷酸鹽、矽酸鹽、硝酸鹽以及葉綠素 *a*) 的相關性(表 2.2.4.3)，發現僅浮游植物種類數與海水溫呈現顯著正相關性( $p < 0.05$ )；而在主要優勢種方面，亦僅有扁面角刺藻 (*Chaetoceros compressus*) 與海水溫度呈現顯著的正相關( $p < 0.01$ )。

綜合上述結果可知，100 年第一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，菱形海線藻 (*Thalassionema nitzschioides*)、丹麥細柱藻 (*Leptocylindrus danicus*)、旋鏈角刺藻 (*Chaetoceros curvisetus*)、扁面角刺藻 (*Chaetoceros compressus*) 以及環紋勞德藻 (*Lauderia borealis*) 的相對豐度總和佔所有浮游植物豐度的 37% 左右，佔有一定優勢的份量。

表 2.2.4.1 100 年第一季麥寮六輕附近海域浮游植物豐度(cells/L)表\*(2/2)

Name (ID)/Station	2C	3C	1D	2D	1H	2H	3H	4H	5H	AM	Mean	SE	RA(%)
Depth	Upper	Upper	Upper	Lower	Upper	Lower	Upper	Lower	Upper	Lower	Upper	Lower	Upper
<b>CHRISTOPHYTA (金藻門)</b>													
<b>BACILLARIOPHYCEAE (矽藻綱)</b>													
<i>Uvodora montiformis</i> (密刺直鏈藻)		440	0	0	680	0	0	0	560	0	0	0	0
<i>Uvodora sulcata</i> (長槽直鏈藻)		1040	440	0	0	0	0	0	0	0	0	640	57
<i>Hyalodiscus stehbergeri</i> (星形明盤藻)		80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Stephanosyllis palmeriana</i> (掌狀冠蓋藻)		0	0	440	0	560	0	0	0	0	0	0	27
<i>Skeletonema costatum</i> (骨柱藻)		0	0	760	0	1080	0	0	0	0	1940	0	104
<i>Thalassiosira decipiens</i> (昇海鏈藻)		0	0	0	0	160	0	0	0	320	440	280	560
<i>Thalassiosira rotula</i> (圓海鏈藻)		0	0	200	0	360	0	320	0	120	0	120	81
<i>Ethmodiscus gazellae</i> (伽氏扁盤藻)		0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	2
<i>Coccolithus excentricus</i> (離心刺圓扁藻)		40	80	40	0	0	0	0	0	0	0	0	10
<i>Coccolithus argenti</i> (安氏圓扁藻)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Coccolithus jonestanus</i> v. <i>commutata</i> (瓊氏圓扁藻小形變種)		0	0	120	40	0	0	0	0	0	0	0	6
<i>Asteromphalus rotundatus</i>		0	0	0	0	80	0	0	0	0	0	0	5
<i>Asteromphalus heptactis</i> (圓圓星盤藻)		0	0	0	120	120	0	0	0	0	0	0	21
<i>Corethron bystris</i> (小環毛藻)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Corethron pelagicum</i> Grun (海洋環毛藻)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Lauderia borealis</i> (環狀彎管藻)		0	80	0	0	0	0	0	160	0	240	0	108
<i>Schroederia delicatula</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
<i>Detonula confervacea</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
<i>Leptocylindrus domicus</i> (舟形細柱藻)		0	0	0	0	200	200	1960	0	0	960	0	195
<i>Leptocylindrus minimus</i> (小柱藻)		0	0	0	0	0	0	2400	0	0	0	0	19
<i>Gyrodinium aureolum</i> (魚肉亞藻)		0	0	0	0	760	0	0	0	0	0	0	32
<i>Rhizosolenia delicatula</i> (長筒環管藻)		0	0	0	0	280	0	0	0	0	0	0	8
<i>Rhizosolenia stohlerii</i> (新捲環管藻)		0	0	0	0	0	0	0	0	80	320	0	42
<i>Rhizosolenia imbricata</i> v. <i>shrubsolei</i> (肩瓦捲管藻新變種)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
<i>Rhizosolenia styiformis</i> (筆尖形捲管藻)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Rhizosolenia styiformis</i> v. <i>latissima</i> (筆尖形捲管藻粗殼變種)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Rhizosolenia setigera</i> (剛毛環管藻)		0	0	0	80	80	0	40	0	0	0	0	14
<i>Rhizosolenia hebetata</i> f. <i>hemalis</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Rhizosolenia alata</i> (翼環管藻)		0	0	0	0	80	0	0	0	0	120	0	5
<i>Rhizosolenia alata</i> f. <i>gracillima</i> (翼環管藻細殼變種)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
<i>Chaetoceros densus</i>		0	0	0	0	200	0	260	0	0	240	0	44
<i>Chaetoceros seychellarum</i>		0	0	840	0	0	0	0	0	0	0	0	23
<i>Chaetoceros pandulus</i>		0	0	0	0	80	0	0	0	0	0	0	3
<i>Chaetoceros mitra</i> (高捲角毛藻)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
<i>Chaetoceros loranzianus</i> (洛氏角列藻)		0	0	0	240	0	0	0	0	0	0	0	6
<i>Chaetoceros compressus</i> (扁面角列藻)		0	0	640	760	440	0	0	0	640	0	0	154
<i>Chaetoceros dichnus</i> (雙葉角毛藻)		0	0	0	0	760	0	0	0	0	0	0	38
<i>Chaetoceros dichnus</i> v. <i>angelica</i> (雙葉角毛藻英國變種)		0	0	0	280	0	0	0	0	0	0	0	8
<i>Chaetoceros nanheurckii</i>		0	0	0	560	0	0	0	0	0	0	0	22
<i>Chaetoceros brevis</i> (短角列藻)		0	0	600	1520	0	0	0	0	0	0	0	57
<i>Chaetoceros subcaudatus</i> (寬捲角毛藻)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	0	11
<i>Chaetoceros hoholeucus</i> (兩角角毛藻)		0	0	0	480	0	0	0	0	0	0	0	27
<i>Chaetoceros affinis</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
<i>Chaetoceros curviretus</i> (彎角角列藻)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	156
<i>Chaetoceros furcellatus</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65
<i>Chaetoceros tortuosissimus</i> (扭角角毛藻)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32
<i>Chaetoceros</i> sp.		0	0	600	1000	0	0	0	0	0	0	0	69
<i>Chlamydomonas frauenfeldianum</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
<i>Chlamydomonas blautianum</i> (雙角角列藻)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
<i>Biddulphia sinensis</i> (中層盒形藻)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	3
<i>Biddulphia aurita</i> (長耳盒形藻)		0	0	160	0	0	0	0	0	0	200	200	42
<i>Ceratium bergonii</i> (錫角角管藻)		0	0	0	0	360	0	0	0	0	0	0	10
<i>Hemidinium sinense</i> (中層半管藻)		0	0	0	0	0	0	0	0	560	260	480	65
<i>Licanophora paradoxa</i> (奇異鞭形藻)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Campylodiscus cymbelliformis</i> (舟形盤形藻)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	2
<i>Synedra formosa</i> (華羅針杆藻)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Thalassiothrix mitischnideri</i> (寬形直鏈藻)		120	0	1440	0	520	200	0	280	760	280	680	640
<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i> (似恩海毛藻)		0	0	200	0	80	0	0	160	40	120	0	40
<i>Thalassiothrix mediterranea</i> (地中海海毛藻)		0	0	0	0	280	80	0	0	0	80	0	21
<i>Asterionella japonica</i> (日本星針藻)		0	0	0	760	0	0	160	0	0	0	0	69
<i>Pseudonitzschia delicatula</i> (錐形偽直鏈藻)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Gamphonon grevillei</i> (假針藻)		0	80	0	0	0	0	0	0	0	80	0	4
<i>Diplonema weissflogii</i> (威氏雙葉藻)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Gyrodinium aureolum</i> (魚肉螺旋藻新變種)		0	0	0	80	0	0	80	0	80	0	0	14
<i>Pteroisigma intermedium</i> (中型刺針藻)		0	0	40	0	0	0	0	120	80	0	0	11
<i>Navicula marhamana</i> (艦殼舟形藻)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	4
<i>Navicula directa</i> (直舟形藻)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	1
<i>Amphiroa gigantea</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
<i>Tropidoneis lipidoptera</i> (錐殼彎管藻)		0	0	0	80	0	0	0	0	0	120	0	5
<i>Tropidoneis antarctica</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Bocillora paradoxa</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	2
<i>Nitzschia closterium</i> (新月直鏈藻)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
<i>Nitzschia seriata</i> (直列直鏈藻)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Nitzschia sigma</i> (彎直鏈藻)		0	0	0	0	0	0	120	0	0	0	0	3
<i>Pseudonitzschia delicatissima</i> (柔弱假直鏈藻)		360	0	120	0	440	0	40	120	360	160	0	93
<b>CYANOPHYTA (藍藻門)</b>													
<b>CYANOPHYTEAE (藍藻綱)</b>													
<i>Trichodesmium thibautii</i> (魏氏藍毛藻)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<b>PYRROPHYTA (甲藻門)</b>													
<i>Ceratium furcav. seta</i> (錐角多甲藻)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
<i>Ceratium furca</i> (叉角藻)		0	0	0	0	0	0	0	0	80	0	0	12
<i>Ceratium kofoidii</i>		0	0	0	0	0	0	0	160	0	0	0	4
<i>Protoperidinium depressum</i> (扁平多甲藻)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	0	2
<i>Protoperidinium oblongum</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	1
<i>Protoperidinium ovum</i>		0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	25
<i>Prorocentrum micans</i> (閃光原甲藻)		0	0	0	0	0	0	0	0	80	0	0	14
Total (總豐度)		2080	840	5440	5680	4680	3520	840	2920	2120	600	2000	1920
Species no. (種類數目)		6	5	12	11	11	12	5	6	8	5	6	7
H <sup>1</sup> (種歧度)		1.9	1.9	3.1	2.9	3.1	3.2	2.0	1.6	2.4	2.0	2.3	2.7

表 2.2.4.2 98 年 4 月~100 年 3 月麥寮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 )
<p><i>Leptocylindrus danicus</i> (丹麥細柱藻, 16.9%, 12283±1725 cells/L)</p> <p><i>Pseudonitzschia delicatissima</i> (柔弱擬菱形藻, 10.2%, 7440±1300 cells/L)</p> <p><i>Lauderia borealis</i> (環紋勞德藻, 10.2%, 7421±1335 cells/L)</p> <p><i>Thalassiosira rotula</i> (圓海鏈藻, 9.8%, 7156±1445 cells/L)</p> <p><i>Chaetoceros curvisetus</i> (旋鏈角刺藻, 8.8%, 6426±1259 cells/L)</p>	<p><i>Leptocylindrus danicus</i> (丹麥細柱藻, 20.4%, 1352±294 cells/L)</p> <p><i>Skeletonema costatum</i> (骨條藻, 14.1%, 931±415 cells/L)</p> <p><i>Lauderia borealis</i> (環紋勞德藻, 9.1%, 604±182 cells/L)</p> <p><i>Chaetoceros curvisetus</i> (旋鏈角刺藻, 8.4%, 557±163 cells/L)</p> <p><i>Pseudonitzschia delicatissima</i> (柔弱擬菱形藻, 6.6%, 435±119 cells/L)</p>
98 年 10~12 月 ( 第四季 )	99 年 1~3 月 ( 第一季 )
<p><i>Thalassionema nitzschioides</i> (菱形海線藻, 10.1%, 203±29 cells/L)</p> <p><i>Chaetoceros compressus</i> (扁面角刺藻, 8.6%, 173±58 cells/L)</p> <p><i>Chaetoceros curvisetus</i> (旋鏈角刺藻, 7.6%, 154±65 cells/L)</p> <p><i>Melosira sulcata</i> (具槽直鏈藻, 7.0%, 141±60 cells/L)</p> <p><i>Leptocylindrus danicus</i> (丹麥細柱藻, 6.9%, 138±59 cells/L)</p>	<p><i>Melosira sulcata</i> (具槽直鏈藻, 11.0%, 326±111 cells/L)</p> <p><i>Thalassionema nitzschioides</i> (菱形海線藻, 7.9%, 236±36 cells/L)</p> <p><i>Lauderia borealis</i> (環紋勞德藻, 7.0%, 210±69 cells/L)</p> <p><i>Rhabdonema adriaticum</i> (亞得里亞海線藻, 6.5%, 192±59 cells/L)</p> <p><i>Pseudonitzschia delicatissima</i> (柔弱擬菱形藻, 5.8%, 173±70 cells/L)</p>

表 2.2.4.2 98 年 4 月~100 年 3 月麥寮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)
<p><i>Leptocylindrus danicus</i> (丹麥細柱藻, 37.4%, 2651±906 cells/L)</p> <p><i>Thalassionema nitzschioides</i> (菱形海線藻, 8.5%, 603±74 cells/L)</p> <p><i>Leptocylindrus minimus</i> (小細柱藻, 6.4%, 454±157 cells/L)</p> <p><i>Pseudonitzschia delicatissima</i> (柔弱擬菱形藻, 5.3%, 374±85 cells/L)</p> <p><i>Lauderia borealis</i> (環紋勞德藻, 5.1%, 361±66 cells/L)</p>	<p><i>Leptocylindrus danicus</i> (丹麥細柱藻, 53.4%, 23828±6592 cells/L)</p> <p><i>Chaetoceros compressus</i> (扁面角刺藻, 8.7%, 3868±1728 cells/L)</p> <p><i>Leptocylindrus minimus</i> (小細柱藻, 8.1%, 3632±1468 cells/L)</p> <p><i>Lauderia borealis</i> (環紋勞德藻, 7.0%, 3121±941 cells/L)</p> <p><i>Pseudonitzschia delicatissima</i> (柔弱擬菱形藻, 4.9%, 2174±1189 cells/L)</p>
99 年 10~12 月 (第四季)	2011 年 1~3 月 (第一季)
<p><i>Thalassionema nitzschioides</i> (菱形海線藻, 26.3%, 150±25 cells/L)</p> <p><i>Bacillaria paradoxa</i> (8.3%, 48±23 cells/L)</p> <p><i>Pseudonitzschia delicatissima</i> (柔弱擬菱形藻, 7.6%, 43±17 cells/L)</p> <p><i>Chaetoceros subsecundus</i> (冕孢角毛藻, 6.6%, 38±14 cells/L)</p> <p><i>Leptocylindrus danicus</i> (丹麥細柱藻, 6.1%, 35±15 cells/L)</p>	<p><i>Thalassionema nitzschioides</i> (菱形海線藻, 12.1%, 302±51 cells/L)</p> <p><i>Leptocylindrus danicus</i> (丹麥細柱藻, 7.8%, 195±75 cells/L)</p> <p><i>Chaetoceros curvisetus</i> (旋鏈角刺藻, 6.2%, 156±86 cells/L)</p> <p><i>Chaetoceros compressus</i> (扁面角刺藻, 6.1%, 154±54 cells/L)</p> <p><i>Lauderia borealis</i> (環紋勞德藻, 4.3%, 108±34 cells/L)</p>



表 2.2.4.3 100 年第一季參寮六輕附近海域浮游植物前 6 優勢種浮游植物豐度與海水溫度、鹽度、磷酸鹽、矽酸鹽、硝酸鹽、葉綠素 *a* 濃度之複迴歸分析表 (\*\*\*: $p < 0.001$ , \*\*: $p < 0.01$ , \*: $p < 0.05$ )

	溫度	鹽度	磷酸鹽	矽酸鹽	硝酸鹽	葉綠素 <i>a</i>
<i>Thalassionema nitzschioides</i> (菱形海線藻)	-0.947	-0.865	-0.679	-0.18	-0.839	1.987
<i>Leptocylindrus danicus</i> (丹麥細柱藻)	-0.023	-0.885	-1.043	0.256	0.187	-1.078
<i>Chaetoceros curvisetus</i> (旋鏈角刺藻)	1.695	-1.18	-1.801	1.12	-0.317	-0.196
<i>Chaetoceros compressus</i> (扁面角刺藻)	<b>2.319**</b>	1.861	0.761	1.235	1.361	-0.6
<i>Lauderia borealis</i> (環紋勞德藻)	0.043	-0.77	-0.679	-0.094	-0.972	0.997
<i>Skeletonema costatum</i> (骨條藻)	-0.2	1.36	0.449	1.797	-1.13	0.621
Total abundance ( $\times 10^3$ cells/L)	1.598	0.733	-0.154	1.566	-0.21	-0.293
Species number	<b>2.113*</b>	0.893	0.198	1.032	0.49	-0.907
Species diversity index (H')	1.564	0.583	0.144	0.335	0.427	0.356

表 2.2.4.4 100 年第一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	3.247	0.018*
Depth (深度)	1	0.003	0.958

表 3.1.4.1 六輕附近海域歷年來第一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>Thalassiosira leptopus</i> (海鏈藻,68.0%) <i>Coscinodiscus lineatus</i> (線形圓篩藻,15.0%)	<i>Thalassiosira leptopus</i> (海鏈藻,65.9%) <i>Coscinodiscus lineatus</i> (線形圓篩藻,13.1%)	<i>Thalassiosira leptopus</i> (海鏈藻,58.1%) <i>Trichodesmium</i> sp. (束毛藻,17.8%) <i>Coscinodiscus lineatus</i> (線形圓篩藻,13.2%)
2007	<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i> (伏恩海毛藻,28.9%) <i>Thalassiosira leptopus</i> (海鏈藻,24.6%) <i>Coscinodiscus lineatus</i> (線形圓篩藻,10.4%)	<i>Thalassiosira leptopus</i> (海鏈藻,25.4%) <i>Thalassiothrix frauenfeldii</i> (伏恩海毛藻,18.5%) <i>Thalassionema nitzschioides</i> (菱形海線藻,13.6%)	<i>Thalassiosira leptopus</i> (海鏈藻,17.1%) <i>Thalassiothrix frauenfeldii</i> (伏恩海毛藻,14.0%) <i>Thalassiosira subtilis</i> (細弱海鏈藻,11.5%)
2008	<i>Thalassiosira leptopus</i> (海鏈藻,33.2%) <i>Thalassiothrix frauenfeldii</i> (伏恩海毛藻,16.9%) <i>Coscinodiscus lineatus</i> (線形圓篩藻,10.3%)	<i>Thalassiosira leptopus</i> (海鏈藻,26.4%) <i>Thalassiothrix frauenfeldii</i> (伏恩海毛藻,17.7%) <i>Thalassionema nitzschioides</i> (菱形海線藻,12.1%)	<i>Thalassiosira leptopus</i> (海鏈藻,24.6%)
2009	<i>Chaetoceros curvisetus</i> (旋鏈角刺藻,22.3%) <i>Thalassiosira leptopus</i> (海鏈藻,16.4%) <i>Thalassionema nitzschioides</i> (菱形海線藻,13.1%)	<i>Chaetoceros curvisetus</i> (旋鏈角刺藻,21.2%) <i>Thalassiosira leptopus</i> (海鏈藻,16.9%)	<i>Chaetoceros curvisetus</i> (旋鏈角刺藻,23.4%) <i>Thalassiosira leptopus</i> (海鏈藻,17.7%)
2010	<i>Rhizosolenia alata</i> (翼根管藻,12.8%) <i>Thalassionema nitzschioides</i> (菱形海線藻,10.2%) <i>Asteromphalus heptactis</i> (橢圓星臍藻,7.5%)	<i>Thalassionema nitzschioides</i> (菱形海線藻,13.1%) <i>Melosira sulcata</i> (具槽直鏈藻,11.8%) <i>Chaetoceros curvisetus</i> (旋鏈角刺藻,10.5%)	<i>Lauderia borealis</i> (環紋勞德藻,56.6%) <i>Hemiaulus sinensis</i> (中華半管藻,17.7%) <i>Thalassionema nitzschioides</i> (菱形海線藻,6.5%)
2011	<i>Chaetoceros curvisetus</i> (旋鏈角刺藻,17.3%) <i>Thalassionema nitzschioides</i> (菱形海線藻,8.9%) <i>Chaetoceros furcellatus</i> (8.1%)	<i>Thalassionema nitzschioides</i> (菱形海線藻,12.4%) <i>Lauderia borealis</i> (環紋勞德藻,11.1%) <i>Leptocylindrus danicus</i> (丹麥細柱藻,11.1%)	<i>Melosira sulcata</i> (具槽直鏈藻,50.7%) <i>Melosira moniliformis</i> (串珠直鏈藻,15.1%) <i>Pseudonitzschia delicatissima</i> (柔弱擬菱形藻,12.3%)

圖 2.2.4.1 100 年第一季麥寮六輕附近海域浮游植物豐度變化圖

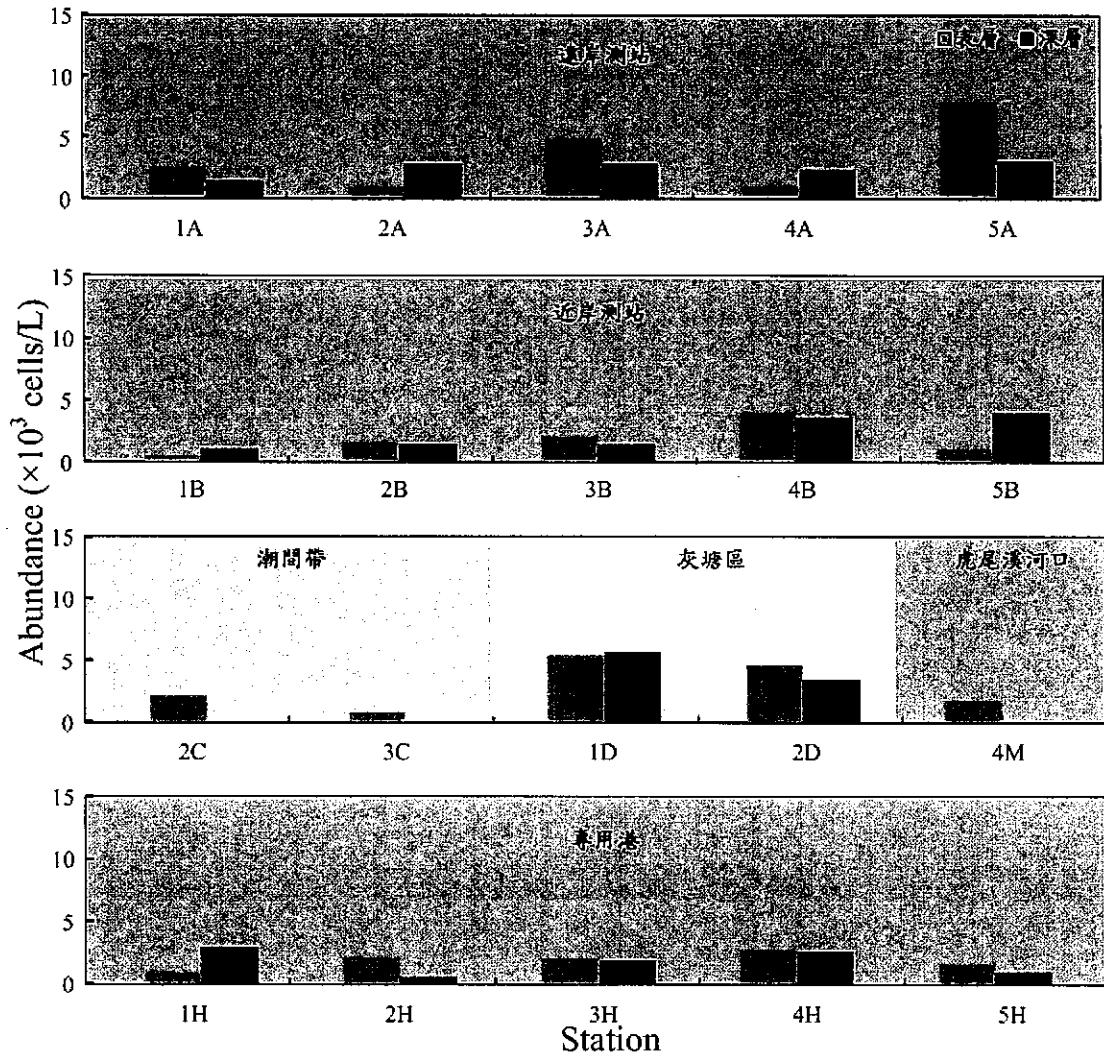


圖 2.2.4.2 100 年第一季麥寮六輕附近海域浮游植物種類數變化圖

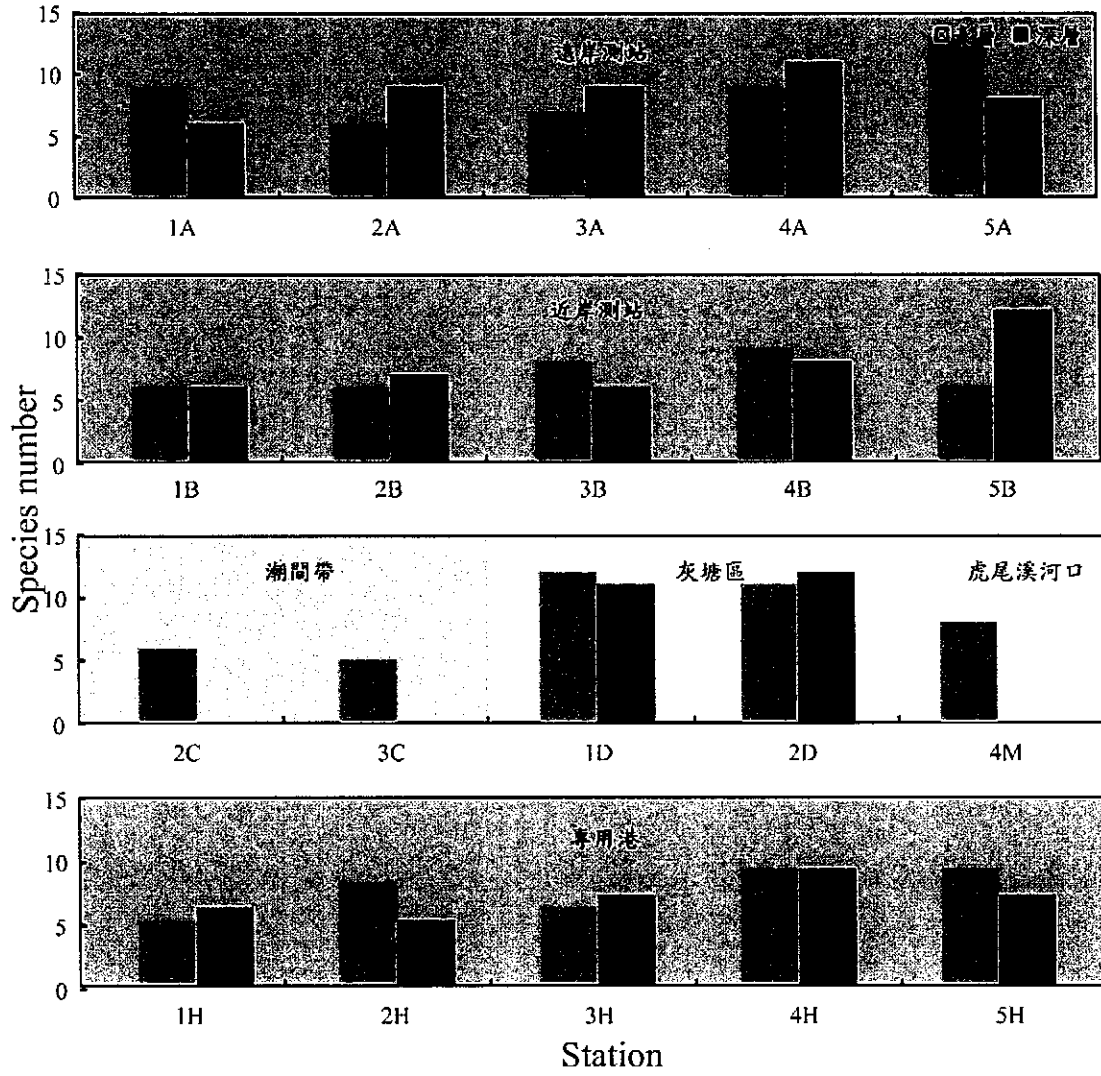


圖 2.2.4.3 100 年第一季麥寮六輕附近海域浮游植物種歧異度指數變化圖

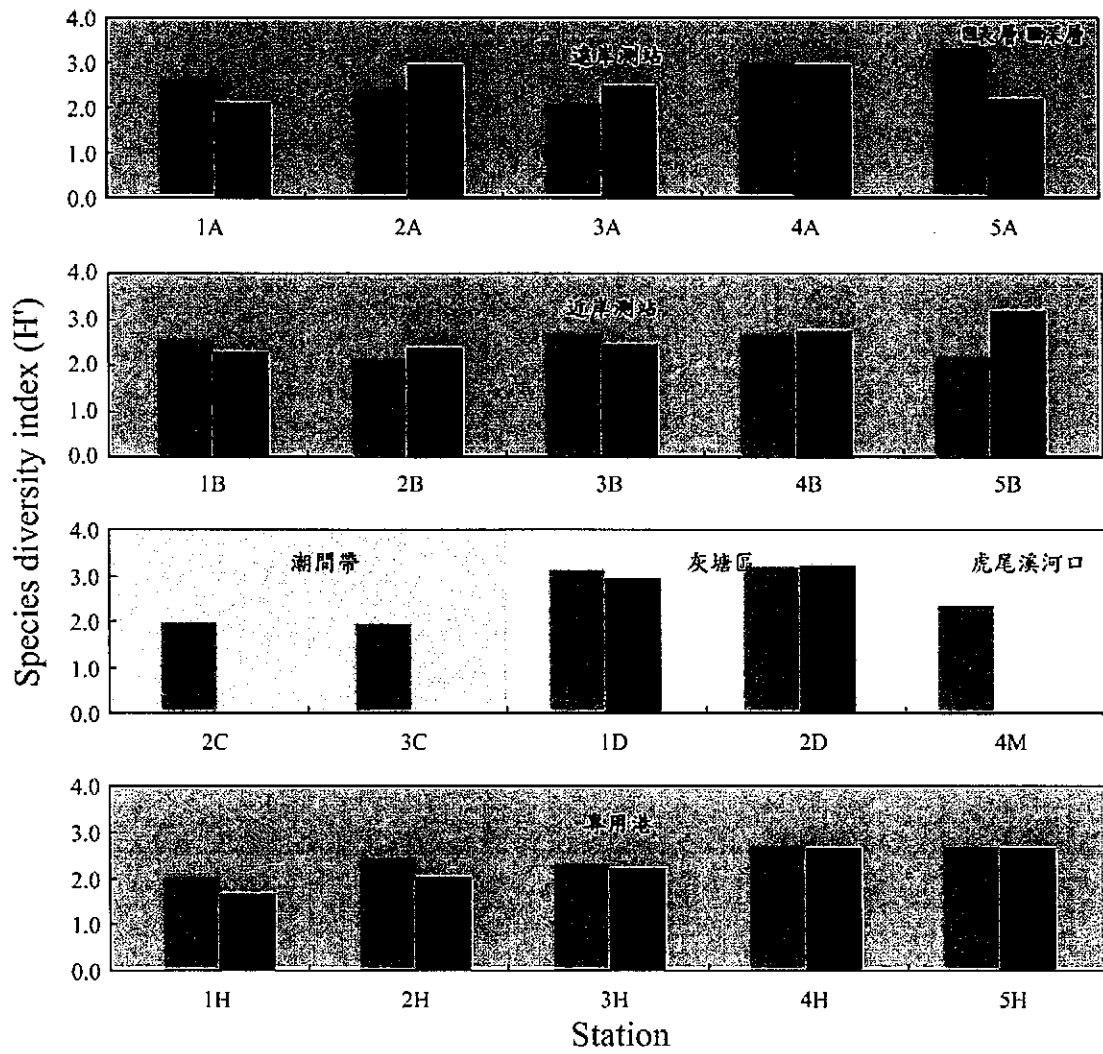


圖 2.2.4.4 100 年第一季麥寮六輕附近海域第一優勢種浮游植物豐度變化圖  
*Thalassionema nitzschioides* (菱形海線藻)

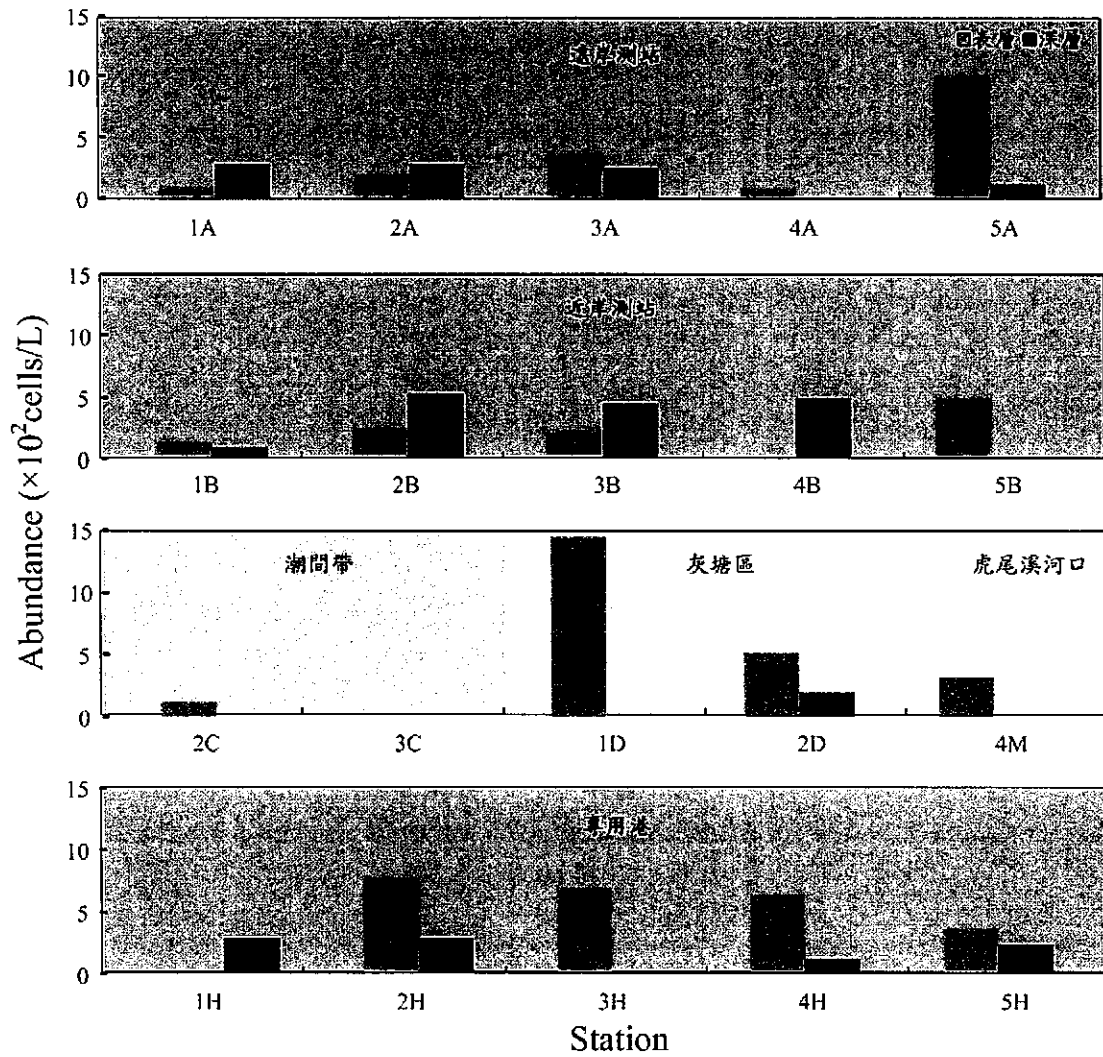


圖 2.2.4.5 100 年第一季麥寮六輕附近海域第二優勢種浮游植物豐度變化圖

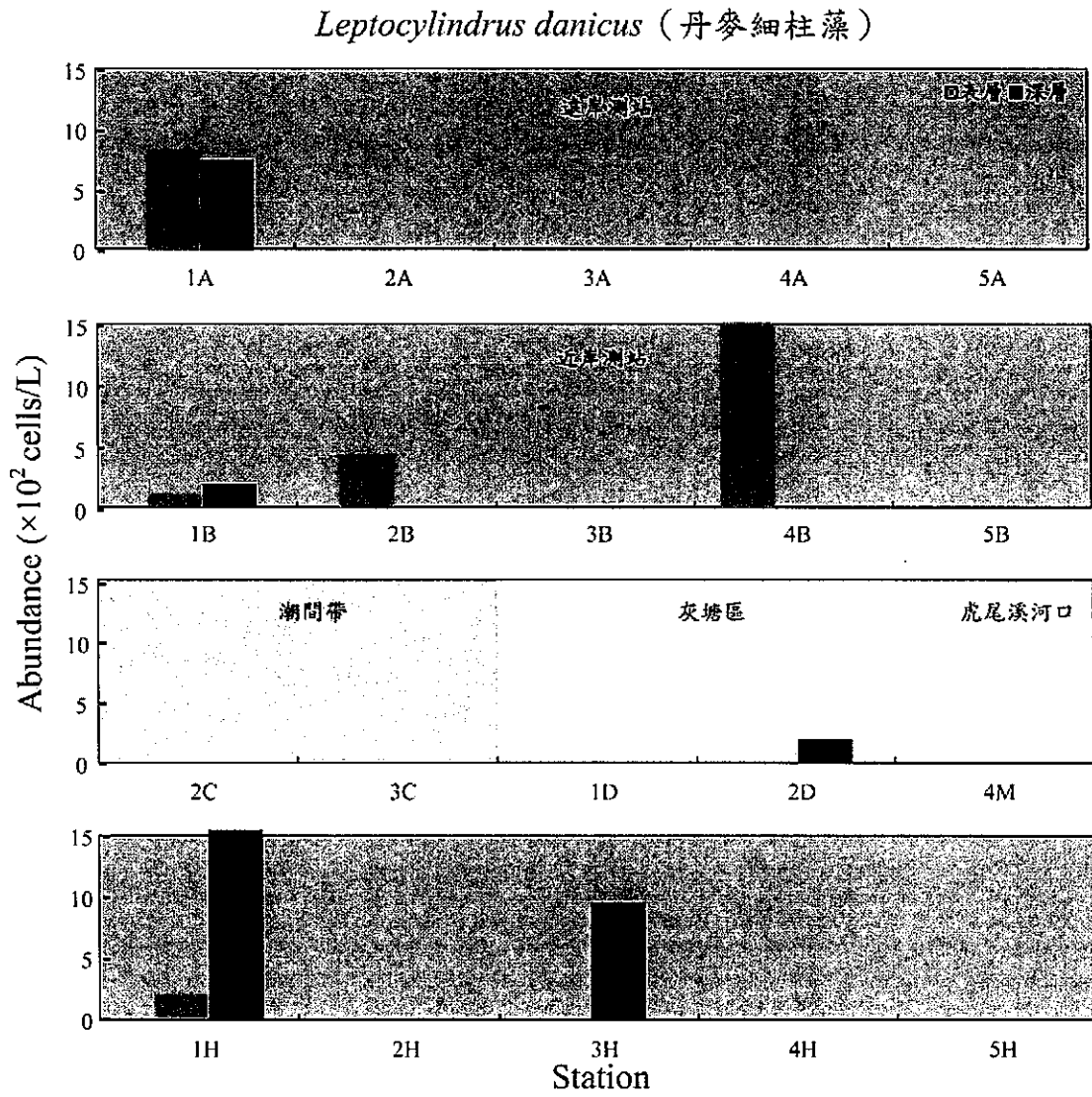




圖 2.2.4.6 100 年第一季麥寮六輕附近海域第三優勢種浮游植物豐度變化圖

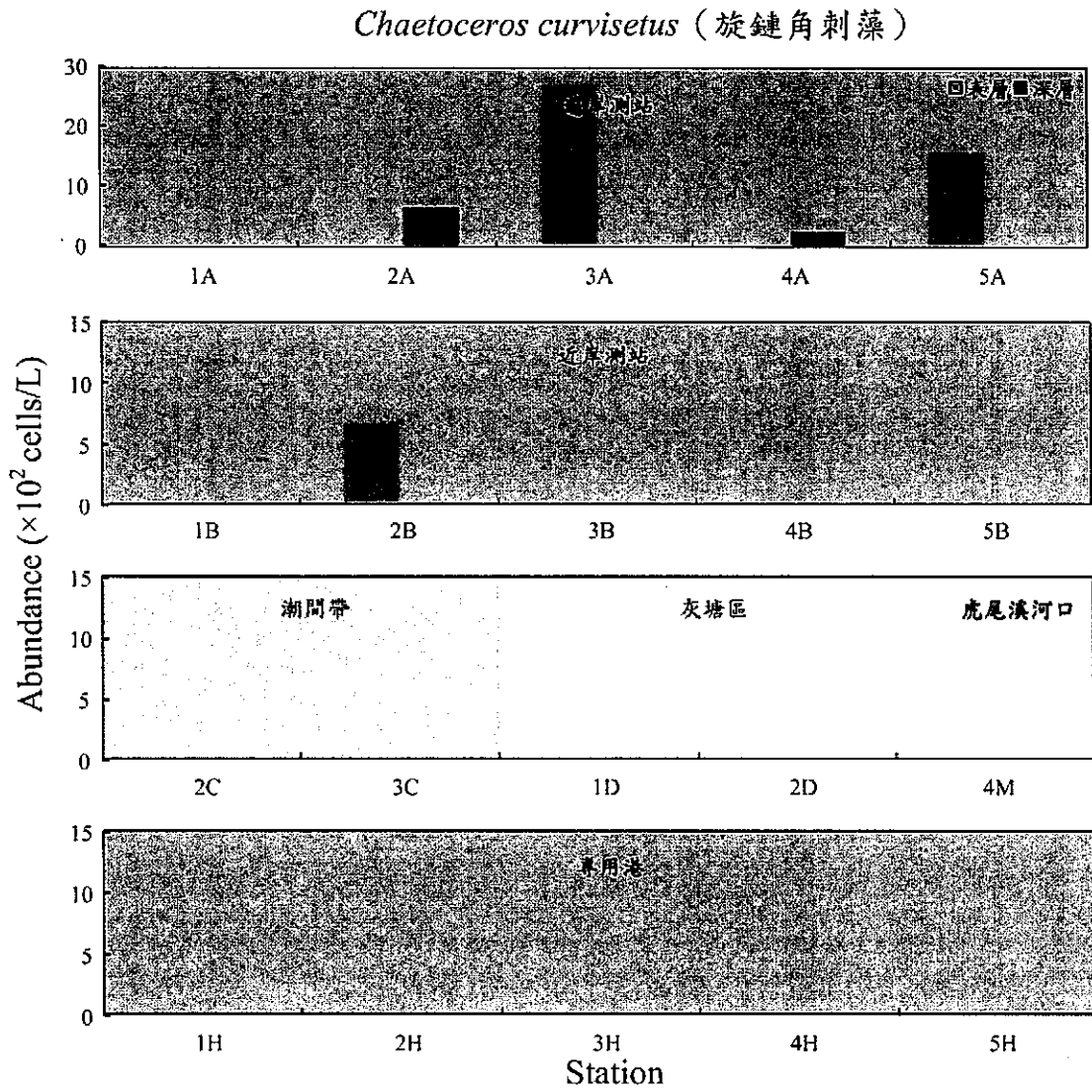


圖 2.2.4.7 100 年第一季麥寮六輕附近海域第四優勢種浮游植物豐度變化圖

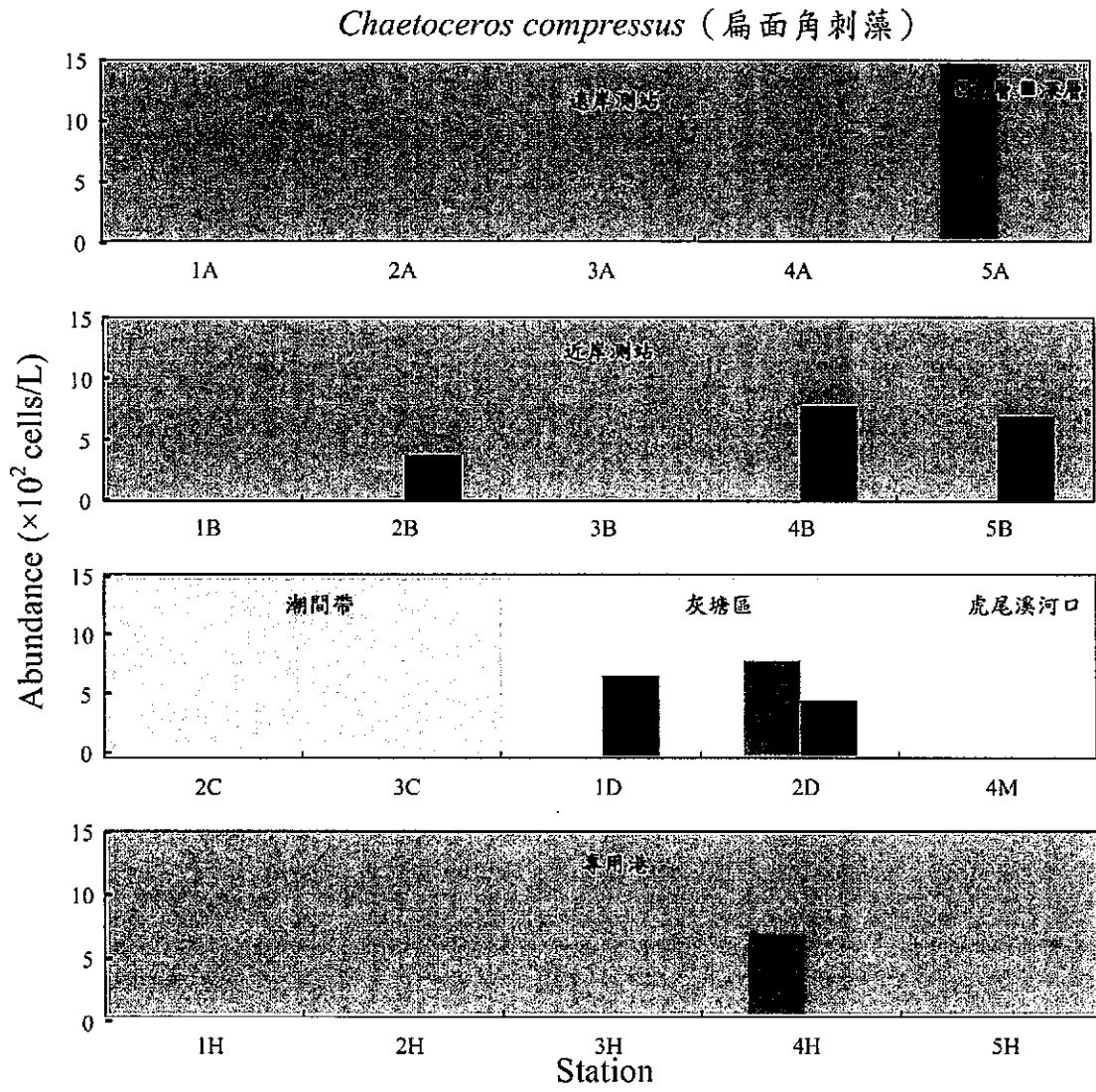
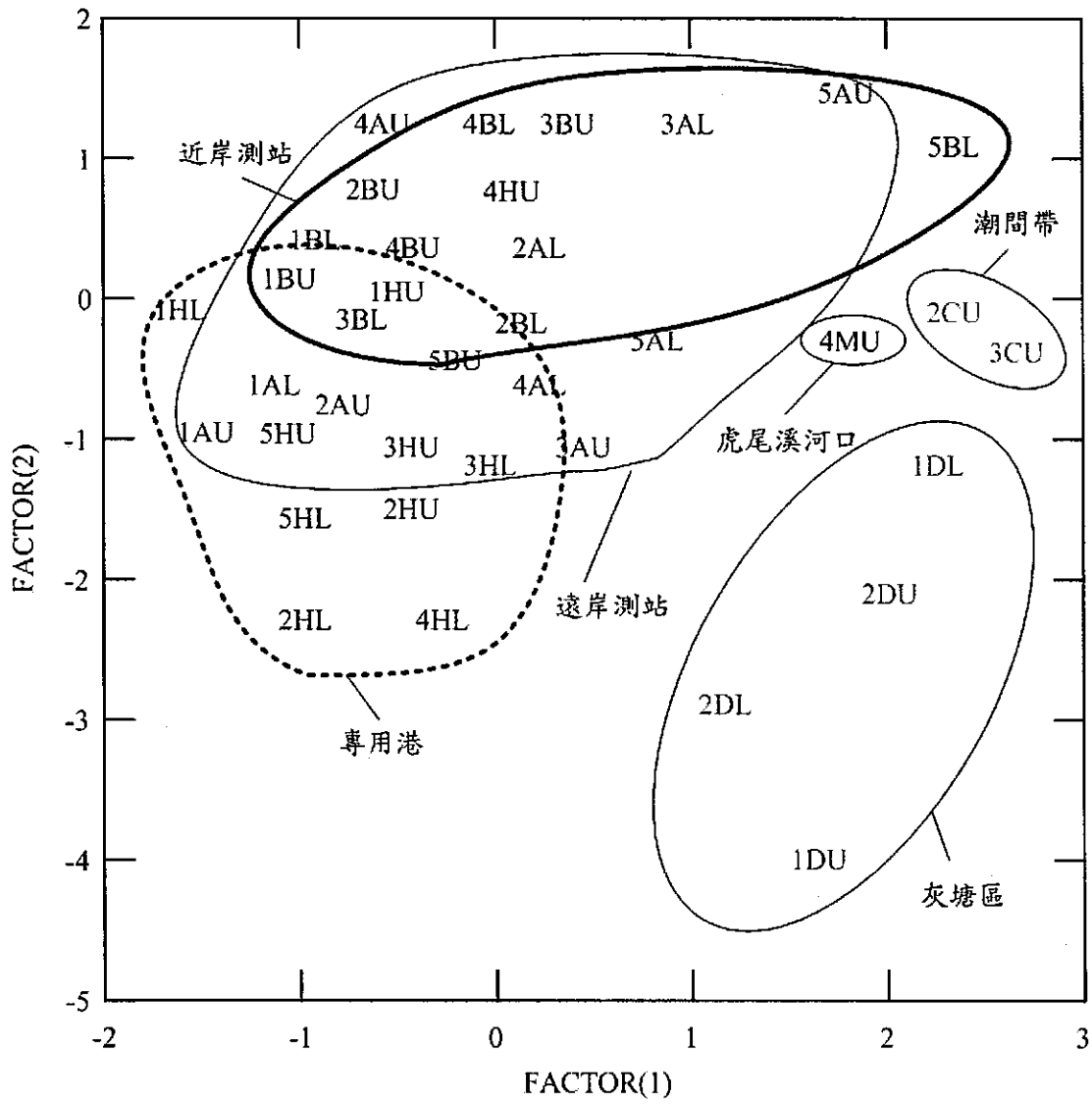


圖 2.2.4.8 100 年第一季麥寮六輕附近海域浮游植物群聚分析圖



## 2.2.5 動物性浮游生物

### 1 本季浮游動物豐度與種類

100 年第一季浮游動物分別於遠岸 (1A-5A)、近岸 (1B-5B)、灰塘 (1D-2D)、專用港 (1H-5H)、潮間帶 (2C-3C) 與新虎尾溪河口 (4M) 共 20 個測站完成採樣與分析，共記錄 8 門的浮游動物，分別為環節動物、腔腸動物、毛顎動物、棘皮動物、軟體動物、節肢動物、尾索動物及脊椎動物(魚卵與仔稚魚)(表 2.2.5.1)。100 年第一季麥寮六輕附近海域各測站游動物豐度介於 125 – 3070 ind./ m<sup>3</sup> 間，平均豐度為 1080 ± 868 ind./ m<sup>3</sup>，最高與最低總豐度比值為 25，顯示浮游動物在某些測站間有較大的豐度差異；本季最低豐度紀錄於專用港內之測站 5H，最高豐度紀錄於遠岸之測站 3A。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 1-3 與 5 出現於 20m 等深線之遠岸測站；但測線 3 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 4H 最高，往港嘴測站 1H 與港最內側測站 2H 遞減之情況。此外，2A-5B 測站浮游動物豐度相對較高，檢視第一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 年第一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 25 – 100%，總平均相關性豐度為 64%，且平均相關性豐度較低的測站，大多出現在專用港(1H-5H)，由圖 2.2.5.2a 可發現第一季專用港測站捕食性的腔腸動物與毛顎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八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 10% 的兩門浮游動物，依序為毛顎動物 (17%) 與腔腸動物 (12%)，此三大類浮游動物於 100 年第一季麥寮六輕附近海域的出現頻度分別為 100%、85% 與 70% (表 2.2.5.2)，平均相關性豐度與出現頻率顯示，100 年第一季麥寮六輕附近海域節肢動物、毛顎動物與

腔腸動物為較易記錄到的浮游動物，且毛顎動物與腔腸動物於第一季專用港測站所佔比例較高。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 527 ind./ m<sup>3</sup>，相關性豐度達 52.2%，出現頻度高達 100%。

## 2 本季浮游動物優勢種類與類別

表 2.2.5.3 顯示 100 年第一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 *Paracalanus aculeatus*(針刺擬哲水蚤)，平均每個測站為 163 ind./ m<sup>3</sup>，其相關性豐度佔浮游動物之 15%；其次為毛顎動物之 *Sagitta enflata* (肥胖箭蟲)，平均每個測站為 87 ind./ m<sup>3</sup>，其相關性豐度佔浮游動物之 8%；更次之為橈足類之 *Euchaeta rimana* (梨曼真刺水蚤)，平均每個測站達 83 ind./ m<sup>3</sup>，其相關性豐度佔浮游動物之 8%。總觀 99-100 年度中，*Paracalanus aculeatus*(針刺擬哲水蚤)除了在 99 年第三季外，皆為第一優勢的浮游動物種類，且本季平均豐度高出 99 年第四季達將近 6 倍；*Sagitta enflata* (肥胖箭蟲)則延續 99 年第四季為第二優勢的浮游動物種類，且平均豐度高出上一季 4 倍；*Euchaeta rimana* (梨曼真刺水蚤)則與 99 年第一季相同皆為第三優勢的浮游動物物種，且本季平均豐度高出 99 年第一季達將近 14 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)、近岸區(B)與灰塘區(D)累計豐度達前 30%的優勢物種與類別，皆為橈足類之 *Paracalanus aculeatus*(針刺擬哲水蚤)，平均豐度於這三區分別為 372 ind./ m<sup>3</sup>、217 ind./ m<sup>3</sup>與 127 ind./ m<sup>3</sup>，平均相關性豐度佔浮游動物分別為 43%、35%與 39%；港區(H)累計豐度達前 30%的優勢物種與類別，為腔腸動物之 *Zanlea* sp.，平均豐度為 62 ind./ m<sup>3</sup>，平均相關性豐度佔浮游動物為 56%；而潮間帶與新虎尾溪河口(C&M)前 30%的優勢物種與類別，為橈足類之 *Tigriopus japonicus*(虎斑猛水蚤)，平均豐度為 208 ind./ m<sup>3</sup>，平均相關性豐度佔浮游動物為 89%。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)、近岸(B)與灰塘(D)區的第一優勢物種 *Paracalanus aculeatus*(針刺擬哲水蚤)與上一季相同，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，包含三個大區塊和兩小區塊，顯示浮游動物主要分布受到測站性質所影響，潮間帶與河口區獨立其它測站成為 2 個小區塊，而遠岸、近岸、專用港區與灰塘區則空間區塊接近形成三個較大區塊，顯示這四區之間浮游動物種類有重複情況，最大區塊包含的測站為 1A-1D、2A-2D、3A、4A 與 5A，而下部區塊包含測站 3B、5B 與 2H，右半部區塊包含測站 1H 與 3-5H。從港口區與遠岸、近岸、灰塘區有稍微重疊的情況研判，港口區的浮游動物分佈亦與港外的浮游動物族群有關聯性，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四區間有交會的情況；潮間帶與新虎尾溪口的測站，浮游動物的種類豐度等可以和其他測站區分，應是受到淡水注入與潮間帶多變的環境影響而使浮游動物族群與種類異於其它測站，而導致分離成獨立區塊與獨立測站。

表 2.2.5.1 100 年第一季麥寮六輕附近海域浮游動物豐度表 (ind./ m<sup>3</sup>)

類別	測站																				
	1A	1B	1D	2A	2B	2D	3A	3B	4A	4B	5A	5B	1H	2H	3H	4H	5H	2C	3C	4M	
<b>ANNELIDA 環節動物門</b>																					
Polychaeta 多毛類																					
<b>ARTHROPODA 節肢動物門</b>																					
Cirripedia (蔓足亞綱)																					
Cypris(藤壺腺介幼體)																					
Copepoda (橈足亞綱)																					
Calanoida(哲水蚤目)																					
<i>Acartia pacifica</i> (太平紡錘水蚤)																					
<i>Acrocalanus gibber</i> (駝背隆哲水蚤)																					
<i>Acrocalanus gracilis</i> (微駝隆哲水蚤)																					
<i>Calanus sinicus</i> (中華哲水蚤)																					
<i>Calanopia eliptica</i> (橢形長足水蚤)																					
<i>Canthocalanus pauper</i> (微刺哲水蚤)																					
<i>Clausocalanus arcuicornis</i> (弓角基齒哲水蚤)																					
<i>Clausocalanus farrani</i> (法氏基齒哲水蚤)																					
<i>Clausocalanus furcatus</i> (長尾基齒哲水蚤)																					
<i>Cosmocalanus darwini</i> (達氏字哲水蚤)																					
<i>Euchaeta rimana</i> (梨曼真刺水蚤)																					
<i>Labidocera euchaeta</i> (真刺唇角水蚤)																					
<i>Labidocera minuta</i> (小唇角水蚤)																					
<i>Neocalanus gracilis</i> (瘦新哲水蚤)																					
<i>Paracalanus aculeatus</i> (針刺擬哲水蚤)																					
<i>Paracalanus parvus</i> (小擬哲水蚤)																					
<i>Rhincalanus rostrifrons</i> (額錨哲水蚤)																					

表 2.2.5.1 100 年第一季麥寮六輕附近海域浮游動物豐度表 (ind./ m<sup>3</sup>) ...continued

類別	測站																				
	1A	1B	1D	2A	2B	2D	3A	3B	4A	4B	5A	5B	1H	2H	3H	4H	5H	2C	3C	4M	
<i>Scolecithricella</i> sp.(小厚殼水蚤)					5																
<i>Subeucalanus subcrassus</i> (亞強次真哲水蚤)	18			26		51				136											
<i>Temora discaudata</i> (異尾寬水蚤)			56				102			76											59
<i>Temora turbinata</i> (錐形寬水蚤)	65	44		31	130								26								
<i>Undinula vulgaris</i> (普通波水蚤)															50						
Cyclopoida(劍水蚤目)																					
<i>Oithona plumifera</i> (羽長腹劍水蚤)										6											125
Harpacticidae(猛水蚤)																					
<i>Tigriopus japonicus</i> (虎斑猛水蚤)																					250
Poecilostomatoida																					375
<i>Corycaeus</i> ( <i>Corycaeus</i> ) <i>crassiusculus</i> (微胖大眼水蚤)	35	46	38		32				177												92
<i>Corycaeus</i> ( <i>Dirichocorycaeus</i> ) <i>andrewsi</i> (亮大眼水蚤)					22	25										14					
<i>Corycaeus</i> ( <i>Dirichocorycaeus</i> ) <i>asiaticus</i> (東亞大眼水蚤)	11				60																
<i>Corycaeus</i> ( <i>Dirichocorycaeus</i> ) <i>dahlii</i> (平大眼水蚤)						12			79			63		11	36						
<i>Corycaeus</i> ( <i>Onychocorycaeus</i> ) <i>agilis</i> (活潑大眼水蚤)			25		8	21			48												
<i>Corycaeus</i> ( <i>Onychocorycaeus</i> ) <i>pumilus</i> (小型大眼水蚤)	21													9							75
<i>Oncaea mediterranea</i> (等刺隆水蚤)	7					8															
<i>Oncaea venusta</i> (麗隆水蚤)	24	25	68		68	52			56												
Copepodite stage(橈足類幼體)	39			49																	
Malacostraca(軟甲亞綱)																					
Amphipoda(端足目)																					
<i>Hyperioides longipes</i> (長足擬蠻戎)		21						206													
Decapoda(十足目)																					
Brachyura larvae(蟹類幼生)								264													129



表 2.2.5.1 100 年第一季麥寮六輕附近海域浮游動物豐度表 (ind./ m<sup>3</sup>) ...continued

類別 (ind./ m <sup>3</sup> )	測站														
	1A	1B	1D	2A	2B	2D	3A	3B	4A	4B	4C	4D	4E		
Macrura larvae(蝦類幼生)	39			44			109	147	222	149		51			
Acetes spp.(毛蝦)	9				14										
Lucifer spp.(螢蝦)	33				64	38			123	71					
Ostracoda(介形亞綱)															
Halocypriformes(吸海螿亞目)										41					
Archiconchoecia striata(條紋始浮螢)									81	209					
Cypridina spp.(海螢)												138	51		
Other larvae(其它甲殼綱幼生)	65						155	111							
<b>COELENTERATA 腔腸動物門</b>															
Anthomedusae(花水母目)															
Zanclaea sp.	26		151	23	43		113		145	159	49	44	52	113	75
Siphonophora(管水母目)															
Bassia sp.(立方水母)	14		61	184	54										
Muggiaea spp.(五角水母)	165		43	153	11		223	122	163	28		69		273	41
<b>CHAETOGNATHA 毛顎動物門</b>															
Sagittoidea(矢蟲綱)															
Krohmita subtilis												41			52
Sagitta bipunctata(雙斑箭蟲)													54		
Sagitta crassa(強壯箭蟲)										190				31	
Sagitta enflata(肥胖箭蟲)													72		
Sagitta hexaptera(六鰭箭蟲)	28			303	62	31	374		117	753					
Sagitta pacifica(太平洋箭蟲)			77			17	95	145	472	143	46	13		138	111
Sagitta pseudoserratodentata(假鋸齒箭蟲)					43	38								88	
Sagitta regularis(規則箭蟲)					17									58	
							101				31			111	

表 2.2.5.1 100 年第一季麥寮六輕附近海域浮游動物豐度表 (ind./ m<sup>3</sup>) ...continued

類別	測站														Total abundance							
	1A	1B	1D	2A	2B	2D	3A	3B	4A	4B	5A	5B	1H	2H		3H	4H	5H	2C	3C	4M	
<b>ECHINODERMATA 棘皮動物門</b>																						
Echinodermata larva 棘皮幼生		41		76																		16
<b>MOLLUSCA 軟體動物門</b>																						
Bivalve larva(二枚貝幼生)								74														
Gastropoda(腹足綱)																						
Other larvae(其它幼生)								22														
<b>UROCHORDATA 尾索動物門</b>																						
Appendiculata(有尾綱)																						
<i>Oikopleura</i> spp.(住囊蟲)	11			88		54	236	144	278	195	72	59	80									
Cyclomyaria(全肌目)																						
<i>Doliolotta</i> sp.(海樽)																						
<b>Fish egg 魚卵</b>				38	43	235																20
<b>Fish larvae 仔稚魚</b>																						13
<b>Total abundance</b>	761	504	836	1355	1028	787	3015	1629	2236	3070	1667	1267	547	214	386	1032	518	250	125			375

表 2.2.5.2 100 年第一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 <sup>3</sup> )	相關性豐度 (%)	出現頻度 (%)	
環節動物	8	0.3	10	
腔腸動物	130	11.5	70	
毛顎動物	195	16.5	85	
棘皮動物	7	1.1	15	
軟體動物	5	0.3	5	
尾索動物	62	3.8	50	
脊椎動物	17	2.4	25	
節肢動物	橈足類	<b>527</b>	<b>52.2</b>	<b>100</b>
	其它	130	11.9	60

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
<p><i>Paracalanus aculeatus</i> (針刺擬哲水蚤) Mean: 35(ind./m<sup>3</sup>) RA : 28(%)</p>	<p><i>Paracalanus aculeatus</i> (針刺擬哲水蚤) Mean: 117(ind./m<sup>3</sup>) RA : 14(%)</p>	<p><i>Cypridina</i> sp. (海螢) Mean: 297(ind./m<sup>3</sup>) RA : 42 (%)</p>	<p><i>Paracalanus aculeatus</i> (針刺擬哲水蚤) Mean : 29(ind./m<sup>3</sup>) RA : 32(%)</p>
<p><i>Paracalanus parvus</i> (小擬哲水蚤) Mean: 6(ind./m<sup>3</sup>) RA : 5(%)</p>	<p><i>Temora turbinata</i> (錐形寬水蚤) Mean: 110(ind./m<sup>3</sup>) RA : 13(%)</p>	<p><i>Temora turbinata</i> (錐形寬水蚤) Mean: 250(ind./m<sup>3</sup>) RA : 36(%)</p>	<p><i>Sagitta enflata</i> (肥胖箭蟲) Mean : 20(ind./m<sup>3</sup>) RA : 21(%)</p>
<p><i>Euchaeta rimana</i> (梨曼真刺水蚤) Mean: 6(ind./m<sup>3</sup>) RA : 5(%)</p>	<p><i>Janthina</i> spp. (海蝸牛) Mean: 73(ind./m<sup>3</sup>) RA : 9(%)</p>	<p><i>Labidocera Euchaeta</i> (真刺唇角水蚤) Mean: 108(ind./m<sup>3</sup>) RA : 15(%)</p>	<p><i>Euchaeta rimana</i> (梨曼真刺水蚤) Mean: 83(ind./m<sup>3</sup>) RA : 8(%)</p>

圖 2.2.5.1 100 年第一季麥寮六輕附近海域麥寮海域各測站浮游動物豐度圖

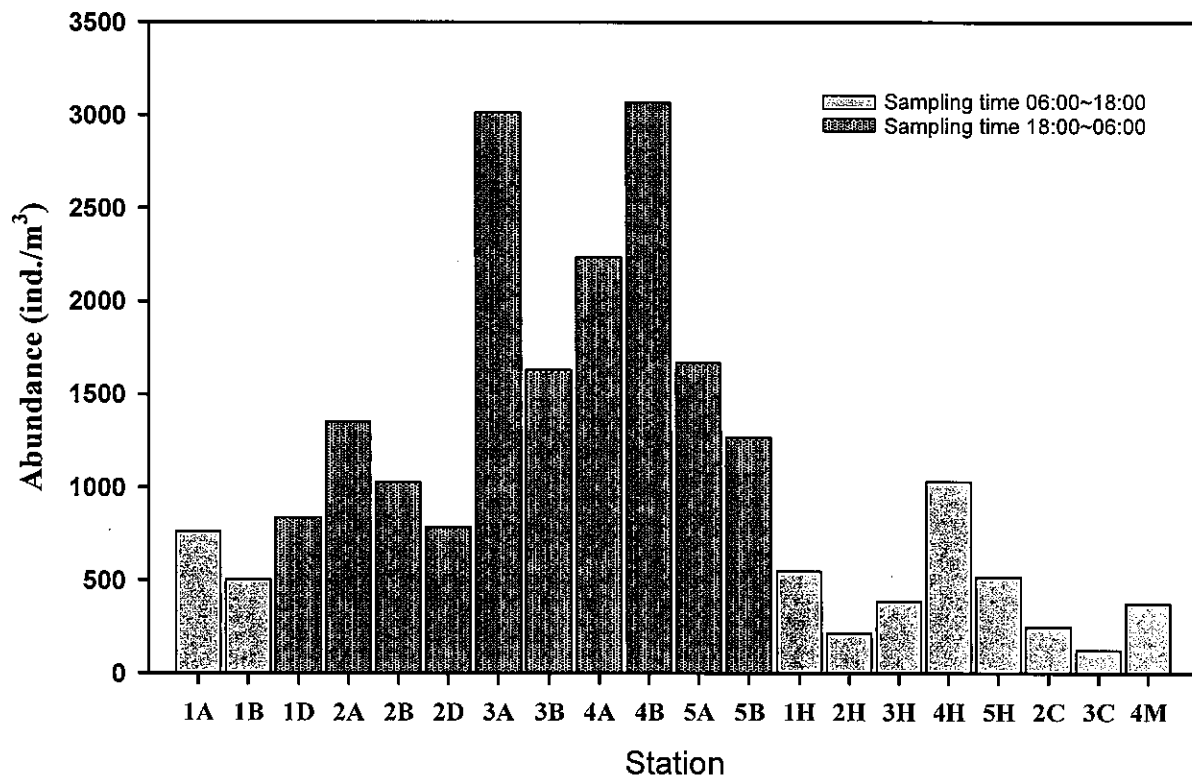


圖 2.2.5.2a 100 年第一季麥察六輕附近海域浮游動物相關性豐度 (%) 示意圖

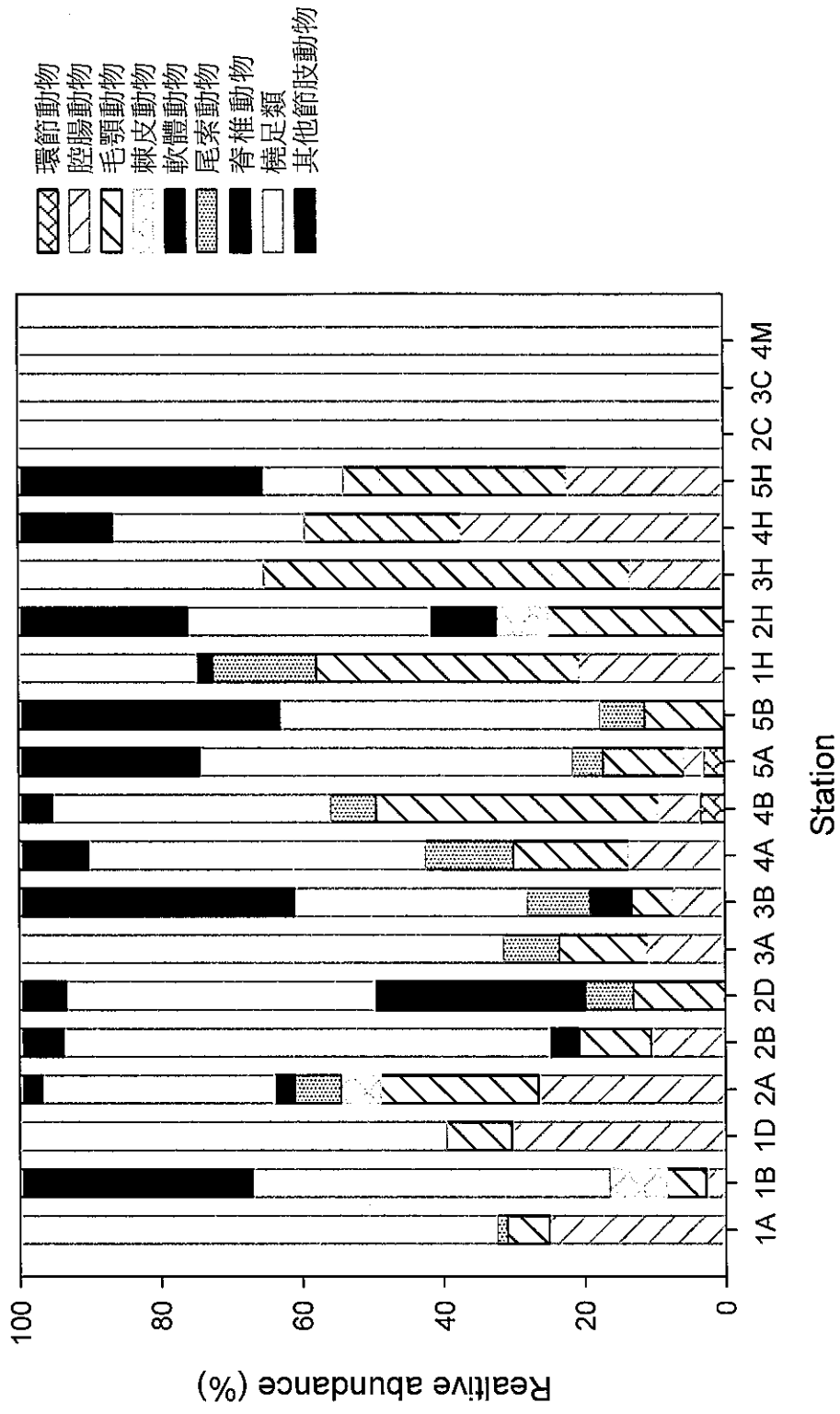


圖 2.2.5.2b 100 年第一季麥寮六輕附近海域浮游動物平均相關性豐度 (%) 示意圖

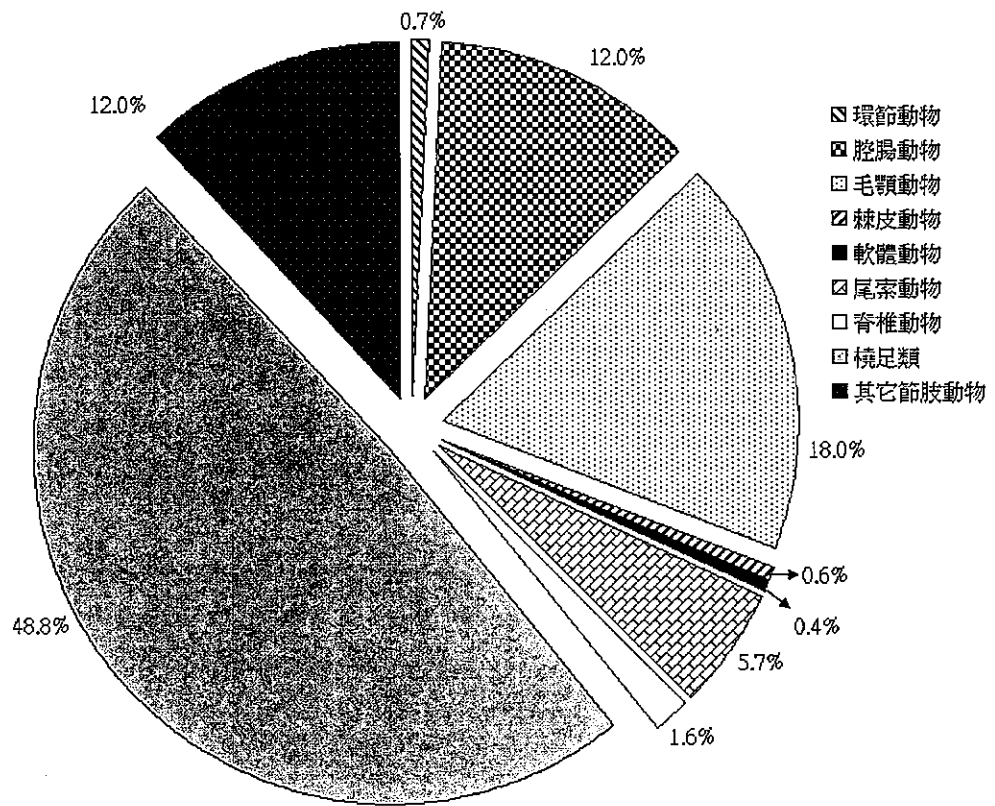
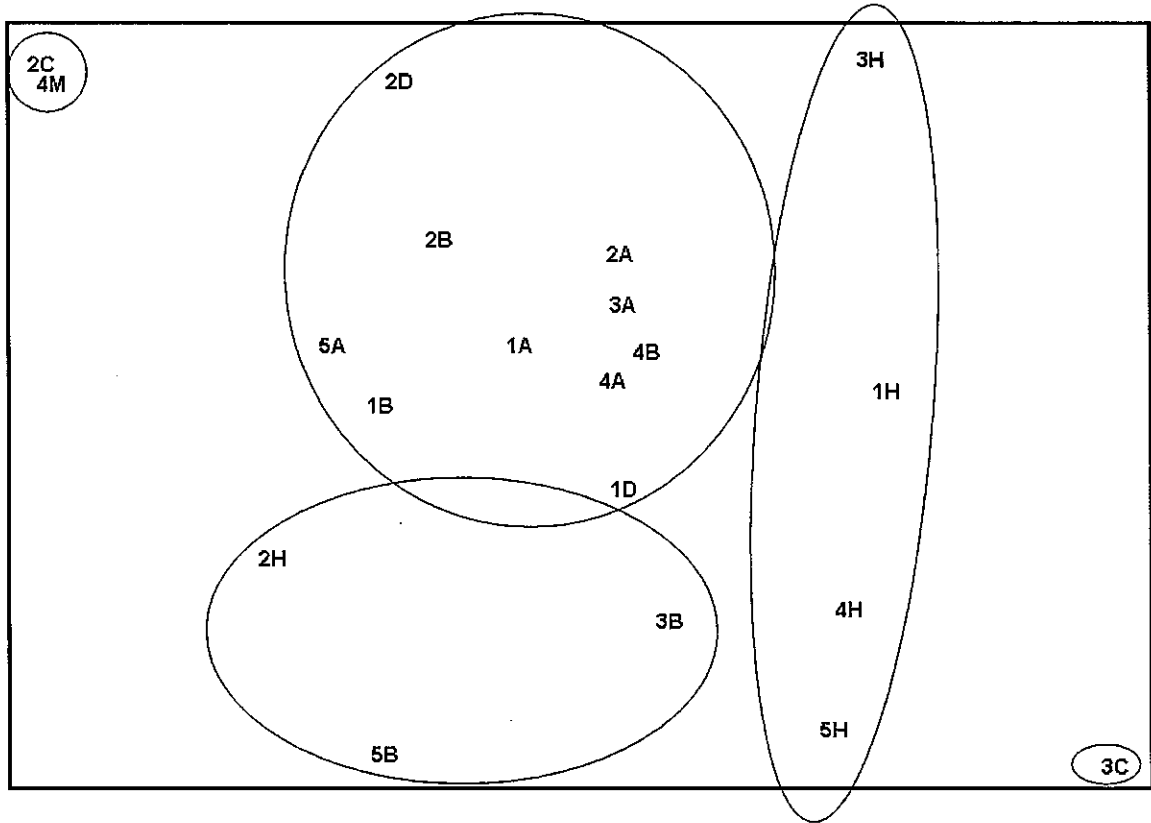


圖 2.2.5.3 100 年第一季麥寮六輕附近海域各測站浮游動物 M





## 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 3 科 3 種 11 尾，節肢動物 6 科 6 種 294 尾及軟體動物與其它生物 14 科 15 種 240 尾，共計 23 科 29 種 545 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 4M，記錄有 12 種；最低為 2A，僅記錄 1 種。歧異度( $H'$ )最高為測站 4A，最低為 2A。在遠岸測站(1A~5A)之歧異度最高為 4A，最低為 2A；近岸測站(1B~5B)最高為測站 1B，最低則為 3B；在潮間帶測站 2C、3C 之歧異度值各為 0.59 及 0.21，1D 灰塘區海域測站為 0.56(表 2.2.6.4)。

本季魚類部分，以舌鰻科(*Cynoglossidae*)之斑頭舌鰻(*Cynoglossus puncticeps*)及鰻科(*Soleidae*)之卵鰻(*Solea ovata*)為優勢，各採獲 5 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 251 尾；軟體動物則以抱蛤科(*Corbulidae*)之紅唇抱蛤(*Solidicorbula erythrodon*)為優勢，共採獲 134 尾。15 個測站中，若以個別測站來看，魚類部份以新虎尾溪河口測站 4M 採獲到 5 尾鰻科(*Soleidae*)卵鰻(*Solea ovata*)為最多(表 2.2.6.1)；而節肢動物部份以潮間帶測站 2C 採獲到 91 尾活額寄居蟹科(*Diogenidae*)寄居蟹(*Diogenes fasciatus*)最多(表 2.2.6.2)；而軟體動物則以新虎尾溪口測站 4M 採獲 117 尾抱蛤科(*Corbulidae*)紅唇抱蛤(*Solidicorbula erythrodon*)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 4 季結果類似，但數量有所變化及消長；而魚類優勢種類則與 99 年第 4 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 16 科 25 種 2202 尾，甲殼類 4 科 9 種 3500 尾及軟體動物與其它 5 科 6 種 239 尾，共計 25 科 40 種 5941 尾，總重量約 55931.59 克。

魚類部份，以海鯰科(Ariidae)的斑海鯰(*Arius maculatus*)捕獲 1720 尾最多(表 2.2.6.1)，總重量約 12,850 克(表 2.2.6.5)。優勢魚種在本季的採樣上，與 99 年第 4 季結果相仿，皆以斑海鯰為主，但本季(1720 尾)較 99 年第 4 季(307 尾)，在數量上明顯多出許多。

節肢動物部份的優勢種類為經濟性的長角仿對蝦(*Parapenaeopsis hardwickii*)，捕獲 3280 尾，總重約 13,140 克，其餘甲殼類生物如經濟性的梭子蟹科(Portunidae)和對蝦科 (Penaeidae)的周氏新對蝦(*Metapenaeus joyneri*)等，在本季採獲之數量並不多，約在 40 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 5 科 6 種 239 尾個體，種數及尾數都和上一季來得相似，其中優勢種類為玉螺科(Naticidae) 細紋玉螺(*Natica lineate*)，共捕獲 217 尾(表 2.6.6.3)，總重約 1135.87 克(表 2.6.6.7)，與上一季採獲之 255 尾細紋玉螺(*Natica lineate*) 為優勢種類的結果相似。

整體而言，本季的蝦拖網採樣在種數及尾數上比 99 年第 4 季調查結果明顯增加：本季記錄 3500 尾的節肢動物，數量上較上一季記錄的 492 尾多出許多；而魚類和軟體動物分別呈現增加和減少的趨勢，數量為魚類 2202 尾(上一季 548 尾)和軟體動物 239 尾(上一季 300 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無明顯的差異；而歧異度指數亦無明顯之差異 (表 2.2.6.4)。

表 2.2.6.1 100 年第一季之底棲生物及拖網漁獲個體數表(魚類)

類別	科	Family	種	拖網 I	拖網 2	1A	1B	1D	1H	2A	2B	2C	3A	3B	3C	4A	4B	4M	5A	5B	總計
	土魷科	Dasyatidae	黃土魷	4	1																5
	海魷科	Ariidae	斑海魷	478	1242																1720
	舌魷科	Cynoglossidae	雙線舌魷	1	7																8
			斑頭舌魷										1			1					5
			布氏鬚魷	31	101																132
	魷科	Mugilidae	白鯧	1																	1
	牛尾魚科	Platycephalidae	橫帶棘線牛尾魚	2																	2
	黃點魷科	Platyrrhinidae	中國黃點魷	6	22																28
	鰻魷科	Plotosidae	鰻魷	2																	2
	馬魷科	Polynemidae	六指馬魷	7	25																32
	石首魚科	Sciaenidae	黃金鱈魚或皮氏叫姑魚	2	39																41
			鱗鱈叫姑魚	8	2																10
			道氏叫姑魚	15	67																83
			紅牙魚或大頭白姑魚	32	38																70
			斑鱈白姑魚	14	4																18
			亞洲沙鯧	9																	9
	沙鯧科	Sillaginidae	黑斑圓鱗沙鯧	2																	9
	鯛科	Soleidae	卵鯛	1																	2
			灰鰭鯛	1																	1
	合齒魚科	Synodontidae	印度鎌齒魚	5																	5
			大頭花桿狗母	1																	1
	鯛科	Teraponidae	花身鯛	1																	1
	四齒魷科	Tetraodontidae	黑點多紀魷	3	16																19
			橫紋多紀魷	1																	1
	帶魚科	Trichiuridae	沙帶魚	2																	2
				616	1586																2213
			總計																		

表 2.2.6.2 100 年第一季之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	1D	1H	2A	2B	2C	3A	3B	3C	3A	3B	3C	4A	4B	4M	5A	5B	總計								
活額寄居蟹科	Diogenidae	Goneplacidae	刺足掘沙蟹	<i>Diogenes fasciatus</i>			2	4	3	9	11	91	1	18	20	20	30	3	39	251													
			長臂蟹科	Leucosiidae	頭蓋玉蟹	<i>Leucosia cranulolaris</i>					1																						
			玉蟹科	Matutidae	勝利黎明蟹	<i>Matuta victor</i>	38	1																									
			黎明蟹科	Penaeidae	周氏新對蝦	<i>Metapenaeus joyneri</i>	20	20	2																								
			對蝦科	Portunidae	Portunidae	角突仿對蝦	<i>Parapenaeopsis cornuta</i>	40																									
						長角仿對蝦	<i>Parapenaeopsis hardwickii</i>	1600	1680			1	3	1	1	3	1	2															
						近親蟬	<i>Charybdis affinis</i>	20																									
						日本蟬	<i>Charybdis japonica</i>	20																									
						矛形梭子蟹	<i>Portunus hastatooides</i>	20																									
						紅星梭子蟹	<i>Portunus sanguinolentus</i>	1																									
櫻蝦科	Sergestoidae	Sergestoidae	中型毛蝦	<i>Acetes intermedius</i>			2																										
			管鞭蝦科	Solenoceridae	憂鬱管鞭蝦	<i>Solenocera melantho</i>	40																										
			團水虱科	Sphaeromatidae	團水虱的一種	<i>Sphaeromatid</i>																											
			樹星海膽科	Dendroasteridae	馬氏海鏡	<i>Sinaechinocyamus mai</i>																											
橈蛇尾科	Ophiocomidae	Ophiocomidae	橈蛇尾的一種	<i>Ophiocoma</i> sp.																													
總計					1758	1742	6	6	3	11	2	14	105	2	19	24	20	32	9	58	3811												

表 2.2.6.3 100 年第一季之底棲生物及拖網漁獲個體數表(軟體動物及其他)

類別	科	Family	種	拖網1	拖網2	1A	IB	ID	IH	2A	2B	2C	3A	3B	3C	4A	4B	4M	5A	5B	總計
	抱蛤科	Corbulidae	紅唇抱蛤						17								117				134
	刀蛭科	Cultellidae	光芒莖蛭				2		2							1		10			15
	枇杷螺科	Ficidae	花球枇杷螺	4																	4
	鎖管科	Loliginidae	鎖管的一種							2											2
	馬珂蛤科	Macluridae	中華馬珂蛤					3			1				2	1	9				16
				1			11														12
			日本馬珂蛤								3						1	2			6
	香螺科	Melongenidae	香螺	2																	2
	織紋螺科	Nassariidae	黑線織紋螺					2	1							4	2	5			14
			浮標織紋螺															3			3
	玉螺科	Naticidae	細紋玉螺													1	1				219
			大玉螺	214			3									2		1			5
	烏賊科	Sepiidae	曼氏無針烏賊	2																	1
			花枝																		1
	櫻蛤科	Tellinidae	強壯櫻蛤					1		1						10	2	2	1		17
	筍螺科	Terebridae	花筍螺																		1
	鐘螺科	Trochidae	彩虹虫昌螺														3			4	7
	捲管螺科	Turridae	台灣捲管螺														1				1
	簾蛤科	Veneridae	小鹿簾蛤								1										1
	綾衣蛤科	Yoldiidae	似豆英蛤																		1
																					1
				223		16		6	1	24		4	2		20	11	150	1	4	4	462
			總計																		

表 2.2.6.4 100 年第一季調查之個體數、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	29	29	3	6	2	8	1	3	5	2	2	2	10	8	14	5	5
個體數	2597	3344	6	12	4	35	2	15	109	3	2	19	45	31	190	10	62
均勻度	0.41	0.38	1.00	0.94	0.81	0.71	***	0.66	0.37	0.92	1.00	0.30	0.74	0.63	0.54	0.93	0.59
歧異度 ( $H'$ )	1.39	1.29	1.10	1.68	0.56	1.48	0.00	0.73	0.59	0.64	0.69	0.21	1.71	1.31	1.42	1.50	0.96

表 2.2.6.5 100 年第一季之底棲生物及拖網漁獲重量表(魚類)(gw)

類別	科	Family	種	拖網1	拖網2	1A	1B	ID	1H	2A	2B	2C	3A	3B	3C	4A	4B	4M	5A	5B	總計
	海鯧科	Ariidae	斑海鯧	8550	4300																12850
	舌鰻科	Cynoglossidae	雙線舌鰻	150	1000																1150
			斑頭舌鰻										0.81		1.67		5.33				7.81
			布氏鬚鰻	974	4639																5613
	土魷科	Dasyatidae	黃土魷	1300	200																1500
	鰻科	Mugilidae	白鰻	14																	14
	牛尾魚科	Platycephalidae	橫帶棘線牛尾魚	92																	92
	黃點鰻科	Platyrrhinidae	中國黃點鰻	355	4221																4576
	鰻鯧科	Plotosidae	鰻鯧	100																	100
	馬鰩科	Polynemidae	六指馬鰩	164	442																606
	石首魚科	Sciaenidae	黃金鱸魚或 皮氏叫姑魚	600	2698																3298
			鱗鱗叫姑魚	120	39																159
			道氏叫姑魚	534	1168					3.12											1705.12
			紅牙魚或 大頭白姑魚	1223	418.2																1641.2
			斑頭白姑魚	1300	330																1630
			亞洲沙鯨	262																	262
	沙鯨科	Sillaginidae	黑斑圓鱗沙鯨	49.3																	121
	鰷科	Soleidae	卵鰷	23.8																	49.3
			灰鰷	800																	23.8
	合齒魚科	Synodontidae	印度鎌齒魚	630																	800
			大頭花桿狗母	22																	630
	鰺科	Terapontidae	花身鰺	24																	22
	四齒鰻科	Tetraodontidae	黑點多紀鰻	76	350																24
			橫紋多紀鰻	324																	426
	帶魚科	Trichiuridae	沙帶魚	150																	324
				16581.3	21182					3.12			0.81		1.67		26.45				37795.35
			總計																		

表 2.2.6.6 100 年第一季之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	1D	1H	2A	2B	2C	3A	3B	3C	4A	4B	4M	5A	5B	總計	
	玉蟹科	Leucosiidae	頭蓋玉蟹	<i>Leucosia craniolaris</i>					0.66											0.66		1.32	
	長臂蟹科	Goneplacidae	刺足掘沙蟹	<i>Scalopida spinosipes</i>																0.42	2.7		3.12
	活額寄居蟹科	Diogenidae		<i>Diogenes fasciatus</i>			0.06	0.1	0.1	0.16	0.4	3.29		0.03	0.69	0.68	0.57	1.71	0.13	1.52		9.43	
	梭子蟹科	Portunidae	日本蟬	<i>Charybdis japonica</i>	327.8																		327.8
			矛形梭子蟹	<i>Portunus hastatoides</i>	80.4																		80.4
			近親蟬	<i>Charybdis affinis</i>	250.8																		250.8
			紅星梭子蟹	<i>Portunus sanguinolentus</i>	150																		150
節肢動物	圍水虱科	Sphaeromatidae	圍水虱的一種	<i>Sphaeromatid</i>											0.1								0.1
	對蝦科	Penaeidae	角突仿對蝦	<i>Parapenaeopsis cornuta</i>	260																		260
			周氏新對蝦	<i>Metapenaeus joyneri</i>	100	9.37																	209.37
			長角仿對蝦	<i>Parapenaeopsis hardwic</i>	5240	7900				0.46	9	1.87		1.1	7.65		2.06	1.77					13163.91
	管鞭蝦科	Solenoceridae	憂鬱管鞭蝦	<i>Solenocera melantho</i>	440																		440
	黎明蟹科	Matutidae	勝利黎明蟹	<i>Matuta victor</i>	1030	20																	1050
	櫻蝦科	Sergestoidae	中型毛蝦	<i>Acetes intermedius</i>			0.23			0.16					0.15		0.04						0.58
總計					7469	8430	9.66	0.1	0.1	1.28	0.16	9.4	5.16	1.13	0.79	8.48	0.57	3.81	2.32	4.88			15946.83



表 2.2.6.7 100 年第一季之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	Cultellidae		光芒笠螺				0.07		0.08							0.11		0.57			0.84
			大玉螺	19.26													0.89		0.37		
玉螺科	Naticidae		細紋玉螺	1120	15.87											0.13	2.18	12.2			1138.18
			紅唇抱蛤							1.58											
抱蛤科	Corbulidae		花球枇杷螺	194.09																	194.09
			枇杷螺科																		
香螺科	Melongenidae		香螺	89.33																	89.33
			烏賊科																		
馬珂蛤科	Mactridae		花枝	800																	800
			曼氏無針烏賊	11.61																	
馬珂蛤科	Mactridae		中華馬珂蛤					0.14				0.15				0.14	0.04	0.54			1.02
			日本馬珂蛤	1.4	17.73							0.3						0.05	0.12		
軟體動物 及其他	Turridae		台灣捲管螺														5.28				5.28
			花箭螺						0.18												
筍螺科	Terebridae		似豆英蛤															0.11			0.11
			浮標織紋螺																0.26		
織紋螺科	Nassaridae		黑線織紋螺															0.62			0.62
			鎖管的一種						0.63	0.06								1.22	0.4		
鎖管科	Loliginidae		鎖管的一種										3.24								3.24
			小鹿簍蛤							0.08											
鐘螺科	Trochidae		彩虹虫昌螺														0.21			0.29	0.49
			強壯櫻蛤															0.42	0.1	0.1	0.04
樹星海膽科	Dendrosteridae		馬氏海錢									0.79							0.03		0.87
			柳蛇尾的一種																		
柳蛇尾科	Ophiocoma sp.		柳蛇尾的一種																		0.15
			柳蛇尾的一種																		
總計				1424.08	845.2		0.95	0.06	1.9			1.24	3.24			2.91	8.26	14.89	0.07	0.44	2303.26

## 2.2.7 哺乳類動物

### 1. 調查努力量與目擊率

本季已於 3 月 21 日進行中華白海豚海上調查，本次調查航線為近岸航線與離岸 1 航線，努力量分別為 36.98 km 與 34.48 km。當天平均浪級約為 1-2 級，本次調查在近岸航線並無目擊任何中華白海豚，但在離岸航線目擊 1 群 1 隻次。目前累計一共執行過 8 趟次中華白海豚海上調查，僅有 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。

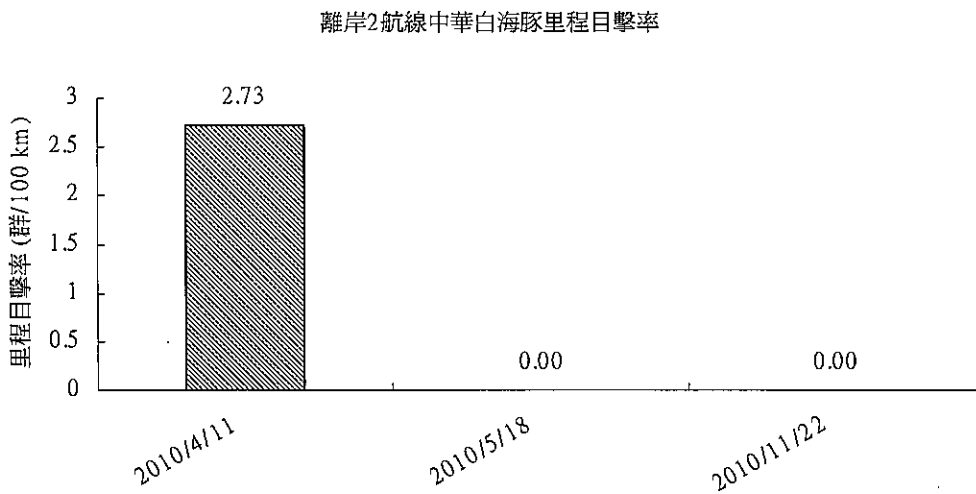
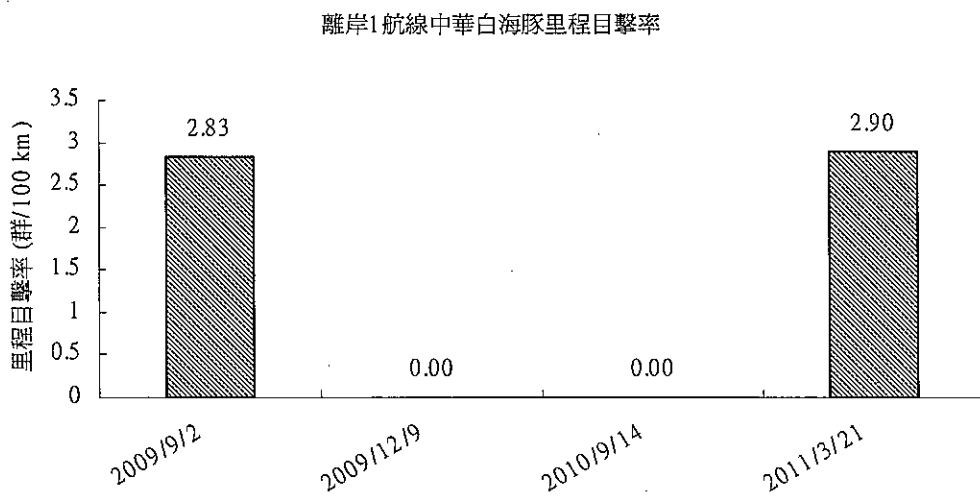
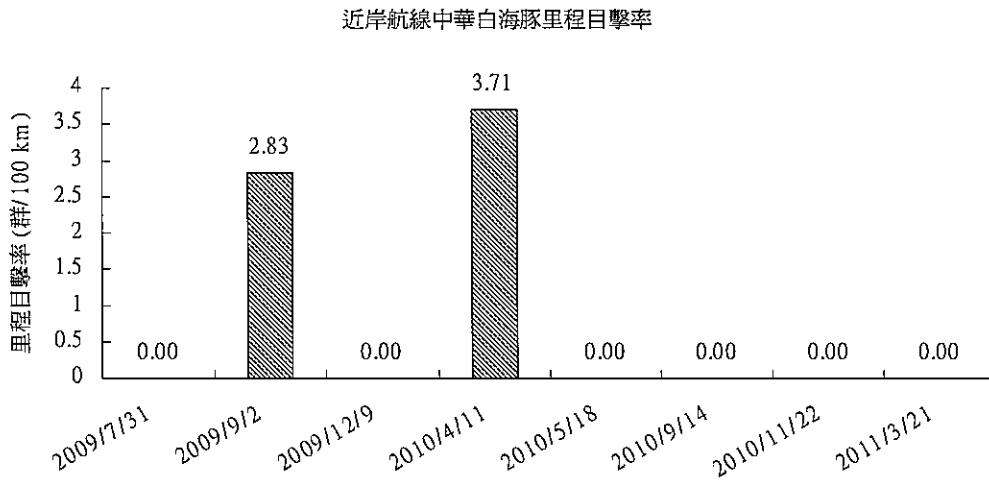


圖 2.2.7.2 中華白海豚目擊位置分佈圖。



## 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，圖3.1.1.1顯示87年pH值較低(約為6.5)，之後維持在8.0左右變化不明顯，而溶氧量最高濃度與平均濃度明顯稍高於歷年調查資料，其餘水質參數之差異並不明顯，但整體而言，較歷年調查資料為低。在溶解態重金屬元素方面，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

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年第一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年第一季之鉻濃度低於99年第一季之資料，但較98年之前歷年稍高，而鉛與鋅元素較歷年濃度稍低，其它元素濃度差異並不明顯。

#### 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。99 年第一季亦有補獲布瓦鬚鰻、斑海鯰與勝利黎明蟹，因此比較這兩年此三種生物體重金屬元素濃度，比較資料列於表 3.1.3.1，100 年第一季補獲勝利黎明蟹之銅、鋅濃度與勝利黎明蟹之鋅濃度較 99 年濃度高出許多，其它元素的濃度相差不明顯。

表3.1.3.1 99與100年第一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)
布瓦 鬚鰻	99 年	0.015	1.35	0.76	0.43	0.050	2.21
	100 年	0.009	0.69	0.95	0.17	0.04	22.12
斑海鯨	99 年	0.010	2.87	1.60	0.61	0.022	3.27
	100 年	0.012	0.57	2.64	0.08	0.03	55.77
勝利黎 明蟹	99 年	0.518	1.02	40.16	1.02	0.151	6.70
	100 年	0.464	1.02	81.17	2.19	0.02	98.87

圖3.1.1.1 84-100歷年第一季水質資料調查比較

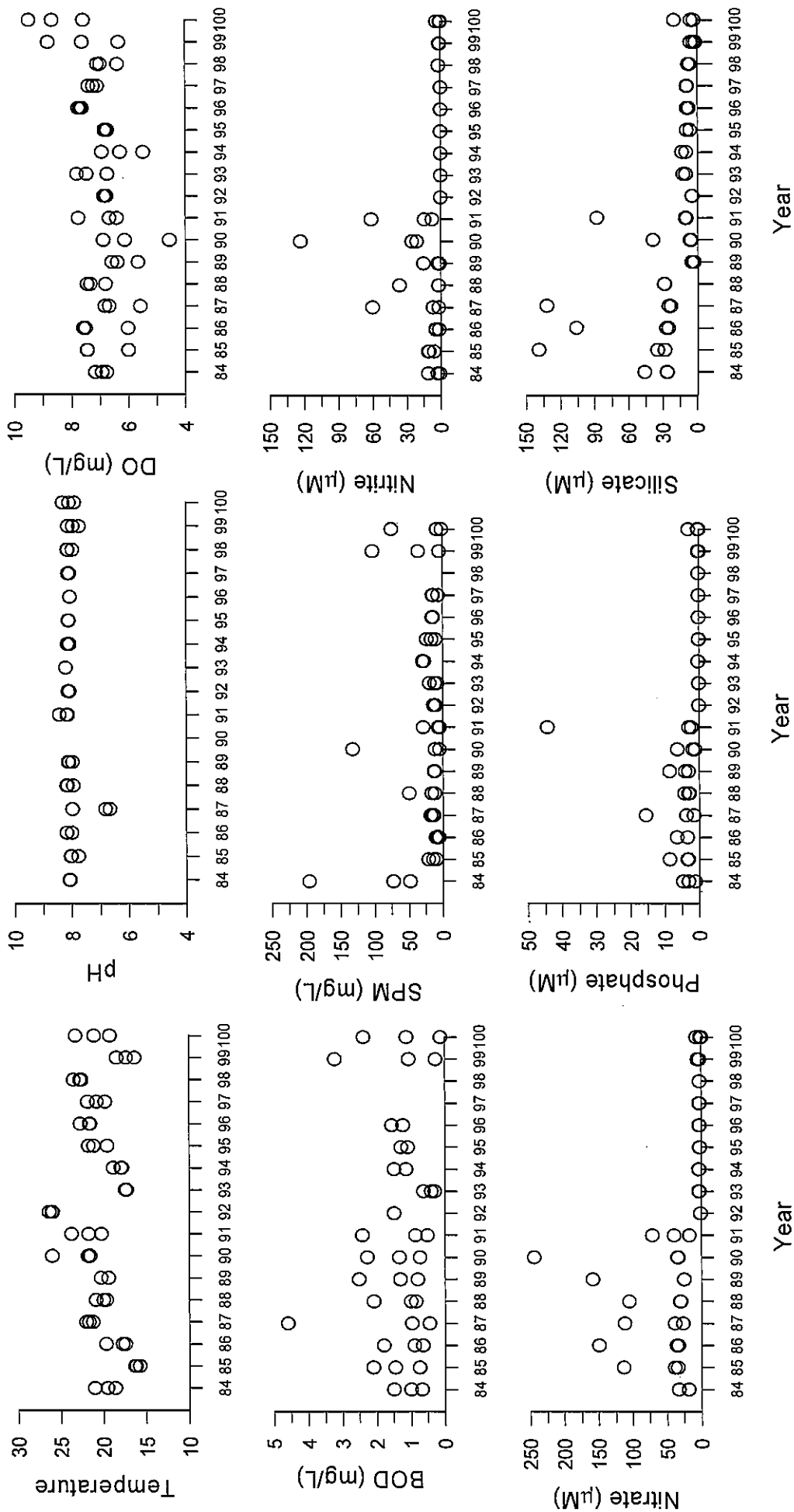




圖3.1.1.1 84-100歷年第一季水質資料調查比較 .....續

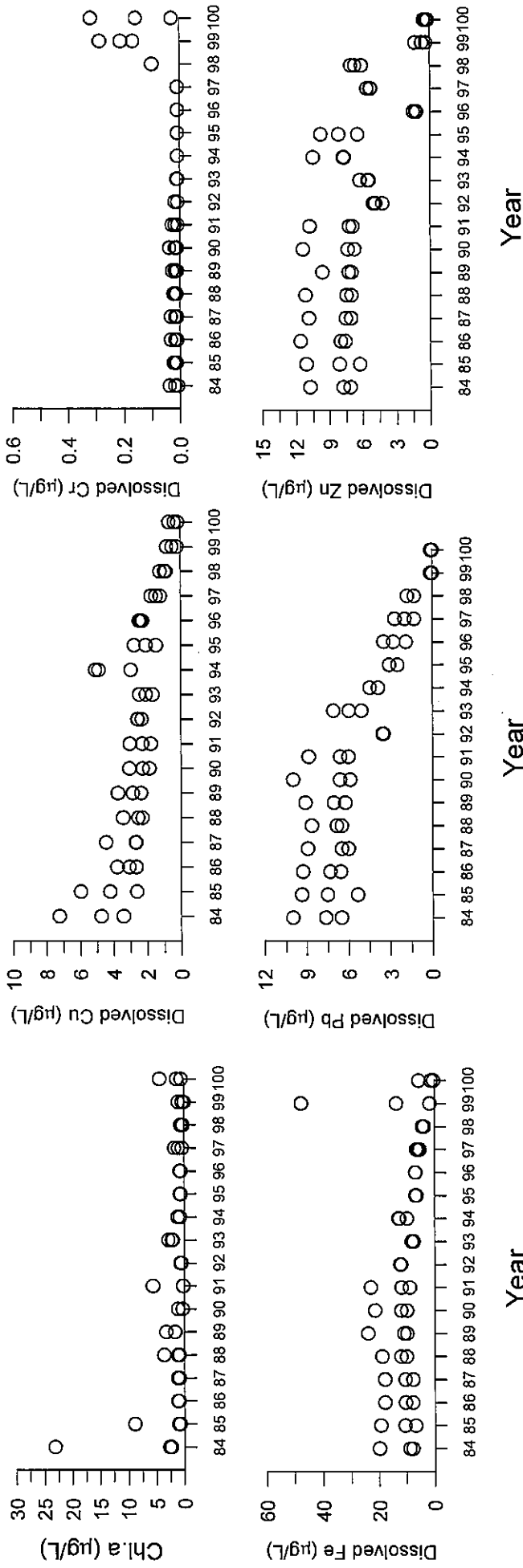
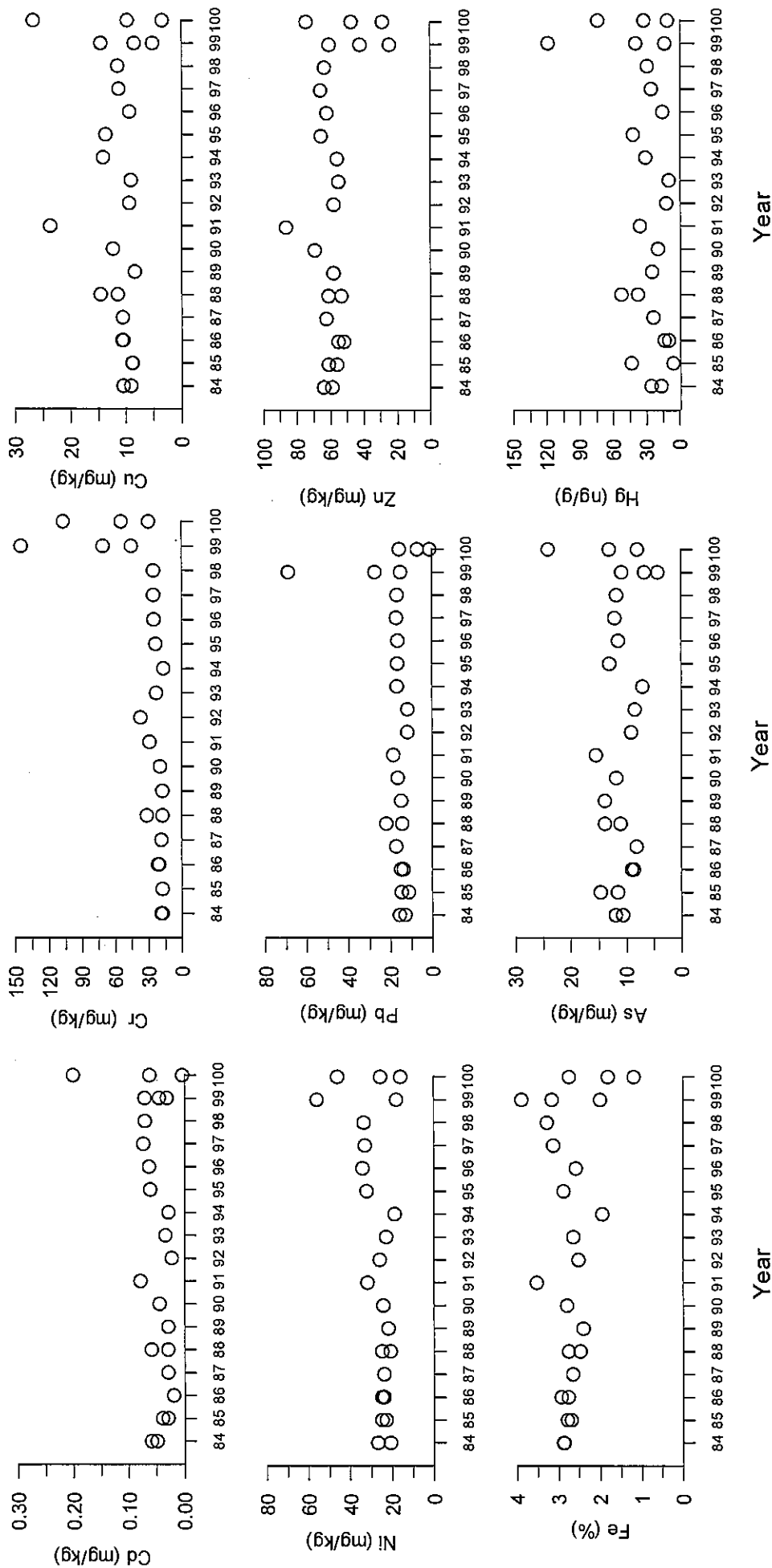


圖3.1.2.1 84-100歷年第一季沉積物重金屬元素調查比較



### 3.1.4 植物性浮游生物

如將近六年來六輕海域第一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年主要以海鏈藻(*Thalassiosira leptopus*)、線形圓篩藻(*Coscinodiscus lineatus*)和束毛藻(*Trichodesmium* sp.)為最優勢種類；2007年則新增加伏恩海毛藻(*Thalassiothrix frauenfeldii*)以及菱形海線藻(*Thalassionema nitzschioides*)進入前三優勢種，在遠岸測線A中伏恩海毛藻(*Thalassiothrix frauenfeldii*)甚至成為最優勢種，相對豐度可達29%左右；2008年則以海鏈藻(*Thalassiosira leptopus*)、伏恩海毛藻(*Thalassiothrix frauenfeldii*)以及菱形海線藻(*Thalassionema nitzschioides*)為最優勢的前三種類；2009年時旋鏈角刺藻(*Chaetoceros curvisetus*)成為第一優勢種，且相對豐度在三個海域均超過20%以上，而海鏈藻(*Thalassiosira leptopus*)則同為第二優勢種類，菱形海線藻(*Thalassionema nitzschioides*)在遠岸海域的豐度亦不低；2010年三個海域的優勢種變化相對較前幾年大，翼根管藻(*Rhizosolenia alata*)是遠岸海域的最優勢種，菱形海線藻(*Thalassionema nitzschioides*)為近岸海域的第一優勢種，而沿岸海域則以環紋勞德藻(*Lauderia borealis*)最佔優勢，其餘常見的種類還有具槽直鏈藻(*Melosira sulcata*)、橢圓星臍藻(*Asteromphalus heptactis*)和中華半管藻(*Hemiaulus sinensis*)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旋鏈角刺藻(*Chaetoceros curvisetus*)，相對豐度達17.3%，而近岸海域則以菱形海線藻(*Thalassionema nitzschioides*)較佔優勢，相對豐度為12.4%，至於沿岸海域的最優勢種類則變成具槽直鏈藻(*Melosira sulcata*)，相對豐度可達50.7%之多(表3.1.4.1)。

將本季資料與台灣西南海域相關研究結果相比較，此海域浮游植物的平均豐度( $0.3 \pm 0.01 \times 10^4$  cells/L)，均低於羅(1998)於澎湖海域( $2.5 \pm 2.4 \times 10^4$

cells/L)以及莫及羅(1999)於台南( $5.8 \pm 8.5 \times 10^4$  cells/L)附近海域的調查結果，如跟前幾季相比本季豐度雖較上季高些，不過仍屬偏低，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，而在每年的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一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>Thalassiosira leptopus</i> (海鏈藻,68.0%) <i>Coscinodiscus lineatus</i> (線形圓篩藻,15.0%)	<i>Thalassiosira leptopus</i> (海鏈藻,65.9%) <i>Coscinodiscus lineatus</i> (線形圓篩藻,13.1%)	<i>Thalassiosira leptopus</i> (海鏈藻,58.1%) <i>Trichodesmium</i> sp. (束毛藻,17.8%) <i>Coscinodiscus lineatus</i> (線形圓篩藻,13.2%)
2007	<i>Thalassiothrix frauenfeldii</i> (伏恩海毛藻,28.9%) <i>Thalassiosira leptopus</i> (海鏈藻,24.6%) <i>Coscinodiscus lineatus</i> (線形圓篩藻,10.4%)	<i>Thalassiosira leptopus</i> (海鏈藻,25.4%) <i>Thalassiothrix frauenfeldii</i> (伏恩海毛藻,18.5%) <i>Thalassionema nitzschioides</i> (菱形海線藻,13.6%)	<i>Thalassiosira leptopus</i> (海鏈藻,17.1%) <i>Thalassiothrix frauenfeldii</i> (伏恩海毛藻,14.0%) <i>Thalassiosira subtilis</i> (細弱海鏈藻,11.5%)
2008	<i>Thalassiosira leptopus</i> (海鏈藻,33.2%) <i>Thalassiothrix frauenfeldii</i> (伏恩海毛藻,16.9%) <i>Coscinodiscus lineatus</i> (線形圓篩藻,10.3%)	<i>Thalassiosira leptopus</i> (海鏈藻,26.4%) <i>Thalassiothrix frauenfeldii</i> (伏恩海毛藻,17.7%) <i>Thalassionema nitzschioides</i> (菱形海線藻,12.1%)	<i>Thalassiosira leptopus</i> (海鏈藻,24.6%)
2009	<i>Chaetoceros curvisetus</i> (旋鏈角刺藻,22.3%) <i>Thalassiosira leptopus</i> (海鏈藻,16.4%) <i>Thalassionema nitzschioides</i> (菱形海線藻,13.1%)	<i>Chaetoceros curvisetus</i> (旋鏈角刺藻,21.2%) <i>Thalassiosira leptopus</i> (海鏈藻,16.9%)	<i>Chaetoceros curvisetus</i> (旋鏈角刺藻,23.4%) <i>Thalassiosira leptopus</i> (海鏈藻,17.7%)
2010	<i>Rhizosolenia alata</i> (翼根管藻,12.8%) <i>Thalassionema nitzschioides</i> (菱形海線藻,10.2%) <i>Asteromphalus heptactis</i> (橢圓星臍藻,7.5%)	<i>Thalassionema nitzschioides</i> (菱形海線藻,13.1%) <i>Melosira sulcata</i> (具槽直鏈藻,11.8%) <i>Chaetoceros curvisetus</i> (旋鏈角刺藻,10.5%)	<i>Lauderia borealis</i> (環紋勞德藻,56.6%) <i>Hemiaulus sinensis</i> (中華半管藻,17.7%) <i>Thalassionema nitzschioides</i> (菱形海線藻,6.5%)
2011	<i>Chaetoceros curvisetus</i> (旋鏈角刺藻,17.3%) <i>Thalassionema nitzschioides</i> (菱形海線藻,8.9%) <i>Chaetoceros furcellatus</i> (8.1%)	<i>Thalassionema nitzschioides</i> (菱形海線藻,12.4%) <i>Lauderia borealis</i> (環紋勞德藻,11.1%) <i>Leptocylindrus danicus</i> (丹麥細柱藻,11.1%)	<i>Melosira sulcata</i> (具槽直鏈藻,50.7%) <i>Melosira moniliformis</i> (串珠直鏈藻,15.1%) <i>Pseudonitzschia delicatissima</i> (柔弱擬菱形藻,12.3%)

### 3.1.5 動物性浮游生物

圖 3.1.5.1 與 3.1.5.2 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 年第二季與 99 年第二、三季相若，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 第一季繪製成圖 3.1.5.1，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，因此浮游動物平均豐度的增加亦可歸類於季節性的變化，而這些前三大類優勢物種可參考表 2.2.5.2。此一趨勢是否在各年間為一常態現象或是僅出現某些年度，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 3.1.5.1 歷年度與 100 年第一一季麥寮六輕附近海域浮游動物個體量比較圖

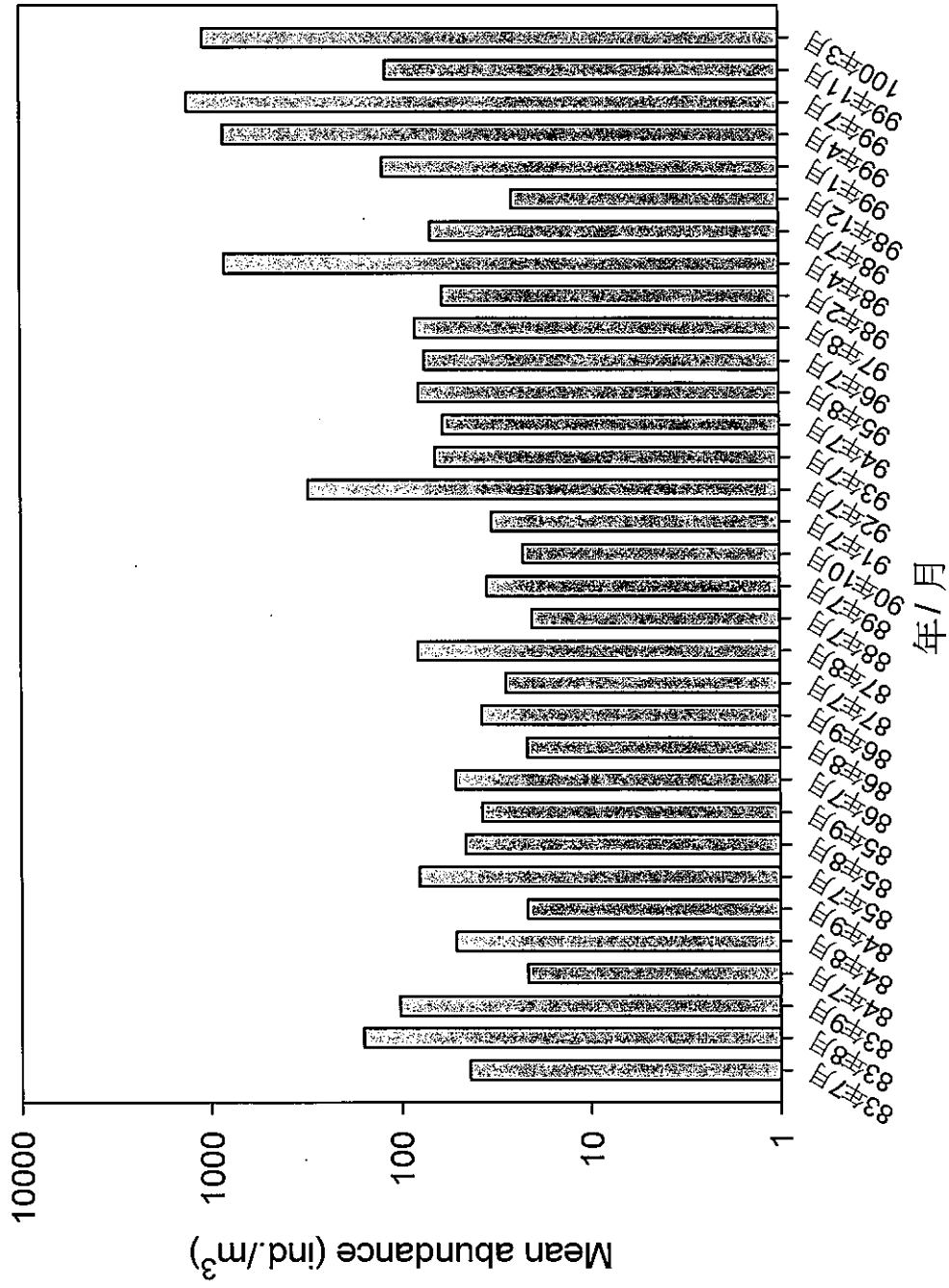


圖 3.1.5.2 歷年度與 100 年第一季麥寮六輕附近海域浮游動物生物量比較圖

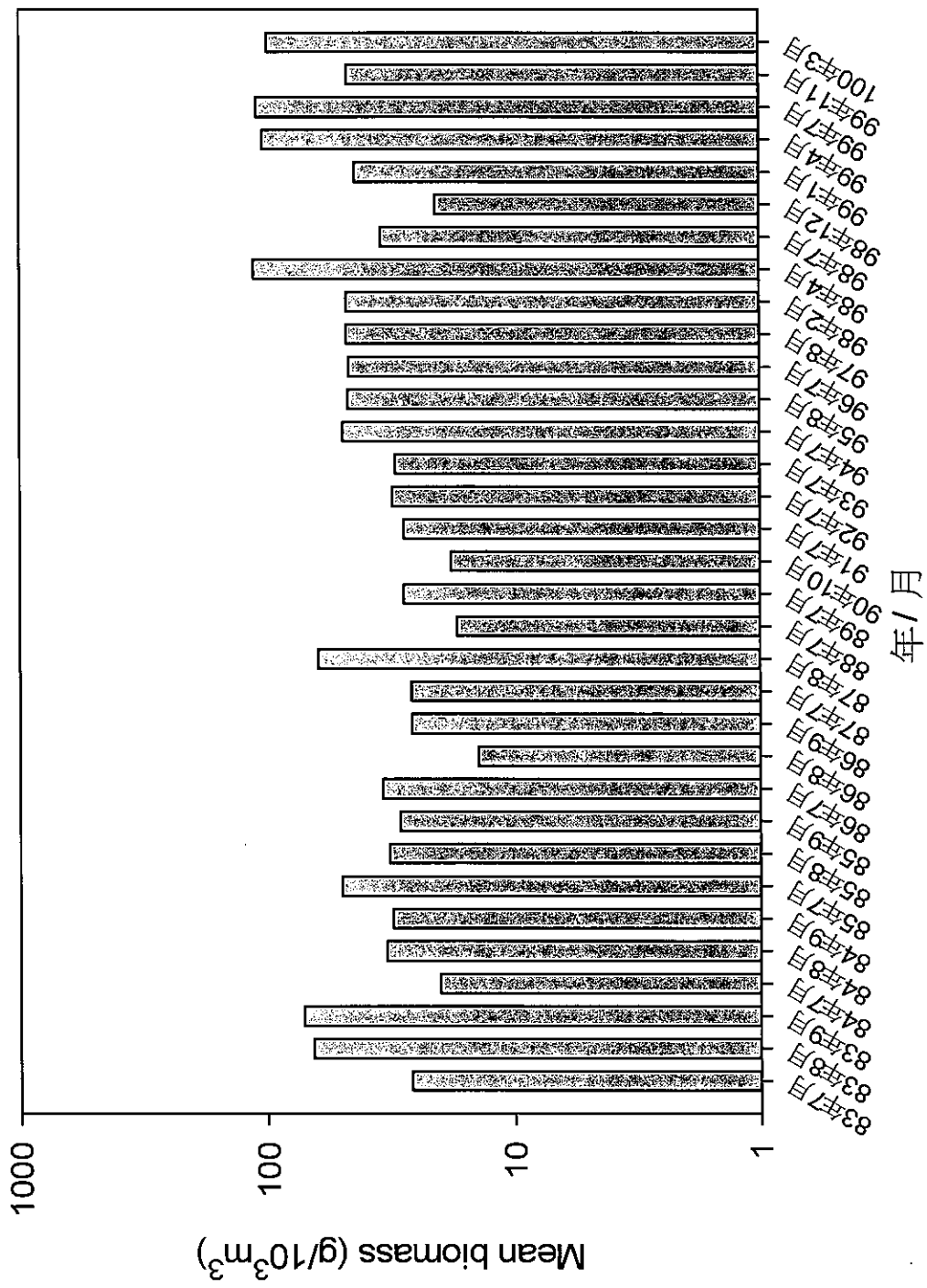
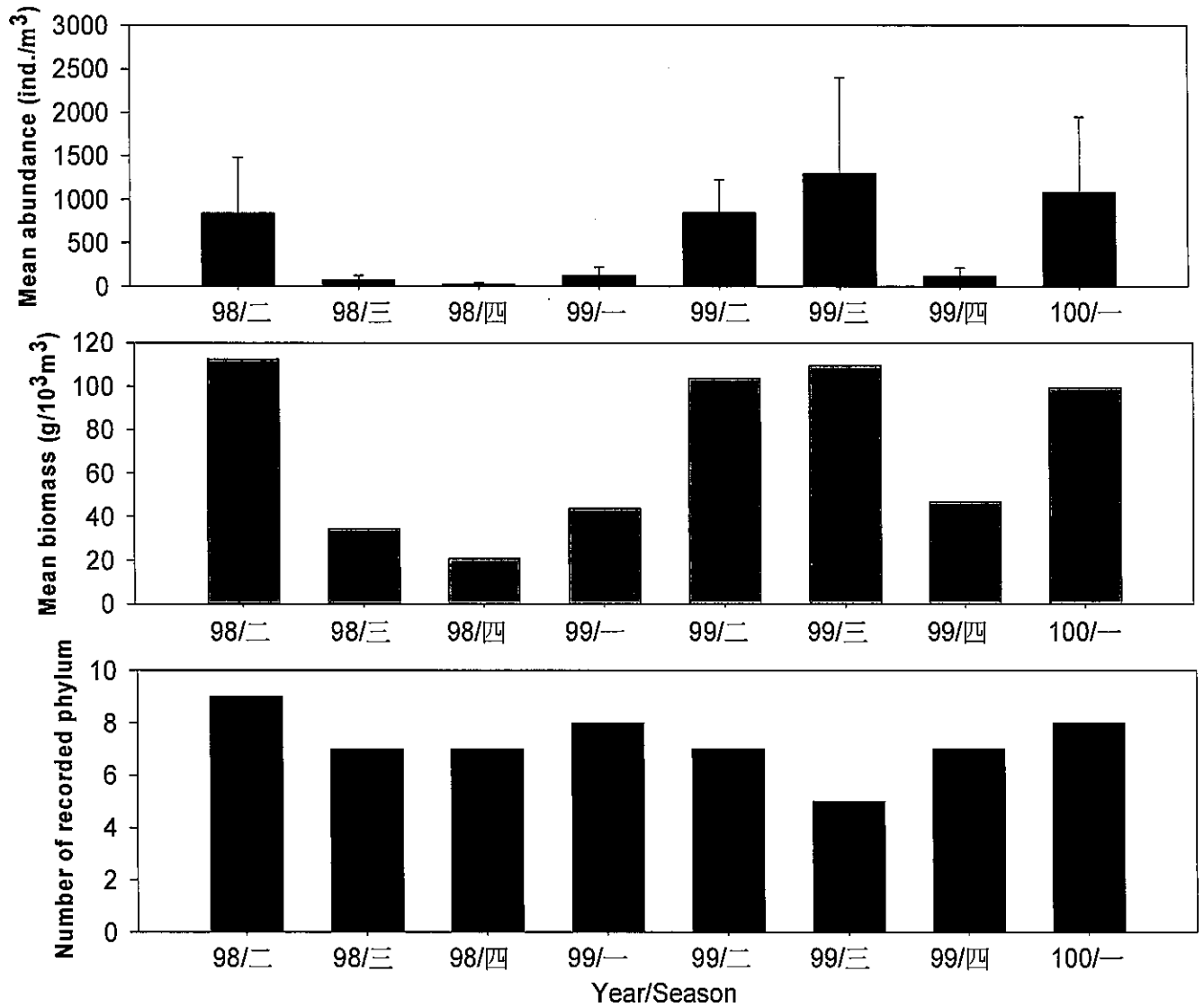




圖 3.1.5.1 98、99 與 100 年度各季麥寮六輕附近海域浮游動物平均豐度、平均生體量與記錄動物門比較圖



### 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 23 科 29 種 545 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，其中以新虎尾溪口測站 4M 之抱蛤科(*Corbulidae*)紅唇抱蛤(*Solidicorbula erythrodon*)數量最多，共 117 尾。與上一季之結果一致，皆以新虎尾溪河口 4M 採獲之抱蛤科(*Corbulidae*)紅唇抱蛤(*Solidicorbula erythrodon*) (共採獲 114 尾)為優勢。

在本季中除 4M 測站採獲之紅唇抱蛤(*Solidicorbula erythrodon*)和 2C 測站採獲之寄居蟹(*Diogenes fasciatus*) (91 尾)有較多的量外，其餘測站種類採獲之尾數並不高，大多小於 40 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 2A 只採獲 1 種生物個體(2 尾)最少，種類為櫻蝦科(*Sergestidae*)中型毛蝦(*Acetes intermedius*)。

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 34.1%；抱蛤科居第二位，占 32.1%；長臂蟹科居第三位，占 4.8% (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，數量上占 85.2%；居第二位者為樹星海膽科；約占 10.2%，第三位則為馬珂蛤科。顯示優勢組成與歷年有所不同 (表 3.1.6.2)。

蝦拖網漁獲部份，近岸測站所捕獲的生物種數與遠岸測站無太大差異；在尾數上，魚類以遠岸多於近岸測站，甲殼類則是遠岸與近岸測站無明顯差異；而軟體動物及其它則是近岸稍多於遠岸，與上一季(99 年第 4 季)之結果相似；而歧異度指數近岸與遠

岸測站差異不明顯。採樣數量的優勢種類以甲殼類的對蝦科(Penaeidae)占 56.6%最多，重量占 24.3%；其次為魚類的海鯰科(Ariidae)占 29.0%，重量占 23.0%。整體而言，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，主要有魚類的舌鰨科(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 99 年第 4 季明顯增加，優勢類別仍為對蝦科，採獲數量和重量亦有明顯增加，以往調查的非優勢種類如海鯰科和石首魚科，及優勢種類如玉螺科，於此次調查中有大量增加的趨勢。推測因本季波浪作用較強烈，海中營養鹽易在水層中充份混合，使餌料生物易於繁生聚集，亦使某些種類為了索餌，而造成生物的聚集。將 100 年第 1 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測站群聚組成有差異，與潮間帶測站(2C、3C)間則有顯著差異，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)及亞潮帶測站並無明顯差異，可能原因為各測站距離較近所造成；另外拖網遠近岸的兩個測站雖然在採獲數量上有差別，但在空間分析上呈現無差異的結果(圖 3.1.6.1)。

由 84 年至 100 年第 1 季之底棲生物調查結果比較中，此次亞潮帶採樣的調查優勢種前兩名分別為活額寄居蟹科與抱蛤科，抱蛤科於 92 年開始較不佔優勢量後，於去年及本年度數量又再度上升(表 3.1.6.1)；活額寄居蟹科在歷年的調查中經常出現並為優勢類群，而本季在兩者的採獲密度上較往年高出許多，分別為 10.92 及 10.31 (尾數/網次) (表 3.1.6.5)。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 85.2%，採獲密度為 54.5(尾數/網次) (表 3.1.6.8)，與歷年同時期的優勢組成有所出入(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：今年之春冬季較往年寒冷。

在蝦拖網結果部份，與歷年第 1 季比較，本季的軟體動物記錄

數量稍有上升，共有 239 尾。而節肢動物記錄之數量雖由去年採獲的 8368 尾降為 3500 尾，但較仍較歷年值為高；魚類則由去年採獲 186 尾明顯升為 2202 尾 (圖 3.1.6.2)。另外，去年與今年之第 1 季採獲之節肢動物、軟體動物及魚類之數量，皆有較歷年第 1 季顯著上升的現象(圖 3.1.6.2)

表 3.1.6.3 84-87 年麥寮附近海域第 1 季亞潮帶底棲動物之種類與其採獲密度

月別	84.01		84.03		85.02		85.03		86.01		86.03		87.03	
種類	平均值	百分比	平均值	百分比	平均值	百分比	平均值	百分比	平均值	百分比	平均值	百分比	平均值	百分比
<b>Annelida(環節動物)</b>														
<i>Polychaeta</i>	0.3	1.18%			0.4	1.79%	0.3	1.44%						
<b>Crustacea (節肢動物)</b>														
<i>Acetes</i> sp.	0.2	0.79%	0.1	0.34%					0.3	1.38%				
<i>Diogenes</i> sp.	6.8	26.77%	7.0	23.89%	10.7	47.77%	6.1	29.33%	6.9	31.65%	1.7	13.71%	2.8	12.96%
Hippidae							0.1	0.48%	0.1	0.46%	0.1	0.81%		
Isopoda			0.1	0.34%										
<i>Leptochela</i> sp.					0.1	0.45%			0.3	1.38%				
<i>Leucosia craniolaris</i>													0.2	0.93%
<i>Lysmata</i> sp.													0.5	2.31%
<i>Matuta</i> sp.			0.2	0.68%									0.9	4.17%
Majidae														
Penaeidae	1.3	5.12%	2.0	6.83%	0.8	3.57%	1.0	4.81%	0.9	4.13%	0.9	7.26%		
Portunidae	0.2	0.79%	0.6	2.05%	0.3	1.34%	0.5	2.40%			0.3	2.42%	0.5	2.31%
Rhizopinae					0.3	1.34%							0.3	1.39%
Sergestidae														
<i>Squilla</i> sp.	0.2	0.79%												
<b>Coelenterata (腔腸動物)</b>														
Pennatulacea					0.3	1.34%	0.3	1.44%					0.3	1.39%
<b>Echinodermata (棘皮動物)</b>														
Arachnoidae													0.1	0.46%
Clypeastroidea									0.4	1.83%				

表 3.1.6.3 84-87 年麥寮附近海域第 1 季亞潮帶底棲動物之種類與其採獲密度.....續

月別	84.01	84.03	85.02	85.03	86.01	86.03	87.03
種類	平均值	百分比	平均值	百分比	平均值	百分比	平均值
<b>Mollusca (軟體動物)</b>							
<i>Chion</i> sp.						0.3	2.42%
Corbulidae	4.3	16.93%	2.5	11.16%	0.7	3.21%	6.0
<i>Hastula</i> sp.				0.2	0.96%		8.87%
<i>Macoma</i> sp.	4.9	19.29%	0.6	2.68%	4.3	19.72%	1.0
Tellinidae	0.6	2.05%	0.3	1.34%	0.5	2.40%	0.2
Melongenidae	0.5	1.97%	0.2	0.89%	0.3	1.38%	0.4
Nassariidae				0.7	3.37%		3.23%
<i>Nitidotellina</i> sp.				0.2	0.96%		4.03%
<i>Phalium</i> sp.	0.3	1.18%					2.3
<i>Reticunassa</i> sp.	0.3	1.18%	0.7	3.13%	0.1	0.46%	1.2
<i>Siliqua</i> sp.				1.2	5.77%		0.5
<i>Sinum</i> sp.			0.3	1.37%	0.2	0.92%	0.1
<i>Solidorbula erythrodon</i>	0.2	0.79%	0.4	1.79%	0.5	2.29%	0.2
Tellinidae							0.5
Trochidae	3.5	13.78%	0.6	2.68%	0.7	3.21%	0.4
Veneridae	1.3	5.12%	1.6	7.14%	4.4	20.18%	4.7
<b>Pisces (魚類)</b>							
Callionymidae	0.2	0.79%	0.1	0.45%	0.1	0.46%	0.1
<i>Chrysochir aureus</i>				0.3	1.44%		0.1
<i>Cynoglossus</i> sp.	0.1	0.39%	0.2	0.89%	0.1	0.46%	0.3
<i>Sillago sihama</i>	0.1	0.39%		1.02%			0.3
<i>Trachinocephalus myops</i>					0.1	0.46%	
<b>Total (總計)</b>	<b>25.4</b>	<b>29.3</b>	<b>22.4</b>	<b>20.8</b>	<b>21.8</b>	<b>12.4</b>	<b>21.6</b>

表 3.1.6.4 88-94 年麥寮附近海域第 1 季亞潮帶底棲動物之種類與其採獲密度

月別	88.01	88.03	89.01	90.02	91.03	92.02	93.01	94.02
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
<b>Annelida(環節動物)</b>								
Polychaeta	1.3	5.08%	0.7	3.03%	1.2	6.94%	0.7	4.58%
Nereidae								
<b>Crustacea (節肢動物)</b>								
Balanidae								
Calappidae								
<i>Charybdis feriatius</i>					0.6	3.57%	0.5	2.60%
Digenidae	3.2	12.50%	4.5	19.48%	0.4	2.31%	1.2	7.84%
Donippidae	0.4	1.56%					0.6	3.57%
<i>Dordanus crassimanus</i>					1.8	10.71%		
<i>Hetapheaeus bartata</i>					0.2	1.31%		
Hippidae								
Idotheoidea								
<i>Leucosia cranialaris</i>	0.1	0.39%	0.1	0.43%			0.1	0.16%
<i>Lysmata</i> sp.							0.3	0.49%
Majidae					0.4	2.61%		
Mysidae								
Penaeidae	1.6	6.25%	0.4	1.73%	1.4	8.09%	1.4	9.15%
Pinnotheridae								
Portunidae	0.9	3.52%	0.5	2.16%	1.1	6.36%	1.7	11.11%
Rhizopinae	0.3	1.17%						
Sergestidae	0.8	3.13%	0.7	3.03%	0.5	2.89%	0.8	5.23%
<i>Squilla</i> sp.	0.2	0.78%						
<b>Coelenterata (腔腸動物)</b>								
<i>Obelia plana</i>	0.5	1.95%	0.4	1.73%			0.3	1.56%
Pennatulidae								
<b>Sipunculoidea (星口動物)</b>								
<b>Echinodermata (棘皮動物)</b>								
Arachnoidae					0.2	1.19%		
<i>Clypeaster japonica</i>							2.0	3.26%
Ophiocoridae	0.6	2.34%			0.5	2.89%	0.2	0.33%
Scutellidae							27.4	44.70%
					0.2	1.04%	0.3	1.08%

表 3.1.6.4 88-94 年麥寮附近海域第 1 季亞潮帶底棲動物之種類與其採獲密度.....續

月別	88.01	88.03	89.01	90.02	91.03	92.02	93.01	94.02
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
<b>Mollusca (軟體動物)</b>								
Architectonicidae								
Atyidae					0.2	0.33%		
<i>Chiton dysoni</i>						1.3	6.77%	0.3
Corbulidae	5.1	19.92%	6.8	29.44%	1.9	11.31%	0.5	0.82%
<i>Crassostrea gigas</i>				0.8	5.23%	1.8	9.38%	1.3
Cymatidae				0.6	3.92%	0.3	1.56%	0.6
<i>Dosinorbis</i> sp.	0.3	1.17%					0.1	0.16%
Melongenidae	1.3	5.08%	0.8	3.46%	0.3	1.79%	0.9	1.47%
Mesodesmatidae				0.3	1.96%	0.3	1.56%	0.2
Mitridae							0.1	0.16%
Naticidae								
Nassaridae	1.1	4.30%	0.5	2.16%	0.6	3.47%	5.5	8.97%
<i>Nitidollina</i> sp.	0.3	1.17%	1.0	5.78%			1.8	6.50%
<i>Nodilittorina millegrana</i>					0.8	4.76%		
Ovulidae							0.1	0.16%
<i>Reticunassa</i> sp.	0.1	0.39%	0.2	0.87%				
<i>Sepia esculenta</i>					0.3	1.79%		
<i>Siliqua</i> sp.					0.3	1.79%		
<i>Sinum</i> sp.								
Tellinidae	0.3		0.3				10.6	17.29%
Terebridae							0.4	0.65%
Trochidae	0.8	3.13%	0.6	2.60%	1.0	5.78%	1.3	2.12%
Turridae					0.3	1.79%	0.1	0.16%
Veneridae	5.2	20.31%	5.4	23.38%	7.5	43.35%	3.0	4.89%
Vermetidae				2.2	14.38%	1.6	8.33%	0.2
<b>Pisces (魚類)</b>								
<i>Arius maculatus</i>				0.7	4.58%	0.2	1.19%	0.3
<i>Callionymus</i> sp.				0.9	5.88%	0.2	1.04%	
Cynoglossidae	0.4	1.56%	0.5	2.16%	0.8	4.62%	0.3	1.79%
<i>Leiognathus splandens</i>	0.6	2.34%			0.9	5.88%	0.2	1.04%
<i>Siganus fuscescens</i>				0.8	5.23%			0.3
<i>Sillago sihama</i>	0.2	0.78%						
<b>Total (總計)</b>	<b>25.6</b>		<b>23.1</b>		<b>17.3</b>		<b>15.3</b>	
					<b>16.8</b>		<b>19.2</b>	
							<b>61.3</b>	
								<b>27.7</b>



表 3.1.6.5 95-100 年麥寮附近海域第 1 季亞潮帶底棲動物之種類與其採獲密度

月別	95.01	96.01	97.01	98.02	99.02	100.02
種類	平均值	百分比	平均值	百分比	平均值	百分比
<b>Annelida(環節動物)</b>						
Nereidae	0.3	1.22%	0.4	1.49%	0.5	1.80%
<b>Crustacea (節肢動物)</b>						
Balanidae						
Calappidae	0.8	3.27%	1.6	4.89%	1.6	5.70%
Diogenidae	1.4	5.71%	1.8	4.89%	0.9	3.30%
Goneplacidae					13.0	53.72%
Hippidae			0.8	2.99%	0.6	1.80%
Idotheoidea					0.5	1.80%
Leucosiidae						
Mysidae						0.15
Penaeidae	2.2	8.98%	1.9	7.09%	2	10.00%
Pinnotheridae					0.15	0.62%
Portunidae	2.9	11.84%	2.6	9.70%	2.1	7.80%
Pasiphaeidae					0.08	0.33%
Sergestidae	1.7	6.94%	2.7	10.07%	0.38	1.57%
Solenoceridae					5.38	22.23%
Squillae			0.3	1.12%	0.08	0.33%
<b>Coelenterata (腔腸動物)</b>						
Kophobelemnidae					0.08	0.33%
Obelia plana						
Pennatulidae						
<b>Echinodermata (棘皮動物)</b>						
Arachnoidae					0.15	0.62%
Dendrasteridae					0.23	0.72%
Ophiocomidae	0.2	0.82%			0.08	0.25%
Scutellidae			0.2	0.75%	0.3	0.90%
<b>Mollusca (軟體動物)</b>						
Architectonicidae						
Athyidae			0.5	4.89%	0.3	0.90%
<i>Chion dysoni</i>	1.2	4.90%				



表 3.1.6.6 84-89 年麥寮附近海域第 1 季潮間帶底棲動物之種類與其採獲密度

月別	84.01	84.03	85.02	85.03	86.01	86.03	87.03	88.01	88.03	89.01										
種類	平均值	百分比	平均值	百分比	平均值	百分比	平均值	百分比	平均值	百分比										
<b>Annelida (環形動物)</b>																				
Polychaeta	1.5	5.08%	2.5	20.00%	1.0	9.52%	2.5	10.20%	0.5	3.13%										
<b>Crustacea (節肢動物)</b>																				
<i>Alpheus</i> sp.	6.5	22.03%	2.0	16.00%	0.5	4.76%	2.0	8.16%	1.0	3.08%										
<i>Helice tridens</i>																				
<i>Helice latimera</i>																				
<i>Henigrapus penicillatus</i>					11.0	46.81%	2.0	12.50%	1.5	6.00%										
Isopoda																				
<i>Lepas</i> sp.	6.0	20.34%			1.0	9.52%	3.5	14.29%	1.0	5.00%										
<i>Metopograpsus messor</i>					1.0	4.26%	1.0	6.25%	1.0	5.00%										
<i>Macrophthalinus abbreviatus</i>			0.5	4.76%	1.5	6.12%			3.5	14.00%										
<i>Micypis brevidactylus</i>			1.5	14.29%	4.5	18.37%	2.0	8.51%	4.5	22.50%										
<i>Pagurus</i> sp.			2.5	23.81%	4.5	18.37%	3.0	12.77%	6.0	24.00%										
<i>Parasarcina pictum</i>									3.0	12.00%										
<i>Perisesarma bidens</i>	1.0	3.39%			0.5	4.76%			1.0	4.00%										
<i>Philyra pisanum</i>																				
Sergestidae																				
<i>Scopinera globosa</i>			0.5	4.76%																
<i>Cyclina sinensis</i>																				
<i>Uca</i> sp.	1.5	5.08%	1.0	8.00%					2.5	10.00%										
<i>Yaruna</i> sp.									3.5	17.50%										
<b>Mollusca (軟體動物)</b>																				
Corbulidae																				
<i>Cyclina sinensis</i>					1.0	4.26%														
<i>Laternula</i> sp.	1.0	3.39%			3.5	30.61%	7.5	28.57%	4.0	16.00%										
<i>Littoraria</i> sp.	3.0	10.17%	2.0	16.00%	2.0	8.51%	3.5	21.88%	1.5	7.50%										
<i>Meretrix</i> sp.									0.5	1.54%										
<i>Macra</i> sp.																				
<i>Moerella</i> sp.									1.5	9.38%										
<i>Monodonta</i> sp.									1.0	6.25%										
Mytilidae	7.5	25.42%	4.0	32.00%																
<i>Reticularia</i> sp.																				
Veneridae																				
Tellinidae																				
Total (總計)	29.5		12.5		10.5		24.5		16.0		32.5		20.0		25.0		20.0		20.0	

表 3.1.6.7 90-96 年麥寮附近海域第 1 季潮間帶底棲動物之種類與其採獲密度

月別	90.02	91.03	92.02	93.01	94.02	95.01	96.01
種類	平均值	百分比	平均值	百分比	平均值	百分比	平均值
<b>Annelida (環節動物)</b>							
Nereidae					0.5	1.82%	0.5
Polychaeta	1.0	5.41%	2.5	10.64%			
<b>Crustacea (節肢動物)</b>							
<i>Alpheus</i> sp.	2.0	10.81%	1.5	6.82%			
Balanidae				4.0	4.19%		
Calappidae					3.5	13.21%	
Diogenidae			1.5	6.82%	2.0	7.27%	1.5
<i>Ficus ficus</i>	1.0	5.41%					
<i>Gaeitic depressus</i>	2.5	13.51%	0.5	2.27%			
Grapsidae			3.5	15.91%	4.0	14.55%	8.0
<i>Helice latimera</i>							
<i>Helice tridens</i>			2.5	10.64%			
<i>Hemigrapsus penicillatus</i>	1.5	8.11%	3.5	14.89%			
<i>Hetapenaeopsis bartata</i>	0.5	2.70%					
Hippidae					1.5	5.45%	
<i>Metopograpsus messor</i>	0.5	2.70%	1.0	4.26%			
<i>Macrophthalmus abbreviatus</i>							
<i>Micyris brevidactylus</i>	1.0	5.41%	2.0	8.51%	2.0	7.27%	2.5
Mysidae			3.5	15.91%			
Ocypodidae			0.5	2.27%			
<i>Parasarma pictum</i>	1.0	5.41%	1.0	4.26%			
Penaeidae							
<i>Philyra pisum</i>							
Sergestidae							
<i>Scopimera globosa</i>							
<i>Thalamita</i> sp.	1.0	5.41%			1.5	5.45%	3.0
<i>Uca</i> sp.			1.5	6.38%			
<i>Varuna</i> sp.							
Xanthidae							0.5
							1.61%

表 3.1.6.7 90-96 年麥寮附近海域第 1 季潮間帶底棲動物之種類與其採獲密度.....續

月別	90.02	91.03	92.02	93.01	94.02	95.01	96.01
種類	平均值	百分比	平均值	百分比	平均值	百分比	平均值
<b>Mollusca (軟體動物)</b>							
Cardiidae				0.5	0.52%		
<i>Cellana</i> sp.	1.0	5.41%					
Corbulidae	0.5	2.70%	3.0	13.64%	2.5	9.09%	1.0
<i>Codakia tigrina</i>			1.0	4.55%			
<i>Cyclina sinensis</i>		2.5	10.64%				
Donacidae				0.5	0.52%		
<i>Laternula</i> sp.	0.5	2.70%					
Littorinidae			3.5	15.91%	2.5	9.09%	4.0
Lucinidae				3.5	3.66%	1.0	3.77%
Mactridae							4.0
<i>Macra</i> sp.							1.0
<i>Mactra veneriformis</i>							
<i>Meretrix</i> sp.		1.0	4.26%				
Moricidae		3.5	14.89%				
Nassariidae				2.5	2.62%		
Neritidae						3.5	12.73%
<i>Soletellina diphos</i>					1.0	3.64%	2.5
Tellinidae	2.0	10.81%					1.0
Terebridae				17.0	17.80%		
Trochidae				1.0	1.05%		
Veneridae	2.5	13.51%	0.5	2.27%	2.0	7.27%	0.5
<b>Pisces (魚類)</b>							
Callionymidae				3.0	3.14%		1.5
Cynoglossidae						2.0	7.27%
Engraulidae						1.0	3.77%
Gobiidae				0.5	0.52%		1.0
<b>Echinodermata (棘皮動物)</b>							
Arachnoidae				3.5	3.66%		
Scutellidae				2.0	2.09%		
<b>Total (總計)</b>	<b>18.5</b>	<b>23.5</b>	<b>22.0</b>	<b>95.5</b>	<b>26.0</b>	<b>26.0</b>	<b>31.0</b>

表 3.1.6.8 97-100 年麥寮附近海域第 1 季潮間帶底棲動物之種類與其採獲密度

月別 種類	97.01 平均値	百分比	98.02 平均値	百分比	99.02 平均値	百分比	100.02 平均値	百分比
<b>Annelida (環節動物)</b>								
Nereidae	0.5	1.61%	1.5	3.60%				
<b>Crustacea (節肢動物)</b>								
<i>Alpheus</i> sp.								
Balanidae			2.5	6.00%				
Calappidae	1.5	4.84%	0.5	1.20%	17.0	77.27%	54.5	85.16%
Diogenidae								
<i>Gaetice depressus</i>	8.0	25.81%	7.5	17.90%				
Hippidae								
<i>Mictyris brevidactylus</i>	2.5	8.06%	3.0	7.10%	0.5	2.27%	0.5	0.78%
Penaeidae								
Mysidae								
Ocypodidae	1.5	4.84%	0.5	1.20%				
Sergestidae	3.0	9.68%	2.5	6.00%	2.5	11.36%	0.5	0.78%
Sphaeromatidae								
Xanthidae	0.5	1.61%	0.5	1.20%				
<b>Mollusca (軟體動物)</b>								
Cardiidae								
<i>Codakia tigrina</i>	1.0	3.23%						
Corbulidae								
Donacidae								
Littorinidae	4.0	12.90%	4.5	10.70%				
Lucinidae	1.0	3.23%	0.5	1.20%	1.0	4.55%	2.0	3.13%
Mactridae								
Moricidae	2.5	8.06%	3.0	7.20%				
Nassariidae			2.0	4.80%				
Neritidae	2.5	8.06%	3.5	8.30%				
<i>Soletellina diphos</i>								
Tellinidae	1.0	3.23%	2.0	4.80%				
Terebridae								
Trochidae	0.5	1.61%	0.5	1.20%				
Veneridae	1.5	4.84%	3.0	7.20%				
<b>Pisces (魚類)</b>								
Callionymidae	1.5	5.66%	1.0	2.40%				
Cynoglossidae	1.0	3.77%	2.5	6.00%	1.0	4.55%		
Engraulidae								
Gobiidae								
<b>Echinodermata (棘皮動物)</b>								
Arachnoidae								
Dendroasteridae								
Scutellidae							6.5	10.16%
<b>Total (總計)</b>	<b>37.5</b>		<b>41.0</b>		<b>22.0</b>		<b>64.0</b>	

圖 3.1.6.1 100 年第 1 季之底棲生態調查空間分析結果圖

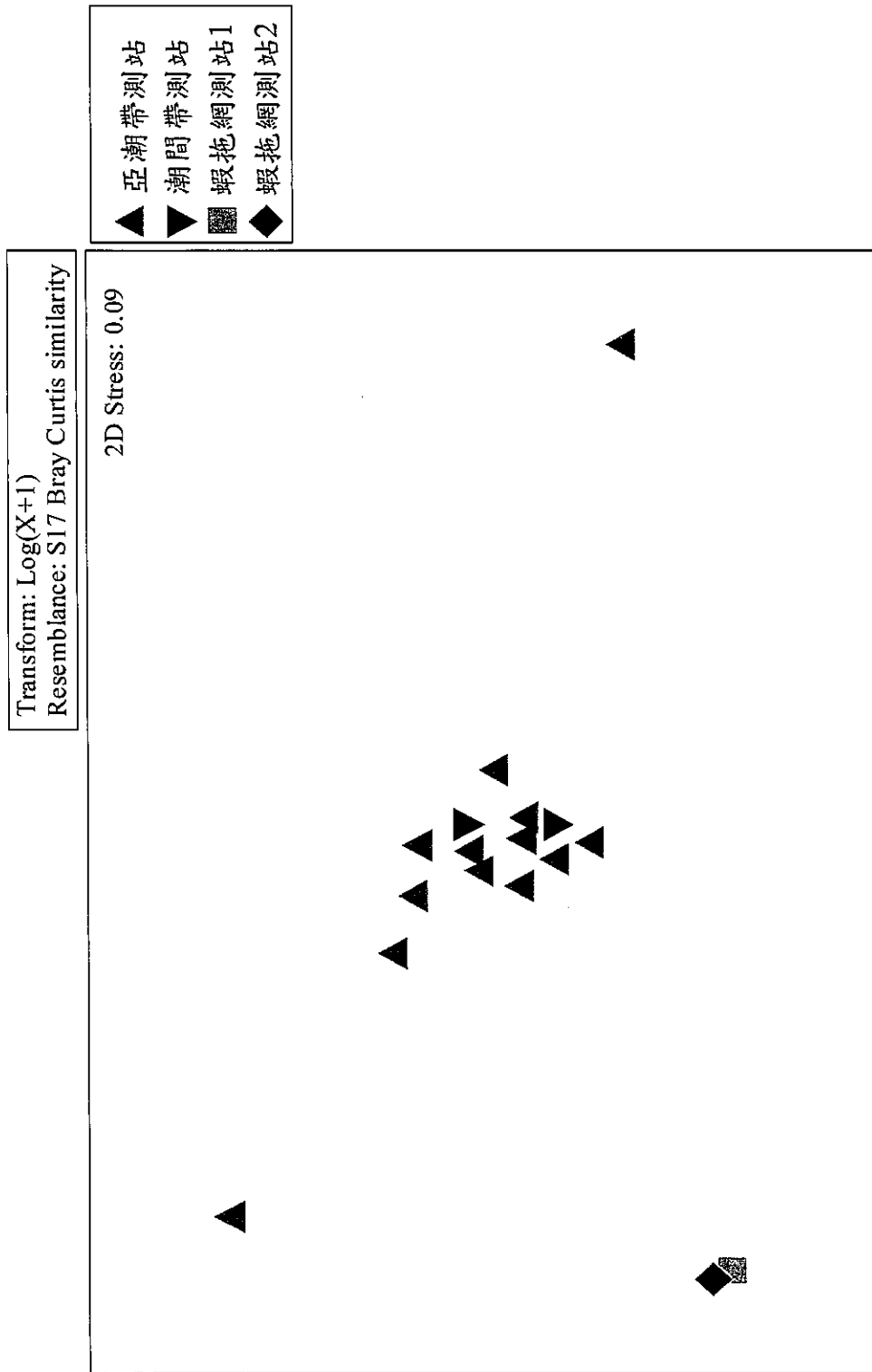
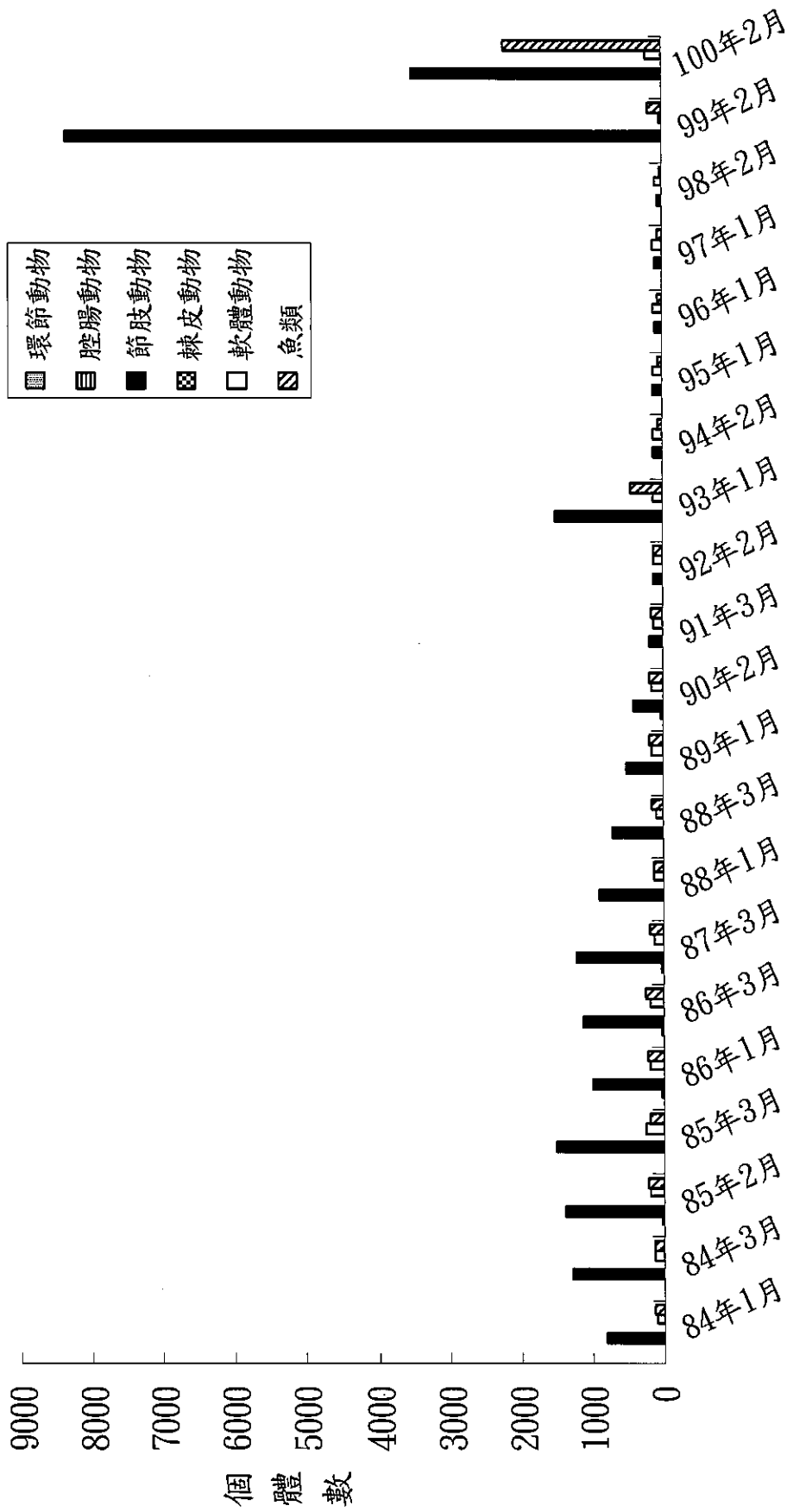


圖 3.1.6.2 歷年第一季麥寮附近蝦拖網調查結果比較圖





### 3.1.7 哺乳類動物

前結果大致上與周蓮香與李政諦(2009; 2010)在雲林沿海所進行的 72 航次調查結果相符，白海豚主要出現在淺水近岸的海域，而且主要分佈在麥寮港北堤以南，而北堤以北僅有 2 次極為罕見的目擊紀錄，棲地利用分析顯示海豚停留時間與 pH 值呈現顯著正相關，此外海豚接觸點也大多被發現在 pH 8.0 以上的海域，因此本區海域水質 pH 變化應密切注意。相較於 2008 年及 2009 年的趟次目擊率分別為 77.5%與 65.63%，本計畫的趟次的目擊率 (37.5%) 較低，此差異應與調查頻度與時間有關(每季僅一次調查)，例如:在去年度第三季 9/14 的調查無白海豚目擊，但周蓮香團隊在 9/6-7 執行其他海上調查計劃時有在雲林海域目擊中華白海豚，顯示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。此外周蓮香與李政諦(2009; 2010)在雲林沿海的調查主要集中在夏季，對於中華白海豚其他季節(尤其是冬季)的活動情形仍僅有非常少量的海上調查因而未能確認。周蓮香團隊也從 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，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(周蓮香與李政諦 2010)，顯示本計畫的結果也可能受到中華白海豚季節活動的影響，未來仍待長期累積資料來確認各季節間的變化。

## 【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。

李松和方金釧。1990。中國海洋浮游橈足類幼體。海洋出版社。北京。

邵廣昭 1998 海洋生態學。國立編譯館。台北。

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

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

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

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

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

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

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

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

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

鄭重、李少菁、許振祖 1991 海洋浮游生物學。水產出版社。基隆。

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

鄭重，張松棕，李松，方金釧，賴瑞卿，張淑蓮，李少菁和許振組。1965。中國海洋浮游橈足類上卷。上海科學技術出版社。上海。

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Chihara M. and Murano M. (1997) *An Illustrated Guide to Marine*

Plankton in Japan, 1574pp.

Clark, R. (2001). *Marine Pollution* 5<sup>th</sup> 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 *Austinoergia 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.