oi_CPMI_090_008
保育研究報告第 113 號

墾丁國家公園海域長期生態研究-人為活動對海域生態衝擊之長期監測研究 (I)

期末報告

執 行 期 間：中華民國 90 年 5 月 16 日至 91 年 5 月 15 日

執 行 機 關：中央研究院動物研究所、國立海洋生物博物館

計畫總主持人：中央研究院動物研究所　邵廣昭 研究員兼所長

計畫共同主持人：國立海洋生物博物館　方力行 館長

協 同 主 持 人: 臺灣大學海洋研究所　梁乃匡 教授兼所長(海床地貌)
國立海洋生物博物館　孟培傑 助理研究員(廢水排放)
國立海洋生物博物館　鍾國南 主任 (遊憩活動)
國立海洋生物博物館　李展榮 助理研究員(漁業活動)
國立海洋生物博物館　韓僑權 助理研究員(棲地破壞)

協 同 研 究 人 員：郭鑫沅、邱協棟

內政部營建署墾丁國家公園管理處委託研究

中華民國九十一年五月

目　　錄

表次 V
圖次 IX
壹、計畫背景及目的 1
貳、墾丁國家公園海域之海床珊瑚礁地形地貌
　一、上定位部分 6
　二、單音束測深部分 7
　三、側掃聲納系統 10
　四、資料處理 13
　五、現場作業概述 13
　六、成果展示 16
　七、參考文獻 17
參、人為活動對墾丁國家公園海域生態衝擊之監測
　分支計劃一 墾丁國家公園海域之廢水排放監測
　　一、摘要 23
　　二、前言 23
　　三、文獻回顧 24
　　四、材料與方法 25
　　五、結果 26
　　六、討論 27
　　七、檢討與建議 27
　　八、引用文獻 28
　分支計劃二 墾丁國家公園海域之遊憩活動之監測
　　一、摘要 42
　　二、前言 42
　　三、文獻回顧 42
　　四、材料與方法 43
　　五、結果 44
　　六、討論 44
　　七、檢討與建議 45
　　八、引用文獻 46
　分支計劃三　墾丁國家公園海域之漁業活動之監測
　　一、摘要 57
　　二、前言 57
　　三、文獻回顧 58
　　四、材料與方法 58
　　五、結果 61
　　六、討論 67

七、檢討與建議 68
八、引用文獻 69
九、附錄 71
分支計劃四　墾丁國家公園地區棲地破壞之監測
一、摘要 147
二、前言 148
三、文獻回顧 148
四、材料與方法 149
五、結果與討論 149
六、檢討與建議 150
七、引用文獻 151
肆、總結論 170
伍、綜合檢討與建議 172
陸、誌謝 176

表　次

表 2-1　墾丁國家公園附近沿岸海域水質測站 30
表 2-2　90 年 7 月份人為污染計劃之水質分析資料 31
表 2-3　90 年 9 月份人為污染計劃之水質分析資料 32
表 2-4　90 年 11 月人為污染計劃之水質分析資 33
表 2-5　91 年 1 月人為污染計劃之水質分析資料 34
表 2-6　91 年 3 月人為污染計劃之水質分析資料 35
表 3-1　對於潛水業者訪談所使用的問卷 47
表 3-2　潛水業者從事潛水活動的地點問卷 48
表 3-3　墾丁地區遊憩活動種類、地點及從事人次 49
表 3-4　墾丁地區潛點統計 50
表 3-5　墾丁地區水肺潛水（SCUBA）人次統計 50
表 3-6　墾丁地區水上摩托車活動數量與地點統計 51
表 3-7　墾丁地區遊憩活動對海域造成的衝擊方式 51
表 3-8　以浮潛方式對出水口左側浮潛點進行珊瑚相調查結果 52
表 3-9　以浮潛方式對小灣浮潛點進行珊瑚相調查結果 53
表 3-10　以浮潛方式對船帆石浮潛點進行珊瑚相調查結果 54
表 3-11　以浮潛方式對香蕉灣浮潛點進行珊瑚相調查結果 55
表 3-12　出水口左側、小灣、船帆石及香蕉灣浮潛點珊瑚相比較 56
表 4-1-1　海產店標本戶 90 年 8 月份食用魚類重量、金額統計表(一) 71
表 4-1-1　海產店標本戶 90 年 8 月份食用魚類重量、金額統計表(二) 72
表 4-1-2　海產店標本戶 90 年 10 月份食用魚類重量、金額統計表(一) 73
表 4-1-2　海產店標本戶 90 年 10 月份食用魚類重量、金額統計表(二) 74
表 4-1-3　海產店標本戶 90 年 11 月份食用魚類重量、金額統計表(一) 75
表 4-1-3　海產店標本戶 90 年 11 月份食用魚類重量、金額統計表(二) 76
表 4-1-4　海產店標本戶 90 年 12 月份食用魚類重量、金額統計表(一) 77
表 4-1-4　海產店標本戶 90 年 12 月份食用魚類重量、金額統計表(二) 78
表 4-1-5　海產店標本戶 91 年 1 月份食用魚類重量、金額統計表(一) 79
表 4-1-5　海產店標本戶 91 年 1 月份食用魚類重量、金額統計表(二) 80
表 4-1-6　海產店標本戶 90 年 2 月份食用魚類重量、金額統計表(一) 81
表 4-1-6　海產店標本戶 90 年 2 月份食用魚類重量、金額統計表(二) 82
表 4-1-7　海產店標本戶 90 年 3 月份食用魚類重量、金額統計表(一) 83
表 4-1-7　海產店標本戶 90 年 3 月份食用魚類重量、金額統計表(二) 84
表 4-1-8　海產店標本戶食用魚類年度平均重量、金額統計表(一) 85
表 4-1-8　海產店標本戶食用魚類年度平均重量、金額統計表(二) 86
表 4-2-1　恆春區漁會 90 年 7~9 月份漁獲交易表(表一) 87
表 4-2-1　恆春區漁會 90 年 7~9 月份漁獲交易表(表二) 88
表 4-2-1　恆春區漁會 90 年 7~9 月份漁獲交易表(表三) 89

表 4-2-2　恆春區漁會 90 年 7~9 月份一支釣漁獲交易表(表一) 90
表 4-2-2　恆春區漁會 90 年 7~9 月份一支釣漁獲交易表(表二) 91
表 4-2-2　恆春區漁會 90 年 7~9 月份一支釣漁獲交易表(表三) 92
表 4-2-3　恆春區漁會 90 年 7~9 月份曳繩釣漁獲交易表 93
表 4-2-4　恆春區漁會 90 年 7~9 月份延繩釣漁獲交易表 94
表 4-2-5　恆春區漁會 90 年 10~12 月份漁獲交易表(表一) 95
表 4-2-5　恆春區漁會 90 年 10~12 月份漁獲交易表(表二) 96
表 4-2-5　恆春區漁會 90 年 10~12 月份漁獲交易表(表三) 97
表 4-2-6　恆春區漁會 90 年 10~12 月份一支釣漁獲交易表(表一) 98
表 4-2-6　恆春區漁會 90 年 10~12 月份一支釣漁獲交易表(表二) 99
表 4-2-6　恆春區漁會 90 年 10~12 月份一支釣漁獲交易表(表三) 100
表 4-2-7　恆春區漁會 90 年 10~12 月份曳繩釣漁獲交易表 101
表 4-2-8　恆春區漁會 90 年 10~12 月份延繩釣漁獲交易表 102
表 4-2-9　恆春區漁會 90 年 10~12 月份鏢刺漁業漁獲交易表 103
表 4-2-10 恆春區漁會 91 年 1~2 月份漁獲交易表(表一) 104
表 4-2-10 恆春區漁會 91 年 1~2 月份漁獲交易表(表二) 105
表 4-2-10 恆春區漁會 91 年 1~2 月份漁獲交易表(表三) 106
表 4-2-11 恆春區漁會 91 年 1~2 月份一支釣漁獲交易表(表一) 107
表 4-2-11 恆春區漁會 91 年 1~2 月份一支釣漁獲交易表(表二) 108
表 4-2-11 恆春區漁會 91 年 1~2 月份一支釣漁獲交易表(表三) 109
表 4-2-12 恆春區漁會 91 年 1~2 月份曳繩釣漁獲交易表 110
表 4-2-13 恆春區漁會 1~2 月份延繩釣漁獲交易表 111
表 4-2-14 恆春區漁會 90 年 7 月~91 年 2 月漁獲重量(表一) 112
表 4-2-14 恆春區漁會 90 年 7 月~91 年 2 月漁獲重量(表二) 113
表 4-2-14 恆春區漁會 90 年 7 月~91 年 2 月漁獲重量(表三) 114
表 4-2-15 恆春區漁會 90 年 7 月~91 年 2 月漁獲交易(表一) 115
表 4-2-15 恆春區漁會 90 年 7 月~91 年 2 月漁獲交易(表二) 116
表 4-2-15 恆春區漁會 90 年 7 月~91 年 2 月漁獲交易(表三) 117
表 4-3-1　88 年恆春區漁會觀賞魚拍賣資料表(表一) 118
表 4-3-1　88 年恆春區漁會觀賞魚拍賣資料表(表二) 119
表 4-3-1　88 年恆春區漁會觀賞魚拍賣資料表(表三) 120
表 4-3-1　88 年恆春區漁會觀賞魚拍賣資料表(表四) 121
表 4-3-2　89 年恆春區漁會觀賞魚拍賣資料表(表一) 122
表 4-3-2　89 年恆春區漁會觀賞魚拍賣資料表(表二) 123
表 4-3-2　89 年恆春區漁會觀賞魚拍賣資料表(表三) 124
表 4-3-2　89 年恆春區漁會觀賞魚拍賣資料表(表四) 125
表 4-3-2　89 年恆春區漁會觀賞魚拍賣資料表(表五) 126
表 4-3-3　90 年恆春區漁會觀賞魚拍賣資料表(表一) 127
表 4-3-3　90 年恆春區漁會觀賞魚拍賣資料表(表二) 128

表 4-3-3　90 年恆春區漁會觀賞魚拍賣資料表(表三) 130
表 4-4-1　墾丁國家公園地區 91 年 1 月份沿岸手釣漁獲統計表 131
表 4-4-2　墾丁國家公園地區 91 年 2 月份沿岸手釣漁獲統計表 132
表 4-4-3　墾丁國家公園地區 91 年 3 月份沿岸手釣漁獲統計表 133
表 5-1　墾丁國家公園附近沿岸海域水質測站 152
表 5-2　墾丁國家公園海域調查各測站之濁度（NTU）資料表 153
表 5-3　墾丁國家公園海域各測站採集每公升水樣之一小時沈積量表 154

圖 次

圖 1 利用 GPS 進行測量船隻的導航 6
圖 2 基站之 GPS 接收天線與接收儀 7
圖 3 水深測量作業流程圖 8
圖 4 單音束測深系統示意圖 8
圖 5 中華氣象號測量船內單音束測深系統 9
圖 6 利用 GPS 引測興海漁港內的自設驗潮站的水準高程 10
圖 7 側掃聲納整體系統圖 11
圖 8 側掃聲納併圖與水下攝影照片在鹽寮外海水下地貌之展示圖 11
圖 9 側掃聲納整體系統示意圖 12
圖 10 拖魚所收到之逆散射能量示意圖 13
圖 11 側掃聲納地貌調查測線分佈示意圖 14
圖 12 中華氣象號研究船由後壁湖遊艇專用港出港作業 14
圖 13 中華氣象號研究船內側掃聲納系統 15
圖 14 為顧及收集資料之品質，因此當場需要一位技術人員全程監控整個側掃聲納作業 15
圖 15 272-TD 側掃聲納拖魚釋放及後拖情形 16
圖 16 萬里桐附近海域側掃聲納影像之併合圖 18
圖 17 萬里桐附近海域側掃聲納影像併合解釋圖 4 18
圖 18 核三廠出水口附近海域側掃聲納影像之併合圖 19
圖 19 核三廠出水口附近海域側掃聲納影像併合解釋圖 6 20
圖 20 跳石附近海域側掃聲納影像之併合圖 21
圖 21 跳石附近海域側掃聲納影像併合解釋圖 21
圖 22 船帆石至香蕉灣附近海域側掃聲納影像之併合圖 22
圖 23 船帆石至香蕉灣附近海域側掃聲納影像併合解釋圖 22
圖 2-1 墾丁國家公園附近沿岸海域水質測站 36
圖 2-2 墾丁海域水質分析(90 年 7 月) 37
圖 2-3 墾丁海域水質分析(90 年 9 月) 38
圖 2-4 墾丁海域水質分析((90 年 11 月) 39
圖 2-5 墾丁海域水質分析((91 年 1 月) 40
圖 2-6 墾丁海域水質分析(91 年 3 月) 41
圖 4-1-1 海產店標本戶 90 年 8 月份食用魚類重量、金額統計圖 134
圖 4-1-2 海產店標本戶 90 年 10 月份食用魚類重量、金額統計圖 135
圖 4-1-3 海產店標本戶 90 年 11 月份食用魚類重量、金額統計圖 136
圖 4-1-4 海產店標本戶 90 年 12 月份食用魚類重量、金額統計圖 137
圖 4-1-5 海產店標本戶 91 年 1 月份食用魚類重量、金額統計圖 138
圖 4-1-6 海產店標本戶 91 年 2 月份食用魚類重量、金額統計圖 139
圖 4-1-7 海產店標本戶 91 年 3 月份食用魚類重量、金額統計圖 140

圖 4-1-8 海產店標本戶 90 年 8 月~91 年 3 月份食用魚類重量、金額統計圖 141
圖 4-2-1 恆春區漁會 90 年 7 月~91 年 2 月漁獲交易重量、金額統計圖 142
圖 4-2-2 漁會 90 年 7 月~91 年 2 月各類魚法交易重量、金額統計圖 143
圖 4-3-1 88 年恆春區漁會觀賞魚交易重量、金額統計圖 144
圖 4-3-2 89 年恆春區漁會觀賞魚交易重量、金額統計圖 145
圖 4-3-3 90 年恆春區漁會觀賞魚交易重量、金額統計圖 146
圖 5-1 墾丁國家公園附近沿岸海域濁度測站位置圖 156
圖 5-2 墾丁國家公園海域調查各測站十五次採樣之濁度資料分布圖 157
圖 5-3 墾丁國家公園海域調查各測站十五次採樣之平均濁度資料圖 158
圖 5-4 墾丁海域調查各測站十五次採樣濁度趨勢圖 159
圖 5-5 墾丁國家公園海域十五次採樣調查之平均濁度資料趨勢圖 159
圖 5-6 保力--後灣空照圖 160
圖 5-7 墾丁空照 7 161
圖 5-8 小灣空照圖 162
圖 5-9 船帆石空照圖 163
圖 5-10 船帆石空照圖 164
圖 5-11 船帆石--砂島空照圖 1 165
圖 5-12 龍坑空照圖 166
圖 5-13 港口溪—風吹沙空照圖 167
圖 5-14 風吹沙—港口溪空照圖 168
圖 5-15 海生館北側附近空照圖 169

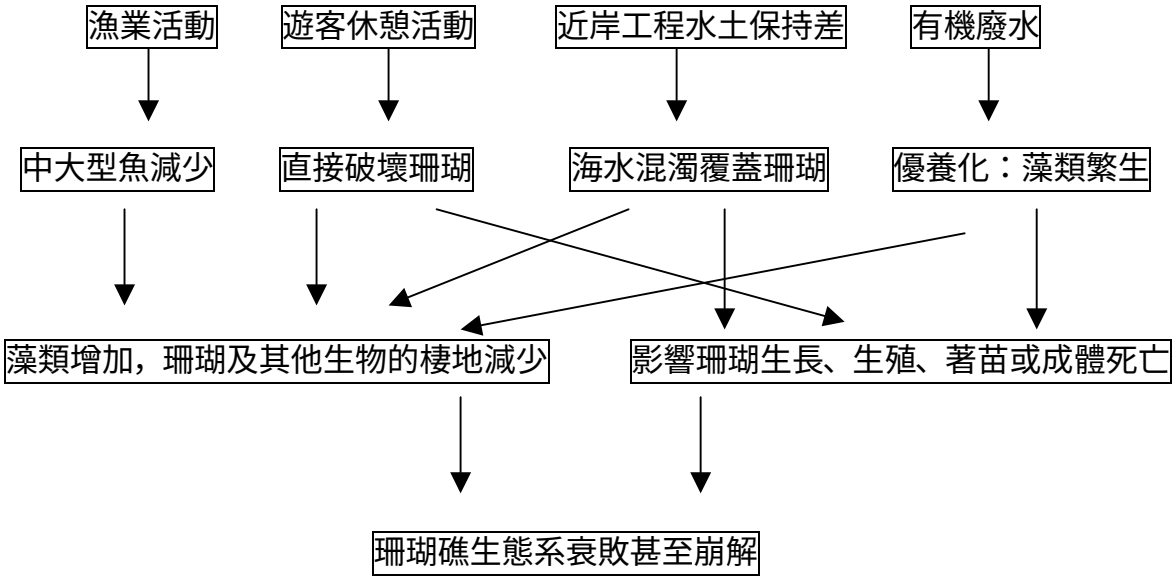
壹、計畫背景及目的

墾丁國家公園得天獨厚，是國內唯一涵蓋海域的國家公園。本區海岸線綿延，自西岸後灣到東部的九棚;海岸以群狀礁珊瑚為主，其中間夾沙灘；淺水處珊瑚礁茂密，延伸到外為沙泥底，之間並分布有獨立礁。這裡海域地形底質複雜，組成了各類不同的生態棲所，此處又是高溫鹽的黑潮洋流北上的首衝位置，水質清澈，溫度維持在 21-30℃間，因此是台灣海洋生物多樣性最高的區域之一，已知魚類達 1,200 種，造礁珊瑚也在 200 種以上。這裡生物種間的關係與微妙的機制，具有極高的學術研究價值，而鮮豔美麗的生物與多變化的海底結構，更是重要的觀光資源，十足突顯墾丁海域的重要性。

在另一方面，這裡是陶冶性情擴展心胸的重要遊憩點，每年吸引了無數的遊客，特別是在假日短暫時間內湧入大批人潮。墾丁近岸處各項建設亦應需求而不斷增加，遊憩活動、海岸的開發、漁業活動及捕撈珊瑚礁魚類、廢水污染及海水優養化的干擾，導致海域中陸源污染物質日益增多。大部份的珊瑚礁都位於離岸很近的淺水域，因此容易受到陸上人為活動的影響。珊瑚礁是生態轉換效率極高的生態系，但是珊瑚生長條件卻十分嚴苛，它需要潔淨、貧養、鹽度穩定、水淺、陽光充足、溫度適宜的海洋環境。因為這個緣故，珊瑚礁生物間相互依存的關係易受污染物的加入而改變，只要破壞其中一環可能整個體系會崩潰。山上的土地遭濫墾，林木遭到濫伐，造成水土保持不良，就可能在一場大雨之後，經水流將泥沙沖刷到海裡，造成污濁的水質，並在珊瑚礁覆蓋上大片泥沙，掩埋並窒息棲息於底質內的生物。

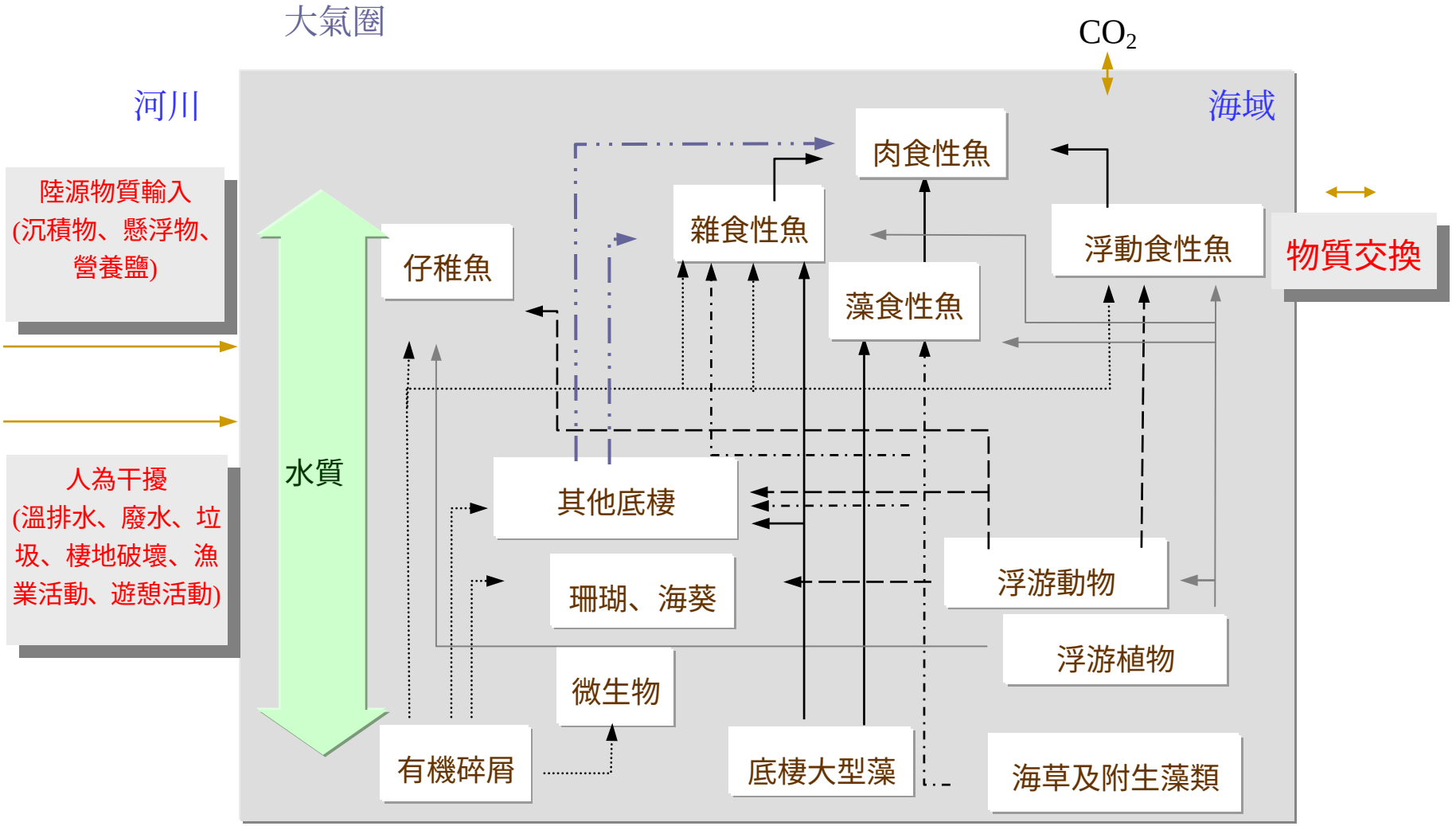
眾多遊客造訪也帶來垃圾與有機廢水，海域中海葵和藻類的大幅繁殖覆住珊瑚，可能和有機物進入海域相關。除此之外，近年來全球氣候變遷配合了聖嬰現象，海水提高 2-3℃而使珊瑚大量白化死亡；其他如不定期的颱風、冷水流、以及不明原因的珊瑚的傳染疾病等等，使得墾丁珊瑚礁正面臨嚴重的危機。由於這些環境變化，使得沿岸珊瑚礁生態系受到的壓力愈來愈大，據珊瑚礁總體檢的評估，萬里桐一帶的珊瑚礁生機暗淡，其它許多區域的珊瑚礁也已經呈現出退化的現象，此一現象如再不加以遏止，再過十年、廿年，珊瑚礁面積會嚴重減損，有些物種可能會絕滅，對海洋生態以及其所結合的景觀資源的衝擊程度將大到難以預估。

圖一為前述各項人為活動對海洋生態衝擊的簡單流程，由圖一可知這些人為活動如何直接或間接地透過生態系食物網或物種間交互作用的模式而破壞掉珊瑚礁。



圖一、人為活動對海洋生態的衝擊的流程圖：

面臨上述種種現象，我們有必要採取緊急措施，防止珊瑚礁的持續惡化，並且訂定符合生態保育的經營管理策略，兼顧保育與觀光，使當地之生態旅遊得以永續發展。為了保育墾丁的珊瑚礁生態系，國內已經有許多學者投入大量的心力從事本區海域生態的研究，並且在行政院國科會的支持下，正在推動「墾丁國家公園海域長期生態研究計畫」計畫，整合水層乃至海底棲所、生物群聚及生態系兩層次的研究資料。該計畫目前共有九個子計畫，內容包括生物源有機碳及物理流場、海水水質、海洋植物、橈足類、海藻、珊瑚、海葵、魚類、仔稚魚、生產力、甲殼類及貝類群聚等。圖二為國科會支助的長期生態研究計畫的概念模式圖。但是因為沿海海域環境變化與鄰近陸域的人為活動息息相關，因此這部份的人為因素的干擾資料亦應配合整理。墾管處為配合推動此一長期生態研究計畫所編列之經費正可用來從事這方面的調查工作，使整個長期生態研究計畫趨於完整，因此本計畫之目的在於收集本區人為活動資料，加強保護區的經營管理、並研判漁獲行為（吃海鮮）、遊憩活動（潛水活動）、棲地破壞（沈積物）、廢水排放（優養化）對墾丁海域生態衝擊範圍與影響的程度，明白其中作用機制，才能提出有效的對策，維護這片珍貴的海洋資源。本計畫除擬長期監測人為活動對墾丁國家公園海域生態衝擊外，為了能對墾丁海域地形有一整體性資料，亦將就五個固定測站附近海底地形地貌利用側掃聲納作較詳細的探勘及描繪。



圖二、墾丁珊瑚礁生態系各子計劃間之整合圖

本計畫擬分成下列五個子計畫推動，其工作內容及主持人茲簡述如下：

（1）海床地貌

主持人：梁乃匡博士、宋國士教授

工作船在選定的海域範圍進行"之"字形航行，航跡涵蓋所擬定的範圍。此時，船後拖著側掃聲納系統的探測器（拖魚），不停的發射及接收海底反射的特定頻率聲納訊號，並經由電纜線接到船上的側掃聲納主機及影像系統，持續進行船下的海床地貌影像紀錄。同時利用全球衛星定位系統持續記錄船隻位置。俟回到實驗室後，利用衛星定位資料在探測範圍的海圖上繪出船行航跡，配合側掃聲納系統的即時影像紀錄，拼組探測範圍海床地貌的全圖，探測區域將先就墾丁南灣長期生態監測的測站地區，包括船帆石、跳石、雷打石、貓鼻頭及萬里桐地區開始進行。

（2）廢水排放

主持人：孟培傑博士

密集採集墾丁地區水樣分析各種因子之資料如：DO、BOD、溫度、鹽度等，配合營養鹽濃度之測定，以期了解珊瑚礁區藻類繁生是否受營養鹽提高之影響，營養鹽在海中分布是全面性提高，或有顯著的區域性，並能指認營養鹽之來源。預期成果：了解目前珊瑚礁區生態改變是否與陸源營養鹽過多有直接關係；了解營養鹽輸入方式是全面性或定點式的，將可有效擬定對策。

（3）遊憩活動

主持人：鍾國南主任

記錄墾丁沿岸潛點（包括保護區內外）的潛水活動頻度，珊瑚礁被破壞的特徵、類型，及程度和範圍。以預期了解遊客及採集造成直接破壞的方式，一方面可以研擬避免的方法，另一方面了解目前破壞的程度和範圍，以評估是否會擴大到對其他區域也造成影響。

（4）漁業活動

主持人：李展榮助理研究員

實際拜訪墾丁地區漁民、魚販、海產店、個體戶、漁會以了解漁業活動及概況，進行漁獲數量統計，設計調查資料之種類、項目與數量，以評估墾丁國家公園地區具商業價值的魚種及數量及漁業經濟。

此外，亦從當地海鮮店、觀賞魚貨之來源處，乃至傳統之魚市場來調查墾丁地區珊瑚礁

魚類實際捕獲之種類、數量及地點等資料。由此數據可用瞭解當地珊瑚礁漁業對珊瑚礁魚類資源所造成之壓力，藉此可評估對近岸的珊瑚礁影響程度。

（5）棲地的破壞 -水中懸浮固體

主持人：韓僑權助理研究員

以水色資料，配合現場實測濁度資料，除了有大雨時的定量資料，並有平時的背景值，將恆春半島南灣細分為高沈積及低沈積多組區域，一方面了解懸浮物之來源，另一方面了解其分布之特性（小區域或全面性）。預期成果：了解墾丁懸浮固體分布的特性，以判斷造成之原因是地方水土流失，或是大範圍水源區水土保持問題，有助釐清污染源，並可針對缺失改善。

貳、墾丁國家公園海域之海床珊瑚礁地形地貌

一、海上定位部分

擁有瞬間定位能力的全球衛星定位系統(簡稱 GPS)是目前世上所有定位相關設備儀器中最有效率的，其於動態的差分定位(Differential Global Positioning System)的精確度可達公尺級(可控制為 1-2 公尺，宋，2001a)，已符合製圖的相關準則(陳，1998)，非常適用於水下地形調查這類的動態量測上。其原理主要是利用裝設於測量船上的衛星接收儀，全天候的接收由美國國防部所發展並發射至地球軌道上運行之 32 顆 NAV-STAR GPS 衛星訊號，來計算於測量船上屬移動站的即時動態位置。本計畫所採用的是美國 Ashtech 公司所生產製造之 M12、GG24C-Surveyor 以及 Z-Xtemem 型 GPS 衛星接收儀來當作整套測深系統的定位單元。其中，M12 型接收儀屬本所十年前所購入之 12 個頻道 C/A-Code 的舊機種，在去年經過 Y2K 與 EOW 升級修正以及美國近期將 SA 亂碼訊號解除後，其單機動態定位誤差量級在 10 公尺，再經即時差分(RT-DGPS)處理後準確度可再提升至 3 公尺內，目前主要用於船隻導航(圖 1)； GG24 型接收儀其最大之特色是擁有 24 個頻道可同時接收美國的 GPS 與蘇聯的 GLONASS 兩衛星系統，藉此 48 顆衛星來提供更佳之定位精度，尤其對於在峻峭的山區或山谷之中定位能力的提升有著正面的效果；至於 Z-Xtemem 型則是本所於今年所新購擁有 RTK 技術之 L1/L2 雙頻接收儀，其在 95%的信賴區間下即時差分定位(Real-Time Code Differential Position)準確度可達 1 公尺。

此外，於海上量測調查作業進行前，我們必須先選擇陸上衛星控制基地站(見圖 2)與潮位控制站的裝設地點。在陸上控制站的選擇上，我們在經詳細的初勘後以及考量測量基線長短與透空度等因素後，最後選定在國家公園範圍內的後壁湖遊艇專用港外堤上原台灣電力公司核能三廠 NO.24 控制點，其全球大地座標(WGS-84)為東經 120°44′47.10168″，北緯 21°56′39.94473″，橢球高為 38.539 公尺。



圖 1. 利用 GPS 進行測量船隻的導航



圖 2. 基站之 GPS 接收天線與接收儀

二、單音束測深部分

單音束測深系統(Single-Beam Echo Sounder System)是目前無論在學術界或產業界用以從事水下地形測量作業的主流，而單束式測深機為國內最主要且普遍的量測工具(蕭，1997)。

水下地形作業是集合許多由測深機在不同的已知平面座標位置點上測得之每一相對點位上水深值所集合完成的(宋&邱，1996)。因此，整個單音束測深系統大致可分成定位和測深兩大部份：前者是以全球衛星定位系統來決定；後者則是以測深機來測得一和前者相對應之值。

單束式回聲測深儀(Single-Beam Echo Depth Sounder)具有安裝容易、操作簡單、設備成本較低以及資料易於處理等多項優點的單束式回聲測深儀是目前最常被應用來進行水下地形量測作業的工具(圖 3,圖 4)。一般常用於測深目的的音鼓束寬多介於 5°~ 20°之間，這是為了使單束式測深有良好的抗浪性及解析能力所致(宋&邱，1996)；其頻率多為 30 ~ 200KHz。對地形的解析度和實測時的天候狀況是選擇束寬的主要考量因素；而頻率之選擇則是以施測區的水深深度來決定，二者間的關係極為密切(蕭，1997)。本計畫所採用的是德國 Honeywell ELAC 公司所製造生產工程探勘專用的

Honeywell-ELAC Hydrographic Echo-sounder LAZ 4700 型 100KHz 單音束測深機(圖 5)，其測深解析單位為公分，除可即時將回收處理之類比訊號繪至熱感紀錄紙外，兼具測值數位輸出功能，測量精確度小於水深值之±0.25％。

單音束測深系統是此一作業架構下最簡單的一種模式，對於一些需要高解析度及準確性水下地形的淺水近岸工程測量作業來說，單束式測深機雖可藉由調整一些參數如：束寬、音鼓頻率…..等等來提高它的精確度及地形解析能力，但仍有非密和性、非完整性、低效率性以及非真實性…..等先天上基本的限制(宋&邱，1996；蕭，1997)。再加上一些外在的環境因素以及不當的操作，都將嚴重影響資料品質，導致在定位上及測深方面產生誤差(宋&邱，1993)。這些問題，是一個好的施測者所需注意的。

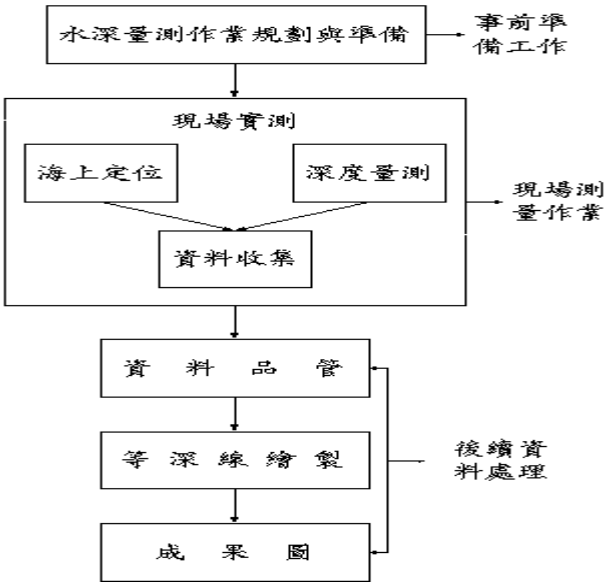


圖 3 水深測量作業流程圖

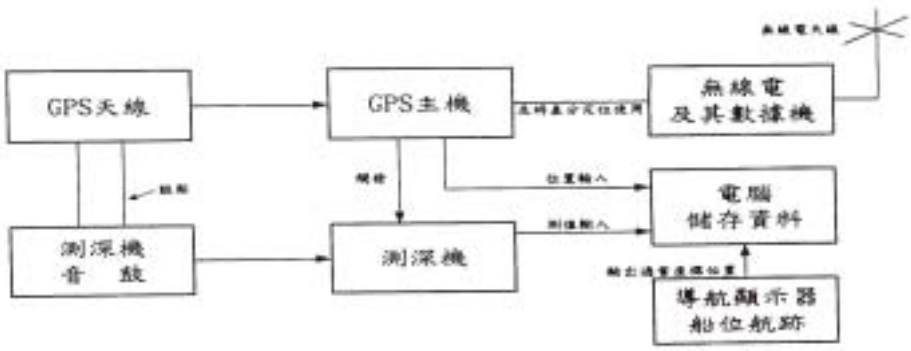


圖 4 單音束測深系統示意圖

水深實測值需再經測區內之潮位修正來扣除因潮差所引起的水深差值，將不同基準的值還原成同一水平基準，並可藉此將水深還原成區域內的絕對水準高，此即水下地形。水深實測值需再經測區內之潮位修正來扣除因潮差所引起的水深差值，將不同基準的值還原成同一水平基準，並可藉此將水深還原成區域內的絕對水準高，此即水下地形。為此，我們於測量作業進行的同時，在興海漁港內設置驗潮站，並以台灣水準零點為基準，利用此潮位資料將水深測值修正為台灣水準基準值。在潮位控制站方面，我們利用 GPS 定位儀來引測水準高程(圖 6)，採用鵝鑾鼻公園停車場入口處內政部一等水準點(編號 Q019)來新引興海漁港(見圖十)內自設驗潮站的絕對水準高程。結果顯示，興海漁港內的自設驗潮站的碼頭面絕對水準高為 1.854 公尺。



圖 5. 中華氣象號測量船內單音束測深系統。其中左下角為德國 Honeywell ELAC 公司所製造生產工程探勘專用的 Honeywell-ELAC Hydrographic Echo-sounder LAZ 4700 型 100KHz 單音束測深機；左上則是可同步收集水深與定位資料的電腦；最右邊的是美國 Ashtech 公司所生產製造之 M12 型 C/A-Code 衛星接收儀，主要負責船隻導航



圖 6 利用 GPS 引測興海漁港內的自設驗潮站的水準高程

三、 側掃聲納系統

側掃聲納系統(見圖 7)是目前從事水下探勘相關作業中地貌調查的主要工具之一，它不但能將沿測線方向射距(Range)範圍內的地貌以高解析度的測音圖(Sonograph)展現出來，更可透過併圖(Mosaic)的技術來展示一個廣大區域內的地貌影像，利用此一特性，能快速且確切的提供我們水下地貌特性分佈、特定目標物的所在以及底質概況等相關資訊(見圖 8)。

整個系統大致上可分為定位、側掃聲納與收集三大單元(圖 9)，分述如下：

1. 定位單元：

利用美國 Ashtech 公司所生產製造的 GG24C-Surveyor 衛星接收器做為定位單元；它最大之特色為同時接收美國的 GPS 與蘇聯的 GLONASS，藉此 48 顆衛星提供更佳之定位精度。在後續資料處理時，再以後期差分定位處理的資料取代原檔之定位，以提供較為準確的位置。



圖 7 側掃聲納整體系統圖

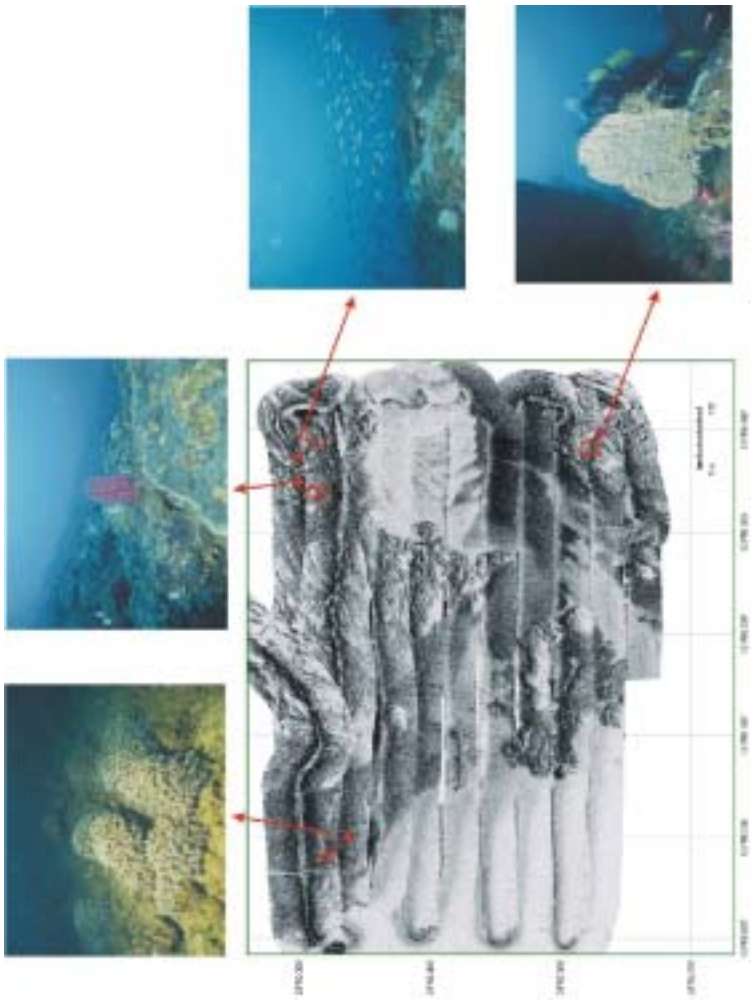


圖 8 側掃聲納併圖與水下攝影照片在鹽寮外海水下地貌之展示圖(林俊賢，2001)

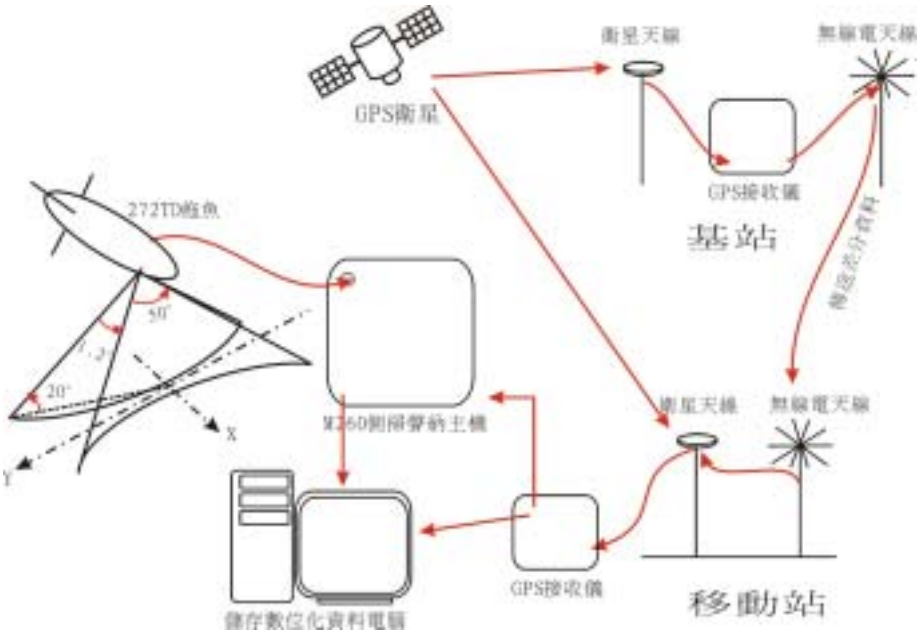


圖 9. 側掃聲納整體系統示意圖(林俊賢，2001)

2. 側掃聲納單元：

主要是利用 EdgeTech 272-TD 底拖式拖魚把接收因不同粗糙程度的底質及地形起伏狀況所傳回之逆散射能量(Backscattering energy)(見圖 10)轉換為一時間序列電壓訊號後再傳至 EG&G M260 側掃聲納主機，依據其規則性之不等時間間距，計算出分別時距內電壓之平均值，以灰階圖素(pixel)來表示影像並繪製在圖紙上，及成了水下地貌影像。其中，272-TD 為系統之回聲器，其可提供雙頻(100 及 500 kHz)、1.2 度水平音束寬(horizontal beam width)、傾斜水平 20 度、50 度垂直音束寬(vertical beam width)之聲波，射距(Range)可達 600 公尺；此拖魚聲納所發射的聲波為扇形，特性為沿航線(along track)較窄而垂直航線(across track)較寬。

3. 收集單元：

將以上由拖魚傳回 M260 之類比訊號，經類比/數位卡(A/D Card)將其數位化的資料透過 OceanStar System 公司所開發設計的 SeaSone Hunter 軟體傳送至電腦硬碟中儲存，以供後續資料處理。由於個人電腦快速的處理能力使得數位化之資料得以以 16bit 方式儲存，如此即可有 0~65536 種之灰階圖素來表示影像，且各邊射距(range)不再只有 800 或 1024 圖素，更可高達 9600 個圖素/邊。提高了影像之解析度與出圖品質，並提供我們小比例尺下，細緻地貌之影像資訊。

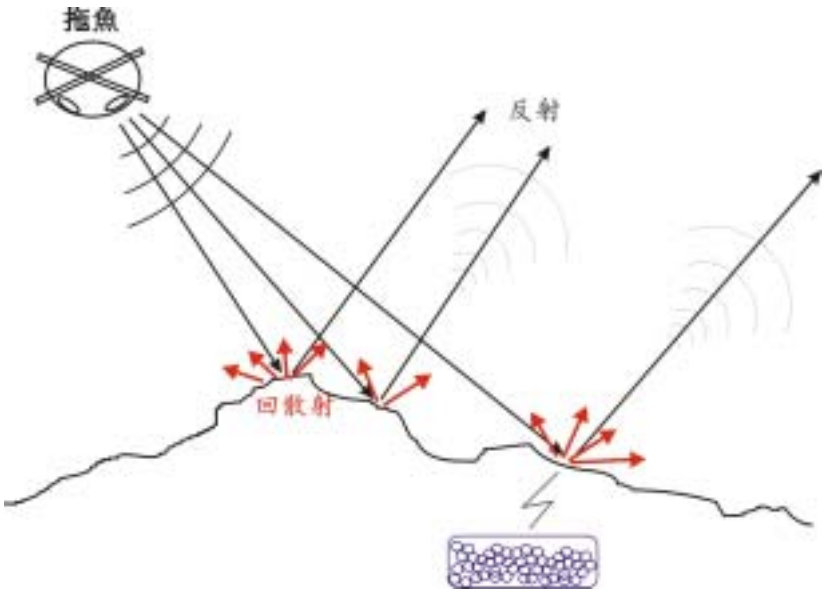


圖 10 拖魚所收到之逆散射能量示意圖(林俊賢，2001)

四、資料處理

結束現場作業後，為確定所收集資料的完整性與正確性，隨即進行資料的備份與資料處理。一切無誤後隨即進行拖魚定位與指向值的置換處理工作；其是將後期差分定位處理之值與作業同時測量船上所記錄之磁羅經指向，分別植入取代原有記錄檔中的定位與指向值。接下來再分別進行各項修正工作，包括：時域變化增益修正、角度變增益修正、速度修正、斜距修正，最後將處理完的資料進行影像併圖，以使收集的側掃聲納資料成為有用之可鑑識影像。一切完成後，再對特殊目標物做進一步的檢視，並針對特定目標物詳細分析。

五、現場作業概述

此次現場量測調查作業時間為 90 年 7 月下旬，主要分為四區：萬里桐、核三廠出水口、跳石以及船帆石至香蕉灣附近海域(圖 11)；其測線間距為 150 公尺，射距設定為 150 公尺，使用聲納頻率為 100KHz。此外，由於全部系統龐大且安裝複雜，同時為顧及資料的品質與工作的便利性，因此我們將原籍基隆港目前泊於台北縣淡水鎮淡水第二漁港使於國際海洋大氣研發基金會(International Ocean & Atmosphere Research Development, IOAR)所有的研究船中華氣象號(見圖 12)作為現場作業的工作船。相關作業情況請照圖 13 至 15 及其說明。

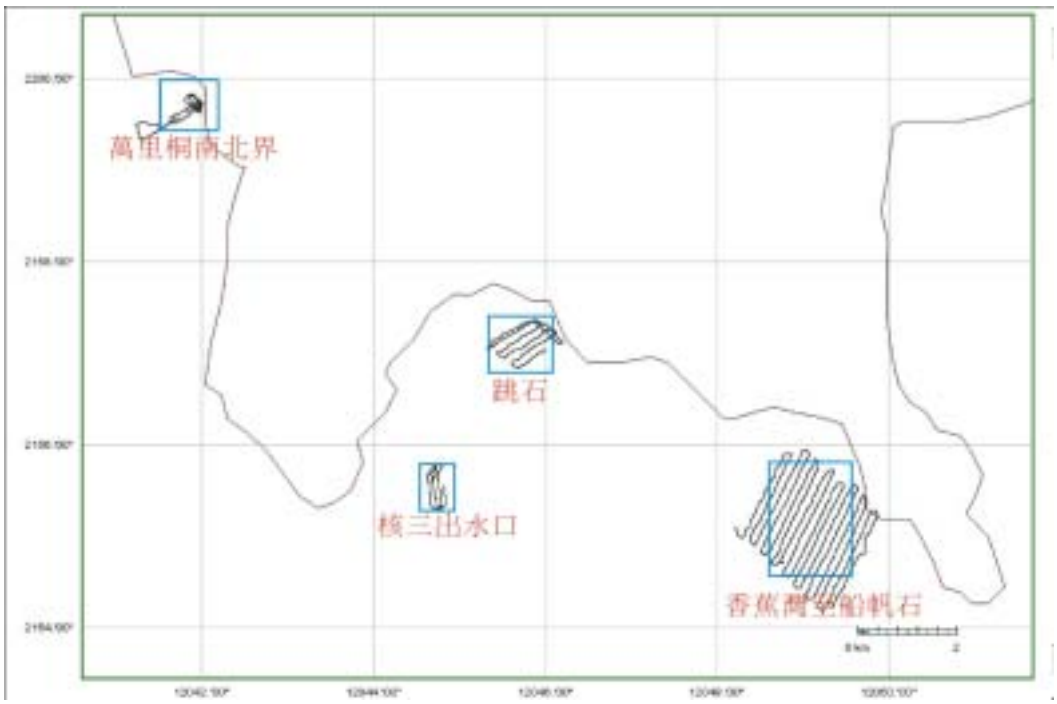


圖 11　側掃聲納地貌調查測線分佈示意圖



圖 12 中華氣象號研究船由後壁湖遊艇專用港出港作業



圖 13　中華氣象號研究船內側掃聲納系統。其中在照片右邊的是美國 EdgeTech 公司所生產製造的 EG&G M260 側掃聲納主機，負責處理將後拖式拖魚 272-TD 所傳回的訊號；左上為數位資料收集電腦；左下為 M380 磁帶機，主要是用以備份資料

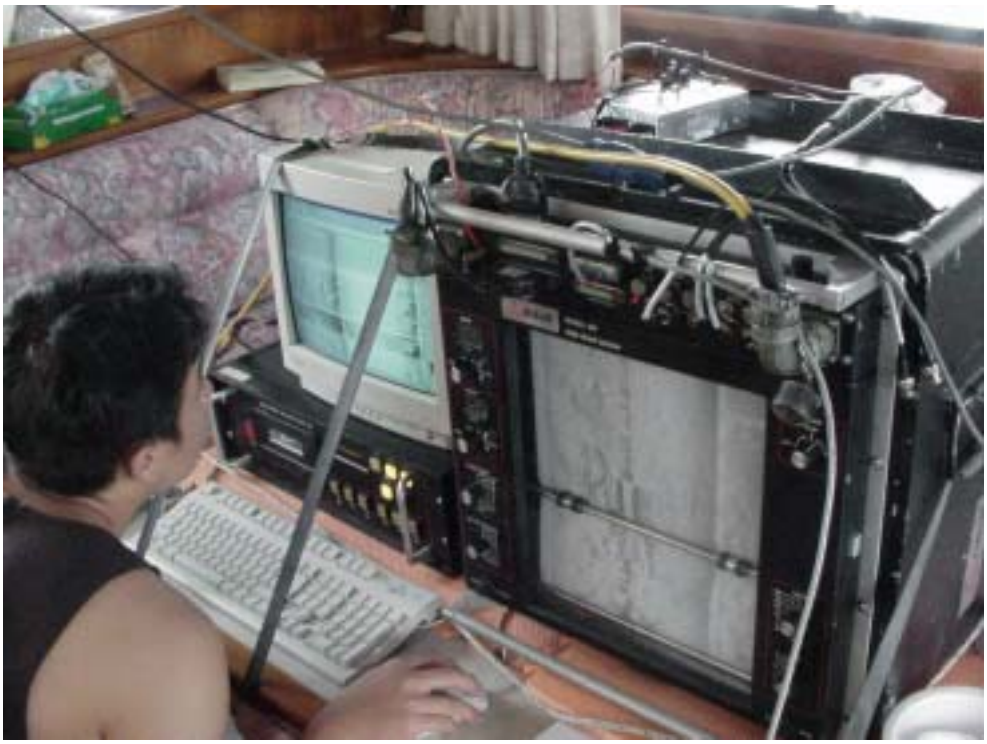


圖 14 為顧及收集資料之品質，因此當場需要一位技術人員全程監控整個側掃聲納作業



圖 15　272-TD 側掃聲納拖魚釋放及後拖情形

六、成果展示

圖 16 至 23 展示了側掃聲納影像併圖的成果圖及解釋圖；影像圖上較淺色的地區屬砂泥質海床，深色條紋或塊狀影像代表礁石之位置所在。圖上所附的等深線是利用側掃聲納測深線上的水深值內差求得，其間距為 2 米（除船帆石海域因它的比例尺較大，間距增為 4 米）。萬里桐的礁岩大多位於離岸約 100 公尺左右的岸區內（見圖 16，17），礁石分佈面積（綠線圍繞者）只有 2-3 公頃，多位在 10~20 米水深範圍內；小於 10 米水深的淺水域，多屬測深線繞彎時所得的影像，成果可靠性較低，難以判斷該觸礁石分佈情況。在圖上之 “ Veneer “ 區表示該處礁石已被薄砂層被覆，礁石在其中只呈零星出露。核三廠出水口海域之測區是四周中礁石分佈面積最大者，其中珊瑚等底棲環境生態應屬四區中最佳，除在右下角水深大於 30 公尺水域外，多為條紋清晰的礁石佈蓋（見圖 18，19），礁石紋路最清晰者和萬里桐相似，位在 10~30 公尺深度的水域中，面積約有 15 公頃（綠色區塊），西側應屬向岸區，圖上等深線的走向因缺該處水深資料，表現應不合理。因此在測區四周近岸小於 10 公尺水深的區域，礁石上可看出被大量薄砂層覆蓋（Veneer 區）之情形，使該區底棲生態應較 10~30 米礁石區為差。在近南灣的跳石區海域近岸端更多屬細砂質的海床，只能在最西側大於 15 公尺的水域有向西延伸的礁石出露

地貌（見圖 20，21），和南灣西側海域相比，近海礁石出露的比率已下降許多；船帆石海域之資料，參考自 ” 阿瑪斯號貨輪重污染事件調查—墾丁國家公園龍坑及其周遭地區海域海床之地形地貌調查 ” 計畫報告（宋國士，2001b）。圖上顯示該處多為砂底（近岸處砂質較細）海床，25 米水深範圍則礁岩大多零星的分佈於地形崎嶇的海床上（見圖 22，23），尤其於船帆石灣內，海底多為細砂；又因其在東南側，可看到條帶狀的砂區，表示灣內的細砂多平行岸線（或等深線）往東南方移動，使區域內礁石包括近岸地區多多少少受砂土入侵影響。

七、參 考 文 獻

1、宋國士、邱協棟(1993)，測深系統誤差效應之考量，海下技術季刊，第三卷，第四期，p.31~35。

2、宋國士、邱協棟(1996)，近岸測深技術之探討及其發展現況，海下技術季刊，第六卷，第一期，p.23~26。

3、宋國士(2001a)，霧社水庫、明潭電廠上下池受 921 地震事件影響庫底淤積量測調查期中報告，台灣電力公司電力綜合研究所。

4、宋國士(2001b)，阿瑪斯號貨輪重污染事件調查—墾丁國家公園龍坑及其周遭地區海域海床之地形地貌調查，內政部營建屬墾丁國家公園管理處。

5、林俊賢(2001)，側掃聲納併圖之影像扭曲探討與修正，國立台灣大學海洋研究所碩士論文。

6、陳冠宇(1998)，水深採樣點之網格化與解析能力，國立台灣大學海洋研究所碩士論文。

7、蕭國寬(1997)，單束式測深之水下地形解析度及精確度的研究，國立台灣大學海洋研究所碩士論文。

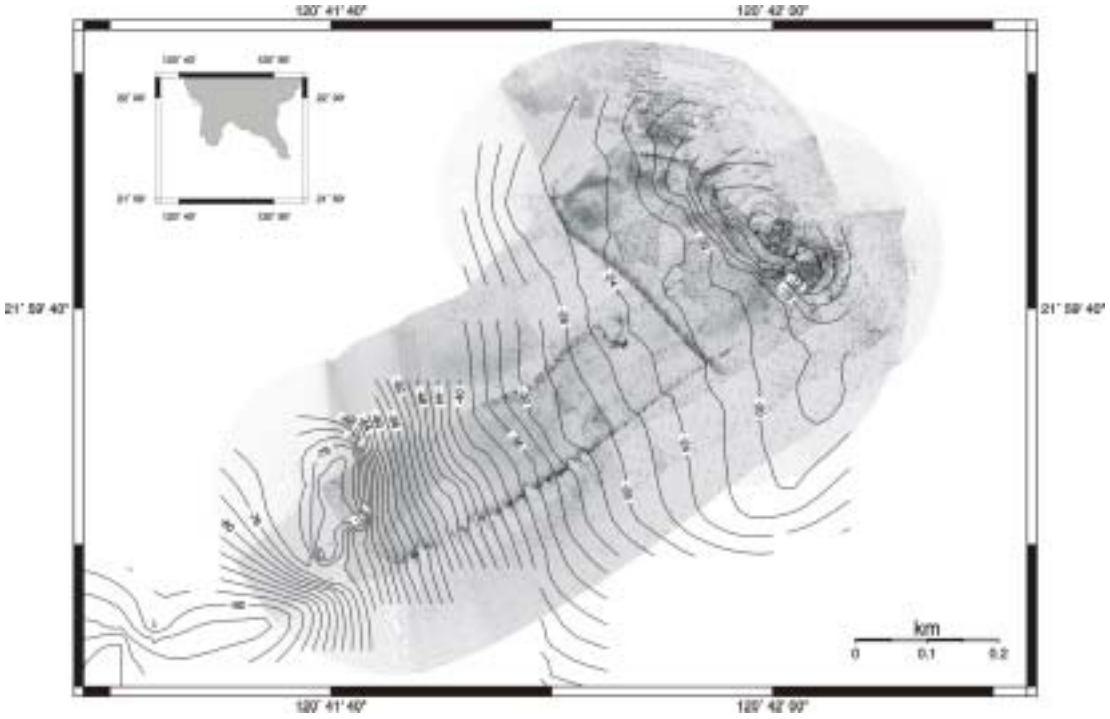


圖 16　萬里桐附近海域側掃聲納影像之併合圖

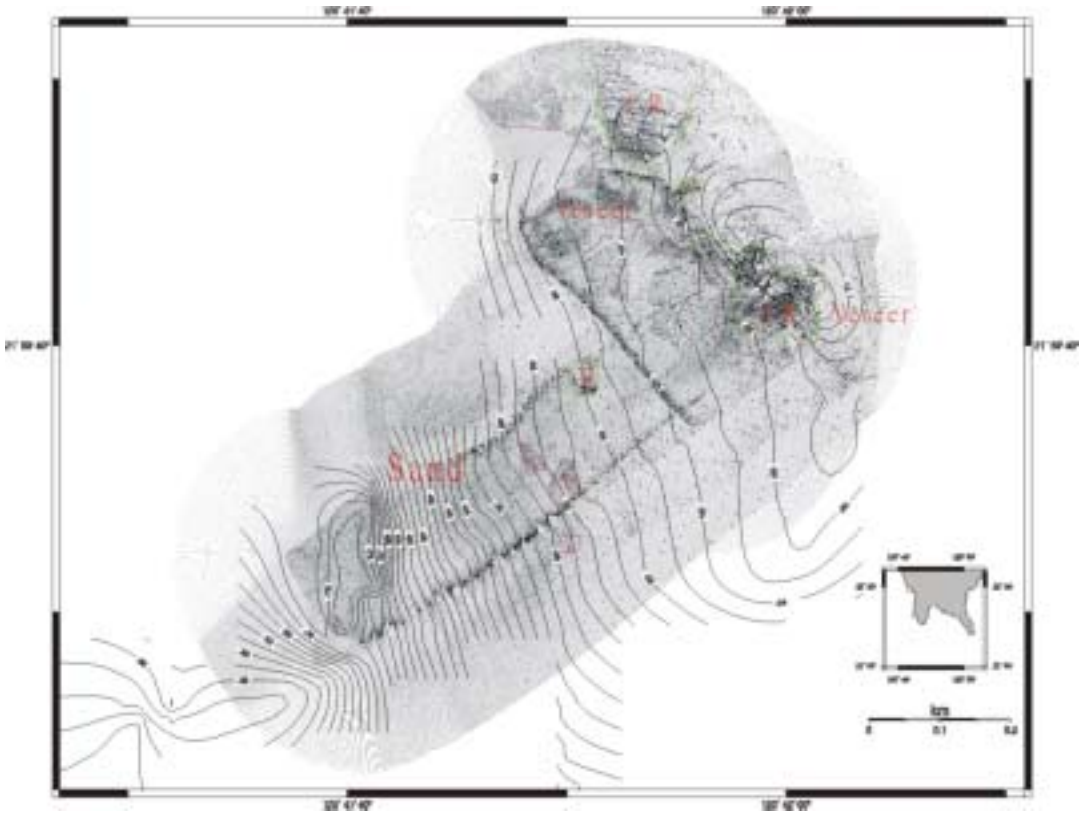


圖 17　萬里桐附近海域側掃聲納影像併合解釋圖

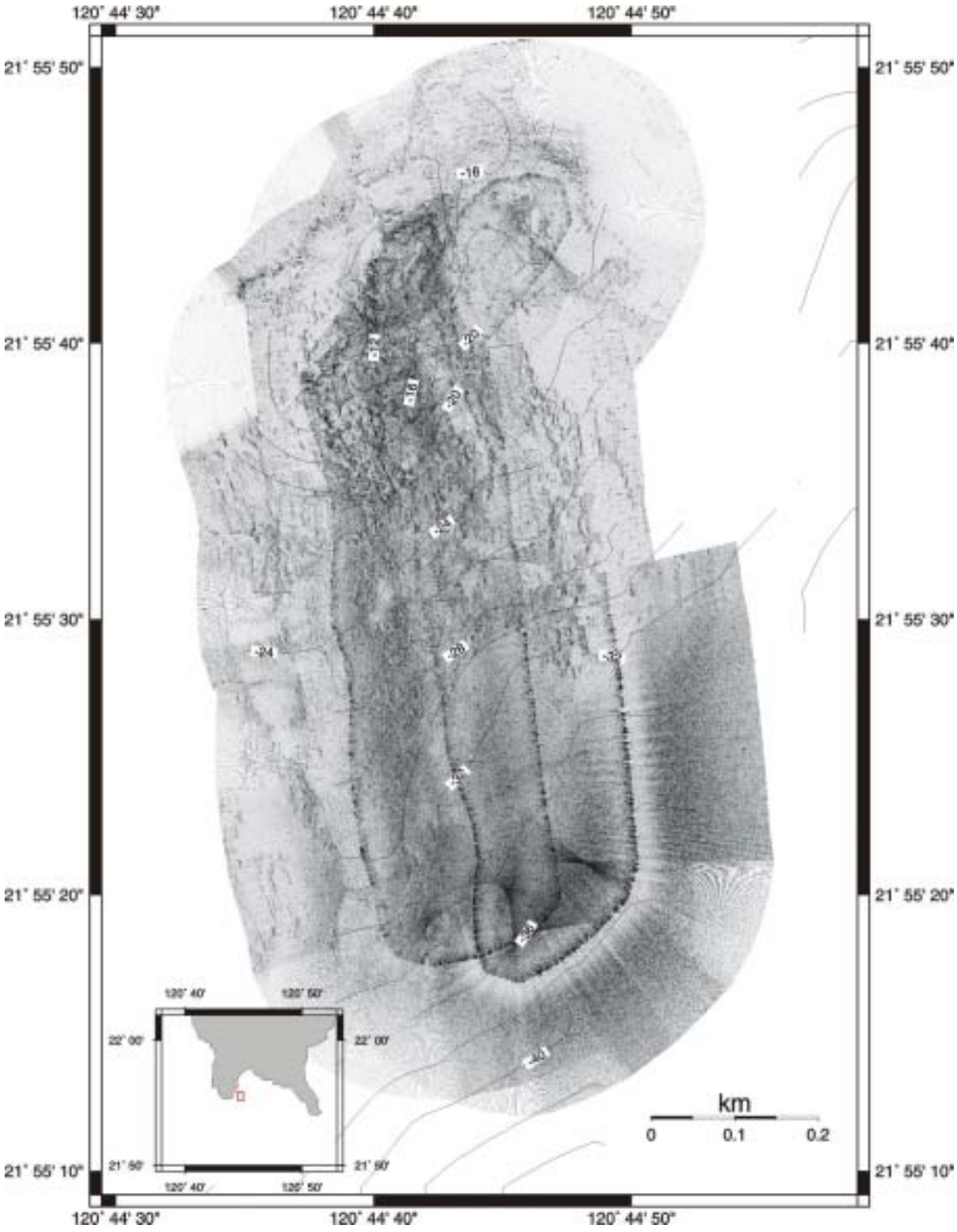


圖 18　核三廠出水口附近海域側掃聲納影像之併合圖

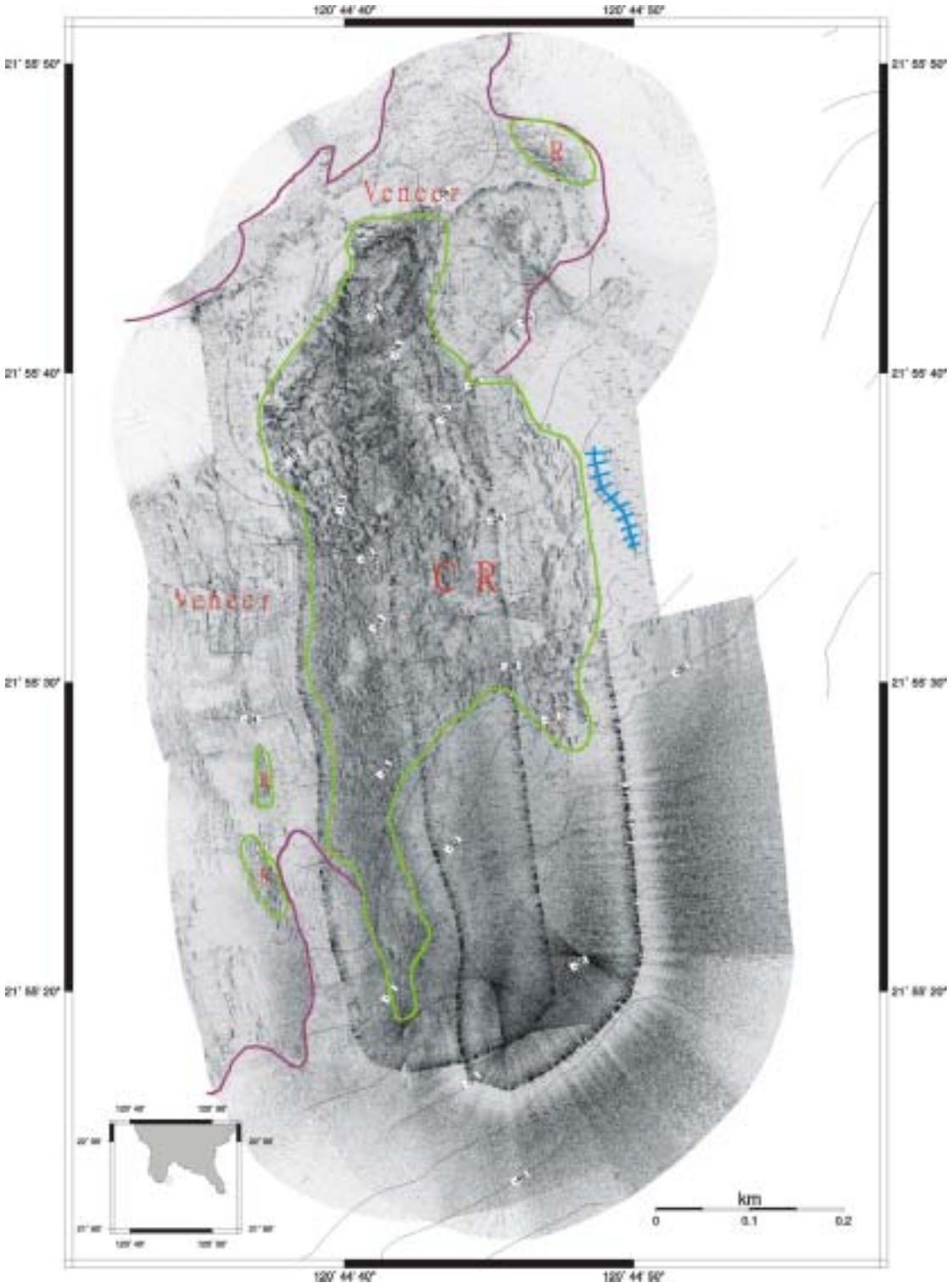


圖 19　核三廠出水口附近海域側掃聲納影像併合解釋圖

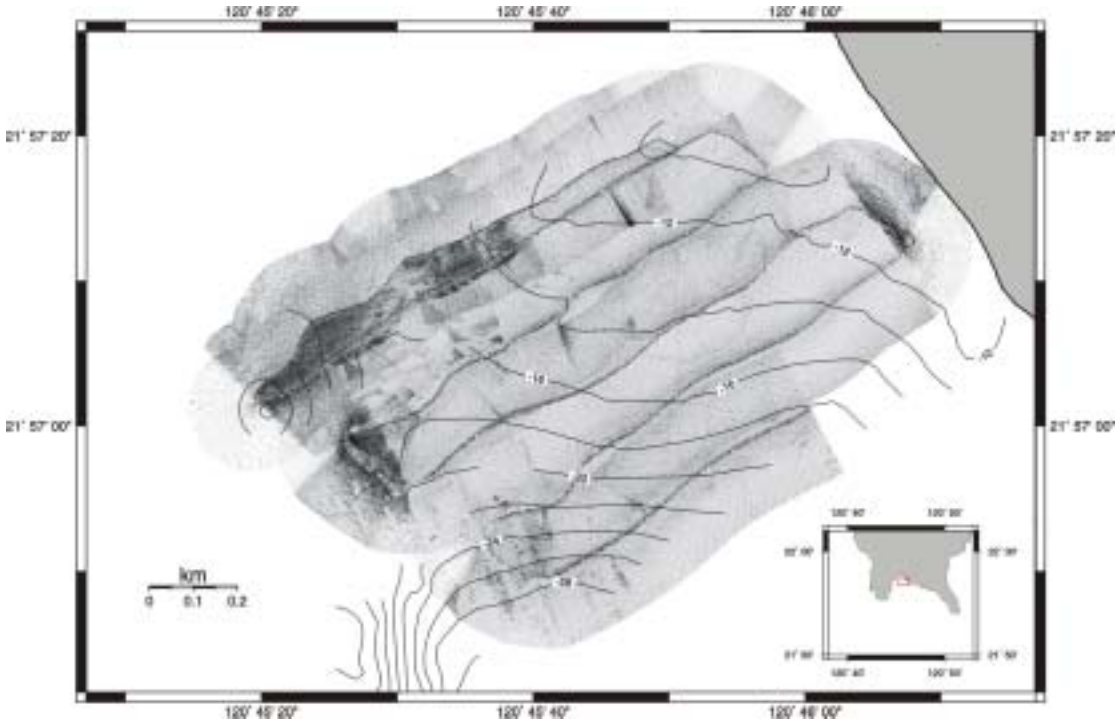


圖 20　跳石附近海域側掃聲納影像之併合圖

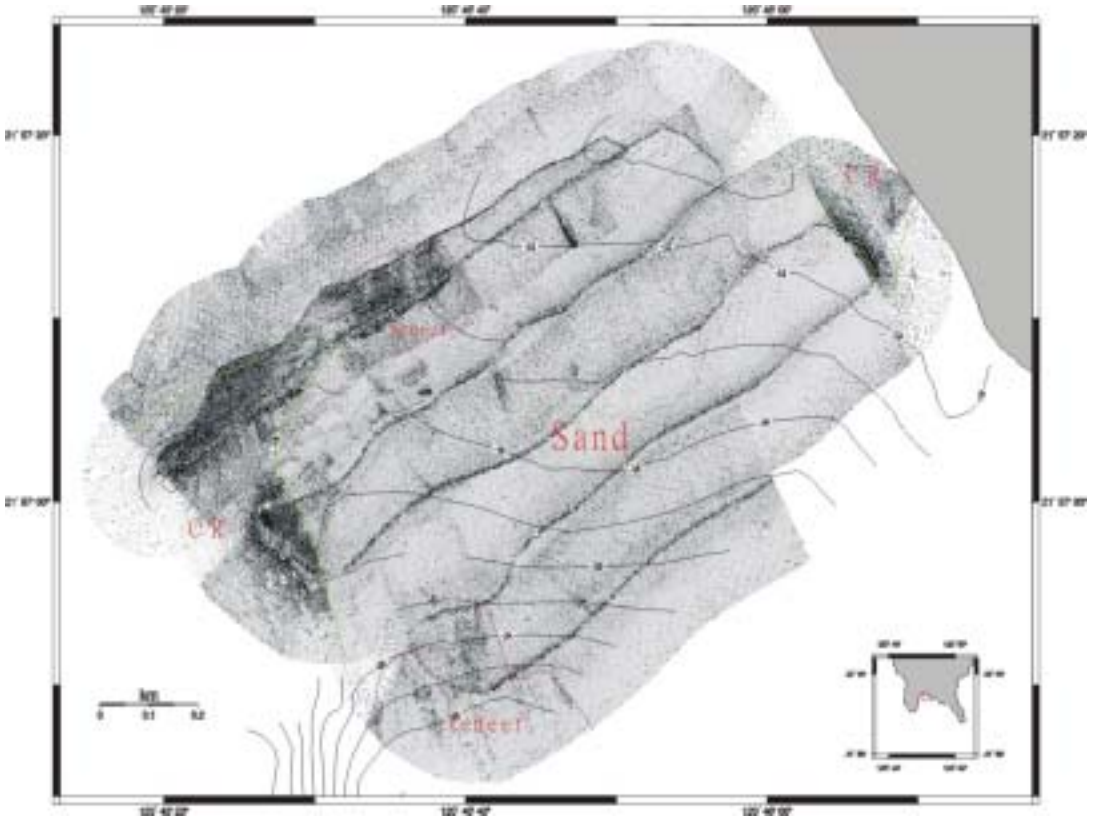


圖 21　跳石附近海域側掃聲納影像併合解釋圖

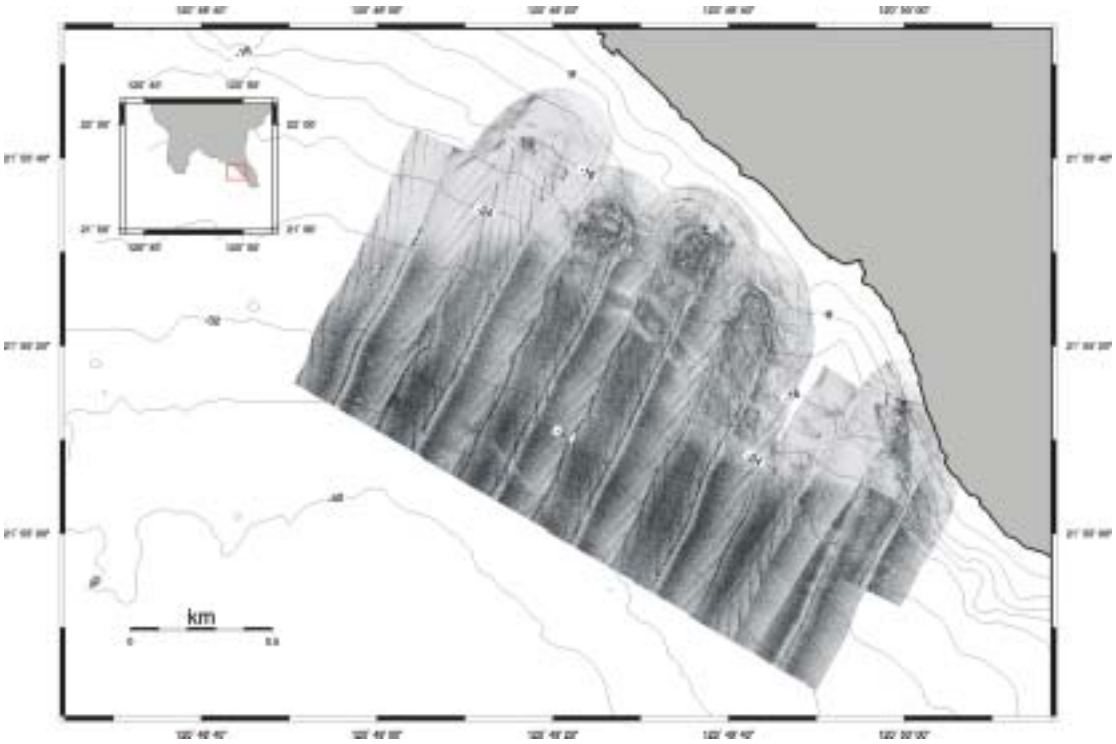


圖 22　船帆石至香蕉灣附近海域側掃聲納影像之併合圖

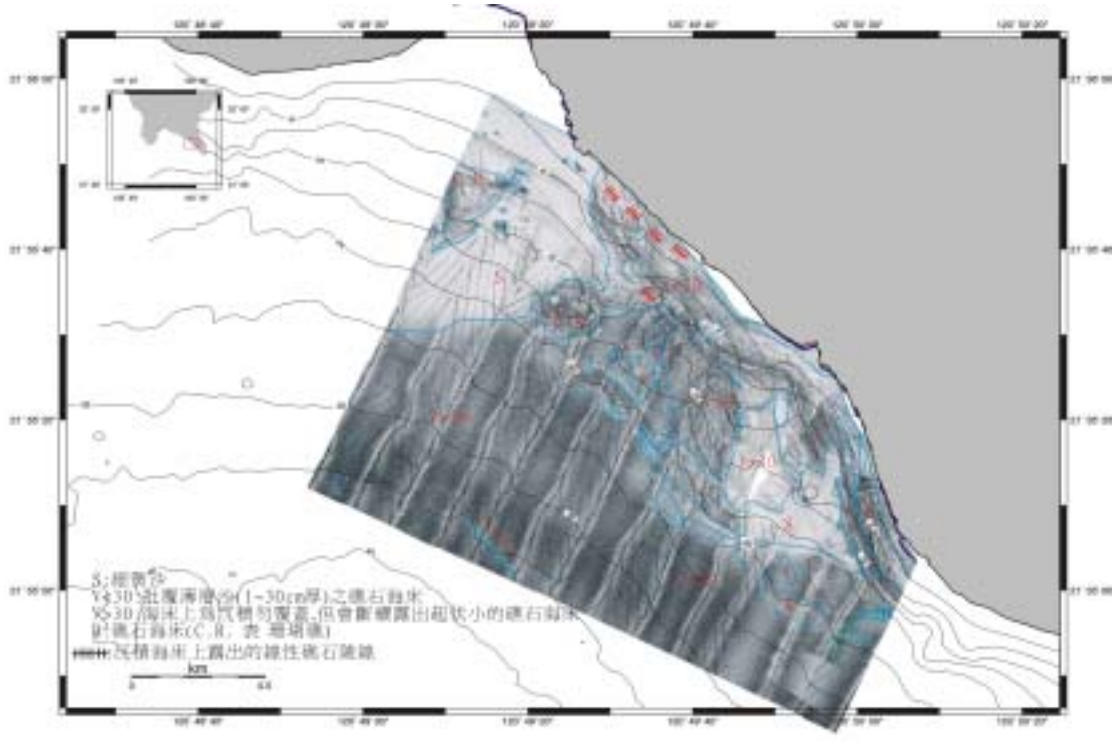


圖 23　船帆石至香蕉灣附近海域側掃聲納影像併合解釋圖

參、人為活動對墾丁國家公園海域生態衝擊之監測

分支計劃一 墾丁國家公園海域之廢水排放監測

一、摘要

本計劃分別於民國九十年七月、九月、十一月、九十一年一月及三月共五航次，採集墾丁國家公園附近沿岸海域共十九個測站之水樣，分析各水質因子。結果顯示，該海域各測站之水溫介於 23.9　33.3℃之間，鹽度介於 0.19　34.49 psu 之間， pH 值介於 7.83　8.61 之間。溶氧量介於 5.68　14.0 mg/l 之間，而溶氧飽和度則介於 84.8%　200%之間，，值得注意的是，pH 值最高值及次高值分別出現在萬里桐、後灣及香蕉灣測站，而該等測站同時具有較高溶氧量及溶氧飽和度，顯示當時可能由於水體中浮游植物正進行強烈的光合作用，增加了水體的 pH 值，整體而言，墾丁國家公園附近沿岸海域各測站之 pH 值與溶氧量及溶氧飽和度，大致呈現正相關之趨勢；再由五天生化需氧量測值介於 0.1　3.0 mg/l 之間，結果發現溶氧飽和度最低值及五天生化需氧量之最高值，皆出現在保力溪口測站，此結果進一步證實該海域已遭受保力溪河水所輸出耗氧性污染物質之影響。硝酸鹽分析結果介於 0.001　1.8 mg/l 之間，亞硝酸鹽介於 nd　0.159mg/l 之間，磷酸鹽介於 nd　0.129mg/l 之間，矽酸鹽分析結果介於 0.046　7.232 mg/l 之間氨氮介於 nd　1.74 mg/l 之間，由分析結果顯示墾丁國家公園附近沿岸海域部分測站含有較高的營養鹽，其主要分別是保力溪、港口溪、石牛溪及各遊樂區的人工溝渠等人為活動之來源。濁度分析結果介於 0.40　111 NTU 之間，其中最高值出現在七月大雨過後之風吹砂測站，其餘濁度較高值之測站分別為保力溪、港口溪及凱撒飯店，其原因主要是受到雨水沖刷陸地土壤，使溪水挾帶大量懸浮顆粒進入附近海域所致。綜合以上各項結果，本計劃調查區域之海域，資料顯示部分測站水體已遭受耗氧性污染物質之影響，此外受到雨水沖刷陸地土壤，使得部分海域濁度偏高，相信對該海域生態環境，特別是珊瑚之生長環境條件，已造成相當程度之影響。

二、前言

墾丁國家公園海域是台灣海洋生物多樣性最高的區域之一，周遭陸域及海域自然環境十分幽美，是國內外知名的旅遊勝地。近年來國人生活品質迅速提昇，休閒娛樂需求遽增，致墾丁國家公園每年吸引了無數的遊客，特別是在假日短暫時間內湧入大批人潮。墾丁近岸處各項建設亦因應需求而不斷增加，同時遊憩活動、海岸的開發、漁業活動、廢水污染及海水優養化的干擾等，導致海域中陸源污染物質日益增多，此外，去年阿瑪斯油污事件，亦對當地之海域生態及生物群聚造成相當的衝擊。珊瑚礁區的特性為高基礎生產力、具生物多樣性及水質環境佳，珊瑚的生長條件十分嚴苛，它需要潔淨、貧養、鹽度穩定、水淺、陽光充足、溫度適宜的海洋環境，又由於大部份的珊瑚礁都位於離岸很近的淺水區域，因此容易受到陸上人為活動的影響，珊瑚礁生物間相互依存的關係若受到污染物的加入而改變，只要破壞其

中一環可能整個體系會崩潰。近年來墾丁國家公園附近可能由於山坡土地規化與利用之不當，造成水土保持不良，同時眾多遊客造訪也產生大量的垃圾與有機廢水，經常在雨季時，一場大雨之後，逕流(runoff)即將土壤沖刷，連同垃圾與有機廢水經過溝渠或小溪輸送到海裡，造成黃濁的水質及"系統外新營養鹽"(new nutrient)之增加，不但在珊瑚礁覆蓋上大片泥沙，掩埋並窒息棲息於底質內的生物，且對當地之生物群聚造成相當的衝擊。

三、文獻回顧：

海水中大量懸浮固體對珊瑚礁之影響情況，文獻中已有許多的報導(Bastidas et al.,1999; Riegl et al.,1996)。此外墾丁海域也曾經遭受到珊瑚白化(Huang. *et al.*,1987; Su. *et al.*.1987; Hung. *et al.*,1989; Su. *et al.*,1989)、冷心渦旋湧升流入侵(李宏仁 ， 1999；Lee *et al.*,1997,1999,1999a)、其他如不定期的颱風，以及不明原因的珊瑚傳染疾病等等，使得墾丁珊瑚礁正面臨嚴重的危機，原因複雜亟待研究，才能對症下藥，以便採取緊急措施來防止珊瑚礁環境的持續惡化。由於這些環境變化，使得沿岸珊瑚礁生態系受到的壓力愈來愈大(Hodgson 1990; Riegl et al.,1995;Rosemond et al.,2002;Umar et al.,1998)，此一現象如再不加以遏止，珊瑚礁面積必然會逐年嚴重減損，甚至於有些物種可能會因而絕滅，對海洋生態以及其所結合的景觀資源的衝擊程度，將大到難以預估。

由往年所搜集之資料結果顯示，南灣近岸海域海水中營養鹽、耗氧性有機物及懸浮固體等物質，主要來自陸域之排水溝渠及大、小河川，然而這些注入源，每年所輸入各種物質之總量如何？其對南灣整個水體影響程度及範圍又是如何？近年來，南灣跳石附近珊瑚覆蓋面積大量縮減，而由海葵取而代之，這些生物群聚的消長應與生長環境水質條件的變遷具有密切關係，其他海洋生物群聚在南灣附近海域是否也有類似之情形發生？值得各領域學者注意。本子計畫針對此目的，於沿岸選定各珊瑚生長區域、排水溝渠及河川出海口附近，設立 19 個測站，每季進行一次水質採樣及分析，收集本區人為活動之廢水排放資料，並對環境因子中水文、水質資料蒐集整理，加以分析人為非生物因子干擾對生態系生物群聚的影響，特別是海水中營養鹽、耗氧性有機物海洋植物群聚之影響，及大量懸浮固體對珊瑚礁之影響情況，期望能夠瞭解並建構水質變遷與各種生物群聚消長之關係。再者，浮游植物死亡後，其有機體經由氧化作用後可分解成營養鹽氮及磷於水體中，在海水中氮及磷會呈現 16:1 之比例關係(Redfield ，1963) ，因此在海水中若氮及磷呈現 16:1 之比例關係，表示此海域水質環境最適合浮游植物之生長，當氮及磷比值(N/P ratio)超過 16 時，表示海水中氮太多，因此磷成為浮游植物生長之限制因子(limiting factor)，反之，若氮及磷比值(N/P ratio)小於 16 時，表示海水中磷太多，因此氮成為浮游植物生長之限制因子，陳等(1997)於南灣海域進行生態調查之結果曾認為該海域氮為浮游植物生長之限制因子，但由於在時間序列(Time-series)之演變，因此有必要加以釐清。

面臨上述種種現象，我們有必要採取緊急措施，防止珊瑚礁的持續惡化，並且訂定符合

生態保育的經營管理策略，兼顧保育與觀光，使當地之生態旅遊得以永續發展。因此本子計畫之目的在於收集本區人為活動之廢水排放資料，對環境因子中水文、水質資料之蒐集整理、分析自然與人為干擾對生態系的影響，以營養鹽濃度之測定，期能了解珊瑚礁區藻類繁生是否受營養鹽提高之影響，營養鹽在海中分布是全面性提高，或有顯著的區域性，並能指認營養鹽之來源。預期能了解目前珊瑚礁區生態改變是否與陸源營養鹽過多有直接關係；了解營養鹽輸入方式是全面性或定點式的，進一步提供擬定有效對策。

四、材料及方法

本計畫之目標在九十年四月起至九十一年三月止，嚴密監測墾丁國家公園沿岸海域各珊瑚生長區域、排水溝渠及河川出海口附近，共十九個測站之水樣，每季進行一次水質採樣及分析，以持續追蹤瞭解沿岸海域海水中各種水質因子及營養鹽之時空分佈變化情形，進而對該海域水質環境品質是否遭受人為活動影響加以評估。

本調查於民國九十年七月、九月、十一月、九十一年一月及三月以每季頻率為原則，共五航次，採集墾丁國家公園附近沿岸海域十九個測站表層之水樣，現場立即進行物理儀器(包括溫、鹽、溶氧、酸鹼度)監測後，並將水樣分裝成不同之保存瓶，依環保署公告之方法加以保存(NIEA W102.50A)，在規定時限之內送回實驗室，並依規定之時限內進行化學分析;其採樣程序及分析過程皆經由嚴密的品保/品管(QA/QC)流程(包括重複分析、添加回收率、檢量線製作、方法偵測極限之建立、空白實驗、查核樣品分析等步驟)，利用控制圖(Control chart)之方式加以控管分析數據之品質。其監測類別、檢驗項目、監測頻率及檢驗方法如下表所示:

檢驗項目	監測頻率	檢驗方法
水溫	每季	NIEA W217.51A
鹽度	每季	APHA 210A
pH	每季	NIEA W424.50A
溶氧	每季	APHA 421F; NIEA W421.54A
濁度	每季	U.S.EPA method 180.1;NIEA W219.50T
生化需氧量	每季	NIEA W510.54B
氨氮	每季	NIEA W437.50C
硝酸鹽	每季	APHA 418F 第16版 ；NIEA W436.50C
亞硝酸鹽	每季	NIEA W436.50C
磷酸鹽	每季	NIEA W443.50C
矽酸鹽	每季	APHA 425C & 425D 第16版

1、現場水樣採集與樣品保存：

現場採樣工作以租用之漁船或海洋研究船執行，並使用全球定位系統（GPS）進行測站之定位及船隻之導航。水樣之採取則使用內壁為鐵氟龍被覆之尼斯金（Niskin）採水瓶進行，並施放溫、鹽、深儀（CTD,Sea-Bird Model 19-03），收集現場之溫度及鹽度資料。水樣採集後，立即以溶氧儀進行測定，同時並進行醃氧（Pickling）後攜回實驗室進行溫可勒(Winkler)法滴定分析溶氧，以利相互比較不同方法之差異。pH 值則以酸鹼度儀(Model：Sension 1　HACH/U.S.A)現場進行分析。濁度以濁度計(Model 2100P　HACH/U.S.A)使用散射原理(nepholometric principle)測得資料(U.S.EPA method 180.1)。採集之水樣則依不同檢測項目需求之保存與運送方法攜回實驗室，並依規定之時限內加以分析化學營養鹽。

2、化學營養鹽之分析方法：

水樣採集後使用流動注入分析儀(FIA)搭配分光光度計(HITACHI Spectrophotometer U-3000)測定亞硝酸鹽、硝酸鹽、氨氮、磷酸鹽及矽酸鹽等。氨氮係使用流動注入分析法－靛酚法(NIEA W437.50C ，Pai et al.,2001)亞硝酸鹽係按苯磺胺及奈二胺顯色後測定(NIEA W436.50C，Pai and Yang, 1990)；硝酸鹽係使用鎘絲還原為亞硝酸鹽後，按亞硝酸鹽方法測定(APHA 418F　第 16 版 ；NIEA W436.50C; Pai and Riley, 1994)。磷酸鹽係與鉬酸銨結合成藍色複合物後測定(NIEA W443.50C ，Pai and Yang, 1990a)。矽酸鹽係與鉬酸鹽生成黃色複合物後，再使用硫酸鉀銨酚還原為藍色之鉬酸鹽化合物測定(APHA 425C & 425D 第 16 版)，該等化學營養鹽之詳細定量方法及其偏差率(亞硝酸鹽、硝酸鹽、磷酸鹽及矽酸鹽之準確度標準偏差率分別為±0.9%、±5%、±4.5%及±2.0%)，最低偵測極限值(分別為 0.03μM (0.4μg/L)，0.1μM(1μg/L)，0.06μM(2μg/L) 及 0.2μM(5μg/L)，該等化學營養鹽之測定量方法，具有快速、所需樣品體積小及較不受人為操作誤差等優點，足可勝任此研究工作。

3、監測位址

本計畫選定墾丁國家公園附近沿岸海域，規劃設立 19 個測站， (如圖表 2.1) 。

4、品保/品管作業措施概要

本計畫為達成監測數據品管需求，根據環保署之品保規畫撰寫指引，撰寫品保規畫書，做為整體研究計畫的一部份，並在品保規劃書中敘明品保品管相關作業，俾達成環境檢測的數據品質目標。內容敘明品保規劃書應涵蓋的十六要項。

五、結果

本計劃分別於民國九十年七月、九月、十一月、九十一年一月及三月共五航次，採集墾丁國家公園附近沿岸海域十九個測站表層之水樣，現場立即進行物理儀器(包括溫、鹽、溶氧、

酸鹼度)監測後，並將水樣分裝成不同之保存瓶，依環保署公告之方法加以保存(NIEA W102.50A)，在規定時限之內送回實驗室，並依規定之時限內進行化學分析。茲將各分析結果分述如后：

表二結果顯示，該海域各測站之水溫介於 23.9　33.3℃之間，鹽度介於 0.19　34.49 psu 之間，屬正常海水之範圍，由整個調查區域之溫、鹽水平之分佈可發現，主要受到潮流漲落及陸上逕流及河川、溪流之淡水影響，呈區域性之變化。pH 值介於 7.83　8.61 之間，溶氧量介於 5.68　14.0 mg/l 之間，而溶氧飽和度則介於 84.8%　200%之間，值得注意的是，pH 值最高值及次高值分別出現在萬里桐、後灣及香蕉灣測站，而該等測站同時具有較高溶氧量及溶氧飽和度，顯示當時可能由於水體中浮游植物正進行強烈的光合作用，增加了水體的 pH 值，整體而言，墾丁國家公園附近沿岸海域各測站之 pH 值與溶氧量及溶氧飽和度，大致呈現正相關之趨勢；依環保署公告之台灣地區沿海水區範圍、水體分類及水質標準之公告 (環保署，1998) ，本計畫海域應歸類於甲類海域，因此本航次中各測站之 pH 測值，部分測站因自然之光合作用之影響，致不合乎環保署公告保護生活環境之甲類海域水質標準(環保署，1998)，其餘測站溶氧量及 pH 測值均合乎該水質標準(該標準規定：溶氧量不得低於 5 mg/L，pH 測值應介於 7.5~8.5 之間)。再由五天生化需氧量測值介於 0.1　3.0 mg/l 之間，其中有部分站次 (保力溪口、萬里桐、白砂、船帆石、核三入水口、佳洛水及南灣測站)不合乎環保署公告保護生活環境之甲類海域水質標準（不得大於 2 mg/L），其中又以保力溪口不合乎水質標準之頻率最高，白砂次之，其餘各測站皆合乎甲類海域水質標準，顯示沿岸測站部分已遭受都市家庭耗氧性污染物質之污染。由結果可發現溶氧飽和度最低值及五天生化需氧量之最高值，皆出現在保力溪口測站，此結果進一步證實該海域已遭受保力溪河水所輸出耗氧性污染物質之影響。硝酸鹽分析結果介於 0.001　1.8 mg/l 之間，亞硝酸鹽介於 nd　0.159mg/l 之間，磷酸鹽介於 nd　0.129mg/l 之間，矽酸鹽分析結果介於 0.046　7.232 mg/l 之間，氨氮介於 nd　1.74 mg/l 之間，葉綠素甲分析結果介於 0.02　1.42 ug/l 之間，由分析結果顯示墾丁國家公園附近沿岸海域部分測站含有較高的營養鹽及氨氮，其主要分別是保力溪、雷打石、凱撒飯店、港口溪、石牛溪及各遊樂區的人工溝渠等人為活動之來源。濁度分析結果介於 0.40　111 NTU 之間，其中最高值出現在七月大雨過後之風吹砂測站，其餘濁度較高值之測站分別為保力溪、港口溪及凱撒飯店等，其原因主要是受到雨水沖刷陸地土壤，使溪水挾帶大量懸浮顆粒進入附近海域所致。(請參考圖表 2.2~2.6)

六、討論

綜合以上各項結果，本計劃調查區域之海域，資料顯示部分測站水體已遭受耗氧性污染物質之影響，此外部分測站含有較高的營養鹽及受到雨水沖刷陸地土壤，使得部分海域濁度偏高，相信對該海域生態環境，特別是珊瑚之生長環境條件，已造成相當程度之影響。

七、檢討與建議

本計畫之執行，在有限的人力物力下進行，執行其間備感力有未逮，如測站之數量及污染物之流布等問題，並不盡理想，而生態保育工作刻不容緩，近年來墾丁近岸處各項建設因應需求而不斷增加，導致海域中陸源污染物質日益增多，對當地之海域生態及生物群聚造成相當的衝擊。雖然墾丁地區投入六億多元興建墾丁及南灣二座污水下水道系統，目的在於保護墾丁海域水質，從八十九年一月啟用運轉以來，對維護墾丁海域潔淨水質功不可沒，而墾丁污水處理廠，依環保局的檢驗結果顯示，處理水水質在各個檢驗項目亦皆符合於環保署所訂的放流水標準，但是珊瑚礁區的水質要求與一般海域不可相提並論，其特性為潔淨、貧養、鹽度穩定、水淺、陽光充足、溫度適宜的海洋環境，因此放流水標準在此特殊的生態環境，應該有別於一般海域之要求;又由於大部份的珊瑚礁都位於離岸很近的淺水區域, 因此較其他生物容易受到陸上人為活動的影響，近年來墾丁國家公園附近可能由於山坡土地規化與利用之不當，造成水土保持不良，經常在雨季時，一場大雨之後，逕流即將土壤沖刷，連同垃圾與有機廢水經過溝渠或小溪輸送到海裡，造成黃濁的水質及營養鹽之增加，相信對整個珊瑚礁覆之生物群聚已造成相當的衝擊，此等現象如再不加以遏止，珊瑚礁面積必然會逐年嚴重減損，甚至因而絕滅，墾丁國家公園管理處肩負墾丁地區海洋生態以及其所結合的景觀資源維護的重責大任，應結合各領域之專家學者，加緊腳步詳盡規劃各種保育措施，遏止一切危害環境生態之行為，為後代子孫留下一片千秋萬世之淨土。

八、引用文獻

1、Bastidas C., D. Bone and E.M.Garcia (1999) Sedimentation Rates and Metal Content of Sediments in a Venezuelan Coral Reef　Marine Pollution Bullentin,Vol.38,No.1pp.16-24

2、Hodgson G. (1990) Tetracycline reduces sedimentation damage to corals Marine Biology 104:493-496

3、Huang, C.C.; Hung, T.C.(1987) “Coral: study in Nanwan Bay adjacent to the third nuclear power plant in Taiwan”, *SCOPE/ROC, Acad. Sin.,* 24pp.

4、Hung, T.C.; Huang, C.C.; Fan, K.L.(1989) Nonbiological factors and corals study along the shallow water near the outlet of Third Nuclear Power Plant. *SCOPE/ROC, Acad. Sin., 71*: 32pp.

5、Lee H.J. , S.Y. Chao , K.L.Fan and T.Y.Kuo (1999) Tide-Induced Eddies and Upwelling in a Semi-enclosed Basin:Nan Wan Estuarine, Coastal and Shelf Science 49:775-787

6、Lee H.J. , S.Y.Chao , K.L. Fan , Y.H. Wang and N.K. Ling (1997) Tidally Induced Upwelling in a Semi-Enclosed Basin:Nan Wan Bay　Journal of Oceanography,Vol.53,pp.467 to 480

7、Lee H.L. , S.Y. Chao , K.L. Fan (1999a) Flood-ebb disparity of tidally induced recirulation Eddies in a semi-enclosed basin:Nan Wan Bay　Continetal Shelf Research 19:871-890

8、Pai S.C.,Y.J.Tsau and T.I. Yang(2001)pH and buffering capacity problems involved in the determination of ammonia in saline water using the indophenol blue spectrophotometric method.Analytica Chimica Acta.434:209-216

9、Pai S.C.and C.C.Yang(1990)Effects of acidity and molybdate concentration on the kinetics of the formation of the phosphoantimonylmolybdenum bluecomplex .Analytica Chimica Acta.229:115-120

10、Pai S.C.and C.C.Yang(1990)Formation kinetics of the pink azo dye in the determination of nitrite in natural waters.Analytica Chimica Acta.232:345-349

11、Pai S.C.and J.P.Riley(1994)Determination of nitrate in the presence of nitrite in natural waters by flow injection analysis with a non-quantitative on-line cadmium redactor.Intern.J.Environ.Anal.Chem. Vol.57pp.263-277.

12、Redfield,A.C., B.H.Ketchum and F.A.Richards (1963)The influence of organisms on the composition of seawater,in the sea,V.2,M.H.Hill(ed),Interscience,New York,26-77pp.

13、Riegl B., C. Heine and G. M. Branch (1996) Function of funnel-shaped coral growth in a high-sedimentation environment Vol.145:87-93

14、Riegl B., G. M. Branch (1995) Effects of sediment on the energy budgets of four scleractinian (Bourne 1990) and five alcyonacean (Lamouroux 1816) corals Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 186:259-275

15、Rosemond A. D., C. M.Pringle, A. Ramirez, M. J. Paul,and J. L. Meyer (2002) Landscape variation in phosphorus concentration and effects on detritus-based tropical streams Limnol. Oceanogr,47:278-289

16、Su. J.C.; Hung, T.C.; Chiang, Y.M.; Tan, T.H.; Chang, K.H.; Huang, C.C.; Huang, and environmental survey on the waters adjacent to the southern nuclear power plan. *SCOPE/ROC, Acad. Sin. 70:* 238pp.

17、Su. J.C.; Hung, T.C.; Chiang, Y.M.; Tan, T.H.; Chang, K.H.; Huang, C.C.; Huang, C.Y.; Shao, K.T.; Huang, P.P.; Lee, K.T.; Fan, K.L.; Yeh, S.Y.(1987) “An ecological and environmental survey on the waters adjacent to the nuclear power plant in southern Taiwan”, *SCOPE/ROC, 50:*224pp.

18、Umar M..J. , L.J. McCook and I.R.Price (1998) Effects of sediment deposition on the seaweed Sargassum on a fringing coral reef Coral Reefs 17:169-177

19、陳鎮東、吳重坤、沈建全、陳孟仙、劉莉蓮、歐錫祺、鄭利榮、鍾玉嘉(1997) 台灣南部核能電廠及蘭嶼儲存場附近海域之生態研究，國立中山大學海洋地質研究所研究報告。

20、李宏仁 (1999)南灣潮流驅動渦漩及冷水入侵成因之探討。國立臺灣大學海洋研究所博士論文。

21、行政院環境保護署編印 (1998)水污染防治法規。

表 2.1 墾丁國家公園附近沿岸海域水質測站

測站編號	經緯度	測站編號	經緯度
保力溪口	22°03.375N 120°42.425E	石牛溪	21°56.748N 120°47.058E
後灣	22°02.402N 120°41.700E	凱撒飯店	21°56.518N 120°48.283E
萬里桐	21°59.770N 120°42.290E	船帆石	21°55.967N 120°49.445E
下紅柴	21°57.788N 120°42.867E	香蕉灣	21°55.481N 120°49.942E
白砂	21°56.141N 120°42.971E	砂島	21°54.755N 120°50.862E
雷打石	21°55.344N 120°44.359E	風吹沙	21°57.462N 120°50.375E
核三出水口	21°55.976N 120°44.731E	港口溪	21°59.354N 120°50.481E
後壁湖口	21°56.324N 120°44.685E	港口溪口	21°59.342N 120°50.759E
核三入水口	21°57.583N 120°45.707E	佳洛水	22°00.397N 120°52.615E
南灣	21°57.555N 120°45.989E		

表 2.2　90 年 7 月份人為污染計劃之水質分析資料

Station No.	Temp. (Deg.C) 水溫	Salinity (psu) 鹽度	pH 酸鹼度	Dissolved Oxygen (mg/L) 溶氧量	Oxygen Saturation (o/o) 溶氧飽和度	BOD5 (mg/L) 生化需氧量	NH_3-N (mg/L) 氨氮	PO_4-P (mg/L) 磷酸鹽	NO_2-N (mg/L) 亞硝酸鹽	NO_3-N (mg/L) 硝酸鹽	SiO_2 (mg/L) 矽酸鹽	Turb. (NTU) 濁度
Jul.19, 2001												
保力溪口	32.9	4.69	8.0	6.30	89.8	2.1	0.34	0.129	0.098	0.929	5.127	56.7
後灣	29.2	32.35	8.3	7.18	112.0	1.0	nd	0.003	0.001	0.001	0.065	4.4
萬里桐	30.0	31.63	8.4	9.02	142.0	0.9	nd	0.005	0.003	0.040	0.198	1.5
下紅柴	29.8	32.67	8.2	6.50	102.5	1.2	0.02	nd	0.001	0.009	0.058	0.6
白砂	29.7	32.76	8.2	6.56	103.4	1.5	nd	nd	0.001	0.009	0.069	2.9
雷打石	30.7	30.53	8.3	6.47	102.4	0.8	nd	nd	0.001	0.306	0.349	2.0
核三出水口	30.8	32.59	8.2	6.38	102.2	1.2	nd	nd	0.001	0.003	0.060	1.8
後壁湖口	31.0	32.45	8.4	6.82	109.6	1.8	0.02	nd	0.001	0.045	0.060	1.9
核三入水口	33.0	32.04	8.3	6.01	99.5	0.1	0.05	0.008	0.003	0.006	0.071	5.3
南灣	30.9	32.52	8.3	6.88	110.4	2.0	0.03	0.008	0.003	0.008	0.047	2.5
石牛溪	31.5	32.46	8.3	6.29	101.9	1.3	nd	0.008	0.001	0.008	0.078	4.3
凱撒飯店	33.3	32.31	8.2	6.02	100.2	1.1	nd	0.008	0.003	0.021	0.136	12.5
船帆石	31.3	32.27	8.2	6.21	100.2	0.8	0.02	0.008	0.003	0.058	0.140	11.2
香蕉灣	28.3	32.49	8.2	7.03	108.2	1.0	nd	0.003	0.001	0.070	0.194	1.7
風吹沙	31.0	27.90	8.2	6.46	101.3	1.6	0.05	0.056	0.009	0.034	0.623	111
港口溪	32.6	0.71	8.3	9.35	129.8	0.9	nd	0.015	0.005	0.023	4.998	12.5
港口溪口	29.4	26.07	8.2	6.76	102.2	1.2	nd	0.013	0.003	0.036	1.168	18.0
佳洛水	30.7	32.82	8.3	6.77	108.5	0.9	nd	nd	nd	0.001	0.099	1.9
Max	33.30	32.82	8.37	9.35	142	2.1	0.34	0.129	0.098	0.929	5.127	111
Min	28.30	0.71	8.04	6.01	89.8	0.1	0.02	0.003	0.001	0.001	0.047	0.59
Avg.	30.89	28.40	8.26	6.83	107	1.2	0.08	0.022	0.008	0.089	0.752	14.0

表 2-3　90 年 9 月份人為污染計劃之水質分析資料

Station No.	Temp. (Deg.C) 水溫	Salinity (psu) 鹽度	pH 酸鹼度	Dissolved Oxygen (mg/L) 溶氧量	Oxygen Saturation (o/o) 溶氧飽和度	BOD5 (mg/L) 生化需氧量	NH_3-N (mg/L) 氨氮	PO_4-P (mg/L) 磷酸鹽	NO_2-N (mg/L) 亞硝酸鹽	NO_3-N (mg/L) 硝酸鹽	SiO_2 (mg/L) 矽酸鹽	Turb. (NTU) 濁度
Sep.12, 2001												
保力溪口	28.6	2.15	7.8	6.49	84.8	1.2	0.29	0.040	0.088	0.880	4.289	9.69
後灣	29.8	32.53	8.5	10.75	169.5	0.2	nd	nd	0.001	0.003	0.132	0.85
萬里桐	29.7	33.57	8.5	9.65	152.7	0.3	nd	nd	nd	0.004	0.070	0.60
下紅柴	29.4	33.72	8.3	6.22	98.1	0.2	nd	nd	nd	0.008	0.086	0.45
白砂	29.4	33.31	8.2	6.25	98.3	0.3	nd	nd	0.001	0.069	0.130	1.19
雷打石	29.0	20.27	8.3	9.45	137.5	1.2	0.02	0.008	0.049	1.800	1.710	1.01
核三出水口	31.1	33.86	8.2	6.27	101.7	0.1	nd	nd	0.001	0.016	0.112	0.53
後壁湖口	30.4	30.43	8.3	9.81	154.5	0.2	nd	nd	0.002	0.161	0.516	1.97
核三入水口	31.1	34.09	8.2	5.86	95.1	0.1	nd	nd	nd	0.013	0.046	1.26
南灣	30.1	33.96	8.2	6.22	99.3	0.2	nd	nd	0.001	0.019	0.116	1.99
石牛溪	32.7	1.92	8.4	9.95	139.3	0.1	nd	0.003	0.007	0.855	3.306	3.01
凱撒飯店	30.7	32.18	8.2	6.06	96.8	0.1	0.03	0.005	0.004	0.026	0.242	26.60
船帆石	30.1	33.40	8.3	6.32	100.6	0.3	nd	nd	0.002	0.073	0.100	2.85
香蕉灣	30.7	29.78	8.3	7.75	122.1	0.2	nd	nd	0.002	0.308	0.562	1.47
砂島	30.2	33.80	8.4	6.68	106.8	0.4	nd	nd	0.001	0.011	0.100	0.93
風吹沙	29.8	30.81	8.2	6.16	96.3	0.2	0.02	0.005	0.002	0.010	0.274	8.26
港口溪	32.0	1.10	8.0	7.71	106.2	0.9	0.15	0.033	0.011	0.057	3.964	59.4
港口溪口	30.1	32.56	8.2	6.36	100.8	0.2	nd	0.003	0.001	0.011	0.270	5.14
佳洛水	29.5	33.99	8.3	6.59	104.2	0.3	nd	nd	0.001	0.006	0.063	0.47
Max	32.70	34.09	8.51	10.8	170	1.2	0.29	0.040	0.088	1.800	4.289	59.4
Min	28.60	1.10	7.83	5.86	84.8	0.1	0.02	0.003	0.001	0.003	0.046	0.45
Avg.	30.23	27.23	8.24	7.40	114	0.4	0.10	0.014	0.011	0.228	0.847	6.72

表 2-4　90 年 11 月人為污染計劃之水質分析資料

Station No.	Temp. Deg.C 水溫	Salinity (psu) 鹽度	pH 酸鹼度	Dissolved Oxy gen (mg/L) 溶氧量	Oxygen Saturation (o/o) 溶氧飽和度	BOD5 (mg/L) 生化需氧量	NH_3-N (mg/L) 氨氮	PO_4-P (mg/L) 磷酸鹽	NO_2-N (mg/L) 亞硝酸鹽	NO_3-N (mg/L) 硝酸鹽	SiO_2 (mg/L) 矽酸鹽	Turb. (NTU) 濁度	Chl.a (ug/L) 葉綠素甲
Nov.08, 2001													
保力溪口	25.4	21.86	8.01	6.24	86.1	0.9	0.20	0.025	0.067	0.532	2.539	20.5	0.86
後灣	26.5	34.00	8.33	6.90	103.9	0.3	nd	nd	nd	0.033	0.112	2.19	0.13
萬里桐	26.6	34.34	8.58	13.24	200.0	0.5	0.05	nd	0.001	0.036	0.102	1.71	0.10
下紅柴	26.8	34.15	8.35	6.53	98.9	0.5	0.02	nd	0.001	0.046	0.098	0.57	0.25
白砂	26.7	34.10	8.38	6.39	96.5	0.2	0.04	nd	0.001	0.053	0.088	0.83	0.33
雷打石	27.1	34.25	8.38	6.19	94.2	0.5	0.04	nd	nd	0.028	0.133	1.10	0.17
核三出水口	29.2	34.48	8.34	6.05	95.5	0.4	0.04	nd	0.002	0.016	0.075	0.62	0.08
後壁湖口	27.1	34.32	8.44	6.71	102.2	0.2	0.04	nd	0.003	0.011	0.072	1.84	0.27
核三入水口	28.7	34.08	8.37	6.03	94.2	0.1	0.02	nd	nd	0.006	0.063	3.89	0.10
南灣	27.4	34.33	8.37	6.34	97.0	0.2	0.07	nd	0.006	0.003	0.093	12.6	0.23
石牛溪	27.1	33.12	8.35	6.40	96.8	0.2	0.02	nd	0.003	0.014	0.246	13.9	0.61
凱撒飯店	27.1	34.05	8.29	6.19	94.1	0.2	0.30	nd	0.001	0.009	0.149	62.8	0.27
船帆石	27.3	33.98	8.40	6.69	102.0	0.5	0.03	nd	nd	0.009	0.156	1.18	0.21
香蕉灣	27.5	33.31	8.51	7.60	115.9	0.1	nd	nd	0.001	0.014	0.188	3.07	0.19
砂島	27.4	34.00	8.44	6.83	104.4	0.2	0.05	nd	nd	0.007	0.067	0.77	0.15
風吹沙	26.8	34.12	8.31	5.68	86.0	0.2	0.02	nd	nd	0.013	0.091	16.6	0.33
港口溪	25.8	0.88	8.45	7.24	89.2	1.6	0.06	nd	0.005	0.024	4.968	5.04	0.19
港口溪口	27.3	33.56	8.31	5.68	86.5	0.3	0.10	nd	nd	0.015	0.181	44.5	0.27
佳洛水	27.0	34.19	8.32	5.76	87.5	0.5	0.03	nd	nd	0.022	0.075	1.30	0.17
Max	29.20	34.48	8.58	13.24	200.00	1.6	0.30	0.025	0.067	0.532	4.968	62.8	0.86
Min	25.40	0.88	8.01	5.68	86.00	0.1	0.02	0.025	0.001	0.003	0.063	0.57	0.08
Avg.	27.09	31.64	8.36	6.77	101.63	0.4	0.07	0.025	0.008	0.047	0.500	10.3	0.26

表 2.-5　91 年 1 月人為污染計劃之水質分析資料

Station No.	Temp. Deg.C 水溫	Salinity (psu) 鹽度	pH 酸鹼度	Dissolved Oxygen (mg/L) 溶氧量	Oxygen Saturation (o/o) 溶氧飽和度	BOD5 (mg/L) 生化需氧量	NH_3-N (mg/L) 氨氮	PO_4-P (mg/L) 磷酸鹽	NO_2-N (mg/L) 亞硝酸鹽	NO_3-N (mg/L) 硝酸鹽	SiO_2 (mg/L) 矽酸鹽	Turb. (NTU) 濁度	Chl.a (ug/L) 葉綠素甲
Jan.17, 2002													
保力溪口	26.9	8.59	8.22	8.86	116.5	3.0	0.79	0.07	0.159	0.921	7.232	11.50	1.42
後灣	26.3	33.32	8.61	14.03	200.0	0.8	nd	0.01	nd	0.017	0.121	4.36	0.96
萬里桐	26.5	34.39	8.36	11.93	180.0	2.6	nd	0.01	0.001	0.054	0.109	0.72	0.13
下紅柴	25.5	34.24	8.28	7.02	104.0	1.2	0.04	0.01	nd	0.021	0.105	0.81	0.06
白砂	25.7	34.25	8.31	6.97	103.7	2.1	nd	nd	0.001	0.018	0.094	0.95	0.17
雷打石	24.9	34.22	8.41	8.26	121.1	1.6	0.01	0.01	0.001	0.009	0.143	0.46	0.19
核三出水口	26.1	32.28	8.36	8.45	125.2	1.0	0.01	0.01	0.001	0.015	0.081	0.52	0.13
後壁湖口	25.8	34.38	8.44	7.63	113.7	0.7	0.01	0.01	nd	0.010	0.077	0.84	0.33
核三入水口	25.4	34.49	8.36	7.92	117.4	1.3	nd	0.01	nd	0.014	0.068	0.61	0.13
南灣	25.1	33.47	8.44	8.79	128.8	0.7	0.02	0.01	nd	0.009	0.100	2.14	0.23
石牛溪	25.7	33.83	8.43	7.33	108.7	0.8	0.01	0.01	0.002	0.021	0.264	4.01	0.56
凱撒飯店	24.9	34.36	8.30	6.80	99.8	0.9	0.01	0.01	0.001	0.027	0.160	10.20	0.77
船帆石	23.9	34.32	8.30	7.18	103.6	2.4	0.01	0.01	0.001	0.043	0.168	0.68	0.10
香蕉灣	24.4	34.16	8.37	7.77	112.9	1.4	nd	0.02	0.001	0.032	0.202	0.40	0.02
砂島	24.0	34.36	8.30	7.47	107.9	1.8	nd	0.03	0.001	0.032	0.072	0.42	0.04
風吹沙	24.2	34.44	8.23	6.62	96.0	1.1	0.01	nd	nd	0.016	0.058	0.63	0.29
港口溪	25.6	0.54	8.35	8.65	106.0	1.6	0.47	0.03	nd	0.056	5.273	15.70	1.11
港口溪口	25.2	33.91	8.29	6.84	100.6	1.0	0.01	0.13	0.005	0.021	0.151	9.95	0.40
佳洛水	24.5	33.95	8.30	6.96	101.2	1.4	0.01	0.01	0.001	0.034	0.075	0.83	0.08
Max	26.90	34.49	8.61	14.0	200	3.0	0.79	0.126	0.159	0.921	7.232	15.7	1.42
Min	23.90	0.54	8.22	6.62	96.0	0.7	0.01	0.005	0.001	0.009	0.058	0.40	0.02
Avg.	25.29	30.92	8.35	8.18	118	1.4	0.11	0.021	0.014	0.072	0.766	3.5	0.38

表 2-6　91 年 3 月人為污染計劃之水質分析資料

Station No.	Temp. Deg.C 水溫	Salinity (psu) 鹽度	pH 酸鹼度	Dissolved Oxygen (mg/L) 溶氧量	Oxygen Saturation (o/o) 溶氧飽和度	BOD5 (mg/L) 生化需氧量	NH_3-N (mg/L) 氨氮	PO_4-P (mg/L) 磷酸鹽	NO_2-N (mg/L) 亞硝酸鹽	NO_3-N (mg/L) 硝酸鹽	SiO_2 (mg/L) 矽酸鹽	Turb. (NTU) 濁度	Chl.a (ug/L) 葉綠素甲
Mar.05, 2002													
保力溪口	25.2	18.40	8.02	7.12	96.0	2.2	1.74	0.08	0.089	0.332	3.033	7.42	1.04
後灣	27.3	32.83	8.22	8.07	122.3	1.0	0.04	nd	0.001	0.078	0.334	2.07	0.23
萬里桐	27.1	34.03	8.37	8.67	131.8	0.8	0.04	nd	nd	0.009	0.115	0.85	0.13
下紅柴	26.9	34.36	8.26	6.36	96.5	0.7	0.04	nd	nd	0.021	0.052	0.45	0.10
白砂	26.4	34.27	8.29	6.09	91.6	2.7	0.06	nd	nd	0.015	0.062	3.36	0.13
雷打石	27.4	24.29	8.31	6.30	91.3	1.9	0.04	nd	nd	0.013	0.054	0.71	0.08
核三出水口	27.8	34.18	8.39	6.55	100.9	1.0	0.05	nd	nd	0.020	0.081	1.96	0.06
後壁湖口	26.7	34.27	8.39	6.11	92.4	1.4	0.07	nd	nd	0.017	0.177	3.21	0.15
核三入水口	27.0	34.11	8.27	5.89	89.4	2.8	0.06	0.01	0.003	0.062	0.088	1.05	0.06
南灣	26.6	32.87	8.38	8.13	121.8	1.7	0.04	nd	nd	0.010	0.485	21.90	0.13
石牛溪	26.2	33.95	8.23	6.06	90.8	1.5	0.06	nd	0.001	0.020	0.091	17.60	0.27
凱撒飯店	26.5	33.69	8.21	6.04	90.7	1.4	0.04	0.01	0.001	0.019	0.253	16.50	0.27
船帆石	26.5	34.07	8.28	6.22	93.6	1.4	0.05	0.01	nd	0.032	0.081	4.07	0.10
香蕉灣	27.3	34.12	8.41	6.73	102.7	0.9	0.04	nd	0.001	0.023	0.081	1.47	0.13
砂島	26.8	34.25	8.35	6.67	101.1	1.8	0.04	nd	nd	0.016	0.058	0.93	0.10
風吹沙	26.3	33.88	8.15	6.00	89.9	1.3	0.05	nd	nd	0.012	0.151	1.97	0.23
港口溪	27.0	0.19	8.58	7.31	91.8	1.9	0.05	nd	0.006	0.068	3.734	14.30	0.17
港口溪口	26.8	30.58	8.17	5.87	87.1	1.9	0.06	nd	nd	0.021	0.458	24.30	0.17
佳洛水	26.7	34.27	8.22	5.89	89.1	2.1	0.06	nd	nd	0.020	0.143	1.51	0.17
Max	27.8	34.36	8.58	8.67	131.8	2.8	1.74	0.08	0.089	0.332	3.734	24.30	1.04
Min	25.2	0.19	8.02	5.87	87.1	0.7	0.04	0.01	0.001	0.009	0.052	0.45	0.06
Avg.	26.8	30.66	8.29	6.63	98.5	1.6	0.14	0.02	0.015	0.043	0.502	6.61	0.20

圖 2-1　墾丁國家公園附近沿岸海域水質測站

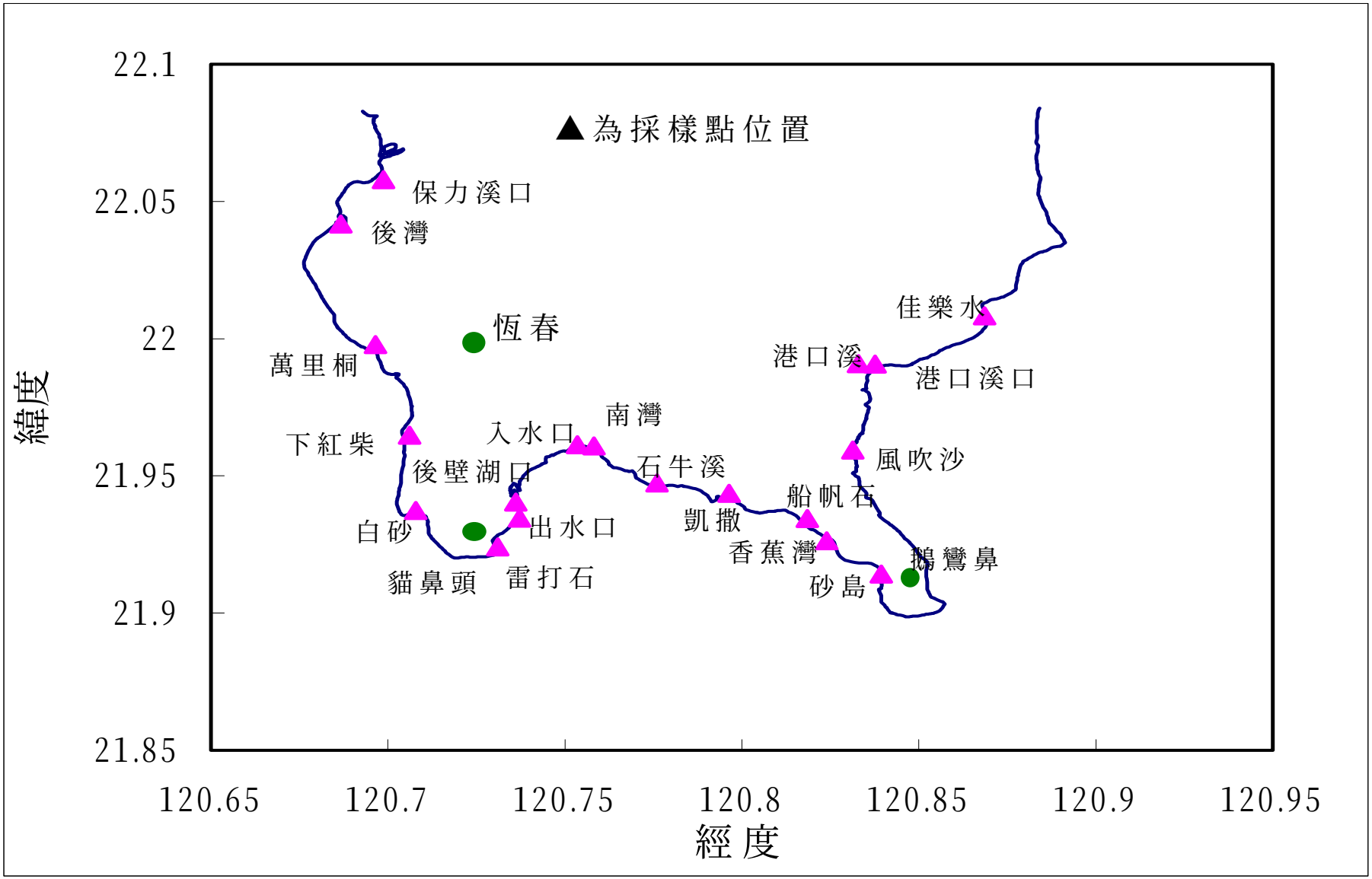


圖 2-2 墾丁海域水質分析(90 年 7 月)

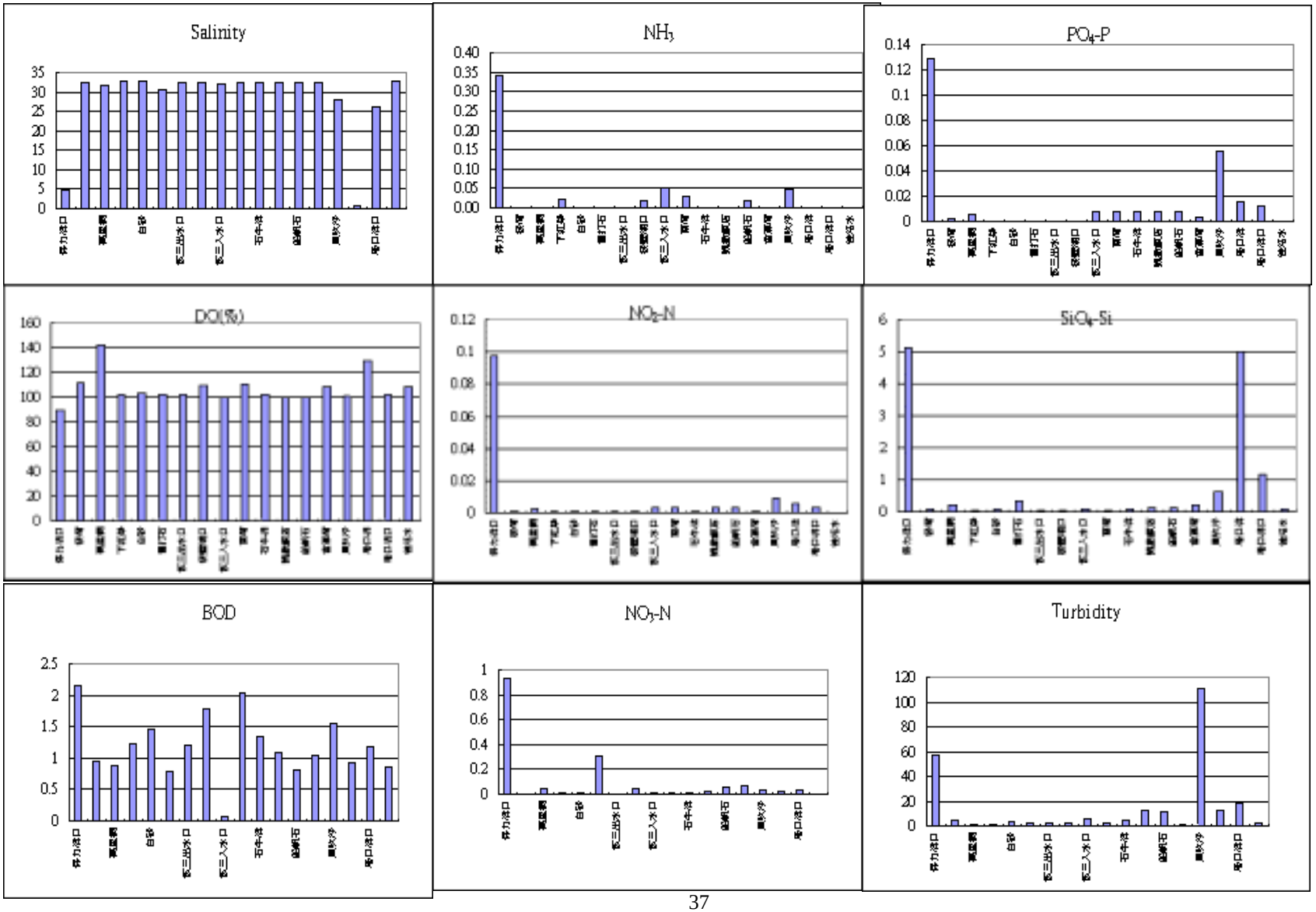


圖 2-3 墾丁海域水質分析(90 年 9 月)

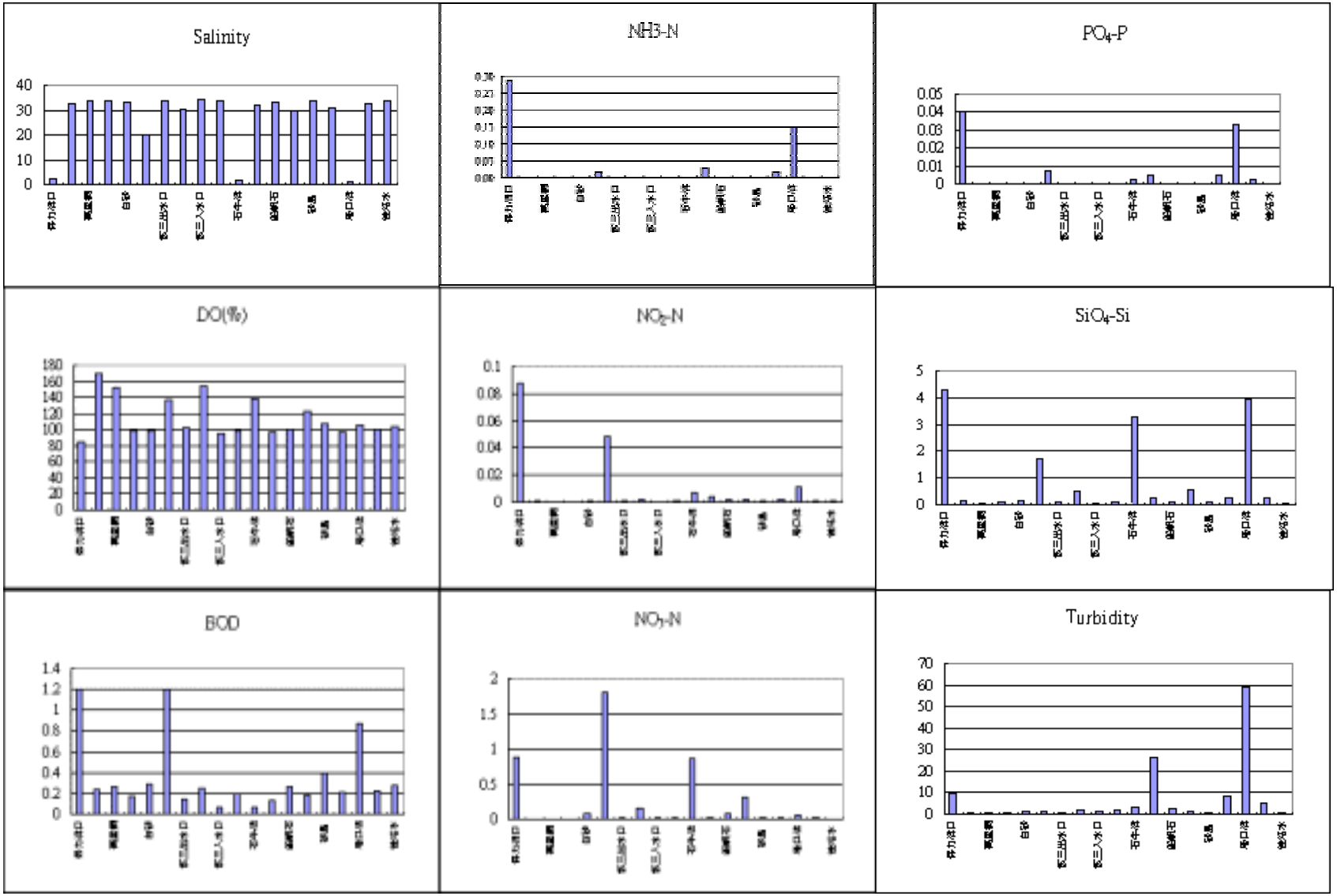


圖 2-4　墾丁海域水質分析((90 年 11 月)

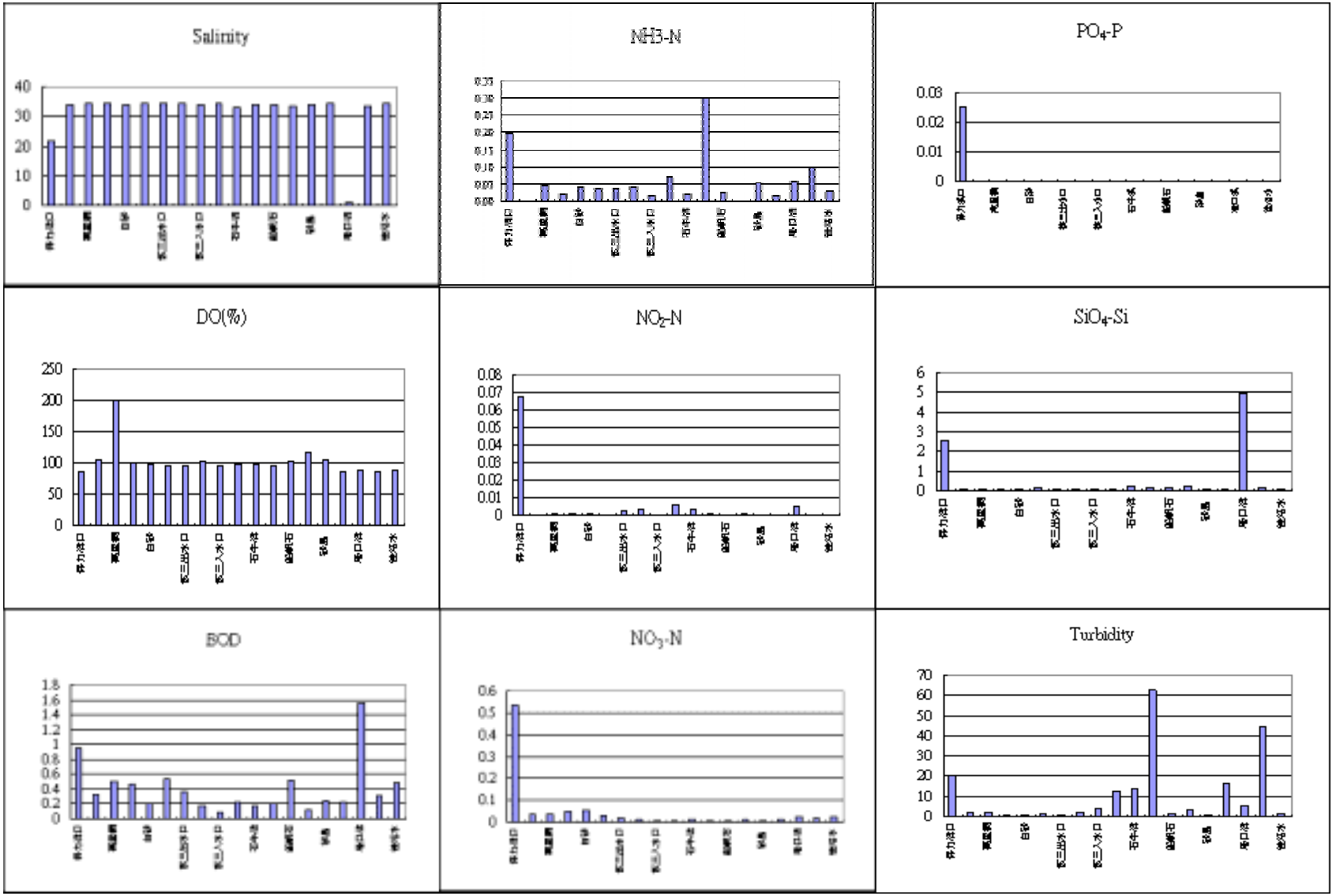


圖 2-5　墾丁海域水質分析((91 年 1 月)

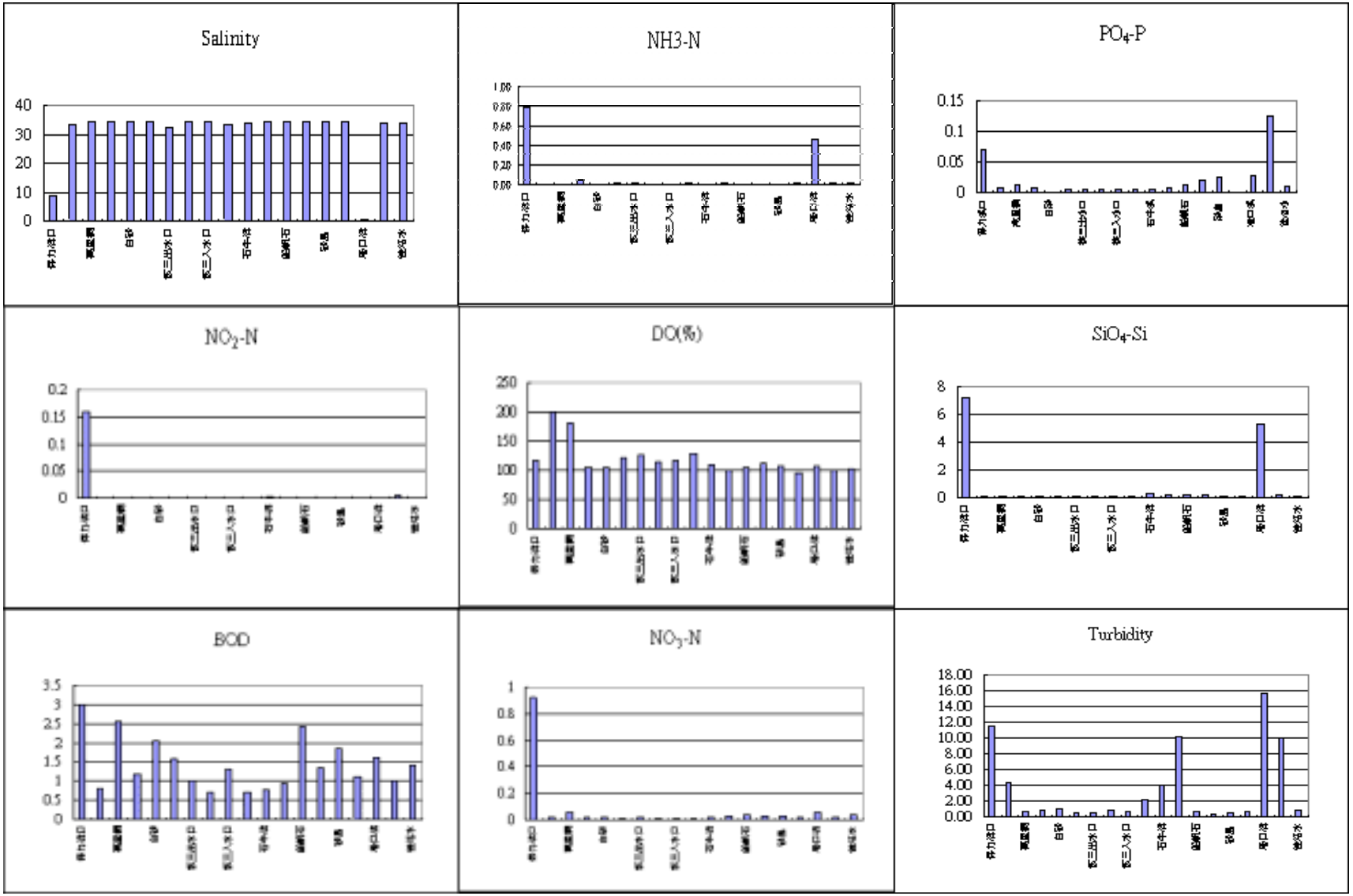
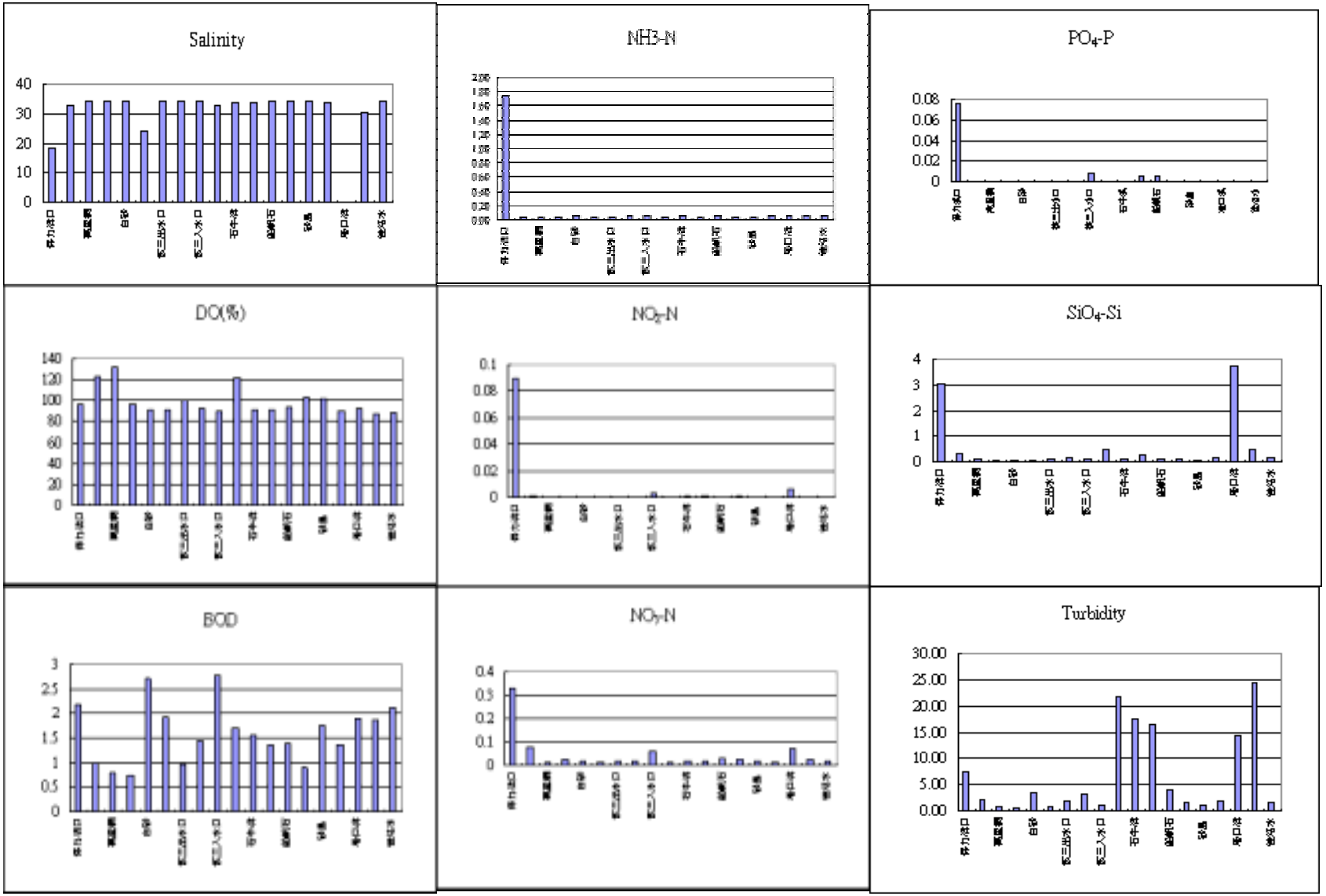


圖 2-6　墾丁海域水質分析(91 年 3 月)



分支計劃二　墾丁國家公園海域之遊憩活動調查監測

一、摘要

由遊憩活動及行為的觀點對墾丁地區所有遊憩行為及規模進行訪談、統計及浮潛調查，探討各種遊憩行為對海域生態造成衝擊的可能方式，最後探討浮潛活動對海域珊瑚所造成的可能衝擊或影響。調查結果墾丁地區遊憩活動統計海陸域活動共 17 項，其中陸域活動約四百萬人次，住宿約 170 萬人次，浮潛約 19 萬人次，水肺潛水約 5600 人次，營業性浮潛潛點 7 處，水肺潛水潛點 17 處，漁獵潛水潛點 15 處。遊憩活動對於環境的的衝擊最主要在於污水、垃圾、海岸開發及直接破壞，其中潛水及海岸活動對於珊瑚礁的衝擊並無明顯可見的效應，宜進一步量化並建立評估體系作為日後管理之參考。

二、前言

1、 研究動機

生態系受到人為因素衝擊的議題早被提出討論多年，其中對海域生態的衝擊部份包括了工業污染、海岸開發、航運設施、漁業活動、廢水排放、遊憩活動、垃圾及油污染等都逐漸受到重視，其中遊憩活動雖然經常被提及，卻鮮少有完整的數據及量化的科學調查報告，一般可見的多半為概括性的論述與觀察。

遊憩活動對海域環境的影響探討之所以常期不見於科學期刊最主要原因在於數據量化困難，海域環境中正負面的衝擊因素究竟應歸咎於自然或人為多所爭論，而生態系中物理因子與生物因子的交互作用十分複雜，想要在其中抽離遊憩行為所造成的影響自非易事。另外遊憩活

動對海域環境造成的間接影響容易與其他因素合併探討也是科學觀察鮮少提及之處，譬如大量遊客住宿造成的廢水排放問題、因應遊客湧入而形成的海岸開發等都可能被其他議題所涵蓋，而且針對許多個案也陸續獲致豐富的調查成果，所缺少的就是由遊憩活動所衍生的「觀點」而已。

本計畫由遊憩活動及行為的觀點出發，調查墾丁地區所有遊憩行為及規模，探討各種遊憩行為對海域生態造成衝擊的可能方式，最後探討對海域所造成的衝擊或影響。

三、文獻回顧

遊客在墾丁近岸海域進行的休憩活動中，浮潛與水肺潛水是相當普遍的活動，這類活動也會直接或間接影響到珊瑚礁生態。潛水客可能在淺水的礁石區站立、步行時踩踏（trampling）底質或踢動蛙腳，此時容易對成體珊瑚群體（colony）造成機械性傷害，造成珊瑚組織脫落、珊瑚枝斷裂或造成剛著苗的幼體死亡（Hawkins & Roberts 1993, Medio *et al.* 1997, Rigel & Velimirov（1991））；另外，船潛錨泊時易扯斷珊瑚，熱門潛點也因錨錠重覆破壞硬底質，使珊瑚苗不易著床（Rigel & Velimirov 1991）。最容易發生破壞的區段則是在珊瑚礁平臺（reef flat）、平臺與斜坡交界區（fore-reef）（Hawkins & Roberts 1992）與水深 10 公尺範圍內（Rigel & Velimirov 1991）。珊瑚受破壞後則藻類繁生（Rigel & Velimirov 1991, Walker & Ormond 1982）、受傷珊瑚的易感染疾病（Peters 1997）、珊瑚的覆蓋度與棲地複雜度變低（Hawkins & Roberts 1992, Hawkins *et al.* 1997, Velimirov 1991）。珊瑚群聚組成也會發生有變化：某些大型團塊珊瑚的種類數急降，枝狀珊瑚（branching corals, e.g. *Millepora* spp.與 *Madracis* spp.）的數量大增，可能是因後者生長快速，佔領了被破壞的團塊珊瑚空出的棲地（Hawkins *et al.*（1999）。

Salm（引自 Medio *et al.* 1997）則採用生態學上負載量（carrying capacity）的觀念，在顧及礁區不至於因過多遊客造訪而帶來的破壞與珊瑚生態系崩解（degraded）的情況，必須計算潛點的珊瑚能承受潛水活動的壓力並管理潛水人數，方能在使保育與經濟兩者間達平衡。根據 Hawkins *et al.*（1999）在加勒比海的 Bonaire 島觀察記錄保護區與開放的遊憩水域（兩者生態環境相似）人為與自然變遷對珊瑚的影響，估算遭泳客踢碎或受傷的珊瑚與潛水人數，得出該地每年最大的潛水量是 6,000 人次。Hawkins & Roberts（1993）提出改善的方式是設定潛水客在珊瑚礁平臺步行至潛點的路線，此舉對珊瑚的傷害比潛水客任意由岸邊走到潛點小。Medio *et al.*（1997）則建議了對潛水客進行生態教育，如此估計可降低活珊瑚被踩踏的次數（由 0.9 降至 0.15 次/7 分鐘）。在這個子題中，我們問了以下的一些題目：墾丁地區各潛點的從事潛水活動的頻度為何？潛水密度高的地方珊瑚受損的程度？珊瑚最容易被踩踏的區段是那裏？並希望藉著資料的蒐集來提出答案。

四、材料與方法

1、調查範圍：

以墾丁國家公園範圍為本計畫調查區域，其中海域面積 15185.15 公頃，大小港口共 8 個。

2、遊憩活動統計：

共統計遊憩活動種類、地點及從事人次，其中活動種類直接觀察記錄，後二者為觀察統計及派員訪談業者統計所得。浮潛及水肺潛水因潛點較多，以（表 3.1）問卷進行訪談，地點調查則使用（表 3.2）列出。

3、對海域生態造成衝擊的方式統計：

按遊憩活動種類表列出其可能造成的直接或間接衝擊方式。

4、浮潛活動對沿岸珊瑚的影響：

以浮潛方式對出水口左側、小灣、船帆石及香蕉灣等四個浮潛點進行珊瑚相調查，每一點以浮潛遊客主要下水點為編號 1 測線自中潮線向外游出至水深 2 米為止，依次向固定方向每 10-15 公尺調查編號 2、3、4…測線。記錄測線長度、所游經測線寬 2 米以內之珊瑚種類數及珊瑚群體個數，計算其密度(珊瑚群體個數/測線長度=密度), 分析可看出浮潛活動對珊瑚的影響。

五、結果

1、遊憩活動統計

共統計遊憩活動種類、地點及從事人次，觀察統計及派員訪談業者統計所得見（表 3.3），其中飯店業者、浮潛與水肺潛水有部份業者願意配合填寫問卷，可依此推估出活動人次。浮潛及水肺潛水因潛點較多，以（表 3.4）列出，可看出浮潛多半集中於出水口左右兩側，水肺潛水潛點較分散，另外在訪談中發現仍有許多以射魚為主的潛水者，其潛點與一般休閒潛水者不同，亦一併列出。水肺潛水調查資料如（表 3.5），水上摩托車數量及地點統計見（表 3.6），水上摩托車由於至今仍屬非法營業，對訪談特別敏感，僅能以目視統計。

2、對海域生態造成衝擊的方式統計：

按遊憩活動種類分析其可能造成的直接或間接衝擊方式如：噪音、空氣、光害、生活污水、沖洗污水、海岸設施、動力船隻排放水、垃圾、防曬油、錨碇、踩踏、捕撈採集等(表 3.7) 。

由本表中可知遊憩行為對海域影響最大者應屬污水與垃圾，而海岸設施及開發也有長期的效應。

3、浮潛活動對沿岸珊瑚的影響：

以浮潛方式對出水口左側、小灣、船帆石及香蕉灣等四個浮潛點進行珊瑚相調查結果見（表 3.8）、（表 3.9）、（表 3.10）及（表 3.11），由上述四表可知以種類數及珊瑚群體（colony）數來評估，並無法找出明顯被破壞的現象。該四點之比較見於（表 3.12），可看出船帆石及小灣的珊瑚無論種類數或珊瑚密度都較為豐富，出水口左側的珊瑚密度較低而船帆石的珊瑚種類數最少。

六、討論

1、浮潛對珊瑚造成的傷害：

由墾丁地區潛點統計可知，浮潛活動在地理上的集中度很高，所有的浮潛遊客幾乎都集中在幾個特定的地點下水，可想而知其踩踏、潮間帶捕撈及防曬油對海域生態造成的衝擊勢必大於其他活動。

在實地觀察中，對於浮潛的踩踏造成的影響其實並不明顯，在遊客逗留浮潛的地區或上下岸的附近並不容易找到折枝或塌陷的珊瑚群體。這種現象一種可能是因為墾丁地區潮間帶及較淺的亞潮帶的珊瑚多半屬於較堅硬種類，而結構脆弱的種類如軸孔珊瑚或表孔珊瑚比較少，因此不易遭受破壞。另一種可能性則是由於長期頻繁的踩踏破壞已經使得結構較脆弱的珊瑚無法生存在該地，或是幼生附著的比率極低，因此在該地反而見不到破壞的痕跡。以上兩種可能性

值得繼續探討。

2、防晒油：

在對海域造成衝擊的方式統計中我們意外發現防曬油可能是相當嚴重的問題。幾乎所有的水上活動者都需要防曬油，在無法得知究竟有多少遊客下水活動的狀況下，假設全年遊客中有10%的人下水（經統計浮潛人數就有大約 15 萬人以上），每人次使用防曬油 2.5g，則每年下水的 40 萬人次用掉防曬油正好 1000kg，即每年有一噸的防曬油倒入海中，造成何種影響值得再深入研究。

3、以氣瓶數推估潛水人數：

由表 3.5 可知潛水業者出租氣瓶的支數大約為統計所得潛水人數的兩倍，這個現象可以看出一般到墾丁潛水的人平均一次大約兩支氣瓶，是相當容易理解的。另外在調查中可見到某些潛水者或潛水團體並非墾丁業者帶領，氣瓶也自其他地區帶來，行動亦極具彈性，其數量無法顯示在對業者訪談的統計資料中。由此推估，墾丁每年從事潛水活動的人次應該比本調查所顯示更高。

4、由珊瑚種類判定浮潛所造成的傷害：

表 3.8 及 3.11 分別在出水口左側及香蕉灣兩點的調查中以 ☆ 號標示出有脆弱的軸孔珊瑚出現，可看出軸孔珊瑚出現的地點均離浮潛下水點較遠，是否表示由於大量浮潛踩踏的原因使得較脆弱的珊瑚種類無法存在，因而未來可以用脆弱的珊瑚種類做為浮潛造成破壞的依據呢？由於目前取樣太少無法肯定，但未來可嚐試探討。

七、檢討與建議：

1、污水與垃圾是保護海域生態最重要的課題之一：

由各種遊憩之統計可知墾丁地區每年湧入數百萬遊客，住宿人口近兩百萬，即使不直接進行海洋相關活動，所帶來的生活廢水、垃圾、廚餘甚至噪音與空氣污染都對海域生態構成直接或間接的威脅。相較於從事浮潛、水肺潛水或各種水上活動等數十萬人次，陸域活動及住宿帶來的大量污水與垃圾顯然是無法規避的問題，因此對於廢水的追蹤管制及垃圾清運系統的改善將是保護海域生態最重要的課題之一。

2、訪談不易顯示真正精確的量度：

本計畫中有數項遊憩活動人次無法統計，例如磯釣和潮間帶活動等，由於遊客幾乎隨時隨地都可以接近海邊從事上述活動，因此很難依賴定時定點的取樣推估出全年的從事人次。而游泳戲水、衝浪和風浪板則因重覆活動的可能性高，不易估得真正的人數。另外水上摩托車、香蕉船、快艇及船釣則因業主十分敏感而不願透露遊客數。捕獵潛水的人數更不容易掌握則是因為從事者不喜人知，當天往返不求助於當地嚮導帶路，在墾丁地區的統計工作中幾乎無法顯示出他們的存在。

3、墾丁地區沿岸的珊瑚應長期進行監測：

本調查中雖無法立即看出遊憩行為對珊瑚的直接破壞，但就浮潛統計所示，由於潛點十分集中，長期的破壞值得擔憂。海岸保護區內珊瑚礁生態系相較於其他地區的珊瑚狀況都好，也顯示長期的遊憩活動仍有一定的影響。除了直接破壞之外，珊瑚也可能由於潛水遊客在海中的

便溺、防晒油、岸上排放的污水、公路上的光害甚至汽艇或水上摩托車的葉片擾動等造成影響，

4、海岸設施開發造成的影響：

海岸設施開發可能造成長遠的影響，但未必全部是負面效應。南灣的污水截流及海岸公路的垃圾桶設置已見成效，但浮潛業者帶領大批遊客走過潮間帶對生物的影響是無庸置疑的。在調查過程中業者反應其實他們也願意配合政府建設來保護海洋資源，最常見的建議是設浮潛棧道或平台，控制遊客在某些定點下水，並且在入水時不會踩踏到珊瑚。岸上設施也可以透過良好的規劃給遊客更舒適的環境，又不致破壞生態，例如出水口右側的帳棚。

八、引用文獻

1、Cecilia Santoro Lezzi　From an environmental policy towards a sustainable tourism industry. The Albanian case. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems. **11**: 335-337（2001）

2、Gerard L. Bellan and Denise R. Bellan-Santini　A review of littoral tourism, sport and leisure activities: consequences on marine flora and fauna. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems. **11**: 325-333（2001）

3、Hawkins, J. P. & Roberts, C. M. 1992. Effects of recreational scuba diving on fore-reef slope communities of coral reefs. Biological Conservation. 62: 171-178.

4、Hawkins, J. P. & Roberts, C. M. 1993. Effects of recreational scuba diving on coral reefs: trampling on reef-flat communities. Journal of Applied Ecology. 30: 25-30.

5、Hawkins, J. P., Roberts, C. M., vant’s Hof, T., Meyer, K., Tratalos, J. & Aldam, C. 1999. Effects of Recreational scuba diving on Caribbean coral and fish communities. Conservation Biology. 13: 888-897.

6、Medio, D., Ormond, R. F. G. & Pearson, M. 1997. Effect of briefings on rates of damage to corals by scuba divers. Biological Conservation. 79: 91-95.

7、Riegl, B. & Velimirov, B. 1991. How many damaged corals in Red Sea systems？A quantitative survey. Hydrobiologia. 216/217. 249-256.

8、Stella Maris Vallejo A co-operative training programme in the field of coastal and ocean management. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems. **11**: 339-342（2001）

9、Walker, D. I. & Ormond, R. F. G. 1982. Coral death from sewage and phosphate pollution at Aqaba, Red Sea. Marine Pollution Bulletin. 13: 21-25.

表 3-1 對於潛水業者訪談所使用的問卷

姓名_____ __店名_____ ___電話_____ _____地址_____

	浮潛總人數（人）	SCUBA 岸潛總人數（人）	SCUBA 船潛總人數（人）	SCUBA 潛訓總人數（人）	SCUBA 出租總瓶數（支）
1998 全年	0-500 □ 500-1000 □ 1000-1500 □ 1500-2000 □ 2000-2500 □ 2500-3000 □ 3000 以上 □約___	0-200 □ 200-400 □ 400-600 □ 600-800 □ 800-1000 □ 1000-1200 □ 1200 以上 □約___	0-200 □ 200-400 □ 400-600 □ 600-800 □ 800-1000 □ 1000-1200 □ 1200 以上 □約___	0-50 □ 50-100 □ 100-150 □ 150-200 □ 200-250 □ 250-300 □ 300 以上 □約___	0-2000 □ 2000-4000 □ 4000-6000 □ 6000-8000 □ 8000-10000 □ 10000-12000 □ 120000 以上 □約___
1999 全年	0-500 □ 500-1000 □ 1000-1500 □ 1500-2000 □ 2000-2500 □ 2500-3000 □ 3000 以上 □約___	0-200 □ 200-400 □ 400-600 □ 600-800 □ 800-1000 □ 1000-1200 □ 1200 以上 □約___	0-200 □ 200-400 □ 400-600 □ 600-800 □ 800-1000 □ 1000-1200 □ 1200 以上 □約___	0-50 □ 50-100 □ 100-150 □ 150-200 □ 200-250 □ 250-300 □ 300 以上 □約___	0-2000 □ 2000-4000 □ 4000-6000 □ 6000-8000 □ 8000-10000 □ 10000-12000 □ 120000 以上 □約___
2000 全年	0-500 □ 500-1000 □ 1000-1500 □ 1500-2000 □ 2000-2500 □ 2500-3000 □ 3000 以上 □約___	0-200 □ 200-400 □ 400-600 □ 600-800 □ 800-1000 □ 1000-1200 □ 1200 以上 □約___	0-200 □ 200-400 □ 400-600 □ 600-800 □ 800-1000 □ 1000-1200 □ 1200 以上 □約___	0-50 □ 50-100 □ 100-150 □ 150-200 □ 200-250 □ 250-300 □ 300 以上 □約___	0-2000 □ 2000-4000 □ 4000-6000 □ 6000-8000 □ 8000-10000 □ 10000-12000 □ 120000 以上 □約___
2001 一月	0-100 □ 100-200 □ 200-300 □ 300-400 □ 400-500 □ 500-600 □ 600 以上 □約___	0-50 □ 50-100 □ 100-150 □ 150-200 □ 200-250 □ 250-300 □ 300 以上 □約___	0-50 □ 50-100 □ 100-150 □ 150-200 □ 200-250 □ 250-300 □ 300 以上 □約___	0-20□ 20-40 □ 40-60 □ 60-80 □ 80-100 □ 100-120 □ 120 以上 □約___	0-250 □ 250-500 □ 500-750 □ 750-1000 □ 1000-1250 □ 1250-1500 □ 1500 以上 □約___
2001 二月	0-100 □ 100-200 □ 200-300 □ 300-400 □ 400-500 □ 500-600 □ 600 以上 □約___	0-50 □ 50-100 □ 100-150 □ 150-200 □ 200-250 □ 250-300 □ 300 以上 □約___	0-50 □ 50-100 □ 100-150 □ 150-200 □ 200-250 □ 250-300 □ 300 以上 □約___	0-20□ 20-40 □ 40-60 □ 60-80 □ 80-100 □ 100-120 □ 120 以上 □約___	0-250 □ 250-500 □ 500-750 □ 750-1000 □ 1000-1250 □ 1250-1500 □ 1500 以上 □約___
2001 三月	0-100 □ 100-200 □ 200-300 □ 300-400 □ 400-500 □ 500-600 □ 600 以上 □約___	0-50 □ 50-100 □ 100-150 □ 150-200 □ 200-250 □ 250-300 □ 300 以上 □約___	0-50 □ 50-100 □ 100-150 □ 150-200 □ 200-250 □ 250-300 □ 300 以上 □約___	0-20□ 20-40 □ 40-60 □ 60-80 □ 80-100 □ 100-120 □ 120 以上 □約___	0-250 □ 250-500 □ 500-750 □ 750-1000 □ 1000-1250 □ 1250-1500 □ 1500 以上 □約___
2001 四月	0-100 □ 100-200 □ 200-300 □ 300-400 □ 400-500 □ 500-600 □ 600 以上 □約___	0-50 □ 50-100 □ 100-150 □ 150-200 □ 200-250 □ 250-300 □ 300 以上 □約___	0-50 □ 50-100 □ 100-150 □ 150-200 □ 200-250 □ 250-300 □ 300 以上 □約___	0-20□ 20-40 □ 40-60 □ 60-80 □ 80-100 □ 100-120 □ 120 以上 □約___	0-250 □ 250-500 □ 500-750 □ 750-1000 □ 1000-1250 □ 1250-1500 □ 1500 以上 □約___
2001 五月	0-100 □ 100-200 □ 200-300 □ 300-400 □ 400-500 □ 500-600 □ 600 以上 □約___	0-50 □ 50-100 □ 100-150 □ 150-200 □ 200-250 □ 250-300 □ 300 以上 □約___	0-50 □ 50-100 □ 100-150 □ 150-200 □ 200-250 □ 250-300 □ 300 以上 □約___	0-20□ 20-40 □ 40-60 □ 60-80 □ 80-100 □ 100-120 □ 120 以上 □約___	0-250 □ 250-500 □ 500-750 □ 750-1000 □ 1000-1250 □ 1250-1500 □ 1500 以上 □約___
2001 六月	0-100 □ 100-200 □ 200-300 □ 300-400 □ 400-500 □ 500-600 □ 600 以上 □約___	0-50 □ 50-100 □ 100-150 □ 150-200 □ 200-250 □ 250-300 □ 300 以上 □約___	0-50 □ 50-100 □ 100-150 □ 150-200 □ 200-250 □ 250-300 □ 300 以上 □約___	0-20□ 20-40 □ 40-60 □ 60-80 □ 80-100 □ 100-120 □ 120 以上 □約___	0-250 □ 250-500 □ 500-750 □ 750-1000 □ 1000-1250 □ 1250-1500 □ 1500 以上 □約___

表 3-2 潛水業者從事潛水活動的地點問卷

浮潛地點	SCUBA 岸潛潛點	SCUBA 潛訓地點	SCUBA 船潛點
後灣	後灣	後灣	後灣
石珠	石珠	石珠	石珠
萬里桐	萬里桐	萬里桐	萬里桐
山海	山海	山海	山海
紅柴	紅柴	紅柴	紅柴
石界	石界	石界	石界
白砂	白砂	白砂	白砂
貓鼻頭	貓鼻頭	貓鼻頭	貓鼻頭
出水口右	出水口右	出水口右	出水口右
出水口左	出水口左	出水口左	出水口左
餵魚區	餵魚區	餵魚區	餵魚區
進水口	進水口	進水口	進水口
南灣	南灣	南灣	南灣
眺石	眺石	眺石	眺石
潭子灣	潭子灣	潭子灣	潭子灣
小灣	小灣	小灣	小灣
船帆石	船帆石	船帆石	船帆石
香蕉灣	香蕉灣	香蕉灣	香蕉灣
鵝鑾鼻	鵝鑾鼻	鵝鑾鼻	鵝鑾鼻
其他：	其他：	其他：	一塊石
			大老鼓
			小老鼓
			獨立礁
			大浮沙
			小浮沙
			七星礁

表 3-3 墾丁地區遊憩活動種類、地點及從事人次（90 年底調查統計資料）

活動	地點	人次	備註
陸域活動	全區域	89 年約 4,000,000 人	按墾管處統計資料換算
夜生活	墾丁、恆春及各渡假中心	假日每日約 7000-8000 人，平日 3000-3500 人	按墾丁地區約 2600 間房，每房以 3.5 人計。
住宿	墾丁、恆春及各渡假中心	約 1,700,000 人	2600 房*3.5 人*0.5*365 天
磯釣	沿岸及各港口		
游泳戲水	南灣、墾丁、白砂		
潮間帶活動	萬里桐、紅柴坑、出水口、眺石、青年活動中心、船帆石、鵝鑾鼻、佳樂水		
海上遊覽	後壁湖		娛樂漁船 76 艘
船釣	後壁湖		
海底半潛艇	紅柴坑		2 艘
衝浪	南灣、風吹砂		
風浪板	南灣		
水上摩托車	南灣、香蕉灣		100-150 艘
香蕉船	南灣、出水口左右側、白砂、萬里桐、香蕉灣		15-25 艘
快艇	南灣、出水口左右側、白砂、萬里桐、香蕉灣		與上項使用同一批
浮潛	見表二	90 年約 190,000 人次	◎本年尚有營運 83 家◎89 年約 150,000 人
水肺潛水	見表二	90 年約 5,600 人次 出租氣瓶約 10,800 支	5-6 艘專業潛水船
水底漫遊			僅 1 家營運

表 3-4 墾丁地區潛點統計

地點	浮潛	教學及遊憩水肺潛水	捕獵潛水
後灣			
石珠		★	
萬里桐	★	★	
山海			
紅柴坑		★★	
合界		★	★
白砂	★	★	
貓鼻頭		★	★
出水口右側	★★★	★★	★
出水口左側	★★★		
餵魚區		★	★
進水口			
後壁湖		★	
南灣	★		
跳石		★	
潭子灣			
小灣			★
船帆石	★★		
香蕉灣	★★	★	★
鵝鑾鼻		★	★
一塊石			★
大老鼓		★	★
小老鼓		★	★
獨立礁		★	★
大浮沙		★	★
小浮沙			★
七星礁		★	

★　　：偶爾去；★ ：普通常去；★ ★ ：最經常去

表 3-5 墾丁地區水肺潛水（SCUBA）人次統計

岸潛	船潛	潛訓	氣瓶
3850	1400	350	10875
5600 人			10875 支

本調查因受訪業者配合意願不高，調查期間亦承諾不透露原始資料，僅能就其中部份業者資料統計後推估。

表 3-6 墾丁地區水上摩托車活動數量與地點統計（90 年 10 月統計）

地點	萬里桐	白砂	後壁湖	南灣	大灣	小灣	船帆石	合計
數量	1	1	5	62	2	6	24	99

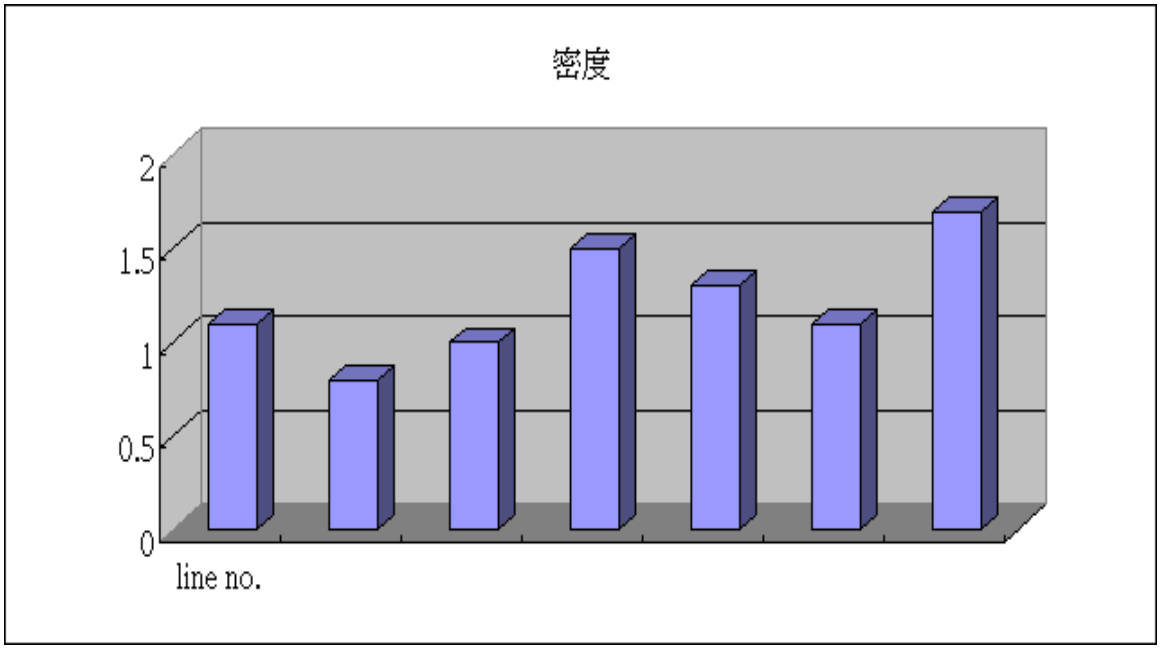
本次統計於 10 月進行，已有部份送修或上岸保養，故實際於夏天活動之水上摩托車應較本統計為多。

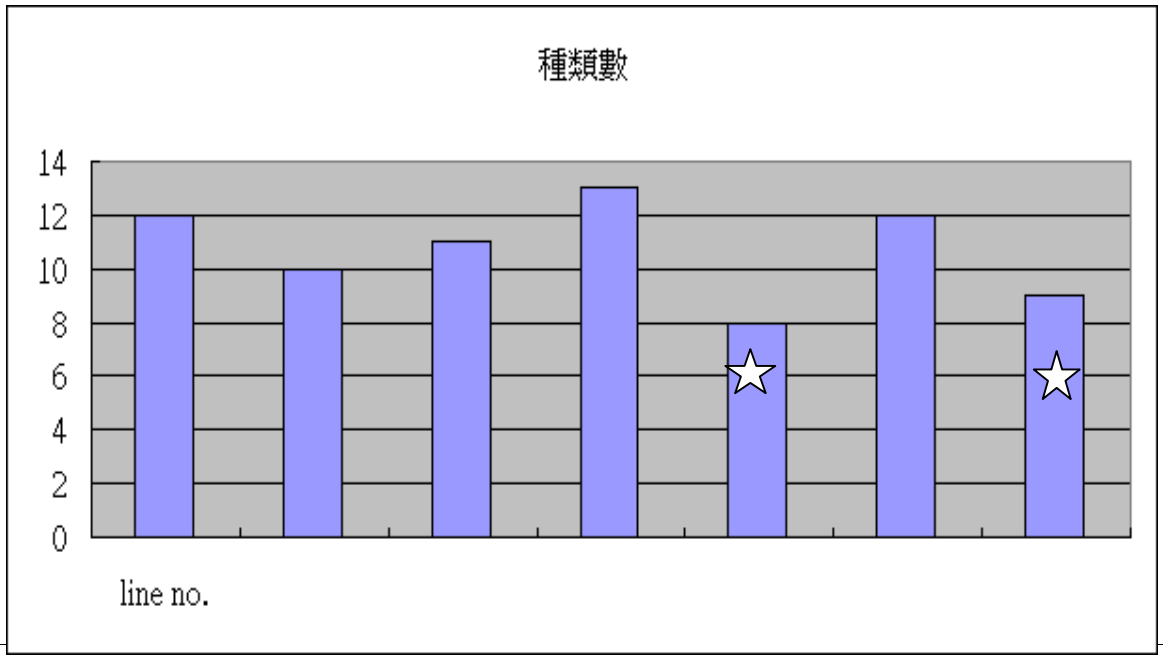
表 3-7 墾丁地區遊憩活動對海域造成的衝擊方式

活動	直接衝擊	間接衝擊	其他可能影響
陸域活動	垃圾	生活污水、海岸設施	
夜生活	垃圾	生活污水	光害
住宿	垃圾	生活污水	光害
磯釣	垃圾、捕撈	生活污水	
游泳戲水	垃圾、防曬油	沖洗污水	
潮間帶活動	垃圾、捕撈、踩踏		
海上遊覽	垃圾、船隻廢水	生活污水、海岸設施	
船釣	垃圾、船隻廢水	生活污水、海岸設施	
海底潛艇	船隻廢水、噪音	生活污水、海岸設施	
衝浪	防曬油	沖洗污水	
風浪板	防曬油	沖洗污水	
水上摩托車	防曬油、噪音	沖洗污水	廢氣
香蕉船	防曬油、噪音	沖洗污水	
快艇	噪音		
浮潛	踩踏、防曬油	沖洗污水	
水肺潛水	錨碇、踩踏、捕撈	沖洗污水	
水底漫遊	踩踏	沖洗污水、海岸設施	

表 3-8 以浮潛方式對出水口左側浮潛點進行珊瑚相調查結果

line	1	2	3	4	5	6	7
length（m）	15	20	16	12	13	15	12
ind. Numb.	16	15	16	18	17	16	20
density（ind. Numb./m）	1.1	0.8	1	1.5	1.3	1.1	1.7
speices numb.	12	10	11	13	8	12	9

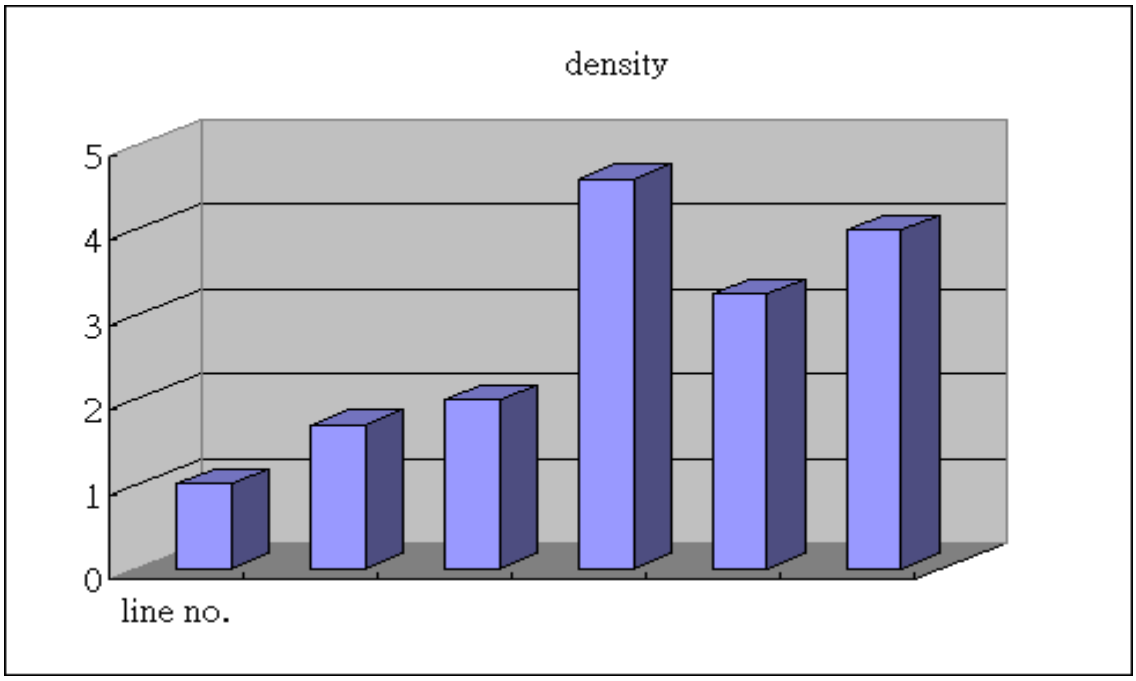




☆表示有脆弱的軸孔珊瑚

表 3-9 以浮潛方式對小灣浮潛點進行珊瑚相調查結果

line	1	2	3	4	5	6
length（m）	2	3	5	3	4	3
ind. Numb.	2	5	10	14	13	12
density（ind. Numb./m）	1	1.7	2	4.6	3.25	4
speices numb.	2	5	7	11	10	9



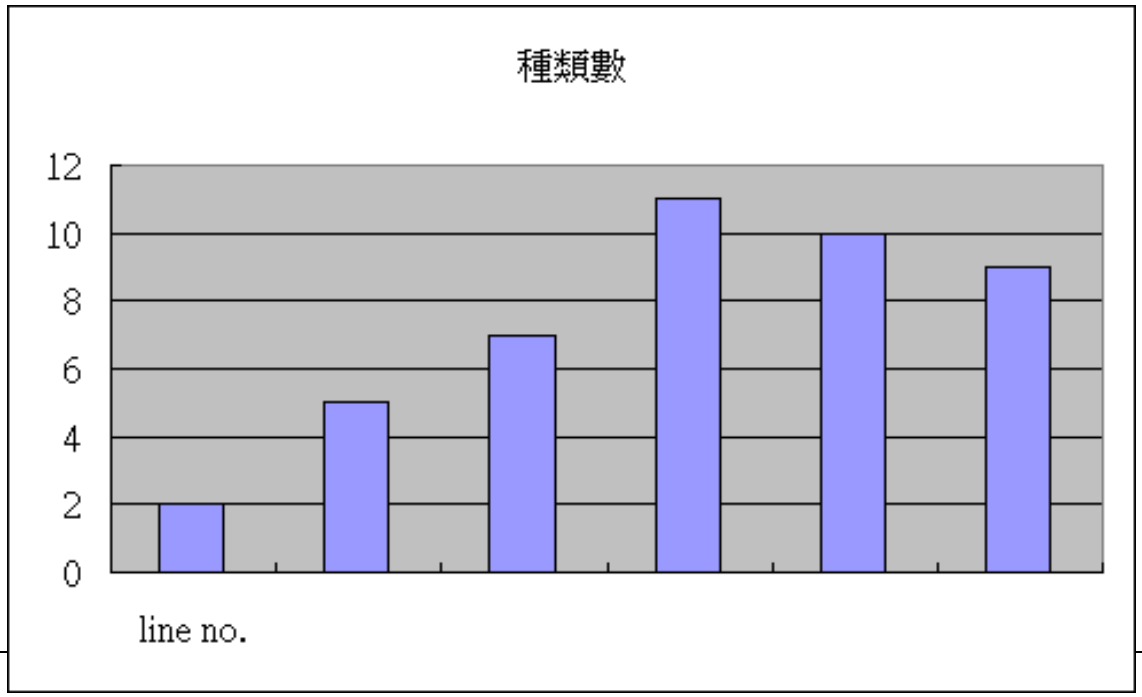
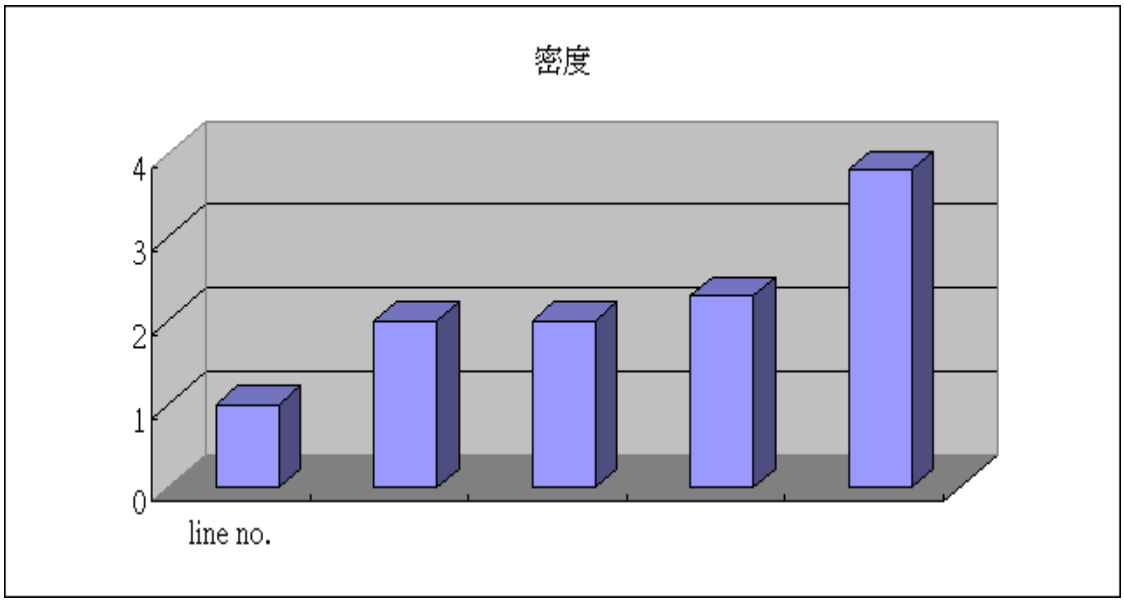


表 3-10 以浮潛方式對船帆石浮潛點進行珊瑚相調查結果

line	1	2	3	4	5
length（m）	2	2	2+1	3	4
ind. Numb.	2	4	6	7	15
density（ind. Numb./m）	1	2	2	2.3	3.8
speices numb.	2	3	5	4	7



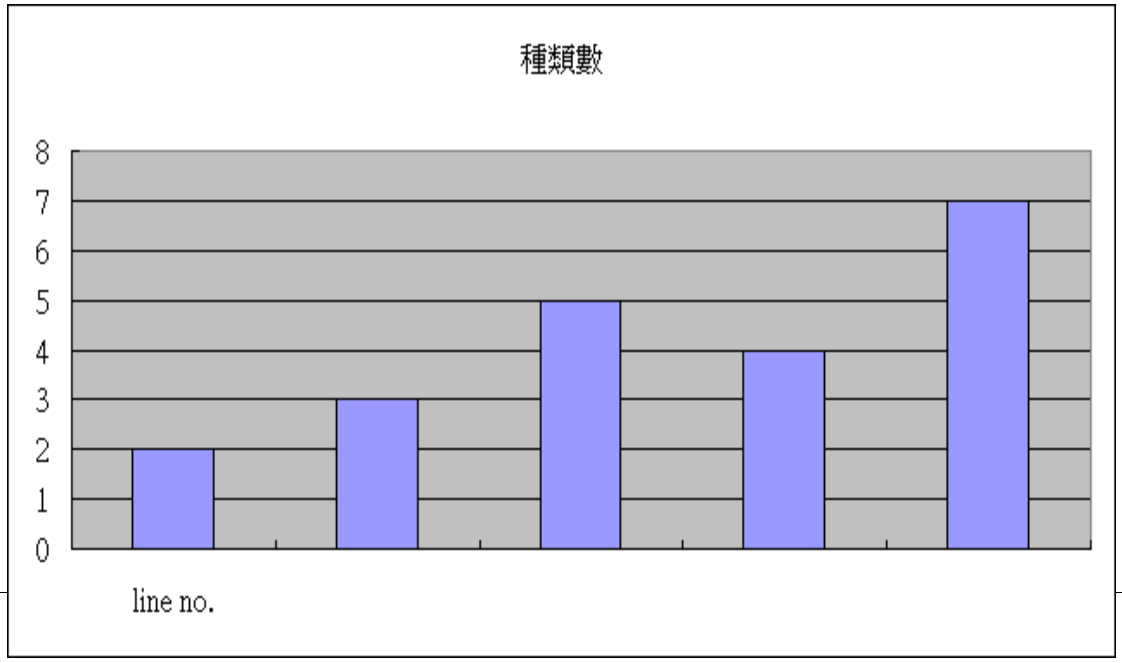
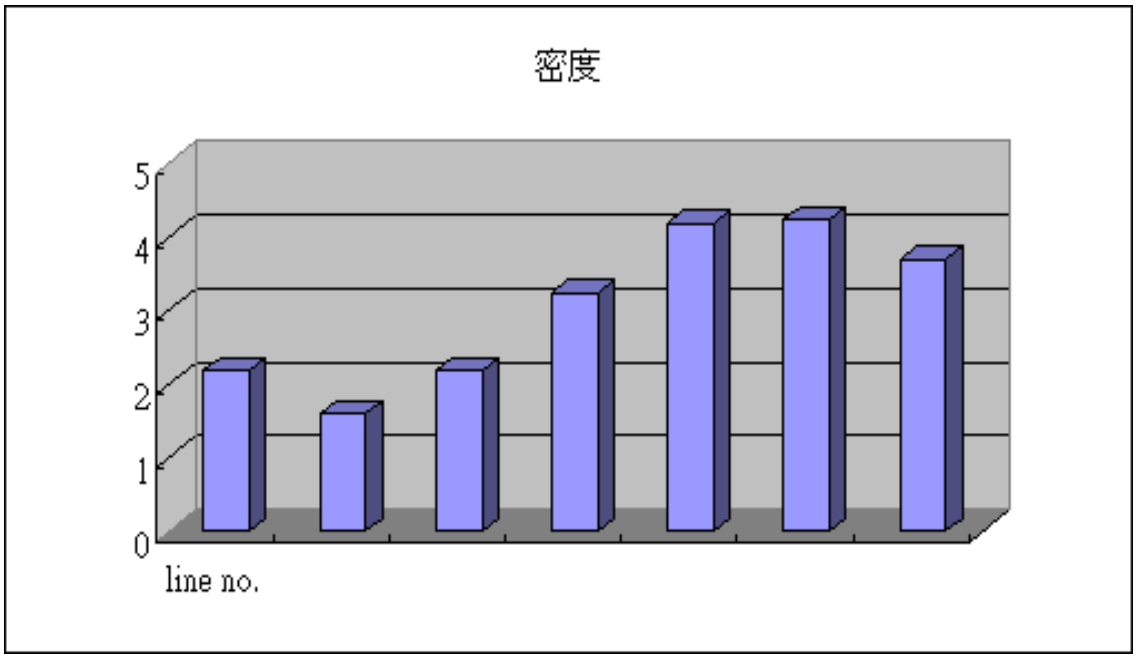


表 3-11 以浮潛方式對香蕉灣浮潛點進行珊瑚相調查結果

line	-1	0	1	2	3	4	5
length（m）	5	7	8+4	8	5	4	6
ind. Numb.	11	11	26	26	21	17	22
density（ind. Numb./m）	2.2	1.6	2.2	3.25	4.2	4.25	3.7
speices numb.	6	8	20	16	14	10	11



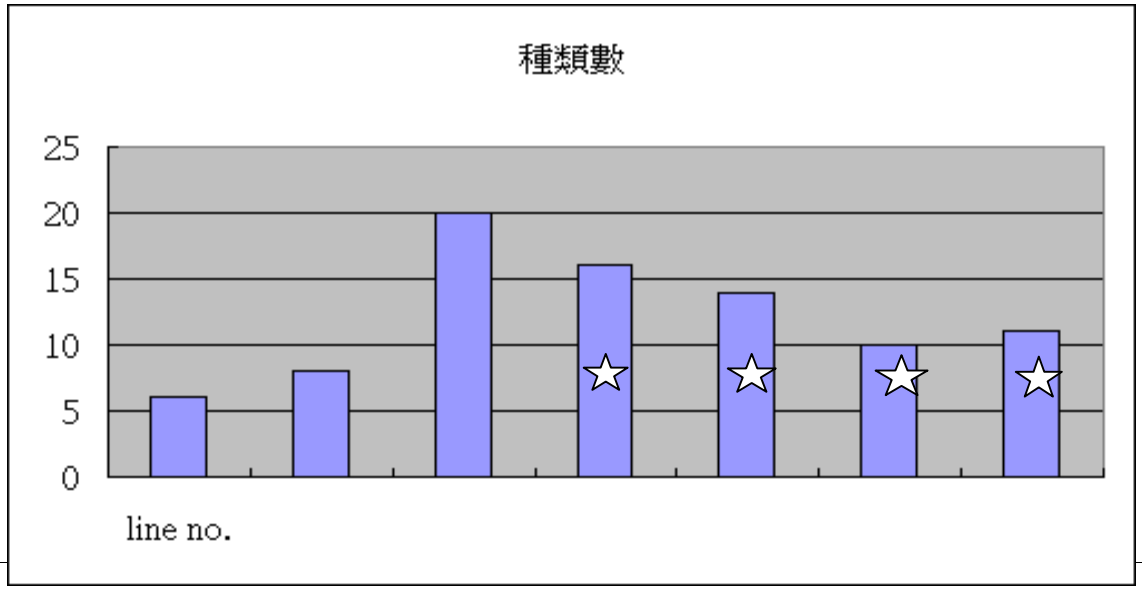
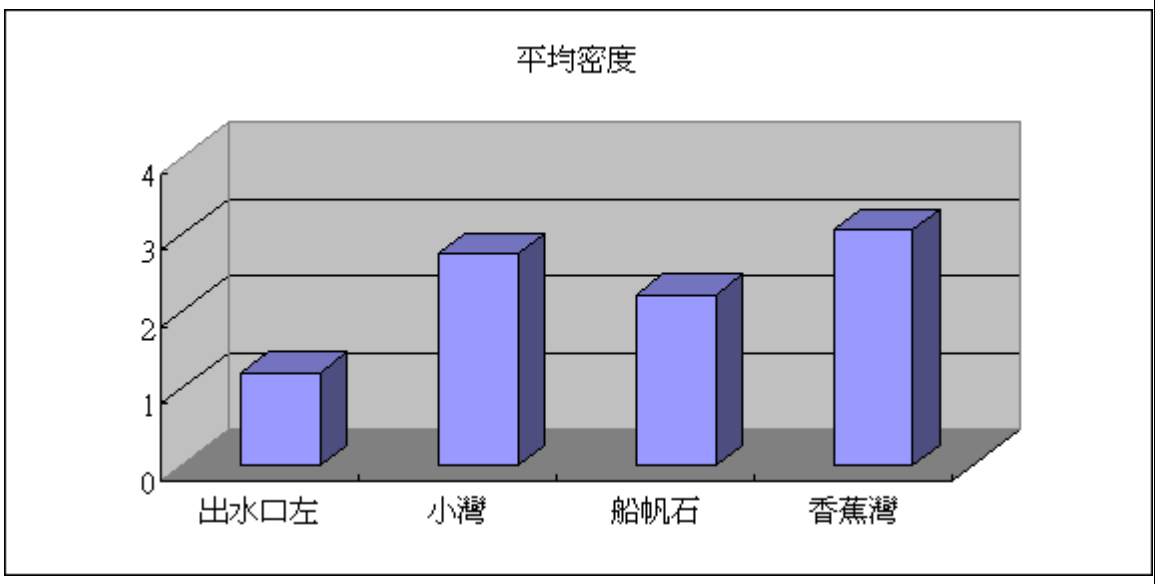
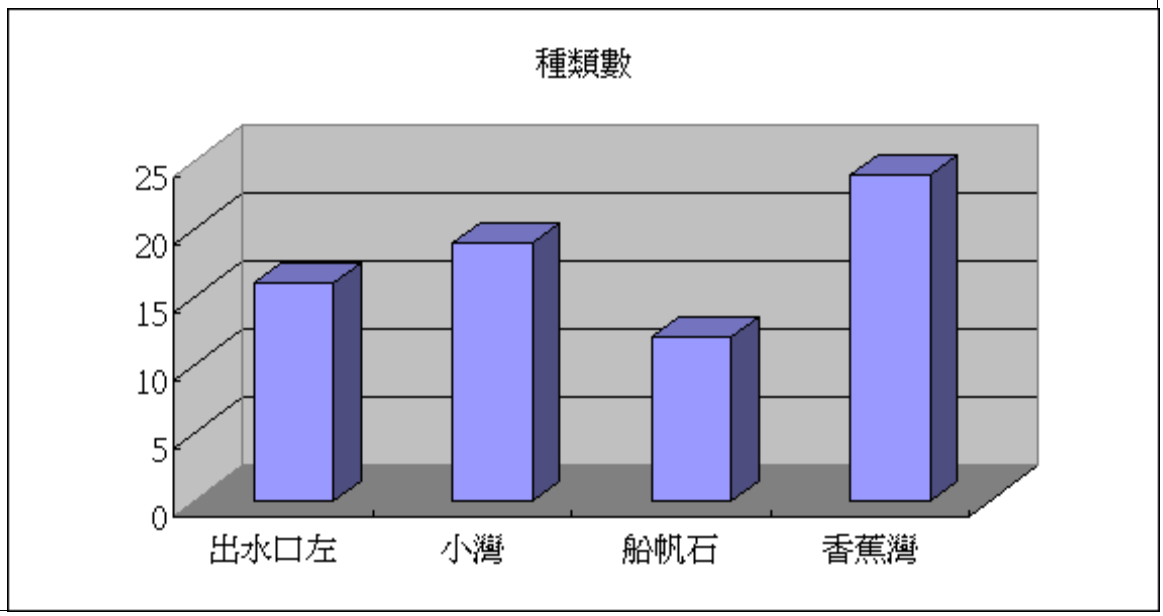


表 3-12 出水口左側、小灣、船帆石及香蕉灣浮潛點珊瑚相比較

	出水口左	小灣	船帆石	香蕉灣
平均密度	1.21	2.76	2.22	3.06
種類數	16	19	12	26



	出水口左	小灣	船帆石	香蕉灣
種類數	16	19	12	24



分支計劃三　墾丁國家公園海域之漁業活動

一、摘要

本漁業計劃從 90 年 5 月到 91 年 3 月份調查有以下幾項重點：

1、墾丁地區海產店主要食用魚類漁獲種類有，計有：鸚哥科(Scaridae)、刺尾鯛科(Acanthuridae)、鬚鯛科(Mullidae)、笛鯛科(Lutjanidae)、雀鯛科(Pomacentridae)、烏尾冬科(Caesionidae)、科(Carangidae)、藍子魚科(Siganidae)，季節性魚類：舵魚科(Kyphosidae)，較不常見或較少魚類：二齒魨科(Diodontidae)、白鯧科(Ephippididae)、鮨科(Serranidae)。 共計有 12 科 30 種以上之魚類，總計 8 戶標本戶 7 個月總漁獲重量 44037kg，購買金額 8034375 元。

2、恆春區漁會漁民標本戶 88 年度 10 月至 91 年 3 月總計捕獲觀賞魚種數量 21882 隻，交易金額 2,522,060 元，統計 40 科 117 種魚類，其中以鰻鯰科 3,910 隻、雀鯛科 2,354 隻、隆頭魚科 834 隻、蝴蝶魚科 684 隻最多。

3、恆春區漁會 90 年 7~12 月份及 91 年 1~3 月份主要拍賣食用魚種計有 8 個月份總漁獲量 356,647 kg 魚獲金額 46,476,963 元。

4、岸邊垂釣部分，後灣及出水口是釣客最多的地方。白天多數以輕磯釣為主，晚上則以重機釣為主。冬季輕磯釣的熱門目標魚種以白毛、黑毛、雙帶烏尾冬，此外也有鸚哥科、籃子魚科、雀鯛科、刺尾鯛科，晚上重機釣則以魚旨科、笛鯛科大型魚種為主，例如：紅曹、石斑魚等，灘釣之熱門目標魚種沙梭。

二、前言

墾丁國家公園地區，是國內唯一涵蓋海域的國家公園，也是台灣海洋生物多樣性最高的區域之一，已知魚類多達 1,200 種，造礁珊瑚也在 200 種以上，而這一片鮮豔美麗的生物與多變化的海底結構，形成了極重要的觀光資源。

由於墾丁國家公園地區美麗的風景，每年吸引無數的遊客，特別是假日短暫時間湧入大批人潮，而眾多遊客也相對對墾丁國家公園地區帶來大規模的衝擊，其中的漁獲行為(吃海鮮)，其年漁獲量甚鉅，且我們知道魚類是棲息在珊瑚礁中的主要脊椎動物，他們有與其他生物直接或間接存在著競爭、共生、寄生、捕食與被捕食之間的關係，再加上魚類的社會習性、領域性、生殖活動及群聚結構等影響海洋生態甚鉅，所以在人為活動對墾丁國家公園海域生態衝擊之長期監測研究計劃之漁業活動項目中，我們實際作田野調查，並收集、彙整墾丁地區相關漁業活動的資料，以了解漁獵行為對墾丁國家公園地區海域生態之影響。本計劃之目標在九十年五月起至九十一年五月止，收集、紀錄墾丁地區漁會、海產店的細部資料，包含漁獲量(月)、漁獲來源方式、魚種等資料，作詳細的統計，並由實地觀察了解墾丁地區

漁業行為及魚獵行為，對於海域生態有何直接或間接衝擊。

三、文獻回顧

捕撈珊瑚礁魚會對生態系產生直接的影響。魚類是棲息在珊瑚礁中的主要脊椎動物，它們與其他生物直接或間接存在著競爭、共生、寄生、捕食與被掠食之間的關係。魚類在此環境中可能扮演著肉食、草食、雜食或腐食的角色，加上其具有強大的移動性，因而能在眾多食物鍵結中，完成生產者（如藻類）與掠食者之間的聯繫功能。魚類的社會習性、領域行為、生殖活動及群聚結構等等特質影響共棲的其它生物甚巨。例如：藻類會與珊瑚競爭空間，因此某些以藻為食之魚類（如臭肚魚、鸚哥魚）的數量和珊瑚便間接產生關聯；又如某些魚類（如鱗鮀）獵食棘皮動物（棘冠海星），而後者以珊瑚為食；這些魚種經過人類的漁獵後數量減少，可能導致棘皮動物數目增加，進而使珊瑚被大量捕食。藻食性魚類和海膽也存在食物上的競爭關係；某些藻食性雀鯛會破壞珊瑚群體，而在珊瑚骨骼上培育藻類。除了與以礁石為棲所的生物互動，魚類也捕食棲息珊瑚礁間沙泥底質上的生物，在過程中所造成的擾動足以促進底棲物種替換的速率(Riegl, B. & Velimirov, B. 1991)。在熱帶珊瑚礁區可見的漁法以手釣、魚槍、毒魚、流刺網、拖網、圍網、定置網和延繩釣等（Dalzell 1995），不同的漁法有其捕獲的對象，因此人類的漁獵活動勢必對珊瑚礁生態造成衝擊（Rogers, C. S. 1990.）。漁業常造成藻食類與食魚魚類減少；藻類繁殖則與珊瑚苗競爭底質，珊瑚減少則可能降低食珊瑚蟲與其它無脊椎動物魚類。食魚魚類減少，被捕食的小型魚種（如雀鯛和隆頭魚）數量與多樣性增加。指出大型肉食性魚種若曾遭嚴重捕捉，需數十年的完全保護棲地才能恢復原有數量水準。

四、材料與方法

（一）漁業概況調查

實際拜訪墾丁地區漁民、魚販、海產店、個體戶、漁會以了解漁業活動及概況，進行漁獲數量統計，設計調查資料之種類、項目與數量，以評估墾丁國家公園地區具商業價值的魚種及數量，內容包括：

(1)漁業漁獲型態
(2)漁業人口數
(3)漁業經濟

（二）問卷調查及統計分析

針對性質分為食用魚及觀賞魚兩大部分，而食用魚的部分因調查對象的不同分為魚販、個體戶、海產店三種，但因本計劃以海產店作為調查重點，故此次僅提出海產店問卷結果，問卷內容以漁獲量、魚種為主，漁獲來源方式、捕獲方式、魚獲來源等紀錄為輔，此外，恆春區漁會每月均有其拍賣紀錄，我們每月固定拜訪，收集資料並加以彙整。觀賞魚的部分，以恆春區

漁會與水族業者之拍賣資料為重點方向。所取得之資料再經由統計分析。

（三)、背景資料

在介紹漁業活動及調查結果之前, 我們有必要先行介紹我們調查對象之性質及區分其資料如下：

1、海產店：

墾丁國家公園地區截至 2001.12.31 統計, 仍在營業的海產餐廳總計 75 家 (包含海產店、大型飯店、餐廳)，以及歇業之餐廳 13 家。

因供需及地域性的關係，所有的海產餐廳均集中於沿海公路上，而海產店的海產多半是提供給遊客食用，少部分提供給當地人；供給漁獲來源地點除墾丁地區沿海漁港及各沿海捕魚地點外，最大來源為東港漁港，而為調查之便及地域性，將海產店分為 A、B、C、D 四區，A 區為後彎到大光的西沿海公路，B 區為恆春鎮及車城到南灣的屏鵝公路，C 區為南灣到鵝鑾鼻，D 區為佳樂水地區。

其各組範圍、統計及相關資料如下：

目前各區營業之店數

A　　區：22 家
B　　區：7　家
B　區　恆　春　鎮：13 家
C 區(左側靠山路線)：21 家
C 區(右側臨海線)　：7 家
D　　區：5 家
總　　計：75 家

目前各區曾營業，但以歇業之店數

A　　區：龍秋、縣城
B　　區：許師傅、雅景、方延、照利、紀師傅
B　區　恆　春　鎮：尚介讚、真好味
C 區(左側靠山路線)：蜜月
C 區(右側臨海線)　：無
D　　區：東海
總　　計：13 家

2、魚販：

由墾丁地區之漁民及個體戶購買漁獲再轉手賣魚的行業，本年度調查結果，在墾丁地區有魚販的地點，計有後灣、山海、紅材坑、後壁湖、佳樂水等地，一般而言，這些魚販多半是在港口向漁民買魚，在轉手賣給海產店、市場、當地居民、遊客，其中以販賣給海產店的漁獲量最多。

3、漁民：

由恆春區漁會所提供之資料顯示，恆春半島地區漁船總計為 44 艘、機動竹筏 511 條、娛樂漁船 76 艘、舢舨 20 條，船員 4691 人。

(1) 漁船：較大型漁船，多以網具作為捕獲方式，其航行距離遠，持續性高，如果後勤補給足夠(油料充足、飲食足夠)，多半漁民會以外地作為捕獲區，已賺取更優厚的金額(蘭嶼、澎湖、小琉球、南沙群島、菲律賓外海)，此外漁船作業多半是在外海，捕獲對象多以迴游性魚類及深水區魚類為主。

(2) 竹排：小型漁船以一支釣、延繩釣、潛水打魚、流刺網方式捕捉魚獲，機動性高，但可航行距離短及持續性不高，故以當地沿海為工作範圍，其漁獲以墾丁地區珊瑚礁魚類及淺水區魚類為主。

4、個體戶：

由於失業率節節提昇，墾丁當地地區外移工作人口回流，增加地區性競爭壓力，在失業壓力、生活壓力之下，墾丁地區的漁業活動有了特殊的變化，有群失業人口、半失業人口(季節性變化，例：浮潛業者、潛水教練、救生員)或是兼差當副業的一群人，以浮潛打魚的方式，自行捕撈魚獲，自行食用、販賣或賣給海產店、魚販。

5、觀賞魚部分：

恆春地區得天獨厚的海洋資源使得漁業部分有兩種生產形式，一為食用魚另一為觀賞魚，本研究目的在了解恆春區漁會漁民的觀賞魚生產活動，藉由恆春區漁會提供之拍賣資料，做長期性監測研究之探討。

6、魚法漁具：

(1) 一支釣：一支釣漁業係使用動力或無動力漁船，以釣線一根或數根，並結釣勾線上，從事釣捕水產生物之作業。使用動力漁船者屬近海漁業；使用無動力漁 船者屬沿岸漁業。

(2) 延繩釣：顧名思義，延繩釣(longline)漁具的主要部分為一條長的幹繩(mainline 或 groundline)，在幹繩上結付許多較短的枝繩，而於枝繩末端連結已掛耳之

釣餌。

延繩釣的基本單元，是一條隨著於法形式而改變的特定幹繩長度，以一定的間距，結掛一定數量的釣勾枝繩(1~100 支)，數個延繩釣單元就可以形成一組的延繩釣具，一組延繩釣具可由小規模沿海漁業的數百公尺變化到大規模外洋性延繩釣漁業的50 公里以上。

(3)曳繩釣：曳繩釣漁業係使用動力漁船，於船尾拖曳釣繩，繩之末端結釣勾，利用假餌、活餌釣取表層的魚類，並曳行海中釣捕魚類之作業，為近海漁業之一。

(4)鏢刺漁業：鏢刺漁業多以旗魚為目標魚種，漁業係使用動力漁船，以鏢槍鏢捕魚類之作業，為近海漁業之一。

(5)潛水打魚：顧名思義既已浮潛或水肺潛水的方式，以魚槍獵捕魚隻。一般而言，魚槍分為兩種，一種為長槍，另一種為短槍，長槍須受槍械彈藥法管制，且多為白天使用，而墾丁地區的潛水打魚行為，以短槍(土製，短鋁合金槍，後綁上強力橡皮筋)為主，並為晚上作業。

五、結果

1、墾丁地區食用魚的漁業行為：

墾丁地區的食用魚漁業行為，其需求為透過中間處理(魚販、海產店、魚市場)流向遊客、當地居民、外地市場(高雄、台北)，供給主要是由為恆春區漁會及漁民、個體戶或海產店自撈自售提供。目前紀錄到的現象，最大宗的供需行為，為海產店、恆春魚會與遊客之間的漁業行為，故作為此計畫的主要調查重點方向。

2、觀賞魚的漁業行為：

墾丁地區的觀賞魚的漁業行為，需求主要為與本省各地水族業者，供給主要是由恆春區漁會及部分漁民、個體戶提供。獲得的資料為恆春區漁會所提供之資料，從 88 年 10 月至 91 年 3 月一共有 30 筆的交易行為，雖每一次交易的魚種、數量及金額均不一，但每一筆交易均相當龐大。經由實際拜訪的經驗，其供需細節如下

(1)供給(恆春區漁會)：

所拜訪的對象表示，只要是海況好，幾乎是每天晚上出海浮潛捕魚，其地點多是在後壁胡、出水口左右側一帶，網到魚後帶上岸暫放養在魚缸裡暫養一陣子，等到魚數量到一定程度，在分送到各地需求地。

(2)需求(海景公司)：

海生館於籌備初期除了由各地魚類供應商提供漁獲來源，例如東沙、南沙海域，以及民間養殖人工觀賞魚外，亦委託恆春區漁會帶為收集，此外外地大型水族市場亦是需求來源。

3、墾丁地區海產店的漁獲產量與產值：

(1)海產店漁獲來源：

整體而言，墾丁地區海產店的漁獲來源，據當地居民及海產店老闆表示約有五成是來自東港，而主要使用來自東港漁獲的海產店包括 B 區各海產店、大型餐廳(農舍、海中天、牛耳)，C 區墾丁地區各海產店及大型飯店(凱薩、歐克、海洋世界、YOHO 麗致渡假村)。原因是墾丁地區佔連接屏東與恆春地區的屏鵝公路之地利方便，再加上這些地點的海產店尤其是大型飯店需要大量且穩定的漁獲來源，所以均以東港為漁獲需求來源，由於本分支計劃主要是藉由漁業行為的背景資料來研究墾丁國家公園地區的珊瑚礁魚類的生態，故要排除經由外地來的食用魚種，包含來自高雄、東港及遠洋漁船捕獲之外地魚種。所以本分支計劃調查時必須要排除這些海產餐廳。而其餘的海產店所使用的漁獲大部分是以本地種的珊瑚礁魚類，但也有來自東港及外地漁獲，簡而言之沒有一家海產店，所使用的海產全部是本地漁獲，或多或少都有來自東港或外地的食用海產，例如：蛤仔、海瓜子、蝦、龍蝦、石斑魚、蚵仔等。

(2)使用本地漁獲海產店漁獲來源地：

依據問卷結果及各標本戶、漁民、魚販、當地人表示，整個墾丁地區沿海海岸線均有捕撈行為(後灣→佳樂水)，只有多寡、季節、海況及漁民港口所在地不同而有地點性的異動，但根據問卷及長期實際觀察的結果，主要來源地為後灣、萬里桐、山海、紅柴坑、後壁湖、香蕉灣、龍坑、風吹沙、佳樂水一帶海域。

(3)使用本地漁獲海產店的產量與產值

墾丁地區使用本地漁獲的海產店因區域、地點、規模、作業方式、知名度的不同，所需的漁獲量有很大的差異，目前訪問到的現象及問卷結果，有的海產店年漁獲銷售量有 10000 公斤以上，但有的則連 1200 公斤都不到，其魚獲來源多半是來自當地魚販及自撈自售其他也有來自漁民及個體戶。墾丁地區海產店標本戶 90 年 8~12 月份及 91 年 1~3 月份食用魚種類、重量、金額之統計調查結果，請參考附錄，圖表海產店 4.1.1~4.1.8。

所有統計資料由墾丁地區固定海產店標本戶調查問卷整理分所得，但由於 90 年 5、6 月做資料初步的分析，90 年 7 月份統計海產店家數，90 年 8 月份開始問卷調查，但 90 年 9 月份因颱風過於頻繁，使得資料不齊全，故在此不提出 90 年 9 月份問卷資料。此外，因為在一開始建立標本戶時，受到很多阻力，再加上墾丁地區部分海產店標本戶有旺季與淡季的變化，在沒有前例經驗可尋之下，我們在標本戶資料上也有部分變動。例：標本戶 1~5 沒有

變動，標本戶 6~8 於 10 月及 11 月有更動，改為標本戶 9~11。

本漁業計畫海產店問卷戶資料收集工作，一律在月中及月底收集資料。截至 91 年 3 月份，調查期間為 90 年 8、10~12 月及 91 年 1~3 月，共計 7 個月份 222 份有效問卷資料，問卷內容以漁獲種類及重量為主，另外並加註漁獲來源及地點，做海產店漁業概況調查分析。

90 年 8 月份魚獲總重 2,810kg 漁獲金額 500,850 元；90 年 10 月份漁獲總重 2,850kg 漁獲金額 592915 元；90 年 11 月份漁獲總重 6,675kg 漁獲金額 1,331,835 元；90 年 12 月份漁獲總重 6,876kg 漁獲金額 1210170 元；91 年 1 月份漁獲總重 6,453kg 漁獲金額 1,255,515 元；91 年 2 月份漁獲總重 9218kg 漁獲金額 1,651,415 元；91 年 3 月份漁獲總重 9155kg 漁獲金額 1,491,675 元。總計 7 各月份所有漁獲總重 44,037 公斤，總漁獲金額 8,034,375 圓。請參考附錄，圖表海產店 4.1.1~4.1.8。

4、恆春漁會產量與產值：

整個恆春半島地區作業漁民均屬於恆春漁會，其沿海漁撈業依魚具漁法不同，有不一樣的漁獲量及交易金額，一般而言恆春漁會漁獲以一支釣法、延繩釣法、曳繩釣法、鏢刺漁業為主。

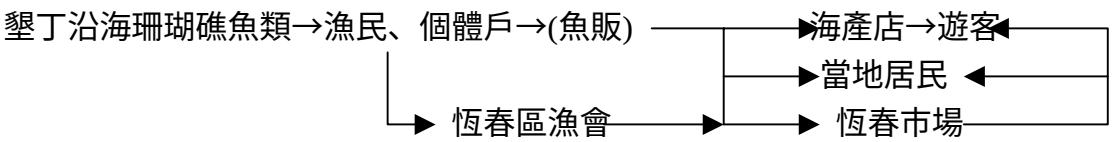
所有的資料均是由恆春區漁會提供，資料為本月取得上個月份的資料，本漁業計劃提供之漁會資料到 91 年 2 月份為止，調查期間為 90 年 7~9 月 91 年 1~2 月，共計 8 個月份資料。所有資料及統計數字由恆春區漁會和魚市場魚獲產量及產值拍賣所得，我們以 3 個月為一季，以季報的形式提供詳細的資料，分為恆春半島沿海漁獲種類、產量、產值之調查統計結果。90 年 7 月魚獲總重 36,444kg 漁獲金額 5,862,125 元；90 年 8 月漁獲總重 33,109kg 漁獲金額 5,060,525 元；90 年 9 月漁獲總重 24,653kg 漁獲金額 3,783,710 元；90 年 10 月漁獲總重 36,404kg 漁獲金額 4,505,810 元；90 年 11 月漁獲總重 32,437kg 漁獲金額 3,824,340 元；90 年 12 月漁獲總重 49,108kg 漁獲金額 5,622,145 元；91 年月 1 月 95,130kg 漁獲金額 11,906,000 元；91 年月 2 月 49,362kg 漁獲金額 5912308 元，共計 8 各月份總漁獲量 356,647kg 漁獲金額 46,476,963 元。請參考附件表 4.2.1~4.2.16 圖 4.2.1~4.2.2。

5、觀賞魚的產量與產值：

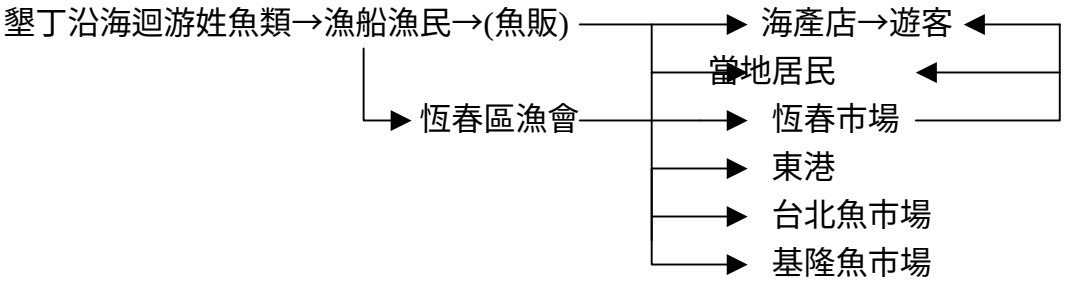
此份資料由恆春區漁會漁民標本戶提供，提供日期為 88 年 10 月份至 90 年 8 月份為止，魚種共計為：88 年度 33 科 104 種；89 年度 39 科 113 種；90 年度 23 科 72 種。觀賞魚產量及產值為 88 年度 3,651 隻 505,795 元；89 年度 11,993 隻 1,821,890 元；90 年度 6,238 隻 194375 元。請參考附件資料，表 4.3.1~4.3.3 圖 4.3.1~4.3.6

6、漁業流程圖：

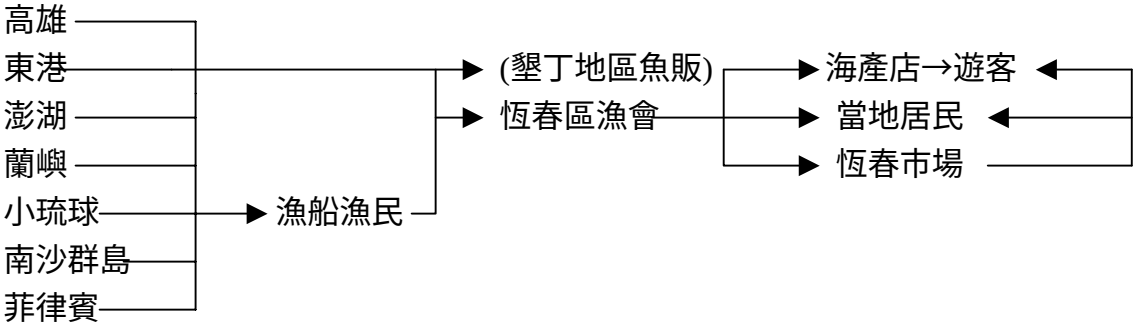
(1) 珊瑚礁食用魚種漁業流程



(2) 迴游姓食用魚種漁業流程



(3)外來食用魚種漁業流程



7、魚種：

(1)海產店標本戶食用魚種：

由實地拜訪海產店標本戶得知，墾丁地區常見的食用魚類，計有：鸚哥科(Scaridae)、刺尾鯛科(Acanthuridae)、鬚鯛科(Mullidae)、笛鯛科(Lutjanidae)、雀鯛科(Pomacentridae)、烏尾冬科(Caesionidae)、　科(Carangidae)、藍子魚科(Siganidae)，季節性魚類：舵魚科(Kyphosidae)，較不常見或較少魚類：二齒魨科(Diodontidae)、白鯧科(Ephippididae)、鮨科(Serranidae)。 共計有 12 科 30 種以上之魚類。

鸚哥科之魚種以鸚哥魚屬(*Scarus*)的 紅紫鸚哥魚(*Scarus rubroviolaceus*)及藍點鸚哥魚(*Scarus ghobban*)最為常見，此外，雜紋鸚哥魚(*Scarus rivulatus*)、疣鸚哥魚(*Scarus oedema*)、鮑氏鸚哥魚(*Scarus bowersi*)、綠頷鸚哥魚(*Scarus prasiognathos*)、史氏鸚哥魚(*Scares schlegeli*)、福氏鸚哥魚(*Scares forsteni*)均有在海產店出現過的紀錄。刺尾鯛科之魚種在海產店最為常見的目標魚種，為刺尾鯛屬*(Acanthurus)*的杜氏刺尾鯛(*Acanthurus dussumieri*)(倒吊)及布氏刺尾鯛(*Acantharis bleekeri*)(浮水吊)最為常見，線紋刺尾鯛(*Acanthurus lineatus*)有出現

過之紀錄但較少，鼻魚屬(*Naso*)(剝皮)，雖然也有，但處理起來麻煩(外皮要撥除，故賣像不好)，則很少出現於海產店，較常出現之魚種，計有老氏鼻魚(*Naso lopezi*)、高鼻魚(*Naso vlamingii*)、短喙鼻魚(*Naso brevirostris*)、環紋鼻魚(*Naso annulatus*)。鬚鯛科(秋姑)以海鯡鯉屬為主，其中以圓口海鯡鯉(*Parupeneus cyclostomus*)、黑斑海鯡鯉(*Parupeneus leucostigma*)、大型海鯡鯉(*Parupeneus spilurus*)最為常見。笛鯛科多以笛鯛亞科(Lutjaninae)的笛鯛屬(*Lutjanus*)為主，包含(赤筆仔)：四線笛鯛(*Lutjanus kasmira*)、五線笛鯛(*Lutjanus quinquelineatus*)、孟加拉笛鯛*(Lutjanus bengalensis*)、胸斑笛鯛(*Lutjanus carpontatus*)、火斑笛鯛(*Lutjanus fulviflamma*)；紅曹：銀紋笛鯛(*Lutjanus argentimaculatus*)；海雞母：海雞母笛鯛(*Lutjanus rivulatus*)。擬烏尾冬屬則為，青雞仔：藍色擬烏尾冬(*Paracaesio caeruleus*)、黃雞仔：黃擬烏尾冬(*Paracaesio xanthrus*)。雀鯛科以豆娘魚屬(剪破布)為主，包含較常見的條紋豆娘魚(*Abudefduf vaigiensis*)、六線豆娘(*Abudefduf sexfasciatus*)。烏尾冬科則以雙指烏尾冬屬的雙帶烏尾冬(*Pterocaesio diagramma*)為主。藍子魚科以藍子魚屬(臭肚魚、象魚)的褐藍子魚(*Siganus fuscescens*)為主，其次為點藍子魚(*Siganus guttatus*)。請參考附錄，圖表海產店4.1.1~4.1.8。

(2)恆春漁會食用魚種：

資料為恆春漁會提供之各月份漁業生產量月報表，計有鸚哥科、刺尾鯛科、舵魚科、鬚鯛科、鯖科(Scombridae)、正旗魚科(Istiophoridae)、烏尾冬科、金線魚科、笛鯛科、　科、鮨科、鯙科(Muraenidae)、　科(Scorpaenidae)、大眼鯛科(Priacanthidae)、龍占科(Lethrinidae)、藍子魚科、雀鯛科、丫髻鯊科(Sphyrnidae)、長尾鯊科(Alopiidae)、鼠鯊科(Lamnidae)、鯨鮫科(Rhincodontidae)、金梭魚科(Sphyraenidae)、鬼頭刀科(Coryphaenidae)共計 23 科 77 種及其他雜魚類。請參考附件表 4.2.1~4.2.16。

(3)恆春漁會漁民標本戶觀賞魚種：

由恆春漁會漁民標本戶提供之三年資料，計有大眼鯛科、天竺鯛科(Apogonidae)、牛尾魚科(Platycephalidae)、白鯧科、石鱸科(Haemulidae)、印魚科(Echeneididae)、刺尾魚科、狗母魚科(Synodontidae)、虱目魚科(Chanidae)、金線魚科(Nemipteridae)、金鱗魚科(Holocentridae)、毒　科(Synanceiidae)、海龍魚科(Syngnathidae)、海鰻科(Muraenidae)、烏尾冬科、真鱸科(Percichthyidae)、鬼頭刀科、笛鯛科、舵魚科、雀鯛科、　科(Bothidae)、　科、　科、單棘鮐科(Monacanthidae)、湯鯉科(Kuhliidae)、隆頭魚科(Labridae)、管口魚科(Aulostomidae)、蓋刺魚科(Pomacanthidae)、銀漢魚科(Atherinidae)、銀鱗鯧科(Monodactylidae)、銀鱸科(Gerreidae)、蝴蝶魚科(Chaetodontidae)、蝦虎科(Gobiidae)、龍占魚科(Lethrinidae)、鮨科、藍子魚科、鯖科、鯙科、鬚鯛科、鰻鯰科(Plotosidae)、鰻鱺科(Anguillidae)、鱗鮐科(Balistidae)、鷹斑鯛科(Aplodactylidae)、鸚哥魚科。魚種共計為：88 年度 3 個月份 33 科 104 種、total 金額 505795 元；89 年度 6 個月份 39 科 113 種 total 金額

1821890 元，90 年度 4 個月份 23 科 72 種 total 金額 194375 元，總計 40 科 117 種魚類，其中以鰻鯰科(Plotosidae)3910 隻、雀鯛科 2354 隻、隆頭魚科 834 隻、蝴蝶魚科 684 隻最多。請參考，表 4.3.1~4.3.3。

8、魚價：

(1) 季節(供需)：以經濟學的角度而言，當供給大於需求時，魚價會下跌，相反的需求大於供給時，魚價會上漲，部分魚種有所謂的產季例如：黑毛(*Girella melanichthys* 黑瓜子 、*Girella puncatata* 瓜子 或斑己魚)、白毛(*Kyphosus cinerascens* 天竺舵魚)就有此種情形。

(2) 大小：一般而言，同一種魚或龍蝦，是越大越值錢，但也有其特殊情況，例如珍合味海產店老闆表示，以鸚哥為例，過大的鸚哥魚，在上菜時需切成好幾塊使得賣相差了許多，或者太大不容易賣散客，故價格不升反降，又以天天來老闆所表示，有些魚是越大肉質越差，例：倒吊、鸚哥，所以價格也是往下降。

(3) 等級：當地人將本地魚產出分為三等級，上、中、下三等級，例如：

下等魚：臭肚魚等被列為雜魚，魚價大約為 50~100(元/公斤)

中等魚：秋姑魚，約為 200(元/公斤)左右

上等魚：鰻魚、海雞母、石斑等，魚價為 500~800(元/公斤)

(4)種類：同一科常有多屬多種的情形，以倒吊為例，杜氏刺尾鯛 (倒吊)及布氏刺尾鯛(浮水吊)在價錢上就有所差異，依據海產店問卷結果顯示，倒吊一公斤價格在 80~150 元；浮水吊則在每公斤 120~200 元，具海產店老闆表示，浮水吊肉質較好，且產量不大故價錢較貴。

(5)契約：由恆春漁會與本省各地水族業者訂定魚種、大小價錢，獲由漁民自行與水族業者洽談，此外部分自撈自售海產店的老闆表示，他們有固定打魚的員工，所以價錢也是定好的。

9、墾丁地區的釣漁活動

墾丁國家公園沿海一帶均是良好的釣魚場所，假日甚至非假日均有釣客在釣魚，其釣之漁獲雖不大但也是值得深入研究的議題之一，由於是期中報告時要求加入調查，故我們在十一月份展開調查。

儘管墾丁沿海一帶均是釣魚場所，但也有幾個較熱門的釣魚場所，如後灣、石株、山海、紅柴坑、出水口、香蕉灣、鵝鑾鼻、港口溪一帶沙灘。其中以後灣及出水口為最熱門及釣客最多的地方。

白天多數以輕磯釣為主，晚上則以重機釣為主，此外港口溪一帶沙灘也有灘釣。冬季輕磯

釣的熱門目標魚種以白毛、黑毛、雙帶烏尾冬，此外也有鸚哥科、籃子魚科、雀鯛科、刺尾鯛科，晚上重機釣則以鮨科、笛鯛科大型魚種為主，例如：紅曹(銀紋笛鯛)、石斑魚等，灘釣之熱門目標魚種砂梭。

儘管墾丁地區有為數眾多的釣點，但以出水口為主要釣點，而因為東岸地區風浪過大，釣客變異性太大，故我們以西岸沿海為調查重點。91 年 1 月份共計 4 次拜訪共計 79 人次釣客，2 月份共計 6 次拜訪共計 87 人次釣客，3 月份共計 4 次拜訪共計 71 人次釣客，由於我們以出水口為釣魚重點地，所以每一次的拜訪以抽樣 10 人次的方式作調查，其餘地點則隨機抽樣 0~5 人次(因為有時沒有釣客)。其結果如表附錄 4.4.1~4.4.3。

六、討論

1、執行計劃遇到的困難

(1)休息時間：在從事拜訪活動時，必定不可以打擾其拜訪對象，所以都必須選擇其休息時間，但每一標本戶的地點、營業方式、習慣均不相同，且一天之內有二次營業時間及準備時間(中午、晚上)，所以時間上很難去掌握，所以再拜訪時，常常時間上的問題，以至於無法順利達成任務。

(2)配合度：不是所有的拜訪對象都願意接受問卷訪問，通常在第一次拜訪時，正所謂見面三分情，其拜訪對象多半都很熱心、禮貌，但時間一久，過於常去或是太常打電話拜訪，這些負責人也會厭煩，甚至從此不接受訪問。

(3)觀念：在拜訪時，常常有很多不愉快的經驗，尤其是拜訪對象惡言相向時，而通常這種情況是其標本戶存在對政府不滿的觀念，而我們又算是吃公家飯的，常常是這些當地居民，把我們當成政府代表，一進去拜訪表明身分之後，便批頭就罵，而無論我們如何解釋溝通，就是聽不進去。

(4)經費不足：本來此漁業計劃是希望能做到，墾丁地區 20 名標本戶，每個月 30 份的問卷，由標本戶每日填寫，每個月收一次，預計從 9 月份至隔年 4 月份，一共 4800 份問卷，但因經費不足，只能一個標本戶一個月給 2000~3000 元，所以沒有任一標本戶願意配合，再加上各標本戶配合問卷拜訪的意願不高，所以基本上這個辦法很難達成。

(5)天候：90 年颱風天甚多，以致於拜訪標本戶的機會變少，就算拜訪到標本戶，也因為颱風及天候關係，使得資料變異性太大或可信度降低。

(6)魚種學名與俗名：在建立魚種資料庫時，我們發現到一個很大的問題，墾丁地區食用魚或觀賞魚的漁業行為均是以俗名來作為區分，加上沒有前例經驗及詳細文獻，所以花了很長的時間及人力核對魚種學名及俗名。

2、問卷資料調查之綜合分析

由於沒有墾丁地區漁業活動相關文獻資料及前例經驗可尋，故在設計問卷之初，是一種不斷的嘗試，但在幾個月的工作中，我們發現到若干缺失，並不斷加以改進，所以雖然八月份的問卷有若干缺失，再加上剛開始海產店負責人都有戒心，使得問卷資料有所缺失，但已將缺失改進。設計的重點在於紀錄當日及昨日進魚獲之種類、重量及魚價，並記錄漁獲來源地點及漁獲方式。

3、海產店問卷資料之討論

(1)老闆態度：儘管已取得老闆信任，但老闆所給的資料依舊有所保留，例：阿利海產店，此外所給的資料多為大約數，例如：5 公斤、10 公斤、15 公斤或者是 7~8 公斤、4~5 公斤亦或是 200~250 元、300~350 元等，如此一來我們只能按照老闆給的數據並平均在乘以 30，所以數據上也會因此而有差距。

(2)問卷頻率：一個月兩個梯次，四到六份問卷，會有魚種、漁獲量及進貨的誤差。(4~6 份問卷是問當天及昨天，如果連續掛零則另外調查一次)。

(3)天候：十一月份開始有落山風的現象，海況並不理想，所以漁民及個體戶出海捕魚的天數受限，因此海產店標本戶的漁獲量也有異動。

(4)外來魚種：並不是海產店所有的漁獲均是本地產，以興旺海產店為例：該海產店只進海雞母笛鯛 *Lutjanus rivulatus* (海雞母)及隆背笛鯛 *Litanies gibbus* (紅雞仔)其餘均是由東港供應，故本地魚獲進價數據與總進價數據有差。

(5)海產店的異動：隨著落山風季節及冬天淡季的影響，部分標本戶已幾乎是停止營業的狀態(阿文、海珍味)，故標戶有所異動，前五戶沒有異動，後三戶是新加入的。

(6)旅遊旺季與淡季：墾丁國家公園地區旅遊旺季為暑期 7~9 月，其次為學生畢業旅行 10~11 月，而隔年的農曆年假及春假也為旺季，此外每逢星期假日為一個星期之旺季，其餘皆為淡季。故此海產店在進魚貨時也有很大的差異，以一個星期為例，禮拜六日遊客量暴增，海產店因應市場需求在星期五六大量進魚貨，提供隔日遊客需求；同樣的，以整體而言在旅遊旺季時海產店大量進魚貨，在淡季時則反，甚至有暫停營業的情況。

(7)海產店漁獲種類：墾丁國家公園地區所孕育出的魚類，種類繁多且多樣化，觀賞魚類如此，食用魚種亦是如此，但海產店販賣的漁獲其需求以好吃、好賣為主的商業魚種為主，其他科如蝦虎科、隆頭魚科等則被列為雜魚類，鮮少有被食用的情況，故無法調查，並列為其他計劃的背景資料。

七、檢討與建議

1、 本計劃是第一年執行，問卷標本戶和研究單位的互信剛開始是有一段的落差，一方面這些海產店位於（或鄰近）國家公園內，其所販賣之海產大多來自墾丁國家公園海域，對於漁獵行為或多或少都有點心虛，另一方面，他們對於這一類的學術研究（漁獲問卷調查）並不了解，以為我們是稅捐單位委託來調查他們收入，以便課稅，因此對於我們的訪談均不是很配合，經過 3~4 個月的接觸和說明，終於取得大多數問卷戶的信任，也願意配合問卷填寫。今年度我們是以每月每戶 4~6 次的問卷調查，今年度希望問卷次數能夠增加，以增加問卷資料的準確度。

2、 魚種的確立，目前我們問卷資料顯示漁獲重量僅以科（family）為單位，上無法將種（species）量化，我們希望今年度能達到此一目標。

3、 今年度除了海產店問卷戶外，我們希望能從生產面，也就是直接從事漁撈活動的漁民建立標本問卷戶，以了解第一線的漁獲資料，以及漁獵範圍。

4、 位於本研究所獲得的結果，可提供墾管處了解墾丁漁獵行為是否合法，漁獵地點是否於保護區內進行，對於高消耗的魚種及數量有個具體量化的數字，在另外的研究中去了解這些高消耗的魚種在墾丁海域自然族群的數量，其稚魚補充群是否能維持族群數量，如無法維持族群數量，是否對於這些魚種進行禁魚或復育，將有科學上量化的數據可提供決策單位參考。

八、引用文獻

1、方力行、李展榮、連壯林、鄭火元、賴森煌、韓僑權 (1999)，常見魚介貝類。高雄市政府建設局漁業處印製。308 頁。

2、方力行、邵廣昭、廖正宏、謝雨生、丘臺生、余延基、陳章波(1991)，彰化縣及台中縣沿海地區漁業調查研究。國立中山大學還羊資源研究所

3、沈世傑主編(1993)台灣魚類誌。國立台灣大學動物系印製。960 頁。

4、沈世傑(1984)台灣魚類檢索。南天書局。台北。533 頁。

5、林俊辰譯(1998.2)，延繩釣漁業技術與魚類對釣具的生態行為，版權代理/博達著作權代理有限公司。。

6、邵廣昭、陳正平、沈世傑(1993)墾丁國家公園海域魚類圖鑑。內政部營建署墾丁國家公園管理處，屏東。

7、益田一、尼岡邦夫、荒賀忠一、上野輝彌、吉野哲夫(1997)日本產魚類大圖鑑。大海大學出版會

8、Dalzell, P. 1995. Catch rates, selectivity and yields of reef fishing. In: In: Reef Fisheries. ed. Polunin, N. V. C. & Roberts, C. M. pp 161-192. Chapman & Hall, London

9、Riegl, B. & Velimirov, B. 1991. How many damaged corals in Red Sea systems？A quantitative survey. Hydrobiologia. 216/217. 249-256.

10、Rogers, C. S. 1990. Responses of coral reefs and reef organisms to sedimentation. Marine Ecology Progress Series. 62: 185-202.Asmund Bjordal & Svein lokkeborg，longline。Blackwell Science Led