



墾丁國家公園管理處委託研究計畫報告

墾丁國家公園內湖沼、溪流及沿岸水質調查研究
Water Quality of Lakes, Streams, and
Coastal Regions in the Kenting National Park

(研究時間：78.7.1 - 79.6.30)

主持人：陳鎮東

(海洋科學學院院長)

協同主持人：王冰潔

(海洋科學研究中心助理研究員)

電話：07-5316171 轉 5000

國立中山大學海洋科學學院

中華民國七十九年六月

墾丁國家公園管理處委託研究計畫報告

墾丁國家公園內湖沼、溪流及沿岸水質調查研究
Water Quality of Lakes, Streams, and
Coastal Regions in the Kenting National Park

(研究時間：78.7.1 - 79.6.30)

主持人：陳鎮東
(海洋科學學院院長)

協同主持人：王冰潔
(海洋科學研究中心助理研究員)

電話：07-5316171 轉 5000

國立中山大學海洋科學學院

中華民國七十九年六月

誌 謝

本研究計畫，承蒙墾丁國家公園管理處、鄒燦陽課長、徐慧倩小姐的協助；徐基新教授、林慧娟小姐協助菌類分析；張宏杰協助重金屬分析；郭景聖、黃明祥、潘瓊威、鄭莉伶、陳淑玲、宋碧蓮協助採樣，謹此一併致謝。

摘 要

墾丁國家公園位於本省最南端的恆春半島，是目前國內四座國家公園中唯一擁有海域之國家公園。近年來由於旅客日益增多，一些人為污染也隨之增加，例如隨處可見垃圾堆積於河床或岸邊，每逢下雨即沖刷入河，順流帶入海中。為求得知人水污染對河川及海水水質所造成之影響，因此在國家公園建立多個測站，以求了解各站之水質變化，並追蹤可能之污染源，作為爾後污染管制之參考。

本研究針對國家公園內之南仁湖、河水、海水及各聚落之排水道進行調查，分析的項目包括溫度、鹽度、鹼度、溶氧量、溶氧飽和程度、pH值、葉綠素 a、餘氯、營養鹽 (NO_3^- 、 NO_2^- 、 PO_4^{3-} 、 SiO_2)、油脂、懸浮量、溶解性有機碳、總菌數、弧菌數、大腸桿菌數等。分析結果發現各村落之排水道水質極端不佳，卻直接排入墾丁相當清潔的海域。欲保留墾丁國家公園海域的面貌，顯然污水處理系統的運作刻不容緩。

目錄

	頁次
誌謝	I
摘要	II
目錄	III
圖目錄	IV
表目錄	V
一. 前言	1
二. 材料與方法	2
三. 結果與討論	8
3.1 水溫	8
3.2 鹽度	8
3.3 pH值	8
3.4 溶氧量	21
3.5 葉綠素 a	21
3.6 油脂	24
3.7 pH值與溶氧量	24
3.8 溶氧飽和程度與葉綠素 a	25
3.9 營養鹽	28
3.10 營養鹽、溶解性有機碳與葉綠素 a	28
3.11 餘氮	29
3.12 總菌數、弧菌數及大腸桿菌數	33
3.13 重金屬	27
四. 結論	36
五. 參考文獻	38

圖目錄

頁次

圖一．採樣位置圖-----	3
圖二．1989年7月、11月、1990年2月、5月各站之溫度圖--	18
圖三．恆春地區各月氣溫分佈圖-----	20
圖四．1989年7月、11月、1990年2月、5月各站之pH值----	22
圖五．1989年7月、11月、1990年2月、5月各站之溶氧量--	23
圖六．1989年7月、11月、1990年2月、5月各站之溶氧飽和程 度對chl.a 作圖-----	26
圖七．二月份 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ 、DOC對chl.a 作圖----	30
圖八．五月份 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ 、DOC對chl.a 作圖----	31

表目錄

頁次

表一． 海水營養鹽之精確度 -----	7
表二． 七月份海水及淡水水文資料及水質分析結果 -----	9
表三． 十一月海水及淡水水文資料及水質分析結果 -----	11
表四． 二月份聚落排水道、海水(含漁港、海水浴場、開放大海)水文資料及水質分析結果 -----	13
表五． 五月份聚落排水道、海水(含漁港、海水浴場、開放大海)水文資料及水質分析結果 -----	16
表六． 2月份、 5月份之 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ 、DOC對chl.a 作線性迴歸值(R值)-----	32
表七． 79年 2月所採三個海水樣本(後壁湖漁港、南灣、啞狗路 漁港)及二個淡水樣本(龍鑾潭、南仁湖)之重金屬含量 (南仁湖共分析 4個小湖)-----	35

一、前 言

墾丁國家公園是我國第一座國家公園，也是目前唯一同時擁有陸地及海域之國家公園。正因如此，墾丁地區終年遊客絡繹不絕。隨著遊客增加，人類活動的頻繁，對國家公園環境的衝擊也更為顯著。例如人為活動所帶來的污染（包括餐飲、旅館業之污水、垃圾…等），如不經心處理，而任意的堆積、排放，隨著雨水的沖刷，河水的攜帶，最終流入湖沼、海洋之中，因而污染了河、湖、海水。如此一來，海水浴場及特殊生態的生存首當其衝遭到威脅，這對國家公園之獨有生態資源無異是莫大損失。因此必需監督國家公園內各淡水、湖水及海水之水質變化情形，並追蹤污染的可能來源，以作為國家公園管制污染、保護生態的參考。

二、材料與方法

2.1 採樣範圍及採樣時間：

第一、二次採樣範圍及時間

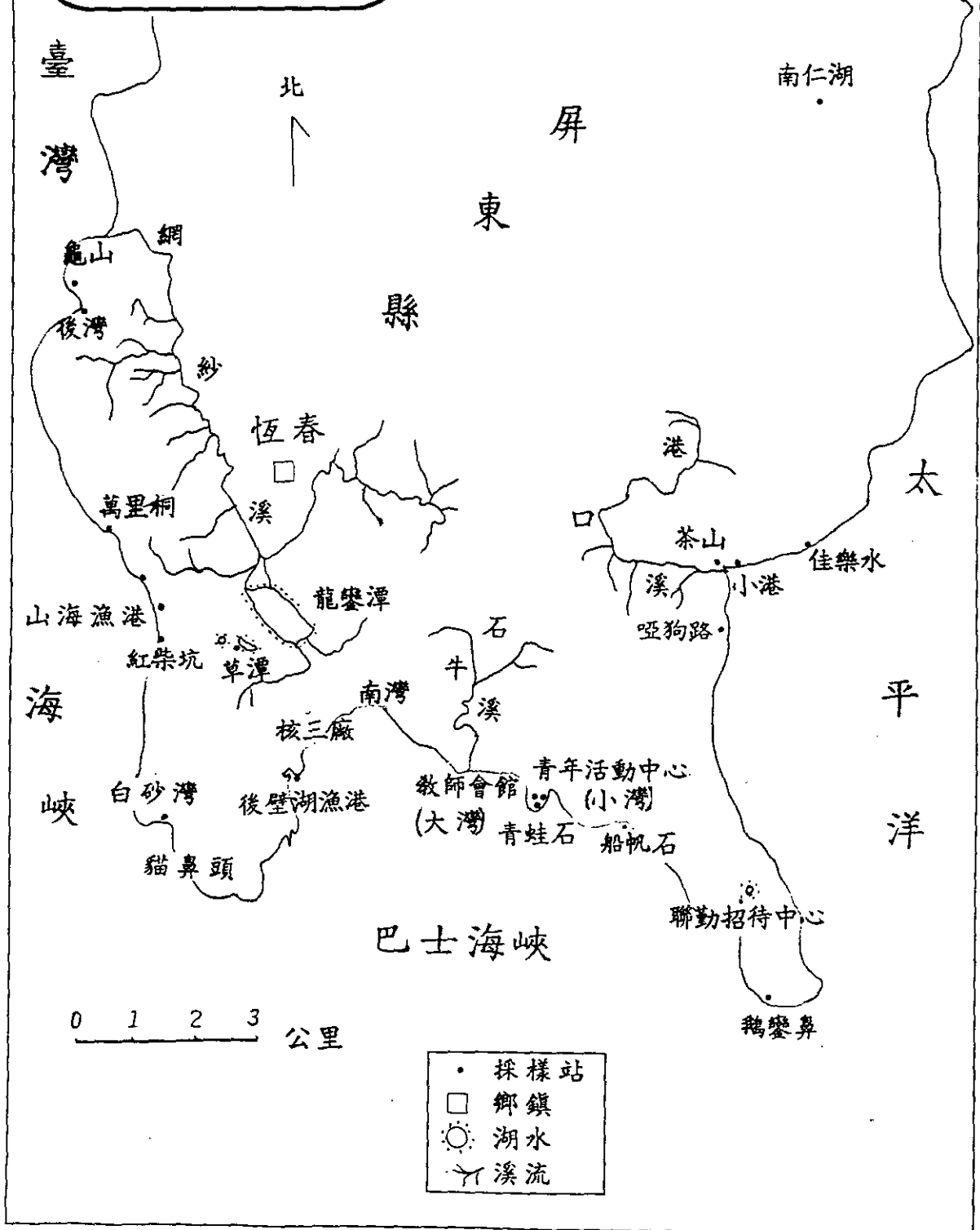
在墾丁國家公園內受保護之重要生態區，或人文活動較為頻繁之地區設立採樣站，第一次採樣時間是78年7月，第二次採樣時間是78年11月。其中鹽度大於 0.5×10^{-3} 以上者稱之為海水樣本，由西往南而東依次為龜山、後灣、萬里桐、罟廣嘴、紅柴坑、核三廠冷卻水排水口(排至貓鼻頭處)、後壁湖漁港、南灣、大灣(教師會館)、青蛙石、小灣(凱撒飯店外海灘)、船帆石、鵝鑾鼻、啞狗路漁港、港口溪、佳樂水等共16站(圖一)。其中港口溪雖名為溪水，由於採樣地點距離河口僅約0.4公里，水樣受海水影響甚大，因此列入海水樣本(實際上應屬河口樣本，但在此不做此項分類)；鹽度小於 0.5×10^{-3} 者稱之為淡水樣本，依次為東草潭湖、西草潭湖、龍鑾潭、青年活動中心、聯勤後湖及南仁湖6站(圖一)。其中南仁湖因為為極珍貴的生態保護區，因此採樣次數及所列的採樣點甚多，並將另有詳細報告討論之(陳佳奇，1990)，在此報告中，僅提及其結論部份。

第三、四次採樣範圍及時間

經過期中檢討，將原採樣點海水、淡水之分，改為聚落污水排水道、漁港、海水浴場及開放的大海四種類型，以期進一步了解經歷各種不同用途後的水質對海域的影響有多大。

1. 聚落排水道：包括後灣橋、萬里桐、南灣 409號橋、大灣 413號

墾丁國家公園



圖一、採樣位置圖。

橋(旁為墾丁賓館)、大灣 414號橋(旁為雅客之家)、情人灘(旁為青年活動中心)、小灣 415號橋(旁為凱撒)及港口溪。

2. 漁港：包括山海漁港、後壁湖漁港及啞狗路漁港。
3. 海水浴場：包括白砂灣、南灣及小灣海水浴場。
4. 開放的大海：包括鵝鑾鼻、佳樂水，以提供墾丁海域之背景值用。

其中 2、3、4、通稱海水樣本。第三次採樣時間是79年 2月，第四次採樣時間是79年 5月。樣品採集、處理及分析方法及品保/品管方式詳列於陳鎮東、郭景聖、王冰潔所著：水質化學樣品採集及實驗室品保/品管標準操作手冊(1990)中，在此僅略述如下：

2.2 取樣及樣本處理：

取樣用之棕色塑膠瓶(500 ml)，均事先以 10 % HCl 浸泡 24 小時以上，而後徹底沖洗並以去離子蒸餾水潤濕後，陰乾備用。

分別於各岸邊採水。採得之水樣，當場測量溫度、pH值、溶氧量及溶氧飽和度，第三次及第四次加測餘氯。水樣在固定葉綠素 a 後，分裝至 2 瓶 500ml 塑膠瓶。第三次採樣，加採細菌樣本，取樣方法完全採無菌作業，採樣瓶事先以高壓蒸氣滅菌，以避免雜菌污染樣本。取得樣本後立刻置入 4℃ 冰箱中保存，運回實驗室後菌種培養。用於重金屬分析之水樣，當晚以 0.45 μ m 濾紙(Nylon66)過濾水樣，在濾完水樣後，加入 Merck Super pure 的濃 HNO₃，使水樣之 pH 值小於 2 以下，以抑制重金屬吸附於瓶子壁。

2.3 現場分析項目：

1. 溫度：以同時具有測量溫度功能的 pH meter 或 D.O. meter 測試水溫，並以水銀溫度計(精確度 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$)校正之。
2. pH值：現場以野外型 pH meter(WTW-pH96) 測定。
3. 溶氧：以 DO meter YSI58 測量。
4. 固定葉綠素 a
5. 餘氯：以 HACH 比色法測之。

2.4 實驗室分析項目：

6. NO_3^- -N: cadmium reduction method
7. NO_2^- -N: azo dye colorimetric method
8. PO_4^{3-} -P: ascorbic acid reduction-colorimetric method
9. SiO_2 : ascorbic acid/oxalate reduction-colorimetric method
10. 鹼度：Gran autotitration
11. 鹽度：以密度儀測量，測得之密度值再換算為鹽度值。
12. 導電度：以導電度儀測之(淡水樣品)
13. 油脂：以 HACH 比色儀測之
14. 重金屬：測量項目為 Fe, Mn, Cu, Zn, Pb, Ni, Cd，並挑選較重要的樣本來進行分析；海水樣本測量之站名為：後壁湖漁港、南灣及啞狗路漁港，淡水樣本測量龍鑾潭及南仁湖，並以第三次之樣本進行重金屬分析。
15. 溶解性有機碳(dissolved organic carbon)：以 total organic carbon analyzer (O.I. Corporation) 分析。
16. 總菌數：以無菌人造海水，分別稀釋至 10^0 , 10^{-1} 及 10^{-2} ，每

個稀釋樣品各取0.1ml，菌液塗佈於MSWYE(modified sea water yeast extract)培養基上，於室溫培養48小時，計算其總菌數(CFU/ml ; colony forming unit/ml。)

17. 弧菌數分析：弧菌能引起人類及養殖動物嚴重之病害，故列為調查項目之一。樣品經稀釋後以三重覆塗佈於具有高度選擇性的 TCBS 洋菜培養基(其中含有多種物質可抑制非弧菌之生長)。同時，TCBS中含有pH指示劑，可粗略劃分霍亂性與非霍亂性弧菌。樣品經室溫培養24-48 小時後觀察並記錄各種不同菌落數。
18. 大腸桿菌群(coliform)數分析：大腸桿菌群數為水質分析項目之一，是水污染重要指標之一。樣品經稀釋後，加入酚紅乳糖培養液(phenol red lactose broth)酸酵試管中，培養於37℃，48小時後觀察結果。大腸桿菌能利用乳糖產生酸及氣體。酸的產生可從酚紅顏色變化(紅→黃)得知。氣體的生成會累積於酸酵管(Durham tube) 中。大腸桿菌群的計數將採 MPN (most probable number) 法。

表一為分析四項營養鹽之精確度結果。

表一. 海水營養鹽之精確度 (重複六次)

	標準值	實驗重複六次平均值	
	$\mu\text{g/l}$	X	$\pm \sigma$
$\text{NO}_3 - \text{N}$	90.3	88.2	± 1.4
$\text{NO}_2 - \text{N}$	61.4	60.2	± 1.4
$\text{PO}_4^{-3} - \text{P}$	50.0	49.6	± 0
$\text{SiO}_2 - \text{Si}$	233.3	240.8	± 14

三、結果與討論

海水部份

3.1 水溫：

7 月所測得海水水溫介於 28.0~32.2°C 間，平均水溫為 29.5°C；11 月所測得海水水溫介於 22.8~28.7°C 之間，平均水溫為 25.6°C；2 月所測得水溫介於 22.4~26.8°C，平均水溫為 24.6°C；5 月所測得水溫介於 26.3~30.5°C，平均水溫為 27.5°C (表二、三、四、五，圖二)。由恆春氣象站的資料顯示恆春地區，7 月為年平均氣溫 (28.3°C) 最高的月份，而 1 月為年平均氣溫 (20.3°C) 最低的月份 (圖三)，因此海水表面溫度的變化主要與季節性之氣溫變化有關。

3.2 鹽度：

7 月海水的鹽度介於 $33.87\sim 34.28\times 10^{-3}$ 之間，平均 34.09×10^{-3} (不計港口溪樣本)，11 月海水的鹽度介於 $32.66\sim 33.93\times 10^{-3}$ 之間，平均 33.53×10^{-3} (亦不計港口溪樣本)，由於鹽度受控於降雨量、蒸發量以及是否有淡水、溪水進入三項因子，因此夏季鹽度高於。此由港口溪 (河水口) 夏季鹽度 7.18×10^{-3} ，至秋季降為 3.99×10^{-3} 之值，可作為旁証。

3.3 pH 值

7 月份的海水 pH 值介於 7.73~8.11 之間，平均 7.94；11 月份的海水 pH 值介於 8.13~8.59 之間，平均 8.26；2 月海水 (含漁

表二. 七月份海水及淡水水文資料及水質分析結果

	Temp °C	pH	Salinity 10^{-3}	Alk. meq/l	DO mg/l	DO %
龜山	-	-	-	-	-	-
後灣	-	-	-	-	-	-
萬里桐	28.0	8.06	34.03	2330	6.05	94.2
呀廣嘴	-	-	-	-	-	-
紅柴坑	-	-	-	-	-	-
後壁湖漁港	31.4	7.84	33.87	2420	6.51	105.0
核三廠冷卻水排水口	-	-	-	-	-	-
南灣	30.4	8.01	34.12	2325	5.94	94.5
大灣(教師會館)	28.5	7.73	34.16	2334	7.44	97.4
青蛙石	28.8	7.96	34.46	2323	7.35	94.0
小灣(凱撒外海)	28.8	7.90	34.22	2327	6.25	96.2
船帆石	-	-	-	-	-	-
鵝鑾鼻	28.4	8.05	34.06	2319	6.19	97.8
港口溪	32.2	8.05	7.18	-	6.62	90.5
啞狗路漁港	29.7	7.96	33.99	2401	5.68	90.5
佳樂水	29.1	8.11	34.28	2314	6.51	102.5
草潭-西	36.4	9.35	-	-	14.77	>200
草潭-東	34.9	8.55	-	-	7.62	108.5
龍鑾潭	34.5	8.05	-	-	8.63	147.6
青年活動中心	30.7	7.37	-	-	8.98	119.4
小灣污水	29.0	7.52	-	-	3.00	40.1
聯勤後湖	31.4	8.15	-	-	5.26	70.8
南仁湖 1	29.9	6.72	-	-	7.77	-
2	30.2	5.65	-	-	8.08	-
3	32.0	6.64	-	-	7.38	-
4	33.7	7.42	-	-	7.41	-
A	29.5	6.55	-	-	6.18	-
B	29.4	6.30	-	-	7.28	-
C	29.6	6.69	-	-	7.30	-
D	30.4	6.68	-	-	6.71	-
E	30.0	6.31	-	-	6.14	-
F	32.0	8.43	-	-	9.23	-

[續上頁]

	Chl.a μg/l	NO ₃ -N μg/l	NO ₂ -N μg/l	PO ₄ -P μg/l	SiO ₂ μg/l	Conduc. μS/cm
龜山	-	-	-	-	-	-
後灣	-	-	-	-	-	-
萬里桐	2.285	9	nd	nd	213	-
罈廣嘴	-	-	-	-	-	-
紅柴坑	-	-	-	-	-	-
後壁湖漁港	6.706	nd	nd	nd	132	-
核三廠冷卻水排水口	-	-	-	-	-	-
南灣	1.425	7	nd	nd	176	-
大灣(教師會館)	1.172	34	nd	nd	243	-
青蛙石	1.602	nd	nd	nd	155	-
小灣(凱撒外海)	1.627	24	nd	nd	247	-
船帆石	-	-	-	-	-	-
鵝鑾鼻	0.767	nd	nd	nd	176	-
港口溪	1.627	215	17	nd	9118	-
啞狗路漁港	1.779	70	nd	nd	393	-
佳樂水	2.867	11	nd	nd	159	-
草潭-西	15.945	19	3	629	15594	317
草潭-東	15.512	136	5	29	3642	362
龍鑾潭	145.000	265	8	115	11254	560
青年活動中心	74.164	195	40	71	21049	627
小灣污水	-	-	-	46	-	-
聯勤後湖	29.936	865	15	48	7109	742
南仁湖 1	26.066	6	nd	30	6495	86.2
2	86.798	18	nd	26	3520	77.1
3	31.201	16	nd	38	6301	84.6
4	72.880	26	3	31	5388	93.5
A	76.696	74	3	25	3830	94.4
B	119.694	30	3	25	3749	88.2
C	52.710	41	2	28	3600	77.8
D	68.579	49	3	21	2743	82.9
E	31.129	34	2	25	3594	78.4
F	84.268	64	2	32	4923	101.0

表三. 十一月海水及淡水水文資料及水質分析結果

	Temp.	pH	Sali.	Alk.	DO	DO
	°C		10^{-3}	meq/l	mg/l	%
龜山	25.6	8.30	33.71	2.343	9.15	126.8
後灣	25.7	8.41	33.89	2.277	8.55	119.0
萬里桐	25.6	8.28	33.84	2.321	7.02	102.2
啤廣嘴	26.1	8.13	32.84	2.564	7.51	111.4
紅柴坑	26.1	8.35	33.87	2.243	8.46	124.6
後壁湖漁港	24.8	8.17	33.67	2.443	6.73	96.5
核三廠冷卻水排水口	28.7	8.20	33.93	-	6.43	98.9
南灣	27.2	8.59	33.54	2.385	9.23	138.2
大灣(教師會館)	25.9	8.31	32.42	2.620	7.36	107.7
青蛙石	25.7	8.19	33.83	2.293	6.37	91.1
小灣(凱撒外海)	-	-	-	-	-	-
船帆石	25.6	8.24	33.62	2.339	8.15	115.6
鵝鑾鼻	25.0	8.23	33.77	2.309	7.83	110.1
港口溪	22.8	8.12	3.99	-	7.97	92.4
啞狗路漁港	24.8	8.14	32.66	2.471	6.78	96.2
佳樂水	25.2	8.23	33.83	2.280	7.05	106.0
草潭-東	25.7	7.94	-	-	8.63	101.8
草潭-西	25.5	8.67	-	-	10.14	120.5
小灣污水	23.8	8.09	-	-	7.64	89.1
南仁湖	1	20.6	6.95	-	5.95	-
	2	20.9	6.16	-	5.60	-
	3	21.4	6.36	-	6.67	-
	4	21.8	6.52	-	7.92	-
	A	22.7	6.43	-	7.89	-
	B	20.8	5.36	-	7.88	-
	C	26.1	5.67	-	8.62	-
	D	21.7	5.22	-	7.64	-
	E	21.7	5.84	-	8.23	-
	F	24.1	6.40	-	8.20	-

[續上頁]

		Chl.a	NO ₃ -N	NO ₂ -N	PO ₄ -P	SiO ₂	grease	S.S.
		μg/l	μg/l	μg/l	μg/l	ppm	mg/l	mg/l
龜山		0.438	nd	nd	nd	1.95	< 1	2.94
後灣		0.857	nd	nd	nd	0.56	< 1	*4.01
萬里桐		0.260	nd	nd	nd	0.72	< 1	#1.95
嚼廣嘴		0.392	42	nd	nd	15.12	1	1.92
紅柴坑		0.625	nd	nd	nd	0.98	< 1	2.55
後壁湖漁港		6.160	40	12	nd	7.82	2	7.26
核三廠冷卻水排水口		0.671	nd	0.3	nd	2.31	< 1	*4.01
南灣		1.694	nd	nd	nd	2.61	< 1	4.75
大灣(教師會館)		1.694	236	5	nd	11.50	< 1	#1.95
青蛙石		0.569	nd	nd	nd	1.25	< 1	6.32
小灣(凱撒外海)		-	-	-	-	-	-	-
船帆石		0.745	nd	nd	nd	1.03	< 1	2.57
鵝鑾鼻		0.457	nd	nd	nd	0.66	< 1	1.64
港口溪		6.858	103	49	40	9.16	-	-
啞狗路漁港		1.583	52	nd	nd	8.88	1	8.18
佳樂水		0.522	nd	nd	nd	0.50	< 1	#1.95
草潭-東		8.021	68	32	24	4.41	-	-
草潭-西		28.361	4	11	30	0.43	-	-
小灣污水		11.300	1405	244	247	17.24	-	-
南仁湖	1	19.636	8	6	45	11.38	-	-
	2	26.355	4	nd	33	6.19	-	-
	3	10.798	3	nd	45	10.14	-	-
	4	28.734	47	5	43	7.01	-	-
	A	16.532	108	8	30	4.43	-	-
	B	39.605	121	6	32	4.18	-	-
	C	30.899	89	5	41	4.41	-	-
	D	42.895	111	7	29	4.35	-	-
	E	44.290	104	8	35	3.96	-	-
	F	63.095	50	9	50	6.85	-	-

表四.二月份聚落排水道、海水(含漁港、海水浴場、開放大海)
水文資料及水質分析結果

地點	temp °C	pH	DO mg/l	DO %	chl.a μg/l	Chlorine mg/l
後灣	24.3	8.32	16.01	189.2	58.67	0.15
聚 萬里桐	25.3	8.41	10.80	159.2	2.86	0.03
落 南灣污水[409]	25.3	7.62	0.48	5.8	15.08	0.12
排 墾丁賓館[413]	24.5	7.65	0.27	3.2	15.83	0.01
水 雅客 [414]	24.1	7.66	1.43	16.7	2.16	0.04
道 情人灘	24.2	8.25	6.61	95.6	0.50	nd
小灣污水[415]	26.8	8.16	6.81	79.4	61.52	0.33
港口溪	22.4	8.26	7.74	92.0	1.30	0.03
漁 山海	25.5	8.18	6.63	98.0	1.74	0.01
港 後壁湖	24.3	8.08	6.08	88.1	2.64	nd
啞狗路	23.9	8.11	6.37	93.3	1.93	0.03
海 白沙灣	24.8	8.40	6.54	95.5	0.52	nd
水 南灣海水	24.6	8.30	6.53	95.1	0.75	0.01
浴 小灣海水	24.3	8.41	6.70	97.1	0.36	0.06
場						
開 鵝鑾鼻	24.4	8.27	7.96	116.4	0.56	0.04
放 佳樂水	24.3	8.07	6.60	95.8	4.35	0.03
大 海						

[續上頁]

地點	NO_3-N $\mu g/l$	NO_2-N $\mu g/l$	PO_4-P $\mu g/l$	SiO_2 $\mu g/l$	S.S. mg/l	DOC mg/l
後灣	1048	83	49	6020	13.04	1.394
聚 萬里桐	nd	nd	nd	593	19.20	0.662
落 南灣污水[409]	nd	nd	1103	20016	21.38	1.582
排 墾丁賓館[413]	25	7	1856	40044	17.86	3.845
水 雅客 [414]	50	109	1011	7181	22.94	2.053
道 情人灘	3	nd	nd	180	19.16	0.762
小灣污水[415]	5325	851	4480	34935	28.98	4.815
港口溪	nd	nd	152	9503	10.92	1.086
漁 山海	184	nd	21	316	16.82	2.276
港 後壁湖	5	nd	nd	252	22.28	1.711
啞狗路	17	nd	nd	208	29.68	2.145
海 白沙灣	12	nd	nd	248	13.12	2.079
水 南灣海水	25	nd	nd	230	7.20	-
浴 小灣海水	27	nd	nd	285	14.48	-
場						
開 鵝鑾鼻	nd	nd	nd	155	16.22	1.864
放 佳樂水	34	nd	8	105	21.64	1.534
大 海						

[續上頁]

地點	TVC CFU/ml	弧菌數(CFU/ml)			Coliform cell/100ml
		V.cholerae	other V.	Total	
後灣	1.32E+03	6.67E+00	0.00E+00	6.67E+00	9.60E+04
聚 萬里桐	3.40E+05	1.77E+04	6.33E+03	2.40E+04	9.60E+03
落 南灣污水[409]	5.20E+06	7.67E+02	4.67E+02	1.23E+03	2.56E+07
排 墾丁賓館[413]	2.07E+06	5.33E+02	1.20E+03	1.73E+03	2.56E+04
水 雅客 [414]	5.36E+06	1.00E+03	3.33E+02	1.33E+03	8.40E+07
道 情人灘	-	-	-	-	-
小灣污水[415]	9.97E+04	4.23E+02	1.00E+02	5.23E+02	1.72E+05
港口溪	3.07E+03	3.30E+00	6.67E+00	9.97E+00	9.60E+03
漁 山海	-	-	-	-	-
港 後壁湖	-	-	-	-	-
啞狗路	-	-	-	-	-
海 白沙灣	6.00E+02	9.33E+01	4.33E+01	1.37E+02	0.00E+01
水 南灣海水	1.00E+03	3.30E+00	8.33E+01	8.66E+01	3.60E+02
浴 小灣海水	1.60E+04	4.23E+02	1.73E+02	5.96E+02	9.20E+03
場					
開 鵝鑾鼻	-	-	-	-	-
放 佳樂水	-	-	-	-	-
大 海					

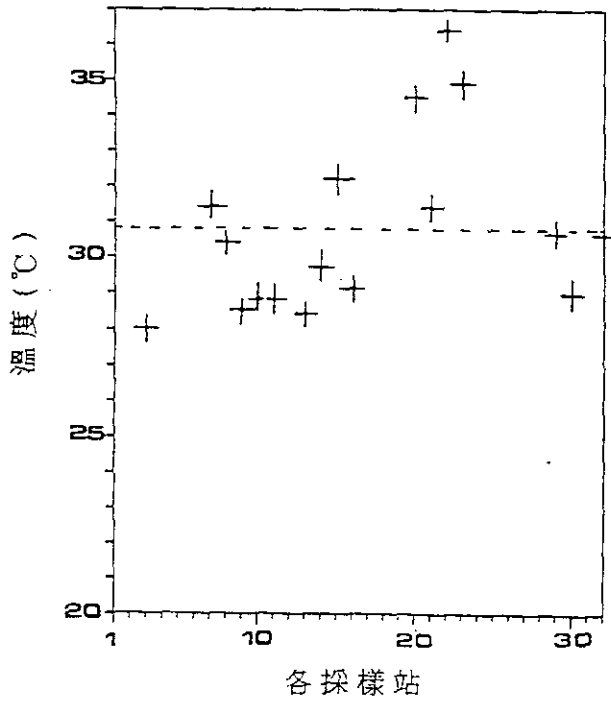
表五. 五月份聚落排水道、海水(含漁港、海水浴場、開放大海)
水文資料及水質分析結果

地點	Temp °C	pH	DO mg/l	DO %	chl.a μg/l	Chlorine mg/l
後灣	26.3	7.20	3.43	39.2	21.60	0.13
聚 萬里桐	27.8	7.94	7.34	116.7	2.63	0.05
落 核三排水口	27.8	8.01	7.92	103.1	12.29	0.19
排 南灣污水[409]	28.0	7.30	4.22	56.1	893.70	0.05
水 墾丁賓館[413]	26.9	7.80	0.28	3.2	13.69	nd
道 雅客 [414]	27.1	7.23	0.35	4.2	2.53	nd
情人灘	27.4	8.22	6.22	97.2	1.09	0.04
小灣污水[415]	30.5	8.76	4.39	60.9	7.18	0.11
港口溪	30.4	8.23	7.84	104.2	4.02	0.07
漁 山海	27.2	8.02	4.47	70.2	1.51	0.04
港 後壁湖	27.2	8.33	4.94	77.1	8.57	0.11
啞狗路	27.1	7.96	8.21	104.4	0.75	0.03
海 白沙灣	26.9	7.86	6.24	96.3	0.83	0.02
水 南灣海水	27.2	8.25	5.73	90.4	8.76	0.05
浴 小灣海水	27.1	8.23	6.47	99.8	1.04	0.06
場						
開 鵝鑾鼻	26.9	8.25	7.32	114.2	0.59	0.01
放 佳樂水	27.2	8.23	6.67	103.2	0.50	0.08
大 海						

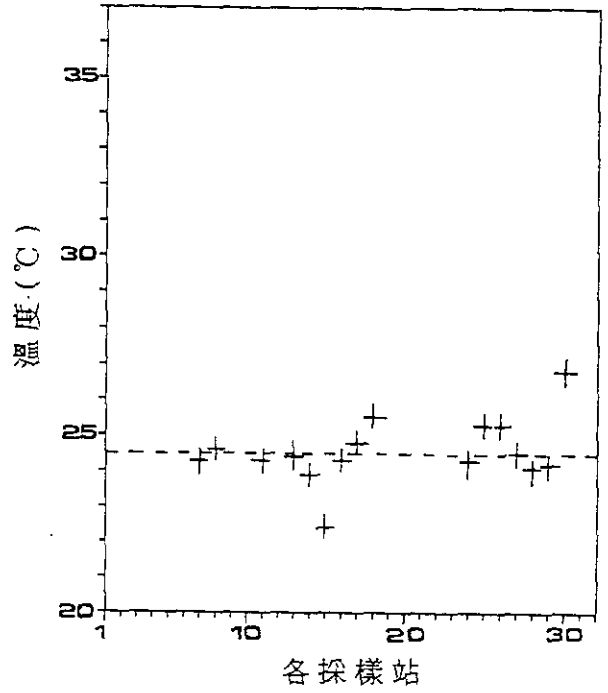
[續上頁]

地點	NO ₃ -N μg/l	NO ₂ -N μg/l	PO ₄ -P μg/l	SiO ₂ μg/l	DOC mg/l	grease mg/l
後灣	1213	92	177	2719	3.30	2
聚 萬里桐	136	8	53	506	1.01	nd
落 核三排水口	763	207	218	4115	5.22	3
排 南灣污水[409]	15	3	71	5843	6.91	5
水 墾丁賓館[413]	14	4	460	7532	8.44	nd
道 雅客 [414]	18	10	602	6696	7.48	4
情人灘	12	8	54	152	0.72	nd
小灣污水[415]	1256	105	519	7128	6.80	3
港口溪	15	2	138	2147	1.40	nd
漁 山海	170	7	52	1839	2.02	nd
港 後壁湖	25	7	171	349	2.51	-
啞狗路	18	7	58	170	2.08	6
海 白沙灣	25	6	50	183	2.38	nd
水 南灣海水	18	6	55	403	1.98	nd
浴 小灣海水	103	19	78	851	2.11	1
場						
開 鵝鑾鼻	16	7	49	153	1.72	nd
放 佳樂水	16	7	53	120	1.71	nd
大 海						

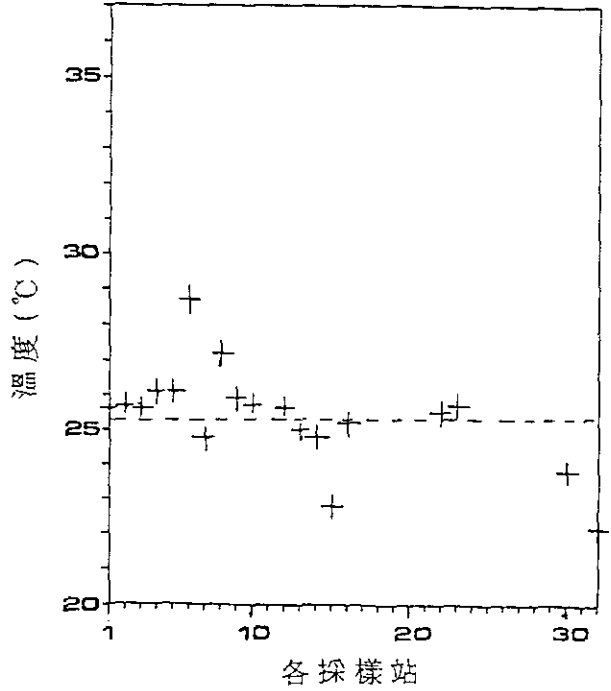
1989/7月



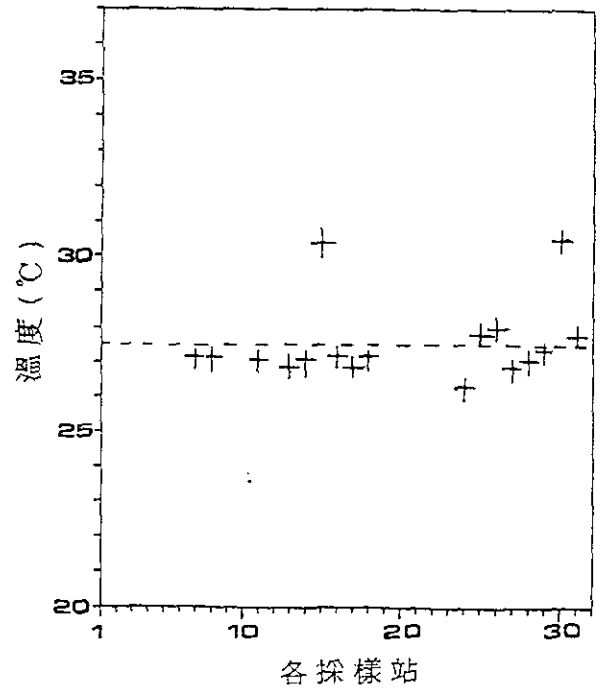
1990/2月



1989/11月



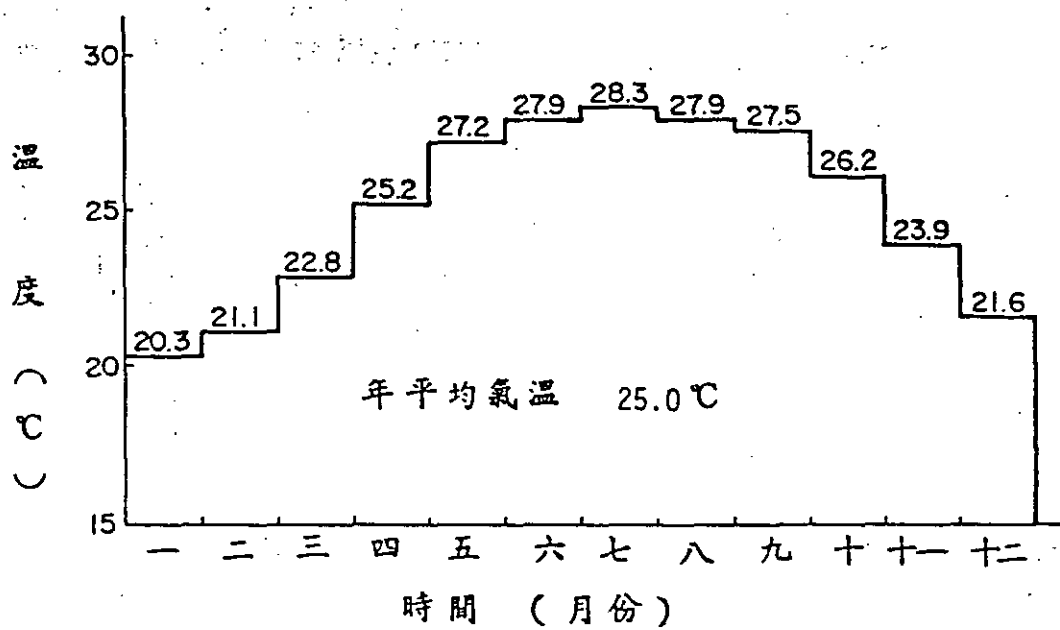
1990/5月



圖二、1989年 7月、11月、1990年 2月、 5月各站之溫度圖。
(各採樣站編號列於下頁)

採樣點編號

1	龜山	20	龍鑾潭
2	後灣	21	聯勤後湖
3	萬里桐	22	草潭 - 西
4	噶廣嘴	23	草潭 - 東
5	紅柴坑	24	後灣
6	核三廠冷卻水排水口	25	萬里桐
7	後壁湖漁港	26	南灣污水
8	南灣海水	27	墾丁賓館
9	大灣 (教師會館)	28	雅客
10	青蛙石	29	青年活動中心
11	小灣 (凱撒外海)	30	小灣污水
12	船帆石	31	核三廠冷卻水排水口
13	鵝鑾鼻	32	南仁湖
14	啞狗路漁港		
15	港口溪		
16	佳樂水		
17	白沙灣		
18	山海		



圖三、恆春地區各月氣溫分佈圖。

港、海水浴場、開放的大海) pH 值介於 8.08~8.41 之間, 平均 8.25, 各聚落排水道 pH 值介於 7.62~8.32 之間, 平均 7.88; 5 月份海水 pH 值介於 7.86~8.33 之間, 平均 8.14, 聚落排水道 pH 值介於 7.20~8.76 之間, 平均 7.66 (圖四)。調查期間的 pH 值與台灣南部核能電廠附近海域的 7.81~8.40 相近 (蘇仲卿等人, 1988), 除了 11 月南灣及 5 月 415 號橋之污水所測得 pH 值大於 8.5 以外, 其餘皆符合甲類海域標準 (pH: 7.5~8.5) 及甲類河川、湖、潭之水質標準 (pH: 7.5~8.5)。

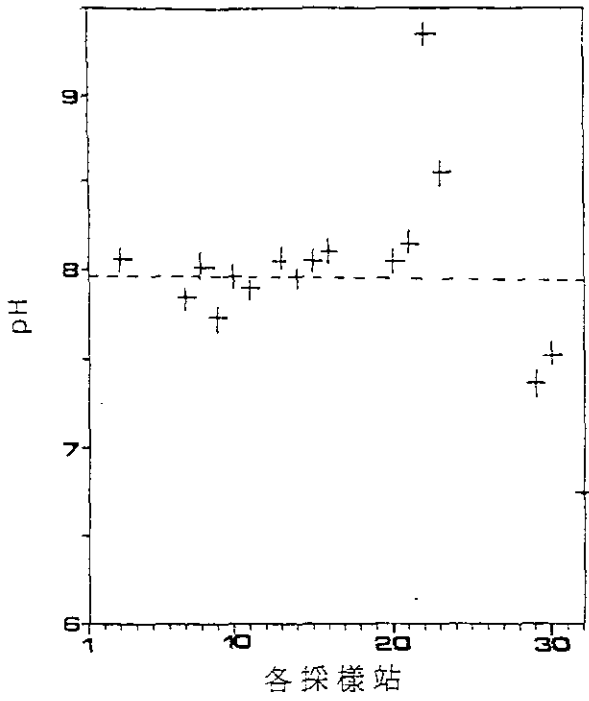
3.4 溶氧量

7 月溶氧介於 5.68~8.63mg/l, 平均 6.76mg/l; 11 月溶氧介於 6.37~9.23mg/l, 平均 7.62mg/l; 2 月海水溶氧介於 6.08~12.83 mg/l, 平均 7.32mg/l, 聚落排水道的溶氧介於 0.27~16.01mg/l, 平均 5.00mg/l; 5 月海水溶氧介於 4.47~8.21mg/l, 平均 6.50mg/l, 聚落排水道溶氧介於 0.28~7.92mg/l, 平均 2.53mg/l (圖五)。其中 409, 413, 414 號橋之排水, 溶氧分別為 0.48, 0.27, 1.43mg/l, 尚不及丁類河川、湖、潭之水質標準 (環境法令, 1988)。此外, 後灣及 415 號橋 5 月所測得之溶氧分別為 3.43, 4.39mg/l, 已在甲類河川、湖、潭之水質標準 以下 (溶氧大於 5.00mg/l), 這幾站應多加注意。而海水部分, 除山海、後壁湖兩港口 5 月份的溶氧低於 5.00mg/l 外, 其餘皆符合甲類海域標準。

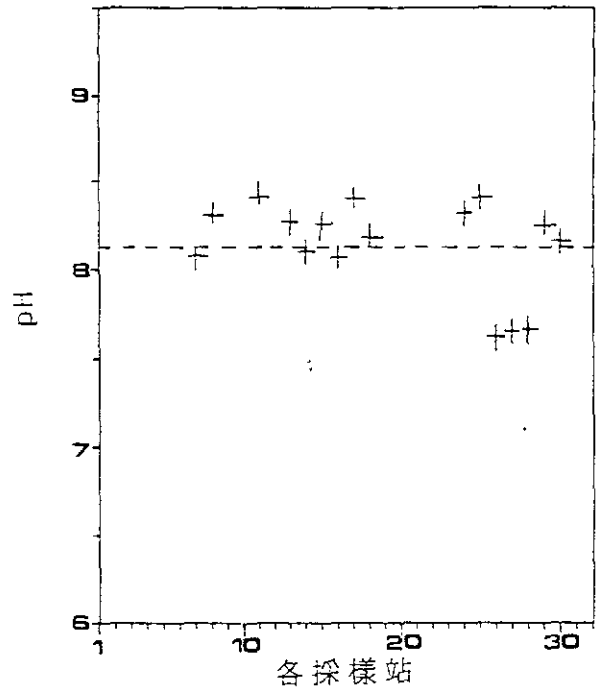
3.5 葉綠素 a

因為浮游植物含有葉綠素 a 等色素, 所以量測水中葉綠素之濃度即可推測當地水體之浮游植物量。墾丁地區 7 月份海水葉綠素 a 含量

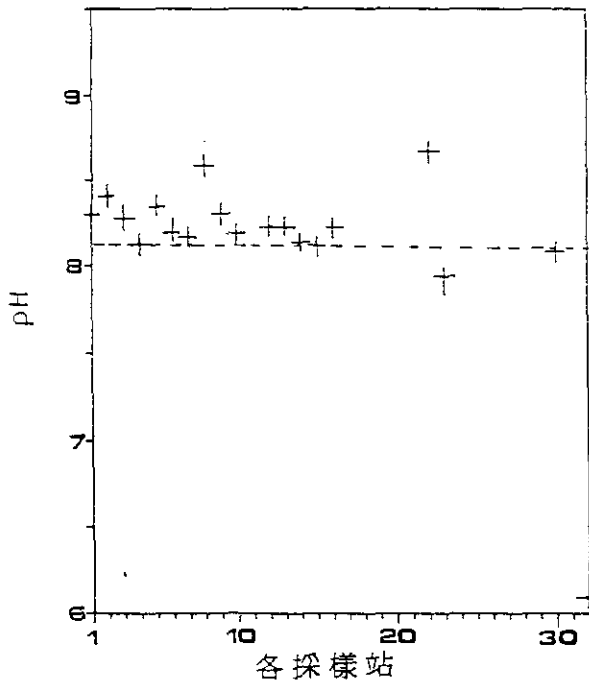
1989/7月



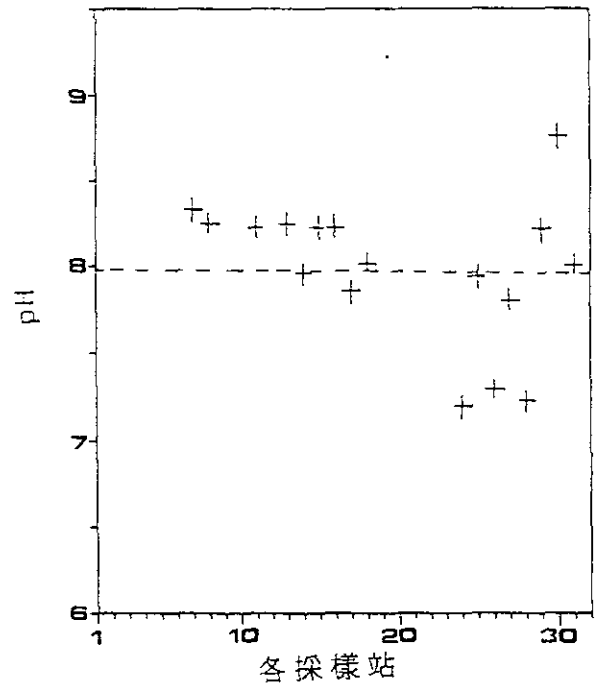
1990/2月



1989/11月

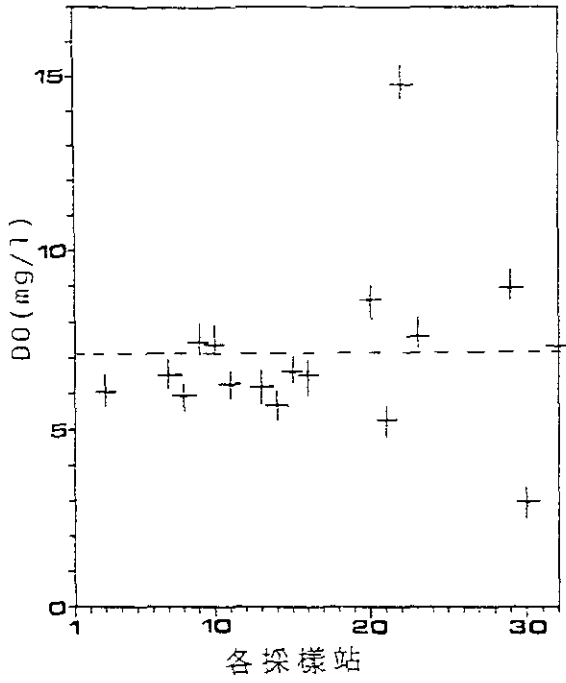


1990/5月

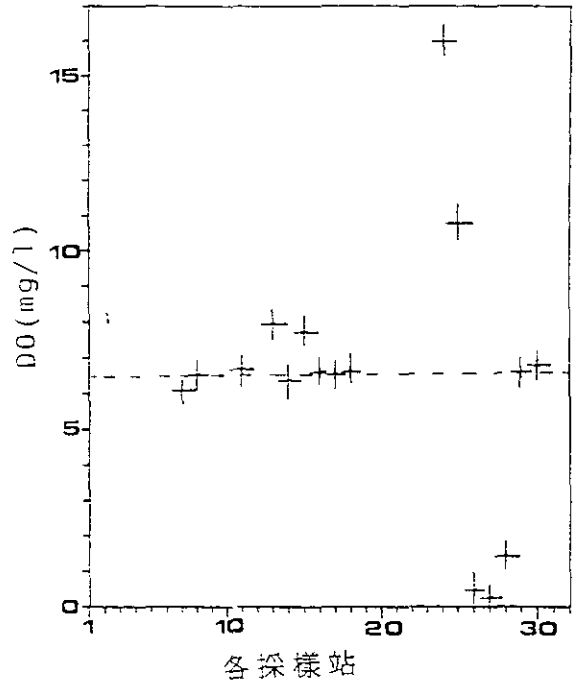


圖四、1989年 7月、11月、1990年 2月、 5月 各站之pH值。

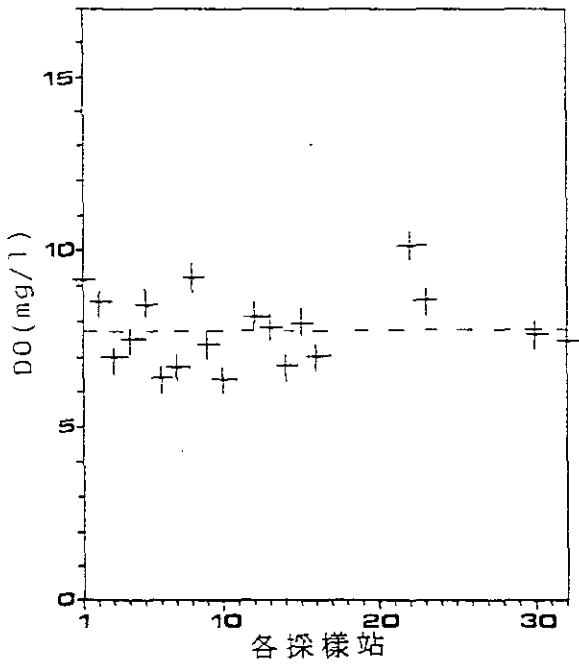
1989/7月



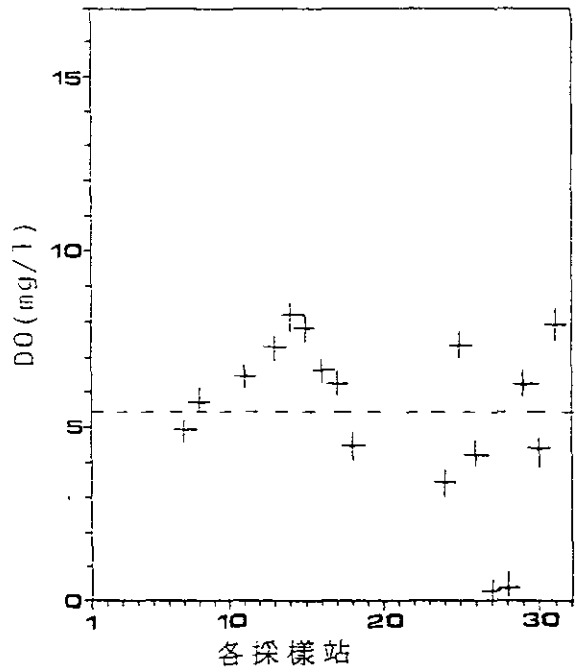
1990/2月



1989/11月



1990/5月



圖五、1989年 7月、11月、1990年 2月、5月各站之溶氧量。

介於 $0.8\sim 6.7\mu\text{g/l}$ 之間，平均 $2.2\mu\text{g/l}$ ，最高為後壁湖漁港。11月份的葉綠素 a 含量介於 $0.3\sim 6.9\mu\text{g/l}$ ，平均 $1.2\mu\text{g/l}$ ，最高為港口溪；2月份含量介於 $0.3\sim 4.4\mu\text{g/l}$ ，平均 $1.6\mu\text{g/l}$ ，5月份含量介於 $0.5\sim 8.8\mu\text{g/l}$ ，平均高達 $2.8\mu\text{g/l}$ ，比通霄海域之 $0.4\sim 19.1\mu\text{g/l}$ 及高雄港海水 $1.0\sim 74\mu\text{g/l}$ 低很多，除5月外大都落在墾丁海域月平均值 $0.7\sim 2.0\mu\text{g/L}$ 之間(表二、三、四、五)(陳，1989)。

2、5月聚落排水道之葉綠素 a 含量皆高，尤其是5月南灣409號橋的排水高達894ppb，應預防其污染海水。

3.6 油脂(oil and grease)

油脂在自然水域中，可經由水中植物分解而來，但水域中若有目視可見的油脂存在，通常是受到含有油脂的農工業及家庭廢水污染。油脂不溶於水，因此水域中若有大量油脂存在，顯然會阻撓海一氣間的交換，而其分解時也會耗掉水中溶氧量，嚴重影響海水水質。

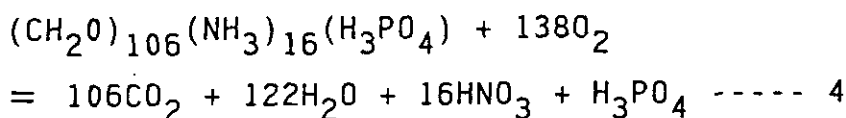
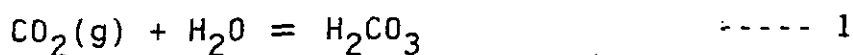
甲類海域礦物性油脂水質標準為 2ppm，而11月的油脂含量大多在偵測下限以下(1ppm)，只有後壁湖、啞狗路漁港稍為高些，此二樣本在5月皆有升高現象，須加以注意。各聚落排水道有一半以上的樣本，均測得到油脂含量，顯示排水道中亦有油脂污染。

3.7 pH值與溶氧量：

(1) 第一、二次採樣之結果與討論

pH值之高低與水中 CO_2 含量息息相關，而控制水中 CO_2 含量者，又以碳酸鹽系統及生物作用(光合作用及呼吸作用)為主；大氣中的 CO_2 溶解於水中所解離出的 H^+ (式1~式3)，以及生物作用(式4)

之反應式如下：



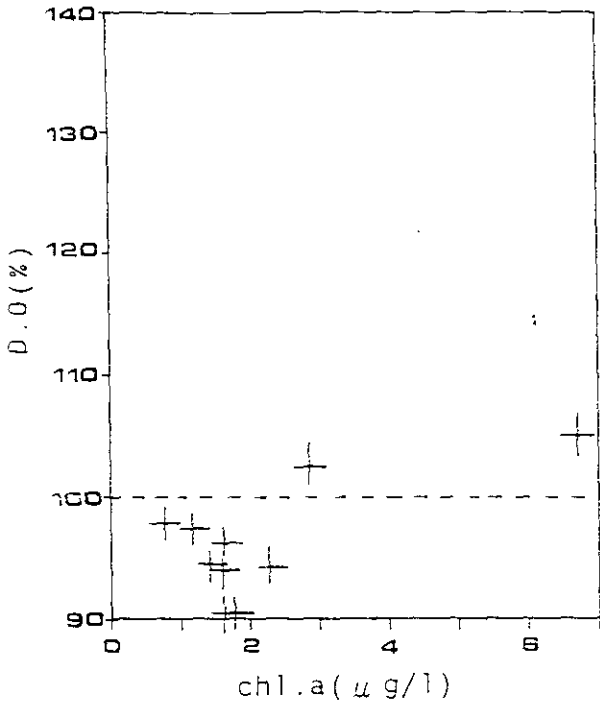
若假設大氣進入海水表面之 CO_2 含量一定，則海水 pH 變化就端視生物作用了：呼吸作用愈旺盛，釋出的 CO_2 愈多，水中的 pH 值也就愈低。整體來看，夏季之 pH 值與溶氧量皆較秋季低（圖四、五），換句話說，夏季生物呼吸作用高於秋季，因此耗掉較多的氧，釋出較多的 CO_2 ，使得 pH 值較低。此論點，可由夏季葉綠素 a 含量高於秋季，也就是生物作用較為旺盛而得證。

3.8 溶氧飽和程度與葉綠素 a

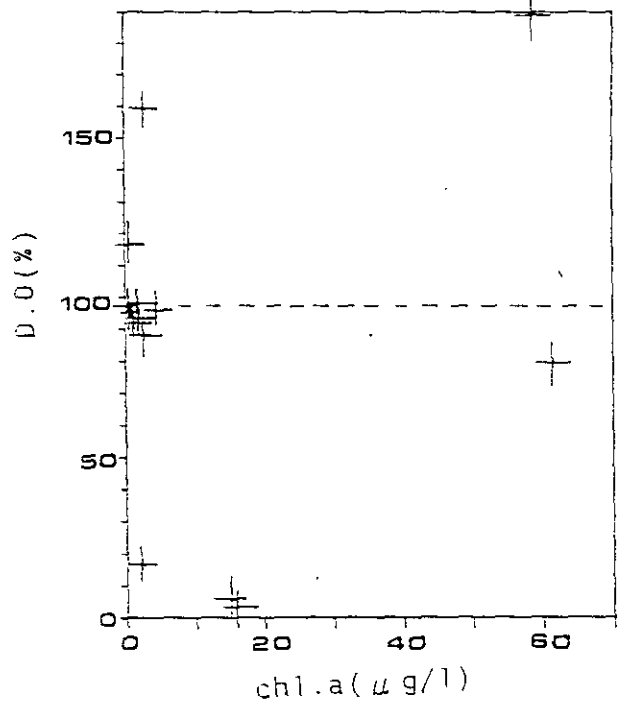
第三、四次採樣之結果與討論

一般葉綠素 a 之濃度與浮游植物 (phytoplankton) 含量成正比關係，而浮游植物又是控制水中溶氧量的生物因子 (不考慮物理因素大氣壓力、溫度、鹽度所引起的效應)，因此似乎葉綠素 a 與溶氧飽和程度會有正比關係存在。圖六是將 7、11、2、5 月的溶氧飽和程度對葉綠素 a 作圖，顯示正比關係並非非常強烈，也就是說高葉綠素 a 並不保證有高溶氧飽和程度，如 11 月港口溪及後壁湖漁港的葉綠素 a 為單月各樣本的最高值，分別為 6.858、6.160 $\mu\text{g/l}$ ，但溶氧飽和程度反而比各站來得低。5 月南灣污水站的葉綠素 a 也是單月各樣

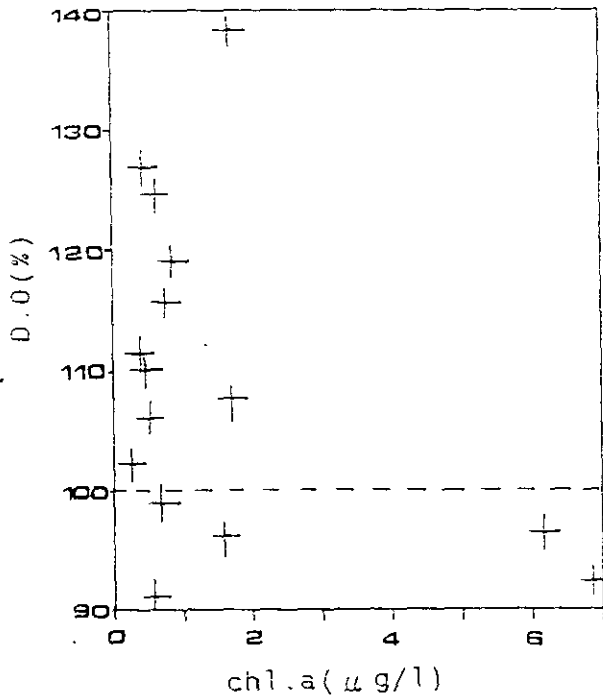
1989/7月



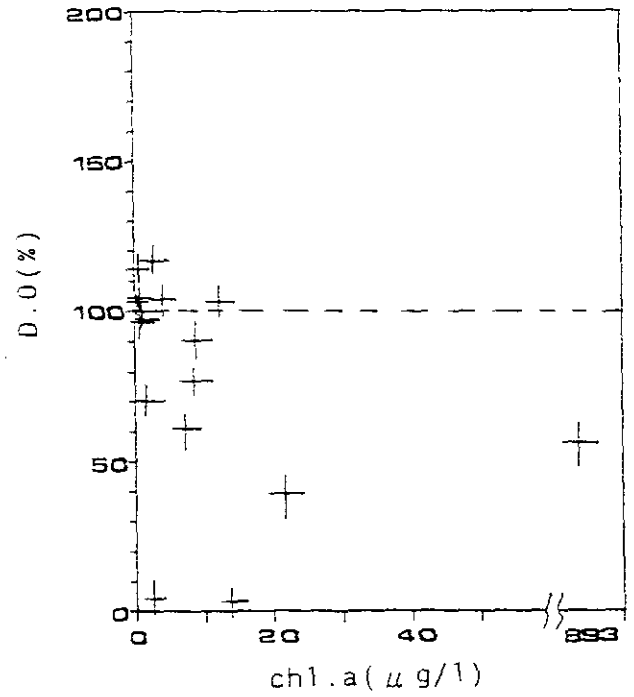
1990/2月



1989/11月



1990/5月



圖六、1989年 7月、11月、1990年 2月、 5月溶氧飽和程度
對chl.a 作圖

本的最高值 (893.7 $\mu\text{g/l}$) , 但溶氧飽和程度卻只有 56%而已, 後灣葉綠素 a 21.6 $\mu\text{g/l}$, 溶氧飽和程度也只有 39.2%而已。顯然在考慮葉綠素 a 與溶氧飽和程度之間的關係時, 還須考量下列因子:

- (1) 是否有高量有機質: 此物種分解時, 會耗掉水中的溶氧量。因此即使水體中有高量葉綠素 a 來產生許多氧氣, 也會被有機質分解耗盡。尤其水中有高量葉綠素 a 及高量有機質, 而溶氧飽和程度反而降低時, 顯示過度優養化的水質正在進行, 終而使得水體完全缺氧、發臭, 並使有害之重金屬釋放出來。
- (2) 是否有高量油脂: 此物種分解時, 也會耗掉水中溶氧量。因高葉綠素 a 及高油脂含量, 而溶氧飽和程度較低之水體, 雖非定義上的優養化水體 (因其溶氧的耗盡不是由生物有機體的大量死亡、分解引起), 卻一樣使得水體溶氧降低, 水質變壞, 因此也值得注意。

由於所採的是表水樣本, 因此溶氧飽和程度約在 90~110% 的數據, 將之視為符合標準的水域, 依此看, 7 月的樣本在溶氧飽和程度方面都還在標準之內; 11 月約有 1/3 的樣本溶氧飽和程度過高, 其葉綠素 a 含量卻不算高, 因此高溶氧飽和程度並不是浮游植物引起, 確切原因須進一步了解; 2 月有四個樣本 (皆為聚落排水道: 409、413、414、415 號橋) 的溶氧飽和程度皆低於 80%, 顯然受有機質分解而耗掉 (溶解性有機碳各為 1.6、3.8、2.1、2.4 mg/l); 五月有 7 個樣本的溶氧飽和程度低於 80%, 除了上述四個樣本外, 還包括後灣、山海漁港、後壁湖漁港, 也是受有機質、油脂分解而耗掉。其中後灣的溶氧飽和程度在 2 月時高達 189%, 至 5 月降為 39%, 是一個優養化水體邁向死亡最明顯的例子: 浮游植物大量繁衍 \rightarrow 水中氧量大增

-> 植體競爭生存空間，大量死亡 -> 耗盡水中氧量 -> 水體缺氧，水質惡化。

3.9 營養鹽：

分析項目包括硝酸鹽、亞硝酸鹽、磷酸鹽及矽酸鹽四項。就硝酸鹽含量而言，海水水樣，於調查期間7月份及11月份有一半的樣本是在偵測下限(0.001ppm)。而在偵測上限樣本之平均值，7月份及11月份各為 $53 \mu\text{g/l}$ 、 $95 \mu\text{g/l}$ ，2月份為 $24 \mu\text{g/l}$ ，5月份為 $50 \mu\text{g/l}$ 。聚落污水排水道以415號橋所採得之硝酸鹽值最高，這可能造成5月小灣海水硝酸鹽高達 $103 \mu\text{g/l}$ 。另外山海港之硝酸鹽也都很高，應加以注意是否由旺盛的生物呼吸作用所引起，或另有陸上來源。

亞硝酸鹽含量，7月份及11月份以港口溪含量最高，各為 $17 \mu\text{g/l}$ 、 $49 \mu\text{g/l}$ ，其餘幾乎均低於偵測下限。2月海水亞硝酸鹽均測不到。5月海水亞硝酸鹽介於 $2 \sim 19 \mu\text{g/l}$ 之間，聚落污水排水道以415號橋所測得之亞硝酸鹽最高(2月 $851 \mu\text{g/l}$ ，5月 $1047 \mu\text{g/l}$)。通常在表水層中，亞硝酸會完全氧化為硝酸鹽，因此表水不應該測得亞硝酸鹽，若是測得了亞硝酸鹽，則很可能是含氮有機質的部份分解，因此水體中亞硝酸鹽含量偏高，可能是陸源而來。一般飲用水之亞硝酸鹽含量之標準為 $30 \mu\text{g/l}$ ，所以高於此值之水體應多加注意。

各月份的海水磷酸鹽除了5月外，大多低於偵測下限，而5月海水磷酸鹽有增高現象，很可能已受陸源污染，是非常不好的現象。各聚落排水道的磷酸鹽含量普遍都高，明顯有污染源存在。

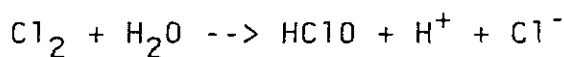
3.10 營養鹽、溶解性有機碳與葉綠素 a

營養鹽是提供浮游植物生長的基本要素，因此營養鹽與葉綠素 a

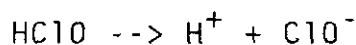
之間也有關係存在。一般來說，營養鹽的含量愈高，浮游植物長得愈茂盛，使得水體中葉綠素 a 含量愈高。圖七、圖八是 2、5 月營養鹽 ($\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$)、溶解性有機碳 (DOC) 對葉綠素 a 作圖之情形。結果顯示 2 月的營養鹽、DOC 與葉綠素 a 均有正相關 (表六)，顯然營養鹽造成了葉綠素 a 含量的增高，其中最高值是 415 號橋之排水道，已使得該點的溶氧飽和程度下降，而不符合水質標準。5 月營養鹽、DOC 卻與葉綠素 a 無相關性 (表六) (圖八)，可能意謂著水中營養鹽大量被浮游植物利用，無機營養鹽變為有機體的一部份，因此水體葉綠素 a 雖然含量甚高，反而不見營養鹽在水體中。此由 5 月的 DOC 比 2 月增加許多，可略為看出一些端倪。5 月最特殊的數據，是 409 號橋之排水道，葉綠素 a 高達 $893 \mu\text{g/l}$ ，營養鹽卻沒有很高，反而 DOC 由 2 月的 1.8 mg/l 升高到 6.91 mg/l ，由此數據也佐證營養鹽已由無機鹽類轉成有機體。一旦 DOC 增高，必會分解耗掉溶氧量，溶氧飽和程度下降，水質惡化。

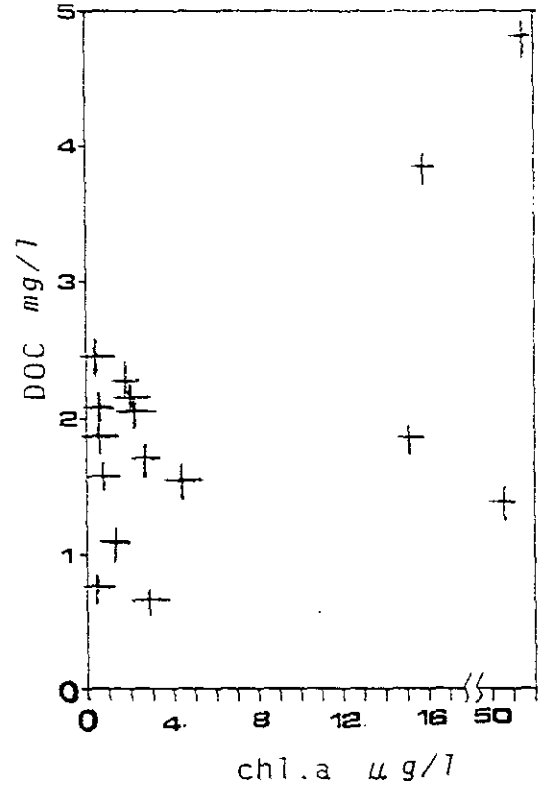
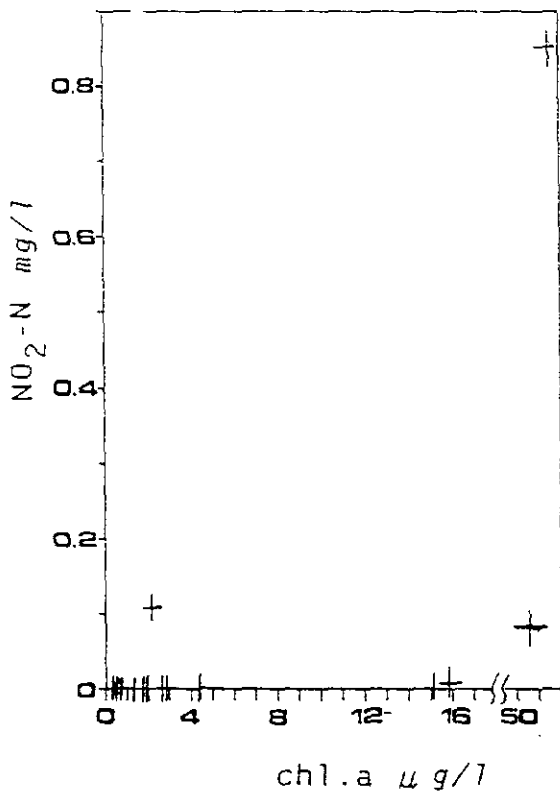
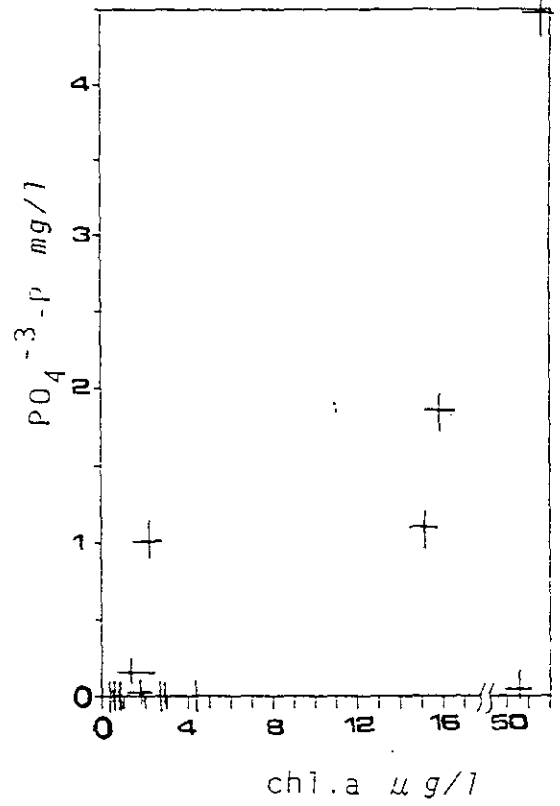
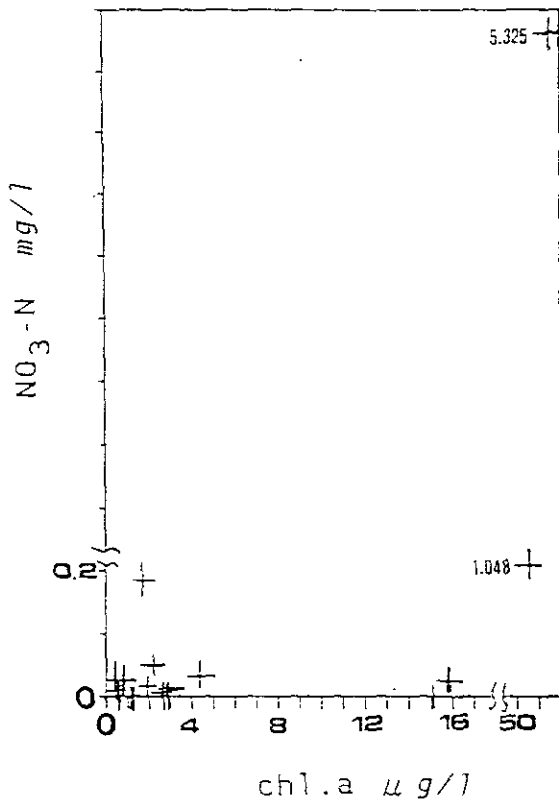
3.11 餘氯

餘氯 (residual chlorine)，又稱為殘留氯，是為氯氣在水中殘留及分解的產物。氯氣 (Cl_2) 通常是加入飲用水、廢水處理廠排放水及游泳池，以殺死有害的細菌。當氯氣溶解在水中時，水解形成 HClO ：

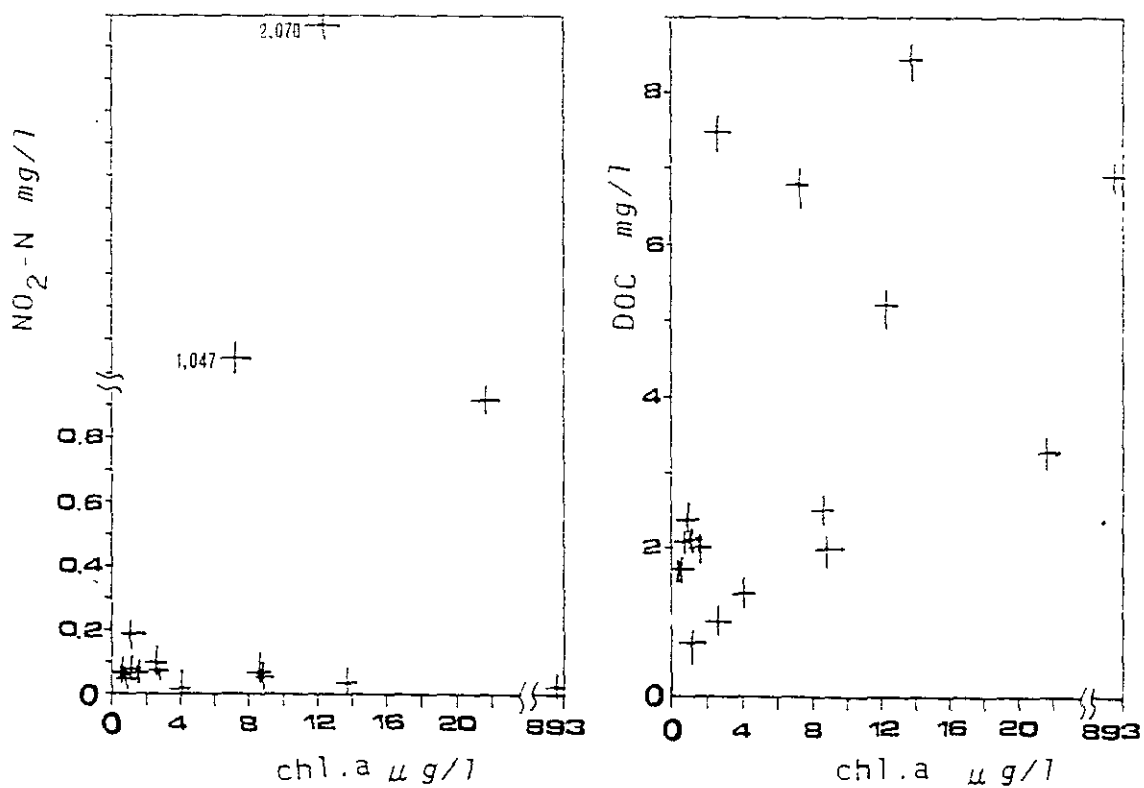
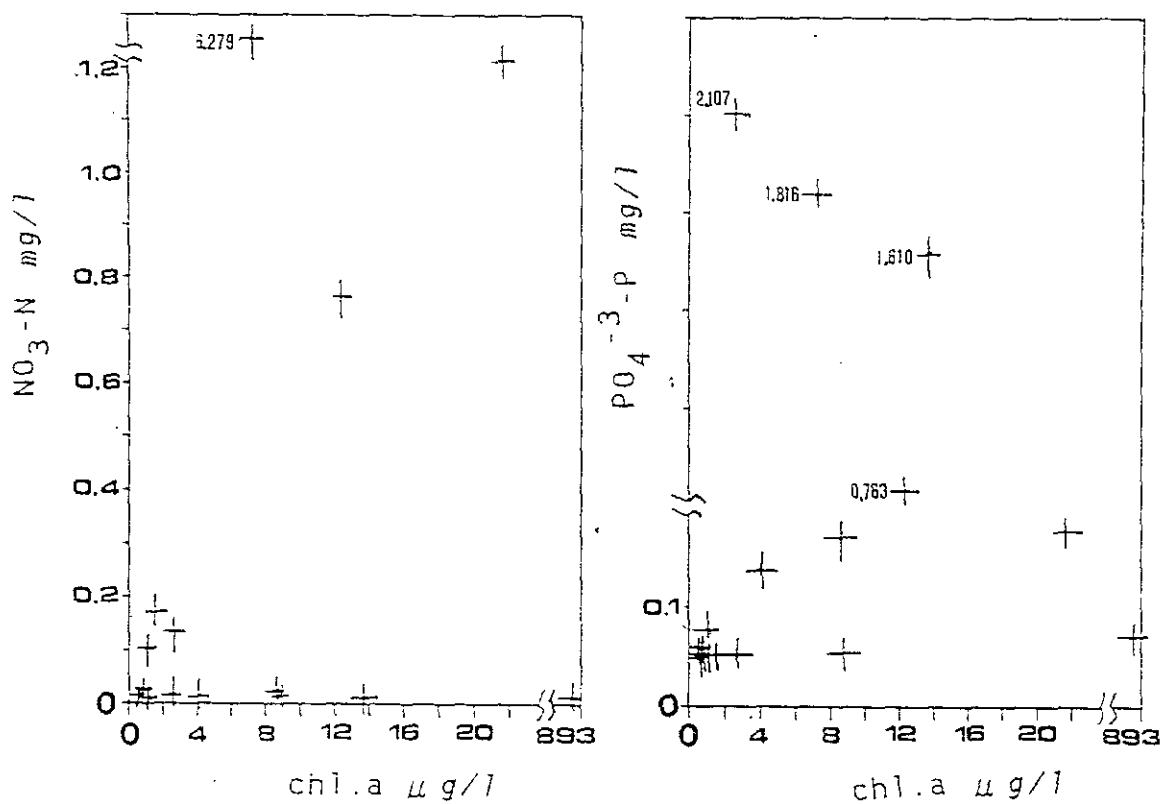


HClO 再水解成下列形式：





圖七、二月份NO₃-N、NO₂-N、PO₄⁻³-P、DOC對chl.a作圖



圖八、五月份 $\text{NO}_3\text{-N}$ 、 $\text{NO}_2\text{-N}$ 、 $\text{PO}_4\text{-}^3\text{-P}$ 、DOC 對 chl.a 作圖

表六. 2月份、5月份之 NO_3-N 、 NO_2-N 、 $PO_4^{-3}-P$ 、DOC
對葉綠素 a 作線性迴歸 (R值)

	葉 綠 素 a	
	2月份	5月份
NO_3-N	0.80	0.08
NO_2-N	0.73	0.08
$PO_4^{-3}-P$	0.67	0.13
DOC	0.25	-

因此在水中的氯氣可以分成兩種形式：

(1) 游離有效氯(free available chlorine)

：包括 Cl_2 、 HClO 及 ClO^- 。

(2) 結合有效氯(combined available chlorine)

： Cl_2 、 ClO^- 與氮化合物形成 mono
及 di-chloramines 。

游離有效氯及結合有效氯，均對水中生物有毒性，但結合有效氯的毒性較 Cl_2 小。測量游離有效氯(餘氯) 有助於了解水體中由氯氣引起的毒性含量高低，由於 1 mg/l 的氯氣就足以制止細菌的繁衍，而不會引起有毒的異味，因此將餘氯訂定 1 mg/l 為容忍的安全上限(目前並無餘氯的水質標準)。

綜觀 2、5 月各樣本的餘氯均在容忍值之下，其中測值較高的有後灣橋、409號橋、415號橋的排水道、核三廠污水排放道以及後壁湖漁港，尤以 409號橋高達 0.33 mg/l，值得多加注意。

3.12 總菌數、弧菌數及大腸桿菌數

由第三次的採樣資料顯示(表四)，以大腸桿菌而言，各聚落排水道均不符合水質標準值(甲類海域標準大腸桿菌 1000 CFU/100ml)，顯然這些排放水直接流入大海，對墾丁優良的海水品質必定造成相當的影響。而海水浴場則以小灣稍高些，其餘 2 個均在標準值之內。

3.13 重金屬

重金屬測量的項目包括Fe, Mn, Cu, Zn, Pb, Ni, Cd, 除了Mn以外, 其餘項目均符合水質標準(表七), 此顯示研究區內尚無工業污染。而Mn的值偏高, 是分析方法所引起的偏差(以chelex-100樹脂, 在pH 5.0狀況下, 無法抓住Mn, 因此樣本採用直測, 但直測時背景干擾過大, 使得測值偏高), 在此不以Mn做任何評估。

表七. 79年 2月所採三個海水樣本(後壁湖漁港、南灣、啞狗路漁港)及二個淡水樣本(龍鑾潭、南仁湖)之重金屬含量(南仁湖共分析 4個小湖)

	Fe	Mn	Cu	Zn	Pb	Ni	Cd
	μg/l	μg/l	μg/l	μg/l	μg/l	μg/l	μg/l
後壁湖漁港	29.16	246.40	3.35	3.72	0.50	0.90	0.04
南灣	22.18	187.17	2.55	2.90	1.36	0.52	0.05
啞狗路漁港	30.75	259.48	3.53	6.42	0.87	0.88	0.13
龍鑾潭	12.28	103.65	1.41	10.00	0.39	0.54	0.02
南仁湖 1	1159.8	58.6	-	7.42	3.39	-	-
2	1291.6	185.2	-	9.11	10.35	-	-
3	336.7	59.3	-	9.11	5.07	-	-
4	2798.9	37.7	-	11.66	29.79	-	-
水質標準	-	50	30	500	100	-	10

四、結論

海水部份

1. 海水表面溫度的變化主要與季節性之氣溫變化有關。
2. 夏季鹽度高於秋季，顯示出夏季蒸發量大於秋季（或夏季降雨量小於秋季）。
3. 除了11月南灣及5月415號橋之污水所測得 pH 值大於 8.5以外，其餘皆符合甲類海域標準（pH：7.5~8.5）及甲類河川、湖、潭之水質標準（pH：7.5~8.5）。
4. 後灣及四個污水排水道，溶氧量不及丁類河川、湖、潭之水質標準（溶氧須大於5.00mg/l），而海水部分，除山海、後壁湖兩港口5月份的溶氧低於5.00mg/l外，其餘皆符合甲類海域標準。
5. 海減葉綠素 a 含量皆很低，除5月外大都落在墾丁海域月平均值 0.7~2.0 μ g/l之間。
6. 漁港的油脂含量較其他海域稍高，而且5月較2月高些。排水道有一半以上的樣本有油脂污染現象。
7. 葉綠素 a 高的樣本並不保證有高的溶氧飽和程度，反而可能因為生物量高（溶解性有機碳高）而耗掉許多氧，使得水質惡化，四個聚落排水道、後灣皆有此種隱憂。而山海漁港、後壁湖漁港則因有稍高的油脂，使得溶氧飽和程度略降。
8. 營養鹽中以5月415號橋所採得之硝酸鹽值最高，這可能造成小灣海水硝酸鹽高達103 μ g/l；另外山海漁港之硝酸鹽也都很高，應加以注意是否由旺盛的生物呼吸作用所引起，或另有陸上來源。以亞硝酸鹽而言，顯示港口溪、後灣、核三廠污水排放口、414號、415號橋正受陸源污染。各聚落排水道的磷酸鹽含量普遍都高，明顯有污染源存在，5月海水的磷酸鹽有增高現象，很可能是受陸源污染。
9. 由大腸桿菌的資料顯示，各聚落排水道皆不符合水質標準。

10. 各站餘氯、重金屬均在安全值之內，顯示尚無工業污染。
11. 各聚落排水道的營養鹽、葉綠素 a、油脂皆相當高，顯示已受高度污染，這些受污染的水直接排入海域後，勢必對墾丁海域造成很大衝擊，因此要監督國家公園內各淡水、海水的水質，必須繼續追縱、研究，以了解污染物擴散的方式、方向，進一步提供墾管處管制污染、保護生態的參考。

南仁湖部份

1. 南仁湖諸水域普遍存在優養化的情形，葉綠素甲含量極高，夏季尤其達到生長高峰；磷酸鹽 - 磷含量普遍在優養分類程度以上，硝酸鹽含量則較低。
2. 從水文收支關係來看，乾、雨季約各佔半年左右，較集中的降雨容易使地表土壤流失而囤積於湖中，土壤中磷酸鹽藉此管道容易到達湖底成爲沉積物的一部分。沉積物釋出部分營養鹽給湖水，再加上動物活動及土壤滲濾水不斷輸入營養鹽，因此南仁湖未來可能繼續優養化。
3. 各項主要離子分析的結果，南仁湖對酸的加入相當敏感，雖然水中有重要的生物鹼度產生，但從土壤滲濾水的低鹼度可以知道，土壤並不能提供大量的鹼度給湖水，如果有持續的酸雨降下，生物鹼度較明顯的零星小湖可能較不受影響，中央大水域生物鹼度較不明顯，因此可能不免於酸化的命運。
4. 各項離子的總收支結果發現，湖區輸入的離子總數大於輸出，顯示湖區正在進行各項離子的累積，有助於增加水體的離子總數及鹼度，同時對於優養化的持續進行也可以肯定。由於此項調查屬長期工作，因此收支結果僅能作一參考值。

五、參考文獻

- 王穎，1985，墾丁國家公園南仁山生態保護區水域鳥類生態研究，內政部營建署墾丁國家公園管理處，68pp。
- 呂光洋、杜銘章、陳世煌、呂紹瑜、莊國碩，1985，南仁山區之湖沼學和兩棲爬蟲動物相，內政部營建署，墾丁國家管理處，55pp。
- 洪佳章及陳鎮東，1987，高南地區酸雨現況及天然水域酸化程度，行政院衛生署環保局，70pp。
- 袁中新，1986，臺灣地區雨水水質特性研究，臺灣大學碩士論文，159pp。
- 孫岩章及吳瑞銓，1980，臺灣地區的酸雨，科學發展月刊，第八卷，第五期，428-434。
- 陳佳奇，1990，墾丁國家公園內南仁湖的地球化學，國立中山大學海洋地質研究所碩士論文，99頁。
- 陳鎮東及洪佳章，1988，臺灣地區湖沼酸化程度之過去當前與未來，國立中山大學海洋地質研究所，研究報告第二號，131pp。
- 陳鎮東，1987，酸雨，臺灣環境保護，第五期，43-51。
- 陳鎮東，1985，檸檬雨直直落，時報週刊。
- 陳鎮東等人，1989，苗栗通霄鎮附近海域環境生態調查研究，第一年期末報告。
- 陳鎮東，郭景聖，王冰潔，1990，水質化學樣品採集及實驗室品保／品管標準操作手冊。
- 翁坤詩，1988，墾丁國家公園生態保護區南仁山區水域之酸化程度，國立中山大學海洋地質研究所碩士論文。
- 墾丁國家公園，1989，內政部營建署，237pp。
- 行政院環境保護署，1988，環保通訊社。
- 蘇仲卿等人，1988，台灣南部核能電廠附近海域之生態研究第九年執行報告，中研院國際環境科學委員會專刊，第59號，394頁。