

澎湖沿岸營養鹽及水質調查研究

薛月娥 · 蔡萬生 · 胡與華

Chemical Nutrients and Water Properties in the Coastal Water of Penghu

Yueh-Er Shjue, Wann-Sheng Tsai, Sing-Hwa Hu

Twenty one water samples from coastal water of Penghu were analyzed monthly from April 1980 to March 1981.

The water had water temperature 14.0-30.7°C, salinity 33-37‰, PH 7.8-8.1. The clear water in the coast of Penghu had very low concentration of nutrients, $\text{NO}_3\text{-N}$, 3-24ppb; $\text{NO}_2\text{-N}$, 1-22ppb; $\text{PO}_4\text{-P}$, 0-6.7ppb and $\text{SiO}_2\text{-si}$, 0.6-3.9ppm. The nutrient concentration was influenced by precipitation and bio-activities.

Development of mariculture in Penghu Island, especially shell fish and algae should pay attention to supplement of nutrients in sea water.

前 言

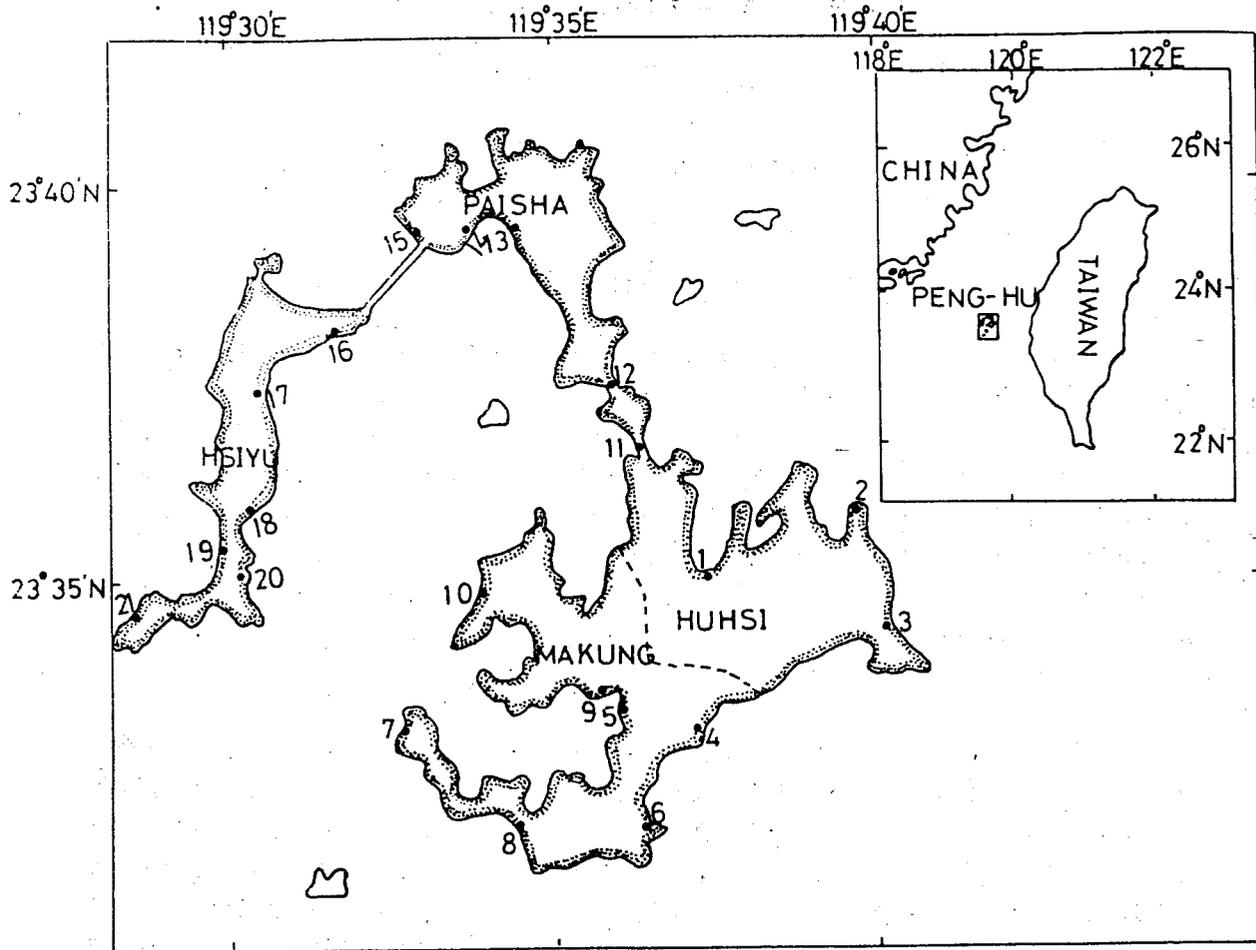
澎湖四面環海，海岸線綿長曲折，夏季黑潮支流，冬季中國沿岸流，均流經此處，漁業資源豐富，澎湖群島大小64個島嶼散佈，有廣濶的海域，有島嶼環抱的內灣，水質清澈又無工業及農業污染等公害問題，此優良環境極適宜淺海養殖事業之發展，近年來有鑒於臺灣西南沿海水域及河川受到嚴重之污染，魚貝損失很大，有關單位積極地鼓勵及輔導澎湖淺海養殖，雖經過不少失敗，但部份養殖事業如延繩式牡蠣養殖，箱網養殖鯛類、石斑、網棚紫菜養殖，築池養殖石斑、斑節蝦養殖等已逐漸建立起規模，最近農發會更進行澎湖地區淺海養殖的規劃，冀使此一優良的養殖環境在不破壞原有生態景觀下能夠有系統，有計劃的利用，以達到最佳之效益。水產養殖事業之選擇水源水質最為重要，水的物理性質影響養殖生物的生長、活存，而水中的營養鹽的多寡與基礎生產力有直接的關係，而基礎生產力又與非投餌性水產養殖生物（如牡蠣、紫菜等）息息相關。

百十年來澎湖居民大都以海上捕魚為生，養殖事業可謂尚在萌芽階段，一些發展淺海養殖所需要的基礎資料十分缺乏，已發表之報告很少^(1,2)，且涵蓋的時間與空間亦不足，本分所有鑑於此，在澎湖本島（馬公鎮、湖西鄉、白沙鄉、西嶼鄉）選擇21個觀測點，每月定期測定水文（溫度、塩度、pH）及營養鹽（硝酸塩、亞硝酸塩、磷酸塩及矽酸塩）等影響因子以供推展澎湖地區魚貝養殖事業之參考。

材 料 與 方 法

本工作進行時間為民國69年 4月至70年 3月，在澎湖本島選擇21個取樣點（Fig. 1）每月定期前往採水，携至實驗室分析，以比較其地點與季節上之差異，測定分析的項目與方法如下：

1. 水溫：於採水之同時，以溫度計測其水溫，讀至小數點第一位。
2. 塩度：以精密海水比重計（1.20—1.30）測定之，並以溫度校正後換算而得。
3. pH：以數字酸鹼測定器（MODEL 601 Digital pH-Meter）測定之。
4. 硝酸塩（ $\text{NO}_3\text{-N}$ ）：依Wood et al法⁽³⁾，以ABSOR BANCE分光光度計，測定而得。
5. 亞硝酸塩（ $\text{NO}_2\text{-N}$ ）：依Wood et al法⁽³⁾，以ABSOR BANCE分光光度計，測定而得。



- | | |
|------------------|----------------|
| 1. Hung-Lo | 2. Pei-Liao |
| 3. Lung-Men | 4. Wu-Kian |
| 5. Trieh-Hsien | 6. So-Kang |
| 7. Feng-Kuei | 8. Shih-Li |
| 9. Chai-Yuan | 10. Ma-Kung |
| 11. Chung-Cheng | 12. Chung-Tun |
| 13. Wan-Tong | 14. Tung-Liang |
| 15. Ta-Chiao-Tou | 16. Heng-Chiao |
| 17. Chu-Wan | 18. Da-Gon-Yea |
| 19. Chli-Ma | 20. Nei-An |
| 21. Wai-An | |

Fig 1. Location of 21 sampling stations.

6. 磷酸鹽 ($\text{PO}_4\text{-P}$): 依Molybdenum-ascorbic acid法⁽⁴⁾, 以Turner分光光度計, 測定而得。

7. 矽酸鹽 ($\text{SiO}_4\text{-Si}$): 依Molybdosilicate method法⁽⁵⁾, 以Turner分光光度計, 測定而得。

結果與討論

澎湖本島21個觀測點, 每月採樣分析結果, 其水質之變化情形如 Fig 2 所示, 由於水溫變化直接受季節, 採集時間等之影響, 每月一次測定只能看出季節性之變化, 由 Fig 2 顯示高水溫在 6 ~ 8 月超過 30°C , 1、2 月水溫低 20°C 以下, 此與本分所 1975 - 1980 年間, 岐頭之每月定點觀測所得月平均水溫變化在 $14 - 30.7^\circ\text{C}$ 之間最高溫在 7 月, 最低溫在 1 月之結果雖不吻合, 但很相近。由圖中可看出鹽度範圍在 33 - 37 S‰ 之間與過去所做近似⁽¹⁾, 而較南台灣海峽其他地區略高⁽⁶⁾, 此可能因為澎湖地區雨量稀少, 又乏河川, 無陸地排水稀釋, 而蒸發量較大之故, 海水特別是表層水除了海流, 混合以外, 鹽度的變化主要看蒸發, 降雨間之平衡, 夏日蒸發量較大, 但也有梅雨、颱風帶來雨水, 而冬季澎湖之雨量極為稀少, 在季節的變化上, 冬季時鹽度較其他季節高出 1% 以上, 此點與過去的報導相似⁽⁶⁾。PH 十分穩定, 一般在 7.8 - 8.1 之間為標準之海水值, 季節的變化也不大。

磷酸鹽、硝酸鹽、亞硝酸鹽及矽酸鹽為水中之營養鹽類, 這些營養鹽皆有其循環變化 (Nutrient cycle) 營養鹽之分解吸收, 轉換, 生成等皆可看出此一地點生產力之變化, 營養鹽含量之多寡可代表其生產力。植物性浮游生物為海水之基礎生產力, 其對營養鹽的需求雖因種類不同而異, 但大部份植物性浮游生物生存水中之適當營養鹽類皆有一下限, 如 *Skeletonema* 在營養缺乏的溶液中光合作率與氮及磷的濃度呈直線式關係, *Nityschia closteria* 如培養劑磷鹽的含量在 $5 \mu\text{g/l}$ 以下, 細胞分裂速率急速下降⁽⁷⁾, 而矽鹽對矽藻, 鞭毛藻等最為重要, 一般而言 $50 \mu\text{g/l}$ 為下限, 由於海水中矽的含量較高, 且補充較快, 故一般少有因矽鹽缺乏而限制了海水的生产力。

根據過去之研究, 澎湖附近海水營養鹽 $\text{PO}_4\text{-P}$ ($0.10 - 1.48 \mu\text{g/l}$), $\text{NO}_3\text{-N}$ ($0.10 - 6.04 \mu\text{g/l}$) 低於台灣沿岸海水 $\text{PO}_4\text{-P}$ ($0.20 - 1.20 \text{ mmol/l}$), $\text{NO}_3\text{-N}$ ($0.20 - 7.50 \mu\text{g/l}$) , 且澎湖群島附近海水, 8 月及 6 月的基礎生產力僅 0.277 及 $0.230 \text{ gc/m}^2/\text{day}$ 亦較台灣西南海各處低得很多⁽²⁾, 同化數 (assimilation number) 澎湖海域僅 $0.90 - 1.94 \text{ mgc/mg}$, chlorophylla/hr , 遠小於台灣西南岸海水之 $5.55 - 6.12 \text{ mgc/mg}$, chlorophylla/hr , 這都可能是澎湖海域營養鹽含量較低為緣故⁽²⁾。本實驗各水樣分析結果, $\text{NO}_3\text{-N}$ 在 3 - ppb 之間, 一般為 10ppb 季節上皆發現有不同, 馬公鎮、湖西鄉一帶以 11 月含量較高, 而白沙、西嶼二鄉之採集點大都發現 5 月有一商峯 (20ppb) 存在。 $\text{NO}_3\text{-N}$ 之含量則在 1 - 22 ppb 之間, 季節以上差異與 $\text{NO}_3\text{-N}$ 的情況相似。此可能是受到降雨的影響, 本年度降雨量不多, 但下雨後所採得之水樣, 營養鹽的含量顯然增加。各點 $\text{PO}_4\text{-P}$ 的含量都很低, 許多濃度為 0 (無法測出) 最高僅 6.7 ppb 而已, 各點 12 個月份之檢定中至少有 6 個月 $\text{PO}_4\text{-P}$ 之濃度在 1.0ppb 以下, 且其中大部分為季節上 4 - 6 月份較高。 $\text{SiO}_4\text{-Si}$ 之含量 $0.6 - 3.9 \text{ ppm}$ 間, 主要範圍 $1.0 - 2.0 \text{ ppm}$, 季節變異不大。此澎湖沿岸主要營養鹽濃度低之結果與過去曾經有之報導相同⁽¹⁾⁽²⁾, 在季節的差異方式洪等⁽⁸⁾報告台灣沿岸海水磷鹽與亞硝酸鹽秋, 冬季含量較高, 矽鹽及硝酸鹽冬季含量較高, 另外也有澎湖沿岸海水亞硝酸鹽夏季含量高, 冬天低的報導⁽⁶⁾。本實驗雖然也有相似的結果, 但因各營養鹽的濃度都很低, 直接受到降雨, 陸地排水的影響。

一般大洋中 $\text{NO}_3\text{-N}$ 與 $\text{PO}_4\text{-P}$ 之比值約為 15:1, 沿岸水可能比值較低, 澎湖沿岸各點水樣 $\text{NO}_3\text{-N}/\text{PO}_4\text{-P}$ 之比值如 table 1 所示, 由於 2 種營養鹽本身濃度低, 故其比值變化很大, 其月平均值在 1.81 - 22.46 之間, 以地域來說則白沙鄉, 西嶼鄉等地略高, 由於磷鹽及氮鹽之含量少, 環境之變化及生物之利用直接影響到, $\text{NO}_3\text{-N}$ 與 $\text{PO}_4\text{-P}$ 之比值。

洪等⁽⁹⁾認為台灣沿岸海水營養鹽受生物 (如植物性浮游生物及非生物 (溫度、鹽度、海流) 等因

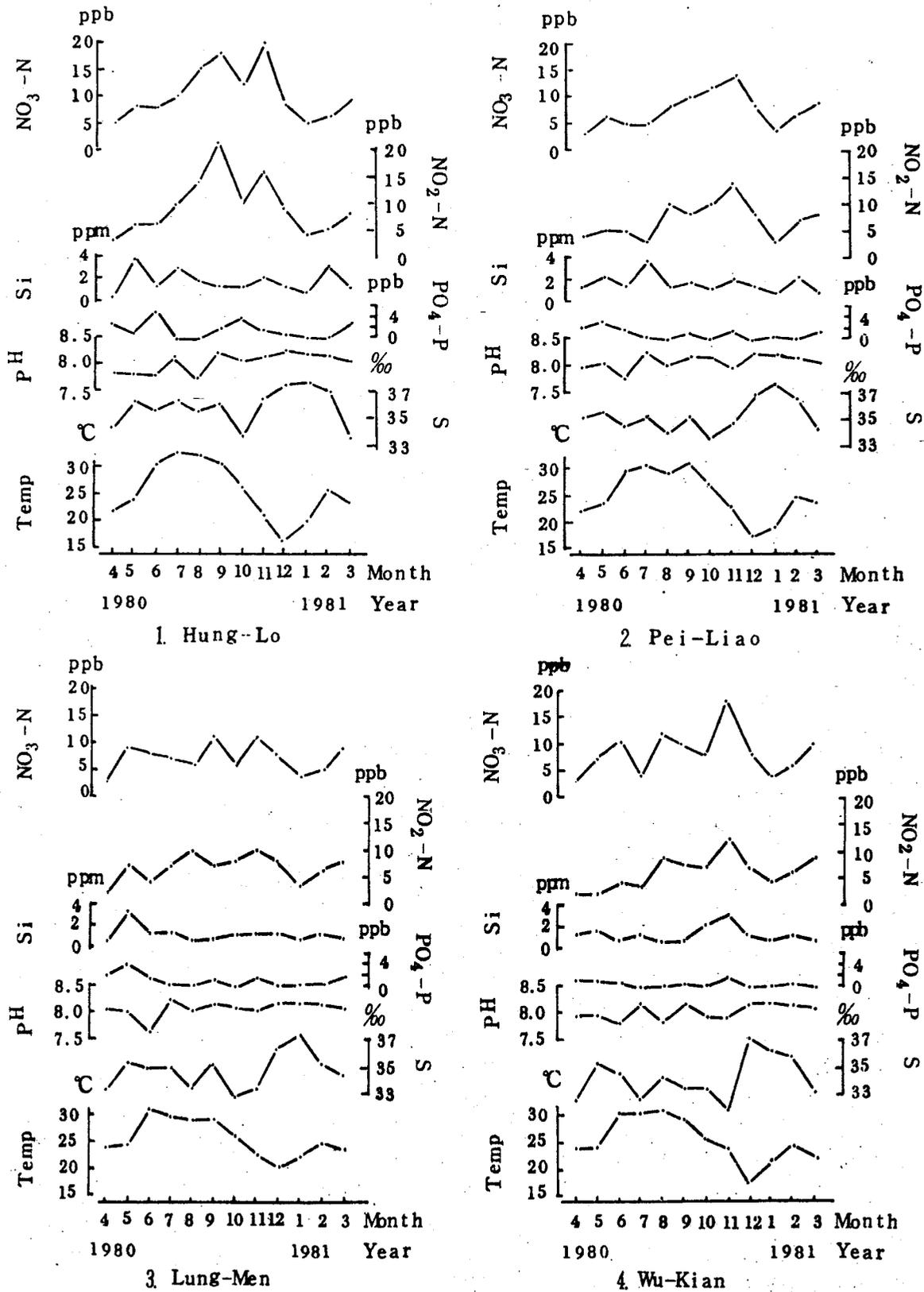
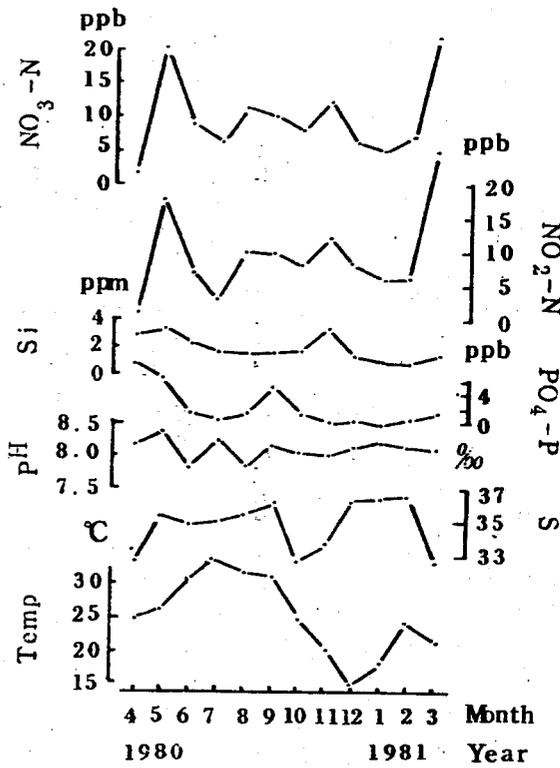
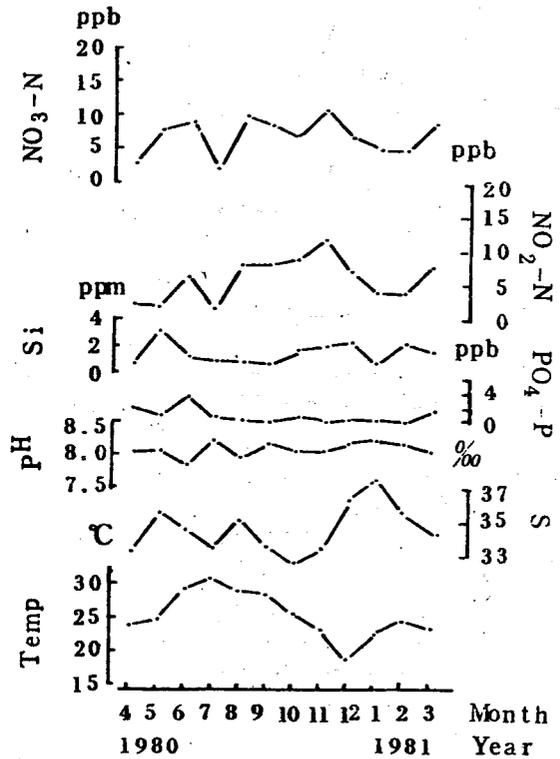


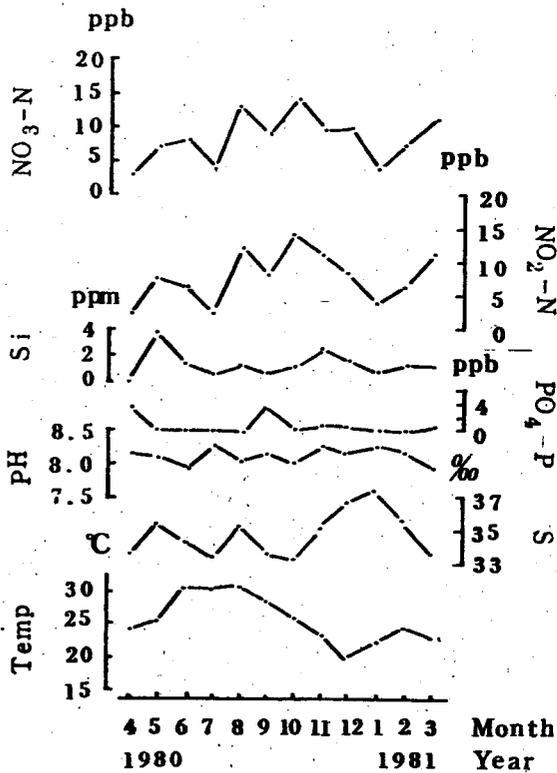
Fig.2: Seasonal variations of water properties at coast of penghu.



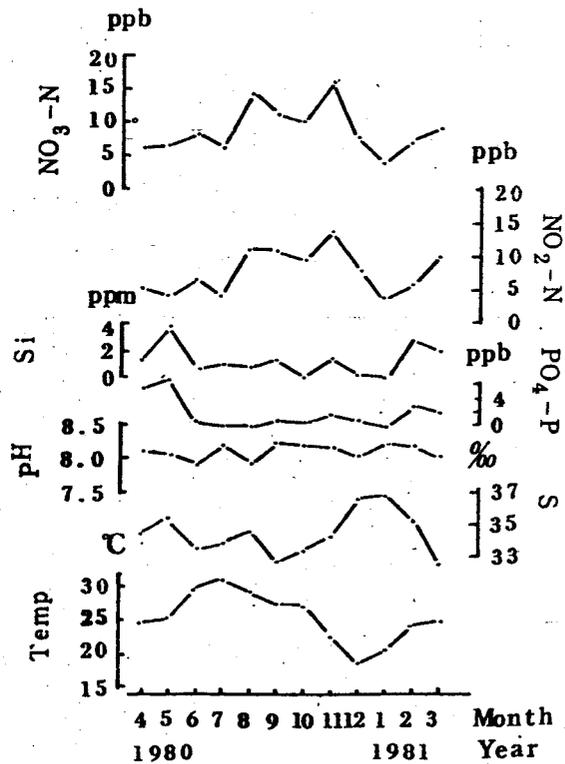
5 Tlich-Hsien



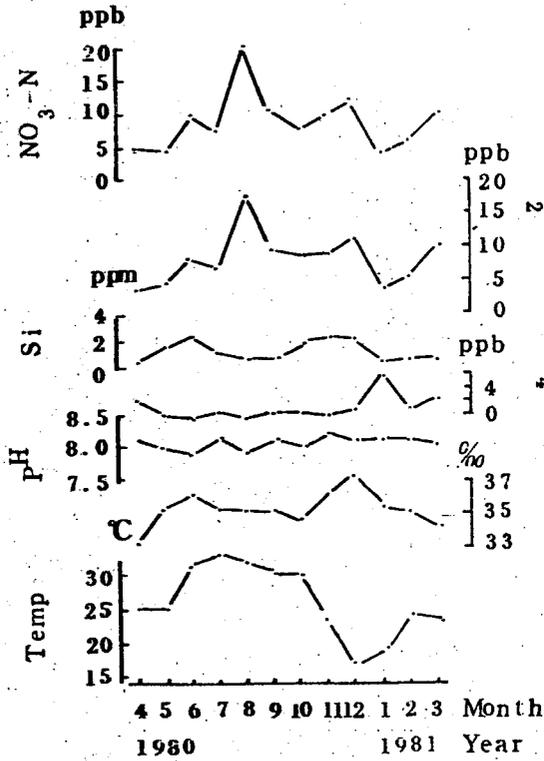
6 So-Kang



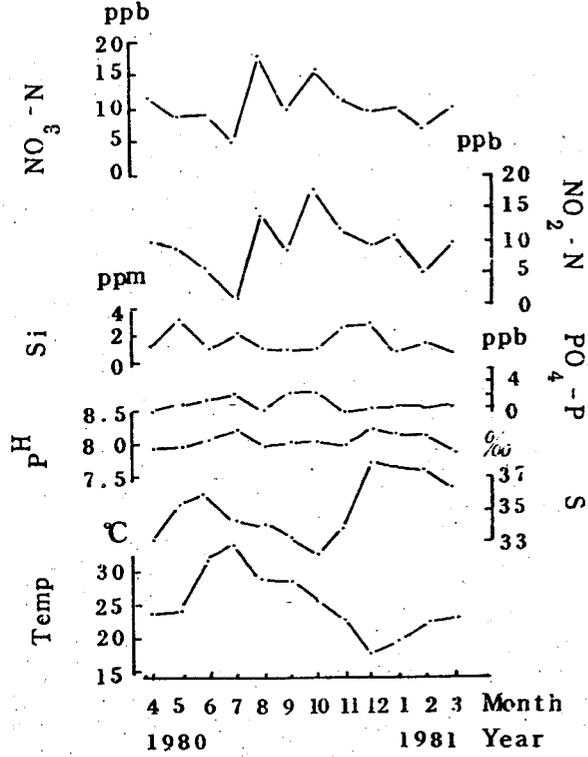
7 Feng-Kuei



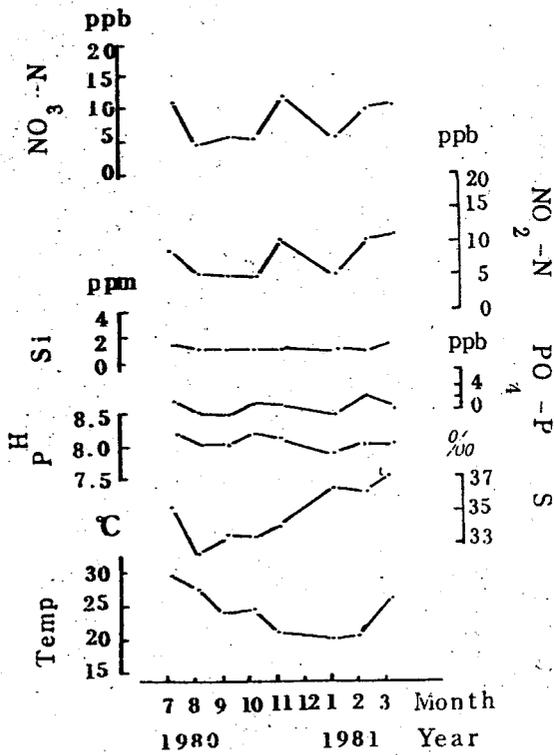
8 Shih-Li



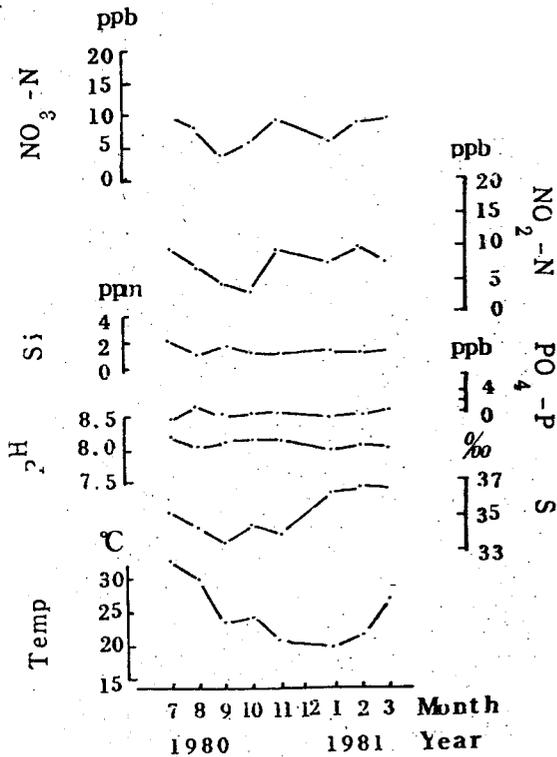
9 Chai-Yuan



10 Ma-Kung

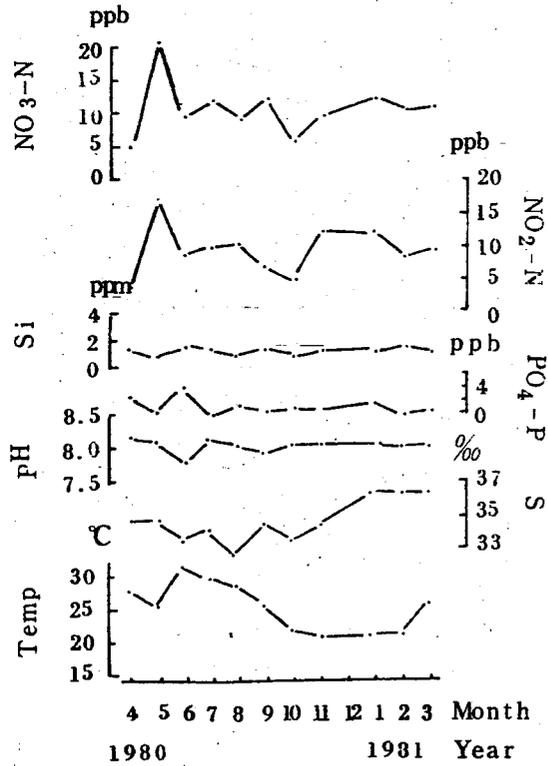
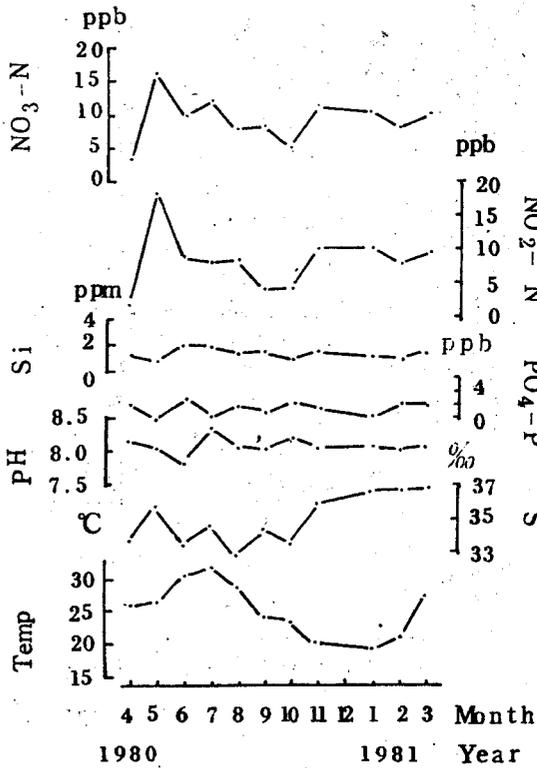
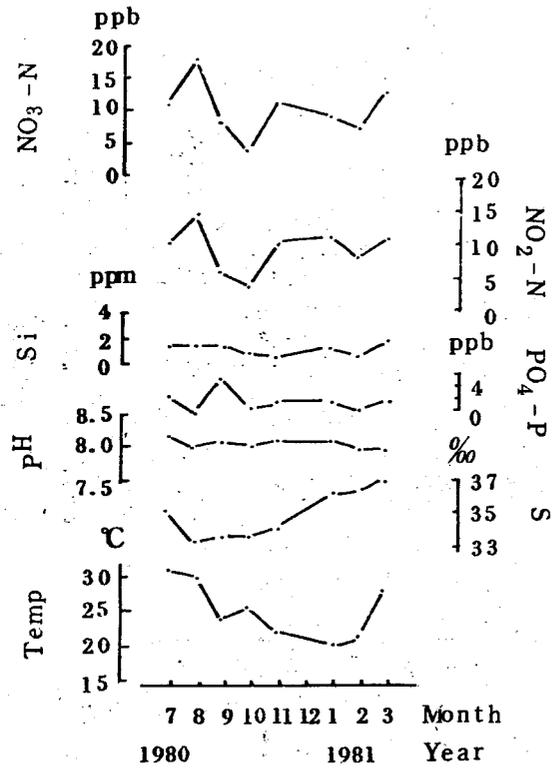
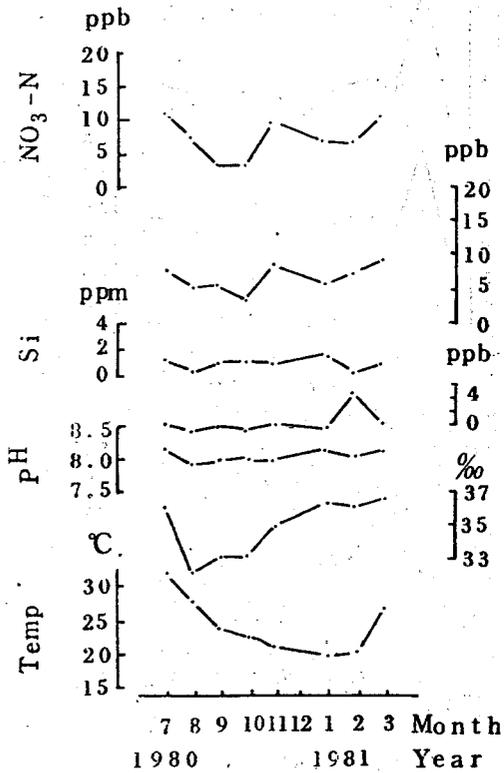


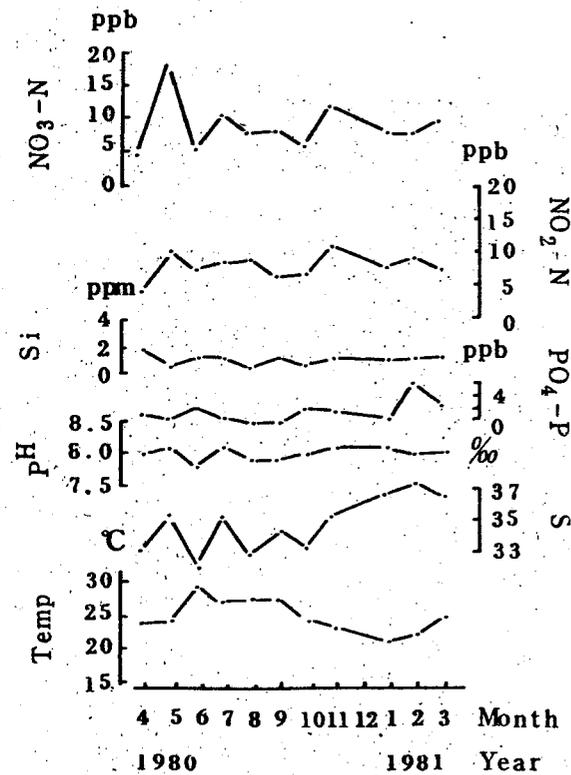
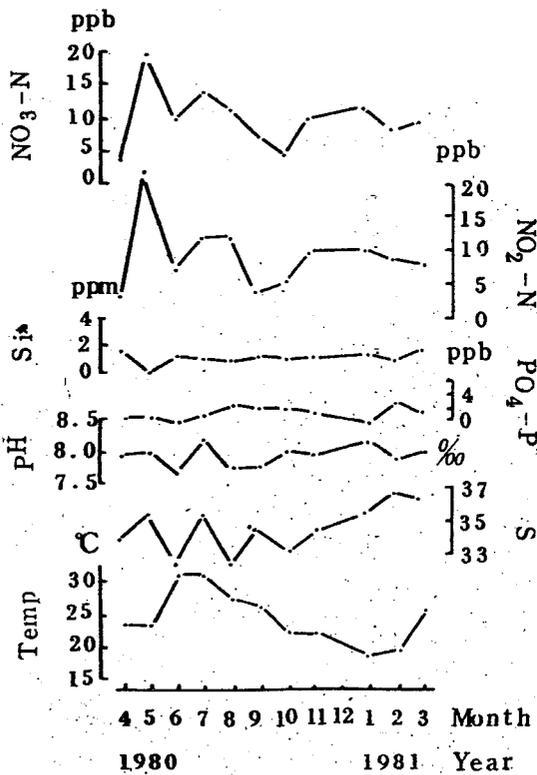
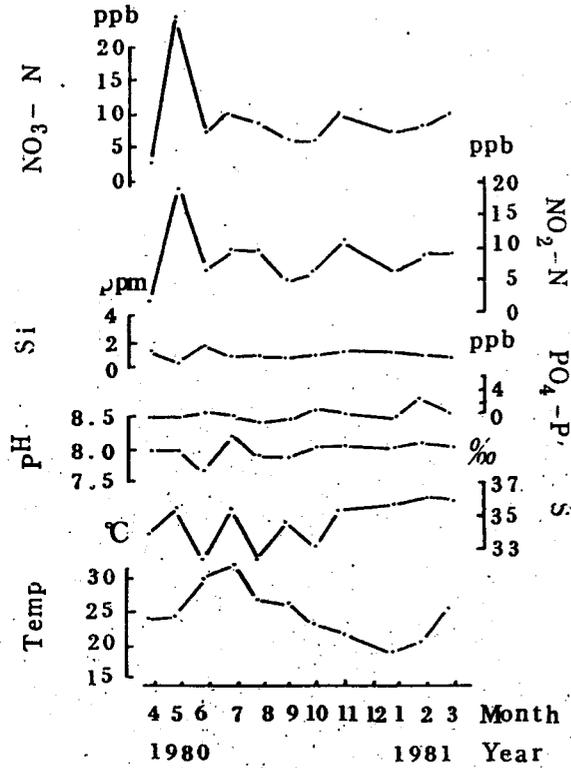
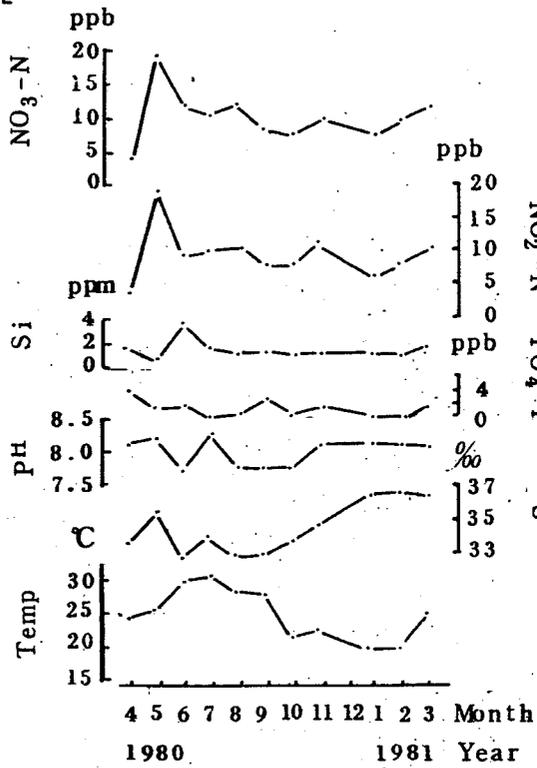
11 Chung-Cheng

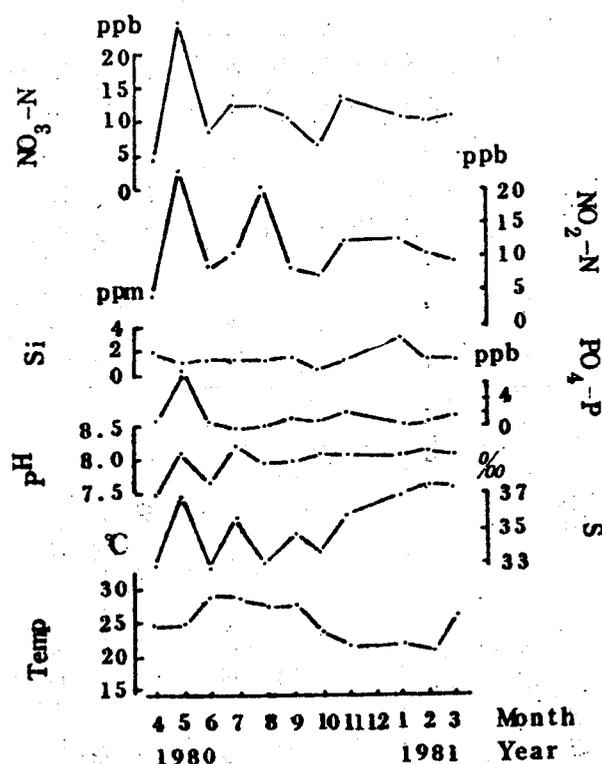


12 Chung-Tun

Continued







21. Wai-An.

子之影響，並且認為磷酸塩在此區海水之光合作用中含重要之地位。澎湖沿岸永質清澈液、塩度偏高，營養貧乏特別是 PO_4-P 含量極少，由本資料之結果來看，基礎生產力應屬有限，所以澎湖海域如要發展淺海養殖，必須在種類、方式、技術等方面互相配合，如僅盲目地發展吸收營養塩之藻類或食植物性浮游生物之貝類，以澎湖海水營養之貧乏只有消耗而不設法補充，則養殖之效果一定受到限制，所以當吾人在規劃，推展之初應先考慮到澎湖海域本身之生產力才是。

摘 要

由澎彭本島 21 個沿岸採集點，經過一年之採樣分析，澎湖沿岸海水為一高塩 33 - 37 ‰，PH 穩定 7.8 - 8.1，受季節之影響不大，平均水溫 14 - 30.7 °C 之間直接受季節氣溫之影響。澎湖沿岸水質清澈，營養塩含量較低 NO_3-N 在 3 - 24ppb 之間， NO_2-N 在 1 - 22ppb 間， PO_4-P ，0 ~ 6.7 ppb， SiO_4-Si 0.6 - 3.9 ppb 間，其含量濃度之變化受到降雨及生物活動之影響，一般來說澎湖海水適宜觀光事業，如推展養殖應注意到海水中營養塩之補充。

參 考 文 獻

- 1 李慶隆 (1977) 澎湖縣主要內灣養殖漁場水質調查。台灣省水產試驗所試驗報告，28：145 - 170。
- 2 Hung, T.C., C.H. Tsai and M.C. Ho (1977) Study on primary Productivity along the Southwestern Coast of Tiwan and the penghu Islands. Proceeding of the National science Council, 1(11): 68 - 79。
- 3 WOOD, E.D., F.A. J. ARMSTRONG and F. A. RICHARDS (1967) Determination of

Table 1. Ratio of nitrate to phosphate at 21 sampling stations.

Station	1980												1981			Average
	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.				
1. Hung-Lo	1.72	8.00	1.67	x	x	15.00	3.75	16.67	80.00	x	x	3.60	10.87			
2. Pei-Liao	0.33	2.86	x	7.14	x	x	3.75	8.24	20.00	x	x	2.25	3.71			
3. Lung-Men	1.50	2.90	5.71	x	x	11.00	x	9.17	x	x	x	6.43	3.06			
4. Wu-Kian	3.00	14.00	25.00	x	x	25.00	80.00	10.59	x	x	14.29	x	14.32			
5. Trieh-Hsien	0.25	3.33	5.00	12.00	6.47	2.00	8.00	x	10.00	x	8.75	18.33	6.18			
6. So-Kang	1.50	8.00	2.80	20.00	x	x	35.00	x	17.50	x	x	5.29	7.51			
7. Feng-Kuei	0.97	x	x	x	x	2.57	x	12.50	20.00	x	x	22.00	4.84			
8. Shih-Li	1.09	1.06	26.67	x	x	55.00	50.00	10.67	40.00	x	2.33	4.50	15.94			
9. Chai-Yuan	1.72	5.00	1.49	8.00	x	22.00	80.00	x	17.14	x	8.57	4.98	12.41			
10. Ma-Kung	x	9.00	5.00	2.08	x	3.70	5.52	x	20.00	x	x	14.08	4.95			
11. Chung-Cheng	-	-	-	9.17	x	x	5.45	10.91	-	x	4.39	7.86	4.72			
12. Chung-Tun	-	-	-	x	7.27	20.00	30.00	90.00	-	x	x	69.23	27.06			
13. Wan-Tong	-	-	-	110.00	x	5.33	x	100.00	-	x	1.29	15.71	29.04			
14. Tung-Liang	-	-	-	3.79	x	16.00	40.00	10.09	-	7.50	25.00	11.76	14.27			
15. Ta-Chiao-Tou	1.50	x	4.00	x	8.00	11.43	2.63	11.00	-	x	7.02	8.33	3.90			
16. Heng-Chiao	2.50	x	2.37	x	7.50	60.00	8.57	10.00	-	7.06	x	27.50	11.41			
17. Chu-Wan	1.00	13.57	8.00	x	21.05	3.33	16.67	9.00	-	8.43	x	64.71	13.25			
18. Da-Gon-Yea	0.75	x	10.00	100.00	x	x	60.00	16.67	-	x	3.51	100.00	26.45			
19. Chli-Ma	4.00	35.09	x	20.00	5.50	5.00	4.17	10.00	-	x	3.74	7.50	8.64			
20. Nei-An	5.00	27.14	5.00	110.00	x	x	10.00	10.91	-	14.04	1.45	4.29	17.08			
21. Wai-An	4.00	2.76	19.05	x	x	10.00	6.52	12.38	-	x	16.95	9.80	7.41			
Average	1.81	7.81	7.16	19.15	2.66	12.73	21.43	17.09	22.46	1.76	4.63	19.44				

- Nitrate in Sea Water by Cadmium-Copper Reduction to Nitrite • J. Mar. Biol. Ass. U.K. 47 ; 23 - 31 •
4. PAND, M. C. A. E. GREENBERG and N. J. TARAS (1976) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater , 64 - 1041 , American public Health Association , Washington .
 5. STRICKAND, J. D. H. and T. R. PARASONS (1972) Determination of Reactive Silicate in " A practical handbook of seawater analysis " . 65 - 71 , Fisheries Research Board of Canada, Ottawa.
 6. Hung, T. C. (1978) Primary Productivity and Hydrographical Observations in waters Surrounding Taiwan • Proceedings of the colloquium on Aquatic Environment in Pacific Region . Scope/Academia Sinica. No. 126.
 7. Riley, J. P. and R. Chester (1971) Introduction to Marine chemistry . Academic press pp. 242 - 247 .
 8. Hung, T. C. , M. C. H. and C. H. Tsai (1979) Primary Productivity and chemical Nutrients along the Southern coast of Taiwan • ACTA OCEANOGRAPHICA TAIWANICA , 9 : 23 - 38 .
 9. Hung , T. C. & C. H. Tsai (1980) Chemical Nutrients and Apparent Oxygen Utilization in the Sea Water Surrounding Taiwan , Bulletin of the Institute of Chemistry, Academia Sinica , 27 : 33 - 43 .