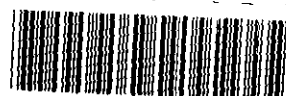


RES0042-1



RES04201

(64.P)

保育研究報告第42號之一

國立中山大學合作

墾丁國家公園海域珊瑚礁及海洋生物
生態研究—營養塩調查研究(續)

張 崑 雄 陳 一 鳴

內政部署 墾丁國家公園管理處
營建署

中華民國七十六年九月

墾丁國家公園海域珊瑚礁及海洋生物
生態研究—營養塩調查研究(續)

(計畫分支一)

委 託 單 位：內政部營建署墾丁國家公園管理處

執 行 單 位：國立中山大學海洋科學學院

計畫總主持人：張崑雄

分支計畫負責人：陳一鳴

執 行 期 間：中華民國75年9月至76年8月

目 錄

前 言	1
研究項目及方法.....	2
結果與分析	4
討 論	7
綜合報告	9
檢討與建議	16
參考文獻	18

前言

海洋環境中水質及營養鹽為該海域生態系之基礎命脈。墾丁國家公園海域處於熱帶地域海洋，且為黑潮流經之路，故此海域內擁有珍貴美麗的珊瑚礁，生物群聚及豐富的近海漁業漁場。

本研究調查，是在墾丁國家公園海域地區進行海水水質及營養鹽類變化之調查研究，研究成果除了建立海洋化學及環境水質之基礎資料外，也可提供研究各類生物群聚時的參考資料，更可供管理處做為遊客解說資料，選擇海域活動的區址及擬定整治海域污染策略的基礎資料。

研究項目及方法

自民國七十三年十一月起，於墾丁公園海域生態保護區內，設定了十六個採樣站（圖1，除了4-2，5-2，6-2三站），於同年十二月又增加了三個採樣站。採樣調查為第一年度（七十三年十一月至七十四年十月）每月一次，第二年度（七十四年十一月至七十五年六月）為每兩個月一次，每次分為兩天作業，即第一天由貓鼻頭東側（6-1站）採樣到鵝鑾鼻（1-1站），第二天由萬里桐（10-1站）採樣到貓鼻頭西側（7-2站）。各站的設定則以具有代表性的地點，而同地點則以離岸水深15m及30m設立兩站（例2-1，2-2站為船帆石處水深15m及30m的採樣站）。民國七十五年九月至七十六年八月將調查範圍減少為核電廠入水口處（4-1，4-2站），核電廠出水口處（5-1，5-2站），貓鼻頭東側（6-1，6-2站），山海里站（9-1，9-2站）及萬里桐站（10-1，10-2站），採樣工作為一天。

調查採樣的方式是以Delta Scientific Model 2110型及YSI Model 58型測氧儀測定水深1、10、15m（若採樣站水深為30m則增加20，25，30m）之氧氣飽和度，測氧儀則以Azide Modification法校正。同樣以EIL Salinity Temperature Bridge Type M.C.5，測定鹽度及溫度，儀器校正鹽度則以Argentometric Method改良法，溫度則以水銀棒狀溫度計校正。測定同時以南森式採水器採取1，5，15m（若採樣站水深為30m則增加30m）之分析用水，並在短時間內用Whitman GF/C Glass Fiber Filter把試水過濾後，置於冷凍箱內，使分析用試水在短時間內快速凍結（三宅等，1976），攜回實驗室做各種營養鹽及水質之分析。

分析項目及方法如下：

化學需氧量（COD，mg/ℓ）：以 KMnO_4 法在鹼性狀態下，用蒸氣加熱20分鐘，冷卻後再以 $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 滴定（日本水產資源保護協會，1980）。

氨（ $\text{NH}_4\text{-N}$ ， $\mu\text{g}/\ell$ ）：Indophenol ethyl-alcohol法（日本海洋學會

, 1979) 。

亞硝酸鹽 ($\text{NO}_2 - \text{N}$, $\mu\text{g} / \ell$) : $\text{N} - (1 - \text{naphthyl}) - \text{ethylenediamine}$
法 (日本海洋學會 , 1979) 。

硝酸鹽 ($\text{NO}_3 - \text{N}$, $\mu\text{g} / \ell$) : Cadmium reduction 法 (日本海洋學會 , 1982) 。

磷酸鹽 ($\text{PO}_4 - \text{P}$, $\mu\text{g} / \ell$) : Ascorbic acid 法 (APHA et al, 1985) 。

矽酸鹽 (SiO_2 , mg / ℓ) : Molybdosilicate 法 (APHA et al, 1985) 。

測定時所用光譜儀為 Hitachi Model 100 - 20 型 。每次測定各鹽類時均以其標準液求得其檢量線換算出試水中的含量。可測定最低含量 $\text{NH}_4 - \text{N}$ 為 $0.2 \mu\text{g} / \ell$, $\text{NO}_2 - \text{N}$ 為 $0.2 \mu\text{g} / \ell$, $\text{NO}_3 - \text{N}$ 為 $0.2 \mu\text{g} / \ell$, $\text{PO}_4 - \text{P}$ 為 $0.5 \mu\text{g} / \ell$, SiO_2 為 $0.005 \text{mg} / \ell$ 。另外, 於七十五年十一月起增加濁度測定項目, 以 Hach Turbidimeter Model 16800 型來測定。

結果與分析

此報告是1986年9月至1987年7月的資料所作成，採樣地點如圖1所示，1986年9月調查至5-2站起因鹽度計與測氧儀均告故障，故資料不全，1987年5月因採水器故障，故分析用試水均以採樣瓶直接裝取表層水作分析，同時又因鹽度計故障，故鹽度是以Argentometric Method於實驗室中測定的。本報告所作成的圖若未作特別說明時，其值均先以同站作平均值再以水深15m及30m等深線作其平均值來表示的。

鹽度測定的結果如圖2所示，如同往年水深15m站與30m站平均值均在 34 ± 1 ‰範圍內。水深30m站與15m的鹽度差異並不很大，以季節性來看，夏季的鹽度較冬季為低，其原因是本地區的夏季雨量較多，沿岸海域又受陸地雨水的影響，所以鹽度較低。

水溫測定結果如圖3所示，全年中1月份水溫最低，4-1站表層5m以上的水溫為 22°C ，水溫最高的月份為7月，可達 31°C 。水深15m站均較水深30m站高。尤其於夏季水深15m站較30m站平均值要高 2°C 。

5-1站為核能電廠冷却水排水口的正前方，水溫變化如圖4所示，表層水與底層水的水溫，最體的差可達 5°C ，而表層5m以下的水溫變化則不太大。1986年9月份可能因核能電廠檢修停止運轉，故表層水溫較低同底層無太大差異。該核能電廠所排出的熱水對臨近各站的影響如圖5，6，7所示，於夏季可顯示出該三站5m以上的水層，多少受到核能電廠排出的熱水影響，但冬季則否。

溶氧飽和度的變化如圖8所示，平均值的變異範圍由85~100%，水深15m站與30站並無太大差異。由季節上來看，秋季進入冬季溶氧飽和度會有下降，而冬季進入春季溶氧飽和度會上升，進入夏季則又會下降。

亞硝酸鹽($\text{NO}_2 - \text{N}$)分析結果如圖9所示，平均值的變化範圍由 $0.30 \sim 2.15 \mu\text{g}/\ell$ ，由季節上來看，冬季較高而秋末及夏季較低，以水深15m站與30m站作比較，除11、3月份15m站較30站為高，其他月份均為30m站較高。

硝酸鹽($\text{NO}_3 - \text{N}$)分析的結果如圖10所示，平均值的變化範圍為 $91.9 \sim 139.3 \mu\text{g}/\ell$ ，由季節上的變化來看，雖然秋末較低，夏初較高，但整體差異並不

大。水深15m站與30m站作比較，除3月份為15m站較高以外，其他各月份則30m站較高。

氨 ($\text{NH}_4\text{-N}$) 分析結果如圖11所示，平均值的變化範圍由 $0.5 \sim 30.2 \mu\text{g}/\ell$ ，由季節上而言，其變化秋末及春初較高，冬季與夏季較低。水深15m站與30m站作比較，除5月份15m站比30m站高之外，其他各月份均以30站較高。

磷酸鹽 ($\text{PO}_4\text{-P}$) 分析結果如圖12所示，平均值的變化範圍由 $6.9 \sim 21.4 \mu\text{g}/\ell$ ，由季節上而言，冬季及春季較高，秋季與夏季較底。以水深15m站與30m站作比較，調查六次中有三次為水深15m站較高，有三次為水深30m站較高。除1月份以外，其他月份水深15m站與30m站平均值的差異範圍為 $2 \mu\text{g}/\ell$ 以內，1月份水深30m站平均值較15m站高 $8 \mu\text{g}/\ell$ ，其原因是9-2表層1m水深 $\text{PO}_4\text{-P}$ 高達 $84.5 \mu\text{g}/\ell$ ，9-2全站平均值也達 $55.5 \mu\text{g}/\ell$ 。

矽酸鹽 (SiO_2) 分析結果如圖13所示，平均值的變化範圍為 $0.596 \sim 1.400 \text{mg}/\ell$ ，季節上的變化，秋季進入冬季矽酸鹽含量會下降，冬季至春季均較高，而進入夏季又會下降。水深15m站與30m站作比較，除1、3月份外，其他各月份均以30m站較15m站為高。

化學需氧量 (COD) 的分析結果如圖14所示，平均值變化範圍由 $0.39 \sim 3.0 \text{mg}/\ell$ 。季節上的變化則春季至夏季有較高值，而且這幾個月份均以水深15m站較水深30m站為高。

濁度的變化如圖15所示，平均值變化範圍為 $0.36 \sim 2.56 \text{NTU}$ ，由季節上的變化而言，由11月份至7月份隨時間的改變而濁度有增高的趨勢。水深15m站與30m站作比較，除1月份外，其他各月份均以30m站較15m站為高。

另外，於3月份進行採樣時，同樣在核能電廠冷却用水的排水渠，後灣養蝦場及瓊麻廠的排水溝，採取樣品水進行水質分析，結果如表7所示。於核能電廠冷却水排水渠採的樣品是離排水口約一百公尺處，間隔十五分鐘採了兩個樣品水，比較其結果可知硝酸鹽、氨鹽及磷酸鹽會因採樣時間不同而有將近2倍大的差異。該四樣品之分析結果與同月份水深15m站平均值作比較，可知濁度於後灣養蝦場較水深15m站高出2倍多，瓊麻廠也稍有較高。有關亞硝酸含量，則該四個樣品均較水深15m站高，尤其是養蝦場與瓊麻廠的排水較水深15m站高了1.6倍，而核電廠

的排水較水深 15m 站 則 有高也有低。有關氮鹽的含量，唯有核電廠排水第一次樣品較水深 15m 站低以外，其他均較水深 15m 站高，尤其是養蝦場的排水，較水深 15m 站高出 2.3 倍。有關磷酸鹽含量，則唯有瓊麻廠的排水較 15m 站高出 1.9 倍。有關矽酸鹽含量，則養蝦場及瓊麻廠的排水較水深 15 站高，分別高出 1.8 倍及 4.6 倍。有關化學需氧量則唯有養蝦場的排水較水深 15m 站高出 1.6 倍。

討論

鹽度在冬季有較高值是因為冬季雨量較少，但實際全年鹽度變異是在 $34 \pm 1\%$ 以內，可以說對生物並沒有什麼影響。

水溫如同往年 1 月份最低（張等，1986），最高的季節是在 7 月份，尤其因為 5~1 站為核能電廠冷却水排水口，於 5 月份表層水已超過 30°C ，且此熱水又會擴散至附近的海域，但此熱水調查到目前為止，只會影響到表層 5 m 左右的水深。

溶氧飽和度雖然隨著時間的變遷有較大的變化，但其變化範圍為 $85 \sim 100\%$ ，故其對生物並不構成威脅。

亞硝酸鹽含量與往年比較並沒有太大的差異（張等，1986），且還是以外洋供應為主的現象。

硝酸鹽的含量與往年比較有較高的趨勢（張等，1986），此因在 1986 年 1 月起硝酸鹽隨著時間的變遷而升高。本年度分析的結果，除 3 月份外，水深 30 m 站均較 15 m 站高，此表示硝酸鹽也如同亞硝酸鹽是以外洋供應為主。

氨鹽的含量在季節上的變化與往年相似，唯有變異的大小較往年為劇，本年度變異的情形與亞硝酸鹽剛好相反，即氨鹽升高時亞硝酸鹽則降低，反則也同。水深 15 m 站與 30 m 站除 5 月份外，其他月份均以 30 m 站較高，此表示氨鹽來源也以外洋供應為主，此結果與往年不同，往年是以水深 15 m 站較高，故氨鹽可能是由陸上或沿岸底層堆積物分解而來。本年度氨鹽變異較劇，可以說受到氨鹽因有外洋供應為主之影響。

磷酸鹽的含量，往年的結果可看出是以外洋供應為主，但本年度調查分析的六次中，水深 15 m 站及 30 m 站各有三次較高值，故無法判斷是否以外洋供應為主。但 1 月份後 9~2 站表層 1 m 水深可高達 $84.5 \mu\text{g}/\ell$ ，9~2 站的平均值比鄰近 10~2 站的平均高出 6 倍，比 9~1 站平均值高出 8.5 倍，此表示 9~2 站是一個獨立水團，且由外洋而來。

矽酸鹽在季節上的變化與往年很相似（張等，1986），唯有在含量上於 3 月份全部調查海域均有升高，但其原因無法得知。水深 15 m 站與 30 m 站作比較，除 1、3 月份為 15 m 站較高外，其他各月份是 30 m 站較高，此表示矽酸鹽也以外洋供應為

主。

化學需氧量在季節上的變化類似往年，含量的變化也相似。由春季進入夏季可得知水深15m站平均值較30m站高，此表示於該季節中由陸上帶來的有機物或沿岸堆積物分解出來的還原物質較多。

濁度的變化，由11月份開始調查，得知會隨著時間的變遷有增高的趨勢，尤其是5月份水深30m站，雖因採水器故障，只採到表層水，但其平均值比水深15m站同樣只採到表層水的平均值高了2.5倍，主要是因為4~2站達5.8NTU，但原因無法得知。一般影響濁度的變化可歸納成兩類，一類因生物的變化而造成，其包括懸浮性的微小生物量的增加而使濁度變高。也因生物活動量的增大，排泄或分泌出來的廢物懸浮在水中，或因生物死亡後被分解成有機性碎片懸浮在水中而使濁度增高等。另一類為非生物性的影響，例如降雨、海流、風、溫度等，會使沉澱在底表層較輕微物質浮起懸浮在水中，而造成濁度變高。本年度缺少非生物性方面資料的收集，故濁度無法作解析。

於核能電廠冷却用水的排水渠，後灣養蝦場及瓊麻廠的排水溝採水分解的結果，核能電廠冷却用水的排水，雖然兩次採樣分析的結果有所差異，但兩次的平均值，除了亞硝酸鹽的含量較高外，其他均與水深15m站的平均值相近似，亞硝酸鹽含量較高的原因，可能是4~1站處即核能電廠冷却水入水口處。表層1m水深中亞硝酸鹽的含量已達 $2.1\mu\text{g}/\ell$ ，故使冷却水排出時也較高，以整體水質來看核電廠冷却用水的排出，除水溫以外，其他對海域並沒有太大的影響。後灣養蝦場排出的廢水，除磷酸鹽較低以外，其他項目均超過水深15m站的平均值，尤其是濁度，亞硝酸鹽，硝酸鹽及氨鹽均超過2倍以上。瓊麻廠的排水除了硝酸鹽以外，其他項目均較水深15m站平均值高，尤其是亞硝酸鹽、磷酸鹽及矽酸鹽含量均超過2倍以上。但該兩處的排水是否會對沿岸水域造成嚴重的污染，還要視其排水量的多寡而定，因缺少此方面的資料，故無法定論。

綜合報告

爲了能瞭解：1.同站中不同水深的關係。2.不同站之間的相關性。3.季節上變化情形。將三年中由1984年11月至1985年11月較完整的一年資料作了上述一、二項之解析，將三年全部資料之平均值作了第三項的解析。

1.同站中不同水深的關係：

以十三個月份的資料，用ANOVA，Two-Way Classification作其F-test，以0.05作爲顯著水準，所得到的結果如表8所示，同站中不同水深水溫除了2~1，9~1，10~1，10~2四站外，其他各站在不同的水深有顯著差異。鹽度則有7~2，9~2，10~1，10~2四站有顯著差異，7~2站因位於貓鼻頭南端，易受外洋水的影響，而造成不同水深鹽度有顯著差異。9~2，10~1，10~2站鹽度有顯著差異是可能因爲受到北邊保力溪淡水的影響而形成。由實測資料可知此三站近海底水層的鹽度均較其他水層爲高。也因爲保力溪淡水的影響而使10~1，10~2站在不同水深其溫度並無顯著差異。氧氣飽和度如表8所示，有七站爲同站中不同深度有顯著差異。海水中氧氣的飽和度會受地形及水流影響其擴散速度，另外墾丁國家公園海域的海底分布了相當多的珊瑚及底棲生物，因生物的分布密度並不均一，而使氧氣消耗量也不相同，故也會影響到底層水中氧氣飽和度。由實測資料可知氧氣飽和度均爲表層較高底層較低。該七站在不同水深中氧氣飽和度有顯著差異，此明示該七站底層氧氣飽和度一直維持較低的含量。亞硝酸鹽在不同深度有顯著差異的有3~2，4~1，5~2之站，硝酸鹽則爲3~2，5~1兩站，由此可知南灣附近海域對這兩項營養鹽會形成不同深度有顯著差異，而其他各站的泳域則無此現象。氨鹽、磷酸鹽、矽酸鹽如表8所示，十九站中分別有一站在不同深度中有顯著差異，此可認爲在採樣上的差異而造成的。即意味此海域對這三項營養鹽並無因水深不同而有顯著差異。化學需氧量在此十三個月份的資料並未顯示出此海域因水深不同而有顯著差異。

2. 不同站之間的相關性：

以十三個月同樣水深的資料，即1、5、15、30m水層資料，求其相關係數，再以Cluster Analysis Minimum Distance 求出相關係數矩陣如表9所示，再繪出其相似度圖。

不同站之間溫度的相關性如圖16所示，除5m 7~1站其相關係數為0.167以外其他相關係數均大於0.6。由各水層作比較可知表層水溫之相關性較底層水層為高。由各水層看其相關係數可知1m水層除5~1，5~2站外，1至6站可視為同一水域，7，8站可視為同一水域，9，10站可視為同一水域，而5~1，5~2站因為是在核電廠冷却水排水口處，而受其排出溫水的影響，故與其他站相關性較低。5及15m水層分別除7~1及7~2站外，均可由1至6站視為同一水域，8至10站視為同一水域。7站因位於貓鼻頭南端，易受外洋水的影響，使7站與其他各站相關性較低。30m水層因受底層地形的影響，雖整個海域相關性並不十分高，但還是具有愈相近的站其相關性愈高的情形。

不同站之間鹽度的相關性如圖17所示，除30m 3~2站其相關係數為0.319以外，其他各站之相關係數均大於0.85。由各水層分別來看其相關性可知1m層可分成三個水域，分別為1至6站，7至8站，9至10站，但其中6~2，4~2，4~1三站則不包括在此三水域中，即此三站與其他站之相關性較低，其原因是6~2站位於貓鼻頭之東側，易受外洋之影響而造成。而4~2站是受4~1站之影響，因4~1站受到核能電廠另一個排水渠的影響而使鹽度之變化與其他各站有所不同。5m之水層，雖然9，10站與1至6站因地域隔開，但因在水面下5m，故不易受到陸上之排水及海地地形所造成之影響，而使9，10站與1至6站之鹽度變化有相同的趨勢。另一個水域為7，8站。2~2，3~2，4~2站其與其他站之相關性均較低，其原因是因為如前述4~1站受到陸上的排水，而此水向外擴散下沉而使此三站的鹽度變化與其他站有所不同。15m水層可分為二個水域即1至6站及8至10站，7~1，7~2，3~2，4~2站則於其他站的相關性較低，其原因是因為7~1，7~2站位於貓鼻頭的南側，易受外洋水的影響而造成，3~2，4~2站如前述4~1站附近均較前三水層為低，但還是可分成兩水域，分別

爲2至6站及7至10，唯獨3~2站如前所述因受4~1站陸上排水的影響而其鹽度的變化與其他各站有所不同。

不同站之間氧氣飽和度之相關性如圖18所示，各站間的相關性水層水（1，5 m）較下層水（15，30 m）爲高。但因爲水中氧氣之含量是由大氣溶入或由水中植物之光合作用而增加，也因爲生物或非生物的利用而耗減。因爲各站能生產或消耗氧氣之條件並不相同，故不同站之間的關係並不因爲距離較近而絕對會有較高的相似度。由各水層分別來看其相關性可知1 m水層可劃分的水域有1~1，2~2站；3~1，3~2站；4~1，4~2站；10~1，10~2站；8，9站等，6~2站與其他站相關性最低，其原因是因此站易受外洋水影響而造成。5 m水層可劃分的水域有1~1，3~2，3~1，2~1站；9站；10站；8站等，相關性最低的站也如同1 m水層爲6~2站。15 m水層可分成五個水域，即1~1，2~1，2~2，3~1，3~2，4~1站；4~2，5~2，6~2，7~2站；8~2，9~1，9~2站；5~1，6~1，7~1，8~1站及10站等五個水域，而10站水域與其他各站間的相關性最低。30 m水層則可劃分爲2至6站爲一個水域，9，10站爲一個水域，7~2及8~2站爲獨立水域。整體海域氧氣飽和度之相關係數也可達到0.7。

不同站各營養鹽變化之相關性如圖19~23所示，也如同氧氣飽和度並不因爲站的距離較近就絕對會有較高的相似度。圖19所示爲不同站之間氨鹽之相關性，除1 m水層9~1站及5 m水層8~2站外，其他各站間的相關係數均大於0.70，而且下層水各站之相關性較上層水爲高的趨勢，此表示上層水各站中的氨鹽來源或消耗的變異較大。亞硝酸鹽如圖20所示，除1 m水層1~1站外，其他各站間的相關係數均大於0.80。1 m水層1~1站因位於鵝鑾鼻，故易受外洋水之影響而使其變化與其他站的變化有所不同。以不同水層作比較可知上層水各站之相關性較下層水有稍高的趨勢。硝酸鹽如圖21所示，除30 m水層2~2站外，其他各站間的相關係數均大於0.60。各水層之間作比較可知以15 m水層各站間的相關性較高，此表示表層水與底層水各站中間硝酸鹽的來源或消耗上的變異較大。磷酸鹽如圖22所示，除1 m水層3~2，4~1站外，其他各站間的相關係數均大於0.50。1 m水層4~1站因受核能電廠另一個排水渠的影響，此排水可能包括了一般家庭用

的清潔劑，而一般清潔劑中均含有磷的成分，故1 m水層除了4~1站外3~1，3~2站也均受此排水的影響。而使該三站磷酸鹽的變化與其他站較為不一樣。以各水層作比較可知除了上述1 m水層三站較特殊外，全調查海域各站之間的相關性是有上層水域較下層水域為高的趨勢。矽酸鹽如圖23所，以各水層作比較可知30 m水層各站之間的相關性最低，此表示此表層各站中矽酸鹽的來源或消耗上的變異較其他的水層來的大。

不同站之間化學需氧量之相關性如圖24所示，除15 m水層1~1站外，其他各站間的相關係數均大於0.60，15 m水層1~1站因位於鵝鑾鼻，易受外洋水的影響，而使其變化與其他各站較不一致。各站間的相關性也如同各營養鹽的情形，並不因為站之間的距離較近就絕對會有較高的相似度。

3. 季節上的變化：

以ANOVA, Two-Way Classification作F-test顯著水準0.05，分析各站所測定的資料在季節上的變化，其結果只有6~1站氮鹽及1~1站磷酸鹽為無顯著差異。因為在前述同站中不同深度除水溫有較多的站有顯著差異外，其他各項有顯著差異的站並不多。另外，在不同站之間各項目也可達0.40以上的相關係數。故為了使季節變化資料能簡單明瞭表示，先將同站中不同水深資料作平均值，再以水深15 m及30 m等深線的站作其平均值來表示其季節的變化。所得結果如圖25所示。

鹽度在季節上的變化，除1985年8月份15 m站為32.15‰以外，其他均為34‰左右，8月份鹽度較低是因為調查當天有下雨，故鹽度較低。水深30 m各站與水深15 m各站鹽度差異並不大。夏季至秋季15 m站較30 m站略低，此因為此季節中雨量較多而形成的。

水溫在季節上的變化，三年中水溫最低的月份均在1月份，尤其1985年1月份水溫最低可達21.5℃，三年中水溫最高的月份均出現於6~8月份，水溫最高可達29℃。水深15 m站均較30 m站為高，此因為5~1站為核電廠冷却水排水口，故使15 m的水溫平均值有較高值。若以台灣海峽處的調查站作比較（即7至10站）得知冬至春季水深30 m站會有比水深15 m站水溫高的情形，其他季節均為15

m 站較高。

5~1 站為核能電廠冷却水排水口的正前方，水溫變化如圖 26 所示，表層與底層水溫最大差異有 5℃，但表層 5m 以下的水溫變化就不太大。此熱水對臨近各站 5~2 站 6~1 站及 6~2 站也多少有所影響，但此影響均顯示在 5m 以上的水層。

溶氧飽和度的變化如圖 25 所示，變化範圍由 86~102%，水深 15m 站 30m 站無太大的差異。由季節上來看，冬至夏初溶氧飽和度沒有太大的差異，而夏至秋末則變化較大。但第三年度因 1 月份溶氧飽和度低下，再加上兩個月調查一次，故此變化看起來同前兩年有所不同。

氨鹽在季節上的變化，春季與秋季有較高值，平均值的變化範圍由 3~30 $\mu\text{g}/\ell$ 。水深 15m 站與 30m 站作比較，除 1985 年 3、4 月，1986 年 1、11 月，1987 年 1、3、7 月份 30m 站比 15m 較高外，其他各月份均為 15m 站較高，此表示氨鹽的來源，可能由陸上或沿岸層堆積物分解而來。

亞硝酸鹽在季節上的變化，冬季較高，夏季較低，入秋後又有增高的趨勢，其變化範圍 0.2~2.4 $\mu\text{g}/\ell$ 。以水深 15m 站與 30m 站作比較，除 1985 年 4、9、11 月及 1986 年 11 月，1987 年 3 月份 15m 站比 30m 站較高外，其他月份均為 30m 站較高，此表示此海域亞硝酸鹽是以外洋供應為主。

硝酸鹽在季節上的變化，其變化如同亞硝酸鹽，也為冬季較高，夏季較低，但自 1986 年 1 月份起硝酸隨著時間的變遷，逐漸升高後，就沒有下降，且水深 30m 站除 1987 年 3 月份外，均較 15m 站高出很多，此表示外洋水提供硝酸鹽較多，故 1987 年春，夏季的硝酸鹽並未低下。硝酸鹽的變化範圍為 3~139 $\mu\text{g}/\ell$ 。水深 15m 站與 30m 站比較，除 1984 年 11、12 月，1985 年 4、7 月，1986 年 1 月，1987 年 3 月份，為 15m 站較高外，其他各月份則 30m 站較高，此表示硝酸鹽也如同亞硝酸鹽是以外洋供應為主。

磷酸鹽在季節上的變化，四季中並無太大的變化。唯有 1985 年 11 月份平均值高達 19.8 $\mu\text{g}/\ell$ ，尤其在 7~1 站 1m 處可達 41.0 $\mu\text{g}/\ell$ ，較 1~1 站 1m 處 4.6 $\mu\text{g}/\ell$ 高了 9 倍，此月份中各站間作比較得知磷酸鹽有較高平均值是因為貓鼻頭附近有較高的磷酸鹽水團向台灣海峽及南灣的方向移動而造成的，但此水團由

何處而來，則無法得知。1986年1月份磷酸鹽含量雖較去年11月低，但其含量較往年為高，其原因如同11月份因7站有較高的含量，其他各站則以3、4站有較高，此意味著含高磷酸鹽的水團被帶到南灣後，未能再被帶到外海，而停留在南灣及青蛙石附近。1987年1月至5月整體海域的磷酸鹽含量均較高，（5月份因只有表層水，故可能有某程度的誤差），但除了1月份外，其他月份水深15 m站及30 m站並沒有太大的差異。而1月份水深30 m站平均值較15 m站高 $8 \mu\text{g}/\ell$ ，其原因是9~2站平均值高達 $55.5 \mu\text{g}/\ell$ ，比臨近10~2站高出六倍。以9~2站不同水深來看是表層1 m水深磷酸鹽含量最高可達 $84.5 \mu\text{g}/\ell$ ，此表示該水團可能由外洋而來。以水深15 m站與30 m站作比較則除了1985年5、9、11月1986年9、11月及1987年3月外，其他各月份均為30 m站比15 m站高，此表示該海域的磷酸鹽也以外洋供應為主。

矽酸鹽在季節上的變化，冬季較高，春季較低，春末夏初又會升高再降下，秋季再會上升。但於1987年3月份全部調查海域的矽酸鹽含量均有升高，但其原因無法得知，水深15 m站與30 m站作比較，除1985年4、9、11月，1986年1月及1987年3月份外，其他各月份30 m站較15 m站為高，此表示矽酸鹽也以外洋海水供應為主。

以上營養鹽的變化範圍與台電核三廠報告中接近的測站作比較大致是相同的（蘇等1983，1984）。同澎湖海域作比較， NO_2-N 為低， NO_3-N 為高， PO_4-P 為高， SiO_2 為低（蔡和胡，1985；薛和蔡1981）同台灣四週黑潮流作比較則 NO_2-N ， NO_3-N ， SiO_2 均很相似，唯有 PO_4-P 較低（Hung和Tsai，1974），而 NH_4-N 在此四篇報告中均未作調查，無法比較。若同澎湖以養殖為主的大葉藻海域作比較則 NH_4-N ， NO_2-N ， NO_3-N 均較低， PO_4-P 較高， SiO_2 相似（陳，1986）。由以上比較結果可知，此海域的某些營養鹽雖然較澎湖海域為高，但不比台灣四週黑潮流的營養鹽高，且比養殖為主的大葉藻海域的氮源為低，故此海域並未成為豐富營養的海域，尤其 PO_4-P 雖比大葉藻海域高，但比台灣四週黑潮流為低，此 PO_4-P 有可能為此海域植物性生物生長上的限制因素。

化學需氧量在季節上的變化，其範圍為 $1.3 \sim 5.1 \text{ mg}/\ell$ ，除1984年11月

份外，春季至夏季有較高值，而且這幾個月份水深15m站也較30m站為高，此表示這幾個月份由陸上或沿岸堆積分解出這原性物質較多。此變化範圍與澎湖海域作比較為高（李1977；陳1986）。以日本海域標準在 $2\text{mg}/\ell$ 以下為水產一級用水， $3\text{mg}/\ell$ 以下為水產二級用水， $8\text{mg}/\ell$ 以下環境保護標準（村上1977），雖然此海域有時COD會超過 $5\text{mg}/\ell$ ，但此只是在季節上短時間的變化，一般變化範圍是以 $2.5 \sim 3.5\text{mg}/\ell$ 為主，故此海域溶解在水中還原性物質還不算太多。

檢討與建議

鹽度在本調查海域中並沒有太大的變異，且類似外洋水的鹽度，因該海域沿岸均沒有大量淡水流入之處，故今後的鹽度也應該會很穩定。

水溫在該海域會隨著季節而改變，一般1月份會降到最低 21°C 左右，而在夏季水溫會接近 30°C ，但因核能電廠冷却水的排放使5~1站由6月份起表層水溫即超過 30°C ，並由不同站之間的比較可知1至6站之表層水在水溫上均屬同一水團，故此熱廢水會影響臨近各站，今後應配合海流、潮汐再繼續進行追蹤該熱廢水擴散的情形，並須更進一步的調查研究該水溫對生物所造成的影響。

溶氧飽和度雖然某些站在不同水深之間有所差異，但全海域站與站之間的相關性還是非常高，同時全年溶氧飽和度均維持在85%以上，應該對生物不構成威脅，唯有夏季溶氧飽和度變化較劇烈，今後仍需繼續追蹤其變化。

亞硝酸鹽、硝酸鹽及氨鹽在同站中不同水深有顯著差異的站很少，且各站間的相關性也可達0.6以上，且與台灣四週之黑潮流中的含量相似，唯有硝酸鹽自1985年1月份開始升高後就沒降低的趨勢，今後還有待繼續追蹤的必要。

磷酸鹽在同站中不同水深之比較，唯有5~2站有顯著差異。不同站之間之比較得知4~1站處水深1m會受到核能電廠另一個排水的影響，且此影響會擴散至3~1，3~2站。在季節上的變異得知冬季會有含磷較高的水團出現，例1985年11月份之7~1站，1987年1月份之9~2站。但此水團的來源，無法得知。今後應該配合海洋物理方面的探討，以便能更進一步的瞭解磷酸鹽含量的變化。

矽酸鹽在不同站之間作比較，得知水深30m處站與站之間相關性很低，此表示該水層中矽酸鹽的供應或消耗上的變異較其他水層來的大。由季節上的變化得知1987年3月份全水域之矽酸鹽均升高，但其原因不明，今後仍需作更進一步的研究。

化學需氧量的測定可作為污染的一個指標，目前該海域的調查分析結果，顯示該海域溶解在水中還原性及有機物並不很多，即未被污染，但在夏季一般水深15m站平均值會比30m站為高，為了防止由陸上帶來的污染，化學需氧量是需要繼續追蹤。

於1987年3月份在核能電廠冷却排水渠及後灣養蝦場及瓊麻廠之排水溝採樣分析的結果得知，核能電廠冷却水的排出對海域營養鹽及水質並無影響，但其他兩處

的排水均有某些項目的營養鹽或水質較海域為高，是否會污染到海域，則必須要瞭解其排水量之多寡，但因缺少儀器而未能作更進一步的調查研究。同時，排出的廢水流入海域將會被海水稀釋，此方面還須要海洋物理方面的配合，才能作更進一步的探討。

參考文獻

- APHA, AWWA, WPCF, 1985, Stand methods, XIII + P 113 ;
Washington : American Public Health Association .
- 陳一鳴, 1986, 澎湖大菓葉海域環境調查研究。中山大學學報第三期, 115 ~ 132
- 張崑雄, 陳一鳴, 1986, 墾丁國家公園海域珊瑚礁及海洋生物生態研究—營養鹽調查研究(續)。保育研究報告第34號之三, 1 ~ 102 頁。
- Hung, T.C. and C.C.H. Tsai, 1974, Study on Chemical nutrients and photosynthetic pigments in the Kuroshio current around Taiwan island, ACTA Oceanographic Taiwanica, No. 4, p.71 ~ 92 .
- 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第二十八號, 145 ~ 170 頁。
- 三宅泰雄, 北野康, 1976, 新水質調查法, X I + P 265 ; 東京: 地人書館。
- 村上彰男, 1977, 沿岸的污染。IV + P 152 ; 東京: 築地書館。
- 日本海洋學會編, 1979, 海洋環境調查法。XV I + P 666 ; 東京: 恒星社厚生閣。
- 日本海洋學會編, 1982, 海洋環境測定。I X + P 338 ; 東京: 恒星社厚生閣。
- 日本水產資源保護協會編, 1980, 水質污濁調查指針。X II + P 552 ; 東京: 恒星社厚生閣。
- 薛月娥、蔡萬生、胡興華, 1981, 澎湖沿岸營養鹽及水質調查研究。台灣省水產試驗所試驗報告第三十三號, 305 ~ 315 頁。
- 蘇仲卿、洪楚璋、江永棉、譚天錫、張崑雄、楊榮宗、鄭穎敏、范光龍、張湘電。
1983, 台灣南部核能電廠附近海域之生態研究綜合報告。中央研究院國際環境科學委員會中國委員會專刊第二十七號, 214 頁。
- 蘇仲卿、洪楚璋、江永棉、譚天錫、張崑雄、李信徹、張湘電, 1984。台灣北部核能發電廠運轉對附近海域之生態環境影響評估報告。中央研究院國際環境科學委員會中國委員會專刊第二十九號; 151 頁。
- 蔡萬生、胡興華, 1985, 澎湖內灣環境調查。國科會生物科學研究中心專刊第十四集, 117 ~ 198 頁。

表 1. 墾丁國家公園海域水文、營養鹽及水質變化。1986 年 9 月。

Station	Time	Depth (m)	Salinity (‰)	Temp. (°C)	D.O. (%)	Turbidity (NTU)	NO ₂ -N (μg/l)	NO ₃ -N (μg/l)	NH ₄ -N (μg/l)	PO ₄ -P (μg/l)	SiO ₂ (mg/l)	C.O.D. (mg/l)
4-1		1	33.95	26.1	97		0.6	131.3	n.d	8.5	0.830	0.71
		5	33.95	26.1	101		0.6	75.4	n.d	7.5	0.615	0.93
		10	33.95	26.1	107							
		15	33.95	26.0	111		1.6	69.8	9.4	3.5	0.580	0.22
4-2		1	33.90	26.2	91		1.6	132.0	n.d	5.0	1.005	0.28
		5	33.90	26.2	92		0.2	109.1	n.d	7.5	0.880	0.50
		10	33.90	26.2	93							
		15	33.95	26.2	94		0.6	156.9	n.d	7.5	1.085	0.31
		20	33.95	26.2	95							
		25	34.10	26.2	96							
		30	34.10	26.2	97		0.6	160.3	0.4	8.5	1.175	n.d
5-1		0	34.25	25.9	90							
		1	34.25	25.9	89		0.6	96.9	n.d	7.5	0.725	0.34
		5	34.35	25.9	89		1.0	41.0	2.6	2.5	0.315	0.87
		10	34.30	25.8	93							
		15	34.30	25.8	96		1.8	129.1	n.d	10.0	0.925	0.03
5-2		1		26.1	89		0.2	181.0	n.d	8.5	1.270	0.34
		5		26.1	88		0.2	146.7	n.d	10.0	1.080	0.06
		10		26.1	89							
		15		26.1	91		3.2	83.2	3.2	5.0	0.640	0.90
		20		26.1	91							
		25		26.1	92							
		30		26.1	93		8.0	127.3	0.4	1.0	0.970	0.56
6-1		1					1.6	78.3	n.d	2.5	0.625	0.40
		5					1.6	127.4	n.d	1.0	0.975	n.d
		10										
		15					1.0	144.1	n.d	8.5	1.085	0.68

Station	Time	Depth (m)	Salinity (‰)	Temp. (°C)	D.O. (%)	Turbidity (NTU)	NO ₂ -N (µg/l)	NO ₃ -N (µg/l)	NH ₄ -N (µg/l)	PO ₄ -P (µg/l)	SiO ₂ (mg/l)	C.O.D. (mg/l)
6-2		1					0.8	149.0	n.d	10.0	0.845	0.40
		5					1.0	55.3	n.d	11.0	0.385	0.03
		10										
		15					0.6	171.9	2.6	1.0	0.995	1.21
		20										
		25										
		30					0.4	185.6	2.6	7.5	0.980	0.09
9-1		1					0.2	130.8	n.d	8.5	0.745	0.06
		5					0.2	148.5	n.d	17.0	0.900	0.37
		10										
		15					0.6	161.3	n.d	11.0	0.960	0.62
		1					0.2	135.2	n.d	6.0	0.830	0.71
		5					0.2	144.9	n.d	6.0	0.840	0.13
		10										
9-2		15					1.2	160.9	n.d	10.0	0.935	0.16
		20										
		25										
		30					1.2	124.6	n.d	8.5	0.820	1.09
		1					1.6	88.3	n.d	6.0	0.530	0.56
		5					3.8	175.4	n.d	16.0	0.405	n.d
		10										
10-1		15					3.6	82.0	n.d	6.0	0.870	0.09
		1					0.6	159.8	0.4	13.5	0.265	0.90
		5					1.0	27.1	n.d	12.5	1.100	0.47
		10										
		15					5.8	95.1	n.d	12.5	1.115	0.34
		20										
		25										
10-2		30					7.4	71.4	n.d	15.0	0.520	0.31

表 2. 墾丁國家公園海域水文，營養鹽及水質變化。1986 年 11 月。

Station	Time	Depth (m)	Salinity (‰)	Temp. (°C)	D.O. (%)	Turbidity (NTU)	NO ₂ -N (μg/l)	NO ₃ -N (μg/l)	NH ₄ -N (μg/l)	PO ₄ -P (μg/l)	SiO ₂ (mg/l)	C.O.D. (mg/l)
4-1	08:00	1	33.55	24.0	94	0.30	0.2	101.5	13.0	12.5	0.515	1.43
		5	34.29	24.0	93	1.10	0.2	123.2	16.0	10.0	0.750	0.87
		10		24.0	93							
4-2	08:14	15	34.25	24.0	93	0.30	0.6	161.2	26.6	7.5	0.855	1.06
		1	34.07	24.0	91	0.40	n.d	106.0	10.0	10.0	0.580	0.93
		5	34.25	24.0	92	0.30	n.d	111.0	13.0	10.0	0.680	1.27
		10		24.0	91							
		15		24.0	92	0.26	n.d	146.2	19.0	6.0	0.820	0.37
		20	34.27	24.0	93							
5-1	08:41	25		24.0	93							
		30	33.91	23.9	89	0.43	n.d	144.4	32.8	7.5	0.845	0.71
		0		26.3	94							
		1	34.07	25.9	93	0.30	n.d	125.4	13.0	5.0	0.750	0.81
		5	34.25	24.0	88	0.42	n.d	168.4	79.6	11.0	0.960	1.21
		10		23.9	87							
5-2	08:55	15	33.73	23.9	86	0.20	n.d	87.3	31.2	5.0	0.435	0.87
		1	34.07	24.6	90	0.21	n.d	152.1	10.0	7.5	0.710	0.68
		5	33.91	24.0	91	0.21	n.d	195.2	16.0	8.5	0.995	0.01
		10		24.0	90							
		15	34.25	24.0	90	0.22	n.d	193.9	28.2	11.0	0.935	1.18
		20		24.0	90							
6-1	09:22	25		24.0	90							
		30	34.07	24.0	90	0.22	n.d	202.5	39.0	8.5	0.985	1.18
		1	34.25	24.2	93	0.29	n.d	127.8	11.2	10.0	0.710	0.65
		5	33.55	24.1	91	0.50	n.d	220.2	17.4	11.0	1.210	1.09
		10		24.0	92							
		15	34.29	24.0	94	0.23	n.d	225.1	29.6	10.0	1.095	0.53

Station	Time	Depth (m)	Salinity (‰)	Temp. (°C)	D.O. (%)	Turbidity (NTU)	NO ₂ -N (µg/l)	NO ₃ -N (µg/l)	NH ₄ -N (µg/l)	PO ₄ -P (µg/l)	SiO ₂ (mg/l)	C.O.D. (mg/l)
6-2	09:32	1	33.92	24.3	91	0.45	0.2	155.3	11.2	8.5	0.870	0.75
		5	33.92	24.0	92	0.35	n.d	155.0	16.0	11.0	0.825	0.81
		10		24.0	94							
		15	34.29	24.0	95	0.26	n.d	231.0	35.0	11.0	1.335	0.78
		20		24.0	95							
9-1	13:36	25		24.0	95							
		30	33.91	24.0	95	0.50	n.d	125.4	40.2	5.0	0.715	1.02
		1	33.91	24.1	91	0.40	n.d	47.3	16.0	1.0	0.320	0.65
		5	34.07	24.0	93	0.40	n.d	98.7	23.8	6.0	0.695	0.78
		10		24.0	93							
9-2	12:48	15	34.29	24.0	94	0.25	n.d	89.9	35.8	6.0	0.480	1.06
		1	34.07	24.1	91	0.33	0.6	75.8	17.4	1.0	0.400	0.81
		5	33.73	24.1	91	0.55	0.2	124.8	19.0	6.0	0.690	1.02
		10		24.0	92							
		15	33.73	24.0	92	0.25	n.d	94.2	31.2	5.0	0.495	0.47
10-1	12:05	20		24.0	92							
		25		24.0	92							
		30	34.25	24.0	91	0.43	n.d	100.5	50.0	5.0	0.610	0.59
		1	34.07	24.1	89	0.39	0.6	112.4	20.4	3.5	0.565	1.12
		5	33.73	24.1	91	0.25	n.d	99.5	25.0	3.5	0.510	0.75
10-2	12:18	10		24.1	92							
		15	34.07	24.0	92	0.24	0.2	78.0	32.8	5.0	0.370	0.90
		1	33.91	24.1	89	0.26	n.d	83.3	22.0	5.0	0.425	0.02
		5	33.91	24.1	90	0.30	0.2	114.0	28.2	5.0	0.640	0.96
		10		24.1	90							
		15	33.91	24.1	91	0.54	0.6	95.4	35.8	3.5	0.470	0.75
		20		24.1	91							
		25		24.1	91							
		30	33.73	24.1	92	1.30	0.2	64.2	50.0	3.5	0.310	0.93

表 3. 墾丁國家公園海域水文、營養鹽及水質變化。1987 年 1 月。

Station	Time	Depth (m)	Salinity (‰)	Temp. (°C)	D.O. (%)	Turbidity (NTU)	NO ₂ -N (μg/l)	NO ₃ -N (μg/l)	NH ₄ -N (μg/l)	PO ₄ -P (μg/l)	SiO ₂ (mg/l)	C.O.D. (mg/l)
4-1	08:05	1	34.70	22.0	87	1.50	2.0	208.5	9.0	26.5	0.925	1.49
		5	34.70	22.0	89	1.40	2.0	180.0	8.0	17.0	0.820	1.93
		10	34.70	21.1	86							
		15	34.70	20.9	87	1.40	2.0	196.1	12.6	20.5	0.880	1.09
4-2	08:15	1	34.70	22.8	87	1.20	2.0	170.8	7.0	15.0	0.765	1.76
		5	34.70	22.5	86	1.00	1.6	153.6	8.0	17.0	0.775	2.24
		10	34.70	22.4	88							
		15	34.70	22.3	88	1.50	1.6	50.6	10.8	11.0	0.155	0.95
		20	34.70	22.2	86							
		25	34.70	22.0	86							
5-1	08:44	30	34.70	21.9	86	1.00	2.0	187.1	12.6	16.0	0.955	2.14
		0	34.70	26.2	92							
		1	34.70	25.8	92	0.50	1.4	137.7	6.2	13.5	0.785	5.05
		5	34.70	23.0	89	1.50	1.4	127.9	7.0	28.0	0.775	1.29
		10	34.70	22.8	88							
		15	34.70	22.3	88	1.00	2.0	152.9	11.6	24.5	0.825	2.14
5-2	09:01	1	34.70	22.6	87	0.50	1.6	80.1	6.2	18.5	0.440	1.63
		5	34.70	22.6	88	2.00	2.0	156.4	6.2	13.5	0.845	1.93
		10	34.70	22.6	87							
		15	34.70	22.6	88	1.00	1.6	117.1	10.0	10.0	0.670	3.05
		20	34.70	22.5	88							
		25	34.70	22.5	89							
6-1	09:16	30	34.70	22.4	88	0.50	1.6	178.3	15.4	15.0	0.915	1.80
		1	34.70	22.5	86	1.80	1.6	48.1	8.0	8.5	0.255	2.00
		5	34.70	22.5	87	1.00	2.0	152.2	9.0	13.5	0.715	1.12
		10	34.70	22.4	86							
		15	34.70	22.2	86	0.40	1.6	54.4	12.6	13.5	0.732	1.80

Station	Time	Depth (m)	Salinity (‰)	Temp. (°C)	D.O. (%)	Turbidity (NTU)	NO ₂ -N (μg/l)	NO ₃ -N (μg/l)	NH ₄ -N (μg/l)	PO ₄ -P (μg/l)	SiO ₂ (mg/l)	C.O.D. (mg/l)
6-2	09:25	1	34.70	22.2	85	1.00	2.0	191.4	7.0	8.5	0.275	2.17
		5	34.70	22.1	86	0.60	1.6	173.8	5.4	15.0	0.885	1.53
		10	34.70	22.0	85							
		15	34.70	21.9	85	0.90	1.4	169.0	9.0	12.5	0.870	1.90
		20	34.70	21.8	85							
9-1	12:20	25	34.70	21.7	85							
		30	34.70	21.6	85	0.30	2.0	149.0	14.4	15.0	0.790	2.31
		1	34.65	22.5	89	1.00	2.2	79.8	7.0	3.5	0.155	1.90
		5	34.65	22.5	88	1.50	2.2	86.3	5.4	8.5	0.520	2.21
		10	34.65	22.5	89							
9-2	12:33	15	34.65	22.4	89	0.90	2.0	66.5	19.0	7.5	0.305	1.39
		1	34.70	22.6	89	1.00	2.6	57.9	7.0	84.5	0.305	2.00
		5	34.70	22.6	88	1.00	2.2	69.8	10.8	52.5	0.415	1.66
		10	34.70	22.5	88							
		15	34.70	22.4	87	1.30	3.0	81.6	15.4	31.5	0.450	2.92
10-1	11:39	20	34.70	22.3	86							
		25	34.65	22.1	86							
		30	34.65	22.1	85	0.90	3.6	67.4	17.4	53.5	0.325	1.56
		1	34.60	22.5	88	1.80	2.2	97.6	7.0	7.5	0.545	1.36
		5	34.60	22.4	88	2.00	2.0	78.9	10.0	8.5	0.455	1.87
10-2	11:54	10	34.60	22.4	88							
		15	34.60	22.4	90	1.20	1.6	72.2	11.6	6.0	0.420	2.04
		1	34.65	22.4	88	0.80	2.2	96.2	8.0	8.5	0.450	1.97
		5	34.65	22.3	88	0.80	2.6	115.0	9.0	7.5	0.580	1.87
		10	34.70	22.3	88							
10-2	11:54	15	34.70	22.2	88	1.00	2.6	77.8	9.0	8.5	0.480	1.56
		20	34.70	22.1	88							
		25	34.70	22.1	87							
		30	34.70	22.0	88	0.80	3.2	116.0	12.6	13.5	0.590	1.97

表 4. 墾丁國家公園海域水文，營養鹽及水質變化。1987 年 3 月。

Station	Time	Depth (m)	Salinity (‰)	Temp. (°C)	D.O. (%)	Turbidity (NTU)	NO ₂ -N (μg/l)	NO ₃ -N (μg/l)	NH ₄ -N (μg/l)	PO ₄ -P (μg/l)	SiO ₂ (mg/l)	C.O.D. (mg/l)
4-1	7:54	1	34.70	24.5	97	0.80	2.1	158.6	38.2	18.3	1.631	3.13
		5	34.70	24.5	97	0.35	0.7	141.8	34.1	18.3	1.463	2.30
		10	34.70	24.5	98							
		15	34.70	24.5	98	0.45	1.1	155.1	22.8	18.3	1.737	2.70
4-2	8:20	1	34.70	24.7	97	0.90	1.1	124.9	21.9	15.6	1.421	4.28
		5	34.70	24.6	95	0.35	1.4	143.9	22.5	18.3	1.521	4.09
		10	34.70	24.6	95							
		15	34.70	24.5	93	0.40	0.7	141.4	29.4	21.0	1.500	3.16
		20	34.70	24.4	93							
		25	34.70	24.3	93							
5-1	8:34	30	34.70	24.4	95	0.70	0.4	100.6	28.9	11.3	0.985	2.97
		0	34.70	28.1	96							
		1	34.70	28.0	94	0.60	1.4	156.7	34.1	19.4	1.647	2.41
		5	34.70	25.0	89	0.70	1.4	162.3	17.0	21.0	1.753	2.77
		10	34.70	24.3	87							
		15	34.70	24.4	88	1.00	1.1	146.9	20.2	22.2	1.684	2.90
5-2	8:46	1	34.70	24.5	95	0.60	0.7	151.1	34.6	23.8	1.800	3.63
		5	34.70	24.5	95	0.50	1.4	151.6	34.1	19.4	1.616	2.44
		10	34.70	24.5	93							
		15	34.70	24.5	94	0.40	1.4	166.2	16.7	22.2	1.831	2.54
		20	34.70	24.5	94							
		25	34.70	24.4	95							
6-1	8:57	30	34.70	24.4	96	2.00	1.4	49.5	27.8	7.2	0.517	2.67
		1	34.70	24.8	89	1.20	2.8	158.1	27.8	19.4	1.742	3.13
		5	34.70	24.4	92	1.20	1.4	152.5	32.5	19.4	1.716	3.26
		10	34.70	24.4	92							
		15	34.70	24.3	92	1.50	1.4	117.8	25.6	17.1	1.274	4.05

續前頁

Station	Time	Depth (m)	Salinity (‰)	Temp. (°C)	D.O. (%)	Turbidity (NTU)	NO ₂ -N (µg/l)	NO ₃ -N (µg/l)	NH ₄ -N (µg/l)	PO ₄ -P (µg/l)	SiO ₂ (mg/l)	C.O.D. (mg/l)
6-2	9:07	1	34.80	25.7	91	2.90	1.4	94.7	32.5	22.2	1.632	2.03
		5	34.70	24.7	93	0.40	1.1	131.5	45.7	19.4	1.563	3.10
		10	34.70	24.3	93							
		15	34.70	24.4	92	2.70	3.1	166.5	32.5	26.5	1.837	2.54
		20	34.70	24.3	93							
		25	34.70	24.3	92							
9-1	11:30	30	34.70	24.3	91	0.40	1.7	104.4	41.3	18.3	1.121	2.83
		1	34.80	25.6	95	1.45	1.1	133.0	30.4	15.6	1.437	2.80
		5	34.80	25.6	95	0.87	n.d	112.8	39.3	17.1	1.127	2.87
		10	34.80	25.5	95							
		15	34.80	25.5	96	1.60	0.7	121.6	39.3	14.1	1.274	3.03
		1	34.80	25.6	95	0.50	n.d	41.7	27.2	5.8	0.480	3.79
9-2	11:38	5	34.80	25.6	96	0.98	0.40	115.6	29.4	12.8	1.248	3.59
		10	34.80	25.6	96							
		15	34.80	25.5	96	0.60	0.40	132.5	28.9	18.3	1.427	3.79
		20	34.80	25.5	95							
		25	34.80	25.4	94							
		30	34.80	25.4	95	0.47	0.40	82.9	36.2	7.2	0.491	2.60
10-1	11:05	1	34.80	25.4	95	1.30	n.d	120.3	32.5	8.6	0.035	2.74
		5	34.80	25.4	94	1.20	n.d	126.9	26.2	14.1	1.264	3.86
		10	34.80	25.4	94							
		15	34.80	25.3	94	0.50	0.70	125.5	28.9	12.8	1.216	3.10
		1	34.80	25.3	97	0.80	0.40	67.0	20.2	9.9	0.790	2.31
		5	34.80	25.4	96	0.70	0.70	86.0	26.7	11.3	1.158	1.15
10-2	11:13	10	34.80	25.4	95							
		15	34.80	25.4	94	1.20	0.70	54.1	35.1	8.6	0.664	3.07
		20	34.80	25.4	96							
		25	34.80	25.3	95							
		30	34.80	25.1	95	2.30	1.40	74.3	30.0	8.6	0.880	2.60

表 5 墾丁國家公園海域水文，營養鹽及水質變化。1987 年 5 月。

Station	Time	Depth (m)	Salinity (‰)	Temp. (°C)	D.O. (%)	Turbidity (NTU)	NO ₂ -N (μg/l)	NO ₃ -N (μg/l)	NH ₄ -N (μg/l)	PO ₄ -P (μg/l)	SiO ₂ (mg/l)	C.O.D. (mg/l)
4-1	8:25	1	33.73	26.6	95	2.00	1.2	78.3	13.5	13.2	0.977	2.41
		5		26.5	99							
		10		26.4	100							
		15		26.0	102							
4-2	8:40	1	34.43	26.6	97	5.80	1.2	107.1	21.5	28.4	1.398	2.35
		5		26.6	97							
		10		26.4	98							
		15		25.9	97							
		20		25.8	96							
		25		25.7	97							
		30		25.6	98							
		0		30.3	101							
5-1	8:55	1	33.91	30.3	102	0.60	2.0	80.7	5.4	21.5	1.077	1.94
		5		29.2	97							
		10		26.9	95							
		15		26.6	95							
5-2	9:10	1	33.21	28.4	98	0.70	2.0	102.4	4.1	21.5	1.283	2.51
		5		26.9	100							
		10		26.8	100							
		15		26.8	99							
		20		26.5	94							
		25		26.4	95							
		30		26.3	98							
		1	33.82	27.5	96	0.70	2.3	124.0	12.1	18.7	1.504	4.22
6-1	9:24	5		27.0	98							
		10		27.0	98							
		15		26.5	95							

Station	Time	Depth (m)	Salinity (‰)	Temp. (°C)	D.O. (%)	Turbidity (NTU)	NO ₂ -N (µg/l)	NO ₃ -N (µg/l)	NH ₄ -N (µg/l)	PO ₄ -P (µg/l)	SiO ₂ (mg/l)	C.O.D. (mg/l)
6-2	9:31	1	34.09	27.4	98	1.20	2.0	110.3	8.8	15.9	1.323	2.31
		5		26.9	99							
		10		26.3	98							
		15		26.2	97							
		20		26.0	97							
		25		25.6	96							
9-1	12:48	30		25.4	96							
		1	33.82	27.7	102	1.10	1.8	104.7	17.5	22.9	1.343	3.18
		5		27.2	102							
		10		27.2	102							
		15		27.1	102							
		1	34.25	27.5	100	2.00	2.0	102.9	0.1	22.9	1.343	2.58
9-2	13:00	5		27.1	100							
		10		26.9	100							
		15		26.7	99							
		20		26.6	98							
		25		26.6	99							
		30		26.7	99							
10-1	12:23	1	33.82	27.3	102	0.50	1.8	98.4	5.4	21.5	1.303	2.38
		5		27.0	102							
		10		26.9	102							
		15		26.9	101							
		1	33.55	27.5	98	3.10	2.3	93.0	8.1	20.1	1.223	2.01
		5		27.0	99							
10-2	12:34	10		26.8	96							
		15		26.7	99							
		20		26.3	98							
		25		25.5	97							
		30		25.2	97							

表 6. 墾丁國家公園海域水文、營養鹽及水質變化。1987 年 7 月。

Station	Time	Depth (m)	Salinity (‰)	Temp. (°C)	D.O. (%)	Turbidity (NTU)	NO ₂ -N (μg/l)	NO ₃ -N (μg/l)	NH ₄ -N (μg/l)	PO ₄ -P (μg/l)	SiO ₂ (mg/l)	C.O.D. (mg/l)
4-1	8:00	1	33.00	29.3	87	0.60	0.5	120.8	8.6	7.7	0.775	2.71
		5	33.00	29.0	87	1.40	1.1	61.7	7.5	1.8	0.445	1.62
		10	33.00	28.5	79							
		15	33.00	28.3	77	1.10	3.0	97.1	16.2	9.1	0.760	2.42
4-2	8:21	1	33.00	29.3	85	1.80	0.5	81.7	14.0	6.2	0.602	2.25
		5	31.50	28.9	85	2.00	0.2	88.8	9.7	7.7	0.702	2.15
		10	31.50	28.2	85							
		15	31.00	27.5	83	2.00	2.4	100.5	15.1	9.1	0.718	1.69
		20	33.30	27.0	85							
		25	33.30	25.6	84							
5-1	8:40	30	32.00	24.2	83	1.40	3.0	109.5	14.0	10.6	0.865	1.89
		1	34.10	30.4	93	2.50	1.5	119.2	18.3	12.0	0.917	2.42
		5	34.10	26.2	86	2.30	1.8	105.2	17.2	7.7	0.802	1.72
		10	34.20	25.9	86							
		15	34.10	25.7	86	1.30	0.2	118.5	16.2	9.1	0.880	2.05
5-2	8:50	1	33.80	30.3	88	2.00	0.2	126.6	9.2	10.6	0.697	1.99
		5	34.20	26.9	84	0.60	1.1	115.8	7.5	7.7	0.896	2.02
		10	34.50	25.2	84							
		15	34.50	24.1	83	1.50	1.1	163.0	27.0	12.0	1.153	2.20
		20	34.40	23.8	82							
		25	34.40	23.9	83							
6-1	9:02	30	34.30	24.1	87	2.70	1.8	141.4	16.7	12.0	0.991	1.75
		1	34.30	30.2	90	0.80	0.8	100.5	8.1	9.1	0.765	2.05
		5	34.30	29.3	86	1.20	0.8	107.7	14.0	9.1	0.807	1.85
		10	34.40	27.0	86							
		15	34.50	26.1	87	0.50	1.1	122.7	16.7	12.0	0.917	1.89

Station	Time	Depth (m)	Salinity (‰)	Temp. (°C)	D.O. (%)	Turbidity (NTU)	NO ₂ -N (µg/l)	NO ₃ -N (µg/l)	NH ₄ -N (µg/l)	PO ₄ -P (µg/l)	SiO ₂ (mg/l)	C.O.D. (mg/l)
6-2	9:13	1	34.40	30.0	86	1.80	0.5	140.8	14.6	10.6	1.075	2.05
		5	34.40	28.5	86	1.50	0.8	110.1	15.1	9.1	0.833	2.20
		10	34.50	27.0	87							
		15	24.60	25.1	84	1.00	1.5	128.1	18.9	13.5	0.922	1.42
		20	34.70	23.7	80							
		25	34.70	22.9	79							
9-1	11:55	30	34.60	23.1	79	1.30	1.5	140.2	15.6	13.5	1.043	2.22
		1	34.40	29.6	91	1.20	0.8	119.2	9.2	4.7	0.844	2.32
		5	34.30	29.5	90	2.20	1.5	31.3	n.d	3.3	0.146	1.62
		10	34.30	29.3	90							
		15	34.30	28.8	91	0.70	2.4	101.9	18.3	9.1	0.802	2.22
		1	34.30	29.6	91	0.90	1.8	113.4	12.9	17.8	0.891	2.15
9-2	12:05	5	34.40	29.4	91	1.20	0.8	68.8	21.6	9.1	0.571	1.75
		10	34.50	28.6	86							
		15	34.60	26.6	88	1.50	3.4	96.7	18.9	4.7	0.691	1.65
		20	34.60	26.7	87							
		25	34.50	26.1	87							
		30	34.50	26.1	87	1.80	2.4	111.9	17.2	10.6	0.933	0.43
10-1	11:30	1	34.30	29.4	94	2.10	1.5	35.9	6.5	7.7	0.298	1.79
		5	34.40	27.7	89	2.20	1.8	85.9	8.6	9.1	0.697	2.08
		10	34.40	27.6	88							
		15	34.40	27.3	89	1.70	2.7	50.5	9.2	9.1	0.403	2.15
		1	34.30	29.2	90	1.30	0.8	95.9	3.8	6.2	0.786	2.20
		5	34.40	28.6	88	1.60	0.8	104.4	8.1	9.1	0.749	2.38
10-2	11:40	10	34.50	26.6	90							
		15	34.50	26.8	89	0.70	2.7	106.1	7.0	10.6	0.859	1.95
		20	34.50	26.7	89							
		25	34.50	26.7	88							
		30	34.50	26.0	88	1.10	3.7	119.5	8.6	12.0	0.823	1.92

表 7. 墾丁國家公園海域附近主要陸上之排水與海域沿岸水質及營養鹽之含量。

Station	Turbidity (NTU)	NO ₂ -N (μg/l)	NO ₃ -N (μg/l)	NH ₄ -N (μg/l)	PO ₄ -P (μg/l)	SiO ₂ (mg/l)	C.O.D. (mg/l)
核能電廠冷卻水排水 A	0.95	1.7	92.04	26.2	9.9	1.058	2.87
核能電廠冷卻水排水 B	1.00	2.1	167.94	53.0	17.1	1.789	2.50
後灣養蝦場之排水	2.10	3.9	224.32	68.4	14.1	2.578	4.84
瓊麻廠之排水	1.30	3.1	139.72	44.6	31.6	6.443	3.10
水深 15m 站平均值	0.98	1.06	139.32	29.92	17.0	1.400	3.00

表 8. 同站中不同水深有顯著差異的站。

TEMP.	1-1, 2-2, 3-1, 3-2, 4-1, 4-2, 5-1, 5-2, 6-1, 6-2, 7-1, 7-2, 8-1, 8-2, 9-2.
SAL.	7-2, 9-2, 10-1, 10-2.
DO.	3-2, 4-2, 5-1, 7-1, 8-1, 8-2, 9-2.
NO ₂ -N	3-2, 4-1, 5-2.
NO ₃ -N	3-2, 5-1.
NH ₄ -N	7-1.
PO ₄ -P	5-2.
SiO ₂	9-2.
COD	

表 9. 水深 1 m 處各站之間水溫的相關係數矩陣。

	1-1	3-1	3-2	2-1	4-1	4-2	2-2	6-2	6-1	7-1	8-1	8-2	7-2	9-1	9-2	10-1	10-2	5-2	5-1
1-1	1.00	0.99	0.99	0.95	0.98	0.98	0.98	0.98	0.94	0.67	0.80	0.73	0.32	0.75	0.74	0.78	0.78	0.87	0.88
3-1		1.00	0.99	0.95	0.99	0.99	0.99	0.97	0.94	0.60	0.77	0.69	0.20	0.72	0.70	0.75	0.74	0.85	0.88
3-2			1.00	0.99	0.98	0.99	0.98	0.97	0.96	0.56	0.76	0.71	0.31	0.69	0.71	0.73	0.75	0.85	0.88
2-1				1.00	0.94	0.98	0.99	0.98	0.92	0.44	0.68	0.72	0.23	0.63	0.71	0.67	0.74	0.86	0.84
4-1					1.00	0.99	0.97	0.92	0.95	0.60	0.78	0.71	0.19	0.73	0.72	0.77	0.76	0.88	0.88
4-2						1.00	0.98	0.98	0.83	0.89	0.91	0.90	0.70	0.85	0.85	0.86	0.87	0.89	0.87
2-2							1.00	0.98	0.85	0.52	0.74	0.71	0.24	0.66	0.68	0.70	0.72	0.88	0.81
6-2								1.00	0.97	0.86	0.92	0.92	0.78	0.84	0.84	0.85	0.86	0.92	0.82
6-1									1.00	0.74	0.84	0.82	0.48	0.80	0.81	0.82	0.83	0.91	0.88
7-1										1.00	0.98	0.96	0.98	0.95	0.91	0.94	0.91	0.73	0.54
8-1											1.00	0.98	0.95	0.97	0.96	0.97	0.96	0.87	0.71
8-2												1.00	0.96	0.95	0.95	0.95	0.94	0.89	0.64
7-2													1.00	0.88	0.85	0.86	0.83	0.61	0.31
9-1														1.00	0.99	0.99	0.98	0.83	0.69
9-2															1.00	0.99	0.99	0.83	0.66
10-1																1.00	0.99	0.82	0.72
10-2																	1.00	0.83	0.70
5-2																		1.00	0.71
5-1																			1.00

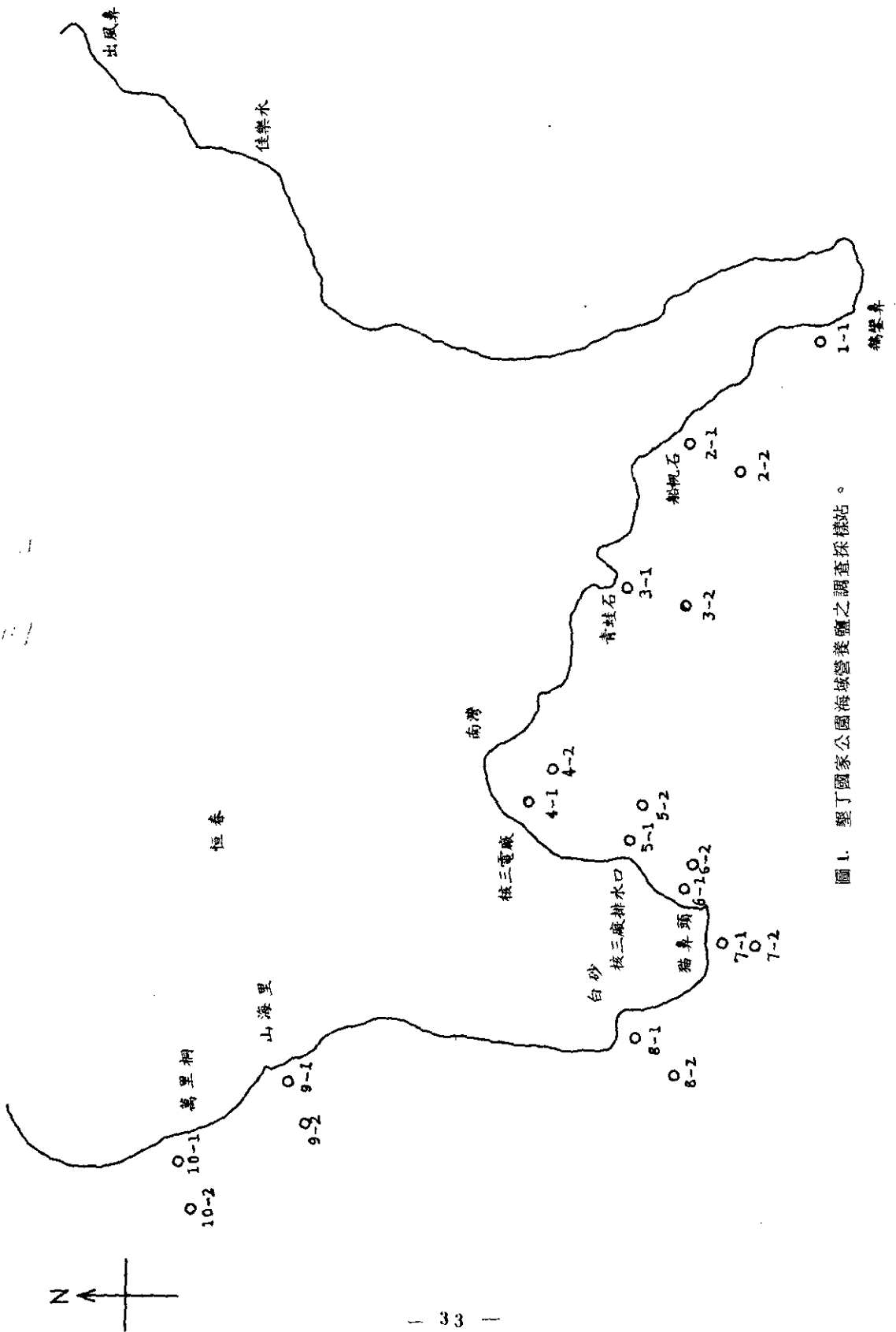


圖 1. 墾丁國家公園海域營養鹽之調查採樣站。

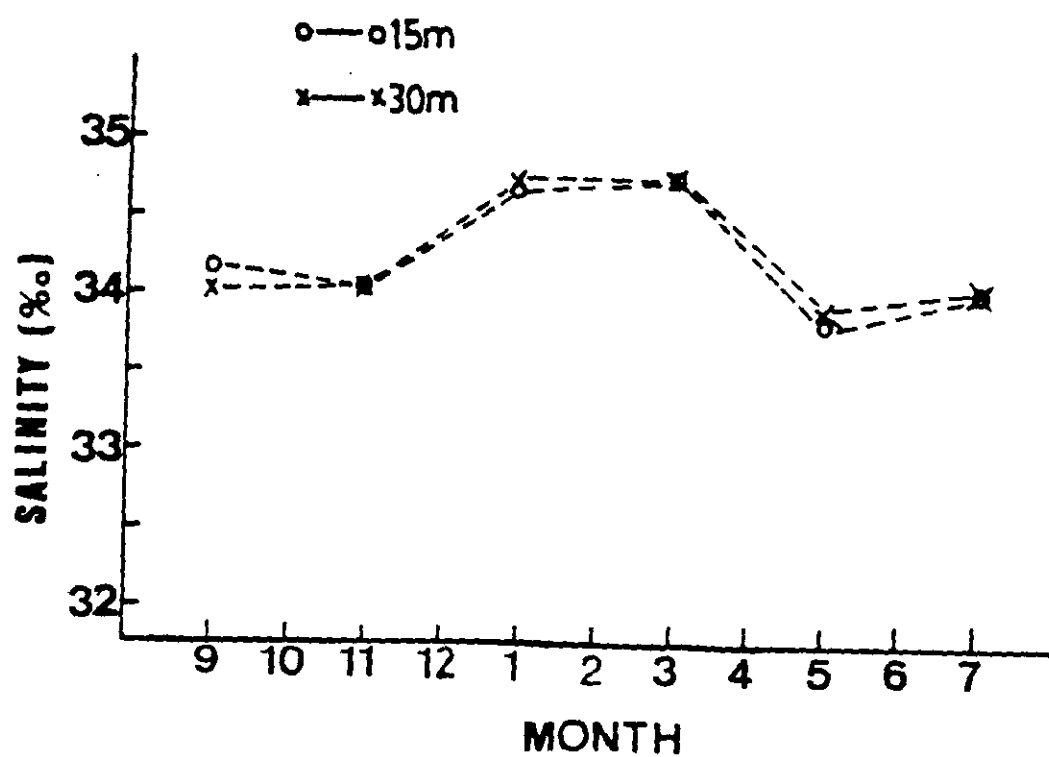


圖 2. 1986 年 9 月至 1987 年 7 月鹽度的變化。

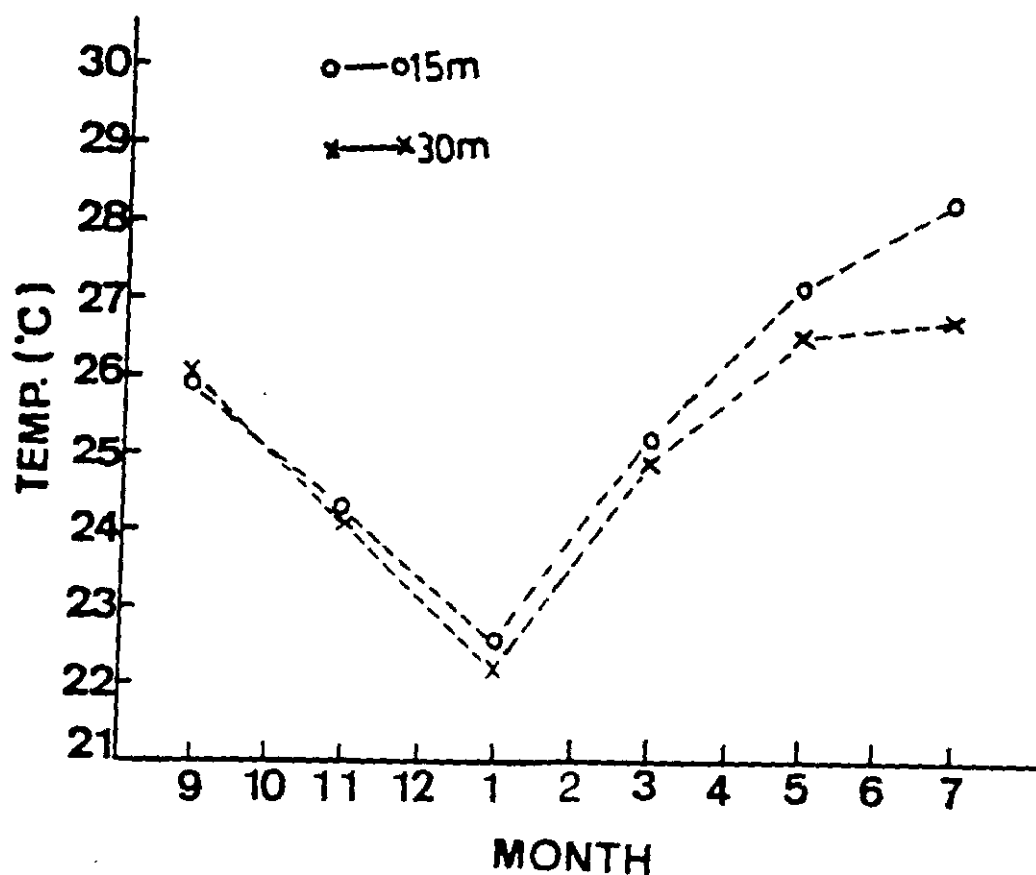


圖 3. 1986 年 9 月至 1987 年 7 月水溫的變化。

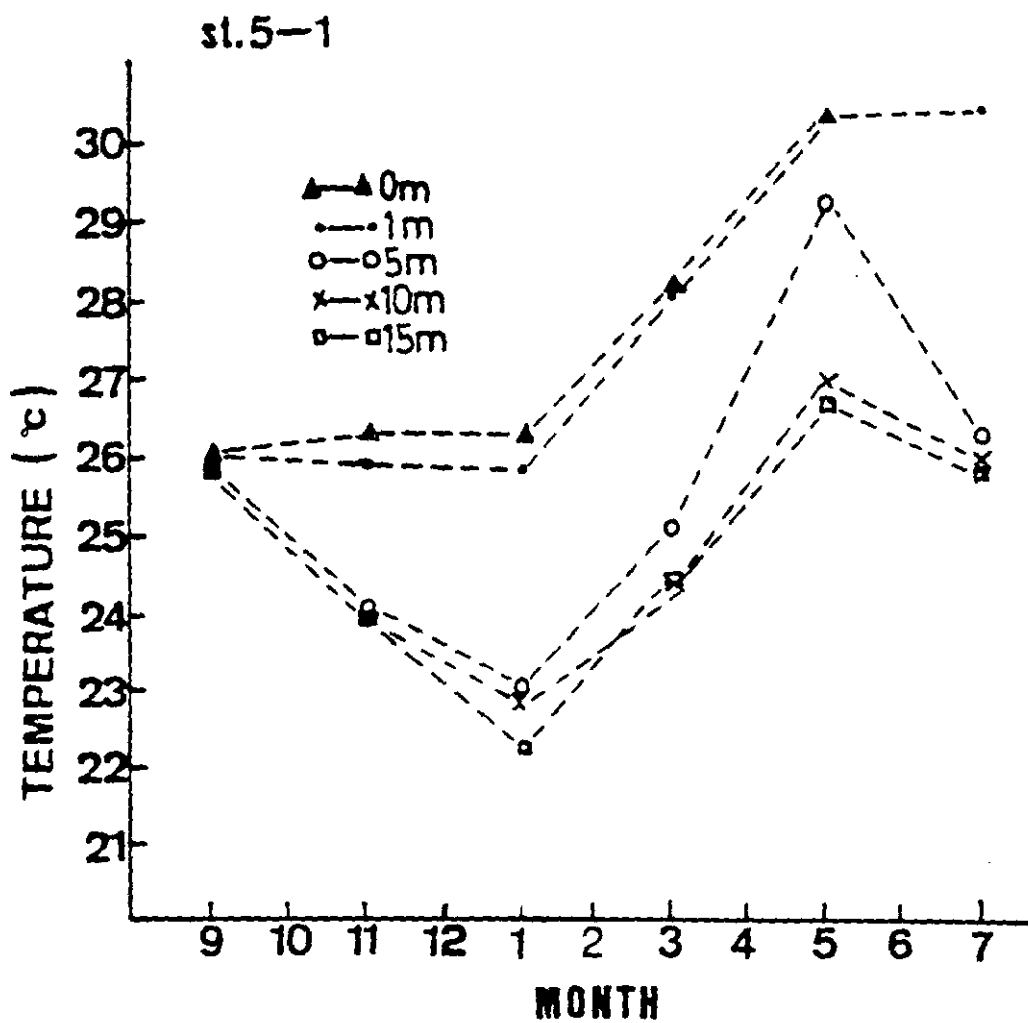


圖4. 1986年9月至1987年7月5~1站水溫的變化。

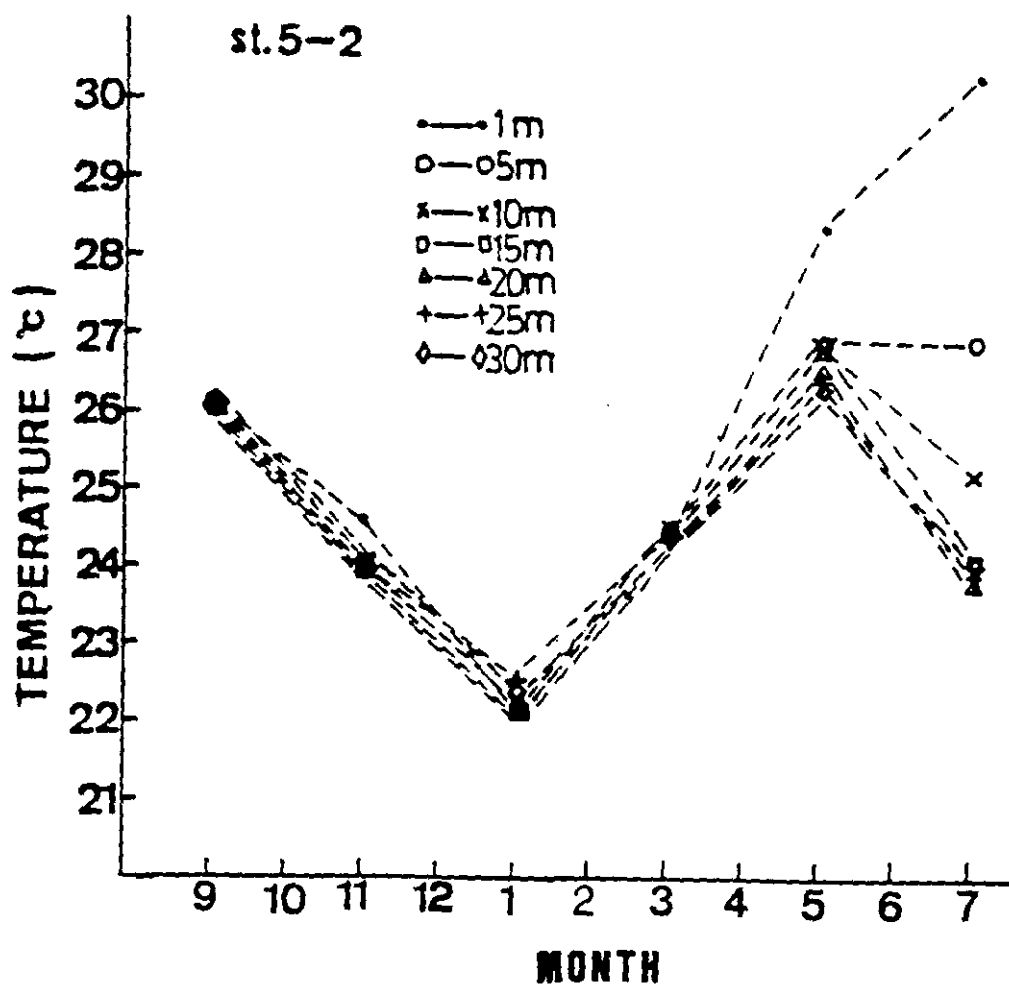


圖 5. 1986 年 9 月至 1987 年 7 月 5 ~ 2 站水溫的變化。

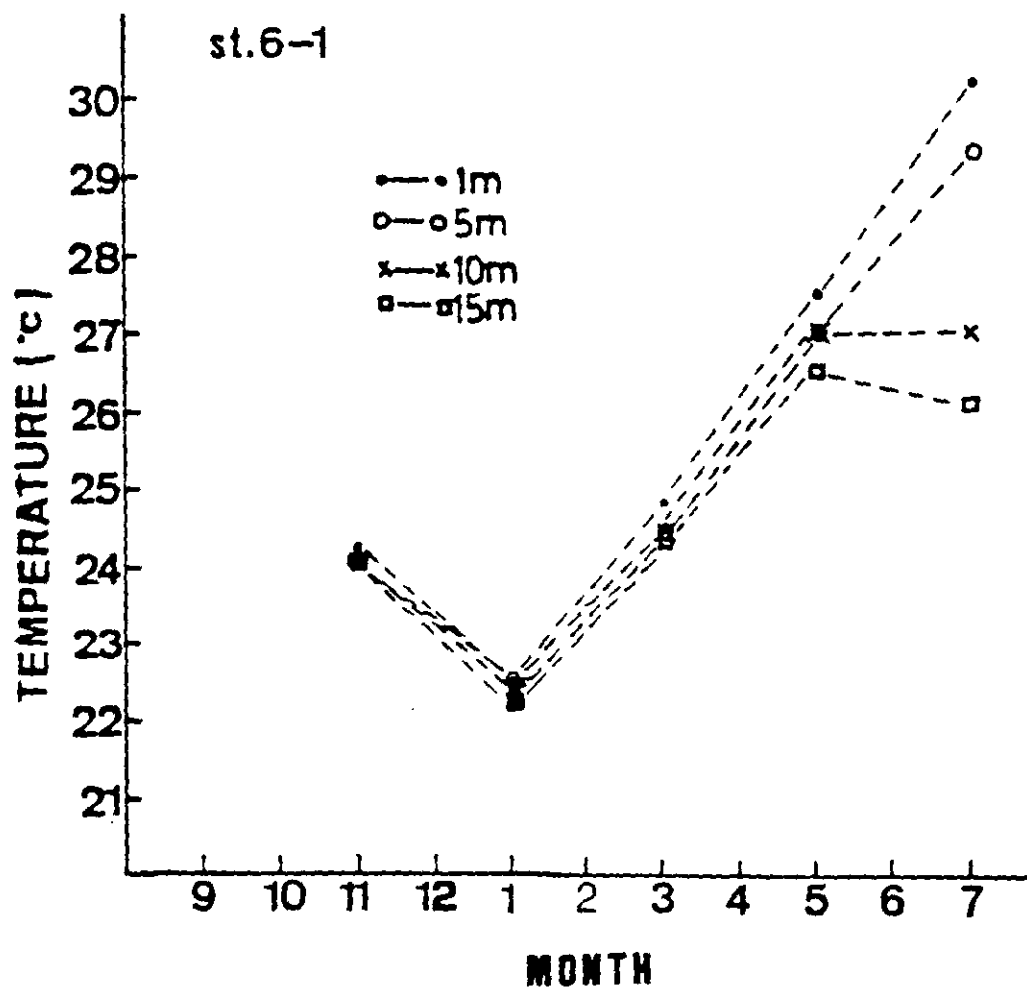


圖 6. 1986 年 9 月至 1987 年 7 月 6~1 站水溫的變化。

st. 6-2

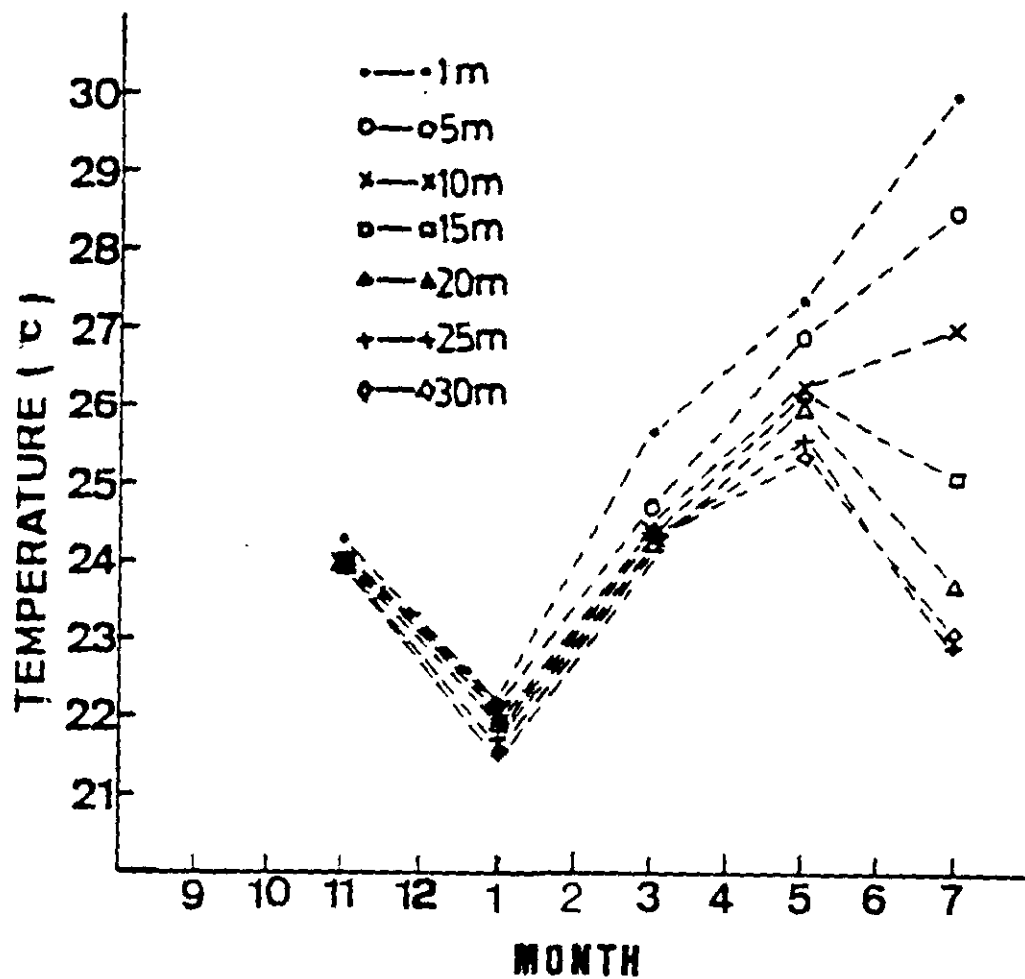


圖 7. 1986 年 9 月至 1987 年 7 月 6~2 站水溫的變化。

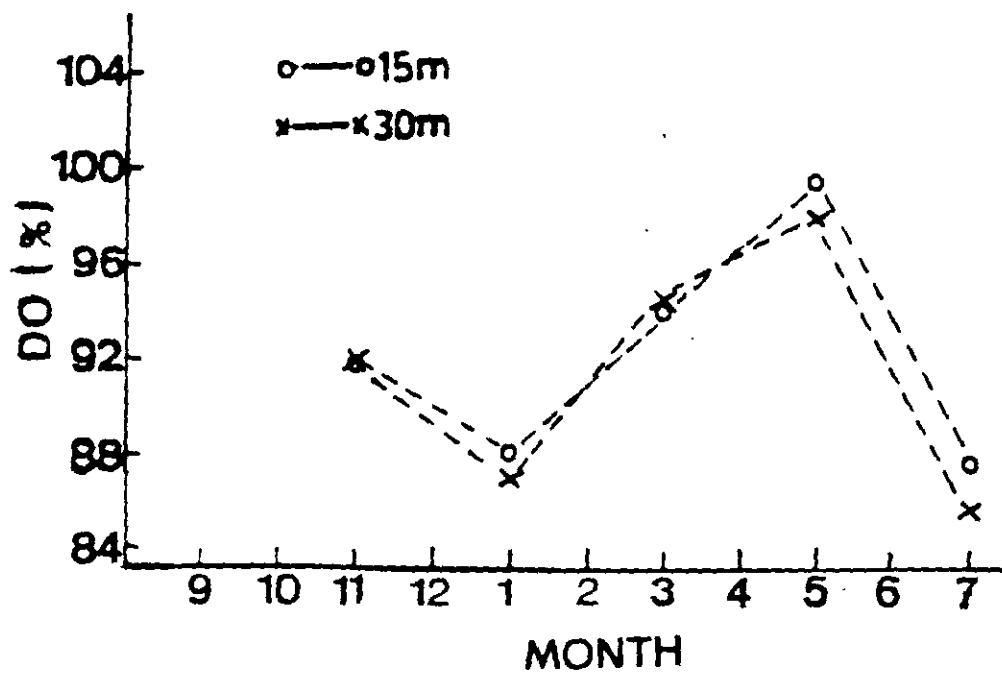


圖 8. 1986 年 9 月至 1987 年 7 月溶氧飽和度的變化。

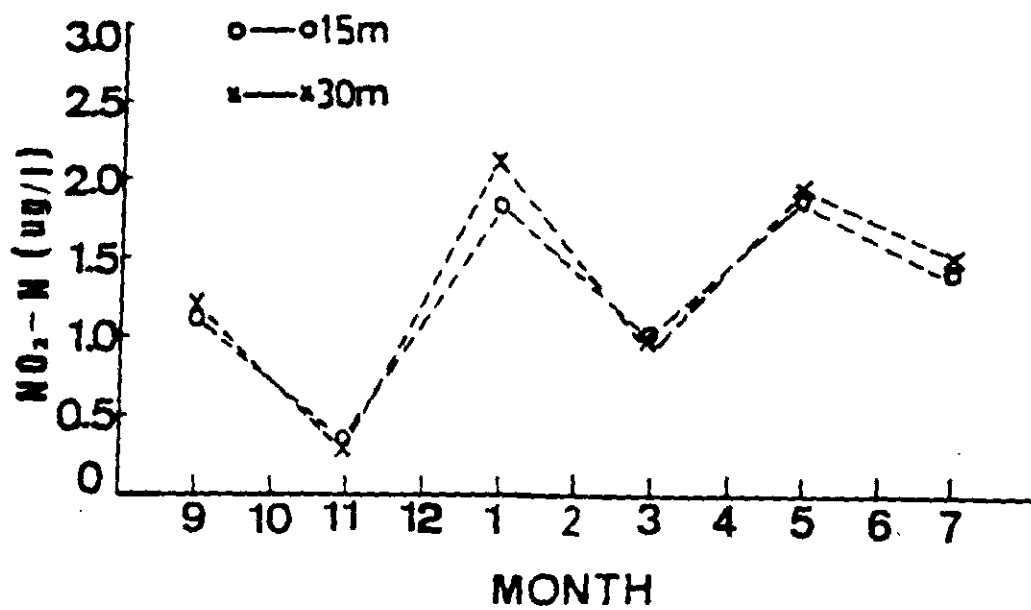


圖 9. 1986 年 9 月至 1987 年 7 月亞硝酸鹽的變化。

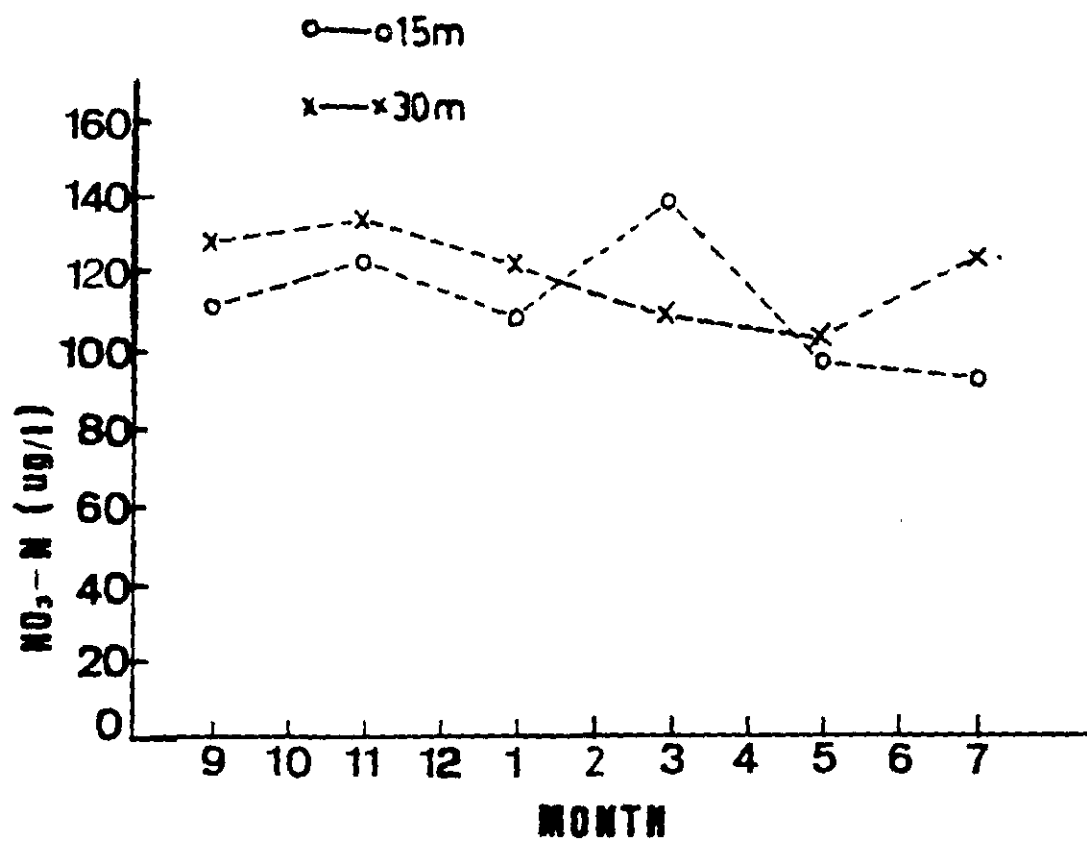


圖10. 1986年9月至1987年7月硝酸鹽的變化。

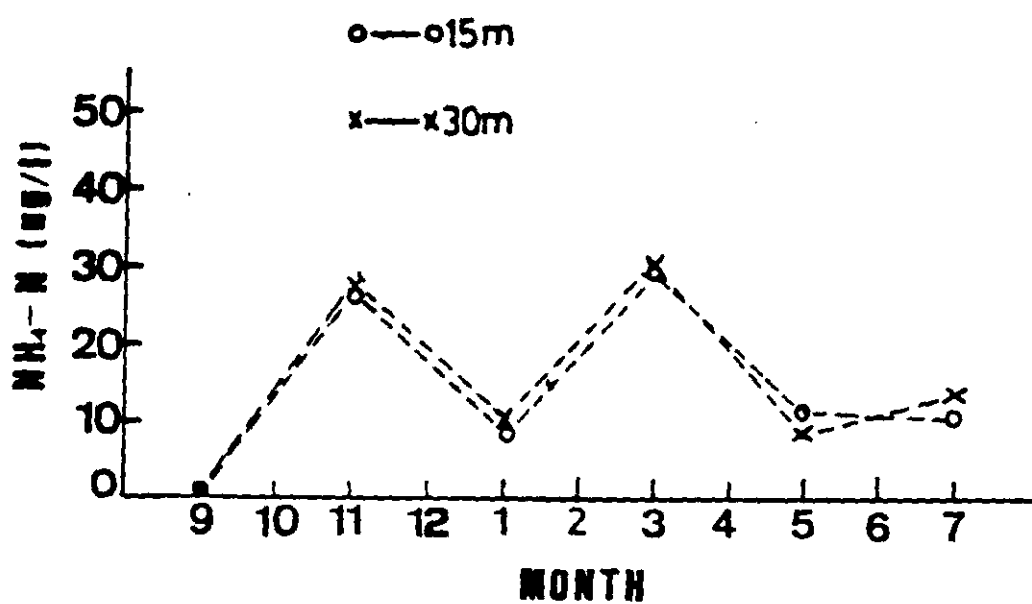


圖 11. 1986 年 9 月至 1987 年 7 月氨鹽的變化。

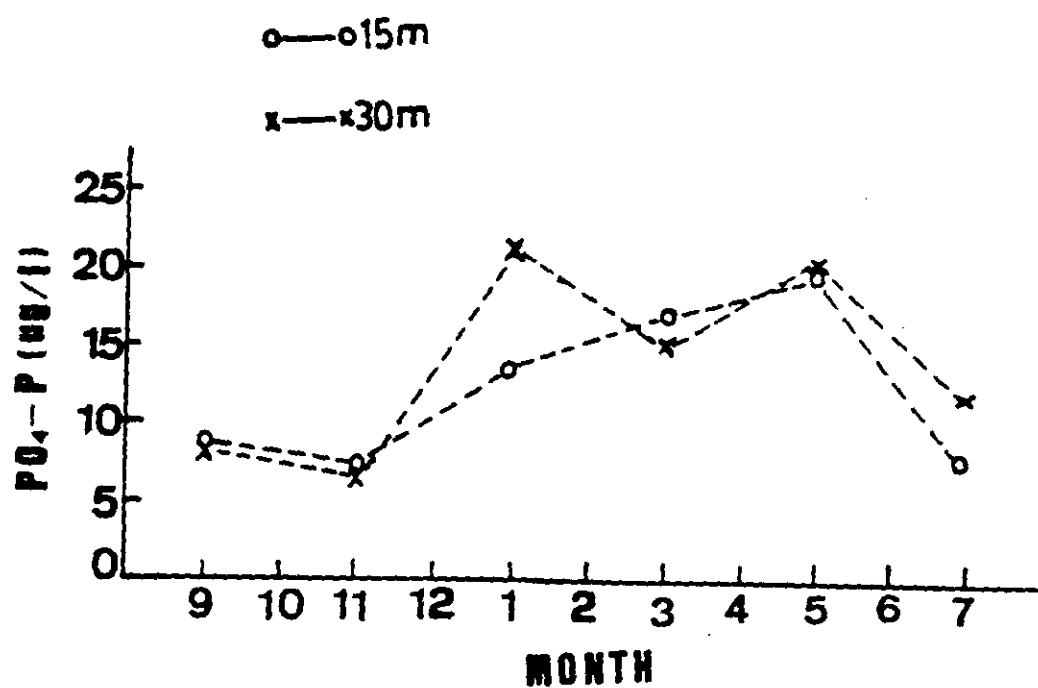


圖12 1986年9月至1987年7月磷酸鹽的變化。

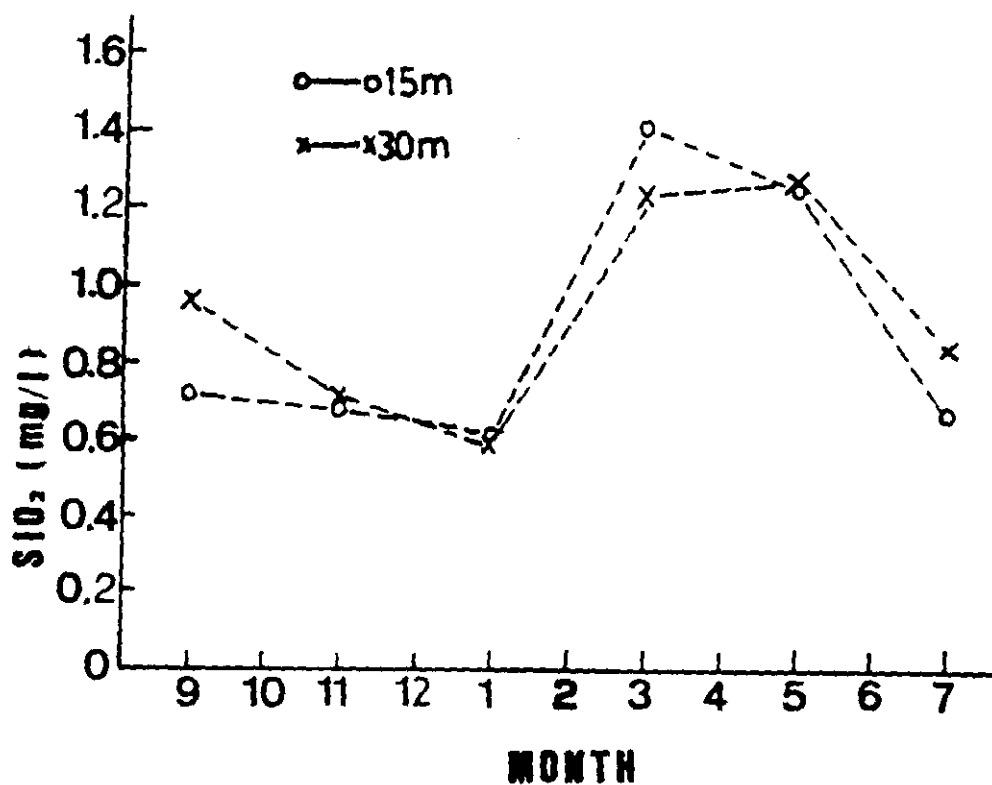


圖13. 1986年9月至1987年7月矽酸鹽的變化。

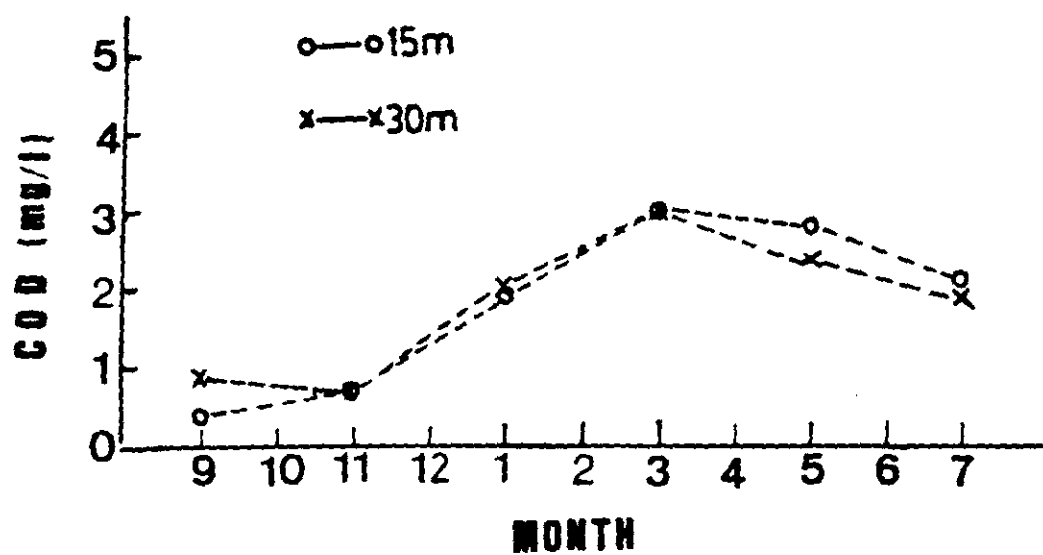


圖14. 1986年9月至1987年7月化學需氧量的變化。

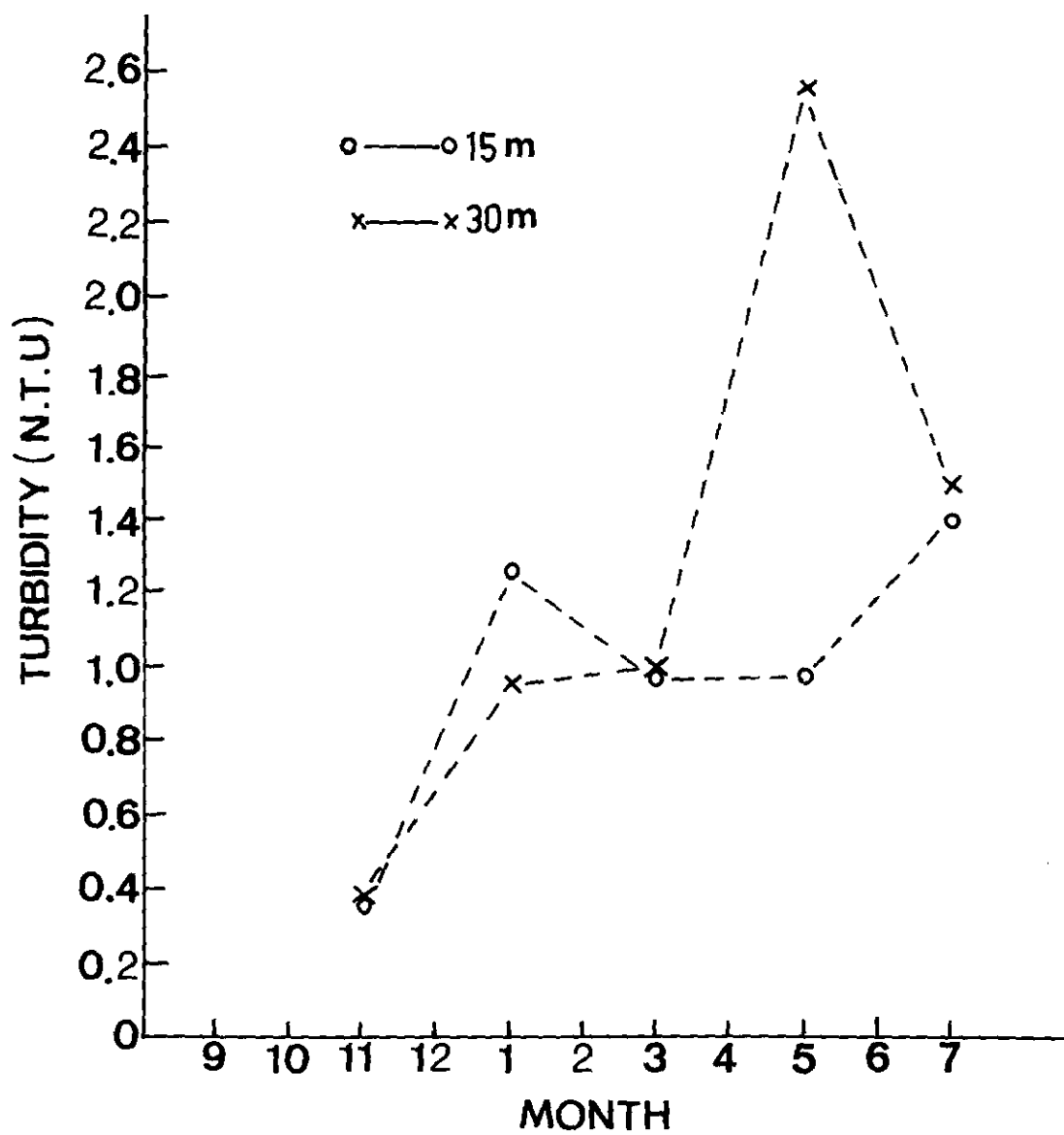


圖15. 1986年9月至1987年7月濁度的變化。

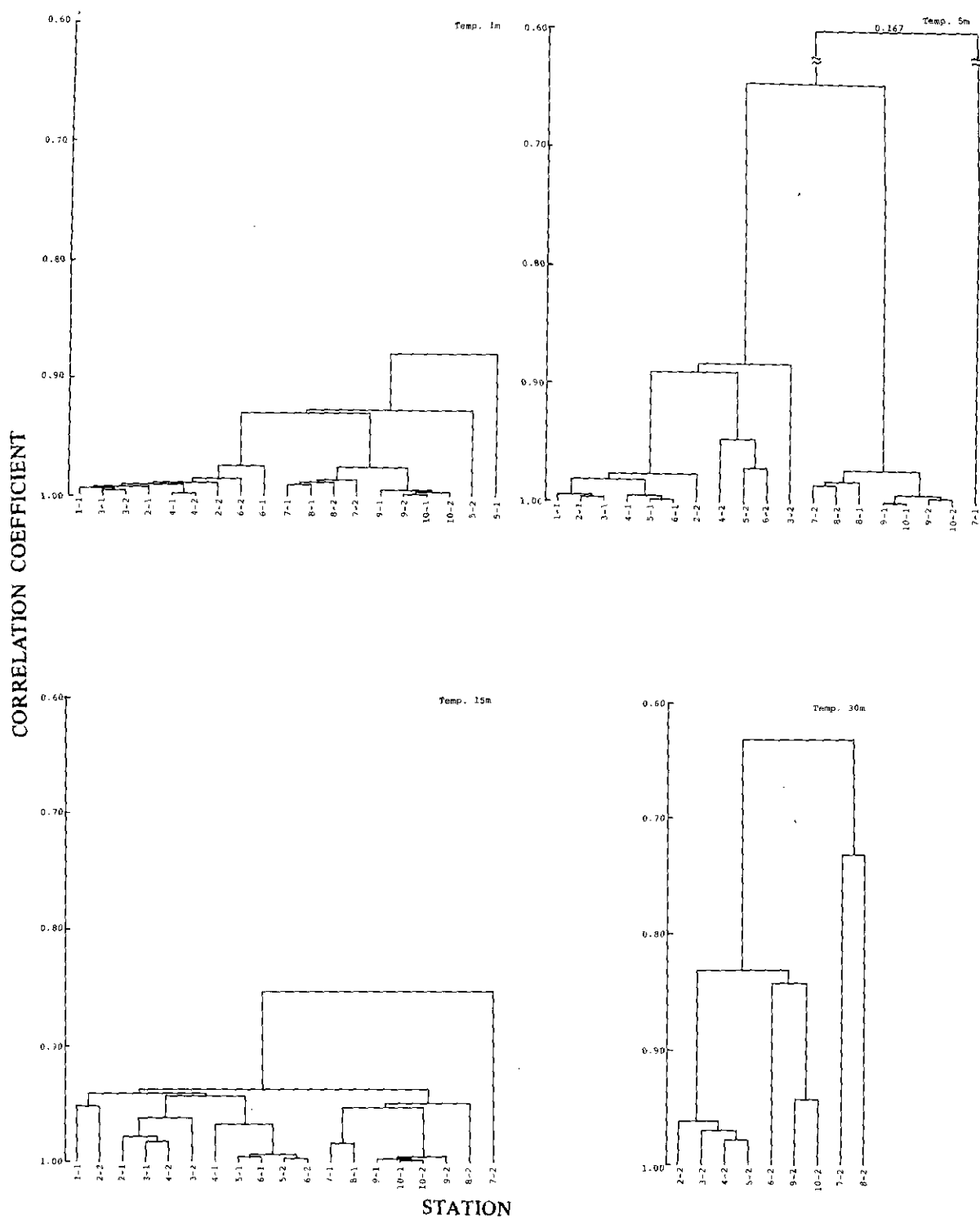


圖16. 水溫在不同水層中各站之間的相關性。

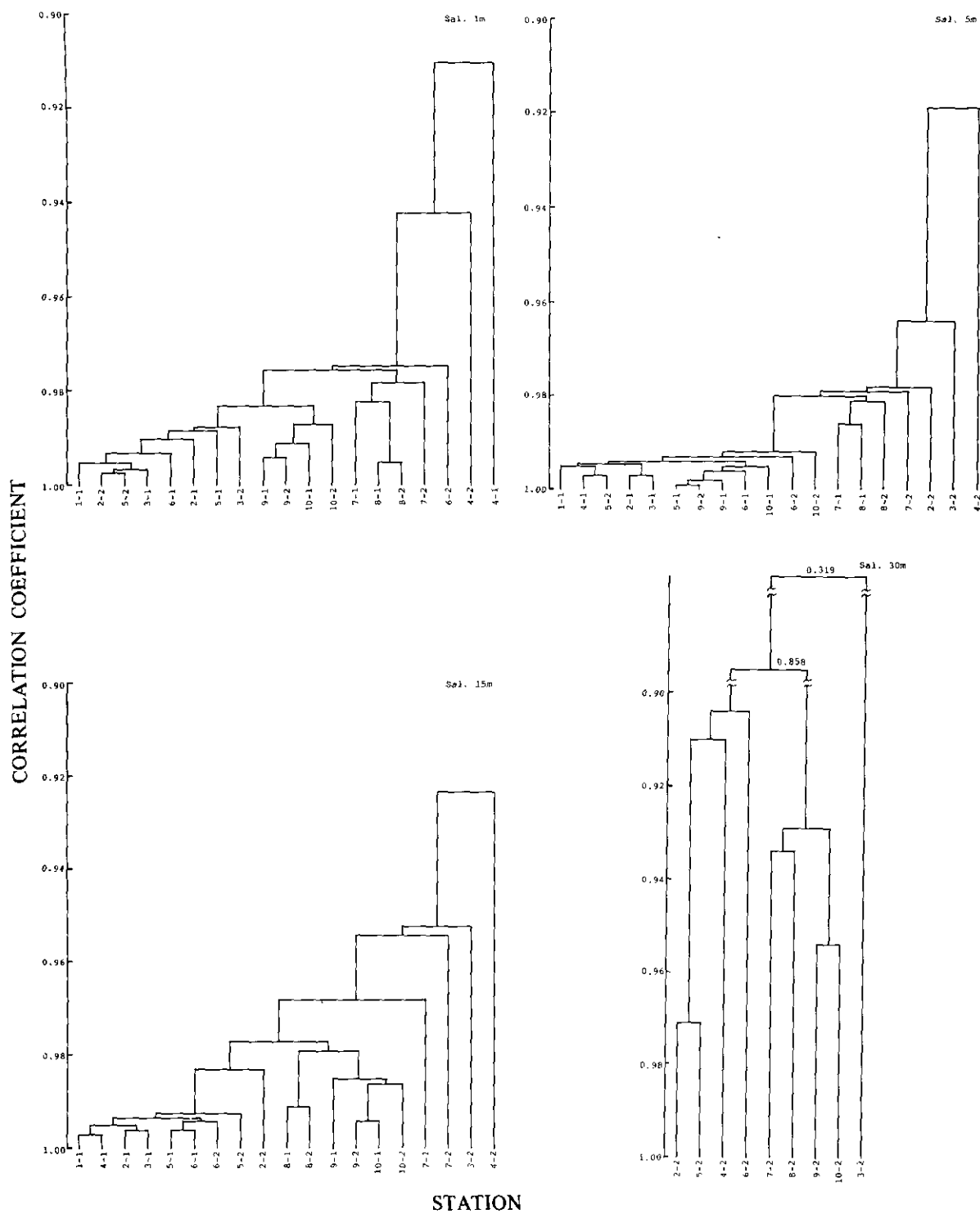


圖17. 鹽度在不同水層中各站之間的相關性。

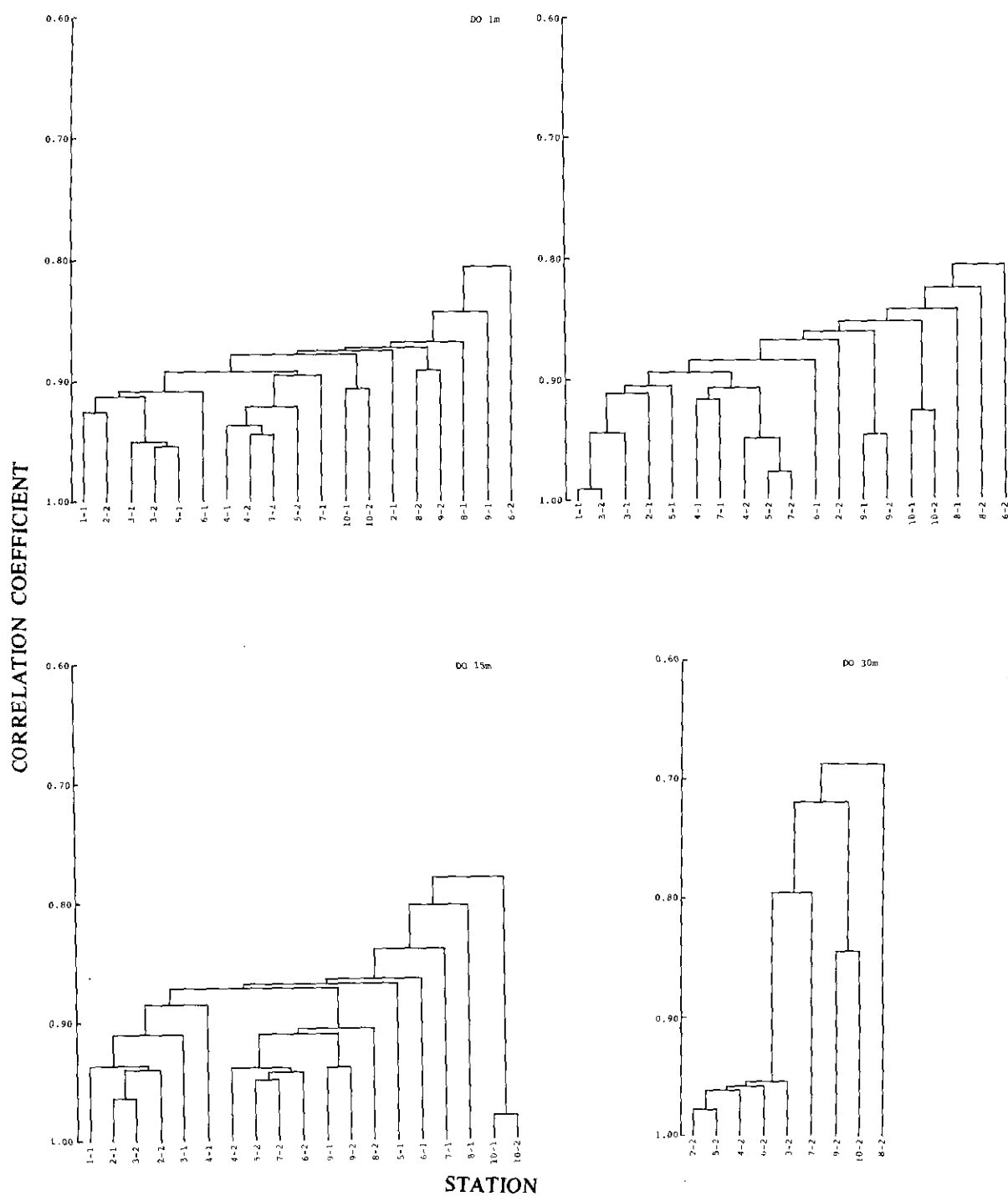


圖18. 氧氣飽和度在不同水層中各站之間的相關性。

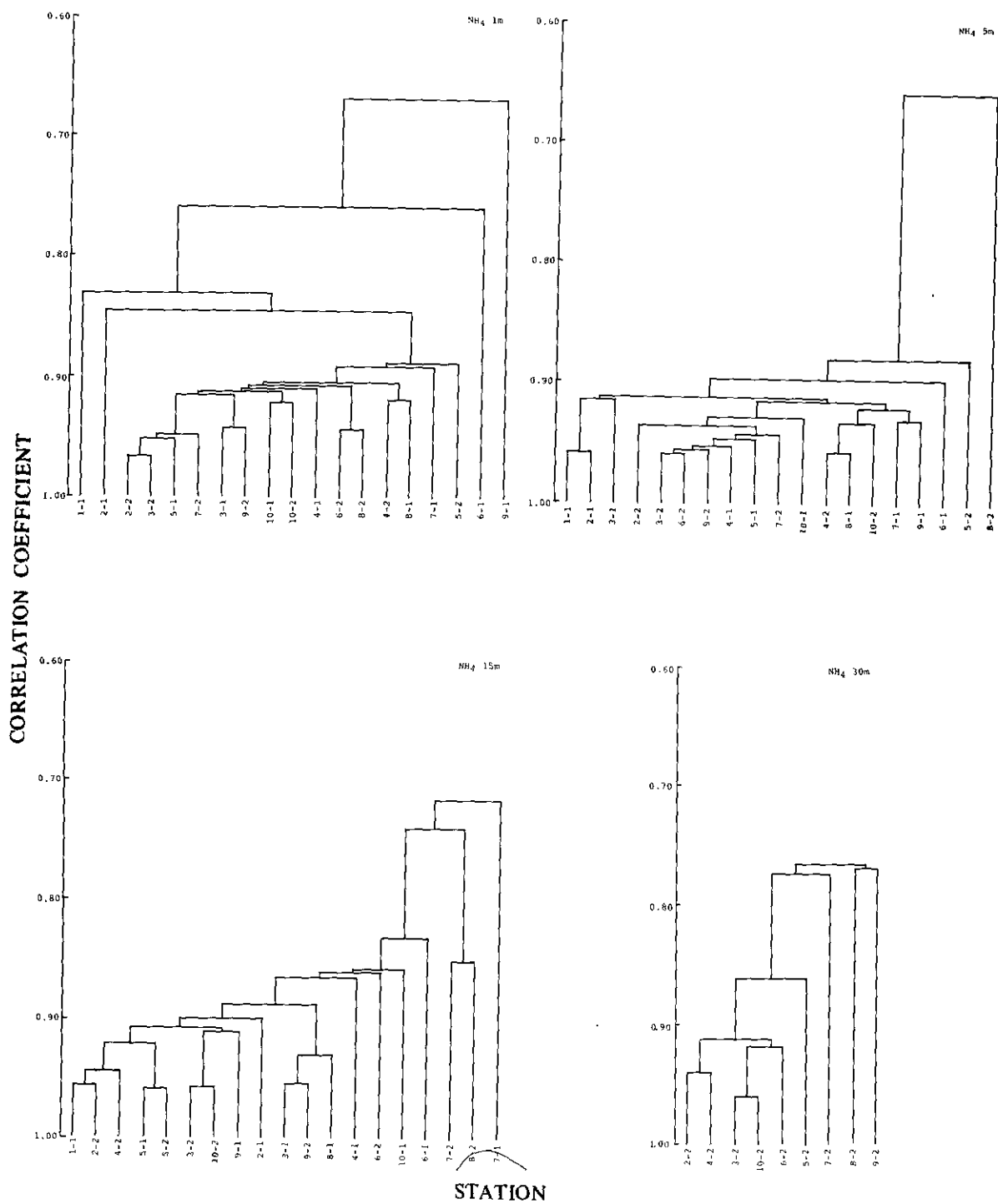


圖19. 氮鹽在不同水層中各站之間的相關性。

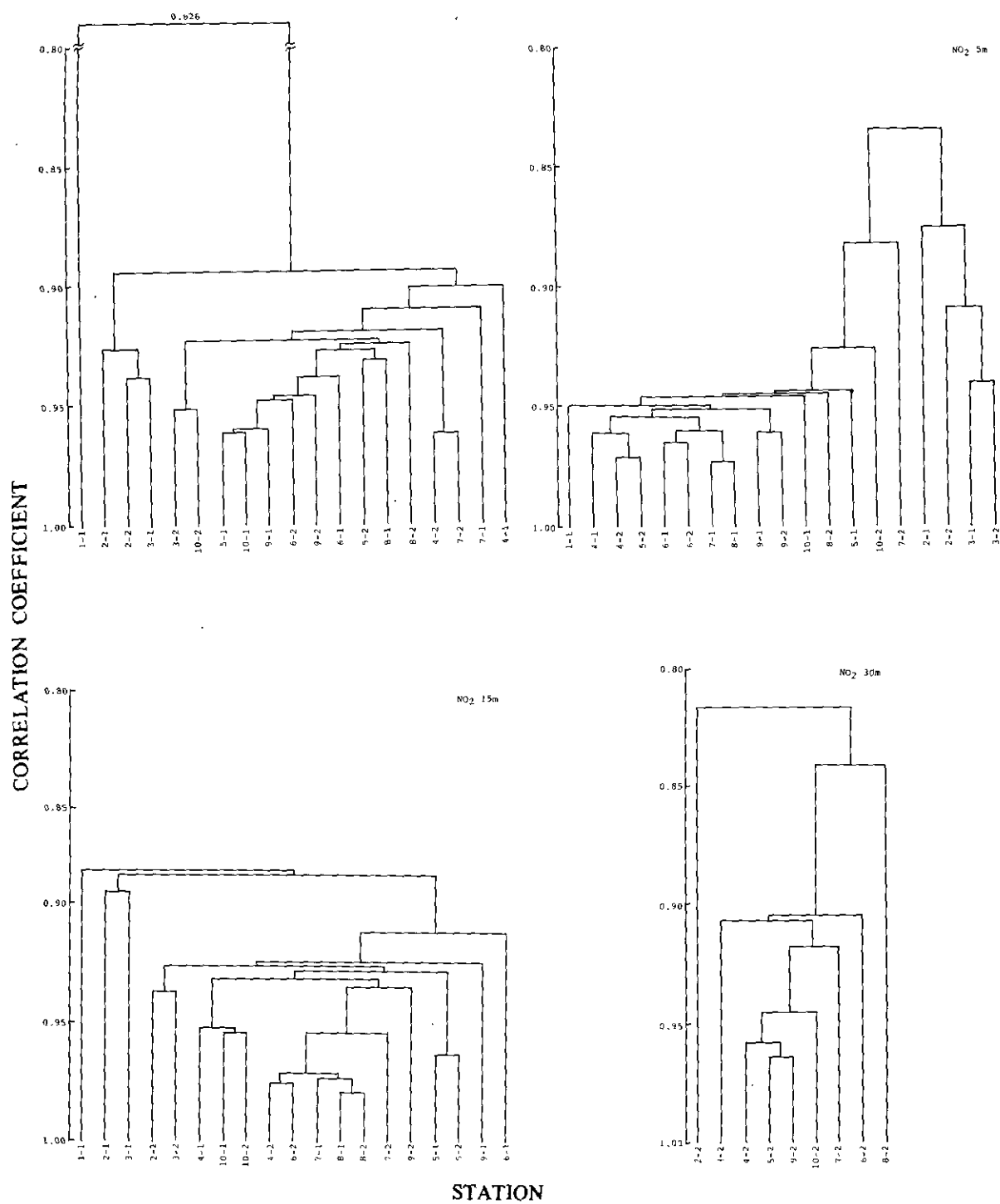


圖20 亞硝酸鹽在不同水層中各站之間的相關性。

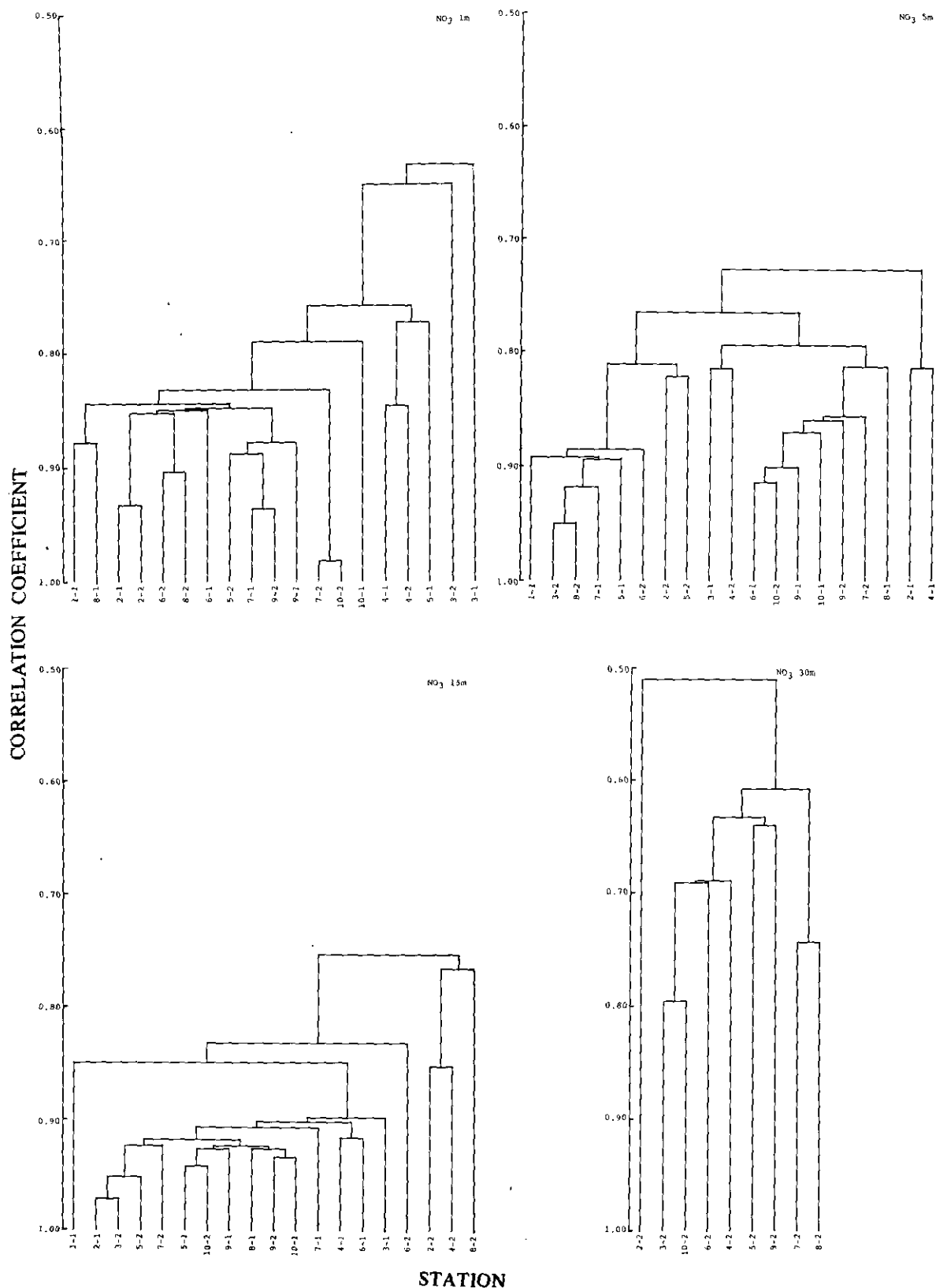


圖21. 硝酸鹽在不同水層中各站之間的相關性。

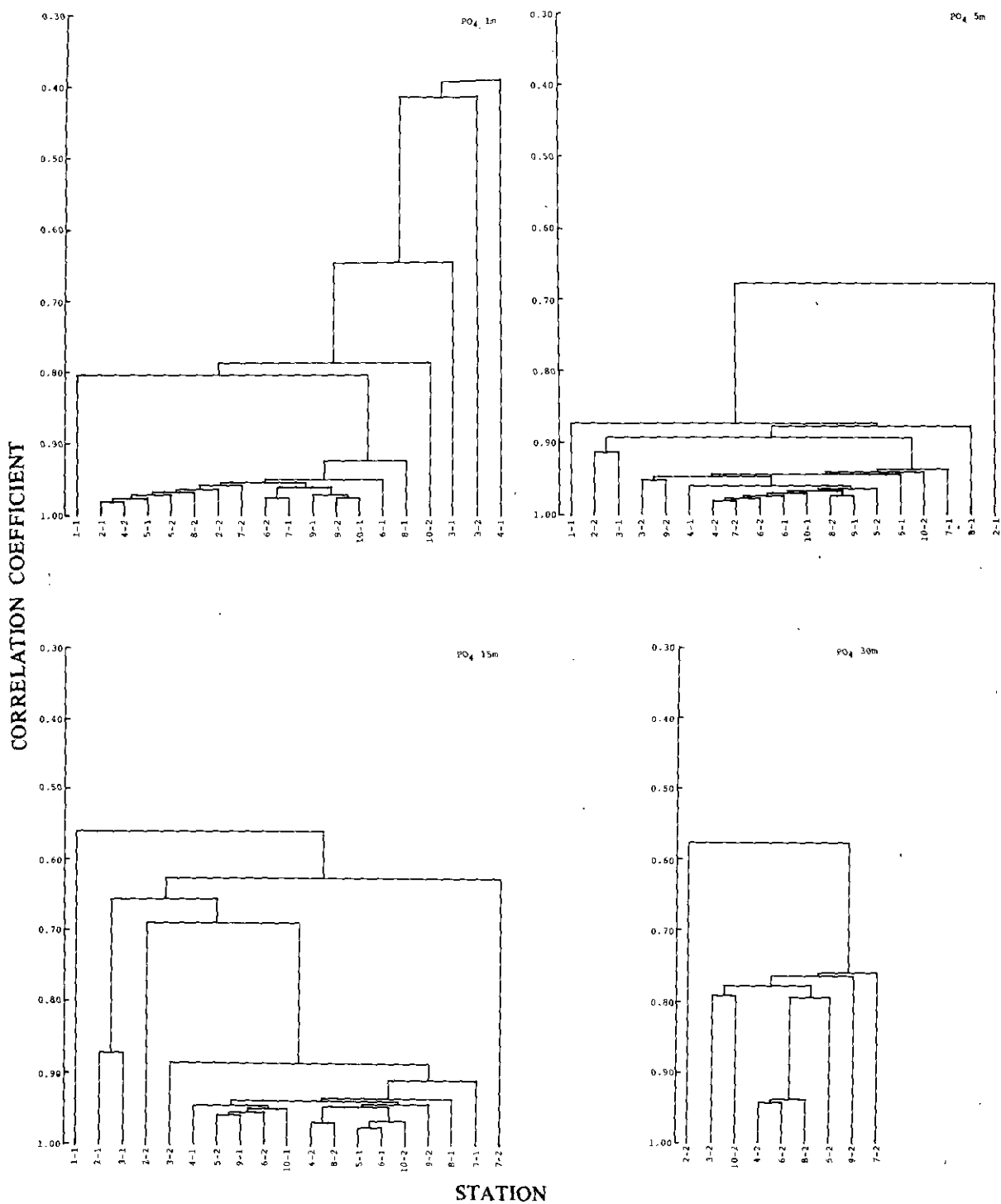


圖22 磷酸鹽在不同水層中各站之間的相關性。

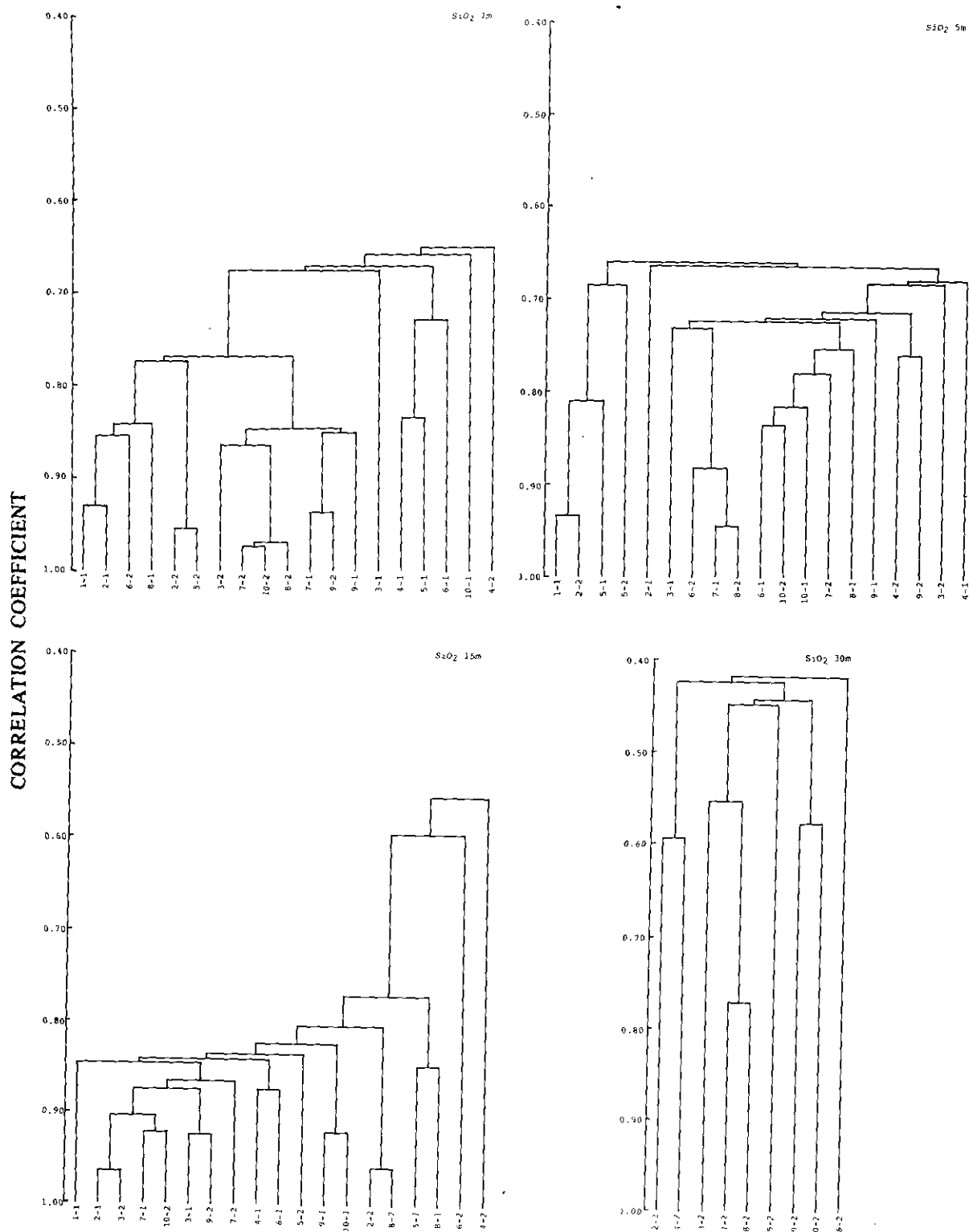


圖23. 矽酸鹽在不同水層中各站之間的相關性。

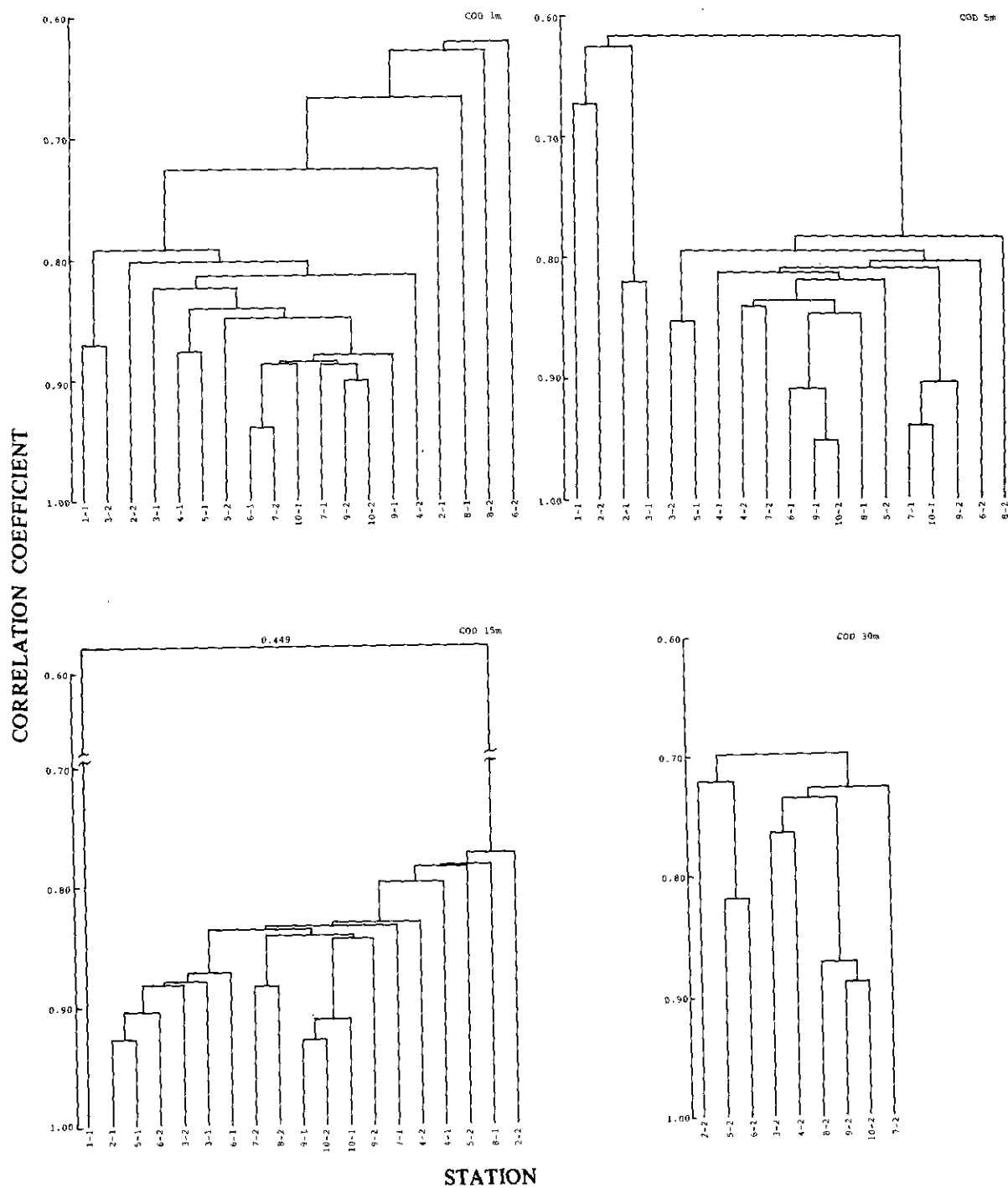


圖24. 化學需氧量在不同水層中各站之間的相關性。

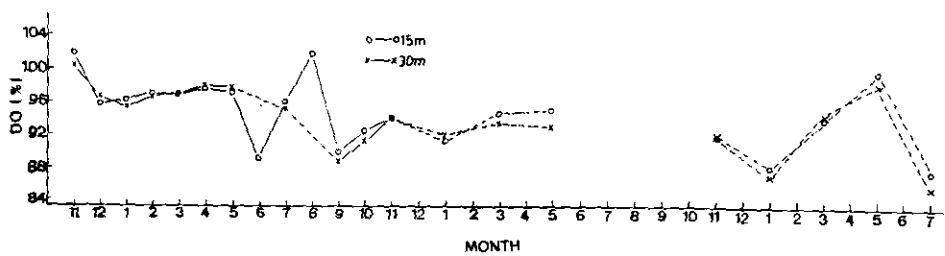
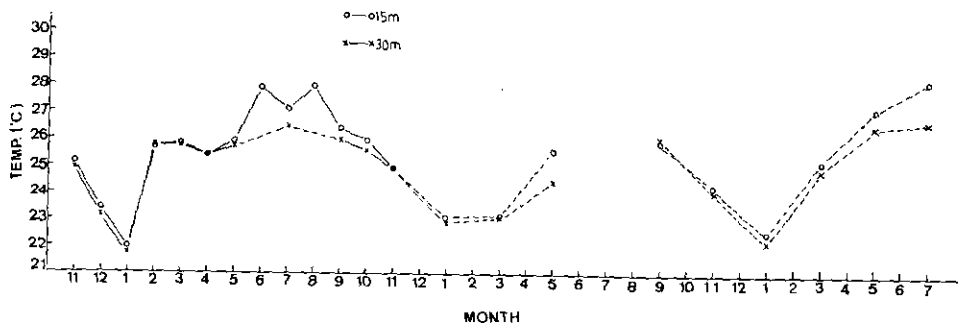
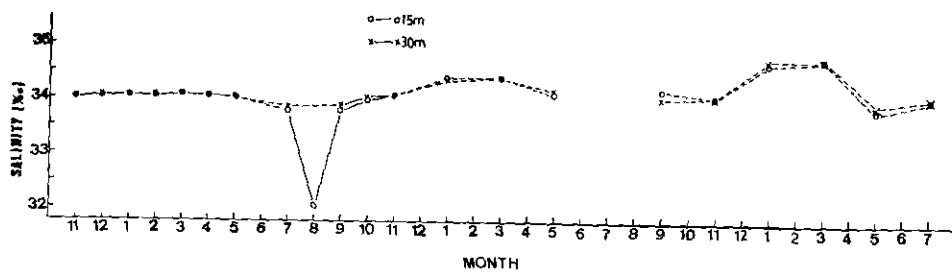
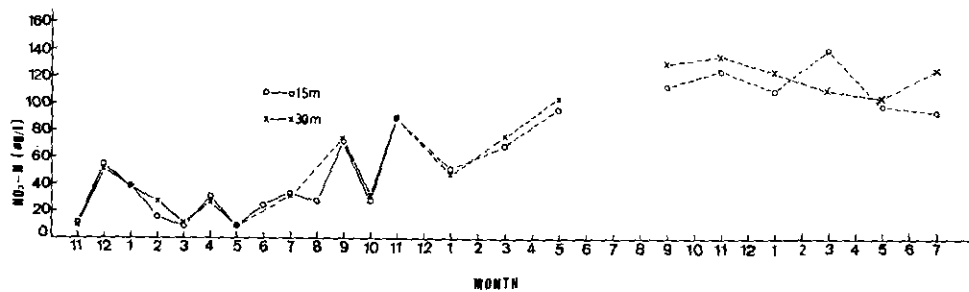
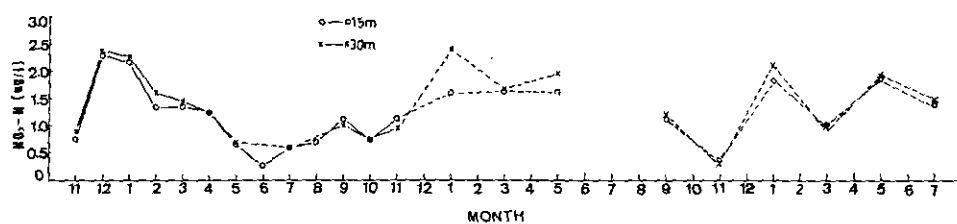
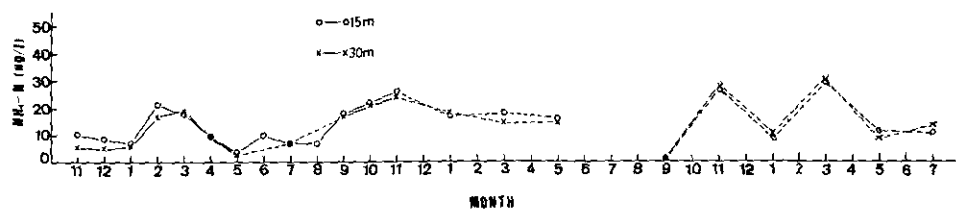
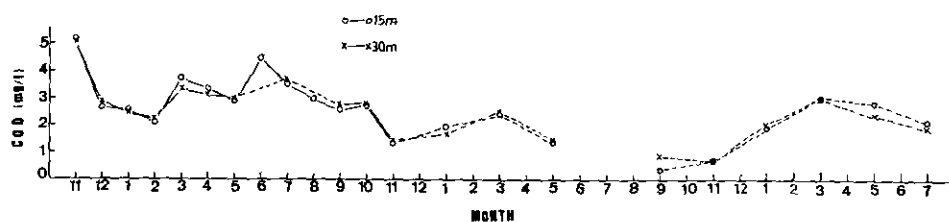
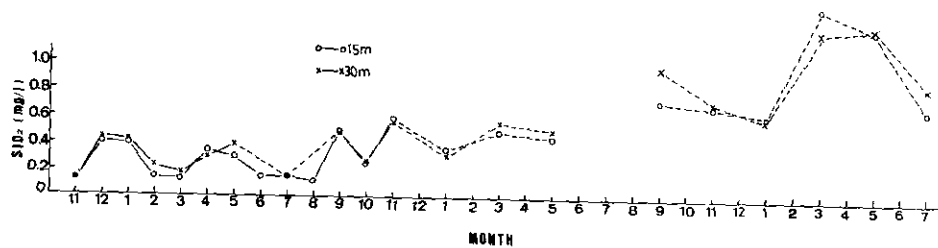
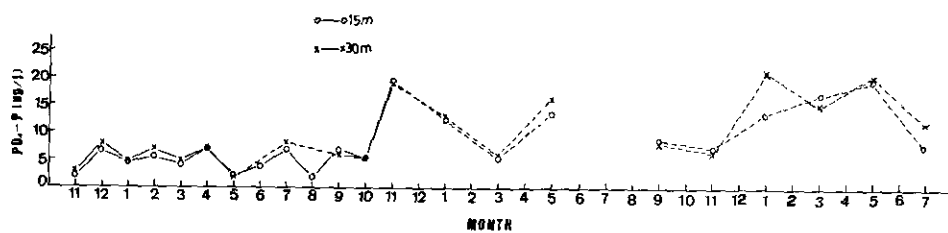


圖25. 鹽度、水溫、溶氧飽和度，氨鹽、亞硝酸鹽、硝酸鹽、磷酸鹽、矽酸鹽及化學需氧量在季節上的變化。

續前頁



續前頁



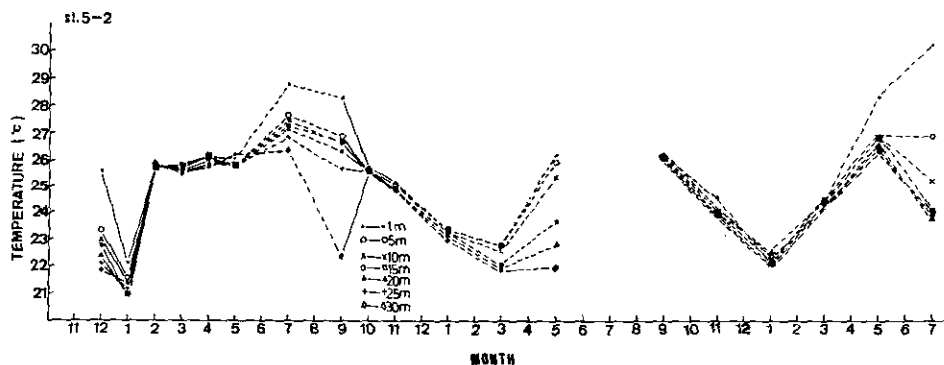
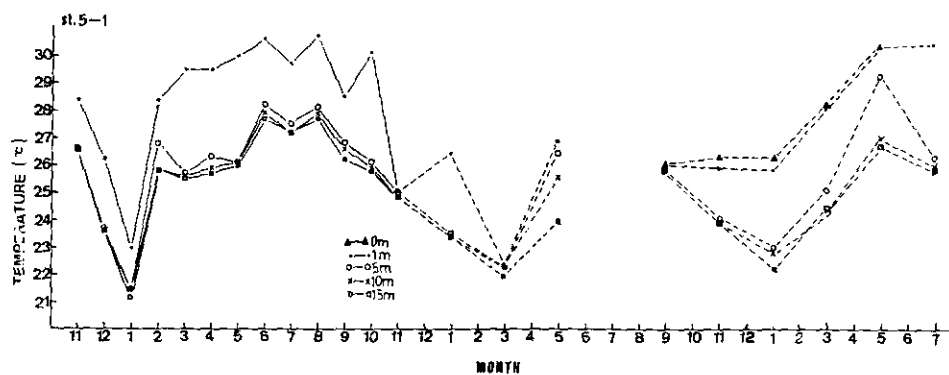


圖 26. 5~1, 5~2, 6~1, 6~2 站不同深度之水溫在季節上的變化。

續前頁

