

ES 042-3



RES04203

(76.P)

保育研究報告第42號之三

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—海域之動物性浮游生物
調查研究(續)

張崑雄 羅文增 陳孟仙

內政部 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—海域之動物性浮游生物
調查研究(續)

(計畫分支三)

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：羅文增、陳孟仙

研究助理人員：趙世民、黃將修、林介屏、陳昭倫

執 行 期 間：中華民國75年9月至76年8月

目 錄

圖目錄	II
表目錄	III
中文摘要	1
英文摘要	2
前言	3
研究項目及方法.....	4
結果與分析	6
討論	9
綜合報告	12
檢討與建議	15
參考文獻	71

圖目錄

頁數

圖一：墾丁國家公園海域採樣之十個測站.....	17
圖二：十個測站水深 15 米採樣點的豐度變化	18
圖三：十個測站水深 30 米採樣點的豐度變化	20
圖四：十個測站水深 15 米採樣點的濕重生物量變化	22
圖五：十個測站水深 30 米採樣點的濕重生物量變化	24
圖六：十個測站水深 15 米採樣點的乾重生物量變化	26
圖七：十個測站水深 30 米採樣點的乾重生物量變化	28
圖八：十個測站水深 15 米採樣點的沉澱生物量變化	30
圖九：十個測站水深 30 米採樣點的沉澱生物量變化	32
圖十：十個測站水深 15 米採樣點的排水容積生物量變化	34
圖十一：十個測站水深 30 米採樣點的排水容積生物量變化	36
圖十二：水深 15 米採樣點垂直採樣之豐度和生物量的月別變化 (民國75年9月至 76年7月)	38
圖十三：水深 30 米採樣點垂直採樣之豐度和生物量的月別變化 (民國75年9月至 76年7月)	39
圖十四：五主要大類出現百分率的月別變化 (民國75年9月至76年7月).....	40
圖十五：橈腳類與尾蟲類出現百分率之關係.....	41
圖十六：動物性浮游生物量與水溫的關係.....	42
圖十七：動物性浮游生物量與水溫之月別關係.....	43
圖十八：動物性浮游生物量與葉綠素A量之關係.....	45
圖十九：動物性浮游生物量與葉綠素A量之月別關係.....	46
圖二十：水深 15 米採樣點垂直採樣之豐度和生物量的月別變化	48
圖廿一：水深 30 米採樣點垂直採樣之豐度和生物量的月別變化	49
圖廿二：五主要大類出現百分率的月別變化.....	50

表目錄

頁數

表一：民國七十五年九月份各測站表層水平分佈之五主要大類的出現百分率……	51
表二：民國七十五年九月份各測站垂直分佈之五主要大類的出現百分率……	52
表三：民國七十五年十二月份各測站表層水平分佈之五主要大類的出現百分率…	53
表四：民國七十五年十二月份各測站垂直分佈之五主要大類的出現百分率……	54
表五：民國七十六年元月份各測站表層水平分佈之五主要大類的出現百分率……	55
表六：民國七十六年元月份各測站垂直分佈之五主要大類的出現百分率……	56
表七：民國七十六年四月份各測站表層水平分佈之五主要大類的出現百分率……	57
表八：民國七十六年四月份各測站垂直分佈之五主要大類的出現百分率……	58
表九：民國七十六年五月份各測站表層水平之五主要大類出現百分率……	59
表十：民國七十六年五月份各測站垂直分佈之五主要大類出現百分率……	60
表十一：民國七十六年七月份各測站表層水平之五主要大類出現百分率……	61
表十二：民國七十六年七月份各測站垂直分佈之五主要大類出現百分率……	62
表十三：自民國七十五年九月至七十七年七月墾丁國家公園海域十個測站於水深 15米採樣點之豐度結果 ……	63
表十四：自民國七十五年九月至七十六年七月墾丁國家公園海域十個測站於水深 30米採樣點之豐度結果 ……	64
表十五：自民國七十五年九月至七十六年七月墾丁國家公園海域十個測站於水深 15米採樣點之濕重結果 ……	65
表十六：自民國七十五年九月至七十六年七月墾丁國家公園海域十個測站於水深 30米採樣點之濕重結果 ……	66
表十七：自民國七十五年九月至七十六年七月墾丁國家公園海域十個測站於水深 15米採樣點之乾重結果 ……	67
表十八：自民國七十五年九月至七十六年七月墾丁國家公園海域十個測站於水深 30米採樣點之乾重結果 ……	68
表十九：墾丁國家公園海域各主要測站水溫、葉綠素A及浮游動物之含量比較表 …	69
表二十：動物性浮游生物大類分類表……	70

摘要

綜合三年來的調查結果，動物性浮游生物的表層水平分佈，無論是豐度或生物量皆較垂直分佈來得少，而且有群集 15 米水深的現象。靠近沿岸的豐度及生物量有較高的趨向，生物量及豐度的月別變化，以冬季（12 月至 2 月）呈現較高值。夜間採樣的生物量及豐度亦較日間採樣為多。各大類的出現百分率以橈腳類居首位佔 $87\% \pm 3\% \sim 52\% \pm 8\%$ ，尾蟲類次之佔 $35 \pm 18\% \sim 2.3 \pm 0.8\%$ ；而兩者亦呈明顯的負相關（ $r = -0.669$ ， $P < 0.05$ ），當夏天橈腳出現百分率達最高時，尾蟲類則呈較低值，冬季時則相反。此外，水母類佔 $0.6 \sim 8.7\%$ ，毛類類佔 $1.3 \sim 5\%$ ，魚卵在每年春季時有較高的出現百分率，尤其是在今年四、五月份；其出現百分率達 20% 左右，高居第二位。夜間採樣之各大類出現百分率，在順位上和日間採樣大致相同，動物性浮游生物豐度和水溫的關係呈顯着負相關（ $r = -0.2563$ ， $P < 0.05$ ），而和葉綠素 a 則呈顯着的正相關（ $r = -0.237$ ， $P < 0.05$ ）。

ABSTRACT

From the zooplankton survey data obtained in the coastal water of Ken-Ting National Park at Southern Taiwan during 1984–1987, it was found that the abundance and biomass of vertical samples were higher than those of surface water. There were a pack of zooplankton gathering in the depth of 15 meters. It appeared that the nearer to the coast, the higher the abundance and biomass were found. The highest value of the abundance and biomass was obtained during the winter season and the night samples were higher than those of the daytime.

Generally, copepod was the dominant group sampled in all stations and occupied $87\% \pm 3\%$ to $52\% \pm 8\%$ of the total number of zooplankton. Whereas, Appendicularian, constituting $35\% \pm 18\%$ to $2.3\% \pm 0.8\%$, was the second abundance one, and negatively related to copepod. It was found that copepod has a higher percentage of occurrence and that of Appendicularian was low during the summer season; and it was conversely in winter. Chaetognaths contributed to 1.3–5% and Medusae (including Ctenophore) contributed to 0.6–8.7%. Fish eggs were found having a higher percentage during the spring season, and advanced as the second dominant group in April and May 1987. The rank of occurrence of the main zooplankton groups in night sampling was equilibrated to that of the daytime samples. There were significant negative relationships between water temperature and zooplankton abundance. However, positive relationships were observed between chlorophyll *a* and zooplankton abundance.

前言

在海洋生態環境中，動物性浮游生物不僅扮演著初級或次級消費者的角色；且亦為魚蝦類之餌料。因此，其種類及生物量之消長均會直接或間接影響該海域生態群聚之變化。墾丁國家公園海域乃屬於熱帶性海洋，且又是黑潮流經之處，故此海域內之動物性浮游生物種類繁多，瑰麗可觀。然而近年來由於多種人類的活動；包括廢水的排放、漁業及核能三廠的運作，對該海域之生態體系或多或少產生不少的衝擊。

有關海域浮游動物之研究調查自核三廠建廠以來即陸續進行，台電曾完成建廠前後受影響地區之調查，蘇等（1980～1986）亦針對核三廠運轉前後提出相關之生態調查報告，其中包括動物性浮游生物的資料。該二項調查，前者已因電廠的開始發電而中止，後者則自民國六十八年七月至今仍繼續進行中。此二研究計畫均針對核三廠之存在所可能引起之生態變化，其採樣地點均偏重在出入水口附近，且大多數測站均遠離沿岸；本研究計畫之調查重心則在了解國家公園海域沿岸水深 30 公尺以內動物性浮游生物之資源，調查範圍涵蓋公園西岸之全部海域，因此，所得資料可補上述其他研究之不足。

研究項目及方法

本年度研究計畫的進行是從民國七十五年九月開始至七十六年八月止，進行的方式與第一、二年相似；唯改為兩個月採集乙次，並自七十五年十二月起將原本調查之十個測站（如圖一）減少為五個測站；此五個測站分別為核三廠的入水口（測站四），排水口（測站五），貓鼻頭東側（測站六），山海里站（測站九）以及萬里桐（測站十）。各測站分別於沿岸水深 15 公尺及 30 公尺處設定兩個採樣點。採樣方式分水平和垂直兩部分進行，二者皆採用北太平洋標準浮游生物網（NorPac，網口直徑 45 公分，長 180 公分，網目為 $330\ \mu\text{m} \times 330\ \mu\text{m}$ ），網口裝置流量計，以估算流經網口的實際水量。各測站水平採樣是以水平拖網一分鐘，拖行速度則控制使網口在水表面至一公尺水深間，並使網口不露出水面，所獲標本以 5 % 之中性福馬林固定，放置於塑膠廣口瓶中。垂直採樣則以同一採集網加上重錘，以人工方式投放收回，標本保存法同前述，垂直採樣在水深 15 公尺採樣點（A 採樣點），則進行 0 ~ 15 公尺的採樣，在水深 30 公尺採樣點（B 採樣點），則進行 0 ~ 15 公尺及 0 ~ 30 的採樣。

固定後的樣品在實驗室中依生物密度的多寡以浮游生物分隔器做 $\frac{1}{2}$ 至 $\frac{1}{8}$ 之子樣品分隔，並進行以下之研究：

(一)生物量的決定：

A、濕重 (Wet Weight) 和乾重 (Dry Weight)

取 $\frac{1}{2}$ 之子樣品以網目 $330\ \mu\text{m}$ 網布過濾加蒸餾水沖洗，並真空抽氣除去大部分水份，再置於濾紙上吸乾其他殘留水份，置於自動天平上量稱至 0.01 克，得到濕重，再將此濕子樣品置於烘箱，以 60°C 恒溫經至少 16 小時的乾燥後量稱至 0.001 克，即得乾重。

B、沈澱量 (Setting Volume)

將子樣品 (Sebsample) 置於有體積刻度之試管中靜置 48 小時，俟動物性浮游生物沈澱後讀取沈澱量。

C、排水容積量 (Displaced Volume)

利用排水容積器，以測定各子樣品之排水容積量。

(二)各大類的計數：

視樣品的生物密度取 $1/2 \sim 1/16$ 不等的子樣品，一般計數的總個體數約在 1000 ~ 1500 個/子樣品較為適當，並於顯微鏡下分 Foraminifera, Medusa, Radiolaria, Chaetognatha, Polychaeta, Cladocera, Ostracoda, Copepoda, Amphipoda, Euphausiacea, Mysidacea, Decapod larvae, Mollusca, Appendicularia, Thaliacea, Echinodermata larvae, Pteropoda, Luciferidae, Fish eggs 及其他等大類，加以鏡檢分類計數，並據此及浮游生物網上流量計所估得的過濾水量，求得每 1000 m^3 中所含各大類浮游生物的數量，並計算數量最多的前五個主要大類的動物性浮游生物的出現百分率。

本計畫所得資料，亦配合水質及植物性浮游生物調查結果一起分析，以了解食物鏈中生物間之相關性，以及動物性浮游生物與水質間之關係。

結果與分析

一、動物性浮游生物量與豐度的分佈

動物性浮游生物之生物量和豐度的分佈，乃是針對1986年9月至1987年7月的調查結果討論；各測站內不同採樣點的豐度變化，可由圖二、圖三明顯看出垂直分佈的個體數，除了75年9月及76年1月之5B測站外，均較水平分佈的個體數為多；而水深15公尺內之豐度一般比水深30公尺者為高。各測站個體數的比較，在月別上的差異並無一致性，在九月時第九、十測站垂直採樣的數量有顯着高於其他測站的現象，尤其是9A測站之豐度高達 $5.1 \times 10^6 \text{ ind.}/1000m^3$ ，約為其他測站的2至3倍以上；但元月份則以5B測站水平採樣點的數量最高（ $3.4 \times 10^6 \text{ ind.}/1000m^3$ ）。

圖四、五、六及七乃表示各測站不同水深之單位水體積之乾、濕重生物量變化。由圖中可看出垂直分佈的生物量，無論乾、濕重一般皆高於水平分佈的生物量；而九月份5B測站及一月之第4、5、9、10測站則有相反的結果，尤其是一月份之5B測站水平採樣點更高達 $2.5 \times 10^8 \text{ g}/10^3 m^3$ （濕重）。依據各大類分析，可能是由於在這些測站之水表層含有較多且較大的水母類個體所致，另在15和30公尺垂直分佈的比較，可知除了五月之5B測站及七月之5B、10B測站外，大都是15公尺內的生物量大於30公尺之生物量。在月別的變化上，可知九至元月份之生物量平均較四至七月份為高，尤其是以第4、5、9、10測站之差異更為顯著。至於各測站乾、濕重生物量的比較，亦顯現和豐度的變化相同，在九月份各測站A採點由1至10站有漸次遞增的現象，而第九、十測站的生物量則顯着大於前四站（第1、2、3、4測站）。而在十二月及一月時則以第4、5測站之生物量較高；四至七月份各測站之生物量並無明顯之差異。

除了乾、濕重生物量外，同時亦以沈澱量及排水容積法對子樣品進行測試，由圖八、九、十、十一分析可知其結果和生物量與豐度之變化大致相同，僅是九月份各測站A以排水容積法測試結果，其間差異變得較不顯著。另不論月別、垂直分佈的容積量均較水平分佈為多，唯原本水平分佈大於垂直分佈量的第4、5測站，以此二法測試却有相反的結果。

再由表十三至十八可看出，無論是豐度或生物量，於各測站之標準偏差皆相當的大，甚至有大過平均值的結果；由於如此大的變異很難看出各測站間一致性的差異。唯比較 15 公尺採樣點與 30 公尺採樣點之水平採樣結果顯示，在五及七月 15 公尺採樣點的豐度或生物量之各測站平均值均大於 30 公尺採樣點的；而垂直採樣之分析亦顯示在五月時亦有相同的結果。但在單獨分析測站 5 時却又有不同的結果——不論月別 15 公尺水平採樣點的豐度（即在核電廠排水口處）一般均小於 30 公尺採樣點的豐度。

二、生物量和豐度的月別變化

探討生物量和豐度的月別變化，是從民國七十五年九月至七十六年七月以第 4、5 和 10 測站之垂直採樣所得的數據來做比較。第 4、5 站分別是核能電廠的入、出水口，而第 10 站則為萬里桐；取此三站分析的理由乃是想了解核能電廠對國家公園海域動物性浮游生物量月別變化是否有影響，並與測站 10 之結果對照，看是否有明顯的差異。由圖十二顯示，在 15 米採樣點中第 4 或第 5 測站，無論是乾、濕重生物量或豐度，以十二月之含量最高，測站 10 則在九月時較高；另 30 米採樣點（圖十三）雖然月別變幅較小，但仍可顯示於十二或一月份出現較高值，尤以測站 5 較為明顯；在四月時則呈現較低值。在比較三個測站月別變化的差異性時可知 15 米採樣點垂直採集之豐度及生物量變化，除了十二月外，測站 4 及測站 10 之量均高於測站 5。30 米採樣點垂直採集之生物量變化則無明顯的差異。再由表十三至表十八分析可知，各測站生物量之均值，在九至一月份的含量高於四至七月份之含量，而豐度之均值在月別上的比較雖亦有類似的趨勢，但不甚顯著。

三、各大類的出現百分率

在比較同一月份內各測站間或同一測站內之表層水平分布及垂直分布之五主要大類的出現百分率，皆可見五主要大類排列順序大致是橈腳類（Copepoda）居首位，尾蟲類（Appendicularia）次之，再次為水母類（Medusa）、魚卵（Fish eggs）或毛類（Chaetognatha），但出現率的大小差異變化很大（表一～十二）。其中居首位的橈腳類之出現百分率平均高達 50% 以上。此外，在四、五月份表

層水平分布之魚卵出現率較垂直為高，而且明顯的比其他月份為高，並躍居五主要大類的第二位，尤其是在五月份的第9、10測站魚卵出現率達61~71%，高居首位；另由站別的比較分析亦可知第9、10測站的魚卵出現率較其他測站為高（表七、八、九、十）。

圖十四乃以第4、5和10測站垂直採樣的數據，分析五個主要大類出現百分率的月別變化；以高居首位的橈腳類（Copepoda）而言，其在75年12月時的出現率最低（ $52.3\% \pm 7.7\%$ ），而最高出現率則發生在76年7月（ $73\% \pm 10.7\%$ ），而居第二位的尾蟲類（Appendicularia），其出現率則與橈腳類呈顯著的負相關（ $r = -0.6687$ ， $p < 0.05$ ）（圖十五），即當75年12月橈腳類出現率最低時，尾蟲類之出現率達到最高（ $29.8\% \pm 3.8\%$ ），而在76年7月橈腳類出現率最高時，尾蟲類之出現率則呈現最低值（ $5.6\% \pm 6\%$ ）。魚卵（Fish eggs）的出現百分率在四、五月時大量的提昇，平均約在20%左右，而七月份雖明顯地減少許多，但仍占有8%之比率。至於水母類（Medusa）和毛顎類（Chaetognatha），則無明顯的月別變化；水母類的出現百分率維持在 $3.3\% \pm 1.5\%$ 至 $8.7\% \pm 2.6\%$ 之間，而毛顎類的出現率則維持在 $1.7\% \pm 0.4\%$ 至 $4.7\% \pm 3.2\%$ 之間。

測站之表層水域，魚卵之出現百分率更躍居首位，達到百分之七十。比第一年時觀測所得之魚卵出現率還要高；此顯示該海域為魚類重要之產卵場，至於為何種魚類所產之卵，根據本計畫於去年對墾丁海域仔、幼魚之研究（張等）結果推斷可能是屬於銀漢魚科、鱗科或鮭科魚類之卵，但此仍有待進一步的確立。

綜觀各大類動物性浮游生物之種類組成，與中央研究院環境科學委員會在南灣所做的調查（蘇等 1980 ~ 1986）以 Copepoda, Oikopleura (Appendiculana), Sagitta (Chaetognath), Medusa, Fisheggs 等為主要種類之結果相當一致。

四、動物性浮游生物與環境因子的關係

根據 1985 年 11 月至 1987 年 7 月止，自各測站所採得的動物性浮游生物量的全部結果與採集地點當時的水溫及葉綠素 A 的含量做直線迴歸分析，發現每升海水中所含動物性浮游生物的個體和其所在的水溫呈顯著負相關（ $r = 0.2563$ ， $p < 0.05$ ），即水溫在 20°C 至 33°C 之間，溫度愈高，動物性浮游生物量越少（圖十六）；另將每個月之採集量與各該採集水溫做迴歸分析（圖十七），其每個月之 r 值亦均呈負值。此結果與第一年略有不同。動物性浮游生物個體數量與葉綠素 A 量做迴歸分析則呈顯著的正相關（ $r = 0.237$ ， $p < 0.05$ ），但以每月份分別做迴歸分析時，却不顯著，且 r 值呈雙向性的變化。由此看來，動物性浮游生物量在較適水溫時，受葉綠素 A 含量的影響較大，但在高水溫時，則以水溫之負面效應較大。

爲了進一步探討水溫及葉綠素 A 對動物性浮游生物含量的影響，亦以幾個主要測站在不同季節月份所測得的資料進行比較分析（表十九）。結果亦重複驗證了在高水溫時（ 30°C 以上）生物個體數有顯著減少的現象。但在春季（四月）及冬季（一月）水溫不高時，葉綠素 A 之含量和水溫呈正相關，但和浮游動物量呈負相關；這是由於春、冬季時水表層之葉綠素 A 含量較高，而浮游動物以中層水域之含量較高所致。但夏季（七月）水溫偏高時，葉綠素 A 和動物性浮游生物個體數均以較低溫之中層水域之含量較高。此以不同水層比較所產登的差異性顯示，海洋生態環境十分的複雜，並非以簡單的幾個因子就可下作定論，其他如營養塩、透光度以及人類的壓力等等亦可能是一決定性之因子。

的差異。根據水溫測定結果一、四、七月時核三廠排水口表層水溫分別是 26.2°C ， 28.1°C ， 30.4°C ，四月份時亦在排水口上游一百公尺處測得水溫為 33.2°C ，而生物豐度則更低，僅 33.7×10^3 個 / 1000m^3 ，且生物個體均已死亡。由此可知較高水溫是使沿岸之浮游動物族群減少的主要原因，尤其是當水溫超過 30°C 時更為顯著。

二、生物量和豐度的月別變化

探討生物量和豐度的月別變化，由圖十二、十三可知，核能電廠之入 出水口之測站，無論是 15 米或 30 米水深之採樣點，均在冬季（十二月～一月）有一高峯出現，而三月至七月之值則較低，此與第一、二年的結果相比較大致類同；唯前兩年之高峯期均出現在一月份，而今年則提前在十二月。根據本計畫分支一對溫度之測定結果顯示在此國家公園海域冬季之溫度約在 $21 \sim 24^{\circ}\text{C}$ 左右，此正是動物性浮游生物之最適水溫，此外亦可能正值其繁殖季節所致。然出現高峯期的差異，可能亦和其他環境因子有關；如根據本計畫分支二對葉綠素 A 含量之測定顯示，其與浮游動物在冬季高峯期的出現有相吻合之處。另由 15 米採樣點之月別變化幅度顯着大於 30 米採樣點的情況，亦可推斷靠近沿岸的生物族群較易受環境因子的改變，而產生波動。

在比較三個測站月別變化的差異性時，亦可知水深 15 米將採樣點垂直採集之生物量變化，核三廠入水口處之生物量均高於出水口處之生物量，而萬里桐測站，除了十二月外，其生物量亦均大於核三廠出水口處之含量；但對於水深 30 米採樣點垂直採樣之生物量變化則無明顯的差異性，此現象亦和去年結果相同。

三、各大類的出現百分率：

墾丁國家公園海域之浮游動物出現百分率，以橈腳類之出現率高居首位，尾蟲類次之。而這兩種浮游動物會隨著季節性的變化而互為消長；即在冬季尾蟲類族群增加時，橈腳類之數量便相對地減少，夏季時則呈相反的現象（圖十四）。這種生態上的變遷可能是尾蟲類以橈腳類作為捕食之對象有關（Rayment 1983）。

本年度和往年較大的不同是在四、五月時，出現大量的魚卵，尤其是第九、十

測站之表層水域，魚卵之出現百分率更躍居首位，達到百分之七十。比第一年時觀測所得之魚卵出現率還要高；此顯示該海域為魚類重要之產卵場，至於為何種魚類所產之卵，根據本計畫於去年對墾丁海域仔、幼魚之研究（張等）結果推斷可能是屬於銀漢魚科、鱗科或鮭科魚類之卵，但此仍有待進一步的確立。

綜觀各大類動物性浮游生物之種類組成，與中央研究院環境科學委員會在南灣所做的調查（蘇等 1980 ~ 1986）以 Copepoda, Oikopleura (Appendiculana), Sagitta (Chaetognath), Medusa, Fisheggs 等為主要種類之結果相當一致。

四、動物性浮游生物與環境因子的關係

根據 1985 年 11 月至 1987 年 7 月止，自各測站所採得的動物性浮游生物量的全部結果與採集地點當時的水溫及葉綠素 A 的含量做直線迴歸分析，發現每升海水中所含動物性浮游生物的個體和其所在的水溫呈顯著負相關（ $r = 0.2563$ ， $p < 0.05$ ），即水溫在 20°C 至 33°C 之間，溫度愈高，動物性浮游生物量越少（圖十六）；另將每個月之採集量與各該採集水溫做迴歸分析（圖十七），其每個月之 r 值亦均呈負值。此結果與第一年略有不同。動物性浮游生物個體數量與葉綠素 A 量做迴歸分析則呈顯著的正相關（ $r = 0.237$ ， $p < 0.05$ ），但以每月份分別做迴歸分析時，却不顯著，且 r 值呈雙向性的變化。由此看來，動物性浮游生物量在較適水溫時，受葉綠素 A 含量的影響較大，但在高水溫時，則以水溫之負面效應較大。

為了進一步探討水溫及葉綠素 A 對動物性浮游生物含量的影響，亦以幾個主要測站在不同季節月份所測得的資料進行比較分析（表十九）。結果亦重複驗證了在高水溫時（ 30°C 以上）生物個體數有顯著減少的現象。但在春季（四月）及冬季（一月）水溫不高時，葉綠素 A 之含量和水溫呈正相關，但和浮游動物量呈負相關；這是由於春、冬季時水表層之葉綠素 A 含量較高，而浮游動物以中層水域之含量較高所致。但夏季（七月）水溫偏高時，葉綠素 A 和動物性浮游生物個體數均以較低溫之中層水域之含量較高。此以不同水層比較所產登的差異性顯示，海洋生態環境十分的複雜，並非以簡單的幾個因子就可下作定論，其他如營養塩、透光度以及人類的壓力等等亦可能是一決定性之因子。

綜合報告

墾丁國家公園海域屬於熱帶性水域，終年受由赤道來的黑潮影響很大，而熱帶水域所擁有的浮游生物的特徵是種類多數量亦多。綜合三年來調查結果顯示，動物性浮游生物之歸類，除了依表二十分爲 19 項 21 大類外，屬於不知名其他種類之出現率亦在 0% 至 13% 之間。足見此海域之浮游動物種類之多，瑰麗可觀。

動物性浮游生物的生態分佈，無論是月別或站別，表層水平分佈的個體數及生物量，一般皆較垂直分佈爲少。在垂直分佈的比較，則以 0 ~ 15 米水層最多量，這是因爲動物性浮游生物在白天時，有避表層水面強光，尋求最適光照強度之水層爲棲所之習性。比較十個測站（圖一）的生物量變化，顯示第七至第十測站的生物量較第一、二、三測站爲高，但是在 1985 年 11 月却出現相反的結果，而少數其他月別亦呈不明顯的現象；由此可見動物性浮游生物量分佈的差異，並不因季節的變化而有一定的規則性。另由三年來每個月測得的資料顯示，於各測站之標準偏差皆相當的大，甚至有大大過平均值的結果，此除了表示單一採樣的偏差性外，沿岸海域環境的變異性及複雜性亦是個很重要的因素。

測站五是核三廠的出水口，有熱排水使水層在 0 ~ 5 公尺處造成分層現象，其對於動物性浮游生物量的影響，根據資料的分析，僅在高溫的夏季（水溫超過 30°C）時，才會產生明顯的負效應；在其他的季節則不顯著。本研究計劃在第二年時，以變方分析比較各月別在核三廠入水口與出水口之表層水平分佈之乾重生物量，結果顯示，無論是 15 米採樣點或 30 米採樣點，皆呈現測站間或月別無顯著的差異。但由表十九分析比較，當核三廠出水口表層水溫超過 30°C 時，其間的差異便很顯著。唯此熱排水的影響僅及於水深 15 公尺採樣點的表層區域；對於水深 30 公尺採樣點或其他測站，則可能因爲海流的輻散作用或海水緩衝作用而影響不大。

探討生物量的月別變化，乃以核三廠的入水口、排水口以及萬里桐三個測站的日間垂直採樣的數據來做比較。其目的亦是想了解核三廠對國家公園海域動物性浮游生物月別變化是否有影響。由圖二十顯示，15 米採樣點生物量和豐度之月別變化在每年之冬季期間（十二月至二月），皆會呈現一高峯值；如第一、二年之高峯值出現在元月份，而第三年則出現在十二月，在春季時則有較低值的現象，夏季之生物量則介於

中間值；至於在 30 米採樣點之月別變幅較 15 米採樣點為小，但仍不難看在每年元月份仍呈現一高峯值；根據本計畫分支一對溫度之測定結果顯示在此國家公園海域冬季水溫在 21 ~ 24°C 左右，此正是動物性浮游生物所謂的最適溫度，此外亦可能此值其生殖季節所致。在比較三個測站 15 米採樣點月別變化的差異性時，可知第一、二年冬季，萬里桐測站之量均高於出水口，但第三年時萬里桐測站之高峯值則提前在九月份，是年冬季之生物量反而較低；其他季節則差異不太。核三廠入、出水口測站生物量之比較，前兩年的結果如前段所述並無明顯之差異；但第三年時入水口的生物含量卻明顯地高於出水口的含量。對於水深 30 米採樣點垂直採集之生物量變化則無明顯的差異性。

在第二年二月及四月時，亦於核三廠入、出水口及萬里桐測站進行日、夜間的採集，其結果顯示，無論是豐度或生物量，夜間都較日間來得高，而日夜變化量（夜/日）的差距在四月份時較大；動物性浮游生物在夜間時，其分佈之層面較廣，水表層分布的量亦較日間增加，這些現象，是否是動物性浮游生物在夜間時有由外洋向沿岸海域洄遊，抑是有部份之浮游動物於夜間有向中上層水域洄遊之結果所致，仍有待進一步的調查。唯根據動物性浮游生物的一般生態習性可知，在中表層水域，浮游動物量之週日性變化，以黃昏微暗及黎明時較多，本計畫之夜間採集是在黃昏微暗之際開始進行，或亦是夜間量多於日間的原因吧！

墾丁國家公園海域浮游動物之種類組成，由三年來每個月所測得的平均值顯示橈腳類 Copepoda 之出現百分率皆高達 50 % 以上，遠高於其他各類浮游動物；其次為尾蟲類 (Appendicularia)，這兩種浮游動物族群會隨著季節性的變化而互為消長 (圖廿二)，即在冬季尾蟲類較多時，橈腳類之數量便相對地減少，夏季時則相反；這種生態上的變遷可能是尾蟲類以橈腳類為食的關係 (Raymont, 1983)，另出現率亦在前五大類的水母類 (Medusa) 及毛顎類 (Chaetognatha) 均屬於較兇猛的肉食性浮游動物，由於在此海域出現百分率較低，所以看不出其對於橈腳類或其他浮游動物種類之族群有明顯的影響。魚卵在第一年的冬、春季 (即十一月至五月) 及第三年的春季 (四、五月份) 均有相當高的出現百分率，僅次於橈腳類居第二位；唯第一年魚卵量出現率較多的是在鵝鑾鼻燈塔至青蛙石 (即測站 1 至 3) 一帶海域，第三年則以萬里桐、山海里 (第 9、10 測站) 海域較多；尤其是第三年五月的這兩個測站，魚卵之

出現率竟高達百分之七十躍居首位。可見此海域實為魚類重要的產卵場。

綜觀各大類動物性浮游生物之種類組成，與中央研究院環境科學委員會在此同一海域所做的調查（蘇等 1980 ~ 1986）以 Copepoda, Oikopleura (Appendicularia), Sagitta (Chaetognatha), Medusa, Fish eggs 等為主要種類之結果相當一致。

五主要大類出現百分率，無論是日間或夜間採樣，仍然以橈腳類為首位，尾蟲類次之，水母類或毛顎類為第三或第四位，但顯着的是小蝦類 (Mysidacea)，在第二年四月份的夜間出現率明顯地比日間為高，尤其是在核三廠出水口的表層水域，出現率竟高達 28 %；至於其他種類則無明顯的差別；由於此僅以第二年二、四兩個月的資料來分析探討，此現象是否與出水口表層分層有關，則有待進一步的調查。

動物性浮游生物個體數和水溫的關係呈顯著負相關 (r (第一年) = -0.164 , r (第二、三年) = -0.2563 , $p < 0.05$)，即水溫於 20°C 至 33°C 之間，溫度愈高，動物性浮游生物個體數愈少 (圖十六)，但由月別相關性的分析，於 22°C 致 26°C 之間，生物個體數量和水溫之負相關並不顯著。動物性浮游生物個體數和葉綠素 a (Chlorophyll a) 含量呈顯著正相關 ($r = 0.237$, $p < 0.05$) (圖十八)，而月別則呈不顯著之雙向性變化。從這些結果看來，動物性浮游生物的數量在溫度較低的冬季受葉綠素 a 量的影響較大，但在高溫時，則以水溫的負面效應較大。唯海洋環境複雜萬千，沿岸海域變異大，許多特異的現象，並非以簡單的幾個環境因子就可以下定論的。

檢討與建議

墾丁國家公園海域為本省少受污染的淺水海域之一，因為其屬於開放性海域，終年受到外洋性洋流的調適及影響；除了核能三廠外，尚無其他工業上的污染，河水的流出量少，人類的活動尚在海洋所能包容的範圍。因此動物性浮游生物種類繁多，與海域中之珊瑚生物、魚類相互輝映；然由於其種類多，分類工作十分繁雜且困難；因此全世界對於熱帶海域動物性浮游生物的知識相當缺乏，迄今尚無法建立完整的分類學知識，本省附近海域之動物性浮游生物之研究亦然。

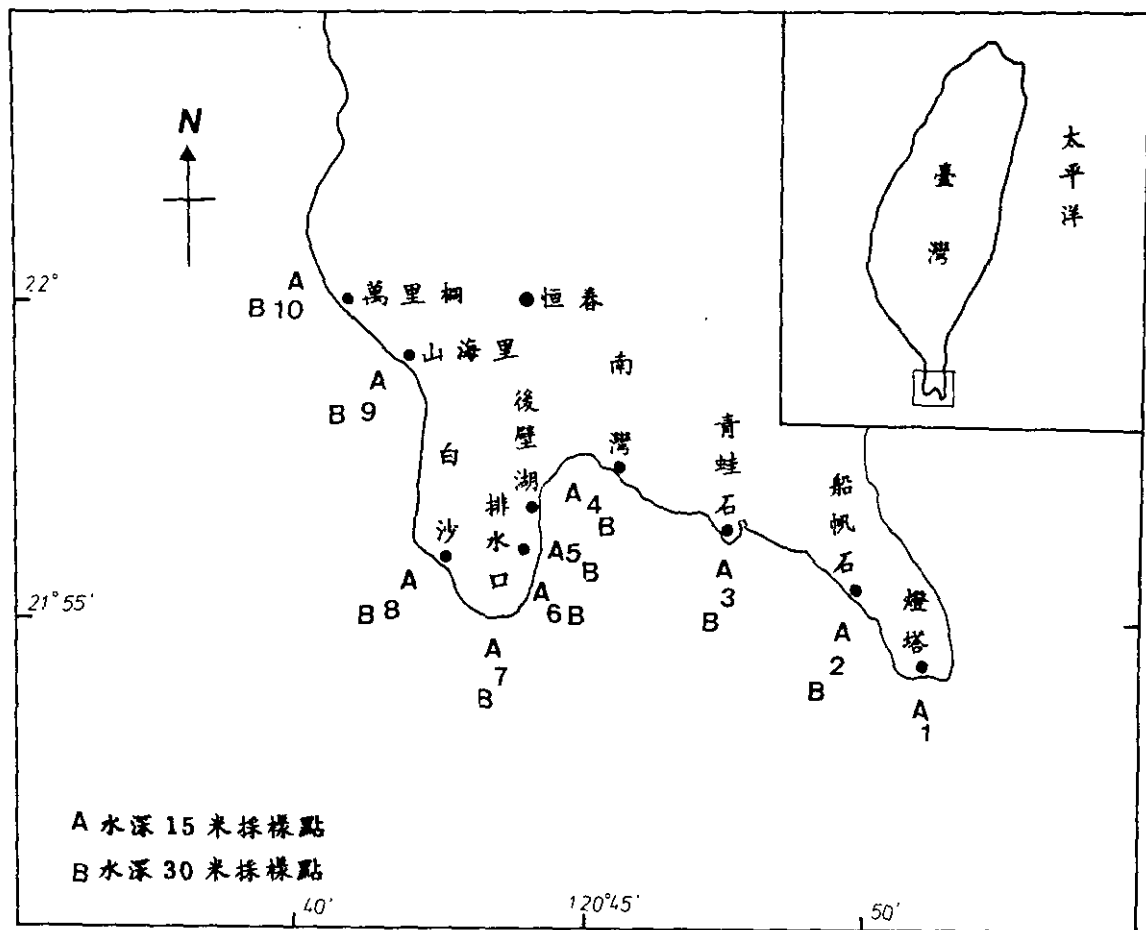
第三年計畫的進行，由於人力及經費的限制下，無法像第一、二年按月採集，以致在分析討論上，稍感不足。由調查結果可知，核能三廠熱廢水的排出，對於該海域動物性浮游生物量的影響並不明顯，但是在水溫較高的夏季時，其對附近15公尺水深之海域影響便趨於明顯，唯每年均缺少八月份的資料，以致無法進一步了解在持續高溫下對生物族群有何影響。今後除了應按月繼續調查追蹤外，在夏季更應採行密集性調查，以便能建立一完整的生物監測系統。

在第二年的二、四月份，亦增加了日夜間採集部份，其目的乃是為了探討動物性浮游生物之日夜變化，唯可分析的資料尚嫌太少，實不足以解釋其生態現象。且對於夜間的採樣，由於安全設備不足，危險性大，船伏意願不高，以致無法持續進行而作罷。今後如有較佳的安全設備，實應持續調查，另進行浮游動物週日性的調查，對其生態上的分佈及迴游，亦有很重要的意義。

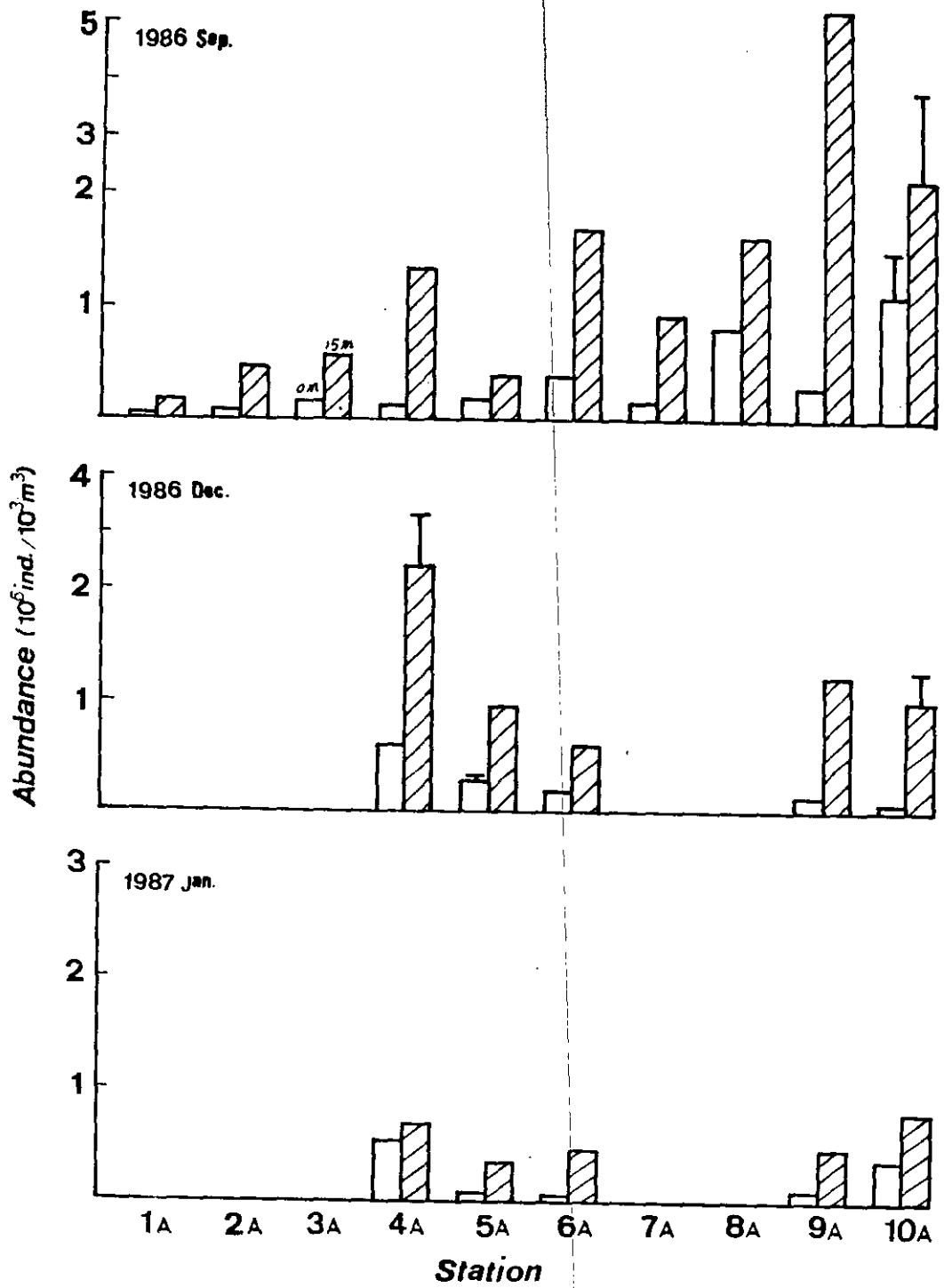
每年冬、春季節，魚卵在該海域均有較高的出現率，顯見該海域是魚類良好的產卵場，因此建議在產卵季節裡，應有較完備的保育及管理措施，並宣導民衆守法及保育觀念，絕對嚴禁毒魚，並嚴格管制毒品來源，以免無知的民衆為貪圖小利，而污染了整個海域。

海洋生態群聚之結構十分複雜且又息息相關，某一生物族群的變遷會連帶影響其他生物的消長。動物性浮游生物在海洋生態環境中，一般是扮演著初級消費者的角色，以海洋的藻類為食；但有些則為肉食性（以其他浮游生物為食）或雜食性；這些食性不同的浮游動物，因其生態地位不同，當環境改變時，受到的影響也不同；如橈腳類和尾蟲類的族群即呈明顯的負相關，另居前五大類的水母類及毛顎類，亦是屬於兇

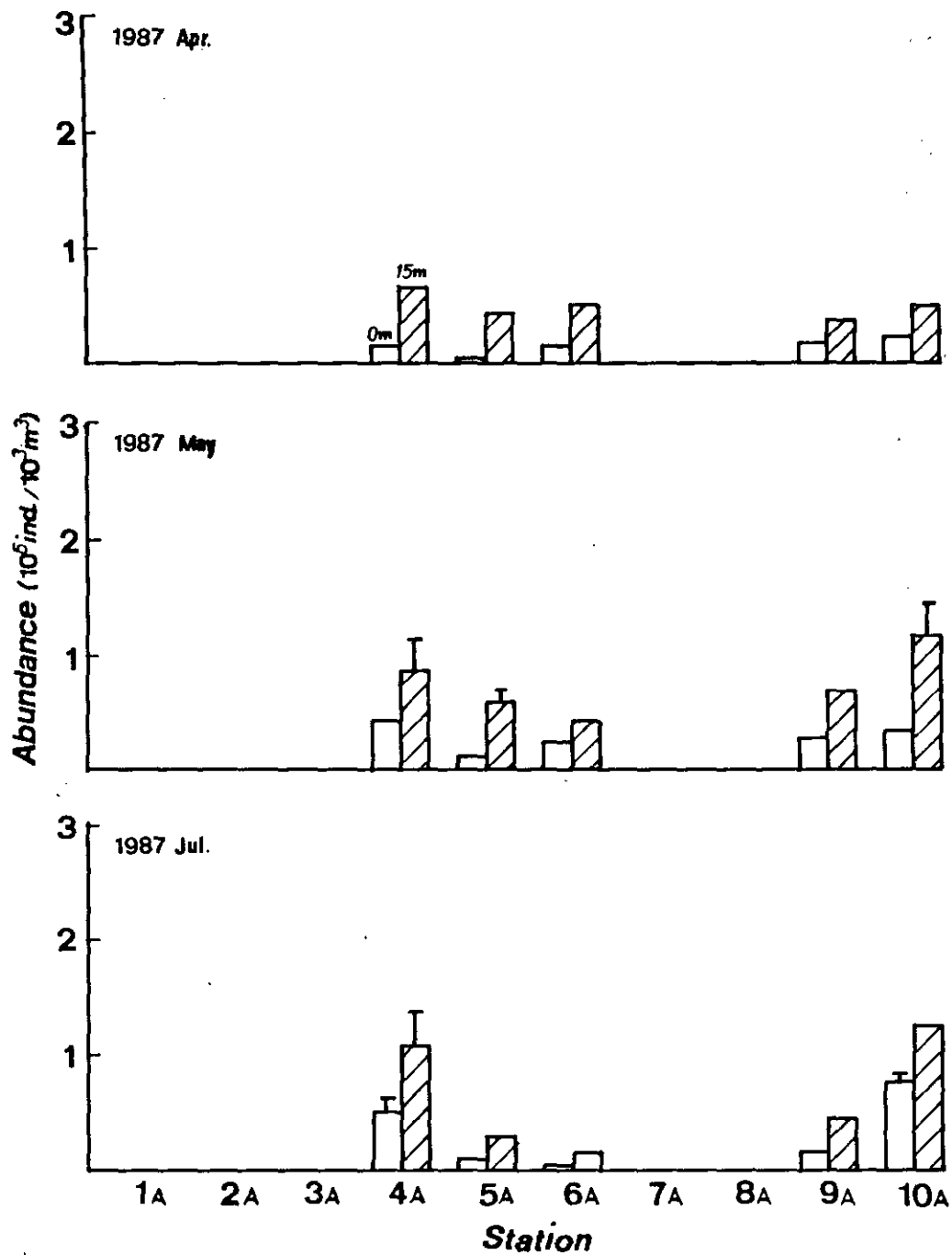
悍捕食者，其對海域生態群聚的影響，亦可做進一步的探討。動物性浮游生物和環境因子的關係，可看出其和溫度呈顯着的負相關，而和植物性呈明顯的正相關，但在月別的分析上却略有差異或呈不顯著，此是否是因為本身的變異性大，抑是需要考慮其他環境因子的關係，則有待進一步持續的探討。



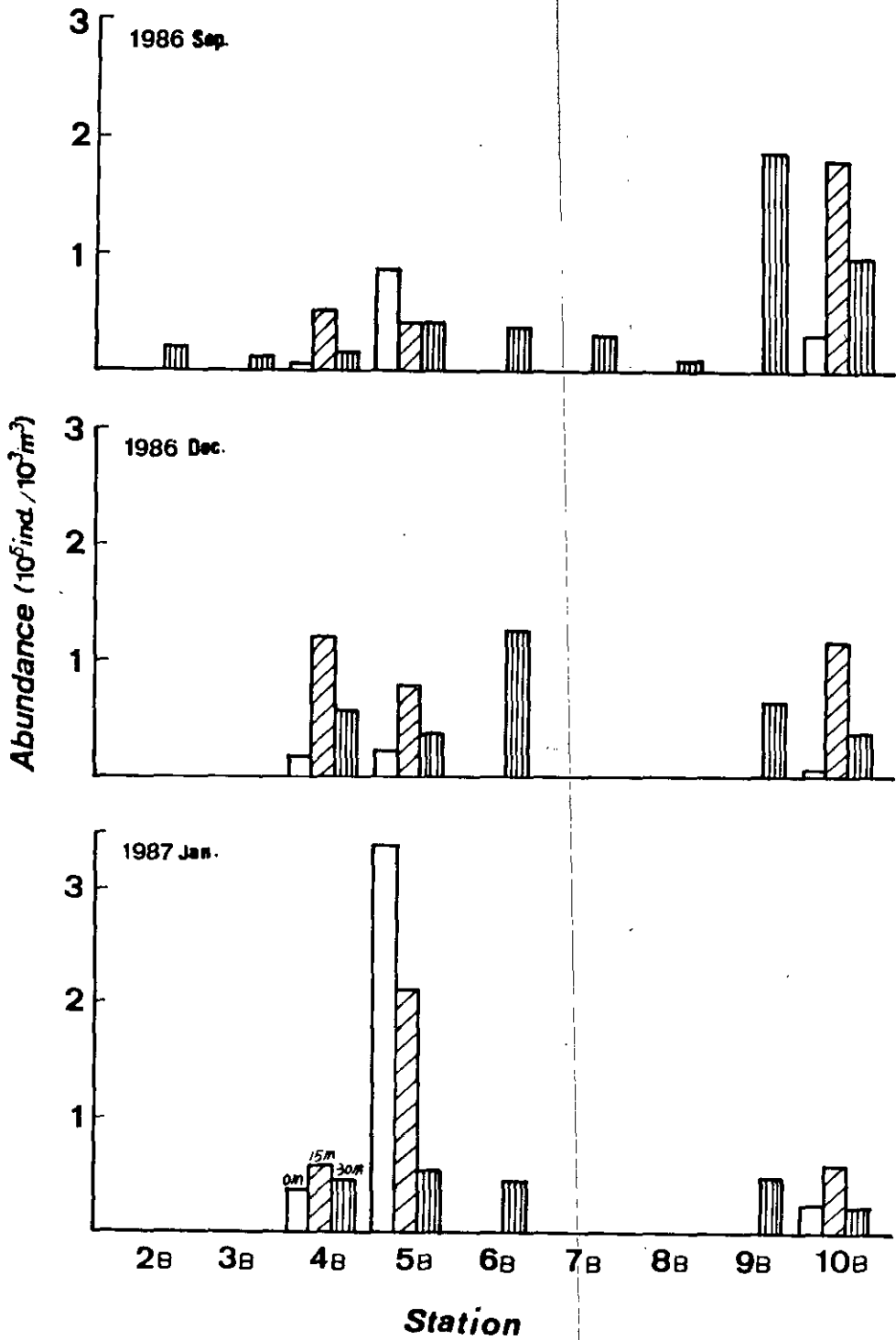
圖一：墾丁國家公園海域採樣之十個測站



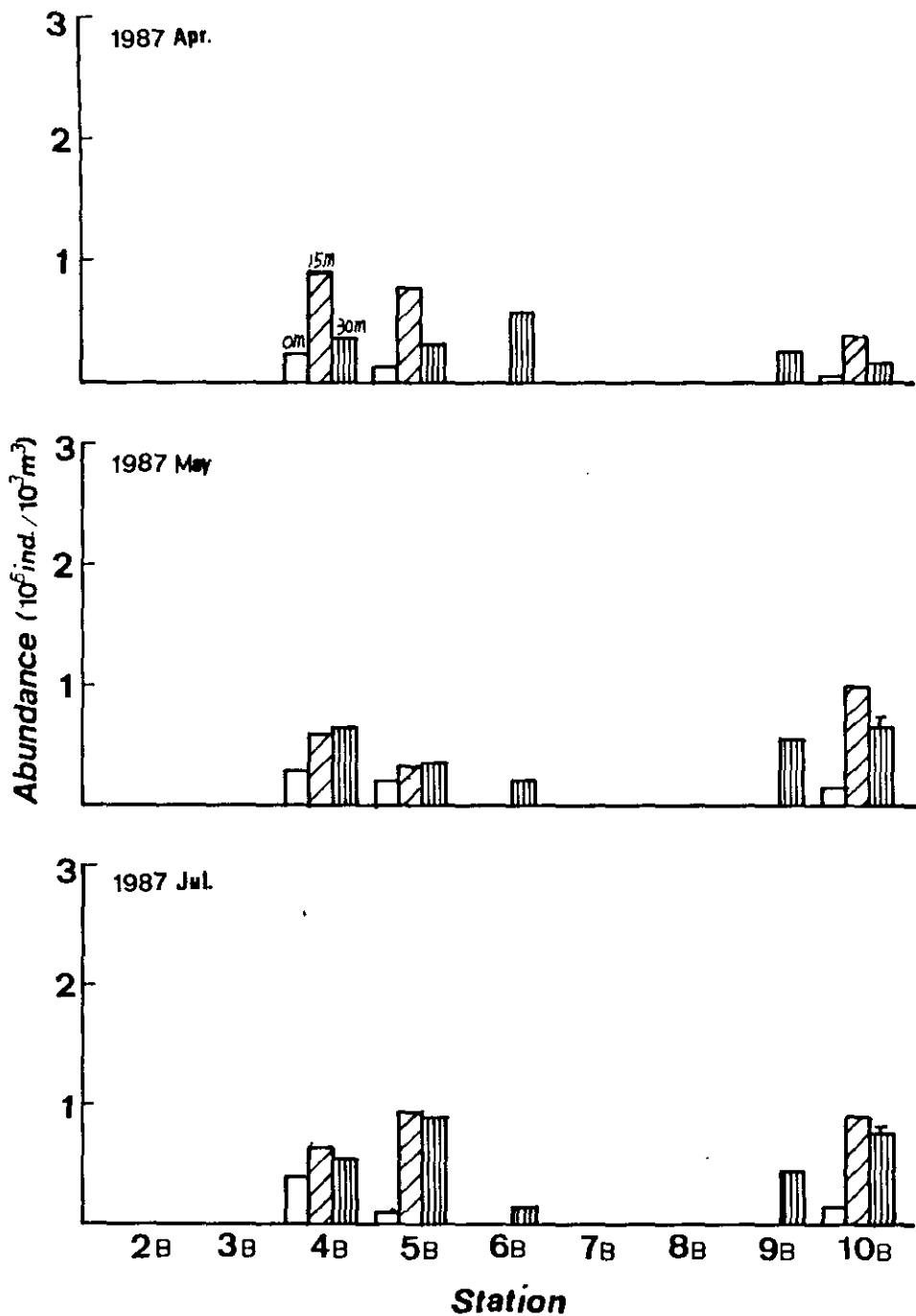
圖二：十個測站水深 15 米採樣點的豐度變化



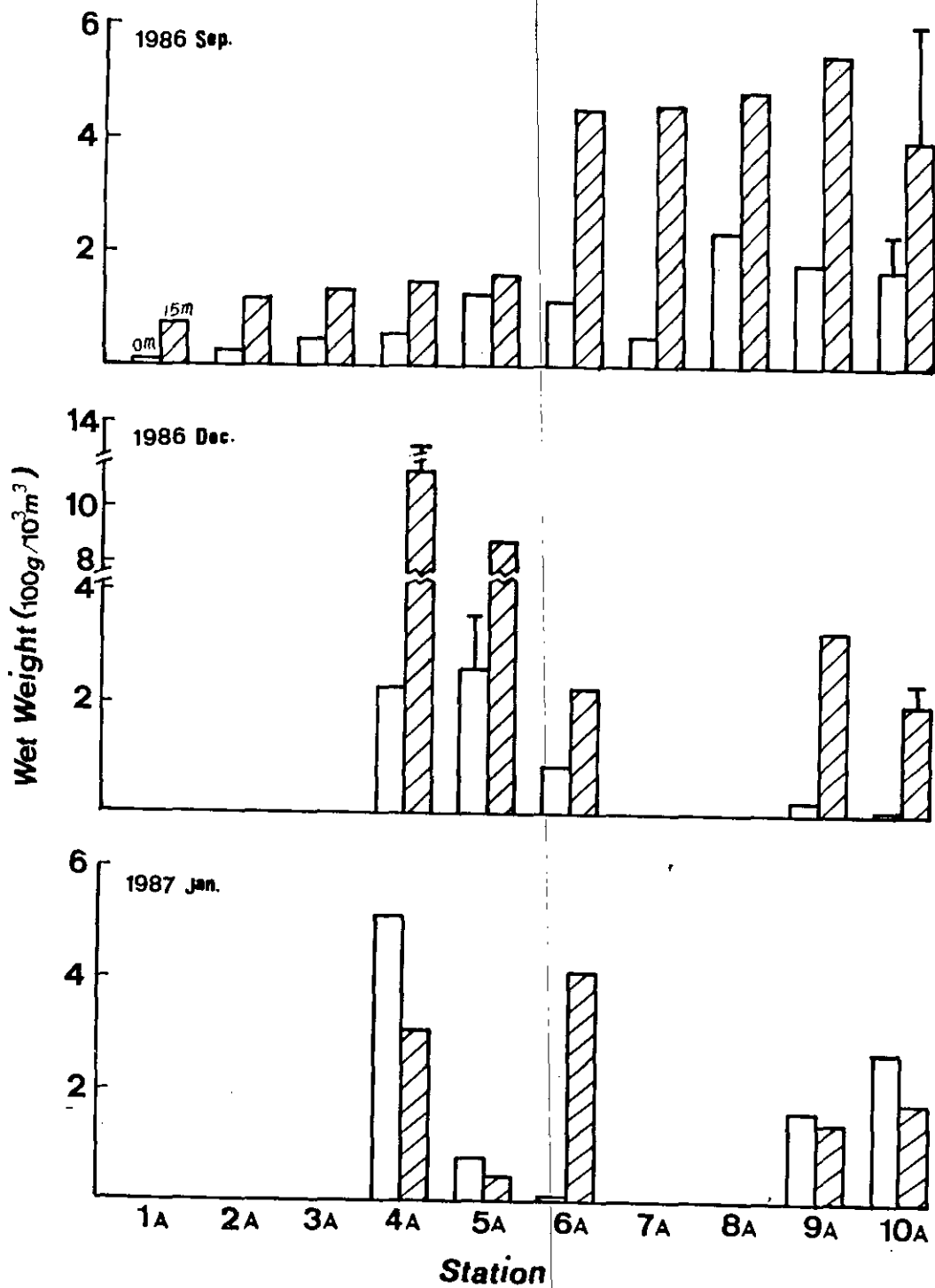
圖二：十個測站水深 15 米採樣點的豐度變化 (續 1)



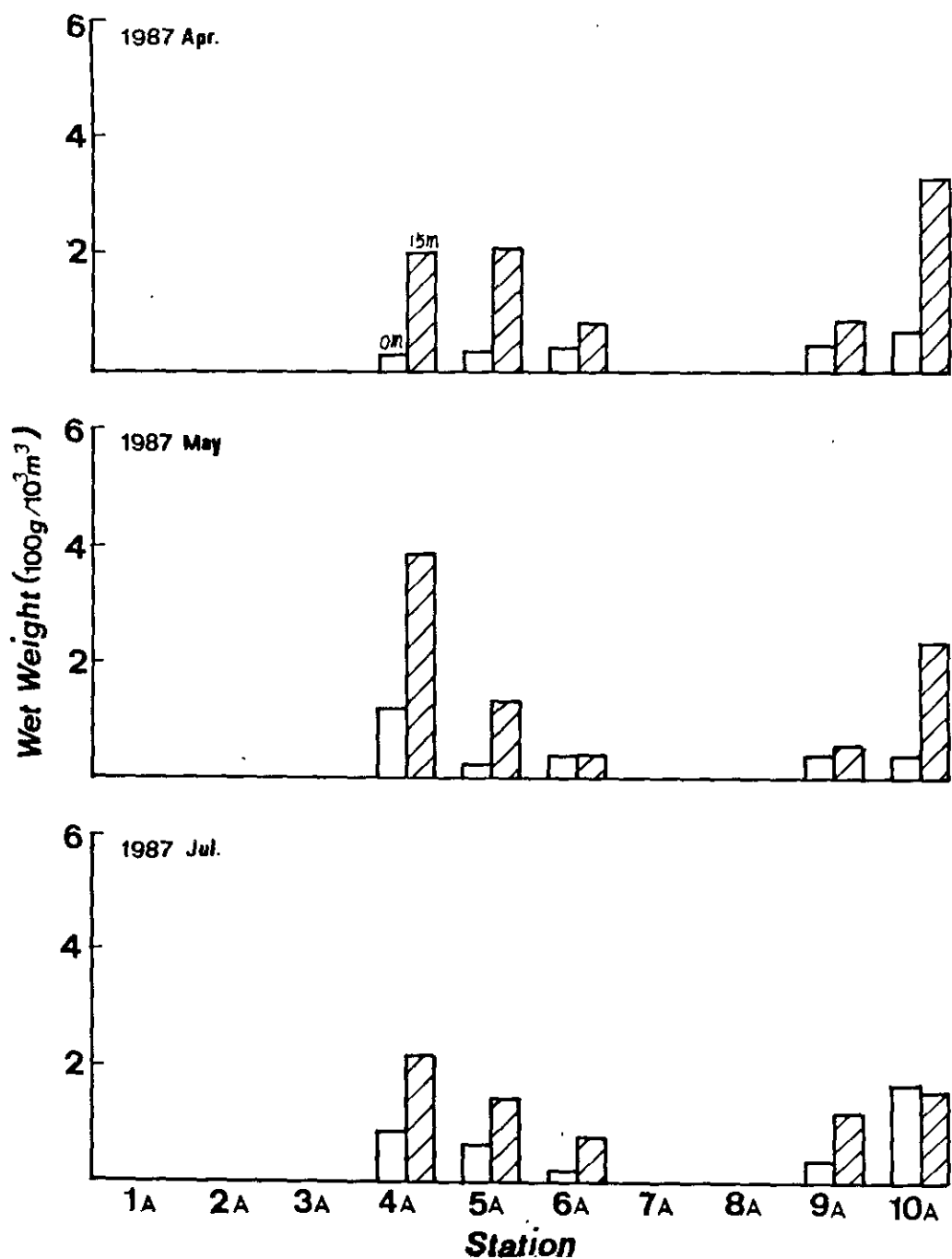
圖三：十個測站水深30.米採樣點的豐度變化



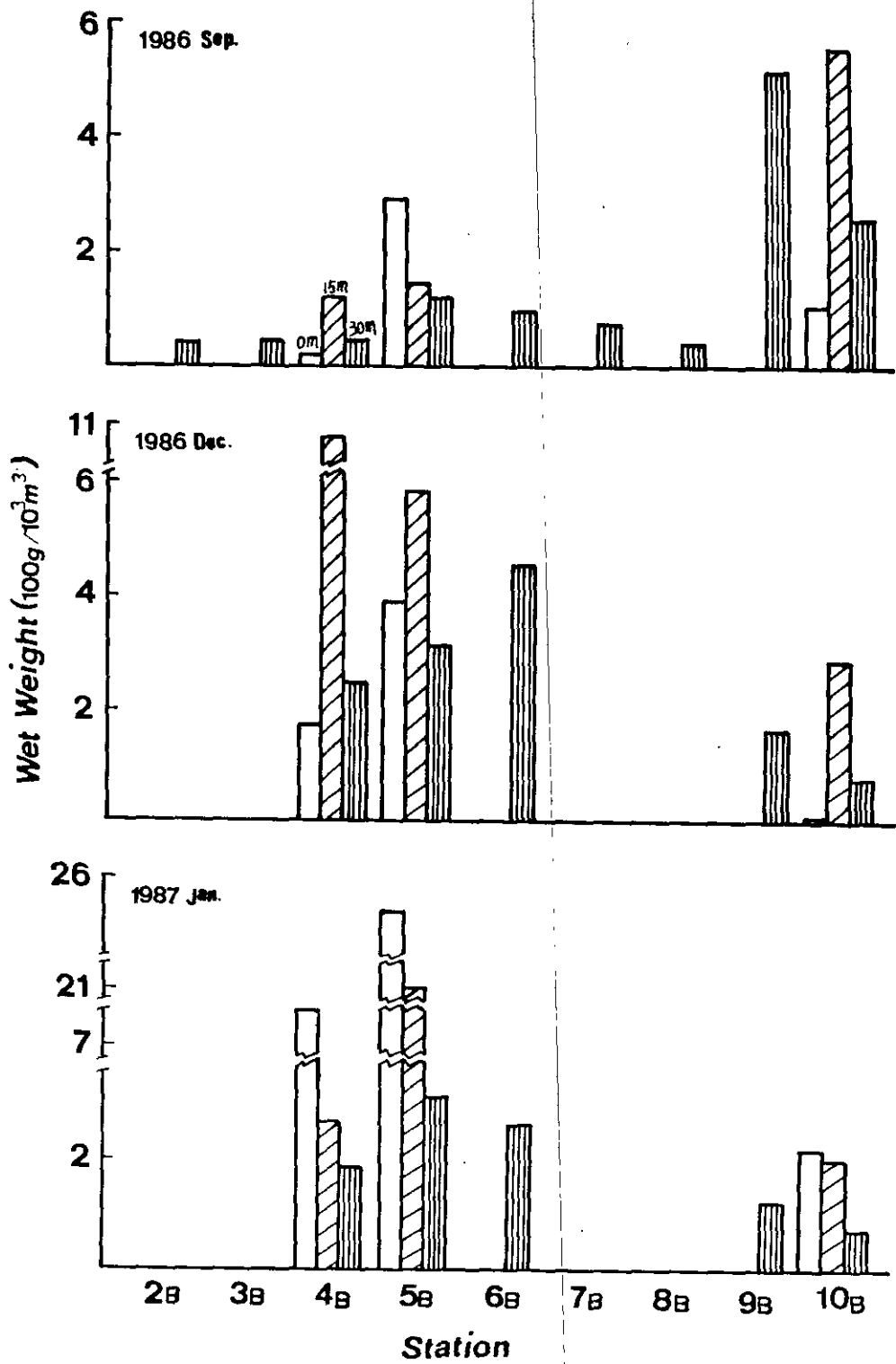
圖三：十個測站水深30.米採樣點的豐度變化 (續1)



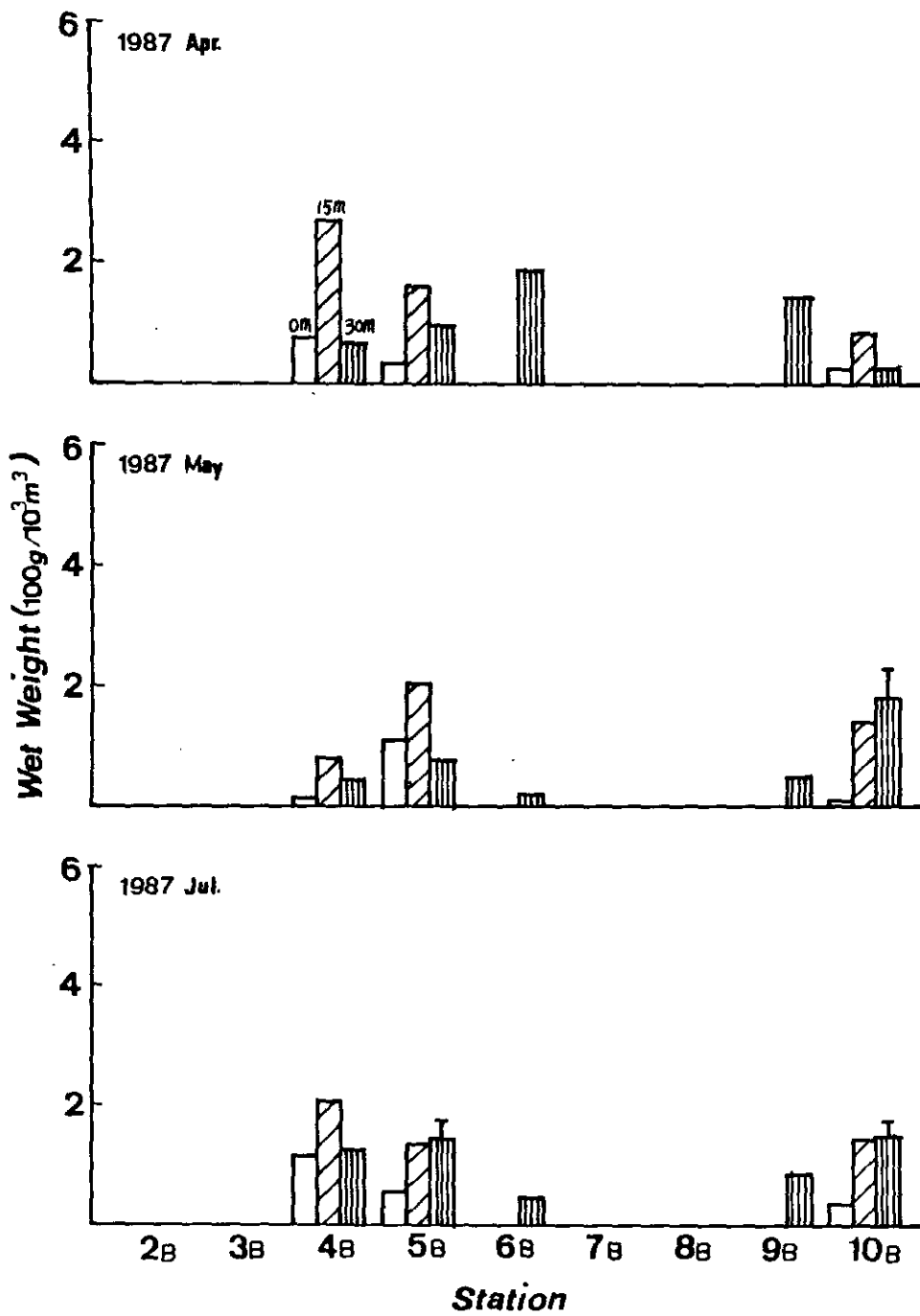
圖四：十個測站水深15米採樣點的濕重生物量變化



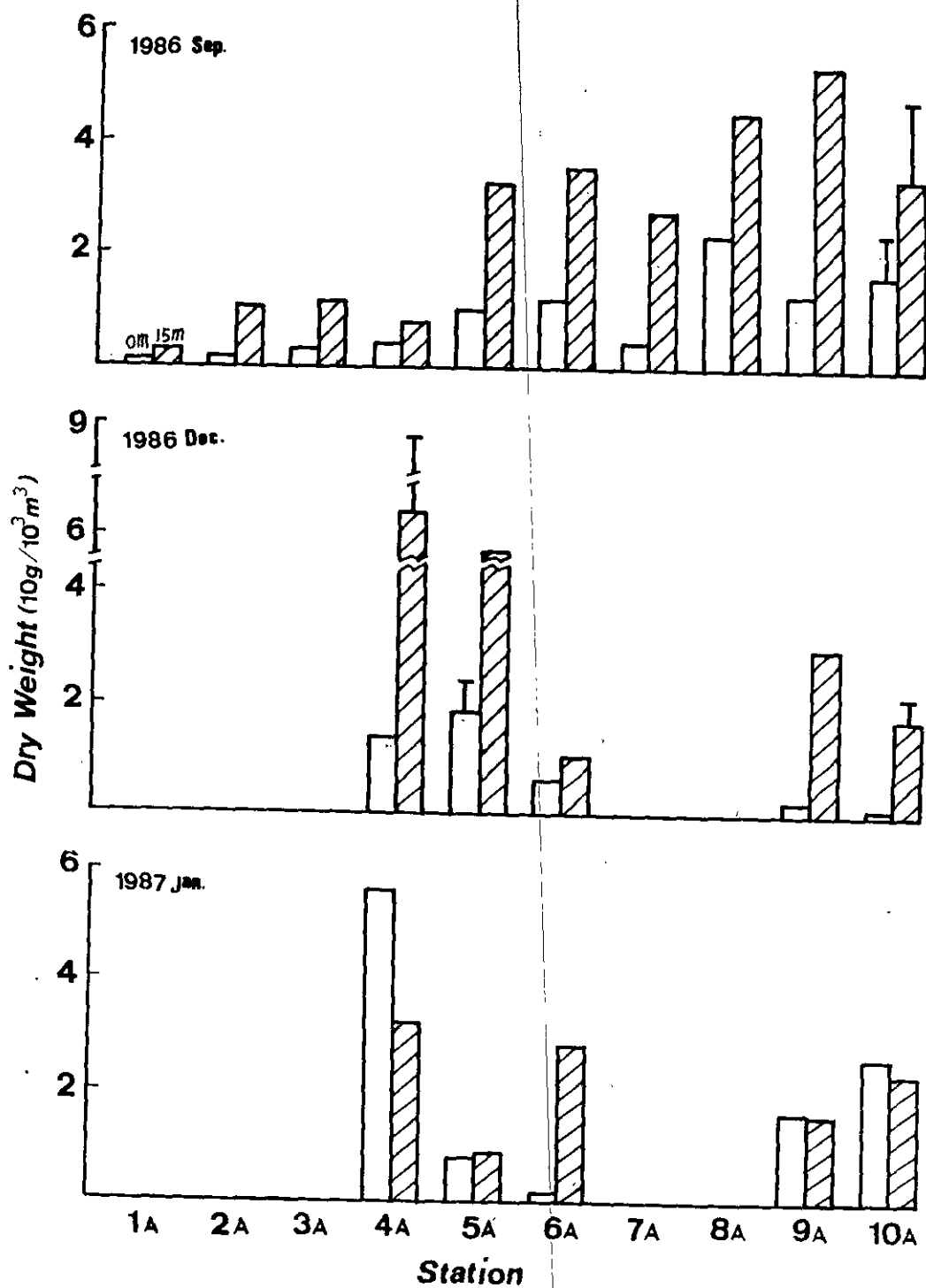
圖四：十個測站水深15米採樣點的濕重生物量變化（續1）



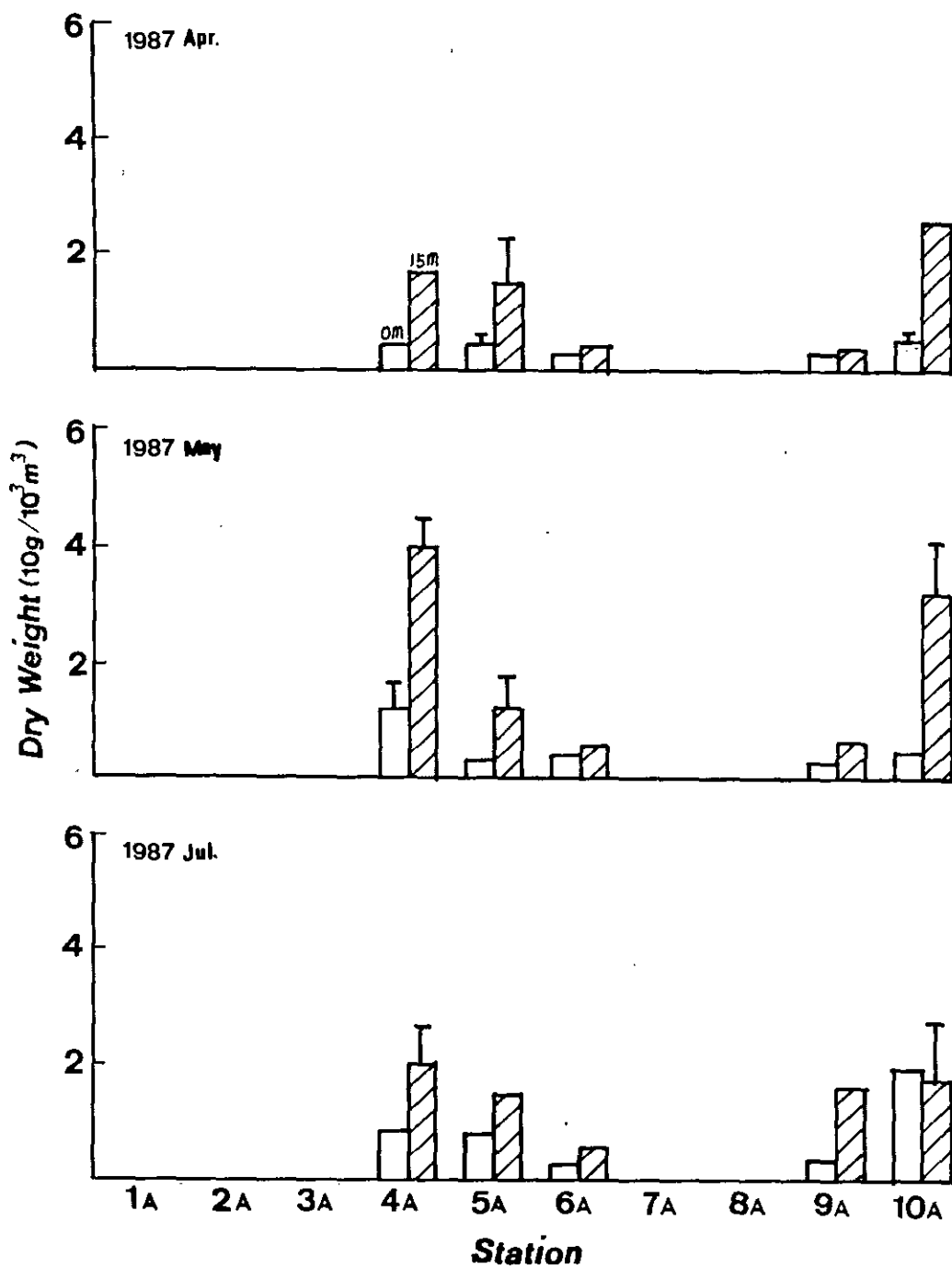
圖五：十個測站水深30米採樣點的濕重生物量變化



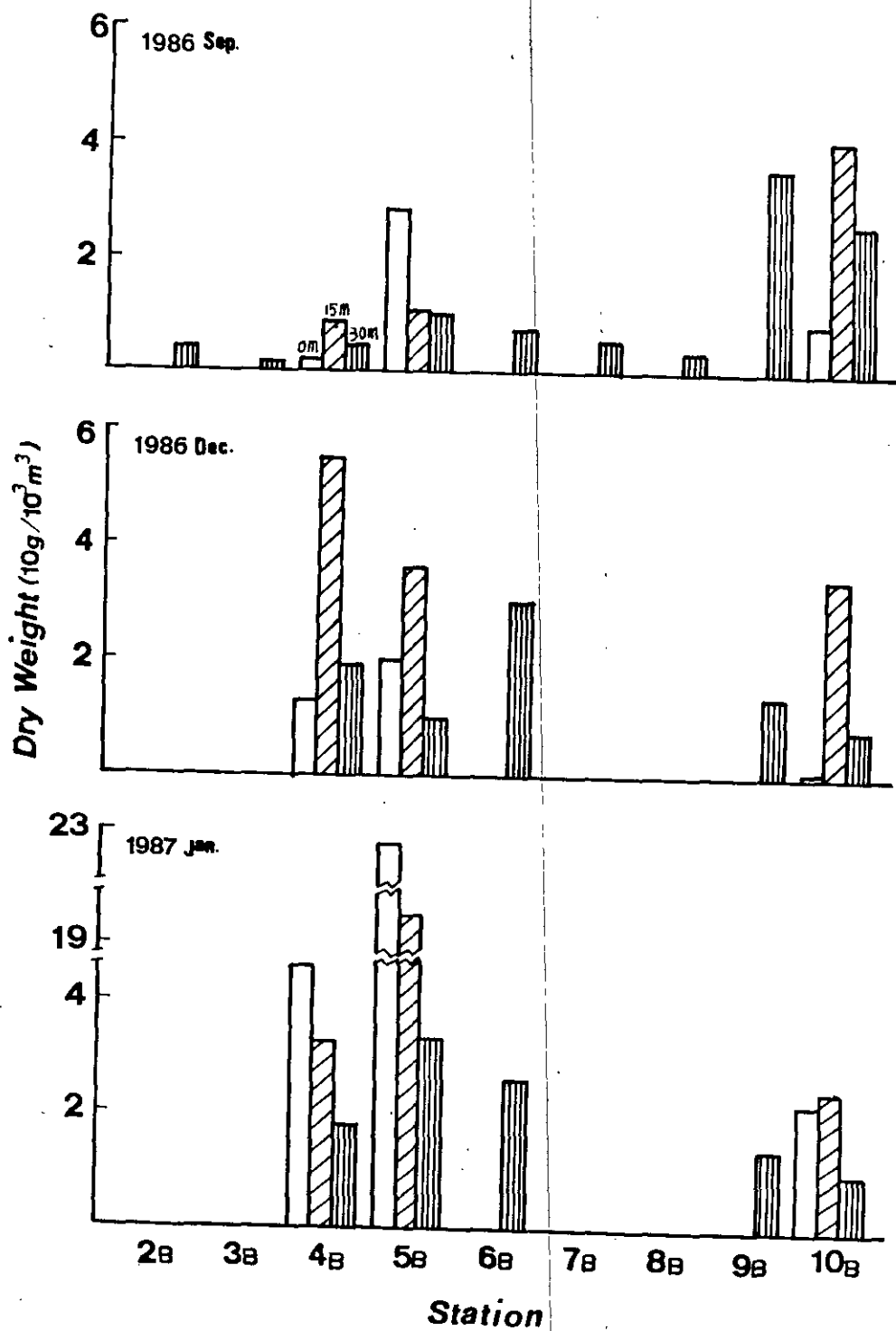
圖五：十個測站水深30米採樣點的濕重生物量變化（續1）



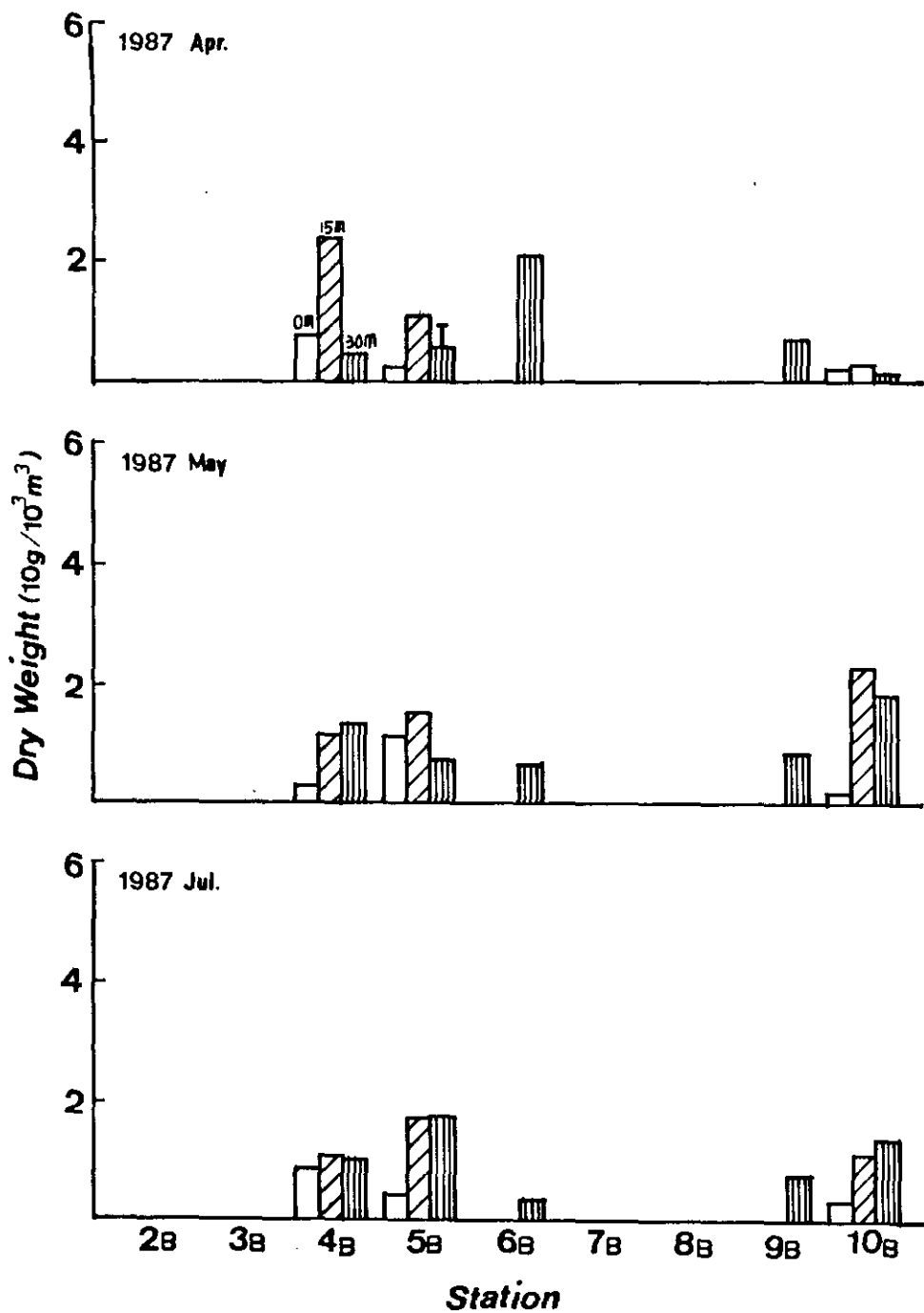
圖六：十個測站水深15.米採樣點的乾重生物量變化



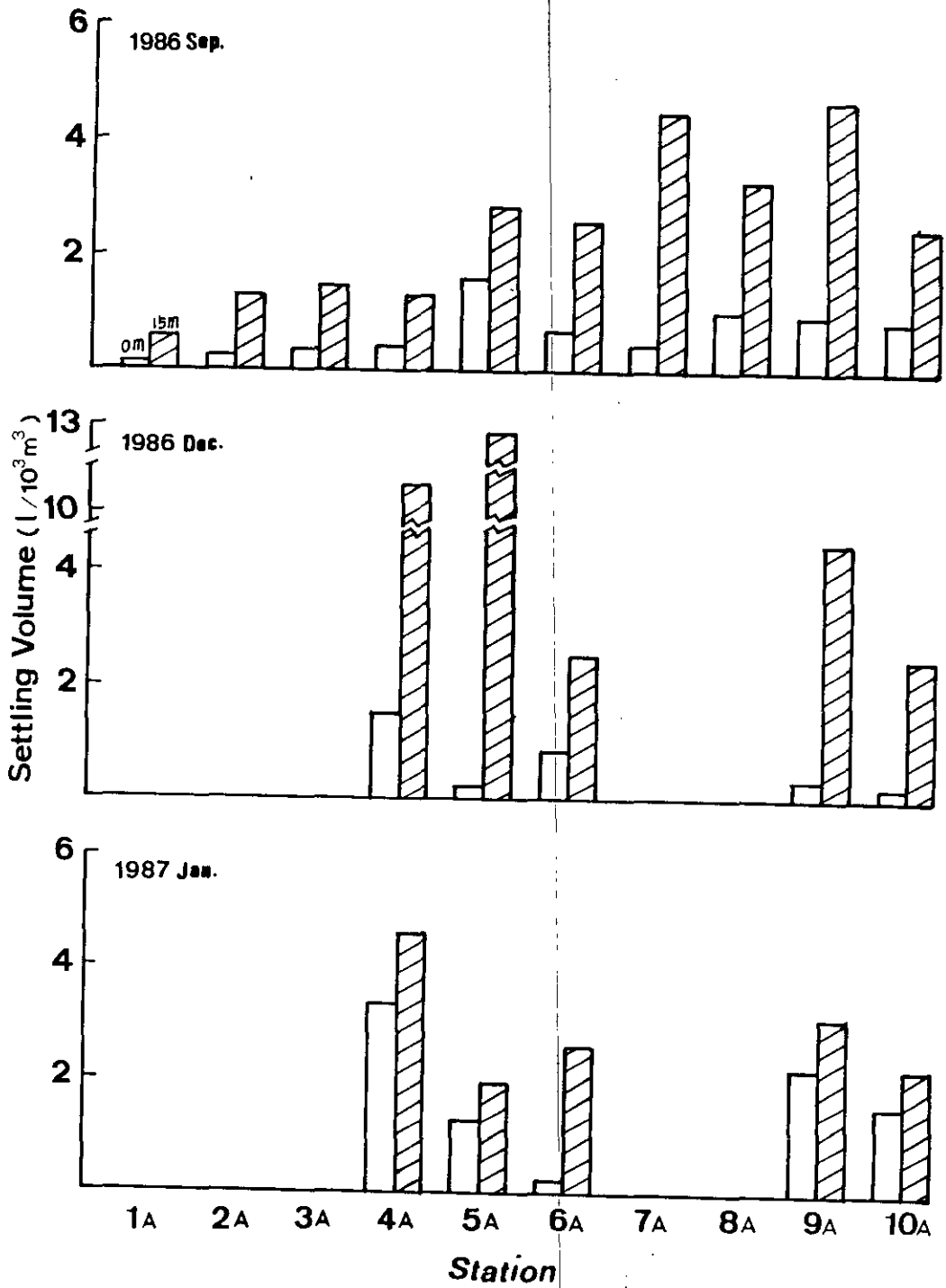
圖六：十個測站水深15.米採樣點的乾重生物量變化（續1）



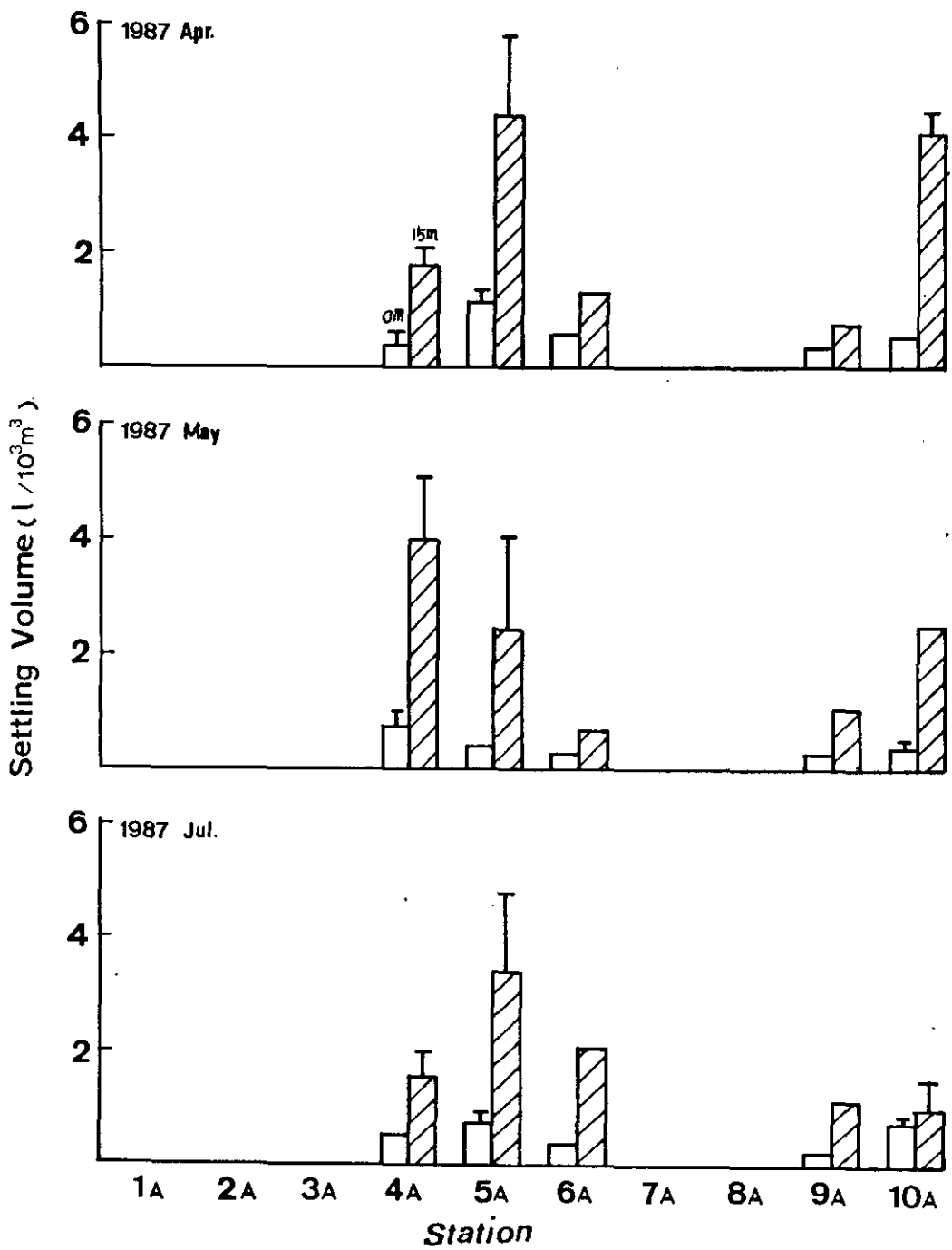
圖七：十個測站水深30米採樣點的乾重生物量變化



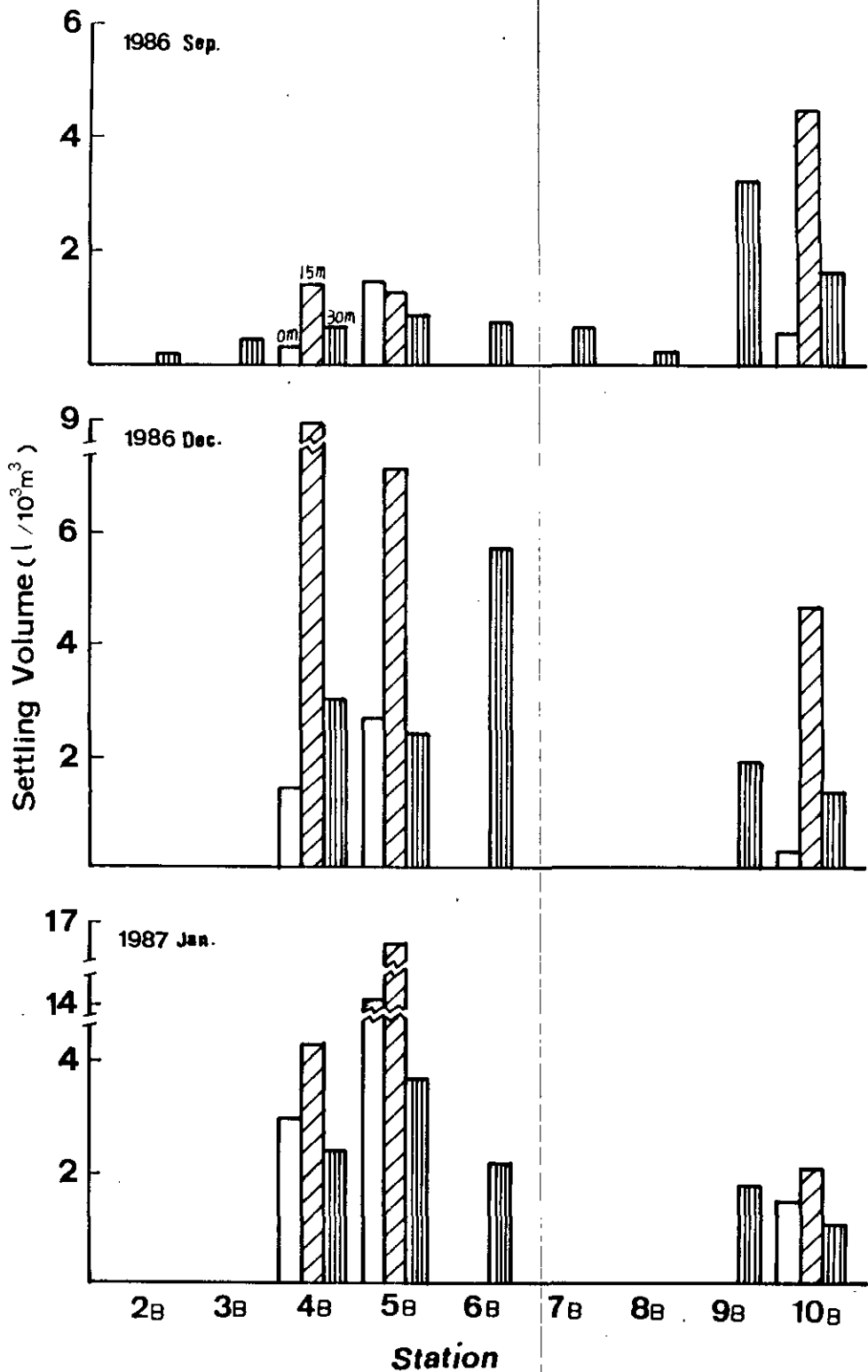
圖七：十個測站水深30米採樣點的乾重生物量變化 (續1)



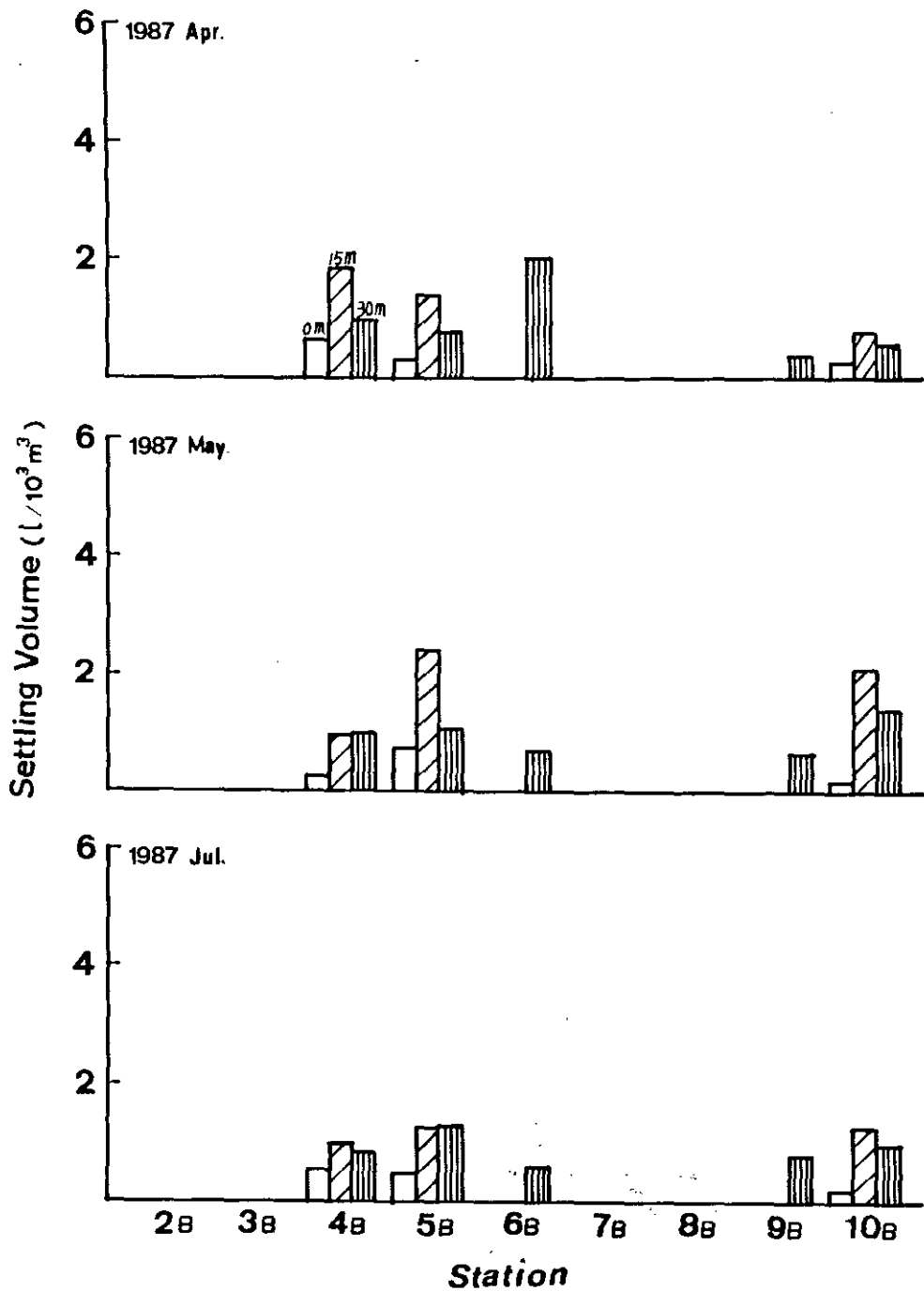
圖八：十個測站水深15米採樣點的沉澱生物量變化



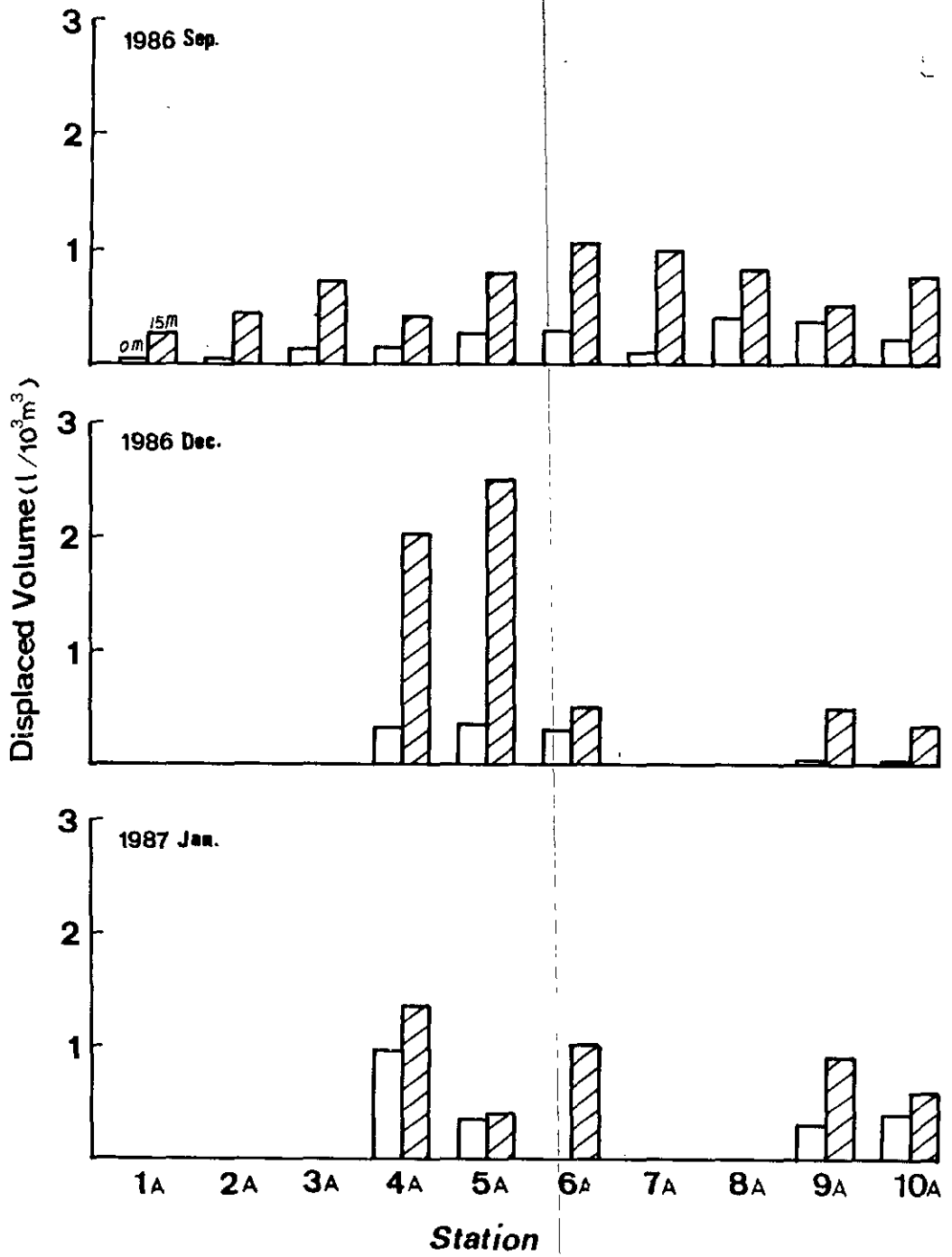
圖八：十個測站水深15.米採樣點的沉澱生物量變化（續1）



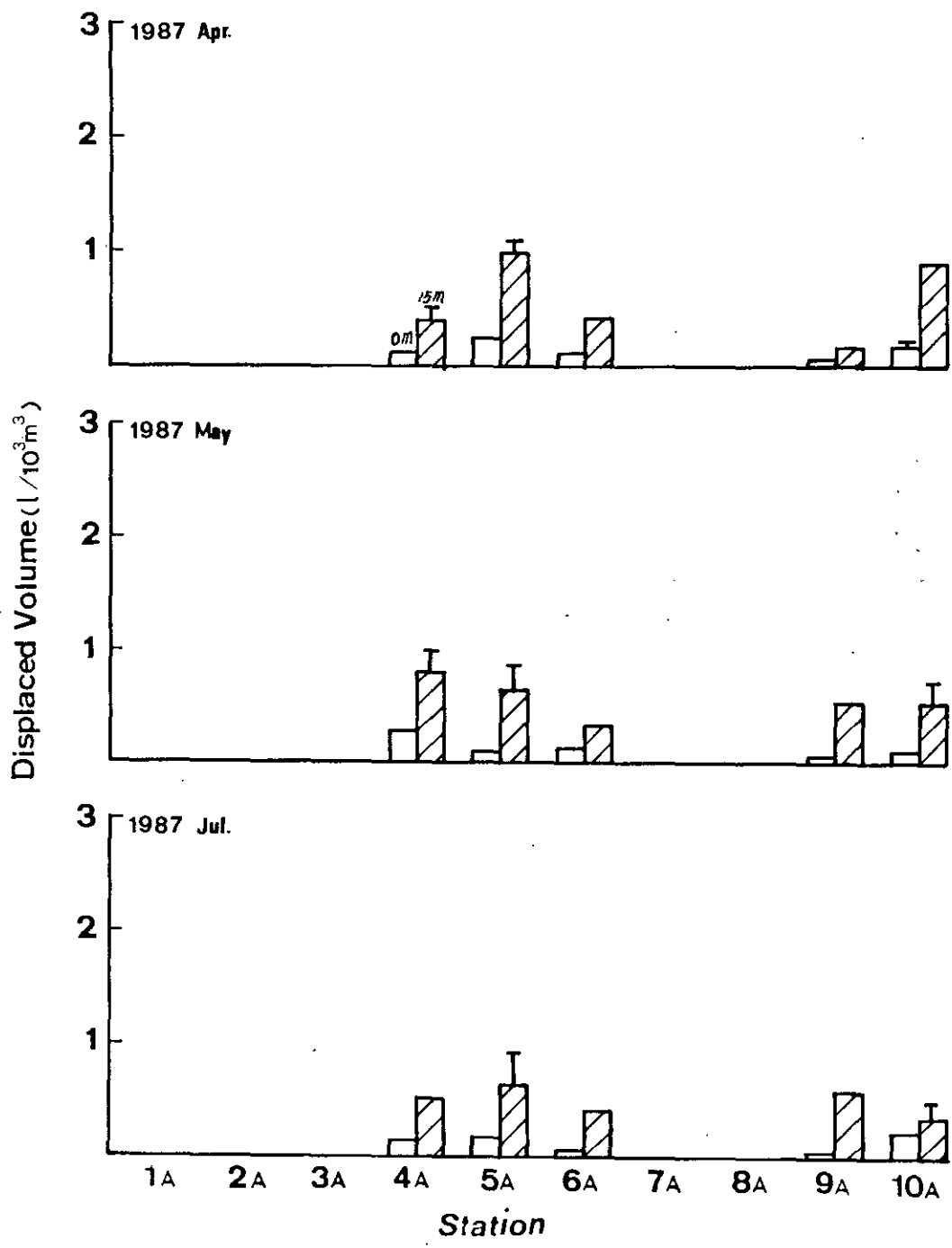
圖九：十個測站水深30米採樣點的沉澱生物量變化



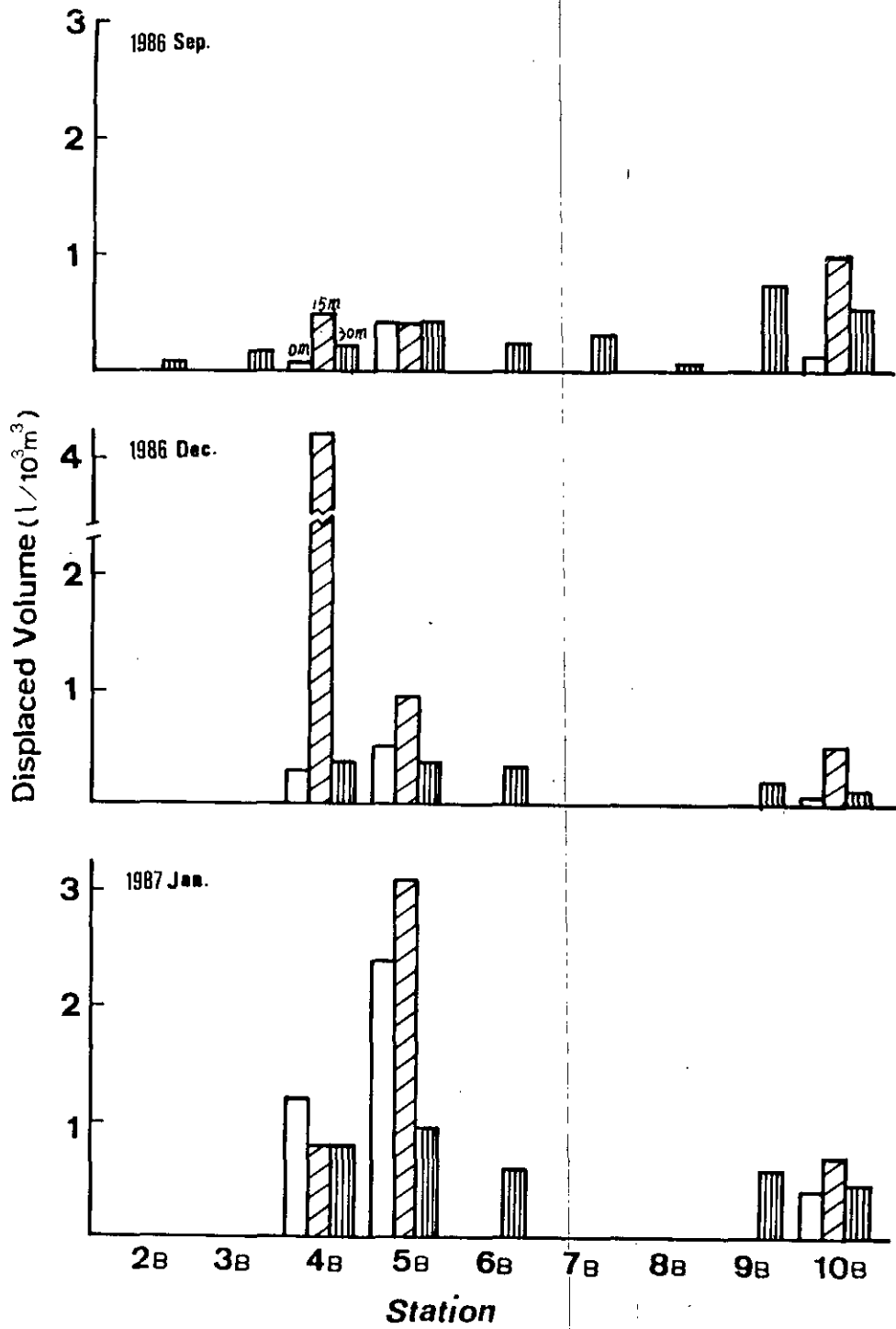
圖九：十個測站水深30米採樣點的沉澱生物量變化（續1）



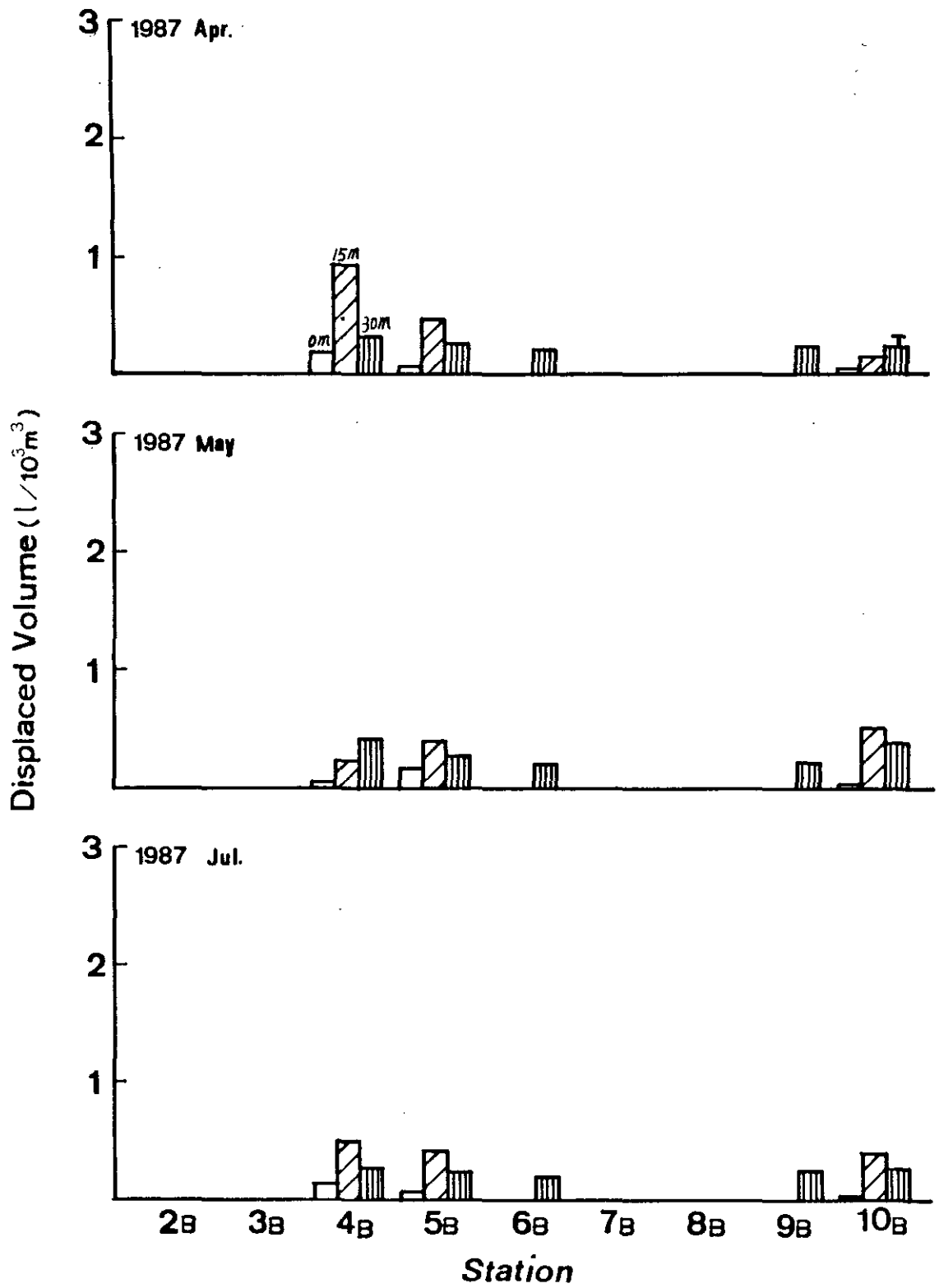
圖十：十個測站水深15.米採樣點的排水容積生物量變化



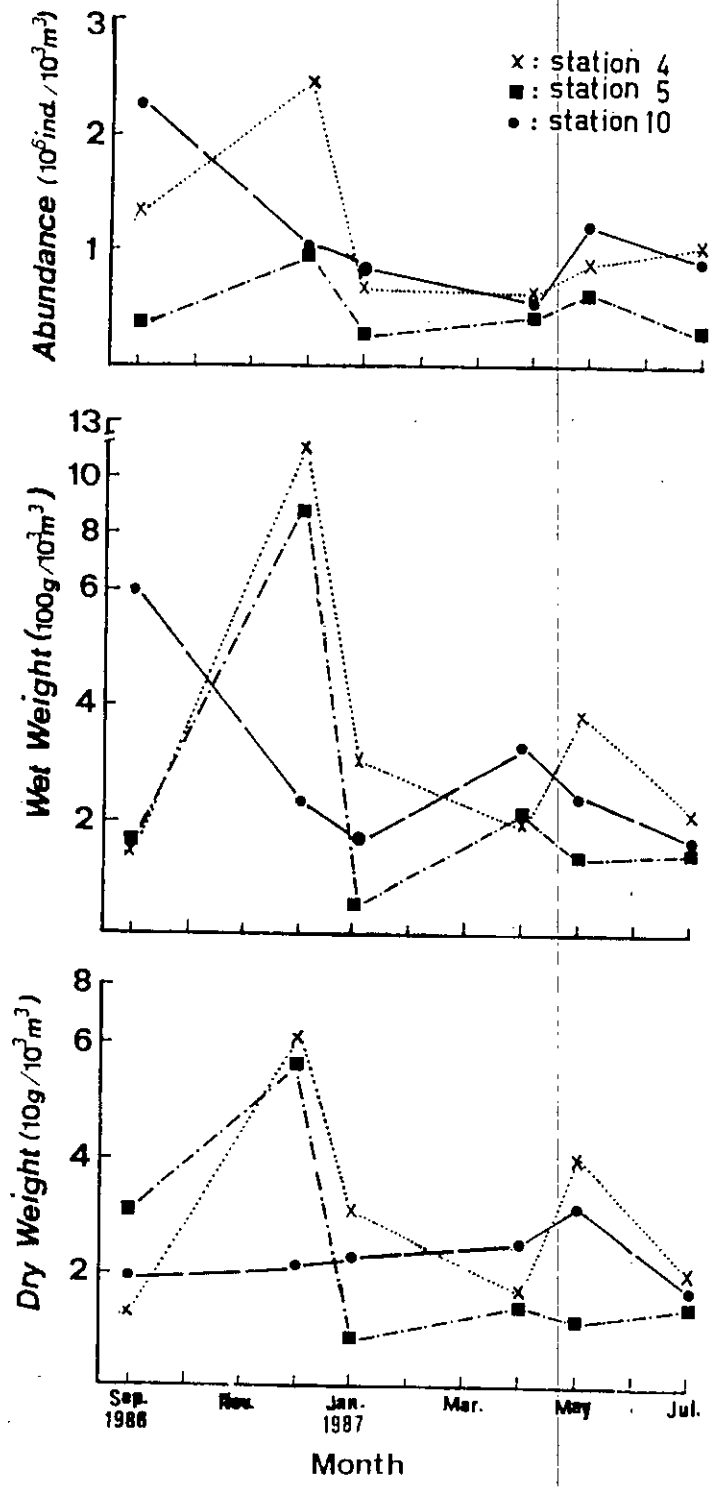
圖十：十個測站水深30米採樣點的排水容積生物量變化（續1）



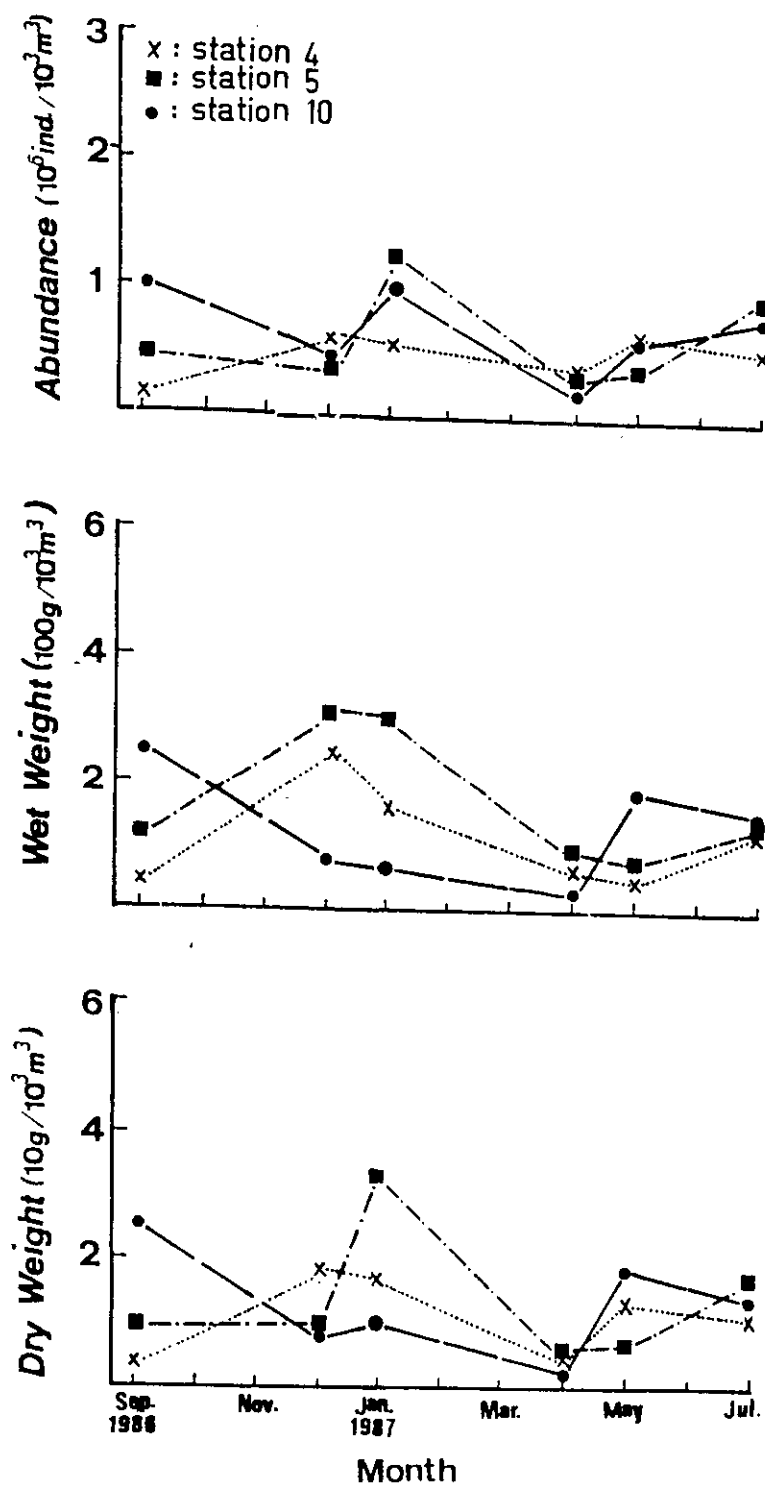
圖十一：十個測站水深15米採樣點的排水容積生物量變化



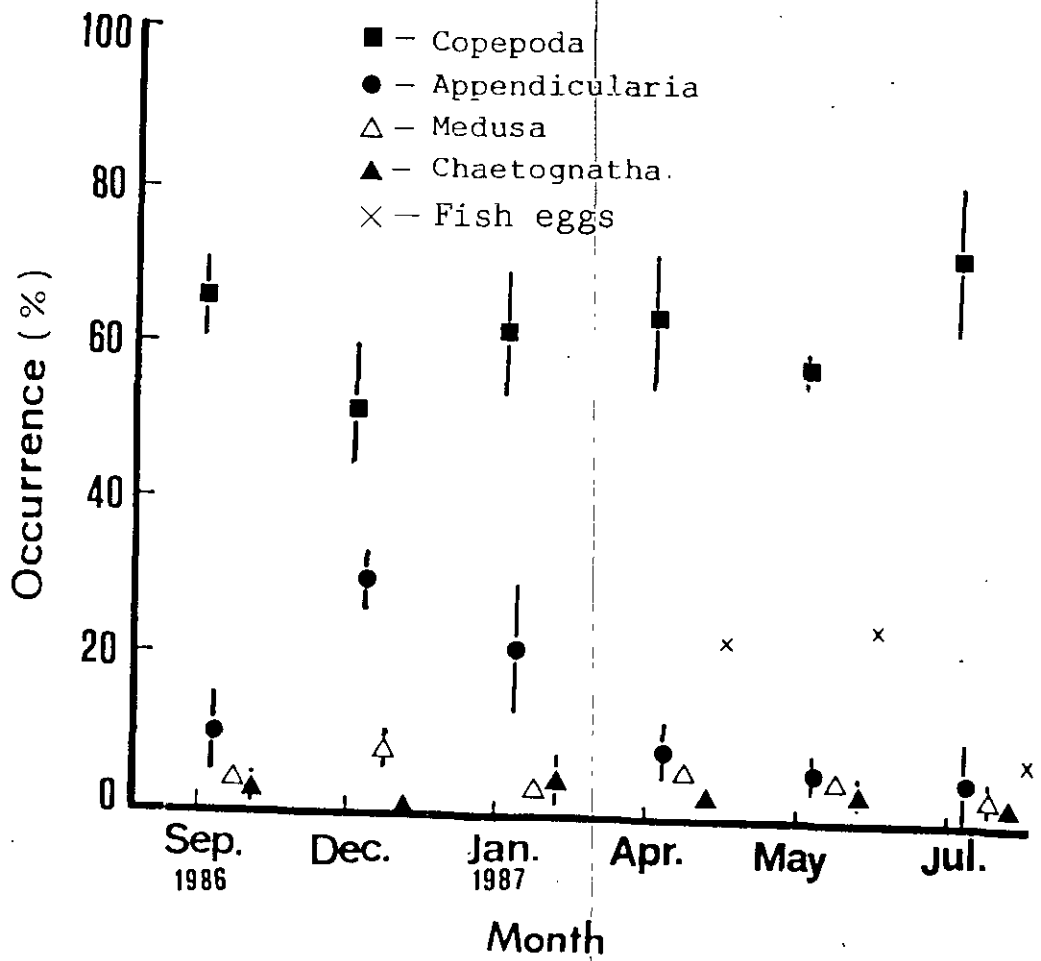
圖十一：十個測站水深30.米採樣點的排水容積生物量變化（續1）



圖十二：水深15.米採樣點垂直採樣之豐度和生物量的月別變化
 (自民國七十五年九月至七十六年七月止)

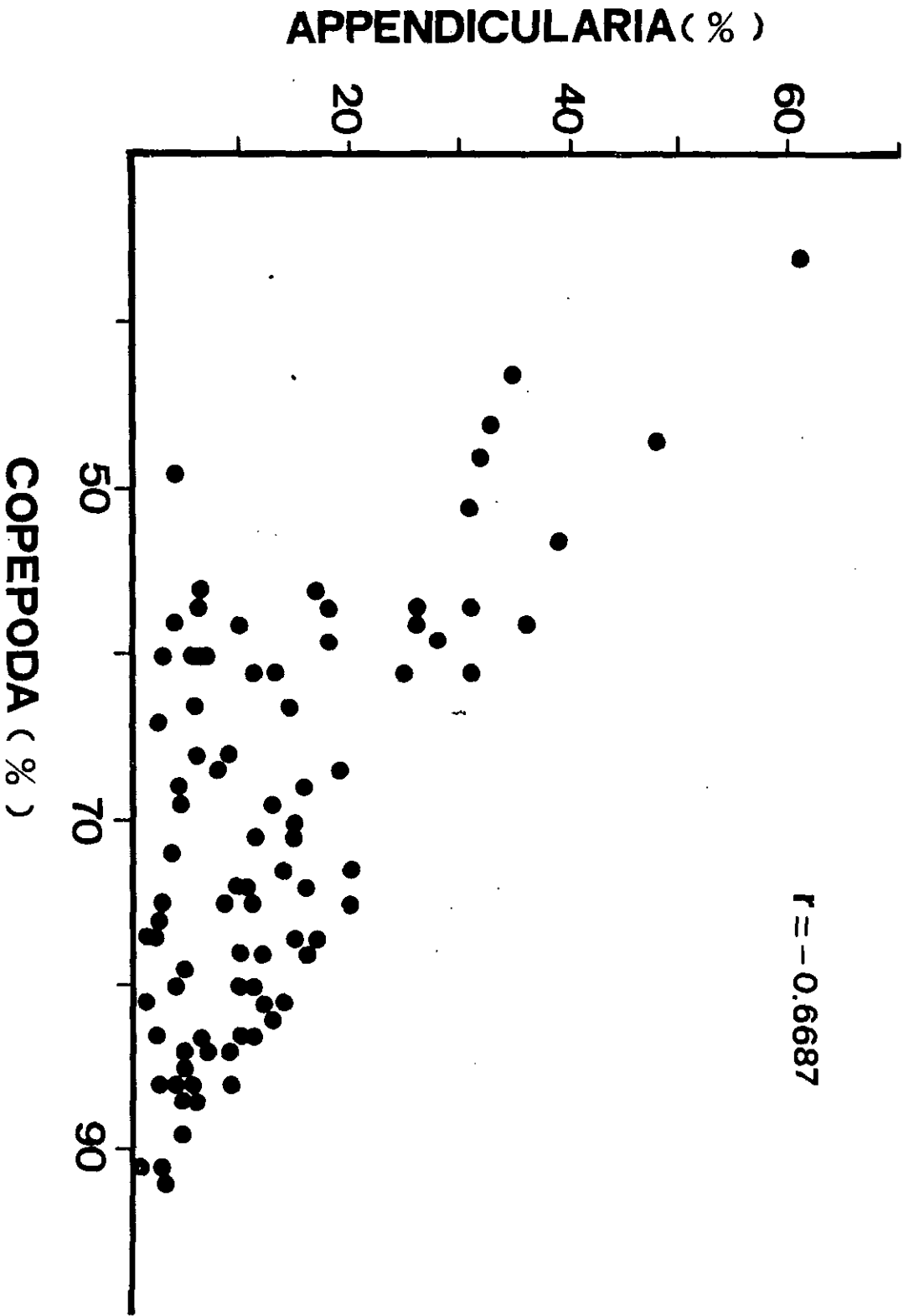


圖十三：水深30米採樣點垂直採樣之豐度和生物量的月別變化
 (自民國七十五年九月至七十六年七月止)

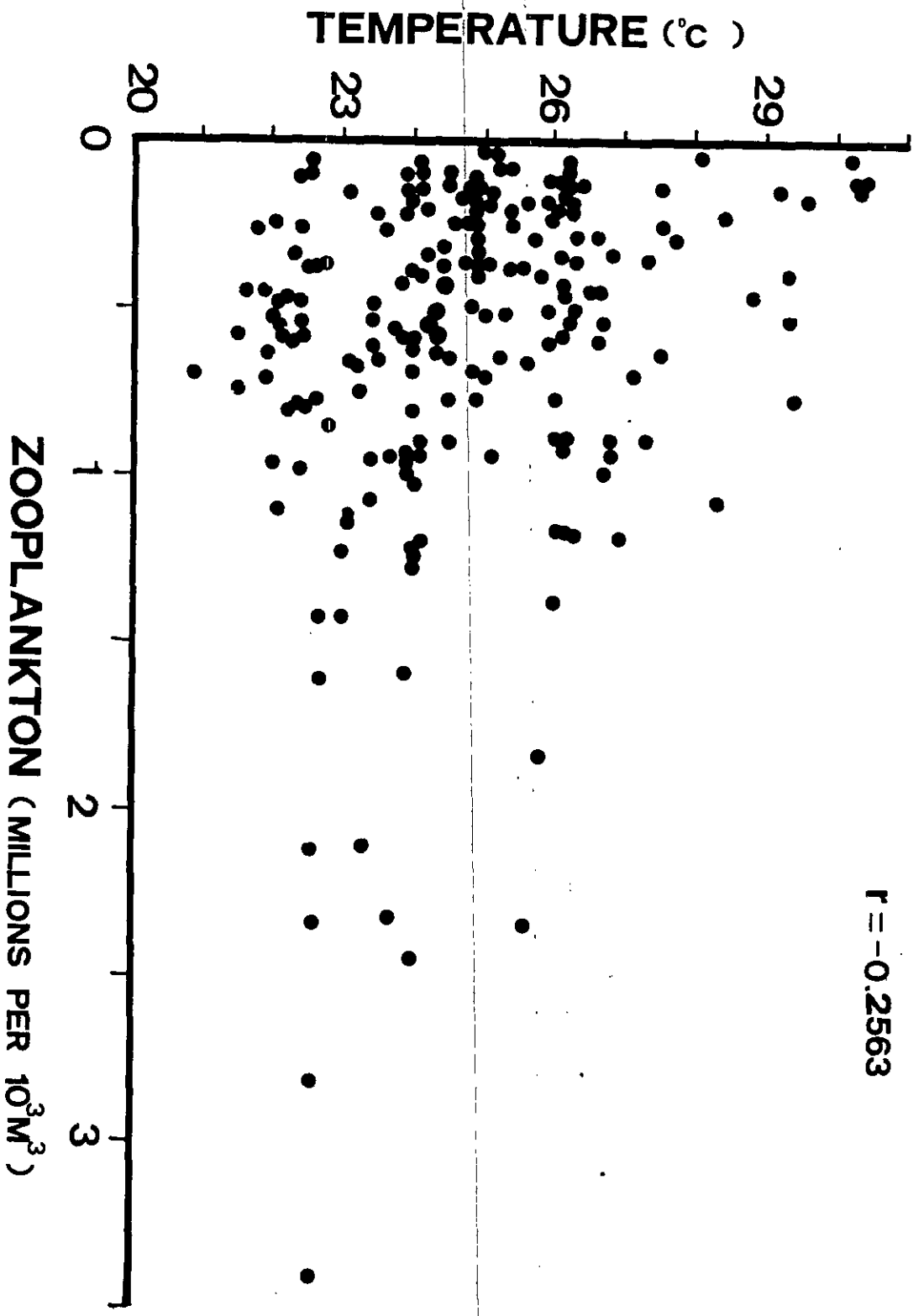


圖十四：五主要大類出現百分率的月別變化

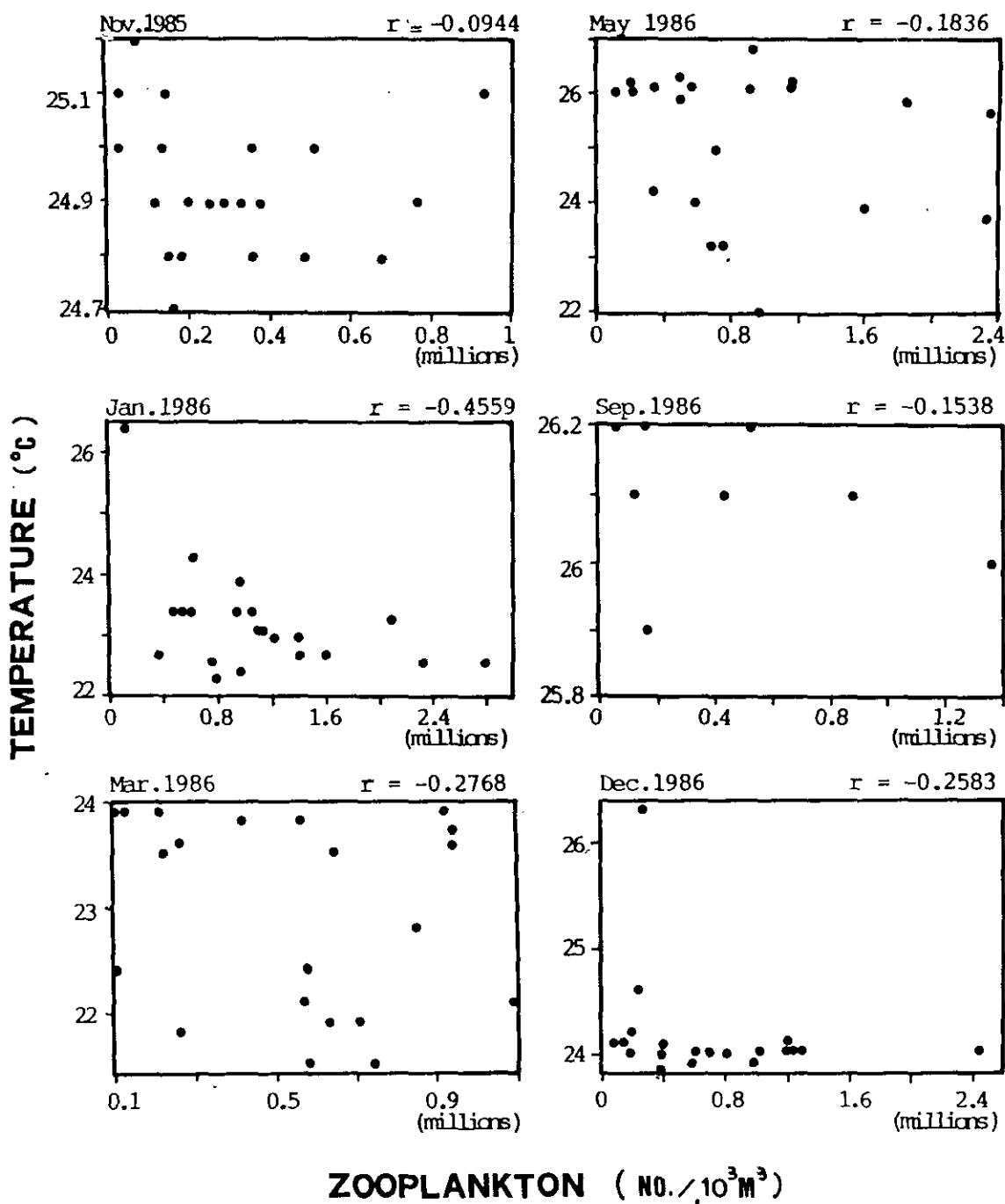
(自民國七十五年九月至七十六年七月)



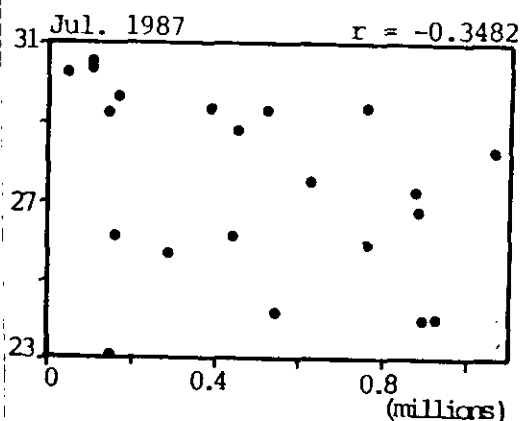
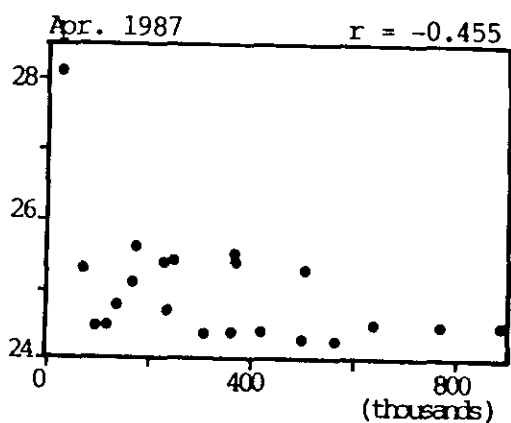
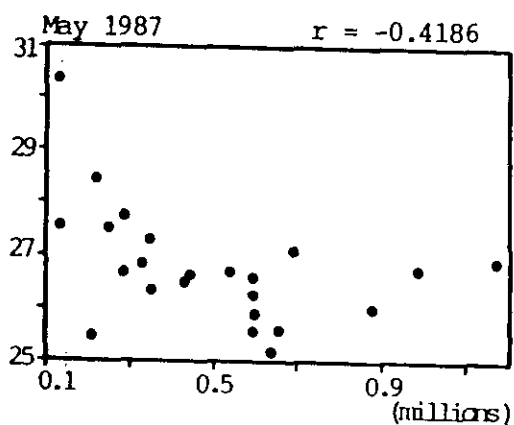
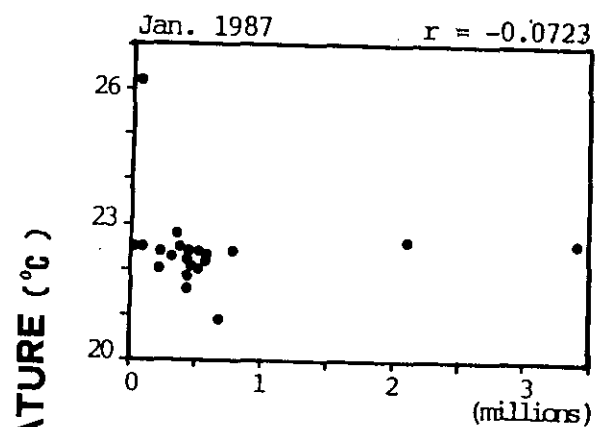
圖十五：Copepoda 與 Appendicularia 出現百分率之關係



圖十六：動物性浮游生物量與水溫之關係

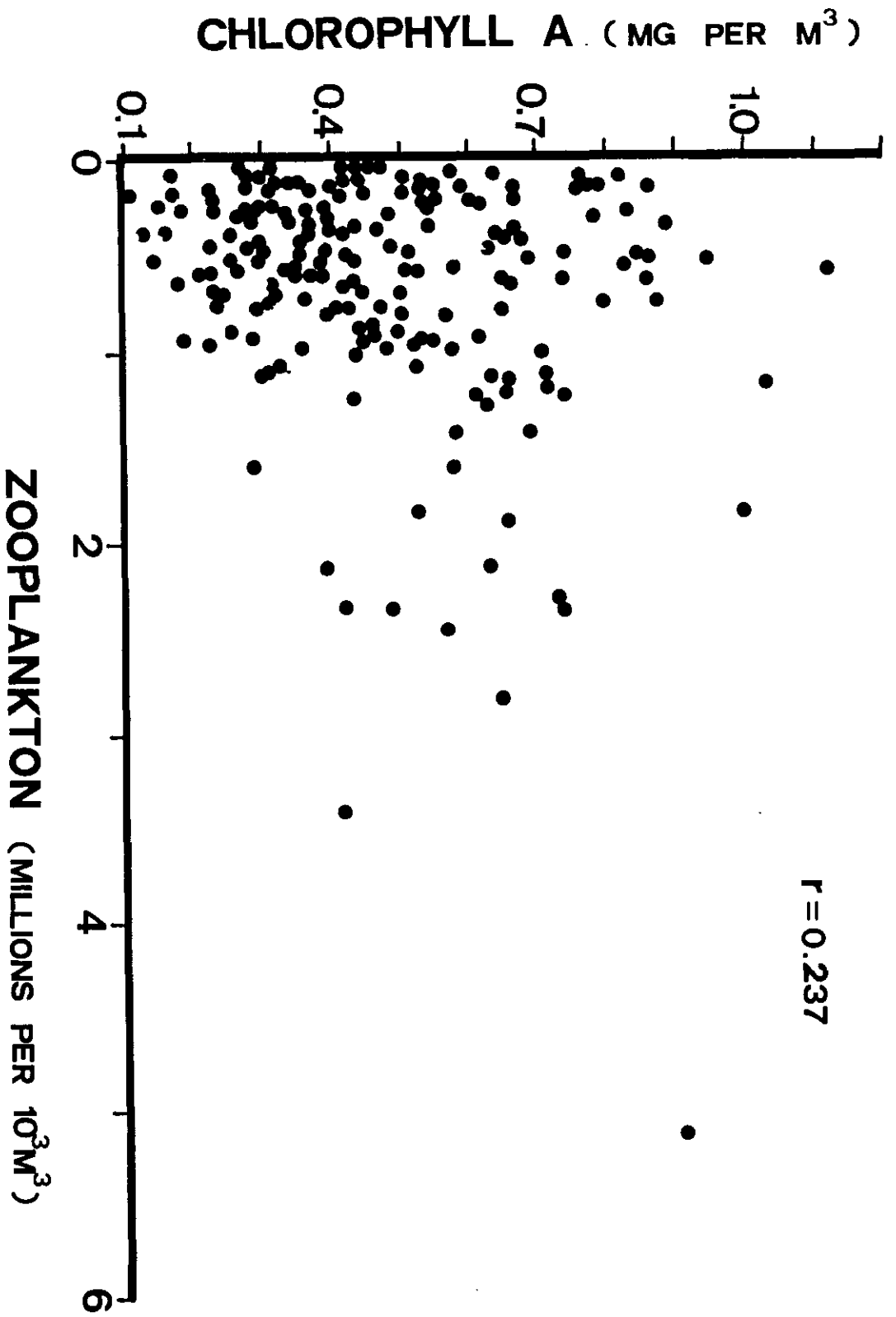


圖十七：動物性浮游生物量與水溫之月別關係

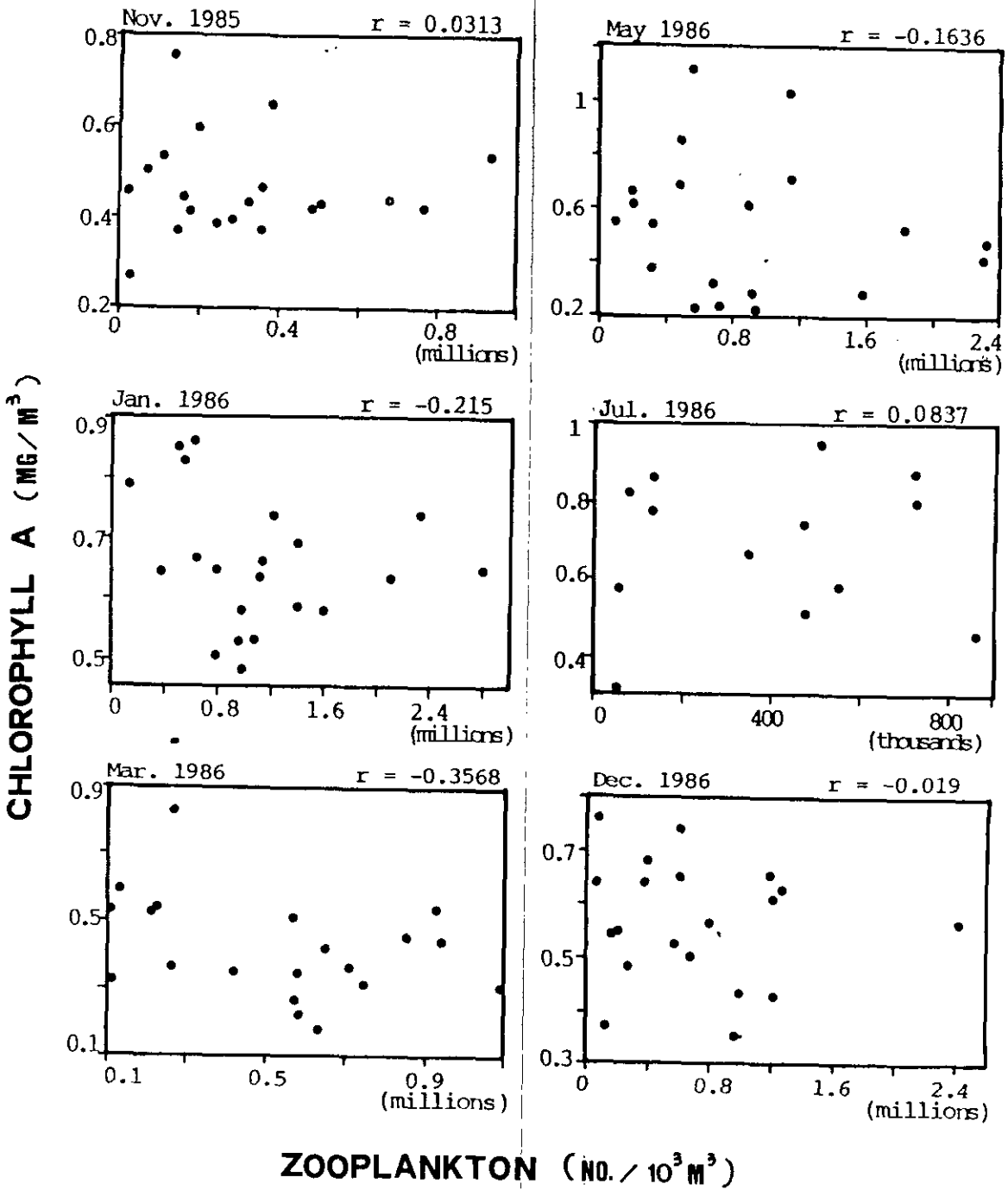


ZOOPLANKTON (NO./10³M³)

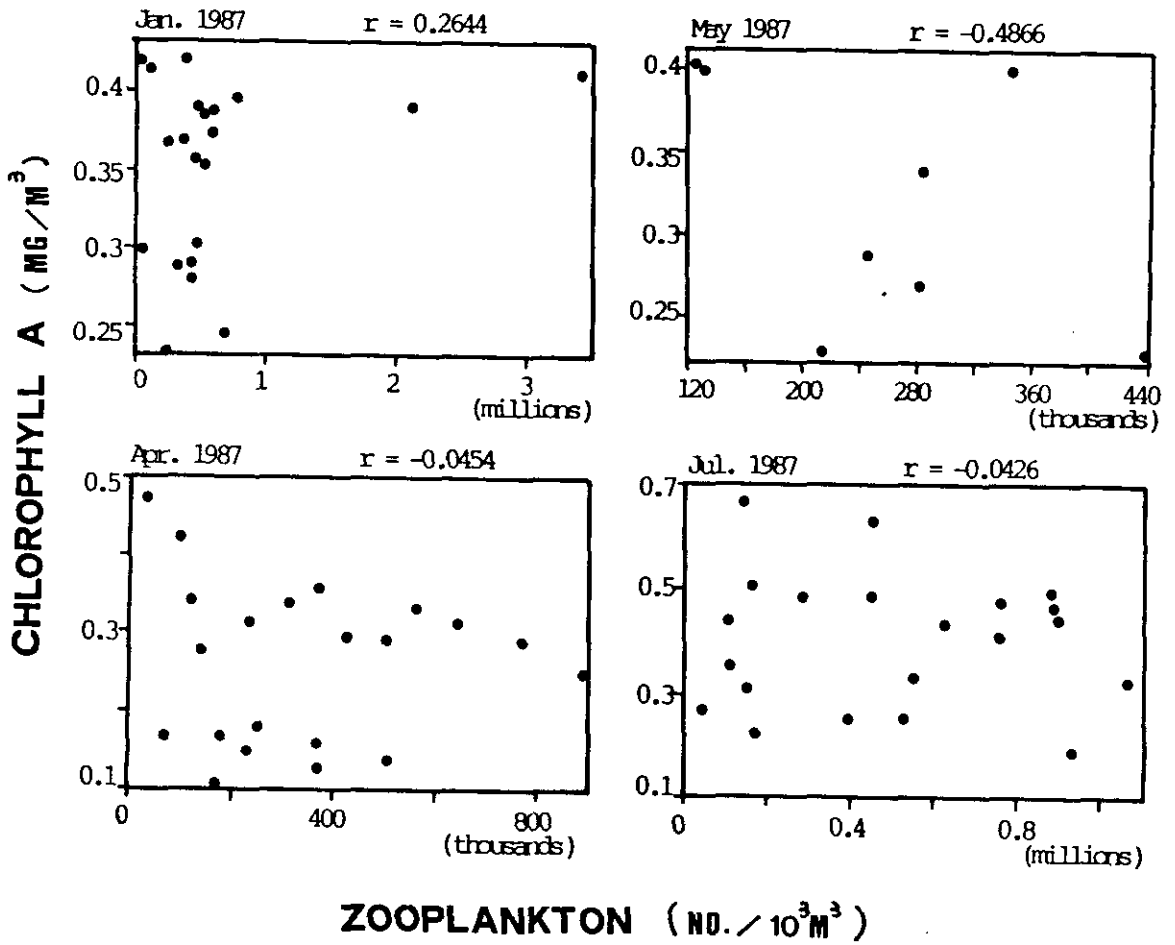
圖十七：動物性浮游生物量與水溫之月別關係（續1）



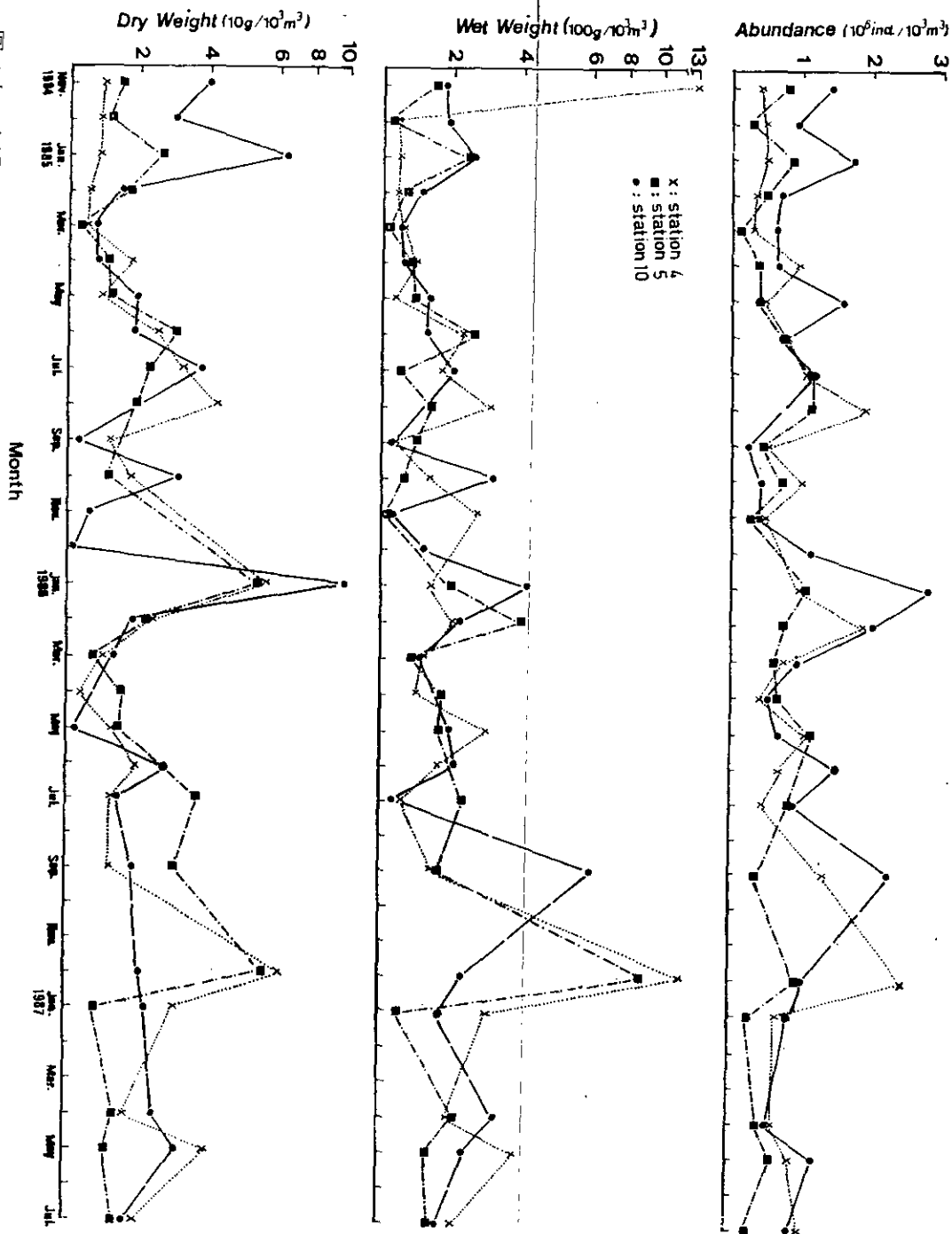
圖十八：動物性浮游生物量與葉綠素 a 量之關係



圖十九：動物性浮游生物量與葉綠素 a 量之月別關係

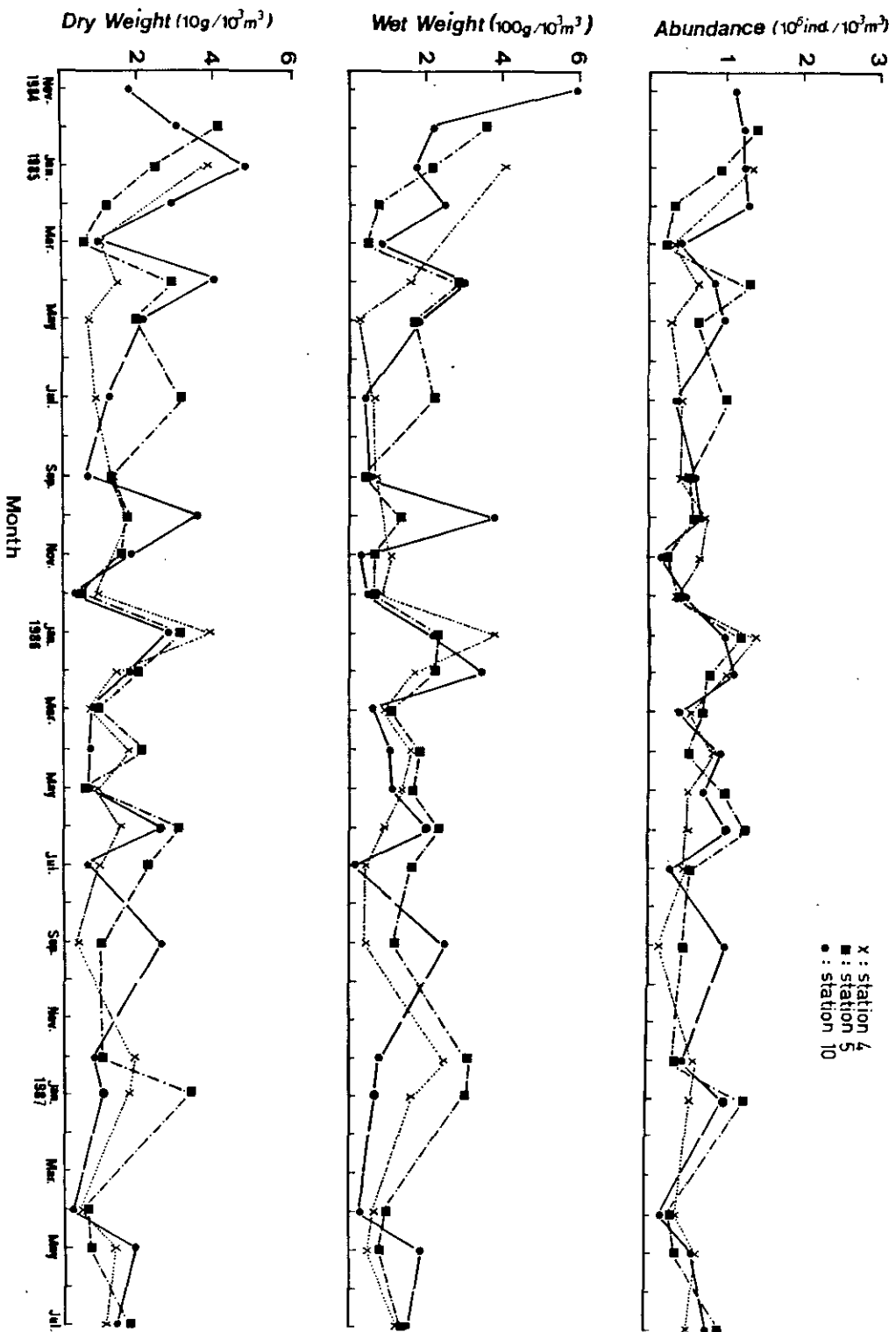


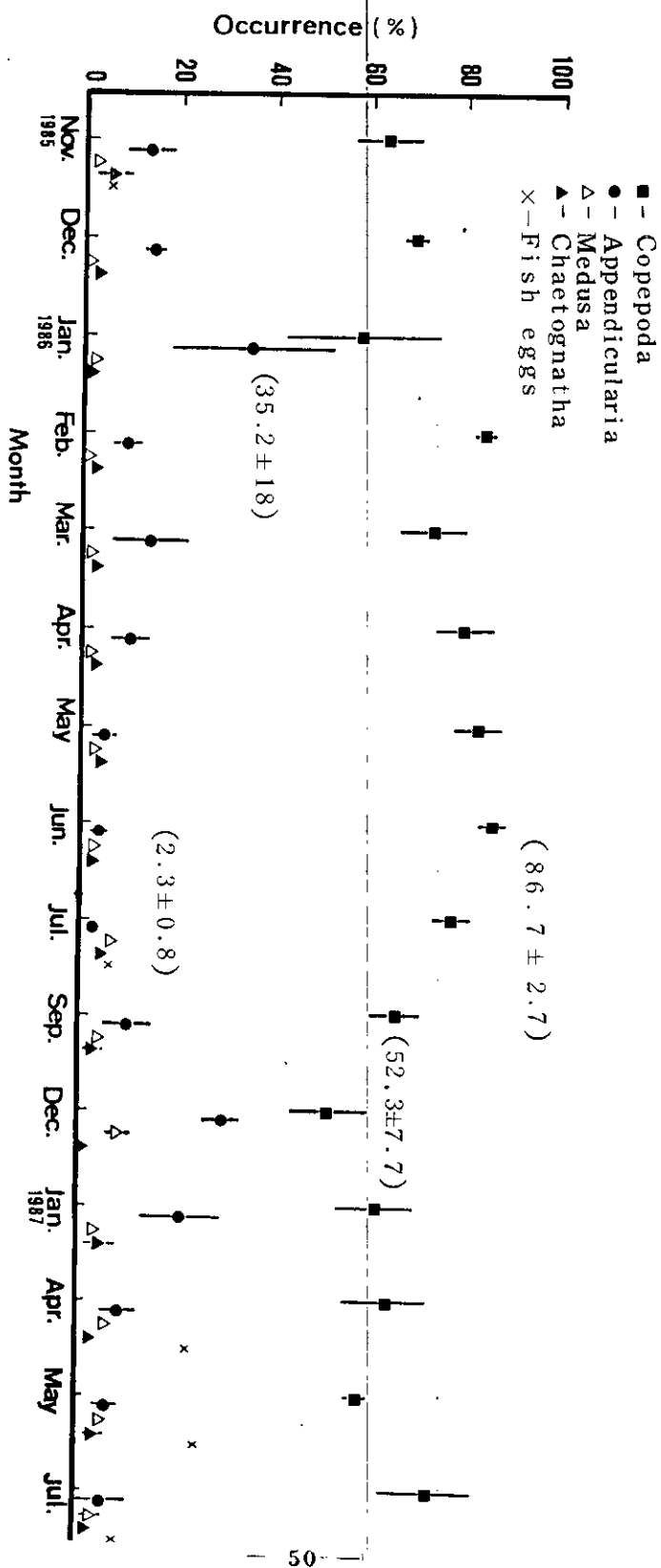
圖十九：動物性浮游生物量與葉綠素a量之月別關係（續1）



圖二十：水深15米採樣點垂直採樣之豐度和生物量的月別變化

圖廿一：水深30米採樣點垂直採樣之豐度和生物量的月別變化





圖廿二：五主要大類出現百分率的月別變化

表一 民國七十五年九月份各測站表層水平分佈之五主要大類的出現百分率

種類 Group	測站 Station		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		Max.	Min.
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B		
Foraminifera	0	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	2	0
Radiolaria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Medusa	1	11	11	5	7	4	2	3	7	4	2	3	7	4	4	4	4	8	4	5	5	11	1	1
Chaetognatha	2	3	2	2	2	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	5	1	2	2	5	1	1
Polychaeta	1	+	+	+	+	+	+	1	1	1	2	2	1	2	2	2	2	1	2	2	2	2	+	+
Cladocera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostracode	5	+	2	3	+	1	3	1	3	+	1	1	2	2	4	4	1	1	+	+	+	5	+	+
Copepoda	74	69	62	73	59	65	83	77	72	80	69	74	68	83	59									
Amphipoda	0	0	0	0	0	+	0	+	0	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0	0
Euphausiacea	2	+	+	0	+	+	+	+	1	+	1	1	1	2	0	0	0	1	1	1	2	2	0	0
Mysidacea	0	+	+	1	+	1	+	+	1	+	1	+	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
Pteropoda	0	+	+	+	+	+	+	+	1	+	+	+	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
Decapod larvae	3	+	2	1	+	7	1	6	2	+	+	1	1	2	2	2	1	2	1	7	7	+	+	+
Molluska	+	1	0	+	0	+	+	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1	0	0
Echinodermata Larvae	0	8	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	8	0	0
Appendicularia	2	1	10	5	9	3	2	2	5	4	4	9	12	18	18	18	18	18	18	18	18	18	1	1
Thalia	0	0	1	1	+	+	+	+	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1	0	0
Fish Eggs	7	3	5	5	16	8	4	6	4	4	4	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	16	+	+
Others	1	+	3	1	+	4	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	4	+	+

表三 民國七十五年十二月份各測站表層水平分佈之五主要大類的出現百分率

類 Group	測站 Station		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		Max.	Min.
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B				
Foraminifera	+	+																					+	0
Radiolaria	0	0																					+	0
Medusa	7	12																					+	4
Chaetognatha	2	5																					+	+
Polychaeta	+	+																					+	+
Cladocera	0	0																					0	0
Ostracode	+	+																					+	0
Copepoda	63	52																					67	45
Amphipoda	0	+																					+	0
Euphausiacea	+	+																					+	+
Mysidacea	+	+																					+	0
Pteropoda	+	+																					+	+
Decapod larvae	+	1																					+	+
Mollusca	1	+																					+	+
Echinodermata larvae	+	+																					+	0
Appendicularia	19	18																					24	10
Thalia	3	3																					11	1
Fish eggs	2	3																					8	1
Others	+	+																					2	+

表四 民國七十五年十二月份各測站垂直分佈之五主要大類的出現率

種類 Group	測站 Station										Max.	Min.				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
Foraminifera	A ₁₅	A ₁₅ B ₁₅ B ₃₀	A ₁₅ B ₁₅ B ₃₀	A ₁₅ B ₁₅ B ₃₀	A ₁₅ B ₁₅ B ₃₀	A ₁₅ B ₁₅ B ₃₀	A ₁₅ B ₁₅ B ₃₀	A ₁₅ B ₁₅ B ₃₀	A ₁₅ B ₁₅ B ₃₀	A ₁₅ B ₁₅ B ₃₀						
Radiolaria	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Medusa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chaetognatha	11	9	9	11	8	10	5	8	5	7	5	7	6	11	5	5
Polychaeta	2	2	1	1	5	2	+	3	1	2	2	1	1	5	+	+
Cladocera	+	+	+	+	+	+	+	+	1	1	+	+	+	1	+	+
Ostracoda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Copepoda	+	+	+	+	0	0	0	+	+	0	+	+	+	+	+	+
Amphipoda	46	50	51	43	54	57	47	49	57	51	60	51	59	60	43	43
Euphausiacea	0	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mysidacea	+	1	+	+	+	+	1	+	2	+	1	2	+	2	+	+
Pteropoda	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1	+	+
Decapod larvae	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1	1	1	1	1	+	+
Molluska	+	+	+	+	+	1	+	+	+	+	+	+	+	1	+	+
Echinodermata larvae	+	+	+	+	+	0	+	+	+	+	+	+	+	+	0	0
Appendicularia	33	29	31	35	24	26	33	32	24	32	24	33	28	35	24	24
Thalia	4	2	2	4	4	2	5	3	1	+	2	2	+	5	+	+
Fish eggs	2	+	3	2	1	2	5	2	6	3	3	2	1	6	+	+
Others	+	+	+	+	1	+	+	+	+	+	+	+	+	1	+	+

表五 民國七十六年元月份各測站表層水平分佈之五主要大類的出現百分率

種 類 Group	測站 Station		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		Max.	Min.
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B		
Foraminifera									0	+	+	0	+	+					+	+	+	+	+	0
Radiolaria									0	0	0	0	0	0					0	0	0	0	0	0
Medusa									3	4	3	2	1	1					4	4	2	4	1	1
Chaetognatha									5	7	4	10	+	+					9	9	17	16	17	+
Polychaeta									1	+	+	1	0	0					1	1	1	+	1	0
Cladocera									0	0	0	0	0	0					0	0	0	0	0	0
Ostracode									+	+	1	1	+	+					+	+	1	1	1	+
Copepoda									70	54	82	77	73						74	74	67	82	54	54
Amphipoda									1	+	+	+	0	+					+	+	+	+	1	0
Euphausiacea									1	+	+	+	+	+					+	+	+	+	1	+
Mysidacea									+	+	+	+	+	+					1	1	+	+	1	3
Pteropoda									+	+	+	+	+	+					+	+	0	+	+	0
Decapod larvae									+	1	+	+	1	+					1	1	+	0	1	0
Molluska									+	2	2	+	0	+					+	+	+	+	2	0
Echinodermata larvae									+	+	+	+	0	+					+	+	+	+	+	0
Appendicularia									2	12	5	1	21						4	2	9	21	2	2
Thalia									1	1	1	+	0						1	1	+	+	1	0
Fish eggs									+	2	+	1	1	+					1	1	1	1	1	1
Others									+	+	3	+	0						+	+	0	3	0	0

表六 民國七十六年元月份各測站垂直分佈之五、主要大類的出現率

種 類 Group	測 站 Station										Max.	Min.			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Foraminifera	A ₁₅	A ₁₅ B ₁₅ B ₃₀	A ₁₅ B ₁₅ B ₃₀	A ₁₅ B ₁₅ B ₃₀	A ₁₅ B ₁₅ B ₃₀	A ₁₅ B ₁₅ B ₃₀	A ₁₅ B ₁₅ B ₃₀	A ₁₅ B ₁₅ B ₃₀	A ₁₅ B ₁₅ B ₃₀	A ₁₅ B ₁₅ B ₃₀					
Radiolaria	+	+	+	+	1	+	0	+	+	+	+	+	+	1	0
Medusa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chaetognatha	4	3	5	4	4	2	2	3	3	3	2	1	5	1	1
Polychaeta	3	4	3	1	10	6	4	7	7	5	8	8	9	10	1
Cladocera	1	+	+	+	2	+	+	1	+	+	2	+	+	2	+
Ostracoda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Copepoda	+	+	+	+	2	+	+	+	+	2	2	2	4	4	+
Amphipoda	48	52	61	62	61	70	72	76	75	59	69	74	74	76	48
Euphausiacea	+	+	+	0	+	0	+	+	0	0	+	0	+	+	0
Mysidacea	+	+	+	+	0	+	1	+	+	+	+	+	+	1	0
Pteropoda	+	+	+	+	+	+	0	+	0	+	+	+	+	1	0
Decapod larvae	+	+	+	+	+	+	0	+	+	+	+	+	+	+	0
Molluska	3	1	1	2	+	+	+	+	0	+	1	1	1	3	0
Echinodermata larvae	+	+	+	+	+	0	0	0	+	+	+	0	+	+	0
Appendicularia	32	33	25	28	8	11	17	8	7	25	13	9	10	33	7
Thalia	1	1	+	1	+	1	0	+	1	+	+	+	+	1	0
Fish eggs	2	+	+	+	+	+	1	1	+	2	1	1	+	2	+
Others	+	+	+	+	1	+	+	+	+	+	+	+	0	1	0

表七 民國七十六年四月份各測站表層水平分佈之五主要大類的出現百分率

種類 Group	測站 Station		3	4	5	6	7	8	9	10	Max.	Min.
	1	2										
Foraminifera				+	+	0			+	+	2	0
Radiolaria				0	0	0			0	0	0	0
Medusa				6	8	5			10	5	10	2
Chaetognatha				5	3	1			1	3	1	1
Polychaeta				1	+	+			+	+	1	+
Cladocera				0	0	0			6	2	6	0
Ostracode				+	+	+			+	+	1	+
Copepoda				72	67	69	72	76	36	69	51	76
Amphipoda				1	+	+	0	0	+	+	1	0
Euphausiacea				3	+	1	+	1	+	1	+	+
Mysidacea				1	+	1	+	1	+	1	+	+
Pteropoda				+	+	0	0	+	+	+	+	0
Decapod larvae				1	1	3	+	2	+	2	+	+
Molluska				+	+	1	+	+	1	1	6	+
Echinodermata larvae				+	+	+	0	+	+	+	+	0
Appendicularia				7	8	2	7	6	3	1	2	1
Thalia				1	+	+	0	+	0	0	0	0
Fish eggs				4	11	8	11	1	38	14	29	38
Others				1	+	5	+	+	+	0	0	0

表八 民國七十六年四月份各測站垂直分佈之五主要大類的出現率

測站 Station	種類 Group										Max.	Min.			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Foraminifera	A ₁₅	A ₁₅ B ₁₅ B ₃₀	A ₁₅ B ₁₅ B ₃₀	A ₁₅ B ₁₅ B ₃₀	A ₁₅ B ₁₅ B ₃₀	A ₁₅ B ₁₅ B ₃₀	A ₁₅ B ₁₅ B ₃₀	A ₁₅ B ₁₅ B ₃₀	A ₁₅ B ₁₅ B ₃₀	A ₁₅ B ₁₅ B ₃₀	3	+			
Radiolaria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
Medusa	6	7	10	8	4	8	5	8	2	2	4	4	6	10	2
Chaetognatha	3	1	3	3	2	2	1	1	1	2	2	2	3	3	1
Polychaeta	2	+	+	+	1	+	1	+	0	+	+	+	+	2	0
Cladocera	0	0	0	0	0	0	+	+	6	5	6	1	1	6	0
Ostracoda	+	+	+	+	+	+	+	+	0	0	0	0	+	+	0
Copepoda	70	68	60	70	62	70	79	77	55	48	56	53	65	79	48
Amphipoda	+	0	0	+	0	+	0	+	0	+	0	+	1	1	0
Euphausiacea	2	+	1	2	+	+	+	+	+	1	+	+	1	2	+
Mysidacea	+	+	+	+	1	+	+	+	+	+	+	+	+	1	+
Pteropoda	+	0	0	0	0	0	0	+	+	0	0	+	+	+	0
Decapod larvae	2	1	+	1	+	1	+	1	1	0	+	0	0	2	0
Molluska	4	+	+	+	1	1	+	+	2	1	4	3	2	4	+
Echinodermata larvae	+	+	+	+	+	+	0	0	1	+	0	+	+	+	0
Appendicularia	5	11	13	9	14	13	8	9	7	10	5	4	6	14	4
Thalia	5	1	1	+	+	1	0	+	+	1	+	+	+	5	0
Fish eggs	1	7	8	2	13	5	2	2	23	27	16	26	15	27	1
Others	+	1	1	+	+	+	+	+	+	+	1	+	1	1	+

表九 民國七十六年五月份各測站表層水平分佈之五主要大類的出現百分率

種 類 Group	測 站 Station		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		Max.	Min.
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B		
Foraminifera	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1	+
Radiolaria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Medusa	5	3	2	5	2	5	6	2	2	2	5	6	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	6	1
Chaetognatha	4	2	2	7	2	7	2	2	2	7	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	7	1
Polychaeta	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	2	+
Cladocera	1	2	+	+	+	+	6	+	+	+	+	6	+	+	+	+	+	+	+	+	+	3	6	+
Ostracode	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Copepoda	56	39	53	55	28	28	23	54	11	56	11	56	11	56	11	56	11	56	11	56	11	56	11	11
Amphipoda	+	+	0	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	0
Euphausiacea	+	+	+	+	1	1	+	+	+	+	+	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1	1	+
Mysidacea	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Pteropoda	2	1	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	3	1
Decapod larvae	1	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1	+
Molluska	1	2	+	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	+
Echinodermata larvae	1	+	1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	1	+
Appendicularia	5	4	6	3	1	1	2	3	5	6	3	5	6	3	5	6	3	5	6	3	5	6	6	1
Thalia	4	2	1	2	9	9	2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	9	+
Fish eggs	16	43	28	18	40	40	61	34	71	71	71	61	34	71	71	61	34	71	71	61	34	71	71	16
Others	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

表十 民國七十六年五月份各測站垂直分佈之五主要大類的出現率

種 類 Group	測 站 Station										Max.	Min.			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Foraminifera	A ₁₅	A ₁₅ B ₁₅ B ₃₀	A ₁₅ B ₁₅ B ₃₀	A ₁₅ B ₁₅ B ₃₀	A ₁₅ B ₁₅ B ₃₀	A ₁₅ B ₁₅ B ₃₀	A ₁₅ B ₁₅ B ₃₀	A ₁₅ B ₁₅ B ₃₀	A ₁₅ B ₁₅ B ₃₀	A ₁₅ B ₁₅ B ₃₀	1	1	+		
Radiolaria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Medusa	5	9	5	3	6	8	6	6	5	3	4	6	6	9	3
Chaetognatha	9	6	2	2	11	3	3	3	2	2	4	3	3	11	2
Polychaeta	1	+	1	1	1	1	2	1	1	+	1	1	2	2	+
Cladocera	2	1	+	1	0	0	+	1	1	1	1	1	1	2	0
Ostracoda	+	+	+	+	+	0	1	0	+	0	6	+	+	6	0
Copepoda	35	54	64	61	58	57	43	58	48	53	53	39	54	64	35
Amphipoda	+	0	+	0	0	0	0	+	+	+	0	0	0	+	0
Euphausiacea	+	+	+	1	1	+	1	1	1	2	1	+	+	2	+
Mysidacea	+	+	+	1	+	0	+	+	+	+	+	+	+	+	0
Pteropoda	1	2	3	5	6	5	3	4	2	7	7	3	9	9	1
Decapod larvae	1	+	1	1	2	+	+	1	+	+	1	+	+	2	+
Molluska	14	+	+	1	2	+	1	1	+	1	2	1	+	14	+
Echinodermata larvae	1	1	1	1	1	1	+	1	1	1	1	1	1	1	+
Appendicularia	8	12	9	8	5	9	11	6	8	4	3	8	6	12	3
Thalia	5	1	2	1	0	1	+	2	1	1	2	2	4	5	0
Fish eggs	21	11	11	12	7	14	26	17	27	22	13	32	14	32	7
Others	+	0	+	+	+	+	+	+	0	+	+	1	+	1	0

表十一 民國七十六年七月份各測站表層水平分佈之五主要大類的出現百分率

種 類 Group	測 站 Station		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		Max.	Min.
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B				
Foraminifera									0	+	2	2	2	1					+	+	1	2	2	0
Radiolaria									0	0	0	0	0	0					0	0	0	0	0	0
Medusa									3	9	1	1	1	+					5	3	5	9	1	1
Chaetognatha									2	6	2	4	3						1	5	2	6	1	1
Polychaeta									3	1	3	1	+						1	1	+	3	+	+
Cladocera									0	+	0	0	0	0					2	1	1	2	0	0
Ostracode									0	+	+	+	1						+	+	0	1	1	0
Copepoda									74	57	67	79	62						72	76	60	79	57	57
Amphipoda									+	+	+	+	0						0	+	+	+	0	0
Euphausiacea									+	1	+	0	0						+	+	0	1	0	0
Mysidacea									+	1	5	+	+						+	+	+	5	+	+
Pteropoda									+	+	1	4	2						1	2	4	4	+	+
Decapod larvae									4	3	2	+	2						+	+	1	4	+	+
Molluska									1	3	2	3	2						1	1	3	3	1	1
Echinodermata larvae									+	1	+	+	1						+	0	+	1	0	0
Appendicularia									2	3	2	1	2						3	6	6	6	6	1
Thalita									+	+	0	0	0						+	+	1	1	1	0
Fish eggs									7	11	12	4	22						12	4	16	22	4	4
Others									+	0	+	0	0						0	0	0	+	+	0

表十二 民國七十六年七月份各測站垂直分佈之五主要大類的出現率

種 類 Group	測 站 Station										Max.	Min.			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10					
Foraminifera	A ₁₅	A ₁₅ B ₁₅ B ₃₀	A ₁₅ B ₁₅ B ₃₀	A ₁₅ B ₁₅ B ₃₀	A ₁₅ B ₁₅ B ₃₀	A ₁₅ B ₁₅ B ₃₀	A ₁₅ B ₁₅ B ₃₀	A ₁₅ B ₁₅ B ₃₀	A ₁₅ B ₁₅ B ₃₀	A ₁₅ B ₁₅ B ₃₀					
Radio-laria	1	2	2	2	1	1	2	3	+	1	+	1	1	3	+
Medusa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Chaetognatha	6	5	7	+	1	+	2	3	3	5	2	5	5	7	+
Polychaeta	3	4	4	2	2	2	6	2	6	4	5	3	4	6	2
Cladocera	2	+	+	+	+	0	2	+	2	1	2	1	1	2	0
Ostracoda	0	0	0	0	0	0	0	0	+	+	+	+	+	+	0
Copepoda	+	+	1	1	1	1	0	2	0	1	+	+	+	2	0
Amphipoda	67	65	66	78	86	90	38	71	60	67	57	70	75	90	38
Euphausiacea	+	+	+	+	+	+	0	1	0	+	+	0	0	1	0
Mysidacea	+	+	+	0	+	0	0	0	0	0	0	0	0	+	0
Pteropoda	1	1	1	6	1	1	31	5	1	1	1	1	+	31	+
Decapod larvae	+	1	1	0	2	1	0	+	5	2	9	7	9	9	0
Molluska	3	1	1	+	1	+	3	1	1	+	+	0	3	3	0
Echinodermata larvae	2	5	3	1	1	1	+	+	3	4	2	2	1	5	+
Appendicularia	1	+	+	+	+	0	1	+	3	+	+	+	+	3	0
Thalia	2	8	5	5	2	1	8	2	7	5	25	3	2	25	1
Fish eggs	+	+	+	+	0	+	0	0	0	1	+	+	+	1	0
Others	10	7	8	4	3	2	4	8	8	4	2	2	2	10	2

表十三 自民國 75 年 9 月至 76 年 7 月墾丁國家公園海域五個測站於水深 15 米採樣點之豐度 (個體數 / 10³ 立方公尺) 結果。

Depth	Station	1986			1987			
		Sep.	Dec.	Jan.	Apr.	May	Jul.	
Surface	4	123700	611400	536150	95500	439600	523750	
	5	170700	275300	75000	32150	124150	104350	
	6	397500	191900	46600	138600	246700	42700	
	9	287700	138700	95300	176400	282900	164600	
	10	1106450	66600	377150	231200	346200	763800	
	Mean	417210	256780	226040	134770	287910	319840	
	S.D.	357527	189957	195503	67999	104832	277857	
	15	4	1366200	2441000	696300	646300	878300	1067700
		5	392300	969400	336450	421150	592200	283800
		6	1688800	608500	463900	504300	435100	159000
9		5119600	1230900	473200	369500	691400	451200	
10		2276100	1006450	791350	507500	1176000	883150	
Mean	2168600	125250	552240	489750	754600	568970		
S.D.	1596825	627441	166459	94022	255079	349487		

表十四 自民國 75 年 9 月至 76 年 7 月墾丁國家公園海域五個測站，於水深 30 米採樣點之豐度（個體數/10³ 立方公尺）結果。

Depth	Station	1986			1987		
		Sep.	Dec.	Jan.	Apr.	May	Jul.
Surface	4	61800	178900	361700	234200	281700	386400
	5	887200	239400	3409300	117900	214600	104800
	10	326700	77900	254300	69700	130300	140300
	Mean	425233	165400	1341766	140600	208867	210500
	S.D.	344096	66620	1462624	69048	61942	125222
15	4	535500	1219200	593000	895800	598100	628000
	5	433300	799600	2117000	771200	329000	932200
	10	1834600	1192300	591600	372300	985300	889900
	Mean	934467	1070366	1100533	679767	637467	816700
	S.D.	637856	191776	718750	223283	269375	134544
30	4	169400	578900	447700	366000	654750	546050
	5	438500	384900	533200	312400	351050	898700
	6	384700	1273000	448500	564600	205900	148500
	9	1880200	687100	478000	249000	537600	445000
	10	990200	401400	242850	169150	639600	761950
	Mean	772600	665060	430050	332230	477780	560040
	S.D.	616452	324193	98625	133455	173817	260097

表十五 自民國 75 年 9 月至 76 年 7 月墾丁國家公園海域五個測站於水深 15 米採樣點之漂重 (克/10³ 立方公尺) 結果。

Depth	Station	1986			1987		
		Sep.	Dec.	Jan.	Apr.	May	Jul.
Surface	4	54	224	516	31	120	85
	5	124	262	76	54	21	67
	6	114	86	3	42	40	20
	9	183	20	166	44	41	39
	10	174	3	269	70	39	171
	Mean	130	119	206	48	52	76
	S.D.	47	106	179	13	35	52
15	4	148	1067	306	201	385	220
	5	162	885	42	207	132	132
	6	455	225	413	81	42	79
	9	550	331	142	86	55	121
	10	400	199	180	326	235	160
	Mean	343	541	217	180	170	145
	S.D.	161	362	130	91	128	145

表十六 自民國 75 年 9 月至 76 年 7 月墾丁國家公園海域五個測站於水深 30 米採樣點之濕重 (克/10³ 立方公尺) 結果。

Depth	Station	1986					1987		
		Sep.	Dec.	Jan.	Apr.	May	Jul.		
Surface	4	20	176	763	77	14	116		
	5	289	389	2538	33	110	55		
	10	107	10	218	25	11	34		
	Mean	139	192	1173	45	45	69		
	S.D.	112	155	991	23	46	35		
15	4	121	1076	266	270	82	204		
	5	142	584	2103	163	210	136		
	10	555	286	201	85	149	145		
	Mean	273	549	957	173	147	162		
	S.D.	200	326	882	76	52	30		
30	4	46	250	183	66	44	126		
	5	120	313	309	97	80	143		
	6	97	457	262	187	22	46		
	9	514	168	123	141	53	89		
	10	260	77	76	26	186	150		
	Mean	207	253	191	103	77	111		
	S.D.	169	129	86	56	58	39		

表十七 自民國 75 年 9 月至 76 年 7 月墾丁國家公園海域五個測站於水深 15 米採樣點之乾重 (克/10³ 立方公尺) 結果。

Depth	Station	1986			1987		
		Sep.	Dec.	Jan.	Apr.	May	Jul.
Surface	4	3.93	14.05	55.86	2.47	12.22	8.27
	5	10.08	18.54	7.51	4.80	3.11	8.04
	6	12.06	6.18	1.28	2.79	3.93	2.54
	9	13.18	2.23	15.96	2.99	3.04	3.80
	10	1657	0.84	31.44	5.20	4.77	19.34
	Mean	11.16	8.37	22.41	4.65	5.41	8.40
	S.D.	4.90	6.85	19.55	1.12	3.46	5.92
15	4	13.33	63.97	32.07	16.87	40.50	20.07
	5	37.94	57.02	8.35	15.11	12.18	15.00
	6	12.09	10.23	28.27	4.27	5.41	5.86
	9	15.40	29.95	15.18	3.82	6.45	16.28
	10	16.06	17.58	23.30	25.50	32.10	17.59
	Mean	18.97	37.75	21.43	13.11	19.33	14.96
	S.D.	9.60	21.28	8.64	8.20	14.30	4.85

表十八 自民國 75 年 9 月至 76 年 7 月墾丁國家公園海域五個測站於水深 30 米採樣點之乾重 (克/10³ 立方公尺) 結果。

Depth	Station	1986					1987		
		Sep.	Dec.	Jan.	Apr.	May	Jul.		
Surface	4	1.93	12.84	46.41	7.47	2.94	8.94		
	5	28.56	19.91	227.75	2.53	11.21	4.66		
	10	8.69	0.83	21.76	2.19	1.94	3.35		
	Mean	13.06	11.19	98.64	4.06	5.36	5.65		
	S.D.	11.30	7.88	91.85	2.41	4.15	2.39		
15	4	8.58	54.83	32.56	24.19	11.43	11.00		
	5	10.69	36.08	195.63	11.16	15.32	17.57		
	10	40.91	34.40	24.48	2.25	23.04	11.76		
	Mean	20.06	41.77	94.22	12.53	16.60	13.44		
	S.D.	14.77	9.26	78.85	9.01	4.82	2.93		
30	4	4.66	18.85	18.38	4.50	13.42	10.41		
	5	10.27	9.82	33.08	5.50	7.35	17.66		
	6	7.80	30.36	25.66	2.10	6.38	3.59		
	9	35.87	13.98	13.96	7.05	8.55	7.85		
	10	26.26	8.21	9.82	1.54	18.37	13.37		
	Mean	16.97	16.24	20.18	4.14	10.81	10.58		
	S.D.	12.03	7.97	8.31	2.07	4.49	4.79		

表十九 墾丁國家公園海域各主要測站之水溫、葉綠素A及動物性浮游生物之含量比較表
($\times 10^3$ 個體數/ $10^3 m^3$)

月份	測站	水深 (m)	水溫 (°C)	葉綠素A (mg/m ³)	Zooplankton 豐度 (個體數 $10^3 / 10^3 m^3$)	Zooplankton 三個主要大類出現百分率		
七十五年四月	核能電廠入水口	0	24.5	0.4240	160.0	Cop. 73%	App. 6%	Med. 5%
		15	24.5	0.3156	680.9	Cop. 70%	Med. 5.6%	Feg. 5.5%
	核能電廠排水口 (I) (上游70公尺)	0	33.2	-	19.9	Feg. 42%	Cop. 22%	Med. 20%
	核能電廠排水口 (II) (15公尺測站)	0	28.1	0.4749	33.7	Cop. 69%	Feg. 8.3%	Med. 5.3%
		15	24.4	0.2967	372.8	Cop. 70%	App. 9.5%	Med. 8%
	核能電廠排水口 (III) (30公尺測站)	0	24.5	0.3434	117.9	Cop. 72%	Feg. 11%	App. 7.4%
		15	24.5	0.2929	771.2	Cop. 62%	App. 14%	Feg. 13%
		30	24.4	0.3395	390.2	Cop. 73%	App. 10%	Med. 6.7%
	瓊麻廠、山海里沿岸	0	25.6	0.1700	176.4	Feg. 39%	Cop. 46%	Med. 10%
		15	25.5	0.1619	369.5	Cop. 55%	Feg. 23%	App. 6.6%
	萬里桐	0	25.4	0.1506	198.4	Cop. 70%	Feg. 14%	Med. 5%
		15	25.3	0.1422	463.4	Cop. 57%	Feg. 16%	Cha. 6%
七十五年一月	核能電廠入水口	0	22.0	0.384	536.2	Cop. 72%	Luc. 13%	Cha. 5%
		15	20.9	0.2433	714.4	Cop. 43%	App. 32%	Luc. 9%
	核能電廠排水口	0	26.2	0.2959	509.0	Cop. 82%	App. 5%	Med. 3%
		15	22.3	0.2860	476.8	Cop. 53%	App. 33%	Med. 4%
	瓊麻廠、山海里沿岸	0	22.5	0.4166	95.3	Cop. 74%	Cha. 9%	App. 4%
		15	22.4	0.3900	473.2	Cop. 75%	Cha. 7%	App. 7%
	萬里桐	0	22.5	0.4206	421.4	Cop. 78%	Cha. 14%	App. 2%
		15	22.4	0.3943	986.8	Cop. 71%	Cha. 21%	App. 3%
七十五年七月	核能電廠入水口	0	29.3	0.2546	620.3	Cop. 74%	Feg. 6.5%	Dec. 4%
		15	28.3	0.3245	1,388.8	Cop. 67%	Feg. 11%	Dec. 5%
	核能電廠排水口	0	30.4	0.3552	92.8	Cop. 67%	Feg. 12%	Mys. 5%
		15	25.7	0.4821	346.7	Cop. 71%	Feg. 6%	Mol. 6%
	瓊麻廠、山海里沿岸	0	29.6	0.2254	164.6	Cop. 72%	Feg. 12%	Med. 5%
		15	28.8	0.6286	451.2	Cop. 60%	Feg. 8%	App. 8%
	萬里桐	0	29.4	0.4751	677.7	Cop. 76%	App. 6%	Cha. 5%
		15	27.3	0.4946	1,266.3	Cop. 51%	App. 25%	Cha. 6%

Cop. : Copepoda
Med. : Medusa
Feg. : Fish egg
Dec. : Decapoda larvae

Cha. : Cladocera
Cha. : Chaetognatha
Luc. : Luciferidae

Mys. : Mysidacea
Mol. : Mollusca
App. : Appendicularia

表二十：動物性浮游生物大類分類表：

1. Protozoa
Noctiluca 月光蟲
Foraminifera 有孔蟲
Radiolaria 放射蟲
2. Medusa 水母
3. Ctenophora 節水母
4. Chaetognatha 毛顎類
5. Polychaeta 多毛類
6. Cladocera 枝角類
7. Ostracoda 介形類
8. Copepoda 橈腳類
9. Amphipoda 端腳類
10. Euphausiacea 油發蝦
11. Mysidacea
12. Pteropoda 翼足類
13. Luciferidae
14. Decapod larvae 十足類幼蟲
15. Molluska 其他軟體動物
16. Echinodermata larvae 棘皮動物幼生
17. Appendicularia 尾蟲
18. Thalia
19. fish eggs 魚卵

參考文獻

- Rayment, J. E. G. 1983 Plankton and productivity in the Oceans vol. 2
Zooplankton. Pergamon press 824pp.
- 蘇仲卿、洪楚璋、江永棉、譚天錫、張崑雄、楊榮宗、鄭顯敏、范光龍及張湘電 (198) , 台灣南部核能電廠附近海域之生態研究, I 第一年 (68 年 7 月至 69 年 6 月) 執行報告。中研院國際環境科學委員會專刊第 7 號, 115pp。
- (1981) 南部核能電廠附近海域之生態研究 II , 第二年 (69 年 7 月至 70 年 6 月) 執行報告, 中研院國際環境科學委員會中國委員會專刊第 10 , 118pp。
- (1982) 台灣南部核能電廠附近海域之生態研究 III , 第三年 (70 年 7 月至 71 年 6 月) 執行報告, 中研院國際環境科學委員會中國委員會專刊第 15 號, 137pp。
- (1983) 台灣南部核能電廠附近海域之生態研究, 第四年 (71 年 7 月至 72 年 6 月) 執行報告, 中研院國際環境科學委員會中國委員專刊, 129pp。
- (1984) 台灣南部核能電廠附近海域之生態研究綜合報告 V , 第五年 (72 年 7 月至 73 年 6 月) 執行報告, 中研院國際環境科學委員會中國委員會專刊, 214pp。
- (1985) 台灣南部核能電廠附近海域之生態研究 VII , 第七年 (74 年 7 月至 75 年 6 月) 執行報告, 中研院國際環境科學委員會中國委員會專刊, 164pp。
- 張崑雄等 (1985) , 墾丁國家公園海域珊瑚礁及海洋生物生態研究 (第一年) 調查報告, 內政部營建署保育研究報告第 19 號, 304pp。
- 張崑雄等 (1986) , 墾丁國家公園海域珊瑚礁及海洋生物生態研究 (第二年) 調查報告, 內政部營建署保育研究報告第 34 號之五, 78pp。
- 山路勇 (1986) , 日本海洋プランクトン圖鑑, 日本保育社, 日本, 537pp。