

81 保育-01(51)  
82 保育-01-2(5)

(國立台灣大學合作)

# 關渡自然保留區植群演替與底棲動物 關係之研究

林曜松 劉炯錫



# 目錄

## 誌謝

中文摘要與關鍵字.....	1
英文摘要與關鍵字.....	2
壹、前言.....	3
貳、執行地點描述.....	5
參、材料與方法	
動物調查.....	5
環境調查.....	6
統計分析.....	8
肆、結果	
環境因子.....	8
多毛類動物.....	10
甲殼類動物.....	14
其他動物.....	15
伍、討論與建議.....	16
陸、參考文獻.....	21
表格.....	30
圖形.....	38
照片.....	45

## 誌謝

本研究計畫承蒙行政院農業委員會林業處保育科提供兩年研究經費，俾使研究能順利進行。研究期間，南佛羅里達大學生物學系Joseph L. Simon 教授、中央研究院動物研究所陳章波研究員指導試驗設計，謝蕙蓮研究員指導多毛類動物分類，助理張仁為、呂佩義及學生呂鳳萍、張引、陳韻如、許皓捷、梁昭南、陳恩理協助野外採集，蔡佳玲、呂修文協助實驗室內篩蟲、挑蟲、底質分析等煩瑣工作，劉廷豪先生協助篩泥機的設計，蘇逸峰小姐協助經費之後勤工作，在此一併誌謝。

## 中文摘要

自民國八十年七月至八十二年六月期間，在關渡自然保留區內共發現多毛類動物八種，貧毛類動物一種；甲殼類動物的螃蟹十二種，槍蝦一種，端腳類一種；昆蟲類雙翅目四種；軟體動物二種。其中以多毛類動物、螃蟹的數量較多。本研究對多毛類動物進行定量採集。採集區域分為淡水河河岸、底質中泥（Medium silt）區與潮溪溪岸、底質細泥（fine silt）區，在此兩區分別於裸露泥灘、蘆葦草澤、紅樹幼林及紅樹成林進行八個季節的採集。

植群演替對多毛類動物的生物量、個體數、種類組成及季節變化有顯著的影響。在無植群的情況下，多毛類在兩區裸露泥灘均以纓鰓蟲為主要優勢種，腺帶刺沙蠶為次優勢種，並呈相似的季節變化，以一、四月的數量較多，七月漸減，十月最少。但兩區的數量有顯著差異；在淡水河河岸各季平均達每平方公尺44.5（7.2~98.9）公克，在潮溪溪岸者的數量平均僅10.4（1.3~23.5）公克。兩區的蘆葦草澤、紅樹林的多毛類動物組成均與裸露泥灘有顯著差異，且季節變化不顯著；在淡水河河岸的植群區內，蘆葦草澤的腺帶刺沙蠶為主要優勢種，纓鰓蟲為次優勢種，平均溼重僅11.1（2.7~14.4）公克；紅樹幼林與紅樹成林的平均溼重為13.8、7.8公克，其種類組成、季節變化相似，纓鰓蟲、腺帶刺沙蠶、單葉沙蠶、印度錘稚蟲、*Capitella sp.*及*Manayunkia sp.*均超過10%，各種類的季節變化多不明顯，但小型種的*Manayunkia sp.*則以一、四月為最多，個體數多超過每平方公尺十萬隻，其餘季節較少。潮溪裡面的蘆葦、紅樹幼林、紅樹成林的平均溼重分別為每平方公尺15.7、14.6、9.0公克，單葉沙蠶均佔總溼重的80%以上，普遍以十、一月的數量較多，四月最少。

關鍵字：底棲動物、多毛類、紅樹林、鹹草澤、河口、潮間帶、淡水河

# Study on the influence of plant succession on zoobenthos in Kwandu Nature Preserve in Tanshui River, Taipei, Taiwan.

Y. S. Lin and C.H. Liu

There are eight polychaetae, one oligochaete, twelve crab, one snapping shrimp, one amphipod, four diptera insect and two gastropod species found in Kwandu Nature Preserve during July 1991 to June 1993. Polychaetes and crabs were the dominant groups. We quantitatively collected polychaetes seasonally in unvegetated mudflat, reed marsh, seedling mangroves and mature mangroves separately in two areas. One area located on riverside with sediments of medium silt, another area on tidal creek side with sediments of fine silt.

Plant succession had significant influence on biomass, individual number, species composition and seasonal change of polychaete in situ. In both unvegetated mudflats, *Laonome albicingillum* was the first dominant species, *Neanthes glandicineta* was the second one. Both stations showed similar pattern of seasonal changes that they had more biomass in January and April, less in July and down to the valley in October. The mudflat of riverside had significantly more average wet weight of 44.5(7.2 ~ 98.9) grams per square meter, whereas that of creek one only had 10.4 grams. Polychaetes of vegetated stations in both areas were also different. In riverside, *N. glandicineta* dominated and *L. albicingillum* subdominated in reed marsh. The average wet weight of reed marsh was only 11.1 (2.7 ~ 14.4) grams per square meter with insignificantly seasonal change. Two mangrove stations of riverside had similar species composition and seasonal change. *L. albicingillum*, *N. glandicineta*, *Namalycastis aibiuna*, *Malacoceros indicus*, *Manayunkia sp.* and *Capitella sp.* were co-dominated there with above 10 % wet weight separately. Their average wet weight were 13.8 and 7.8 grams per meter with insignificantly seasonal change. But the individual number of *Manayunkia sp.* showed seasonal change with peaks above one hundred thousand in January and April. In tidal creek side, the wet weight of polychaetes in reed marsh, seedling mangroves and mature mangroves were 15.7, 14.6, and 9.0 grams per square meter. *N. aibiuna* occupied more than 80 % with peaks in October or January and down to the valley in April.

Key words: zoobenthos, macrofauna, polychaete, mangrove, marsh, estuary, intertidal, Tanshui River.

## 壹、前言

淡水河河口潮間帶的鹹水性植物在三處構成大面積的群落，如圖一（林等，1987）。其中，挖仔尾紅樹林保護區位於淡水河東南岸沙嘴內側，距出海口約1公里，區內為水筆仔（*Kandelia candal*, L. Druce）純林，面積約20公頃。竹圍紅樹林保護區位於淡水河西北岸，距出海口約4公里，區內多為水筆仔純林，部分高地仍有小面積蘆葦（*Phragmites communis* L. Trin.）草澤，面積約60公頃，為台灣最大的紅樹林澤。關渡自然保留區位於基隆河與淡水河主流交會口的北岸，距出海口約9公里，面積約55公頃，區內兼有水筆仔紅樹林、蘆葦草澤及茫茫鹹草（*Cyperus malaccensis* Lam）草澤，過去二十年來，水筆仔逐漸向潮間帶裸露泥灘、茫茫鹹草及蘆葦草澤擴張（Webster, 1988；呂，1992），由於此一保留區為台北市內主要的賞鳥據點，而根據賞鳥人士的經驗，紅樹林內的水鳥種類數與數量均遠較裸露泥灘為少且紅樹林亦會遮阻賞鳥視線。為此，愛鳥人士曾關切水筆仔的擴張，並提出控制水筆仔數量的建議而與部分主張保護紅樹林的人士有爭議。底棲動物亦為潮間帶的主要生物，並為許多遷移性水鳥的主要食物(Goss-Custard, 1977；Evans, & Dugan, 1984；Ambrose, 1986)。為能確實了解植群與底棲動物的關係，並提供解決保護紅樹林與保護水鳥爭議的另一項訊息，乃進行此一研究。

紅樹林與鹹草澤之生態體系位於陸地、海洋、淡水及海水會合的樞紐，對海洋生態體系的能量有淨輸出，被認為對近海漁業有增進的作用（Lindall, 1973；Clark, 1974；Turner, 1977；Arntz, 1980；Nixon 1980；

Odum, 1980; Mitsch & Gosselink, 1986)。但我們對這些起源於陸地的植物對當地生態體系內海洋動物的影響，知識仍很少 (Hutchings & Saenger, 1987; Alongi & Sasekumar, 1993)。底棲型動物為海洋生態體系的基本成員，在河口域潮間帶為主要的消費者 (Day et al., 1989)，過去的研究集中在無植群區的裸露泥灘、沙灘或植群附近的潮溪灘地，對於影響底棲動物群聚的環境因子多以潮位高度 (曝曬時間的長短)、離出海口遠近 (鹽度)、海岸遮蔽程度、底質特性及污染程度等地質、地理、人文特徵分析，(McIntyre, 1970; 堀越和菊池, 1976; Pearson & Rosenberg, 1978; Penas & Gonzalez, 1983; Day et al., 1989; Diaz, R.J. 1989; Miron & Desrosiers 1990; Ellias, 1992; Rakocinski, 1993)。然而紅樹林及鹹草澤對當地的底質、地形、潮水水理及水質有明顯作用 (Nixon 1980; Woodroffe, 1993; Wolanski, et al., 1993; Warren & Niering, 1993)，但有關這些植群對底棲動物的影響卻仍少研究報告。

Wieser & Kanwisher (1961)、Teal & Wieser (1966)、Bell et al (1978)、Bell (1979)、Coull & Bell (1979) 曾定量調查溫帶鹹草澤內的底棲線蟲。Alongi (1987) 曾定量調查澳洲紅樹林內的底棲線蟲。

Kuenzler (1961) 比較二枚貝 *Geukensia demissa* 在潮溪灘地、低潮位鹹草澤及高潮位鹹草澤的密度。Daiber (1982) 研究腹足貝 *Melampus bidentatus* 與鹹草澤有無的關係。Coull et al (1979) 比較鹹草澤及裸露潮間帶的橈腳類種類組成。多毛類動物一般為河口域的優勢底棲動物類群 (Day et al, 1989)，在關

渡自然保留區內數量也很多，但在草澤與紅樹林內仍缺定量之研究（Alongi & Sasekumar，1993）。

本文以多毛類動物為主要底棲動物的研究對象，主要目的即在探討水筆仔向鹹草澤、裸露沙灘與泥灘的擴張對多毛類動物群聚及其他底棲動物的影響。淡水河流域面積2726平方公里，匯集台北縣市超過五百萬人口的家庭、事業廢水，已有明顯的水質污染（張等，1986、1987、1988、1989；雷，1989），政府正進行污染整治工程（行政院環保署，1992），建立這裡多毛類動物的生態資料也可作為今後污染整治成效評估時的對照參考。

## 貳、執行地點描述

關渡自然保留區位於基隆河與淡水河主流交會處的北岸泥灘地（如圖一），區內的地景目前可區分為裸露泥灘、蘆葦草澤、紅樹林及數量稀少的茫茫鹹草草澤，並有潮溪由淡水河河岸往保留區內延伸，潮溪之主流呈西西南往東北北向（如圖二）。本研究在關渡自然保留區依潮流強度區分為淡水河河岸、潮流較強的E區（Exposer area）與潮溪溪邊、潮流較弱的S區（Shelterer area）區。每區再依裸露泥灘、蘆葦草澤、紅樹幼林及紅樹成林設置為四個樣站，共設置八個樣站（圖二）。各樣站的縮寫及環境如表一。

## 參、材料與方法

### 動物調查

自一九九一年七月起每隔三個月採樣一次，一九九一年七月、十月與一九九二年一月、四月爲第一個年度，一九九二年七月、十月與一九九三年一月、四月爲第二個年度，每個樣站共採樣八次。底棲動物的採集係以40公分長、8.3公分直徑的不銹鋼圓筒於退潮時在各小站每隔一公尺採集一筒，共採五筒；由前試驗及第一次採樣季多毛類動物之種類數與筒數關係，各採樣小站之種類飽和筒數多爲二至三筒，最多爲四筒。各筒取30公分深度，再區分爲0-10公分、10-20公分及20-30公分三層，分別裝入小於0.125mm 網目之網袋，於當天攜回實驗室以0.2 % Propylene phenoxetol先麻醉動物30分鐘，再以10%福馬林固定24小時以上，待日後篩洗底質。篩選動物以0.5mm標準網目配合自行開發設計之沖晃篩洗機（圖三）進行，如此篩洗有根團糾結的底泥樣本，可免耗時費力之苦。篩除底質後，以Rose Bengal 染液染色留存的動物10分鐘，再行挑選動物，並以70%酒精保存之，待日後之鑑定、計量與秤重。動物之鑑定，先以100及400倍顯微鏡鑑定動物至屬或種，記錄各種類特徵後於50倍解剖顯微鏡進行多毛類動物的鑑定與計數，以頭數爲個體數之依據，若僅採獲非頭部的體節僅記錄該種出現，不列入計數。對每一圓筒計數後，即將各種類予以秤其濕重。

## 環境調查

淡水河每月水位變動之資料取自臺灣省水利局在關渡附近之測站，每月水質之資料取自環保署在關渡橋站之資料。各採樣站潮位之高度乃於一九九二年五月二日及一九九三年二月二十一日於各站同時記錄最高潮之水位，由最高潮水位估測

之。底質之分析項目包括底質大小分布 (Particle size distribution) 與有機物含量的測定。底質分析樣本以三公分管徑之圓筒取底質十公分深，裝入塑膠袋後存放於 -70°C 的冷凍庫。分析前將底質解凍並揉勻，一部分做底質大小分布分析，一部分做有機物含量分析。底質大小分布以自行設計之濕式底質分選機 (圖四) 將大於 0.061mm 之顆粒分級，小於 0.061mm 之顆粒以沈降速率法區分各顆粒大小；將各大小等級之顆粒區分後，置於錫箔碟內以 60°C 烘乾 24 小時後，記錄各粒徑級的乾重，換算成比例後，根據 Folk (1966) 求算中間度  $\Phi$  值 (Md $\Phi$ ) 與篩選係數 (Sorting coefficient)，公式如下：

$\Phi = -\log_2(\text{以mm爲單位的粒徑大小})$

$$\text{Md}\Phi = \frac{\Phi_{16} + \Phi_{50} + \Phi_{84}}{3}$$

$$\text{篩選係數} = \frac{\Phi_{84} - \Phi_{16}}{4} + \frac{\Phi_{95} - \Phi_5}{6.6}$$

有機物含量百分比的測計，乃將底泥置於 60°C 烘乾 24 小時並稱重後，再於 500°C 烘 2 小時，由減輕的重量估算之。根據 Inman (1951) 對底質平均粒徑的  $\Phi$  值之分類，將各採樣站之底質分類。鹽度與酸鹼度的採樣由採泥筒取出後自周圍滲入之間隙水測定。本研究另於一九九二年七月後之四次採樣季，以白金電極測定底質 5-10 公分深之底質間隙氧化還原電位；取底質間隙水靜置澄清後，以光度曲折計測鹽度，以電子式酸鹼度計測酸鹼度。一九九三年二月二十一日，同時測定滿潮期間各站泥表水層之溶氧量與鹽度。

## 統計分析

每一小筒的多毛類動物經鑑定、計數、秤濕重後得到的數據，由於每小站5小筒的變異係數常超過100%，乃先由每小筒的數據估計每平方公尺個體數和毫克數，個體數經 $\log(1 + \text{每平方公尺個體數})$ 之轉換，濕重則經 $\log(1 + \text{每平方公尺毫克數})$ 之轉換後，再進行統計分析。變方分析均以SYSTAT軟體進行，以雙向變方分析檢驗各小站之年間變化、季節變化及交感效應是否顯著，顯著水準設為 $\alpha = 0.05$ 。各站間各小站的比較，則以四向變方分析檢驗各種多毛類動物的區域、植群（地景）、年間變化、季節變化及交感效應是否顯著。各採樣站間之聚類分析，亦使用SYSTAT軟體，以多毛類之濕重為基礎，用皮爾森相關係數為指數，並以最短距離之平均連結法繪出各採樣站間之樹形圖。

## 結果

### 環境因子

根據臺灣省水利局在關渡的水位測站資料及環保署在關渡橋下的表層水水溫與溶氧量資料，自一九九一年一月至一九九三年五月間，月平均最大潮（平均每天的最大潮）在一九九一年之最大值在八月，一九九二年在五、六月或七月間（七月無資料），而最小值均在冬季十二、一、二月間（圖五）；每年水溫均以七月為最高，超過30°C，一月為最低，均小於18°C；而溶氧量的月變化則較不規則。

本研究於一九九三年二月二十一日分二組人員分別記錄關渡自然保留區潮流較強的淡水河岸區域(Exposer area, 簡稱 E 區)與潮流較強的潮溪區域(Shelterer area, 簡稱 S 區)之最高潮時間、表層水鹽度及底層水溶氧量, 結果顯示溶氧量與鹽度隨著潮汐而變化(圖六)。E 區之鹽度介於千分之22至26, 最高潮時的鹽度最高; S 區則介於千分之21至25之間, 亦於最高潮時呈現最高鹽度, 但最高潮時間約比 E 區延後30分鐘。溶氧量方面, E 區介於0.1至1.2之間, 變動很大; S 區的溶氧量則一直為0。

底質分析結果(表二)顯示, 各採樣站的底質顆粒粒徑、有機物含量相當穩定, 隨時間的改變較小, 但各地點間則有明顯的差異。底質顆粒均屬細泥(Silt)的範圍(Folk, 1966), 但各樣站仍有明顯差異。平均粒徑 $\Phi$ 值在 E 區介於4.7至5.9之間, 紅樹林成林之底質較細, 介於5.26至5.90, 蘆葦草澤則較粗, 介於4.71至5.04之間。S 區的底質較 E 區為細,  $\Phi$ 值介於6.00至6.64之間, 各站的差異較不明顯。底質有機物含量方面, S 區介於5.6%至10.4%之間, 普遍較 E 區介於4.8至8.2之間為高, 兩區的紅樹林又普遍較裸露泥灘與蘆葦草澤為高。

第二年度探測之氧化還原電位、鹽度、酸鹼度在各站均的變化如表三。氧化還原電位因地區、植群、季節而有不同, 在無植群的裸露泥灘, S 區的氧化還原電位介於-270mv至-300mv之間, 較 E 區介於-320mv至-380mv為低。兩區紅樹林在各季節的氧化還原電位均較裸露泥灘為高, 尤以紅樹林成林較明顯, 介於-260mv至+150mv之間。蘆葦草澤的氧化還原電位數值則普遍介於裸露泥灘與紅樹林的數值之間。底質水的鹽度介於千分之6至27之間, 各站鹽度普遍以四月最低, 一月次低, 七月與十月較高。在同一季節內, 紅樹林、蘆葦草澤的鹽度均較裸露泥灘為高。酸鹼度的

範圍介於6.1至8.1之間，主要差異為植群之間，兩區紅樹林成林與幼林的酸鹼度均低於裸露泥灘與蘆葦草澤。

## 多毛類動物

### 第一單元 種類

多毛類動物 (Polychata) 屬環節動物門多毛綱，調查期間共發現八種。其中，沙蠶科 (Nereidae) 有雙齒圍沙蠶 (*Perinereis aibuhitensis* Grube, 1878)、腺帶刺沙蠶 (*Neanthes glandicineta*, Southern 1921) 及單葉沙蠶 (*Namalycastis aibiuma*, Muller 1871) 三種；海稚蟲科 (Spionidae) 有印度錘稚蟲 (*Malacoceros indicus*, Fauvel 1928) 和 *Prionospio japonicus* 二種；纓鰓蟲科 (Sabellidae) 有纓鰓蟲 (*Laonome albicingillum*, Hsieh, 1994) 和 *Manayunkia sp.* 二種；小頭蟲科 (Capitellidae) 有 *Capitella sp.* 一種。

### 第二單元 個體數

本研究針對多毛類動物以圓筒定量採樣，換算為每平方公尺個體數與公克溼重。各樣站各季節之多毛類個體數如表四、圖七。在總個體數方面，以體型較小的 *Manayunkia sp.* 與小頭蟲科種類為優勢，纓鰓蟲、腺帶刺沙蠶、*Prionospio japonicus* 亦有相當數量，尤以 *Manayunkia sp.* 在 E 區的紅樹林一、四月的數量常高達每平方公尺十萬隻以上為最多。以四向變方分析檢定體型較小的三種多毛類個體數在不同年度、季節、區域及地景 (植群狀況) 有無顯著差異 (表五)，結果顯示 *Manayunkia sp.* 在區域變化上，E 區顯著較多，地景上又以紅樹林成林、幼林顯

著較裸露泥灘與蘆葦草澤為多；在時間變化上，第二年度顯著較多，一、四月顯著較多。*Capitella sp.*的分布偏向E區、裸露泥灘；其年間與季節變化均顯著，但與空間變化有交感效應，亦即不同樣站的時間變化不同。*Prionospio japonicus*的數量在E區與S區的差異不顯著，但在裸露泥灘顯著高於植群區，其在第二年度出現較多，且集中出現在一月份。

以皮爾森相關係數為基礎，做八個樣站在八個季節共64個單位的種類組成樹枝狀圖（圖八），A群以*Manayunkia sp.*為優勢種，分布於紅樹林幼林與成林的一、四月為主，E區與S區的蘆葦草澤及S區的裸露泥灘亦在一月份曾以*Manayunkia sp.*為優勢種。B群的B1以纓鰓蟲為優勢種，包括S區裸露泥灘在多毛類數量極少的七、十月份與在E區裸露泥灘多毛類數量極多的一、四月份；B2群則為小頭蟲、纓鰓蟲、腺帶刺沙蠶、*Manayunkia sp.*均有相當數量的情況，以兩區的裸露泥灘為主。C群以小頭蟲、腺帶刺沙蠶為共優勢種，C1群以小頭蟲為第一優勢，包括之單位較為複雜，各年度、季節、區域、植群均有。C2群則以腺帶刺沙蠶為優勢，集中在E區的蘆葦草澤。D群則以單葉沙蠶為優勢種，集中在S區紅樹林、蘆葦草澤內，但這些樣站的四月份均不包括於此群。

### 第三單元 溼重

各樣站各季節的多毛類動物溼重如表六、圖九。各樣站之溼重多以纓鰓蟲、腺帶刺沙蠶、單葉沙蠶三種體型較大的多毛類為主。E區的裸露泥灘在一、四月時，總溼重高達每平方公尺50公克以上。以四向變方分析檢定體型較大的三種多毛類溼重在不同年度、季節、區域及地景（植群狀況）有無顯著差異（表七），結果顯示纓鰓蟲溼重的年間差異不顯著，但季節變化顯著，各樣站普遍以一、四月較

多，十月較少；在空間上以裸露泥灘較多，E區又較S區為多。腺帶刺沙蠶溼重之年間變化亦不顯著而季節變化顯著，但各區域、植群的變化模式顯著不同，其在E區的數量顯著較S區為多，在E區各站普遍分布，但以裸露泥灘與蘆葦草澤較紅樹林為多。單葉沙蠶的數量集中於S區的蘆葦草澤、紅樹林，年間、季節變化均顯著，普遍以四月份的數量最低。其他種類方面，雙齒圍沙蠶曾在第一年度四月的E區蘆葦草澤達每平方公尺5.3公克，但在其餘樣站與季節均不到0.5公克。印度錘稚蟲在E區普遍分布，但在S區則很少。*Manayunkia sp.*、*Capitella sp.* 及 *Prionospio japonicus* 溼重的變化趨勢與其個體數的變化趨勢相近，*Manayunkia sp.* 其在E區紅樹林幼林內第一年度的一月曾達每平方公尺14.3公克為最高。*Capitella sp.* 曾在E區裸露泥灘第一年度的七月高達每平方公尺14.5公克。*Prionospio japonicus* 僅在E區裸露泥灘第二年度的一月及S區裸露泥灘第二年度的一月超過每平方公尺1.0公克溼重。

以皮爾森相關係數為基礎，對各樣站各季節的多毛類動物溼重做群團分析結果如圖十。A群共27個單位，包括S區蘆葦草澤、紅樹林幼林、成林的各個季節的24個單位，而E區僅在第二年度紅樹林幼林的十月、紅樹林成林的十月、一月屬於此群，經對照表六、圖九，這些單位均以單葉沙蠶為優勢種。B群共六個單位，均為E區有植群處的一月或四月，這些單位並非以單葉沙蠶、腺帶刺沙蠶或纓鰓蟲為優勢種，可再依種類組成區分為以印度錘稚蟲為主的B1群，此小群均屬第二年度，包括蘆葦草澤一月、紅樹林幼林一月與四月、紅樹成林的四月。B2群則以小型種*Manayunkia sp.* 和*Capitella sp.* 為優勢，包括第一年度一月份的E區紅樹林幼林與紅樹成林。C群共31個單位，其優勢種類以纓鰓蟲、腺帶刺沙蠶為主，可再依

各種類優勢程度的不同區分為三大群。其中，C1群共5個單位，含有較高比例的 *Capitella sp.*，包括E區裸露泥灘第一年度的七月、蘆葦草澤第一年度的一月、紅樹林成林第一年度的七、四月及S區的裸露泥灘第二年度的四月。C2群共14個單位，以腺帶刺沙蠶為優勢種，但有些單位與纓鰓蟲共優勢，包括E區蘆葦草澤除了第一年度一月之外的7個單位，裸露泥灘第一年度的十月、一月及第二年度的四月，紅樹林幼林區第一、二年度的七月，成林區第二年度的七月，以及S區第一年度的七、十月。C3群共12個單位，以纓鰓蟲為優勢種，包括E區裸露泥灘第一年度四月、第二年度七、十、一月，紅樹林幼林第一年度的十月、四月，紅樹林成林區第一年度的十月，以及S區裸露泥灘第一年度的一、四月與第二年度的七、十、四月。

#### 第四單元 各種類的時空分布

平均八個季節多毛類動物的溼重或個體數結果，各樣站所佔多毛類動物的百分比如表八，各種多毛類動物在各樣站的百分比如表九，以雙向變方分析測驗各種多毛類動物在各樣站的年間變化與季節變化結果如表十。

腺帶刺沙蠶在各站的平均溼重為每平方公尺3.4克，主要集中在E區，尤以裸露泥灘佔48%最多，但其在蘆葦草澤的優勢程度較高，佔整體多毛類溼重的56%。腺帶刺沙蠶在E區的年間變化均不顯著，季節變化則在裸露泥灘、紅樹林內均呈顯著，以十月時較少；在蘆葦草澤的季節變化不顯著。雙齒圍沙蠶的數量稀少，並集中於E區的蘆葦草澤。印度錘稚蟲的數量亦不多，各站總平均僅約每平方公尺0.6克，主要分布於E區的裸露泥灘與紅樹林幼林，其季節變化均不顯著，但在紅樹林幼林內其佔13%的多毛類總溼重，並呈顯著的年間變化，以第二年度顯著較

多。纓鰓蟲的總平均溼重達每平方公尺5.1克，主要分布於E區的裸露泥灘（61%），其次為S區的裸露泥灘（19%），此兩樣站之年間變化均不顯著，但季節變化顯著，一、四月顯著較七、十月為多；其在E區的蘆葦與紅樹林內亦佔相當的比例，但年間與季節變化均不顯著。小型種的*Manayunkia sp.*之個體數集中於E區紅樹林幼林（67%）與成林（27%），在這兩個樣站內其個體數的季節變化顯著，兩個年度均集中於一、四月份大量出現。*Capitella sp.*在E區的數量較S區為多，兩區又均以裸露泥灘數量較多，其中E區的裸露泥灘即佔42%，其季節變化與年間變化均呈顯著，亦即個體數的季節變化大，但每年的變化趨勢顯著不同。*Prionospio japonicus*的分布集中於兩區的裸露泥灘，其中S區裸露泥灘即佔61%，其個體數量顯著集中在一月，第二年又顯著較第一年為多。單葉沙蠶的總平均溼重達每平方公尺4.8克，其數量集中在S區蘆葦、紅樹幼林及紅樹成林三樣站內，在這些樣站呈極高的優勢，分別佔有80、88、95%的多毛類總溼重；其在這些樣站呈顯著季節變化，以四月份時的數量最少，年間變化則均不明顯。各樣站八個季節的多毛類總溼重，以E區裸露泥灘的每平方公尺44.5公克遠較其他各站為高，其他各站的總溼重介於E區紅樹成林的每平方公尺7.8克至S區紅樹幼林的15.7克之間。總溼重的季節變化在裸露泥灘均顯著，以一、四月較多；在S區的紅樹林亦呈顯著，但以四月最少。

#### 甲殼類動物

調查區內共發現沙蟹科（*Ocypodidae*）的網紋招潮蟹（*Uca arcuata* De Haan）、白扇招潮蟹（*Uca lactea* De Haan）、黃螯招潮蟹（*Uca vocans borealis*

Crane)、角眼切腹蟹(*Tmethypocoelis ceratophora* Koelbel)、台灣泥蟹 (*Ilyoplax formosensis* Rathbun)。方蟹科 (Grapsidae) 的雙齒近相手蟹 (*Sessarma bidens* De Haan)、無齒螳臂蟹(*Chiromantes dehaani* H. Milne Edwards)、利奇厚蟹 (*Helice leachi* Hess)、台灣厚蟹(*Helice formosensis* Rathbun)、伍氏厚蟹(*Helice wuana* Rathbun)。泳蟹科 (Protunidae) 的鋸緣青蟬 (*Scylla serrata* Forskal)。槍蝦科 (Alpheidae) 的槍蝦 (*Alpheus edwardsii* Audouin)。端腳類Corophiidae 科的 *Corophium sp.*。

白扇招潮蟹的分布區域集中於E區潮位較高、砂質成份較高的裸露泥灘或紅樹林邊緣，在關渡自然保留區內的數量不多，常成小片聚集分布。網紋招潮亦屬高潮位種類，為紅樹林內及附近裸露泥灘的優勢種。黃蟹招潮蟹分布於較低潮位，在淡水河河道坡面及潮溪出口處的坡面數量很多。角眼切腹蟹與台灣泥蟹在E區紅樹林邊緣與裸露泥灘地附近較常見，尤以角眼切腹蟹較為常見。雙齒近相手蟹為紅樹林及蘆葦草澤內常見的蟹種，在E區較多。無齒螳臂蟹亦以植群區為主，但其在S區較E區為常見。利奇厚蟹在紅樹林內較為常見，台灣厚蟹、伍氏厚蟹則較少採獲。鋸緣青蟬的洞穴在潮溪坡面偶而可見。槍蝦在E區的紅樹林內亦有分布，但不常見。端腳類的*Corophium sp.* 在E區的一月曾有出現。

## 其他動物

雙翅目 (Diptera) 昆蟲，其分類仍不清楚。包括Dolichopodidae、Psychodidae、Empididae及Chironomidae 的種類，其分布以S區較多。

螺貝類Iravidiidae科的*Iravadia sp.*集中於關渡的草澤內，少部分在紅樹林區。

燒酒螺 (*Batillaria sp.*) 在關渡泥灘較常見。

環節動物門的貧毛類動物亦很常見，各樣站均有採獲，但分類尚不清楚。

線蟲的種類亦不詳，以0.5mm篩網選取，可能因網目太大，導致採獲的數量很少。

## 討論與建議

關渡自然保留區的植群演替明顯而迅速，紅樹林不斷向裸露泥灘、蘆葦草澤、茫茫鹹草擴張（劉與賴，1982；Webster，1988；呂，1992）。由本研究顯示，裸露泥灘與蘆葦草澤、紅樹林的多毛類動物有顯著差異。可見當地的植群演替將對多毛類動物產生影響，而其影響也有地區性的差異。在潮溪出口一帶的E區裸露泥灘的多毛類生物量（溼重）較多，以纓鰓蟲、腺帶刺沙蠶為優勢種，若演替為蘆葦草澤、紅樹林將使生物量減少，但小型種的*Manayunkia sp.* 大量增加，而使多毛類的總個體數增加。多毛類總溼種在潮溪內S區的裸露泥灘與蘆葦草澤、紅樹林的差異較不明顯，但種類組成則不同，裸露泥灘仍以纓鰓蟲為主，植群區內則以單葉沙蠶為優勢。

紅樹林與草澤為潮間帶的特有地貌，而一特有地貌對底棲動物而言可被視為存在著多項影響棲地的環境因子（Sebens，1991），關渡自然保留區的植群演替對多毛類動物的影響亦可能同時透過多項途徑，如增高底質高度、改變水流形式、遮陽、緩和溫度、減少底泥水分蒸發、增加底泥有機物、細化底泥、氧化底泥，以及增加地形遮蔽程度等。植群有增高底質高度的作用（Warren & Niering，1993），

而使淹水時間縮短，可能影響底棲動物的分布（Kuenzler，1961；Icely & Jones 1978；Coull et al.,1979；Alongi，1987；Miron & Desrosiers，1990），而多毛類的呼吸、攝食、生殖等活動更主要在有水時進行（Warren，1984）。本研究中，纓鰓蟲的分布偏向較低潮位的裸露泥灘，而在較高潮位的 E 區蘆葦草澤、S 區紅樹幼林與成林均極少，可能受底質高低的影響。植群可能影響浮游幼生的定著，Eckman(1983)研究指出 *Manayunkia sp.* 幼生的定著，不論在高潮位或低潮位，均較少在植株旁，而偏向植株間無草的泥灘。此種現象或可說明本研究中 *Manayunkia sp.* 偏向植株間空隙較大的紅樹林，而在植株空隙小的蘆葦與茫茫鹹草數量顯著較少。

紅樹林和草澤會增加底質有機物含量（高 & 李, 1985; Mitsch & Gosselink,1986）。本研究中，紅樹林的存在明顯增加竹圍沙灘的有機物含量。對 Day et al (1989)整理指出草澤內的底棲動物以碎食者為主要攝食功能群，而根據 George(1984)對 *Capitella sp.* 及 Fauchald & Jumars(1979)對多毛類食性之整理，本研究中紅樹林與草澤內亦以碎食者為主。碎食者的分布可能與有機物含量有關，Moverley 等人（1986）研究澳洲一河口域多毛類群聚的長期變化指出，隨著有機碎屑的增加，多毛類的食性由移動型的泥表碎食者，轉移至定點型的泥表碎食者，再轉移至底內型的碎食者；本研究三種生物量佔優勢的多毛類動物中，纓鰓蟲之外形似濾食者，但由野外之觀察，當潮水剛浸濕泥表或泥表留有一層水膜的情況下，此種動物即伸出其觸手冠，由實驗室解剖顯微鏡的觀察，當水很淺時，其有自泥面輸送顆粒入口的現象，而加水至一定深度後，此種動物才主要由水層中濾食，故其兼具濾食與碎食。濾食者雖通常分布在較穩定的底質中（Rhode & Young，

1970)，在關渡紅樹林與草澤內的泥灘表面呈灰白，但裸露泥灘全年可見密布綠色或金黃色的底棲藻類，而底棲藻類可提高底泥穩定度（Ginsburg & Lowenstam，1958），故有利濾食。因此，關渡裸露泥灘也可能較植群區的底泥穩定度高，而使纓鰓蟲數量較多。腺帶刺沙蠶常以頭部伸出泥表覓食，屬於定點型的泥表碎食者，其分布在裸露泥灘較多，但在蘆葦、紅樹林內亦很普遍。單葉沙蠶集中分布於有機物含量最高的關渡潮溪內 S 區之紅樹林與蘆葦內，由實驗室內與野外觀察顯示，單葉沙蠶以頭部深入底泥，尾肛及後體節（具發達的鰓）常在泥面緩緩擺動，應屬底內型的碎食者。因此，植群的出現可能透過改變攝食功能群，而改變多毛類的種類組成。

紅樹林與蘆葦草澤也有遮阻潮流的作用而影響底質顆粒的沈積，致使底泥細化。Hsieh(in press)研究淡水河河口竹圍潮溪溪邊與淡水河河岸裸露泥灘多毛類動物之比較，指出指出底質顆粒大小扮演重要角色，印度錘稚蟲較纓鰓蟲偏向分布於較大之底質顆粒。本研究之 S 區位於潮溪溪邊，底質顆粒較 E 區為細，可能為造成兩區種類組成不同的原因。將各樣站之底質顆粒大小與多毛類之種類組成作一比較，單葉沙蠶、*Prionospio japonicus* 為偏向底質最細之種類，印度錘稚蟲與雙齒圍沙蠶為偏向底質較粗之種類，*Manayunkia sp.*、*Capitella sp.*、纓鰓蟲、腺帶刺沙蠶則介於之間。

紅樹林與草澤的遮陽作用除了可能影響底棲藻類數量而影響多毛類動物外，應有緩和溫差，進而影響底泥間隙水蒸發、有機物的分解及底泥氧化還原電位的作用，而這些因素可能對底棲動物造成熱害、旱害與毒害（Newell，1976；Pearson & Rosenberg，1978；Hummel et al., 1986；Miron & Desrosiers，1990）。淡水河

河口位於亞熱帶，夏季每日最高氣溫多超過30°C，對潮間帶底棲動物而言可能是一項威脅，本研究中裸露泥灘的多毛類動物到了七月時明顯減少，過了夏季至十月時達最低。但紅樹林與草澤的季節變化則有不同，多毛類動物在七、十月並非數量最少的季節，此也可能與植群緩和底泥溫度有關。

紅樹林與草澤的根系具氧化底質的作用 (Howes.,1981；邱，1992)，而可減少硫化氫等有毒物質的產生 (Fenchel & Riedl, 1970)，可能亦為植群影響多毛類種類組成的途徑。Teal & Wieser (1966) 研究顯示線蟲的數量與根量成正比，並認為根系有氧化無氧底質的作用，使線蟲集中於該處。本研究中，紅樹成林根系附近的底泥常呈黃色的氧化狀態，氧化還原電位明顯較黑色或灰色的裸露泥灘為高，也可能影響多毛類動物的分布。

在溫帶、亞熱帶地區於夏、秋季溫度較高時，河口和地形較遮蔽的港灣，常發生低氧或缺氧的情況，使泥底質的底棲動物數量遽減 (Moore,1978；Garlo, et al.,1979；Santos & Simon,1980a,b；Jorgenson,1980；Harper, et al, 1981；Fitzhugh, 1984；Justic et al., 1987；Llanso',1992；Dauer, et al.,1993)。巫與廖 (1990) 的調查結果亦顯示，淡水河河道內的多毛類動物在七、八、九、十月份的數量明顯較其他月份為少。Hsieh(in press)亦發現泥質的竹圍潮間帶多毛類族群呈季節之變化。Llanso'(1992)在河口域潮下帶的研究顯示多毛類之個體數和種類數在夏季時亦有往上游漸減的趨勢。本研究在潮溪出口的E區與潮溪內S區均屬潮流較弱的泥底質區，此可能造成E區裸露泥灘在七月時的數量銳減，經過了夏季，十月時的數量最少，直到冬季可能因其具有高生殖潛力而又遽增，纓鰓蟲與腺帶刺沙蠶在一月的數量均屬最多，但體型均較小，到了四月雖個體較少，但因體型增大而使生物量達

到最大，兩個年度呈現相似趨勢。S區的裸露泥灘之底泥更細，氧化還原電位更低，可能促使其更早讓纓鰓蟲無法忍受，而使其數量提早在四月份時即急遽減少。因此關渡自然保留區多毛類在裸露泥灘的季節變化可能與當地溶氧的季節變化有關。

本研究中紅樹林與草澤的季節變化多不明顯，且未以七、十月為最少，在溶氧較差的S區，更以十月的重量最多，單葉沙蠶為當地的獨占種類，由氧化還原電位資料顯示，除了紅樹成林有明顯提高氧化還原電位外，紅樹幼林、蘆葦對氧化還原電位的影響均不明顯，因此可能與單葉沙蠶本身較耐強還原性的底泥有關。

關渡自然保留區內的螃蟹相亦很豐富，由初步採集結果可知各種類的空間分布亦有區隔，但其數量及季節變化則有待進一步研究。

關渡裸露泥灘地多毛類的季節變動可能會影響候鳥的遷移。候鳥在十月份即陸續前來淡水河口棲息，但在二、三月間才大量增加，以濱鷸 (*Calidris alpina*) 的數量最多，但之後則又很少，(林，1988；中華民國野鳥學會，1992)；莊與曹(1989)調查顯示濱鷸在淡水河河口的族群主要集中在關渡，其體重在11月到關渡泥灘後一直沒有明顯增加，而在二月底開始明顯上升，至三月中旬其遷移他處的短短兩個星期內，體重約增加四分之一。而多毛類動物常是濱鷸的主要食物 (Pienkowski, 1982)，其在關渡河道旁裸露泥灘的生物量在一月與四月均很多，遠較七、十月為多，亦遠較其他各站的裸露灘地、紅樹林及草澤為多，此可能是吸引濱鷸前來的原因。因此，水筆仔紅樹林持續入侵關渡河道旁裸露泥灘地將使現存的大片裸露泥灘地逐漸縮小，並使冬、春季多毛類的生物量減少，而不

利濱鸕等水鳥前來覓食，如此對關渡賞鳥資源可說是一項損失，建議政府採取有效措施抑制關渡自然保留區內的水筆仔紅樹林繼續向淡水河河道旁的裸露泥灘擴張。

## 參考文獻

- 中華民國野鳥學會 1992 淡水河岩岸濕地鳥類調查（一）。中華民國野鳥學會鳥類保育叢刊第1號，77頁。
- 行政院環保署 1992 淡水河系污染整治計劃評估與問題探討評估報告。行政院環境保護署出版。
- 呂宗信 1992 淡水河口水筆仔與蘆葦兩植叢間演替機制之探討。國立台灣大學植物學研究所碩士論文 81頁。
- 邱志郁 1992 淡水河口沼澤生態系之研究（10）紅樹林土壤微生物碳素及氮素量之測定。國科會研究計劃摘要 NSC80-0421-B001-10Z。
- 巫文隆、廖國焱 1990 底棲動物—淡水河整治前後的指標生物。科學月刊20(1): 914-917。
- 林曜松 1988 關渡自然公園細部規劃。台北市政府建設局 475頁。
- 林曜松、呂光洋、陳明義、陳擎霞 1987 亞洲濕地與水鳥保育國際會議與考察報告。農委會特刊第十二號。
- 莊永泓、曹美華 1989 東亞國際候鳥繫放先驅計劃。農委會，77年生態研究報告第024號，95頁。

- 高世和、李復雪 1985 九龍江口紅樹區大型底棲動物群落生態之研究。台灣海峽，4(2):179-191。
- 張瑞津、石再添、高麗珍、曾正雄 1986 基隆河感潮研究。地理學研究。10:1-20.
- 張瑞津、石再添、高麗珍、曾正雄 1987 淡水河下游的水文地理研究：第一年度研究報告。地理學研究 11:69-111.
- 張瑞津、石再添、周坦弘、曾正雄 1988 淡水河一大漢溪及新店溪感潮之研究。地理學研究。12:61-90.
- 張瑞津、石再添、曾正雄、陳美鈴、高鵬飛 1989 淡水河下游感潮的研究。地理學研究 13:1-55.
- 堀越增興、菊池泰二 1976 海洋科學基礎講座之五--底棲生物。東海大學出版會刊，東京，451頁。
- 雷淇祥 1989 淡水河口沼澤生態系的動物性浮游生物。科學月刊 20(1):904-907。
- 劉棠瑞、賴明洲 1982 竹圍水筆仔紅樹林來源的探討。中華林學季刊 15：85-86。
- Alongi, D.M. 1987 The influence of mangrove-derived tannins on inter-tidal meiobenthos in tropical estuaries. *Oecologia*, 71:537-540.
- Alongi, D.M. and A.Sasekumar 1993 Benthic communities. In: A.I. Robertson, and D.M. Alongi (eds) *Tropical Mangrove Ecosystems*. American Geological Union press. 137-172 pp.

- Ambrose, Jr. W.G. 1986 Estimate of removal rate of *Nereis virens* (Polychaeta: Nereidae) from an intertidal mudflat by gulls (*Larus spp.*). *Marine Biology*, 244-247pp.
- Arntz, W.E., 1980 Predation by demersal fish and its impact on the dynamics of macrobenthos. in K.R. Tenore & B.C. Coull (eds), *Marine benthic dynamics*. The university of South Carolina Press. The Belle W. Baruch Library in marine science 11:121-149.
- Bell, S.S. M.C. Watzin and B.C. Coull 1978 Biogenic structure and its effect on the spatial heterogeneity of the meiofauna in a salt marsh. *J. Exp. Mar. Biol.* 35(2):99-107.
- Clark, J. 1974 Coastal ecosystems - Ecological considerations for management of the coastal zone. The Conservation Foundation Press. Washington, D. C., 178pp.
- Connell, J.H. 1978 Diversity in tropical rainforests and coral reefs. *Science*, 199:1302-1310.
- Coull, B.C. and S.S. Bell 1979 Perspective of marine meiofaunal ecology. In Livingston, R.J., ed. *Ecological Processes in Coastal and Marine Systems*. *Marine Science* Vol. 10. Plenum Press, N. Y. pp. 189-216.
- Coull, B.C., S.S. Bell., A.M. Savory., and B.W. Dudley 1979 zonation of meiobenthic copepods in a southeastern United States salt marsh. *Estuar. Coast. Mar. Sci.* 9(2):181-188.
- Daiber, F.C., 1982, *Animals of the tidal marsh*. Van Nostrand Reinhold Company, New York., 422pp.

- Dauer, D.M., M.W. Luckenbach and A.J. Rodi, Jr. 1993 Abundance biomass comparison (ABC method): effects of an estuarine gradient, anoxia/hypoxic events and contaminated sediments. *Marine biology*, 116:507-518.
- Day, J.W., C.A.S. Hall., W.M. Kemp and Alejandro Yannes-Arancibia, 1989, Estuarine ecology. John Wiley & Sons publication. 558pp.
- Diaz, R.J. 1989 Pollution and tidal benthic communities of the James River Estuary, Virginia. *Hydrobiologia*, 180:195-211.
- Eckman, J.E. 1983 Hydrodynamic processes affecting benthic recruitment. *Limnol. Oceanogr.*, 28(2):241-257.
- Ellias, R. 1992 Quantitative benthic community structure in Blanca Bay and its relationship with organic enrichment. *Mar. Ecol.* 13(3):189-201.
- Evans, P.R., & P.J. Dugan 1984 Coastal birds: numbers in relation to food resources in Evans, P.R., J.D. Goss-Custard & W.G. Hale (eds), *Coastal waders and wildfowl in winter*. Cambridge University Press of London, 8-28pp.
- Fauchald, K. and P.A. Jumars 1979 The diet of worms: A study of polychaete feeding guilds. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 17:193-284.
- Fenchel, T. and R.J. Riedl 1970 The sulfide system: a new biotic community underneath the oxydized layer of marine sand bottoms. *Mar. Biol.* (7):255-268.
- Fitzhugh, K. 1984 Temporal and spatial patterns of the Polychaete fauna on the central Northern Gulf of Mexico continental shelf. in P.A. Hutchings (ed.), *Proceedings of the First International Polychaete Conference, Sydney*, published by The Society of New Wales, 211-225pp.

- Folk, R.L. 1966 A review of grain size parameters. *Sedimentology*, 6:73-93.
- Garlo, E.V., C.B. Milstein & A.E. Jahn 1979 Impact of hypoxia conditions in the vicinity of Little Egg Inlet, New Jersey in summer 1976. *Estuarine and Coastal Marine Science* 8, 421-432.
- George, J.D., 1984, The behaviour and life history of a mangrove-dwelling capitellid (Polychaeta). in P.A. Hutchings (ed.), *Proceedings of the First International Polychaete Conference, Sydney*, published by The Society of New Wales, 323-337pp.
- Ginsburg, R.N. and H.A. Lowenstam 1958 The influence of marine bottom communities on the depositional environment of sediments. *J. Geol.*, 66:310-318.
- Goss-Custard, J.D. 1977 The energetics of prey selection by redshank, *Tringa totanus* (L.) in relation to prey density. *J. Anim. Ecol.* 46:1-19. 46:151-165.
- Harper, D.E., L.D. McKinney, Salzer, R.R., & R.J. Case., 1981, The occurrence of hypoxia bottom water off the Texas coast and its effect on the benthic biota. *Contr. Mar. Sci.*, 24:53-79.
- Howes, B.L. 1981 Oxidation-reduction potentials in a salt marsh: Spatial patterns and interactions with primary production. *Limnol. Oceanogr.* 26(2):350-360.
- Hsieh, H.L. (In press) Spatial and temporal patterns of polychaete communities in a subtropical mangrove swamp: influences of sediment and microhabitat. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*

- Hummel,D., A.Meijboom and L.de Wolf 1986 The effects of extended periods of drainage and submersion and mortality of benthic animals. J.Exp.Mar.Biol.Ecol. 103:251-266.
- Hutchings,P. & P.Saenger 1987 Ecology of Mangroves. Queensland University Press., 388 pp.
- Icely,J.D. & D.A.Jones 1978 Factors affecting the distribution of the Genus Uca (Crustacean: Ocypodidae) on an East African shore. Estr. Coast. Mar.Sci. 6:315-325.
- Inman,Douglas L.1952 Measuring for describing the size distribution of sediment. J. Sediment. Petrol.,22(3):125-145.
- Jorgenson,B.B. 1980 Seasonal oxygen depletion in the bottom waters of a Danish fjord and its effect on the benthic community. OIKOS, 34(1): 68-76.
- Kuenzler,E.J. 1961 Structure and energy flow of a mussel population in a Georgia salt marsh. Limnol.Oceanogr. 6(2):191-204.
- Lindall,W.N. 1973 Alterations of estuaries of South Florida: a threat to its fish resources. Mar. Fish. Rev. 35:26-33.
- Llanso',R.J. 1992 Effects of hypoxia on estuarine benthos:the lower Rappahannock River(Chesapeake Bay), a case study. Estuarine, Coastal and Shelf Science,35:491-515.
- McIntyre, A.D. 1970 The range of biomass in intertidal sand, with special reference to the bivalve *Tellina tenuis*. J.mar. biol. Ass.U.K. 50:561-575.

- Miron, G.Y. & G.L.Desrosiers 1990 Distributions and population structure of two intertidal estuarine polychaetes in the lower St. Lawrence Estuary, with special reference to environmental factors. *Mar. biol.*, 105:297-306.
- Mitsch, W.J. and Gosselink, J.G. 1986 *Wetlands*. Van Nostrand Reinhold Company, New York., 539pp.
- Moore, D.M. 1978 Seasonal changes in distribution of intertidal macrofauna in the Lower Mersey Estuary, U.K. *Estuarine and Coastal Marine Science*, 7:117-125.
- Moverley, J.H., P.Saenger and M.A.Curtis 1986 Patterns of polychaete recolonization in Queensland subtropical estuaries following severe flooding. *Hydrobiologia* 134: 227-235.
- Newell, R.C. 1976 Adaptation to intertidal life. In R.C.Newell(Ed) *Adaptation to environment*. 1-82pp. Butterworths Press. 1-82pp.
- Nixon S.W. 1980 Between coastal marshes and coastal waters - a review of twenty years of speculation and research on the role of salt marshes in estuarine productivity and water chemistry. In P. Hamilton and K. Macdonald (Eds.), *Estuarine and Wetland Processes*. Plenum Press, New York, pp.437-525.
- Odum, E.P. 1980 The status of three ecosystem-level hypothesis regarding salt marsh estuaries: tidal subsidy, outwelling, and detritus-based food chains. In V. Kennedy(Ed.), *Estuarine Perspective*. Academic, New York, pp. 485-495.
- Pearson, T.H. and R.Rosenberg 1978 Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. rev.*, 16,229-311.

- Penas, E. and G. Gonzalez 1983 Relationships between benthic infauna and environmental factors in three beaches of the Ria De Arosa embayment (Spain) using canonical correlation analysis. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 68:245-256.
- Pienkowski, M.W. 1982 Diet and energy intake of Grey and Ringed plovers, *Pluvialis squatarola* and *Charadrius hiaticula*, in the non-breeding season. *J. Zool. Lond.* 197:511-549.
- Rakocinski, C.F., R.W. Heard, S.E. LeCroy., J.A. McLelland and T. Simon 1993 Seaward change and zoonation of the sandy-shore macrofauna at Perdido Key, Florida, U.S.A. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 36:81-104.
- Rhoads, Donald C. and David K. Young 1970 The influence of deposit feeding organisms on sediment stability and community trophic structure. *J. Mar. Res.*, 28:150-178.
- Santos, S.L. and J.L. Simon 1980a Marine soft-bottom community establishment following annual defaunation: Larval or adult recruitment? *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 2:235-241.
- Santos, S.L. and J.L. Simon 1980b Response of soft-bottom benthos to annual catastrophic disturbance in a South Florida estuary. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 3:347-355.
- Sebens, K.P., 1991, Habitat structure and community dynamics in marine benthic systems. in *Habitat Structure - The physical arrangement of objects in space* (Bell, S.S., E.D. McCoy & H.R. Mushinsky eds.) Chapman and Hall Press. 211-234pp.

- Teal, J.M. and W. Wieser 1966 The distribution and ecology of nematodes in a Georgia salt marsh. *Limnol. Oceanogr.* 11:217-222.
- Turner, R.E. 1977 Intertidal vegetation and commercial yields of Panaeid shrimp. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 106(5):411-416.
- Warren, L.M., 1984, How intertidal polychaetes survive at low tide. in P.A. Hutchings (ed.), *Proceedings of the First International Polychaete Conference, Sydney*, published by The Society of New Wales, 238-253pp.
- Warren, R.S. & W.A. Niering 1993 Vegetation change on a Northeast tidal marsh: interaction of sea-level rise and marsh accretion. *Ecology*, 74(1):96-103.
- Webster, L. 1987 Vegetation change in Guan Du Marsh, Taiwan 1978-1985. 林曜松編 關渡自然公園細部規劃 415-426 pp. 台北市政府建設局委託報告。
- Wieser, W. 1958 The effect of Grain size on the distribution of small invertebrates inhabiting the beaches of Puget Sound. *Limnol. Oceanogr.* 4:181-184.
- Wieser, W. and J. Kanwisher 1961 Ecological and physical studies on marine nematodes from a small salt marsh near Woods Hole, Massachusetts. *Limnol. Oceanogr.* 6:262-270.
- Wolanski, E., Y. Mazda and P. Ridd 1993 Mangrove hydrodynamics. In: Robertson, A.I. and D.M. Alongi (Eds) *Tropical Mangrove Ecosystems*. American Geological Union press. No.3:43-62 pp.
- Woodroffe, C. 1993 Mangrove sediment and geomorphology. In: A.I. Robertson, and D.M. Alongi (Eds) *Tropical Mangrove Ecosystems*. American Geological Union press. No.2:7-42 pp.

表一 底棲動物採集樣站的名稱、縮寫、環境概況

採樣站名稱	縮寫名	潮流強度 (與海口距離)	植群類別
Exposer mud-flat	EMF	較強(8.8公里)	裸露泥灘
Exposer reed marsh	ERM	較強(8.8公里)	蘆葦草澤
Exposer seedling mangroves	ESM	較強(8.8公里)	紅樹林幼林(小於三年生)
Exposer mature mangroves	EMM	較強(8.8公里)	生紅樹成林(大於五年生)
Shelterer mud-flat	SMF	較弱(10.7公里)	裸露泥灘
Shelterer reed marsh	SRM	較弱(10.7公里)	蘆葦草澤
Shelterer seedling mangroves	SSM	較弱(10.7公里)	紅樹林幼林(小於三年生)
Shelterer mature mangroves	SMM	較弱(10.7公里)	生紅樹成林(大於五年生)

**Table 2 The average tidal height(cm), median particle size(phi), organic content(%) and of surficial sediments 5-10 cm depth from July 1991 to April 1993 at eight stations.**

Location Landscape Item	Exposer area				Shelterer area			
	nude Mudflat	Reed Marsh	Seedling Mangroves	Mature Mangroves	nude Mudflat	Reed Marsh	Seedling Mangroves	Mature Mangroves
<b>Tide height(cm)</b>	68	93	72	78	53	47	81	78
<b>Median particle size (phi)</b>								
July 1991	5.46	4.72		5.51	6.25	6.33	6.34	6.41
October 1991	5.54	4.88	5.24	5.90	6.28	6.64	6.64	6.47
January 1992	5.65	4.51	5.44	5.59	6.29	6.42	6.07	6.47
April 1992	5.13	4.71	4.51	5.27	6.41	6.00	6.33	6.52
July 1992	5.16	4.91	5.47	5.26	6.43	6.34	6.17	6.40
October 1992	5.27	4.95	5.48	5.44	6.38	6.10	6.38	
January 1993	4.78	5.04	5.58	5.45	6.34	6.07	6.22	6.29
April 1993	5.15	5.00	5.52	5.32	6.33	6.06	6.32	6.08
Average	5.3	4.8	5.3	5.5	6.3	6.2	6.3	6.4
<b>Organic content (%)</b>								
July 1991	5.8	6.2		7.7	6.1	7.3	9.3	8.5
October 1991	5.9	5.1	6.6	6.2	7.1	5.7	7.6	8.9
January 1992			6.6		6.8			8.4
April 1992	6.2	6.1	5.7	7.9	6.7	6.9	8.7	8.4
July 1992	5.1	5.4	6.2	7.7	5.6	8.0	10.4	9.1
October 1992	5.1	5.2	6.3	8.2	6.5		10.3	7.7
January 1993	4.8	4.2	6.3	6.1	5.7	6.1	8.4	9.0
April 1993	4.9	5.4	6.9	7.4	6.2	6.9	9.0	8.2
Average	5.4	5.4	6.4	7.3	6.3	6.8	9.1	8.5

Table 3 The average redox potential (mv), salinities(%), and pH value of eight stations from July 1992 to April 1993.

Location Landscape Item	Exposer area				Shelterer area			
	nude Mudflat	Reed Marsh	Seedling Mangroves	Mature Mangroves	nude Mudflat	Reed Marsh	Seedling Mangroves	Mature Mangroves
<b>Redox potential(mv)</b>								
July 1992	-300	-180	-170	-200	-320	-330	-290	-130
October 1992	-280	-250	-270	-260	-360	-360	-270	-230
January 1993	-280	-210	-170	-150	-380	-310	-180	150
April 1993	-270	-210	-190	-150	-360	-90	-120	-120
<b>Salinities(% )</b>								
July 1992	18	20	25	27	20	22	22	26
October 1992	19	21	27	21	16	18	21	22
January 1993	14	19	20	13	10	11	13	14
April 1993	13	14	15	11	6	10	7	9
<b>pH value</b>								
July 1992	7.3	7.1	6.8	6.5	6.9	7.3	7.0	6.3
October 1992	7.2	6.9	6.8	6.7	7.0	7.3	6.8	6.5
January 1993	7.0	6.8	6.7	6.5	7.2	7.2	6.8	6.1
April 1993	7.7	7.2	6.6	6.8	7.0	8.1	6.5	6.8

Table 4. The individual number per square meter of polychaete species in each station in eight seasons. EMF12 denotes the 2nd season of the 1st year of EMF station. The seasons, 1 July, 2 Oct., 3 Jan., 4 Apr.

Sample	<i>Perinereis</i> <i>aibuhitensis</i>	<i>Neanthes</i> <i>glandicincta</i>	<i>Namalycastis</i> <i>albiuma</i>	<i>Malacoceros</i> <i>indicus</i>	<i>Laonome</i> <i>albicingillum</i>	<i>Manayunkia</i> sp.	<i>Capitella</i> sp.	<i>Prionospio</i> <i>japonicus</i>	Total
EMF11	0	888	0	38	296	0	23140	37	24398
EMF12	0	112	0	0	186	0	6728	0	7025
EMF13	0	8280	0	148	7652	1331	9500	2218	29128
EMF14	0	1220	0	37	5805	1035	5988	0	14085
EMF21	0	296	37	0	1923	0	2514	0	4770
EMF22	0	148	0	0	814	591	2846	37	4436
EMF23	0	2181	37	297	5582	5027	850	2588	16562
EMF24	0	2735	0	222	4916	1700	1737	998	12310
ERM11	0	1109	0	0	74	0	1035	0	2219
ERM12	0	296	0	0	37	0	1294	0	1628
ERM13	37	1811	0	0	370	20257	8354	0	30828
ERM14	74	1257	37	0	222	591	4103	0	6284
ERM21	0	1405	0	0	222	0	776	0	2403
ERM22	0	2477	37	0	185	333	1922	0	4954
ERM23	0	2366	222	148	148	1331	1109	37	5360
ERM24	0	2033	0	0	222	444	1035	0	3734
ESM11	0	888	0	0	296	296	10720	0	12199
ESM12	0	222	0	0	333	0	296	0	851
ESM13	0	1017	0	0	924	115098	1017	0	118055
ESM14	0	702	0	185	1257	1885	1885	0	5915
ESM21	0	739	148	111	0	0	1848	0	2847
ESM22	0	296	74	111	1035	20441	74	0	22032
ESM23	0	554	74	185	518	74668	37	0	76037
ESM24	0	592	37	186	444	108565	296	0	110119
EMM11	0	148	0	0	0	665	1626	0	2440
EMM12	0	139	47	0	786	0	601	370	1942
EMM13	0	1017	0	0	1017	41955	2449	0	46437
EMM14	0	148	0	0	0	10276	2624	0	13048
EMM21	0	1183	74	0	74	0	4473	37	5841
EMM22	0	222	75	74	0	13529	222	0	14122
EMM23	37	739	75	0	0	125014	37	0	125902
EMM24	0	444	37	75	185	72931	407	111	74189
SMF11	0	75	111	0	186	0	924	0	1296
SMF12	0	0	0	0	37	0	0	0	38
SMF13	0	222	0	0	4288	15636	11607	961	32714
SMF14	0	38	0	0	999	0	1257	0	2293
SMF21	0	0	74	0	444	0	0	0	518
SMF22	0	0	0	0	148	0	74	0	222
SMF23	0	185	37	0	3217	370	6506	4288	14602
SMF24	0	0	0	0	407	0	2218	998	3623
SRM11	0	185	508	0	92	0	92	0	878
SRM12	0	148	444	0	111	0	0	0	702
SRM13	0	37	370	0	259	148	259	0	1073
SRM14	0	111	37	0	0	37	148	0	333
SRM21	0	444	297	0	0	0	2957	0	3698
SRM22	0	665	888	0	0	111	259	0	1923
SRM23	0	333	444	0	111	2366	591	111	3956
SRM24	0	111	111	0	74	1737	2920	37	4990
SSM11	0	111	482	0	0	0	628	0	1221
SSM12	0	296	333	0	0	0	850	0	1479
SSM13	0	111	407	0	0	37	407	0	961
SSM14	0	111	37	0	0	259	998	0	1405
SSM21	0	62	185	0	0	0	801	0	1048
SSM22	0	296	740	0	37	74	148	0	1294
SSM23	0	259	111	0	111	2033	887	259	3660
SSM24	0	0	74	0	0	15303	185	37	15599
SMM11	0	0	0	0	0	0	148	0	148
SMM12	0	1	296	0	0	0	185	0	481
SMM13	0	185	518	0	37	850	259	0	1848
SMM14	0	111	1	0	0	1663	481	0	2256
SMM21	0	185	37	0	0	0	370	0	592
SMM22	0	111	186	0	0	296	111	0	704
SMM23	0	111	296	0	0	1553	222	0	2181
SMM24	0	0	112	0	0	21328	222	0	21663
Total	148	42166	8149	1817	46078	681763	138253	13122	931496

Table 5. Results of using four-way analysis of variance to test significance of temporal and spatial variances in individual number after log 10 transformation. ns : not significant, \* :  $p < 0.05$ , \*\* :  $p < 0.01$ , \*\*\* :  $p < 0.001$ .

Item / Polychaetes	<i>Manayunkia sp.</i>	<i>Capitella sp.</i>	<i>Prionospio japonicus</i>	Total individual no.
Main effects				
Between two years	***	***	***	**
among four seasons	***	***	***	***
Between two locations	***	***	ns	***
Among four seasons	***	***	***	*
Interactions				
year × seas.	***	**	**	***
year × loc.	ns	***	ns	ns
year × lands.	ns	***	***	*
seas. × loc.	***	**	ns	ns
seas. × lands.	*	***	ns	**
loc. × lands.	***	ns	**	***
year × seas. × loc.	***	**	ns	**
year × seas. × lands.	ns	**	**	ns
year × loc. × lands.	ns	ns	ns	**
seas. × loc. × lands.	*	***	ns	**

Table 6 Thewet weight(g) per sqare meter of polychaete species in each station in eight seasons.  
EMF12 denotes the 2nd season of the 1st year of EMF station. The seasons, 1 July, 2 Oct., 3 Jan., 4 Apr.

Sample	<i>Perineris aibuhiensis</i>	<i>Neanthes glandicincta</i>	<i>Namatiycashs aibiuma</i>	<i>Malacoceros indicus</i>	<i>Laonome albicingillum</i>	<i>Manayunkia sp.</i>	<i>Capitella sp.</i>	<i>Prionospio japonicus</i>	Total
EMF11	0.0	12.7	0.0	0.6	1.8	0.0	14.5	0.0	29.6
EMF12	0.0	2.2	0.0	0.1	4.4	0.0	0.4	0.0	7.1
EMF13	0.0	19.5	0.0	5.1	15.5	0.1	7.0	0.0	47.2
EMF14	0.0	10.9	0.0	0.5	50.7	0.1	5.1	0.0	67.3
EMF21	0.0	0.6	0.5	0.0	20.8	0.0	1.0	0.0	22.9
EMF22	0.0	2.1	0.0	0.0	5.4	0.1	2.3	0.0	9.9
EMF23	0.0	7.4	4.2	6.4	52.7	0.3	0.6	1.7	73.3
EMF24	0.0	48.5	0.0	3.0	45.6	0.1	1.2	0.6	98.9
ERM11	0.0	3.2	0.0	0.0	2.0	0.0	0.3	0.0	5.5
ERM12	0.0	2.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.4	0.0	2.6
ERM13	0.4	3.5	0.0	0.0	1.6	1.2	3.9	0.0	10.6
ERM14	5.3	9.7	1.2	0.0	2.2	0.0	3.2	0.0	21.6
ERM21	0.0	7.7	0.0	0.0	4.3	0.0	0.2	0.0	12.2
ERM22	0.0	8.3	1.1	0.0	4.4	0.0	0.6	0.0	14.4
ERM23	0.0	5.4	0.0	3.8	0.9	0.1	0.5	0.0	10.6
ERM24	0.0	10.3	0.0	0.0	0.5	0.0	0.6	0.0	11.4
ESM11	0.0	9.6	0.0	0.0	2.4	0.0	4.3	0.0	16.3
ESM12	0.0	1.1	0.0	0.0	6.9	0.0	0.2	0.0	8.2
ESM13	0.0	1.6	0.0	0.0	0.9	14.3	0.5	0.0	17.3
ESM14	0.0	3.9	0.0	4.2	16.4	0.1	3.8	0.0	28.4
ESM21	0.0	3.8	0.4	1.0	0.0	0.0	0.6	0.0	5.8
ESM22	0.0	0.3	5.0	1.4	1.1	0.7	0.0	0.0	8.5
ESM23	0.0	0.9	2.4	2.5	0.8	2.1	0.0	0.0	8.7
ESM24	0.0	3.9	2.7	5.1	1.5	3.3	0.3	0.0	16.8
EMM11	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.0	0.4
EMM12	0.0	0.4	1.1	0.0	11.1	0.0	0.1	0.1	12.9
EMM13	0.0	0.9	0.0	0.0	0.5	2.8	2.1	0.0	6.3
EMM14	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.3	1.9	0.0	3.3
EMM21	0.0	4.3	0.4	0.0	0.8	0.0	2.5	0.0	7.9
EMM22	0.0	0.0	10.0	0.6	0.0	0.3	0.1	0.0	11.0
EMM23	0.4	1.3	4.5	0.0	0.0	3.2	0.0	0.0	9.4
EMM24	0.0	3.3	0.3	3.3	1.5	2.3	0.3	0.1	11.1
SMF11	0.0	2.7	0.2	0.0	3.2	0.0	0.2	0.0	6.3
SMF12	0.0	1.3	0.1	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	1.9
SMF13	0.0	0.9	0.0	0.0	20.5	0.4	1.4	0.2	23.4
SMF14	0.0	1.6	0.0	0.0	7.9	0.0	1.0	0.0	10.5
SMF21	0.0	0.0	0.5	0.0	8.2	0.0	0.0	0.0	8.7
SMF22	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0	0.1	0.0	1.3
SMF23	0.0	1.1	0.4	0.0	16.9	0.0	1.4	3.7	23.5
SMF24	0.0	0.0	0.2	0.0	2.6	0.0	3.6	0.9	7.4
SRM11	0.0	5.5	14.6	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	22.0
SRM12	0.0	1.2	9.1	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	12.1
SRM13	0.0	0.0	28.6	0.0	3.3	0.0	0.2	0.0	32.1
SRM14	0.0	0.3	1.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	1.4
SRM21	0.0	0.8	4.0	0.0	0.0	0.0	1.9	0.0	6.7
SRM22	0.0	1.8	31.7	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	33.8
SRM23	0.0	1.3	9.7	0.0	0.1	0.1	0.4	0.1	11.6
SRM24	0.0	0.7	1.9	0.0	0.2	0.1	2.8	0.0	5.8
SSM11	0.0	0.1	16.9	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	17.3
SSM12	0.0	1.4	15.7	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	17.6
SSM13	0.0	1.0	23.1	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	24.4
SSM14	0.0	1.5	2.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	4.4
SSM21	0.0	0.0	3.6	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	4.2
SSM22	0.0	0.8	34.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	35.1
SSM23	0.0	1.0	6.7	2.5	0.2	0.1	1.1	0.3	11.8
SSM24	0.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.6	0.2	0.0	1.7
SMM11	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1
SMM12	0.0	0.1	5.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	5.4
SMM13	0.0	0.3	11.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	11.6
SMM14	0.0	0.1	1.8	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	2.2
SMM21	0.0	0.3	0.4	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.8
SMM22	0.0	0.1	28.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	28.5
SMM23	0.4	0.1	17.1	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	17.9
SMM24	0.0	0.0	4.7	0.0	0.0	0.8	0.1	0.0	5.6
<b>Total</b>	<b>6</b>	<b>216</b>	<b>308</b>	<b>40</b>	<b>325</b>	<b>34</b>	<b>77</b>	<b>8</b>	<b>1015</b>

Table 7. Results of using four-way analysis of variance to test significance of temporal and spatial variances in wet weight after log 10 transformation. ns : not significant, \* :  $p < 0.05$ , \*\* :  $p < 0.01$ , \*\*\* :  $p < 0.001$ .

Item / Polychaetes	<i>Laonome albicingillum</i>	<i>Neanthes glandicincta</i>	<i>Namalycastis aibiuma</i>	Total wet weight
<b>Main effects</b>				
Between two years	ns	ns	**	*
among four seasons	***	**	***	***
Between two locations	***	***	***	***
Among four seasons	***	***	***	**
<b>Interactions</b>				
year $\times$ seas.	ns	ns	ns	**
year $\times$ loc.	ns	ns	*	ns
year $\times$ lands.	ns	***	ns	*
seas. $\times$ loc.	ns	***	***	***
seas. $\times$ lands.	**	*	**	***
loc. $\times$ lands.	ns	ns	***	**
year $\times$ seas. $\times$ loc.	***	*	ns	ns
year $\times$ seas. $\times$ lands.	*	ns	ns	ns
year $\times$ loc. $\times$ lands.	ns	ns	ns	ns
seas. $\times$ loc. $\times$ lands.	*	*	*	ns

Table 8. The percentage of wet weight among eight stations for eight polychaete species.

Stations	<i>Neanthes glandicincta</i>	<i>Perinereis aibuhitensis</i>	<i>Malacoceros indicus</i>	<i>Laonome albicingillum</i>	<i>Manayunkia sp.</i>	<i>Capitella sp.</i>	<i>Prionospio japonicus</i>	<i>Namalycastis aibiuma</i>	Total
EMF	48	0	39	61	2	42	30	1	35
ERM	23	87	9	5	4	13	0	1	9
ESM	12	0	35	9	61	13	0	3	11
EMM	5	6	10	4	27	9	3	5	6
SMF	3	0	0	19	1	10	61	0	8
SRM	5	0	0	2	0	7	2	33	12
SSM	3	0	6	0	2	5	4	33	11
SMM	0	6	0	0	3	2	0	22	7
Total(g/m <sup>2</sup> )	3.4	0.1	0.6	5.1	0.5	1.2	0.1	4.8	15.9

Table 9. The percentage of wet weight among eight polychaete species for eight polychaete stations.

Stations	<i>Neanthes glandicincta</i>	<i>Perinereis aibuhitensis</i>	<i>Malacoceros indicus</i>	<i>Laonome albicingillum</i>	<i>Manayunkia sp.</i>	<i>Capitella sp.</i>	<i>Prionospio japonicus</i>	<i>Namalycastis aibiuma</i>	Total wet weight(g)
EMF	29	0	4	55	0	9	1	1	44.5
ERM	56	6	4	18	2	11	0	3	11.1
ESM	23	0	13	27	19	9	0	10	13.8
EMM	18	1	6	22	14	12	0	26	7.8
SMF	9	0	0	74	0	9	6	2	10.4
SRM	9	0	0	6	0	4	0	80	15.7
SSM	5	0	2	0	1	3	0	88	14.6
SMM	1	1	0	0	1	2	0	95	9.0
Average	21	1	4	32	3	8	1	30	15.9

Table 10. Significant test of yearly change and seasonal change with two-way ANOVA for seven species in eight stations.  
(Samples size: 5, Significant level, \*:  $p < 0.05$ , ns:  $p > 0.05$ )

Stations	Species	<i>Neanthes glandicincta</i>		<i>Malacoceros indicus</i>	<i>Laonome albicingillum</i>	<i>Manayunkia sp.</i>	<i>Capitella sp.</i>	<i>Prionospio japonicus</i>	<i>Namalycastis aibiuma</i>	Total
		unit	wet weight	wet weight	wet weight	ind. no.	ind. no.	ind. no.	wet weight	wet weight
EMF	Years		ns	ns	ns	*	*		ns	ns
	Seasons		*	ns	*	*	*		ns	*
	Interaction		ns	ns	ns	ns	ns		ns	ns
ERM	Years		ns	ns	ns	ns	ns		ns	ns
	Seasons		ns	ns	ns	*	*		ns	ns
	Interaction		ns	ns	ns	*	*		ns	*
ESM	Years		ns	*	ns	ns	*		*	ns
	Seasons		*	ns	ns	*	*		ns	ns
	Interaction		ns	ns	ns	*	ns		ns	ns
EMM	Years		ns	ns	ns	ns	ns		*	*
	Seasons		*	ns	ns	*	*		ns	ns
	Interaction		ns	ns	*	*	*		ns	ns
SMF	Years		*		ns	ns	ns	*	ns	ns
	Seasons		ns		*	*	*	*	ns	*
	Interaction		ns		ns	ns	ns	*	ns	ns
SRM	Years		ns		ns	*	*	ns	ns	ns
	Seasons		ns		*	*	ns	ns	*	ns
	Interaction		ns		ns	ns	ns	ns	ns	ns
SSM	Years		ns			*	ns		ns	ns
	Seasons		ns			*	ns		*	*
	Interaction		ns			ns	ns		ns	ns
SMM	Years		ns			ns	ns		ns	ns
	Seasons		ns			*	ns		*	*
	Interaction		ns			ns	ns		ns	ns

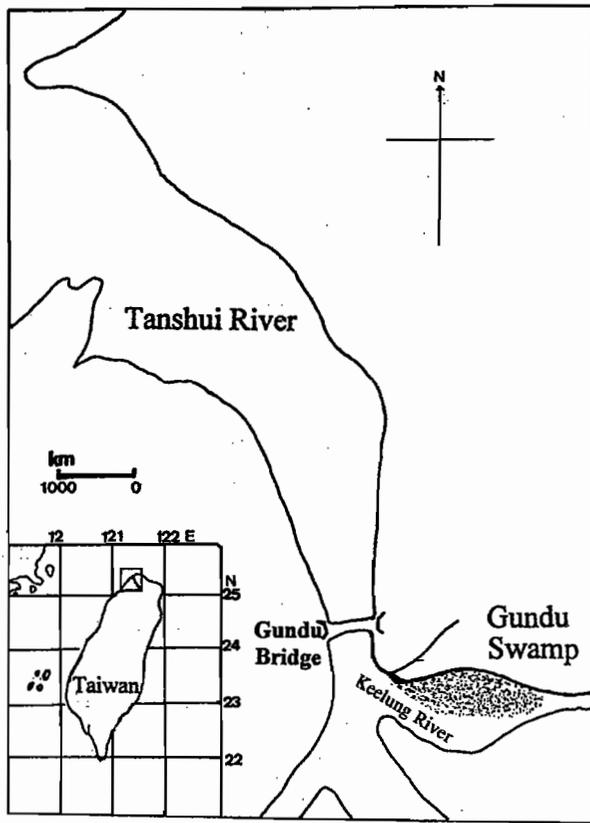


Figure 1. The location of Kwandu Nature Preserve in Tanshui River, TAIPEI, Taiwan.

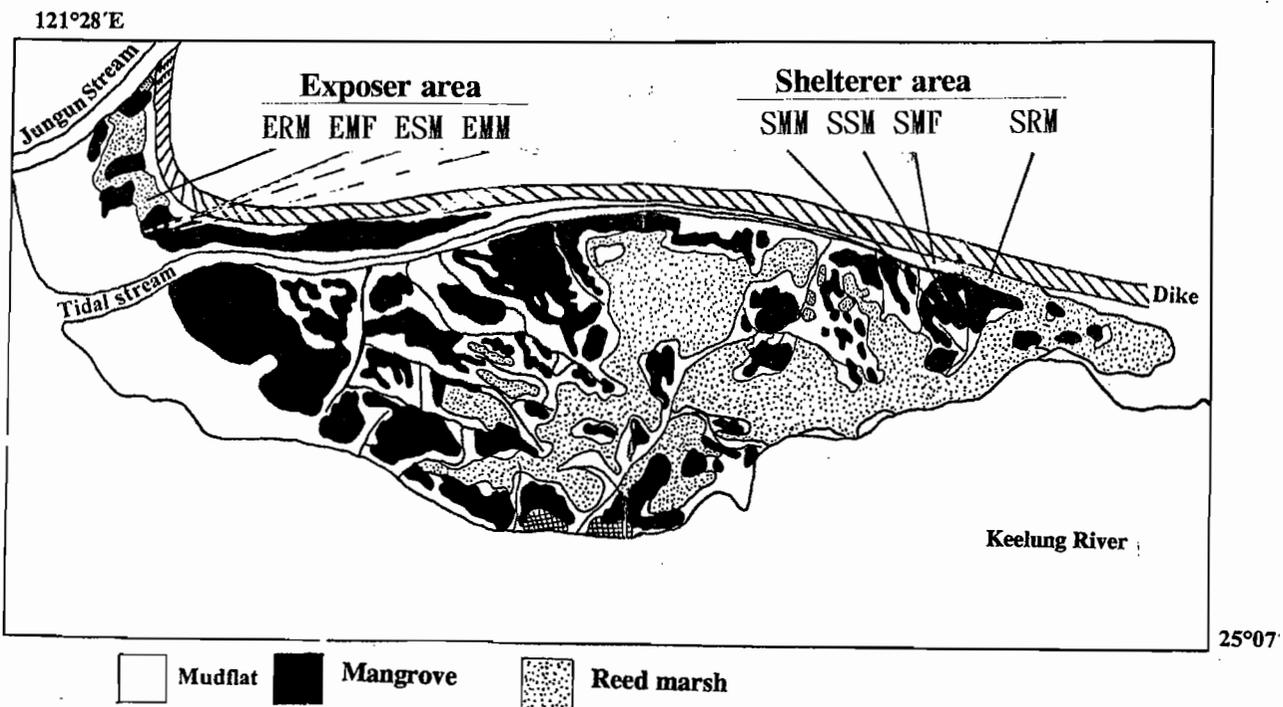
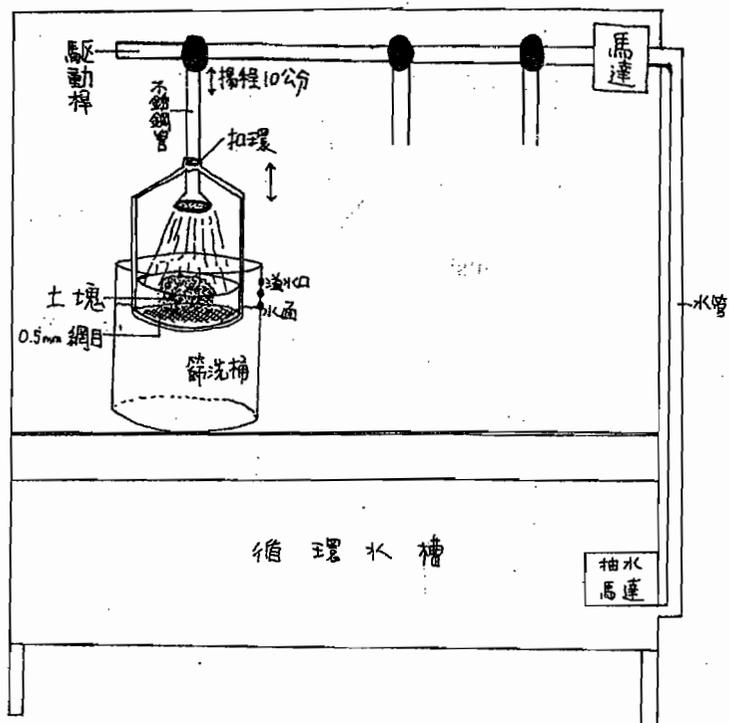
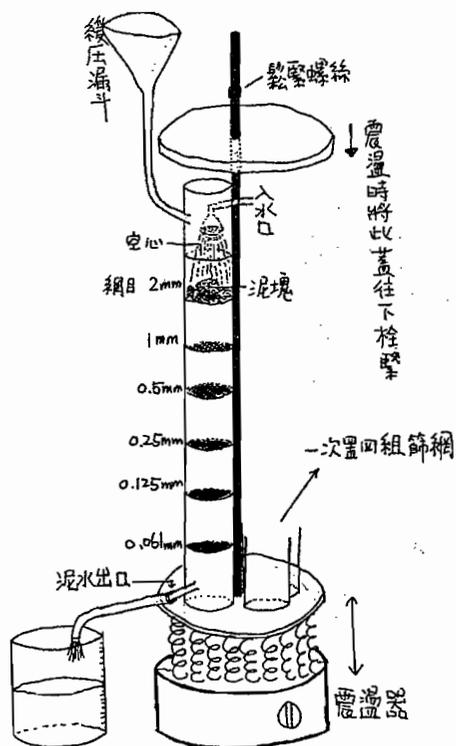


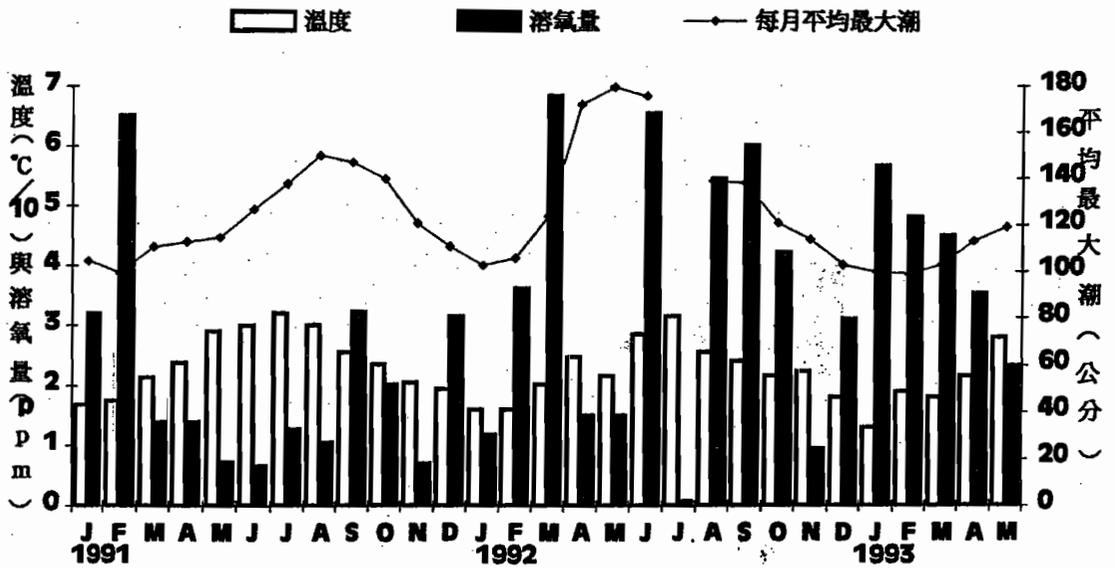
Figure 2. The distribution of vegetation and the location of eight stations in Kwandu Nature Preserve.



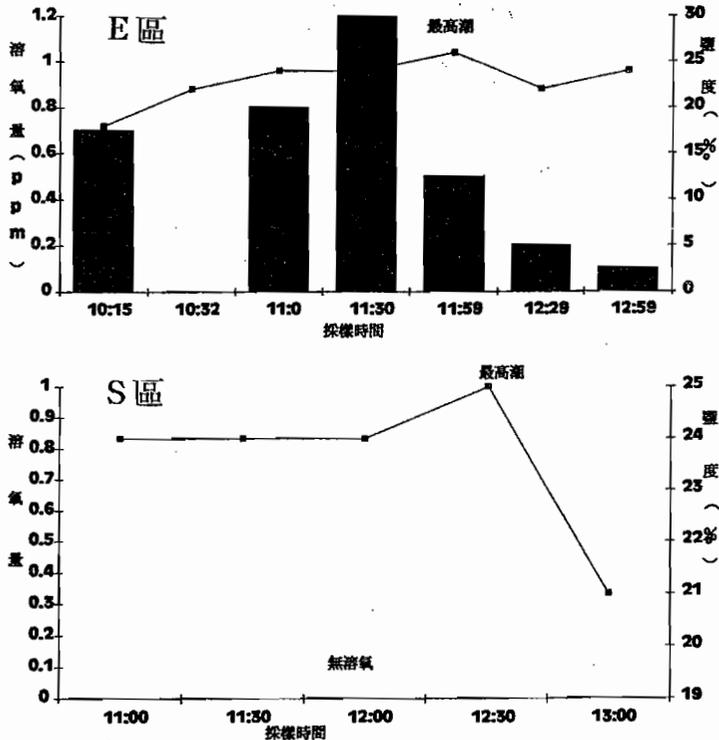
圖三 篩選底質與底棲動物之沖洗搖晃機。



圖四 濕式底質顆粒大小分選機。



圖五 淡水河河口關渡橋下之每月水溫(攝氏溫度除10)與溶氧量(ppm)(資料取材自環保署)及關渡橋附近土地公鼻站之每月平均最大潮(公分)(資料取自臺灣省水利局)。



圖六 淡水河河岸區(E)與潮溪溪岸區(S)漲潮時底質表面水之鹽度與溶氧量之比較(1993年2月21日測定)。

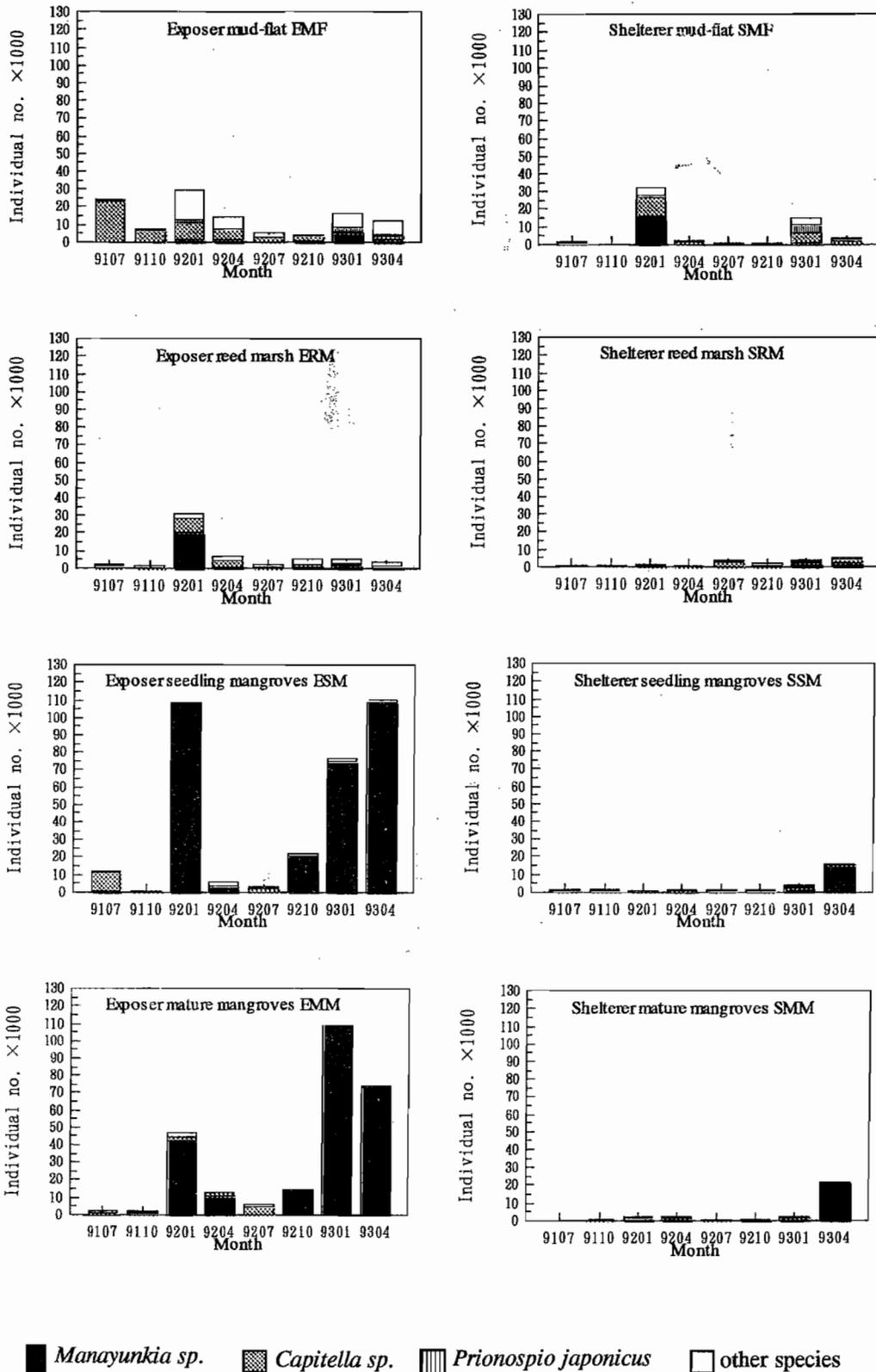


Figure 7. The average individual number of polychaetes per square meter in eight stations from July 1991 to April 1993 in Kwandu Nature Preserve.

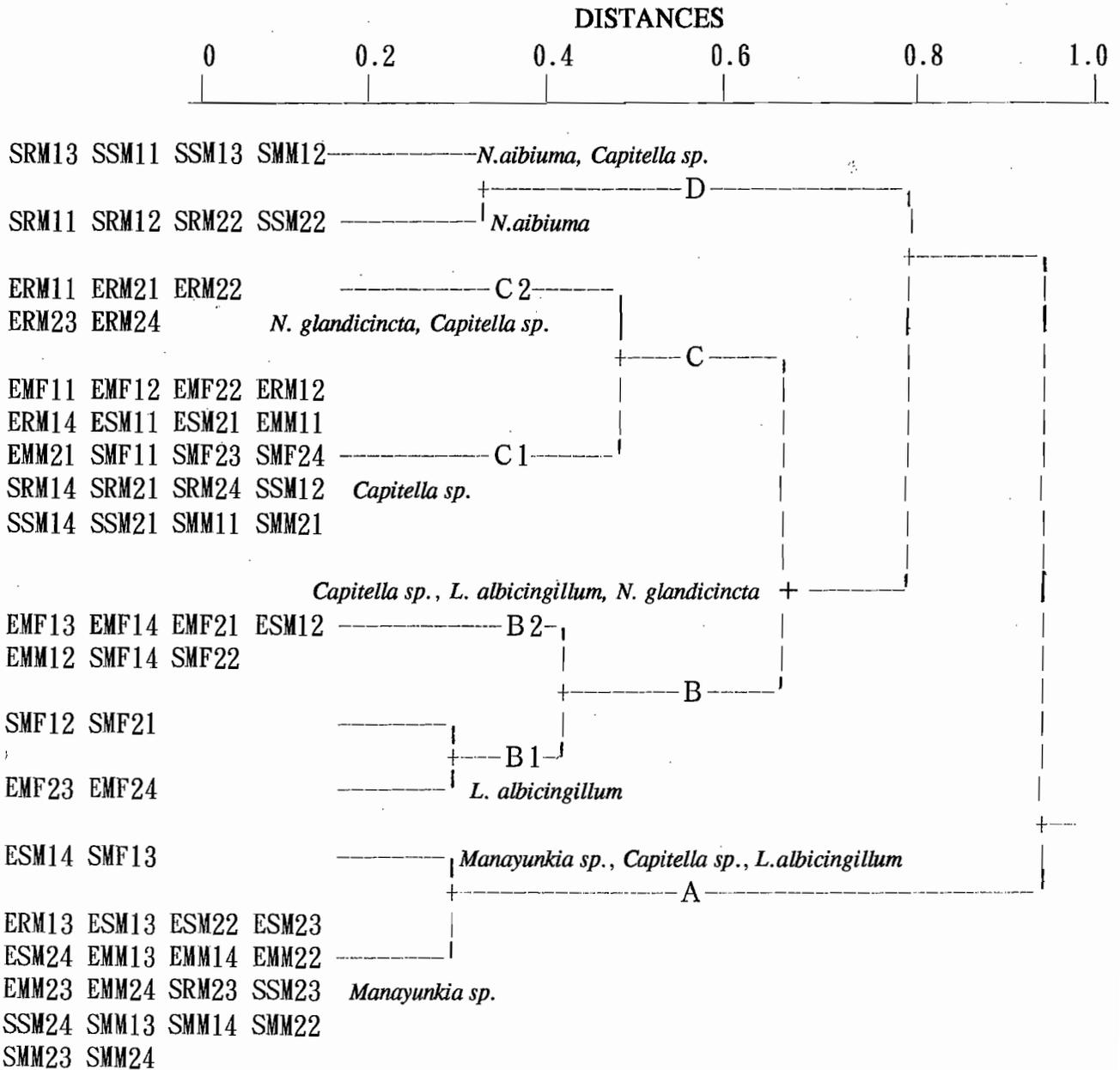


Figure 8. Dendrogram of individual numbers of polychaetes in eight stations, two years(1, the first year, 2 the second year) and four seasons(1 July, 2 October, 3 January, 4 April) using average linkage method with Pearson correlation coefficient.

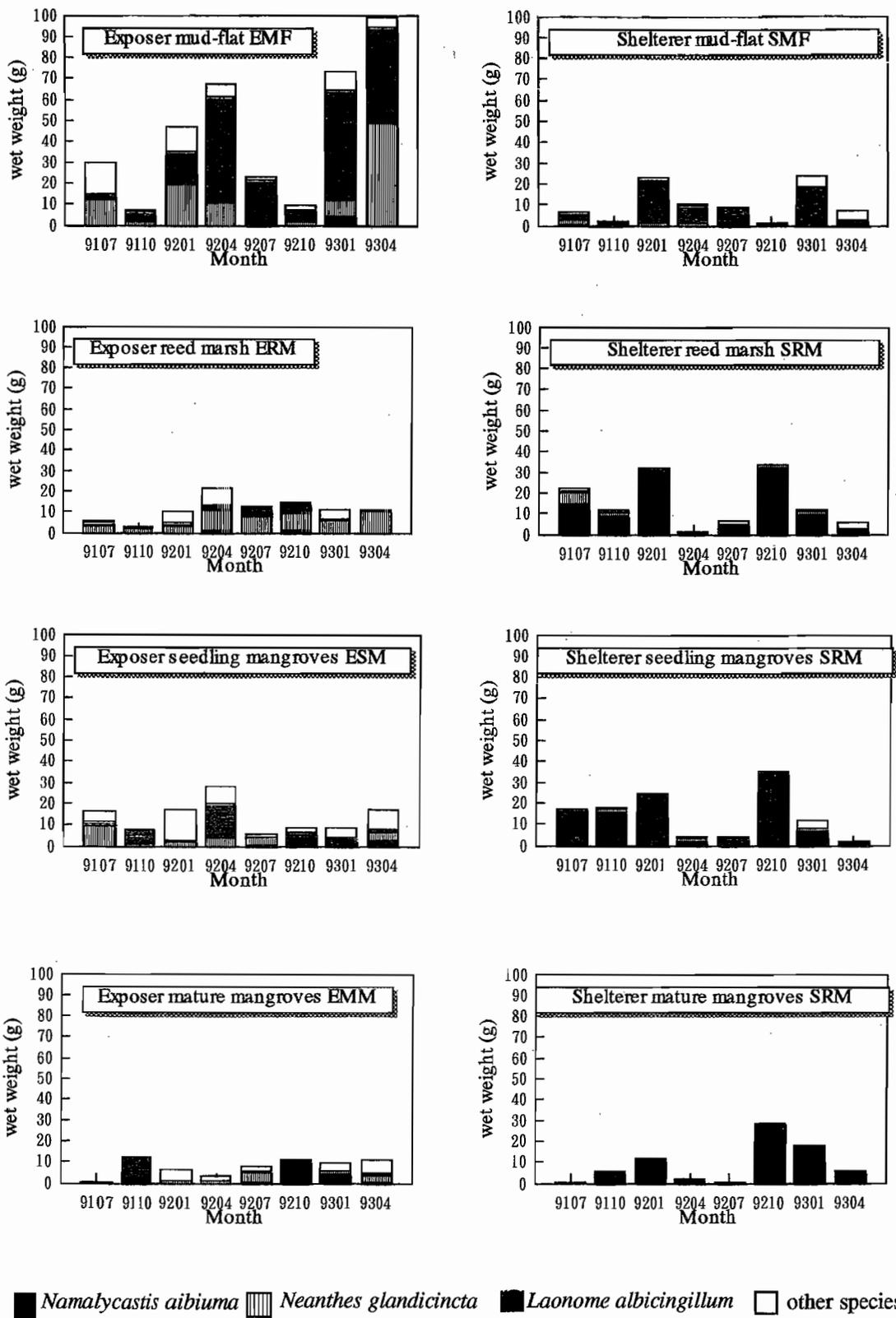


Figure The wet weight(g) of polychaetes per square meter in eight stations from July 1991 to April 1993 in Gwandu Nature Preserve.

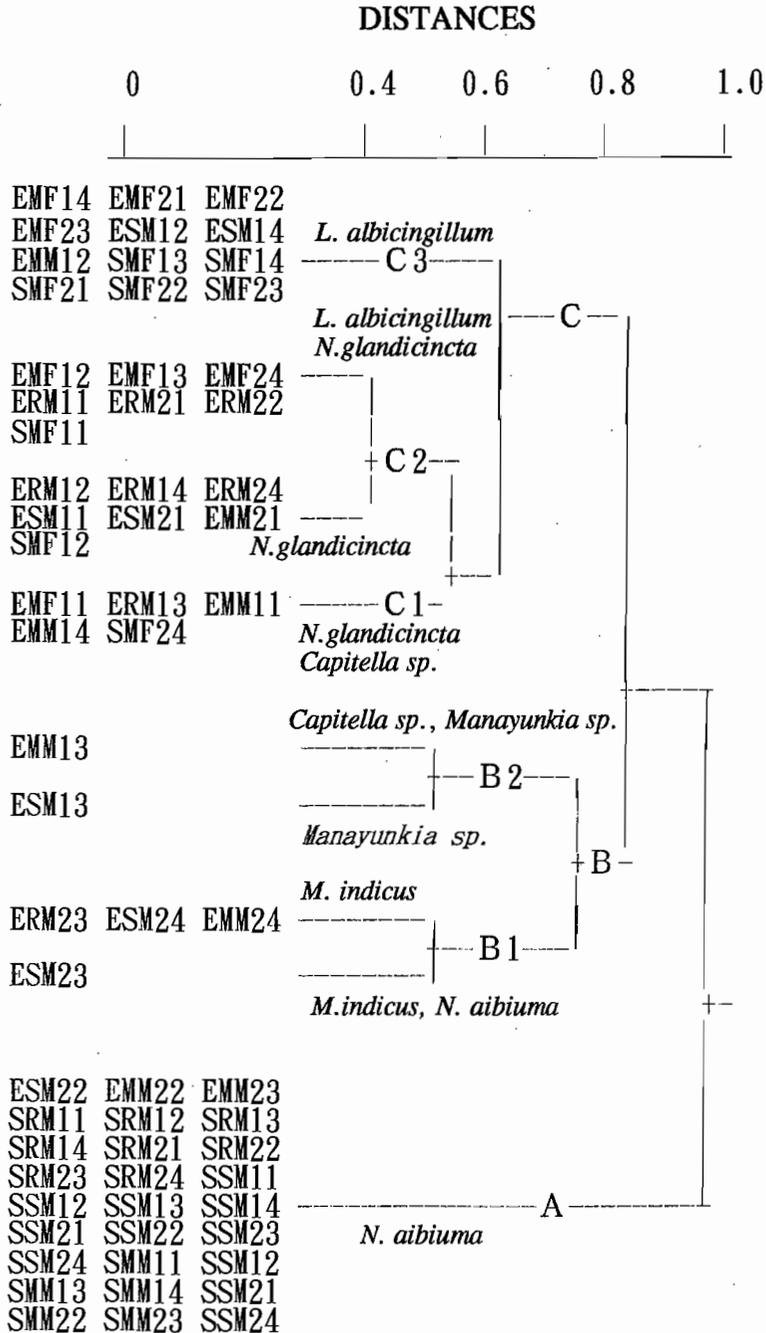
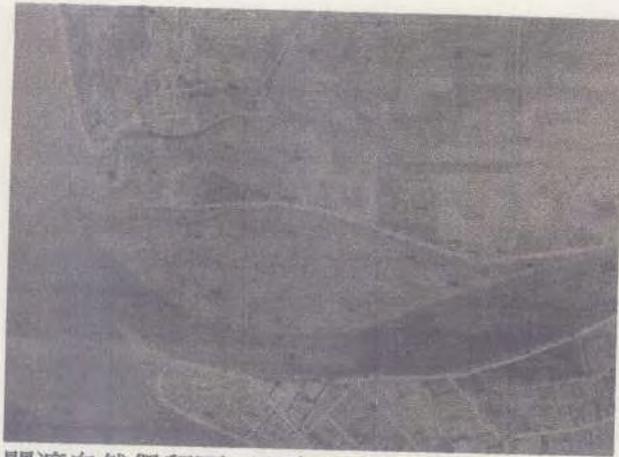


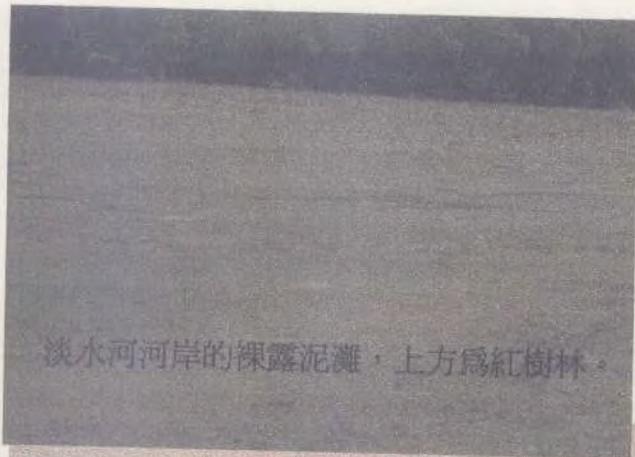
Figure 10. Dendrogram of wet weight of polychaetes in eight stations, two years(1 the first year, 2 the second year) and four seasons(1 July, 2 October, 3 January, 4 April) using average linkage method with Pearson correlation coefficient.



關渡自然保留區1978年仍無紅樹林的分布



關渡自然保留區1991年，黑色為紅樹林，灰色蘆葦草澤、白色裸露泥灘。



淡水河河岸的裸露泥灘，上方為紅樹林。



潮溪邊的裸露泥灘、紅樹林、蘆葦草澤。



蘆葦開花情形



水筆仔為淡水河唯一的紅樹林樹種，其胎生苗在夏秋季成熟。



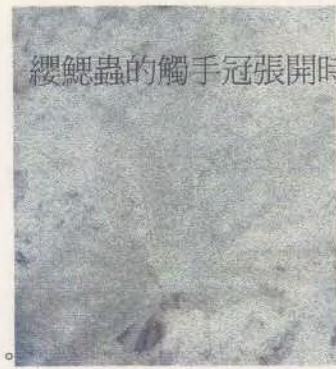
以不鏽鋼圓筒採集底泥，穿潛水鞋在易陷的泥灘中徒步。



篩泥設備



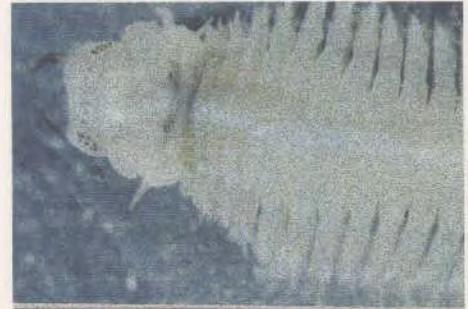
纓鰓蟲(*Laonome albicingillum*)，長可達10cm。



纓鰓蟲的觸手冠張開時。



雙齒圍沙蠶(*Perinereis aibuhitensis*)，長可達20cm。



腺帶刺沙蠶(*Neanthes glandicincta*)，可達10cm



單葉沙蠶(*Namalycastis aibiuma*)，長可達20cm。



單葉沙蠶尾肛附近體節的疣足成葉狀。



印度錘椎蟲(*Malacoceros indicus*)，長可達10cm。



*Prionospio japonicus*，長可達5cm。



*Capitella* sp. (小頭蟲) 與其棲管，常小於3cm。



小頭蟲的頭部特寫。