

76年生態研究第018號

(台灣省林業試驗所
合作)

關渡沼澤地植物生態調查

林則桐

中華民國七十六年十二月

摘 要

本研究調查關渡堤防外離岸砂洲之植物組成與結構、植物演替、各植物社會生育環境等，以供為經營關渡自然保留區之基本資料。研究方法為：取12條樣線調查全區之植物組成、結構，沿樣線每隔20公尺設置一個 4 m^2 小樣區，以調查水筆仔樹、苗之數量；另於水筆仔林區以20個 4 m^2 樣區調查水筆仔林結構；判釋本區歷年航空照片，繪成植群圖，計算各年度、各植物社會面積，以推算植物社會演替之趨勢；分析各植物社會土壤及土壤水之物理化學性質，並測量各植物社會海拔高度，以了解各植物社會生育環境。

調查結果得知共有水筆仔、蘆葦、單葉鹹草、苦林盤、牛毛顛等五種自生於本區之維管束植物，植物社會分為蘆葦優勢社會、單葉鹹草優勢社會及水筆仔優勢社會等三個單位，所佔面積比例分別為46.7%、17.7%、10.6%。估計目前關渡沼澤地約有水筆仔樹40,000株，水筆仔苗207,000株。水筆仔林平均高度為2.85公尺，水筆仔樹密度為 $2.5\text{ 株}/\text{m}^2$ ，水筆仔苗密度為 $0.6\text{ 株}/\text{m}^2$ ，胸高斷面積和為 $35.1\text{ cm}^2/\text{m}^2$ ，呈幼齡林之狀態；水筆仔林之齡級分佈曲線為鈴形，故其為一非耐蔭性先驅樹種。自民國67年以來，水筆仔林面積由0.04公頃，劇增至民國75年2.91公頃，而於民國71~72年間面積增加率為最高146%，目前增加率已漸趨緩和，粗略估計未來面積應可達全區30%以上；蘆葦之面積逐年漸增，單葉鹹草面積逐年漸減，而所有植物覆蓋總面積則漸增。各植物社會生育地之土壤pH值、全氮量、有效磷含量、可交換鉀含量均無顯著差異，故此四因素並非引起形成不同植物社會之原因；而水筆仔、單葉鹹草生育地之土壤、土壤水導電度高於蘆葦者，顯示水筆仔與單葉鹹草較蘆葦偏好可溶性鹽類較高之生育地；三

植物社會生育地海拔之統計值並無顯著差異，然而就其海拔幅度之最適界而言，依水筆仔、單葉鹹草、蘆葦三者由低至高之次序，海拔 0.2 公尺以下全無植物發生；故土壤中可溶性鹽類含量、海拔高度，此二者可能為控制植物社會分布之因素。

目 錄

摘要.....	i
目錄.....	iii
壹、前言.....	1
貳、研究方法.....	1
一、研究區域及調查時間.....	1
二、植物之組成與結構.....	4
三、植物演替.....	4
四、各植物社會生育環境.....	5
參、結果與討論.....	5
一、關渡沼澤地植物組成.....	5
二、關渡沼澤地植物社會.....	6
三、關渡沼澤地水筆仔之數量.....	12
四、關渡沼澤地水筆仔林之構造.....	12
五、水筆仔林之族群構造.....	13
六、各植物社會演替.....	14
七、各植物社會生育地土壤性質之比較.....	20
八、各植物社會生育地海拔之比較.....	24
九、各植物社會之海拔幅度.....	24
肆、結論與建議.....	27
伍、參考文獻.....	29

壹、前言

關渡沼澤地位於台北市基隆河將匯入淡水河處（圖一），為泥沙沈積而成的砂洲，由於植物茂盛，魚、蟹等小動物數量豐富，人為干擾少，吸引了許多水鳥棲息，尤以每年春秋之際，大批候鳥麇集於此，依台北鳥會之記錄，共出現 171 種鳥類，使喜好賞鳥人士均視此地為瑰寶。

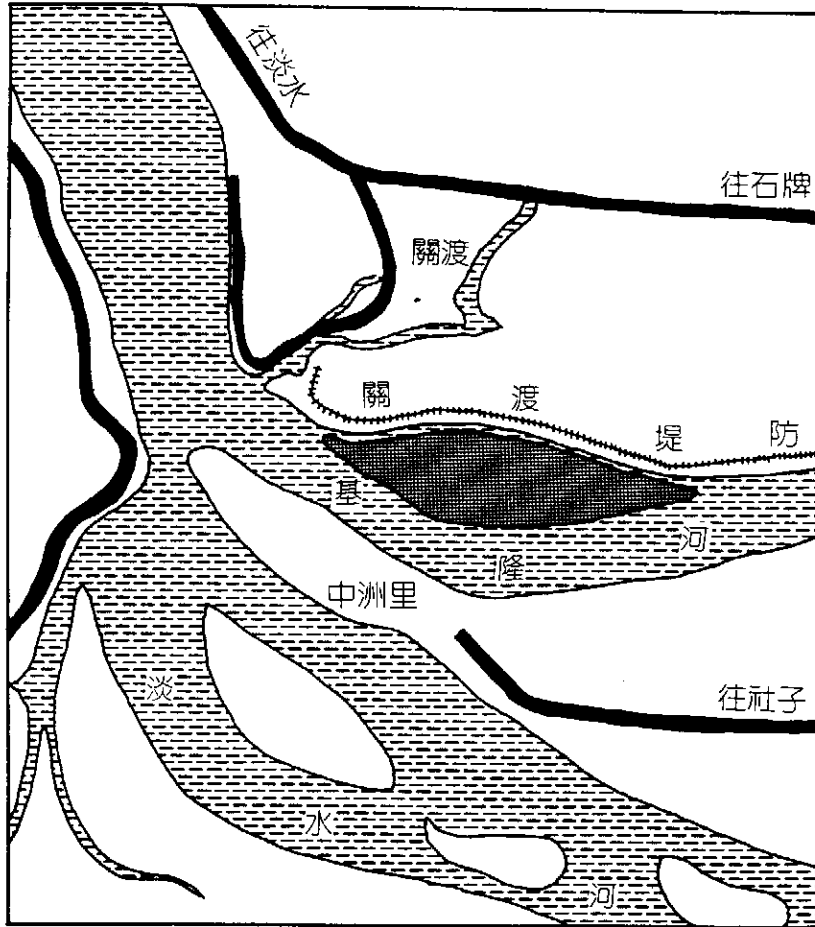
然此一水鳥樂土，因抽砂、棄土、獵捕、污染等破壞，使環境劣化，棲息鳥類減少，幸經有心人士奔走、努力，於民國 72 年 9 月 17 日，台北市政府公告設置本區為「關渡水鳥生態保育區」；民國 75 年 6 月 27 日，農委員與經濟部又公告設置為「關渡自然保留區」，以水鳥為主要保護對象。

經營此區域主要目標應為使其保持於最適水鳥棲息狀態，為達此目標，應可對沼澤地植物加以控制，而了解沼澤地植物生態特性為其基礎。本研究之目的，在了解關渡沼澤之植物組成與結構、植物演替、各植物社會生育環境等，以供為經營此沼澤之基本資料。

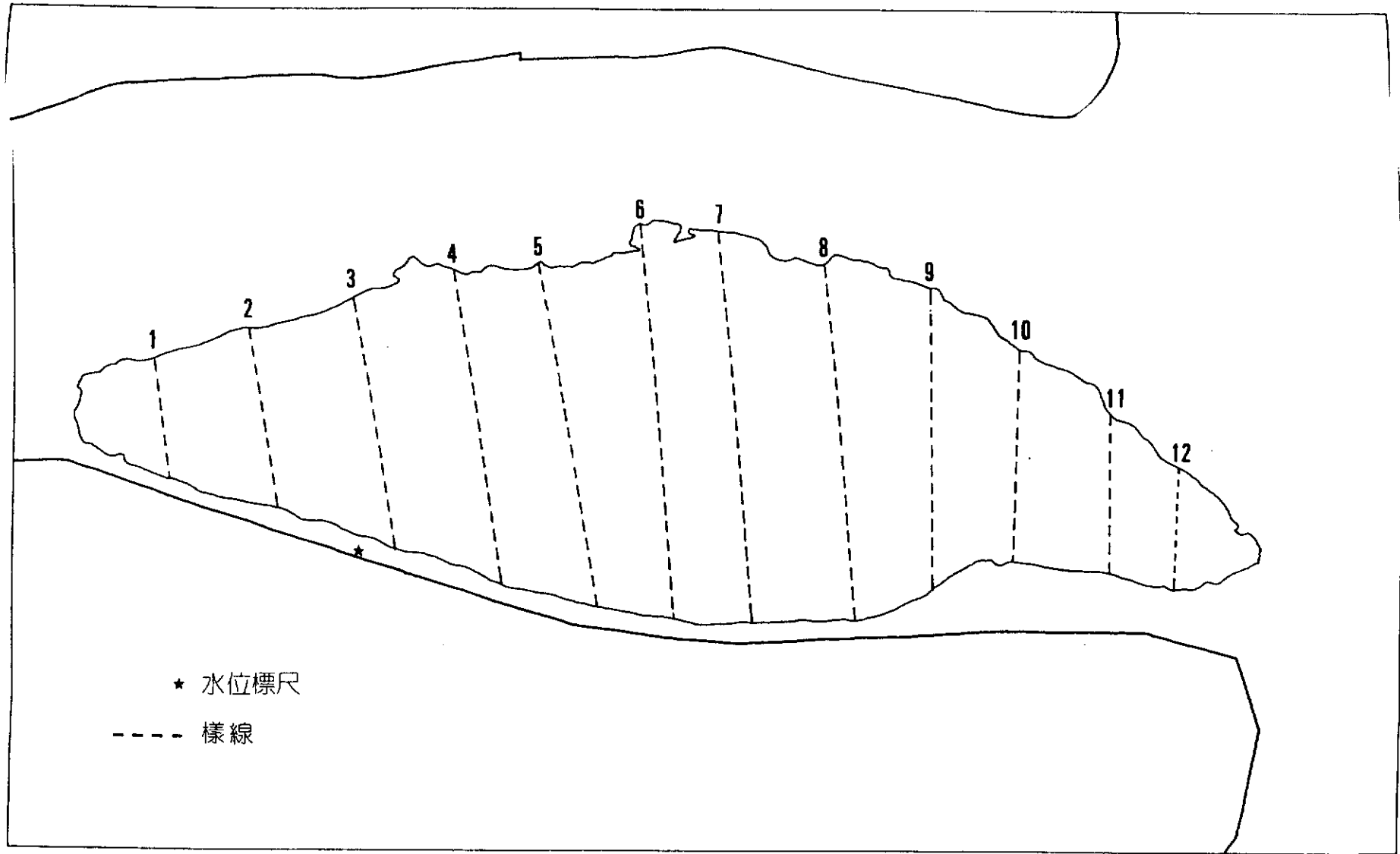
貳、研究方法

一、研究區域及調查時間

於「關渡自然保留區」內，緊接堤岸之沼澤地常有人出入，受較大之干擾，為避免此因素影響，本研究以關渡堤外離岸砂洲為範圍（圖一），此為「關渡自然保留區」之主體，四周為基隆河、潮溪所圍繞，每次高潮時，海水混河水浸潤整個沼澤地，使其土壤含鹽且泥濘，出入不便，受干擾極微。野外調查期間為 75 年 10、11 月。



圖一、關渡沼澤地位置圖



圖二、關渡沼澤地樣線位置圖

二、植物之組成與結構

1. 約隔100公尺取一樣線，以手持指北針，依南北向取12條樣線（圖二），記錄樣線所截取各植物社會長度，由此推測各植物社會於全區所佔比例。
2. 於各樣線，每隔20公尺取一 4 m^2 小樣區，記錄該樣區植物組成、植物高度、水筆仔樹（高於1.5公尺者）數目、水筆仔苗（低於1.5公尺者）數目，此相當於 $1/500$ 之取樣率 [$4\text{ m}^2 / (100 \times 20\text{ m}^2) = 1/500$]，由此推算全區水筆仔之數量；而植物高度則作為繪製剖面圖之參考。
3. 於樣線12西側之水筆仔林區，隨意取20個 4 m^2 樣區，調查水筆仔之胸徑、高度、株數，以了解水筆仔林目前之結構。

三、植物演替

判釋關渡沼澤地各年度航空照片之植物社會，繪製植群圖，並以面積板計算各年度、各植物社會面積，由生育地範圍及各植物社會面積之變動，推測演替趨勢。

各年度水筆仔林增加率以下式計算：

$$R_{(n, n+1)} = \left(\frac{A_{n+1}}{A_n} - 1 \right) \times 100\%$$

$R_{(n, n+1)}$ ：第n年至第n+1年增加率

A_n ：第n年水筆仔林面積

如果相隔年數大於1，則水筆仔林年增加率以下式計算：

$$R_{(n, n+a)} = \left(\sqrt[a]{\frac{A_{n+1}}{A_n}} - 1 \right) \times 100\%$$

a：相隔年數

四各植物社會生育環境

1. 土壤及土壤水

於各樣線每隔60公尺（亦即每3個4 m²小樣區取一個），挖30公分深之土坑，取土壤及土壤水樣品；所取樣品以樣區僅由單一植物種類構成或為無垃圾之裸地供作分析。土壤化學性質分析方法，依

MacDonald (1977) 之分析手冊；pH值以1：2比例之土壤與去離子水混合後，用pH儀測定；全氮量採凱氏法 (Kjeldahl method) 測定；有效磷以布雷法 (Bray's P method) 測定；可交換性鉀則以1 N之中性醋酸銨為抽出液，用原子吸收光譜儀 (AA) 測定。土壤導電度之測定乃將土壤調成水飽和土糊，靜置數小時後，用抽氣過濾裝置抽出土糊中之水，再以儀器測定抽出液之導電度（郭魁士，1974）；土壤水則直接以儀器測定其導電度。

2. 海拔高度

沿樣線，每隔20公尺（即各4 m²樣區之中心點）設置標尺，以水準儀測定海拔高度，基準點為關渡堤防外之水位尺（位置見圖二）。所得資料以由單一植物種類構成、無垃圾之裸地、有水筆仔苗之樣區，供作統計分析。

叁、結果與討論

一、關渡沼澤地植物組成

調查區域共計出現六種維管束以上植物：水筆仔 *Kandelia candel* (L.) Druce、蘆葦 *Phragmites communis* (L.) Trin.、單葉鹹草 *Cyperus malaccensis* Lam. subsp. *monophyllus* (Vahl.) T. Koyama、苦林盤 *Clerodendrum*

inerme (L.) Gaertn. 牛毛顛 *Eleocharis acicularis* (L.)
Romer & Schult. 、布袋蓮 *Eichhornia crassipes* (Mart.)
Solms，其中布袋蓮爲浮水植物，順河水、潮水飄流而出現於本區，
並非自生於本區之植物。

以往之調查（陳明義等，1986），於關渡自然保留區共有35種
維管束植物，與本次調查差異頗大，原因爲本研究僅作關渡堤防外離
岸砂洲之調查，其於高潮時均被潮水淹沒，環境單純，植相均屬濕生
植物；而前述之調查，包含所有關渡自然保留區範圍，其中一小部份
地勢較高（即圖四之荒廢地），潮水無法淹沒，生育了許多乾生植物
，故植相複雜。

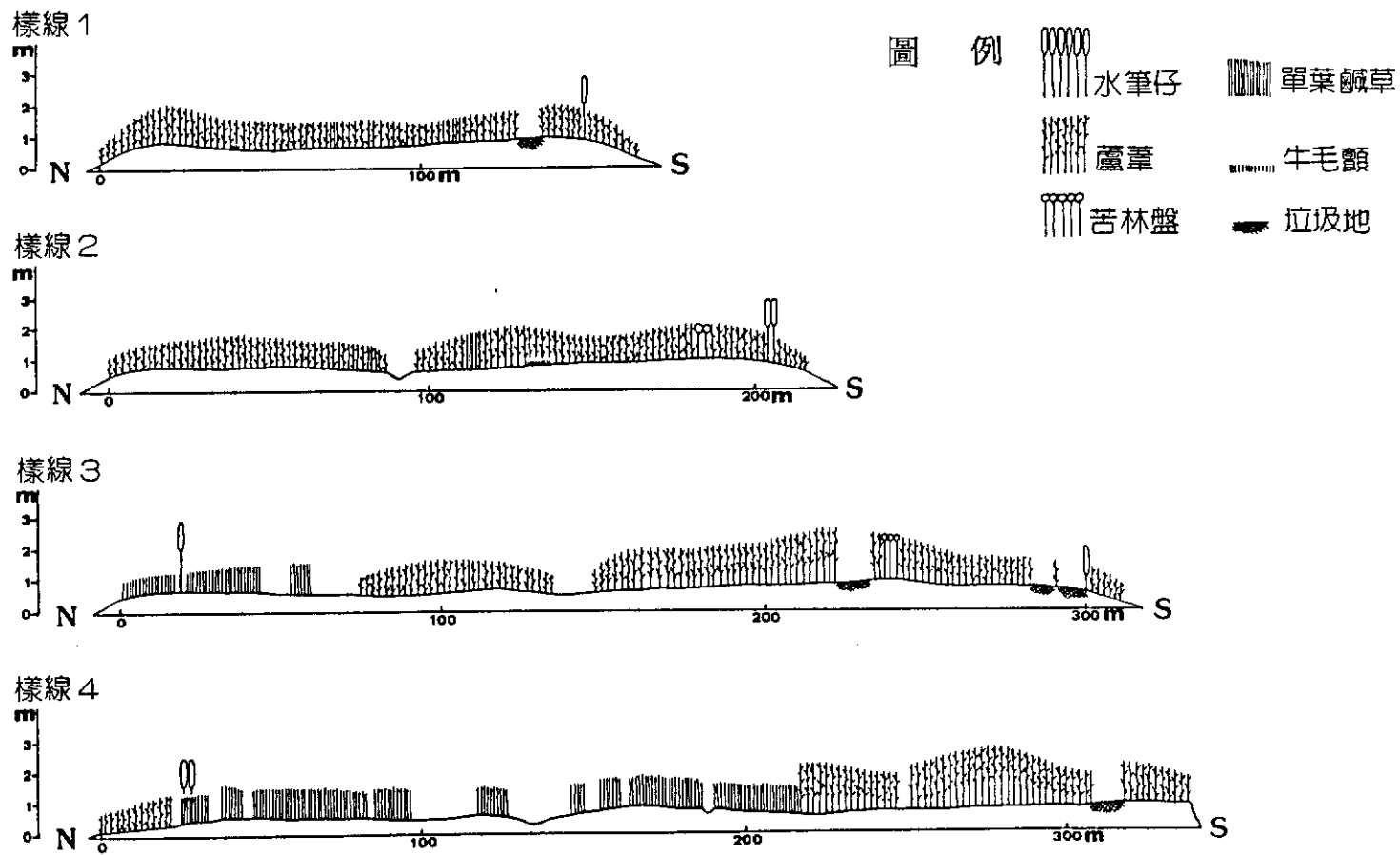
二關渡沼澤地植物社會

本區之植物社會單位，依12條樣線所得資料（表一），命名爲：
蘆葦優勢社會、單葉鹹草優勢社會、水筆仔優勢社會，其各佔比例爲
：46.7%、17.7%、10.6%，依植物形相（*physiognomy*），前二
者屬於草澤（*marsh*），後者屬樹澤（*swamp*），各植物社會之
組成十分單純，一般僅由一種植物組成；植物混淆生長之比例不高，
可視爲三種植物社會間的推移帶（*ecotone*）。此三種植物社會均
屬鹽濕地植物社會，於本省大都出現在感潮之河流旁，或鹹水魚塭之
排水溝旁，較少出現在海岸灘地，本區之環境即爲感潮之河流旁。苦
林盤、牛毛顛發生率極低，視爲偶然出現或爲附屬於此三植物社會，
而不視爲本區域代表性之植物社會。

爲詳細表明關渡沼澤地植物社會之組成、結構狀況，將各樣線資
料，配合植物高度及生育地之海拔，繪成剖面圖（圖三），各植物社
會於關渡沼澤地平面分布之情形，示於圖四。可看出各植物成集落分

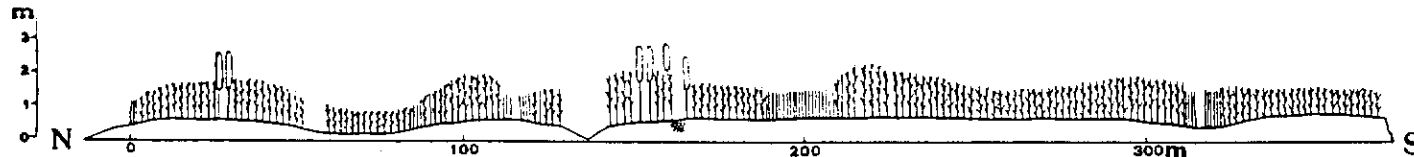
表一、各樣線之植物組成 (單位：公克)

樣線	水筆仔	蘆葦	單葉鹹草	裸地	苦林盤	牛毛顛	水、筆蘆仔葦	水單筆葉仔鹹草	蘆單葦葉鹹草	蘆苦葦林盤	蘆牛葦毛顛	樣線長
1	1.5	152.1	5.9	5.7							2.8	168.0
2	3.9	175.0	2.9	8.0	4.7				14.2		7.3	216.0
3	4.1	191.3	64.9	43.0					4.0	5.2		312.5
4		135.1	129.3	69.8		1.3					4.5	340.0
5	8.7	282.5	39.4	28.8			1.7		11.9			373.0
6	3.7	264.4	59.4	53.2			16.9		50.0			447.6
7	25.2	179.9	102.1	84.2			15.6		27.3			434.3
8	35.9	116.8	103.1	102.1		7.5		8.9	23.5			397.8
9	32.3	76.3	81.0	89.8			13.4	5.1				297.9
10	51.4	62.3	28.7	94.7								237.1
11	103.0			57.0								160.0
12	102.3		2.7	6.7				6.2				117.9
合計	372.0	1635.7	619.4	643.0	4.7	8.8	47.6	20.2	130.9	5.2	14.6	3502.1
百分比 (%)	10.6	46.7	17.7	18.4	0.1	0.3	1.4	0.6	3.7	0.1	0.4	100.0

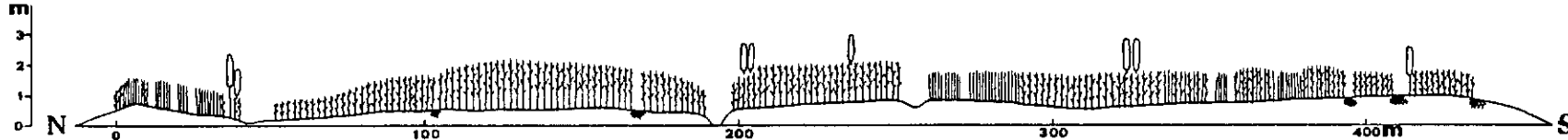


圖三、關渡沼澤地植物社會剖面圖

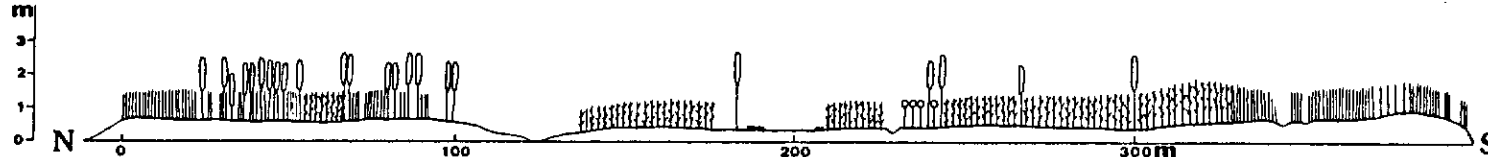
樣線 5



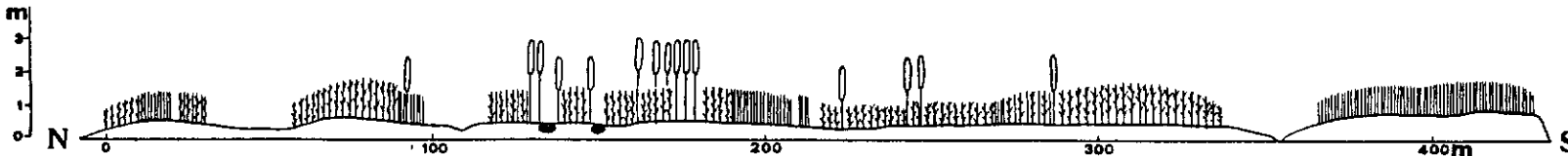
樣線 6



樣線 7

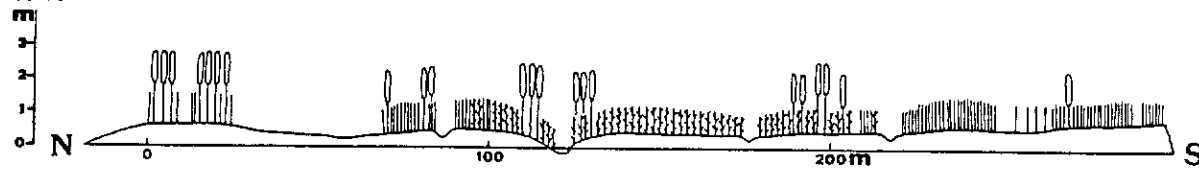


樣線 8

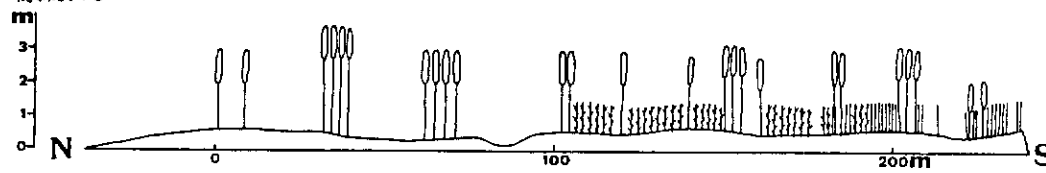


圖三、續

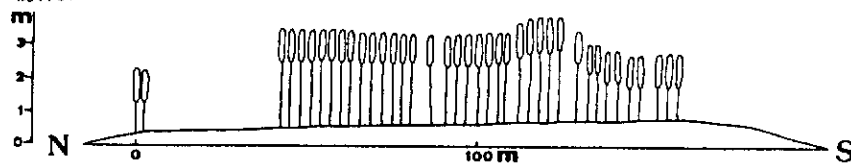
樣線 9



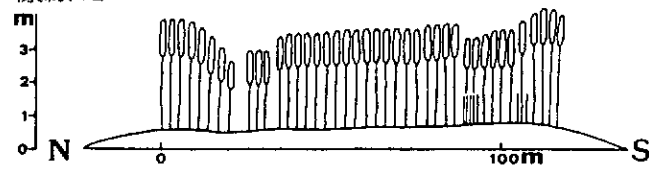
樣線 10



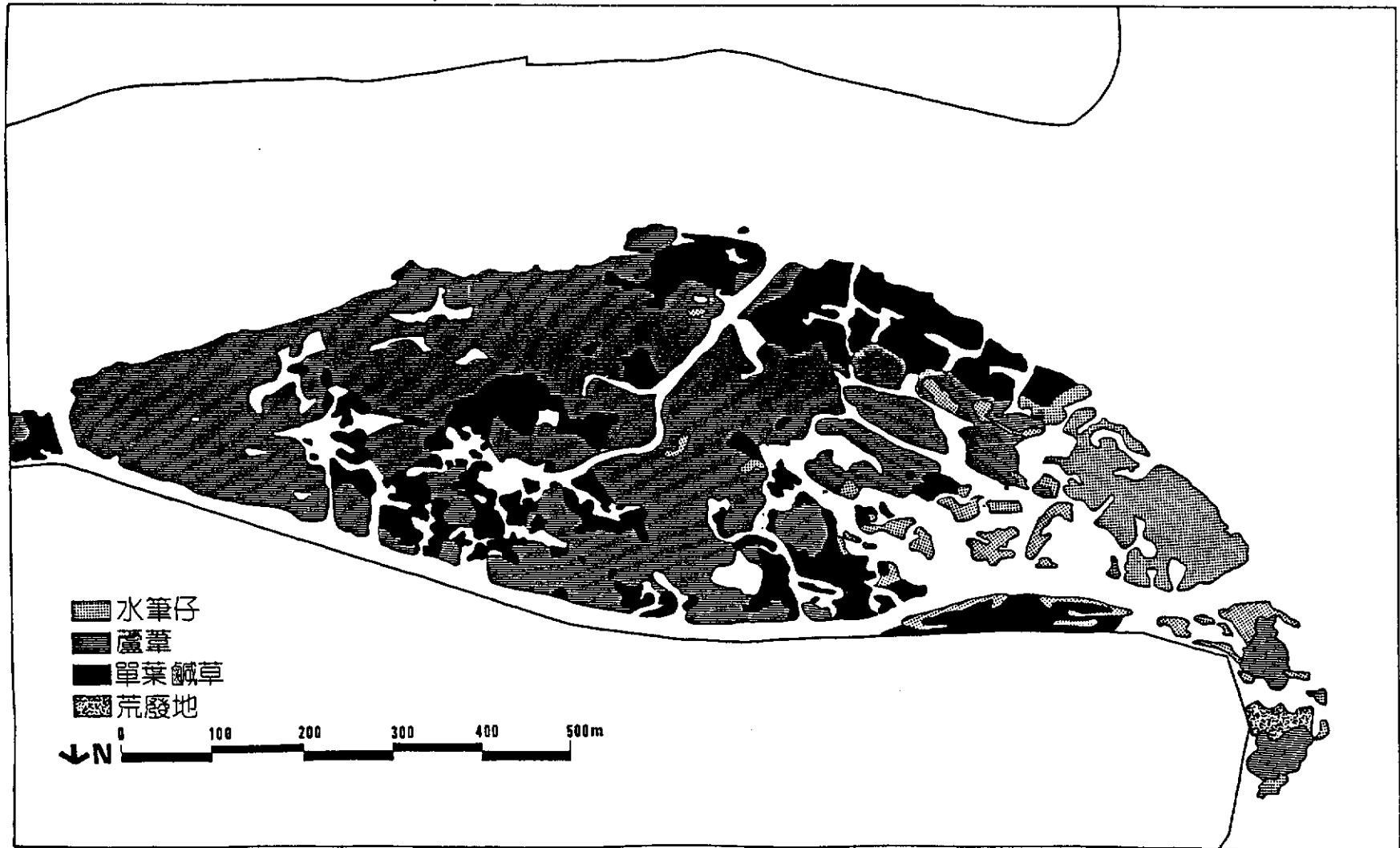
樣線 11



樣線 12



圖三、續



圖四、民國 75 年關渡自然保留區植群圖

布，而各植物社會大都由單一植物集結而成，少呈散生或混淆之狀態，此種分布之原因為何？是否由於生育地環境不同所引起？此將討論於后。

三、關渡沼澤地水筆仔之數量

沿樣線每20公尺設置 4 m^2 小樣區，共 168 區，其中 49 區有水筆仔樹或苗，約佔全區之 30%，共記錄得水筆仔樹 80 株、水筆仔苗 414 株，大致而言，水筆仔苗均為生長於母樹四周之一或二年生小苗；由於取樣率約為 $1/500$ ，推算全區約有 40,000 株水筆仔樹，207,000 株水筆仔苗。

四、關渡沼澤地水筆仔林之構造

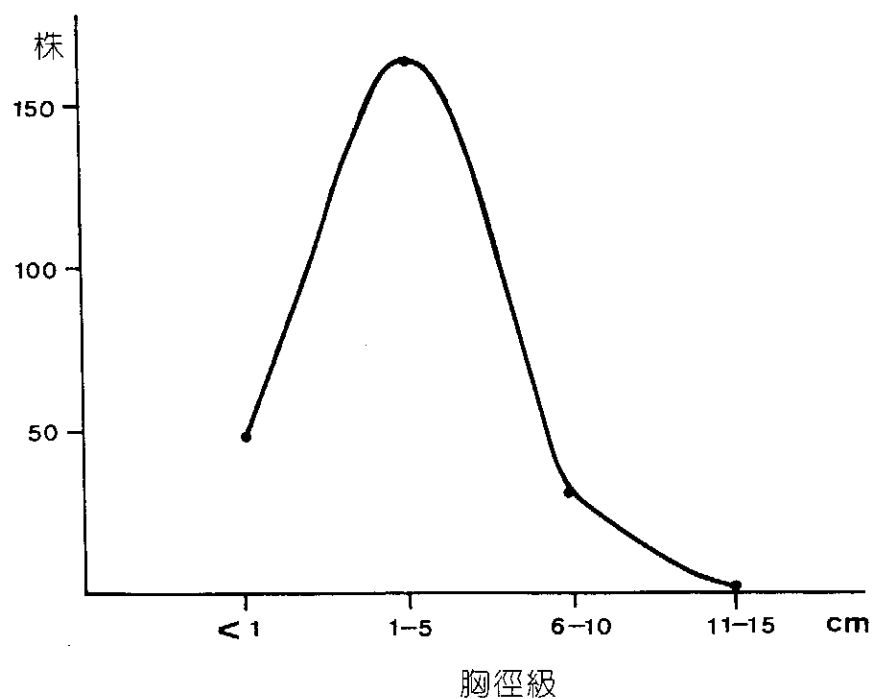
於水筆仔林中 20 個 4 m^2 樣區之資料整理如表二，換算成以每平方公尺為單位，則此水筆仔林之結構如下：平均樹高 2.85 公尺，水筆仔樹密度 $2.5\text{ 株}/\text{m}^2$ ，水筆仔苗密度 $0.6\text{ 株}/\text{m}^2$ ，胸高斷面積和 $35.1\text{ cm}^2/\text{m}^2$ 。此資料與竹圍水筆仔林之資料（呂光洋，1982）比較，其高度與胸徑較竹圍紅樹林小甚多，而密度較竹圍紅樹林 $2.2\text{ 株}/\text{m}^2$ 略高，其原因是本地水筆仔林為幼齡林，其歷史比竹圍水筆仔林短甚多。20 個樣區共取到 197 株水筆仔樹中，有 83 株（42%）主幹於胸高以下分岔而呈灌木狀，此可能是因為這些樹木形成於演替初期，林木未鬱閉、光線充足，使樹木呈灌木狀。

表二、關渡水筆仔林樣區 ($4m^2$) 株數、高度、胸高斷面積統計表

	樣區數	平均值±標準誤	最小值	最大值
株數 (株/ $4m^2$)	20	9.9 ± 1.0	2	19
高度 (m)	20	2.85 ± 0.20	1.7	5.0
苗木株數 (株/ $4m^2$)	20	2.4 ± 1.1	0	16
胸高斷面積 ($cm^2/4m^2$)	20	140.5 ± 27.0	31	569

五、水筆仔林之族群構造

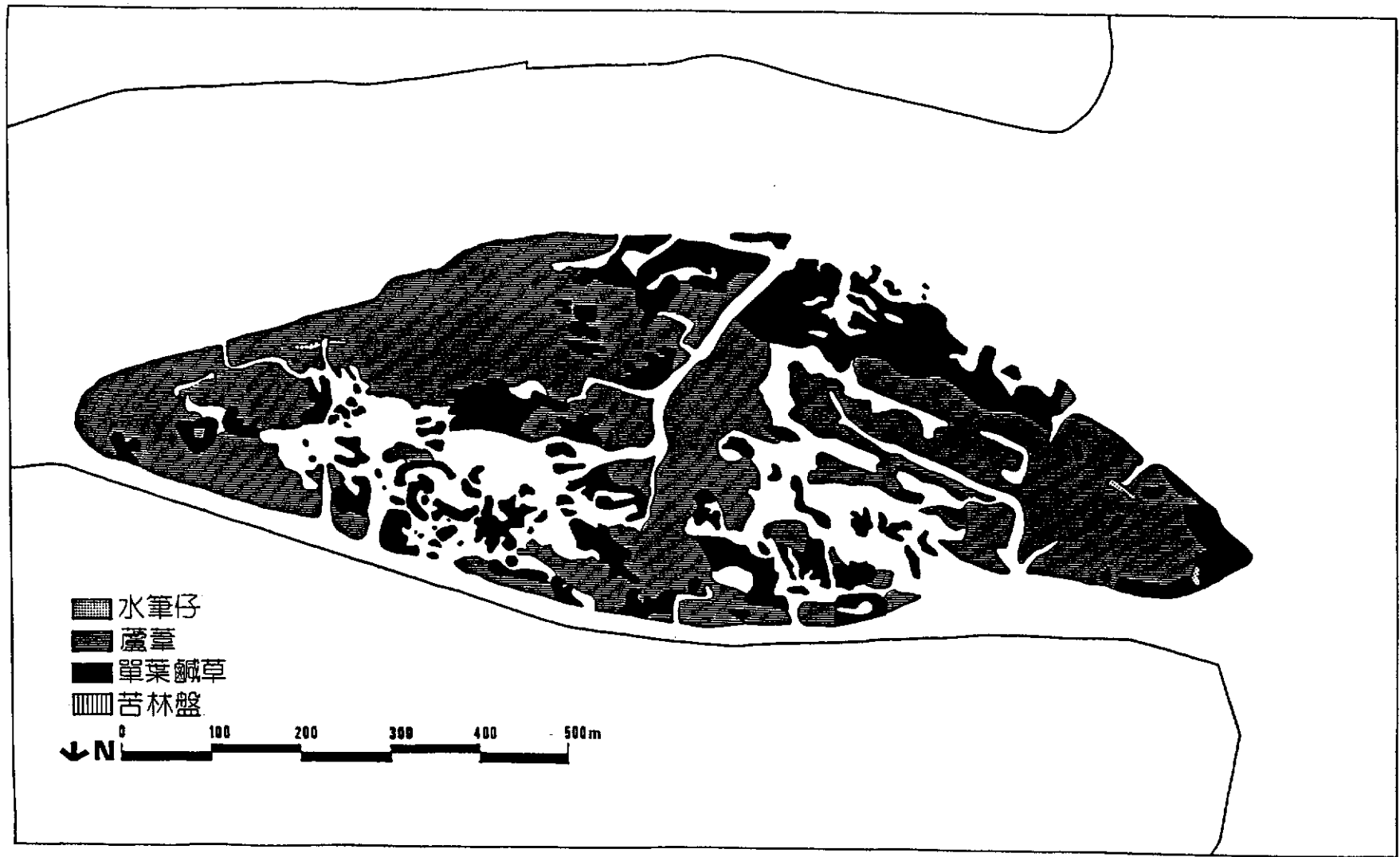
水筆仔林中20個 $4m^2$ 樣區所取得之資料，計算各胸徑級之株數，結果如圖五所示，因直徑級可大約顯示不同之齡級，故此圖可視為各齡級株數比例之族群構造，此可預測族群過去與未來之消長情形，亦可指示其天然更新之狀態（劉棠瑞、蘇鴻傑，1982）。目前曲線呈鈴形，顯示因林冠逐漸鬱閉，林下小苗已減少，因此水筆仔為一非耐蔭之先驅樹種（pioneer species）；此亦可由幼苗與林木之比例看出，就全區而言，林木數：幼苗數 = 1：5，而於水筆仔林區域，林木數：幼苗數 = 4：1，因林下與林外水筆仔苗之數量差別頗大，可見得水筆仔苗不適生於林下，而為一非耐蔭之先驅樹種。



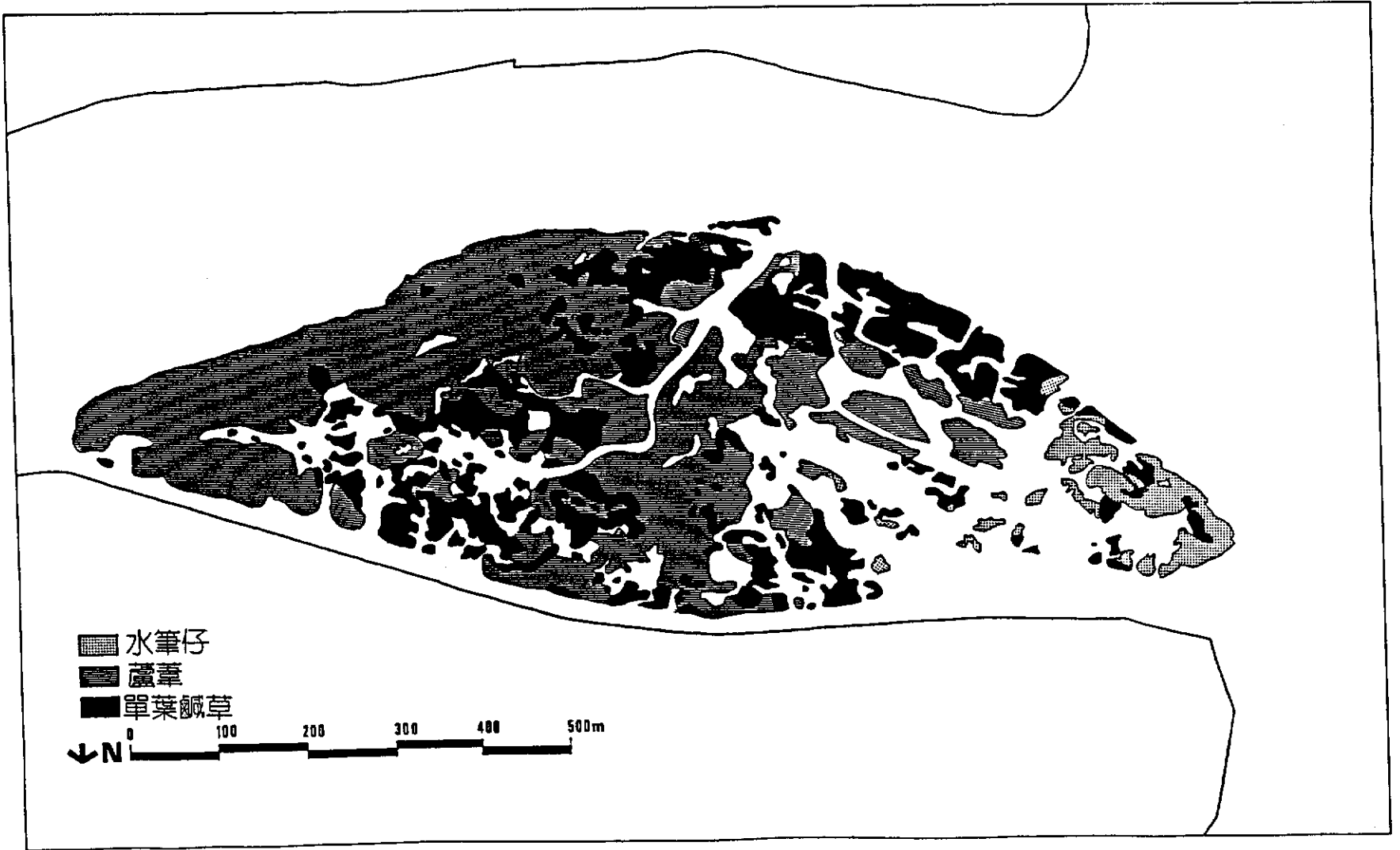
圖五、關渡水筆仔林族群結構

六各植物社會演替

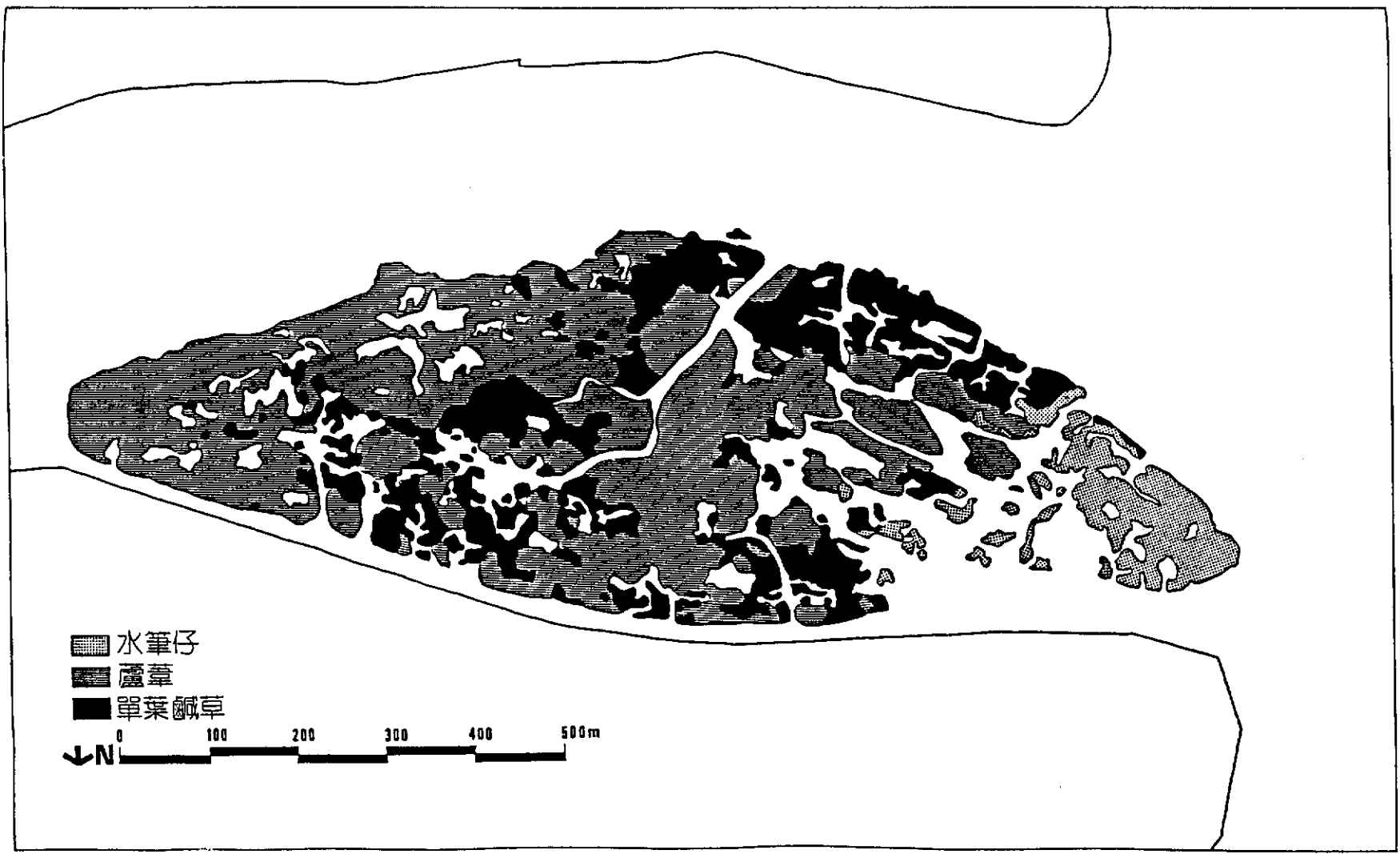
本區之航空照片，計收集民國54、67、71~75等7個年份；民國54年時，沼澤地為農田，不再判釋；民國67、73~75年之植群圖判釋如圖四、六~八所示，各年度各植物社會之面積列於表三；民國71、72年之照片品質不佳，僅判釋出水筆仔林之區域並計算其面積列於表三。



圖六、民國 67 年關渡沼澤地植群圖



圖七、民國73年關渡沼澤地植群圖



圖八、民國74年關渡沼澤地植群圖

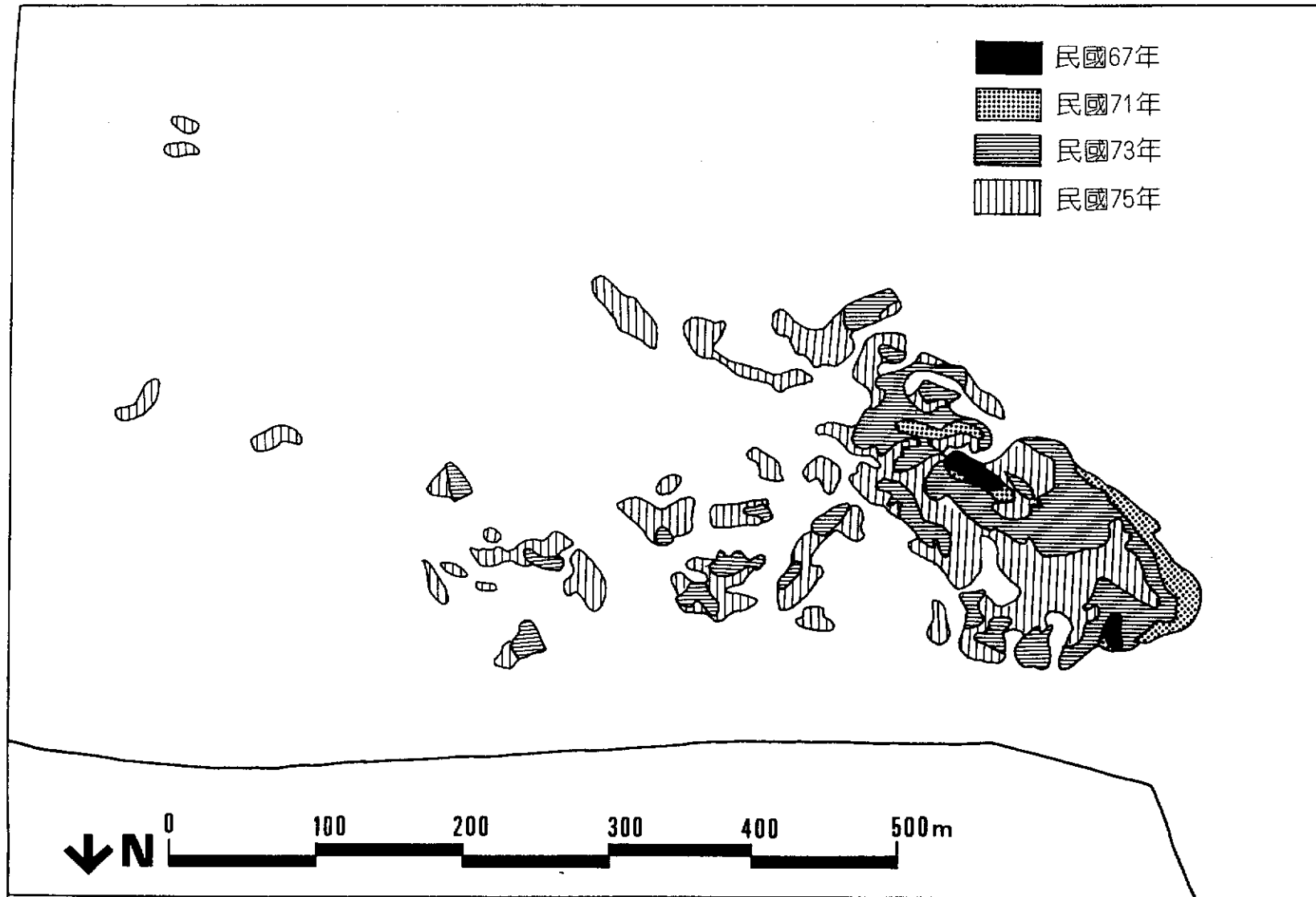
表三、各年度各植物社會之面積 (ha) 與水筆仔林年增加率

年度	水筆仔林	蘆 葦	單葉鹹草	總面積	水筆仔林年增加率
67	0.04	18.68	7.54	26.12	57 %
71	0.24	—	—	—	146 %
72	0.59	—	—	—	117 %
73	1.28	14.67	7.34	23.29	80 %
74	2.30	15.70	7.17	25.17	27 %
75	2.91	18.04	6.33	27.28	

由表三、圖九可看出水筆仔林之範圍擴展迅速，以71~72年間增加率146%為最快，目前其增加率已減緩甚多，預測今後水筆仔林面積將繼續以較緩之速率增加；如前述所有4m²樣區中，30%的樣區有水筆仔苗或樹，這些樣區如果目前尚不是水筆仔林，將來極可能形成水筆仔林，故粗略估計未來水筆仔面積將佔全區30%以上。雖然水筆仔是非耐蔭性先驅樹種，然而淡水河鹹水沼澤地植物種類十分單純，預期並無其他耐蔭樹種會取代水筆仔，故水筆仔林應為沼澤地極盛相植物社會之一。

民國67年時，沼澤地以蘆葦及單葉鹹草二植物社會最優勢，水筆仔才剛侵入，故前二者為此地最初之先驅植物，其比水筆仔先侵入之原因，可能是原本其便生長在沼澤地旁，母株距離近，當裸地形成時便捷足先登，而水筆仔母樹在竹園紅樹林，距離較遠。

至民國73年，沼澤地西端原以蘆葦為主、單葉鹹草為副之沼澤地，成為水筆仔和裸地為主，推測極可能該區蘆葦、單葉鹹草先大部份



圖九、各年度水筆仔林擴展情形

死亡而成爲裸地，而後水筆仔因母樹已建立於此地，便大舉侵入，然蘆葦是由於洪水或其它原因而死亡，仍待探討。

民國73~75年，蘆葦與單葉鹹草生育地之位置均大同小異，表三顯示蘆葦之面積逐年漸增，此固然是因其侵入沼澤地內原有之裸地，另一方面，可能是由於河沙淤積使河岸淤高，植群向外拓展，此一現象在沼澤地之東南岸十分明顯。單葉鹹草之面積逐年漸減，其原因尚未完全明瞭，部份原因可能係受水筆仔生育地拓展之影響；據記載此一植物多年前於關渡地區是人工栽培的（陳明義等，1986），而後逸出成爲野生狀態，其競爭力可能較弱。至於此沼澤地植物社會演替至穩定時之狀況如何，由於資料不足，除推測水筆仔仍佔優勢外，其它難以預料。

由現場觀察，此沼澤地植物演替，受淡水河中垃圾之干擾頗大，尤其每年颱風河水暴漲，帶來大量木料、塑膠品等輕質垃圾，常大面積聚積在沼澤地內（圖三），破壞了原有植被，造成新的裸地。

此外，淤沙除了如前所述，造成植物可生長的新生地外，其亦可能使得沼澤地海拔高度超過潮水經常淹沒的高度，此時乾生植物便將侵入；因此，淤沙亦爲影響演替之因素。

七、各植物社會生育地土壤性質之比較

各植物社會之各項土壤性質分析結果如表四~九所示，其中全氮量（表四）、有效磷（表五）、可交換鉀（表六）含量及pH值（表七），各植物社會、裸地無顯著差異，此顯示形成不同植物社會、裸地之原因，並非由於生育地土壤氮、磷、鉀含量或pH值所引起。

至於土壤及土壤水之導電度（表八、表九），則水筆仔與單葉鹹草者大於蘆葦者，且呈顯著差異，導電度指示土壤或水中可溶性鹽類

表四、各植物社會土壤全氮量統計表

單位：%

植物社會	取樣數	平均值 ± 標準誤	最小值	最大值
水筆仔	4	0.16 ± 0.01 a*	0.15	0.18
蘆葦	16	0.16 ± 0.01 a	0.12	0.19
單葉鹹草	12	0.17 ± 0.01 a	0.15	0.21
裸地	11	0.15 ± 0.01 a	0.03	0.20

* 相同字母表示無顯著差異 ($P < 0.05$)，字母不同表示有顯著差異，以下各表均同此。

表五、各植物社會土壤有效磷含量統計表

單位：ppm

植物社會	取樣數	平均值 ± 標準誤	最小值	最大值
水筆仔	4	0.17 ± 0.11 a	0	0.43
蘆葦	16	2.30 ± 0.57 a	0	6.21
單葉鹹草	12	1.50 ± 0.71 a	0	7.11
裸地	11	2.13 ± 0.83 a	0	8.19

表六、各植物社會土壤可交換鉀含量統計表

單位：ppm

植物社會	取樣數	平均值 ± 標準誤	最小值	最大值
水筆仔	4	1.51 ± 0.20 a	1.16	1.95
蘆葦	16	1.63 ± 0.07 a	1.20	1.97
單葉鹹草	12	1.65 ± 0.09 a	1.14	2.08
裸地	11	1.66 ± 0.06 a	1.20	1.89

表七、各植物社會土壤 pH 值 (1 : 2) 統計表

植物社會	取樣數	平均值 ± 標準誤	最小值	最大值
水筆仔	4	6.7 ± 0.2 a	6.1	7.2
蘆葦	24	6.2 ± 0.1 a	4.9	7.1
單葉鹹草	14	6.0 ± 0.2 a	4.3	6.7
裸地	11	6.6 ± 0.2 a	5.4	7.2

表八、各植物社會土壤導電度統計表

單位：mmhos/cm

植物社會	取樣數	平均值 ± 標準誤	最小值	最大值
水筆仔	4	30.6 ± 2.9 a	22.4	35.8
蘆葦	25	24.5 ± 0.8 b	17.9	31.9
單葉鹹草	14	27.9 ± 1.0 a	20.2	32.1
裸地	11	25.3 ± 0.6 a,b	22.4	28.5

表九、各植物社會土壤水導電度統計表

單位：mmhos/cm

植物社會	取樣數	平均值±標準誤	最小值	最大值
水筆仔	4	25.9 ± 1.7 a	21.1	28.8
蘆葦	6	17.9 ± 1.3 b	13.5	22.8
單葉鹹草	9	22.6 ± 1.0 a	17.5	26.7
裸地	6	20.3 ± 1.3 a,b	14.4	23.3

表十、各植物社會海拔高度統計表

單位：m

植物社會	取樣數	平均值±標準誤	最小值	最大值
水筆仔林	12	0.61 ± 0.03 a,b	0.41	0.77
水筆仔苗	38	0.56 ± 0.02 a	0.35	0.86
蘆葦	73	0.65 ± 0.02 b	0.33	0.98
單葉鹹草	29	0.66 ± 0.02 b	0.47	0.90
裸地	25	0.35 ± 0.04 c	-0.15	0.59

之濃度，其數值愈大則濃度愈高，故此一結果顯示水筆仔與單葉鹹草較蘆葦喜好生長於可溶性鹽類含量較高之生育地，而生育地土壤中之可溶性鹽類含量可能為形成不同植物社會的原因之一。

八、各植物社會生育地海拔之比較

於感潮區域，海拔高度不同使潮水淹沒時間長短不同，影響及土壤含氧量、土壤水份含量、土壤水鹽度等，以致影響植物覆蓋之範圍和狀態 (Clarke and hannon, 1969)。關渡沼澤地各植物社會生育地海拔統計值無顯著差異 (表十)，其原因可能是三種植物之生育海拔相互重疊，無法由平均值看出三種植物海拔分布之差異。

水筆仔苗發生地之海拔高度，較蘆葦、單葉鹹草之生育地為低，而呈顯著差異，此顯示在關渡沼澤地植物生育之海拔範圍中，水筆仔苗偏向生育於海拔較低處，其原因可能是由於在海拔低處，潮水較易帶水筆仔苗到達。

無垃圾裸地之海拔高度低於所有各種植物生育地之海拔高度，其原因可能由於海拔低處受潮水浸潤之時間較長，一方面土壤含氧量減少，另一方面植物之種子漂流至此，尚未生根固著即為潮水帶走，故無法形成植物覆蓋。

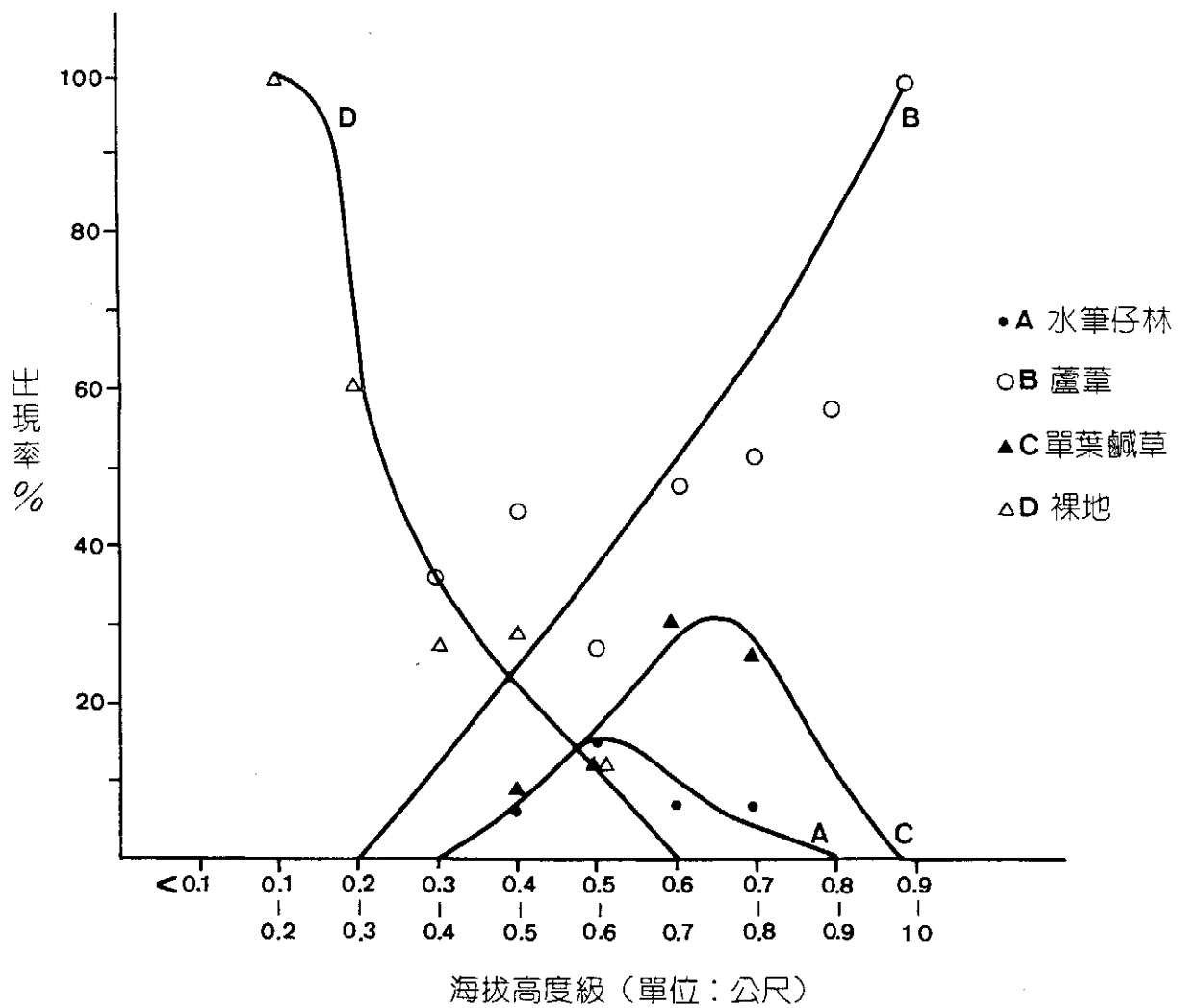
九、各植物社會之海拔輻度

各植物社會於各海拔高度級所出現之樣區數，除以該海拔高度級所有樣區之數目，即為各植群於該海拔之出現率，其結果如表十一，由表十一繪出各植物社會於關渡沼澤之海拔輻度如圖十。

水筆仔林目前海拔輻度在 0.4 ~ 0.8 公尺間，而以 0.5 ~ 0.6 公尺為其最適界，然而水筆仔苗發生之海拔範圍為 0.3 ~ 0.9 公尺，因

表十一、各植物社會海拔分布表(N：樣區數，P：出現率%)

海 拔 (m)	水 筆 仔 林		水 筆 仔 苗		蘆 葦		單 葉 鹹 草		裸 地		全 部 樣 區 數
	N	P	N	P	N	P	N	P	N	P	
≤ 0.10									2	100	2
0.11-0.20									4	100	4
0.21-0.30									3	60	5
0.31-0.40			6	55	4	36			3	27	11
0.41-0.50	2	6	8	25	14	44	3	9	9	28	32
0.51-0.60	5	15	9	27	9	27	4	12	4	12	33
0.61-0.70	3	7	11	26	20	48	13	31			42
0.71-0.80	2	7	1	4	14	52	7	26			27
0.81-0.90			3	25	7	58	2	17			12
0.91-1.00					5	100					5



圖十、關渡沼澤地各植物社會海拔輻度

此將來水筆仔林之海拔幅度應會擴大為 0.3 ~ 0.9 公尺，此亦表示目前水筆仔林之範圍仍在拓展之中；單葉鹹草之海拔幅度為 0.4 ~ 0.9 公尺，最適界為 0.6 ~ 0.8 公尺；蘆葦之海拔分布由 0.3 公尺起，至 0.9 ~ 1 公尺時，出現率為百分之百，此表示蘆葦之海拔分布應超過海拔 1 公尺，而關渡沼澤地尚未完全包含蘆葦生育之海拔幅度，然而其最適界應可視為在海拔 1 公尺左右。由上述可知此三種植物於關渡沼澤地之海拔最適界呈蘆葦、單葉鹹草、水筆仔三者由高至低之次序；海拔高度影響及潮水淹沒時間長短，而此因素又如何影響到各植物社會分布之海拔，其間之作用有待進一步之探討。

裸地發生於海拔 0.6 公尺以下，而 0.2 公尺以下完全為裸地而無植物分布，造成裸地之原因已於上節中討論。

由上述可知，在所探討的環境因子中，與植物社會分布有關者為土壤中可溶性鹽類含量、海拔高度，而此二因素似乎尚無法完全解釋目前植物社會之分布，除了未知的原因外，推測部份因素可能是植物本身的特性所形成，如蘆葦、單葉鹹草均可行無性繁殖，易形成集落分布；此外，由於目前植物社會尚未演替至穩定階段，各植物社會範圍仍在變動之中，當其達穩定階段，各植物社會環境因子可能會顯示出較明顯的差異。

肆、結論與建議

由本研究可知關渡沼澤地共有水筆仔、蘆葦、單葉鹹草、苦林盤、牛毛顛、布袋蓮等六種維管束植物，其中布袋蓮是順河水、潮水漂流而來，並非自生於本區。沼澤地之植物社會可分為蘆葦優勢社會、單葉鹹草優勢社會、水筆仔優勢社會等三個單位，所佔面積比例分別

爲 46.7%、17.7%、10.6%。估計整個關渡沼澤地約有水筆仔 40,000 株，水筆仔苗 207,000 株。水筆仔林平均樹高爲 2.85 公尺，水筆仔樹密度爲 2.5 株/ m^2 ，水筆仔苗密度爲 0.6 株/ m^2 ，胸高斷面積爲 35.1 cm^2 / m^2 ，呈幼齡林狀態；由於水筆仔林之族群齡級分佈爲鈴形，其爲一非耐蔭性之先驅樹種。水筆仔林面積自民國 67 年以來即持續擴展，目前雖增加率已趨緩和，然估計其未來面積可能演替至全區 30% 以上；蘆葦之面積亦逐年增加，單葉鹹草面積逐年漸減，而所有植物覆蓋面積則逐年增加。由生育地土壤之分析可知，三種植物社會生育地土壤 pH 值、全氮量、有效磷、可交換鉀含量並無顯著差異，故此四因素並非形成不同植物社會之原因。而水筆仔與單葉鹹草較蘆葦喜好於可溶性鹽類高的生育地；三種植物社會生育地海拔統計值並無顯著差異，然而對其海拔幅度最適界而言，依水筆仔、單葉鹹草、蘆葦三者由低至高的次序，海拔 0.2 公尺以下則全爲裸地無植物發生；因此可溶性鹽類濃度與海拔高度可能爲造成不同植物社會的因素。

由於近年來水筆仔林擴展迅速，似乎使得來此棲息之水鳥減少，因此部份賞鳥人士建議應伐除部份水筆仔。對此一問題，首先須了解的是“如何才是水鳥最佳棲息地”，對此一問題應有充分的把握，而後才能對本區進行整體規畫，逐步改變水鳥棲息環境。

在改變本區植物社會狀態時，伐除部份水筆仔林雖可暫時獲得供水鳥活動的空地，然而本區域三種植物社會之生育環境十分近似，因此可能三種植物將同時侵入新暴露的裸地，數年之內，又將形成完全由植物覆蓋之區域，而如有蘆葦或單葉鹹草侵入，此時要再以伐除地上植物來獲得空地已不可能，因蘆葦及單葉鹹草均有地下莖，可迅速再生；因此，伐除水筆仔林爲暫時的辦法，僅可實行供短期觀察，研究水鳥對此棲息空地之反應。

如要長期改變植群狀態，可能由地形整治著手更為恰當；如結論所述，海拔 0.2 公尺以下均為裸地而無植物發生，理論上如將海拔高度降至 0.2 公尺以下，則將形成長期之裸地；而若要植物被覆，則將海拔調整至各植物生育海拔之最適界，再以人工種植即可。此外，淤沙速率、潮水等之資料亦應長期收集，以供規畫之參考。

伍、參考文獻

1. 呂光洋。1982。竹圍紅樹林沼澤生態調查(1)。中華林學季刊 15(3)：69～76。
2. 郭魁士。1974。土壤學。中國書局印行。753 頁。
3. 陳明義、沈競辰、呂金城、洪丁興、林信輝。1986。台灣沿海自然保護區之植物資源。自然生態保育協會。
4. 劉棠瑞、蘇鴻傑。1978。森林植物生態學。台灣商務印書館。462 頁。
5. Clarke, L.D. and N.J. Hannon. 1969. The mangrove swamp and salt marsh communities of Sydney district. II. The holocoenotic complex with particular reference to physiography. J. Ecol. 57: 213-234.
6. MacDonald, C.C. 1977. Methods of soil and tissue analysis used in the analytical laboratory. Maritimes Forest Research Centre, Canadian Forest Service, Information Report M-x-78.