

台灣國有林自然保護區植群生態之調查研究 南澳潤葉樹保護區植群生態之研究

主辦機關：台灣省農林廳林務局

執行機關：國立台灣大學森林研究所

研究工作人員

計劃主持人：蘇 鴻 傑 教授

計劃擬定及推動、調查區勘察、資料分析研判
、電腦程式設計、繪圖、研究報告撰寫及校閱

研究助理：林 旭 宏

野外採集及樣區調查、植物社會樣區資料統計
、資料整理、研究報告撰寫、資料分析

徐 自 恆

野外樣區勘察、資料分析、繪圖

台灣國有林自然保護區植群生態之調查研究

序

人類之科技發展至今，已顯著改變了生育環境及天然資源之自然秩序，雖大幅提升了多數人之物質生活，然人口之持續成長，使人類對天然資源之需求漫無止境。基於對自然資源利用方式之關切，以及對資源長期供應人類利用之期望，生態學者及有識之士乃憂心忡忡，而大力急呼生態保育。

依國際自然保育聯盟（IUCN）所發表之「世界自然保育方略」所載，自然資源之保育，係對人類使用生物圈（biosphere）之行爲加以經營管理，使其能對現今人口產生最大且持續之利益，同時保留其潛能，以滿足後代子孫之需求與期望。因此，保育係積極的行爲，包括對自然環境之保存、維護、永續性利用、復原及改良。保育之意義並非絕對保留不用，而是合理的利用，係人類繼續生存之另一種替代方案。天然資源之保育策略雖多，然在現今人類超量及不合理使用資源之情況下，保育學者均認爲有必要保留部份天然生育地及物種，以符合研究、經營及遊憩需求，自然保護區之觀念即應運而生，在此種保護區內，一切生物及環境皆保持自然狀況，而不受人類之利用或干擾，俾使生態系（ecosystem）之功能得以正常運作。在此觀念及潮流影響之下，世界各國均制定了不同之保護區及經營目標，惟所用之名稱略有不同，國際自然保育聯盟對此等性質之地區，概以保育區（conservation area）稱之，以下又劃分爲十類，包括國家公園、嚴格自然保留區及其他各類，一般保育學者亦常將此種區域稱爲自然地

區 (natural area) 或自然保留區 (natural reserve) ，另一同義字則為生態保留區 (ecological reserve) ，名稱雖有差異，然其主旨則大同小異，蓋保留區之設置乃土地及資源經營之必要手段，亦可視為土地利用方式之一。

自然保留區之功能，可歸納為下列五點：(1)保留地球各種生態系之代表例證；(2)供為生態演替現象、生物及物理環境之長期研究材料；(3)提供基準及對照值，以檢定因人類活動引起自然作用及生態系改變之參考依據；(4)保存複雜之物種歧異度及基因庫；(5)供為稀有及臨絕物種之庇護區。上述各種用途，有作為基本的科學研究及教育者，有提供自然資源之經營範例者，亦有保留未來之潛在用途者。由於各地之環境因子及生物群聚並非一致，故宜依生態系變異之特性，選擇不同地點作為代表，成立保育區，構成保育區之系統，以保存自然界之多樣性。

保育思潮影響所及，本省林業經營已由木材等林產物之收穫，轉趨多目標利用。本省森林資源之保育觀念，近年來深受有關機構及學者之重視，對於森林資源之保存，早期即有自然保護區之雛議及規劃，故保存自然之觀念，實肇始於林業，在提議之初，僅以「自然保護區」通稱，然對其特性未加以分類，亦未有明確之法令依據，待至民國七十一年以後，文化資產保存法及國家公園法之相繼頒布，本省保護區才有各種規劃、區分及法律地位。台灣之天然生物資源十分豐富，而蘊藏量最多且既有留存者，概以森林為代表，故保育觀念源起於林業自屬必然。目前之四處國家公園成立後，雖均有生態保護區之設置，然以台灣各種林型及生態系之歧異性觀之，國家公園之幾處生態保護區實無法涵蓋所有應保護之自然地區，故國有林地中之成立保護區仍為不可或缺之保育工作。

自從民國六十五年「台灣林業經營改革方案」頒布實施以來，自然資源之保育已成為林業經營之重心。台灣林地佔全省面積之 52%，為本省陸地上主要之自然資源，其中某些林型、生態系及動植物種類，或具有代表性，或具有稀有性，均急待加以維護。林務局有鑑於此，早於民國五十四年即著手規劃野生動植物及自然資源之保育措施，歷年來從事各種調查，並協助學者參與研究甚多。民國六十五年曾進行全省自然保護區之調查與設置，選出預定地點三十餘處，除在本省北、中、南成立三處大型生態保護區外，並於民國七十五年完成 35 處自然保護區之初步勘察報告。

綜觀林務局已擬定之 35 處自然保護區，有以保護特殊生態系或林型者，有以保持特殊地形景觀者，而以保護特殊或稀有動植物為主要目標者亦為數甚多。這些保護區雖已列入林業經營計劃，然目前僅有少數地區得以依文化資產保存法正式公告，取得保育地位。按保護區系統之建立，應力求週詳而完整，不宜遺漏任何特殊之資源類型，故其地位評估及優先等級之決定，有賴保護區基本生態資料及特性之收集，而未來之經營目標及管理原則之參考依據，亦非基礎資料庫莫屬。反觀現已擬設之多數保護區，大多僅經初步踏勘，尙未有文獻紀錄者仍不在少數，故在保育工作之初步階段，調查其基本之生態資源特性、分析主要保育重點，並評估保護區在整個保育系統中之地位，乃成為急待加強之一環。林務局有鑑於此，乃分年擬定研究計劃，邀約有關學術單位參與，期能早日建立自然保護區之初步生態資料庫，而利於百年大計之進行。

台灣大學森林研究所師生，此次受命就若干保護區進行生態調查研究而得以參與保育盛事，感誌之餘自當全力以赴。然生態系之內容包羅萬象，非有各界專家共同參預，無法得致完整之研究結果，本研

究以植群生態爲主要調查重點，因書成於倉卒，誤謬之處，尙祈海內外先進，不吝賜正，此外，尙有諸多生態資料，仍待各方專家之關切與參預，願本書能收拋磚引玉之效，期有各界共襄盛舉。

國立台灣大學教授 蘇鴻傑謹誌

中華民國七十七年四月

目 錄

中文摘要	1
英文摘要	2
壹、前言	3
貳、台灣東北部之山地氣候及湖泊	8
一、山地氣候概述	8
二、山地湖泊植群生態概述	12
參、保護區之位置及環境	16
肆、研究項目及方法	23
一、資料收集	23
二、取樣	23
三、環境因子觀測與評估	24
四、原始資料統計	26
五、植群分析方法	26
伍、保護區之植群分析	29
一、神秘湖之水生及湖畔草本植物群落	29
二、山坡地森林群落	34
三、保護區內植物分布之探討	47
陸、森林植物族群構造分析	52
柒、植群演替之推論	64
一、初級演替	64
二、次級演替	67
捌、保護區之稀有植物及其保育特性評估	69

玖、結論及建議	76
一、保育重點評論	76
二、永久樣區之設置及研究建議	78
三、保育措施建議	80
拾、參考文獻	85
拾壹、附錄	91
一、森林樣區原始資料矩陣	91
二、森林樣區之樹種代號及學名對照表	92
三、水生及濕生植物樣區原始資料矩陣	95
四、水生及濕生植物樣區植物代號及學名對照表	96
五、森林樣區之環境因子評估矩陣	97
六、森林樣區間之相似性係數矩陣	98
七、南澳濶葉樹保護區之植物名錄	99
八、攝影圖說	111

圖 目 錄

圖一	台灣東北部地形及山地湖泊位置圖	11
圖二	南澳濶葉樹保護區位置及附近地形交通略圖	17
圖三	南澳濶葉樹保護區附近地形及樣區設置位置圖	18
圖四	神秘湖附近河道地形及建議永久樣區位置圖	20
圖五	方位—地形合成指數評估示意圖	28
圖六	神秘湖水生及湖畔植物樣區在分布序列前二軸平面上之分布圖	28
圖七	神秘湖水生及湖畔植物之實際分布平面圖	35
圖八	神秘湖及岸邊植物群落剖面示意圖	36
圖九	森林樣區在分布序列前二軸平面上之分布圖	38
圖十	森林樹種在分布序列前二軸平面上之分布圖	39
圖十一	森林樣區矩陣群團分析之樹形圖	42
圖十二	水社柳—赤楊林型重要組成樹種之直徑級分布圖	55
圖十三	九芎—小葉茶梅林型重要組成樹種之直徑級分布圖	57
圖十四	錐果櫟—長尾柯林型重要組成樹種之直徑級分布圖	59
圖十五	南澳濶葉樹保護區植群演替推測圖	65
圖十六	南澳濶葉樹保護區稀有植物形態圖之一	73
圖十七	南澳濶葉樹保護區稀有植物形態圖之二	74
圖十八	南澳濶葉樹保護區稀有植物形態圖之三	75
圖十九	稀有植物保育作業流程示意圖	83

表 目 錄

表一	台灣東北部南澳附近測候站觀測記錄整理表·····	10
表二	神秘湖水生及湖畔草本植物社會分型綜合表·····	30
表三	森林群落分布序列軸與環境因子間之相關矩陣表·····	38
表四	森林植群型分類綜合表·····	43
表五	水社柳—赤楊林型重要組成樹種之直徑級及株數統計表··	54
表六	九芎—小葉茶梅林型重要組成樹種之直徑級及株數統計表	56
表七	錐果櫟—長尾柯林型重要組成樹種之直徑級及株數統計表	58
表八	南澳潤葉樹保護區三林型之樹種歧異度比較表·····	63

STUDIES ON THE VEGETATION ECOLOGY OF NANAO HARDWOOD NATURE RESERVE

Summary

Nanao nature reserve is a small watershed located near a water divide in northeastern Taiwan. The whole watershed covers an area of about 200 ha., with elevations ranging from 1000 to 1500 meters. Lying in the valley is a small pond called Shenmihu (Mystery Lake) which represents the late stage of hydrosere. The water body measures only 2 meters deep and 1.5 ha. in size, although the marsh bordering the shore extends to an area of 4.8 ha. The submerged aquatic plant community known as *Potamogeton maackianus* - *Ceratophyllum demersum* type has flourished throughout the whole water. Emergent plants growing on shallow water are recognized as *Sparganium fallax* - *Schoenoplectus mucronatus* type. The marsh of *Isachne globosa* - *Oenathe javanica* type thrives best along the shore and upper valley, while the tall grassland of *Miscanthus floridulus* type occupies the elevated substrate. These seral stages are quite evident around the shore. In a few sites the elevated beds and marsh have been invaded by pioneer trees forming deciduous forests identified as *Salix kusanoi* - *Alnus formosana* type and *Lagerstroemia subcostata* - *Camellia transarisanensis* type. The upland forest is represented by *Cyclobalanopsis longinux* - *Castanopsis carlesii* type corresponding to the evergreen broad-leaved forest (warm temperate rain forest) of lower *Quercus* zone in the mountain forest belts of Taiwan. The former two seral types would developed into the latter type of climax forest, as is evidenced from the population structures of trees. This is also sustained by the species diversity of these forest communities. This reserve highlights the sere of hydrarch succession. The principle focus of conservation is on the aquatic plants and seral trees which are of rare occurrence in Taiwan. Rare species evaluated include *Sparganium fallax*, *Potamogeton maackianus*, *Utricularia minor*, *Ludwigia ovalis*, *Galium trifidum* and *Salix kusanoi*. An inventory of all plants collected during the study has been prepared in addition to the analysis of vegetations. Permanent plots were established for later studies. Appropriate conservation managements have also been suggested.

壹、前言

台灣位於亞洲大陸東南方，北回歸線橫貫本省中部，故本省氣候極具熱帶性，高溫而多雨為本省氣候之主要特徵；加以全省境內山脈縱貫，落差將近 4000 公尺，其走向亦與本島之長軸略平行，大致呈北北東至西南南之方向，不但造成垂直氣候帶的分劃，也形成西南部與東北角的氣候差異（陳正祥 1957, Su 1985）；此種錯綜複雜的氣候型態與山地地形，使得面積狹小的台灣擁有各種不同的植物群落（Vegetation community）。柳楮（1968）曾將本省之植物群落劃分為寒原（Tundra）、森林（Forest）及疏林（Savana）三大群系型（Formation type），而由於氣候因素極適於森林之發育，森林乃成為本省陸地生態系最主要之組成。更因垂直氣候帶所造成之溫度差異，森林群落可再區分為亞高山針葉樹林群系（Subalpine coniferous forest formation）、冷溫帶山地針葉樹林群系（Cold-temperate montane coniferous forest formation）、暖溫帶山地針葉樹林群系（Warm-temperate montane coniferous forest formation）、暖溫帶雨林群系（Warm-temperate rain forest formation）、熱帶雨林群系（Tropical rain forest formation）及海岸林群系（Littoral forest formation）（柳楮 1968）。如以森林形相及優勢種劃分山地森林帶，則可區分為冷杉林帶（Abies zone）、鐵杉雲杉林帶（Tsuga-Picea zone）、櫟林帶（Quercus zone）、楠櫟林帶（Machilus-Castanopsis zone）及榕楠林帶（Ficus-Machilus zone）（Su 1984b）；這些不同的森林群系孕育出本省複雜而豐富的植物相（flora），提供野生動物棲息與覓食的環境，並供應了本省豐富的木材資源，同時對於地

南澳澗葉樹保護區植群生態之研究

中文摘要

南澳澗葉樹自然保護區屬於國有林和平事業區第87林班之部分林地，位於台灣東北部南澳南溪及和平溪之間的山脊附近，為澳花溪上游之集水區，當地海拔在1000至1500公尺之間，總面積約200公頃，集水區中央之神秘湖，為濕性演替之晚期，水深僅2公尺，水域面積約1.5公頃，若包括湖邊之濕性沼澤則約有4.8公頃。目前整個湖面已充滿水生植物，屬微齒眼子菜—金魚藻型沈水性植物，近岸淺水處有東亞黑三稜—水毛花型之挺水植物，湖畔則為柳葉若—水芹菜型之濕生草本社會及五節芒型之高草原，此一系列植物社會，代表濕性演替之先後階段。神秘湖上下游淤積河床上已有早期森林出現，分別為水社柳—赤楊林型及九芎—小葉茶梅林型，而山坡地之盛行植群則為錐果櫟—長尾柯林型，相當於本省山地櫟林帶下層之常綠澗葉林（暖溫帶雨林）。此等林型之直徑級分析，顯示前二種林型將經由演替逐漸變為後一種極盛相森林，而林型之樹種歧異度統計亦符合此一趨勢。本保護區之植物保護重點，應屬神秘湖之水生植物及湖邊之水社柳森林，值得觀察之生態系變遷現象則為湖泊演替及沼澤植物與森林之消長，稀有之植物包括東亞黑三稜，微齒眼子菜、卵葉小丁香、小狸藻、小葉四葉葎及水社柳等。本研究除列舉保護區之植物目錄外，另建議設置永久樣區，以便長期觀察研究，文末並建議可行之保育管理措施，以供主管單位參考。

形徒峻、雨量充沛的台灣而言，森林在水文調節、水資源涵養、土壤保育及防止土壤沖蝕等保安功能更不容忽視，此外，在提供國民戶外遊憩之價值應是森林之另一功能。

以往對於本省森林資源的經營，為配合國家經建政策，常較重視木材生產之經濟效益，因此本省許多原始森林或因林相變更而改為人造林，或因林相改良而改變其組成，此乃一般開發中國家在發展中所必經之途徑，即使在已開發國家之早期發展過程，亦多無法避免。但隨著我國經濟的大幅成長，森林資源用以生產木材已非其最重要的功能，代之而起的則是森林之國土保安及提供遊憩之效益。因此自民國65年林業經營改革方案公布後，發展森林遊樂，建立自然保護區系統、加強治山防洪之效能，已成為今後林業機關之重點工作。

成立自然保護區之觀念，起源於人類超量及不合理使用資源所引起之嚴重後果，人類乃反省而悟出自然資源保育之重要性。由於過度開發，導致生存環境惡劣及天然資源匱乏，人類生存愈趨困難，因此為避免在瞭解天然環境與自然資源之最佳利用方式之前，全部資源與環境已遭破壞殆盡，保育學者均認為有必要保留部分天然生育地及物種，以符合研究、經營及遊憩之需求，建立自然保護區之呼聲乃應運而起（蘇鴻傑 1987）。本省自然保護區之設置工作，由林試所在國科會的推動下於1969年開始，經三年工作初步擬定本省自然保護區之系統，包括本省應予保護之各種生態體系及自然環境，主要保護對象為各種具代表性之生育地及森林，稀有及有絕滅危機之動植物（柳楨、徐國土 1973）。1976年林務局在農發會輔導下，亦進行「台灣自然保護區之調查及設置工作」之研究，初步選定本省應設自然保護區之地點30餘處；同年為配合「台灣林業經營改革方案」之實施，林務局亦完成全省北中南三大自然保護區之調查設置工作。74年行政院核定「

台灣地區自然保護方案」，林務局乃於次年完成 35 處保護區之擬定及初步規劃（台灣省林務局 1986）。自 1982 年開始，本省先後成立四座國家公園，在其區域內劃分為生態保護區、特別景觀區、史蹟保存區、遊憩區及一般管制區，各區分別訂定其管理經營辦法，以符合其不同之保育需求。1985 年行政院文建會委託中國自然生態保育協會進行「台灣地區具有被指定為自然文化景觀之調查研究」，在報告中，各研究人員分別就其專長列舉本省稀有及有絕滅危機之動植物名錄，並建議具代表性可供設置保護區之天然生育地，選出亟待保護之動物 20 種，植物 9 種及保護區 11 處。在上述許多單位及學者的努力下，有關本省珍貴之動植物資源及保護區系統的建立，已大致描繪出輪廓，而今後之工作重點應是加強對擬設保護區之基礎資料收集及生態調查，以供經營單位參考，並充分發揮保護區之功能。

自然保護區之功能可歸納為下列五點：(1)保留地球上各種生態系之代表例證；(2)供為演替、生物及物理環境之長期研究材料；(3)提供基準值，以檢定因人類活動所引起自然作用及生態系統改變之依據；(4)保持複雜之基因庫；(5)供為稀有及臨絕物種之保護（柳楹 1976）。由於各地之環境因子及生物群聚並非一致，因此為達成上述之各種功能，必須依其變異之特性，選擇各式各樣之林型或生態系，成立自然保護區之系統，以保存自然界之多樣性（蘇鴻傑 1987）。因此自然保護區之設計規劃，必須包羅萬象，巨細無遺，將各種環境及群落劃入範圍，尋找代表性之典型生育地，成立自然保護區之網狀系統。

本省由於山高水急，因此境內大型天然湖泊不多，但由於雨量充沛，加以地形曲折，在許多局部山間盆地或集水區上游河谷，常形成小型之封閉水域或小型湖沼，由於這些水域的存在，更提供了水生植物及沼澤地植物之生育地，使本省之植物資源更加豐富。前述各單位

所選之保護區預定地中，有關河流、湖泊、濕地之保護區佔有相當之比例，歸納其原因，有以下五點：(1)沼澤濕地之生產力極高，常孕育出豐富之動植物資源；(2)湖泊濕地提供候鳥遷移時棲息與覓食之場所，對鳥類之保育研究極為重要；(3)湖泊之濕性演替 (Hydrarch succession) 為自然科學研究之重要課題；(4)水域所在之地區，常具有高品質景觀，為提供國民遊憩之極佳場所；(5)此類環境之生態系較為脆弱，最易因人類之不當開發利用而破壞。

林務局於民國 65 年選定之南澳潤葉樹保護區，以神秘湖及四周之潤葉樹林為保護對象。此一水域隱藏於南澳南溪與和平溪之間的原始潤葉林中，除了少數林務工作人員與當地山胞外，少有人煙到達，因此得以保持原始風貌，且未有大規模之人為干擾與污染。神秘湖水域部分已充滿水生植物，湖周沼澤亦可明顯觀察出濕性演替序列 (Hydrosere) 之不同階段 (Stage) 及植群型 (Vegetation type)，可謂提供演替研究之最佳範例。而湖四周之山地潤葉樹林，雖有山胞在林內零星種植香菇之干擾，但大致仍保持鬱閉之狀態，僅少數地區內搭建香菇寮造成較大之鬱閉破裂，這類地區在其干擾消失後，勢必進行二次演替 (Secondary succession)，此乃在極相 (Climax) 森林中局部地區之演替序列，可稱之為小序列 (Microsere or Serule) (Daubenmire 1968)；此種人為干擾所形成之小序列演替在本省中海拔山區可謂普遍存在；而本保護亦可提供研究此一現象之機會。

自然保護區之經營原則，旨在維持區內之原始風貌，令生態系之功能得以正常運行，故通常不必施以人為之處理措施，但在設置之初，應先收集基本之生態資料，並調查動植物資源之清單 (Inventory)，以作為管理及解說之參考根據。本研究之目的，在收集南澳潤葉樹保護區之基本環境資料，並以湖中及四周之天然植群為對象，設置

若干樣區，調查區內之植物組成及數量，應用多變數分析法進行分布序列（*Ordination*）及分類（*Classification*）之處理，以描述天然植物社會之類型、生育地因子及族群構造，並根據植物社會及環境因子之研判，推測本區植群之演替趨勢，除供管理單位之決策參考外，並期能提供基本資訊，以便有關學者再從事進一步之相關研究。

貳、台灣東北部之山地氣候及湖泊

一、山地氣候概述

南澳濶葉樹保護區位於本省之東北部，其保護目標除區內之濶葉樹天然林外，神秘湖之湖泊水生植物群亦為主要對象，故在收集基本資料時，宜先將東北部之氣候環境及湖泊水生植物作一概述，以便與本研究結果作一比較。

台灣南北緯度相差不到四度，但因受亞洲季風之影響，南北兩端之雨量及周期變化甚大，加以全省高山羅列，氣候之變異亦大，故探討各氣候之類型，宜考慮三向度之立體變化，而可分為水平之地理氣候區及垂直之山地氣候帶。以垂直氣候帶而言，除高山絕頂有高山植群帶（Alpine vegetation zone）以外，以下之植群可再劃分為前文所列之五個林帶（Su 1984b），而以地理位置所作之區分，則可列出東北區、西北區、東部區、中部區、西南區、東南區及蘭嶼等七個地理氣候區（Su 1985），此等氣候區之差異，主由雨量之多寡及季節分配所引起，分化之主要因素是冬季雨量，其中最明顯之差別在東北區，此區冬季接受東北季風之水汽，雨量極為豐富，若以十月至三月之雨量視為冬季雨量，而五月至九月視為夏季雨量（四月是季風轉換期），則冬季雨量約與夏季雨量相等，在臨海地區之冬季雨量甚至超過夏季雨量，可稱為均雨氣候，其所發育之森林應具有雨林（Rain forest）之形相。除東北區外，其餘各區之冬季雨量均顯著減少，冬季雨量與夏季雨量之比例約在 $\frac{1}{3}$ 至 $\frac{1}{10}$ 之間，由於雨量集中於夏季，可稱為夏雨型氣候（Summer rain climate），其森林形相在中高海

拔與東北區仍極相似，但在低海拔及山麓則因氣溫較高，蒸發率大，故有乾旱發生，導致季風林（ Monsoon forest ）之出現（蘇鴻傑 1985）。

綜上所述，東北氣候區之特徵為全年多雨，雨量之分配甚為平均，至於氣溫方面，北部之年平均溫度較本省南部為低，若以年平均溫度 23°C 劃為熱帶，則東北平均氣溫均低於此值，屬亞熱帶，而山地則有溫帶氣候（ Su 1984b ）。茲將台灣東北部南澳附近測候站紀錄列於表一，各測站之位置則標示於圖一。表一所列溫度包括年平均溫度（ T_m ）、一月平均溫度（ T_1 ）及七月平均溫度（ T_7 ），均與海拔高度（ Alt ）具有負相關，其直線迴歸係數可視為垂直遞減率（ Su 1984b ），可推算任何海拔高度之溫度。本省山地林帶之劃分，採用溫度資料比海拔高度為宜，前述之五個林帶，年平均溫度在 23°C 以上者為榕楠林帶（相當於熱帶）； $17 \sim 23^{\circ}\text{C}$ 者為楠櫛林帶（亞熱帶）； $11 \sim 17^{\circ}\text{C}$ 者為櫟林帶（又分為上下兩層，分屬溫帶及暖溫帶）； $8 \sim 11^{\circ}\text{C}$ 為鐵杉雲杉林帶（涼溫帶）； $5 \sim 8^{\circ}\text{C}$ 則為冷杉林帶（寒溫帶）（ Su 1984b：表4），反觀表一所列資料，可知東北部之林帶除熱帶之榕楠林帶外，其餘各林帶均有所出現。在海拔 2,000 公尺以下，大致為櫟林帶及楠櫛林帶。

表一所列之雨量資料，與海拔高度不具有顯著之直線相關，一般而言，東北部之山地雨量變化甚大，年雨量在 2600 ~ 5000 mm 之間，其多寡與測站之地形位置及方向有密切關係，尤以冬季雨量為然。按東北季風之降雨層極低，由山麓向上，隨海拔之上升，雨量亦見增加，大致在 400 ~ 500 公尺處雨量最大，再向上則雨量又告減少，此外在迎風坡雨量極大，越過較高之山稜後，雨量驟減，為雨影區（ Rain shadow area ），因此之故，各測站之雨量視方位而定，然不論位置

表一、台灣東北部南澳附近測候站觀測紀錄整理表

氣候因子	測站編號											
	南澳 1	楠子 2	澳尾 3	新寮 4	隘界 5	鴻子 山 6	山脚 7	玉蘭 8	大元 山 9	池端 10	南山 村 11	太平 山 12
1 Alt (m)	55	300	420	330	650	679	750	750	1000	1140	1250	1930
2 T1 (°Cx10)	158	132	127	129	117	115	110	108	104	96	86	54
3 T7 (°Cx10)	277	251	239	257	223	229	271	240	232	206	237	174
4 Tm (°Cx10)	222	207	192	187	177	172	191	167	169	143	158	121
5 P1 (mm)	114	56	69	470	185	232	245	260	242	207	145	128
6 P2 (mm)	82	44	76	452	177	288	217	414	225	191	122	119
7 P3 (mm)	62	105	80	223	168	255	204	315	190	178	210	110
8 P4 (mm)	173	140	182	210	155	162	154	208	241	134	182	92
P5 P5 (mm)	247	375	269	218	239	263	346	365	317	384	261	283
10 P6 (mm)	298	201	301	317	236	271	430	397	517	447	333	421
11 P7 (mm)	326	380	358	253	231	330	310	372	352	386	863	458
12 P8 (mm)	232	282	240	203	224	258	472	203	428	574	306	419
13 P9 (mm)	452	540	621	1076	468	781	775	725	769	648	449	622
14 P10 (mm)	621	310	822	829	256	419	801	615	681	443	202	394
15 P11 (mm)	467	138	190	682	184	332	640	339	683	244	139	289
16 P12 (mm)	147	32	116	513	163	219	478	255	455	170	88	138
17 Pt (mm)	3221	2603	3324	5500	2686	3810	5072	4468	5055	3970	3300	3473
18 Pw (mm)	1493	685	1353	3169	1133	1745	2585	2198	2431	1433	906	1178
19 Ps (mm)	1550	1778	1789	2121	1398	1903	2333	2062	2383	2403	2212	2203
20 W/S Ratio	96	39	76	149	81	92	111	107	102	60	41	53

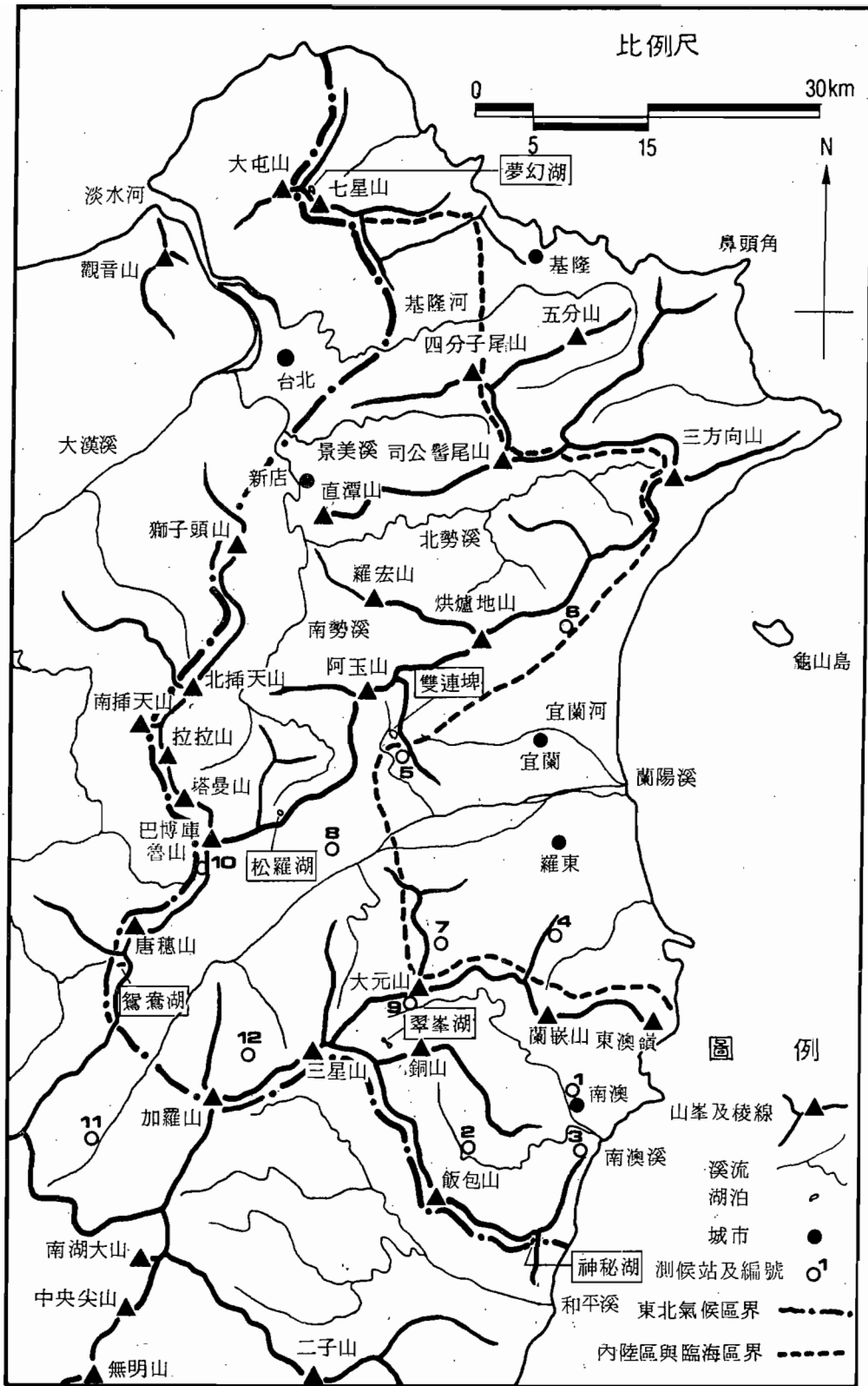
附註：A. 氣候因子：1 為海拔高度；2~4 分別為一月、七月及年平均溫度；5~12 (即 p1~p12) 分別為一月至十二月之降雨量；17 (Pt) 為年降雨量；18 (Pw) 為冬季降雨量；19 (Ps) 為夏季降雨量；20 為冬季雨量與夏季雨量之比值 (採用百分率)。

B. 海拔高度與溫度 (T₁、T₇、T_m) 之間有顯著直線相關，其迴歸方程式列舉如下：

$$T_1 = 15.027 - 0.00505 \times \text{Alt}$$

$$T_7 = 27.131 - 0.00454 \times \text{Alt}$$

$$T_m = 21.464 - 0.00506 \times \text{Alt}$$



圖一 台灣東北部地形及山地湖泊位置圖

及方位爲何，冬季雨量及夏季雨量之比值（表中 R 比值）殆多大於 50 %，顯示雨量分配相當平均（Su 1984a）。若按冬季雨量之比值（R）將東北氣候區再加細分，則臨海地區之 R 值約等於 100 % 或更大，而內陸區之 R 值在 50 ~ 100 % 之間，此乃因迎風坡之雨量大於背風坡之故。

二、山地湖泊植群生態概述

台灣東北部之小形湖泊甚多，在大屯山區有若干火山口湖，如七星山之夢幻湖（鴨池）及面天山之向天池等。其餘地區之湖泊多係後天形成，常位於山麓之窪地或溪谷，如宜蘭之雙連埤及附近之草埤、瀆埤等；亦有位於稜頂附近之凹地者，如太平山及大元山之間的翠峰湖，在台北縣南端之巴博庫魯山及棲蘭山附近稜線上，亦有若干稜線上之小池，唯鮮有人造訪；另有位於深切之鞍部地形者，如北橫公路池端附近之明池者；此外在溪流之最上游發源處如溪流局部受山崩阻塞，常形成較具規模之水域，此種湖泊可見於南勢溪上游之松蘿湖，斯馬庫斯溪上游之鴛鴦湖及澳花溪（和平溪支流）上游之神秘湖。這些湖泊大多由溪流片斷淤積而成，其上方常可找到進水之小水道，下方亦可發現湖水流出之出水口（位於地上或溪床之下）。當湖畔之水深適宜時，即有各種水生植物進入生長，而開始湖泊之濕生演替。上述各湖泊之位置及附近地形詳見圖一。

夢幻湖位於七星山東側之山肩，海拔約 850 公尺，由於面臨東北季風之吹襲，此地已在林木界限之上，四周大致爲小樹或芒草之群落，湖中水生植物已大量出現，最有名者爲台灣水韭（*Isotes taiwanensis*），其它如鴨舌草（*Monochoria vaginalis*）、灯心草（*Juncus effusus*）、裂瓣金（*Nymphoides cristata*）、刺果水蓴（

Blyxa echinosperma)、荇薺 (*Eleocharis dulcis*) 等亦有發現 (張惠珠、徐國士 1977)，此湖底已有泥炭之堆積，池水甚淺，即將進入湖泊演替之晚期。

位於宜蘭縣員山鄉雙連埤附近之草埤，係在阿玉山之南麓，海拔約 700 公尺，若依年平均溫度推測 (17.9°C)，應屬楠櫟林帶之上側，附近天然林組成有大葉楠 (*Machilus kusanoi*)、台灣雅楠 (*Phobe formosana*)、厚殼桂 (*Cryptocarya chinensis*) 等樟科植物，另有烏來柯 (*Limlia uraiana*)、白校欖 (*Castanopsis carlesii* var. *sessilis*)、捲斗欖 (*Cyclobalanopsis pachyloma*) 等殼斗科植物，均為此林帶之代表性樹種。草埤之水質為強酸性 (pH 3.5)，湖水極淺，沼澤性地面大多覆蓋腋葉泥炭苔 (*Sphagnum cuspidatum*)，另有其它水生被子植物之群落混生其間，如圓葉澤瀉 (*Caldesia parnassifolia*)、蓴菜 (*Brasenia schreberi*)、荇薺、水毛花 (*Schoenoplectus mucronatus* subsp. *robustus*)、耳挖草 (*Utricularia bifida*) 等 (賴明洲、陳學潛 1976)，另據云東亞黑三稜 (*Sparganium fallax*) 亦有發現 (徐國士、呂勝由 1984)。

松蘿湖位於拳頭母山之西南方，為南勢溪之源頭，該池大多已為泥炭所淤積，僅中央有一河道蜿蜒流過，全區密佈泥炭苔，而常為山胞採收出售。此湖之海拔約 1300 公尺左右，其附近山坡之推算年平均溫度約為 14°C ，約當櫟林帶之中部，台灣之櫟林帶代表山區之盛行雲霧帶 (Prevalent cloud zone)，其盛行之林相為櫟類樹木 (*Cyclobalanopsis* spp.) 之常綠潤葉林，然在雲霧最濃之處，則常有檜木林，或針潤葉樹混淆林 (Su 1984b)，櫟林型與檜木林型可視為演替中交替階段之不同林型，目前松蘿湖四周之山地為紅檜 (*Chamaecyparis formosensis*) 之森林。

鴛鴦湖位於新竹、桃園及宜蘭三縣之交界處附近，屬石門水庫集水區之上游，在西丘斯山南側，湖面標高約 1670 公尺，附近山地之年平均溫度約在 12.5°C 左右，按山地林帶則屬櫟林帶上層，其盛行植群爲櫟類之常綠闊葉林或檜木林。據調查其目前之植群可分三大類：(1)湖中水生植物以線葉眼子菜 (*Potamogeton octandra*)、東亞黑三稜及水毛花爲主；(2)湖畔沼澤地濕生植物有濕地泥炭苔 (*Sphagnum palustre*)、玉山莞 (*Scripus morrisonensis*)、針葉苔 (*Carex onoei*)、灯心草、小葉四葉葎 (*Galium trifidum*)；另有灌木群落分布於外圍山麓，以滿山紅 (*Rhododendron mariesii*)、台灣杜鵑 (*Rhododendron formosanum*)、鈍葉鼠李 (*Rhamnus crenata*)、假柃木 (*Eurya crenatifolia*) 及水亞木 (*Hydrangea paniculata*) 爲主要組成；(3)山坡地森林群落爲檜木林，以紅檜及扁柏 (*Chamecyparis obtusa* var. *formosana*) 爲主；另有少數鐵杉 (*Tsuga chinensis*) 及五葉松 (*Pinus morrisonicola*)，林下有昆欄樹 (*Trochodendron aralioides*)、八角 (*Illicium tashiroi*)、厚皮香 (*Ternstroemia gymnanthera*) 及銳葉新木薑子 (*Neolitsea acuminatissima*) 等櫟林帶之闊葉樹 (柳楮、徐國士 1973)。

上列山地湖泊，除夢幻湖屬於東北氣候區之臨海區外，其餘均爲內陸區，一般而言，冬季雨量雖略少於夏季，但全年雨量可謂相當平均，季節性之水量變化應不致太大，故湖邊水淺處均已開始濕生演替之序列，草埤及松蘿湖之演替已接近晚期，湖面大多爲泥炭等有機物所淤積，不久將逐步進入濕生及中生之植物社會。鴛鴦湖四周之腹地較大，湖面亦較遼闊，湖底亦有面積之平緩坡地，故湖中之水生及濕生植物群落沿湖岸成帶狀分化，計有沈水性植物 (Submerged species)、挺水性植物 (Emergent species)、湖畔濕地植物、山

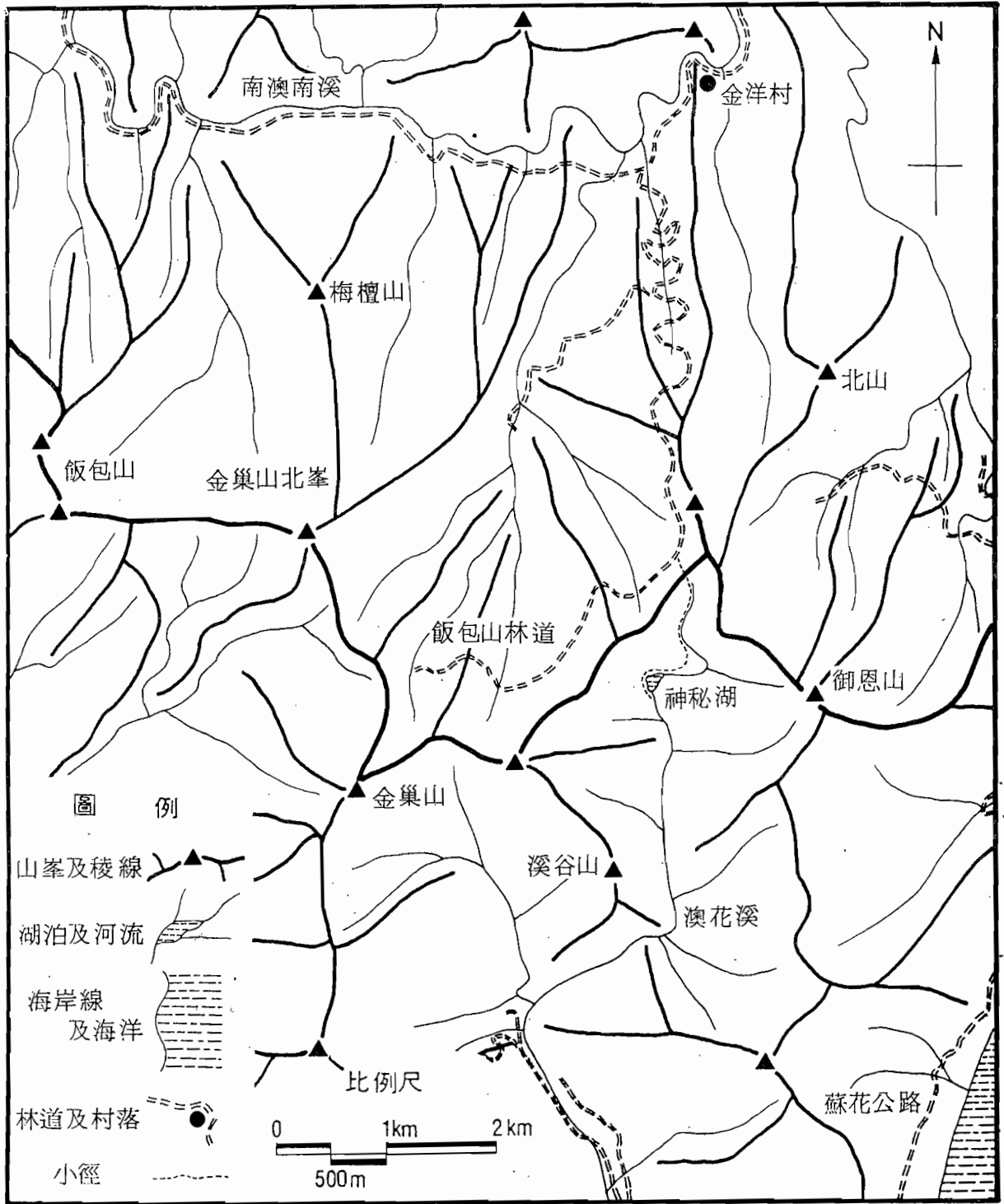
麓灌木群及山地之檜木林，而湖中央深度達 15 公尺，尚有相當大之面積未為沈水植物及挺水植物所生長，與松蘿湖及草埤比較，整個湖之演替屬早期階段，離全面淤積之時間尚早，然不同之序列階段在湖邊均可看到。

神秘湖亦屬溪流源頭之淤積湖沼，由下游出水口之地形及附近天然植群情況判斷，溪流發生阻積之時間甚早，目前湖面已充滿沈水性植物及挺水性植物，上游之淤積河床上亦已出現演替早期之落葉林，其附近環境及植群將於下文逐步加以探討。

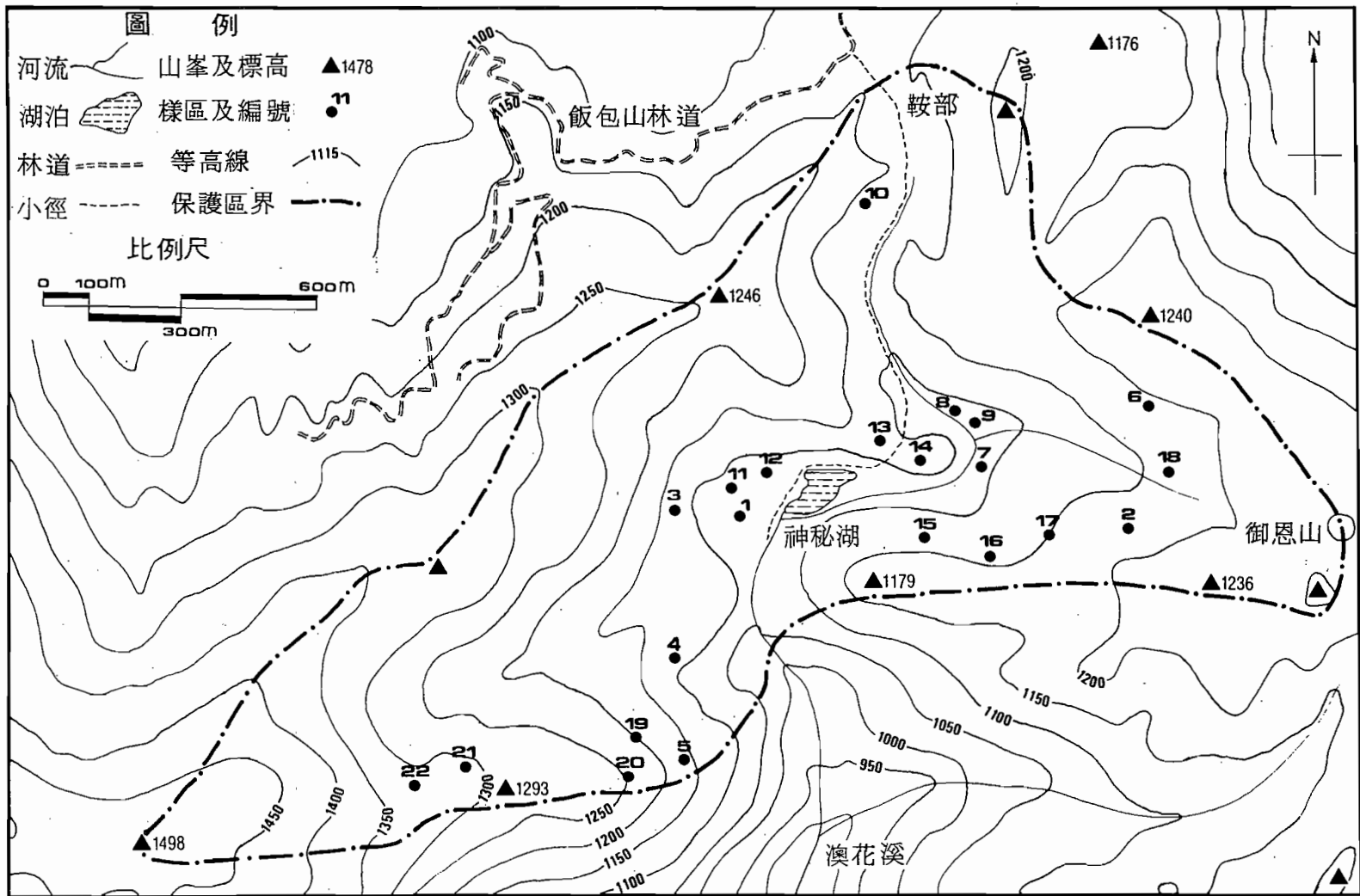
參、保護區之位置及環境

南澳潤葉樹保護區位於宜蘭縣南方，約當宜蘭及花蓮兩縣交界處（和平溪或稱大濁水溪）北方之山稜頂部附近（圖一），此稜線係中央山脈北端之一支脈，位於和平溪及南澳南溪之間。中央山脈北起蘇澳附近，主脊曲折向西伸延，經大元山、三星山及太平山，轉向南直達南湖大山；在三星山（2351公尺）附近，主稜線向東南方分出一支脈，經飯包尖山（1624公尺）、飯包山（1856公尺）至金巢山（1725公尺）後，復向東北方轉折，再向東南方延伸至御恩山（1238公尺），而瀕臨蘇花公路及太平洋岸（見圖二）。在三星山之東方另分出銅山及下銅山之支稜，而將南澳溪分割為南北兩溪。在飯包山以東，南澳南溪及和平溪之分水嶺係金巢山至御恩山間之稜脊，此稜線及其支稜在神秘湖四周形成一封閉之山脊，由1488公尺山峯，神秘湖北方之1126公尺峯、御恩山及溪谷山（949公尺）環成一菱形山谷，神秘湖即位於此集水區之上游，集水區之水由神秘湖出水口向南流下，經澳花村而注入和平溪，是為澳花溪流域，故神秘湖並非南澳南溪之集水區，應屬於和平溪支流澳花溪之集水區。

南澳潤葉樹保護區之行政區域屬宜蘭縣南澳鄉，林政區劃則屬蘭陽林區管理處和平事業區87林班第8小班之一部分，全區以神秘湖水域為中心，而以四周之稜線為界，保護區之輪廓略成三角形，如圖三所示，其東邊以標高1238公尺之御恩山為三角形之一頂點，西邊以標高1488公尺之山頭為三角形之另一頂點，由此兩點所連接之小支稜構成保護區之南界，其東北界與西北界亦是由此兩山頭向西北與東北之稜線延伸，而接於北方之一小鞍部，構成三角形之另一頂點。全保護



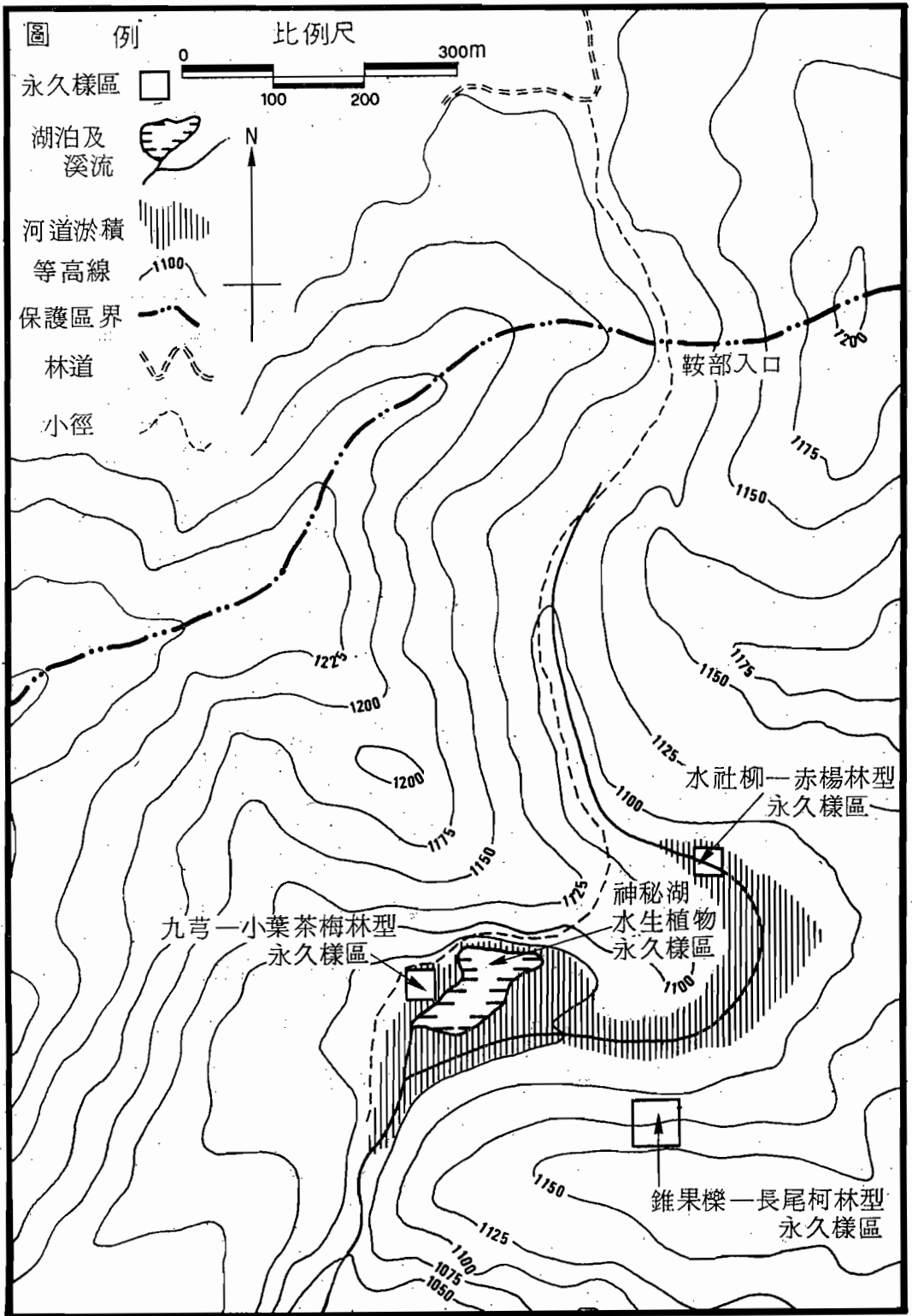
圖二 南澳濶葉樹保護區位置及附近地形交通略圖



圖三 南澳濶葉樹保護區附近地形及樣區設置位置圖

區之面積約有 200 公頃，其中水域與沼澤之面積僅約 4.8 公頃，全區海拔高度在 1000-1500 公尺之間。本區之交通，可由南澳搭車至金洋村，由村後之飯包山林道搭車或徒步至南澳事業區 85 林班之柳杉造林地，穿越造林地後即進入鞍部之原始闊葉樹林，由於山胞在湖四周林內種植香菇，因此區內之小徑錯綜複雜，極易迷失，但通往神秘湖之小徑則較為明顯；由造林地至神秘湖約須走 45 分鐘。

神秘湖水域呈東北至西南走向，略呈狹長之梯型（圖四），斜長約 180 公尺，最寬處約 100 公尺，最深處僅約 2 公尺。水域之東面應為澳花溪上游之河道，但目前大多已淤積，並長滿水生及濕生植物，僅剩湖之南側尚有一小水道，在湖面下游注入出水道而流入澳花溪。湖上游之淤積部分，沿河岸附近之平坦地形向東延伸，並向北轉彎，長達六、七百公尺，再向上游則溪流隱約可見，直通到鞍部附近。檢視不同年代之地圖，可發現湖水之標示位置各有不同，年代較早者，湖水位於向北轉折之溪床上（圖四淤積部分之最上游），年代較晚者，湖水向下游移動，而圖四及圖二、圖三之湖面則為目前之位置，水域聚集於下游較寬廣之溪谷，上游之淤積部份已發育出演替早期之落葉林，但林下地面則多為有機泥炭及礦物土之混合物，含水量極高，腳踏之則有水溢出，並長滿濕性之草本植物，林中水道時斷時續，有時隱入地下，至匯入湖面南方之水道後，亦充滿水生植物，流速極緩，流量又小，似不足以維持神秘湖之正常水位，因此推測神秘湖水量之補充，應是由本區充沛之雨量而來。神秘湖西南方有一面積較大之草澤，由此轉向南方，有一水道，為神秘湖唯一之出水口，當湖面水位較低時，此一出水道呈現乾枯之現象，但當大量雨水降臨時，神秘湖水位提高，湖水溢出水道，由此注入澳花溪，此一溪流在澳花村與和平溪匯流後注入太平洋。



圖四 神秘湖附近河道地形及建議永久樣區位置圖

本區之地質依林朝榮（1961）之劃分屬東台片岩山地，而其組成則屬本省最古老之大南澳片岩，主要以變質石灰岩，矽質片岩、片麻岩、及白雲石爲主（詹新甫 1981），澳花溪之下游即有採礦之設施。本區地質雖屬台灣較特殊之母岩，然澳花溪上游之母岩早已充分風化，土壤發育亦已完成，且出現極盛相之濶葉林；除少數岩石露頭外，山坡地之土壤大致屬棕色森林土，其化學性質由於雨水之充分洗淋，呈酸性，與一般本省山地土壤已無多大差異，故所發育之濶葉樹林組成亦頗多類似，並未出現變質石灰岩特有之石灰岩植群，此種情形在清水山石灰岩地區之森林亦可見之（劉棠瑞、廖秋成 1979）。

南澳濶葉樹保護區之位置，應屬和平河流域，此集水區內至目前爲止尙未有測站之設置，然依上節對於台灣東北部之氣候分析，附近南澳溪、蘭陽溪有若干測站之資料，可推測本區之氣候環境。依溫度垂直遞減率推算，區內海拔高度在 1000-1500 公尺間，年平均溫度推算爲 16.4-13.8°C 之間，最冷之一月平均溫度爲 9.6-7.5°C，最熱之七月平均溫度則在 20.3-22.2°C 之間。本區之雨量與海拔沒有相關性，保護區之位置接近 1200 公尺之稜線，雖未直接面對東北季風，但潮濕氣流由鞍部及東部之山脊仍可越過，故推測冬季雨量仍相當多，以附近類似地形之測站大致估計，全年雨量可能在 3000-4000mm 之間，而冬季雨量與夏季雨量約略相等，可謂全年潮濕多雨。

保護區之盛行植群，若依山地溫度及植群帶之劃分（Su 1984b），應屬櫟林帶之下層（Lower Quercus zone），其年平均溫度在 14-17°C 之間，此林帶之海拔高度，在台灣中部爲 1500-2000 公尺，但在東北部則下降至 1000-1500 公尺。櫟林帶爲本省山地之盛行雲霧帶，所發育之森林爲喜好陰濕之濶葉樹及針葉樹所組成，有櫟類之常綠濶葉林、檜木林，其它針葉樹及針濶葉樹混淆林（Su 1984b：圖 2）等

林型，惟下層雲霧較淡薄之地帶，則為櫟類之常綠闊葉林，其普通出現之優勢種為錐果櫟(*Cyclobalanopsis longinux*)、木薑子類(*Litsea* spp.)及石櫟類(*Pasania* spp.)等，另有紅楠(*Machilus thunbergii*)、長尾柯(*Castanopsis carlesii*)、黃杞(*Engelhardtia roxburghiana*)等樹木構成樹冠層之主要組成，此亦為神秘湖四周山地之闊葉林重要樹種。

前文提及，台灣之東北氣候區可細分為臨海亞區及內陸亞區，南澳闊葉樹保護區之位置恰位於東北內陸區之邊緣(見圖一)，為均雨氣候及夏雨氣候之轉移區，在和平溪以南之立霧溪已在雨影區之內，故年雨量可降至2000mm以下，在立霧溪峽谷之綠水、天祥等測候站，冬季雨量已不及夏季雨量之 $\frac{1}{3}$ 。按不同氣候區之差異，以山地林帶而言，除低海拔略有不同外，中高海拔均極類似，但組成之樹種則有地區性之分化(Su 1985)。東北區之櫟林帶下層，特有之樹種為鍵子櫟(*Cyclobalanopsis acuta* var. *paucidentata*)及白校欖，小喬木類則以烏皮茶(*Pyrenaria shinkoensis*)較具代表性(劉棠瑞、蘇鴻傑1976)，在東北區以外，代表之樹種為長尾柯、狹葉櫟(*Cyclobalanopsis stenophylla* var. *stenophylloides*)等種，石櫟類在東北區以短尾葉石櫟(*Pasania brevicaudata*)為主，其它各區則有大葉石櫟(*Pasania kawakami*)、小西氏石櫟(*Pasania konishii*)等主要組成。本保護區在東北區及其它氣候區之交界處附近，其樹種組成可能帶有過渡區之性質，此將於後文加以討論。

肆、研究項目及方法

一、資料收集

本研究計劃自 76 年 3 月開始，首先着手收集本區之有關地圖，包括一萬分之一航照基本圖、線繪圖，五萬分之一等高線圖、林班圖等，經詳細研判並向林務局現場工作人員查證，始確定神秘湖之位置是在和平事業區 87 林班，因此乃決定以神秘湖所在之和平事業區 87 林班為研究範圍，並以神秘湖四周之稜線為取樣界線。

保護區之位置確定後即開始收集有關之地質、地形、土壤、氣候等基本環境資料，然後進行踏勘工作，以了解神秘湖交通路徑系統，並對保護區之植物群落有一初步之認識，以做為樣區設置地點之依據。

二、取樣

經踏勘後發現，神秘湖及其周圍山地之植物群落可依形相（Phytognomy）區分為山地之森林（Forest）與湖中及湖周之水生及濕生植物群落（Hydrophytic and Hygrophytic community），取樣調查之工作乃分別在此兩群落中進行，成立兩套樣區系統。

在森林群落之取樣工作，採用多樣區法（Multiple plot method），考慮地形與樹木分佈型式之關係（蘇鴻傑 1976），選擇地形與植物組成較為等質（Homogeneous）之林分設置 12 個 $5 \times 5 m^2$ 之小區（plot）集合為一合成樣區，凡樣區中胸高直徑大於 1 公分之木本植物即紀錄其樹種與胸高直徑，至於其它灌木、草本、蕨類僅作登錄，以供將來製作植物目錄，此外亦觀測樣區之環境因子，其項目有海拔高

、方位、坡度及土壤水分。

水生與濕生植物之取樣，則利用橡皮艇進入湖內，於湖中與湖岸設置樣區，每一樣區由4個 $1 \times 1 m^2$ 之小區集合而成，湖中之水生植物估計其量，以百分率登錄，挺水植物與湖岸之草本植物則估計其覆蓋度，亦以百分率估計之。

三、環境因子觀測與評估

植群生態之研究，不僅是要探討不同植物群聚所形成之植群型或林型，亦要探討影響此種植群型分化之環境因子。因此植群生態之研究方式，是調查環境及植物在天然生育地下，經長期作用而形成之社會組織，換言之，係以植物及環境之綜合作用結果為調查對象，而以環境因子之評估加以解釋（蘇鴻傑 1987a）。

各環境因子雖可視為獨立變數而加以觀測，但某些因子間常有顯著相關，或因子與因子間有補償作用，而形成層級系統之關係。因此在研究植物與環境之關係時，應採用實際影響研究法（Operational approach）（Waring & Major 1964），將數目繁多之原始環境變數，結合為少數具有重大影響力之合成指數，再利用合成指數，尋求與植群變異的相關性，而提出合理的解釋。本研究於調查時所作之環境因子評估項目與方法如下：

1 海拔高度：在環境之層級系統中，海拔高度為一高層次之環境因子（Billings 1952），可作為局部溫度之評估值。觀測時以氣壓高度計，校對已知水準點於樣區中測定之，直接以其讀數為評估值。

2 坡度：坡度係指生育地之傾斜度，直接以傾斜儀於樣區多數地點測定，以其平均值代表，並以角度表示。此一因子主要影響土壤之息止角，而與土壤之發育堆積有關，並進而影響土壤之排水性與含水

量。此外坡度亦控制太陽入射角，影響太陽之幅射強度與局部氣候。

3. 方位：方位係指一生育地最大坡面所面臨之方向；不同之方位將導致溫度、日照、濕度與土壤水分之差異。方位雖可由羅盤儀直接讀出，但其數值大小與產生之效應並無相關，故要探討植物與方位之關係，須將角度轉化為相對之效應值，以代表其所影響之環境因子(Whittaker 1956)，此一影響梯度可稱為水分梯度。以北半球而言，西南向最乾燥，東北向最陰濕，故可給予不同方位之相對值，以代表其水分機制。本研究將一圓周分為八等分，由最乾至最濕分別給予1~8之級值，各方位之級值如下：西南：1；南：2；西：3；東南：4；西北：5；東：6；北：7；東北：8。

4. 地形位置：地形位置係指生育地位置與當地地形起伏之相對關係，通常是以山頂、稜脊、中坡、下坡及谷底等作定性之描述，因此在數值分析時須將其轉化為定量的估值，方可作為評估的依據。地形位置之影響主要為乾性至濕性之局部氣候及土壤含水量，因此本研究以1至5代表其由乾至濕之土壤水分情形，各指數所代表之位置為1：山頂；2：上坡或主稜；3：中坡或支稜；4：下坡；5：溪谷或溪旁。

5. 方位—地形合成指數：上述之方位與地形位置，在環境層級系統中，居於中層次之地位，上受高層次因子之影響，而本身亦產生許多局部環境之差異，可解釋大部分植物分佈之地方性變化，因此有必要將此二因子合併評估，評估指數如圖五所示。

6. 土壤含水量：土壤含水量對植物影響極大；對本區而言，由於部分樣區是濕生演替序列中之早期森林，其土壤含水量多呈飽和狀態，而與其它樣區有明顯之差異，然土壤水分與天氣情況有關，不易由不同時間之實測值評估各地之水分狀況，因此乃依調查者之主觀判定

，將樣區之土壤含水量由最乾至最濕分爲 1～9 級，賦予每樣區一級值，以代表其土壤含水量。

四、原始資料統計

森林樣區之植物社會介量 (Phytosociological parameter) 以重要值 (Important Value Index, IVI) 表示，IVI 值爲一合成之介量，乃是由相對密度、相對頻度與相對優勢度之和而來，以百分率表示。此值可表示樹種在該林分之相對重要性，並兼顧密度、頻度及優勢度之綜合特性 (劉棠瑞、蘇鴻傑 1983)。IVI 值之最高者爲 300 %，然組成之植物很多，則優勢種之 IVI 值亦在 100 % 以下；算出各樹種之 IVI 值後再依 Gauch (1977) 之八分制 (Octave scale)，將 IVI 值化爲 0～9 十級。上述之計算資料作成原始資料矩陣後，並以編輯程式 MEDIT 3A (蘇鴻傑 1986) 於個人電腦上執行。

水生與濕生植物群落則以平均覆蓋度作爲其植物社會介量，各植物之平均覆蓋度亦轉化爲八分制之各級值，並存入電腦檔案。

五、植群分析方法

一般植群之分析方法可分爲兩大類，即分類法 (Classification) 與分布序列法 (Ordination)。分類法是將組成相似的樣區集成一群，所有林分樣區可分爲若干群以代表不同之林型。分布序列法則是透過數學方法之運算，將原始資料矩陣之結構及變異加以分析，而將主要變異方向以梯度或軸表示。此種梯度或軸可算出數條，結合兩個或三個軸，則可將樣區標示於變異之平面或空間 (蘇鴻傑 1987b)；若將分布序列所算出樣區各軸之序列值與所評估之環境因子求相關，則可推測影響植物社會組成之環境因子，此亦爲分布序列之主要目的

及功能，同時由樣區在變異平面分佈之情況，亦可作為分類之參考。

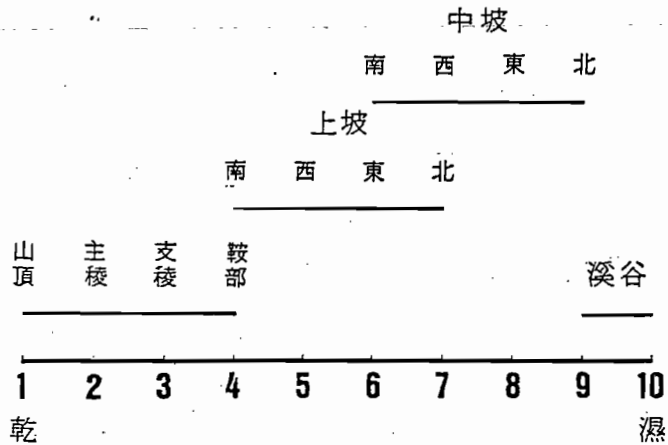
本研究同時採用分類法與分布序列法將原始資料矩陣加以分析。分類法以矩陣群團分析法 (Matrix Cluster Analysis, MCA) (Sneath & Sokal 1973) 進行，分布序列法則使用降趨對應分析法 (Detrend Correspondence Analysis, DCA) (Hill 1979, Hill & Gauch 1980)，分類結果並以 DCA 及 MCA 結合，用列表比較法 (Table rearrangement) 表示 (Braun-Blanquet 1932)。植群型之命名以一特徵種 (Characteristic species) 及一優勢種結合使用。矩陣群團分析法所使用之相似性系數為 Sorensen (1948) 之公式：

$$IS \% = \frac{2 MW}{MA + MB} \times 100 \%$$

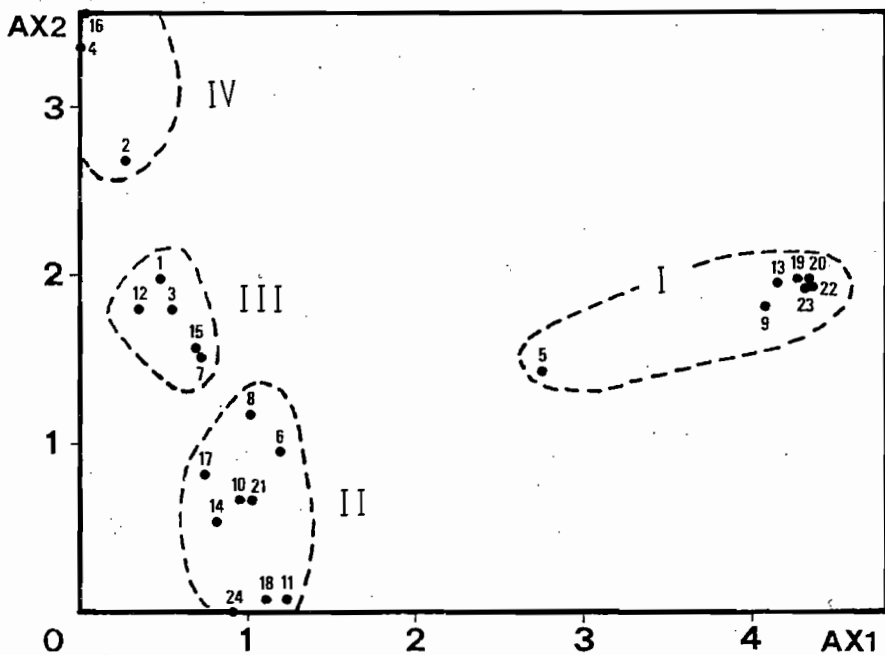
公式中 MW 為兩樣區共同出現植物之較小介量總和，MA 為 A 樣區中所有植物介量之和，MB 為 B 樣區中所有植物介量之和。樣區聯結後，合成樣區之相似性係數以加權平均法重新計算，聯結過程則以樹形圖 (Dendrogram) 顯示，代表樣區之層級關係，可作分類之參考。運算係以 MCA 程式進行 (蘇鴻傑，未發表)。

降趨對應分析法 (DCA) 乃由交互平均法 (Reciprocal Averaging, RA; Hill 1973) 改良而來；交互平均法亦是一分布序列之分析方法，可同時對樹種與樣區作排序，並計算其序列分數 (Ordination score)，其計算方法是用加權平均法 (Weight Average, WA; Curtis & McIntosh 1951) 作反覆的運算，直到前後兩次運算值沒有顯著差異為止。但由 RA 所計算出之序列軸，會因其運算方法之缺陷，導致所計算出之序列軸產生軸端壓縮 (Compression of axis) 及拱形效應 (Arch effect) 之偏差。DCA 即為改良 RA 之缺陷而發展出來，其方法是將 RA 每一軸所求得之序列分數，施以重新刻劃 (Res-

caling) 以消除軸端壓縮，而在第二軸以後之運算中，每次反覆 WA 之計算時，均進行降趨 (Detrending) 之步驟，以降低拱形效應。本研究之 DCA 分析所使用之程式為 DCARA (蘇鴻傑 1987) 於個人電腦上執行；其詳細之步驟可參閱 Hill (1979)、蘇鴻傑 (1987b) 之報告。



圖五 方位—地形合成指數評估示意圖



圖六 神秘湖水生及湖畔植物樣區在分布序列前二軸平面上之分布圖

伍、保護區之植群分析

本研究之取樣依本區植物社會形相，分別於森林及水生與濕生植物群落中進行。在森林中計取樣 22 區，登錄樹種 80 種，其原始樣區資料矩陣於附錄一；樹種代號、代碼、中名、學名則於附錄二，其中之學名依據劉棠瑞及廖日京（1980）。水生與濕生植物群落則共取 24 區，登錄 22 種植物，其原始資料矩陣如附錄三，植物代號、代碼、中名、學名如附錄四，學名依據台灣植物誌所載者，若干新記錄種則依 Yang et al（1987）；森林樣區之環境因子評估項目有海拔高、坡度、方位、地形位置、方位—地形合成指數及土壤含水量等 6 項，其資料如附錄五，現依所得資料與分析結果，將植群之分類與分佈序列探討如下。

一、神秘湖之水生及湖畔草本植物群落

神秘湖之水域平均僅約 1.2 公尺深，湖中長滿沈水性植物，而湖水較淺之湖岸或湖中，則生長挺水植物，除湖北岸因山坡陡峭，挺水植物一直延伸至湖岸外，其餘各處在挺水植物之後方已形成濕生草本植物群落，發育於堆積之有機土上，尤以湖之西南側最為明顯。神秘湖已達湖泊演替之末期，由湖心之水生植物以至湖岸之濕生植物群落，構成濕生演替序列不同階段之植群型。

在本區所調查之 24 個樣區，經 DCA 分析後，以其計算所得之第一軸與第二軸序列分數構成平面座標，將各樣區標示於此平面圖上，如圖六所示。表二則根據樣區與植物之第一軸序列分數所作之綜合表；由圖六可將樣區分為四群，此亦在表二中以垂線分割並標示；此四

表二、神秘湖水生及湖畔草本植物社會分型綜合表

TYPE ST			I							II							III					IV				
			2	2	2	1	1	0	0	1	0	1	2	0	1	2	1	1	0	1	0	0	1	0	1	0
species			2	0	3	9	3	9	5	1	6	8	1	8	0	4	4	7	7	5	3	1	2	2	6	4
22	UTRI	MINO	-	3	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
17	POTA	OCTA	3	-	4	5	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
21	UTRI	EXOL	-	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
20	POTA	MAAC	9	9	7	9	7	8	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
19	CERA	DEME	-	5	5	6	8	7	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
18	POTA	CRIS	-	-	-	5	4	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
9	LUDW	OVAl	-	-	-	-	-	3	-	4	7	-	3	5	3	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-
8	SPAR	FALL	-	-	-	-	-	-	6	8	7	8	8	8	8	-	7	5	5	7	3	-	-	-	-	-
5	SCHO	MUCR	-	-	-	-	-	-	3	8	6	7	6	5	6	8	6	6	7	3	6	5	-	1	-	-
4	GALI	TRIF	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	3	1	1	-	1	2	-	4	-	2	1	1	2	-
3	ISAC	GLOB	-	-	-	-	-	-	2	-	5	-	-	4	8	-	3	8	5	5	7	4	2	5	-	2
1	OENA	JAVA	-	-	-	-	-	-	2	-	6	-	7	4	5	-	7	7	5	7	8	8	6	5	4	3
16	POLY	DICH	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	3	-	5	-	6	5	-	-	-	-	4	-	-	-
10	JUNC	EFFU	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	5	
12	VIOL	VERE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	
2	POLY	CHIN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	1	5	-	4	4	3	
6	POLY	THUN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	2	7	1	-	8	
7	MISC	FLOR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-	-	-	8	9	8	
13	CENT	ASIA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	5	1	
15	PILE	BREV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	
14	IMPA	UNIF	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	
11	CARE	SP	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	

附註：A 表中植物僅列出代號及代碼，其學名及中名參見附錄四。

B 樣區編號係採用二位數直排。

C 植物數量下劃橫線者代表該型之特徵種。

群實際上是由水生以至濕生所形成之不同演替階段之植群型，故DCA之第一軸即代表湖泊演替之梯度，而第二軸可能與草本植物之生長基質含水量有關，水生及濕生植物（Ⅱ、Ⅲ型）之有機土富含水分，而第Ⅳ型之五節芒則生於較乾之礦物土上（圖六之左上方）。各植群型之命名、組成及其在演替上之地位可作如下之描述。（參見圖七）

I、微齒眼子菜——金魚藻型（*Potamogeton maackianus*——*Ceratophyllum demersum* Type）

微齒眼子菜與金魚藻為神秘湖水域最優勢之沈水植物，尤其以微齒眼子菜之量為最多，幾乎充斥全湖，甚至於出水口亦有被其堵塞之趨勢，由於岸邊沒有出現，故也可視為本型之特徵種。其它屬於沈水性之伴生植物還有眼子菜（*Potamogeton octandrus*）、馬藻（*Potamogeton crispus*）、絲葉狸藻（*Utricularia exoleta*）、小狸藻（*Utricularia minor*）等。

沈水植物之根固著於湖床，而其莖葉則飄浮於水中，經常是濕生演替之先驅植物。當一水域形成後，由水流所攜帶之無機粉粒及浮游生物之遺骸逐漸沈積至湖底，而形成逐漸加厚之有機泥炭，使湖床增高湖水變淺，此時只要有適當光線可以穿透水面，則沈水植物即可在此深處之湖床著根生長。由於神秘湖之水深平均僅有1.2公尺，最深之地方亦不超過2公尺，因此只要湖水稍深而無挺水植物遮蔽陽光的水域，都已長滿微齒眼子菜、金魚藻等沈水植物，此等植物常交互糾纏，甚至已堆高至湖水表面，在湖面划船已是寸步難行。

神秘湖水面亦有若干浮葉植物（Floating leave plant），此類植物之根無須固著於底土，全株植物體飄浮於水面上，因此其分佈並不受水深之限制。本區之浮葉植物均屬小型者，如滿江紅（*Azolla pinnata*）、無根萍（*Lemna aequinoctialis*）、水萍（*Spirodela*

polyrhiza)、紫萍 (*Spirodela punctata*) 等，其中以滿江紅之量較多。此類植物之繁殖極為迅速，常可在短時間大量繁生而覆蓋整個湖面，在調查期間，曾於76年4月觀察到滿江紅幾乎長滿湖面之情形；若此一現象持續發生，則勢必因其阻絕光線而限制沈水植物之生長，但由於本區雨量相當充沛，當雨水大量流入湖中時，使神秘湖水位提高，溢過出水口時可帶走大量滿江紅等小型浮葉植物，此一因素亦使得浮葉植物對本區之濕生演替影響極小。

由神秘湖中充斥沈水植物之情形，可推測此湖已屬老年期之湖泊，而其濕生演替序列亦加速進行，因為沈水植物會使水流減緩，加速無機粉粒的沈積，而沈水植物本身遺骸的堆積，形成有機泥炭層，更是使湖床升高的重要因素，當湖床增高至相當程度時，挺水植物即可生長，進入濕生序列另一階段之植群型。

構成本型之主要組成植物微齒眼子菜及其伴生之小狸藻，均是首次在台灣發現之新記錄種植物 (Yang et al 1987)，這兩種植物可能都是由候鳥帶到台灣，由於神秘湖之環境因子及淤積情形正適於微齒眼子菜的生長，乃使其成為本型之最優勢植物；若本省其它地區有相似環境之湖泊，則可能也會藉著候鳥之遷移而傳播過去。

II、東亞黑三稜——水毛花型 (*Sparganium fallax* —— *Schoenopletus mucronatus* subsp. *robustus* Type)

本型以挺水植物之東亞黑三稜與水毛花為主，分佈於湖岸或湖中淤積較高之淺水處，其它伴生之挺水性植物尚有卵葉水丁香 (*Ludwigia ovalis*)、水紅骨蛇 (*Polygonum dichotomus*) 小葉四葉葎等

東亞黑三稜繁生於水域外圍水較淺處，構成濕生演替序列第二階段之主要組成；神秘湖北岸為一陡峻之山崖，東亞黑三稜可一直延伸至岸邊，成為單純之群落，但神秘湖東北方及西南方相當平坦，且水

位更淺，因此常有上述其它較小型之挺水植物與東亞黑三稜混生。水毛花爲介於水生與濕生間之植物，在水位特別淺的地方，常與東亞黑三稜混生，不過常是呈散生之狀態；在湖中另有 6 叢由水毛花構成之單純群落，經實際觀察，發現這些水毛花單叢並非固著於湖底而是浮在水中，形成浮墊（ Floating mat ），這些浮墊周圍之水深約有 1.2 公尺，而其糾結之根部使其具有浮力，大約飄浮於水深 50 公分處，由於本區水流極緩，因此這些水毛花構成之浮墊不易移動。此外在神秘湖東北方離岸較遠的水域，亦因堆積較高，形成較稀疏的東亞黑三稜群落，由於其遮蔽陽光之效果，在其下方之沈水植物已大爲減少。

由於挺水植物的密集叢生，其聚集土壤及有機物的效率更大於沈水植物，因此能加速湖岸的淤積，使湖床露出水面，有利於濕生草本植物的生長，如此循序漸進，使水生生育地逐漸改變成濕生生育地，湖岸淤積處即進入濕生序列之另一階段。

Ⅲ、柳葉若——水芹菜型（ *Isachne globosa* —— *Oenathe javanica* Type ）

在東亞黑三稜的後方，形成一較低矮的濕生草本群落，其主要組成植物爲柳葉若與水芹菜。本型實際上爲介於水生與濕生之推移帶（ Ecotone ）。在離水域較遠處之湖岸，本型植物著根於潮濕之泥炭土（ Peat ）上，除水芹菜與柳葉若外，尚伴生有戟葉蓼（ *Polygonium thunbergii* forma *biconbexum* ）、火炭母草（ *Polygonum chinensis* ）、葡萄菜（ *Viola verecunda* ）、雷公根（ *Centella asiatica* ）、短角冷水麻（ *Pilea brevicornuta* ）、灯心草等濕生草本植物。而在靠近水域的一端，由於水芹菜與柳葉若的快速生長，其糾結的根部形成飄浮於水面上的浮墊，在此浮墊狀之群落中，仍有少數殘存之東亞黑三稜、水毛花、卵葉水丁香、水紅骨蛇等挺水性植物，顯示本

型群落正快速向湖心推進。

IV、五節芒型 (*Miscanthus floridulus* Type)

在柳葉若——水芹菜型之後方及湖岸少數堆積特別深厚的地方，多已形成五節芒型之高草原。五節芒為陽性且耐濕之草本植物，其散殖體能隨風遠颺，當濕生序列進入湖床高於水面的階段時，五節芒常能很快的傳播至新生之裸地，並且迅速繁殖，而盤據所有合適的生育地。神秘湖周圍之濕生草本群落，以本型最為優勢，尤其以湖西南側與東北側之平坦地面積最大。

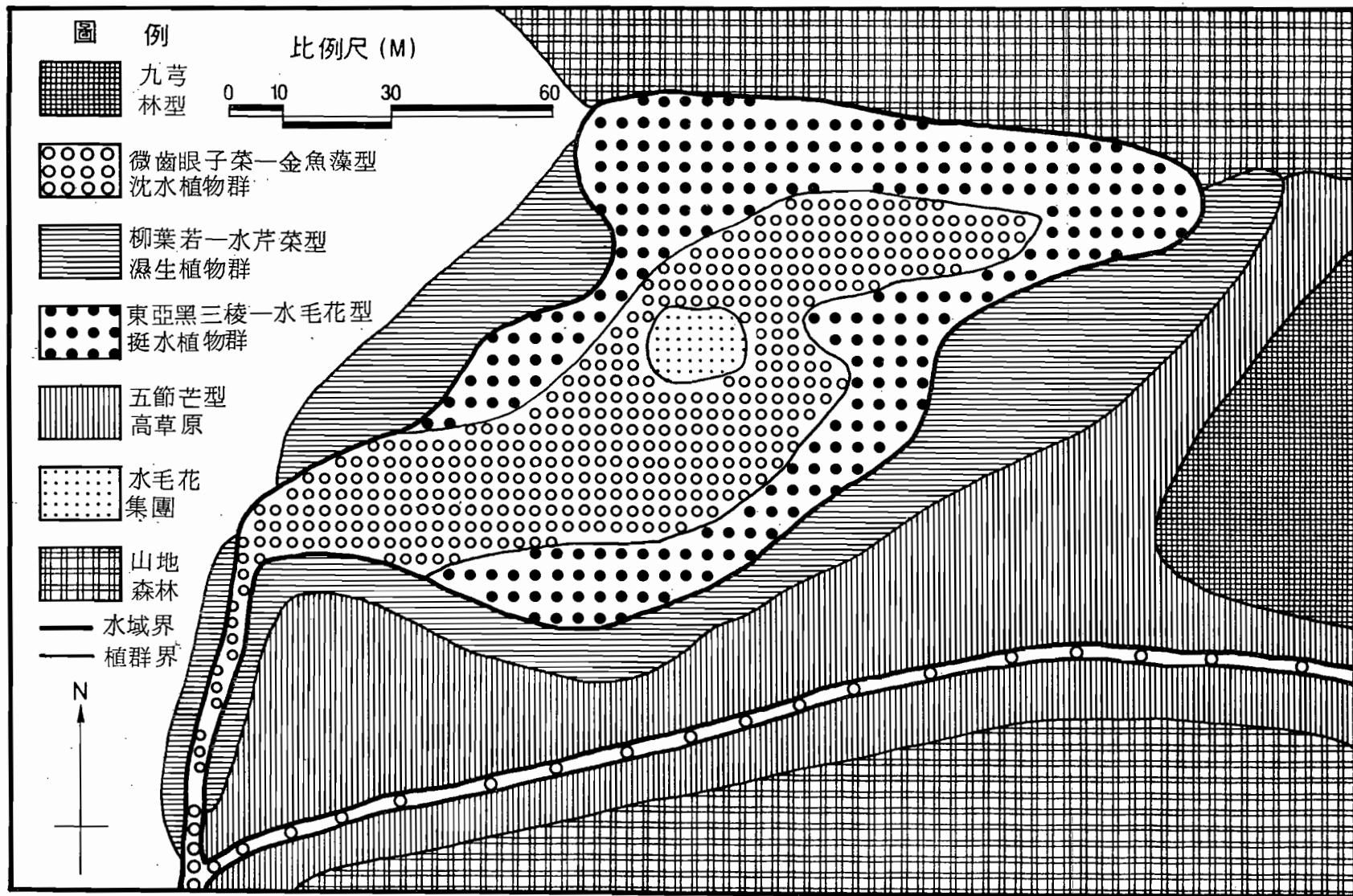
本型為由濕生草本階段演替至中生森林階段之過渡帶，一方面其前端向湖心推進，增加湖泊有機與無機物的堆積，使水生環境逐漸變成濕生環境，而在其靠近森林的一端，則由於入侵木本植物的遮蔽而使其逐漸消失，其它耐陰性的草本亦逐漸侵入，形成結構與組成均更為複雜的森林群落。

上述各型植群型以神秘湖為中心，沿湖岸呈帶狀分布，構成一同心圓狀之植群型配列，每一型植群型均改變其原來生育地環境，而有利於次一植群型的生長，因此形成明顯的濕生序列 (*Hydrosere*)。神秘湖不同演替階段之植群分布可如圖七所示，圖八則顯示此一系列植群型之剖面構造。

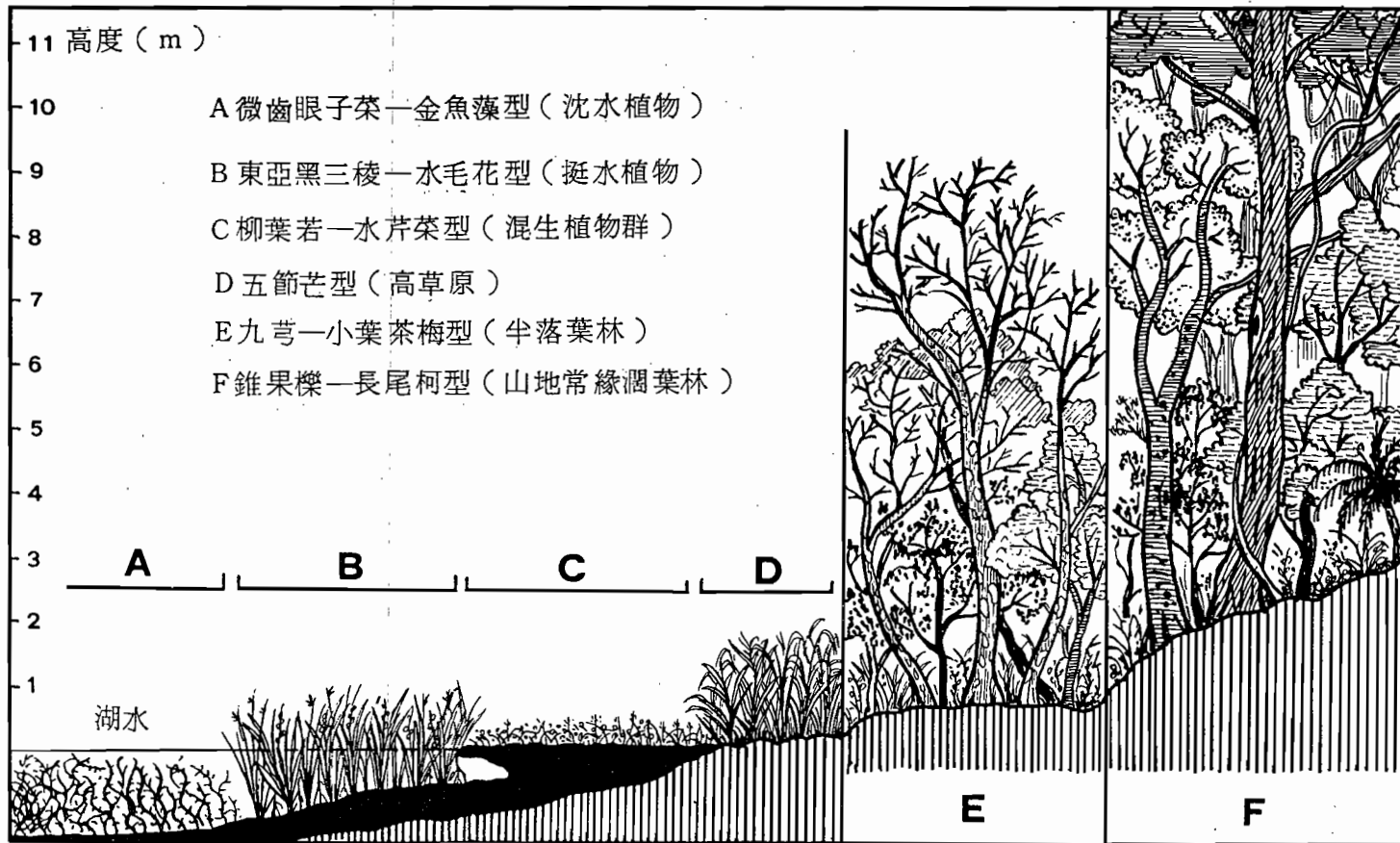
二、山坡地森林群落

本研究所調查之森林群落，是以神秘湖周圍山地森林及湖東北方鞍部與西南方平坦濕地為主，共計取樣22區，樣區之位置標示於圖三。調查資料經編製成原始資料檔案後，分別以DCA與MCA作分析，其結果略述如下。

原始資料經降趨對應分析 (DCA) 後抽出三個變異軸，其算出樣



圖七 神秘湖水生及湖畔植物之實際分布平面圖

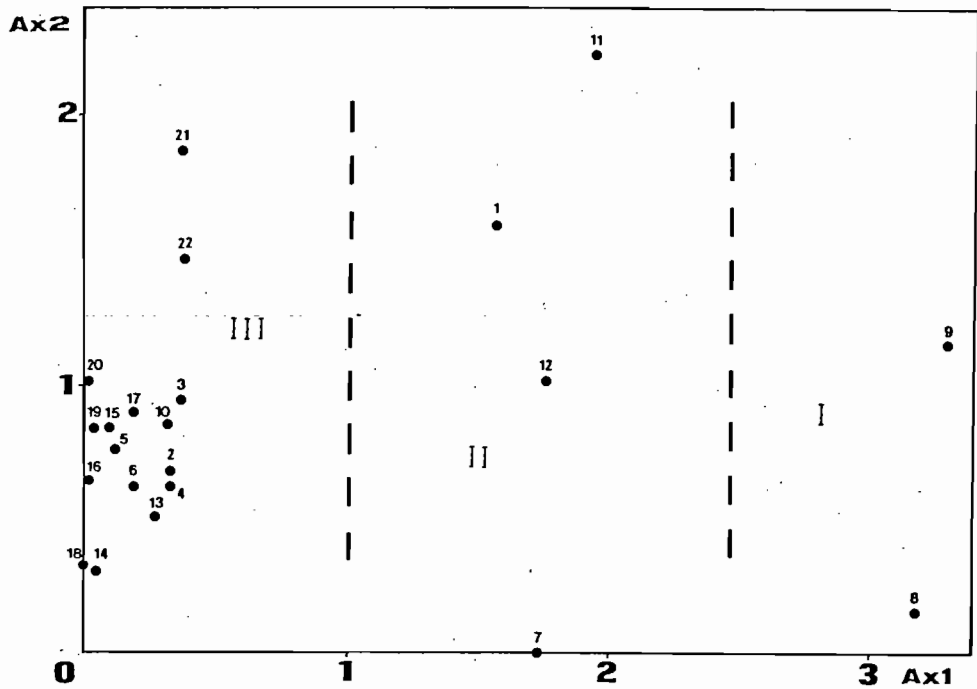


圖八 神秘湖及岸邊植物群落剖面示意圖

區與樹種之三組序列值，每一序列軸可代表植群之變異方向，而序列軸愈長，其解釋變異之能力愈大：第一軸長為 3.301，第二軸長 2.217，第三軸長僅 1.635，軸長係以變異量之標準偏差 (SD) 為單位。影響植群變異之主要原因，常為生育地因子之差異，因此若以樣區各軸之序列值與觀測之環境因子評估值，作直線相關性測驗，則可推測影響各軸之環境因子。其相關性測驗採用 CORMAT 程式分析 (蘇鴻傑 1987b)，所得之相關係數如表三所示。由表三相關係數研判，與第一軸呈顯著相關之環境因子有海拔高、坡度、地形位置、方位—地形合成指數與土壤含水量，而第二軸、第三軸與所觀測之環境因子無顯著相關。其中與第一軸相關最高者為土壤含水量，而其它具相關之環境因子，事實上亦與土壤水分具密切關係，因此第一軸實可視為由乾至濕之土壤水分梯度，亦即湖泊演替由濕生至中生森林之一系列變化，因森林演替係由海拔最低之淤積溪谷開始，此地坡度亦較平緩，故土壤水分與海拔高度、地形坡度及方位合成指數均具相關性，而第一軸顯示湖邊演替早期森林與山坡上原來之中生森林所組成之變化梯度。第二軸及第三軸之軸長已顯著縮短，所含之變異量亦低，故找不出有關之環境因子。

圖九為樣區在第一軸與第二軸平面座標上之位置，圖十為樹種在其第一軸與第二軸平面座標之位置，由此兩圖並參照其環境因子則較易說明其關係。

就樣區之第一軸觀之，其序列值可明顯分出三群 (見圖九)，在軸之最右端，即序列值最高者，是由第 8、9 兩樣區構成；此兩樣區位於神秘湖東北方鞍部附近，海拔高為 1080 公尺，生育地平坦，土壤水呈過度飽和狀態，樣區內樹種組成及構造都相當簡單，上層喬木主要為水社柳 (*Salix kusanoi*) 與赤楊 (*Alnus formosana*)，幾乎

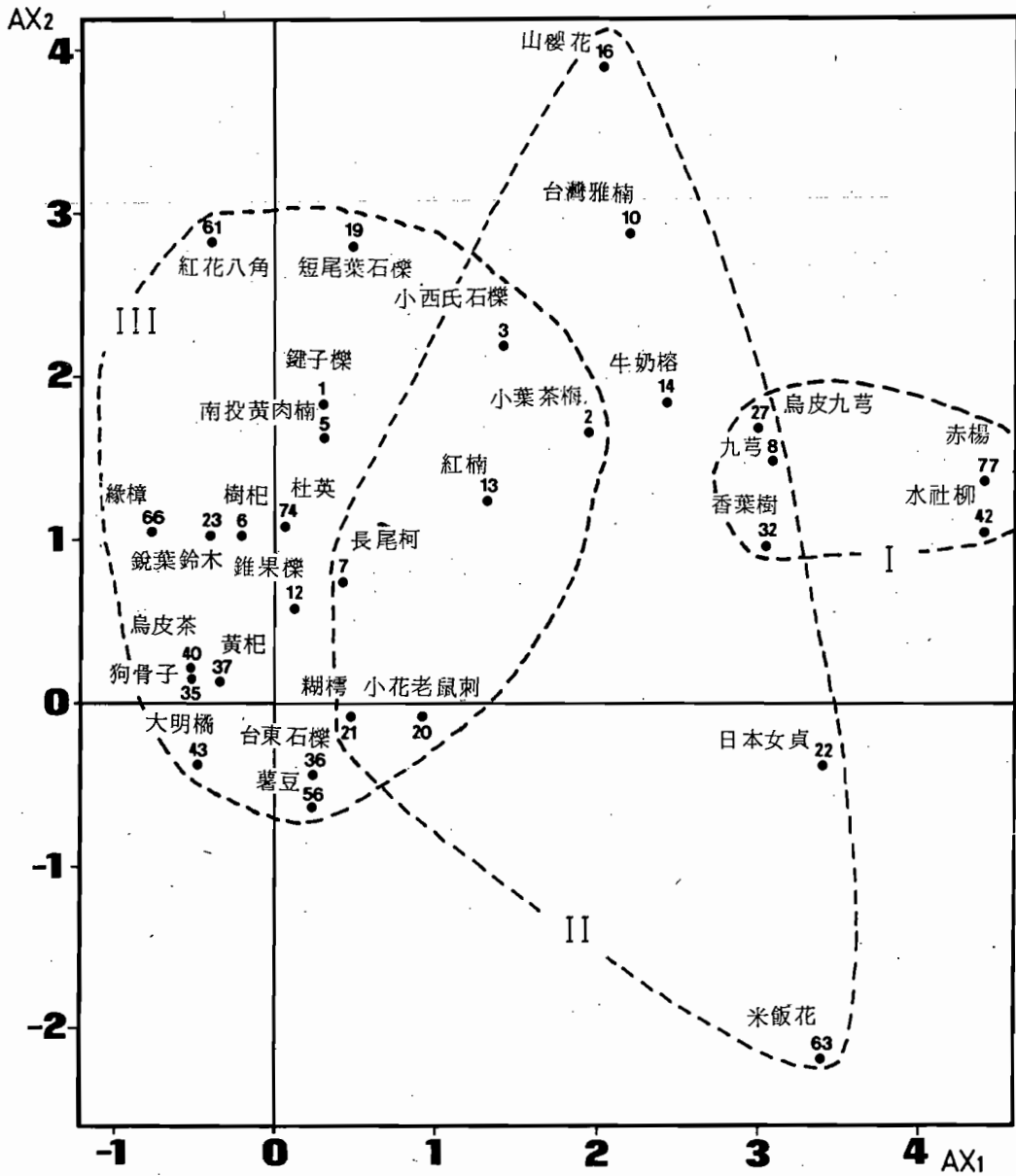


圖九 森林樣區在分布序列前二軸平面上之分布圖

表三、森林群落分布序列軸與環境因子間之相關矩陣

環境 軸 \ 因子	海拔高度	坡 度	方 位	地形位置	方位地形 合成指數	土壤水分
1	-0.544*	-0.735*	+0.528	+0.570*	+0.730*	+0.871*
2	+0.251	-0.235	-0.156	+0.006	+0.258	+0.211
3	-0.035	-0.259	+0.099	-0.075	+0.094	-0.032

* 號表示直線相關顯著水準達 $P = 0.01$ 。



圖十 森林樹種在分布序列前二軸平面上之分布圖

呈水社柳純林；其它伴生樹種有日本女貞（*Ligustrum japonicum* var. *japonicum*）、香葉樹（*Lindera communis*）、假長葉楠（*Machilus japonica*）、紅子仔（*Viburnum luzonicum*）、九芎（*Laegstroemia subcostata*）、烏皮九芎（*Styrax formosanum*）等；這些植物在樹種之第一軸序列值中亦屬較高者（見圖十）。

在第一軸中，序列值屬於中間者有第 1、7、11、12 等四個樣區，其海拔高度為 1080 公尺，其中 1、11、12 樣區位於神秘湖西南側之平坦地，第 7 樣區在湖東北方鞍部平坦地，其生育地之土壤也很潮濕，但卻未達飽和狀態，其中主要組成樹種有九芎、台灣雅楠（*Phoebe formosana*）、小葉茶梅（*Camellia transarisanensis*）、紅楠、長尾柯、山枇杷（*Eriobotrya deflexa*）、鏈子櫟、青楓（*Acer serrulatum*）、小葉白筆（*Symplocos modesta*）、山櫻花（*Prunus campanulata*）及牛奶榕（*Ficus erecta* var. *beecheyana*）等。

除上述 6 個樣區外，其餘 16 個樣區均集中於第一軸之最左端，樣區分布於神秘湖周圍海拔 1100 ~ 1360 公尺間之山地，坡度在 5° ~ 32° 之間，土壤水分適中，屬於中生環境，各樣區之組成植物主要為紅楠、南投黃肉楠（*Litsea acuminata*）、錐果櫟、長尾柯、小西氏石櫟（*Pasania konishii*）等樟科與殼斗科植物。

在第一軸中，其序列值由高至低，實際上即代表由濕生環境演替至中生環境其組成植物變化之過程，序列值較高之兩樣區為濕性序列中早期之濕生森林，其組成較簡單且異於其它樣區，序列值介於中間之樣區，其生育地介於濕生與中生環境之間，組成較為複雜，且同時兼有濕生與中生之樹種，而序列值最低之樣區則是本區之極相（Climax）群落，屬於中生環境之森林。

圖十之樹種在分布序列平面上位置，實與圖九之樣區位置有密切

關係，所不同者，樣區爲樹種之集合，其位置由特有之樹種決定，而同一樹種可能出現在多數樣區，故此等樹種在圖十之位置即不限於一群，通常跨越兩群樣區之樹種，其分布位置在兩群之間，而局限於一型或數量集中於一型者，其位置即與該樣區群之位置相當，此類植物即所謂特徵種，爲簡化計，圖十僅標示主要之特徵種（參見表四）。樣區及樹種之序列位置及分群趨勢即爲植群分類之參考依據。

本研究對森林群落之分類，除參考分布序列之結果外，另以群團分析探討樣區之相似性及層級關係，樣區內之相似性矩陣參見附錄六，樣區之聯結順序及層級樹形圖則如圖十一所示。選擇相似性臨界值爲40%時，所有樣區可分爲三群，此三群恰與以DCA分析之第一軸所形成之三群一致，即樣區8、9在相似值65.4%時聯結成第Ⅰ群；樣區1、11、12、7在相似值48.1%時聯結成第Ⅱ群；其餘16個樣區則在相似值41.3%時聯結成第Ⅲ群；此外樹形圖上橫軸之樣區聯結次序與DCA之第一軸極爲相似，顯見分布序列法與分類法實可相輔相成。由DCA與MCA分析之結果，可將本區之森林群落分爲三型，採用列表比較法所得之綜合表則如表四所示。

I、水社柳——赤楊型（*Salix kusanoi* — *Alnus formosana* Type）

本型是由濕生序列而來之早期森林群落階段，其分布地點詳見圖三（樣區8、9）；本型之生育地土壤極端潮濕，仍有浸水現象，因此可稱之爲樹澤（Swamp）。本型位於神秘湖東北方之鞍部，面積約有500平方公尺；上層喬木幾全由水社柳與赤楊構成，尤以水社柳最佔優勢，幾成爲水社柳純林，此二樹種是特徵種，也是優勢種，此外另有少數九芎、紅楠點綴其間；第二層小喬木有日本女貞、楊梅（*Myrica rubra*）、香葉樹、紅子仔、米飯花（*Vaccinium donnianum*）

表四 森林植群型分類綜合表

species	TYPE		II				III																
	ST	I	7	12	11	1	21	22	4	18	14	20	19	5	10	2	6	3	16	13	17	15	
77 ALNU FORM	6	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
42 SALI KUSA	8	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
63 VACC DONI	4	-	3	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31 VIBU LUZO	3	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11 ERIB DEFL	-	3	-	-	2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29 TERN GYMN	-	4	2	-	-	3	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27 STYR FORM	-	4	5	4	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8 LAGE SUBC	5	5	6	8	7	7	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
32 LIND COMM	5	5	4	3	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	2	2	2	-
22 LIGE JAPO	6	6	5	3	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	2	-	-	-
71 PHOT BEAU	4	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2 CAME TEAN	-	3	3	6	6	7	-	-	4	-	-	4	2	5	-	5	6	-	-	-	-	-	-
14 FICU EREC	-	-	3	-	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
10 PHOE FORM	-	-	-	4	6	4	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
16 PRNU CAMP	-	-	-	-	3	3	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
70 MACH JAPO	4	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
54 DEND PELL	-	-	5	4	-	-	-	-	1	-	2	-	-	-	-	1	2	-	3	-	-	-	-
28 MYRI RUBR	2	-	5	-	-	3	-	-	3	-	-	-	3	-	3	1	-	3	4	-	-	-	-
53 SYMP HEIS	-	-	2	-	-	-	-	-	3	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20 ITEA PARV	-	-	2	3	2	-	-	-	6	2	-	-	2	3	3	3	-	-	-	-	-	-	-
17 ILEX ROTU	-	-	-	-	-	2	-	-	2	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	3	-	-	-
19 PASA BREV	-	-	-	-	2	3	6	5	-	-	-	2	-	6	-	3	-	-	-	-	-	2	-
26 CALL RAND	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	3	2	2	-	2	-	-	-	-	-	-
56 ELAE JAPO	-	-	3	-	-	-	-	-	3	2	2	4	-	-	3	2	3	2	3	2	-	-	-
74 ELAE SYIV	-	-	2	-	-	-	2	5	2	-	-	-	-	3	2	3	-	2	3	-	3	-	3
15 VILL PEDU	-	-	-	-	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
45 EURY LEPT	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-
30 SYMP INCO	-	-	3	-	-	2	4	3	1	-	2	-	2	-	1	-	3	-	2	2	3	-	-
24 RODO ELLI	-	-	2	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
3 PASA KONI	3	-	-	5	6	5	5	6	4	2	-	4	-	3	3	2	2	4	2	-	5	2	-
13 MACH THUN	5	4	4	7	6	7	6	7	5	6	6	6	6	7	6	6	7	7	7	7	7	6	6
12 CYCL LONG	-	-	5	4	-	2	7	4	4	7	7	6	5	3	6	6	4	3	3	7	5	6	6
21 ILEX FORM	-	-	3	3	-	2	-	-	2	2	4	5	-	-	3	2	1	3	3	4	3	3	3
7 CAST CARL	-	-	7	5	4	5	4	7	6	6	7	6	6	7	6	7	7	6	6	6	7	6	6
5 LITS ACUM	-	-	3	4	4	5	7	7	-	4	5	7	7	6	6	6	5	6	5	6	6	6	6
1 CYCL ACUT	-	-	-	-	3	3	4	5	6	3	3	-	-	2	2	4	-	2	-	3	-	4	-
36 PASA GLAB	-	-	6	-	-	-	-	2	6	4	4	4	5	3	3	1	3	-	3	-	-	-	-
6 ARDI SIEB	-	-	-	-	-	2	-	-	1	-	-	2	3	3	4	3	3	2	-	3	3	3	3
4 GLOC ACUM	-	-	-	-	-	2	-	-	4	3	-	-	3	2	3	-	4	-	3	4	3	3	3
37 ENGE ROXB	-	-	2	-	-	-	-	-	3	3	2	3	4	6	3	5	5	4	5	5	6	5	5
23 EURY ACUM	-	-	-	-	-	2	3	4	3	3	5	6	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5
61 ILLI ARBO	-	-	-	-	-	-	6	4	2	-	-	-	2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
59 ILEX HAYA	-	-	-	-	-	-	3	-	1	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
57 DAPH GLAU	-	-	-	-	-	-	-	4	2	-	-	-	-	-	-	-	1	3	-	2	-	-	-
41 ANTI JAPO	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	3	1	4	1	-	-	-	-	-
44 ADIN MILL	-	-	-	-	-	-	-	2	4	-	-	-	2	3	-	1	-	-	-	4	-	-	-
46 PRUN PHAE	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	2	1	-	2	4	2	3	-	-
43 MURS SEQU	-	-	-	-	-	-	-	-	7	4	4	-	3	-	-	3	3	3	1	3	-	-	-
65 SYMP LUCI	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	3	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
62 SYZY BUXI	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	3	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-
47 DIOS MORR	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	2	1	-	-	2	-	2	2
51 SCHE OCTO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	-	-	3	3	3	2	2	2	2
34 FICU FORM	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	2	-	-	-	-	-
55 MICH COMP	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-
50 NEOL ACUT	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
68 SYMP KONI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-
79 OSMA MATS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-
33 CINA OSMO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	-	-	2	-	-	-	-	-	3	-
49 ILEX GOSH	-	-	-	-	-	-	-	-	4	2	-	2	3	4	-	-	-	-	-	-	-	-	3
66 MELI SQUA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	4	5	5	2	-	-	-	-	-	-	2	2
35 DIPL DUBI	-	-	-	-	-	-	-	-	3	5	4	5	4	3	4	5	4	3	4	3	4	3	4
40 PYRE SHIN	-	-	-	-	-	-	-	-	3	6	7	5	5	5	5	5	6	6	6	6	5	7	7

、厚皮香、山枇杷、小葉茶梅等，此外尚有殘存之五節芒散生於林下；地表植物多由濕生草本構成，主要為水芹菜、紫花鳳仙花，戟葉蓼、火炭母草等。生育地尚有若干凹陷積水處則有卵葉水丁香、小葉四葉葎、石菖蒲（*Acorus gramineus*）等植物。

本群落之優勢植物水社柳與赤楊及伴生之九芎，都屬於落葉性植物，而其周圍山地則是由常綠闊葉樹所構成，因此在冬季時，本型之落葉純林常可構成一特殊之景觀。

Ⅱ、九芎——小葉茶梅型（*Lagestroemia subcostata* — *Camellia transarisanensis* Type）

本型由樣區 1、7、11、12 構成（分布地點示於圖三），其生育地平坦、土壤極潮濕，但已無浸水現象；為由濕生進入中生階段之森林，其組成與結構均較上型複雜。本型之特徵種及優勢種在上層以九芎及台灣雅楠為主，下層則以小葉茶梅為代表。主要之上層喬木多為偏好潮濕生育地者，如九芎及台灣雅楠等，而偏好中生環境之長尾柯、紅楠、南投黃肉楠、小西氏石櫟等亦有生長至上層喬木者，此等樹種在下一型中亦大量出現，故非本型之特徵種。其它屬於上層者尚有青楓、山枇杷、烏皮九芎等樹木。下層喬木及灌木層以小葉茶梅之重要值最高，甚至於高過上層喬木，主要原因是其出現之頻度及密度均相當高。其它屬於此層次者除上層喬木之幼樹外尚有紅仔仔、香葉樹、日本女貞、牛奶榕、糊糲（*Ilex formosana*）、長梗紫芋麻（*Villebrunea pedunculata*）、薄葉灰木（*Symplocos inconspicua*）、薄葉柃木（*Eurya leptophylla*）及狹瓣八仙花（*Hydrangea angustipetala*）等。林下地被植物種類極多，都屬於較耐蔭濕之植物如水鴨腳（*Begonia formosana*）、潤葉樓梯草（*Elatostema edule*）、赤車使者（*Pellionia radicans*）、長柄冷水麻（*Pilea petiolaris*）

)、玉玲花 (*Whytockia sasakii*)、角桐草 (*Hemiboaea bicornuta*) 及蛇根草 (*Ophiorrhiza japonica*) 等。

本型由於上層主要構成樹種之九芎爲落葉性，因此其外觀呈現半落葉林形相。

Ⅲ、錐果櫟——長尾柯型 (*Cyclobalanopsis longinux*—*Castanopsis carlesii* Type)

本型爲本區之極相森林，可視爲櫟林帶下層之代表植群型，除上述兩型之 6 個樣區外，其餘 16 個樣區均屬本型，其分布地點遍及神秘湖四周山地，其特徵種在上層爲錐果櫟，下層爲銳葉柃木 (*Eurya acuminata*)，優勢種則有長尾柯、紅楠、南投黃肉楠等上層樹木，另有烏皮茶、狗骨仔等小喬木，普通出現之木本植物可舉出小西氏石櫟、鑿子櫟、台東石櫟 (*Pasania glabra*)、黃杞等樹種，其組成與構造均較上兩型複雜。在本型 16 個樣區中，樣區 21 與 22 之海拔高度分別爲 1370 公尺與 1260 公尺，其餘 14 個樣區之海拔高度只在 1100 公尺至 1200 公尺之間，由於此一海拔之差異，導致樹種組成略有不同，而可再區分爲兩亞型。

Ⅲ-1、短尾葉石櫟——紅花八角亞型 (*Pasania brevicaudata*—*Illicium arborescens* Subtype)

樣區 21、22 屬於本亞型，位於保護區之南側稜線上，其上層喬木除長尾柯、紅楠、南投木薑子、錐果櫟等本區之典型優勢種外，分化種則以短尾葉石櫟與紅花八角爲主，其它屬於上層者尚有杜英 (*Elaeocarpus sylvestris*)、小西氏石櫟，第二層小喬木除上述優勢種之幼木外尚有山櫻花、楊桐 (*Adinandra millettii*)、墨點櫻桃 (*Prunus phaeosticta*)、革葉灰木 (*Symplocos lucida*)、台東石櫟、銳葉柃木及薄葉灰木等。本亞型與本型其它樣區之最大差別在其上

層喬木未出現黃杞及烏皮茶，而下層小喬木則無狗骨仔，此差異可能因樣區海拔較高，已進入較濕之雲霧帶，故導致紅花八角之大量出現，類似之生態情況在台北南方之桶後溪亦有過報導（鈴木時夫 1938）。

Ⅲ-2、錐果櫟——長尾柯基本亞型（*Cyclobalanopsis longinux*—*Castanopsis carlesii* Typical subtype）

本亞型乃本型之典型組成，由樣區 21、22 以外之 14 個樣區構成；各樣區共同出現之上層喬木有長尾柯、紅楠、南投黃肉楠、錐果櫟、黃杞、烏皮茶、小西氏石櫟等，而共同出現之小喬木除上述樹種之幼木外，以銳葉柃木及狗骨仔爲主。本型之其它伴生喬木尚有江某（*Schefflera octophylla*）、土肉桂（*Cinnamomum osmophloeum*）、杜英、薯豆（*Elaeocarpus japonicus*）、猴歡喜（*Sloanea dasycarpa*）、厚殼桂、小葉赤楠（*Syzygium buxifolium*）、圓葉冬青（*Ilex goshiensis*）、綠樟（*Meliosma squamulata*）、墨點櫻桃、大葉木犀（*Osmanthus matsumuranus*）、虎皮楠（*Daphniphyllum glaucescens* subsp. *oldhamii*）、台東石櫟、鍵子櫟、短尾葉石櫟、大葉石櫟（*Pasania kawakamii*）、糊櫨、山龍眼（*Helicia formosana*）、倒卵葉山龍眼（*Helicia rangetiensis*）等，下層伴生之小喬木有密花五月茶（*Antidesma japonicum* var. *densiflorum*）、大明橘（*Myrsine sequinii*）、香葉樹、小葉茶梅、台灣樹參（*Dendropanax pellucido-punctatus*）、山红柿（*Diospyros morrisiana*）、小花老鼠刺（*Itea parviflora*）、烏心石（*Michelia compressa* var. *formosana*）、楊桐、山豬肝、玉山新木薑子（*Neolitsea acutotrinervia*）、裏白饅頭果（*Glochidion acuminatum*）、巒大紫珠（*Callicarpa randaiensis*）、薄葉灰木、小葉白筆、水金京（

Wedlandia formosana)、台灣天仙果、小西氏灰木 (*Symplocos konishi*)、薄葉柃木等。

本區森林組成，實以上述第Ⅲ型爲代表，其餘兩型均係演替過程中之系列階段 (Seral stage)，代表極相前之濕生森林。上述三型森林之組成由簡單趨於複雜，而其主要樹種之族群構造亦有改變，爲說明其演替之情形，將於後文分析各型之歧異度指數 (Diversity index) 與主要樹種之族群構造。

三、保護區內植物分布之探討

前文曾將台灣東北部山地湖泊之水生及濕生植物略加探討，茲以神秘湖所發現之植物再作比較。神秘湖之水生及濕生植物，除浮葉植物外，樣區中所記錄之種數計22種 (見表二)，其中生於湖畔潮濕地之種類較多，大多數爲全省中低海拔濕生環境之普遍種類，如水芹菜、火炭母草、柳葉若、戟葉蓼、雷公根、水紅骨蛇、葡莖菜、短角冷水麻等種，戟葉蓼除神秘湖外，亦見於草埤及鴛鴦湖，葡莖菜亦生長於鴨池及鴛鴦湖，其它種類普通見之於全省湖池之畔，較爲特殊者爲小葉四葉葎，其分佈地區爲中國大陸，在台灣省次發現於鴛鴦湖 (王忠魁等 1972)，而神秘湖爲第二個產地。湖周之挺水植物中，較普遍之種類爲灯心草與水毛花，前者在鴨池、翠峯湖及鴛鴦湖均有生長，後者則亦見於草埤、鴨池及鴛鴦湖等地。分佈較零星狹窄者爲東亞黑三稜及卵葉水丁香，前者僅見於鴛鴦湖、草埤及神秘湖三地，後者零星分佈於台北、桃園及屏東等地 (Yang 1987)，而神秘湖爲新近發現之地點，在湖邊水中及岸上濕生地均有發現。湖中沈水植物以眼子菜與金魚藻較爲普遍，在全省中低海拔湖泊可能均有分布，而眼子菜亦紀錄於鴛鴦湖。較稀有之種類當推馬藻與絲葉狸藻，據云分布於

台北及桃園之池沼 (Yang 1987)，神秘湖則為另一產地。此外，微齒眼子菜及小狸藻則為在神秘湖首次記錄到之新植物 (Yang et al. 1987)，目前尚未在其它地方發現。

綜合上述比較，可見神秘湖之水生植物與台灣東北部山地湖泊有若干共同之種類，但亦有少數特有之種類尚未在其它湖中發現，由於在神秘湖之記錄，使東北部湖泊植物之種類更加豐富。台灣山地湖泊中植物的分布與候鳥之遷徙有密切之關係 (張惠珠、徐國士 1977)，由許多產於溫帶之水生植物在本省陸續發現可資證明，不論新近發現或早有記錄之水生植物，大部份皆分布於中國大陸、日本、韓國、琉球以至印度，此與候鳥之遷徙路線相吻合。當初在台灣水葦首次發現之前，即有學者預言其可能存在台灣某處之淺水沼澤中 (DeVol 1959)，夢幻湖之發現即證實了多年的推測。東亞黑三稜分布於日本、緬甸及印度等地，在本省東北部之發現，正填補了其分布之空隙，而小葉四葉葎及卵葉水丁香亦為類似之情況。微齒眼子菜分布於北溫帶及西伯利亞，小狸藻則由北溫帶延伸至喜馬拉雅山，緬甸及馬來西亞，在本省神秘湖之發現當屬必然。

由此觀之，台灣山區之湖泊常為候鳥遷徙之中途停留站，候鳥可能帶來許多水生植物之散殖體，而為台灣水生植物相增添許多種類。東北部之湖泊為候鳥長途海上飛行後首先登陸之地，而先後被發現之新記錄植物亦多。這些湖泊零星散布各地，位置雖不連續，惟藉候鳥之傳播，這些植物即可在相距甚遠之湖中出現，水生植物雖為演替中某一階段之植物，但由於各湖之演替階段不同，這些植物亦可能經由鳥類之傳播，陸續出現在不同之湖泊，而長期生存於山區。神秘湖與附近山區之湖泊，正是東北部山區湖泊系統之一環，在保存稀有之水生植物及湖泊生態系中，應佔有重要地位。

神秘湖四周之山地森林，屬於本省山區櫟林帶之下層林型，惟其氣候分區恰在東北內陸區之邊緣，換言之，即均雨氣候與夏雨氣候之過渡地帶，櫟林帶雖然在全省各氣候區內均有分布，但組成之樹木優勢種及特徵種則稍有差異，本區既位於東北區及其它氣候區之邊界，可能具有過渡帶性質而出現兩邊之組成樹種。櫟林帶在不同氣候區之分化樹種爲殼斗科植物(*Fagaceae*) (Su 1985)，此類植物種類在本省甚多，以本省山地雨量而言，冬季較乾燥之地區適合其生育，故在東北氣候區之沿海山地坡面，由於冬季雨量太多，甚少有殼斗科植物出現(關秉中 1984)，在東北之內陸區，冬季雨量已較夏季爲少，故沿臨海區及內陸區之分界稜線背風側，即開始出現若干種殼斗科植物，但東北內陸區之殼斗科植物，與夏雨型氣候之其它各區，在組成種類方面仍有差異。前已提及，東北內陸區之特徵種類爲鍵子櫟、白校欖、赤皮(*Cyclobalanopsis gilva*)等殼斗科植物及烏皮茶等茶科植物，與其它各區之共通樹種爲錐果櫟及短尾葉石櫟，在東北區以外之中西區、西南區等其它夏雨型氣候，代表性之殼斗科植物爲長尾柯、狹葉櫟、大葉石櫟、稜果石櫟(*Pasania rhombocarpa*)，小西氏石櫟及后大埔石櫟(*Pasania kodaihoensis*)。

由表四對本區特徵種及優勢種之列舉，可知東北區之特徵種如鍵子櫟及烏皮茶在本區出現甚多，而短尾葉石櫟及錐果櫟亦爲森林之重要組成份子，然區外之代表種如長尾柯、小西氏石櫟亦出現甚多，而大葉石櫟亦偶有出現，由此可印證其過渡區性質。本區另一殼斗科植物台東石櫟亦佔有相當優勢，其出現最多之地區主要在中部內陸氣候區，然東北部低海拔及臨海地區亦見零星分布(沈中桴 1984)，可見其較偏好夏雨型氣候，而在本區之大量出現，亦可證明本區之過渡性質。