

南澳闊葉樹林自然保留區
土壤相調查研究

Study on the soils of Nanao
Hardwood Nature Reserve

主辦機關：台灣省農林廳林務局

執行機關：國立台灣大學農業化學研究所
土壤分類與調查研究室

研究期限：民國80年10月至民國81年9月

計劃主持人：陳尊賢

研究人員：黃政恒、許正一

目 錄

頁 數

中文摘要

英文摘要

第一章	前言	-----1
第二章	保留區之自然環境	-----4
	一. 保留區之位置及範圍	-----4
	二. 保留區之氣候	-----4
	三. 保留區之地質	-----6
	四. 保留區之地形	-----6
	五. 保留區之植群生態	-----6
	六. 保留區之地質年代	-----6
第三章	材料與方法	-----11
	一. 保留區代表土壤樣體之選擇	-----11
	二. 土壤樣體之形態特徵記錄	-----11
	三. 土壤樣體之採樣及前處理	-----11
	四. 土壤之物理性質	-----11
	五. 土壤之化學性質分析	-----11
	六. 土壤分類法	-----14
第四章	結果與討論	-----16
	一. 八個代表土壤樣體之形態特徵	-----16
	二. 保留區土壤之物理性質	-----17
	三. 保留區土壤之化學性質	-----36
	四. 保留區土壤之游離鐵、鋁、錳含量變化	-----37
	五. 保留區土壤之化育作用	-----42
	六. 保留區土壤之分類	-----42
第五章	結論	-----46
第六章	建議	-----47
第七章	參考文獻	-----48

圖 目 錄

頁 數

圖一． 台灣北部山地湖泊位置圖 -----	2
圖二． 南澳闊葉樹林自然保留區附近之地形 -----	3
圖三． 南澳闊葉樹林自然保留區附近之地質圖 -----	7
圖四． 矽質片岩、綠色片岩及黑色片岩之形態 -----	8
圖五． 神秘湖水生級湖畔植生分布平面圖 -----	9
圖六． 神秘湖區之植生分布狀況 -----	10
圖七． 代表性土壤樣體之採樣位置 -----	12
圖八． 代表性土壤樣體之形態特徵及其地形 (pedon 1-8)-26-33	
圖九． 保留區之土壤分布與地形之關係 -----	45

表 目 錄

頁 數

表一.	南澳闊葉樹林自然保留區附近四氣象站之氣象資料	--5
表二.	第一號土壤樣體之土壤形態特徵描述	-----18
表三.	第二號土壤樣體之土壤形態特徵描述	-----19
表四.	第三號土壤樣體之土壤形態特徵描述	-----20
表五.	第四號土壤樣體之土壤形態特徵描述	-----21
表六.	第五號土壤樣體之土壤形態特徵描述	-----22
表七.	第六號土壤樣體之土壤形態特徵描述	-----23
表八.	第七號土壤樣體之土壤形態特徵描述	-----24
表九.	第八號土壤樣體之土壤形態特徵描述	-----25
表十.	保留區湖泊內有機質土之質地分析結果	-----34
表十一	保留區內闊葉林區弱育土之質地分析結果	-----35
表十二	保留區湖泊內有機質土之化學性質	-----38
表十三	保留區闊葉林區弱育土之化學性質	-----39
表十四	保留區湖泊內有機質土之游離鐵、鋁、錳含量	-----40
表十五	保留區闊葉林區弱育土之游離鐵、鋁、錳含量	-----41
表十六	保留區土壤之分類	-----44

中文摘要

自民國80年10月起至81年09月止，於南澳闊葉樹林自然保留區(共約200公頃)進行土壤調查。在神祕湖中採取三個代表土壤樣體，在闊葉樹林中採取五個代表土壤樣體，分別記錄其環境特徵、剖面形態特徵，並分析其物理、化學特性，進而說明其化育作用及其分類結果。保留區之自然環境特性為：海拔為1000公尺至1200公尺左右；具有完整闊葉林及湖泊水生植物之完整生態體系；地質屬古生代晚期至中生代之大南澳片岩，主要組成為矽質片岩、綠色片岩及黑色片岩；該區雨量約3000~4000 mm，年平均氣溫約15 °C；土壤水分範圍為濕潤的(udic)，土壤溫度範圍屬熱的(thermic)。

由三個代表性湖泊土壤之性質顯示：土壤質地屬中質地之壤土，且均具明顯的高有機質含量($\geq 20\%$)，土壤pH值屬強酸性(< 6.0)，高陽離子交換能量($> 20 \text{ cmol}(+)/\text{kg soil}$)，低交換性鹽基($< 0.5 \text{ cmol}(+)/\text{kg soils}$)，低鹽基飽和度($< 10\%$)。依此性質及依美國土壤分類系統，可將湖泊土壤分類為有機質土綱(Histosols)，或纖維有機土亞綱(Fibrists)，或洗澱纖維有機土大土類(Luvifibrists)。

由五個代表性闊葉林土壤之性質顯示：土壤質地屬中質地之粘壤土或壤土；土壤樣體具均有5-15公分厚之黑瘠披被層，25-50公分厚之變遷層。土壤具強酸性($\text{pH} < 4.5$)。表土層具有高有機碳(19~40%)，變遷層之有機碳含量則僅1.2~4.1%。表土層之陽離子交換能量(CEC)均在 $25 \text{ cmol}(+)/\text{kg soils}$ 以上，但變遷層之CEC則在 $11\sim 20 \text{ cmol}(+)/\text{kg soils}$ 之間。土壤之可交換性鹽基極低($< 0.5 \text{ cmol}(+)/\text{kg soil}$)，且其鹽基飽和度極低($< 5\%$)。依此性質及依美國新土壤分類系統，可將闊葉林區之土壤分類為弱育土綱(Inceptisols)，或淡色弱育土亞綱(Ochrepts)，或低鹽基淡色弱育土大土類(Dystrochrepts)。

由於高年降雨量(3000-4000 mm)，造成保留區土壤之強淋洗作用(Leaching process)，使土壤呈強酸性及低鹽基飽和度。但其化育作用仍屬弱度發育，化育生成變遷層(cambic horizon)。表土有機物含量高，呈有機物富化作用(enrichment process)，而形成黑瘠披被層(Umbric epipedon)。

STUDY ON THE SOILS OF NANAO HARDWOOD NATURE RESERVE

Zueng-Sang Chen
Department of Agricultural Chemistry
National Taiwan University
Taipei, Taiwan 106, ROC.

ABSTRACT

Soil survey were conducted at the Nanao Hardwood Nature Reserve (200 ha) from October 1991 to September 1992. Three representative soil pedons were selected from Mystery Lake area and five representative soil pedons were selected from hardwood forest area to study the physical and chemical properties, pedogenetic processes and soil classification. The natural environmental conditions are shown as followings: complete ecosystem including hardwood forests and lake, elevation varied from 1000 to 1200 meters, the geology is Dananaou Schist at Miocene stage, 3000 to 4000 mm of precipitation, udic moisture regime and thermic temperature regime.

The results of three soils pedons selected from Mystery Lake indicate that the soils in the lake area have following properties: medium soil texture, high organic matter (20 % or more), low pH (less than 6.0), high cation exchangeable capacity (20 cmol(+)/kg soils or more), low exchange bases and low base saturation (less than 10%). These soils can be classified into Histosols Order, Fibrists Suborder, or Luvifibrists Great Groups based on Soil Taxonomy (USDA, 1975).

The results of five soil pedons selected from hardwood forest area indicate that the soils in the forest area have following properties: clay loam or loam texture, Umbric epipedon with 5 to 15 cm and Cambic horizon with 25 to 50 cm, strong acidic soil (pH <4.5), high organic matter (19 to 40%), high CEC and low base saturation. These soils can be classified into Inceptisols Order, Ochrepts Suborder, or Dystrochrepts Great Groups based on Soil Taxonomy (USDA, 1975).

High precipitation make a strong leaching process in the Nature Reserve and soil properties are changed into very strong acidic and very low base saturation. The soil morphological characteristics and soil properties indicate that the soils are developed with weak soil genesis and only cambic horizon can be formed. Umbric epipedon can be found on the soil surface owing to the enrichment process.

KEY WORDS: Ecosystem, Histosols, Inceptisols, Soil Taxonomy, Leaching, Enrichment, Nanao Hardwood Nature Reserve

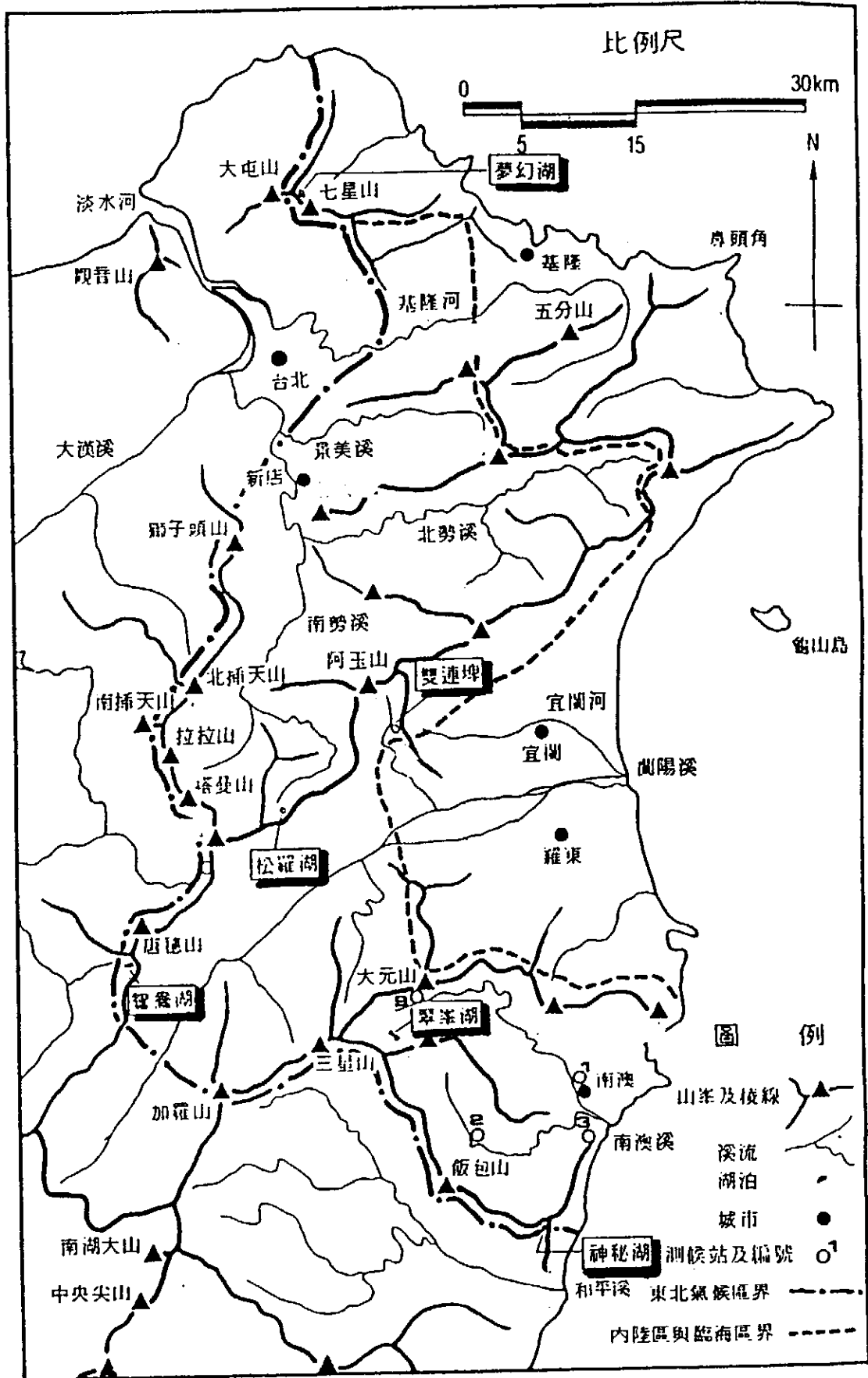
第一章 前言

台灣省農林廳林務局於民國六十五年設立『南澳闊葉樹林自然保留區』，其主要目的乃在保護神祕湖及四周之闊葉樹林。台灣東北部主要之山地湖泊有夢幻湖、雙連埤、松羅湖、翠峰湖、鴛鴦湖及神祕湖，幾乎均已列為保護區(如圖一)；而神祕湖保護區位於宜蘭縣南澳鄉金洋村內，林政區屬林務局羅東林區管理處和平事業區所管轄。該保護區以神祕湖為中心，而以四周稜線為界，東至御恩山(1236M)，西至標高 1498 公尺之三角點之山頭，而此二山頂之聯線即為保留區之南界，其東北界及西北界亦是由此兩山頭向西北及向東北之稜線延伸，而接於北方之一小鞍部，其整個輪廓略成等腰三角形(如圖二)。全保留區之面積約有二百公頃，海拔在1000公尺至1500公尺之間，屬和平溪支流澳花溪之集水區。目前保留區內之闊葉林仍保存完整，然而保留區外之林地則多已砍伐過，改造成人工林。

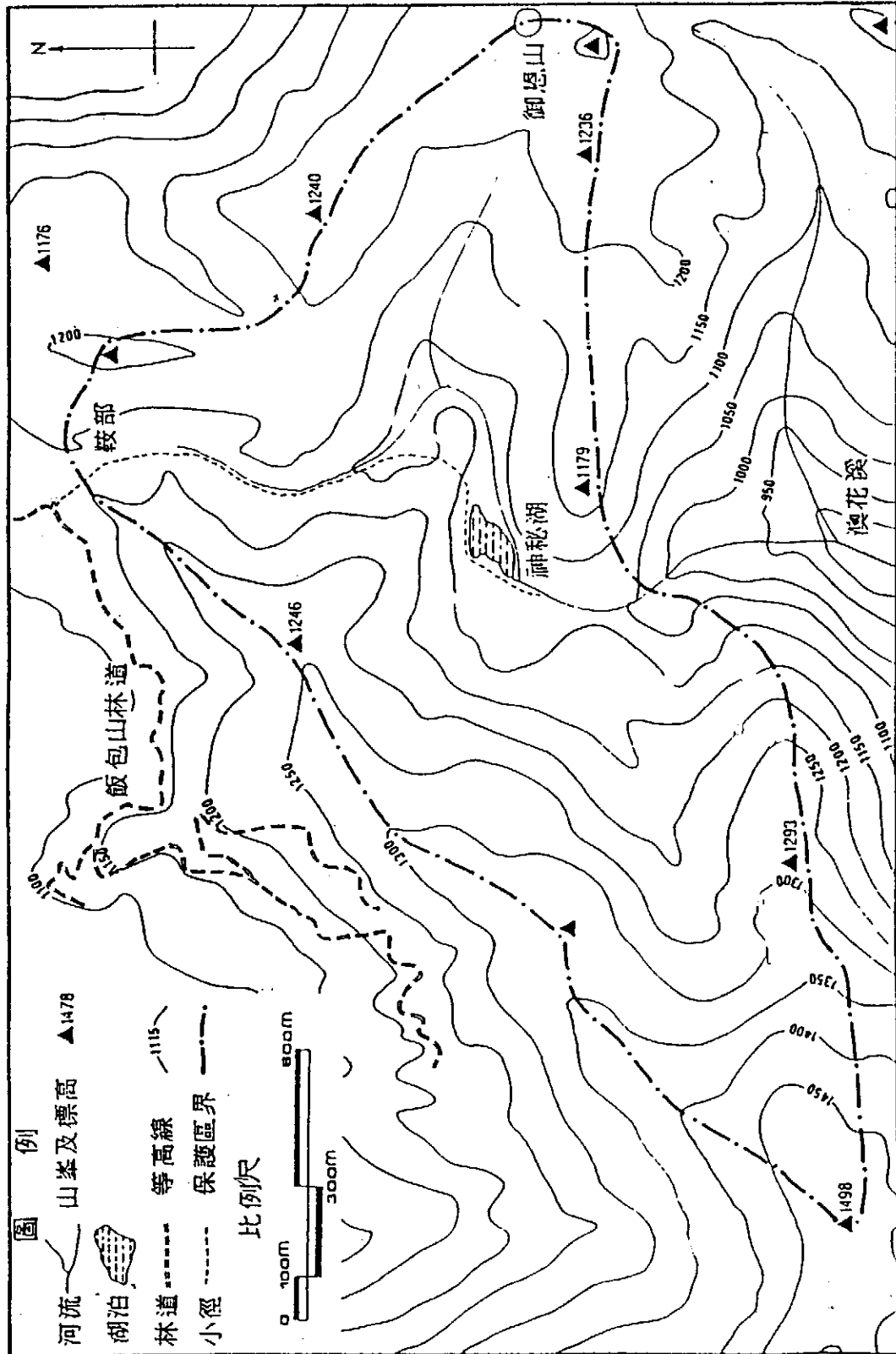
林務局為了作好神祕保護區之經營管理，以達到保育之目標，於民國77年起委託國立台灣大學森林研究所蘇鴻傑教授進行植群生態研究(蘇鴻傑，1988)，以及民國80年委託國立台灣大學動物學系的林曜松教授進行動物相之生態研究(林曜松、劉炯錫，1991)；以及目前委託國立台灣大學植病系楊平世教授進行之昆蟲相研究以及本研究進行的土壤及地質相研究。

本研究之主要目的，包括以下幾項：

1. 建立保留區內之土壤基本資料庫
2. 收集保留區內之地質資料
3. 研究保留區內環境因子對土壤物理及化學性質之影響
4. 研究保留區內土壤之化育作用
5. 研究保留區內之分類



圖一. 台灣北部山地湖泊位置圖 (摘自蘇鴻傑, 1988)



圖二. 南澳闊葉樹林自然保留區附近之地形(摘自蘇鴻傑, 1988)

第二章 保留區之自然環境

一、保留區之位置及範圍：

保留區位於宜蘭縣南澳鄉金洋村內（東經 $121^{\circ}43'30''$ 至東經 $121^{\circ}45'00''$ ，北緯 $24^{\circ}22'30''$ 至北緯 $24^{\circ}23'17''$ ），全面積約200公頃，而神祕湖之面積約僅1.5公頃。海拔高度變化為1000至1500公尺，屬和平溪支流澳花溪之集水區（如圖一及圖二）。由南澳管制區進入約7-8公里可達入口處，再步行約30分鐘即可到達保留區之圍籬邊界。再走20分鐘左右即可到達神祕湖。

二、保留區之氣候：

依資料顯示，在神祕湖附近之氣候站有四個，即南澳氣候站，楠子氣候站、澳尾氣候站及大元山氣候區。其中前三個位置距神祕湖較近，但海拔太低（ <450 公尺），但大元山之海拔與此處相近，但距離較遠，約25公里。茲將此四個氣候站之氣候狀況示於表一中。由表一之結果顯示：

1. 保留區之附近四個氣候站之年平均溫約 $16^{\circ}\text{C}\sim 22^{\circ}\text{C}$ ，且冬天平均溫與夏天之平均溫均大於 5°C 。依蘇鴻傑(1988)之推算，保留區之平均溫應在 $13.8^{\circ}\text{C}\sim 16.4^{\circ}\text{C}$ ，最冷之一月平均溫為 $7.5\sim 9.6^{\circ}\text{C}$ ，最熱之七月之平均溫在 $20.3\sim 22.2^{\circ}\text{C}$ 。故依此推算土壤之溫度境況（soil temperature regime）（soil survey staff, 1975）應屬熱的(Thermic)。
2. 保留區之附近四個氣站之年降雨量約在2600-5000 mm，且由四個氣候站之降雨分佈顯示，降雨多寡顯然與測站之地形位置、方向、海拔有關（蘇源傑，1988）。且由結果可看出，雨量大都集中在每年7月~11月，尤其在9月~11月之三個月內。依蘇鴻傑(1988)之推估，本區之全年雨量可能在3000-4000 mm間，而冬季與夏季之雨量約略相等，可說是“全年潮濕多雨”。依雨量分佈及土壤之顏色觀察顯示，保留區之土壤水分境況（Soil Moisture Regime）（Soil Survey Staff, 1975）應屬濕潤的(Udic)。

三、保留區之地質：

本地區之地質，依林朝榮(1961)之劃分屬“東台片岩山地”。而其中組成則屬本省最古老之大南澳片岩，主要組成物為變質石灰岩、

表一. 南澳闊葉樹林自然保留區附近四個氣候站之氣象資料

項目	南澳氣候站	楠子氣候站	澳尾氣候站	太平山氣候站
海拔(m)	55	300	420	1000
一月平均氣溫(°C)	15.5	13.2	12.7	10.4
七月平均氣溫(°C)	27.7	25.1	23.9	23.2
年平均溫(°C)	22.2	20.7	19.2	16.9
降雨量(mm) 1月	114	56	69	24.2
2月	82	44	76	225
3月	62	105	80	190
4月	173	140	182	241
5月	247	375	269	317
6月	298	201	301	517
7月	326	380	358	352
8月	232	282	240	428
9月	452	540	621	769
10月	621	310	822	681
11月	467	138	190	683
12月	147	32	116	455
年降雨量(mm)	3221	2603	3324	5055
夏天降雨量(mm)	1493	685	1353	2431
冬天降雨量(mm)	1550	1778	1789	2383
土壤溫度狀況 ⁺	hyperthermic	thermic	thermic	thermic
土壤水分狀況 ⁺⁺	Udic	Udic	Udic	Udic

+ : hyperthermic (炎熱的) ; thermic (熱的)

++ : Udic (濕潤的) .

矽質片岩、片麻岩及白雲石等爲主(詹新甫, 1981), 澳花溪之下游則有採礦場。依何春蓀(1975)之地質圖(圖三)顯示, 本保留區之地質年代屬古生代晚期(Late Paleozoic)至中生代(Mesozoic), 其主要之岩石組成有矽質片岩(Siliceous schist)、綠色片岩(green schist)及黑色片岩(Black schist), 其形態如圖四所示。

四、保留區之地形：

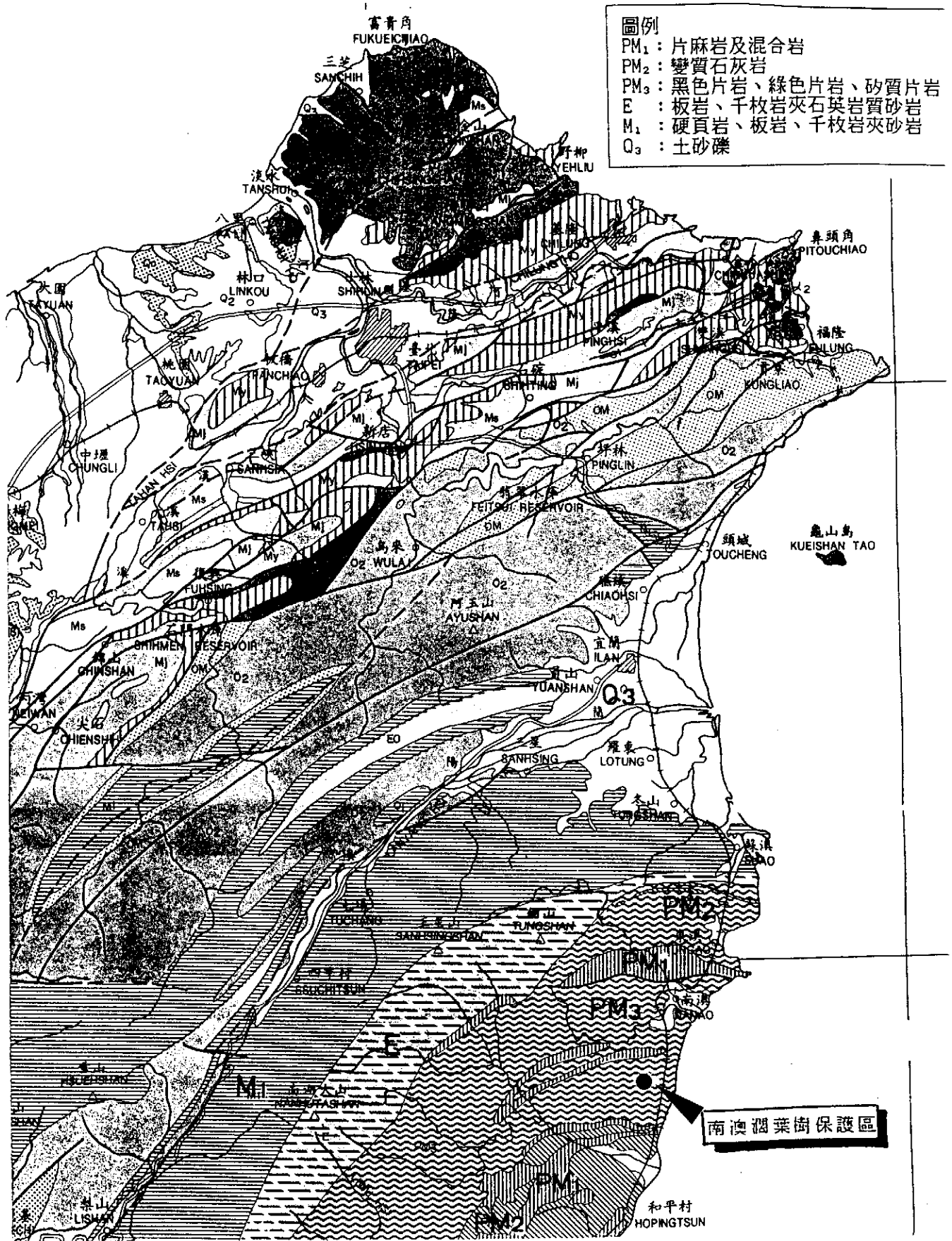
保留區之地形屬高山湖泊型(圖一、圖二), 即神祕湖之平面之海拔約1100公尺, 四周之山頭海拔約1200公尺至1500公尺不等, 主要爲御恩山(1236公尺)與1498公尺之三角點。由金巢山(1725公尺)及御恩山所組成之稜線及其支稜在神祕湖四周形成封閉之山脊, 最後形成一菱形山谷, 神祕湖即位於此集水區之上游, 集水區之水由神祕湖出水口向南流, 經澳花村而注入和平溪, 屬於和平溪支流澳花溪之集水區。

五、保留區之植群生態：

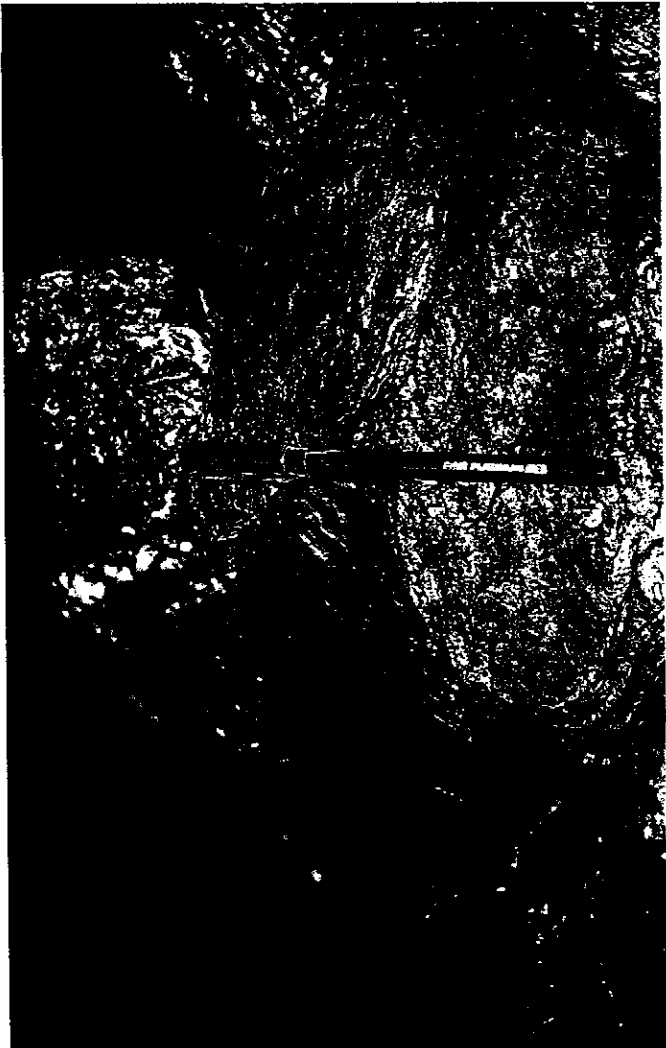
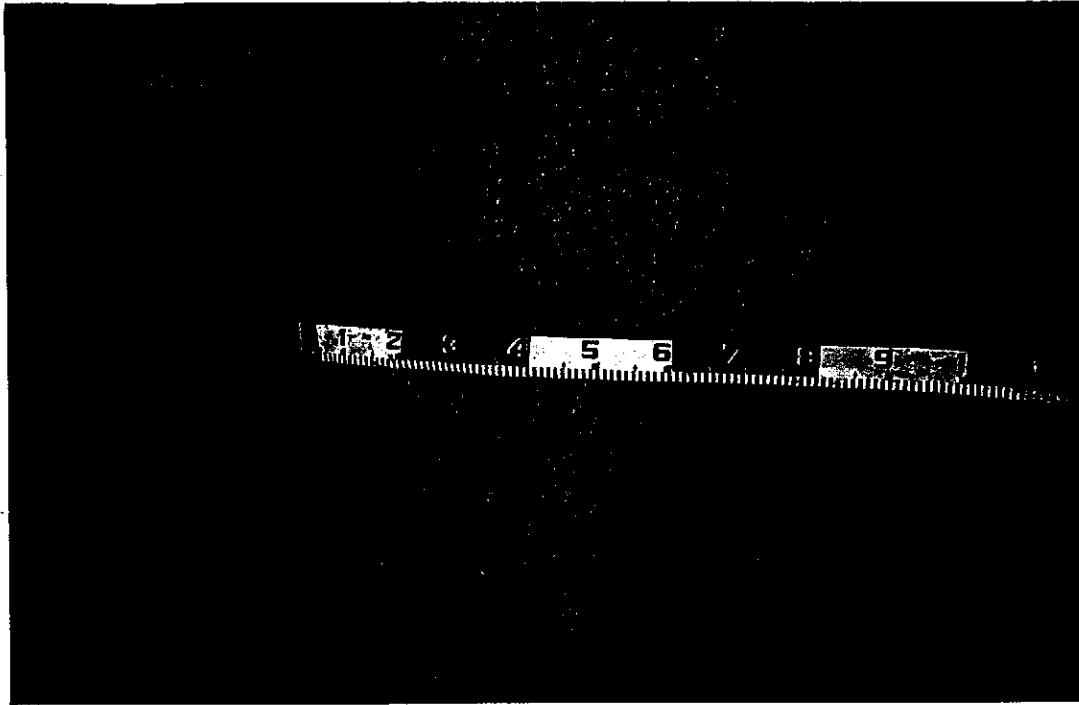
依蘇鴻傑(1988)之研究報告指出, 神祕湖整個湖面已充滿水生植物, 屬微齒眼子菜—金魚藻型沈水性植物, 近岸淺水處有東亞黑三稜—水毛花型之挺水植物, 湖畔則爲柳葉若—水芹菜型之濕生草本社會及五節芒型之高草原, 此系列植物社會, 代表濕性演替之先後階段(如圖五)。神祕湖上下游淤積河床上已有早期森林出現, 分別爲水社柳—赤楊林型及九芎—小葉茶梅林型, 而山坡地之盛行植群則爲錐果櫟—長尾柯林型, 相當於本省山地櫟林帶下層常綠闊葉林(暖溫帶雨林)。此等林型之直徑級分析, 顯示前二種林型將經由演替逐漸變爲一種極盛相當森林, 而林型之樹種歧異度統計亦符合此一趨勢。本保留區之植物保護重點, 應屬神祕湖之水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爲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(蘇鴻傑, 1988)。植生分佈, 如圖六所示。

六、保留區之地質時代：

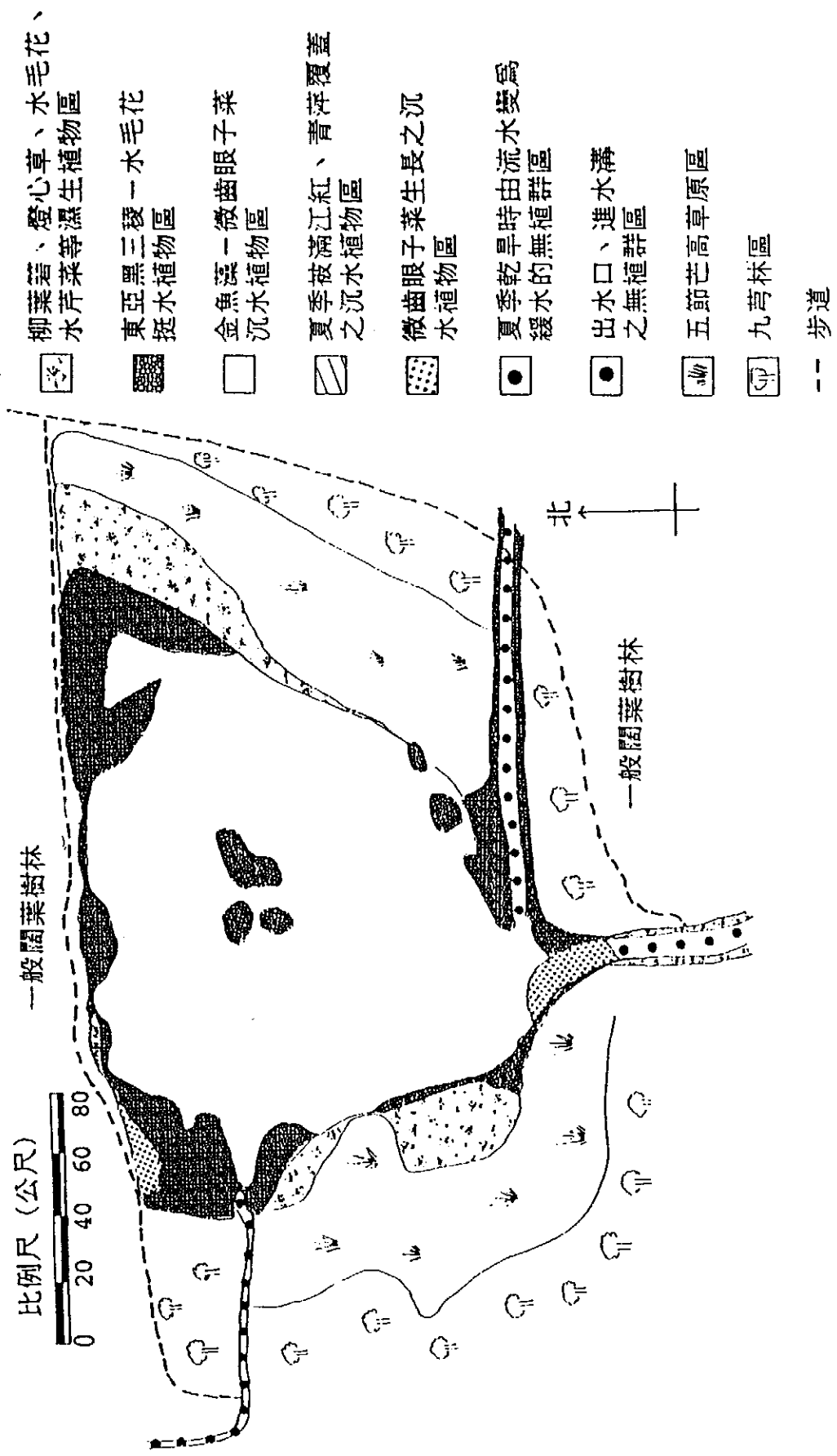
依何春蓀(1975)之地質圖顯示, 保護區之地質年代屬古生代晚期至中生代, 爲本省古老之大南澳片岩之區域。



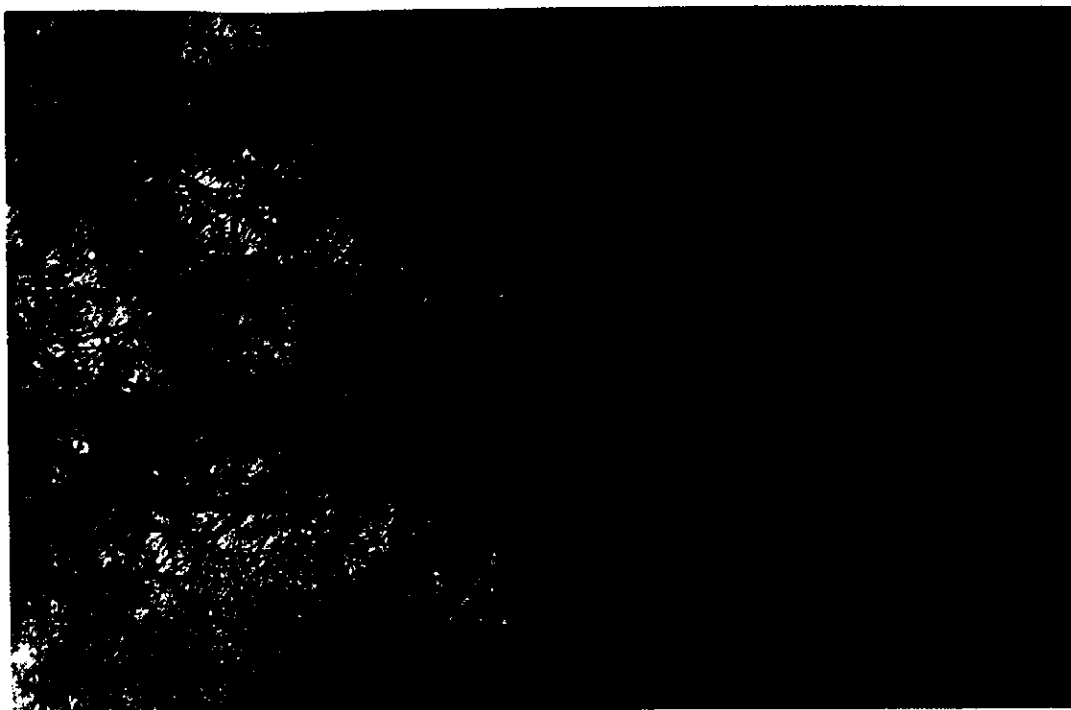
圖三. 南澳闊葉樹林自然保留區之地質圖(摘自經濟部, 1975)



圖四. 矽質片岩、綠色片岩及黑色片岩之形態



圖五. 神祕湖水生及湖畔植生分佈平面圖 (摘自林曜松、劉炯錫, 1991)



圖六. 神祕湖區之植生分布狀況

第三章

材料與方法

一、保留區代表土壤樣體之選擇

依保留區之地形圖、地質圖及植生分佈圖，並經現場之先行探勘，選定八個代表性之土壤樣體 (soil pedons)，其分佈位置如圖七所示。此八個代表性土壤樣體包括三個湖泊區土壤 (pedon 1, 6, 8)，及五個闊葉樹林區 (pedon 2, 3, 4, 5, 7)。

二、土壤樣體之形態特徵記錄

找到典型且具代表性之土壤樣體 (soil pedons) 後，先行開挖土壤剖面 (soil profiles) 盡量挖至母岩為止，依美國農部 (USDA) 土壤調查手冊 (Soil Survey Manual) (Soil Survey Staff, 1951) 進行記錄下列土壤形態特徵 (謝長富與陳尊賢，1987, 1989; 陳尊賢等人，1989)：

- (1) 環境記錄：包括地點、經緯度、海拔、植生、地質、母質、地形位置、微地形、坡度、坡向、排水、雨量、溫度、記錄人、診斷披被層、診斷化育層。
- (2) 形態特徵：包括診斷層代號、土層深度、土壤顏色 (color)、土壤質地 (texture)、構造 (structure)、結持度 (consistence)、根大小、根孔分佈、斑紋大小及顏色，層界狀況等。

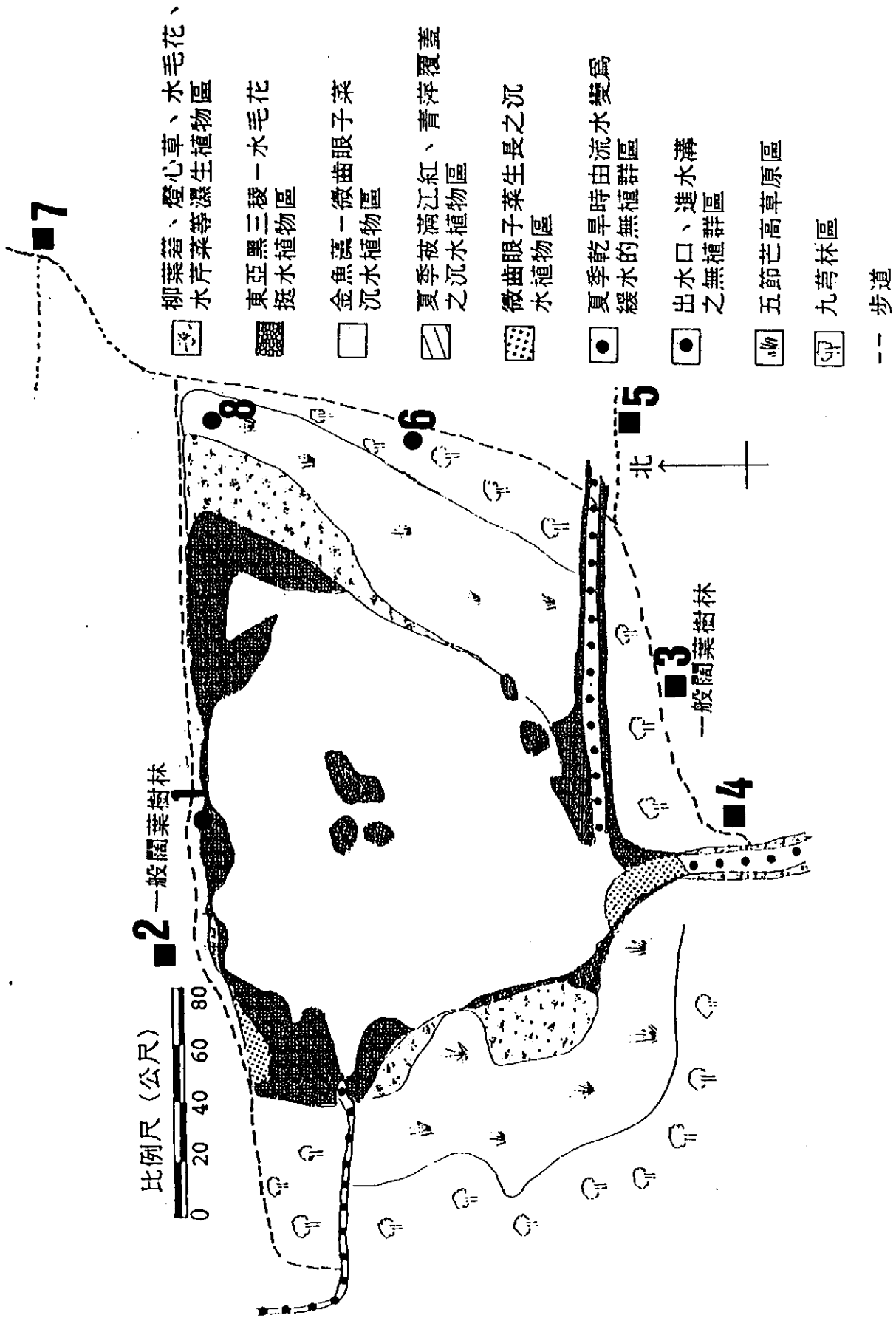
三、土壤樣體之採樣及前處理

土壤剖面開挖後，依化育層之分佈先行分層，再將土壤之各土層由剖面之下層往上採樣，裝入塑膠袋中。帶回實驗室後，在自然狀況下風乾 (Air dried)，約需 10 天至 20 天。加以混合均勻，再以木槌打碎，經過 10 mesh 土篩 (soil sieve) (土粒直徑 < 2.0 mm)，再充分混合，裝入塑膠罐中，加以保存，以便進行土壤物理、化學性質分析。

四、土壤之物理性質及化學性質分析

(一) 土壤 pH 值測定：

- (1) 蒸餾水與土壤以 1:1 (w/w) 比例混合，間或攪拌，靜置一小時後，以玻璃電極測定之。
- (2) 1M KCl 與土壤以 2.5:1 (w/w) 比例混合，間或攪拌，靜置一



圖七. 代表性土壤樣體之採樣位置

小時後，以玻璃電極測定之。

(二) 土壤質地分析：比重計法(hydrometer 法)(Gee & Bauder, 1986)

稱取一定量土壤(通過孔徑2 mm土篩者)，砂土用100克(或其他土壤用50克)，置於500 ml燒杯中，加蒸餾水200 ml充分攪拌。若含有機質甚多時，可加入數ml之30% H_2O_2 充分攪動，並置於砂盤上(65°C)，加熱30分鐘，以除去有機質。將土壤用蒸餾水洗入金屬攪拌杯中，加10 ml 5%偏磷酸鈉溶液，並加蒸餾水至離杯口約三分之二處。將杯置於攪拌器下攪拌，砂土6分鐘，其他土壤10分鐘。攪拌後將全部懸濁液移入1000 ml量筒，內並加蒸餾水至1000 ml。用攪拌槳上下攪動20次，取出開始計時。20秒後，輕放入比重計，不計上下振動，待40秒時，記錄比重計讀數(P_s)，此值為Clay與Silt之含量。重新用攪拌槳上下攪動，靜置2小時後，放入比重計讀數(P_c)，此值為Clay量。

比重計讀數校正：

1. 空白校正：於土壤懸液中加入10ml偏磷酸鈉後會影響懸液密度，故應另測定每1000ml蒸餾水中含10ml偏磷酸鈉溶液之比重計讀數(P_b)，然後加以扣除。
2. 溫度校正：每次測定比重時，應同時測定懸液之溫度，如高於19.4°C，每增高1°C，比重計之讀數應加0.3，如低於19.4°C，每減低1°C，應減0.3，校正後之讀數為 P'_s ， P'_c 。

利用其水分含量，可求得烘乾土壤重量(W)。

計算：

$$\text{砂粒}\% = 100\% - (P'_s/W) * 100\%$$

$$\text{粘粒}\% = P'_c/W * 100\%$$

$$\text{粉粒}\% = 100\% - (\text{砂粒}\% + \text{粘粒}\%)$$

(三) 土壤有機物含量分析：Walkley-Black法

稱取0.5克烘乾土(計算)，放在500 ml錐形瓶中。用吸管吸10 ml 1N $K_2Cr_2O_7$ 加入其中，搖勻。迅速加入20 ml濃硫酸(用量筒)，搖勻後，靜置30分鐘。另作空白試驗(即不加土，重覆以上步驟)。加入約200 ml蒸餾水和10ml 85%磷酸，放冷。滴加30滴二苯胺指示劑，加入“攪拌子”，在電動攪拌器上，以0.5N

Fe⁺⁺ 液滴定之。(其顏色變化：暗褐色→濁藍色→鮮明藍色→綠色(終點)。

$$\begin{aligned}\text{有機物含量}(\%) &= [10 \cdot 1.0 - (10/V_b) \cdot V_s] \cdot 1.724 / 0.77 \\ &\quad \cdot 12 / 4000 \cdot 100 / 0.5\% \\ &= 10 (1 - V_s/V_b) \cdot 1.34\%\end{aligned}$$

V_s : 土壤滴定 0.5 N Fe⁺⁺ 之體積(ml)

V_b : 空白試驗 0.5 N Fe⁺⁺ 之體積(ml)

(四)可交換性鹽基(Exchangeable Bases)及陽離子交換能量(Cation Exchange Capacity, CEC₇):

稱取10克土壤，置入玻璃淋洗柱中，加入100 ml 1M 醋酸銨(pH7.0)淋洗，所交換出來的陽離子用原子吸光儀(A.A.)測定可交換性鉀、鈉、鈣、鎂等含量，並以cmol(+)/kg soil表示之。10克土壤經1M 醋酸銨淋洗後，接著以100 ml 95%之酒精洗去土壤中多餘之醋酸銨溶液，然後再加入100ml 10%之NaCl溶液，淋洗交換出土壤膠體表面之NH₄⁺，以Kjedahl蒸餾法測得氮的含量，進而算出CEC，以cmol(+)/kg soil表示之。

(五)鹽基飽和度(Percentage of Base Saturation, BSP %):

將1M 醋酸銨(pH 7.0)交換出的鹽基總量除以陽離子交換能量(CEC)再乘以100即為鹽基飽和度。即

$$\text{BSP}\% = (\text{可交換鹽基總量} / \text{CEC}_7) \times 100\%$$

(六)游離鐵鋁錳分析：以Fe_d，Al_d及Mn_d表示，以CBD(Na citrate-Bicarbonate - Dithionite)法(Mehra和Jackson, 1960)。

稱取1克土壤，放入100 ml離心管中，加入40 ml 0.3 M檸檬酸鈉(Sodium Citrate)及5 ml 碳酸氫鈉(NaHCO₃)，在80℃水浴中加熱15~20分鐘，然後加入1克Na₂S₂O₄，持續攪拌約15分鐘，再加入10 ml 飽和氯化鈉(NaCl)溶液攪拌，靜置後以3500 rpm離心20~30分鐘，收集懸浮液，重覆以上步驟，直至溶液呈灰色。定量至100 ml，以A.A.測定溶液中的鐵、鋁、錳含量。

Staff, 1975) 及最新修正之新土壤分類法 (Key to Soil Taxonomy) (Soil Survey Staff, 1990)而加以分類。

第四章 結果與討論

一、八個代表樣體 (Soil pedons) 之形態特徵

八個代表土壤樣體之形態特徵記錄結果示於表二至表九中，其彩色形態特徵及其地形示於圖八中。

第一號土壤樣體 (P1, 編號為81-SML-1)，採自神祕湖邊之湖泊土壤，海拔1080公尺，排水不良，常處浸水狀態 (Aquic Condition)。表土 0-8 cm 為黑色，8-38 cm 為淡灰色，而 38 cm 以下至 60 cm 又均為黑色有機物質，全層剖面概為有機物質混有沖積土壤物質。依美國新土壤分類法 (Soil Survey Staff, 1990) 分類上屬於洗澱纖維有機土 (Luvifibrist)。

第二號土壤樣體 (P2, 編號為81-SML-2)，採自出水口對岸之沖積平台地，海拔1090公尺，為平坦地，主要植生為九芎林所組成之闊葉林，排水良好。表土 0-5 cm 屬黑瘠披被層 (Umbric epipedon)。5-30 cm 屬變遷層 (Bw, cambic horizon)，質地為壤土；具有明顯之銳角塊狀構造。依美國分類法可歸屬於岩石型低鹽基淡色弱育土 (Lithic Dystrochrepts)。

第三號土壤樣體 (P3, 編號為81-SML-3) 採自神祕湖南方之闊葉林地；海拔1100公尺，為40-45°之坡地；排水良好。植生主要為九芎林混有其他闊葉樹種。表土 0-5 cm 為黑色之黑瘠披被層 (Umbric epipedon)；18-35 cm 為變遷層 (Bw)；55 cm 以下為母質層。依美國分類法可分類為岩石型低鹽基淡色弱育土 (Lithic Dystrochrepts)。

第四號土壤樣體 (P4, 編號為81-SML-4) 採自出水口附近一般闊葉樹林區。海拔1080公尺；為30-40°之坡地；排水良好，植生主要為混生闊葉林。剖面形態特徵類以 Pedon 3 (81-SML-3)，不再重述；其分類名稱亦相同。

第五號土壤樣體 (P5, 編號為81-SML-5) 採自湖東方進水口附近闊葉林區。主要植生為典型之闊葉樹林。0-15 cm 為黑瘠披被層，15-73 cm 具有厚的變遷層，具有良好之團粒構造及銳角塊狀構造；且含30%以上之母岩夾雜其中。依美國分類法 (Soil Survey Staff, 1990) 可分類為典型低鹽基淡色弱育土 (Typic

Dystrochrepts) 。

第六號土壤樣體 (P6, 編號為81-SML-6) 採自湖東方進水區之五節芒及九芎林區；海拔1080公尺；屬河谷地，全年浸水，排水不良。在 0-30 cm 處均為未分解之有機物，屬有機披被層 (Histic epipedon) ；30 cm 以下則有大量水，不易採樣。依美國分類應屬洗澱纖維有機土 (Luvifibrists) 。

第七號土壤樣體 (P7, 編號為81-SML-7) 採自湖東北方之登山步道中，距湖泊約 150公尺，海拔1140公尺，屬自然闊葉林區。微陡坡地形 (30-35°) ，排水良好；植生為混生闊葉林。0-5 cm 為黑瘠披被層，15-35公分為變遷層 (Bw) ，土層較厚 (約70公分) 。依美國新分類法可分類為典型低鹽基淡色弱育土 (Typic Dystrochrepts) 。

第八號土壤樣體 (P8, 編號為81-SML-8) 採自湖入口步道近神祕湖處，海拔1080公尺，主要植生為五節芒。地形屬湖泊淤積地，極為平坦，排水不良，全年稍有浸水。剖面 0-80公分概屬有機質混有由山上沖積而下之土壤，顏色黑 (5YR 2.5/1) 。在分類上，屬洗澱纖維有機土 (Luvifibrists) 。

二、保留區土壤之物理性質

為易於了解保護區土壤之物理化學性質，將 8個代表樣體分成二類，即 (1)分類屬於有機土 (Histosols) 之 P1、P6、P8等三個土壤樣體，及 (2)分類屬於弱育土 (Inceptisols) 之另五個土壤樣體 (P2、P3、P4、P5及P7) 。其土壤之質地分析結果，分別如表十及表十一所示。

由表十之結果顯示；神祕湖泊之土壤雖可分類為有機質土 (Histosols) ，但其中混有由四周之山地沖積下來進入湖泊之土壤，其質地概為壤土 (loam) ，屬中質地土壤；如受沖積影響較深，其土壤之質地則較細，如粘壤土或粉質粘壤土 (pedon 6) 。土壤中粘粒含量大約在20%左右，甚至高至30-35% 。

由表十一之結果顯示，神祕湖四周之闊葉林中之土壤，其土壤之概屬弱育土 (Inceptisols) 土綱。其剖面土壤質地大都為粘壤

表二、第一號土壤樣體之土壤剖面形態特徵描述

剖面代號：P1(81-SML-1)

地點：神祕湖邊

日期：1992年2月22日

分類：沉澱纖維有機土(Luvifibrists)

海拔：1080公尺

植生：東亞黑三稜、五節芝、柃木、地被植物等

母質：綠色片岩、黑色片岩、矽質片岩等

地形：山底湖泊(Lake in toeslope)

微地形：平坦地(<1%)

排水：不良(poor)

含石量：很少

雨量：3000-4000 mm

氣溫：年平均13.8-16.4℃，夏天平均溫20-22℃，冬天平均 8-10℃

土壤水分境況：浸水的(Aquic)

土壤溫度境況：熱的(Thermic, 15-22℃)或溫和的(Mesic, 8-15℃)

採樣人員：陳尊賢、黃政恒、許正一、楊家宏、蔡明珠、高俊卿

描述人員：陳尊賢

診斷披被層(Diagnostic epipedon)：有機披被層(Histic epipedon)
0-8cm及38-60cm

診斷化育層(Diagnostic horizon)：灰白層(8-38cm)

本剖面之土壤顏色如無特別說明，均為濕潤(Moist)狀態

Oi 0-8cm；5YR2/0(黑色)；粘壤土；大塊狀(massive)，微粘性及微可塑性；許多極細根，突變平滑界限

E 8-38cm；7.5YR 7/1(淡黑色)，砂質壤土；大塊狀，微粘性及微可塑性；許多極細根，突變平滑界限

20e 38-60cm；7.5 YR2/0 (黑色)；壤土；大塊狀；微粘性及微可塑性；許多極細根，突變平滑界限

表三、第二號土壤樣體之土壤剖面形態特徵描述

剖面代號：P2(81-SML-2)

地點：出水口對岸之沖積平台地

日期：1992年2月22日

分類：岩石型低鹽基淡色弱育土(Lithic Dystrochrept)

海拔：1090公尺

植生：九芎林、冷清、蕨類、及其他闊葉林

母質：綠色片岩、黑色片岩、砂質片岩等

地形：出水口對岸之沖積平台地

微地形：平坦地(<3%)

排水：良好

含石量：>40cm有石頭

雨量：3000-4000 mm

氣溫：年平均13.8-16.4℃，夏天平均溫20-22℃，冬天平均 8-10℃

土壤水分境況：浸水的(Aquic)

土壤溫度境況：熱的(Thermic, 15-22℃)或溫和的(mesic, 8-15℃)

採樣人員：陳尊賢、黃政恒、許正一、楊家宏、蔡明珠、高俊卿

描述人員：陳尊賢

診斷披被層：0-5cm黑瘠披被層(Umbric epipedon)

診斷化育層：5-30cm變遷層(Cambic horizon, Bw)

本剖面之土壤顏色如無特別說明，均為濕潤(Moist)狀態

A 0-5cm；黑色(5YR2.5/1)；砂質粘壤土；發育中度極細及細小的團粒構造；緊密的；許多極細根及細根；許多極細不連續根孔；漸變之層界。

Bw 5-30cm；暗黃棕色(10YR4/4)；壤土；發育中等之細小及中度銳角塊狀構造；緊密的；少量極細不連續性根孔；擴散層界

C 30-40cm；暗棕色(10 YR3/3)；壤土；發育中等之極細及細小鈍角塊狀構造；緊密的，某些極細根及細根以及少部分粗根，許多極細或細小之根孔；擴散層界。

R >40cm

表四、第三號土壤樣體之土壤剖面形態特徵描述

剖面代號：P3(81-SML-3)

地點：湖南方闊葉林地

日期：1992年2月23日

分類：岩石型低鹽基淡色弱育土(Lithic Dystrachrept)

海拔：1100公尺

植生：九芎林、柃木、肖楠、蕨類、等混生闊葉林

母質：綠色片岩、黑色片岩、矽質片岩等

地形：趾坡(toeslope)

微地形：40-45°

排水：好

含石量：>50cm有石頭

雨量：3000-4000 mm

氣溫：年平均13.8-16.4℃，夏天平均溫20-22℃，冬天平均 8-10℃

土壤水分境況：濕潤的(Udic)

土壤溫度境況：熱的(Thermic, 15-22℃)或溫和的(mesic, 8-15℃)

採樣人員：陳尊賢、黃政恒、許正一、楊家宏、蔡明珠、高俊卿

描述人員：陳尊賢

診斷披被層：0-5cm黑瘠披被層(Umbric epipedon)

診斷化育層：18-35cm變遷層(Cambic horizon, Bw)

本剖面之土壤顏色如無特別說明，均為濕潤(Moist)狀態

A 0-5cm；黑色(5YR2.5/1)；壤土；發育中度之極細小及細小團粒構造 (granular structure)；易脆的；許多極細小及細小根；許多極細小不連續根孔；突變平滑層界。

BA 5-18cm；暗黃棕色(10YR3/6)；粘壤土；發育中度之極細小及細小團粒構造以及部分之發育中度之極細小及細小鈍角塊狀構造 (subangular blocky structure)；緊密的；許多極細小根及細少根；許多極細小根孔；明顯平滑層界 (clear smooth boundary)

Bw 18-35cm；暗黃棕色(10YR3/4)；粘壤土；發育中度之極細小及細小團粒構造以及部分之發育中度之極細小及細小鈍角塊狀構造 (subangular blocky structure)；緊密的；許多極細小根及細小根；許多極細小根孔；明顯平滑層界 (clear smooth boundary)

BC 35-55cm；暗黃棕色(10YR4/6)；壤土；發育中度之極細小、細小及中等鈍角塊狀構造 (subangular blocky structure)；緊密的；少數極細小根及細小根；許多極細小根孔；>35%含石量(主要為綠色片岩)漸變層界(gradual boundary)。

C >55cm；母質層

表五、第四號土壤樣體之土壤剖面形態特徵描述

剖面代號：P4(81-SML-4)

地點：神祕湖出水口附近一般闊葉林區

日期：1992年2月23日

分類：岩石型低岩基淡色弱育土(Lithic Dystrochrept)

海拔：1080公尺

植生：九芎林、桫欏木、肖楠、蕨類、等混生闊葉林

母質：綠色片岩、黑色片岩、砂質片岩等

地形：趾坡(toeslope)

微地形：30-40°

排水：良好

含石量：>50cm 有石頭

雨量：3000-4000 mm

氣溫：年平均13.8-16.4℃，夏天平均溫20-22℃，冬天平均 8-10℃

土壤水分境況：濕潤的(Udic)

土壤溫度境況：熱的(Thermic, 15-22℃)或溫和的(mesic, 8-15℃)

採樣人員：陳尊賢、黃政恒、許正一、楊家宏、蔡明珠、高俊卿

描述人員：陳尊賢

診斷披被層：0-5cm黑瘠披被層(Umbric epipedon)

診斷化育層：18-35cm變遷層(Cambic horizon, Bw)

*剖面形態特徵類似pedon 3(81-SML-3)，不再重述

表六、第五號土壤樣體之土壤剖面形態特徵描述

剖面代號：P5(81-SML-5)

地點：神祕湖東方進水口附近闊葉林區

日期：1992年2月24日

分類：典型低鹽基淡色弱育土(Typic Dystrochrept)

海拔：1090公尺

植生：混生闊葉林

母質：綠色片岩、黑色片岩、矽質片岩等

地形：趾坡(toeslope)

微地形：微陡坡(25°)

坡向：北

排水：良好

含石量：>35cm有石頭

雨量：3000-4000 mm

氣溫：年平均13.8-16.4℃，夏天平均溫20-22℃，冬天平均 8-10℃

土壤水分境況：濕潤的(Udic)

土壤溫度境況：熱的(Thermic, 15-22℃)或溫和的(mesic, 8-15℃)

採樣人員：陳尊賢、黃政恒、許正一、楊家宏、蔡明珠、高俊卿

描述人員：陳尊賢

診斷披被層：黑瘠披被層(0-15cm)

診斷化育層：變遷層(15-73cm)

本剖面之土壤顏色如無特別說明，均為濕潤(Moist)狀態

A 0-15cm;暗棕色(10YR3/3);壤土;發育中度之極細小及細小團粒構造;易脆的;許多極細小根及許多細小根;許多極細小不連續根孔;突變平滑層界。

Bw1 15-30cm;黃棕色(10YR5/8);粘壤土;發育中度之極細小及細小團粒構造為主,另有少部分發育中度之極細銳角塊狀構造;緊密的;一些細小根及許多極細不連續根孔;明顯平滑層界。

Bw2 30-50cm;黃棕色(10YR5/6);粘壤土;發育中度之極細小、細小及中等銳角塊狀構造,以及少部分之發育中度之細小團粒構造;緊密的;一些細小根及許多極細不連續根孔;含30%石頭(綠色片岩及矽質片岩);擴散層界(diffuse boundary)。

Bw3 15-30cm;黃棕色(10YR5/6);粘土;發育中度之細小及中等銳角塊狀構造;緊密的;少許細小根;一些細小根孔;擴散層界。

C >73cm;母質層

表七、第六號土壤樣體之土壤剖面形態特徵描述

剖面代號：P6(81-SML-6)

地點：神秘湖東方進水區之五節芒、九芎林

日期：1992年2月24日

分類：沉澱纖維有機土(Luvifibrists)

海拔：1090公尺

植生：主要為五節芒、九芎林區

母質：綠色片岩、黑色片岩、矽質片岩等

地形：河谷地

微地形：極平坦淤積河道

排水：不良(poor)

含石量：無

雨量：3000-4000 mm

氣溫：年平均13.8-16.4℃，夏天平均溫20-22℃，冬天平均 8-10℃

土壤水分境況：浸水的(Aquic)

土壤溫度境況：熱的(Thermic, 15-22℃)或溫和的(mesic, 8-15℃)

採樣人員：陳尊賢、黃政恒、許正一、楊家宏、蔡明珠、高俊卿

描述人員：陳尊賢

診斷披被層：有機披被層(0-30cm)

診斷化育層：無

Oi 0-30cm；黑色(5YR2.5/1)；有機質含量高；坩質粘壤土，呈半分解狀態；坩質粘壤土具團粒化構造。

Oi >30cm；有機質含多量水，不易採樣。

表八、第七號土壤樣體之土壤剖面形態特徵描述

剖面代號：P7(81-SML-7)

地點：神祕湖東北方進入湖泊之步道上，距湖泊約150公尺

日期：1992年2月24日

分類：典型低鹽基淡色弱育土(Typic Dystrochrepts)

海拔：1140公尺

植生：混生闊葉林

母質：綠色片岩為主

地形：背坡(backslope)

微地形：微陡坡(30°-35°)

坡向：北

排水：良好

含石量：>35cm 有35%以上綠色片岩

雨量：3000-4000 mm

氣溫：年平均13.8-16.4°C，夏天平均溫20-22°C，冬天平均 8-10°C

土壤水分境況：濕潤的(Udic)

土壤溫度境況：熱的(Thermic, 15-22°C)或溫和的(mesic, 8-15°C)

採樣人員：陳尊賢、黃政恒、許正一、楊家宏、蔡明珠、高俊卿

描述人員：陳尊賢

診斷披被層：黑瘠披被層(0-5cm)

診斷化育層：變遷層(15-35cm)

本剖面之土壤顏色如無特別說明，均為濕潤(Moist)狀態

A 0-5cm；黑色(5YR2.5/1)；砂質粘壤土；發育中度之細小及中等團粒構造；易脆的；許多極細小及細小根；一些極細小不連續根孔；突變平滑層界。

BA 5-15cm；暗黃棕色(10YR4/4)；壤土；發育中度之細小及中等團粒構造以及部分發育中度之極細及細小銳角塊狀構造；緊密的；一些極細不連續根孔，漸變層界。

Bw 15-35cm；黃棕色(10YR5/4)；壤土；發育中度之極細小及細小銳角塊狀構造，以及部分發育中度之細小及中等團粒構造；緊密的；少量極細小根及細小根；少量極細小根孔；擴散層界。

BC 35-70cm；黃棕色(10YR5/4)；壤土；發育中度之極細小及細小銳角塊狀構造；以及部分發育中度之細小及中等團粒構造；緊密的；少量極細及細小根，少量極細不連續根孔，>35%綠色片岩；擴展層界。

C >70cm；母質層。

表九、第八號土壤樣體之土壤剖面形態特徵描述

剖面代號：P8(81-SML-8)

地點：神祕湖入口步道接近神祕湖處

日期：1992年2月24日

分類：沉澱纖維有機土(Luvifibrists)

海拔：1080公尺

植生：主要為五節芒

母質：綠色片岩為主

地形：湖泊地

微地形：極平坦地

排水：不良(poor)

含石量：無

雨量：3000-4000 mm

氣溫：年平均13.8-16.4℃，夏天平均溫20-22℃，冬天平均 8-10℃

土壤水分境況：浸水的(Aquic)

土壤溫度境況：熱的(Thermic, 15-22℃)或溫和的(mesic, 8-15℃)

採樣人員：陳尊賢、黃政恒、許正一、楊家宏、蔡明珠、高俊卿

描述人員：陳尊賢

診斷披被層：有機披被層(0-80cm)

*本剖面用土鑽(Auger)採樣，簡單描述如下：

Oi1 0-20cm；黑色(5YR2.5/1)；黑色有機質；壤土

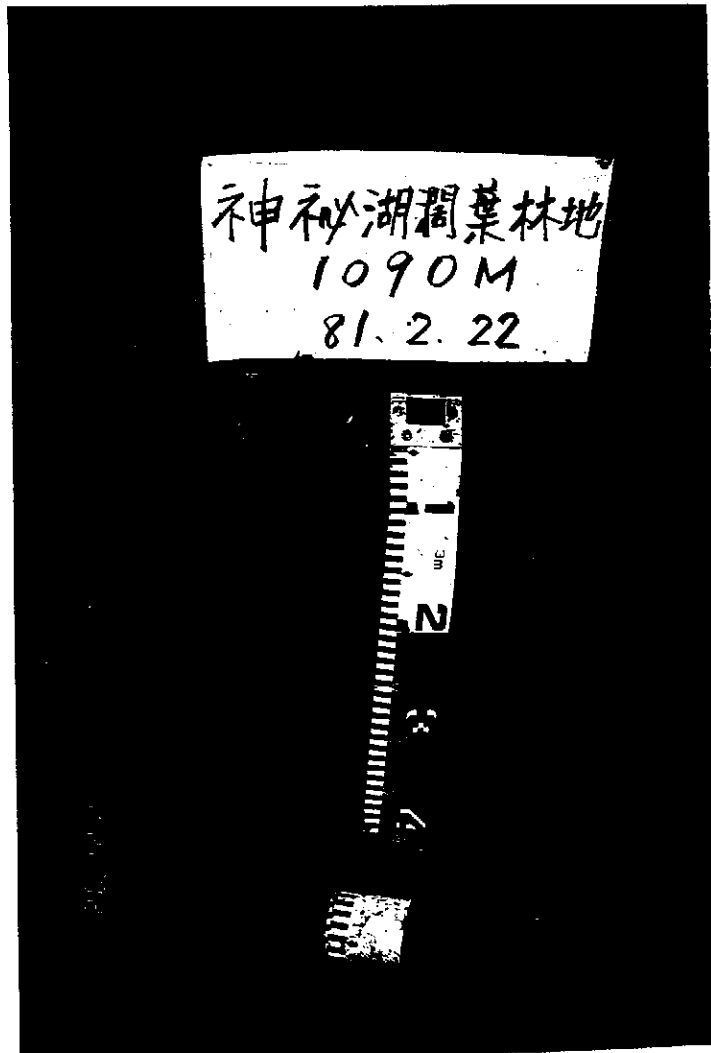
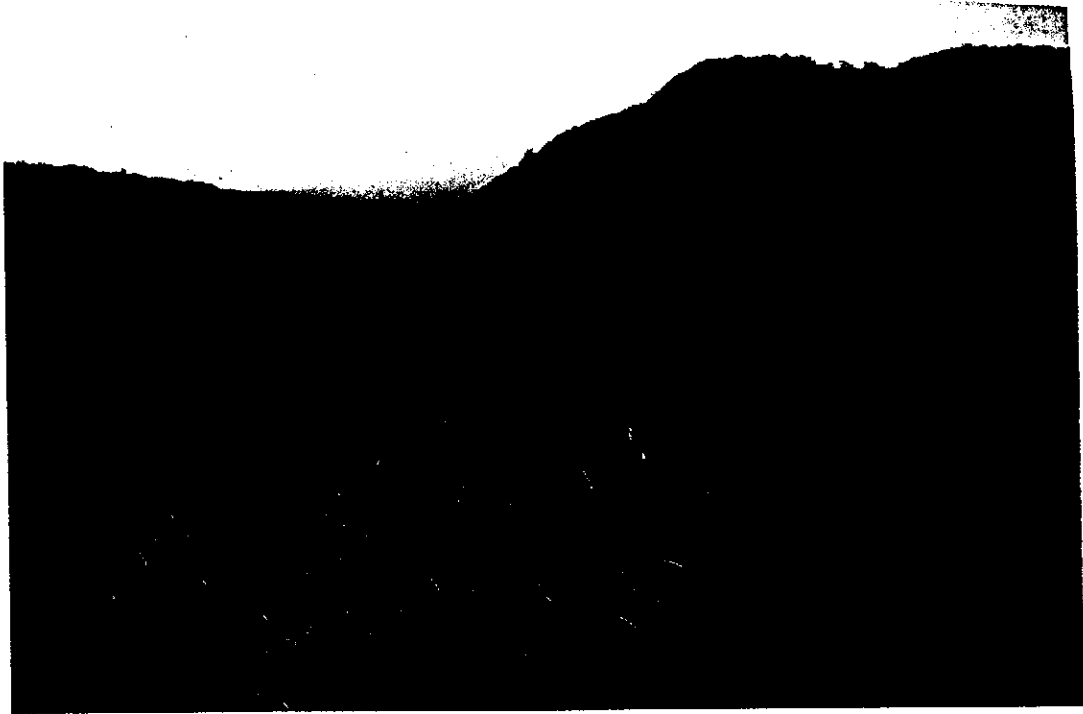
Oi2 20-40cm；黑色(5YR2.5/1)；黑色有機質；壤土

Oi3 40-60cm；黑色(5YR2.5/1)；黑色有機質；坩質粘壤土

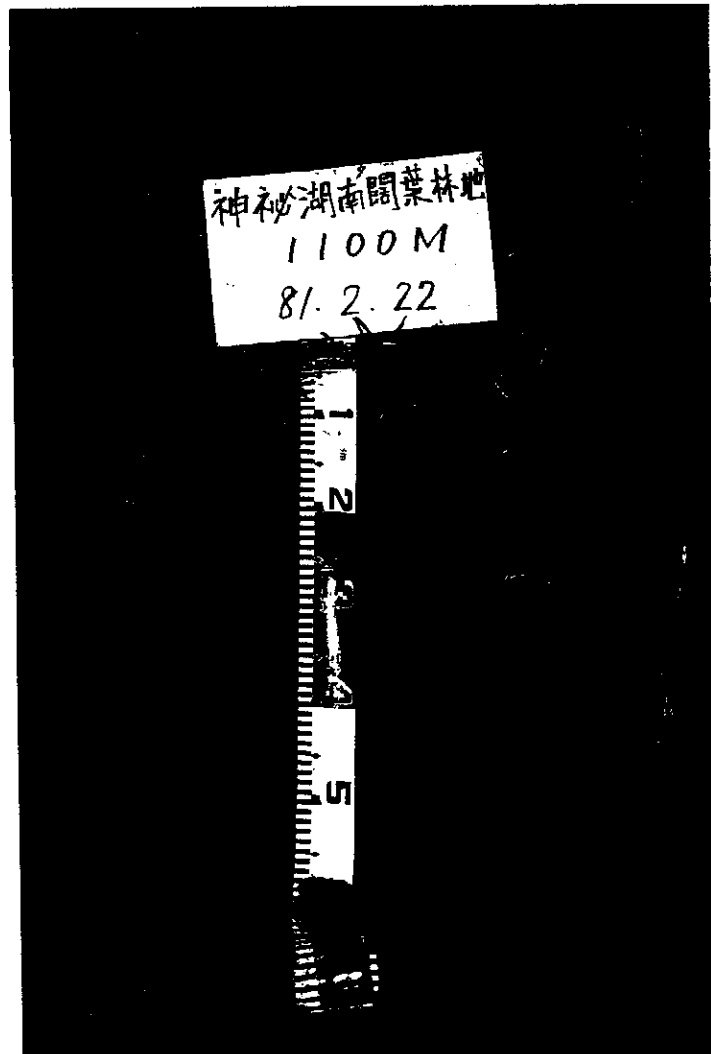
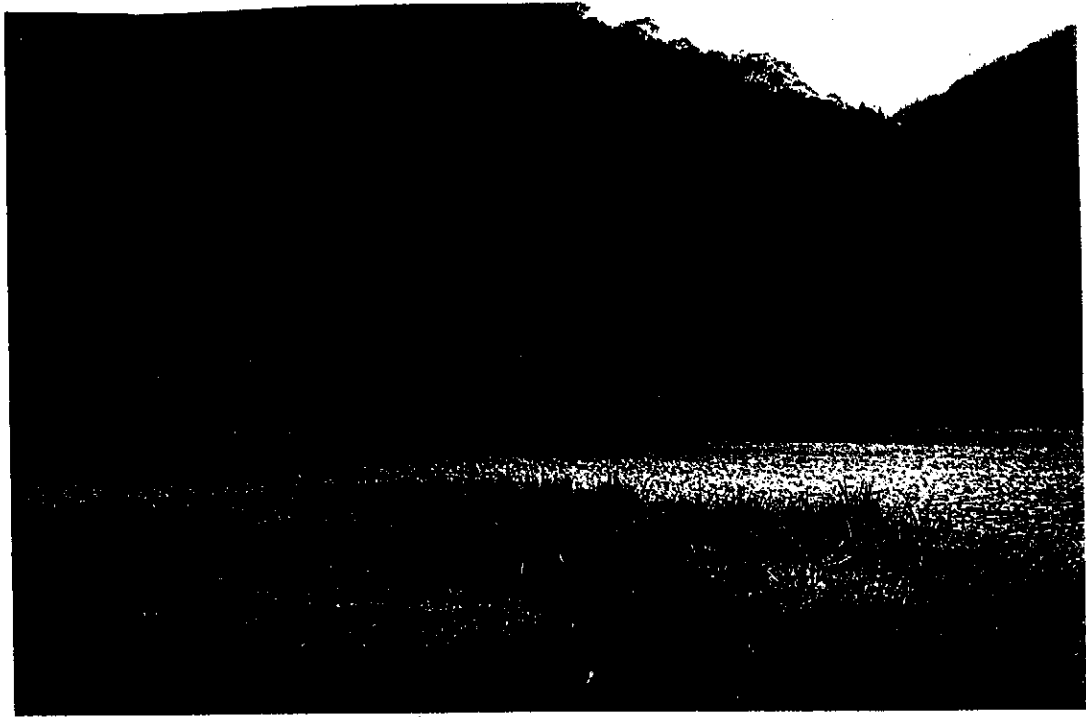
Oi4 60-80cm；黑色(5YR2.5/1)；黑色有機質；坩質粘壤土



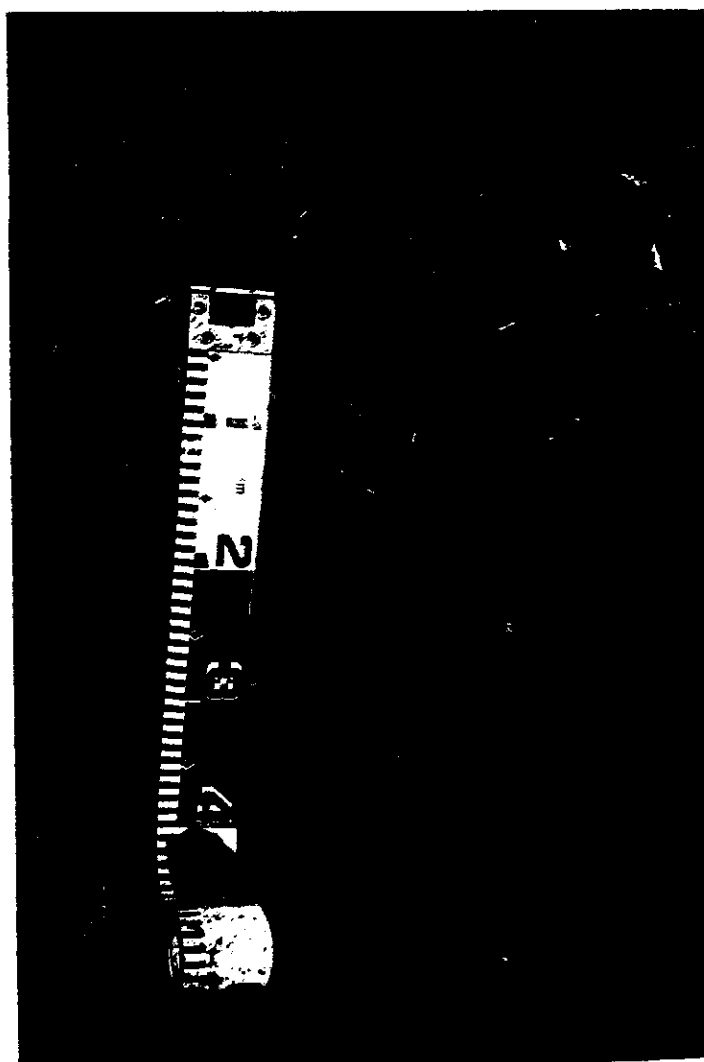
圖八之一．代表性土壤樣體(pedon-1)之形態特徵及其地形



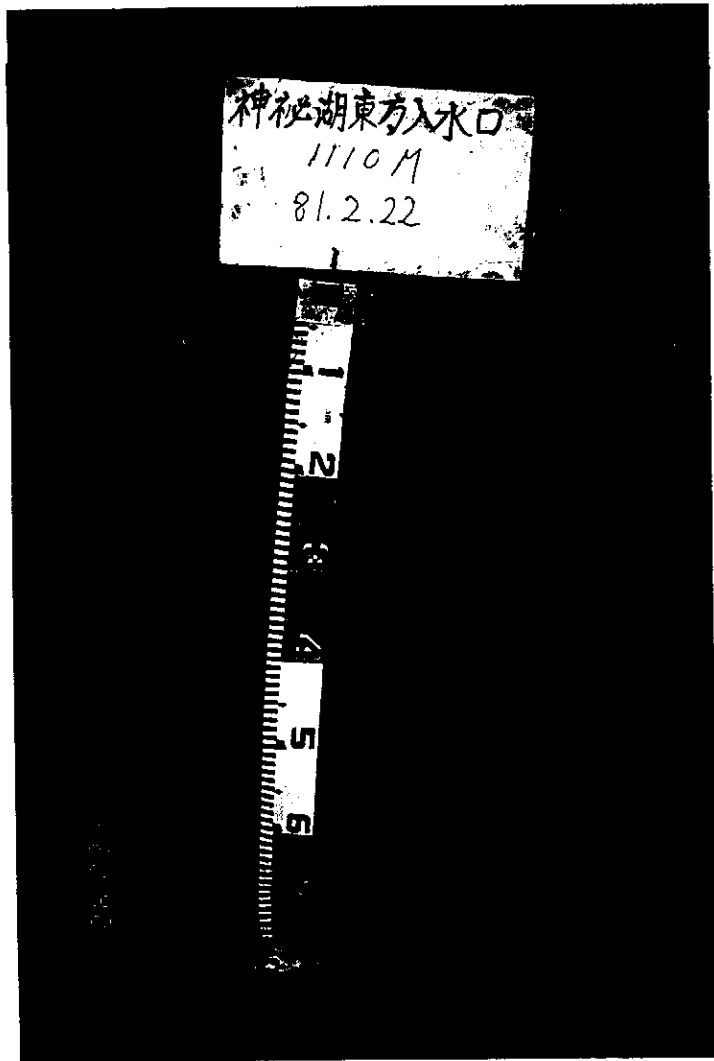
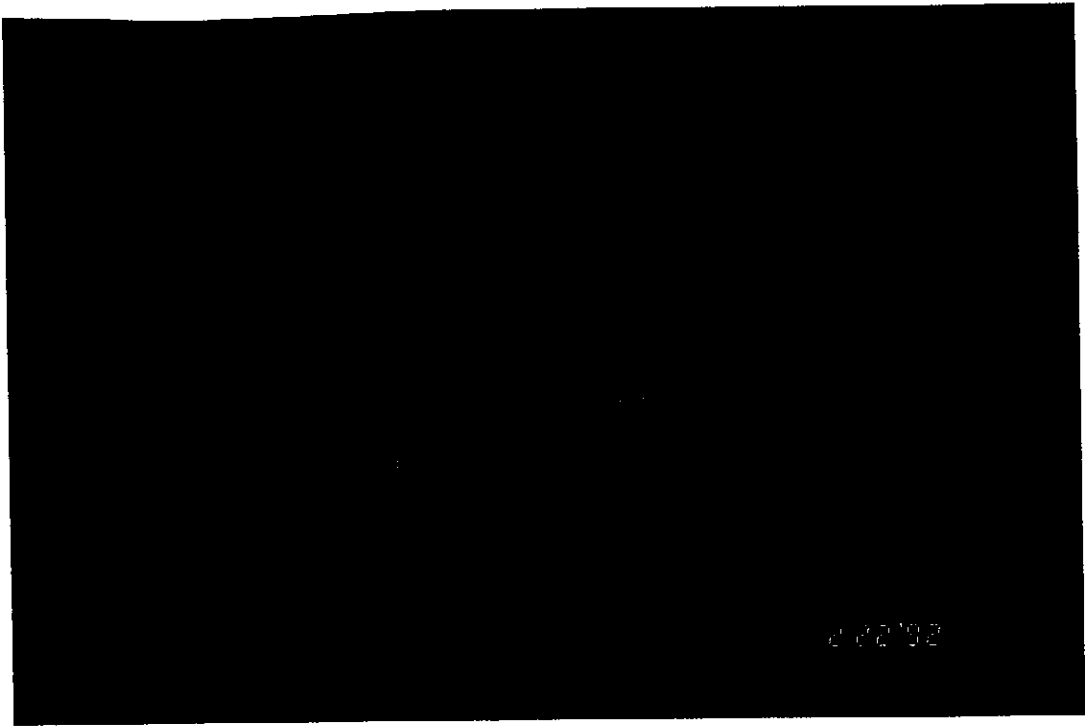
圖八之二．代表性土壤樣體 (pedon-2) 之形態特徵及其地形



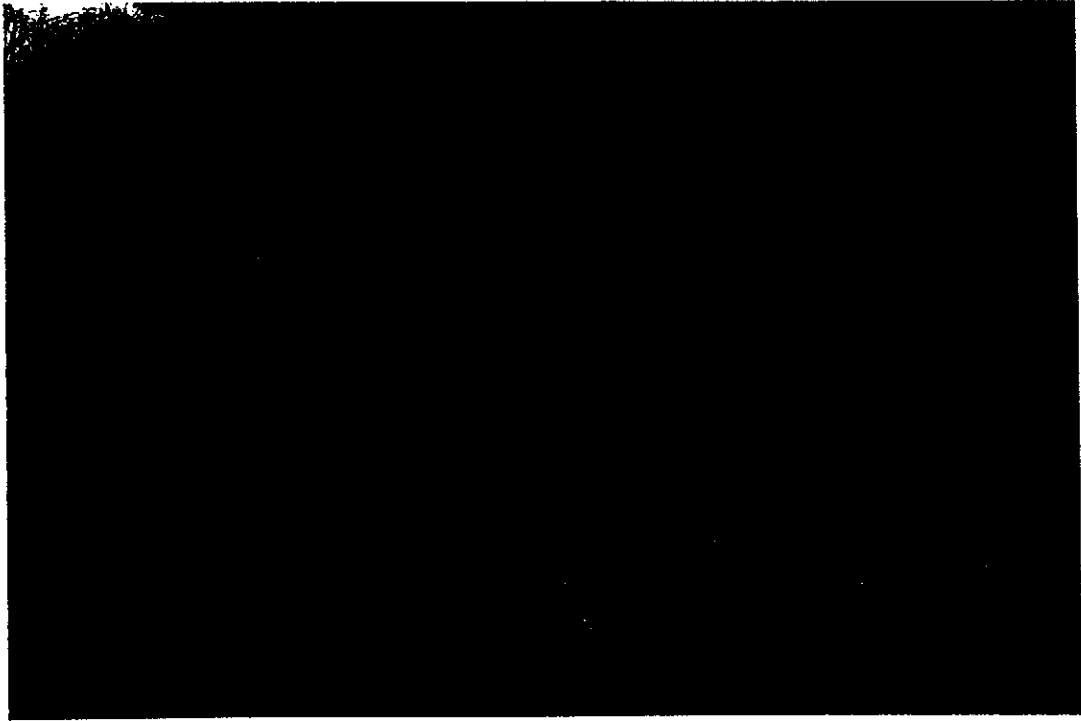
圖八之三. 代表性土壤樣體 (pedon-3) 之形態特徵及其地形



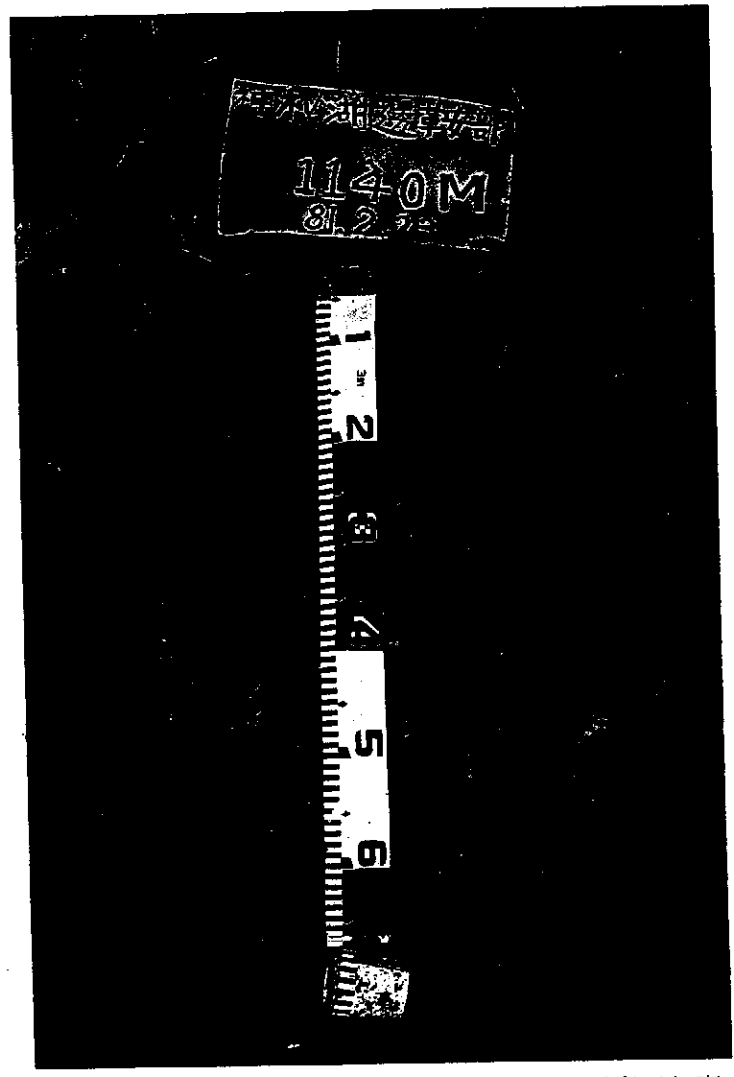
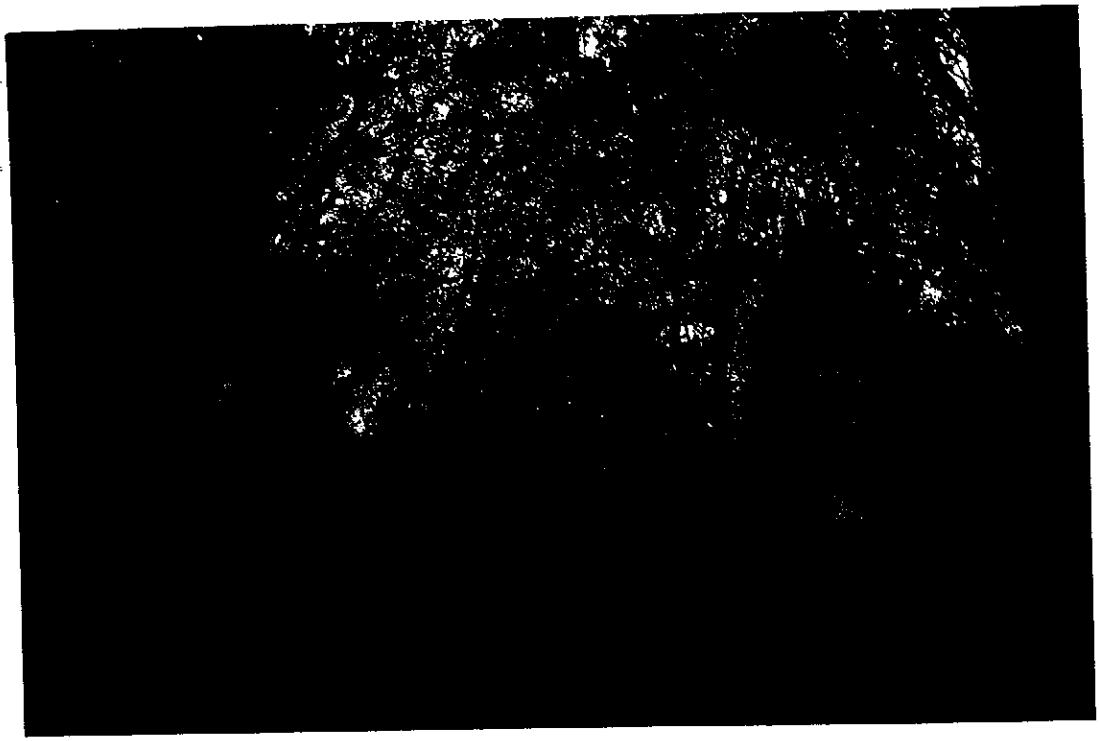
圖八之四．代表性土壤樣體 (pedon-4) 之形態特徵及其地形



圖八之五. 代表性土壤樣體 (pedon-5) 之形態特徵及其地形



圖八之六．代表性土壤樣體(pedon-6)之地形



圖八之七. 代表性土壤樣體 (pedon-7) 之形態特徵及其地形



圖八之八．代表性土壤樣體 (pedon-8) 之地形

表十. 保留區湖泊內有機質土之質地分析結果

樣品 號碼	層次	深度 (cm)	砂粒 ———— % ————	粉粒 ———— % ————	粘粒 ———— % ————	質地名稱 +
Pedon 1 ; elevation : 1080 M						
553	Oi	0 - 8	22	40	38	CL
1390	E	8 -38	58	26	16	SL
696	20e	38 -60	36	40	24	L
Pedon 6 ; elevation : 1080 M						
567	Oi	0 - 30	16	52	32	SiCL
Pedon 8 ; elevation : 1080 M						
1389	Oi1	0 -20	32	50	18	L
591	Oi2	20 -40	35	44	20	L
744	Oi3	40 -60	16	46	38	SiCL
748	Oi4	60 -80	21	44	36	SiL

+ : CL : 粘壤土 ; SL : 砂質壤土 ; L : 壤土
SiCL : 粉質粘壤土 ; SiL : 粉質壤土.

表十一 保留區闊葉林區弱育土之質地分析結果

樣品 號碼	層次	深度 (cm)	砂粒 ———— % ————	粉粒 ———— % ————	粘粒 ———— % ————	質地名稱 +	備註
Pedon 2 ; elevation : 1090 M							
559	A	0 - 5	50	28	21	SCL	
655	Bw	5 -30	39	39	22	L	
549	C	30 -40	50	34	16	L	
Pedon 3 ; elevation : 1100 M							
554	A	0 - 5	45	31	24	L	
735	BA	5 -18	35	37	28	CL	
556	Bw	18 -35	27	46	27	CL	
737	BC	35 -55	37	36	27	L	
	C	>255					
Pedon 4 ; elevation : 1080 M							
							(未採樣) 性質似Pedon 3
Pedon 5 ; elevation : 1090 M							
535	A	0 -15	49	29	22	L	
588	Bw1	15 -30	39	31	31	CL	
678	Bw2	30 -50	33	32	34	CL	
693	Bw3	50 -73	31	29	40	L	
	C	>73					
Pedon 7 ; elevation : 1140 M							
584	A	0 - 5	52	23	25	SCL	
746	BA	5 -15	38	41	21	L	
747	Bw	15 -35	35	45	20	L	
749	BC	35 -70	38	45	17	L	
	C	>70					

+ : SCL : 砂質粘壤土 ; L : 壤土 ; CL : 粘壤土
C : 粘土

土 (clay loam) 或壤土 (loam) 等二個土壤質地等級，屬中質地土壤。土壤中粘粒含量大都在20-30%間，最高可達35-40%。

三、保留區土壤之化學性

為易於了解保留區土壤之化學性質，將8個代表樣體分成二類，即(1)分類屬於有機土 (Histosols) 之P1、P6、P8等三個土壤樣體，及(2)分類屬於弱育土 (Inceptisols) 之另五個土壤樣體 (P2、P3、P4、P5及P7)。其土壤之化學性質分析結果，分別如表十二及表十三。

表十二結果顯示，三樣體 (Pedon 1, 6, 8) 湖泊內土壤之pH為4.5-5.9，屬強酸性；而以1N KCl溶液測得之pH值更低，為3.9-4.3，兩者之差值約0.6-1.5，表示土壤中有較高量之可交換性酸度 (exchangeable acidity)。三樣體土壤中之有機碳含量均大於200g/kg (即20%以上)，顯然這些土壤均為有機質土壤 (Histosols)。(依Histosols定義，土壤中有機碳 (O.C) 之含量 $\geq 12\% + 0.1 \cdot \text{clay} (\%)$) (Soil Survey Staff, 1990)。土壤中CEC值通常隨土壤中之有機質含量，粘粒含量及粘土礦物種類而變化。此保留區之三個有機質土之CEC值均大於20 cmol(+)/kg，甚至於達35 cmol(+)/kg soils以上，主要受高含量有機物之影響。土壤中可交換性鹽基 (exchange bases) (為可交換性鉀、鈉、鈣、鎂之總和) 均很低 (< 0.5 cmol(+)/kg soils)，故造成鹽基飽和度 (BSP, %) 均 < 10%。此可能受到湖水強烈溶解、淋洗之影響 (江斐瑜, 1991; 陳尊賢與江斐瑜, 1992)。

表十三結果顯示，屬闊葉林區弱育土之五樣體 (Pedon 2, 3, 4, 5, 7) 之表土之pH (H₂O) 為3.9-4.4; (pedon 5表土例外，pH為6.5)，均屬強酸性土壤，而1N KCl測得之表土之pH值為3.1-3.7 (Pedon 2表土例外，pH值為5.3)，可見明顯受到多雨量 (3000-4000mm) 之強淋洗作用之影響，造成土壤中可交換性酸度很大 ($\Delta \text{pH} = \text{pH}(\text{H}_2\text{O}) - \text{pH}(\text{KCl})$)。土壤中有機碳含量通常在表土層 (A層) 較高，均在194 g/kg (19.4%) 以上，甚至達405 g/kg，但因厚度太薄，通常僅5公分，故不可分類為有機質土。變遷層 (Bw) 中有機碳之含量均在12-41 g/kg (1.2-4.1%) 間。

土壤中 CEC值亦隨土壤中有機碳之含量多寡而變動，A層之 CEC值大都高於 25 cmol(+)/kg soils (有機碳含量較高)，而Bw層之CEC值則降至11-20 cmol(+)/kg soils；因此鹽基飽和度均 <10%，此乃受到高雨量 (3000-4000mm/yr) 之強烈淋洗作用 (leaching) 之結果。

總之，保留區內闊葉林區弱育土 (Inceptiols) 土壤之主要特性，條列如下：

- (1) 土壤呈強酸性，pH值一般低於4.5，且土壤中可交換性酸度高。
- (2) 土壤中表層有機碳含量均在19.4%以上，但僅5-10公分。但變遷層 (Bw) 中之有機碳含量則僅1.2-4.0%。
- (3) 表土層之陽離子交換能量 (CEC) 大都在 25 cmol(+)/kg soils 以上，變遷層 (Bw) 中之 CEC值僅 11-20 cmol (+)/kg soils。
- (4) 受到每年 3000-4000mm 高雨量之強烈淋洗作用，土壤中保持之可交換性鹽基甚低 (均 < 0.5 cmol(+)/kg soils)，且鹽基飽和度均低於 5%。

四、保留區土壤之游離鐵、鋁、錳含量變化

保留區內土壤中之游離鐵 (Fe_d)，游離鋁 (Al_d) 及游離錳 (Mn_d) 之含量分別示於表十四及表十五中。

表十四結果顯示，湖泊內之有機質土 (Histosols) 之游離鐵含量大都在0.3-0.7 g/kg，而游離鋁之含量均極低 (0.03-0.06 g/kg)，而游離錳之含量則更少 (均小於 0.01 g/kg)。

表十五結果顯示，闊葉林區之游離鐵含量在各土壤樣體均有隨剖面深度增加而漸增之趨勢，如 pedon 2由 A層之 0.7 g/kg 增至 Bw層之 3.2 g/kg；pedon 3由 A層之 3.2 g/kg 增至 4.7 g/kg (Bw)；pedon 5 由 A層之 2.7 g/kg增至 7.2 g/kg (Bw)；pedon 7 由 A層之 0.6 g/kg 明顯增至 9.0 g/kg (Bw)。此結果表示高雨量之溶解淋洗作用，造成鐵之溶解、移動及再沈澱之作用，而且作用非常明顯 (陳尊賢，江斐瑜；1992)。而游離鋁及游離錳在弱育土中各層次之變化，則不明顯，顯示此作用仍很弱，僅造成此游

表十二 保留區湖泊內有機質土之化學性質

樣品 號碼	層次	深度 (cm)	pH		有機碳 ⁺ - g/kg-	CEC ₇ [⊥] —	Exchangeable				BSP ⁺⁺ %
			H ₂ O	KCl			Na	K	Ca	Mg	
Pedon 1 ; elevation : 1080 M											
553	Oi	0 - 8	4.8	4.2	414	42.2	0.02	0.02	0.82	0.08	2
1390	E	8 -38	5.9	4.3	29	9.06	0.00	0.00	0.15	0.00	2
696	20e	38 -60	5.0	4.1	410	35.7	0.01	0.01	0.61	0.06	2
Pedon 6 ; elevation : 1080 M											
567	Oi	0 -30	4.5	3.9	198	20.8	0.02	0.01	0.24	0.04	2
Pedon 8 ; elevation : 1080 M											
1389	Oi1	0 -20	4.7	3.9	442	38.0	0.04	0.01	0.20	0.05	1
591	Oi2	20 -40	4.7	3.9	405	34.9	0.08	--	0.63	0.00	2
744	Oi3	40 -60	4.6	4.0	400	20.5	0.22	--	0.15	0.20	2
748	Oi4	60 -80	5.0	4.1	420	35.6	0.31	0.01	0.84	0.03	4

+ : Walkley - Black method

⊥ : 陽離子交換能量 (CEC₇) : 1N NH₄OAc (pH 7.0) method

++ : BSP (鹽基飽和度 Base saturation Percentage)

= (exchangeable K+Na+Ca+Mg)/CEC₇ x 100 %

表十三 保留區闊葉林區弱育土之化學性質

樣品 號碼	層次	深度 (cm)	pH		有機碳+ - g/kg-	CEC, 卄 — C mol(+)/kg soil	Exchangeable				BSP** %
			H ₂ O	KCl			Na	K	Ca	Mg	
Pedon 2 ; elevation : 1090 M											
559	A	0 - 5	6.5	5.3	212	25.1	0.03	0.10	0.37	0.10	3
655	Bw	5 -30	5.5	4.2	41	12.9	--*	0.01	0.23	0.02	2
549	C	30 -40	5.4	4.2	34	9.01	--	--	0.14	0.02	2
Pedon 3 ; elevation : 1100 M											
554	A	0 - 5	4.1	3.1	405	31.5	--	0.01	0.12	0.05	2
735	BA	5 -18	4.4	3.4	194	19.5	--	0.01	--	0.01	1
556	Bw	18 -35	4.8	3.6	41	20.4	0.01	0.01	--	0.01	1
737	BC	35 -55	4.5	3.6	250	14.3	--	--	0.01	--	1
	C	>55	--	--							
Pedon 4 ; elevation : 1080 M (未採樣, 性質似Pedon 3)											
Pedon 5 ; elevation : 1090 M											
535	A	0 -15	3.9	3.1	194	29.7	0.04	0.01	0.07	0.03	2
588	Bw1	15 -30	4.4	3.5	27	15.0	--	0.01	--	0.01	1
678	Bw2	30 -50	4.8	3.6	14	11.3	--	--	--	--	1
693	Bw3	50 -73	5.0	3.7	12	8.2	--	--	--	--	1
	C	>73									
Pedon 7 ; elevation : 1140 M											
584	A	0 - 5	4.4	3.7	385	29.7	--	0.01	0.21	0.05	2
746	BA	5 -15	4.5	3.7	45	20.8	--	0.01	0.02	0.01	3
747	Bw	15 -35	4.9	3.9	23	15.6	0.01	--	--	--	4
749	BC	35 -70	5.0	4.0	20	12.2	0.03	--	--	--	8
	C	>70									

+ : Walkley - Black method

卄 : 陽離子交換能量 (CEC₇) : 1N NH₄OAc (pH 7.0) method

++ : BSP (鹽基飽和度 Base saturation Percentage)

= (exchangeable K+Na+Ca+Mg)/CEC₇ x 100

* : --- : ND (Not detectable)

表十四 保留區湖泊內有機質土之游離鐵、鋁、錳含量

樣品 號碼	層次	深度 (cm)	游離鐵 Fe _d g/kg	游離鋁 Al _d g/kg	游離錳 ⁺ Mn _d g/kg (x100)
Pedon 1 ; elevation : 1080 M					
553	Oi	0 - 8	0.5	0.03	1.0
1390	E	8 -38	0.7	0.06	2.0
696	20e	38 -60	0.4	0.03	0.7
Pedon 6 ; elevation : 1080 M					
567	Oi	0 - 30	0.5	0.03	1.2
Pedon 8 ; elevation : 1080 M					
1389	Oi1	0 -20	0.3	0.04	0.6
591	Oi2	20 -40	0.3	0.03	0.5
744	Oi3	40 -60	0.4	0.03	0.6
748	Oi4	60 -80	0.4	0.04	0.8

+ : 含量放大 100 倍

表十五 保留區闊葉林區弱育土之游離鐵、鋁、錳含量

樣品 號碼	層次	深度 (cm)	游離鐵 Fe _d g/kg	游離鋁 Al _d g/kg	游離錳 ⁺ Mn _d g/kg (x100)
Pedon 2 ; elevation : 1090 M					
559	A	0 - 5	0.7	0.04	4.2
655	Bw	5 -30	3.2	0.06	5.6
549	C	30 -40	3.6	0.05	5.4
Pedon 3 ; elevation : 1100 M					
554	A	0 - 5	3.2	0.04	0.7
735	BA	5 -18	4.5	0.06	0.7
556	Bw	18 -35	4.7	0.06	0.3
737	BC	35 -55	5.4	0.06	0.7
	C	>55	--	--	--
Pedon 4 ; elevation : 1080 M (未採樣，性質似Pedon 3)					
Pedon 5 ; elevation : 1090 M					
535	A	0 -15	2.7	0.04	0.3
588	Bw1	15 -30	4.1	0.05	0.4
678	Bw2	30 -50	7.2	0.06	1.5
693	Bw3	50 -73	7.2	0.07	3.3
	C	>73	--	--	--
Pedon 7 ; elevation : 1140 M					
584	A	0 - 5	0.6	0.03	1.5
746	BA	5 -15	5.4	0.05	3.0
747	Bw	15 -35	9.0	0.05	4.1
749	BC	35 -70	5.0	0.05	7.7
	C	>70	--	--	--

+ : 含量放大 100 倍

離鋁或錳之些微增加 (Bw層比 A層僅增加 0.01–0.02 g/kg)。

五、保留區土壤之化育作用 (Pedogenic Processes)

從整個保留區之調查結果，此地區之闊葉林區之土壤形態特徵及理化性質顯示，保留區之化育作用尚屬微弱 (weak)，僅生成變遷層 (Cambic horizon)。將土壤化育作用之特性條列如下：

1. 高降雨量 (3000–4000mm)，造成土壤之淋洗作用 (leaching process) 強烈，使土壤pH低至4.5 以下，使土壤保持之可交換鹽基 (exchangeable bases) 很低 ($< 0.5 \text{ cmol}(+)/\text{kg soils}$)，且使鹽基飽和度均低於 10%。
2. 由於弱度化育作用，僅生成變遷層 (Cambic horizon, Bw)，其厚度均在 25–50公分，風化後粘粒含量亦僅 20–30%。
3. 由於闊葉林之保護良好，故土壤表土層有機物之富化作用 (Enrichment) 很強，使土壤之有機物含量在表土層仍高達 19.4%，甚至高達 40%，但僅 5–10公分厚。
4. 神祕區之土壤中有機物含量很高，均大於 20% 以上，甚至高達 40% 以上，顯示有機質之分解慢且由於水生植物之生生不息，而能維持高含量有機質。

六、保留區土壤之分類

依據在保留區採得之八個代表土壤樣體，其中三個為湖泊土壤，五個為闊葉林區土壤。依據最新之美國土壤分類系統 (Key to Soil Taxonomy) (Soil Survey Staff; 1975; 1990) 之分類結果，如表十六所示。結果顯示：

1. 湖泊土壤

主要可分類為有機質土綱 (Histosols)，或纖維有機土亞綱 (fibristis)，或洗澱纖維有機土大土類 (Luvifibristis)。不管土壤是位於入水口、湖中、湖旁，大都具有很高含量之有機碳，均大於 200–400 g/kg (或 20–40%)。

2.闊葉林區土壤

主要可分類為弱育土綱(Inceptisoils)，或淡色弱育土亞綱(Ochrepts)，或低鹽基淡色弱育土大土類(Dystrochrepts)。再依據整個土壤樣體之厚薄再分成二個亞類(subgroups)，即岩石型(Lithic; 土層厚度 ≤ 50 cm) 及典型(Typic, 土層厚度大於50 cm) 兩亞類。

3.在很陡峭地區之土壤

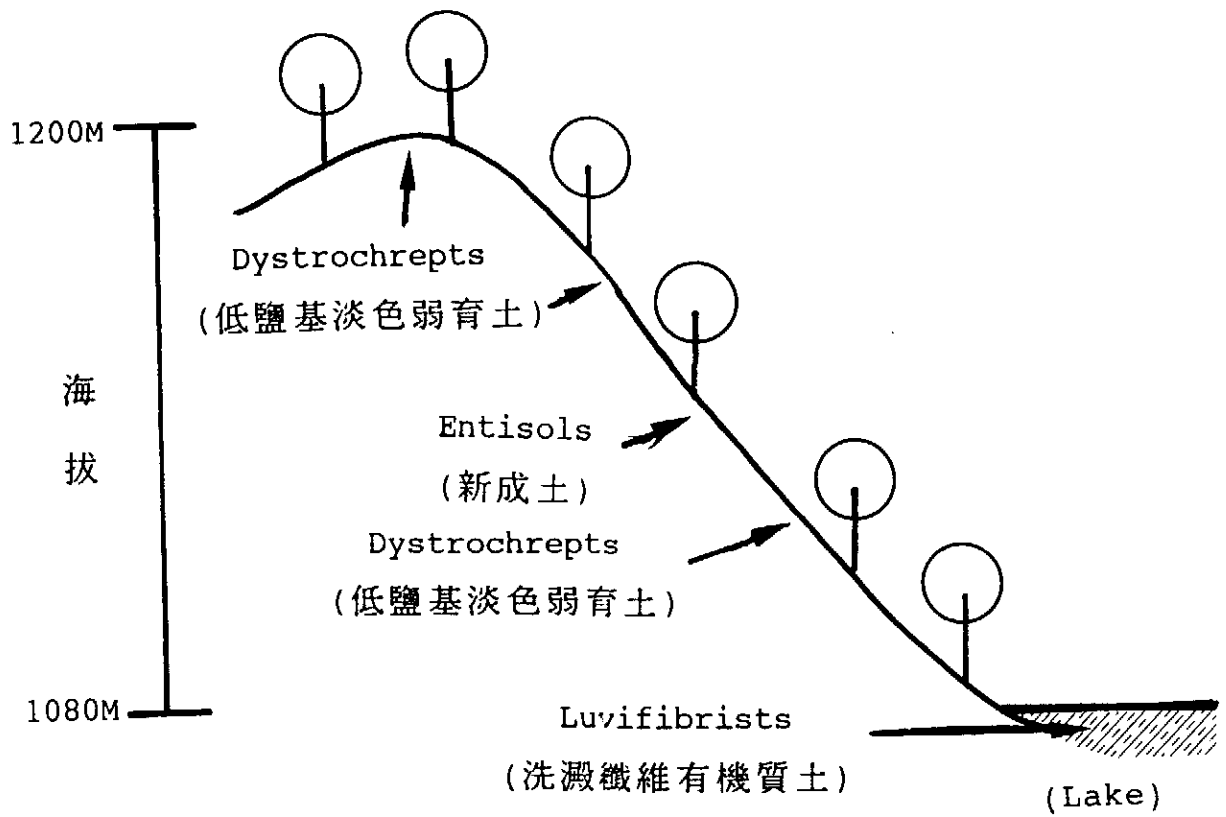
由於地形不穩定，可能無法生成變遷層，而僅能生成新成土(Entisols)。

如依地形之變化，可將上述保護區內土壤之分佈與地形間之關係示於圖九中。

表十六 保留區土壤之分類

樣體 號碼	海拔	位 置	分類名稱 (大土類) ⁺	
			(中 文)	(英 文)
1	1080 M	湖泊土壤(北方)	洗澱纖維有機土	Luvifibrists
2	1090 M	湖北方闊葉林區	岩石型低鹽基淡色弱育土	Lithic Dystrochrepts
3	1100 M	南方闊葉林地區	岩石型低鹽基淡色弱育土	Lithic Dystrochrepts
4	1080 M	出水口附近闊葉林區	岩石型低鹽基淡色弱育土	Lithic Dystrochrepts
5	1080 M	湖東方進水口闊葉林區	典型低鹽基淡色弱育土	Typic Dystrochrepts
6	1080 M	東方進水口區之芎林區 ；五節芒區湖泊土壤	洗澱纖維有機土	Luvifibrists
7	1140 M	湖東北方闊葉林區	典型低鹽基淡色弱育土	Typic Dystrochrepts
8	1080 M	湖泊土壤(東北方)	洗澱纖維有機土	Luvifibrists

+ : 依據 Key to Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 1990)
或 Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 1975)



圖九. 保留區之土壤分布與地形之關係

第五章

結 論

經由一年（民國80年10月－民國81年 9月）在南澳闊葉樹林自然保留區土壤相之調查研究結果，可得到以下結論：

1. 保留區之土壤可分成二大類型或二大土綱（依土壤分類法而異），即神祕湖內之有機質土（Histosols）及闊葉林區之弱育土（Inceptisols）。
2. 湖泊內土壤屬中質地之壤土，具明顯之高有機質含量（ $\geq 20\%$ ），土壤pH值屬強酸性（ < 6.0 ），高陽離子交換能量（ $> 20 \text{ cmol}(+)/\text{kg soils}$ ），低交換性鹽基（ $< 0.5 \text{ cmol}(+)/\text{kg soils}$ ）及低鹽基飽和度（ $< 5\%$ ）。
3. 闊葉林區之土壤屬中質地之粘壤土。土壤樣體有 5－15公分厚之黑瘠披被層，25－50公分厚之變遷層。土壤具強酸性（ $\text{pH} < 4.5$ ）。表土層具高量有機碳（19－40%），變遷層有機碳含量則僅 1－4 %。土壤之可交換性鹽基極低（ $< 0.5 \text{ cmol}(+)/\text{kg soils}$ ），且鹽基飽和度極低（ $< 5\%$ ）。
4. 高年降雨量，造成保護區土壤之強淋洗作用（leaching process）及表土層有機物之富化作用（enrichment process），使得土壤呈強酸性，低鹽基飽和度，表土具高有機質含量、高陽離子交換能量及化育生成變遷層。
5. 地形中之坡度因子會直接影響土壤生成之種類。

第六章

建 議

- 一、高山湖泊（1000公尺以上）配合完整之闊葉林生態體系，為不可多得之保護區，極具學術研究價值，建議維持目前自然演替狀況。
- 二、由羅東林區管理處訂出完整之管制進出辦法，嚴格執行，並繼續於南澳地區加強宣導，讓民衆了解此保留區之重要性，不要私自進入。
- 三、為建立完整之土壤資料庫，建議在設立氣象站時，增加蒸發散量及土壤深度50公分處之“土壤溫度”之記錄，使土壤水分境況 (Soil Moisture Regimes) 及土壤溫度境況 (Soil Temperature Regimes) 資料更完整。
- 四、由於神祕湖四周有海拔相差 200公尺左右山脈，呈現完整之“山脈與湖泊生態系統”，可加強研究山脈與湖泊間有關土壤有機質之循環及其變化、鹽基及養分之移動與變化，及地形與湖泊演替變化之關係等相關學術研究。
- 五、建議10年後再做土壤調查一次，主要偵測項目為土壤之pH值、有機碳含量、土層厚度（尤其是湖泊內之土層厚度）、沖蝕狀況及水質狀況。

第七章

參 考 文 獻

- 1.何春蓀。1975。台灣地質概論。中華民國經濟部。153頁。
- 2.江斐瑜。1991。南仁山區環境對土壤性質及化育作用之影響。國立台灣大學農業化學研究所碩士論文。台北市。75頁。
- 3.林朝榮。1961。台灣山地之地質。台灣銀行季刊 12(4):25-77
- 4.林曜松 劉炯錫。1991。南澳湖泊闊葉樹林自然保護區動物相調查研究。台灣省農林廳林務局保育系列研究 80-07號。
- 5.陳尊賢 江斐瑜。1992。南仁山極育土與淋溶土之土壤與地形之關係。中國農業化學會誌 30(1):100-109。
- 6.陳尊賢 林光清 張仲民。1989。北插天山區土壤之特性、化育與分類。中國農業化學會誌 27:145-155。
- 7.詹新甫。1981。宜蘭縣和平溪北岸地質與白雲石礦床。經濟部地質調查所彙刊第一號 p.103-109。
- 8.蘇鴻傑。1988。台灣國有林自然保護區植群生態之調查研究—南澳闊葉林保護區植群生態之研究。台灣省農林廳林務局保育研究系列。118 頁。台北市。
- 9.謝長富 陳尊賢。1987。自然保護區生態基準資料庫之建立（二）行政院農委會計劃。76年生態研究第26號（76-農建-12.2-林-54(10)）。台北市。
- 10.謝長富 陳尊賢。1989。自然保護區生態基準資料庫之建立（三）行政院農委會計劃。77年生態研究第22號（77-農建-11.2-林-17J）。台北市。
- 11.Gee, G.W. and J.W. Bauder, 1986, Particle-size analysis · In Klute A. (editor). Methods of Soil Analysis. Part I. Physical and Mineralogical Methods. Agronomy monograph No.9 :383-411.

12. Mehra, O.P. and M.L. Jackson, 1960, Iron oxides removed from soils and clays by a dithionite-citrate system buffered with sodium bicarbonate. Clay and Clay Minerals. 7:317-327.
13. Soil Survey Staff, 1951, Soil Survey Manual. USDA. Handbook No. 18. US. Gov. Print. Office, Washington, D. C.
14. Soil Survey Staff, 1975, Soil Taxonomy: A Basic system of soil classification for making and interpretation soil surveys. USDA-SCS. Agric. Handb. 436. US. Gov. Print. Office, Washington D.C.
15. Soil Survey Staff, 1990, Key to Soil Taxonomy. Fourth Edition. SMSS. Technical Monograph No. 19. Virginia Polytechnic Institute and State University. Blacksburg, Virginia, USA.

