

陽明山國家公園古氣候之調查

陽明山國家公園委託研究報告

中華民國 99 年 12 月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)

陽明山國家公園古氣候之調查

受委託者：國立台灣大學 生命科學系

研究主持人：陳淑華

研究員：楊天南

研究助理：黃淑玉、蕭錦隆、

汪良奇、楊富鈞

江以歆、陳湘鈞

陽明山國家公園委託研究報告

中華民國 99 年 12 月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)

目次

表次	IV
圖次	V
摘要	VII
第一章 緒論	1
第一節 研究緣起	1
第二節 研究目的	1
第三節 研究背景	2
壹、陽明山國家公園的地質	2
貳、陽明山國家公園的氣候	3
參、陽明山國家公園的植物資源	6
肆、史前時代的陽明山	7
伍、陽明山區域的先住民	8
陸、陽明山區域的開拓、發展與農業	9
柒、花粉是打開全球氣候變遷研究之門的一把鑰匙	10
捌、國、內外相關之研究	10
第四節 陽明山國家公園的空中花粉研究 - 小觀音	13
第五節 由鴨池湖機物內的花粉分析推演陽明山國家公園的古氣候變遷	13
第六節 夢幻湖的花粉分析	18
第二章 材料與方法	19
第一節 向天池	20
壹、簡介	20
貳、湖積物	21
第二節 夢幻湖	23
壹、簡介	23
貳、夢幻湖鄰近區域近二十年之植被組成	25

參、夢幻湖鄰近區域之植被組成與調查方法	25
肆、夢幻湖沉積物之孢粉分析	26
第三章 結果	29
第一節 向天池	29
壹、Itrax 岩芯掃描儀分析	29
貳、化石花粉形態觀察和鑑定	29
第二節 夢幻湖	31
壹、夢幻湖鄰近區域植被組成	31
貳、夢幻湖沉積物定年	34
參、夢幻湖花粉和孢子之形態 (掃描式電子顯微鏡)	36
肆、夢幻湖之孢粉分析	39
第三節 黃等 (1988) 花粉圖譜之重繪	43
第四節 夢幻湖湖心、湖邊的樹種花粉、草本花粉、 水韭小孢子和蕨類孢子之比較	47
壹、樹種花粉/草本花粉比值之比較	47
貳、水韭小孢子之比較	48
參、蕨類孢子之比較	48
第四章 討論	53
第一節 夢幻湖鄰近區域的森林潛在植被	53
第二節 臺灣水韭 (<i>Isoetes taiwanensis</i>)	54
第三節 夢幻湖鄰近區域植被與古氣候之重建	56
壹、尋找中全新世暖期與 6,000 年前火山噴發事件的痕跡	57
貳、4,000 年前的冷事件?	58
參、3,600~2700 年前的潮濕多雨事件與水韭的繁生	59
肆、2,700~至今的亞熱帶植被的建立	60
伍、中世紀暖期 (950~750 年前) 與小冰期 (750~210 年前)	60
陸、AP/NAP 比值	60

柒、尋找良好的研究古氣候的湖泊或沼澤·····	61
第五章 結論與建議·····	63
第一節 結論·····	63
第二節 建議·····	65
參考文獻·····	66
附錄一、夢幻湖鄰近區域木本植物名錄·····	73
附錄二、夢幻湖鄰近區域草本植物（地被植物）及藤本、附生植物名錄·····	76
附錄三、夢幻湖地區歷年植被種類記錄比較·····	80
附錄四、期初審查會議紀錄·····	95
附錄五、期中審查會議紀錄·····	98
附錄六、期末審查會議紀錄·····	101
附錄七、解說文稿·····	106

表 次

表 1、夢幻湖岩芯 DL-02 植物碎片碳十四定年結果..... 35

表 2、夢幻湖岩芯 DL-09 植物碎片碳十四定年結果..... 44



圖 次

圖 1. 陽明山竹子湖和鞍部氣象站五十餘年的年雨量時序.....	4
圖 2. 陽明山竹子湖和鞍部氣象站五十餘年的年溫度時序.....	5
圖 3. 陽明山國家公園及其周圍之考古遺跡.....	8
圖 4. 陽明山國家公園小觀音之空中孢粉曆.....	14
圖 5. 陽明山鴨池花粉圖譜.....	16
圖 6. 陽明山鴨池樹種花粉 (AP) 和草本花粉 (NAP) 的比例與中國朝代和氣溫 之比較.....	17
圖 7. 陽明山國家公園之植被圖.....	19
圖 8. 陽明山國家公園小觀音、鴨池與夢幻湖周圍植被與等高線放大圖.....	20
圖 9. 向天池衛星影像.....	22
圖 10. 夢幻湖附近之等高線圖.....	24
圖 11. 夢幻湖附近之立體地形圖.....	24
圖 12-1. 向天池湖積物岩樣編號 STP-10-03 之光學攝影影像.....	30
圖 12-2. 向天池的花粉形態.....	30
圖 13. 夢幻湖區域森林分布圖.....	32
圖 14. 夢幻湖區調查取樣樣品/樣區分布圖.....	32
圖 15. 夢幻湖周圍植被優勢度.....	33
圖 16. 夢幻湖 DH-2 湖積物之深度與 ^{14}C 定年之關係圖，並附沉積速率.....	35
圖 17. 夢幻湖的花粉形態.....	37
圖 18. 夢幻湖的花粉和孢子形態.....	38
圖 19. 夢幻湖不同深度的湖積物內之孢粉密度.....	39
圖 20. 陽明山國家公園夢幻湖 (DL-02) 花粉圖譜.....	41
圖 21. 夢幻湖岩芯採樣地點和湖泊大小之變化.....	43
圖 22. 陽明山國家公園夢幻湖湖心花粉圖譜.....	45
圖 23. 陽明山國家公園夢幻湖湖邊花粉圖譜.....	46

圖 24. 陽明山國家公園鴨池和夢幻湖周圍六千餘年來樹種花粉和草本花粉消長
之比較..... 49

圖 25. 陽明山國家公園夢幻湖周圍六千餘年來樹種花粉、草本花粉和水韭小孢
子消長之比較..... 50

圖 26. 陽明山國家公園夢幻湖周圍六千餘年來樹種花粉、草本花粉和蕨類孢子
消長之比較..... 51



中文摘要

關鍵詞：陽明山國家公園、古氣候、花粉分析、夢幻湖、鴨池

湖泊沉積物中保存良好的花粉可用來研究古植物、植被和古環境變遷。本計畫以酸處理法萃取陽明山國家公園內的夢幻湖沉積物中的化石花粉，經鑑定和計數後，繪製成花粉圖譜，並加上碳十四定年，分析並解釋夢幻湖周圍的古植被變遷，並討論古氣候變遷。並結合前人在同地區之研究結果，探討 6200 年以來之古植被和古氣候變遷。依花粉圖譜，可將之區分為七個花粉帶。禾草花粉是整個地層中最優勢的種類，表示夢幻湖周圍植被一直是以草原為主。6200~4300 年以前 (花粉帶 I~III) 樹種花粉和台灣水韭之孢子的量比之後的年代 (花粉帶 IV~VI) 少，表示在 6200~4300 年以前可能氣溫較低且較乾燥，因此森林面積較小；此現象與全球性的中全新世暖期不太相同。且在 5750~5400 年前沉積物中沒有孢粉出現，沉積物顆粒細緻且氧化顯著，顯示在此三、四百年間可能有一乾冷事件，或另有火山蒸氣噴發事件，亟待進一步的研究。

台灣水韭在整個湖積物中都可發現，證明它早在 6200 年前即已存在夢幻湖內。在 3600~2750 年前 (花粉帶 V) 的 850 年間，可能因雨量豐沛，夢幻湖可能長期有水，有利於台灣水韭的生長與繁殖。但是此時期湖周圍的森林較前一時期稍微退縮，顯示可能為一冷濕時期。2700 年前至今 (花粉帶 VI 和 VII)，湖泊周圍的森林有穩定的成長，蕨類數量增加，代表氣候趨於暖濕或土地的復原，但此時湖邊的水韭卻數量減少，可能湖底有滲漏。

我們曾在陽明山國家公園內的鴨池進行過沉積物內的花粉分析，它的花粉保持良好，並出現有對氣溫敏感的昆欄樹的花粉，因此記錄到了與西歐國家相似的中世紀暖期 (西元 1170~1230) 和小冰期 (西元 1230~1730)。此池很適合古環境和氣候變遷之研究，值得在該地作進一步研究。

Abstract

Keywords: Yangminshan National Park, paleoclimate, pollen analysis,
Dream Lake, Duck Pond

Pollen deposited in the lake sediments provide good indicators for reconstructing the vegetation and for inferring climate change in the paleoenvironment. In this study, sediment samples taken from the Dream Lake situated in the Yangmingshan National Park were treated with acetolysis. After identification and counting of the spore and pollen species encountered in the sediment samples, a pollen diagram was illustrated and used for the inference of changes in the vegetation near Dream Lake over the period from 6200 years BP to the present.

A total of seven pollen zones were differentiated on the basis of the results of the present study and the published data. Poaceae pollen predominated throughout the entire sediment core, showing the dominance of this plant in the studied area. Less arboreal pollen and *Isoetes* spores were found over the time before 4300 years BP (Zone I~III) than those in later time (Zone IV~VII), indicating that it was cooler and drier climate with smaller forest coverage area. This was, however, somewhat different from the Mid-Holocene Climatic Optimum reported for other regions. Our results inferred that there was a dry-cold period or a phreatic eruption between 5750 and 5400 years BP, which was indicated by deposition without pollen, fine and oxidized sediment particles.

Isoetes spores have been found throughout the studied core, suggesting that it existed in Dream Lake before 6200 years BP. Abundant occurrence of this water fern over 3600 ~2750 (Zone V) indicated a wet and cold period rich in precipitation, in association with a retreat of forest coverage area. A stable extension of forest surrounding the lake and the increase of abundance of ferns in Zones VI and VII indicated a long period of warm and wet climate or the land recovering from phreatic eruption. Later, the abundance of *Isoetes* decreased, possibly attributable to the leakage of water from of lake bottom.

Our previous study in Duck Pond of the Yangmingshan National Park showed that it well preserved pollen in the sediments. The presence of *Trochodendron* in this pond, a temperature sensitive plant, provides a good indicator for the occurrence of Medieval Warm Period (1150-1250 years AD) and Little Ice Age (1250-1800 years AD) in Taiwan. This pond is a unique site for studying the paleoclimate and paleoenvironmental changes in northern Taiwan. It is worthy of further study.



第一章 緒論

第一節 研究緣起

陽明山國家公園範圍面積為 11,456 公頃，植被係以亞熱帶型闊葉林為主，其植物群落可區分為水生植物群落、草原植物群落及森林植物群落三種。本區屬大屯火山群壘地區，位於台灣之最北端，首當東北季風之衝，終年多雨，空氣潤溼，雲霧多，年均溫約為 16~18°C。大屯火山群最西側之向天山上之向天池為本地區內最完整之火口湖，池積物約 45 公尺，是一種短暫性池塘，其周圍為闊葉林，是低海拔山區的湖泊或沼澤之一。據前人研究，向天池池水呈酸性，為一貧養湖，有利於化石花粉之保存，為研究古植物生態的良好地點。另有以台灣水韭而聞名的夢幻湖位於七星山之東坡，海拔高度約 860 公尺，亦為一火山口湖，其西側和南側為芒草區，西北為柳杉林區和闊葉林區。夢幻湖亦為酸性湖泊，化石花粉亦保存良好，因此也是研究古植物生態的良好地點。

近二十年來，全球暖化日趨嚴重，因此「觀今宜鑑古，無古不成今」和「尋找拯救日趨惡化的生存環境之良方」成為當下研究全球環境變遷的主要目的之一。但要瞭解當下的氣候變遷，非得要有古氣候的變遷資料不可，因此，重建古氣候變遷的工作就變得十分重要，也刻不容緩。花粉雖然很小，但是它因為數量多且在自然界的分布較均勻，因此，它們逢機沉降各地，保存於海洋和湖泊的沉積物中。分析這些保存於沉積物中的化石花粉，就可以藉以知道古代的植物種類、植被構造，並進而從其變化中，重建古植物相，和推論出古氣候之變遷情形。因此我們可以稱「花粉是打開全球氣候變遷研究之門的一把鑰匙」。

第二節 研究目的

本計畫擬選定陽明山國家公園內的向天池或夢幻湖，作為研究古環境變遷之研究地點。從鑽探該池之湖泊沉積物中，分析不同深度的湖積物化石花粉組成，藉以製作成花粉圖譜，並經 C-14 定年後，來了解此附近區域近數千年來植物社會之變遷，並探討陽明山地區古氣候之變化。並期望與現在植被分布作詳細之比較分析，整合自然與

人文，將古代人類的活動等，亦納入結果之判讀。

第三節 研究背景

研究陽明山國家公園的古氣候，須先了解它的地質、氣候和植被，同時也追溯本地區的史前時代、先住民和近代的開拓、發展與農業。花粉是打開全球氣候變遷研究之門的一把鑰匙，因此有關陽明山國家公園的地質、氣候、植物資源、考古、空中花粉研究、古生態研究和國、內外之參考資料，在此一併簡述之。

壹、陽明山國家公園的地質

陽明山國家公園屬大屯火山系，位在台灣北部頂端，由二十餘座錐形火山體構成。此火山群於中期更新世產生一系列的火山噴發，至晚期更新世停止活動（約 20 萬年前），屬於早年期或壯年期火山地形，七星山為最高點（1120 公尺）。本區許多火山口遺跡或火山噴發後所形成的窪地，由於積水無法宣洩而形成沼澤，例如夢幻湖沼澤區、鴨池、和向天池沼澤區等。夢幻湖（海拔 850 公尺）位在七星山主峰東南，因常年積水，湖面廣闊，水底之腐質層深厚，各種植物生長旺盛，顯示此沼澤區之發育已有相當長久的歷史 (Huang and Chen 1988)。另一鮮為人知的鴨池（海拔 830 公尺）位在七星山主峰西北小油坑附近，距離夢幻湖約 2 公里，此沼澤區積水區域小，土層亦薄，腐質土堆積亦淺，約三十餘公分。向天池沼澤區內（海拔 800 公尺）因降雨量少，積水區域小，土層較薄，沼澤內腐質土之堆積亦淺，顯示本區水生植物群落歷史很短。

本區的岩石可分為沉積岩和火成岩二大類，地熱資源豐富，共有十三個溫泉區，小油坑是其中之一。本區的土壤以安山岩、火山碎屑岩為岩母，質多鬆軟，易於風化。因雨水多，淋蝕作用特盛，鹽基大多流失而使土壤呈酸性反應，土色多為紅棕色。紅棕色土壤部分最廣，酸性反應甚強，易於滲透。

陽明山國家公園的植物受火山影響很大 (章 1968)，有些甚可歸類為溫泉區植物植物，如南燭、野牡丹等 (Chuang 1969)。陳益明 (1989)認為陽明山氣體中的硫化物

是植物分佈的主要限制因子，土壤中的 pH 值和陽離子可反映植群演替的序列變化。張和邱 (2000) 和陳 (2002) 認為土壤助長了耐酸植物生存與分佈的機會，但也使某些不耐酸的植物無法進入本區。

貳、陽明山國家公園的氣候

本區位於台灣的最北端，首當東北季風之衝。本地區地形複雜，高度不一，氣候多變，與其他等海拔地點迥然不同。本人從國立台灣大學大氣系許晃雄教授獲得陽明山鞍部和竹子湖五十餘年之氣象資料 (圖 1 和 2) 如下：鞍部測站 1947-2002 年雨量 4740 mm，竹子湖測站 1947-2002 年雨量 4508 mm；鞍部測站 1950-2002 年年溫度 16.716°C，竹子湖測站 1950-2002 年年溫度 18.442°C。由年雨量的波動可看出，陽明山地區約每 15 年有雨量減少之趨勢，而溫度則在近 30 年有上升之趨勢。這些資料將作為未來分析植被與氣候變遷之參考。

比較兩站基本氣象資料 (年雨量和年均溫)，發現它們的氣象趨勢非常相似。終年多雨，空氣潤溼，雲霧多，冬季有飄雪。雨量主要集中在每年 9 月至 12 月，當東北季風來臨時，經常雲霧迷漫，雨量顯著增加 (每年 9 月至 12 月)，每月霧日數均達 15 日以上 (黃增泉等 1988)，因此使得陽明山國家公園內植物的分布具有「北降現象」，如昆欄樹、包籜矢竹、白背芒等原本生長在中海拔的植物卻可以在陽明山發現 (章 1968；馬 1990；陳 2002)。

風對於外來植物的散播也會有影響，如大吳風草、野鴨椿、台灣島槐等可能是經由風的散佈而進入陽明山國家公園 (陳 2002)。

陳和蔡 (1983) 曾將陽明山國家公園之氣候分為五區：東北側坡地、西北側山地、中央山區、西南側坡地和南側坡地。

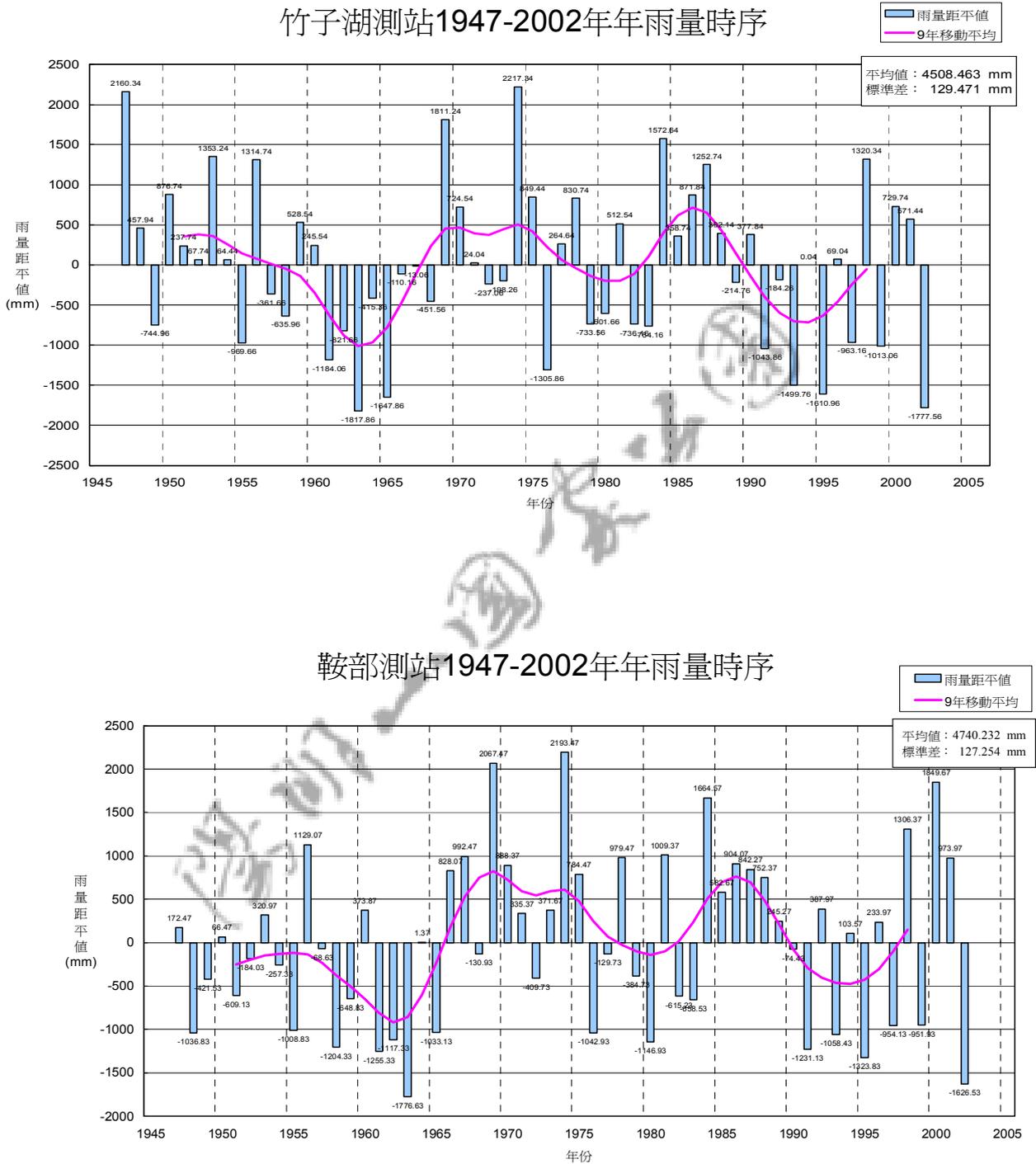
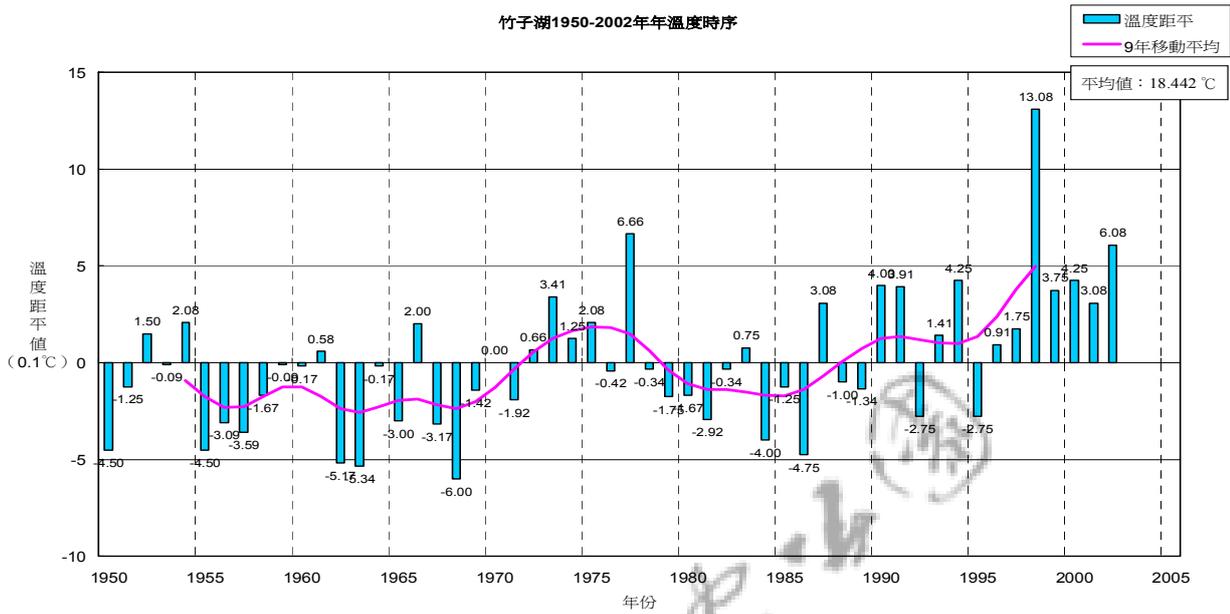


圖 1. 陽明山竹子湖和鞍部氣象站五十餘年的年雨量時序 (許晃雄教授提供)。

竹子湖測站1950-2002年溫度時序



鞍部測站1950-2002年溫度時序

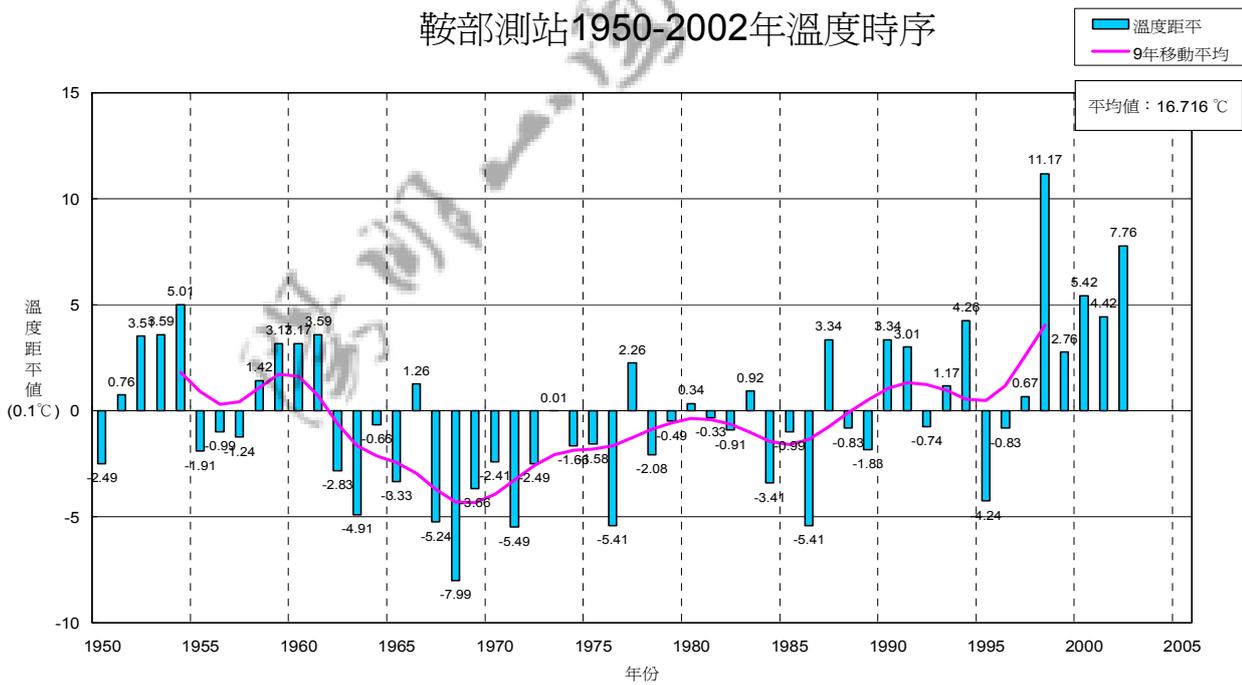


圖 2. 陽明山竹子湖和鞍部氣象站五十餘年的年溫度時序 (許晃雄教授提供)。

參、陽明山國家公園的植物資源

陽明山國家公園範圍面積為 11,456 公頃，植被係以亞熱帶型闊葉林為主，其植物群落可區分為水生植物群落、草原植物群落及森林植物群落三種（佐佐木舜一 1912；下澤伊八郎 1941；Chuang 1969；劉和陳 1976；Liew 1977；馬 1986；章 1968；林和陳 1989；周和李 1991）。森林景觀以紅楠、長梗紫芋麻、大葉楠、昆欄樹和人工林等五類為優勢植物（內政部 2005），以昆欄樹為主的森林景觀分布於七星山及鹿角坑溪附近山谷地，常有純林出現（周 1999），而人工林主要分布於面天山、烘爐山、頂山、竹子湖等地（馬 1990）。

更新世時，台灣北部已露出海面，當時台灣島的植物相已如今一般豐富（Huang and Chen 1988）。本島中央山脈的森林界限在 3000 公尺左右之近高峰，且介於寒帶林和高山凍原灌叢草原區之間。森林界限上常見的植物有玉山圓柏、玉山杜鵑、高山柳、玉山野薔薇、玉山金絲桃等；森林界限下部則以針葉樹之台灣冷杉林和鐵杉林為主，林下則有玉山箭竹、川上氏忍冬、巒大花楸、玉山杜鵑、森氏杜鵑等灌木。但陽明山國家公園受硫磺氣、地熱、火山土壤，更受嚴酷之東北季風凌襲，致使本區的森林界限降至 900 公尺，僅含有本島低地亞熱帶闊葉林植群和暖溫帶闊葉林植群。陽明山國家公園之森林界線上部為台灣芒和包籜矢竹為主之草原區、森林界限下部則以闊葉樹之紅楠和昆欄樹為主之暖溫帶林。

陽明山國家公園內的植被可明顯的區分為水生植物群落、草原植物群落和森林植物群落。森林植物群落主要分佈在海拔 500 公尺至 900 公尺的山區，組成分子多為樟科植物，其中尤以紅楠及大葉楠為林中之優勢種。草原植物群落則在山區的各山頭，尤其以海拔 800 公尺以上的山峰，分佈極廣，主要的組成分子為白背芒和包籜矢竹。芒草分佈在季節風強烈吹襲的地方，地形陡峭多岩的山坡，和硫氣孔附近；包籜矢竹則分佈在背風的坡面、谷地和較平緩的坡面。七星山之草原伴生植物有黃精、紫萁、小二仙草、台北堇菜、台灣龍膽、硃砂根、台灣百兩金、中原氏杜鵑和呂宋英迷。水生植物群落是分佈面積最小的，僅見於貯水池、火山口沼澤池、及廢棄的水稻田。夢幻湖中的台灣水韭是台灣的特有種（黃 1983，P.5，24~30）。黃增泉認為陽明山國家公園過去的植被多應是茂密的森林（黃 1983，P.2），但此推論與近代完成之鴨池花粉分

析的結果不符 (Chen et al. 2009 或本報告 P. 15)。

陽明山國家公園之森林界線不但異於台灣本島山脈者，且若以北半球之植被帶而論，亦屬極為罕見。常見於全台灣 2000 公尺左右之針闊混淆林帶邊緣之林木，在陽明山國家公園卻低至海拔 800 公尺左右，如南燭、台灣龍膽、小二仙草、落新婦、台灣藜蘆、尖葉槭、昆欄樹、守城滿山紅、金毛杜鵑、台灣馬醉木、白珠樹、異葉紅珠 (玄參科) 等。

人類活動頻繁的地方如廢棄的耕地、新闢地等，常見的植物種類有火炭母草、工人參、雷公根、天胡荽、昭和草、野苧蒿、台灣澤蘭、牛膝和懸鉤子等。人類的活動如採包籐矢竹或人工植林，或不慎發生森林火災，皆會使植被的演替受阻。

大型的樹蕨有筆筒樹、台灣桫欏、台灣金狗毛等。陽性的蕨類有芒萁、過山龍、裏白等，常成群繁生於整片斜坡或山壁。陰性蕨類則有團扇蕨、瓶蕨、單邊鐵角蕨、長葉鱗毛蕨等，他們都生長在林下，樹幹間或石壁上。

最近，許 (2008) 由文獻、圖及數化和航照判釋與植群圖製作等方法研究分析陽明山近百年之植被變遷，內容收集豐富，值得參考 (請參考原文之表 3-4)。

肆、史前時代的陽明山

依據劉益昌教授 (2003) 之資料，得知台北盆地早在六千多年前即有人類居住，並將之分為四個文化時期 (圖 3)：(1) 大坌坑文化 (6300-4500 BP)：最早在八里鄉大坌坑發現，故名。它的特色是在這一文化層的遺址中，所掘出的陶器表面都有繩子的花紋圖案，過去也『繩紋陶文化』，這是目前臺灣所發現最古老的新石器時代文化層。(2) 圓山和訊塘埔文化 (4500-2800 BP)：新石器時代文化遺址最早在圓山及芝山岩發現，距今 6000 年前，但是從大陸福建來的，距今 4500 年前的訊塘埔時期的台北人，則是本土演化而來的台北人，當時的台北人就很會做生意。(3) 植物園文化 (2500-1800 BP)：分佈於台北盆地南部、大漢溪西岸地區，主要遺址有台北市植物園遺址，樹林鎮狗蹄山遺址、潭底遺址，新莊市營盤口遺址。這個文化年代距今約 3000 至 2000 年前。(4) 十三行文化(1800-500 BP)：分佈於竹圍接近關渡附近，屬於鐵器時代，距今

約 2000 年。八里污水處理廠興建在十三行遺址上。

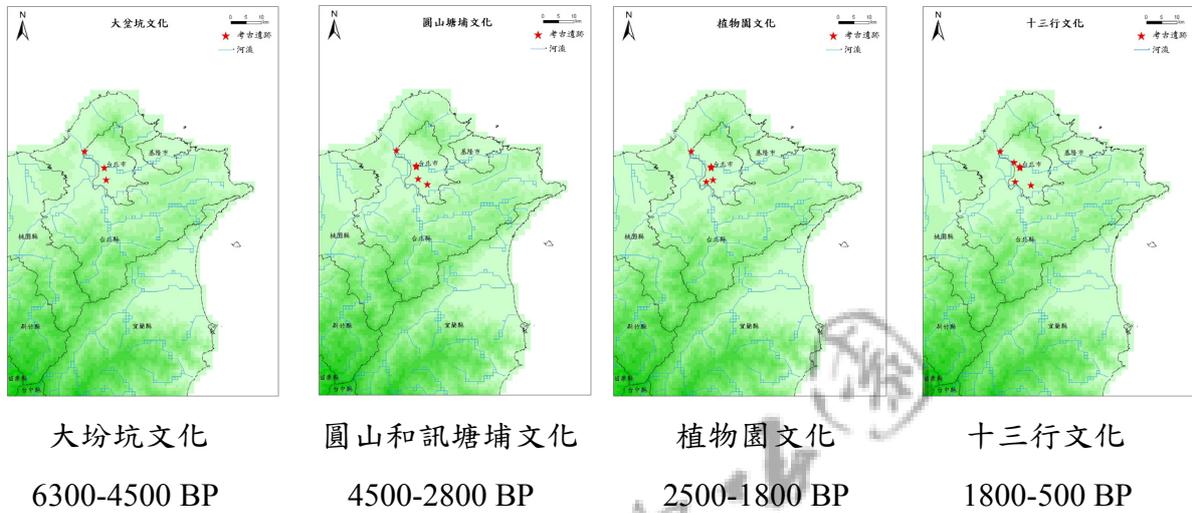


圖 3. 陽明山國家公園及其周圍之考古遺跡 (依據劉益昌教授之資料)

陽明山國家公園周圍鄰近地區發現有十七處史前遺址，分成五種文化系統，距今約 3000~2000 年前，可見當時有相當複雜的人群活動和文化的發展。其中芝山岩文化距今約 3500 年前，可能已有栽培的梗稻 (黃士強 1984, P.15~57)。圓山文化人則在河川撈魚、捕魚，在陸地狩獵、採集，由石製的生產工具判斷，他們已有相當規模的農業。這些遺址多分佈在河川旁邊，廣大的平坦地或是緩平的丘陵山麓是他們選擇聚落點的要件。

反觀陽明山地區，河流短切湍急，兩岸又缺乏平坦河階，並有多處的硫氣噴孔，雖然生態環境良好，但非史前人喜歡選作聚落的地點，故無大型聚落遺址發現，僅有日人平山勳記載竹子湖為史前遺址 (陳仲玉, 1987, P.8)。然而陽明山動、植物資源豐盛，因此成為周圍史前人狩獵和採集重要地區 (陳仲玉, 1987, P.8~18)。

伍、陽明山區域的先住民

約在公元前後，台灣北部的十三行文化 (如香社後系統的三遺址)，出現有鐵器和

玻璃製飾品等，使許多地區逐漸脫離石器時代，而進入鐵器時代。

凱達格蘭族是平埔族的一支，他們是漢人進入台灣北部之前的先住民（陳仲玉，1987，P.19）。據裨海紀遊載；他們食稻、黍與稷，都不知食麥（陳仲玉，1987，P.19）。另淡水廟志載：“淡北不事耕作、米粟甚少、日三餐俱薯芋”（陳培桂，1963，冊二，P. 304）。凱達格蘭族的生業以簡單的農耕和漁撈、狩獵為主。農耕則由婦女承擔（陳仲玉，1987，P. 30）。噶瑪蘭廟志載：“其耕種不知時候，惟視群木萌芽為準。樹藝稻穀，約供一歲口食”。

陸、陽明山區域的開拓、發展與農業

台北地區可能是漢人來台貿易開拓最早的地區，當時漢人以收購陽明山地區所生產的硫磺為主要目標，並與此地區的凱達格蘭族有所接觸。

在陽明山國家公園的山區內，發現有牛棚，許多人報導說在日據時期（1895~1945）曾經有人在這山區牧牛。陳仲玉（1987）在面天坪遺址位置，在大屯山西麓，面天山東麓與大屯西峰西麓之間的鞍部，以及鞍部向南北各延伸約五百公尺長度的緩坡地，亦即南北長約一公里，東西寬約三百公尺的草生地。此遺址可能是凱達格蘭族的一支所留下的（陳仲玉，1987，P. 53）。在這遺址中，各處居屋無一處是漢人居屋的模式（陳仲玉 1987， P. 52），因此漢人對陽明山國家公園的植被應無影響。

日人在日本裕仁太子登基的時間，約在昭和初年，在大屯山廣植松、杉等樹（陳仲玉 1987，P. 51）。

陽明山地區的產業最早是硫磺礦業。漢人入墾的初期，即普遍種茶。日據至光復初期，茶的生產與經營已有相當規模，光復後，民國四十至五十年代是當地茶產鼎盛期。五十年代後，漸式微，（陳仲玉 1987，P. 85）。

日據時期，陽明山逐漸出現種植柑橘，日據末期至民國四十年代為柑橘之鼎盛期，五十年代即因黃龍病傳染柑橘，而曾一度停頓。今日這些地區皆多改種其它作物。

水稻是陽明山地區的基本作物。早期漢人到此墾殖，以水田耕作為他們的目標。日據時代，日人在竹子湖試種“中村種”，試種成功後，曾於 1935 年獲台灣稻米改良競

賽第一名，當時的總督依澤喜多夫將此新種命名“蓬萊”（蓬萊是中村種與在來交配而成）。從此竹子湖成為蓬萊米的原產地。此外日人亦在陽明山北投區的高冷地帶種植少數紅米稻種。近代，陽明山的農業，漸漸轉向經濟作用，如種植高冷蔬菜、花卉或開闢為觀光果園和觀光農場。

柒、花粉是打開全球氣候變遷研究之門的一把鑰匙

近二十年來，全球暖化日趨嚴重，因此「觀今宜鑑古，無古不成今」和「尋找拯救日趨惡化的生存環境之良方」成為當下研究全球環境變遷的主要目的之一。但要瞭解當下的氣候變遷，非得要有古氣候的變遷資料不可，因此，重建古氣候變遷的工作就變得十分重要，也刻不容緩。研究古氣候可從下列幾個項目著手：冰河學、地質學、生物學（如樹輪、花粉、植物化石、昆蟲、現代族群分布等）和歷史學（如環境跡象之記錄、物候學之記錄）等。花粉雖然很小，但是它因為數量多且在自然界的分布較均勻，因此，它們逢機沉降各地，保存於海洋和湖泊的沉積物中。因此分析這些保存於沉積物中的化石花粉，就可以藉以知道古代的植物種類、植被構造，並進而從其變化中，重建古植物相，和推論出古氣候之變遷情形。

何以沉積於湖泊沈積物中的花粉會保存下來？那是因為花粉外壁含有耐強酸、耐強鹼及抗高溫、高壓性質的孢粉質（sporopollenin），而使得花粉能在地層中存留幾十萬年，甚至幾百萬年。很多風媒花植物（甚至有些蟲媒花植物）都會散播數量非常多的花粉，落在湖泊沈積物內而被保留下來。1916年，馮波絲特（Lennart von Post 1916）首先在瑞典奧斯陸的研討會上報告了地下花粉在植被變遷研究之應用，並於1918年出版此文章，此後即有許多科學家跟進。當我們研究某一地區之特定地層（或湖泊沈積物）時，即可由該地層（或湖泊沈積物）所保存的花粉組成瞭解過去的植被歷史，進而推演古代氣候的變遷，因此花粉對於全球氣候變遷的研究具有舉足輕重的角色。

捌、國、內外相關之研究

歐、美等溫帶地區國家自從 Lennart von Post (1916; 1918) 之開先端以來，已有許多學者利用地下花粉分析來看古植被和古氣候之變遷。隨著全球暖化對於我們所生存的環境所造成的影響逐漸擴大，各國政府與學者無不增加對於全球氣候變遷議題的重視與研究。而晚全新世高解析度的氣候資料更是預測與瞭解現今全球氣候變遷的模式中極為重要的一部份 (Mann et al. 2008; Wanner et al. 2008)。藉由湖泊沉積物內不同指標，例如花粉、矽藻、有機物、磁感率、礦物的分析可以重建出湖泊與周圍環境的演變與區域性的氣候狀況 (Chen and Wu 1999; Chen et al. 2009)。而所重建的區域氣候資料更可與全球氣候資料作對比，來探討區域氣候的改變與全球氣候變遷間的關聯 (Liew and Hsieh 2000; Liew et al. 2006a; 2006b; Herzschuh 2006)。

在湖泊沉積物的研究，現今多採用多指標分析的方式並搭配考古與文獻的紀錄對於所推測的環境做進一步的論述與推測 (Bradshaw et al. 2005; Lin et al. 2007; Dearing et al. 2008; Enters et al. 2008)。這是由於多指標分析能提供更為客觀與全面性的訊息 (Mann 2002)。簡言之，當兩個或多個指標都指示相同的事件，能重建出更為可信的環境變遷狀態 (Chen and Wu 1999)。因此，唯有運用多指標的方式才能重建出完整且全面性的古環境狀態。

花粉與矽藻是在進行沉積物多指標分析中最常被採用的生物源指標，花粉為種子植物的雄配子，由於花粉的外壁由抗強酸與強鹼的孢粉質 (sporopollenin) 所組成，因此在湖泊沉積物內通常保存大量的花粉化石 (汪和陳 2007)。藉由不同深度 (年代) 沉積物內的花粉類群改變，可重建出湖泊周圍植被組成，若研究地點位於不同的植被交界帶，不同植被類群組成的改變，則可以顯示森林帶的遷徙並反映出古溫度的變遷。花粉雖能反映出周圍植被的變遷，但不能直接反應氣候因子如溫度與降雨的變化。花粉分析先以由定性的環境描述，逐漸轉變為將花粉類群資料轉換成半定量或定量的環境參數。舉例來說，將花粉類群資料轉換為生物相的 biomization 法，已被廣泛的運用在古植被相與古溫度的重建 (Prentice and Parsons 1983; Prentice and Webb III 1998)。在亞洲區域的花粉學家也將 biomization 的技術運用在區域地表古溫度的建立 (Tarasov et al. 1998; Yu et al. 1998; Chen 2001; Liew et al. 2006)。而在定量研究方面，則是藉由大量地表花粉與花粉收集器的採集，來估算每種植物花粉的產量與花粉在空氣中的

沉降速度。在配合花粉沈降的數學模式與空間分析，將沉積物的花粉記錄，轉換成為湖泊周圍的植群空間分佈，藉此反映出隨時間推移植群所產生的變化 (Soepboer et al. 2007; Sugita 2007a, 2007b; Broström et al. 2008; Gaillard et al. 2008; Hellman et al. 2008)。而這技術也被廣泛運用在考古與古環境的重建 (Broström et al. 2005; Nielsen and Sugita 2005; Gaudin et al. 2008)。而北美的研究團隊則是運用空間分析軟體直接將地表花粉資料與各種環境因子資料作相關分析，並建立轉換函數，將之運用在古溫度與古降雨狀態的評估 (Weng et al. 2004; Flantua et al. 2007; Goring et al. 2009)。

矽藻 (diatoms) 為聚矽質殼壁的原生植物，也是最重要的初級生產者，在自然水域裡矽藻殼片大多保存良好。在台灣，generic index (GI) 為最為廣泛利用的矽藻轉換參數。其原理為利用特定矽藻屬 *Achnanthes*、*Cocconeis* 與 *Cymbella* 的總和去除以 *Cyclotella*、*Melosira* 與 *Nitzschia* 總和所得的比例，可作為河流污染程度的指標 (Wu et al. 1997; Wu 1999; Wu and Kow 2002; Wu and Chou 2003)。由於矽藻對於水體環境改變會馬上反映在其組成，因此矽藻應用在古環境中能探討更為細緻的水域狀態變化，如營養鹽、酸鹼值與水溫的改變 (Chen and Wu 1999; Lin et al. 2003; Chen et al. 2008; Wang and Wang 2008)。當環境有巨大的擾動時，例如氣候或流域的改變，會同時反映在花粉與矽藻的組成 (Bennett et al. 2001; Finkelstein et al. 2005)。

此外，人類的活動常常也是影響環境狀態的主要原因之一。人類的農耕活動不僅會改變周圍植群 (Chen 1988a)、影響水域水質狀態並會伴隨著火的使用與土地的侵蝕率的增加。因此在沉積物內碳屑 (charcoal) 的增加通常被當作人類活動的證據 (Shen et al. 2006; Whitlock et al. 2007)。藉由這些指標的交互比對，能較準確的指出人類是否在取樣處的周圍居住與其對周圍環境影響的強度。

中國從事研究過去氣候變遷的人比我們多，他們有豐富的歷史資料，也有記錄較齊全的文獻。竺可楨 (Chou 1973) 依考古資料、物候記錄及歷史文獻完成中國近五千年來的氣候變遷史，成為科學史上很重要之資料。台灣大部分低海拔的土地已經被人類開發利用而受到擾動，無法做為研究對象，且台灣不似歐美某些國家擁有兩、三百年的氣候記錄，因此要獲得這些資料十分不易。

台灣位處東南亞的熱帶和亞熱帶地區，且處於季風帶，因此古氣候之變遷研究備

受世界之科學家矚目。國內有關全新世古氣候變遷之研究雖不及歐美等溫帶地區國家多，但已有一些成果 (Huang and Chen 1988 ; Liew and Huang 1994 ; Liew et al. 1995 ; 2006a , 2006b; Lou et al. 1997 ; Kuo and Liew 2000 ; Lin et al. 2004 , 2007 ; Chen et al. 2009)。

本人曾於陽明山國家公園小觀音研究過空中花粉 (Chen and Huang 2000)，建立了陽明山國家公園的孢粉曆，提供了不同季節中空中孢粉種類和量的變化，此資料亦可作為地下花粉分析之基本資料。

第四節 陽明山國家公園的空中花粉研究 - 小觀音

本人曾於陽明山國家公園小觀音置一空中孢粉收集器 (Chen and Huang 2000)，收集空中花粉和蕨類孢子，以光學顯微鏡觀察並鑑定孢粉之種類及數量，完成 1997 年四月至 1998 年三月空中孢粉之鑑定。一年來出現的孢粉種類共 46 科 54 屬，其中禾本科的花粉佔全年總量的 23.1% 最為優勢 (此與周圍環境多為包籜矢竹相似)，次為蕁麻科佔 17.2%，山黃麻屬佔 15.3%，紫金牛屬佔 7.0%，構樹佔 5.6%，沙撈屬佔 4.5%，胡椒屬佔 3.4%，野桐屬佔 2.9%，其餘的大戟科佔 2.5%，葎草屬佔 1.4%，松屬佔 1.2%。陽明山地區全年有二個明顯的主要花季：一為 3 月至 5 月，豐富的孢粉量由各樹種花粉構成；另一為 10 月，主要由禾本科花粉組成。1997 年四月和五月以山黃麻屬的花粉佔優勢，六月為紫金牛屬，七月和八月為沙撈屬，九月為白孢子，十月為禾本科，十一月和十二月空中孢粉量非常少；1998 年一月和二月開始有新的樹種花粉出現，但量仍然很少，三月以蕁麻科和構樹屬的花粉佔優勢。本研究建立了陽明山國家公園的孢粉曆 (圖 4)，提供了不同季節中空中孢粉種類和量的變化。此結果亦可提供地下花粉分析之基本資料。

第五節 由鴨池湖機物內的花粉分析推演陽明山國家公園的古氣候變遷

鴨池 (距夢幻湖約 2 公里) 位於小油坑附近，其周圍芒草叢生，不易為人發現，且水牛或牲畜幾乎無法到達，可說是低海拔山區尚未被人類活動干擾的極少數湖泊或

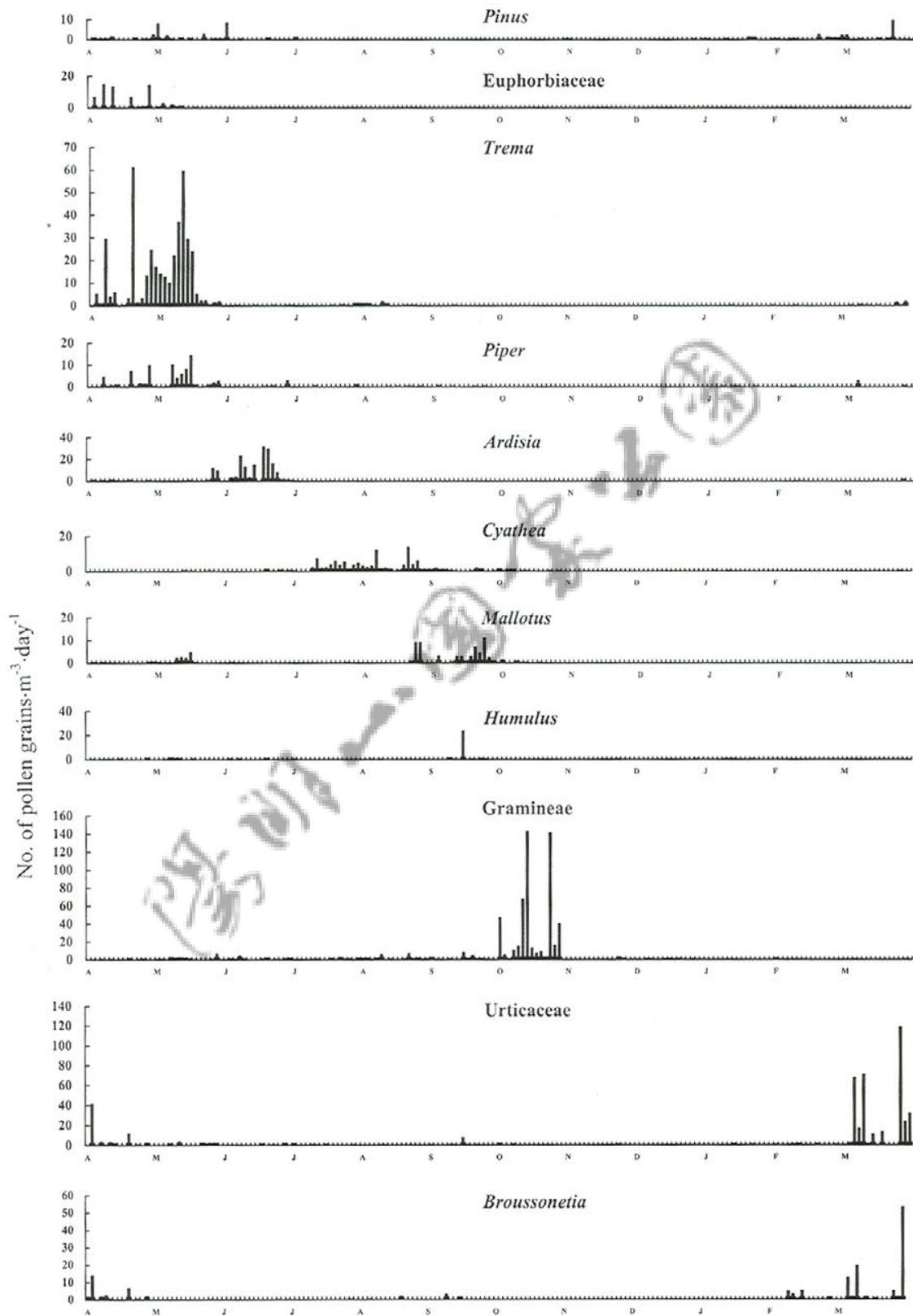


圖 4. 陽明山國家公園小觀音之空中孢粉曆 (Chen and Huang 2000)

沼澤之一。池水呈酸性，為一貧養湖，有利於化石花粉之保存，為研究古植物生態的良好地點。本人曾研究鴨池的湖泊沉積物，從分析其化石花粉和沉積物的一些參數，來重建陽明山地區一千三百餘年來的氣候變遷史(Chen et al. 2009)。並經由碳十四定年得知，鴨池大約於 1350 年前（唐朝初期）形成，由當時迄今，沉積物中樹種花粉和草本花粉的百分比有明顯變動，表示鴨池周圍的森林和草原之間有明顯的消長。由群聚分析結果，可將此 1350 年分為五個時期（圖 5）。

第一時期發生於 1350~1150 年前，此二百年間樹種花粉的百分比（最多達花粉總量的 76%）高於草本花粉，也比現今的樹種花粉量多，表示當時的森林面積可能比現今大，陽明山的林線也比現今為高，氣候比現今溫暖。此外，蕨類孢子的數量很高，可達花粉總量的 2.5 倍，表示當時的氣候相當潮濕。第二時期發生於 1150~950 年前，樹種花粉的量下降，但蕨類孢子的量仍多，表示這兩百年間為冷濕的氣候。第三時期發生於 950~750 年前，樹種花粉的量又再上升，蕨類孢子的量減少，指示陽明山地區當時又有了兩百年溫暖的氣候，濕度則與今日相似。第四時期發生於 750~210 年前，樹種花粉的量降到有史以來的最低點，蕨類孢子的量又高到花粉總量的 2.5 倍，表示在這五百多年的長時間裡，陽明山地區又濕又冷，森林萎縮，草原擴張。第五時期發生於 210 年前至今，樹種花粉的量又再增加，蕨類孢子的量則減少，此時期為乾暖的氣候。

我們將陽明山鴨池地下花粉分析之結果與西方國家和鄰近的中國比較（圖 6），發現陽明山的第一時期（1350~1150 年前）相當於中國隋唐時代的暖期；第二時期（1150~950 年前）相當於南宋時代的冷期；第三時期（950~750 年前）相當於南宋後期至元初的暖期，亦即西方國家的中世紀暖期（Medieval Warm Period）；第四時期（750~210 年前）相當於清朝初年的冷期，亦即世界有名的小冰期（Little Ice Age）；第五時期（210 年前至今）則相當於二十世紀溫暖期。由鴨池的花粉資料可知，木本和草本花粉的組成變化和氣候變遷有密切關係，因此可以做為氣候變遷的指標。此結果與由中國大陸或歐洲大陸所得到的結論甚為相同，表示台灣之氣候變遷與歐亞大陸間有密不可分的關係。

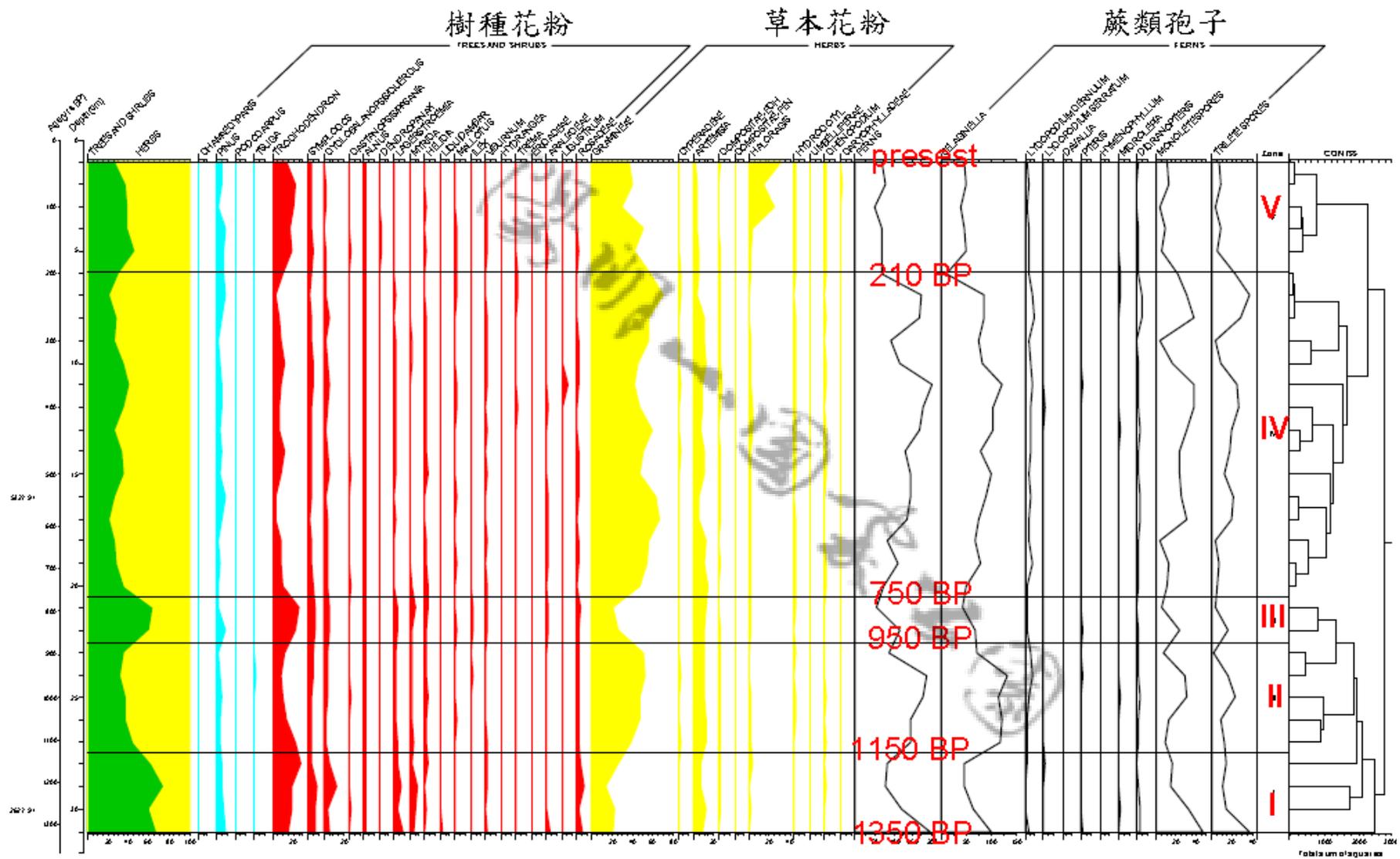


圖 5. 陽明山鴨池 (海拔 760 公尺) 花粉圖譜 (以樹種花粉和草本花粉之和為百分之百)

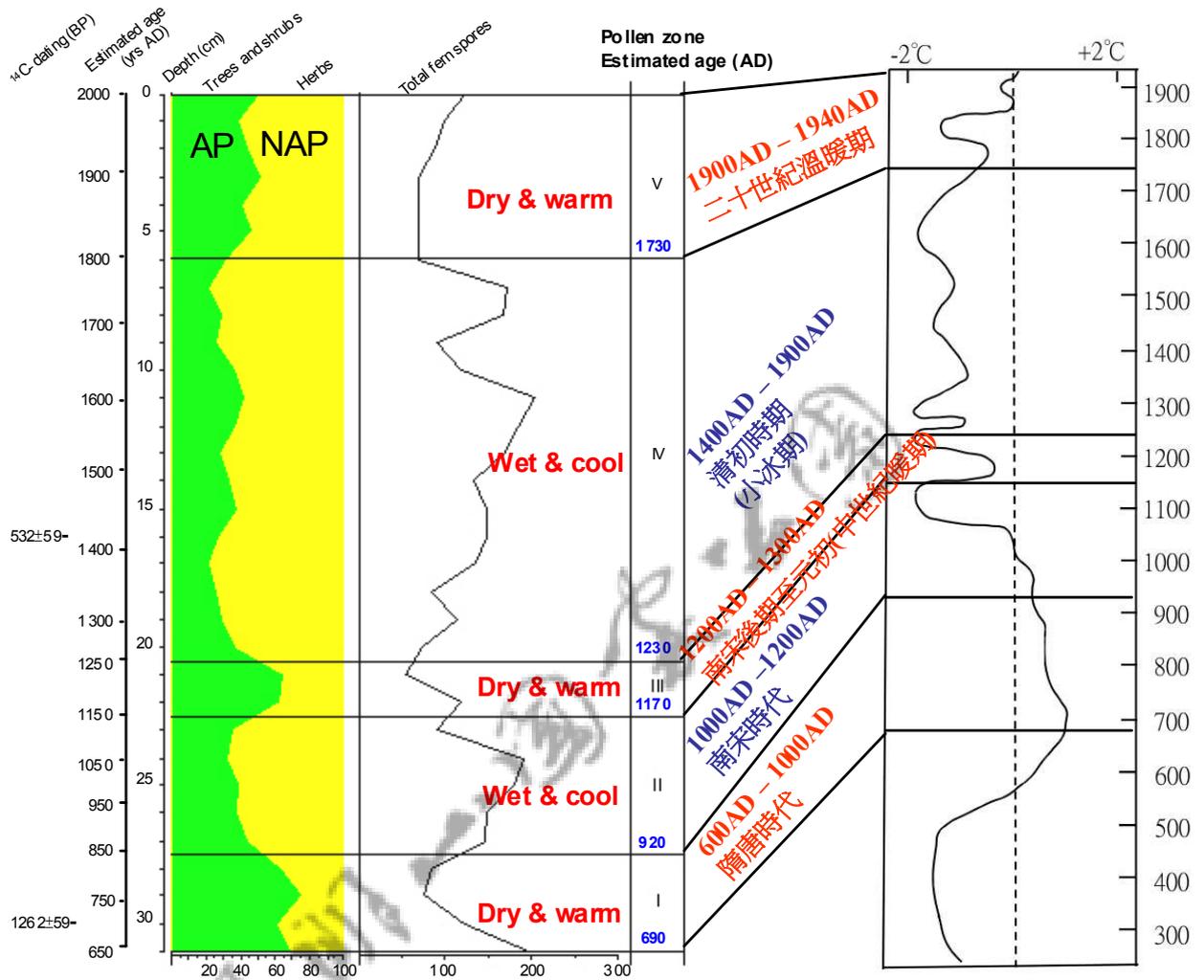


圖 6. 陽明山鴨池樹種花粉 (AP) 和草本花粉 (NAP) 的比例與中國朝代和氣溫之比較 (氣溫資料重繪自竺可楨 (1973))。

第六節 夢幻湖的花粉分析

夢幻湖位於七星山東坡地，近三十年來一直被學者誤認為是傳說中的「鴨池」(張和徐 1977；黃等 1988)，其植被變遷之研究多以台灣水韭的生態和出現歷史為重點(陳 1977；黃等 1988；Huang and Chen 1988；Huang et al. 1992)，並由 ^{14}C 的研究得知夢幻湖形成於距今約5600年前(劉 1990)。

黃增泉教授曾研究夢幻湖湖心和湖邊沉積物中的化石花粉分析(黃等 1988)，得知夢幻湖湖區的植生演進。這個地區以草本植物居多，樹種的花粉則以膽八樹和楊梅較為連續，其他尚有山黃麻，而松樹花粉則為遠飄來的。湖心沉積物中水韭的小孢子連續出現，量亦較湖邊處多。湖邊沉積物中的水韭小孢子則較少，僅在地層 2.6 和 3.0 公分處較多。

地下花粉分析研究人才之培養緩慢且不易，若能藉由此研究工作培養後進，則有助於日後台灣的資料與世界接軌。

第二章 材料與方法

陽明山國家公園內火山地形中有許多火口湖遺跡，如向天池、夢幻湖、磺嘴池、竹子湖、翠翠谷、大屯坪等 (馬 1990)，常形成水生或沼澤地區，成為研究古生態的良好地點。今選取向天池和夢幻湖之湖積物 (圖 7 和 8)，嘗試以此材料研究陽明山地區古植被和古氣候之變遷。

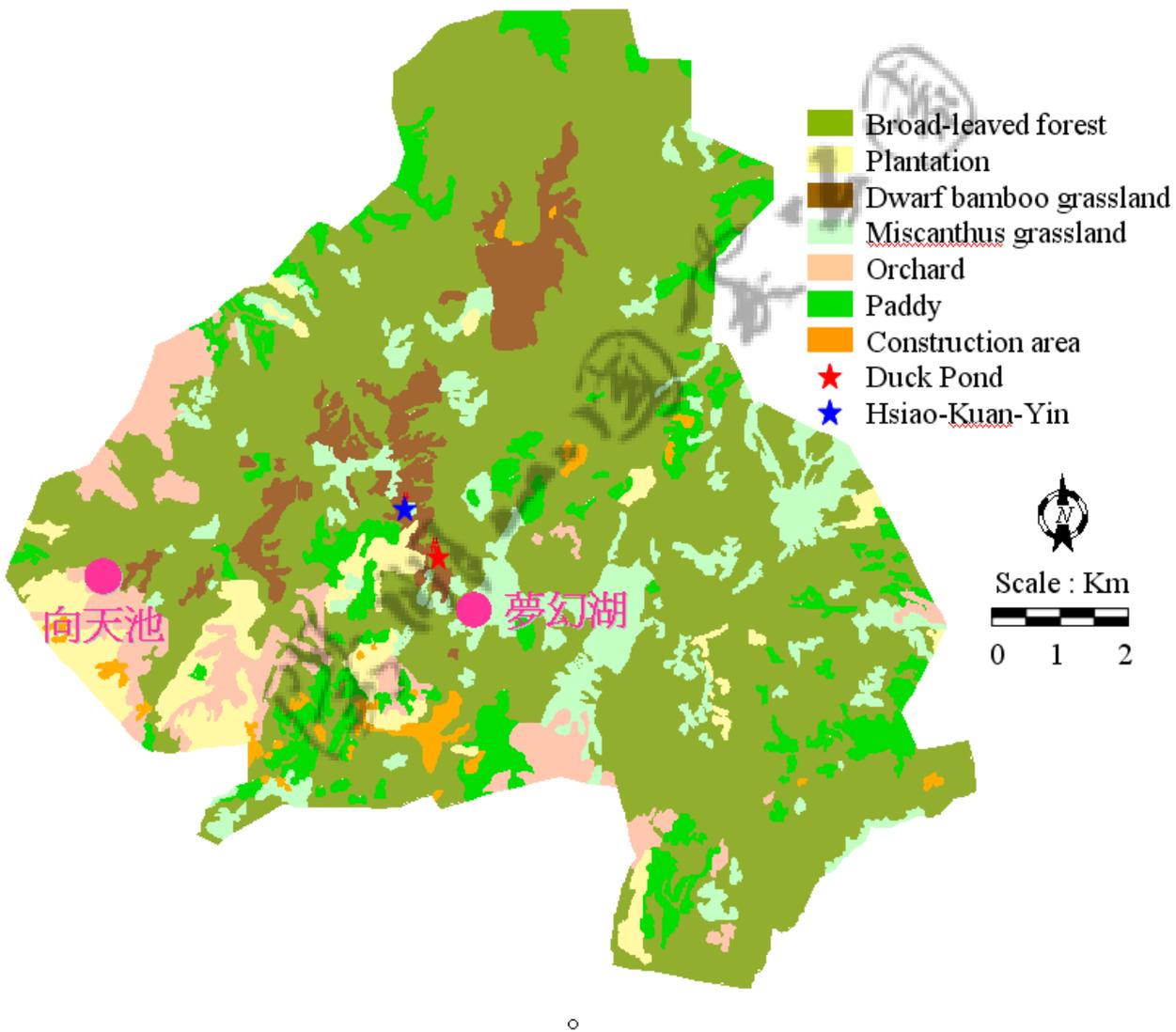


圖 7. 陽明山國家公園之植被圖，標示向天池與夢幻湖之位置。(李培芬教授重繪自黃增泉 1983 之資料)

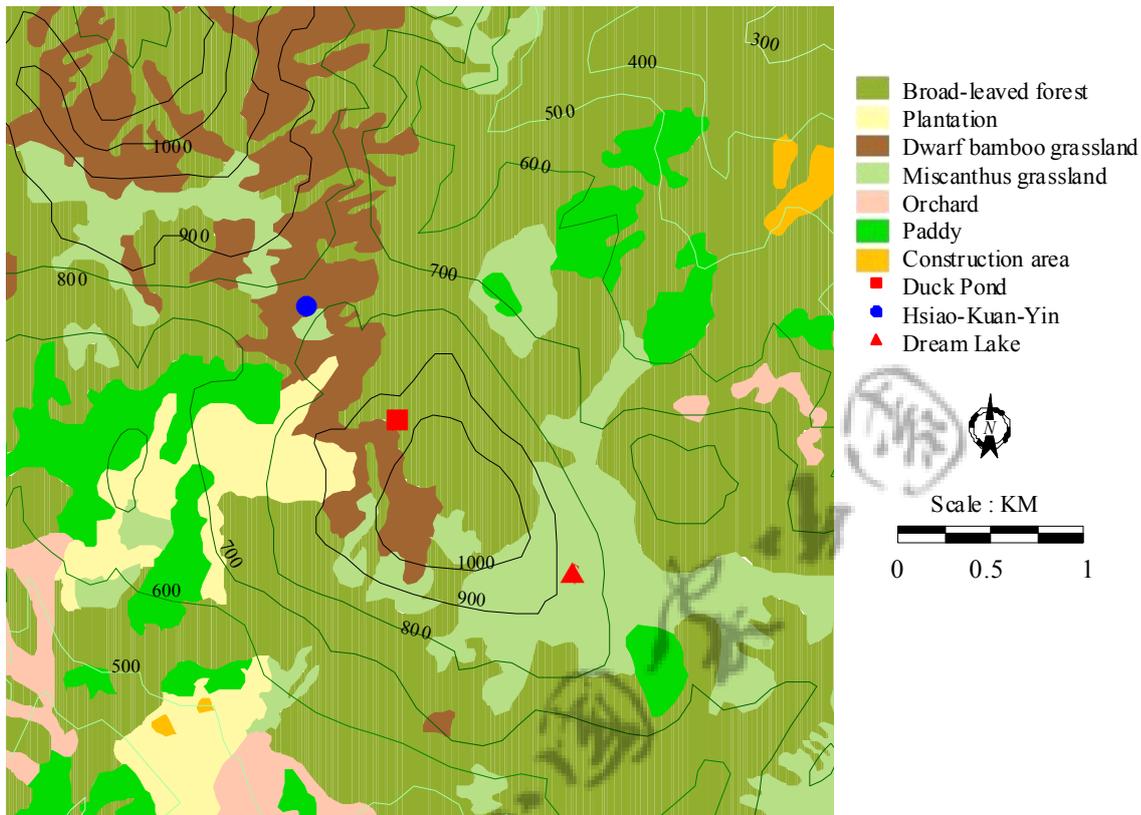


圖 8. 陽明山國家公園小觀音(●)、鴨池(■)與夢幻湖(▲) 周圍之植被與等高線放大圖。
(李培芬教授重繪自黃增泉 1983 之資料)

第一節 向天池

壹、簡介

向天池 (圖 9) 位於大屯山群最西側，海拔高度 825 公尺的向天山頂部，是陽明山國家公園區域內地形最完整的火山口湖 (林和周 1991)，池深約 45 公尺，池底直徑約 150 公尺，平常乾涸見底，下雨則積水成湖，是一種短暫性池塘 (林和陳 1989；林和周 1991；周等 2006)。然因池底土壤高孔隙度、高滲水性，積水多在幾天內便消退，含水期間很短，主要在 9~10 月及 5 月下旬。這時常有罕見的「豐年蝦」(一種獨特的節肢動物—湖沼枝額蟲) 出現 (林和周 1991)，形成獨特的生態景觀。另外，這裡也是

面天樹蛙聚集的地方。向天池池水呈酸性，溶氧量高、低導電度、低無機鹽離子濃度，為一貧養湖 (林和陳 1989)，有利於化石花粉之保存，為研究古植物生態和古氣候變遷的良好地點。

向天池內因存活著「豐年蝦」，因而吸引陽明山國家公園管理處和學界的興趣。針對向天池及其周邊之生態系調查，自 1989 年以來已有多位生態學者參與及豐碩成果。陽明山國家公園地區有相當多的湖盆地形，然以湖積物重建古氣候的工作，至今只有 Chen et al. (2009)。為評估向天池區內所保存的湖泊沈積物，是否適合重建該地區古氣候變遷，吾人於今年春末偕實驗室同仁，在湖心區以俄羅斯取樣器進行試驗性鑽，取得湖積物頂部長度約 27 公分的沈積物。該地區的生態系調查已有詳細及完整的報告可供參考 (林和陳 1989)。植物種類有 232 種，皆屬亞熱帶闊葉林常見種類。記錄的蕨類植物有 30 種、裸子植物有 3 種、雙子葉植物有 153 種、單子葉植物有 46 種。林相大部分屬於次生混合林，其餘部分是自然林和人為開墾的橘園。所記錄鳥類有 46 種，其中留鳥 32 種、冬候鳥 13 種、夏候鳥 1 種。蝴蝶種類共有 7 科 64 種。十種蛙類，其中六種為本省特有種；五種蜥蜴；蛇類有三種毒蛇、七種無毒蛇；七種齧齒類；一種野豬。池水域有十二種水生甲蟲 (楊 1997) 及屬總足類之湖沼枝額蟲和蚌蟲 (周 2008)。

貳、湖積物

使用俄羅斯岩芯取樣器(Russia Corer)在湖心位置下鑽 (圖 8，紅星符號位置)，僅勉強取得向天池湖積物頂部長度約 27 公分的沈積物。此岩芯編號 STP-10-03 的沈積物明顯呈現土壤化，肉眼可分辨呈膠結狀之不同粗細顆粒，孔隙率相當高，因此，不難理解何以大雨過後，深達兩公尺的湖水數日內便消退。根據中央研究院地球科學所於今年初在附近孔位鑽井取得的岩樣岩性資料，得知土壤化湖積物自此火山口湖形成後至今未曾中斷 (陳中華博士未發表資料)。此湖積物土壤化應與長期無湖水覆蓋有

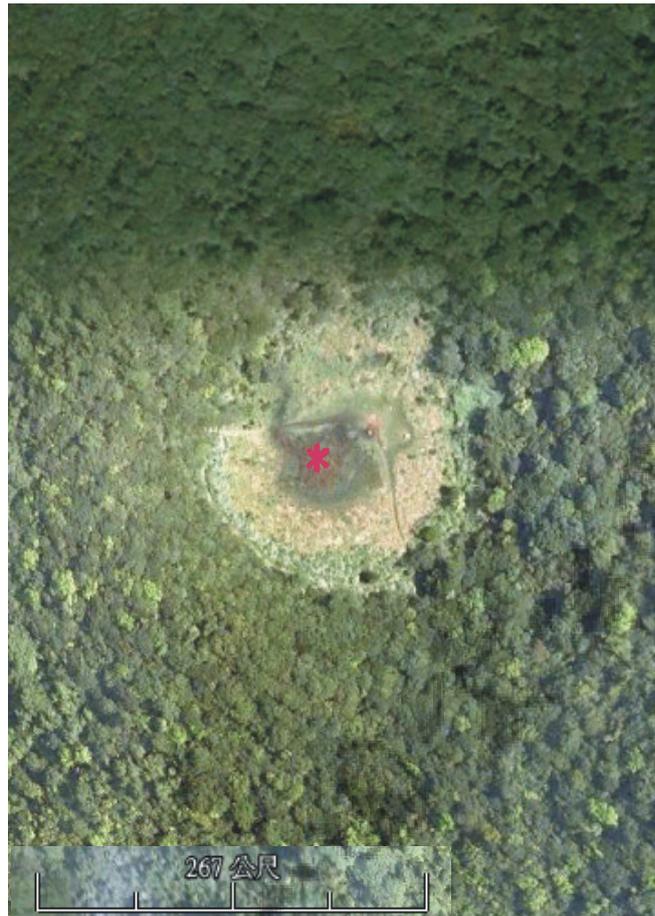


圖 9. 向天池衛星影像。紅色星號為湖積物取樣點。（影像資料來自 Google 網站）

關，雖偶因大雨有水覆蓋幾天。當水退去，濕地植物及陸生植物侵入；陸生動物活躍地覓食活動攪動沈積物；微生物也加速有機物的分解生物作用；加上化學及物理風化作用等，皆有利於土壤化的發育。由取得岩樣，皆未發現可供碳十四定年用的植物材料及貝殼類化石標本。所以有關沈積的年代及沈積速率，目前還無法得知。

第二節 夢幻湖

壹、簡介

夢幻湖位於七星山東南坡，海拔高度約 860 公尺 (圖 9 和 10)，形狀長橢圓形，長約 100 公尺、寬約 40 公尺，湖水平均深度約 25 公分，最深區位於中央西側約 50-60 公分，近年因淤積有加速陸域化現象。兩種蛙類 (林和莊 2007)。池水域有八種水生甲蟲 (楊 1997)。湖水位受降雨量控制，呈季節性變化。湖水呈酸性、高溶氧 (林和莊 2007)。

依據黃等 (1988) 有關夢幻湖植物生態系之調查研究結果得知：夢幻湖西側和南側為芒草區，西北為柳杉林區和闊葉林區。湖中植物使夢幻湖為酸性湖泊，pH 4.2~4.6，為一低養分之沼澤湖。湖寬平均約 40 公尺，湖長最大約 100 公尺，湖深平均約 25 公分，湖水面積約 1500~3000 平方公尺，七、八月為枯水期。

以台灣水韭和七星山穀精草為優勢，接著有葶薺水毛花小杏菜侵入湖中，再接著有桴蓋和柳葉箬為過渡為陸域之沼澤地植物，沼澤邊緣常有針蘭。由地下花粉分析得知：台灣水韭在更新世中即已在此湖泊存在，而且長久以來湖的周圍有很穩定的草原植被 (黃等 1988)。

近三十年來一直被學者誤認為是傳說中的「鴨池」(張和徐 1977；黃等 1988) 即為今日所稱之夢幻湖 (圖 10 和 11)。陳 (Chen 1975) 最早研究夢幻湖的孢粉分析，推論七星山一帶從過去到現在的植生與氣候變化不大，後來此區的植被變遷之研究多以台灣水韭的生態和出現歷史為重點 (黃等 1988；Huang and Chen 1988；Huang et al. 1992)，並由 ^{14}C 的研究得知夢幻湖形成於距今約 5600 年前 (劉 1990)。此外，鄭 (1987) 研究夢幻湖生態保護區之生態系；張 (2001, 2002a, 2002b, 2004, 2006) 曾長期研究夢幻湖水生生態系中台灣水韭的生理及棲地復育計畫；王等 (2006) 曾研究七星山 2001 年野火對夢幻湖水質之影響。

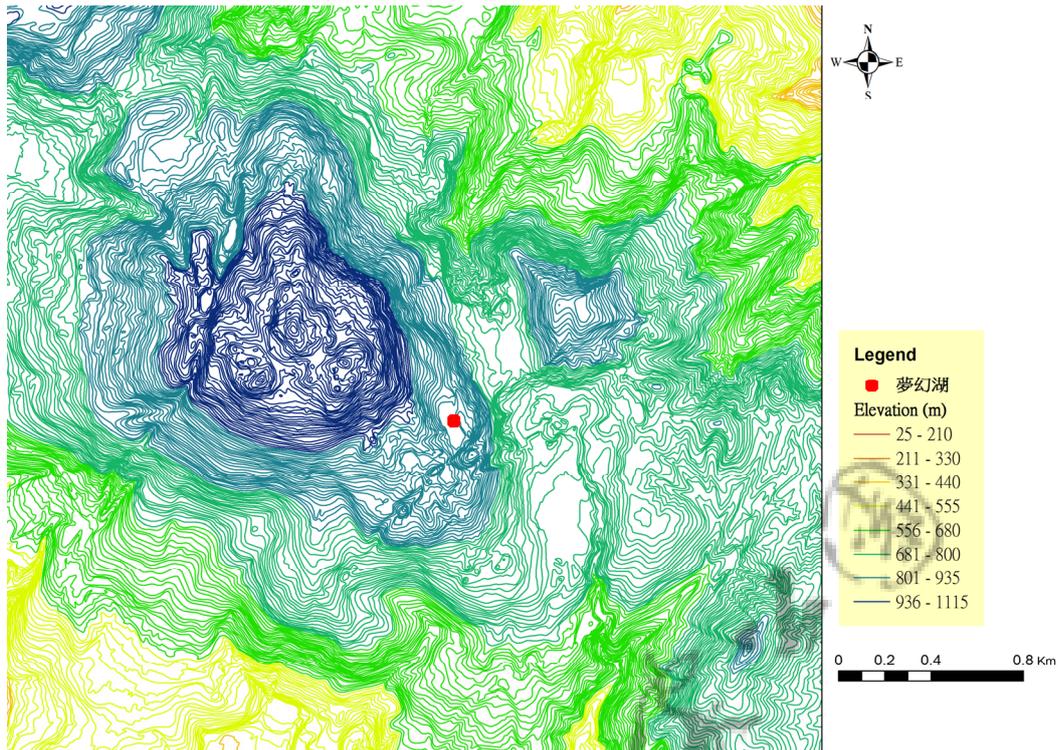


圖 10. 夢幻湖附近之等高線圖。(李培芬教授提供)

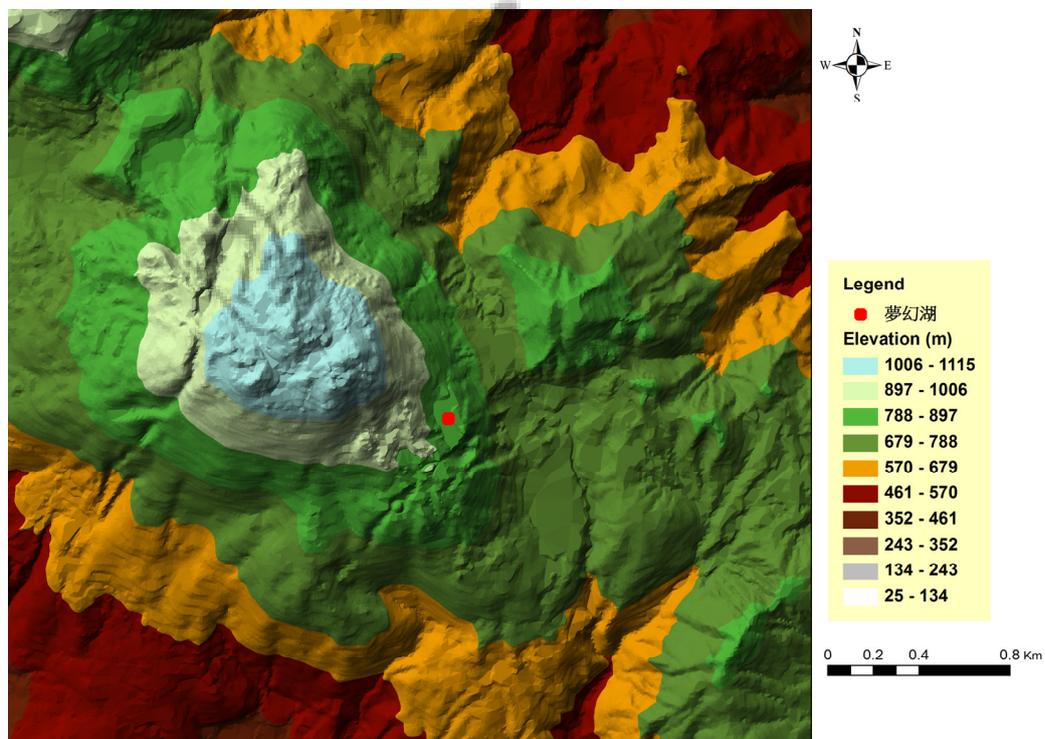


圖 11. 夢幻湖附近之立體地形圖。(李培芬教授提供)

貳、夢幻湖鄰近區域近二十年之植被組成

夢幻湖週遭的植被，就集水區範圍概分為下列四類（鄭 1987；黃等 1988）：一、芒草區；二、闊葉林區；三、柳杉林區；四、湖區。本研究乃擴充其範圍至鄰近地區，而非僅限定於集水區，選擇較為完整之森林，調查其組成。

夢幻湖的鄰近地區之植被可概分為芒草原，佔全區面積 80%（黃等 1988），其餘為森林或零星生長的喬木。此種形態乃由於地形及氣候的影響。由於早年造林影響，大部份具可能演替成為森林的地方皆成為柳杉造林地，但僅湖四周生長較良好（黃等 1988）。

一地區若不再有干擾，其最終所形成的植物社會，就是潛在植被（郭 1995）。本區乃重要的台灣水韭棲地，台灣水韭自 5000 年前即已生息於此（劉 1990），藉由分析現生植物社會，參考各種環境因素，推測潛在植被，有利於水韭生育地的原始樣貌之經營及管理。本研究擬由森林的可能演替方向，並比對孢粉資料，建立植被的自然演替可能呈現之狀況。

參、夢幻湖鄰近區域之植被組成與調查方法

調查方式採穿越線法，並以任意取樣的方式為之，記錄穿越線上所遭遇的喬木、灌木、地被層及其他如藤本、附生植物等。本研究對植物的生活型之定義，採其形態大小在森林中的功能作分類，定義如下：

- (1) 喬木型：會發育為大樹 (tree)，具有主幹，且其胸高直徑（簡稱胸徑）大於 5 公分者。部份常見為灌木種類 (shrubs)，若其胸徑大於 5 公分者視之為喬木。而喬木型的植物若其胸徑不及 5 公分，便視之為灌木。
- (2) 灌木型：基本上不具明顯主幹，自近地表處有眾多分枝，且分枝不及 5 公分。記錄灌木型的植物高度與頻率，作為比較其優勢度的介量。少數灌木，若其胸徑大於 5 公分，視之為喬木；而喬木種類因樹齡小，胸徑不及 5 公分、樹高大於 0.5 公尺者，視之為灌木。

(3) 其他地被植物、附生植物及藤本植物：地被植物以草本植物為主，但對於喬木及灌木品種，其樹高不及 0.5 公尺者 (小苗, seedling)，視之為 ”草本”。此類植物記錄其頻率或逕判斷其覆蓋優勢。另外亦記錄附生 (epiphytes) 及藤本植物 (vines and lianas)。前者指其生長常附在樹上或岩石等，而非成長於地面者；後者指的是森林中，其莖極度延伸至森林頂層的攀爬型植物。

調查方法如下：

- (1) 記錄湖區鄰近地區的植物種類，建立夢幻湖區域的植物名錄 (附錄一和二)。
- (2) 取樣：以穿越線的方法，採任意取樣，記錄穿越線上遭遇之喬木、灌木、地被層及其他如藤本、附生植物等。
- (3) 記錄：記錄喬木之樹種及其胸徑、樹高等資料；灌木則以其高度及頻率表優勢度；地被植物 (草本社會) 則粗估以其覆蓋度以表示族群大小。
- (4) 分析：區分不同植物社會的現況並推測其演替序列。

肆、夢幻湖沉積物之孢粉分析

李德貴教授 (中央研究院地球科學所研究員) 同意本人使用他所挖取的夢幻湖沉積物，共 233 公分。

- (1) 夢幻湖湖積物垂直間隔每4公分取一樣本，經酸處理 (Chen 1988b) 後，萃取化石花粉。
 - a. 將垂直高度1公分高之湖機物樣本割取約1立方公分之體積，並量其確切體積。
 - b. 將兩粒石松孢子小藥丸 (Lycopodium spore tablet) 以熱水溶解後，離心並去上清液，將試管內所有的石松孢子小心加入欲處理之湖機物樣本內，當作 exotic spores，以便將來計算孢粉密度之用。
 - c. 將含有 Lycopodium spores 之湖機物樣本置於HF 溶液中1~3 星期，離心，取沉澱物。

- d. 將沉澱物置於 HCL 溶液中，攪拌均勻後，離心，取沉澱物。
 - e. 若樣本中有許多植物碎屑，則於研鉢內以10% KOH 煮沸3~5分鐘，以200 mesh之不銹鋼網過濾，將濾液離心，取沉澱物。
 - f. 將沉澱物置於 acetic anhydride : H₂SO₄ = 9 : 1 之溶液中，以水浴法煮3~5分鐘，離心，取沉澱物。(此為 acetolysis, Erdtman 1952)
 - g. 以蒸餾水清洗三次，取沉澱物。
 - h. 將沉澱物置於小玻璃瓶內，加入一滴 50% glycerin 保存，並待光學顯微鏡觀察用。
- (2) 每個樣本以鑑定300 個花粉為準 (AP + NAP = 300)，其他草本、水生植物花粉和蕨類孢子另計。必要時得以掃描式電子顯微鏡 (SEM) (Chen 1988a) 輔助鑑定(參考 Huang 1972, 1981 ; Chen 1988b)。
 - (3) C-14 定年分析 - 採用李德貴教授之資料。
 - (4) 將每個樣本之花粉組成以Tilia Software (Grimm 1990) 依沉積物深度繪成花粉圖譜 (pollen diagram)，由此推演古代湖泊周圍植被的組成和變化，並進而推演古氣候之變遷。



第三章 結果

第一節 向天池

壹、Itrax 岩芯掃描儀分析

以 Russia corer 鑽取向天池沉積物，共挖取三個短岩芯：Core STP-10-01 (47 cm)、Core STP-10-02 (33 cm)和 Core STP-10-03 (22 cm)。由 XRF Core Scanner ITRAX 掃描分析岩芯 Core STP-10-03 之外部形態、內部構造和元素分析之結果 (圖 12) 發現，於深度八至二十一公分範圍資料有較高可信度，亦為本報告主要討論的部分。所有參數呈現均質化現象，雖有小幅度的變化趨勢。資料 Mo inc/coh 可反映沉積物之有機碳含量(如，Sáez et al., 2009)，與反映無機物礦物之其他元素含量呈相反趨勢分佈，意味有機物及無機物兩者相對含量變化與相互稀釋的作用。主要元素鐵和鈦有向上減少的趨勢，恐因有機物輸入增多以致發生稀釋效應。由各元素兩兩比值，如 Rb/Sr、Fe/Ca、Ti/Ca，幾乎一致地表現相似變化，顯示集水區風化與侵蝕速率變化極微 (如 Jin et al., 2006)。

由於本湖沉積物已土壤化，對於研究古氣候課題所需的穩定沉積物有所出入，雖然沒有碳十四年代來彰顯時間軸的好與壞，本試驗性取樣的湖積物仍可提供判斷『不適用於重建古氣候變遷』之重要線索。

貳、化石花粉形態觀察和鑑定

由 XRF Core Scanner ITRAX 掃描分析岩芯 Core STP-10-03 之外部形態、內部構造和元素分析之結果 (圖 12-1) 發現，向天池靠近湖面之 20 公分之沉積物不易看出分層現象，似有人為擾動。但我們仍處理了幾個樣本，一窺其花粉的組成。

向天池沉積物處理了 Core STP-10-01 之 4 cm, 13 cm, 25 cm, 37 cm 等四個樣本，觀察 4cm, 13cm, 25cm 三個樣本的花粉形態 (圖 12-2)。三個樣本都是呈現草本花粉 (NAP) 優勢的現象，分別為 56.7%，86.6%，87.6%。

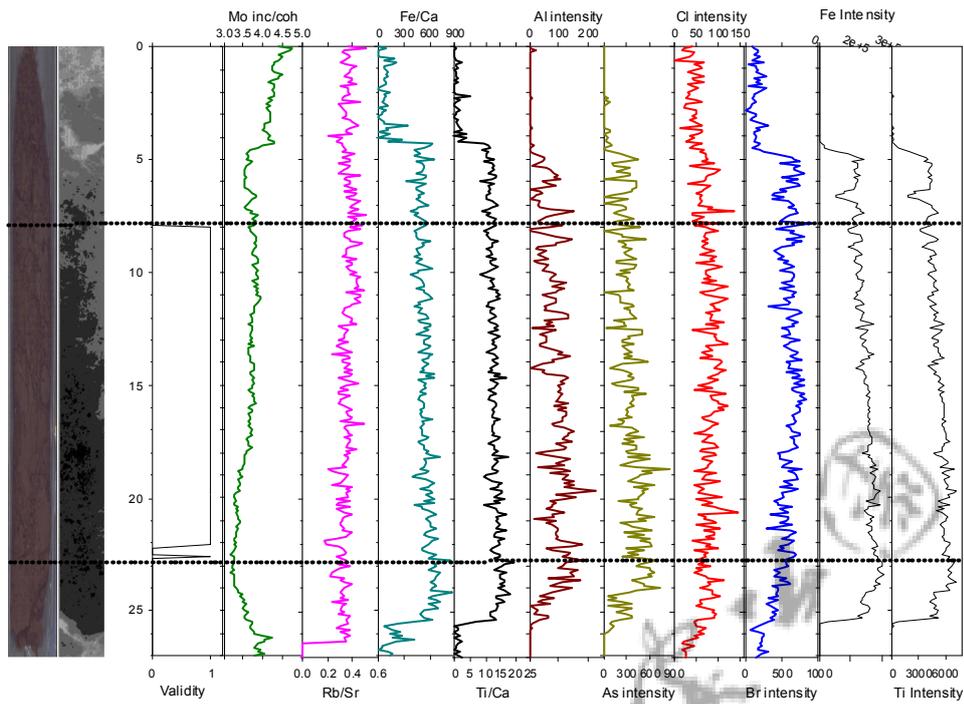


圖 12-1、向天池湖積物岩樣編號 STP-10-03 之光學攝影影像、X 光影像分析及 X 光螢光儀所得到的主要元素含量隨深度分佈曲線。上下兩條虛線內範圍表示資料可信度較高。這些資料來自國立台灣大學貴重儀器中心的 Itrax 岩芯掃描儀及台灣大學地質科學系魏國彥教授的協助，在此一併致謝。

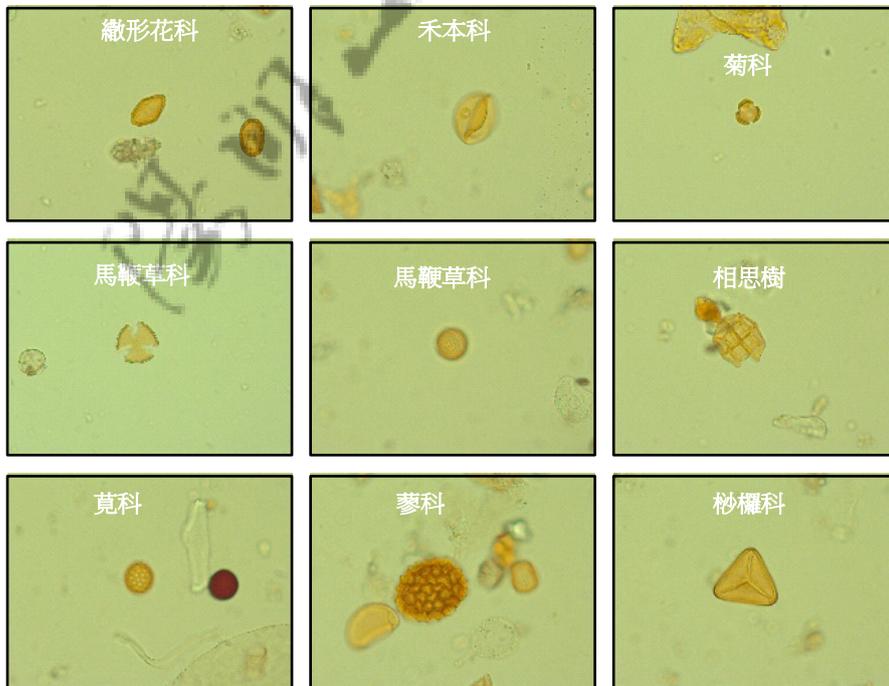


圖 12-2：向天池的花粉形態

在 4 cm 處木本花粉 (AP) 佔 43.3%，是三個樣本中木本花粉出現量最多的樣本，木本花粉中以桑科 (Moraceae) 出現量最多，佔 12.8%；草本花粉則以禾本科 (Gramineae) 最多，佔 15.6%，其次為莎草科 (Cyperaceae) 12.8%，繖形花科 (Umbelliferae) 11.35%；蕨類孢子以桫欏屬 (*Alsophila*) 最多，佔 10.64%。

13 cm 處草本花粉以禾本科為優勢，佔 45.4%，木本花粉以松屬 (*Pinus*) 最多，佔 5.8%；蕨類孢子以桫欏屬最多，佔 3.5%。

25cm 處草本花粉亦以禾本科為優勢，佔 54.6%，木本花粉以桑科最多，佔 5.0%；蕨類孢子以骨碎補屬 (*Davallia*) 最多，佔 10.0%，其次為桫欏屬，佔 9.1%。

陳中華博士所挖取之樣本，經過超音波處理，並以 63 μ m 之過濾膜過濾後，在本實驗室中以酸處理並萃取化石花粉。花粉含量非常少，因此放棄再計數。

第二節 夢幻湖

夢幻湖之研究結果將以鄰近區域植被組成和孢粉分析分述之。

壹、夢幻湖鄰近區域植被組成

(1) 選擇夢幻湖鄰近地區的主要植被型(森林及草原)，其森林分布 (圖 13)。採任意取樣的方式，選取 12 個樣區，樣品之分布如圖 14。共記錄 660 筆資料，其中喬木 245 筆，灌木 168 筆，草本及附生/爬藤植物 247 筆。

(2) 植被調查結果：

(a) 夢幻湖鄰近區域的植物種類共有 64 科 109 種。其中木本植物 (喬木及灌木，不計算木質藤本種類) 共 28 科 45 種，草本植物 (含附生及藤本植物) 共 40 科 74 種 (附錄一、附錄二)。其中柳杉為主要造林樹種，成為人工林的優勢樹種。人工造林的種類另有馬尾松及紅

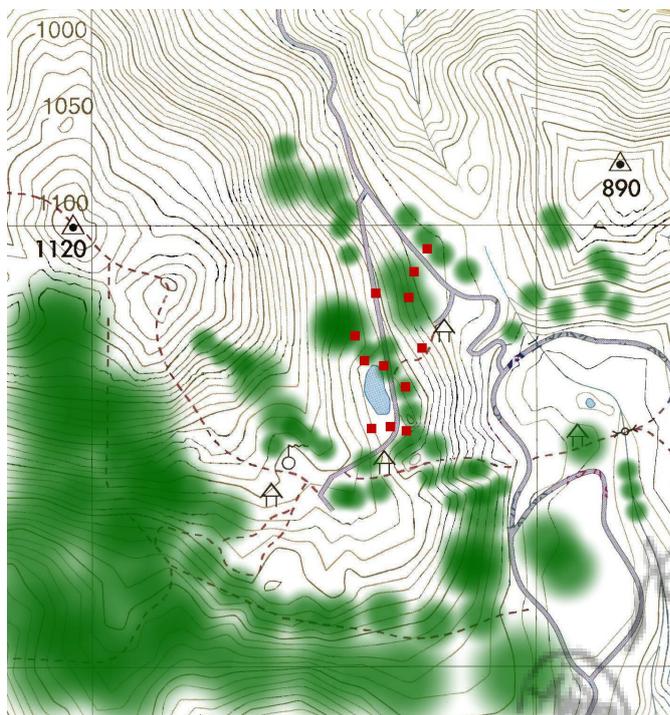


圖 13. 夢幻湖區域森林分布圖。綠色部份為森林或疏林的分布，紅色方點為調查地點。

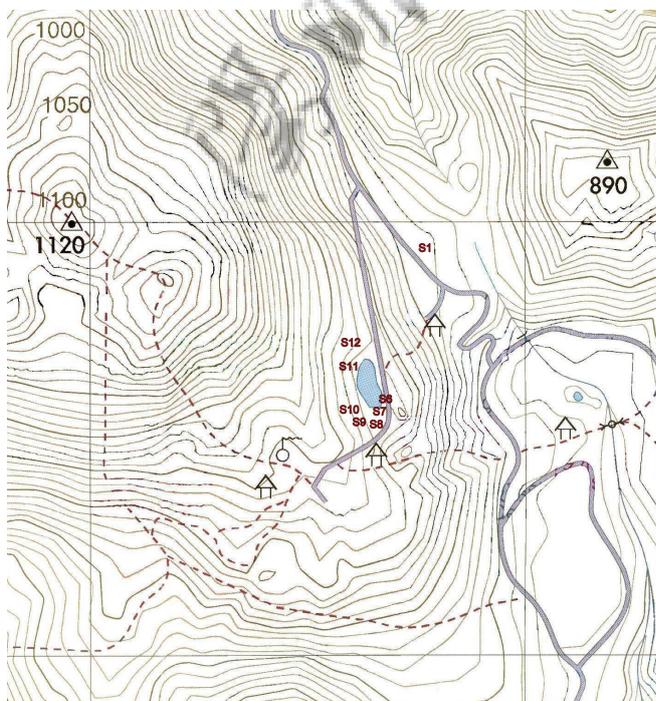


圖 14: 夢幻湖區調查取樣樣品/樣區分布圖。S1: 冷水坑西北邊公路旁柳杉疏林；S6: 湖東南與馬路間林下；S7~S11: 湖邊 S12: 湖北方柳杉林。

檜，但生長狀態極差（植株小），且數量極少（660 筆資料中共出現馬尾松 4 筆，紅檜小苗 1 筆）。

(b) 夢幻湖的植被優勢度（圖 15）：此次調查本區之植物優勢度，僅概以其胸徑（意即反映其覆蓋度）計算其優勢度，胸徑大於 5 cm 的喬木共記錄 245 株（筆），灌木（含胸徑小於 5 cm 的喬木種類）168 種（筆）。地被植物則因森林的狀況有所不同，全部共記錄了 247 筆資料。芒草區全為白背芒所覆蓋，僅森林、湖區、道路、步道、建物等週邊，因干擾或其他因素，具有較大的多樣性（種類多，且為平地常見物種，如大花咸豐草、粗毛小米菊等）。

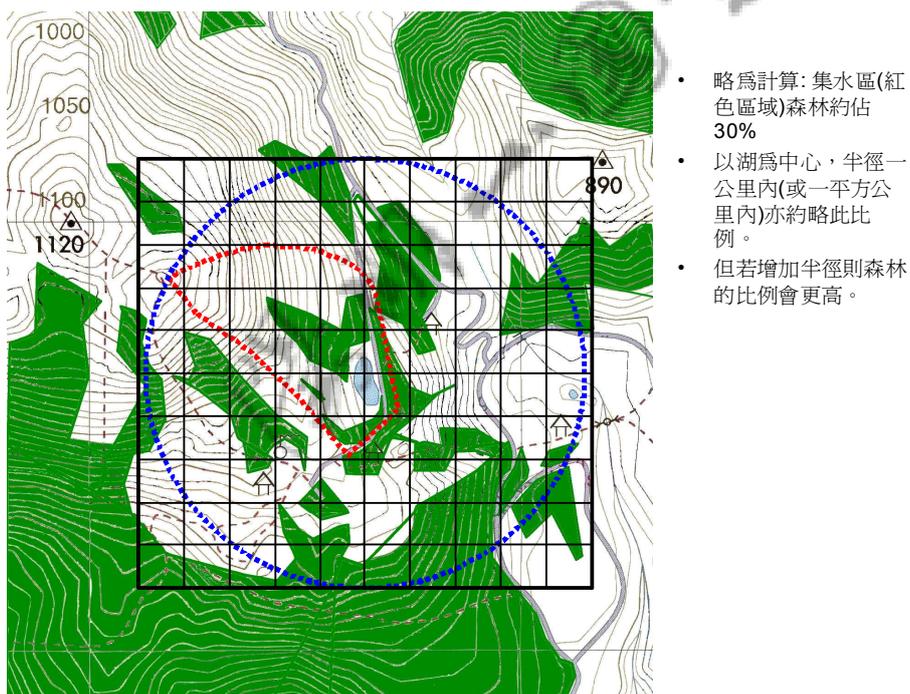


圖 15: 夢幻湖周圍植被優勢度。藍色為夢幻湖，綠色為木本植物的覆蓋區域，其餘為草原地區。

(3) 植被型：

(1) 芒草區(R5)：白背芒為最優勢，在草原區其平均覆蓋度皆近於 100%，約佔了夢幻

湖集水區植被的 80% 覆蓋度 (黃等 1988)，本研究中，比照衛星照片及現場觀察，估算夢幻湖附近區域，半徑 1 公里的範圍內之植被芒草區與森林區約各佔了 70% 和 30%。若增至半徑 2 公里以上，則森林比例增高至 40~50% 以上 (圖 15)。

(2) 在有發展為森林之潛力之環境皆成為造林地，僅湖的西角山凹有較大的闊葉林。

主要的植被型有如下數種，括弧內為樣區編號：

(a) 紅楠-長葉木薑子 (R1-R4 -R12)：

此森林的主要組成紅楠，其次為長葉木薑子。其林中間或栽有柳杉，但當年造林時保留了相當數量的紅楠。胸徑最粗為 35 cm，而長葉木薑子最大胸徑 22 公分，尤以 R12 區(湖區西北坡)記錄了較高頻律(18 筆)。

(b) 柳杉 (R2-R3-R6-R10-R11)：

典型較大面積的造林地，其樹種主要為柳杉，森林之形相單純，僅間或有部份喬木，如紅楠、長葉木薑子、牛奶榕等。

(c). 步道附近 (R7-R8-R9)：

此三樣區乃受步道的影響，喬木種類較多，但基本上為零散的分布。主要種類有紅楠、柳杉、樹杞、長葉木薑子。

本區的特色是草本植物多樣化。在芒草原的邊緣有最多樣草本植物。主要的灌木為假桉木及米碎桉木。

貳、夢幻湖沉積物定年

夢幻湖湖積物和定年資料由中研院地科所李德貴教授提供。文中所列 yr BP (Year Before Present) 指距今之計年。

夢幻湖沉積物 (DL-2) 共挖取 233 公分，並做了三個 C-14 定年：DL-2-23：2473 ± 30 yr BP；DL-2-84：3780 ± 45 yr BP；DL-2-225：5334 ± 95 yr BP。依據 C-14 定年並經過樹輪校正 (表 1)，並由此計算出夢幻湖於 6110-4180 yr BP 之沉積速率約為 0.73 mm/yr，於 4180-2570 yr BP 之沉積速率約為 0.38 mm/yr (圖 16)。

得知本岩心底部 230cm 深處約為 6200 yr BP，由此推算夢幻湖至少在 6200 年前即已形成。

表 1、夢幻湖岩芯 DL-02 植物碎片碳十四定年結果。

標本編碼	岩芯深度 (公分)	碳十四年代 (距今計年*)	經程式校正後之年代** (距今計年*)	^{13}C (‰)
NZA-27547	23	2473 ± 30	2573.5 ± 139.5	-17.2
NZA-27548	84	3780 ± 45	4178.5 ± 116.5	-14.4
NZA-29797	225	5334 ± 95	6107.5 ± 183.5	-20.8

註：* 距今計年指以西元 1950 年為“今”

** 年代校正之程式為 CALIB REV 6.0.0 (Reimer et al., 2009)

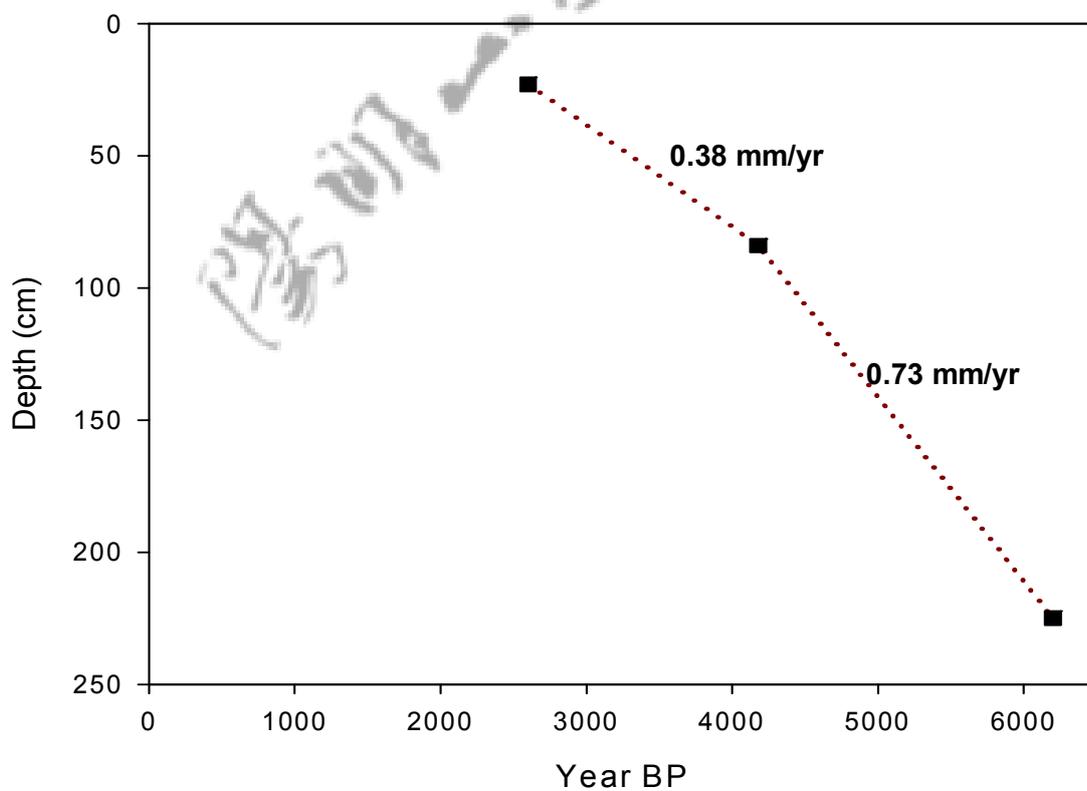
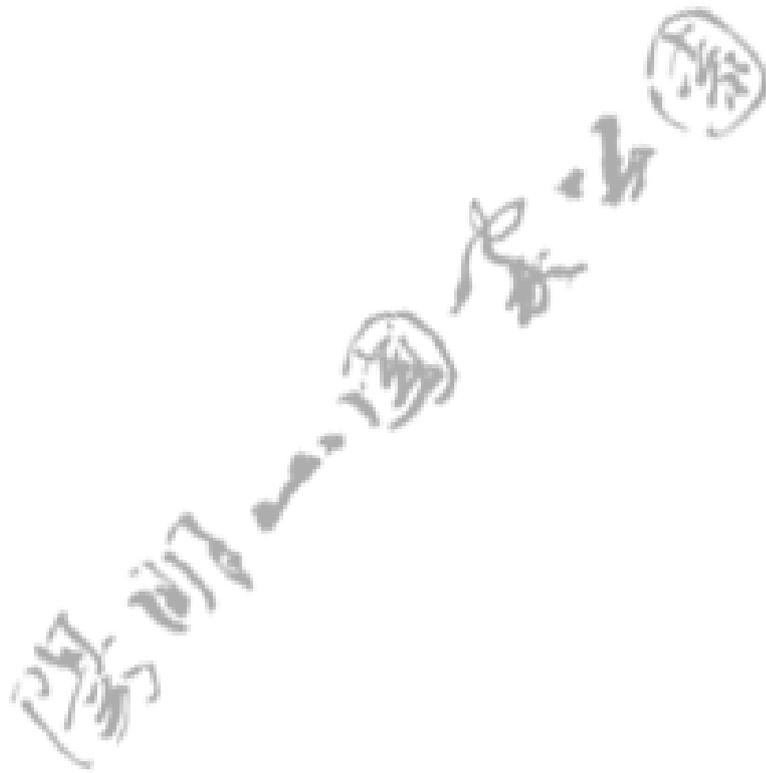


圖 16. 夢幻湖 DH-2 湖積物之深度與 ^{14}C 定年之關係圖，並附沉積速率。

參、夢幻湖花粉和孢子之形態 (掃描式電子顯微鏡)

部分樣本經酸處理後以金屬離子覆膜，於掃描式電子顯微鏡下觀察，以作為光學顯微鏡鑑定之再確認 (圖 17 和 18)



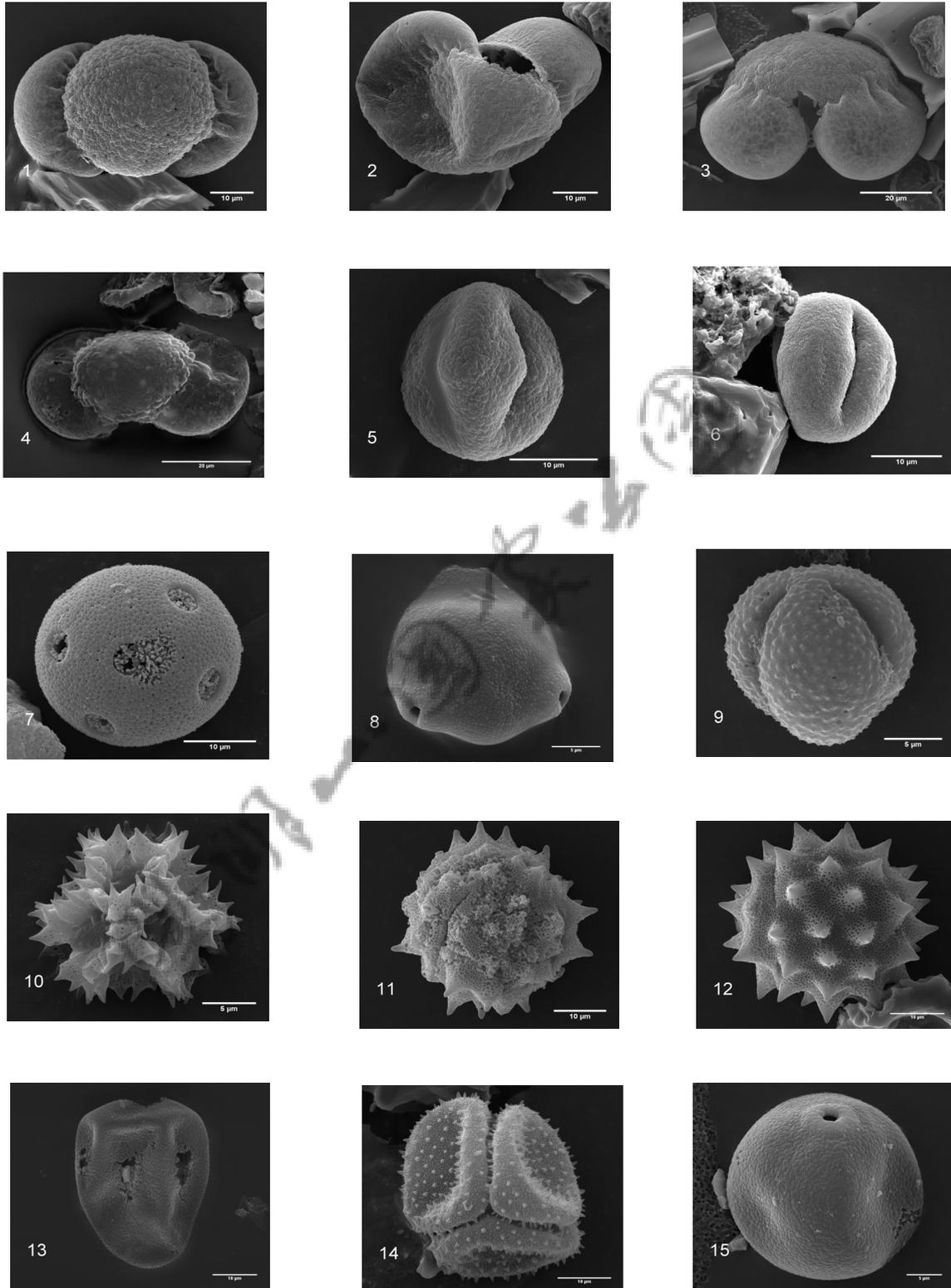


圖 17：夢幻湖的花粉形態：1-3.松 (*Pinus*，DL-34cm); 4. 羅漢松 (*Podocarpus*，DL-34cm); 5-6. 青剛櫟 (*Cyclobalanopsis*，DL-34cm); 7. 楓香 (*Liquidambar*，DL-34cm); 8. 楊梅 (*Myrica*，DL-24cm); 9. 艾 (*Artemisia*，DL-44cm); 10-12. 菊科 (*Compositae*，DL-34cm); 13. 莎草科 (*Cyperaceae*，DL-44cm); 14. 毛膏菜 (*Drosera*，DL-34cm); 15. 禾本科 (*Gramineae*，DL-34cm).

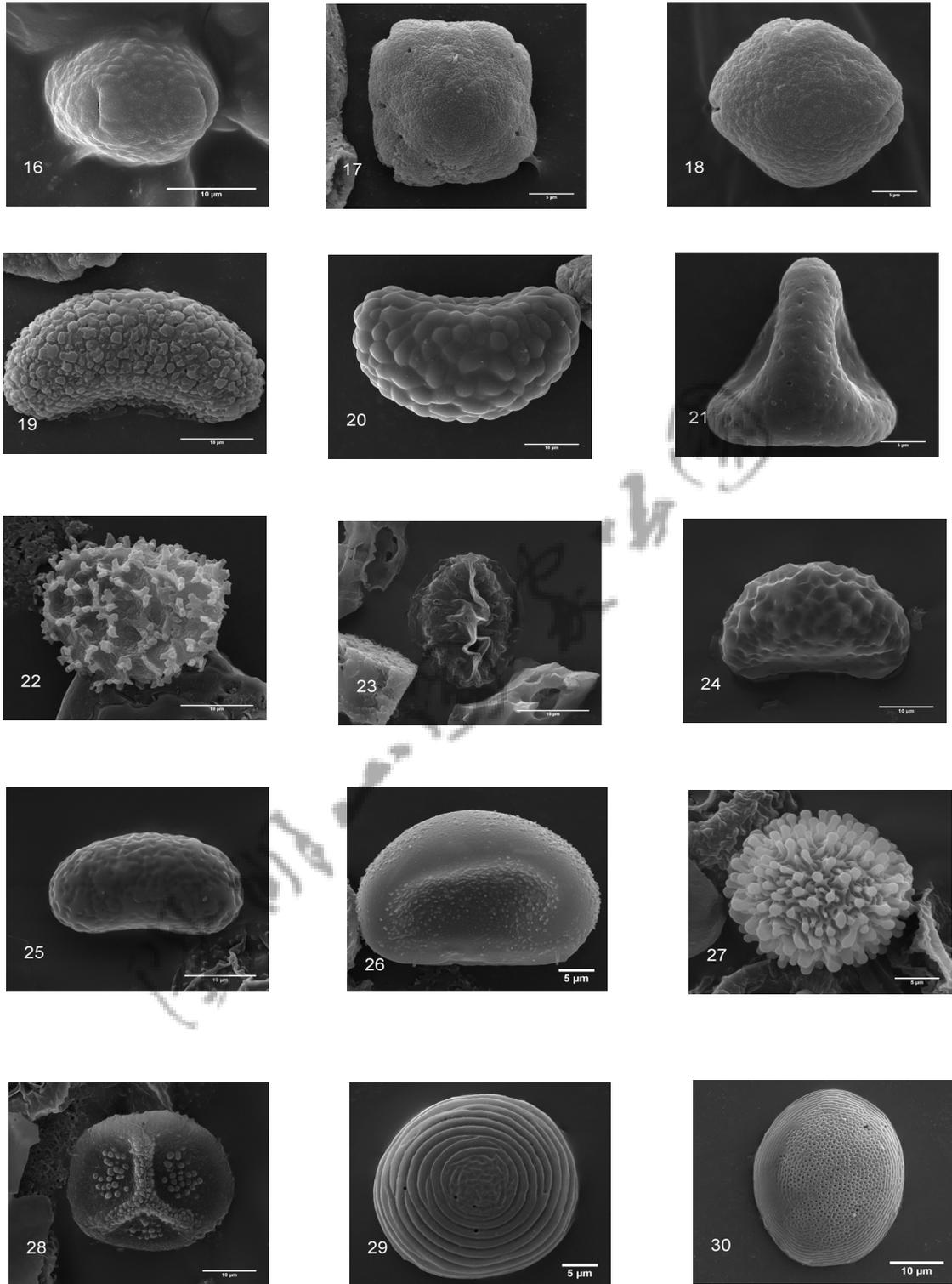


圖 18: 夢幻湖的花粉和孢子形態：16-17.小二仙草 (*Haloragis*, DL-24cm); 18. (*Haloragis*, DL-34cm); 19. 蹄蓋蕨 (*Athyrium*, DL-24cm); 20. 骨碎補 (*Davallia*, DL-34cm); 21. 芒萁 (*Dicranopteris*, DL-34cm); 22. 水韭 (*Isoetes* I, DL-34cm); 23. 水韭 (*Isoetes* II, DL-44cm); 24-26. 單溝孢子 (monolete spore, DL-44cm); 27-28. 蘚(Liverwort, DL-44cm); 29-30. 同心環孢子 (*Concentricystes*, DL-24cm).

肆、夢幻湖之孢粉分析

本研究分析了於 2006 年鑽井之夢幻湖湖積物內之化石花粉。深恐目前的上層湖積物 0-23 公分處曾遭到人為踐踏和破壞，因此由 24 公分至 232 公分深處的湖積物，每 4 公分取一樣本（樣本高約 1 公分），共分析了 53 個樣本。

每一樣本在實驗室內處理過後，於顯微鏡下鑑定並計數，由所加入的外來孢子推算每一樣本內之孢粉密度（圖 19 此湖積物內之孢粉密度非常低，僅在深度 24 至 64 公分處有較高密度之孢粉，以深度 44 公分處為最高 (2,296,730 grains/cm³)。

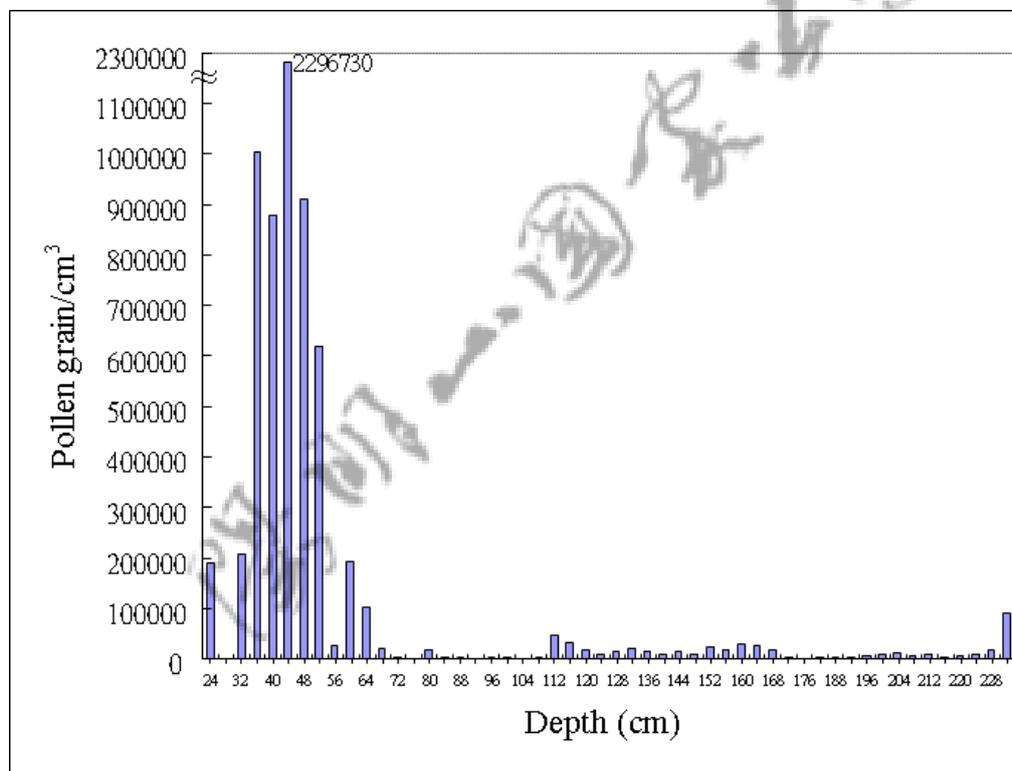


圖 19 夢幻湖不同深度的湖積物內之孢粉密度 (grains/cm³)

每一樣本在顯微鏡下鑑定並計數樹種花粉 (arboreal pollen; AP) 和草本花粉 (not arboreal pollen; NAP) 共 300 類，亦即 AP+NAP=100%；同時並鑑定水生植物的花粉和蕨類孢子，這些數量不含在 300 類的範圍之內，因為水生植物的花粉和水韭的孢子

僅能代表湖區或湖邊植群的變化，蕨類孢子亦僅代表林下的蕨類植物的多寡，無法代表湖的周圍草原和森林的變化。本研究由 53 個樣本中共鑑定 40,065 粒花粉和 1,112 粒蕨類孢子，包含被子植物 41 種，裸子植物 6 種，蕨類植物 12 種和蘚苔植物 2 種；但總共只有 3 種裸子植物、19 種被子植物 (13 種為樹種，6 種為草本)、十種蕨類植物和一種蘚苔植物被繪於花粉圖譜 (pollen diagram) (圖 20) 中。

由碳十四定年和花粉圖譜得知，自 6200 至 2600 年前，夢幻湖周圍的植被以禾本科為主的草地佔優勢，樹種花粉 (AP) 在花粉總量中常小於 15%，僅在深度 72 公分和 92 公分處各佔 31.5% 和 100%，此二樣本花粉數量稀少，可能因此放大了 AP 的意義而遭到誤解。

樹種花粉有松 (*Pinus*)、羅漢松 (*Podocarpus*)、鐵杉 (*Tsuga*)、赤楊 (*Alnus*)、苦儲 (*Castanopsis*)、桐 (*Cyclobalanopsis*)、虎皮楠 (*Daphniphyllum*)、杜英 (*Elaeocarpus*)、九芎 (*Lagerstroemia*)、楓香 (*Liquidambar*)、血桐 (*Macaranga*)、野桐 (*Mallotus*)、小桑樹 (*Morus*)、楊梅 (*Myrica*)、榆 (*Ulmus*) 和蕁麻科 (*Urticaceae*) 等。其中裸子植物的花粉如松、羅漢松和鐵杉之百分比皆小於 10%，它們應是由遠方飄來的。草本花粉 (NAP) 以禾本科 (*Gramineae*) 為主，常佔花粉總量的 65% 以上；其他尚有莎草科 (*Cyperaceae*)、茵陳蒿 (*Artemisia*)、菊科 (*Compositae*) 和繖形花科 (*Umbelliferae*) 等。水生植物不被算在 AP 和 NAP 的總和中，它只有少數種類如小二仙草 (*Haloragis*)、燈心草 (*Juncus*) 和眼子菜 (*Potamogeton*) 等零星散佈。水韭雖然亦為水生植物，但其總量歸在蕨類植物中，在本研究中它僅在 28 至 64 公分深的地層中出現。其餘的蕨類植物尚有過山龍 (*Lycopodium cernuum*)、千層塔 (*L. serratum*)、卷柏 (*Selaginella*)、沙櫨 (*Alsophilla*)、骨碎補 (*Davallia*)、芒萁 (*Dicranopteris*)、瓦葦 (*Lepisorus*)、鱗蓋蕨 (*Microlepia*)、鳳尾蕨 (*Pteris*) 和一些無法鑑定的單溝孢子 (monolete spore) 和三叉溝孢子 (trilete spore)。蘚苔植物的孢子則有數種水苔 (*Sphagnum*)。

本研究之結果經由 Tilia software 畫成花粉圖譜，並經由 Coniss analysis，將此圖譜分為六個花粉帶 (pollen zone) (圖 20) 以下將敘述夢幻湖 24 公分至 232 公分湖積物中的化石花粉組合 (pollen assemblage) 之變化。

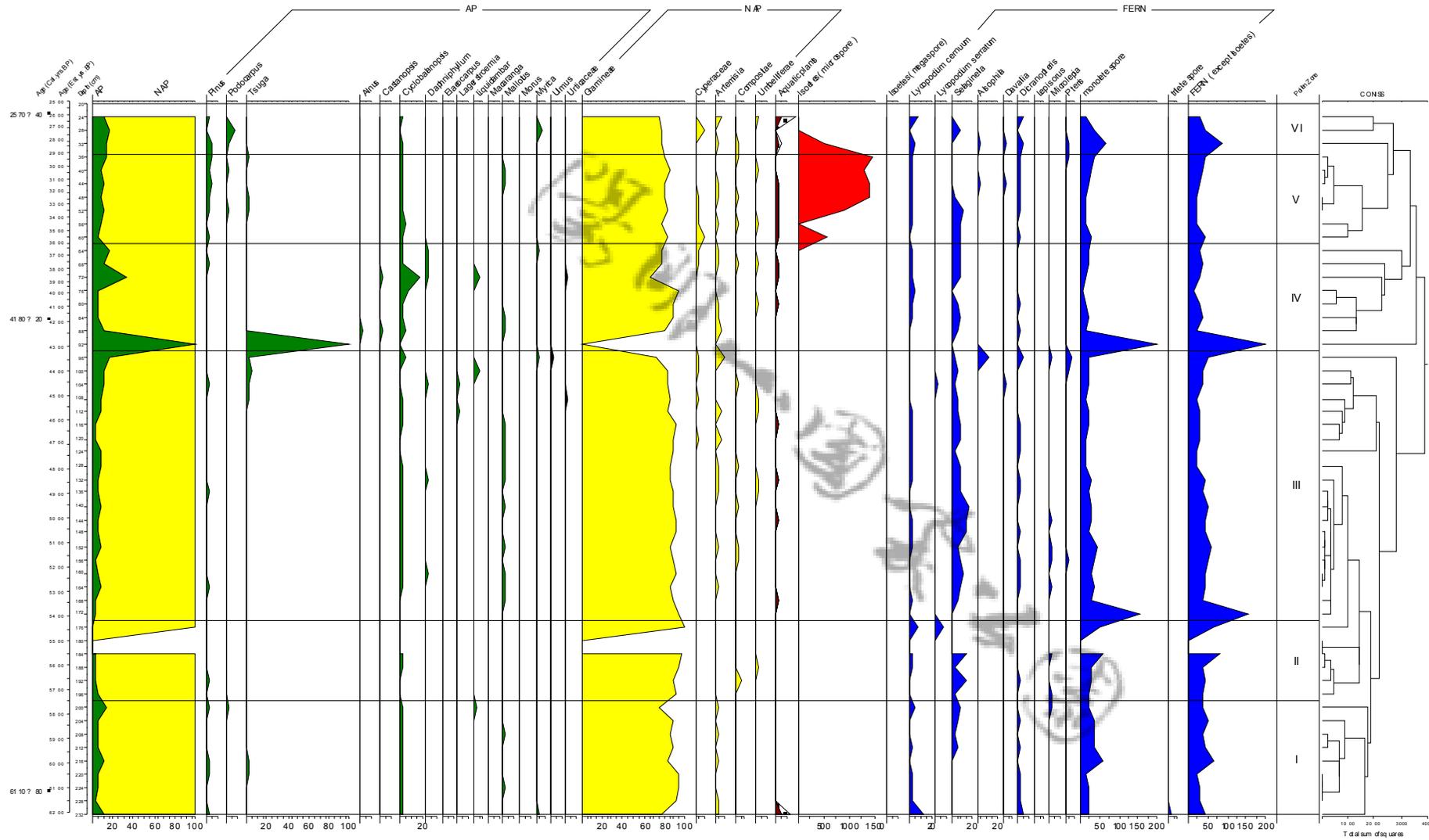


圖 20 陽明山國家公園夢幻湖 (DL-02) 花粉圖譜。樹種花粉 (AP) 和 草本花粉 (NAP) 之總和為百分之百，水生植物花粉和蕨類孢子另計，以花粉總數為分母。

Zone I (232 - 198 cm deep; ca. 6200 - 5750 cal BP)

本花粉帶禾本科的花粉佔優勢(大於 80%)，樹種花粉僅佔 5-10%，表示湖泊週圍的植被以禾本科為主的草地。此情形在夢幻湖形成後持續了約 450 年。

Zone II (198 - 174 cm deep; ca. 5750 - 5400 cal BP)

本花粉帶樹種花粉下降，低於 5%，表示森林退卻，草原擴張。甚至在 180 公分深處(約 5500BP)沒有出現花粉或蕨類孢子，此可能為地質上有重大事件發生。本花粉帶維持有 350 年之久。

Zone III (174 - 94 cm deep; ca. 5400 - 4300 cal BP)

本花粉帶約有 1100 年之久，早期的 900 年樹種花粉回升到 5%，並有些起伏；後期的 200 年(4500-4300 BP) 樹種花粉 (如 桐、虎皮楠、九芎、楓香、楊梅和榆樹) 快速增加至 15%，此代表森林在這 200 年間漸漸的擴張了。

Zone IV (94 - 62 cm deep; ca. 4300 - 3600 cal BP)

在此花粉帶中，樹種花粉達到有史以來的最高量，並在 92 公分 (約 4300BP) 和 72 公分處(約 3900BP) 出現兩個高峰期，各佔 100%和 30%，因此可將 Zone IV 分為 Zone IVa 和 IVb。此時期夢幻湖周圍的森林擴張到有史以來最大面積。

Zone V (62 - 38 cm deep; ca. 3600 - 2750 cal BP)

樹種花粉減少至 5-10%之間，約與 Zone I 相似。此花粉帶最大的特徵是出現大量的水韭小孢子，最高可達花粉總數的 1500 倍，並在此花粉帶中連續出現水韭大孢子，由此可見水韭在此時期的繁盛生長，同時也代表了湖水的高漲。此外，一種水苔的孢子亦在此時期大量出現，雖然沒有水韭小孢子的數量，但也達到花粉總數的 15%。

Zone VI (38 - 24 cm deep; 2750 - 2600 cal BP)

本研究中此花粉帶只有兩個樣本。最大的特徵是水韭小孢子和水苔孢子同時消失，其餘的蕨類和蘚苔類孢子亦大大減少，可能湖泊有短暫低水位和氣候有乾燥的情形。

第三節 黃等(1988)花粉圖譜之重繪

黃增泉教授等人曾於 1988 年研究夢幻湖湖心和湖邊沉積物之花粉分析，湖心沉積物總長為 420 公分，湖邊則為 380 公分。每 20 公分取一樣本，各取了 22 個和 20 個樣本處理後作花粉分析，並以樹種花粉、草本花粉和蕨類孢子為 100%，繪製成兩張花粉圖譜 (黃等 1988)。

劉聰桂教授 (1990) 取自夢幻湖第九號鑽井岩心八個標本的碳十四定年結果，此結果在本研究中已重新經過樹輪校正 (以 1950 年為基準)，列於表 2。此岩心所含碳樣極少，因此標準偏差較大 (劉 1990)。

黃等 (1988) 和劉 (1990) 可能採用同一岩芯作花粉分析和定年。今比對此二研究所用岩芯之長度，推斷黃等(1988)所用之湖心岩芯應為劉 (1990) 所用之第九號鑽井岩芯，而黃等(1988)所用之湖邊岩芯則為劉 (1990) 所用之第七或八號鑽井岩芯 (圖 21)。本研究所採用之岩芯亦在臨近，且與前述二個位置成三角鼎立。

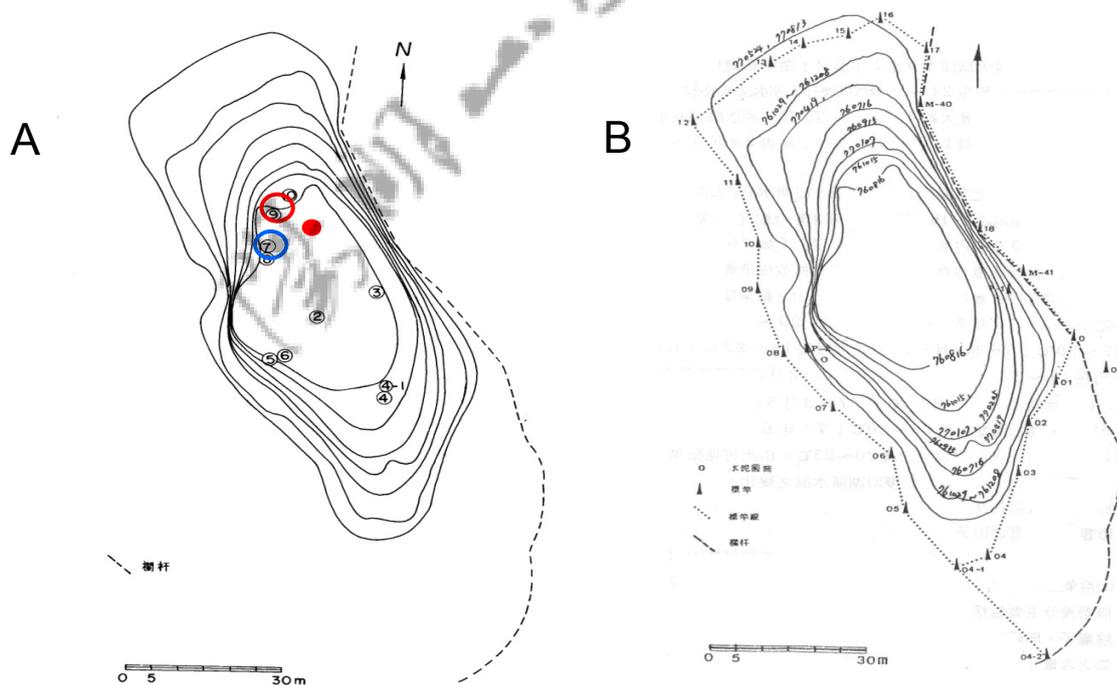


圖 21：夢幻湖岩芯採樣地點 (A) 和湖泊大小之變化(B)。A 圖採自劉聰桂 (1990)，B 圖採自黃增泉等 (1988)。●：本研究之採樣點；○：推測為黃等(1988) 湖心之採樣點；○：推測為黃等(1988) 湖邊之採樣點；A 圖數字為劉 (1990)之所有採樣點。

若所推論正確，則將劉 (1990) 碳十四定年資料以 CALIB REV 6.0.0 (Reimer et al. 2009) 校正後之年代資料 (yr BP 是指 1950 年以前) (表 2) 加諸於於重繪之二花粉圖譜上，以利比對。

表 2、夢幻湖岩芯 DL-02 (原始資料：劉 1990) 植物碎片碳十四定年結果。

標本編碼	岩芯深度 (公分)	碳十四年代 (距今計年*)	經程式校正後之年代** (距今計年*)
NTU-1285	10-20	510 ± 75	547* ± 116
NTU-1294	27-33	605 ± 50	599 ± 64
NTU-1286	107-117	1250 ± 50	1174 ± 108
NTU-1293	207-217	3460 ± 500	3768 ± 1283
NTU-1295	307-317	4000 ± 500	4467 ± 1250
NTU-1296	342-352	4270 ± 500	5564 ± 1008
NTU-1260	440-460	4900 ± 70	5665 ± 93

註：* 距今計年指以西元 1950 年為“今”

** 年代校正之程式為 CALIB REV 6.0.0 (Reimer et al., 2009)

今為與本研究做比較，因此將黃等(1988)之二花粉圖譜重新繪製，以樹種花粉和草本花粉為 100%，水生植物和蕨類孢子則另記，繪製成新的花粉圖譜 (圖 22 和 23)，定年則採用劉(1990)之原始資料，並經過數輪校正 (表二)。

依花粉組成和定年資料可將黃等(1988)兩個花粉圖譜劃分出與本研究(圖 22)相近之花粉帶 Zone II ~ VI，此二圖譜缺乏可靠性的 Zone I，但增加了圖 22 所沒有的 Zone VII。

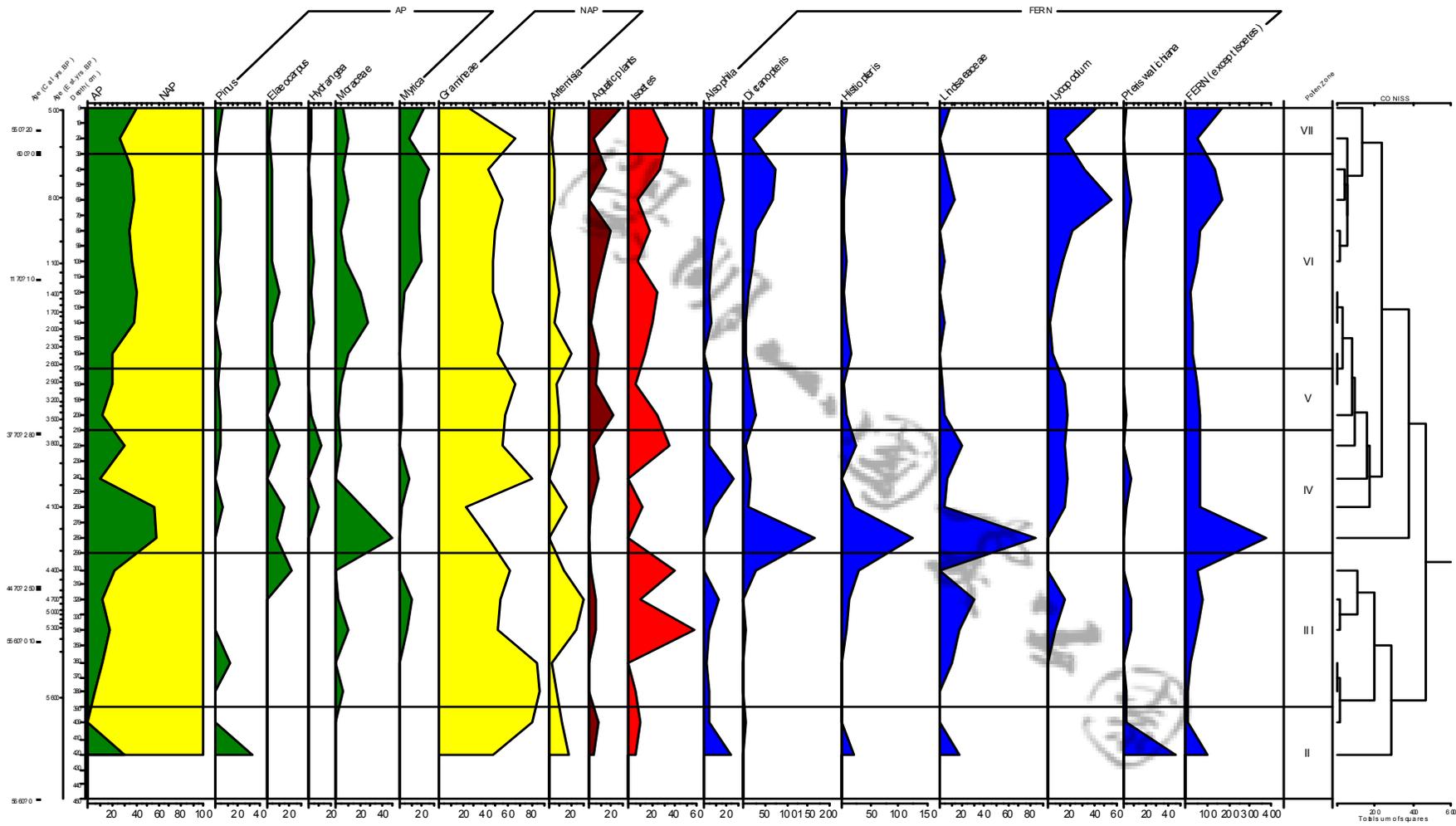


圖 22 陽明山國家公園夢幻湖湖心花粉圖譜，改繪自黃等 (1988)。樹種花粉 (AP) 和 草本花粉 (NAP) 之總和為百分之百，水生植物花粉和蕨類孢子另計，以花粉總數為分母。

陽明山國家公園古氣候之調查

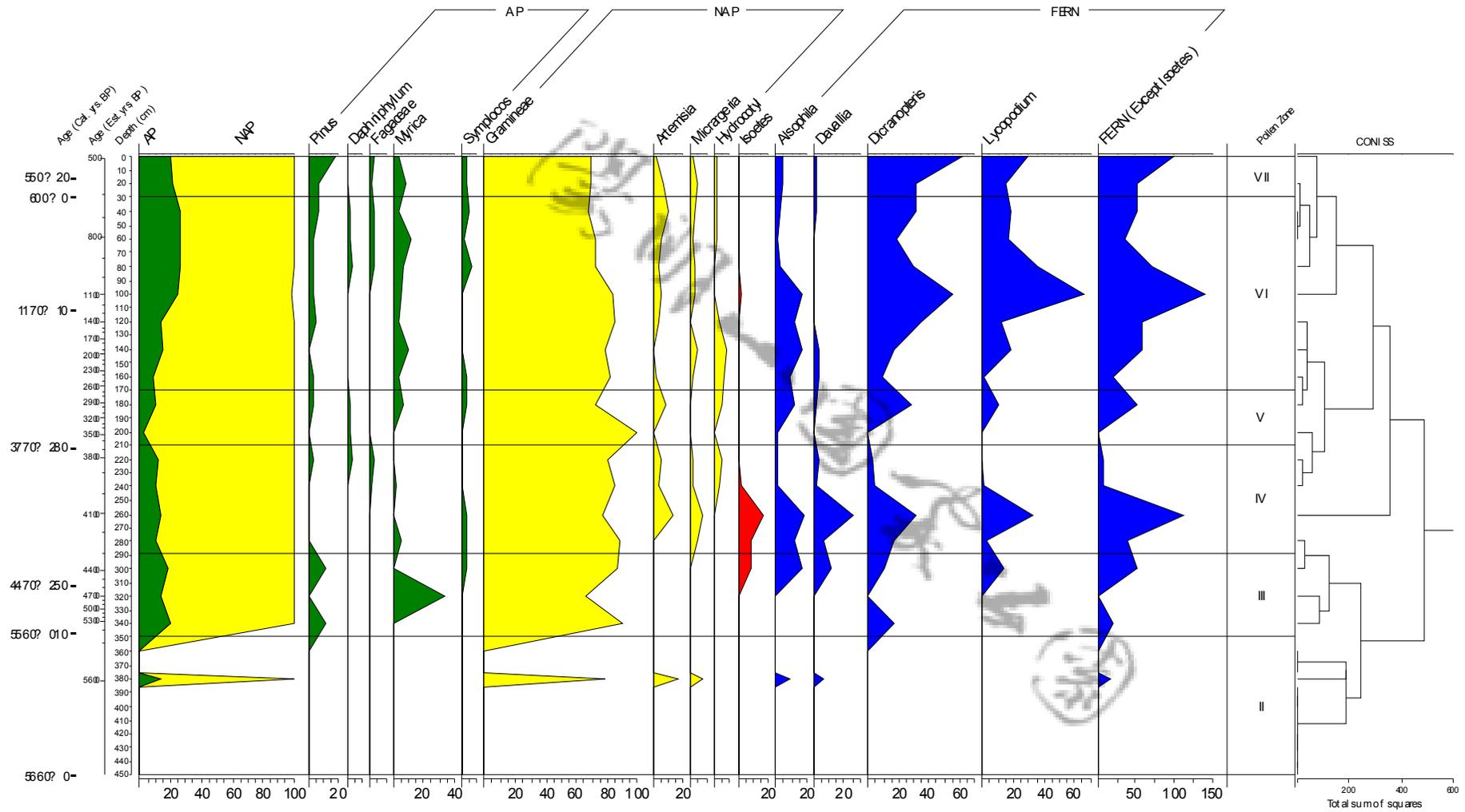


圖 23 陽明山國家公園夢幻湖湖邊花粉圖譜，改繪自黃等 (1988)。樹種花粉 (AP) 和 草本花粉 (NAP) 之總和為百分之百，水生植物花粉和蕨類孢子另計，以花粉總數為分母。

第四節 夢幻湖湖心、湖邊的樹種花粉、草本花粉、 水韭孢子和蕨類孢子之比較

壹、樹種花粉/草本花粉比值 (ratio of AP/NAP) 之比較

本研究之夢幻湖湖積物僅存包含 2500 yr BP 至 6200 yr BP 湖積物，上層部分 (即 2500 yr BP 至今) 已遭剷除 (張 2006)，實在令人惋惜。本研究分析現今夢幻湖所餘之沉積物深度 24 公分至 232 公分之化石孢粉，並採用李德貴教授之碳十四定年資料。

黃增泉教授等人 (1988) 很幸運的擁有完整的夢幻湖湖積物，並完成湖心和湖邊沉積物之花粉分析，獲得兩個花粉圖譜；本研究在將此二花粉圖譜依花粉總數為百分之百而重繪此二圖，比較本研究與黃等(1988)兩個重繪之花粉圖譜中樹種花粉 (AP) 和草本花粉 (NAP) 比例之變化 (圖 24)，希望由此了解夢幻湖周圍森林和草原的消長。

圖 27 的 B (本研究)、C (黃等 1988，湖心) 和 D (黃等 1988，湖邊) 三圖中，AP 和 NAP 比例變化的趨勢相當一致，而且皆以 NAP 為優勢物種，但 C 和 D 圖的 AP 之量高於 B 者。Zone I 僅在 B 圖出現。Zone II 則在此三圖中皆存在，且 B、C 和 D 圖中各有明顯的一小段地層缺乏花粉或孢子，定年時間約在 5500 BP，此一共通現象可能為地質或氣候影響所造成。由本研究得知，此時期約在 5750 ~ 5400 BP (或 5600 BP)，僅包含了 350 年。Zone III 的時間很長 (5400 ~ 4300 BP)，約長達 1100 年之久，此段時期的 AP 量雖然較 Zone II 增加，但量仍少，B 圖的 AP 在 5% 左右震盪，C 和 D 圖的 AP 則小於 20%。Zone IV 的時間長約有 700 年 (4300 BP ~ 3600 BP)，此段時期的 AP 增加至有史以來的最高點，且出現兩個高峰，各約在 4300 BP 和 3800 BP，此情形在 B 和 C 圖很明顯，但 D 則不明顯，其中 B 圖在 92 公分深處樣本花粉數量稀少，可能因此放大了 AP 的意義，而造成誤解。

進入 Zone V (約 3600 ~ 2750 BP)，AP 之量減少，B 和 D 圖約在 5~10%，C 圖亦不超過 20%，此段時期約延續了 850 年。到了 Zone VI，AP 之量穩定上升，C 圖(湖心)之 AP 達 40%，D 圖(湖邊)之 AP 亦可達 30%。此一時期由 2700 BP 至 600 BP，在 C 和 D 圖皆可完整呈現，但在 B 圖則僅呈現一小部份。600 BP 至今 (Zone VI)，AP 之量

在 C 和 D 圖有些許不同，此需考慮湖邊和湖心的孢分收及情況。

鴨池的 AP/NAP 比例亦列於圖 27 之 A 圖中，它代表的是近代 1350 年的湖積物的化石花粉。此花粉分析為每公分取樣，因此解析度高。

貳、水韭小孢子之比較

比較三個岩芯中水韭小孢子的出現頻度，具有相當大的差異(圖 25)。本研究中，水韭的比例幾乎都在 1% 以下，本研究在 Pollen zone I ~IV 僅出現少量的水韭小孢子 (<1%)，但在 Zone V 和 VI 則大量出現，且數量約為花粉總數的 1,500 倍，如在 60 公分 (592%)，56 公分 (36%)，52 公分 (928%)，48 公分 (1,423%)，44 公分 (1,409%)，40 公分 (1,307%)，36 公分 (1,478%)，32 公分 (1,478%)，但至 28 公分處則迅速降到 39%。當小孢子大量出現的時候，也會有水韭大孢子出現。由黃等 (1988) 湖心的岩芯中，由沉積物底部至頂點皆有水韭小孢子出現 (圖 22 和 25)，但其量皆小於花粉總數的 50%，且在深度 360 cm (Zone III)、280 和 240 公分 (Zone IV) 未見到水韭小孢子。黃等 (1988) 的湖邊的岩芯只有在 Zone III 和 IV 出現水韭小孢子，其量最高僅達花粉總量的 15%。由此可見，既使在同一時期 (1988 年以前) 採樣，由湖心和湖邊所得水韭小孢子的量有差異。本研究之岩芯於 2006 採樣，挖取自湖邊，理應與黃等 (1988) 取自湖邊之結果相似，但所獲得水韭小孢子之量差異很大，出現時間亦有不同。

參、蕨類孢子之比較

本研究中除了水生的水韭孢子外，其餘蕨類孢子的總數占花粉總數的 25~50% 之間 (圖 26A)，在深度 92 cm 和 172 cm 之處，因花粉密度極低，只要少量的蕨類孢子即可表現出高峰，而易被誤解，進行花粉分析時應格外小心。另外兩個由黃等 (1988) 崇會之湖心和湖邊的沉積物中，則有較大量的蕨類孢子 (圖 26B 和 26C)，此可能和湖水的強烈波動有關。

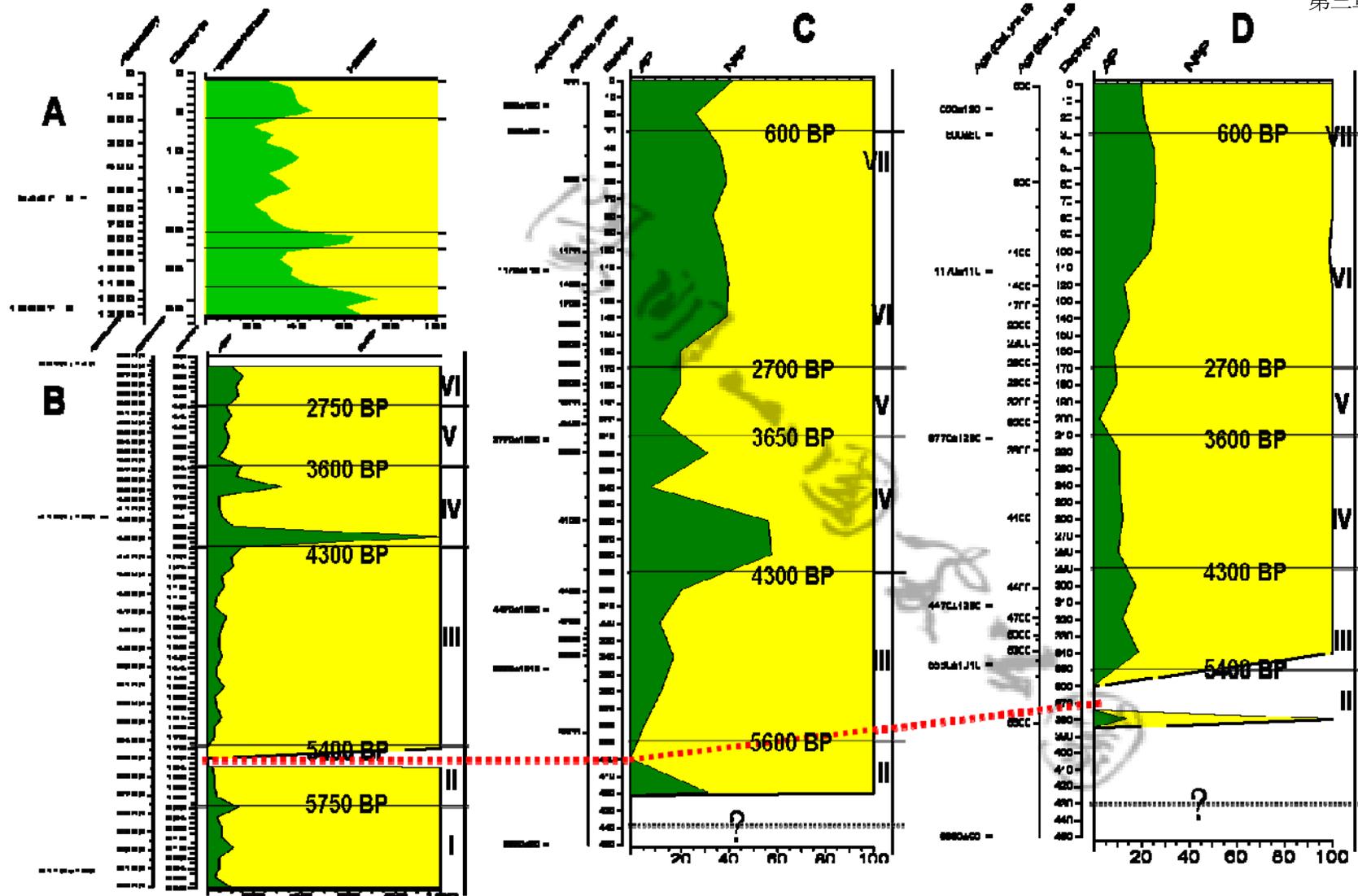


圖 24. 陽明山國家公園鴨池 (A) 和夢幻湖 (B, C 和 D) 周圍六千餘年來樹種花粉 (AP) 和草本花粉 (NAP) 消長之比較。A 圖取自 Chen et al. (2009) ; B 圖：本研究； C 和 D 圖改繪自黃等 (1988) ，C 為湖心， D 湖邊。

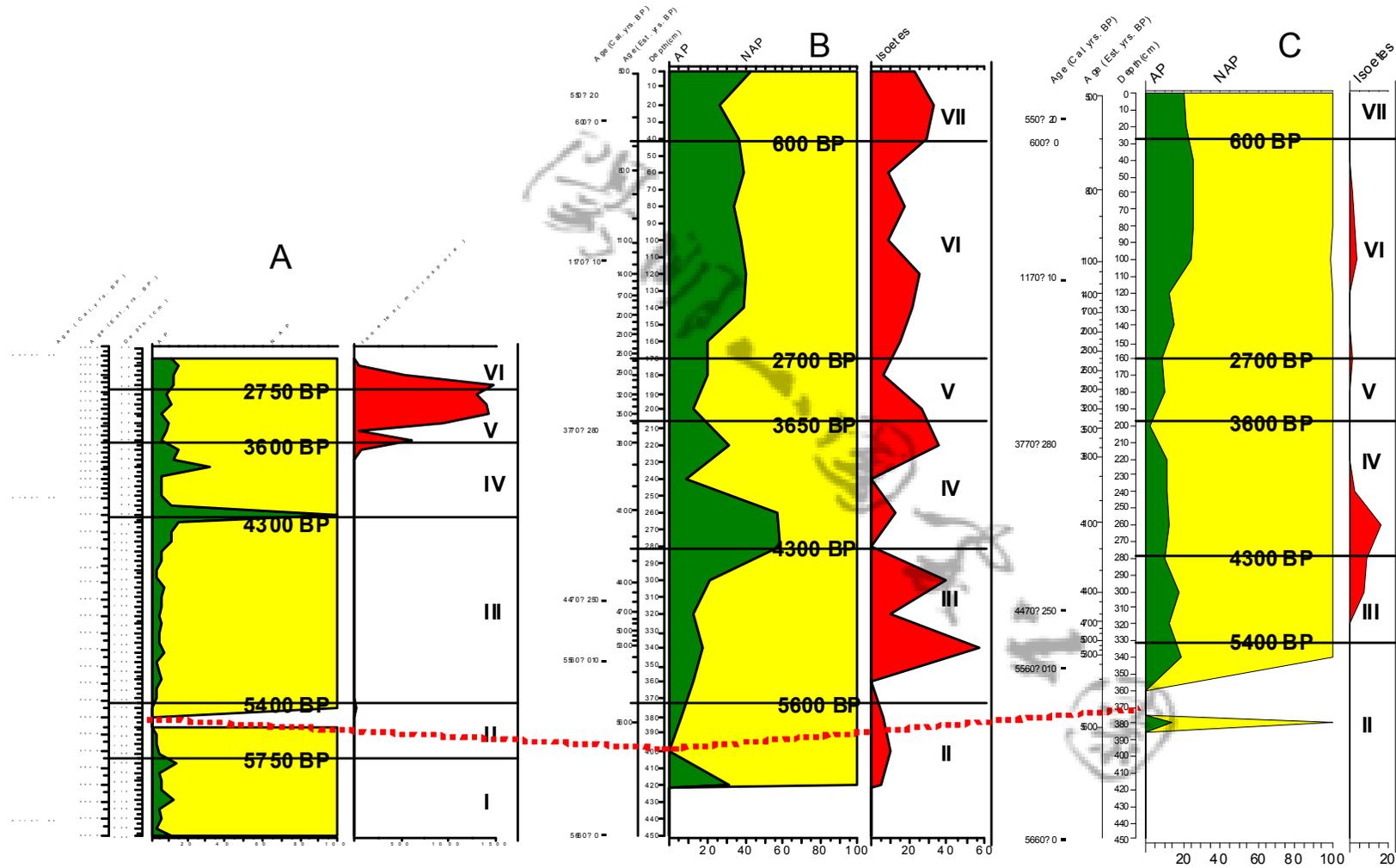


圖 25. 陽明山國家公園夢幻湖周圍六千餘年來樹種花粉 (AP)、草本花粉 (NAP) 和水韭小孢子 (*Isoetes* microspores) 消長之比較。A 圖：本研究；B 和 C 圖改繪自黃等 (1988)，B 為湖心，C 湖邊。

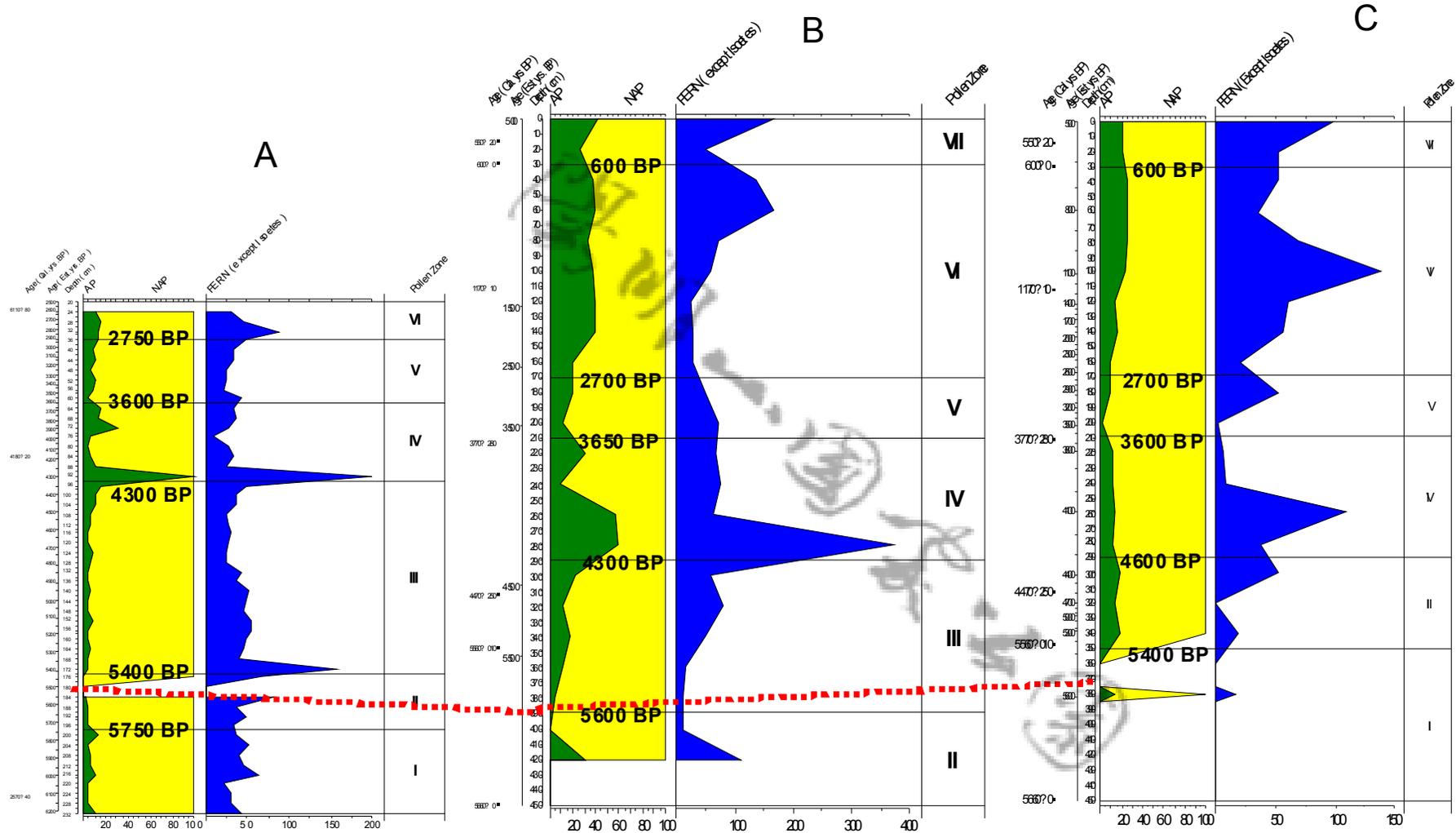


圖 26. 陽明山國家公園夢幻湖周圍六千餘年來樹種花粉 (AP)、草本花粉 (NAP) 和蕨類孢子 (不含水韭) 消長之比較。A 圖：本研究；B 和 C 圖改編自黃等 (1988)，B 為湖心，C 湖邊。



第四章 討論

第一節 夢幻湖鄰近區域的森林潛在植被

由森林的生長勢來看，夢幻湖鄰近森林生長的主要限制因子為地形及氣候，然人類的活動亦造成相當程度的干擾。夢幻湖被列為國家級重要溼地之前，其生態環境就曾因造林工程、步道建設以及森林火災等人為、天然因素而變遷（陳德鴻 2009），若不考慮一般的遊園旅客之數量造成的干擾，仍有相當多的不當行為在此發生。例如本研究在調查期間（2010 年 11 月），遊園民眾以玉米等穀物餵食湖區的竹雞。其他較值得注意的案例如祭拜，撒佈豆類穀類種子等（張 2002）。

若不考慮上述的人類不當活動干擾，夢幻湖鄰近地區的植被其演替有下列特性：

- (1) 栽培種會逐漸在演替的過程中消失。例如 1983 年栽植的外來種植物，豔紫野牡丹（黃等 1988）現在已消失，雖然張（2002，2006）有記錄到，但本次並未發現。但此區仍可能因為人類的活動而有新的其他種類進出。

建議應注意附近七星山公園及山腳的冷水坑之遊客教育與遊客中心附近的園藝植栽之管制，並長期監測本區的自生植被。

- (2) 步道由於是人類活動的主要區域，外來（本區以外）的植物特別容易因人類活動而進入，例如爵床、大花咸豐草等平地常見的草本植物會不斷地在此類區域出現或因氣候變化而消失。
- (3) 現生森林結構：就森林的結構而言，現生的森林較黃增泉等於 1988 的調查時較為鬱閉，其鬱閉程度可由出現了下列的原生樹種看出，如樹杞、臺灣樹蓼、江某、墨點櫻桃等，這些樹種偏好潮濕而鬱閉的森林，現已漸具優勢。我們可以推論，自造林後，人造森林因國家公園的管理政策為減低干擾，此處正處於較早期的階段。相較陽明山國家公園園區的植被狀況，在未來一段時間裡數十年或更久，紅楠及長葉木薑子可能都是此等森林的主要優勢種，而與樹杞、臺灣樹蓼、江某等植物的演替則需再視更多的資料而定。

此區的地被層主要優勢種是生根卷柏，適應潮濕的地表；或者栗蕨，屬火山影響的植物，在森林的早期呈現優勢，但可能逐漸為鬼桫欏、紅果金粟蘭等耐蔭耐濕的地被植物所演替。

(4) 對照我們的孢粉分析結果：

A. 木本植物裡有為數不少的殼斗植物，是台灣成熟森林裡重要的組成份子，現生植被中似乎偏少，因此尚屬演替的早期階段。虎皮楠、杜英等植物，其情況類似，屬較成熟森林的主要組成。

B. 赤楊、血桐、野桐、小桑樹等，多屬於演替早期，偏好高日照低濕度的環境，屬於森林形成時的先趨物種。由此顯見本區的森林（至少是部份的森林）乃是與禾本科草原互為消長的區域。

(5) 結論：就現今來看，柳杉林提供了本區森林可以跳過先趨物種的消長，逕行演替至較為鬱閉的狀態，其演替方向應朝向以紅楠-長葉木薑子的森林，且樹杞、臺灣樹蓼、江某、墨點櫻桃等耐陰性的植物會逐漸取得優勢。地被層則會是較能適應潮濕及陰暗的林下環境生根卷柏、鬼桫欏、紅果金粟蘭等取得較大的優勢。

第二節 臺灣水韭 (*Isoetes taiwanensis*)

許多國家的湖泊中，都曾發現不同種類的水韭小孢子，如法羅群島(Faroe Islands，丹麥的海外自治領地，介於挪威和冰島之間) (Hannon et al. 2003)、秘魯北方的安地斯山脈高原(Weng et al. 2006)、和俄國(Alenius et al. 2011)等，但水韭植株的增減各受不同環境因子的影響。在秘魯，水韭小孢子的增加，是因為環境變得冷乾或暖乾造成的(Weng et al. 2006)，而在法羅群島和俄國，則是因為湖泊周圍的土地受到自然或人為破壞的侵蝕，而使湖泊礦物質增加，並使湖泊底泥增加，而更適於水韭的生長 (Hanno et al. 2003; Alenius et al. 2011)。

臺灣水韭(*Isoetes taiwanensis*)是一多年生水生蕨類植物，屬於石松綱(Lycopside)，其外形似單子葉植物，尤其其幼苗外形與七星山穀精草 (*Eriocaulon chishiushanensis*) 相若。水韭具有特殊的形態構造 (黃等 1988)，因此在植物的演化上或比較解剖學上，

頗具學術價值。此外，台灣水韭的部分孢子囊內曾發現同時含有大孢子和小孢子。此混生型孢子囊在其他水韭屬未曾發現過，可見在自然界中為一罕見現象。台灣水韭於 1971 年被發現與命名後，七星山的夢幻湖至今仍為其唯一的生育地 (黃等 1988)，故被視為台灣極珍貴的稀有植物，也因此夢幻湖於 1985 年成為陽明山國家公園內的一個生態保護區。

台灣水韭的生活史恰與環境四季的變化配合，且對水位週期性之變化有相當好的適應性而能生長良好。台灣水韭的孢子囊發生於春、夏乾早期 (4~9 月)，當氣溫逐漸上升，孢子囊也較多生成；數月後，氣溫逐漸下降 (9~10 月)，孢子囊亦停止生成。6~11 月是孢子成熟期。10 月以後的秋、冬季節，雨量豐沛，湖水水位上升，植株全浸於水中，孢子釋出，漂浮後沉入水底，萌發並發育成配子體，再產生卵和精子。冬末或春初，卵和精子進行受精，而有胚胎生成，2、3 月即有幼苗生成 (黃等 1988)。由此可知，較高的氣溫和豐沛的雨量有助於水韭的生長與繁殖。此外，孢子的萌發約需 30 天，同時要有適當的光照和溫度 (張和陳 2003)。

夢幻湖湖水呈酸性 (黃等 1988；張 2002a)，平均酸鹼值為 4.12，這是受海鹽飛沫和當地硫磺噴氣影響 (張 2002b)。張永達教授曾長期研究夢幻湖水韭的生長與環境的關係，發現台灣水韭生存的空間有被針蘭、水毛花、芋蓋等壓縮的趨勢，而湖區或浚深區與台灣水韭共生的狹葉泥炭蘚數量過多，也會影響台灣水韭的生長及繁殖；這些植物的萃取液也會抑制水韭孢子的萌發 (張 2002a)，因此建議清除這些壓迫台灣水韭的植物 (張和陳 2003；張 2004)。台灣水韭棲地遭陸生物種入侵，應與夢幻湖地區雨量減少有關；若雨量增加，或可使台灣水韭棲地範圍逐漸恢復 (張和陳 2003)。夢幻湖的湖水由湖東南側之地下水口流出 (張 2004)，或由西南側裂縫外流 (陳等 2007)，使此湖常呈乾涸狀態，因而有「夢幻濕地」之別稱 (張 2004)。甚至，由 2002 年的調查結果顯示，降雨後約十天夢幻湖湖水會乾涸 (張 2006)。因此建議以人工踐踏方式進行植被之清除，有利於夢幻湖中水位之維持，以保護台灣水韭 (張 2006)。

影響台灣水韭覆蓋率的環境因子，在夢幻湖各實驗區之間皆有所差異，推測是因夢幻湖本身各環境因子變異極大 (陳 2009)。台灣水韭的覆蓋率與湖水 pH 值呈正相關，其群勢則與針蘭和芋蓋呈負相關，但與狹葉泥炭苔 (*Sphagnum cuspidatum*) 呈正

相關，意即當針藺和桴蓋群勢轉強時，台灣水韭群勢因受排擠而減弱，但泥炭苔和台灣水韭則會同時轉強，也會同時轉弱 (陳 2009)。

夢幻湖溼地較乾涸時，湖畔白背芒等陸生植群強勢向湖心擴長(張 2002)，而水量充足時又會造成湖央水毛花等大型水生植物族群的擴展，兩種狀況皆會壓縮台灣水韭族群生長空間(陳 2009)。

1972 年 7 月湖水曾經嚴重乾涸，影響台灣水韭的生育。2006 年荒野保護協會曾移除部份湖區內之強勢物種，欲使台灣水韭有較優勢的生長環境 (陳 2009)，並在 2007 至 2009 年仍繼續進行台灣水韭生育之保護 (陳 2009)。陳 (2009) 並詳述國內學者三十餘年來對台灣水韭之研究 (陳 2009，表 2-1)。這三年中，陳 (2009) 監測夢幻湖的氣象和水文，得知春、秋兩季為主要的降雨季節，夏季若無颱風，湖區會短暫乾涸，冬季則為豐水時期。但若無下雨時，湖水水位每日下降 2.19cm (例如 2009 年 9 月)。台灣水韭在春季時生長最旺盛，經過復育後，夢幻湖邊岸區和湖央區在台灣水韭逐年增加並向湖心擴張，同時也發現湖央區原本的水毛花也轉替為泥炭苔。

由前人研究得知，台灣水韭長年浸於水中，浸於水中亦能產生孢子囊，完成其生活史。但若湖乾枯會使土壤變硬而不適合台灣水韭生長。由本研究得知，在 3600~2750 yr BP 的 850 年間 (花粉帶 V) 出現大量的水韭小孢子，最高可達花粉總數的 1500 倍 (圖 28A)，夢幻湖湖水可能長期的高漲，為一冷濕時期，而有利於水韭的生長與繁殖。另由重繪黃等 (1988) 之花粉圖譜顯示，湖心 (圖 28B) 和湖邊 (圖 28C) 在各個時期所出現的水韭小孢子量大為不同，此可能與湖邊常常乾涸有關。

第三節 夢幻湖鄰近區域植被與古氣候之重建

由陽明山鞍部和和竹子湖五十餘年之氣象資料 (許晃雄教授提供) 顯示，陽明山地區約每 15 年有雨量減少之循環趨勢，而溫度則在近 30 年有上升之趨勢。雨量的增減，使夢幻湖的水位高低有著季節性的變化 (圖 21B；黃等 1988)，此種情形很可能也發生在過去的地質年代中，則湖水面快速升降，並導致花粉在湖面各處不均勻的沉積 (李德貴教授 私人通訊，以大湖、梅花湖為例)。因此，圖 22 之 B、C 和 D 三個夢幻

湖之花粉圖譜不易完全相符的來比對，但仍可由 AP 和 NAP 之比例的”趨勢變化”來討論。

壹、尋找中全新世暖期與 6,000 年前火山噴發事件的痕跡

「全新世暖期」(Holocene climatic optimum)，或稱「中全新世暖期」(Mid-Holocene Climatic Optimum)，發生於距今 9,000~5,000 年前之間 (http://en.wikipedia.org/wiki/Holocene_climatic_optimum)，亦有學者認為發生於 7,000~5,000 年前之間 (<http://www.realclimate.org/>)。整體平均來說，歐洲的年均溫至 7,800 年前達到最高溫，然後持續到剩餘的全新世時期。至 2,000 年前氣溫開始下降 (http://en.wikipedia.org/wiki/Holocene_climatic_optimum)。

其實，「中全新世暖期」是一個有點過時的名詞。科學家原本以為在這段時間全球氣溫比今日高，但是現在由更多的研究指出，這段溫暖的時間，只出現在夏季，而且是在赤道以外的北半球區域氣溫比今日高，而在北半球的冬天和赤道地區的氣溫則比今日低 (Ganopolski et al. 1998; Hewitt & Mitchell 1998)。在北西伯利亞中部近北極區之處的研究指出，當地氣溫在這段時間氣溫上升 4°C (Koshkarova & Koshkarov, 2004)。Davis et al. (2003) 整合歐洲五百多個花粉分析的結果得知，傳統上所認知的中全新世暖期僅出現在北歐的夏天，而南歐在中全新世是比今日冷的，中歐的溫度則介於北歐和南歐之間。此外，平均氣溫的改變會隨著緯度的下降而迅速降低，意即基本上，中緯度和低緯度地區的平均氣溫是沒有改變的。台灣中部的頭社盆地 (Liew et al. 2006a) 和南部恆春半島上的東源湖的沉積物 (Lee et al. 2010) 中，皆記錄著在 8,000 至 4,000 年前之間有中全新世暖期的現象。

比較圖 24B (本研究)、圖 24C (重繪自黃等 1988，湖心) 和圖 24D (重繪自黃等 1988，湖邊) 三個花粉圖譜中樹種花粉 (AP) 和草本花粉 (NAP) 之比例得知，雖然它們的樹種花粉 (AP) 的量不盡相同，但 AP 和 NAP 比例變化的趨勢卻有一致，表示夢幻湖周圍植被自從 6200 年前至今皆以芒草為優勢物種，森林面積很狹小，與今日相似。

若夢幻湖的湖積物內也存有中全新世暖期的紀錄，則會在大約 4,000 年以前的地層中所含樹種花粉的百分比，要比 4,000 年前至今的地層中多，表示 4,000 年以前的氣溫較高，森林擴張，而使樹種花粉的量增加。比較圖 26 中 B、C 和 D 三圖的花粉帶 I 至 III，在 4300 年以前的湖積物中所含 AP 的量比 4300 年以後至今的湖積物中少，這是否代表夢幻湖附近或陽明山國家公園的地區沒有中全新世暖期的痕跡？本研究的 Zone I~III 所含 AP 的量較 Zone IV~VII 少，此現象與上述國內、外的結果皆不符。

中研院地科所陳中華研究員曾與國外學者共同研究發表有關陽明山國家公園大屯火山群近代噴發與重力崩塌 (gravitational collapse) 的時間 (Belousov et al. 2010)，由火山定年法得知，最近一次的噴發是在 6,000 年前，七星山的頂峰產生裂縫，這時間與七星山西側斜坡的重力崩塌的時間幾乎同時。想像此時刻，七星山周圍可能沒友植被或者植被非常稀疏。

比較本研究與黃增泉教授所做研究之夢幻湖湖邊之花粉圖譜，發現一共同的現象，各在 180 公分 (本研究，約 5500 yr BP) 與 360 公分 (黃等 1988，約 5600 yr BP) 皆有一短暫時期地層中沒有任何花粉粒存在。由磁性礦物之研究 (李德貴教授口述，未發表)，發現此時沉積物的氧化作用顯著，推測此時期的氣候突然乾燥，湖泊可能乾涸而收集不到花粉；另一方面，沉積物的粒度細緻，代表此時期東北季風很強，氣候很冷。此一沒有花粉的地層位於 Pollen Zone II，約在 5750 ~ 5400 BP (或 5600 BP) 之間，僅包含了 350 年。此種乾冷的解釋，可以比對到台灣南部恆春半島的東源湖，恆春半島在 5,700~5,200 年前之間有短期的乾冷事件。夢幻湖 pollen zone II 的花粉密度很低，甚至沒有花粉，樹種花粉的比例很小，此現象可能是氣候因素造成，也可能是七星山頂峰發生火山蒸氣的噴發，使植物無法生存或生長而造成的，或者是氣候和地質事件共同造成的，將再尋求更精確的碳十四定年以確認之。

Zone III 的時間很長 (5400 ~ 4300 yr BP)，約長達 1100 年之久，森林穩定的維持著，但面積仍比今日小。此時夢幻湖周圍可能仍然受火山噴氣的影響，因此植被稀疏，此可由低花粉密度得知。

貳、 4,000 年前的冷事件 (cooling event) ?

中國的長江三角洲為亞熱帶氣候區的北界，受季風影響強烈，約在 4,000 年前有一寒冷事件發生 (Chen et al. 2005)。此乾冷事件亦紀錄在中國董哥窟的石筍 (Dykoski et al. 2005) 和 古里亞冰心 (Thompson et al. 1997) 中。台灣南部恆春半島上的東源湖亦表現出在 4,100~2100 年前之間為一冷乾氣候 (Lee et al. 2010)，中部高山的七彩湖亦在 4,200~2,200 年前之間存在著一個相對的冷期 (Liew and Huang 1994)。

本研究另外兩個重繪的花粉圖譜皆在花粉帶 IV (4,300~3,600 年前) 有著明顯的樹種花粉增加的現象，指示著夢幻湖周圍的森林擴張到有史以來的最大面積，意味著此地區的氣候不但沒有變冷，反而變得溫和。若七星山在 5,750~5,400 年前 (花粉帶 II) 有火山噴發事件，經過一千多年，到了 4,300 年前，地表慢慢恢復生機，森林亦開始回復，因此無法在沉積物中明顯表現出四千年前全球性的寒冷事件。

木本植物在 4300 年前開始增加 (花粉帶 IV)，在本研究中，於深度 92 公分處 (花粉帶 IV 初期)，只出現鐵杉的花粉，而無其他 AP 或 NAP，在花粉圖譜上易被誤為 AP 佔百分之百而無 NAP。其實夢幻湖或陽明山的周圍都沒有鐵杉生長，這些鐵杉的花粉應是從雪山山脈被強風吹到此地，也表示在 4300 年前左右此區域有強烈的東北季風。

參、3,600~2700 年前的潮濕多雨事件與水韭的繁生

比較圖 25 中的三個簡化花粉圖譜，看出水韭孢子的量非常不均值，此可能與水韭在夢幻湖中分布不均勻有關。本研究的花粉帶 V 中，樹種花粉減少、水韭孢子的大量出現 (最高可達花粉總數的 1500 倍，並在此花粉帶中連續出現水韭大孢子)、和一種水苔孢子的大量出現，和意味著氣候冷且潮濕，此八、九百年間 (3600~2750 年前) 雨量豐沛，湖水維持著高漲，而有利於水韭的生長與繁殖。此冷濕事件可對應於於歐洲的亞北方期的後期 (late Subboreal period)，此可能是太陽活動減少所致 (Chamber et al. 2007)。近三千年來，亞洲大陸東南區的濕度下降，夏季季風減弱 (Herzschuh 2006)，代表著冬季季風增強。在台灣北部，當冬季季風增強時，會帶來大量的降雨，同時溫度亦會下降。可能也因雨量的增加，而使台灣水韭生長良好。

肆、2,700~至今的亞熱帶植被的建立

本研究的花粉帶 VI 僅包含 2,750~2,600 年前的湖積物，但由黃等之重繪的花粉圖譜 (圖 22 和 23) 可知，花粉帶 VI 和 VII 其實有 2,700 年之久。這段時間，湖泊週圍的森林穩定的擴張，與今日相似，此時期相當於歐洲的亞大西洋期 (Subatlantic period)。此時期的歐洲氣候變得更加潮濕，但夢幻湖中的水韭卻生長不如從前，此可能與湖底滲漏有關 (陳 2009)。

伍、中世紀暖期 (950~750 年前) 與小冰期 (750~210 年前)

陽明山國家公園(含大屯山區)之森林群落，以紅楠 (*Machilus thumbergii*) 和大葉楠 (*M. kusanoi*) 為優勢種。然而它們皆為 Lauraceae 植物，它們的花粉在 acetolysis 處理後即不存在，因此無法表現在花粉圖譜中。幸好另一優勢植物昆欄樹 (*Trochodendron*) 可做為本處闊葉林消長的良好指標。鴨池雖為崩塌地，而形成小池塘，但其周圍有白背芒和包籜矢竹，代表鴨池的周圍正循著乾生演替 (xerarch succession) 的路徑，經由白背芒過渡單叢、包籜矢竹過渡單叢而進入昆欄樹過渡單叢 (劉和陳 1976)。鴨池位在森林與包籜矢竹的界線上，因此對森林和草原消長的反應敏感，且昆欄樹對氣溫敏感，在地層中昆欄樹花粉的量的變化恰與 AP/NAP 的曲線相當吻合，因此可用來代表森林的擴張或萎縮，更進一步可代表氣溫的上升或下降。鴨池的 AP/NAP 比例亦列於圖 26 之 A 圖中，它代表的是近代 1350 年的湖積物的化石花粉。此花粉分析為每公分取樣，因此解析度高。鴨池的湖積物中也記錄到了中世紀暖期 (950~750 年前) 和小冰期 (750~210 年前)。

陸、AP/NAP 比值

由植被調查研究發現，夢幻湖周圍以白背芒為最優勢，在草原區其平均覆蓋度皆近於 100%，約佔了夢幻湖集水區植被的 80% 覆蓋度 (黃等 1988)。本研究中，比照衛星照片及現場觀察，估算夢幻湖附近區域，半徑 1 公里的範圍內之植被芒草區與森林區約各佔了 70% 和 30%。若增至半徑 2 公里以上，則森林比例增高至 40~50% 以上 (圖

15)。但由花粉分析的結果得知，AP 很少超過花粉總量的 20%，此應是如上所述，樟科的花粉於酸化處理 (acetolysis) 過程中消失了。此外，夢幻湖周圍無昆欄樹，無法有好的溫度指標的物種花粉，因此在探討古氣候的變化時，須小心解析所出現的花粉種類的意義。

柒、尋找良好的研究古氣候的湖泊或沼澤

台灣的平原已被開發殆盡，只留下少數高山湖泊未被人類破壞，若要由地下花粉研究台灣近 2000 年來的植被歷史和氣候變遷則相當不易。即使在中台灣的頭社盆地 (Liew et al. 2006a; Kuo and Liew 2000) 連續且完整的記錄了 30,000 年來的植被史，但地表已被耕種並破壞，因此只能記錄到 1800 BP。鴨池是很難得的一個崩塌地，它被芒草和包籐矢竹包圍，不易為人發現，因此它完整記錄了池塘周圍近 1350 年植被的變遷。

陽明山國家公園磺嘴山生態保護區內的翠翠谷為一淡水沼澤，水域為酸性貧瘠的地區 (呂等, 1990)，且鮮有人跡，理應為研究其周圍植被歷史的良好地點，可惜有不少的水牛在這些沼澤和草地被放牧，因而破壞了上層土壤的完整性。

夢幻湖亦面臨了類似的命運，因為台灣水韭的復育工作而使上層約 2500 年的沉積物被剷除，因而影響了陽明山近兩千年古氣候之建立。



第五章 結論與建議

第一節 結論

1. 就現今來看，柳杉林提供了本區森林逕行演替至較為鬱閉的狀態，其演替方向應朝向以紅楠-長葉木薑子的森林，且樹杞、臺灣樹蓼、江某、墨點櫻桃等耐陰性的植物會逐漸取得優勢。地被層則會是較能適應潮濕及陰暗的林下環境生根卷柏、鬼杪櫛、紅果金粟蘭等取得較大的優勢。
2. 六千多年來至今，夢幻湖周圍植被以禾本科為主的草原為優勢種。
3. 4300 年前以前 (花粉帶 I~III)，樹種花粉 (AP) 較 4,300 年前以後 (花粉帶 VI~VI) 為少，此與全球性的中全新世暖期不符。
4. 夢幻湖花粉帶 II 的花粉密度很低，甚至沒有花粉 (約 5,500 年前)，此現象指出陽明山在 5750 ~ 5400 年前的三、四百年間可能有一強烈乾冷事件，此反映在沉積物中沒有孢粉，沉積物顆粒細緻且氧化顯著。也可能是七星山頂峰發生火山蒸氣的噴發，使植物無法生存或生長而造成的，或者是氣候和地質事件共同造成的。
5. 4300 年前以後，木本植物在開始增加 (花粉帶 IV)，4300 年前左右此區域有強烈的東北季風，此可由湖積物中僅有由中央山脈吹來的鐵杉花粉，而無其他當地的花粉和蕨類孢子證明之。
6. 自有夢幻湖以來，台灣水韭即已生長於此。在 3600 ~ 2750 yr BP 的 850 年間 (花粉帶 V)，雨量豐沛，夢幻湖的湖水可能長期的高漲，而有利於台灣水韭的生長與繁殖。此時夢幻湖周圍的森林稍微退縮，可能為一冷濕時期。
7. 2700 年前至今，湖伯週圍的森林穩定的擴張，但湖中的水韭則生長不如從前，此可能與湖底滲漏有關。

8. 陽明山鴨池的沉積物 (1350 年前至今)中保持良好的化石花粉，並且記錄到了西歐國家出現的中世紀暖期 (950~750 yr BP)和小冰期 (750~210 yr BP)。鴨池附近森林與草原之間的消長是受氣候影響，而不是受人類活動影響。
9. 因為台灣水韭的復育工作而使夢幻湖上層約 2500 年的湖積物被剷除，因而影響了陽明山近兩千年古氣候之建立。



第二節 建議

1. **立即可行：**建議貴處將來整治夢幻湖時請小心沉積物。

執行機關：陽明山國家公園管理處

說明：因為要復育台灣水韭而剷除夢幻湖上層約 2500 年的湖積物，因而影響了該湖近兩千年之古氣候重建，實為可惜。

2. **立即可行：**建議貴處能繼續研究鴨池更深層之地下花粉分析，以獲得更多、更長久的近數千年來之古氣候變遷。

執行機關：陽明山國家公園管理處

說明：鴨池是很難得的一個崩塌地，它被芒草和包籜矢竹包圍，不易為人發現，因此它完整記錄了池塘周圍近 1300 年植被的變遷。此外，鴨池位於森林和草原的界線，分析此地的地下花粉，可獲知森林和草原之間明顯的消長，從而了解古氣候之變遷。

3. **立即可行：**建議日後可尋找植被未被破壞的森林或森林與草原界線之間的湖泊為研究地點。

執行機關：陽明山國家公園管理處

說明：陽明山國家公園內能提供作為研究古氣候變遷之地點不多，若能再找到未被人類活動破壞的湖泊或沼澤，將有助於台灣北部古氣候變化之研究。

參考文獻

- 下澤伊八郎 (編)(1941) 大屯火山彙植物誌。大屯國立公園協會。台北。
- 內政部 (2005) 陽明山國家公園計劃第二次通盤檢討。內政部營建署陽明山國家公園管理處。
- 王立志、王怡平、游靖雅、陳俊雄 (2006) 七星山2001年野火對夢幻湖水質之影響。國家公園學報 16(1): 53-64。
- 王義仲 (2003) 陽明山國家公園之長期生態研究—植被變遷與演替調查。內政部營建署陽明山國家公園管理處。
- 佐佐木舜一 (1912) 大屯山彙植物目錄。台灣博物學會會報 第2卷第六期附錄 1-9。
- 汪良奇、陳淑華 (2007) 古代植物的遺產—從孢粉看氣候變遷。全球變遷通訊雜誌: 1-4。
- 周昌弘、李瑞宗 (1991) 陽明山國家公園草原生態之調查研究。陽明山國家公園管理處。
- 周國敬 (1999) 台北地區昆欄樹生育地及植物社會之研究。國立台灣大學森林學研究所碩士論文。
- 周蓮香 (2008) 陽明山國家公園向天池總足類動物的群聚生態研究。內政部營建署陽明山國家公園管理處。
- 周蓮香、黃婉萍、黃祥麟 (2006) 陽明山國家公園向天池蚌蟲之分類學鑑定及溫度對其生長速率的影響。內政部營建署陽明山國家公園管理處。
- 林曜松、周蓮香 (1991) 豐年蝦生態之調查研究。內政部營建署陽明山國家公園管理處。
- 林曜松、莊鈴川 (2007) 陽明山國家公園全區水生動物相普查。內政部營建署陽明山國家公園管理處。
- 林曜松、陳擎霞 (1989) 向天山及火口湖生態系之研究。內政部營建署陽明山國家公園管理處。
- 柴原信雄 (1939) 大屯山彙硫磺泉地域植物群落之研究。台北帝國大學附屬農林專門學部卒業報文。
- 馬以工 (1990) 陽明山國家公園。內政部營建署。
- 馬以工 (編)(1986) 陽明山國家公園：植物生態。內政部營建署。台北。
- 張永達 (2001) 台灣水韭棲地及其族群遺傳之研究。內政部營建署陽明山國家公園管理處。
- 張永達 (2002a) 夢幻湖生態保護區火災後水質及環境監測計畫。內政部營建署陽明山國家公園管理處。
- 張永達 (2002b) 陽明山長期生態研究計畫—夢幻湖生態系及環境變遷之研究。內政部營建署陽明山國家公園管理處。
- 張永達 (2004) 夢幻湖水生生態系及水韭棲地復育監測計畫。內政部營建署陽明山國家公園管理處。
- 張永達 (2006) 陽明山國家公園夢幻湖陸生植物對台灣水韭生長的影響。內政部營建署陽明山國家公園管理處。
- 張永達、邱文彥 (2000) 陽明山國家公園冷水坑濕地台灣水韭移植與調查暨水質文紋與湖泊變遷調查計畫。內政部營建署陽明山國家公園管理處。

- 張永達、陳俊雄 (2003) 夢幻湖生態系保護區台灣水韭保育與植群演替監測。內政部營建署陽明山國家公園管理處。
- 張杏枝 (2000) 陽明山國家公園第二次通盤檢討先期作業規劃書圖作業- 自然及人文資源之調查分析。內政部營建署陽明山國家公園管理處。
- 許立達 (2008) 陽明山國家公園植被變遷研究。內政部營建署陽明山國家公園管理處。
- 郭城孟 (1995) 七家灣溪潛在植被之研究。內政部營建署陽明山國家公園管理處。
- 陳文恭、蔡清彥 (1983) 陽明山國家公園之氣候。內政部營建署陽明山國家公園管理處。
- 陳仲玉 (1987) 陽明山國家公園人文史蹟調查。內政部營建署陽明山國家公園管理處。
- 陳幸鐘 (1975) 七星山植物生態之研究。台灣大學植物所碩士論文。
- 陳俊雄 (2002) 冷擎步道即七星山北坡步道生態資源調查。內政部營建署陽明山國家公園管理處。
- 陳益明 (1989) 陽明山國家公園區內火山植物生態之研究。內政部營建署陽明山國家公園管理處。
- 陳培桂 (1963) 淡水廳誌。臺灣文獻叢刊第一七二種，臺灣銀行經濟研究室。
- 陳德鴻 (2009) 夢幻湖台灣水韭原棲地保育監測及維護工作(2/5)。內政部營建署陽明山國家公園管理處。
- 陳德鴻、李偉文、張文亮 (2007) 夢幻湖長期生態監測與台灣水韭復育研究計畫委託研究案。內政部營建署陽明山國家公園管理處。
- 章樂民 (1968) 台灣森林之植物：第二部東北部之植物。中華林學季刊 1(2):12-23。
- 黃士強 (1984) 芝山岩出土的炭化稻穀。臺北芝山巖遺址發掘報告。臺北：臺北市文獻委員會。
- 黃淑芳、楊國禎 (1991) 夢幻湖傳奇-台灣水韭的一生，內政部營建署陽明山國家公園管理處。
- 黃增泉 (1983) 陽明山國公園植物生態景觀資源。內政部營建署陽明山國家公園管理處。
- 黃增泉 (1989) 陽明綠意。內政部營建署陽明山國家公園管理處。
- 黃增泉、江蔡淑華、陳尊賢、黃淑芳、楊國禎、陳香君 (1988) 夢幻湖植物生態系之調查研究。內政部營建署陽明山國家公園管理處。
- 楊平世 (1997) 陽明山國家公園水棲肉食甲蟲相及分類學研究。內政部營建署陽明山國家公園管理處。
- 劉益昌 (2003) 陽明山國家公園面天坪古聚落考古學研究。內政部營建署陽明山國家公園管理處。
- 劉堂瑞、陳明哲 (1976) 台灣天然林之植群生態研究 (二) 大屯山區植群生態之研究。臺灣省立博物館科學年刊 19:1-44。
- 劉聰桂 (1990) 夢幻湖及附近窪地之剖面分析及定年研究。內政部營建署陽明山國家公園管理處。
- 鄭先祐 (1987) 陽明山國家公園夢幻湖生態保護區生態系研究之。內政部營建署陽明山國家公園管理處。

- Alenius, T., Saarnisto, M., Taavitsainen, J.-P., Lunkka, J.-P. (2011) Records of land use and medieval settlement history in Vuoninen, Dvina Karelia, Northwest Russia. *Geoarchaeology; An International Journal* 26: 142-163.
- Belousov A., Belousova M. and Chen, C.-H., Zellmer, G. F. (2010) Deposits, character and timing of recent eruptions and large-scale collapses in Tatun Volcanic Group, Northern Taiwan: hazard-related issues. *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 191: 205-221.
- Bennett, J.R., Cumming, B.F., Leavitt, P.R., Chiu, M., Smol, J.P. Szeicz, J. (2001) Diatom, pollen, and chemical evidence of postglacial climatic change at Big Lake, South-Central British Columbia, Canada. *Quaternary Research* 55: 332-343.
- Bradshaw, E.G.R., Peter; Odgaard, Bent, V. (2005) Synthesis of multiproxy data, linking land and lake. *Holocene* 15: 1152-1162.
- Broström, A., Nielsen, A., Gaillard, M.-J., Hjelle, K., Mazier, F., Binney, H., Bunting, J., Fyfe, R., Meltsov, V., Poska, A., Räsänen, S., Soepboer, W., von Stedingk, H., Suutari, H. Sugita, S. (2008) Pollen productivity estimates of key European plant taxa for quantitative reconstruction of past vegetation: a review. *Vegetation History and Archaeobotany* 17: 461-478.
- Broström, A., Sugita S., Gaillard M.-J. and Pilesjö P. (2005) Estimating the spatial scale of pollen dispersal in the cultural landscape of southern Sweden. *Holocene* 15: 252-262.
- Chen, G., Dalton C., Leira M., Taylor D. (2008) Diatom-based total phosphorus (TP) and pH transfer functions for the Irish Ecoregion. *Journal of Paleolimnology* 40: 143-163.
- Chen, H.-S. (1975) Ecological studies on the vegetation of Chih-Hsin-Shan. Thesis of Institute of Botany, National Taiwan University, Master Thesis.
- Chen, S.-H. (1988a). New investigations on the lateglacial and postglacial history of vegetation in the region between Harz and Leine. *Flora* 181, 147-177.
- Chen, S.-H. (1988b) A scanning electron microscope survey of common airborne pollen grains in Taipei, Taiwan. *Taiwania* 33:75-108.
- Chen, S.-H., Huang, S.-Y. (2000) Aeropalynological Study of Yangmingshan, National Park, Taiwan. *Taiwania* 45:281-295.
- Chen, S.-H. Wu, J.-T., Yang, T.-N., Chuang, P.-P., Huang, S.-Y., Wang, Y.-S. (2009) Late Holocene paleoenvironmental changes in subtropical Taiwan inferred from pollen and diatoms in lake sediments. *J Paleolimnol* (2009) 41:315–327.
- Chen, S.-H., Wu J.-T. (1999) Paleolimnological environment indicated by the diatom and pollen assemblages in an alpine lake in Taiwan. *Journal of Paleolimnology* 22: 149-158.
- Chen, X.D. (2001) Simulation of China biome reconstruction based on pollen data from surface sediment samples. *Journal of Integrative Plant Biology* 43: 201-290.
- Chen, Z., Wang, Z., Schneiderman, J., Tao, J., Gai, Y. (2005) Holocene climate fluctuations in the Yangtze delta of eastern China and the Neolithic response. *Holocene* 15, 915-924.
- Chuang, T.-I. (1969) Preliminary notes on the vegetation and flora of Mt. Tatun, Taipei, I. *Flora II. Vegetation. Bot. Bull. Acad. Sinica* 1(1):77-86.
- Davis, B.A.S., Brewer, S., Stevenson, A.C., Guiot, J. (2003). The temperature of Europe during the Holocene reconstructed from pollen data. *Quaternary Science Reviews* 22: 1701–1716.
- Dearing, J., Jones R., Shen J., Yang X., Boyle J., Foster G., Crook D. and Elvin M. (2008) Using multiple archives to understand past and present climate–human–environment interactions: the lake Erhai catchment, Yunnan Province, China. *Journal of Paleolimnology* 40: 3-31.

- Dykoski, C.A., Edwards, R.L., Cheng, H., Yuan, D., Cai, Y., Zhang, M., Lin, Y., Qing, J., An, Z., Revenaugh, J. (2005) A high-resolution, absolute-dated Holocene and deglacial Asian monsoon record from Dongge Cave, China *Earth and Planetary Science Letters* 233: 71- 86.
- Enters, D., Dorfler W., Zolitschka B. (2008) Historical soil erosion and land-use change during the last two millennia recorded in lake sediments of Frickenhauser See, northern Bavaria, central Germany. *Holocene* 18: 243-254.
- Erdtman, G. 1952. *Pollen Morphology and Plant Taxonomy, Angiosperms*. Almquist & 參考文獻

Wikawll, Stockholm.

- Finkelstein, S.A., Matthew C.P., Anthony M.D. (2005) Late Holocene paleoenvironmental change in a Great Lakes coastal wetland: integrating pollen and diatom datasets. *Journal of Paleolimnology* 33: 1-12.
- Flantua, S., van Boxel J., Hooghiemstra, H., van Smaalen J. (2007) Application of GIS and logistic regression to fossil pollen data in modelling present and past spatial distribution of the Colombian savanna. *Climate Dynamics* 29: 697-712.
- Gaillard, M.-J., Sugita S., Bunting M., Middleton, R., Broström A., Caseldine C., Giesecke, T., Hellman, S., Hicks, S., Hjelle, K., Langdon, C., Nielsen, A.-B., Poska, A., von Stedingk, H., Veski, S. (2008) The use of modelling and simulation approach in reconstructing past landscapes from fossil pollen data: a review and results from the POLLANDCAL network. *Vegetation History and Archaeobotany* 17: 419-443.
- Ganopolski, A., Kubatzki, C., Claussen, M., Brovkin, V., Petoukhov, V. (1998) The influence of vegetation-atmosphere-ocean interaction on climate during the Mid-Holocene. *Science* 280: 1916-1919.
- Gaudin, L., Marguerie D., Lanos, P. (2008) Correlation between spatial distributions of pollen data, archaeological records and physical parameters from north-western France: a GIS and numerical analysis approach. *Vegetation History and Archaeobotany* 17: 585-595.
- Grimm, E.C. (1990) Tilia and Tilia Graph. PC spreadsheet and graphics software for pollen data. INQUA, Working Group on Data-Handling Methods. *Newsletter* 4:5-7
- Goring, S., Pellatt M.G., Lacourse, T., Walker, I.R., Mathewes, R.W. (2009) A new methodology for reconstructing climate and vegetation from modern pollen assemblages: an example from British Columbia. *Journal of Biogeography* 36: 626-638.
- Hannon, G. E., Bradshaw, H. W., Wastegard S.(2003) Rapid vegetation change during the early Holocene in the Faroe Island detected in terrestrial and aquatic ecosystems, *J. Quaternary Sci.* 18: 615-619.
- Hellman, S., Gaillard, M.J., Broström, A., Sugita S. (2008) Effects of the sampling design and selection of parameter values on pollen-based quantitative reconstructions of regional vegetation: a case study in southern Sweden using the REVEALS model. *Vegetation History and Archaeobotany* 17: 445-459.
- Hewitt, C.D., Mitchell, J.F.B. (1998) A fully coupled GCM simulation of the climate of the Mid-Holocene. *Geophys. Res. Lett.* 25: 361-364.
- Herzschuh, U. (2006) Palaeo-moisture evolution in monsoonal Central Asia during the last 50,000 years, *Quaternary Science Reviews* 25: 163-178.
- Huang, T.-C. (1972) *Pollen flora of Taiwan*. Natl Taiwan Univ. Bot Dept Press, Taipei, Taiwan
- Huang, T.-C. (1981) *Spore flora of Taiwan*. Natl Taiwan Univ. Bot Dept Press, Taipei,

Taiwan

- Huang, T.-C., Chen, H.-J. (1988) The pollen analysis of the Dream Lake, Taipei, Yang Ming Shan National Park, *J. Palynol. India* 23-24, 213-216.
- Huang, T.-C., Chen, H.-J., Li, L.-C. (1992) A palynological study of *Isoetes taiwanensis* DeVol. *Amer. Fern J.* 82, 142-150.
- Jin, Z., Cao, J., Wu, J., Wang, S. (2006) A Rb/Sr record of catchment weathering response to Holocene climate change in Inner Mongolia. *Earth Surface Processes and Landforms*, 31: 285-291.
- Koshkarova, V.L., Koshkarov, A.D. (2004). Regional signatures of changing landscape and climate of northern central Siberia in the Holocene. *Russian Geology and Geophysics* 45: 672-685.
- Kuo, C.-M., Liew, P.-M. (2000) Vegetational history and climatic fluctuations based on pollen analysis of the Toushe peat bog, central Taiwan since the Last Glacial Maximum. *J. Geological Society of China* 43, 379-392.
- Lee, C.Y., Liew, P.M., Lee, T.Q. (2010) Pollen records from southern Taiwan: implications for East Asian summer monsoon variation during the Holocene. *The Holocene* 20: 81-89.
- Liew, F.-S. (1977) A list of the pteridophytes found in the Yangmingshan area in Northern Taiwan with a note on their phytogeography. *Quart. J. Taiwan. Mus.* 30(3,4), 251-281.
- Liew, P.-M., Huang, S.-Y. (1994) A 5000-year pollen record from Chitsai Lake, Central Taiwan. *Terrestrial, Atmospheric and Oceanic Sciences* 5, 411-419.
- Liew, P.-M., Hsieh, M.-L. (2000) Late Holocene (2 ka) sea level, river discharge and climate interrelationship in the Taiwan region. *J. Asian Earth Sciences* 18, 499-505.
- Liew, P.-M., Kuo, C.-M., Chen, C.-T.A., Lou, J.-Y. (1995) Climatic fluctuations during the last several millennia indicated by lake sediments of Taiwan. *Paleoclimate and Environmental Variability in Austral-Asian Transect during the Past 2000 years. Proc. of the 1995 Nagoya IGBP-PAGES/PEP-II Symposium*, 103-108.
- Liew, P.-M., Hsieh, M.-L. (2000) Late Holocene (2 ka) sea level, river discharge and climate interrelationship in the Taiwan region. *Journal of Asian Earth Sciences* 18, 499-505.
- Liew, P.-M., Huang, S.-Y. (2004) A 5000-year pollen record from Chitsai Lake, central Taiwan. *Terrestrial, Atmospheric, and Oceanic Sciences* 5: 411-419.
- Liew, P.-M., Huang, S.-Y., Kuo, C.-M. (2006a) Pollen stratigraphy, vegetation and environment of the last glacial and Holocene-A record from Toushe Basin, central Taiwan. *Quaternary International* 147, 16-33.
- Liew, P.-M., Lee, C.-Y., Kuo, C.-M. (2006b) Holocene thermal optimal and climate variability of East Asian monsoon inferred from forest reconstruction of a subalpine pollen sequence, Taiwan. *Earth and Planetary Science Letters* 250, 596-605.
- Lin, S.-F., Huang, T.-C., Liew, P.-M., Chen, S.-H. (2007) A palynological study of environmental changes and their implication for prehistoric settlement in the Ilan Plain, northeastern Taiwan. *Vegetation History and Archaeobotany* 16, 127-138.
- Lin, S.-F., Liew, P.-M., Lai, T.-H. (2004). Late Holocene pollen sequence of the Ilan Plain, northeastern Taiwan and its environment and climatic implications. *Terrestrial, Atmospheric and Oceanic Sciences* 15, 111-132.
- Lou, J.-Y., Chen, C.-T.A., Wann, J.-K. (1997) Paleoclimatological records of Great Ghost Lake in Taiwan. *Sci China (Ser. D)* 40: 284-292
- Mann, M., Zhang, Z., Hughes, M., Bradley, R., Miller, S., Rutherford, S., Ni, F. (2008)

Proxy-based reconstructions of hemispheric and global surface temperature variations over the past two millennia. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105, 13252.

Mann, M.E. (2002) The Value of Multiple Proxies. *Science* 297: 1481-1482.

Nielsen, A.B., Sugita S. (2005) Estimating relevant source area of pollen for small Danish lakes around AD 1800. *Holocene* 15: 1006-1020.

Prentice, I.C. and Parsons R.W. (1983) Maximum likelihood linear calibration of pollen spectra in terms of forest composition. *Biometrics* 39: 1051-1057.

參考文獻

Prentice, I.C., Webb III T. (1998) BIOME 6000: reconstructing global mid-Holocene vegetation patterns from palaeoecological records. *Journal of Biogeography* 25: 997-1005.

Sáez, A., Valero-Garcés, B.L., Giralt, S., Moreno, A., Bao, R., Pueyo, J.J., Hernández, A., Casas, D. (2009) Glacial to Holocene climate changes in the SE Pacific. The Raraku Lake sedimentary record (Eastern Island, 27°S). *Quaternary Science Reviews*, 28: 2743-2759.

Shen, J., Jones, R., John, A., Wang, S. (2006) The Holocene vegetation history of Lake Erhai, Yunnan province southwestern China: the role of climate and human forcings. *Holocene* 16: 265-276.

Soepboer, W., Sugita, S., Lotter, A.F., van Leeuwen, J.F.N., van der Knaap W.O. (2007) Pollen productivity estimates for quantitative reconstruction of vegetation cover on the Swiss Plateau. *Holocene* 17: 65-77.

Sugita, S. (2007a) Theory of quantitative reconstruction of vegetation I: pollen from large sites REVEALS regional vegetation composition *Holocene* 17: 229-241.

Sugita, S. (2007b) Theory of quantitative reconstruction of vegetation II: all you need is LOVE *Holocene* 17: 243-257.

Tarasov, P., Webb III T., Andreev, A., Afanas'eva, N., Berezina, N., Bezusko, L., Blyakharchuk, T., Bolikhovskaya, N., Cheddadi, R., Chernavskaya, M., Chernova, G., Dorofeyuk, N., Dirksen, V., Elina, G., Filimonova, L., Glebov, F., Guiot, J., Gunova, V., Harrison S., Jolly, D. (1998) Present-day and mid-Holocene biomes reconstructed from pollen and plant macrofossil data from the former Soviet Union and Mongolia. *Journal of Biogeography* 25: 1029-1053.

Thompson, L.G., Yao, T., Davis, M. E., Henderson, K. A., Mosley-Thompson, E., Lin, P.-N., Beer, J., Synal, H.-A., Cole-Dai, J., Bolzan, J. F. (1997) Tropical climate instability: The Last Glacial Cycle from a Qinghai-Tibetan Ice Core. *Science* 276: 1821-1825.

Wanner, H., Beer, J., Butikofer, J., Crowley, T.J., Cubasch, U., Fluckiger, J., Goosse, H., Grosjean, M., Joos, F., Kaplan, J.O. (2008) Mid-to Late Holocene climate change: an overview. *Quaternary Science Reviews* 27, 1791-1828.

Wang, W.L., Wang, L.C. (2008) Reconstruction of oceanographic changes based on the diatom records of the Central Okhotsk Sea over the last 500000 years. *Terrestrial, Atmospheric and Oceanic Sciences* 19: 403-411.

Weng, C., Bush, M.B., Curtis, J.H., Kolata, A.L., Dillehay, T.D., Binford, M.W. (2006) *Quaternary Research* 66: 87-96.

Weng, C., Bush, M.B., Silman, M.R. (2004) Elevational characteristics of modern-pollen rain recorded in moss-polsters and surface sediments in the Rio Manu watershed, Peru. *Journal of Tropical Ecology* 20: 1-12.

Whitlock, C., Moreno P.I., Bartlein P. (2007) Climatic controls of Holocene fire patterns

- in southern South America. *Quaternary Research* 68: 28-36.
- Wu, J.-T. (1999) A generic index of diatom assemblages as bioindicator of pollution in the Keelung River of Taiwan. *Hydrobiologia* 397: 79-87.
- Wu, J.-T. and Chou T.-L. (2003) Silicate as the limiting nutrient for phytoplankton in a subtropical eutrophic estuary of Taiwan. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 58: 155-162.
- Wu, J.-T., Chuang, P.-P., Wu, L.-Z., Chen C.-T.-A. (1997) Diatoms as indicators of environmental changes: A case study in Great Ghost Lake. *Proceedings of the National Science Council, Republic of China. Part B, Life Sciences* 21: 112-119.
- Wu, J.-T., Kow, L.-T. (2002) Applicability of a generic index for diatom assemblages to monitor pollution in the tropical River Tsanwun, Taiwan. *Journal of Applied Phycology* 14: 63-69.
- Yu, G., Prentice I.C., Harrison S., Sun X., Yu G. (1998) Pollen-based biome reconstructions for China at 0 and 6000 years. *Journal of Biogeography* 25: 1055-1069.

附錄一、夢幻湖鄰近區域木本植物名錄。喬木型的裸子植物僅見三種，為造林留存的樹種，其他自生的喬木型植物皆為雙子葉植物，而灌木型的植物包括了樹蕨三種。各次級分類依科名學名次序排列，並附註優勢樹種(D)。

科名	科之學名	中名	學名	優勢
喬木 (裸子植物)				
杉科	TAXODIACEAE	柳杉	<i>Cryptomeria japonica</i> (Thunb. ex L. f.) D. Don	D
松科	PINACEAE	馬尾松	<i>Pinus massoniana</i> D. Don in Lamb.	
柏科	CUPRESSACEAE	紅檜	<i>Chamaecyparis formosensis</i> Matsum.	
喬木 (雙子葉植物)				
冬青科	AQUIFOLIACEAE	糊樗	<i>Ilex formosana</i> Maxim.	
冬青科	AQUIFOLIACEAE	台灣糊樗	<i>Ilex ficoidea</i> Hemsl.	
五加科	ARALIACEAE	台灣樹蔘	<i>Dendropanax dentiger</i> (Harms ex Diels) Merr.	
五加科	ARALIACEAE	江某	<i>Schefflera octophylla</i> (Lour.) Harms	
紫草科	BORAGINACEAE	長花厚殼樹	<i>Ehretia longiflora</i> Champ. ex Benth.	
忍冬科	CAPRIFOLIACEAE	紅子莢蒾	<i>Viburnum formosanum</i> Hayata	
虎皮楠科	DAPHNIPHYLLACEAE	奧氏虎皮楠	<i>Daphniphyllum glaucescens</i> Blume ssp. <i>oidhamii</i> (Hemsl.) Huang var. <i>oidhamii</i> (Hemsl.) Huang	
柿樹科	EBENACEAE	山紅柿	<i>Diospyros morrisiana</i> Hance	
柿樹科	EBENACEAE	軟毛柿	<i>Diospyros eriantha</i> Champ. ex Benth.	
杜英科	ELAEOCARPACEAE	杜英	<i>Elaeocarpus sylvestris</i> (Lour.) Poir. var. <i>sylvestris</i>	
杜英科	ELAEOCARPACEAE	薯豆	<i>Sloanea formosana</i> Li	
杜鵑花科	ERICACEAE	台灣馬醉木	<i>Pieris taiwanensis</i> Hayata	
大戟科	EUPHORBIACEAE	野桐	<i>Mallotus japonicus</i> (Thunb.) Muell.-Arg.	
金縷梅科	HAMAMELIDACEAE	楓香	<i>Liquidambar formosana</i> Hance	
八仙花科*	HYDRANGEACEAE	狹瓣八仙	<i>Hydrangea angustipetala</i> Hayata	
樟科	LAURACEAE	樟樹	<i>Cinnamomum camphora</i> (L.) Presl. var. <i>comphora</i> .	

陽明山國家公園古氣候之調查

樟科	LAURACEAE	紅楠	<i>Machilus thunbergii</i> Sieb. & Zucc.	D
樟科	LAURACEAE	長葉木薑子	<i>Litsea acuminata</i> (Bl.) Kurata	D
桑科	MORACEAE	牛奶榕	<i>Ficus erecta</i> Thunb. var. <i>beecheana</i> (Hook. & Arn.) King	D
楊梅科	MYRICACEAE	楊梅	<i>Myrica rubra</i> (Lour.) Sieb. & Zucc.	
紫金牛科	MYRSINACEAE	大明橘	<i>Myrsine sequinii</i> L'ev.	
紫金牛科	MYRSINACEAE	樹杞	<i>Ardisia sieboldii</i> Miq.	
山龍眼科	PROTEACEAE	山龍眼	<i>Helicia formosana</i> Hemsl.	
薔薇科	ROSACEAE	墨點櫻桃	<i>Prunus phaeosticta</i> (Hance) Maxim.	
薔薇科	ROSACEAE	山櫻	<i>Prunus campanulata</i> Maxim.	
茜草科	RUBIACEAE	九節木	<i>Psychotria rubra</i> (Lour.) Poir.	
省沽油科	STAPHYLEACEAE	野鴨椿	<i>Euscaphis japonica</i> (Thunb.) Kanitz	
灰木科	SYMPLOCACEAE	山豬肝	<i>Symplocos theophrastifolia</i> Sieb. & Zucc.	
茶科	THEACEAE	台灣楊桐	<i>Adinandra formosana</i> Hayata var. <i>formosana</i> .	
茶科	THEACEAE	米碎矜木	<i>Eurya chinensis</i> Brown	
昆欄樹科	TROCHODENDRACEAE	昆欄樹	<i>Trochodendron aralioides</i> Sieb. & Zucc.	
馬鞭草科	VERBENACEAE	杜虹花	<i>Callicarpa formosana</i> Rolfe var. <i>formosana</i>	

小計：26 科、35 種

灌木

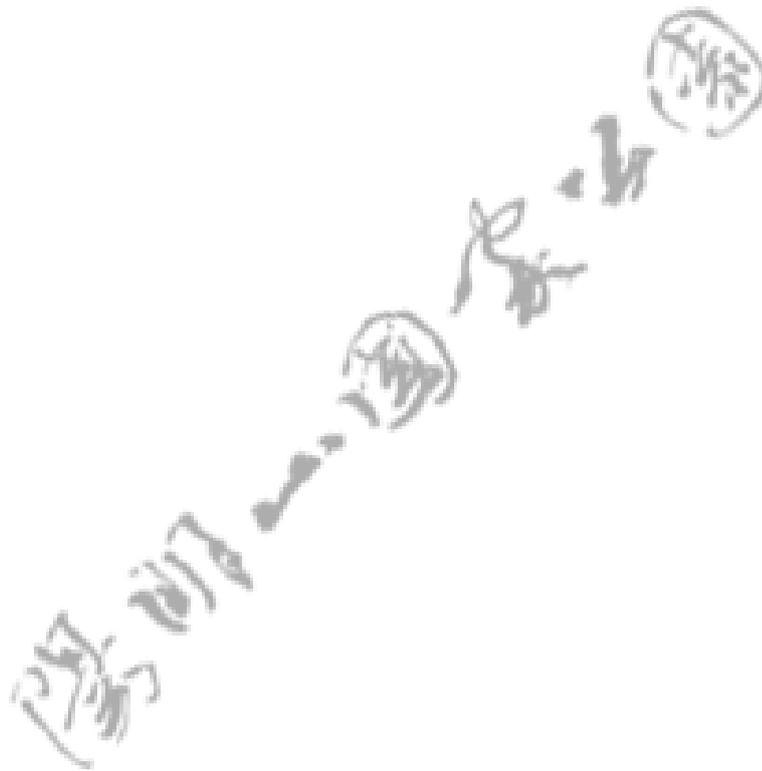
桫欏科	CYATHEACEAE	台灣桫欏	<i>Cyathea spinulosa</i> wall.ex Hook.	D
桫欏科	CYATHEACEAE	筆筒樹	<i>Cyathea lepifera</i> (J.Sm.) Copel.	
桫欏科	CYATHEACEAE	鬼桫欏	<i>Cyathea podophylla</i> (Hook.) Copel.	D
冬青科	AQUIFOLIACEAE	燈稱花	<i>Ilex asprella</i> (Hook. & Arn.) Champ.	
杜鵑花科	ERICACEAE	平戶杜鵑	<i>Rhododendron</i> sp.	
紫金牛科	MYRSINACEAE	台灣山桂花	<i>Maesa perlaria</i> (Lour.) Merr. var. <i>formosana</i>	D
茜草科	RUBIACEAE	玉葉金花	<i>Mussaenda pubescens</i> Ait. F.	
茜草科	RUBIACEAE	雞屎樹	<i>Lasianthus obliquinervis</i> Merr. var. <i>obliquinervis</i>	

茶科	THEACEAE	假柃木	<i>Eurya crenatifolia</i> (Yamamoto) Kobuski	D
蕁麻科	URTICACEAE	密花芋麻	<i>Boehmeria densiflora</i> Hook. & Arn.	

小計：7 科、10 種

總計：28 科、45 種

* 八仙花科在臺灣植物誌中屬於虎耳草科(M. T Kao, 1993)，此採 APG III (2009)的分類。



附錄二、夢幻湖鄰近區域草本植物(地被植物)及藤本、附生植物名錄，按生活型 (草本、附生/藤本) 區分，再依 蕨類-雙子葉植物-單子葉植物 次序列表。末欄標示 D 為優勢地被植物。

科名	科之學名	中名	學名	優勢
草本植物 (地被)				
鐵角蕨科	ASPLENIACEAE	生芽鐵角蕨	<i>Asplenium normale</i> Don	
蹄蓋蕨科	ATHYRIACEAE	廣葉鋸齒雙蓋蕨	<i>Diplazium dilatatum</i> Blume	
蹄蓋蕨科	ATHYRIACEAE	高山蹄蓋蕨	<i>Athyrium silvicolium</i> Tagawa	
蹄蓋蕨科	ATHYRIACEAE	假蹄蓋蕨	<i>Athyrium japonicum</i> (Thunb.) Copel.	
桫欏科	CYATHEACEAE	韓氏桫欏	<i>Cyathea hancockii</i> Copel.	
碗蕨科	DENNSTAEDTIACEAE	團羽鱗蓋蕨	<i>Microlepia obtusiloba</i> Hayata	
碗蕨科	DENNSTAEDTIACEAE	姬蕨	<i>Hypolepis punctata</i> (Thunb.) Mett.	
碗蕨科	DENNSTAEDTIACEAE	栗蕨	<i>Histiopteris incisa</i> (Thunb.) J.Sm.	D
碗蕨科	DENNSTAEDTIACEAE	碗蕨	<i>Dennstaedtia scabra</i> (Wall. ex Hook.) Moore	
鱗毛蕨科	Dryopteridaceae	台東鱗毛蕨	<i>Dryopteris polita</i> Rosenst.	
裏白科	GLEICHENIACEAE	裏白	<i>Diplopterium glaucum</i> (Houtt.) Nakai	
裡白科	GLEICHENIACEAE	芒萁	<i>Dicranopteris linearis</i> (Burm.f.) Under.	
陵齒蕨科	LINDSAEACEAE	陵齒蕨	<i>Lindsaea odorata</i> Roxb.	
陵齒蕨科	LINDSAEACEAE	烏蕨	<i>Sphenomeris chusana</i> (L.) Copel.	
石松科	LYCOPODIACEAE	過山龍	<i>Lycopodium cernuum</i> L.	
合囊蕨科	MARATTIACEAE	觀音座蓮	<i>Angiopteris lygodiiifolia</i> Rosenst.	
卷柏科	SELAGINELLACEAE	生根卷柏	<i>Selaginella doederleinii</i> Hieron.	D
書帶蕨科	VITTARIACEAE	姬書帶蕨	<i>Vittaria anguste-elongata</i> Hayata	
金星蕨科	THELYPTERIDACEAE	毛柄金星蕨	<i>Metathelypteris uraiensis</i> Rosenst.	
爵床科	ACANTHACEAE	爵床	<i>Justicia procumbens</i> L. var. <i>procumbens</i>	
莧科	AMARANTHACEAE	牛膝	<i>chyranthes bidentata</i> Blume var. <i>bidentata</i> .	
莧科	AMARANTHACEAE	空心蓮子菜	<i>Alternanthera philoxeroides</i> (Mart.) Griseb.	

莧科*	AMARANTHACEAE	藜	<i>Chenopodium album</i> L.
五加科*	ARALIACEAE	乞食碗	<i>Hydrocotyle nepalensis</i> Hook.
五加科*	ARALIACEAE	台灣天胡荽	<i>Hydrocotyle batrachium</i> Hance
馬兜鈴科	ARISTOLOCHIACEAE	大花細辛	<i>Asarum macranthum</i> Hook. f.
菊科	ASTERACEAE	大花咸豐草	<i>Bidens pilosa</i> L. var. <i>radiata</i> Sch. Bip. in Webb & Berthel
菊科	ASTERACEAE	裡白鼠麴草	<i>Gnaphalium spicatum</i> Lam.
菊科	ASTERACEAE	野苘蒿	<i>Conyza sumatrensis</i> (Retz.) Walker
菊科	ASTERACEAE	黃鵪菜	<i>Youngia japonica</i> (L.) DC. subsp. <i>japonica</i>
菊科	ASTERACEAE	粗毛小米菊	<i>Galinsoga quadriradiata</i> Ruiz & Pav.
金粟蘭科	CHLORANTHACEAE	紅果金粟蘭	<i>Sarcandra glabra</i> (Thunb.) Nakai
龍膽科	GENTIANACEAE	台北肺形草	<i>Tripterospermum alutaceifolium</i> (T. S. Liu & Chiu C. Kuo) J. Murata
小二仙草科	HALORAGACEAE	小二仙草	<i>Haloragis micrantha</i> (thunb.) R. Br. D
唇形	LAMIACEAE	光風輪菜	<i>Clinopodium gracile</i> (Benth.) Kuntze
野牡丹科	MELASTOMATACEAE	野牡丹	<i>Melastoma candidum</i> D. Don
紫金牛科	MYRSINACEAE	百兩金	<i>Ardisia crispa</i> (Thunb.) DC.
車前草科	PLANTAGINACEAE	車前草	<i>Plantago asiatica</i> L.
蓼科	POLYGONACEAE	火炭母草	<i>Polygonum chinense</i> L.
蓼科	POLYGONACEAE	羊蹄	<i>Rumex crispus</i> L. var. <i>japonicus</i> (Houtt.) Makino
毛茛科	RANUNCULACEAE	毛茛	<i>Ranunculus japonicus</i> Thunb.
薔薇科	ROSACEAE	虎婆刺	<i>Rubus croceacanthus</i> Levl. var. <i>croceacanthus</i>
三白草科	SAURURACEAE	蕺菜	<i>Houttuynia cordata</i> Thunb.
玄參科	SCROPHULARIACEAE	倒地蜈蚣	<i>Torenia concolor</i> Lindley
玄參科	SCROPHULARIACEAE	佛氏通泉草	<i>Mazus faurei</i> Bonati
蕁麻科	URTICACEAE	冷清草	<i>Elatostema lineolatum</i> Wight var. <i>majus</i> Wedd.

陽明山國家公園古氣候之調查

蕁麻科	URTICACEAE	糯米團	<i>Gonostegia hirta</i> (Blume) Miq.	
蕁麻科	URTICACEAE	矮冷水麻	<i>Pilea peploides</i> (Gaudich.) var. <i>peploides</i> Hook. & Arn.	
堇菜科	VIOLACEAE	台北堇菜	<i>Viola nagasawai</i> Makino & Hayata var. <i>nagasawai</i> .	
堇菜科	VIOLACEAE	茶匙黃	<i>Viola diffusa</i> Ging.	
鴨跖草科	COMMELINACEAE	水竹葉	<i>Murdannia keisak</i> (Hassk.) Hand.-Mazz.	
鴨跖草科	COMMELINACEAE	小杜若	<i>Pollia miranda</i> (H. L' ev.) Hara	
鴨跖草科	COMMELINACEAE	穿鞘花	<i>Amischotolype hispida</i> (Less. & A. Rich.) Hong	
鴨跖草科	COMMELINACEAE	鴨跖草	<i>Commelina communis</i> L.	
莎草科	CYPERACEAE	陸生珍珠茅	<i>Scleria terrestris</i> (L.) Fassett	
百合科	LILIACEAE	間型沿階草	<i>Ophiopogon intermedius</i> D. Don	
禾本科	POACEAE	五節芒	<i>Miscanthus floridulus</i> (Labill.) Warb. ex Schum. & Laut.	D
禾本科	POACEAE	芒	<i>Miscanthus sinensis</i> Anders.	
禾本科	POACEAE	求米草	<i>Oplismenus hirtellus</i> (L.) P. Beauv.	D
禾本科	POACEAE	竹葉草	<i>Oplismenus compositus</i> (L.) P. Beauv.	
禾本科	POACEAE	鰂魚草	<i>Eragrostis amabilis</i> (L.) Wight & Arn. ex Nees	
禾本科	POACEAE	稔蓋	<i>Sphaerocaryum malaccense</i> (Trin.) Pilger	D
禾本科	POACEAE	狼尾草	<i>Pennisetum alopecuroides</i> (L.) Spreng.	
薑科	ZINGIBERACEAE	山月桃仔	<i>Alpinia intermedia</i> Gagn.	

小計：36 科、63 種

附生及藤本植物

水龍骨科	POLYPODIACEAE	石葦	<i>Pyrrhosia lingus</i> (Thunb.) Farw.
五加科	ARALIACEAE	台灣常春藤	<i>Hedera rhombea</i> (Miq.) Bean var. <i>formosana</i> (Nakai) Li
胡椒科	PIPERACEAE	風藤	<i>Piper kadsura</i> (Choisy) Ohwi
薔薇科	ROSACEAE	變葉懸鈎子	<i>Rubus corchorifolius</i> L. f.
茜草科	RUBIACEAE	拎壁龍	<i>Psychotria serpens</i> L.
葡萄科	VITACEAE	三葉崖爬藤	<i>Tetrastigma formosanum</i> (Hemsl.) Gagnep.

葡萄科	VITACEAE	烏斂莓	<i>Cayratia japonica</i> (Thunb.) Gagnep
葡萄科	VITACEAE	廣東山葡萄	<i>Ampelopsis cantoniensis</i> (Hook. & Arn.) Planch. var. <i>cantoniensis</i> .
天南星科	ARACEAE	拎樹藤	<i>Epipremnum pinnatum</i> (L.) Engl.
菝葜科	SMILACACEAE	假菝葜	<i>Smilax bracteata</i> Presl var. <i>bracteata</i>
菝葜科	SMILACACEAE	菝葜	<i>Smilax china</i> L.

小計：8 科、11 種

總計：40 科 74 種

* 藜 (莧科, APG III (2009)) 在臺灣植物誌第二版中被處理為屬於藜科 (H. Y. Liu, 1996)。天胡荽屬 (*Hydrocotyle*) 在 APG III (2009) 被處理為五加科, 而臺灣植物誌第二版則處理為繖形科 (Umbelliferae, 見 M. T. Kao, 1993)。

Kao, M. T. 1993. *Hydrocotyle*. In: Huang, T. C. et al. (eds.) *Flora of Taiwan*, 2nd ed. 3: 1024.

Liu, H. Y. 1996. *Chenopodiaceae*. In: Huang, T. C. et al. (eds.) *Flora of Taiwan*, 2nd ed. 2: 382.

A.P.G. [= Angiosperm Phylogeny Group] III. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. *Bot. J. Linnean Soc.* 161: 105-121.

附錄一和附錄二共 64 科、109 種。

附錄三、 夢幻湖地區歷年植被種類記錄比較 (張永達, 2002, 2006)

	科之學名	中名	學名	2002	2006	2010	備註
一、蕨類植物 PTERIOPHYTES						V	
鐵角蕨科	ASPLENIACEAE	生芽鐵角蕨	<i>Asplenium normale</i> Don			V	
蹄蓋蕨科	ATHYRIACEAE	假蹄蓋蕨	<i>Athyrium japonicum</i> (Thunb.) Copel.	V	V	V	
蹄蓋蕨科	ATHYRIACEAE	高山蹄蓋蕨	<i>Athyrium silvicolium</i> Tagawa			V	
蹄蓋蕨科	ATHYRIACEAE	廣葉鋸齒雙蓋蕨	<i>Diplazium dilatatum</i> Blume	V	V	V	
烏毛蕨科	BLECHNACEAE	烏毛蕨	<i>Blechnum orientale</i> L.		V		
杪欏科	CYATHEACEAE	韓氏杪欏	<i>Cyathea hancockii</i> Copel.			V	
杪欏科	CYATHEACEAE	筆筒樹	<i>Cyathea lepifera</i> (J.Sm.) Copel.	V	V	V	
杪欏科	CYATHEACEAE	鬼杪欏	<i>Cyathea podophylla</i> (Hook.) Copel.	V	V	V	
杪欏科	CYATHEACEAE	台灣杪欏	<i>Cyathea spinulosa</i> wall.ex Hook.	V	V	V	
碗蕨科	DENNSTAEDTIACEAE	細毛碗蕨	<i>Dennstaedtia hirsuta</i> (Sw.) Mett.ex Miq.		V		
碗蕨科	DENNSTAEDTIACEAE	碗蕨	<i>Dennstaedtia scabra</i> (Wall. ex Hook.) Moore	V	V	V	
碗蕨科	DENNSTAEDTIACEAE	栗蕨	<i>Histiopteris incisa</i> (Thunb.) J.Sm.	V	V	V	
碗蕨科	DENNSTAEDTIACEAE	姬蕨	<i>Hypolepis punctata</i> (Thunb.) Mett.			V	

碗蕨科	DENNSTAEDTIACEAE	熱帶鱗蓋蕨	<i>Microlepia speluncae</i> (L.) Moore		V		
碗蕨科	DENNSTAEDTIACEAE	粗毛鱗蓋蕨	<i>Microlepia strigosa</i> (Thunb.) Presl		V		
碗蕨科	DENNSTAEDTIACEAE	團羽鱗蓋蕨	<i>Microlepia obtusiloba</i> Hayata			V	
鱗毛蕨科	DRYOPTERIDACEAE	台東鱗毛蕨	<i>Dryopteris polita</i> Rosenst.			V	
鱗毛蕨科	DRYOPTERIDACEAE	斜方複葉耳蕨	<i>Arachniodes rhomboides</i> (Wall.) Ching		V		
裡白科	GLEICHENIACEAE	芒萁	<i>Dicranopteris linearis</i> (Burm.f.) Under. var. <i>linearis</i>	V	V	V	
裡白科	GLEICHENIACEAE	蔓芒萁	<i>Dicranopteris linearis</i> (Burm.f.) Under. var. <i>tetraphylla</i> (Rosenst.) Nakai	V			
裏白科	GLEICHENIACEAE	裏白	<i>Diplopterygium glaucum</i> (Houtt.) Nakai	V	V	V	
水韭科	ISOETACEAE	台灣水韭	<i>Isoetes taiwanensis</i> DeVol	V	V		
陵齒蕨科	LINDSAEACEAE	陵齒蕨	<i>Lindsaea odorata</i> Roxb.			V	
陵齒蕨科	LINDSAEACEAE	烏蕨	<i>Sphenomeris chusana</i> (L.) Copel.	V	V	V	
石松科	LYCOPODIACEAE	過山龍	<i>Lycopodium cernuum</i> L.			V	
合囊蕨科	MARATTIACEAE	觀音座蓮	<i>Angiopteris lygodiifolia</i> Rosenst.			V	
篠蕨科	OLEANDRACEAE	腎蕨	<i>Nephrolepis auriculata</i> (L.) Trimen	V	V		
水龍骨科	POLYPODIACEAE	伏石蕨	<i>Lemmaphyllum microphyllum</i> Presl		V		

陽明山國家公園古氣候之調查

水龍骨科	POLYPODIACEAE	石葦	<i>Pyrosia lingus</i> (Thunb.) Farw.	V	V	V	
卷柏科	SELAGINELLACEAE	生根卷柏	<i>Selaginella doederleinii</i> Hieron.	V	V	V	
金星蕨科	THELYPTERIDACEAE	毛柄金星蕨	<i>Metathelypteris uraiensis</i> Rosenst.			V	
金星蕨科	THELYPTERIDACEAE	密毛小毛蕨	<i>Christella parasitica</i> (L.) Lev.	V			
金星蕨科	THELYPTERIDACEAE	野毛蕨	<i>Cyclosorus dentatus</i> (Forsk.) Ching		V		
金星蕨科	THELYPTERIDACEAE	密毛毛蕨	<i>Cyclosorus parasiticus</i> (L.) Farw.		V		
金星蕨科	THELYPTERIDACEAE	威氏聖蕨	<i>Dictyocline griffithii</i> Moore var. <i>wilfordii</i> (Hook.) Moore	V	V		
金星蕨科	THELYPTERIDACEAE	大金星蕨	<i>Macrothelypteris torresiana</i> (Gaud.) Ching	V	V		
書帶蕨科	VITTARIACEAE	姬書帶蕨	<i>Vittaria anguste-elongata</i> Hayata			V	
二、裸子植物 GYMNOSPERMS							
松科	PINACEAE	馬尾松	<i>Pinus massoniana</i> D. Don in Lamb.			V	
杉科	TAXODIACEAE	柳杉	<i>Cryptomeria japonica</i> (Thunb. ex L. f.) D. Don	V	V	V	
柏科	CUPRESSACEAE	紅檜	<i>Chamaecyparis formosensis</i> Matsum.			V	
三、雙子葉植物 DICOTS							
爵床科	ACANTHACEAE	爵床	<i>Justicia procumbens</i> L. var. <i>procumbens</i>	V	V	V	
莧科	AMARANTHACEAE	空心蓮子菜	<i>Alternanthera philoxeroides</i> (Mart.) Griseb.			V	

莧科	AMARANTHACEAE	藜	Chenopodium album L.			V	臺灣植物誌 (第二版) 列於藜科。
莧科	AMARANTHACEAE	牛膝	chyranthes bidentata Blume var. bidentata.			V	
莧科	AMARANTHACEAE	紫莖牛膝	Achyranthes aspera L. var. rubro-fusca Hook. f.	V			
繖形花科	APIACEAE	雷公根	Centella asiatica (L.) Urban	V	V		
繖形花科	APIACEAE	水芹菜	Oenanthe javanica (Blume) DC.	V			
冬青科	AQUIFOLIACEAE	燈稱花	Ilex asprella (Hook. & Arn.) Champ.	V	V	V	
冬青科	AQUIFOLIACEAE	台灣糊櫚	Ilex ficoidea Hemsl.			V	
冬青科	AQUIFOLIACEAE	糊櫚	Ilex formosana Maxim.			V	
五加科	ARALIACEAE	台灣樹蔘	Dendropanax dentiger (Harms ex Diels) Merr.	V	V	V	
五加科	ARALIACEAE	台灣常春藤	Hedera rhombea (Miq.) Bean var. formosana (Nakai) Li	V	V	V	
五加科	ARALIACEAE	台灣天胡荽	Hydrocotyle batrachium Hance			V	臺灣植物誌 (第二版) 列於繖形科。
五加科	ARALIACEAE	乞食碗	Hydrocotyle nepalensis Hook.	V	V	V	臺灣植物誌 (第二版) 列於繖形科。
五加科	ARALIACEAE	天胡荽	Hydrocotyle sibthorpioides Lam.	V			臺灣植物誌 (第二版) 列於繖形科。
五加科	ARALIACEAE	江棗	Schefflera octophylla (Lour.) Harms	V	V	V	
馬兜鈴科	ARISTOLOCHIACEAE	大花細辛	Asarum macranthum Hook. f.			V	

陽明山國家公園古氣候之調查

馬兜鈴科	ARISTOLOCHIACEAE	大屯細辛	<i>Asarum taitonense</i> Hayata	V	V		
菊科	ASTERACEAE	大花咸豐草	<i>Bidens pilosa</i> L. var. <i>radiata</i> Sch. Bip. in Webb & Berthel		V	V	
菊科	ASTERACEAE	茯苓菜	<i>Dichrocephala bicolor</i> (Roth) Schlechtendal	V	V		
菊科	ASTERACEAE	野茼蒿	<i>Conyza sumatrensis</i> (Retz.) Walker			V	
菊科	ASTERACEAE	野塘蒿	<i>Erigeron bonariensis</i> L.	V	V		
菊科	ASTERACEAE	田代氏澤蘭	<i>Eupatorium tashiroi</i> Hayata	V	V		
菊科	ASTERACEAE	粗毛小米菊	<i>Galinsoga quadriradiata</i> Ruiz & Pav.		V	V	
菊科	ASTERACEAE	裡白鼠麴草	<i>Gnaphalium spicatum</i> Lam.	V	V	V	
菊科	ASTERACEAE	翼莖闊苞菊	<i>Pluchea sagittalis</i> (Lam.) Cabera		V		
菊科	ASTERACEAE	假吐金菊	<i>Soliva anthemifolia</i> R. Br.	V	V		
菊科	ASTERACEAE	黃鵪菜	<i>Youngia japonica</i> (L.) DC. subsp. <i>japonica</i>			V	
紫草科	BORAGINACEAE	長花厚殼樹	<i>Ehretia longiflora</i> Champ. ex Benth.			V	
十字花科	BRASSICACEAE	葶藶	<i>Rorippa indica</i> (L.) Hiern	V			
忍冬科	CAPRIFOLIACEAE	紅子莢蒾	<i>Viburnum formosanum</i> Hayata			V	
石竹科	CARYOPHYLLACEAE	球序卷耳	<i>Cerastium glomeratum</i> Thuill.	V			
金粟蘭科	CHLORANTHACEAE	紅果金粟蘭	<i>Sarcandra glabra</i> (Thunb.) Nakai	V	V	V	

金絲桃科	CLUSIACEAE	地耳草	<i>Hypericum japonicum</i> Thunb. ex Murray	V	V		
瓜科	CUCURBITACEAE	芋葉栝樓	<i>Trichosanthes homophylla</i> Hayata	V	V		
虎皮楠科	DAPHNIPHYLLACEAE	奧氏虎皮楠	<i>Daphniphyllum glaucescens</i> Blume ssp. <i>oidhamii</i> (Hemsl.) Huang var. <i>oidhamii</i> (Hemsl.) Huang			V	
柿樹科	EBENACEAE	軟毛柿	<i>Diospyros eriantha</i> Champ. ex Benth.			V	
柿樹科	EBENACEAE	山紅柿	<i>Diospyros morrisiana</i> Hance			V	
杜英科	ELAEOCARPACEAE	杜英	<i>Elaeocarpus sylvestris</i> (Lour.) Poir. var. <i>sylvestris</i>		V	V	
杜英科	ELAEOCARPACEAE	薯豆	<i>Sloanea formosana</i> Li			V	
杜鵑花科	ERICACEAE	台灣馬醉木	<i>Pieris taiwanensis</i> Hayata			V	
杜鵑花科	ERICACEAE	白珠樹	<i>Gaultheria leucocarpa</i> Blume forma <i>cumingiana</i> (Vidal) Sleumer	V	V		
杜鵑花科	ERICACEAE	南燭	<i>Lyonia ovalifolia</i> (Wall.) Drude var. <i>ovalifolia</i>		V		
杜鵑花科	ERICACEAE	唐杜鵑	<i>Rhododendron simsii</i> Planch.	V	V		
杜鵑花科	ERICACEAE	平戶杜鵑	<i>Rhododendron</i> sp.			V	
大戟科	EUPHORBIACEAE	野桐	<i>Mallotus japonicus</i> (Thunb.) Muell.-Arg.	V	V	V	
豆科	FABACEAE	紅豆	<i>Vigna angularis</i> (Willd.) Ohwi & Ohashi	V	V		

陽明山國家公園古氣候之調查

豆科	FABACEAE	綠豆	<i>Vigna radiata</i> (L.) Wilczek	V	V		
龍膽科	GENTIANACEAE	台北肺形草	<i>Tripterospermum alutaceifolium</i> (T. S. Liu & Chiu C. Kuo) J. Murata		V	V	
龍膽科	GENTIANACEAE	台灣肺形草	<i>Tripterospermum taiwanense</i> (Masamune) Satake	V			
小二仙草科	HALORANGACEAE	小二仙草	<i>Haloragis micrantha</i> (thunb.) R. Br.			V	
金縷梅科	HAMAMELIDACEAE	楓香	<i>Liquidambar formosana</i> Hance		V	V	
八仙花科	HYDRANGEACEAE	狹瓣八仙	<i>Hydrangea angustipetala</i> Hayata	V	V	V	臺灣植物誌 (第二版) 列於虎耳草科。
鼠刺科	ITEACEAE	小花鼠刺	<i>Itea parviflora</i> Hemsl.		V		臺灣植物誌 (第二版) 列於虎耳草科。
唇形	LAMIACEAE	光風輪菜	<i>Clinopodium gracile</i> (Benth.) Kuntze		V	V	
唇形	LAMIACEAE	風輪菜	<i>Clinopodium umbrosum</i> (Bieb.) C. Koch	V	V		
樟科	LAURACEAE	樟樹	<i>Cinnamomum camphora</i> (L.) Presl. var. <i>comphora</i> .			V	
樟科	LAURACEAE	長葉木薑子	<i>Litsea acuminata</i> (Bl.) Kurata	V	V	V	
樟科	LAURACEAE	紅楠	<i>Machilus thunbergii</i> Sieb. & Zucc.	V	V	V	
千屈菜科	LYTRACEAE	水豬母乳	<i>Rotala rotundifolia</i> (Wall. ex Roxb.) Koehne	V	V		
野牡丹科	MELATOMATACEAE	野牡丹	<i>Melastoma candidum</i> D. Don	V	V	V	
野牡丹科	MELATOMATACEAE	東方肉穗野牡丹	<i>Sarcopyramis napalensis</i> Wall. var. <i>delicata</i> (C. B. Robinson) S. F. Huang & T. C. Huang		V		

野牡丹科	MELATOMATACEAE	豔紫野牡丹	Tibouchina samidecandre Cogn.	V	V		
睡菜科	MENYANTHACEAE	小杏菜	Nymphoides coreana (Lev.) Hara	v	v		臺灣植物誌 (第二版) 未收錄。
桑科	MORACEAE	牛奶榕	Ficus erecta Thunb. var. beecheyana (Hook. & Arn.) King	V	V	V	
楊梅科	MYRICACEAE	楊梅	Myrica rubra (Lour.) Sieb. & Zucc.			V	
紫金牛科	MYRSINACEAE	珠砂根	Ardisia crenata Sims	V	V		
紫金牛科	MYRSINACEAE	百兩金	Ardisia crispa (Thunb.) DC.			V	
紫金牛科	MYRSINACEAE	臺灣百兩金	Ardisia crispa (Thunb.) DC. var. dielsii (Lev.) Walker	V	V		
紫金牛科	MYRSINACEAE	裡董紫金牛	Ardisia brevicaulis Diels var. violacea (Suzuki) Walker	V			
紫金牛科	MYRSINACEAE	輪葉紫金牛	Ardisia pusilla DC.		V		
紫金牛科	MYRSINACEAE	樹杞	Ardisia sieboldii Miq.	V	V	V	
紫金牛科	MYRSINACEAE	日本山桂花	Maesa japonica (Thunb.) Moritzi	V	V		
紫金牛科	MYRSINACEAE	台灣山桂花	Maesa perlaria (Lour.) Merr. var. formosana	V	V	V	
紫金牛科	MYRSINACEAE	大明橘	Myrsine sequinii L'ev.		V	V	
酢醬草	OXALIDACEAE	酢醬草	Oxalis corniculata L.	V	V		

陽明山國家公園古氣候之調查

胡椒科	PIPERACEAE	風藤	<i>Piper kadsura</i> (Choisy) Ohwi	V	V	V	
車前草科	PLANTAGINACEAE	車前草	<i>Plantago asiatica</i> L.			V	
車前草科	PLANTAGINACEAE	大車前草	<i>Plantago major</i> L.	V	V		
蓼科	POLYGONACEAE	火炭母草	<i>Polygonum chinense</i> L.	V	V	V	
蓼科	POLYGONACEAE	睫穗蓼	<i>Polygonum longisetum</i> De Bruyn		V		
蓼科	POLYGONACEAE	盤腺蓼	<i>Polygonum micranthum</i> Meisn.	V	V		
蓼科	POLYGONACEAE	羊蹄	<i>Rumex crispus</i> L. var. <i>japonicus</i> (Houtt.) Makino	V	V	V	
山龍眼科	PROTEACEAE	山龍眼	<i>Helicia formosana</i> Hemsl.			V	
毛茛科	RANUNCULACEAE	毛茛	<i>Ranunculus japonicus</i> Thunb.			V	
毛茛科	RANUNCULACEAE	小毛茛	<i>Ranunculus ternatus</i> Thunb.	V			
毛茛科	RANUNCULACEAE	鉤柱毛茛	<i>Ranunculus silerifolius</i> Lev.	V	V		
薔薇科	ROSACEAE	山櫻	<i>Prunus campanulata</i> Maxim.			V	
薔薇科	ROSACEAE	墨點櫻桃	<i>Prunus phaeosticta</i> (Hance) Maxim.	V	V	V	
薔薇科	ROSACEAE	變葉懸鈎子	<i>Rubus corchorifolius</i> L. f.			V	
薔薇科	ROSACEAE	虎婆刺	<i>Rubus croceacanthus</i> Levl. var. <i>croceacanthus</i>	V	V	V	
茜草科	RUBIACEAE	雞屎樹	<i>Lasianthus obliquinervis</i> Merr. var. <i>obliquinervis</i>			V	

茜草科	RUBIACEAE	玉葉金花	Mussaenda pubescens Ait. F.		V	V	
茜草科	RUBIACEAE	雞屎藤	Paederia scandens (Lour.) Merr.	V	V		
茜草科	RUBIACEAE	九節木	Psychotria rubra (Lour.) Poir.			V	
茜草科	RUBIACEAE	捨壁龍	Psychotria serpens L.		V	V	
無患子科	SAPINDACEAE	尖葉楓	Acer kawakamii Koidzumi		V		臺灣植物誌 (第二版) 列於槭樹科。
三白草科	SAURURACEAE	蕺菜	Houttuynia cordata Thunb.			V	
五味子科	SCHISANDRACEAE	南五味子	Kadsura japonica (L.) Dunal	V	V		
玄參科	SCROPHULARIACEAE	佛氏通泉草	Mazus faurei Bonati			V	
玄參科	SCROPHULARIACEAE	倒地蜈蚣	Torenia concolor Lindley	V	V	V	
省沽油科	STAPHYLEACEAE	野鴨椿	Euscaphis japonica (Thunb.) Kanitz	V	V	V	
安息香科	STYRACACEAE	烏皮九芎	Styrax formosana Matsum. var. formosana		V		
灰木科	SYMPLOCACEAE	山豬肝	Symplocos theophrastifolia Sieb. & Zucc.		V	V	
灰木科	SYMPLOCACEAE	灰木	Symplocos chinensis (Lour.) Druce		V		
茶科	THEACEAE	台灣楊桐	Adinandra formosana Hayata var. formosana.			V	
茶科	THEACEAE	米碎柃木	Eurya chinensis Brown		V	V	
茶科	THEACEAE	假柃木	Eurya crenatifolia (Yamamoto) Kobuski	V	V	V	

陽明山國家公園古氣候之調查

昆欄樹科	TROCHODENDRACEAE	昆欄樹	Trochodendron aralioides Sieb. & Zucc.	V	V	V	
蕁麻科	URTICACEAE	密花苧麻	Boehmeria densiflora Hook. & Arn.			V	
蕁麻科	URTICACEAE	青苧麻	Boehmeria nivea (L.) Gaudich. var. tenacissima (Gaudich.) Miq.	V	V		
蕁麻科	URTICACEAE	冷清草	Elatostema lineolatum Wight var. majus Wedd.			V	
蕁麻科	URTICACEAE	赤車使者	Pellionia radicans (Sieb. & Zucc.) Wedd.	V	V		
蕁麻科	URTICACEAE	糯米團	Gonostegia hirta (Blume) Miq.	V	V	V	
蕁麻科	URTICACEAE	矮冷水麻	Pilea peploides (Gaudich.) var. peploides Hook. & Arn.			V	
馬鞭草科	VERBENACEAE	杜虹花	Callicarpa formosana Rolfe var. formosana			V	
堇菜科	VIOLACEAE	茶匙黃	Viola diffusa Ging.	V	V	V	
堇菜科	VIOLACEAE	台北堇菜	Viola nagasawai Makino & Hayata var. nagasawai.	V	V	V	
葡萄科	VITACEAE	廣東山葡萄	Ampelopsis cantoniensis (Hook. & Arn.) Planch. var. cantoniensis.			V	
葡萄科	VITACEAE	烏斂莓	Cayratia japonica (Thunb.) Gagnep	V	V	V	
葡萄科	VITACEAE	三葉崖爬藤	Tetrastigma formosanum (Hemsl.) Gagnep.	V		V	
四、單子葉植物 MONOCOTS							

天南星科	ARACEAE	拎樹藤	<i>Epipremnum pinnatum</i> (L.) Engl.			V	
鴨跖草科	COMMELINACEAE	穿鞘花	<i>Amischotolype hispida</i> (Less. & A. Rich.) Hong			V	
鴨跖草科	COMMELINACEAE	中國穿鞘花	<i>Amischotolype chinensis</i> (N. E. Br.) E. H. Walker ex Hatusima	V	V		
鴨跖草科	COMMELINACEAE	鴨跖草	<i>Commelina communis</i> L.			V	
鴨跖草科	COMMELINACEAE	圓葉鴨跖草	<i>Commelina benghalensis</i> L.	V			
鴨跖草科	COMMELINACEAE	水竹葉	<i>Murdannia keisak</i> (Hassk.) Hand.-Mazz.	V	V	V	
鴨跖草科	COMMELINACEAE	白竹仔菜	<i>Commelina diffusa</i> Burm. f.			V	
鴨跖草科	COMMELINACEAE	大苞水竹葉	<i>Murdannia bracteata</i> (C. B. Clarke) J. K. Morton ex D. Y. Hong			V	
鴨跖草科	COMMELINACEAE	巴西水竹葉	<i>Tradescantia fluminensis</i> Vell.			V	
鴨跖草科	COMMELINACEAE	小杜若	<i>Pollia miranda</i> (H. L'ev.) Hara			V	
莎草科	CYPERACEAE	中國宿柱薹	<i>Carex sociata</i> Boott	V	V		
莎草科	CYPERACEAE	薹屬	<i>Carex</i> sp.			V	
莎草科	CYPERACEAE	牛毛氈	<i>Eleocharis acicularis</i> (L.) Romer & Schult.	V	V		
莎草科	CYPERACEAE	針蘭	<i>Eleocharis congesta</i> D. Don subsp. <i>japonica</i> (Miq.)	V	V		

陽明山國家公園古氣候之調查

			T. Koyama				
莎草科	CYPERACEAE	荸薺	Eleocharis dulcis (Burm. f.) Trin. ex Henschel	V	V		
莎草科	CYPERACEAE	磚子苗	Mariscus sumatrensis (Retz.) T. Koyama	V	V		
莎草科	CYPERACEAE	水毛花	Schoenoplectus mucronatus (L.) Palla subsp. robustus (Miq.) T. Koyama	V	V		
莎草科	CYPERACEAE	陸生珍珠茅	Scleria terrestris (L.) Fassett			V	
莎草科	CYPERACEAE	珍珠茅屬	Scleria sp.		V		
薯蕷科	DIOSCOREACEAE	薄葉野山藥	Dioscorea japonica Thunb. var. japonica		V		
穀精草	ERIOCAULACEAE	七星山穀精草	Eriocaulon chishingsanensis Chang	V	V		
百合科	LILIACEAE	間型沿階草	Ophiopogon intermedius D. Don			V	
百合科	LILIACEAE	桔梗蘭	Dianella ensifolia (L.) DC. ex Redoute.	V	V		
百合科	LILIACEAE	山寶鐸花	Disporum shimadai Hayata		V		
百合科	LILIACEAE	臺灣胡麻花	Heloniopsis umbellata (Baker) N. Tanaka		V		
禾本科	POACEAE	類地毯草	Axonopus affinis Chase	V			
禾本科	POACEAE	藎草	Arthraxon hispidus (Thunb.) Makino		V		
禾本科	POACEAE	升馬唐	Digitaria ciliaris (Retz.) Koeler		V		

禾本科	POACEAE	臺灣野稗	<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) Beauv. var. <i>formosensis</i> Ohwi	V	V		
禾本科	POACEAE	鰾魚草	<i>Eragrostis amabilis</i> (L.) Wight & Arn. ex Nees			V	
禾本科	POACEAE	距花黍	<i>Ichnanthus vicinus</i> (F. M. Bail.) Merr.	V	V		
禾本科	POACEAE	白茅	<i>Imperata cylindrica</i> (L.) P. Beauv. var. <i>major</i> (Nees) C. E. Hubb. ex Hubb. & Vaughan	V	V		
禾本科	POACEAE	柳葉箬	<i>Isachne globosa</i> (Thunb.) Kuntze	V			
禾本科	POACEAE	五節芒	<i>Miscanthus floridulus</i> (Labill.) Warb. ex Schum. & Laut.	V	V	V	
禾本科	POACEAE	芒	<i>Miscanthus sinensis</i> Anders.			V	
禾本科	POACEAE	竹葉草	<i>Oplismenus compositus</i> (L.) P. Beauv.	V	V	V	
禾本科	POACEAE	求米草	<i>Oplismenus hirtellus</i> (L.) P. Beauv.			V	
禾本科	POACEAE	大屯求米草	<i>Oplismenus aemulus</i> (R. Br.) Roem. & Schult.		V		
禾本科	POACEAE	毛花雀稗	<i>Paspalum dilatatum</i> Poir.		V		
禾本科	POACEAE	圓果雀稗	<i>Paspalum orbiculare</i> Forst.	V	V		
禾本科	POACEAE	雀稗	<i>Paspalum thunbergii</i> Kunth ex Steud.		V		

陽明山國家公園古氣候之調查

禾本科	POACEAE	狼尾草	<i>Pennisetum alopecuroides</i> (L.) Spreng.			V	
禾本科	POACEAE	褐毛狗尾草	<i>Setaria pallide-fusca</i> (Schumach.) Stapf & C. E. Hubb.	V	V		
禾本科	POACEAE	稗蓋	<i>Sphaerocaryum malaccense</i> (Trin.) Pilger	V	V	V	
菝契科	SMILACACEAE	假菝契	<i>Smilax bracteata</i> Presl var. <i>bracteata</i>			V	
菝契科	SMILACACEAE	菝契	<i>Smilax china</i> L.	V	V	V	
菝契科	SMILACACEAE	臺灣土茯苓	<i>Smilax lanceifolia</i> Roxb.	V	V		
薑科	ZINGIBERACEAE	山月桃仔	<i>Alpinia intermedia</i> Gagn.			V	

附錄四、期初審查會議紀錄

陽明山國家公園管理處
99 年度委託辦理計畫「陽明山國家公園古氣候之調查」
期初審查會議紀錄

壹、宣布開會

貳、業務（承辦）單位報告（略）

參、受託單位報告（略）

肆、討論：

- (一) 定年資料計算要以 1950 年為基準，才是精確數值。
- (二) 鴨池與向天池沉積速率不同，因此要先有定年資料後，再設計決定採樣間距。
- (三) 一定要先將已採集之岩芯作 X 光照像，可看出樣本之層層變化、泥炭層、土壤含碳量及是否被擾動等；另可把岩芯切半，增多表面積，亦有利於樣本沉積物之檢查。
- (四) 可先檢視向天池所採的 3 個樣本是否有類似性，以判定是否有被擾動過。
- (五) 建議在向天池的小水塘再取土壤樣本。並注意昔日牧牛對樣本的干擾。
- (六) 建議針對陽明山的老樹、楓香或高大樹種做花粉調查分析，以協助判定陽明山 2 千年內高大樹木植被之生長、變遷情形及氣候環境。
- (七) 建議尋找未來更適合的取樣地點，如兩山之凹地、湖泊或沼澤等干擾較少之地點，以不同採樣區做比對，來分析何種環境因子（氣候因子、人為因子…），為昔日植被之主要影響因素。
- (八) 建議投入更多人力，以獲得更精細的調查結果。

伍、結論：

- (一) 期初審查會議請受託單位參考整合本會議所提及之相關意見後通過。
- (二) 請受託單位依合約規定及工作項目等內容，辦理後續請款事宜及相關調查工作。

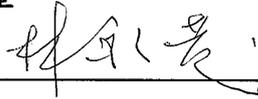
陸、散會（15 時 50 分）

陽明山國家公園管理處
99 年度委託辦理計畫「陽明山國家公園古氣候之調查」
期初審查會議簽到簿

時間：99 年 2 月 9 日（星期二）下午 2 時整

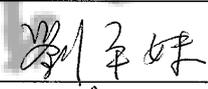
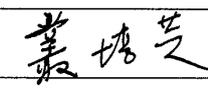
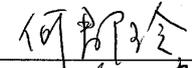
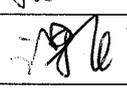
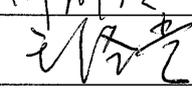
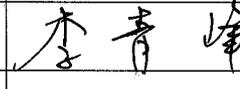
地點：本處二樓會議室

主席：林處長永發



記錄：張弘明

出（列）席單位人員：

出（列）席單位	職 稱	簽 到 處
台灣大學地質科學研究所 劉平妹教授		
台灣大學地質科學研究所 陳文山教授		
本處詹副處長德樞		
叢秘書培芝	秘書	
企劃經理課		
環境維護課	技士	
遊憩服務課		
解說教育課	約聘研究員	譚 偉
小油坑管理站	主任	
龍鳳谷管理站	業務巡查員	
擎天崗管理站		
陽明書屋管理站	主任	
建管小組		
資訊室		
會計室		

人事室		
行政室		
保育研究課	特聘研究員	王金田
	深哥	張淑英
	主任	紀雅靜
	技士	梁嘉慧
	巡查員	王瑞中
	技士	張詠娟
	技士	陳宏豪

研究團隊代表：

機關（單位）	職 稱	簽 到 處
台灣大學生命科學系 陳淑華教授		陳淑華

列席單位：

列席機關（單位）（人員）	職 稱	簽 到 處
湖田國小	校長	江淑慧

附錄五、期中審查會議紀錄

陽明山國家公園管理處
99 年度委託辦理計畫「陽明山國家公園古氣候之調查」
期中審查會議紀錄

壹、宣布開會

貳、業務（承辦）單位報告（略）

參、受託單位報告（略）

肆、討論：

- （一）請分析比對七星山鴨池與夢幻湖兩口井樣本資料，並說明兩處之古氣候變遷與植被關係及比較其差異性。
- （二）請蒐集夢幻湖等附近之各種植物之花粉資料，俾供古植被與現在植被分布作詳細之比較分析。
- （三）夢幻湖湖積物之定年資料，請與「劉聰桂（1990）夢幻湖及附近窪地之剖面分析及定年研究」調查報告作比對參考。
- （四）建議針對夢幻湖台灣水韭之存在年代、當時氣候環境及分布生長情況等，做詳細完整之分析。
- （五）建議投入更多人力及時間，以獲得更精細、更完整的調查結果。

伍、結論：

- （一）期中審查會議通過，請受託單位參考委員及本處同仁意見辦理。
- （二）請受託單位依合約規定及工作內容執行計畫，並辦理後續請款事宜。

陸、散會（16 時 05 分）

陽明山國家公園管理處
99 年度委託辦理計畫「陽明山國家公園古氣候之調查」
期中審查會議簽到簿

時間：99 年 6 月 15 日（星期二）下午 2 時整

地點：本處二樓會議室

主席：林處長永發

詹德樞

記錄：張弘明

出（列）席單位人員：

出（列）席單位	職 稱	簽 到 處
台灣大學 地質科學研究所 劉平妹 教授	教授	劉平妹
台灣大學 地質科學研究所 陳文山 教授		請假
台灣大學 生命科學系 陳淑華 教授	教授	陳淑華
本處詹副處長德樞	副處長	詹德樞
叢秘書培芝		
企劃經理課		
環境維護課	課長	韓志新
遊憩服務課	課長	王玲芝
解說教育課	約聘研究員	譚 偉
小油坑管理站	主任	王生良
龍鳳谷管理站	主任	周俊賢
擎天崗管理站		
陽明書屋管理站		
建管小組		

資訊室		
會計室		
人事室		
行政室		
保育研究課	課長	羅淑英
	技士	張弘明
	技士	陳宏豪
	技佐	蔡雅婷
	庶務員	王瑞中

列席單位：

列席機關(單位)(人員)	職稱	簽到處
台灣大學 生命科學系	學生	江以歆
台灣大學 生命科學系	助理	黃添玉

附錄六、期末審查會議紀錄

陽明山國家公園管理處
99 年度委託辦理計畫「陽明山國家公園古氣候之調查」
期末審查會議紀錄

壹、宣布開會

貳、業務（承辦）單位報告（略）

參、受託單位簡報（略）

肆、討論：

一、劉平妹老師：

- (一) 報告書 P. 26 圖 8，湖的位置未標示。
- (二) P. 49、P. 54、P. 55 圖不清楚、要放大（PDF 檔須改正）。
- (三) P. 61 第 4 行起應是 5.92%而非 592%…，以此類推，小數點未標示。
- (四) P. 62 水韭（Isoetes）4300BP - 3800BP 多，與苔蘚是否相同？若相同可指示溼度要求情形。
- (五) P. 62 及 P. 63 說明有 D，但沒圖 D，應補正。

受託單位回應：遵照辦理，以上各點會更正。

- (六) 思考森林增減的原因，除溫度外，還可從多方面因素的影響來解釋。例如 4300BP 前森林少，可能是其他環境因素，如火山氣爆較頻繁，硫磺酸氣很多或火山灰或其他地質環境發生變化，而影響森林嚴重萎縮，恐非僅是氣候因素。
- (七) 請以地形、風向考慮各湖花粉組合之差異及樹種花粉多的原因。
- (八) 水韭年代及當時環境，可更深入的依孢粉圖進一步推估。例如利用圖 26，是否可知在氣候較潮濕的時候較有利於它發育。
- (九) 古氣候古環境的研究，很幸運能在時間、人力有限下，依合約規定完成。6000 年來的植被與氣候變化有了主要的相貌可供陽管處參考，很高興有這樣的完整研究成果。尤其是鴨池的研究相當經典，近 2000 年來的氣候變化與森林草原的消長情形，可供製作解說摺頁用，讓民眾清楚了解古氣候變遷。

受託單位回應：謝謝提醒，從地質環境等其他變化來解釋森林增減的原因。因黃老師當年夢幻湖取樣距離與今日不同，因此很難比對兩者花粉組合之差異。

二、陳文山老師：(書面審查意見)

- (一) P. 3 (2 行)：火山群於上新世晚期至更新世...，修改為中期更新世產生一系列的火山噴發，至晚期更新世停止活動(約 20 萬年前)。
- (二) P. 3 (4 行)：(為最後形成的火山，且)刪除。
- (三) P. 3 (16 行)：(集塊岩和火山灰屑)刪除。
- (四) P. 10 (1 行)：訊塘埔文化。
- (五) P. 10：圖 3 的第二圖 訊塘埔文化，第四圖十三行文化。
- (六) 內文中引用文獻的格式需統一。
- (七) P. 22：圖 6 中利用碳十四訂年獲得校正年代 (Cal yr BP) 在轉換為公元年代 (AD) 時是將校正年代減 1950 年，之後的年代才為公元年。例如圖 5 的 1350 BP 應為 600 AD，而不是圖 6 的 650 AD。所以對比至竺可禎的氣候年代表時就會有誤。

受託單位回應：以上各點在印製期末報告時會更改。

三、呂主任：

- (一) 夢幻湖有一地層出現鐵杉的花粉，當時是否有箭竹存在？之前或之後有無鐵杉的出現？

受託單位回應：深度 92 公分處，只出現 10 粒鐵杉的花粉，而無其他樹種或非樹種花粉。而之前或之後也有鐵杉及非樹種花粉的出現。很高興能收到鐵杉的花粉，其實夢幻湖或陽明山的周圍都沒有鐵杉生長，這些鐵杉的花粉應是從雪山山脈被強風吹到此地擾動，若是，則表示在 4300 年前左右此區域有強烈的季風。

- (二) 鴨池都沒出現水韭？是否有出現昆欄樹？

受託單位回應：都沒發現。昆欄樹很敏感，溫度低才會擴張。而鴨池的次生林花粉很多。

- (三) 陳中華老師與俄羅斯博士所作的火山灰及岩石的樣本可做定年？

受託單位回應：很希望能參考陳中華老師所作的研究報告。碳十四定年要能有植物材料及貝殼類化石標本才可，且定年需不少的費用。

四、羅課長：

- (一) 鴨池用碳十四定年為 1350 年前形成，是依據甚麼可這麼

確定？

受託單位回應：鴨池是以所挖到 80 公分的土壤樣本（湖積物）做碳十四定年，且因無法下挖假定底下是岩盤。

（二）報告書內圖與文的位置應區隔清楚，每張圖表要有中文註記及說明。

受託單位回應：印製期末報告時會改正。

（三）期末報告書格式及建議格式，請依規定辦理。

受託單位回應：完整期末報告會依規定格式辦理。

五、處長：

（一）夢幻湖約 5600 yr BP 有一短暫時期沒有任何花粉粒存在，這段空缺有方法可解讀？是否須參考相關地質文獻資料或提及納入陳中華老師的研究報告，做一些連結考量。

受託單位回應：5500 yr BP 與 5600 yr BP 之間發生甚麼事件，需做上下多幾個點的碳十四定年、也要有碳屑材料及有經費，才可完成進一步解讀與說明。是否火山灰噴發造成的影響，應要保留，應是有一個事件發生。

（二）做一個湖泊的研究，不一定能了解全部。七星公園旁的凹地，沒被擾動，可以進一步做更完整的研究。

受託單位回應：要找到適當的地點是最重要的。

（三）鴨池沉積物每公分約 42 年，是如何得知？

受託單位回應：是由 2 個定年點之間沉積物厚度的平均值。

（四）向天池、鴨池、夢幻湖要敘述地理環境或風的傳播影響。而陽明山國家公園看不到大樹森林，是何種因素造成？

受託單位回應：鴨池 1350 年湖積物並沒有發現灰燼、碳屑，並沒有人為燒山跡象。而鴨池附近當年森林比今天更少、草原更多，是自然因素造成，並非人為燒山。

伍、結論：

（一）期末審查會議通過，請受託單位參考委員及本處同仁意見辦理。

（二）請受託單位依合約規定及工作內容執行計畫，並辦理後續請款事宜。

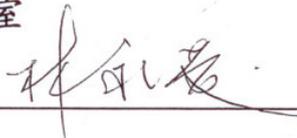
陸、散會（16 時 15 分）

陽明山國家公園管理處
99 年度委託辦理計畫「陽明山國家公園古氣候之調查」
期末審查會議簽到簿

時間：99 年 12 月 9 日（星期四）下午 2 時整

地點：本處二樓會議室

主席：林處長永發



記錄：張弘明

出（列）席單位人員：

出（列）席單位	職 稱	簽 到 處
台灣大學 地質科學研究所 劉平妹 教授	教授	劉平妹
台灣大學 地質科學研究所 陳文山 教授		請 假
台灣大學 生命科學系 陳淑華 教授	教授	陳淑華
本處詹副處長德樞	副處長	詹德樞
叢秘書培芝	秘書	叢培芝
企劃經理課		
環境維護課	技士	葛立國
遊憩服務課	課長	王正鳴
解說教育課	約聘	王正鳴
小油坑管理站	主任	王正鳴
龍鳳谷管理站	主任	周俊賢
擎天崗管理站		
陽明書屋管理站	主任	王正鳴
建管小組		

長

資訊室		
會計室		
人事室		
行政室		
保育研究課	課長	羅淑英
	技士	張弘明
	技佐	鄧雅靜
	技士	陳宏豪

列席單位：

列席機關(單位)(人員)	職稱	簽到處
黃淑芝	研究助理	黃淑芝

解說文稿

陽明山國家公園位於台灣之最北端，首當東北季風之衝，終年多雨，空氣潤溼，雲霧多，年雨量 4500~4800 mm，年均溫約為 16~18°C。其範圍面積為 11,456 公頃，植被係以亞熱帶型闊葉林為主，其植物群落可區分為水生植物群落、草原植物群落及森林植物群落三種，森林的組成份子多為樟科植物，以紅楠和大葉楠為優勢種，草原植物以白背芒和包籜矢竹為主。本區屬大屯火山群壘地區，由二十餘座錐形火山體構成，七星山為最高點（1120 公尺）。

有以台灣水韭而聞名的夢幻湖位於七星山之東坡，海拔高度約 860 公尺，其西側和南側為芒草區，西北為柳杉林區和闊葉林區。花粉壁由孢粉素 (sporopollenin) 構成，可於貧養湖中長久保存。夢幻湖為酸性湖泊，湖積物中的化石花粉保存良好，是研究古植物生態的良好地點。分析這些保存於沉積物中的化石花粉，就可藉以知道古代的植物種類、植被構造，並進而從其變化中，重建古植物相，和推論出古氣候之變遷情形。因此我們可以稱「花粉是打開全球氣候變遷研究之門的一把鑰匙」。近二十年來，全球暖化日趨嚴重，要瞭解當下的氣候變遷，非得要有古氣候的變遷資料不可，因此，重建古氣候變遷的工作就變得十分重要，也刻不容緩。

本計畫以岩芯取樣器在夢幻湖靠北邊的湖邊鑽取連續性的 233 公分長的湖積物，垂直間隔每隔 4 公分取一高度 1 公分高之樣本，量完體積後，以 HF、HCl、和醋酸酐和濃硫酸的混合液處理 (acetolysis) 之，以萃取化石花粉。一部分的化石花粉樣本進行掃描式電子顯微鏡之處理和觀察及拍照，其餘則在光學顯微鏡下觀察、鑑定並計數。每一樣本鑑定 300 顆花粉 [樹種花粉 (AP) + 草本花粉 (NAP) = 300 顆]，水生植物的花粉和蕨類孢子則另計之。將每個樣本之花粉組成以 Tilia Software 依沉積物深度繪成花粉圖譜 (pollen diagram)，再配上 C-14 之定年資料，由此推演古代湖泊周圍植被的組成和變化，並進而推演古氣候之變遷。並結合前人在同地區之研究結果，探討 6200 年以來之古植被和古氣候變遷。

依花粉圖譜，可將之區分為七個花粉帶。禾草花粉是整個地層中最優勢的種類，表示夢幻湖周圍植被一直是以草原為主。6200~4300年以前（花粉帶I~III）樹種花粉和台灣水韭之孢子的量比之後的年代（花粉帶IV~VI）少，表示在6200~4300年以前可能氣溫較低且較乾燥，因此森林面積較小；此現象與全球性的中全新世暖期不太相同。且在5750~5400年前沉積物中沒有孢粉出現，沉積物顆粒細緻且氧化顯著，顯示在此三、四百年間可能有一乾冷事件，或另有火山蒸氣噴發事件，亟待進一步的研究。

4300年前以後，樹種花粉開始增加（花粉帶IV），4300年前左右，陽明山地區有強烈的東北季風，此可由湖積物中僅有由中央山脈吹來的鐵杉花粉，而無其他當地的花粉和蕨類孢子證明之。

台灣水韭在整個湖積物中都可發現，證明它早在6200年前即已存在夢幻湖內。在3600~2750年前（花粉帶V）的850年間，可能因雨量豐沛，夢幻湖可能長期有水，有利於台灣水韭的生長與繁殖。但是此時期湖周圍的森林較前一時期稍微退縮，顯示可能為一冷濕時期。2700年前至今（花粉帶VI和VII），湖泊周圍的森林有穩定的成長，蕨類數量增加，代表氣候趨於暖濕或原本酸性的土壤慢慢復原，但此時湖邊的水韭卻數量減少，可能與湖底滲漏有關。

我們曾在陽明山國家公園內的鴨池沉積物進行高解析度（每公分取一樣本）的花粉分析，此地的花粉保存良好，並出現有對氣溫敏感的昆欄樹的花粉，因此記錄到了與西歐國家相似的中世紀暖期（西元1170~1230）和小冰期（西元1230~1730）。鴨池附近森林與草原之間的消長是受氣候影響，而不是受人類活動影響。此池很適合古環境和氣候變遷之研究，值得在該地再作進一步研究。