

夢幻湖生態保護區火災後水質及環境監測計畫



王立志 張永達
台大森林系 師大生物系

內政部營建署陽明山國家公園管理處委託

中華民國國家公園學會執行

中華民國九十一年六月十五日

夢幻湖生態保護區火災後水質及環境監測計畫



王立志 張永達
台大森林系 師大生物系

內政部營建署陽明山國家公園管理處委託

中華民國國家公園學會執行

中華民國九十一年六月十五日

目錄

夢幻湖植被調查計畫.....	2
一、前言.....	3
二、研究方法.....	3
三、結果與討論.....	3
四、結論與建議.....	23
五、參考文獻.....	24
 夢幻湖生態保護區火災後水質監測計畫	34
一、前言.....	36
二、研究方法	37
三、結果與討論.....	38
四、結論與建議.....	40
五、參考文獻.....	41

夢幻湖植被調查計畫

期末報告

計畫主持人： 張永達

內政部營建署陽明山國家公園管理處委託

中華民國國家公園學會執行

中華民國九十一年六月十五日

一、前言

臺灣水韭自 1971 年在臺灣首度被發現後，夢幻湖一直為所眾知臺灣水韭之惟一自然生育地，2001 年七月二日夜九時三十分中湖戰備道西側不明原因起火，因風助火勢，向西南方向延燒至三日下午一時許，火勢才告完全控制，總共延燒面積二十五公頃，一度台灣水韭之唯一自然棲地--夢幻湖亦告急。所幸野火終在要延燒到夢幻湖前獲得完全控制。除森林大火之環境壓力外，夢幻湖之環境變遷，是否會影響溼地植被之演替，以至於壓縮到水韭之生存空間，演替速度到底有多快？演替之方向如何？是否應減緩其演替之速度？這些議題站在保育台灣水韭的立場上，值得深入探討。

二、研究方法

1. 利用空照或實地調查等方法定期（預計每二月）調查夢幻湖濕地之植被分布情形，並與前人之研究結果比對以了解陸生植物入侵及夢幻湖之消長情形。
2. 利用 LiCor 1000, LiCor 1800 及雨量計等儀器收集光照、雨量、溫度等基礎資料。
3. 設置 2X10 平方公尺之樣區，每二月記錄植被消長之情形。

三、結果與討論

（一）植被部分

（甲）九十一年五月調查夢幻湖湖區及其周圍步道的主要植物物種結果如表一。

表一 夢幻湖湖區及其周圍步道的主要植被名錄

一、Bryophytes 蘚苔植物

Polystrichaceae 金髮蘚科

Polystrichum commune Hedw. 大金髮蘚

Sphagnaceae 泥炭蘚科

Sphagnum cuspidatum Ehrh. 狹葉泥炭蘚

二、Pteridophytes 蕨類植物

Dennstaedtiaceae 碗蕨科

Histiopteris incisa (Thunb.) J. Sm. 栗蕨
Gleicheniaceae 裡白科
Dicranopteris linearis (Burm. F.) Under. 芒萁
Diplopterygium glaucum (Houtt.) Nakai 裡白
Isoeteaceae 水韭科
Isoetes Taiwanensis DeVol 台灣水韭
Lindsaeaceae 陵齒蕨科
Sphenomeris chusana (L.) Copel. 烏蕨
Thelypteridaceae 金星蕨科
Christella parasitica (L.) Le'v. 密毛小毛蕨
Macrothelypteris torresiana (Gaud.) Ching 大金星蕨

三、Gymnosperms 裸子植物

Taxodiaceae 杉科
Cryptomeria japonica (L. F.) D. Don 柳杉

四、Dicotyledons 雙子葉植物

Aquifoliaceae 冬青科
Ilex asprella (Hook. & Arn.) Champ. 燈稱花
Araliaceae 五加科
Dendropanax pellucidopunctata (Hay.) Kane. ex Kane & Hatu. 台灣樹參
Compositae 菊科
Dichrocephala Bicolor (Roth) Schl. 茯苓菜
Erigeron bonariensis L. 野桐蒿
Eupatorium tashiroi Hay 田代氏澤蘭
Euphorbiaceae 大戟科
Mallotus japonicus (Thunb.) Muell.- Arg. 野桐
Gentianaceae 龍膽科
Nymphoides coreana (Lev.) Hara 小蒼菜
Guttiferae 金絲桃科
Hypericum japonicum Thunb. ex Murray 地耳草
Lauraceae 樟科
Persea thunbergii (Sieb. & Zucc.) Kostermans 紅楠
Libiatae 唇形花科
Clinopodium umbrosum (Bieb.) C. Koch. 風輪菜
Leguminosae 豆科
Phaseolus angularis 紅豆
Phaseolus radiatus 綠豆
Melastomataceae 野牡丹科
Melastoma candidum D. Don 野牡丹
Tibouchina samidecandre Cogn. 艷紫野牡丹
Moraceae 桑科
Ficus erecta Thunb. var. *beeche yana* (Hook. & Arn.) King 牛奶榕
Plantaginaeae 車前草科

-
- Plantago major* L. 大車前草
- Polygonaceae 蓼科
- Polygonum chinense* L. 火炭母草
- Polygonum posuvbu* Buch-Ham ex Don 花蓼
- Rotala rotundifolia* (Wallich. ex Roxb.) Koehne 水豬母乳
- Rumex japonicus* Houtt. 羊蹄
- Ranunculaceae 毛茛科
- Ranunculus ternatus* Thunb. 小毛茛
- Rosaceae 薔薇科
- Rubus Piptopetalus* Hayata ex Koidz. 虎婆刺
- Rubiaceae 茜草科
- Paederia cavalerier* Lev. 雞屎藤
- Saxifragaceae 虎耳草科
- Hydrangea angustipetala* Hayata 狹瓣八仙花
- Schisandreaceae 五味子科
- Kadsura japonica* (L.) Dunal 南五味子
- Scrophulariaceae 玄參科
- Torenia concolor* Lindley var. *formosana* Yamazaki 倒地蜈蚣
- Staphyleaceae 省沽油科
- Euacaphis Japonica* (Thunb.) Kanitz 野鴨椿
- Umbelliferae 繖形花科
- Centella asiatica* (L.) Urban 雷公根
- Hydrocotyle sibthorpioides* Lam. 天胡荽
- Oenanthe javanica* (Blume) DC. 水芹菜
- Urticaceae 蕁麻科
- Boehmeria frutescens* Thunb. 青芋麻
- Pellionia radicans* (Sied. & Zucc.) Wedd. 赤車使者
- Vitaceae 葡萄科
- Cayratia japonica* (Thunb.) Gagnep. 虎葛
- 五、Monocotyledons 單子葉植物
- Commelinaeae 鴨跖草科
- Murdannia keisak* (Hassk.) Hand. Mazz. 水竹葉
- Cyperaceae 莎草科
- Carex sociata* Boott 中國宿柱台
- Eleocharis acicularis* (L.) Romer & Schult 牛毛氈
- Eleocharis congesta* D. Don subsp. *japonica* (Miq.) T. Koyama 針蘭
- Eleocharis dulcis* (Burm. f.) Trin ex Henschel 荸薺
- Mariscus sumatrensis* (Retz.) t. Koyama 磚子苗
- Schoenoplectus mucronatus* (L.) Palla subsp. *robustus* (Miq.) T. Koyama 水毛花
- Eriocaulaceae 穀精草科
- Eriocaulon chishingsanensis* Chang 七星山穀精草
- Gramineae 禾本科
- Axonopus affinis* Chase 類地毯草
-

Isachne globosa (Thunb.) O. Kuntze 柳葉箬

Miscanthus sinensis var. *glaber* (Nakai) J. Lee 白背芒

Echinochloa crusgalli (Linn.) P. B. var. *formosensis* Ohwi 台灣野稗

Paspalum orbiculare Forst. 圓果雀稗

Sphaerocaryum malaccense (Trin.) Pilg. 荳蔻

Smilacaceae 菝葜科

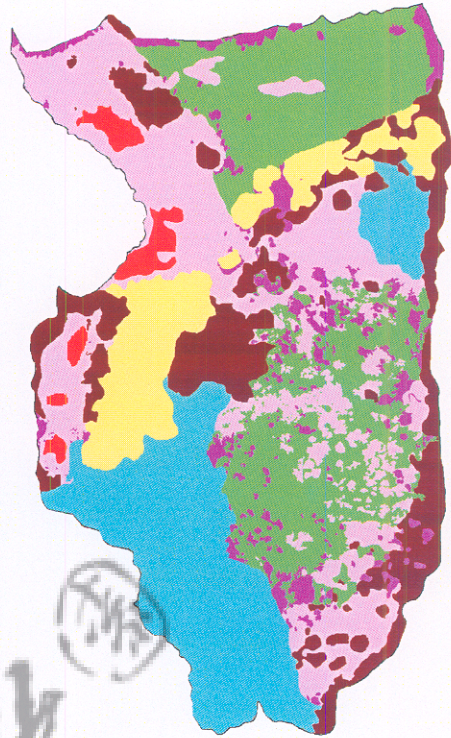
Smilax china L. 菝葜

共計三十六科五十九種

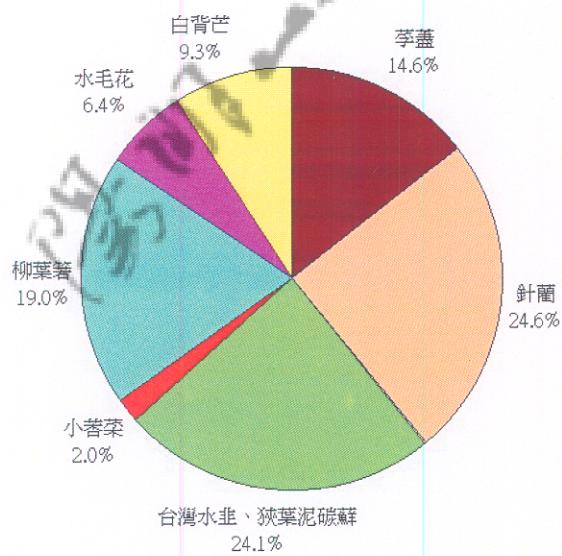
(乙) 實地觀察及空中拍照的植被分析

九十一年五月調查夢幻湖及周圍步道主要植物有如上表共計三十六科五十九種植物，九十年九月娜莉風災前，因人為活動而在觀景平台前發生之物種有：紅豆、綠豆、大豆、玉米、薏仁等，娜莉風災後，豆科植物消失，剩下玉米、薏仁等。九十一年一、二月玉米、薏仁亦枯黃，四月已不見其蹤跡，六月發現仍有少數一兩棵在觀景平台附近，顯然，這些外來物種只能短暫在夢幻湖中生長，紅豆、綠豆、大豆等豆科植物無法適應水生的環境，而長在岸邊的玉米、薏仁則較難在夢幻湖越冬。

空拍記錄夢幻湖植被分布狀況：民國 91 年 6 月 7 日以遙控直昇機於夢幻湖進行空照，觀察其植被分佈(圖一)，經由電腦 photoimpact 軟體的處理，以不同顏色代表不同的植被分布，如圖二，並且繪出植被分布比例圖(圖三)，與黃、楊(1991)於夢幻湖所做的植被分布調查(圖四)，1996 年張(Chang, 1997)年於夢幻湖的植被分布調查(圖五)，邱(2001)年於夢幻湖的植被分布調查(圖六)做比較。

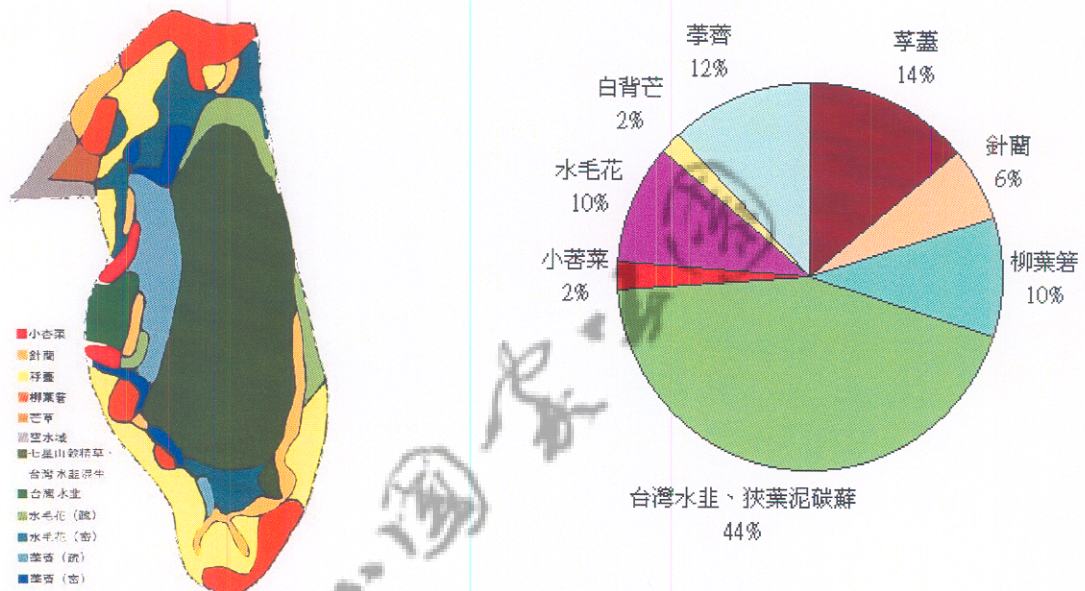


圖一 民國 91 年 6 月 7 日夢幻湖空照圖。 圖二 民國 91 年 6 月 7 日夢幻湖植被分布圖

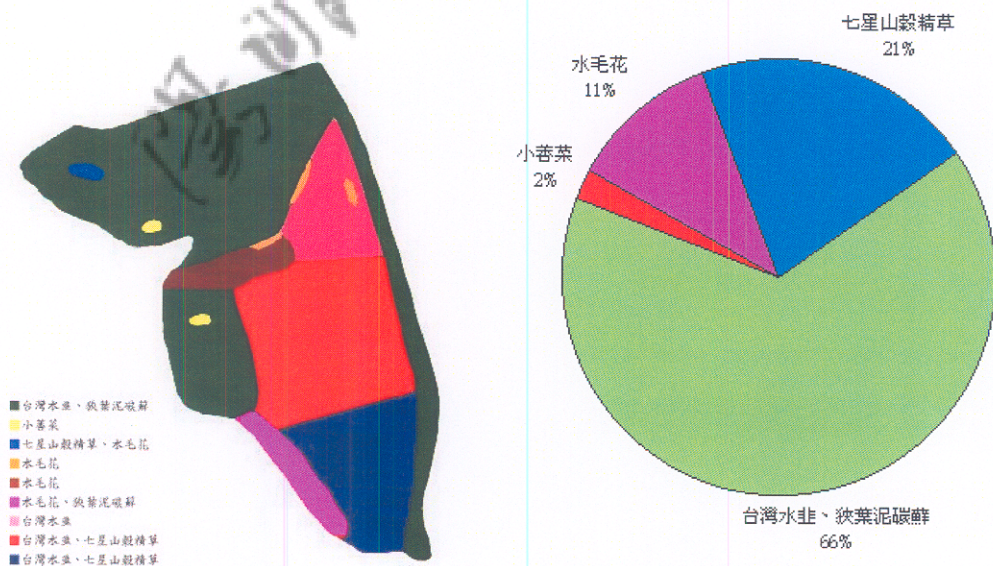


圖三 民國 91 年 6 月 7 日夢幻湖植被分布比例圖

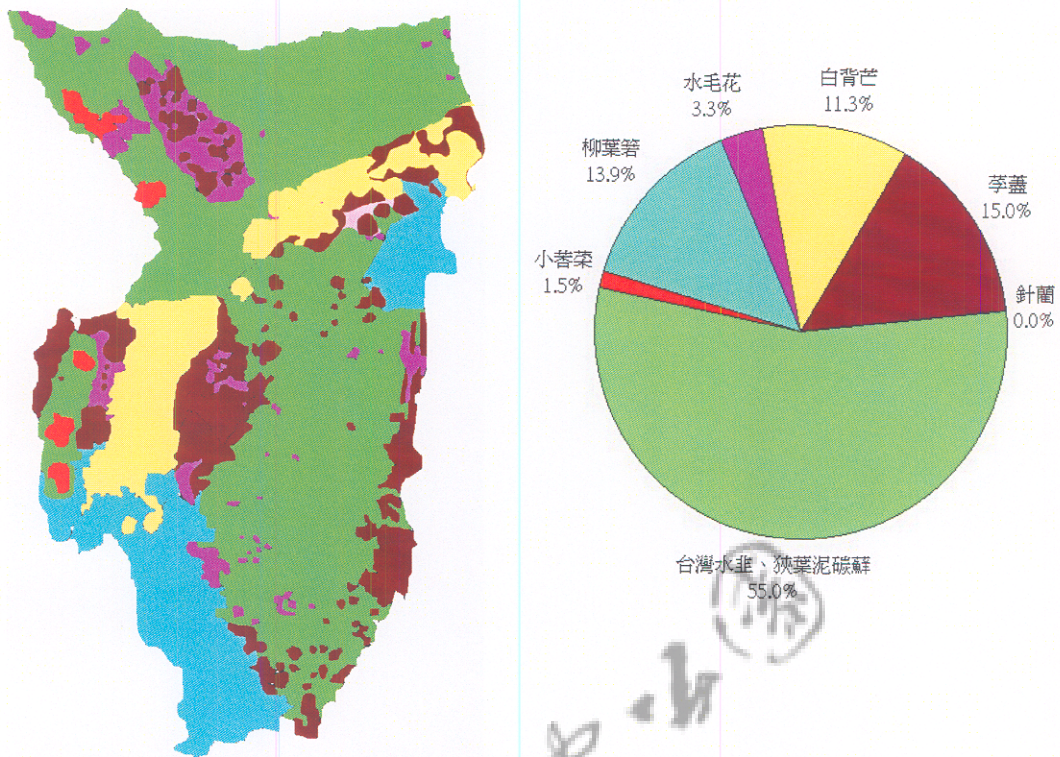
黃等人於 1991 年做植被分布圖時，並未開挖浚深區，因此圖四並不包括浚深區，而張於 1996 年記錄的植被分布圖已經將浚深區部分放入。分析結果由表六可知，台灣水韭與狹葉泥碳藓的量在 1991 年占了 44%，然而在民國 85 年之後，也就是增加了浚深區之後，台灣水韭與狹葉泥碳藓的量至少占了 66% 以上，然而於民國 90 年台灣水韭與狹葉泥碳藓的面積比例又降低到 59%，其他物種的分布比例詳見表一及附圖。



圖四 民國 80 年夢幻湖植被分布圖。(資料來源：黃，1991)



圖五 民國 85 年夢幻湖植被分布圖。(資料來源：Chang, 1997)



圖六 民國 90 年 6 月夢幻湖空拍圖植被分布。



圖七 樣區位置圖

表二 從民國 80 年到民國 91 年，不同年間夢幻湖植被分布比例比較

	80 年	85 年	90 年	91 年
芋蓋	14%		14.3%	14.3%
針蘭	6%			19.9%
柳葉箬	10%		14.1%	16.2%
台灣水韭、狹葉泥炭藓	44%	66%	53.2%	32.2%
小苔菜	2%	2%	1.4%	2.1%
水毛花	10%	11%	5.7%	5.7%
白背芒	2%		11.3%	9.7%
荳蔻	12%			
七星山穀精草		21%		
夢幻湖面積(m ²)	1950-3850		2605	1970

(丙) 以樣區觀察植被之演替

在夢幻湖的西側，小水池前面靠近芒草區位置取一長為 7 公尺寬為 2 公尺的樣區，其植被種類分布如圖七到圖十二。由圖三的夢幻湖樣區植被分布比例圖以及表二樣區植被分布百分比可知，從民國 90 年 4 月到民國 91 年 3 月，此樣區內植被面積最大的為芋蓋，台灣水韭與狹葉泥炭藓的分布範圍隨著時間延長而減少，另外芋蓋、水毛花所佔的面積隨著時間延長而增加；針蘭的面積在這一年內並沒有改變，然而其分布區域由一個地方分成兩個地方，且因為樣區的設置是位於芒草的交界地帶，一年內也沒有看到白背芒穿越過此樣區，因此白背芒在這一年內分布範圍並沒有增加。

台灣水韭與狹葉泥炭藓的面積比例由原來的 28% 降到後來的 11%，其所佔的區域明顯變小；芋蓋的面積比例由原來的 52% 增加到 11 月份的 68% 再降到 3 月分的 64%，面積比例變大之後縮減，於 11 月份觀察芋蓋所呈現的顏色幾乎為黃褐色，有枯萎情形，推測芋蓋有季節性的演替，4 月兩大塊芋蓋生長範圍到 11 月合成一大塊生長範圍，其取代區域主要為台灣水韭的生長區域。

民國 90 年 4 月份針蘭的面積比例較大，有 18%，之後減小到 15-16% 就沒有減少，所以在面積比例上並沒有大的改變，然而分布範圍卻有改變，本來位於樣區中央，於 7 月時於樣區邊緣開始出現針蘭的範圍，且隨著時間漸漸擴張，而原來於樣區中央的針蘭，範圍卻縮減，針蘭在 4 月時候其生長的範圍中央雜台灣水韭與狹葉泥炭藓，然而在 11 月的時候，針蘭區域已經看不到台灣水韭夾雜在其中了，因此針蘭區域的針蘭密度變大，物種趨向單一化，由多種植物相變成單一物種相，且可以看出在針蘭與芋蓋交會區，大致處於平衡狀態，而針蘭與台灣水韭狹葉泥炭藓的交接區域則有被針蘭取代的趨勢，到了民國 91 年 5 月於夢幻湖植被樣區觀察，發現大量針蘭枯萎，此時狹葉泥炭藓又再度於該區域生長。

在民國 90 年 4 月份樣區中有火炭母草，然而到 7 月以後，蔓生性植物的分布區域已經被針蘭佔領，然而到民國 91 年 6 月於該區域觀察，火炭母草又

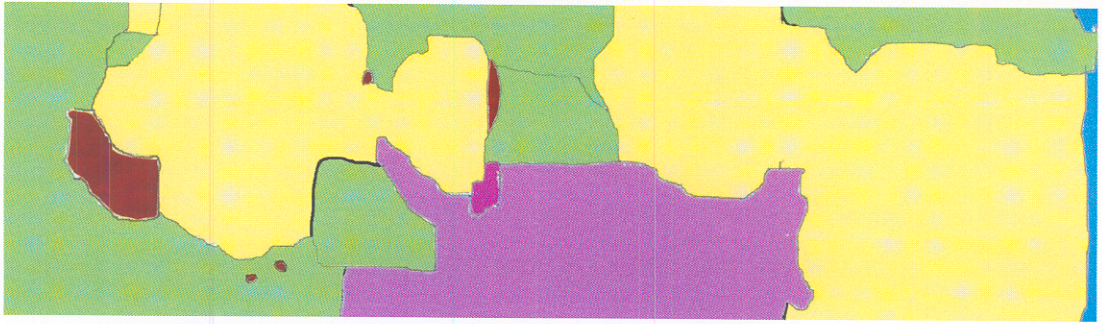
再度出現，火炭母草存在於樣區為季節性變化，該物種於冬天、春天時競爭不過針蘭而被取代，然而到了春天夏天時，則因為針蘭大量死亡而再度出現。另外水毛花有明顯變多的現象，面積比例由原來的 3% 到後來的 9%，所擴張的區域主要原為芋蓋或台灣水韭區域，由樣區植被分布圖(圖八到圖十三)可以看出在芋蓋周圍的褐色的點(即水毛花的植被)有越來越多的傾向，由不同月份的植被分布圖比較亦可看出水毛花也長在芋蓋與台灣水韭交界的邊緣，並且慢慢擴張，然而其情形與芋蓋一樣，在 11 月過後就變成枯黃，因此仍必須繼續觀察才能知道水毛花的生長有沒有季節性的變化；此外，在植被分布樣區的西側即為白背芒的族群，在這將近一年的觀察，白背芒的生長範圍並沒有越過樣區來，推測目前白背芒在該區已達平衡狀態。

整體來看整個樣區的植被只有台灣水韭與狹葉泥碳蘚的範圍減少，因此推測夢幻湖的台灣水韭生長棲地有被其他陸生或者水生植物取代的趨勢。觀察樣區植被因為必須定期拍照，難免干擾到樣區周圍植物的生長，使得芋蓋、針蘭與水毛花等除了樣區以外並沒有向樣區以外的區域進行擴張；另外同樣為台灣水韭與狹葉泥碳蘚的分布位置，靠近湖區與遠離湖區區域被其他植物取代的速度不同，遠離湖區端的被入侵速度大於靠近湖區端。

表三 不同月份 2×7 平方公尺內植被分布百分比

	90 年 4 月	90 年 7 月	90 年 10 月	91 年 1 月	91 年 3 月	91 年 5 月
芋蓋	52%	66%	68%	66%	64%	72%
針蘭	18%	15%	16%	15%	16%	14%
台灣水韭、 狹葉泥碳蘚	28%	16%	10%	9%	9%	7%
狹葉泥碳蘚	0%	0%	0%	3%	2%	2%
水毛花	3%	3%	6%	7%	9%	5%
荸薺	0%	0%	0%	0%	0%	<1%
Total	100%	100%	100%	100%	100%	100%

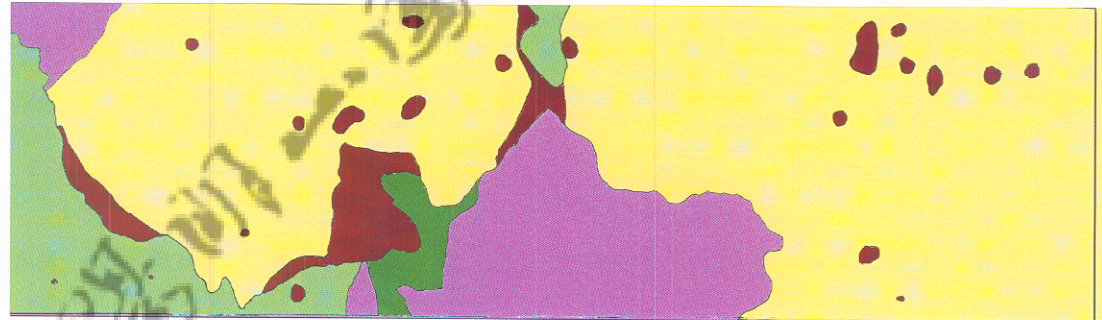
*狹葉泥碳蘚是最後 91 年 1 月才獨立出來的項目，因為到了 1 月時，有些度方純粹只有狹葉泥碳蘚生長，並沒有台灣水韭一起生長。



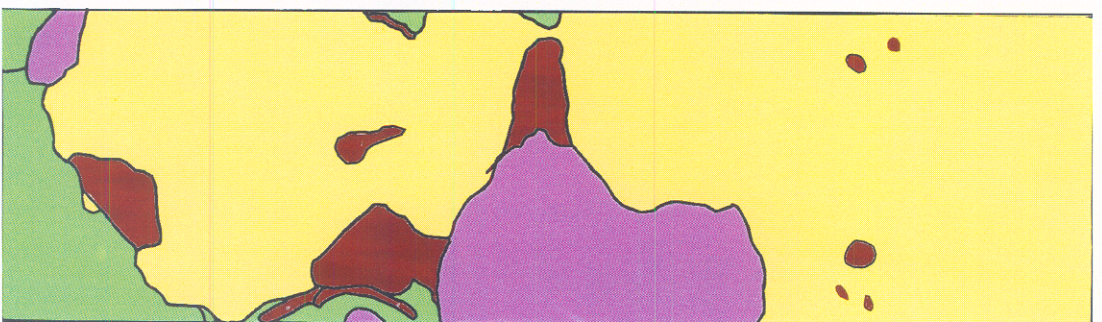
圖八 夢幻湖樣區 90 年 4 月植被分佈圖



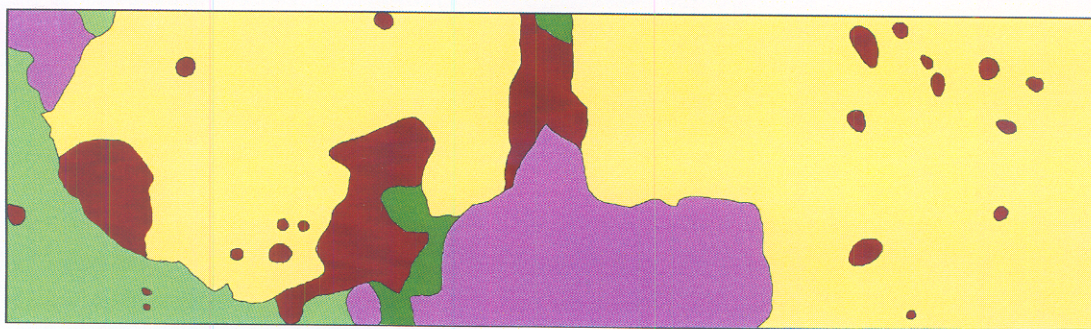
圖九 夢幻湖樣區 90 年 7 月植被分佈圖



圖十 夢幻湖樣區 90 年 11 月植被分佈圖



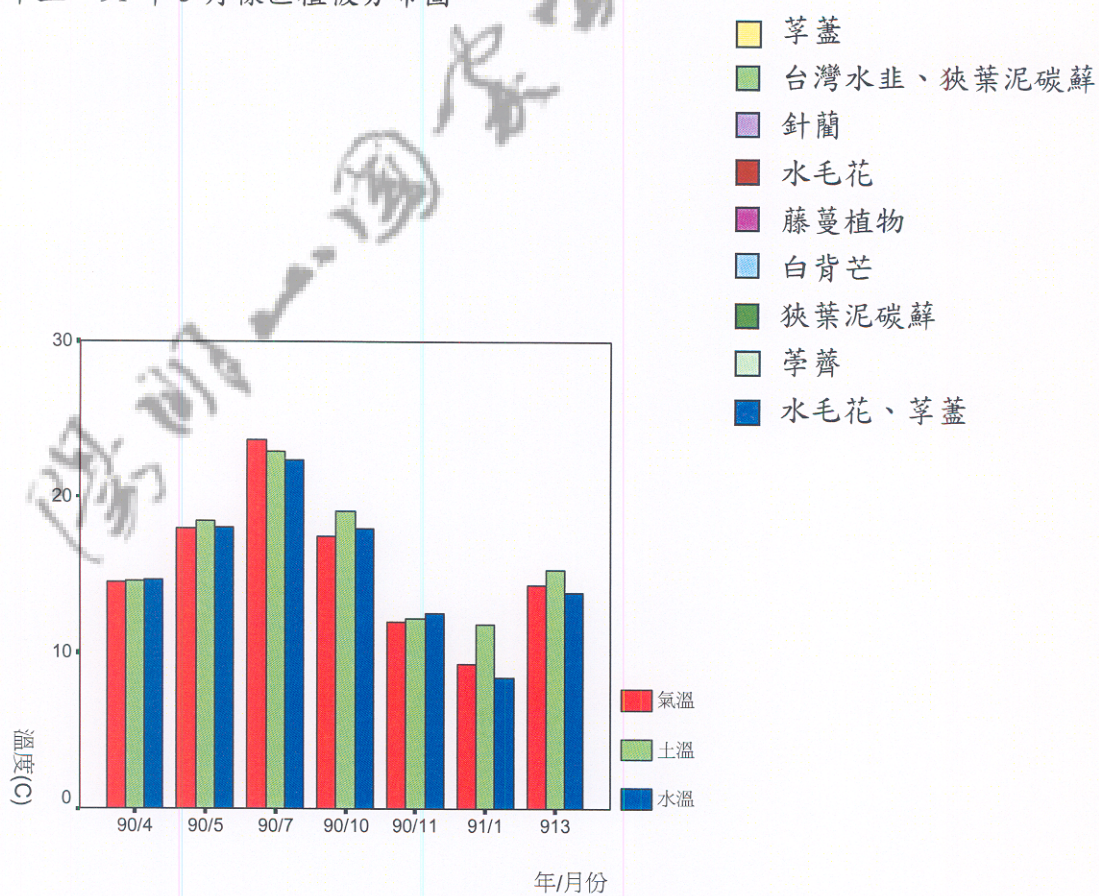
圖十一 91 年 1 月樣區植被分佈圖



圖十二 91 年 3 月樣區植被分布圖



圖十三 91 年 5 月樣區植被分布圖

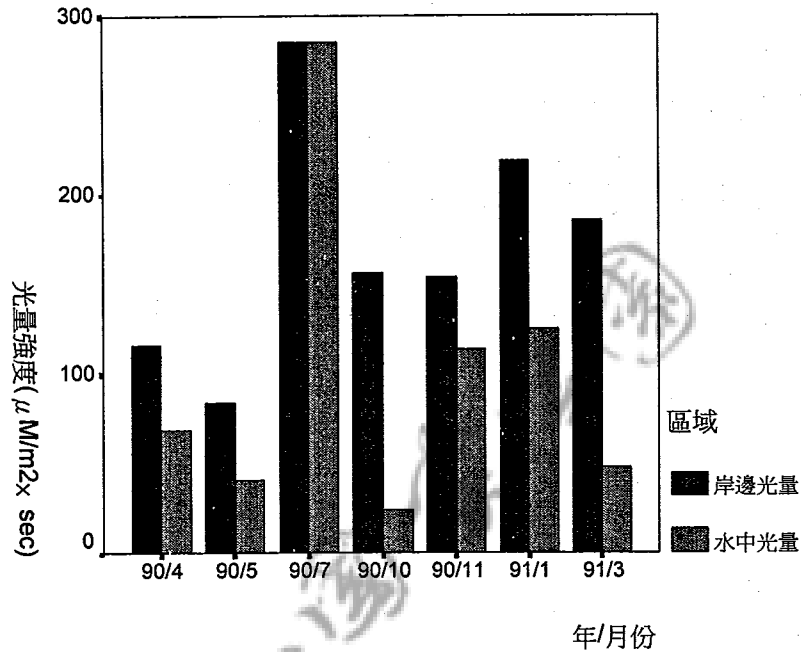


圖十四 夢幻湖不同月份氣溫、土溫、水溫比較圖，two way ANOVA 比較，土溫明顯高於氣溫與水溫；不同月份溫度順序為 7 月>5 月、10 月>3 月、4 月>11 月>1 月。

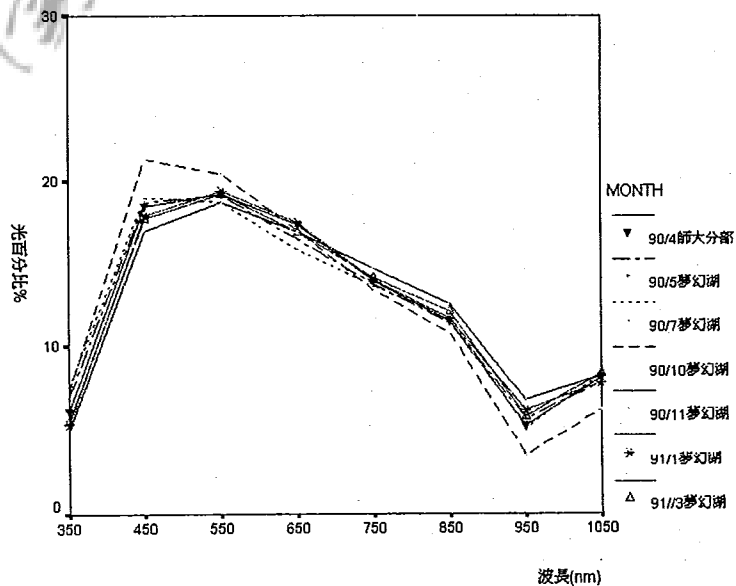
(二) 夢幻湖光照、雨量、溫度等

(甲) 溫度、光照及光質

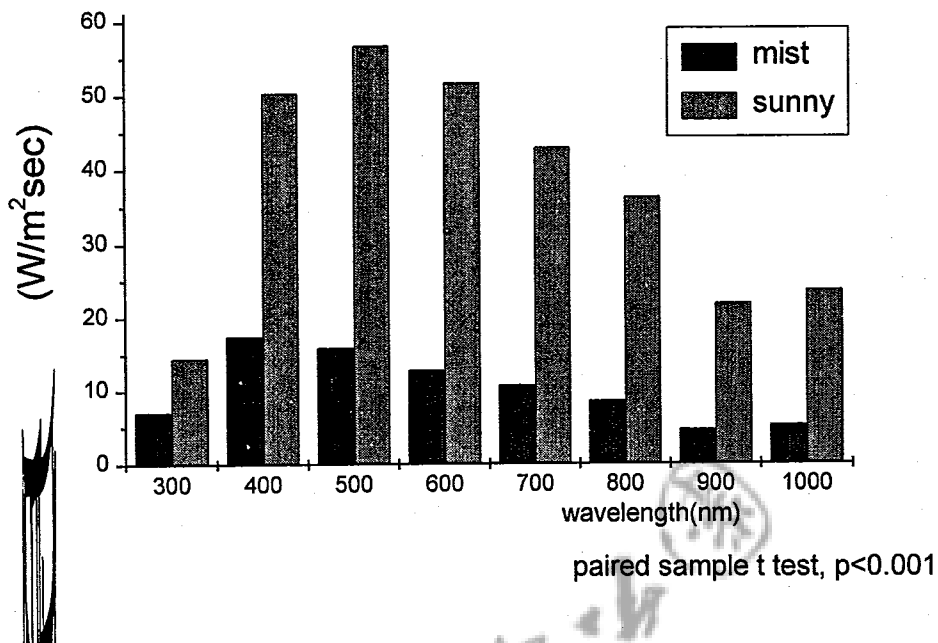
利用 LiCor 1000, LiCor 1800 等儀器收集夢幻湖光照、光質、溫度等資料



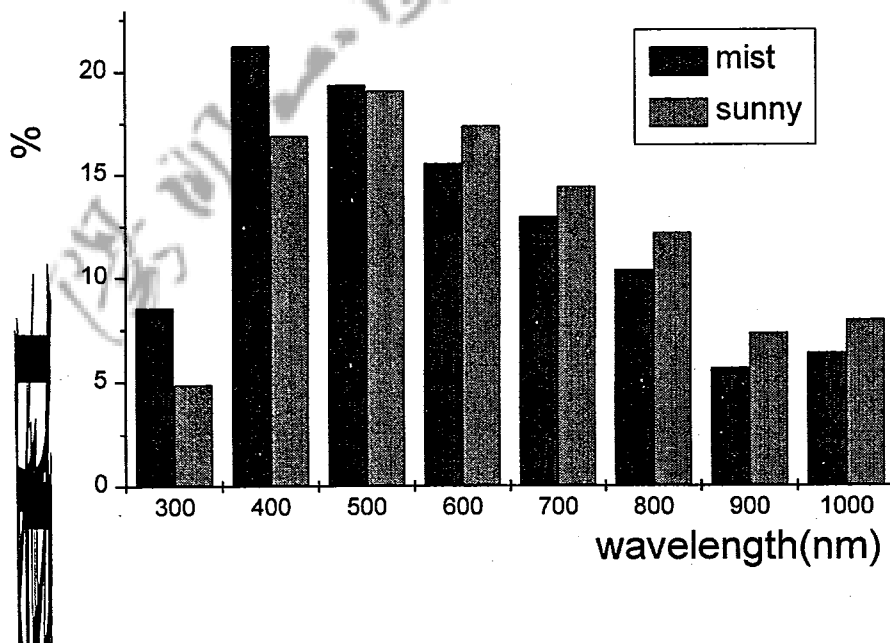
圖十五 民國 90 年 4 月到 91 年 3 月夢幻湖不同月份岸邊光量與水中光量經由 two way ANOVA 比較，岸邊光量明顯高於水中光量，不同月份比較 7 月>1 月>3 月、4 月、10 月>5 月，11 月與(1 月、3 月、4 月、10 月)在統計上並沒有顯著差異。



圖十六 民國 90 年 4 月到 91 年 3 月不同光波長占總光量的百分比，Chi-square 比較，不同月份光質百分比顯著差異，不同光質所佔的百分比有顯著差異



圖十七 90 年 11 月一小時內夢幻湖晴天與有霧各波長光強度，二者光強度在統計上有顯著差異，paired sample t test， $p < 0.001$ 。



圖十八 90 年 11 月一小時內夢幻湖晴天與有霧各波長光強度所佔的百分比，以 Chi-square test，二者光強度百分比在統計上沒有顯著差異， $p > 0.95$ 。

夢幻湖 90 年 4 月到 91 年 3 月不同月份氣溫、土溫、水溫以 two way ANOVA 比較，土溫明顯高於氣溫與水溫；不同月份溫度順序為 7 月 > 5 月、

10月>3月、4月>11月>1月(圖十四)。

夢幻湖90年4月至91年3月不同月份氣溫、土溫、水溫比較如圖十四，以two way ANOVA比較，土溫明顯高於氣溫與水溫；不同月份溫度順序為7月>5月、10月>3月、4月>11月>1月。

不同月份夢幻湖岸邊光量與水中光量比較如圖十五，90年7月時因為夢幻湖淺深區沒有水，因此水中光量等於岸邊光量，然而整年數值記錄以多因子變異數分析比較下來，岸邊光量明顯高於水中光量；不同月份光量比較，以90年7月最高，90年5月最低，其次為91年1月與11月，二者沒有顯著差異，然而90年11月與90年10月、91年3月、91年4月並無顯著差異。

夢幻湖當地光質分析：民國90年4月測得師大分部光質圖、夢幻湖民國90年4月到民國91年3月，共11個月每兩個月中的某日光質圖。圖十六為以每100nm為一單位繪出夢幻湖不同月份光質所佔的百分比比較，並將夢幻湖與師大分部光質比較，以多因子變異數分析比較後，不同光質之間的比例有顯著差異，而不同月份的光質百分比分布比較以卡方檢定(χ^2 test chi-square test)，並未顯著差異。另外以夢幻湖當地同時間有霧與晴天的同範圍光質的量進行比較如圖十七，以相依樣本平均數考驗(dependent sample t test)，在晴天光量明顯高於在有霧的光量，然而若以各種波長在不同天氣所佔的百分比(如圖十八)，以卡方檢定 χ^2 test檢測，則未達顯著差異。雖然，在晴天光量明顯高於在有霧的情況下，以各種波長在不同天氣所佔的百分比用統計的方式進行比較並無差異，但有霧的情況下，紅外光的部份較少，少了這些部份的紅外光，是否會影響台灣水韭的生理與生態，值得進一步探討。

(乙) 雨量與深度之變化

夢幻湖的雨量、深度：由鞍部測候站的資料(表四、圖十九)獲得該地民國90年降雨天數為214天，降雨量共為5717公厘。民國90年4月到民國91年4月之間，測得夢幻湖平均深度為22.9公分，一整年中除了6月份時候，雨量深度計(STARLOG)儀器故障，無法獲得資料外，其他每個月至少有一星期的資料收集，測得夢幻湖雨量、湖水深度資料共十二筆資料，如附錄一。整年資料中，除了民國90年9月的娜莉颱風來襲，使得夢幻湖湖水深度大於1公尺(估計約有2.5公尺深)，其餘整年中夢幻湖的淺深區平均深度皆未有達1公尺的記錄，

然而因為當時雨量深度計最深可測得的深度為 1 公尺，因此只要超過 1 公尺深度的數據皆以 1 公尺呈現。

由夢幻湖的雨量、深度等資料探討夢幻湖無法儲水的原因：

夢幻湖民國 89 年、90 年的下雨總量超過了 5000 公厘(表四)，下雨天數約有 214 天，可以說是雨量充沛的溼地。由王如意、易任的應用水文學中(王、易，1979)提到湖泊容積的改變受到下列數種因子影響：降雨量、地表流入量、地下流入量可使湖泊容積增加；而蒸散量、地表流出量、地下流出量則使得湖泊的容積減少；另外湖泊本身的儲蓄改變量也會造成容積的改變。夢幻湖因為地處較高海拔位置，高度約為 860 公尺，其水源主要來自雨水，沒有下雨時，其地表流入量與地下流入量也會跟著停止。根據上述各種因子加上夢幻湖地理位置，討論到夢幻湖無法儲水，則可以觀察當沒有降雨，即所有總流入量=0 時，代表此時湖泊大小只受流出量的影響，探討哪一個流出因子對其容積改變量影響最大。分以下數點討論：

蒸發量：民國 90 年 10 月份於浚深區的白背芒草叢間放置了一個方形塑膠桶，其內加入了約一半高度的水位，於 11 月份的時候觀察時，其水位已達最高點，由此可知在夢幻湖的降雨量遠大於其蒸散量；另一個佐證為當夢幻湖水位高於 50 公分時，其水位下降速度為平均每小時下降 1 公分(由附錄一可知)，且水深降低時，水位下降速率也減緩，然而蒸散速率只受溫度、風速等因素影響(王、意，1979)，因此推測其下降速率與蒸散率無太大關聯。

地表流出量：民國 90 年 9 月 10 日，夢幻湖下大雨之時，觀察其地表流出的位置，然仍無法發現之，因此其地表流出的逕流並不明顯，推測其並非造成夢幻湖無法盛水的原因。

地下流出量：1988 年黃淑芳於《夢幻湖傳奇》一書提到，在夢幻湖東南側方向有一 $30 \times 5 \text{cm}^2$ 大小的出水口，根據書中陳述：「當接近滿水位時，湖水滲入湖緣的岩縫中，再經由大小不等的岩縫而匯集於夢幻湖東南方的巖穴中流出，...流速估計每小時約可流失 1 噸左右的湖水，故在雨水季水滿時，水深也僅約 40 公分上下」。這一出水口從何時開始出現，並無法考據，然而此出水口於 90 年 9 月 5 日在夢幻湖東南側的一棵筆筒樹下再度被發現，由於當時已經一

陣子沒有下雨，而當地附近除了夢幻湖以外亦沒有集水區，因此推定此一出水口即為夢幻湖的出水口，然而與 14 年前出水口情況不同的是夢幻湖水位並沒有維持在 40 公分上下，現在的夢幻湖根據民國 90 年 4 月到民國 91 年 4 月收集到的浚深區北側湖水平均深度只有 19 公分左右，其平均深度比以前淺（圖二十、二十一）。

若與當時的出水量比較，夢幻湖於 1988 年的平均深度 40 公分，其出水量平均每小時約為 1 公噸，現今夢幻湖的情況，當浚深區位於 40 公分時，其下降 1 公分所需的時間為 2.9 小時，若以 2001 年夢幻湖的湖面積大小 2600 平方公尺，當夢幻湖水位 40 公分時，每小時流出的水量約為 $2600 \times 0.01 / 2.9 = 9.0$ 公噸，比當時的水流出量多了 8 公噸，雖然現今夢幻湖的出水方式不一定由出水口出水，其地下逕流也是出水的來源之一，然而夢幻湖於 13 年間，其出水口的水量仍然有增多的傾向，也因此夢幻湖的儲水能力已經不如從前。因此夢幻湖已形成一沼澤地環境。

圖二十與圖二十一為夢幻湖民國 90 年 4 月到民國 91 年 4 月平均深度圖以及深度變化比較圖，可以看到在民國 90 年 7 月、8 月的平均深度是這段時期最低的時候，另外民國 90 年 11 月、民國 91 年 1 月的平均深度也比較低；而由圖二十一的不同月份深度變化比較圖可以看出在 12 個月份裡面，浚深區有 7 個月曾經處於沒有水的狀態，在民國 90 年 5 月、9 月，一個月當中的水位變化高達 80 公分，由此可見在夢幻湖的水位變化是很大的，而根據黃增全等人提出的論點，夢幻湖的水位定期顯著變化抑制了一些全水生與全陸生的植物生長，導致台灣水韭成為豐富度最高的物種，即使到現在，台灣水韭在夢幻湖生長仍有這樣的優勢，然而若是枯水期加長，或許這種優勢就會漸漸地消失。

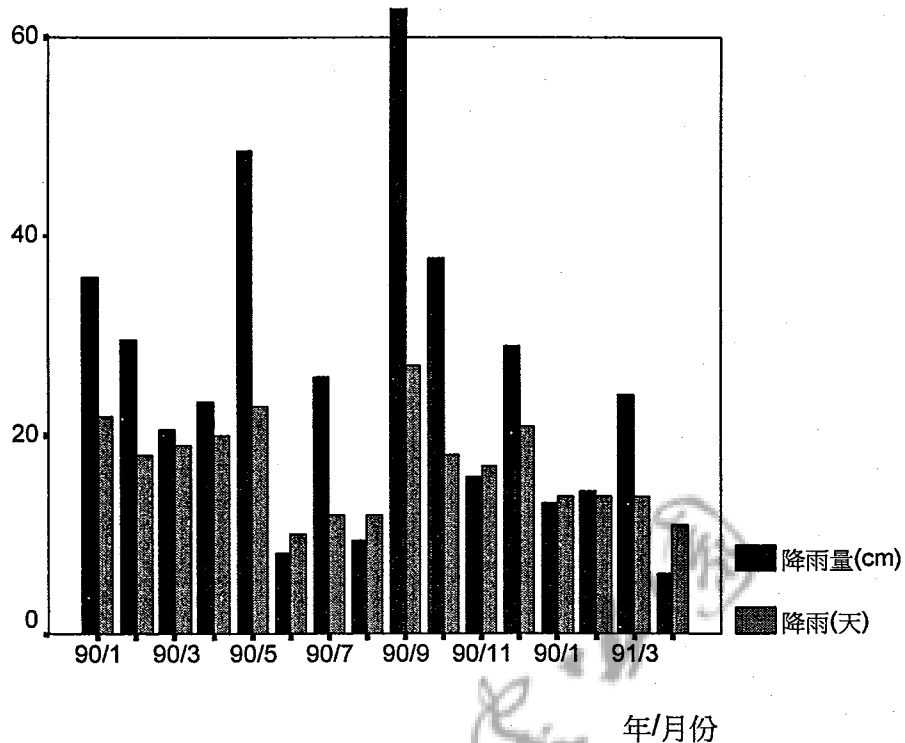
圖二十二是由民國 90 年 4 月到民國 91 年 4 月的夢幻湖浚深區的深度下降圖，找出一年當中沒下雨的數據，並將不同深度的時候下降 1 公分所需的時間畫成圖。當夢幻湖沒有下雨時，其於不同深度時每下降 1 公分所需的時間並不相同，當湖水深度愈深，下降 1 公分所花的時間愈短，例如當湖水深度為 90 公分時，下降 1 公分所需的時間約為 0.5 小時；反之當湖水深度比較淺，下降 1 公分所需的時間則加長，例如當浚深區深度為 25 公分時，下降 1

公分所需的時間為 6.9 小時，當浚深區深度 20 公分時，下降 1 公分所需的時間增長為 10.8

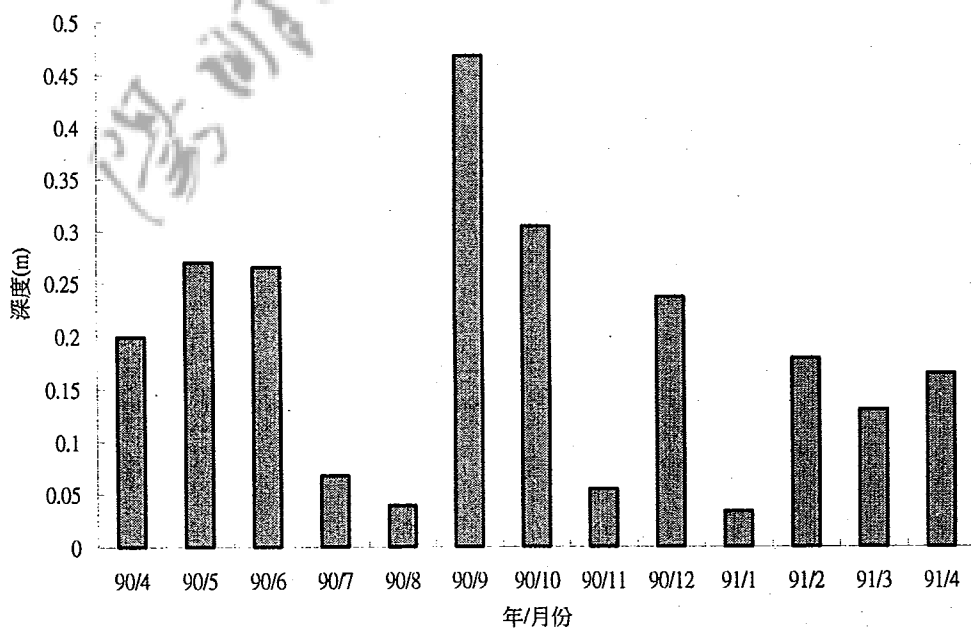
小時，由圖二十中可以看出水位在 20-25 公分之間下降速率明顯減緩。

由夢幻湖目前發現的出水口的推測，當出水口不再出水時，其水位下降速率會明顯減緩。而出水口的高度，因為無法就近觀察無法推測，只能間接以浚深區水深度推測其何時水不再從此出水口滲出，民國 90 年 9 月 10 日浚深區的深度為 24 公分(附錄一)，此時出水口仍持續出水，91 年 11 月 22 日浚深區的深度為 12 公分，然而此時已經沒有水從出水口流出，因此推得浚深區的臨界水位(所定義的浚深區臨界水位為當夢幻湖東南側不再出水時，此時浚深區的深度值)約在 12-24 公分之間，亦即高於此臨界水位，出水口持續出水，若低於此臨界水位時，則不再由出水口出水。因此，當浚深區的水位低於臨界水位時，其水位的下降主要在於蒸散速率以及不從出水口流出的地下逕流，所以可以藉由雨量深度計於夢幻湖一年所測得的資料，選取一段當深度介於 12-24 公分且不下雨的資料(共選取了兩段，一段為 90 年 7 月的資料，另一段為 91 年 3 月的資料)，將圖形繪出(圖二十三)，將 20 公分以上的數據以直線回歸(linear regression)繪出一條直線方程式，另以 15 公分以下的數據以直線回歸(linear regression)匯出另一條直線方程式，並推出兩條擬合直線的交點，其 y 座標值(推算出 7 月份 y 值為 19 公分；3 月份 y 值為 21 公分)即為當湖水深度下降速率減緩的交接深度，推測此即為夢幻湖出水口不再出水時夢幻湖浚深區的臨界水位。

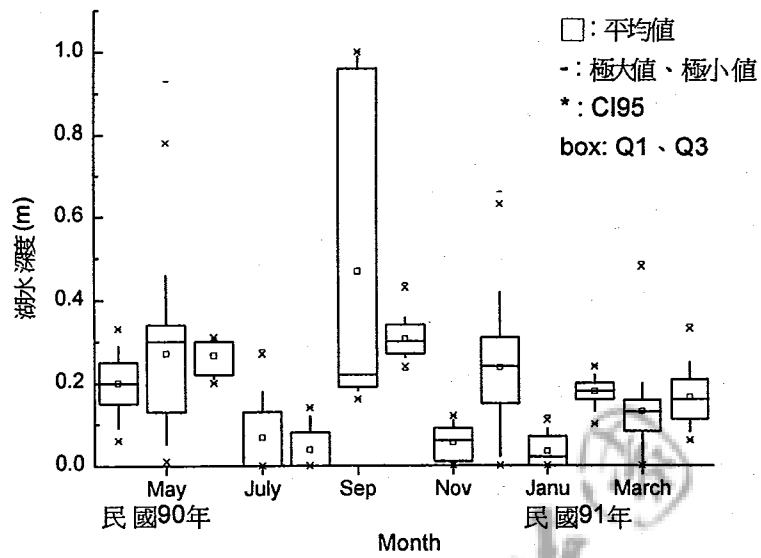
當湖面低於 20 公分時，雖然所推得的結果顯示，水流已經不從出水口出水，然此時觀察夢幻湖湖面下降速率仍然高於浚深區旁的塑膠桶的蒸散速率，因此推測此時仍有地下逕流導致湖面無法維持在一定的深度。



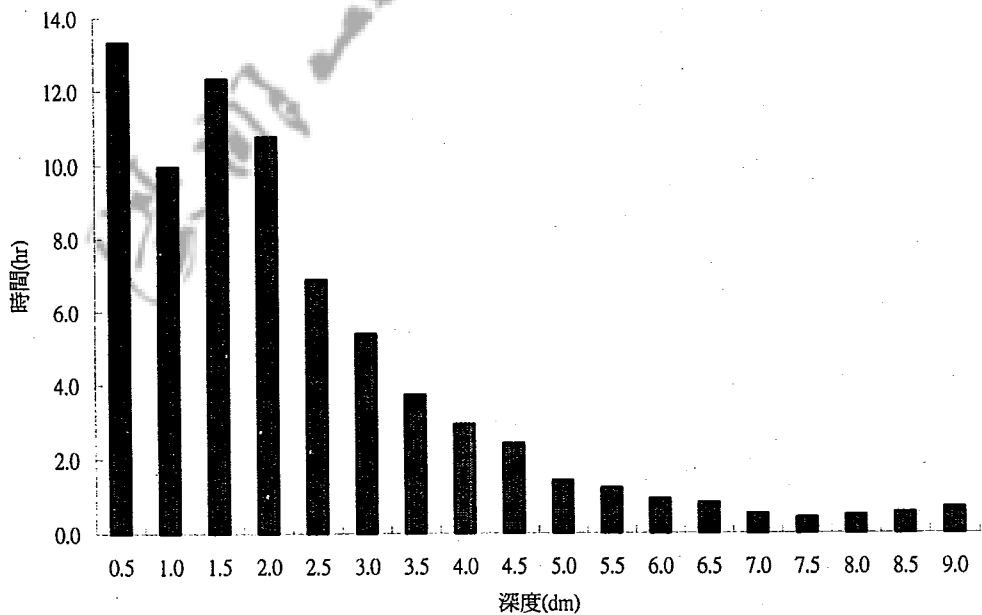
圖十九 民國九十年四月到九十一年四月，陽明山鞍部測候站不同月份降雨量及降雨天數比較圖。



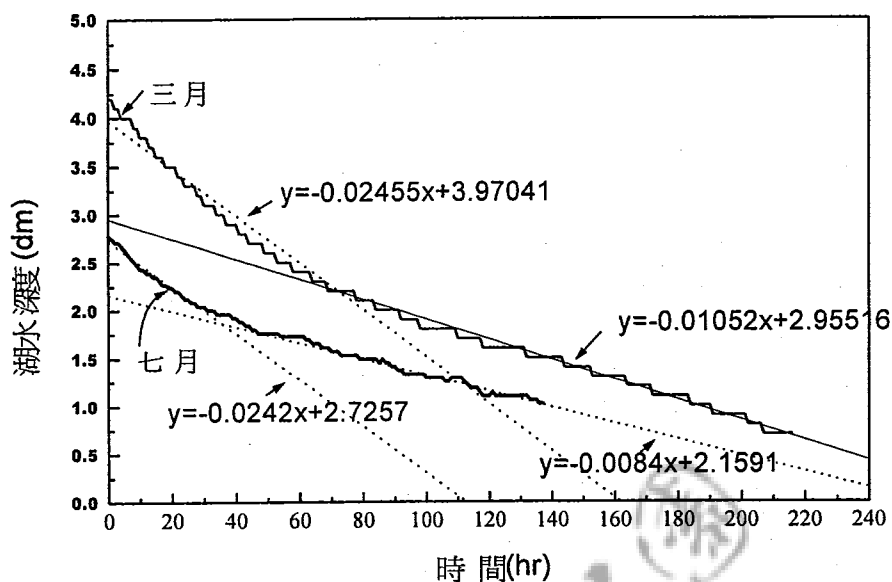
圖二十 民國 90 年 4 月到民國 91 年 4 月，不同月份夢幻湖浚深區平均深度比較圖



圖二十一 夢幻湖浚深區 90 年 4 月到 91 年四月不同月份深度變化量比較



圖二十二 民國 90 年到 91 年間，沒下雨時，夢幻湖不同深度平均下降 1 公分所需的時間



圖二十三 夢幻湖於90年7月與91年3月沒有下雨時，所經過的時間雨水深度下降的關係圖，其中經兩條直線擬合的交點座標分別為(71.8, 2.2)、(36.1, 1.9)。

表四 民國90年四月到91年3月不同月份雨量比較，資料來源：中央氣象局。

	89 竹 子湖降 雨量 (mm)	90 竹 子湖降 雨量 (mm)	89 鞍 部降雨 量 (mm)	90 鞍 部降雨 量 (mm)	89 竹 子湖降 雨天數	90 竹 子湖降 雨天數	89 鞍 部降雨 天數	90 鞍 部降雨 天數
1 月	316.8	224	331.8	357.6	19	21	23	22
2 月	548	185	680.6	295.9	24	16	27	18
3 月	166.5	155.8	231.8	206.3	15	16	17	19
4 月	398.6	164.8	557.8	235.8	22	15	22	20
5 月	43	335.5	53.1	486.5	8	18	7	23
6 月	299.2	61.3	339.2	81.9	12	11	12	10
7 月	222.7	206	360.8	259.9	13	12	13	12
8 月	498.5	98.5	547.6	93.8	17	12	20	12
9 月	311.2	2976	494.9	2871	12	24	11	27
10 月	779.5	339.5	879.6	377.1	16	17	18	18
11 月	1153	131.5	1387	158.4	25	17	25	17
12 月	501	202	728	290	25	19	28	21
Total	5238	5080	6593	5714	208	198	223	219

(丙) 夢幻湖的淤積情形：

夢幻湖的淤積也有可能造成湖泊儲蓄量的改變，為改變夢幻湖容積

的環境因子(王、易, 1979), 然而在這一年的結果(表五)發現, 其淤積狀況, 除了觀景平台下方的標竿淤積了6公分外, 其他3個標竿皆沒有明顯淤積的狀況。而觀景平台為後來國家公園管理處所設置, 為了方便遊客觀賞湖區風景, 其下有一入水口, 當下雨天時, 此入水口收集了沿步道水溝兩旁的水源, 等於收集了山上的水, 其水量夠大導致泥沙大量沖刷, 觀景平台下方的淤積速率增加, 而其他的標竿或許離雨水直接沖刷地點遠, 因此淤積狀況並不明顯, 也或許放置的時間不夠長久, 淤積狀況仍顯現不出來。劉聰桂教授在1990年曾經提到之前的夢幻湖以每年0.8公厘的速度淤積, 而黃增泉教授提到夢幻湖西側的坡度較大, 一年可達5-10公分的淤積等等, 其數值差異很大推斷應該由於夢幻湖接受地表逕流的比例各地不同, 因此其不同位置的淤積速度也不同。然而不管如何淤積, 都遠不及夢幻湖水位的上升或下降的速率, 因此亦推斷其並非夢幻湖水位迅速下降的主因。

表五 夢幻湖標竿刻度顯示淤積情形(單位: 公分)

	湖中央	浚深區	小水池	平台下
90年4月	0	0	0	
90年8月	0	0	0.5	
90年8月	0	0	0	0
90年11月	0.1	0	0	6
91年1月	0.1	0	0	6
91年3月	0.1	0	0	7

四、結論與建議

民國九十年七月間中湖戰備道西側之大火, 當時灰燼雖有部分飄落於夢幻湖, 經實地進行夢幻湖之生態調查, 火災後裸露之地基, 在颱風或大雨時對於火災基地沖刷下來之土壤, 並不直接沖刷入夢幻湖中, 因此, 該次火災對於生長在夢幻湖中的台灣水韭而言, 並未造成其生長之直接影響。

比較90年6月7日及91年6月7日空拍之植被分佈圖以及樣區之調查均發現, 台灣水韭生長之範圍已被針蘭、柳葉箬、孳蘆、水毛花等壓縮, 然而, 兩年四、五月間雨量之情況不盡相同, 以白背芒在樣區並未擴張之情況看來, 究竟水韭的生長空間被壓縮是演替的方向, 或仍然只是因應天候之季節性變化, 仍有待進一步觀察。

夢幻湖的氣候陰晴變化快速, 且常常有霧氣覆蓋其上, 霧氣會遮住太陽光的照射, 使得夢幻湖的光量亦快速變化, 透過霧氣下的光質百分比與晴天時的光質在統計上雖無顯著不同, 然而百分比分析上仍有些微差異。而光質些微的差異是否影響台灣水韭的生長, 有待進一步探討。

因夢幻湖常常籠罩著霧氣, 蒸散量不大, 整年的降雨極為頻繁, 提供夢幻

湖充足的水源。經由實地調查發現夢幻湖的水流出量受到地下流出逕流影響最大，目前觀察到的地下流出位於夢幻湖的東南側的出水口，使得浚深區水位在 20 公分以上的時候，水從東南側的出水口及其他地下逕流流出，水位下降很快，當水位低於 20 公分時，出水口停止出水，但其地下逕流仍繼續進行。民國 90 年到 91 年，曾經有七個月，浚深區處於乾旱沒水狀態，其一年內平均深度為 21 公分，與十三年前夢幻湖的平均深度 40 公分明顯降低，因此夢幻湖在這數年中降低了其儲水的能力，其原因不明。

夢幻湖除了原生物種外，仍有其他外來物種來源，偶有宗教團體於此進行宗教儀式（如附錄二），再加上東南側的墓碑，定期有家屬祭拜，並在當地燃燒紙錢、這些信眾或家屬會丟擲一些食物及五穀雜糧的種子，這些種子就在當地萌芽，雖經過 9 月的颱風及冬天寒風的侵襲後，部分幼苗已經消失，然而若任由遊客繼續丟擲種子，對當地的原生物種，尤其對漸漸縮小範圍的台灣水韭都會有間接的影響，因此有必要進行長期監測的工作，並建議陽明山國家公園管理處以告示或限制夢幻湖的對外開放，以避免當地環境因著人為活動而產生不必要的消長。

參考文獻

王如意、易任，1979。應用水文學(上)。國立編譯館。

交通部中央氣象局，鞍部、竹子湖氣象測候站。

<http://www.cwb.gov.tw/V3.0/index.htm>。

邱明成，2001。台灣水韭棲地及其復育策略之研究。國立台灣師範大學碩士論文。

李瑞宗，1988。夢幻湖與鴨池之植物相分析。中華植物學會通訊 20：14。

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。

陳鎮東、王冰潔，1997。台灣的湖泊與水庫。國立編譯館主編，渤海堂文化公司印行。

張永達、邱文彥。2000。陽明山國家公園冷水坑溼地台灣水韭移植與調查暨水質水文與湖泊變遷調查計劃。內政部營建署陽明山國家公園管理處。

張永達、黃生，2001。陽明山國家公園長期生態研究規劃。內政部營建署陽明山國家公園管理處。

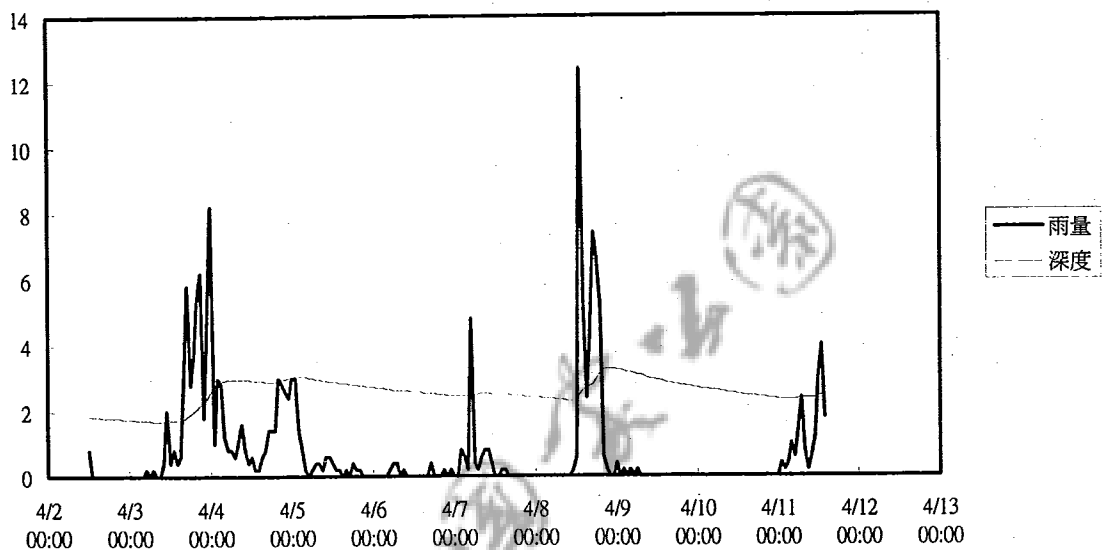
黃淑芳、楊國禎，1991。夢幻湖傳奇-台灣水韭的一生，內政部營建署陽明山國家公園管理處。

黃增泉、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，共 142 頁。

附錄一

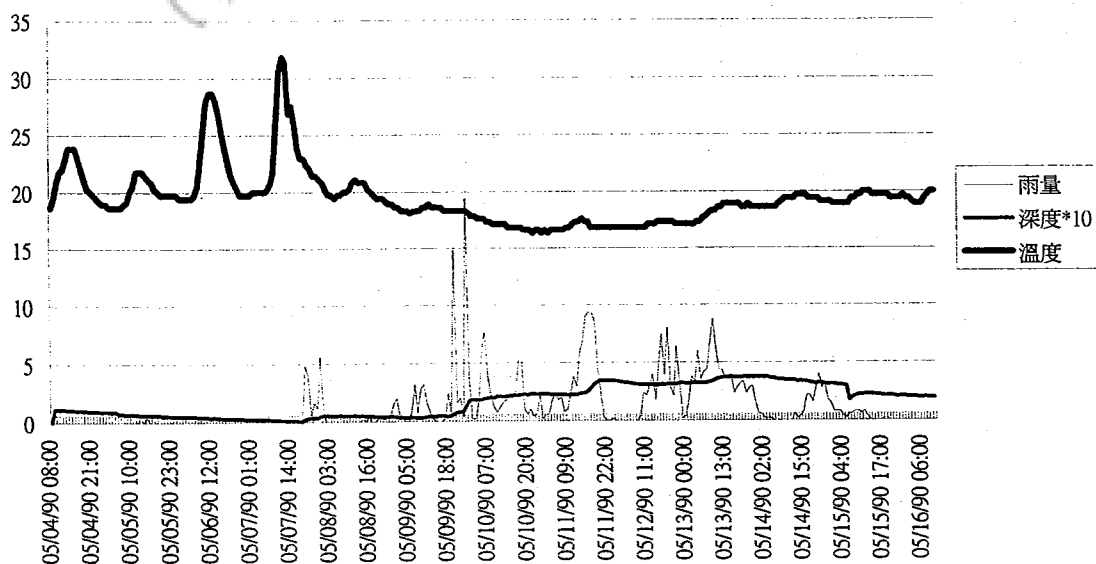
民國 90 年 4 月到 91 年 4 月，不同月份夢幻湖浚深區雨量深度比較圖

90年4月雨量深度溫度圖



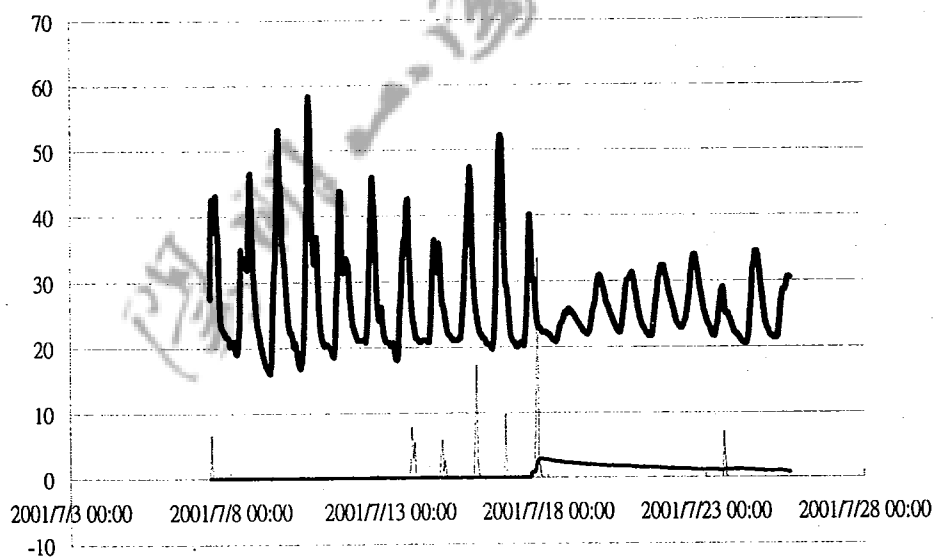
90 年四月份雨量深度圖

90年5月雨量深度溫度圖



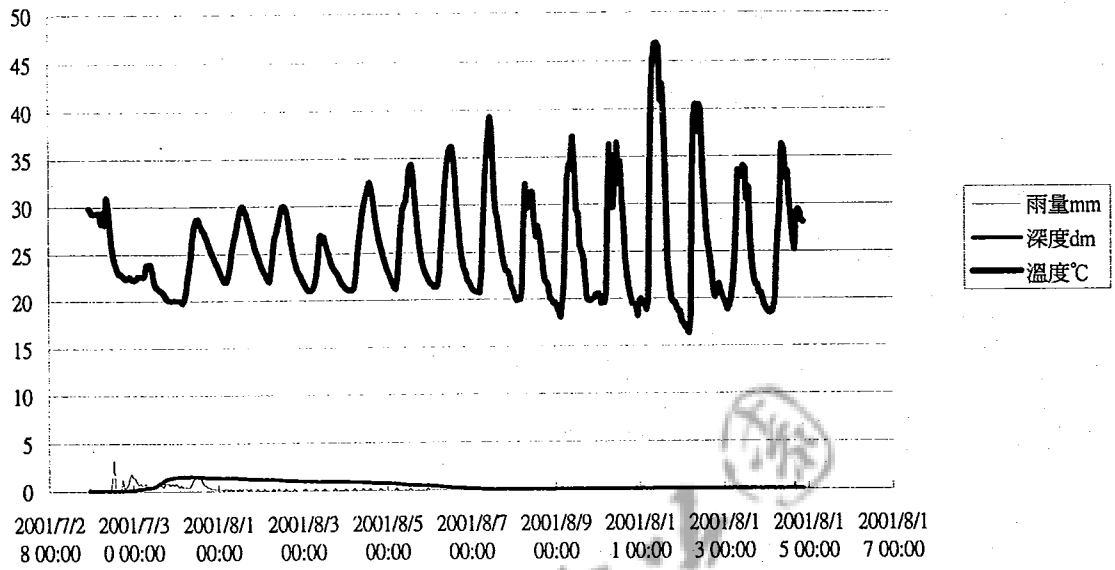
90 年五月份雨量深度圖

90年7月雨量深度溫度圖



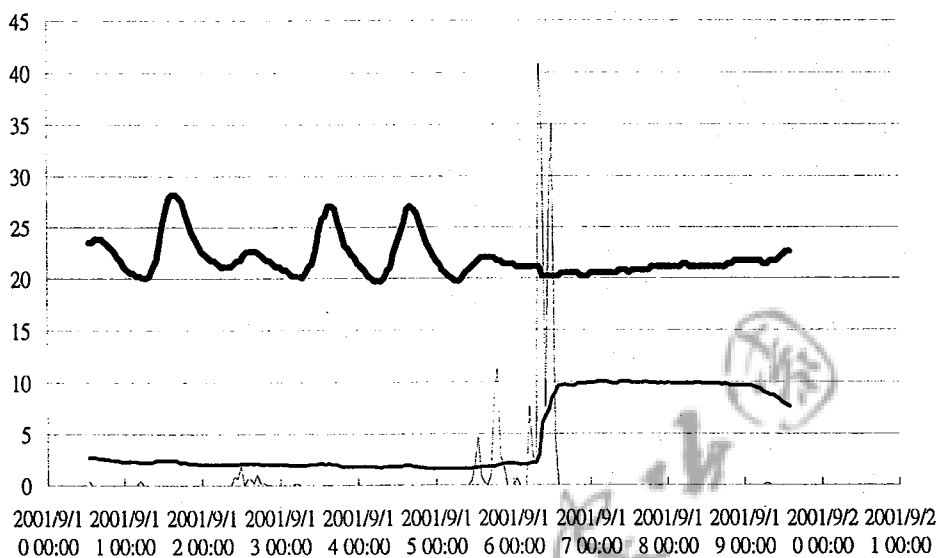
90 年七月份雨量深度圖

90年8月雨量深度溫度圖



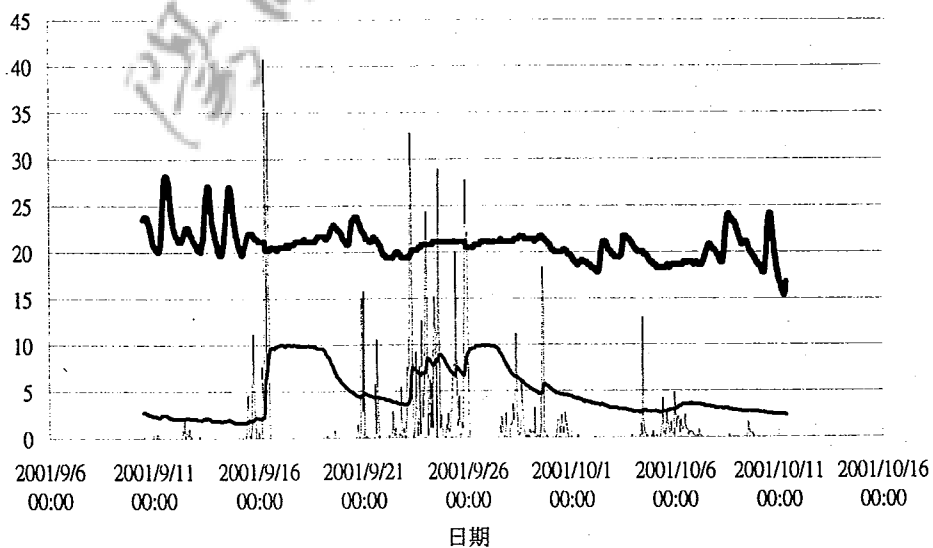
90 年八月份雨量深度圖

90年9月雨量深度溫度圖



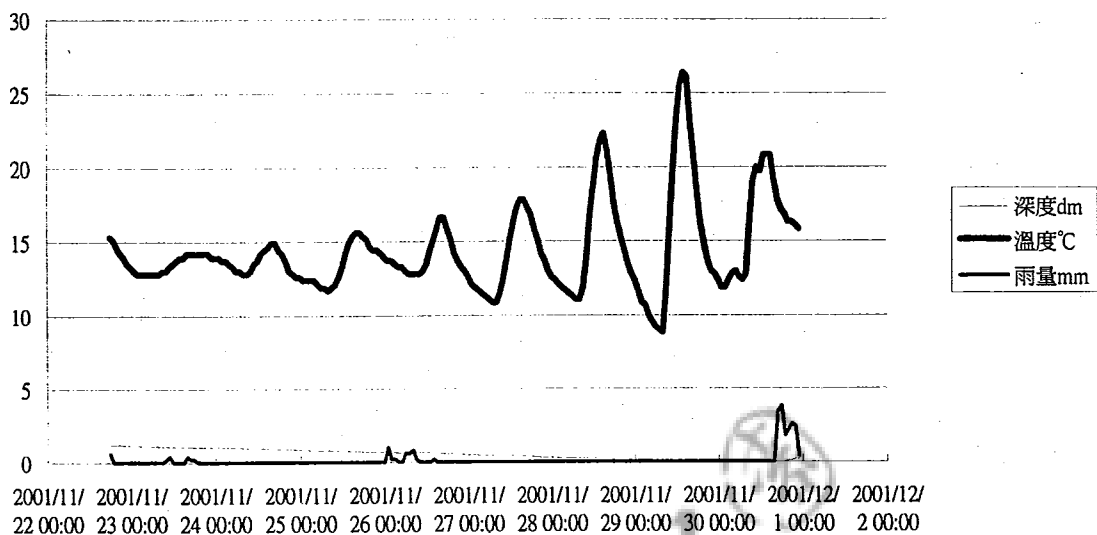
90 年九月份雨量深度圖

90年10月雨量深度溫度圖



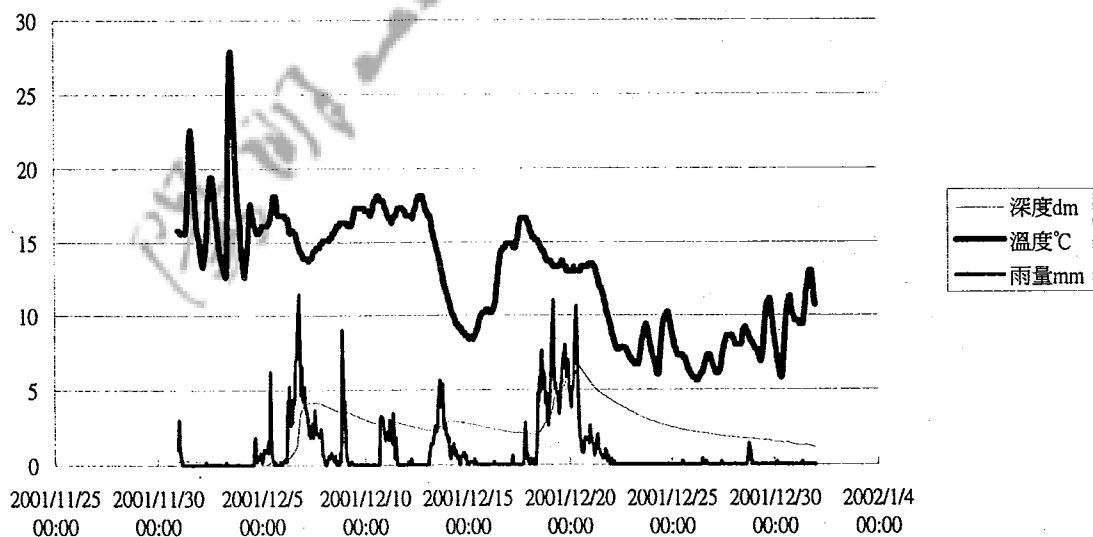
90 年十月份雨量深度圖

90年11月雨量深度溫度圖



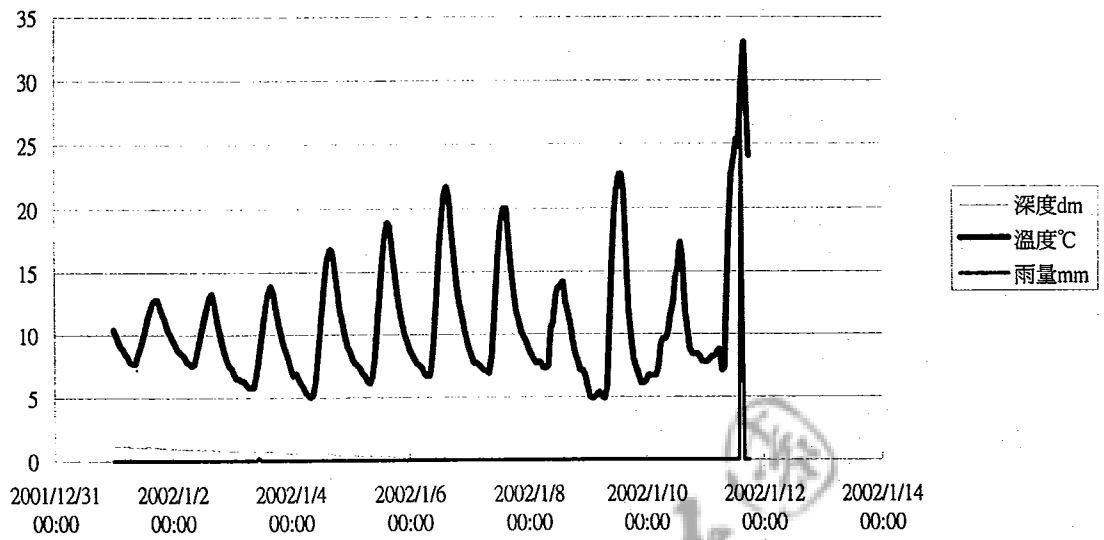
90 年十一月雨量深度圖

90年12月雨量深度溫度圖



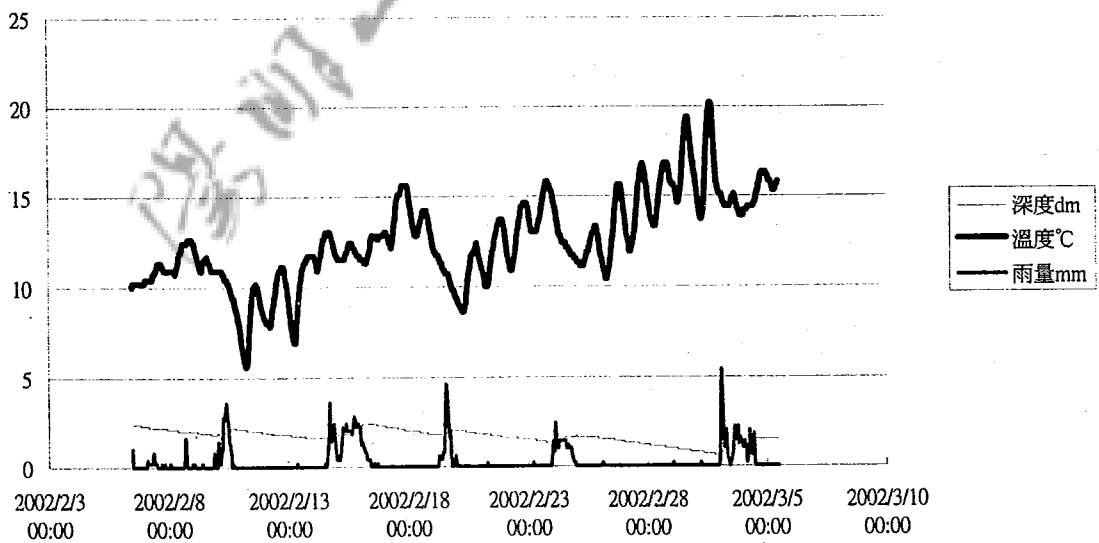
90 年十二月雨量深度圖

91年1月雨量深度溫度圖



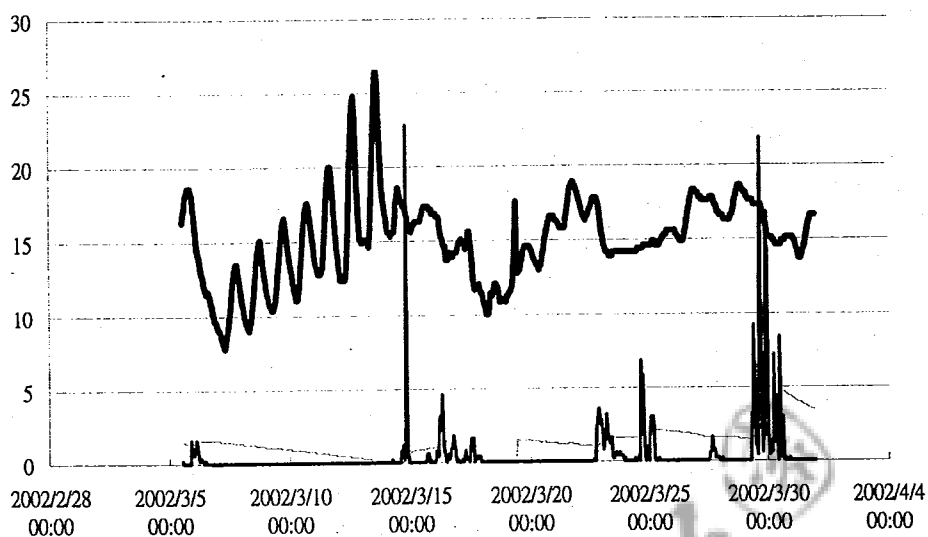
91 年一月雨量深度圖

91年2月雨量深度溫度圖



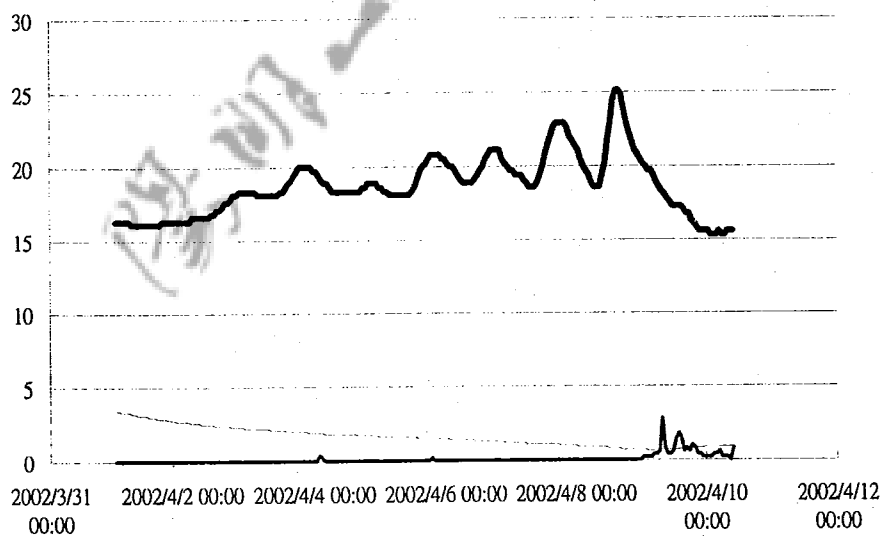
91 年二月雨量深度圖

91年3月雨量深度溫度圖



91 年三月雨量深度圖

91年4月雨量深度溫度圖



91 年四月雨量深度圖

附錄二 宗教儀式之祈福詞

2002/5/19 下午約 1-2 點，陽明山國家公園夢幻湖的平台上，有四人於其上似乎是祈福，作宗教儀式的動作，口中念念有詞，僅就聽懂與聽不懂得類似音紀錄如下：

喔（叫無意義的聲音）。世界大同...促進會..今天在此提開大同世界之命，大同促進會今天在此召開天地靈合一，盛會開演，天地和應，四方照應，叫一世界，叫他（....作...拜重——屈聽不懂，保一連....）靈界天界要清算了，隔開過去的一切恩怨，要在今天，要在這個現址，地址要執行人間不平之事，要合照正義之事，要結合，今天在此要發照十方天地靈，一切帶有天命，致使神祇天祇地祇，各司各脈，一切照五令行止，在此發召，一切按照過去所領天命之令要徹底執行，不得有誤，在此要向各界各行，..今天要再此要徹底明白的向各位要算照，在此結合那日之議事，今天大家（年...之精神），所建議的功果，要堤防你們要今天在此要結合的過去的我們的弟兄姊妹，今天要有緣的在此的配合，我要在此要宣召仍要個人要回去徹底的準備，我要實行一道，合照（因照有團此），你們要釋放的令的全力的相助，在過去你們的功果，要記在天地，要今天在此的非常的無限的歡喜，要過去我們為著民族為著國家要建立的事功要在此顯質，我要今天在此有代替的大同勝業的所有的，全體我們的兄弟要向各位在各地要罷手的辛苦要非常的，為念的今天要在此向各位結合，希望各位回去以後要徹底的執行要徹底的努力的準備的實行，我們要在此要創作人間之功果我要今天在此簡單向各位報告到此，要非常歡喜的要在此的裡邊非常的難過的，但是我們的裡邊又是暫時的，精神要永遠結合的在此我要非常的不忍的要各位暫時的離開的，你們各位在今天，要各位的沒有來的兄弟，回去要向大家問好的，我要不多言了，要在此告辭了，要徹底。（咳嗽、踏步在平台上）

夢幻湖生態保護區火災後水質及環境監測計畫



王立志
台大森林系

內政部營建署陽明山國家公園管理處委託

中華民國國家公園學會執行

中華民國九十一年六月十五日

[摘要]

民國 90 年 7 月 2 日，陽明山國家公園中湖戰備公路發生火災，延燒七星山東麓約 25 公頃土地，甚至延燒至夢幻湖西北側坡地，危及國寶植物--台灣水韭的生存。本子計畫主要目的即在定期監測夢幻湖水質變遷，以評估 90 年野火對國寶植物--台灣水韭的生存衝擊。自 90 年 9 月日至 91 年 6 月止，就水質結果顯示，夢幻湖水質平均酸鹼值為 4.12，呈酸性。水中陽離子平均濃度以 Na^+ 之 6.44 mg/L 為最高，依次為 Ca^{2+} , 1.48 mg/L； Mg^{2+} , 0.95 mg/L； K^+ , 0.81 mg/L； NH_4^+ , 0.10 mg/L。而陰離子平均濃度以 Cl^- 之 11.88 mg/L 為最高，依次為 SO_4^{2-} , 9.85 mg/L； NO_3^- , 1.65 mg/L； F^- , 0.52 mg/L。此些結果顯示夢幻湖水質受海鹽飛沫及當地硫磺噴氣影響極大。而研究期間湖水水質變異頗大，亦受降水及水位變化影響。與過去水質研究比較結果顯示，野火延燒並未影響至夢幻湖水質變化。夢幻湖周圍的森林植群可能提供重要的緩衝功能。本計畫並依集水區水流路徑，監測雨水、穿落水、土壤水及湖水間水質變化，以進一步了解湖緣森林的緩衝機制。結果顯示夢幻湖集水區降水性質亦呈酸性且受海鹽飛沫及當地硫磺噴氣影響極大，而雨水可輸入相當的 NO_3^- 。然當雨水深入芒草區土壤中時，水中酸鹼值小幅上升，而 NO_3^- 濃度顯著下降，可能顯示芒草植群的主動吸收。天然闊葉林下穿落水質變異極大，除 K^+ 離子濃度因淋溶作用而明顯增高外，其餘離子濃度與降水水質相近，有時於多日乾燥後呈現海鹽及硫磺乾性沉降現象。土壤水中酸鹼值亦小幅上升，然而 NO_3^- 濃度顯著上升，可能顯示天然林地枝葉層旺盛的微生物分解作用。柳杉林穿落水水質除 K^+ 離子濃度明顯增高外，其餘離子濃度與林外降水水質相近。土壤水中酸鹼值亦小幅上升，然而 NO_3^- 濃度顯著上升，可能顯示天然林地枝葉層旺盛的微生物分解作用。比較湖水與周邊柳杉林土壤水差異顯示水質差異不大，然而土壤水中 NO_3^- 濃度顯著上升，可能也顯示柳杉林因不定期淤水所刺激層的旺盛微生物分解作用。比較過去其他相關研究結果顯示 90 年野火並不至於影響夢幻湖水質變化。也將不至於影響短期內台灣水韭的生存。

一、前言

陽明山國家公園為台灣最主要的火山區，具有獨特的火山生態系。且位於台灣最北端，受東北季風影響甚鉅。在此特殊的生態條件下，夢幻湖水生生態系則更為特殊，孕育國寶級的台灣特有保育類植物--台灣水韭。由於此全球特殊性的自然資產，自民國 74 年陽明山國家公園管理處成立起，即將其列入生態保護區範圍，始得以進一步積極保育夢幻湖水域生態系的完整。

然七星山東麓於民國 90 年 7 月 2 日發生森林大火，燒毀周圍山坡植群達 25 公頃。雖未立即危及台灣水韭的存滅，然夢幻湖水域受周圍集水區環境影響甚鉅，依生物地質化學觀點而言，此一災變可能透過對集水區植群、坡地水文、土壤及水質等生態條件的改變，進而影響夢幻湖保護區內台灣水韭及其伴生植物社會的長期動態變遷。因此，為了解此一野火之後對夢幻湖水域生態系的衝擊，必須針對各項環境因子與植被變遷進行監測，以取得生態變遷資訊，提供日後研擬適切保育措施及經營管理之參考。

本計畫的目的即定期監測夢幻湖水質變遷，以評估 90 年野火對國寶--台灣水韭的生存衝擊。此外，本計畫並依集水區水流路徑，監測雨水、穿落水、土壤水及湖水間水質變化，以進一步了解湖緣森林的緩衝機制。

二、研究方法

(一) 研究區概述

夢幻湖生態保護區位於陽明山國家公園七星山東坡，海拔約 860 m。地質上，受大屯山區火山噴發影響極大，主要岩石為安山熔岩及火山碎屑岩所組成(黃增泉等，1988)。夢幻湖約於 5600 年前，可能因邊坡崩滑堰塞原地形出水口而成(劉聰桂，1990)。氣候上屬重濕型，深受東北季風影響，年平均氣溫為 16.5 °C，年降雨量可達 4800 mm 以上(黃增泉等，1988)。夢幻湖集水區全區僅 4.33 ha，植群如鄭先佑和劉炯錫(1987)所述，可分為 1. 芒草區，約 3.5 ha，佔全區面積之 80%；2. 闊葉林區，約 0.43 ha，佔全區面積之 9.8%；3. 柳杉林區，約 0.12 ha，佔全區面積之 2.4%；4. 湖區，約 0.29 ha，佔全區面積之 6.8%。

(二) 水質取樣

為了解夢幻湖水文化學變化，於保護區內架設湖水、雨水、穿落水及土壤水收集器，以每週一次為原則，進行水樣採集。其中土壤水收集器以陶杯製成，埋設於 15cm, 30cm 及 60cm 深度。所採集之水樣裝入 500 ml 塑膠瓶內保存，水樣即時運送至台大森林系水質實驗室，以進行分析。

(三) 水質分析

依標準方法(APHA, 1995)，水樣先行測定酸鹼值及電導度。另取部分水樣，以 0.45 μm 之濾紙過濾。而過濾溶液則以 DX-100 離子層析儀 (Dionex Corp., Sunnyvale, CA, USA) 分析 N、P、K 養分及其他重要陰、陽離子等項目。並分別統計各森林層次水化學變化，以比較差異變化，並顯示此一水域生態系的環境特性。

三、結果與討論

(一) 夢幻湖水水質

自民國 90 年 9 月起，夢幻湖水水質結果如表一所示。夢幻湖水質平均酸鹼值為 4.12，呈酸性。水中陽離子平均濃度以 Na^+ 之 6.44 mg/L 為最高，依次為 Ca^{2+} , 1.48 mg/L; Mg^{2+} , 0.95 mg/L; K^+ , 0.81 mg/L; NH_4^+ , 0.10 mg/L。而陰離子平均濃度以 Cl^- 之 11.88 mg/L 為最高，依次為 SO_4^{2-} , 9.85 mg/L; NO_3^- , 1.65 mg/L; F^- , 0.52 mg/L。此些結果顯示夢幻湖水質受海鹽飛沫及當地硫磺噴氣影響極大。而研究期間湖水水質變異頗大。研究期間因納莉颱風雨利奇瑪颱風時大量降水影響，使各項離子濃度因稀釋而降低。而湖水離子濃度較高狀況，多發生於多日乾燥且湖水水位較低時期，亦受水位變化影響。與過去水質研究(鄭先佑、劉炯錫，1987)結果比較亦顯示，因受降水及水位變化影響，湖水水質變異極大，研究期間，就夢幻湖水質變化，恐無法分辨出野火延燒影響。而夢幻湖周圍的森林植群可能提供重要的緩衝功能。過去有關台灣水韭生理方面研究顯示(張永達，1987)，台灣水韭對變異夢幻湖水質耐受力極佳，研究期間夢幻湖水質變化將不至於影響台灣水韭的生存。

(二) 雨水水質

夢幻湖雨水水質如表 2 所示，顯示雨水偏酸性，水中離子以水中陽離子平均濃度以 Na^+ 之 7.58 mg/L 為最高，依次為 NH_4^+ , 1.8 mg/L, Mg^{2+} , 0.96 mg/L; Ca^{2+} , 0.94 mg/L; K^+ , 0.58 mg/L。而陰離子平均濃度以 Cl^- 之 13.01 mg/L 為最高，依次為 SO_4^{2-} , 7.44 mg/L; NO_3^- , 4.05 mg/L; F^- , 0.75 mg/L。此些結果顯示夢幻湖雨水水質受海鹽飛沫及當地硫磺噴氣影響極大。

比較夢幻湖雨水及湖水水質差異(表 3)顯示，雨水與湖水極為接近，皆偏酸性，且 Na^+ 、 Cl^- 及 SO_4^{2-} 濃度皆高，皆受海鹽飛沫及當地硫磺噴氣影響極大。然雨水中較高濃度的 NO_3^- 可能來自酸性沉降。而湖水中較高的 Ca^{2+} ，可能受集水區土壤影響所致。

(三) 芒草地不同深度土壤水水質

本計畫進一步定量水流路徑上水化學變動，以了解植群及土壤之生態功能。當與水流經芒草地進入芒草土壤層次後，水化學如表 4 所示，芒草地土壤水水質仍以 Na^+ 、 Cl^- 及 SO_4^{2-} 濃度為高，亦可能顯示長期受海鹽飛沫及當地硫磺噴氣影響。而 Ca^{2+} 及 Mg^{2+} 濃度皆不高，遠低於一般闊葉森林土壤水(Wang, et al., 1997)，顯示本區土壤受火山岩屑影響極大，陽基離子易受 SO_4^{2-} 淋洗流失，保存不易。

比較雨水及土壤水變化(表 5)可見，土壤水酸鹼值約升高 0.5 單位， Na^+ 、 Cl^- 濃度於深層土壤水中依深度漸減。而 NH_4^+ 及 NO_3^- 卻於芒草區土壤水中較低，可能因火燒後芒草迅速生長，根部主動吸收所致。

(四) 天然闊葉林穿落水水質

流經天然闊葉林之穿落水水質如表 6 所示，穿落水中仍以 Na^+ 、 Cl^- 及 SO_4^{2-} 濃度為較高。比較雨水及闊葉林穿落水水質差異(表 7)可見，雨水及穿落水中 pH 值， Na^+ 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 及 NH_4^+ 濃度相當。然由此樹冠層的交互作用，使穿落水中 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 K^+ 及 NO_3^- 濃度皆高於雨水。

(五) 天然闊葉林不同深度土壤水水質

流經天然闊葉林不同深度土壤水水質如表 8 所示，土壤水中仍以 Na^+ 、 Cl^- 及 SO_4^{2-} 濃度為較高。比較雨水、天然闊葉林穿落水及不同深度土壤水水質(表 9)可見，差異較大者出現於 15cm 及 30cm 之土壤層，其中 NO_3^- 濃度上升至 10~20 mg/L，可能顯示森林地下根系區旺盛的微生物及分解作用。

(六) 柳杉人工林穿落水水質

柳杉穿落水水質如表 10 所示，雖仍以 Na^+ 、 Cl^- 及 SO_4^{2-} 濃度為較高。然相較雨水，此些離子於柳杉林穿落水中較低，是否顯示柳杉林冠交互作用不同，則有待進一步研究。

(七) 柳杉人工林不同深度土壤水水質

流經柳杉林不同深度土壤水水質表 11 所示，以 Na^+ 、 Cl^- 及 SO_4^{2-} 濃度為較高。然其中 NO_3^- 濃度上升至 20~30 mg/L，可能亦顯示森林地下根系區旺盛的微生物及分解作用。由於柳杉林地緊鄰湖區，夢幻湖水位變化亦將影響柳杉林土壤的濕潤狀況。Mitsch 與 Gosselink (1993) 提及濕地土壤中的生物地質化學過程與排水良好土壤不同。夢幻湖柳杉林地土壤亦接近濕地狀態。土壤水中較高濃度的 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 K^+ 及 NO_3^- ，是否為反復淹水所致，則有待進一步研究。

比較雨水、柳杉人工林穿落水及不同深度土壤水水質變化(表 12)可見，原於土壤水中較高的 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 K^+ 及 NO_3^- 現象，並未出現於湖水之中。夢幻湖水水質較接近雨水，以夢幻湖集水區全區僅 4.33 ha，且地形陡峭，雨水降至地面，即迅速經地表或淺層土壤，流向湖區，鮮少與深層岩石進行交互作用，因此，湖水水質較接近雨水。

四、結論與建議

- 1、夢幻湖湖水水質變異頗大。水質平均酸鹼值為 4.12，呈酸性。水中陽離子平均濃度以 Na^+ 之 6.44 mg/L 為最高，依次為 Ca^{2+} , 1.48 mg/L; Mg^{2+} , 0.95 mg/L; K^+ , 0.81 mg/L; NH_4^+ , 0.10 mg/L。而陰離子平均濃度以 Cl^- 之 11.88 mg/L 為最高，依次為 SO_4^{2-} , 9.85 mg/L; NO_3^- , 1.65 mg/L; F^- , 0.52 mg/L。此些結果顯示夢幻湖水質受海鹽飛沫及當地硫磺噴氣影響極大。就水質變化來看，民國 90 年 7 月野火對夢幻湖湖水影響不大。而夢幻湖周圍的森林植群可能提供重要的緩衝功能。台灣水韭耐受力極佳，湖水水質變化將不至於影響台灣水韭的生存。
- 2、流經夢幻湖集水區芒草地、闊葉林及柳杉林中植群及土壤之水質皆以 Na^+ 、 Cl^- 及 SO_4^{2-} 濃度為較高，顯示受海鹽飛沫及當地硫磺噴氣影響極大。芒草區土壤可能因火燒後芒草迅速生長，根部主動吸收，而使土壤水中 NH_4^+ 及 NO_3^- 濃度降低。而闊葉林及柳杉林土壤水中較高的 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 K^+ 及 NO_3^- 現象，可能顯示森林地下根系區旺盛的微生物及分解作用。
- 3、比較雨水、柳杉人工林穿落水及不同深度土壤水水質變化可知，原於土壤水中較高的 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 K^+ 及 NO_3^- 現象，並未出現於湖水之中。夢幻湖水水質與雨水接近。以夢幻湖集水區全區僅 4.33 ha，且地形陡峭，雨水降至地面，即迅速經地表或淺層土壤，流向湖區，鮮少與深層岩石進行交互作用，因此，湖水水質與雨水接近。

參考文獻

陳益明等 (1990) 陽明山國家公園區內火山植物生態之研究。陽明山國家公園管理處。159 頁。

黃淑芳、楊國禎 (1991) 夢幻湖傳奇--台灣水韭的一生 陽明山國家公園管理處。103 頁。

黃增泉等 (1988) 陽明山國家公園夢幻湖植物生態之研究。陽明山國家公園管理處。142 頁

黃增泉 (1990) 陽明山國家公園森林火災對生態之影響調查。陽明山國家公園管理處。141 頁。

張永達 (1987) 台灣水韭之生理研究。師大生物所碩士論文。

張永達 (2001) 冷水坑溼地台灣水韭移植與調查暨水質水文與湖泊變遷調查。陽明山國家公園管理處。59 頁。

劉聰桂 (1990) 夢幻湖及附近溼地之剖面分析及定年研究。陽明山國家公園管理處 研究計畫報告。34 頁。

鄭先佑、劉炯錫 (1987) 陽明山國家公園夢幻湖生態保護區生態系之研究。陽明山國家公園管理處。141 頁。

APHA. (1992) Standard methods for the examination of water and wastewater. 18th ed. APHA. USA.

Mitsch, W. J. and J. G. Gosselink (1993) Wetlands 2nd ed. Thomson Publishing, Inc. 451pp.

表1、夢幻湖集水區湖水水質

		pH值	Na	NH4	K	Mg	Ca	F	Cl	NO3	SO4
	日期	mg/L									
湖水	010924	3.92	2.59	0.00	0.75	0.21	0.83	1.13	8.64	2.38	4.37
	011003	4.43	1.58	0.12	0.81	0.06	0.13	0.90	5.82	0.43	3.71
	011010	4.34	3.99	0.06	0.89	0.47	0.61	0.91	9.35	1.05	7.17
	011016	4.33	3.18	0.00	1.08	0.56	1.40	1.17	8.89	4.65	6.27
	011018	4.27	5.66	0.00	1.08	0.74	0.97	0.58	12.60	4.15	6.92
	011024	4.45	6.08	0.00	0.88	0.70	0.66	1.12	13.95	1.11	7.07
	011101	4.32	5.24	0.09	0.96	0.67	0.61	1.04	11.27	1.03	8.91
	011108	4.35	11.73	0.00	0.52	1.27	2.22	0.75	23.42	1.12	10.25
	011118	4.19	11.66	0.00	0.94	1.37	1.37	0.95	24.54	3.43	13.54
	011122	4.14	11.73	0.00	0.37	1.45	1.87	1.01	24.06	2.47	15.09
	011129	3.45	9.18	0.00	0.25	1.09	1.18	0.74	19.75	0.75	13.76
	011206	3.65	6.42	0.00	1.26	0.76	0.68	0.79	15.81	0.00	11.51
	011213	4.15	#REF!	0.00	1.05	0.87	1.51	0.33	11.10	0.12	7.47
	011220	4.07	#REF!	0.00	0.55	0.65	0.98	0.29	6.42	1.52	6.32
	011227	3.56	5.11	0.00	0.77	0.85	1.44	0.30	8.90	0.58	8.50
	020103	4.48	6.93	0.57	1.44	1.22	1.97	0.37	12.05	1.31	12.32
	020110	4.23	7.38	0.49	0.09	1.03	1.68	0.10	12.58	0.34	13.54
	020117	3.83	8.34	0.87	0.96	1.61	2.48	0.12	19.03	1.47	12.23
	020130	3.87	5.87	0.82	1.71	1.24	1.99	0.07	9.37	5.89	10.83
	020207	4.31	4.70	0.00	0.94	0.95	1.52	0.10	7.19	4.49	10.13
	020219	4.06	6.09	0.00	1.11	1.01	1.40	0.12	9.14	3.14	10.73
	020226	4.14	15.12	0.00	1.24	1.33	1.88	0.41	12.28	3.26	11.54
	020305	4.53	4.95	0.00	1.27	1.32	2.10	0.73	13.04	0.68	7.77
	020312	4.18	10.19	0.00	0.98	1.84	3.01	0.41	15.72	0.28	13.88
	020319	4.02	5.48	0.00	0.65	1.03	1.85	0.46	9.19	0.80	10.05
	020326	4.34	5.17	0.00	1.05	0.88	1.44	0.18	7.91	1.07	9.20
	020402	4.14	3.33	0.00	0.68	0.86	1.47	0.21	4.48	2.76	9.58
	020409	4.23	5.03	0.00	0.24	0.84	1.63	0.22	8.07	0.27	10.35
	020416	3.71	4.41	0.00	0.13	0.77	1.63	0.22	7.57	0.00	8.91
	020423	3.93	4.91	0.00	0.14	0.88	1.59	0.22	7.71	0.29	11.21
	020430	4.05	4.92	0.00	0.34	0.92	1.69	0.14	8.42	0.29	12.20
	平均	4.12	#REF!	0.10	0.81	0.95	1.48	0.52	11.88	1.65	9.85
	標準差	0.27	#REF!	0.24	0.41	0.38	0.61	0.37	5.39	1.59	2.85

表2、夢幻湖集水區降雨水質

		pH	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	F ⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻
日期		mg/L									
雨水	011016	4.39	2.54	0.15	0.28	0.16	0.28	2.85	6.11	1.88	4.08
	011018	4.16	28.89	2.44	1.14	3.45	1.44	1.00	52.81	5.61	15.12
	011024	4.19	4.84	0.60	0.33	0.47	0.00	0.76	11.09	4.14	5.78
	011101	4.19	3.40	2.31	0.42	0.18	0.00	1.07	8.29	4.93	10.04
	011108	4.16	14.63	1.97	0.92	1.74	0.42	1.02	28.95	4.88	9.95
	011118	4.05	9.69	1.81	0.62	1.07	0.38	0.78	19.06	5.58	10.13
	011206	3.40	4.31	1.85	0.67	0.38	0.08	1.11	9.21	4.80	9.64
	020226	3.86	19.57	3.51	1.15	1.96	1.75	0.83	18.82	5.19	13.08
	020305	4.32	6.42	1.63	0.44	1.42	1.77	0.59	12.41	3.29	5.39
	020312	4.05	10.94	3.76	0.96	1.38	1.70	0.45	14.18	6.61	12.11
	020319	4.58	1.02	2.81	0.23	0.26	0.73	0.59	1.57	2.42	2.82
	020326	5.01	2.95	1.59	0.40	0.53	1.32	0.60	5.06	2.96	3.62
	020402	4.60	0.65	0.96	0.21	0.24	0.60	0.28	1.23	1.70	2.13
	020409	4.02	9.20	3.07	1.27	1.44	2.81	0.19	14.02	9.02	12.53
	020416	3.82	3.00	0.94	0.31	0.54	1.20	0.19	5.51	2.42	3.55
	020423	3.78	2.67	0.72	0.26	0.49	0.90	0.27	4.96	1.74	3.00
	020430	4.38	4.15	0.53	0.27	0.63	0.61	0.25	7.88	1.70	3.53
平均		4.17	7.58	1.80	0.58	0.96	0.94	0.75	13.01	4.05	7.44
標準差		0.37	7.49	1.08	0.37	0.87	0.78	0.63	12.45	2.05	4.30

表3、夢幻湖集水區降雨及湖水平均水質比較(s.d. 置下)

分層	pH	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	F ⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻
					mg/L					
雨水	4.17	7.58	1.80	0.58	0.96	0.94	0.75	13.01	4.05	7.44
n=17	0.37	7.49	1.08	0.37	0.87	0.78	0.63	12.45	2.05	4.30
湖水	4.12	6.44	0.10	0.81	0.95	1.48	0.52	11.88	1.65	9.85
n=31	0.27	3.01	0.24	0.41	0.38	0.61	0.37	5.39	1.59	2.85

表4、夢幻湖集水區芒草地不同深度土壤水水質

深度	日期	pH	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	F ⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻
		mg/L									
15cm	011220	4.56	11.54	1.56	1.32	1.16	1.28	0.24	16.67	0.51	6.11
	020103	4.91	7.15	0.00	1.29	1.24	1.07	0.12	14.52	0.40	6.77
	020117	4.93	7.32	0.00	1.18	1.28	1.10	0.32	13.42	0.40	7.00
	020130	5.05	7.23	0.00	0.69	1.10	0.89	0.26	11.12	0.36	8.57
	020305	4.54	6.10	0.00	0.55	1.01	0.81	0.09	11.86	0.00	7.54
	020319	4.47	5.90	0.00	0.49	0.90	0.74	0.21	8.31	0.00	7.87
	020326	4.70	5.46	0.00	0.45	0.82	0.87	0.26	7.94	0.00	8.36
	020402	4.70	5.43	0.00	0.42	0.99	0.92	0.23	7.29	0.00	8.94
	020416	4.73	5.42	0.00	0.46	0.77	0.80	0.23	7.61	0.00	8.29
	020430	4.73	4.83	0.00	0.42	0.64	0.58	0.25	5.53	0.00	8.18
	平均	4.73	6.64	0.16	0.73	0.99	0.90	0.22	10.43	0.17	7.76
	標準差	0.19	1.93	0.49	0.38	0.21	0.20	0.07	3.65	0.22	0.89
30cm	020103	4.81	5.88	0.00	0.68	0.85	1.16	0.32	9.19	0.94	8.01
	020117	4.95	5.98	0.00	0.67	0.90	1.01	0.20	8.93	0.81	8.33
	020130	4.96	7.74	0.00	0.53	0.84	0.86	0.20	9.77	0.51	9.03
	020305	4.66	4.77	0.00	0.36	0.62	0.62	0.27	8.75	0.00	7.72
	020319	4.51	5.25	0.00	0.33	0.66	0.73	0.55	7.64	0.00	8.43
	020326	4.64	5.38	0.00	0.31	0.65	0.96	0.12	8.05	0.00	9.21
	020402	4.62	4.94	0.00	0.31	0.71	0.85	0.26	7.94	0.00	9.55
	020416	4.60	4.68	0.00	0.32	0.59	0.83	0.19	6.77	0.00	9.09
	020430	4.55	4.67	0.00	0.32	0.52	0.66	0.26	5.71	0.00	9.06
	平均	4.70	5.48	0.00	0.43	0.70	0.85	0.26	8.08	0.25	8.71
	標準差	0.17	0.98	0.00	0.16	0.13	0.17	0.12	1.27	0.39	0.61
60cm	011220	4.66	9.81	0.00	0.34	0.81	0.80	0.28	8.54	0.39	7.89
	020103	4.87	4.74	0.00	0.47	0.82	0.91	0.27	7.78	0.37	8.25
	020117	4.99	4.85	0.00	0.50	0.91	0.96	0.25	8.12	0.88	7.08
	020130	4.97	4.96	0.00	0.40	0.97	0.92	0.21	7.67	0.22	7.87
	020305	4.43	4.81	0.00	0.33	0.85	0.76	0.17	7.67	0.00	7.53
	020319	4.60	4.84	0.00	0.38	0.90	0.88	0.16	7.68	0.00	7.78
	020326	4.62	4.90	0.00	0.31	0.88	0.78	0.17	8.07	0.00	8.35
	020402	4.70	4.12	0.00	0.30	0.90	1.01	0.26	7.85	0.00	8.63
	020416	4.57	3.92	0.00	0.31	0.79	0.94	0.20	7.18	0.00	7.85
	020430	4.59	4.35	0.00	0.39	0.77	0.77	0.38	7.16	0.00	7.89
	平均	4.70	5.13	0.00	0.37	0.86	0.87	0.23	7.77	0.19	7.91
	標準差	0.18	1.68	0.00	0.07	0.06	0.09	0.07	0.42	0.29	0.43

表5、夢幻湖集水區芒草地雨水不同深度土壤水水質比較(s.d. 置下)

		pH	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	F ⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻
分層		mg/L									
雨水		4.17	7.58	1.80	0.58	0.96	0.94	0.75	13.01	4.05	7.44
	n=17	0.37	7.49	1.08	0.37	0.87	0.78	0.63	12.45	2.05	4.30
芒草地	土壤水	4.73	6.64	0.16	0.73	0.99	0.90	0.22	10.43	0.17	7.76
	n=10	0.19	1.93	0.49	0.38	0.21	0.20	0.07	3.65	0.22	0.89
	土壤水30cm	4.70	5.48	0.00	0.43	0.70	0.85	0.26	8.08	0.25	8.71
	n=9	0.17	0.98	0.00	0.16	0.13	0.17	0.12	1.27	0.39	0.61
	土壤水60cm	4.70	5.13	0.00	0.37	0.86	0.87	0.23	7.77	0.19	7.91
	n=10	0.18	1.68	0.00	0.07	0.06	0.09	0.07	0.42	0.29	0.43

表6、夢幻湖集水區天然闊葉林穿落水水質

日期	pH	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	F ⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻
					mg/L					
011112	4.26	12.15	1.10	1.14	1.51	0.74	0.78	24.18	5.13	9.31
011129	4.50	23.62	3.21	10.49	4.67	7.80	1.20	45.38	16.07	46.16
011206	4.08	4.92	1.23	2.42	0.71	1.16	0.84	10.01	5.11	11.89
011213	3.42	1.61	0.11	0.66	0.36	0.50	0.19	3.10	0.52	2.09
011220	4.41	3.29	0.20	0.53	0.56	1.21	0.34	4.23	1.70	3.44
011227	4.08	5.29	0.64	1.56	1.20	2.17	0.33	10.94	3.51	7.93
020103	3.73	17.84	11.35	6.70	4.40	8.91	0.62	31.90	45.66	41.38
020117	4.15	5.95	3.85	2.54	2.39	5.22	0.38	12.03	15.52	23.64
020130	3.66	3.15	1.51	1.84	0.80	1.28	0.29	6.10	3.13	7.90
020207	4.37	1.80	0.86	0.81	0.49	0.68	0.35	3.38	2.65	5.26
020219	3.77	2.96	1.20	1.71	0.71	1.24	0.21	6.04	2.21	7.87
020226	4.00	11.63	2.06	3.47	1.78	2.28	0.99	18.74	4.68	13.46
020305	4.02	5.46	0.77	4.51	1.66	2.79	0.73	11.68	4.38	8.64
020312	4.14	6.76	1.84	2.30	1.34	2.31	0.20	8.16	6.01	10.06
020319	3.85	1.18	1.03	1.68	0.38	0.82	0.35	2.54	3.06	4.72
020326	4.69	2.76	1.19	2.48	0.71	1.55	0.59	4.86	3.50	5.96
020402	4.56	0.72	0.83	1.15	0.40	0.88	0.22	1.28	1.98	3.43
020409	4.09	9.00	2.70	11.36	3.54	8.06	0.42	14.52	14.83	39.48
020416	3.77	2.27	0.65	1.46	0.52	1.25	0.23	4.56	1.95	4.26
020423	3.98	2.50	0.99	2.45	0.80	1.66	0.08	5.03	2.51	6.99
020430	4.04	3.48	0.52	1.97	1.00	1.87	0.21	6.74	2.26	7.71
平均	4.08	6.11	1.80	3.01	1.42	2.59	0.46	11.21	6.97	12.93
標準差	0.32	5.86	2.38	2.98	1.29	2.58	0.30	10.93	9.98	13.15

表7、夢幻湖集水區天然闊葉林雨水、穿落水水質比較(s.d. 置下)

分層	pH	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	F ⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻
	mg/L									
雨水	4.17	7.58	1.80	0.58	0.96	0.94	0.75	13.01	4.05	7.44
	0.37	7.49	1.08	0.37	0.87	0.78	0.63	12.45	2.05	4.30
穿落水	4.08	6.11	1.80	3.01	1.42	2.59	0.46	11.21	6.97	12.93
	0.32	5.86	2.38	2.98	1.29	2.58	0.30	10.93	9.98	13.15

表8、夢幻湖集水區天然闊葉林不同深度土壤水水質

深度	日期	pH	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	F ⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻
		mg/L									
15cm	020117	4.78	6.66	0.00	1.71	0.89	1.25	0.26	7.99	13.25	9.43
	020130	4.79	7.56	0.00	1.31	1.10	1.40	0.20	8.76	10.72	9.35
	020305	4.52	4.95	0.00	1.27	0.88	1.06	0.20	7.18	0.00	7.40
	020319	4.44	5.17	0.00	1.15	0.94	1.22	0.11	6.34	9.63	8.36
	020326	4.21	5.46	0.00	1.31	1.02	1.26	0.21	6.94	11.77	9.36
	020402	4.11	5.43	0.00	1.21	1.19	1.56	0.21	7.22	11.51	9.48
	020416	4.40	5.08	0.00	0.99	1.00	1.39	0.22	6.59	13.18	8.23
	020430	3.99	5.46	0.00	1.14	1.04	1.33	0.12	5.54	15.00	8.39
	平均	4.41	5.72	0.00	1.26	1.01	1.31	0.19	7.07	10.63	8.75
	標準差	0.29	0.91	0.00	0.21	0.11	0.15	0.05	0.99	4.61	0.77
30cm	020117	4.69	7.28	0.00	1.53	1.92	1.56	0.00	13.09	27.47	7.37
	020130	4.55	7.52	0.00	1.11	1.42	1.17	0.07	10.53	17.35	10.07
	020305	4.38	5.28	0.00	1.05	1.20	0.96	0.08	8.25	0.00	8.51
	020319	4.16	5.82	0.00	1.15	1.36	1.15	0.11	7.06	3.71	8.73
	020326	3.94	5.61	0.00	1.27	1.25	1.07	0.17	14.54	21.95	10.31
	020402	4.06	5.37	0.00	1.17	1.42	1.27	0.23	7.18	21.13	10.33
	020416	4.12	5.26	0.00	0.96	1.24	1.21	0.24	6.90	21.75	9.65
	020430	3.61	5.96	0.00	1.17	1.26	1.09	0.11	6.64	25.03	10.30
	平均	4.19	6.01	0.00	1.18	1.38	1.19	0.13	9.27	17.30	9.41
	標準差	0.35	0.89	0.00	0.17	0.23	0.18	0.08	3.09	10.02	1.09
60cm	020117	4.97	3.71	0.00	1.19	1.01	0.63	0.21	6.65	0.76	9.35
	020130	4.92	4.75	0.00	0.94	1.09	0.56	0.23	9.24	2.42	9.57
	020305	4.74	4.19	0.00	0.84	1.01	0.48	0.17	8.85	0.00	8.12
	020319	4.58	5.27	0.00	0.88	1.08	0.56	0.29	9.41	2.17	9.02
	020326	4.26	5.69	0.00	0.98	1.08	0.62	0.27	9.14	3.88	10.08
	020402	4.54	5.63	0.00	0.90	1.33	0.71	0.22	11.46	2.85	9.55
	020416	4.55	5.75	0.00	0.85	1.18	0.72	0.14	11.62	2.60	9.59
	020430	4.36	6.06	0.00	0.84	1.16	0.56	0.36	10.12	2.91	9.54
	平均	4.62	5.13	0.00	0.93	1.12	0.60	0.24	9.56	2.20	9.35
	標準差	0.25	0.83	0.00	0.12	0.10	0.08	0.07	1.58	1.25	0.58

表9、夢幻湖集水區天然闊葉林雨水、穿落水及土壤水水質比較(s.d. 置下)

分層	pH	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	F ⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻
	mg/L									
雨水	4.17	7.58	1.80	0.58	0.96	0.94	0.75	13.01	4.05	7.44
	0.37	7.49	1.08	0.37	0.87	0.78	0.63	12.45	2.05	4.30
穿落水	4.08	6.11	1.80	3.01	1.42	2.59	0.46	11.21	6.97	12.93
	0.32	5.86	2.38	2.98	1.29	2.58	0.30	10.93	9.98	13.15
土壤水15cm	4.41	5.72	0.00	1.26	1.01	1.31	0.19	7.07	10.63	8.75
	0.29	0.91	0.00	0.21	0.11	0.15	0.05	0.99	4.61	0.77
土壤水30cm	4.19	6.01	0.00	1.18	1.38	1.19	0.13	9.27	17.30	9.41
	0.35	0.89	0.00	0.17	0.23	0.18	0.08	3.09	10.02	1.09
土壤水60cm	4.62	5.13	0.00	0.93	1.12	0.60	0.24	9.56	2.20	9.35
	0.25	0.83	0.00	0.12	0.10	0.08	0.07	1.58	1.25	0.58

表10、夢幻湖集水區柳杉人工林穿落水水質

穿落水 日期	pH	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	F ⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻
	mg/L									
020402	4.33	0.72	1.03	0.61	0.39	1.06	0.24	1.46	2.39	4.39
020416	4.21	2.55	0.97	0.84	0.53	1.43	0.29	5.52	2.68	5.41
020423	4.06	2.66	1.09	1.31	0.63	1.70	0.31	5.75	3.88	7.03
020430	3.90	3.52	0.68	1.24	0.70	1.51	0.30	6.76	2.81	7.39
平均	4.13	2.36	0.94	1.00	0.56	1.43	0.29	4.87	2.94	6.05
標準差	0.19	1.18	0.18	0.33	0.14	0.27	0.03	2.34	0.65	1.40

表11、夢幻湖集水區柳杉人工林不同深度土壤水水質

深度	日期	pH	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	F ⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻
		mg/L									
15cm	020130	4.53	3.17	0.00	1.84	0.95	1.24	0.29	3.47	6.93	9.17
	020305	4.35	4.07	0.00	2.50	1.39	1.39	0.09	11.15	0.00	5.44
	020319	4.03	5.88	0.00	2.73	1.83	2.59	0.12	11.78	30.49	8.77
	020326	3.93	5.42	0.00	2.42	1.48	1.98	0.08	7.13	20.63	11.85
	020402	4.06	4.69	0.00	2.23	1.66	2.29	0.11	5.40	18.41	14.02
	020416	3.61	4.41	0.00	2.00	1.56	2.34	0.20	5.73	23.38	11.33
	020430	3.43	4.51	0.00	2.24	1.86	2.79	0.11	5.07	37.56	10.21
	平均	3.99	4.59	0.00	2.28	1.53	2.09	0.14	7.10	19.63	10.11
30cm	標準差	0.38	0.88	0.00	0.30	0.31	0.59	0.08	3.17	12.93	2.72
	020130	4.52	3.81	0.00	1.80	1.14	1.30	0.30	4.27	10.07	9.94
	020305	4.31	4.68	0.00	2.13	1.34	1.65	0.16	8.39	0.00	5.55
	020319	3.96	4.77	0.00	2.27	1.61	2.11	0.19	10.02	31.46	6.68
	020326	4.05	5.35	0.00	2.37	1.68	1.96	0.30	9.36	33.22	7.55
	020402	4.03	5.02	0.00	2.10	1.83	2.16	0.09	7.15	32.60	9.59
	020430	3.54	4.04	0.00	1.74	1.67	2.20	0.37	4.97	34.53	9.09
	平均	4.07	4.61	0.00	2.07	1.54	1.90	0.23	7.36	23.65	8.07
60cm	標準差	0.30	0.53	0.00	0.23	0.23	0.32	0.10	2.14	13.51	1.60
	020130	4.59	5.70	0.00	1.69	1.36	1.59	0.18	7.90	12.76	9.82
	020305	4.42	5.12	0.00	1.21	1.32	1.53	0.08	8.55	0.00	7.53
	020319	4.07	6.05	0.00	1.16	1.40	1.58	0.25	8.70	21.52	8.54
	020326	4.23	7.03	0.00	1.14	1.58	1.45	0.00	9.61	24.14	8.21
	020402	4.14	6.05	0.00	0.96	1.62	1.47	0.20	8.40	21.64	9.31
	020430	3.74	6.70	0.00	1.04	1.58	1.42	0.13	7.30	32.26	7.69
	平均	4.20	6.11	0.00	1.20	1.48	1.51	0.14	8.41	18.72	8.52
標準差	標準差	0.27	0.63	0.00	0.24	0.12	0.06	0.08	0.71	10.12	0.82

表12、夢幻湖集水區柳杉人工林雨水、穿落水及土壤水水質比較(s.d. 置下)

分層	pH	Na ⁺	NH ₄ ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	F ⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻
	mg/L									
雨水	4.17	7.58	1.80	0.58	0.96	0.94	0.75	13.01	4.05	7.44
n=17	0.37	7.49	1.08	0.37	0.87	0.78	0.63	12.45	2.05	4.30
穿落水	4.13	2.36	0.94	1.00	0.56	1.43	0.29	4.87	2.94	6.05
n=4	0.19	1.18	0.18	0.33	0.14	0.27	0.03	2.34	0.65	1.40
土壤水15c	3.99	4.59	0.00	2.28	1.53	2.09	0.14	7.10	19.63	10.11
n=7	0.38	0.88	0.00	0.30	0.31	0.59	0.08	3.17	12.93	2.72
土壤水30c	4.07	4.61	0.00	2.07	1.54	1.90	0.23	7.36	23.65	8.07
n=6	0.30	0.53	0.00	0.23	0.23	0.32	0.10	2.14	13.51	1.60
土壤水60c	4.20	6.11	0.00	1.20	1.48	1.51	0.14	8.41	18.72	8.52
n=6	0.27	0.63	0.00	0.24	0.12	0.06	0.08	0.71	10.12	0.82
湖水	4.12	6.44	0.10	0.81	0.95	1.48	0.52	11.88	1.65	9.85
n=31	0.27	3.01	0.24	0.41	0.38	0.61	0.37	5.39	1.59	2.85

書名：夢幻湖生態保護區火災後水質及環境監測計畫

發行人：蔡佰祿

出版機關：內政部營建署陽明山國家公園管理處

地址：台北市士林區竹子湖 1-20 號

電話：(02)28613601

網址：www.cpami.gov.tw/ymsnp/ymshome.htm

著作者：王立志 張永達

計畫受托單位：中華民國國家公園學會

計畫主持人：王立志 張永達

出版年月：中華民國 91 年 6 月

版次：初版

MOI-CPAMI-090-046