

七星山 2001 年野火對夢幻湖水質之影響

王立志^{1,3}、王怡平¹、尤靖雅¹、陳俊雄²

(收稿日期：2004 年 2 月 25 日；接受日期：2006 年 1 月 18 日)

摘 要

公元 2001 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，甚至延燒至夢幻湖集水區西北側邊緣坡地，可能危及國寶植物--台灣水韭的生存。本研究主要目的即在監測夢幻湖集水區降雨及湖水水質變化，以評估 2001 年野火對國寶植物--台灣水韭生存的可能衝擊。自 2001 年 9 月至 2002 年 8 月監測止，結果顯示，夢幻湖集水區降雨及湖水水質變異極大，皆呈酸性。水中離子平均濃度以 Na^+ 、 Cl^- 與 SO_4^{2-} 為最高，其次為 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 與 NO_3^- 。此結果顯示夢幻湖集水區降雨及湖水水質可能因距海較近而受海鹽飛沫影響，且可能因近小油坑硫磺噴氣區及酸性沉降影響而致使 SO_4^{2-} 較高。而研究期間湖水水質變異亦受降水及間接水位變化影響。然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，野火後灰燼雖見於湖緣闊葉林及柳杉林地地表，然並未進入湖區。夢幻湖周圍的多層次植群系統可能提供重要的緩衝功能。本研究並進一步依集水區水流路徑，監測雨水、穿落水、土壤水及湖水間水質變化，以了解湖緣植群的緩衝機制。降雨進入三種湖緣植群後的水化學剖面性質不一：其中雨水滲入芒草區土壤時，水中酸鹼值反小幅上升，而 NO_3^- 濃度顯著下降，可能顯示芒草植群恢復生長後的主動吸收；而天然闊葉林下穿落水水質變異極大，除 K^+ 離子濃度因樹冠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化物乾性沉降現象。闊葉林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；至於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雨水質相近。柳杉林土壤水中酸鹼值亦小幅上升，然而 NO_3^- 濃度顯著上升，可能亦顯示柳杉林地枝葉層旺盛的微生物活動。比較湖水與周邊柳杉林土壤水水質顯示差異不大，然而柳杉林土壤水中 NO_3^- 濃度顯著較高，可能也顯示柳杉林因不定期淤水所形成的旺盛微生物分解作用。綜合而言，比較過去其他相關研究結果顯示 2001 年野火前後水質條件，尚在夢幻湖水水質變異範圍之內，並未顯示明顯影響，依台灣水韭耐受性評估，短期內將不至於影響台灣水韭的生存，而湖緣多層次之芒草及森林植群亦可能提供重要的緩衝功能。

關鍵詞：夢幻湖，水質，野火，濱水植群緩衝

-
1. 國立台灣大學森林環境與資源保育學系。
 2. 陽明山國內公園管理處。
 3. 通訊作者。

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。於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(黃淑芳、楊國禎, 1991)。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，始得以積極保育夢幻湖水域生態系的完整。

然七星山東麓於2001年7月2日發生野火，雖即時撲滅，然仍燒毀周圍山坡植群達25公頃，甚至延燒至夢幻湖集水區北側邊緣坡地。此野火雖未立即危及台灣水韭之存滅，然夢幻湖水域面積小，受周圍集水區環境影響甚鉅。

野火相關研究顯示，野火後溪流可因植群破壞及灰分進入影響，因而增加懸浮質，全氮及 K^+ 濃度 (Townsend and Douglas, 2000; Earl and Blinn, 2003)，亦可能改變水中磷之動態 (Prepas *et al.*, 2003)，甚至湖中葉綠素 a 及 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 濃度亦可能急遽改變 (Alen *et al.*, 2003)。依生物地質化學觀點而言，此一干擾可能透過植群變遷、坡地水文、土壤及水質等生態條件的改變，進而影響湖區內各種植物社會的長期動態變遷 (Likens and Bormann, 1995; Moldan and Cerny, 1994)。台灣過去相關研究闕如，無從評估衝擊。因此，為了解此一野火之後對夢幻湖水域生態系的可能衝擊，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，提供日後研擬保育措施及經營管理之參考。

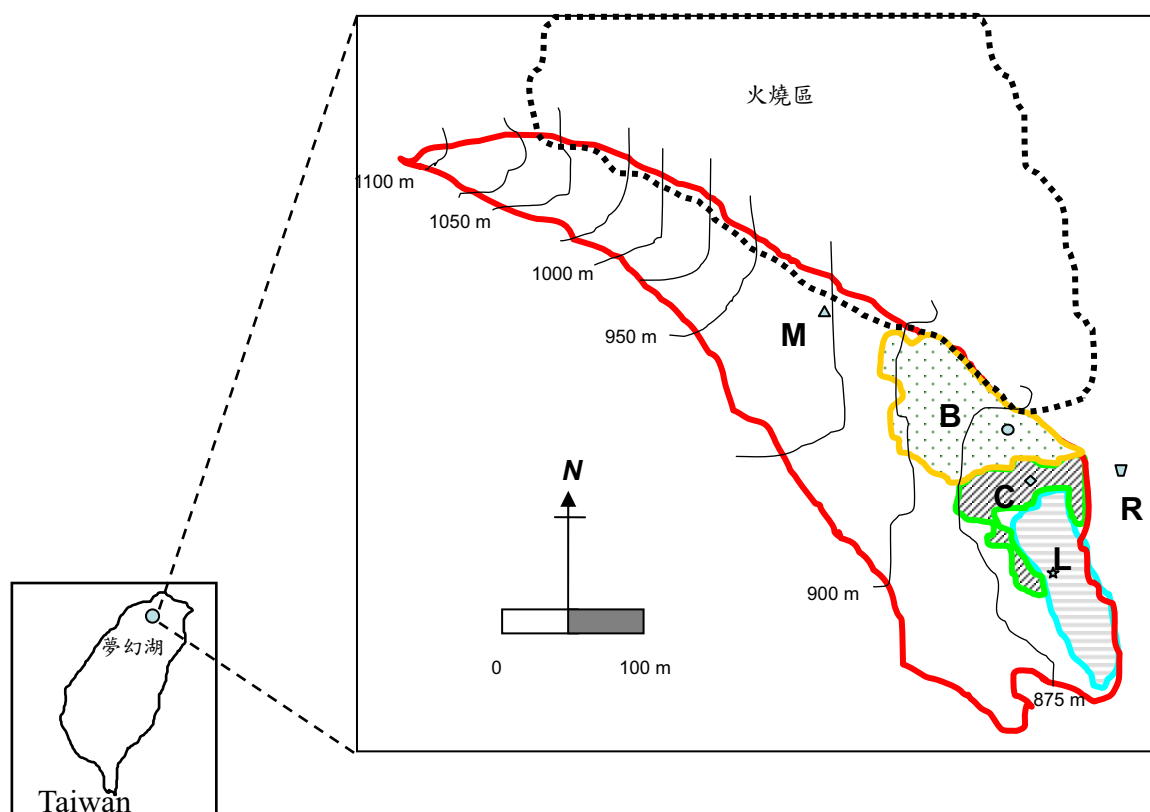
本研究目的即在監測夢幻湖水質變化，以評估2001年野火對國寶--台灣水韭的生存可能衝擊。此外，本計畫並依集水區水流路徑，監測雨水、穿落水、土壤水及湖水間水質變化，以進一步了解湖緣森林的緩衝機制。

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。氣候上屬重濕型，深受東北季風影響，年平均氣溫為 $16.5^{\circ}C$ ，年降雨量可達4800 mm以上 (黃增泉等, 1988)。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)。土壤為火山灰土壤，呈極強酸性，可交換性陽離子濃度及鹽基飽和度極低 (黃增泉等, 1990; 王巧萍等, 2003)。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)。

夢幻湖集水區全區僅4.33 ha (圖一)，植群可分為M：芒草區，約3.5 ha，佔全區面積之80%；B：闊葉林區，約0.43 ha，佔全區面積之9.8%；C：柳杉 (*Cryptomeria japonica* (Linn. F.) D. Don) 林區，約0.12 ha，佔全區面積之2.4%；L：湖區，約0.29 ha，佔全區面積之6.8% (鄭先佑、劉炯錫 1987)。2001年野火延燒至夢幻湖集水區北側邊緣，野火影響是否隨坡地水文路徑直接或間接危及夢幻湖水質為本監測計畫之重點。



圖一. 夢幻湖集水區植群分佈圖及水樣收集位置(M：芒草區；B：闊葉林；C：柳杉林；L：湖區；R：降雨)

(二)水質取樣

為了解夢幻湖水文化學變化，依國際長期生態研究方式 (Moldan and Cerny, 1994; Wang, *et al.*, 1997; Sala *et al.*, 2000)，依集水區水流路徑，於保護區內架設湖水、雨水、穿落水及土壤水收集器(圖一)，以每週一次為原則，進行水樣採集。雨水收集器架設於湖畔開闊處，以 5L 塑膠燒杯收集總降雨 (bulk precipitation)；至於林內穿落水，則分別於闊葉林及柳杉林內，以 5L 塑膠燒杯，架高 1.3m，避開地被植物影響，以收集穿落水；而土壤水收集器以陶杯(ceromic cup)製成，埋設於 15cm, 30cm 及 60cm 深度，每次取樣時於前日抽氣，次日收集土壤水。至於湖水，研究初期曾於湖畔 6 處不同位置，分別取樣，初步分析結果變異不大；為避免遊客干擾及湖水水位變化影響，乃決定固定於湖畔北側較不受遊客干擾且水潭較深之處採取湖水，以 500ml 塑膠瓶，徒手取之。所採集之各水樣皆裝入 500 ml 塑膠瓶內保存，水樣則立即運送至台大森林系營養循環實驗室，以進行分析。

(三)水質分析

依水質分析標準方法(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 Na^+ 、 NH_4^+ 、 K^+ 、 Mg^{2+} 、 Ca^{2+} 等陽離子及 F^- 、 Cl^- 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 等陰離子項目。並分別比較各森林層次水文化學變化及差異，並顯示此一生態系的環境特性。

三、結果與討論

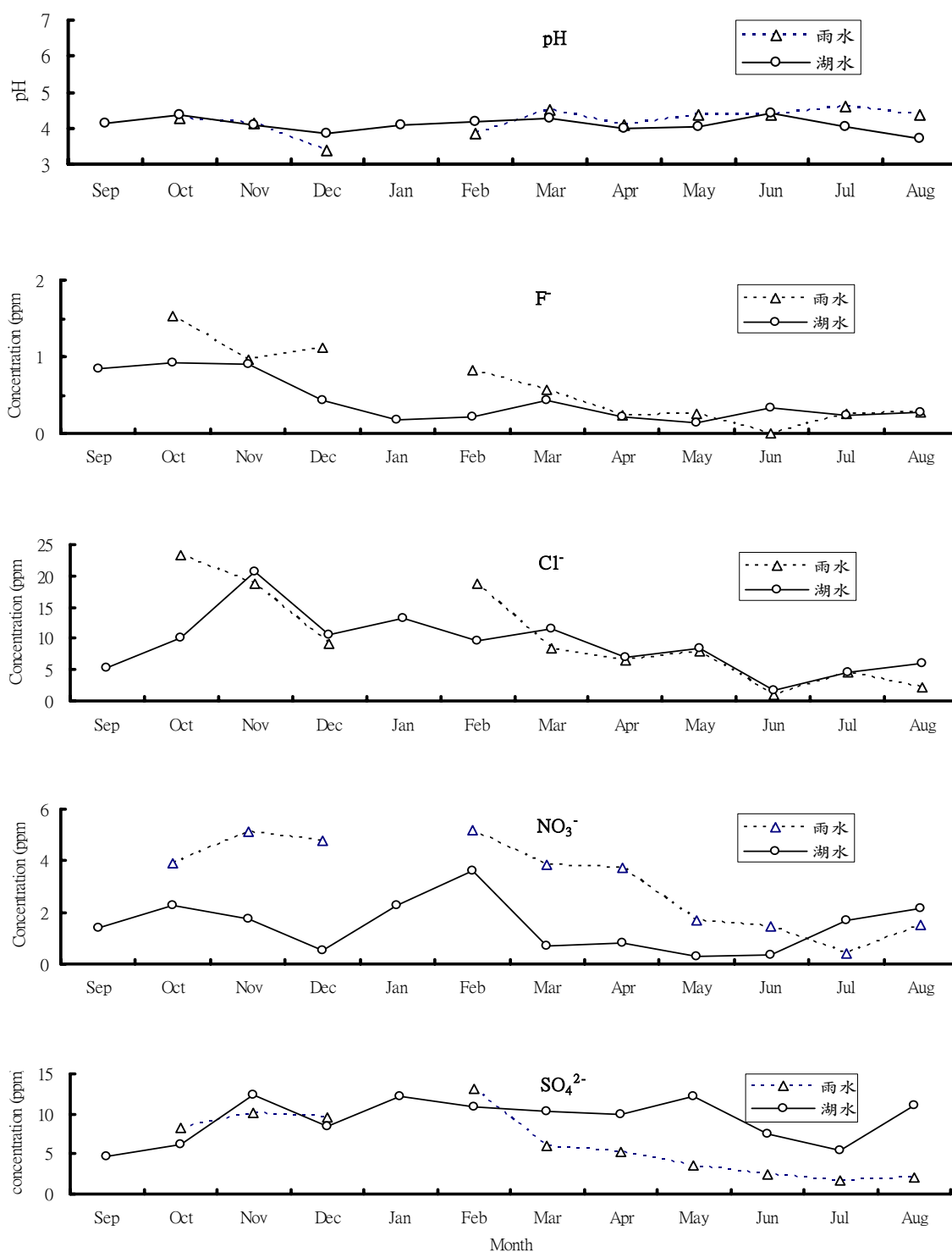
(一) 夢幻湖降雨與湖水水質

自 2001 年 9 月至 2002 年 8 月止，夢幻湖水集水區總降雨與湖水水質結果如表一及圖二、圖三所示。一年之中，雨水偏酸性，雨水中陽離子平均濃度以 Na^+ 之 5.97 mg/L 為最高，依次為 NH_4^+ : 1.55 mg/L, Ca^{2+} : 0.86 mg/L, Mg^{2+} : 0.78 mg/L 及 K^+ : 0.49 mg/L。而陰離子平均濃度以 Cl^- 之 10.37 mg/L 為最高，依次為 SO_4^{2-} : 6.33 mg/L, NO_3^- : 3.39 mg/L 及 F^- : 0.61 mg/L。而湖水水質變異極大。平均酸鹼值為 4.10，呈酸性。水中陽離子平均濃度以 Na^+ 之 5.88 mg/L 為最高，依次為 Ca^{2+} : 1.44 mg/L, Mg^{2+} : 0.92 mg/L, K^+ : 0.86 mg/L 及 NH_4^+ : 0.10 mg/L。而陰離子平均濃度以 Cl^- 之 10.86 mg/L 為最高，依次為 SO_4^{2-} : 9.60 mg/L, NO_3^- : 1.65 mg/L 及 F^- 0.48 mg/L。比較夢幻湖雨水及湖水水質差異顯示，雨水與湖水極為接近，皆偏酸性，其中， Na^+ 、 Cl^- 濃度皆高，可能因距海僅 10 公里而受海鹽飛沫影響；至於 SO_4^{2-} 濃度較高可能受當地硫磺噴氣影響，大屯山群火山噴氣成份以 H_2O 及 CO_2 為主，其次為 H_2S 、 SO_2 與 N_2 (楊燦堯等, 2003)。 H_2S 與 SO_2 極易水解，因而可能使雨水及湖水中 SO_4^{2-} 濃度增高；此外，東北季風盛行期間陽明山雲水化學成份包含大陸沙塵及酸性污染長程傳輸 (林能暉、彭啟明, 2003)，酸性沉降，尤其受東北季風所帶來的遠程傳送亦可能增加 SO_4^{2-} 濃度。而雨水中較高濃度的 NO_3^- 亦可能來自酸性沉降，尤其受東北季風所帶來的遠程傳送影響。而湖水中較高的 Ca^{2+} ，可能受集水區岩石及土壤影響所致。

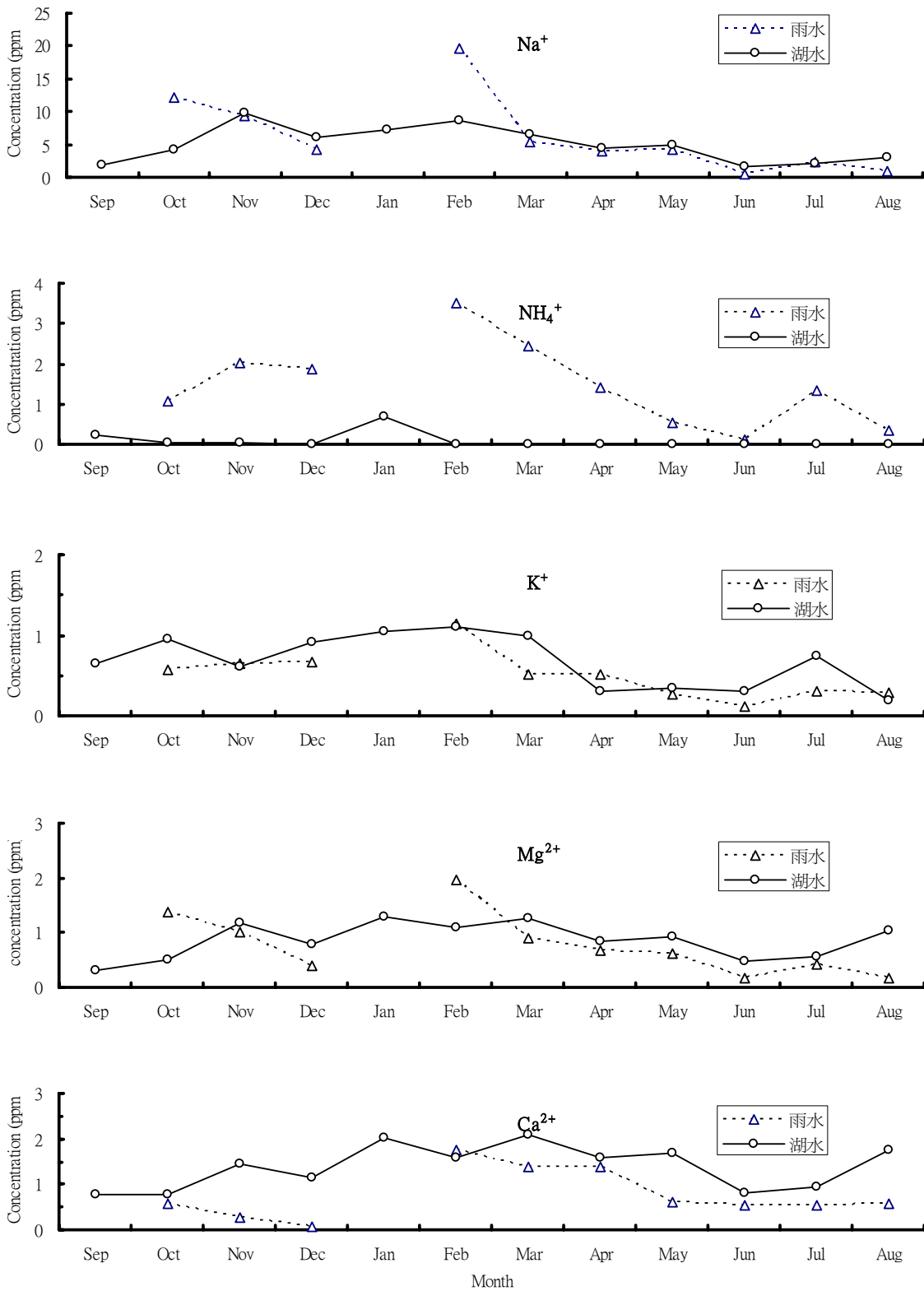
表一. 夢幻湖集水區降水與湖水化學比較 (s.d. 置於下方)

分層	pH	Na^+	NH_4^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	F^-	Cl^-	NO_3^-	SO_4^{2-}
		mg/L								
雨水	4.18	5.97	1.55	0.49	0.78	0.86	0.61	10.37	3.39	6.33
n=23	0.37	6.99	1.11	0.35	0.80	0.69	0.59	11.61	2.18	4.23
湖水	4.10	5.88	0.10	0.86	0.92	1.44	0.48	10.86	1.65	9.60
n=37	0.28	3.14	0.23	0.52	0.38	0.60	0.35	5.66	1.60	2.93

至於總降雨與湖水水質月變化如圖二、圖三所示。除 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 及 NH_4^+ 、 Ca^{2+} 外，其餘離子皆相近，因夢幻湖水集水區面積僅 4.33 ha，且地形陡峭，降水與湖水關係密切。然總降雨中 NO_3^- 、 NH_4^+ 高於湖水，一可能因雨水受酸性沉降及周遭植群可能影響，二可能因水流路徑中受陸生及水生植物吸收，使湖水中 NO_3^- 、 NH_4^+ 濃度較低。而湖水中 SO_4^{2-} 、 Ca^{2+} 較高，可能顯示集水區內，除蒸發散濃縮外，土壤或岩石可能提供重要來源。而研究期間(9 月、10 月)亦因多次颱風挾帶大量降水影響，致使各項離子濃度因稀釋而降低。國內相關溪流颱風期間水質研究亦曾顯示大量降水會稀釋水中 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 及 SO_4^{2-} 等離子的現象(王立志等, 1999)，致使各項離子濃度較低。至於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，亦可能受集水區蒸發散濃縮，或酸性沉降的影響。過去研究結果亦顯示夢幻湖水質受降水及水位變化影響極大 (鄭先佑、劉炯錫, 1987；黃增泉等, 1988)。



圖二. 夢幻湖集水區降水與湖水化學中 pH、氟、氯、硝酸根、硫酸根等陰離子月變化



圖三. 夢幻湖集水區降水與湖水化學中鈉、銨、鉀、鎂、鈣等陽離子月變化

研究期間，湖水水質變異極大，就夢幻湖水質變化，無法顯示野火延燒影響。而夢幻湖周圍的濱水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，台灣水韭對夢幻湖水質的劇烈變動耐受力極佳(張永達, 1987)，本研究期間夢幻湖水質變化將不至於影響台灣水韭的生存。後續監測結果(張永達、陳俊雄, 2003)亦提供相似佐證。

(二) 芒草地不同深度土壤水水質

本研究進一步比較水流路徑上水化學變動，以了解植群及土壤之緩衝功能。當雨水流經芒草地進入土壤後，水化學如表二所示，芒草地土壤水水質變異減小，然仍以 Na^+ 、 Cl^- 及 SO_4^{2-} 濃度為高，亦可能顯示受當地環境條件長期影響。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)，七星山土壤為火山灰土壤，呈極強酸性，可交換性陽離子濃度及鹽基飽和度極低(黃增泉等, 1990；王巧萍等, 2003)，再加上全年降雨影響，陽基離子易受淋洗流失，保存更不易，可能致使夢幻湖集水區土壤水中陽離子如 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 濃度皆低。

比較雨水及土壤水變化(表二)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。然而 NH_4^+ 及 NO_3^- 卻於芒草區土壤水中明顯較低，可能因火燒後芒草迅速生長，根部主動吸收所致。相關土壤研究亦顯示火燒對基地土壤化學影響僅止於表土芒草燒燬，並未影響至深層土壤(王巧萍等, 2003)。當芒草迅速恢復時火燒影響極可能被芒草生長所緩衝。芒草迅速恢復亦可能紓緩大雨所引起的地表逕流，進而沉澱土砂及灰燼，並促使流水入滲土壤，達到緩衝效果。

表二. 夢幻湖集水區降雨及芒草地不同深度土壤水水質比較(s.d. 置於下方)

		pH	Na^+	NH_4^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	F^-	Cl^-	NO_3^-	SO_4^{2-}
分層		mg/L									
雨水		4.18	5.97	1.55	0.49	0.78	0.86	0.61	10.37	3.39	6.33
	n=23	0.37	6.99	1.11	0.35	0.80	0.69	0.59	11.61	2.18	4.23
芒草地	土壤水 15cm	4.69	5.38	0.01	0.43	0.68	0.83	0.24	7.73	0.23	8.73
		n=11	0.16	0.97	0.03	0.15	0.14	0.19	0.14	1.63	0.22
	土壤水 30cm	4.70	5.48	0.00	0.43	0.70	0.85	0.26	8.08	0.26	8.71
		n=10	0.17	0.98	0.00	0.16	0.13	0.17	0.12	1.27	0.37
	土壤水 60cm	4.70	5.03	0.01	0.37	0.85	0.86	0.22	7.65	0.24	8.05
		n=11	0.18	1.63	0.03	0.07	0.06	0.09	0.08	0.57	0.28

(三)天然闊葉林穿落水與不同深度土壤水水質

流經天然闊葉林之穿落水水質如表三所示，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(表三)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。國內外相關研究亦顯示穿落水中 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 K^+ 及 NO_3^- 濃度增加現象主要來自雨水對樹冠的淋洗。而多日乾燥之後水質各項離子濃度皆較高，可能亦顯示乾性沉降的累積所致 (Johnson and Lindberg, 1992; Lin *et al.*, 2000)。

流經天然闊葉林不同深度土壤水水質顯示，土壤水化學變異減小，顯示湖畔闊葉林土壤的穩定效果。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質可見，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，可能顯示闊葉森林地下根系區旺盛的微生物活動及分解作用。研究期間，匯集水流的小蝕溝可見黑色灰燼沉積，由此推測大雨期間由坡面沖蝕而下的灰燼，可因闊葉林過濾而達緩衝效果。

表三. 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. 置於下方)

分層	pH	Na^+	NH_4^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	F^-	Cl^-	NO_3^-	SO_4^{2-}
		mg/L								
雨水	4.18	5.97	1.55	0.49	0.78	0.86	0.61	10.37	3.39	6.33
	n=23 0.37	6.99	1.11	0.35	0.80	0.69	0.59	11.61	2.18	4.23
穿落水	4.21	5.54	1.68	2.80	1.29	2.35	0.43	10.24	6.22	11.79
	n=24 0.50	5.70	2.27	2.85	1.25	2.50	0.30	10.57	9.52	12.66
土壤水 15cm	4.30	5.64	0.00	1.26	1.00	1.31	0.17	6.88	12.93	8.57
	n=9 0.43	0.89	0.00	0.20	0.10	0.14	0.08	1.09	3.34	0.89
土壤水 30cm	4.11	5.94	0.00	1.17	1.36	1.17	0.13	8.95	23.37	9.44
	n=9 0.39	0.86	0.00	0.16	0.23	0.18	0.08	3.05	3.89	1.03
土壤水 60cm	4.51	5.42	0.01	0.90	1.14	0.59	0.24	10.14	2.76	9.51
	n=9 0.29	0.84	0.03	0.11	0.10	0.08	0.07	1.58	0.82	0.68

(四)柳杉人工林穿落水與不同深度土壤水水質

柳杉林穿落水水質如表四所示，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。

流經柳杉林不同深度土壤水水質顯示，土壤水化學變異減小，亦顯示柳杉林內土壤的穩定效果。研究期間，入流口的柳杉林地表曾覆蓋一層約 0.5 cm 厚之灰燼細砂層，顯示水流流至此區

域時流速減緩，致使灰燼細砂沉澱，並促使水流入滲土壤，增加流水與土壤及植群間交互作用。柳杉林土壤水中仍以 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活動及分解作用。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，有待進一步研究。

表四. 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. 置於下方)

分層	pH	Na^+	NH_4^+	K^+	Mg^{2+}	Ca^{2+}	F^-	Cl^-	NO_3^-	SO_4^{2-}
雨水 n=23	4.18	5.97	1.55	0.49	0.78	0.86	0.61	11.37	3.39	6.33
	0.37	6.99	1.11	0.35	0.80	0.69	0.59	11.61	2.18	4.23
穿落水 n=6	4.22	2.29	0.83	0.96	0.52	1.26	0.28	4.89	2.59	5.75
	0.21	1.26	0.24	0.27	0.13	0.34	0.03	2.48	0.82	1.59
土壤水 15cm n=8	3.99	4.58	0.00	2.35	1.62	2.32	0.14	6.91	20.29	10.18
	0.36	0.82	0.00	0.34	0.38	0.84	0.07	2.99	10.66	2.52
土壤水 30cm n=7	4.06	4.51	0.00	2.07	1.58	1.98	0.23	7.03	29.77	8.14
	0.28	0.56	0.00	0.21	0.24	0.37	0.09	2.14	10.24	1.49
土壤水 60cm n=7	4.19	6.24	0.00	1.17	1.50	1.47	0.13	8.25	23.96	8.36
	0.25	0.66	0.00	0.23	0.12	0.11	0.08	0.77	8.20	0.85
湖水 n=37	4.10	5.88	0.10	0.86	0.92	1.44	0.48	10.86	1.65	9.60
	0.28	3.14	0.23	0.52	0.38	0.60	0.35	5.66	1.60	2.93

比較雨水、柳杉林穿落水、不同深度土壤水及湖水水質變化(表四)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。

綜觀流經夢幻湖集水區內不同湖濱植群的水質變化顯示，由於湖濱植群的存在，減緩流入湖濱植群的水流速度，致使灰燼及懸浮物質沉澱，亦促使流水入滲土壤，增加與土壤根系間交互作用。Lowrance 等曾提及透過水流減緩及增加與土壤及根系間交互作用，可增加濱水植群緩衝帶對水質保護的功能 (Lowrance *et al.*, 1995)，美國自然資源保育署 (Natural Resources Conservation Service, NRCS) 並依其建議發展由“芒草—人工林—原生林”三重植群所構成的標準濱水緩衝帶 (NRCS, 1995)。七星山夢幻湖水質變異雖大，湖濱芒草區、闊葉林及柳杉林所組成的多層植群系統，亦發揮減緩水流，沉澱灰燼及懸浮物質，並促進水流入滲，增加與土壤及根系間交互作用，而提供保護水質的功能。

四、結 論

1. 夢幻湖集水區降雨與湖水水質變異頗大。水質呈酸性。水中離子以 Na^+ 、 Cl^- 與 SO_4^{2-} 為主，其次為 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 與 NO_3^- ，顯示夢幻湖降雨與湖水水質可能受海鹽飛沫，當地硫磺噴氣及酸性沉降影響極大。而湖水水質變異本大，2001 年 7 月野火雖延燒至北側邊緣坡地，灰燼雖隨水流路徑進入湖緣林地，並未直接進入湖水區域，水質監測結果無法顯示野火明顯影響。由於文獻記錄台灣水韭對水位及水質變化的耐受力頗強，因此推測夢幻湖短期湖水水質變異將不至於影響台灣水韭的生存。而夢幻湖緣不同植群亦可能提供重要的緩衝功能。
2. 流經夢幻湖集水區芒草地、闊葉林及柳杉林土壤之水質皆以 Na^+ 、 Cl^- 及 SO_4^{2-} 濃度為較高，也顯示受當地環境影響極大。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，可能顯示闊葉森林地下根系區旺盛的微生物活動及分解作用。
3. 比較雨水、柳杉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。而夢幻湖周圍的不同植群亦可能提供重要的緩衝功能。

五、謝 誌

本研究承內政部陽明山國家公園管理處提供部分經費。研究期間，承台大王元均、劉美娟同學提供野外協助。並承審查委員提供寶貴意見。謹此致謝！！

六、引用文獻

- 王立志、鄧子菁、夏禹九、金恆鑣、劉瓊霏、林登秋，1999。1996 年賀伯颱風期間福山試驗林溪流水化學變化之研究。中華林學季刊 32(2): 217-232。
- 王巧萍、劉美娟、林國銓、王立志，2003。火燒及植被對七星山土壤溫度及化學性質之影響。台灣林業科學 18(1):43-54。
- 林能暉、彭啟明，2003。沙塵暴事件對台灣北部雲水化學特性之影響研究，「台灣春季空氣品質受長程輸送影響研討會」論文集，39 頁，台大全球變遷中心。
- 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、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，陽明山國家公園管理處，共 142 頁。
- 黃增泉、謝長富、陳尊賢、黃政恆，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。
- 楊燦堯、何恆孝、謝佩珊、劉念宗、陳于高、陳正宏，2003。大屯山群火山氣體成份與來源之探討。國家公園學報 13(1): 127-156。

- 張永達，1987。台灣水韭之生理研究，師大生物學研究所碩士論文，61 頁。
- 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，陽明山國家公園管理處，47 頁。
- 劉聰桂，1990。夢幻湖及附近窪地之剖面分析及定年研究，陽明山國家公園管理處，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，68 頁。
- Allen, E. W., E. E. Prepas, S. Gabos, W. Strachan and W. Chen. 2003. Surface water chemistry of burned and undisturbed watersheds on the Boreal Plain: an ecoregion approach. *J. Environ. Eng. Sci* 2: S73-S86.
- APHA. 1992. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 18th ed. APHA. USA.
- Earl, S. R. and D. W. Blinn. 2003. Effects of wildfire ash on water chemistry and biota in south-western USA streams. *Freshwater Biology* 48: 1015-1030.
- Johnson, D. W. and S. E. Lindberg (eds.). 1992. *Atmospheric deposition and forest nutrient cycling*. Springer. 707pp.
- Likens, G. E. and F. H. Bormann. 1995. *Biogeochemistry of a forested ecosystem*. Springer. NY. USA. 159pp.
- Lin, T. C., S. P. Hamberg, H. B. King and Y., J. Hsia. 2000. Throughfall patterns in a subtropical rain forest of NE Taiwan. *J. Environ. Qual.* 29: 1186-1193.
- Lowrance, R., L. E. Altier, J. D. Newbold, R. R. Schnabel and P. M. Groffman. 1995. *Water quality functions of riparian forest buffer systems in the Chesapeake Bay Watershed*. USEPA. 67pp.
- Mitsch, W. J. and J. G. Gosselink. 1993. *Wetlands* 2nd ed. Thomson Publishing, Inc. 451pp.
- Moldan, B. and J. Cerny. 1994. *Biogeochemistry of small catchments*. Wiley. 419pp.
- Natural Resources Conservation Service (NRCS). 1995. *Riparian forest buffers*. NRCS, USDA. 11pp.
- Prepas, E. E., J. M. Burke, D. S. Chanasyk, D. W. Smith, G. Putz, S. Gabos, W. Chen, D. Millions and M. Serediak. 2003. Impact of wildfire on discharge and phosphorus export from the Sakwatamau watershed in the Swan Hills, Alberta, during the first two years. *J. Environ. Eng. Sci.* 2: S63-S72.
- Sala, O. E., R. B. Jackson, H. A. Mooney and R. W. Howarth (eds.). 2000. *Methods in ecosystem science*. Springer. 421pp.
- Townsend, S. A. and M. M. Douglas. 2000. The effect of three fire regimes on stream water quality, water yield and export coefficients in a tropical savanna (northern Australia). *J. Hydrol.* 229: 118-137.
- Wang, L. J., Y. J. Hsia, H. B. King, R. B. Harrison, C. B. Liou, J. L. Hwong and T. C. Lin. 1997. Chemistry changes in the solution flowing through the Fushan Forest. *Quart. J. Chin. For.* 30(2): 203-215.

Influence of 2001 wild fire on the water chemistry of Dream Lake in Seven-Star Mountain

Lih-Jih Wang^{1,3}, Yi-Ping Wang¹, Jing-Ya Yo¹, and Chuen-Hsiung Chen²

(Manuscript received 25 February 2004 ; accepted 18 January 2006)

ABSTRACT : A wildfire occurred in the Seven-Stars Mt. which burned 25 ha of the Reserve Area in Yangmingshan National Park on July 2, 2001. This burning also threatened the unique habitat, Dream Lake, for the endangered species *Isoetes taiwanesis* DeVol. In order to evaluate the burning impact on the survival of *Isoete*, weekly rain water and lake water samples were analyzed for anions and cations from September, 2001 to August, 2002. Results showed that rain water and lake water were both acidic. Dominant ions were Na⁺, Cl⁻ and SO₄²⁻, showing rain water and lake water were possibly affected by the sea-salt spray, geological sulfur release and acidic deposition. Dream Lake water was also affected by precipitation and possible changes in water level. Compared with previous study, no significant change occurred to distinguish the burning impact on the lake water quality. Riparian vegetation might buffer the burning effects to avoid water quality impairment. In order to further understand the buffering mechanisms from lakeside vegetations, further comparison among rainfall, throughfall, soil water and lake water were conducted along the flow paths in grassland, natural hardwoods and *Cryptomerria* plantation in the Dream Lake watershed. As water infiltrated into the grassland soil, pH increased slightly, yet NO₃⁻ concentration decreased significantly, possibly showing uptake by grass re-growth. Throughfall chemistry in hardwoods showed large variation, with significant increase in K⁺, indicating canopy leaching. Chemistry of soil solution in the natural hardwoods showed NO₃⁻ increases in the rooting zone, indicating possible vigorous microbial activities for decomposition in soil layers. There were also signs of K⁺ leaching in the canopy, and significant NO₃⁻ increases in the rooting zone of *Cryptomerria* plantation. Nevertheless, there were no significant differences between soil water of *Cryptomerria* plantation and the lake water, yet the high level of NO₃⁻ concentration in the deep soil water of the plantation might be the result from infrequent impoundment in lakeside plantation. In summary, results showed no significant effect on lake water chemistry from 2001 burning to endanger the survival of *Isoetes* in near future. Multi-layer of riparian vegetation might provide vital buffering in the Dream Lake watershed.

KEYWORDS : Dream Lake, water quality, fire, riparian vegetation buffering

1. School of Forestry and Resource Conservation, National Taiwan University.

2. Yangmingshan National Park. 1

3. Corresponding author.