

# 七家灣溪沿岸土地各利用型態對 溪流生態影響之研究

內政部營建署雪霸國家公園管理處

0 9 2 - 3 0 1 0 2 0 5 0 0 G - 0 0 6

# 「七家灣溪沿岸土地各利用型態 對溪流生態影響之研究」

受委託者：中興大學土壤環境科學系

研究主持人：王敏昭

協同主持人：張簡水紋 博士

研究人員：廖永綜、陳建榮

內政部營建署雪霸國家公園管理處委託研究報告

中華民國九十二年十二月

## 目次

表次	II
圖次	IV
摘要	VI
第一章 緒論	1
第一節 研究緣起與背景	1
第二節 計畫目標	3
第三節 工作項目與內容	4
第四節 工作方法與實施步驟	7
第二章 結果與討論	10
第一節 水樣調查結果及解析	10
第二節 落葉植體調查結果及解析	17
第三節 不同土地利用型態土壤調查結果 及解析	24
第三章 結論與建議	30
第一節 結論	30
第二節 建議	31
參考書目	32

## 表次

表 1-1	水樣之檢驗項目及檢驗方法	8
表 2-1	七家灣溪水水質分析 (採樣日期：92 年 2 月 27 日及 28 日)	12
表 2-2	七家灣溪水水質分析 (採樣日期：92 年 4 月 28 日及 29 日)	13
表 2-3	七家灣溪水水質分析 (採樣日期：92 年 6 月 24 日及 25 日)	14
表 2-4	七家灣溪水水質分析 (採樣日期：92 年 10 月 20 日及 21 日)	15
表 2-5	七家灣溪沿岸落葉植體分析 (採樣日期：92 年 2 月 27 日及 28 日)	18
表 2-6	七家灣溪沿岸落葉植體分析 (採樣日期：92 年 4 月 28 日及 29 日)	21
表 2-7	七家灣溪沿岸落葉植體分析 (採樣日期：92 年 6 月 24 日及 25 日)	22
表 2-8	七家灣溪沿岸落葉植體分析 (採樣日期：92 年 10 月 20 日及 21 日)	23
表 2-9	武陵農場配合櫻花鉤吻鮭野生動物保護區劃定 轉型經營農地縮減提供造林面積(至九十 年度止)	25
表 2-10	七家灣溪沿岸不同土地利用類別之土壤分析 (採樣日期：2 月 27、28 日)	25

表 2-11 七家灣溪沿岸不同土地利用類別(蘋果區)之 土壤分析(採樣日期：92 年 10 月 24 日及 25 日)	26
表 2-12 七家灣溪沿岸不同土地利用類別(草原區、 蔬菜區、茶區及果樹區)之土壤分析(採樣 日期：92 年 10 月 24 日及 25 日)	27
附表 1 武陵農場監測井地下水之靜水位以及井水 與相對應七家灣溪水之 pH、EC、水溫與 DO 值	34
附表 2 武陵農場監測井地下水及相對應七家灣 溪水之 Ca、Mg、K、Na 與 NH <sub>3</sub> -N 量	35
附表 3 武陵農場監測井地下水及相對應七家灣 溪水之 Cl <sup>-</sup> 、NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> -N、NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -N、SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> 與 HPO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> 量	36
附表 4 武陵農場監測井地下水及相對應七家灣 溪水之 Fe、Mn、Zn、Cd、Pb、Cu、Ni 與 Cr 量	37

圖次

圖 1-1 本計畫之研究範圍為雪霸國家公園東邊 之武陵地區	5
圖 1-2 各測站相關位置圖	6
附圖 1 83 至 92 年之 4 月份，三個採樣位址 水樣之電導度、總鹼度、鈣、鎂、硬度 、氮氮、氯鹽與硫酸鹽	38
附圖 1-1 83 至 92 年之 4 月份，三個採樣位址 水樣之硝酸鹽氮、總有機碳、生化需 氧量、化學需氧量、有機氮、鈉與鉀	39
附圖 2 83 至 92 年之 6 月份，三個採樣位址 水樣之總固體、電導度、總鹼度、鈣、 鎂、硬度、氮氮與總有機碳	40
附圖 2-1 83 至 92 年之 6 月份，三個採樣位址 水樣之化學需氧量	41
附圖 3 83 至 92 年之 8 月份，三個採樣位址 水樣之總固體、電導度、總鹼度、鈣、 鎂、硬度、氮氮與硫酸鹽	42
附圖 3-1 83 至 92 年之 8 月份，三個採樣位址 水樣之硝酸鹽氮、總有機碳、生化需 氧量與化學需氧量	43

附圖 4	83 至 92 年之 10 月份，三個採樣位址 水樣之總固體、電導度、鈣、鎂、硬度 、氨氮、氯鹽與硫酸鹽	44
附圖 4-1	83 至 92 年之 10 月份，三個採樣位址 水樣之硝酸鹽氮、總有機碳、有機氮 與化學需氧量	45





## 摘 要

關鍵詞：櫻花鉤吻鮭、無機養分、有機養分、水體、枯枝落葉

### 一、研究緣起

雪霸(Shei-Pa)國家公園內七家灣流域之櫻花鉤吻鮭 (*Oncorhynchus masou formosanus*)，是台灣地區特有陸封型鮭魚。因此，自日據時期被列為天然紀念物，而今日被視為國寶魚，皆顯示櫻花鉤吻鮭保育工作對其持續生存之重要性。鑑於七家灣溪集水區中各不同型態農業操作之農藥、肥料無機養分與有機養分於流域及溪水之累積至某一定程度，將直接影響櫻花鉤吻鮭所處之環境。（以下略）

### 二、研究方法及過程

本研究因此於雪霸國家公園東部之武陵地區，七家灣溪及有勝溪流沿岸共計五個採樣監測站，全年分四季採集水體以及溪流沿岸之枯枝落葉分析有機與無機相關養分。（以下略）

### 三、重要發現

監測結果指出 92 年 2 月份、4 月份、6 月份及 10 月份採集得七家灣溪水體樣品，顯示七家灣溪沿岸不同土地利用型態對七家灣溪水水質會有某些程度之衝擊，以武陵吊橋(G4)站為參考之對照點時，愈往七家灣溪下游水體會較低之 pH 值，以及較高之電導度、鹼度與硫酸鹽、Ca、Mg、K、Na、氯鹽與 TOC 含量。七家灣溪沿岸四個測站不同粒徑落葉樣品含有不同程度量之可溶性鹽類，以觀魚台前(G3)站之落葉樣品者為最高。依據四個測站落葉樣品之特性，不同粒徑之

## 七家灣溪沿岸土地各利用型態對溪流生態影響之研究

落葉樣品均含某些程度量之 Ca、K、Na、Mg 含量，以及有機質之 P、C、H、N 與 S 含量。然而，億年橋(G2)站三個粒徑等級落葉樣品之 P 含量，武陵吊橋(G4)站三個粒徑等級之 N 含量高於其他測站者，此應是落葉之特性所致。武陵農場梨樹區表土含最高之可溶性鹽類，茶區土壤含最高之陰離子鹽類營養源，而作為七家灣濱岸保護帶之草原區，則無大量可溶性肥料營養鹽沖刷滲濾至此。（以下略）

### 四、主要建議事項

持續對七家灣溪沿岸土地利用型態土壤及水體進行監測工作，期能對武陵農場現存農業經營之果樹區、茶區及菜區，提倡減量及合理施用農藥及肥料之目標，以永續維持七家灣溪良好水質。

長期監測土壤及水體有機及無機營養鹽並配合七家灣溪溪流生物群、能量來源與物質傳輸相關計畫，才能進一步實際依據櫻花鉤吻鮭棲息之溪流環境中，找尋最佳營養鹽合理或容忍範圍。（以下略）

## 第一章 緒 論

### 第一節 研究緣起與背景

雪霸國家公園於民國八十一年七月一日成立，是台灣地區第五個國家公園，位於台灣本島中北部，境內高山林立，景觀麗緻，由大安溪河谷海拔 760 公尺至 3886 公尺的雪山主峰，屬高山型國家公園，境內高山峰巒競起，東起羅葉尾山，西至東洗水山，南起宇羅尾山，北抵境界山，總面積達 76,850 公頃，包括新竹縣五峰鄉和尖石鄉、苗栗縣泰安鄉、台中縣和平鄉。於雪霸國家公園內之台灣櫻花鉤吻鮭，是台灣地區特有陸封型鮭魚，因此自日據時期被列為天然紀念物，而今日被視為國寶魚，皆顯示櫻花鉤吻鮭保育工作對其持續生存之重要性。

溪流水體之無機營養鹽或有機養分，經由水體中浮游植物 (phytoplankton)、藻類可將無機鹽轉變成生物可利用之有機物，經由食物鏈作用而至高層水生動物體內，然而當生物死亡後或植物枯枝落葉，又由分解者分解成無機物回歸自然，構成自然界生態現象。若集水區中有污染物注入(農藥或肥料之一些營養鹽)，或有機物被生物分解成為磷鹽、氮鹽等無機鹽類，當水體中氮、磷等營養鹽(nutrients)濃度累積至某一程度後，配合適宜水溫、pH、日照、水深等各項環境因素時，將導致自營性生物(autotrophic organism)或藻類大量異常繁殖，此種累積營養鹽之過程稱為優養化，因此水體營養鹽狀態是指營養鹽供給程度，而不同營養鹽供給程度將直接影響櫻花鉤吻鮭所處之環境。王(1997)<sup>1</sup>指出武陵農場緩衝林帶(七家灣溪舊河道)下坡段處之土壤 EC 值較上坡及中坡段相對較高，顯示武陵農場之種植果樹、蔬

---

<sup>1</sup> 王敏昭。1997。緩衝帶對營養鹽之截留作用。水土保持學報 29:69-92.

## 七家灣溪沿岸土地各利用型態對溪流生態影響之研究

菜多年來施用之肥料，已沖刷滲流至武陵農場緩衝林帶下坡段處，且在該處聚積。然而，沖刷滲流而下之肥料及其營養鹽亦可能沖流至七家灣溪水體中。雪霸國家公園希望了解七家灣溪沿岸土地各利用型態有機及無機養分之輸入至七家灣溪水體之境況，以為評估武陵地區七家灣溪溪流生態系中，主要主成分生物群、能量來源與物質傳輸途徑之依據。

## 第二節 計畫目標

本計畫之研究內容擬對七家灣河流域之水體，於溪流沿岸收集之枯枝落葉，以及採集溪流沿岸不同土地利用型態試區土壤，分析有機養分及無機相關營養鹽，監測之相關資料期能配合中興大學生命科學所林幸助教授，進行七家灣溪溪流生態系中主要主成分生物群、能量來源與物質傳輸途徑評估，以提供雪霸國家公園管理處對七家灣溪櫻花鉤吻鮭保育工作之參考。

### 第三節 工作項目與內容

本計畫之研究範圍為雪霸國家公園東部之武陵地區七家灣溪與有勝溪溪流以及沿岸不同土地利用型態試區如圖 1-1，樣品採樣點位置如圖 2 所示，共計五個採樣監測站，採集水體以及於溪流沿岸採集枯枝落葉；並於溪流沿岸各土地不同利用型態試區以及於果樹區與蔬菜、草原區距溪流不同距離處，採集土壤樣品(圖 1-2)分析有機養分及無機相關營養鹽。執行期間自民國 92 年 1 月 1 日至 92 年 12 月 31 日。

圖 1-1 本計畫之研究範圍為雪霸國家公園東邊之武陵地區

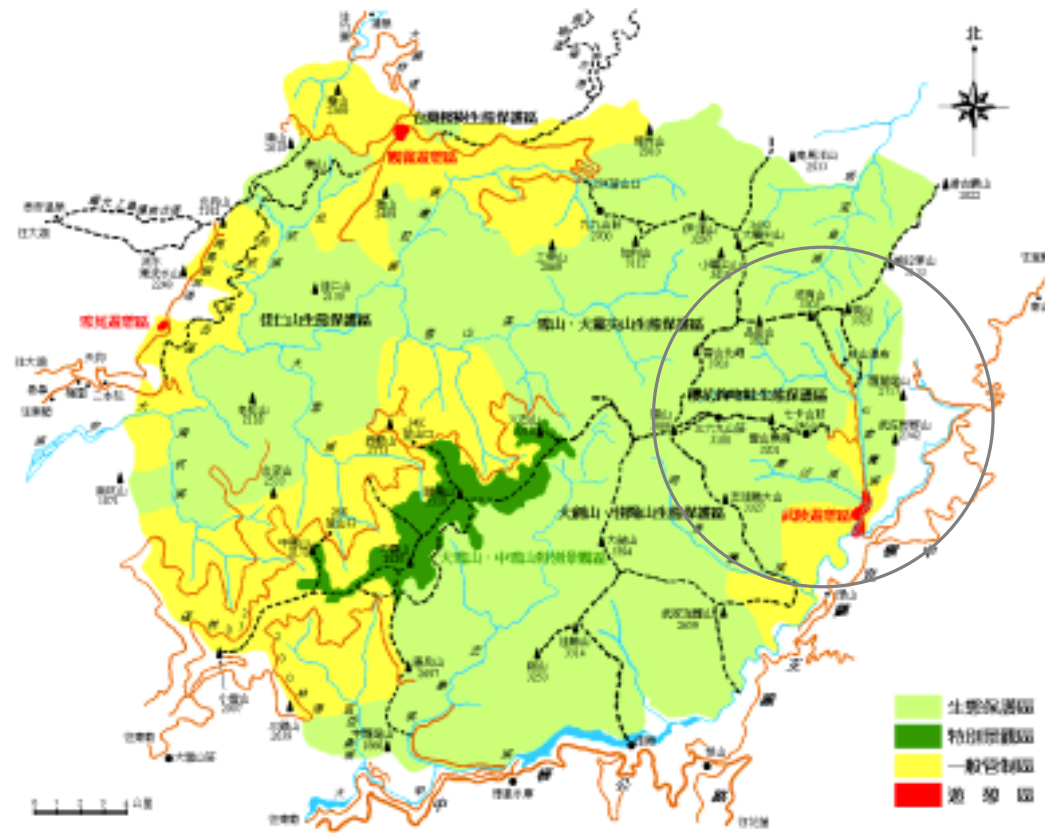






圖 1-2 各測站相關位置圖



水樣及枯枝落葉採樣站

x 土壤樣品採樣站



## 第四節 工作方法與實施步驟

本計畫採集水體以及於溪流沿岸採集枯枝落葉分析有機養分及無機相關養分，其採樣頻度是以每季之中期為採樣測定月，每季一次，一年共計四次。其相關監測項目之方法如下：

一、水樣、有機植體採樣日期：

民國 92 年 1 月、4 月、6 月及 10 月計四次。

二、水樣採樣個數及方法：

於雪霸國家公園東部之武陵地區之七家灣溪及有勝溪，設置四個採樣監測站進行表面單一隨機採樣，另於 6 月及 10 月份於高山溪 1 號與 2 號壩之間增加一採樣監測站(高山溪上游，G5)。

水樣之檢驗項目及方法：

檢驗項目如表 1-1 所示，包括水溫、pH 值、電導度、磷酸鹽、總磷、有機氮、氨氮、氯鹽、硫酸鹽、硝酸氮、總有機碳、鈣、鎂、鈉、鉀、總鹼度。

檢驗方法係依照行政院環保署公告之方法(行政院環境保護署環境檢驗所，1997)<sup>2</sup>，以及美國公共衛生協會、美國自來水協會及水環境聯盟共同出版之標準檢驗法第十九版 (Eaton et al., 1995)<sup>3</sup>，其內容如下。

三、有機植體採樣個數及方法：

於雪霸國家公園東部之武陵地區之七家灣溪及有勝溪，設置之四個採樣監測站進行有機植體採樣，採集方式為於溪流各監測站以

---

<sup>2</sup> 行政院環境保護署環境檢驗所。1997。環境檢測方法：水質檢測方法。行政院環境保護署環境檢驗所，台北市。

<sup>3</sup> Eaton, A.D., L.S. Clesceri, and A.E. Greenberg (ed.). 1995. Standard methods for the examination of water and wastewater. AWWA, WEF, and APHA. Washington, DC.

## 七家灣溪沿岸土地各利用型態對溪流生態影響之研究

> 0.053 mm 網目之篩網採集吹落或掉入溪流之枯枝落葉, 以及細粒之植物殘株。收集得樣品經 70 烘乾後, 再篩分為 > 1 mm, 1-0.5 mm 以及 0.5-0.053 mm 之植物殘株顆粒。然後分析 C、H、O、N、S、P、Ca、Mg、K、Na (Jones and Case, 1990)<sup>4</sup>等元素含量。

表 1-1 水樣之檢驗項目及檢驗方法

項 目	檢 驗 方 法	項 目	檢 驗 方 法
水 溫	NIEA W217.51A	鉀 <sup>1</sup>	3500-K -B
pH 值	NIEA W424.50A	總 有 機 碳	NIEA W530.51C
電 導 度	NIEA W203.51B	游 離 氨 氮	NIEA W416.50A
硫 酸 鹽	NIEA W415.50T	硝 酸 氮	NIEA W415.50T
氯 鹽	NIEA W415.50T	有 機 氮	4500-Norg-B
鈣 <sup>1</sup>	3500-Ca-B	總 磷	NIEA W427.51B
鎂 <sup>1</sup>	3500-Mg-B	磷 酸 鹽	NIEA W427.51B
鈉 <sup>1</sup>	3500-Na-B	總 鹼 度	2320

<sup>1</sup> 依據 Standard Methods for the Examinations of Water and Wastewater, 19th Ed., APHA, AWWA, WEF 建議之方法。

#### 四、不同土地利用型態之果樹區、蔬菜區、茶區與草原區土壤採樣與分析

2 月份及 10 月份於武陵農場不同土地利用類別之果樹區、茶樹區與蔬菜區以及劃歸為七家灣溪濱岸保護帶之草原區採集土壤樣品, 以初步探討其等之土壤營養鹽境況。土壤樣品之採集為於採樣區內中央

<sup>4</sup> Jones, J.B. Jr., and V.W. Case. 1990. Sampling, handling, and analyzing plant tissue samples. p. 389-427. In R.L. Westerman (ed.) Soil Testing and Plant Analysis. 3rd ed. Soil Science Society of America, Book series No. 3.

20 m × 20 m 範圍內,以中心點及 4 個角點為採樣點,採集表層 0-15 cm 深之土壤樣品,然後將 5 個採樣點採集之土壤混合成一個樣品。不同果樹區、茶樹區、蔬菜區以及草原區之土壤樣品採集位址標示於圖 1-2。此外,10 月份於蘋果區以及蔬菜與草原區距七家灣溪不同距離處採集土壤樣品(圖 1-2),以每 15 cm 深度為採樣深度採集至 45 cm 深,採集得土樣供分析 pH、飽和抽出液之電導度,交換性 Ca、Mg、K、Na 量,有效性 P 量,C、H、O、S 量,以及飽和抽出液之  $\text{Cl}^-$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$  量。

## 第二章 結果與討論

### 第一節 水樣調查結果及解析

92年2月份於現地測得之水溫與電導度值均以武陵吊橋站(G4)為最低,收費站前(G1)之有勝溪水為最高,億年橋(G2)及觀魚台前(G3)站之水溫與電導度值則居間(表 2-1)。溪水之電導度值可指示水體之可溶性鹽類含量,武陵吊橋上游之桃山溪與桃山西溪沿岸均為原始森林(圖 1-1 與圖 1-2)而無農業行為,因此有最低之電導度值( $188 \mu\text{S cm}^{-1}$ )。由武陵吊橋(G4)往七家灣溪中及下游,於觀魚台前(G3)站,溪水之電導度稍增高之原因應是受到武陵農場農業操作之影響。億年橋站位於高山溪之下游,其溪水水樣之電導度值並不高( $215 \mu\text{S cm}^{-1}$ ),顯見僅稍受可溶性鹽類之污染。收費站前(G1)有勝溪下游溪水之最高電導度值( $360 \mu\text{S cm}^{-1}$ )應是由於有勝溪兩旁集約之農業操作,施用大量之肥料使溪水之可溶性鹽類增加。四個採樣站之 pH 值在 7.17 與 8.19 之間,此偏鹼性之 pH 值,應與當地之鹽基性土壤母質有關。另外,於現場測定之溶氧,以收費站前(G1)之有勝溪水者為最低,其水溫較高應是原因之一(表 2-1)。

溪水水樣於實驗室測得之鹼度與硫酸鹽、Ca、Mg、K、Na 及氯鹽之含量,與溪水之電導度值有相同之趨勢(表 2-1),顯示溪水之電導度值應是由於硫酸鹽、Ca、Mg、K、Na 及氯鹽所貢獻。武陵吊橋(G4)站,七家灣溪上游之桃山溪與桃山西溪並無農業行為,因此溪水有最低之鹼度與硫酸鹽、Ca、Mg、K、Na 及氯鹽含量,愈往七家灣溪下游,則因受到武陵農場之農業操作影響,觀魚台前(G3)站溪水之此等測定水質含量會有稍增加之趨勢(表 2-1)。億年橋站位於高山溪之下游,其溪水水樣之鹼度與硫酸鹽、Ca、Mg、K、Na 及氯鹽含量介於

收費站前(G1)與武陵吊橋(G4)溪水者(表 2-1)。此外，各測站水樣之硝酸鹽氮、磷酸鹽、總磷、氨氮與有機氮，則因含量頗低(表 2-1)，而未顯示差異之趨勢。值得注意者，由七家灣上游而至下游，乃至有勝溪下游，溪水之總有機碳(TOC)量有逐漸升高之趨勢(表 2-1)，顯示七家灣溪及有勝溪沿岸農業操作之施用有機肥料及/或表土之沖刷，均可導致溪水 TOC 量之增加。

92 年 4 月份，於現場四個測站測得水溫與電導度與 2 月份者，有相同之趨勢(表 2-1 與表 2-2)。另外，於實驗室測定之鹼度與硫酸鹽、氯鹽、Ca、Mg、Na 量，亦與 2 月份測定者有相同之趨勢(表 2-1 與表 2-2)。此等均顯示七家灣溪與有勝溪沿岸農業行為對水質之衝擊。於 4 月份測定之溪水 pH 值範圍介於 7.71 與 8.46 之間，此亦反應當地鹽基性土壤母質之特性。4 月份四個測站之溪水可測得微量之總磷量，但是偵測不到磷酸鹽之存在(表 2-2)，此顯示測得之微量總磷主要應為懸浮於水體之有機磷。4 月份四個測站溪水亦測得微量之 TOC，其應涵括懸浮於水體之有機磷。四個測站溪水之硝酸鹽氮、氨氮與有機氮量均不高(表 2-2)，因此未顯示差異之趨勢。

92 年 6 月及 10 月份，所測得水溫、電導度、鹼度、硫酸鹽、氯鹽、Ca、Mg、K 及 Na (表 2-3 與表 2-4)與 92 年 2 月、4 月份者有相同趨勢(表 2-1 與表 2-2)，顯示溪水之電導度應由硫酸鹽、Ca、Mg、K、Na 及氯鹽所貢獻。武陵吊橋(G4)站上游之桃山溪與桃山西溪為原始森林，並無農業行為，因此溪水有最低之電導度、鹼度、硫酸鹽、氯鹽、Ca、Mg、K 與 Na 含量，但愈往七家灣溪下游，受武陵農場之農業操作影響，其此等水質參數有稍增加趨勢，另外，各測站水樣之硝酸鹽氮、磷酸鹽、氨氮與有機氮含量(表 2-3 與表 2-4)均頗低，與 92 年 2、4 月份者無大差異。值得注意者，6 月與 10 月份水樣之總磷及磷酸鹽較同年 2、4 月份水樣者有增高趨勢，尤其是收費站前者，此應是表土有機磷及磷酸鹽之沖刷滲流至溪水所致。與上述之敘述相同，億年橋站(G2)水樣及其上游高山溪 1 與 2 號壩之間水樣(G5)之水質參數亦





表 2-1 七家灣溪水水質分析 (採樣日期：92 年 2 月 27 日及 28 日)

水樣編號	水溫	pH 值	電導度	鹼度 as CaCO <sub>3</sub>	硝酸鹽氮 as NO <sub>3</sub> -N	溶氧	硫酸鹽	磷酸鹽	總磷
			μS cm <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	—— mg L <sup>-1</sup> ——	—— μg L <sup>-1</sup> ——		
收費站前 (G1)	10.0	7.71	360	48.5	0.330	12.4	85.1	N.D. <sup>a</sup>	N.D.
億年橋 (G2)	7.5	7.17	215	33.0	0.115	14.8	70.4	N.D.	N.D.
觀魚台前 (G3)	9.8	7.88	235	36.0	0.250	14.0	74.1	N.D.	N.D.
武陵吊橋 (G4)	7.5	8.19	188	31.0	0.395	13.9	57.5	N.D.	N.D.
飲用水水源水質標準	N.A. <sup>b</sup>	N.A.	N.A.	N.A.	10.0	N.A.	250	N.A.	N.A.

水樣編號	Ca	Mg	K	Na	氨氮	有機氮	氯鹽	TOC
	mg L <sup>-1</sup>							
收費站前 (G1)	34.8	15.3	9.85	5.30	N.D.	0.90	7.42	16.9
億年橋 (G2)	31.9	5.46	6.52	3.86	0.05	0.98	1.43	6.64
觀魚台前 (G3)	29.2	4.24	3.85	2.01	N.D.	0.82	1.63	4.12
武陵吊橋 (G4)	31.1	3.08	4.52	1.59	0.07	1.07	0.85	2.49
飲用水水源水質標準	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	1.0	N.A.	250	4.0

<sup>a</sup> 磷酸鹽量 < 5 μg L<sup>-1</sup> , 總磷量 < 5 μg L<sup>-1</sup> , 氨氮量 < 0.03 mg L<sup>-1</sup> 。 <sup>b</sup> 未規定限值。

表 2-2 七家灣溪水水質分析 (採樣日期：92 年 4 月 28 日及 29 日)

水樣編號	水溫	pH 值	電導度	鹼度 as CaCO <sub>3</sub>	硝酸鹽氮 as NO <sub>3</sub> -N	溶氧	硫酸鹽	磷酸鹽	總磷
			μS cm <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	μg L <sup>-1</sup>		
收費站前 (G1)	19.1	8.46	353	110	N.D. <sup>a</sup>	13.1	60.6	N.D.	6
億年橋 (G2)	14.0	7.77	164	66.0	0.38	13.0	38.3	N.D.	9
觀魚台前 (G3)	14.0	7.78	175	62.0	0.88	12.6	32.9	N.D.	8
武陵吊橋 (G4)	13.0	7.71	133	62.0	0.45	13.5	25.1	N.D.	10
飲用水水源水質標準	N.A. <sup>b</sup>	N.A.	N.A.	N.A.	10.0	N.A.	250	N.A.	N.A.

水樣編號	Ca	Mg	K	Na	氨氮	有機氮	氯鹽	TOC
	mg L <sup>-1</sup>							
收費站前 (G1)	36.1	15.6	2.45	8.37	0.20	0.57	8.00	2.79
億年橋 (G2)	21.8	5.32	0.82	3.07	0.05	1.26	0.44	1.84
觀魚台前 (G3)	21.2	4.99	1.04	2.82	N.D.	1.36	0.64	1.40
武陵吊橋 (G4)	16.3	3.81	1.12	2.67	0.14	0.73	0.85	2.92
飲用水水源水質標準	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	1.0	N.A.	250.	4.0

<sup>a</sup> 硝酸態氮量 < 0.06 mg L<sup>-1</sup>，磷酸鹽量 < 5 μg L<sup>-1</sup>，氨氮量 < 0.03 mg L<sup>-1</sup>。 <sup>b</sup> 未規定限值。

表 2-3 七家灣溪水水質分析 (採樣日期：92 年 6 月 24 日及 25 日)

水樣編號	水溫	pH 值	電導度	鹼度 as CaCO <sub>3</sub>	硝酸鹽氮 as NO <sub>3</sub> -N	溶氧	硫酸鹽	磷酸鹽	總磷
			μS cm <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	—— mg L <sup>-1</sup> ——	—— μg L <sup>-1</sup> ——		
收費站前 (G1)	18.5	7.61	446	160	13.5	13.0	57.6	6	15
億年橋 (G2)	15.3	7.39	218	92	0.21	12.2	34.6	7	21
觀魚台前 (G3)	16.3	7.36	243	100	1.62	12.4	33.1	7	21
武陵吊橋 (G4)	14.2	7.46	151	92	0.36	13.1	24.5	8	23
億年橋上游 (G5)	14.5	7.31	223	84	0.16	12.1	34.3	N.D. <sup>a</sup>	18
飲用水水源水質標準	N.A. <sup>b</sup>	N.A.	N.A.	N.A.	10.0	N.A.	250	N.A.	N.A.

水樣編號	Ca	Mg	K	Na	氨氮	有機氮	氯鹽	TOC
	mg L <sup>-1</sup>							
收費站前 (G1)	42.5	21.5	3.87	8.79	0.06	0.29	8.70	2.92
億年橋 (G2)	24.6	7.11	0.90	2.94	0.38	N.D.	N.D.	2.29
觀魚台前 (G3)	26.7	8.17	1.30	2.87	0.25	N.D.	1.20	2.77
武陵吊橋 (G4)	20.5	5.36	1.49	2.22	0.82	0.42	1.10	7.02
億年橋上游 (G5)	25.3	7.43	0.99	3.16	N.D.	N.D.	N.D.	4.72
飲用水水源水質標準	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	1.0	N.A.	250	4.00

<sup>a</sup> 磷酸鹽量 < 5 μg L<sup>-1</sup>, 氨氮量 < 0.03 mg L<sup>-1</sup>, 有機氮量 < 0.2683 mg L<sup>-1</sup>, 氯鹽量 < 0.8 mg L<sup>-1</sup>。 <sup>b</sup> 未規定限值。

表 2-4 七家灣溪水水質分析 (採樣日期：92 年 10 月 20 日及 21 日)

水樣編號	水溫	pH 值	電導度	鹼度 as CaCO <sub>3</sub>	硝酸鹽氮 as NO <sub>3</sub> -N	溶氧	硫酸鹽	磷酸鹽	總磷
			μS cm <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	mg L <sup>-1</sup>	—— mg L <sup>-1</sup> ——	—— μg L <sup>-1</sup> ——		
收費站前 (G1)	15.5	7.59	318	116	8.03	12.7	47.6	17	34
億年橋 (G2)	11.0	7.40	190	28	0.25	13.2	37.2	N.D. <sup>a</sup>	12
觀魚台前 (G3)	14.0	7.39	222	86	1.88	14.5	40.7	N.D.	10
武陵吊橋 (G4)	12.0	7.42	169	92	0.26	13.9	29.8	10	19
高山溪 1 與 2 號壩之間(G5)	11.0	7.40	190	34	0.17	12.9	36.5	N.D.	7
飲用水水源水質標準	N.A.. <sup>b</sup>	N.A.	N.A.	N.A.	10.0	N.A.	N.A.	250	N.A.

水樣編號	Ca	Mg	K	Na	氨氮	有機氮	氯鹽	TOC
	mg L <sup>-1</sup>							
收費站前 (G1)	36.7	16.3	2.99	6.36	0.24	0.63	5.62	N.D.
億年橋 (G2)	26.9	6.83	0.69	2.61	0.12	0.29	N.D.	3.33
觀魚台前 (G3)	31.4	8.63	0.84	2.78	0.08	0.34	1.29	N.D.
武陵吊橋 (G4)	25.3	5.37	0.81	1.88	0.07	0.59	N.D.	N.D.
高山溪 1 與 2 號壩之間(G5)	27.4	6.87	0.55	2.71	0.13	N.D.	N.D.	N.D.
飲用水水源水質標準	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	1.0	N.A.	250	4.00

<sup>a</sup> 磷酸鹽量 < 5 μg L<sup>-1</sup> , 氨氮量 < 0.03 mg L<sup>-1</sup> , 有機氮量 < 0.2683 mg L<sup>-1</sup> , 氯鹽量 < 0.8 mg L<sup>-1</sup> , TOC 量 < 0.02 mg L<sup>-1</sup> 。 <sup>b</sup> 未規定限值。

## 七家灣溪沿岸土地各利用型態對溪流生態影響之研究

無大差異(表 2-3 與表 2-4)。

由 92 年 2、4、6 及 10 月份水質監測資料(表 2-1 至表 2-4) 七家灣溪沿岸各採樣點水體之有機與無機營養鹽，若以飲用水水源水質標準為最大容忍濃度範圍，則 92 年調查水樣中各營養鹽均在容忍濃度範圍內。但以櫻花鉤吻鮭為考量之各項營養鹽應再長期監測土壤及水體有機及無機營養鹽，並配合七家灣溪溪流生物群、能量來源與物質傳輸相關計畫，才能進一步實際依據櫻花鉤吻鮭棲息之溪流環境中，找尋最佳營養鹽合理或容忍範圍。

王敏昭等(1998)<sup>5</sup>曾於武陵農場之草原區(圖 1-2)掘設地下水監測井，從 86 年 10 月份至 87 年 1 月份監測地下水與相對應位址(櫻花鉤吻鮭復育中心)七家灣溪之水質，各項水質之數據列於附表 1 至附表 4。比較 86 年 10 月份至 87 年 1 月份與今年四個月份相同測定項目之水質參數，發現近六年來各項水質項目，除了 86 年 10 月份至 87 年 1 月份，櫻花鉤吻鮭復育中心附近水樣之 Ca 含量較低外，其餘各相對應水質項目參數並無大差異，顯見七家灣溪水水質在近六年來尚頗穩定(表 2-1 至表 2-4，附表 1 至附表 4)。

92 年 4 月至 10 月份期間，財團法人資源及環境保護服務基金會(2003)<sup>6</sup>執行德基水庫集水區水質監測與管理計畫，指出七家灣溪下游水質較其上游桃山溪之水質已稍有污染，其應是武陵農場現存之農業經營對溪水水質之衝擊。然而，與有勝溪下游之水質相互比較時，七家灣溪溪水之水質又較有勝溪溪水之水質優良許多。92 年 4 月、6 月、8 月及 10 月份於三個測站水樣之水質監測數據，並與近十年內相同月份之相同水質項目比較示於附圖 1 至附圖 4。

---

<sup>5</sup> 王敏昭、黃明福、李清彬、魏柏仁、呂世仁、陳立夫、陳逸夫。1998。七家灣溪濱岸保護帶地下水質之監測。國立中興大學土壤環境科學系、行政院國軍退除役官兵輔導委員會武陵農場。

<sup>6</sup> 財團法人資源及環境保護服務基金會。2003。德基水庫集水區水質監測與管理計畫(1/5)。經濟部水利署。

## 第二節 落葉植體調查結果及解析

在 G1~G4 四個測站附近，面向七家灣溪上游，於溪之左側沿岸採集足夠量之落葉樣品攜回實驗室。樣品風乾後，稱一定重量之落葉樣品添加脫離子水之比為 1:1 (w/v)，以 pH 計測定落葉懸浮液之 pH 值，懸浮液之濾液再測定其電導度。2 月份於億年橋(G2)站，落葉樣品之 pH 值(5.53)為四個測站樣品之最低值者(表 2-5)。此等 pH 值差異之原因，應與落葉之種類及分解程度有關。測定億年橋(G2)站落葉樣品 pH 值之懸浮液的濾液，相對應測得最低之電導度( $145 \mu\text{S cm}^{-1}$ )，顯示其可溶性鹽類之含量極低，推測應是解離常數頗低之弱酸。收費站前(G1)及觀魚台前(G3)之落葉樣品有較高之 pH 值，亦對應較高之電導度值(表 2-5)，顯示此兩個測站之樣品含較高量之可溶性鹽類，而此等鹽類亦應含相當量之可溶性營養鹽，其可經由雨水之淋集逕流至七家灣溪水。

模擬落葉樣品於不同分解階段之尺寸大小，將樣品篩分為  $> 1 \text{ mm}$ ， $1-0.5 \text{ mm}$  與  $0.5-0.053 \text{ mm}$  等粒徑，再測定各粒徑等級之有機及無機營養鹽。基本上，四個測站落葉樣品之 Ca、K、Na 與 Mg 含量，在不同粒徑等級之間並無明顯差異(表 2-5)，顯示落葉在不同崩解碎裂過程，落葉樣品之 Ca、K、Na 與 Mg 含量並無大的變化。然而，億年橋(G2)站三個粒徑等級之落葉樣品的 P 含量較他測站之落葉樣品者高許多，此應是落葉種類之差異(表 2-5)。觀魚台前(G3)站， $1-0.5 \text{ mm}$  粒徑落葉樣品較高之 P 含量，可能是落葉樣品在不同崩解碎裂階段，P 含量亦隨之變化所致。武陵吊橋(G4)站各粒徑等級落葉樣品之 C、H 與 N 量，高於其他三個測站者(表 2-5)，可能是不同落葉特性所致。再者，四個測站不同粒徑等級落葉樣品之 S 含量並無大差異(表 2-5)，應是其含量頗低之緣故。

表 2-5 七家灣溪沿岸落葉植體分析 (採樣日期：92 年 2 月 27 日及 28 日)

編號	粒徑	pH 值 <sup>1</sup>	電導度 <sup>2</sup>	Ca	K	Na	Mg	P	C	H	N	S
				$\mu\text{S cm}^{-1}$	%			$\text{mg kg}^{-1}$			%	
收費站前(G1)	> 1 mm			0.595	1.36	0.221	0.810	713	4.86	1.07	1.75	0.080
	1-0.5 mm	6.76	474	0.289	1.40	0.230	0.820	615	2.56	1.13	2.05	0.100
	0.5-0.053 mm			0.439	1.62	0.245	0.700	678	2.33	0.73	1.10	0.060
億年橋(G2)	> 1 mm			1.46	1.01	0.119	0.720	2020	13.6	2.19	2.65	0.147
	1-0.5 mm	5.53	145	1.01	1.14	0.140	0.815	1628	9.21	1.65	2.82	0.820
	0.5-0.053 mm			1.33	1.00	0.125	0.645	2605	16.3	2.58	3.06	0.128
觀魚台前(G3)	> 1 mm			0.251	0.720	0.094	0.555	338	6.12	1.21	1.81	0.103
	1-0.5 mm	6.62	710	0.214	1.43	0.106	1.31	2350	5.10	3.07	2.11	0.048
	0.5-0.053 mm			0.202	1.14	0.110	1.08	618	12.7	2.53	2.95	0.100
武陵吊橋(G4)	> 1 mm			2.56	0.325	0.076	0.205	750	22.9	3.23	3.70	0.110
	1-0.5 mm	6.23	253	2.09	0.444	0.068	0.267	820	22.4	3.18	6.23	0.120
	0.5-0.053 mm			2.30	0.497	0.073	0.270	908	34.6	4.64	5.66	0.070

<sup>1</sup> 植體與脫離子水之比為 1 : 1 (w/v)。

<sup>2</sup> 測定 pH 值之懸浮液的濾液再測定其電導度。





4 月份於四個測站採集得落葉樣品之懸浮液之 pH 值與懸浮液之濾液之電導度值之相關趨勢，與 2 月份採集得落葉樣品者相同(表 2-5 與表 2-6)，亦即懸浮液有較高之 pH 值時，對應懸浮液之濾液有較高之電導度值。4 月份採集得落葉樣品，除了觀魚台前(G3)站三個粒徑等級之樣品，有較高之 Ca 含量外，其餘測站落葉樣品之 Ca、K、Na 與 Mg 含量與 2 月份樣品者，並無大差異(表 2-5 與表 2-6)。4 月份億年橋(G2)站三個粒徑等級落葉樣品之 P 含量，以及收費站前(G1)，> 1 mm 與 1-0.5 mm 落葉樣品之 P 含量較其他測站者高許多(表 2-4)。億年橋(G2)站於 2 月份與 4 月份所採集得落葉樣品之三個粒徑等級，較其他測站者均有較高之 P 含量(表 2-5 與表 2-6)，應該是億年橋(G2)站落葉樣品之特性所致。4 月份於四個測站採集得落葉樣品，以在億年橋(G2)站與武陵吊橋(G4)站之三個粒徑等級落葉樣品有較高之 S 含量(表 2-6)，此亦應是落葉樣品之特性所致。比較 2 月份與 4 月份四個測站三個粒徑等級落葉樣品之有機質的 C、H、N 與 S 含量，4 月份之落葉樣品含量均高於 2 月份之落葉樣品者。在 2 月份採集落葉樣品時，為探討落葉掉落地面後與表層土壤之反應，因此採集落葉與極表層土壤之混合樣品，以致於分析時因無機礦物之存在，使 C、H、N 與 S 含量之百分比降低。在 4 月份採樣時，則改為採集地面上落葉層之落葉樣品，因此樣品幾乎不混有表層之土壤物質，使樣品分析時有較高之 C、H、N 與 S 含量。

92 年 6 月份於四個測站之落葉植體之 pH 值、電導度(表 2-7)與同年 2、4 月份之趨勢相似。10 月份，億年橋(G2)站落葉樣品之 pH 值稍高於觀魚台前(G3)站及武陵吊橋(G4)站落葉樣品者；然其落葉樣品之電導度( $1118 \mu\text{S cm}^{-1}$ )則為四個測站之最高者，此應是該測站落葉於該季節之特性所致。四個測站在 6 月及 10 月落葉樣品之 Ca、Mg、K、Na 含量在不同粒徑等級之間並無大變化。億年橋(G2)站三個粒徑等級之落葉樣品的 P 含量於 6 月份及 10 月份較其他測站高出許多，此現

## 七家灣溪沿岸土地各利用型態對溪流生態影響之研究

象與 2、4 月份變化趨勢一樣(表 2-5、表 2-6、表 2-7 與表 2-8)，應為落葉種類之差異所致。而 6 月份及 10 月份落葉植體 C、H、N、S 含量在四個測站間，未顯示其差異趨勢(表 2-7 與表 2-8)。

表 2-6 七家灣溪沿岸落葉植體分析 (採樣日期：92 年 4 月 28 日及 29 日)

編號	粒徑	pH 值 <sup>1</sup>	電導度 <sup>2</sup> μS cm <sup>-1</sup>	Ca	K	Na	Mg	P	C	H	N	S
				%				mg kg <sup>-1</sup>				%
收費站前(G1)	> 1 mm			1.03	1.05	0.166	0.595	1380	41.3	5.26	5.04	0.080
	1-0.5 mm	6.87	418	0.725	1.20	0.196	0.690	1025	40.2	3.23	5.14	0.070
	0.5-0.053 mm			0.535	0.985	0.237	0.700	775	42.3	3.14	5.65	0.070
億年橋(G2)	> 1 mm			1.43	0.565	0.087	0.338	1885	38.5	5.30	6.46	0.290
	1-0.5 mm	5.81	137	1.42	0.660	0.091	0.421	1888	40.6	6.16	6.87	0.220
	0.5-0.053 mm			1.29	0.755	0.101	0.435	2463	33.4	4.52	5.45	0.230
觀魚台前(G3)	> 1 mm			3.22	0.182	0.066	0.329	843	43.1	5.82	5.14	0.095
	1-0.5 mm	6.66	604	2.70	0.590	0.070	0.416	844	43.2	5.86	5.84	0.140
	0.5-0.053 mm			2.69	0.429	0.082	0.535	918	34.2	4.36	5.65	0.130
武陵吊橋(G4)	> 1 mm			1.83	0.318	0.069	0.216	903	41.3	5.65	5.66	0.100
	1-0.5 mm	5.93	210	1.50	0.515	0.070	0.328	998	42.6	5.67	9.55	0.290
	0.5-0.053 mm			1.47	0.640	0.078	0.350	979	40.8	5.43	8.26	0.270

<sup>1</sup> 及 <sup>2</sup> 已於表 2-5 中說明。

表 2-7 七家灣溪沿岸落葉植體分析 (採樣日期：92 年 6 月 24 日及 25 日)

編號	粒徑	pH 值 <sup>1</sup>	電導度 <sup>2</sup>	Ca	K	Na	Mg	P	C	H	N	S
				$\mu\text{S cm}^{-1}$	%			$\text{mg kg}^{-1}$			%	
收費站前(G1)	> 1 mm			1.02	0.54	0.05	0.33	1570	2.32	34.3	4.93	0.03
	1-0.5 mm	6.82	446	0.46	1.02	0.06	0.30	1753	1.10	13.8	3.10	1.54
	0.5-0.053 mm			0.52	1.34	0.09	0.35	2218	0.44	5.36	1.61	3.05
億年橋(G2)	> 1 mm			0.52	0.74	0.05	0.26	2120	1.36	30.5	4.29	0.09
	1-0.5 mm	5.67	141	0.81	1.13	0.08	0.34	4208	1.02	12.0	2.28	0.07
	0.5-0.053 mm			0.50	1.11	0.06	0.28	4768	1.49	16.8	3.10	0.06
觀魚台前(G3)	> 1 mm			0.92	0.47	0.03	0.28	1045	2.95	45.1	6.35	0.18
	1-0.5 mm	6.64	657	0.55	0.96	0.04	0.29	1123	3.40	43.8	6.53	0.14
	0.5-0.053 mm			0.46	1.14	0.04	0.30	486	2.28	41.4	5.80	0
武陵吊橋(G4)	> 1 mm			1.42	0.28	0.03	0.21	945	1.89	39.1	6.02	0.24
	1-0.5 mm	6.08	232	1.50	0.42	0.03	0.30	1748	1.67	37.9	6.82	0.26
	0.5-0.053 mm			0.54	0.29	0.03	0.23	2280	2.13	36.3	6.62	0.16

<sup>1</sup> 及 <sup>2</sup> 已於表 2-5 中說明。

表 2-8 七家灣溪沿岸落葉植體分析 (採樣日期：92 年 10 月 20 日及 21 日)

編號	粒徑	pH 值 <sup>1</sup>	電導度 <sup>2</sup> μS cm <sup>-1</sup>	Ca	K	Na	Mg	P	C	H	N	S
				%				mg kg <sup>-1</sup>				%
收費站前(G1)	> 1 mm			1.67	0.69	0.11	0.45	1254	1.38	25.4	4.24	0.04
	1-0.5 mm	6.83	387	0.77	0.75	0.12	0.41	698	1.00	18.8	3.32	0
	0.5-0.053 mm			0.80	1.49	0.23	0.71	1006	0.16	4.61	1.67	0
億年橋(G2)	> 1 mm			2.07	0.48	0.06	0.31	1748	1.84	44.7	6.62	0.15
	1-0.5 mm	5.81	1118	1.74	0.33	0.05	0.28	2626	1.74	44.1	6.69	0.04
	0.5-0.053 mm			2.77	0.54	0.08	0.39	11375	1.87	32.3	6.45	0.04
觀魚台前(G3)	> 1 mm			1.92	0.27	0.06	0.3	951	1.62	44.7	6.83	0.15
	1-0.5 mm	5.30	507	2.03	0.20	0.04	0.32	1426	2.92	43.1	6.63	0
	0.5-0.053 mm			1.21	0.69	0.07	0.51	716	2.26	33.3	5.58	0
武陵吊橋(G4)	> 1 mm			1.98	0.14	0.04	0.18	805	1.07	44.4	6.80	0
	1-0.5 mm	5.44	338	1.56	0.25	0.03	0.26	788	1.38	38.7	6.30	0.30
	0.5-0.053 mm			1.58	0.32	0.04	0.27	1095	1.91	39.1	6.58	0.30

<sup>1</sup> 及 <sup>2</sup> 已於表 2-5 中說明。



### 第三節 不同土地利用型態土壤調查結果與解析

依據收集得資料顯示至九十年度止，武陵農場配合櫻花鉤吻鮭野生動物保護區劃定轉型經營農地縮減提供造林面積共計 32 個地號，面積 36.3832 公頃(表 2-9)。於 2 月份別採集武陵農場目前尚存在之農業經營的桃樹區、蘋果樹區、梨樹區、蔬菜區，以及規劃為七家灣溪之濱岸保護帶的草原區的土壤樣品，分析其 pH 值與電導度，結果顯示表土之 pH 值與電導度呈現相反之趨勢，此指出施用肥料使土壤酸化之作用。梨樹區土壤有最高之可溶性鹽類含量，其次為蔬菜區、蘋果樹區與桃樹區(表 2-10)。草原區土壤之電導度值已低至  $207 \mu\text{S cm}^{-1}$ ，顯示不同土地利用型態之施用肥料，並無大量之可溶性鹽類沖刷滲流至草原區。10 月份於七家灣溪沿岸之農業經營的桃樹區、梨樹區、蔬菜區採集土壤樣品，以及於蘋果樹區與規劃為七家灣溪之濱岸保護帶的草原區距七家灣溪不同距離處採集土壤樣品(圖 1-2)，分析其 pH 值，飽和抽出液之電導度，交換性 Ca、Mg、K、Na 量，有效性 P 量，飽和抽出液之  $\text{Cl}^-$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$  量，以及 C、H、N 及 S 量。結果顯示梨樹區電導度值較其他測站高，其次為蔬菜區、蘋果樹區、桃樹區、草原區，茶區電導度值最低( $454 \mu\text{S cm}^{-1}$ ) (表 2-11 及表 2-12)。不同利用型態土壤中所含  $\text{Cl}^-$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$  等陰離子含量以茶區最高，其次依序為蔬菜區、梨樹區、桃樹區、蘋果區、草原區。除了蘋果樹區(蘋 1，蘋 2，蘋 3；圖 1-2 與表 2-11)之表土及/或底土，以及草原區距離七家灣溪最近處(草 1；圖 1-2 與表 2-12)，有較高之交換性鈣含量外，其餘之交換性 K、Na、Mg 量以及有效性 P 量，並不隨距離七家灣溪距離之遠近而有所差異。蘋果樹區及草原區距離七家灣溪較近處之表土及底土有較高之有機碳量(圖 1-2；表 2-11 與表 2-12)。再者草原區距離七家灣溪較近處有較高之  $\text{Cl}^-$ 、 $\text{NO}_3^-$  與  $\text{SO}_4^{2-}$  量。此等現象均顯示部分營養鹽沖刷滲流至較靠近七家灣溪之濱岸帶。由不同利用





表 2-9 武陵農場配合櫻花鉤吻鮭野生動物保護區劃定轉型經營農地縮減提供造林面積(至九十年度止)

區 域	地 號 數	面 積	使用 狀 況	
			原 來	目 前
		ha		
北 谷	14	17.2702	蔬 菜 地	造 林 地
中 谷	13	8.4000	果 園	造 林 地
	2	7.5740	茶 園	周 邊 造 林 <sup>1</sup>
武 陵 路 以 西	3	3.1390	果 園	造 林 地
總 計	32	36.3832		

<sup>1</sup> 種植茶樹面積 2 ha。

表 2-10 七家灣溪沿岸不同土地利用類別之土壤分析  
(採樣日期：2 月 27、28 日)

採 樣 區	pH 值 <sup>1</sup>	電 導 度 <sup>2</sup>
		$\mu\text{S cm}^{-1}$
桃 樹 區	6.98	404
蘋 果 樹 區	6.73	546
梨 樹 區	6.75	2605
蔬 菜 區	7.03	861
草 原 區	7.36	207

<sup>1</sup> 土壤與脫離子水為 1 : 1 (w/v)。

<sup>2</sup> 測定 pH 值之懸浮液濾液再測定其電導度。



表 2-11 七家灣溪沿岸不同土地利用類別(蘋果區)之土壤分析  
(採樣日期：92 年 10 月 24 日及 25 日)

樣區	深度	pH 值 <sup>1</sup>	電導度 <sup>2</sup>	交 換 性				有效性							
				Ca	K	Na	Mg	P	C	H	N	S	Cl	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
	cm		μS cm <sup>-1</sup>	mg kg <sup>-1</sup>				mg kg <sup>-1</sup>	%				mg kg <sup>-1</sup>		
蘋 1	0-15	7.48	593	4373	203	19.4	122	80.0	0.71	7.70	1.37	0.07	14.3	187	20.7
	15-30	7.16	511	943	215	6.30	57.6	27.5	0.52	7.34	1.55	0.06	11.1	104	16.1
	30-45	7.23	564	4255	136	7.60	114	323	0.59	5.63	1.58	0	15.6	152	22.7
蘋 2	0-15	6.38	909	4298	418	16.6	170	318	0.26	6.72	1.72	0	18.9	258	32.4
	15-30	6.38	666	4375	228	6.40	73.8	325	0.34	3.42	1.58	0.03	14.8	258	25.8
	30-45	6.30	633	4080	190	5.60	93.7	243	0.29	3.59	1.53	0.06	17.0	273	25.7
蘋 3	0-15	6.36	652	2099	299	7.50	91.9	488	0.58	5.69	1.40	0.08	16.3	195	26.2
	15-30	5.82	597	1510	216	5.90	75.9	425	0.46	5.62	1.73	0.04	18.6	193	70.4
	30-45	6.03	428	1860	323	12.4	193	370	0.29	2.80	1.04	0.03	21.0	136	29.4
蘋 4	0-15	6.36	546	755	104	5.50	44.4	360	0.40	5.77	1.39	0.03	16.5	196	20.9

<sup>1</sup> 土壤與脫離子水比為 1:1 (w/v)。

<sup>2</sup> 飽和抽出液之電導度。

表 2-12 七家灣溪沿岸不同土地利用類別(草原區、蔬菜區、茶區及果樹區)之土壤分析  
(採樣日期：92 年 10 月 24 日及 25 日)

樣區	深度 cm	pH 值 <sup>1</sup>	電導度 <sup>2</sup> μS cm <sup>-1</sup>	交 換 性				有效性							
				Ca	K	Na	Mg	P	C	H	N	S	Cl	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
				mg kg <sup>-1</sup>				mg kg <sup>-1</sup>				%			
草 1	0-15	7.44	701	4724	106	20.0	110	233	0.29	3.92	1.41	0	27.0	147	98.3
草 1	15-3	7.39	502	4232	272	10.2	109	325	0.35	4.35	1.27	0	18.1	67.3	29.1
草 2	0-15	7.24	448	3794	117	16.4	96.8	408	0.12	4.03	1.45	0	14.8	69.2	21.5
草 3	0-15	7.38	614	2193	371	3.60	82.4	283	0.12	4.18	1.22	0	20.8	85.8	35.0
蔬	0-15	7.39	969	2662	249	11.1	239	303	0.12	5.19	1.19	0	36.5	296	98.4
茶	0-15	6.06	454	2283	113	5.20	145	438	0.77	4.62	1.38	0	23.8	556	106
桃	0-15	6.59	507	2613	543	8.70	118	298	0.36	4.30	1.40	0	14.4	91.7	79.6
	15-3	6.42	277	1453	175	5.20	65.9	203	0.30	4.12	1.36	0	18.1	61.4	16.5
梨	0-15	4.51	1164	2976	446	4.50	166	245	0.14	4.55	1.24	0	14.7	77.8	80.4

<sup>1</sup>及<sup>2</sup> 已於表 2-11 中說明。

## 七家灣溪沿岸土地各利用型態對溪流生態影響之研究

型態試區土壤中，pH、電導度、陽離子含量及陰離子含量之趨勢，在相同農業經營區，若無完善山邊(草)溝及沉砂池設置等水土保持工程，上述可溶性肥料營養鹽，在大雨沖刷下均可逕流及滲流至七家灣溪，此現象與沿七家灣溪沿岸各測站水質資料(G1~G5)之變化趨勢相同，愈往七家灣溪下游水體有較高電導度、鹼度與硫酸鹽、Ca、Mg、K、Na、氯鹽與 TOC 含量，但在草原區並未發現大量可溶性肥料營養鹽沖刷至草原區。另外，在不同農業經營區土壤之 C、H、N、S 等元素分析，未顯示其差異。

農業經營中農藥在農作物生產上，扮演著防制病蟲鼠害與雜草之重要角色。然而，僅少部分可達防制效果，大部分所施用之農藥分別進入空氣、河川、土壤；污染其他作物或殘留在被處理之作物上，因而危害人畜、鳥類及魚類。一般農藥使用後，其中約 70% 進入土壤內，易隨土壤水分之移動而污染水域。

德基水庫集水區源頭，栽培高冷地蔬菜之農地，土層淺而肥力差，菜農種植蔬菜致大量施用肥料，造成肥份供過於求。栽培甘藍每期作施用公頃要素推薦用量 N:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O 為 200~300:70~90:120~180 公斤/公頃；而當地農友施用肥料以複合肥料為主，換算成三要素用量約 1,200~1,300:170~190:1,000~1,200 公斤/公頃，為推薦用量之約 10 倍。甘藍採收後所施用之複合肥料成堆尚未溶解殘留於蔬菜田園表土上面，造成嚴重土壤污染，如逢豪雨沖蝕而溶淋流入集水溪流與水庫，成為水庫之水質優養化之污染源(中華水土保持學會，2003)<sup>7</sup>。

德基水庫集水區第四期整體治理計畫奉行政院核定，自民國八十六年七月起分五年實施，計畫經費約為 6 億 8 千餘萬元，期能有效控制水庫淤積速率，確保水量穩定及改善水庫水質，以提供中部地區充足之水量與良好之水質。第四期整體治理計畫工作內容主要包括森林

---

<sup>7</sup> 中華水土保持學會。2003。德基水庫集水區第五期治理計畫之規劃報告。經濟部德基水庫集水區管理委員會。

經營、土地利用與水土保持、道路水土保持、農藥肥料減量宣導與推廣、水質監測與管理、生態保育宣導、防砂工程、水庫保護帶等八大項。第四期整體治理計畫(民國 87 年~91 年)執行農藥肥料減量宣導與推廣、水質監測與管理及生態保育宣導等工作大致符合第四期所規劃之工作項目(中華水土保持學會, 2003)。

德基水庫第五期(93-97 年)整體治理計畫之預期目標主要為：

- 一、森林經營：增加覆蓋率減少泥砂沖蝕。
- 二、土地利用與水土保持：減少地表流失。
- 三、道路水土保持：減少沖蝕。
- 四、農藥肥料減量宣導與推廣：減少農藥肥料用量。
- 五、水質監測與管理：分析水質之合格率及水庫水質之優養化程度。
- 六、生態保育宣導：增進國民對自然生態環境之認識，建立保育觀念。
- 七、防砂工程：邊坡保護及地表穩定。
- 八、水庫保護帶：減少地表沖刷。
- 九、有勝溪集水區治理：減少泥砂產生。

本規劃乃彙整並參照第四期之治理成果及效益評估後，將第五期計畫之規劃項目分為森林經營、土地利用與水土保持、道路水土保持、農藥肥料減量宣導與推廣、水質監測與管理、生態保育宣導、防砂工程、水庫保護帶等八個項目，期能達到「泥砂減量」及「降低總磷負荷」之整體目標(中華水土保持學會, 2003)。第五期治理計畫仍將繼續執行「農藥肥料減量宣導與推廣」工作，期能於武陵農場現存農業經營之果樹區、茶區及菜區達到減量及合理施用農藥及肥料之目標，以永續維護七家灣溪之良好水質。

## 第三章 結論與建議

### 第一節 結論

七家灣沿岸不同土地利用型態對七家灣溪水水質會有某些程度之衝擊，以武陵吊橋(G4)站為參考之對照點時，愈往七家灣溪下游水體會較低之 pH 值，以及較高之電導度、鹼度與硫酸鹽、Ca、Mg、K、Na、氯鹽與 TOC 含量。七家灣溪沿岸四個測站不同粒徑落葉樣品含有不同程度量之可溶性鹽類，以觀魚台前(G3)站之落葉樣品者為最高。依據四個測站落葉樣品之特性，不同粒徑之落葉樣品均含某些程度量之 Ca、K、Na、Mg 含量，以及有機質之 P、C、H、N 與 S 含量。然而，億年橋(G2)站三個粒徑等級落葉樣品之 P 含量，武陵吊橋(G4)站三個粒徑等級之 N 含量高於其他測站者，此應是落葉之特性所致。武陵農場梨樹區表土含最高之可溶性鹽類，茶區土地含最高之陰離子鹽類營養源，而作為七家灣濱岸保護帶之草原區，則無大量可溶性肥料營養鹽沖刷滲濾至此。

## 第二節 建議

1. 持續對七家灣溪沿岸土地利用型態土壤及水體進行監測工作，期能對武陵農場現存農業經營之果樹區、茶區及菜區，勵行減量及合理施用農藥及肥料之目標，以達永續維護七家灣溪良好水質。
2. 長期監測土壤及水體有機及無機營養鹽，並配合七家灣溪溪流生物群、能量來源與物質傳輸相關計畫，才能進一步實際依據櫻花鉤吻鮭棲息之溪流環境中，找尋最佳營養鹽合理或容忍範圍。



## 參考書目

王敏昭。1997。緩衝帶對營養鹽之截留作用。水土保持學報 29:69-92.

王敏昭、黃明福、李清彬、魏柏仁、呂世仁、陳立夫、陳逸夫。1998。七家灣溪濱岸保護帶地下水質之監測。國立中興大學土壤環境科學系、行政院國軍退除役官兵輔導委員會武陵農場。

中華水土保持學會。2003。德基水庫集水區第五期治理計畫之規劃報告。經濟部德基水庫集水區管理委員會。

台灣省政府建設廳。1978。台灣省灌溉用水水質標準，67.7.5 府建水字第 59931 號。台灣省政府建設廳，台灣南投。

行政院環境保護署。1993。地面水體分類及水質標準，行政院環境保護署公報第六卷第八號。行政院環境保護署，台北市。

行政院環境保護署環境檢驗所。1997。環境檢測方法：水質檢測方法。行政院環境保護署環境檢驗所，台北市。

財團法人資源及環境保護服務基金會。2003。德基水庫集水區水質監測與管理計畫(1/5)。經濟部水利署。

Eaton, A.D., L.S. Clesceri, and A.E. Greenberg (ed.). 1995. Standard methods for the examination of water and wastewater. AWWA, WEF, and APHA. Washington, DC.

## 參考書目

Jones, J.B. Jr., and V.W. Case. 1990. Sampling, handling, and analyzing plant tissue samples. p. 389-427. In R.L. Westerman (ed.) Soil Testing and Plant Analysis. 3rd ed. Soil Science Society of America, Book series No. 3.

七家灣溪沿岸土地各利用型態對溪流生態影響之研究

附表 1 武陵農場監測井地下水之靜水位以及井水與相對應七家灣溪水之 pH、EC、水溫與 DO 值<sup>1</sup>

採樣日期	靜水位 m	pH	EC $\mu\text{S cm}^{-1}$	水溫	DO $\text{mg L}^{-1}$
86 年					
10 月 13 日	5.03	9.57	427	19.7	3.0
	N.A. <sup>2</sup>	8.29	219	16.1	6.2
21 日	5.07	6.01	655	16.3	3.5
	N.A.	7.80	217	14.7	7.6
11 月 2 日	5.03	7.12	520	16.0	0.3
	N.A.	7.65	169	12.7	7.9
17 日	5.05	7.14	520	15.9	0.5
	N.A.	8.01	171	11.9	8.4
12 月 14 日	5.14	7.44	516	15.8	0.8
	N.A.	8.36	181	12.3	6.8
87 年					
1 月 5 日	5.10	6.99	532	15.7	1.0
	N.A.	7.90	184	11.0	9.8
陸域地面水 <sup>3</sup>	N.A.	6.5-8.5	750	N.A.	6.5
灌溉用水 <sup>4</sup>	N.A.	6.0-9.0	750	35	N.A.

<sup>1</sup> 每個數據組之第一個數據為監測井之地下水者，第二個數據為七家灣溪水者。

<sup>2</sup> 不相關測定項目或未規定限值。

<sup>3</sup> 甲類陸域地面水體水質標準限值（行政院環境保護署，1993）。

<sup>4</sup> 台灣省灌溉用水水質標準（台灣省政府建設廳，1978）。

## 附表

附表 2 武陵農場監測井地下水及相對應七家灣溪水之 Ca、Mg、K、Na 與 NH<sub>3</sub>-N 量<sup>1</sup>

採樣日期	Ca	Mg	K	Na	NH <sub>3</sub> -N
	mg L <sup>-1</sup>				
86 年					
10 月 13 日	4.36	9.27	12.7	15.0	0.2
	2.07	8.39	0.6	3.2	N.D. <sup>2</sup>
21 日	4.74	16.2	1.7	8.7	0.2
	2.03	7.0	0.5	3.3	0.1
11 月 2 日	5.96	22.7	1.8	12.8	N.D.
	1.56	7.2	0.4	3.2	0.1
17 日	4.93	20.1	1.4	7.5	0.1
	1.41	7.0	0.4	2.9	0.2
12 月 14 日	7.03	20.1	1.9	12.1	0.4
	2.00	10.0	0.8	3.1	0.1
87 年					
1 月 5 日	5.91	18.0	1.2	10.7	0.3
	2.44	8.9	0.5	3.5	0.3
陸域地面水 <sup>3</sup>	N.A. <sup>4</sup>	N.A.	N.A.	N.A.	0.1
灌溉用水 <sup>5</sup>	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.	1.0 (總 N)

<sup>1</sup> 已於附表 1 中說明。

<sup>2</sup> 未偵測得。

<sup>3</sup> 已於附表 1 中說明。

<sup>4</sup> 未規定限值。

<sup>5</sup> 台灣省灌溉用水水質標準 (台灣省政府建設廳, 1978)。

七家灣溪沿岸土地各利用型態對溪流生態影響之研究

附表 3 武陵農場監測井地下水及相對應七家灣溪水之  $\text{Cl}^-$ 、 $\text{NO}_2^-$ -N、 $\text{NO}_3^-$ -N、 $\text{SO}_4^{2-}$  與  $\text{HPO}_4^{2-}$  量<sup>1</sup>

採樣日期	$\text{Cl}^-$	$\text{NO}_2^-$ -N	$\text{NO}_3^-$ -N	$\text{SO}_4^{2-}$	$\text{HPO}_4^{2-}$
	mg L <sup>-1</sup>				
86 年					
10 月 13 日	12.6	N.D. <sup>2</sup>	0.3	132	N.D.
	1.2	N.D.	1.2	36	N.D.
21 日	16.1	N.D.	0.6	184	N.D.
	14.3	N.D.	0.7	37	N.D.
11 月 2 日	16.1	N.D.	7.3	167	N.D.
	1.4	N.D.	0.7	35	N.D.
17 日	17.7	N.D.	0.4	177	N.D.
	2.0	N.D.	0.9	45	N.D.
12 月 14 日	15.0	N.D.	0.3	122	N.D.
	1.7	N.D.	0.7	41	N.D.
87 年					
1 月 5 日	12.2	N.D.	0.3	89	N.D.
	1.2	N.D.	0.8	37	N.D.
陸域地面水 <sup>3</sup>	N.A. <sup>4</sup>	N.A.	10	N.A.	0.02(總 P)
灌溉用水 <sup>5</sup>	175	N.A.	N.A.	200	N.A.

<sup>1</sup> 已於附表 1 中說明。

<sup>2</sup> 未偵測得。

<sup>3</sup> 甲類陸域地面水體水質標準限值 (行政院環境保護署, 1993)。

<sup>4</sup> 未規定限值。

<sup>5</sup> 台灣省灌溉用水水質標準 (台灣省政府建設廳, 1978)。

附表 4 武陵農場監測井地下水及相對應七家灣溪水之 Fe、  
Mn、Zn、Cd、Pb、Cu、Ni 與 Cr 量<sup>1</sup>

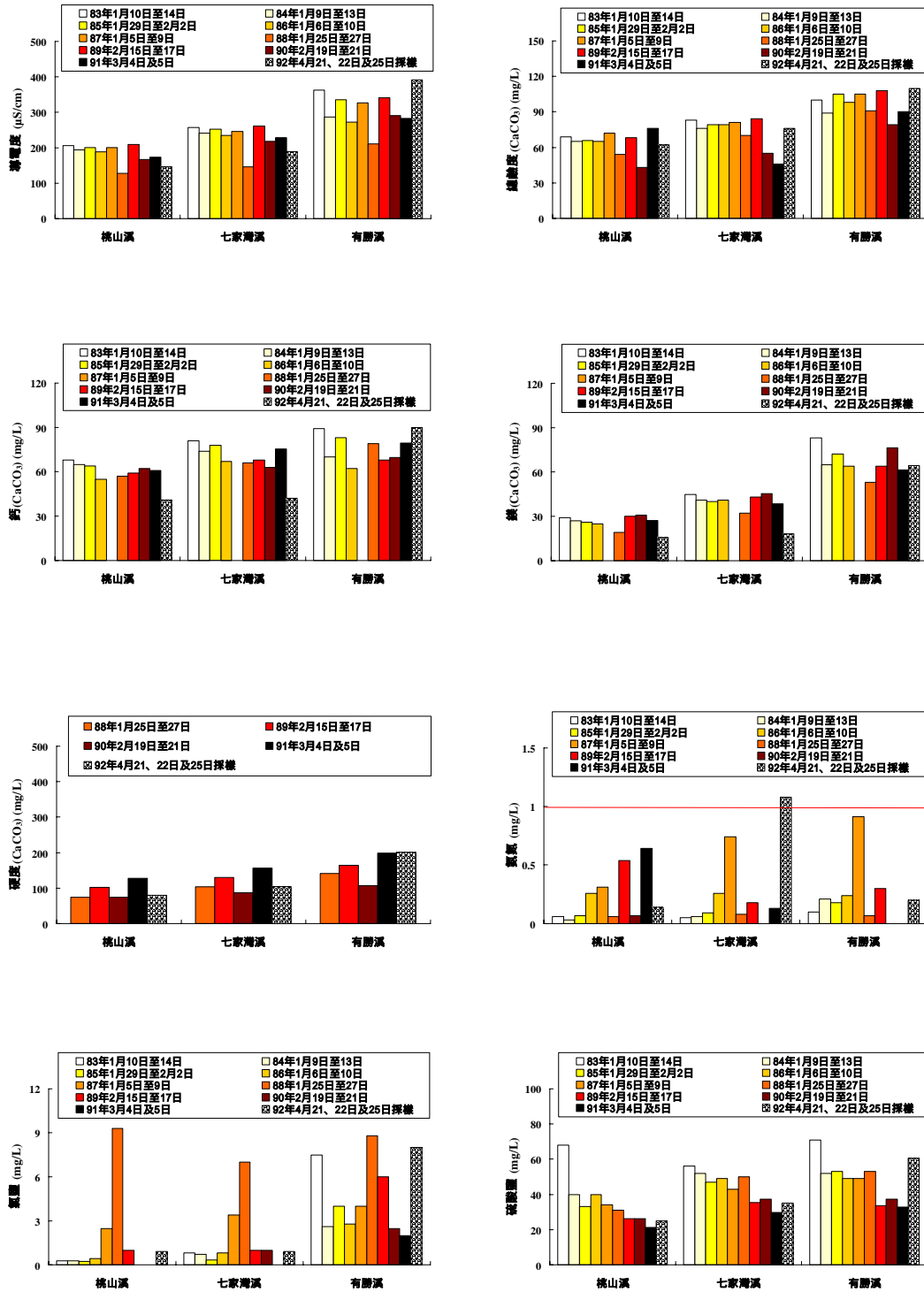
採樣日期	Fe	Mn	Zn	Cd	Pb	Cu	Ni	Cr
	mg/L							
86 年								
10 月 13 日	N.D. <sup>2</sup>	0.03	N.D.	N.D.	0.01	N.D.	N.D.	0.01
	N.D.	0.03	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.01
21 日	N.D.	0.10	N.D.	N.D.	0.02	N.D.	N.D.	0.01
	N.D.	0.04	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.01
11 月 2 日	N.D.	0.03	N.D.	N.D.	0.03	N.D.	N.D.	0.01
	N.D.	0.02	N.D.	N.D.	0.02	N.D.	N.D.	0.01
17 日	N.D.	0.21	N.D.	N.D.	0.01	N.D.	N.D.	0.01
	N.D.	0.06	N.D.	N.D.	0.03	N.D.	N.D.	0.01
12 月 14 日	N.D.	0.45	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.02
	N.D.	0.06	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.01
87 年								
1 月 5 日	N.D.	0.46	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.01
	N.D.	0.06	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	0.01
陸域地面水 <sup>3</sup>	N.A. <sup>4</sup>	0.05	0.5	0.01	0.1	0.03	N.A.	0.05
灌溉用水 <sup>5</sup>	N.A.	2.0	2.0	0.01	0.1	0.2	0.5	0.1

<sup>1</sup> 已於附表 1 中說明。

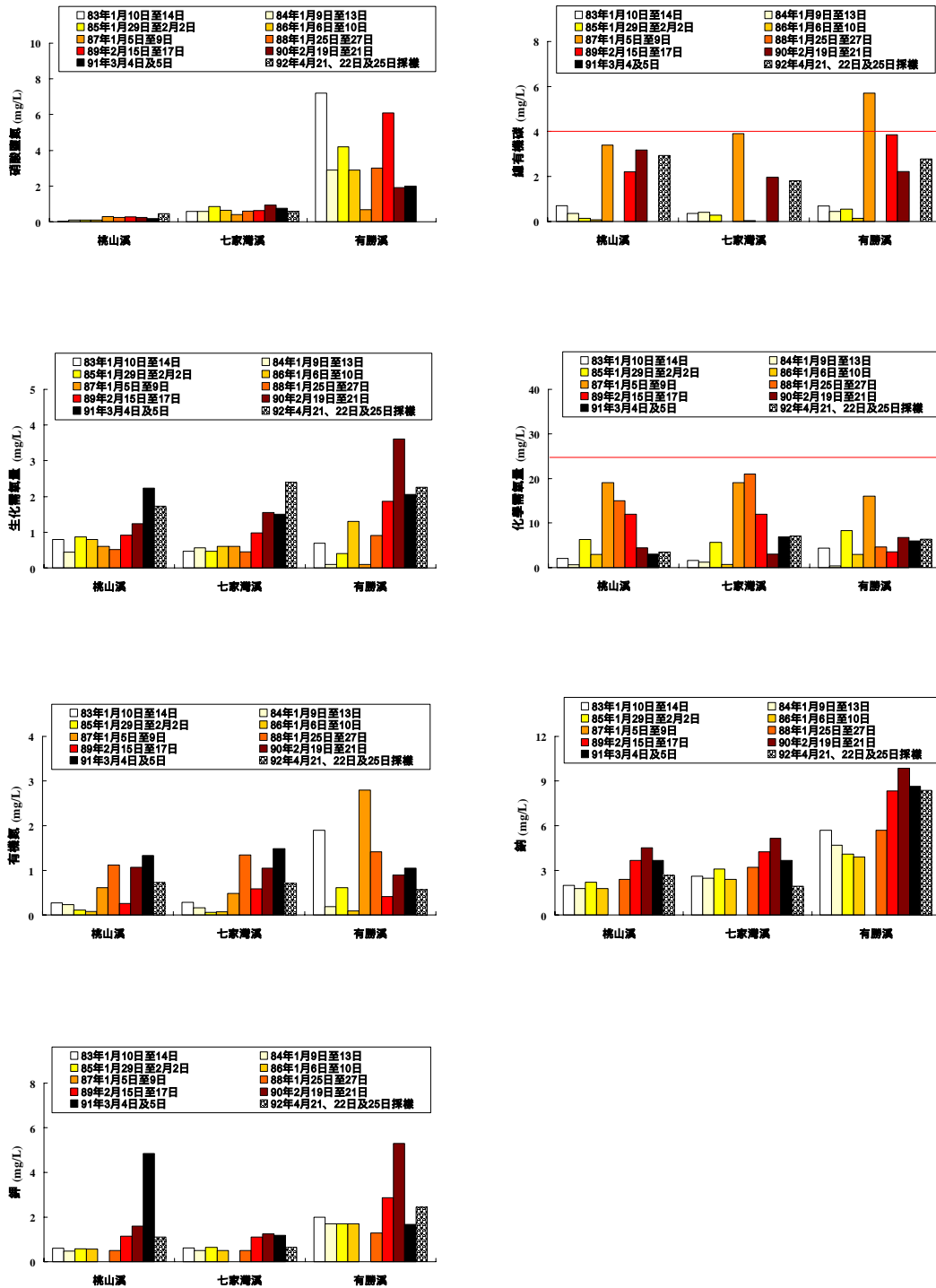
<sup>2,3,4</sup> 與 <sup>5</sup> 已於附表 3 中說明。

# 七家灣溪沿岸土地各利用型態對溪流生態影響之研究

附圖 1 83 至 92 年之 4 月份，三個採樣位址水樣之電導度、總鹼度、鈣、鎂、硬度、氨氮、氯鹽與硫酸鹽



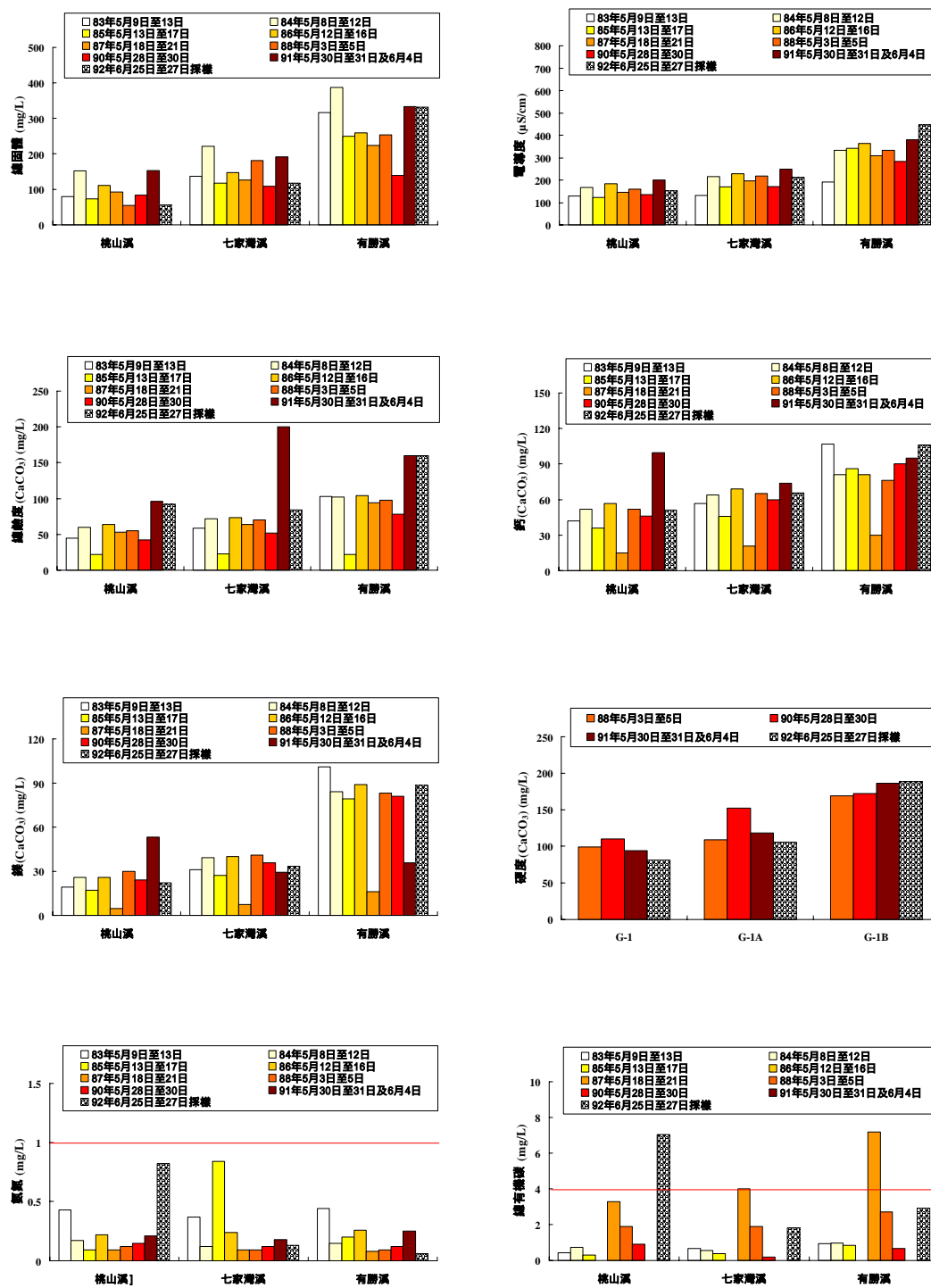
附圖 1-1 83 至 92 年之 4 月份，三個採樣位址水樣之硝酸鹽氮、總有機碳、生化需氧量、化學需氧量、有機氮、鈉與鉀



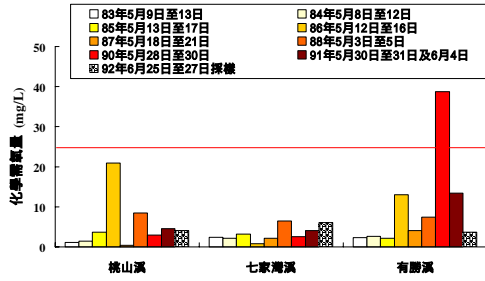


七家灣溪沿岸土地各利用型態對溪流生態影響之研究

附圖 2 83 至 92 年之 6 月份，三個採樣位址水樣之總固體、電導度、總鹼度、鈣、鎂、硬度、氮氮與總有機碳

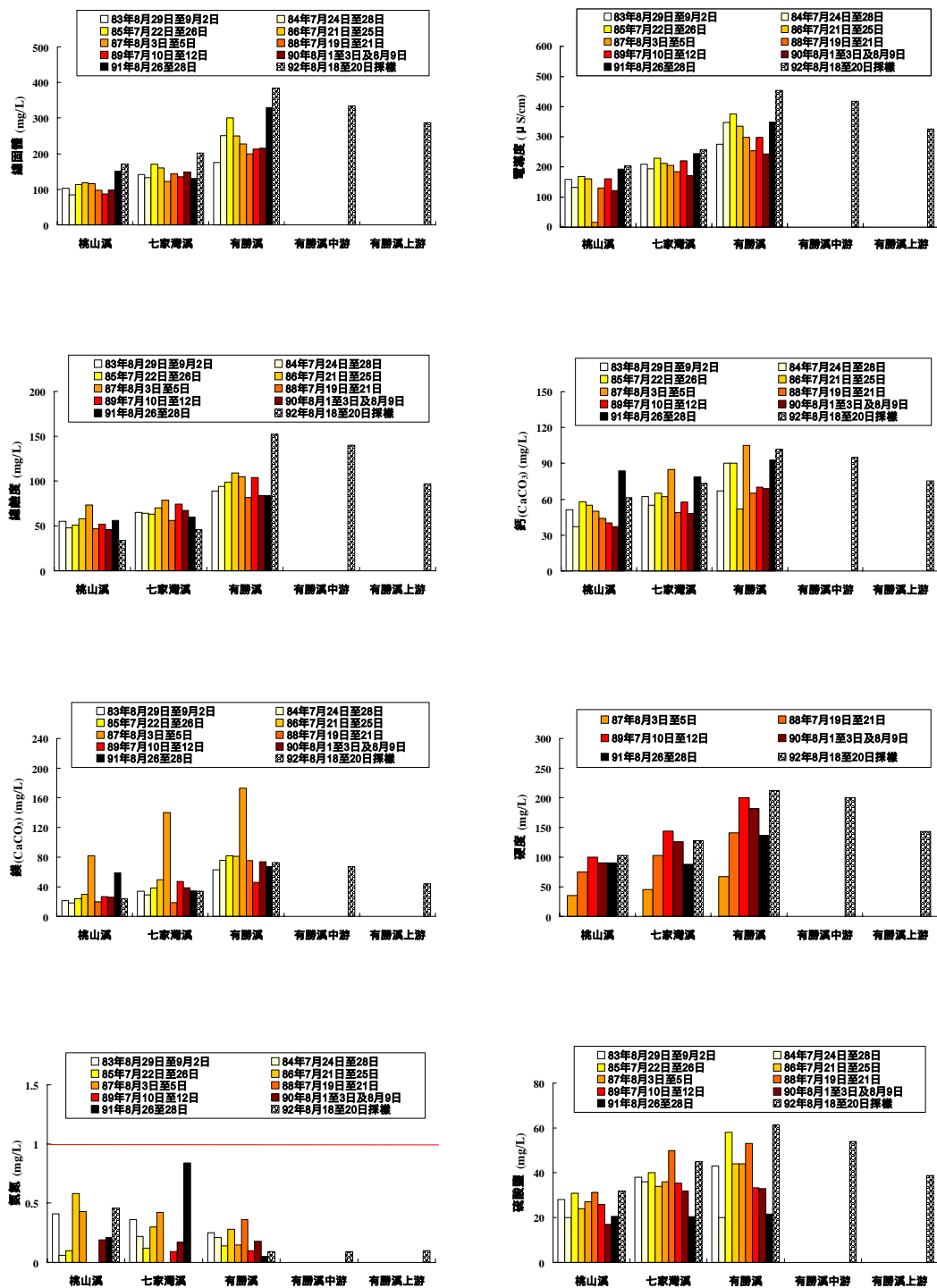


附圖 2-1 83 至 92 年之 6 月份，三個採樣位址水樣之化學需氧量

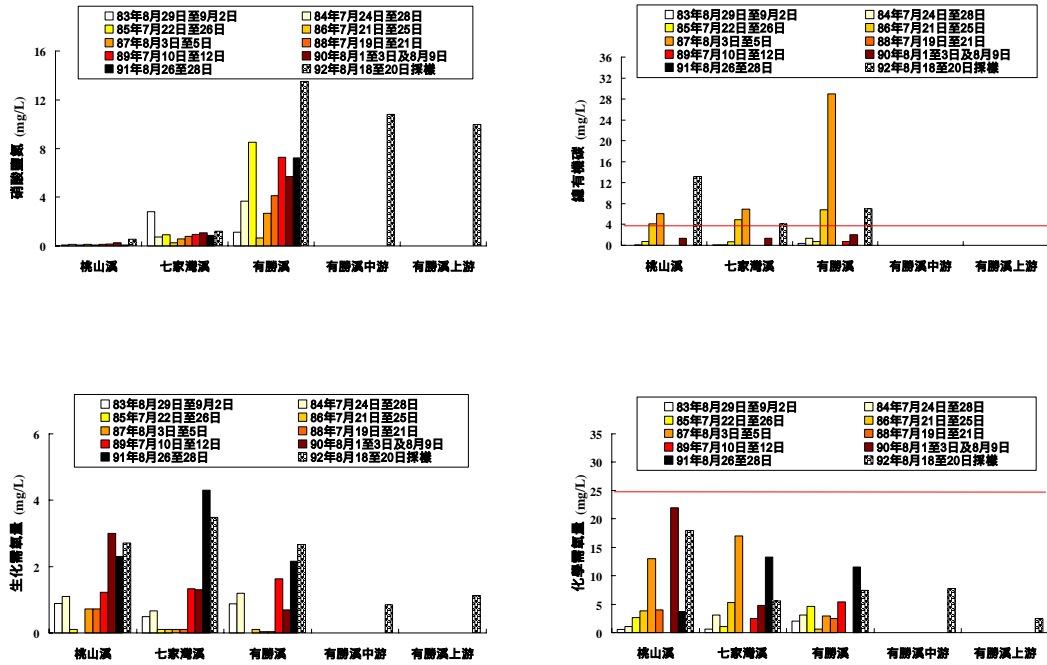


# 七家灣溪沿岸土地各利用型態對溪流生態影響之研究

附圖 3 83 至 92 年之 8 月份，三個採樣位址水樣之總固體、電導度、總鹼度、鈣、鎂、硬度、氮氮與硫酸鹽

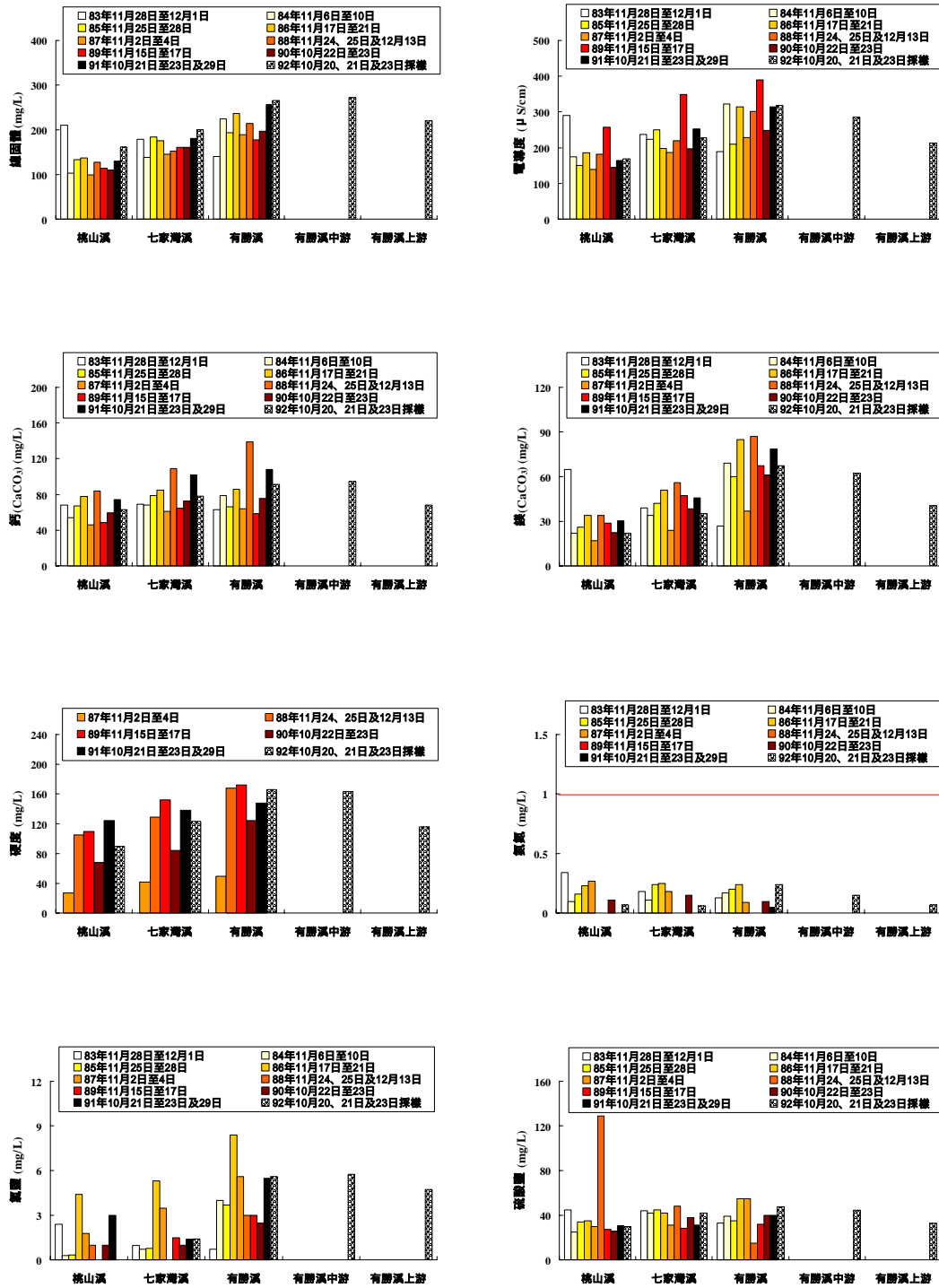


附圖 3-1 83 至 92 年之 8 月份，三個採樣位址水樣之硝酸鹽氮、總有機碳、生化需氧量與化學需氧量



七家灣溪沿岸土地各利用型態對溪流生態影響之研究

附圖 4 83 至 92 年之 10 月份，三個採樣位址水樣之總固體、電導度、鈣、鎂、硬度、氨氮、氯鹽與硫酸鹽



附圖 4-1 83 至 92 年之 10 月份，三個採樣位址水樣之硝酸鹽氮、總有機碳、有機氮與化學需氧量

