

# 武陵地區水質調查及環境監測

雪霸國家公園管理處自行研究報告

092-301020500G-022

# 武陵地區水質調查及環境監測

研究人員：于淑芬、林永發

內政部營建署雪霸國家公園管理處自行研究報告

中華民國九十二年十二月

# 目次

表次	-----	
圖次	-----	
摘要	-----	
第一章、緒論	-----	1
第二章、前人研究	-----	1
一、水質理化因子	-----	1
二、水質生物因子	-----	2
第三章、材料與方法	-----	3
一、樣區範圍及採集樣點	-----	3
二、水質理化性質測定	-----	6
第四章、結果與討論	-----	9
一、水溫	-----	9
二、酸鹼度	-----	10
三、導電度	-----	10
四、溶氧量	-----	11
五、生化需氧量	-----	12
六、營養鹽	-----	12
七、附生藻類	-----	15
八、水質指數及藻指數	-----	15
第五章、結論與討論	-----	19
參考書目	-----	19
附錄	-----	24

## 表次

表一、採樣站基本資料-----	6
表二、各站水質指標 WQI 值-----	17
表三、2003 年各採樣站藻指數 GI 值-----	18

## 圖次

圖一、採樣站位置-----	5
圖二、武陵地區溪流水溫季節變化-----	9
圖三、武陵地區溪流 pH 值季節變化-----	10
圖四、武陵地區溪流導電度季節變化-----	11
圖五、武陵地區溪流溶氧量季節變化-----	11
圖六、武陵地區溪流 BOD 季節變化-----	12
圖七、武陵地區溪流 NO <sub>3</sub> -N 季節變化-----	13
圖八、武陵地區溪流 NO <sub>2</sub> -N 季節變化-----	13
圖九、武陵地區溪流 NH <sub>3</sub> -N 季節變化-----	14
圖十、武陵地區溪流總磷量季節變化-----	14
圖十一、武陵地區溪流 SiO <sub>2</sub> 季節變化-----	15
圖十二、武陵地區附生藻生物量變化-----	16

## 摘 要

關鍵詞：櫻花鉤吻鮭、武陵、七家灣溪、高山溪、水質

### 一、研究緣起

櫻花鉤吻鮭 (*Oncorhynchus masou formosanus*) 為寒帶性的鮭鱒科魚類，屬陸封型鮭魚，在學術上具有非常高之價值，但數量稀少且瀕臨絕種，因此政府於民國七十三年七月依「文化資產保存法」第 49 及施行細則 72 條之規定，指定並公告櫻花鉤吻鮭為珍貴稀有動物。櫻花鉤吻鮭在日據時代(1917~1941)分布整個大甲溪上游，包括合歡溪、南湖溪、司界蘭溪、七家灣溪及有勝溪等，到 1960 年代，則只分布於司界蘭溪、高山溪及七家灣溪，再經過二十年後林曜松教授等人再次調查時，則只剩下七家灣溪及高山溪；雪霸國家公園管理處為了櫻花鉤吻鮭的棲地管理與族群復育，對於目前棲息地及附近水域作長期之水質監測。又雪霸國家公園為擴大其棲息環境，邀集各專家學者研究壩體改善可行性，並實際於 2001 年 6 月完成高山溪四座壩壩體改善工程，對於壩體改善後之環境變化及水質亦列入調查與監測。

### 二、研究方法及過程

樣區範圍包含七家灣溪、高山溪及有勝溪共設置 14 個測站，主要測定水質理化項目有水溫、導電度、溶氧量、酸鹼度、濁度、硝酸鹽氮、亞硝酸鹽氮、氨氮、磷酸鹽及矽酸鹽等，生物部分則採集底棲附生性藻類。分析理化因子及生物因子反應水質之狀況。

### 三、重要發現

水溫是影響櫻花鉤吻鮭生長最基本條件，其在無農業活動的高山溪水溫最低，七家灣溪次之，河岸農耕興盛的有勝溪最高，各溪均在 7、8、9 月份時溫度最高，但七家灣溪及高山溪水溫最高不超過 17°C，而有勝溪勝光苗圃（樣點 14）則高達 18.5°C，惟 92 年水溫較 91 年有下降趨勢，顯見於七家灣溪恢復原生種造林有初步成效；溶氧量各樣點均超過 7 mg/l 以上，只有湧泉池因屬靜水（或緩流）溶氧較低（最低為 6.5mg/l），部分樣點溶氧已達飽和，顯示該區藻類族群豐富；pH 值各樣點均 7.5 以上，只有湧泉池因水體中枯枝落葉量多而稍低至 7.1，而有勝溪之勝光苗圃及思源啞口兩樣點，在春、秋季時高達 9.0 以上，推測可能與農耕施肥有關。各採樣點之生化需氧量均低於 2 mg/l。電導度以有勝溪最高可達 320 $\mu$ s/cm，高山溪及七家灣溪則無差異，最高為 220 $\mu$ s/cm。在營養鹽部分，亞硝酸鹽及硝酸鹽氮量以有勝溪最高，最高可達 1.6mM，且明顯比高山溪及七家灣溪高，高山溪及七家灣溪則無差異。氨氮量於各樣點幾乎偵測不到。SiO<sub>2</sub> 量各樣點差異不大，平均約 0.1mM，最高為桃山登山口 0.233mM。於各樣點偵測量均小於 0.005mM 且

各樣點差異不大，惟於 7 月份時各樣點總磷量提高，可能與河水經雨攪動以致營養鹽提高有關。在底棲藻類之調查上，夏季時生物量較冬季時大，且有勝溪較多，七家灣溪較少，而 92 年底棲藻類生物量明顯較 91 年少，而依據 91 趙所調查之水生昆蟲數明顯較 92 年度郭所調查之水生昆蟲量少一倍，以食物鏈之觀點推測，藻類生物量減少是合理的現象。參考 88 年吳之方法，計算藻屬指數 (GI 值)，七家灣溪及高山溪各樣點水質均屬 A 級，有勝溪則為 B 級。

#### 四、主要建議事項

對於溪岸之農作應減少，並持續進行七家灣溪河岸原生樹種造林，除可降低水中營養鹽輸入外，鬱閉的林相亦可降低水溫及增加生物多樣性，對於櫻花鉤吻鮭食物來源及繁殖等均有助益，同時為全盤掌握影響櫻花鉤吻鮭生長、繁殖確切因子，應對武陵地區建立全面長期生態監測，以便正確執行生態保育策略。

## 第一章、緒論

櫻花鉤吻鮭 (*Oncorhynchus masou formosanus*) 為寒帶性的鮭鱒科魚類，屬陸封型鮭魚，在學術上具有非常高之價值，且櫻花鉤吻鮭在日據時代的分布遍及整個大甲溪上游，包括合歡溪、南湖溪、司界蘭溪、七家灣溪及有勝溪等支流都曾是其棲息範圍，惟自中橫公路開闢後，大甲溪上游沿岸開墾種植高山蔬菜及水果，並且有毒魚電魚之情事發生，使得櫻花鉤吻鮭之生存遭受嚴重威脅，數量急遽下降且瀕臨絕種，因此政府於民國七十三年七月依「文化資產保存法」第 49 及施行細則 72 條之規定，指定並公告櫻花鉤吻鮭為珍貴稀有動物。櫻花鉤吻鮭為對水質異常敏感，是以，欲有效管理其棲地並進行族群復育，對於棲息地之水質及環境應作確切且長期之監測；農委會於七十六年始即對於目前櫻花鉤吻鮭棲息地及附近水域作長期之水質監測。至雪霸國家公園成立，持續作水質監測並為擴大其棲息環境，邀集各專家學者經三年之評估研究，於 2001 年 6 月完成高山溪四座壩壩體改善工程，對於壩體改善後之環境變化及水質亦列入調查與監測。

## 第二章、前人研究

### 一、水質理化因子

因七家灣溪、高山溪及有勝溪屬大甲溪上游河川，且屬大甲溪集水區之一部分，自德基水庫興建後，台灣電力公司於民國七十二年委託經濟部水資源統一規劃委員會辦理「大甲河流域河川水質長期監測計畫」、民國七十六年「大甲河流域河川水質長期追蹤計畫」、德基水庫集水區第三期（八十一年至八十六年）、第四期計畫（八十七年至九十一年）以及九十二年及九十六年第五期計畫中對於七家灣溪、高山溪及有勝溪各設有一個樣點作水質監測。

而對於櫻花鉤吻鮭作較詳細水質及環境棲地之調查研究，則自民國七十六年農委會委託林曜松教授等人，針對七家灣溪櫻花鉤吻鮭，作棲地環境及生物調查，報告中亦指出，水質、河岸環境、水棲昆蟲等均適合魚類生存，但水中溶解性磷酸鹽及硝酸鹽含量偏高（楊等,1986），繼續又於民國八十一至八十四年之監測資料亦顯現總磷及氮量超過甲類陸域地面水體水質標準（陳秋陽,1998），在八十四年至八十九年間雪霸國家公園委託陳弘成教授針對武陵地區各溪流（含司界蘭溪）

持續作水質監測，亦顯示各溪之含氮量仍偏高，尤以有勝溪含量最高，但磷酸鹽卻已下降（王等,2000；陳,2000）；民國九十、九十一、九十二年雪霸國家公園管理處持續對武陵地區各溪流進行水質監測，並針對武陵地區不同土地利用類型探討其營養鹽輸入，亦發現硝酸鹽氮及亞硝酸鹽氮輸入溪流量偏高，以梨樹區輸入最多，在原生草生地是最低，顯示人為農作對本區水質有影響。

硝酸鹽及磷酸鹽是溪流中很關鍵的營養鹽，其關係著溪流初級生產量及水質優養化甚鉅，而此二種營養鹽類主要是由降雨及來自土地表面的流入而生成的（Winger,1980），硝酸鹽多以可溶性硝酸鹽（soluble nitrate）存在，而磷酸鹽卻以顆粒型式沉澱於水底，少量溶解於溪水中，而只有可溶性磷酸鹽（soluble phosphate）可以直接被利用於藻類生長所需（Goldman and horne,1983），因此生態學者通常直接測量可溶性硝酸鹽及磷酸鹽，來分析河川生態與集水區土地利用等人為活動之關係（汪,1992）。磷酸鹽於自然界水生生態系中較其他必須元素來得少，但人類的活動使得磷酸鹽增加，造成生態系的初級生產者增生，尤其在夏天及雨季時尤其嚴重（David,1998）。

若水中含氮量過高，將會導致藍綠藻類過度增生，藍綠藻生長代謝物增加，會使得細菌迅速增生，進而水中呼吸率增加，造成溶氧困難；在水中氧氣減少之狀況下，水生動物會死亡，水生動物死亡不但會降低生物歧異度，其屍體會沉入水底並放出磷酸鹽，磷酸鹽增加不但會增加優養化之程度，更會使水中矽含量降低，使得矽藻及其它藻類無法生長而死亡，因而降低水中藻類之歧異度（David,1998）。

## 二、水質生物因子

生物性測定水質之方式分為多種，常見者有利用水生昆蟲及藻類，但因為藻類是水環境中重要的初級生產者，且其對於水環境非常敏感，所以被認為是最適宜評估河川水質標準（Skulberg,1995；Whitton,1992；Watanabe,1990）；在北美EMAP-SW(Environmental Monitoring and Assessment Program-Surface Water)將底棲性矽藻選為生態指標（Skulberg,1995）。

不同藻類其生存適應環境能力不同，一般來說，無污染之水體中其藻類歧異度非常大，但每種藻之數量不多，反之在污染之水體中，其藻類歧異度低，但每種藻之數量龐大。利用藻類做為水質指標有多種分析方式，如選擇適當特別藻類



指標，除可顯示採樣當時水域之水質狀況外，亦能看出潛在之所有影響因子之變動性 (Skulber, 1995)；目前生物性生態監測最常用來作為水質指標者為矽藻，因為矽藻易鑑定，且對於水中之污染異常敏感 (Tang et. al., 1998；Solwa, 1999)，故除可用來探測各種農藥肥料之施用程度外，其更會依污染程度之不同而改變種類及相對豐富度，並且已建立水質分析標準 (Wu, 1986；Sushil, 1999)；國內學者發現部分藻屬間之出現頻度與氨氮、生化溶氧量、總磷量、溶氧量及 pH 值等有密切相關性，Pan 等人 (1999) 並建構以導電度、總磷、總氮含量及河川坡度之模式來預測藻類生物量，故對於水質之評定，可利用矽藻配合理化因子來加以深入探討。

武陵地區藻類相之調查，有 1988 年雷淇祥等，對於浮游生物相作調查、1989 呂光洋等，於有勝溪、高山溪及七家灣溪共調查鑑定出 34 種藻種、1989 年汪靜明教授於七家灣溪、有勝溪、高山溪及司界蘭溪調查 19 種藻種，以及陳弘成教授接受雪霸國家公園之委託，自 1996 年至 2000 年進行武陵地區水質監測，附帶作矽藻之調查，2002 年林等，調查底棲性藻類相之調查。

### 第三章、材料與方法

#### 一、樣區範圍及採集樣點

樣區範圍包含七家灣溪、高山溪及有勝溪；七家灣溪於桃山登山口、四號壩、三號壩、湧泉池、二號壩、一號壩及魚苗繁殖場等共設置七個測站、高山溪於四號壩、一號壩及億年橋等設置三個測站、高山溪及七家灣溪匯流後之污水處理廠下設一測點、有勝溪則於思源啞口、勝光及武陵收費站設置測站，位置詳如圖一及表一；茲簡述各採樣站環境：

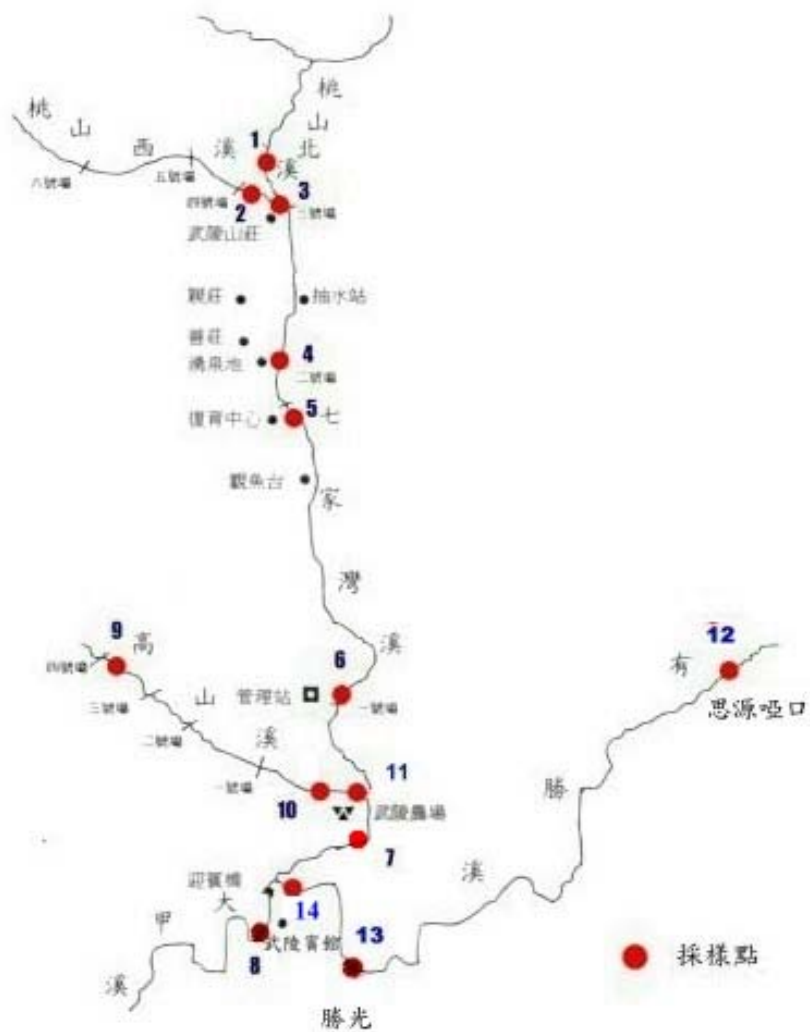
- (一) 桃山登山口：為桃山北溪上游，溪寬約 2~3 公尺，水深約 30 公分，溪流流速約 10~30cm/sec，岸邊植物鬱閉，大部分為先驅樹種如水麻、大頭茶、楓香、赤楊等。
- (二) 七家灣四號壩：屬桃山西溪，溪寬約 3~4 公尺，水深約 30~50 公分，溪

流流速約 40~70cm/sec，溪岸寬闊，植物有水麻、芒草居多，水常年清澈。

- (三) 七家灣三號壩：屬桃山北溪，枯水期長達半年以上，常年清澈，惟於冬季枯水期時絲狀綠藻滿佈。
- (四) 湧泉池：為櫻花鉤吻鮭避難區，屬人工設施之深潭，非常鬱閉，底質多腐植質，水面常被枯枝落葉蓋滿，水流緩慢 10cm/sec 以下，岸邊佈滿咬人貓，還有赤楊等。
- (五) 七家灣二號壩：溪床石塊大，溪岸寬闊、無甚蔽蔭日照直射入溪，水流速約 80cm/sec。
- (六) 七家灣一號壩：位於雪霸國家公園武陵管理站前溪段，岸邊植物有栓皮櫟、水麻等，水道中還有生長異常茂盛之水芹菜，於冬季枯水期時，絲狀綠藻多。
- (七) 魚苗繁殖場：七家灣溪及高山溪匯流後十公尺位置，溪面寬闊且分流成兩股水道，溪中沙洲長滿水芹菜，岸邊植物高大，大部分為楓香、栓皮櫟、二葉松等。
- (八) 污水廠：為七家灣溪與有勝溪匯流後之大甲溪，水流緩和溪面寬闊，底質均勻。
- (九) 高山溪四號壩：位於高山溪四號壩下，溪兩岸坡面陡，岩壁多，鬱閉度高，主要植物為青楓、台灣胡桃等。
- (十) 高山溪一號壩：位於高山溪一號壩上游約 100 公尺處，溪兩岸坡勢陡峭，植物高聳，主要為台灣胡桃、黃肉樹、台灣二葉松、青楓、楓香、赤楊等。
- (十一) 億年橋：為高山溪下游靠近七家灣溪匯流口處，溪岸為芒草居多，水流湍急。
- (十二) 思源啞口：位於南湖大山登山口下有勝溪，溪寬約 1~1.5 公尺，溪面有 1/2 長滿水芹菜，水量少大石多，岸邊多為芒草。

(十三) 勝光苗圃：有勝溪中游，溪南岸為台七甲線道路，北岸則植滿高麗菜，而坡度較陡之遠處則為二葉松林。

(十四) 武陵收費口：有勝溪下游，岸邊植物大部分為芒草或是赤楊，流速緩慢，除下雨過後，則其他時期常滿佈絲狀綠藻，尤以冬季枯水期時更明顯。



圖一、採樣點位置

表一、採樣站基本資料

採樣站編號	採樣站位置	海拔高	GPS 定位
1	桃山登山口	2014	N 24° 24' 32.5" E 121° 18' 05.9"
2	七家灣三號壩	1912	N 24° 23' 57.6" E 121° 18' 01.9"
3	七家灣四號壩	1924	N 24° 24' 00.1" E 121° 17' 55.5"
4	湧泉池	1875	N 24° 23' 17.9" E 121° 18' 0.05"
5	七家灣二號壩	1835	N 24° 23' 3.9" E 121° 18' 6.2"
6	七家灣一號壩	1748	N 24° 21' 51.1" E 121° 18.1 11.7"
7	魚苗繁殖場	1748	N24° 21' 23.5" E 121° 18' 18.7"
8	武陵污水廠	1718	N 24° 20' 46.8" E 121° 17' 55.6"
9	高山溪四號壩	1872	N 24° 21' 56.9" E 121° 17' 22.2"
10	高山溪一號壩	1789	N 24° 21' 34.6" E 121° 18' 3.9"
11	億年橋	1833	N 24° 21' 25.5" E 121° 18' 16.7"
12	思源啞口	1937	N 24° 23' 35.4" E 121° 20' 37.3"
13	勝光	1870	N 24° 22' 14.6" E 121° 19' 58.0"
14	武陵收費口	1737	N 24° 20' 56.1" E 121° 18' 7.8"

## 二、水質理化性質測定

(一) 水溫、導電度、溶氧量及酸鹼度以溫度計及攜帶式導電度計、溶氧度計及酸鹼度計於測站現場測定。

(二) 濁度

在特定條件下，比較水樣和標準參考濁度懸浮液對特定光源散射光的強度，以測定水樣的濁度。散射光強度愈大者，其濁度亦愈大。

(三) 生化需氧量

水樣在 20°C 恆溫培養箱中暗處培養 5 天後，測定水樣中好氧性微生物在此期間氧化水中物質所消耗之溶氧 (Dissolved Oxygen, 簡稱 DO)，即可求得 5 天之生化需氧量 (Biochemical Oxygen Demand, 簡稱 BOD<sub>5</sub>)。

(四) 硝酸鹽檢測方法 — 馬錢子鹼比色法

水中硝酸根在 95 °C 之硫酸溶液 與馬錢子鹼生成黃色複合物，以分光光度計測其吸光

度定量之。

(五) 氨態氮：水中凱氏氮檢測方法 - 分光光度計法

在硫酸、硫酸鉀及以硫酸銅為催化劑的消化條件下，樣品中許多含氨基氮的有機物質會轉換為硫酸銨 $[(NH_4)_2SO_4]$ ，銨離子亦同樣會轉變為硫酸銨。樣品在消化過程中，先形成銅銨錯合物，而後被硫代硫酸鈉 $(Na_2S_2O_3)$ 分解，分解產生的氮，在鹼性溶液中蒸餾出，被吸收於硼酸溶液後，即可以分光比色法定量。

(六) 磷酸鹽

水樣以硫酸、過硫酸鹽消化處理，使其中之磷轉變為正磷酸鹽之形式存在後，再加入鉬酸銨、酒石酸銻鉀，使其與正磷酸鹽作用生成一雜多酸—磷鉬酸 (phosphomolybdic acid)，經維生素丙還原為藍色複合物鉬藍 (molybdenum blue)，以分光光度計於波長 880 nm 處測其吸光度定量之。

(七) 矽酸鹽

將試樣在酸性下與鉬酸作用，再經草酸與硫酸甲胺還原成 Molybdenum blue，在分光光度計波長 815 nm 測定之。

(八) 底棲性藻類之採集

每測點於急流處、緩流處及有遮蔽處、無遮蔽處隨機選擇溪底大小約 205~400 $cm^2$  之石塊，以刮刀及牙刷採集附生溪底石塊上之黃褐色或深褐色的附生藻類，每石塊取樣面積為 25 $cm^2$ ，並混合成四至六個樣品，置入冰桶中，低溫保存帶回實驗室處理。利用干擾相差顯微鏡 (differential interference contrast)，接物鏡 100 倍油鏡鑑定矽藻之分類群 (Helen, 1995)。

(九) 水質指數及藻指數

1. 單憑各項水質之理化性質，尚無法清楚瞭解水質之好壞，所以利用綜合水質指數 WQI 值之計算，可瞭解武陵地區水質之整體表現，計算方式如下：

$$W_i = \frac{1}{\sum_{j=1}^7 W_j} \times W_i \quad WQI = \frac{1}{10} \left[ \sum_{i=1}^n W_i q_i \right]^{1.5}$$

$W_i$  為第  $i$  項水質參數修正後的權重，該水質參數之原有權重， $j=1,2,\dots,7$ ，即缺項水質參數不計算在內。

$q_i$ ：第  $i$  個參數之水質點數，由 0 至 100。

$W_i$ ：第  $i$  個參數之權值。

$n$ ：水質參數總數， $n=8$

水質點數計算式

水質參數	單位	點數 ( $q_i$ )
溶氧	飽和度 (小數)	$0 < x < 0.7$ $-70.707x^3 + 195.96x^2 - 4.5707x$
		$0.7 \leq x < 1.4$ $-416.67x^4 + 2041.7x^3 - 3858.3x^2 + 3243.3x - 910$
生化 需氧量	Mg/L	$0 < BOD \leq 5$ $0.6078 \times B^3 - 3.5651 \times B^2 - 9.6099 \times B + 100.59$
		$5 < BOD$ $1123.6 / [1 + 99.9 \times \text{EXP}(0.2 \times B)]$
pH 值	-	$2 < pH \leq 5$ $3.3333 \times pH^2 - 15 \times pH + 16.667$
		$5 < pH \leq 10$ $-12.562 \times pH^2 + 187.78 \times pH - 601.17$
		$pH > 10$ $6.6667 \times pH^2 - 156.67 \times pH + 920$
氮氮	Mg/L(as N)	$0 < N \leq 2$ $-19.335 \times N^3 + 81.327 \times N^2 - 118.85 \times N + 99.749$
		$2 < N \leq 8$ $0.8271 \times N^2 - 14.106 \times N + 59.906$
大腸菌數	Log (MPN/100ml)	$1.13011 \times X^4 - 15.26941 \times X^3 + 66.60307 \times X^2 - 122.44465 \times X + 170.33508$
濁度	NTU	$9 \times 10^{-9} \times T^5 - 2.9447 \times 10^{-6} \times T^4 + 2.615965 \times 10^{-4} \times T^3 + 6.5787311 \times 10^{-3} \times T^2 - 2.1631990403 \times T + 99.4859390033$
總磷	mg/L(as P)	$0 < P < 0.4$ $29.9 + 3.8147 / (P + 0.054)$
		$0.4 \leq P < 3$ $6.592 \times P^2 - 36.417 \times P + 49.906$
導電度	$\mu\text{mho/cm}$	$101.7 / [1 + 0.0062 \times \text{EXP}(8.32 \times 10^{-3} \times C)]$

## 2. 藻指數 (GI)

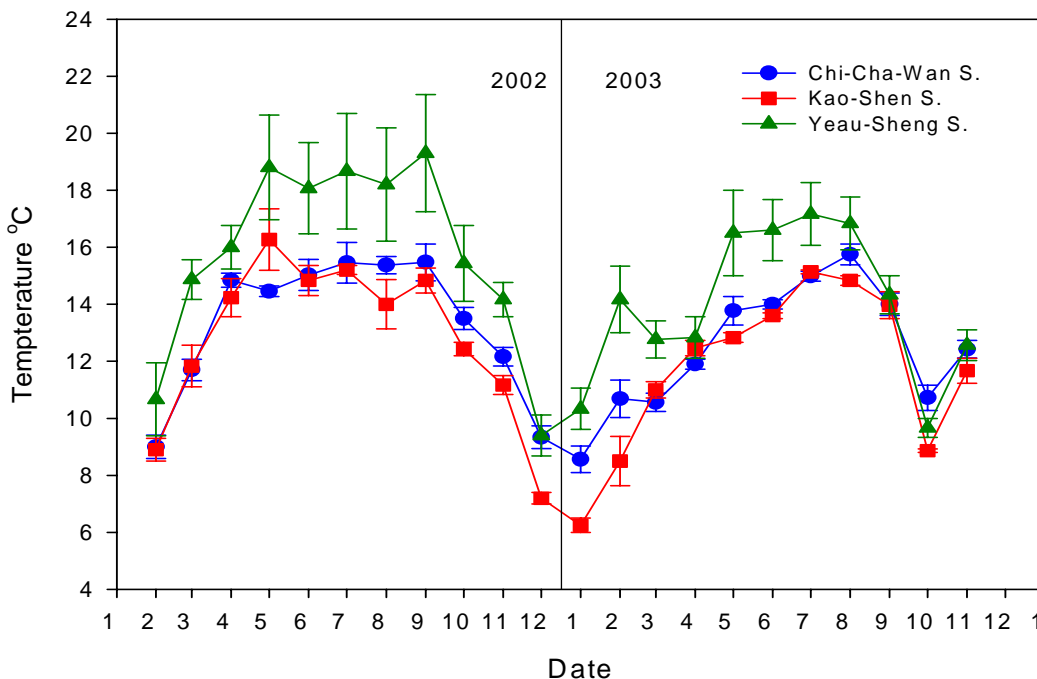
參考吳俊宗教授等 1999 年方法，以六種矽藻屬來計算，計算方式如下：

X：曲殼藻屬 (Achnanthes) + 卵形藻屬 (Cocconeis) + 橋彎藻屬 (Cymbella)  
Y：小環藻屬 (Cyclotella) + 直鏈藻屬 (Melosira) + 菱形藻屬 (Nitzschia)  
GI=X/Y

## 第四章、結果與討論

### 一、水溫

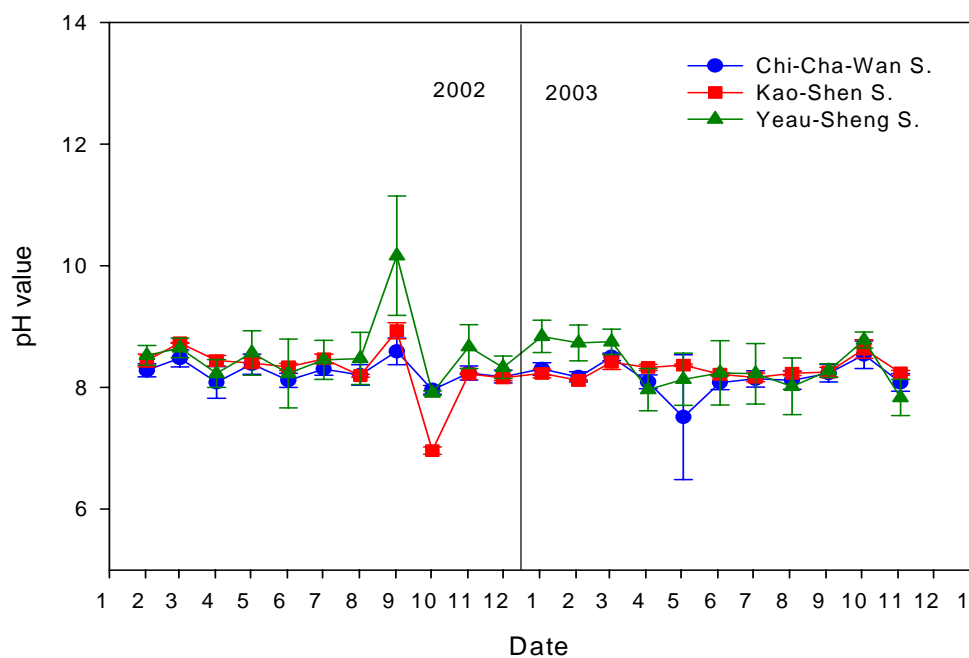
2003 年七家灣溪、高山溪及有勝溪季節性之變化，發現水溫隨著季節而變化且三條溪之變化趨勢相似，最高溫都是在 6、7、8 月，最低溫發生在 12、1、2 月，高山溪及七家灣溪之水溫約保持在 6~16°C 間，而有勝溪水溫明顯較其他二條溪流為高，平均高出 2~4°C，在夏季時甚至高達 22°C；比較 2002 年的水溫，有勝溪的溫度有下降的趨勢（圖二）。



圖二、武陵地區溪流水溫季節變化

### 二、酸鹼度

2003 年七家灣溪、高山溪及有勝溪之 pH 值大致在 7.5~9 之間，三條溪差異不大，惟有勝溪在 1~3 月時 pH 有升高的趨勢。比較 2002 年與 2003 年 pH 值，發現 2003 年之 pH 於各溪的季節變化不明顯，不似 2002 年 9、10 月急劇變化（圖三）。

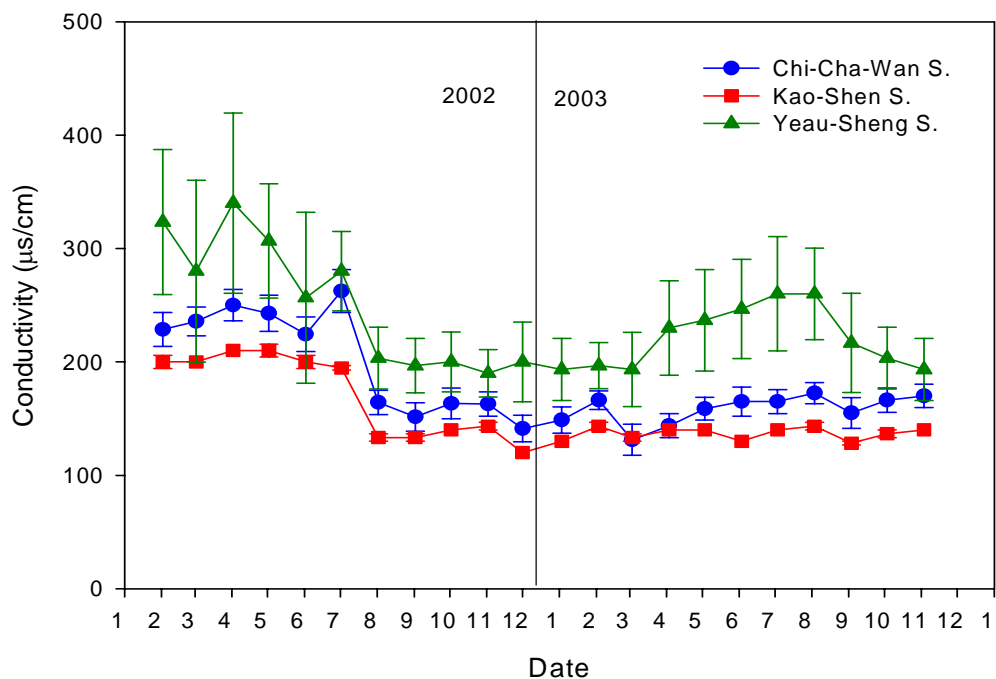


圖三、武陵地區溪流 pH 值季節變化

### 三、導電度

有勝溪的導電度明顯較高山溪及七家灣溪大，最大可達 300 以上，而七家灣溪及高山溪之導電度大致維持在 180 以下，而且季節性變化不大。比較 2002 年及 2003 年之導電度，發現 2002 年 8~12 月與 2003 年差異不大，但 2002 年 8 月之前導電度明顯較其他月份來得高，可能與 2002 年上半年雨量較少，溪流內容質增高之故（圖四）。

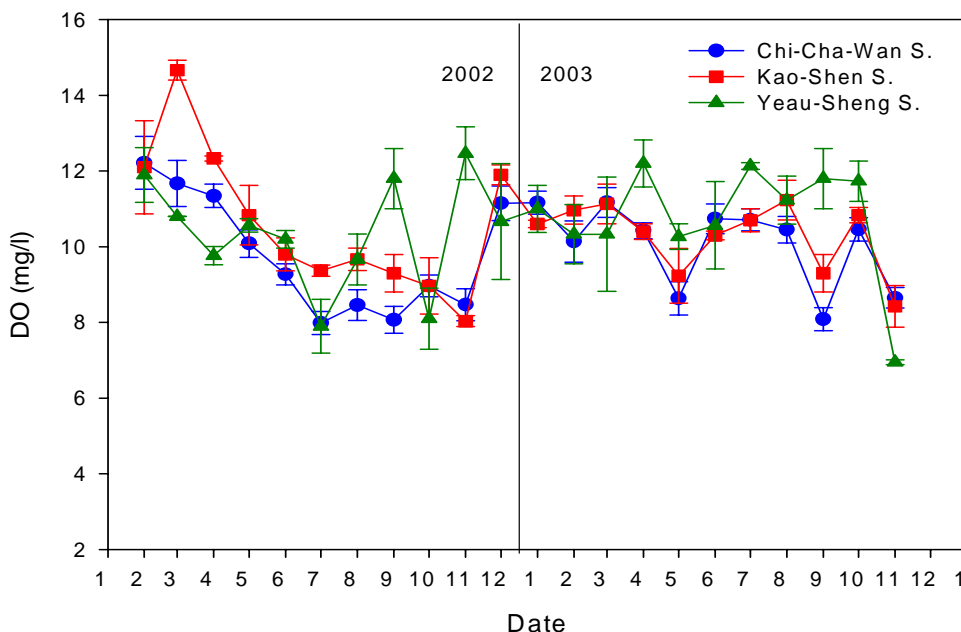




圖四、武陵地區溪流導電度季節變化

#### 四、溶氧量

溶氧量在各測站均有 6.5mg/l 以上，部分地區已達飽和，顯示該區藻類族群豐富。比較歷年溶氧量季節變化，發現溶氧量在各溪流差異不大，高山溪於 89 年 9 月間溶氧降低至 4，原因為當時正進行三號壩改善工程，故影響溶氧量（圖五）。



圖五、武陵地區溪流溶氧量季節變化

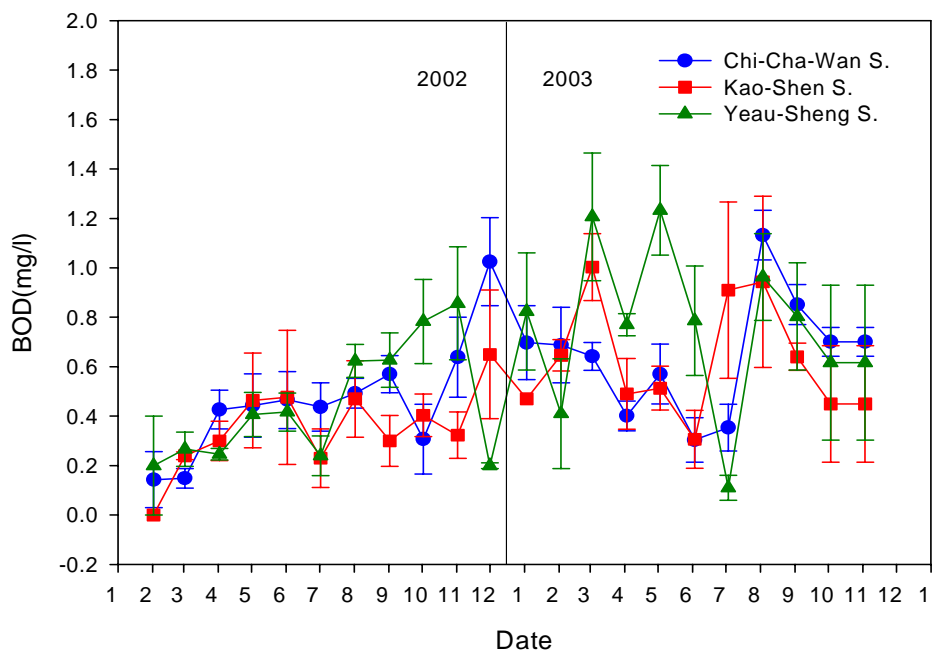
### 五、生化需氧量 (BOD)

生化需氧量季節變化之趨勢各溪之情況類似，比較 2002 年及 2003 年生物需氧量，發現 2003 年有升高的趨勢，水質似有變差傾向，惟生化需氧量值仍在 2.0mg/l 以下 (圖六)。

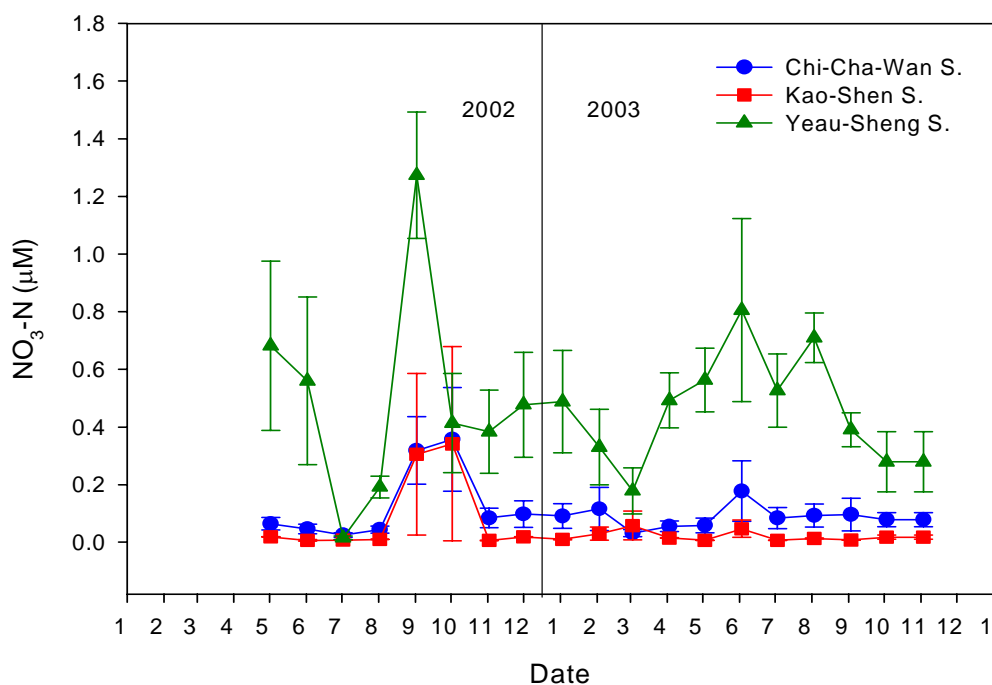
### 六、營養鹽

硝酸態氮以有勝溪量最高，高山溪及七家灣溪差異不大；有勝溪於冬季及夏季達到最高，且似乎有每年兩次高峰之循環，而高山溪及七家灣溪則於夏季溫度升高時稍為增高，比較 2002 年及 2003 年，發現 2003 年有下降趨勢 (圖七)。亞硝酸氮量亦也是有勝溪最高，七家灣溪及高山溪無差異，有勝溪於 5~8 月間達到最高，而七家灣溪及高山溪則在春秋兩季有升高趨勢；有勝溪氮鹽量高過七家灣溪及高山溪之原因可能是農耕施肥所致 (圖八)，氨態氮則於各溪均幾乎偵測不到 (圖九)。總磷量各溪量差異不大，2003 年較 2002 年有升高的趨勢 (圖十)。矽酸鹽的量各溪差異不大，亦無

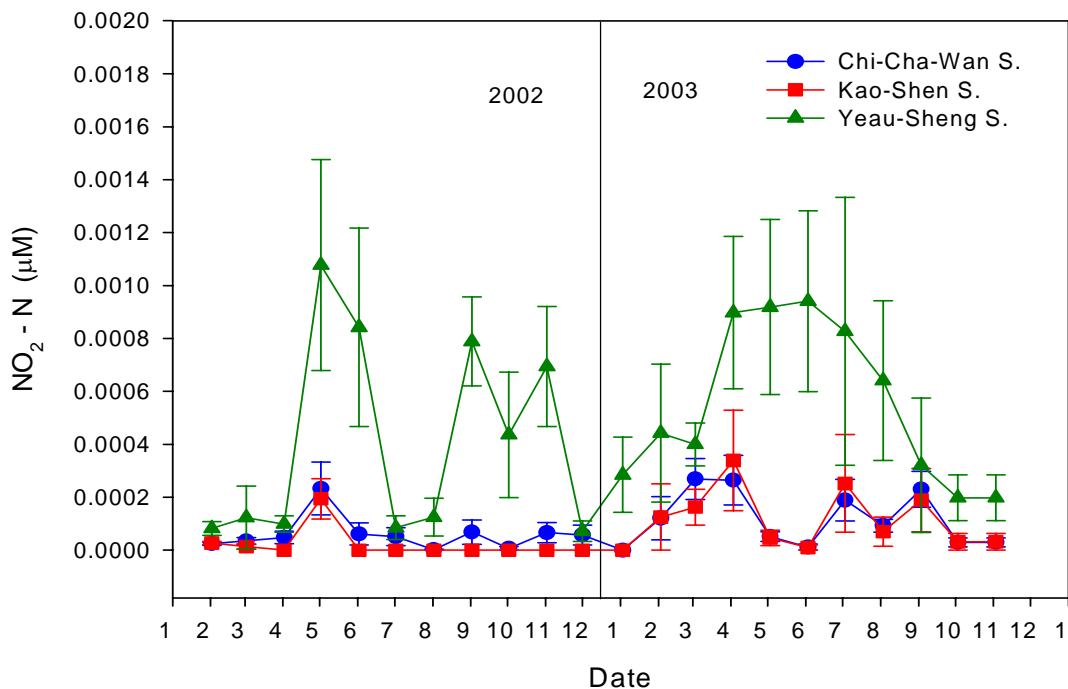
季節變化，2002 年下半年與 2003 年之比較發現矽酸鹽量無差異。



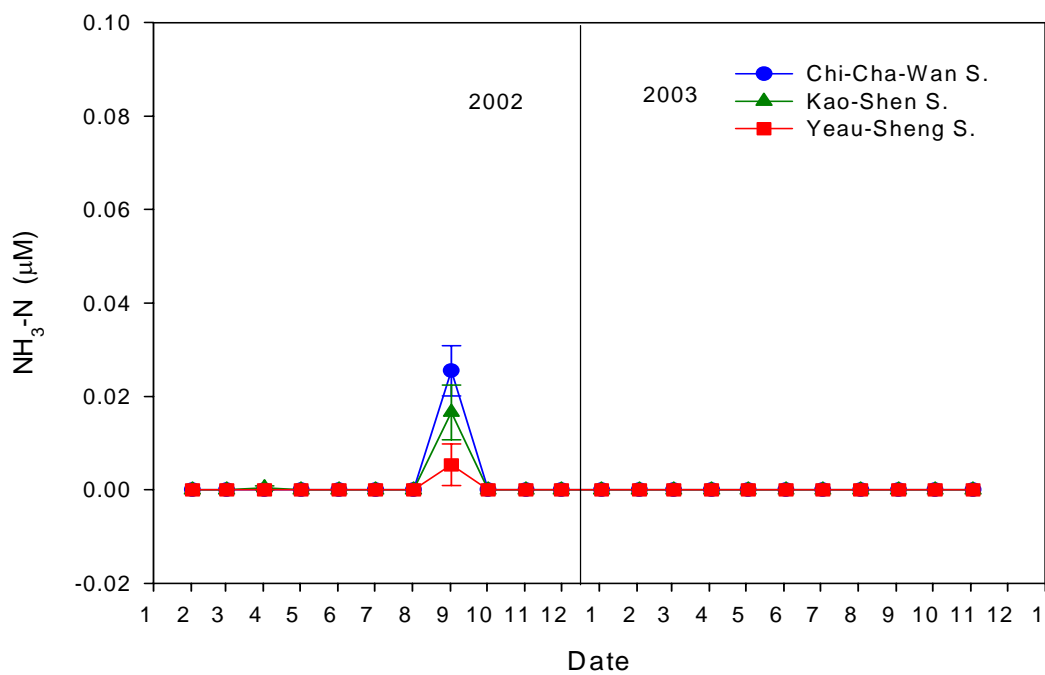
圖六、武陵地區溪流 BOD 季節變化



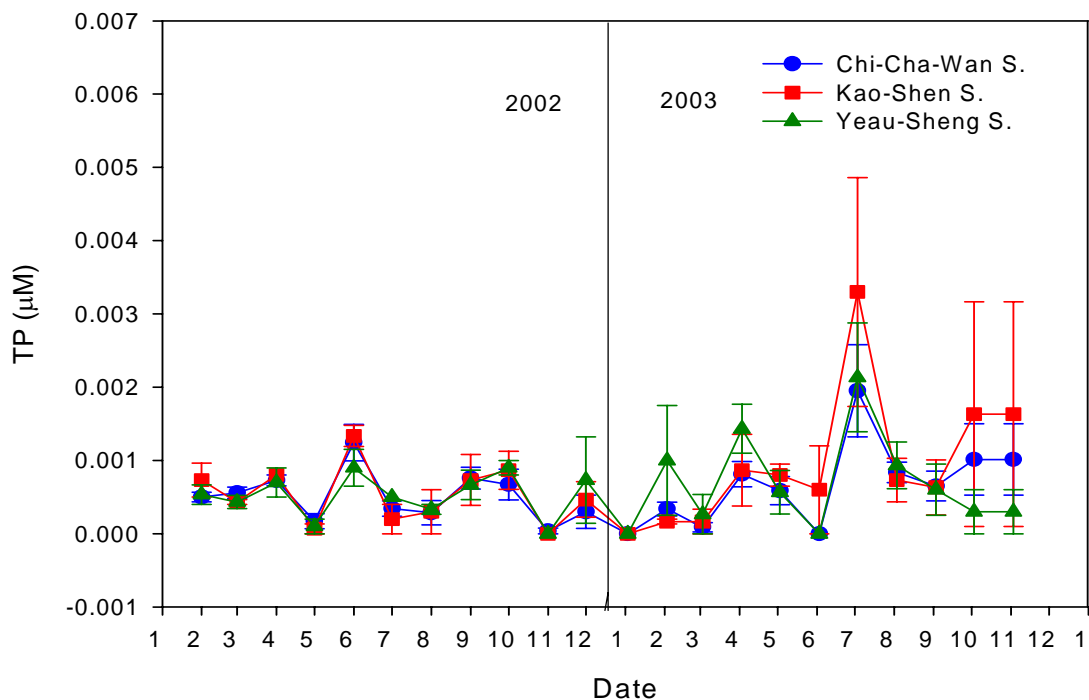
圖七、武陵地區溪流 NO<sub>3</sub>-N 季節變化



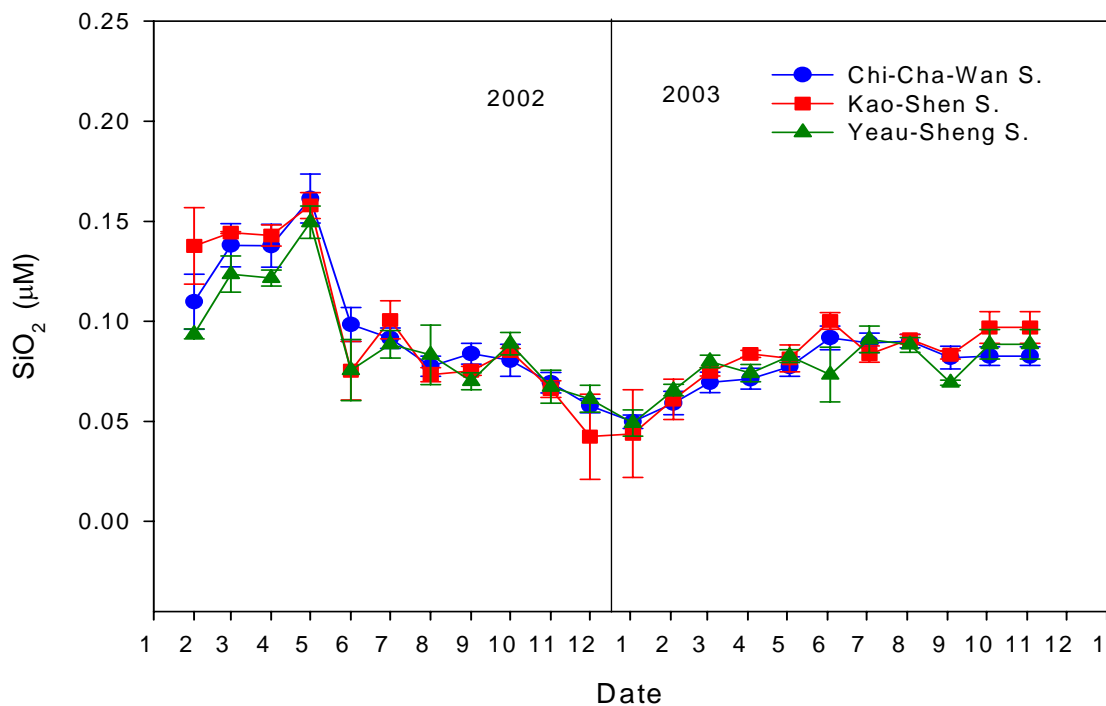
圖八、武陵地區溪流 NO<sub>2</sub>-N 季節變化



圖九、武陵地區溪流 NH<sub>3</sub>-N 季節變化



圖十、武陵地區溪流總磷量季節變化



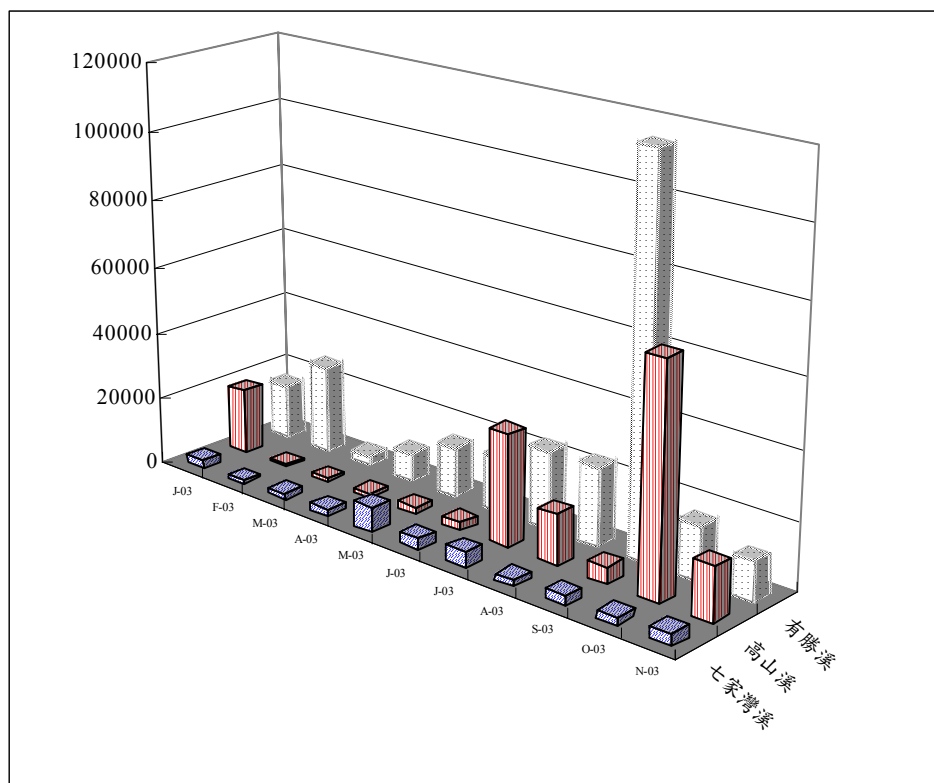
圖十一、武陵地區溪流 SiO<sub>2</sub> 季節變化

### 七、附生藻類

底棲性藻類以矽藻為主，生物量以有勝溪最高，七家灣溪較少，在種歧異度上，七家灣溪及有勝溪之歧異度較高山溪大，2003 年藻生物量較 2002 年低（圖十二）。2003 年在秋冬季生物量較高，而 2002 年則是夏季較高。

### 八、水質指數及藻指數

綜合水質指數 WQI 於各站平均為 80 以上，屬特優及良好，各站狀況類似，反應不出各站水質分別（表二）。在藻指數（GI 值）方面，GI 值 > 30 屬 A 級，極輕微污染、30 > GI 值 > 11 為 B 級，輕微污染，結果以有勝溪之勝光苗圃測站及湧泉池兩站為 B 級，其它測站 GI 值平均都超過 30，但是在有勝溪之思源啞口站及武陵收費口站，雖 GI 值平均值均大於 30，但事實上幾乎每月 GI 值都低於 30 或是在 30 邊緣，所以亦可由此看出有勝溪水質較七家灣溪及高山溪來得差（表三）。



圖十二、武陵地區附生藻生物量變化

表、二 各站水質指數 WQI 值

	9201	9202	9203	9204	9205	9206	9207	9208	9209	9210	9211	mean
桃山登山口	87.79	76.60	82.30	86.84	77.53	95.55	89.68	85.13	74.25	78.35	86.11	83.65±3.82
七家灣四號壩	89.97	87.96	95.01	91.19	77.94	97.31	94.80	91.34	85.72	84.97	83.92	89.10±3.37
七家灣三號壩	82.57	70.07	93.90	93.75	73.62	95.36	95.12	91.78	81.09	83.46	85.70	86.04±5.21
湧泉池	97.25	89.72	93.39	96.07	81.12	99.52	96.19	94.37	65.38	82.29	75.61	88.27±6.38
七家灣二號壩	95.18	93.72	91.29	91.68	80.91	98.88	90.90	91.85	82.10	84.00	87.65	89.83±3.31
七家灣一號壩	95.41	95.98	94.41	92.44	93.00	96.11	94.22	92.44	80.46	88.66	84.92	91.64±2.95
復育中心	93.91	89.02	95.77	95.41	93.02	92.03	92.61	92.55	90.61	86.04	83.79	91.34±2.21
武陵污水廠	87.79	94.99	95.99	94.66	94.34	96.18	90.47	84.60	87.43	81.09	86.43	90.36±3.08
高山溪四號壩	87.79	92.87	91.48	91.00	92.96	96.58	86.76	89.00	86.19	82.73	82.82	89.11±2.58
高山溪一號壩	89.06	90.26	92.09	93.88	87.72	92.71	92.47	95.35	90.40	86.08	86.28	90.57±1.81
億年橋		93.42	96.17	92.02	79.36	95.27	92.78	92.70	91.05	86.17	78.12	89.71±3.77
思源啞口	85.42	85.80	91.62	93.12	92.15	89.82	96.01	92.87	93.55	89.97	79.82	90.01±2.75
勝光	87.56	89.48	74.47	90.86	90.17	86.38	88.16	90.55	90.62	87.54	74.56	86.39±3.58
武陵收費口	88.47	87.45	88.17	90.54	86.72	91.84	86.60	86.88	93.23	79.67	77.59	87.01±2.78

表三、2003 年各採樣站藻指數 GI 值

位置	9201	9202	9203	9204	9205	9206	9207	9208	9209	9210	9211	Mean
桃山登山口	511.00	∞	∞	335.50	96.00	176.50	135.00	20.89	∞	33.00	82.00	173.74
七家灣四號壩	52.30	88.33	145.71	∞	∞	72.15	73.50	∞	∞	22.00	8.00	66.00
七家灣三號壩	40.38	46.00	4.44	141.00	74.31	128.54	146.50	93.91	183.00	73.00	44.00	88.64
湧泉池	26.87	4.76	14.71	13.42	107.55	8.61	44.15	4.66	10.00	2.00	13.00	22.70
七家灣二號壩	61.19	205.00	192.33	∞	∞	82.00	16.77	72.83	33.00	8.00	8.00	75.46
七家灣一號壩	5.43	36.64	18.04	∞	44.05	128.38	83.59	25.00	185.00	36.00	41.00	60.31
復育中心	10.12	217.33	8.70	∞	183.63	395.56	16.00	91.00	403.00	39.00	21.00	138.53
武陵污水廠	2041.00	973.75	14.14	155.32	39.22	15.51	∞	432.00	51.00	28.00	17.00	376.69
高山溪四號壩	125.15		556.67	∞	797.00	∞	80.33	587.00	176.00	10.00	9.00	292.64
高山溪一號壩	∞	32.27	∞	∞	489.00	55.04	827.00	128.00	556.00	∞	13.00	300.04
億年橋			∞	∞	195.75	73.00	196.60	149.00	358.00	1148.00	27.00	306.76
思源啞口	27.08	445.33	22.70	2.01	7.31	1.58	∞	3.72	4.00	2.00	101.00	61.67
勝光	0.34		81.73	22.29	18.25	8.31	10.00	28.79	3.00	84.00	8.00	26.47
武陵收費口	100.44	27.96	40.76	609.07	282.30	196.90	31.22	174.00	9.00	8.00	11.00	135.51



## 第五章、結論與建議

- 一、本年度武陵地區各水質狀況與往年差異不大，仍以有勝溪水質最差，但在七家灣溪硝酸鹽氮及亞硝酸鹽氮有升高趨勢，值得密切注意。
- 二、應持續進行七家灣溪河岸原生樹種造林，除可降低水中營養鹽輸入外，鬱閉的林相亦可降低水溫。
- 三、武陵地區七家灣溪及高山溪的水質明顯較有勝溪來得好，利用原先慣用之水質綜合指數 WQI 值並無法顯現各溪流及測站之水質差異，但利用底棲性之矽藻所計算出之藻指數則稍可分別出來，但因各溪流狀況及藻種類不同，且各優勢藻亦不同；所以，在武陵地區應研擬更適合本區之藻指數，以更確切反應環境改變狀況。
- 四、為使櫻花鉤吻鮭能永遠棲息於自然環境中，除改善、復育其棲息地外，應對武陵地區建立全面長期生態監測，以全盤掌握影響櫻花鉤吻鮭生育確切因子，以便正確執行生態保育策略。

## 參考書目

- 林永發。于淑芬。2002。高山溪防砂壩改善後環境監測及武陵地區水質調查。內政部營建署雪霸國家公園。
- 江漢全。2000。水質分析。三民書局。
- 林永發。陳裕良。廖林彥。2001。高山溪防砂壩改善前後棲地變化之調查研究。內政部營建署雪霸國家公園。
- 王敏昭，鍾秋華，林昭遠。2000。德基水庫集水區水質之特性及近八年來變化趨勢。集水區保育研討會論文集。
- 台中縣環保局。1996。德基水庫集水區非點源污染調查及管制策略規劃。
- 行政院環境保護署。1998。八十七年度台灣地區主要水庫水質監測計畫期末報告。
- 汪靜明。1992。大甲溪魚類棲地改善之生態評估研究。台灣電力公司 80 年度研究發展計畫。
- 汪靜明。1994。子遺的國寶—台灣櫻花鉤吻鮭專集。內政部營建署雪霸國家公園管理

處。

汪靜明。2000。大甲溪水資源環境教育。經濟部水資源局。

林永發，陳裕良，廖林彥。2001。高山溪防砂壩改善前後棲地變化之調查研究。內政部營建署雪霸國家公園自行研究報告。

林昭遠，林文賜，邱蕃霖。2000。德基水庫集水區非點源污染評估系統之建立。2000年溪流研討會論文集。

林曜松，曹先紹，張崑雄，楊平世。1988。櫻花鉤吻鮭生態之研究（二）族群分布與環境因子間關係之研究。行政院農業委員會77年生態研究第012號。

吳俊宗。1986。藻類與環境。藻類之研究及應用。行政院國家科學委員會生物科學研究中心。

吳俊宗，王怡文。1990。水質優養與藻類指標。藻類與環境

吳俊宗。2000。台灣淡水藻類的多樣性問題—從矽藻指標看問題。2000年海峽海岸生物多樣性與保育研討會論文集。國立自然科學博物館印。

張石角。1989。櫻花鉤吻鮭保護區規劃。行政院農業委員會。

陳亮谷。1996。台灣中部高山土壤中施肥對養分流失之研究。碩士論文。中興大學土壤環境科學系。

陳伯中。1998。德基水庫藻類繁殖現象之探討。德基水庫保護帶觀摩研討會論文集。

陳伯中。2000。藻類作為水庫監測指標之重要性—以德基水庫為例。2000年溪流研討會論文集。

陳弘成。2000。武陵地區溪流水源水質監測系統之規劃與調查。內政部營建署雪霸國家公園管理處。

陳秋陽。1998。德基水庫水質維護與集水區土地利用管理之整合研究。德基水庫保護帶觀摩研討會論文集。

陳章波。1998。淡水河系污染整治對生物群聚動態影響。環保署研究報告EPA87-G106-03-05。

郭美華。2003。武陵地區水生昆蟲研究（二）期中報告。內政部營建署雪霸國家公園管理處。

許弘宜。1993。台灣中部三水庫（明德、日月潭、德基）湖區浮游藻類之研究。碩士論文。中興大學植物研究所。

曾四恭，吳先琪。1988。德基水庫優養化改善對策研究期末報告。台灣電力公司。

趙仁方。2002。櫻花鉤吻鮭棲息地水生昆蟲監測調查。內政部營建署雪霸國家公園管理處。

楊平世，林曜松，黃國靖，梁世雄，謝森和，曾晴賢。1986。武陵農場河域之水棲昆蟲相及生態調查之研究。生態研究第〇〇一號。農委會。

黃國靖。1986。七家灣溪水棲昆蟲相及其生態研究。碩士論文。國立台灣大學。

賴雪端。1997。台灣本土性底棲藻類作為河川水質生物指標之研究。博士論文。中興大學植物系。

經濟部德基水庫集水區管理委員會，水資源統一規劃委員會。1996。德基水庫集水區第三期整理治理規劃水質監測及管理模式研究第四年（85年度）工作報告。

蘇天賜，賴春櫻。2000。櫻花鉤吻鮭保護區之現況及保育措施。櫻花鉤吻鮭保育研究研討會論文集。行政院農業委員會。

Albariño R.J 2001 The food habits and mouthpart morphology of a south andes population of *Klapopteryx kuscheii* (Plecoptera : Austroperlidae). Aquatic insects 23(3) : 171-181

Arens W 1990 Wear and tear of mouthparts: a critical problem in stream animals feeding on epilithic algae Can . J. Zool 68 : 1896-1914

Boney, A.D . 1983 .Phytoplankton. Photobooks Ltd. pp83.

Bennion,H. 1995. Surface-sediment diatom assemblages in shallow artificial, enriched ponds, and implications for reconstructing trophic status. Diatom Research 10(1) : 1-19.

Berry, H. A, Lembi ,C.A .2000. Effects of temperature and irradiance on the seasonal variation of a *Spirogyra* (Chlorophyta) population in midwestern lake ( U.S.A ) . J. Phycol 36 : 841-851.

Campane, L. , Cubadda, F., Sammartino, M.P., Saoncella, A. 2000. An Algal biosensor for monitoring of water toxicity in estuarine environments. Wat. Res. 35(1) : 69-76.

Cohn, S.A., McGuire, J.R.2000. Using diatom motility as an indicator of environmental stress: effects of toxic sediment elutriates. Diatom Research 15(1) : 19-29.

Collins,C.D., Boylen, C.W. 1982. Ecological consequences of long-term exposure of *Anabaena variabilis* (Cyanophyceae) to shifts in environmental factors Applied and Environmental. Microbiol 44(1) : 141-148.

Correll, D. L. 1998.The role of phosphorus in the eutrophication of receiving water : a review. J. Environ. Qual 27 : 261-266.

Downes B.J., Lake P.S., Schreiber E.S.G 2000 Habitat structure, resources and diversity : the separate effects of surface roughness and macroalgae on stream invertebrates. Oecologia 123 : 569-581

Everbecq,E., Gosselain,V., Viroux,L., Descy, J. P. 2001. Potamon: A dynamic model for predicting phytoplankton composition and biomass in lowland rivers. Wat. Res 35 : 901-912.

Griffith, M.B., Hill, B.H., Herlihy, A.T.,&Kaufmann, P.R. 2002 Multivariate analysis of

- periphyton assemblages in relation to environmental gradients in Colorado Rocky Mountain streams. *J. Phycol* 38:83-95.
- Hart, D.D. 1985. Grazing insects mediate algal interactions in a stream benthic community. *Oikos* 44 : 40-46.
- Hay, M.B., Michelutti, N., Smol, J.P. 2000. Ecological pattern of diatom assemblages from Mackenzie Delta lakes, Northwest Territories Canada. *Can. J. Bot* 78 : 19-33.
- Hill, W.R., Knight, A.W. 1987. Experimental analysis of the grazing interaction between a mayfly and stream algae. *Ecology* 68(6) : 1955-1965.
- Justic, D., Rabalais, N.N., Turner, R.E., Dortch, Q. 1995. Changes in nutrient structure of river-dominated coastal water: stoichiometric nutrient balance and its consequences. *Estuar Coast Shel Science* 40 : 339-356.
- Karouna, N.K., Fuller, R.L. 1992. Influence of four grazers on periphyton communities associated with clay tiles and leaves. *Hydrobiologia* 245 : 53-64.
- Kingston, M.B. 1999. Effect of light on vertical migration and photosynthesis of *Euglena proxima* (Euglenophyta) . *J. Phycol* 35 : 245-253.
- Lynn, S.G., Kilham, S.S., Kreeger, D.A., Interlandi, S.J. 2000. Effect of nutrient availability on the biochemical and elemental stoichiometry in the freshwater diatom *Stephanodiscus minutulus* (Bacillariophyceae) . *J. Phycol* 36 : 510-522.
- Margarita, A., Benavides, S. 1996. The epilithic diatom flora of a pristine and a polluted river in Costa Rica, Central America. *Diatom Research* 11(1) : 105-142.
- McCullough, D.A., Minshall, G.W., Cushing, C.E. 1979 Bioenergetics of lotic filter-feeding insects *Simulium* spp. (Diptera) and *Hydropsyche occidentalis* (Trichoptera) and their function in controlling organic transport in streams. *Ecology* 60(3) : 585-596.
- McKight, D.M., Howers, B.L., Taylor, C.D., Goehringer, D. D. 2000. Phytoplankton dynamics in a stably stratified Antarctic lake during winter darkness. *J. Phycol* 36 : 852-861.
- McIntosh, A.R., Townsend, C.R. 1996. Interactions between fish, grazing invertebrates and algae in a New Zealand stream : a trophic cascade mediated by fish-induced changes to grazer behaviour. *Oecologia* 108 : 174-181.
- Merritt, R.W., Cummins, K.W. 1984 An introduction to the aquatic insects of North America . Kendall Hunt . pp 60-490.
- Miller, K.A., Olsen, J. L., Stam, W.T. 2000. Genetic divergence correlates with morphological and ecological subdivision in the deep-water elk kelp *Pelagophycus porra* (Phaeophyceae) . *J. Phycol* 36 : 862-870.
- Palmer, T.M., 1995. The influence of spatial heterogeneity on the behavior and growth of two herbivorous stream insects. *Oecologia* 104 : 476-486.
- Pan, Y., Stevenson, R. J., Hill, B. H., Kaufmann, P. R., & Herlihy, A. T. 1999 Spatial

- patterns and ecological determinants of benthic algal assemblages in Mid-Atlantic streams, USA. *J. Phycol* 35:460-468.
- Peckarsky, B.L., McIntosh, A.R. 1998 Fitness and consequences of avoiding multiple predators. *Oecologia* 113 : 565-576.
- Podani, János. 2000 Introduction to the exploration of multivariate biological data. Backhuys Publishers, Leiden, pp234-241.
- Scrimgeour, G.J., Culp, J.M., Bothwell, M.L., Wrona, F.J., McKee, M.H. 1991 Mechanisms of algal patch depletion : importance of consumptive and non-consumptive losses in mayfly-diatom systems. *Oecologia* 85 : 343-348.
- Shehata, S.A., Lasheen, M.R., Kobbia, I., Ali, G.H. 1999. Toxic effect of certain metals mixture on some physiological and morphological characteristics of freshwater algae. *Water, Air, and Soil Pollution* 110 : 119-135.
- Snoeijs, P.J.M. 1989. Ecological effects of cooling water discharge on hydrolittoral epilithic diatom communities in the northern Baltic Sea. *Diatom Research* 4(2) : 373-398.
- Stephen, W. 2000 Statistical ecology in practice-a guide to analyzing environmental and ecology field data. Prentice Hall, pp308-391.
- Stevenson, R.J., Bothwell, M.L., Lowe, R.L. 1996. Algal ecology-freshwater benthic ecosystem. Academic Press. pp341-366.
- Sushil, S. D., Dixit, A.S., Smol, J.P. 1999, Lake sediment Chrysophyte scales from the northeastern U.S.A. and their relationship to environmental variables. *J. Phycol* 35 : 903-918.
- Tang, T., Hoagland, K.D., Eiegfried, B.D. 1998. Uptake and bioconcentration of atrazine by selected freshwater. *Environ Toxicol and Chem* 17(6) : 1085-1090.
- Tuji, A. 2000. The effect of irradiance on the growth of different forms of freshwater diatoms: implications for succession in attached diatom communities. *J. Phycol* 36 : 659-661.
- Wang, C.M. 1989. Environmental quality and fish community ecology in an agriculture mountain stream system of Taiwan. Ph.D. Dissertation Iowa State University Ames Iowa USA pp138.
- Wilby, R. L., Cranston, L. E., Darby, E. J. 1998. Factors governing macrophyte status in Hampshire Chalk Streams: implications for catchment management. *J. Ciwen* 12 : 179-187.
- Wu, J.T. 1986. Relation of change in river diatom assemblages to water pollution. *Bot. Bull. Academia Sinica* 27 : 237-245.

附錄 2002.02~2003.11 各採樣站水質理化性質

Station	Temp ( )	DO ( mg/l)	Turbidity( NTU)	BOD ( mg/l)	pH	Con ( $\mu$ s/cm)	SiO <sub>2</sub> ( mg/l)	NH <sub>3</sub> ( mg/l)	NO <sub>2</sub> ( ng/l)	NO <sub>3</sub> ( mg/l) Mean	Total P ( mg/l )
	Mean	Mean	Mean	Mean	Mean	Mean	Mean	Mean	Mean	Min-Max	Mean
	Min-Max	Min-Max	Min-Max	Min-Max	Min-Max	Min-Max	Min-Max	Min-Max	Min-Max		Min-Max
1	12.9	9.8	0.28	0.51	8.47	234	7.05	0.022	0.431	0.197	0.002
	8.5-15.9	7.2-12.9	0.03-0.89	0.00-1.40	7.75-8.90	200-310	3.98-13.99	0.000-0.473	0.000-3.168	0.087-0.394	0.000-0.056
2	12.3	9.9	0.26	0.60	8.28	140	4.66	0.285	0.697	0.214	0.053
	6.5-16.5	7.4-12.1	0.01-1.08	0.00-1.17	7.95-8.90	90-200	2.35-8.988	0.000-0.628	0.000-9.1283	0.044-1.948	0.000-0.116
3	12.4	9.6	0.24	0.48	8.42	151	4.44	0.004	1.539	0.327	0.001
	7.0-15.5	7.3-12.0	0.002-0.99	0.00-1.79	8.00-9.16	90-210	2.58-8.19	0.000-0.892	0.000-9.690	0.000-04.524	0.000-0.057
4	13.1	8.8	0.25	0.41	7.19	199	5.73	0.015	1.382	3.772	0.003
	10.0-15.5	6.5-11.5	0.01-0.98	0.00-0.85	6.74-8.16	110-344	2.58-8.19	0.000-0.335	0.000-4.500	0.462-12.555	0.000-0.076
5	12.8	9.6	0.19	0.52	8.22	172	4.81	0.019	1.627	0.939	0.000
	9.3-15.7	8.1-12.2	0.02-0.35	0.00-1.14	7.60-9.20	110-250	3.15-9.29	0.000-0.422	0.000-6.015	0.000-8.915	0.000-0.000
6	13.4	10.3	0.32	0.57	8.33	184	5.30	0.024	1.845	0.905	0.000
	7.9-16.8	8.2-12.8	0.02-0.62	0.00-1.41	8.01-8.66	130-260	2.86-9.89	0.000-0.518	0.000-6.690	0.462-1.855	0.000-0.000
7	12.5	10.9	0.43	0.75	8.27	147	5.13	0.000	1.253	0.724	0.000
	8.0-16.0	8.2-12.4	0.04-0.65	0.15-1.70	7.68-8.61	130-160	3.14-5.14	0.000	0.000-9.292	0.211-1.438	0.000-0.000
8	14.2	10.3	0.56	0.65	8.47	193	4.33	0.018	1.966	2.374	0.000
	8.4-19.0	8.2-12.4	0.12-5.33	0.11-1.61	8.12-9.20	160-260	2.05-9.89	0.000-0.389	0.000-8.702	0.096-9.715	0.000-0.000
9	12.4	10.6	0.32	0.53	8.75	165	5.26	0.007	1.222	0.703	0.007
	6.0-15.0	7.5-13.1	0.09-0.59	0.00-1.63	7.08-9.20	120-210	2.47-8.69	0.000-0.126	0.000-9.489	0.086-12.114	0.000-0.097
10	13.3	10.8	0.31	0.57	8.67	162	5.78	0.008	0.474	0.714	0.000
	6.5-16.5	8.0-12.7	0.07-1.07	0.0-1.24	6.93-8.80	120-210	3.48-10.34	0.000-0.178	0.000-3.460	0.052-9.502	0.000-0.000
11	14.4	9.5	0.32	0.44	8.73	171	5.83	0.020	1.272	0.163	0.000
	8.9-18.0	7.3-12.4	0.03-0.88	0.00-0.84	6.88-8.80	130-210	4.13-9.91	0.000-0.394	0.000-8.649	0.000-1.056	0.000-0.000

武陵地區水質調查及環境監測

12	13.7	10.1	0.41	0.48	8.36	172	5.17	0.001	2.198	2.995	0.000
	8.0-15.4	7.5-13.0	0.06-2.52	0.00-1.11	7.24-10.10	120-220	3.11-9.40	0.000-0.025	0.000-11.36	0.216-18.736	0.000-0.000
13	16.8	10.5	0.54	0.69	9.25	285	5.14	0.001	10.335	7.512	0.001
	9.7-21.1	7.0-12.9	0.22-1.61	0.01-1.55	8.18-11.90	160-440	2.80-8.43	0.000-0.002	0.000-24.456	0.362-17.268	0.000-0.111
14	17.3	10.1	0.47	0.70	9.11	290	5.02	0.009	7.502	6.754	0.000
	10.4-22.0	7.1-13.7	0.23-0.98	0.00-1.59	7.94-9.14	210-380	2.36-9.50	0.000-0.199	0.000-20.040	0.068-10.712	0.000-0.000