

行政院農業委員會林務局委託研究計畫系列 94-00-2-04

溪水取樣及其化學性質之分析工作
The analyses of chemical characteristics
in rivers collection



委託機關：行政院農業委員會林務局

執行機關：台灣大學地質科學系

中華民國九十四年十二月

行政院農業委員會林務局委託研究計畫系列 94-00-2-04

溪水取樣及其化學性質之分析工作
The analyses of chemical characteristics
in rivers collection



研究主持人：陳宏宇 教授（台灣大學地質科學系）

協同主持人：林曉武 教授（台灣大學海洋研究所）

研究助理：游家敏 丘一真 林裕程

袁承偉 呂名翔 許家銘

委託機關：行政院農業委員會林務局

執行機關：台灣大學地質科學系

中華民國九十四年十二月

摘要

本研究計劃以每個月定期兩次採取溪水樣品的方式，選擇了台灣 10 條河流下游 14 個水文測站之溪水，進行取樣及分析工作。由於溪水攜帶河流上、中游之物質進入下游，因此在河流下游進行懸浮沉積物的取樣工作，將溪水及懸浮沉積物樣品進行化學特性的分析，以期瞭解溪水中相關顆粒有機碳，碳酸鈣成份，以及金屬元素和溶解物種的含量多寡，分析結果可以更進一步去探討河流中、下游集水區山崩或地表逕流沖刷與植生作用的彼此關聯性，並同時可以探討在枯水期、豐水期及颱風季節期間各不同集水區內相關林班地植生作物的變化狀況。

本研究計劃所進行的工作，是從溪水樣品中分析：(1)懸浮顆粒之金屬含量，(2)氯離子濃度，(3)硫酸鹽濃度，以及(4)鈉離子濃度等分析。分析的結果顯示，懸浮顆粒中之四種金屬含量(銅、鋅、鉛與鎘)，以東部的和平溪最高，而以西南部的曾文溪為最低。氯離子濃度以西南部的曾文溪與二仁溪最高，而以中部的濁水溪和大安溪為最低。硫酸鹽濃度以東部的花蓮溪普遍高於其他 9 條河流，而東部河流的硫酸鹽濃度較高於西部的河流。鈉離子濃度以西南部的曾文溪及二仁溪明顯高出其他 8 條河流許多，約為 3 至 10 倍。

關鍵詞：懸浮沈積物、氯離子、硫酸鹽離子、鈉離子、溶解物

Abstract

This project is mainly to analysis the water composition by using the river samples which are collected twice in every month from 14 gauge stations of 10 rivers suspended sediments in Taiwan. The purpose of this study is to comprehend the chemical characteristics of river which may include several contents of organic carbon, calcium carbonate, metal element and dissolved etc. The metal element includes copper, zinc, lead and cadmium. The analysis results could further connect to the difference in forest process, landslide and runoff during the dry, saturated and typhoon seasons.

The analysis of this research project includes: (1) metal contents in suspended particle; (2) chloride concentration; (3) sulfate concentration; and (4) sodium concentration. The analysis results show that Hopin River has highest metal contents and lowest in Tsengwen River. Tsengwen and Erhjen River have highest chloride concentration and lowest appear in Choshui and Taan Rivers. Most rivers in east part have higher sulfate concentration than west part of Taiwan and Hualien River is specially highest in all the rivers. Tsengwen and Erhjen River also have highest sodium concentration and appear 3 to 10 times difference than the other rivers in Taiwan.

Keywords: suspended sediment, chloride, sulfate, sodium, dissolved

目錄

| | |
|-----------------|-----|
| 摘要 | I |
| 目錄 | III |
| 圖目錄 | IV |
| 表目錄 | V |
| 第一章 前言 | 1 |
| 1.1 緣由 | 1 |
| 1.2 研究目的 | 2 |
| 1.3 計劃內容 | 2 |
| 第二章 研究方法 | 3 |
| 2.1 溪水取樣 | 3 |
| 2.2 取樣數量 | 5 |
| 2.3 樣品前處理 | 6 |
| 2.4 分析方法 | 6 |
| 第三章 分析結果 | 12 |
| 3.1 河川主要陰陽離子濃度 | 12 |
| 3.2 河川懸浮顆粒之金屬含量 | 13 |
| 第四章 結論 | 41 |
| 參考文獻 | 42 |
| 附錄一 山崩分布與樣品採樣 | 43 |
| 附錄二 環保署採樣分析資料 | 45 |
| 附錄三 審查意見及回應 | 60 |

圖目錄

| | | |
|--------|-------------------------------------|----|
| 圖 2.1 | 溪水化性採樣地點分佈圖 | 8 |
| 圖 2.2 | 溪水化性採樣配備圖 | 9 |
| 圖 3.1 | 94 年度 3~11 月臺灣各河川河水之氯離子濃度 | 33 |
| 圖 3.2 | 94 年度 3~11 月臺灣各河川河水之硫酸鹽離子濃度 | 34 |
| 圖 3.3 | 94 年度 3~11 月臺灣各河川河水之鈉離子濃度 | 35 |
| 圖 3.4 | 94 年度 3~11 月臺灣各河川河水之鉀離子濃度 | 36 |
| 圖 3.5 | 94 年度 3~11 月臺灣各河川河水之鎂離子濃度 | 37 |
| 圖 3.6 | 94 年度 3~11 月卑南溪測站(2200H011)懸浮顆粒之鐵含量 | 38 |
| 圖 3.7 | 94 年度 3~11 月卑南溪測站(2200H011)懸浮顆粒之錳含量 | 38 |
| 圖 3.8 | 94 年度 3~11 月卑南溪測站(2200H011)懸浮顆粒之鋅含量 | 38 |
| 圖 3.9 | 94 年度 3~11 月卑南溪測站(2200H011)懸浮顆粒之銅含量 | 39 |
| 圖 3.10 | 94 年度 3~11 月卑南溪測站(2200H011)懸浮顆粒之鉛含量 | 39 |
| 圖 3.11 | 94 年度 3~11 月卑南溪測站(2200H011)懸浮顆粒之鎘含量 | 39 |
| 圖 3.12 | 94 年度 3~11 月卑南溪測站(2200H011)懸浮顆粒之鈉含量 | 40 |
| 圖 3.13 | 94 年度 3~11 月卑南溪測站(2200H011)懸浮顆粒之鉀含量 | 40 |
| 圖 3.14 | 94 年度 3~11 月卑南溪測站(2200H011)懸浮顆粒之鎂含量 | 40 |

表目錄

| | | |
|--------|--------------------------------------|----|
| 表 2.1 | 溪水化性採樣地點綜合資料 | 10 |
| 表 2.2 | 溪水化性採樣數量綜合表 | 11 |
| 表 3.1 | 94 年 3 月份各河川主要離子之濃度 | 17 |
| 表 3.2 | 94 年 4 月份各河川主要離子之濃度 | 18 |
| 表 3.3 | 94 年 5 月份各河川主要離子之濃度 | 19 |
| 表 3.4 | 94 年 6 月份各河川主要離子之濃度 | 20 |
| 表 3.5 | 94 年 7 月份各河川主要離子之濃度 | 21 |
| 表 3.6 | 94 年 8 月份各河川主要離子之濃度 | 22 |
| 表 3.7 | 94 年 9 月份各河川主要離子之濃度 | 23 |
| 表 3.8 | 94 年 10 月份各河川主要離子之濃度 | 24 |
| 表 3.9 | 94 年 11 月份各河川主要離子之濃度 | 25 |
| 表 3.10 | 94 年度臺灣各河川河水之鈉離子濃度 (mg/L) | 26 |
| 表 3.10 | 94 年度臺灣各河川河水之鈉離子濃度 (mg/L)(續) | 27 |
| 表 3.11 | 94 年度臺灣各河川河水之鉀離子濃度 (mg/L) | 28 |
| 表 3.11 | 94 年度臺灣各河川河水之鉀離子濃度 (mg/L)(續) | 29 |
| 表 3.12 | 94 年度臺灣各河川河水之鎂離子濃度 (mg/L) | 30 |
| 表 3.12 | 94 年度臺灣各河川河水之鎂離子濃度 (mg/L)(續) | 31 |
| 表 3.13 | 94 年 3~11 月份卑南溪測站(2200H011)懸浮顆粒之金屬含量 | 32 |

第一章 前言

1.1 緣由

台灣為座落於板塊碰撞的環太平洋地震帶，每年衍生在地表的垂直上升速率為 5 至 7mm，因此島內高山林立，坡度陡峭，顯現出崇山峻嶺的地貌特色。在板塊擠壓和碰撞所產生地層上升的過程中，常會因為暴雨和地震等外力作用的影響，造成山崩、落石及土石流等破壞的現象，在山嶺、溝谷及河流間便會直接或間接的對於地層產生淘挖、沖刷等侵蝕的作用，使得大量土石沈積物在大雨持續不斷的加持下，從集水區的上游、中游被運往下游的平原區甚至海洋中。

台灣是全世界地表剝蝕率最高的區域之一，1970 至 1999 年之間每年更有 384 百萬噸的懸浮沉積物被輸送進入海洋，尤其是颱風豪雨期間，河水流量暴增，更是會夾帶巨量的懸浮沉積物進入海洋。台灣附近的海洋地形，也為進入海洋的懸浮沉積物提供了良好的保存環境，當高濃度的懸浮沉積物進入海洋後，就會受到保護，而被帶到海洋底部沉積下來，成為侵蝕作用的紀錄。特別是 921 地震之後，台灣地區河流單位流量的懸浮沉積物濃度普遍上升，河水中顆粒性有機碳及主要離子的資訊就更為豐富了。

河流中有機碳及主要離子的通量對於地表侵蝕作用，以及人為的影響提供了重要的信息，在研究全球環境變化的領域中已經開始受到高度的重視。地表的物質經由化學或物理的風化作用，元素會從岩石中被釋放出來，並且以溶解及顆粒搬運方式輸送至海洋中。可以預期河流中顆粒性有機碳及主要離子的濃度會隨著河水運送的過程而變化，豐水期的濃度會高於枯水期。另外，懸浮物質的濃度也會反映抗侵蝕的能力。

本研究首先嘗試著將溪水化學採樣工作，建立一個標準的操作流程，以便於後續能更進一步的來分析河水中的顆粒性有機碳及主要離子。因此，藉由河流出海口的河水化學性質採樣，就可以建立河水有機碳及主要離子含量的資料庫，對於將來進行各種環境變遷研究可以

提供重要的參考資料。

1.2 研究目的

本研究計劃選擇了台灣 10 條河流下游之溪水，進行取樣及分析工作，由於溪水會攜帶河流上、中游之物質進入下游，因此在河流下游進行懸浮沉積物的取樣工作中，將溪水及懸浮沉積物所取回的樣品進行化學特性的分析，以期瞭解溪水中相關顆粒有機碳，碳酸鈣成份之百分比，以及金屬元素和溶解物質的含量多寡，這個分析結果可以更進一步去探討河流中、下游集水區山崩或地表逕流沖刷與植生作用的彼此關聯性，並同時可以探討在枯水期、豐水期及颱風季節期間各不同集水區內相關林班地植生作物的變化狀況。

1.3 計劃內容

本研究預計從台灣島內 10 條河流的 14 個水文量測站進行每個月定期 2 次之溪水樣品的採集工作，採集的溪水必須依據標準操作流程，溪水採集後，得經過初步過濾程序，然後再將彙整之樣品攜回室內試驗室，進行各種不同項目之化學特性的解析工作。本研究的分析項目包括了：(1)顆粒有機碳 (POC)，(2)碳酸鈣 (CaCO_3)，(3)金屬元素 (Al、Fe、Mn、Zn、Cu等)，(4)溶解態 (Na、K、Mg、Ca、 SO_4 、CL等離子)，這些分析出來的結果，將逐一列入年度報告的資料內。

第二章 研究方法

本研究計劃之前半期工作為取樣方法之訂定、現地溪水取樣，以及室內分析等三大部份。本階段除了已經完成現地取樣方法之訂定，並且持續進行了現地溪水取樣，以及室內溪水化性等分析工作。茲將各項工作分別敘述如下。

2.1 溪水取樣

選定台灣地區 10 條主要河川中的 14 個測站進行溪水取樣工作，各測站之分佈如圖 2.1 所示。本研究選定取樣之主要河川在台灣西部包括有：大安溪、濁水溪、曾文溪、二仁溪、高屏溪與林邊溪等 6 條主要溪流，在台灣東部則是包括了：和平溪、花蓮溪、秀姑巒溪與卑南溪等 4 條主要溪流（表 2.1）。

相對於現地溪水與室內樣品採集等標準作業流程的訂定，則是參考國內外相關文獻資料，以及現地多次實際採樣後所作之修正（附件一）。樣品採集所必須準備之器材包括：3 個 1 公升採樣瓶，1 套過濾器，1 個手握式抽真空泵浦，玻璃微纖維濾紙（過濾粒性有機碳水樣之用），尼龍薄膜濾紙（過濾溶解質之用），1 滴瓶（裝濃縮硝酸之用），塑膠培養皿及蓋子，玻璃培養皿及蓋子，4 支 60 毫公升之高密度聚乙烯瓶，標籤，以及手套。現場溪水取樣與室內樣品採集過濾之步驟如下所述。此文件說明了採樣、沈澱、過濾，及儲存水樣和懸浮性沈積物樣本的步驟，作為後續分析主要離子和顆粒性有機碳之用（圖 2.2）。

- (1). 野外現場：當水利署在讀取懸浮物及流量時，用採樣瓶量取 3 公升的水，量其酸鹼值（pH）及水溫。記得在每次採水之前，先用採樣瓶裝半瓶所要採的溪水，旋緊瓶蓋，充分搖晃瓶子，再倒掉水，如此重複一次（共清洗兩次），以避免交叉污染。

- (2). 實驗室內：讓水樣靜置約 3 小時使所有懸浮物沈澱在底部。
- (3). 旋轉過濾器腰部扣環，卸除上部過濾裝置，以裝入濾紙。(過濾器分成上下兩部分，上部裝置為裝入未過濾前之水樣，下部裝置為承接過濾後水樣。)
- (4). 用夾子把尼龍濾紙放置於過濾口上（濾紙是白色，不同於藍色之分隔紙），確認濾紙是在『O』形橡皮圈之內。以一、二滴溪水潤濕濾紙，使濾紙不至於滑動。
- (5). 把過濾器上部接回原位（可稍加用力壓下過濾瓶上部，再旋轉扣環），確保濾紙不會走位，濾紙不會被搓破（務必使過濾器上下部緊密壓緊）；確定濾紙是在濾口中心位置上。
- (6). 旋鬆上部容器蓋子，用 150 毫升溪水洗滌上部容器，倒掉水。在裝入 150 毫升重複清洗上部容器一次，倒掉水。再裝進 250 毫升溪水於上部容器。
- (7). 把上部容器之蓋子蓋緊，並把其中一個通氣孔塞子拿下。
- (8). 把手握式抽真空泵浦接到下半部承接容器的一個通氣孔上，並把另一個氣孔塞住。
- (9). 壓動手動抽氣（槍），濾出上部容器中全部 250 毫升之水到下半部承接容器。
- (10). 用手動抽氣槍上的氣閥卸除下部容器之壓力，再用力上下搖晃，來洗滌下半部容器；用此濾過之水沖洗 4 支 60 毫升瓶子（倒掉水）。
- (11). 再裝進 250 毫升溪水於上部容器，壓動手動抽氣（槍），濾出上部容器中全部 250 毫升之水到下半部承接容器。
- (12). 把此濾過之水裝到 4 支 60 毫升瓶子。
- (13). 在其中 2 瓶加入兩滴濃縮硝酸（15M）；戴上外科手套以避免皮膚接觸到硝酸，萬一皮膚碰觸硝酸，請盡快用水沖洗。
- (14). 記得戴防護眼鏡。莫讓硝酸溶液接觸皮膚。並確認通風設備是良好的。
- (15). 眼睛接觸：立刻用大量清水沖眼睛；持續沖 10 分鐘以上，並

立刻要求醫護人員之幫助。

- (16). 皮膚接觸：用大量清水沖洗；脫掉任何濺到硝酸的衣物。如果有皮膚紅腫、受傷，立刻送醫。
- (17). 不慎吞食：喝大量的水，立即送醫。詳細安全作業方式請參考網站。
http://ptcl.chem.ox.ac.uk/~hmc/hsci/chemicals/nitric_acid.html
- (18). 每支瓶子需標註水文測站之參考號碼、站名、採樣時間及日期，並註記是否有加入硝酸。
- (19). 旋轉過濾器腰部扣環，卸下上部過濾器，把尼龍濾紙拿出置入塑膠培養皿。
- (20). 使用夾子在過濾口上放置 1 片玻璃微纖維濾紙。再重新把上下部容器旋緊。
- (21). 重新取 1 公升的水樣過濾，先過濾上面較清澈的水，再過濾下方較混濁之水樣；小心避免阻塞濾紙，過濾過程中若濾紙阻塞，可更換新的濾紙，直到 1 公升溪水全部過濾至過濾器下部容器中，再將所有玻璃微纖維濾紙置於玻璃培養皿中。再重複一次，重新取 1 公升的水樣過濾。
- (22). 旋轉過濾器腰部扣環，卸下上部過濾裝置，把濾紙移到玻璃培養皿；將玻璃培養皿放入溫度低於 70°C 之烘箱，烘乾玻璃培養皿，然後標記站名、測站參考號碼、採樣時間及日期。

2.2 取樣數量

本年度三月至十一月間的溪水樣品採集工作已完成，總計採集 315 組樣品（表 2.2），由於計劃實際執行採樣的時間為三月中旬，因此大多數的測站在三月份僅採集到 1 組樣品，四月份之後則開始進行完整的取樣計劃，大抵上本研究工作在各個月份的上旬和下旬至少各取樣 1 次；但是，大安溪卓蘭站在四月份，與高屏溪里嶺大橋在五月份，則分別因為橋樑施工的因素，各僅進行 1 次溪水的取樣工作。

2.3 樣品前處理

懸浮顆粒樣品：採集到之河水樣品採用壓力過濾法，以真空馬達連續將水樣抽入裝有 $0.2\mu\text{m}$ 孔徑已預先稱重之濾紙（材質為 Nylon）之裝置中。河水過濾完後，加入 100ml 蒸餾水以去除濾紙上殘餘樣水，達到洗鹽效果。過濾所得之懸浮顆粒樣品（包括濾紙）以冷凍乾燥機去除樣品水份後量測記錄其乾重，計算其總懸浮物質含量。

2.4 分析方法

本研究擬探討台灣各河川懸浮顆粒化學組成與傳輸，主要研究方法包括野外觀測、樣品採集，以及實驗室樣品分析、資料收集與彙整等工作。分析之項目包括懸浮顆粒之主要與微量金屬（Mg、Ca、Na、K、Al、Fe、Mn、Zn、Cu、Pb、Cd）；水體主要金屬（Mg、Ca、Na、K），以及氯離子與硫酸鹽濃度。

懸浮顆粒金屬：以微波消化法進行（Lin et al, 2002; Huang and Lin, 2003）。取約 0.25 克乾燥懸浮顆粒置入微波消化瓶內，置入約 2.5ml 消化酸液（濃 HNO_3 ：HF=5：2）後消化 10 分鐘，取出消化瓶置入硼酸（4%）10ml，後將瓶蓋封緊重新置入微波消化器消化 5 分鐘，待其壓力減低後將消化液取出置入 PE 塑膠瓶內。另再以 3 次 2.5ml 去離子水清洗消化瓶後將清洗液合併進入 PE 塑膠瓶內，直待以 AA 測定其金屬含量。金屬之分析皆以 Atomic Absorption 來執行，其中 Mg、Ca、Na、K、Al、Fe、Mn、Zn 是以火焰式 PE-3300 執行，而 Cu、Pb、Cd 是以石墨 Hitachi-8100 來執行分析。每次微波消化皆置入一組 NIST-2709（NBS Standard Sediment）作為品保確定組，分析後若其與標準值差異太大超過品管範圍時則整組樣品重新消化分析。

氯離子與硫酸鹽濃度分析：以離子層析法分析氯離子與硫酸鹽濃度（O'Dell et al., 1984；Huang and Lin, 1995）。離子層析儀（Dionex 4500i）配備 Ionpac AS4A anion exchange column 和 conductivity detector，流洗液為 1.7mM NaHCO_3 （MERCK, GR）和 $1.8\text{mM Na}_2\text{CO}_3$ （MERCK, GR），流洗液流速控制為 2ml/min ，再生液為 $0.025\text{ N H}_2\text{SO}_4$

(MERCK, GR)。各項試劑皆使用去離子水 (Milli-Q, $18\mu\Omega$) 配置。
樣品通常稀釋 1~10 倍, 分析時以 NaCl 與 K_2SO_4 標準溶液來標定樣品。

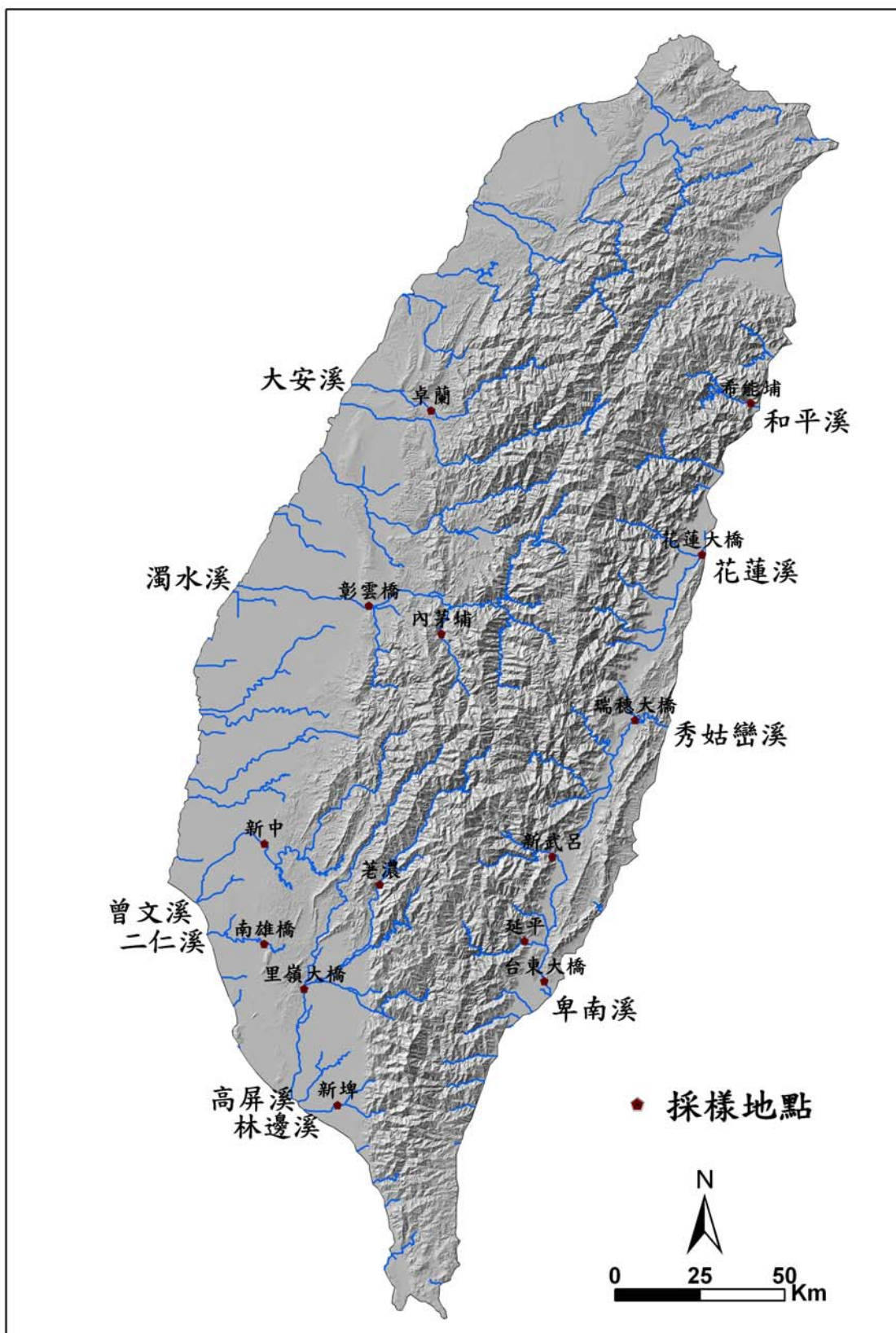


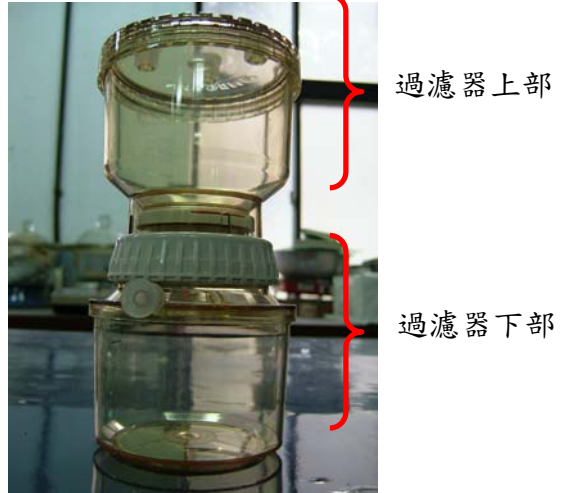
圖 2.1 溪水化性採樣地點分佈圖

配備圖示

1. 採樣瓶



2. 過濾組



3. 手握式抽真空泵浦



4. 尼龍薄膜濾紙



5. 滴瓶



6. 高密度聚乙烯瓶



圖 2.2 溪水化性採樣配備圖

表 2.1 溪水化性採樣地點綜合資料

| 水文觀測站 編號 | 河川 | 地點 | X 座標 | Y 座標 | 所屬 河川局 |
|-------------|------|------|----------|-----------|-----------|
| 1400H011 | 大安溪 | 卓蘭 | 230438.0 | 2689190.4 | 第 3 河川局 |
| 1510H057 | 濁水溪 | 彰雲橋 | 212103.2 | 2631755.3 | 第 4 河川局 |
| 1510H049 | 濁水溪 | 內茅埔 | 233493.2 | 2623505.3 | 第 4 河川局 |
| 1630H019 | 曾文溪 | 新中 | 181375.0 | 2561875.0 | 第 6 河川局 |
| 1660H009 | 二仁溪 | 南雄橋 | 181310.7 | 2532408.5 | 第 6 河川局 |
| 1730H043 | 高屏溪 | 里嶺大橋 | 193049.3 | 2519189.5 | 第 7 河川局 |
| 1730H031 | 高屏溪 | 荖濃 | 215269.8 | 2549903.5 | 第 7 河川局 |
| 1760H004 | 林邊溪 | 新埤 | 202878.9 | 2484988.0 | 第 7 河川局 |
| 2500H003 | 和平溪 | 希能埔 | 324613.0 | 2691371.4 | 第 1 河川局 |
| 2420H024 | 花蓮溪 | 花蓮大橋 | 310211.3 | 2646800.3 | 第 9 河川局 |
| 2370H017 | 秀姑巒溪 | 瑞穗大橋 | 290507.5 | 2598251.7 | 第 9 河川局 |
| 2200H011 | 卑南溪 | 台東大橋 | 263777.8 | 2521427.2 | 第 8 河川局 |
| 2200H020 | 卑南溪 | 新武呂 | 266104.8 | 2558057.2 | 第 8 河川局 |
| 2200H007 | 卑南溪 | 延平 | 257929.4 | 2533245.9 | 第 8 河川局 |

表 2.2 溪水化性採樣數量綜合表

| | 三月 | 四月 | 五月 | 六月 | 七月 | 八月 | 九月 | 十月 | 十一月 |
|------------------------|-----|----|----|----|----|----|----|----|-----|
| 2200H011 卑南溪，第八河川局 | 1 | 2 | 2 | 2 | 5 | 4 | 4 | 2 | 2 |
| 2200H020 卑南溪，第八河川局 | 1 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | 2 | 2 |
| 2200H007 卑南溪，第八河川局 | 1 | 2 | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | 2 | 2 |
| 2370H017 秀姑巒溪，第九河川局 | 1 | 2 | 2 | 3 | 2 | 4 | 3 | 3 | 2 |
| 2420H024 花蓮溪，第九河川局 | 1 | 2 | 2 | 3 | 2 | 4 | 3 | 3 | 2 |
| 2500H003 和平溪，第一河川局 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 4 | 2 | 2 |
| 1760H004 林邊溪，第七河川局 | 1 | 2 | 2 | 2 | 4 | 5 | 3 | 3 | 1 |
| 1730H043 高屏溪，第七河川局 | 1 | 2 | 1 | 2 | 4 | 5 | 3 | 3 | 1 |
| 1730H031 高屏溪，第七河川局 | 1 | 2 | 2 | 2 | 4 | 5 | 3 | 3 | 1 |
| 1660H009 二仁溪，第六河川局 | 2 | 2 | 2 | 1 | 4 | 4 | 4 | 2 | 2 |
| 1630H019 曾文溪，第六河川局 | 2 | 2 | 2 | 1 | 4 | 4 | 4 | 2 | 2 |
| 1510H057 濁水溪，第四河川局 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 |
| 1510H049 濁水溪，第四河川局 | 1 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 |
| 1400H011 大安溪，第三河川局 | nil | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 總計 | 16 | 27 | 29 | 31 | 49 | 54 | 47 | 35 | 27 |

總共：315 組

第三章 分析結果

3.1 河川主要陰陽離子濃度

本研究計畫內各河川主要之離子濃度的量測資料，從 3 月至 11 月份皆列於表 3.1 至表 3.12 中，各不同離子濃度之說明則分述於下列各節。

(a) 氯離子濃度 (圖 3.1)：

河水中氯離子濃度的變化很大，濃度介於 ND~2182 之間，其中以二仁溪（南雄橋（阿蓮(2)））及曾文溪（新中）測站平均氯離子濃度最高，分別 709 ± 642 及 801 ± 601 。二仁溪（南雄橋（阿蓮(2)））測站最高氯離子濃度於 5 月上旬高達 2182，而曾文溪（新中）測站於同一時間氯離子濃度亦高達 1797。雖然此兩測站之平均氯離子濃度很高，但濃度高低差異頗大。其他測站河水之氯離子濃度隨時間亦有明顯差異，平均濃度皆低於 200 以下。

(b) 硫酸鹽離子濃度 (圖 3.2)：

河水中各測站之硫酸鹽離子濃度的變化很大，但同一測站隨時間之變化則較小，濃度介於 198~1999 之間，其中以林邊溪（新埤）測站平均濃度最低，為 423 ± 131 。卑南溪（台東大橋）、卑南溪（延平）、和平溪（希能埔）、二仁溪（南雄橋（阿蓮(2)））、濁水溪（彰雲橋）、濁水溪（內茅埔），以及大安溪（卓蘭）測站平均硫酸鹽離子濃度皆大於 1000，其中以二仁溪（南雄橋（阿蓮(2)））最高，為 1224 ± 131 。

(c) 鈉離子濃度 (圖 3.3)：

鈉離子濃度介於 1.78~90.9 之間，其中以二仁溪（南雄橋（阿蓮(2)））測站平均濃度最高，為 51.4 ± 21.7 ，最高值出現在 11 月下旬。次高之測站為曾文溪（新中），平均濃度為 35.2 ± 17.3 。其他測

站平均鈉離子濃度皆在 15 以下。林邊溪（新埤）測站平均濃度最低，為 5.96 ± 1.84 。

(d) 鉀離子濃度（圖 3.4）：

鉀離子濃度介於 0.76~32.4 之間，最高值出現在濁水溪（彰雲橋）測站 6 月下旬，不過其他時間之樣品濃度皆低於 5 以下。濁水溪（內茅埔）測站亦於 5 月中旬出現 28.8 的異常高值。平均鉀離子濃度最高之測站為二仁溪（南雄橋（阿蓮(2)）），為 9.30 ± 5.60 。其他測站平均鉀離子濃度不超過 5。卑南溪（新武呂(4)）測站平均濃度最低，為 1.72 ± 0.40 。

(e) 鎂離子濃度（圖 3.5）：

鎂離子濃度介於 2.08~44.6 之間，其中以二仁溪（南雄橋（阿蓮(2)））測站平均濃度最高，為 25.4 ± 9.8 。最高值出現在 11 月下旬。次高之測站為曾文溪（新中），平均濃度為 18.8 ± 6.5 。卑南溪（新武呂(4)）測站平均濃度最低，為 5.37 ± 0.75 。

3.2 河川懸浮顆粒之金屬含量

本研究計畫內各河川主要之懸浮顆粒之金屬含量資料（表 3.13），其說明分述於下列各節。

(a) 鐵含量（圖 3.6）：

懸浮顆粒鐵金屬含量介於 2.76~7.43 之間，平均為 4.02 ± 0.75 。最高值出現在曾文溪（新中）測站 6 月上旬；最低值出現在大安溪（卓蘭）測站 5 月下旬。大安溪（卓蘭）測站平均鐵含量最低，為 3.13 ± 0.33 。卑南溪（新武呂(4)）、秀姑巒溪（瑞穗大橋）及高屏溪（荖濃（新發大橋））測站平均鐵含量皆低於 4 以下。而和平溪（希能埔）及二仁溪（南雄橋（阿蓮(2)））測站平均鐵含量則高於 4.5，其中以後者最高，為 4.68 ± 0.25 。卑南溪-台東大橋測站懸浮顆粒鐵金屬含量介於 3.61~5.11 之間，平均為 4.46 ± 0.38 。最高值出現 10

月中旬；最低值出現在 5 月上旬。

(b) 錳含量 (圖 3.7) :

懸浮顆粒錳金屬含量介於 406~1342 之間，平均為 748 ± 202 。最高值出現在和平溪(希能埔)測站 6 月上旬；最低值出現在大安溪(卓蘭)測站 5 月下旬。和平溪(希能埔)測站平均錳含量可高達 1109 ± 188 ，7 次的採樣分析結果有 5 次濃度皆超過 1000 以上。卑南溪-台東大橋測站懸浮顆粒錳金屬含量介於 562~922 之間，平均為 724 ± 77.3 。最高值出現在 11 月下旬；最低值出現在 6 月中旬。

(c) 鋅含量 (圖 3.8) :

懸浮顆粒鋅金屬含量介於 87.4~1718 之間，平均為 255 ± 276 ，若不考慮二仁溪(南雄橋(阿蓮(2)))測站，平均為 200 ± 121 。二仁溪(南雄橋(阿蓮(2)))測站懸浮顆粒平均鋅含量最高，為 965 ± 654 ，4 次的採樣分析結果有 2 次濃度超過 1000 以上的異常高值。曾文溪(新中)測站於 6 月上旬亦出現 672 的高值。卑南溪(延平)懸浮顆粒平均鋅含量最低，為 114 ± 8.56 ，不僅濃度較低且變化差異較小。卑南溪-台東大橋測站懸浮顆粒鋅金屬含量介於 97.5~200 之間，平均為 130 ± 26.3 。最高值出現在 7 月中旬；最低值出現在 6 月中旬。

(d) 銅含量 (圖 3.9) :

懸浮顆粒銅金屬含量介於 12.4~124 之間，平均為 29.2 ± 16.4 ，若不考慮花蓮溪(花蓮大橋)測站 6 月上旬之異常高值，銅含量平均為 27.4 ± 10.1 。除了花蓮溪(花蓮大橋)測站 6 月上旬銅含量較高外，和平溪(希能埔)平均銅含量為 41.4 ± 12.6 。其他測站銅含量普遍低於 30 以下。大安溪(卓蘭)的平均含量最低，為 15.4 ± 2.0 。卑南溪-台東大橋測站懸浮顆粒銅金屬含量介於 20.1~31.7 之間，平均為 25.3 ± 2.72 。最高值出現在 11 月下旬；最低值出現在 6 月上旬。

(e)鉛含量 (圖 3.10)：

懸浮顆粒鉛金屬含量介於 15.3~109 之間，平均為 34.1 ± 15.2 。卑南溪 (新武呂(4)) 測站於 5 月中旬及 6 月上旬出現 73.9 及 109 的異常高值。二仁溪 (南雄橋 (阿蓮(2))) 測站平均鉛含量高達 51.7 ± 7.4 。懸浮顆粒平均鉛含量最低的測站為秀姑巒溪 (瑞穗大橋) 及花蓮溪 (花蓮大橋)，分別為 20.8 ± 5.1 及 21.4 ± 4.9 。卑南溪-台東大橋測站懸浮顆粒鉛金屬含量介於 24.4~53.1 之間，平均為 31.3 ± 6.83 。最高值出現在 11 月下旬；最低值出現在 4 月上旬。

(f)鎘含量 (圖 3.11)：

懸浮顆粒鎘金屬含量介於 0.046~0.287 之間，平均為 0.101 ± 0.047 。最高值出現在花蓮溪 (花蓮大橋) 測站 6 月中旬。高屏溪 (荖濃 (新發大橋)) 及二仁溪 (南雄橋 (阿蓮(2))) 測站平均鎘含量最低，為 0.06 ± 0.02 。卑南溪-台東大橋測站懸浮顆粒鎘金屬含量介於 0.058~0.194 之間，平均為 0.134 ± 0.037 。最高值出現在 7 月中旬；最低值出現在 3 月中旬。

(g)鈉含量 (圖 3.12)：

懸浮顆粒鈉金屬含量介於 0.45~1.18 之間，平均為 0.90 ± 0.16 。最高值出現在和平溪 (希能埔) 測站 4 月下旬，此測站之平均鈉含量為 1.05 ± 0.14 。次高之測站為卑南溪 (新武呂(4))，平均鈉含量為 1.01 ± 0.13 。大安溪 (卓蘭) 為平均鈉含量最低的測站，為 0.59 ± 0.16 。卑南溪-台東大橋測站懸浮顆粒鎘金屬含量介於 0.844~1.06 之間，平均為 0.972 ± 0.043 。最高值出現在 5 月中旬；最低值出現在 4 月下旬。

(h)鉀含量 (圖 3.13)：

懸浮顆粒鉀金屬含量介於 1.43~3.81 之間，平均為 2.46 ± 0.43 。最高值出現在曾文溪 (新中) 測站 6 月上旬，不過其 3 月下旬之樣

品鉀含量卻只有 1.89。濁水溪(內茅埔)測站於 4 月中旬亦出現 3.12 之高值。平均鉀含量較高的測站為二仁溪(南雄橋(阿蓮(2)))，含量為 2.96 ± 0.32 。而秀姑巒溪(瑞穗大橋)測站之平均鉀含量較低，為 1.95 ± 0.33 。卑南溪-台東大橋測站懸浮顆粒鎘金屬含量介於 2.03 ~ 2.87 之間，平均為 2.41 ± 0.18 。最高值出現在 3 月中旬；最低值出現在 6 月中旬。

(i) 鎂含量 (圖 3.14)：

懸浮顆粒鎂金屬含量介於 0.73 ~ 3.06 之間，平均為 1.34 ± 0.35 。最高值出現在花蓮溪(花蓮大橋)測站 6 月中旬，其平均鎂含量為 2.21 ± 0.78 。曾文溪(新中)測站平均鎂含量亦較高，為 1.91 ± 0.05 。其他測站普遍低於 1.5 以下。最低的測站為大安溪(卓蘭)，平均鎂含量為 0.79 ± 0.09 。卑南溪-台東大橋測站懸浮顆粒鎘金屬含量介於 1.14 ~ 1.64 之間，平均為 1.22 ± 0.10 。最高值出現在 3 月中旬；最低值出現在 7 月下旬。

另外環保署過去數年來所採集河水之樣品資料也一併整理於附件三。

表3.1 94年3月份各河川主要離子之濃度

| 水文觀測站 (河川局) | 河川 (地點) | 氯離子 (Cl ⁻) | 硫酸根 (SO ₄ ²⁻) | 鈉離子 (Na ⁺) | 鉀離子 (K ⁺) | 鎂離子 (Mg ²⁺) |
|----------------|----------------|---------------------------|---|---------------------------|--------------------------|----------------------------|
| 1400H011(3) | 大安溪 (卓蘭) | — | — | — | — | — |
| 1510H057(4) | 濁水溪 (彰雲橋) | 33.6 | 1178 | 8.44 | 2.27 | 15.8 |
| 1510H049(4) | 濁水溪 (內茅埔) | 42.0 | 1440 | 13.6 | 2.18 | 15.3 |
| 1630H019(6) | 曾文溪 (新中) | 1302 | 1136 | 49.2 | 7.42 | 16.0 |
| 1660H009(6) | 二仁溪 (南雄橋) | 1076 | 1147 | 46.5 | 13.8 | 20.9 |
| 1730H043(7) | 高屏溪 (里嶺大橋) | 191 | 894 | 13.9 | 2.97 | 12.0 |
| 1730H031(7) | 高屏溪 (荖濃) | 73.4 | 718 | 9.56 | 1.76 | 7.65 |
| 1760H004(7) | 林邊溪(新 埤) | 310 | 460 | 7.14 | 3.26 | 14.9 |
| 2500H003(1) | 和平溪 (希能埔) | 19.3 | 1028 | 7.02 | 2.41 | 11.7 |
| 2420H024(9) | 花蓮溪 (花蓮大橋) | 160 | 641 | 6.68 | 2.37 | 12.1 |
| 2370H017(9) | 秀姑巒溪 (瑞穗大橋) | 267 | 689 | 10.8 | 1.85 | 10.3 |
| 2200H011(8) | 卑南溪 (台東大橋) | 158 | 1193 | 11.4 | 2.31 | 11.4 |
| 2200H020(8) | 卑南溪 (新武呂) | 115 | 961 | 10.1 | 1.90 | 5.30 |
| 2200H007(8) | 卑南溪 (延平) | 71.2 | 1238 | 10.7 | 2.78 | 16.8 |

表3.2 94年4月份各河川主要離子之濃度

| 水文觀測站 (河川局) | 河川 (地點) | 氯離子 (Cl ⁻) | 硫酸根 (SO ₄ ²⁻) | 鈉離子 (Na ⁺) | 鉀離子 (K ⁺) | 鎂離子 (Mg ²⁺) |
|----------------|----------------|---------------------------|---|---------------------------|--------------------------|----------------------------|
| 1400H011(3) | 大安溪 (卓蘭) | 64.5 | 1302 | 9.70 | 2.12 | 18.2 |
| 1510H057(4) | 濁水溪 (彰雲橋) | 67.0 | 1372 | 9.88 | 2.21 | 19.0 |
| 1510H049(4) | 濁水溪 (內茅埔) | 48.0 | 1455 | 13.3 | 2.12 | 15.4 |
| 1630H019(6) | 曾文溪 (新中) | 1187 | 1115 | 46.2 | 5.54 | 22.1 |
| 1660H009(6) | 二仁溪 (南雄橋) | 316 | 865 | 24.2 | 4.95 | 15.8 |
| 1730H043(7) | 高屏溪 (里嶺大橋) | 170 | 917 | 14.5 | 2.31 | 14.5 |
| 1730H031(7) | 高屏溪 (荖濃) | 73.8 | 818 | 11.5 | 1.57 | 9.93 |
| 1760H004(7) | 林邊溪 (新埤) | 369 | 601 | 8.04 | 3.02 | 18.0 |
| 2500H003(1) | 和平溪 (希能埔) | 28.9 | 1066 | 9.85 | 2.50 | 12.3 |
| 2420H024(9) | 花蓮溪 (花蓮大橋) | 151 | 698 | 7.46 | 2.55 | 11.4 |
| 2370H017(9) | 秀姑巒溪 (瑞穗大橋) | 218 | 673 | 10.5 | 1.70 | 10.3 |
| 2200H011(8) | 卑南溪 (台東大橋) | 146 | 1276 | 12.2 | 2.78 | 12.1 |
| 2200H020(8) | 卑南溪 (新武呂) | 285 | 1031 | 11.0 | 1.92 | 5.45 |
| 2200H007(8) | 卑南溪 (延平) | 67.7 | 1461 | 10.7 | 3.28 | 19.3 |

表3.3 94年5月份各河川主要離子之濃度

| 水文觀測站 (河川局) | 河川 (地點) | 氯離子 (Cl ⁻) | 硫酸根 (SO ₄ ²⁻) | 鈉離子 (Na ⁺) | 鉀離子 (K ⁺) | 鎂離子 (Mg ²⁺) |
|----------------|----------------|---------------------------|---|---------------------------|--------------------------|----------------------------|
| 1400H011(3) | 大安溪 (卓蘭) | 47.2 | 1058 | 6.09 | 2.40 | 13.4 |
| 1510H057(4) | 濁水溪 (彰雲橋) | 41.1 | 952 | 6.93 | 2.29 | 13.6 |
| 1510H049(4) | 濁水溪 (內茅埔) | 35.4 | 1288 | 11.8 | 2.43 | 13.7 |
| 1630H019(6) | 曾文溪 (新中) | 1573 | 1407 | 63.0 | 7.57 | 21.7 |
| 1660H009(6) | 二仁溪 (南雄橋) | 1258 | 1360 | 53.2 | 7.79 | 15.4 |
| 1730H043(7) | 高屏溪 (里嶺大橋) | 77.6 | 768 | 7.42 | 3.06 | 10.5 |
| 1730H031(7) | 高屏溪 (荖濃) | 78.3 | 914 | 11.4 | 2.19 | 12.2 |
| 1760H004(7) | 林邊溪 (新埤) | 213 | 552 | 5.36 | 1.82 | 11.5 |
| 2500H003(1) | 和平溪 (希能埔) | 24.8 | 1145 | 9.52 | 2.55 | 11.1 |
| 2420H024(9) | 花蓮溪 (花蓮大橋) | 139 | 669 | 6.48 | 2.40 | 11.7 |
| 2370H017(9) | 秀姑巒溪 (瑞穗大橋) | 244 | 684 | 10.3 | 1.86 | 9.68 |
| 2200H011(8) | 卑南溪 (台東大橋) | 167 | 1303 | 11.1 | 2.97 | 12.1 |
| 2200H020(8) | 卑南溪 (新武呂) | 285 | 1031 | 11.0 | 1.92 | 5.45 |
| 2200H007(8) | 卑南溪 (延平) | 111 | 1418 | 11.4 | 3.83 | 17.8 |

表3.4 94年6月份各河川主要離子之濃度

| 水文觀測站 (河川局) | 河川 (地點) | 氯離子 (Cl ⁻) | 硫酸根 (SO ₄ ²⁻) | 鈉離子 (Na ⁺) | 鉀離子 (K ⁺) | 鎂離子 (Mg ²⁺) |
|----------------|----------------|---------------------------|---|---------------------------|--------------------------|----------------------------|
| 1400H011(3) | 大安溪 (卓蘭) | 99.3 | 978 | 7.37 | 2.04 | 15.2 |
| 1510H057(4) | 濁水溪 (彰雲橋) | 49.9 | 1025 | 23.2 | 3.39 | 15.8 |
| 1510H049(4) | 濁水溪 (內茅埔) | 57.6 | 874 | 8.25 | 2.17 | 12.0 |
| 1630H019(6) | 曾文溪 (新中) | 738 | 1226 | 9.60 | 2.15 | 23.0 |
| 1660H009(6) | 二仁溪 (南雄橋) | 1460 | 1999 | 65.5 | 9.21 | 31.2 |
| 1730H043(7) | 高屏溪 (里嶺大橋) | 84.2 | 711 | 7.84 | 1.98 | 12.3 |
| 1730H031(7) | 高屏溪 (荖濃) | 39.7 | 738 | 8.44 | 1.66 | 11.5 |
| 1760H004(7) | 林邊溪 (新埤) | 76.2 | 338 | 4.03 | 0.96 | 11.4 |
| 2500H003(1) | 和平溪 (希能埔) | 25.0 | 950 | 6.75 | 2.52 | 11.3 |
| 2420H024(9) | 花蓮溪 (花蓮大橋) | 174 | 668 | 7.72 | 2.40 | 11.9 |
| 2370H017(9) | 秀姑巒溪 (瑞穗大橋) | 187 | 603 | 9.67 | 1.77 | 8.42 |
| 2200H011(8) | 卑南溪 (台東大橋) | 74.2 | 1102 | 7.71 | 2.81 | 12.1 |
| 2200H020(8) | 卑南溪 (新武呂) | 110 | 807 | 6.42 | 1.34 | 4.58 |
| 2200H007(8) | 卑南溪 (延平) | 30.9 | 1145 | 5.42 | 3.65 | 17.0 |

表3.5 94年7月份各河川主要離子之濃度

| 水文觀測站 (河川局) | 河川 (地點) | 氯離子 (Cl ⁻) | 硫酸根 (SO ₄ ²⁻) | 鈉離子 (Na ⁺) | 鉀離子 (K ⁺) | 鎂離子 (Mg ²⁺) |
|----------------|----------------|---------------------------|---|---------------------------|--------------------------|----------------------------|
| 1400H011(3) | 大安溪 (卓蘭) | 4.95 | 1097 | 6.59 | 2.25 | 13.7 |
| 1510H057(4) | 濁水溪 (彰雲橋) | 4.57 | 871 | 8.61 | 2.75 | 11.9 |
| 1510H049(4) | 濁水溪 (內茅埔) | 2.62 | 1068 | 7.48 | 3.03 | 10.8 |
| 1630H019(6) | 曾文溪 (新中) | 35.2 | 608 | 22.4 | 3.28 | 15.0 |
| 1660H009(6) | 二仁溪 (南雄橋) | 75.5 | 1078 | 39.8 | 5.77 | 20.2 |
| 1730H043(7) | 高屏溪 (里嶺大橋) | 11.4 | 665 | 7.61 | 2.69 | 9.74 |
| 1730H031(7) | 高屏溪 (荖濃) | 3.52 | 549 | 6.34 | 2.40 | 9.00 |
| 1760H004(7) | 林邊溪 (新埤) | 15.2 | 352 | 5.08 | 1.73 | 10.3 |
| 2500H003(1) | 和平溪 (希能埔) | 3.69 | 1091 | 7.76 | 3.16 | 11.2 |
| 2420H024(9) | 花蓮溪 (花蓮大橋) | 12.2 | 570 | 6.22 | 2.75 | 8.95 |
| 2370H017(9) | 秀姑巒溪 (瑞穗大橋) | 15.6 | 687 | 9.35 | 2.07 | 8.73 |
| 2200H011(8) | 卑南溪 (台東大橋) | 6.58 | 923 | 7.09 | 3.35 | 9.15 |
| 2200H020(8) | 卑南溪 (新武呂) | 6.91 | 838 | 6.61 | 1.76 | 4.70 |
| 2200H007(8) | 卑南溪 (延平) | 3.23 | 976 | 5.72 | 3.82 | 13.6 |

表3.6 94年8月份各河川主要離子之濃度

| 水文觀測站 (河川局) | 河川 (地點) | 氯離子 (Cl ⁻) | 硫酸根 (SO ₄ ²⁻) | 鈉離子 (Na ⁺) | 鉀離子 (K ⁺) | 鎂離子 (Mg ²⁺) |
|----------------|----------------|---------------------------|---|---------------------------|--------------------------|----------------------------|
| 1400H011(3) | 大安溪 (卓蘭) | 44.9 | 910 | 4.42 | 3.78 | 10.1 |
| 1510H057(4) | 濁水溪 (彰雲橋) | 26.2 | 1077 | 5.42 | 3.62 | 14.1 |
| 1510H049(4) | 濁水溪 (內茅埔) | 39.9 | 997 | 8.58 | 2.79 | 12.0 |
| 1630H019(6) | 曾文溪 (新中) | 411 | 685 | 23.4 | 3.54 | 13.1 |
| 1660H009(6) | 二仁溪 (南雄橋) | 731 | 1181 | 41.0 | 6.41 | 20.1 |
| 1730H043(7) | 高屏溪 (里嶺大橋) | 81.1 | 611 | 6.41 | 3.47 | 8.99 |
| 1730H031(7) | 高屏溪 (荖濃) | 47.1 | 625 | 6.56 | 2.20 | 8.50 |
| 1760H004(7) | 林邊溪 (新埤) | 105 | 318 | 4.24 | 1.47 | 8.98 |
| 2500H003(1) | 和平溪 (希能埔) | 32.7 | 939 | 4.73 | 4.23 | 9.53 |
| 2420H024(9) | 花蓮溪 (花蓮大橋) | 89.7 | 563 | 4.89 | 3.28 | 8.05 |
| 2370H017(9) | 秀姑巒溪 (瑞穗大橋) | 111 | 642 | 7.81 | 2.08 | 8.31 |
| 2200H011(8) | 卑南溪 (台東大橋) | 58.4 | 988 | 6.72 | 3.39 | 9.93 |
| 2200H020(8) | 卑南溪 (新武呂) | 50.0 | 884 | 5.41 | 1.58 | 4.95 |
| 2200H007(8) | 卑南溪 (延平) | 25.7 | 954 | 4.16 | 4.42 | 13.0 |

表3.7 94年9月份各河川主要離子之濃度

| 水文觀測站 (河川局) | 河川 (地點) | 氯離子 (Cl ⁻) | 硫酸根 (SO ₄ ²⁻) | 鈉離子 (Na ⁺) | 鉀離子 (K ⁺) | 鎂離子 (Mg ²⁺) |
|----------------|----------------|---------------------------|---|---------------------------|--------------------------|----------------------------|
| 1400H011(3) | 大安溪 (卓蘭) | 55.2 | 1104 | 8.37 | 2.49 | 14.6 |
| 1510H057(4) | 濁水溪 (彰雲橋) | 27.5 | 1198 | 6.70 | 2.44 | 16.8 |
| 1510H049(4) | 濁水溪 (內茅埔) | 21.3 | 1072 | 8.99 | 2.00 | 12.1 |
| 1630H019(6) | 曾文溪 (新中) | 427 | 634 | 21.8 | 3.34 | 15.1 |
| 1660H009(6) | 二仁溪 (南雄橋) | 970 | 1331 | 52.0 | 6.77 | 30.4 |
| 1730H043(7) | 高屏溪 (里嶺大橋) | 198 | 740 | 11.1 | 3.54 | 12.6 |
| 1730H031(7) | 高屏溪 (荖濃) | 45.6 | 635 | 10.1 | 1.71 | 9.32 |
| 1760H004(7) | 林邊溪 (新埤) | 228 | 337 | 6.80 | 1.69 | 12.4 |
| 2500H003(1) | 和平溪 (希能埔) | 46.8 | 825 | 5.77 | 4.48 | 9.53 |
| 2420H024(9) | 花蓮溪 (花蓮大橋) | 103 | 438 | 6.26 | 3.42 | 7.70 |
| 2370H017(9) | 秀姑巒溪 (瑞穗大橋) | 99.6 | 550 | 7.87 | 2.04 | 8.75 |
| 2200H011(8) | 卑南溪 (台東大橋) | 69.6 | 972 | 7.83 | 3.03 | 9.93 |
| 2200H020(8) | 卑南溪 (新武呂) | 59.3 | 799 | 6.81 | 1.56 | 6.20 |
| 2200H007(8) | 卑南溪 (延平) | 28.6 | 914 | 5.47 | 3.79 | 14.1 |

表3.8 94年10月份各河川主要離子之濃度

| 水文觀測站 (河川局) | 河川 (地點) | 氯離子 (Cl ⁻) | 硫酸根 (SO ₄ ²⁻) | 鈉離子 (Na ⁺) | 鉀離子 (K ⁺) | 鎂離子 (Mg ²⁺) |
|----------------|----------------|---------------------------|---|---------------------------|--------------------------|----------------------------|
| 1400H011(3) | 大安溪 (卓蘭) | 40.2 | 1101 | 8.67 | 2.47 | 14.9 |
| 1510H057(4) | 濁水溪 (彰雲橋) | 98.8 | 1168 | 14.1 | 2.88 | 16.8 |
| 1510H049(4) | 濁水溪 (內茅埔) | 28.7 | 1148 | 11.3 | 2.01 | 12.5 |
| 1630H019(6) | 曾文溪 (新中) | 699 | 896 | 34.8 | 3.84 | 20.8 |
| 1660H009(6) | 二仁溪 (南雄橋) | 1348 | 1384 | 65.4 | 12.3 | 33.8 |
| 1730H043(7) | 高屏溪 (里嶺大橋) | 226 | 795 | 13.1 | 3.12 | 12.4 |
| 1730H031(7) | 高屏溪 (荖濃) | 61.2 | 644 | 11.5 | 1.63 | 9.65 |
| 1760H004(7) | 林邊溪 (新埤) | 282 | 354 | 6.23 | 1.86 | 12.7 |
| 2500H003(1) | 和平溪 (希能埔) | 60.5 | 763 | 6.20 | 4.08 | 8.50 |
| 2420H024(9) | 花蓮溪 (花蓮大橋) | 126 | 499 | 7.48 | 2.75 | 9.45 |
| 2370H017(9) | 秀姑巒溪 (瑞穗大橋) | 103 | 512 | 8.71 | 1.97 | 7.90 |
| 2200H011(8) | 卑南溪 (台東大橋) | 87.0 | 977 | 8.92 | 2.64 | 10.0 |
| 2200H020(8) | 卑南溪 (新武呂) | 62.9 | 836 | 7.16 | 1.54 | 5.46 |
| 2200H007(8) | 卑南溪 (延平) | 39.9 | 912 | 6.90 | 3.22 | 13.3 |

表3.9 94年11月份各河川主要離子之濃度

| 水文觀測站 (河川局) | 河川 (地點) | 氯離子 (Cl ⁻) | 硫酸根 (SO ₄ ²⁻) | 鈉離子 (Na ⁺) | 鉀離子 (K ⁺) | 鎂離子 (Mg ²⁺) |
|----------------|----------------|---------------------------|---|---------------------------|--------------------------|----------------------------|
| 1400H011(3) | 大安溪 (卓蘭) | 80.6 | 1336 | 11.4 | 3.11 | 18.1 |
| 1510H057(4) | 濁水溪 (彰雲橋) | 95.5 | 1096 | 16.4 | 2.85 | 16.7 |
| 1510H049(4) | 濁水溪 (內茅埔) | 38.3 | 1245 | 13.9 | 2.10 | 13.3 |
| 1630H019(6) | 曾文溪 (新中) | 1281 | 1278 | 52.0 | 4.61 | 31.4 |
| 1660H009(6) | 二仁溪 (南雄橋) | 2197 | 1439 | 86.0 | 20.8 | 44.6 |
| 1730H043(7) | 高屏溪 (里嶺大橋) | 114 | 819 | 16.5 | 1.79 | 10.9 |
| 1730H031(7) | 高屏溪 (荖濃) | 345 | 933 | 17.1 | 4.31 | 14.8 |
| 1760H004(7) | 林邊溪 (新埤) | 507 | 457 | 9.20 | 4.26 | 15.9 |
| 2500H003(1) | 和平溪 (希能埔) | 30.7 | 933 | 8.64 | 3.36 | 9.38 |
| 2420H024(9) | 花蓮溪 (花蓮大橋) | 138 | 583 | 8.95 | 2.67 | 11.4 |
| 2370H017(9) | 秀姑巒溪 (瑞穗大橋) | 135 | 561 | 11.3 | 1.78 | 8.50 |
| 2200H011(8) | 卑南溪 (台東大橋) | 129 | 1118 | 12.4 | 2.67 | 10.9 |
| 2200H020(8) | 卑南溪 (新武呂) | 111 | 1017 | 12.1 | 2.34 | 6.25 |
| 2200H007(8) | 卑南溪 (延平) | 56.3 | 1034 | 10.4 | 2.70 | 14.5 |

表 3.10 94 年度臺灣各河川河水之鈉離子濃度(mg/L)

| | | 三月 | | | 四月 | | | 五月 | | | 六月 | | | 七月 | |
|-------------|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 中旬 | 下旬 | 上旬 | 中旬 | 下旬 | 上旬 | 中旬 | 下旬 | 上旬 | 中旬 | 下旬 | 上旬 | 中旬 | 下旬 |
| 2200H011(8) | 卑南溪(台東大橋) | 11.4 | — | 10.9 | — | 13.6 | 12.8 | 9.38 | — | 6.36 | 9.06 | — | 9.96 | 7.80 | 4.94 |
| 2200H020(8) | 卑南溪(新武呂(4)) | 10.1 | — | 8.38 | 13.5 | — | 15.4 | 7.02 | — | 8.08 | — | 4.76 | 8.60 | 6.53 | 4.76 |
| 2200H007(8) | 卑南溪(延平) | 10.7 | — | 8.94 | — | 12.5 | 14.4 | 8.36 | — | 6.42 | 4.42 | — | 7.20 | 5.46 | 4.76 |
| 2370H017(9) | 秀姑巒溪(瑞穗大橋) | — | 10.8 | 9.66 | — | 11.2 | — | 9.78 | 10.7 | 9.36 | — | 10.3 | — | 10.5 | 8.22 |
| 2420H024(9) | 花蓮溪(花蓮大橋) | 6.68 | — | 7.14 | — | 7.78 | 7.60 | 5.36 | — | 8.34 | 7.14 | 7.68 | — | 6.22 | — |
| 2500H003(1) | 和平溪(希能埔) | 7.02 | — | 9.06 | — | 10.6 | 10.8 | — | 8.20 | 6.36 | — | 7.14 | 8.72 | 9.26 | 5.30 |
| 1760H004(7) | 林邊溪(新埤) | 7.14 | — | 7.62 | — | 8.46 | 7.82 | 2.90 | — | 3.70 | — | 4.36 | 5.12 | 6.64 | 4.28 |
| 1730H043(7) | 高屏溪(里嶺大橋) | 13.9 | — | 13.7 | 15.2 | — | — | 7.42 | — | 8.94 | 6.74 | — | 9.68 | 7.36 | 6.02 |
| 1730H031(7) | 高屏溪(荖濃(新發大橋)) | 9.56 | — | 10.1 | — | 12.9 | 14.2 | 8.50 | — | 9.88 | — | 7.00 | 8.52 | — | 5.25 |
| 1660H009(6) | 二仁溪(南雄橋(阿蓮(2))) | 33.6 | 59.4 | — | 21.0 | 27.4 | 86.3 | — | 20.0 | 65.5 | — | — | 62.0 | 25.5 | 46.4 |
| 1630H019(6) | 曾文溪(新中) | 40.6 | 57.9 | — | 47.7 | 44.6 | 64.2 | — | 61.7 | 9.60 | — | — | 19.7 | 34.8 | 12.9 |
| 1510H057(4) | 濁水溪(彰雲橋) | 8.96 | 7.92 | — | 8.60 | 11.2 | 6.76 | 6.76 | 7.28 | 40.2 | 6.24 | 7.18 | — | 9.75 | 6.34 |
| 1510H049(4) | 濁水溪(內茅埔) | — | 13.6 | — | 13.2 | 13.4 | 11.8 | 10.4 | — | 11.7 | 4.84 | 8.22 | — | 7.29 | 7.86 |
| 1400H011(3) | 大安溪(卓蘭) | — | — | — | 9.70 | — | 6.76 | 4.60 | 6.92 | 7.55 | 7.02 | — | — | 10.0 | 4.87 |

註：上旬：每月 1~10 日；中旬：每月 11~20 日；下旬：每月 21~31 日

—：未採樣

ND：低於偵測下線

表 3.10 94 年度臺灣各河川河水之鈉離子濃度(mg/L) (續)

| | | 八月 | | | 九月 | | | 十月 | | | 十一月 | | |
|-------------|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 上旬 | 中旬 | 下旬 | 上旬 | 中旬 | 下旬 | 上旬 | 中旬 | 下旬 | 上旬 | 中旬 | 下旬 |
| 2200H011(8) | 卑南溪(台東大橋) | 5.42 | 5.32 | 8.40 | 6.40 | 8.68 | 7.54 | 7.84 | 10.0 | — | 11.9 | — | 12.8 |
| 2200H020(8) | 卑南溪(新武呂(4)) | 7.04 | 4.12 | 6.34 | 5.14 | 8.08 | 5.94 | 5.78 | 8.54 | — | 13.7 | — | 10.5 |
| 2200H007(8) | 卑南溪(延平) | 4.60 | 3.48 | 3.94 | 4.72 | 6.11 | 4.92 | 6.18 | 7.62 | — | 9.92 | — | 11.0 |
| 2370H017(9) | 秀姑巒溪(瑞穗大橋) | 8.84 | 7.04 | 8.32 | — | 8.04 | 7.79 | 7.50 | 8.82 | 9.80 | 10.9 | — | 11.7 |
| 2420H024(9) | 花蓮溪(花蓮大橋) | 3.38 | 5.25 | 5.66 | 6.06 | 7.64 | 5.08 | 5.48 | 8.58 | 8.38 | 9.18 | — | 8.72 |
| 2500H003(1) | 和平溪(希能埔) | 4.90 | — | 4.64 | 4.92 | 6.15 | 5.84 | — | 4.98 | 7.42 | 8.94 | — | 8.34 |
| 1760H004(7) | 林邊溪(新埤) | 4.20 | 4.36 | — | — | 7.5 | 5.4 | 6.12 | 6.46 | — | — | — | 9.20 |
| 1730H043(7) | 高屏溪(里嶺大橋) | 6.70 | 5.22 | 6.74 | — | 11.5 | 10.3 | 11.8 | — | 15.6 | — | 17.1 | |
| 1730H031(7) | 高屏溪(荖濃(新發大橋)) | 6.87 | 5.62 | — | — | 9.16 | 10.5 | 11.4 | 11.7 | — | — | — | 16.5 |
| 1660H009(6) | 二仁溪(南雄橋(阿蓮(2))) | 35.2 | 46.6 | 47.0 | 60.8 | 59.7 | 27.8 | — | 64.8 | 66.0 | — | 81.1 | 90.9 |
| 1630H019(6) | 曾文溪(新中) | 25.4 | 36.9 | 15.7 | 13.5 | 15.7 | 28.9 | — | 30.7 | 38.9 | — | 49.8 | 54.2 |
| 1510H057(4) | 濁水溪(彰雲橋) | — | 4.78 | 6.06 | — | 6.70 | 5.04 | — | 12.1 | 15.0 | 17.2 | 17.6 | 14.5 |
| 1510H049(4) | 濁水溪(內茅埔) | 6.32 | 7.44 | 12.0 | — | 8.89 | 9.18 | — | 10.9 | 11.6 | — | 13.3 | 14.5 |
| 1400H011(3) | 大安溪(卓蘭) | 2.12 | 5.50 | 5.64 | — | 6.82 | 9.14 | 6.76 | 9.70 | 9.56 | 11.4 | — | — |

註：上旬：每月 1~10 日；中旬：每月 11~20 日；下旬：每月 21~31 日

—：未採樣

ND：低於偵測下線

表 3.11 94 年度臺灣各河川河水之鉀離子濃度(mg/L)

| | | 三月 | | | 四月 | | | 五月 | | | 六月 | | | 七月 | |
|-------------|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 中旬 | 下旬 | 上旬 | 中旬 | 下旬 | 上旬 | 中旬 | 下旬 | 上旬 | 中旬 | 下旬 | 上旬 | 中旬 | 下旬 |
| 2200H011(8) | 卑南溪(台東大橋) | 2.31 | — | 2.74 | — | 2.82 | 2.76 | 3.18 | — | 2.98 | 2.63 | — | 2.54 | 3.46 | 3.64 |
| 2200H020(8) | 卑南溪(新武呂(4)) | 1.90 | — | 1.66 | 2.18 | — | 2.58 | 1.29 | — | 1.56 | — | 1.12 | 1.72 | 2.04 | 1.24 |
| 2200H007(8) | 卑南溪(延平) | 2.78 | — | 3.42 | — | 3.15 | 3.06 | 4.60 | — | 3.40 | 3.91 | — | 2.82 | 3.91 | 4.64 |
| 2370H017(9) | 秀姑巒溪(瑞穗大橋) | — | 1.85 | 1.68 | — | 1.72 | — | 1.85 | 1.87 | 1.73 | — | 1.85 | — | 2.31 | 1.82 |
| 2420H024(9) | 花蓮溪(花蓮大橋) | 2.37 | — | 2.52 | — | 2.58 | 2.47 | 2.33 | — | 2.39 | 2.32 | — | — | 2.75 | — |
| 2500H003(1) | 和平溪(希能埔) | 2.41 | — | 2.49 | — | 2.52 | 2.85 | — | 2.24 | 2.80 | — | 2.25 | 2.47 | 2.34 | 4.67 |
| 1760H004(7) | 林邊溪(新埤) | 3.26 | — | 3.05 | — | 2.99 | 2.60 | 1.04 | — | 0.76 | — | 1.16 | 1.24 | 2.60 | 1.55 |
| 1730H043(7) | 高屏溪(里嶺大橋) | 2.97 | — | 2.26 | 2.36 | — | — | 3.06 | — | 1.88 | 2.08 | — | 2.00 | 2.76 | 3.27 |
| 1730H031(7) | 高屏溪(荖濃(新發大橋)) | 1.76 | — | 1.64 | — | 1.51 | 2.00 | 2.38 | — | 1.59 | — | 1.72 | 1.38 | — | 2.92 |
| 1660H009(6) | 二仁溪(南雄橋(阿蓮(2))) | 7.50 | 20.1 | — | 4.08 | 5.83 | 10.3 | — | 5.33 | 9.21 | — | — | 9.18 | 3.66 | 6.57 |
| 1630H019(6) | 曾文溪(新中) | 6.74 | 8.09 | — | 5.53 | 5.55 | 7.79 | — | 7.36 | 2.15 | — | — | 2.86 | 4.41 | 2.57 |
| 1510H057(4) | 濁水溪(彰雲橋) | 2.17 | 2.37 | — | 2.02 | 2.39 | 2.41 | 2.45 | 2.01 | 4.75 | 2.03 | 32.4 | — | 2.83 | 2.57 |
| 1510H049(4) | 濁水溪(內茅埔) | — | 2.18 | — | 2.14 | 2.11 | 2.43 | 28.8 | — | 1.90 | 2.72 | 1.90 | — | 3.27 | 2.55 |
| 1400H011(3) | 大安溪(卓蘭) | — | — | — | 2.12 | — | 2.40 | 2.62 | 2.17 | 2.10 | 1.92 | — | — | 2.56 | 2.10 |

註：上旬：每月 1~10 日；中旬：每月 11~20 日；下旬：每月 21~31 日

—：未採樣

ND：低於偵測下線

表 3.11 94 年度臺灣各河川河水之鉀離子濃度(mg/L) (續)

| | | 八月 | | | 九月 | | | 十月 | | | 十一月 | | |
|-------------|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 上旬 | 中旬 | 下旬 | 上旬 | 中旬 | 下旬 | 上旬 | 中旬 | 下旬 | 上旬 | 中旬 | 下旬 |
| 2200H011(8) | 卑南溪(台東大橋) | 3.70 | 3.20 | 2.97 | 3.28 | 2.99 | 2.85 | 2.73 | 2.56 | — | 2.74 | — | 2.60 |
| 2200H020(8) | 卑南溪(新武呂(4)) | 1.74 | 1.46 | 1.67 | 1.46 | 1.67 | 1.44 | 1.33 | 1.75 | — | 2.37 | — | 2.31 |
| 2200H007(8) | 卑南溪(延平) | 4.53 | 4.65 | 3.85 | 4.26 | 3.85 | 3.19 | 3.57 | 2.86 | — | 2.74 | — | 2.66 |
| 2370H017(9) | 秀姑巒溪(瑞穗大橋) | 1.96 | 2.08 | 2.21 | — | 1.96 | 2.08 | 2.39 | 1.82 | 1.71 | 1.78 | — | 1.78 |
| 2420H024(9) | 花蓮溪(花蓮大橋) | 3.79 | 2.92 | 3.49 | 2.92 | 2.72 | 4.62 | 2.99 | 2.56 | 2.69 | 2.76 | — | 2.59 |
| 2500H003(1) | 和平溪(希能埔) | 5.13 | — | 3.78 | 5.19 | 4.22 | 4.30 | — | 4.48 | 3.68 | 3.51 | — | 3.21 |
| 1760H004(7) | 林邊溪(新埤) | 1.45 | 1.55 | — | — | 1.82 | 1.42 | 1.93 | 1.72 | — | — | — | 4.26 |
| 1730H043(7) | 高屏溪(里嶺大橋) | 3.63 | 3.39 | 3.08 | — | 3.59 | 3.43 | 2.83 | — | 3.71 | — | 4.31 | — |
| 1730H031(7) | 高屏溪(荖濃(新發大橋)) | 2.27 | 1.97 | — | — | 1.82 | 1.65 | 1.67 | 1.54 | — | — | — | 1.79 |
| 1660H009(6) | 二仁溪(南雄橋(阿蓮(2))) | 6.63 | 6.95 | 5.44 | 6.65 | 7.98 | 4.49 | — | 9.46 | 15.1 | — | 17.2 | 24.3 |
| 1630H019(6) | 曾文溪(新中) | 4.48 | 4.01 | 2.84 | 2.44 | 2.51 | 4.21 | — | 3.59 | 4.08 | — | 4.60 | 4.61 |
| 1510H057(4) | 濁水溪(彰雲橋) | — | 4.35 | 2.89 | — | 2.44 | 3.41 | — | 2.72 | 2.96 | 2.82 | 2.89 | 2.85 |
| 1510H049(4) | 濁水溪(內茅埔) | 3.03 | 2.62 | 2.72 | — | 2.04 | 1.92 | — | 2.08 | 1.94 | — | 2.13 | 2.08 |
| 1400H011(3) | 大安溪(卓蘭) | 5.53 | 3.33 | 2.48 | — | 2.24 | 2.61 | 2.43 | 2.62 | 2.36 | 3.11 | — | — |

註：上旬：每月 1~10 日；中旬：每月 11~20 日；下旬：每月 21~31 日

—：未採樣

ND：低於偵測下線

表 3.12 94 年度臺灣各河川河水之鎂離子濃度(mg/L)

| | | 三月 | | | 四月 | | | 五月 | | | 六月 | | | 七月 | |
|-------------|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 中旬 | 下旬 | 上旬 | 中旬 | 下旬 | 上旬 | 中旬 | 下旬 | 上旬 | 中旬 | 下旬 | 上旬 | 中旬 | 下旬 |
| 2200H011(8) | 卑南溪(台東大橋) | 11.4 | — | 12.2 | — | 11.9 | 13.0 | 11.2 | — | 12.9 | 11.3 | — | 12.0 | 8.34 | 8.55 |
| 2200H020(8) | 卑南溪(新武呂(4)) | 5.30 | — | 5.20 | 5.70 | — | 6.30 | 4.18 | — | 4.50 | — | 4.66 | 5.45 | 4.04 | 5.25 |
| 2200H007(8) | 卑南溪(延平) | 16.8 | — | 19.5 | — | 19.1 | 16.9 | 18.7 | — | 17.8 | 16.2 | — | 16.3 | 12.0 | 14.0 |
| 2370H017(9) | 秀姑巒溪(瑞穗大橋) | — | 10.3 | 10.3 | — | 10.3 | — | 9.75 | 9.60 | 8.00 | — | 9.25 | — | 9.15 | 8.30 |
| 2420H024(9) | 花蓮溪(花蓮大橋) | 12.1 | — | 9.70 | — | 13.1 | 12.9 | 10.5 | — | 12.5 | 10.4 | 12.9 | — | 8.95 | — |
| 2500H003(1) | 和平溪(希能埔) | 11.7 | — | 12.2 | — | 12.4 | 11.0 | — | 11.2 | 10.9 | — | 11.7 | 11.8 | 11.0 | 10.7 |
| 1760H004(7) | 林邊溪(新埤) | 14.9 | — | 17.8 | — | 18.2 | 15.3 | 7.60 | — | 11.0 | 11.8 | — | 12.0 | 14.0 | 6.00 |
| 1730H043(7) | 高屏溪(里嶺大橋) | 12.0 | — | 14.6 | 14.4 | — | — | 10.5 | — | 13.0 | 11.5 | — | 12.1 | 8.90 | 9.10 |
| 1730H031(7) | 高屏溪(荖濃(新發大橋)) | 7.65 | — | 9.35 | — | 10.5 | 13.7 | 10.8 | — | 12.3 | — | 10.6 | 12.1 | — | 7.48 |
| 1660H009(6) | 二仁溪(南雄橋(阿蓮(2))) | 20.4 | 21.5 | — | 16.0 | 15.6 | 15.4 | — | 15.4 | 31.2 | — | — | 32.1 | 12.4 | 23.7 |
| 1630H019(6) | 曾文溪(新中) | 17.7 | 14.4 | — | 19.2 | 25.0 | 23.5 | — | 19.9 | 23.0 | — | — | 15.1 | 21.6 | 8.45 |
| 1510H057(4) | 濁水溪(彰雲橋) | 16.6 | 15.0 | — | 18.0 | 20.1 | 9.30 | 15.0 | 16.6 | 16.1 | 15.5 | 16.0 | — | 10.7 | 14.4 |
| 1510H049(4) | 濁水溪(內茅埔) | — | 15.3 | — | 15.6 | 15.3 | 13.7 | 13.7 | — | 13.8 | 9.05 | 13.0 | — | 10.5 | 11.2 |
| 1400H011(3) | 大安溪(卓蘭) | — | — | — | 18.2 | — | 14.3 | 10.2 | 15.7 | 15.7 | 14.9 | — | — | 17.8 | 11.6 |

註：上旬：每月 1~10 日；中旬：每月 11~20 日；下旬：每月 21~31 日

—：未採樣

ND：低於偵測下線

表 3.12 94 年度臺灣各河川河水之鎂離子濃度(mg/L) (續)

| | | 八月 | | | 九月 | | | 十月 | | | 十一月 | | |
|-------------|-----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 上旬 | 中旬 | 下旬 | 上旬 | 中旬 | 下旬 | 上旬 | 中旬 | 下旬 | 上旬 | 中旬 | 下旬 |
| 2200H011(8) | 卑南溪(台東大橋) | 10.5 | 8.70 | 10.1 | 10.1 | 10.2 | 9.30 | 9.50 | 10.5 | — | 11.2 | — | 10.6 |
| 2200H020(8) | 卑南溪(新武呂(4)) | 5.15 | 4.55 | 5.55 | 5.50 | 6.58 | 6.15 | 4.86 | 6.05 | — | 6.40 | — | 6.10 |
| 2200H007(8) | 卑南溪(延平) | 13.7 | 11.5 | 13.2 | 14.2 | 15.1 | 15.4 | 12.8 | 13.8 | — | 14.5 | — | 14.6 |
| 2370H017(9) | 秀姑巒溪(瑞穗大橋) | 8.90 | 8.15 | 8.05 | — | 9.70 | 8.28 | 7.05 | 7.85 | 8.80 | 8.70 | — | 8.30 |
| 2420H024(9) | 花蓮溪(花蓮大橋) | 6.35 | 8.20 | 9.45 | 6.50 | 12.5 | 4.10 | 6.80 | 9.90 | 11.7 | 11.4 | — | 11.4 |
| 2500H003(1) | 和平溪(希能埔) | 10.2 | — | 9.20 | 9.20 | 9.95 | 9.00 | — | 8.15 | 8.85 | 9.25 | — | 9.50 |
| 1760H004(7) | 林邊溪(新埤) | 9.27 | 8.10 | — | — | 13.4 | 10.4 | 12.4 | 13.2 | — | — | — | 15.9 |
| 1730H043(7) | 高屏溪(里嶺大橋) | 9.35 | 8.00 | 8.90 | — | 13.5 | 10.8 | 11.8 | — | 13.6 | — | 14.8 | — |
| 1730H031(7) | 高屏溪(荖濃(新發大橋)) | 8.88 | 7.35 | — | — | 9.70 | 9.13 | 9.63 | 9.70 | — | — | — | 10.9 |
| 1660H009(6) | 二仁溪(南雄橋(阿蓮(2))) | 18.8 | 19.1 | 23.7 | 30.0 | 36.3 | 19.1 | — | 33.4 | 34.2 | — | 44.5 | 44.6 |
| 1630H019(6) | 曾文溪(新中) | 14.3 | 16.9 | 10.5 | 10.4 | 13.2 | 18.5 | — | 17.4 | 24.2 | — | 28.0 | 34.8 |
| 1510H057(4) | 濁水溪(彰雲橋) | — | 13.7 | 14.6 | — | 16.8 | 11.4 | — | 16.8 | 16.9 | 15.5 | 15.9 | 18.8 |
| 1510H049(4) | 濁水溪(內茅埔) | 9.45 | 10.8 | 15.7 | — | 12.1 | 12.0 | — | 12.2 | 12.9 | — | 13.3 | 13.4 |
| 1400H011(3) | 大安溪(卓蘭) | 6.20 | 11.6 | 12.5 | — | 12.7 | 15.5 | 13.1 | 16.6 | 15.0 | 18.1 | — | — |

註：上旬：每月 1~10 日；中旬：每月 11~20 日；下旬：每月 21~31 日

—：未採樣

ND：低於偵測下線

表 3.13 94 年 3~11 月份卑南溪測站(2200H011)懸浮顆粒之金屬含量

| 月份 | 鐵 (Fe) | 錳 (Mn) | 鋅 (Zn) | 銅 (Cu) | 鉛 (Pb) | 鎘 (Cd) | 鈉 (Na) | 鉀 (K) | 鎂 (Mg) |
|-----|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|
| Mar | 4.02 | 844 | 198 | 27.2 | 32.2 | 0.06 | 0.95 | 2.87 | 1.64 |
| Apr | 4.27 | 741 | 125 | 24.3 | 26.4 | 0.08 | 0.92 | 2.53 | 1.21 |
| May | 3.84 | 707 | 119 | 25.2 | 35.5 | 0.15 | 1.03 | 2.34 | 1.29 |
| Jun | 3.97 | 632 | 100 | 20.8 | 31.5 | 0.09 | 1.01 | 2.19 | 1.21 |
| Jul | 4.64 | 747 | 143 | 25.8 | 31.3 | 0.18 | 0.98 | 2.47 | 1.18 |
| Aug | 4.79 | 727 | 121 | 24.8 | 31.7 | 0.14 | 0.96 | 2.43 | 1.20 |
| Sep | 4.45 | 662 | 121 | 25.3 | 26.7 | 0.14 | 0.96 | 2.40 | 1.20 |
| Oct | 4.69 | 711 | 120 | 25.7 | 26.5 | 0.13 | 0.94 | 2.41 | 1.18 |
| Nov | 4.63 | 828 | 158 | 29.3 | 45.1 | 0.15 | 1.00 | 2.21 | 1.20 |

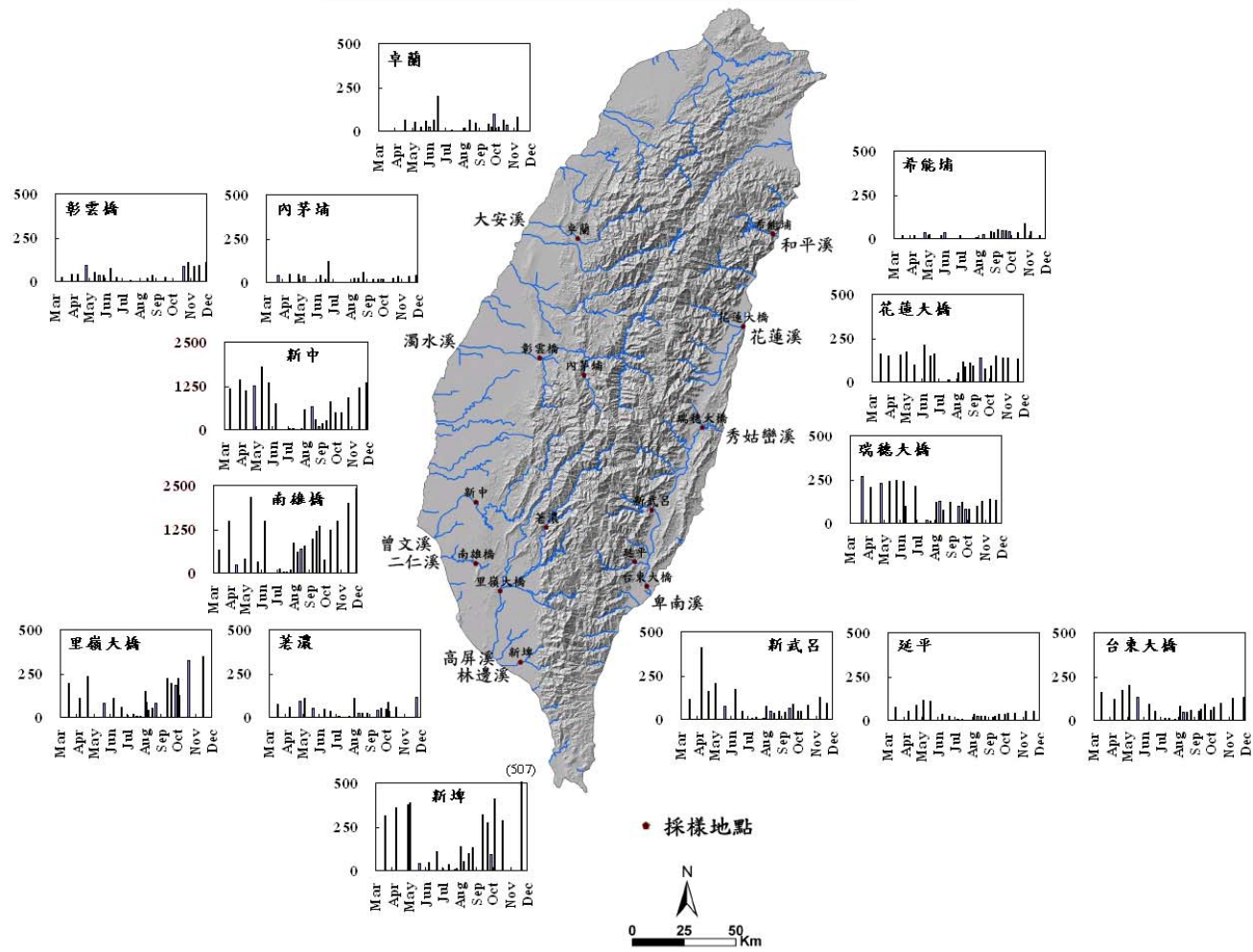


圖 3.1 94 年度 3~11 月臺灣各河川河水之氮離子濃度

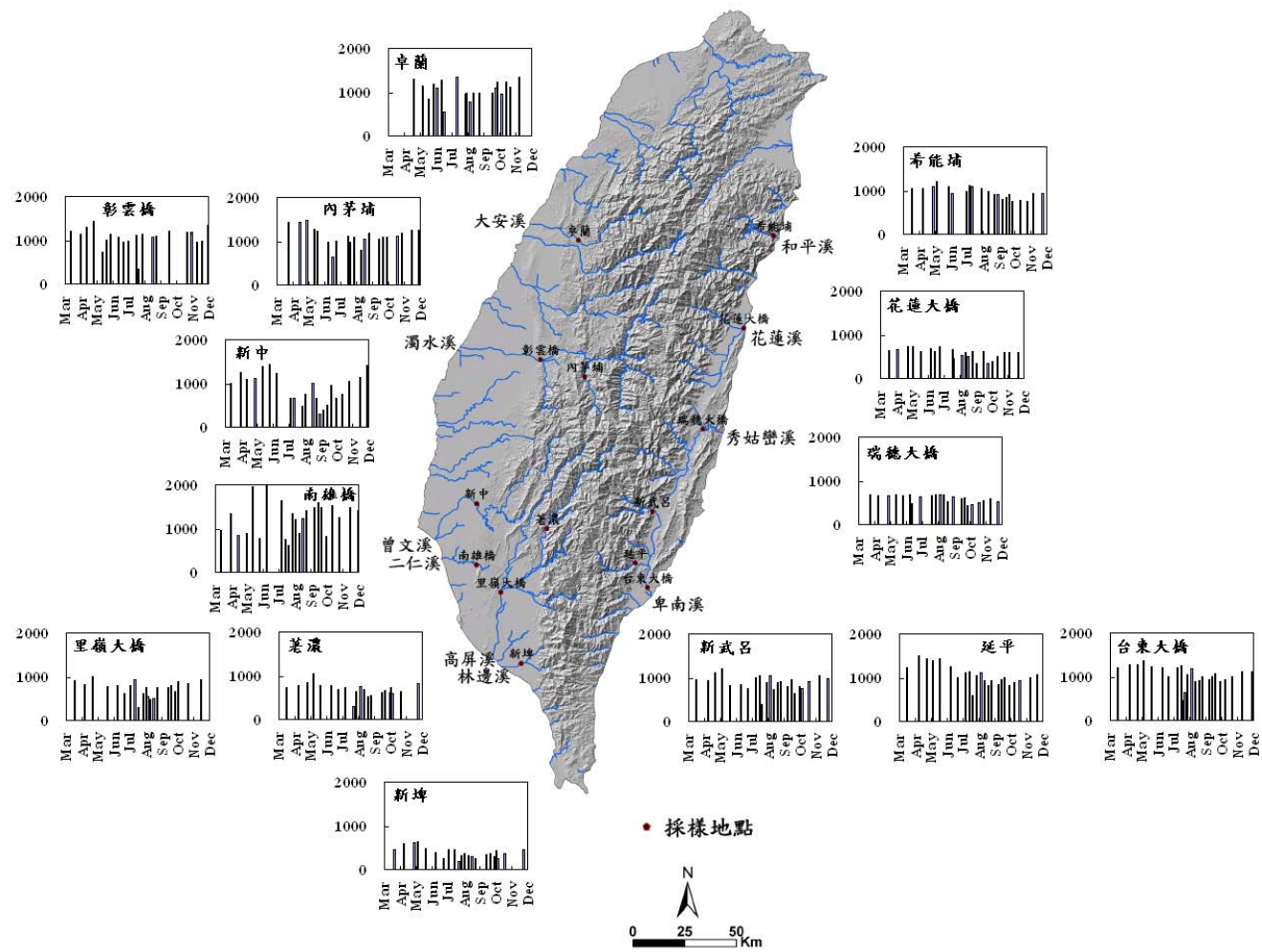


圖 3.2 94 年度 3~11 月臺灣各河川河水之硫酸鹽離子濃度

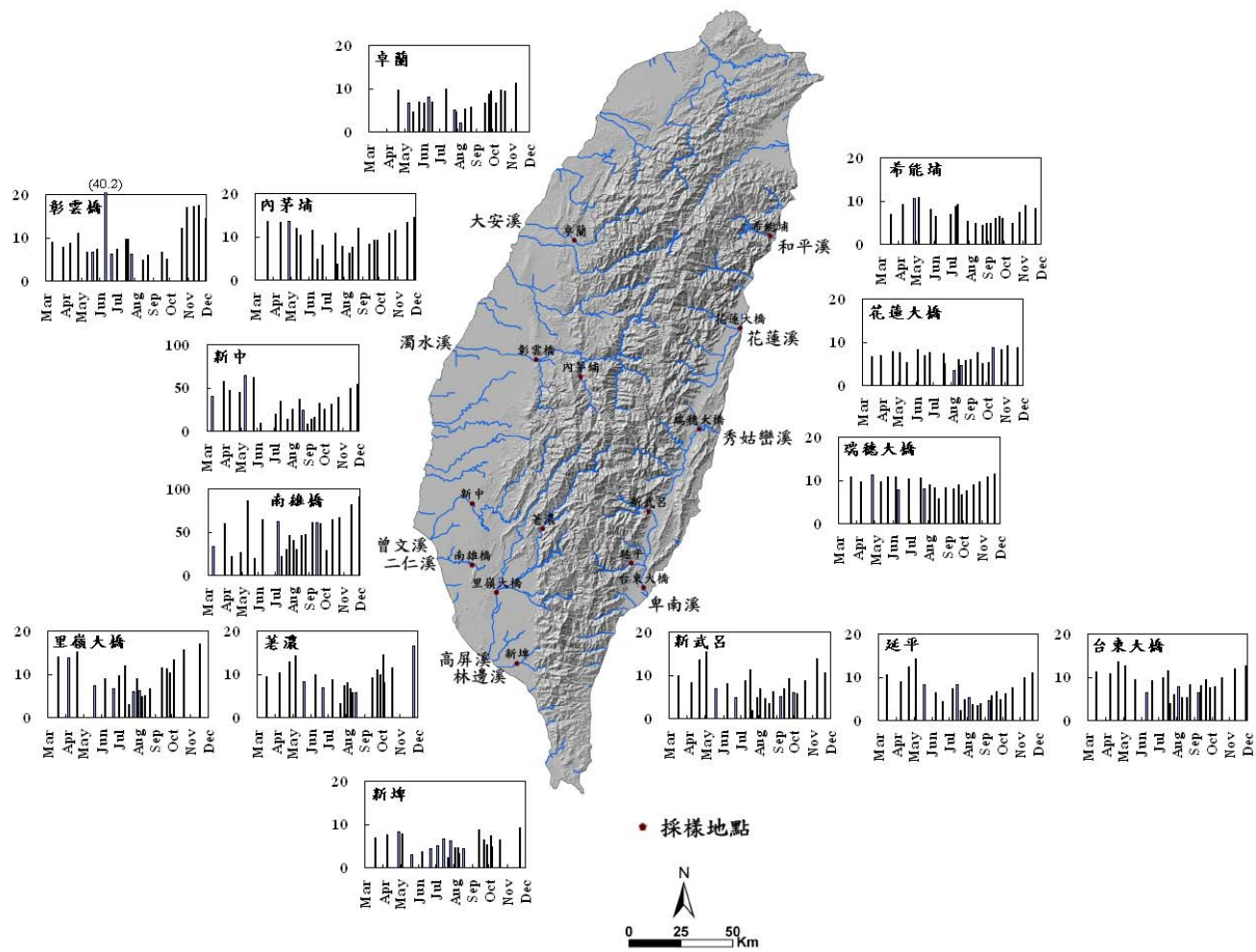


圖 3.3 94 年度 3~11 月臺灣各河川河水之鈉離子濃度

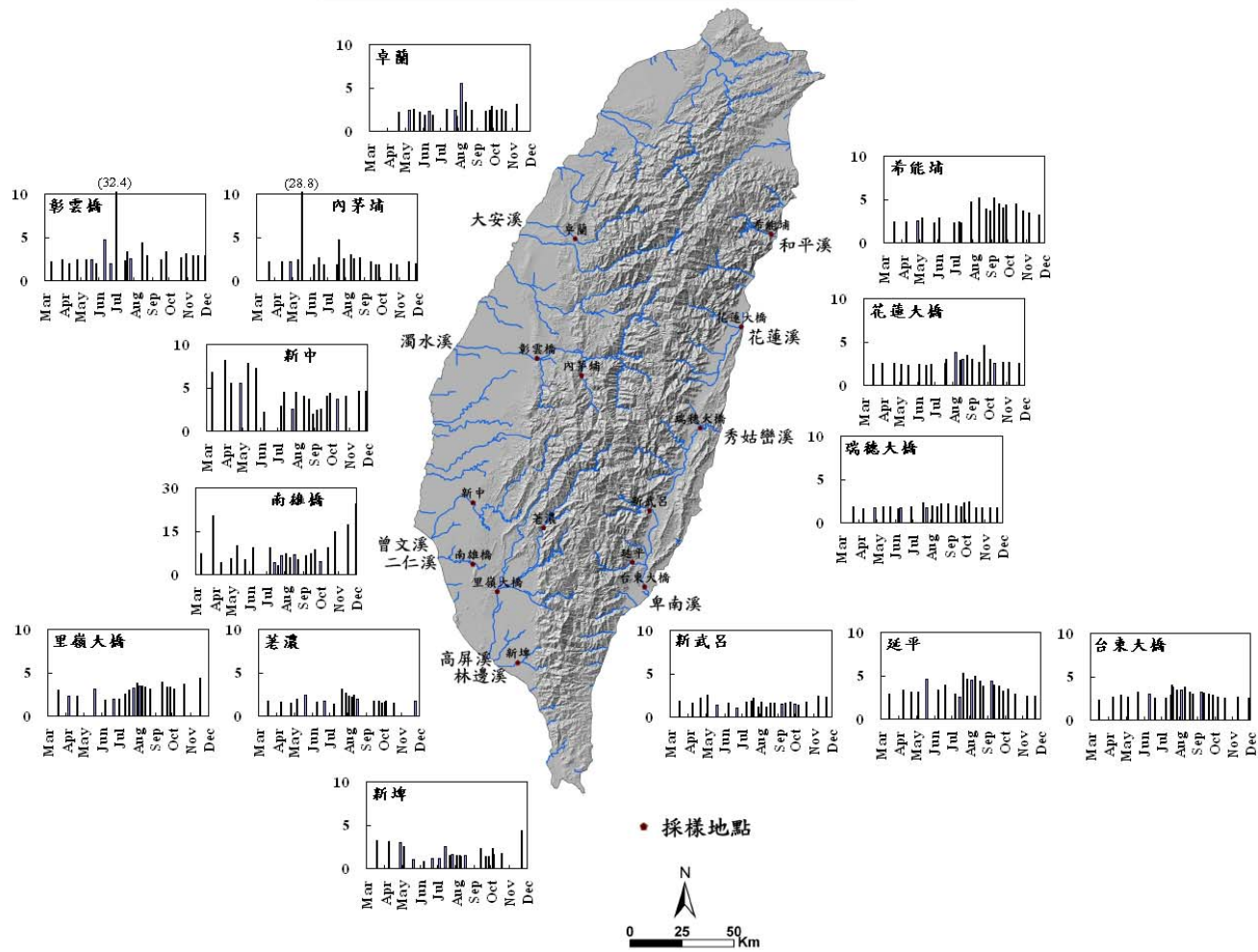


圖 3.4 94 年度 3~11 月臺灣各河川河水之鉀離子濃度

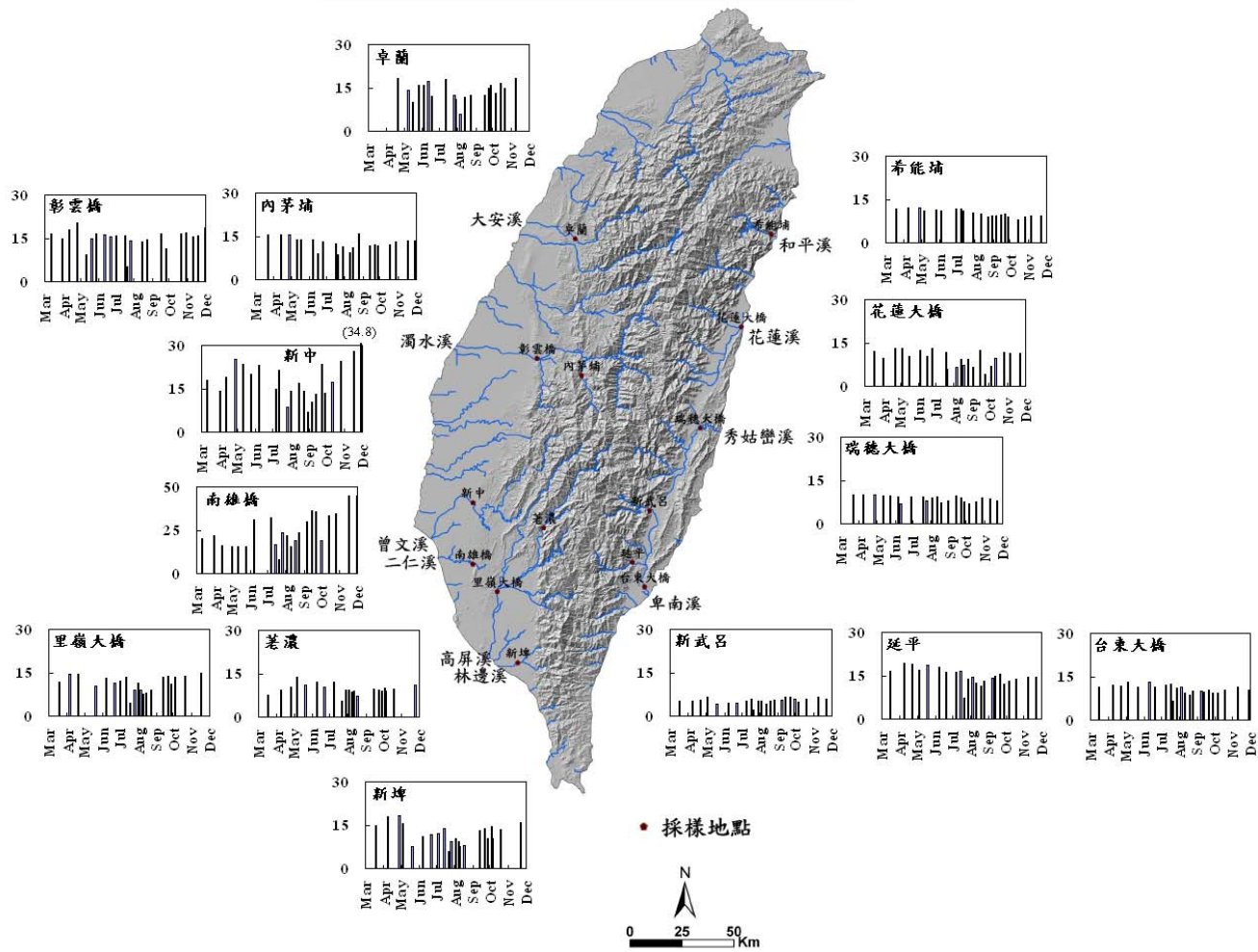


圖 3.5 94 年度 3~11 月臺灣各河川河水之鎂離子濃度

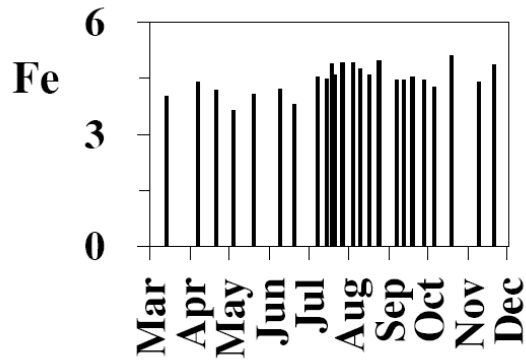


圖 3.6 94 年度 3~11 月卑南溪測站(2200H011)懸浮顆粒之鐵含量

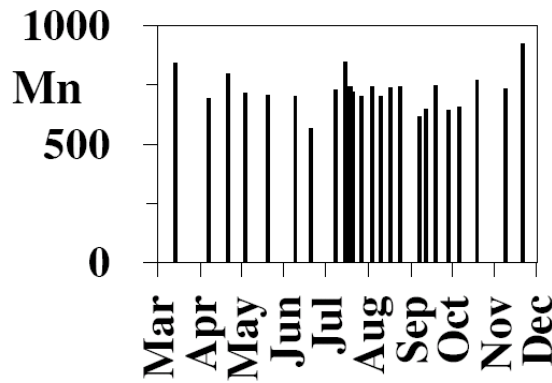


圖 3.7 94 年度 3~11 月卑南溪測站(2200H011)懸浮顆粒之錳含量

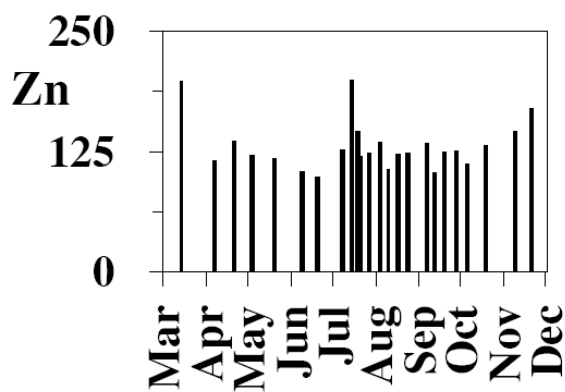


圖 3.8 94 年度 3~11 月卑南溪測站(2200H011)懸浮顆粒之鋅含量

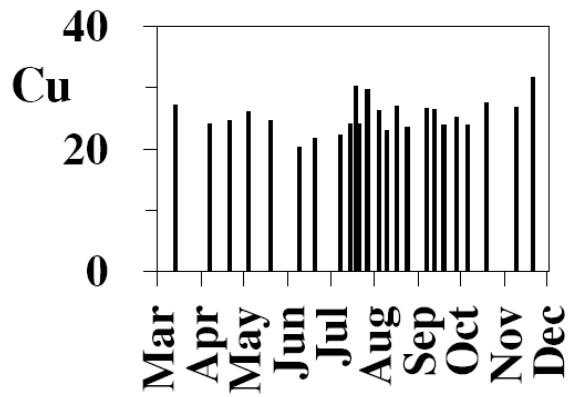


圖 3.9 94 年度 3~11 月卑南溪測站(2200H011)懸浮顆粒之銅含量

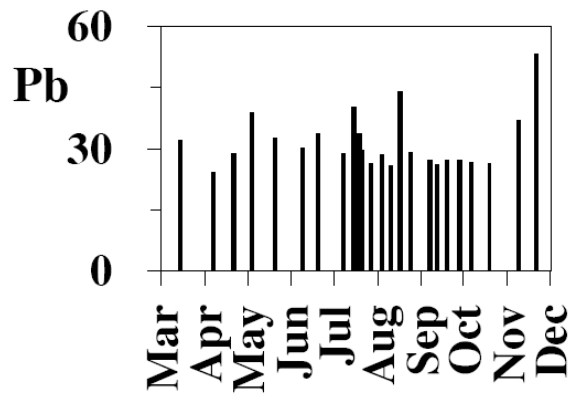


圖 3.10 94 年度 3~11 月卑南溪測站(2200H011)懸浮顆粒之鉛含量

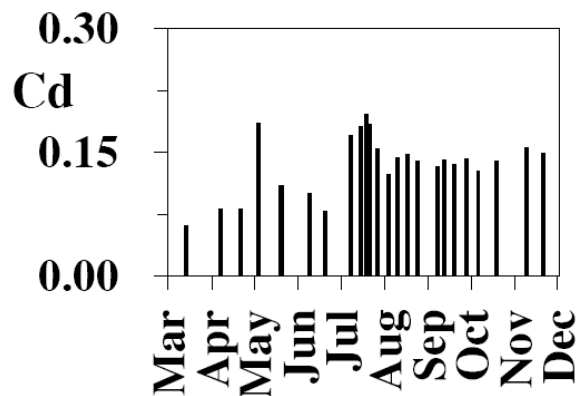


圖 3.11 94 年度 3~11 月卑南溪測站(2200H011)懸浮顆粒之鎘含量

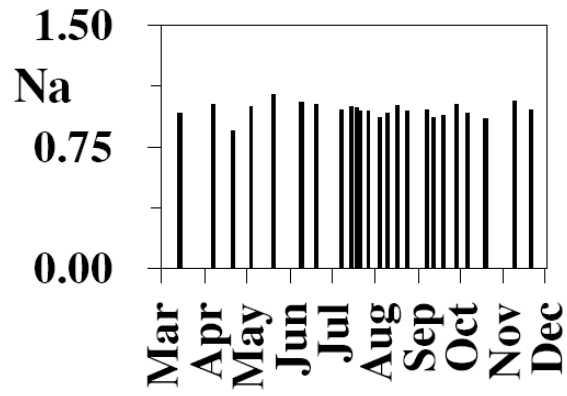


圖 3.12 94 年度 3~11 月卑南溪測站(2200H011)懸浮顆粒之鈉含量

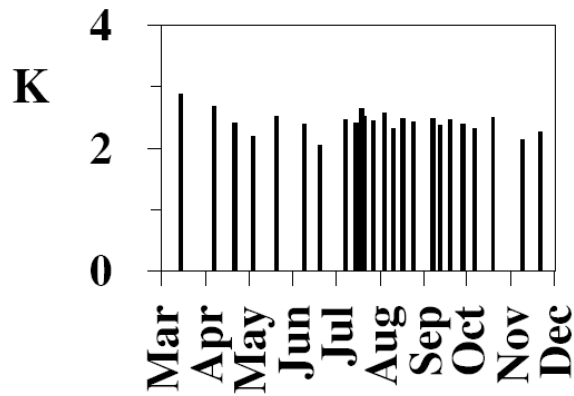


圖 3.13 94 年度 3~11 月卑南溪測站(2200H011)懸浮顆粒之鉀含量

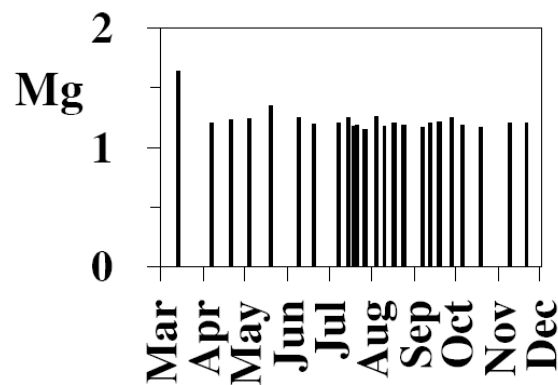


圖 3.14 94 年度 3~11 月卑南溪測站(2200H011)懸浮顆粒之鎂含量

第四章 結論

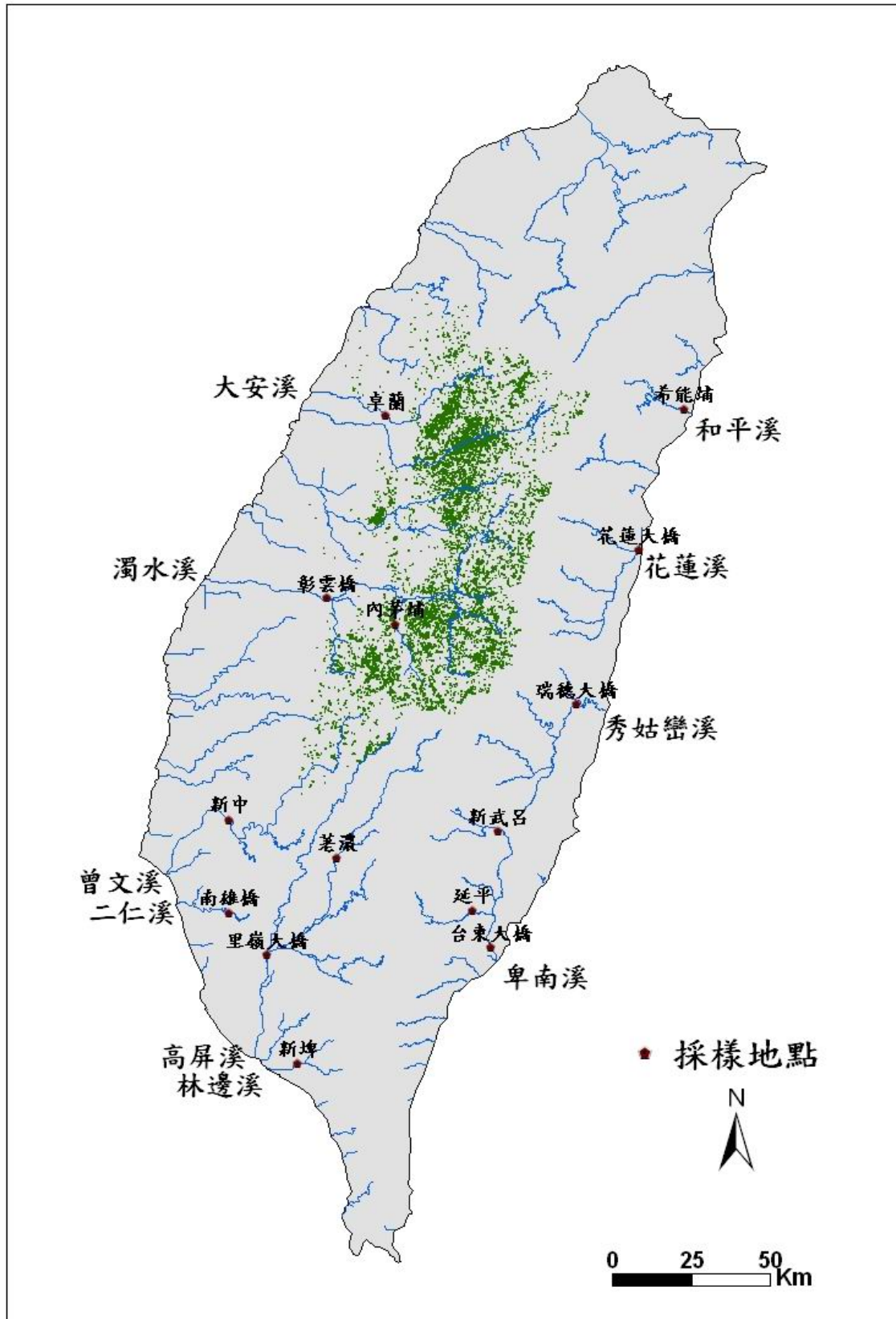
1. 本研究利用台灣島內 10 條河流的 14 個水文量測站進行每個月定期 2 次之溪水樣品的採集工作，建立河水有機碳及主要離子含量的資料庫，對於將來進行各種環境變遷研究可以提供重要的參考資料。
2. 從本階段溪水之金屬含量測定結果顯示，懸浮顆粒中之四種金屬含量（銅、鋅、鉛與鎘），以東部的和平溪最高，而以西南部的曾文溪為最低。
3. 從本階段溪水之氯離子濃度測定結果顯示，以西南部的曾文溪與二仁溪最高，其次為高屏溪，林邊溪與秀姑巒溪等次之，而以中部的濁水溪和大安溪為最低。
4. 從本階段溪水之硫酸鹽濃度試驗的結果顯示，以東部的花蓮溪普遍高於其他 9 條河流。以區域而言，東部河流的硫酸鹽濃度較高於西部的河流。
5. 從本階段溪水之鈉離子濃度試驗的結果顯示，以西南部的曾文溪及二仁溪明顯高出其他 8 條河流許多，約為 3 至 10 倍。在分佈上，從 3 月至 6 月有逐漸下降的趨勢。

參考文獻

- 水利署 (1970-2003) 臺灣水文年報總冊，經濟部水利署。
- Dadson, S. J., Hovius, N., Chen, H., Dade, W. B., Hsieh, M. L., Willett, S. D., Hu, J. C., Horng, M. J., Chen, M. C., Stark, C. P., Lague, D., and Lin, J. C. (2003) Links between erosion, runoff variability and seismicity in the Taiwan orogen. *Nature*, Vol. 426, pp. 648–651.
- Dadson, S. J. (2004) Erosion of an Active Mountain Belt. Ph. D. Thesis, Department of Earth Sciences, University of Cambridge.
- Dadson, S. J., Hovius, N., Chen, H., Dade, B., Lin, J. C., Hsu, M. L., Lin, C. W., Horng, M. J., Chen, T. C., Milliman, J., and Stark, C. P. (2004) Earthquake-driven increase in sediment delivery from an active mountain belt. *Geology*, Vol. 32(8), pp. 733–736.
- Huang, K. M. and Lin, S. (1995) The carbon-sulfide-iron relationship and sulfate reduction rate in the East China Sea continental shelf sediments. *Geochem. Jour.*, 29, pp. 301-315.
- Huang, K. M. and Lin, S. (2003) Consequences and implication of heavy metal spatial variations in sediments of the Keelung River drainage basin, Taiwan. *Chemosphere*, 53, pp. 1113-1121.
- Lin, S., Huang, K. M. and Chen, S. K. (2002) Sulfate reduction and iron sulfide mineral formation in the southern East China Sea continental slope sediment. *Deep Sea Res. Pt. I*, 49, pp. 1837-1852.
- Milliman, J. D. and Syvitski, J. P. M. (1992). Geomorphic/tectonic control of sediment discharge to the ocean: The importance of small mountain rivers. *Journal of Geology*, 100, pp. 525–544.

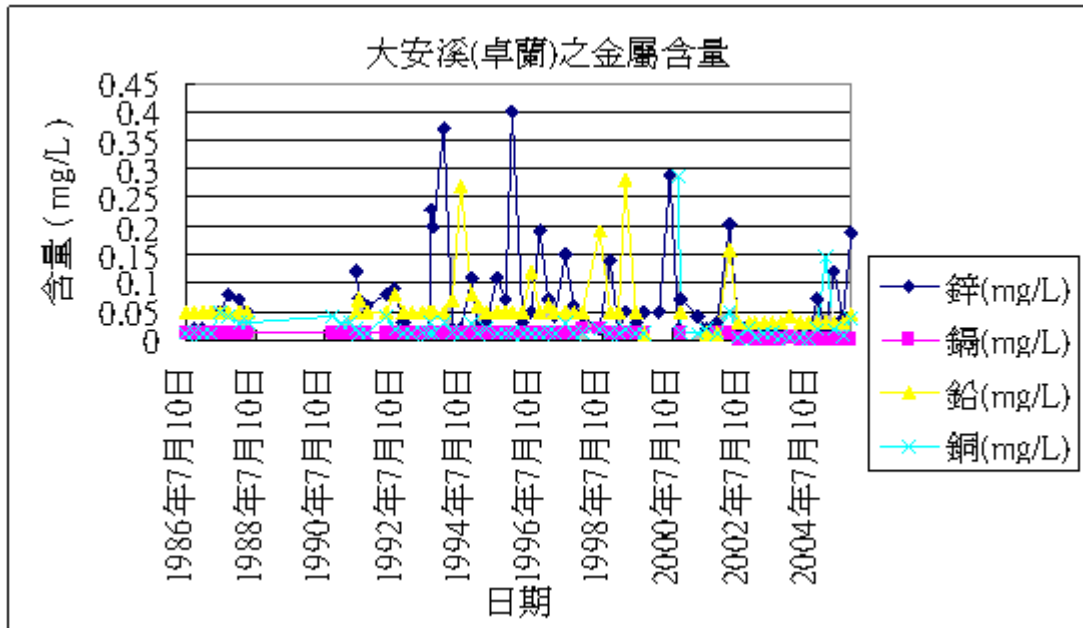
附錄一

山崩分布與樣品採樣

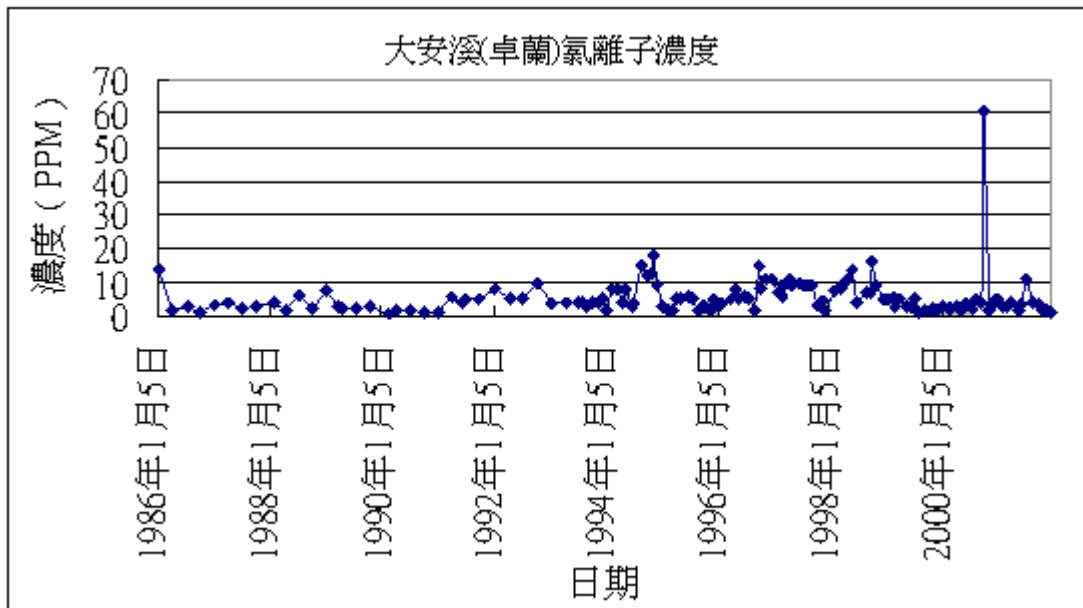


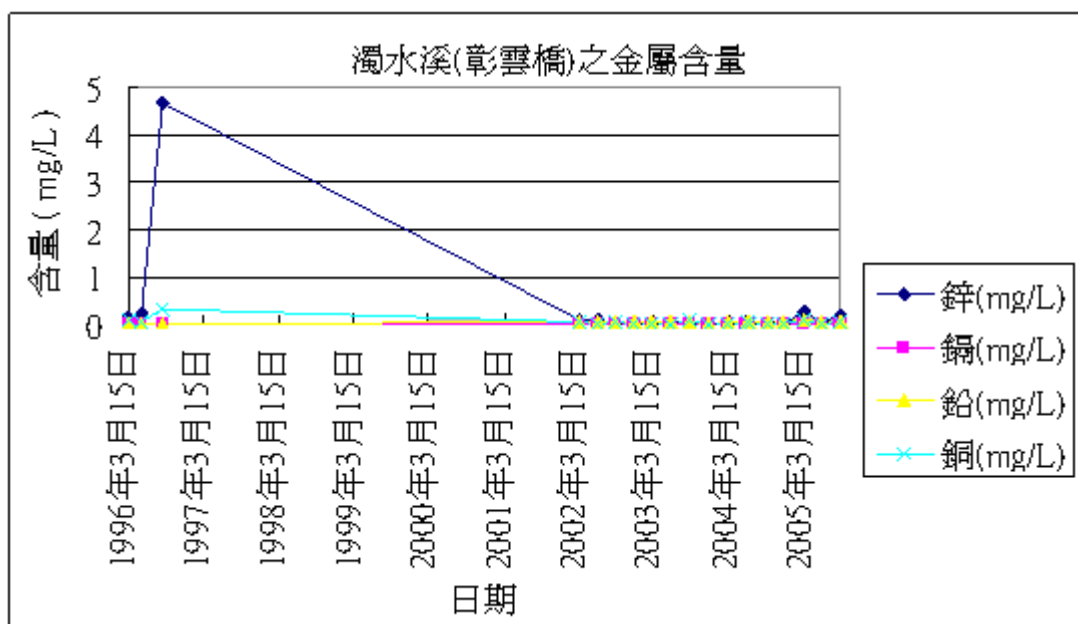
附錄二

環保署採樣分析資料

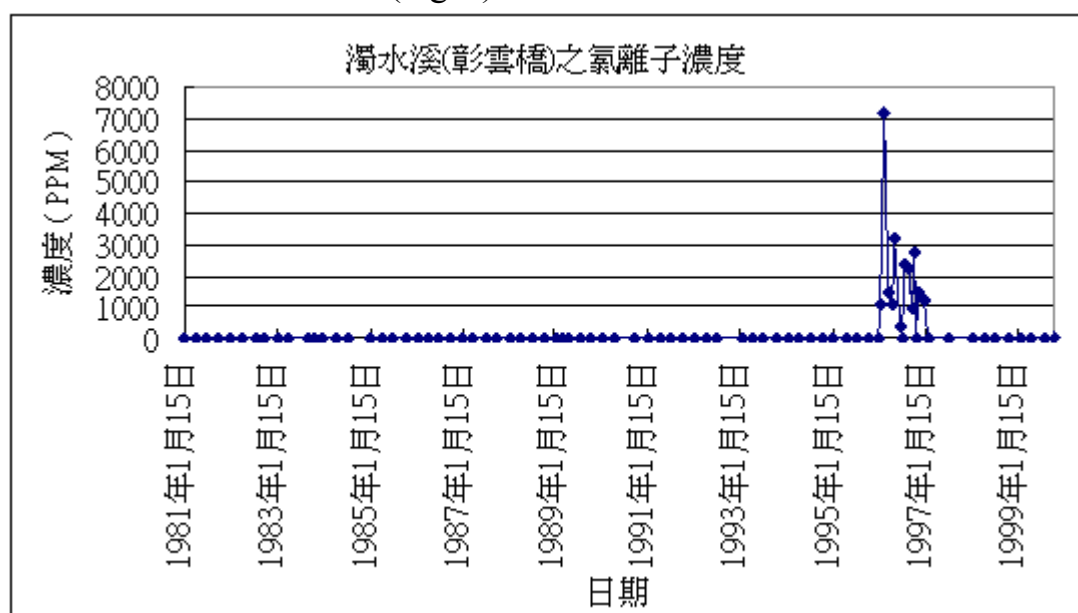


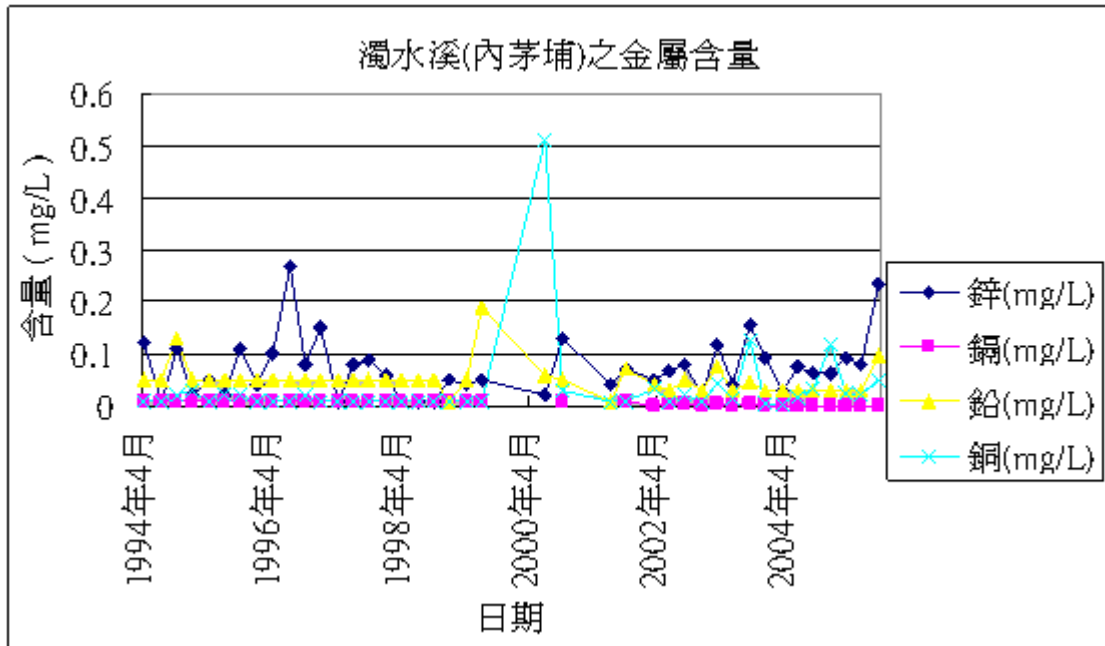
2005年5月：銅 4.1 (mg/L) 鋅 24.2 (mg/L) 鉛 7.0 (mg/L) 鎘 nd



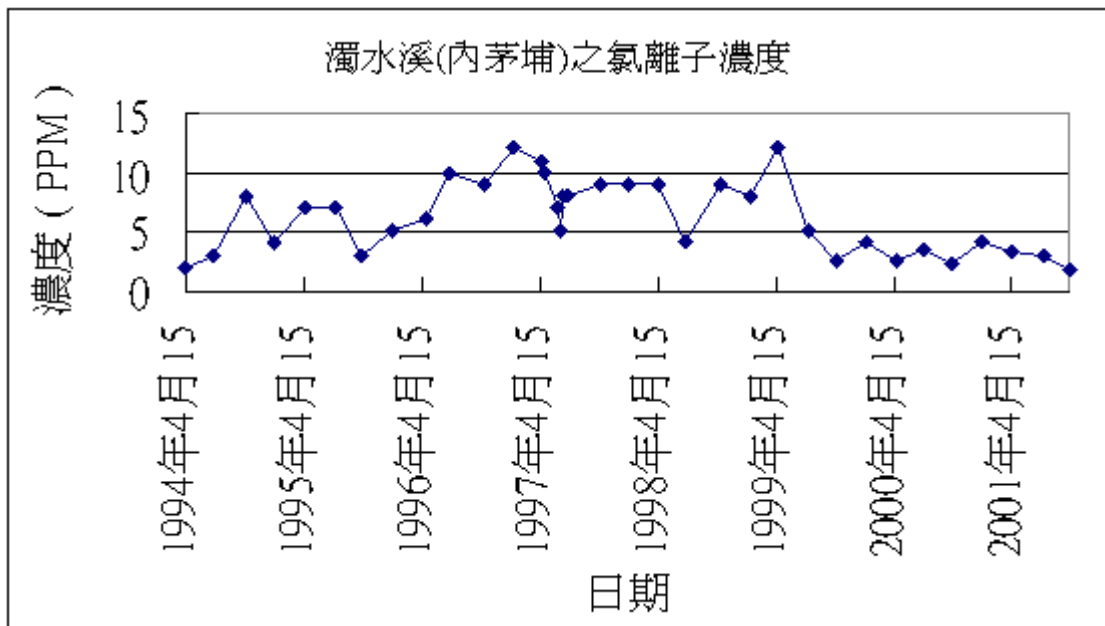


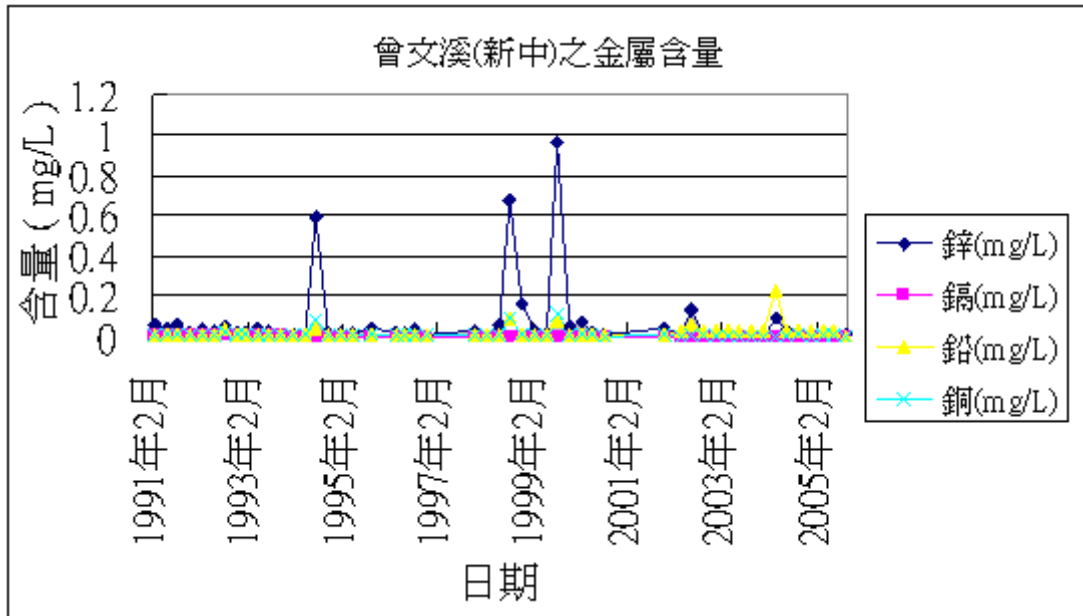
2005年5月：銅 14.5 (mg/L) 鋅 58.8 (mg/L) 鉛 22.1 (mg/L)
鎘 0.060 (mg/L)



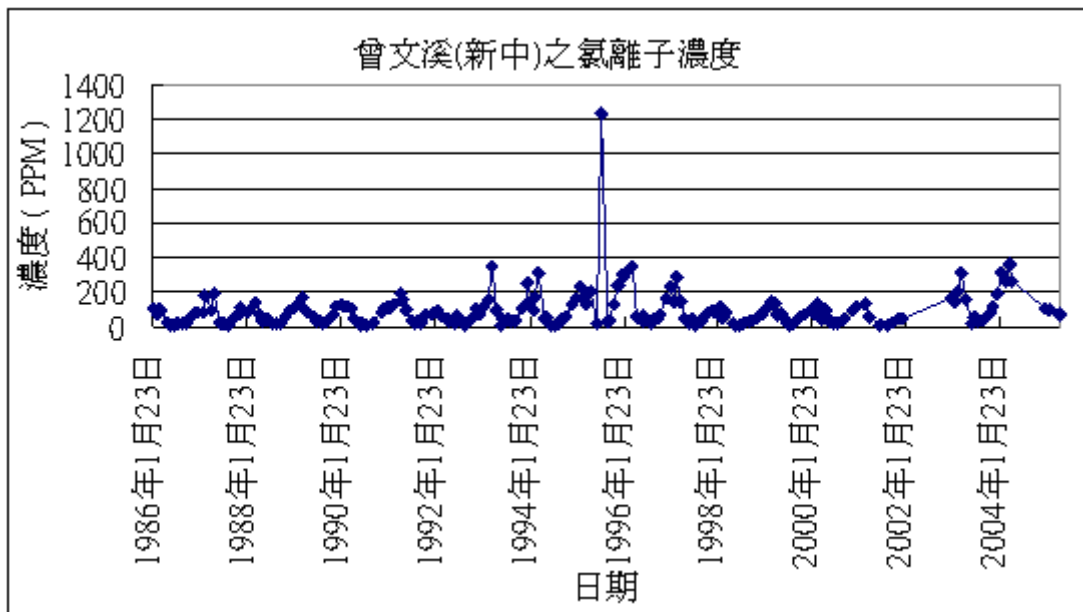


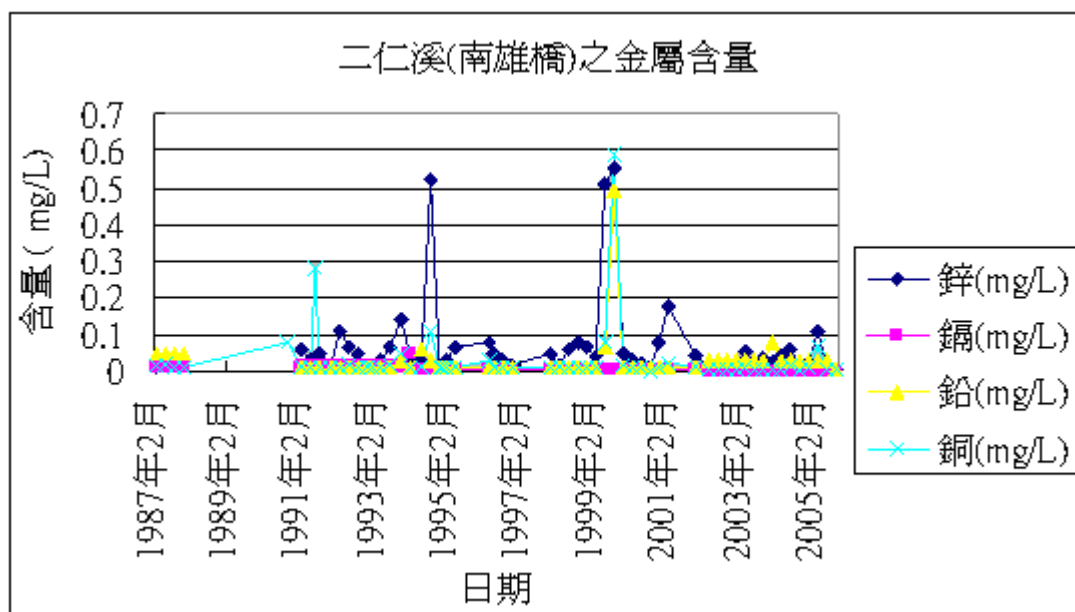
2005年5月：銅 15.1 (mg/L) 鋅 45.7 (mg/L) 鉛 15.2 (mg/L)
鎘 0.028 (mg/L)



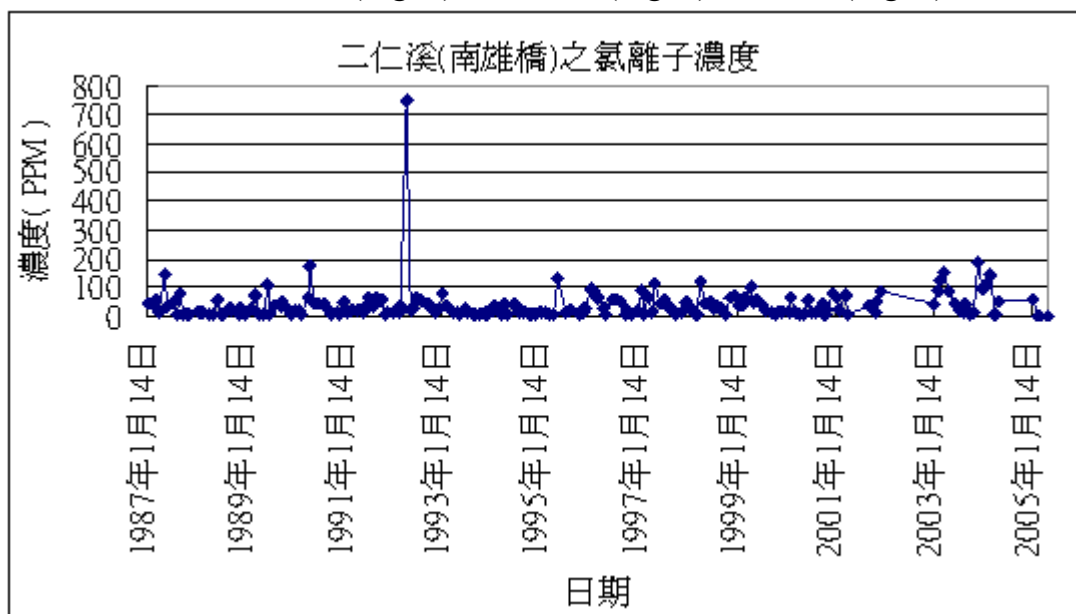


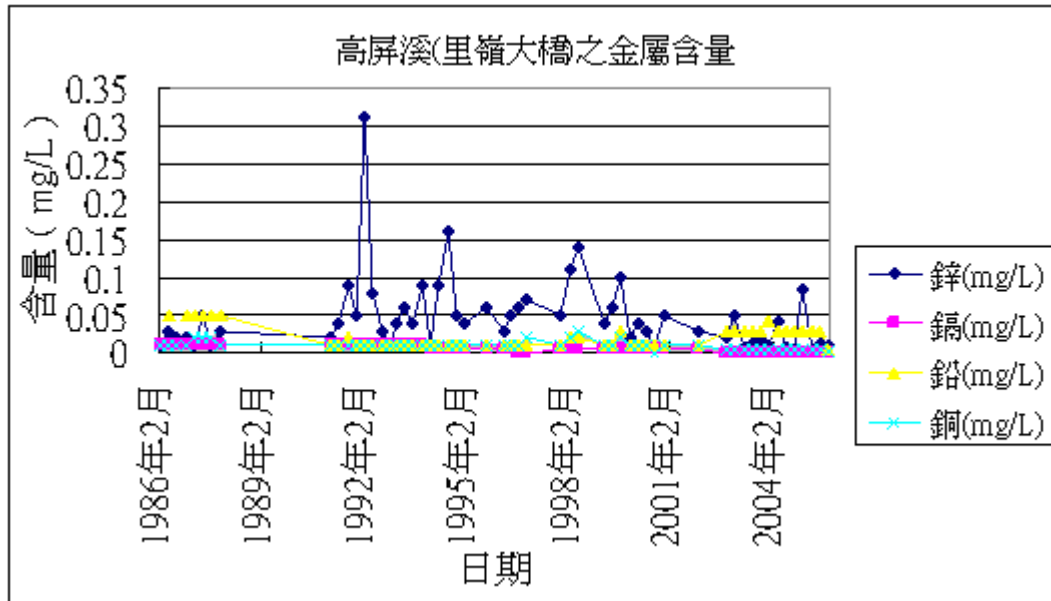
2005年5月：銅 0.9 (mg/L) 鋅 6.2 (mg/L) 鉛 0.4 (mg/L) 鎘 nd



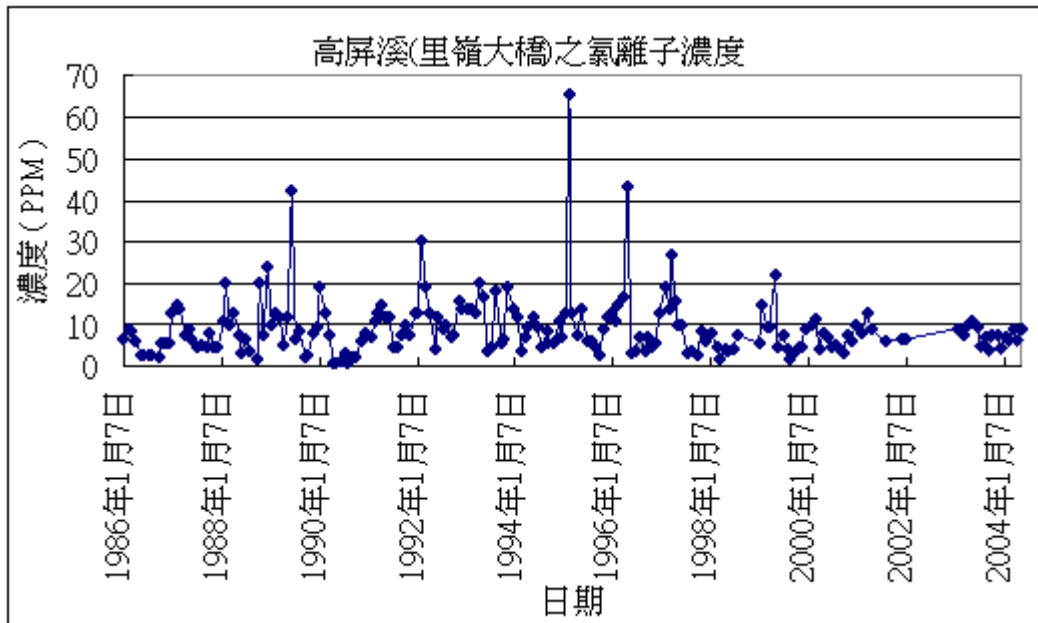


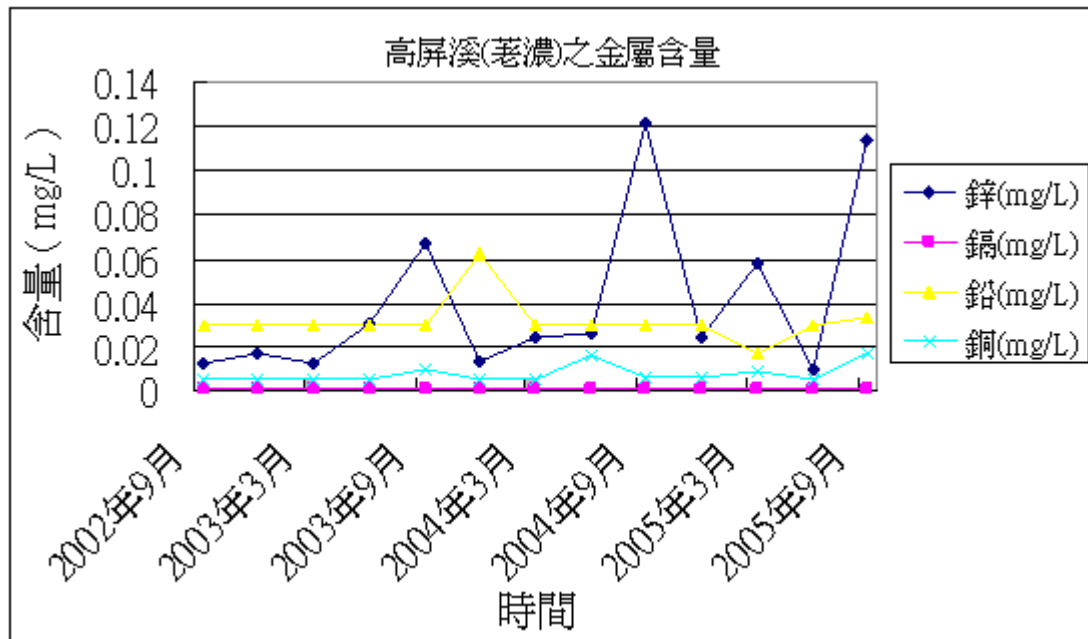
2005年5月：銅 3.0 (mg/L) 鋅 10.9 (mg/L) 鉛 0.9 (mg/L) 鎘 nd



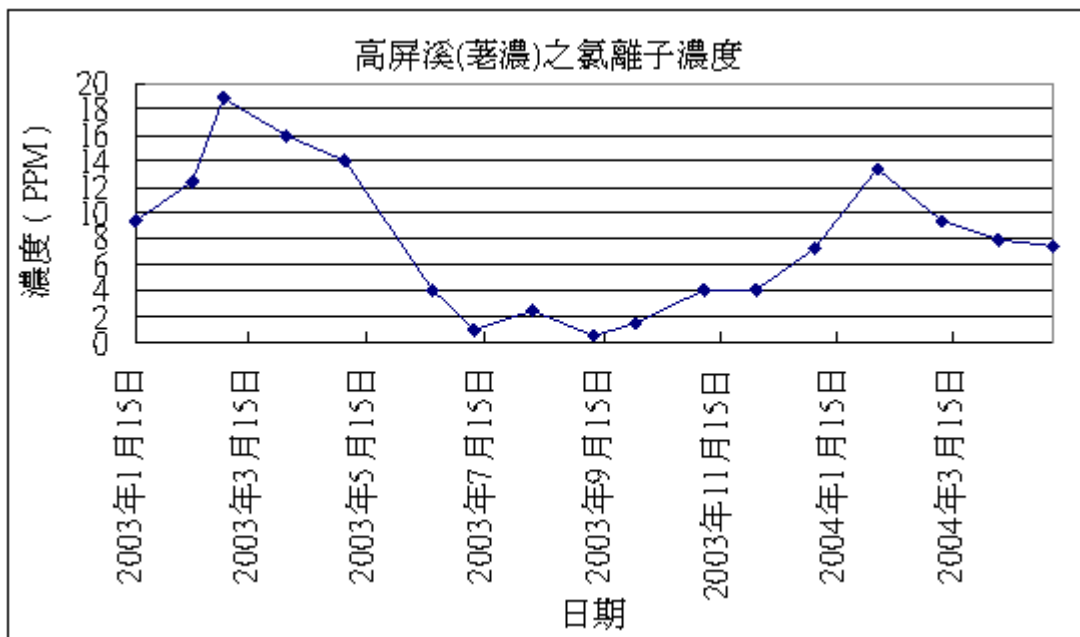


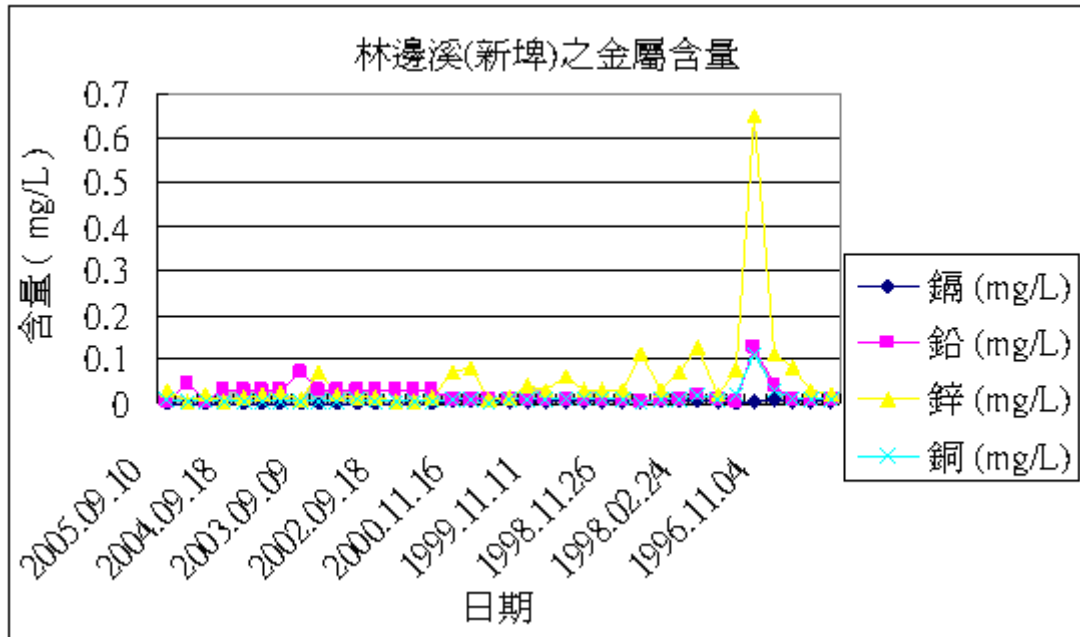
2005年5月：銅 27.8 (mg/L) 鋅 113 (mg/L) 鉛 29.1 (mg/L)
 鎘 0.084 (mg/L)



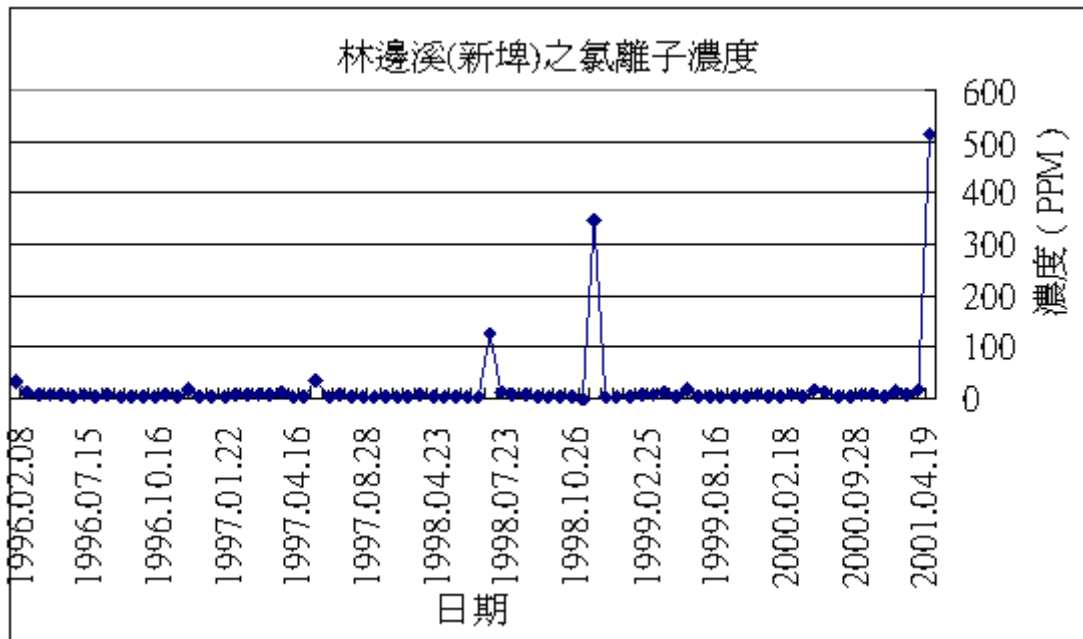


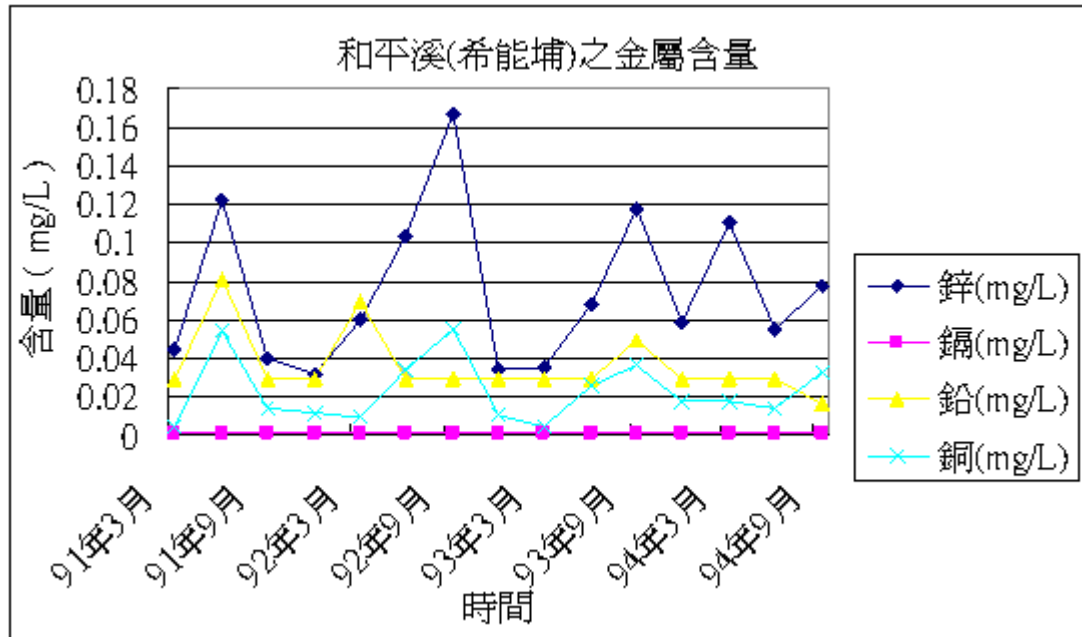
2005年5月：銅 25.2 (mg/L) 鋅 94.9 (mg/L) 鉛 23.4 (mg/L)
鎘 0.067 (mg/L)



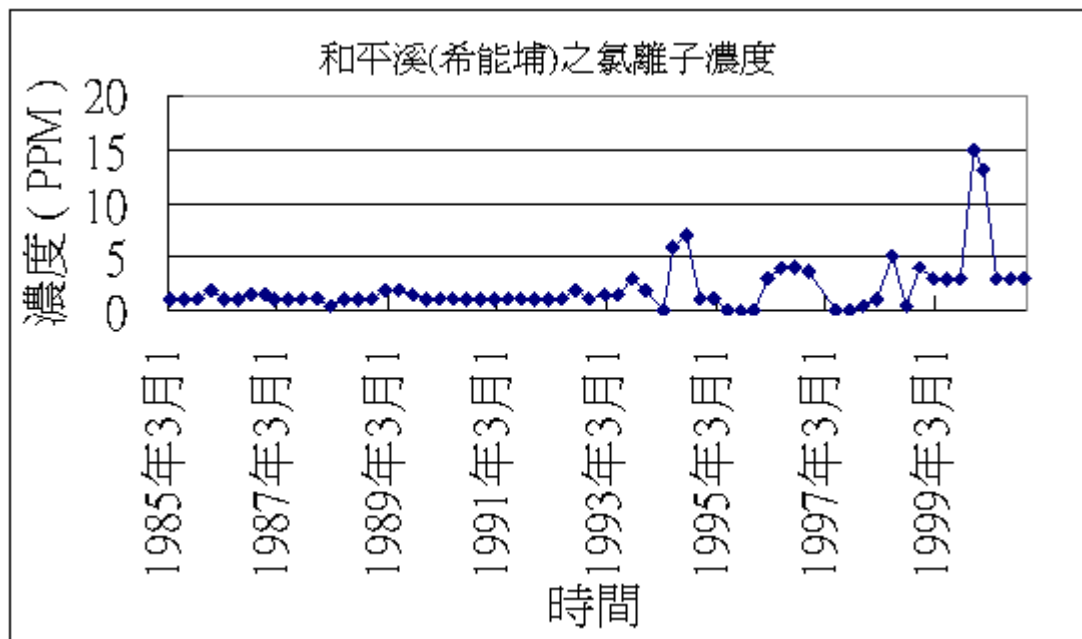


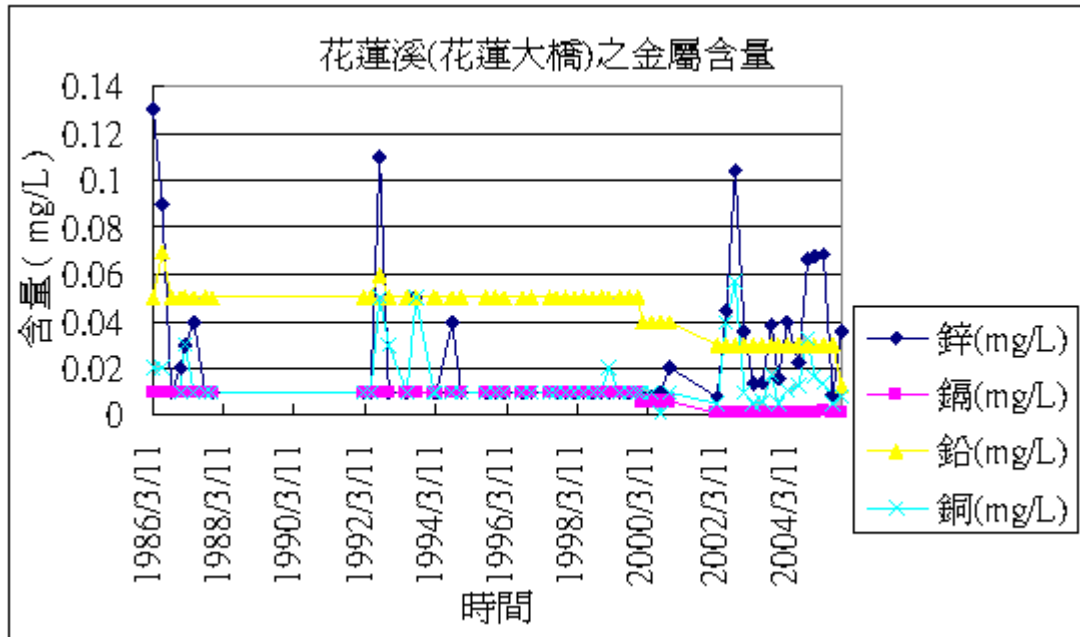
2005年5月：銅 3.0 (mg/L) 鋅 22.2 (mg/L) 鉛 2.6 (mg/L) 鎘 nd



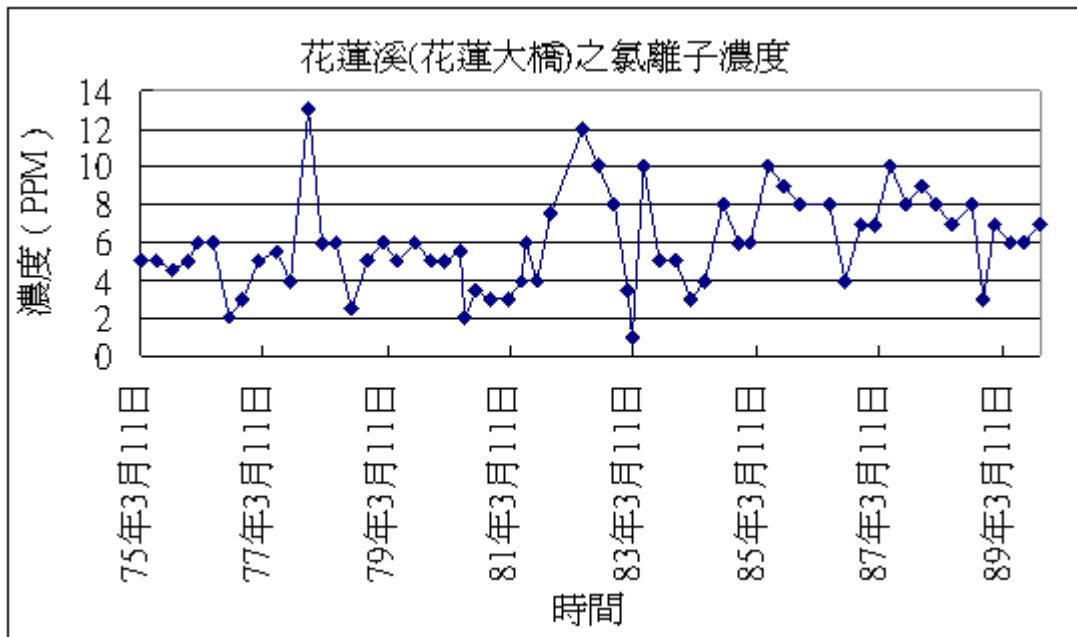


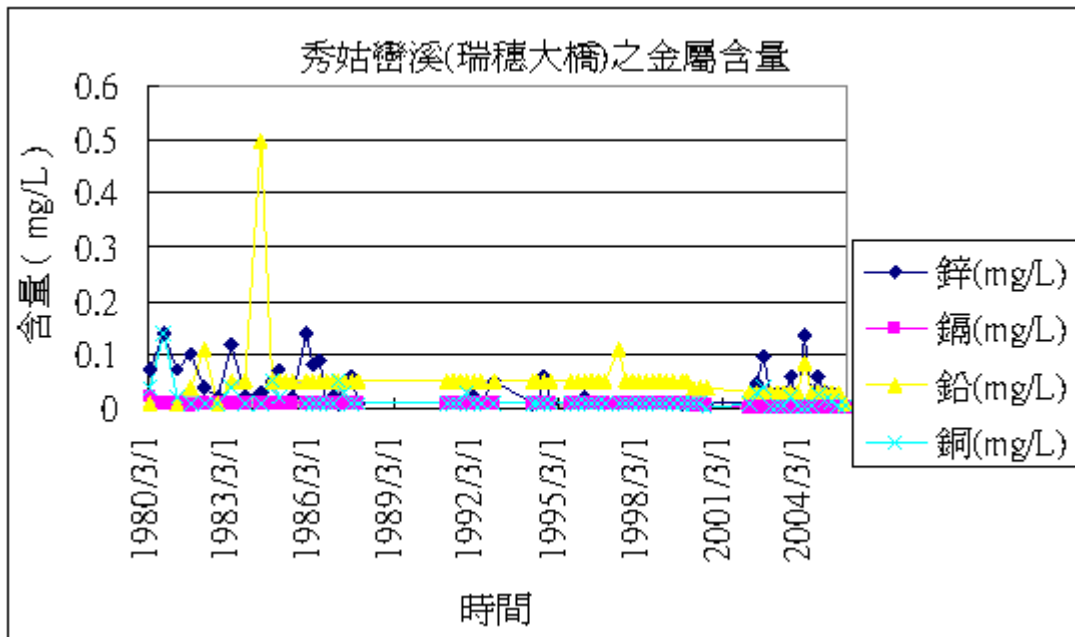
2005年5月：銅 43.9 (mg/L) 鋅 130 (mg/L) 鉛 33.7 (mg/L)
鎘 0.123 (mg/L)



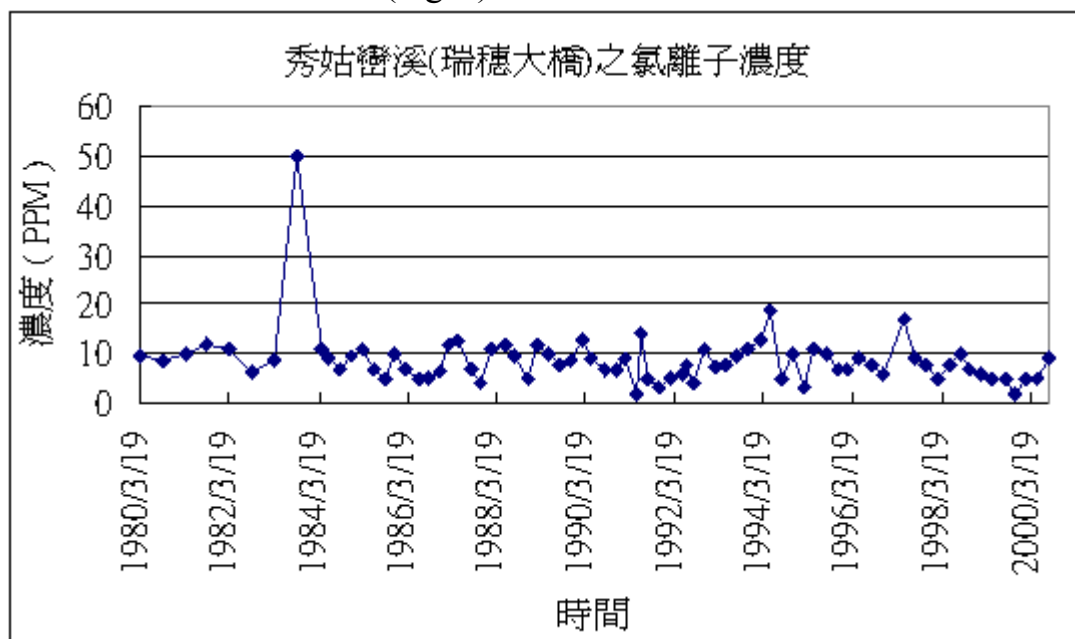


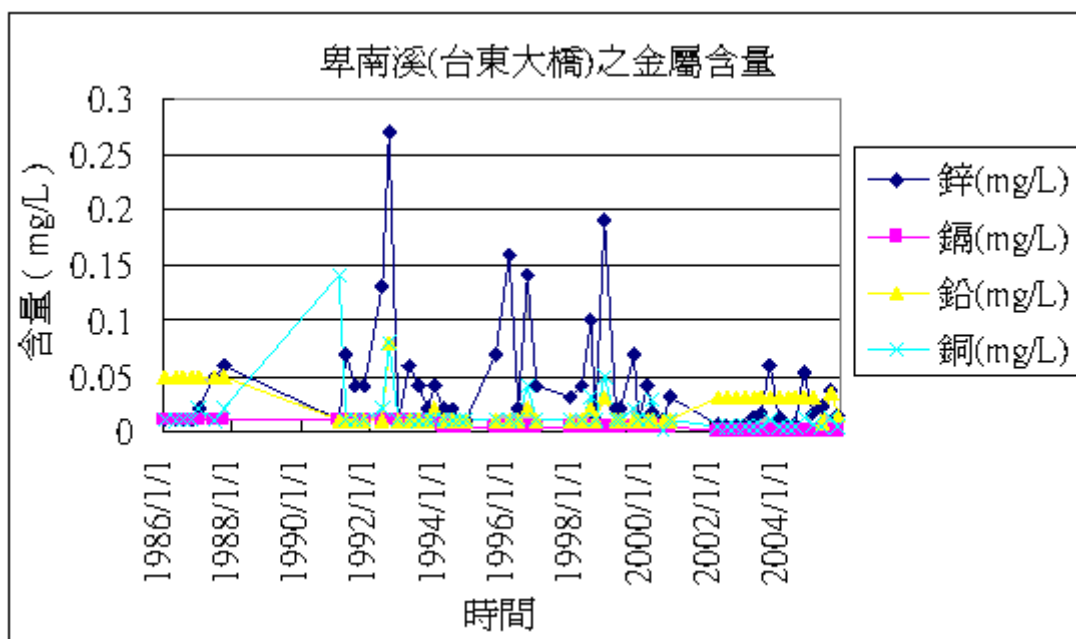
2005年5月：銅 24.7 (mg/L) 鋅 86.0 (mg/L) 鉛 18.1 (mg/L)
 鎘 0.12 (mg/L)



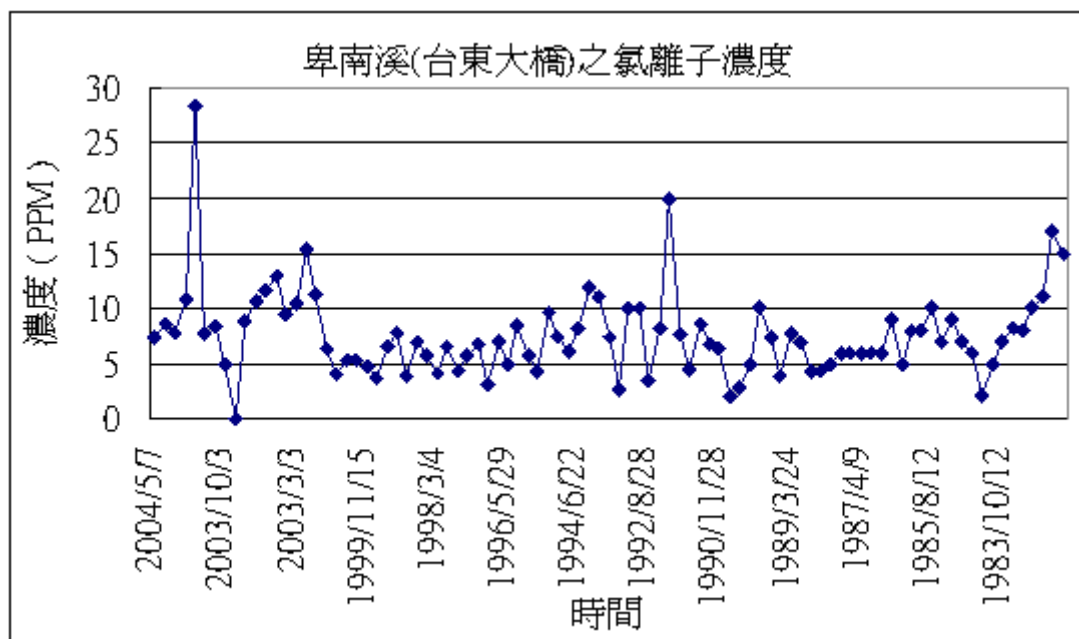


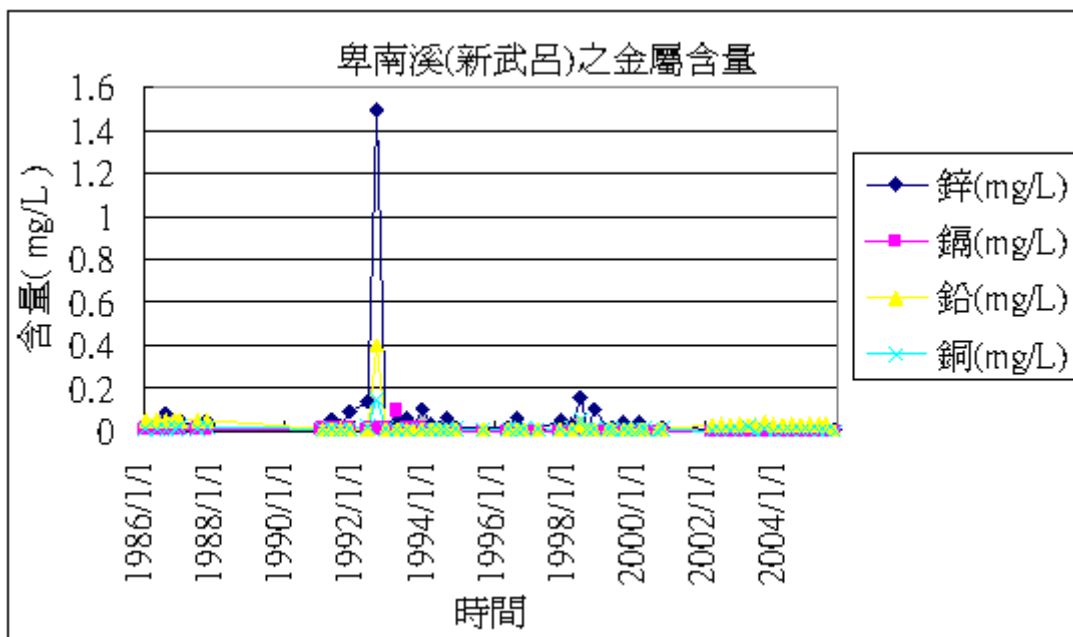
2005年5月：銅 15.8 (mg/L) 鋅 50.2 (mg/L) 鉛 9.7 (mg/L)
鎘 0.066 (mg/L)



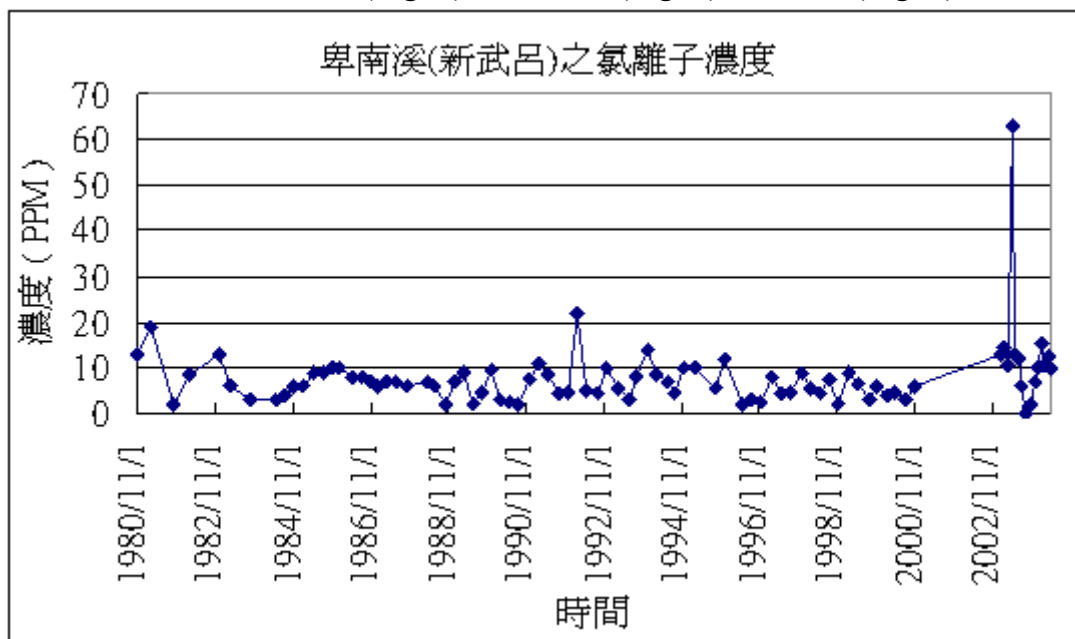


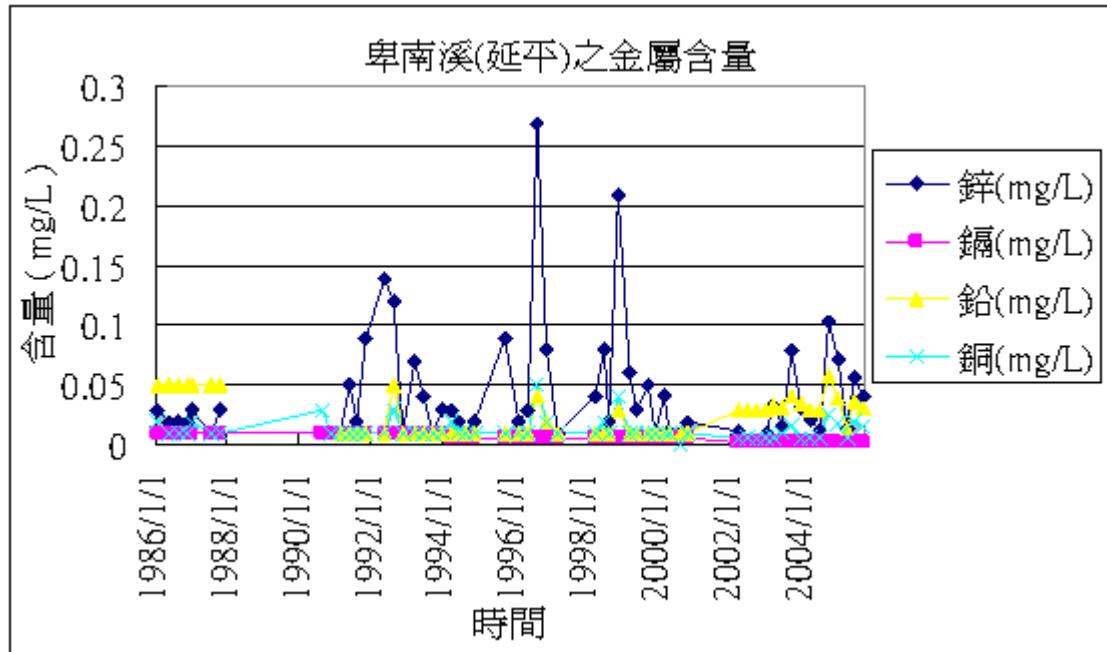
2005年5月：銅 3.7 (mg/L) 鋅 17.3 (mg/L) 鉛 5.8 (mg/L) 鎘 nd



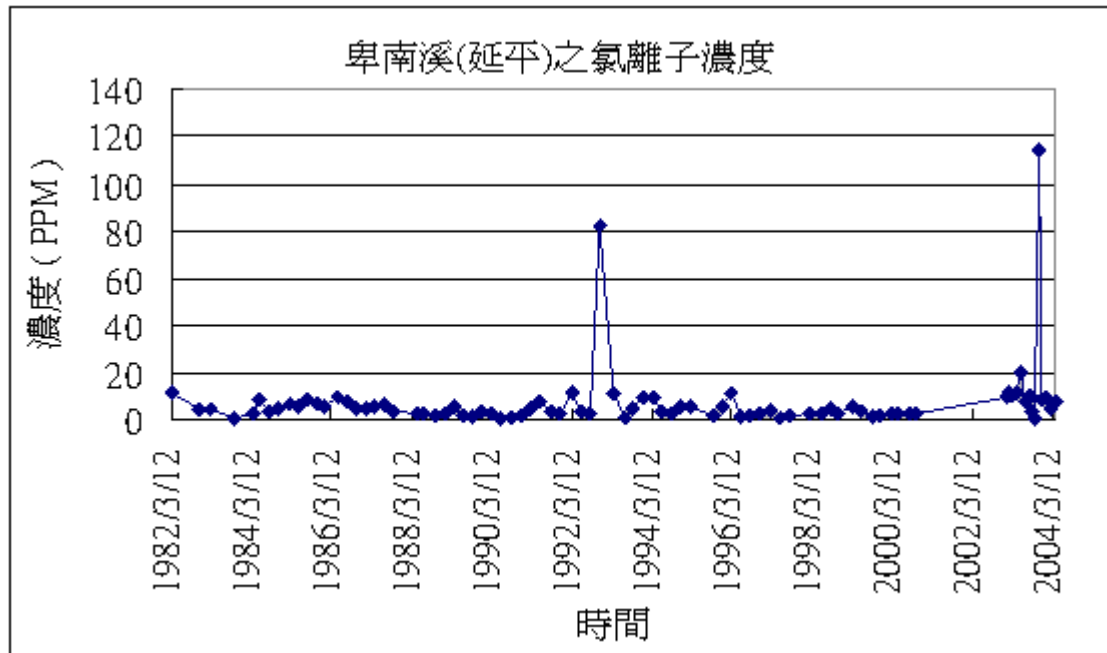


2005年5月：銅 1.8 (mg/L) 鋅 17.4 (mg/L) 鉛 8.0 (mg/L) 鎘 nd





2005 年 5 月：銅 4.8 (mg/L) 鋅 23.1 (mg/L) 鉛 8.2 (mg/L)
鎘 0.048 (mg/L)



附錄三

審查意見及回應

(A)期中報告審查意見及回應

(一) 汪中和委員

| 意見 | 回覆 |
|--|--------------------------------------|
| 1.本計畫建立溪水標準取樣程序及其化學分析，執行成效非常好，其成果對於河川侵蝕之影響及環境變遷提供有價值之數據。 | 謝謝指正。 |
| 2.本研究範圍涵蓋台灣中部、南部及東部主要河川，但沒有北部地區的溪流，因此研究之結論必須謹慎。 | 謝謝指正。 |
| 3.報告中的分析方法，請加入各種分析方法的精確度估計，並請注意報告數據之有效位數。 | 遵照指正，數據之有效位數的表達方式已修正。 |
| 4.本研究初步分析結果，觀察出氯離子、鈉離子有區域性及季節性差異，應詳究其造成差異之原因。 | 從分析資料顯示(p17-38)，氯離子、鈉離子是有區域性及季節性的差異。 |
| 5.請回顧以往相似的研究成果，並與本研究計畫結果做比較。 | 謝謝指正。 |
| 6.曾文溪及二仁溪與海水自河口入侵可能有相關，請回顧歷史文獻及數據。 | 謝謝指正。 |

| | |
|---|--|
| 7.本研究計畫之研究站位與行政院環境保護署的站位有何差異？有無重複分析項目？有否交叉比對？ | 本研究計畫將所採集之樣品進行顆粒態的分析工作與環保署的溶解態的分析是不同的方式。環保署的資料將整理於附錄中。 |
| 8.研究數據請加以通量(flux)分析。 | 謝謝指正。 |

(二) 管立豪科長

| 意見 | 回覆 |
|-------------------------|--|
| 1.各河川懸浮顆粒之金屬濃度是否有呈比例現象？ | 依照分析數據顯示並無此現象。懸浮顆粒之金屬濃度取決於懸浮顆粒之高低，受降雨及物理化學風化之影響。 |

(三) 陳明錚技士

| 意見 | 回覆 |
|--|-------------------------|
| 1.各河川硫酸鹽濃度，秀姑巒溪亦很高，其區分標準為何？ | 東部河川硫酸鹽濃度叫高可能係變質岩較多之緣故。 |
| 2.期待本研究計畫分析結果可與現況進行比對，並探討溪水(取樣時間)金屬濃度與崩塌之關係。 | 附錄二為山崩分布與樣品採樣相對應參考圖。 |

(B)期末報告審查意見及回應

(一) 劉聰桂委員

| 意見 | 回覆 |
|---|---|
| 1.本研究計畫資料豐富，極具學術及應用價值。 | 謝謝。 |
| 2.建議將期末簡報中的一些相關圖表附於正式期末報告中。 | 遵照指正，相關圖表已列於期末報告中，見表 3.1 至 3.13、圖 3.1 至 3.14。 |
| 3.曾文溪及二仁溪溪水之氯、硫酸根及其他化學特性應與這二條溪之集水區屬海相的古亭坑層泥岩有關。 | 謝謝。 |

(二) 管立豪科長

| 意見 | 回覆 |
|---|---------|
| 報告書附表，請再修正。報告書封面格式，請由本局網頁「為民服務」—「委託研究計畫作業規範」下載。 | 遵照指正辦理。 |

(三) 陳明錚技士

| 意見 | 回覆 |
|--|---|
| 1.本計畫內容屬前期工作，至為重要，本組更期待日後能將分析結果更進一步探討河流中、下游集水區山崩或地表靜流沖刷與植生作用的彼此關聯性探討 | 謝謝。將於後續研究工作中更進一步進行探討彼此間的關聯性。 |
| 2.相關疑問詳如下表： | |
| 2.1 | P.3：「計劃」應使用「計畫」。 |
| 2.2 | P.4：目錄中沒有附錄二、附錄三？ |
| 2.3 | P.4：目錄標示各章節的頁碼全錯。 |
| 2.4 | P.9：2.1 節第二段第二行，應為「附錄一」而非「附件一」。 |
| 2.5 | P.9:2.1 節第三段第一行，「水利署」從何而來？ |
| 2.6 | P.11：2.2 節第一段第一行，應為「108」組樣品（由 P.16 表 2.2 可知）。且期末已到，應寫到 11 月(295 組)。 |
| 2.7 | P.15：表 2.1，在第二章哪一節有使用？ |

| | | |
|------|--|--|
| 2.8 | P.17：文中表 1、表 2...表 14，應改為表 3.1...表 3.14。 (含後面所附表) | 已重新編排，謝謝。 |
| 2.9 | P.6：表目錄中，表 3.1~表 3.4 後面找不到。 | 已重新編排，謝謝。 |
| 2.10 | P.21：「—：未採樣」與「NA：未分析」差別在哪? | 「—：未採樣」：因部分河川進行工程修繕，未能進行採樣工作。 「NA：未分析」：樣品在運送過程中因損壞，而未能進行分析工作。 |
| 2.11 | P.40：附錄一，而在前文中第二章(P.9)已敘述相同東西，僅差在照片，此附錄是否需要(可把照片移到文中)? 且「程序」內的編號怎會從 23 開始? | 已重新編排，將附錄一併放入第二章 2.1 中。 |
| 2.12 | P.44：附錄二，在哪一章節有使用? 且其所附圖已在 P.14 有放，此處應不需要。(係回答期中審查問題，請考量是否放入報告) | 遵照期中報告委員意見，編排於附錄一。 |

| | | |
|------|---|-----------------------------------|
| 2.13 | P.46：附錄三，在哪一章節有使用？且為何是「環保署」的採樣分析資料？可考慮放置文章中，並編圖號。且所附 Excel 圖應畫清晰，至少取消圖背景色。(係回答期中審查問題，請考量是否放入報告) | 取消圖的背景顏色，並遵照期中報告委員建議編排於附錄二。 |
| 2.14 | P.46-P.60：各圖之 X 軸為時間，但每個圖之時間格式、排列順序不同。 | 遵照指示修正。 |
| 2.15 | 林教授報告的許多圖表並未放入報告內，且圖表大部份是 3-6 月，是否應分析 3-11 月？ | 已重新編排，見表 3.1 至 3.13、圖 3.1 至 3.14。 |