

溪流水源水質監測系統 之規劃與調查 -- 武陵地區 --

計劃持人：陳弘成教授

研究人員：魏翠萍、江淑菁、高事宜、陳岳宏
談貴堅、黃玉霜、廖書賢、蔡明利

委託單位：內政部營建署雪霸國家公園管理處

受託機構：經濟部合辦漁業生物試驗所
國立台灣大學

八 十 三 年 六 月

目 錄

摘要

一、前言	1
二、材料與方法	2
三、結果與討論	6
四、建議事項	21
五、謝辭	21
六、參考文獻	22
圖	26
表	48

摘 要

台灣大甲溪上游的櫻花鉤吻鮭，其棲息地可能因為人為的破壞、水質的變化與其他因素如攔砂壩之設立，而有範圍縮小及族群減少之危機，雪霸國家公園為了鮭魚的管理與復育計劃，極需瞭解目前棲息地附近水域之水質資料與其變化範圍，並探討棲息地縮小的原因，本研究即針對此而進行密集的水質調查與分析之工作，期望能提供當地的水質特性，以做為將來保護與復育的參考。茲將其重要結果歸納如下：

1. 雪山溪的流量不大，在冬季乾旱時約有3個月是枯水期，已不適魚類之生存。
2. 武陵地區溪流的水溫一般仍適合鮭魚之生存。但有勝溪下段河域（第七站）在5月時的水溫已高達 21.9°C ，在7~8月可能更高。
3. 各測站的溶氧均在 5.7ppm 以上，且日夜之變化不大。但溶氧飽和度不很高與流速較慢有關。
4. 在未受污染的河段，其pH值在 $7.4\sim 8.1$ 之間，但有勝溪下段則都在 $8.6\sim 9.0$ 之間，應對鮭魚有某種程度之不良影響。
5. 武陵地區溪流的生化需氧量平均在 0.5ppm 以下，少數測站則有短暫的上升到 4ppm 之現象，值得注意。

6. 各溪流的葉綠素a之含量在N.D.~4.76mg/m³，顯示水質仍極為澄淨，無優氧化現象。
7. 各站的硬度在60~206ppm之間，鹼度在41.3~129.7mE/l之間，已屬硬水水體，極適合鮭魚之生長。
8. 營養鹽的含量除了在少數測站，因受農業活動偶而稍高外，一般含量都極低。尤其磷酸鹽在大多數的測站均檢測不出，因此控制水中磷量，係維持此區水質清淨之主要工作。
9. 少數測站如第七站氨態氮曾達200~300ppb，亞硝酸鹽17ppb，均可能對鮭魚有慢性之不良影響。
10. 各溪流重金屬之含量都極低，七家灣溪並無受銅、鎘及鉛之污染，有勝溪則有輕微的銅污染。另外，各站金屬量的增加，似與農業活動有關，仍宜繼續追查。
11. 有些測站的大腸菌群，在夏天仍超過甲類河川之水質標準。在環山國小附近(第10站)，連在冬天時亦超過甚多，水質不佳。
12. 各因子中，硬度與鹼度有顯著的相關關係。另外在各採樣期的硬度、鹼度與鈣、鎂或pH值間都有良好的相關。
13. 以物化因子進行多變值分群分析，可將測站分成五個次群。即第一、三、四、五站為一群，第二站

爲另一群，第六、八、十站爲一群，第七及第九站各自獨立爲兩群，有利於管理之參考。

14. 有勝溪因爲農業活動等關係，致使其下段河域的 pH 值、BOD、氣態氮、亞硝酸、磷酸鹽、銅、鈣及細菌數都比一般爲高，再加上水溫亦高，這些綜合的作用可能導致鮭魚未能在此長久生存的原因。
15. 武陵溪的流量雖小，但水質尚屬穩定，若將棲息地改善，應能使鮭魚生存。
16. 武陵地區的水質依 Brown 法估算，其水質指數在 75.3~81 之間，尚屬良好。

一、前言

大甲溪之上游德基水庫，由於在高山農場的開發，造成土壤之流失，致水庫內營養鹽大幅增加引發優養化。尤其是甲藻 Peridinium Sp. 等大量繁生，係大家有目共睹的事實，此正表示其上游的幾條水域的營養鹽亦起變化。雷等在1986年調查時亦提及大甲溪上游6站的水質，依據 DECD 水域營養狀態之分類標準應屬中營養性而偏優營養型，而此種水質並不適合櫻花鉤吻鮭的棲息。

興儀與中村(1938)發現此魚在大甲溪上游分佈甚為普遍，包括合歡溪及南湖溪。其後林與梁(1986)則僅在雪山溪及七家灣溪發現其蹤影。目前則連雪山溪亦無存在，顯示其棲息地正因人為的破壞、水質的變化與其他因素如攔砂壩的設立，而有族群減少與隔離之危機。猶如前述，水質若遭污染即能影響鮭類的生存與成長，因此溪流的水質為環境因子中極為重要者。

從1986年雷等之水質調查後，雖有其他人在對部份小溪的生態、棲息地進行研究時，從事一些水質分析，然而這些資料只侷限於一隅，並未涵蓋現今櫻花鉤吻鮭的棲息地水域。再者，雷等1986年之調查範圍亦多在目前棲息地的下方，對於將來在七家灣溪之保護與復育的工作，特別是目前棲息地水質的維護，仍然不能提供最佳的資料以供參考。因此本計劃特在目前僅存的棲息水域，做密集且測站位置極為靠近的採樣分析，以期瞭解溪河間水質之差異，同時比較相鄰二測站水質的變化，以期瞭解農業活動對水質之影響。最後更依據調查結果而提出水質指數供比較及參考之用。

二、材料與方法

(一)採樣地點：

在七家灣溪共採五站，有勝溪只採一站，另在大甲溪亦將採四站，合計共十站，其採樣地點如圖1所示。再者，因為在第一站附近亦有相關單位之管道排放，故在其上游50公尺處設A站，以為參考。

(二)採樣時間：

本調查於八十二年十一月至八十三年六月底止，大約每三星期採樣一次，共9次。在採樣時即依需要分現場測定與實驗室測定二部份，其所調查之項目與分析的方法與APHA(1992)、AOAC(1984)及環保局(1985)所使用的方法大致相同。

(三)現場測定

1. 水溫：使用水銀溫度計，於採樣後立即測定之。
2. 導電度：以導電度計測定之。
3. 溶氧：以D.O. meter在實驗室中經Winkler method校正後於現場測定。
4. 酸鹼度：以pH meter於現場測定。
5. 氧化還原電位差：以MV meter於現場測定。
6. 透視度：以直徑30cm白色之圓形磁板，繫以劃有刻度之麻繩，慢慢沈升水裡直至白板不見及再現為止，測定其深度大小的平均值，此即為透視度。

(四) 實驗室測定

1. 生化需氧量：將試水稀釋後裝入BOD瓶中置於20°C恆溫箱中，經五日後測定其溶氧量之變化，二者相差之值即為BOD之值。
2. 銨態氮：在鹼性中銨與 Phenol 反應生成之 indophenol blue，以 Sodium nitroprusside 使其增加呈色效果，以分光光度計於波長640 nm定量之。
3. 硝酸態氮：在銅存在下，以 hydrazine 還原成硝酸態氮，再依亞硝酸氮法定量之。
4. 亞硝酸態氮：在酸性中，亞硝酸態氮與 sulphamylamide 作用，形成 diazonium compound，再以苯二胺還原成粉紅色之 azo compound，以分光光度計在波長 520nm下定量之。
5. 磷酸鹽：取過濾試水在酸性溶液中與 ammonium molybdate 反應形成 ammonium phosphomolybdate complex，其在 ascorbic acid 之存在下被還原成 molybdenum blue；用分光光度計在波長 885nm下測定之。
6. 矽酸鹽：係將試水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 815nm測定之。
7. 硬度：以 EDTA 法測定總硬度。將試水調至 pH10，以 Eriochrome Black T (EBT) 做指示劑，用 EDTA 滴定，EDTA 與 Ca^{2+} 及 Mg^{2+} 形成安定且解離度低的金屬化合物，利用這個原理求出試水 Ca^{2+} 及 Mg^{2+} 之總含量。
8. 鹼度：取試水 50ml 於三角瓶，加酚酞 (PP) 指示劑溶液4滴，以 0.02N H_2SO_4 溶液滴定，直至粉紅色消失為止。

9. 重金屬：在各測站採樣取表、底層水及底泥加以測定。測定項目有銅、鋅、鎘、鉛、鐵及汞等。
測定方法：將試水採集後加入濃硝酸，使其酸化 (pH2-3)，然後以 APDC 與 MIBK 萃取濃縮，再以原子吸光光譜儀測試之。測試時，各金屬使用波長為銅 324.8 nm，鋅 213.9 nm，鎘 228.8 nm，鉛 217.0 nm，鐵 248.3 nm，及 cold vapor 測定汞。標準液亦同上法加以相同處理而測定。至於底泥，則經陰乾；加入 HF 液後，如前述方法測定之。
10. 葉綠素甲：葉綠素之測定原理乃將試水用過濾膜如 millipore 等過濾後，用丙酮抽出浮游生物的色素，在一定之波長下用分光光度計測定其吸光度。
11. 酚類 (Phenolic compound)：將水樣蒸餾後，使其生成 Antiphrine 再經氯仿萃取後，以分光光度計測定之。
12. 油脂 (Oil & Grease)：將分離後的水樣以四氯化碳萃取油脂，再以分光光度計測定之。
13. 總生菌、腸內菌與大腸菌群 (Total bacteria number, Endobacter and Number of Coliforms)：將採回的水回溫後，以生理食鹽水做 10 倍的稀釋度，然後將過濾膜 (Membrane filter)，置於各種不同的培養基 (如 MTGE Broth, m-Endo-Broth 及 EMB Broth) 上培養 24h，即可由差異性的菌落群所表現的不同光澤與顏色而得之。一般言之，MPN 法為常用的檢驗排泄物有機污染的可行之法，但 MF (本法) 與 MPN 法有很好的正相關 (Massa, et al 1988) 且 MF 尚其他的優點，故採用此法。

(五) 統計分析與水質指數

1. 依Biometry求出二因子間的迴歸方程式及相關係數。
2. 顯著性之數據分析採用STATGRAPHICS version 5.0，依不同採樣時序及採樣站進行變方分析(ANOVA)，並進一步進行Multiple range tests。若X號在一直線者，則表示各測試樣品間無顯著差異。
3. 水質之物理化學特徵或營養鹽因子，依不同的測站，以平均距離法(Average method)進行分群分析(Cluster analysis)。物化因子方面包括水溫、硬度、溶氧及Eh。營養鹽因子則包括 NH_4 、 NO_2 、 NO_3 、 PO_4 、 SiO_3 等五種。分群分析的結果在於顯示經綜合多項環境因子後，各站之相似程度，可將之規納成次群，以利將來規劃與管理之用。
4. 水質指數係依據溫(1994)之NCKU法再加修正、計算而得，並以Brown(1970)之平均法求得加以比較。

三、結果與討論

經過半年經由八次密集的實地調查後，茲將各水質及生物因子之結果分述如下：

(一) 物化因子

1. 水溫：(表1~8, 圖2)

得知各站的水溫範圍在 $8.4\sim 21.9^{\circ}\text{C}$ 之間，其變化概受氣溫及地形所影響。如第七站，可能是由於水流較平緩，易受氣溫及陽光照射之影響，可高達 21.9°C 。就歷次採樣平均水溫來看亦以第七站之 16.0°C 最高，正反應水流速度對溫度之影響頗大。其他各站則有上游水溫較低，而下游水溫較高的趨勢，如第七、第八及第十站都高於第一、第三及第四站。另外，最下游第十站之平均水溫為 14.5°C ，第一站最低為 10.5°C ，二者溫差在 4°C 上下。若以月份觀之，則隨著節令與氣候而有變化，最低平均水溫出現在2月28日的 10.2°C 。將水溫區分為不同測站與不同採樣日期進行變方分析及多變矩分析，結果如表1a所示，得知水溫會依不同季節及不同測站而有顯著差異。由多變矩分析結果可顯示，上游的第一至第六站較相似，而第七站則較特殊。若依採樣日期來看4、5月份採樣的水溫顯著高於前幾次的水溫。一般言之，所有的這些水溫範圍除了第七站的 21.9°C 已快速銚魚的最高水溫外，其餘都甚適合銚魚之生存，至於在夏季時是否有過高的水溫，目前仍待調查。

2. 溶氧(D.O.): (表1~8, 圖3)

各站之溶氧變化在5.7~11.6ppm之間的範圍，應屬極為良好之水質，比河川水質之甲類標準5ppm O_2 高出甚多。由於溶氧有週日變化，在夜間其含量最低，以目前之值與 B.O.D. 及藻類量之情形推測及自動監測之資料印證，得知第四站在其夜間應不會低到5ppm以下，對於鮭魚之生存應無問題。另依變方分析的結果顯示各測站間並無顯著差異(表2a)，而多變矩分析之結果亦有相同情形，但在各不同採樣日期上則有顯著之差異，其中以1月16日、2月28日及4月11日採樣之D.O.較高，而與其他各次採樣有差異。由其變化的情況來看，因與溫度的變化並不一致，因此可說明在調查區內，D.O.受溫度的影響並不明顯，另外，從溶氧之飽和度均不高的現象，推測可能係因為平均流速不大，使水體與空氣之接觸較不頻繁，故溫度的影響相對減低。至於造成D.O.變化的原因可能與生物因子或化學因子有關，例如與藻類多少或水中有機物的含量在不同時節之差異有關。

3. pH值: (表1~8, 圖4)

各站pH值之變化範圍在6.67~9.01之間。一般言之，各站的pH值在河川之上段都比中、下段還低。在第五站以前其pH值甚多都在8.1以下。另外在第七與第九站之間之差異，其pH值竟達1.44。若依變方分析結果顯示(表3a)，不管在測站間或月份間之差異均顯著，測站以第九站pH最低，而以第七站最高與其他各站均有顯著差異；不同月份間以2

月份之兩次採樣較低，而以12月、1月及4月27日之採樣時較高，其pH值的變化似與有機物及硬度或鈣量有關。另外，第七站的pH值都維持最高，在8.6~9.0之間，應對鮭魚有某種程度之影響。同時亦可瞭解河域兩岸經過開墾或使用無機肥後之作用。由較未受污染的河段，其pH值似在7.4~8.1之間，故將來鮭魚棲息地之改善可以之做為參考。

4. 氧化還原電位差(Eh)：(表1~8, 圖5)

水域的氧化程度可由水中的氧化還原電位差(Redox potential)而得知。武陵地區由於溶氧甚高，故Eh都在127~275mv之間(圖4)，而且上段者由於水質較佳，故比下段者的Eh高出一些。另外第七站由於承受上游有勝溪旁的開墾，故Eh值為最低。若以變方分析結果顯示Eh值在不同時節與測站間均有顯著差異(表4a)，但在有鮭魚河段及無鮭魚河段間並無差異存在。另由多變矩分析結果顯示，仍以第七站之Eh最低，與其他站均有顯著差別。至於時節上則以3月18日及4月11日採樣之Eh值較高，與其他時節者有顯著差異。

5. 導電度：(表1~8, 圖6)

各站之導電度變化範圍在122~425 μ mhos/cm之間。由變方分析顯示不管在各採樣日期或各河段間，導電度均呈現明顯的差異(表5a)，而多變矩分析亦顯示第七站之平均導電度最高，其次為第八及第十等兩站，明顯與其他各站有別，其趨勢與總鹼度、總硬度相當一致。在前三次的採樣中，由於

沒有下雨，因此其變化極微，也因此正能反映出各站水質中離子的濃度，而從第一站到第四站其導電度已逐漸增加，因無其他河川之流入，故應與開墾有關。2月28日導電度之減少係因下雨之關係，然而第七站的濃度最高，其與第九站相比，高出一倍有餘，應與農業活動有關。導電度之增加與水中之鈣與鎂之含量有關。

6. 生物化學需氧量(B.O.D.): (表1~8)

在各站之濃度範圍為0~4ppm之間，在冬天其一般都甚低，在N.D.~2.1ppm之間，除了有三次達2.0ppm，其餘大多數都在1.0ppm以下，仍低於甲級的水質標準，足見水域受污染的情形非常輕微。B.O.D.較高者為第六及第七站，此與有勝溪旁之開墾有關。但在春夏之交的四月，則有數站的B.O.D.高達4ppm，此可能因水溫升高後，分解冬季累積之有機物有關。若以台灣地區之河川水質標準而言，其平均值都在0.5ppm以下應屬甲類的水質標準。若經變方分析則顯示，B.O.D.在不同河段及不同採樣日期間並無明顯之差異。多變矩分析亦顯示出相似的結果。此外，在有鮭魚的河段與無鮭魚出沒的河段間B.O.D.並無顯著的差異。因4ppm之B.O.D.應屬短暫的現象，此可經由夏季的採樣再加以印證。若夏季的B.O.D.常高於4ppm以上，則對鮭魚有不良之影響。

7. 葉綠素a: (表1~8)

各站葉綠素a的分佈範圍在0~11.9mg/m³之間

。經變方分析後顯示，在不同的採樣日期間葉綠素a之差異顯著，而在不同測站間則不顯著（表7a）；顯然不同採樣日期的影響要大於測站間的影響，但與節候又沒有規則的關係存在。由於水中葉綠素的含量正可表示浮游藻類的多寡，從表1~表8可知除了第六站曾達 9.52 及 11.9 mg/m^3 外，其他都在 $N.D.$ ~ 4.76 mg/m^3 ，顯示河川仍極為澄淨。若將其平均數與美國EPA及Carlson單一參數比較之，仍屬貧營養階段。另外，由相關分析的結果顯示與營養鹽中的 $\text{NO}_2\text{-N}$ 有顯著的相關，是否與農業之經營有關仍需進一步探討。另外，在有鮭魚與無鮭魚的河段間，葉綠素a之含量並無顯著差異。

8. 總硬度：（表1~8）

各站總硬度在 $60\sim 206 \text{ ppm}$ 之間變動。由變方分析結果顯示，不管在月份及測站上均有著顯著的差異（表8a），由多變矩分析結果顯示第七站之總硬度最高，另外第八站、第十站次之，大致上以下游河段之硬度較高。其硬度之變化甚受地質、開墾與下雨之影響，以第七與第九兩站比較之，前者之濃度幾乎為後者的二倍之多，而此地區又比德基水庫區內的硬度少，即可見一般。另外，第二站也偏高，其原因不明，但應與地質有關。在不同採樣日期方面，以2月28日之採樣其硬度最低，與其他日期採樣有明顯區別，至於其他時段間之差異則不大。同樣地，在有鮭魚活動與無鮭魚河段間之硬度並無顯著差異。而這些水質已屬硬水，對魚類之生長非常合適。當然硬度亦不能太高，否則會使 pH 亦相對提高，而影響鮭魚之生長。

9. 總鹼度：（表1~8）

總鹼度在該區域3次採樣中之含量變化，介於41.3~129.7mE/l之間。以變方分析之結果觀之，不管在各測站間或各採樣日期間均有顯著差異（表9a）。多變矩分析結果亦以第二站及第七站之總鹼度平均較高，與其他測站有差異。在不同採樣日期上以2月28日之採樣顯著低於其他梯次採樣，此可能與下雨稀釋有關；而5月25日之採樣則顯著高於其他各梯次採樣，似乎與農業活動的施肥有關。有鮭魚活動的河段與無鮭魚活動的河段間總鹼度並無明顯的差異。

10. 鈣與鎂：（表1~8）

各測站水中之鈣與鎂的含量，分別在14.4~55.45ppm Ca及3.52~21.85ppm Mg之間變化。依據US.EPA的定義，則此種水質已屬中硬水或硬水的濃度，當然若遇大雨時，則經過雨水的稀釋，少數站有成爲軟水之性質，但爲期應不太長。中硬水或硬水的水質一般均比較軟水者更適含魚類的生長。另外，亦發現較上游的各站其含鈣或鎂的濃度均較下游者爲低，尤以第七及第九站最爲顯著，此應與水流沖刷、土地開墾及使用石灰而被溶出有關。雷等(1987)在大甲溪上游所測得的鈣濃度即比本研究之結果爲高，亦可明證。

11. 營養鹽（表1~8）

(1) 氨態氮 ($\text{NH}_4 - \text{N}$)

氨態氮在該區之分佈介於N.D.~322ppb之間，由變方分析之結果顯示氨態氮在各河段之測站間並無明顯之差異（表11-1）。這可能由於河水之流動及底藻微生物之吸收，使得此有機物之分解產物趨於均勻並被迅速帶走；在不同採樣日期上則各站有明顯之差異，其中以2月5日之第三次採樣較高，明顯有別於其他梯次採樣，其平均為92.59ppb，是否有時節上之農業施肥而流入，尚待進一步調查。此外，由於 NH_4 之污染程度除了第六及第七站偶有高達200~300ppb外，其餘尚屬輕微，似乎不影響鮭魚之出現，因此，有鮭魚活動與無鮭魚出現之河段之間， NH_4 並無明顯差異。然而此種高濃度的氨態氮，仍有其慢性之生長抑制作用，仍宜注意。而這是否為鮭魚較少在有勝溪出現或近年來已消失的原因之一，頗值得探討。

(2) 亞硝酸鹽 ($\text{NO}_2 - \text{N}$)

亞硝酸鹽的分佈範圍在N.D.~17ppb之間。由變方分析之結果顯示不同河段之測站間與不同採樣日期間均有顯著之差異（表11-2）。而由多變矩分析顯示除第七站有顯著高於其他各站，平均高達8.5ppb外，其他各河段間差異並不大；有鮭魚河段與無鮭魚河段間，亞硝酸濃度雖無顯著差異，但第七站一般都可達0.017ppm，雖離鮭魚96h LC_{50} 之0.19ppm尚有一段距離，但其慢性影響是否影響鮭魚分佈之因子，

仍值得探討。各不同採樣時段間，則以第五梯次（3月18日）採樣明顯高於其他梯次，其原因不明，擬繼續追查。

(3) 硝酸鹽 ($\text{NO}_3\text{-N}$)

各站硝酸鹽之分佈在N.D.~631ppb之間變動。一般言之，其濃度與氣態氮常成反比。由變方分析顯示在各時段間之差異要較各站間大，前幾梯次採樣要比後4梯次採樣之硝酸鹽濃度平均較高，此可能與溶氧的高低有關。此外，硝酸鹽是唯一在有鮭魚河段與無鮭魚河段中在於統計上有明顯差異之因子，但並不能因此斷言硝酸鹽是影響鮭魚分佈之因子。因為硝酸鹽的毒性極低，且由與 NO_3 關係密切之 NH_4 與 NO_2 之濃度觀之，亦均未達對鮭魚造成傷害之濃度，故硝酸鹽的顯著區別只可能說明，在第1、2、3、4、5、6站與第7、8、9、10站之間，其濃度有較顯著的差異，這種差異恰好與鮭魚的分佈吻合。

(4) 磷酸鹽

各站磷酸濃度之分佈範圍在N.D.~48ppb之間，但大部份都檢測不出，因其為形成優養化的主要成因之一，故甚受重視。由變方分析顯示在各時段及河段間均有顯著之差異（表11-4）。反而是在上游河段其濃度較高，此可能與附近農地使用肥料有關，而在流至下游河段過程中被鈣鹽固定、藻類吸收或被細菌利用，使

得第十站磷酸鹽反而成爲最低，平均爲4.95ppb。另在不同時段上雖有明顯的差異，但並無呈現有規則的變化。由目前磷酸鹽的含量視之，上游各站應都屬貧營養及中營養水域，故磷爲主要的限制因子，因此欲維持此地區之水質清淨，控制水中磷量爲最重要的工作。

(5) 矽酸鹽

各站矽酸鹽之含量在6.90~27.75ppm之間變化。由變方分析顯示矽酸鹽的分佈在各測站間並無顯著的不同，也沒有與其他營養鹽如 NH_4^+ 、 PO_4^{3-} 之分佈吻合的現象，可見其差異或變化並非與其他營養鹽所受的污染一樣。此外，在不同採樣時段上的差異亦無規律可循。但本研究之結果則比雷(1987)報導大甲溪上游之含量高甚多，可見矽酸鹽之濃度在愈往下游，因被藻類所利用而減少。此爲一般河川中正常的現象。

12. 重金屬 (表1~8及表9)

(1) 水中重金屬

由於天然的岩石內含有某種程度的重金屬，或是在肥料中混雜的不純物及某些農藥中亦摻雜一些重金屬，當其溶入水中使其濃度較高時，則會對水生生物有不良的影響。於調查期間各站的重金屬濃度分別爲銅N.D.~6.72ppb、鋅N.D.~66.09ppb、鎘N.D.~0.37ppb、鉛N.D.

~252ppb及鐵N.D.~355.75ppb。故除了銅及鎘的範圍較小外，其他三種都甚大，因此再列出次高的二個濃度如銅為6.48及6.42ppb，鋅為44.45及25.50ppb，鎘為0.25及0.21ppb，鉛為3.45及2.43ppb，鐵為141及133ppb，則各重金屬之檢出濃度即變小很多，尤其是鉛、鐵及鋅。依據目前河川水體分類水質標準，銅為30ppb、鋅為40ppb、鎘為10ppb、鉛為100ppb及陳(1992)研議之水產用水水質基準，則發現武陵地區漢流水質除了少數測站偶有污染外，一般受重金屬污染的情形較為輕微，而上述的重金屬濃度對於鮭魚之生理作用與生存應仍無不良影響。

倒是重金屬的濃度變化在各站及不同的日期變異甚大。一般在冬季時重金屬含量不高，但在4月及5月則有顯著的增加，尤其是鋅的突增，此可能與溫度、雨後及農業活動有關。另外，亦發現在甚多的情況下河域下段比上段的重金屬含量亦高。

(2) 土中重金屬 (表9)

將各河段的土中重金屬加以比較，則發現各重金屬之含量範圍小且較為一致，與在水中之變化並不相同。配合水中重金屬的濃度，得知除了有勝溪有輕微的銅污染外，七家灣溪的銅、鎘及鉛並無污染之現象。土中鋅的含量稍高可能因土壤原來的化性及輕微的污染，故下游河段有稍增之現象與水中者的變化情形頗為

一致。第七站的重金屬含量稍高可能與農業活動有關，但第八站則可能與人類的觀光有某程度的關連，因其鐵及汞的含量亦最高。

13. 酚及油脂 (表10)

酚頗具毒性，然油脂對水生生物之毒性不高，但因其或具有臭味或有礙觀瞻，頗能表示水質受有機油類污染的現象，故常為水質檢測之項目之一。武陵地區水中的酚含量為0.193ppb，幾乎與酚之偵測極限相似，與其他地區清水的酚含量N.D.~73ppb相差極大，同時也低於目前台灣省河川水質之水體分類標準的1ppb甚多。故可視為未受污染的水體。

在採樣期間，各水域表面並無明顯的油膜存在，故這些含量應屬水中生物體之脂肪類，而非礦物油脂，其含量在3.75ppb以下，仍低於水體之水質標準10ppb甚多，故可斷言之，武陵地區之溪流尚未受有機油類之污染。

(二) 水中的細菌數 (表11及12)

各測站水中的總生菌數，腸內菌數及大腸菌群數在2月及5月有明顯的差異存在($P < 0.05$)。2月時，由於水溫較低，頗能抑制細菌的生長，故細菌數目不多，除了第十站已明顯的遭受有機廢水及生活廢水之污染外，其他各站都符合甲類的水質標準。然而在5月時，細菌數暴增，有4站之總生菌數已達 10^4 以上，而大腸菌群數則有5站超過甲類的水質標

準。最高者仍為第十站，顯然地5月的水質已屬不佳。加上有勝溪的第七及第九站之大腸菌群數亦都較高，故鮭魚在第十站及有勝溪甚少發現的原因，與此有否關連頗值得進一步繼續研究。而A站因有生活廢水之管線在其附近排放，也可能使A站及第一站之大腸菌群數比第二、三及四站為高。

(三) 因子之相關與分群分析

1. 硬度、鹼度、鈣、鎂與pH值之相關 (圖7~20, 表13)

一條河域的上述物質在正常的情況下應都有某種程度的相關關係，並可由此與其他地質不同的流域相比較而區別之。另外若在同一條流域不同地段，由於開墾、農業活動甚或其他人為污染等影響，則亦能在相關關係上有不同的表現而得知。武陵地區之溪流，其在不同季節（除了5月外）的硬度與鹼度都有極佳的相關（圖7~11）。尤其是將各梯次的數據混在一起時，其相關性仍高，表13為各月份總和的迴歸方程式及相關係數，二者相關性均呈顯著。

另外，鈣量為構成硬度的最主要離子，故在正常情況下其相關性亦可能不低，圖12~14為二者之相關圖。由於第七及第九站來自有勝溪，故此二站常偏出迴歸線甚多，也因此得知其甚受人為活動所影響。相同之現象亦發生在鎂量與鈣量的相關關係圖（圖15~17）。

鹼度因能影響水中的pH值，故二者之關係亦極密切，圖18~20為鹼度與pH的關係圖，在冬天不下雨時其相關性極高，下雨或水溫上升導致生物活力增加時，則相關性較低，這是因為藻類的含量能影響pH值所致。

由上可知，有勝溪要能適合鮭魚之生存，其水質與開發情形宜加研究改善。

2. 分群分析

利用此法來瞭解其水生環境的相似程度，以做為歸類及將來管理之參考。

- (1) 水溫、pH、溶氧、硬度及Eh等五項（表14，圖21）

以上述五種物化因子進行多變值分群分析。得知在河段間可區分為5個次群體。即第1、3、4、5測站為一群，第2站為另一群，第6、8、10站為一群，第七站及第九站則各自獨立為兩群（表14、圖21）。其理由為第七站係河水較平緩區，且有許多農業活動，故與其他河段有別；第九站為有勝溪上游處與其他七家灣溪等上游河段在底質上也有差異。第二站則在乾旱時期有乾涸的現象也較特殊，另外之兩群則可由七家灣溪上下游水文水質因子而區隔開來。

(2) 氣態氮、亞硝酸鹽、硝酸鹽、磷酸鹽及矽酸鹽等五項 (表15, 圖22)

以上述五種營養鹽進行多變值分群分析，則由結果得知在站與站之間，其3個次群分別為第七站單獨為一群，第2、3及9站為另一群，與第1、4、5、6、8及10站另屬一群 (表15、圖22)。這是在考慮多項營養鹽因子空間分佈的情形，所分析出的結果。因為第七站為污染較大的區域，係由於其流水平緩造成營養鹽較易堆積之緣故，而第2、3及9站均為較上游未受污染之區域，另外在第一站則可能有相關單位的生活廢水之排放，所以被歸納入與中下游之第4、5、6、8站及下游的第10站中。

(四) 整體的水質指數 (表16、17)

河川的水質優劣評估，一般可由生物指數或物化指數加以判別，然而二者都有其優缺點，諸如在可靠性，準確性及時間的代表性各有爭論。溫(1994)已探討台灣水體水質指數之回顧與展望。由於本研究地區只限制在武陵附近之流域，其相似性極高，以一般之參數與權重來計算之並不合適。故將NCKU法稍加修正，把比電導度去之，其權重則加入於總磷，經計算後其結果示如表16，其各站的水質指數(WQI)落在61.5~79.3之間，差異不大，不能明顯的表示水質之良否差異。因此利用其參數與權重，照Brown法(1970)算出其WQI，得到各站之指數在77.3~82之間，屬於乙類用水，適合一級之水產用水。此指數與近年來南部之水質的指標為50左

右有極大的差別（溫，1994），表示武陵地區的水質一般尚屬良好，除了在少數測站的高水溫季節時，WQI稍低外。故將來在鮭魚之復育及棲息地改善時，宜加參考與注意。

四、建議事項

1. 有勝溪若能減少農業活動，包括開墾、施肥及用藥應能使水質恢復而適合於鮭魚之生存。
2. 在有勝溪下段流域之二岸，應增植林木，增加河川遮蔭蔽處，以降低水溫使鮭魚存活。
3. 各相關單位之生活廢水勿排入溪中，以維持水質之清淨。
4. 武陵溪若將棲地改善，增加河川之水域體積，應能涵容更多的鮭魚。
5. 有些河床底質最好能改成卵石或卡岩，以利水生昆蟲之棲息而當鮭魚之食物。
6. 上游有關單位之導水改流系統宜禁止。否則將造成部份河段之枯水期。
7. 請密切注意水質中之氣態氮、亞硝酸鹽、溶氧、水溫、pH、B.O.D.及腸內菌含量，不使惡化。

五、謝辭

本研究計劃由內政部雪霸國家公園管理處之經費所支助。研究期間由林培旺處長、彭茂雄副處長及吳祥堅課長之關懷，在武陵的管理處保育課各位先生及本研究室各位同仁之協助，方得完成，特此致謝。

六、参考文献

- Alabaster, J. S., and R. Lloyd. 1982. Water quality criteria for freshwater fish. Butterworth Scientific, London, England. 361pp.
- American Public Health Association, American Water Works Association and Water Environment Federation. 1992. Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water, 18th Ed., Method 2160, pp.2-15~2-17. APHA, Washington, D.C., USA.
- AOAC. 1985. Official methods of analysis. 14th Ed. ISBN 0-935584-24-2.
- Brown, R. M., McClelland, N. I., Deininger, R. A., Tozer, R. G. 1970. A water quality index-Do we dare? Water Sewage Wks. 117: 339-343.
- House, M. A. and Newsome, D. H. 1988. Water quality indices for the management of surface water quality. Water Science and Technology. 21(10/11):1137.
- Ott, W. R. 1978. Water quality indices: A survey of indices used in the United States, EPA-600/4-78-005, pp.128, U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C.
- Robertson, T. E. 1987. Invertebrate dynamics in an agricultural impacted stream ecosystem. Pages 74-139 (SECTION II) in: T. E. Robertson. Carbon flow in an agricultural stream ecosystem. Ph.D Dissertation. Iowa State University, Ames, Iowa.
- Wang, C. M. J. 1989. Environmental quality and fish community

- ecology in an agricultural mountain stream system of Taiwan.
Ph.D. Dissertation. Iowa State University, Ames, Iowa. 138pp.
- Watanabe, M., and Y. L. Lin. 1985. Revision of the salmoinid fish in Taiwan. Bull. Biogeogr. Soc. Japan 40(10):75-84.
- 呂光洋. 1990. 溪流生態系. 森林溪流淡水魚保育訓練班論文集. 251頁.
- 呂光洋、汪靜明. 1987. 武陵農場河域之原產種魚類生態之初步研究. 行政院農業委員會. 76年生態研究第010號. 臺北市. 77頁.
- 汪靜明. 1990. 大甲溪魚類棲地生態研究及改善第一年期末報告. 國立自然科學博物館. 臺中市. 103頁.
- 汪靜明. 1992. 大甲溪魚類棲地改善之生態評估研究. 國立彰化師範大學生物學系. 166頁.
- 林曜松. 1990. 美國魚類棲地改善研習及考察報告. 森林溪流淡水魚保育訓練班論文集. 251頁.
- 林曜松、梁世雄. 1986. 鮭鱒魚類生態. 農委會林業特刊第九號. 自然文化景觀保育論文集(二)鮭鱒魚保育專輯. 行政院農業委員會. 98pp.
- 林曜松、梁世雄. 1990. 鮭鱒魚類生態. 森林溪流淡水魚保育訓練班論文集. 251頁.
- 津田松苗. 1972. 水質汚濁の生態學. 公害對策技術同友會.
- 洪正中. 1980. 淡水河流域水生生物調查與水質等級評估. 師大生物學報 14:23-31.
- 黃國靖、楊平世. 1986. 水棲昆蟲與底質環境之關係. 農委會林業特刊第九號. 自然文化景觀保育論文集(二)鮭鱒魚保育專輯. 行政院農業委員會. 98pp.

- 陳弘成. 1991. 養殖漁業. 宜蘭縣環境品質規劃研究案(於幼華編)6:1-32.
- 陳弘成. 1992. 水產用水水質基準之研議. 農業環境品質研討會. 37頁.
- 陳弘成. 1994. 系統性公害鑑定之研究. EPA-83-E3K1-09-01. 環保署. 136頁.
- 陳弘成等. 1972. 台南運河污水之研究. JCRF Fish. Ser. 15:1-28.
- 張石角等. 1979. 櫻花鉤吻蛙保護區規劃. 78農林-公務-生態-1(5). 農委會. 78頁.
- 森若美代子、齊家. 1990. 台灣地區主要水庫優養化調查報告. 行政院環境保護署環境檢驗所. 145頁.
- 森若美代子、齊家、蔡惠澤. 1988. 石門水庫與大漢溪上游水系指標生物及水質調查報告. 行政院環境保護署.
- 溫清光. 1994. 台灣水體水質指數之回顧與展望. 1994年環境監測與指標系統研討會論文. 台灣大學思亮館(1994.6.2.)
- 溫清光、周建成. 1990. 台灣河川水質指數之建立. 第三屆環境規劃與管理研討會. pp.184-198.
- 雷淇祥等. 1988. 大甲溪上游浮游生物相及水質之調查. 農委會生態研究第8號. pp.30-33.
- 楊平世、林曜松等. 1988. 櫻花鉤吻蛙生態之研究(一). 魚群分布與環境因子關係之初步研究. 農委會. 生態研究第023號.
- 經濟部水資源統一規劃委員會. 1986. 大甲溪德基水庫魚蝦類初步調查報告. 水資會報告(25-資-03).
- 歐陽熾暉等. 1990. 河川分類水質標準及河川污染指標之檢討. EPA-79-003-10-021. 行政院環境保護署. 333pp.
- 興儀喜宜、中村廣司(林曜松譯). 1986. 台灣高地產梨山鱒(櫻花鉤吻蛙).

農委會林業特刊第九號。 自然文化景觀保育論文集(二)銼鱒魚保育專輯。

行政院農業委員會。 98pp.

衛生署環保局。 1985。 水質檢驗法。

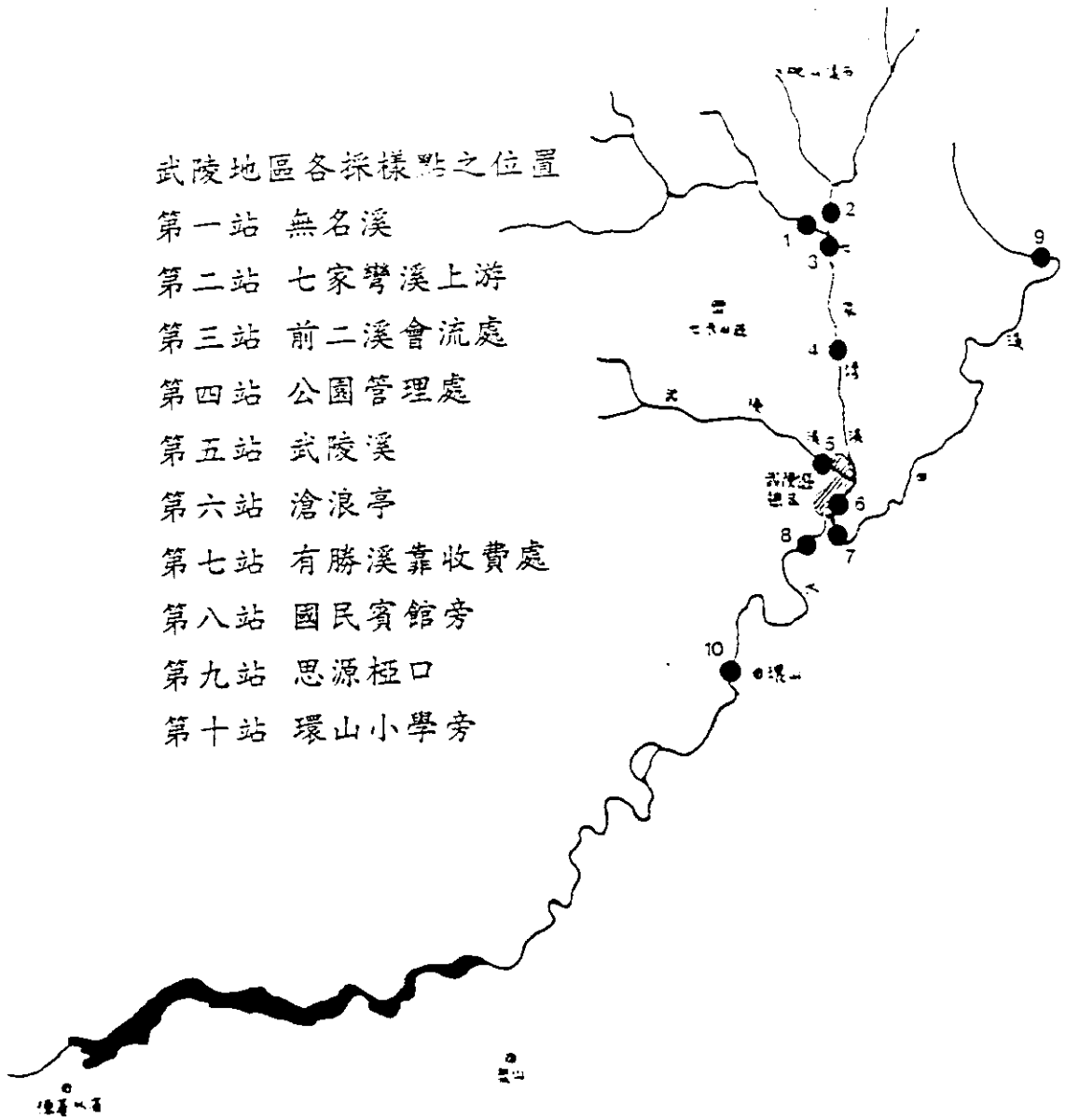


圖 1. 武陵地區各採樣站之位置圖

圖2. 各站溫度(°C)之變化

日期	12.23	1.16	2.5	2.28	3.18	4.11	4.27	5.25
站名								
1	-	-	-	-	-	-	-	13.0
1	9.3	8.4	8.4	8.9	10.5	12.00	13.1	13.5
2	-	-	-	10.4	12.0	12.7	14.8	14.3
3	-	-	-	9.7	11.5	12.6	13.9	13.8
4	12.5	10.8	11.0	9.4	11.2	13.1	13.4	14.3
5	8.9	8.9	10.1	9.8	11.8	13.1	14.4	15.1
6	11.6	11.6	12.6	10.3	13.1	13.9	15.1	16.4
7	11.7	13.5	15.8	12.1	15.1	19.3	18.8	21.9
8	11.7	12.4	13.5	10.7	13.5	15.0	15.9	17.6
9	8.6	8.9	12.3	9.6	14.3	14.3	16.7	15.9
10	11.2	12.3	14.6	11.4	14.9	15.2	16.7	19.3
平均	10.7	10.8	12.3	10.2	12.8	14.1	15.3	15.9
標準偏差	1.5	2.0	2.4	1.0	1.6	2.1	1.8	2.7

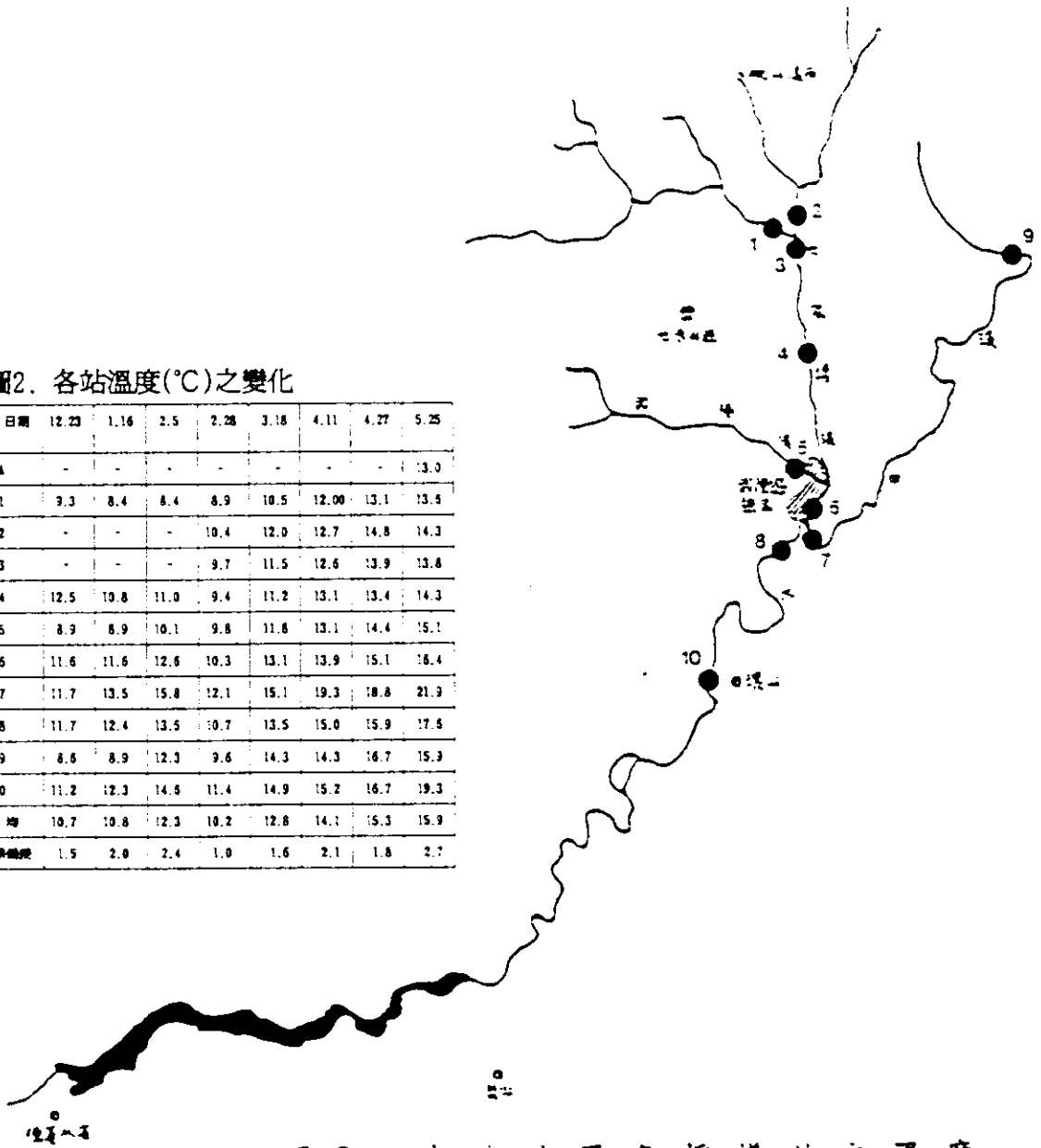


圖2. 武陵地區各採樣站之溫度

圖3. 各站pH值之變化

日期	12.23	1.16	2.5	2.28	3.18	4.11	4.27	5.25
站名								
1	-	-	-	-	-	-	-	8.50
1	8.4	8.01	7.4	7.42	8.04	7.99	8.46	7.96
2	-	-	-	8.06	8.22	8.12	8.75	8.20
3	-	-	-	7.89	8.09	8.00	8.74	8.02
4	8.0	7.91	7.99	7.90	7.97	8.01	8.29	7.92
5	8.1	8.03	7.99	8.03	8.09	8.18	8.43	8.10
6	8.2	8.21	7.79	7.96	8.18	8.32	8.65	8.18
7	9.0	8.82	8.76	8.60	8.68	8.64	8.95	8.77
8	8.5	8.47	8.34	8.40	8.50	8.02	8.78	8.28
9	7.6	8.40	7.42	7.16	7.63	7.55	6.67	7.95
10	8.6	8.55	8.57	7.72	8.35	9.01	8.85	8.42
平均	8.3	8.30	7.96	7.91	8.17	8.18	8.46	8.21
標準偏差	0.42	0.31	0.53	0.42	0.29	0.40	0.56	0.27

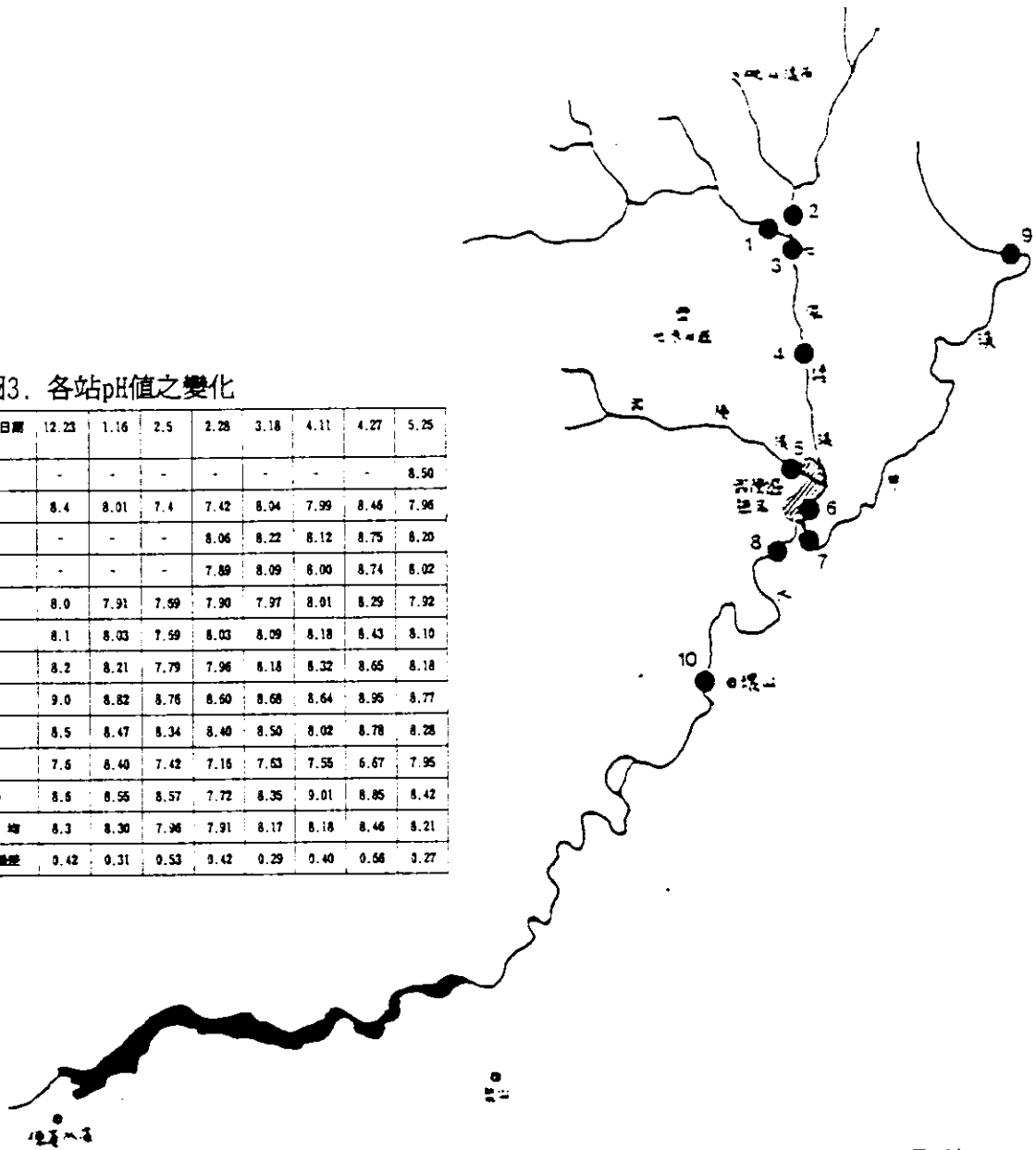


圖3. 武陵地區各採樣站之pH值

圖5. 各站導電度(μmhos/cm)之變化

日期	12.23	1.16	2.5	2.28	3.18	4.11	4.27	5.25
站名								
A	-	-	-	-	-	-	-	149
1	205	200	204	122	152	166	185	144
2	-	-	-	240	290	303	282	251
3	-	-	-	159	167	192	228	147
4	257	257	252	154	189	205	240	192
5	210	212	213	161	185	193	185	167
6	260	261	258	167	198	213	191	193
7	325	305	375	390	386	425	411	355
8	297	300	298	209	229	243	225	215
9	156	213	172	146	166	159	204	149
10	291	284	284	214	239	242	224	217
平均	250	261	257	196	220	235	237	198
標準偏差	56	55	53	77	71	78	68	63

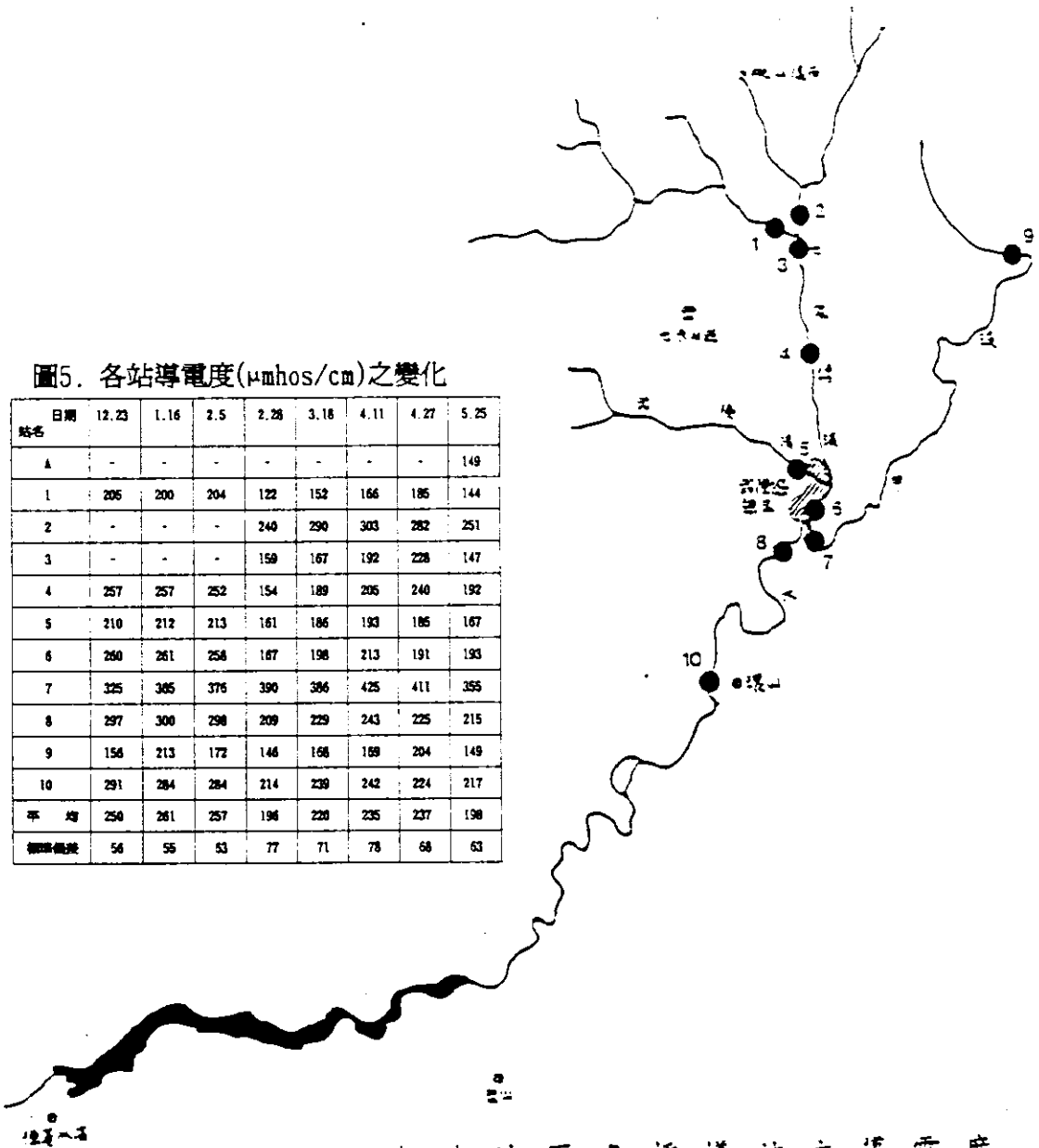


圖5. 武陵地區各採樣站之導電度

圖6. 各站D.O.(ppm)含量之變化

日期	12.23	1.16	2.5	2.28	3.18	4.11	4.27	5.25
站名								
4	-	-	-	-	-	-	-	8.3
1	8.8	9.6	8.8	8.9	8.8	10.2	8.0	7.9
2	-	-	-	10.3	8.2	9.6	6.2	8.3
3	-	-	-	11.3	8.1	9.4	7.3	8.3
4	8.0	9.2	7.9	10.4	8.8	9.4	7.9	6.7
5	8.8	10.1	7.3	9.8	8.0	9.7	7.9	7.0
6	8.3	9.5	6.8	9.7	7.6	9.8	7.9	6.9
7	8.8	9.3	7.0	10.3	6.0	8.4	7.4	7.0
8	8.5	8.2	7.8	9.7	7.6	9.7	7.1	9.2
9	6.7	11.6	8.3	8.9	6.2	11.3	5.7	6.6
10	7.8	9.4	7.4	10.3	7.3	9.2	8.7	7.3
平均	8.2	9.6	7.7	10.0	7.7	9.7	7.4	7.6
標準偏差	0.7	1.0	0.7	0.7	1.0	0.7	0.9	0.9

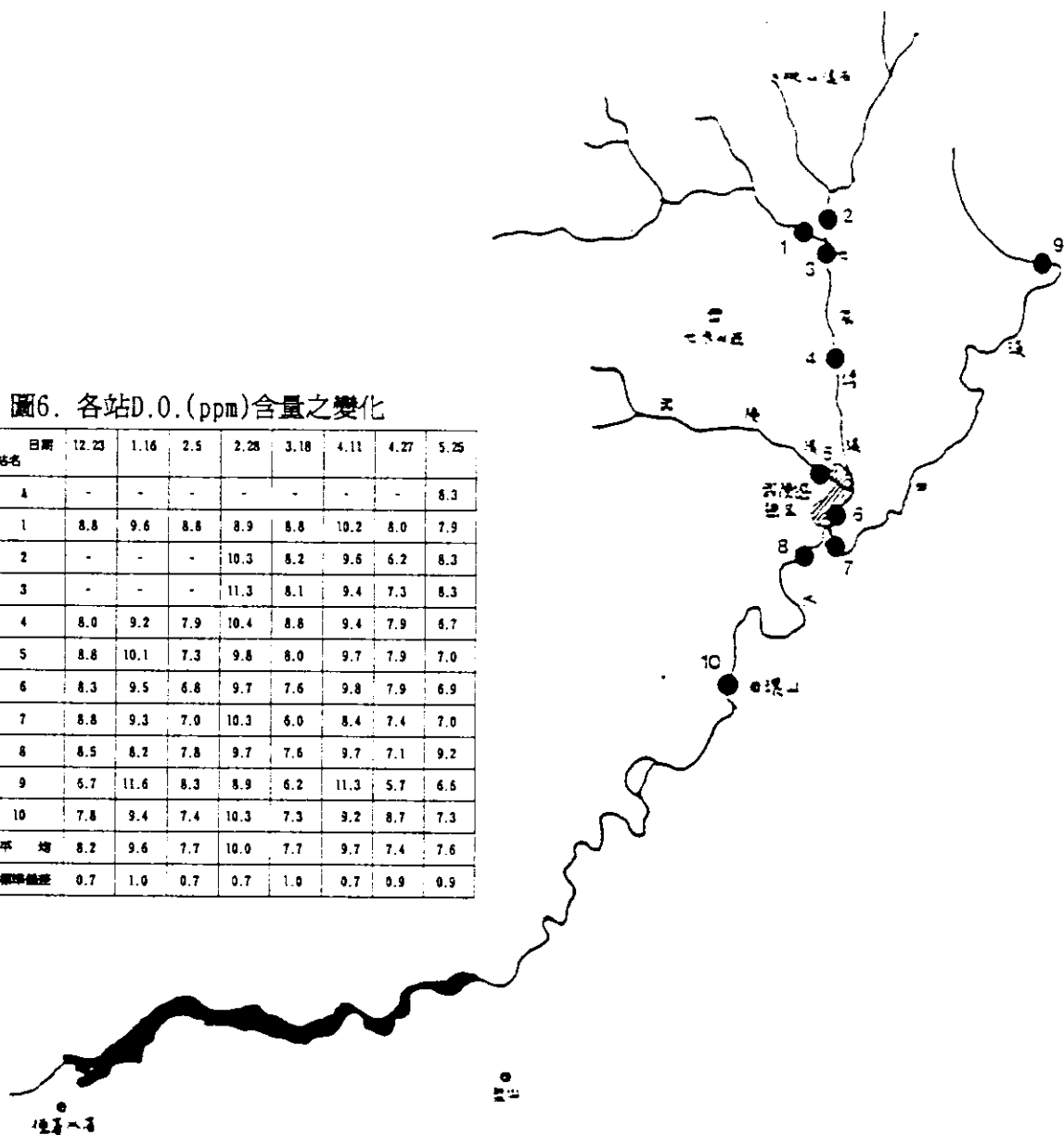


圖 6. 武陵地區各採樣站之密武

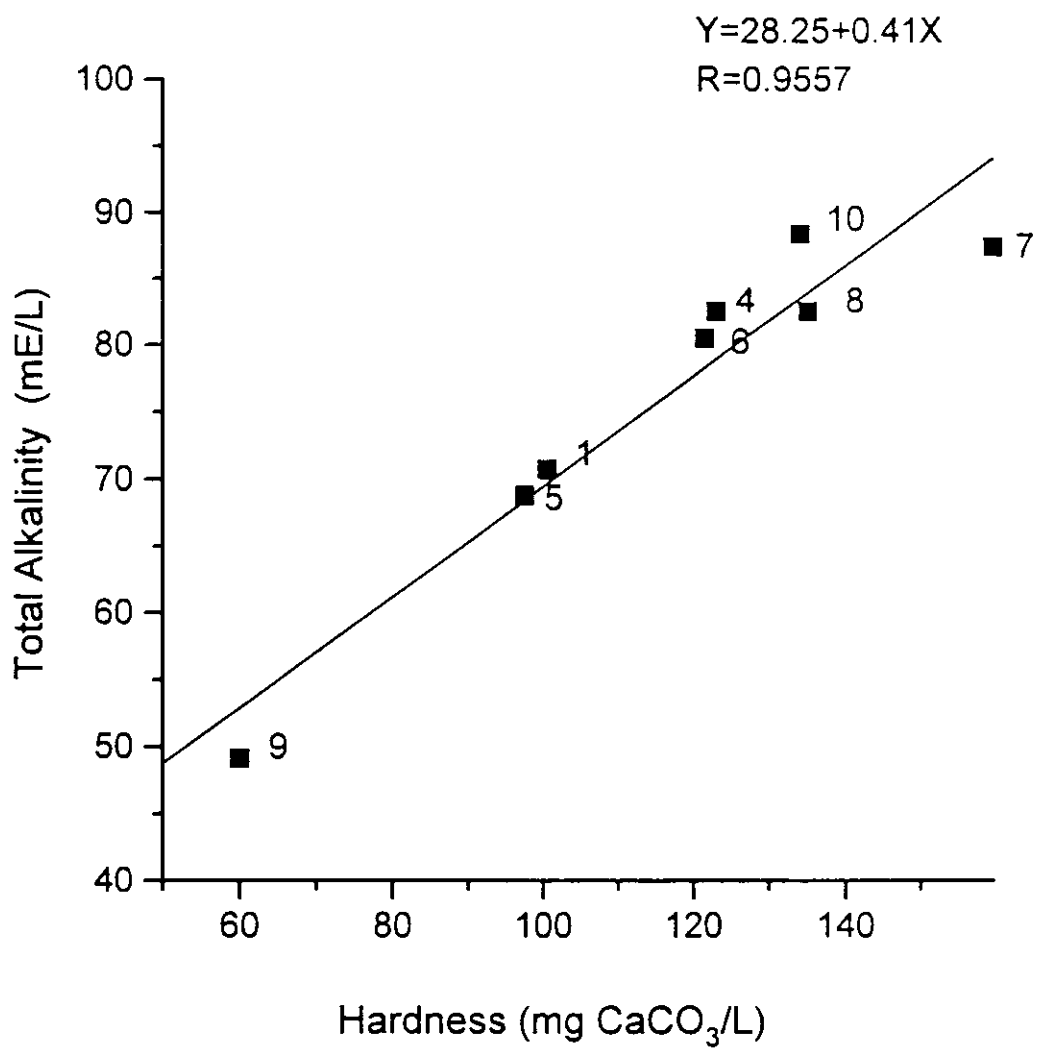


圖 7 各測站水中硬度與鹼度之相關關係(82年12月23日)

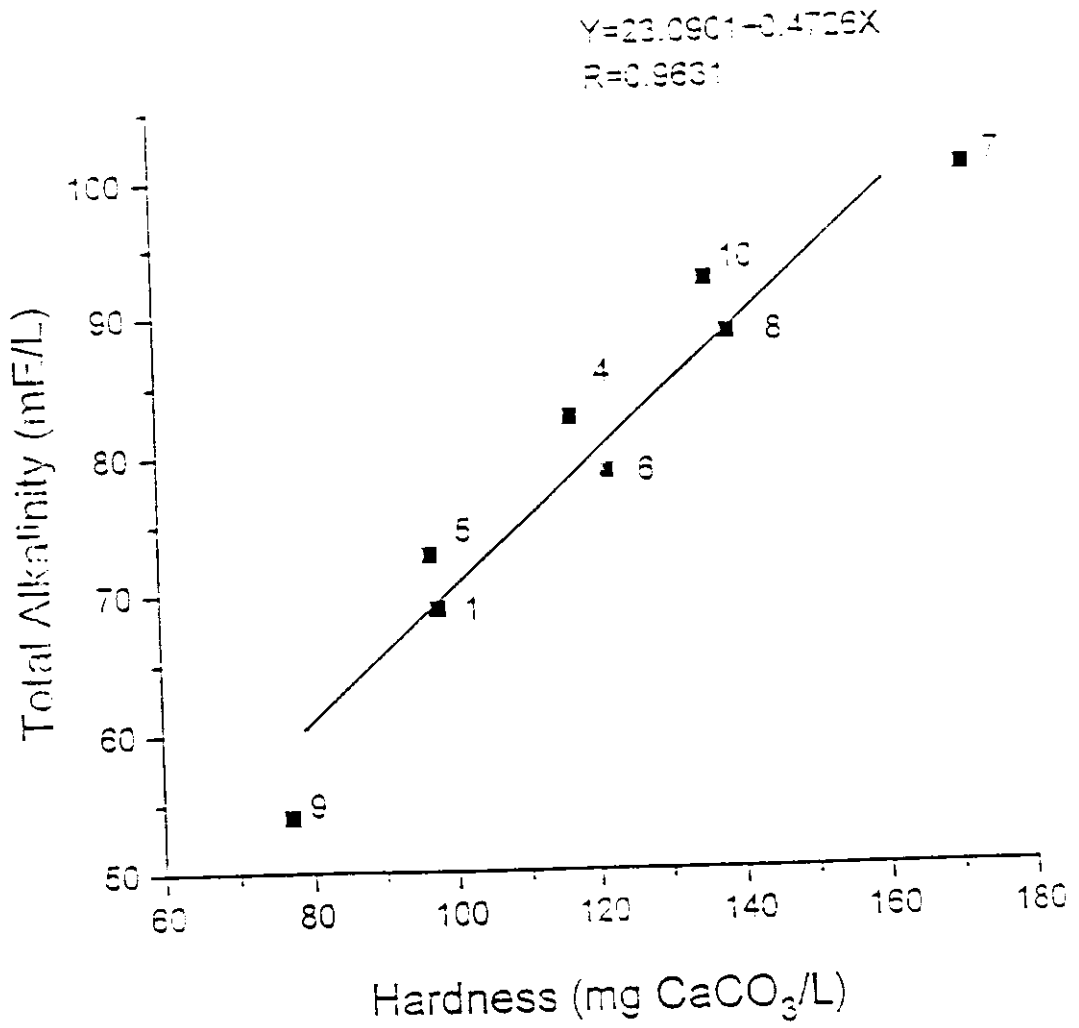


圖 8 各測站水中硬度與鹼度之相關關係(2月5日)

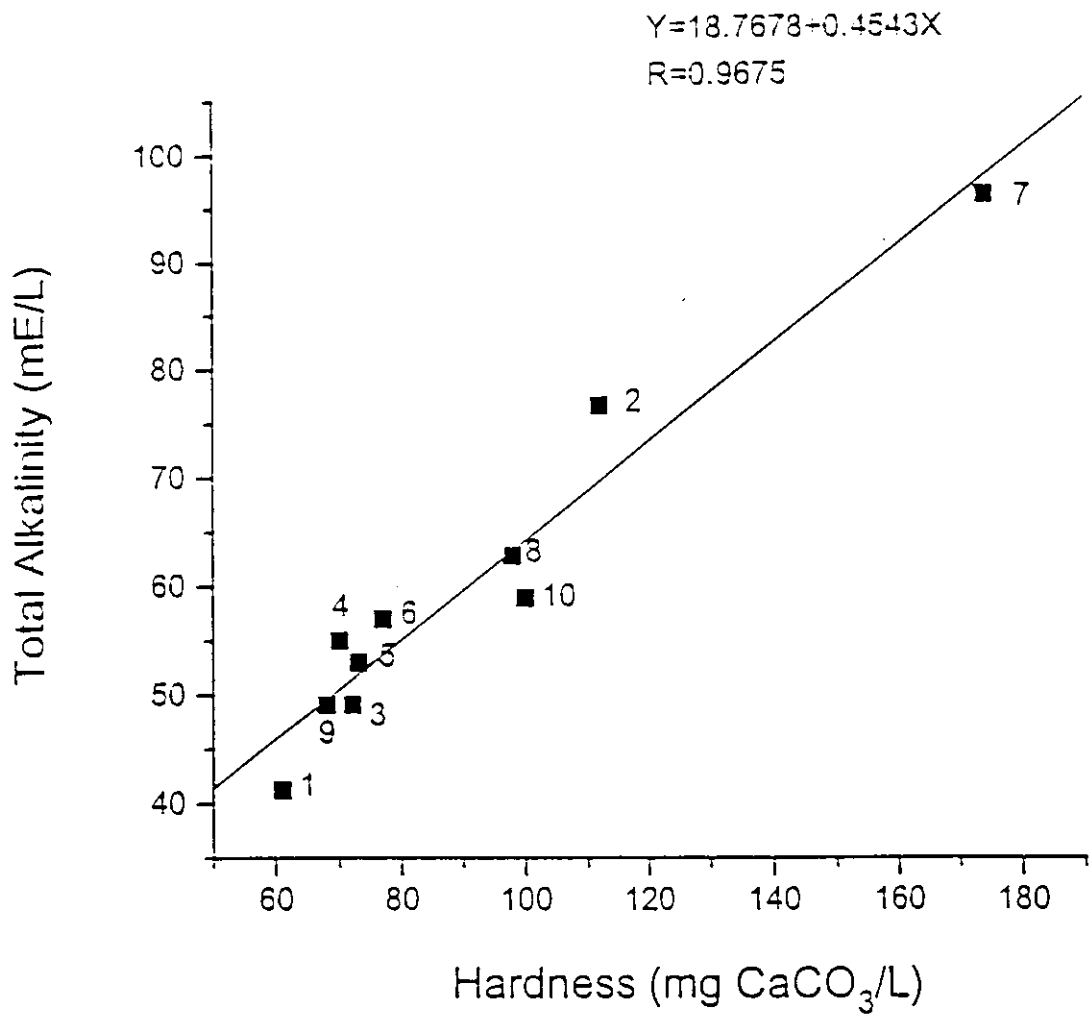


圖 9 各測站水中硬度與鹼度之相關關係(2月28日)

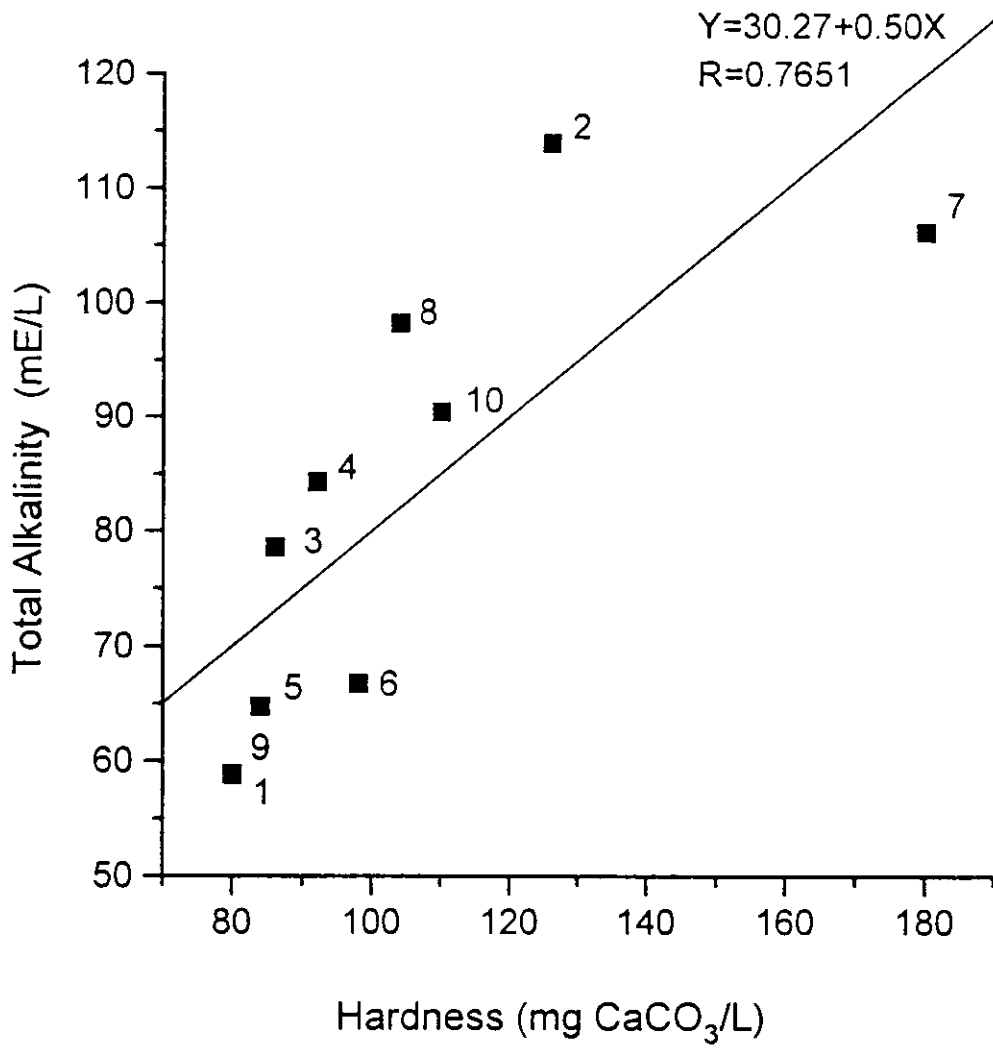


圖10 各測站水中硬度與鹼度之相關關係(83年5月25日)

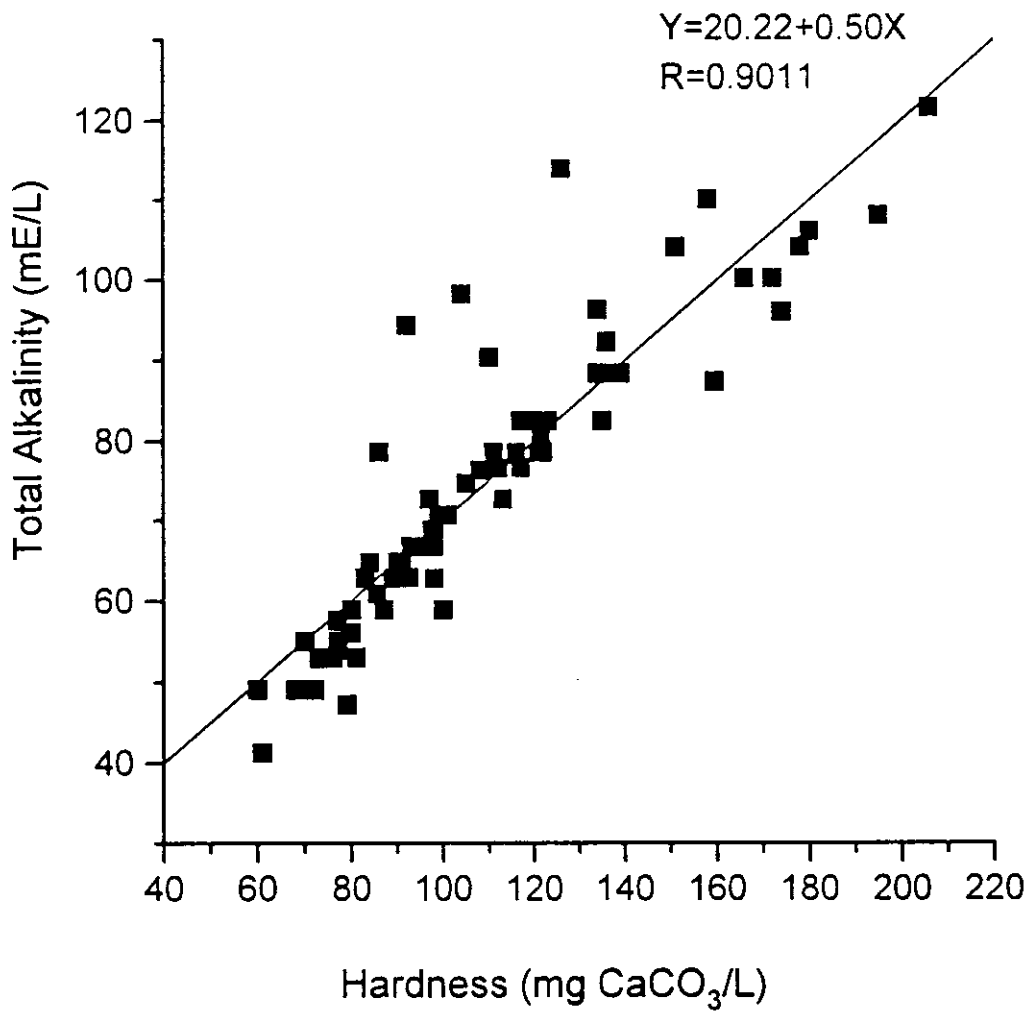


圖11 各測站水中硬度與鹼度之相關關係(82年12月25日至83年5月25日)

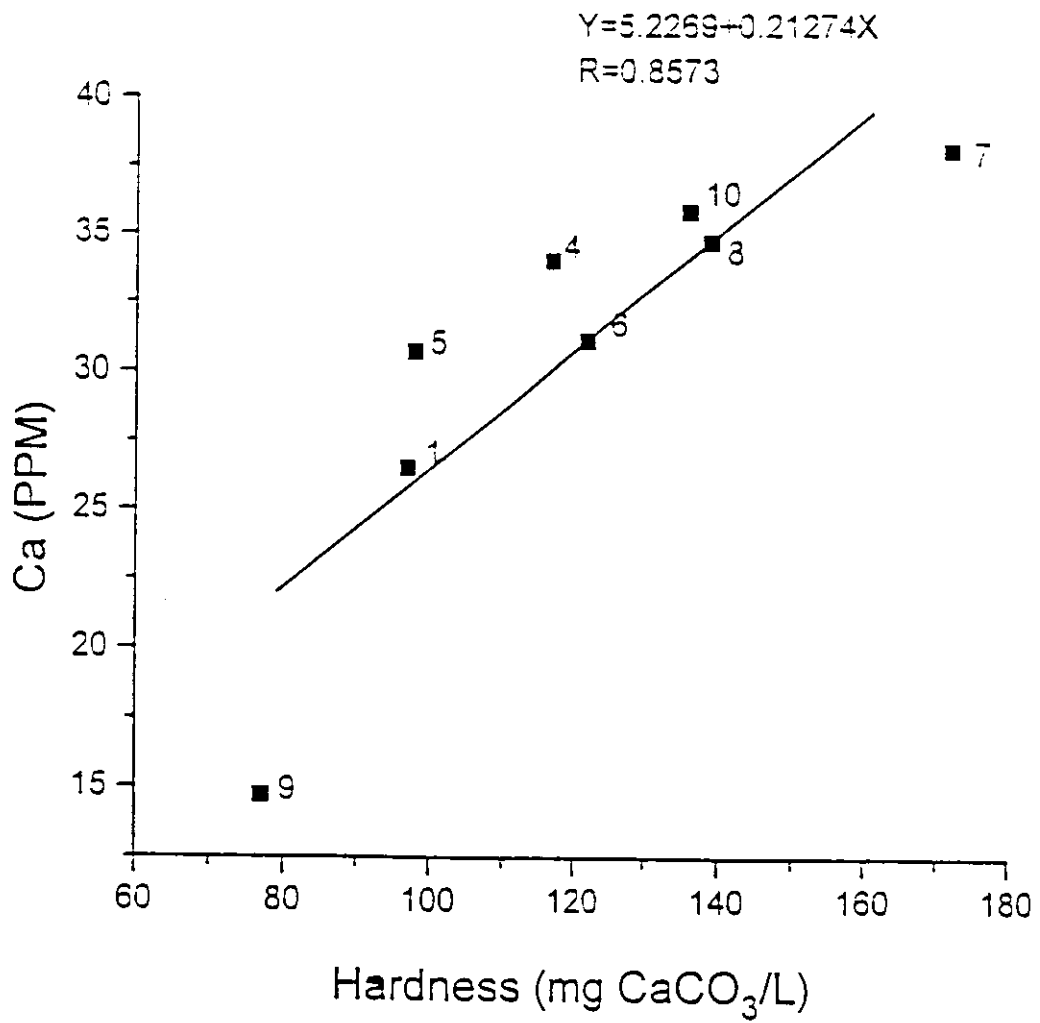


圖 12 各測站水中硬度與鈣量之相關關係(2月5日)

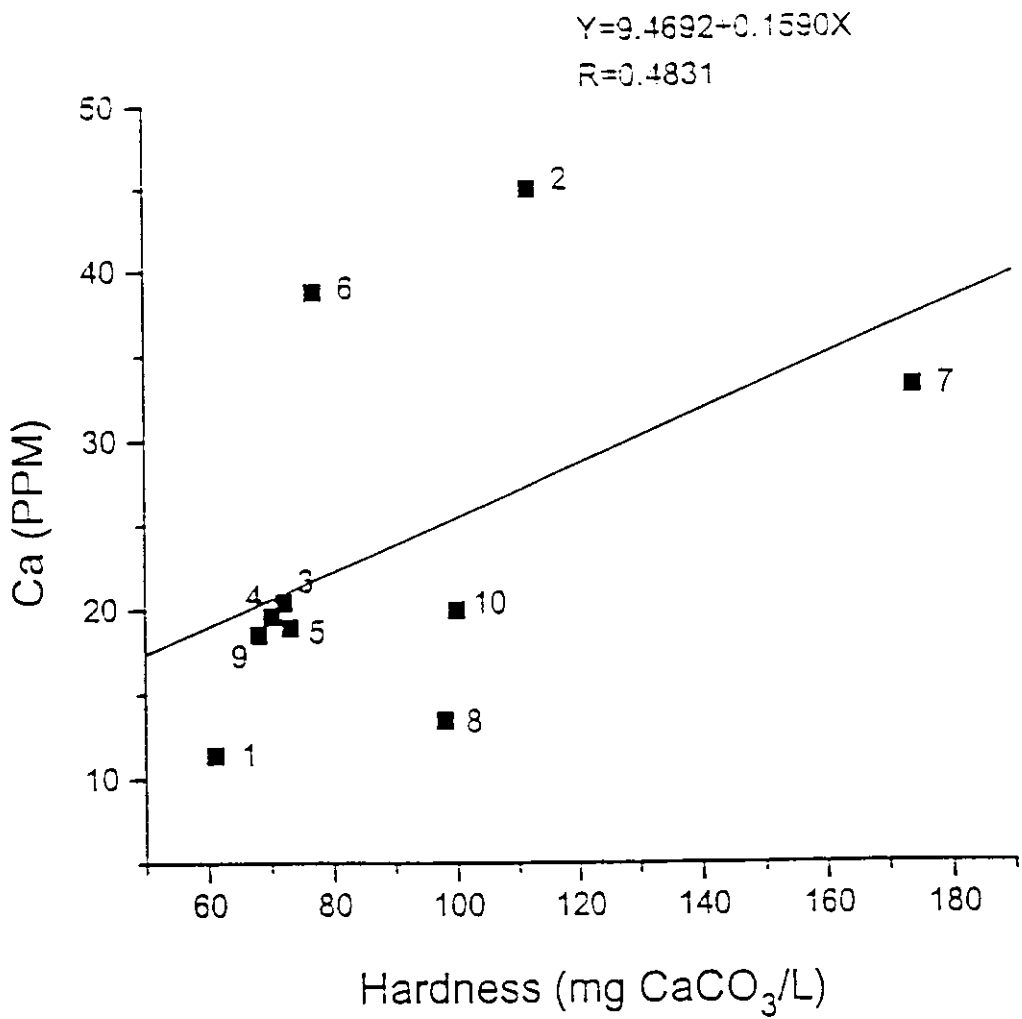


圖 13 各測站水中硬度與鈣量之相關關係(2月28日)

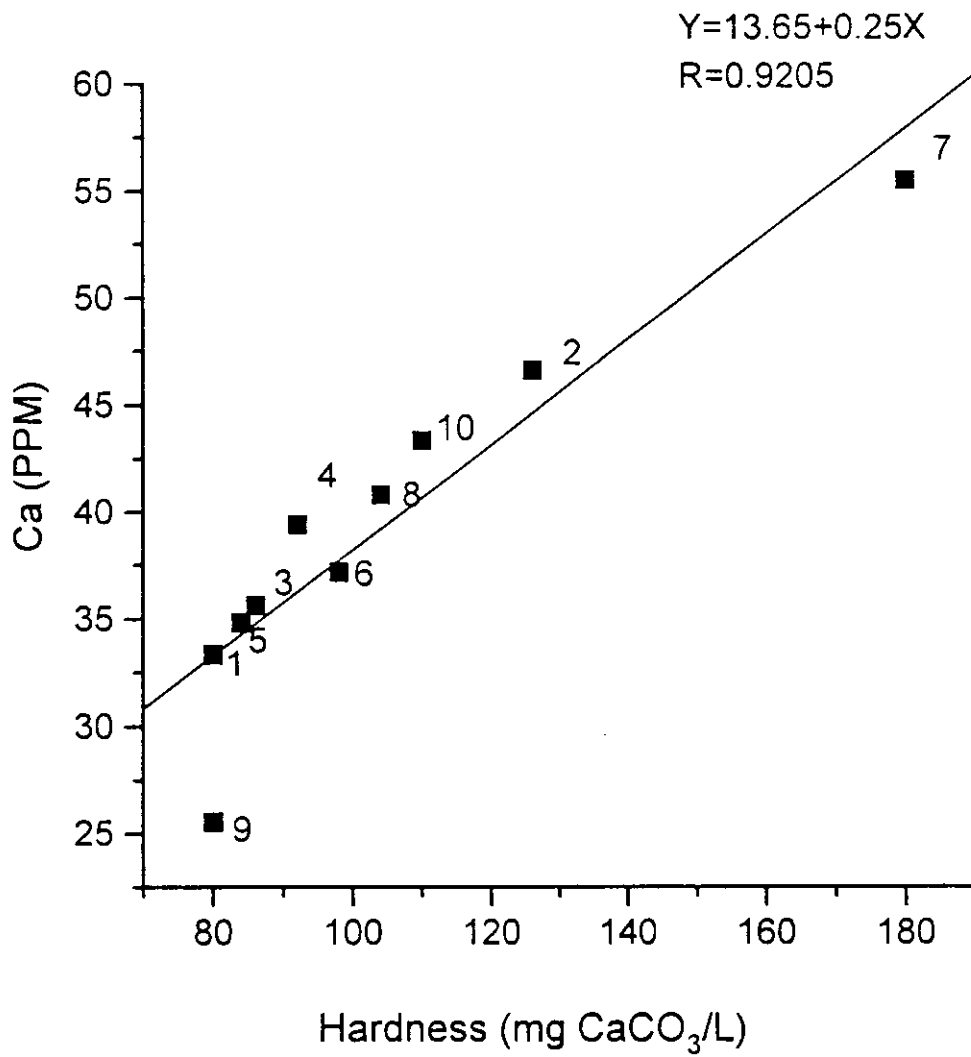


圖 14 各測站水中硬度與鈣量之相關關係(83年5月25日)

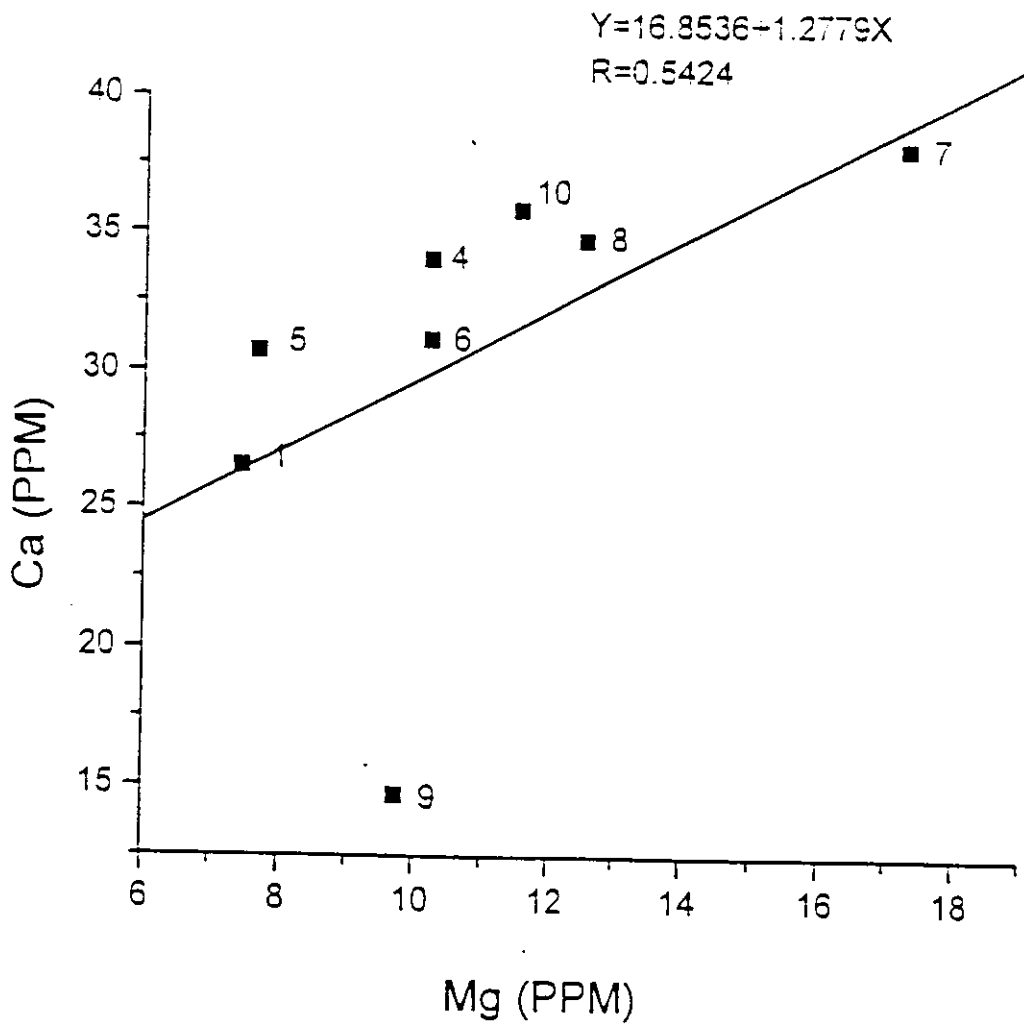


圖 15 各測站水中鎂量與鈣量之相關關係(2月5日)

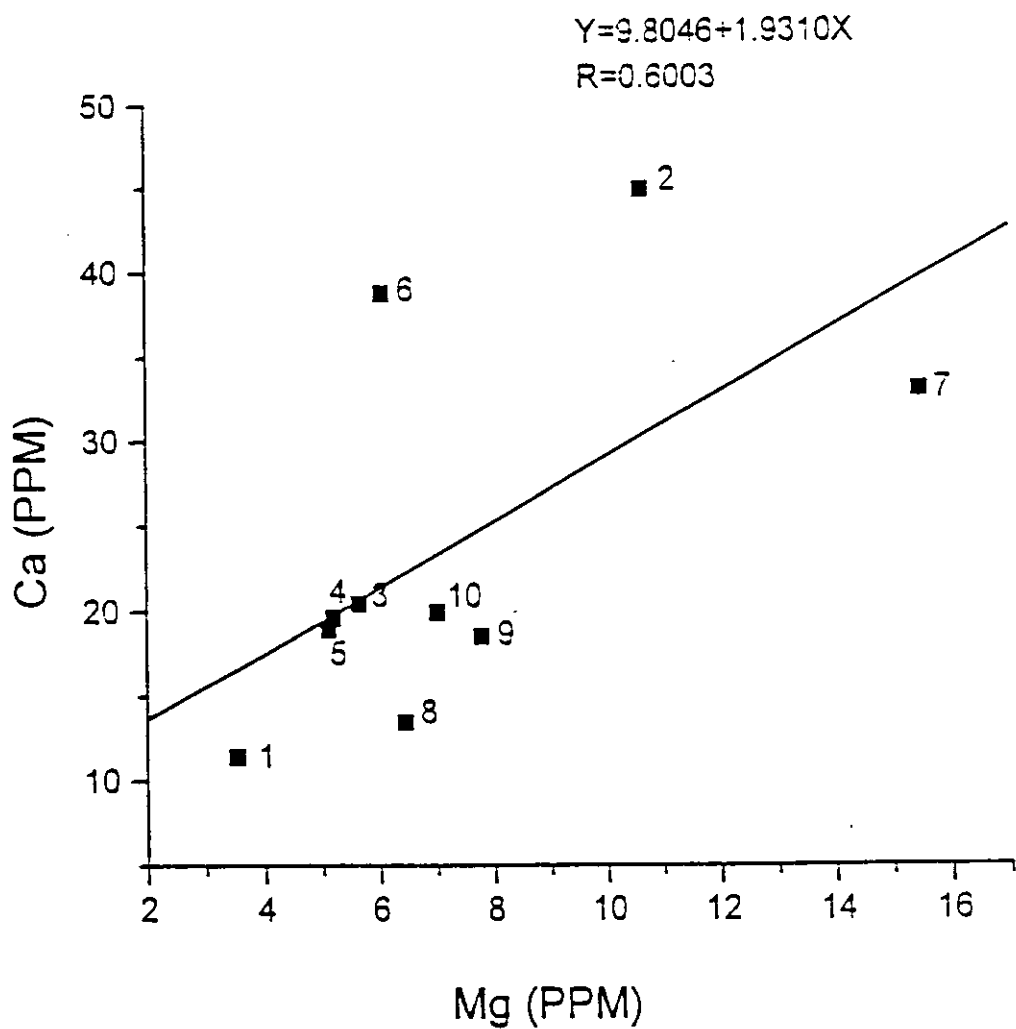


圖 16 各測站水中鎂量與鈣量之相關關係(2月28日)

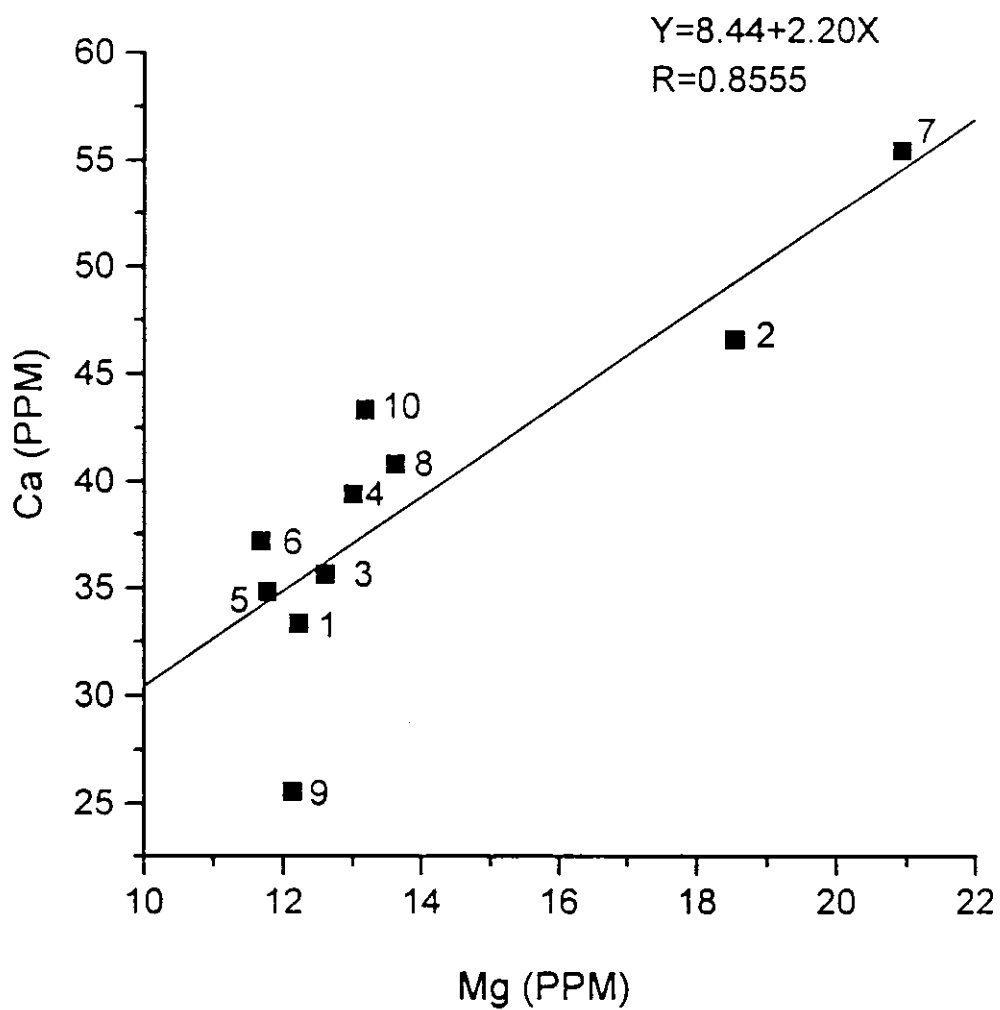


圖17 各測站水中鎂量與鈣量之相關關係(83年5月25日)

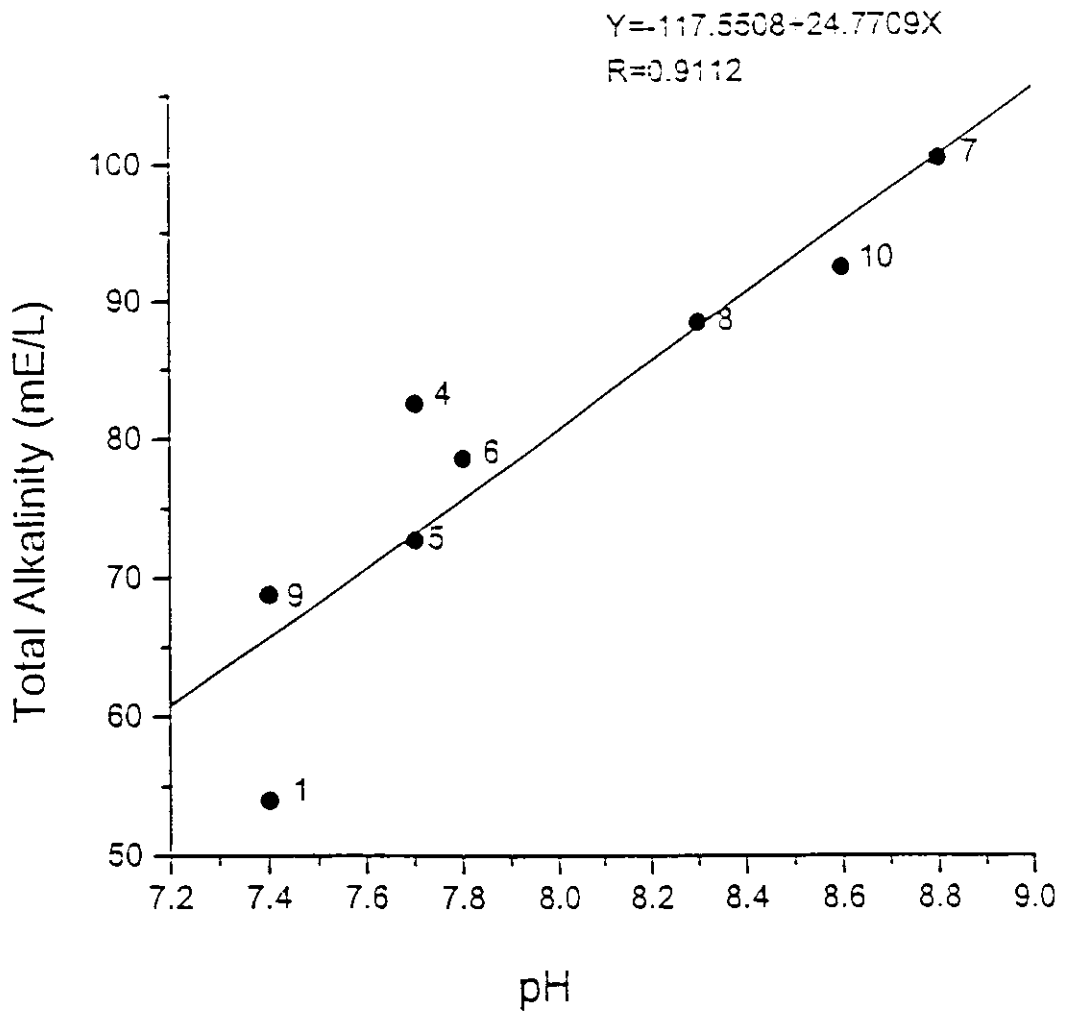


圖 18 各測站水中 pH 與鹼度之相關關係(2月5日)

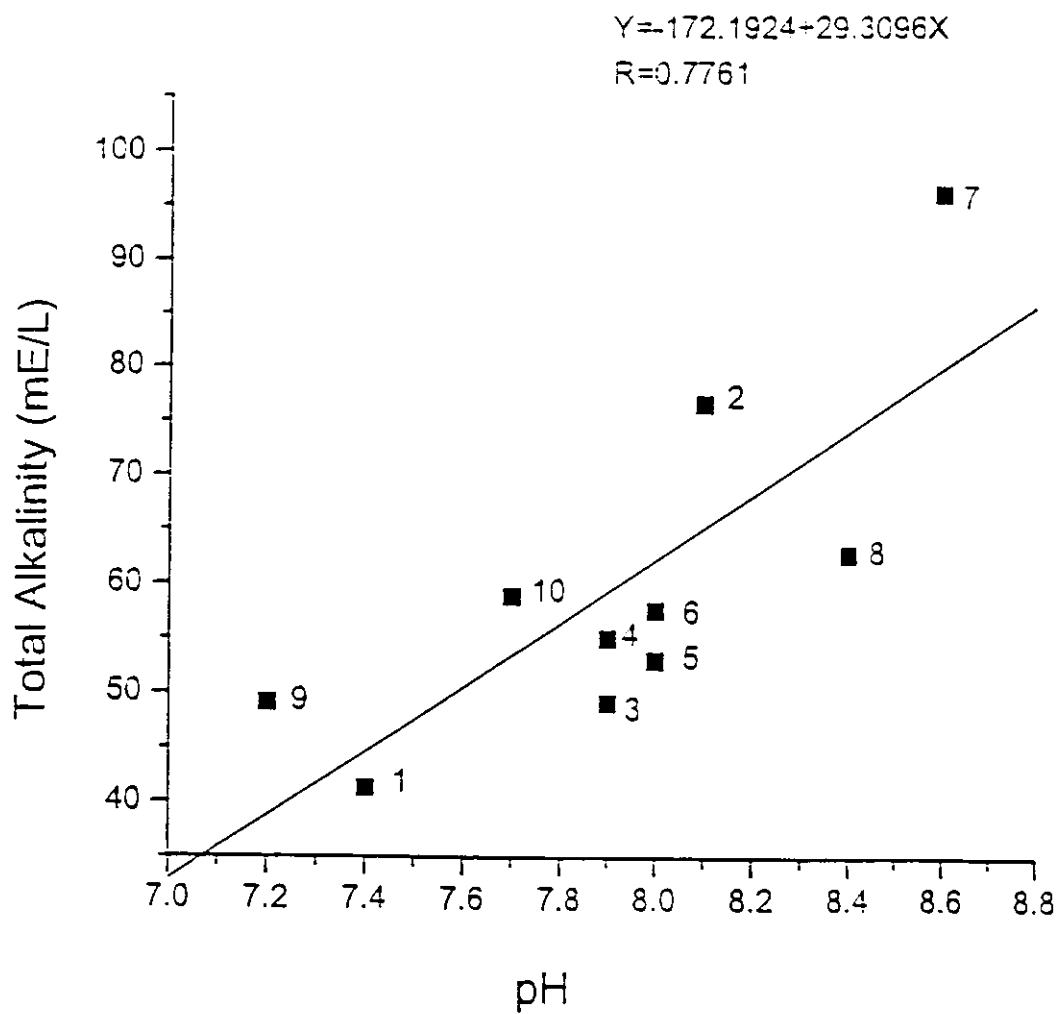


圖 19 各測站水中 pH 與鹼度之相關關係 (2月28日)

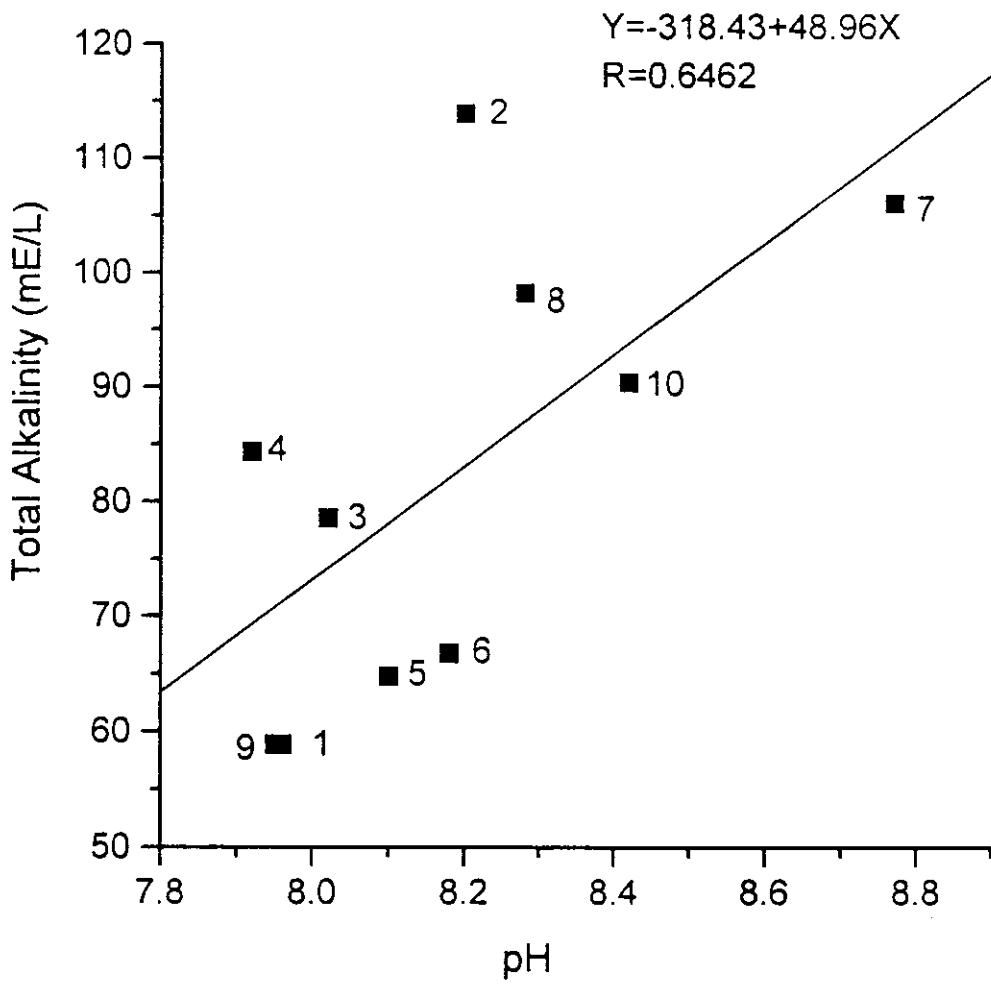


圖 20 各測站水中 pH 與鹼度之相關關係(83年5月25日)

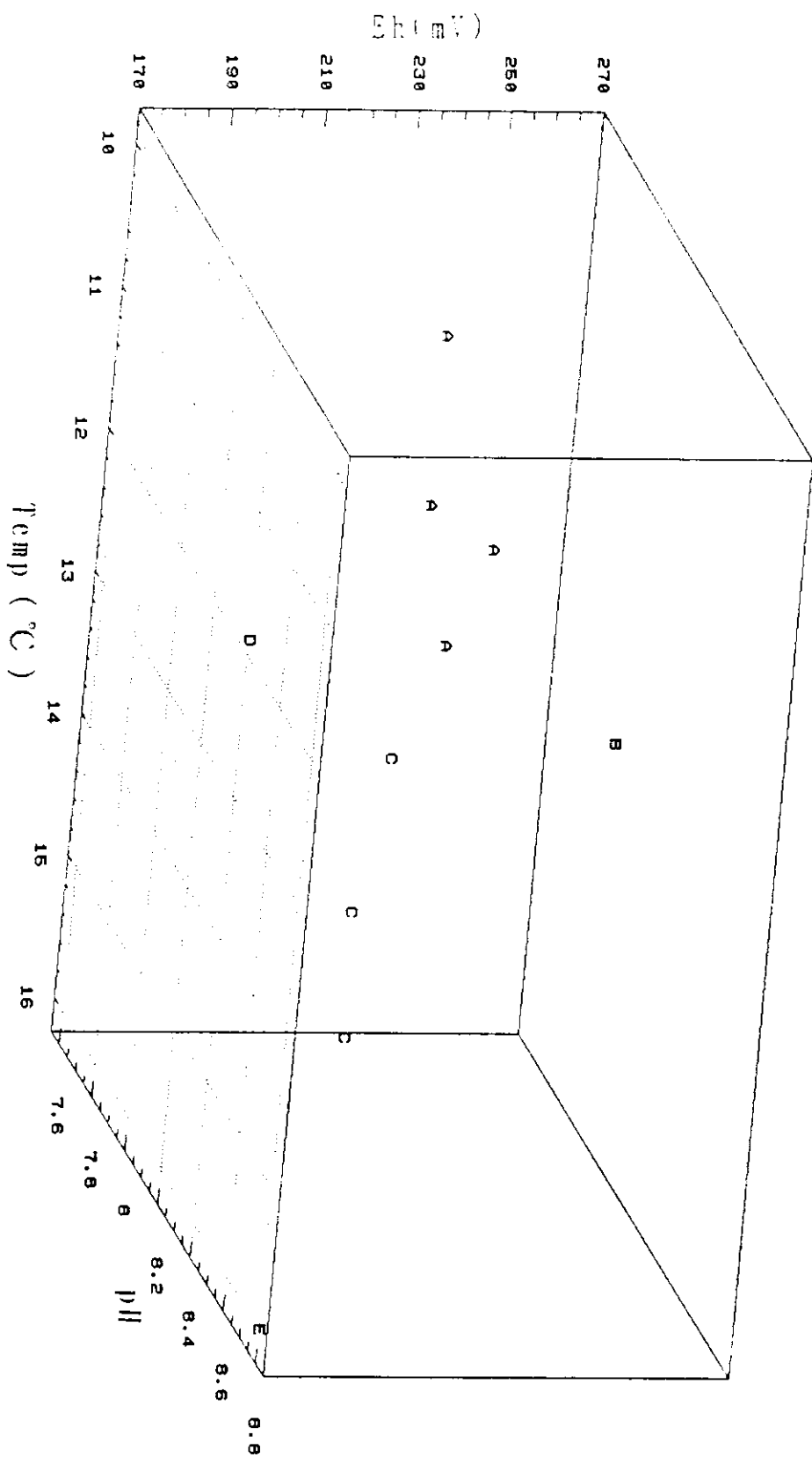


Fig. 21 由物化因子分群後，各相似站之相關位置圖

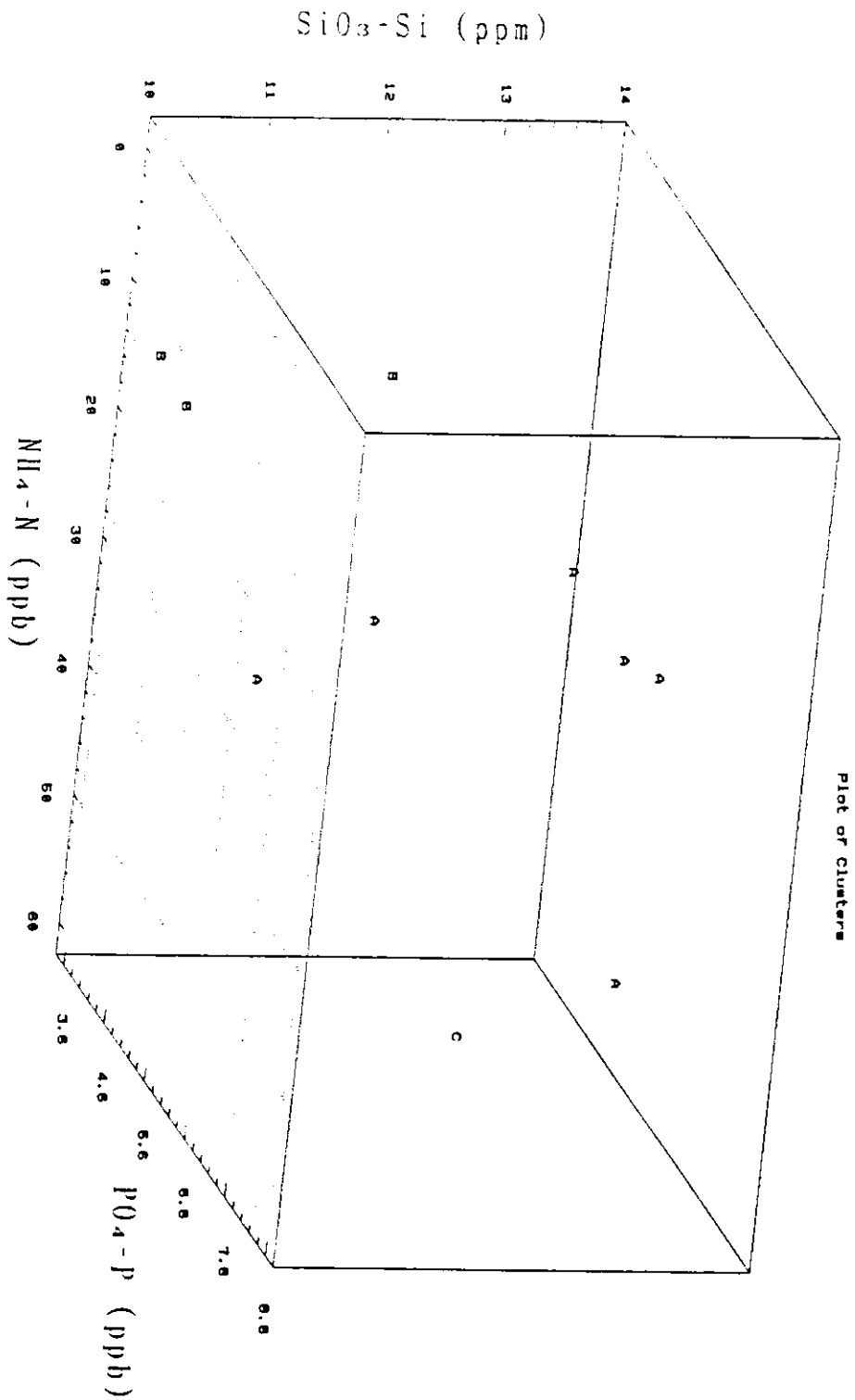


FIG. 22 由營養鹽分解後，各相似站之相關位置圖

检测站：宜昌市环境监测站
 检测日期：2012年12月23日
 表 1：

表 1 武陵地区各溪流采样点之水质 (82.12.23)

分析项目	pH	Temp (°C)	DO (mg/L)	电导率 (µmhos/cm)	TSS (mg/L)	ROD (ppm)	总磷 (mg/L)	总氮 (mg/L)	氨氮 (mg/L)	透明度 (NTU)	重金属														
											Mn ²⁺ -N (ppb)	NO ₂ ⁻ -N (ppb)	NO ₃ ⁻ -N (ppb)	PO ₄ ³⁻ -P (ppb)	SiO ₂ -Si (ppm)	Cu (ppb)	Zn (ppb)	Cd (ppb)	Pb (ppb)	Fe (ppb)	Cn (ppm)	Mn (ppm)			
第一站	8.8	9.3	8.4	205	—	1.0	N.D.	N.D.	100.5	70.7	1.0	N.D.	4.0	N.D.	N.D.	N.D.	7.0	1.30	N.D.	0.10	0.15	N.D.	25.00	5.90	
第二站	检测	检测	检测	检测	—	检测	检测	检测	检测	检测	检测	检测	检测	检测	检测	检测	检测	检测	检测	检测	检测	检测	检测	检测	检测
第三站	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
第四站	8.0	12.5	8.0	257	—	N.D.	2.4	121.5	80.5	1.0	N.D.	5.0	87.0	N.D.	0.85	N.D.	0.01	0.05	N.D.	0.05	N.D.	30.40	0.40		
第五站	N.D.	N.D.	8.1	210	—	1.5	2.4	97.5	68.8	N.D.	N.D.	2.0	N.D.	N.D.	0.58	N.D.	0.03	0.48	2.00	23.50	6.31				
第六站	8.3	11.8	8.2	260	—	N.D.	11.9	123.0	82.5	1.0	38.0	2.0	87.0	N.D.	1.75	2.50	0.06	0.77	19.27	31.00	8.37				
第七站	8.8	11.7	9.0	375	—	N.D.	N.D.	159.5	87.4	3.0	57.0	7.0	149.0	N.D.	2.63	0.92	0.12	1.55	27.48	35.30	14.17				
第八站	N.D.	11.7	N.D.	297	—	N.D.	N.D.	135.0	82.5	N.D.	69.0	4.0	270.0	N.D.	1.02	1.13	0.08	1.01	27.36	31.80	18.53				
第九站	6.7	8.6	7.6	154	—	2.0	N.D.	60.0	49.1	1.0	106.0	2.0	17.0	N.D.	0.59	N.D.	0.03	0.64	N.D.	13.50	6.26				
第十站	6.7	11.2	8.6	291	—	N.D.	2.4	104.0	88.4	1.0	70.0	3.0	157.0	N.D.	0.80	0.41	0.07	0.78	34.48	33.00	9.21				

採樣地點：寶豐國家公園
 採樣時間：93年1月16日
 天氣：晴時多雲

表 2 . 武陵地區各溪流採樣點之水質 (83. 1. 16)

分析項目	DO (ppm)	Temp (°C)	pH	透明度 (cm)	TSS (mg/l)	BOD (ppm)	氨氮 (mg/l)	硝酸氮 (mg/l)	磷酸氮 (mg/l)	濁度 (NTU)	無 氮 類					無 磷 類							
											NO ₂ -N (ppb)	NO ₃ -N (ppb)	NO ₂ -N (ppb)	NO ₃ -N (ppb)	PO ₄ -P (ppb)	SiO ₂ -Si (ppm)	Cu (ppb)	Zn (ppb)	Cd (ppb)	Pb (ppb)	Fe (ppb)	Ca (ppm)	Mg (ppm)
第一站	9.6	8.4	8.0	200	226	1.2	2.4	97.5	62.9	1.0	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	7.5	N.D.	N.D.	N.D.	0.52	N.D.	27.10	6.97	
第二站	乾涸	乾涸	乾涸	乾涸	乾涸	乾涸	乾涸	乾涸	乾涸	乾涸	乾涸	乾涸	乾涸	乾涸	乾涸	乾涸	乾涸	乾涸	乾涸	乾涸	乾涸	乾涸	乾涸
第三站	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
第四站	9.2	10.8	7.9	257	202	0.2	2.4	121.0	78.6	N.D.	N.D.	28.0	N.D.	9.7	N.D.	N.D.	N.D.	0.51	0.01	38.40	10.08		
第五站	10.1	8.9	8.0	212	193	N.D.	N.D.	97.0	72.7	1.0	N.D.	N.D.	N.D.	9.0	0.74	N.D.	N.D.	1.00	10.18	28.80	8.12		
第六站	9.5	11.6	8.2	261	182	N.D.	2.4	121.0	62.5	1.0	N.D.	16.0	N.D.	8.9	0.41	N.D.	N.D.	0.99	6.80	32.10	9.31		
第七站	9.3	13.5	8.8	365	147	2.1	N.D.	166.0	100.2	3.0	3.0	N.D.	306.0	N.D.	7.4	0.32	N.D.	1.32	13.75	38.30	17.01		
第八站	8.2	12.4	8.5	300	185	N.D.	N.D.	139.0	68.4	1.0	N.D.	189.0	N.D.	8.6	N.D.	N.D.	N.D.	0.02	9.71	48.60	13.72		
第九站	11.6	8.9	8.4	213	186	0.2	2.4	79.0	47.2	1.0	N.D.	2.0	N.D.	8.5	N.D.	N.D.	N.D.	0.57	0.27	21.80	9.15		
第十站	9.4	12.3	8.6	264	169	0.5	2.4	137.0	68.4	1.0	N.D.	81.0	N.D.	8.4	N.D.	N.D.	N.D.	0.87	0.02	37.20	11.06		

採樣地點：陽明湖東岸
 採樣時間：83年2月5日
 系 號：83

表 3 武陵地區各溪流採樣點之水質 (83. 2. 5)

分析項目	DO	Temp	pH	透明度 (cmhos/cm)	TSS (mg)	BOD (ppm)	總磷量 (mg/l)	總硬度 (mgCaCl)	總鹼度 (mg/L)	濁度 (NTU)	無 機 鹽					重 金 屬						
											NO ₃ ⁻ -N (ppb)	NO ₂ ⁻ -N (ppb)	NO ₃ ⁻ -N (ppb)	PO ₄ ³⁻ -P (ppb)	SiO ₂ -Si (ppm)	Cu (ppb)	Zn (ppb)	Cr (ppb)	Pb (ppb)	Fe (ppb)	Ca (ppm)	Mg (ppm)
第一站	8.8	8.4	7.4	201	232	0.5	N.D.	98.8	64.8	N.D.	24.8	1.0	N.D.	48.8	16.35	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	8.35	30.70	7.87
第二站	乾涸	乾涸	乾涸	乾涸	乾涸	乾涸	乾涸	乾涸	乾涸	乾涸	乾涸	乾涸	乾涸	乾涸	乾涸	乾涸	乾涸	乾涸	乾涸	乾涸	乾涸	乾涸
第三站	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
第四站	7.9	11.0	7.7	252	233	1.0	N.D.	117.0	82.5	N.D.	30.8	4.8	N.D.	47.8	13.87	N.D.	N.D.	0.82	N.D.	2.18	34.00	10.72
第五站	7.3	10.1	7.7	213	214	N.D.	N.D.	97.8	72.7	N.D.	15.8	3.0	N.D.	42.8	11.82	0.34	0.65	0.27	N.D.	20.30	26.50	7.44
第六站	8.8	12.6	7.5	258	209	2.0	N.D.	127.8	78.6	N.D.	322.8	2.8	N.D.	41.8	27.75	0.25	N.D.	0.94	0.33	1.29	31.10	10.22
第七站	7.8	15.8	8.8	316	170	1.0	N.D.	112.8	100.2	1.0	205.8	10.8	N.D.	43.8	11.48	0.82	N.D.	0.83	0.21	1.87	36.18	17.30
第八站	7.8	13.5	8.3	298	193	N.D.	N.D.	139.8	88.4	N.D.	53.8	5.8	298.8	42.8	14.54	0.41	N.D.	0.06	0.86	22.26	34.78	12.54
第九站	8.3	12.3	7.4	172	177	N.D.	N.D.	77.8	54.8	N.D.	53.8	2.8	N.D.	42.8	10.47	N.D.	N.D.	N.D.	0.33	N.D.	14.78	9.74
第十站	7.4	14.6	8.8	284	183	1.0	N.D.	136.8	92.3	1.0	56.8	4.8	106.8	37.8	9.84	0.16	N.D.	N.D.	0.33	6.85	35.80	11.55

採樣地點：重慶國家公園
 採樣時間：2011年2月28日
 大 氣：晴間

表 4 武陵地區各溪流採樣點之水質 (82. 2. 28)

分析項目	DO (ppm)	Temp (°C)	pH	透明度 (cm)	BOD (ppm)	COD (mg/L)	總磷度 (mg/L)	總氮度 (mg/L)	濁度 (NTU)	無 機 鹽												
										NO ₃ ⁻ -N (ppb)	NO ₂ ⁻ -N (ppb)	NO ₃ ⁻ -N (ppb)	PO ₄ ³⁻ -P (ppb)	SiO ₂ -Si (ppm)	Cu (ppb)	Zn (ppb)	Cd (ppb)	Pb (ppb)	Fe (ppb)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	
第一站	10.3	11.4	7.7	214	109	N.D.	N.D.	100.0	58.9	1.9	21.9	3.0	28.0	N.D.	1.6	1.21	2.95	0.11	1.89	141.60	19.90	7.00
第二站	9.9	9.6	7.2	146	191	N.D.	N.D.	61.0	49.1	1.0	31.0	1.0	25.0	N.D.	1.8	1.63	1.16	0.09	1.10	50.80	18.50	7.77
第三站	9.7	10.7	6.4	209	170	0.5	2.4	90.0	62.0	N.D.	26.0	2.0	20.0	N.D.	1.6	1.06	4.66	0.08	N.D.	32.26	13.40	6.44
第四站	10.3	12.1	6.6	390	152	0.5	N.D.	174.0	96.0	N.D.	11.0	5.0	111.0	N.D.	1.9	2.20	1.13	0.08	2.03	48.01	33.00	15.47
第五站	9.7	10.3	6.0	167	196	N.D.	N.D.	77.0	67.0	N.D.	26.0	1.0	24.0	N.D.	1.8	1.43	0.72	0.13	1.90	42.04	36.70	6.05
第六站	9.8	9.8	6.0	161	219	1.0	N.D.	73.0	63.0	2.0	30.0	4.0	107.0	N.D.	2.0	0.33	14.06	0.37	2.92	29.86	18.90	5.10
第七站	10.4	9.4	7.9	154	275	N.D.	N.D.	70.0	66.0	2.0	26.0	4.0	631.0	N.D.	1.9	0.42	23.47	0.31	2.09	30.96	19.60	5.18
第八站	11.3	9.7	7.9	159	224	N.D.	N.D.	72.0	49.1	1.0	16.0	2.0	361.0	N.D.	2.0	2.10	26.45	0.20	2.85	34.21	20.40	5.63
第九站	10.3	10.4	6.1	240	236	N.D.	2.4	112.0	70.0	1.0	9.0	1.0	19.0	7.0	2.4	0.61	16.94	0.08	1.45	31.60	44.80	10.63
第十站	8.9	8.9	7.4	122	217	N.D.	N.D.	61.0	41.3	N.D.	66.0	2.0	219.0	N.D.	1.2	0.52	15.30	0.06	1.13	31.24	11.40	3.52

检测日期：2003年3月18日
 检测时间：8:30
 地点：磁种步堂

表 5 · 武陵地區各溪流採樣點之水質 (83.3.18)

分析項目	IK (ppm)	Temp (°C)	pH	導電度 (micro/cm)	EH (mv)	HCO ₃ ⁻ COD (ppm)	鹽類 (mg/l)	總硬度 (mg/calc)	總硬度 (mg/L)	濁度 (NTU)	氮				重 金 屬							
											NH ₄ ⁺ -N (ppb)	NO ₂ ⁻ -N (ppb)	NO ₃ ⁻ -N (ppb)	PO ₄ ³⁻ -P (ppb)	SiO ₂ -Si (ppm)	Cu (ppb)	Zn (ppb)	Cd (ppb)	Pb (ppb)	Fe (ppb)	Ca (ppm)	Mg (ppm)
第一站	8.8	10.5	8.04	152	259	0.1	2.38	75	53.04	1.0	4	3	N.D.	N.D.	9.11	4.03	8.05	0.11	1.19	58.05	15.99	6.50
第二站	8.2	12.0	8.22	290	255	0.1	2.38	134	96.26	N.D.	10	12	N.D.	N.D.	9.71	3.58	6.90	0.10	0.43	61.30	28.19	16.02
第三站	8.1	11.5	8.09	167	256	0.3	N.D.	80	55.01	1.0	1	6	N.D.	N.D.	9.25	2.88	4.68	0.17	N.D.	53.45	18.65	7.93
第四站	8.6	11.2	7.97	189	271	0.1	4.76	89	62.86	1.0	28	3	N.D.	N.D.	17.06	3.46	5.00	0.02	N.D.	64.65	21.48	9.14
第五站	8.0	11.8	8.09	186	244	N.D.	4.76	90	62.86	1.0	11	12	N.D.	N.D.	15.63	3.87	5.51	0.12	0.05	54.35	20.00	8.39
第六站	7.6	13.1	8.18	196	258	0.2	9.52	91	64.83	N.D.	N.D.	7	N.D.	N.D.	12.31	6.42	5.04	0.08	0.46	7.04	21.27	9.40
第七站	6.0	15.1	8.68	306	228	0.3	4.76	178	104.12	2.0	60	12	61	3	16.85	2.73	2.95	0.15	2.43	355.75	34.44	19.44
第八站	7.6	13.5	8.50	229	228	0.2	4.76	113	72.69	1.0	32	15	33	N.D.	11.26	2.31	1.43	0.07	0.37	54.00	23.15	11.42
第九站	6.2	14.3	7.63	168	253	4.0	4.76	76	53.04	1.0	32	6	N.D.	N.D.	12.71	3.69	0.27	0.13	0.95	16.51	14.40	10.06
第十站	7.3	14.9	8.35	219	230	N.D.	2.38	108	76.62	1.0	28	12	5	N.D.	13.17	2.50	1.73	0.11	N.D.	15.55	25.17	11.06

採樣地點：舞臺國家公園
採樣時間：83年4月11日
頁 數： 陸峰多卷

表 6 · 武陵地區各溪流採樣點之水質 (83.4.11)

分析項目	NO ₃ ⁻ (ppm)	Temp (°C)	pH	導電度 (micro/cm)	EH (mV)	BOD 500 (ppm)	葉綠素 a (mg/m ³)	總硬度 (mg/calc)	總硬度 (mg/L)	濁度 (FTU)	營養鹽											
											NH ₄ ⁺ -N (ppb)	NO ₂ ⁻ -N (ppb)	NO ₃ ⁻ -N (ppb)	PO ₄ ³⁻ -P (ppb)	SiO ₂ -Si (ppm)	Cu (ppb)	Zn (ppb)	Cd (ppb)	Pb (ppb)	Fe (ppb)	Ca (ppm)	Mg (ppm)
第一站	10.2	12.0	7.99	166	251	N.D.	N.D.	81.0	62.86	N.D.	29	1	N.D.	N.D.	9.74	2.62	0.54	N.D.	1.01	69.61	24.67	7.95
第二站	9.6	12.7	8.12	303	255	N.D.	N.D.	158.0	110.01	N.D.	N.D.	1	N.D.	N.D.	18.09	3.88	1.03	0.28	1.58	61.52	38.60	17.61
第三站	9.4	12.6	8.00	192	251	N.D.	N.D.	90.0	64.83	1.0	N.D.	1	N.D.	N.D.	8.60	2.73	0.24	0.10	1.44	58.06	25.96	9.61
第四站	9.4	13.1	8.01	205	255	N.D.	N.D.	97.0	66.79	N.D.	1	1	N.D.	N.D.	10.32	3.30	3.61	0.25	2.24	97.60	30.22	10.64
第五站	9.7	13.1	8.18	193	266	N.D.	N.D.	93.0	66.79	N.D.	2	1	N.D.	N.D.	12.09	3.02	2.88	0.14	N.D.	79.90	28.66	9.81
第六站	9.8	13.9	8.32	213	225	N.D.	N.D.	101.0	70.72	1.0	7	2	N.D.	N.D.	12.62	3.11	3.15	0.12	N.D.	87.60	30.36	10.97
第七站	8.4	19.3	8.64	425	197	N.D.	1.59	195.0	100.05	N.D.	29	17	97	N.D.	12.46	3.44	9.58	0.23	3.45	97.10	49.00	21.47
第八站	9.7	15.0	8.02	243	228	N.D.	1.59	117.0	76.62	N.D.	1	4	15	N.D.	10.98	3.57	7.33	0.05	1.94	102.30	33.36	12.94
第九站	11.3	14.3	7.55	169	228	N.D.	1.59	81.0	53.04	2.0	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	13.90	3.64	9.73	0.09	2.12	74.20	20.75	11.28
第十站	9.2	15.2	9.01	242	216	N.D.	3.17	116.0	76.58	1.0	8	2	N.D.	N.D.	12.62	3.39	10.51	0.05	252.00	103.00	34.91	12.34

計畫地點：青島國家公園
 採樣時間：民國 83 年 4 月 27 日
 人 員： 楊

表 7 · 武陵地區各溪流採樣點之水質 (83.4.27)

採樣地點	pH	Temp (°C)	DO (ppm)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	TSS (mg/l)	NH ₄ -N (ppb)	NO ₂ -N (ppb)	NO ₃ -N (ppb)	PO ₄ ³⁻ -P (ppb)	SiO ₂ -Si (ppm)	重 金 屬									
												Cu (ppb)	Zn (ppb)	Cd (ppb)	Pb (ppb)	Fe (ppb)	Ca (ppm)	Mg (ppm)			
第一站	8.7	16.7	8.85	224	182	1.0	3	1	N.D.	N.D.	11.05	6.48	41.15	0.09	2.09	106.8	35.84	12.57			
第二站	5.7	16.7	6.67	204	179	0.5	3	N.D.	N.D.	N.D.	12.94	6.72	66.09	0.15	2.76	94.1	21.49	11.53			
第三站	7.1	15.9	8.28	225	182	2.0	6	1	18	N.D.	11.08	5.91	20.25	0.09	2.05	106.5	36.01	13.32			
第四站	7.4	18.8	8.95	411	127	N.D.	41	3	110	N.D.	11.90	5.40	24.87	0.10	2.15	122.4	52.09	21.85			
第五站	7.9	15.1	8.65	191	105	N.D.	2	N.D.	N.D.	N.D.	10.71	4.20	14.75	0.07	1.75	101.4	29.97	10.96			
第六站	7.9	14.4	8.41	185	177	3.0	5	2	N.D.	N.D.	12.04	4.37	20.35	0.07	1.21	133.8	30.17	9.97			
第七站	7.9	13.4	8.29	210	138	N.D.	5	2	N.D.	N.D.	12.00	3.59	25.50	0.11	1.12	109.4	31.47	10.68			
第八站	7.1	13.9	8.74	228	152	4.0	3	2	N.D.	N.D.	10.80	2.91	20.81	0.04	0.72	78.9	26.00	8.09			
第九站	6.2	14.8	8.75	282	215	N.D.	2	4	N.D.	N.D.	12.18	3.02	17.54	0.12	2.29	42.5	41.39	17.28			
第十站	8.0	13.1	8.46	185	149	4.0	40	2	N.D.	N.D.	9.60	3.86	16.3	0.08	2.74	55.9	24.28	7.89			

採樣地點：萬象國家公園
採樣時間：83年 5月 25日
大 綱： 水

表 8 · 武陵地區各溪流採樣點之水質 (83.5.25)

採樣口 站名	DO (ppm)	Temp (°C)	pH	導電度 (micro/cm)	EH (mV)	HDD BOD (ppm)	溶解氧 飽和度 (mg/l)	溶錳度 (mg/l)	濁度 (NTU)	無 機 質					重 金 屬									
										NH ₄ ⁺ -N (ppb)	NO ₂ ⁻ -N (ppb)	NO ₃ ⁻ -N (ppb)	PO ₄ ³⁻ -P (ppb)	SiO ₂ -Si (ppm)	Cu (ppb)	Zn (ppb)	Cd (ppb)	Pb (ppb)	Fe (ppb)	Ca (ppm)	Mg (ppm)			
第一站	7.9	13.6	7.96	144	—	0.1	N.D.	80.0	58.9	1	58	N.D.	N.D.	N.D.	11.03	3.19	17.17	0.09	1.14	46.75	33.33	12.22		
第二站	8.3	14.3	8.20	251	—	N.D.	126.0	113.9	N.D.	52	N.D.	N.D.	8	16.01	2.65	21.68	0.09	1.00	55.74	46.61	18.54			
第三站	8.3	13.8	8.02	147	—	N.D.	86.0	78.6	1	43	N.D.	N.D.	N.D.	11.91	4.66	17.20	0.13	1.57	52.74	35.64	12.59			
第四站	6.7	14.3	7.92	192	—	1.4	92.0	94.3	3	65	N.D.	N.D.	11	12.19	3.70	15.86	0.06	0.83	52.74	39.39	13.00			
第五站	7.0	15.1	8.10	167	—	1.8	N.D.	84.0	64.8	1	44	N.D.	N.D.	14.75	4.35	15.24	0.10	0.76	58.74	34.83	11.76			
第六站	6.9	16.4	8.18	193	—	N.D.	2.38	98.0	66.8	1	46	1	N.D.	13.31	2.38	16.79	0.05	1.49	61.57	37.16	11.67			
第七站	7.0	21.9	8.77	355	—	2.1	N.D.	180.0	106.1	4	38	13	55	11.80	3.12	11.72	N.D.	1.44	74.61	55.45	20.94			
第八站	9.2	17.6	8.28	215	—	0.3	2.38	104.0	96.2	1	25	2	5	12.70	3.55	25.16	0.02	1.43	62.69	40.80	13.61			
第九站	6.6	15.9	7.95	149	—	0.5	2.38	80.0	58.9	1	72	N.D.	N.D.	11.96	3.07	21.78	0.03	1.70	41.76	25.55	12.13			
第十站	7.3	19.3	8.42	217	—	1.0	N.D.	110.0	90.4	1	45	2	N.D.	15.21	3.11	19.37	N.D.	1.69	58.83	43.34	13.17			

表9 武陵地區各採樣站底泥之重金屬含量

重金屬 站名	Cu (ppm)	Zn (ppm)	Cd (ppm)	Pb (ppm)	Hg (ppb)	Fe (ppt)	Ca (ppm)	Mg (ppm)
1	20	67.7	n.d.	22.5	95	55	1,158	365
2	27.5	90.6	n.d.	32.5	95	59	412	175
3	22	81.8	n.d.	35.5	85	81.5	1,056	95
4	22	98.8	n.d.	29.5	75	71.5	561	230
5	20.5	106.5	n.d.	33	75	73	488	80
6	17.5	90.4	n.d.	30.5	55	70.5	325	195
7	24.5	100.9	n.d.	22	105	85.5	581	625
8	25	102.7	n.d.	33	145	242.5	527	135
9	19.5	92.2	n.d.	28	65	70.5	432	172
10	18	95.2	n.d.	22.5	60	60	474	110

表10 各站水中的酚及油脂含量(ppb)

站名	第一站	第二站	第三站	第四站	第五站	第六站	第七站	第八站	第九站	第十站
酚	0.193	0.193	0.193	0.193	0.193	0.193	0.193	0.193	0.193	0.193
油脂	3.57	2.18	2.39	2.45	2.32	2.41	2.43	2.40	2.37	2.50

oil:n.d.<0.1ppb, phenol detection limit:0.192ppb

表 11 武陵地區各測站的細菌數(2月)

站名	總生菌數 (CFU/ml)	腸內菌數 (CFU/ml)	大腸菌群數 (CFU/ml)
1	39.0	9.5	n.d.
2	53.5	25.0	n.d.
3	66.0	19.5	n.d.
4	32.0	10.5	n.d.
5	40.5	14.0	n.d.
6	59.0	9.5	n.d.
7	154.5	69.0	n.d.
8	57.0	24.0	n.d.
9	17.0	10.0	n.d.
10	3970.0	1290.0	60.0

(n.d. < 10)

表 12 武陵地區各測站的細菌數(5月)

站名	總生菌數 (CFU/ml)	腸內菌數 (CFU/ml)	大腸菌群數 (CFU/ml)
A	22,400	10,400	30
1	1,005	930	70
2	33,500	22,300	n.d.
3	1,345	n.d.	n.d.
4	3,600	10	n.d.
5	2,620	1,640	90
6	10,560	8,490	n.d.
7	870	605	260
8	285	224	n.d.
9	21,300	9,720	220
10	5,460	4,210	2100

(n.d.<10)

表 13 各測站水中硬度與鹼度之相關關係

82/12/23	$\begin{cases} Y=28.25+0.41X \\ R=0.9557 \end{cases}$
83/1/16	$\begin{cases} Y=11.13+0.56X \\ R=0.9610 \end{cases}$
83/2/5	$\begin{cases} Y=23.09+0.47X \\ R=0.9631 \end{cases}$
83/2/28	$\begin{cases} Y=18.90+0.45X \\ R=0.9665 \end{cases}$
83/3/18	$\begin{cases} Y=15.04+0.53X \\ R=0.9701 \end{cases}$
83/4/11	$\begin{cases} Y=19.88+0.49X \\ R=0.9572 \end{cases}$
83/4/27	$\begin{cases} Y=16.47+0.53X \\ R=0.9850 \end{cases}$
83/5/25	$\begin{cases} Y=30.27+0.50X \\ R=0.7651 \end{cases}$

※ Y為鹼度(mE/L), X為硬度(mg/L)

表 14. 將各站依平均法分成 5 群之結果

Observation	Cluster	Cluster	Frequency	Percentage
1. Obs. 1	1	1	4	40.0000
2. Obs. 2	2	2	1	10.0000
3. Obs. 3	1	3	3	30.0000
4. Obs. 4	1	4	1	10.0000
5. Obs. 5	1	5	1	10.0000
6. Obs. 6	3			
7. Obs. 7	4			
8. Obs. 8	3			
9. Obs. 9	5			
10. Obs. 10	1			

表 15. 將各站依平均法分成 3 群之結果

Observation	Cluster	Cluster	Frequency	Percentage
1. Obs. 1	1	1	6	60.0000
2. Obs. 2	2	2	3	30.0000
3. Obs. 3	2	3	1	10.0000
4. Obs. 4	1			
5. Obs. 5	1			
6. Obs. 6	1			
7. Obs. 7	3			
8. Obs. 8	1			
9. Obs. 9	2			
10. Obs. 10	1			

表16 各站由 NCKU 法算出之水質指數 (WQI)

日期 站名	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
82/12/23	72.6	--	--	79.6	73.1	79.6	71.7	77.7	67.9	73.6
83/1/16	72	--	--	77.2	75.1	75	61.2	76.9	66.4	70.1
83/2/5	73.3	--	--	71.2	74.1	68.5	67.2	74.4	76.3	67.9
83/2/28	81.1	71.5	70	73.6	71.1	76.5	66.4	71.9	79.8	73.1
83/3/18	78.3	78.5	77.7	78.6	79.4	78.1	69.2	76.3	62	78.1
83/4/11	72.8	74.3	75.5	75.4	73.2	71	71.9	72.2	70.8	67.6
83/4/27	63.2	71.2	60.6	78.3	65.6	75.3	73.4	66.2	70	65.8
83/5/25	79.8	68.2	79.3	61.4	71.1	78.9	65.1	69.7	76.6	73
平均值	74.1	72.7	72.6	74.4	72.8	75.4	68.3	73.1	71.2	71.1
標準偏差	5.7	3.9	7.6	6	3.9	3.9	4.1	4	5.9	4.1

表17 各站由 BROWN 法算出之水質指數 (WQI)

日期 站名	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
82/12/23	80.8	--	--	85.9	81.1	85.5	80.1	84.5	77.3	81.5
83/1/16	80.3	--	--	84.2	82.6	82.5	72.1	83.9	76.1	78.9
83/2/5	81.3	--	--	79.7	81.9	77.7	76.7	82.1	83.5	77.2
83/2/28	87	79.9	78.8	81.5	79.7	83.6	76.1	80.2	86	81.1
83/3/18	84.9	85.1	84.6	85.1	85.7	84.8	78.2	83.5	72.7	84.8
83/4/11	80.9	82	82.9	82.8	81.2	79.6	80.3	80.5	79.4	77.1
83/4/27	73.6	79.8	71.6	85	75.5	82.8	81.4	75.9	78.9	75.6
83/5/25	86.1	77.5	85.7	72.2	79.7	85.4	75.1	78.6	83.7	81.1
平均值	81.9	80.8	80.7	82	80.9	82.7	77.5	81.2	79.7	79.7
標準偏差	4.2	2.9	5.7	4.5	2.9	2.8	3.1	2.9	4.4	3

表 1a. 各測站水溫之變方分析表

Source of variation	Sum of Squares	d.f.	Mean square	F-ratio	Sig. Lev
MAIN EFFECTS					
A:date	353.70364	7	50.529076	51.723	.0000
B:station	135.73369	9	20.640211	21.130	.0000
RESIDUAL	55.685606	57	.9769406		
TOTAL (CORRECTED)	545.122854	73			

Station

Method: 95 Percent LSD			
Level	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
1	8	10.525000	X
3	5	11.254687	XX
5	8	11.512500	XX
2	5	11.934687	XX
4	8	12.187500	XX
9	8	12.575000	X
6	8	13.075000	XX
8	8	13.787500	XX
10	8	14.450000	X
7	8	16.025000	X

Date

Method: 95 Percent LSD			
Level	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
4	10	10.230000	X
1	8	10.403000	X
2	8	10.565500	X
3	8	12.003000	X
5	10	12.360000	X
6	10	14.120000	X
7	10	15.330000	X
8	10	16.300000	X

表 2a. 各 測 站 溶 氧 之 變 方 分 析 表

Source of variation	Sum of Squares	d.f.	Mean square	F-ratio	Sig. level
MAIN EFFECTS					
A:date	81.605123	7	11.657375	15.471	.0000
B:station	5.525695	9	.613966	.315	.5043
RESIDUAL	42.951415	57	.7535336		
TOTAL (CORRECTED)	129.98067	73			

Station

Method: 95 Percent LSD			
Level	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
7	3	8.0250000	X
9	3	8.0875000	X
10	3	8.2912500	X
6	3	8.3125000	X
8	3	8.4750000	X
4	3	8.5375000	X
2	5	8.5515938	X
5	3	8.5750000	X
1	3	8.3750000	X
3	5	8.9115938	X

Date

Method: 95 Percent LSD			
Level	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
7	10	7.4100000	X
8	10	7.4600000	X
5	10	7.6600000	X
3	3	7.7293500	X
1	3	8.1413500	X
6	10	9.6730000	X
2	8	9.6793500	X
4	10	9.9600000	X

表 3a. 各測站 pH 值之變方分析表

Source of variation	Sum of Squares	d.f.	Mean square	F-ratio	Sig. lev
MAIN EFFECTS					
A:date	2.0523430	7	.2932640	4.139	.0010
B:station	8.3082580	9	.9231409	13.023	.0000
RESIDUAL	4.0389820	57	.0708593		
TOTAL (CORRECTED)	14.398203	73			

Station

Method: 95 Percent LSD			
Level	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
9	8	7.5500000	X
1	8	7.9562500	X
4	8	7.9612500	X
5	8	8.0750000	XX
3	5	8.1545000	XXX
6	8	8.1912500	XXX
2	5	8.2825000	XXX
8	8	8.4100000	XX
10	8	8.5162500	XX
7	8	8.7800000	X

Date

Method: 95 Percent LSD			
Level	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
4	10	7.9200000	X
3	8	7.9702000	XX
5	10	8.1750000	XX
8	10	8.1800000	XX
6	10	8.1840000	XX
1	8	8.3077000	XX
2	8	8.3077000	XX
7	10	8.4570000	X

表 4a. 各測站氧化還原電位差之變方分析表

Source of variation	Sum of Squares	d.f.	Mean square	F-ratio	Sig. level
MAIN EFFECTS					
A:date	32363.143	5	6572.6296	17.605	.0000
B:station	23363.556	9	2652.0613	7.104	.0000
RESIDUAL	15007.019	41	373.34192		
TOTAL (CORRECTED)	74792.857	55			

Station

Method: 95 Percent LSD			
Level	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
7	6	170.16667	X
10	6	194.66667	X
3	6	197.66667	XX
9	6	202.33333	XXX
6	6	211.16667	XXX
3	4	214.26042	XXXX
5	6	218.83333	XXX
1	6	222.66667	XX
4	6	227.33333	XX
2	4	243.76042	X

Date

Method: 95 Percent LSD			
Level	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
7	10	180.60000	X
2	8	191.41375	XX
3	8	206.29375	X
4	10	207.30000	X
6	10	237.20000	X
5	10	248.20000	X

表 5a. 各 測 站 導 電 度 之 變 方 分 析 表

Source of variation	Sum of Squares	d.f.	Mean square	F-ratio	Sig. level
MAIN EFFECTS					
A:date	36725.59	7	5246.513	8.043	.0000
B:station	262477.26	9	29164.140	44.740	.0000
RESIDUAL	37156.036	57	651.86466		
TOTAL (CORRECTED)	337495.95	73			

Station

Method: 95 Percent LSD

Level	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
9	8	172.12500	X
1	8	181.50000	X
5	3	190.87500	X
3	5	192.78438	XX
6	8	217.62500	X
4	8	218.25000	X
10	8	249.37500	X
8	8	252.00000	X
2	5	277.38438	X
7	8	379.12500	X

Date

Method: 95 Percent LSD

Level	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
4	10	196.20000	X
8	10	203.00000	XX
5	10	220.40000	XX
6	10	235.10000	XX
7	10	239.90000	XXX
1	8	250.62000	XX
3	8	257.62000	XX
2	8	261.99500	X

表 7a. 各測站葉綠素 A 之變方分析表

Source of variation	Sum of Squares	d.f.	Mean square	F-ratio	Sig. level
MAIN EFFECTS					
A:date	117.33499	7	16.769284	4.905	.0002
B:station	39.35545	9	4.428384	1.295	.2597
RESIDUAL	194.85334	57	3.4185673		
TOTAL (CORRECTED)	351.78091	73			

Station

Method: 95 Percent LSD			
Level	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
1	8	.6000000	X
3	5	.7435000	X
7	8	.7937500	X
2	5	.9035000	X
4	8	1.1950000	X
8	8	1.1950000	X
5	8	1.2700000	X
10	8	1.2937500	X
9	8	1.4950000	XX
6	8	3.2775000	X

Date

Method: 95 Percent LSD			
Level	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
3	8	-.1133000	X
6	10	.4760000	X
4	10	.4800000	X
8	10	.7200000	XX
7	10	.9400000	XX
2	8	1.3867000	XX
1	8	2.2742000	XX
5	10	4.0500000	X

表 Sa. 各測站總硬度之變方分析表

Source of variation	Sum of Squares	d.f.	Mean square	F-ratio	Sig. level
MAIN EFFECTS					
A:date	6311.745	7	901.6778	6.541	.0000
B:station	63202.732	9	7022.5314	50.942	.0000
RESIDUAL	7957.6364	57	137.85327		
TOTAL (CORRECTED)	77220.446	73			

Station

Method: 95 Percent LSD

Level	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
9	8	76.00000	X
3	5	87.70469	XX
1	8	89.62500	X
5	8	90.68750	X
4	8	100.81250	XX
6	8	104.75000	X
8	8	119.50000	X
10	8	120.25000	X
2	5	141.20469	X
7	8	178.81250	X

Date

Method: 95 Percent LSD

Level	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
4	10	90.50000	X
8	10	104.00000	X
5	10	108.40000	XX
6	10	113.10000	XXX
7	10	113.65000	XXX
1	8	117.25500	XX
2	8	119.94250	X
3	8	120.63000	X

表 9a. 各測站總驗度之變方分析表

Source of variation	Sum of Squares	d.f.	Mean square	F-ratio	Sig. level
MAIN EFFECTS					
A:date	5052.581	7	721.7973	8.456	.0000
B:station	17075.522	9	1397.2913	22.233	.0000
RESIDUAL	4365.2973	57	85.356088		
TOTAL (CORRECTED)	26807.521	73			

Station

Method: 95 Percent LSD			
Level	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
9	8	52.91500	X
1	8	59.19750	X
3	5	63.54153	XX
6	8	72.27500	XX
4	8	73.90875	XX
5	8	74.27500	X
8	8	81.02375	X
10	8	81.52250	X
2	5	102.04373	X
7	8	102.95875	X

Date

Method: 95 Percent LSD			
Level	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
4	10	60.032000	X
5	10	70.133100	X
6	10	75.329000	XX
7	10	76.989000	XX
1	8	77.344120	XX
2	8	79.219120	X
3	8	81.302870	XX
8	10	89.580000	X

表 11-1. 各測站氣態氮之變方分析表

Source of variation	Sum of Squares	d.f.	Mean square	F-ratio	Sig. level
MAIN EFFECTS					
A:date	53723.348	7	7675.4783	4.731	.0003
B:station	11892.792	9	1321.4213	.814	.6051
RESIDUAL	92433.757	57	1622.5220		
TOTAL (CORRECTED)	160482.09	73			

Station

Method: 95 Percent LSD

Level	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
4	8	19.562500	X
5	8	19.859375	X
3	5	21.922891	X
2	5	23.522891	X
8	8	26.609375	X
1	8	28.062500	X
10	8	28.984375	X
9	8	36.062500	X
7	8	54.250000	X
6	8	54.812500	X

Date

Method: 95 Percent LSD

Level	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
2	8	-1.082375	X
6	10	7.935000	XX
7	10	11.000000	XX
5	10	20.675000	XXX
4	10	24.600000	XXX
1	8	46.402000	XX
8	10	48.800000	X
3	8	92.589500	X

表 11-2. 各測站亞硝酸鹽之變方分析表

Source of variation	Sum of Squares	d.f.	Mean square	F-ratio	Sig. level
MAIN EFFECTS					
A:date	367.98374	7	52.569106	8.133	.0000
B:station	294.30839	9	32.756487	5.099	.0000
RESIDUAL	366.18669	57	6.4243280		
TOTAL (CORRECTED)	1026.3324	73			

Station

Method: 95 Percent LSD			
Level	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
1	8	1.8125000	X
9	8	1.8612500	X
6	8	2.0625000	X
3	5	2.0788438	XX
4	8	2.5625000	XX
5	8	3.1875000	XX
10	8	3.3600000	XX
2	5	3.4738438	XX
8	8	5.0000000	X
7	8	8.4825000	X

Date

Method: 95 Percent LSD			
Level	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
2	8	1.5650500	X
7	10	1.8380000	X
8	10	2.1480000	X
4	10	2.5000000	X
6	10	3.0630000	X
1	8	3.4725500	X
3	8	3.7225500	X
5	10	8.8000000	X

表 11-4. 各測站磷酸鹽之變方分析表

Source of variation	Sum of Squares	d.f.	Mean square	F-ratio	Sig. level
MAIN EFFECTS					
A:date	12774.347	7	1824.9067	524.337	.0000
B:station	83.014	9	9.2227	2.653	.0122
RESIDUAL	193.17540	57	3.4767613		
TOTAL (CORRECTED)	13179.696	73			

Station

Method: 95 Percent LSD

Level	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
10	8	4.9531250	X
6	8	5.4531250	X
8	8	5.5781250	X
9	8	5.5781250	X
3	5	5.6210937	X
5	8	6.2031250	XX
7	8	6.3125000	XX
1	8	6.3281250	XX
4	8	7.8125000	XX
2	5	8.9660937	X

Date

Method: 95 Percent LSD

Level	Count	LS Mean	Homogeneous Groups
6	10	.532500	X
7	10	.532500	X
2	8	.722000	XX
1	8	.722000	XX
5	10	.757500	XX
4	10	1.112500	XX
8	10	2.237500	X
3	8	43.628250	X