

陽明山國家公園溫泉與南磺溪 水化學之初步研究



黃淑珺

內政部營建署陽明山國家公園管理處
中華民國八十六年六月

目 錄

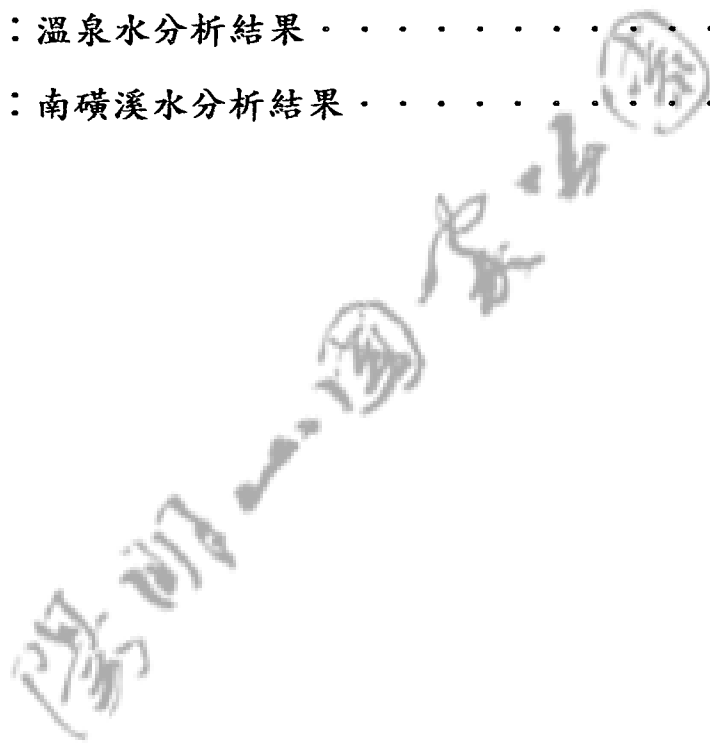
誌謝

摘要

一、概論	1
1-1 序言	1
1-1.1 溫泉	1
1-1.2 河流	3
1-2 研究目的	6
1-3 研究方法	6
二、初步研究成果	9
2-1 溫泉水	9
2-2 南磺溪	19
三、討論	20
3-1 溫泉水	20
3-2 南磺溪	21
四、結論與建議	22
參考文獻	23
附錄一、溫泉水化學成分與時間關係圖	I
附錄二、南磺溪水化學成分與距離關係圖	II
附錄三、南磺溪水化學成分與時間關係圖	III

圖表目錄

圖一：陽明山國家公園溫泉分佈圖	2
圖二：陽明山國家公園水系分佈圖	4
圖三：溫泉水採樣點	7
圖四：南磺溪水採樣點	8
表一：溫泉水分析結果	10
表二：南磺溪水分析結果	15



誌 謝

感謝蔡處長佰祿及各級長官的支持，使得本計畫得以順利完成，此外也謝謝台大地質系楊燦堯副教授在研究中各方面的指導與幫忙，林義傑先生、許智均先生及陳耀麟先生協力在採樣及實驗室水樣分析工作與電腦資料建檔，叢培芝小姐協助數值化地形圖的出圖作業與李臻小姐在研究報告的繕打事宜，在此一併誌謝，最後特別感謝陳在文先生在工作上的鼓勵與關懷，使我能專心從事研究工作，無後顧之憂，謝謝大家！

陽明山國家公園

一、概 論

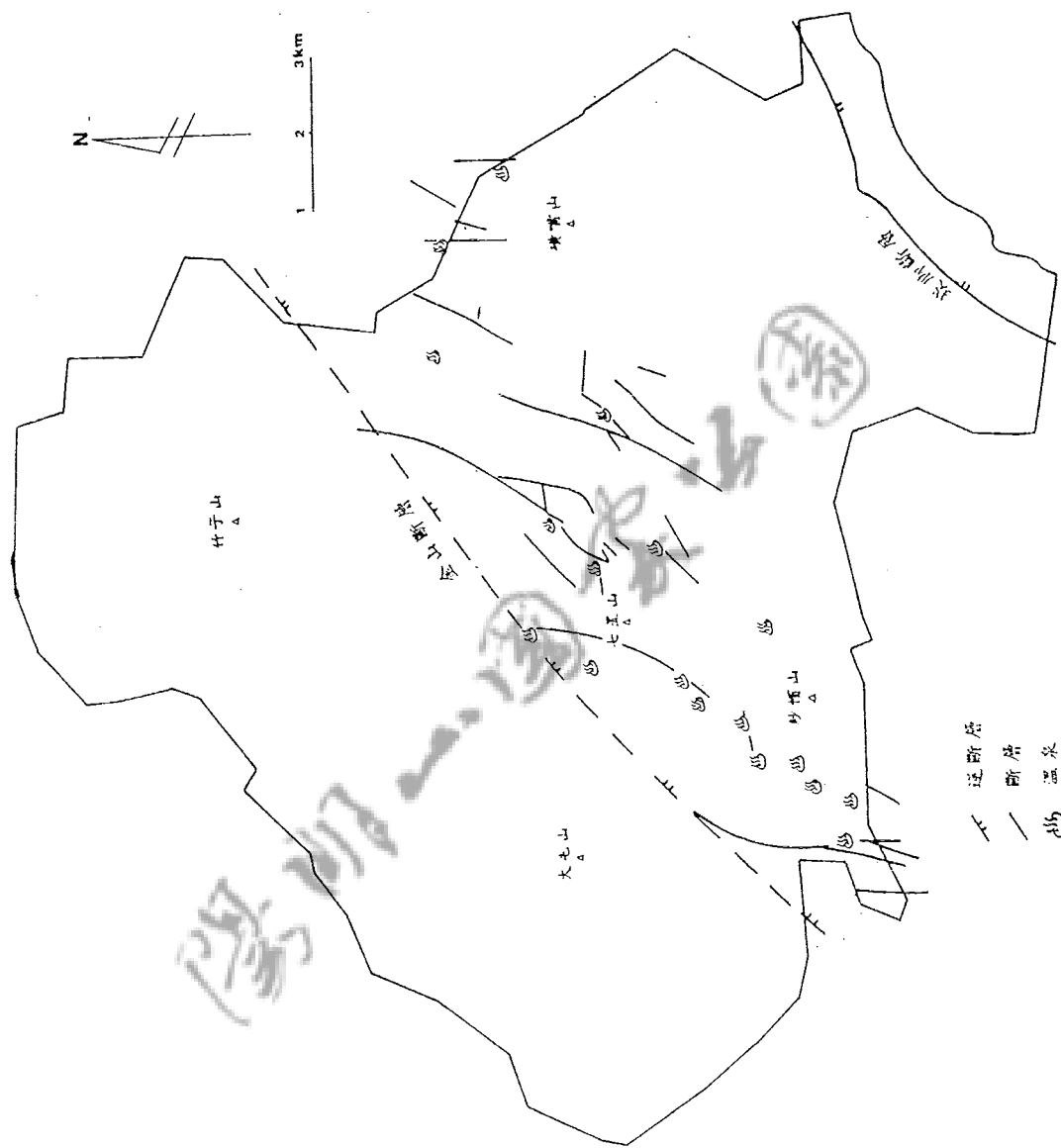
1-1 序言

陽明山國家公園位於台灣最北部，區內以火山作用及地形為最主要的地質特徵，由大小不等的二十餘座火山所組成，稱之為大屯火山群。噴發年代分為二期，第一期由二百八十萬年前到二百五十萬年前，之後停息了約一百七十萬年，直到八十萬年前才又陸續展開噴發，也是整個大屯火山群噴發活動最遽烈的時期，幾乎所有的火山都在活動，尤其是在五、六十萬年前，主要的火山如竹子山、小觀音山、大屯山、七星山及磺嘴山，噴出炙熱的熔岩（lava）與火山碎屑物覆蓋了整個大地，一直持續至二十萬年前才停止（李，1996）。火山停止活動後，殘餘的熱源並未隨之熄滅，園區內隨處可見的高溫噴氣孔、溫泉及熱液換質帶等後火山作用，就是最好的證明。

1-1.1 溫泉

園區內的溫泉主要分佈在北投與金山間一個長約18公里，寬約3公里的狹長地帶（圖一），依據宋（1994）的研究顯示陽明山國家公園內的大屯火山群沿著馬槽、大油坑地區在火山噴發前先產生陷落，形成一個沉陷火山口，岩漿則是沿著陷落所形成的裂隙上升，所形成的火山常是沿著陷落地帶邊緣分佈排列，且是多個火山體，噴發的產物則是以大量的熔岩流為主。火山活動停止後，這個地區地下殘餘的熱源雖不足以再造成另一次火山噴發作用，但高溫的地熱作用，發達的斷層、裂隙，加上東北季風帶來豐沛的雨水，使得這一狹長地區經年溫泉、噴氣孔不歇。較為有名的溫泉區有大磺嘴、前山公園、馬槽、冷水坑等地，遊客絡繹不絕。

位於火山區的地表溫泉水依據其成因及化學成分的差異可以分三類（王，1986；程，1987；楊，1992）：第一類為酸性硫酸鹽



圖一：陽明山國家公園溫泉分佈圖

氯化物泉，是火山內部深處的熱水，滲入火山氣體（包括氯化氫、硫氣、二氧化硫、硫化氫、二氧化碳等）酸化後，上升至接近地表時混入少量地表水而成，產於新北投、馬槽、金山與大埔等地，pH 值介於 1.3~3.9 之間，氯離子含量高於硫酸根離子含量，溫泉溫度則可高達 100°C；第二類溫泉為酸性硫酸鹽泉，是地熱蒸氣冷凝而成，除水蒸氣外，主要包含有二氧化碳、硫化氫與二氧化硫等氣體。氯化氫的含量則非常少，由於含有硫化氫與二氧化硫氣體，在地表附近因二次酸化的結果，使得溫泉水中硫酸根離子的含量大幅提高，甚至可達 1000mg/l 以上，硫酸根離子含量遠高於氯離子含量，以新北投、陽明山、竹子湖、小油坑、死磺子坪、與煆子坪等地為代表，pH 值在 2.5 至 3.1 之間，溫度變化大，在 80°C 到沸點之間；第三類溫泉為弱酸性至中性之碳酸氫鹽泉，產於離噴氣孔較遠的低溫帶，是地下水間接加熱後形成的，出現於冷水坑一帶，溫度在 39° 與 56°C 之間，因水中存在二氧化碳，所以 pH 值較其他類溫泉為高，在 5.9 與 7.6 之間。

1-1.2 河流

區內河流屬放射狀水系，發源自七星山、大屯山、小觀音山、竹子山、磺嘴山等高山區（圖二），向四方流內，較大的河流有瑪鍊溪、北磺溪、南磺溪與雙溪等。由於各溪流的源頭海拔高度高而流路短，因此河谷坡度陡急，常見到 V 形峽谷、瀑布的地形。

• 北磺溪流域

北磺溪是園區內最大的一個流域，源出於竹子山、小觀音山、七星山、大尖後山與磺嘴山一帶，上游的支流相當多，主要的支流有三：一支是源自磺嘴山和大尖後山之間的翠翠谷，一支是源自七星山和七股山之間的馬槽溪，上源混入了馬槽溫泉，使得溪床礫石因氧化作用呈紅褐色，另一支則是來自小觀音山腳，為國家公園境內饒富盛名的生態保護區—鹿角坑溪，上游有楓林瀑布、崩石瀑布。北磺溪主

要向東北流，在公園轄區內的長度約 6 公里，集水面積約 3450 公頃（王，1991）。由於面迎東北季風，溪流水量充沛，侵蝕下切能力強，在溪流的切割下，兩岸的谷壁峭立，幾成九十度，但是河床的坡度卻顯得相當平緩，富含鐵質的礫石在河床上堆積成紅色的河道，在溪床鄰近的腳落偶有富集的褐鐵礦化的植物化石。北磺溪上游山高水急，以小觀音山、七星山、七股山、擎天崗為分水嶺與雙溪分向而流，由於河流向源侵蝕發達，故分水嶺有向雙溪流域移動的趨勢。北磺溪往下流到七股地區，地勢卻陡降至 250 公尺，造成崖高谷深，沿途急流不絕，再往下三公里左右至磺溪頭一地，地勢已降至 60 公尺，溪谷便漸漸開展，溪水散流至重光，則進入平地，重光為北磺溪沖積的頂點，山洪下沖，形成自由曲流，最後經金山社寮入海。

• 南磺溪流域

南磺溪發源於小觀音山與七星山間的竹子湖及小油坑，全長約十餘公里，在本區的主要河源約 5 公里，集水面積約 2120 公頃（王，1991）。主要向南流，流約 3 公里到頂北投一帶，地勢即降至 300 公尺左右，兩岸斷崖陡立，再往下流約二公里至半嶺，與來自紗帽山北側之東源—松溪會合，松溪是南磺溪最大的支流，源於七星山西側，上游有知名的中山樓溫泉且人口密集，中山樓溫泉使用密度高，人為廢水逕排入松溪，使得溪床可能因氧化作用而成紅褐色。自半嶺以下，左岸逼近華岡，峭壁陡立，右岸較緩，至天母溪谷由此開展，自天母以下已呈自由曲流現象，最後與雙溪會合入基隆河。

• 雙溪流域

雙溪發源於擎天崗、冷水坑附近，先後匯集內雙溪、新安溪、石角溪、南磺溪及北投溪等溪流，最後注入基隆河，主流長約 19 公里，在本區內長約 7 公里，流域面積 1382 公頃（王，1991）。上源的分水嶺包括七星山、擎天崗及頂山等，分別與北磺溪與瑪鍊溪分向

而流。雙溪出擎天崗地區後，坡度陡急，溪谷呈V形河谷，河道多湍急、瀑布，於礁坑一地流出園區，進入台北盆地後，呈自由曲流現象，會入基隆河。

園區內河川屬於山高谷深，採樣上極不容易，本計畫選擇南磺溪流域作為研究區域，建立初步水化學的資料庫，並與降雨關係作比較，以瞭解水質變化及與氣候之關係，未來則期望能擴展至雙溪與北磺溪流域，建立全區水化學資料庫。

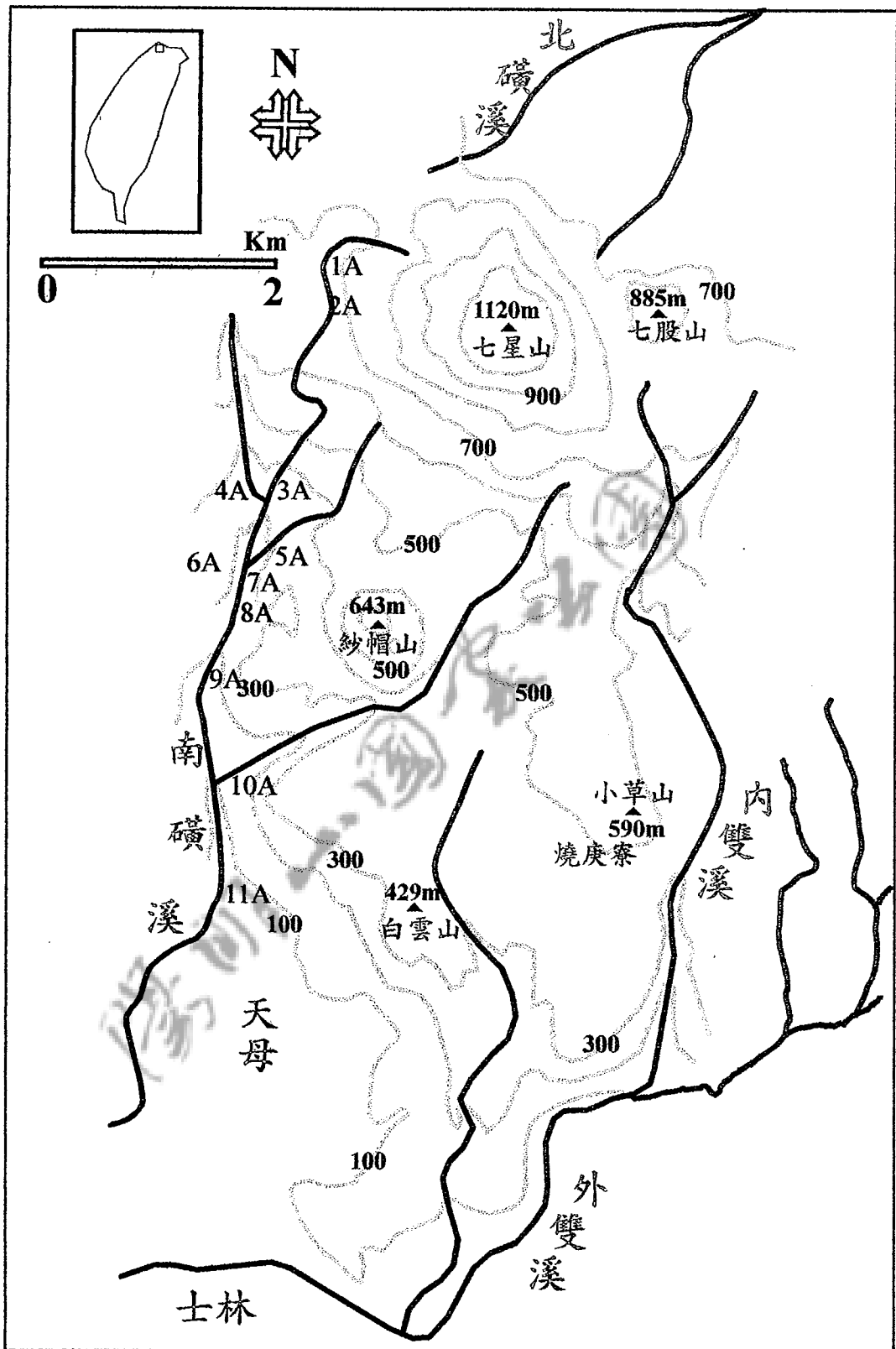
1-2 研究目的

1. 瞭解園區之溫泉水化學變化，建立資料庫。
2. 瞭解園區南磺溪水化學變化，建立資料庫。
3. 瞭解水質與氣候之間的關係。

1-3 研究方法

分為野外採樣與實驗室分析樣本兩部分，野外採樣時，溫泉水以接近水源頭為原則，河水以靠近河中央流動水為原則，採樣點見圖三、四。採樣瓶（100ml PE瓶），先用蒸餾水洗淨烘乾，再置入水中裝滿水樣再倒掉，重覆三次，取最後一次為樣本。將水樣攜回實驗室以濾紙（8 μ m）過濾水中懸浮雜質後，最後用 ICP-AES (Inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry) 分析鈉、鉀、鈣、鎂、鐵、鋁等陽離子，以 IC (Ion chromatography) 分析氟、氯、硫酸根，硝酸根等陰離子。

學明... 家... 珠



圖四：南磺溪水採樣點

- 1A: 蟬鄉園(500m) 2A: 湖田橋(1200m) 3A: 陽明公園(2500m)
 4A: 雷隱橋(2800m) 5A: 自來水廠(3000m) 6A: 鼎筆橋左(3500m)
 7A: 鼎筆橋右(3550m) 8A: 山中傳奇(3800m) 9A: 步道(4200m)
 10A: 翠峰橋(5200m) 11A: 永和橋(6000m)

學明... 家... 珠

二、初步研究成果

本研究自八十四年十一月起，即對園區內各溫泉據點進行採樣分析，所得分析結果見表一，並自八十五年五月起，再將南磺溪流域納入研究範圍，建立園區內主要河川化學成分含量的資料庫，分析結果則見表二。目前資料庫軟體是以 Microsoft Excel 5.0 版為主，除資料表單外，並據以處理各種變化圖表。

2-1 溫泉水

經一年六個月的分析，發現隨著季節之不同，各溫泉水的化學成分也有所變化，化學成分隨時間的變化關係見附錄一。在陰離子方面，硫酸根離子 (SO_4^-) 以春夏季的含量較高，而秋冬時節含量則降低（見附錄一），平均約 500mg/l，但是各地區的差異極大，如在硫磺谷與小油坑兩地高達 1000mg/l，而在南磺溪所採之樣本，則只有 100mg/l，又在龍鳳谷地區所得結果恰好相反，春夏時的含量低於冬季含量（見附錄一），而冷水坑地區之溫泉的硫酸根離子含量變化則不大，平均約 165mg/l，（表一及附錄一）。氯離子濃度則是夏秋兩季比冬春兩季高（附錄一），平均濃度在 10~482mg/l，以小油坑地區的含量最高。而硝酸根離子濃度變化較大，南磺溪、冷水坑及馬槽地區在春夏交接之際的濃度高於其他季節，（附錄一），但是小油坑、硫磺谷、龍鳳谷與死磺子坪等地卻是以十一月、十二月的濃度較高（附錄一）。大體而言，陰離子含量在冬季時候較低。

至於陽離子方面，在所採集的樣本中，經分析發現小油坑地區的溫泉水中各種離子的濃度相對於其他地區而言，均特別的高，詳見表一。其餘地區鈉離子平均含量為 10mg/l 至 20mg/l，鉀離子平均濃度則在 4~5 mg/l 之間，鎂與鈣離子之平均濃度分別為 7mg/l~19mg/l 與 24mg/l~57mg/l，鐵離子含量變化較大，從小於 1mg/l 到 26mg/l

表一：溫泉水分析結果

南磺溪	Na	K	Mg	Ca	Fe	Al	F-	NO3-	Cl-	SO4-2
1995										
November	29.7	7.11	24.53	62.32	0.74	1.88	0.21	7.69	51.51	87.05
December	28.9	6.22	10	60.85	0.24	0.37	0.145	8.705	54.9	80.15
1996										
February	19.9	6.81	27.05	63.9	0.05	0.07	0.104	6.735	50.63	120.8
March	16.8	3.54	9.94	58.65	1.03	6.09	0.17	4.435	22.78	138.1
April	22.75	4.73	18.05	48.25	0.09	0.11	0.185	5.525		109.8
May										
July	18.76	6.28	17.39	50.22	0.55	0.22	0.13	5.49	49.23	97.46
August	16.37	5.49	17.26	53.48	0.42	0.19	0.21	6.023	45.7	88.13
September	21.07	5.06	12.76	49.37	0.37	0.37	0.18	5.78	39.78	80.19
October	26.34	4.66	18.22	53.6	1.22	0.33	0.33	4.68	43.06	95.24
November	30.22	5.33	16.45	62.24	0.56	1.02	0.35	3.28	47.82	86.27
December	25.47	3.75	16.55	54.54	0.22	0.89	0.28	5.37	53.64	93.45
1997										
January	21.5	5.77	29.64	71.08	0.1	0.09	0.31	7.75	50.36	102.5
February	18.57	4.38	16.37	57.46	0.22	0.38	0.19	6.62	46.5	92.34
March	15.78	4.58	14.67	44.78	0.48	0.55	0.2	5.78	40.1	112.3
April	28.67	6.63	21.48	64.32	0.55	0.67	0.16	6.42	38.79	122.5

龍鳳谷	Na	K	Mg	Ca	Fe	Al	F-	NO3-	Cl-	SO4-2
1995										
November	31.35	5.46	33	49.29	12.88	17.37	0.16	2.235	38.46	314.5
December	18.75	5.05	3.03	57.6	6.93	23.84	0.145	1.05	35.65	797.7
1996										
February	14.05	4.89	19.95	49.8	0.79	2.14	0.059	1.34	34.64	133.1
March	16.5	3.01	12.9	72.7	17.5	16.8	0	4.75	22.13	356.4
April	19.05	3.68	16.35	44.9	5.51	16.95	0.115	1.86		317
May										
July	12.35	3.46	19.66	39.08	3.01	2.64	0.12	1.37	21.03	312
August	16.96	3.08	17.43	42.37	2.07	3.37	0.13	1.64	19.75	395.2
September	13.45	4.44	13.44	44.48	2.64	3.09	0.09	1.97	22.67	406.4
October	22.58	6.68	25.4	54.54	6.66	10.03	0.24	3.33	18.89	345.2
November	10.05	5.24	31.05	49.37	10.32	12.26	0.13	3.74	32.46	475.3
December	25.67	3.72	16.45	51.1	8.89	21.33	0.21	2.88	36.05	668.3
1997										
January	15.85	5.28	25.48	66.34	3.34	4.58	0.12	2.56	38.56	587.3
February	19.64	4.56	18.64	66.84	6.38	14.35	0.09	2.39	31.58	452.1
March	18.47	6.37	13.33	81.29	11.07	16.38	0.112	3.33	23.5	398.6
April	9.97	2.79	21.08	57.68	8.29	18.24	0.13	4.12	19.86	374.6

表一續

硫磺谷	Na	K	Mg	Ca	Fe	Al	F-	NO3-	Cl-	SO4-2
1995										
November	13.43	3.36	10.89	30.49	14.96	33.55	0.18	0.77	24.59	601.4
December	6.95	2.98	2.09	18.16	24.33	60.64	0.17	0.12	11.75	1149
1996										
February	6.39	3.66	6.37	18.63	23.43	64.55	0.308	0.31	10.96	1261
March	9.24	6.08	6.1	35.7	93.65	77.35	0.042	0.34	13.49	2255
April	13.17	4.31	10.2	30.6	14.31	45.83	0.14	1.47	20.45	1147
May										
July	11.22	3.76	5.34	21.05	13.46	30.25	0.15	0.33	13.9	789.3
August	9.07	3.19	6.66	19.46	21.33	55.34	0.11	0.39	16.4	944.3
September	8.87	4.01	3.75	23.55	16.37	46.72	0.19	0.28	12.2	1014
October	7.59	5.44	4.44	22.59	33.05	45.61	0.25	0.46	15.82	993.2
November	10.22	2.08	6.89	27.46	22.17	56.8	0.33	0.58	23.24	842.3
December	11.2	3.37	5.55	22.3	27.99	57.23	0.27	0.66	21.04	1025
1997										
January	7.88	3.92	7.18	25.34	21.37	66.62	0.32	0.52	22.52	1156
February	10.25	5.48	7.44	25.18	25.64	65.29	0.29	0.34	23.48	1369
March	12.21	4.27	8.82	19.37	28.54	71.08	0.11	0.29	19.75	975.3
April	14.28	5.55	13.35	27.49	15.38	62.45	0.16	0.31	16.59	889.6

小油坑	Na	K	Mg	Ca	Fe	Al	F-	NO3-	Cl-	SO4-2
1995										
November	109.5	19.3	27.6	142.5	36	35.65	0.095	0.54	81.91	790
December	93.8	19.1	10.77	189.5	5.2	20.05	0	0.43	477.6	620.5
1996										
February	75.85	7.59	113.5	675	91.8	85.2	0.176	0.3	675.7	1985
March	78.8	4.98	79.2	594.5	84.35	25.35	0	0.275	562.7	1378
April	96.3	12.35	61.2	165	17.2	22.9	0	0.305		1148
May										
July	69.34	11.05	27.69	133	25.37	21.09	0.085	0.53	497.6	875.3
August	73.09	13.76	11.45	144.7	31.61	27.63	0.079	0.46	537.3	912.4
September	68.37	16.34	12.49	139.5	27.65	19.96	0.044	0.66	574.7	827.3
October	81.79	21.06	16.78	255.6	44.57	40.25	0.15	0.79	277.8	1358
November	103.5	15.64	30.05	302.5	51.38	33.28	0.24	0.85	415.9	944.2
December	107.7	21.13	44.56	211.6	26.34	19.9	0.12	0.33	377.6	888.3
1997										
January	76.69	10.28	87.28	442.6	78.59	54.29	0.09	0.43	574.4	1760
February	82.05	8.45	66.37	408.6	69.69	33.36	0.18	0.55	601.5	1587
March	76.28	5.88	79.2	547.2	82.47	28.27	0.26	0.41	574.3	1334
April	92.37	11.01	63.36	204.4	21.17	23.23	0.31	0.75	518.5	1427

表一續

冷水坑	Na	K	Mg	Ca	Fe	Al	F-	NO3-	Cl-	SO4-2
1995										
November	15.4	4.91	8.05	19.85	0.55	0.69	0.235	0.06	9.285	193.3
December	13.35	3.94	1.54	22.2	0.1	0.69	0.07	0.33	9.395	117.1
1996										
February	10.35	4.26	9.88	27.85	0.2	0.13	0.209	0	9.1	161
March	15.4	4.49	8.02	31	0.17	0.16	0.051	0.29	10.74	140.4
April	18.3	6.18	10.36	29.35	0.19	0.15	0.055	0		163.5
May										112.8
July	12.33	3.88	8.88	16.63	0.22	0.66	0.21	0.13	9.032	132.4
August	17.62	3.16	6.34	15.49	0.19	0.25	0.19	0.14	9.26	183.3
September	13.05	4.06	7.11	18.87	0.11	0.33	0.18	0.26	9.14	144.3
October	21.2	5.57	13.38	32.5	0.37	0.85	0.33	0.21	12.44	156.4
November	16.37	3.45	4.77	24.31	0.38	0.42	0.41	0.13	7.68	166.8
December	15.34	5.37	8.52	22.67	0.28	0.33	0.15	0.27	10.82	135.7
1997										
January	12.04	3.87	10.34	31.02	0.25	0.19	0.18	0.24	9.45	142.3
February	11.04	6.77	12.24	39.28	0.22	0.22	0.26	0.33	12.35	166.3
March	9.27	9.24	9.57	21.08	0.14	0.17	0.33	0.31	13.56	172.4
April	13.38	5.37	5.55	19.44	0.27	0.28	0.42	0.42	14.62	185.6

冷水坑(女)	Na	K	Mg	Ca	Fe	Al	F-	NO3-	Cl-	SO4-2
1995										
November										
December										
1996										
February							0.047	0.31	163.1	204.1
March	43.6	7.57	59.8	253	6.3	0.01	0.043	1.05	154.1	325.9
April	58.8	14.7	48.7	142	3.3	0.01	0.09	0.29		334
May										
July	41.32	11.03	41.03	122	3.04	0.12	0.06	0.38	142.3	315.5
August	47.29	9.66	38.67	157.3	2.43	0.04	0.08	0.22	121.4	332.7
September	39.6	8.19	43.36	109.7	2.19	0.03	0.03	0.27	134.7	287.6
October	45.3	13.3	55.27	201.3	5.28	0.24	0.12	2.11	105.3	257.3
November	52.28	8.88	56.6	266.5	4.46	0.15	0.22	2.28	155.5	314.8
December	42.22	8.15	42.3	168.5	3.99	0.17	0.17	3.08	127.3	224.7
1997										
January	42.56	12.21	48.59	177.2	5.52	0.02	0.08	0.52	156.4	289.6
February	48.29	9.27	52.28	241.1	4.28	0.06	0.12	1.25	164.2	333.5
March	41.11	6.48	60.34	266.3	7.04	0.03	0.22	1.36	175.3	401.8
April	60.27	13.34	50.48	188.9	5.06	0.11	0.18	2.95	157.5	374.7

表一續

冷水坑(男)	Na	K	Mg	Ca	Fe	Al	F-	NO3-	Cl-	SO4-2
1995										
November	60.2	15.8	47.9	128	0.3	0.09	0.08	0.15	166.7	177.5
December										
1996										
February							0.043	0.234	159.7	326.6
March	46.8	8.14	53.8	215	6.63	0.01	0.044	0	149.5	184.7
April	58	15.8	49.1	140	3.49	0.01	0.03	0.31		350
May										
July	46.3	12.37	43.59	155.3	2.01	0.05	0.03	0.16	133.5	276.3
August	52.41	13.66	55.12	130.5	2.45	0.03	0.06	0.25	141.3	291.3
September	43.77	9.78	42.07	177.4	1.93	0.01	0.057	0.31	137.7	237.2
October	62.1	10.05	39.94	188.5	3.57	0.08	0.12	0.18	175.2	307.2
November	54.2	16.39	42.37	144.3	2.88	0.16	0.18	0.33	147.5	222.5
December	44.57	13.31	50.07	159.4	5.02	0.11	0.09	0.24	155.5	301.8
1997										
January	43.38	9.64	45.67	186.8	4.48	0.15	0.12	0.25	162.8	295.4
February	46.29	12.38	51.07	167.5	5.58	0.08	0.08	0.18	154.3	332.7
March	63.37	9.57	47.29	199.3	3.48	0.05	0.09	0.22	134.6	267.5
April	52.48	19.37	52.39	207.5	7.25	0.06	0.1	0.13	135.2	401.5

馬槽	Na	K	Mg	Ca	Fe	Al	F-	NO3-	Cl-	SO4-2
1995										
November	10.3	1.71	3.75	21.6	7.64	12.7	0.08	0.17	45.05	236
December	12.79	6.41	4.06	52.3	2.76	25.35	0.24	0	54.76	151
1996										
February	8.67	3.47	19.8	160.5	1.03	3.13	0.054	0.33	39.53	299
March										
April	13.45	4.01	21	32.65	0.73	1.79	0.12	0.3		499
May										
July	11.05	3.01	15.34	22.74	2.13	12.01	0.08	0.22	44.29	345
August	9.67	1.85	2.34	26.36	3.37	4.37	0.11	0.31	41.05	275.3
September	16.94	2.77	6.33	38.91	0.99	2.28	0.09	0.27	37.68	294.4
October	21.56	5.28	15.28	41.3	5.38	13.58	0.18	0.16	31.28	159.3
November	18.54	5.37	16.47	42.5	4.08	22.03	0.09	0.17	44.37	197.4
December	11.77	4.79	8.06	56.3	6.66	18.4	0.16	0.13	50.12	201.6
1997										
January	9.03	4.15	21.21	101.5	2.01	3.01	0.15	0.32	52.34	333.3
February	13.45	5.28	28.57	87.45	3.24	2.74	0.21	0.41	47.38	315.8
March	15.52	4.08	20.05	66.35	1.27	6.33	0.18	0.39	38.25	413.7
April	14.47	3.94	17.88	44.15	0.89	2.01	0.17	0.43	37.66	428.9

表一續

死礮子坪	Na	K	Mg	Ca	Fe	Al	F-	NO3-	Cl-	SO4-2
1995										
November	5.54	0.83	1.33	6	8.03	10.7	0.35	0	8.58	201
December	4.92	0.84	1.85	13.2	0	2.02	0.12	0.17	8.47	162.1
1996										
February	4.06	1.76	1.41	13	2.01	1.73	0.358	1.2	8.65	62.3
March	3.43	0.19	0.4	16.6	3.44	1.2	0.385	1.45	9.75	139.5
April	3.55	0.03	6.02	6	1.54	6.24	0.32	1.31		212
May										
July	2.99	0.11	2.08	5.54	2.22	2.08	0.34	1.34	8.46	188.4
August	3.75	0.55	1.75	3.76	1.75	1.77	0.29	1.2	8.33	171.6
September	2.79	0.42	1.04	6.05	5.34	3.38	0.31	1.17	8.16	142.4
October	8.84	3.33	4.28	10.05	5.52	7.89	0.18	1.39	6.58	96.3
November	6.31	3.42	2.22	11.33	4.23	7.26	0.59	2.66	10.66	185.6
December	6.54	1.23	3.41	12.28	4.47	5.49	0.66	3.01	7.78	202.7
1997										
January	5.24	1.33	1.94	15.64	1.22	5.31	0.38	2.31	9.87	222.3
February	4.44	2.01	2.25	12.38	2.01	4.22	0.45	2.18	11.25	210.9
March	3.58	1.12	1.45	12.48	2.47	3.25	0.51	1.79	12.37	197.6
April	4.29	0.88	3.37	8.57	1.89	5.46	0.46	3.01	10.09	253.4

表二：南磺溪水分析結果

1996/5	Na	K	Mg	Ca	Fe	Al	F-	NO3-	Cl-	SO4-2
蟬鄉園	5.94	3.33	2.77	8.96	0.1	0.02	0.03	3.48	12.3	10
湖田橋	5.63	2.27	3.01	9.65	0.1	0.07	0.01	1.94	14.19	13.88
陽明公園	10.72	3.49	8.52	28.22	0.11	0.01	0.03	42.94	20.07	3.72
雷隱橋	7.41	2.9	4.39	14.46	0.01	0.03	0.17	3.43	14.7	20.78
自來水廠	9.44	3.56	5.29	18.9	0.02	0.01	0.05	6.3	15.89	21.54
鼎筆橋左	9.65	3.49	6.85	22.17	0.04	0.05	0.03	4.14	17.94	35.12
鼎筆橋右	22.86	6.77	23.2	71.07	0.14	9.38	0.19	4.39	52.7	254.7
山中傳奇	15.19	4.3	12.56	38.5	0.02	0.11	0.13	4.68	28.67	86.18
步道	19.08	6.22	17.32	48.67	0.02	0.09	0.13	5.89	36.3	94.2
翠峰橋	21.39	7.38	20.57	60.21	0.33	18.92	0.18	4.77	94.44	232.2
永和橋	18.73	6.77	16.49	49.11	0.09	6.44	0.18	5.99	56.56	154.6

1996/6	Na	K	Mg	Ca	Fe	Al	F-	NO3-	Cl-	SO4-2
蟬鄉園	5.85	3.19	2.89	8.59	0.11	0.03	0.03	3.46	12.02	12.33
湖田橋	5.32	2.35	3.02	9.23	0.09	0.06	0.03	1.92	13.98	13.76
陽明公園	11.1	3.59	8.13	27.48	0.11	0.03	0.04	41.26	20.11	3.48
雷隱橋	8.06	2.87	4.29	14.22	0.03	0.03	0.16	3.26	14.28	20.19
自來水廠	11.2	3.64	5.16	17.45	0.03	0.02	0.06	6.15	15.46	22.1
鼎筆橋左	8.79	3.21	6.82	22.09	0.06	0.05	0.02	4.15	17.33	34.16
鼎筆橋右	20.56	6.74	22.6	70.16	0.15	8.56	0.18	4.29	51.33	248.6
山中傳奇	14.6	4.35	12.9	37.94	0.03	0.13	0.12	4.33	28.67	85.79
步道	18.3	6.2	17.2	47.66	0.03	0.13	0.12	5.46	36.12	93.16
翠峰橋	20.9	7.19	20.4	61.2	0.36	17.2	0.17	4.26	93.25	229.5
永和橋	18.3	6.23	16.33	50.1	0.11	6.12	0.17	5.72	53.45	153.3

1996/7	Na	K	Mg	Ca	Fe	Al	F-	NO3-	Cl-	SO4-2
蟬鄉園	5.16	3.02	2.55	8.13	0.08	0.02	0.01	3.05	11.56	9.16
湖田橋	5.24	2.01	2.74	9.06	0.07	0.06	0.01	1.88	13.26	12.49
陽明公園	9.57	3.16	7.94	26.3	0.09	0.01	0.02	40.31	18.79	3.44
雷隱橋	6.49	2.46	4.09	12.99	0.01	0.02	0.14	3.08	13.33	18.49
自來水廠	8.99	3.06	4.83	17.46	0.01	0.01	0.05	5.96	14.76	19.79
鼎筆橋左	9.01	2.99	6.37	20.37	0.02	0.03	0.02	4.01	16.4	33.03
鼎筆橋右	22.3	5.98	22.04	67.32	0.11	8.97	0.17	3.98	50.16	231
山中傳奇	14.26	4.1	11.37	34.29	0.01	0.09	0.11	4.16	26.46	82.66
步道	18.22	6.1	16.45	45.33	0.02	0.08	0.12	5.03	34.28	89.46
翠峰橋	20.5	7.15	19.88	57.68	0.31	16.75	0.14	4.17	91.37	206.4
永和橋	17.23	6.27	15.28	45.99	0.07	6.07	0.16	5.03	55.54	137.1

表二續

1996/8	Na	K	Mg	Ca	Fe	Al	F-	NO3-	Cl-	SO4-2
蟬鄉園	5.13	2.99	2.45	8.02	0.07	0.02	0.01	3.02	11.46	9.03
湖田橋	5.09	2.22	2.29	8.96	0.07	0.05	0.02	1.77	13.12	11.95
陽明公園	8.97	3.02	7.85	25.37	0.08	0.01	0.02	39.98	18.12	3.41
雷隱橋	6.33	2.38	4.03	13.12	0.01	0.02	0.13	3.02	13.02	18.79
自來水廠	9.01	3.01	4.49	17.21	0.01	0.02	0.04	5.87	14.46	19.67
鼎筆橋左	9.22	2.89	6.27	19.76	0.01	0.04	0.02	3.87	15.97	32.16
鼎筆橋右	21.3	5.74	21.09	66.49	0.1	8.88	0.16	4.01	49.56	230.2
山中傳奇	14.02	4.23	11.52	33.48	0.01	0.09	0.09	3.99	26.17	79.94
步道	18.39	6.06	15.73	44.79	0.02	0.09	0.13	4.78	33.46	86.33
翠峰橋	19.84	7.03	19.45	56.79	0.29	16.5	0.12	4.03	89.3	201.3
永和橋	17.33	6.3	15.39	45.33	0.06	5.99	0.14	4.99	53.12	133.5

1996/9	Na	K	Mg	Ca	Fe	Al	F-	NO3-	Cl-	SO4-2
蟬鄉園	5.12	3.01	2.46	8.03	0.09	0.02	0.01	3.06	11.34	9.02
湖田橋	4.99	1.96	2.45	9.01	0.07	0.05	0.01	1.77	13.08	11.89
陽明公園	9.31	3.03	7.59	26.57	0.08	0.02	0.01	41.36	18.22	3.12
雷隱橋	6.25	2.55	4.33	12.67	0.02	0.01	0.13	3.22	12.9	17.56
自來水廠	8.67	3.08	4.35	16.49	0.01	0.01	0.04	5.66	13.16	18.63
鼎筆橋左	9.01	2.76	6.13	21.09	0.01	0.02	0.02	3.86	16.55	32.45
鼎筆橋右	22.11	5.66	21.08	64.39	0.12	8.77	0.14	3.78	49.76	222.6
山中傳奇	13.97	3.94	11.27	33.75	0.01	0.08	0.09	4.11	25.67	80.97
步道	18.03	5.89	14.38	44.38	0.01	0.07	0.11	5.01	33.46	88.64
翠峰橋	20.22	7.03	18.97	56.49	0.29	15.66	0.14	4.23	90.62	201.3
永和橋	16.94	6.11	15.62	45.3	0.06	6.02	0.15	4.96	54.37	134.7

1996/10	Na	K	Mg	Ca	Fe	Al	F-	NO3-	Cl-	SO4-2
蟬鄉園	4.89	2.82	2.78	9	0.08	0.04	0.01	3.09	11.94	8.49
湖田橋	5.02	2.15	2.31	8.45	0.07	0.07	0.02	1.59	13.57	12.7
陽明公園	9.16	2.98	7.29	24.24	0.08	0.03	0.01	43.18	17.85	3.37
雷隱橋	6.39	2.66	4.99	11.98	0.03	0.01	0.14	3.12	12.48	18.45
自來水廠	7.99	2.89	5.23	18.27	0.02	0.02	0.03	5.91	14.1	17.52
鼎筆橋左	8.79	3.01	5.97	19.78	0.01	0.02	0.02	4.02	15.94	31.47
鼎筆橋右	23.4	5.69	19.39	67.23	0.11	8.41	0.12	3.67	50.37	231
山中傳奇	14.28	4.17	12.06	36.04	0.01	0.08	0.12	4.11	26.49	79.36
步道	17.86	6.01	14.37	43.75	0.01	0.08	0.11	5.24	33.14	90.3
翠峰橋	22.03	7.39	20.11	57.49	0.31	15.99	0.17	4.06	94.36	199.5
永和橋	15.99	6.13	16.64	44.38	0.07	5.83	0.16	5.17	54.19	140.5

表二續

1996/11	Na	K	Mg	Ca	Fe	Al	F-	NO3-	Cl-	SO4-2
蟬鄉園	5.82	3.51	2.88	9.31	0.09	0.03	0.03	3.55	12.4	10.5
湖田橋	6.01	2.77	3.24	9.11	0.1	0.07	0.02	2.05	14.88	14.3
陽明公園	9.87	3.28	7.92	30.1	0.12	0.02	0.03	39.95	19.73	3.47
雷隱橋	7.89	3.03	4.17	14.75	0.02	0.05	0.15	3.56	15.4	22.01
自來水廠	8.79	3.88	5.64	17.46	0.02	0.02	0.06	6.64	16.3	23.45
鼎筆橋左	9.61	3.41	6.33	24.3	0.05	0.07	0.04	4.61	18.2	34.9
鼎筆橋右	21.44	7.04	25.44	76.41	0.13	9.26	0.17	4.08	49.79	247.3
山中傳奇	14.77	4.07	12.45	37.4	0.03	0.13	0.14	5.02	30.11	87.5
步道	20.01	6.19	17.29	50.47	0.04	0.12	0.15	6.06	38.15	100.2
翠峰橋	22.46	7.18	20.88	61.42	0.36	20.13	0.2	4.57	91.45	204.3
永和橋	18.23	6.89	15.48	48.77	0.11	6.18	0.17	6.14	58.2	153

1996/12	Na	K	Mg	Ca	Fe	Al	F-	NO3-	Cl-	SO4-2
蟬鄉園	5.81	3.34	3.26	8.17	0.13	0.04	0.02	3.74	13.2	12.94
湖田橋	5.31	2.15	2.98	9.05	0.1	0.06	0.03	2.4	14.5	13.02
陽明公園	11.1	3.65	7.84	25.84	0.13	0.02	0.05	39.7	19.72	3.94
雷隱橋	7.48	2.57	4.31	15.2	0.03	0.04	0.15	3.92	14.6	19.45
自來水廠	12.5	3.4	5.3	16.87	0.02	0.03	0.06	6.57	15.28	24.5
鼎筆橋左	9.02	3.8	6.74	22.09	0.07	0.05	0.03	4.44	18.4	32.1
鼎筆橋右	24.3	7.45	22.6	73.4	0.15	8.46	0.19	3.78	53.4	251.7
山中傳奇	16.34	4.35	13.4	38.1	0.04	0.15	0.13	4.79	25.4	84.3
步道	18.3	6.6	18.4	45.2	0.05	0.13	0.13	5.46	37.5	94.7
翠峰橋	22.1	7.77	22.1	63.2	0.39	17.8	0.16	4.37	91.56	224.5
永和橋	19	6.45	15.8	49.2	0.14	5.94	0.2	5.48	51.46	157.4

1997/1	Na	K	Mg	Ca	Fe	Al	F-	NO3-	Cl-	SO4-2
蟬鄉園	6.1	4.11	2.99	8.32	0.09	0.02	0.02	3.34	12.31	9.08
湖田橋	5.23	2.36	2.78	9.33	0.08	0.04	0.03	2.01	12.46	12.34
陽明公園	10.23	3.33	8.09	27.22	0.08	0.02	0.03	42.32	19.33	3.88
雷隱橋	6.25	2.89	4.29	12.67	0.03	0.02	0.15	3.48	15.46	18.18
自來水廠	9.05	4.13	5.55	17.36	0.03	0.02	0.03	5.69	14.22	19.36
鼎筆橋左	9.56	3.36	6.39	22.23	0.05	0.04	0.05	3.97	17.63	33.37
鼎筆橋右	23.11	5.68	20.38	68.31	0.11	6.77	0.09	3.99	50.98	214.3
山中傳奇	16.37	3.46	12.3	34.34	0.02	0.13	0.11	3.78	24.39	90.37
步道	21.03	6.09	14.28	45.46	0.05	0.09	0.15	6.08	35.69	82.76
翠峰橋	20.22	7.58	19.6	57.18	0.24	13.46	0.13	4.15	92.37	197.4
永和橋	15.94	5.78	16.3	44.38	0.07	6.13	0.16	5.2	56.33	145.3

表二續

1997/2	Na	K	Mg	Ca	Fe	Al	F-	NO3-	Cl-	SO4-2
蟬鄉園	6.58	3.06	4.03	10.01	0.11	0.05	0.06	4.06	13.04	9.92
湖田橋	7.77	2.34	3.46	11.02	0.11	0.11	0.03	2.67	14.56	14.36
陽明公園	11.36	3.09	8.69	28.36	0.09	0.08	0.05	45.45	18.97	5.46
雷隱橋	8.37	2.51	5.26	14.32	0.06	0.03	0.12	4.11	13.69	20.13
自來水廠	10.36	3.35	5.13	17.59	0.04	0.05	0.09	6.37	15.55	19.19
鼎筆橋左	9.56	3.05	6.66	18.37	0.07	0.02	0.05	5.08	18.46	32.45
鼎筆橋右	25.3	5.69	25.39	70.13	0.11	7.89	0.18	3.48	55.37	267.3
山中傳奇	14.28	4.66	13.64	38.38	0.05	0.15	0.19	4.99	29.94	81.45
步道	18.67	6.92	16.39	44.37	0.02	0.12	0.15	6.36	37.49	99.35
翠峰橋	25.36	8.69	22.25	59.38	0.33	16.33	0.23	5.46	98.89	204.4
永和橋	18.36	7.46	18.67	48.37	0.06	6.63	0.21	6.39	57.34	152.3

1997/3	Na	K	Mg	Ca	Fe	Al	F-	NO3-	Cl-	SO4-2
蟬鄉園	6.45	3.85	4.44	12.28	0.15	0.1	0.09	5.06	16.34	10.88
湖田橋	8.01	2.75	3.46	13.31	0.13	0.13	0.12	3.89	18.59	16.37
陽明公園	12.32	3.89	9.26	23.38	0.12	0.05	0.08	48.67	20.37	4.67
雷隱橋	9.94	29.36	6.34	17.17	0.12	0.09	0.08	5.34	12.78	22.38
自來水廠	11.23	3.78	5.52	20.38	0.05	0.06	0.13	7.385	16.36	18.87
鼎筆橋左	10.12	4.02	6.28	23.39	0.06	0.12	0.22	6.25	22.24	31.46
鼎筆橋右	26.3	5.15	23.38	77.38	0.18	8.09	0.18	4.44	58.69	255.5
山中傳奇	15.37	4.42	15.34	36.39	0.08	0.22	0.13	5.67	33.31	90.34
步道	19.6	7.05	17.34	46.37	0.05	0.34	0.18	8.34	41.56	108.4
翠峰橋	26.34	7.89	24.34	62.86	0.27	18.37	0.33	7.66	109.4	222.5
永和橋	20.1	8.13	19.33	50.34	0.08	6.89	0.34	8.34	60.34	144.6

1997/4	Na	K	Mg	Ca	Fe	Al	F-	NO3-	Cl-	SO4-2
蟬鄉園	7.78	6.04	5.31	13.32	0.18	0.09	0.13	8.88	18.34	13.25
湖田橋	6.34	5.54	4.26	16.63	0.22	0.15	0.11	5.64	20.31	12.12
陽明公園	15.34	5.64	10.12	19.91	0.11	0.06	0.05	52.49	22.31	4.67
雷隱橋	10.55	25.69	7.79	20.16	0.09	0.12	0.06	6.63	13.27	21.31
自來水廠	13.36	4.41	8.34	22.27	0.08	0.08	0.15	8.02	15.64	19.35
鼎筆橋左	12.28	5.52	7.58	25.25	0.06	0.12	0.26	7.48	28.37	35.38
鼎筆橋右	30.77	6.37	28.33	75.64	0.23	7.12	0.15	3.89	63.38	266.3
山中傳奇	14.25	5.62	16.61	40.31	0.11	0.44	0.27	6.64	40	100.2
步道	15.36	8.88	18.52	55.34	0.06	0.27	0.25	9.11	38.18	124.4
翠峰橋	30.22	8.97	21.31	71.38	0.47	16.37	0.29	8.58	111.2	238.1
永和橋	22.11	10.34	17.32	53.38	0.22	8.04	0.38	9.02	70.34	156.3

不等，鋁離子平均濃度約在 10mg/l 以下，但是在硫磺谷一地之溫泉水其濃度卻異常的高，達 56mg/l。

2-2 南磺溪

在每一主、支流交會點附近各採集一個樣本，進行分析，以比較主、支流河水化學成分的變化，將每一採集樣本與源頭的距離（利用地形圖粗估，見圖四）對化學成分作圖，建立隨河水流動距離的變化圖，所得結果見附錄二，由附錄二可以看出在採樣點鼎筆橋右以後，其化學成分有明顯的變化，所有含量均相對的提高，第二個化學成分有明顯變化的點是翠峰橋，所得的結果與鼎筆橋右相類似，而在兩地之間的山中傳奇與步道之水樣分析，所得的結果則大約介於兩者間；第三個異常點則是永和橋，永和橋位於天母北路與石牌路的交界，其變化與前面所提到的鼎筆橋右及翠峰橋不盡相同，較無規律性。

另將河水各個化學成分與時間關係作圖，所得結果見附錄三，經一年來之分析發現，各地之化學成分隨時間的變化不大。

三、討 論

3-1 溫泉水

溫泉水顯現輕微冬季濃度較低之現象，另曾採集天水進行分析檢測，結果顯示本區的天水尚未遭受污染，各化學成分含量低於儀器之檢測範圍，但由於本區冬天為雨季，降雨量相對高於其他季節，推測可能由於天水稀釋而影響化學成分。而由於採樣時多以接近溫泉源頭為原則，故天水之影響可能跟溫泉之生成機制較有關。由於大屯火山群的熱水主要蘊藏在五指山層砂岩之內（陳，1989），地下水受其下熱源加熱後，順著裂隙上升至地表上（Liu et. al., 1984），因此整個地下水的循環關係、天水與五指山層之關係，以及與溫泉水之關係均有待進一步調查。

小油坑溫泉水中含鈣離子濃度特別高，約在 150mg/l 至 500mg/l 之間，推測是由於在高溫酸性溫泉中，碳酸鈣或硫酸鈣容易溶於水中，而其他酸性溫泉鈣離子少的原因可能是蒸汽冷凝水（程，1987）。

由表一發現龍鳳谷、小油坑、馬槽、及死磺子坪等地之鐵離子含量在 3~46mg/l 屬高鐵溫泉（程，1987）。而這些溫泉之鋁離子含量也較高，可能有相同影響機制。

冷水坑之溫泉水水質和旁邊之男女浴池相差甚多，浴池之氯離子較高，高於 100mg/l，雖然本區的地下熱水是屬於高溫酸性硫酸鹽氯化物型水（陳，1989），但因冷水坑地區已稍微離開地下殘餘熱源，本區的溫泉成因主要是地下水間接加熱而成，故氯離子的含量應不高，因此推斷浴池之高氯離子含量可能是人為污染的結果。鈉和鉀離子也可能受此影響而升高。

南磺溪溫泉水由於採樣點是在河水中之冒氣泡溫泉，在採樣時難免混入河水，故反應出部分河水水質。

3-2 南磺溪

對南磺溪水而言，可以看出其整體趨勢，是上游離子濃度較低，而下游則相對較高，特別是從鼎筆橋右開始，顯然是受到高離子濃度溫泉水注入及人為污水混入之影響。每一採樣點隨季節變化有冬季濃度較低之現象，但其相對差異並不明顯，顯示河水受天水稀釋作用比受溫泉水之影響要來得小（附錄三）。而各採樣點其間隨季節變化的相對濃度大致相同，整體趨勢並沒有因天水的加入而明顯改變（附錄二），因此推斷溪水與天水之混和作用能力小於溫泉水注入之影響。

分析結果顯示鐵離子濃度皆很低，部分高鐵溫泉所帶入之鐵離子可能因化學反應而沉澱，故沒有反應在河水之中。而河床沉澱物也發現有紅褐色物質，經由 X-光分析，為非晶質物質，可能是硫化鐵或鐵的氫氧化物。

由於本區之河水多偏酸性（pH 值約 3~6.5），故鈣離子濃度普遍較高，甚至可超過 70ppm。

從鎂和氟的趨勢來說，下游之濃度較高，由於鎂和氟在本區最可能之來源為安山岩，所以判斷是安山岩風化之影響，鈉、鉀和鈣之同樣趨勢也支持此一推論。

鼎筆橋右之硫酸根離子濃度特別高，是由於採樣點旁有一溫泉管注入溫泉水，故此點之水質多反應出溫泉特性。翠峰橋也顯示類似之水質趨勢，其附近並未發現明顯溫泉水源，但其上游則有中山樓溫泉，且溫泉浴池林立，推斷可能是受到溫泉水及溫泉廢水的影響。

永和橋由於已經完全進入沉積岩區，再加上位處住宅區，其水質影響因素可能與其他點之考慮不同，因此有待進一步研究。

四、結論與建議

1. 溫泉水之離子濃度在冬季較低之現象，應是天水稀釋作用所呈現的結果。
2. 小油坑地區因屬高溫酸性溫泉，碳酸鈣及硫酸鈣易溶於水中，使得溫泉水中鈣離子增高。
3. 冷水坑男女浴室應是受到人為污染的結果，造成氯離子明顯增多。
4. 南磺溪水在下游，從鼎筆橋右到翠峰橋水樣分析結果顯示各種離子增多，應是溫泉水的影響。
5. 目前南磺溪水雖尚未遭受明顯污染，但因竹子湖地區遊客日漸增多且農業發達，建議利用地方建設配合款規劃竹子湖社區共用的污水處理設備（廠），以免南磺溪遭受污染。
6. 由於各種植物根系涵養水源的能力不同，在有關環境美化與水土保持之間，選擇最適宜樹種，以達保育與美景共存的环境。
7. 本計畫原先也納入雙溪流域，但因受到道路開挖的影響，致使雙溪遭受極大的污染，溪水之懸浮微粒增多，建議未來道路開挖工程應多加注意，以避免破壞水質。

參考文獻

中文部分

- 王 鑫 (1986) 陽明山國家公園地形景觀 內政部營建署陽明山國家公園管理處 89 頁。
- 王 鑫 (1991) 陽明山國家公園地景保育之研究 內政部營建署陽明山國家公園管理處 131 頁。
- 李淑芬 (1996) 大屯火山群七星火山亞群熔岩層序之研究 國立台灣大學地質學研究所碩士論文 136 頁。
- 宋聖榮 (1994) 陽明山國家公園內古火山環境及噴發史的研究 內政部營建署陽明山國家公園管理處 79 頁。
- 程楓萍 (1987) 陽明山國家公園溫泉水資源調查與利用規劃及管理 內政部營建署陽明山國家公園管理處 178 頁。
- 楊金臻 (1992) 泉鄉 內政部營建署陽明山國家公園管理處 96 頁。
- 陳肇夏 (1989) 台灣的溫泉和地熱 地質 第九卷，第二期 中央地質調查所 327-340 頁。

英文部分

- Liu, k. k., Chen, C. H., Shieh, Y. N. and Chiang, S. C. (1984) Carbon, hydrogen and oxygen stable isotope geochemistry of the Tatun geothermal area. Institute of Earth Sciences, Academia Sinica, ASIES-CR 8401, 39pp. (in Chinese)

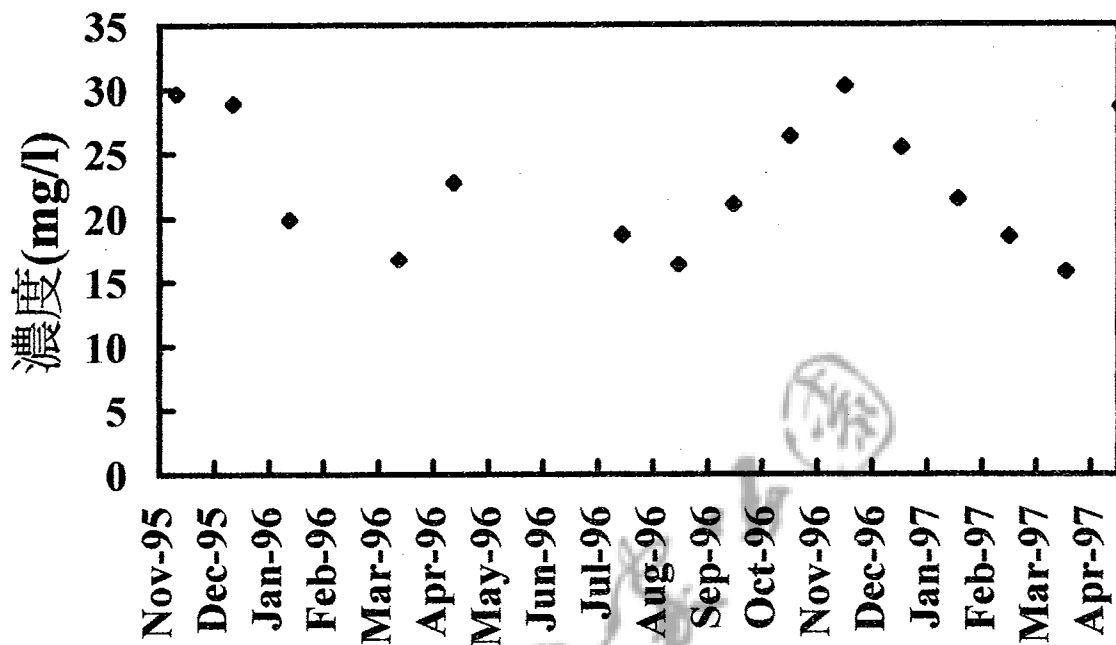
學明... 家... 珠

附錄一、溫泉水化學成分與時間關係圖

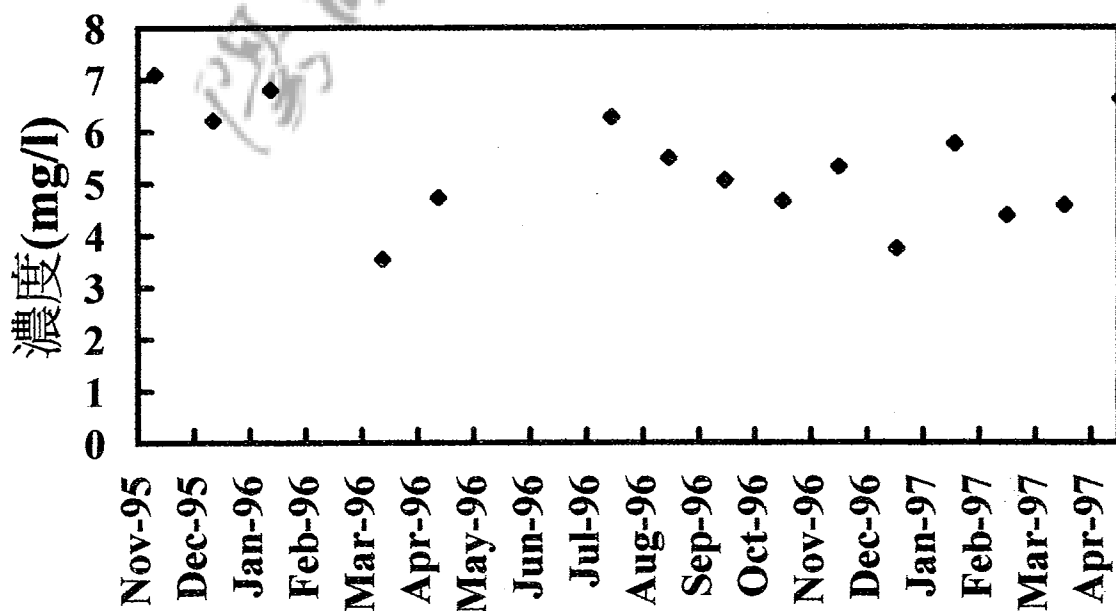
陽明山國家公園

學明... 家... 珠

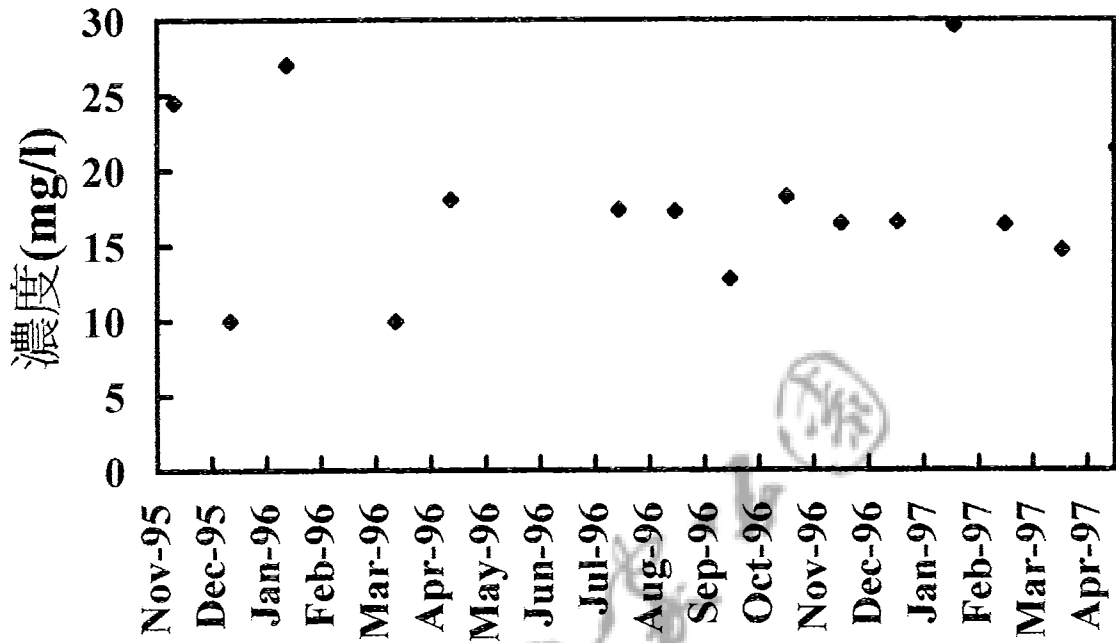
南磺溪溫泉水中鈉離子



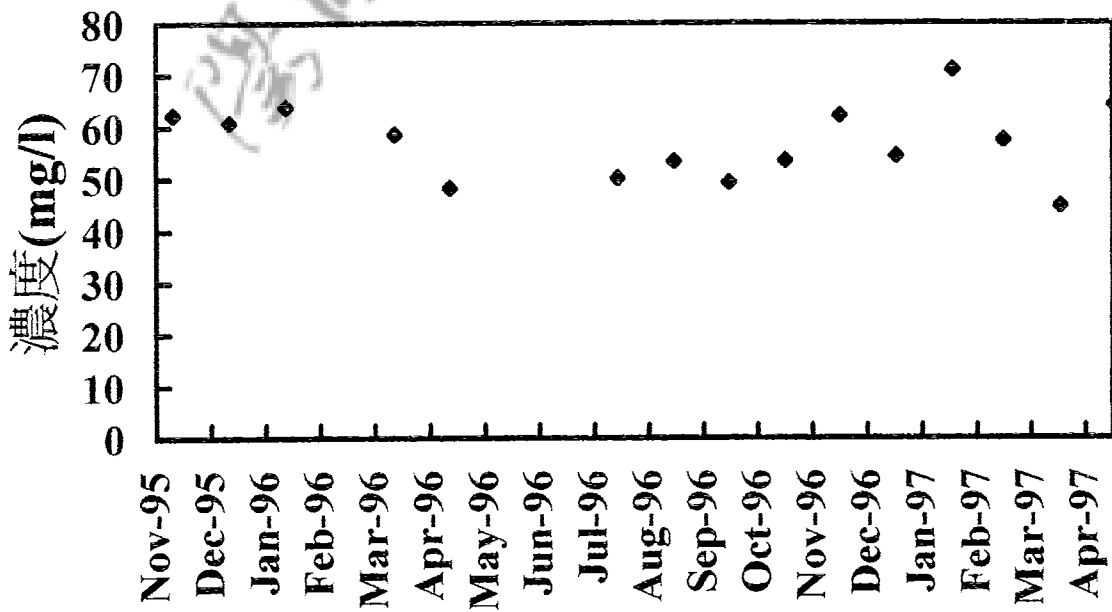
南磺溪溫泉水中鉀離子



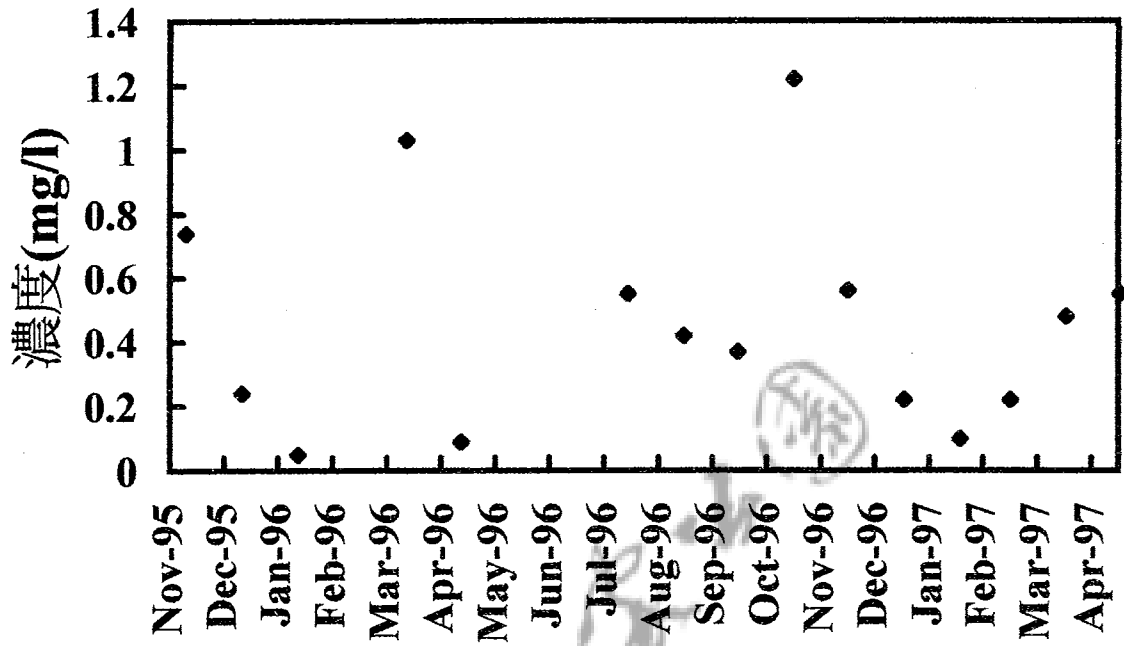
南磺溪溫泉水中鎂離子



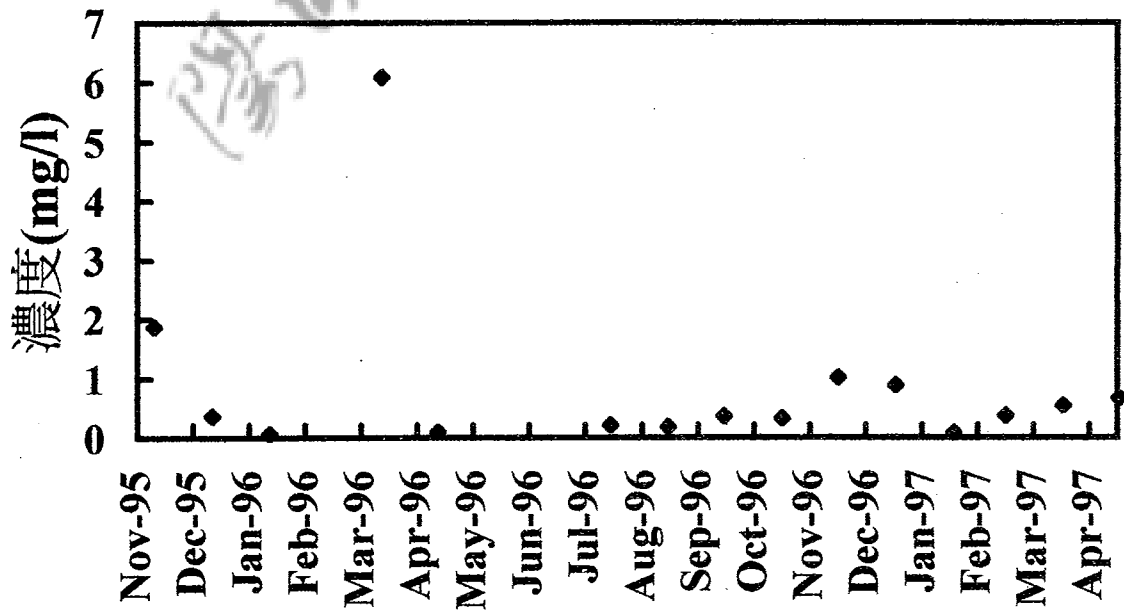
南磺溪溫泉水中鈣離子



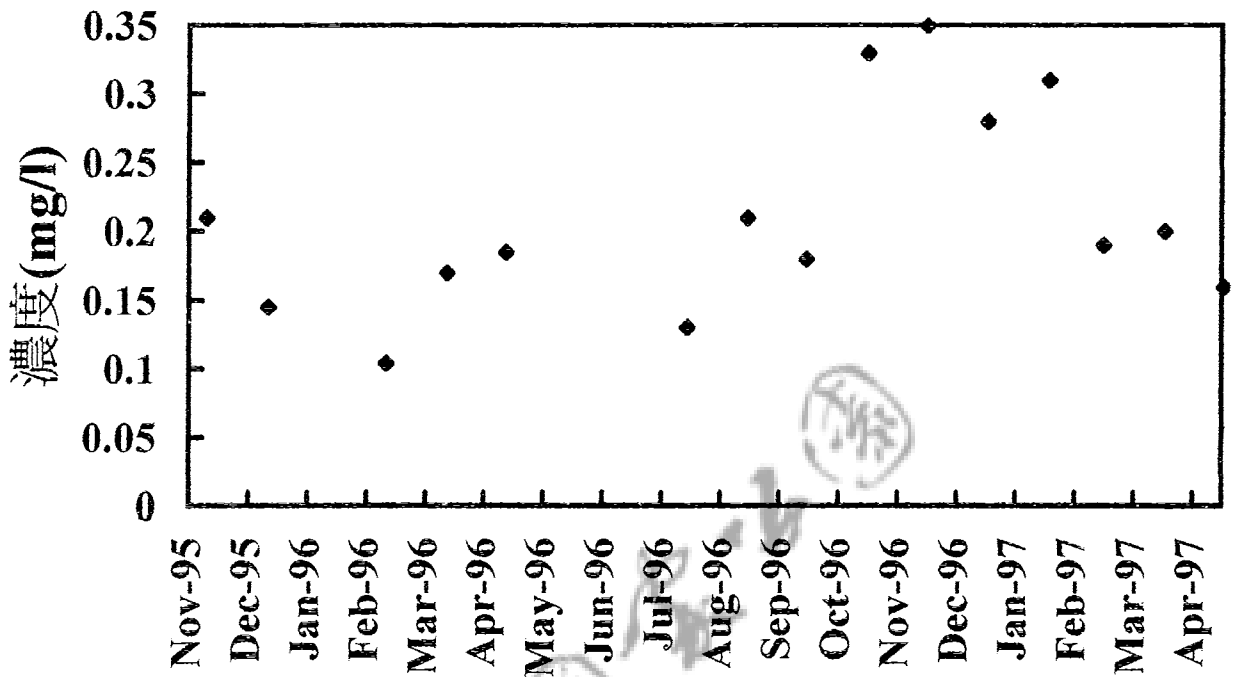
南磺溪溫泉水中鐵離子



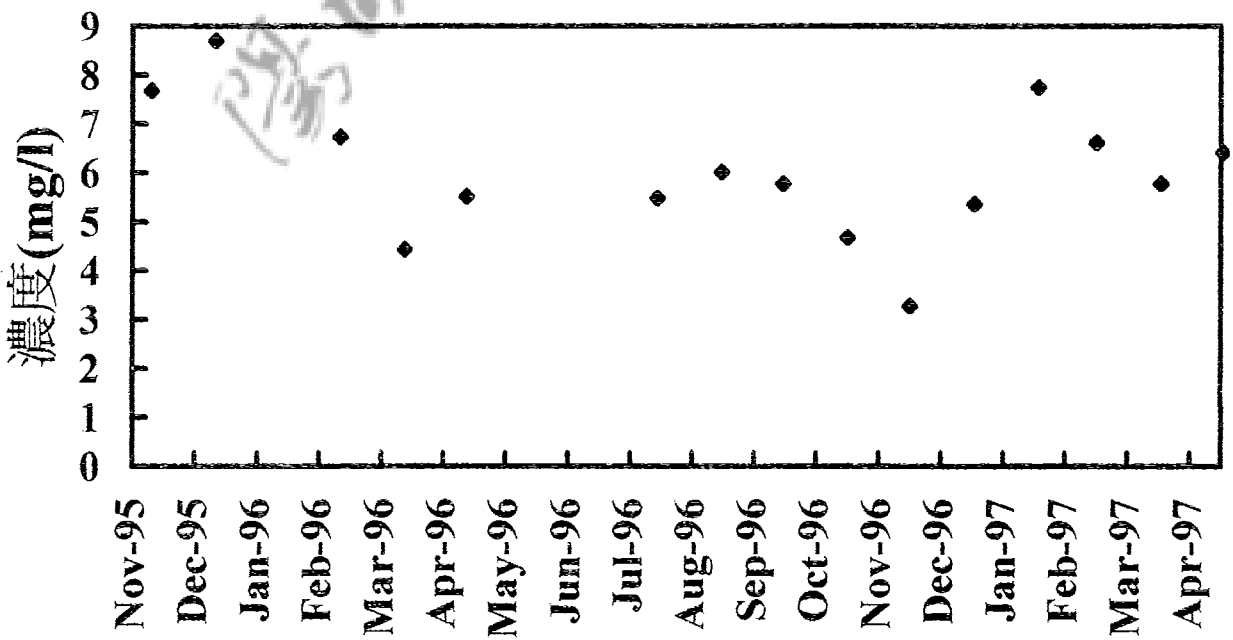
南磺溪溫泉水中鋁離子



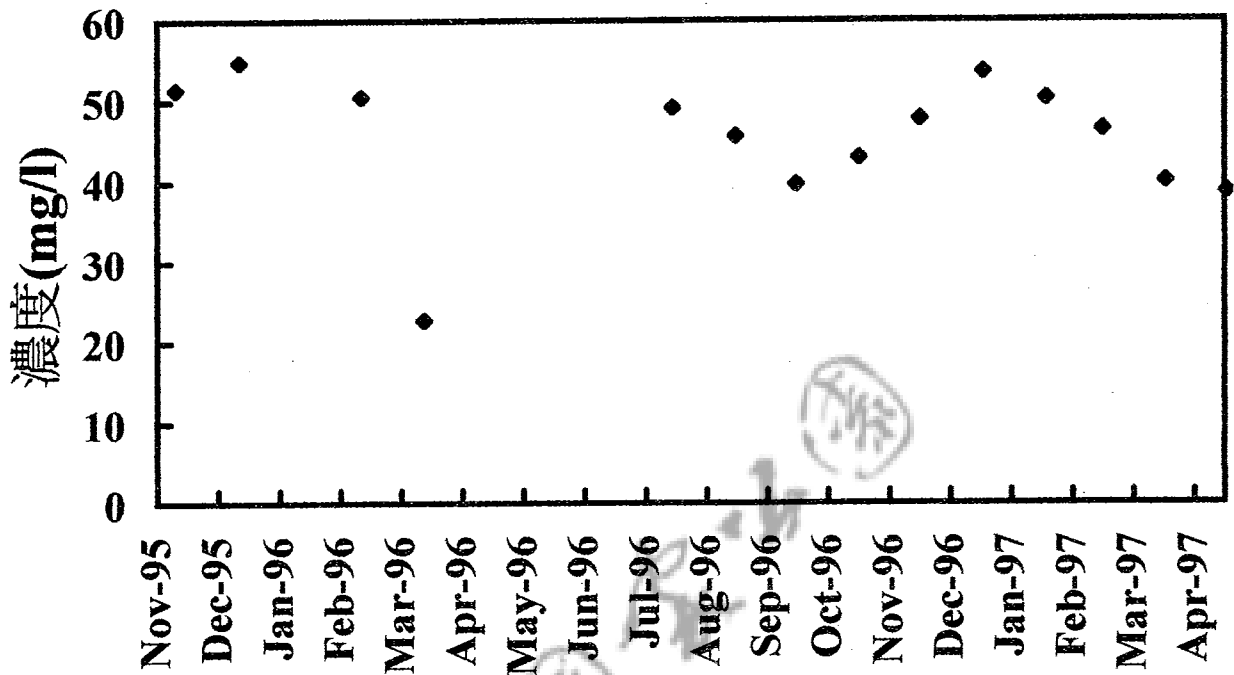
南磺溪溫泉水中氟離子



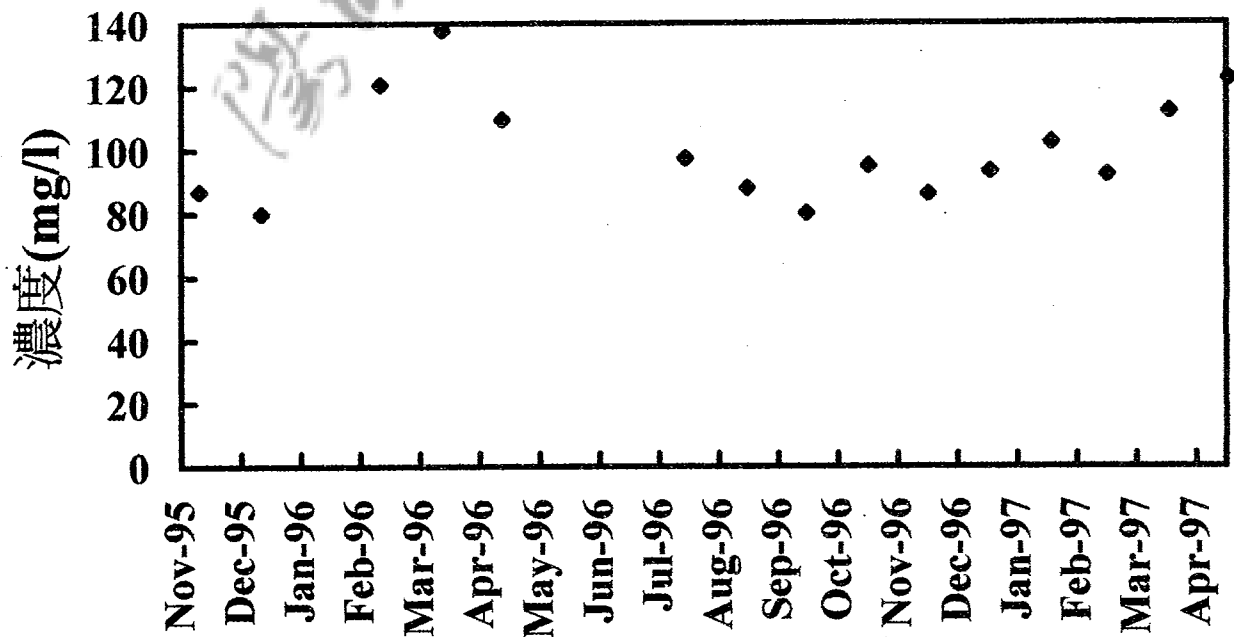
南磺溪溫泉水中硝酸根離子



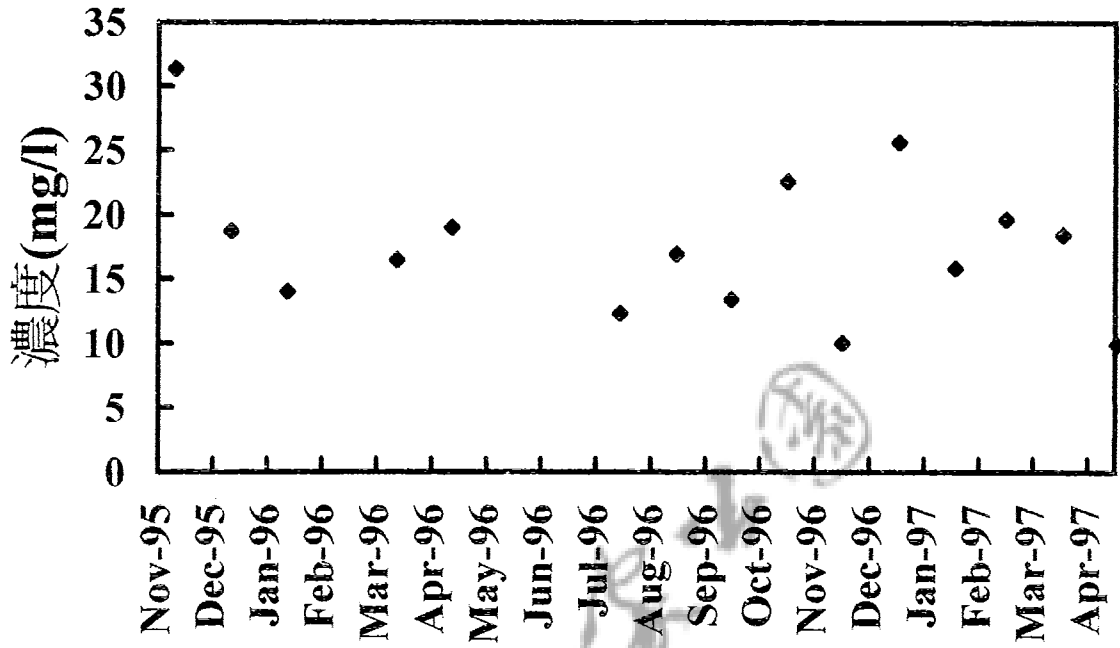
南磺溪溫泉水中氯離子



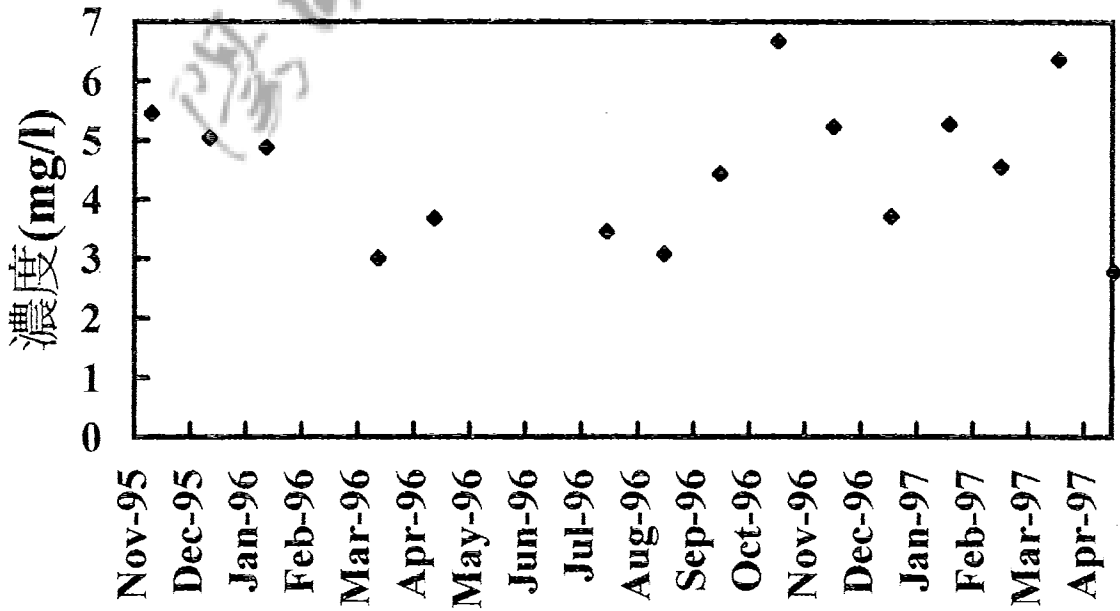
南磺溪溫泉水中硫酸根離子



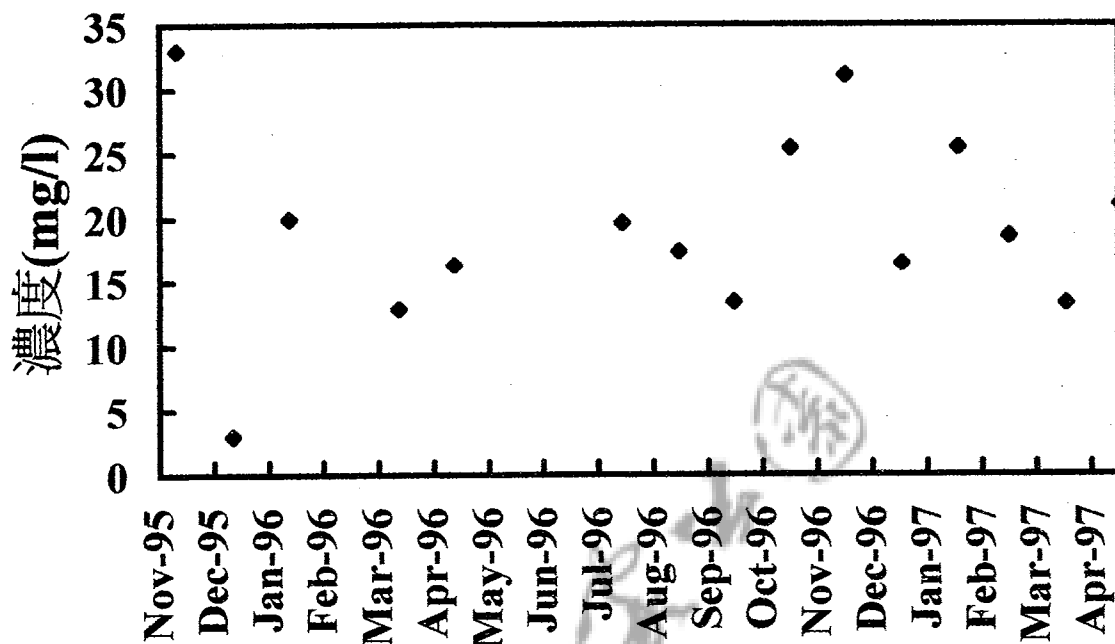
龍鳳谷溫泉水鈉離子



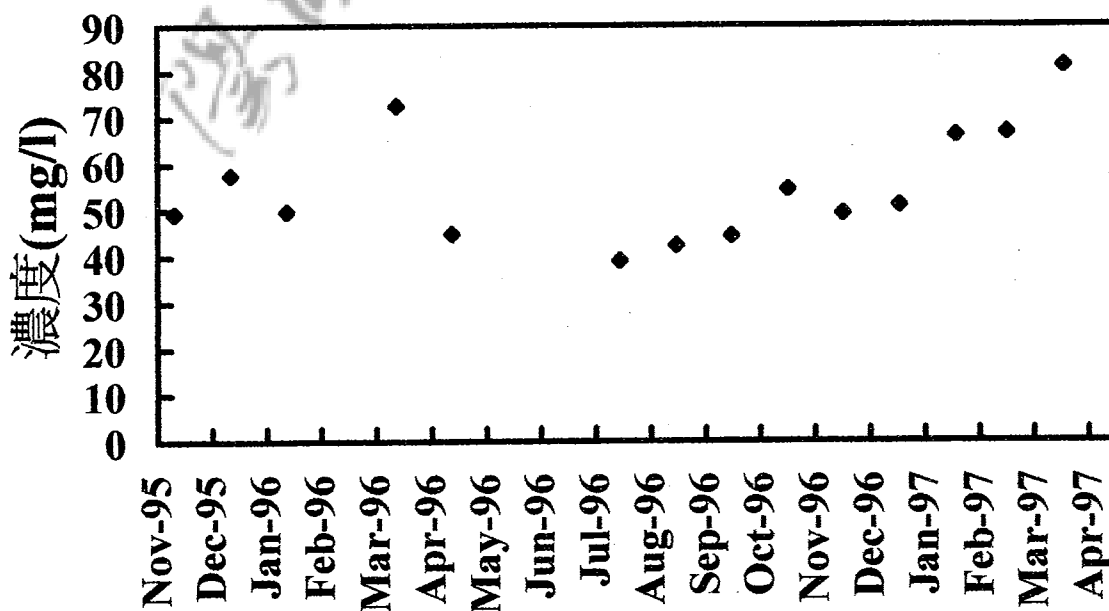
龍鳳谷溫泉水鉀離子



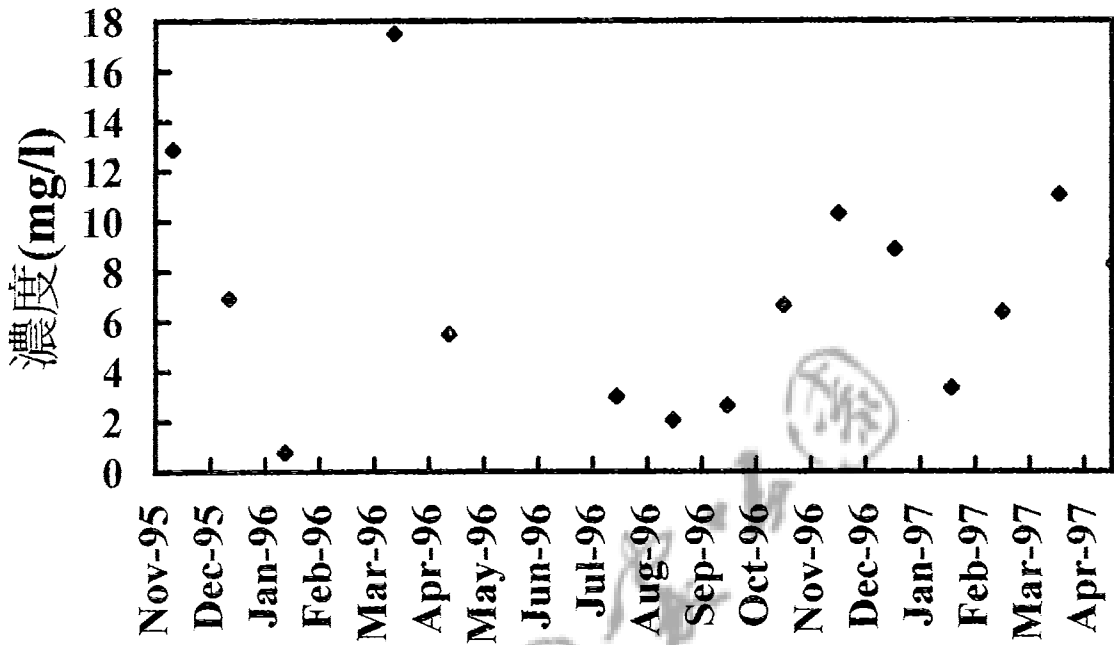
龍鳳谷溫泉水鎂離子



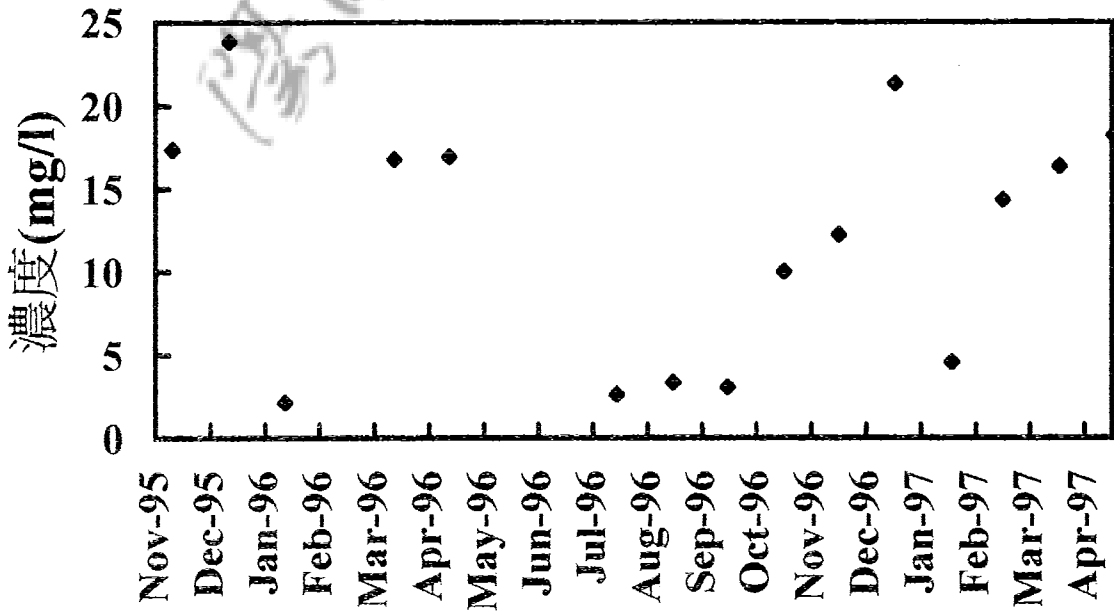
龍鳳谷溫泉水鈣離子



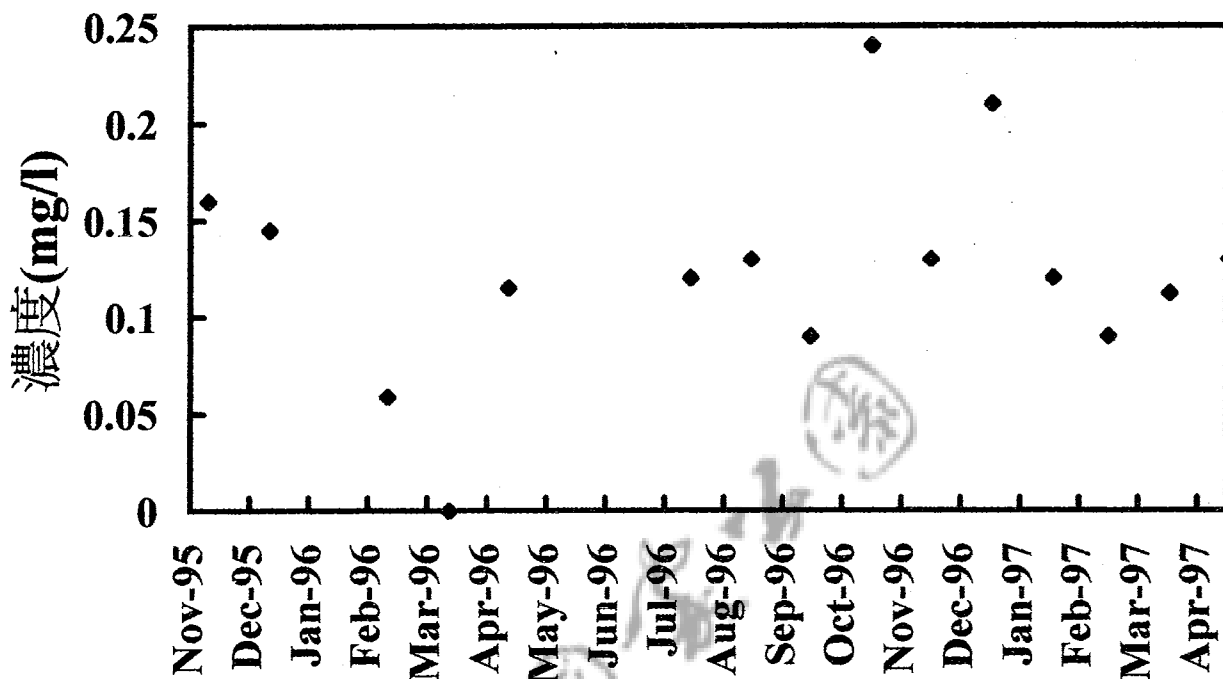
龍鳳谷溫泉水鐵離子



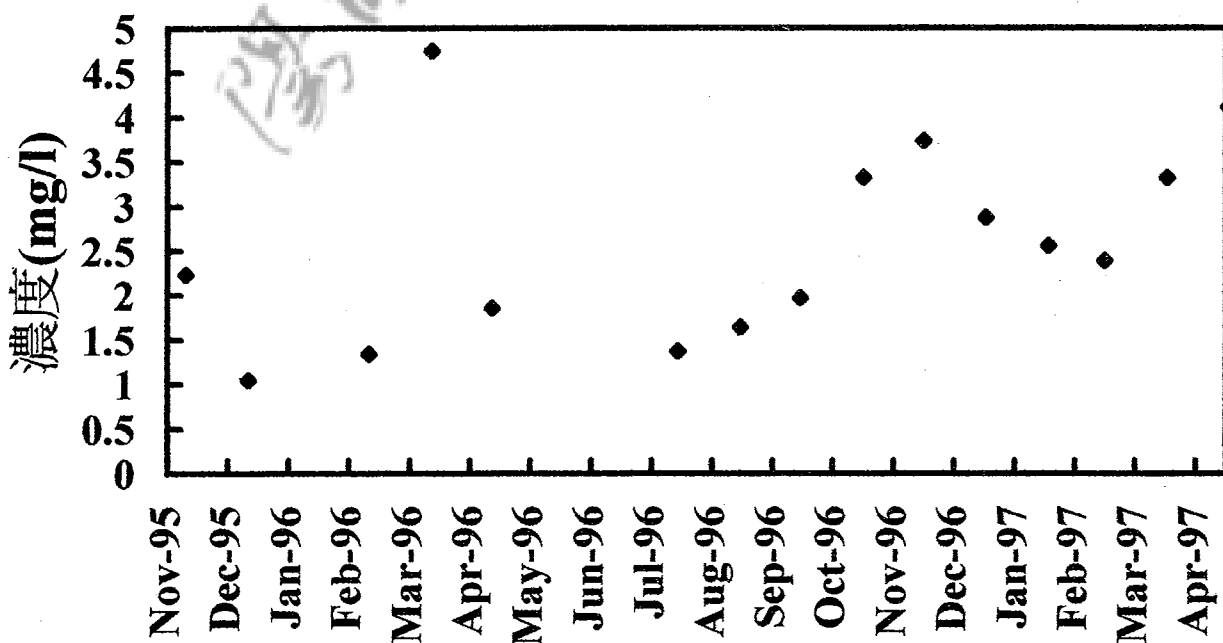
龍鳳谷溫泉水鋁離子



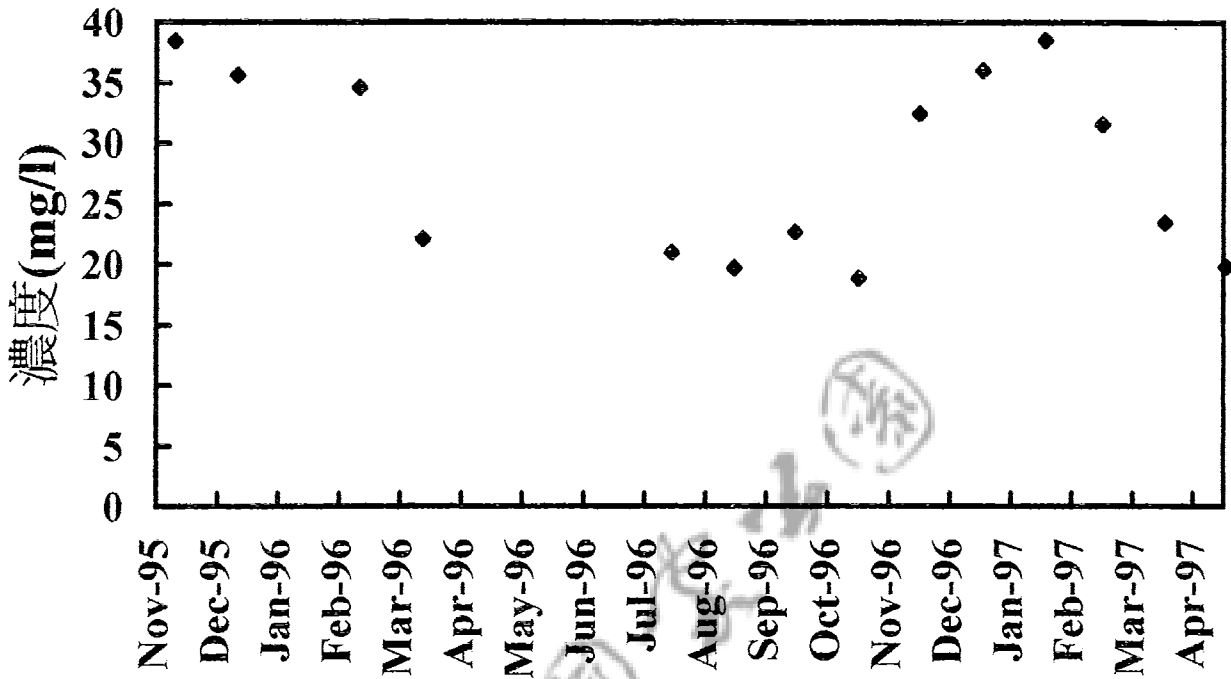
龍鳳谷溫泉水氟離子



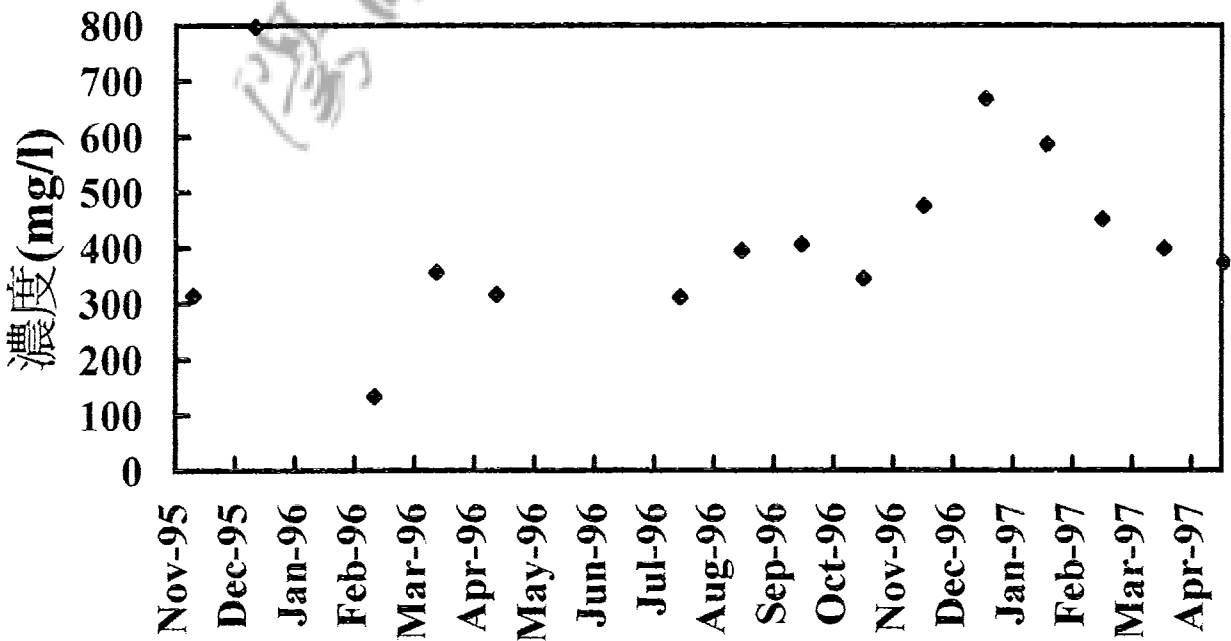
龍鳳谷溫泉水硝酸根離子



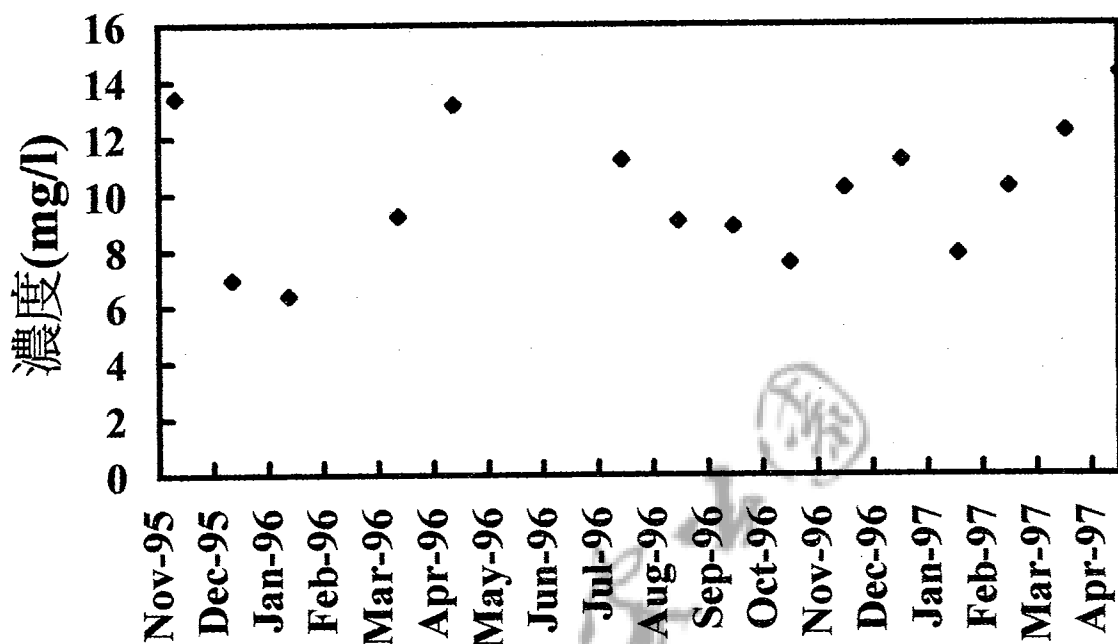
龍鳳谷溫泉水氯離子



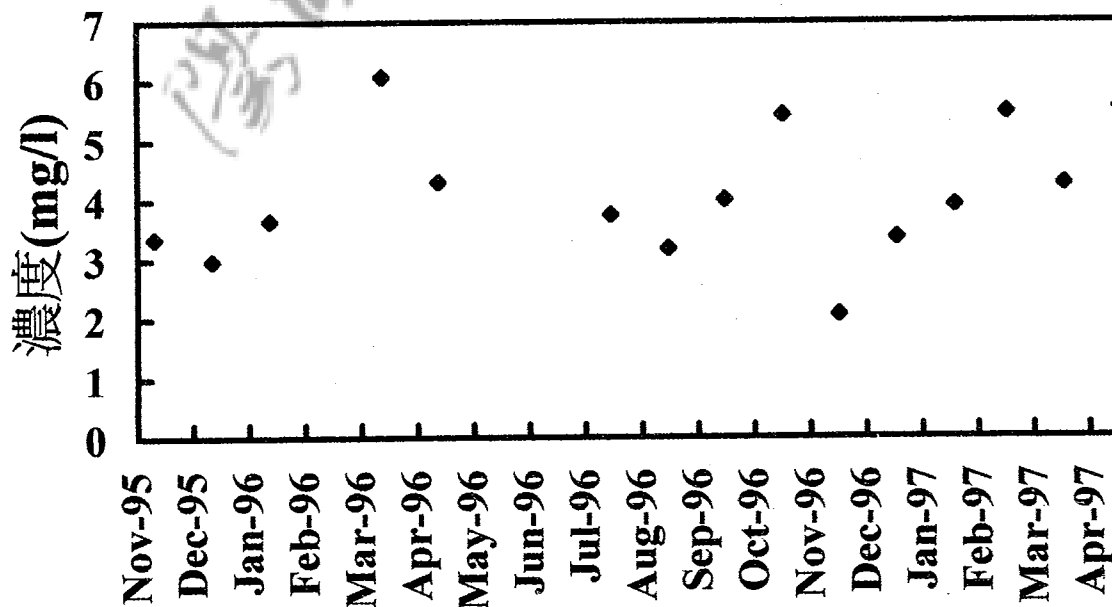
龍鳳谷溫泉水硫酸根離子



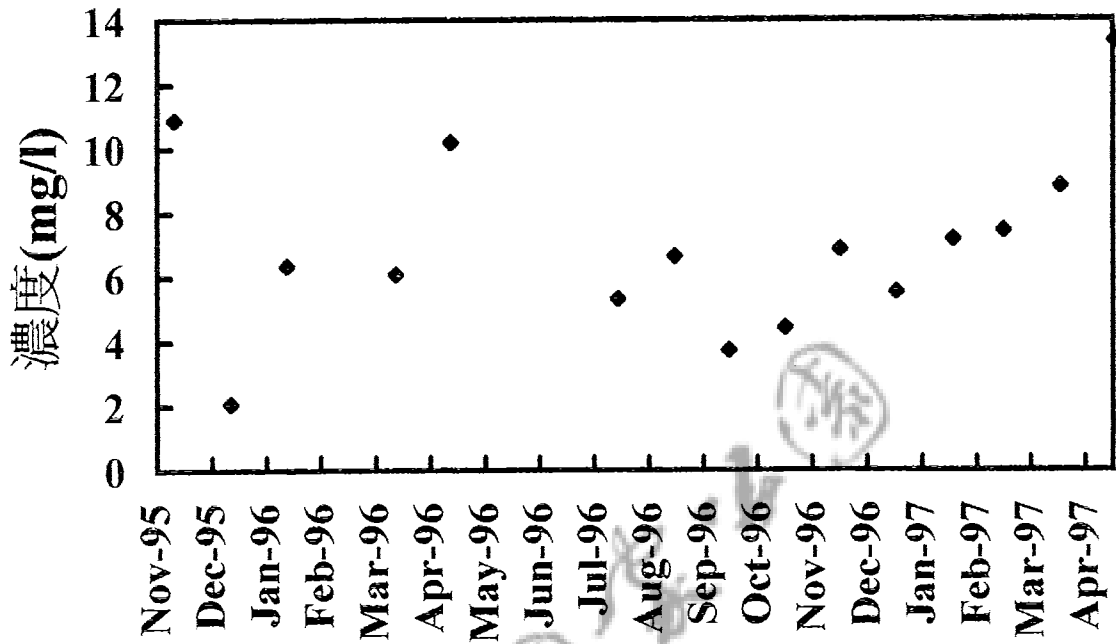
硫磺谷溫泉水中鈉離子



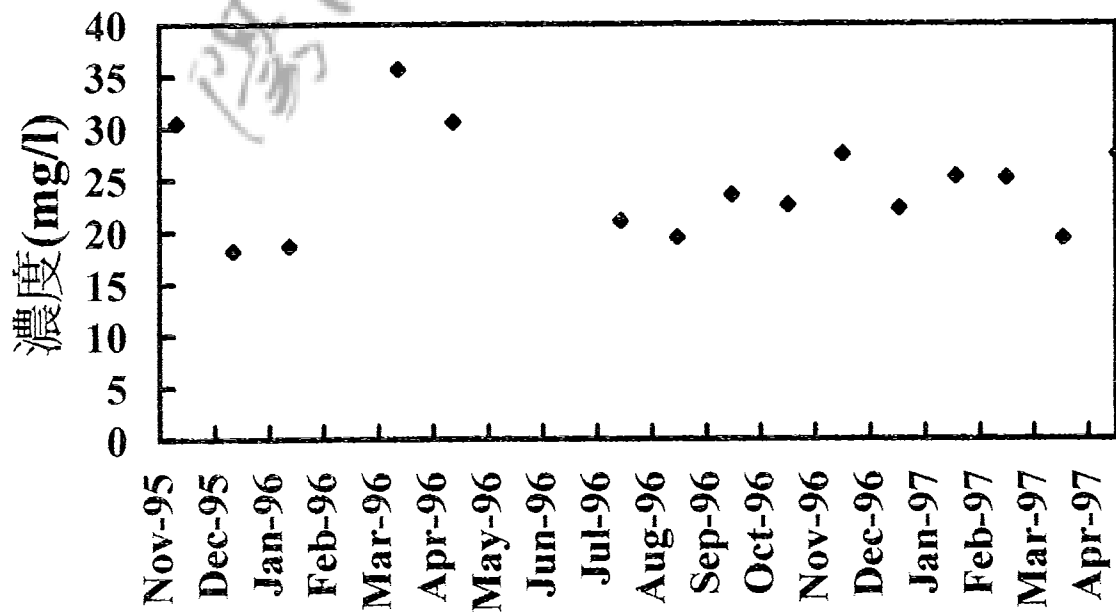
硫磺谷溫泉水中鉀離子



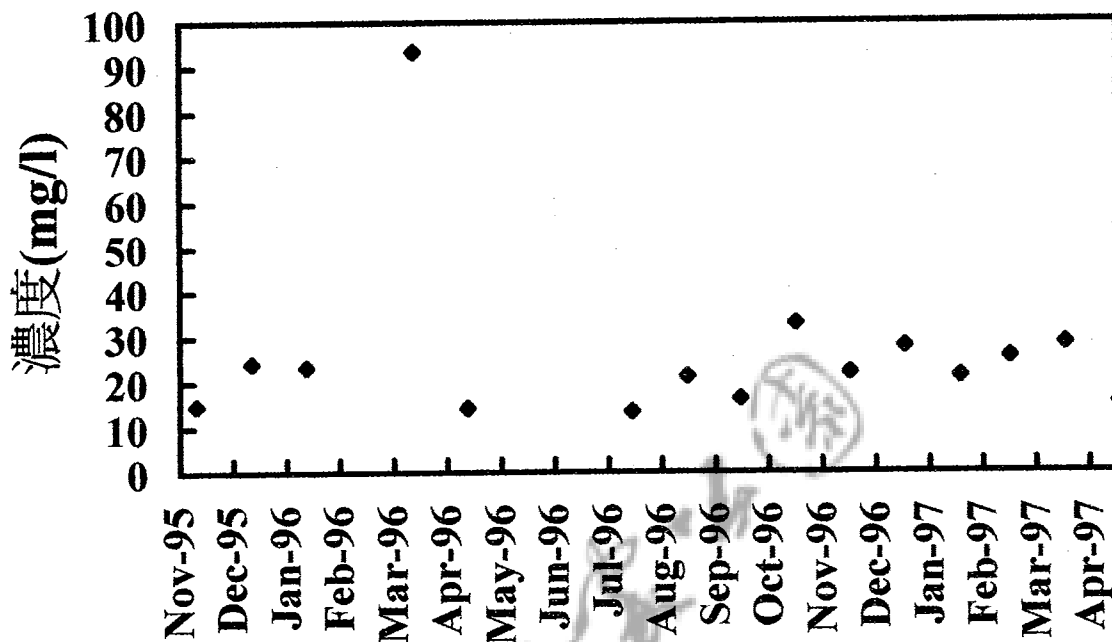
硫磺谷溫泉水中鎂離子



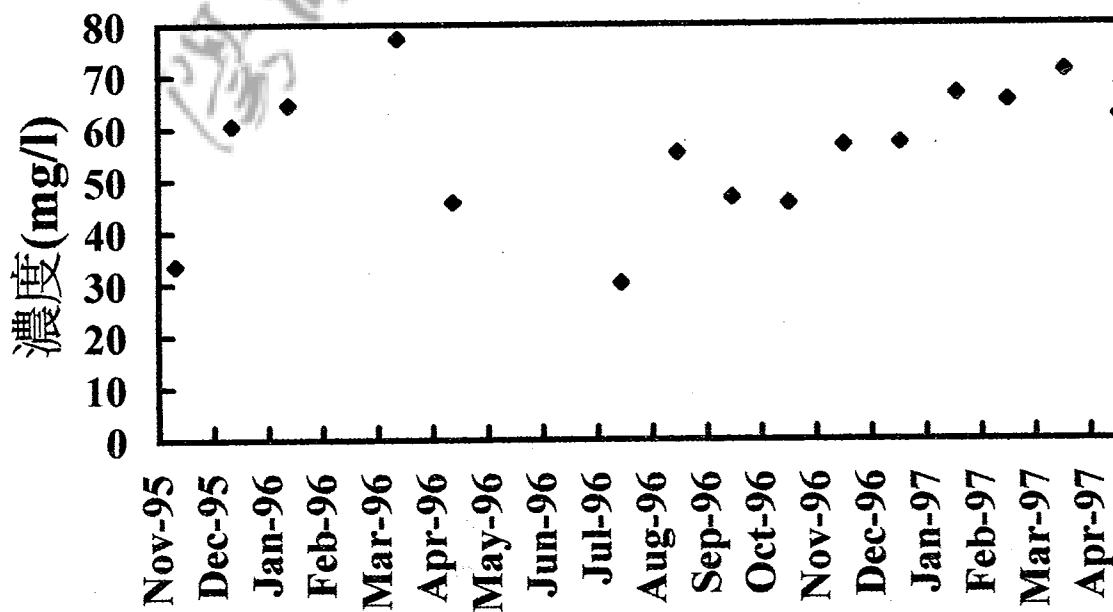
硫磺谷溫泉水中鈣離子



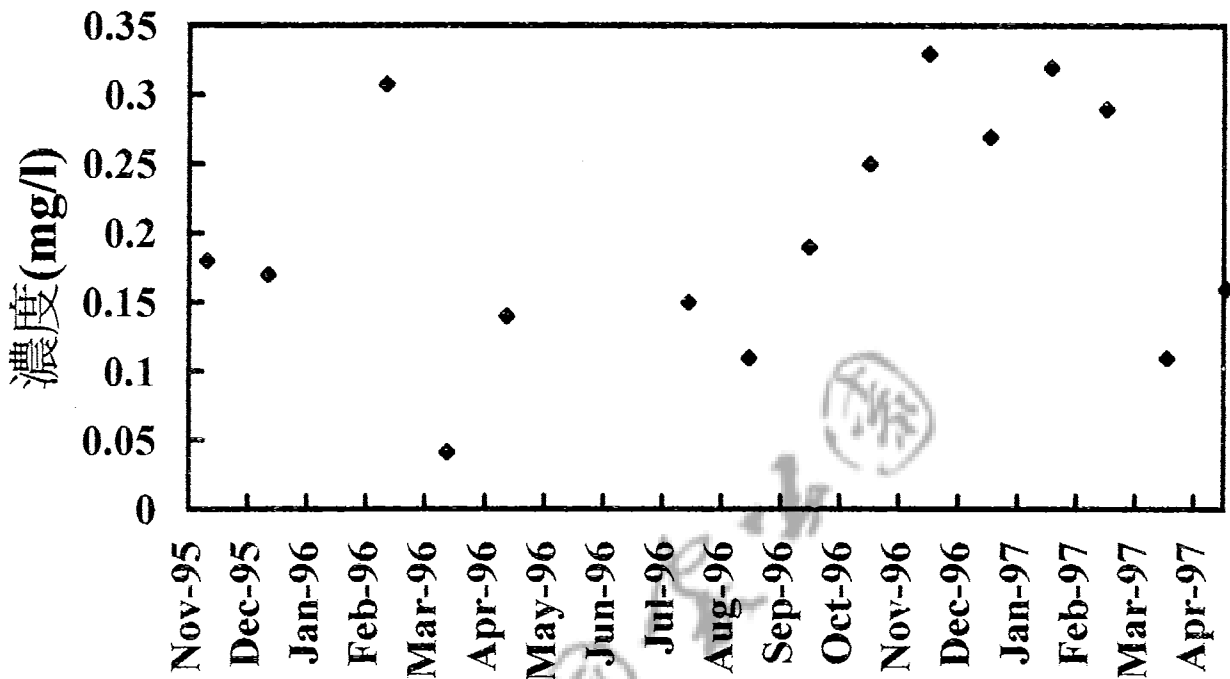
硫磺谷溫泉水中鐵離子



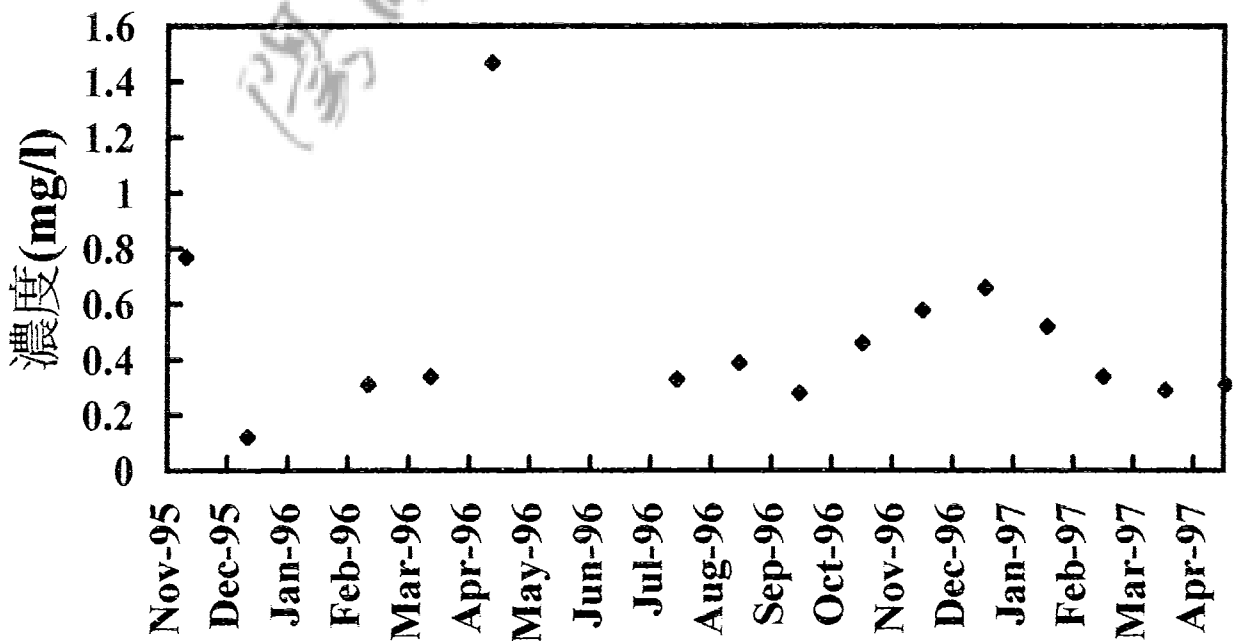
硫磺谷溫泉水中鋁離子



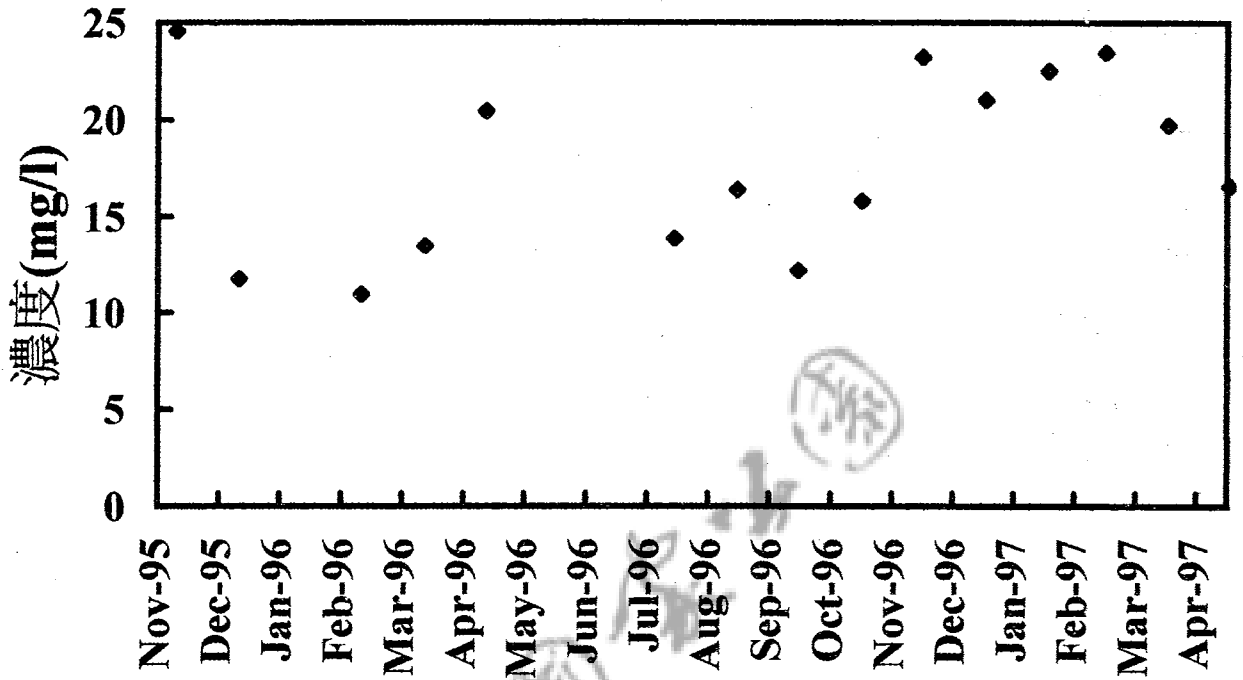
硫磺谷温泉水中氟離子



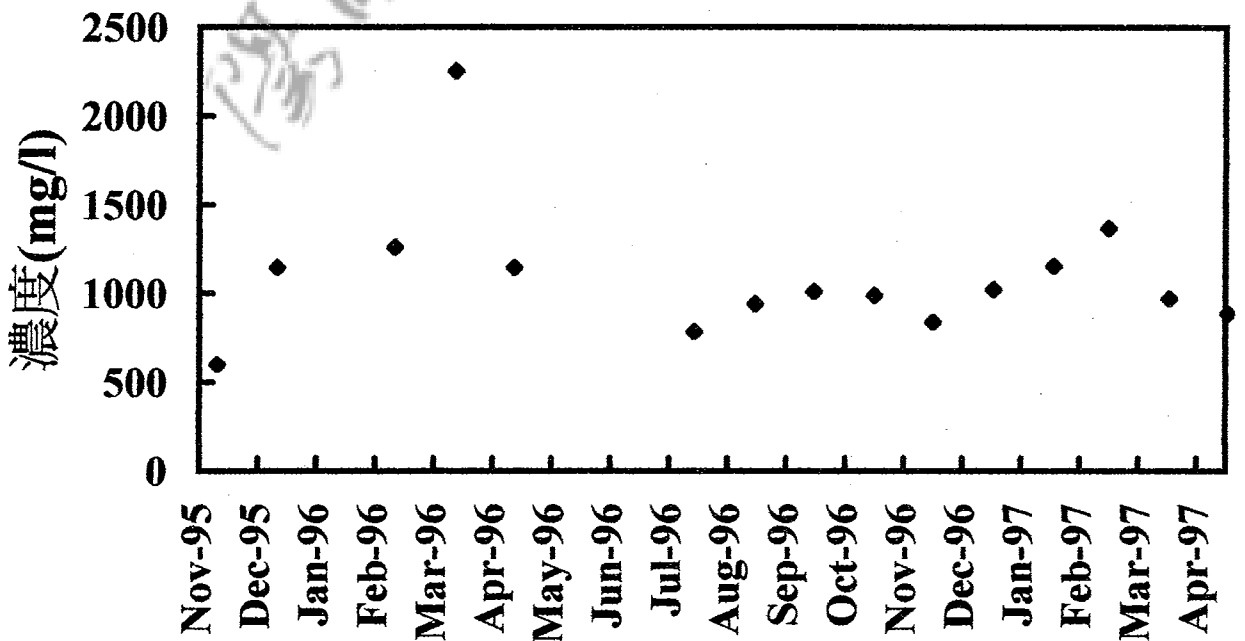
硫磺谷温泉水中硝酸根離子



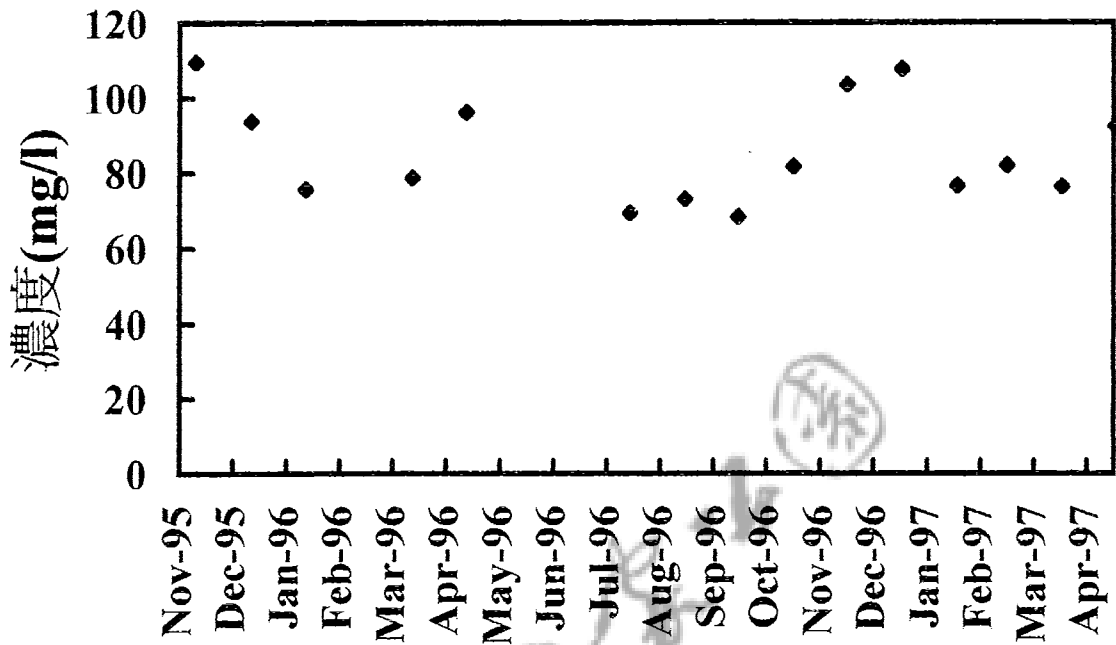
硫磺谷温泉水中氯离子



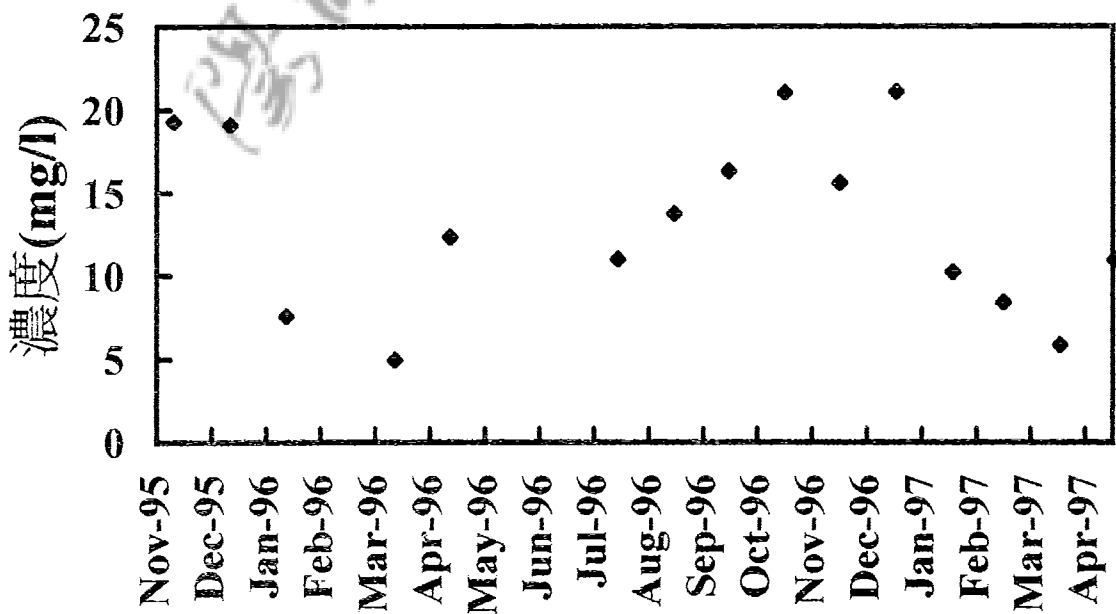
硫磺谷温泉水中硫酸根离子



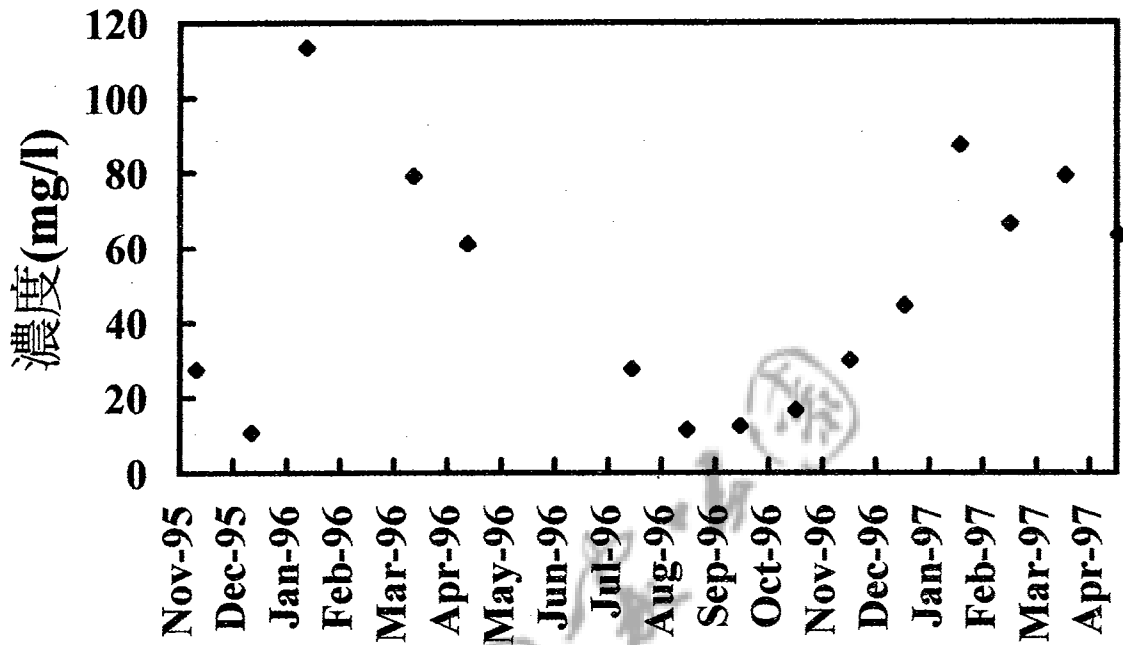
小油坑溫泉水鈉離子



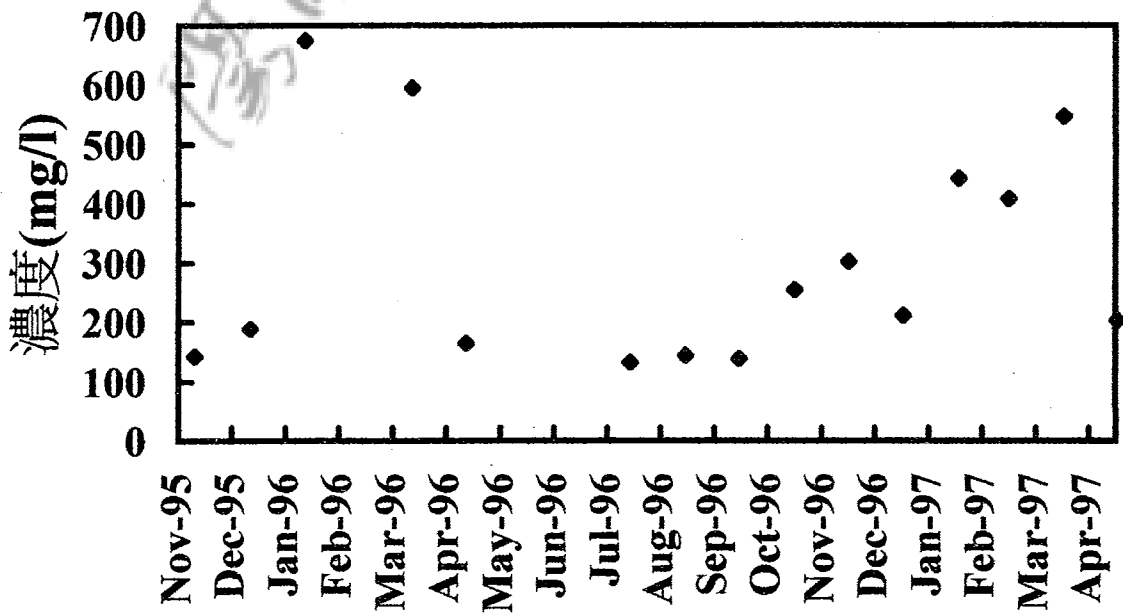
小油坑溫泉水鉀離子



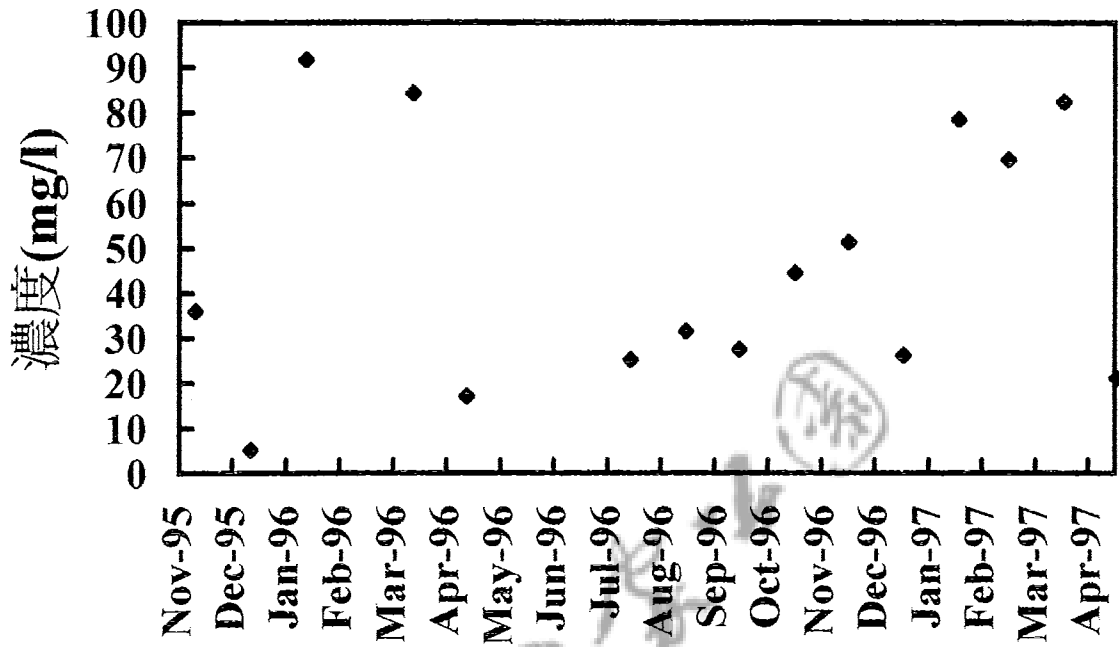
小油坑溫泉水鎂離子



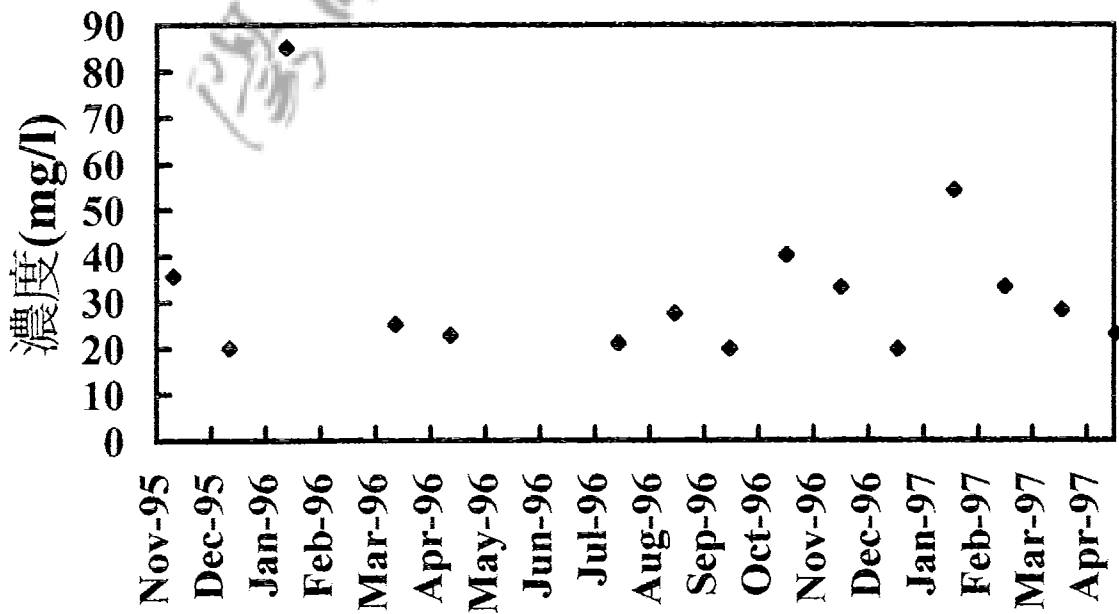
小油坑溫泉水鈣離子



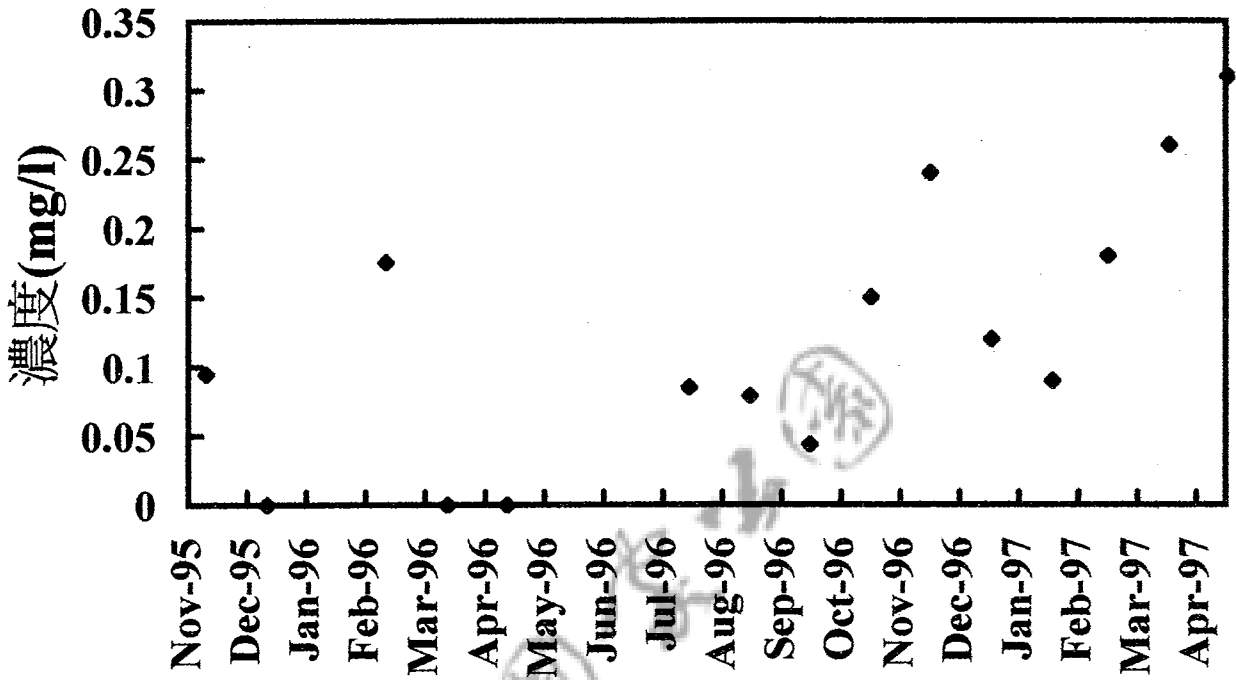
小油坑溫泉水鐵離子



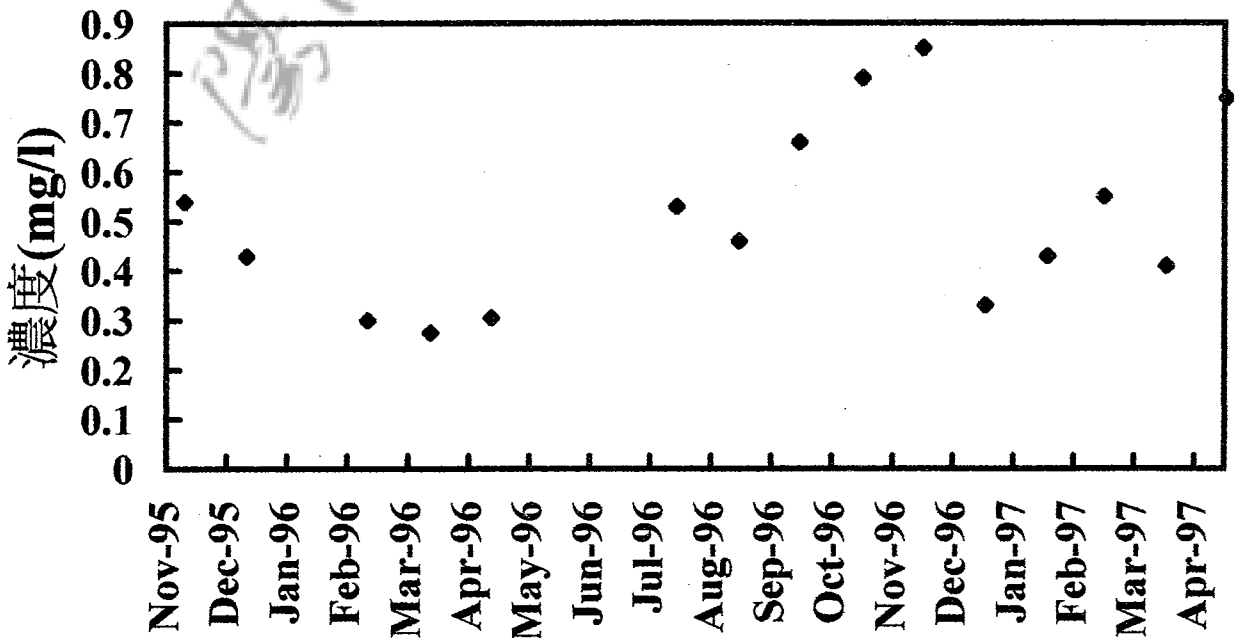
小油坑溫泉水鋁離子



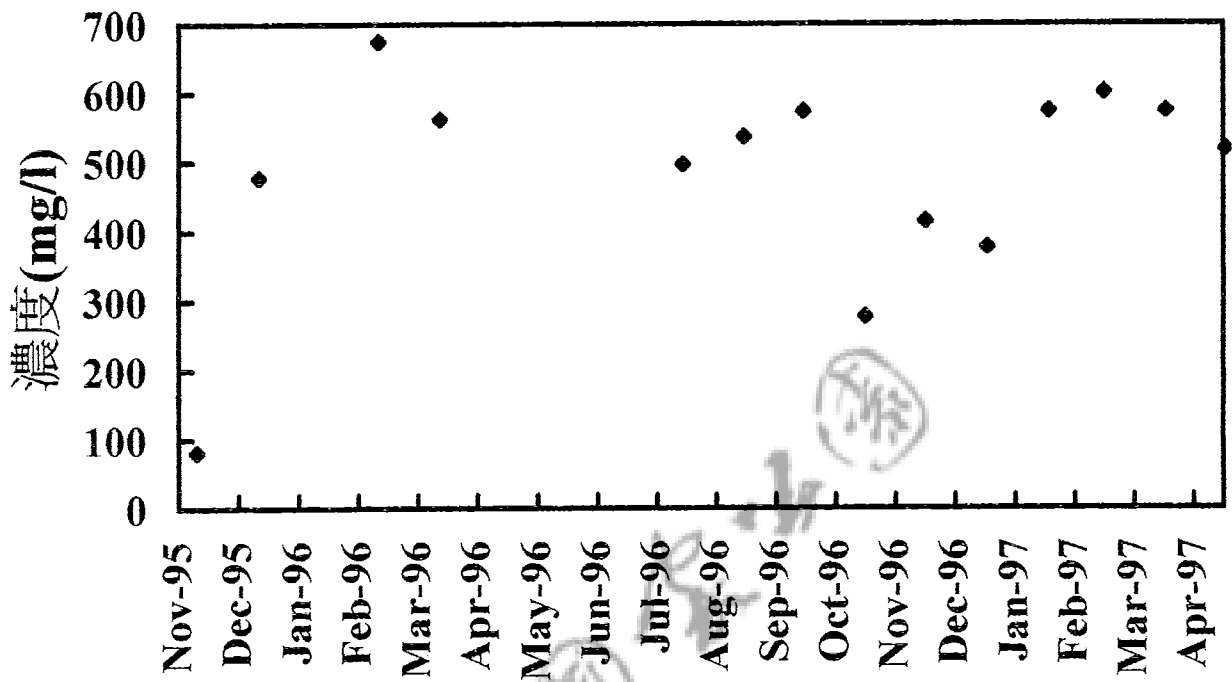
小油坑溫泉水氟離子



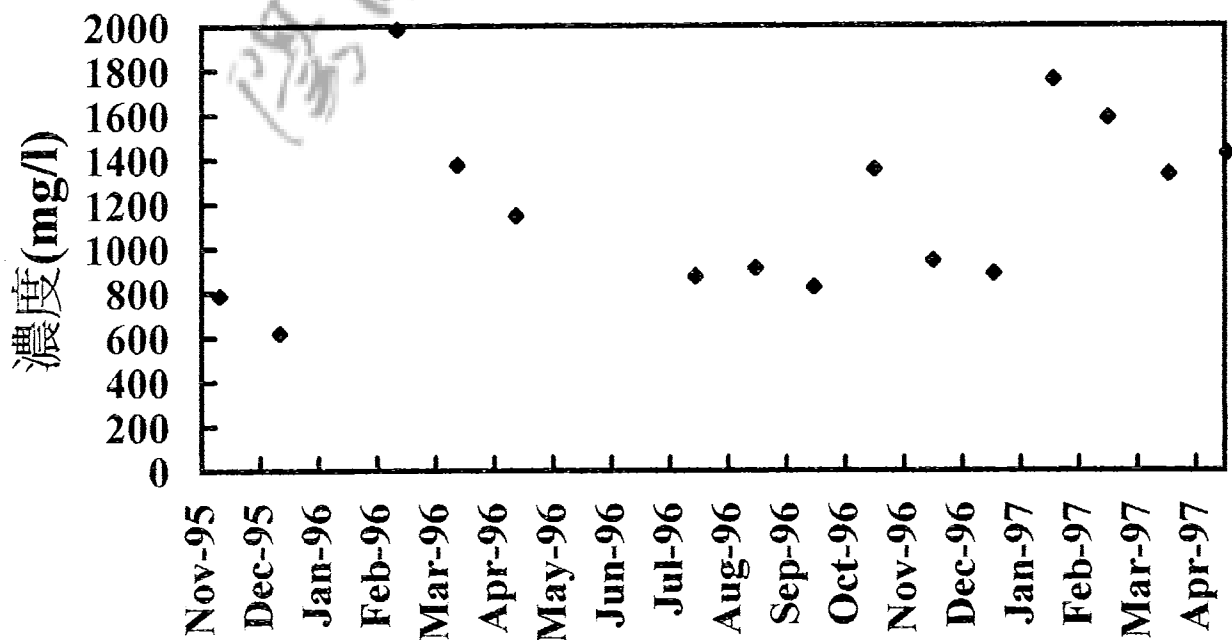
小油坑溫泉水硝酸根離子



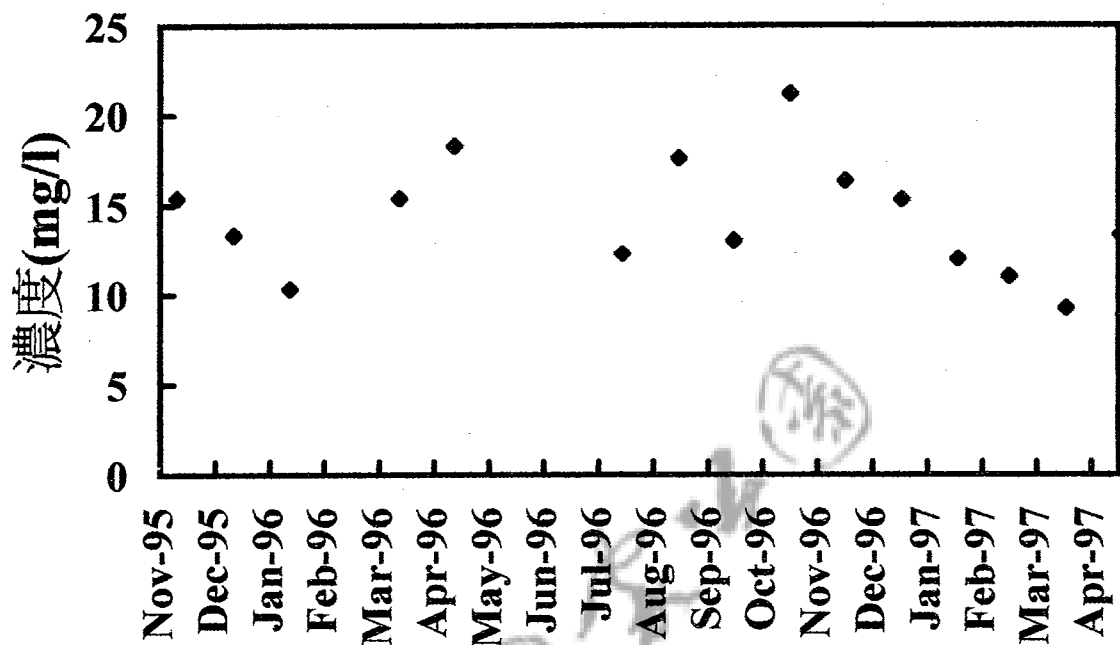
小油坑溫泉水氬離子



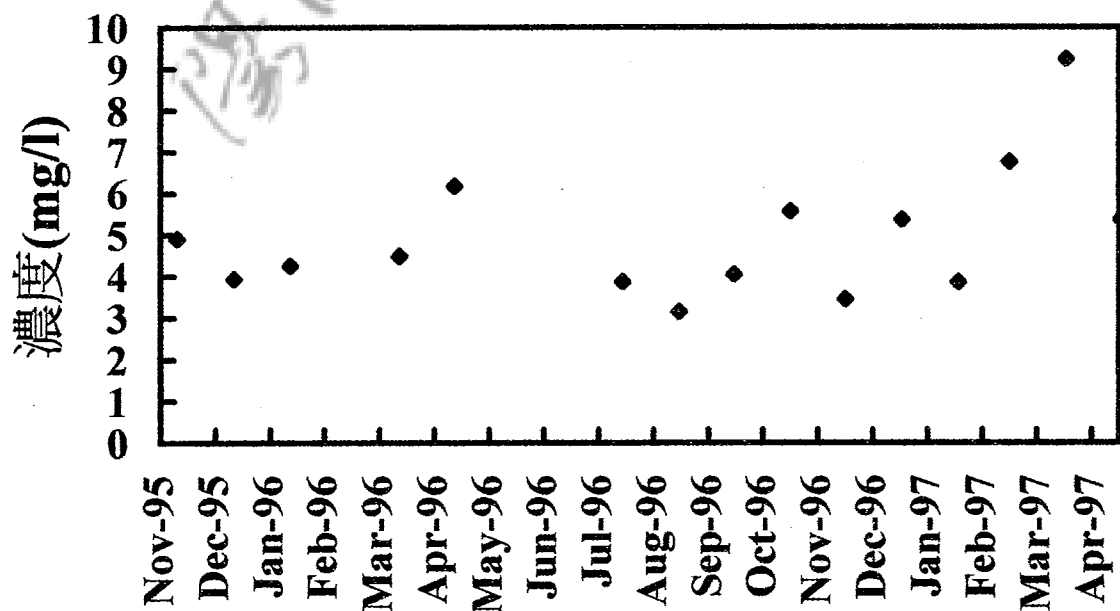
小油坑溫泉水硫酸根離子



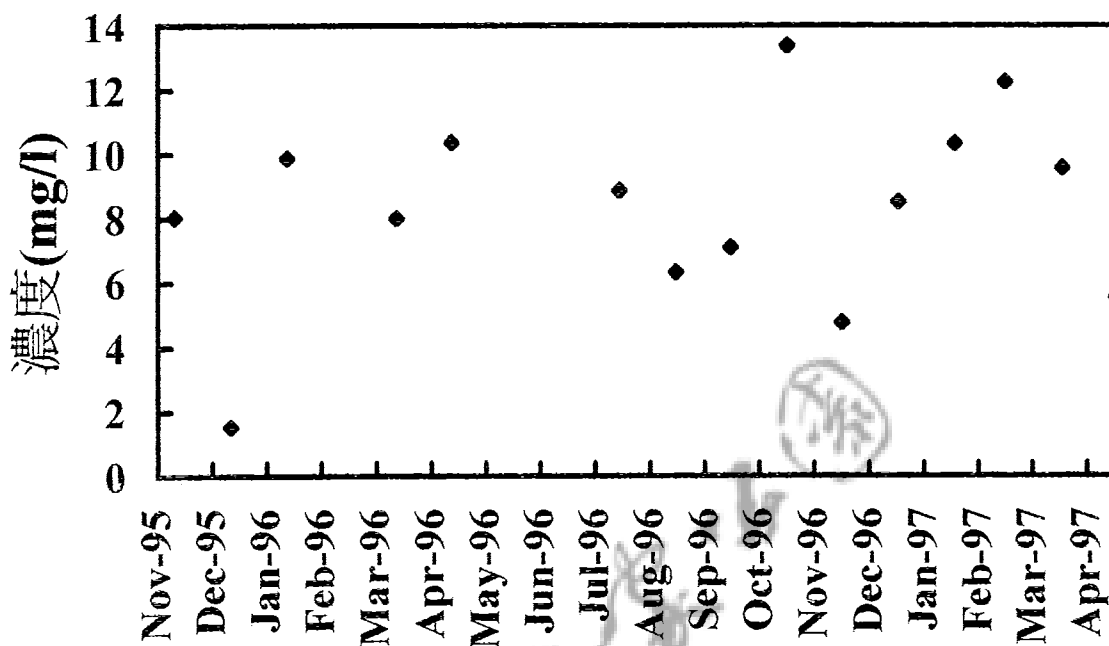
冷水坑溫泉水鈉離子



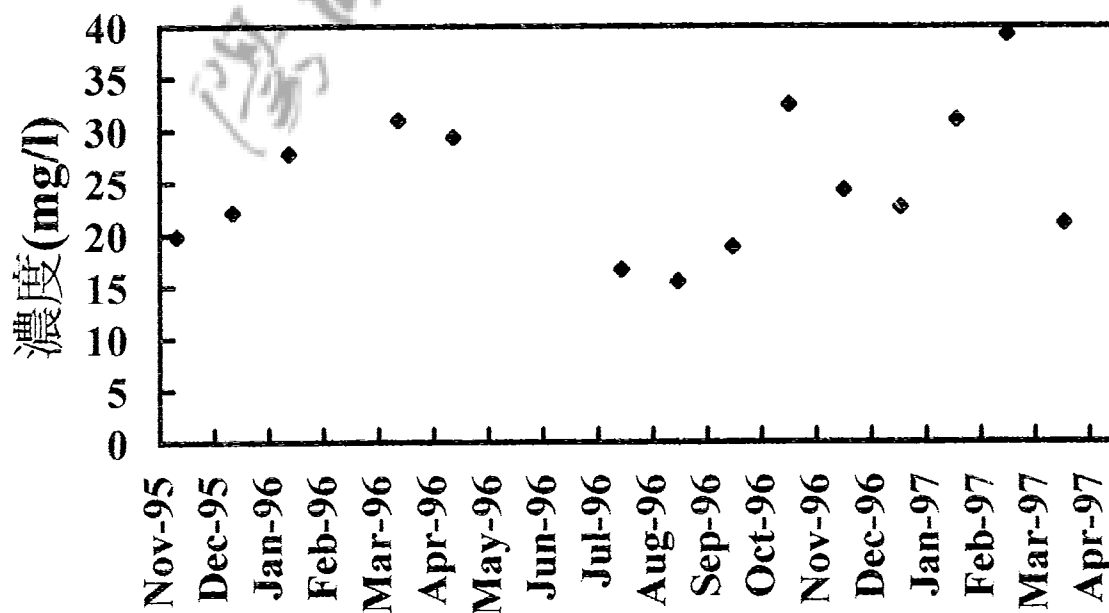
冷水坑溫泉水鉀離子



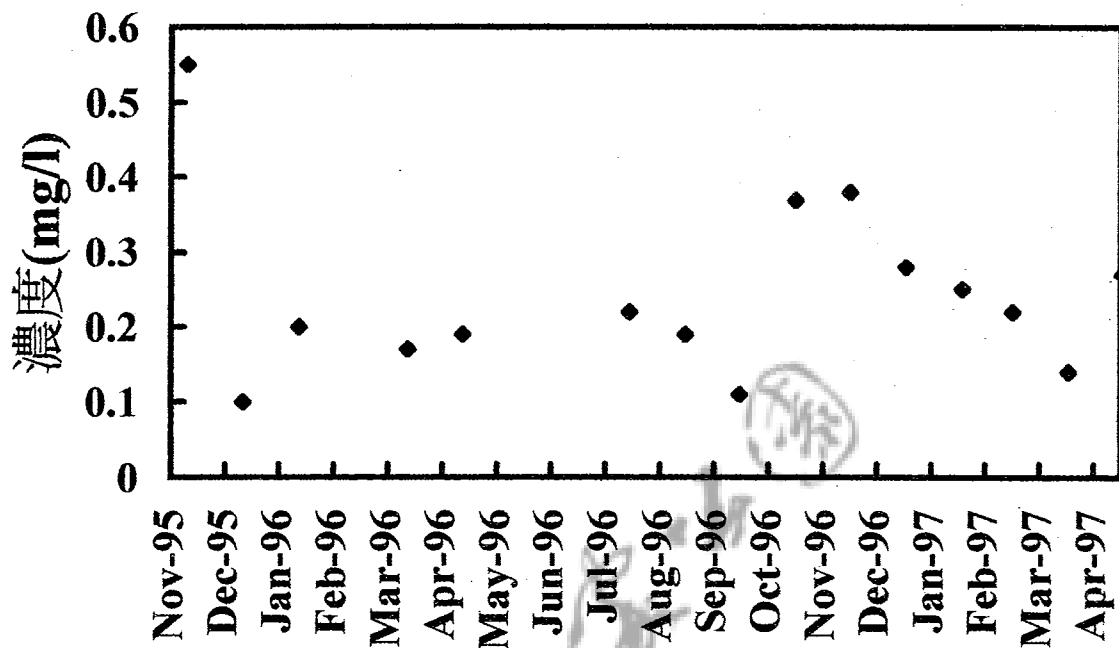
冷水坑溫泉水鎂離子



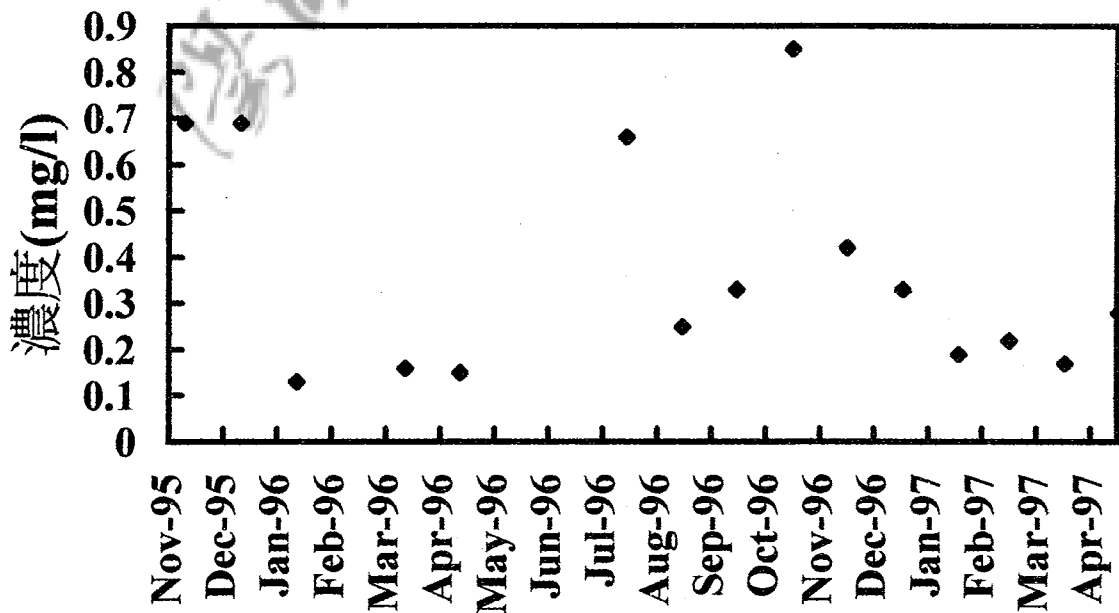
冷水坑溫泉水鈣離子



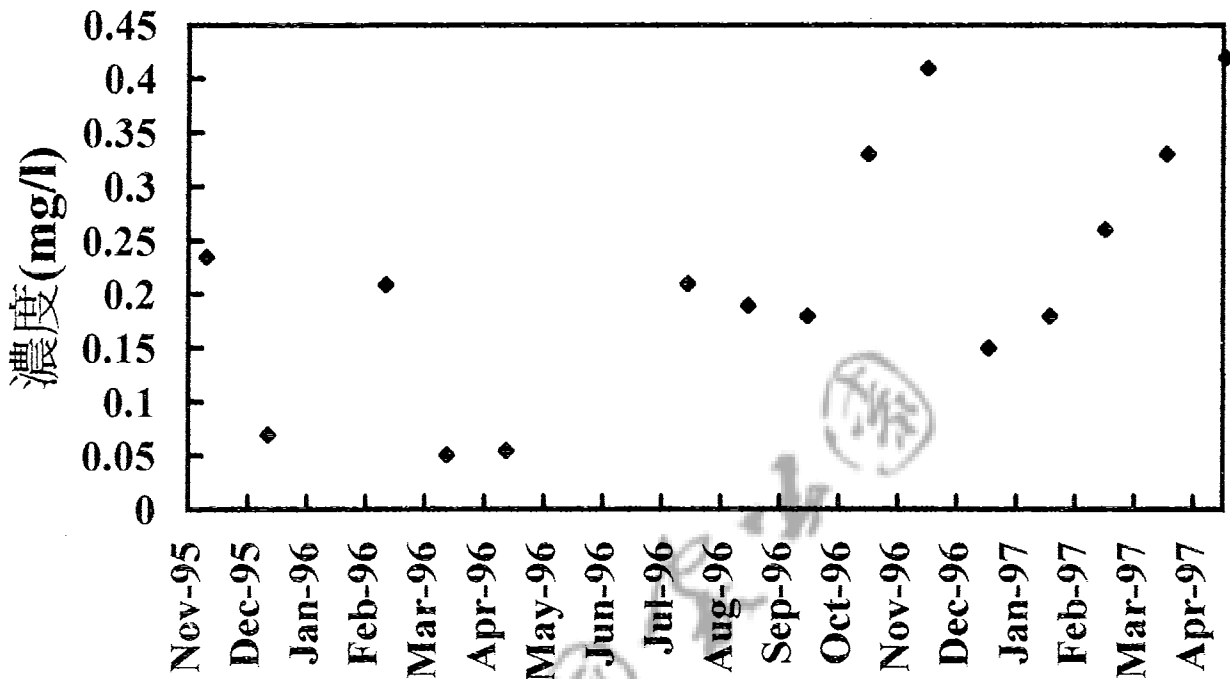
冷水坑溫泉水鐵離子



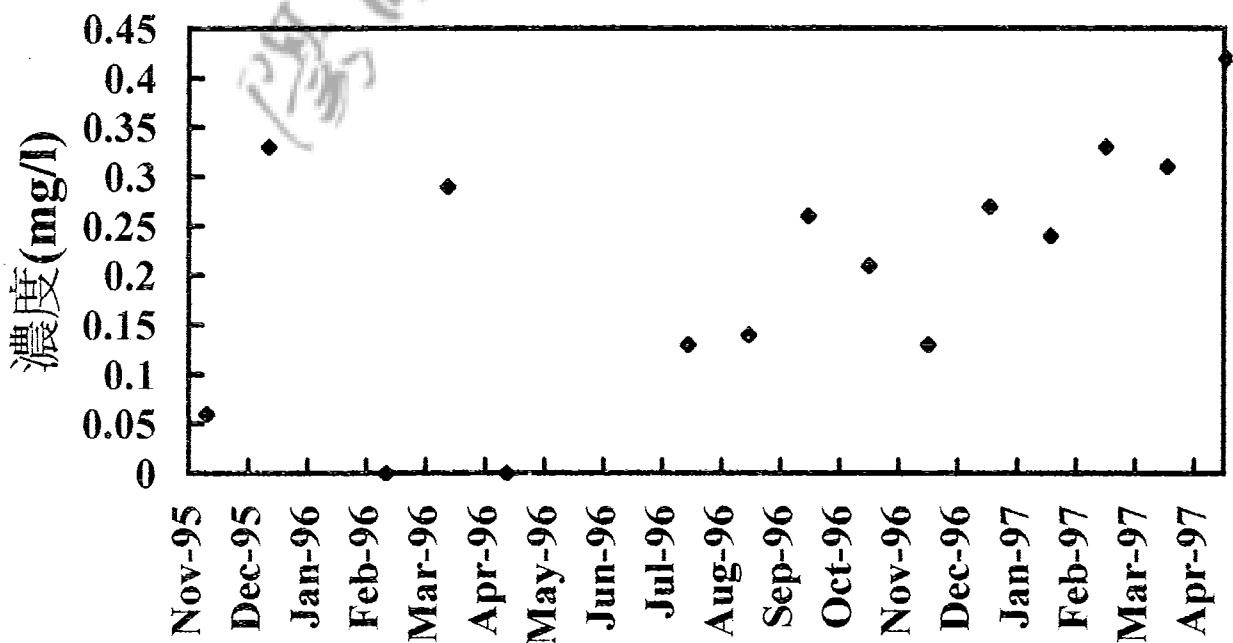
冷水坑溫泉水鋁離子



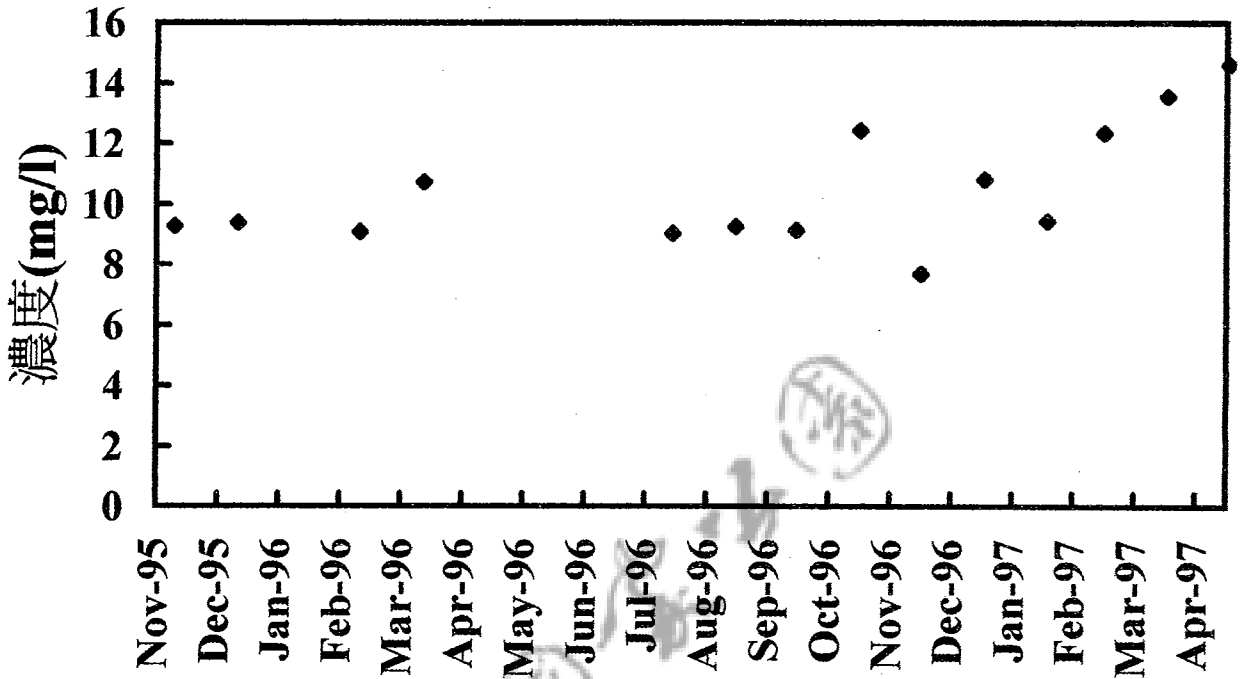
冷水坑溫泉水氟離子



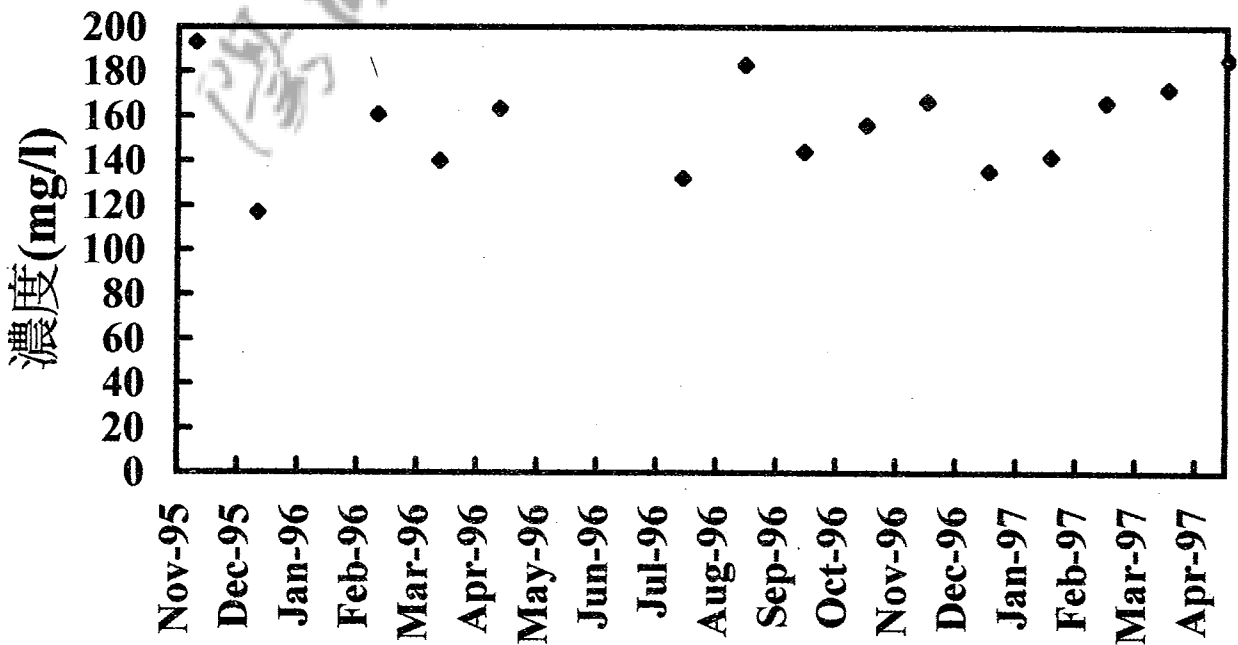
冷水坑溫泉水硝酸根離子



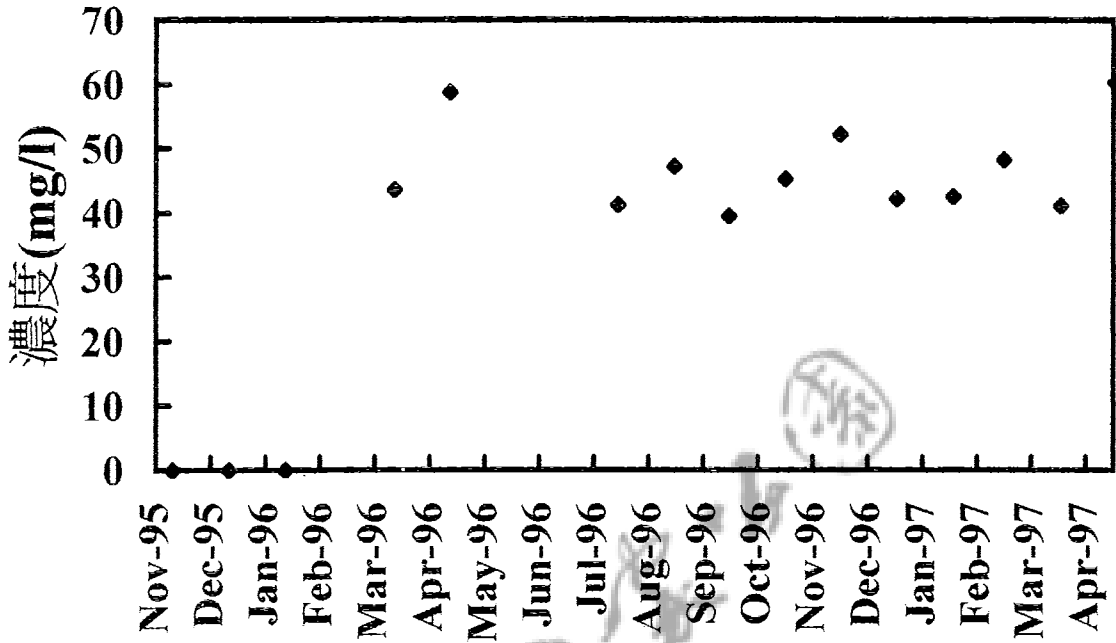
冷水坑溫泉水氯離子



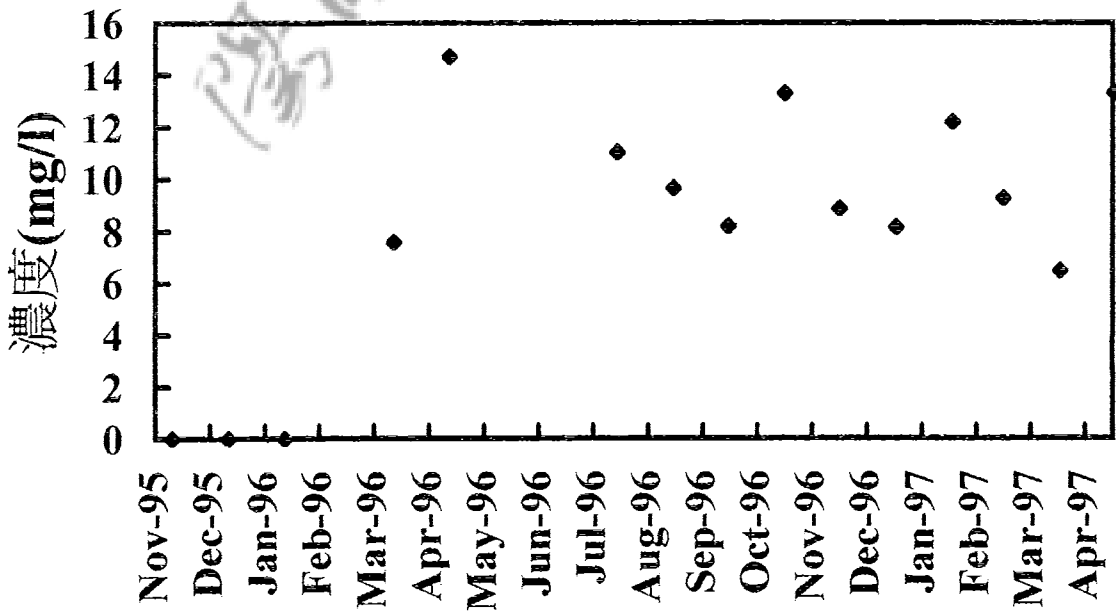
冷水坑溫泉水硫酸根離子



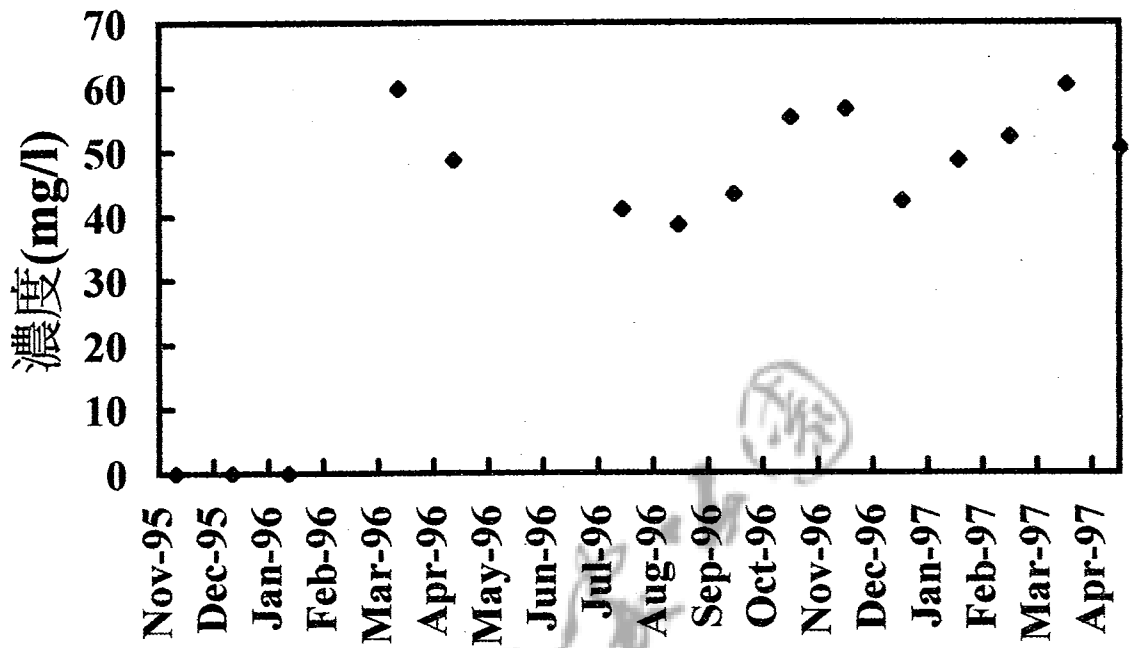
冷水坑女浴池溫泉水鈉離子



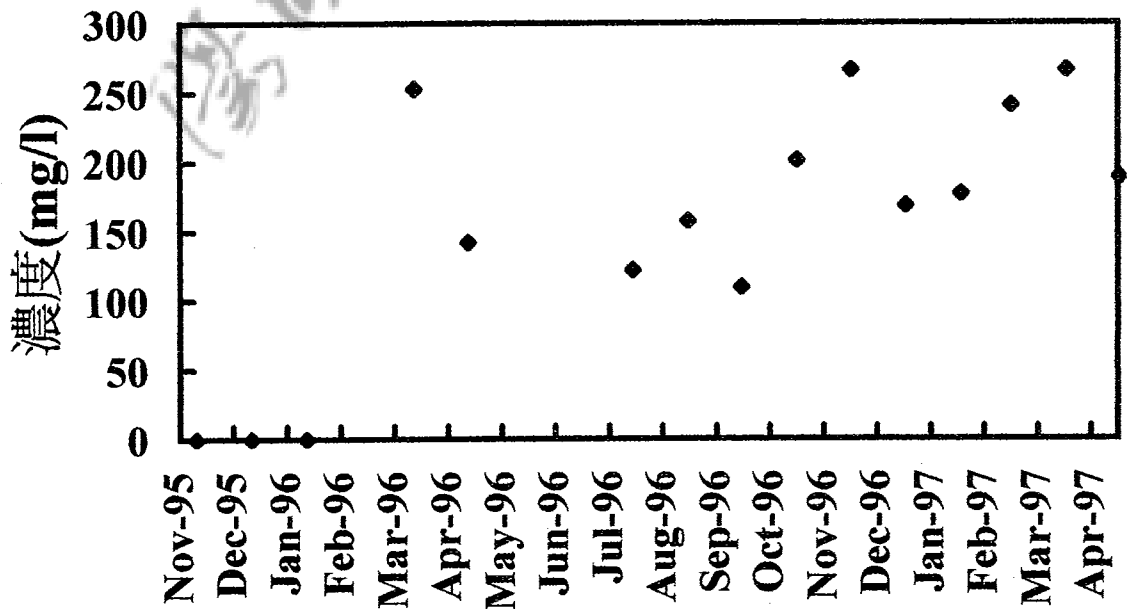
冷水坑女浴池溫泉水鉀離子



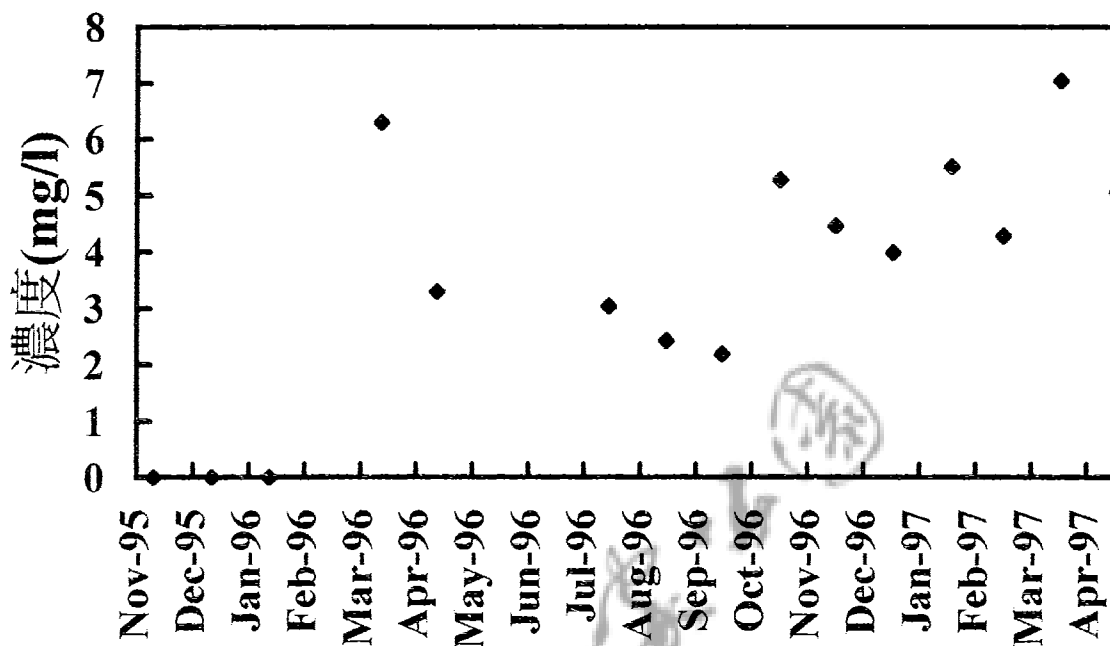
冷水坑女浴池溫泉水鎂離子



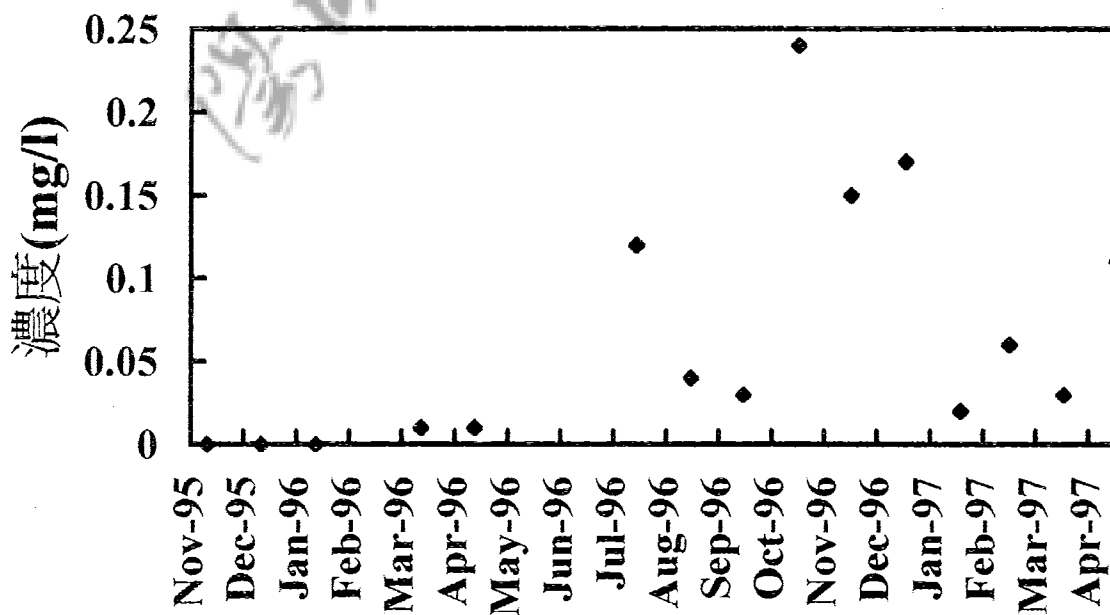
冷水坑女浴池溫泉水鈣離子



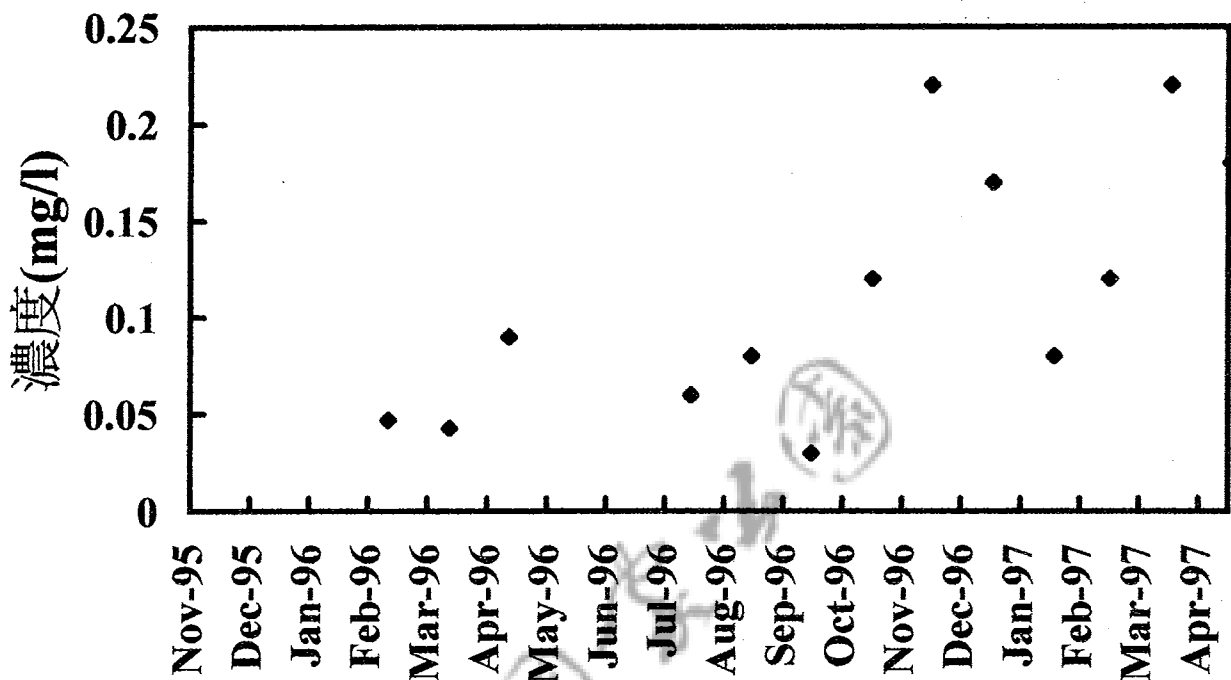
冷水坑女浴池溫泉水鐵離子



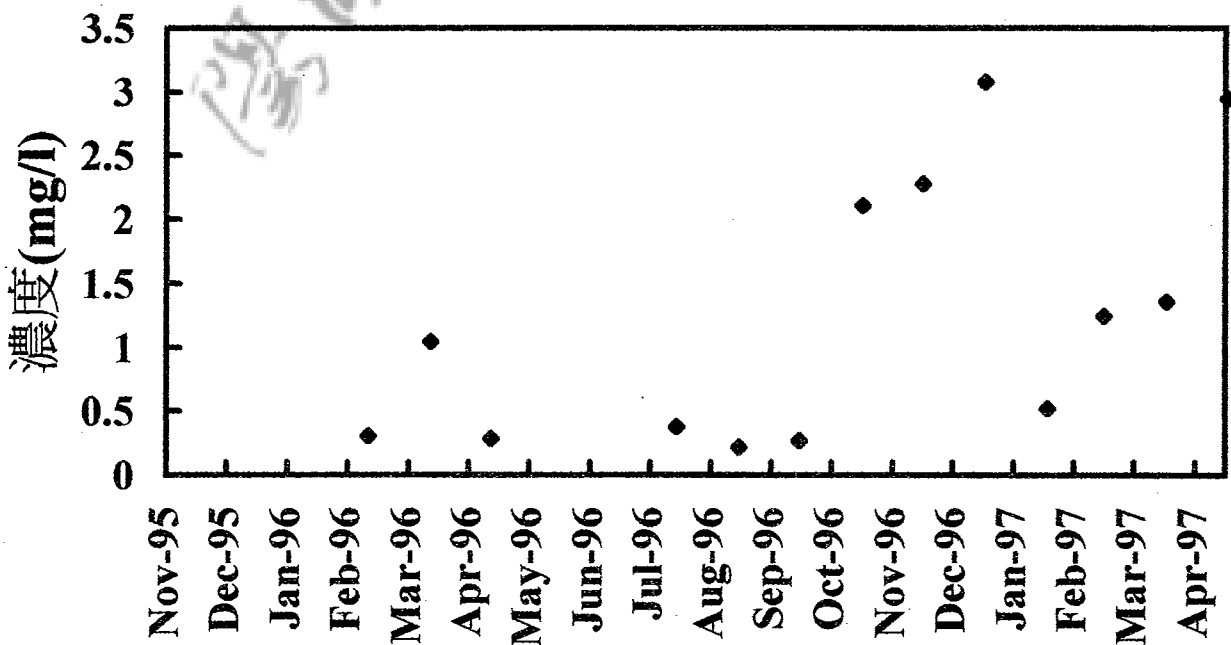
冷水坑女浴池溫泉水鋁離子



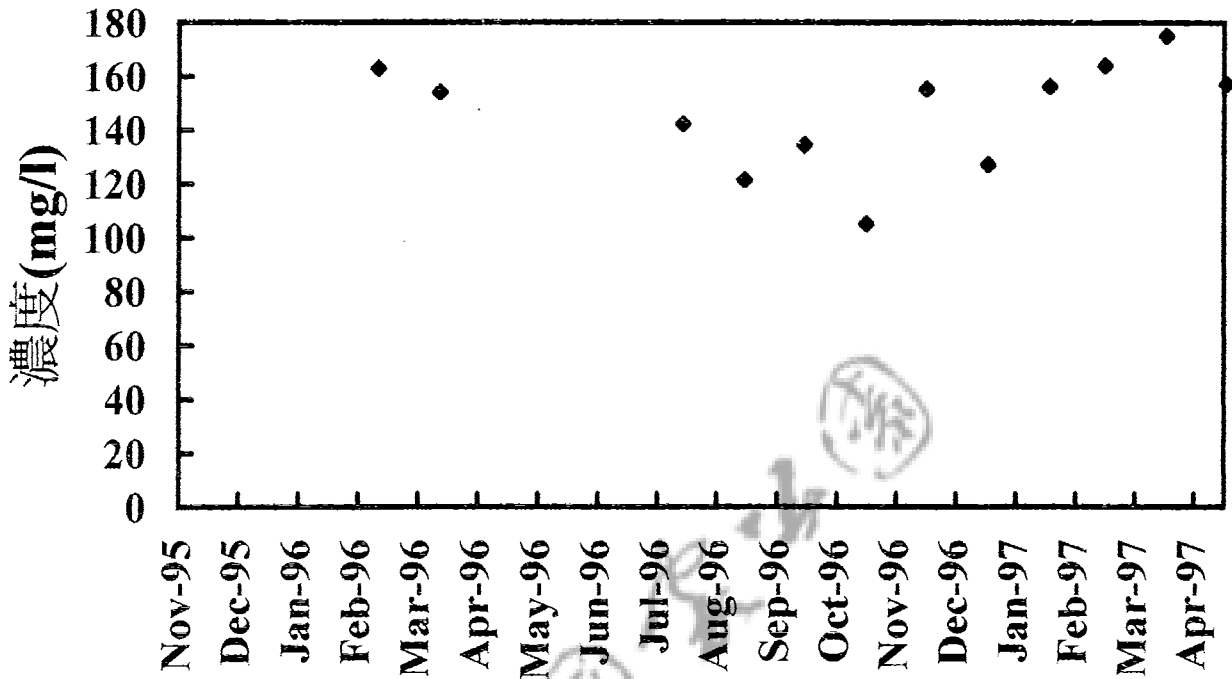
冷水坑女浴池溫泉水氟離子



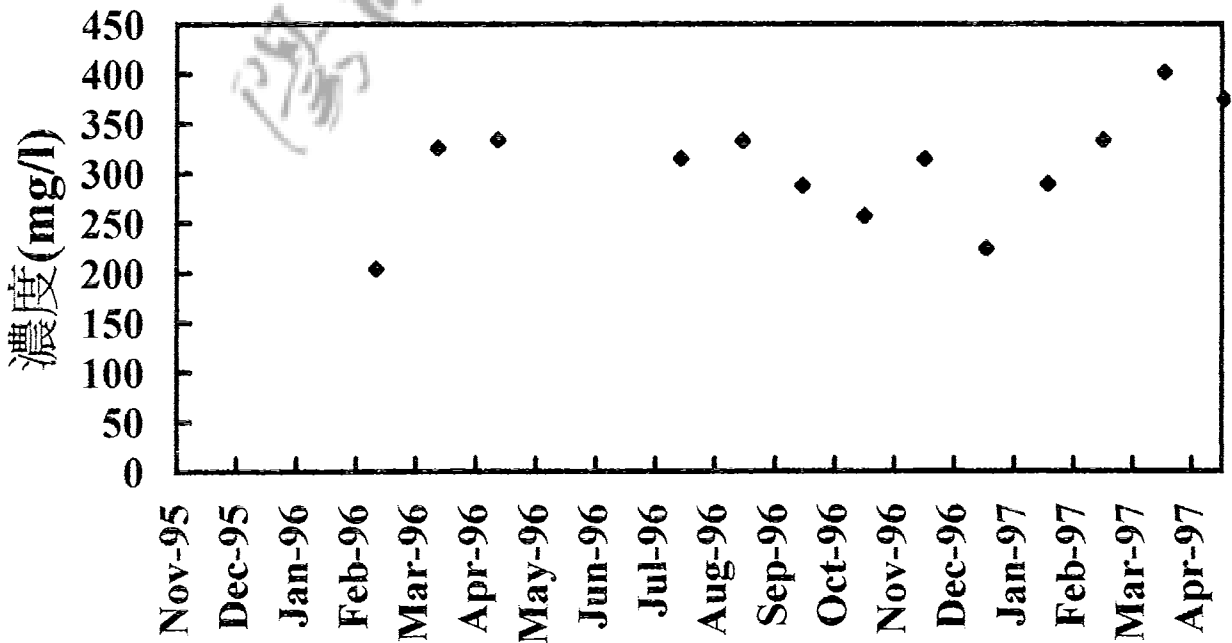
冷水坑女浴池溫泉水硝酸根離子



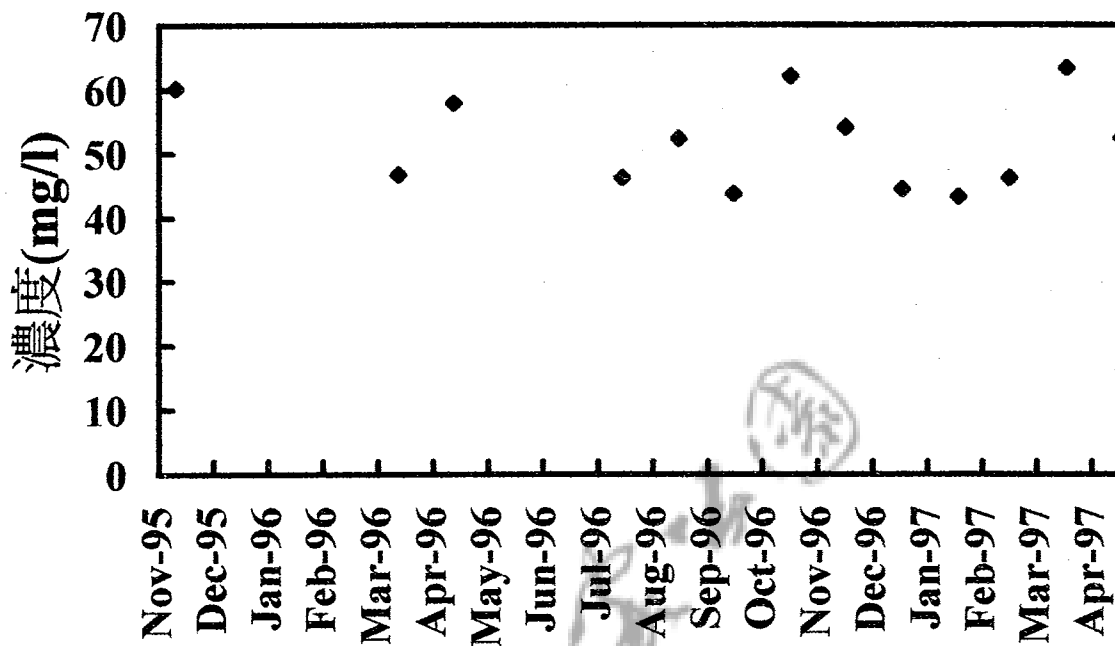
冷水坑女浴池溫泉水氯離子



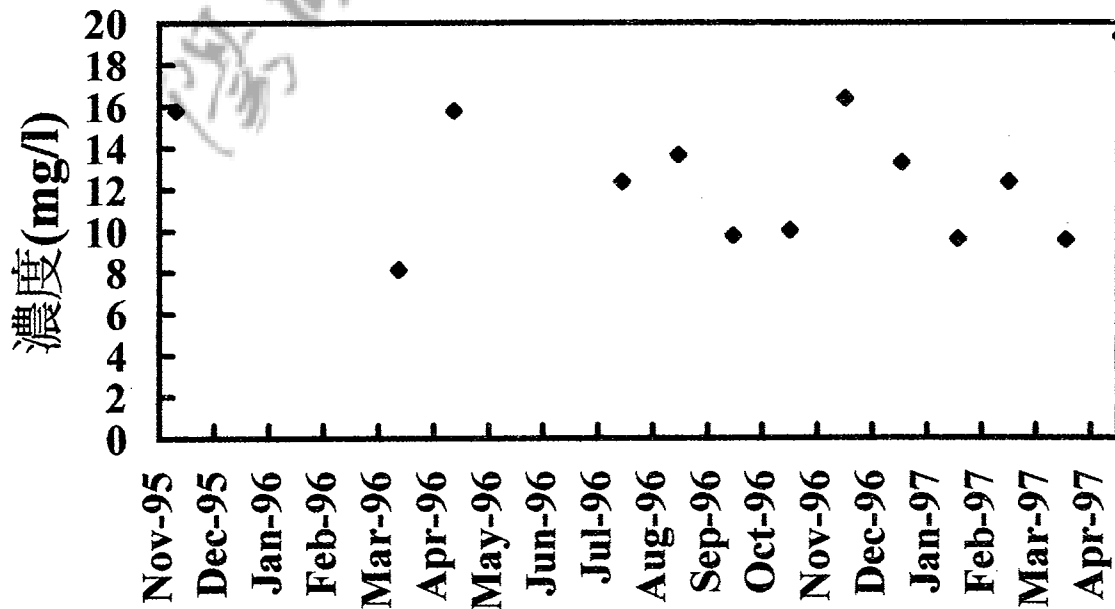
冷水坑女浴池溫泉水硫酸根離子



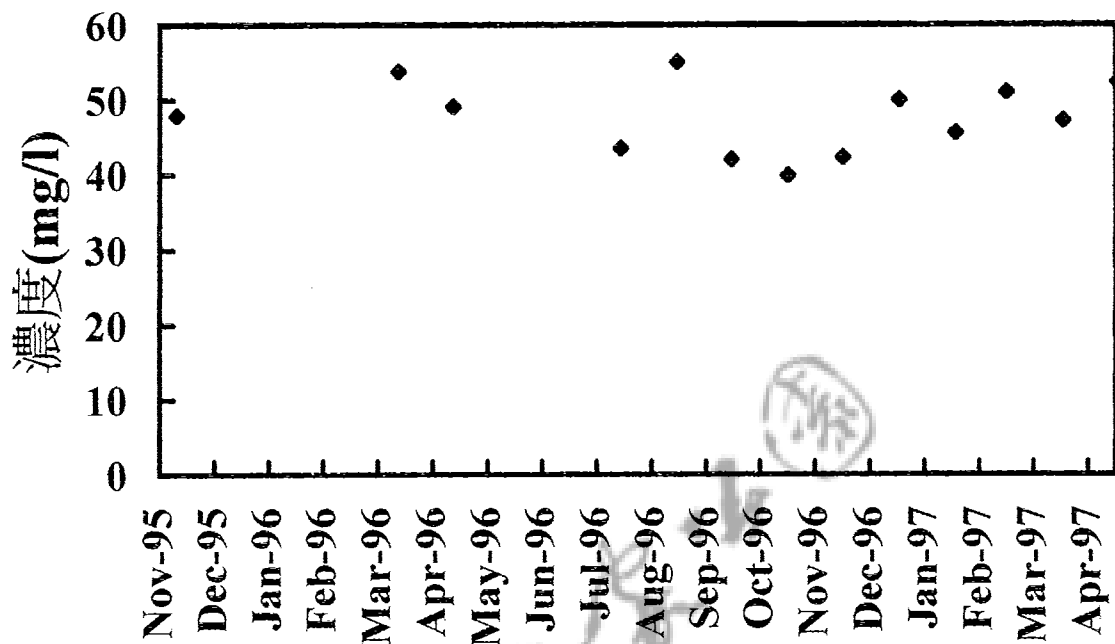
冷水坑男浴池溫泉水鈉離子



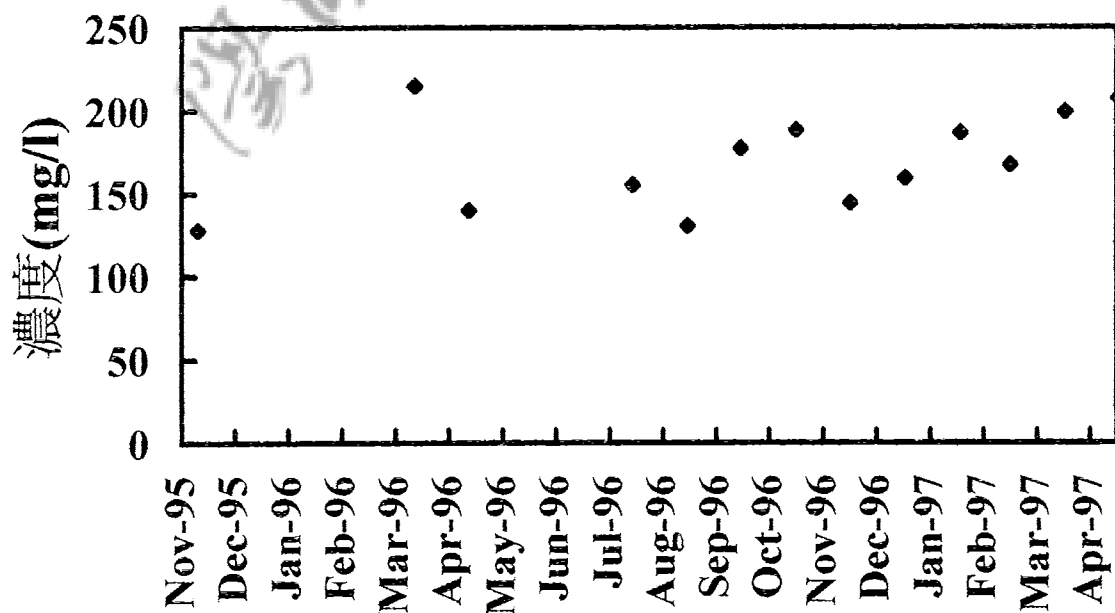
冷水坑男浴池溫泉水鉀離子



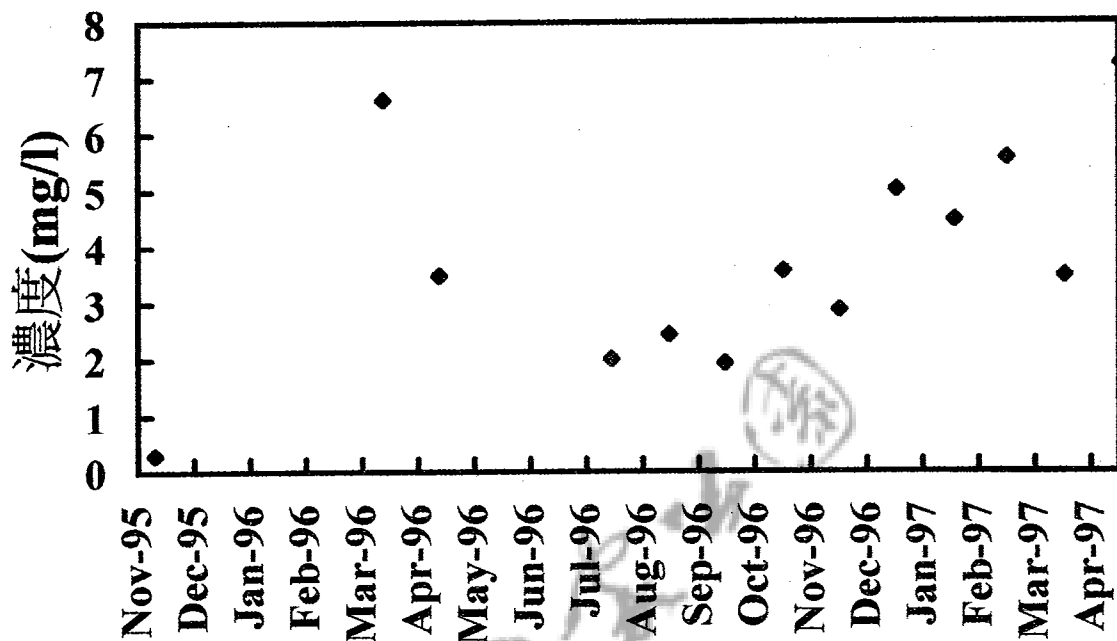
冷水坑男浴池溫泉水鎂離子



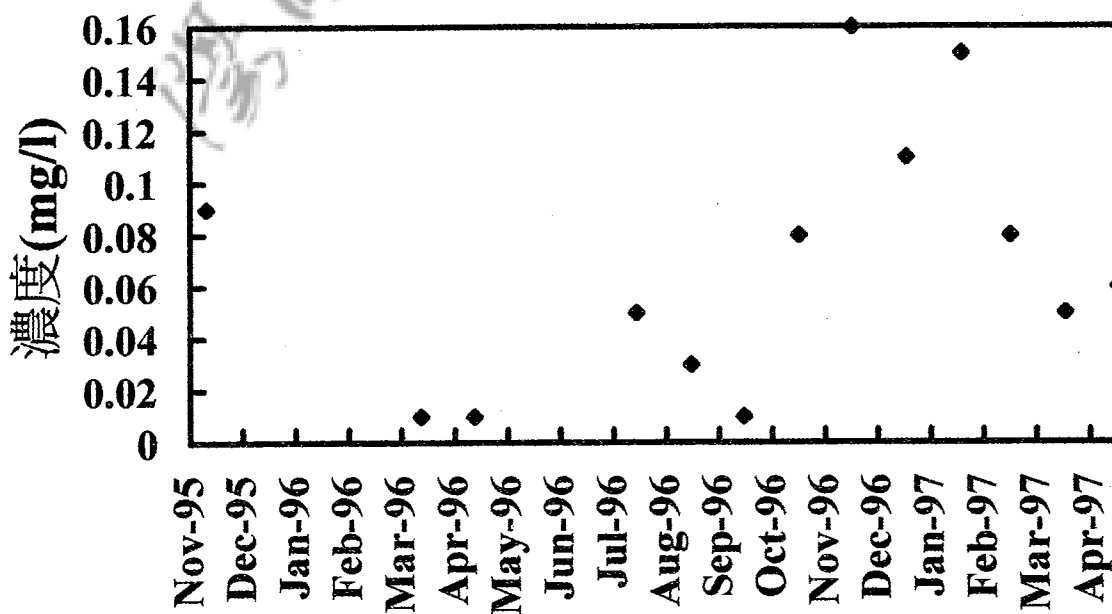
冷水坑男浴池溫泉水鈣離子



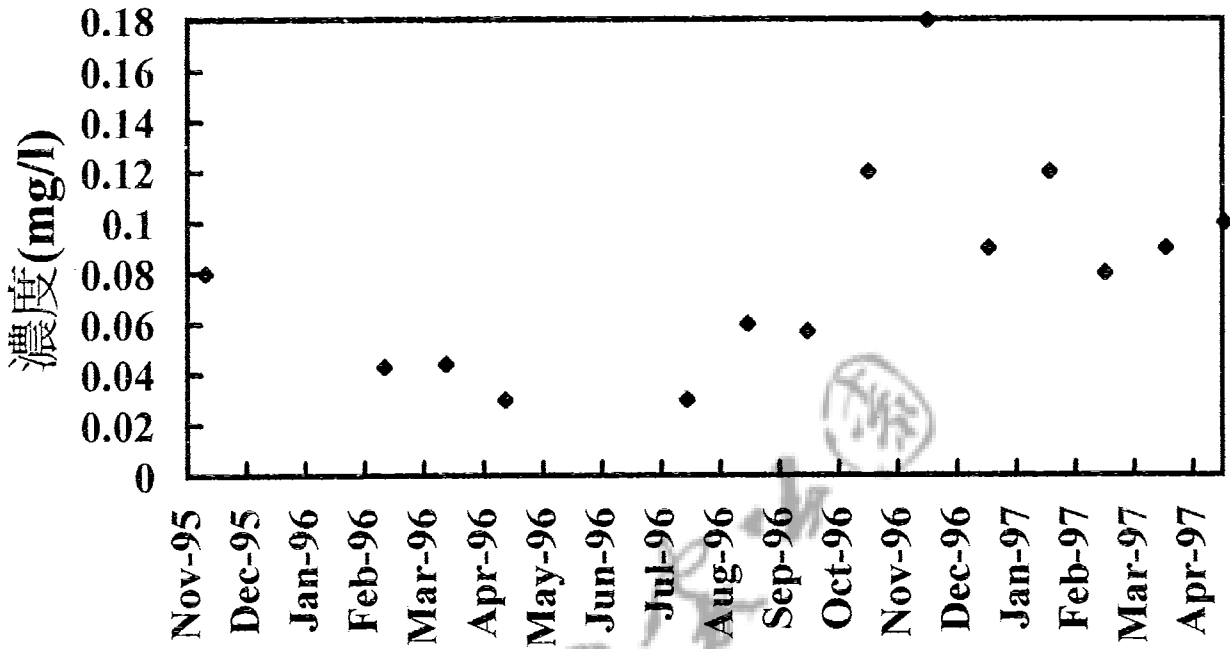
冷水坑男浴池溫泉水鐵離子



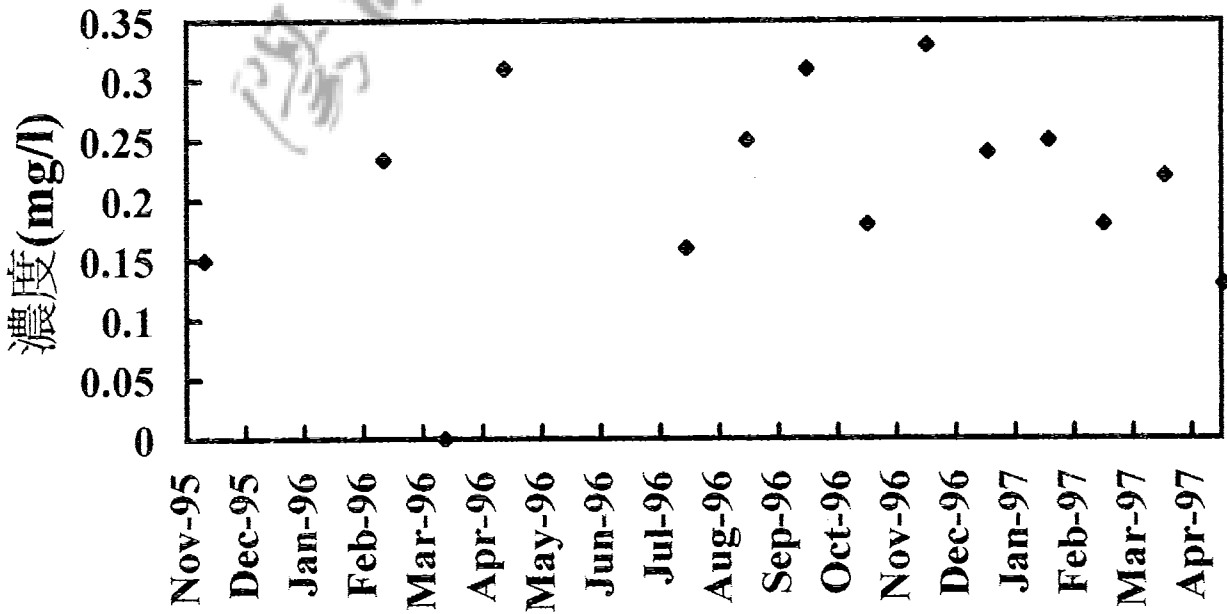
冷水坑男浴池溫泉水鋁離子



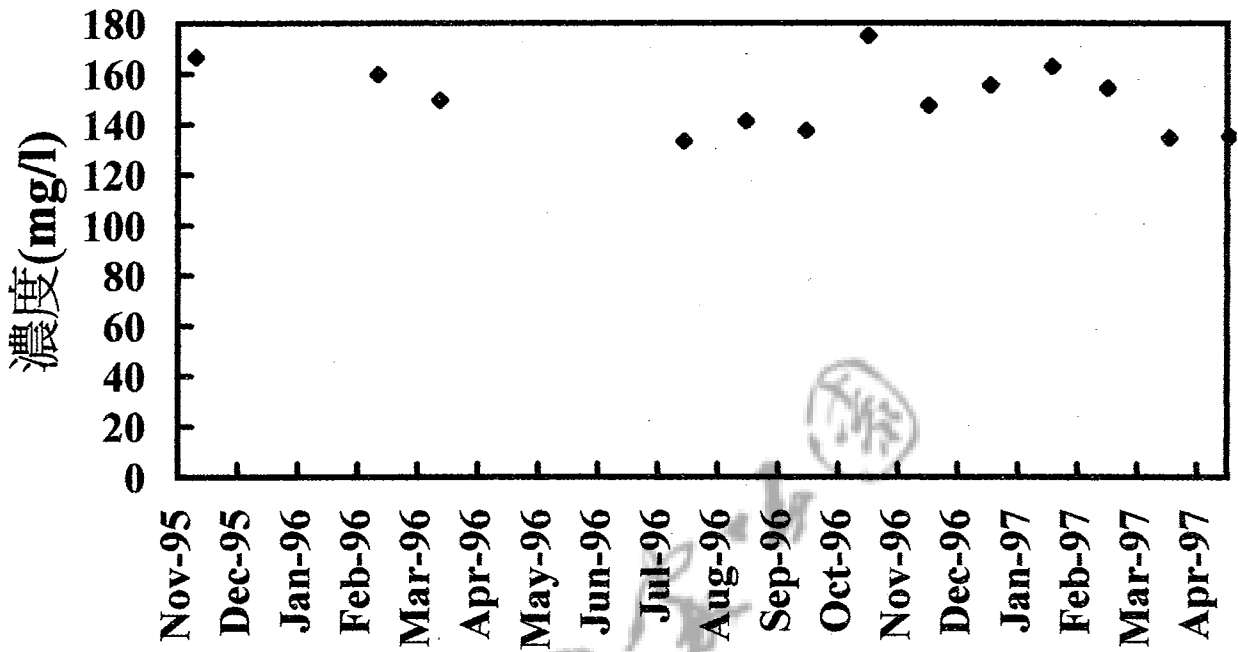
冷水坑男浴池溫泉水氟離子



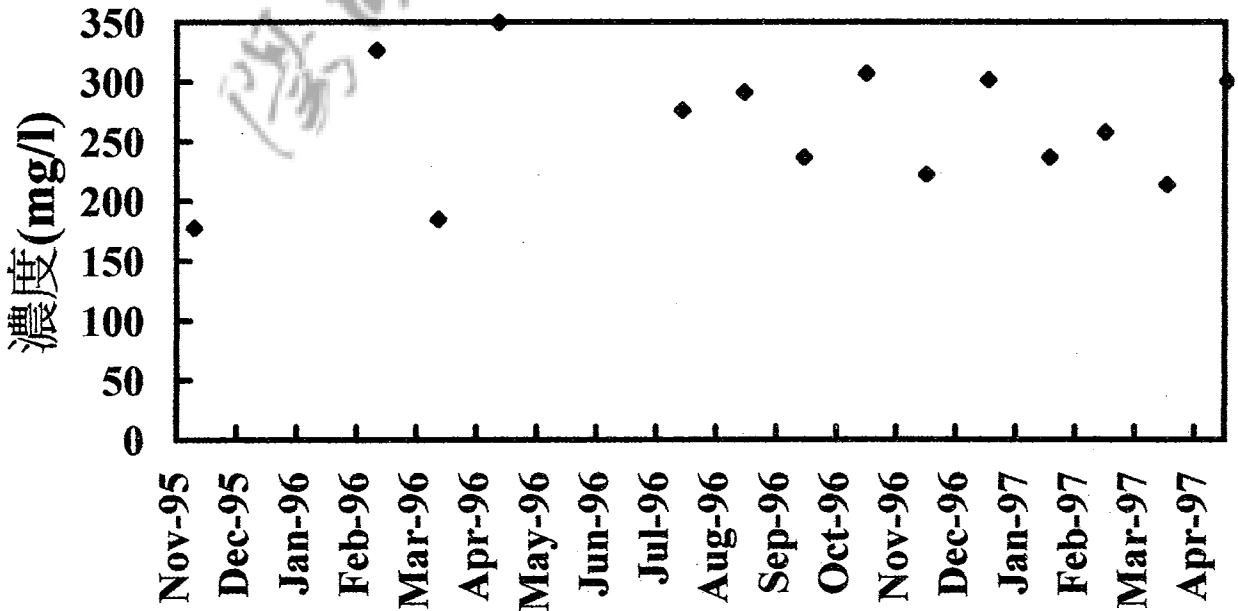
冷水坑男浴池溫泉水硝酸根離子



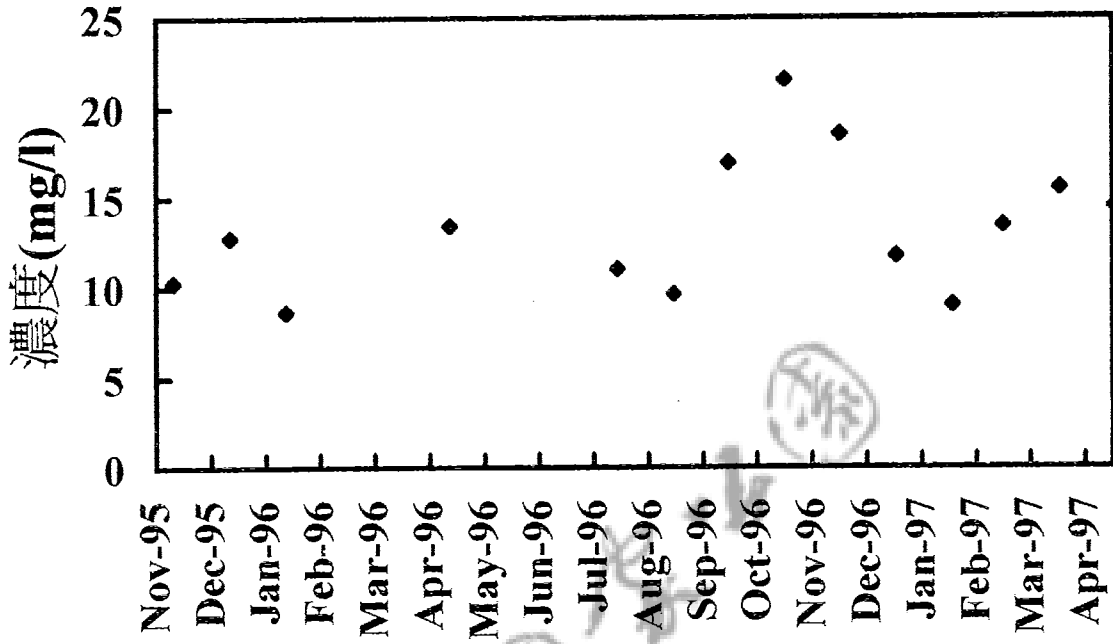
冷水坑男浴池溫泉水氯離子



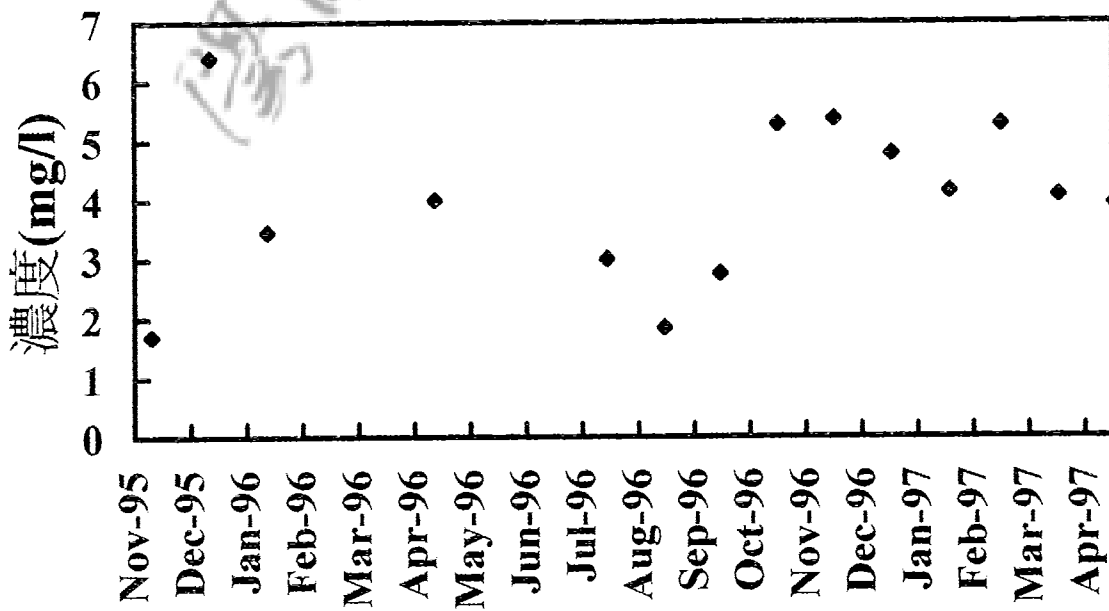
冷水坑男浴池溫泉水硫酸根離子



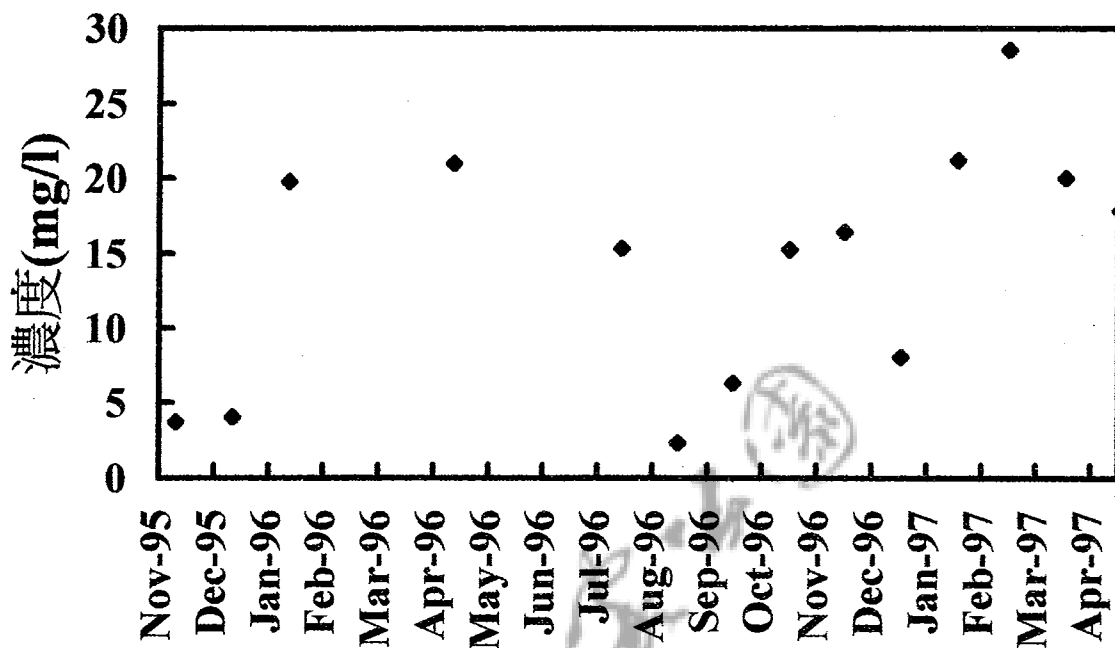
馬槽溫泉水鈉離子



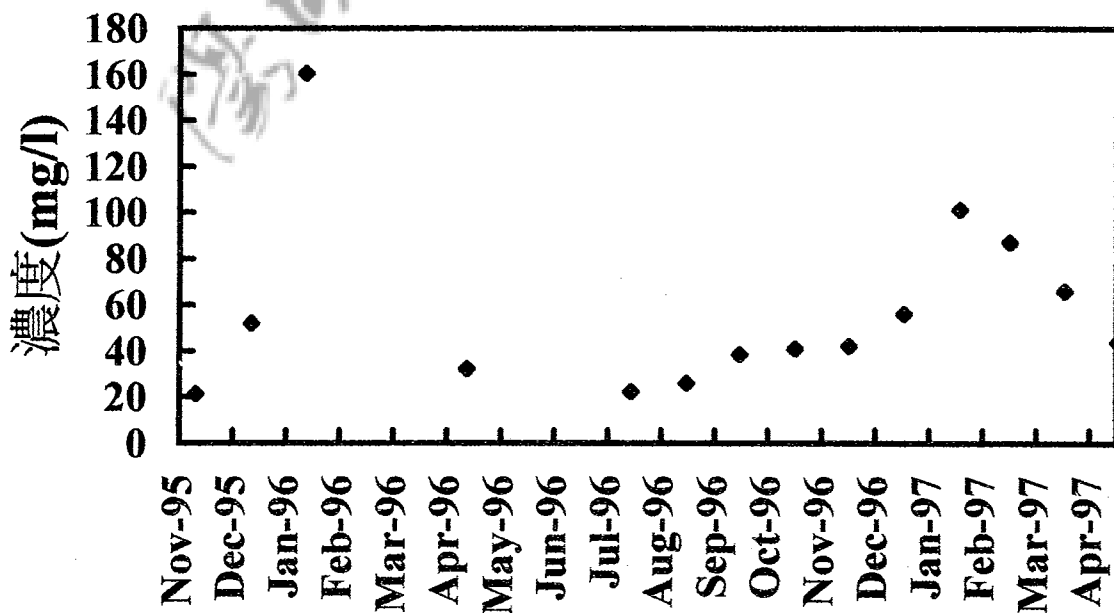
馬槽溫泉水鉀離子



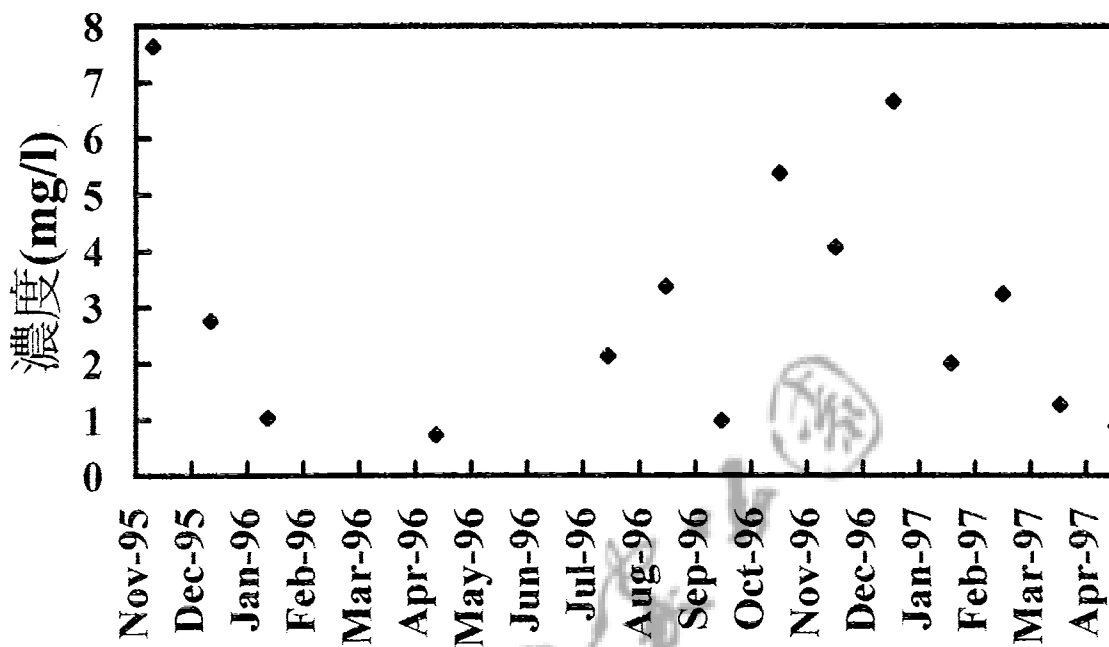
馬槽溫泉水鎂離子



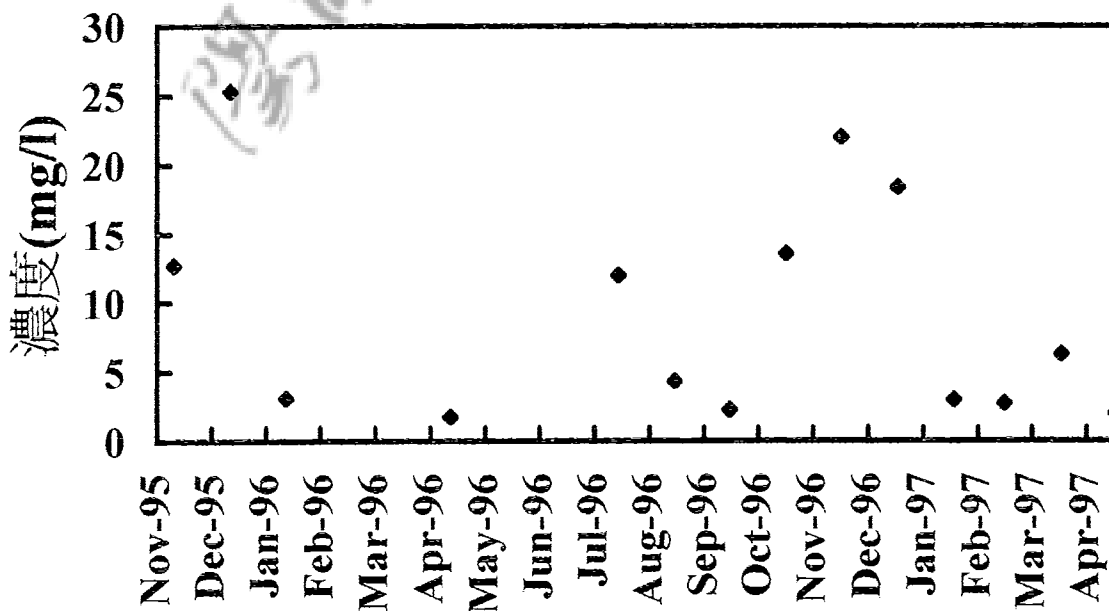
馬槽溫泉水鈣離子



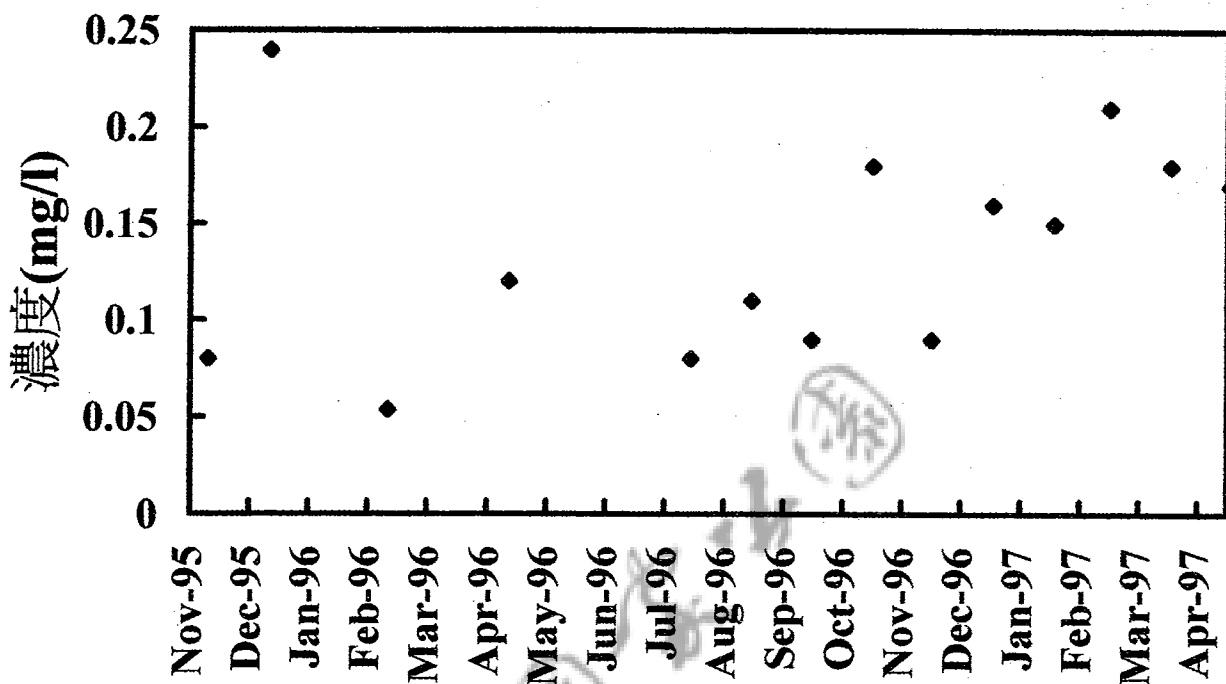
馬槽溫泉水鐵離子



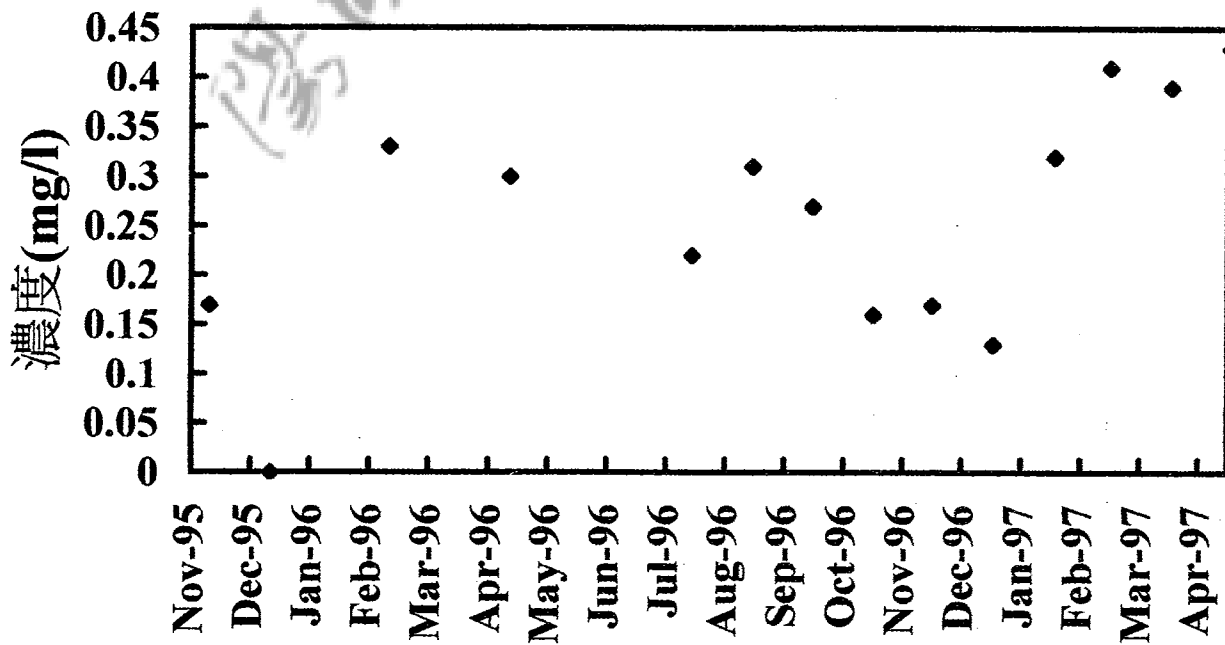
馬槽溫泉水鋁離子



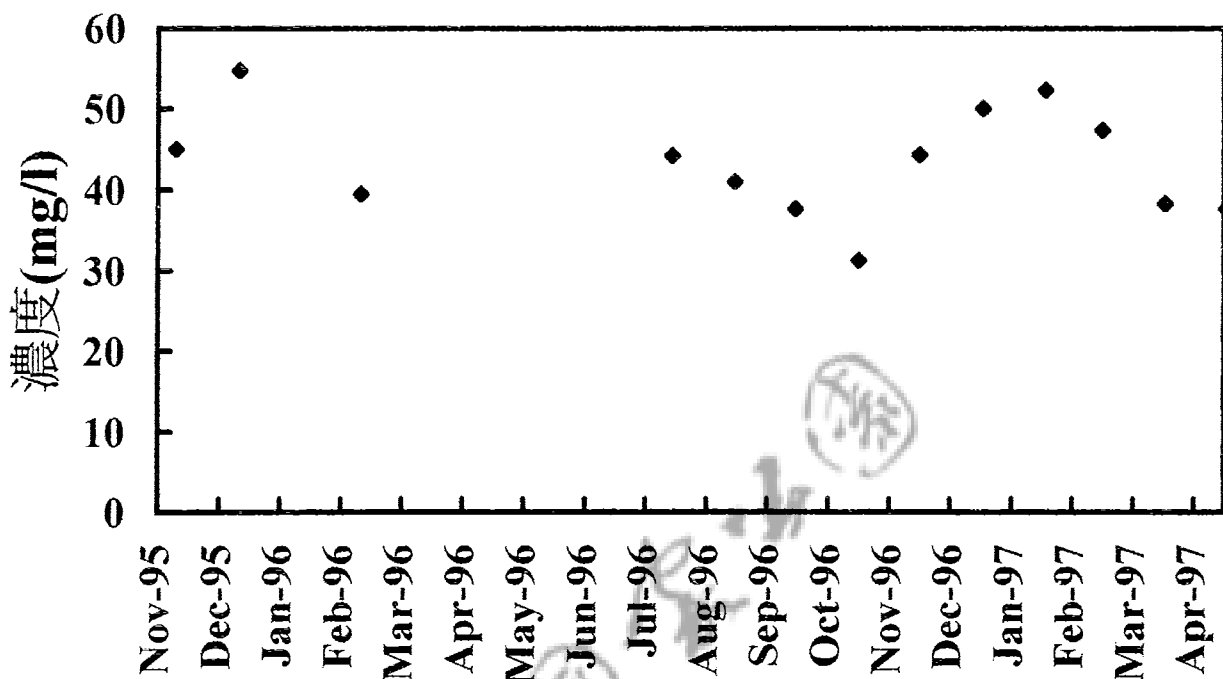
馬槽溫泉水氟離子



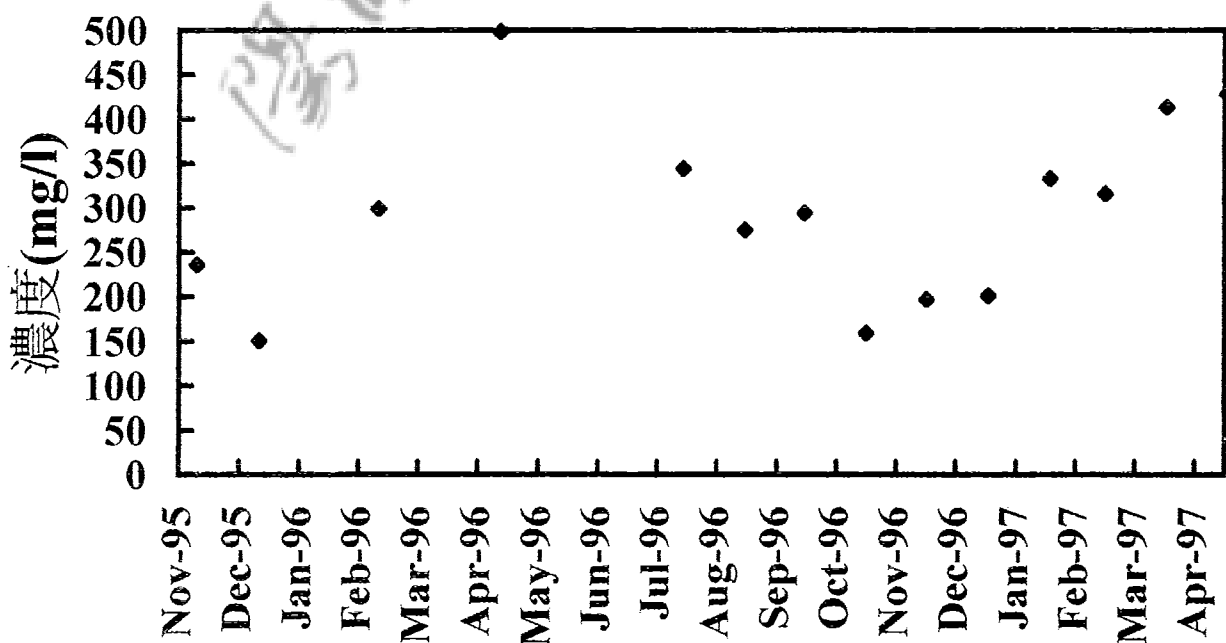
馬槽溫泉水硝酸根離子



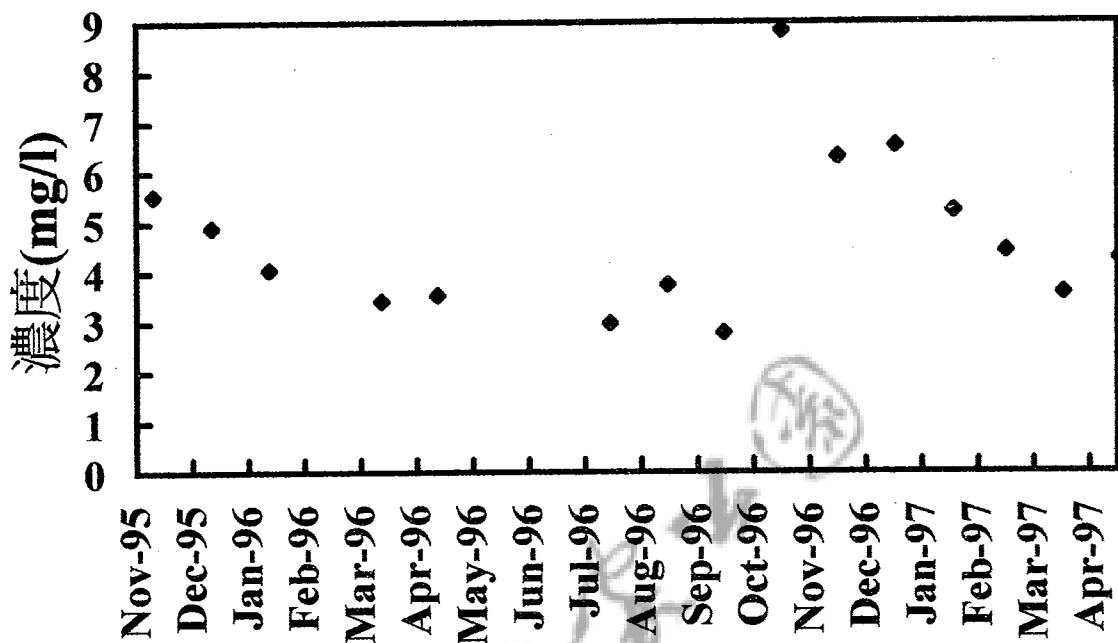
馬槽溫泉水氯離子



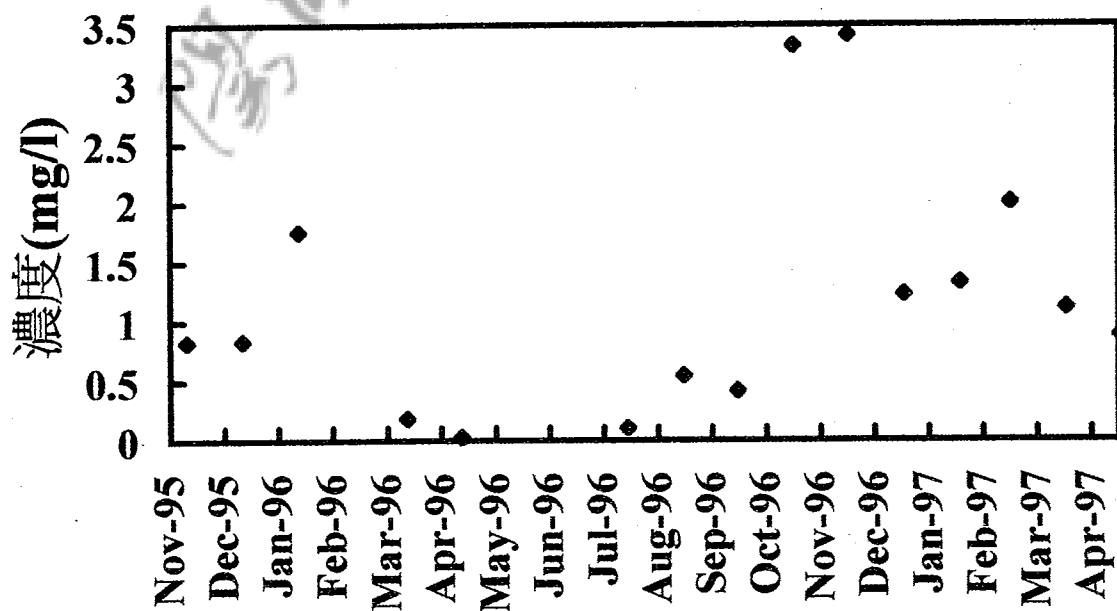
馬槽溫泉水硫酸根離子



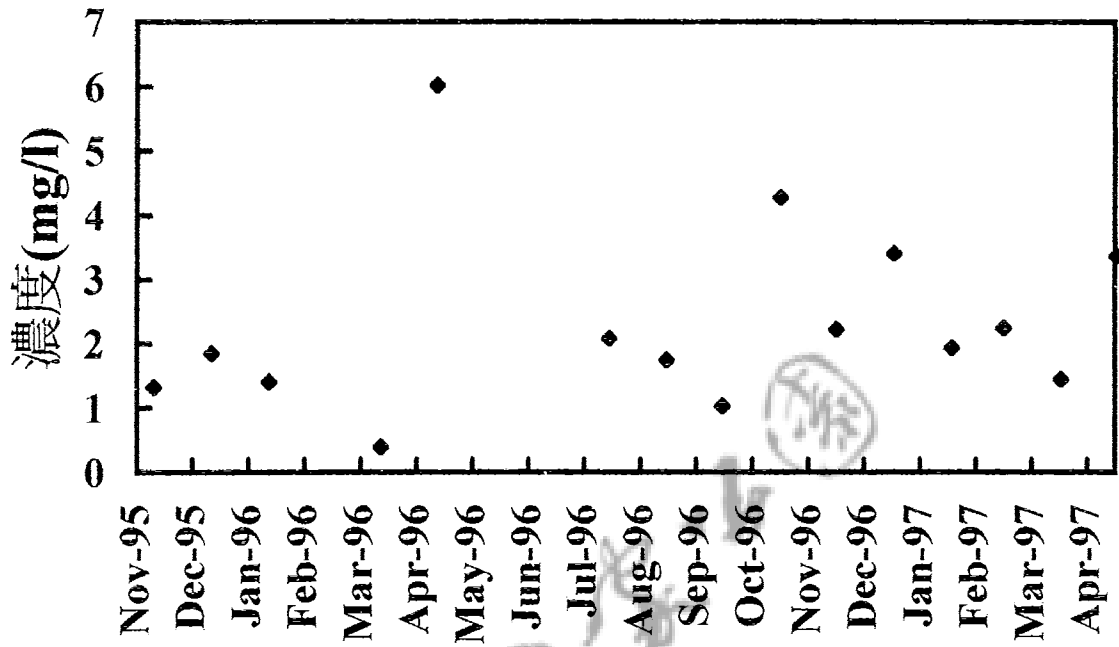
死磺子坪溫泉水鈉離子



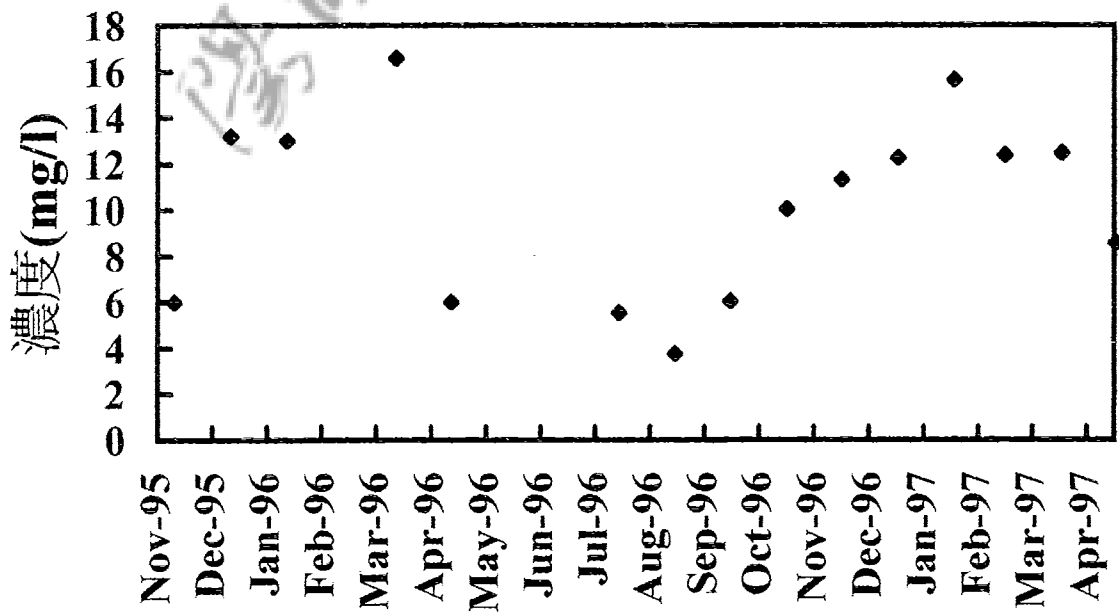
死磺子坪溫泉水鉀離子



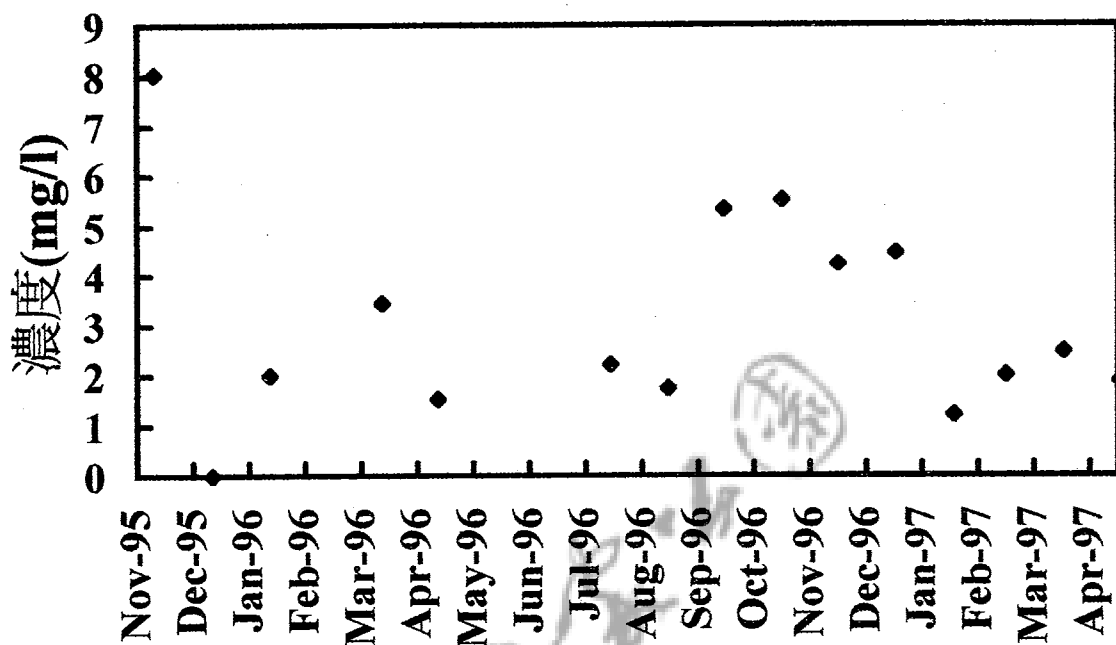
死磺子坪溫泉水鎂離子



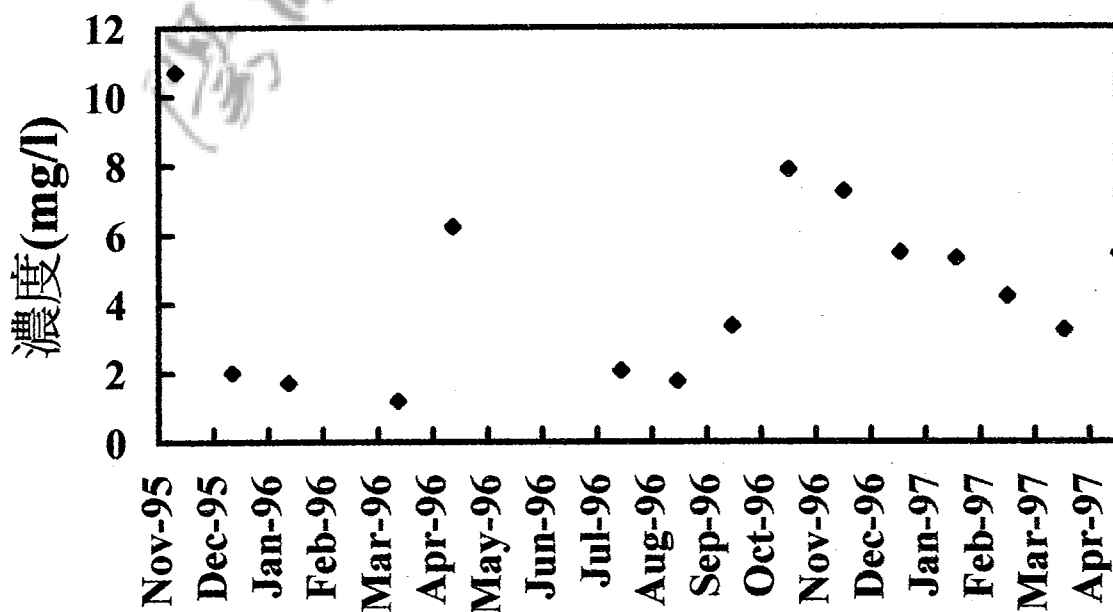
死磺子坪溫泉水鈣離子



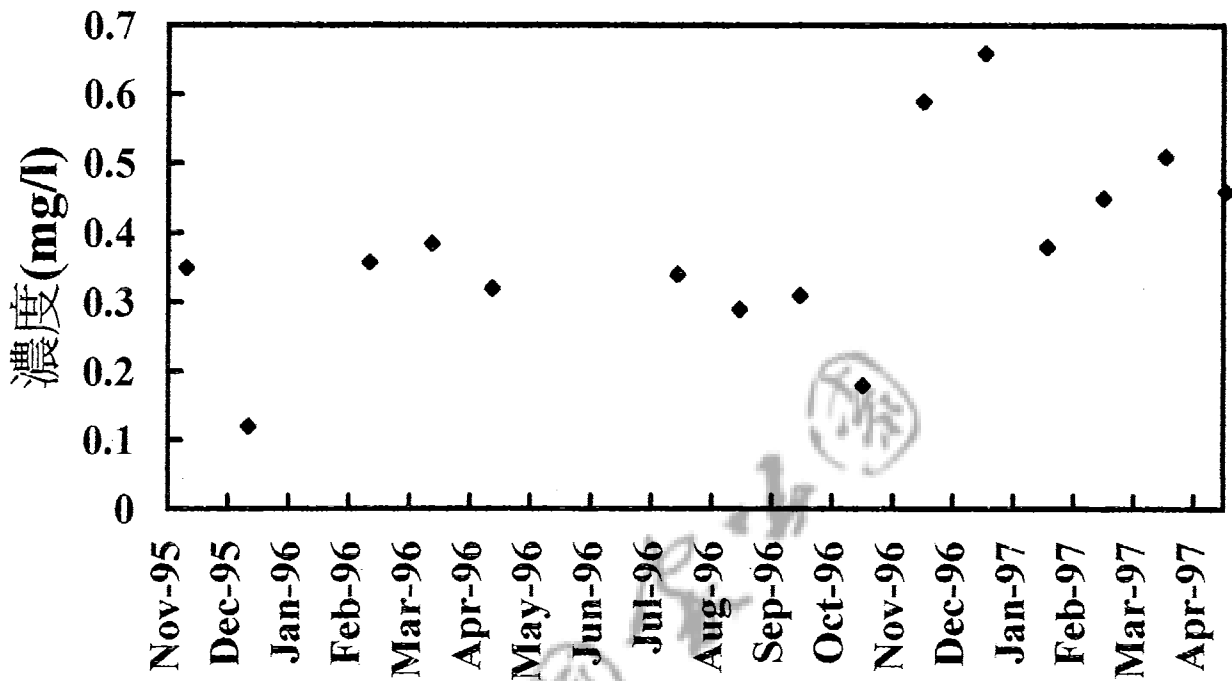
死磺子坪溫泉水鐵離子



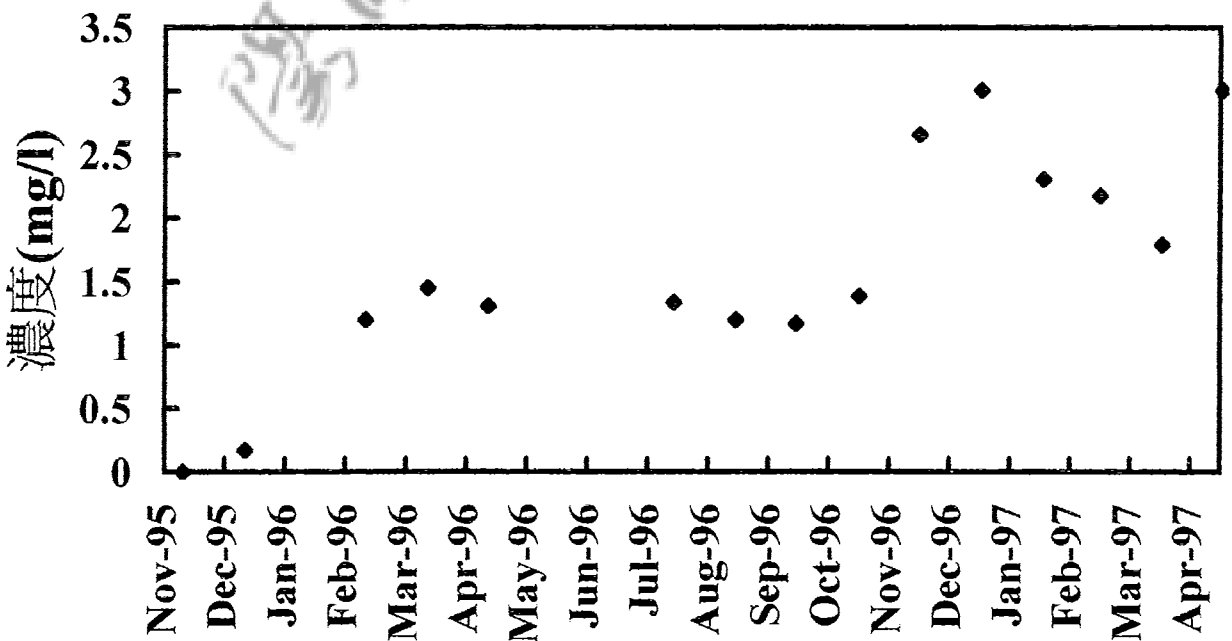
死磺子坪溫泉水鋁離子



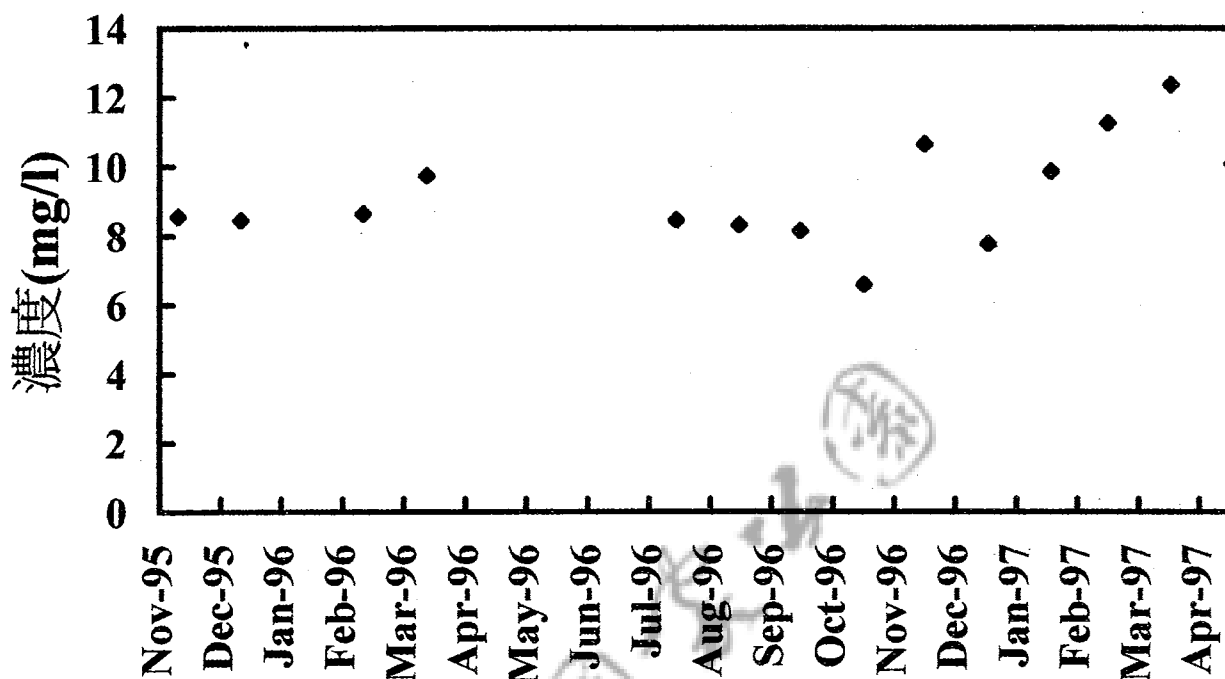
死磺子坪溫泉水氟離子



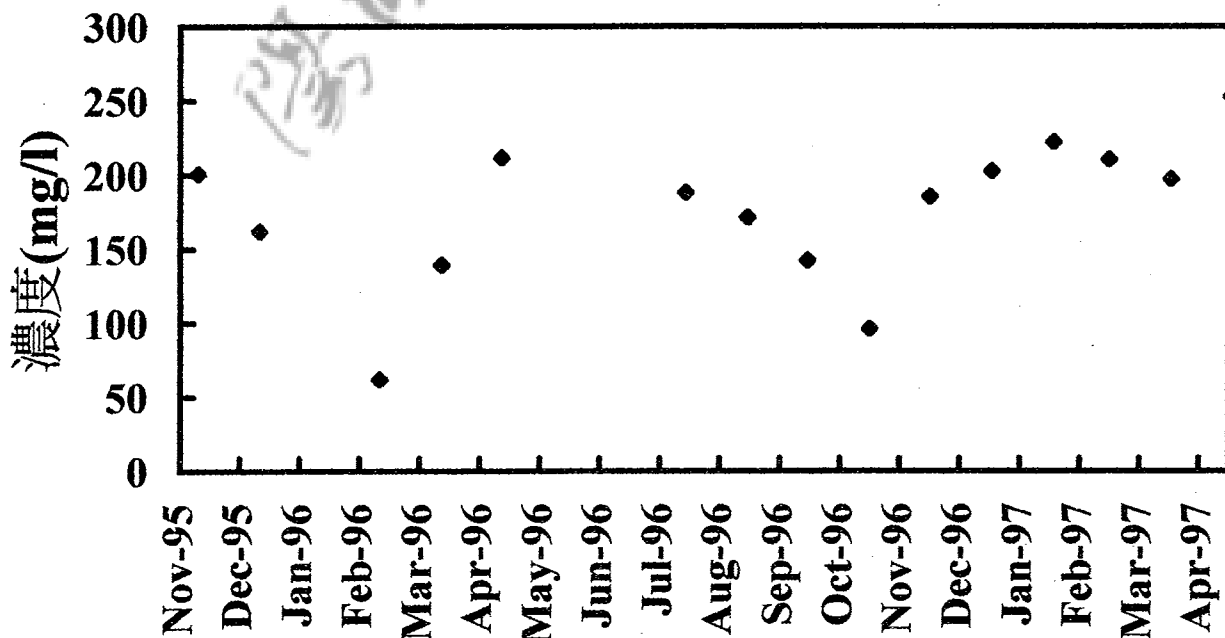
死磺子坪溫泉水硝酸根離子



死磺子坪溫泉水氯離子



死磺子坪溫泉水硫酸根離子



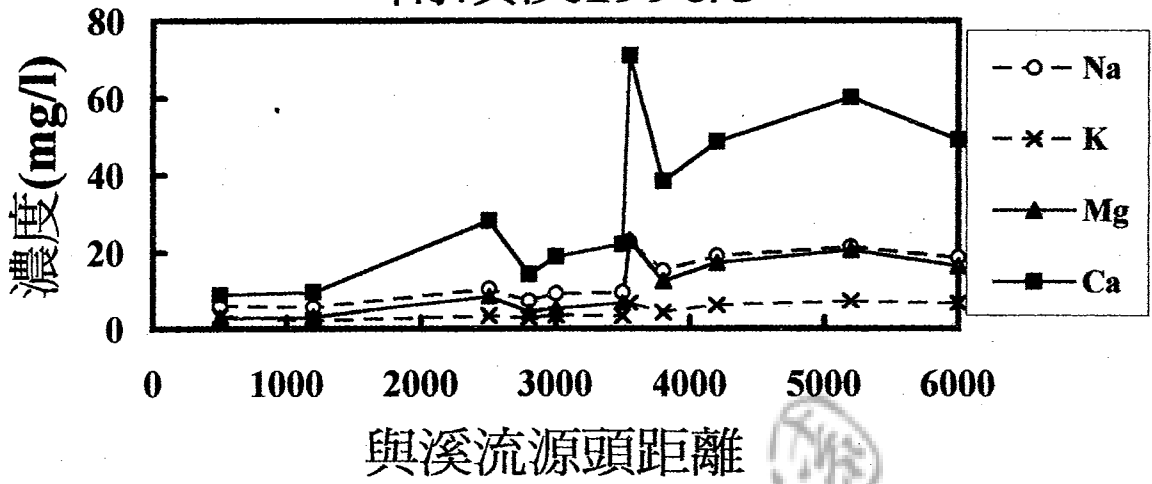
學明... 家... 珠

附錄二、南礮溪水化學成分與距離關係圖

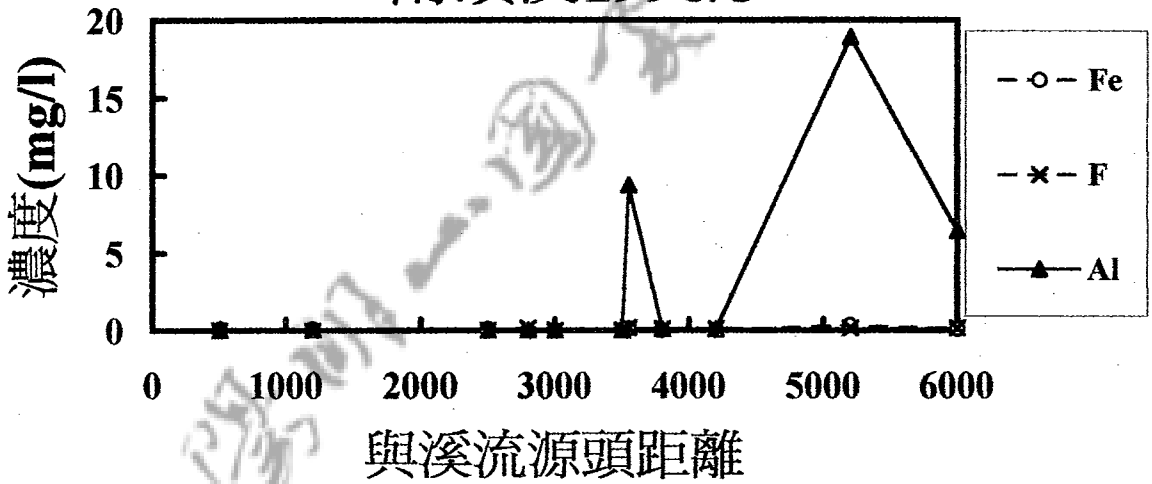
陽明山國家公園

學明... 家... 珠

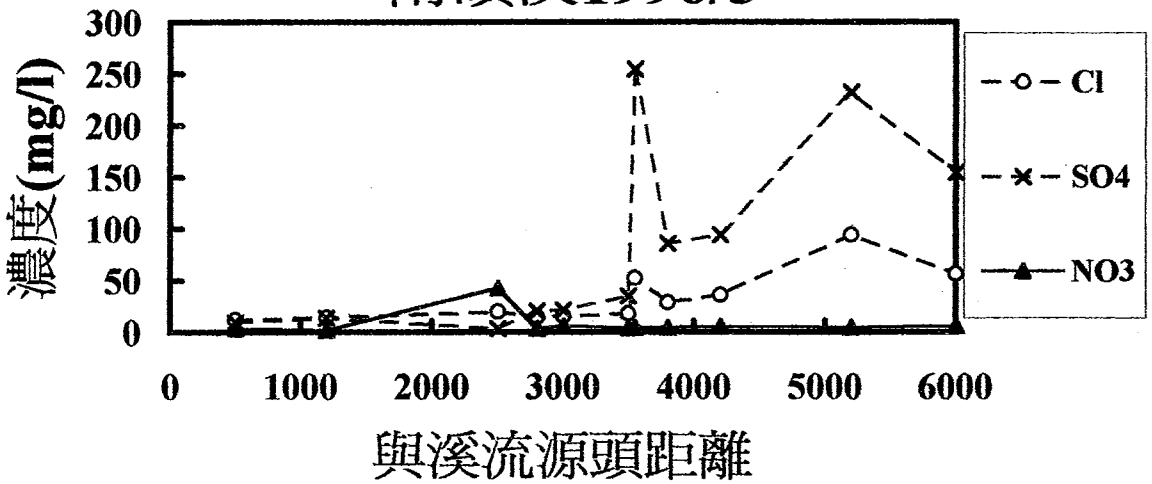
南磺溪1996/5



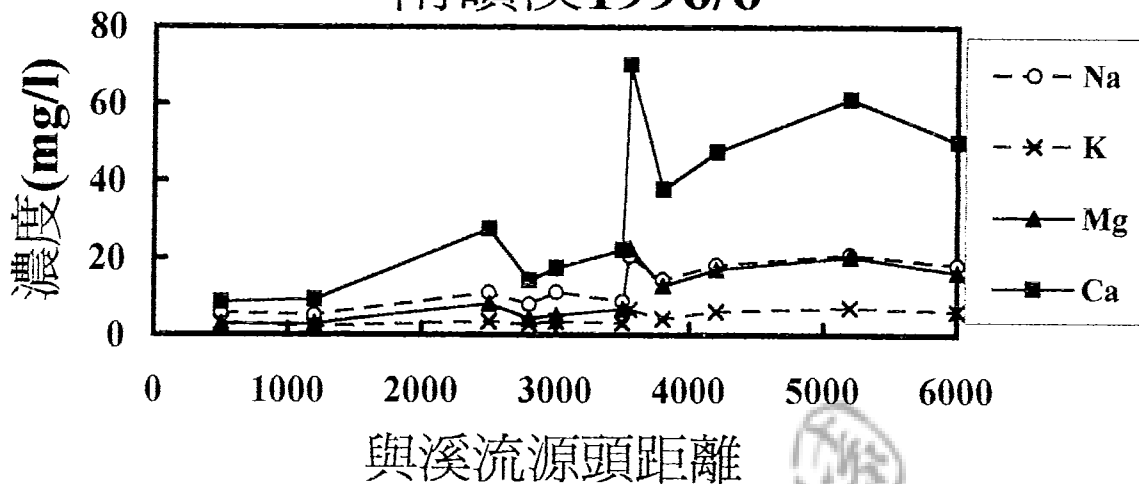
南磺溪1996/5



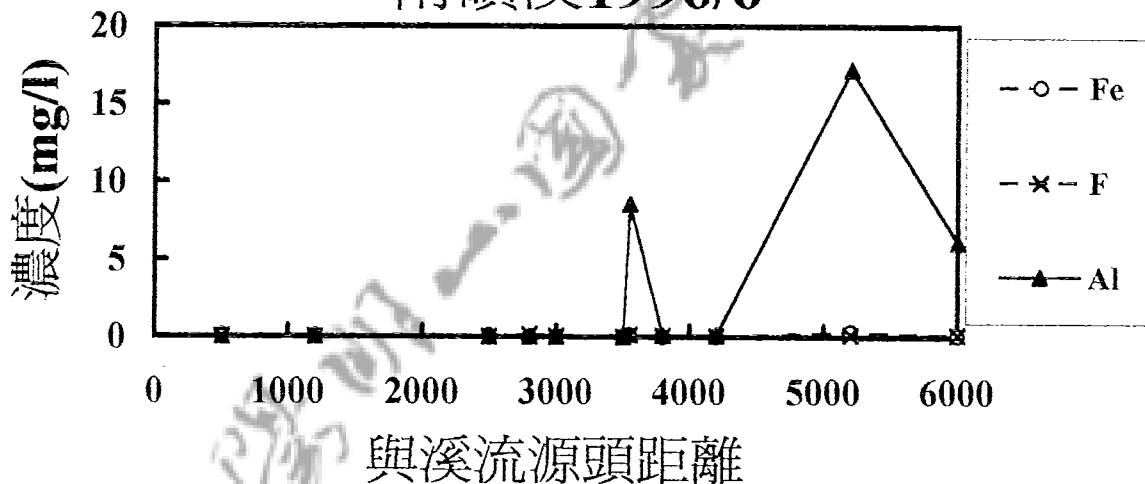
南磺溪1996/5



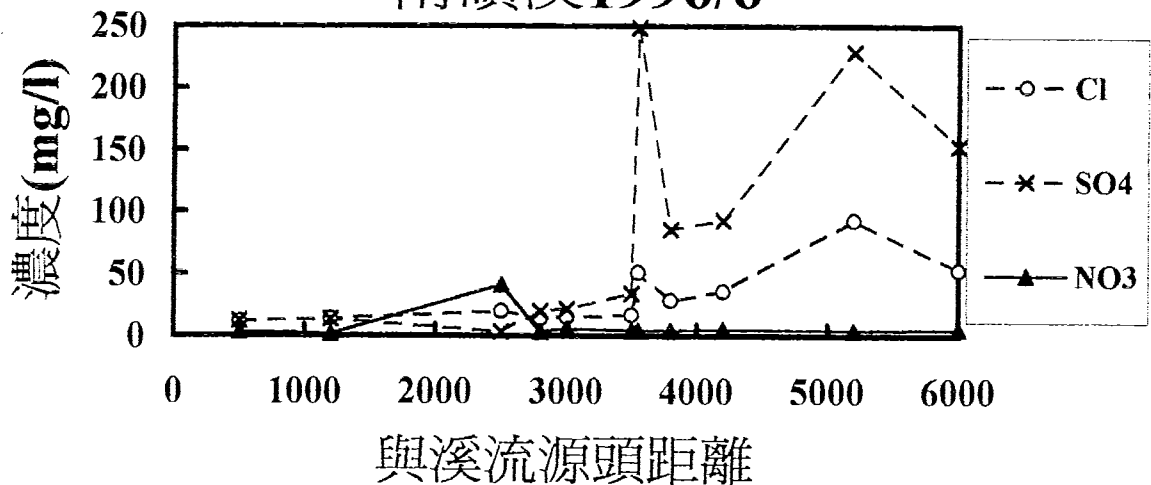
南磺溪1996/6



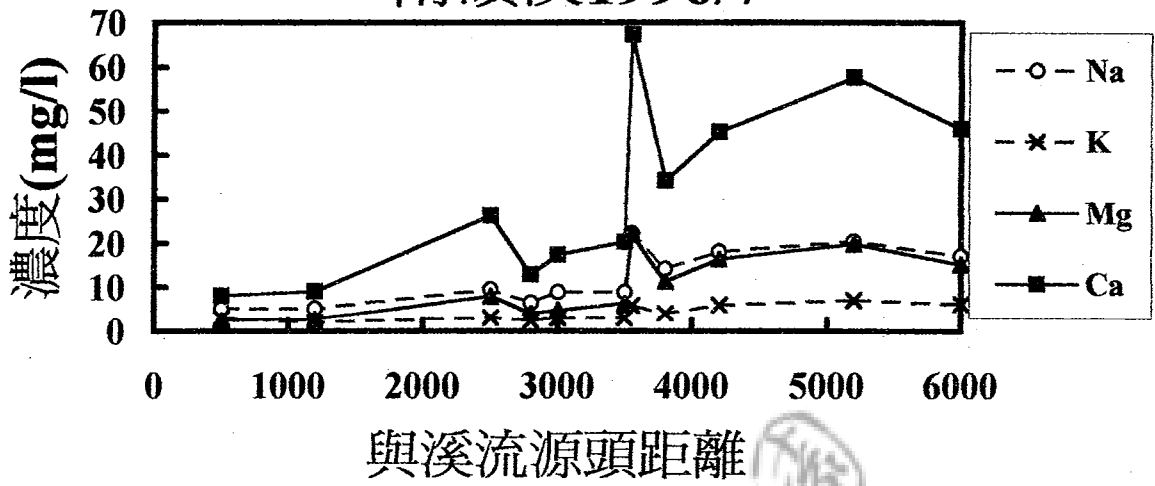
南磺溪1996/6



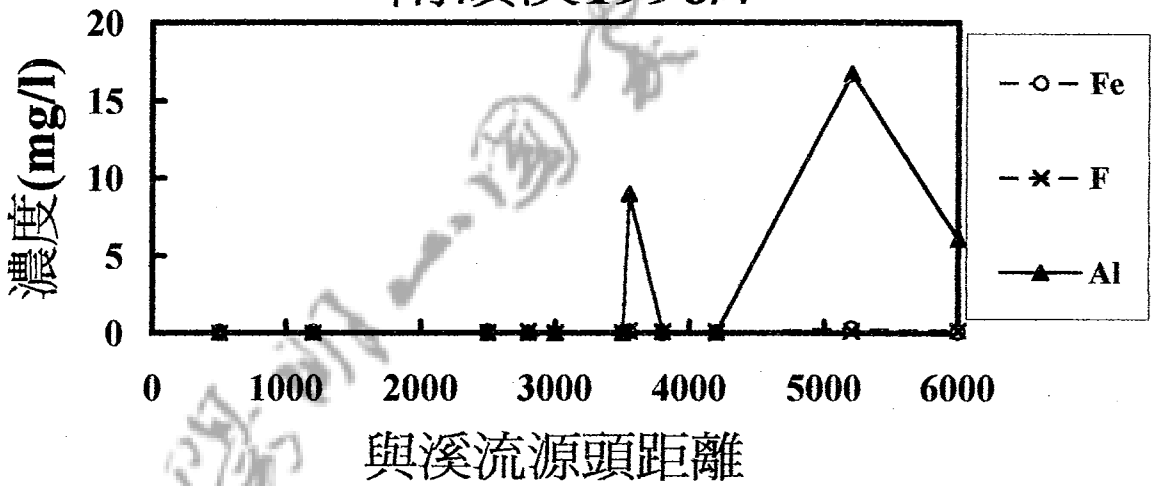
南磺溪1996/6



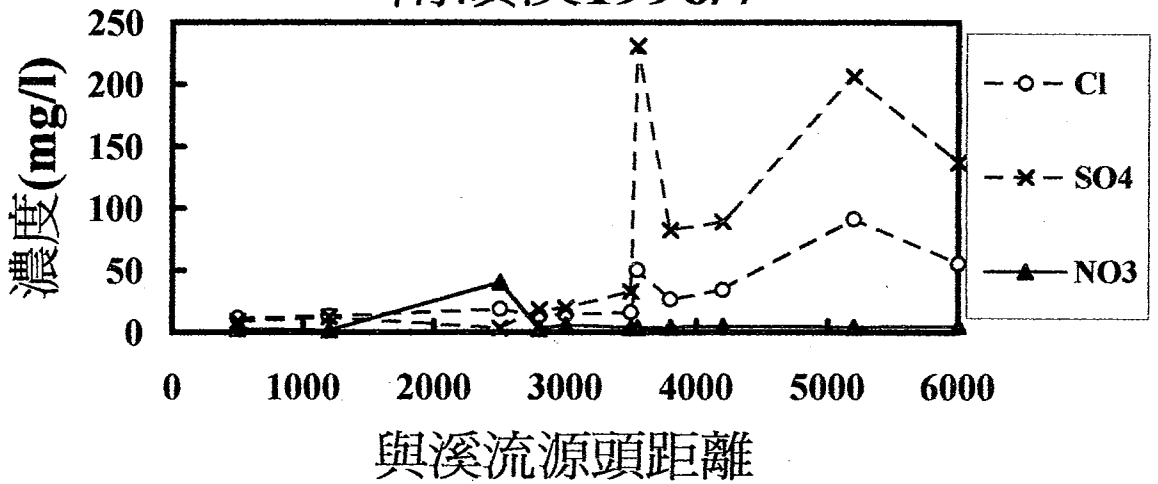
南磺溪1996/7



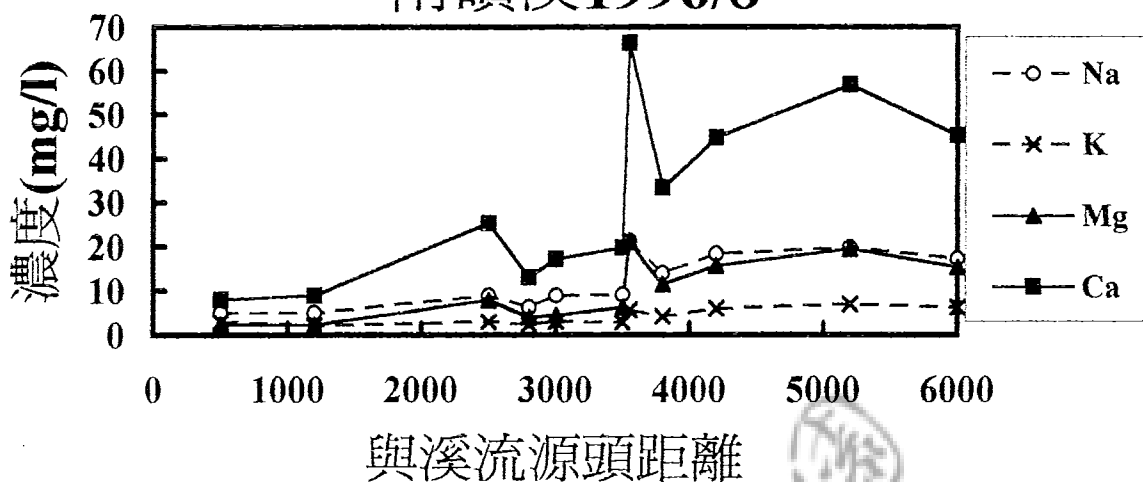
南磺溪1996/7



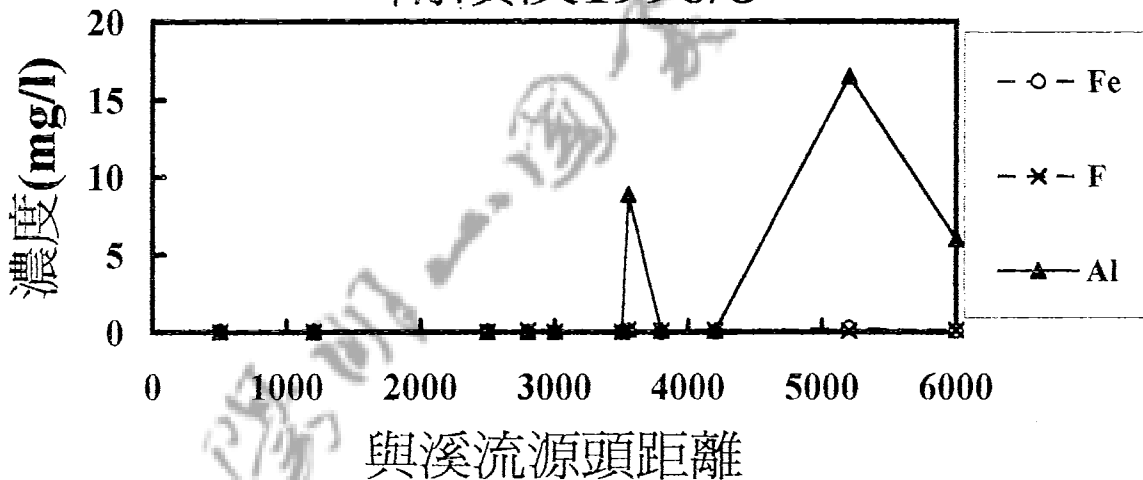
南磺溪1996/7



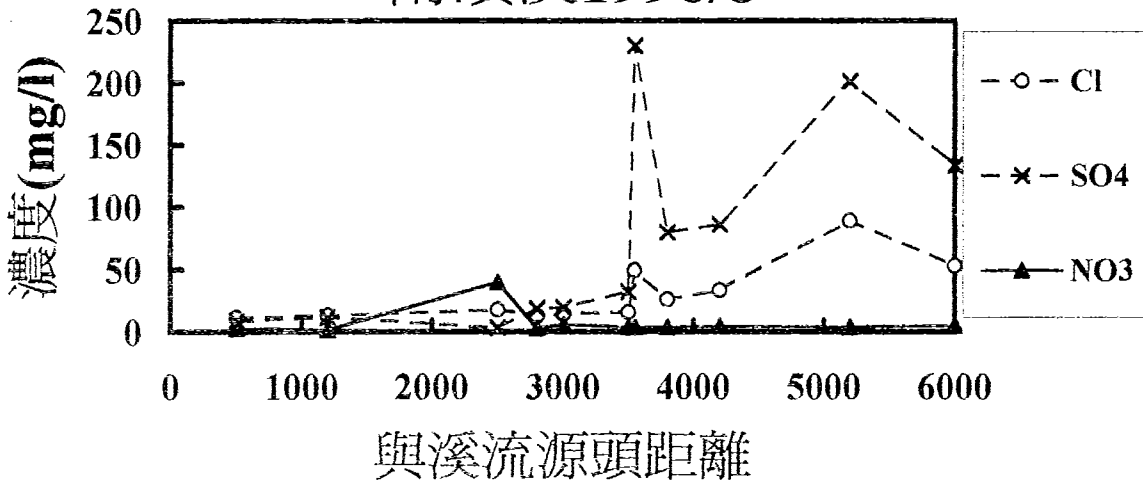
南磺溪1996/8



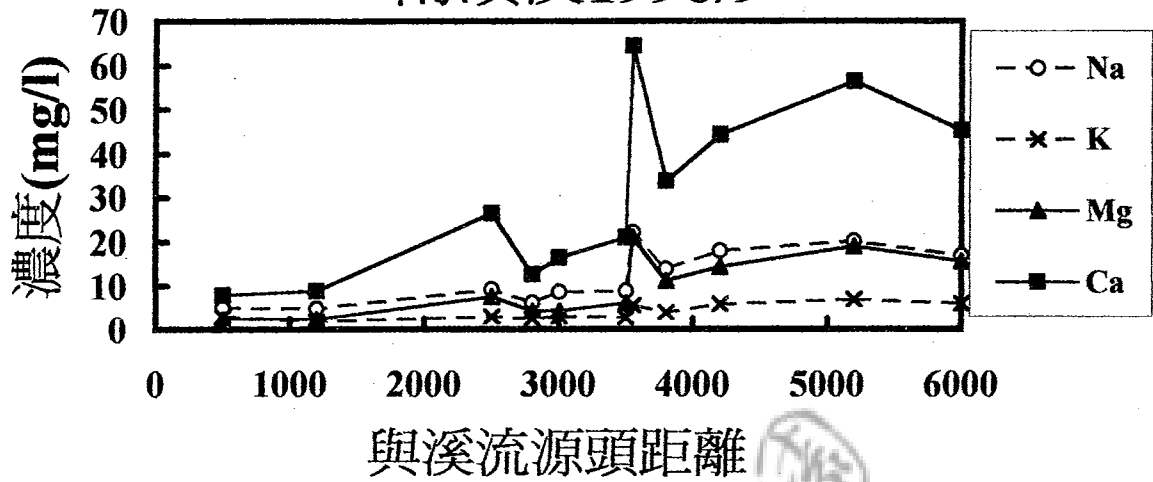
南磺溪1996/8



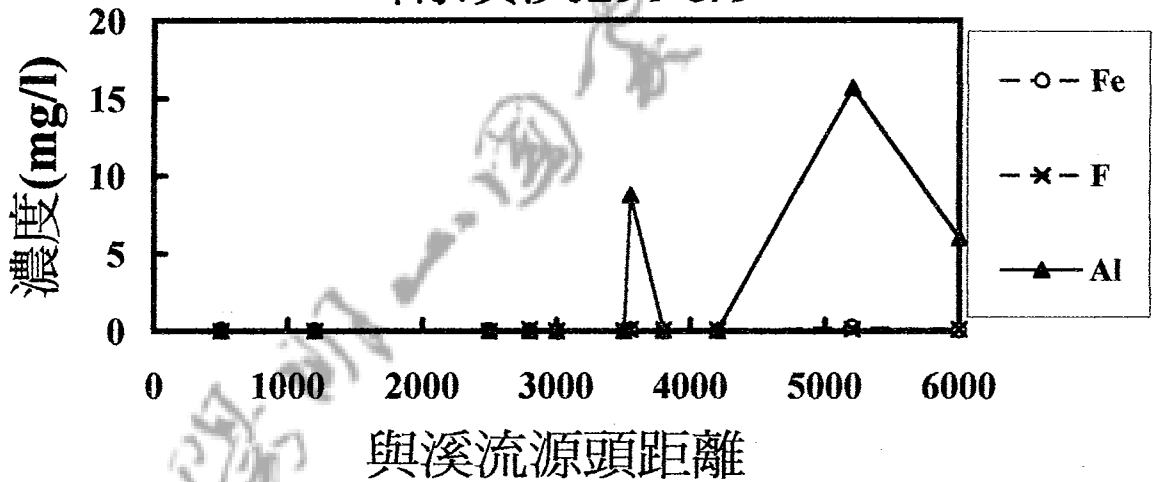
南磺溪1996/8



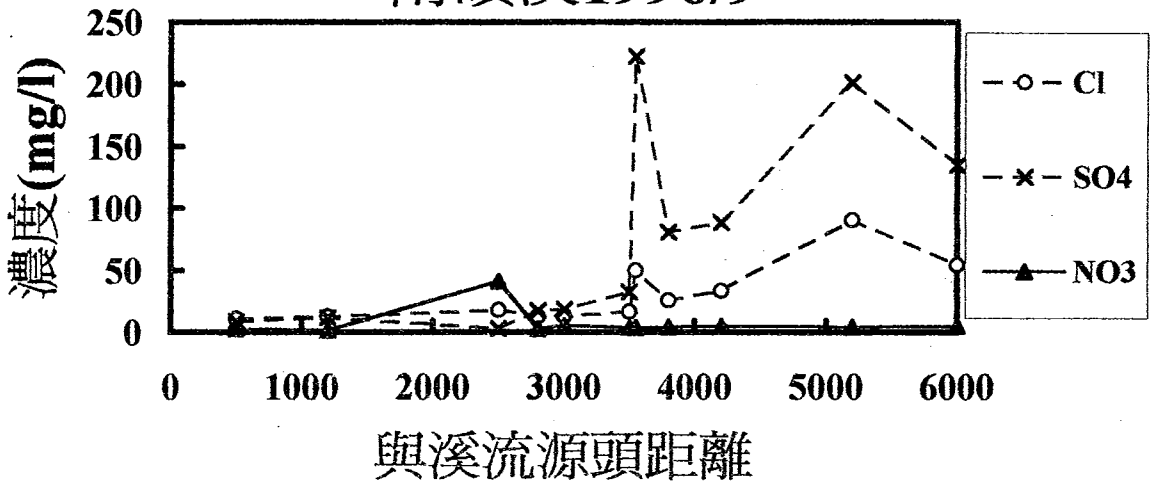
南磺溪1996/9



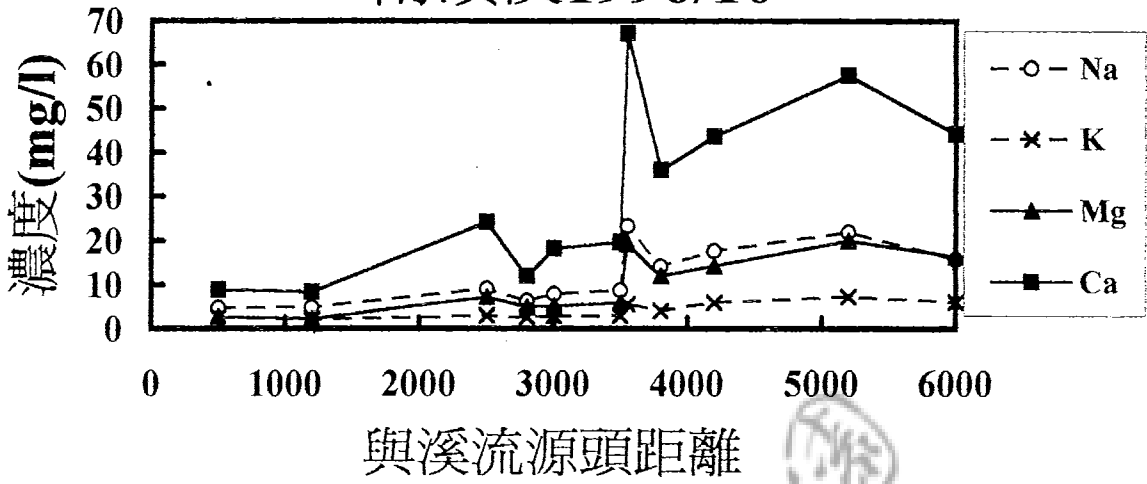
南磺溪1996/9



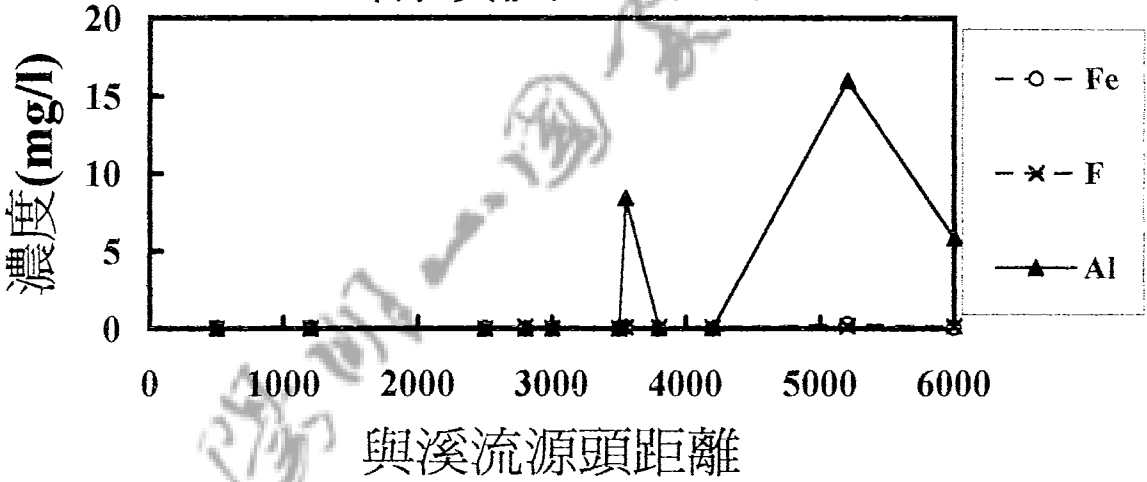
南磺溪1996/9



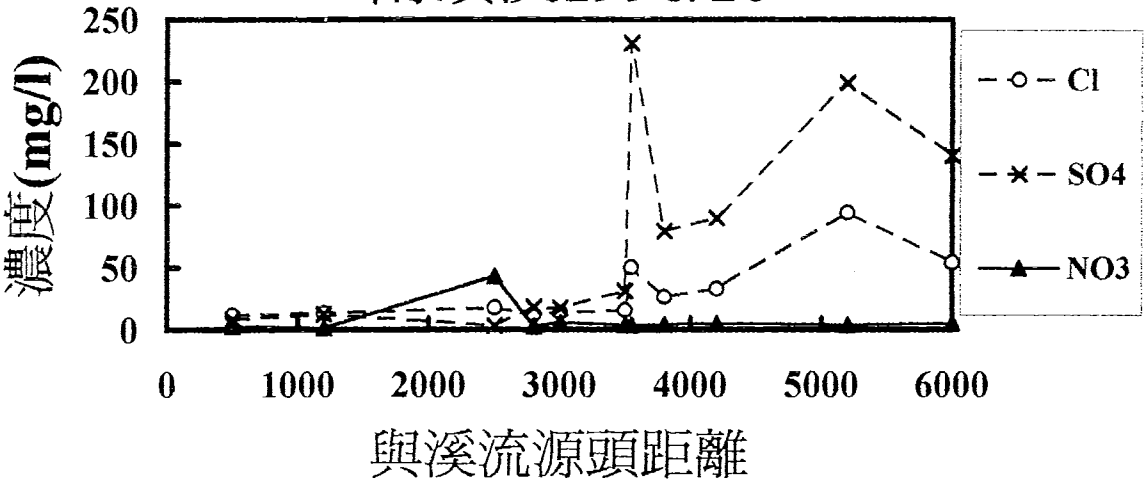
南磺溪1996/10



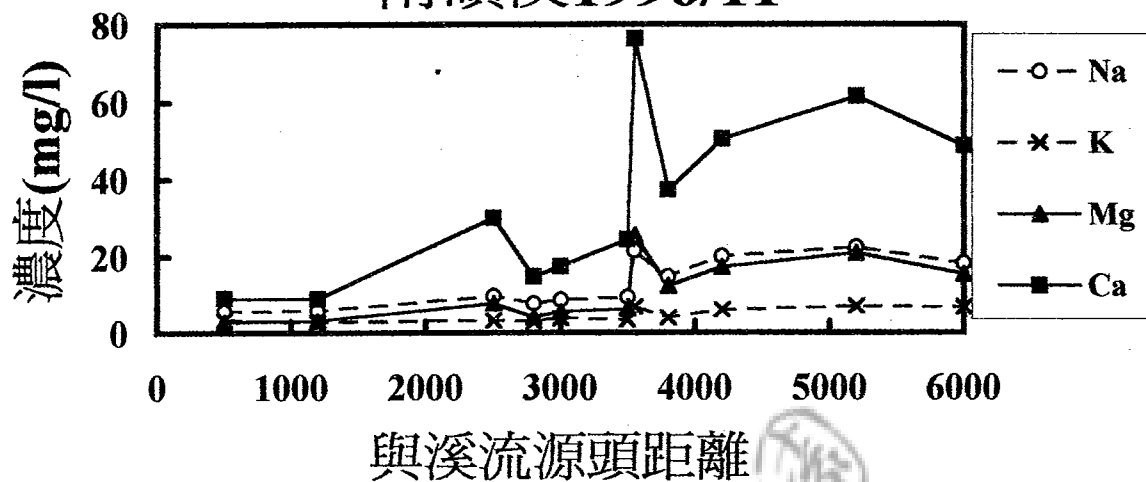
南磺溪1996/10



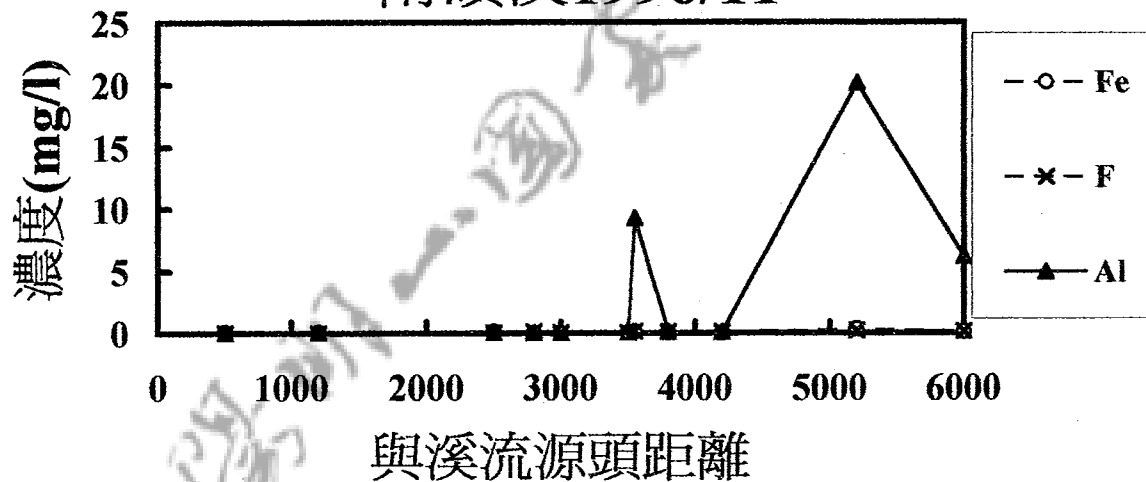
南磺溪1996/10



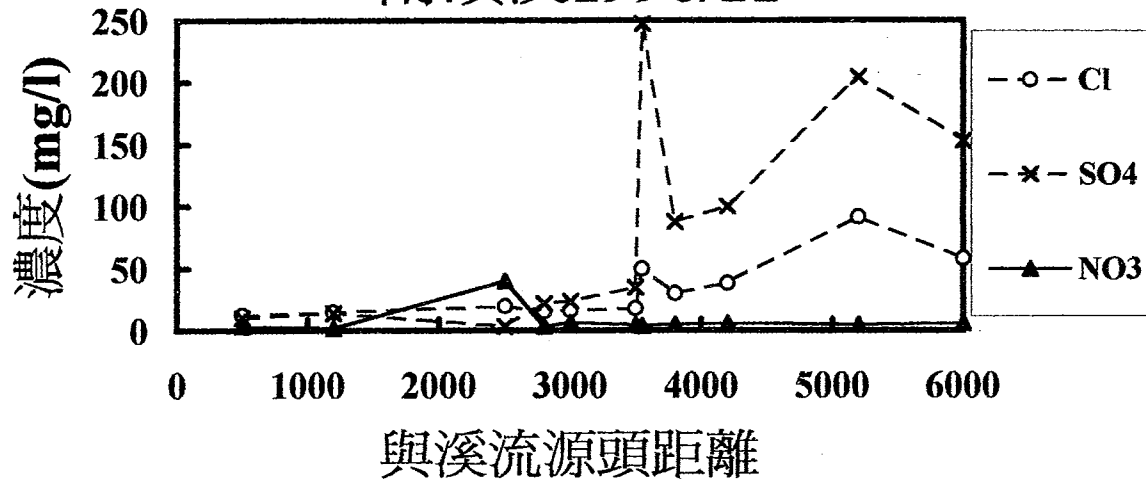
南磺溪1996/11



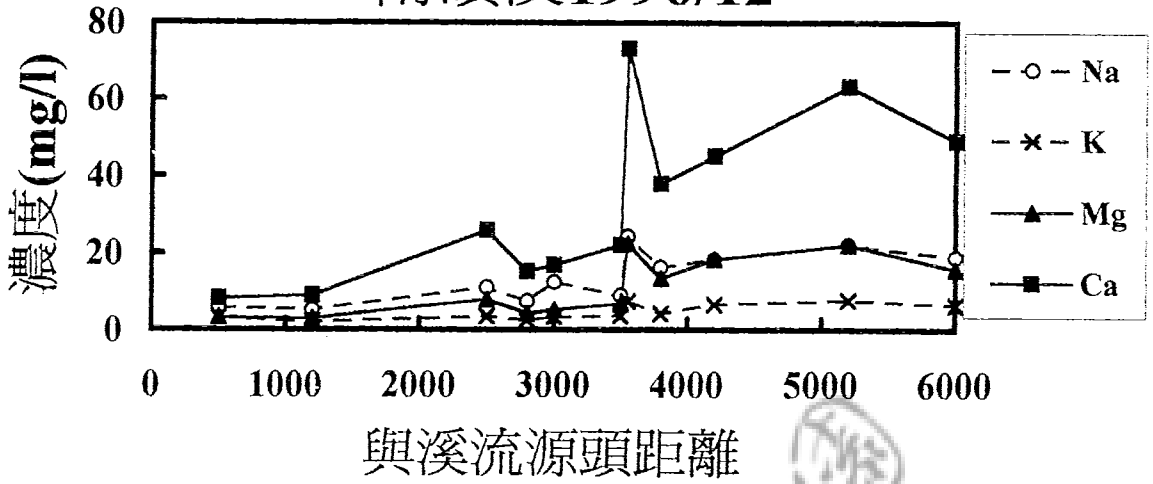
南磺溪1996/11



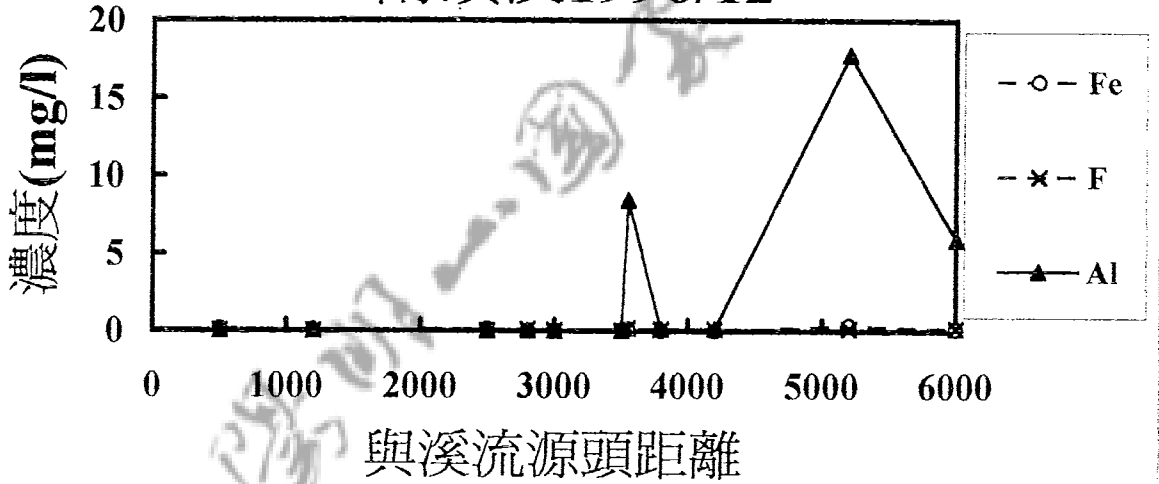
南磺溪1996/11



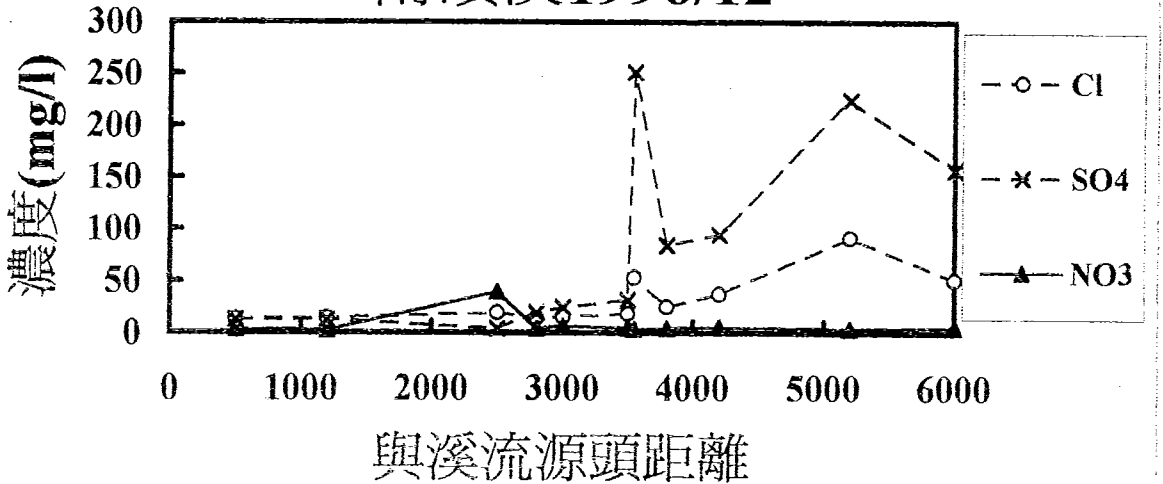
南磺溪1996/12



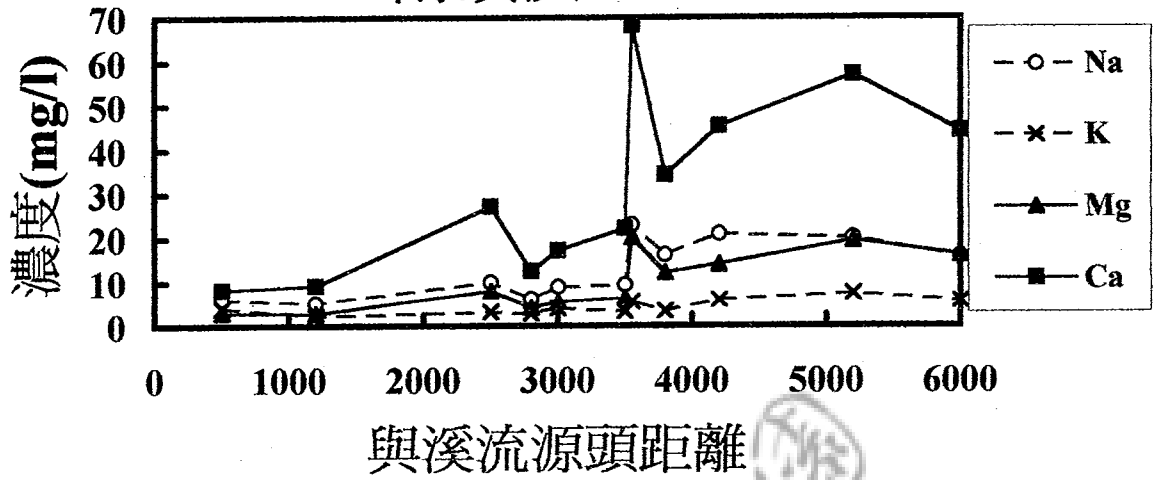
南磺溪1996/12



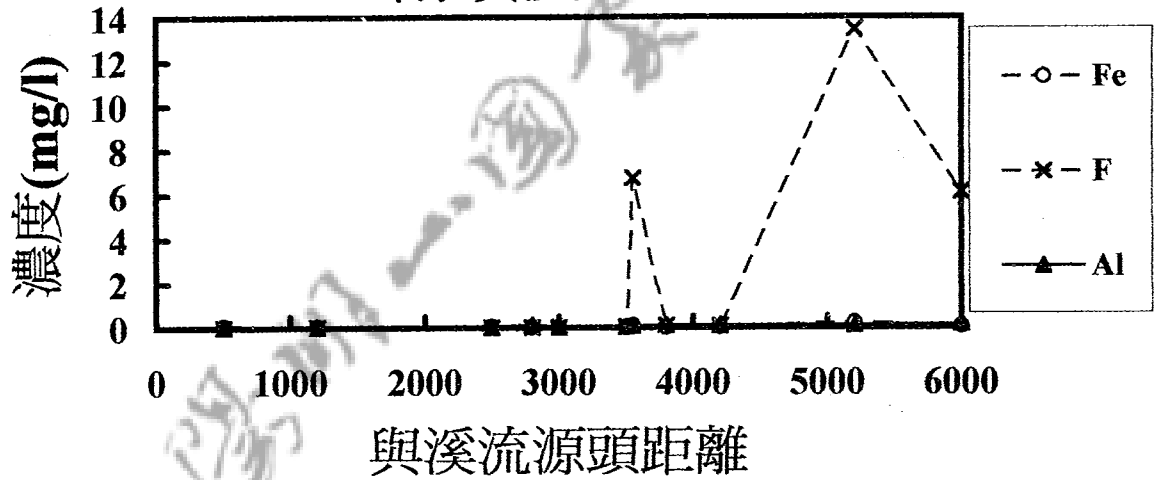
南磺溪1996/12



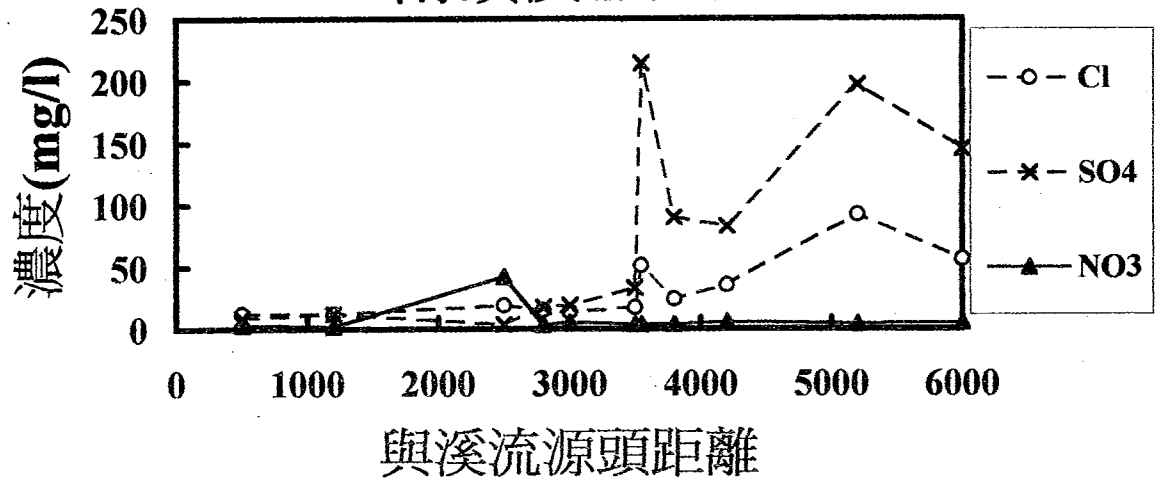
南磺溪1996/1



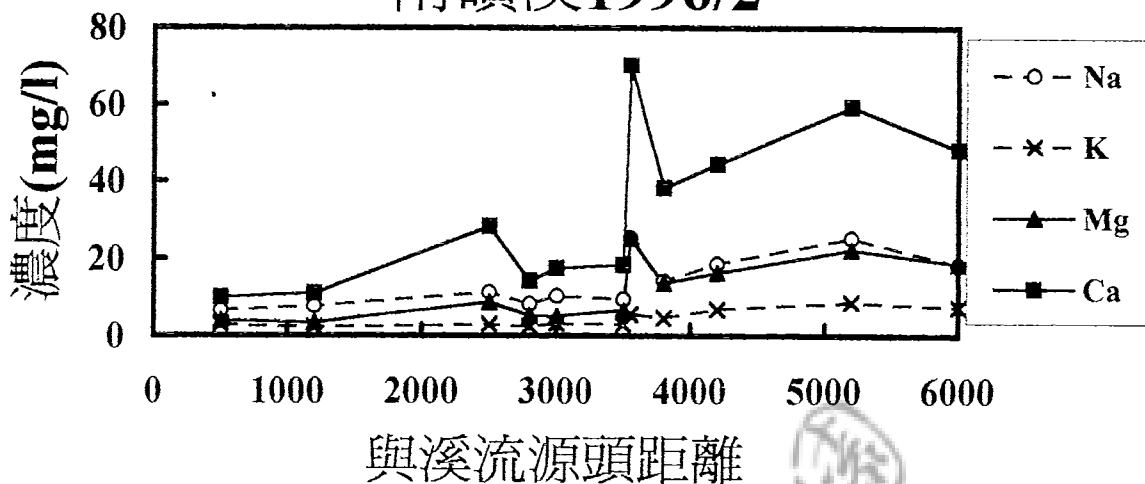
南磺溪1996/1



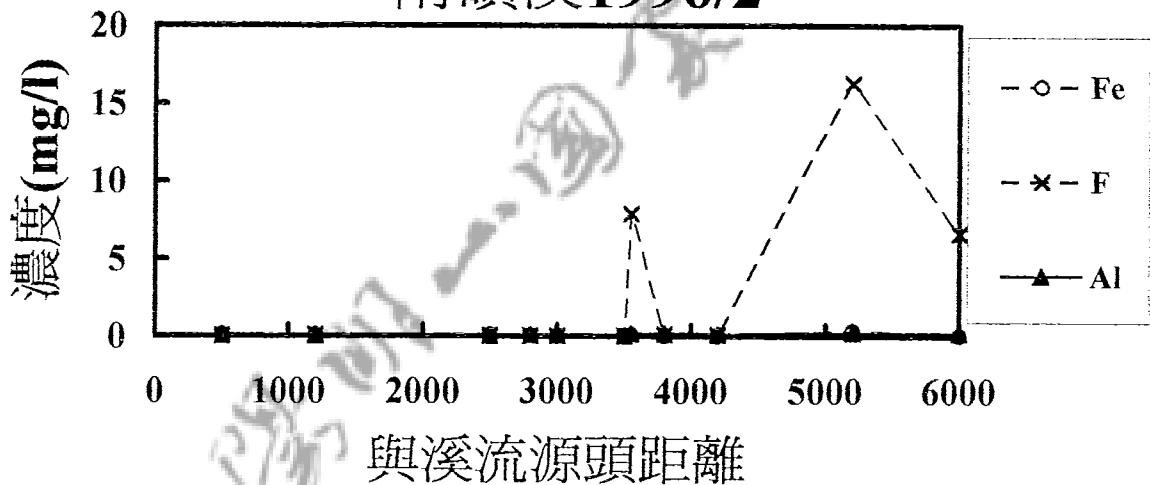
南磺溪1996/1



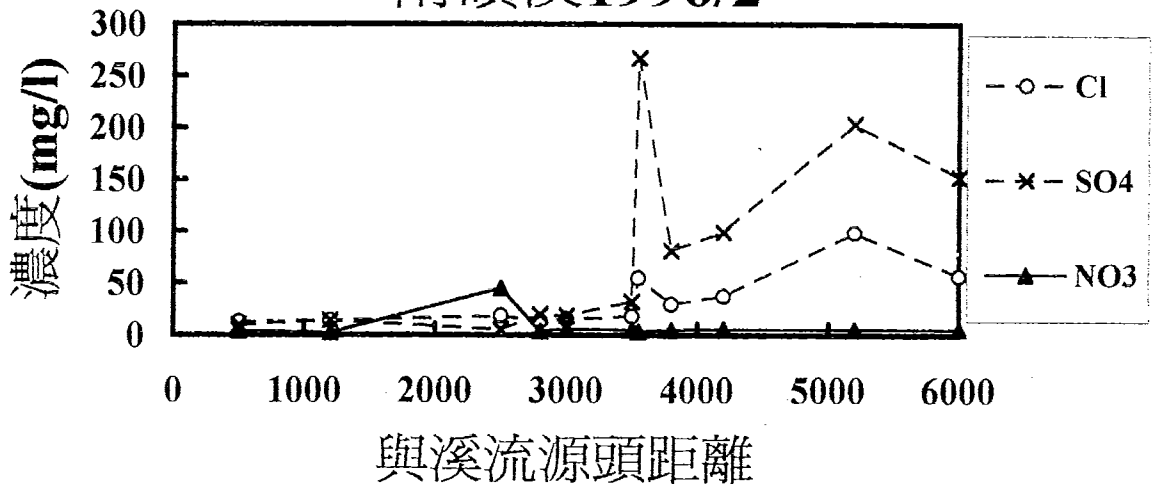
南磺溪1996/2



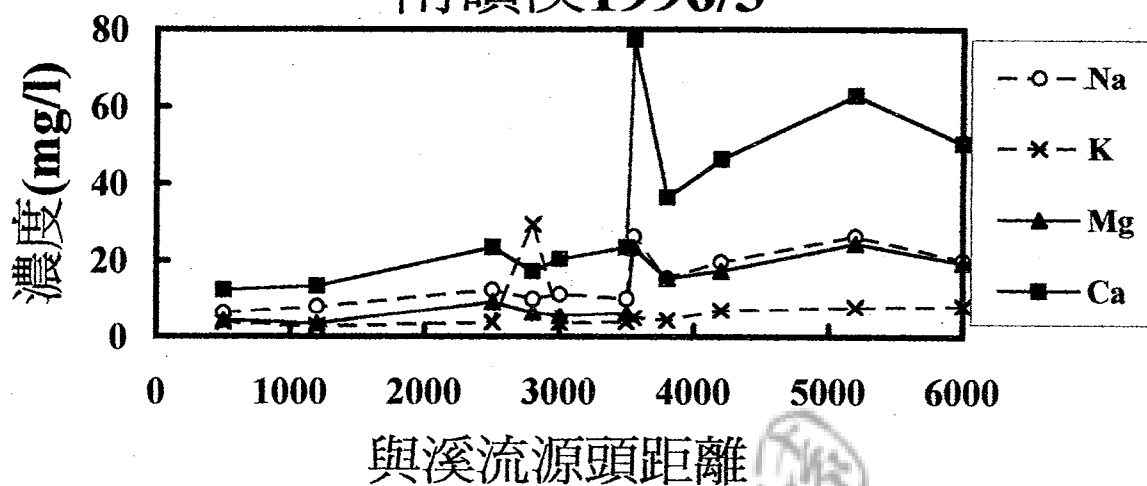
南磺溪1996/2



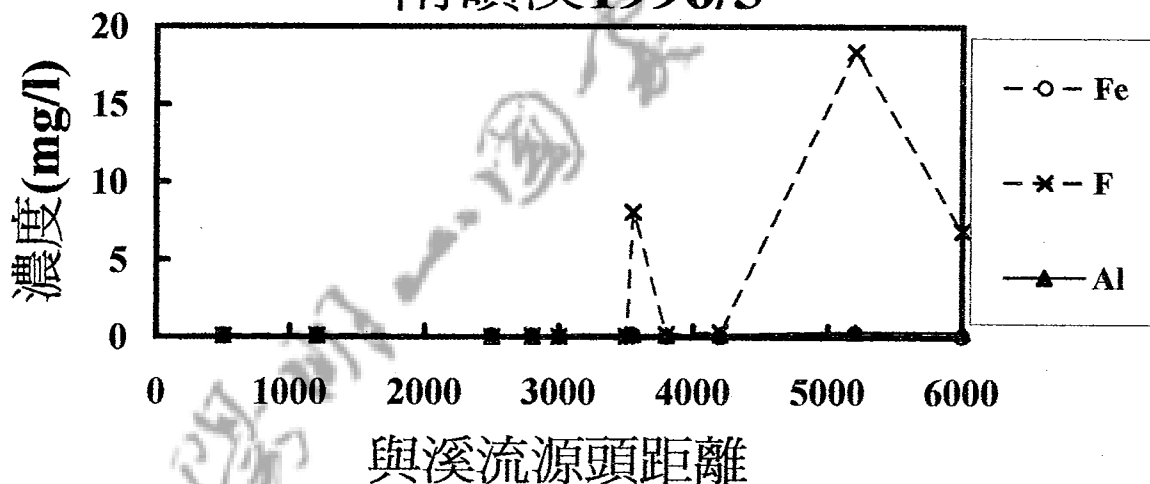
南磺溪1996/2



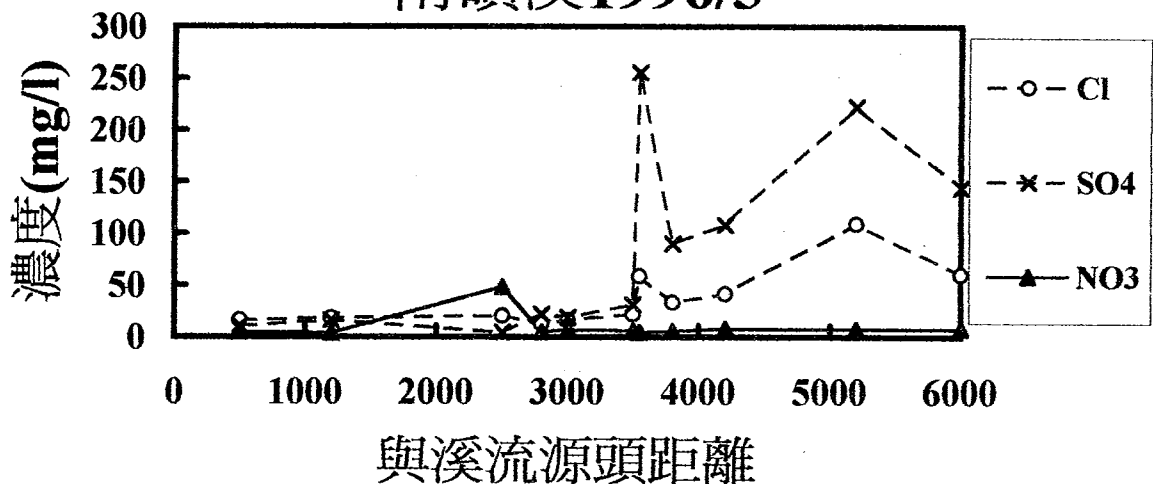
南磺溪1996/3



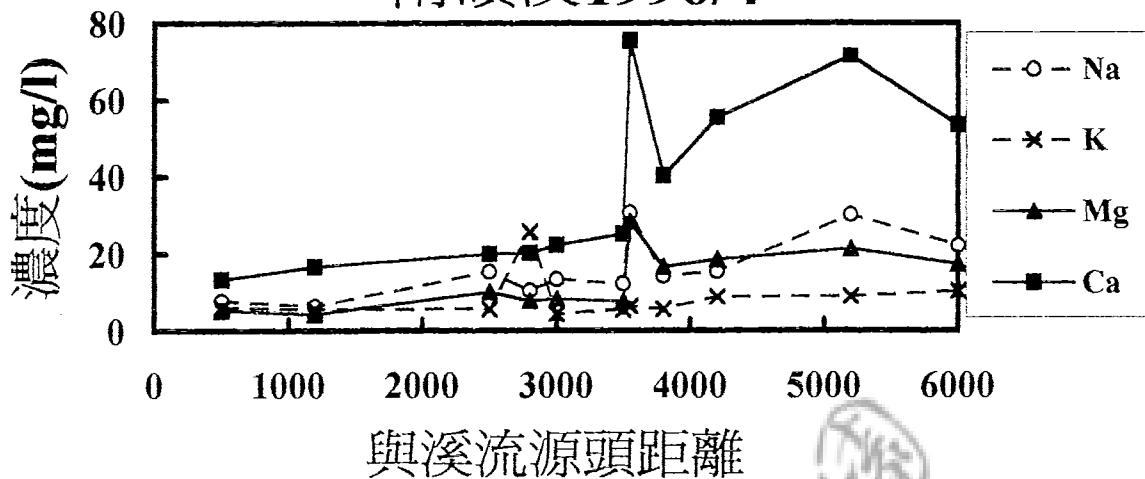
南磺溪1996/3



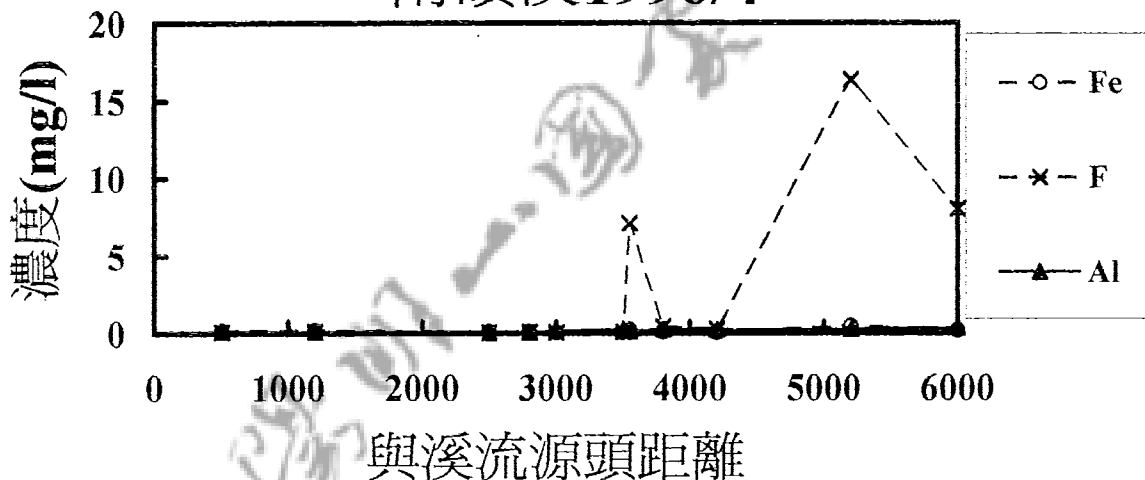
南磺溪1996/3



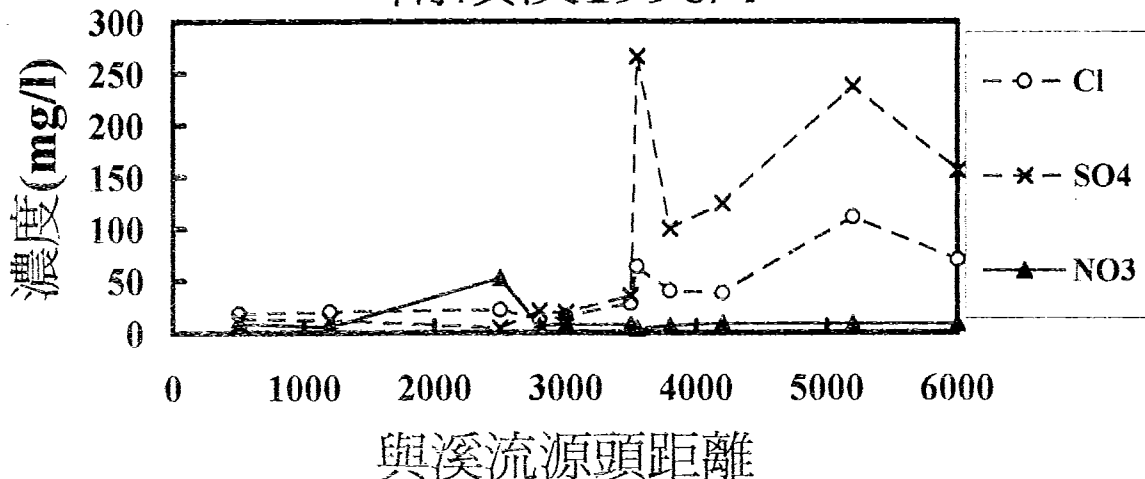
南磺溪1996/4



南磺溪1996/4



南磺溪1996/4

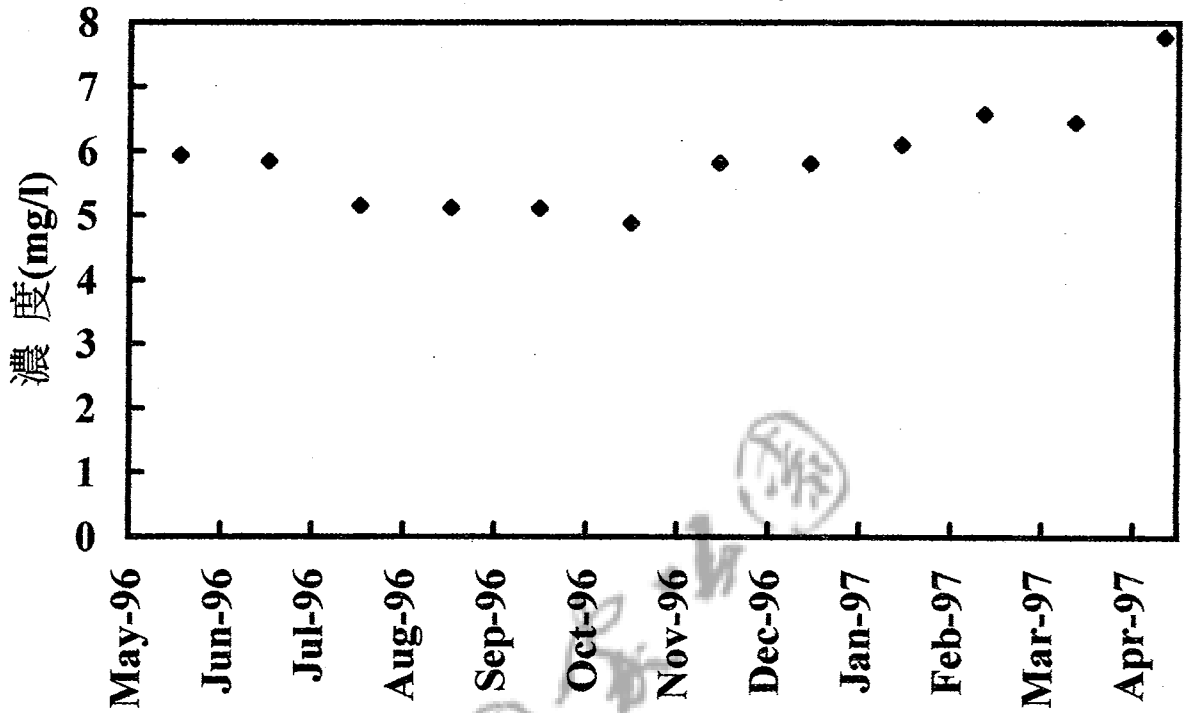


附錄三、南磺溪水化學成分與時間關係圖

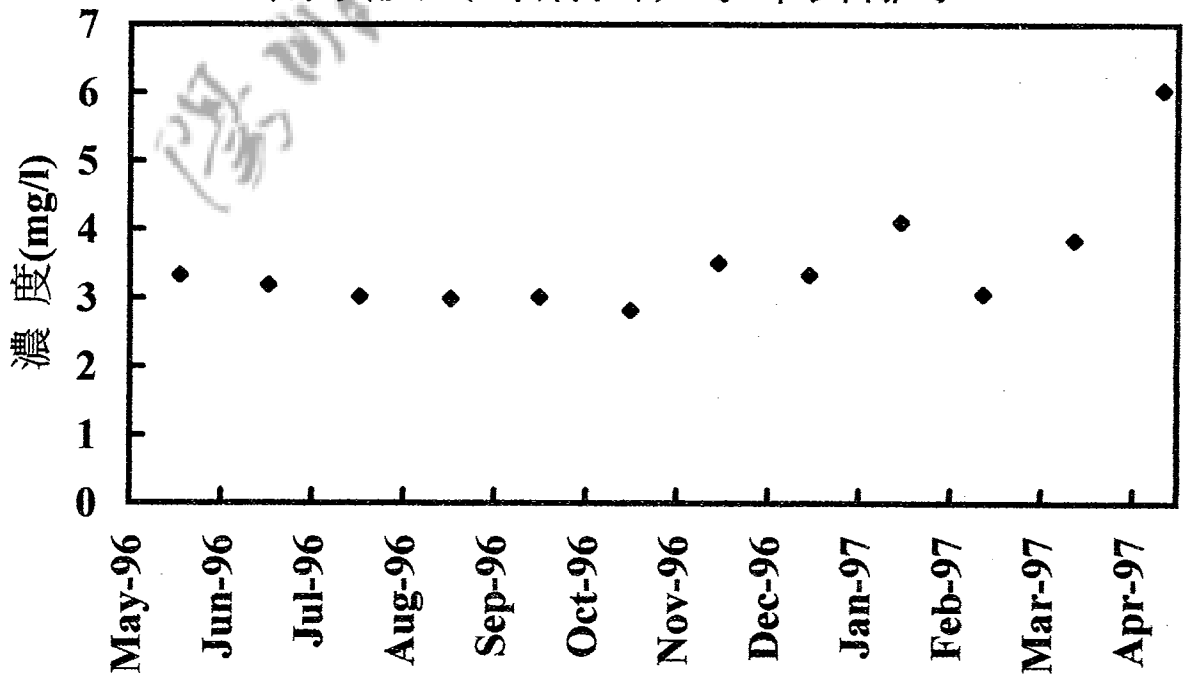
陽明山國家公園

學明... 家... 珠

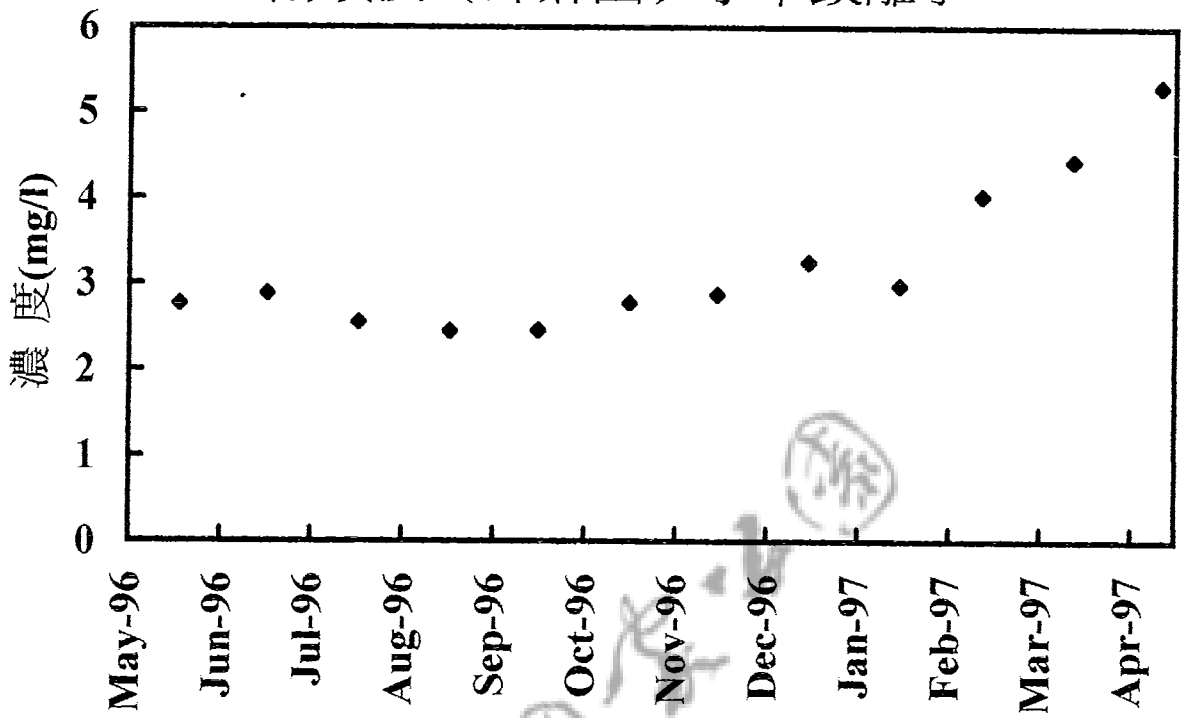
南磺溪（蟬鄉園）水中鈉離子



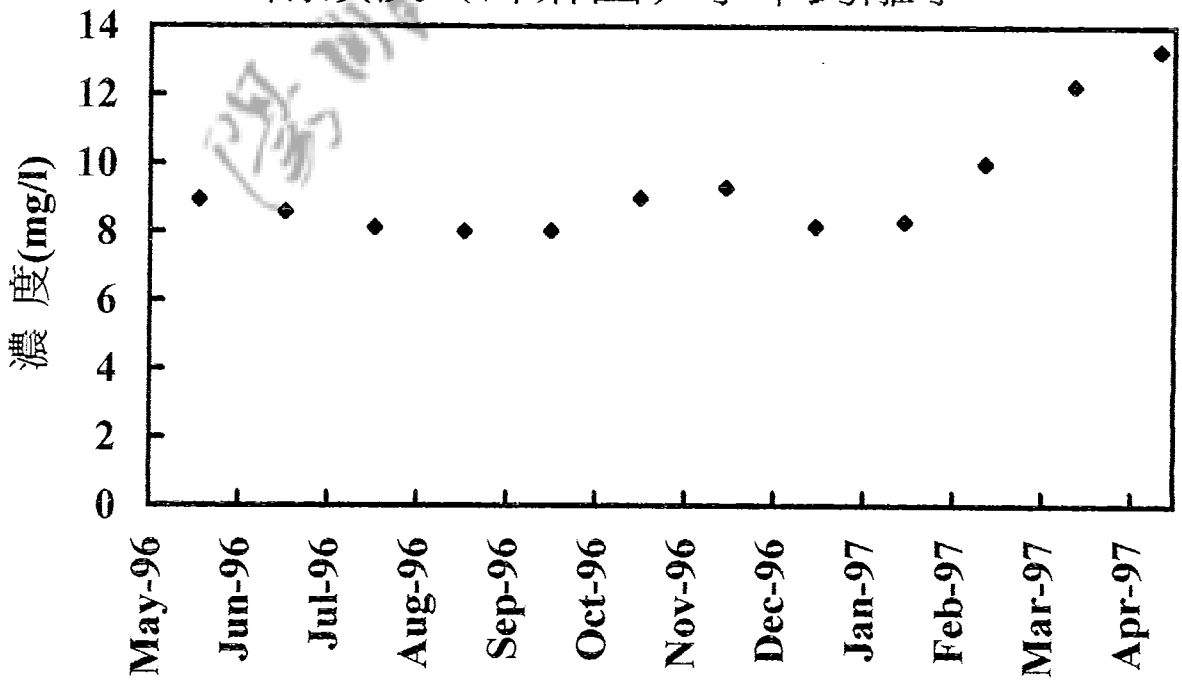
南磺溪（蟬鄉園）水中鉀離子



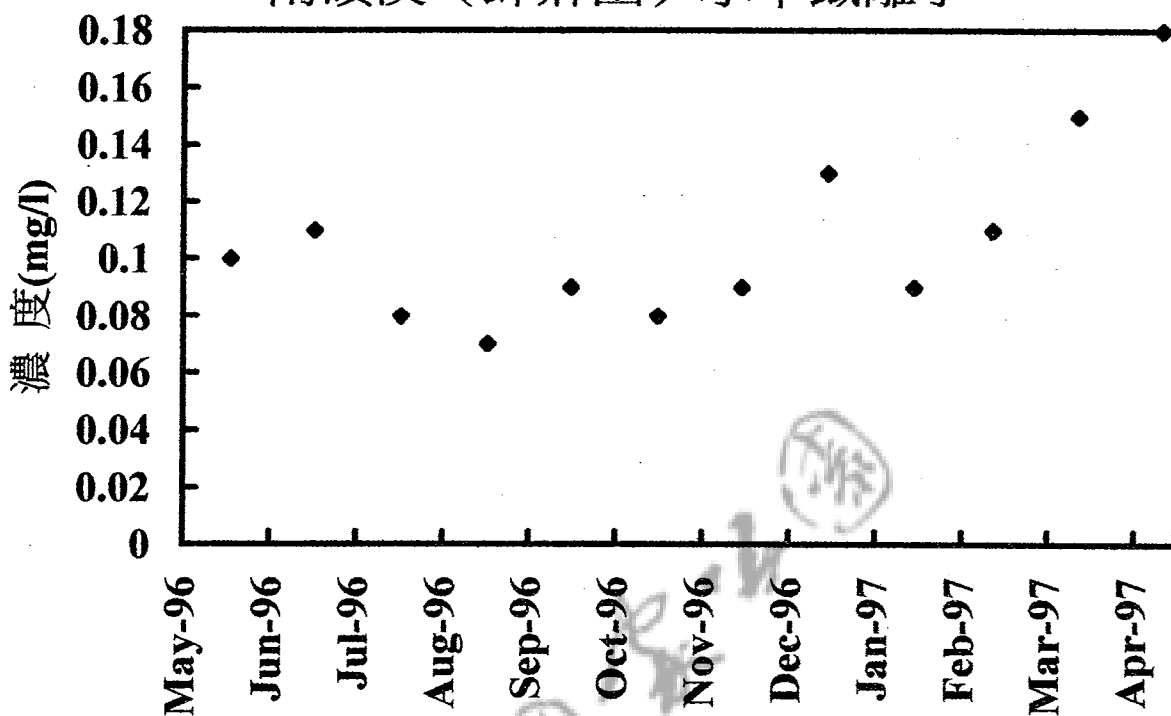
南磺溪（蟬鄉園）水中鎂離子



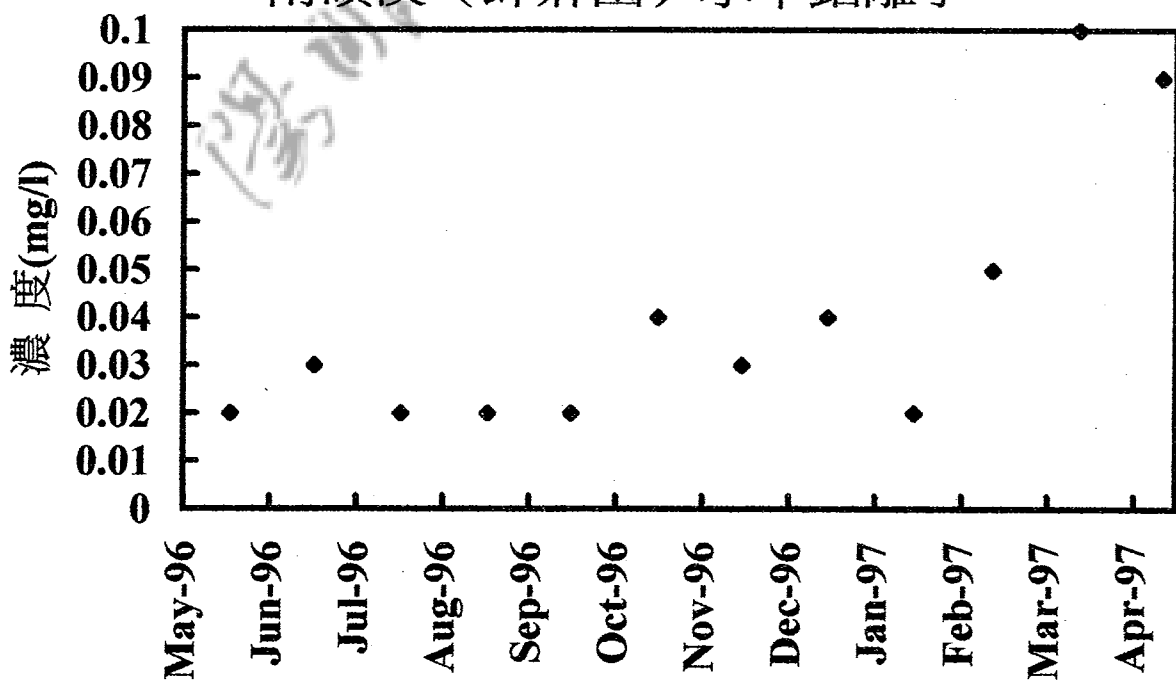
南磺溪（蟬鄉園）水中鈣離子



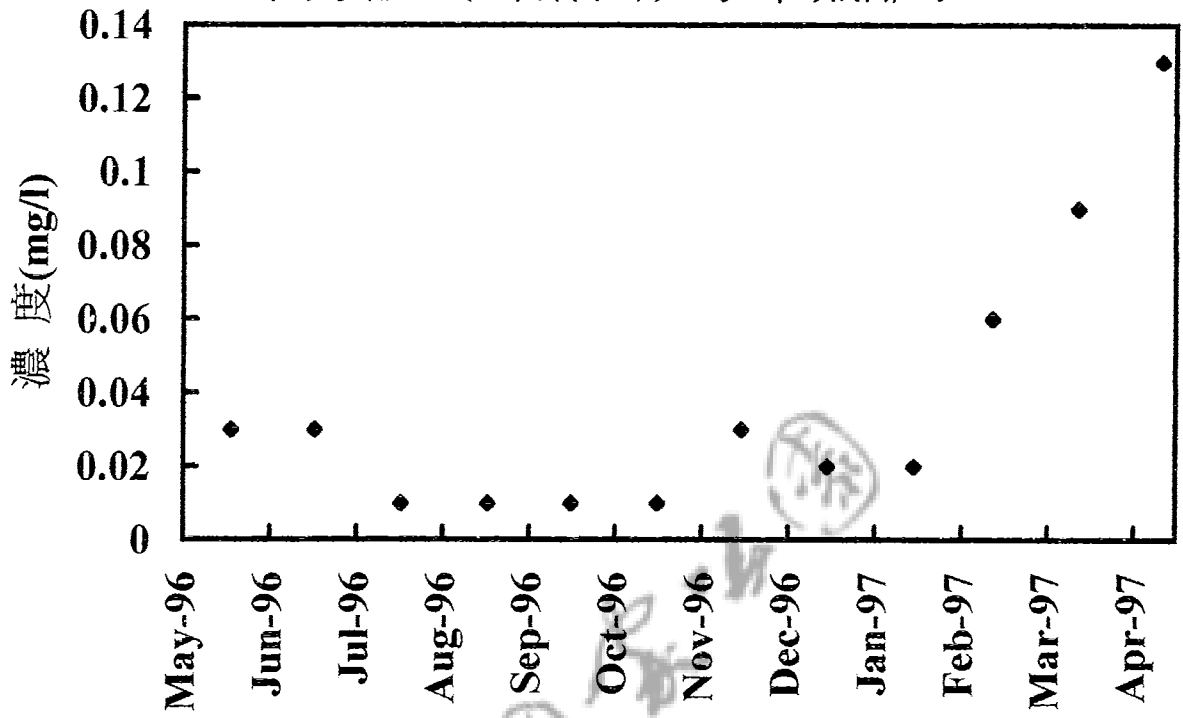
南磺溪（蟬鄉園）水中鐵離子



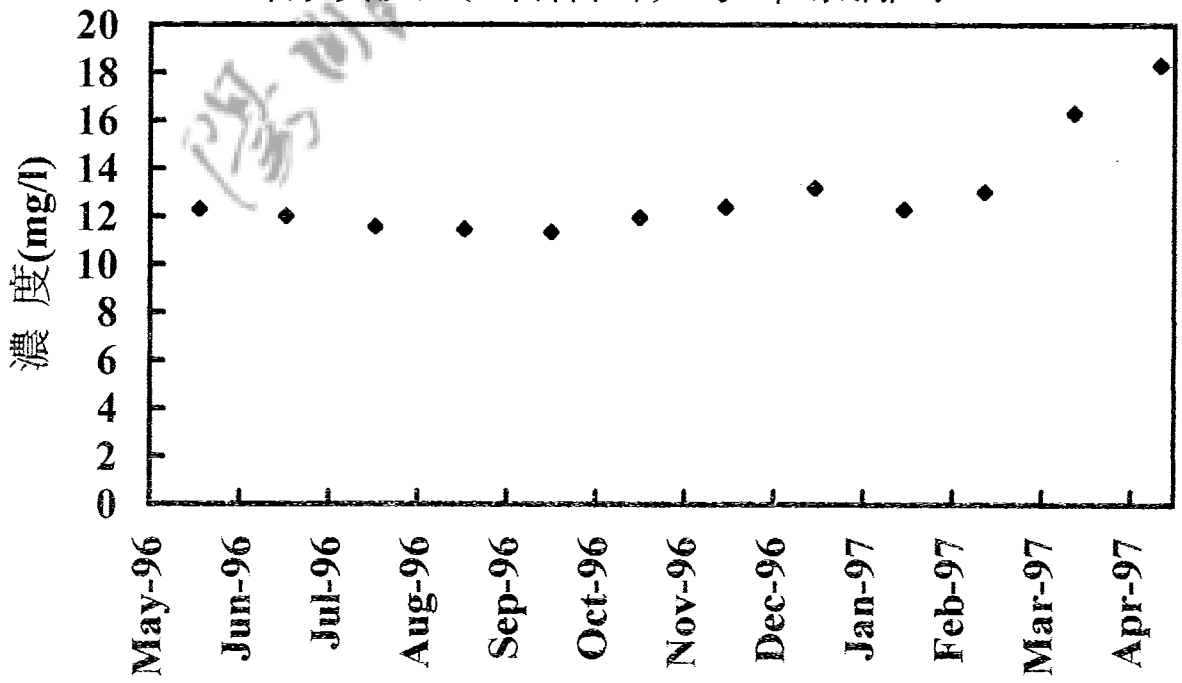
南磺溪（蟬鄉園）水中鋁離子



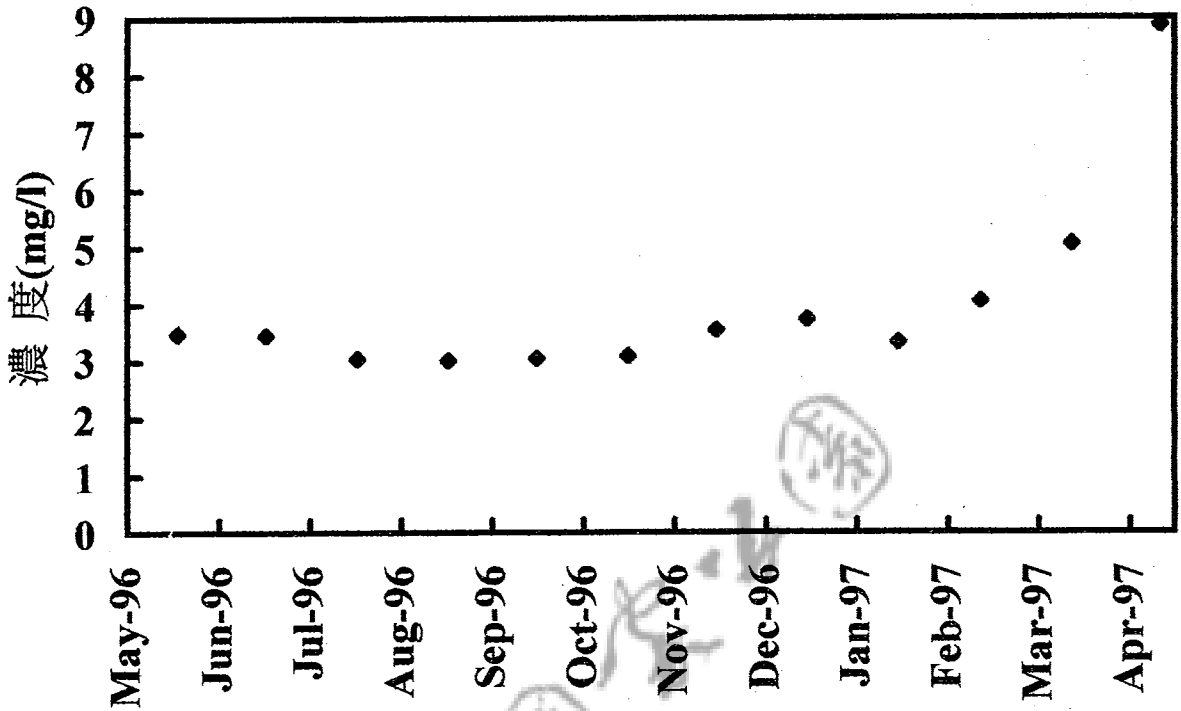
南磺溪（蟬鄉園）水中氟離子



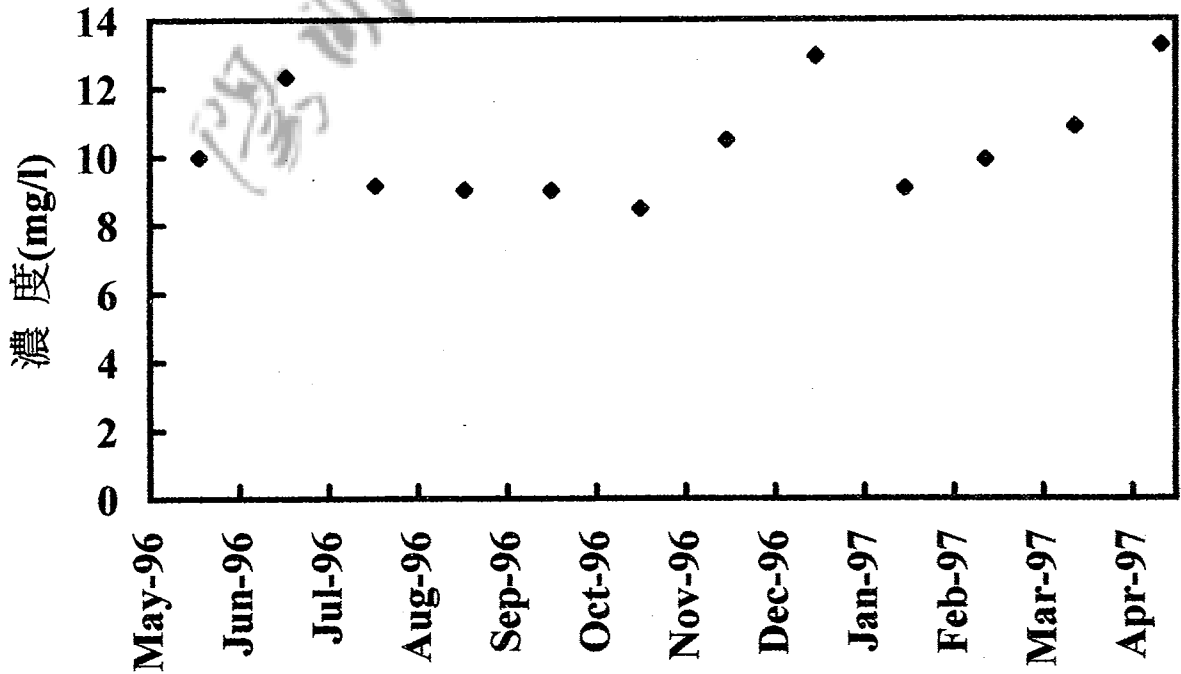
南磺溪（蟬鄉園）水中氯離子



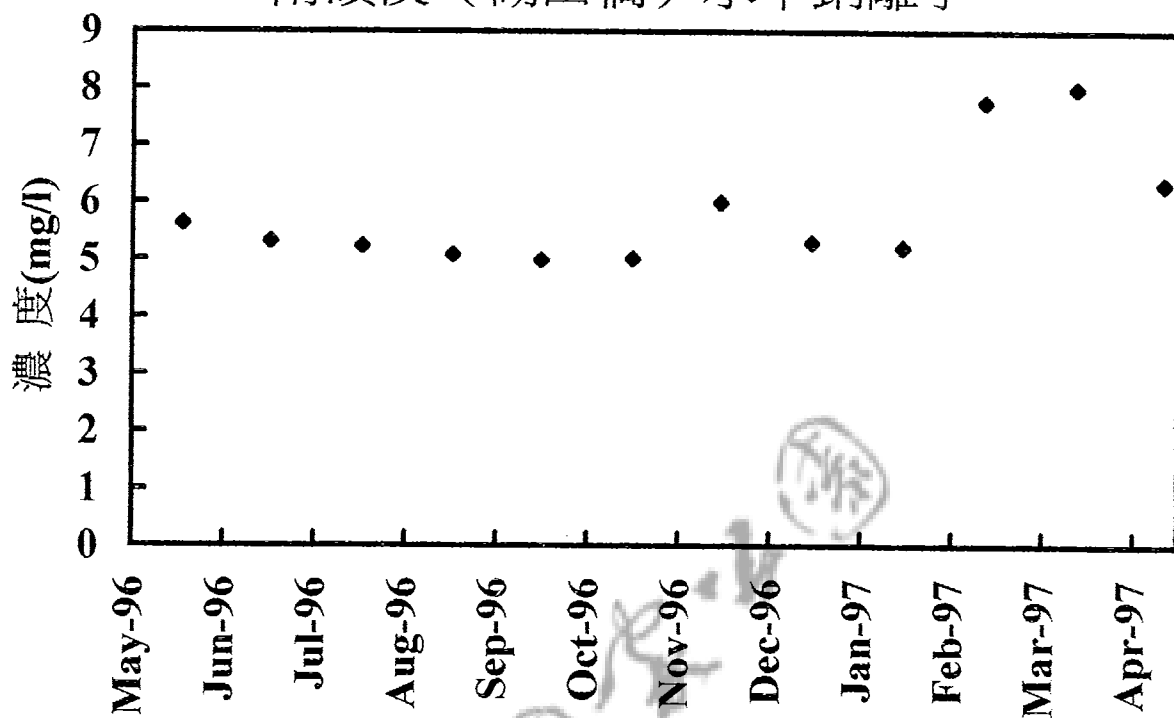
南磺溪（蟬鄉園）水中硝酸根離子



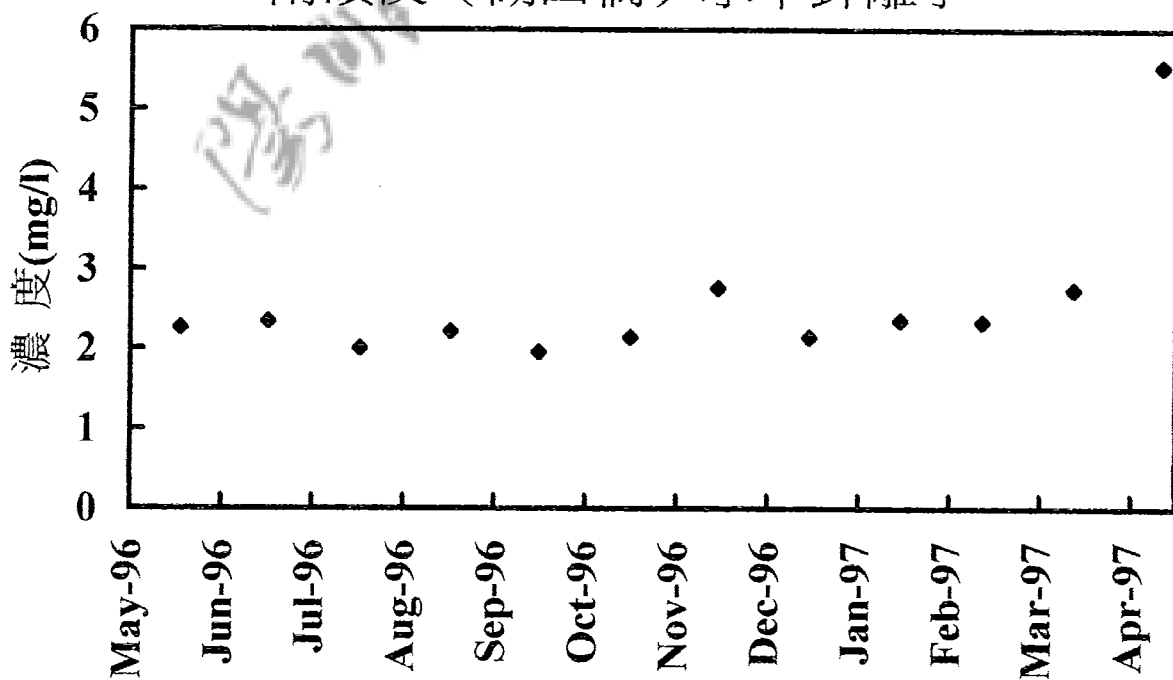
南磺溪（蟬鄉園）水中硫酸根離子



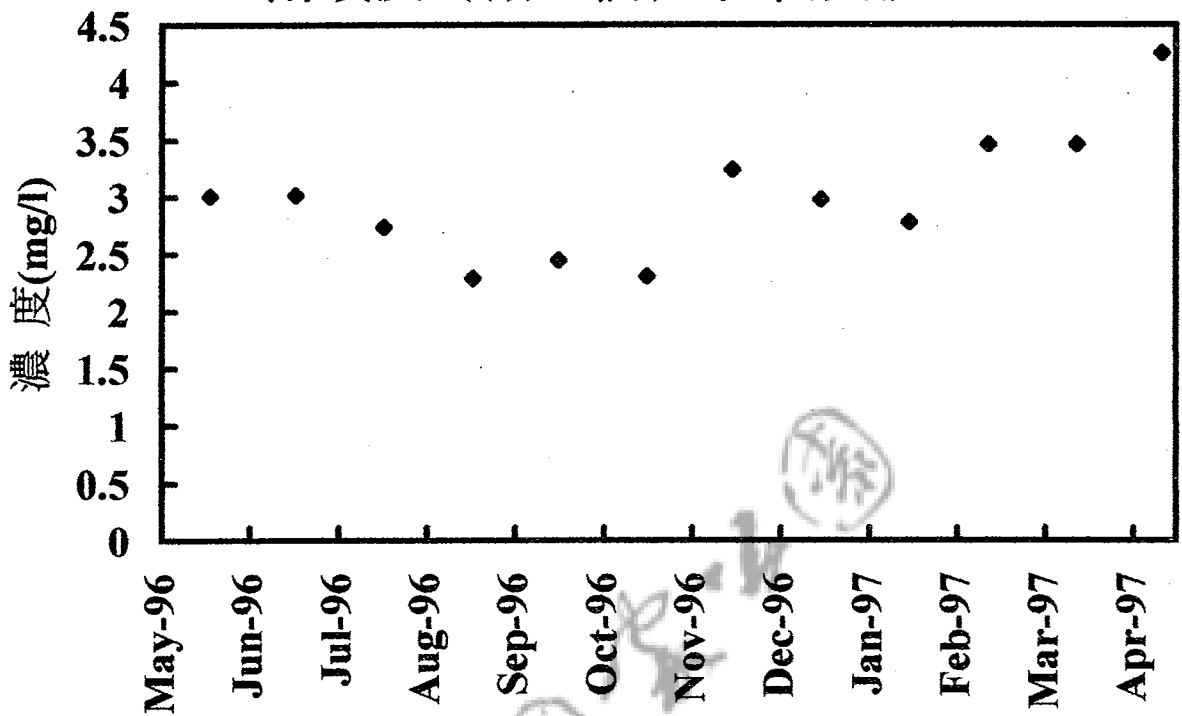
南磺溪（湖田橋）水中鈉離子



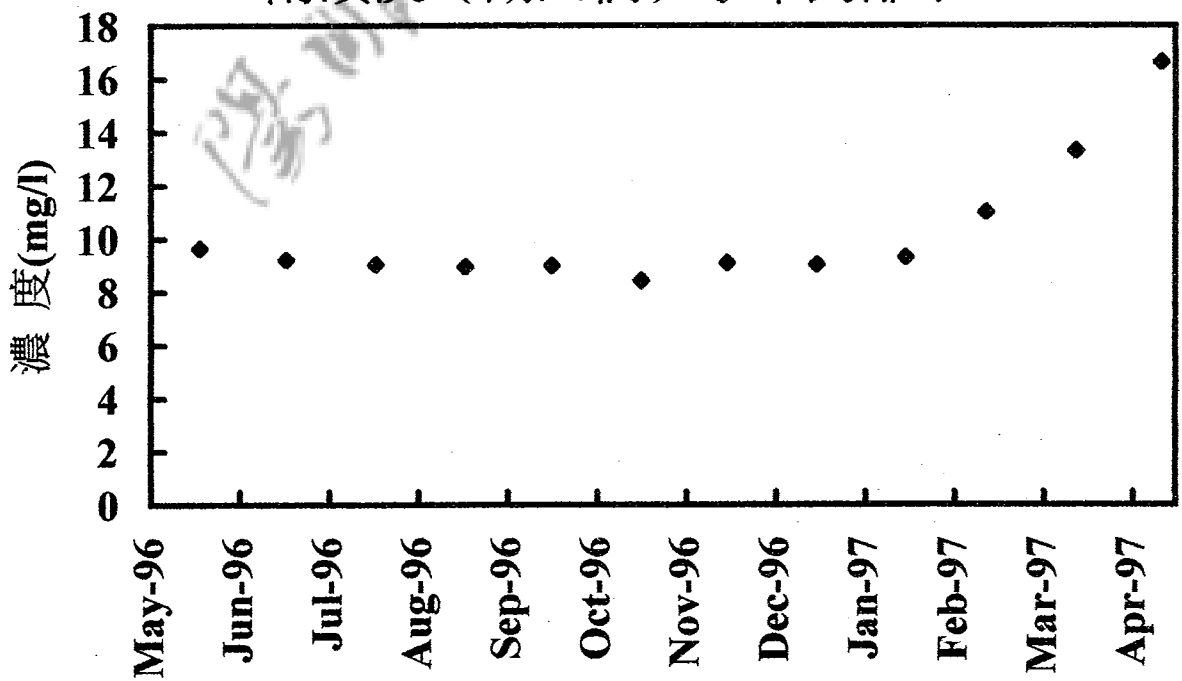
南磺溪（湖田橋）水中鉀離子



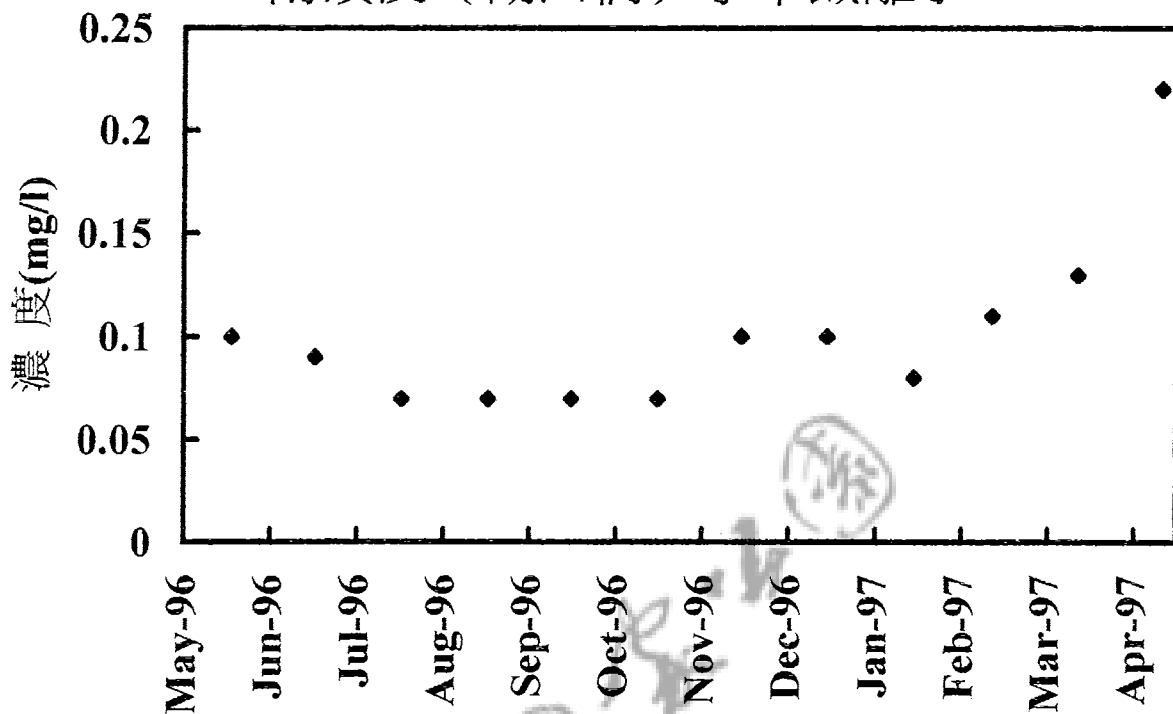
南磺溪（湖田橋）水中鎂離子



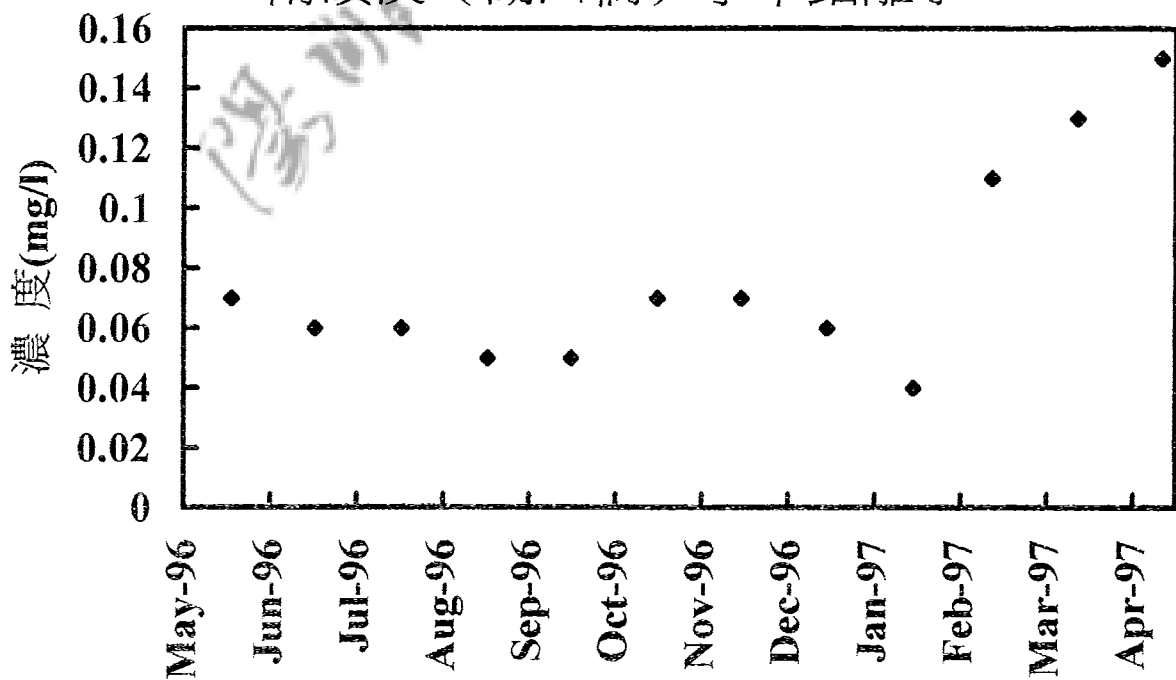
南磺溪（湖田橋）水中鈣離子



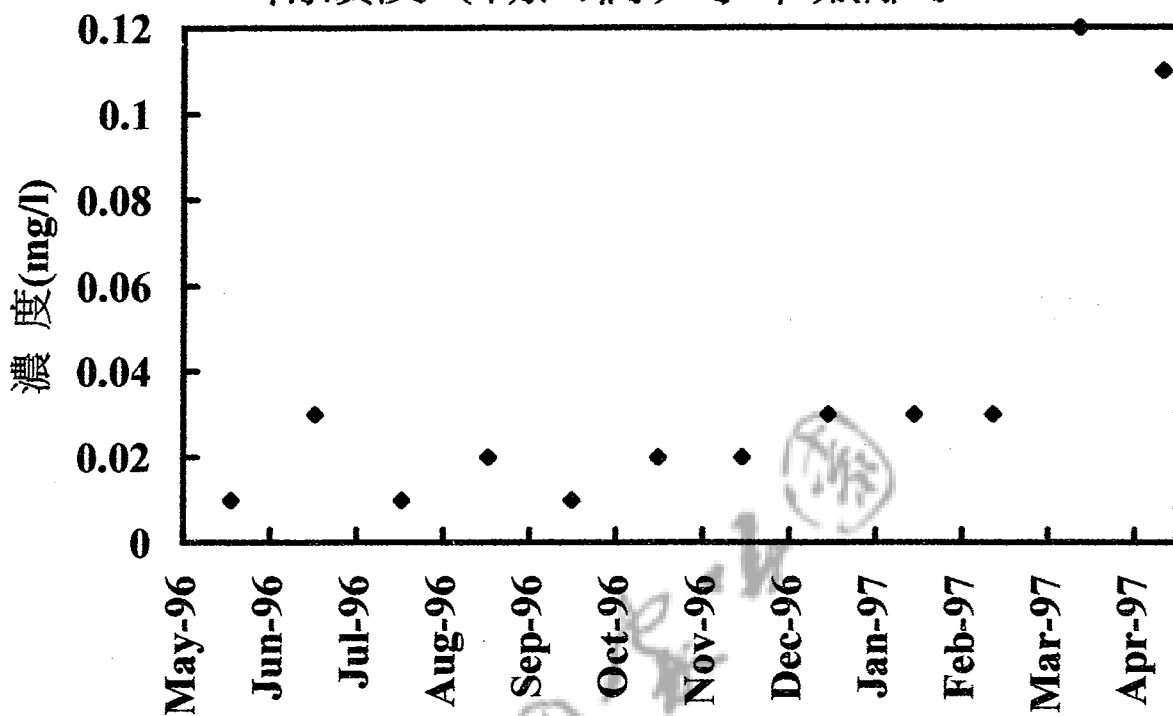
南磺溪（湖田橋）水中鐵離子



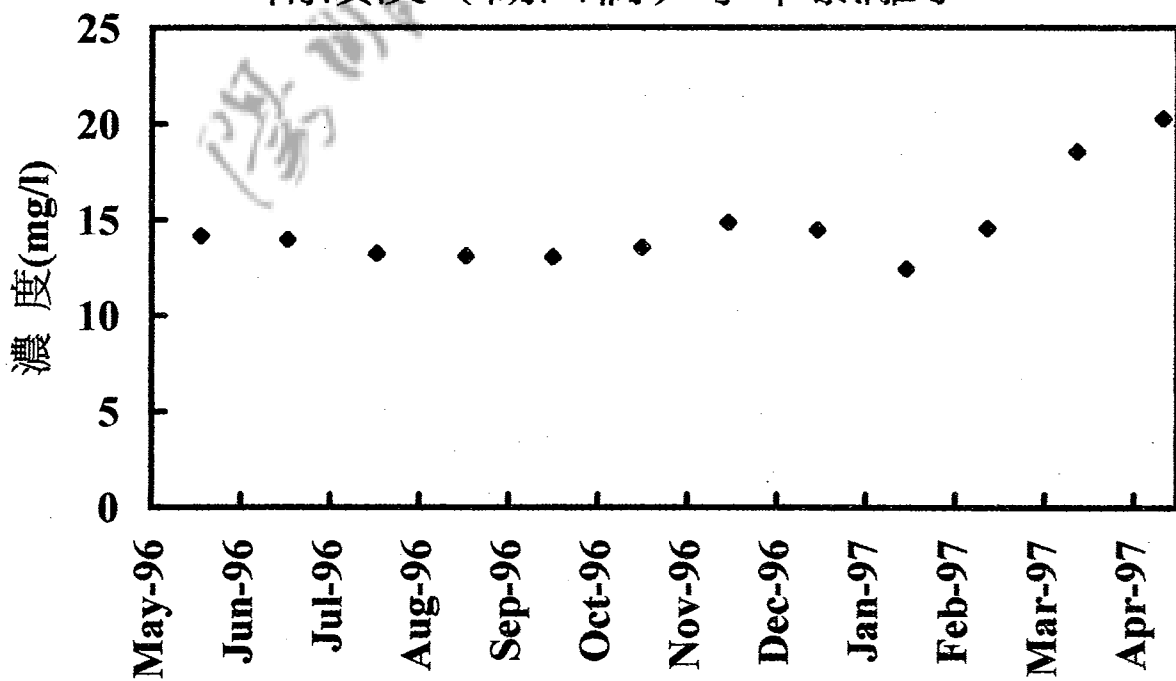
南磺溪（湖田橋）水中鋁離子



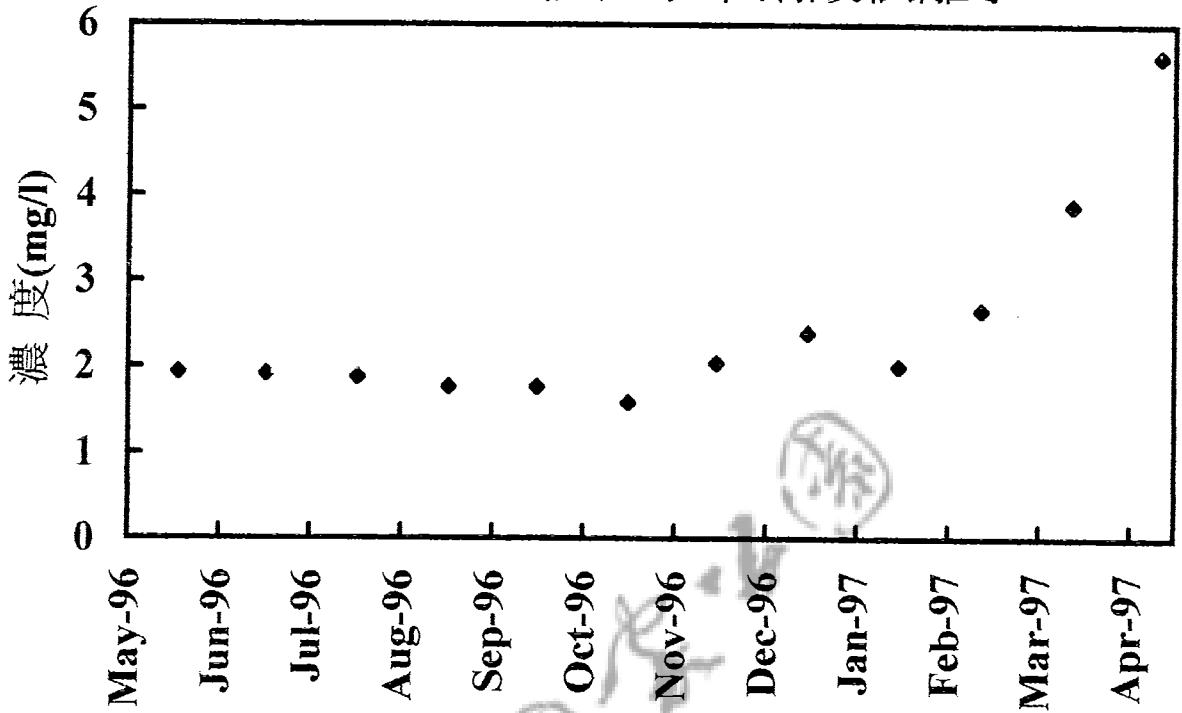
南磺溪（湖田橋）水中氟離子



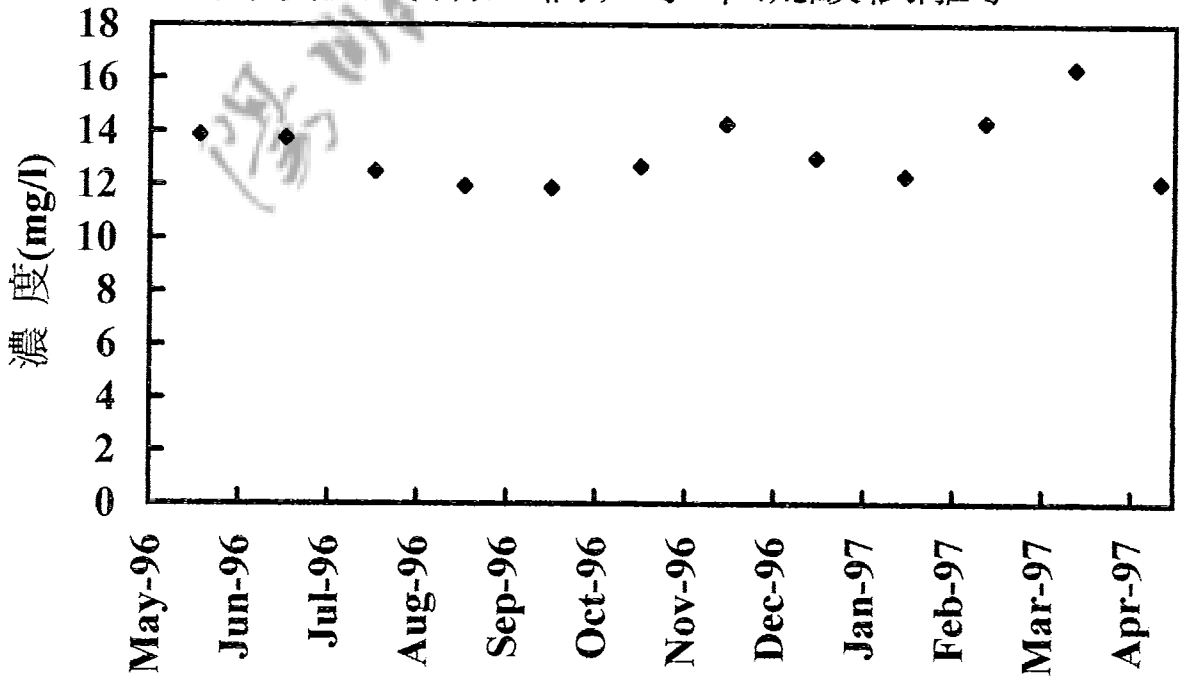
南磺溪（湖田橋）水中氯離子



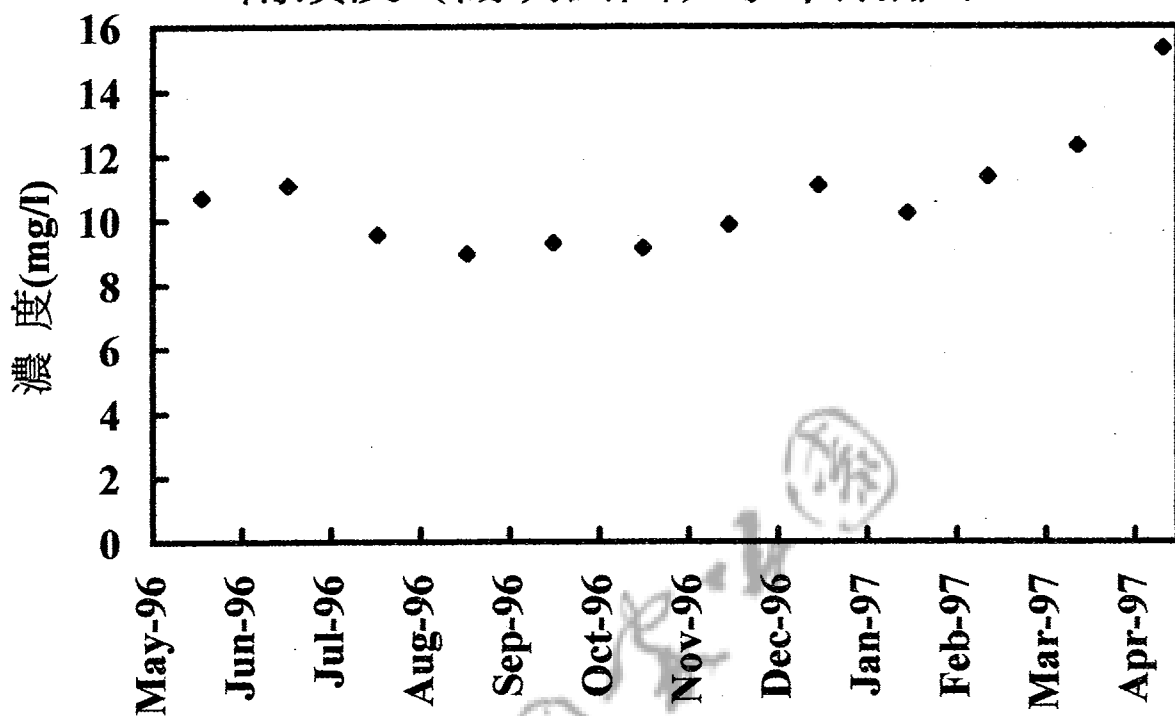
南磺溪（湖田橋）水中硝酸根離子



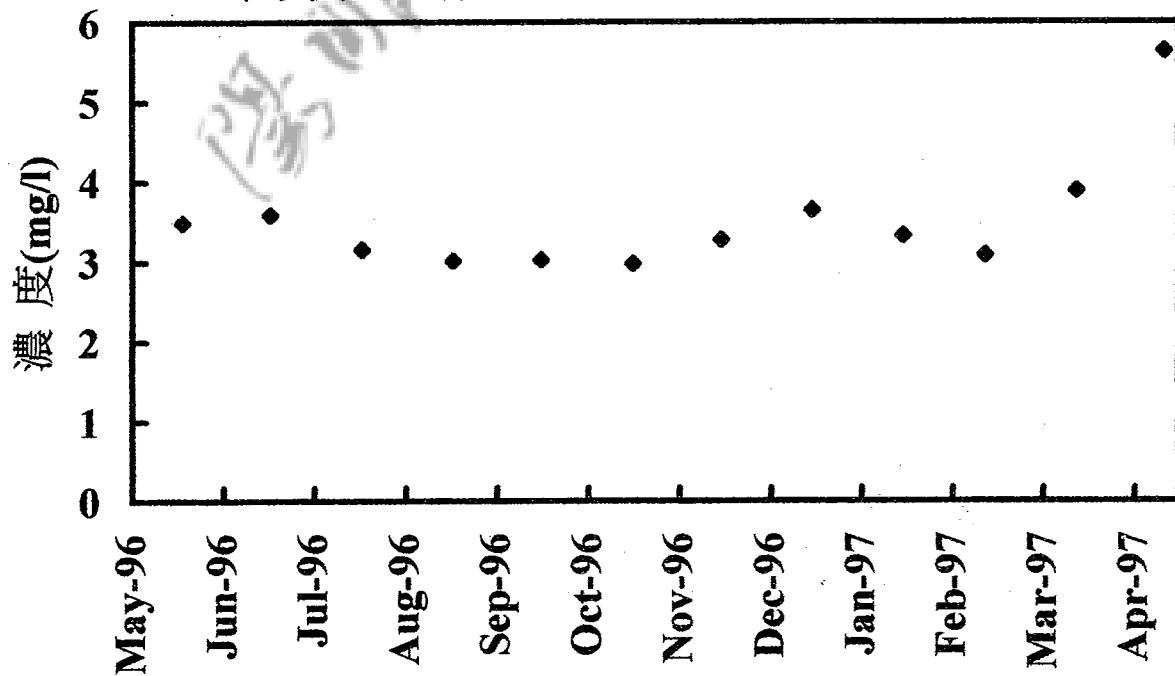
南磺溪（湖田橋）水中硫酸根離子



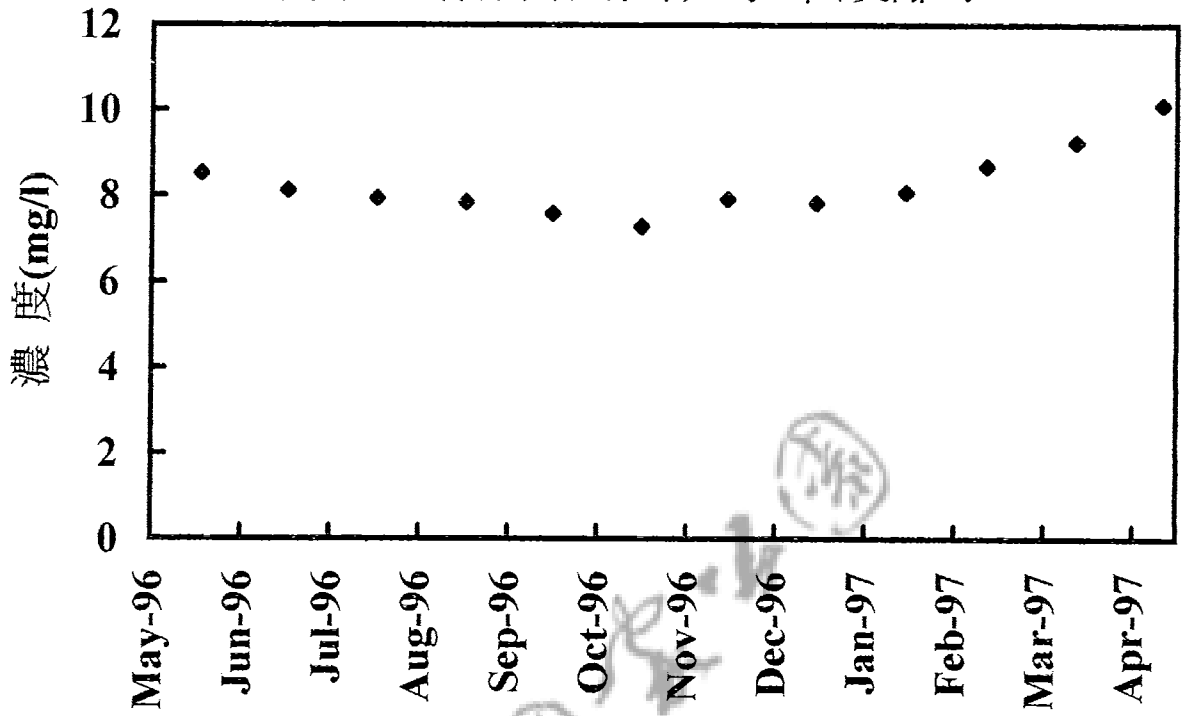
南磺溪（陽明公園）水中鈉離子



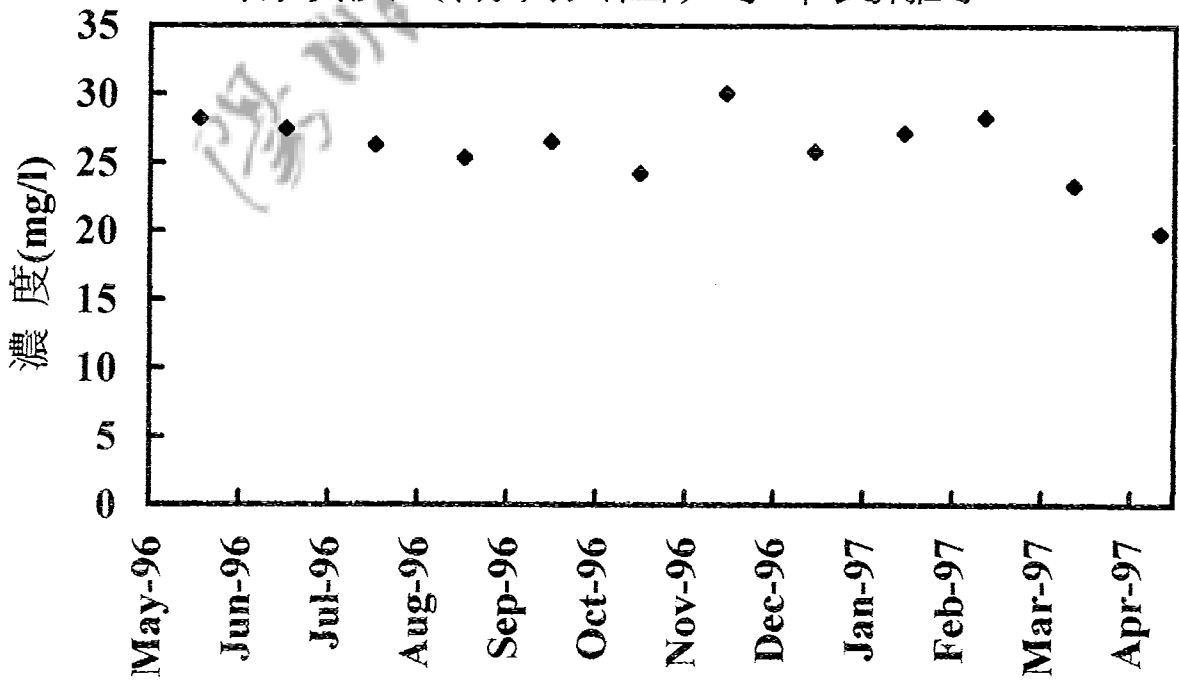
南磺溪（陽明公園）水中鉀離子



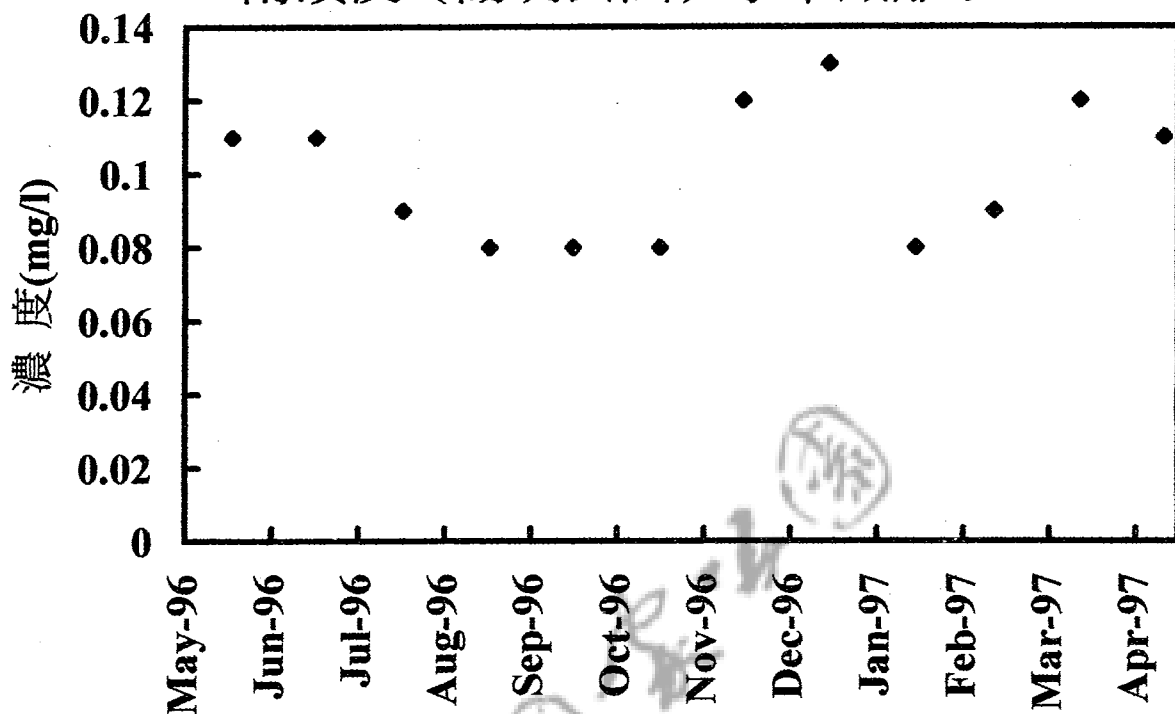
南磺溪（陽明公園）水中鎂離子



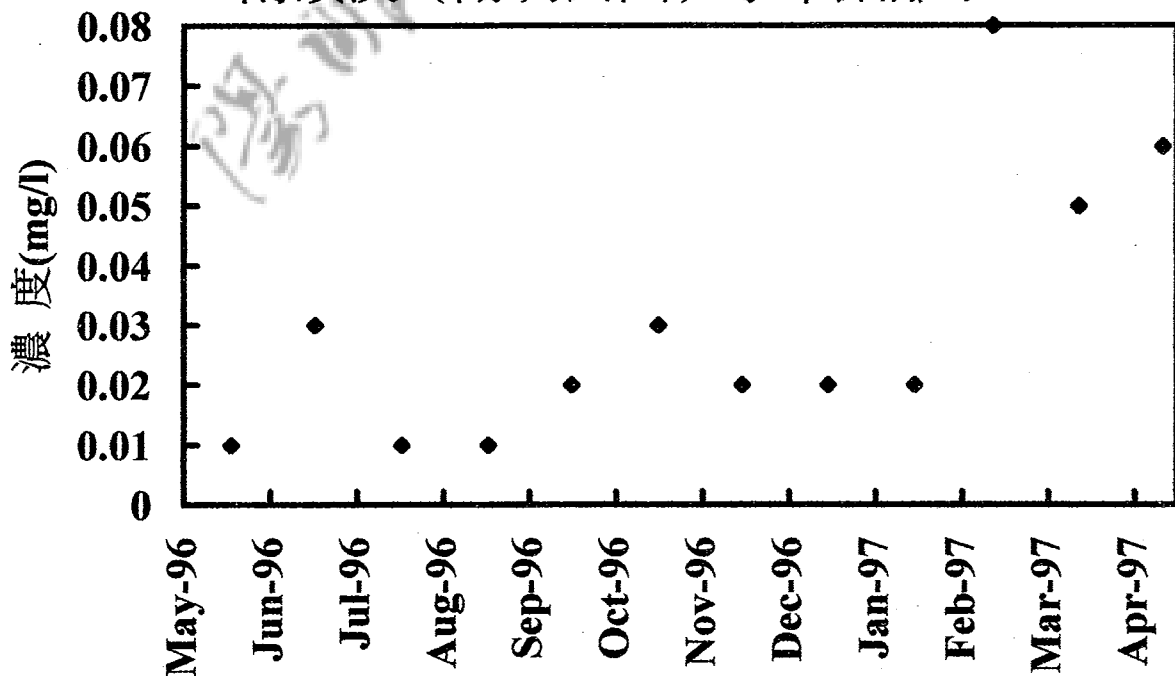
南磺溪（陽明公園）水中鈣離子



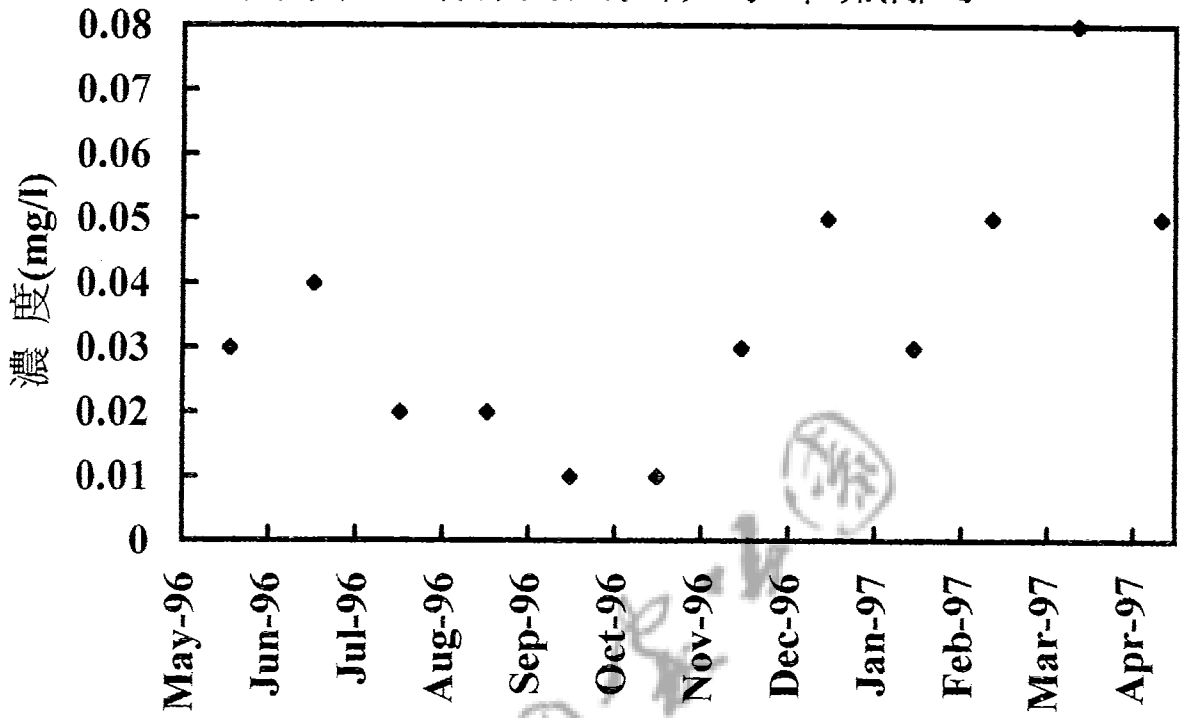
南磺溪（陽明公園）水中鐵離子



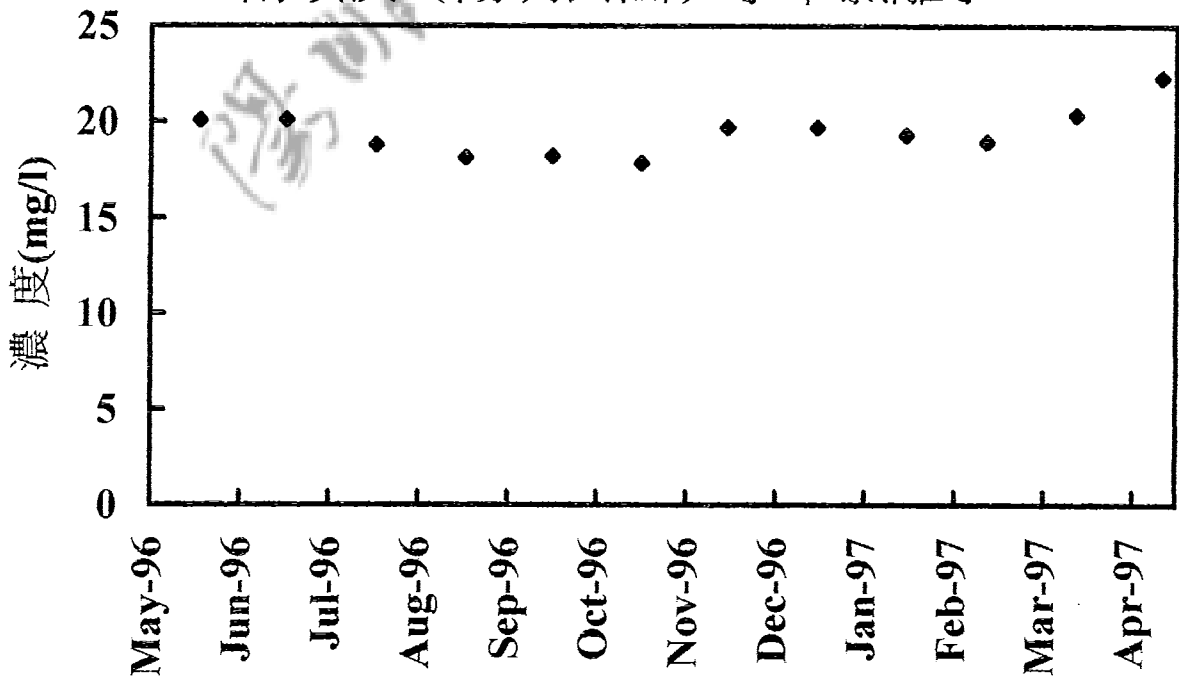
南磺溪（陽明公園）水中鋁離子



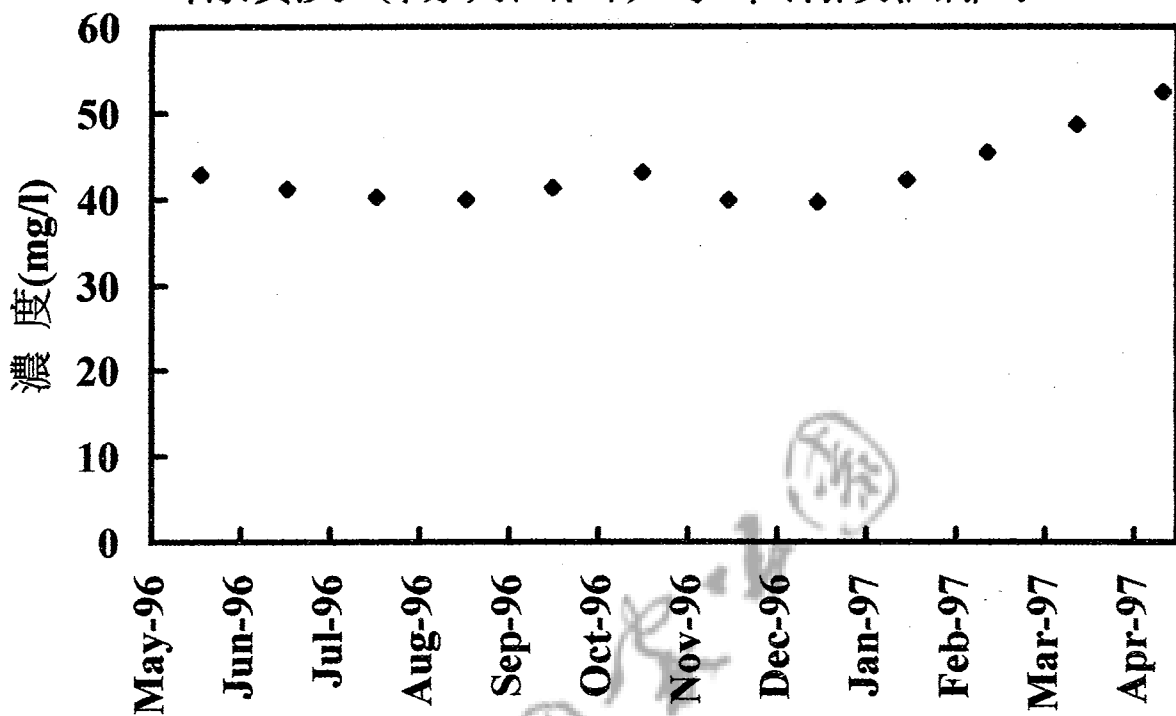
南磺溪（陽明公園）水中氟離子



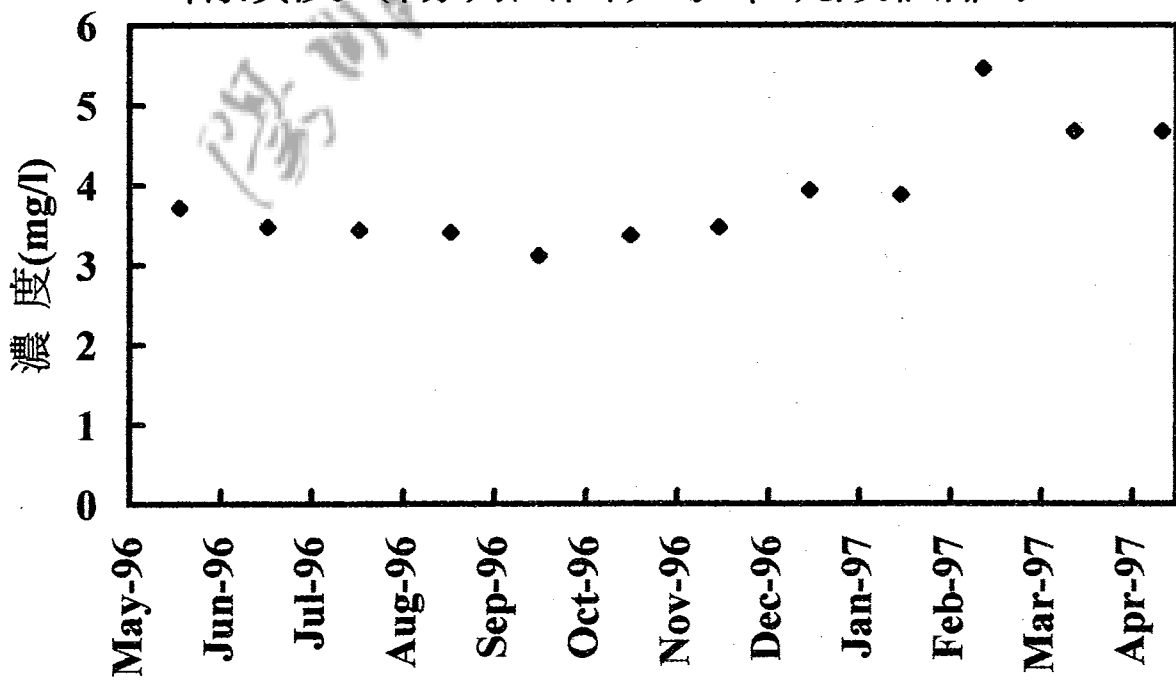
南磺溪（陽明公園）水中氯離子



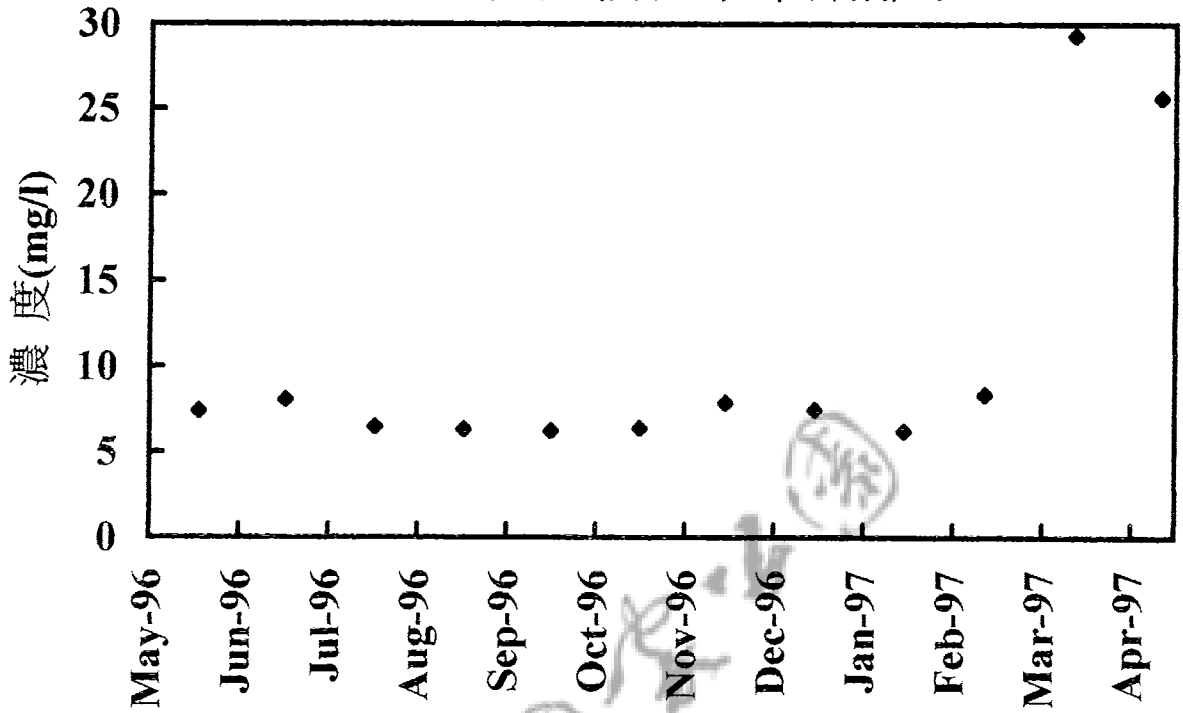
南磺溪（陽明公園）水中硝酸根離子



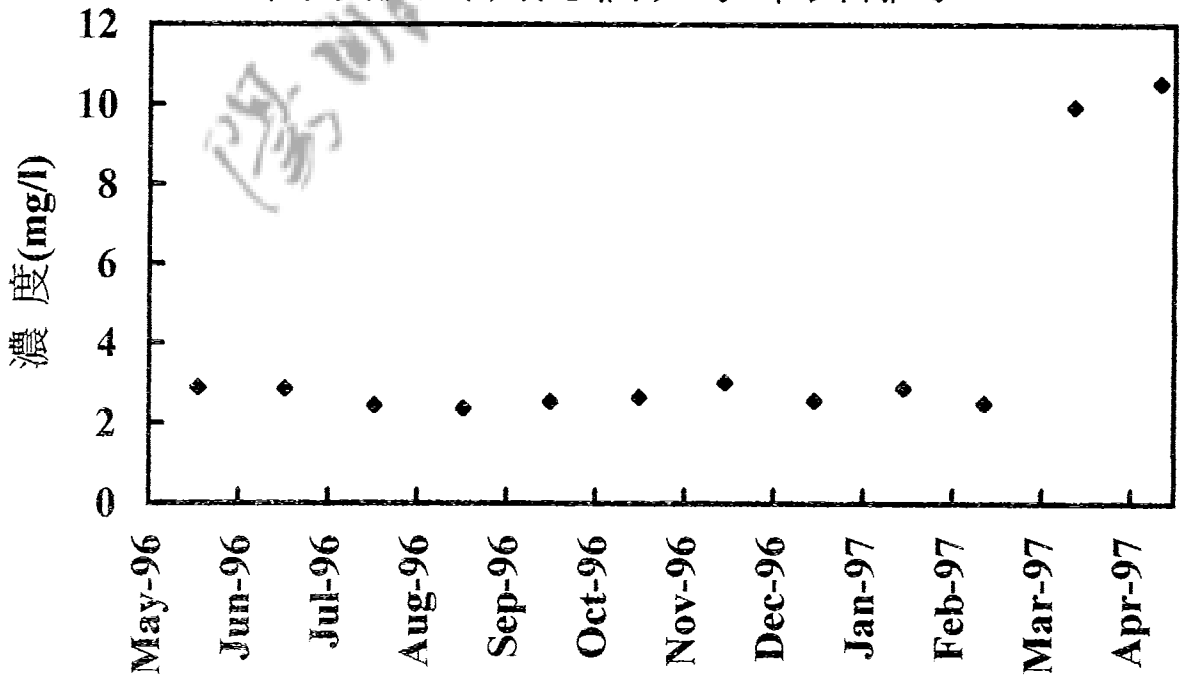
南磺溪（陽明公園）水中硫酸根離子



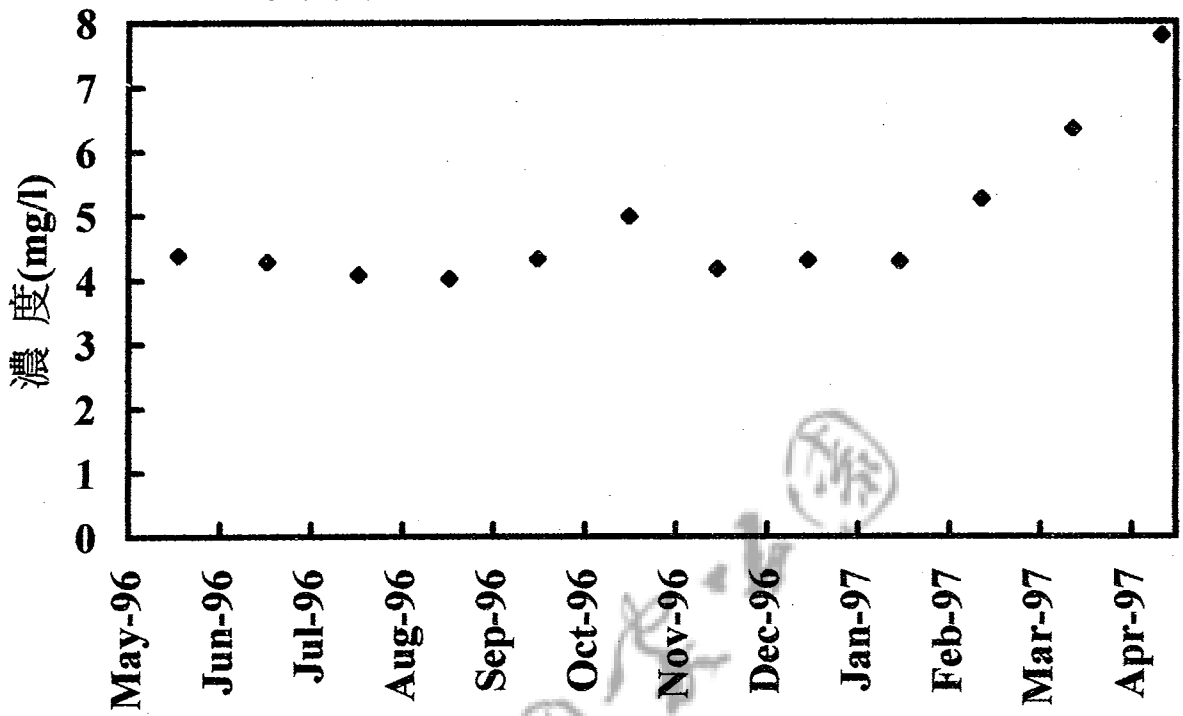
南磺溪（雷隱橋）水中鈉離子



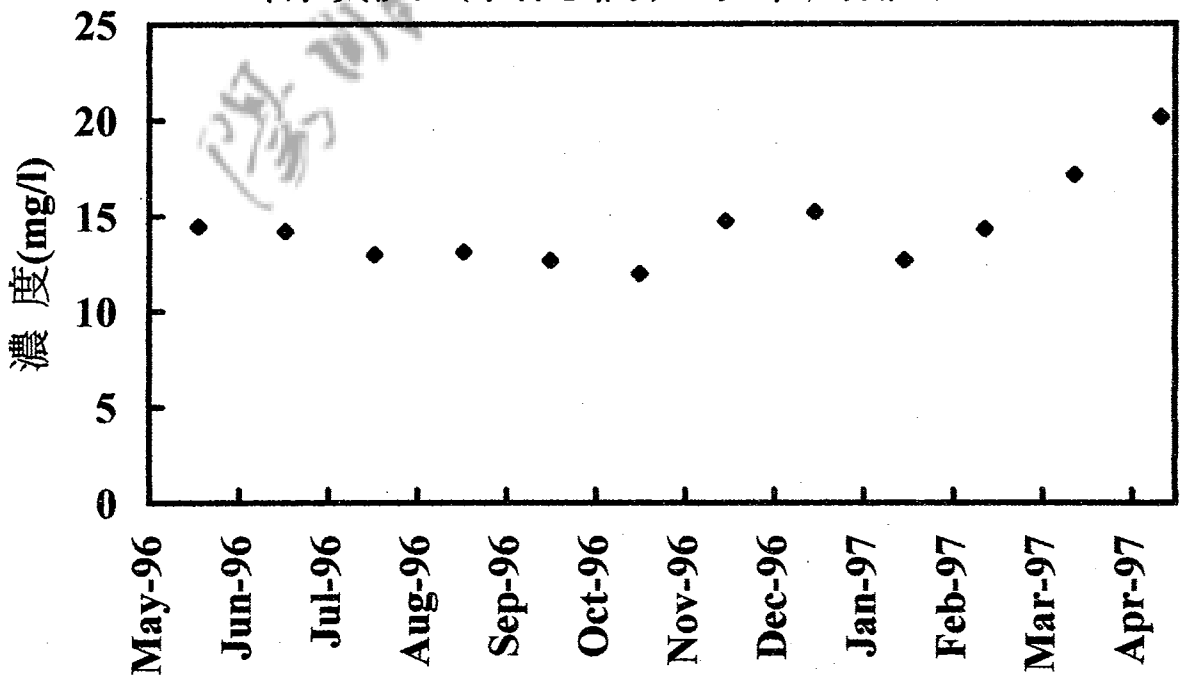
南磺溪（雷隱橋）水中鉀離子



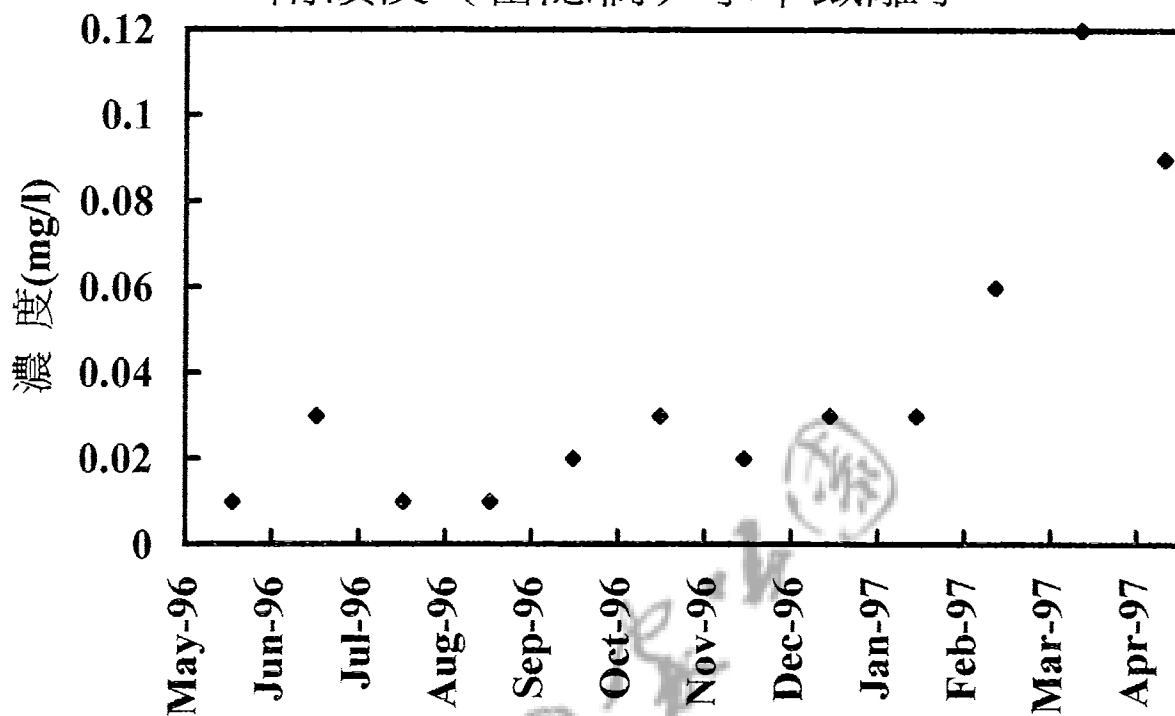
南磺溪（雷隱橋）水中鎂離子



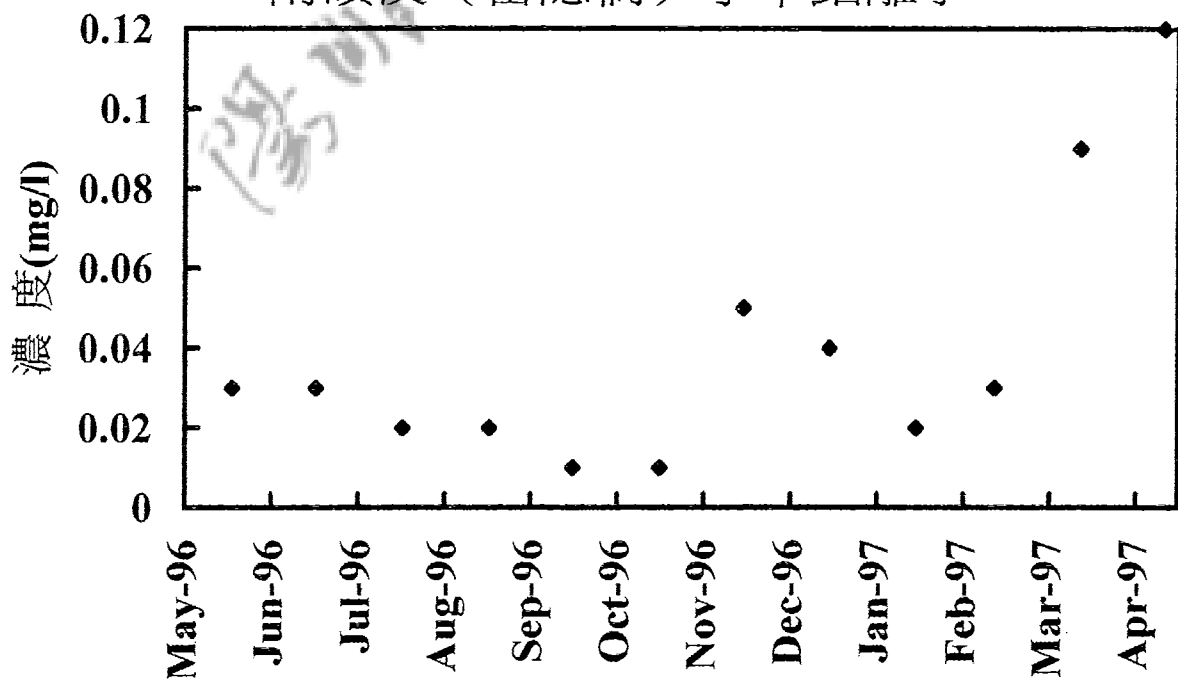
南磺溪（雷隱橋）水中鈣離子



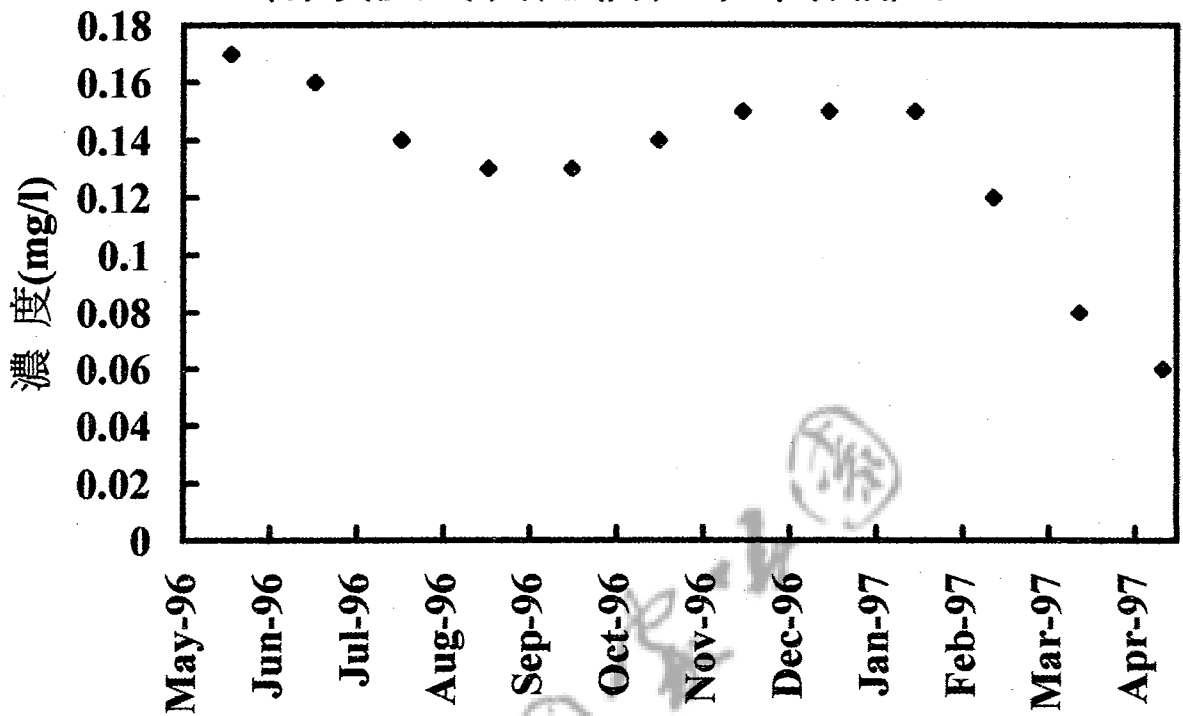
南磺溪（雷隱橋）水中鐵離子



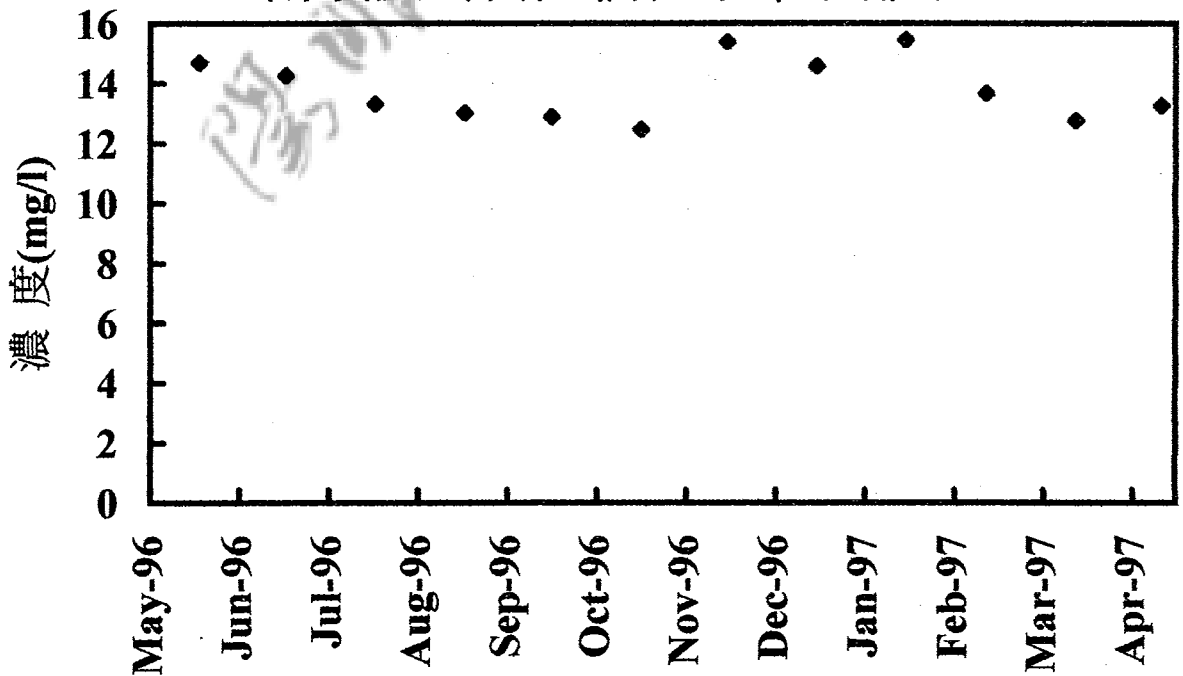
南磺溪（雷隱橋）水中鋁離子



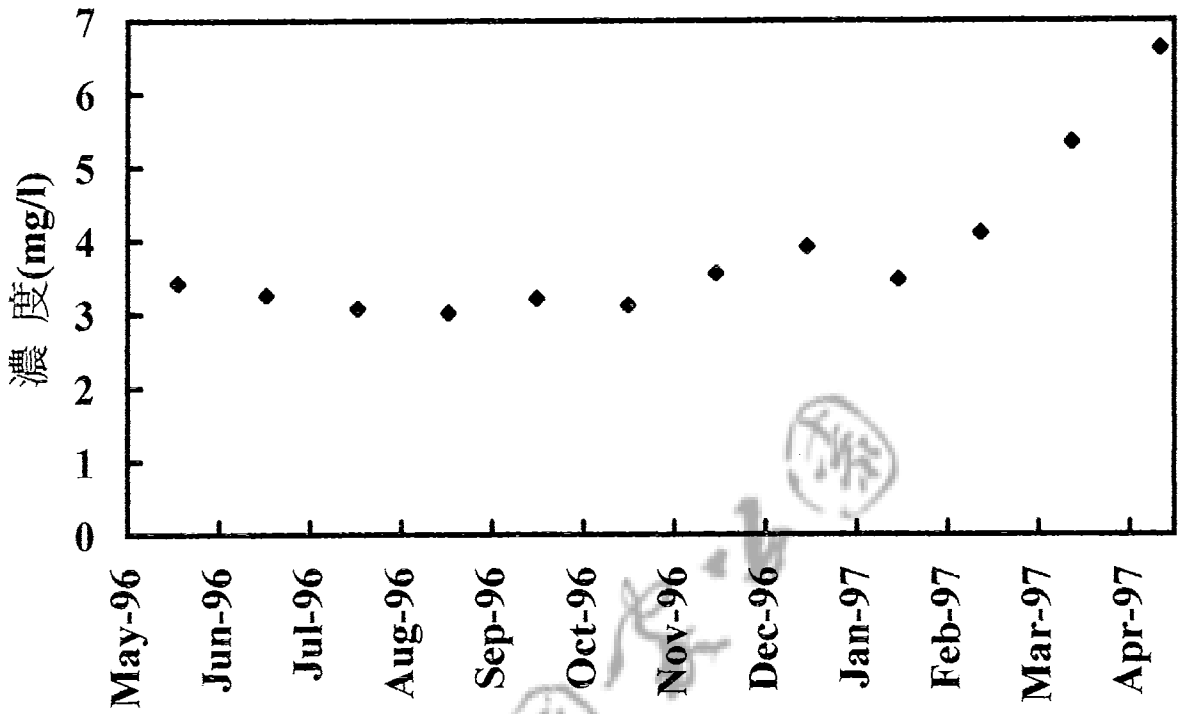
南磺溪 (雷隱橋) 水中氟離子



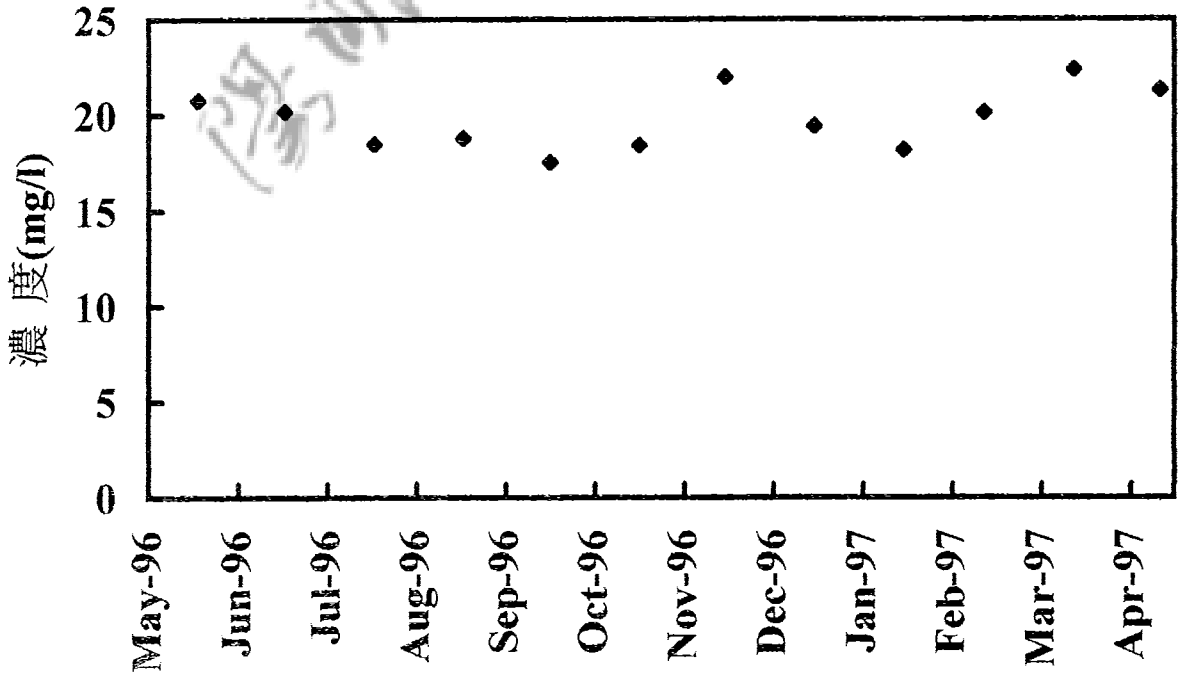
南磺溪 (雷隱橋) 水中氯離子



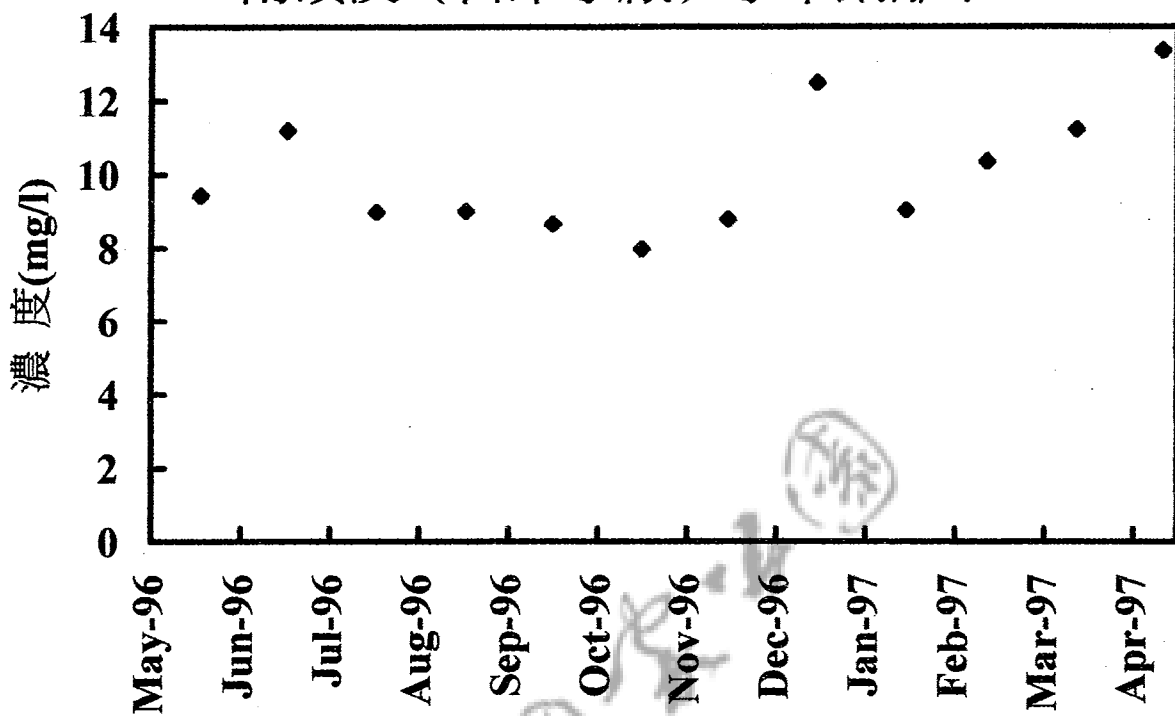
南磺溪（雷隱橋）水中硝酸根離子



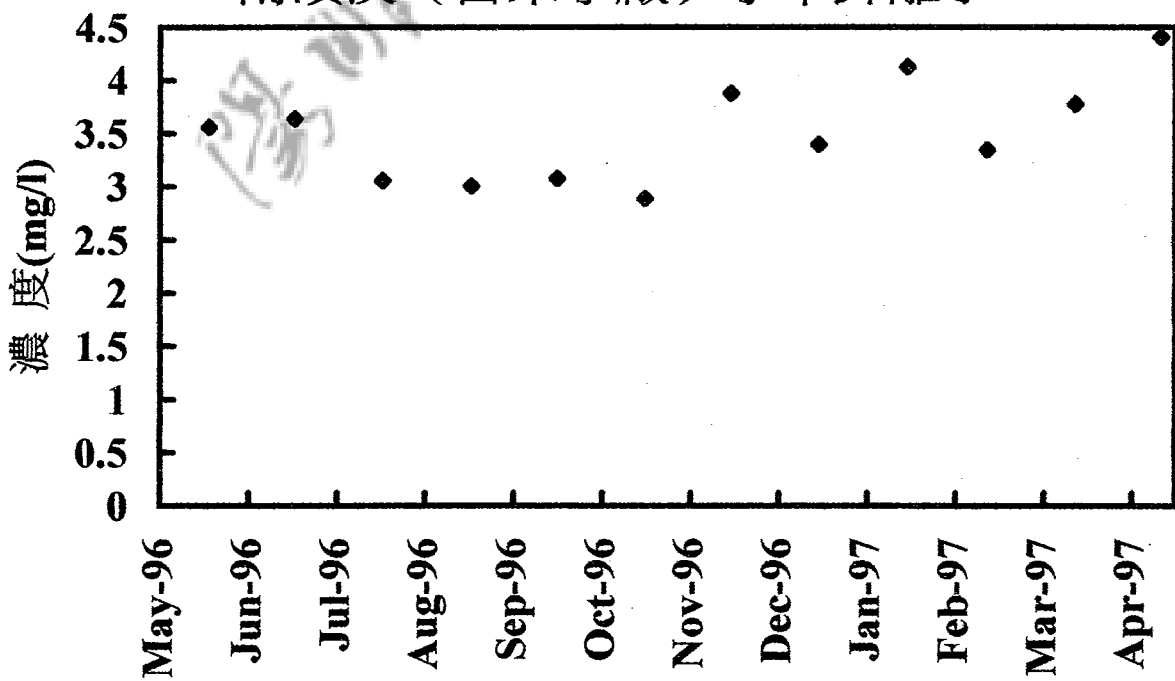
南磺溪（雷隱橋）水中硫酸根離子



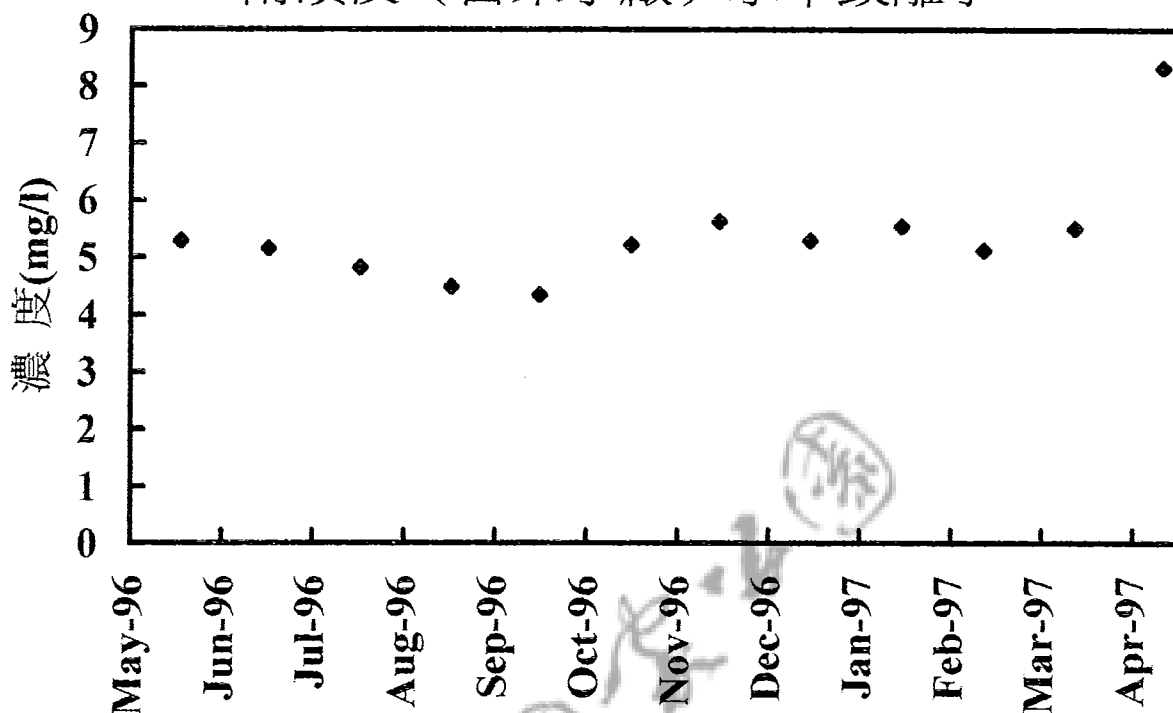
南磺溪（自來水廠）水中鈉離子



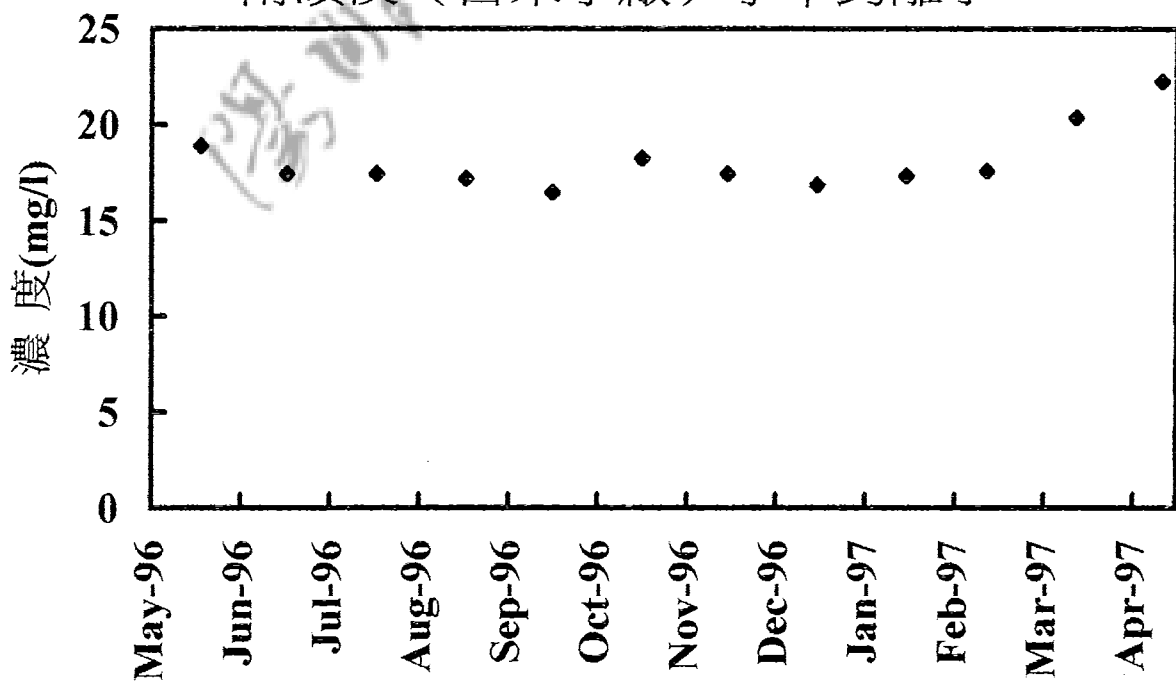
南磺溪（自來水廠）水中鉀離子



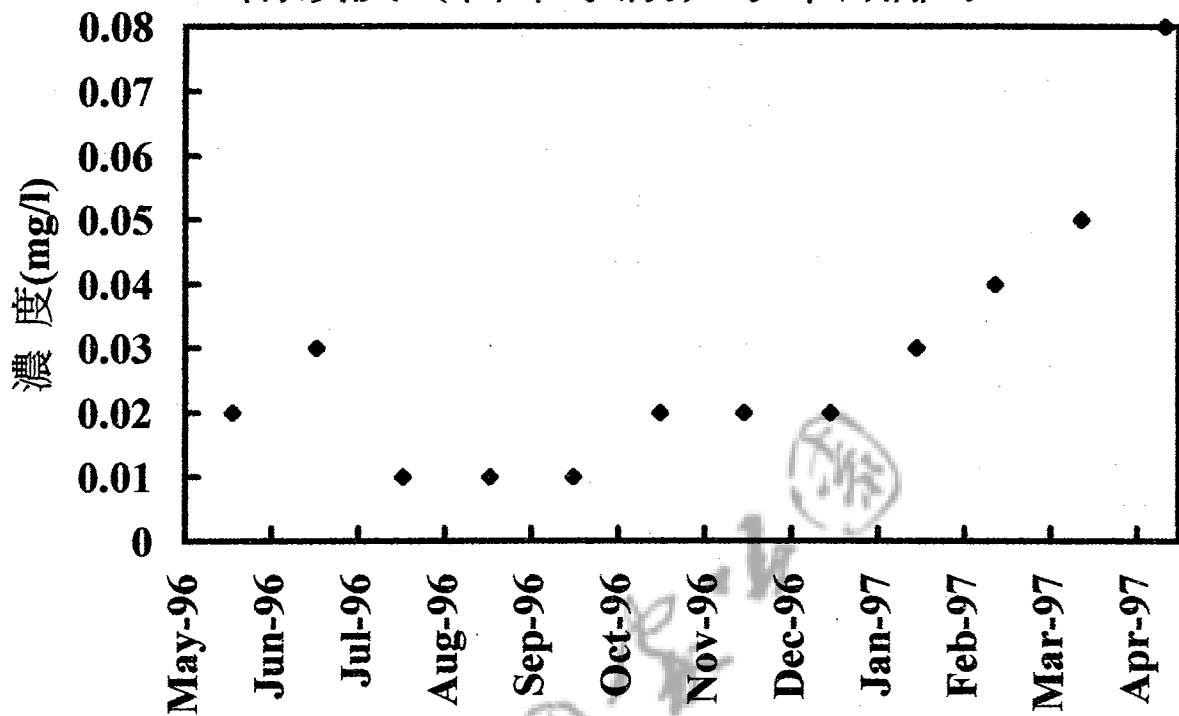
南磺溪（自來水廠）水中鎂離子



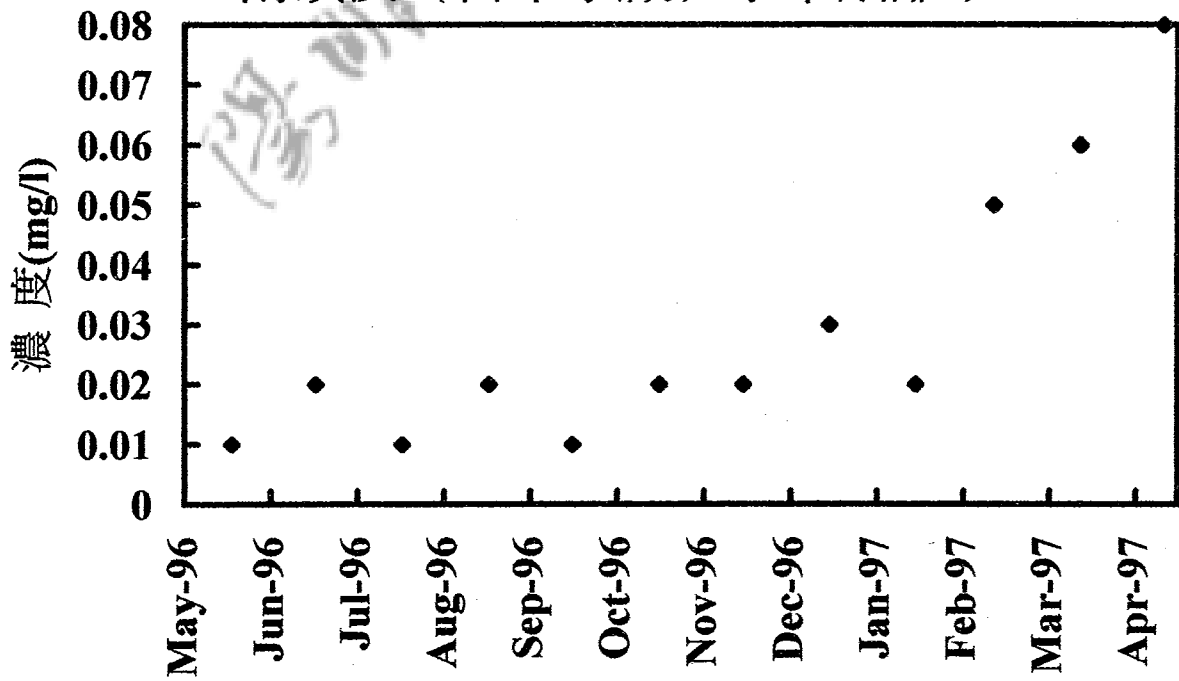
南磺溪（自來水廠）水中鈣離子



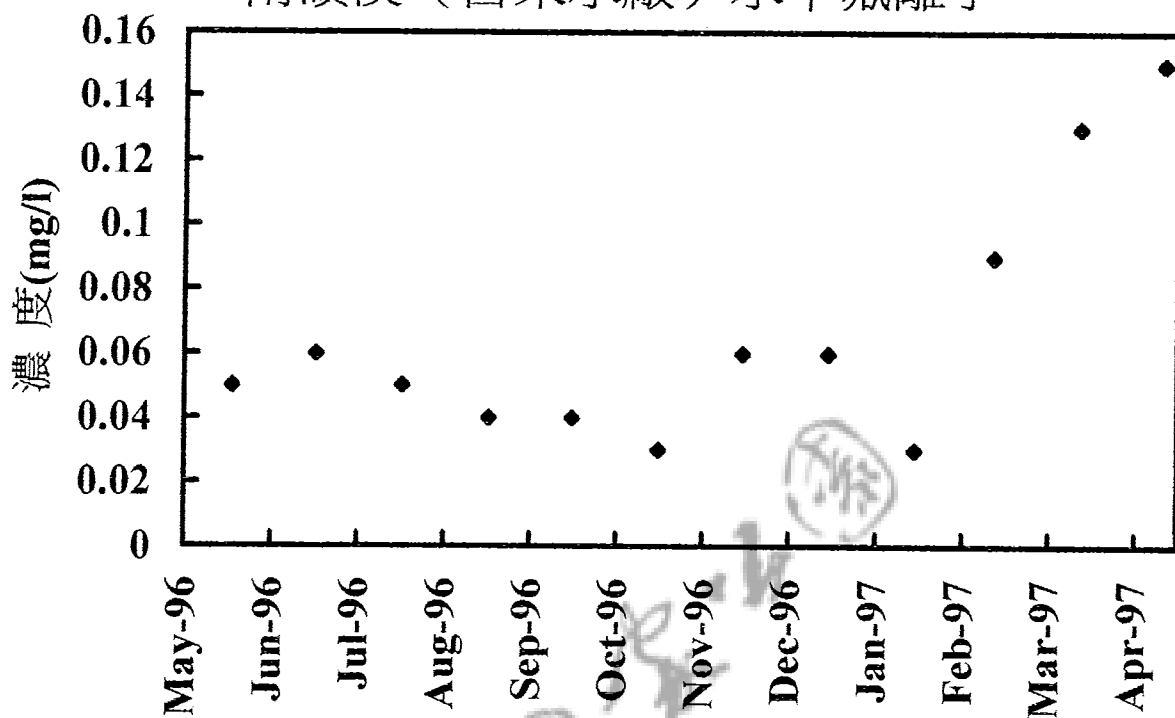
南磺溪（自來水廠）水中鐵離子



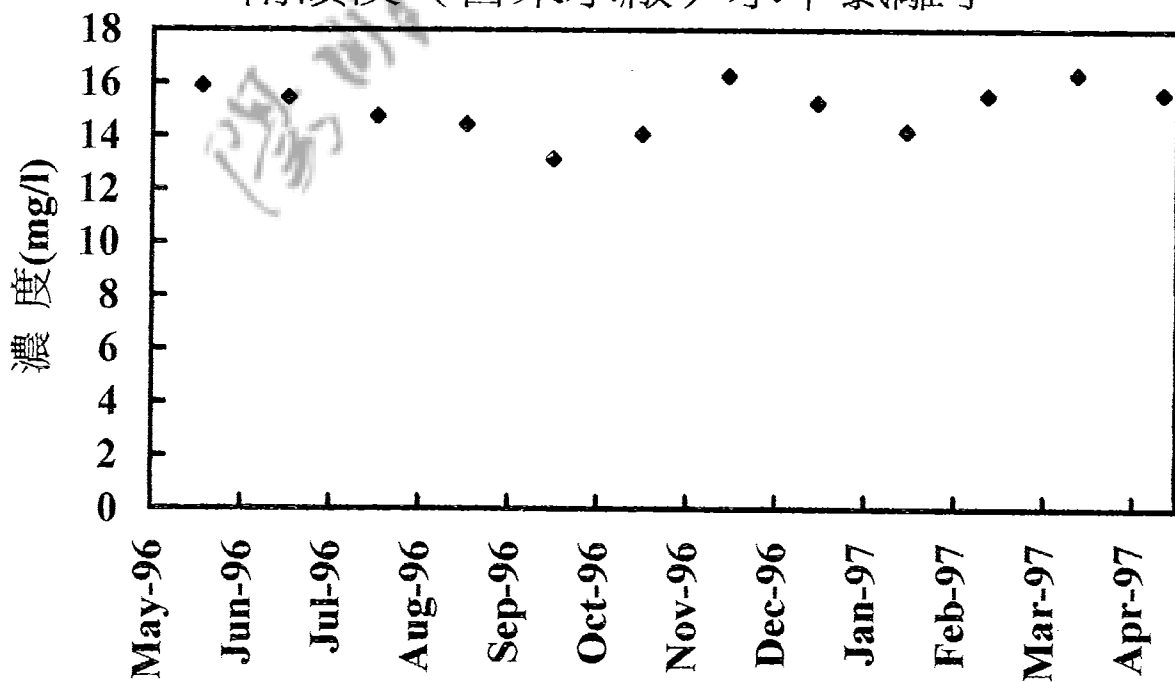
南磺溪（自來水廠）水中鋁離子



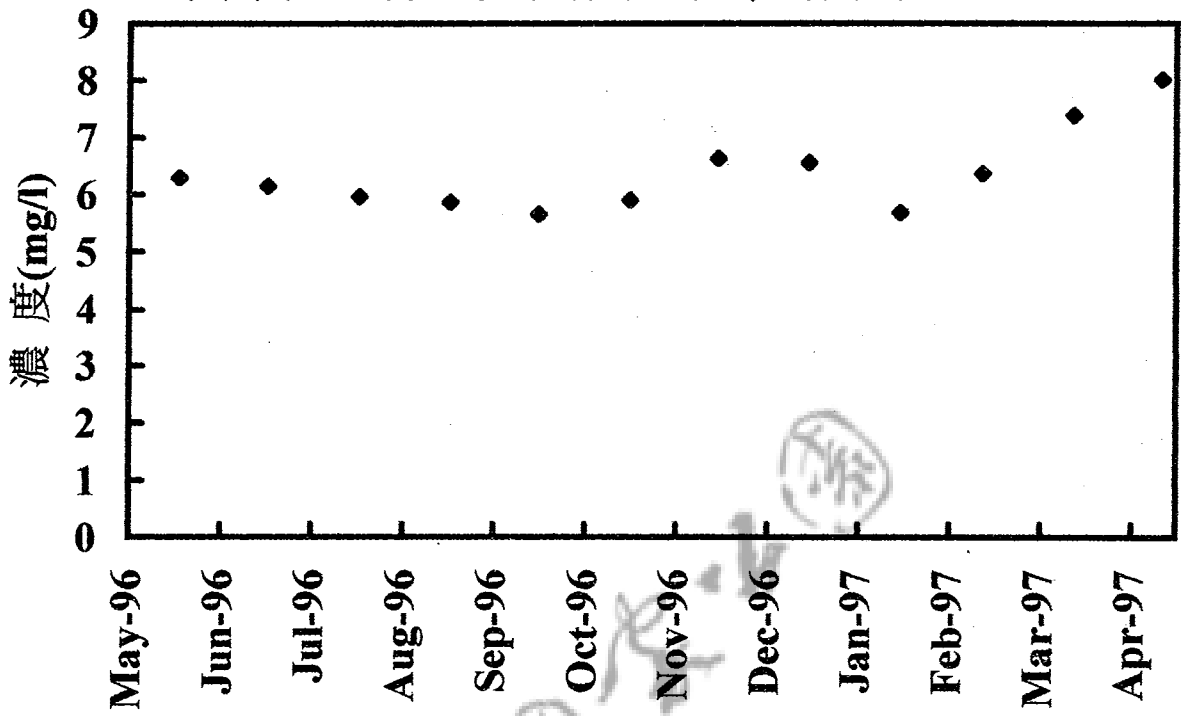
南磺溪（自來水廠）水中氟離子



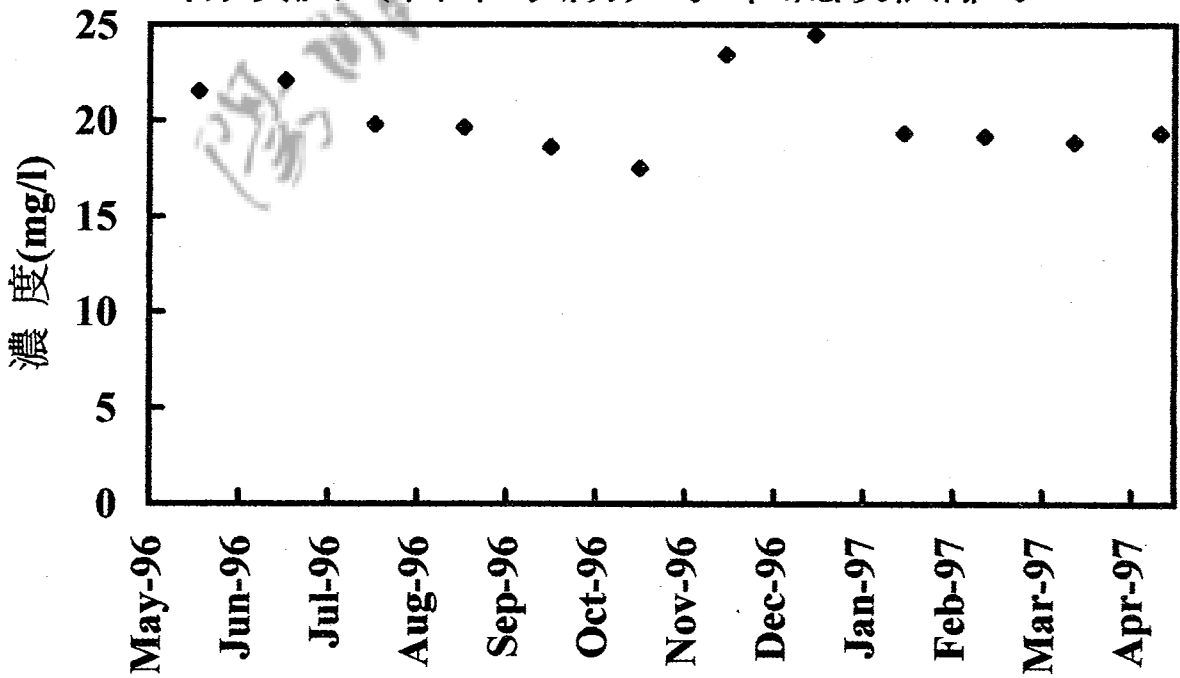
南磺溪（自來水廠）水中氯離子



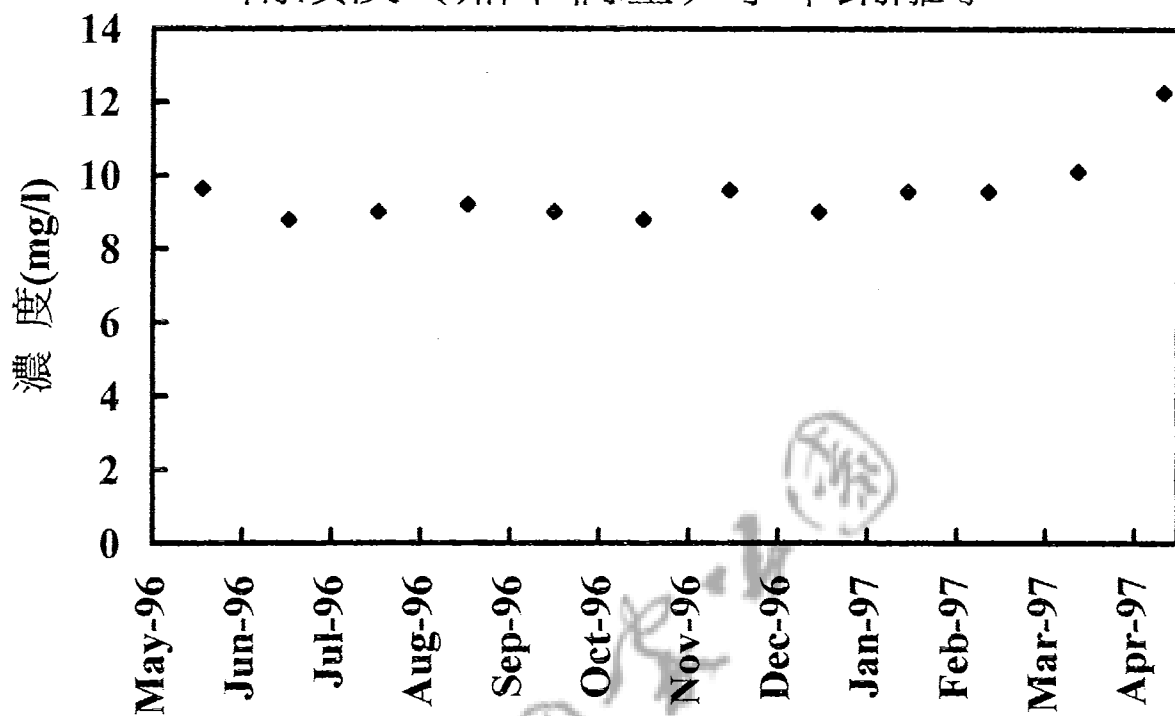
南磺溪（自來水廠）水中硝酸根離子



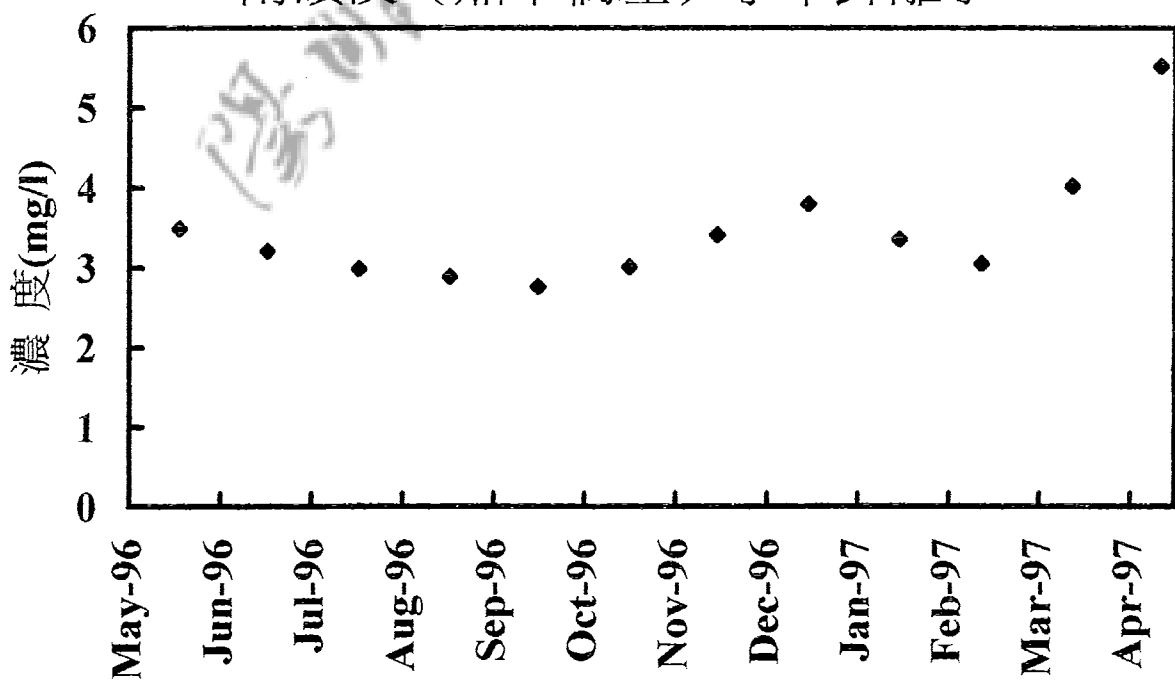
南磺溪（自來水廠）水中硫酸根離子



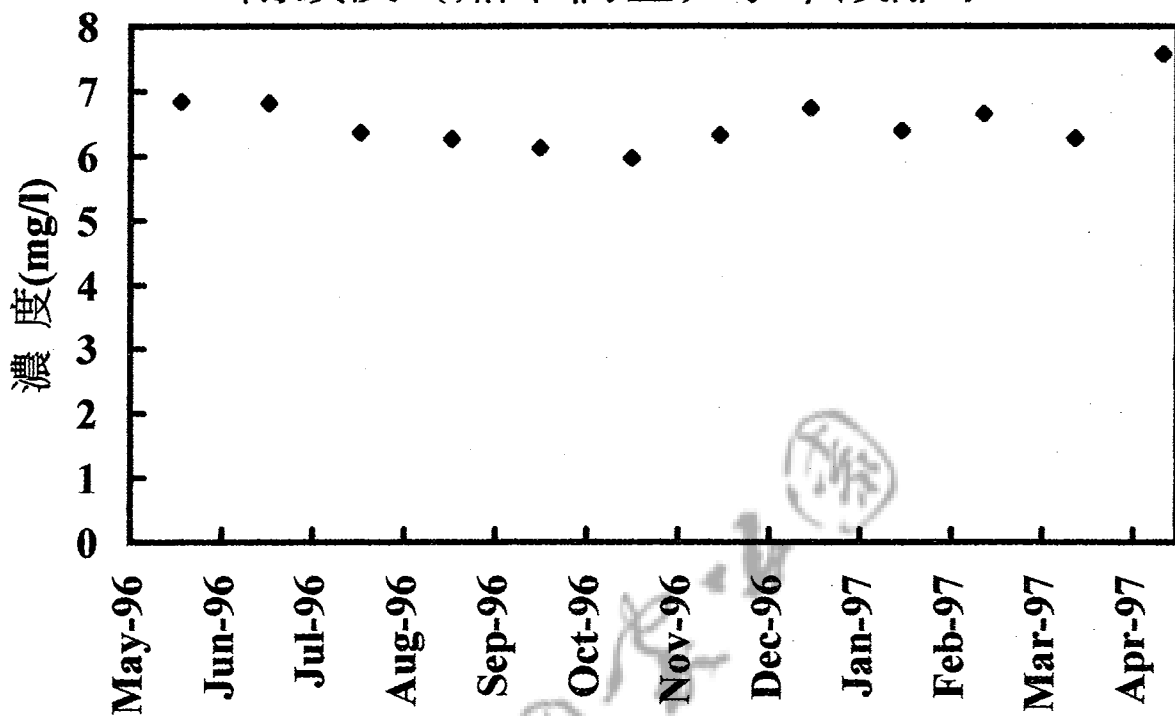
南磺溪（鼎筆橋左）水中鈉離子



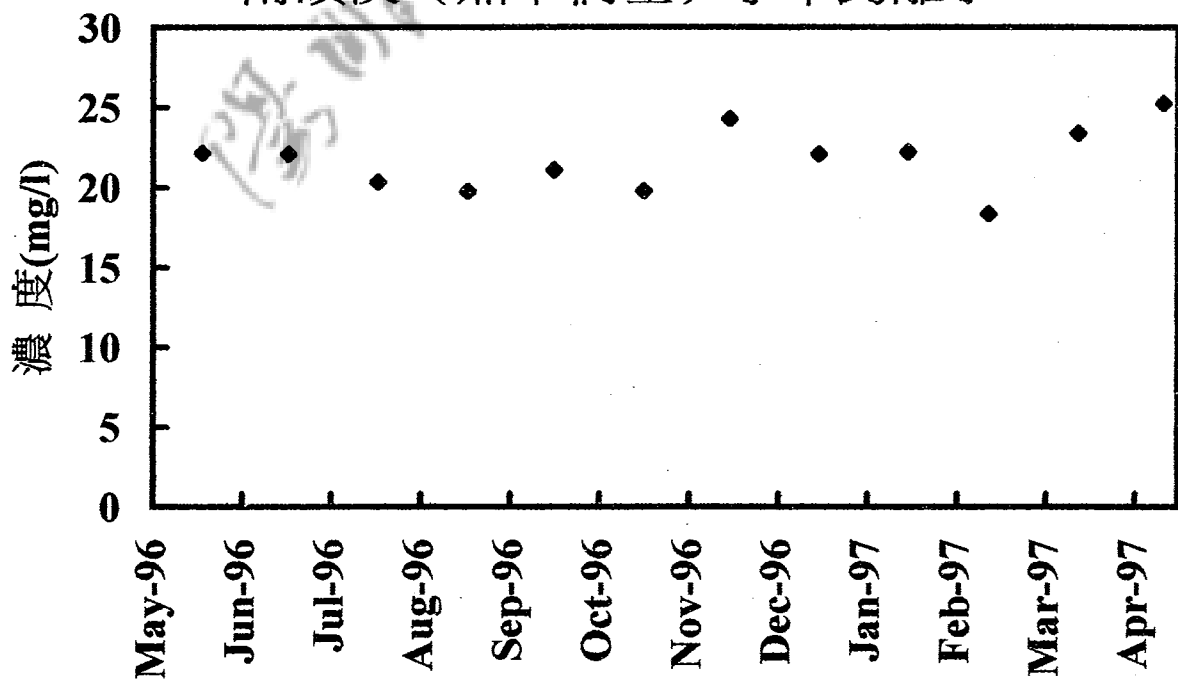
南磺溪（鼎筆橋左）水中鉀離子



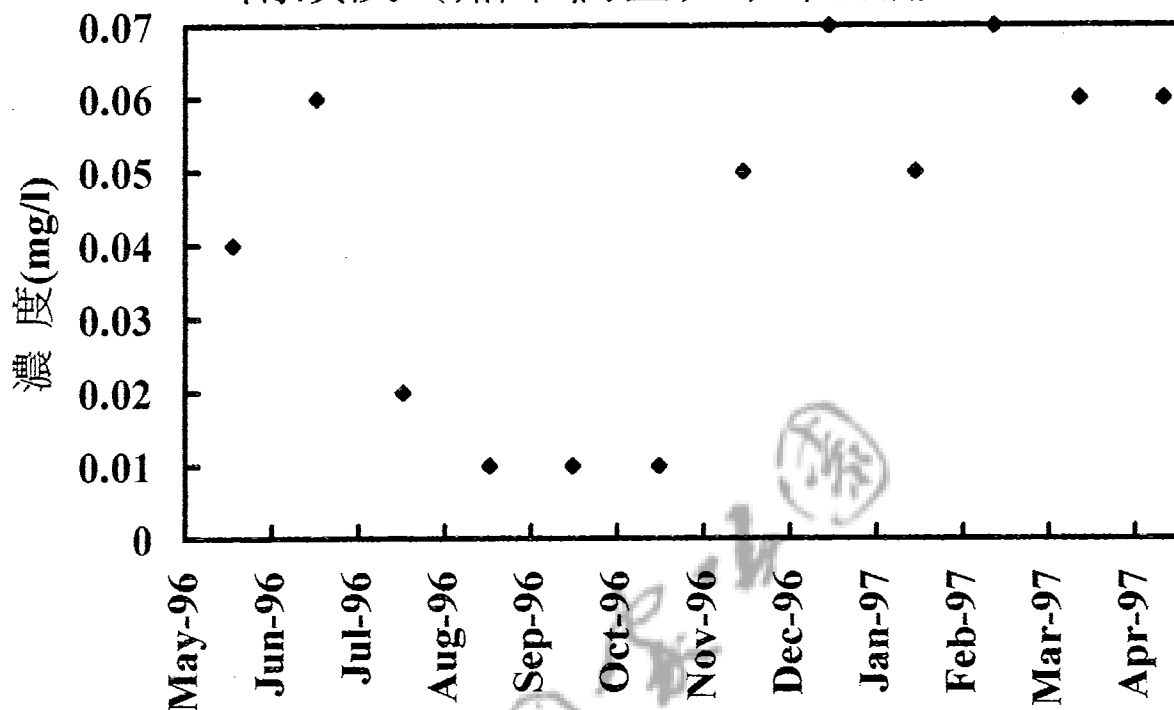
南磺溪（鼎筆橋左）水中鎂離子



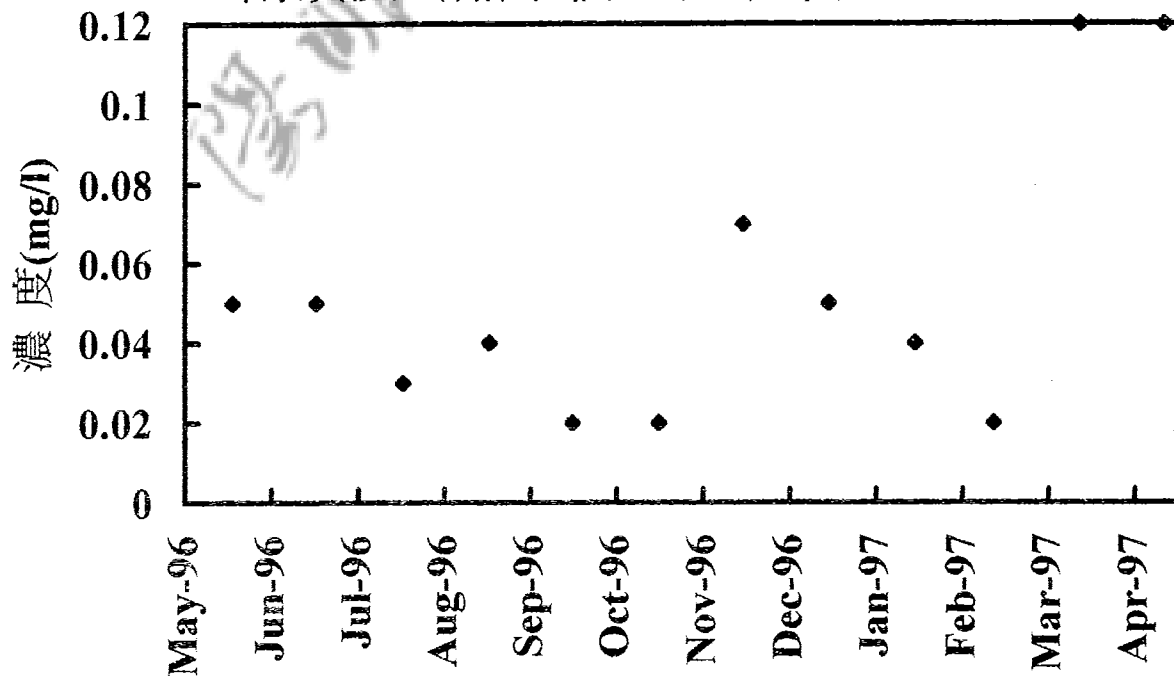
南磺溪（鼎筆橋左）水中鈣離子



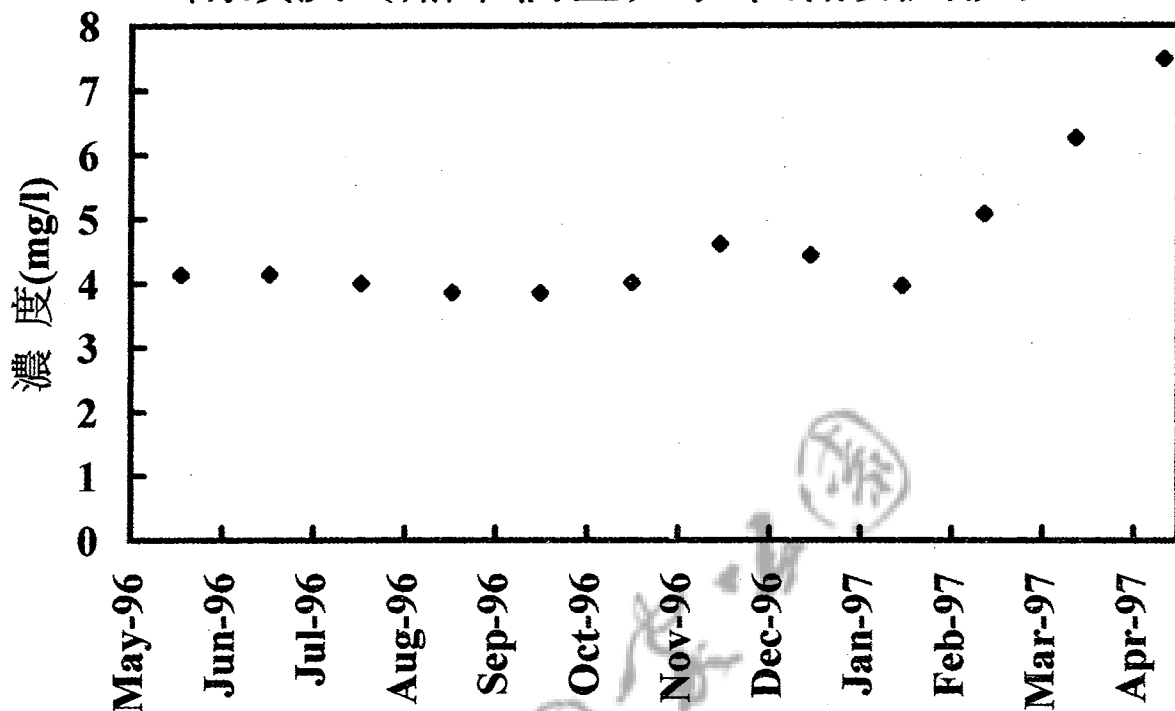
南磺溪（鼎筆橋左）水中鐵離子



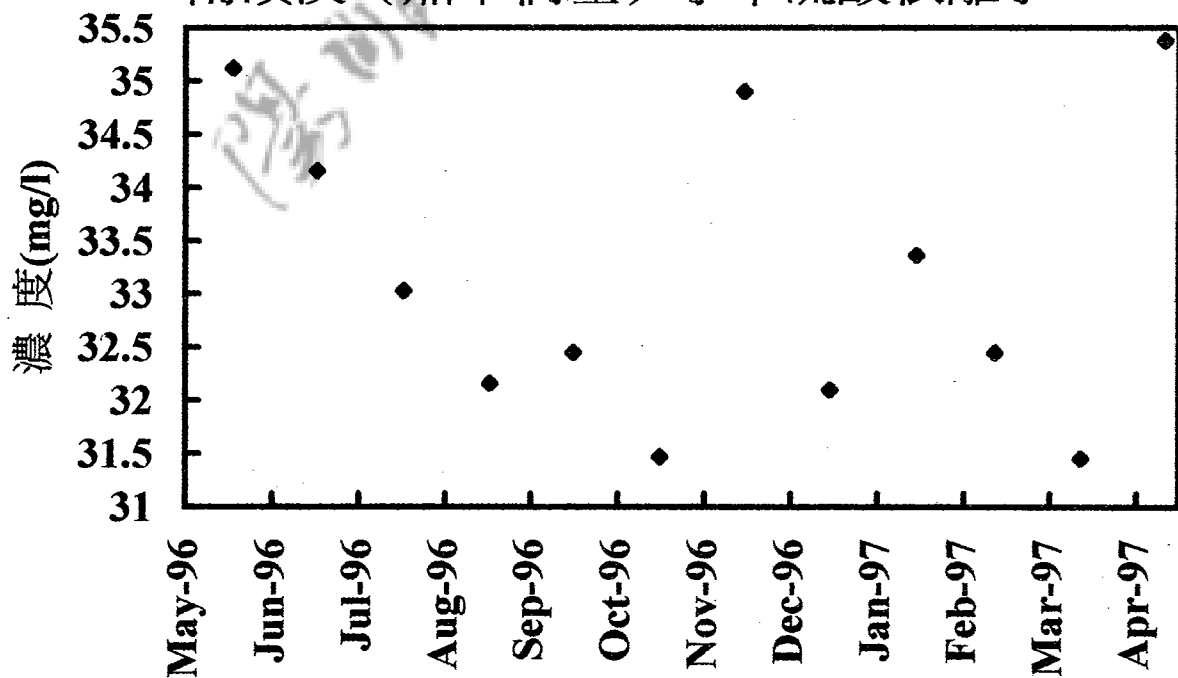
南磺溪（鼎筆橋左）水中鋁離子



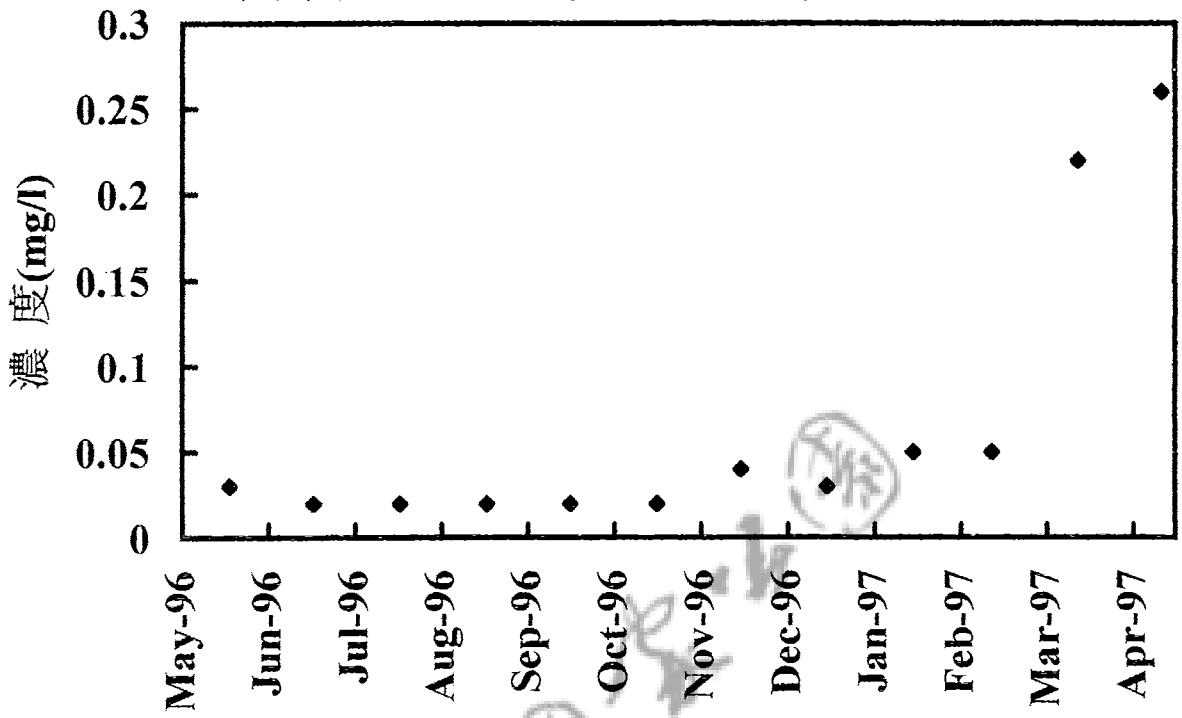
南磺溪（鼎筆橋左）水中硝酸根離子



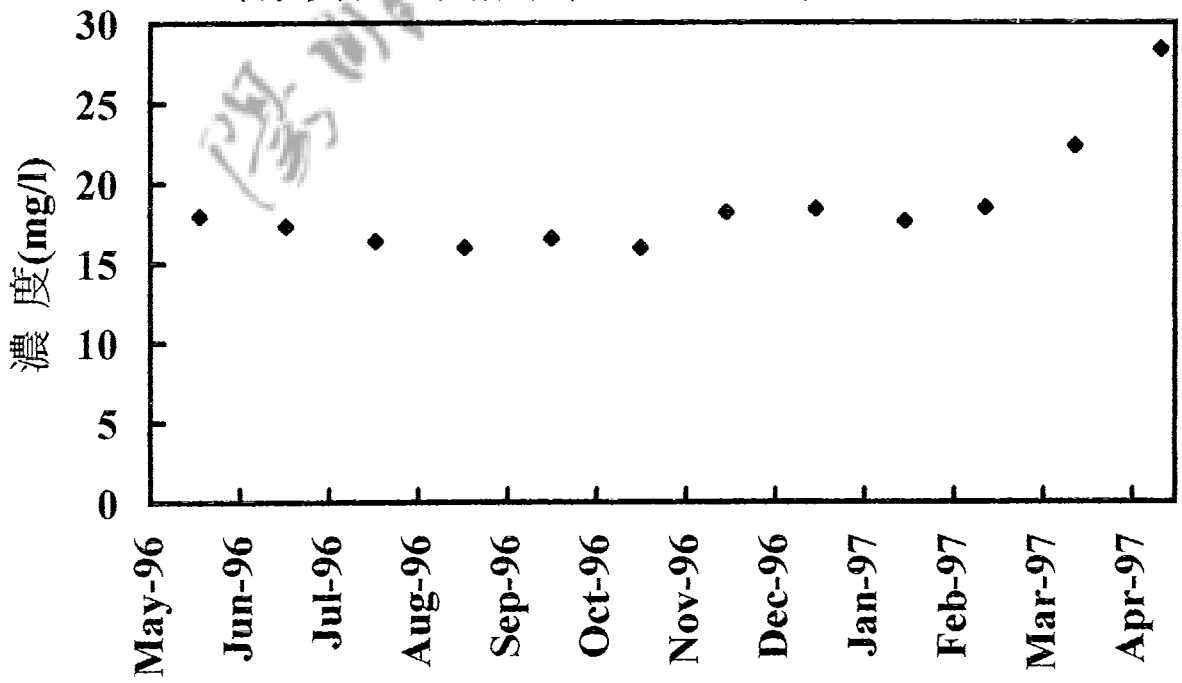
南磺溪（鼎筆橋左）水中硫酸根離子



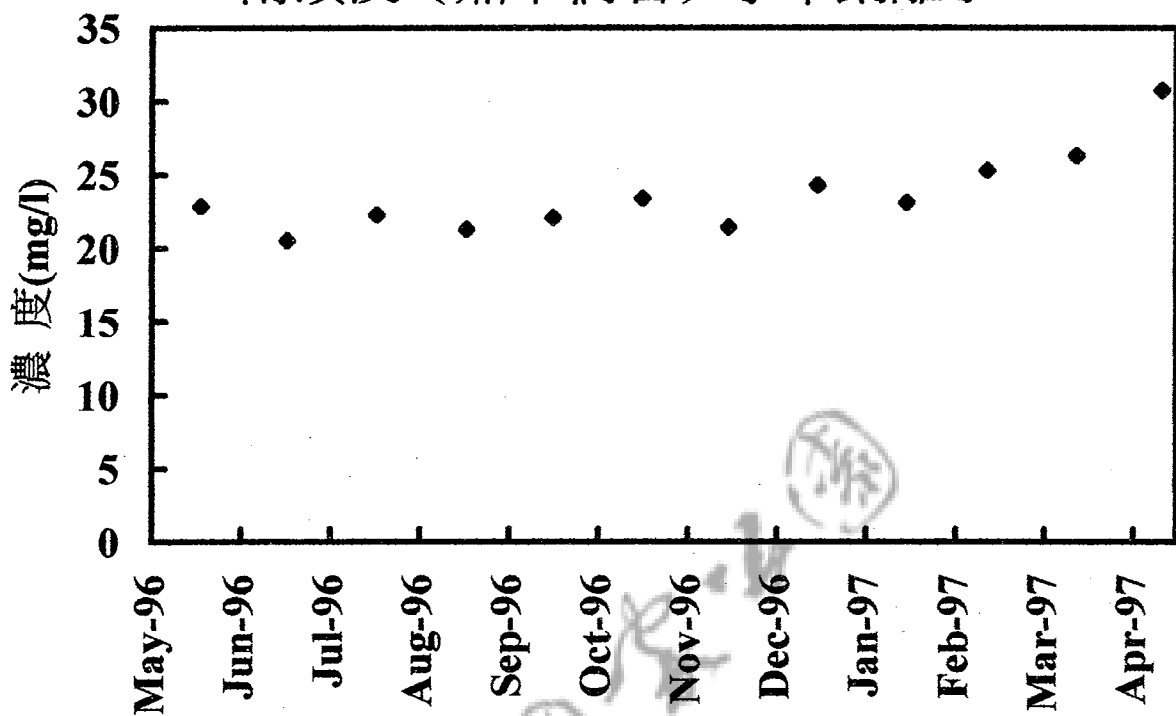
南磺溪（鼎筆橋左）水中氟離子



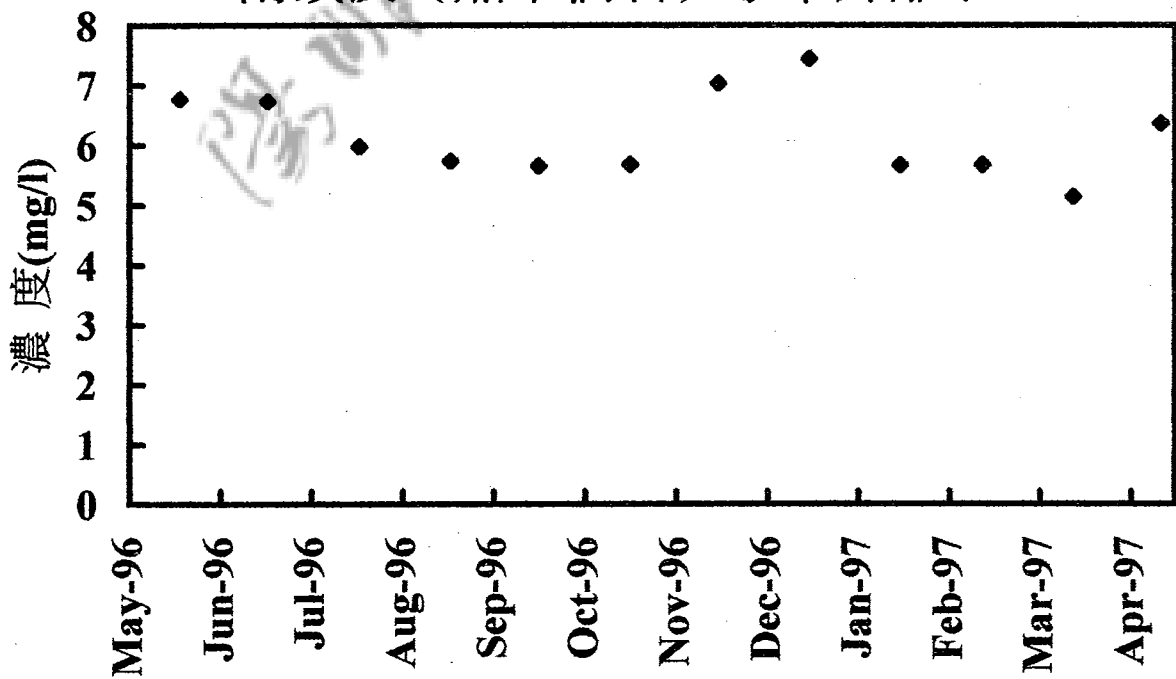
南磺溪（鼎筆橋左）水中氯離子



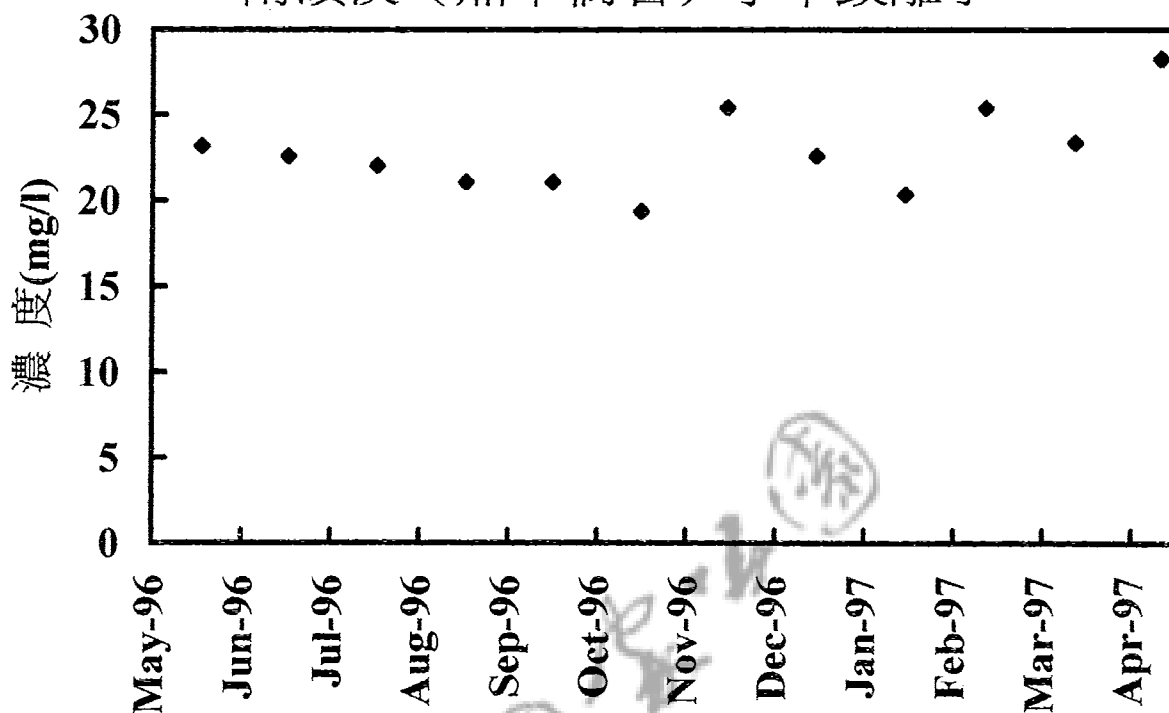
南磺溪（鼎筆橋右）水中鈉離子



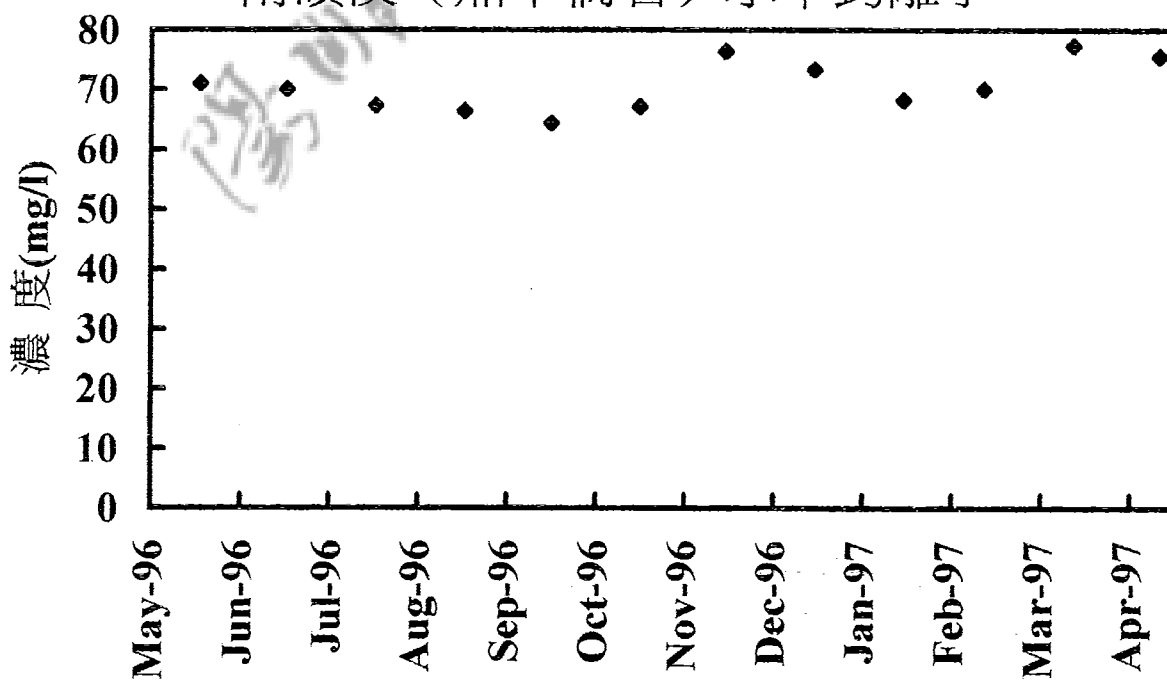
南磺溪（鼎筆橋右）水中鉀離子



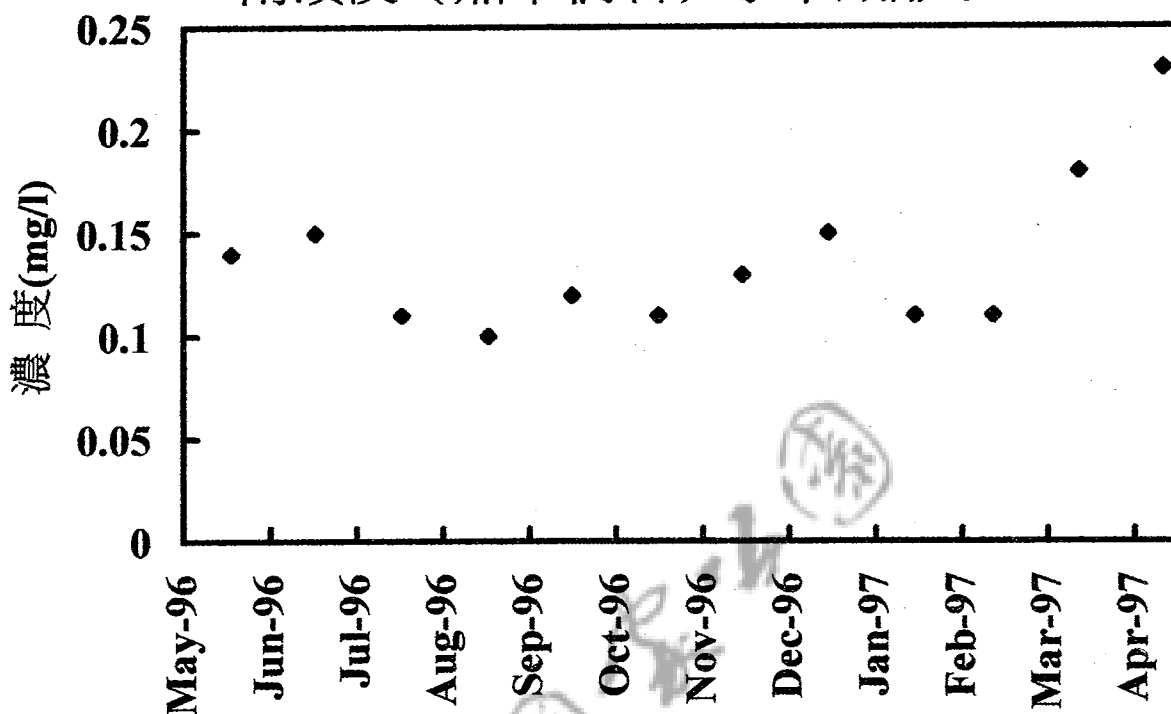
南磺溪（鼎筆橋右）水中鎂離子



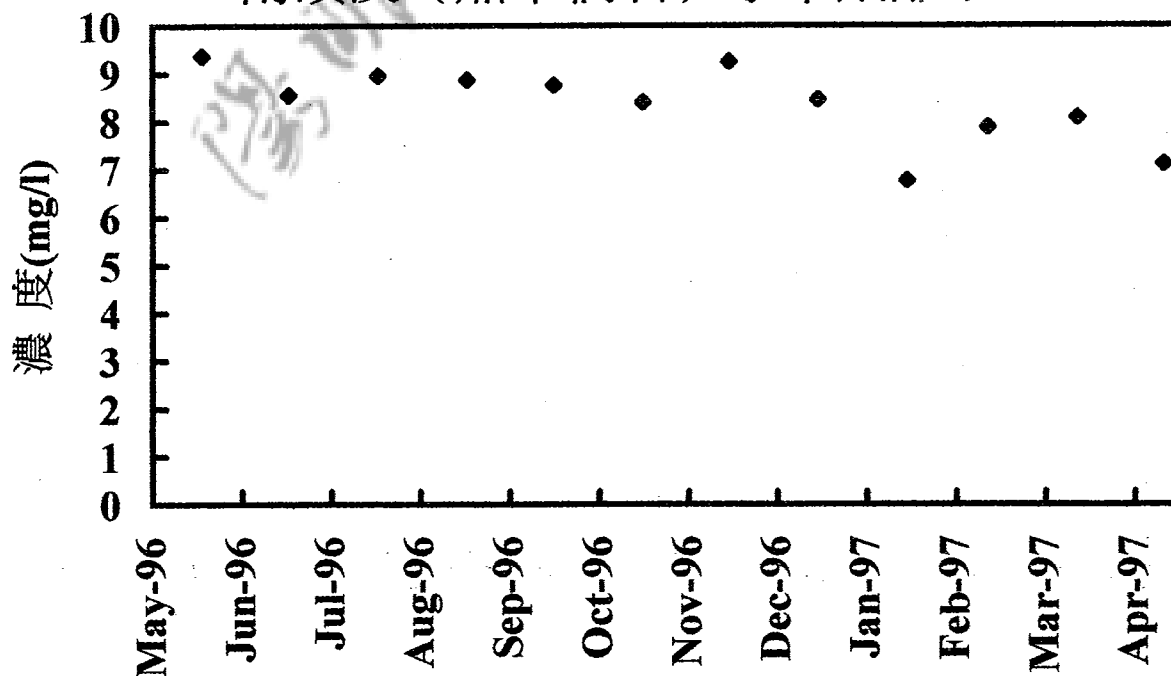
南磺溪（鼎筆橋右）水中鈣離子



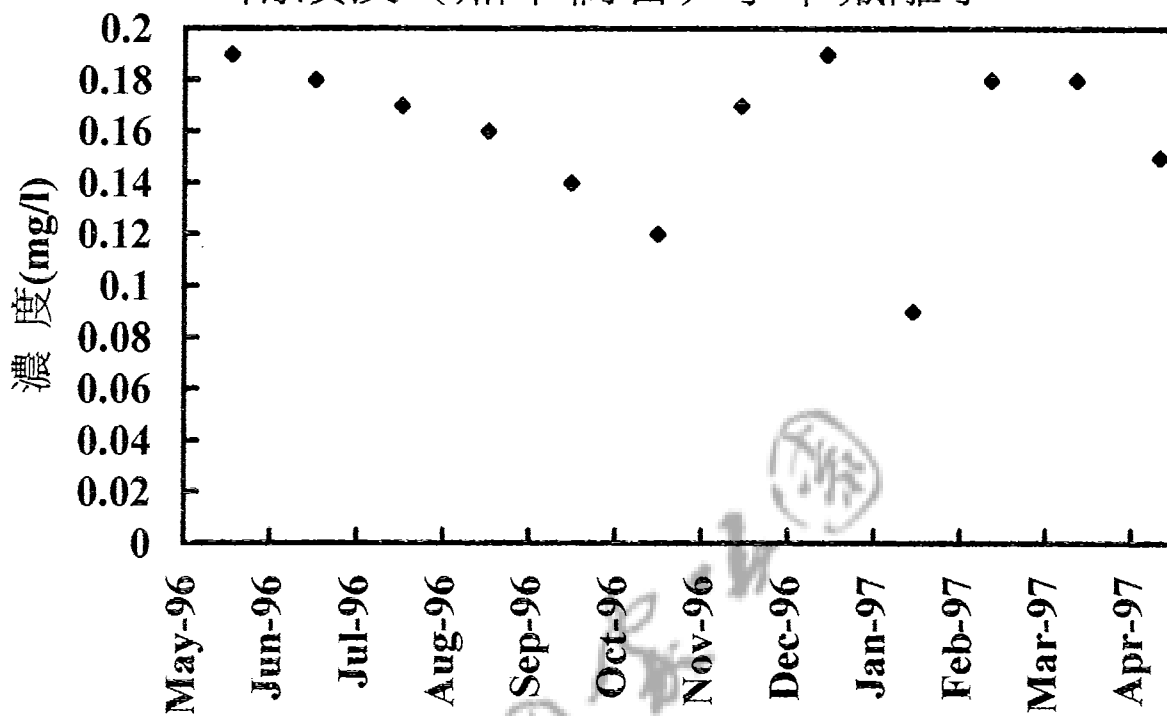
南磺溪（鼎筆橋右）水中鐵離子



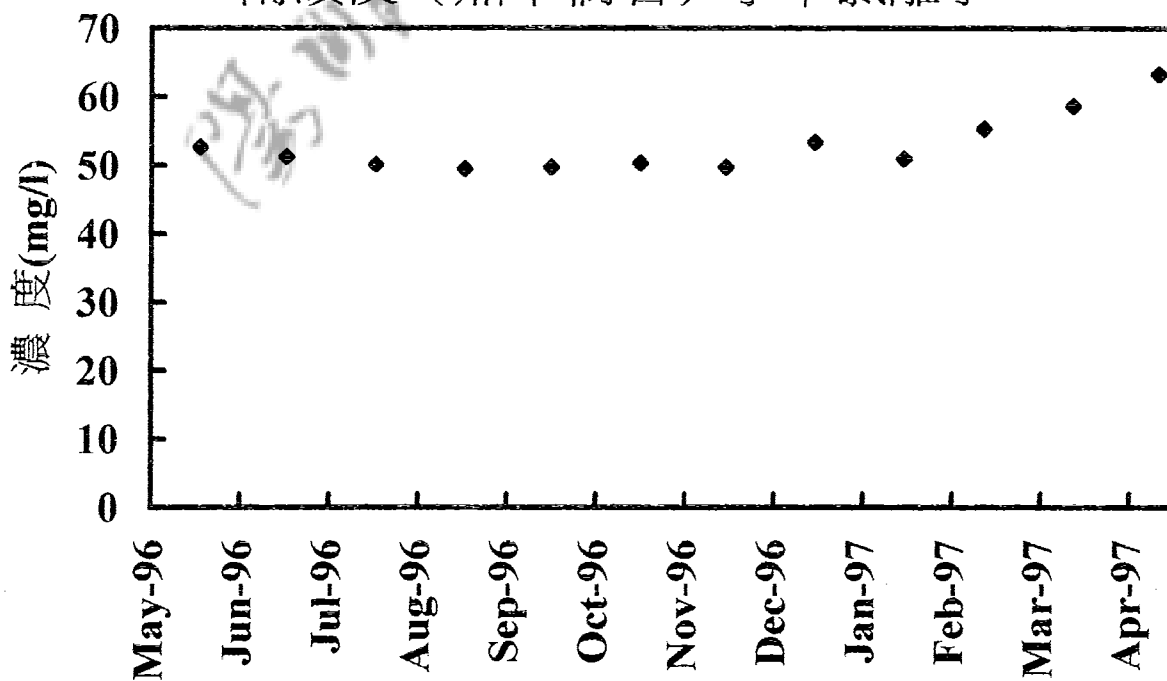
南磺溪（鼎筆橋右）水中鋁離子



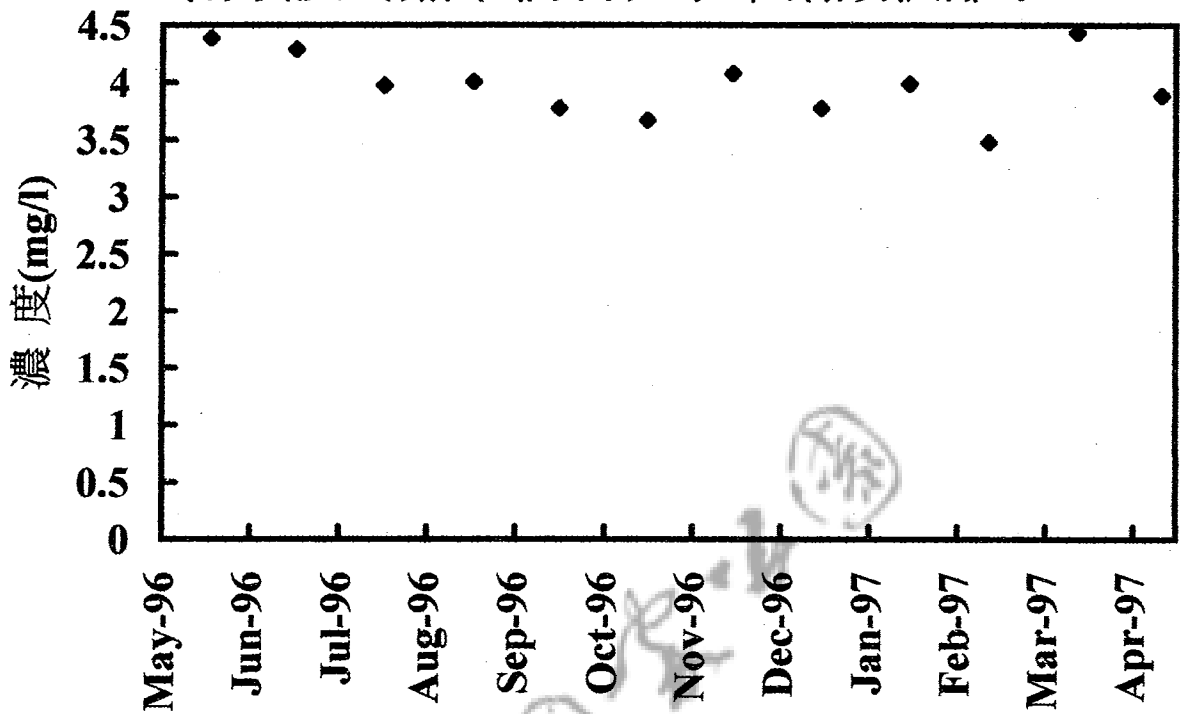
南磺溪（鼎筆橋右）水中氟離子



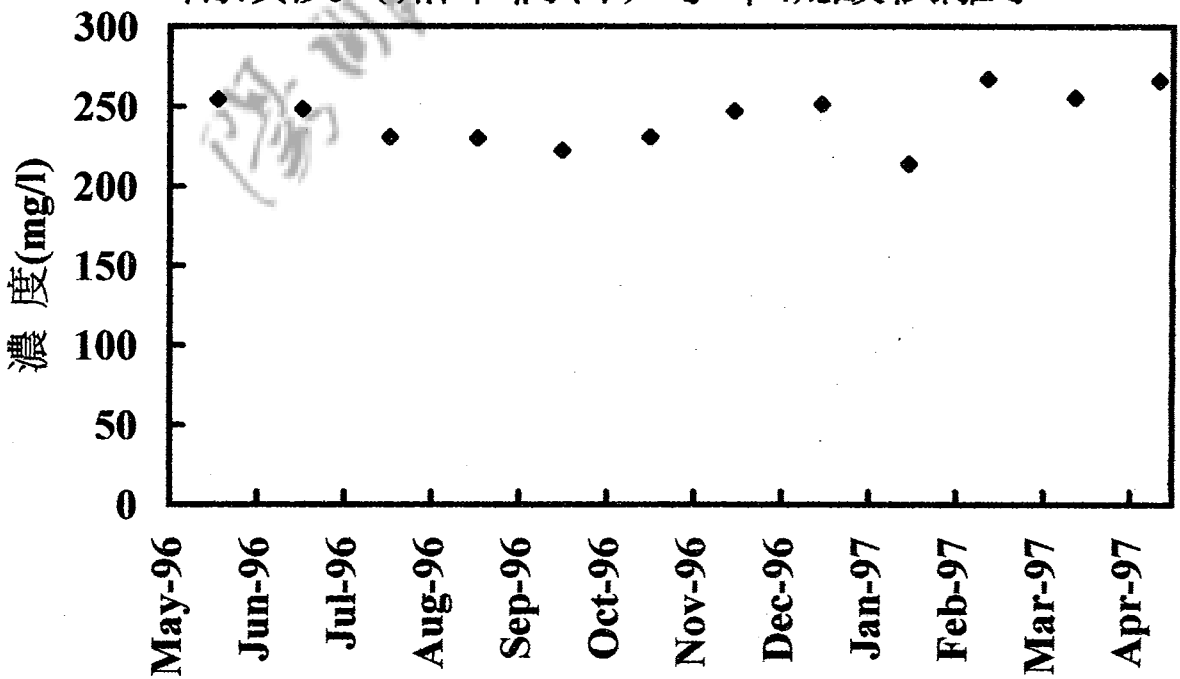
南磺溪（鼎筆橋右）水中氯離子



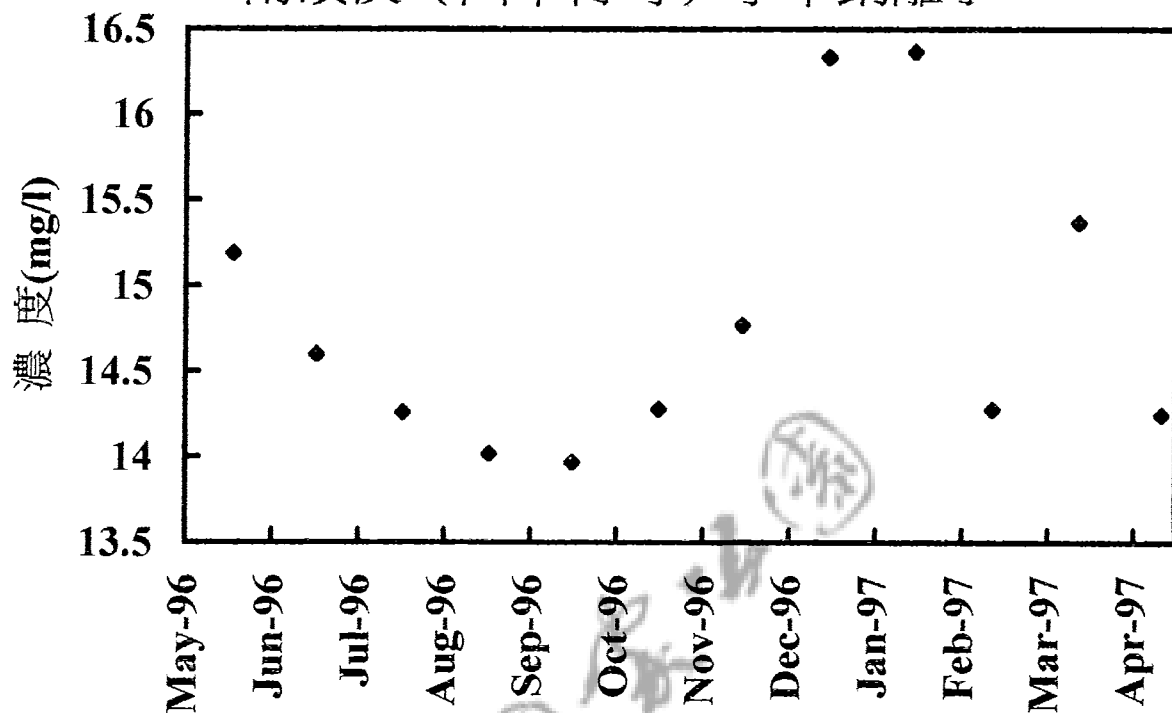
南磺溪（鼎筆橋右）水中硝酸根離子



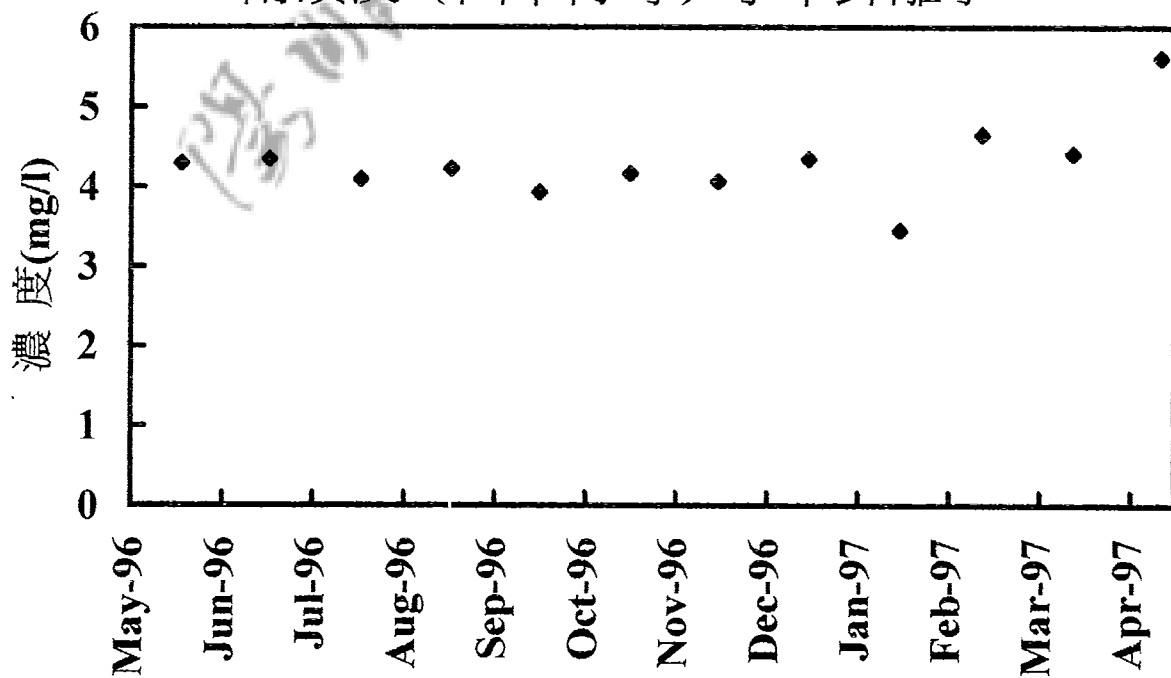
南磺溪（鼎筆橋右）水中硫酸根離子



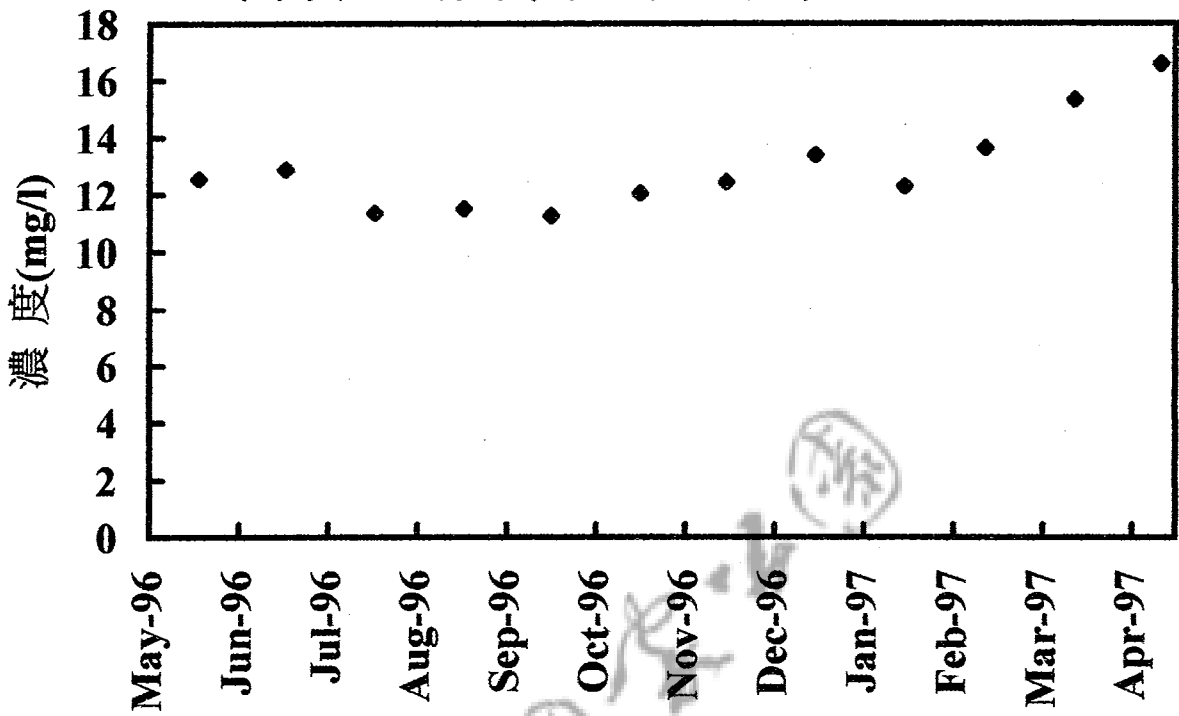
南磺溪（山中傳奇）水中鈉離子



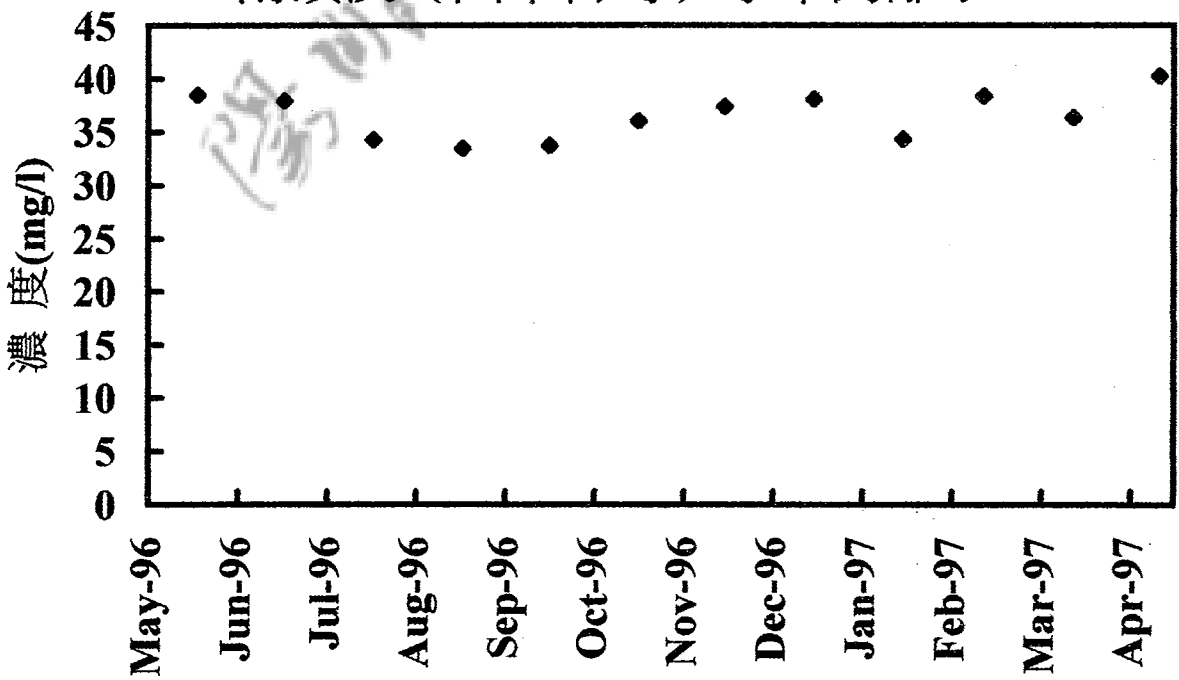
南磺溪（山中傳奇）水中鉀離子



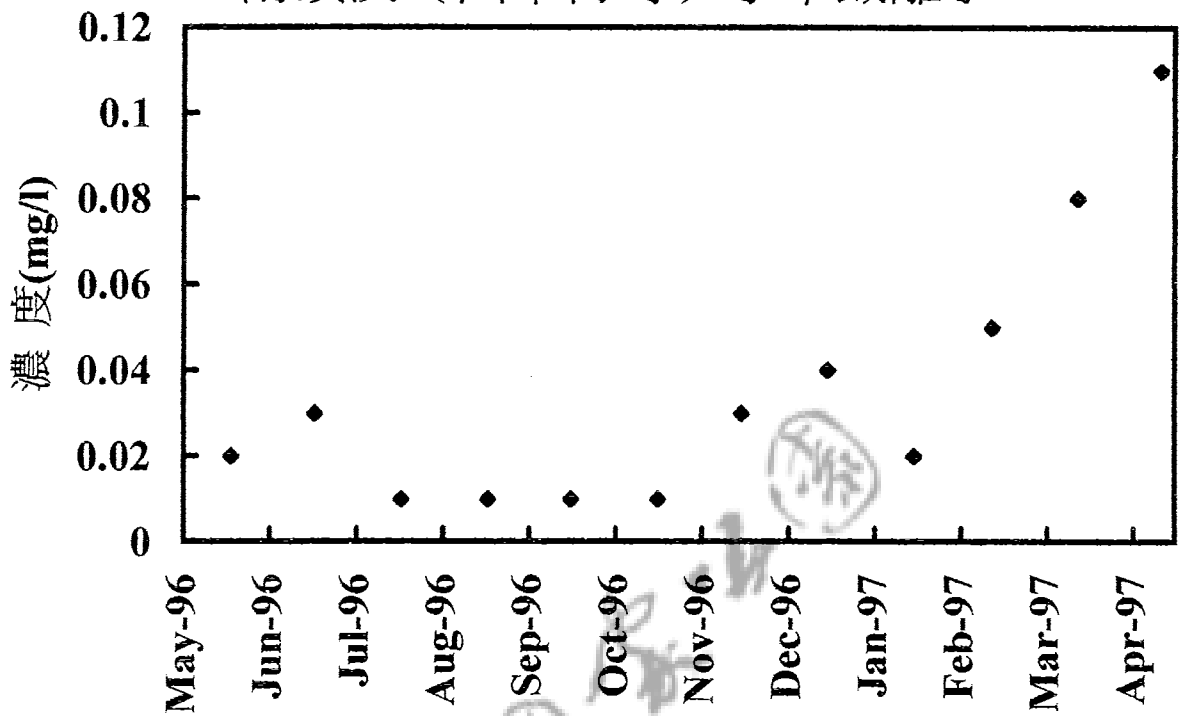
南磺溪（山中傳奇）水中鎂離子



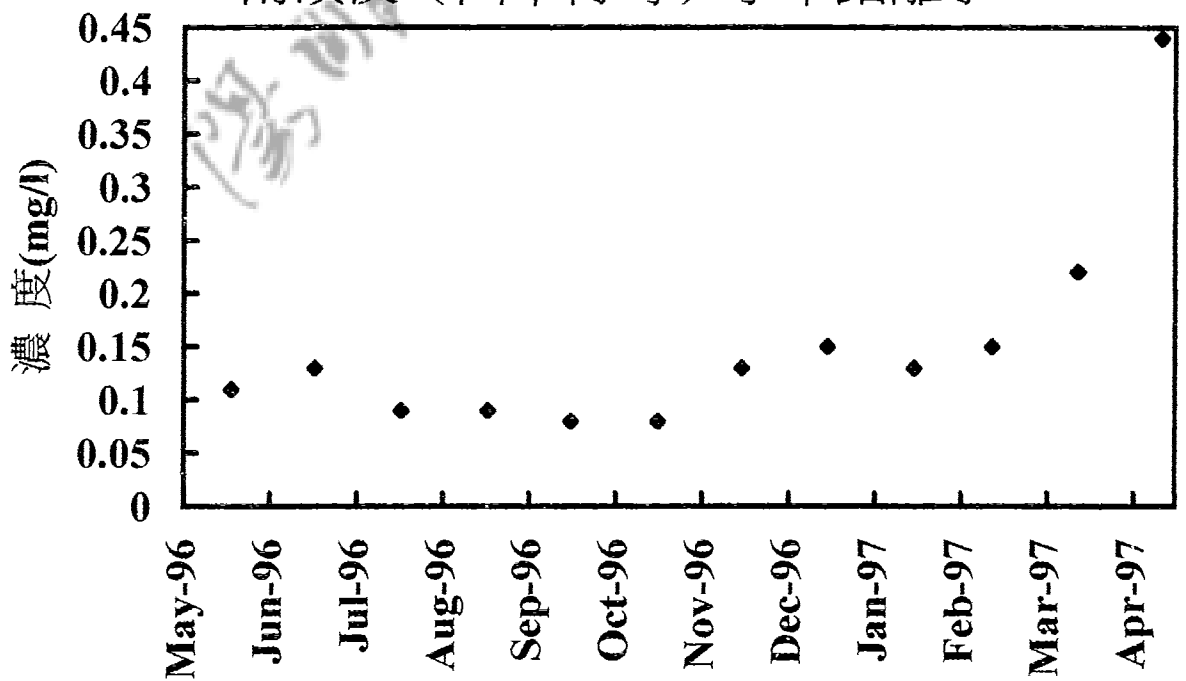
南磺溪（山中傳奇）水中鈣離子



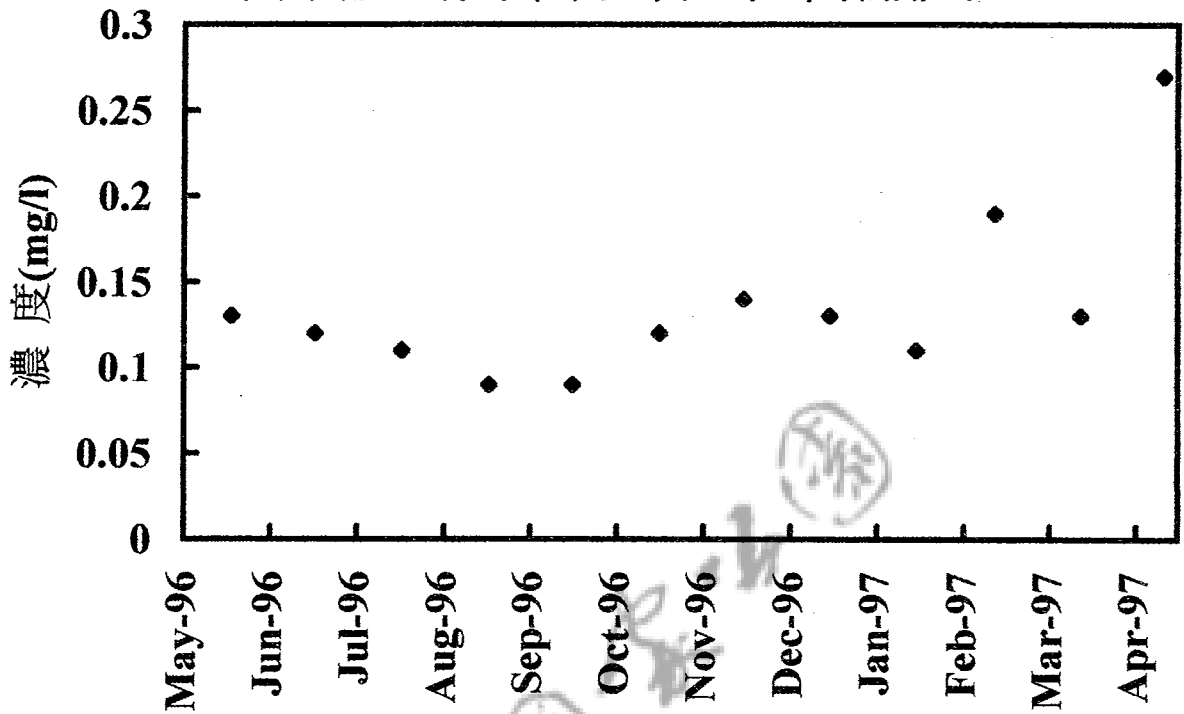
南磺溪（山中傳奇）水中鐵離子



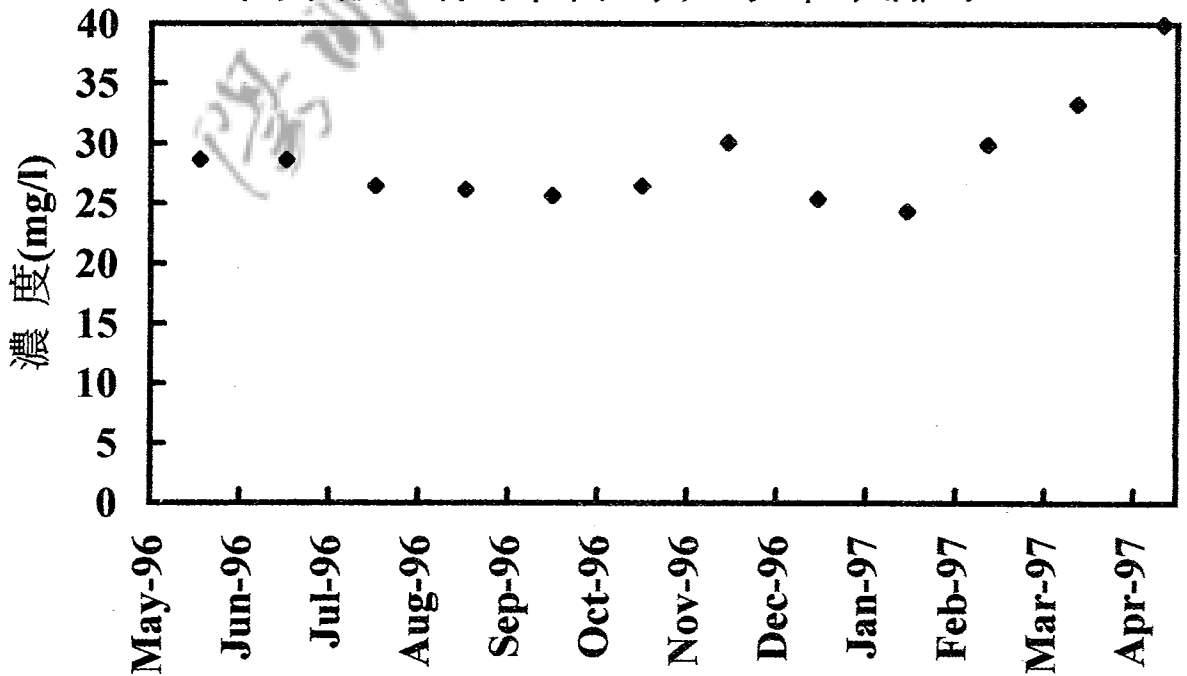
南磺溪（山中傳奇）水中鋁離子



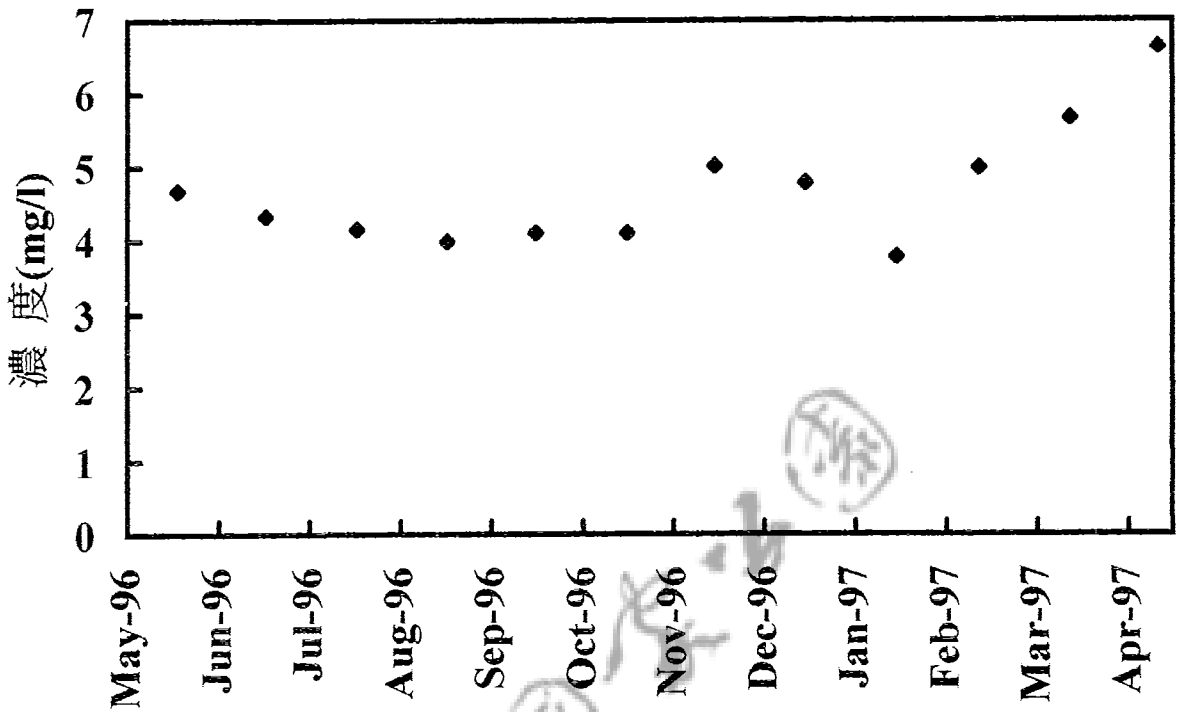
南磺溪（山中傳奇）水中氟離子



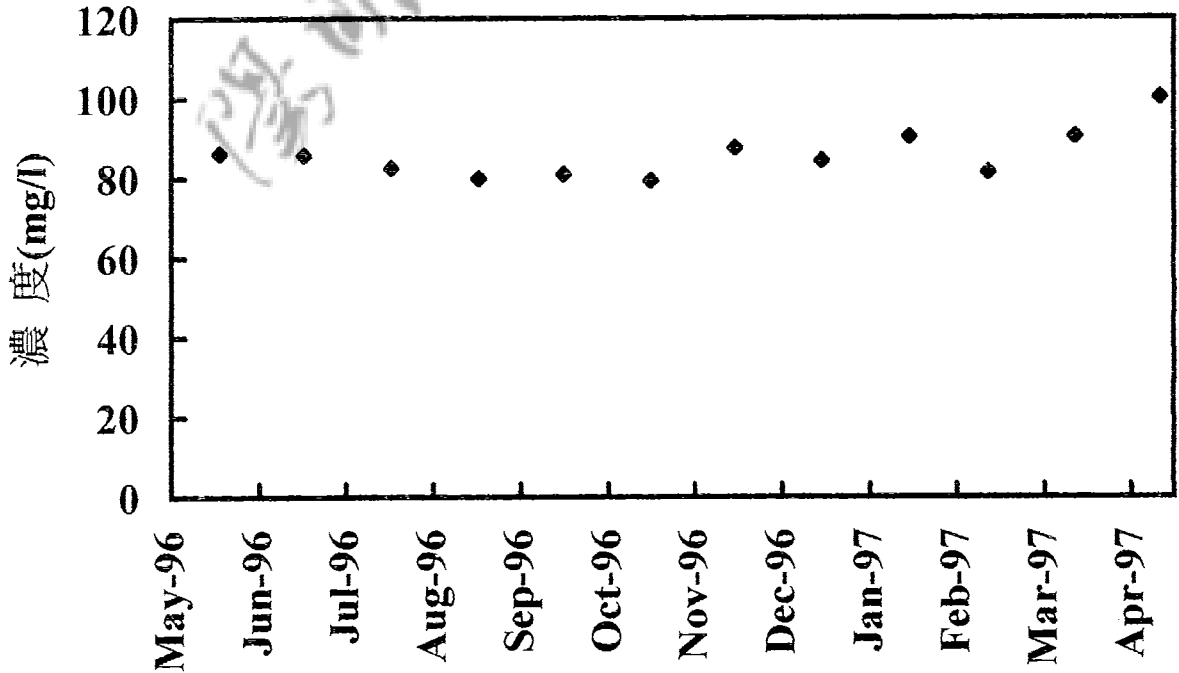
南磺溪（山中傳奇）水中氯離子



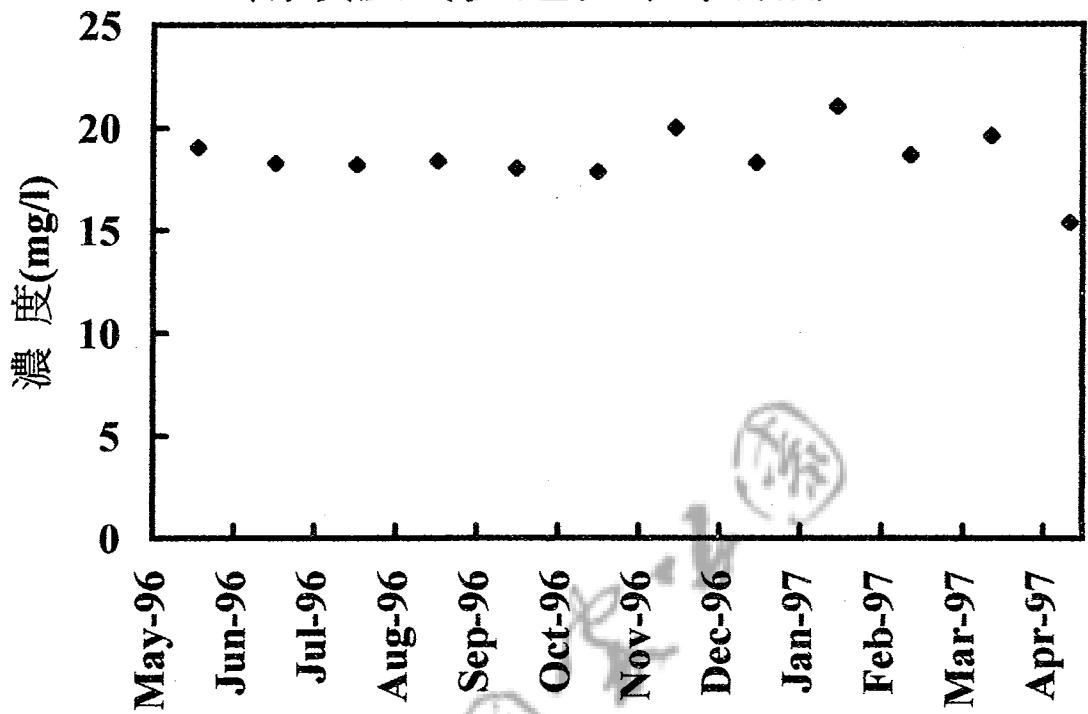
南磺溪（山中傳奇）水中硝酸根離子



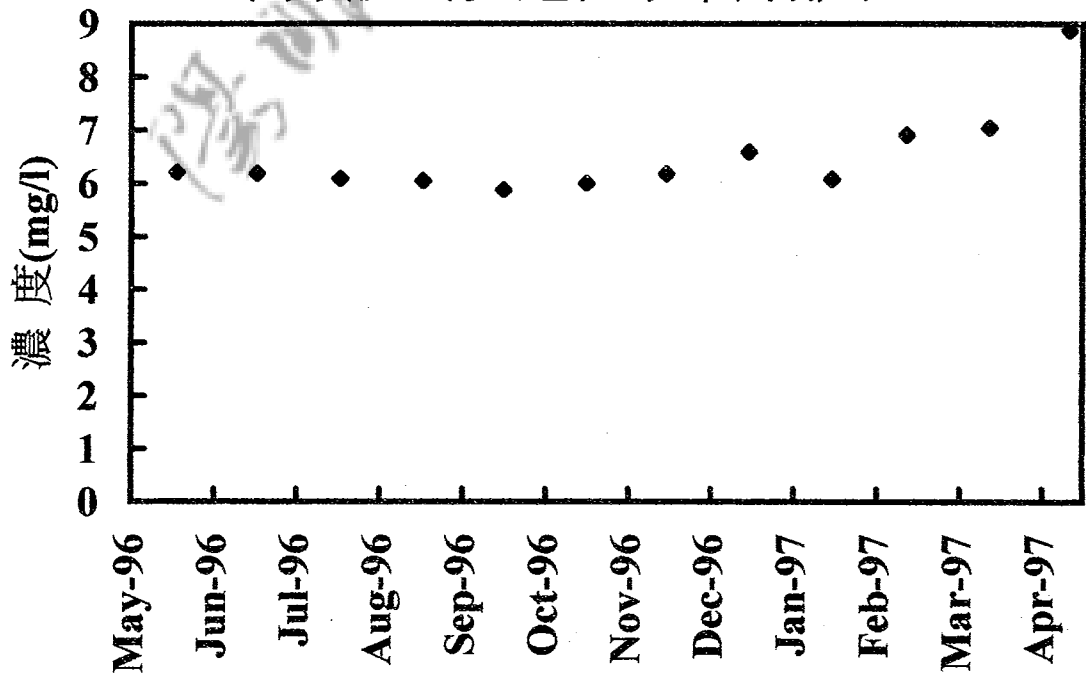
南磺溪（山中傳奇）水中硫酸根離子



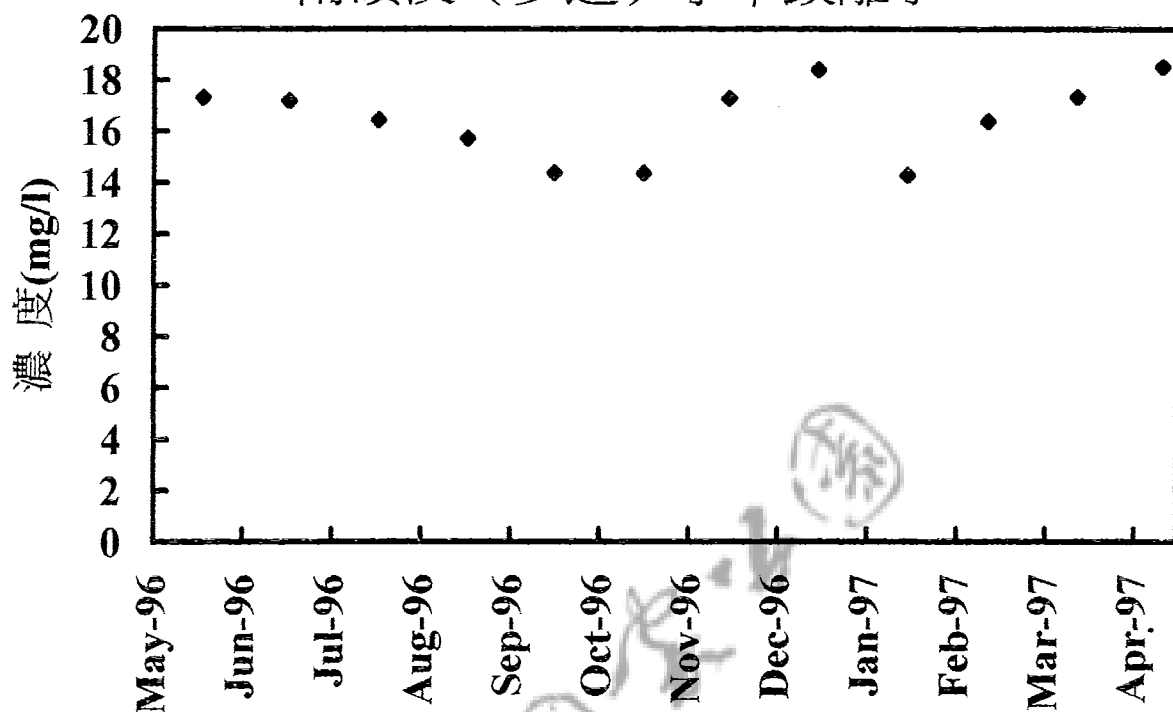
南礮溪（步道）水中鈉離子



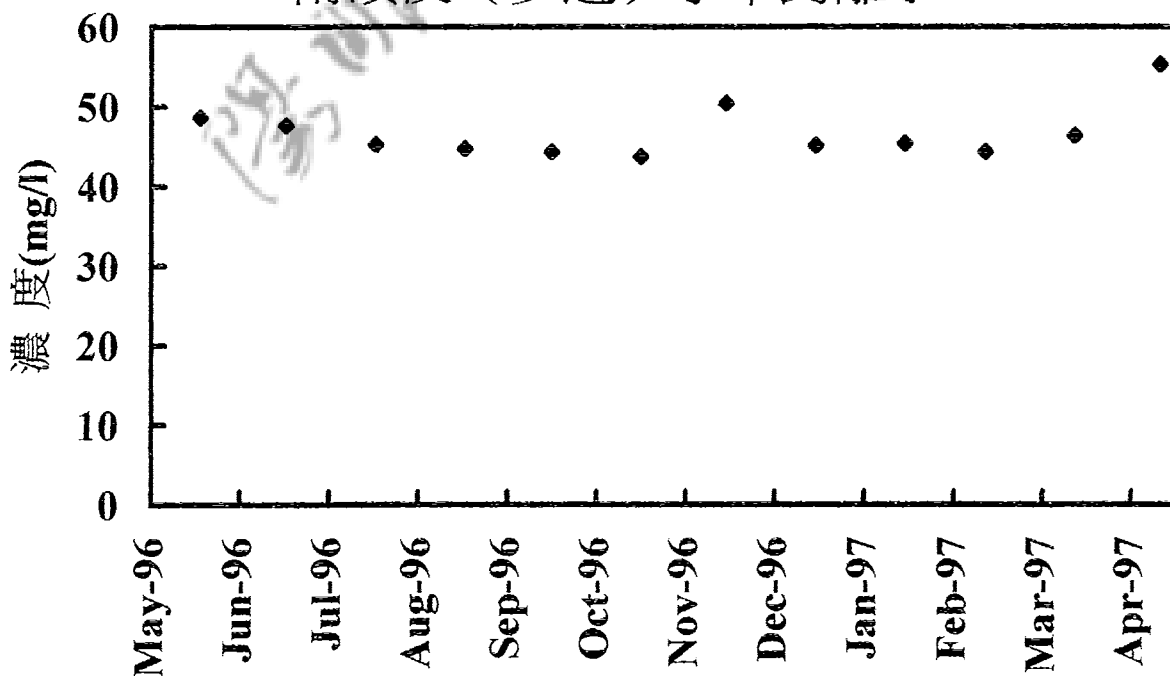
南礮溪（步道）水中鉀離子



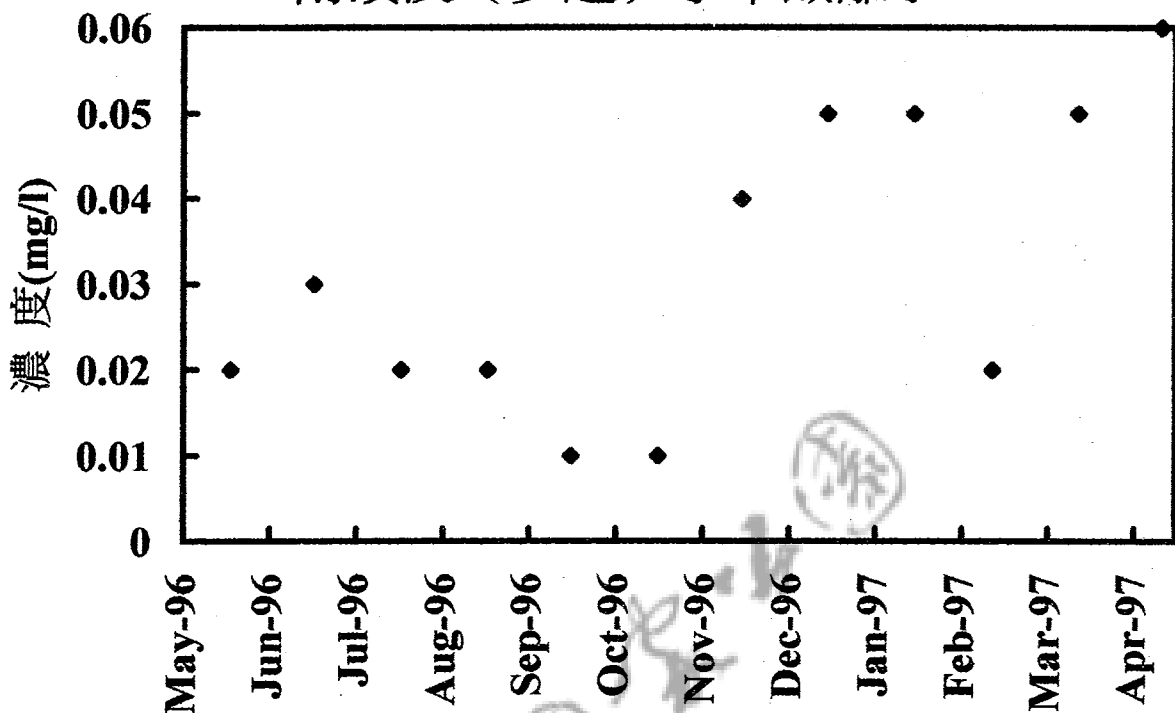
南礮溪（步道）水中鎂離子



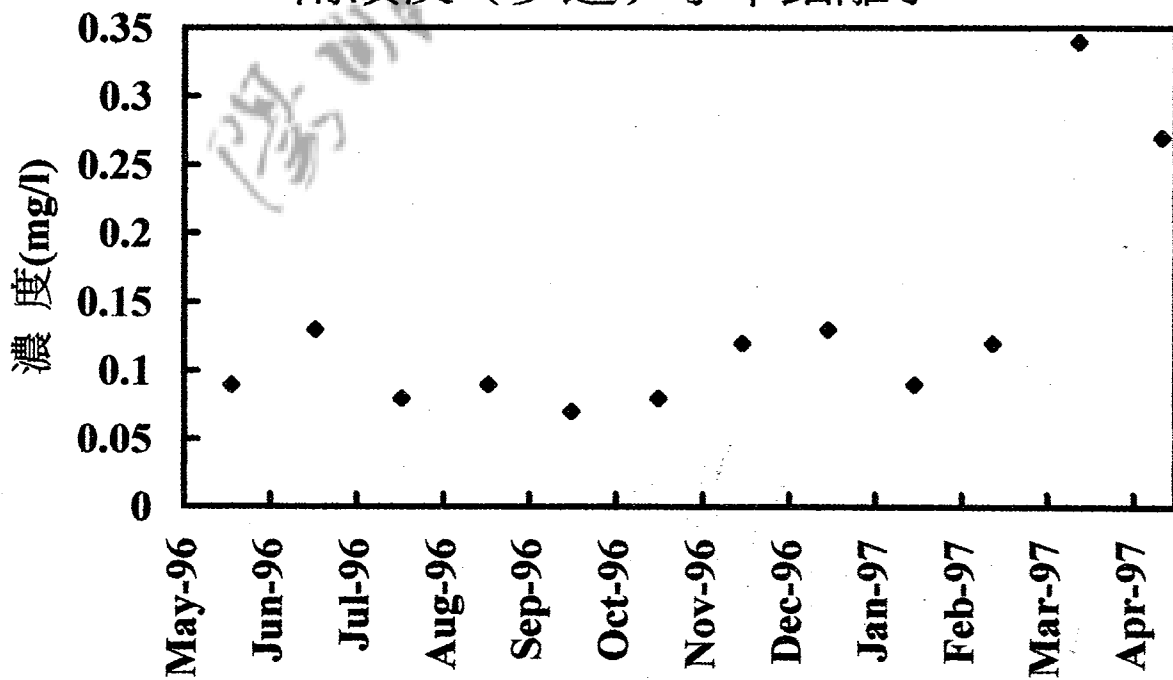
南礮溪（步道）水中鈣離子



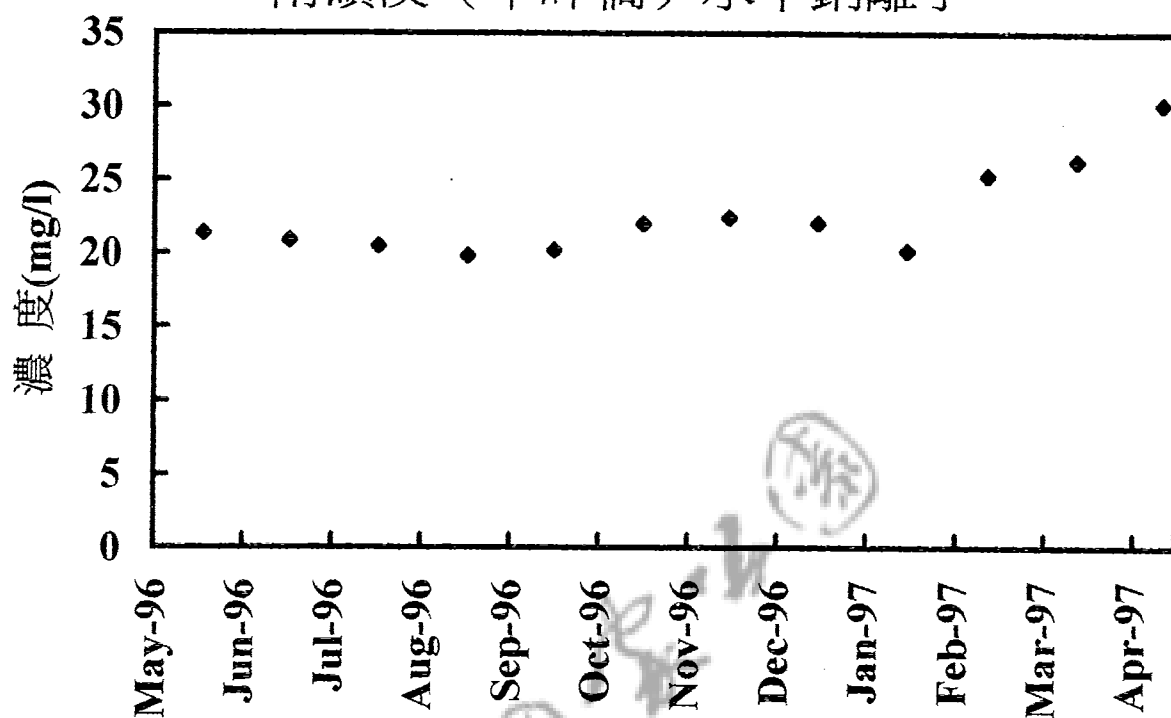
南磺溪（步道）水中鐵離子



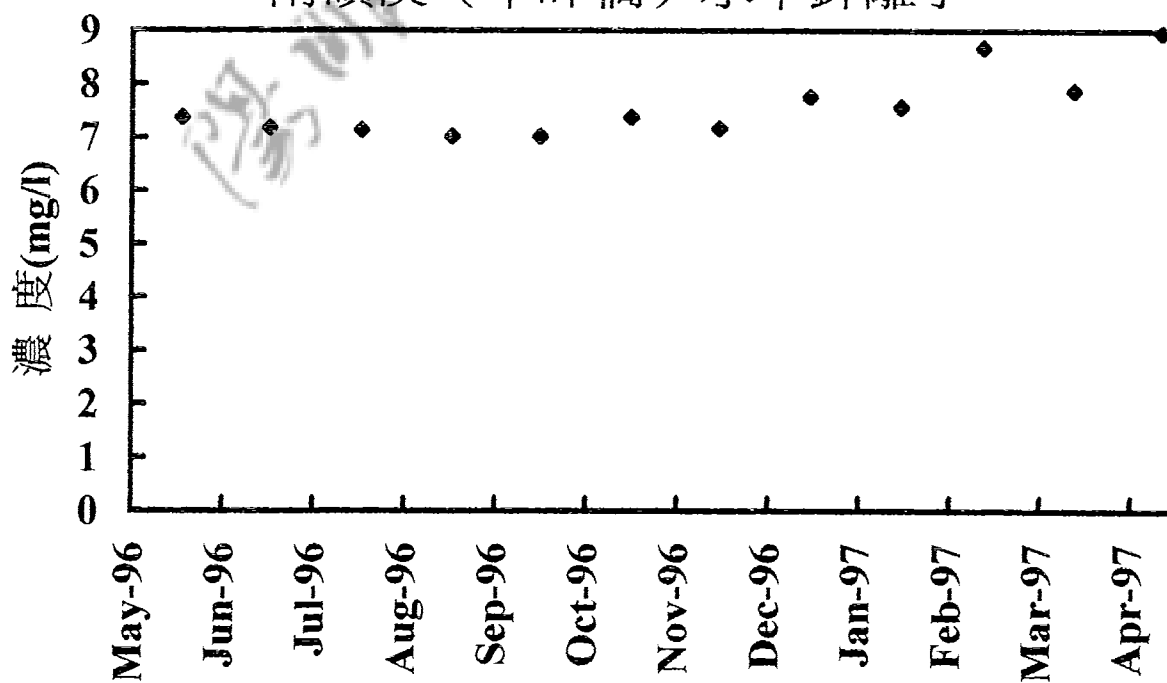
南磺溪（步道）水中鋁離子



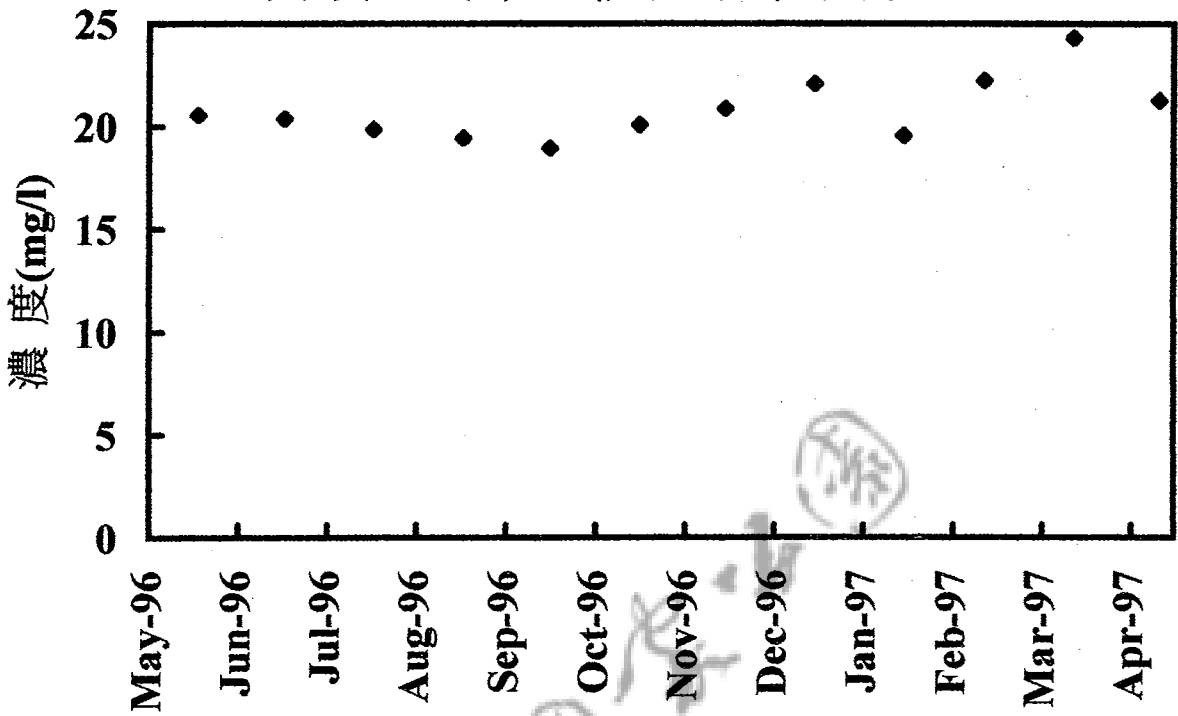
南磺溪（翠峰橋）水中鈉離子



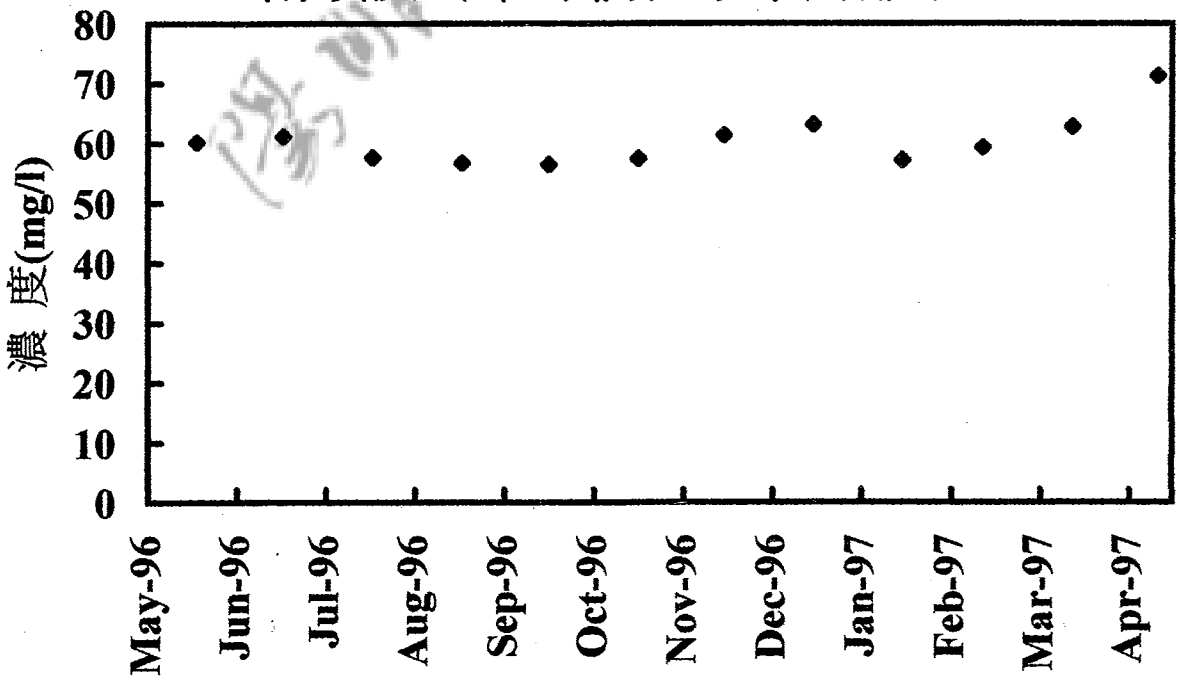
南磺溪（翠峰橋）水中鉀離子



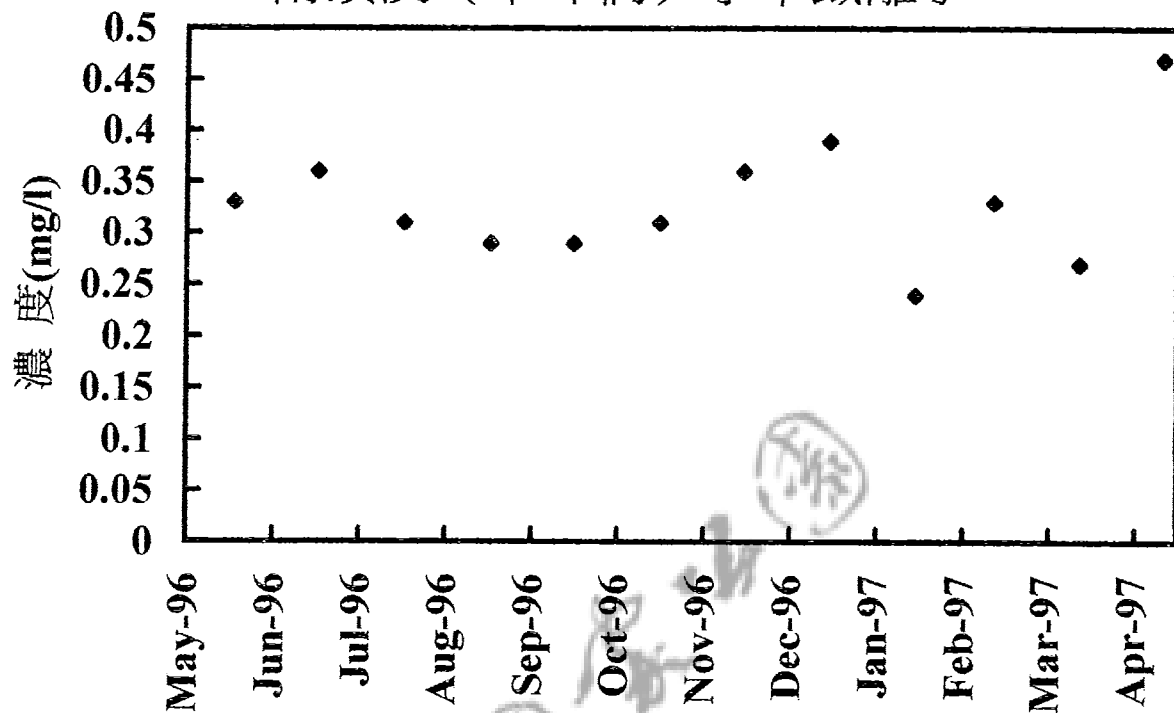
南磺溪（翠峰橋）水中鎂離子



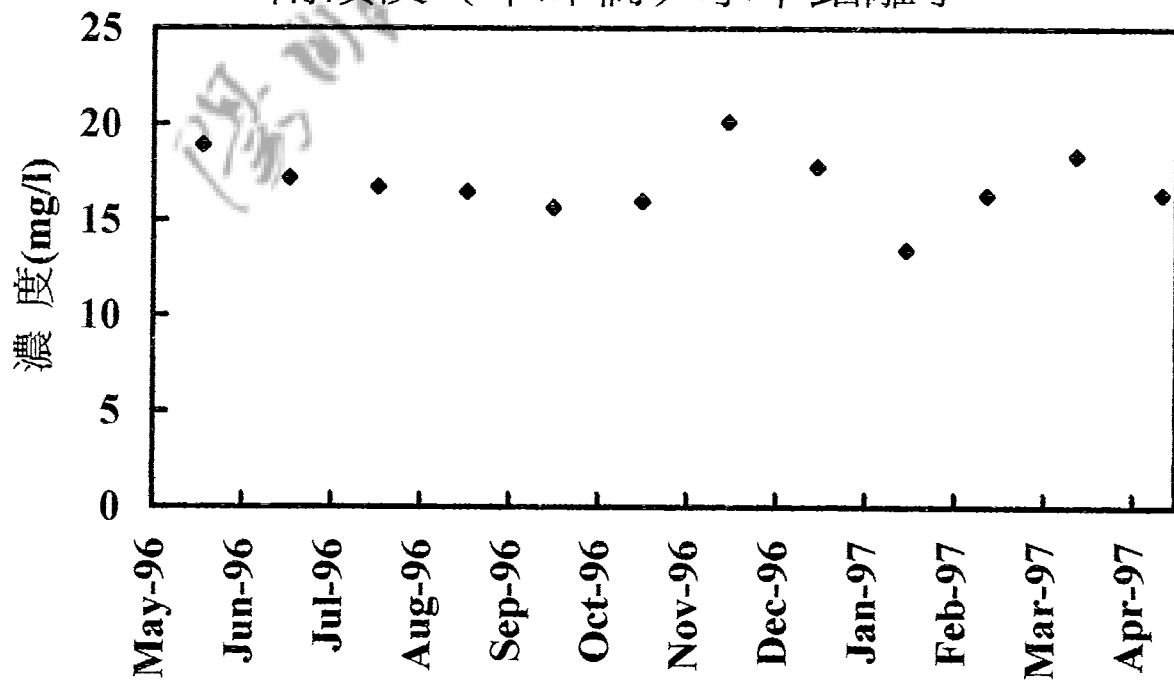
南磺溪（翠峰橋）水中鈣離子



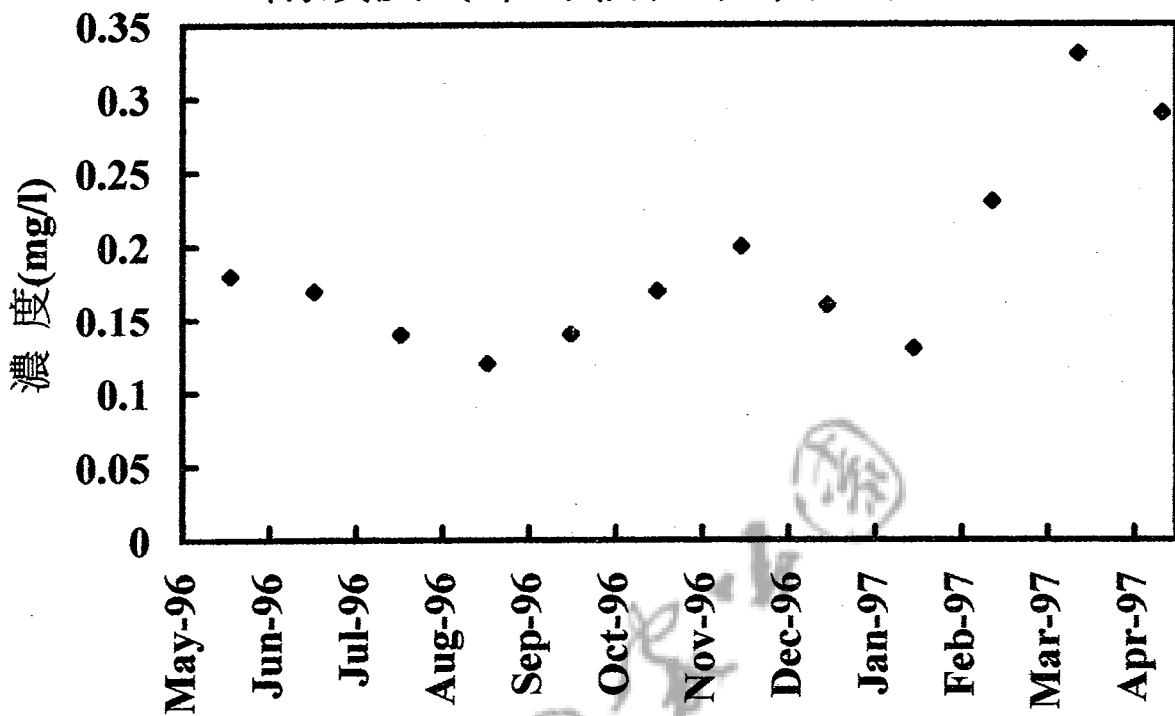
南磺溪（翠峰橋）水中鐵離子



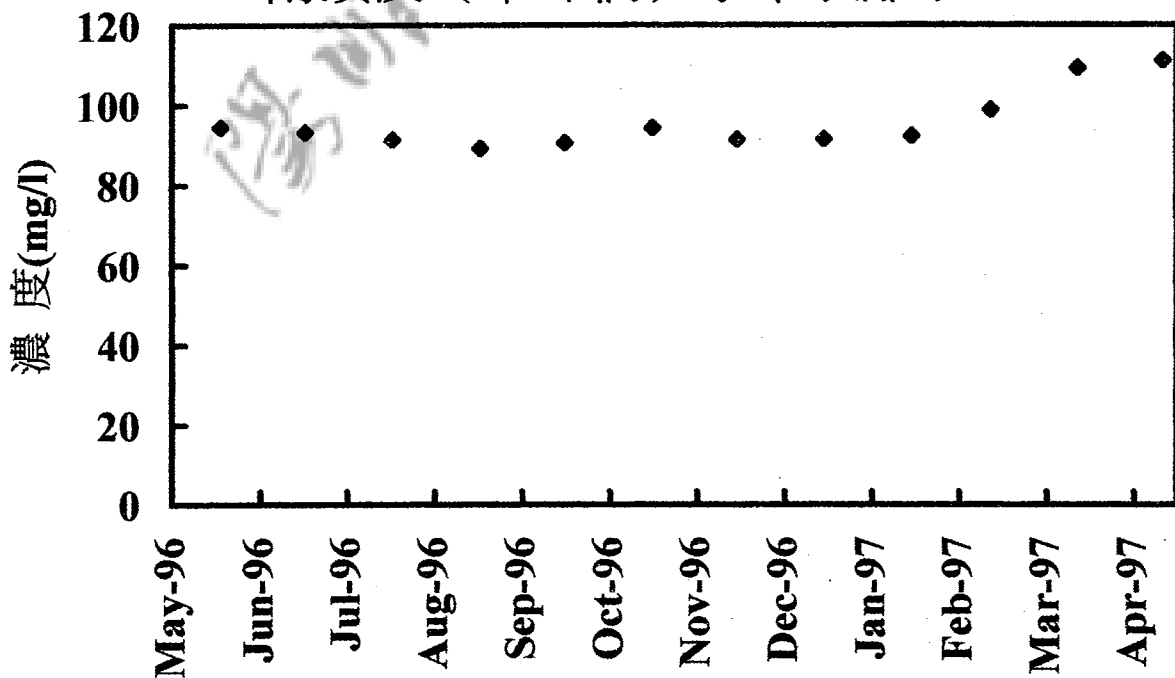
南磺溪（翠峰橋）水中鋁離子



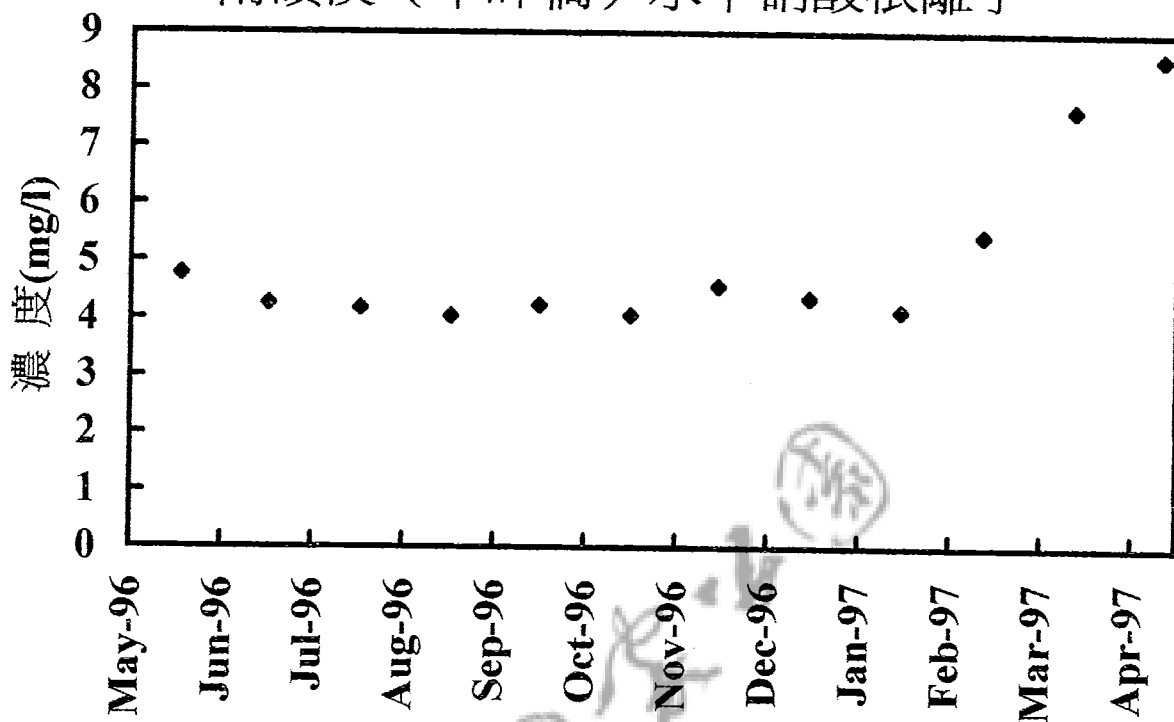
南磺溪（翠峰橋）水中氟離子



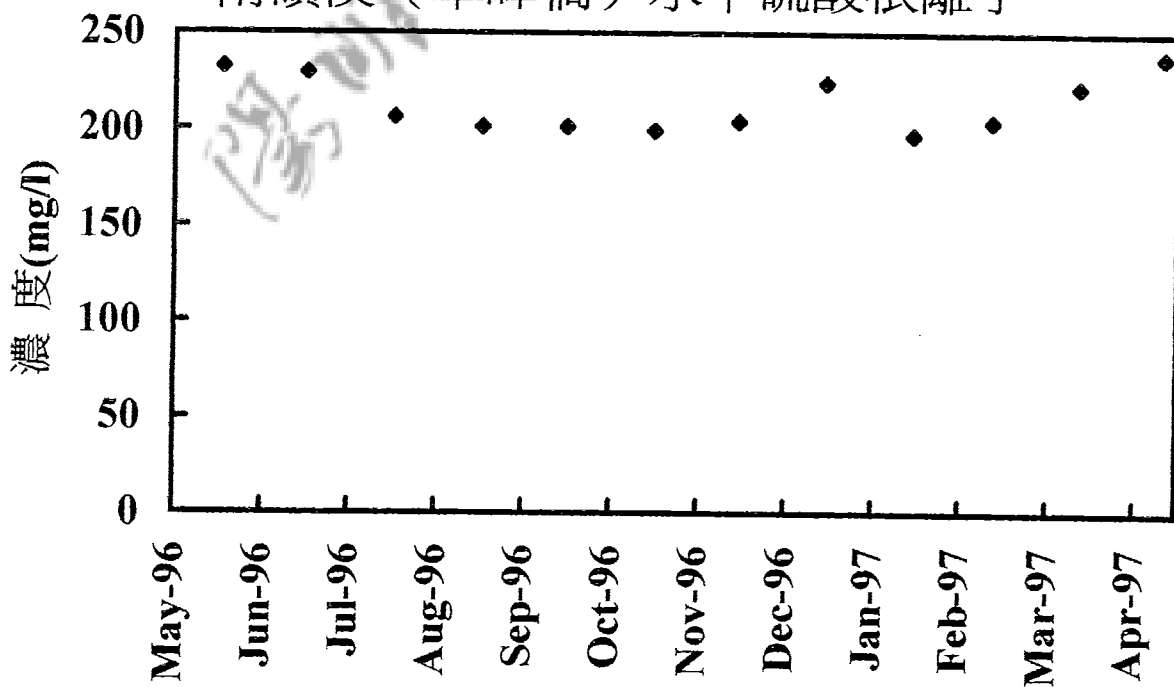
南磺溪（翠峰橋）水中氨離子



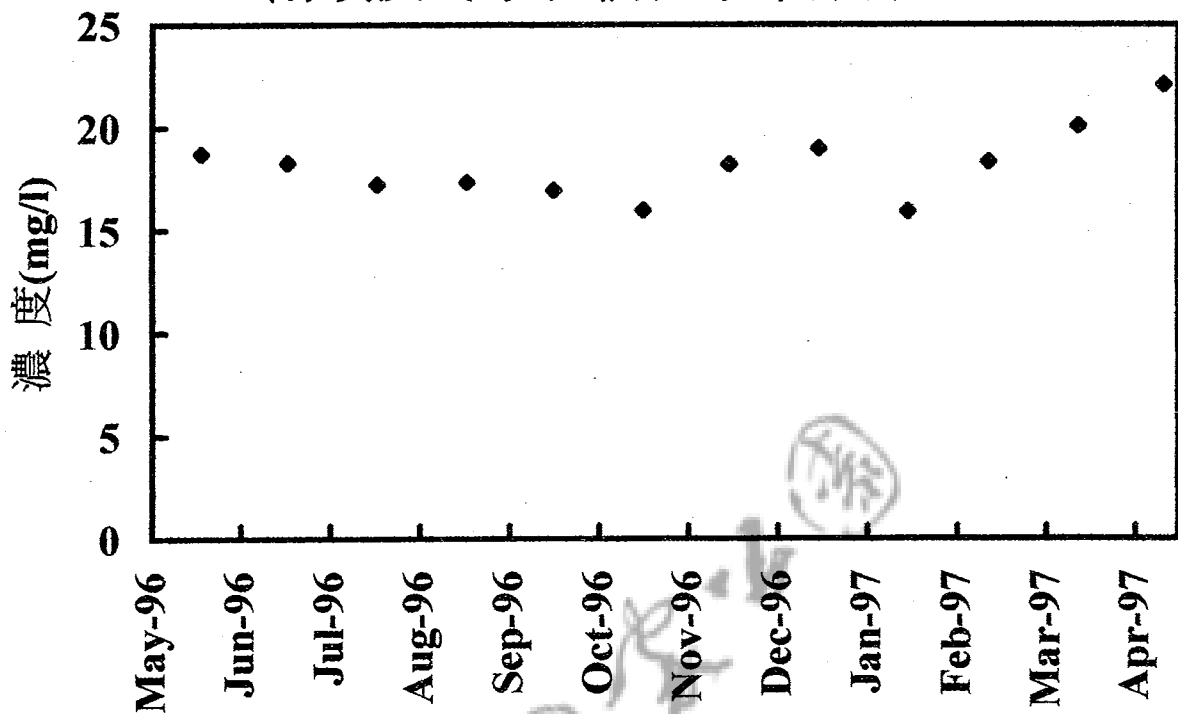
南磺溪（翠峰橋）水中硝酸根離子



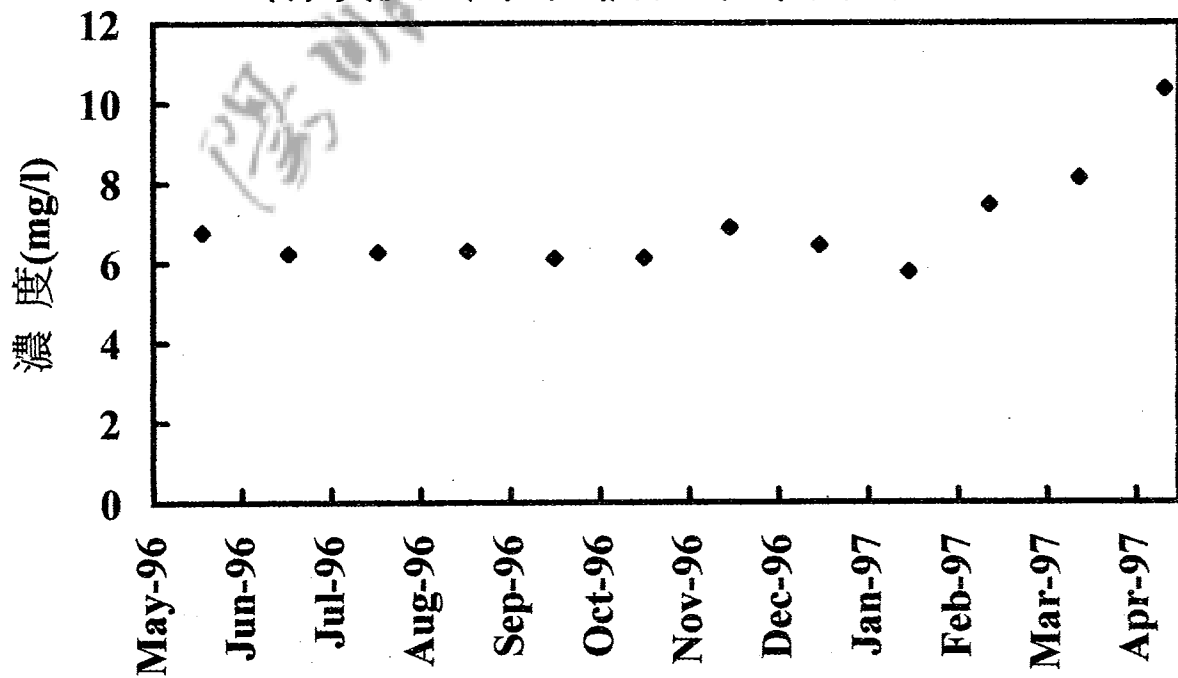
南磺溪（翠峰橋）水中硫酸根離子



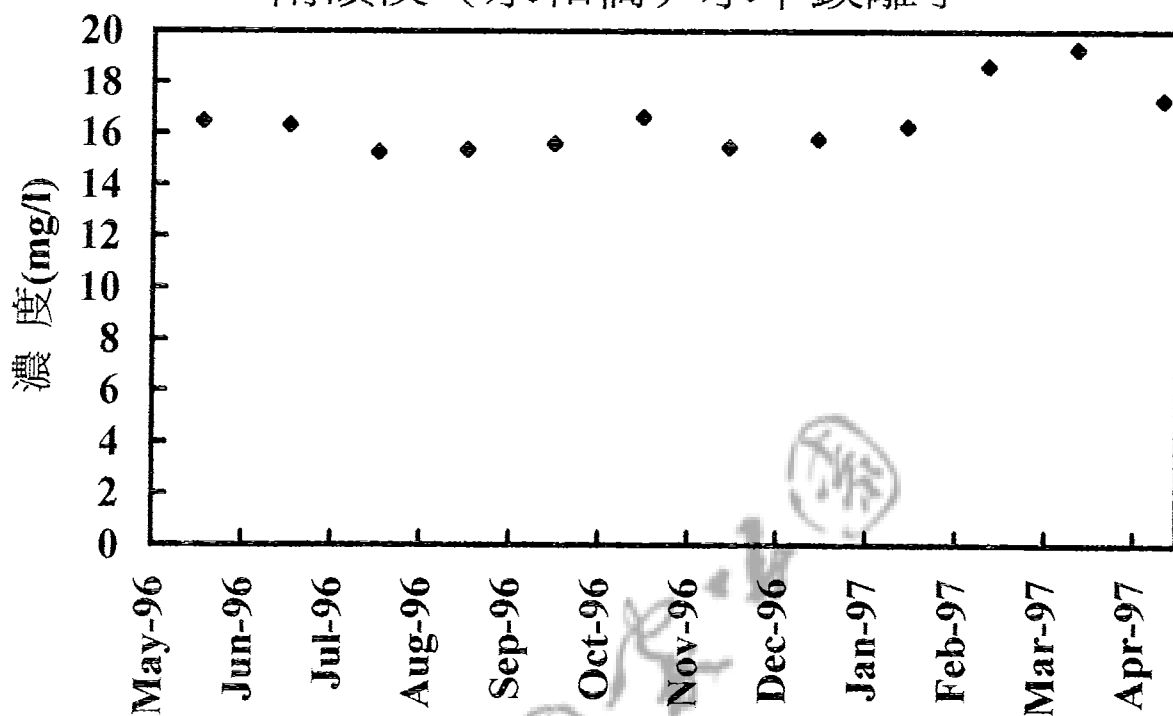
南磺溪（永和橋）水中鈉離子



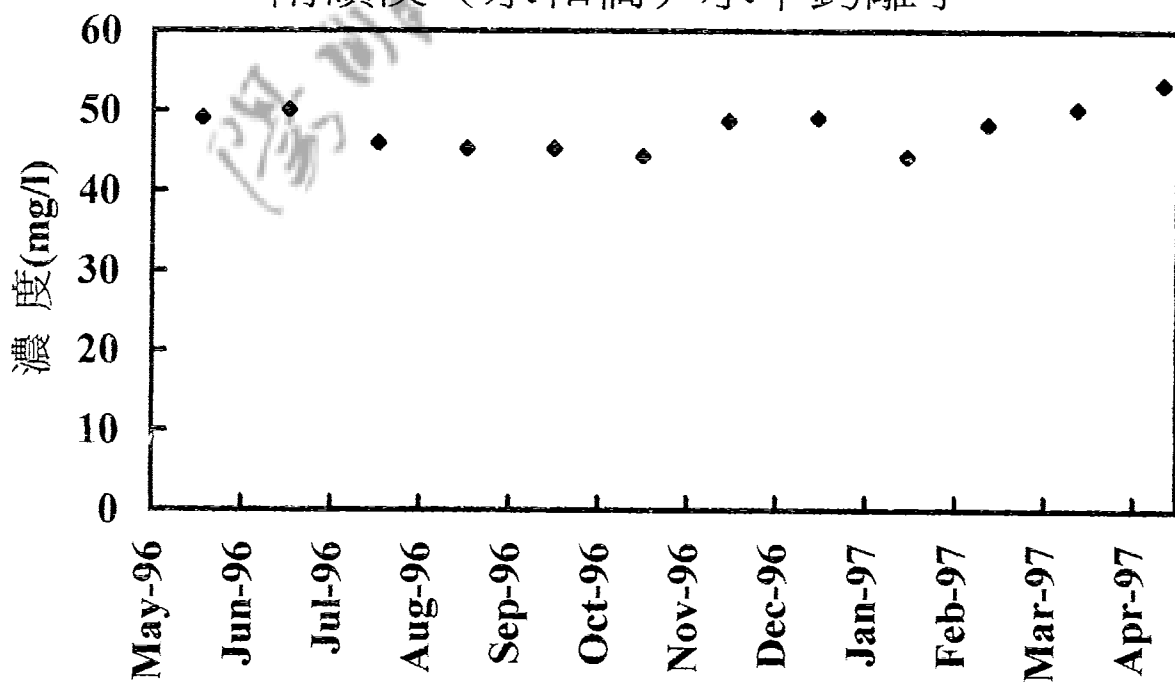
南磺溪（永和橋）水中鉀離子



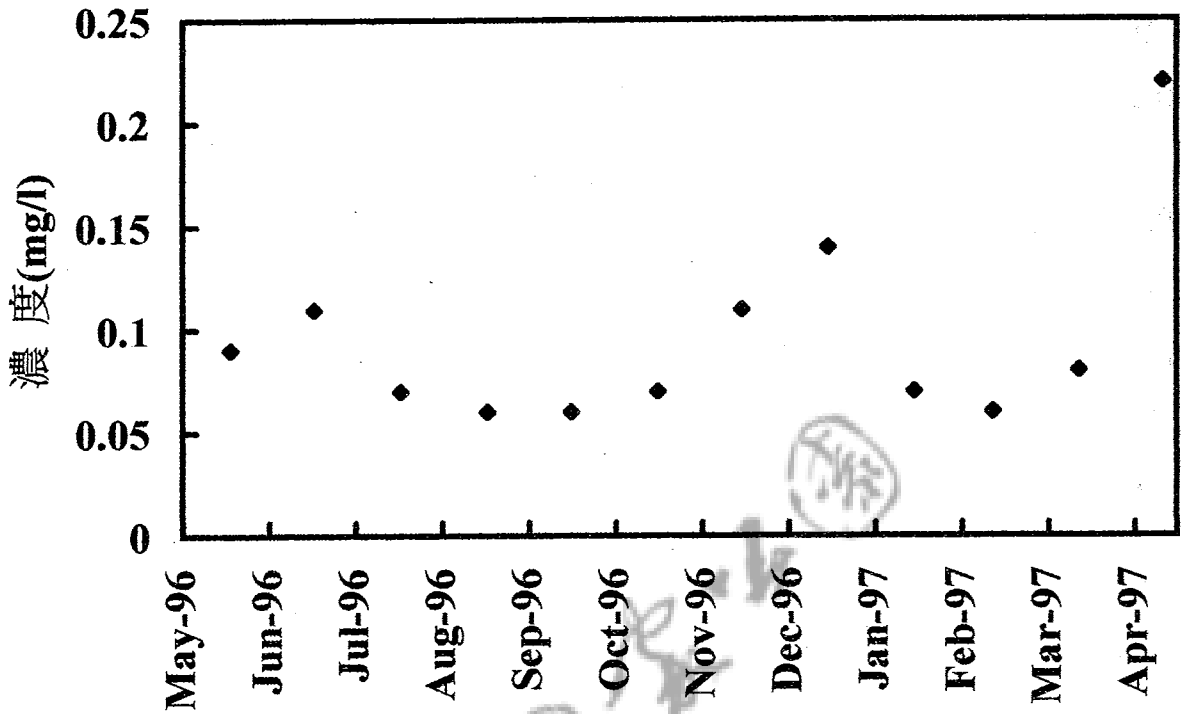
南磺溪（永和橋）水中鎂離子



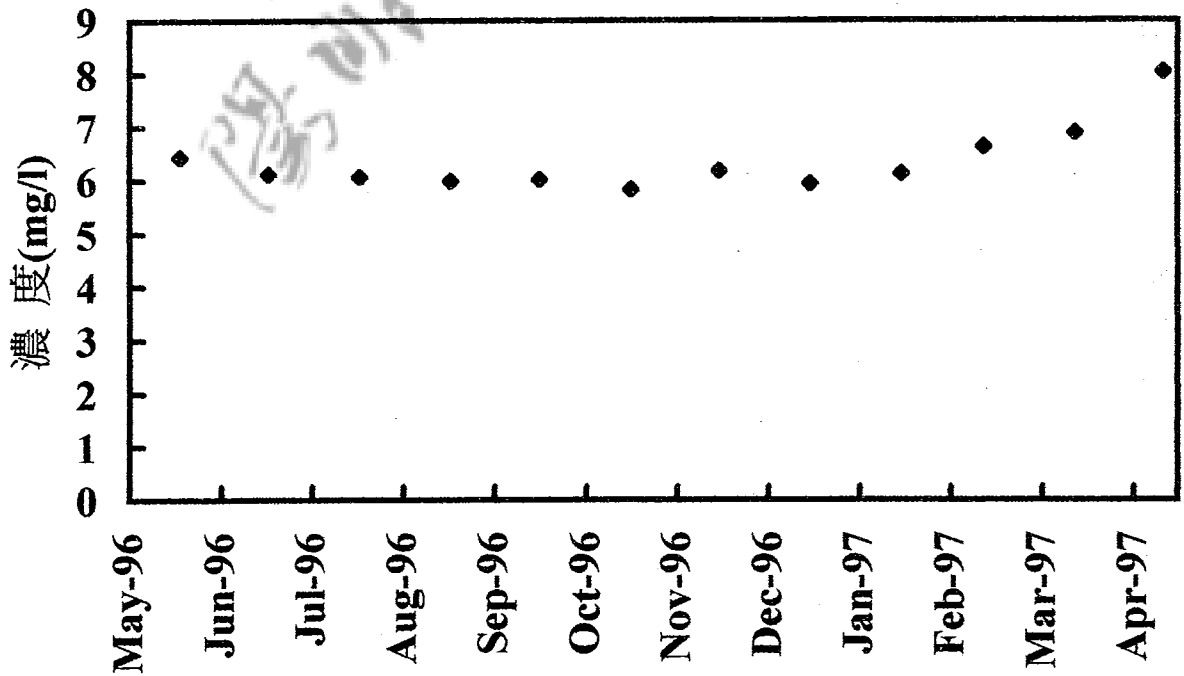
南磺溪（永和橋）水中鈣離子



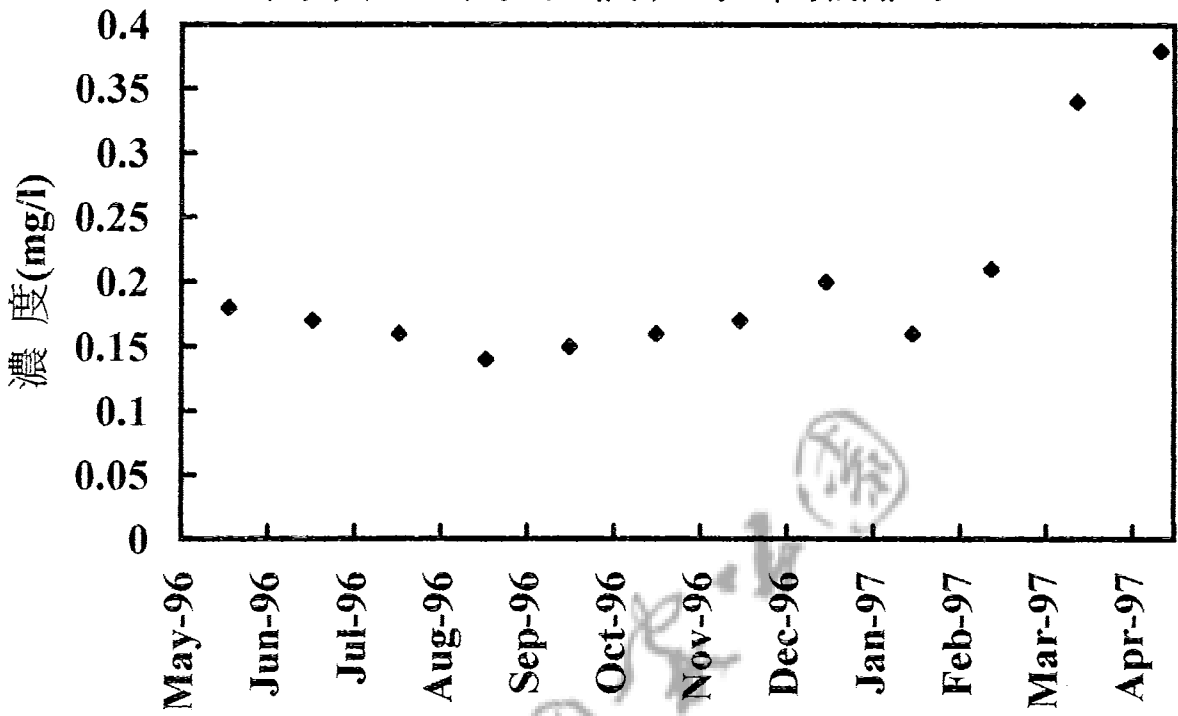
南磺溪（永和橋）水中鐵離子



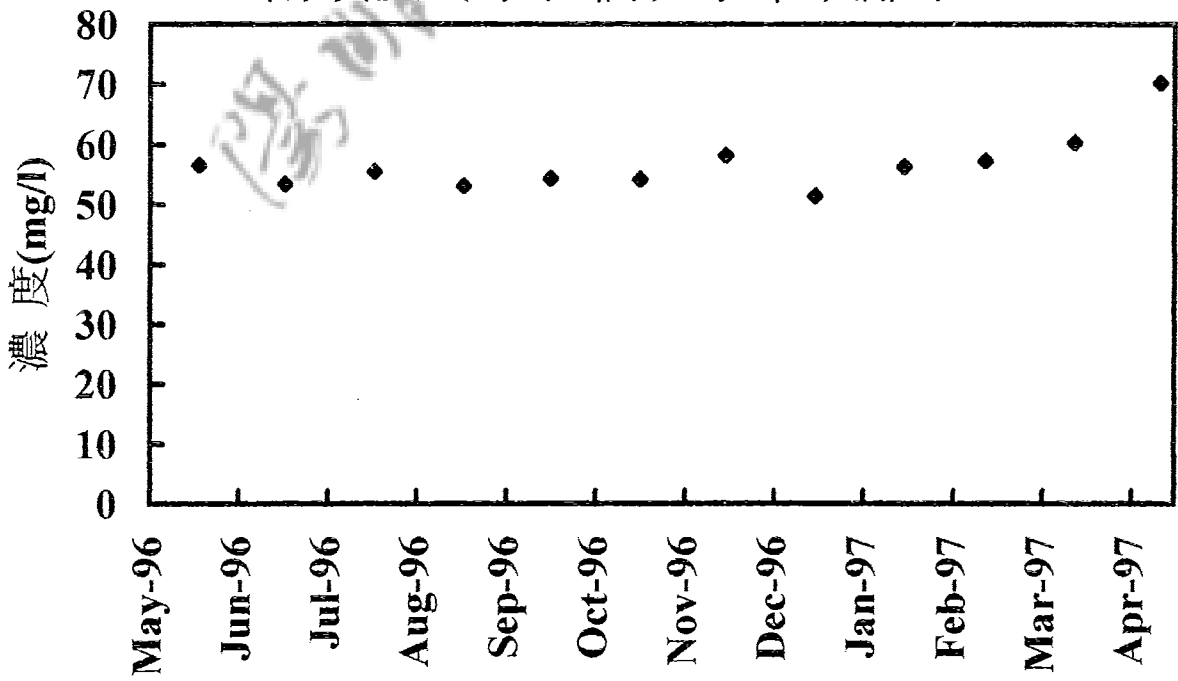
南磺溪（永和橋）水中鋁離子



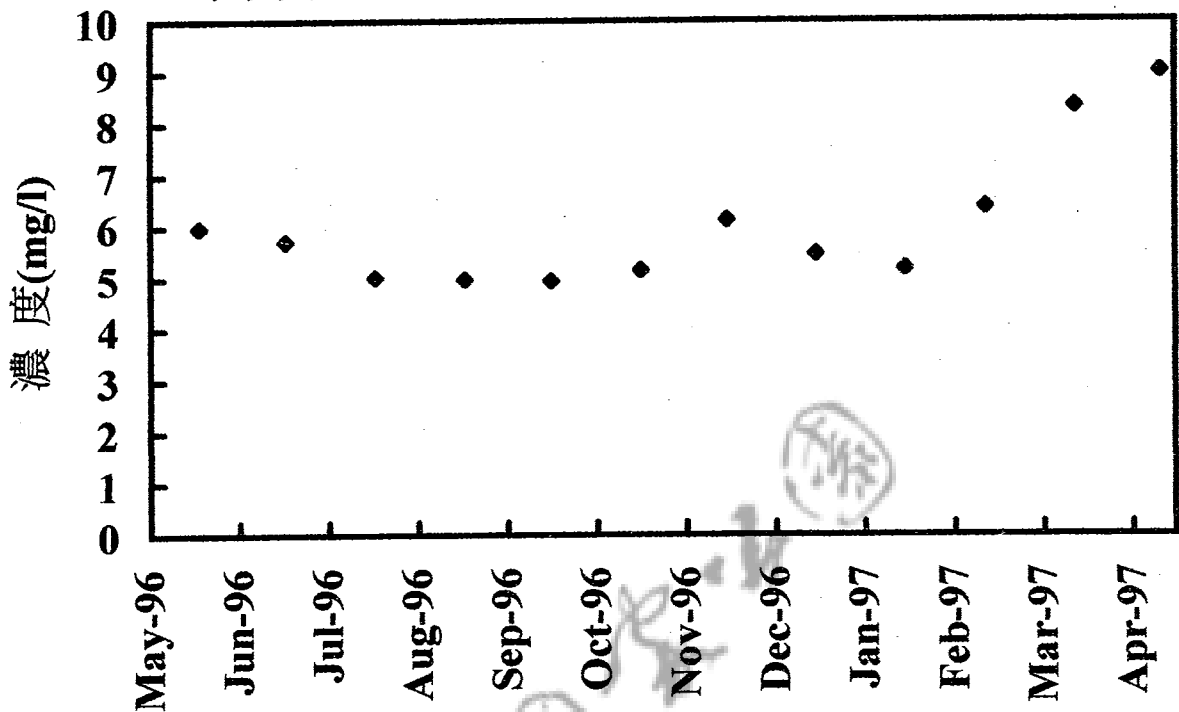
南磺溪（永和橋）水中氟離子



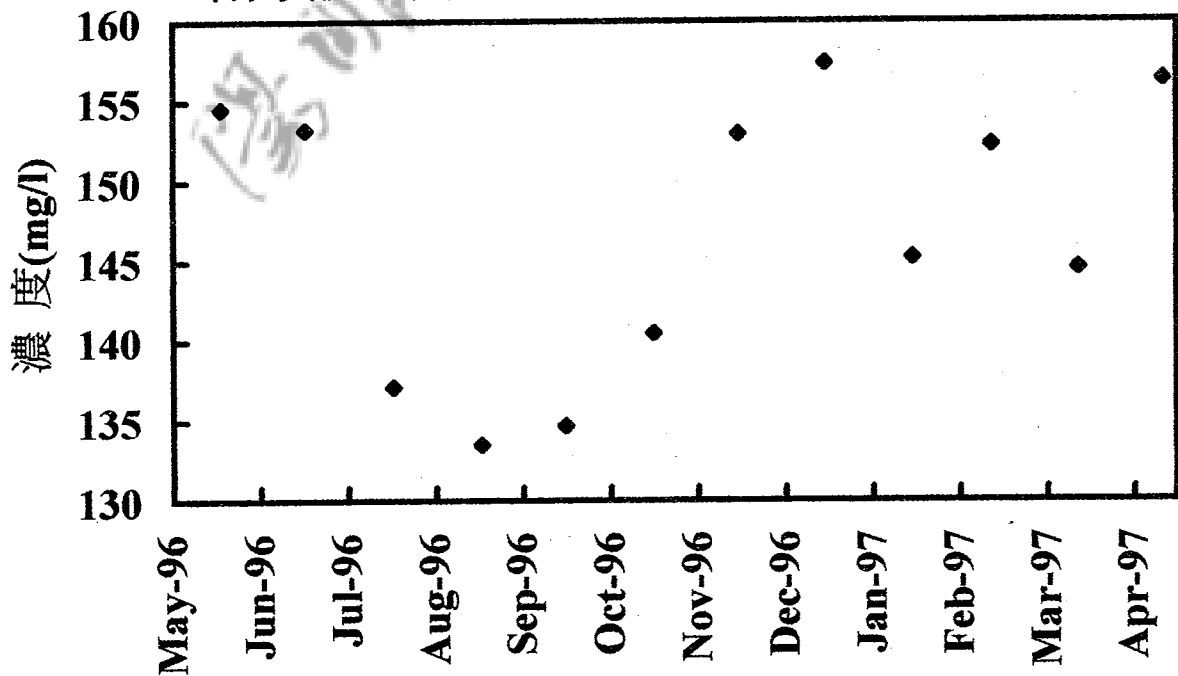
南磺溪（永和橋）水中氯離子



南磺溪（永和橋）水中硝酸根離子



南磺溪（永和橋）水中硫酸根離子



統一編號：

002254860191

陽明山國家公園