

季節性的變化對曾文溪水化學之影響

許慧真

國立成功大學地球科學研究所

摘要

台灣是全世界物理風化最嚴重的地區之一，本研究主要探討曾文溪河水化學成分隨季節性時間的變化特性及其影響因素，並深入探討颱風、豪雨等短期事件前後的物理侵蝕及降水對河水化學的影響。河水樣本取自於曾文溪西港大橋測站，採樣期從 2006 年 6 月至 2006 年 10 月（此期間逢艾維尼、碧利斯、及凱米颱風過境），總共採集 24 個河水樣品，並於 6 月 22 日及 12 月 9 日於國姓橋測站各採集一次樣品。利用 ICP-MS（感應耦合電漿質譜儀）來分析河水中主要陰陽離子的濃度（ Na^+ 、 K^+ 、 Mg^{+2} 、 Ca^{+2} 、 Cl^- 、 SO^{-2} ），透過對河水化學成分的分析，可檢測流域風化的程度及乾、濕季間水化學濃度的變化的情形。結果發現控制水化學成分變化的主要三個因子為：大氣沉降（海水鹽沫）、圍岩風化和人為活動。水化學亦明顯受到降雨和河水流量的影響，颱風降雨期間河水各項離子濃度較平日為低與河水流量增加有很大的關係，而前期降雨尖峰時 Na^+ 、 Cl^- 、 SO^{-2} 濃度略為升高，可能顯示颱風降雨初期受海水鹽沫之影響，本研究區域無蒸發岩環境故 Cl^- 可視為天水來源。6 月至 9 月中旬值豐水期河水流量大，各物質濃度有被稀釋的現象。9 月下旬至 10 月值枯水期各物質濃度有增高的趨勢。由濃度比及流量關係圖可以明顯看出雨季時比較偏碳酸岩風化，而乾季時比較偏矽酸鹽風化，由此可知碳酸岩風化比較容易受到雨季水流量大之影響。

前言

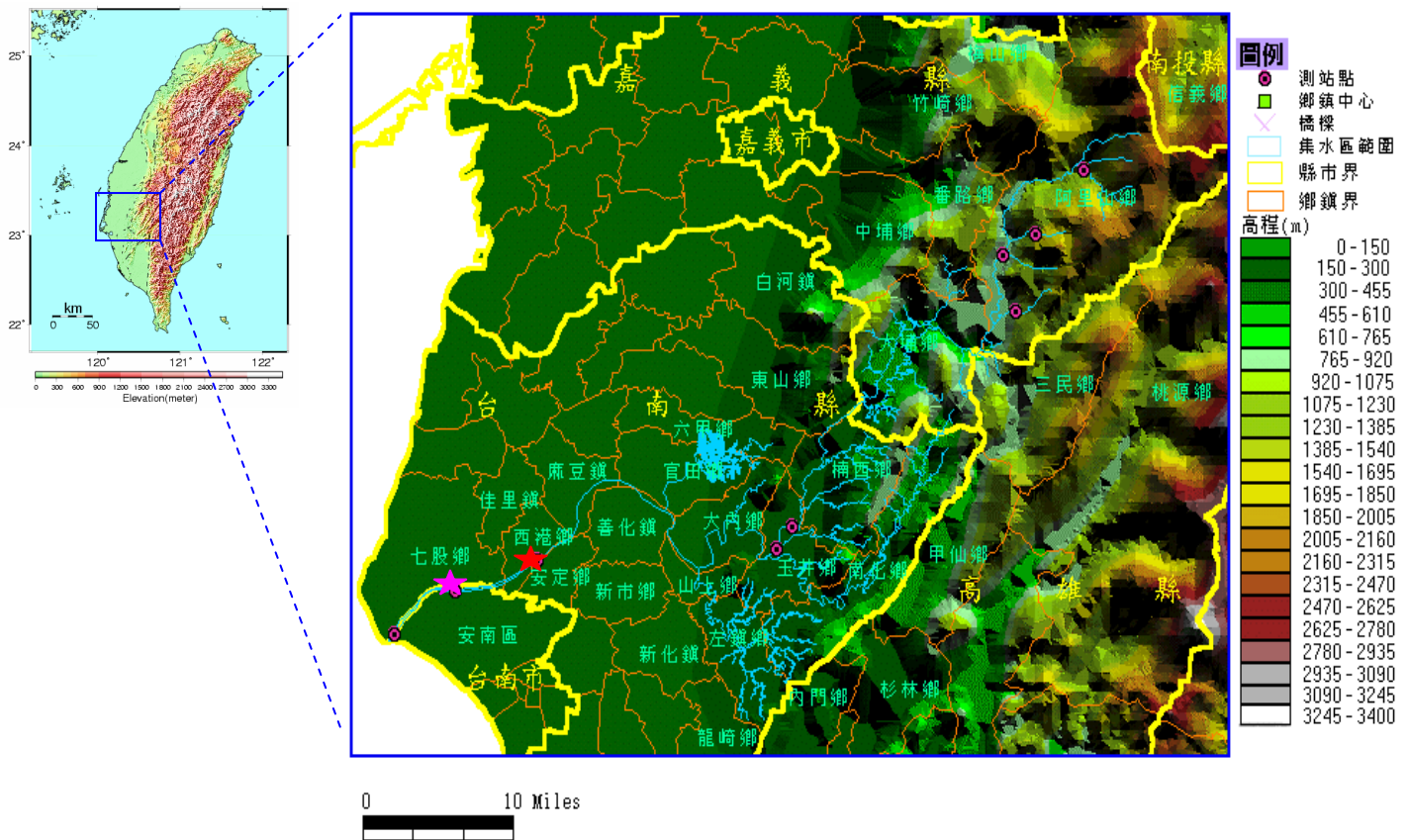
曾文溪發源於阿里山脈之夢萬歲山麓，為本省二十一條主要河川之一，西南走向流經密枝、楠西、玉井至台南縣山上鄉附近進入平原折向西流，經北岸麻豆鎮、西港鄉、七股鄉、南岸之善化鎮東勢寮、安定之蘇厝、台南市之安南區海寮青草崙等地入海，主流全長 138 公里，主要支流有後堀溪，菜寮溪，官田溪，流域面積 1,177 平方公里。曾文溪流經嘉義、台南兩縣和高雄縣三民鄉，其主要支流有密枝溪、油車溪、龜丹溪、後堀溪、菜寮溪、渡仔頭溪、官田溪等，其中以後堀溪和菜寮溪最大。流域內建有烏山頭水庫、曾文水庫、鏡面水庫及南化水庫等四個水庫，供嘉南地區民眾飲水（經濟部水利處）。由於台灣處於活躍造山帶其物理、化學風化高居世界之冠，曾文溪歷年輸砂量約 31 百萬公噸，每平方公里平均輸砂量達 0.26 百萬公噸以上（台灣水文年報 2000），侵蝕速率僅次於二仁溪。曾文溪流域及嘉南地區的水文環境變遷，自本世紀初以來曾文溪流域和嘉南平原的氣溫逐漸升高。該地區的降雨量和降雨次數的長期趨勢也逐漸下降，如果這種減少趨勢延續下去，對當地已顯危機的水文及生態環境產生更加不利的後果，也會對嘉南地區水資源的供需問題造成更大的壓力，由於近幾十年來雨量持續減少及季節性差異太大，加上構築水庫截留水量已應日增的需求，使得嘉南地區河川中下游流量在旱季時大幅降低，河川水質污染情況加劇，也導引海水持續向中游延伸，中下游地區生態和水文正不斷改變中，地下水因自然補助量減少及人為汲用量增

加，地下水位下降，地下水儲量減少，沿海地層下陷嚴重，海水亦向內陸入侵。除了水量及污染危機外，河水水質易受乾季（6月至10月）及濕季（11月至5月）水量變化的影響，本研究採週期縮短，進行時間序列採樣以建立河水長期背景質。探討影響各離子因素的可能因素，建立曾文溪水化學資料。期能深入了解南部地區地表水與其周遭水文、地質環境的相互關係並作為嘉南地區水文環境的參考資料。

曾文溪之採樣點：

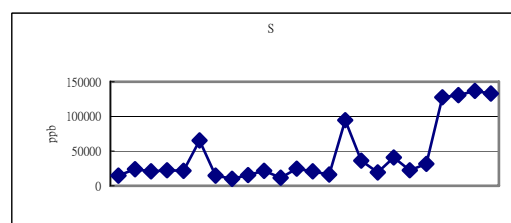
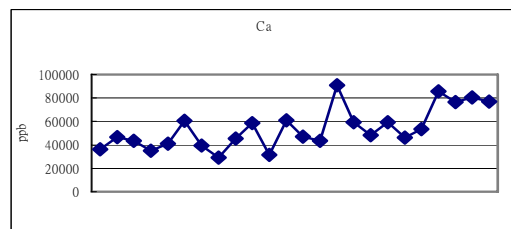
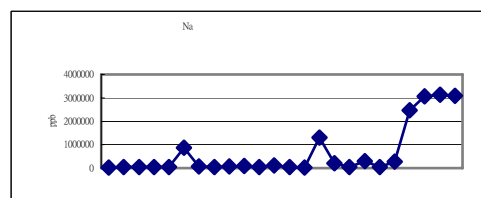
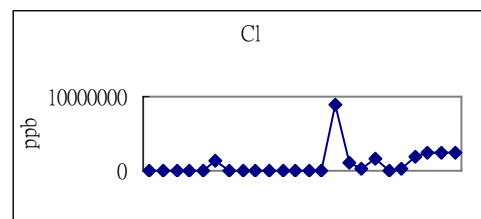
<p>★ 國姓橋 臺南市安南區 17 號公路 距離出海口:9.60 公里 經度:120 08 04 緯度:23 05 10</p>	<p>★ 西港大橋臺南縣西港鄉 19 號公路 距離出海口:17.10 公里 經度:120 12 19 緯度:23 06 28</p>
---	--

測站分布圖



(改自經濟部水資源局及中央地調所)

日期	Na(ppb)	Ca(ppb)	Cl(ppb)	Na/Ca	Na/Cl	S
sk6/13	29856.08	36091.8	9537.813	0.827226	3.130286	14619.47
sk6/15	41621.78	46701.55	18973.86	0.891229	2.193638	23949.97
sk6/17	39819.16	43312.56	23105.69	0.919344	1.723348	20765.98
sk6/22	47108.18	35250.54	23927.03	1.336382	1.968827	22230.87
sk6/29	48223.8	40887.17	30787.45	1.179436	1.566346	21383.97
sk7/8	874910.2	60604.66	1256764	14.43635	0.696161	65106.27
sk7/11	60971.75	39511.8	4179.538	1.543127	14.58816	14740.79
sk7/14	50468.59	29003.45	2785.463	1.740089	18.11856	10159.96
sk7/18	59788.78	45546.19	3873.074	1.312707	15.43704	15206.23
sk7/23	87436.08	58498.4	10502.24	1.494675	8.325465	21363.13
sk7/26	55411.74	31590.53	3057.772	1.754062	18.1216	11557.93
sk7/31	106403.6	60963.47	11566.65	1.745366	9.199173	24640.37
sk8/5	42539.63	46895.37	112204.6	0.907118	0.379126	21020.03
sk8/11	31609.91	43321.23	54857.92	0.729663	0.576214	16025.55
sk8/17	1295209	90687.66	8951465	14.28209	0.144692	94755.98
sk8/23	206068.9	59448.13	1171507	3.466365	0.175901	36145.77
sk8/29	48713.84	48057.85	159527.7	1.01365	0.305363	19257.18
sk9/5	298821.6	59164.53	1719160	5.050688	0.173818	41135.21
sk9/12	46344.39	46263.4	12839.16	1.001751	3.609611	22079.11
sk9/19	278988.7	53281.75	200450.7	5.236102	1.391807	31210.21
sk9/26	2472590	85856.01	1954235	28.79927	1.265247	127789.7
sk10/3	3053184	76540.7	2356643	39.88968	1.295565	130841.7
sk10/10	3122977	80559.23	2427874	38.76622	1.286301	136576
sk10/17	3094030	77047.16	2388872	40.15761	1.295185	133239.3
ks6/22	922764.9	59354.82	560337.4	15.54659	1.646802	66163.11
ks12/9	10727353	235022.1	8495543	45.64401	1.262704	475365.1



參考書目

- Clair N.Sawyer 等著，李光中 許鼎居 蕭蒨華譯<<水質分析>>，台北市：麥格羅希羅，2004 年
- 鍾小良（2002）<二仁溪河水地球化學和同位素初探>，國立成功大學地球科學研究所碩士論文
- 朱輝耀（2001）<彰化－車籠埔斷層帶地下水地球化學初探>，國立成功大學地球科學研究所碩士論文
- 陳順宇<<多變量分析>>，台南市：著者發行，2005 年

陳靜生<<水環境化學>>，台北市：曉園出版社，1992 年

Wallace S.Broecker 著，袁彼得譯<<開天闢地>>，台北市：天下遠見出版，1998 年

張仲德 (2002)<彰化市 2001 年大氣沉降特性分析>，國立彰化師範大學地理學系碩士論文

Edward T.Tipper，Mike J.Bickle，Albert Galy，A. Joshua West，Catherine Pomies，Hazel J.Chapman (2005)
The short term climatic sensitivity of carbonate and silicate weathering fluxes: Insight from seasonal variations
in river chemistry. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 70 (2006) 2737-2754

Jianhua Qin，Youngsook Huh，John M.Edmond，Gu Du，Jing Ran(2005) Chemical and physical weathering in
the Min Jiang，a headwater tributary of the Yangtze River.*Chemical Geology* 227(2006)53-69

Yuan-Hui Li，Chen-Tung A.Chen and Jia-Jang Hung(1997) Aquatic Chemistry of Lake and Reservoirs in
Taiwan.*TAO*，Vol.8，No.4，405-426，December 1997

J.Gaillardet，B.Dupre，P.Louvat，C.J.Allegre(1998) Global silicate weathering and CO₂ consumption rates
deduced from the chemistry of large rivers.*Chemical Geology* 159(1999)3-30

Guilin Han，Cong-Qiang Liu(2003) Water geochemistry controlled by carbonate dissolution：a study of the river
waters draining karst-dominated terrain，Guizhou Province，China. *Chemical Geology* 204(2004)1-21

Masato Iwashita，Tadashi Shimamura(2003). Long-term variations in dissolved trace elements in the Sagami
River and its tributaries(upstream area)，Japan.*The Science of the Total Environment* 312(2003)167-179