

# 高屏溪河口鈾及鈾同位素特性分佈

王若梅、游鎮烽

國立成功大學地球科學系(所)  
國立成功大學地球動力系統研究中心

## 摘要

瞭解微量元素及其同位素於河海交界處之地球化學特性，是研究陸源物質輸入海洋之進出機制與分佈特性中最為重要的訊息之一。因此，本研究利用高解析感應耦合電漿質譜儀，精確量測採自台灣西南部高屏溪河口乾（2003年12月）、濕季（2004年6月）水樣中U濃度及其同位素，並進一步探討其於河海交界處的分佈特徵與地化行爲，此外，由於河水中溶解態微量元素與河川侵蝕風化作用等有關，所以季節性採樣將有助於瞭解風化程度與氣候間的相互關係。本研究初步結果顯示，U濃度於高屏溪河口呈現保守混合的分佈，僅少部分乾季樣品受移除效應影響而偏離混合線，U同位素值則明顯指出本研究區域主要是受到淡、海水兩端元混合的影響，具由季節性的變化，並反應出高屏溪河水體混合分層的現象。

## 前言

在地球化學循環上，河口地區是一個很重要的研究區域，因其是最直接受到陸源物質輸入及海水來源影響的混合帶（Coffey et al, 1997），過去有許多對於不同河口地區的研究，探討關於陸源微量元素及鹼土元素輸入到開放大洋的情況（Hanor and Chan, 1977; Shiller, 1997; Colbert and McManus, 2005），由於河口水體中pH值、離子強度、組成、懸浮顆粒量（SPM）及氧化還原狀態急遽的改變，因而發生沈積物表面的清除、沈澱和凝聚作用以及懸浮顆粒吸附等現象，造成元素分佈上的變化（Coffey et. al., 1997; Colbert and McManus, 2005）。而微量元素於河口地區容易受到懸浮顆粒吸附/脫附、生物吸收及Fe-Mn氧化物還原等作用的影響，這些吸附與脫附的機制，將影響元素於溶解態及顆粒態的分佈情況，進而改變陸源風化物質輸入海洋的總量。因此研究微量元素及其同位素在河口地區的地化行爲及分佈狀況，將有助於瞭解地球系統中地質作用的發生以及與陸源物理、化學風化和物質輸入通量變化的可能關聯性。

## 採樣及分析方法

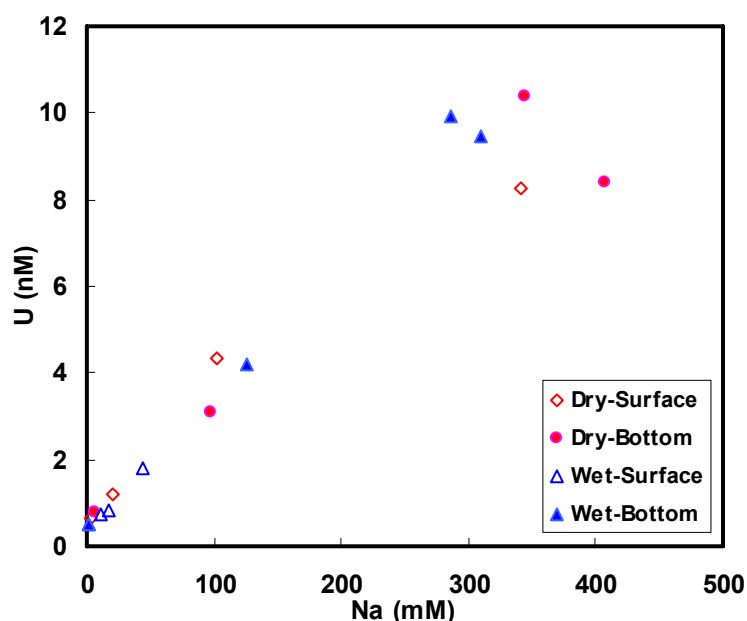
本研究水樣採自台灣西南部高屏溪河口，分乾（2003年12月）、濕（2004年6月）兩季進行採集（Wang et al., 2007），由河口向高屏溪上游方向採取表水及底層水進行U濃度及其同位素的分析。水樣採集後，立即以0.45 $\mu$ m濾紙過濾，並

以石英二次低溫蒸餾製備之超純硝酸酸化，再冷藏於 4°C 以下，直到實驗室前處理為止。

本實驗使用 Chelex-100 鉗合樹脂 (100-200 mesh, sodium form) 進行微量元素的純化與濃縮，配合成功大學地球科學系同位素地化實驗室之 ELEMENT 2 高精確感應耦合電漿質譜儀 (Finnigan, HR-ICP-MS)，精確分析量測樣品中 U 濃度及 U 同位素，並利用國際海水標準樣品 NASS -5 (National Research Council of Canada) 監測評估樹脂回收率，及以高純度元素標準品 (1000 ppm, ICP-High Purity Standard) 配置適當濃度範圍之標準品，作為濃度檢量線之用。所有樣品前處理及藥品配置均於 1000-10000 級無塵室內進行，同時所使用的化學試劑 (包含水、酸及鹼) 和容器，皆經過嚴密清洗過程或低溫蒸餾的純化步驟，以降低可能的污染或干擾。

### 初步結果與討論

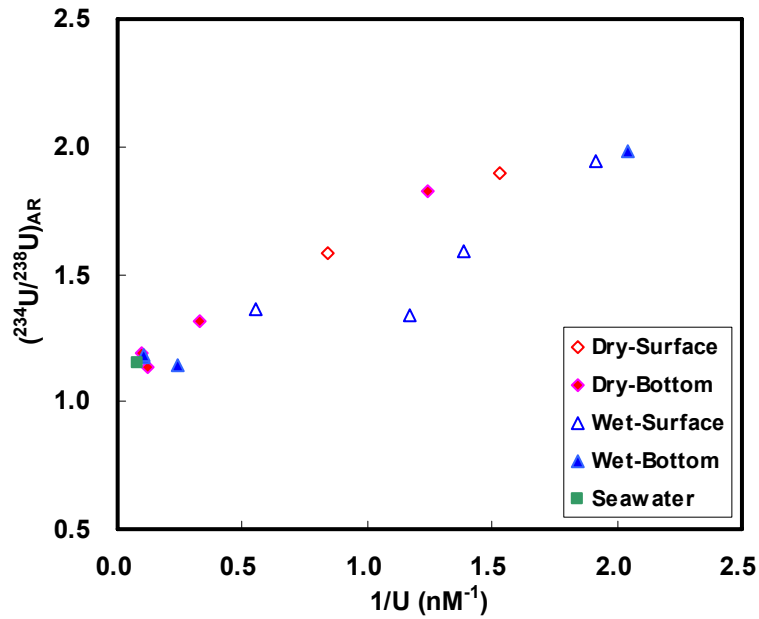
初步結果顯示，高屏溪河口平均溶解 U 濃度為 4.06 nM，較全球平均河口 U 濃度 (1.3 nM, Palmer and Edmond, 1993) 高出許多，在 U 與 Na 濃度作圖中 (圖一)，U 濃度於濕季的變化不明顯 (0.49-9.90 nM) 而在乾季時變化較大 (0.65-10.37 nM)。大部分樣品 U 濃度均落於海水與淡水的保守混合線上，僅少數乾季水樣的 U 濃度有部分偏離的現象，顯示溶解態的 U 於高屏河海混合處有被移除的作用發生。Maeda and Window (1982) 的研究指出，在 Ogeechee 河口觀察到溶解 U 被明顯移除的現象，其濃度偏離至保守混合線之下，此代表著溶解 U 被移除的速率大於河水輸入的速率，而此移除效應在河流低流量時更是顯著。此外，在還原環境的條件下，氧化態 U(VI) 易還原成親顆粒的 U(IV)，造成水中溶解 U 的移除，而其他的原因可能與當地環境的氧化還原程度、有機物質的凝聚作用、溶解 U 由底層水擴散並吸附於缺氧環境的沈積顆粒中、沈積顆粒 (Fe、Mn 氧化物或氫氧化物) 的清除效應及微生物與細菌的還原作用等有關。



圖一、高屏溪河口 U 濃度對 Na 濃度作圖。

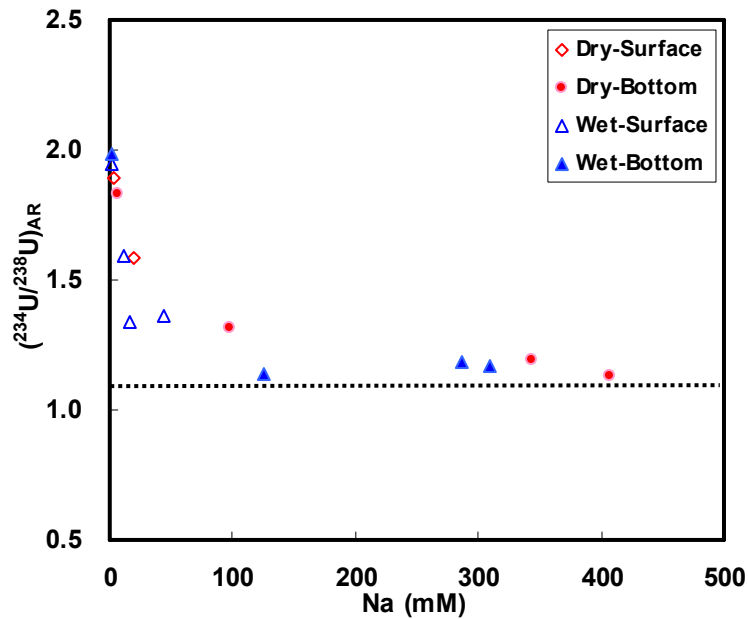
(圓形：乾季, 三角形：濕季, 空心：表水, 實心：底水)

高屏溪河口 U 同位素範圍 1.074-1.983，從 U 同位素對其濃度倒數作圖中顯見，其均落於海水 (NASS-5：1.152) 與高屏溪上游河水 U 同位素值 (3.392) 之間，表示研究區域主要受到海水與河水兩端元混染所控制，而河水端則是反應陸源風化物質的訊號 (圖二)。由 U 同位素和 Na 濃度作圖可觀察出 (圖三)，高屏溪河口水體中 U 同位素具有季節性變化，主要受控於河水端的影響，濕季時 U 同位素值變化較為急遽，在 Na 濃度約達 100 mM 即顯示出海水端元的 U 同位素訊號，此可能與濕季時河水流量較高有關，由於流量大時造成河口水體鹽度變化斜率向下游延伸，因此將較明顯反映出海水端的 U 同位素值 (Swarzenski et al., 2004)；乾季時 U 同位素變化則較緩和。此外，U 同位素也可反應出高屏溪河口淡、海水混合的分層情況，表層水反應密度較低的河水 U 同位素值，而底層水則顯示密度較高的海水值 (圖三)。



圖二、高屏溪河口 U 同位素對 U 濃度倒數作圖，正方形符號代表海水測值。

(圓形：乾季, 三角形：濕季, 空心：表水, 實心：底水)



圖三、高屏溪河口 U 同位素對 Na 濃度作圖。  
 (圓形：乾季, 三角形：濕季, 空心：表水, 實心：底水)

### 參考文獻

- Coffey, M., Dehairs, F., Collette, O., Luther, G., Church, T. and Jickells, T., 1997. The behavior of dissolved barium in estuaries. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 45:113-121.
- Colbert, D. and McManus, J., 2005. Importance of seasonal variability and coastal processes on estuarine manganese and barium cycling in a Pacific Northwest estuary. *Continental Shelf Research*, 25:1395-1414.
- Hanor, J.S. and Chan, L.H., 1977. Non-conservative behavior of barium during mixing of Mississippi River and Gulf of Mexico waters. *Earth and Planetary Science Letters*, 37:242-250.
- Maeda, M. and Windom, H.L., 1982. Behavior of uranium in two estuaries of the southeastern United States. *Marine Chemistry*, 11:427-436.
- Palmer, M.R. and Edmond, J.M., 1993. Uranium in river water. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 57:4947-4955.
- Shiller, A.M., 1997. Dissolved trace elements in the Mississippi River: seasonal, interannual, and decadal variability. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 61:4321-4330.
- Swarzenski, P., Campbell, P., Porcelli, D. and McKee, B., 2004. The estuarine chemistry and isotope systematics of  $^{234}\text{U}$ ,  $^{238}\text{U}$  in the Amazon and Fly Rivers. *Continental Shelf Research*, 24:2357-2372.
- Wang, R.M., You, C.F., Chu, H.Y. and Hung, J.J., 2007. Seasonal variability of dissolved major and trace elements in the Kaoping River estuary, Southwestern Taiwan. *Journal of Marine Systems*, Submit.