

台灣鴛鴦湖自然保留區中硫素生地化特性之探討

陳鑑禕¹，王珮玲¹，張世杰²，游鎮烽³

¹台灣大學海洋研究所

²東華大學自然資源管理研究所

³成功大學地球科學系

摘要

本研究評估鴛鴦湖生態系統中硫素的來源、儲量、傳遞和循環，以及環境酸化過程中硫素的貢獻。經過一整年的連續採樣，分別採取鴛鴦湖湖水與森林生態系統中不同類型水樣，進行水樣的陰、陽離子和初步的硫同位素分析，其結果顯示出與時序或生地化作用相關的濃度變化，硫酸根的來源則應與化石燃料排放污染有關。

前言

硫素是生物圈所使用的重要的元素之一，也是基本重要的營養物質，但是相較於其他營養物質，人們對於森林生態系統中硫循環的了解卻相對有限。由於環境酸化問題日漸嚴重，使得硫循環在陸域生態環境中的研究開始受到重視，但由於陸域系統中硫的含量相當低，因此造成分析上的困難。森林生態系統中，硫素主要儲存在植物、土壤或礦物中，以有機或無機的形態存在，各儲庫間則藉由物理性和化學性作用進行硫素的傳遞交換。本研究利用含硫物種之穩定流同位素豐度比值以及濃度的變化，以期解析硫素在鴛鴦湖森林生態系統中的動態。

研究區域與分析方法

樣區位於鴛鴦湖自然保留區，此保留區位於新竹縣、桃園縣及宜蘭縣交界處，海拔高度約 1670 公尺至 2100 公尺，面積約 374 公頃，鴛鴦湖屬於一酸性高山湖泊，湖泊面積約 3.75 公頃，該湖泊向東西延伸，成狹長匙狀，長約 575 公尺，最大寬度約 120 公尺，最狹處僅約 20 公尺；東半部水深較淺，約 1 公尺以內，湖泊深度最深約 4.5 公尺，向西流向塔克金溪，匯入石門水庫。本研究收集自 2005 年 5 月至 2006 年 6 月間鴛鴦湖自然保留區中的各類水樣，包括森林區域的濕沈降、霧水、穿落水、幹流水和土壤水，以及鴛鴦湖中不同深度湖水，分別分析水樣中的主要陰、陽離子濃度及硫酸根離子的硫同位素組成。

結果

在森林濕沈降的樣本中，陰離子部份以氫離子、硝酸根離子及硫酸根離子為主要離子，並無明顯地隨時間變化的趨勢，且以霧水中含量最高，普遍地高於其他種類的樣本。濕沈降中三種離子的濃度有類似的變化趨勢，但是在穿落水、幹流水及土壤水中以硝酸根離子濃度最低，而在霧水中以氫離子濃度最低。陽離子則以鈉離子、鉀離子及鈣離子為主，隨時間亦無顯著的變化趨勢。除上述三種陽離子外，偶而會偵測到鎂離子，但含量較低；而土壤水中出現的離子種類最多。

在湖水樣本中仍然以氫離子、硝酸根離子及硫酸根離子為主要陰離子，雖然各深度樣本的濃度變化相似，但是隨時間卻無固定變化趨勢，隨深度變化亦

無明顯趨勢。湖水中的陽離子以鈉離子、鉀離子、鈣離子及鎂離子為主，鈉離子與鉀離子隨時間變化的趨勢類似，而鈣離子則與鎂離子相似。在接近湖底的水樣中則常出現較不相同的變化趨勢，並且可以偵測到鐵離子及鋁離子的存在。

硫酸根的硫同位素分析結果顯示，濕沈降的 $\delta^{34}\text{S}$ 值介於+0~+5‰之間，霧水的 $\delta^{34}\text{S}$ 值介於+0~-5‰之間，土壤水則具有較負的 $\delta^{34}\text{S}$ 值，其值介於-5~-10‰之間，另外湖水的 $\delta^{34}\text{S}$ 值則大多介於0~-10‰之間。濕沈降的硫同位素組成與北台灣降雨類似，可能指示與化石燃料排放有關的來源。

參考書目

- Chang, S. C., Lai, I. L. and Wu, J. T., 2002. Estimation of fog deposition on epiphytic bryophytes in a subtropical montane forest ecosystem in northern Taiwan, *Atmospheric Research*, 64:159-167.
- Ezoe, Y., Lin, C. H., Noto, M., Watanabe, Y. and Yoshimura, K., 2002. Evolution of water chemistry in natural acidic environments in Yangmingshan, Taiwan, *Journal of Environmental Monitoring*, 4(4):11-18.
- Kendall, C. and McDonnell, J. J., 1998. *Isotope tracers in catchment hydrology*: Elsevier, Oxford, U.K., 839 p.
- Wu, J. T., Chang, S. C., Wang, Y. S., Wang, Y. F. and Hsu, M. K., 2001. Characteristics of the acidic environment of the Yuanyang Lake(Taiwan), *Botanical Bulletin of Academia Sinica*, 42:17-22.
- Prohaska, T., Latkoczy, C. and Stingeder, G., 1999. Precise sulfur isotope ratio measurements in trace concentration of sulfur by inductively coupled plasma double focusing sector field mass spectrometry, *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*, 14:1501-1504.
- You, C. F., and Li, M. D., 2005. Precise determination of sulfur isotopic ratio in aqueous solutions by inductively coupled plasma mass spectrometry, *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*, 20(12):1392-1394.
- 金恒鏞, 劉瓊霖, 夏禹九, 黃正良, 2003. 福山天然闊葉林生態系對降水水化學的交互作用, *台灣林業科學*, 18(4):363-373.