

# 臺灣溫泉水的稀土元素組成初探

葉怡伶、游鎮烽、鍾全雄、黃國芳

國立成功大學地球科學所  
地球動力系統研究中心

## 摘要

臺灣位於活動板塊邊緣，擁有獨特的地質條件，溫泉眾多。前人對溫泉的研究多著重於主要元素的分析，本研究利用感應耦合電漿質譜儀，分析台灣不同岩區的溫泉水樣中的稀土元素分佈模式。初步結果顯示，北投、大崗山、不老、礁溪、知本等五溫泉水中的稀土元素含量，以大崗山溫泉水中的含量遠高於其他四者，而北投溫泉的含量最低，不老、礁溪及知本都有明顯的Eu正異常；而不老與知本溫泉有明顯的Ce負異常。

## 前言

稀土元素 (rare earth elements, REEs) 是指包含原子序51~71在內的元素總稱，屬於週期表中的第ⅢB族，為微量元素。鐳至釷為輕稀土元素 (LREE)，鉕至鐳為重稀土元素 (HREE)，這些元素均擁有類似的物理及化學特性。近年來，稀土元素的研究在地球化學的領域上被廣泛地應用。稀土元素一般被應用為地下水的示蹤劑 (Banner et al., 1989; Gammons et al., 2005)；因其化學性質上的微小差異，同時也可用以解釋圍岩與水之間的相互作用 (Johannesson and Lyons, 1995; Janssen and Verweij, 2003)。

在自然界中，稀土元素在地殼內的豐度較水中為高，但分布不均勻，在不同岩石中的分布大致有其規律；但在河水及海水中的豐度則相當低。溫泉水中的稀土元素含量也較低，同時會受到圍岩及其他地質條件的影響，因而可能會有較大的差異產生。

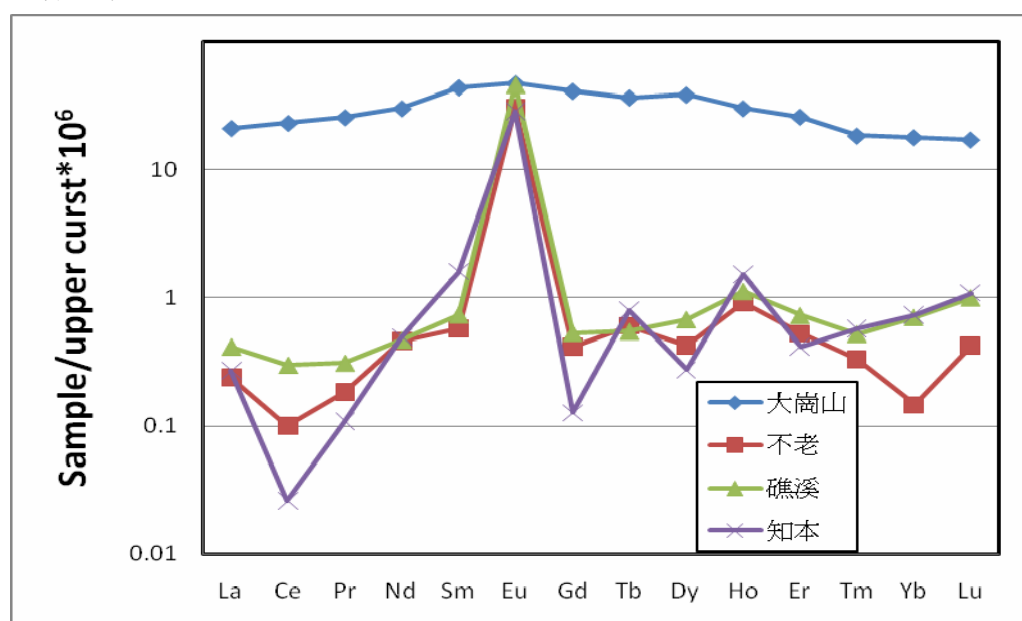
臺灣溫泉眾多，並擁有獨特的地質條件。本研究目的為研究臺灣島北、中、南、東各區內，位於不同岩區的溫泉水之地球化學組成，並利用感應耦合電漿質譜儀 (Inductively coupled plasma-mass spectrometry, ICP-MS) 分析溫泉水中的稀土元素濃度，藉由其分佈模式，探討稀土元素的來源與可能的影響因子；並比對不同地區的溫泉水之稀土元素含量差異，同時搭配相關地質與構造資料，進而討論溫泉水的來源及遷移路徑。

## 研究方法

溫泉水樣以酸洗過的50ml PP瓶採集後，經酸化、添加In與Re作為內標準品，再利用感應耦合電漿質譜儀（Thermo Finnigan, Element2）測定樣品中的稀土元素，因溫泉水中稀土元素的濃度偏低，分析精確度介於10-40%之間。

## 初步結果

初步測定北投、大崗山、不老、礁溪、知本等五溫泉水中的稀土元素，稀土元素的總量約在2.8至3730ppt之間。且大崗山溫泉水中的稀土元素含量遠高於其他四者，而北投溫泉的含量低於儀器偵測極限。圖一為台灣溫泉水樣稀土元素對上部地殼標準化後的分佈模式，不老、礁溪及知本都有明顯的Eu正異常；而不老與知本溫泉有明顯的Ce負異常。推測可能受圍岩-水間的交互作用、或是其它地質作用影響。



圖一：台灣溫泉水樣稀土元素對上部地殼標準化後的分佈模式。

## 參考書目

- Banner, J.L., Wasserburg, G.J., Dobson, P.F., Carpenter, A.B., Moore, C.H., 1989. Isotopic and trace element constraints on the origin and evolution of saline groundwaters from central Missouri. *Geochim. Cosmochim. Acta* 53, 383 - 398.
- Gammons, C.H., Wood, S.A., Pedrozo, F., Varekamp, J.C., Nelson, B.J., Shope, C.L., Baffico, G., 2005. Hydrogeochemistry and rare earth element behavior in a volcanically acidified watershed in Patagonia, Argentina. *Chem. Geol.* 222, 249-267.
- Janssen, R.P.T., Verweij, W., 2003. Geochemistry of some rare earth elements in groundwater, Vierlingsbeek, The Netherlands. *Water Res.* 37, 1320 - 1350.
- Sanada, T., Takamatsu, N., Yoshiike, Y., 2006. Geochemical interpretation of long-term variations in rare earth element concentrations in acid hot spring waters from the Tamagawa geothermal area, Japan. *Geothermics.* 35, 141-155.