

## 동위원소희석법을 이용한 화강암 표준시료(KG1)내 희토류원소 존재도

이승근<sup>1</sup>, 김건한<sup>1</sup>, 성낙훈<sup>2</sup>, 김용제<sup>1</sup>, 이대하<sup>1</sup>, Akimasa Masuda<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>한국지질자원연구원 환경지질연구부 (sgl@kigam.re.kr)

<sup>2</sup>한국지질자원연구원 탐사개발연구부

<sup>3</sup>일본동경대학 화학과

### 1. 서언

표준시료내 관심원소의 정확한 값은 각종 분석을 수행하는데 있어서 매우 중요한 역할을 한다. 본 연구에서는 동위원소희석법에 의한 열이온화 질량분석기(ID-TIMS)를 이용하여 한국산 화강암 표준시료(KG1)의 희토류원소 존재도를 정량화 하였다. 이는 향후, ICP-MS 등을 이용한 화강암류 암석의 희토류원소 분석시 매우 유용한 기준치로 활용할 수가 있을 것이다.

### 2. 실험방법

암석의 오염도와 균질도를 최대한 고려하여 파쇄한 암석가루시료 중에서 0.1g을 취하여 초순도 불산과 과염소산(Merch사 제품)을 섞은 산으로 테플론 비이커내에서 용해시킨 후, 이를 100ml의 염산용액으로 만든 후 저장하였다. data의 신뢰도를 높이기 위해서 1차적으로 ICP-MS를 이용하여 희토류원소 존재도를 측정하였다. 그리고 ICP-MS 자료를 토대로 하여, 10ml 내지 30ml의 시료용액을 취한 후 이에 스파이크를 첨가한 다음, 양이온 교환수지(50W-X8 cation resin)를 통해 희토류원소를 분리하였다. 분리된 희토류원소는 JEOL 05-RB 질량분석기로 측정하였다. 뿐만 아니라, 균질도를 확인하기 위해 시료의 양을 변화시켜가면서 동일한 과정을 거쳐 측정하였다. ICP-MS의 경우 경희토류(LREE)는 10% 이하, 중희토류(HREE)는 10~20%의 오차를 갖는 것으로 사료된다.

### 3. 결과

화강암 표준시료(KG1)의 희토류원소 함량에 대한 동위원소희석법의 분석결과, La: 30.9ppm, Ce: 60.9ppm, Pr: (6.74ppm), Nd: 24.6ppm, Sm: 5.89ppm, Eu: 0.40ppm, Gd: 5.44ppm, Tb: (0.91ppm), Dy: 5.93ppm, Ho: (1.31ppm), Er: 3.76ppm, Tm: (0.58ppm), Yb: 3.66ppm, Lu: 0.63ppm으로 밝혀졌다. 이중 Pr, Tb, Ho, Tm은 1개의 안정동위원소로 이루어져 있기 때문에 일반적인 동위원소 희석법으로는 측정이 어렵다. 따라서 여기서는 해당원소를 중심으로 하여, 운석으로 규격화(normalization)한 후의 그 중간값을 기준으로 하여 계산하였다. 이는 희토류 원소의 독특한 물리적/화학적 특성으로 인해 상호간에 연속성이 강하게 분포하기 때문에 가능하다 하겠다. Fig. 1의 a와 b는 각각 ICP-MS와 ID-TIMS를 이용하여 분석한 KG1 시료를 운석(Leedey chondrite)로 규격화한 결과도이다. 상호비교를 위해 일본지질조사소(GSJ)와 한국지질자원연구원(KIGAM)의 분석자료를 도시하였다.

### 4. 토의 및 요약

Fig. 1의 a와 b는 각각 ICP-MS와 ID-TIMS를 이용하여 분석한 KG1 시료를 운석(Leedey chondrite)로 규격화한 결과도이다. 상호비교를 위해 일본지질조사소(GSJ)와 한국지질자원연구원(KIGAM)의 분석자료를 도시하였다. Fig. 1의 a에서 보는 바와 같이 ICP-

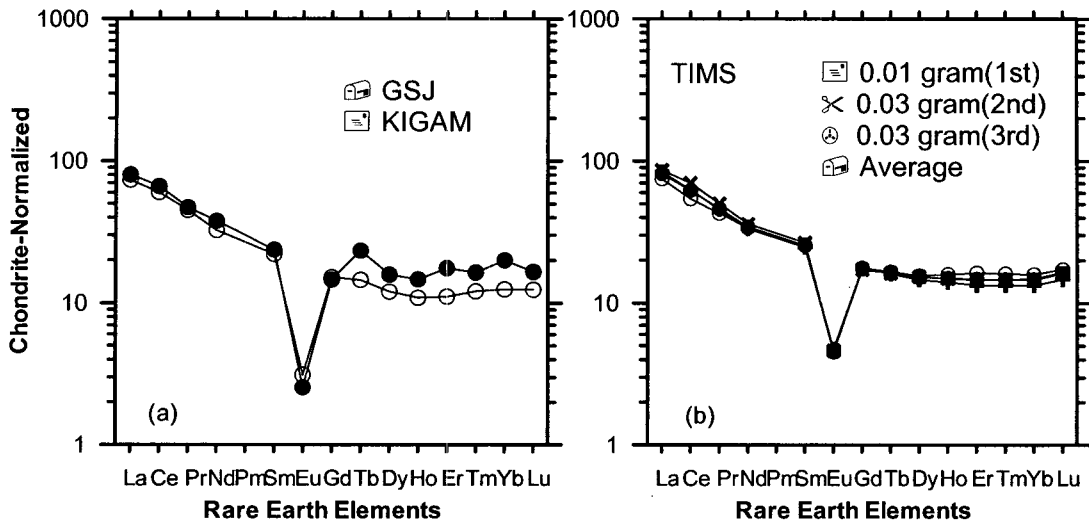


Fig. 1. Chondrite-normalized REE pattern (Masuda et al., 1973)

MS로 분석한 양측의 자료를 보면, Tb이하 중희토류(HREE)의 경우 다소 불규칙한 분포 양상을 보여주고 있다. 이는 주로 경희토류(LREE)산화물의 영향에 의한 것으로 ICP-MS로 분석할 시에 거의 대부분 발생된다. 반면에 Fig. 1의 b를 보면 HREE의 분포도가 매우 부드럽게 변화하고 있음을 알 수가 있으며, 전체적으로도 완만한 분포를 하고 있다. 희토류원소는, 기타 다른 원소들에 비해 균질한 분포특성을 보여주기 때문에, 비교적 용이하게 분석자료의 정확성을 판단할 수가 있다. 최근에 희토류원소는 대부분의 자료가 ICP-MS를 이용하여 얻어진다. 그러므로 표준시료내 희토류원소의 함량을 보다 정확히 제시하게 되면, 실제시료로부터 얻고자 하는 희토류원소의 존재도에 대한 신뢰성은 더욱 높아질 것이다. 결론적으로, 이 논문에서 제시된 표준 화강암시료의 희토류원소의 존재도는 ICP-MS와 같은 분석장비를 이용하여 분석하고자 할 때 매우 유용한 기준치가 되리라 사료된다.

## 5. 사사

본 연구는 21세기 프론티어연구개발사업인 수자원의 지속적 확보기술개발사업단의 연구비 지원(과제번호3-2-1)에 의해 수행되었다.

## 6. 참고문헌

Masuda, A., Nakamura, N. and Tanaka, T., 1973, Fine Structure of mutually normalized rare-earth patterns of chondrites. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 37, 239-248.