

남극-피닉스 해령 현무암의 산소동위원소 연구

Oxygen isotope geochemistry for basalts from the Antarctic-Phoenix Ridge

추미경^{1,2*} · 최성희¹ · 안인수^{1,3} · 이종익¹ · 김규현²

¹한국해양연구원 부설 극지연구소(mkchoo@kopri.re.kr), ²이화여자대학교 과학교육과

³서울대학교 지구과학교육과

피닉스판은 남미대륙과 남극반도 사이의 드레이크 해협에 존재하는 소규모 해양판이다. 현재 남극-피닉스 해령은 남서쪽의 히어로 파쇄대와 북동쪽의 쉐클론 파쇄대 사이에서 세계의 분할된 구역으로 남아있다(북동쪽 구역부터 P1, P2, P3). 우리는 이 중 P2와 P3 구역에서 해저화산암 시료를 드레지하였다. P2와 P3구역의 측부에 존재하는 화산체(PR2, SPR1, SPR2)는 상대적으로 젊으며(1.4 - 3.1 Ma), 지구화학적으로 부화된 중앙해령현무암류(E-MORB)이다. 반면, P3구역에서 측으로부터 남동쪽에 위치한 보다 오래된 화산체(PR3; 3.5 - 6.4 Ma)는 결핍된 중앙해령현무암류(N-MORB)이다. 우리는 이 현무암들로부터 감람석 반정을 분리하였고, 이에 대하여 또 그 유리질 부분에 대하여 산소동위원소비를 분석하였다. 실험은 극지연구소에서 CO₂-레이저 불화방식(CO₂ laser-BrF₅ fluorination) 산소동위원소 분석기를 이용하여 이루어졌다. 이 연구를 통하여 우리는 MORB의 근원맨틀에 내재되어 있는 지구화학적 이질성의 본질에 대하여 고찰하고자 한다.

남극-피닉스 해령 현무암에 대하여 얻어진 산소동위원소비는 다음과 같다: PR2 ($\delta^{18}\text{O}_{\text{olivine}} = 5.25 - 5.65\%$, $\delta^{18}\text{O}_{\text{glass}} = 5.20 - 5.26\%$); SPR1, SPR2 ($\delta^{18}\text{O}_{\text{glass}} = 5.10 - 5.29\%$); PR3 ($\delta^{18}\text{O}_{\text{olivine}} = 5.34 - 5.61\%$, $\delta^{18}\text{O}_{\text{glass}} = 5.02 - 5.27\%$). 감람석 반정에 대한 $\delta^{18}\text{O}$ 값은 대서양 MORB 감람석에 대해 기준에 보고된 연구결과 범위(5.00 - 5.24%) 부터 그 보다 다소 높은 값까지 확장되어 있으나, 신선한 MORB 유리질에 대하여 보고된 범위(5.37 - 6.20%)내에 포함된다. 연구지역 현무암의 감람석 반정과 유리질 현무암 사이의 $\delta^{18}\text{O}$ 값 차이($+0.4 \pm 0.1\%$)는 감람석-액 간의 평형분별에서 기대되는 범위($-0.7 \pm 0.1\%$)에서 매우 벗어나 있다. 이는 유리질 현무암이 해수에 의해 이차적인 변질작용을 받았기 때문인 것으로 생각된다. 이러한 결과는 산소동위원소비를 활용하여 근원맨틀의 성인을 규명하는 연구를 할 때 (1) 이차적 변질에 비교적 안정적인 감람석 반정을 활용하는 연구가 더 고무적이며, (2) 유리질 현무암을 활용할 경우 그 변질 여부에 대한 사전 고찰이 반드시 필요함을 시사한다.

Sr-Nd-Pb 동위원소비를 활용한 기존 연구에 의하면, N- 과 E-MORB의 근원맨틀은 부화의 정도에 있어서 매우 뚜렷한 차이가 있음이 보고되어 있다. 산소동위원소비에 대한 현재의 결과를 보면 위의 기대와는 다르게 N-MORB와 E-MORB 근원맨틀 간에 주목할 만한 차이가 없는 것처럼 보인다. 그러나 E-MORB 시료들에서 우리는 $\delta^{18}\text{O}$ 값이 Mg# (=100×Mg/(Mg+Fe))가 작아질수록 (즉, 분화가 진행될수록) 감소하는 경향이 있음을 주목한다. 이는 현무암질 마그마가 분화될 때 열수에 의해 변질 받은 해양지각물질을 혼입하였기 때문인 것으로 해석된다. K₂O/TiO₂, K/Sr 또는 La/Ti 비와 $\delta^{18}\text{O}$ 값 간의 뚜렷한 음의 상관관계는 이러한 해석을 뒷받침한다.

유감스럽게도 우리는 현재 연구지역에서 N-MORB와 유사한 Mg#를 가지고 있는 E-MORB 감람석에 대한 산소동위원소비 자료를 확보하지 못한 상태이며, 따라서 N-과 E-MORB 근원 물질 간의 차이를 직접 비교하기는 어렵다. 그러나 현재의 자료로 외삽하면, N-MORB에 비해 E-MORB 근원물질은 부화된 산소동위원소비를 가지고 있을 가능성이 높

다. 과거에 섭입된 해양관의 잔재물로 그 기원을 추정해 볼 수는 있으나, 보다 구체적인 해석은 향후 연구과제로 남아있다.