

에이유 트라프: 지구조 및 맨틀 불균질성 The Ayu Trough: Tectonics and Mantle Heterogeneity

박승현^{1*}·이상목²·이종익¹

¹ 한국해양연구원 부설 극지연구소 (shpark314@kopri.re.kr), ² 서울대학교 지구환경과학부

1. 서론

서태평양 적도 부근에 분포하는 에이유 트라프는 필리핀 판과 캐롤라인 판의 발산 경계이다. 특히 주로 섭입대로 둘러싸인 필리핀 판의 유일한 발산 경계이기도 하다. 에이유 트라프 중심축의 길이는 약 600km이고 수심은 4000m에 이른다. 중심축은 움푹 파인 골의 형태를 나타내며 주변부의 지형은 매우 불규칙한데, 이는 느린 속도로 확장하는 중앙해령의 전형적인 특성이다 (Fig. 1). 기존의 탄성과 탐사 결과에 따르면 중심축에 두꺼운 퇴적층이 쌓여 있는 것이 관찰되었으며, 이는 에이유 트라프의 확장 속도가 현격하게 느려지거나 확장이 중단되었을 가능성이 있음을 지시한다. 이 발표에서는 에이유 트라프의 중심축 0°30'N부터 4°30'N까지의 구간에서 드래지를 통해 채취된 화산암 시료들에 대한 지화학적인 연구를 통해 밝혀진 지구조 진화와 기원 맨틀의 지화학적 특성을 제시하고자 한다.

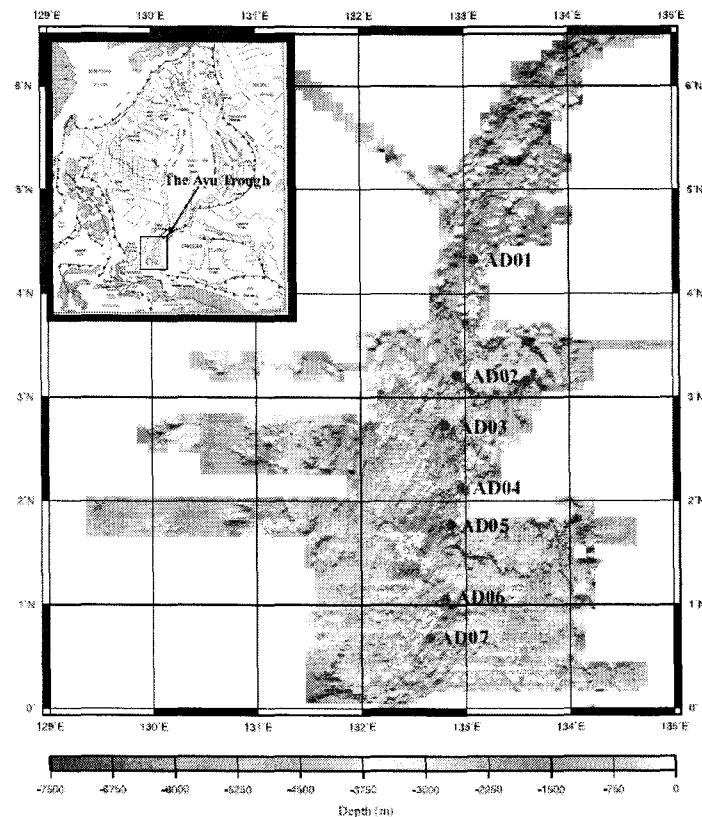


Fig. 1. 에이유 트라프의 위치 지형도 및 시료 채취 위치

2. 연구방법

전암에 대한 주원소 및 미량원소는 극지 연구소가 보유하고 있는 XRF(Phillipps Model, PW1450)와 ICP-MS (Perkin Elmer Sciex Elan 6000)를 이용·분석했다. Sr, Nd, Pb 방사선 동위원소 분석은 멜버른 대학에 의뢰해 TIMS (Finnigan MAT 262)로 분석했다.

3. 본론

분석 결과에 따르면 시료들은 일반적인 중앙해령 현무암(N-MORB, normal Mid-Ocean Ridge Basalt, $La/Sm_N < 1$)부터 불호정 원소가 농집된 중앙해령 현무암(E-MORB, enriched Mid-Ocean Ridge Basalt, E-MORB, $La/Sm_N > 1.4$)까지의 조성 범위를 나타낸다. N-MORB는 중심축 골의 사면 다섯 곳에서 채취된 반면 E-MORB는 중심축 가운데($2^{\circ}45'N$)에 분포하는 소규모 화산체 한 곳에서만 채취되었다. 그리고 골의 사면 한 곳에서는 N-MORB와 E-MORB의 중간 조성을 나타내는 현무암(transitional Mid-Ocean Ridge Basalt, T-MORB)도 채취되었다.

골의 사면에서 채취된 N-MORB는 Klein and Langmuir (1987)가 제시한, 중앙해령에서 중심축 현무암 지화학이 나타내는 일반적인 상관 관계를 따르며, 이는 N-MORB가 형성되는 기간 동안에는 에이유 트라프가 정상적인 확장을 했음을 의미한다. 그러나 중심축 가운데의 소규모 화산체에서 채취된 E-MORB는 불호정 원소의 조성비 특히 $(Sm/Yb)_N$ 의 값이 각각 약 1.8과 1.3을 나타내는 두 개의 그룹으로 나뉘는데 이는 두 그룹이 각각 생성 깊이와 부분 용융의 정도가 달랐으며, 특히 한 그룹 ($Sm/Yb_N = \sim 1.8$)의 부분 용융 정도는 상대적으로 매우 낮았을 가능성을 암시한다 (Fig. 2). 중심축에 분포하는 소규모 화산체에 생성 깊이와 부분 용융의 정도가 다른 두 종류의 암석이 동시에 분포한다는 것, 특히 낮은 부분 용융에 의해 형성된 암석이 분포한다는 것은 에이유 트라프의 확장 속도가 현저하게 느려지거나 중단되어 최근에는 맨틀의 용융이 활발하지 않았을 가능성이 높다는 것을 암시한다. 이는 서론에서 제시한 탄성과 탐사 결과와 부합되는 결론이다.

N-MORB와 E-MORB의 불호정 원소와 Sr-Nd-Pb 방사선 동위원소 조성 차이는 매우 크며, 이는 기원 맨틀이 불균질함을 암시한다. 이러한 맨틀의 불균질성은 불호정 원소 결핍 맨틀(depleted mantle)과 불호정 원소 농집 맨틀(enriched mantle) 간의 혼합으로 잘 설명된다. 이 지역 맨틀은 불호정 원소 결핍 맨틀에 불호정 원소 농집 맨틀이 작은 규모로 산포되어 있는 특성을 갖고 있는 것으로 판단된다. N-MORB의 납 동위원소 조성비는 인도양 형의 불호정 원소 결핍 맨틀과 유사하며 E-MORB의 납 동위원소 조성비는 맨틀에서 발견되는 단종 중의 하나인 EM2의 특성을 갖고 있다. 한편 N-MORB와 T-MORB는 부분 용융 정도가 낮은 E-MORB ($Sm/Yb_N = \sim 1.8$)와 혼합관계를 보이며 (Fig. 2), 이는 불호정 원소 농집 맨틀이 상대적으로 깊이 분포함을 암시한다.

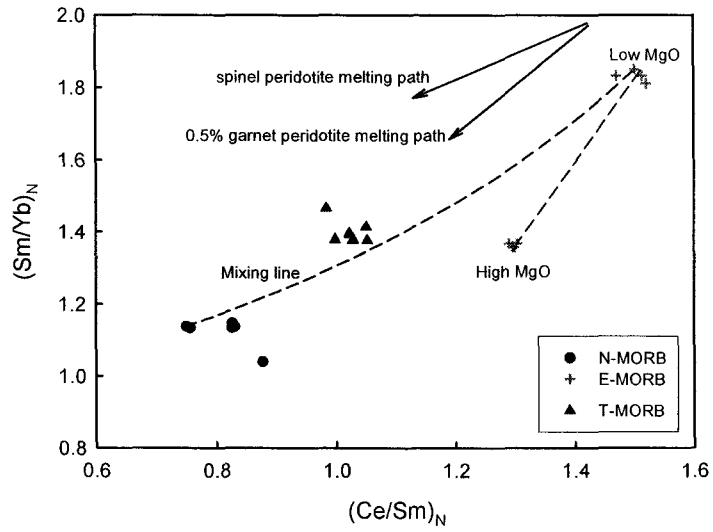


Fig.2. $(Sm/Yb)_N$ 대 $(Ce/Sm)_N$ 도표

4. 참고 문헌

Klein, E.M. and C.H. Langmuir, Global correlations of ocean ridge basalt chemistry with axial depth and crustal thickness, *J. Geophys. Res.* 92 (1987) 8089-8115.