

임진강대 변성이질암 내 십자석 반상변정의 생성과 지구조적 의미

김윤섭, 조문섭

서울대학교 자연과학대학 지구환경과학부 (yskim2@snu.ac.kr)

연천지역 임진강대 진곡암체의 변성이질암에서 산출되는 지시광물의 성장과 소멸 반응관계 및 이와 관련된 압력-온도-시간 경로(P-T-t path)를 연구하였다. 이를 위해 THERMOCALC 자료(Holland & Powell, 1998)를 바탕으로 열역학적 모델링을 수행하였고, 일부 포유광물 조합에 대해 석류석-흑운모 지온계와 석류석-남정석-사장석-석영 지압계를 적용하였다. 진곡암체는 전형적인 바로비안형에 속하는 석류석, 십자석 및 남정석 변성분대를 순차적으로 보여준다. 석류석의 가장자리 성분을 이용하여 구한 진곡암체의 온도-압력은 대략 520-630 °C, 6-8 kbar의 범위를 보인다. 진곡암체의 사장석은 복잡한 누대구조가 특징적이며(Ahn and Cho, 2000), 지압계를 사용하여 변성진화 경로를 구하기가 어렵다. 따라서, 슈도섹션(pseudo section) 방법(Poewll et al., 1998)과 각 변성분대의 광물조합 및 변성조직을 이용하여 전진 및 후퇴변성작용의 경로를 구하였다. 전진변성작용은 $K_2O-FeO-MgO-Al_2O_3-SiO_2-H_2O$ (KFMASH) +MnO 계를 사용하였으며, Mn 성분의 도입은 석류석의 안정영역을 저온 영역으로 넓혀주는데 필수적으로 요구된다. 후퇴변성작용은 KFMASH 모델 계를 사용하였다. 석류석대에서는 석류석 반상변정이 흑운모 반상변정을 소비하며 성장하는 반응조직이 나타나고, 남정석대에서는 석류석 내에 존재하는 녹니석 포유물이 관찰된다. 이는 석류석대에서는 녹니석, 흑운모 반상변정, 석류석 반상변정 순으로 지시광물이 성장하였으며, 남정석대에서는 녹니석, 석류석 반상변정, 흑운모, 남정석 반상변정 순으로 성장하며 전진변성작용이 일어났음을 지시한다. 후퇴변성작용은 남정석대에서 관찰되며, 석류석+남정석+백운모+석영+H₂O = 십자석+흑운모 반응에 의해 십자석 반상변정이 성장하였다. 이러한 흡수반응(hydration reaction)은 십자석 내에 산출되는 석류석, 남정석의 포유광물조합과 석류석의 X-선 성분지도(X-ray compositional mapping)에 의해 뒷받침된다. 또한, 포유광물을 이용해서 구한 반상변정 성장시의 온도-압력은 대략 690 °C, 11 kbar (남정석), 670 °C, 9 kbar (십자석) 이다. 이 결과는 십자석을 성장시킨 후퇴변성작용의 압력-온도-시간 경로를 대표할 뿐만 아니라 진곡암체가 경험한 최고 압력이 11 kbar 이상이었음을 나타낸다. 후퇴변성작용 중에 십자석이 성장하기 위해서는 유체의 유입이 필수적이고, 이는 연구지역에서 광역적으로 관찰되는 연성전단작용에 수반되었을 것으로 추정된다. 진곡암체의 변성이질암은 전형적인 바로비안형에 비해 고압형에 속하는 변성야외구배를 보이며, 등온-감압(isothermal-decompression)의 압력-온도-시간 경로가 특징적이다. 이러한 결과는 전형적인 대륙충돌대인 동부 레폰틴 알프스(Lepontine Alps)에서 최근 보고된 (Nagel et al., 2002) 십자석/남정석 분대의 등온-감압 경로와 이에 수반된 십자석의 성장과 유사하다. 진곡암체에서 나타나는 십자석도 고압 환경에서 등온-감압의 변성작용에 의해 생성되었고, 이는 페름-트라이아스기(Permo-Triassic) 대륙충돌대와 관련되어 성장했을 가능성이 큰 것으로 추정된다.

참고문헌

- Ahn, J. and Cho. M., 2000, Application of cathodoluminescence to fine-grained pelitic schists of the Imjingang Belt, Korea, *Eurpoean Journal of Mineralogy*, 12, 1057-1062
- Holland, T. J. B., and Powell, R., 1998, An internally consistent thermodynamic data set for phases of petrological interest, *Journal of Metamorphic Geology*, 16, 309-343
- Nagel, T., De Capitani, C., and Frey, M., 2002, Isograds and P-T evolution in the eastern Lepontine Alps (Graubeunden, Switzerland), *Journal of Metamorphic Geology*, 20, 309-324
- Powell, R., Holland, T. and Worley, B., 1998, Calculating phase diagrams involving solid solutions via non-linear equations, with examples using THERMOCALC, *Journal of Metamorphic Geology*, 16, 577-588