

이온현미분석기를 사용한 남서부 경기육괴 변성암류의 U-Pb 저어콘 연대: 남중국지괴와의 대비 가능성

조 문 섭

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

남서부 경기육괴의 편마암류로부터 분리된 저어콘(zircon) 입자를 대상으로, 이온현미분석기(ion microprobe)를 사용한 U-Pb 연대를 구하였다. 그 결과는 후기 원생대(약 820 Ma) 뿐만 아니라 오르도비스기에 상당한 화성활동이 한반도에 있었음을 지시한다. 우리 나라 후기 원생대의 화성-변성 활동에 대해 알려져 있는 바는 극히 제한적이어서 후속연구가 필수적이며, 이러한 연구는 한반도의 지체구조적 변천사를 로디니아 초대륙(Rodinia supercontinent)의 생성-분리와 관련해 재조명할 수 있는 기회를 제공할 것이다. 또한 오르도비스기의 화성작용은 그동안 논란이 되어 왔던 소위 "칼레도니아(Caledonian)" 변동 (cf. 조문섭, 2000)에 대한 또 다른 증거를 제공해준다.

저어콘의 연대측정은 서호주의 커튼공업대학교에 설치되어 있는 SHRIMP-II(Sensitive High-Resolution Ion Microprobe-II; 고감도-고분해능 이온현미분석기)를 사용하였으며, 시료 준비 및 분석방법은 기존에 보고된 바와 같다 (e.g., Kinny et al., 1999). 분석된 3개의 암석 시료(1006-5, 8, 9)는 경기육괴의 남서부에 위치한 홍성 지역의 정편마암들이다. 1006-8 시료는 Turek and Kim (1996)이 전통적인 방법을 사용해 687±5 Ma의 U-Pb 저어콘 연대를 보고한 바 있는 화강암질 편마암 (시료번호, KJ43)에 해당된다. 두 개의 다른 시료는 1006-8 주변에서 산출하는 전형적인 경기육괴의 편마암류로서 화강암질 정편마암이다. 이들 시료로부터 분리된 저어콘 입자들은 대부분 화성기원의 누대구조와 자형의 결정형태를 보여준다. 과성장띠(overgrowth rims)는 1006-5 시료에서 흔하게, 그리고 1006-9 시료에서 매우 드물게 관찰된다. 음극선발광(cathodoluminescence) 영상의 해석을 통해 저어콘 결정의 성장사를 유추하였으며, 이를 바탕으로 이온현미분석 점(spot)을 정하였다. U-Pb-Th 자료는 퍼스(Perth) 저어콘 스탠다드 (CZ3; 564 Ma, $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U} = 0.0914$)를 사용하였다. 아래에 기술하는 연대는 모두 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 연대에 해당된다.

두 개의 화강암질 편마암 시료로부터 구한 U-Pb 저어콘 연대는 각각 812 ± 14 Ma(1006-8)와 822 ± 17 Ma(1006-9)로 분석오차 내에서 서로 일치한다. 이 결과는 춘천 및 전곡 지역의 석류석 각섬암에서 보고된 Sm-Nd 전암연대(852 ± 24 Ma 및 824 ± 143 Ma; Lee and Cho, 1995; Ree et al., 1996)와 잘 부합한다. 따라서 후기 원생대 기간 중 화성활동이 한반도에서 광범위하게 일어났음을 시사한다. 한편, 1006-9 시료에서는 예외적으로 한 개의 저어콘 입자 주변부(rim)에서 매우 얇은 과성장띠가 관찰되었으며, 두 개의 점 분석으로부터 구한 U-Pb 저어콘 연대는 약 235 Ma이다. 이 때는 또한 변성기원의 저어콘

에서 흔히 관찰되는 작은 Th/U (<0.05) 비를 보인다.

1006-5 시료는 위 두 시료로부터 수 km 떨어진 지점에서 채집하였으나, 저어콘 연대는 상이한 기록을 보여준다. 즉 매우 작은 Th/U (<0.01) 값을 갖는 저어콘의 주변부에서 223 ± 5 Ma의 연대가 잘 정의되며, 이는 1006-9 시료에서 관찰된 결과와 함께 트라이아스기의 고온변성작용이 백립암상에 가까운, 매우 높은 온도에 달하였음을 지시한다. 한편 저어콘의 중심부는 335-473 Ma의 비교적 넓은 연대 분포를 보인다. 이는 저어콘이 실제 성장한 연대를 지시하기보다는 트라이아스기의 변성작용에 따른 납손실(Pb loss) 그리고 누대 규모보다 더 큰 빔 크기(beam size, 약 30 μm)의 영향일 것으로 해석된다. 또한 저어콘이 다양한 외래물질로부터 기원했다는 증거가 관찰되지 않으므로, 이 정편마암의 모암은 오르도비스기(약 430-470 Ma)에 관입하였을 것으로 생각된다. 따라서 그동안 논란이 되어 왔던 소위 “칼레도니아” 변동이 한반도 내에 실존하였을 가능성을 시사한다.

이상의 결과를 종합하여 볼 때, 경기육괴의 변성암류는 후기 원생대 이후 다양한 저어콘의 성장사를 기록하고 있음을 알 수 있다: 즉 (1) 후기원생대(약 820 Ma)의 화성작용; (2) 오르도비스기(약 450 Ma)의 화성작용; 그리고 (3) 트라이아스기 (약 223 Ma)의 부분용융을 수반한 고온 변성작용으로 대표된다. 이러한 지질연대는, 옥천변성대에서 얻어진 756 Ma의 저어콘 연대(Lee et al., 1998)와 더불어, 친링-다비-수루(Qinling-Dabie-Sulu) 대륙충돌대와 양쯔 지괴에서 보고된 지질연대 결과와 잘 부합한다. 따라서 지구연대학적으로 경기육괴가 북중국보다는 대륙충돌대를 포함하는 남중국지괴에 속할 것으로 결론지을 수 있다.

참고문헌

- 조문섭 (2000) 옥천변성대의 변성시기에 대한 개인적 고찰: 고생대 초기의 조산운동? 2000년도 한국암석학회-한국광물학회 공동학술발표회 논문집, p. 32.
- Kinny, P.D., Friend, C.R.L., Strachan, R.A., Watt, G.R. and Burns, I.M. (1999) U-Pb geochronology of regional migmatites in east Sutherland, Scotland: evidence for crustal melting during the Caledonian orogeny. *Jour. Geol. Soc. London*, v. 156, pp. 1143-1152.
- Lee, S.R. and Cho, M. (1995) Tectonometamorphic evolution of the Chuncheon amphibolite, central Gyeonggi massif, South Korea. *J. Meta. Geol.*, v. 13, pp. 315-328
- Lee, K.S., Chang, H.-W. and Park, K.-H. (1998) Neoproterozoic bimodal volcanism in the central Ogcheon belt, Korea: Age and tectonic implication. *Precambrian Res.*, v. 89, pp. 47-57.
- Ree J.-H., Cho, M., Kwon, S.-T., and Nakamura, E. (1996) Possible eastward extension of Chinese collision belt in South Korea: The Imjingang belt. *Geology*, v. 24, pp. 1071-1074.
- Turek, A. and Kim, C.-B. (1996) U-Pb zircon ages for Precambrian rocks in the southwestern Ryeongnam and southwestern Gyeonggi massifs, Korea. *Geochem. J.*, v. 30, pp. 231-249.