

영남육괴 지리산 지역의 동북 화강편마암에 대한 SHRIMP U-Pb 저콘 연대와 이의 선캠브리아 지체구조적 의미

조등룡¹, 김용준², Richard Armstrong³

¹한국지질자원연구원 지질연구부 (dlcho@kigam.re.kr)

²전남대학교 자연과학대학 지구환경과학부

³Research School of Earth Sciences, Australian National University

1. 서론

영남육괴 지리산 지역 서부인 동북 일대에 분포하는 화강편마암 (동북 화강편마암)의 저콘에 대한 SHRIMP U-Pb 연대측정을 실시하였다. 저콘의 상속핵 (inherited core)과 외륜 (rim)으로부터 화강편마암의 근원암 연대와 광역변성작용 시기를 각각 구하였고, 이들 연대의 선캠브리아 지체구조적 의미에 대해 토의한다.

2. 지질배경 및 시료

동북 화강편마암은 고원생대의 차일봉 화강암의 남측에 분포하며, 고생대 (?)의 설옥리층과 용암산층에 의해 부정합으로 피복된다. 이는 담회색의 괴상인 중립질 암상으로서, 화강섬록암과 유사한 화학조성과 광물조합을 갖는다 (조등룡 외, 미발표). 주성분광물은 석영, 사장석 (Or₁₋₁₀Ab₆₅₋₇₃An₂₄₋₃₃), 알칼리장석 (Or₂Ab₉₅An₄), 흑운모 [Mg/(Mg+Fe)=0.39-0.42]이며, 백운모, 전기석, 황철석, 티탄철석, 저콘, 인회석, 모나자이트 등이 부수광물로 존재한다. 알칼리 장석은 2 cm 정도의 변성반경으로도 드물게 나타나고, 사장석은 흔히 견운모로 변질되었으며, 백운모는 결정화작용의 후기에 형성된 조직의 특징을 보인다. 연대측정을 위한 시료는 전라남도 화순군 남면 남계리 (127° 10' 34" E/35° 00' 01" N)의 포장도로 사면에서 채취되었다.

3. 저콘과 SHRIMP 연대측정 결과

동북 화강편마암의 저콘은 대부분 주상이며 상속핵을 포함한다 (Fig. 1). 상속핵 저콘은 대부분 음극발광영상에서 아각상 내지 아원상의 외형을 보여 퇴적과정과 수반한 마모작용을 거쳤음을 시사하고, 화성기원 저콘의 특징인 자형의 진동누대구조를 보인다. 거의 모든 입자는 상속핵 저콘 둘레에 양각추 (bipyramidal) 형태로 성장한 저콘 외륜을 갖는데, 이들은 낮은 음극발광의 희미한 진동누대를 보인다. 이러한 저콘 외륜은 상부 각섬암상 이상의 광역변성작용에 의해 형성된다 (Vavra et al., 1999). 저콘의 U/Th 비 역시 상속핵은 높고 (0.106-0.838) 저콘 외륜은 현저하게 낮아 (0.004-0.036), 이들이 각각 화성기원과 변성기원임을 지지한다.

상속핵 저콘 15점의 분석치는 일치비 [$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$]/[$^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ apparent ages]가 0.94-1.03인 양호한 일치연령 (concordant age)을 제시하고, 이들의 $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ 연대는 시생대 초기-고원생대의 넓은 범위를 갖는다 (Fig. 2). 2,506-2,518 Ma (n=3), 2,318-2,396 Ma (n=4), 2,169-2,205 Ma (n=5)의 범위에 특히 상속핵 저콘 연대가 집중되고, 이외에 $1,984 \pm 5$ Ma, $2,889 \pm 15$ Ma와 $3,342 \pm 7$ Ma 연령이 나타난다. 저콘 외륜의 9점 분석치 역시 일치비가 1.01-1.04인 일치연령을 제시하며, $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ 연대의 범위는 1,878-1,864 Ma로서, 이들의 가중평균 연령은 $1,873 \pm 3$ Ma (2σ , MSWD=0.76, probability=0.64)이다 (Fig. 2).

4. 토의 및 결론

화강섬록암질의 암상 및 구성광물, 음극발광영상이 나타내는 저콘의 특징과 SHRIMP U-Pb 연대는 시생대 초기에서 고원생대에 이르는 다양한 연대의 쇄설성 저콘을 가지는 퇴적암으로부터 동북 화강편마암이 유래하였으며, $1,873 \pm 3$ Ma에 상부 각섬암상 이상의 광역 변성작용 (화강암화작용)에 의해 형성되었음을 지시한다. 연구지역의 서측과 동측에 각각 분포하는 용암산층 규암과 미그마타이트질 변성사질암은 동북 화강편마암의 상속핵 저콘에서 제시되는 연대 (약 3.3 Ga, 2.9 Ga, 2.5 Ga, 2.3 Ga, 2.2 Ga, 2.0 Ga)와 같은 연대의 쇄설성 저콘을 포함한다 (조등룡 외, 2002와 미발표 SHRIMP 연대자료). 따라서 이들 시기에 해당하는 열적활동 (화성활동 및 광역변성작용)이 영남육괴 지리산 지역에 폭 넓게 존재하였고, 이들 저콘이 최초로 유래한 암석이 아직 영남육괴에 존재할 가능성을 내포한다. 실제로 동북 화강편마암의 북측에 분포하는 차일봉 화강암의 마그마에서 유래한 저콘은 $1,982 \pm 4$ Ma의 SHRIMP U-Pb 연령을 갖는다 (조등룡 외, 미발표).

동북 화강편마암의 광역변성작용 시기인 $1,873 \pm 3$ Ma는 이미 언급한 차일봉 화강암의 변성작용에 의한 저콘 외륜 연령 ($1,870 \pm 7$ Ma) 및 미그마타이트질 변성사질암에 발달한 우백대의 저콘 연령 ($1,864 \pm 5$ Ma)과 거의 일치한다 (조등룡 외, 2002와 미발표 SHRIMP U-Pb 연대자료). 따라서 약 1,870 Ma 전후의 광역변성작용이 영남육괴의 지리산 지역에 광범위하게 작용하였다. 영남육괴 전체와 경기육괴에서도 약 1.8 Ga의 광역변성작용이 폭 넓게 인지된다 (Sagong et al., unpub.).

이 연구에서 언급된 SHRIMP U-Pb 저콘 연대의 특징은 시생대의 화강암질 저반과 시생대 말기 (약 2.5 Ga)의 반시계방향의 온도-압력 경로를 갖는 변성암이 넓게 분포하는 북중국지괴의 서측블록과 동측블록의 경우 (Zhao et al., 2000)와는 대조적이다. 반면 이들 블록 사이에 대륙충돌대로 존재하는 중앙대의 경우와 유사하며, 경기육괴와 영남육괴가 후기 시생대와 고원생대의 암석으로 이루어지고 시계방향의 온도-압력 경로를 갖는 약 1.8 Ga의 광역변성작용이 넓게 분포한다는 점에서 북중국지괴의 중앙대와 대비된다는 가능성 (Kwon and Sagong, unpub.)을 지시한다. 따라서 이를 확인하기 위한 한반도 선캠브리아 기반암에 대한 신뢰성 높은 연대측정, 지화학, 변성작용 및 지질구조의 연구가 더 수행되어야 할 것이다.

5. 참고문헌

- 조등룡, 김용준, Armstrong, R. (2002) 영남육괴 지리산 지역에 분포하는 변성퇴적암과 우백대의 SHRIMP U-Pb 저콘 연대측정: 원생대 전기 (2,000 Ma - 1,864 Ma)의 퇴적과 광역변성작용. 한국자원공학회 · 대한자원환경지질학회 · 한국지구물리탐사학회 · 대한지질학회 2002년도 춘계 공동학술발표회 논문집, 283-285
- Vavra, G., Schmid, R. and Gebauer, D. (1999) Internal morphology, habit and U-Th-Pb microanalysis of amphibolite-to-granulite facies zircons: geochronology of the Ivrea Zone (Southern Alps). Contribution to Mineralogy and Petrology, 134, 380-404
- Zhao, G., Cawood, P.A., Wilde, S.A., Sun M. and Lu, L. (2000) Metamorphism of basement rocks in the Central Zone of the North China Craton: implications for Paleoproterozoic tectonic evolution, Precambrian Research, 103, 55-88

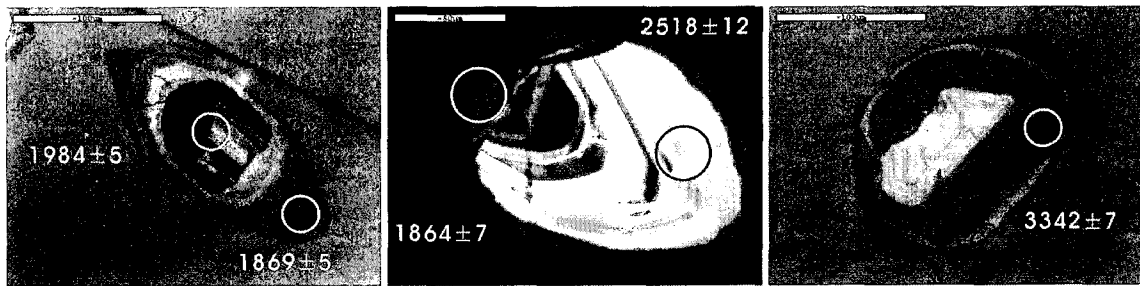


Fig. 1. Representative cathodoluminescence images of bisected and polished zircon crystals analysed by means of SHRIMP. Circles and numbers within images denote locations of SHRIMP spots and their $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ ages in Ma. Circles and scale bars are $25\ \mu\text{m}$ and $100\ \mu\text{m}$, respectively.

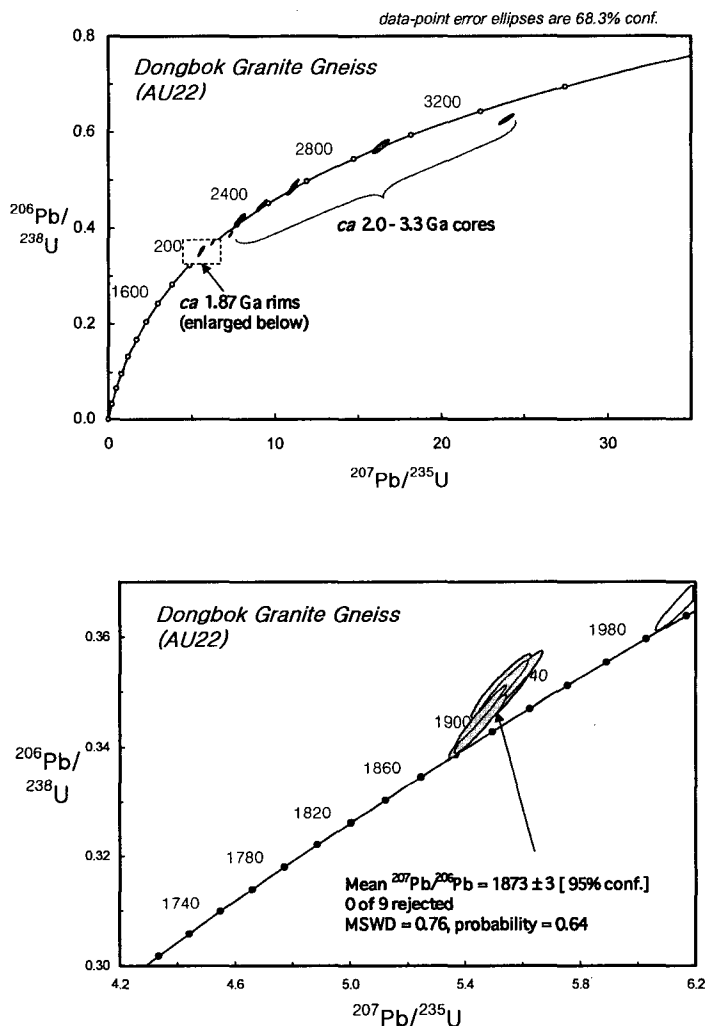


Fig. 2. Concordia plot of SHRIMP $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ and $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ zircon data.