

단 보

## 옥천변성대 북동부 계명산층 변성화성암에 대한 시생대 연령의 해석의 문제점 및 재해석

박종길<sup>1</sup> · 김성원<sup>2</sup> · 오창환<sup>3,\*</sup>

<sup>1</sup>고려대학교 지구환경과학과, <sup>2</sup>전북대학교 기초과학연구소, <sup>3</sup>전북대학교 지구환경과학과

## The Problem of Archean Age from a Metagneous Rocks in the Gyemyeongsan Formation, Northwestern Okcheon Metamorphic Belt and Its Reinterpretation

Jong Gil Park<sup>1</sup>, Sung Won Kim<sup>2</sup>, and Chang Whan Oh<sup>3,\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Earth and Environmental Sciences, Korea University, Seoul 136-701, Korea

<sup>2</sup>Basic Science Research Institute, Chonbuk National University, Jeonju 561-756, Korea

<sup>3</sup>Department of Earth and Environmental Sciences, Chonbuk National University, Jeonju 561-756, Korea

충주지역에는 대륙지괴 내 열곡 환경에서 만들어졌을 것으로 예상되는 계명산층과 문주리층이 나타난다 (Fig. 1; Cluzel, 1992; Lee *et al.*, 1998). 이들 층은 단일 암층으로 구성된 것이 아니라 암상을 달리하는 여러 암체들로 이루어져 있다. 계명산층의 구성암석은 대부분 산성질 변성화산암과 염기성질 변성화산암으로 구성되어 있다. 특히, 산성질 변성화산암은 충주시 동쪽-남동쪽 계명산층 일대에 60% 이상의 면적을 차지하고 있다. 이들 암석들 내에 변성이질암, 변성사질암, 결정질석회암 및 규암의 박층들이 다수 협재하며 북측에서 류라기 화강암체에 의해 관입되고 있다. 본 저자들은 최근 계명산층에 나타나는 변성 산성화산암류에 대한 SHRIMP 저어콘 연령을 실시하여 2686 Ma의 연령을 제시하였다(박종길 외, 2003). 그리고 저어콘들은 입자 중심부에서 근원암에서 유입된 상속핵 및 입자 가장자리에서 과성장상을 구조를 보여주지 않는 것을 근거로 추정된 시생대 연령을 산성화산암류의 관입시기로 해석하였다. 동시에 이를 근거로 계명산층이 옥천 변성대에 속하지 않을 가능성을 제시하였다. 하지만 암석으로부터 채취된 저어콘의 숫자가 매우 적고 그 크기가 작고(100  $\mu\text{m}$ ) 저어콘의 형태가 심성암에서 기원한 형태를 보여주는 것으로 보아 이러한 연령은 쇄설성 기원 (detrital origin)의 연대일 가능성을 배제할 수 없었다.

최근 본 연구팀은 SHRIMP 저어콘 연령측정에 이어 계명산 지역 내에서 광역적으로 채취된 4개의 변성 산성화산암과 5개의 변성 염기성암 그리고 2개의 경기육괴의 부산 편마암에 대한 Sm-Nd 동위원소 연구를 수행하였다(Fig. 1, 2). Nd 동위원소비는 일본 니카다 대학 자연과학연구소의 열이온화질량분석기(TIMMS, the thermal ionization mass spectrometer MAT-262 모델)를 이용하여 Kagami *et al.*(1982, 1987)이 사용한 동위원소 회석법으로 분석하였다.  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$  비는  $^{146}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} = 0.7219$ 에 대해 보정을 하면서 분석한 후 JNdi-1(일본표준 지질조사) 표준물질의 분석치  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd} = 0.512116$ 을 이용하여 보정하였다. La Jolla 표준시료에 대한  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$  값은 0.511858이다. 동시선의 통계적 처리는 Kawano(1994)의 방법을 따랐다.  $^{147}\text{Sm}$ 의 붕괴상수는  $6.54 \pm 10^{-12} \text{y}^{-1}$ 이다(Lugmair and Marti, 1978).  $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ 과  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ 의 오차는 0.1%(1 $\sigma$ )이다.

연구지역인 계명산층의 산성질 변성화산암과 변성염기성암의 암석표본들의 Sm의 함량은 각각 40.7-75.5 ppm과 6.0-17.1 ppm, Nd 함량은 230.6-369.8 ppm, 26.4-87.6 ppm,  $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$ 의 비는 0.117850-0.160107과 0.106692-0.123427 그리고  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$  값은 각각 0.512304-0.512608 및 0.512278-0.512384의 범위를 보여준다 (Table 1).

계명산층의 산성질 변성화산암과 변성염기성암의 암

\*Corresponding author: Tel. 82-63-270-3397, E-mail. ocwhan@chonbuk.ac.kr

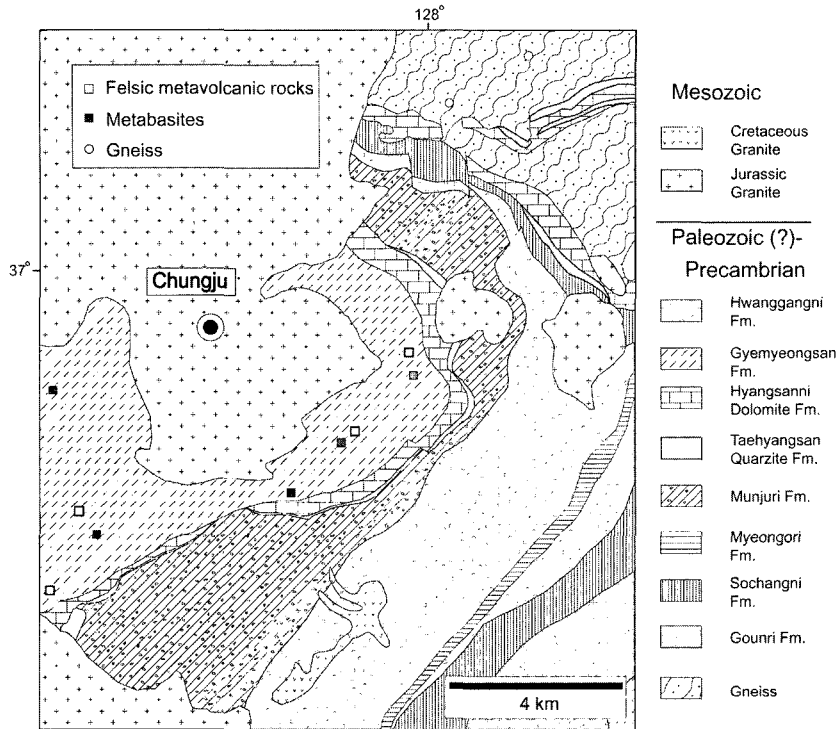


Fig. 1. Locations of samples for whole-rock analysis from metaigneous rocks in the Gyemyeongsan Formation.

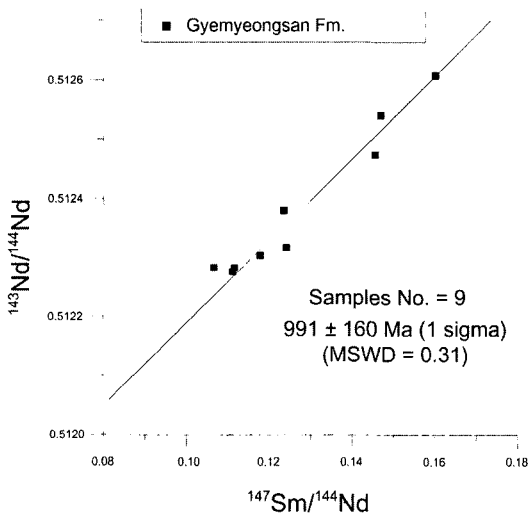


Fig. 2. Sm-Nd isochron diagram for the samples from metaigneous rocks in the Gyemyeongsan Formation.

석표품들의 Nd 초기치 및 결핍맨틀 모델연령은 1.23 Ga에서 1.54 Ga의 연령범위를 지시하는 것으로 보아 최소한 계명산층이 이들 연대보다는 오래된 지층일수는 없다는 가정이 제시될 수 있다. 또한 계명산층의

인근 지역인 경기육괴의 부산 편마암의 Nd 결핍맨틀 모델연령이 2.82-3.08 Ga를 지시하는 것으로 보아 시생대의 연령을 보여주는 변성 산성화산암류로부터의 SHRIMP U-Pb 저어콘 연령은 쇄설성(detrital) 기원의 저어콘일 가능성이 높다(Table 1).  $^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$  대  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$  동시선도에서 9개의 암석표품들에 대한 동시선의 연대는  $991 \pm 160 \text{ Ma}$  (MSWD = 0.31)을 보여주며 초생치는  $0.511556 \pm 0.000136$ 이다(Fig. 2). 암석의 연령이 전암 혹은 Nd 결핍맨틀 모델연령보다 높을 수 없음을 고려할 때 박종길 외(2003)가 제시한 SHRIMP U-Pb 저어콘 2886 Ma의 연령은 쇄설성 기원의 연령임을 제시하며 또한 계명산층이 문주리층과 유사한 시기에 열곡환경에서 형성되었으며 육천대의 일부일 가능성이 높음을 지시한다. 이에 대한 자세한 연구는 앞으로 충분한 조사와 연구 이후에 발표할 예정이나 잘못된 연구 결과가 널리 사용됨을 막기 위해 단보를 통해 우선 수정을 하는 바이다.

이 사례는 SHRIMP U-Pb 저어콘 연령측정 방법이 매우 선진적인 연구방법이지만 맹목적으로 사용될 경우 매우 잘못된 해석을 제시할 수 있음을 잘 보여준다. 즉 이러한 잘못된 해석은 계명산층에 대한 층서 및 변성작용등에 대한 기초조사가 제대로 실시되지 못한 상

**Table 1. Representative Sm-Nd isotope data of metavolcanic rocks from the Gyemyeongsan Formation in the Okcheon metamorphic belt and Busan gniesses in the Gyeonggi massif**

Sample location	Sm	Nd	$^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd}$	$^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$	2sigma	$\epsilon\text{Nd}(0)^a$	$T_{\text{DM}}$ (Ga)
Mafic metavolcanic rocks (Gyemyeongsan Fm.)							
1	6.7	32.7	0.124152	0.512318	0.000014	-6.24	1.41
2	17.1	87.6	0.117850	0.512304	0.000014	-6.52	1.34
Felsic metavolcanic rocks (Gyemyeongsan Fm.)							
1	40.7	230.6	0.106692	0.512284	0.000014	-6.91	1.23
2	75.5	369.8	0.123427	0.512381	0.000014	-5.01	1.30
Busan Gniess (Gyeonggi Massif)							
1	4.9	27.5	0.108549	0.51101	0.000014	-31.76	3.08
2	13.1	68.2	0.116336	0.51134	0.000014	-25.32	2.82

황에서 일부 암석에 대한 연령을 측정함으로써 발생되었다. 따라서 앞으로는 전반적인 지질조사를 충분히 시행한 후 연구 지역 전반적으로 시료를 채취하여 조사한 후 SHRIMP U-Pb 연령측정을 실시하여야 함을 지시한다.

### 참고문헌

- 박종길, 김성원, 오창환, 김형식, 2003, 옥천변성대 북서부 계명산층 내 변성화성암류의 지구화학 및 지구연대학적 연구와 그 지구조적 의의. 암석학회지, 12, 155-169.
- Cluzel D., 1992, Ordovician bimodal magmatism in the Okcheon belt (South Korea): intracontinental rift-related volcanic activity. *Journal of Southeast Asian Earth Sciences* 7, 195-209
- Kagami, H., Iwata, M., Sano, S. and Honma, H., 1982, Sr and Nd isotopic compositions and Rb, Sr, Sm and Nd concentrations of standard samples. *Tech. Rep. ISEI, Okayama Univ.*, 4, 16.
- Kagami, H., Yokose, H., and Honma, H., 1987,  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  and  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$  ratios of GSJ rock reference samples: JB1-a, JA-1 and JG-1a. *Geochem. J.*, 26, 209-214.
- Kawano, Y., 1987, Calculation program for isochron ages of Rb-Sr and Sm-Nd systems using personal computer. *Geofomatics*, 5, 13-19.
- Lee, K.S., Chang, H.W., and Park, K.H., 1998, Neoproterozoic bimodal volcanism in the central Okcheon belt, Korea: age and tectonic implication. *Precambrian Research*, 89, 47-57.
- Lugmair, G. W. and Marti, K., 1978, Lunar initial  $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ : Differential evolution of the lunar crust and mantle; *Earth Planet. Sci. Lett.*, 39, 349-357.

(2004년 11월 3일 접수; 2004년 12월 2일 채택)