

중생대 산청섬장암의 Rb-Sr 조성과 의미

박계현^{1,2} · 김동연^{1,2} · 송용선^{1,*} · 정창식²

¹부경대학교 환경 · 해양대학 환경지질학과

²한국기초과학지원연구원 동위원소환경연구부

Rb-Sr Isotopic Composition of Mesozoic Sancheong Syenite and Its Geologic Implication

Kye-Hun Park^{1,2}, Dong-Yeon Kim^{1,2}, Yong-Sun Song^{1,*} and Chang-Sik Cheong²

¹Department of Environmental Geosciences, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

²Division of Isotope Geoscience, Korea Basic Science Institute, Daejeon 305-333, Korea

요약: 산청지역에 분포하는 중생대 심성암 복합체의 하나로 산출되는 섬장암체에 대한 Rb-Sr 연대측정을 실시하였다. 그 결과 $211 \pm 23(2\sigma)$ Ma의 연대와 0.70598 ± 0.00060 의 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 초기치를 구했다. 이러한 연대는 산청 섬장암이 중생대의 삼첩기-쥬라기 경계시기 부근에 형성된 암체임을 확인한다. 또한 낮은 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 초기치는 산청 섬장암의 생성과정에 오래된 지각물질의 영향이 적었음을 의미한다. 산청-마천 지역과 바로 인접한 북측의 함양-거창 지역에서 산출되는 동시기의 심성암체를 암상은 각각 섬장암-섬록암-반려암과 화강암-화강섬록암으로 대조적이다. 또한 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 초기치 역시 대조적인 것으로 판단된다. 이러한 차이는 국지적인 지구조적 환경의 차이를 반영하는 것일 가능성을 제기한다.

핵심어: 섬장암, 산청, 마천, Rb-Sr, 삼첩기, 쥬라기

Abstract: Sr isotopic compositions are determined from the syenite of Sancheong area, yielding age of $211 \pm 23(2\sigma)$ Ma and $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ initial ratio of 0.70598 ± 0.00060 . Such result confirms that Sancheong syenite was emplaced during the Mesozoic around the Triassic-Jurassic boundary. Rather low initial $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ratio suggests insignificant influence of old crustal materials. There are strong contrast in rock types of plutonic associations between Sancheong-Macheon area and adjacent Hamyang-Geochang area to the north, i.e. syenite-diorite-gabbro and granite-granodiorite respectively. $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ initial ratios also show distinction between these areas. Such differences suggest regional contrast in tectonic environments between them.

Key words: Syenite, Sancheong, Macheon, Rb-Sr, Triassic, Jurassic

서론

산청군 생초면과 차황면 그리고 함양군 마천면 일대에는 섬장암, 섬록암 및 반려암의 암상을 보이는 심성암 복합체가 자리잡고 있다(김옥준 외, 1964a,b; 김용준 외, 1991; 강상원 외, 1994; 강상원과 김용준, 1995). 이 심성암 복합체는 하동-산청 회장암체에 인접하여 산출하기 때문에 한 때는 회장암의 후기 분화물로 해석되기도 하였으며(정지곤, 1987), 후기에 관입한 것으

로 보기도 하였다(예, 김용준 외, 1991; Jeong *et al.*, 1991). 최근의 연대측정 결과에 따르면 약 18억년 내외의 원생대 연대를 갖는 회장암(Kwon and Jeong, 1990; 박계현 외, 2001)과는 달리 이 심성암 복합체들은 삼첩기로부터 쥬라기초에 걸친 시기에 형성되었음이 밝혀졌다(Turek and Kim, 1995; Kim and Turek, 1996; Kim *et al.*, 2003). 따라서 이 심성암 복합체는 하동-산청 회장암체를 형성한 마그마의 직접적인 분화물로 생각할 수 없다. 최근 고보균과 박영록(2004)도

*Corresponding author: Tel. 82-51-620-6236, Fax. 82-51-628-6432, E-mail. yssong@pknu.ac.kr

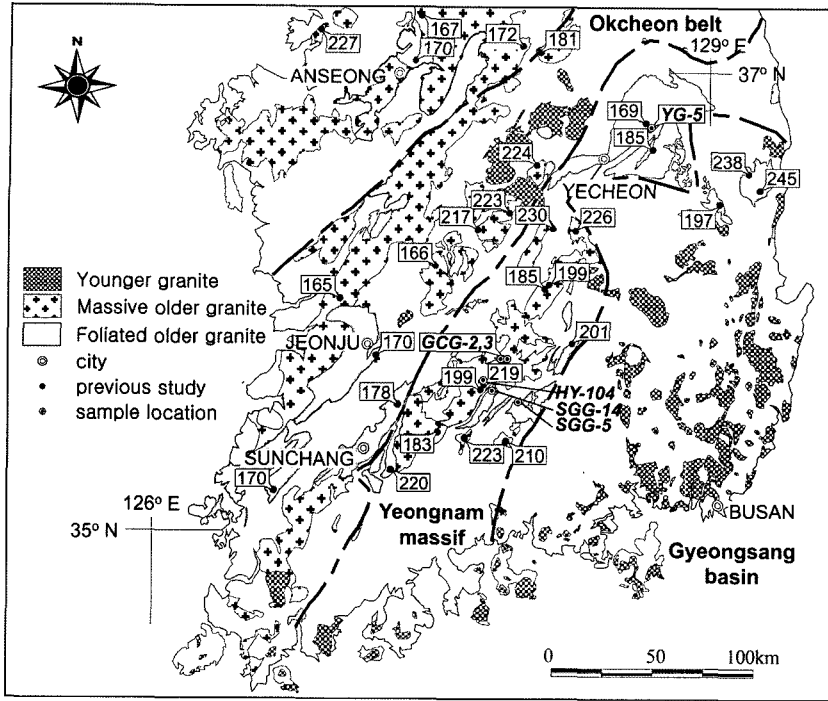


Fig. 1. Geologic map and sample location.

일반적으로 지관 내부의 안정적 환경에서 생성되는 회장암과 대조적으로 산청지역의 섬장암은 대륙연변부의 화산호 환경에서 형성되는 I-형의 지구화학적 특징을 가져 두 암체의 성인적 환경이 전혀 다르다고 하였다.

한편 남한에서는 중생대와 그 전후의 시기에 광범위한 지역에서 화강암 내지 화강섬록암질 심성암체들이 관입하였다. 그러나 산청-마천지역과 같이 섬장암-섬록암-반려암이 인접하여 복합체의 형태로 산출되는 것이 드물다. Turek and Kim(1995)과 Kim and Turek(1996)은 섬장암-섬록암-반려암 복합체가 산출하는 지역 북쪽의 함양군 안의면과 거창군 신원면 지역에도 비슷한 시기(219 ± 3 ~ 189 ± 3 Ma)에 화성활동이 있었음을 보고 하였다. 그러나 북쪽 지역에서 나타나는 심성암의 종류는 남쪽 지역과는 달리 모두 화강암 내지 화강섬록암질이다. 이러한 화성활동은 안의와 신원지역 뿐만 아니라 김천, 성주, 선산 등 북동쪽으로 훨씬 더 멀리까지 연장된다(박계현 외, 2005, 2006; 이호선 외, 2005). 따라서 왜 영남육괴의 다른 지역들과는 달리 산청-마천지역에서만 섬장암-섬록암-반려암 복합체가 산출되는지를 규명할 필요가 있다. 이 연구에서는 산청-마천 지역의 섬장암-섬록암-반려암 복합체 중에서 산청지역에 분포하는 섬장암을 대상으로 Rb-Sr 연대측정을 수

행하였다. 이를 통해 이 암체에 대한 추가적인 연대자료를 제시하고, Sr 동위원소 초기치를 남한의 다른 화성암들과 비교한 결과를 바탕으로 이 암체의 기원물질 등에 대하여 논의한다.

지질개요

연구지역이 속해있는 영남육괴 남서부는 주로 고도의 변성작용을 받은 선캠브리아의 정편마암들로 구성된다(이상만 외, 1981; 송용선, 1999). 이들은 고원생대의 관입(Turek and Kim, 1995, 1996)과 변성작용(박계현 외, 2000, 2001)을 받은 것으로 알려진 반상변질편마암, 화강편마암, 회장암, 차노카이트 등이 주 구성암석을 이루고 있다. 섬장암-섬록암-반려암으로 구성된 화성암 복합체는 주로 회장암 분포지역을 중심으로하여 동쪽의 산청군 생초면 및 차황면 지역과 서쪽의 함양군 마천면 일대에 분포한다. 서언에서 언급한 것처럼 이들의 관입 시기는 중생대인 것으로 밝혀졌다(Turek and Kim, 1995; Kim and Turek, 1996; Kim *et al.*, 2003). 심성암 복합체의 구성 암상들을 연대가 오래된 것부터 나열하면 마천 반려암(223 ± 3 Ma), 산청지역의 섬록암(210 ± 2 Ma)과 반려암(204 ± 4 Ma) 및 섬장암(197

Table 1. Rb-Sr isotopic composition of the syenites from Sancheong area.

Sample	Rb (ppm)	Sr (ppm)	⁸⁷ Rb/ ⁸⁶ Sr	⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr	2s SE
SY2	60.2	841.4	0.2070	0.706480	0.000011
SY3	758.2	51.5	3.2757	0.715723	0.000011
SY 68	82.8	189.2	1.2661	0.709435	0.000010
SY 69	106.2	254.8	1.2059	0.709949	0.000013
SY 70	126.1	241.5	1.5116	0.710669	0.000013
SY 71	183.3	295.6	1.7951	0.711397	0.000013

±1 Ma)의 순서가 된다. 그러나 이들의 성인과 다른 암상들 사이의 관계 등에 대해서는 그리 많은 연구가 이루어지지 않는 것이다. 김용준 외(1991)는 지화학적 연구를 통해 이 지역의 염기성암과 중성암이 각각 다른 마그마의 분화산물이라고 하였으며, 중성마그마는 먼저 관입한 염기성 심성암류가 재용융되었을 가능성을 제기하였다. 또한 이들이 칼크-알칼리 계열의 분화경향을 보이는 대륙이나 대륙연변부에서의 화성활동 산물인 것으로 해석하였다. 최근 고보균과 박영록(2004) 역시 이 지역의 심성암들이 대륙관 연변부에서의 화성활동에 의해 만들어진 것으로 해석하였다. 한편 송용선 외(2004)는 마천지역의 반려암이 중상관입암의 형태를 보이고 있음을 보고하였다.

분석법

섬장암 전암 분말에 대하여 Rb-Sr 동위원소계에 대한 분석을 수행하였다. 분말의 제작은 텅스텐카바이드 재질의 분쇄기를 이용하였다. Rb 및 Sr의 분리와 질량 분석과정은 모두 한국기초과학지원연구원에서 수행하였다. 약 50~100 mg 정도의 암석분말에 ⁸⁴Sr(99.626 atom%) 및 ⁸⁷Rb(98 atom%) 스파이크를 더한 뒤에 혼합산(HF:HClO₄ = 10:1)을 3 ml 정도 더하여 테플론 용기의 뚜껑을 닫고 밤새 가열하였다. 다음날 뚜껑을 열고 증발시킨 후 소량의 2.5N HCl에 녹여 염산 매질의 양이온 교환수지칼럼(AG50W-X8)을 이용하여 Rb과 Sr을 분리하였다. 동위원소 비율의 측정에는 한국기초과학지원연구원의 열이온화 질량분석기(VG 54-30 모델)를 사용하였다. 실험과정의 바닥값은 Rb과 Sr 모두 0.1 ng 이하였다. Sr 동위원소 분석시 내부질량분별은 ⁸⁶Sr/⁸⁸Sr = 0.1194의 비율로 보정하였으며, NIST-987 Sr 동위원소 표준의 ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr 측정값은 0.710233 ± 0.000018 (n = 24, 2 σ)의 평균값을 보였다. 분석자료의 통계적 처리와 동시선연대의 계산은 Ludwig(1994)를 따랐으며, 계산된 연대와 ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr 초기치는 95% 신뢰도(2σ)로 보고한다.

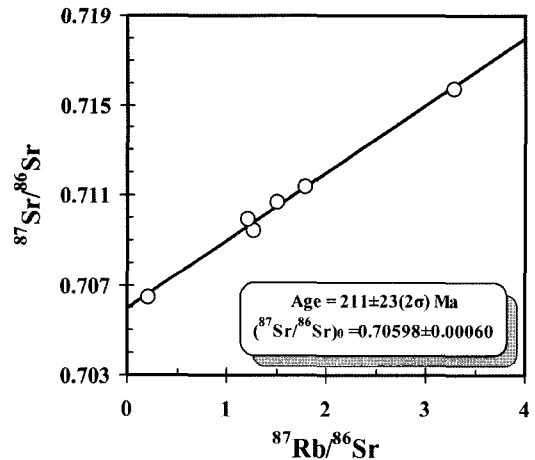


Fig. 2. Isochron diagram for the syenite of Sancheong area.

결과 및 토의

산청 섬장암체에 대한 Rb-Sr 동위원소계에 대한 분석결과는 Table 1과 같다. Fig. 2에서 분석된 표본들이 형성하는 선형관계를 Ludwig(1994)의 방법으로 계산하면 211 ± 23(2σ) Ma의 연대와 0.70598 ± 0.00060의 ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr 초기치가 구해진다(MSWD = 102). 만약 회귀선에서 비교적 멀리 벗어나는 두 점을 제외하면 연대는 211 ± 21(2σ) Ma, 그리고 ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr 초기치는 0.70596 ± 0.00060으로 거의 동일하다(MSWD = 23). 이 논문에서는 비록 오차가 약간 더 크고 MSWD가 훨씬 더 커지는 하지만 모든 표본을 다 포함하는 211 ± 23(2σ) Ma의 연대와 0.70598 ± 0.00060의 ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr 초기치가 더 대표성 있는 값이라고 판단하여 이 값들을 이용하여 논의한다. 이 연대는 오차범위를 감안할 때 Kim and Turek(1996)의 저콘 U-Pb 연대측정에 의한 197 ± 1 Ma의 결과와 합치한다. 즉, 산청 섬장암은 중생대의 삼첩기-쥬라기 경계시기 부근에 형성된 암체임을 확인한다. 산청 섬장암이 정지할 당시의 ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr 초기치는 한반도 중생대 화강암질 암석들의 일반적인 값과 비교할

Table 2. $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ initial values for the selected granitic plutons of Korea.

Locality	Rock Type	Age* (Ma)	$(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_0^*$	Reference
<Cretaceous-Tertiary, within Gyeongsang Basin>				
Gimhae	HbBt Granite	83.9 ± 9.0	0.70538 ± 0.00021	Lee <i>et al.</i> (1995)
Yangsan	Bt Granite	70.6 ± 4.2	0.70531 ± 0.00029	Lee <i>et al.</i> (1995)
Chaeyaksan	Alkali Basalt	94.0 ± 4.0	0.70585 ± 0.00022	Yun (1998)
Goseong	Granite	66.4 ± 6.2	0.70517 ± 0.00011	Jwa (1998)
Onjeongni	Granite	87.1 ± 2.1	0.70531 ± 0.00018	Cheong <i>et al.</i> (1998)
Busan	Granite	69.6 ± 1.9	0.70503 ± 0.00015	Yun <i>et al.</i> (2005)
Gyeongju-Gampo	Granite	59.5 ± 0.1	0.70486 ± 0.00001	Kim <i>et al.</i> (1995)
Gyeongju-Gampo	Granite	42.5 ± 3.0	0.70552 ± 0.00012	Kim <i>et al.</i> (1995)
<Cretaceous-Tertiary, outside of Gyeongsang Basin>				
Songnisan	Granite	91.0 ± 6.0	0.70990 ± 0.00170	Cheong and Chang (1996)
Haenam	Granophyre	75.7 ± 7.2	0.70826 ± 0.00010	Shin and Kagami (1996)
Wando	Granophyre	70.6 ± 3.3	0.70850 ± 0.00044	Shin and Kagami (1996)
Gangjin-Jangheung	Granite	71.7 ± 2.1	0.71263 ± 0.00038	Kim <i>et al.</i> (1995)
Yeongdong	Basalt	84.9 ± 1.7	0.70885 ± 0.00035	Sagong <i>et al.</i> (2001)
Yeongdong	Rhyolite	95.3 ± 1.9	0.71442 ± 0.00063	Sagong <i>et al.</i> (2001)
Yeongdong	Quartz Porphyry	58.9 ± 1.2	0.73347 ± 0.00035	Sagong <i>et al.</i> (2001)
<Pre-Cretaceous, Gyeonggi Massif and Okcheon Belt>				
Cheongsan	Granite	216.9 ± 2.2	0.71440 ± 0.00060	Cheong and Chang (1996)
Baengnok	Granite	222.7 ± 2.1	0.70946 ± 0.00013	Cheong and Chang (1996)
Euijeongbu-Pocheon	Granite	170.0 ± 5.2	0.71669 ± 0.00043	Kwon <i>et al.</i> (1999)
Jeonju	Granite	168.0 ± 8.0	0.71354 ± 0.00031	Shin <i>et al.</i> (2001)
<Pre-Cretaceous, Yeongnam Massif>				
Yeongdeok	Granite	247.9 ± 2.9	0.70430 ± 0.00019	Cheong <i>et al.</i> (2002)
Yeonghae	Granite	238 ± 14	0.70457 ± 0.00040	Cheong <i>et al.</i> (2002)
Cheongsong	Granite	195.7 ± 3.6	0.70558 ± 0.00052	Cheong <i>et al.</i> (2002)
Yeongju	Granite	167.4 ± 2.3	0.71595 ± 0.00100	Jin and Jang (1999)
Sancheong	Gabbro	203.8 ± 3.3	0.70550 ± 0.00002	Kim <i>et al.</i> (2003)
Sancheong	Syenite	211 ± 23	0.70598 ± 0.00060	This study

*Some ages are replaced by more precise values from the literature (Shin and Nishimura, 1993; Ree *et al.*, 2001; Sagong *et al.*, 2005). Sr initial ratios are also recalculated using such data.

때 낮은 쪽에 놓이는 값이다(Table 2). 이와 같은 연대 및 Sr 동위원소 초기치가 갖는 의미에 대하여 보다 상세하게 논의하기로 한다.

연대

앞에서 언급한 것과 마찬가지로 이 연구에서 구한 $211 \pm 23(2\sigma)$ Ma의 연대는 산청 섬장암체가 인접한 선캠브리아의 화강암체와는 전혀 다른 시기에 형성된 암체임을 확인해준다. 이 지역에 분포하는 반려암, 섬록암 등에 대한 저콘 U-Pb 연대측정 결과(Kim and Turek, 1996; Kim *et al.*, 2003)를 보면 이들이 비교적 짧은 기간에 걸쳐 관입하였다. 즉, 화강암체의 서쪽에 위치하여 다른 암체들과는 비교적 멀리 떨어져 있는 마천 반려암체가 가장 오래된 연대를 보이며, 동쪽의

섬장암-섬록암-반려암들은 마천 반려암 보다는 젊은 연대를 보인다. 그러나 동쪽에 분포하는 서로 다른 암상의 섬성암들은 현재까지의 연대측정 결과만으로는 선후 관계를 확실하게 단정하기 어렵다. 야외에서 관찰하면 섬장암체와 섬록암(혹은 반려암)체와의 경계부에서 마그마 혼합의 양상을 보이고 있기 때문에 두 암상들의 정치시기에 큰 차이는 없을 것으로 판단된다. 이들 상호간의 성인적 관계에 대해서는 보다 상세한 연구가 필요한 실정이다.

섬장암-섬록암-반려암 복합체의 바로 북쪽에 위치한 함양군 안의면-거창군 신원면에 이르는 지역에서는 동일한 시기에 화강암-화강섬록암-섬록암 암상의 암체들로 구성되는 화강암질 화성활동만이 발견된다(Turek and Kim, 1995; Kim and Turek, 1996; 박계현 외,

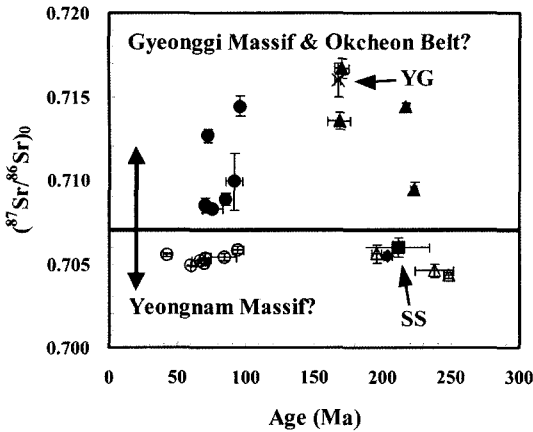


Fig. 3. Strontium initial isotopic ratios of the selected Phanerozoic igneous rocks from South Korea. They can be grouped into several units according to their ages and geographic positions; (○) Cretaceous-Tertiary, within Gyeongsang Basin; (●) Cretaceous-Tertiary, outside of Gyeongsang Basin; (▲) Pre-Cretaceous, Gyeonggi Massif and Okcheon Belt; (◆) Pre-Cretaceous, northeast Yeongnam Massif; (×) Yeongju Granite (YG); (■) Sancheong Syenite (SS); (◆) Sancheong Gabbro. See Table 2 for data sources. See further discussions in the text.

2005, 2006; 이호선 외, 2005). 이는 바로 인접한 지역에서 대조적인 특징의 화성활동이 일어났음을 나타내는 것이다. 영남육괴의 여러 부분에서 일어난 화성활동의 대조적인 측면은 다음의 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 초기치에 대한 논의에서도 확인할 수 있다.

$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 초기치

복잡성을 피하기 위해 비교를 위한 대상자료들은 비교적 연대가 확실하다고 판단되는 것과 Sr 동위원소 자료의 신뢰도가 높은 것들을 위주로 선정하였다(Table 2, Fig. 3). 그러나 이전에 보고된 다른 자료들을 추가하거나 선정된 암체들의 정치연대에서 다소 오차가 있더라도 이 연구에서의 논의에 큰 영향을 주지는 않는다. 산청 섬상암의 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 초기치를 중생대의 다른 화성암체들과 비교하면 몇 가지 흥미로운 결과가 발견된다.

경상분지 내의 백악기-제3기 화성암: 우선 백악기-제3기에 걸쳐 관입 혹은 분출한 화성암들은 그 위치가 경상분지의 내부인지 아니면 경상분지의 밖인지에 따라 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 초기치에 현저한 차이가 있다. Fig. 3에 경상분지 내에서 발견되는 백악기-제3기의 화성암들을 속이 빈 동그라미로 표시하였다. 도시한 암체들은 김해와 양산의 화강암(Lee et al., 1995), 고성외의 화강암(좌

용주, 1998), 부산의 화강암(윤성호 외, 2005), 온정리 화강암(정창식 외, 1998) 등 경상분지 내에 분포하는 백악기 화강암체들과 백악기 염기성암인 채약산 알칼리 현무암(윤성호, 1998), 그리고 제3기의 경주-감포지역 화강암(김근수 외, 1995)이다. 이들의 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 초기치는 0.7049~0.7059의 범위를 보이며, 이러한 값은 한반도의 다른 지역에서 발견되는 백악기 혹은 그 이전의 화성암들과 비교할 때 비교적 균질하며 낮은 범위에 속하는 값이다.

경상분지 밖의 백악기-제3기 화성암: 경상분지 안에 분포하는 백악기-제3기 화성암과는 대조적으로 경상분지 밖에 위치한 화성암들은 현저히 높은 값을 보인다. Fig. 3에 도시한 속리산 화강암(정창식과 장호완, 1996), 해남 및 완도의 화강반암(신인현과 加加美 寬雄, 1996), 강진-장흥의 화강암(김희남 외, 1997) 및 영동분지의 현무암 및 유문암(Sagong et al., 2001) 등은 0.7085~0.7144의 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 초기치를 갖는다. 앞에서 살펴본 경상분지 안의 백악기-제3기 화성암들에 비해서 분산의 정도가 매우 심하고 상당히 높은 값이라고 할 수 있다. 제3기에 속하는 연대를 보이는 영동분지의 석영반암은 훨씬 더 높은 0.7335의 초기치를 갖는다(Sagong et al., 2001).

이와 같이 동일한 백악기-제3기의 연대를 갖는 화성암들이 경상분지 밖에서는 훨씬 더 높은 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 초기치를 갖는 현상은 Kwon and Tilton(1992)에 의해서도 지적된바 있으며, 경상분지의 안쪽과 바깥쪽 지역의 하부에 존재하는 지각의 특성 차이로 해석할 수 있다. 즉, 경상분지 밖에서는 지표지질로도 확인할 수 있듯이 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 비율이 높은 오래된 선캠브리아 지각이 존재한다. 따라서 이 지역을 관입하는 화성암들은 마그마의 생성이나 분화과정에서 일어날 수 있는 지각물질에 의한 혼입으로 Sr 동위원소 조성이 영향을 받아 상당히 높아질 수 있다. 그러나 경상분지 안쪽의 경우에는 이러한 선캠브리아 기저가 없거나 매우 얇기 때문에, 혹은 생성시기가 훨씬 젊은 기저지각이 존재하기 때문에 Sr 동위원소 값에 미치는 영향이 상대적으로 적은 것으로 해석될 수 있다.

백악기 이전의 화성암-경기육괴 및 옥천대: Fig. 3에는 경기육괴와 옥천변성대 내에 위치한 백악기 이전의 현생 화강암들 중에서 청산화강암과 백록화강암(정창식과 장호완, 1996), 의정부-포천지역의 화강암(Kwon et al., 1999) 및 전주 열리상화강암(신인현 외, 2001)에 대한 자료를 도시하였다. 이들의 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 초기치는

0.7095~0.7167의 범위로 경상분지 밖에 위치한 백악기-제3기 화성암들과 대체로 같거나 조금 더 높은 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 초기치 및 상당한 분산을 보인다(Fig. 3). 이는 이러한 화강암들의 생성과정에 높은 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 값을 갖는 오래된 지각 물질이 상당히 포함되었을 가능성을 시사한다. 이러한 가능성은 경기육괴가 적어도 원생대초까지의 연대를 갖는 오래된 기저암체를 갖고 있는 것으로서 뒷받침되며, 옥천변성대 역시 오래된 기저지각을 갖고 있을 것으로 추정된다.

백악기 이전의 화성암-영남육괴 북동부: 경북지역의 영덕, 영해 및 청송 화강암질 암체들 중에서 영덕과 영해 암체의 경우는 경상분지 내의 백악기 퇴적암으로 둘러싸인 형태를 보이나 청송암체의 경우 선캠브리아 기저암체와 함께 산출하는 것으로 알려져 있다. 비록 영덕과 영해암체가 백악기 퇴적물로 둘러싸여 있기는 하지만 이들의 하부에도 영남육괴와 같은 선캠브리아 기저지각이 놓여있을 것으로 추정할 수 있다. 그 이유는 경상분지가 백악기초에 형성되기 시작한 퇴적분지이며 영남육괴와의 사이에 뚜렷한 지구조적 경계가 있는 것으로 알려져 있지 않기 때문이다. 즉 영덕-영해-청송 암체들이 관입할 당시는 주변지역이 모두 영남육괴의 일부였을 것으로 판단되기 때문에 주변의 선백악기 암체들과 함께 비교하여 논의한다.

영남육괴 내의 영주화강암(인명식과 장보안, 1999)은 경기육괴 및 옥천대의 백악기 이전 화강암들과 마찬가지로 상당히 높은 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 초기치를 보인다(Fig. 3에서 ×표, YG와 화살표로 위치 표시). 그러나 영남육괴 경북지역의 영덕, 영해 및 청송 화강암질 암체들의 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 초기치(Cheong *et al.*, 2002)는 다른 선백악기 암체들과는 달리 상대적으로 낮은 값을 보이며, 오히려 경상분지 내의 백악기-제3기 화성암들과 비슷하다. 비교적 균질한 값을 갖는다는 것 역시 경상분지 내의 백악기-제3기 화성암들과 비슷한 특징이다. 따라서 영덕-영해-청송 암체들의 하부에는 상대적으로 현저하게 젊은 연령을 갖는 기저지각이 존재할 가능성도 있다(Cheong *et al.*, 2002).

백악기 이전의 화성암-영남육괴 남서부: 흥미로운 것은 이 연구의 대상인 산청 섬장암이 포함되어있는 산청-마천지역의 중생대 화성암복합체 역시 낮은 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 초기치를 갖는다는 사실이다. 이 연구에서 얻은 산청 섬장암의 초기치 0.70598 ± 0.00060 (Fig. 3의 채운 네모, SS와 화살표로 위치 표시)는 경상분지 내의 백악기-제3기 암체 및 영덕-영해-청송 화강암질 암체들과 매우

비슷한 값이다. 산청 섬장암과 인접하여 산출되는 반려암 내지 섬록암질 암체 역시 비슷한 값을 갖는 것으로 보고되었다(Kim *et al.*, 2003, Fig. 3에서 산청섬장암 바로 옆에 마름모로 표시됨). 이러한 낮은 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 초기치는 산청지역의 화성암 복합체 역시 생성과정에서 오래된 지각물질의 영향이 적었다는 것을 의미한다.

백악기 이전의 화성암-영남육괴 중부: 산청지역의 섬장암-섬록암-반려암 복합체의 바로 북쪽의 함양군-거창군 지역에서부터 장수군, 김천, 성주, 선산 및 상주 지역에 이르기까지 상당히 넓은 면적을 보이는 영남육괴 중부지역에는 중생대의 화강암류가 밀집하여 관입해 있다. 이 화강암류들은 산청지역 화성암 복합체와 중첩되는 연대범위를 보인다(Turek and Kim, 1995; Kim and Turek, 1996; 이호선 외, 2005; 박계현 외, 2005, 2006). 박영석 외(1993)는 영남육괴 중부에 위치한 거창지역의 화강암들이 페름기에 해당하는 253 ± 53 Ma와 227 ± 17 Ma의 Rb-Sr 연대 및 0.710 내외의 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 초기치를 갖는 것으로 보고하였다. 이러한 초기치를 좀 더 신뢰성이 높다고 할 수 있는 스핀 U-Pb 연대(박계현 외, 2006)로 재계산하면 초기치가 약간 더 높아진다. 정확한 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 초기치를 구하려면 Rb-Sr 동위원소계에 대한 분석을 새로이 수행하여야 하지만 거창 화강암이 약 0.710의 초기치를 갖는 것은 분명해 보인다. 비록 정밀도가 떨어지는 자료이기는 하지만 인접한 무풍화강암과 김천화강암의 경우도 각각 0.7095 ± 0.0010 과 0.7087 ± 0.0010 의 높은 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 초기치를 갖는 것으로 보고되었다(주승환과 김성재, 1985; 주승환, 1986). 즉, 영남육괴 중부지역의 화강암들 역시 영남육괴 북동부 지역의 영주화강암과 함께 경기육괴 및 옥천대의 화강암들처럼 높은 초기치를 갖는 것으로 판단된다. 이러한 현상은 바로 남쪽에 위치한 산청지역의 동시기 화성암 복합체가 훨씬 낮은 Sr 초기치를 갖는 것과 대조적이다.

$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 초기치의 차이: 지구조적 환경 또는 근원물질의 차이?

화성암체의 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 초기치 차이는 마그마가 형성되는 근원지의 조성차이를 반영하거나, 분화되는 과정에서 접하는 물질의 차이 두 가지로 나누어 생각해 볼 수 있다. 전자는 지구조적 환경의 차이를 반영할 수도 있고 유사한 환경에서 형성되었지만 근원지의 물질조성에 현저한 차이를 보이는 경우의 두 가지로 나누어 생각해 볼 수 있다. 낮은 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 비율을 갖는 맨틀기원의 물질과 높은 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 비율을 갖는 대륙의 지각이

크게 구분되는 두 종류의 물질이다.

백악기-제3기 화성암들이 경상분지 안과 밖에 지리적인 위치에 의해 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 초기치가 구분되는 것은 마그마가 형성되는 지구조적 환경의 차이를 반영하는 것은 아닌 것으로 해석할 수 있다. 즉, 지리적인 위치에 따라 화성활동의 양상이나 암상에서 별다른 차이가 존재하지 않는 것으로 보인다. 따라서 이들의 차이는 마그마의 근원물질 내지는 분화과정에서 접한 주변지각 물질의 조성 때문일 가능성이 높다. 즉, 오래된 선캄브리아 기저지각의 존재 유무나 두께의 차이가 중요한 요인일 것으로 생각된다. 실제로 한반도의 기저를 구성하는 것으로 생각되는 경기육괴와 영남육괴의 선캄브리아 변성암들의 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 값은 상당히 높은 값을 보이며(예, 김정환 외, 1997; Lee *et al.*, 2003; 정창식 외, 2004) 중생대의 화성암들이 관입했을 당시의 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 값을 구해보면 0.75~0.90 정도로 매우 높고 고도로 분산된 값을 보인다. 따라서 경상분지 아래의 기저지각은 경기육괴나 영남육괴와는 달리 높은 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 값을 갖는 오래된 선캄브리아 지각이 없거나 매우 얇을 가능성이 있다. 대륙지각 내에서 형성된 육성퇴적분지인 경상분지는 인장력 환경하에서 정단층의 형성과 심부지각의 얇아짐을 수반했을 것이다. 이 과정에서 전체적인 기저지각이 얇아졌을 가능성이 있으며, 얇아진 맨틀로부터 현무암질 물질의 관입 등으로 지각의 평균조성 자체도 상당히 변화되었을 가능성도 높다. 또한 Cheong *et al.*(2002)의 해석처럼 경상분지 안쪽의 기저지각 자체가 현저하게 젊은 연대를 갖고 있을 가능성도 배제할 수 없다.

영남육괴의 심성암체들이 보이는 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 초기치의 차이는 좀 더 복잡한 양상을 보인다. 우선 영남육괴 북동부의 영주화강암은 높은 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 초기치를 보이는 것에 반하여 영덕-영해-청송지역의 화강암질 암체들이 낮은 값을 보이는 것 역시 근원물질 자체가 차이나거나, 지각물질에 의한 혼염의 정도차이, 혹은 혼염에 관계하는 지각물질의 조성차이 등 여러 가지 가능성이 있다. 두 지역이 모두 섭입대 환경에서 만들어진 화강암질의 암상을 보이기 때문에 약 250~190 Ma로 삼척기-츄라기초의 연대를 갖는 영덕-영해-청송 화강암체들(Cheong *et al.*, 2002; Kim *et al.*, 2003)의 생성당시와 이보다 젊은 약 167 Ma의 영주화강암 생성시기(박계현 외, 2006) 사이에 영남육괴 북동부 지역의 지구조적 환경이 크게 변화했다고 의심해볼 만한 증거는 아직 없는 것으로 판단된다. 낮은 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 값을 가장 쉽게 설명할 수 있는 방법은 맨틀유래 물질과의 혼합이다.

Cheong *et al.*(2002) 및 좌용주 외(2005) 역시 영덕-영해-청송 암체의 낮은 Sr 동위원소 초기치에 대하여 주목하였으며, 맨틀유래물질과 지각물질 사이의 혼합으로 설명하였다. 일반적으로 상당규모의 화강암이 맨틀의 부분용융이나 맨틀유래 마그마의 분화와 같이 직접적인 방법을 통해 맨틀로부터 생성되는 것은 드물다고 알려져 있다. 따라서 경상분지 북동부에 분포하는 영덕-영해-청송의 화강암질 심성암체들은 맨틀에서 유래한 현무암질 물질의 재용융과 같은 간접적 방법을 통해 맨틀유래 물질이 화강암질 마그마의 생성에 포함되게 된 것으로 해석된다. 또한 이 암체들이 정지할 당시의 백악기 분지들이 형성되기 이전이기 때문에 분지의 형성과 관련한 지각의 얇아짐이나, 이에 수반된 맨틀물질의 주입 등을 상정해보기 어렵다. 따라서 이들의 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 초기치 차이는 마그마가 형성된 근원 지각물질 자체의 조성차이 이거나 마그마를 2차적으로 혼염시킨 지각물질의 조성차이를 반영하는 것으로 해석된다. 즉, 영남육괴 북동부지역에 분포하는 기저지각의 수평 혹은 수직적인 조성의 불균질성을 시사하며, 영덕-영해-청송 지역의 기저지각의 Sr 동위원소 조성이 평균적으로 비교적 결핍된 값을 갖고 있을 가능성을 생각해 볼 수 있다.

영남육괴 남서부와 중부지역에 분포하는 심성암체들 사이의 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 초기치 차이 역시 기저지각의 화학적 불균질성으로 설명할 수도 있다. 그러나 이 지역에서는 지구조적 환경의 차이가 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 초기치의 차이를 가져왔을 가능성도 배제할 수는 없다. 그 이유는 영남육괴 남서부 지역과 중부 지역이 삼척기-츄라기초의 시기에 동시에 활발한 화성활동에 의해 많은 심성암체들이 형성되었으나 암상은 상당히 대조적이기 때문이다. 김천, 성주, 함양, 거창 등 영남육괴의 넓은 지역에서 보고되는 화강암 내지 화강섬록암질 암석들과는 달리 산청-마천 지역에는 화강암-화강섬록암이 드물고 대신에 섬장암-섬록암-반려암의 암상을 갖고 있음에 주목할 필요가 있다. 산청-마천 화성암복합체가 낮은 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 초기치를 갖는 것은 이들의 기원에 맨틀물질이 보다 많이 포함될 수 있는 지구조적 환경이었을 가능성을 제기한다. 비록 두 지역이 바로 인접해 있기는 하지만 화성활동이 일어날 당시 압축력이 우세한 북쪽의 화강암질 화성활동 지역과는 대조적으로 지리산-마천 지역은 적어도 국지적으로는 인장력이 작용하는 환경하에서 맨틀물질의 상승에 의한 보다 염기성인 마그마가 만들어지고, 이로부터 분화된 반려암-섬록암-섬장암의 복합체가 만들어졌을 가능성을 제기한다.

결 론

산청지역에 분포하는 중생대 심성암 복합체의 하나로 산출되는 섬강암체에 대한 Rb-Sr 연대측정 결과 얻은 211 ± 23 Ma의 연대는 이 암체가 중생대의 삼첩기-쥬라기 경계시기 부근에 형성되었음을 확인한다. 산청-마천 지역에 산출되는 삼첩기-쥬라기초의 섬강암-섬록암-반려암 복합체는 바로 북측지역에서 산출되는 동시기의 화강암질 심성암들과는 매우 대조적인 지구조 환경이었음을 시사한다. 산청 섬강암은 상당히 낮은 0.70598 ± 0.00060 의 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 초기치를 보이며, 이 암석의 생성과정에 오래된 지각물질의 영향이 적었음을 의미한다. 이러한 낮은 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 초기치 역시 북측의 화강암질 심성암체들과는 대조적인 것으로 추정된다. 암석의 종류와 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 초기치로 볼 때 삼첩기-쥬라기초의 산청-마천 지역에서는 국지적으로 인장력이 작용하는 지구조적 환경하에서 맨틀물질의 상승에 의해 염기성인 마그마가 만들어지고, 이로부터 분화된 반려암-섬록암-섬강암의 복합체가 만들어졌을 가능성을 제기한다

사 사

이 논문은 한국학술진흥재단의 순수기초연구그룹 지원사업(KRF-2003-070-C00046)에 의해 지원되었으며 이에 감사드린다. 원고를 읽고 도움을 준 심사자들에게 감사드린다. 자료의 준비를 도와준 김남훈 석사와 이호선 석사에게도 고마운 마음을 표한다.

참고문헌

- 강상원, 김용준, 1995, 경남 함양-산청지역에 분포하는 심성화성암류의 암석화학 및 성인. 대한자원환경지질학회 제 28차 학술발표회, 요약집, 100.
- 강상원, 유병욱, 유철, 김용준, 1994, 경남 함양-마천 지역에 분포하는 심성암류의 암석화학. 지구과학회지, 15, 100-114.
- 고보균, 박영록, 2004, 경상남도 산청 지역에 분포하는 관입암의 암석지구화학. 대한지질학회 정기총회 및 학술발표회, 85.
- 김근수, 김종렬, 정규귀, 황진연, 이준동, 1995, 경상북도 경주-감포 일원에 분포하는 화강암류의 Rb-Sr연대. 지구과학회지, 16, 272-279.
- 김옥준, 홍만섭, 박희인, 박양대, 김기태, 윤선, 1964a, 한국 지질도(1:50,000) 산청도폭 및 설명서, 경상남도, 25 p.
- 김옥준, 홍만섭, 윤석규, 박희인, 박양대, 김기태, 이하영, 윤선, 1964b, 한국지질도(1:50,000) 운봉도폭 및 설명서, 경상남도.
- 김용준, 이창신, 강상원, 1991, 영남육괴 지리산지구에 분포하는 중성-염기성 심성암류에 대한 암석지화학. 지구과학회지, 12, 100-122.
- 김정환, 정창식, 손영철, 고희재, 1997, 평창지역의 지질과 선캄브리아 화강암질암의 스트론튬, 니오디미움 및 납 동위원소 조성. 지질학회지, 33, 27-35.
- 김희남, 신인현, 안건상, 박운선, 이창신, 1997, 강진-장흥지역 화강암류의 암석화학 및 Sr·Nd 동위원소 조성. 지구과학회지, 18, 433-442.
- 박계현, 김동연, 송용선, 2001, 지리산 지역 차노카이트와 함티탄철석 회장암질암의 Sm-Nd 광물연대 및 성인적 관계. 암석학회지, 10, 27-35.
- 박계현, 송용선, 박맹인, 이승구, 류호정, 2000, 동북아시아 지역 선캄브리아 지괴에 대한 암석학, 지구화학 및 지구연대학적 연구: 1. 지리산 지역 변성암의 변성연대. 암석학회지, 9, 29-39.
- 박계현, 이호선, 정창식, 2005, 영남육괴 중부 김천, 성주 및 안의지역 화강섬록암의 스핀 U-Pb 연대. 암석학회지, 14, 1-11.
- 박계현, 이호선, 송용선, 정창식, 2006, 영남육괴 함양, 거창 및 영주 화강암-화강섬록암의 스핀 U-Pb 연대. 암석학회지, 15, 39-48.
- 박영성, 김용준, 권선택, 박재봉, 1993, 거창-고령지역산 화성암류에 대한 Rb-Sr 동위원소 연구. 지구과학회지, 14, 32-43.
- 송용선, 1999, 소백산육괴 서남부 지리산지역의 반상변정질 편마암에서 산출되는 백립암질 포획암. 암석학회지, 8, 34-45.
- 송용선, 김동연, 박계현, 정창식, 김남훈, 2004, 마천 반려암질 층상관입암. 한국암석학회·한국광물학회 공동학술발표회 논문집, 36-38.
- 신인현, 加加美 寛雄, 1996, 해남-완도지역 Granophyre의 Rb-Sr 등시선 연대와 Sr·Nd 동위원소 조성. 자원환경지질, 29, 151-158.
- 신인현, 박천영, 정연중, 2001, 전주지역 염리상화강암의 암석화학 및 Sr·Nd 동위원소 조성. 지구과학회지, 22, 1-9.
- 윤성효, 1998, 유천화산암 분포지 북부 백악기 채약산화산암의 암석화학 및 스트론튬 동위원소비 조성. 지질학회지, 34, 161-171.
- 윤성효, 고정선, 박광순, 안효찬, 김용일, 유성현, 이동한, 윤기영, 2005, 부산 금정산화강암체의 암석학 및 Rb-Sr 전암 등시선 연대. 암석학회지, 14, 61-72.
- 이상만, 나기창, 이상현, 박배영, 1981, 소백산육괴(동남부)의 변성암복합체에 대한 변성작용에 관한 연구. 지질학회지, 17, 169-188.
- 이호선, 송용선, 박계현, 정창식, 2005, 영남육괴 중부 지역 일부 화강암의 연대 보고. 대한지질학회 정기총회 및 학술발표회, 초록집, 111.
- 정지근, 1987, 하동-산청지역에 분포한 회장암질암의 분화. 지질학회지, 23, 216-228.
- 정창식, 장호완, 1996, 중부 옥천 변성대의 화성, 변성 및 광화작용과 조구조적 연관성 연구(I): 보은지역 화강암류의 암석화학 및 동위원소 지구화학. 지질학회지, 32, 91-116.

- 정창식, 권성택, 김정민, 장병욱, 1998, 경상분지 북부에 분포하는 온정리 화강암에 대한 암석화학적, 동위원소 지구화학적 연구: 경상분지 다른 지역과 서남 일본 내대에 분포하는 백악기-제3기 화강암류와의 비교 고찰. *암석학회지*, 7, 77-97.
- 정창식, 길영우, 김정민, 정연주, 임창복, 2004, 영남육괴 북동부 주변 지역 선폼브리아 기반암류의 지구화학적 특징. *지질학회지*, 40, 481-499.
- 좌용주, 1998, 경상분지 고성지역의 화성암류에 대한 암석학적 연구 II. 미량원소 지구화학과 Rb-Sr 방사성 연대. *자원환경지질*, 31, 473-483.
- 좌용주, 김종선, 김건기, 2005, 우리나라 트라이아스기 화강암의 스위트/슈퍼스위트 분류. *암석학회지*, 14, 226-236.
- 주승환, 1986, 영남육괴의 Rb-Sr 연대측정연구(III), 예천-단양, 무주-거창지역 화강암질편마암류 및 화강암류의 Rb-Sr 연대측정. 한국동력자원연구소, KR-86-2-17, 1-18.
- 주승환, 김성재, 1985, Rb-Sr 법에 의한 영남육괴연대측정연구(I), 평해, 분천화강편마암류 및 화강암류. 국토기반지질조사연구, 연구보고서 85-24, 1-7.
- 진명식, 장보안, 1999, 소백산육괴 동북부 영주-춘양지역의 트라이아스기말-쥬라기초 화강암체의 열사 및 그 지구조적 의미. *지질학회지*, 35, 189-200.
- Cheong, C.-S., Kwon, S.-T. and Sagong, H., 2002, Geochemical and Sr-Nd-Pb isotopic investigation of Triassic granitoids and basement rocks in the northern Gyeongsang Basin, Korea: implications for the young basement in the East Asian continental margin. *The Island Arc*, 11, 25-44.
- Jeong, J.-G., Kim, W.-S. and Seo, B.-M., 1991, Differentiation of the plutonic rocks in Sancheong-gun: trace element modelling for the magmatic differentiation. *J. Miner. Soc. Korea*, 4, 69-89.
- Kim, C.-B. and Turek, A., 1996, Advances in U-Pb zircon geochronology of Mesozoic plutonism in the southwestern part of Ryeongnam massif, Korea: *Geochemical Journal*, 30, p. 323-338.
- Kim, C.-B., Chang, H.-W., and Turek, A., 2003, U-Pb zircon ages and Sr-Nd-Pb isotopic compositions for Permian-Jurassic plutons in the Ogcheon belt and Ryeongnam massif, Korea: Tectonic implications and correlation with the China Qinling-Dabie belt and the Japan Hida belt. *The Island Arc*, 12, 366-382.
- Kwon, S.T. and Jeong, J.G., 1990, Preliminary Sr-Nd isotope study of the Hadong-Sanchung anorthositic rocks in Korea: implication for their origin and for the Precambrian tectonics. *J. Geol. Soc. Korea*, 26, 341-349.
- Kwon, S.T. and Tilton, G.R., 1992, Nd-Sr isotope study of Phanerozoic granitoids in South Korea: implications for basement structure and tectonics of East Asia. *IGC 29th, Kyoto 3(1)*, 109.
- Kwon, S.-T., Lan, C.-Y. and Lee, T., 1999, Rb-Sr and Sm-Nd isotopic study of the Seoul granitic batholith in middle Korea. *Geosciences J.*, 3, 107-114.
- Lee, J.I., Kagami, H. and Nagao, K., 1995, Rb-Sr and K-Ar age determinations of the granitic rocks in the southern part of the Kyeongsang basin, Korea: implications for cooling history and evolution of granitic magmatism during late Cretaceous. *Geochemical J.*, 29, 363-376.
- Lee, S.R., Cho, M., Cheong, C.-S., Kim, H. and Wingate, M.T.D., 2003, Age, geochemistry, and tectonic significance of Neoproterozoic alkaline granitoids in the northwestern margin of the Gyeonggi massif, South Korea. *Precam. Res.*, 122, 297-310.
- Ludwig, K.R., 1994, ISOPLOT-A plotting regression program for radiogenic isotope data, version 2.71. USGS Open File Report, 91-445.
- Ree, J.-H., Kwon, S.-H., Park, Y., Kwon, S.-T. and Park, S.-H., 2001, Pre-tectonic and post-tectonic emplacements of the granitoids in the south central Okchon belt, South Korea: implications for the timing of strike-slip shearing and thrusting. *Tectonics*, 20, 850-867.
- Sagong, H., Kwon, S.-T., Cheong, C.-S. and Choi, S.H., 2001, *Geochemical and isotopic studies of the Cretaceous igneous rocks in the Yeongdong Basin, Korea: Implications for the origin of magmatism in pull-apart basin.* *Geosciences J.*, 5, 191-201.
- Sagong, H., Keon, S.-T. and Ree, J.-H., 2005, Mesozoic episodic magmatism in South Korea and its tectonic implication. *Tectonics*, 24, TC5002, doi:10.1029/2004TC001720.
- Shin, S.-C. and Nishimura, S., 1993, Thermal and uplift histories of Mesozoic granites in southeast Korea: new fission track evidence. *J. Petrol. Soc. Korea*, 2, 104-121.
- Turek, A. and Kim, C.-B., 1995, U-Pb zircon ages of Mesozoic plutons in the Damyang-Geochang area, Ryeongnam massif, Korea: *Geochemical Journal*, 29, p. 243-258.
- Turek, A. and Kim, C.-B., 1996, U-Pb zircon ages for Precambrian rocks in southwestern Ryeongnam and southwestern Gyeonggi massifs, Korea. *Geochem. J.*, 30, 231-249.

(2006년 2월 3일 접수; 2006년 3월 2일 채택)