

신암리각섬암의 암석화학과 지구조적 의의

박영석¹⁾ · 김정빈²⁾ · 김종균¹⁾

1. 서론

진안-장수지역 (이하 본 역)은 한반도를 구성하는 중요한 지괴인 영남육괴 지리산지역의 북서부와 옥천지향사대의 동남연변부에 위치한 곳으로 두 지괴의 경계면을 따라 압쇄작용으로 형성된 순창전단대가 분포하며 지질시대와 암석학적 특징이 상이한 여러 화성암체가 나타난다.

본 연구지역의 지질은 지리산 편마암복합체를 기반으로 선캠브리아기의 변성퇴적암류, 신암리각섬암, 장수화강편마암, 선각산화강편마암 그리고 쥬라기의 대성리엽리상화강암, 순창엽리상화강암과 남원화강암으로 구성된다. 이들 화성암류중 신암리각섬암은 직경이 1-3km의 소규모 암주상으로 여러 암체가 출현하고 암상도 조립질각섬암에서 세립질각섬석편암까지 다양하게 나타난다. 본 지역에 대한 기존의 연구로는 선캠브리아기 기반암과 엽리상화강암류 및 심성암류에 지질시대와 암석지화학적 특징에 대한 다수의 연구가 수행되었으나 신암리각섬암에 대한 암석화학적 연구는 아직 수행된 바 없다. 본 연구의 목적은 영남육괴와 옥천습곡대의 경계부분에서 관찰되는 신암리각섬암에 대한 야외산상, 구성광물, 주성분, 미량원소 및 희토류원소의 특징과 지구조적인 의미를 규명하는데 있다.

2. 연구방법

본 연구에서는 진안군 백운면 신암리, 장수군 산서면 동화리 및 장수읍 대성리지역에 분포하는 신암리각섬암에 대해 주성분원소 (SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , K_2O , Na_2O , CaO , MgO , MnO , P_2O_5 등), 미량원소 (Ba, Rb, Sr, Li, Cu, Zn, Ni, Co, Cr, Sc, V, As, Cs, Y, Nb, Zr, Sn, Sb, Ga, Pb, Th, U 등) 및 희토류원소 (La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Dy, Ho, Er, Yb, Lu)를 분석하여 지구화학적 특성과 거동 및 분별과정을 종합 검토함으로써 영남육괴와 옥천지향사대 접촉부에서 엽기성 화성활동, 마그마의 특성 및 지구조적 환경을 밝히는데 연구 목적이 있다.

연구지역에 분포하는 화성암류에 대한 주성분원소, 미량원소와 희토류원소 분석을 실시하기 위해 200여 개의 시료를 채취하였으며 약 3개월간의 정밀야외조사와 실내작업을 수행하였다. 주성분과 미량원소는 신암리각섬암의 대표적인 30개의 시료를 대상으로 한국기초과학지원연구원 (KBSI)의 ICP-mass를 이용하여 실시하였고 SiO_2 분석은 조선대학교 공동기기의 XRF를 이용하여 분석하였다. 희토류원소는 주성분과 미량원소 성분을 분석한 시료를 대상으로 12성분을 분석하였으며 분석값의 오차의 한계는 5-10% 범위 이내이고, Nakamura

(1973)에 의한 운석의 함량을 이용하여 표준화 시켰다.

3. 본 론

3.1. 신암리각섬암에 대한 암석기제

신암리각섬암은 진안군 백운면 신암리, 장수군 장수읍 대성리 및 산서면 동화리 일대에 다수의 암주상으로 분포하며 이들의 직경은 수십 m에서 2 km까지 다양하다. 암상은 흑색을 띠나 풍화면에서는 적갈색을 띠는 조립내지 세립질암이다. 본 암은 선캠브리아기의 변성퇴적암류를 관입하고 후기의 장수화강편마암과 선각산화강편마암에 의해 관입된다. 각섬암의 주조성광물은 각섬석, 사장석 및 흑운모이고 부구성광물은 불투명광물, 석영, 녹렴석과 방해석등이다. 사장석은 1-3 mm 크기를 갖는 반자형내지 자형의 결정들로서 알바이트-칼스벳드와 페리클린 쌍정을 보이며 그 성분은 라브라도라이트 (An_{54-60})에 해당된다. 사장석은 비교적 신선해 보이나 견운모나 고능석화되어 있는것도 있다. 각섬석은 1-5 mm 크기의 자형내지 반자형결정으로 부분적으로 불투명광물을 포유한다. 흑운모는 2-6 mm 크기의 반자형내지 타형결정으로 각섬석이 우세한 곳에서 흑운모의 양은 감소하는 특징을 보인다. 석영은 1 mm 이하의 타형결정으로 사장석이나 각섬석 사이를 충전하며, 불투명광물은 자형이나 반자형으로 주로 각섬석과 흑운모내에 산재되어 있다.

3.2. 지화학적 특징

3.2.1. 주성분원소

SiO_2 의 함량은 신암리각섬암이 48.29-56.23wt.%로 현무암에서 현무암질안산암의 영역에 해당하며, Al_2O_3 의 함량은 7.51-15.85wt.%이며 SiO_2 의 함량이 증가하면 Al_2O_3 의 함량은 대체로 감소하는 부 (-)의 상관관계를 보인다. SiO_2 가 증가하면 MgO 와 CaO 의 함량은 증가하는 정 (+)의 상관관계를 보이며, TiO_2 와 Fe_2O_3 의 함량은 오히려 감소하는 부 (-)의 상관관계를 보인다. 반면에 SiO_2 의 함량이 증가하면 K_2O 와 Na_2O 는 불규칙하나 Na_2O 는 대체로 감소한다. AMF 삼각도에서 본 암은 상대적으로 F_2O_3 와 MgO 가 농집된 슬레아이트계열의 분화경향을 따른다. 알칼리지표 (알칼리질암석>1)로 이용되는 Nb/Y는 0.11로 슬레아이트질 현무암에 속한다.

3.2.2. 미량원소와 희토류원소

신암리각섬암에 대한 Ba, Sr, Rb, Y의 평균함량은 현무암의 평균값 보다 결여된 값을 보이며, V의 평균함량은 현무암의 평균값에 일치한다. SiO_2 의 함량이 증가하면 Y와 V은 증가하는 정 (+)의 상관관계를, Ba와 Rb 함량은 감소하는 부 (-)의 상관관계를 보이며, SiO_2 가 증가하면 Sr 함량도 증가하는 정 (+)의 상관관계를 보이나 SiO_2 의 함량이 51wt.%를 넘으면 오히려 Sr 함량이 감소하는 부 (-)의 상관관계를 보인다. Cu와 Zn의 평균함량은 각각 50ppm과 75ppm으로 현무암에 평균치에 비하면 Cu는 부화되고 Zn은 결여되어 나타난다.

SiO₂의 함량이 증가하면 Cu는 불규칙한 분포양상을 보이며, Zn의 함량은 감소하는 부 (-)의 상관관계를 보인다. Ni, Co, Sc, Nb의 평균함량은 현무암의 그것보다 결여되어 나타나며 SiO₂가 증가하면 Nb도 증가하는 정 (+)의 상관관계를 보이나 여타의 원소들은 SiO₂가 증가하면 감소하는 부 (-)의 상관관계를 보인다.

연구지역에 분포하는 신암리각섬암을 대표하는 30개의 시료에 대해 희토류원소를 분석했으며 주성분과 미량성분원소 분석도 동시에 실시하였다. 희토류원소의 총 함량은 38.16ppm이며, 그 중에서 경희토류 원소 (Σ LREE)의 총합은 25.85ppm이다. 본 암의 희토류원소 총합에 대한 경희토류 비율 (Σ LREE/ Σ REE)은 0.61로 경희토류가 월등하게 부화되었음을 알려준다. 운석을 기준으로 표준화한 희토류원소의 분포는 대체로 경희토류가 중희토류 보다 더 급격한 감소 현상을 보이며 사장석의 분별작용을 지시하는 Eu (-) 이상은 거의 평탄한 양상을 보인다. 희토류원소의 분별과정은 경희토류와 중희토류에서 거의 평탄한 분포 양상을 보인다. 이는 본 암에서 중희토류를 함유하는 휘석이나 각섬석의 함량이 상대적으로 부화된 것에 기인한다.

3.2.3. 마그마의 특성

시리카와 알칼리 상관도에서 신암리각섬암은 subalkaline 영역에 점시되며, N-C-K (Na₂O-CaO-K₂O) 상관도에서 신암리각섬암은 Ca가 농집된 N-C 선상에 점시된다. 본 암에 대한 친석원소 (Ba, Rb, Sr, Li등)의 거동은 동원 마그마일때 분화과정이 진행되면서 Ca/Sr 값의 비율은 SiO₂가 증가하면 감소하는 경향이 있으며, 그 평균값은 416.8이다. Ba/Sr과 Rb/Sr의 평균값은 각각 0.53과 0.11이며 이들은 대체로 Rb이 증가함에 따라 Rb/Sr도 같이 증가하는 정 (+)의 상관관계를 보인다. 이러한 경향은 대륙주변부 및 호상열도의 지구조환경하에서 생성된 화성암에서 현저하다. K/Rb의 평균비는 195.2이며 이들 값을 현무암 (184)의 평균값과 비교해 보면 다소 높은 값을 보인다. Cu와 Zn은 현무암의 평균값과 거의 일치하나 그 분포의 범위는 넓고 부분적으로 농집되는 편이며, 철·마그네슘계열원소 (Ni, Co, Cr, V, Sc등)는 대체로 결여된 값을 갖는다. 불호정원소에 속하는 Ti, Rb, Zr 등은 부화되고 Nb는 결여되어 나타난다. Eu (-) 이상과 경희토류에 대한 중희토류의 상대적인 비를 지시하는 Eu/Sm과 [La/Lu]_{CX}값은 0.40와 1.57으로 호상열도나 배호분지형 슐레이아트질현무암 계열에 속한다.

3.3.4. 마그마의 지구조적 환경

Condie (1990), Pearce와 Cann (1973), Meschede (1986) 등이 제안한 마그마의 생성환경을 알아보기 위한 Ti/100-Zr-3Y 판별도에 의하며 신암리각섬암은 IAT (Island Arc tholeiite)에서 MORB (mid-oceanic ridge basalt) 경계면에 점시된다. Ti/Y대 Nb/Y 판별도에 의하면 신암리각섬암은 volcanic arc basalt와 MORB basalt에 영역에 속한다.

주요어 : 신암리각섬암, 암석화학, 마그마 특성, 지구조적환경

- 1) 조선대학교 자원공학과 (yspark@chosun.ac.kr)
- 2) 목포대학교 인문과학연구원 (cbk6742@hanmail.net)