

경기북부 운악산일대 유라기 화강암류의 분대 및 지구화학

윤현수¹⁾, 홍세선¹⁾, 이윤수¹⁾

1. 서 론

연구대상암은 서울에서 의정부를 거쳐 포천 북부로 연장되며 대규모의 저반를 이룬 대보화강암류의 중북부인 운악산 일대에 해당한다. 1/5만 도폭상으로는 포천(미발간)과 기산리(미발간) 일대에 걸쳐 넓게 분포하는 화강암류와 그 주변을 이룬 경기편마암 복합체가 포함된다. 이 곳의 주연구 대상인 화강암류는 흑운모화강암, 석류석흑운모화강암 그리고 복운모화강암으로 분대가 된다.

이 곳의 화강암질 저반에 관련된 연구로는 Kwon *et al.*(1999)의 Rb-Sr과 Sm-Nd 연구, 윤현수(1995)의 포천-의정부일대 화강암류 산상과 암석화학, Kwon *et al.*(1994)의 서울화강암질 저반전체를 다룬 암석학 및 지구화학연구 등이 있다. 그러나 포천-기산리일대에 대한 화강암류의 지질, 분포와 분대 등을 통한 상세한 비교연구는 미비한 편이다.

2. 연구방법

이 연구에서는 이들 유라기 화강암류를 야외산상, 지질경계 그리고 암석광물학적 산출차이에 의하여 분대하였다. 주연구 대상은 넓은 분포지역을 이룬 흑운모화강암과 석류석흑운모화강암이며, 소규모로 분포하며 심화된 풍화대를 이룬 복운모화강암은 암석광물학적 기재를 하였다. 암석시료 채취와 경하관찰을 통하여 구성광물을 비교하였으며, 모우드 분석으로 암석명을 구하였다. 가능한 신선한 암석시료를 채취하여 주원소와 미량원소, 그리고 암종별로 대표시료를 택하여 희토류원소를 분석하였다. 더불어 대자율 측정을 병행하여 암석광물학적 비교, 암석화학적 차이, 성인적 특성 그리고 지구조적 생성환경 등을 해석하였다.

연구에 이용된 모든 암석화학 성분은 모두 우리 연구원에서 분석되었다. 주원소 성분 중에서 FeO는 습식법으로 그리고 나머지 성분은 XRF로 분석되었다. 미량원소 성분 중에서 Rb은 AAS에 의해 그리고 기타 성분은 ICP-AES로, 그리고 REE는 ICP-MS로 분석되었다. 대자율은 박편과 분석용 시료의 일부를 떼어내어 Bartington 사의 MS 2B로 측정하였다.

3. 본 론

이 곳의 유라기 화강암류는 야외 매핑과 구성광물 특성에 의하여 서부-남서부의 흑운모화강암, 동부의 석류석흑운모화강암 그리고 북동부의 복운모화강암으로 구분된다. 이들은 주변의 야외산상과 K-Ar 동위원소 운모연령(박기화 외, 1997) 등에 의해 중자가 전자를 관입하였으며 후자는 가장 후기에 관입하여 정치된 것으로 해석된다. QAP 모우드 삼각도에서 이들은 거의가 몬조화강암에 해당한다. 구성광물상의 큰 차이는 석류석과 불투명광물이다. 석류석은 중자에서만 산출되며, 불투명광물은 전자에서 대체로 단일형의 세립질로서 항상 수반되며 중자에서 미립질의 흔적을 이루기도하나 대체로 수반되지 않는다.

흑운모화강암과 석류석흑운모화강암은 서브알카린 계열과 산성암류로서 Al_2O_3 , CaO, MgO 그리고 $Fe_2O_3(t)$ 의 함량이 모두 후자에서 뚜렷이 감소한다. SiO_2 증가에 따라 TiO_2 , Al_2O_3 , $Fe_2O_3(t)$, MgO, CaO, K_2O 와 P_2O_5 는 전체적으로 완만한 부의 경향을 뚜렷히 가진다. 두 개의 선상분포를 이룬 TiO_2 ,

MgO와 CaO 등에서 Gb와 Ggb는 다소 다른 분화과정의 양상을 보인다. 이들은 AMF, Sr 대 Ba 그리고 Rb-Ba-Sr 관계도(Bouseiley and Sokkary, 1975) 등에서 뚜렷이 선상으로 배열되는 켈크알칼린 계열로서 Ggb가 Gb보다 분화후기산물에 해당하는 경향을 가진다(Fig. 1).

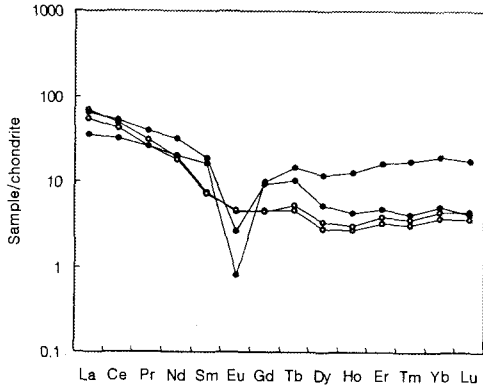


Fig. 1. Ba vs. Sr of biotite granite(closed circles) and garnet biotite granite (open ones).

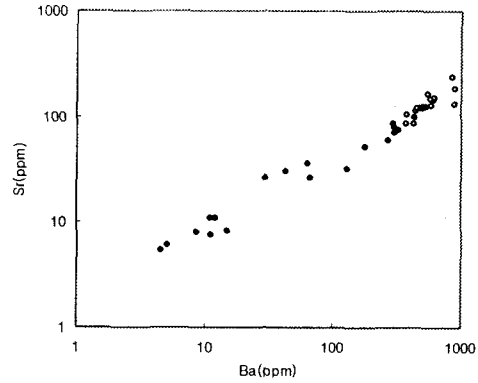


Fig. 2. REE abundances normalized to chondrite value. Symbols are the same as in Fig. 1.

Ba은 흑운모화강암과 석류석흑운모화강암에서 각각 550 ppm과 150 ppm의 함량차이를 가지며, 이는 Ba이 포획되는 알칼리장석과 흑운모의 모우드 값이 후자보다 전자에서 증가되기 때문으로 해석된다. Sr 대 CaO 그리고 Sr 대 K₂O는 모두 정의 관계를 이루며, Sr 대 C매의 관계에서 보다 밀집된 경향을 이루어 Sr이 알칼리장석보다 사장석의 분별결정작용에 보다 더 관여한 것으로 보인다. 콘트라이트값으로 표준화한 변화도(Taylor and McLennan, 1985)에서 후자의 한 개 시료 외에는 LREE에서 HREE로 갈수록 점진적으로 뚜렷이 결핍되는 양상을 보인다(Fig. 2). 이와 달리 후자의 Eu 부이상은 전자에 비해 크게 감소하여 사장석의 분별결정작용이 매우 강하게 일어났으며, 그리고 HREE의 점이적인 증가는 후자에 수반되는 석류석(Henderson, 1984)에 기인되는 것으로 해석된다.

(Qz+Af) 대 Op의 모우드 상관도(Ishihara, 1977)에서 흑운모화강암과 석류석흑운모화강암은 각각 거의가 자철석 계열 그리고 모두 티탄철석 계열에 속한다. 평균 대자율값은 전자가 339.3 (± 91.1) μ SI, 후자가 2.3 (± 1.6) μ SI로 약 100배 이상의 차이를 보이며, 이는 주로 전자와 후자에 각각 수반되는 자철석(조동룡, 1992)과 유색광물(Tarling and Hrouda, 1992)에 기인되는 것으로 해석된다.

SiO₂는 전자와 후자가 각각 72-77 wt. %와 72-79 wt. %의 좁은 범위값을, K₂O/Na₂O는 각각 1.29와 1.27의 값을 가져 모두 S-형(Hine, *et al.*, 1978)에 가까운 특성을 보인다. 그리고 A/CNK 몰비는 거의가 1.05 이상의 값을 가지며 ACF 삼각도에서 모두가 S-형에 해당된다. Y 대 Nb의 관계도에서 거의가 VAG+syn-COLG 영역에, Rb 대 (Y+Nb)의 관계도에서 VAG와 syn-COLG(Pearce *et al.*, 1984)의 경계부 영역에 도시되어, 이들은 지구구조적으로 섭입과 관련된 마그마호의 환경에서 형성된 화강암류에 속한다.

4. 참고문헌

박기화, 이병주, 조동룡, 김정빈, 1997, 화천 지질조사 보고서(1/5만). 한국자원연구소, 33p.

- 윤현수, 1995, 포천-의정부일대에 분포하는 화강암류의 산상과 암석화학. 암석학회지, 4, 91-103.
- 조동룡, 1992, 남한에 분포하는 현생 화강암류의 기원에 대한 광물 및 암석화학적 연구. 연세대학교 박사학위논문, 189p.
- Bouseiley, A.M.El. and Sokkary, A.A.El., 1975, The relation between Rb, Ba and Sr in granitic rocks. Chem. Geol., 16, 207-219.
- Henderson, P., 1984, General geochemical properties and abundances of the rare earth elements. In: Henderson, P.(eds.), Rare earth element geochemistry. Elsevier, 1-29.
- Hine, I.S., Williams, I.S., Chappel, B.W. and White, A.J.R., 1978, Contrasts between I- and S-type granitoids of the Kosciusko batholith. J. Geol. Soc. Aust. 25, 219-234.
- Irvine, T.N. and Barager, W.R.A., 1971, A guide to the chemical classification of the volcanic rocks. Can. J. Earth Sci., 8, 523-542.
- Ishihara, S., 1977, The magnetite-series and ilmenite-series granitic rocks. Mining Geol., Japan, 27, 293-305.
- Kwon, S.T., Cho, D.L., Lan, C.Y., Shin, K.B., Lee, T. and Merzman, S.A., 1994, Petrology and geochemistry of the Seoul granitic batholith. Jour. Petrol. Soc. Korea, 3, 109-127.
- 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. Geosci. Jour., 3, 107-114.
- Pearce, J.A., Harris, N.B.W. and Twindle, A.G., 1984, Trace element discrimination diagram for the tectonic interpretation of granitic rocks. J. Petrol., 25, 956-983.
- Tarling, D.H. and Hrouda, F., 1992, The Magnetic anisotropy of rocks. Chapman & Hall, 217p.
- Taylor, S.R. and McLennan, S.M., 1985, The Continental crust: its composition and evolution. Blackwell, Oxford., 312p.

주요어 : 흑운모화강암, 석류석흑운모화강암, 분화후기산물, 석류석, S-형

1) 한국지질자원연구원 지질연구부