Jour. Korean Inst. Mining Geol.
Vol. 26, No. 1, p. 83-96, 1993.

광주화강암체에 대한 암석화학적 연구*

김용준** · 오민수*** · 박재봉**

Petrochemical Study On the Kwangju Granite Body

Yong-Jun Kim**, Min-Su Oh*** and Jay-Bong Park**

ABSTRACT: Kwangju granite body located in vicinity of Kwangju city consist of three rock bodies-Kwangju rock body, Jangsung rock body and Youngkwang rock body. Petrochemistry of Kwangju granite is as follows: Kwangju granite body is igneous complex which compose of a series of differential products of a magma. Kwangju granites are divided into four rock facies based on the geologic age, mineralogical and chemical constituents and texture: Triassic hornblende-biotite granodiorite and biotite granite, and Jurassic porphyritic granite and two mica granite. Harker and other variation diagrams of Kwangju granites plot on trend of calc-alkali rock series and range of peraluminous granite.

Parental magma type of Kwangju granites correspond to I-type, Syn-Collision type in compressive stress field by collision movement between both rock block.

In chondrite normalized REE patterns of Kwangju grnites, LREE enriched than HREE in REE amount and have more steep negative slope with slightly (−) Eu anormaly.

서 론

한반도는 지구조적 위치가 태평양판과 유라시아판 경계부에 놓여 있어 오랜 지질시대에 걸쳐 복잡한 지구조적 운동을 경험했으며 그 결과는 대륙지각과 해양지각의 양면성을 지닌 복잡한 지질을 가지게 되었다. 특히 한반도 서남부에 속하는 전남지역의 지질은 중생대에 있었던 강력한 세 차례의 지각변동 (송림-대보-불국사변동)을 받아 변성작용과 화성활동이 활발했으며, 이때 형성된 지질구조와 광화작용도 수반되는 지역이다.

이 연구의 목적은 한반도 지체구조를 밝히는데 중요한 위치에 있는 전남지역의 지질, 지질구조와 변성-화성작용을 연구하므로써 이 지역의 지질구조 발달사를 밝히는데 있다.

이 연구를 수행하기 위해서 정밀 야외지질조사, 시료채취, 암석-광물의 특성 규명과 모드 분석, 화학분석 (주성분 원소, 미량성분원소와 희토류 원소)과 동위원소 분석을 실시하여 광주 화강암체에 대한 암석화학적 특성을 규명하고 이 특성을 2차년도에 시행할 예정인 화산-심성 화성활동과 연관시켜 전남 북동부 지역부터 서남부 지역으로 확장시켜 나아가 한반도 서남부에서의 지체구조 발달과정과 그 역사를 풀어 가고자 한다.

이 연구를 수행하는데 야외지질조사와 실내 작업에 도움을 준 전남 대학교 김정빈 박사와 임용관군, 그리고 화학분석을 실시한 런던대학의 J. N. Walsh 박사에 감사드립니다. 또 이 연구가 이루어질 수 있도록 연구비를 지원해준 교육부에 심심한 감사를 표합니다. 부분적인 연구비 지원을 해준 한국과학재단지원 전략광물자원연구센터에도 또한 감사를 표합니다.

일반지질

이 연구지역의 지질은 선캠브리아계인 편마암복합체를 基底로하여 이를 관입하는 시대未詳의 흑운모화강편마암, 이들 편마암류를 부정합적으로 덮는 고생대 변성퇴적암류, 그리고 이들 모두를 관입하는 삼첩기 엽리상화강암류, 쥬라기 화강암류와 백악기 화강암류-화산암류-맥암류-퇴적

* 이 논문은 1991년 교육부 기초과학연구소 학술연구조성비로이루어졌습니다.

** 전남대학교 지질학과 (Dept. of Geology, Chonnam National Univ., Kwangju 500-757, Korea).

*** 한국자원연구소 광상부 (Ore Deposits Division, KIGAM, Daejeon 302-343, Korea).

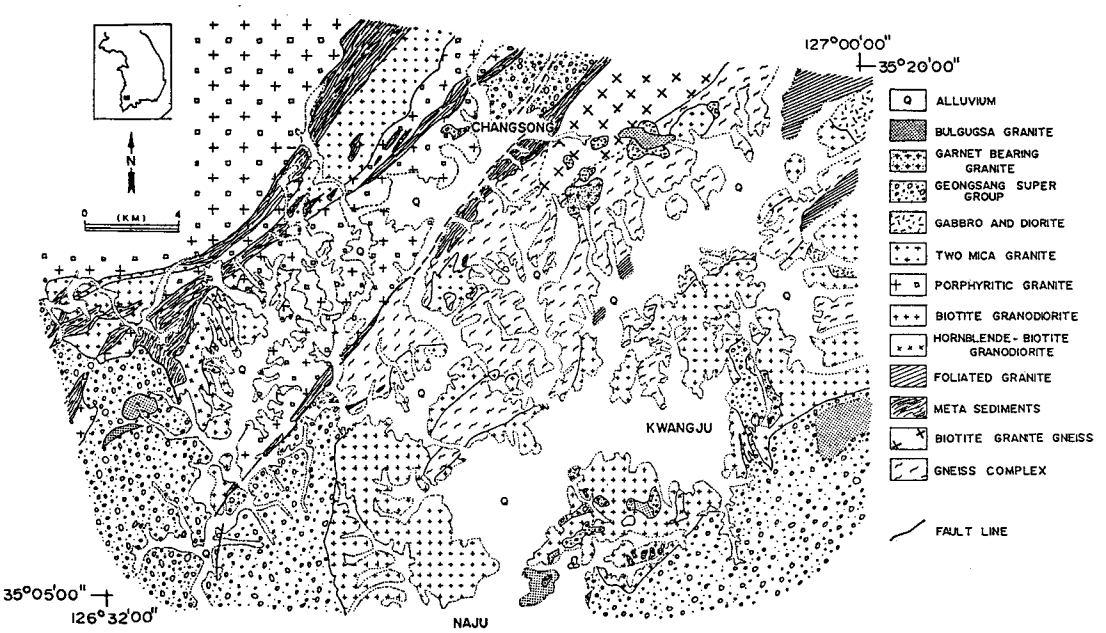

Fig. 1. The geologic map of the Kwanju-Naju-Youngkwang area.

암류로 이루어져 있다 (Fig. 1).

편마암복합체는 주로 화강암질편마암으로 이루어지나 부분적으로 미그마타이트질 편마암이나 흑운모편마암으로 漸變한다. 흑운모화강편마암은 광주 북부지역에 암주상 관입체로 출현하며, 편마암복합체를 관입하고 또 쥬라기 화강암류에 의해 관입되어 있고 백악기 화산-퇴적암류에 의해 부정합으로 덮혀있다. 이 암석은 중립 내지 조립 등립질의 화강암류로 전체적으로 흑운모의 방향성 있는 배열에 의해 약한 편마상 조직을 보임이 특징이며 곳에 따라서는 얼마간의 반정이 함유되어 반상구조를 보이기도 한다. 또 이 암석내에는 편암 및 편마암이 捕獲되어 있으며 이들 포획암체 주변부는 열변질을 받은 흔적이 보인다. 이 암석의 주 조성광물은 담회색의 사장석, 미사장석과 석영 그리고 흑운모와 백운모이고, 부 조성광물은 저어콘, 인회석및 불투명광물로 이루어져 있다. 모드분석 결과는 화강암 영역에 속한다.

변성퇴적암류는 이 연구지역 북동부에서 북동-남서향의 細長한 3열의 帶狀分布를 보이며 운모편암류, 규암 및 석회암으로 이루어져 있다. 이들 岩類의 엽리는 개략 N 30~50°E와 40~55°NW이며 광물의 방향성에 의한 선구조는 10~20°, S35~50°W이다. 이 암류는 쥬라기 화강암류에 의해 관입되거나 포획되며 백악기 화산암류에 의해 부정합으로 덮힌다. 이 암류는 석영이 우세한 帶와 견운모나 흑운모가 우세한 帶로 나누어져 재결정됨으로써 葉理組織를 보여주며 때로는 석영립과 운모립들이 壓碎되어 엽리방향으로 伸張되어 있다.

엽리상화강암류는 광주 북동부인 담양지역에서 동북향으로 대상분포를 보이며 편마암복합체를 관입하고 광주화강암체에 의해 관입되며 백악기 분출암류에 의해 부정합으로 덮혀있다. 이 암류는 특징광물과 조직에 따라 각섬석흑운모엽리상화강암, 흑운모엽리상화강암, 반상엽리상화강암, 우백질엽리상화강암과 복운모엽리상화강암 등으로 구분 된다 (김용준 외, 1989). 담양지역에 분포하는 소위 "순창엽리상화강암" (박희인, 1966)의 엽리는 미약하나 개략 N10~30°E로서 순창엽리상화강암의 분포방향과 일치한다. 순창엽리상화강암의 주 조성광물은 사장석, 미사장석, 석영, 흑운모이고 부 조성광물은 녹염석, 녹니석, 크리노조이사이트와 저어콘 등으로 이루어져있으며, 모드분석 결과는 화강섬록암에 속한다. 순창엽리상화강암의 Rb/Sr전암연령은 222±5 Ma로서 삼첩기말에 해당된다 (주승환, 김성재, 1986).

광주화강암체는 구성광물 및 조직과 관입시기의 차이에 의해서 각섬석흑운모화강섬록암, 흑운모화강암, 복운모화강암과 반상화강암의 4가지 岩相으로 구분되어질수 있다 (Fig. 2). 이들 암상은 북동-남서로 대상분포를 보이는 편마암복합체와 변성퇴적암류에의해 분리되어 크게 3개의

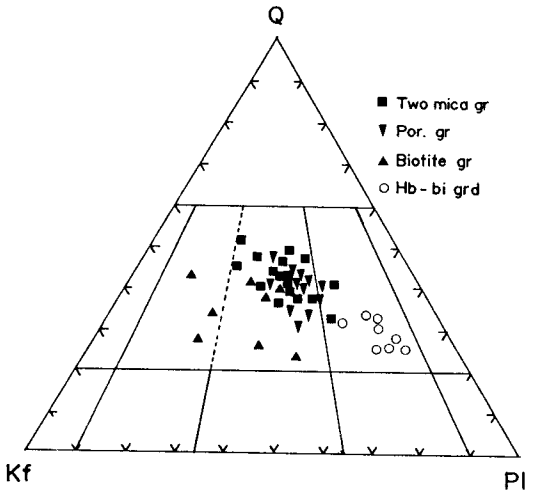

Fig. 2. Modal composition of hornblende-biotite granodiorite, biotite granite, porphyritic granite and two mica granite in Kwangju-Naju-Youngkwang area.

Table 1. Geological sequence of Kwangju-Naju-Youngkwang area.

Cretaceous	Dikes
	—— intrusion ——
	Pink feldspar granite
	Micrographic granite
	—— ? ——
Age unknown	Garnet bearing granite
	—— intrusion ——
Jurassic	Gabbro
	—— ? ——
	Two mica granite
	Porphyritic granite
Triassic	Biotite granite
	Hornblende-biotite granodiorite
	—— intrusion ——
	Foliated granites
	—— intrusion ——
Paleozoic	Meta sediments
	~~ unconformity ~~~
Age unknown	Biotite granite gneiss
	—— intrusion ——
Pre-cambrian	Gneiss complex

암체로 되어진다. 가장 큰 암체는 광주시를 포함하는 광주암체로서 주로 흑운모화강암상과 각섬석흑운모화강섬록암상으로 구성되나 지역에 따라 도면에 표시하기 어려울 정도의 소규모 암주나 암맥으로 출현하며 전술한 두 주암류를 관입한다. 광주암체는 그 연장이 나주 남부까지 이어진다. 두번째 암체는 장성읍에서 월야면 소재지 남부 사이에서 북동-남서향의 대상분포를 보이는 장성암체로서, 主 岩相은 반상화강암이나 암체 南緣部에 얼마간의 각섬석흑운모화강섬록암상과 흑운모화강암상이 그리고 북부 황동면 일대에는 복운모화강암상이 분포한다. 세번째 암체는 고창읍과 영광읍을 포함하는 큰 영광암체로서 대부분 반상화강암상으로 이루어져 있다.

반려암은 암녹색 및 흑청색을 띠는 등립질 괴상의 염기성화성암으로서 편마암복합체와 흑운모화강암을 관입하며 맥암류에 의해 관입된다. 主造成鑛物은 사장석, 일반휘석, 자소휘석과 각섬석이며 약간의 녹염석, 불투명광물과 스펜 등이 발견된다.

슴석류석화강암은 장성군 진원면 지산재 부군에 분포하는 시대미상의 소규모 岩株로서 풍화면에서는 담갈색 내지 갈색 그리고 신선한 절단면에서는 우백색 내지 담회색을 띠는 중립질 괴상암체로서 매우 균질한 광물조직과 입도를 보임과 미립의 담갈색 석류석립을 함유함이 특징이다. 함석류석화강암은 편마암류와 반려암을 관입하며 주조성광물은 퍼다이트, 석영, 사장석, 백운모와 석류석이고, 부 조성광물은 견운모, 녹니석, 흑운모및 저어콘 등이다. 이 암석의 모드분석 결과는 화강암 영역에 속한다.

홍색장석화강암은 광주 동부 무등산지역에 작은 암주로서 출현하며, 조립질로서 홍색장석을 다량 함유하는 괴상의 화강암질암이다. 이 화강암은 백악기 화산쇄설암이나 용암류 및 퇴적암류를 관입하며, 때로는 백악기 화강암의 또 다른 암상인 세립질미문상화강암과 거의 같은 시기에 관입되기도 한다.

맥암류는 상술한 모든 암류를 관입하며 빈도로 보아 염기성 암맥은 드물고, 대부분 중성암맥에 속하며 산성암맥도 얼마간 출현한다. 맥폭은 대략 2~10 m 정도이다. 이 연구지역의 지질계통은 Table 1과 같다.

광주화강암체에 대한 암석기재

광주화강암체는 광주에서 영광사이에 위치하는 북동-남서향의 3개의 암체(광주암체, 장성암체, 영광암체)들로서 구성된 비교적 큰 저반상 관입체들로서 이들 3개 암체 사이는 북동-남서향의 분포배열을 보이는 細長한 편마암복합체와 변성퇴성암류의 분포에 의해 분리되며, 이들 분리대는 단층대를 따르는 함몰대에 분포하는 일종의 roof pendent로 생각된다. 따라서 roof rock과 인접한 부분의

암상들은 相當히 냉각되어 있었던 roof rock과 인접當時의 온도와 압력조건에 따라 광주화강암의 분화조건에 큰 영향을 주어 4가지 분화암상을 형성시킨 것으로 추정된다.

광주화강암체를 구성하는 암상은 구성광물, 조직 및 관입 시기에 따라 각섬석흑운모화강섬록암, 흑운모화강암, 반상화강암과 복운모화강암으로 구분 가능하다.

각섬석흑운모화강섬록암은 광주암체에서는 광주암체 남서 연변부인 무등산 서쪽기슭과 화순남쪽경계부에 분포하며, 또 장성암체에서는 변성퇴적암류와의 경계부를 따라 분포할 뿐이며, 흑운모화강암과는 흔히 관입경계를 보이나 때로는 점이적인 변화를 보인다. 각섬석흑운모화강섬록암의 각섬석 함량은 대체로 roof rock과 닿는 부근에서는 보다 우세해지고 이에서 멀어질수록 즉 암체 중앙부로 갈수록 감소하는 경향을 보이나 그 변화가 매우 심해 이 암상이 매우 불 균질한 것처럼 보인다. 영광지질도폭 (최위찬 외, 1986)에서는 각섬석흑운모화강섬록암을 광주화강암류의 最古期 암상으로 취급한 바 있으나 각섬석의 함량변화가 크며 부분적으로 흑운모화강암으로 점이적인 변화를 보이는 점으로 미루어 광주화강암체를 형성시킨 화강암질 마그마가 열분산작용에 의한 Soret효과 (Wahl, 1946)로 생성시킨 분화산물의 하나로 사료된다. 각섬석흑운모화강섬록암의 주 조성광물은 석영, 사장석, 미사장석, 흑운모와 각섬석이고, 부 조성광물은 저어콘, 인회석, 스펜과 불투명광물 등이다. 각섬석흑운모화강섬록암의 모드분석 결과는 화강섬록암에 해당된다 (Fig. 2).

흑운모화강암은 광주암체의 대부분과 장성암체의 남연변부인 월야면 남부지역에 소규모로 분포한다. 이 암상은 편마암류를 관입하고 흑운모화강암에 의해 관입되는 조립질의 균질한 괴상암체로서 투명한 석영, 유백색의 장석이 관찰되며 유색광물로 흑운모를 함유한다. 그러나 장성암체 남동연변부를 따라 발달되어 있는 단층대 주위에서 관찰되는 압쇄대부근에서는 렌즈상으로 신장된 석영과 녹니석화된 미세한 흑운모 및 덜 파쇄된 장석 porphyroblast가 正向配列되어 대략 NE-SW방향의 압쇄엽리를 발달시킨다. 흑운모화강암의 주 조성광물은 석영, 미사장석, 사장석, 흑운모이고, 부 조성광물은 각섬석, 스펜, 저어콘, 자철석, 인회석 등이다. 이 암상의 모드분석결과는 화강암에 해당된다 (Fig. 2).

반상화강암은 장성암체의 2/3 이상과 영광암체의 대부분을 포함하는 암상으로서 조립내지 극조립질이고 흑운모화강암과 차이점은 큰 장석 반정을 포함한다는 점이다. 이들 장석반정은 그 크기가 1×2cm가 보통이고 큰 것은

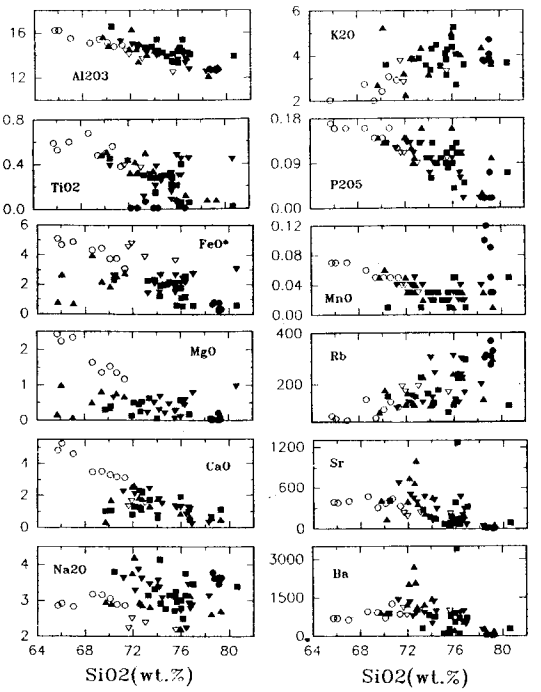

Fig. 3. Harker diagrams for analysed samples of biotite granite gneiss (open reverse triangle), hornblende-biotitegranite (full rectangle), porphyritic granite (full reverse triangle), two mica granite (full triangle), and garnet bearing granite in Kwangju-Naju-Youngkwang area.

2×4cm 되는 것도 있다. 장석반정의 함량은 하부보다 상부가 보다 많아지는 변화를 보이며 roof pendant인 변성퇴적암류와 인접부에서도 증가하는 경향을 보여준다. 이는 관입-정치시 카리를 많이 함유하고 있었던 변성퇴적암으로부터 카리를 공급받아 카리장석반정을 급성장시킨 결과이며 카리는 비교적 가벼우므로 원소의 분산시 상부에 집중되기 때문에 나타나는 결과로 사료된다. 반상화강암은 반정을 제거한다면 흑운모화강암으로 될 것이다. 흑운모화강암과 반상화강암 사이는 부분적으로 점이적 변화를 보이나 때로는 전자의 파쇄면을 따라 후자가 많은 장석반정을 함유하고 관입되어 있는 것이 관찰되는 것으로 보아 양자는 거의 동시기의 생성물이나 후자가 보다 후기에 고결되었음을 보여준다. 장성암체의 반상화강암내에는 거의 북동-남서향으로 달리는 여러 조의 단층들이 발달되어 있으며 이들 단층대 부근에는 압쇄대가 발달되어 있고 이 압쇄대는 뚜렷한 압쇄엽리를 보여준다. 압쇄대에서 관찰되는 변형정도는 변형도에 따라 입자 크기의 감소, 입자모양의 변화 및 정향배열에 의한 엽리의 발달정도에

차이를 보여준다. 따라서 압쇄대 중심부에서는 모든 광물립은 그 크기가 현저히 감소되고 장석 porphyroclast는 야외에서 거의 관찰되지 않고 기질은 암록색을 띠며 압쇄엽리와 광물 線構造를 더욱 잘 발달시킨다. 이렇게하여 중심부는 원암의 조직이 완전히 사라져 granite mylonite가 된다. 그러나 압쇄대 연변부에서는 원암과 유사하고 약한 압쇄엽리를 보여주어 weakly mylonitic granite가 되는 것이다. 반상화강암의 반정을 함유한 부분은 화강암 영역에, 그리고 반정이 없는 부분도 화강암 영역에 해당된다.

복운모화강암은 장성암체의 북서연변에서 남서향의 쐐기상으로 분포한다. 이 암상은 편암류로 된 변성퇴적암류와 반상화강암을 관입한다. 복운모화강암은 중립질에서 세립질로서 입도변화가 크며 흑운모와 백운모의 함량비도 변화가 심하다. 대체로 입도가 커질수록 흑운모가 증가하고, 작을수록 백운모가 증가하는 傾向을 보인다. 즉 두꺼운 변성퇴적암류가 위치하는 장성암체 북서 연변부로 갈수록 입도는 감소하고 백운모가 증가하는 경향을 보여준다. 그리고 압쇄대에서는 잘 발달된 압쇄엽리가 관찰된다. 복운모화강암의 주 조성광물은 석영, 미사장석, 사장석, 흑운모와 백운모이고, 부 조성광물은 자철석, 저어콘, 인회석 등으로 이루어져있다. 복운모화강암의 모드 분석 결과는 화강암 영역에 해당된다 (Fig. 2).

광주화강암체의 암석화학

광주 화강암체를 구성하는 네암상과 시대미상의 흑운모화강편마암 및 함석류석화강암의 암석화학적 특성을 알아보기 위하여 흑운모화강편마암 4개, 각섬석흑운모화강섬록암 8개, 흑운모화강암 13개, 반상화강암 16개, 복운모화강암 18개 그리고 함석류석화강암 6개, 총 65개의 대표시료를 선정하여 영국 런던대학의 ICP를 사용하여 주성분원소, 미량성분원소 및 희토류원소에 대한 완전화학분석을 실시하였다. 이들 분석치와 CIPW norm은 Table 2에, Harker변화도는 Fig. 3에, AMF 삼각도는 Fig. 4에, Q-Or-Pl 삼각도는 Fig. 5에, Or-An-Ab삼각도는 Fig. 6에, 시리카에 대한 Al_2O_3/Na_2O+K_2O+CaO는 Fig. 7에 그리고 시리카에 대한 K_2O+Na_2O와 FeO*/FeO*+MgO는 각각 Fig. 8과 Fig. 9에 표시하였다. 또 희토류에 대한 분석치는 Nakamura (1973)에 의한 운석의 희토류 함량으로 標準

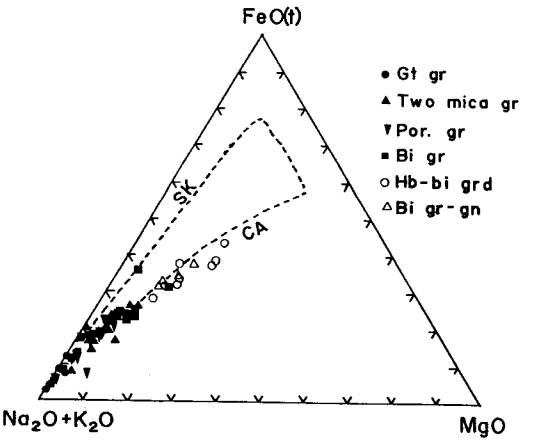

Fig. 4. AMF diagram for granitic rocks in Kwangju-Naju-Youngkwang area. Symbols are the same as those of Fig. 3.

化하여 Fig. 10에 圖示하였다.

Harker 변화도에서는 시리카 增加에 따른 각 산화물의 변화경향은 Al_2O_3, TiO_2, FeO(T), MgO, CaO, P_2O_5, MnO와 Sr에서는 감소하고, Na_2O, K_2O, Rb과 Ba에서는 증가한다. 이 경향들은 Daly에 의한 화성암복합체의 分化相들이 보이는 경향들과 일치한다. 그러나 동일 마그마 분화산물이 아닌 흑운모화강편마암과는 얼마간 달라 上記 5개 암상의 경향들에서는 벗어나 있다.

AMF삼각도 (Fig. 4)는 분석에 사용된 여섯 암상 모두가 Calc alkali rock series에 속함을 보여주며 특히 각섬석흑운모화강섬록암-흑운모화강암-반상화강암-복운모화강암은 연속적인 분화산물임을 뚜렷하게 보여준다. 그러나 함석류석화강암의 분화경향은 광주화강암의 경향과 대체로 일치하나 복운모화강암과 함석류석화강암 사이에 성분상의 간격이 있어 시간적인 단절이나 다른 마그마에서 이 화강암이 조성되었을 가능성을 示唆해준다. 만약에 복운모화강암과 함석류석화강암이 동일 마그마의 산물이다고 가정한다면 이들 사이에 나타나는 성분상의 간격은 함석류석화강암의 분석시료 채취장소가 풍화관계상 일부지역에 局限된것도 하나의 요인으로 볼 수 있다.

Q-Or-Pl삼각도 (Fig. 5)는 모드분석결과와 거의 일치하나 운모등 카리광물이 카리장석으로 계산되어 얼마간 카리장석쪽으로 편기하는 경향을 보여준다.

Normative Or-Ab-An삼각도 (Fig. 6)는 흑운모화강편마암과 함석류석화강암을 제외하면 AMF삼각도에서와 같이 광주화강암의 분화물이 순차대로 Or : Ab=50 : 50을 향하여 변화하는 뚜렷한 분화경향을 보여주며, 이 경향은 정상

* Total iron

Table 2. Chemical composition and their CIPW normative composition of major elements for granitic rocks in Kwangju-Naju-Youngkwang area.

	Biotite Granite Gneiss				Hornblende-Biotite Granodiorite								Biotite Granite		
	PKJ85	PKJ86	PKJ87	PKJ88	PKJ78	PKJ95	PKJ97-1	PKJ97-3	PKJ98	PKJ99	KJ11	KJ14	PKJ40	PKJ46	PKJ47
SiO_2	73.01	75.54	71.63	71.92	68.61	66.05	69.42	65.72	67.01	71.33	70.11	70.16	70.18	72.54	72.11
TiO_2	0.37	0.32	0.39	0.43	0.68	0.53	0.48	0.59	0.60	0.38	0.50	0.56	0.51	0.42	0.32
Al_2O_3	13.69	12.45	14.42	14.05	15.13	16.24	15.43	16.22	15.53	14.94	15.14	14.80	14.83	14.55	16.30
Fe_2O_3	0.42	0.29	0.93	0.38	1.88	1.46	1.29	1.51	1.45	0.25	3.06	0.99	0.51	0.20	0.10
FeO	3.10	3.00	3.24	3.94	2.19	2.88	2.83	3.22	3.07	2.56	0.62	2.50	3.12	2.22	2.07
MgO	1.21	1.14	1.57	1.73	1.64	2.24	1.36	2.43	2.34	1.17	1.53	1.35	0.50	1.00	0.82
MnO	0.03	0.02	0.04	0.04	0.06	0.07	0.05	0.07	0.07	0.05	0.05	0.06	0.06	0.03	0.03
CaO	1.51	1.31	1.32	1.64	3.48	5.26	3.52	4.82	4.60	3.13	3.30	3.18	1.68	1.84	2.62
Na_2O	2.38	2.18	2.23	2.50	3.18	2.92	3.16	2.86	2.84	2.87	3.06	2.90	2.90	2.95	4.20
K_2O	3.84	3.31	3.76	2.82	2.74	1.87	2.00	2.03	1.98	2.91	2.42	3.06	5.23	3.88	2.26
P_2O_5	0.09	0.10	0.11	0.11	0.16	0.16	0.14	0.17	0./16	0.12	0.14	0.16	0.13	0.12	0.14
Q	37.48	43.78	37.32	37.99	29.50	26.20	32.65	26.15	28.40	33.58	34.08	31.84	27.23	33.93	33.10
C	3.08	3.13	4.56	4.19	0.98	0.22	2.00	0.98	0.73	1.65	1.83	1.32	1.64	2.43	2.52
Or	22.71	19.54	22.21	16.65	16.20	11.08	11.80	11.97	11.69	17.20	14.31	18.09	30.90	22.94	13.36
An	6.93	5.87	5.79	7.37	16.25	25.07	16.55	22.79	21.78	14.77	15.44	14.75	7.51	8.37	12.07
Ab	20.14	18.46	18.88	21.14	26.91	24.70	26.75	24.18	24.02	24.28	25.91	24.55	24.55	24.97	35,56
HyEn	3.01	2.84	3.92	4.31	4.09	5.58	3.38	6.05	5.83	2.91	3.81	3.36	1.24	2.49	2.04
HyFs	4.79	4.79	4.62	6.28	1.45	3.35	3.43	3.81	3.58	3.95	0	2.96	4.57	3.26	3.25
Mt	0.60	0.42	1.34	0.56	2.73	2.11	1.88	2.20	2.11	0.37	0.69	1.44	0.74	0.30	0.14
Il	0.70	0.61	0.74	0.82	1.29	1.00	0.91	1.12	1.14	0.73	0.96	1.06	0.97	0.80	0.61
Hm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.59	0	0	0	0
Ap	0.20	0.24	0.27	0.27	0.37	0.37	0.34	0.04	0.37	0.27	0.34	0.37	0.30	0.27	0.34

	Biotite Granite										Porphyritic Granire				
	PKJ53	PKJ54	PKJ55	PKJ74	PKJ96	PKJ100	KJ24	KJ55	KJ98	KJ101	PKJ35	PKJ56	PKJ57	PKJ60	PKJ63
SiO_2	75.95	79.27	73.39	72.67	72.78	78.49	74.04	76.71	69.72	71.94	74.06	73.38	74.40	72.71	72.17
TiO_2	0.09	0.08	0.50	0.32	0.33	0.08	0.34	0.13	0.48	0.44	0.25	0.38	0.31	0.45	0.45
Al_2O_3	14.76	12.93	14.02	13.42	14.99	12.15	14.44	13.76	15.63	14.54	14.34	14.21	14.07	14.74	14.99
Fe_2O_3	0.02	0.09	0.23	0.45	0.70	0.06	0.67	0.10	1.21	0.95	0.54	0.07	0.65	0.16	0.88
FeO	0.70	0.55	2.28	1.13	1.66	1.41	1.40	1.01	2.16	1.73	1.33	2.32	1.28	2.03	0.66
MnO	0.01	0.01	0.02	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	0.05	0.05	0.02	0.04	0.03	0.05	0.03
MgO	0.17	0.08	0.68	0.34	0.77	0.05	0.48	0.20	1.37	1.02	0.21	0.67	0.50	0.58	0.78
CaO	0.87	0.51	1.31	1.12	1.75	0.58	1.75	0.68	3.33	2.54	0.77	2.41	1.47	2.24	2.07
Na_2O	2.20	2.71	2.83	2.91	2.86	2.62	3.44	3.14	2.96	3.76	3.57	3.46	3.08	3.61	3.28
K_2O	4.99	3.61	4.33	3.87	3.84	4.34	3.15	4.02	2.70	3.20	4.69	2.67	3.98	3.09	3.37
P_2O_5	/0.16	0.10	0.16	0.09	0.10	0.03	0.10	0.11	0.14	0.14	0.07	0.13	0.09	0.11	0.13
Q	38.85	48.40	35.48	37.65	35.92	44.27	37.12	40.87	32.23	30.42	32.85	35.59	36.96	33.22	34.95
C	4.54	3.87	2.84	2.60	3.18	2.16	2.43	3.28	2.11	0.60	2.16	1.56	2.22	1.67	2.49
Or	29.51	21.32	25.61	22.88	22.71	25.66	18.59	23.77	15.98	18.93	27.72	15.75	23.55	18.26	19.93
An	3.28	1.89	5.48	5.01	8.04	2.67	8.04	2.62	15.61	11.69	3.34	11.13	6.73	10.35	9.43
Ab	18.62	22.92	23.97	24.65	24.18	22.19	29.11	26.59	25.07	31.84	30.21	29.27	26.07	30.52	27.74
HyEn	0.42	0.20	1.70	0.84	1.92	0.12	1.19	0.50	3.41	2.54	0.52	1.67	1.24	1.45	1.95
HyFs	1.13	0.82	3.21	1.23	2.01	2.45	1.50	1.62	2.27	1.77	1.62	3.65	1.35	2.96	0
Mt	0.02	0.14	0.32	0.65	1.02	0.09	0.97	0.14	1.76	1.37	0.79	0.09	0.95	0.23	0.93
Il	0.17	0.15	0.96	0.61	0.62	0.15	0.65	0.24	0.91	0.83	0.47	0.73	0.59	0.85	0.85
Hm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.24
Ap	0.37	0.24	0.37	0.20	0.24	0.07	0.24	0.27	0.34	0.34	0.17	0.30	0.20	0.27	0.30

Table 2. Continued.

	Porphyritic Granite								Two Mica Granite						
	PKJ66	PKJ67	PKJ68	PKJ70	PKJ72	PKJ76	KJ89	KJ93	PKJ36	PKJ37	PKJ38	PKJ39	PKJ44	PKJ45	PKJ49
SiO_2	76.64	76.58	72.44	74.18	71.20	75.97	75.29	76.89	74.69	74.29	73.81	76.35	76.99	73.24	/74.21
TiO_2	0.12	0.21	0.39	0.30	0.44	0.30	0.09	0.48	0.29	0.28	0.28	0.40	0.06	0.30	.0.15
Al_2O_3	13.67	13.29	14.97	13.94	15.26	13.59	12.54	12.74	14.21	14.41	14.77	15.38	14.08	14.69	15.41
Fe_2O_3	0.40	0.02	0.28	0.90	1.25	0.13	0.08	0.79	0.01	0.91	0.04	0.26	0.04	0.07	0.40
FeO	0.02	1.36	2.09	1.36	1.62	1.79	1.39	1.20	1.79	0.91	2.13	2.05	0.49	1.98	0.74
MnO	0.22	0.04	0.04	0.03	0.04	0.03	0.04	0.02	0.03	0.02	0.03	0.40	0.01	0.02	0.01
MgO	0.02	0.30	0.65	0.47	0.98	0.43	0.05	0.10	0.40	0.46	0.50	0.58	0.08	0.63	0.25
CaO	0.98	1.26	2.29	1.76	2.23	1.27	0.32	0.24	1.05	1.26	1.29	1.90	1.10	1.70	1.17
Na_2O	2.92	3.45	3.86	3.37	3.63	2.72	3.13	3.33	2.78	2.92	3.32	3.75	3.46	3.15	4.14
K_2O	3.97	3.31	2.63	3.43	3.05	3.47	4.06	4.43	4.47	4.30	3.57	2.70	3.59	3.88	3.36
P_2O_5	0.06	0.07	0.13	0.10	0.12	0.10	0.02	0.02	0.09	0.13	0.10	0.11	.0.05	0.13	0.06
Q	42.18	39.89	33.03	36.65	31.88	42.55	42.72	39.59	37.48	37.61	36.01	37.60	40.46	34.44	34.11
C	2.93	1.91	1.92	1.71	2.20	3.29	2.45	3.07	3.09	2.97	3.33	3.82	2.64	2.53	2.96
Or	23.44	19.54	15.53	20.26	18.04	20.49	23.99	26.16	26.44	25.39	21.10	15.98	21.21	22.94	19.87
An	4.51	5.79	10.52	8.10	10.32	5.65	1.50	1.11	4.65	5.43	5.76	9.43	5.09	7.60	5.45
Ab	24.70	29.21	32.68	28.53	30.73	.23.02	26.49	28.16	23.55	24.70	28.11	31.73	29.27	26.64	35.04
HyEn	0.55	0.74	1.62	1.17	2.44	1.07	0.12	0.25	0.99	1.14	1.24	1.45	0.20	1.57	0.62
HyFs	0.04	2.22	3.03	1.31	1.29	2.73	2.41	0.80	2.85	0.50	3.46	3.63	0.77	3.10	0.91
Mt	0.58	0.02	0.42	1.30	1.81	0.19	0.12	1.13	0.02	1.32	0.07	0.37	0.07	0.09	0.58
Il	0.23	0.39	0.74	0.58	0.83	0.58	0.17	0.91	0.55	0.53	0.53	0.76	0.12	0.58	0.29
Hm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ap	0.13	0.17	0.30	0.24	0.27	0.24	0.03	0.03	0.20	0.30	0.24	0.00	0.13	0.30	0.13

	Two Mica Granite									Garnet Bearing Granite					
	PKJ51	PKJ52	PKJ58	PKJ59	PKJ60	PKJ61	PKJ63	PKJ64	PKJ94	PKJ28	PKJ29	PKJ30	PKJ91	PKJ92	PKJ93
SiO_2	70.44	76.14	80.62	76.34	75.44	75.98	75.52	76.00	75.54	78.61	78.74	79.13	79.12	79.31	79.11
TiO_2	0.45	.02	0.02	0.06	0.32	0.21	0.22	0.07	0.29	0.01	0.07	0.01	0.01	0.01	0.01
Al_2O_3	16.56	14.69	13.93	14.39	13.47	13.32	14.53	14.34	14.13	12.74	12.66	12.63	12.72	12.72	12.75
Fe_2O_3	0.10	0.13	0.31	0.25	0.02	0.11	0.08	0.07	0.42	0.23	0.09	0.26	0.02	0.02	0.11
FeO	2.00	.38	0.26	0.83	0.32	0.17	1.50	0.93	1.25	0.83	0.64	0.47	0.32	0.32	0.17
MnO	0.05	.05	0.03	0.05	0.03	0.05	0.03	0.05	0.03	0.10	0.12	0.09	0.03	0.03	0.05
MgO	0.53	.05	0.06	0.18	0.03	0.01	0.30	0.14	0.40	0.02	0.03	0.21	0.02	0.03	0.01
CaO	2.17	.69	0.59	0.51	0.19	0.25	1.02	0.80	1.33	0.24	0.25	0.77	0.21	0.19	0.25
Na_2O	3.80	2.52	3.39	3.14	3.64	3.46	3.11	3.01	3.25	3.78	3.62	3.57	3.65	3.64	3.46
K_2O	3.59	5.25	3.67	4.05	3.67	4.04	3.81	4.37	3.13	3.79	3.74	4.69	3.87	3.67	4.04
P_2O_5	0.13	0.04	0.07	0.13	0.02	0.02	0.11	0.12	0.09	0.02	0.02	0.07	0.02	0.02	0.02
Q	28.21	39.66	45.57	40.98	43.50	42.87	39.47	39.41	40.78	40.92	42.28	38.25	42.35	43.50	42.87
C	2.78	3.71	3.48	4.21	2.54	2.25	3.31	3.47	3.19	2.02	2.23	0.46	7.22	2.54	2.25
Or	21.21	31.01	21.71	23.94	21.71	23.88	22.49	25.83	18.48	22.38	22.10	27.72	22.88	21.71	23.88
An	9.93	3.14	2.45	1.70	0.61	1.17	4.31	3.23	6.04	1.11	1.17	3.34	0.95	0.61	1.17
Ab	32.15	21.35	28.69	26.59	30.79	29.27	26.33	25.49	27.48	31.99	30.63	30.21	30.89	30.79	29.27
HyEn	1.33	0.12	0.15	0.45	0.07	0.16	0.74	0.35	0.99	0.05	0.07	0.52	0.05	0.07	0.16
HyFs	2.86	0.65	0.28	1.27	0.62	0.02	2.37	1.62	1.53	1.52	1.20	0.83	0.62	0.62	0.02
Mt	0.14	0.19	0.44	0.37	0.02	0.16	0.12	9.00	0.60	0.32	0.14	0.37	0.02	0.02	0.16
Il	0.85	0.05	0.05	0.12	0.02	0.02	0.42	0.04	0.55	0.02	0.14	0.02	0.02	0.02	0.02
Hm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ap	0.30	0.10	0.17	0.30	0.03	0.03	0.27	0.27	0.20	0.03	0.03	0.17	0.02	0.03	0.03

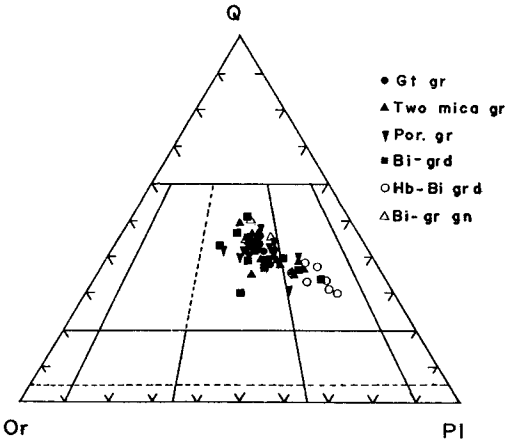

Fig. 5. Triangular diagram of normative Q-Or-Pl for granitic rocks in Kwangju-Naju-Youngkwang area. Symbols are the same as those of Fig. 3.

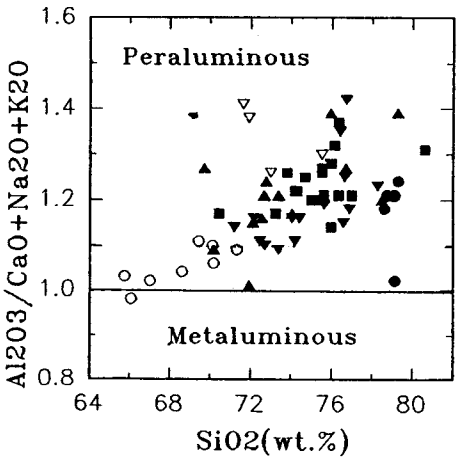

Fig. 7. Harker diagram representing the composition variation for granitic rocks within Kwangju-Naju-Youngkwang area. Symbols are the same as those of Fig. 3.

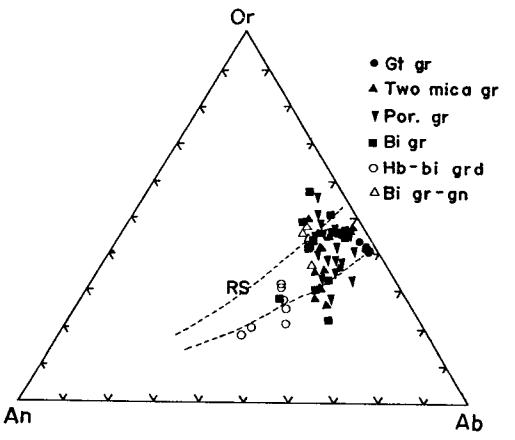

Fig. 6. Triangular diagram of normative Or-An-Ab for granitic rocks in Kwangju-Naju-Youngkwang area. Symbols are the same as those of Fig. 3.

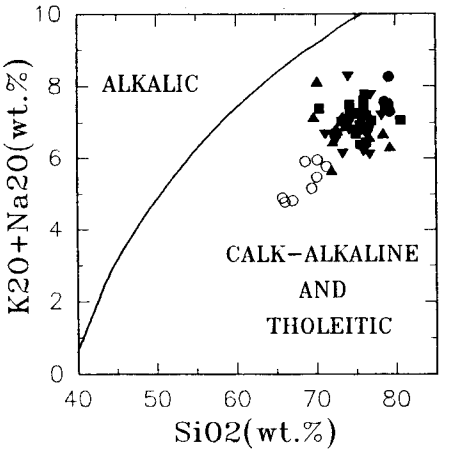

Fig. 8. Diagram on Na_2O+K_2O vs. SiO_2(wt.%) for granitic rocks in Kwangju-Naju-Youngkwang area. Symbols are the same as those of Fig. 3.

분화산물에 가까운 New Zealand의 Rahu Suit (RS)의 변화경향과 유사하다 (Tulloch, 1983).

시리카에 대한 Al_2O_3/Na_2O+K_2O+CaO mole 백분율에 의한 변화도 (Fig. 7)는 흑운모화강편마암, 각섬석흑운모화강섬록암을 제외한 광주화강암류 및 함석류석화강암 모두가 Peraluminous영역에 속한다. 시리카에 대한 K_2O+Na_2O의 변화도 (Fig.8)와 FeO/FeO+MgO변화도 (Fig. 9)는 이 연구 지역의 화강암류가 모두 Calc-alkaline계열에 속함을 보여준다.

희토류 원소의 총함량 (ΣREE)은 흑운모화강편암에서 167.5 ppm, 각섬석흑운모화강섬록암에서 138.3 ppm, 흑운모화강암에서 169.3 ppm, 반상화강암에서 173 ppm, 복운모화강암에서 192.9 ppm과 36.125 ppm 그리고 함석류석화강암에서 42.8 ppm이다. 이들 값을 Henderson (1984)에 의한 ,화성암류의 평균치와 對比시키면 화강섬록암계열(120~270 ppm)이나 화강암계열(40~197.3 ppm)의 범위에 속한다. 희토류 원소의 LREE/HREE 비는 흑운모화강편마암 14.3~16.9, 각섬석흑운모화강섬록암 10.9~21.1, 흑운모화강암 10.3~22.8, 반상화강암 17.8~20.7, 복운모화강암 22.1~25.6 그리고 함석류석화강암 3.5~6.0으로 광주화강암류에서는 분화가 진행될수록 LREE가 HREE보다 심하게 富化되어 있음이 특징이다. (−)Eu 異狀

Table 3. Trace element analysis (ppm) for granitic rocks in Kwangju-Naju-Youngkwabg area.

	Biotite Granite Gneiss				Hornblende-Biotite Granodiorite								Biotite Granite		
	PKJ85	PKJ86	PKJ87	PKJ88	PKJ78	PKJ95	PKJ971	PKJ973	PKJ98	PKJ99	KJ11	KJ14	PKJ40	PKJ46	PKJ47
Ba	1003	985	1101	800	949	694	921	694	634	855	708	125	889	2697	2028
Co	10	8	12	12	10	14	10	14	13	8	9	9	6	6	7
Cr	56	46	69	81	21	43	11	32	26	12	13	16	6	11	11
Cu	26	34	28	46	14	12	8	9	13	13	6	29	6	8	7
Li	59	42	50	79	49	29	29	31	29	46	78	36	41	86	82
Nb	15	12	16	17	12	8	9	9	9	9	11	9	22	6	9
Ni	34	33	50	51	22	30	13	18	21	10	11	20	12	18	21
Sc	6	10	7	9	7	10	9	10	10	5	6	6	8	4	3
Sr	241	228	230	184	470	381	311	390	402	333	371	436	137	666	742
R	193	168	91	172	139	65	67	74	54	309	100	130	177	126	163
V	41	35	52	64	64	84	71	89	89	41	48	53	22	22	20
Y	12	16	11	10	17	15	15	16	14	12	14	12	36	6	7
Zn	42	31	55	37	58	47	48	53	52	41	55	66	49	56	43
Zr	9	6	5	4	11	10	15	14	13	15	18	8	40	12	13

	Biotite Granite										Porphyritic Granite				
	PKJ53	PKJ54	PKJ55	PKJ74	PKJ96	PKJ100	KJ24	KJ55	KJ98	KJ101	PKJ35	PKJ56	PKJ57	PKJ60	PKJ62
Ba	225	187	1225	2091	423	275	1451	541	913	1221	492	908	960	889	1425
Co	2	2	5	5	6	3	4	3	9	7	3	7	4	6	6
Cr	3	2	11	11	9	3	6	8	12	17	4	7	7	8	8
Cu	8	6	9	7	17	9	240	6	7	192	7	13	10	5	3
Li	29	67	88	53	24	19	47	17	29	48	32	46	71	39	34
Nb	13	19	11	6	8	6	7	12	10	12	12	9	13	10	7
Ni	14	9	17	26	11	5	12	4	12	23	12	17	8	22	16
Sc	3	3	5	1	8	4	2	2	7	4	3	3	2	3	2
Sr	79	55	219	1000	361	19	454	187	412	392	115	464	293	387	499
Rb	240	298	227	48	152	139	114	224	89	118	305	128	245	148	129
V	2	3	19	4	32	1	16	5	47	31	12	32	21	25	32
Y	10	10	18	2	10	11	4	11	13	12	20	10	8	10	6
Zn	13	16	39	43	47	26	70	25	48	53	32	51	48	55	51
Zr	22	21	39	22	14	36	7	31	14	61	42	21	49	21	13

	Porphyritic Granire								Two Mica Granite						
	KJ66	PKJ67	PKJ68	PKJ70	PKJ72	PKJ76	KJ89	KJ93	PKJ36	PKJ37	PKJ38	PKJ39	PKJ44	PKJ45	PKJ49
Ba	562	515	771	1339	1404	541	239	455	745	806	694	700	301	745	873
Co	4	4	6	6	7	4	2	2	3	4	5	5	3	5	3
Cr	4	7	8	7	10	13	3	20	6	8	9	6	2	10	5
Cu	5	13	5	21	7	33	386	18	8	6	11	4	6	10	5
Li	57	109	58	44	44	83	15	11	66	58	74	865	53	76	41
Nb	19	21	10	10	10	27	16	20	17	13	14	16	8	14	11
Ni	13	17	11	19	17	24	7	77	12	18	20	18	10	16	19
Sc	2	3	3	3	4	4	3	3	3	3	4	4	1	4	1
Sr	131	204	443	416	668	144	41	60	140	176	149	322	278	155	407
Rb	300	237	156	147	105	312	199	166	311	250	230	198	206	216	178
V	7	14	32	24	43	14	1	3	10	12	16	15	1	15	3
Y	6	12	9	9	11	14	43	35	12	12	12	5	2	20	4
Zn	25	34	54	51	52	46	45	18	51	39	50	50	17	53	32
Zr	61	46	22	18	11	52	78	33	28	44	58	47	21	52	15

	Two Mica Granite									Garnet Bearing Granite					
	PKJ51	PKJ52	PKJ58	PKJ59	PKJ60	PKJ61	PKJ63	PKJ64	PKJ94	PKJ28	PKJ29	PKJ30	PKJ91	PKJ92	PKJ93
Ba	3397	282	90	125	889	741	534	267	768	43	45	19	38	33	44
Co	6	2	2	2	6	3	3	2	3	2	1	2	2	1	2
Cr	6	3	3	3	8	5	10	5	10	3	3	2	3	3	2
Cu	5	8	17	5	5	6	12	10	23	4	11	2	7	6	6
Li	68	21	24	26	39	33	51	32	65	19	19	24	12	12	15
Nb	7	20	11	19	10	11	17	13	15	30	83	75	21	21	28
Ni	14	15	9	10	22	5	25	20	14	17	8	5	3	6	6
Sc	2	1	1	2	3	2	3	2	3	4	5	5	3	6	5
Sr	1270	92	71	49	387	176	119	91	184	15	16	6	10	12	11
Rb	166	206	234	289	148	260	281	242	266	305	314	369	276	330	311
V	6	3	1	4	25	6	28	2	10	1	1	1	0	1	1
Y	3	23	3	5	10	5	12	9	8	25	29	33	26	14	20
Zn	55	10	12	33	55	31	51	21	41	16	19	15	5	7	4
Zr	13	24	15	24	21	36	22	21	40	22	21	7	21	22	24

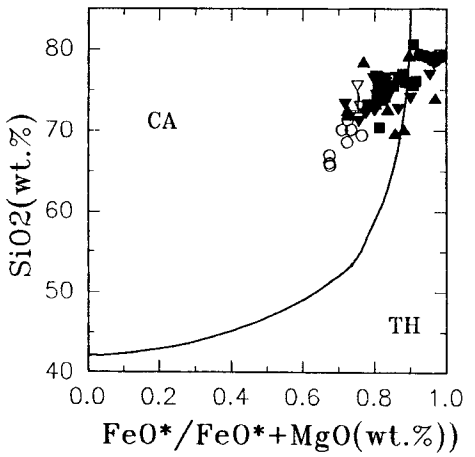

Fig. 9. Diagram on SiO_2 (wt.%) vs. FeO*/FeO*+MgO (wt.%) for granitic rocks in Kwangju-Naju-Youngkwang area. Symbols are the same as those of Fig. 3.

(Eu/Sm)은 흑운모화강편마암 0.13, 각섬석흑운모화강섬록암 0.19, 흑운모화강암 0.17, 반상화강암 0.15, 복운모화강암 0.08 그리고 함석류석화강암 0.03으로 대체적으로 분화가 진행된 분화말기 산물에 가까울수록 보다 뚜렷한 (−) Eu이상을 보이며 함석류석화강암는 특히 빼어난 (−)Eu 이상치를 보여준다. 그러나 복운모화강암은 희토류원소의 총함량이나 (−)Eu이상치 모두에서 특이한 값을 보여준다. 즉 REE의 분포형이 V자형으로 나타나는 암형이 존재한다. 이는 복운모화강암이 관입한 변성퇴적암에 의해 심하게 혼화된 부분에서 나타나는 부분적인 양상으로 사료된다 (Fig. 10).

광주화강암체의 지질시대

광주화강암체는 百萬分之一 대한지질도 (한국동력자원연구소, 1981)와 1/250,000 광주지질도 (국립지질광물연구소, 1973)에서 백악기화강암류로 取扱하였으며, 1/50,000 한국지질도 신흥도폭 (김정환, 홍승호, 황상규, 1982), 송정도폭 (홍승호, 윤욱, 1986), 영광도폭 (최위찬, 황상구, 김영범, 1986), 나주도폭 (홍승호, 최범영, 1990)과 광주도폭 (김규봉, 이병주, 황상구, 1990)에서는 쥬라기 화강암류로 취급한 바 있다.

광주화강암체는 전술한 바와 같이 네가지 암상 즉 각섬석흑운모화강섬록암, 흑운모화강암, 반상화강암 그리고 복운모화강암으로 이루어져 있으며 이들 각 암상은 동원 마그마의 분화산물로 思料된다. 따라서 이들 암상 사이의

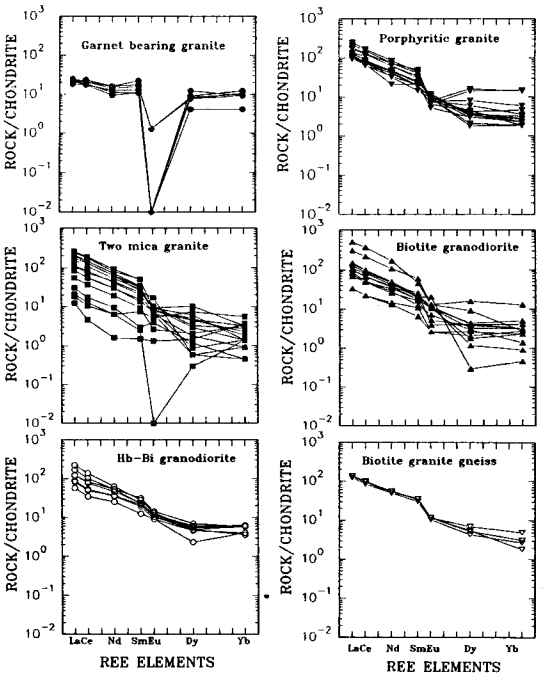

Fig. 10. Chondrite normarized REE pattern of granitic rocks in Kwangju-Naju-Youngkwang area.

관입시기의 간격은 크지 않으리라고 생각된다.

각섬석흑운모화강섬록암의 Rb-Sr 전암연령은 222±5 Ma이고 $^{87}Sr/^{86}Sr$ 초생값 (주승환, 지세정, 1990)은 0.7202±0.0005로서 삼첩기 중기에 해당된다. 흑운모화강암은 Rb/Sr전암연령이 210±3 Ma이고 $^{87}Sr/^{86}Sr$ 초생값 (주승환, 지세정, 1990)은 0.7231±0.0004로서 각섬석흑운모화강섬록암보다는 다소 젊다.

반상화강암은 만일 이 암상에서 반정을 제거한다면 흑운모화강암과 유사하며 貫入-定置 時期도 흑운모화강암과 유사하거나 얼마간 젊은 연령을 보여줄 것으로 思料된다.

복운모화강암의 Rb/Sr 흑운모연령은 196±3 Ma이고 $^{87}Sr/^{86}Sr$초생값은 0.7202±0.0006으로 쥬라기 초기에 해당된다.

광주화강암류의 Rb/Sr연령 (Table 5)은 순창엽리상화강암 (222±5 Ma, Rb/Sr전암연령; 198.7±9.9 Ma, K/Ar 각섬석 연령)과 남원화강암류 (211±3 Ma, Rb/Sr전암년령; 203±10.2, K/Ar각섬석 연령)들의 관입-정치시기와 유사한 연령을 보여준다. 이는 삼첩기 중기에서 말기 사이에 한반도 서남부 지역에 화성활동을 수반한 지각변동이 있었을 가능성을 시사해준다. 또 광주화강암류가 보이는 비교적 높은 $^{87}Sr/^{86}Sr$초생값은 이를 생성시킨 마그마가

Table 4. Rare earth element (REE) analysis (ppm) for granitic rocks in Kwangju-Naju-Youngkwang Area.

	Older Granodiorite				Hornblende-Biotite Granodiorite								Biotite Granite		
	PKJ85	PKJ86	PKJ87	PKJ88	PKJ78	PKJ95	PKJ971	PKJ973	PKJ98	PKJ99	KJ11	KJ14	PKJ40	PKJ46	PKJ47
La	45	45	44	40	27	29	41	55	19	27	73	73	100	23	33
Le	84	86	81	70	70	43	46	66	89	30	45	110	186	45	56
Nd	35	33	34	31	34	23	23	29	33	16	22	40	67	18	33
Sm	7.0	7.0	7.2	6.2	6.3	4.4	4.3	4.8	4.6	2.5	4.0	5.7	12.0	2.5	3.5
Eu	0.9	0.9	0.9	0.8	1.1	0.9	0.8	0.9	0.8	0.7	0.7	1.0	1.0	0.7	0.3
Dy	1.8	2.4	1.9	1.5	2.4	1.9	2.0	2.1	1.7	0.8	1.6	1.7	5.4	0.5	0.6
Yb	0.7	1.1	0.4	0.6	1.3	1.3	1.4	1.4	1.3	0.9	1.0	0.8	2.8	0.3	0.5
(Eu/Sm)n	0.13	0.13	0.13	0.13								0.08	0.28	0.23	0.09
ΣREE	174.4	176.4	159.4	153.1	155.1	101.5	106.5	145.2	185.4	69.9	25	21	374.2	95	117.4
LREE/HREE	15.8	14.5	4.3	16.9	13.0	10.9	11.4	14.8	21.1		101.0	241.2	16.7	22.8	20.7

	Biotite Granite										Porphyritic Granite				
	PKJ53	PKJ54	PKJ55	PKJ74	PKJ76	PKJ100	KJ24	KJ55	KJ98	KJ101	PKJ56	PKJ57	KJ62	PKJ66	PKJ67
La	11	11	165	49	33	36	43	22	25	47	43	30	55	33	32
Le	10	317	85	85	58	71	76	43	42	83	75	74	107	60	56
Nd	0	8	105	30	24	26	29	16	21	31	29	20	39	20	21
Sm	2.2	1.3	5.3	4	4.0	5.2	3.9	3.3	3.6	4.5	5.0	2.9	6.8	4.2	4.0
Eu	0.2	1.0	1.0	1.0	0.8	0.3	0.9	0.4	0.8	0.9	0.8	0.7	0.6	0.4	0.5
Dy	0.9	0.7	3.1	0.1	1.1	1.4	0.4	1.3	1.5	1.4	1.3	0.7	1.5	1.0	1.4
Yb	0.5	0.6	0.1	0.1	0.7	0.7	0.2	0.7	1.1	0.9	0.6	0.4	0.4	0.5	1.0
(Eu/Sm)n	0.15												25	33	19
ΣREE	42.8	40.8	597.1	169.4	121.9				23	24	29	21	23	0.11	0.13
LREE/HREE	10.3	13.6				140.6	153.4	86.7	95	168.7	154.7	128.7	210.3	119.1	115.9

	Porphyritic Granite						Two Mica Granite								
	PKJ68	PKJ70	PKJ72	PKJ76	KJ89	kJ93	PKJ86	PKJ87	PKJ88	PKJ89	PKJ44	PKJ45	PKJ49	PKJ51	PKJ52
La	34	60	38	69	44	56	85	58	70	29	10	80	28	69	6
Le	54	107	67	133	95	109	164	113	129	47	15	154	49	116	9
Nd	26	39	30	46	35	45	59	40	45	19	6	55	19	40	4
Sm	4.0	6.1	4.7	8.1	8.1	9.9	10.2	6.9	6.9	2.7	0.6	10.2	3.1	5.2	1.5
Eu	0.79	0.8	0.9	0.6	0.5	0.6	0.7	0.6	0.6	0.3	0.7	0.5	1.3	0.4	
Dy	1.0	1.2	1.2	2.0	4.7	5.4	2.1	1.5	1.7	0.3	0.4	3.5	0.2	0.2	2.5
Yb	0.6	0.5	0.7	0.8	3.3	3.1	0.3	0.5	0.4	0.3	0.1	0.7	0.2	0.1	1.2
(Eu/Sm)n	19	21	41	59	55	29	25	26	21						
ΣREE							0.07	0.09	0.00		32.4	304.1	100	231.8	24.6
LREE/HREE	120.4	214.6	142.5	273	190.6	229	321.3	220.5	253.6	98.9	22.1				26.4

	Two Mica Granite							Garnet Bearing Granite					
	KJ58	PKJ59	KJ60	KJ61	PKJ63	PKJ64	PKJ94	PKJ28	PKJ29	PKJ30	PKJ91	PKJ91	PKJ93
La	4	7	36	37	56	18	52	15	17	7	7	6	8
Le	4	11	64	72	108	32	97	6	16	20	18	15	18
Nd	1	4	28	26	38								
Sm	0.3	0.5	4.7	4.2	6.4	1.9	5.8	2.2	2.2	4.5	3.2	2.6	3.5
Eu	0.1		0.8	0.5	0.5	0.2	0.7	1	0	0	0.1	0	0.1
Dy	0.5	0.1	1.1	0.0	1.6	0.7	1.0	2.7	3.1	4.2	2.9	1.4	2.6
Yb	0.8	0.3	0.6	0.2	0.7	0.7	0.3	2.3	2.7	2.0	2.2	0.9	2.0
(Eu/Sm)n	0.27	0.33	0.19	30	16								
ΣREE	10.7	22.9			211.2	65.5	189.8	50.20	38	47.7	42.40	33.9	44.2
LREE/HREE	17.8		135.2	20.5				5.97	3.75	3.5	4.05		

Table 5. Isotopic ages of granitic rocks in the vicinity of the Kwangju-Sunchang-Namweon area.

Rock name	Area	Material analysed	Isotopic age (Ma) IR (initial ratio)	Reference
Hb-Bi Grd	Kwangju	Wr	222± 5(Rb/Sr) IR(0.7202± 0.0005)	Choo, S.H.& Kim, S.J.(1990)
Bi Gr	Kwangju	Bi	210± 3(Rb/Sr) IR(0.07231± 0.0004)	Choo, S.H.& Kim, S.J.(1990)
Two mica Gr	Kwangju	Wr	196± 3(Rb/Sr) IR(0.7202± 0.0006)	Choo, S.H.& Kim, S.J.(1990)
Sunchang Fgr	N-osu	Wr	222± 5(Rb/Sr) IR(0.7163± 0.0002)	Choo, S.H. & Kim, S.J.(1986)
Sunchang Fgr	W-Jangsu	Hb	198.7± 9.9(K/Ar)	Kim, Y.J.& Lee, C.S. (1988)
Sunchang Fgr	S-Hamyang	Mv	179± 0.5(Ar/Ar)	Kim, Y.J.& Lee, C.S. (1988)
Hb-Bi Grd	E-Namweon	Hb	2030± 10.2(K/Ar)	Kim, Y.J. & Lee, C.S.(1988)
Bi-Grd	N-Namweon	Wr	211± 3(Rb/Sr) IR(0.7186± 0.0004)	Choo, S.H.(1986)

Abbriviation: Hb; Hornblende, Bi; Biotite, Mv; Muscovite, Grd; Granodiorite, Gr; Granite, Wr; Whole rock, and Fgr; Foliated Granite.

하부지각 또는 혼화된 상부맨틀 기원의 가능성을 보여준다.

광주화강암체의 성인

광주화강암체를 구성하는 네 암상은 一聯의 마그마 分化產物로 된 火成岩複合體 임이 암석기재나 암석화학에서 밝혀진 바 있다. 여기서 광주화강암류와 흑운모화강편마암 및 함석류석화강암을 형성시킨 마그마의 類型과 形成過程을 考察코자 한다.

마그마의 유형

이 연구지역에서 나타나는 흑운모화강편마암, 광주화강암류와 함석류석화강암의 근원물질이 화성기원인가 퇴적기원인가를 구분하고자 하면 이를 위하여 많은 지질학자에 의하여 이루어진 마그마 유형을 구분하는 연구 (Chappel and White, 1974; Tsusue and Ishihara, 1974; Ishihra, 1977; Pearce, Harris and Tindle, 1984; Pitcher, 1979)에 적용해 보고자한다. Chappel and White (1974)는 화강암질암을 I형과 S형으로, Tsusue and Ishihara (1974) 그리고 Ishihara (1979)는 자철석 계열과 티탄철석계열로 나눴다. I-S형과 자철석-티탄철석계열로 대비하여 보면 I형은 각섬석+흑운모+스펜+자철석의 광물조합을 갖는데 비하여 S형은 흑운모+백운모+석류석+티탄광석의 광물조합을 보임으로 I형을 자철석계열에, 그리고 S형은 티탄광석계열에 대비시킬 수 있다. 이 연구지역의 화강암질들을 ACF삼각도 (Fig. 11)에 도시해 보면 흑운모화강편마암과 함석류석화강암은 모두 S형에 속하나 광주화강암류의 일부 시료를 제외하고는 대부분 I형에 속한다. 이는 광주화강암체 모두가 I형에 속하나 일부 혼화받은 부분에서 S형 영역으로 편기함을 보여주는 것으로 생각된다.

Pearce et al. (1984)는 화강암류를 Ocean ridge granite (ORG), Volcanic and granite (VAG), Within plate Granite (WPG) 및 Collision granite (COLG)의 4 유형으로 나누었다. 이 연구지역의 화강암류에 함유된 Rb, Y, Yb과 Nb를 시리카에 대하여 點示 (Fig. 12)해 보면 모두 Syn-collision형에 속함을 보여준다. 또 Rb에 대하여 Y+Nb (Fig. 13 A)을 그리고 Nb에 대하여 Y (Fig. 13B)을 변화시켜 보면 역시 모두 Syn-Collision형에 해당됨을 보여준다.

Pitcher (1979)는 화산화동과 화강암의 지질환경에 관한 언급에서 화강암의 유형을 알피노형 (Alpino Type), 안디노형 (Andino Type)과 헤르시아노형 (Hercyano Type)으로 나눈 바 있으며, 이대성 (1985)은 옥천대 동북부에 분포하는 화성암류를 이와 대비하여 헤르시아노형 조산운동의 산물로 해석한 바 있다.

형성과정

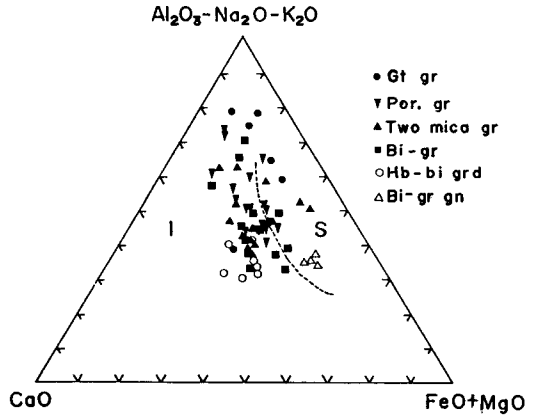

Fig. 11. ACF diagram (molar ratio, A=Al_2O_3-Na_2O-K_2O, C=CaO, F=FeO+MgO) for granitic rocks in Kwangju-Naju-Youngkwang area. Symbols are the same as those of Fig. 3.

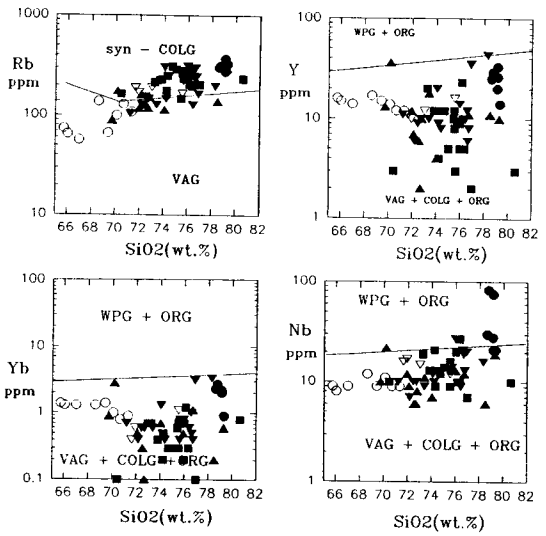

Fig. 12. SiO_2 variation diagrams for Rb, Y. Yb and Nb based on analysed data from biotite granite gneiss, Kwangju granites and garnet bearing granite in Kwangju-Naju-Youngkwang area. Symbols are the same as those of Fig. 3.

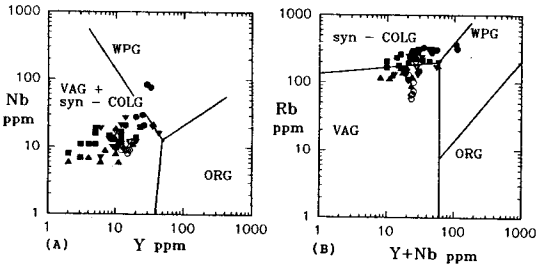

Fig. 13. Nb-Y (A) and Rb-(Y−Nb) (B) discriminant diagrams for syn-collisional (syn-COLG), volcanic arc (VA), within plate (WP) and normal and anomalous ocean ridge (OR) granite. Symbols are the same as those of Fig. 3.

광주화강암류는 Pearce et al. (1984)의 화강암 판별도나 Pitcher (1979)의 지질환경 추정 등으로부터 판별하건데 두 지각의 충돌로 형성된 응력장으로부터 주향이동단층과 트러스트단층 운동이 유발되고 이 운동과 동시성인 화성활동의 산물로써 광주화강암류와 엽리상화강암류가 관입-정치되었다. 이들 화강암류는 쥬라기 중기부터 한반도 남부와 중국 양자지괴 지역에서 맹위를 떨쳤던 지각변동인 연산-대보운동을 받아 북동-서남향의 구조선을 형성시켰고, 이 구조선을 따라 동시성 관입체인 소위 "대보화강암류"의 관입을 받았다. 이때 이미 정치-고결되었던 광주화강암류와 반상화강암류는 대보운동의 영향을 받게 되었으나 광주화강암류는 암체내 구조선을 따라 부분적인 변형만을 일으켜 약간의 압쇄암을 형성시켰을 뿐이나 엽리상화강암류는 보다 심부에 위치해 있으면서 광주화강암보다 심한 軟性變形運動을 받아 전반적으로 특징적인 압쇄엽리를 형성시키게 된 것으로 생각된다.

이밖에 광주화강암류가 보이는 희토류원소에서 LREE가 HREE 보다 부화 되어있고 또 (−)Eu 이상을 뚜렷히 나타냄은 광주화강암류가 정상적인 분화산물과 분화초기에 각섬석등을 형성시켜 HREE를 선택적으로 흡수했음을 알려준다.

광주화강암류가 보이는 $^{86}Sr/^{87}Sr$초생치는 0.7187~0.7237로 비교적 높은 값을 보인다 (주승환, 지세정, 1990). 이는 광주화강암을 형성시킨 마그마가 상부맨틀 기원으로 관입-정치 중 주위암으로부터 동화나 혼화작용을 받아 Sr용액을 공급받았거나 하부지각의 용융으로 생성되었음을 시사해준다.

결 론

광주화강암체는 광주부근에 위치하는 세개의 암체 즉 광주암체, 장성암체와 영광암체로 구성된 화강암체로서 다음과 같은 암석화학 및 성인적 특성을 갖는다.

1. 광주화강암체는 일련의 분화산물인 4개의 암상 즉 각섬석흑운모화강암, 흑운모화강암, 반상화강암과 복운모화강암으로 이루어진 화성암복합체로서 Calc-alkali rock series에 속하고 또 모든 암상이 Peraluminous 화강암이다.

2. 광주화강암은 LREE가 HREE보다 부화되어 있으며 (−)Eu 이상도 타지역의 화강암보다 낮은 값을 보인다.

3. 광주화강암류의 관입-정치시기는 초기분화상인 각섬석흑운모화강섬록암이 222±5 Ma,그리고 말기 분화상인 복운모화강암이 196±3 Ma로 삼첩기 중기에서 쥬라기 초기에 해당된다. 또 광주화강암류가 보이는 비교적 높은 초생치는 광주 화강암류를 생성시킨 마그마가 하부지각 기원이거나 상부맨틀 기원으로 정치과정에서 혼화 되었음을 시사해준다.

4. 광주화강암류를 생성시킨 마그마의 근원물질의 유형은 대부분 I형 (자철석계열)이고 Syn-collision granite형에 해당한다.

5. 흑운모화강편마암과 함석류석화강암은 모두 S형에 속하고, 광주화강암류와 대비하여보면 함석류석화강암류는 보다 뚜렷한 (−)Eu 이상을 보여 모든 타 화강암류와 비교하여 분화가 많이 진행되었음을 알려준다.

참고문헌

국립지질광물연구소 (1973) 광주지질도폭. 1 : 250,000.

김규봉, 이병주, 황상구 (1990) 광주도폭지질보고서 (1 : 50,000) 한국동력자원연구소.

김용준, 박영석, 오민수, 주승환(1989) 옥천지향사대 동남대에서의 화성 활동 (1) : 상주-거창-남원지역을 중심으로. 광산지질, 22권, p. 355-370.

김용준, 박영석, 주승환, 오민수, 박재봉 (1990) 옥천지향사대 동남대에서 의 화성활동(2) : 진안-나주사이 지역을 중심으로. 한국 지구과학회지, 11권, p. 120-138.

김용준, 이창신 (1988) 장수-운봉지역에 분포하는 화성암류와 화성활동에 대한 연구. 지질학회지, 24권, p. 111-131.

김정환, 홍승호, 황상구 (1982) 신흥지질도폭설명서 (1 : 50,000). 한국동력자원연구소.

김정빈, 김용준 (1990) 담양-진안사이에 분포하는 엽리상화강암류에 대한 지질시대와 성인에 관한 연구. 광산지질, 23권, p. 233-244.

박희인 (1966) 한국지질도 순창지질도폭 및 설명서 (1 : 50,000). 국립지질조사소.

주승환 (1986) 영남육괴의 Rb-Sr연령측정연구 (제천-단양, 무주-거창지역 화강암질편마암류 및 화강암류의 Rb-Sr연령). 한국동력자원연구소, KB-86-2-17, p. 1-28.

주승환, 김성재 (1986) 영남육괴의 연련측정 (지리산 서남부 일대 화강암질편마암 및 편마상화강암류). 한국동력자원연구소, KR-86-7, p. 7-33.

주승환, 지세정(1990) 광주화강암의 RB-Sr 연령측정 연구. 한국동력자원연구소 연구보고서, KR-90-1B-2, p. 3-54.

최위찬, 황상구, 김영범 (1986) 영광도폭지질보고서 (1 : 50,000). 한국동력자원연구소.

한국동력자원연구소 (1981) 대한지질도 1 : 1,000,000.

홍승호, 윤 욱 (1986) 송정도폭지질보고서 (1 : 50,000). 한국동력자원연구소.

홍승호, 최범영 (1990) 나주도폭지질보고서 (1 : 50,000). 한국동력자원연구소.

Chappel, B. W. and White, A. J. R. (1974) Two contrasting granite types. Pacific Geology, v. 8, p. 173-174.

Ishihara, S. (1977) The magnetite series and illmenite series granitic rocks. Mining Geol., v. 27, p. 293-305.

Henderson, P. (1984) Rare earth elements geochemistry. Elsevier Sci. Puo. Co. Inc., 499p.

Lee, D. S. (1971) Study on the Igneous Activity in the middle Ogcheon Geosynclinal Zone, Korea. Jour. Geol. Soc. Korea, v. 7, p. 153-216.

Nakamura, N. (1973) Determination of REE, Ba, Fe, Mg, Na and Ca in carbonaceous chondrites. Geochim. Cosmochim. Acta, v. 38, p. 757-775.

Pearce, J. A., Harris, N. B. and Tindle, A. G. (1984) Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. J. Petro., v. 25, 956-983.

Pitcher. W. S. (1979) A commentary on the nature, ascent and emplacement of granitic magmas. J. Geol. Soc. London.

Tsusue, A. and Ishihara, S. (1974) The iron-titanium oxide in the granitic rocks of southwest Japan. Mining Geol., v. 24, p. 13-30.

Tulloch, A. J. (1983) Granitoid rocks of New Zealand-A brief review. Mem. Geol. Soc. Am., v. 159, p. 5-20.

Wahl, W. (1946) Thermal diffision-convection as a cause of magmatic differentiation, 1. Am. J. Sci., v. 244, p. 417-441.

1992년 10월 27일 원고접수