

居昌지역에 분포하는 중생대 화성암류에 대한 연령과 주성분 광물의 화학조성

金勇俊* · 趙騰龍** · 朴永錫***

K-Ar Ages and Major Mineral Compositions of the Mesozoic Igneous Rocks in the Vicinity of the Geochang Area

Young Jun Kim, Deung Lyong Cho, and Young Surk Park

Abstract: Devonian Geochang foliated granite and Jurassic plutonic rocks intrude Precambrian metamorphic Complex at Geochang area, southern part of the Korean Peninsular. Among them hornblendes from four Jurassic plutonic bodies which have had no trace of metamorphism or deformation since their intrusion were dated by K-Ar method. Hornblende gabbro dike which intruded Anorthosite of unknown age revealed 204 ± 10 Ma, and hornblende granite and hornblende-biotite granodiorite were 178 ± 9 Ma and 181 ± 9 Ma, respectively. Also, hornblende diorite which partly showing primary foliations were 179 ± 9 Ma, so igneous activity of Geochang area, northern part of Jirisan, were active about 180 Ma before.

Microprobe data of dated hornblendes and other major constituent minerals such as plagioclases and biotites were also reported, and their chemical composition showed systematic changes in terms of lithologic types.

서 론

연구지역인 居昌지역은 영남육지내 지리산 지역 북부에 위치한 곳으로서 선캄브리아기의 변성퇴적암류와 정편마암류를 기반으로 하여 이들을 관입하는 고생대 및 중생대 화성암류와 부정합으로 덮고 있는 백악기 퇴적암으로 구성되어 있다.

居昌지역에 대한 과거 조사자료는 김남장외(1970)에 의한 1/50,000 居昌지질도폭과 국립지질광물연구소(1973)에 의한 1/25 만 兪州도폭이 있으며 그밖에는 선캄브리아기 기반암류에 대한 연구(이상만, 1980; 이상만외, 1981)가 있을 뿐이다. 또 연구지역

에 분포하는 화성암류에 대한 방사성 동위원소 연대 측정에는 주승환(1986)에 의한 居昌화강암의 Rb-Sr 전암연령과 김용준(1986)에 의한 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 연령이 있다. 따라서 이 연구에서는 居昌지역에 대한 개략적인 지질과 중생대 화성암류에 대한 암석기재 및 주성분 광물에 대한 EPMA 분석을 실시하고 K-Ar법에 의한 절대연령을 측정함으로써 이들의 관입 및 고결시기를 결정하고자 한다. 이들 중생대 화성암류 중에서 주라기에 일어난 수차에 걸친 軟性변형을 받은 소위 삼척기 화강암류에 대해서는 추후 Rb-Sr 전암 연령이나 저어콘을 이용한 U-Pb 연령을 결정기로 하고 이 연구에서는 제외한다.

본 연구를 수행하기 위하여 20여일에 걸친 야외조사와 100여개 암석시료를 채취하였으며 이들 중 50여개 시료에 대해 암석박편을 제작 관찰하였으며 또 4개 암체의 대표적인 시료를 선택하여 주성분 광물에 대해 EPMA 분석을 실시하였고 각섬석을 분리하여 K-Ar 연령을 결정하였다.

*전남대학교 지질학과 (Dept. of Geol. Chonnam Nat'l. Univ., Kwangju, 500-757, Korea)

**연세대학교 지질학과 (Dept. of Geol. Yonsei Univ., Seoul, 120-749, Korea)

***조선대학교 자원공학과 (Dept. of Min. and Petrol. Eng. Chosun Univ., Kwangju, 501-759, Korea)

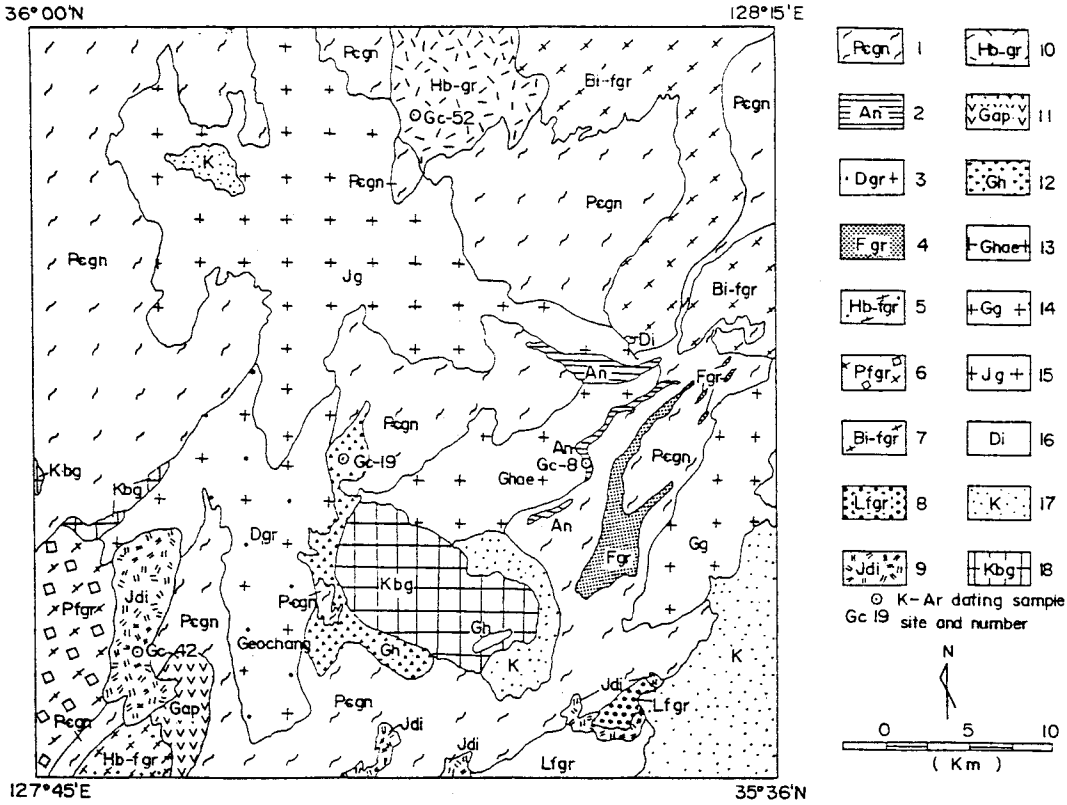


Fig. 1. Geologic and K-Ar dating sample site map of the Geochang area.

1. Precambrian gneiss complex, 2. Anorthosite, 3. Geochang granite, 4. Foliated granite,
5. Hornblende-biotite foliated granite, 6. Porphyritic foliated granite, 7. Biotite foliated granite,
8. Leucocratic foliated granite, 9. Foliated diorite, 10. Hornblende granite, 11. Fine grained gnaite,
12. Geochang hornblende granite, 13. Haecinsa granite, 14. Koryong granite, 15. Moopung granite,
16. Diorite, 17. Kyongsang Super group, 18. Bulkuksa granite.

National grid of sample locations; GC8'(121.9, 251.1), GC9(288.2, 254.8), GC42(274.7, 241.5), GC52(110.4, 273.2).

이 연구를 위한 K-Ar 연령측정을 수행한 Tel edyne Isotope 의 Dr. Myron Siragusa 와 야외조사에 협력한 전남대학교 지질학과의金正彬 석사, 朴載鳳君, 吳泳權君과 金鎮煥君에게 감사를 포함합니다.

일반지질

연구지역의 지질은 선캄브리아기 변성복합체를 기반으로 이를 관입하는 시대미상의 회장암, 데본기의 居昌화강암과 埴里상화강암류, 쥬라기의 미약한 埴리를 부분적으로 보이는 섬록암과 화강암류 그리고 백악기의 퇴적암과 불국사 화강암으로 이루어져 있

다(Fig. 1).

회장암은 IUGS(1973)분류에 따르면 사장석이 전장석의 90% 이상을, 유색광물이 전체의 10% 이하를, 그리고 석영이 담색광물의 5% 이내로 구성되어 있고 또 산출상태로는 層狀灰長岩(layered anorthosite)과 陸塊狀灰長岩(massif anorthosite)으로 출현하는 심성암을 가르킨다. 연구지역에 분포하는 회장암은 그 분포가 넓지않아 산출유형을 정확히 결정하기 어려우나 선캄브리아기 정편마암 복합체를 관입하며, 쥬라기 화강암류인 海印寺 화강암과 茂豊화강암에 의해 관입되어 있다. 또 화성암체 내에는 여러 곳에서 전단파쇄대나 압쇄대가 나타나며 이들의 일부는 삼척기 말~쥬라기 초의 각섬석 반려암맥에 의



Fig. 2. Brecciated xenolite of anorthosite in hornblende gabbro at Kuweon-Ri, Hapchen-Kun.

해 관입되어 있으며 이들 각섬석 반려암맥에는 많은 회장암이 포획암으로 잡혀있어 마치 각력암이나 역암처럼 보이는 암상을 보여준다(Fig. 2).

居昌화강암은 居昌 부근에 분포하는 조립질 내지 중립질 반상화강암으로서 부분적으로 미약한 엽리조직을 보이며 장식 반정의 함량은 변화가 심하다.

엽리상화강암은 화강편마암상을 보이는 암상으로부터 미약한 엽리조직만을 보이는 암상까지 다양하다. 또 구성광물이나 특징적인 광물에 의해서도 구분된다. 이들을 기준으로 엽리상화강암, 각섬석-흑운모엽리상화강암, 반상엽리상화강암, 흑운모엽리상화강암과 우백질엽리상화강암으로 구분 가능하다. 이들 암상들에 대한 절대연령 측정은 실행치 않았으나 이미 발표된 값을 인용하면 Rb-Sr 전암연령이 $225 \sim 228 \pm 5$ Ma(주승환, 1986), K-Ar 각섬석 연령이 203 ± 10.2 Ma(김용준外, 1988)로서 모두 삼척기 말에서 유라기 초에 속한다.

유라기 화강암류로는 부분적으로 미약한 엽리를 보이는 각섬석섬록암, 각섬석을 주구성광물 또는 특징광물로 포함하는 각섬석화강암, 居昌각섬석화강암과 海印寺화강암, 그리고 흑운모화강암인 高靈화강암과 복운모화강암인 茂豊화강암으로 이루어져 있다. 이들 화강암류는 삼척기 엽리상화강암류가 특징

적인 암쇄엽리를 갖는데 반하여 각섬석섬록암을 제외하고는 모두 일차엽리(primary foliation)를 부분적으로 보일 뿐이다.

불국사화강암은 편마암복합체, 엽리상화강암류, 居昌각섬석화강암, 海印寺화강암과 경상계 퇴적암을 모두 관입하는 암주상관입체들로서 나타나며 대체로 엷은 홍색을 띠고 부분적으로는 장식 반정을 갖는다.

중생대 화강암류에 대한 암석기재 및 주구성광물의 성분 K-Ar 연령 측정을 실시한 중생대 화성암의 암상을 야외에서의 특징과 현미경적인 특징 및 주구성광물의 화학성분 등에 대해서 기재하고자 한다. 사장석, 각섬석과 흑운모에 대해 EPMA를 실시하였으며 사용된 기기는 연세대학교 지질학과에 설치된 일본전자의 JXA-733이며 분석조건은 가속 전압 15 KV, probe current $1 \sim 2 \times 10^{-8}$ A, beam diameter $5 \sim 10 \mu\text{m}$ 이고 Bence and Albee 보정을 거쳤고 성분을 잘 알고 있는 천연상광물을 표준시료로 사용하였다. 분석결과는 Table 2-4에 제시되었다.

각섬석반려암

Table 1. Modal composition of Mesozoic igneous rocks in the Geochang area.

	Hornblende gabbro			Hornblende diorite					GHG*	
	8'-1	8'-2	34	35	36	42	43	10	16	
Q	—	—	13.49	12.24	8.19	13.05	10.19	10.21	10.85	
Kf	—	—	2.22	10.40	8.36	1.15	5.21	61.91	50.10	
Pl	22.62	21.65	58.17	50.41	58.26	57.90	56.21	21.22	32.30	
Bi	5.05	4.95	19.15	21.82	19.50	13.81	18.98	1.55	0.40	
Ser	0.15	0.56	0.47	—	—	0.10	tr	0.20	—	
Hb	68.87	68.51	5.23	1.30	3.01	8.87	4.61	4.48	5.40	
Op	0.63	1.15	0.10	tr	tr	0.15	tr	tr	0.47	
Myr	—	—	0.15	0.76	0.14	0.30	tr	0.15	0.11	
Epi	2.19	2.55	0.79	2.50	2.33	3.47	3.01	0.15	0.08	
Chl	—	—	—	—	—	0.10	—	tr	—	
Sph	0.10	0.11	0.20	tr	0.11	0.54	1.38	—	0.09	
Ap	—	—	tr	—	—	0.10	0.41	tr	0.05	
Zr	0.08	0.08	tr	tr	tr	0.06	—	—	0.14	
Zo	0.30	0.32	—	0.50	—	0.44	0.08	0.08	—	

	GHG*				Hornblende-biotite granodiorite				
	19	20	140	141	52	53	55	57	58
Q	7.47	16.01	2.96	1.84	13.47	15.35	28.94	18.87	38.24
Kf	66.46	41.93	67.21	61.97	12.43	10.89	6.73	11.75	8.61
Pl	17.62	30.37	19.22	28.37	51.57	51.24	46.69	46.01	47.94
Bi	0.91	5.14	2.14	2.10	12.13	13.10	10.60	8.42	3.62
Ser	—	0.48	—	—	tr	—	0.14	tr	tr
Hb	6.90	5.10	7.17	1.57	7.54	7.59	5.66	9.74	1.50
Op	—	0.05	0.57	0.52	tr	tr	0.35	tr	tr
Myr	0.61	0.58	tr	0.52	2.70	1.75	—	—	tr
Epi	—	0.15	tr	0.63	0.15	0.08	0.35	5.18	0.27
Chl	tr	—	—	tr	—	—	0.35	—	tr
Sph	—	—	—	—	tr	—	0.18	tr	tr
Ap	tr	0.11	—	—	tr	tr	tr	—	—
Zr	—	0.18	—	—	—	tr	—	—	—

Abbreviation – Q: Quartz, Kf: K-feldspar, Pl: Plagioclase, Bi: Biotite, Ser: Sericite, Hb: Hornblende, Op: Opaque, Myr: Myrmekite, Epi: Epidote, Chl: Chlorite, Sph: Sphene, Ap: Apatite, Zr: Zircon and Zo: Zoisite.

GHG* indicates Geochang hornblende granite.

각섬석반려암은 회장암을 관입하는 염기성 맥상관입체로서 회장암내에 발달된 파쇄대를 따라 주입시 회장암 각력을 끌고 올라와 마치 각력암처럼 보이는 부분도 있다(Fig. 2).

본 암의 모드분석 결과는 반려암에 속한다(Table 1, Fig. 3). 주구성광물은 사장석, 각섬석과 흑운모이

며, 부구성광물은 녹염석, 백운모, 조이사이트 및 불투명광물로 구성되어 있다. 사장석은 모두 휘토우나이트(An.76-An 86)에 속하며(Table 4) 큰 결정이나 반정들은 정상누대구조 (core An86 → margin An 80)를 보인다. 각섬석은 결정의 핵에서나 연변부에서 성분이 거의 같으며(Table 2) 대부분 Ferroan

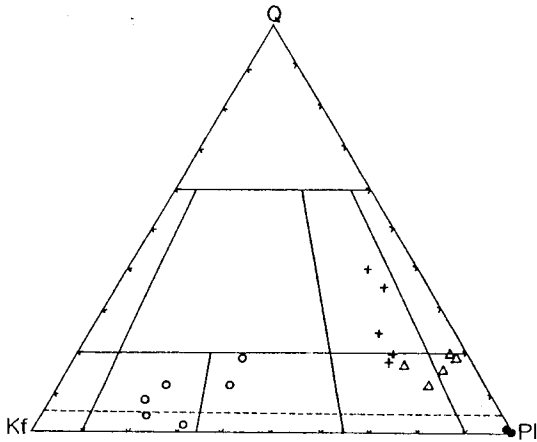


Fig. 3. Triangular diagram of modal composition from Mesozoic igneous rocks in the Geochang area. Hornblende gabbro (solid circle), hornblende diorite (triangle), hornblende-biotite granodiorite (cross) and Geochang hornblende granite (open circle).

pagasitic hornblende에 속한다. 흑운모도 성분이 거의 균일하며 (Table 3) $Mg/(Mg+Fe)$ 의 비가 0.61 내지 0.62를 나타낸다.

각섬석섬록암

각섬석섬록암은 安義 북동부와 居昌 남동부에 소규모 암주상 관입체로서 분포하는 조립질 내지 중립질섬록암으로서 편암류, 居昌화강암과 염리상화강암류를 관입하며 세립질화강암에 의해 관입당하거나 경상계 퇴적암에 의해 부정합의 관계로 덮혀있다. 모드분석 결과는 섬록암 내지 석영섬록암 영역에 속하며 (Table 1, Fig. 3), 주 구성광물은 사장석, 페르다이트, 흑운모, 각섬석과 석영이, 부구성광물은 녹염석, 스펀, 인회석 및 불투명광물 등으로 구성되어 있다. 각섬석은 주로 반자형으로서 흔히 쌍정을 보이며 흑운모와 밀접하게 수반되고 또 부분적으로 녹염석화 되어 있다. 각섬석의 성분은 결정의 중심에서 Mg와 Ti의 함량이 높은 정상누대구조를 뚜렷하게 보여주며, 중심은 Edenite이며 결정의 연변부는 Edenitic hornblende에 속한다 (Table 2). 사장석은 반정과 석기를 이루며 이들 모두 뚜렷한 성분상의 누대구조를 보인다 (An 56-An 21, An 41-An 35) (Table 4). 흑운모는 연갈색에서 흑갈색의 다색성을 보이며 각섬석과 수반되기도 하나 대부분 비교적 큰 독립적인 결정으로 출현하며 스펀, 녹염석, 저어콘

및 인회석을 포유물로 흔히 포함하고 있고 부분적으로는 벽개를 따라 녹니석화되어 있다. 흑운모의 성분은 결정의 중심과 연변부에서 거의 같으며 $Mg/(Mg+Fe)$ 의 비는 0.53 정도이다 (Table 3). 석영은 간극충진상의 불규칙한 타형을 보이며 그 함량은 8~13%에 이른다 (Table 1). 녹염석은 각섬석이나 사장석으로부터 propylitization이나 sauseritization에 의해 형성된 이차기원의 변질광물들로서 결정의 조성이 거의 균질하다. 스펀은 석기 내에서 흔히 자형 菱形의 결정으로 나타나며 흑운모 내에 포유되어 있기도 한다.

居昌 각섬석화강암

居昌 각섬석화강암은 居昌 동부 南下面과 加祥面을 잇는 지역에 남북으로 긴 누대분포를 보이는 암주상 관입체로서 조립질이 우세하나 부분적으로 중립질로 되어 있으며 얼마간의 반정을 포함하기도 한다. 본 암의 모드분석 결과는 석영섬장암이나 석영문조니암에 해당된다 (Table 1, Fig. 3). 주구성광물은 페르다이트, 각섬석, 흑운모, 석영, 사장석, 인회석 및 불투명광물 등으로 구성되어 있다. 페르다이트는 60~75%의 함량을 가지며 그 유형은 주로 노끈형, 리본형이나 형길조각형 등도 출현한다. 또 사장석과 접촉하는 부분에서는 교대작용에 의해 밀메카이트를 형성하고 있다. 각섬석은 녹색의 다색성 (X' =담녹색, Y' =올리브녹색, Z' =적갈색)을 보이며 때로는 결정연변부가 청록색의 다색성을 보여준다. 각섬석결정의 성분변화를 보면 대체로 중심에 해당하는 부분은 Mg나 Ti이 풍부하고 연변으로 갈수록 Fe가 증가하는 정상누대구조를 가지나 그 변화가 크지는 않고 대부분 Ferro edenitic hornblende에 속한다 (Table 2). 흑운모는 연갈색에서 흑갈색의 다색성을 나타내는 방사상 또는 섬유상의 결정들로서 흔히 각섬석과 수반된다. 이의 $Mg/(Mg+Fe)$ 비는 수반하는 각섬석과 같이 매우 낮아 0.08 정도이다 (Table 3). 석영은 페르다이트나 각섬석 등의 주구성광물 사이의 간극을 충전하는 독립된 불규칙한 결정들로 나타나며 그 함량은 2~10% 정도이다. 저어콘은 석영이나 페르다이트내에 포유되어 있다. 居昌 각섬석화강암체의 동측에 위치하는 海印寺화강암은 居昌 각섬석화강암과 후기에 관입한 불국사화강암에 의해 분리되어 있으나 양자는 거의 유사한 암상변화

Table 2. Representative electron microprobe analyses of K-Ar dated hornblende from igneous rocks in the Geochang area

	HGB		GHG			HBG			HDI		
	Gc-8'M (4)*	Gc-8'C (4)	Gc-19M (3)	Gc-19Md (2)	Gc-19C (3)	Gc-52M (3)	Gc-52Md (2)	Gc-52C (3)	Gc-42M (4)	Gc-42M (1)	Gc-42C (4)
SiO ₂	41.68	41.86	39.44	39.85	40.03	43.43	43.89	44.28	43.45	44.86	45.28
TiO ₂	1.20	1.34	1.14	1.30	1.56	0.41	0.49	0.67	0.50	1.42	1.66
Al ₂ O ₃	14.52	14.29	9.63	9.65	9.09	10.05	9.75	9.14	10.20	8.83	8.62
FeO**	14.82	14.29	29.54	28.98	29.26	17.36	16.67	16.49	18.67	16.43	16.71
MnO	0.26	0.28	0.55	0.56	0.59	0.40	0.51	0.44	0.38	0.37	0.34
MgO	9.47	9.97	1.52	1.59	1.69	10.03	10.37	10.68	9.71	10.79	11.11
CaO	11.78	11.64	10.92	10.71	10.83	11.92	11.83	11.78	11.58	11.13	11.66
Na ₂ O	1.73	1.65	1.56	1.40	1.56	1.27	1.21	1.16	1.21	1.20	1.10
K ₂ O	0.78	0.84	1.57	1.54	1.40	1.07	1.00	1.01	1.09	1.11	0.96
Total	96.24	96.16	95.87	95.58	96.01	95.94	95.72	95.65	96.79	96.14	97.44
Numbers of ions on the basis of 23 (O)											
Si	6.292	6.307	6.513	6.564	6.577	6.671	6.727	6.780	6.646	6.815	6.794
Al	1.708	1.693	1.487	1.436	1.423	1.329	1.273	1.220	1.354	1.185	1.206
Al	0.875	0.844	0.388	0.438	0.338	0.490	0.488	0.430	0.484	0.396	0.318
Ti	0.136	0.152	0.142	0.162	0.193	0.047	0.056	0.077	2.388	0.162	0.187
Fe	1.871	1.801	4.180	3.992	4.201	2.230	2.136	2.112	2.388	2.087	2.097
Mn	0.033	0.036	0.077	0.078	0.082	0.052	0.066	0.057	0.049	0.047	0.043
Mg	2.131	2.240	0.374	0.391	0.414	2.297	2.369	2.438	2.214	2.444	2.485
Ca	1.905	1.879	1.932	1.890	1.907	1.962	1.943	1.933	1.898	1.812	1.874
Na	0.506	0.482	0.500	0.447	0.497	0.378	0.360	0.334	0.359	0.353	0.320
K	0.150	0.161	0.331	0.324	0.293	0.210	0.196	0.197	0.213	0.216	0.184
Mg***	0.53	0.55	0.08	0.09	0.09	0.51	0.53	0.54	0.48	0.54	0.54

*number in parentheses indicates the number of discrete analyses averaged to obtain the values in the column below.

indicates total Fe as FeO. *Mg/(Mg + Fe). M: margin, Md: middle and C: core of mineral grain. HGB: Hornblende gabbro, GHG: Geochang hornblende gabbro, HBG: Hornblende-biotitegranodiorite and HDI: Hornblende diorite.

를 보인다. 즉 암자가 모두 조립질이고 특징광물로 각섬석을 포함한다. 그러나 海印寺화강암은 비교적 불균질한 암상을 보이기도 한다.

각섬석 - 흑운모화강섬록암

각섬석 - 흑운모화강섬록암은 연구지역의 북부에 해당하는 金陵郡 知禮와 金泉 사이에 분포하는 중립 내지 조립질암으로서 선캠브리아기의 편마암복합체를

관입하는 암체이며 연변부에서는 뚜렷한 엽리를 보이나 암체 내에서는 거의 피상으로 나타나는 점으로 미루어 이는 일차엽리로 생각된다.

각섬석 - 흑운모화강섬록암의 모드분석 결과는 화강섬록암 내지 석영섬록암에 속한다(Table 1, Fig. 3). 주구성광물은 사장석, 흑운모, 석영, 퍼다이트, 각섬석이며 부성분 또는 이차 광물은 녹염석, 스펀, 녹니석 및 불투명광물로 이루어져 있다. 사장석은 (Table 4) 안데신(An 48-An 35)에 속하나 퍼다이트

Table 3. Representative electron microprobe analyses of biotite from igneous rocks in the Geochang area

	HGB		GHG		HBG		HDI	
	Gc-8'M (1)*	Gc-8'C (1)	Gc-19M (2)	Gc-19C (5)	Gc-52M (4)	Gc-52C (5)	Gc-42M (4)	Gc-42C (5)
SiO ₂	37.26	36.68	34.06	34.13	37.29	37.49	36.32	36.93
TiO ₂	2.12	2.13	3.86	3.95	1.95	1.47	1.90	2.06
Al ₂ O ₃	15.39	15.89	13.75	13.70	15.35	15.57	15.22	14.93
FeO**	15.25	15.56	32.21	31.70	16.11	16.14	18.76	18.79
MnO	0.10	0.11	0.30	0.27	0.28	0.28	0.28	0.24
MgO	14.04	13.89	1.67	1.57	12.78	12.71	12.26	11.95
CaO	0.05	0.07	0.01	0.00	0.01	0.00	0.02	0.01
Na ₂ O	0.10	0.13	0.05	0.04	0.06	0.07	0.05	0.07
K ₂ O	9.64	8.96	8.63	8.97	9.77	9.95	9.30	9.45
Total	93.95	93.42	94.54	94.33	93.60	93.68	94.11	94.43
Numbers of ions on the basis of 22 (O)								
Si	5.654	5.589	5.614	5.634	5.708	5.735	5.603	5.674
Al	2.346	2.411	2.386	2.366	2.292	2.265	2.397	2.326
Al	0.407	0.443	0.285	0.300	0.478	0.542	0.370	0.377
Ti	0.242	0.244	0.478	0.490	0.224	0.169	0.220	0.238
Fe	1.935	1.983	4.440	4.377	2.062	2.065	2.420	2.414
Mn	0.013	0.014	0.042	0.038	0.036	0.036	0.037	0.031
Mg	3.176	3.155	0.410	0.386	2.917	2.899	2.820	2.737
Ca	0.008	0.011	0.002	0.000	0.002	0.000	0.003	0.002
Na	0.029	0.038	0.016	0.013	0.018	0.021	0.015	0.021
K	1.866	1.742	1.815	1.889	1.908	1.942	1.830	1.852
Mg***	0.62	0.61	0.08	0.08	0.59	0.58	0.54	0.53

Symbols and abbreviations are the same as those in table 2.

나 미사장석 내에 포함되어 있는 결정에서 관찰해 보면 결정의 핵은 안데신(An 38-An 35)에 속하나 결정연변부에서는 오리고클레스(An 18-An 19)로 되어 있어 이는 후기에 정출한 카리장석과 사장석이 반응한 결과로 추정되며 이 때 사장석에서 빠져나온 여분의 칼슘은 녹염석을 형성시켰을 것이다. 또 사장석 결정들 중에는 결정외연을 카리장석이 둘러싸서 만들어지는 특이한 결정도 관찰된다. 흑운모는 비교적 큰 판상이나 섬유상 결정들로서 각섬석과 공존하기도 한다. 흑운모(Table 3) 광물성분의 변화에서는 결정의 핵에서 연변으로 갈수록 Al₂O₃가 항상 감소

하는 경향을 보이거나 그밖의 조성은 규칙성이 결여된 변화를 보인다. 분화도의 지표가 되는 Mg/(Mg+Fe)는 0.55~0.60으로 결정 내에서 큰 변화를 보여주지 않는다. 각섬석은 연갈색에서 갈색의 다색성을 보이는 결정들로서 결정연변에서 핵으로 갈수록 Si와 Ti는 증가하고 Al은 감소하며 Mg/(Fe+Mg)비는 증가하는 경향을 보인다(Table 2). 대부분 Edenitic hornblende에 속한다. 녹염석은 광물조성에 있어 거의 균질하여 특정원소에 있어 특별한 경향을 보여주지 않는다.

중생대 화강암류에 대한 지질시대

연구지역 분포하는 다양한 화성암류 중에서 중생대 화성암류는 그 분포면적으로 보나 암상의 수로 보아 가장 큰 비중을 차지한다.

이 연구에서는 암석의 절대연령 측정대상이 되는 암상의 선택기준을 첫째, 이 지역의 지구조사와 화성활동사를 풀어가는데 있어서 중요한 위치를 점하는 암상이어야 하며, 둘째, 야외조사에서나 암석박편 관찰에서 동력변형을 받아 변형되지 않는 암상이어야 한다. 즉 엽리상화강암류와 같은 압쇄작용이나 파쇄작용을 받은 암상은 제외시켰다. 따라서 이들 조건에 맞는 암상으로 각섬석 반려암, 각섬석섬록암, 각섬석-흑운모화강암과 居昌 각섬석화강암으로 4개를 선택하였고, 또 이들 암상을 구성하는 주구성 광물 중에서도 blocking temperature가 높은 각섬석을 선별하여 주변에서 이들 암상에 미친 영향을 줄이고자 하였다. K-Ar 연령 측정은 미국 Teledyne

Isotope 지화학부의 Dr. Myron Siragusa 에 의하여 실시되었고, 광물분리 등의 시료준비는 전남대학교 지질학과에서의 증액처리와 연세대학교 지질학과에서의 Frantz isodynamic magnetic separator 를 이용한 자력선광으로 수행되어 있다.

연구지역에 대한 이미 발표된 연구논문 중에서 지질시대에 관한 것은 Table 5 에, 이 연구에서 분석된 값은 Table 6 에, 그리고 분석된 시료의 위치는 Fig. 1 에 표시했다.

각섬석반려암은 회장암을 관입한 맥상 관입체로서 특히 회장암의 파쇄대를 따라 관입된 부분에서는 회장암의 암편들을 포함하는 점으로 미루어 회장암의 관입-고결 시기는 적어도 관입하고 있는 각섬석반려암보다 훨씬 고기에 해당될 것이다. 각섬석반려암의 각섬석 연령은 204 ± 10 Ma 로서 오차범위를 고려하면 삼첩기 말이나 쥬라기 초로서 이로부터 추정되는 회장암의 관입 및 고결시기는 선삼첩기로 생각된다.

각섬석섬록암은 세립질화강암에 의해 관입되었을

Table 4. Representative electron microprobe analyses of plagioclase from igneous rocks in the Geochang area.

	Honblende gabbro (Gc-52)								HBG* (Gc-52)			
	1-C	1-M	2-C	2-M	3-M	3-Md1	3-Md2	3-C1	3-C2	1-M	1-Md	1-C
SiO ₂	49.41	47.10	49.38	48.48	48.28	49.08	48.78	47.25	46.26	63.93	60.36	59.11
Al ₂ O ₃	31.44	32.29	31.27	31.95	32.68	31.32	31.54	33.05	33.79	22.28	24.48	24.94
FeO**	0.07	0.13	0.00	0.15	0.16	0.06	0.05	0.03	0.05	0.02	0.09	0.09
CaO	15.49	16.05	15.45	16.33	16.11	15.40	15.64	17.11	17.23	3.79	6.60	7.25
Na ₂ O	2.66	2.20	2.74	2.26	2.25	2.60	2.59	1.65	1.59	9.63	7.99	7.23
K ₂ O	0.03	0.01	0.05	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.00	0.18	0.14	0.09
Total	99.10	98.47	98.88	99.20	99.50	98.48	98.61	99.10	98.90	99.84	99.66	99.21
Numbers of ions on the basis of 8 (O)												
Si	2.276	2.228	2.280	2.238	2.235	2.275	2.261	2.186	2.162	2.829	2.698	2.660
Al	1.707	1.763	1.701	1.739	1.748	1.711	1.722	1.802	1.826	1.162	1.289	1.323
Fe	0.003	0.005	0.000	0.006	0.006	0.002	0.002	0.001	0.002	0.001	0.003	0.003
Ca	0.765	0.796	0.764	0.808	0.799	0.765	0.776	0.848	0.863	0.180	0.316	0.374
Na	0.238	0.198	0.245	0.203	0.202	0.234	0.233	0.148	0.144	0.826	0.692	0.631
K	0.002	0.001	0.003	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.000	0.011	0.008	0.005
Or	0.2	0.0	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	1.1	0.8	0.5
Ab	23.7	19.9	24.2	20.1	20.2	23.4	23.1	14.8	14.3	81.2	68.1	62.5
An	76.1	80.1	75.5	79.8	79.7	76.5	76.8	85.1	85.7	17.7	31.1	37.0

Table 4. continued

	HBG* (Gc-52)					Hornblende diorite (Gc-42)						
	2-M	2-C	3-M	3-C	1-M	1-C1	1-C2	2-M	2-Md1	2-Md2	2-C	3-U
SiO ₂	63.68	58.74	63.17	59.40	59.51	58.06	57.83	63.82	57.05	56.90	57.13	58.01
Al ₂ O ₃	22.13	25.42	21.92	24.86	24.64	25.50	25.63	22.22	27.13	27.09	26.25	25.45
FeO**	0.01	0.02	0.08	0.07	0.01	0.06	0.09	0.04	0.04	0.10	0.13	0.10
CaO	3.83	8.00	3.99	7.52	7.16	8.15	8.48	4.22	10.02	10.26	10.36	8.09
Na ₂ O	9.45	7.01	9.30	7.49	7.32	6.80	6.67	8.98	5.77	5.66	5.62	6.94
K ₂ O	0.21	0.14	0.18	0.13	0.16	0.12	0.10	0.15	0.10	0.16	0.14	0.17
Total	99.31	99.33	98.64	99.47	98.79	98.69	98.80	99.43	100.13	100.16	99.63	98.78

Numbers of ions on the basis of 8 (O)												
Si	2.832	2.642	2.830	2.667	2.683	2.629	2.619	2.806	2.557	2.552	2.546	2.628
Al	1.160	1.348	1.158	1.315	1.309	1.361	1.368	1.186	1.433	1.432	1.420	1.359
Fe	0.000	0.001	0.003	0.003	0.000	0.002	0.003	0.002	0.002	0.004	0.005	0.004
Ca	0.182	0.385	0.192	0.362	0.346	0.395	0.412	0.209	0.481	0.493	0.520	0.393
Na	0.815	0.611	0.808	0.651	0.640	0.597	0.585	0.789	0.502	0.493	0.500	0.610
K	0.012	0.008	0.010	0.008	0.009	0.007	0.006	0.008	0.006	0.009	0.008	0.013
Or	0.2	0.8	1.0	0.8	0.9	0.7	0.6	0.8	0.6	0.9	0.8	1.3
Ab	80.8	60.9	80.0	63.8	64.3	59.8	58.3	78.4	50.8	49.5	48.6	60.2
An	18.0	38.3	19.0	35.4	34.8	39.5	41.1	20.8	48.6	49.5	50.6	38.8

Symbols and abbreviations are the same as those in table2.

뿐만 거의 열변성 등을 받지 않았다. 이 암석의 각섬석 연령은 179±9 Ma로서 쥬라기 중기에 해당한다. 이 암상과 거의 유사해보이는 長水지역의 섬록암에 대한 K-Ar 각섬석연령은 180.7±9.0 Ma(김용준外, 1988)로서 오차범위를 고려하면 같은 지질시대로 생각된다. 이들 연령치로부터 추론하면 長水-咸陽-居昌 즉 지리산 북부지역에서의 열기성-중성 심성암류의 화성활동은 쥬라기 중기에 활발했던 것으로 생각된다.

居昌 각섬석화강암은 불국사화강암에 의해서만 관입되었으므로 불국사화강암체로부터 상당히 떨어져 있으며 또 열변성을 받은 흔적이 없는 시료를 선별하기 위하여 加北面에서 시료를 채취했다. 이 암석의 각섬석 연령은 178±9 Ma로서 쥬라기 중기에 해당된다(김용준外, 1988).

각섬석-흑운모화강섬록암은 金泉화강암의 남쪽에 해당하는 知禮남부 국도변에서 채취되었으며 이 시료의 각섬석 연령은 181±9 Ma로서 쥬라기 중기에

해당한다. 金泉화강암에 대한 Rb-Sr 전암 연령은 172±2.8 Ma(주승환外, 1985)로서 오차범위를 고려하면 거의 같은 값을 보여준다.

이밖에도 茂豊화강암의 Rb-Sr 전암연령이 190±7 Ma로 쥬라기를 가르키며, 각섬석섬록암과 접촉지역의 흑운모엽리상화강암이 보이는 백운모와 흑운모의 연령이 모두 약 179 Ma인 것은 이 지역에서 180 Ma를 전후한 지질시대에 매우 강한 조산운동을 즉 대보운동이 활동적이었음을 지시한다.

결론

居昌지역에 분포하는 중생대 화성암류의 특징은 다음과 같다.

(1) 居昌지역의 중생대 화성암류는 지각변동의 영향을 심하게 받은 삼척기 末~쥬라기 初의 열리상화강암류와 영향을 거의 받지 않은 쥬라기 화강암류로 이루어져 있다.

Table 5. Isotopic ages of mesozoic igneous rocks in vicinity of the Geochang area

Rock name	Area	Isotopic age (Ma) IR: initial ratio	Material analysed	Geol. period	Reference
Kimcheon gr.	Kimcheon	172 ± 2.8 (Rb-Sr) IR: 0.7095 ± 0.0010	whole rock	mid. Jura.	Choo, S.H. <i>et al.</i> (1985)
Moopoong gr.	Southern part of Moopoong	190 ± 7 (Rb-Sr) IR: 0.7087 ± 0.0010	whole rock	early Jura.	Choo, S.H. (1986)
Biotite foliated granite	Eastern part of Hamyang	179 ± 0.5 (⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar)	muscovite	mid. Jura.	Kim, Y.J. (1986)
Biotite foliated granite	Eastern part of Hamyang	179 ± 0.9 (⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar)	biotite	mid. Jura.	Kim, Y.J. (1986)
Diorite	Western part of Jangsoo	180.7 ± 9.0 (K-Ar)	hornblende	mid. Jura.	Kim, Y.J. and Lee, C.S. (1988)

Table 6. Analytical data and K-Ar age of mesozoic igneous rocks in the Geochang area

Rock name (sample no.)	Material analysed	⁴⁰ Ar* (sec/gm × 10 ⁻⁵)	% ⁴⁰ Ar*	%K	Isotopic age (Ma)
Hornblende gabbro (Gc-8')	Hornblende	.838	78.1	1.00	204 ± 10
		.839	88.9	1.00	
Hornblende diorite (Gc-42)	Hornblende	.802	65.1	1.09	179 ± 9
		.785	80.0	1.08	
Geochang hornblende granite (Gc-19)	Hornblende	1.030	65.0	1.41	178. ± 9
		1.030	87.9	1.42	
Hornblende-biotite granodiorite (Gc-52)	Hornblende	.661	81.0	.89	181 ± 9
		.667	76.3	.90	

(2) 회장암을 맥상으로 관입하는 각섬석반려암의 관입 - 고결 시기는 204 ± 10 Ma로서 이로부터 추정되는 회장암의 지질시대는 선삼척기이다.

(3) K-Ar 연령을 측정한 주라기 화강암류로는 각섬석화강암과 각섬석 - 흑운모화강섬록암이 있으며 이들의 각섬석 연령은 각각 178 ± 9 Ma와 181 ± 9 Ma로서 주라기 중기에 해당된다. 또 각섬석섬록암의 각섬석 연령도 179 ± 9 Ma로서 모두 같은 지질시대를 가르킨다. 즉 지리산 북부지역에서는 약 180 Ma 전에 대보조산운동이 활동적이었다.

(4)居昌지역 중생대 화성암류의 광물화학적 특징은 주성분 광물인 사장석 각섬석과 흑운모에서 관찰할 때 사장석은 뚜렷한 누대구조를, 각섬석에서는 결정 중심부와 연변부에서 다소 차이가 있으나 그 차이가 크지 않은 미약한 누대구조를, 그리고 흑운모에서는 거의 균질하다.

(5) 유색광물의 성분은 각섬석에서는 居昌 각섬석 화강암 → 각섬석 - 흑운모화강섬록암 → 각섬석섬록암으로, 즉 산성암에서 염기성암으로 갈수록 Mg/(Mg+Fe)의 비가 0.08에서 0.59로 증가하며 ferro edenitic hornblende에서 edenite로 변한다. 또한 흑운모의 Mg/(Mg+Fe)의 비로 0.08에서 0.60으로 값이 커진다.

참 고 문 헌

- 국립지질 조사소(1973) 한국지질도(1:250,000), 全州圖幅 김남장, 김정환(1970) 한국지질도(1:50,000), 居昌圖幅, 國立地質調査所
金勇俊(1986) 嶺南陸塊에 分布는 古期花崗岩質岩의 地質年代와 成因에 對한 研究. 鑛山地質, Vol.19(특별호), p.151-162.

- 金勇俊, 李昌伸(1988) 長水-雲峯地域에 分布하는 火成岩類와 火成活動에 관한 연구. 地質學會誌, Vol.24(특별호), p.111-131.
- 李商萬(1980) 智異山(河洞-山淸)地域의 變成泥質岩의 變成作用에 對한 岩石學的 研究. 地質學會誌, Vol.16, No.1, p.1-15.
- 李商萬, 羅基昌, 李尙憲, 朴培榮, 李相遠(1981) 小白山陸塊(東南部)의 變成岩複合體에 對한 變成作用에 關한 研究. 地質學會誌, Vol.17, No.3, p.169-188.
- 朱昇煥, 金星載(1985) Rb-Sr 法에 依한 嶺南陸塊 早代測定研究(I), 平海, 汾川花崗片麻岩類 및 花崗岩類. 國土基本地質調查研究, 研究報告書85-24, p.1-7.
- 朱昇煥, 金星載(1986) 嶺南陸塊 Rb-Sr 年代測定研究(II), 智異山 南西部一帶 花崗岩質片麻岩 및 片麻花崗岩類 國土基本地質調查. 研究報告書 KR-86-7. p.1-7.
- 朱昇煥(1986) 嶺南陸塊의 Rb-Sr 年代測定研究(III), 醴泉-圓陽, 茂朱-居昌地域 花崗岩質片麻岩類 및 花崗岩類의 Rb-Sr 年代測定. 韓國動力資源研究所, KR-86-2-17, p.1-28.
- Deer, W.A., R.A. Howie and J. Zussman(1963) Rock-forming minerals. Longmans, Vol.2, 272p.
- IUGS(1973) Subcommittee on the systematics of Igneous rocks. "Plutonic rocks, classification and nomenclature." Geotimes, 18(10), p.26-30.
- Streckeisen, A.L.(1976) To each plutonic rocks and its proper name. Earth Sci. Rev., 12, p.1-33.
- Vance, J.A.(1966) Patchy zoning in plagioclase : A reply. J.Geol., 74, 518.

