

# 聞慶 南部一帶에 分布하는 白堊紀 花崗岩類의 岩石學 및 岩石化學

尹 顯 秀\*·金 善 億\*

## Petrology and Petrochemistry of the Cretaceous Granites in the Southern Mungyeong Area

Hyun Soo Yun\* and Seon Eok Kim\*

**ABSTRACT:** The Cretaceous granites are widely distributed in the studied area, Mungyeong-Sangju, which belongs to the southwestern part of the Ogcheon Folded Belt. The granites are characterized by medium-coarse grained, spotted miaroles, partly flow textures of biotite, aplitic dykes and pegmatitic pockets with druse. From the major compositions, the granites indicate peraluminous, calc-alkaline, salic and late stage products of differentiation. In the view of normative compositions of Qz-Ab-Or and perthitic alkali feldspar, they were formed under 1-4kb and 426°-456°C in aqueous conditions. The K/Ar biotite age shows 72±1 Ma for this granite, corresponding to the igneous activity of the Bulgugsa Disturbance periods in the area. The above results represent that these granite bodies are differentiated from a single magma.

### 序 言

研究地域은 韓半島 中部인 沃川地尙斜帶의 南西部지역으로 서 小白山脈 줄기인 聞慶-尙州-圓에 넓게 分布된 淡紅色의 白堊紀 花崗岩類가 主對象이며, 그 範圍는 대체로 北緯 36° 26' - 36° 44'과 東經 127°46' - 128° 06'에 該當된다.

沃川帶와 關聯된 研究로는 層序 및 地質構造(李大聲, 1971;李大聲 等, 1977;金玉準, 1968, 1980;孫致武, 1970), 火成活動과 鑛化作用類型(李大聲 等, 1980;李大聲, 金勇俊, 1985) 등이 있으며, 연구지역내의 연구로는 俗離山 花崗岩의 접촉변성작용(洪世善, 1985)등이 發表된 바 있다.

本 文에서는 이 地域 大部分을 차지하는 白堊紀 花崗岩類의 岩石學의 및 鑛物學의 比較, 黑雲母 연령測定(K/Ar)에 의한 年齡差異, 斜長石分析(EPMA)에 의한 地質溫度計, 그리고 主成分 元素等에 의한 岩石地化學的 諸 特徵을 研究하였다. 그리고 이 花崗岩에 의해 貫入된 角閃石花崗岩의 年齡도 구하였다.

本 研究에서 試料準備와 分析에 많은 도움을 준 KIER 朴用舜, 洪世善 研究員들과 金允圭博士 그리고 이 論文을 자세히 보아준 陳明植 博士께 感謝를 드린다.

### 一般 地質

研究地域內에 分布된 變成岩類와 堆積岩類의 層序 및 地質時代別 區分은 이 地域 既存 圖幅調查資料와 學說에 따랐고, 研究目的上 가능한 群群單位로 묶었으며, 이들을 大分하여 變成岩類와 堆積岩類, 時代未詳岩類 그리고 火成岩類의 順序로 논한다.

### 變成岩類 및 堆積岩類

이들에는 片(麻)岩類, 白峰里層群의 雲橋里層, 朝鮮累層群, 沃川層群, 平安層群, 大同層群 그리고 永同層群이 包含된다(Table 1, Fig. 1)  
片(麻)岩類는 本城 南東端 西灣里에 小規模로 分布되며, 聞慶圖幅의 南東部에서는 朝鮮累層群에 의해 不整合의으로 被覆된다(金南長 等, 1967). 本岩類는 部分的으로 變晶을 갖는 黑雲母 片麻岩, 複雲母 또는 黑雲母 花崗岩質 片麻岩類가 대부분을 차지하며 片岩類와는 漸移的 關係를 이룬

\* 한국동력자원연구소(Korea Institute of Energy and Resources, 71-2, Jangdong, Daejeon 302-343, Korea.)

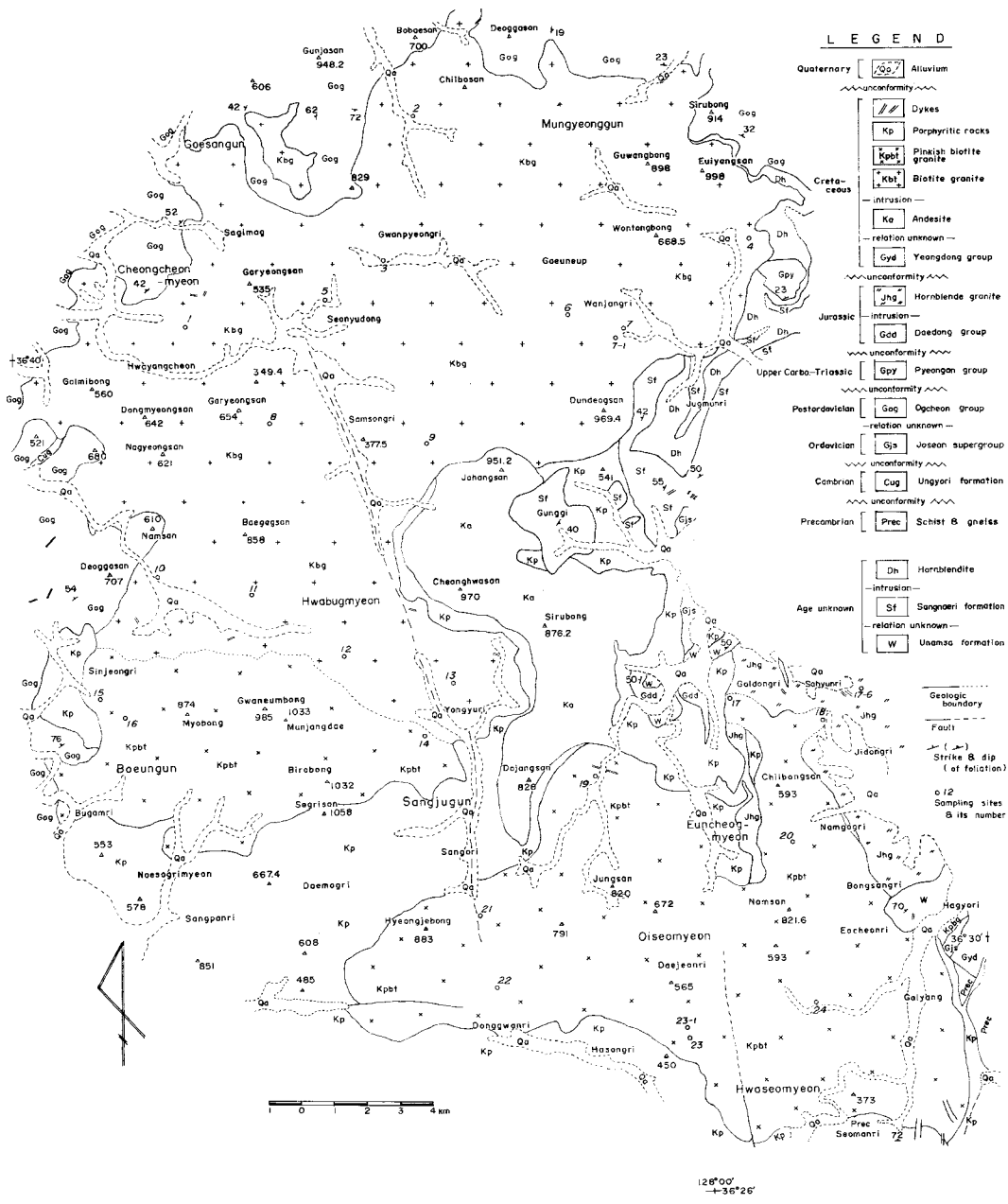


Fig. 1. Geologic map and sampling sites in the southern Mungyeong area.

다.

雲橋里層은 本域의 西部에 좁게 分布된 캄브리아紀의 變成堆積岩으로 沃川層群에 의해 不整合으로 被覆된다(李鍾革, 金貞煥, 1972). 이 層은 砂質 千枚岩이 주이고 結晶質石灰岩, 綠泥石片岩과 點紋狀砂質岩等이 狹在된다.

朝鮮累層群은 本域의 東部와 南東部に 좁게 발달되며 그 남서쪽 延長部는 斑岩類에 의해 끊긴다. 이 層群은 돌로마이트質 石灰岩 내지 石灰岩, 結晶質 石灰岩等으로 구성되며 時代未詳의 上乃里層에 의해 被覆된다(李政成, 金相旭, 1968).

Table 1. Geological Sequences in the study area.

Quaternary	□ Alluvium ~unconformity~
Cretaceous	□ Dykes
	□ Porphyritic rocks
	□ Pinkish biotite granite
	□ Biotite granite
	—intrusion—
Jurassic	□ Andesite
	—relation unknown—
	□ Yeongdong Group ~unconformity~
Upper Carbo-Triassic	□ Homblende granite
	—intrusion—
Late Ordovician	□ Daedong Group ~unconformity~
	□ Pyeongan Group ~unconformity~
Ordovician	□ Ogchon Group ~relation unknown—
	□ Joseon Supergroup ~unconformity~
Cambrian	□ Ungyori Fm. ~unconformity~
	□ Schist and Gneiss
Age unknown	□ Hornblendite
	—intrusion—
	□ Sangnaeri Fm. ~relation unknown—
	□ Unamsa Fm

沃川層群은 本域 北部와 西部一圓에 분포되며 槐山과 龍遊里圖幅의 花田里層, 九龍山層, 泥院里層과 黃江里層 그리고 聞慶圖幅의 白華山層, 烏峯層과 梨花嶺層等이 포함된다. 本層群의 時代는 先캄브리아(金玉準, 1968; Kim and Yoon, 1980) 또는 朝鮮累層群과 비슷하게 보았으나(孫致武, 1970) 本域 圖幅調査報告에 따라 後오오도비스紀로 하였다.

平安層群과 大同層群은 本域 東部一圓에 소규모로 분포되며 전자에는 紅店層과 寺洞層이, 후자에는 山水洞礫岩과 檀山層이 포함된다. 永同層群은 本域 南東部に 좁게 분포되며 上所里層과 下所里層으로 구성된다.

時代未詳岩類

本岩類는 이 지역동부 竹門里一帶에서 북동쪽으로 분포된 雲巖寺層, 上乃里層과 角閃岩 그리고 남동부 鳳上리에 소규모 분포된 雲巖寺層으로 구성되며 그 時代는 先沃川層群과 後朝鮮累層群에 해당된다(金南長 等 1967). 이들의 관계는 末群이나 角閃岩은 上乃層과 같은 방향으로 관입 발달되며 熱變成作用을 주었다(Ahn, 1984).

火成岩類

이 地域의 대부분을 차지하며 광범위하게 분포되는 本岩類에는 角閃石花崗岩, 黑雲母花崗岩, 淡紅色黑雲母花崗岩, 여러 斑岩類 및 脈岩類가 포함된다.

1) 角閃石花崗岩은 이 地域 東部인 沙峴里一帶에서 大同層群과 雲巖寺層을 貫入한 淡灰綠色을 띤 中粒-粗粒質의 侏羅紀 岩體로서 石英, 微斜長石, 斜長石, 黑雲母, 角閃石, 燐灰石, 저어콘과 不透明鑛物等으로 구성된다. 本岩은 곳에 따라 壓碎帶(Sheared zone)와 球類型의 風化樣相, 伸張된 鑛物配列等을 이루며, 그 西側에서 淡紅色 黑雲母花崗岩과 珉長岩에 의해 관입된다. 본암의 時代는 白堊紀로 기재된 바 있으나(李政成, 金相旭, 1968), 이 연구에서 侏羅紀로 밝혀졌다.

2) 安山岩은 연구 지역 중부인 鳥項山과 道藏山에 걸쳐 분포되며 그 주변부에서 黑雲母花崗岩, 淡紅色 黑雲母花崗岩과 斑岩類에 의해 관입된다. 본암은 暗綠色을 띠며 多孔質 및 流動構造 그리고 黑色 泥岩과 珉岩等의 集塊岩을 가지는 細粒質岩으로 石英과 長石斑晶이 발달된다.

3) 黑雲母 花崗岩은 이지역 북부인 鎭博山 일대에서 그 남쪽인 백가산 일대에 넓게 분포되며 그 주변 대부분에서 沃川層群과 時代未詳岩類를 관입한다.

本岩은 淡紅色이 우세한 中粒-粗粒質로서 그 북부 주변부에서 뚜렷이 細粒質 및 斑晶質로 되는 傾向을 가진다. 즉 갈미봉, 칠보산과 회양산일대에서는 곳에 따라 淡紅色을 띠나 주로 淡紅色인 細粒質岩으로 石英과 長石의 斑晶을 가지며, 이보다 약간 內側인 華陽山과 官坪里一帶에서는 中粒質로 되며 石英과 長石斑晶이 발달 되는데 이는 본암의 周邊相으로 해석된다. 이 北部 周邊部는 優白質 斑狀花崗岩으로도 기재된 바 있다(李弘圭等, 1973; 李鍾革, 金貞煥, 1972).

본암의 構成鑛物은 石英, 알카리長石, 斜長石과 黑雲母外에 微量의 絹雲母, 저어른, 스펀과 不透明鑛物等이다. 본암에는 그래픽構造와 層狀(Layer)의 黑雲母 流動構造가 간혹 발달되며 微細空洞構造(Miarolitic texture), 脈狀의 에프라이트, 페그마타이트質 포켓트(Pegmatitic pocket) 등이 종종 산출된다. 이 페그마타이트質 포켓트는 大小의 크기를 가지나 그 幅과 延長이 수십cm와 수m 未滿이 대부분이며, 그 中心部 晶洞에는 自形의 石英과 正長石, 板狀의 黑雲母 및 磁鐵石等을 가진다.

4) 淡紅色 黑雲母花崗岩은 이 지역서부인 妙峰一帶와 남부인 中山-南山一帶에 分離分布하는 中粒-粗粒質岩이다. 本岩은 알카리花崗岩으로 보고된 바 있으나 上記 黑雲母花崗岩과 거의같은 岩石學的 特徵과 鑛物造成을 가지며, 다소 더 짙은 紅色을 띤 兩者의 漸移帶로 보고된 본역중부 北面에서도 구분이 안되는 同一岩體로 해석된다.

本岩은 黑雲母 花崗岩과 같은 産狀을 가지며 南部 岩體는 그 東側 周邊部인 泥村에서 斑晶을 가진 細粒質岩을 이루기도 한다. 이 南部岩體는 곳에 따라 石英脈, 流紋岩質岩脈과 鹽基性 岩脈等이 산출되며 節理를 따라 綠泥石이나 硫化鑛物등이 발달된다. 이러한 空洞構造等으로 보아 이들 白堊紀 花崗岩類는 水分과 揮發性物質(Volatiles)이 많은 後期 마그마 産物로 해석된다(Billings, 1972; Bonin, 1986; Hyndman, 1985; Camichael et al., 1974).

5) 斑岩類는 이 지역의 西南部와 南部等에 분포된다. 이들은 石英(長石)斑岩, 珪長(斑)岩과 花崗斑岩等이며, 周邊의 白堊紀 花崗岩類와는 貫入 또는 漸移의 關係이다(李弘圭等, 1972; 李鍾革과 金貞煥, 1972; 金東鶴과 李炳柱, 1986). 이 지역중부인 鳥項山附近에서는 流紋狀構造의 珪長岩이 緩慢한 傾斜로 黑雲母花崗岩을 관입한다. 脈岩類는 본역 도처에서 산출되는 酸性-鹽基性岩이다.

白堊紀花崗岩類의 鑛物造成

黑雲母花崗岩과 淡紅色 黑雲母花崗岩의 構成鑛物, 모우드분석값 및 Streckeisen (1977) 에 의한 모우드QAP(Quartz-K. feldspar-plagioclase) 三角圖는 다음과 같다(Table 2, Fig. 2).

黑雲母花崗岩

本岩은 모우드 QAP三角圖에서 花崗岩(Syenite와 Monzonite의 境界部)에 속하며 그 主, 副成分 鑛物은 다음과 같다. 石英은 波狀消光을 하며 대개 中粒-粗粒을 이루나 微粒集合體를 이루기도 한다. 알카리長石은 正長石, 퍼다이트와

Table 2. Modal compositions of the Cretaceous granites.

	Qz	Pl	Af	Bt	Sr	Zr	Sph	Ep	Op
4	38.7	21.6	38.7	1	tr	tr			tr
6	35.4	20.7	41.9	2	tr	tr	tr		tr
7	33.7	21.1	42.2	3	tr	tr			tr
7-1	36.5	29.4	32.1	2					
10	35.7	17.2	45.1	2	tr	tr			tr
13	36.1	17.3	43.6	3	tr	tr			tr
15	36.6	18.7	43.7	1	tr	tr	tr		tr
17	27.3	18	53.7	1	tr				tr
19	38.7	14.1	46.2	1	tr			tr	tr
23	34.4	25.6	40	tr	tr			tr	tr
23-1	31.4	23	44.6	1					
24	38.7	21.6	38.7	1	tr	tr			tr

Qz : quartz, Pl : plagioclase, Af : alkali feldspar, Bt : biotite, Sr : sericite Zr : zircon, Sph : sphene, Ep : epidote, Op : opaque mineral.

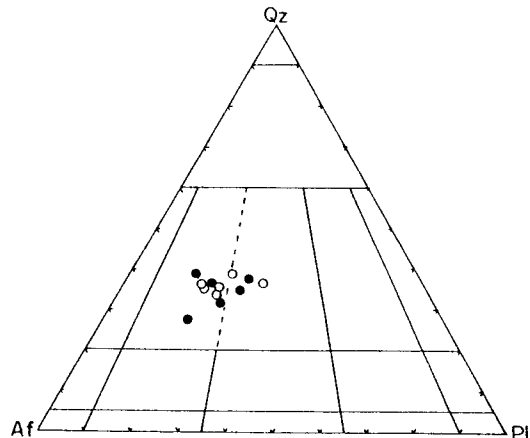


Fig. 2. Triangular diagram of modal compositions for biotite granite(closed circles) and pinkish biotite granite(open circles).

微斜長石으로서 이중 後者는 부분적으로 소량 발달된다. 正長石은 칼스바드雙晶과 그래픽構造도 이루며 8° 程度의 消光角을 이루며 黑雲母를 含有한다. 퍼다이트는 String, Patch 또는 Braided type을 이루며 칼스바드雙晶이 발달되기도 하며 대체로 正長石보다 粒度가 크며 그 量도 많으며 곳에 따라 그래픽構造도 이룬다. 微斜長石은 格子狀構造를 이룬다.

斜長石은 주로 알바이트이며 그의 칼스바드-알바이트와 부분적으로 페리크린雙晶이 발달된다. 이 鑛物은 간혹 劈開面이 불완전하게 발달되며 微粒의 多片雙晶(Polysynthetic twin)을 이루기도 한다. 또한 累帶構造를 보여주며, 散點狀의 變質作用도 받았으며 An 含量은 10-18로서 알바이트-오리고크레이스에 속한다.

黑雲母는 주로 褐色-暗褐色을 띠며 부분적으로 심하게 綠泥石化 되기도 하였다. 絹雲母는 微粒으로 대부분 石英과 일부 正長石과 퍼다이트에 함유된다. 저어콘은 黑雲母內에 自形의 微粒으로 함유되며 그 周邊部가 暗黑色化(Pleochroic halo)되기도 한다. 不透明鑛物은 대개 黑雲母內에 散點狀 또는 集合狀을 이루며 일부는 劈開面을 따라 발달된다.

淡紅色 黑雲母花崗岩

本岩도 모우드 QAP三角圖에서 花崗岩(Syenite와 Monzonite의 境界部)에 속하며 前記한 黑雲母 花崗岩과 거의 같은 構成鑛物과 그 특징을 가져 略述한다.

石英은 아주 微粒의 絹雲母를 함유한다. 正長石은 칼스바드雙晶과 그래픽構造를 이루며 斜長石과 石英을 함유도 한다. 퍼다이트는 대개 正長石보다 크고 量이 많으며 칼스바드雙晶의 경우 17° 程度의 消光角을 이룬다. 微斜長石은 국부적으로 소량 발달된다.

斜長石은 알바이트와 칼스바드-알바이트雙晶이 優勢하고 페리크린雙晶과 累帶構造도 간혹 발달된다. 이 鑛物은 대체로 散點狀으로 變質作用을 받았으며, 劈開의 발달이 미약하거나 다소 彎曲되기도 한다. An 含量은 6-17로 알바이트-오리고크레이스에 해당된다.

黑雲母는 일부 劈開가 다소 彎曲되기도 하며 絹雲母는 石英과 일부 正長石에 微粒으로 함유된다. 磷灰石과 저어콘은 국부적으로 발달되며 黑雲母內에서 他形-自形을 이룬다. 綠簾石은 黑雲母內에 간혹 微粒을 이룬다. 不透明鑛物은 주로 黑雲母에 함유되며 일부 斜長石의 劈開를 따라 발달된다.

花崗岩類의 年齡

연구 地域에서 採取된 花崗岩類의 K-Ar 年齡 測定鑛物, K含量 그리고 그 年齡은 Table 3과 같다. 測定된 試料는 沙峴里의 角閃石 花崗岩(試料 番號 17-6)과 完章里의 黑雲母 花崗岩(試料 番號 6)이다.

角閃石 花崗岩의 黑雲母 年齡은 侏羅紀 初期인 202±7 Ma로서 대보조산운동期에 該當된다. 한편 沃川帶 東南帶(SE-Zone)의 南部亞帶(SE-S)인 長水地域의 角閃石-黑雲母 葉理狀 花崗閃綠岩의 年齡(K/Ar法, 黑雲母)은 203±10Ma로 本岩과 거의 同一한 地質時代를 가진다(李大聲, 1971;李大聲, 金勇俊, 1985;金勇俊 等, 1989).

또한 黑雲母 花崗岩의 黑雲母 年齡은 72±1 Ma로서 白堊紀末에 該當된다. 이 地域 南部인 法住寺 附近에서 採取된 花崗岩(Miarolitic) 즉 淡紅色 黑雲母 花崗岩의 年齡(黑雲母)도 72Ma로서 上記 黑雲母花崗岩과 거의 같은 값을 가져 이들은 佛國寺 火成活動產物인 同一岩體로 解析된다 (Table 3).

Table 3. Analytical data and K/Ar ages of the granites.

Sample No. (mineral)	K (%)	40Ar rad (1E-09mol/g)	40Ar rad(%)	age (Ma)
6(biotite)	6.24	0.7978	86.18	72.26 ± 0.98
17-6(%)	5.70	2.1155	95.71	202.24 ± 6.81
* (biotite/k.feldspar)				72/84

\* Kim(1971)

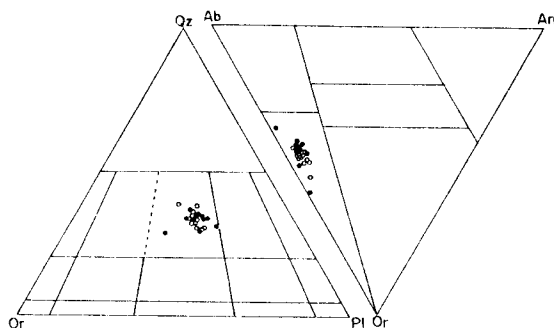


Fig. 3. Triangular diagrams of normative compositions for the Cretaceous granites. Symbols are the same as above Fig. 2.

花崗岩類의 鑛物 및 岩石化學

黑雲母花崗岩과 淡紅色 黑雲母花崗岩의 主成分 分析 値와 CIPW값은 다음과 같다 (Table 4).

本 岩類들은 노름 Ab-An-Or(Albite-anorthite-orthoclase) 三 角圖에서 花崗岩에 속하며, 노름 Qz-Or-Pl(Quartz-orthoclase-plagioclase) 三角圖에서 花崗岩(Syenite)에 圖示된다(Fig. 4). 本岩類의 SiO<sub>2</sub> 含量(wt. %)은 71.60-76.41로 Felsic하며 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> / (Alkalis+CaO)비는 1.15-1.68로서 Peraluminous이다(Hyndman, 1972). 또한 K<sub>2</sub>O / CaO비는 8.37로서 花崗岩에 該當된다(Putman and Burnham, 1963). 그리고 SiO<sub>2</sub> 增加에 따라 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, FeO(t), FeO와 MgO는 서서히 減少되며 K<sub>2</sub>O는 약간 增加되고 그의 酸化物은 대체로 均一한 分布 傾向을 가진다 (Fig. 4).

本岩類는 DI와 LI (Larsen index) 값이 각각 88.63-95.78 과 25.07- 28.92로 비교적 좁은 範圍값을 가지며 平均값은 92.63과 27.28로 分化末期에 該當된다 (Table 4). AFM(Alkalis, total Fe, MgO) 成分比에서도 이런 傾向을 가져 A가 87.9-94.5의 좁은 範圍와 末期값을 가진다. 沃川帶內의 火 成岩體 는 世界 켈크-알카리系列과 스퀘어가드 貫入岩體 分化傾向의 中間型을 가진다 (Lee et al., 1980).

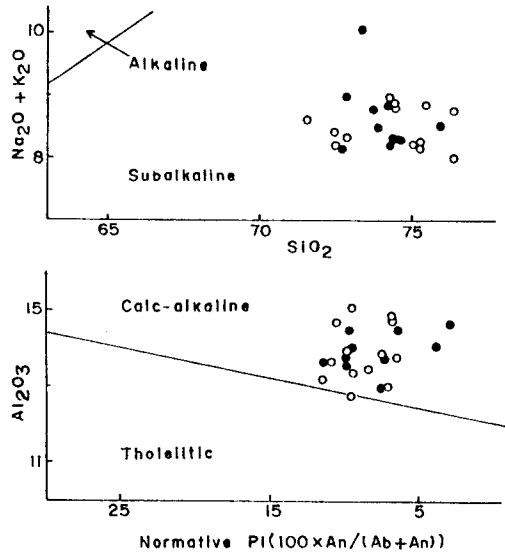


Fig. 5. Plots on alkalis versus silica and alumina versus normative plagioclase for the granites. Symbols are the same as above Fig. 2.

本岩類는 알카리 對 실리카 그리고 알루미늄 對 노름 PI 相關圖에서 각각 서브알카리와 켈크-알카리 領域에 該當 된다 (Fig. 5; Irvine and Baragar, 1971).

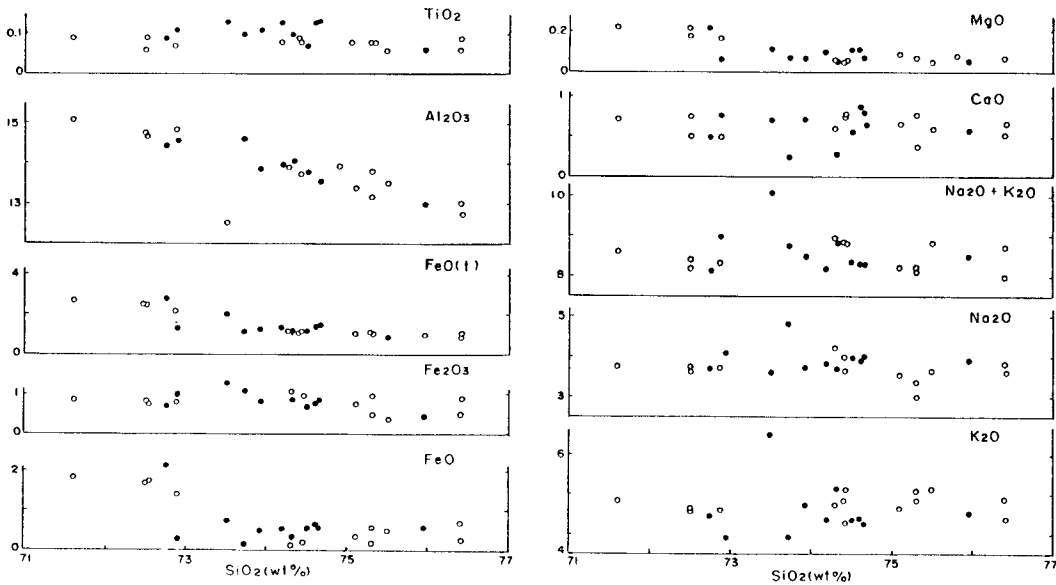


Fig. 4. Major element oxides versus silica of the granites. Symbols are the same as above Fig. 2 .

Table 4. Major elements and normative minerals of the Cretaceous granites.

	1	*2	*3	4	5	6	7	*8	9	i0	i1	12
SiO <sub>2</sub>	75.09	72.50	72.87	76.40	71.60	76.41	74.41	72.52	75.48	75.31	74.43	75.30
TiO <sub>2</sub>	0.08	0.06	0.07	0.06	0.09	0.09	0.09	0.09	0.06	0.08	0.08	0.08
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13.39	14.79	14.87	13.03	15.10	12.72	13.96	14.70	13.54	13.19	13.74	13.82
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.76	0.82	0.79	0.51	0.85	0.64	0.89	0.74	0.39	0.97	0.94	0.50
FeO	0.36	1.71	1.41	0.36	1.83	0.50	0.18	1.74	0.50	0.18	0.21	0.57
MnO	0.06	0.05	0.05	0.05	0.06	0.05	0.05	0.07	0.03	0.03	0.03	0.02
MgO	0.09	0.18	0.17	0.04	0.22	0.05	0.05	0.22	0.05	0.07	0.06	0.08
CaO	0.66	0.51	0.51	0.53	0.72	0.66	0.76	0.76	0.59	0.78	0.78	0.38
Na <sub>2</sub> O	3.56	3.78	3.72	3.84	3.77	3.61	4.02	3.63	3.68	3.39	3.68	3.01
K <sub>2</sub> O	4.66	4.63	4.60	4.89	4.82	4.38	4.85	4.57	5.15	4.84	5.14	5.10
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	0.34	0.66	0.64	0.46	0.64	0.58	0.50	0.65	0.52	0.39	0.43	0.92
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0.21	0.12	0.12	0.20	0.11	0.19	0.13	0.12	0.23	0.16	0.15	0.14
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.02	0.03	0.03	0.01	0.03	0.02	0.02	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01
total	99.28	99.84	99.85	100.38	99.84	99.90	99.91	99.84	100.23	99.40	99.68	99.93
Q	35.03	30.37	31.51	34.07	28.24	37.05	30.77	30.86	32.79	35.32	31.6	37.12
C	1.32	2.7	2.92	0.48	2.45	0.88	0.73	2.47	0.87	0.99	0.73	2.68
Or	27.56	27.39	27.17	28.89	28.5	25.89	28.67	27	30.45	28.61	30.4	30.12
An	3.2	2.34	2.34	2.56	3.37	3.2	3.7	3.59	2.84	3.78	3.78	1.81
Ab	30.11	31.99	31.47	32.52	31.89	30.52	34.04	30.73	31.15	28.69	31.15	25.49
Di												
Hd												
En	0.22	0.45	0.42	0.1	0.55	0.12	0.12	0.55	0.12	0.17	0.15	0.2
Fs		2.45	1.91	0.22	2.63	0.34		2.57	0.55			0.54
Mt	1.11	1.18	1.13	0.74	1.23	0.93	0.49	1.07	0.56	0.44	0.53	0.72
Il	0.15	0.12	0.14	0.12	0.17	0.17	0.17	0.17	0.12	0.15	0.15	0.15
Hm								0.56		0.67	0.57	
Ap	0.03	0.07	0.07	0.03	0.07	0.03	0.03	0.07	0.03	0.03	0.03	0.03
Wc												
Sum	98.73	99.06	99.08	99.73	99.1	99.13	99.28	99.08	99.48	98.85	99.09	98.86
LI	27.82	25.58	26.01	28.92	25.07	28	27.77	25.28	28.78	27.94	27.96	28.67
DI	92.7	89.75	90.15	95.48	88.63	93.46	93.48	88.59	94.39	92.62	93.15	92.73
	13	*14	15	16	17	18	19	*20	21	22	23	24
SiO <sub>2</sub>	74.28	72.74	75.96	74.51	74.59	73.72	72.87	73.50	73.93	74.32	74.17	74.64
TiO <sub>2</sub>	0.08	0.09	0.06	0.07	0.13	0.10	0.11	0.13	0.11	0.10	0.13	0.13
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13.89	14.46	13.01	13.81	13.67	14.64	14.54	12.51	13.88	14.09	13.97	13.55
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.05	0.70	0.44	0.67	0.75	1.07	1.01	1.28	0.79	0.82	0.80	0.86
FeO	0.14	2.14	0.57	0.57	0.64	0.14	0.29	0.76	0.50	0.36	0.57	0.57
MnO	0.04	0.03	0.03	0.03	0.04	0.02	0.04	0.05	0.04	0.02	0.05	0.05
MgO	0.06	0.22	0.05	0.11	0.11	0.07	0.06	0.11	0.07	0.06	0.10	0.07
CaO	0.61	0.49	0.57	0.56	0.87	0.25	0.77	0.71	0.73	0.28	0.64	0.80
Na <sub>2</sub> O	4.22	3.70	3.96	3.97	3.90	4.83	4.10	3.61	3.75	3.69	3.82	4.01
K <sub>2</sub> O	4.74	4.43	4.53	4.37	4.40	3.92	4.89	6.52	4.75	5.14	4.38	4.26
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	0.68	0.64	0.62	0.85	0.57	0.59	0.77	0.59	0.93	0.76	0.52	0.65
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0.11	0.12	0.14	0.31	0.19	0.30	0.24	0.12	0.16	0.26	0.25	0.24
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.02	0.03	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.03
total	99.92	99.79	99.95	99.84	99.88	99.66	99.71	99.91	99.66	99.91	99.52	99.83
Q	30.23	31.49	34.03	33.15	32.89	30.03	28.59	26.84	32.24	32.53	33.59	33.18
C	0.73	2.76	0.58	1.55	0.95	2.03	1.13		1.27	1.98	1.81	0.96
Or	28	26.16	26.78	25.83	26	23.16	28.89	38.52	28.06	30.4	25.89	25.16
An	2.95	2.23	2.75	2.7	4.23	1.17	3.73		3.53	1.31	3.09	3.78
Ab	35.72	31.31	33.51	33.62	32.99	40.86	34.72	28.06	31.73	31.21	32.31	33.93
Di								0.58				
Hd								1.59				
En	0.15	0.55	0.12	0.27	0.27	0.17	0.15		0.17	0.15	0.25	0.17
Fs		3.26	0.62	0.42	0.42				0.17		0.26	0.21
Mt	0.35	1.02	0.65	0.97	1.09	0.21	0.74	0.76	1.13	0.93	1.16	1.25
Il	0.15	0.17	0.12	0.14	0.24	0.2	0.21	0.24	0.21	0.2	0.24	0.24
Hm	0.81					0.93	0.5			0.18		
Ap	0.03	0.07	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.07
Wo								0.38				
Sum	99.12	99.02	99.19	98.68	99.11	98.79	98.69	99.17	98.54	98.92	98.63	98.95
LI	27.64	25.13	28.22	27.3	26.89	26.96	27.05	28.16	27.3	28.39	26.99	28.84
DI	93.95	88.96	94.32	92.6	91.88	94.05	92.2	93.42	92.03	94.14	91.79	92.27

\* Data from Kim et al., 1987.

Table 5. Electron microprobe analyses of plagioclase and perthite in the Cretaceous granite.

Sample No.	6				
	plagioclase			perthite (Af) (Pl)	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
SiO <sub>2</sub>	66.56	66.42	65.37	64.73	68.38
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20.26	20.37	20.75	18.02	19.28
*FeO	0.10	0.06	0.15	0.03	0.02
CaO	1.48	1.65	2.70	0.02	0.10
Na <sub>2</sub> O	10.98	10.62	10.02	1.34	11.69
K <sub>2</sub> O	0.33	0.34	0.78	15.16	0.15
total	99.71	99.47	99.77	99.29	99.60
basis of 8 oxygens					
Si	2.934	2.933	2.895	3.005	2.999
Al	1.053	1.060	1.083	0.986	0.997
Fe	0.004	0.002	0.005	0.001	0.001
Ca	0.070	0.078	0.128	0.001	0.005
Na	0.939	0.909	0.860	0.120	0.994
K	0.019	0.019	0.044	0.898	0.008
mole percent(%)					
An	6.81	7.75	12.40	0.10	0.50
Ab	91.34	90.36	83.33	11.78	98.71
Or	1.85	1.89	4.27	88.12	0.79

\* FeO as total Fe.

한편 본岩類중 斜長石은 EPMA 分析結果 An 6.81-12.40, Ab 83.33-91.34, 그리고 Or 1.85-4.27로 알바이트-올리고크레이스에 속한다. 또한 퍼다이트중 An, Ab 와 Or 含量은 알칼리 長石이 0.10, 11.78과 88.12 그리고 斜長石이 0.50, 98.71과 0.79를 각각 가진다 (Table 5).

노름 Qz-Ab-Or 三角圖에서 Minimum shift는 水蒸氣(Water vapor) 壓力增加에 따라 頂点 Ab로 移動된다(Tuttle and Bowen, 1958). 본岩類를 이에 圖示하면 大部分이 1~4 kb사이에 密集 分布된다 (Fig. 6). 본岩類中 上記된 퍼다이트 分析資料를 Powell and Powell (1977) 에 의한 地質溫度方程式에 의해 計算하고 위의 水蒸氣壓力條件에 의해 整理하면 426~456°C/1~4 kb로서, 본岩類는 大略 440°C정도에서 溶解現象이 끝났음을 알수 있다(Table 5, 6). 沃川帶의 火成岩類와 本域 北西端의 黑雲母花崗岩의 周邊部 研究에서 각각 1-3+kb와 450°C 内外의 P.T條件이 報告된 바 있다 (Lee, 1972; Hong, 1985)

本域 白堊紀 花崗岩類의 마그마型은 Niggl value alk 對 al 그리고 fm 對 al 相關圖에서 각각 Relatively alkali-poor와 Salic field에 密集分布되는 傾向을 가진다 (Fig.7; Burri, 1964 ).

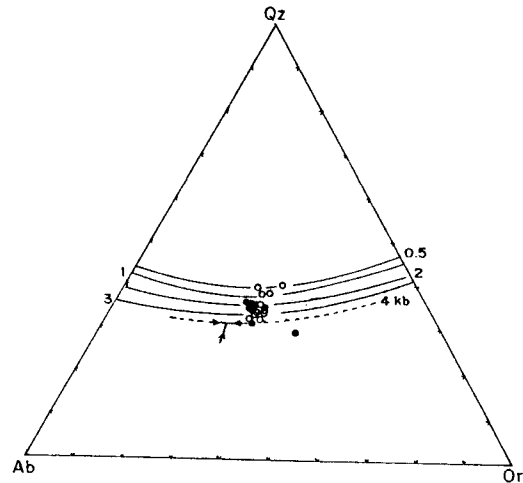


Fig. 6. Triangular diagram of normative Qz-Ab-Or for the granites. Symbols are the same as above Fig. 2.

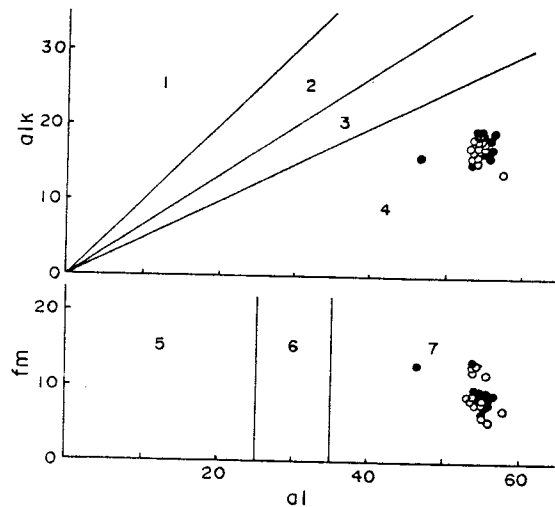


Fig. 7. Classification of the Cretaceous granites using Niggl values. Symbols are the same above Fig. 2.

Table 6. Temperature of cessation of exsolution at the various pressures of the Cretaceous granite.

Sample No.	mineral	X <sub>Na</sub>	X <sub>K</sub>	T°C				
				1kb	2kb	3kb	4kb	5kb
6	Af	0.120	0.898	426	436	446	456	466
	Pl	0.994	0.008					



結 論

- 1) 聞慶尙州間 지역을 構成하고 있는 岩層은 片(麻)岩類, 雲橋里層, 朝鮮栗層群, 沃川層群, 平安層群, 大同層群, 永同層群, 安山岩과 斑岩類 등이 있으며 花崗岩類로는 角閃石 花崗岩, 黑雲母 花崗岩과 淡紅色黑雲母 花崗岩이 있으며 이들의 地質時代는 先캄브리아에서 白堊紀에 이른다.
- 2) 黑雲母 花崗岩과 淡紅色 黑雲母 花崗岩은 QAP모우드 分析에서 花崗岩에 該當되며, 또한 거의 같은 岩石學의 特徵과 構成鑛物을 가진 中-粗粒質岩으로서 微細空洞構造 (Mirolitic), 간혹 黑雲母의 流動構造(層狀), 에프라이트質脈, 中心部에 晶洞을 가진 포켓型 페그마타이트質部 등이 發達된 水分과 揮發性物質이 많은 後期 마그마產物이다.
- 3) 角閃石花崗岩의 黑雲母年齡(K/Ar)은  $202 \pm 7$  Ma로 侏羅紀 初期에 해당된다. 黑雲母花崗岩과 淡紅色 黑雲母花崗岩의 黑雲母年齡(K/Ar)은 각각 白堊紀末인  $72 \pm 1$  Ma와  $72$ Ma로서 이들은 佛國寺 火成活動產物인 同一岩體이다.
- 4) 이들 白堊紀岩類는 노름 Ab-An-Or 三角圖에서 花崗岩에 속하며 Felsic 및 Peraluminous하고 DI와 LI 平均값이 92.36과 27.28로서 分化末期에 該當된다. 그리고 알카리 對 실리카와 알루미늄 對 노름 PI 相關圖에서 각각 서브알카리와 켈크알카리系列에 속하며, Niggl value alk 對 al과 fm 對 al 相關圖에서 각각 Relatively alkali-poor와 Salic field에 密集되는 마그마質을 가진다.
- 5) 本岩類中 斜長石은 消角測定과 EPMA 分析에서 알바이트-오리고크레이스에 속한다. 또한 노름 Qz-Ab-Or 三角圖에서 大部分 1-4kb 사이에 密集分布되며 이 水蒸氣條件을 퍼다이트의 地質溫度 方程式에 적용하면  $426 \sim 456^{\circ}C/1 \sim 4kb$ 로서 이들 白堊紀 花崗岩은 대략  $440^{\circ}C$  정도에서 溶離現象이 끝났다.

참고문헌

金南長, 崔承五, 姜必鍾(1967) 地質圖幅說明書(聞慶, 1/5萬), 國立地質調査所, 37p.  
 金東鶴, 李炳柱(1986) 靑山地質圖幅說明書(1/5萬), 韓國動力資源研究所, 20 p.  
 金玉準(1968) 忠州-聞慶間의 沃川系의 層序와 構造. 鑛山地質, 1券, p. 35-53.  
 孫致武(1970) 沃川層群의 地質時代에 關하여. 鑛山地質, 3券, p. 9-15.

李大聲, 金勇俊(1985) 沃川帶에서의 火成活動—특히 沃川帶 東北部에서의 火成活動. 鑛山地質, 18券, p. 23-29.  
 李玟成, 金相旭(1968) 地質圖幅說明書(咸昌, 1/5萬). 國立地質調査所, 30p.  
 李鍾革, 金貞煥(1972) 地質圖幅說明書(槐山 1/5萬). 國立地質調査所, 22p.  
 李弘圭, 유의규, 洪勝昊(1972) 地質圖幅說明書(龍遊里, 1/5萬). 國立地質調査所, 21p.  
 Ahn, K. S. (1984) A petrological study on horblendite in southwestern part of Mungyeong area. Msc. Thesis Yonsei Univ. (unpubl.), 58p.  
 Billings, M. P. (1972) Structural geology (3rd ed.). Prentice-Hall, Inc., 606p.  
 Bonin, B. (1986) Ring complex granites and anorogenic magmatism. North Oxford Academic, 189p.  
 Burri, C. (1960) Petrochemical calculation. Israel program for scientific translations, p. 55-60.  
 Camichael, I. S. E., Turner, F. J. and Verhoogen, J. (1974) Igneous Petrology. McGraw-Hill Book Co., 664p.  
 Hong, S. S. (1985) A petrographic study on the contact metamorphism of the Ogcheon Formation with Sogrisan granite in the southeastern Goesan area. Msc. Thesis, Yonsei Univ. (unpub.), 76p.  
 Hyndman, D. W. (1985) Petrology of igneous and metamorphic rocks (2nd ed.). McGraw-Hill Book Co., 786p.  
 Irvine, T. N. and Baragar, W. R. A. (1971) A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. Can. Jour. Earth Sci., v. 8, p. 523-542.  
 Kim, O. J. (1971) Study on the intrusion epochs of younger granite and their bearing orogenesis in South Korea. J. Korean Inst. Mining Geol., v. 4, p. 1-10.  
 Kim, O. J. and Yoon, J. S. (1980) Study on lithology and tectonic interpretation of the Upper Ogcheon Members. J. Korean Inst. Mining Geol., v. 13, p. 91-100.  
 Kim, S. E., Yun, H. S. and Park, Y. S. (1987) Regional detailed studies on pinkish and greyish granitic rock resources for building stone in Korea. (KR-87-22), 257p., KIER  
 Kim, Y. J., Park, Y. S., Choo, S. H. and Oh, M. S. (1989) The study on the igneous activity in the southeastern zone of the Ogcheon geosynclinal belt, Korea(1) with the igneous activity in Namwon-Geochang-Sangju area. J. Korean Inst. Mining Geol., v. 22, p. 355-370.  
 Lee, D. S.(1977) Study on igneous activity in the middle Ogcheon geosynclinal zone, Korea. J. Geol. Soc. Korea, v. 7, p. 153-216.  
 Lee, D. S. (1972) Some problems on acidific plutonic rocks in Korea. J. Korean Inst. Mining Geol., v. 5, p. 21- 38.

- Lee, D. S., Chi, C. M. and Lee, D. W. (1980) Study on the metallogenic classification in the Ogcheon geosynclinal zone, Korea. *J. Korean Inst. Mining Geol.*, v. 13, p. 167-184.
- O'connor, J. T. (1965) A classification for quartz-rich igneous rocks based on feldspar ratios. *U. S. Geol. Surv. Prof. Paper*, 525-B, p. 9.
- Powell, M. and Powell, R. (1977) Plagioclase-alkali feldspar geothermometry revisited. *Mineral, Mag.*, v. 41, p.253-256.
- Putman, G. W. and Burnham, C. W. (1963) Trace elements in igneous rocks, northwestern and central Arizona. *Goechim. Cosmochim. Acta*, v. 27, p. 53-58.
- Streckeisen, A. L. (1976) To each plutonic rocks and its proper name. *Earth Sci. Rev.*, v. 12, p. 1-33.
- Tuttle, O. F. and Bowen, N. L. (1958) Origin of granite in the light of experimental studies in the system NaAlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>-KAlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>-SiO<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O. *Mem. Geol. Soc. Am.*, v.74, 153p.