

## 潭陽—鎮安사이에 分布하는 葉理狀花崗岩類에 對한 岩石化學的 研究

金正彬<sup>\*</sup>· 金勇俊<sup>\*</sup>· 洪世善<sup>\*\*</sup>

### Geochemical Study on Foliated Granites in the Damyang–Jinan area.

Cheong-Bin Kim, Yong-Jun Kim and Sei-Sun Hong

**Abstract:** Foliated granites between Damyang and Jinan are subdivided into Daegang foliated granite, Foliated hornblende biotite granodiorite, Sunchang foliated granodiorite, Foliated two mica granite and Samori foliated granite by mineral and texture.

From EPMA data of the foliated granites following results are achieved. Composition of plagioclase are correspond to andesine, oligoclase and albite in Foliated hornblende biotite granodiorite, Sunchang foliated granodiorite and other foliated granites, respectively. And amphiboles are calcic hornblende in Foliated hornblende biotite granodiorite, and riebeckite in Daegang foliated granite.

In differentiation index(D. I.) and Larsen index(L. I.), Daegang foliated granite, Foliated two mica granite and Samori foliated granite which belong to granite are 83.12–95.54 and 25.86–29.05 and Foliated hornblende biotite granodiorite and Sunchang foliated granodiorite of diorite to granodiorite are 54.99–78.54(D. I.) and 6.48–21.01(L. I.). Harker and AMF diagrams plotted from foliated granites show that the granites are product of calc alkali rock series originated from co-magma.

Characteristic foliation of foliated granites fromed by ductile deformation at deep zone of dextral strike slip fault. Foliated granites are considered as a series of differentiated product of Triassic Igneous activity of Son-grim disturbance.

According to REE, (La/Lu) and Eu/Sm, Foliated hornblende biotite granodiorite and Sunchang foliated granodiorite are correspond to granodiorite, and other foliated granites are monzo-and syeno-granite. Foliated granites having 0.20–0.01 of Em/Sm ratio are plutons emplaced by the tectonic setting in continents and continental margin.

### 序　　言

#### 研究目的

韓半島의 地質은 先캠브리아系로 構成된 華北—韓國台地의 東南部에 位置하며, 地構造의 으로 유라시아板과 太平洋板이 隣接한 곳에 자리잡고 있어 이들 板에 의한 板構造運動과 密接한 關係를 가진다. 특히 古生代末 부터 中生代에 이르는 期間에 있었던 아시아板 밑으로 太平洋板의 一部인 Kula板이 沈降하면서 아시아板에 준 影響은 韓半島 南部에서 造山運動과 隨伴되는 火成活動을 誘發시켰다. 이들 造山運動으로는 後朝鮮運動, 松林變動, 大寶運動, 佛國寺變動을 들 수 있다.

이 研究地域은 韓半島의 基盤을 이루는 嶺南陸塊 北西部에 該當하는 곳으로 地體構造區(李相萬, 1973; 金玉準外, 1980)로는 沃川地向斜帶 東南部와 中央帶 및 南緣部(李大聲, 1971; 1980 李大聲과 金勇俊, 1985; 李大聲外, 1985)가 隣接하는 地域으로서 所謂 湖南剪斷帶( Yanai, et al., 1985; Hong and Lee, 1989)가 지나고 있다. 湖南剪斷帶를 構成하는 岩相中에서 가장 넓은 分布를 보이는 葉理狀花崗岩類는 新興, 昌平, 求禮, 南原, 淳昌, 葛潭, 烏樹, 長溪, 咸陽, 鎮安地域內에 널리 分布하며 部分의 으로 岩石學의 및 地質年代의 研究가 遂行된 바 있다(金正彬과 金勇俊, 1984; 金玉準, 1971; 金勇俊, 1986, 1988; 金勇俊外, 1987; 金勇俊과 金正彬, 1988; 金勇俊과 李昌伸, 1988; 金勇俊外, 1989; 朱昇煥, 1986; 朱昇煥과 金星載, 1986; 洪世善外, 1988; Hong and Lee, 1989). 이 研究의 目的是 精密野外地質調查와 室內作業을 통하여 이들 葉理狀花崗岩類들의 空間的 分布와 岩石化學的 特性을 紛明함에 있다.

\* 全南大學校 地質學科(Dept. of Geology, Chonnam National Univ. Kwangju 500-75, Korea)

\*\* 韓國動力資源研究所(Korea Institute of Energy and Resources, Taejeon 302-343, Korea)

## 研究方法

### EPMA 分析

本研究地域에分布하는火成岩類를構成하는主要造岩礦物인斜長石, 黑雲母, 角閃石에대해化學組成 및構成成分을알기위해EPMA分析을실시하였다. EPMA分析은延世大地質學科에設置되어있는日本電子JCXA-733 electron microprobe를利用하여實施하였다. 分析條件은加速電壓15KV, probe current  $1 \times 10^{-8}$ A, beam diameter  $2\text{--}5\mu\text{m}$ 이며Bence and Albee(1968)補正을거쳤고天然產礦物을Standard로使用했다. 畝分析對象礦物은各各一次礦物로보이는自形의新鮮한礦物들을選定하여斜長石314點, 黑雲母23點, 角閃石21點, 曹閃石7點等總355點을分析했다.

### ICP分析

研究地域에分布하는火成岩類에대한岩石記載 및岩石化學的研究를위하여各岩體를代表할수있는가장新鮮한試料를採取하여主成分元素, 微量元素와稀土類元素를分析하였다. 主成分元素는英國London大學의Walsh博士에의해ICP를利用하여帶江葉理狀花崗岩14個, 葉理狀角閃石黑雲母花崗閃綠岩14個, 淳昌葉理狀花崗閃綠岩16個, 葉理狀複雲母花崗岩8個, 三梧里葉理狀花崗岩7個등總59個의試料에대하여실시되었다.

微量成分元素는主成分元素를分析한同一한岩石試料에 대하여14元素成分을分析하였다.

稀土類元素는主成分및微量元素를analysis한岩石試料中에서各各2個씩총10個試料를選別하여分析하였다. 分析의誤差의限界는5~10%範圍以內이고Nakamura(1974)에의한隕石의含量을利用하여標準화시켰다.

## 地質概說

韓半島中部以南地域의地質은京畿陸塊와嶺南陸塊그리고中國方向을갖는地向斜性變化堆積岩이널리분포하는沃川地向斜帶와慶尚堆積盆地로區分되어질수있다. 所謂沃川地向斜帶는京畿陸塊와嶺南陸塊사이에분포하는變性堆積岩을가리키며이는地構造의으로解釋해볼때造山期以後에形成된모랫세(molasse)盆地또는地構造的盆地를基準으로다음과같이西北境界와東南境界를정할수있다. 西北境界는公州-曾平-橫城을잇는新羅盆地의殘存體및N25°E方向의지구대를서북방경계로한다. 이는本帶에서背後盆地(back deep)에該當한다.

東南境界는永同一長興을잇는新羅盆地의連續인永同一光州陷沒帶의東南境界와一致하는한계를갖는다. 이東南境界부의新羅盆地는前緣海子(fore deep)로볼수있다. 沃川地向斜帶와嶺南陸塊의隣接地域은地質時代를달리하는深成岩類가北北東-南南西또는北東-南西方向으로帶狀分布한다.

沃川地向斜帶에서의火成活動에대한研究는李大聲(1971), Lee(1977)와李大聲外(1980, 1985)에의하여沃川地向斜帶가京畿陸塊와접하는지역을西北帶(NW-zone),嶺南陸塊와접하는地域을東南帶(SE-zone),中央部와東海岸地域을각각中央帶(C-zone)및東海岸帶(E-zone)로구분한바있다.

本研究地域은沃川地向斜帶의東南帶(李大聲, 1971)에該當하는地域으로서주로先Cambrian紀의智異山變成複合體의一員인花崗岩質片麻岩을基盤으로先Cambrian紀의灰色長石化崗片麻岩,時代末詳의變性堆積岩類와黑雲母化崗片麻岩,三層紀의葉理狀花崗岩類,侏羅紀의斑構岩및黑雲母花崗岩,白堊紀의火山岩類와堆積岩類, 이를貫入하는白堊紀末의花崗岩과脈岩類로構成된다.

研究地域에分布한岩石의地質系統은Table 1과같다.

Table 1. Geological sequence of Damyang-Jinan area.

Quat.	[ Alluvium ~~~~unconformity~~~~ Acidic and intermediately dykes intrusion ]	
Cret.	[ Acidic and intermediately volcanics sedimentary rocks ]	Gyeongsang Supper Group
Jura.	[ ~~~unconformity~~~ Biotite granite Gabbro intrusion ]	
Tria.	[ Namweon granite Samori foliated granite Foliated two mica granite Sunchang foliated granodiorite Foliated hornblende biotite granodiorite Daegang foliated granite intrusion ]	Foliated granites
Age unknown	[ Biotite granite gneiss intrusion Meta sediments ~~~~unconformity~~~~ Gray feldspar granite gneiss intrusion ]	
Pre Cam.	[ Jirisan gneiss complex ]	

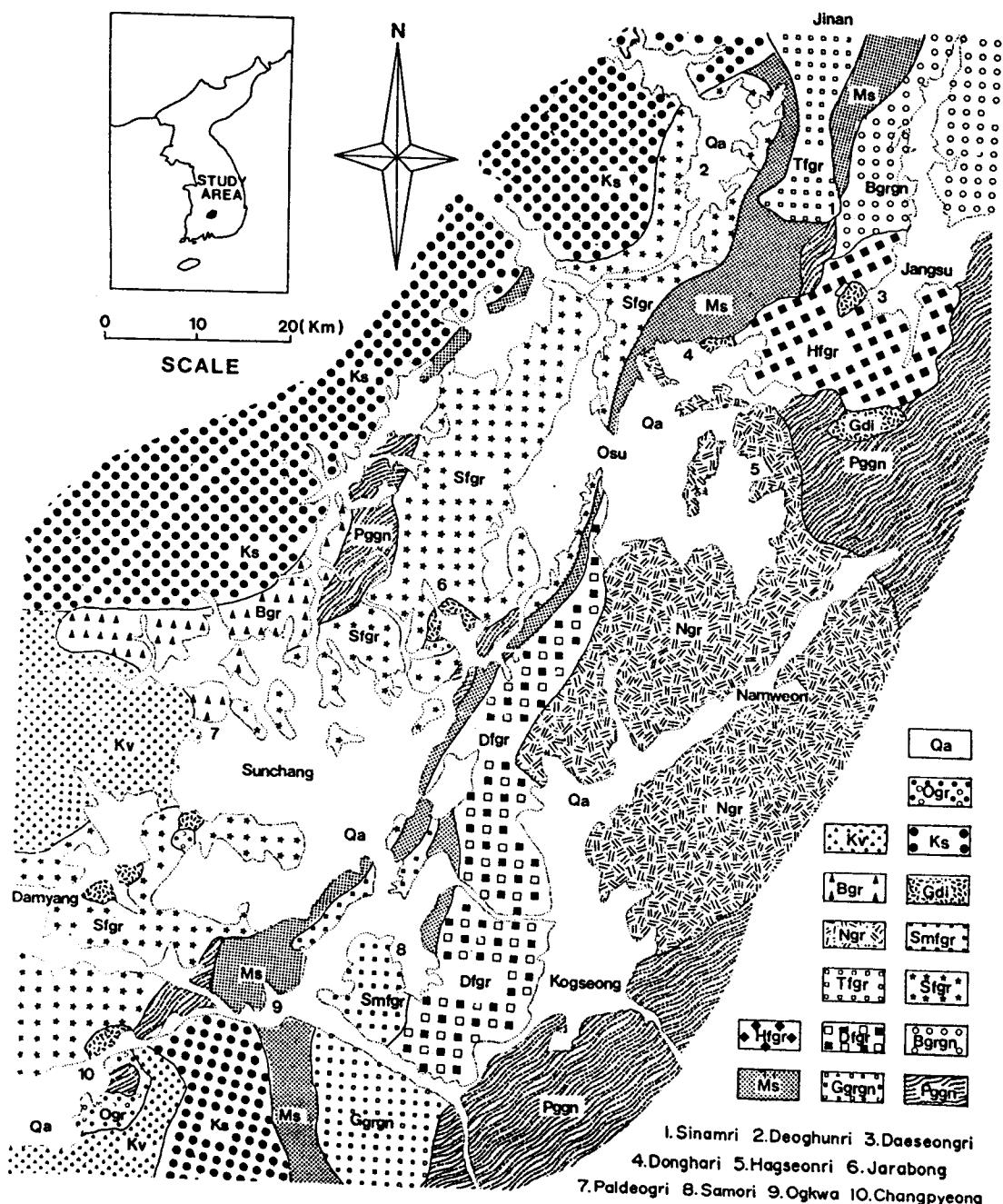


Fig. 1. Geologic map in the Damyang-Jinan area. Pggn : Pre-Cambrian granitic gneiss, Ggrrn : Gray feldspar granite gneiss, Ms : Age unknown meta-sediments, Bgrgn : Age unknown biotite granite gneiss, Dfgr : Daegang foliated granite, Hfgr : Foliated hornblende biotite granodiorite, Sfgr : Sunchang foliated granodiorite, Tfgr : Foliated two mica granite, Smfgr : Samori foliated granite, Ngr : Namweon granite, Gdi : Gabbro, Bgr : biotite granite, Ks : Cretaceous sediments, Kv : Cretaceous volcanics, Ogr : Ogangri granite, Qa : alluvium.

### 變成堆積岩類

變成堆積岩類는 花崗岩化作用으로 아직 層序가 확립되지 못한 先캠브리아紀의 變性堆積岩類(以下 智異山變成複合體)와 이를 不整合으로 덮는 時代末詳의 變性堆積岩類로 구분된다(金勇俊과 金正彬, 1988).

智異山變成複合體는 研究地域의 東部와 中西部 및 南部地域에 널리 분포하며 주로 花崗岩質組織을 가지는 花崗岩質片麻岩이 大部分이나 小規模로 分布하는 眼球狀片麻岩, 縞狀片麻岩 및 混成岩質片麻岩과는 減移的境界를 보이고 또 얼마간의 結晶片岩類가 挾在되어 있다. 이들 片麻岩質와 結晶片岩은 數次列에 걸친 火成岩類과 貫入과 廣域變成作用을 받아 심한 再結晶作用과 花崗岩化作用이 일어나 아직도 層序設定이 確立되어 있지 못하다(李商萬, 1980).

時代末詳의 變性堆積岩類는 北北東—南南西 方向으로 帶狀分布를 보이며 北部 地域인 聖水山附近에서 가장 넓게 分布하고 層厚의 變化도 심하다. 北部에 位置한 鎮安圖幅(孫致武와 金洙鎮, 1966)에서는 이들中 주로 硅岩으로構成된 部分을 肆巖山層, 雲母片岩과 千枚岩 및 렌즈상의 石灰岩을 포함하는 部分을 雪玉里層으로 구분하고 있다. 그러나 南原圖幅(金東鶴과 李炳柱, 1984)과 婁樹圖幅(金圭鳳 외, 1984)에서는 硅岩의 하부에도 雲母片岩이나 千枚岩이 분포함을 중시하고, 肆巖山層과 雪玉理層을 묶어 數條의 硅岩이 挾在된 變性堆積岩으로 取扱 하였으며 이 研究에서도 이에 따른다.

### 深成花崗岩類

研究地域에 分布하는 深成花崗岩類는 灰色長石化崗片麻岩, 黑雲母化崗片麻岩, 帶江葉理狀花崗岩, 角閃石葉理狀黑雲母化崗閃綠岩, 淳昌葉理狀化崗閃綠岩, 葉理狀復雲母花崗岩, 三梧里葉理狀花崗岩, 南原花崗岩, 斑矯岩, 黑雲母花崗岩, 五江里花崗岩으로 구분된다.

灰色長石花崗片麻岩은 研究地域의 南東部 地域에 帶狀으로 分布하며 뚜렷한 片麻組織을 갖고 특징광물로서 灰色石英과 長石를 含有하는 淡灰色 粗粒 내지 中粒質 花崗岩質岩으로 概略的인 走向과 傾斜은 N30~40°E와 65~80°SE이다.

黑雲母化崗片麻岩은 研究地域의 北東部인 鳳凰山一帶에 널리 分布하며 鎮安, 長溪와 成長圖幅으로 延長 分布된다. 黑雲母花崗片麻岩에 대한 地質時代는 鎮安圖幅(島村新兵偉, 1925)에서는 淳昌葉理狀花崗岩閃綠岩과 合하여 先캠브리아紀의 花崗岩片麻岩으로 分류하고 있으나 金奎鳳 외

(1984)의 婁樹圖幅과 金勇俊과 金正彬(1988)은 時代末詳으로 取扱하고 있다. 野外에서 黑雲母花崗岩片麻岩은 카리장석의 양이 많아 淡紅色을 띠므로 淳昌葉理狀花崗閃綠岩과 구분 가능하며 葉理의 概略的인 走向과는 傾斜은 N20~30°E와 50°SE이다.

對江葉理狀花崗岩은 研究地域 中東部에서 南東部에 걸쳐 帶狀 分布하는 底盤狀 貫入體로서 淳昌圖幅(朴喜寅, 1966)과 昌平圖幅(孫致武와 金洙鎮, 1966)에서는 時代末詳의 花崗片麻岩으로 取扱했으나 南員圖幅(金東鶴과 李炳柱, 1984)에서는 帶江葉理狀花崗岩으로 岩層名을 變更했으며 이 研究에서도 帶江葉理狀花崗岩을 이 岩相에 대한 岩層名으로 사용키로 한다. 帶江葉理狀花崗岩의 地質時代는 南原西南쪽에서 取扱된 試料의 Rb / Sr의 全岩年斷이 228±4Ma로 三疊紀 中葉에 해당한다(朱昇煥과 金星載, 1986).

帶江葉理狀花崗岩은 뚜렷한 葉理를 보이나 淡紅色을 띠어 淡灰色의 淳昌葉理狀花崗閃綠岩과 쉽게 구분되며 또 白雲母를 2~5 容積% 含有하는 優白色의 三梧里葉理狀花崗岩과도 구분 가능하다. 帶江葉理狀花崗岩의 主造成礦物은 石英, 퍼어다이트, 微斜長石, 斜長石과 黑雲母이며 副造成礦物은 曹閃岩, 褐簾石, 不영明礦物과 스펜 및 저어콘들이 관찰된다. 帶江葉理狀花崗岩에 대한 모두 分析結果는 알칼리花崗岩 내지 花崗岩 領域에 該當한다(Fig. 2).

葉理狀黑雲母角閃石花崗岩閃綠岩은 研究地域의 北東部地域에 널리 分布하는 組粒質花崗岩質岩으로 閃綠岩은 0.5~1cm 크기의 自形내지 半自形을 보이지만 方向性 있는 配列이 거의 없거나 微弱한 것에 비하여 黑雲母는 半自形이나 他形이 優勢하고 또 比較的 큰 長石結晶의 ◉團을 둘러싸서 뚜렷한 葉理을 보이며 이 葉理의 概略的인 走向과 傾斜은 N25~35°E와 50~70°SE이다. 葉理狀黑雲母角閃石花崗岩閃綠岩의 地質時代는 자고개附近에서 採取된 試料의 K / Ar 각성석 年斷(金勇俊과 李昌伸, 1988)이 1987±0.9Ma로서 三疊紀末 내지 쥬라기初에 해당한다. 葉理狀黑雲母花崗閃綠岩의 主造成礦物은 石英, 斜長石, 微斜長石, 角閃石과 黑雲母이고 副造成礦物은 網雲母, 綠泥石, 綠簾石, 저어콘, 將灰石, 스펜과 미트메카이트이며, 또 모드 分析結果는 石英閃綠岩에서 花崗岩閃綠岩의 領域에 該當한다(Fig. 2).

淳昌葉理狀花崗岩閃綠岩은 研究地域의 北部인 鎮安, 任質, 葛潭, 南原, 淳昌, 昌平과 新紀圖幅에 걸쳐 넓게 分布하며 淳昌圖幅에서는 淳昌片狀花崗岩(朴喜景, 1966)으로 불리워 왔다. 淳昌葉理狀花崗閃綠岩에 대한 地質時代는 島村新兵偉(1925)년 先캠브리아紀의 花崗片麻岩으로 간주하

였으나 淳昌圖幅(朴喜寅, 1966), 葛潭圖幅(洪萬燮 外, 1966), 昌平圖幅(孫致武와 金洙鎮, 1966), 新興圖幅(金貞煥 外, 1982), 南原圖幅(金東鶴과 李病柱, 1984) 및 無樹圖幅(金奎鳳 外, 1984)에서는 時代未詳으로 取扱했다. 그러나 朱昇煥과 金星載(1986)는 Rb/Sr 全岩年齡이  $222 \pm 4$  Ma로서 三疊紀中期에 該當됨을 發表한 바 있다. 淳昌葉理狀花崗岩의 主成分礦物은 石英, 斜長石, 微斜長石과 黑雲母이며 副造成礦物은 綠泥石, 綠簾石, 絹雲母, 스펜, 저어콘, 隙灰石과 方解石으로 構成되고, 모드分析 結果는 토날라이트에서 花崗閃綠岩의 領域에 該當한다(Fig. 2). 葉理狀復雲母花崗岩은 研究地域의 北部地域에 분포하며 北接하는 鎮安圖幅 地域으로 延長되는 粗粒 내지 巨晶質花崗岩으로 黑雲母의 方向性 있는 配列에 의해 微弱한 葉理構造를 갖고 特徵礦物로서 灰色長石과 白雲母를 含有하며 概略의 葉理의 走向과 傾斜은 N20E와 70SE이다. 葉理狀復雲母花崗岩은 變成堆積岩類와의 隣接部에서 폐그마타이트質岩相을 보이며 巨晶의 白雲母와 自形의 電氣石結晶이 觀察된다. 葉理狀復雲母花崗閃綠岩에 대한 모드 analysis 結果는 花崗岩의 領域에 속하며 主造成礦物은 石英, 斜長石, 微斜長石과 白雲母와 黑雲母이고 副造成礦物은 電氣石, 미트메카미트, 저어콘, 方解石, 綠簾石, 燐灰石 등이다(Fig. 2).

三梧里葉理狀花崗岩은 研究地域의 南部地域에 분포하며 淳昌圖幅과 昌平圖幅에서는 代表의 標識地인 三梧里 地名을 따서 三梧里葉理狀花崗岩으로 名命하였는 바 이 研究에서도 이 岩層名을 따르기도 한다. 三梧里葉理狀花崗岩의 葉理組織은 伸張된 石英과 方向性 있는 配列을 보이는 黑雲母에 의한 것으로, 全體의 으로는 優白色을 띠는 花崗岩質岩으로 三梧里葉理狀花崗岩은 變成堆積岩類와의 隣接部에서 白雲母의 急增과 폐그마타이트相이 優勢해지며 또 塊停里 附近에서 變成堆積岩類에 대한 모드分析結果는 花崗岩 領域에 속하며 主造成礦物은 石英, 斜長石, 微斜長石과 白雲母와 黑雲母이고 副造成礦物은 栲榴石과 褐簾石으로 構成된다(Fig. 2).

南原花崗岩類는 研究地域의 東部地域에 널리 分布하는 淡灰色 塊狀의 粗粒質 내지 中粒質花崗岩類로서 既存岩을 貫入하는 接觸 境界部에 30~100m 정도의 細粒質 綠邊相을 發達시키며 이에는 規則性이 缺如된 葉理構造가 나타나며, 이는 貫入 境界部에서 흔히 나타나는 一次起源의 葉理이다(金奎鳳 外, 1984).

班礫岩은 研究地域의 北部에서 南部에 이르는 地域에 直徑 1~3km 內外의 크기를 갖는 小規模의 岩株狀 貫入體로서 散在하는 中粒의 深成岩으로서 新鮮한 露頭에서는 優黑

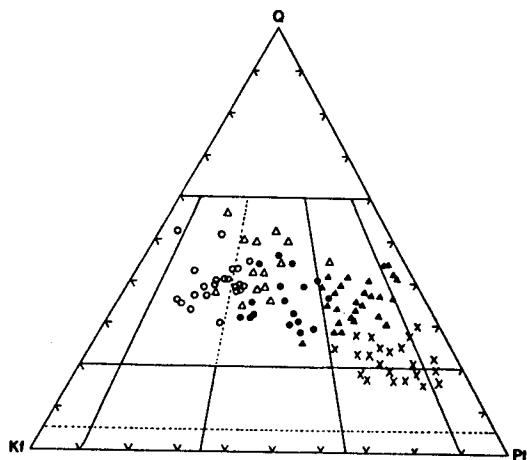


Fig. 2. Modal composition of foliated granites in the Damyang-Jinan area. cross : Foliated hornblende biotite granodiorite, open circle : Daegang foliated granite, full triangle : Sun-chang foliated granodiorite, full circle : Foliated Two mica granite, open triangle : Samori foliated granite

色을 띠나 風化面에서는 赤褐色을 보인다.

黑雲母花崗岩은 淳昌郡 電林面 一帶에 분포하는 塊狀의 粗粒質花崗岩으로서 剛泉寺 入口 附近의 露頭에서 취성변형(brITTLE deformation)을 받은 흔적이 觀察되며 또 小規模의 紅色 長石脈이나 石英脈에 의해 絶斷되는 것이 흔히 觀察된다.

梧江里花崗岩은 研究地域의 南部와 中部地域에 분포하며 昌平圖幅의 梧江里가 代表의 標識地로 岩層名이 名命되었으며 이 研究에서도 이 岩層名을 따르기로 한다. 梧江里花崗岩은 淡紅色 粗粒質花崗岩으로 花崗岩質片麻岩, 淳昌葉理狀花崗閃綠岩, 斑勳岩과 無等山安山岩을 貫入한다.

### 堆積岩類

研究地域에 分布하는 堆積岩類는 所謂 鎮安統에 속하는 山水洞層과 馬耳山礫岩層 그리고 陵州層群의 梧禮里層 등으로 構成된다. 鎮安統은 鎮安圖幅, 任實圖幅과 葛潭圖幅에 널리 分布하고, 陵州層群은 研究地域의 南部에 넓게 分布한다. 이를 堆積層에 包含된 矸岩들은 構成岩石으로 미루어 보아 慶尚系의 檍川層群에 대비된다(孫致武와 金洙鎮, 1966; 洪萬燮 外, 1966; 金奎鳳 外, 1984).

### 火山岩類

火山岩類는 研究地域 中西部와 南部地域에 分포하며 淳

昌圖幅, 葛潭圖幅, 昌平圖幅 地域에 널리 분포한다.

研究地域의 中西部 地域에 널리 分布하는 火山岩類를 朴喜寅(1966)은 武夷山層과 剛泉寺層으로 구분한 바 있다. 武夷山層은 凝灰岩, 凝灰岩質堆積岩과 流紋岩이 交互하는 部分과 安山岩이 熔流된 部分이 反復的으로 나타난다. 剛泉寺層은 武夷山層을 不整合으로 덮으며 流紋岩質凝灰岩과 石英安山岩으로 나누어진다(朴喜寅, 1966).

### 斜長石

斜長石은 帶江葉理狀花崗岩에서 46점, 葉理狀角閃石黑雲母花崗閃綠岩에서 57점, 淳昌葉理狀花崗閃綠岩에서 68점과 葉理狀複雲母花崗岩에서 55점을 分析하였으며 그 分析值는 Table 2와 같다. 斜長石에 對한 EPMA 分析結果는 帶江葉理狀花崗岩에서는 sodic albite (An 4.6)가 優勢하나 全體的으로는 sodic-calcic albite (An 0.3-9.7)에 속한다. 葉理狀角閃石黑雲母花崗閃綠岩에서 斜長石은 andesine (An 35.3)이 優勢하나 正常累帶構造(normal zoning)의 core 部分은 calcic andesine (An 19.1-35)의 領域에 속한다. 특히 本岩에서는 累帶構造가 흔히 觀察되는데 이는 적어도 斜長石에 있어서는 매우 不平衡的인 狀態에서 마그마가 分化 되었음을 示唆한다(Barth, 1962; 1969; 洪世善 外, 1988). 淳昌葉理狀花崗閃綠岩의 斜長石은 大部分 sodic andesine (An 33.7)에 속하나 累帶構造의 core 部分에서는 andesine (An 36.2-40.1)이, rim 部分에서는 sodic oligoclase (An 10.1-

20.1)이다. 葉理狀複雲母花崗岩에서는 albite (An 7.5)가 優勢하나 大體的으로 albite 내지 oligoclase (An 0.4-19.7) 領域에 속한다. An-Ab-Or 三角圖(Fig. 3)에서 斜長石은 거의 An-Ab 面에 가까이 圖示된다.

### 黑雲母

黑雲母는 帶江葉理狀花崗에서 4점, 葉理狀角閃石黑雲母花崗片麻岩에서 12점을 分析하였으며 分析值는 Table 3과 같다. 帶江葉理狀花崗岩에서 黑雲母의 MgOms 3.15% 以內이고 K<sub>2</sub>O는 9.67% 未滿이다. 葉理狀角閃石黑雲母花崗閃綠岩에서의 MgO는 9.90-12.73%의 範圍이고 K<sub>2</sub>O는 8.80-10.06%의 範圍이다.

研究地域의 帶江葉理狀花崗岩과 葉理狀角閃石黑雲母花崗閃綠岩에 含有된 黑雲母에 固化指數(Kuno, 1954)와 FeO(t)/FeO(t)+MgO의 相關圖(Fig. 4)에서는 岩石과 鑽物의 相關關係가 높고 固化指數가 減少함에 따라 岩石과 黑雲母 모두 鐵(Fe)의 量이 많아지고 마그네슘(Mg) 量은 적어진다. 帶江葉理狀花崗岩에서 黑雲母들 사이에서의 差異는 帶江葉理狀花崗岩이 固化됨에 따라 磁鐵石이 얼마간 結晶화 되기 때문으로 解釋된다.

Fe/(Fe + Mg)와 tetrahedral Al<sup>IV</sup> 및 octahedral Al<sup>VI</sup>과의 相關關係(Fig. 5)에서 鹽基性에서 酸性으로 갈수록 Phlogopite-Ansite 領域에서 Eastonite-Sidrophyllite 領域으로 變化된다. Fe<sup>2+</sup>/(Fe<sup>2+</sup> + Mg)의 含量比는 0.66-0.88로서 日本

Table 2. Representative electron microprobe analyses of plagioclase form Foliated granite in the Damyang-Jinan area.

Tfgr				Dfgr				Hfgr				Sfgr				
101	102	103	104	192	194	195	196	204	205	206	207	256	257	258	259	
SiO <sub>2</sub>	66.28	64.44	66.07	65.69	66.71	66.51	66.65	67.15	57.37	57.61	56.97	56.94	59.73	60.92	60.92	62.35
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	21.47	22.61	21.57	21.67	21.16	20.99	20.97	20.77	26.77	26.69	27.31	27.06	25.53	24.87	24.66	23.63
CaO	2.34	3.70	2.46	2.58	1.97	1.76	1.74	1.51	8.68	8.59	9.33	9.03	7.20	6.41	6.16	4.93
Na <sub>2</sub> O	10.54	9.69	10.44	10.27	10.74	10.64	10.71	10.94	6.44	6.55	6.26	6.24	7.53	8.07	8.07	8.73
K <sub>2</sub> O	0.03	0.07	0.06	0.09	0.08	0.01	0.10	0.09	0.09	0.12	0.10	0.13	0.10	0.11	0.15	0.11
total	100.66	100.51	100.60	100.30	100.66	99.61	100.17	100.46	99.35	99.56	99.97	99.40	100.09	100.38	99.96	99.75
Si	2.893	2.829	2.887	2.890	2.910	2.918	2.919	2.931	2.583	2.588	2.555	2.566	2.659	2.699	2.708	2.766
Al	1.105	1.170	1.111	1.120	1.008	1.085	1.082	1.069	1.421	1.414	1.444	1.437	1.340	1.299	1.292	1.236
sum	3.998	3.998	3.998	4.000	3.998	4.003	4.001	3.999	4.004	4.002	3.999	4.003	3.999	3.998	4.000	4.002
Ca	0.109	0.174	0.115	0.121	0.092	0.083	0.082	0.070	0.419	0.414	0.448	0.436	0.343	0.304	0.293	0.234
Na	0.892	0.825	0.885	0.873	0.908	0.905	0.909	0.926	0.563	0.571	0.544	0.546	0.650	0.694	0.696	0.751
K	0.002	0.004	0.003	0.005	0.004	0.001	0.006	0.005	0.005	0.007	0.006	0.008	0.006	0.006	0.008	0.006
sum	1.003	1.003	1.003	0.999	1.004	0.989	0.997	1.001	0.987	0.991	0.998	0.989	0.999	1.004	0.998	0.992
An	10.9	17.3	11.5	12.1	9.1	8.4	8.2	7.0	42.5	41.7	44.9	44.1	34.4	30.3	29.4	23.6
Ab	88.9	82.3	88.2	87.4	90.4	91.6	91.2	92.5	57.0	57.6	54.5	55.2	65.1	69.1	69.8	75.7
Or	0.2	0.4	0.3	0.5	0.4	0.1	0.6	0.5	0.5	0.7	0.6	0.8	0.6	0.6	0.8	0.6

Tfgr : Foliated two mica granite, Dfgr : Daegang foliated granite, Hfgr : Foliated hornblende biotite granodiorite, Sfgr : Sunchang foliated granodiorite.

南西部의 magnetite series 花崗岩 底盤( $0.00 < 0.57$ )보다 큰 값을 가진다(Czamanske, et al., 1980). 이는 花崗岩質 마그마가 晶出할 때 温度가 下降함에 따라 酸素分壓의 增加로

$MgO$  높은 黑雲母와 多量의 磁鐵石을 形成시킬 수 있으며 反對로 酸素의 分壓이 減少되면서 Fe 成分이 높은 黑雲母와 少量의 磁鐵石이 形成됨을 나타낸다.

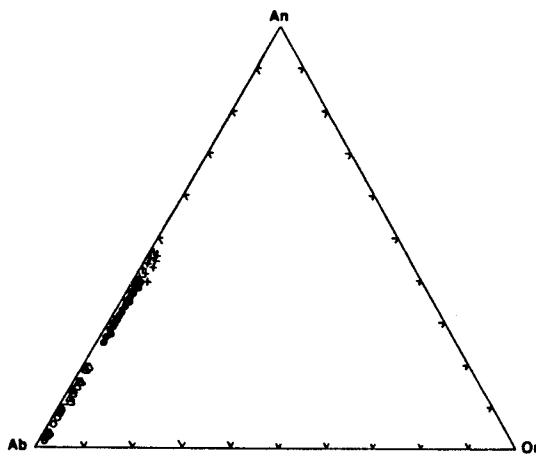


Fig. 3. Anorthite-Albite-Othoclase diagram for plagioclase from foliated granites in the Damyang-Jinan area. cross : Foliated hornblende biotite granodiorite, fulled circle : Sunchang foliated granodiorite, open triangle : Foliated a-tow mica granite, open circle : Daegang foliated granite.

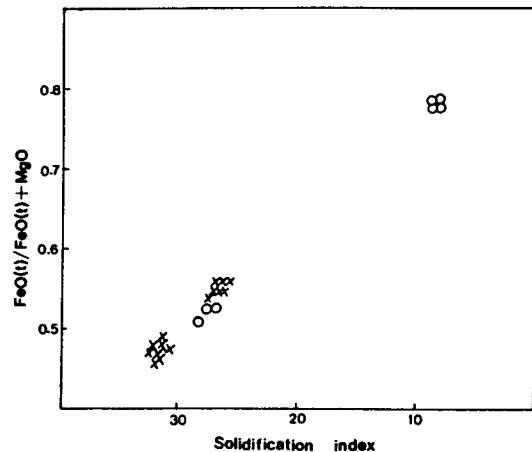


Fig. 4. Relation between biotites and rocks in the  $FeO(t)$   $[FeO(t)+MgO]$  ratio and S. I. of foliated granites in the Damyang-Jinan. open circle : Daegang foliated granite, cross : Foliated hornblende foliated granodiorite.

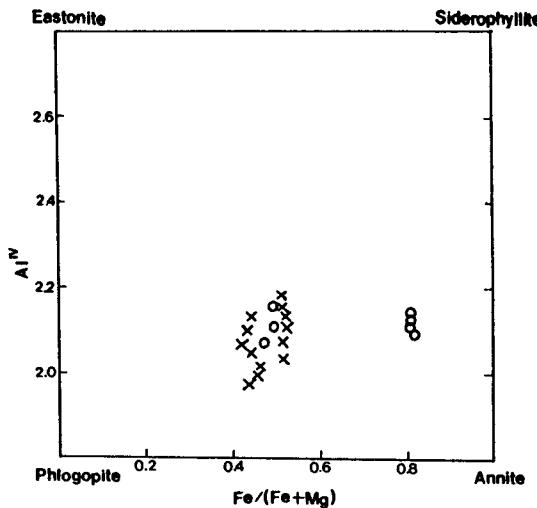
Table 3. Representative electron microprobe analyses of biotite from Daegang foliated granite and Foliated hornblende biotite granodiorite in the Damyang-Jinan area.

	429	430	431	432	433	434	435		436	437	438	439	440	441	442
Daegang foliated granite								Foliated hornblende biotite granodiorite							
SiO <sub>2</sub>	36.32	35.53	36.05	35.06	34.44	34.67	35.00		37.75	36.68	37.17	37.46	37.69	37.66	37.34
TiO <sub>2</sub>	1.58	1.26	1.72	1.64	1.86	1.98	2.15		1.35	1.56	1.50	1.59	1.80	1.75	1.82
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15.45	14.63	15.67	16.31	15.92	16.24	15.49		15.51	15.36	15.02	15.33	15.89	16.19	15.74
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FeO	18.29	17.57	18.55	17.46	26.48	2.66	26.85		16.33	16.79	17.28	17.44	16.69	17.70	17.11
MgO	10.78	11.12	10.72	3.43	3.47	3.42	3.51		12.73	12.00	12.42	12.33	12.68	12.44	12.58
MnO	0.37	0.27	0.34	0.32	0.24	0.29	0.37		0.39	0.32	0.26	0.37	0.34	0.28	0.23
CaO	0.00	0.02	0.04	0.04	0.03	0.00	0.03		0.00	0.00	0.02	0.03	0.00	0.00	0.00
Na <sub>2</sub> O	0.07	0.03	0.03	0.01	0.05	0.00	0.09		0.04	0.03	0.10	0.08	0.05	0.05	0.02
K <sub>2</sub> O	9.91	10.01	10.10	9.39	9.23	9.35	9.96		9.95	10.06	9.99	9.63	9.42	9.74	9.55
total	92.77	90.44	93.22	93.66	91.72	92.61	93.45		94.05	93.00	93.76	94.26	94.56	95.81	94.39
Si	5.691	5.716	5.637	5.679	5.683	5.655	5.700		5.755	5.717	5.725	5.725	5.703	5.658	5.680
Al(4)	2.309	2.284	2.363	2.321	2.317	2.335	2.300		2.245	2.283	2.275	2.275	2.297	2.342	2.320
Al(6)	0.544	0.490	0.525	0.793	0.780	0.793	0.673		0.542	0.524	0.452	0.486	0.537	0.525	0.503
Ti	0.186	0.152	0.202	0.200	0.231	0.243	0.263		0.155	0.182	0.174	0.183	0.205	0.198	0.208
Fe(3)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Fe(2)	2.397	2.364	2.426	3.720	3.655	3.643	3.657		2.082	2.177	2.226	2.229	2.112	2.224	2.177
Mg	2.519	2.667	2.499	0.828	0.854	0.833	0.852		2.894	2.774	2.852	2.810	2.861	2.787	2.853
Mn	0.049	0.037	0.045	0.044	0.034	0.040	0.051		0.050	0.042	0.034	0.048	0.044	0.036	0.030
Ca	0.000	0.003	0.007	0.007	0.005	0.000	0.005		0.000	0.000	0.003	0.005	0.000	0.000	0.000
Na	0.021	0.009	0.009	0.003	0.016	0.000	0.028		0.012	0.009	0.030	0.024	0.015	0.015	0.006
K	1.981	2.054	2.015	1.941	1.943	1.949	2.069		1.935	1.990	1.963	1.878	1.819	1.867	1.853

## 角閃石

葉理狀角閃石黑雲母花崗閃綠岩과 帶江葉理狀花崗岩에 들어있는 角閃石의 化學組成을 알아보기 위하여 각각 18점과 5점을 분석했으며 그 分析值는 Table 4와 같다.

葉理狀角閃石黑雲母花崗閃綠岩은 長徑이 3~10mm, 短徑이 1~5mm의 角閃石 \*晶을 包含하여 이의 모드 分析值는



0.7~3.5%에 이르고 帶江葉理狀花崗岩에서 曹閃石의 모드 分析值는 0.5~3.0%에 달한다. 帶江葉理狀花崗岩과 葉理狀角閃石黑雲母花崗閃綠岩이 각각 0.129~0.215, 0.930, 1.322으로서 큰 差異를 보인다. Ti는 帶江葉理狀花崗岩과 葉理狀角閃石黑雲母花崗閃綠岩이 0.01~0.16, 0.111~0.222의範圍로서 比較的 작고  $\text{Fe}^{+2}$ 는 4.700~4.961과 1.700~2.504

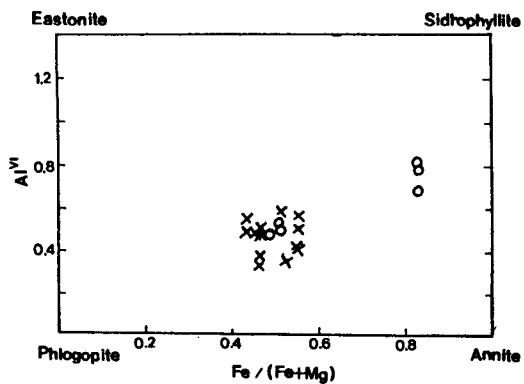


Fig. 5. Tetrahedral aluminum and octahedral aluminum versus  $\text{Fe}/(\text{Fe}+\text{Mg})$  for biotites of foliated granites in the Damyang-Jinan area. Symbols are the same as those in Fig. 4.

Table 4. Representative electron microprobe analysis of hornblende from Daegang foliated granite and Foliated hornblende biotite granodiorite in the Damyang-Jinan area.

	Daegang foliated granite					Foliated hornblende biotite granodiorite								
	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474
$\text{SiO}_2$	51.12	48.70	49.92	49.88	50.14	43.93	45.07	44.43	44.58	44.06	43.59	43.68	43.03	44.88
$\text{TiO}_2$	0.01	0.03	0.09	0.10	0.05	1.42	1.49	1.69	1.70	1.19	1.17	1.12	1.18	1.23
$\text{Al}_2\text{O}_3$	0.84	0.65	0.92	1.10	1.04	9.14	8.12	8.73	8.85	8.79	9.07	8.53	9.04	8.84
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FeO	34.31	35.12	35.35	34.20	34.26	18.56	17.16	18.27	18.68	18.65	17.67	19.20	19.41	17.39
MgO	0.53	0.54	0.59	0.38	0.35	9.58	10.41	9.87	9.80	9.57	9.25	9.06	9.24	10.58
MnO	0.44	0.40	0.49	0.49	0.40	0.35	0.36	0.38	0.35	0.54	0.43	0.62	0.49	0.46
CaO	0.69	0.90	1.46	1.14	0.93	12.35	12.08	11.86	11.99	12.01	12.38	11.60	11.89	11.31
$\text{Na}_2\text{O}$	6.19	6.23	6.14	5.96	6.09	1.16	1.11	1.27	1.12	1.18	1.34	1.30	1.43	1.19
$\text{K}_2\text{O}$	0.13	0.09	0.19	0.20	0.17	1.06	0.93	1.07	1.03	1.01	1.05	0.10	1.11	1.02
total	94.26	92.66	95.15	93.44	93.43	97.55	96.73	97.57	98.10	97.00	95.55	96.21	96.82	96.90
Si	8.373	8.226	8.195	8.280	8.314	6.678	6.841	6.733	6.724	6.722	6.760	6.636	6.797	
Al(4)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.322	1.159	1.267	1.276	1.264	1.278	1.240	1.361	1.203
Al(6)	0.162	0.129	0.178	0.215	0.203	0.316	0.294	0.292	0.298	0.321	0.371	0.316	0.283	0.375
Ti	0.001	0.004	0.011	0.012	0.006	0.162	0.170	0.193	0.193	0.137	0.136	0.130	0.137	0.140
Fe(3)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Fe(2)	4.700	4.961	4.854	4.748	4.751	2.360	2.178	2.315	2.356	2.385	2.279	2.485	2.504	2.203
Mg	0.129	0.136	0.144	0.094	0.087	2.172	2.356	2.230	2.204	2.182	2.127	2.091	2.126	2.389
Mn	0.061	0.057	0.068	0.067	0.056	0.045	0.046	0.049	0.045	0.070	0.056	0.081	0.064	0.059
XMI-3	0.054	0.287	0.255	0.137	0.103	0.055	0.044	0.079	0.096	0.094	0.000	0.104	0.114	0.166
Ca	0.12	0.163	0.257	-0.203	0.165	2.012	1.965	1.926	1.938	1.968	2.046	1.924	1.966	1.835
Na	1.825	1.550	1.488	1.660	1.732	-0.067	-0.009	-0.005	-0.033	-0.061	-0.046	-0.028	-0.079	-0.001
A Na	0.14	0.491	0.467	0.258	0.226	0.409	0.336	0.378	0.361	0.411	0.446	0.418	0.507	0.350
K	0.027	0.019	0.040	0.042	0.036	0.206	0.180	0.207	0.198	0.197	0.207	0.217	0.218	0.197

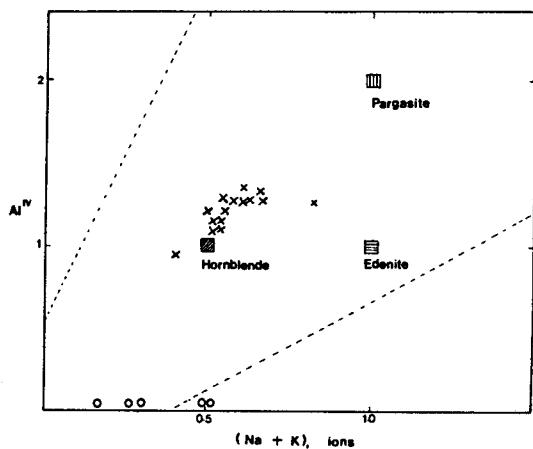


Fig. 6. Plots of Al versus  $(\text{Na} + \text{K})$  for amphiboles of the foliated hornblende biotite granodiorite and Daegang foliated granite. Symbols are the same as those in Fig. 14.

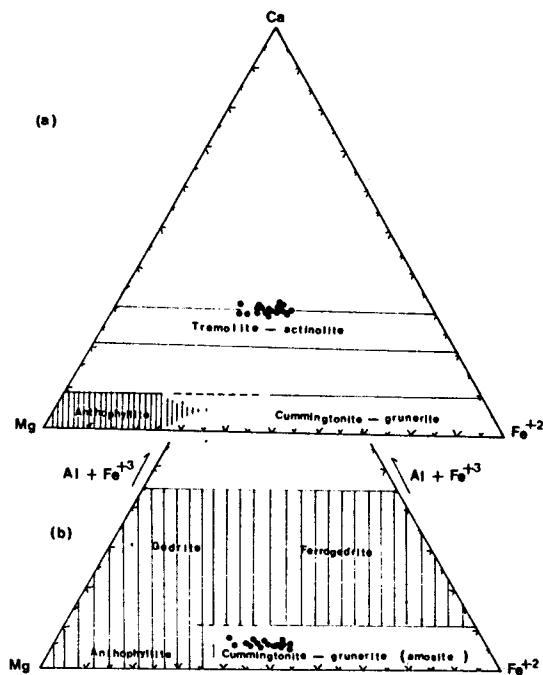


Fig. 7. Schematic diagrams of three component composition fields for the amphiboles. The values plotted are the relative numbers of the ions specified, expressed as percentage of their sums. (a) The  $\text{Mg}-\text{Fe}^{+2}-\text{Ca}$  field in the absence of alkali metals and trivalent elements. (b) The  $\text{Mg}-\text{Fe}^{+3}-(\text{Al}, \text{Fe}^{+3})$  field in the absence of alkali metals and calcium.

로 그 差는 比較的 크지 않다.  $\text{Mg}$ 는 帶江葉理狀花崗岩과 葉理狀角閃石黑雲母花崗閃綠岩에서 각각  $0.087-0.144$ ,  $2.091-2.735$ 로 큰 差異를 보이며  $\text{Ca}$  역시  $0.121-0.257$ 과  $1.835-2.046$ 의 變化를 보이고 그 量은 對照的이다. 以上과 같은 分析值는  $\text{Al}_{\text{v}}$ 와  $(\text{Na} + \text{K})$ 의 相關圖(Fig. 6)에서 葉理狀角閃石黑雲母花崗閃綠岩은 大部分은  $(\text{Na} + \text{K})$  上에 分散되고 한편 葉理狀角閃石黑雲母花崗閃綠岩의 大部分 分析值는  $(\text{Ca} + \text{Mg}) > 1.34$ ,  $\text{Na} > 0.67$ 範圍에 있으므로 calcic 角閃石群에 包含된다.

葉理狀角閃石黑雲母花崗閃綠岩은  $\text{Mg}-\text{Ca}-\text{Fe}^{+2}$ 의 三角圖(Fig. 7a)에서 Tremolite-actinolite 領域에 圖示되고,  $\text{Mg}-\text{Al}+\text{Fe}^{+3}$ 의 三角圖(Fig. 7b)에서는 Cummingtonite-gunerite 領域에 圖示되나 이들은 모두 calcic 角閃石群에 속한다.  $100\text{Fe}^{+2} + 2(\text{Fe}^{+2} + \text{Al} + \text{Ti})$  相關圖(Fig. 8a)와  $\text{Mg}(\text{Fe}^{+2}, \text{Fe}^{+3})-\text{Na}$  三角圖(Fig. 8b)에서 帶江葉理狀花崗岩은 典衡的인 曹角閃石 領域에 속한다.

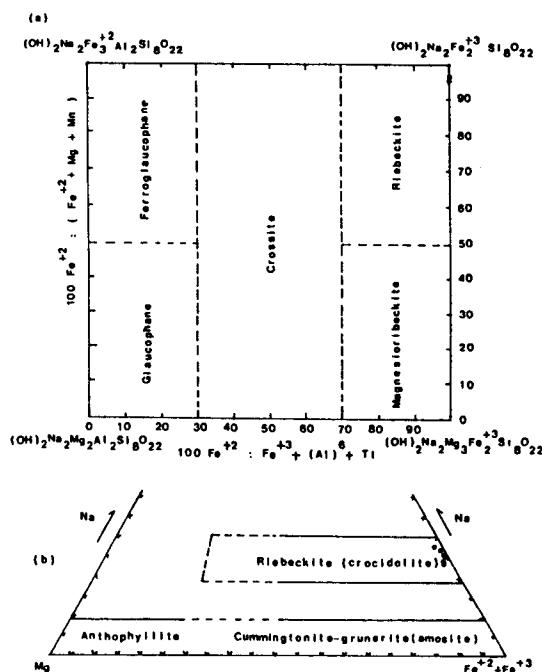


Fig. 8. (a) The variation in the chemical composition, expressed as  $100^+ : (\text{Fe}^{+3} + \text{Al} + \text{Ti})$  ratios, and nomenclature of the glucophane-+ riebeckite amphiboles. (b) The  $\text{Mg}-(\text{Fe}^{+2}, \text{Fe}^{+3})-\text{Na}$  field in the absence of calcium (after Whitter, 1960). fulled circle : Daegang foliated granite.

## 葉理狀花崗岩類에 대한 岩石化學

### 主成分 元素

各岩體에 대한 主成分 元素의 分析值, CIPW norm 础, D.I.(Differential Index), L.I.(Lasen Index), Alkalinity 등은 Table 5와 같다.

葉理狀花崗岩類를 CIPW norm 값으로 区分한 normative Quartz -Orthoclase -Plagioclase(以下 Q-Qr-Pl) 三角圖와 normative Albite -Anorthite -Orthoclase(以下 Al-An-Or) 三角圖는 Fig. 10과 Fig. 11에 表示했으며 分化過程을 알아내기 위하여 AMF 三角圖를 Fig. 12에 圖示했다.

$\text{SiO}_2$ 에 대한 각 酸化物의 Harker 變化圖는 Fig. 9에 나타냈으며 分析된 試料의  $\text{SiO}_2$ 의 含量은 平均은 帶江葉理狀花崗岩이 75.97%, 葉理狀角閃石黑雲母花崗閃綠岩이 61.88%, 淳昌葉理狀花崗閃綠岩이 66.51%, 複雲母葉理狀花崗岩이 74.40%, 葉理狀福雲母花崗岩이 74.96%로 葉理狀

角閃石黑雲母花崗閃綠岩이 中性岩 領域( $\text{SiO}_2 > 66\%$ )에 해당한다(Hyndman, 1972).

$\text{Al}_2\text{O}_3$  含量 平均은 帶江葉理狀花崗岩이 12.75%, 葉理狀角閃石黑雲母花崗閃綠岩이 17.49%, 淳昌葉理狀花崗閃綠岩이 17.1%, 葉理狀複雲母花崗岩이 14.50%, 三梧里葉理狀花崗岩이 14.56%로  $\text{SiO}_2$ 가 增加할수록  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 는 減少하는 傾向을 보인다.

$\text{Fe}_2\text{O}_3$ 와  $\text{MgO}$ 는 각각 葉理狀複雲母花崗岩에서 0.98%와 0.19%로 가장 낮고,  $\text{CaO}$ 는 帶江葉理狀花崗岩에서 平均이 0.60%로 가장 낮으며  $\text{SiO}_2$ 가 增加할수록  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgO}$ 와  $\text{CaO}$ 는 뚜렷이 減少한다.

$\text{K}_2\text{O}$ 와  $\text{Na}_2\text{O}$ 는 가장 낮은 값이며, 帶江葉理狀花崗岩에서  $\text{K}_2\text{O}$ 가 4.58%  $\text{Na}_2\text{O}$ 가 3.76%로 가장 높은 值을 갖으며,  $\text{SiO}_2$ 가 增加함에 따라  $\text{K}_2\text{O}$ 와  $\text{Na}_2\text{O}$ 는 增加한다.

$\text{TiO}_2$ 는 葉理狀角閃石黑雲母花崗閃綠岩에서 0.66%로 가장 높으며,  $\text{MnO}$ 와  $\text{P}_2\text{O}_5$ 도 각각 帶江葉理狀花崗岩에서 0.

Table 5. Chemical analyses and their C.I.P.W norm of Foliated granites in the Damyang-Jinan area.

	Daegang foliated granite								Foliated hornblende biotite granodiorite									
	DK-5	DK-6	DK-60	DK-61	DK-64	DK-65	DK-67	DK-84	JB-48	JB-56	JB-57	JB-59	JB-78	JB-81	JB-113	JB-122	JB-161	JB-171
$\text{SiO}_2$	74.75	72.42	75.06	75.71	75.96	78.10	75.64	75.72	66.41	60.15	55.68	57.45	62.22	65.14	61.02	64.47	69.24	66.09
$\text{TiO}_2$	0.17	0.30	0.21	0.14	0.18	0.09	0.18	0.19	0.57	0.64	0.75	0.73	0.63	0.54	0.71	0.54	0.35	0.49
$\text{Al}_2\text{O}_3$	13.34	15.01	12.69	12.55	12.78	12.14	12.46	13.10	15.56	18.74	19.68	19.87	17.81	16.83	18.77	18.05	17.00	17.02
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	0.62	0.57	0.83	1.04	1.34	0.06	1.16	0.24	0.97	2.91	2.87	2.69	2.07	0.61	1.97	1.19	0.29	0.54
$\text{FeO}$	1.15	1.29	1.58	0.86	0.43	1.29	1.01	1.43	3.14	2.56	3.21	3.03	1.75	2.71	2.35	2.10	1.85	2.65
$\text{MnO}$	0.02	0.03	0.04	0.03	0.02	0.01	0.03	0.03	0.12	0.12	0.12	0.08	0.06	0.06	0.06	0.05	0.04	0.06
$\text{MgO}$	0.09	0.64	0.04	0.02	0.13	0.09	0.04	0.15	2.32	2.42	2.98	2.92	2.32	1.97	2.42	1.82	0.78	1.48
$\text{CaO}$	0.54	2.35	0.50	0.42	0.69	0.30	0.51	0.62	3.97	5.02	6.03	5.64	4.44	4.42	5.31	4.16	3.41	3.92
$\text{Na}_2\text{O}$	4.01	3.72	4.21	4.13	3.30	2.92	3.98	3.62	2.99	3.26	4.01	3.86	3.96	3.51	3.93	3.85	3.42	3.38
$\text{K}_2\text{O}$	5.15	3.51	4.65	4.79	4.93	4.76	4.73	4.71	3.18	3.59	3.01	3.27	3.77	3.67	2.81	2.87	3.65	3.63
$\text{P}_2\text{O}_5$	0.02	0.07	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.03	0.12	0.14	0.17	0.16	0.14	0.12	0.17	0.15	0.09	0.11
SUM	99.86	99.91	99.82	99.70	99.78	99.77	99.75	99.84	99.35	99.51	98.48	99.70	99.17	99.57	99.52	99.25	100.13	899.37
Q	29.83	30.89	30.87	32.33	36.29	41.18	33.04	34.18	23.27	12.84	3.25	5.43	12.22	17.30	12.17	18.96	25.92	20.59
C	0.21	0.99	0.00	0.00	0.80	1.68	0.00	0.99	0.25	0.70	0.00	0.10	0.00	0.00	0.02	1.42	1.41	0.68
Or	30.45	20.76	27.50	28.28	29.12	28.11	27.95	27.84	18.82	21.21	17.81	19.32	22.27	21.71	16.59	16.98	21.54	21.43
An	2.59	11.18	2.00	1.59	3.34	1.39	2.17	2.89	18.95	23.98	26.79	19.70	19.34	25.23	19.61	16.41	18.70	
Ab	33.91	31.47	35.61	34.93	27.90	24.70	33.67	30.63	25.28	27.59	33.93	32.68	33.51	29.69	33.25	32.57	28.95	28.58
DiDi	0.00	0.00	0.02	0.04	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	1.26	0.00	1.02	1.91	0.00	0.00	0.00	0.00
Dild	0.00	0.00	0.32	0.32	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.35	0.00	0.10	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00
HyEn	0.22	1.60	0.09	0.03	0.32	0.22	0.08	0.37	5.78	6.02	6.84	2.28	5.31	4.49	6.02	4.54	1.95	3.68
HyFs	1.36	1.45	1.78	0.37	0.00	2.19	0.54	2.16	4.25	1.42	2.27	2.30	0.51	3.36	1.62	2.06	2.65	3.72
Mt	0.90	0.83	1.20	1.51	0.93	0.09	1.69	0.35	1.41	4.21	4.17	3.89	3.01	0.88	2.85	2.74	0.42	0.79
Il	0.32	0.58	0.39	0.27	0.35	0.17	0.35	0.36	1.08	1.20	1.43	1.38	1.20	1.03	1.35	1.03	0.67	0.03
Hm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ap	0.03	0.17	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.07	0.27	0.34	0.40	0.37	0.34	0.27	0.40	0.37	0.20	0.27
Norm Sum	99.84	99.92	99.81	99.70	99.78	99.76	99.76	99.84	99.36	99.51	98.50	99.71	99.19	99.58	99.50	99.28	100.12	99.37
D.I.	94.21	83.12	93.98	95.54	93.31	93.99	94.66	92.65	67.37	61.64	54.99	57.43	68.00	68.70	62.01	68.51	76.41	70.60
L.I.	27.67	22.80	26.72	27.69	27.66	29.05	27.22	27.51	14.92	10.73	6.48	8.14	13.93	15.67	11.10	15.09	20.39	17.07
Alkalinity	4.88	2.43	5.09	5.40	4.14	4.23	5.09	4.09	1.92	1.81	1.75	1.78	2.06	2.02	1.78	1.87	2.06	2.01

Table 5(continued)

	Sunchang foliated granodiorite					Foliated two mica granite					Samori foliated granite							
	JK-8	JK-9	JK-17	JB-441	JB-591	JB-625	JB-8	JB-10	JB-12	JB-19	JB-20	JB-21	JK-2	JK-3	JK-4	JK-5	JK-6	JK-7
SiO <sub>2</sub>	51.78	68.85	65.51	66.05	70.52	69.47	74.56	74.89	74.37	74.12	72.50	73.22	72.35	73.44	75.89	75.24	76.07	75.05
TiO <sub>2</sub>	0.46	0.52	0.65	0.50	0.36	0.45	0.06	0.08	0.12	0.05	0.11	0.08	0.02	0.03	0.08	0.09	0.05	0.06
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17.11	16.00	16.78	16.91	15.51	15.16	25.63	15.03	14.58	15.55	15.39	15.24	15.88	15.55	14.44	14.44	14.06	14.80
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7.09	0.51	1.13	1.37	0.32	2.31	0.07	0.02	0.09	0.07	0.25	0.07	0.41	0.28	0.38	0.74	0.24	0.11
FeO	9.85	2.18	2.80	2.44	2.01	0.57	0.44	0.98	0.43	1.00	1.03	0.86	0.39	0.56	0.29	0.27	0.65	0.37
MnO	0.07	0.04	0.05	0.07	0.04	0.10	0.02	0.13	0.03	0.01	0.02	0.02	0.12	0.11	0.02	0.10	0.01	0.01
MgO	1.80	1.15	1.74	1.72	0.91	0.96	0.17	0.17	0.23	0.17	0.25	0.18	0.07	0.11	0.16	0.18	0.08	0.08
CaO	4.21	3.73	4.36	4.18	3.00	2.87	0.93	0.58	0.74	0.91	0.80	0.87	0.36	0.41	0.16	0.28	0.32	0.46
Na <sub>2</sub> O	3.96	3.37	3.85	3.49	3.13	3.01	4.05	3.26	3.55	4.10	3.61	3.52	3.43	3.68	3.18	3.32	3.70	3.73
K <sub>2</sub> O	2.96	2.6	2.48	2.86	3.89	4.22	3.24	4.61	4.71	3.30	5.51	5.67	6.15	5.34	4.79	4.75	4.41	4.70
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.15	0.11	0.17	0.15	0.16	0.10	0.00	0.12	0.12	0.27	0.11	0.14	0.10	0.06	0.04	0.04	0.02	0.02
SUM	99.45	99.42	99.52	99.74	100.05	99.72	99.17	99.87	99.97	99.45	99.58	99.97	99.28	99.53	99.43	99.39	99.61	99.39
Q	0.87	27.26	20.71	22.51	29.31	28.49	36.05	36.27	33.82	36.02	27.96	28.75	28.20	30.25	38.55	39.66	36.48	34.07
C	0.11	0.74	0.25	0.85	1.54	1.15	3.77	3.91	1.57	4.39	2.30	2.07	3.16	3.10	3.83	3.45	2.65	2.77
Or	17.48	17.48	14.64	16.92	22.99	24.94	19.15	27.22	27.84	19.48	32.57	33.51	36.35	31.56	28.18	28.11	26.05	27.78
An	19.86	17.75	20.50	19.70	12.58	13.60	4.62	2.11	2.92	2.75	3.23	3.39	1.14	1.67	0.53	1.03	1.50	2.20
Ab	34.51	28.53	32.57	29.53	26.49	25.49	34.25	27.59	30.05	33.83	30.52	29.79	29.00	31.15	26.91	28.11	31.13	31.57
DiDi	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
DiHd	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
HyEn	4.49	2.86	4.34	4.29	2.27	2.39	0.42	0.42	0.57	0.42	0.62	0.45	0.17	0.27	0.40	0.45	0.20	0.20
HyFs	11.60	2.80	3.23	2.65	2.92	0.00	0.69	1.89	0.57	1.72	1.53	1.44	0.55	0.99	0.12	0.00	0.92	0.49
Mt	10.28	0.74	0.64	0.99	0.40	0.86	0.09	0.02	0.14	0.09	0.37	0.09	0.60	0.35	0.56	0.65	0.35	0.16
Il	0.88	0.99	1.23	0.96	0.68	0.85	0.12	0.15	0.23	0.09	0.21	0.15	0.05	0.06	0.15	0.17	0.09	0.12
Hm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.29	0.00	0.00
ap	0.37	0.27	0.40	0.37	0.84	0.24	0.00	0.27	0.27	0.64	0.27	0.34	0.24	0.13	0.10	0.13	0.03	0.03
Norm Sum	99.45	99.42	99.51	99.77	100.08	99.73	9.16	99.85	99.98	99.43	99.58	99.98	99.28	99.53	99.43	99.38	99.58	99.39
D.I.	51.86	73.27	67.92	68.96	78.79	78.92	89.45	91.08	92.21	89.33	91.05	92.05	93.37	92.96	93.74	93.21	93.84	93.42
L.I.	-2.73	18.34	14.29	15.17	21.16	20.67	26.48	27.82	28.18	25.86	27.35	28.13	27.04	28.50	29.10	28.37	28.48	28.70
Alkalinity	1.96	1.94	1.85	1.86	2.22	2.28	2.57	3.03	3.34	2.59	3.58	3.66	3.88	3.60	3.40	3.43	3.50	3.47

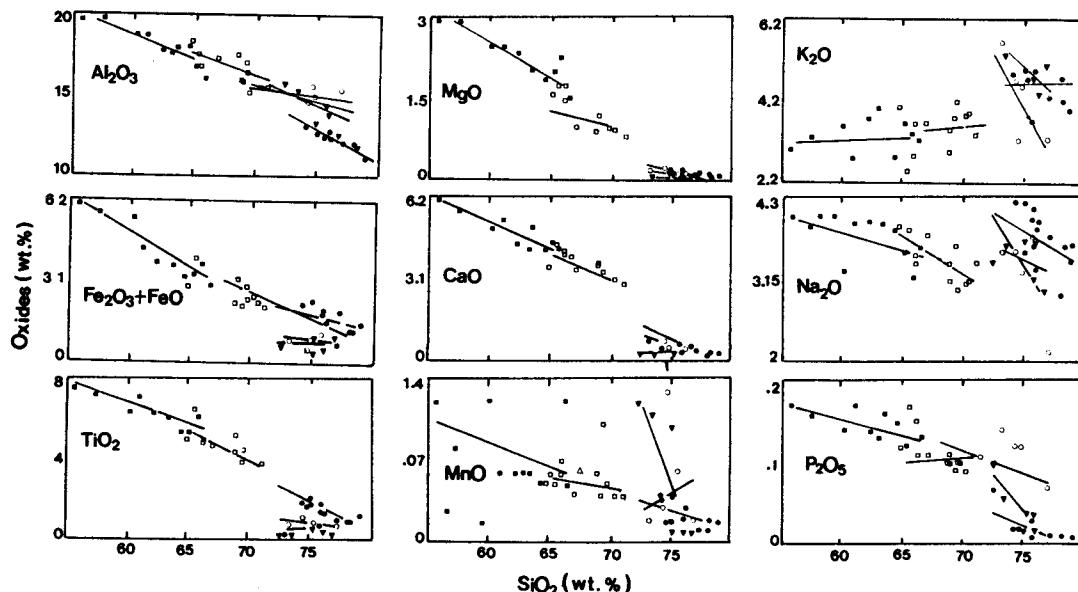


Fig. 9. Harker diagrams for the Foliated granites in the Damyang-Jinan area. filled rectangle : Foliated hornblende biotite granodiorite, open rectangle : Sunchang foliated granodiorite, open circle : Foliated two mica granite, filled circle : Daegang foliated granite, filled triangle : Samori foliated granite.

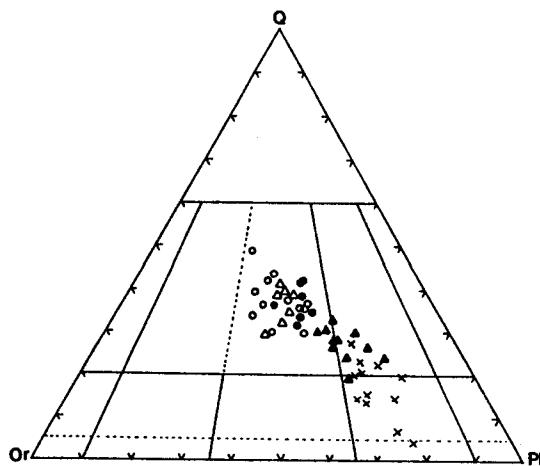


Fig. 10. Triangular diagrams of normative Quartz-Orthoclase-Plagioclase for the foliated granites in the Damyang-Jinan area. Symbols are the same as those in Fig. 2.

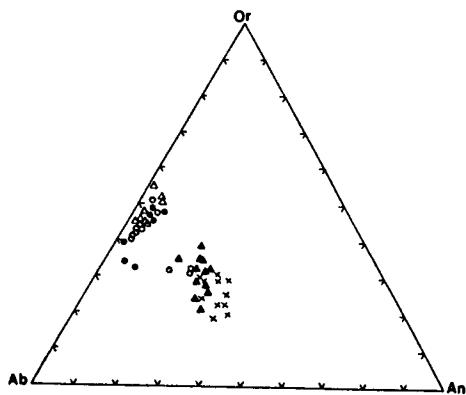


Fig. 11. Triangular diagrams of normative Albite-Anorthite-Othoclase for the foliated granites in the Damyang-Jinan area. Symbols are the same as those in Fig. 2.

02%로 가장 낮은 값을 보이나 大體的으로  $\text{SiO}_2$ 가 增加함에 따라  $\text{TiO}_2$ 는 일정하고  $\text{MnO}$ 와  $\text{P}_2\text{O}_5$ 는 減少하는 傾向을 보인다. Normative Q-Ar-Pl 三角圖(Fig. 10)에서 淳昌葉理狀花崗閃綠岩이 花崗閃綠岩에서 花崗岩의 領域에, 帶江葉理狀花崗岩, 葉理狀複雲母花崗岩과 三梧里葉理狀花崗岩이 花崗岩 領域에, 葉理狀角閃石黑雲母花崗閃綠岩 該當된다. Normative Q-Qr-Pl 三角圖와 modal Q-Kf-Pl 三角圖를 겹쳐서 比較해 보면 帶江葉理狀花崗岩, 葉理狀複雲母花崗岩, 三梧里葉理狀花崗岩은 一致하고 葉理狀角閃石黑雲母花崗閃綠岩과 淳昌葉理狀花崗閃綠岩은 norm 값에서 modal 값보다 카리長石이 상당한 增加를 보여준다. 長石類의 相對

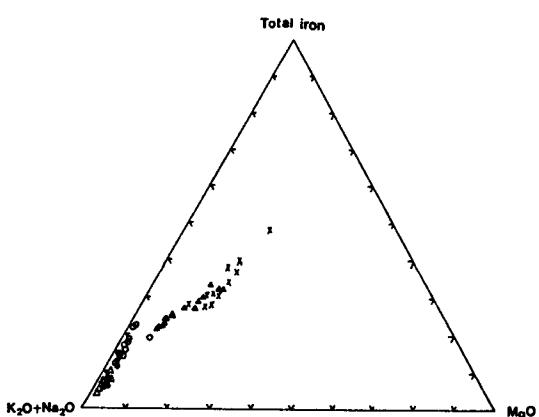


Fig. 12. Triangular diagrams of Alkali-FeO(t)-MgO for the foliated granites in the Damyang-Jinan area. Symbols are the same as those in Fig. 2.

의인 含量을 알아보기 위해 normative Or-Ab-An 三角圖(Fig. 11)에서 帶江葉理狀花崗岩, 葉理狀複雲母花崗岩과 三梧里葉理狀花崗岩은 Ab와 Or과 類似한 含量을 보이는 50 : 50의 比較에 接近한다. 또 葉理狀角閃石黑雲母花崗閃綠岩과 淳昌葉理狀花崗閃綠岩은 카리長石 보다는 斜長石이 優勢하다.

일칼리指數는 平均은 帶江葉理狀花崗岩이 4.51로 가장 높은 值이고 葉理狀角閃石黑雲母花崗閃綠岩이 1.76으로 가장 낮은 值을 갖는다.

葉理狀花崗岩類는 D. I. 와 L. I. 의 值이 65.56에서 93.41, 13.29에서 28.72의 範圍로 分化가 進行되면서 점점 增加한다. 또 normative C의 平均值은 葉理狀花崗岩類에서는 分化初期의 產物인 葉理狀角閃石黑雲母花崗閃綠岩과 帶江葉理狀花崗岩에서 0.27과 0.57,, 淳昌葉理狀花崗閃綠岩이 1.16, 三梧里葉理狀花崗岩이 2.84의 值으로  $\text{SiO}_2$ , D. I., L. I.가 增加함에 따라 C의 量도 增加하는 傾向을 보인다. AMF 三角圖(Fig. 11)에서 葉理狀花崗岩類은 calc-alkalirock 系列의 分化傾向을 보인다.

### 微量 元素

研究地域의 葉理狀花崗岩類에 대한 微量 元素의 分析值는 Table 6에서 微量 元素의  $\text{SiO}_2$ 量에 대한 變化圖는 Fig. 13에서 보여준다.

研究地域의 葉理狀花崗岩類는  $\text{SiO}_2$ 가 增加함에 따라 코발트(Co)와 바나듐(V)의 量은 뚜렷히 減少하며, 스트론튬(Sr), 銅(Cu) 및 지르코니움(Zr)의 量도 減少하는 傾向을 보여준다. 란타늄(La), 세리뮴(Ce) 및 리튬(Li) 역시 다소

Table 6. Trace elements analyses(in ppm) of Foliated granites in the Damyang-Jinan area.

	Daegang foliated granite							Foliated hornblende biotite granodiorite										
	DK-5	DK-6	DK-60	DK-61	DK-64	DK-65	DK-67	DK-84	JB-48	JB-56	JB-57	JB-59	JB-78	JB-81	JB-113	JB-122	JB-161	JB-171
Ba	130	577	50	43	156	126	65	203	622	973	737	754	618	662	804	910	512	709
Co	4	6	4	2	5	4	4	4	14	17	18	17	14	12	14	11	9	11
Cu	71	4	5	5	4	8	4	4	9	9	10	11	10	5	4	3	5	5
Li	26	79	10	18	26	8	14	19	39	39	50	50	67	42	51	56	45	58
Nb	21	6	47	19	13	10	19	14	10	9	9	9	5	5	4	8	7	
Sc	1	3	2	1	2	2	1	2	11	13	16	14	8	8	9	7	3	8
Sr	32	361	14	15	41	30	18	54	406	402	488	513	494	452	670	671	376	406
V	5	23	4	3	6	5	4	7	81	94	110	112	81	69	89	67	26	51
Y	72	6	107	76	48	25	50	47	21	22	25	23	12	13	12	10	11	13
Zn	81	56	104	87	36	24	67	40	126	73	80	77	68	61	79	68	55	64
Zr	58	12	64	66	51	35	22	44	14	9	11	12	10	10	9	8	16	11
La	69	23	83	56	71	59	80	43	28	12	24	46	37	27	34	39	36	35
Ce	131	38	165	113	129	93	155	94	49	16	42	77	59	40	55	62	61	58
Nd	45	17	64	47	42	39	55	25	30	14	29	30	39	32	28	28	28	28
Sm	8.9	2.4	14.0	10.7	7.3	7.8	10.8	5.0	6.0	3.9	6.0	6.4	5.2	2.3	3.5	3.3	4.3	4.1
Eu	0.3	0.5	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.7	0.3	0.8	0.8	0.7	0.7	1.1	0.8	0.8	0.8
Dy	7.0	0.4	11.4	8.3	4.6	3.2	5.8	4.1	4.7	4.2	5.3	4.9	3.5	2.5	2.9	2.5	2.7	3.0
Tb	5.2	0.5	7.5	5.0	3.7	2.1	3.7	4.2	1.8	1.4	1.8	1.7	0.9	0.8	0.7	0.5	0.6	0.8
Sunchang foliated granodiorite							Foliated two mica granite					Samori foliated granite						
JK-8	JK-9	JK-17	JB-441	JB-591	JB-625		JB-8	JB-10	JB-12	JB-19	JB-20	JB-21	JK-2	JK-3	JK-4	JK-5	JK-6	JK-7
Ba	550	622	799	576	551	806	61	141	203	65	226	265	19	33	583	831	196	287
Co	11	9	10	12	8	8	4	3	4	4	5	5	2	2	2	3	4	4
Cu	22	21	12	4	4	3	2	2	2	4	6	4	17	16	12	14	28	18
Li	109	42	33	47	18	50	48	195	50	46	81	74	31	30	10	23	3	4
Nb	9	10	8	9	17	10	13	15	13	14	12	11	12	19	9	9	5	5
Sc	7	4	6	8	4	4	8	4	4	8	3	3	1	3	3	2	1	1
Sr	43	417	536	488	355	399	62	38	54	61	66	66	14	20	91	136	134	119
V	62	33	46	64	31	30	4	5	7	4	9	7	3	4	8	5	3	3
Y	17	12	11	15	10	13	12	12	16	11	22	24	16	10	7	6	3	5
Zn	55	54	83	63	40	58	12	41	40	15	35	32	8	41	36	75	2	2
Zr	7	14	11	6	9	10	14	37	33	14	37	36	15	17	21	23	5	17
La	22	35	42	38	27	21	8	16	20	9	20	19	5	5	20	21	2	20
Ce	33	58	71	64	45	33	16	35	43	19	40	38	7	9	40	43	3	44
Nd	21	29	35	29	21	16	13	15	22	15	22	21	7	8	18	20	5	20
Sm	4.1	5.3	5.9	3.9	3.0	2.2	3.6	4.1	5.5	4.2	5.4	5.4	1.3	1.9	3.9	4.2	0.6	4.1
Eu	0.8	0.9	1.1	0.8	0.7	0.5	0.3	0.2	0.3	0.4	0.3	0.4	0.1	0.1	0.4	0.4	0.4	0.4
Dy	5.0	4.7	4.7	1.5	1.1	0.7	3.5	4.4	4.3	3.7	4.8	4.9	4.0	3.8	3.3	3.5	2.7	3.4
Tb	1.4	0.9	0.7	1.1	0.8	0.7	1.1	1.6	1.3	1.1	1.4	1.6	1.9	1.0	0.7	0.6	0.3	0.5

不規則하지만 서서히 減少하는 傾向이 있으며, 그 밖의 微量元素는 相關關係가 아주 적은 不規則的인 分布 傾向을 가진다.

微量元素의 變化圖에서 각 葉理狀花崗岩類 사이에 多少 不連續的으로 변하는 경향을 보이는 梨由는 동일한 마그마로부터 이들 岩體가 分化作用의 結果로 形成된 것이라 할지라도 그 組成이 均質하게 熔融되지 않는 마그마로 부터 分化되었거나 周圍岩의 混和作用때문이라고 思料된다.

각 微量元素들의 岩石化學의 性質과 岩石 및 鎌物의 元素分配에 대한 特徵은 아래와 같다.

바륨(Ba)의 平均 含量은 帶江葉理狀花崗岩이 131ppm, 葉理狀角閃石黑雲母花崗閃綠岩이 672.17ppm, 淳昌葉理狀花崗閃綠岩 692.75ppm, 葉理狀複雲母花崗岩이 141ppm, 三梧里葉理狀花崗岩이 305ppm으로 이는 Taylor欲과 比較하면 葉理狀角閃石黑雲母花崗閃綠岩과 淳昌葉理狀花崗閃綠岩은 약간 富化되어 있으며, 葉理狀複雲母花崗岩, 三梧里葉理狀花崗岩은 더 낮은 欲을 보여준다.

코발트(Co) 平均 含量은 帶江葉理狀花崗岩이 14.20ppm, 葉理狀角閃石黑雲母花崗閃綠岩이 17.99ppm, 葉理狀複雲母花崗岩이 4.13ppm, 三梧里葉理狀花崗岩이 2.71ppm으로

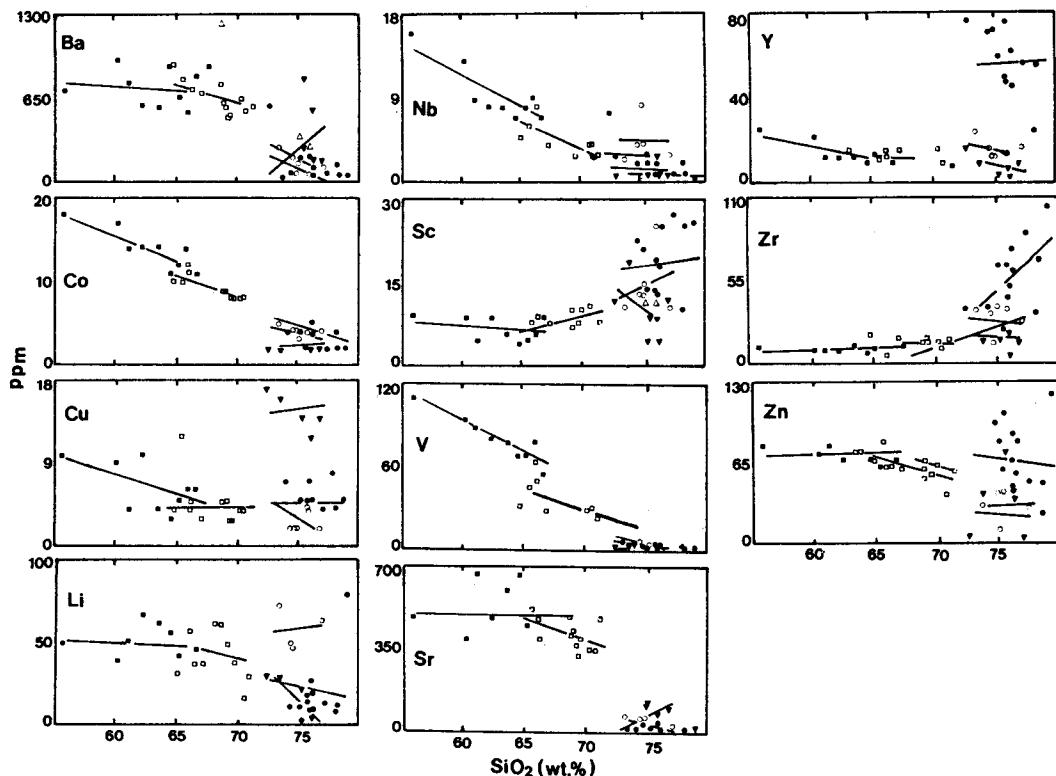


Fig. 13. Trace elements versus  $\text{SiO}_2$  relation of the Foliated granites in the Damyang-Jinan area. Symbols are the same as those in Fig. 9.

$\text{SiO}_2$ 가增加함에 따라 Co含量은減少하는 負(-)의關係를 갖는다. 또 帶江葉理狀花崗岩은  $\text{SiO}_2$ 含量이類似한 葉理狀複雲母花崗岩이나 三梧里葉理狀花崗岩보다 Co含量이 3~6倍나富化되어 있는데 이는 帶江葉理狀花崗岩에 Co가偽裝할 수 있는  $\text{Mg}^{+2}$ 나  $\text{Fe}^{+2}$ 이온을含有하는 黑雲母나曹閃石(Riebeckite)이 0.5~3%나存在하기 때문이다.

銅(Cu)의平均含量은 帶江葉理狀花崗岩이 9.27ppm, 葉理狀角閃石黑雲母花崗閃綠岩이 8.75ppm, 淳昌葉理狀花崗閃綠岩이 3.83ppm, 葉理狀複雲母花崗岩이 3.25ppm 三梧里葉理狀花崗岩이 17.00ppm이다. 葉理狀花崗岩類에서는  $\text{SiO}_2$ 가增加함에 따라 銅이減少하다가 三梧里葉理狀花崗岩에서는增加한다. 이는 마그마의初期結晶階級에서 마그마로부터遊離되어 나온 銅이殘額 마그마에徵集되기 때문이다(Wager and Michell, 1951; Ringwood, 1955).

리튬(Li)의平均含量은 帶江葉理狀花崗岩이 24.47ppm, 葉理狀角閃石黑雲母花崗閃綠岩이 50.17ppm, 葉理狀複雲母花崗岩이 92.13ppm, 三梧里葉理狀花崗岩이 14.57ppm이다. 三梧里葉理狀花崗岩에서 리튬의量이減少하는 것은 리튬

의主要運搬者인 黑雲母의含量이激減하기 때문이다.

니오븀(Nb)의平均含量은 帶江葉理狀花崗岩 20.47ppm, 葉理狀角閃石黑雲母花崗閃綠岩이 7.33ppm, 淳昌葉理狀花崗閃綠岩 7.00ppm, 南原花崗岩이 6.82ppm, 葉理狀複雲母花崗岩이 14.25ppm, 三梧里葉理狀花崗岩이 10.141ppm이다. 이는  $\text{SiO}_2$ 含量이增加할수록 니오븀의含量도增加하는 正(+)의關係를보여준다.

스칸디움(Sc)의平均含量은 帶江葉理狀花崗岩이 1.53ppm, 葉理狀角閃石黑雲母花崗閃綠岩이 14.25ppm, 淳昌葉理狀花崗閃綠岩 5.08ppm, 葉理狀複雲母花崗岩이 4.74ppm, 三梧里葉理狀花崗岩 1.17ppm이다. 이를값은  $\text{SiO}_2$ 가增加함에 따라 스칸디움의含量이增加하는 正(+)의相關關係를갖는다.

스트론튬(Sr)의平均含量은平均含量은 帶江葉理狀花崗岩 49ppm, 葉理狀角閃石黑雲母花崗閃綠岩이 446ppm, 淳昌葉理狀花崗閃綠岩이 470ppm, 葉理狀複雲母花崗岩이 50ppm, 三梧里葉理狀花崗岩이 90ppm으로 Taylor 欲과比較해 보면 帶江葉理狀花崗岩, 葉理狀複雲母花崗岩과 三梧

里葉理狀花崗岩은 낮은 값을 보여주나 葉理狀角閃石黑雲母花崗閃綠岩은 대체로 Taylor 값과一致한다.

바나듐(V)는 平均 含量은 帶江葉理狀花崗岩이 5.67ppm, 葉理狀角閃石黑雲母花崗閃綠岩이 42.33ppm, 葉理狀複雲母花崗岩이 6.00ppm, 三梧里葉理狀花崗岩이 8.14ppm으로. Taylor 값과 比較해 보면 帶江葉理狀花崗岩, 淳昌葉理狀花崗閃綠岩, 葉理狀複雲母花崗岩과 三梧里葉理狀花崗岩은 낮은 값을 가지며 葉理狀角閃石黑雲母花崗閃綠岩은 대체로一致한다.

지르코니움(Zr)는 平均 含量은 帶江葉理狀花崗岩이 60.00ppm, 葉理狀角閃石黑雲母花崗閃綠岩이 12.50ppm, 淳昌葉理狀花崗閃綠岩 13.50ppm, 葉理狀複雲母花崗岩이 29.13ppm, 三梧里葉理狀花崗岩이 16.29ppm으로. Taylor(140–180ppm)과 比較해 보면 顯著하게 낮게 나타나는데 이는 ICP 方法으로 分析할 때 Zr 成分이 HF / HClO<sub>4</sub> 溶液에 完全히 溶解되지 않았기 때문이라고 생각된다(Walsh, 1986). 研究地域의 葉理狀花崗岩類도 SiO<sub>2</sub> 含量이 增加할수록 니켈의 含量이 減少하는 負(-)의 關係를 갖는다. 亞鉛(Zn)은 親銅元素로서 그 平均含量은 帶江葉理狀花崗岩이

67.20ppm, 葉理狀角閃石黑雲母花崗閃綠岩이 75.42ppm, 淳昌葉理狀花崗閃綠岩이 63.92ppm, 葉理狀複雲母花崗岩 31.13ppm, 三梧里葉理狀花崗岩이 24.14ppm이며 SiO<sub>2</sub> 含量이增加할수록 亞鉛의 含量이 減少하는 負(-)의 相關關係를 갖는다.

### 稀土類 元素

葉理狀花崗岩類에 對한 稀土類 元素의 分析值는 Table 6과 같다. 稀土類 元素는 周期率表에서 IIIa族에 속하여 岩石學的 또는 鑽物學的 過程에 따라 서로 다른 舉動을 가지므로 地殼 또는 맨틀의 部分熔融, 分結作用 및 마그마의混和와 같은 過程을 包含하는 火成岩類의 分化過程을 밝히는데 매우 重要하게 利用된다(Henderson, 1984) 葉理狀花崗岩類를 標準화한 값을 三梧里葉理狀花崗岩에서 작은 Eu(+) 異常을 나타내고 葉理狀複雲母花崗岩과 帶江葉理狀花崗岩에서는 큰 Eu(-) 異常이, 葉理狀角閃石黑雲母花崗閃綠岩과 淳昌葉理狀花崗閃綠岩에서는 작은 Eu(-) 異常을 나타낸다(Fig. 14). 葉理狀花崗岩類의 稀土類 元素 含量은 帶江葉理狀花崗岩이 377.49ppm, 葉理狀角閃石黑雲母花崗

Table 7. Rare Earth Elements analyses(in ppm) of Foliated granites in the Damyang-Jinan area.

	Dfgr		Hfgr		Sfgr		Tfgr		Smgr	
	DK-64	CN	JB-59	CN	SC-48	CN	JB-22	CN	JK-2	CN
La	76.80	232.7	38.08	115.4	19.10	57.9	15.05	45.6	4.30	13.0
Ce	161.19	186.3	76.73	88.7	37.66	43.5	34.87	40.3	8.21	9.5
Pr	17.28	141.7	7.89	64.7	4.29	35.2	3.88	31.8	-1.22	10.0
Nd	67.40	107.0	30.63	48.6	20.55	32.6	15.48	24.6	2.90	4.6
Sm	13.47	66.4	4.44	21.9	3.53	17.4	3.42	16.8	0.95	4.7
Eu	0.15	1.9	1.11	14.4	0.97	12.6	0.82	3.6	0.05	0.6
Gd	12.36	44.9	4.16	15.1	2.83	10.3	4.00	14.5	1.29	4.7
Dy	12.18	35.6	3.19	9.3	2.41	7.0	4.22	12.3	3.10	9.1
Ho	2.54	33.4	0.71	9.3	0.55	7.2	0.82	10.8	0.56	7.4
Er	7.22	32.1	2.01	8.9	1.66	7.4	2.25	10.0	1.83	8.1
Yb	5.96	27.1	1.69	7.7	1.07	4.9	1.98	8.6	2.84	12.9
Lu	0.94	27.5	0.25	7.2	0.22	6.3	0.25	7.2	0.40	11.7
$\Sigma$ REE	377.49	936.6	170.89	411.2	94.84	242.3	86.41	226.1	119.26	96.3
[Ce]	336.29	736.0	158.88	353.7	86.1	199.2	73.11	162.7	109.24	42.4
[Y]	41.2	200.6	12.01	57.5	8.74	43.1	13.43	63.4	10.02	53.9
La/Yb	12.88	8.58	22.5	14.98	17.85	11.81	7.96	5.30	1.51	1.0
Ce/Yb	27.04	6.87	45.4	11.5	35.20	8.88	18.45	4.69	2.89	0.74
La/Sm	5.70	3.50	8.58	5.27	5.41	3.33	4.40	12.66	4.53	2.77
Eu/Sm	0.01	0.03	0.25	0.66	0.27	0.72	0.08	0.21	0.05	0.15
(La/Lu)CN		8.46		16.0		0.92		6.33		1.11
Eu/Eu*										
[Ce]/[Y]	8.16		13.23		9.85		5.44		4.62	
[Ce]/REE	0.89		0.93		0.91		0.85		0.92	

Abbreviations of igneous rocks are the same as those in Table 2. Abbreviation-  $\Sigma$ REE ; total concentration of REE, CN ; Chondrite normalized value (after Nakamura, 1974), [Ce] ; sum of light REE (La to Eu), [Y] ; sum of heavy REE (Gd to Lu), Eu\* ; Eu value derived by interpolation between Sm and Gd.

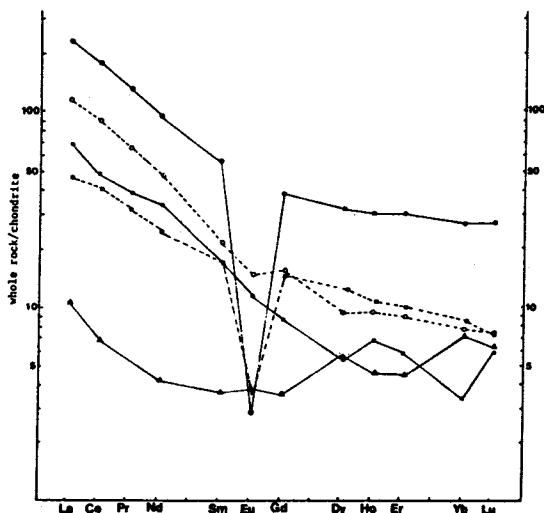


Fig. 14. Chondrite normalized REE patterns of foliated granites in the Damyang-Jinan area. filled circle : Daegang foliated granite, open circle : Foliated hornblende biotite granodiorite, filled rectangle : Sunchang foliated granodiorite, open rectangle : Foliated two mica granite, filled triangle : Samori foliated granite.

閃綠岩이 170.89ppm, 淳昌葉理狀花崗閃綠岩이 94.84ppm, 葉理狀複雲母花崗岩이 86.41ppm, 三梧里葉理狀花崗岩이 119.26ppm이다. 이들 岩石을 다른 火成岩類의 平均值 (Henderson, 1984)와 比較해 보면 帶江葉理狀花崗岩과 葉理狀複雲母花崗岩은 Eu(-) 异常이 比較的 크게 나타나는 monzonite + syenogranite의 LREE(40~1973ppm), (La / Lu) CN(1.1~22)과 Eu / Sm(0.0009~0.074)의範圍에 包含되며, 葉理狀角閃石黑雲母花崗閃綠岩과 淳昌葉理狀花崗閃綠岩은 Eu(-) 异常이 나타나지 않거나 아주 작게 나타나는 花崗閃綠岩 系列의 LREE(12~27ppm), (La / Lu) CN(2.18~4.13) 및 Eu / Sm(0.24~0.38)의範圍에 包含된다. 특히 帶江葉理狀花崗岩에 稀土類 元素가 餘他의 葉理狀 花崗岩類 보다 더 富化된 理由는 帶江葉理狀花崗岩에 稀土類 元素를 濃集시키는 曹閃石(riebeckite)과 葛簾石(allanite)을 0.5~3.0%나 隨伴하기 때문이다.

稀土類 元素에 있어서 LREE / HREE의 比는 葉理狀角閃石黑雲母花崗閃綠岩에서 13.23으로 가장 크고 三梧里葉理狀花崗岩에서 5.44로 가장 작다. 이는 葉理狀角閃石黑雲母花崗閃綠岩에 LREE를 濃集하는 스펜과 緑簾石群의 鑽物들이, 三梧里葉理狀花崗岩은 HREE를 濃集하는 杏榴石

이 0.1~2.5%나 含有되기 때문이다.

葉理狀花崗岩類에서 Eu(-) 异常이 (Eu / Sm)은 帶江葉理狀花崗岩이 0.01, 葉理狀角閃石黑雲母花崗閃綠岩이 0.25, 淳昌葉理狀花崗閃綠岩이 0.27, 葉理狀複雲母花崗岩이 0.08로 이와 유사한 岩類의 다른 测定值(Eu / Sm)=0.20~0.38(Henderson, 1984), 八公山의 白堊紀 花崗岩(Eu / Sm)=0.24(洪永國, 1983) 및 大田一公州地域의 花崗岩質岩類(Eu / Sm)=0.16~0.28(權致純, 1986)에 比하면多少 낮은 값을 가지는데 이는 大陸 또는 周邊部의 構造的 setting에서 形成된 火成岩類가 大概 이런 값을 보여준다(Cullers and Graf, 1984).

세리움(Ce)은 緑簾石群의 褐簾石( $Ce, Ca, Y_2(Al, Fe, Fe)_3(SiO_2)_3OH$ ) 鑽物에 많이 濃集되어 있으며, 褐簾石 成分은  $Ca \leftrightarrow REE$ 와  $Al \leftrightarrow Fe^{+2}$ 의 二重置換에 의해 左右된다(Henderson, 1984).

유토피움(Eu)은 稀土類 元素 中에서 사마리움(Sm)과 가돌리움(Gd) 사이에 있으며 이온半徑(1.17Å)이  $Sr^{+2}$ 과 類似하고, 電荷가 비슷하여 岩石과 鑽物이 이루어지는 過程에 있어서 配分의 舉動을 잘 指示해 준다. 또한  $Eu^{+2}$ 은 還元環境에서 安定하고,  $Eu^{+3}$ 은 酸化環境에서 安定하기 때문에 鑽物이 形成될 時當時의 酸素의 fugacity의 指示者로서  $Eu^{+2} / Eu^{+3}$ 의 比가 利用된다(Henderson, 1984).

花崗岩質岩類에서 稀土類 元素는 주로 스펜, 磷灰石 및 모나사이트와 같은 附隨鑽物에 濃集된다. 이러한 鑽物들은 LREE가 濃集되려는 傾向이 있으며 따라서 大部分의 花崗岩質岩類의 分析結果는 LREE가 富化되어 있다. 造岩鑽物 중에는 斜長石, K-長石 및 黑雲母의順으로 豐富하게 含有되어 있으며 이들 鑽物은 남아있는 稀土類 元素에 대해 host로서 作用한다. 따라서 보다 시리카가 많은 岩石에서 鑽物과 殘溜液 사이의 分配係數가 큰 值으로 나타난다(Condie and Lo, 1971). 斜長石은 花崗岩質 殘溜液에 대한 Sr의 分配係數가 높기 때문에 稀土類 分布圖에서 항상 Eu (+) 异常을 가져오며, 저어콘의 產出은 HREE의 枯渴을, 그리고 磷灰石은 Eu(-) 异常을 나타나게 한다. 榴石은 LREE, K, Rb, Sr, Ba에 대한 分配係數가 아주 작고, HREE에 대한 分配係數가 크기 때문에 榴石이 나타나면 HREE가 적고 Eu(+) 异常을 보여준다(Hanson, 1978). Eu / Yb의 比는 長石의 舉動의 重要性을 指示하고 있으며, 大體로 地殼의 部分熔融 또는 分結作用은 直線을 이루지 않고 混和의 過程은一直線의 分布圖를 가진다(Hart and Allegre, 1980).

## 結論

1. 潭陽-鎮安地域에 分布하는 葉理狀花崗岩類는 構成礦物과 組織의 差에 의해 帶江葉理狀花崗岩, 葉理狀角閃石黑雲母花崗閃綠岩, 淳昌葉理狀花崗閃綠岩, 葉理狀複雲母花崗岩과 三梧里葉理狀花崗岩으로 區分할 수 있다.

2. 斜長石에서 나타나는 累帶構造는 葉理狀花崗岩類가 不平衡한 狀態에서 마그마의 分化가 進行되였음을 指示해 준다. 黑雲母는 分化度가 增加함에 따라 Phlogopite-Anmite 領域에서 Eastonite-sidrophyllite 領域으로 變化한다. 角閃石은 葉理狀角閃石黑雲母花崗閃綠岩에서 \* Tremolite-Actinolite 領域으로 calcic hornblende이고 帶江葉理狀花崗岩에서는 알칼리 角閃石의 一員인 曹閃石(riebeckite) 領域에 點示된다.

3. 葉理狀花崗岩類의 뚜렷한 葉理構造는 右手向移動斷層運動에 의한 軟性變形을 받아 形成되었으며 이 岩類를 形成시킨 마그마의 貫入一定置時期는 三疊期末의 松林變動에 隨伴된 火成活動의 產物로 思料된다.

4. 分化指數(D.I.), 라센指數(L.I.)에서 帶江葉理狀花崗岩, 葉理狀複雲母花崗岩과 三梧里葉理狀花崗岩은 각각 83.12~95.54, 25.86~29.05로 花崗岩의 領域에 해당하고 葉理狀角閃石黑雲母花崗閃綠岩과 淳昌葉理狀花崗閃綠岩은 54.99~78.54, 6.48~21.01로 閃綠岩에서 花崗閃綠岩의 領域에 해당한다. Harker 變化圖와 AMF 三角圖는 葉理狀花崗岩類가 同源 마그마로 부터 分化一晶出된 calc alkali rock series 임을 보여 준다.

5. REE, (La/Lu)과 Eu/Sr은 葉理狀角閃石黑雲母花崗閃綠岩과 淳昌葉理狀花崗閃綠岩이 花崗閃綠岩 系列에, 餘他의 葉理狀花崗岩類는 monzo granite나 syeno granite 領域이다. Eu/Sr 값이 0.25~0.01 範圍인 葉理狀花崗岩類는 大陸이나 大陸周邊部의 構造의 setting에 의해서 形成된 火成岩類임을 示唆한다.

## 參 考 文 獻

- 權致純(1987) 大田-公州間에 分布하는 花崗岩質岩類의 地質年代와 岩石化學. 延世大學校, 博士學位論文.  
 金圭鳳, 崔煥讚, 黃裁河, 金貞煥(1984) 梧樹圖幅 地質報告書. 韓國動力資源研究所.  
 金東鶴, 李炳柱(1984) 南原圖幅 地質報告書. 韓國動力資源研究所.  
 金玉準(1975) 南韓의 花崗岩類와 地殼變動. 鎏山地質, 第8卷 4號, p. 223~230.

- 金玉準, 鄭鳳日, 嚴相鎮, 章基弘, 朴奉淳, 姜必鍾(1980) 韓半島의 地震地體構造分析에 關한 研究. 科學技術處, p. 1~59.  
 金勇俊(1986) 嶺南陸塊에 分布하는 古期 花崗岩質岩의 地質年代와 成因에 對한 研究. 鎏山地質, 第19卷 特別號, p. 151~161.  
 金勇俊(1988) 賽城-順天 地域에 分布하는 正片麻岩類의 地質時代와 成因에 關한 研究. 鎏山地質, 第21卷 1號, p. 69~83.  
 金勇俊, 金正彬, Dallmeyer, R. D.(1987) 雲峯-阿英地域에서 나타나는 壓碎狀花崗岩에 對한 岩石記載學的 研究. 鎏山地質, 第20卷 2號, p. 125~136.  
 金勇俊, 金正彬(1988) 長溪-任實間에 分布하는 火成岩類에 대한 岩石學的研究. 地質學會誌, 第24卷 特別號, p. 87~110.  
 金勇俊, 朴永錫, 朱昇煥, 吳敏秀(1989) 沃川 地向斜帶 東南帶에서의 火成活動(南原-居昌-尚州地域을 中心으로). 鎏山地質, 第22卷 4號, 미발간.  
 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 對한 研究. 地質學會誌, 第24卷 特別號, p. 111~131.  
 金正彬, 金勇俊(1984) 光州 北東部에 分布하는 所謂 片狀花崗岩에 대한 岩石學的研究. 鎏山地質, 第17卷 3號, p. 197~214.  
 金貞煥, 洪勝昊, 黃尚九(1982) 新興 地質圖幅 說明書. 韓國動力資源研究所.  
 島村新兵輝(1925) 韓國地質圖, 全州 及 鎮安圖幅. 國立地質調查所.  
 朴喜寅(1966) 淳昌地質圖幅. 國立地質調查所.  
 孫致武와 金洙鎮(1966) 昌平地質圖幅. 國立地質調查所.  
 李大聲(1971) 韓國 中部 沃川地向斜帶에 있어서의 火成活動에 關한 研究. 地質學會誌, 第7卷 3號, p. 153~216.  
 李大聲(1980) 沃川地向斜帶의 火成活動과 地構造의 解釋. 延世論聰, 第17集 p. 109~137.  
 李大聲, 池慎蔓, 李大雲(1980) 沃川地向斜帶에서의 火成活動에 의한 鑄化作用의 類型에 關한 研究. 鎏山地質, 第13卷 3號, p. 109~137.  
 李大聲, 金勇俊(1985) 沃川帶에서의 火成活動. 鎏山地質, 第18卷 1號, p. 23~39.  
 李大聲, 羅基昌, 金勇俊(1985) 沃川帶의 地質 및 鑄物資源에 關한 研究. 鎏山地質, 第18卷 4號, p. 381~397.  
 李商萬(1973) 우리나라의 地體構造와 變成相 및 變成相 聯繫性 研究. 地質學會誌, 第9卷 1號, p. 11~23.  
 李商萬(1980) 智異山(河東-山淸) 地域의 變成泥質岩의 變成作用에 關한 研究. 地質學會誌, 第16卷 1號, p. 1~15.  
 朱昇煥(1986) 嶺南陸塊 Rb/Sr 年代測定 研究(III). 韓國動力資源研究所. KR-86-2-17, p. 1~28.  
 金星載(1986) 嶺南陸塊 Rb/Sr 年代測定 研究(II). 智異山 一帶 花崗岩質片麻岩 및 片麻狀花崗岩類, 動力資源研究所, KR-87, p. 7~33.

- 洪萬燮, 尹銑, 吉英俊(1966) 葛潭圖幅 1 / 50,000, 國立地質調查所.
- 洪永國(1983) 南韓의 주라기紀- 白堊紀 花崗岩의 岩石學的 및 地化學的研究. 博士學位論文.
- 洪世善, 金勇俊, 金正彬(1988) 南原地域에 分布하는 南原花崗岩體에 대한 岩石地化學的研究. 地質學會誌, 第 24 卷 特別號. p.132-146.
- Barth, T. F. W.(1972) Theoretical Petrology(2nd ed.), New York : Wiley.
- Barth, T. F. W.(1969) Feldspars. New York : Wiley-Interscience.
- Bence, A. E. and Albee, A. L.(1968) Empirical correction factors for the electron microanalysis of silicates and oxides: Jour. Geology, v. 76 p. 382-403.
- Condie, K. C. and Lo, H. H.(1971) Trace element geochemistry of the Lou is Lack batholith of early precambrian age, Wyoming. Geochim. Cosmochim. Acta, v. 35, p. 1099-1119.
- Cullers, R. L., and Graf, J. L.(1984) Rare earth elements in igneous rocks of the continental crust: intermediately and silicic rocks; in Henderson, P., rare earth element geochemistry. Elsevier Sci. Pub. B. V., p. 275-316.
- Czamanske, G. K., Ishihara, S., and Atkin, S. A.(1981) Chemistry of Rock-Forming Minerals of the Cretaceous-Paleocene Batholith in Southwestern Japan and Implications for Magma Genesis. Jour. of Geophysical Research, v. 86, p. 10431-10469.
- Hanson, G. N.(1978) The application of trace element to the petrogenesis of igneous rocks of granitic composition. Earth Plan. Sci. Lett., v. 38, p. 26-43.
- Hart, S. R. and Allegre, C. J.(1980) Trace element constraints on magma genesis: in Hargraves, R. B., Physics of magmatic processes. Princeton Univ. Press. p. 121-159.
- Henderson, p.(1984) Rare Earth Element Geochemistry. Elsevier Science Pub. Co. Inc.
- Hong, Y. K.(1984) Petrology and Geochemistry of Jurassic Seoul and Anyang Granites. Korea, Jour. Geol. Soc. Korea, v. 20, No. 1, p. 51-70.
- Hong, Y. K. and Lee, B. J.(1989) Geochemical and Microstructural Studies on the Sunchang Foliated Granodiorite at a Shear Zone in the SW Part of the Ogcheon Fold Belt, Korea. Jour. Geol. Soc. Korea, v. 25, p. 294-311.
- Hyndman, D. W.(1972) Petrology of igneous and metamorphic rocks. McGraw-hill Co. 533p.
- Kim, O. J., et al.(1980) A study on the Seismotectonics of Korea
- Kuno, H.(1954) Volcanoes and Volcanic rocks. Lwanami Co. Ltd, Tokyo.
- Lee, D. S.(1971) Study on the igneous activity in the middle Ogcheon Geosynclinal Zone, Korea. Jour. Geol. Soc. Korea, v. 7, No. 3, p. 153-216.
- Ringwood, A. E.(1955) The principles governing trace element distribution during magmatic crystallization, Part 1; The influence of electron negativity. Geochim. Cosmochim. Acta v. 7, p. 189-202.
- Ringwood, A. E.(1955) The principles governing trace element behavior during magmatic crystallization, Part 2; The role of complex formation. Geochim. Cosmochim. Acta, v. 7, p. 242-254.
- Taylor, S. R.(1965) The application of trace element data to problems petrology, Physics and chemistry of the earth. v. 6, p. 133-213.
- Valsov, K. A.(1966) Geochemistry and mineralogy of rare elements and genetic types of their deposits, Israel program for scientific translations Ltd, p. 668.
- Wager, L. R., and Mitchell, R. L.(1951) The distribution of trace elements during strong fractionation of basic magma, Geochim. Cosmo. Acta v. 1, p. 129-208.
- Yanai, S., Park, B. S., and Otoh, S.(1985) The Honam shear zone(South Korea): Deformation and tectonic implication in the Far East. Scientific papers College Arts and Science, Univ. of Tokyo, 35, 180-210.