

江華島 東南部에 分布하는 所謂 江華閃長岩質岩에 對하여

金 勇 俊\* · 吳 敏 秀\*\*

Petrology and petrochemistry of the so called "Ganghwa syenitic rock" in southeastern part of Ganghwa Island.

Yong-Jun Kim, Mihn-Soo OH

Abstract

The study focused on the petrology and petrochemistry of the so called "Ganghwa syenitic rocks" which intruded into metasediment of basement in southeastern part of Ganghwa Island. The geologic sequence of the mapped area was shown in table 1, 10 model analyses and 7 chemical analyses on the rock samples taken from the Ganghwa syenitic rocks and Manisan granite have been used to discuss the nomenclature of the rocks and petrological relationship between rock types.

The petrographical and petrochemical features based on the analyses are as follows:

- 1) Ganghwa syenitic rocks consist of Ganghwa alkali syenite and Ganghwa diorite porphyry which based on the classification of the subcommission on systematics of igneous of IGUS. Ganghwa diorite porphyry which occurred as dike forms are intruded into Ganghwa alkali syenite. The rock forming minerals of Ganghwa alkali syenite are composed of perthite, plagioclase, quartz, hornblend and chlorite in major, and zircon, apatite, sericite and magnetite in minor. Ganghwa diorite porphyries consist of plagioclase, biotite, hornblend, orthoclase and chlorite, with, porphyritic texture.
- 2) In silica-oxides variation (Fig. 2) and AMF diagram (Fig. 3), the Ganghwa alkali syenite is similar to the trend of Daly's average basalt-andesite-dacite-rhyolite than Skaergaard which shows the trend of the fractional crystallization of magma, and equivalent to the alkali rock series by Peacock.
- 3) The general trend of data points shift to plagioclase, and are superimposed on the alkali rich terminal part of the granodiorite province of SW Finland in normative Q-Kf-Pl(Fig. 4) and Or-Ab-An diagram respectively.

The above-mentioned evidences suggested that the Ganghwa syenitic rocks are the differential products resulted by assimilation of intermediated magma and metasediment rock under relatively rapid cooling condition.

\* 연세대학교 이과대학 지질학과

\*\* 한국 자원개발연구소

## 1. 序 言

本 研究은 江華島 東南海岸에 分布하는 所謂 江華閃長岩에 對한 岩石學의 및 地化學의 考察을 爲한 것이다.

本 研究을 爲해 3次에 걸친 野外調査와 室內에서 偏光顯微鏡에 依한 構成鑛物의 究明과 mode分析에 依한 이들 構成鑛物의 含量을 比較했다. 그리고 岩石들의 組織에서 鑛物相互關係와 成因을 推論하고, 또 地化學 實驗室에서 이들 岩石의 化學成分을 定量하므로써 norm 鑛物을 產出하고 이로부터 分化된 程度를 알아 보았다.

本 岩에 對한 既調査 資料는 거의 없으며, 江華島의 地質概要(金鳳均, 朴龍安 1968)에서 처음으로 그 分布가 밝혀졌을 뿐이다. 其後 1/250,000 서울 地質圖에서 도 이를 답습하는 程度에 지나지 않았다.

本 調査地域의 地理的 座標는 東經 126°28'~32', 北緯 37°35'~40'으로서 約 35km<sup>2</sup> 넓이에 이르는 地域으로 전등사, 마니산과 舊韓末의 많은 海岸包臺 등의 觀光地 開發로 交通은 便利한 편이다.

## 2. 地質概要

本域의 地質은 結晶質 片岩系를 基底로 하여 이를 被覆하는 高句麗 片麻岩에 對比되는 江華 花崗岩質 片麻岩(金鳳均等 1968)과, 이를 貫入하는 마니산 花崗岩, 江華 알카리 閃長岩과 江華 閃綠斑岩 등의 火成岩類로 構成되어 있다.

本 研究에서 火成岩의 分類基準은 modal composition의 含量比를 구해서 IUGS 火成岩 分類小委員會 分類法을 따라 岩石名을 法定했다.

結晶質片岩系는 本域 西部에 分布하며 마니산 花崗岩에 依해 貫入되어 있다. 本系의 一般의 走向과 傾斜는 N60~65N, 25~45SE이며, 構成岩石은 黑雲母, 白雲母 片岩, 結晶質 石灰岩과 絹雲母 珪岩 等이다.

江華花崗岩質 片麻岩은 江華島 北部와 中央部에 넓게 分布한다. 本岩에서 나타나는 片理의 走向은 N40E 이고, 傾斜는 40~50SE이며, 堆積變成岩인 花崗岩質 片麻岩으로 構成되어 있다.

마니산 花崗岩은 本域 南部 길상산(336m) 附近에 分布하며 結晶質 片岩을 貫入하는 黑雲母, 角閃石 花崗岩이다.

江華 閃長岩質岩은 本域 東部 海岸에 南北으로 길게 分布하며 岩質로 보아 深成岩인 江華 알카리 閃長岩과 中性脈岩인 江華 閃綠岩質 斑岩으로 區別된다. 本岩은 花崗岩質 片麻岩을 貫入하며 마니산 花崗岩과는 關係 未詳이다.

부근을 땀 모든 低地에 넓게 分布한다. 특히 들쭉날쭉 하는 海岸線이 모두 매립되어 田畠으로 利用되므로 그 分布가 상당히 넓다.

本域의 地形은 中央部에 分布하는 마니산 花崗岩과 그 周圍에 分布하는 結晶質 片岩 및 花崗岩質 片麻岩의 浸蝕과 構成鑛物의 붕괴되는 差異에 依해서 風化에 弱한 마니산 花崗岩은 길상산을 빼고는 比較的 完만한 地形을 이루며, 이에 反해서 結晶質 片岩은 南北으로 달리는 陵線이 날카로운 hogback으로 되어 있어 晚 長年期 地形을 보인다.

本域의 水系는 江華島 全域에 걸쳐 優勢한 構造線인 南北으로 달리는 褶曲軸의 영향을 받아 주로 南北方向 을 가진다.

本域의 地質系統은 Tab.1과 같다.

Tab.1. 地質系統表

第 四 紀 [冲 積 層		
~~~~~不整合~~~~~		
白 堊 紀	江華閃綠斑岩	} 江華閃長岩質岩
	—貫入—	
	江華알카리閃長岩	
	— ? —	
	마니산花崗	
	—貫入—	
先캄브리아紀	江華花崗岩質片麻岩	} 結晶質片岩系
	— ? —	
	結晶質片岩系	

## 3. 地質各論

### 3-1. 結晶質片岩系

結晶質 片岩系는 本域 西部인 온수리 南部와 길상산 西部 및 南部 海岸邊에 分布하며 마니산 花崗岩에 依 해 捕獲된 比較的 큰 捕獲岩이나 roof pendant로 나타 난다.

本 系는 주로 雲母片岩과 絹雲母珪岩으로 構成되며, 若干의 結晶質 石灰岩이 夾在하는 本域의 基底岩으로서 先캄브리아紀의 連川系에 屬한다.

雲母片岩은 黑雲母, 白雲母와 絹雲母의 規則性있는 配列에 依해 뚜렷한 片理를 가지며 岩色은 褐色 乃至 暗灰色이다. 鏡下에서 보면 主成分 鑛物은 斜長石, 石 英, 黑雲母와 白雲母이며 길게 伸張된 石英과 方向性 있는 配列을 보이는 板狀 雲母에 依해 片理構造가 나 타난다.

石英은 심한 波動消光을 보이며 黑雲母는 褐色의 多 色性을 보이는 比較的 작은 板狀 結晶들의 集合體로 構成된다.

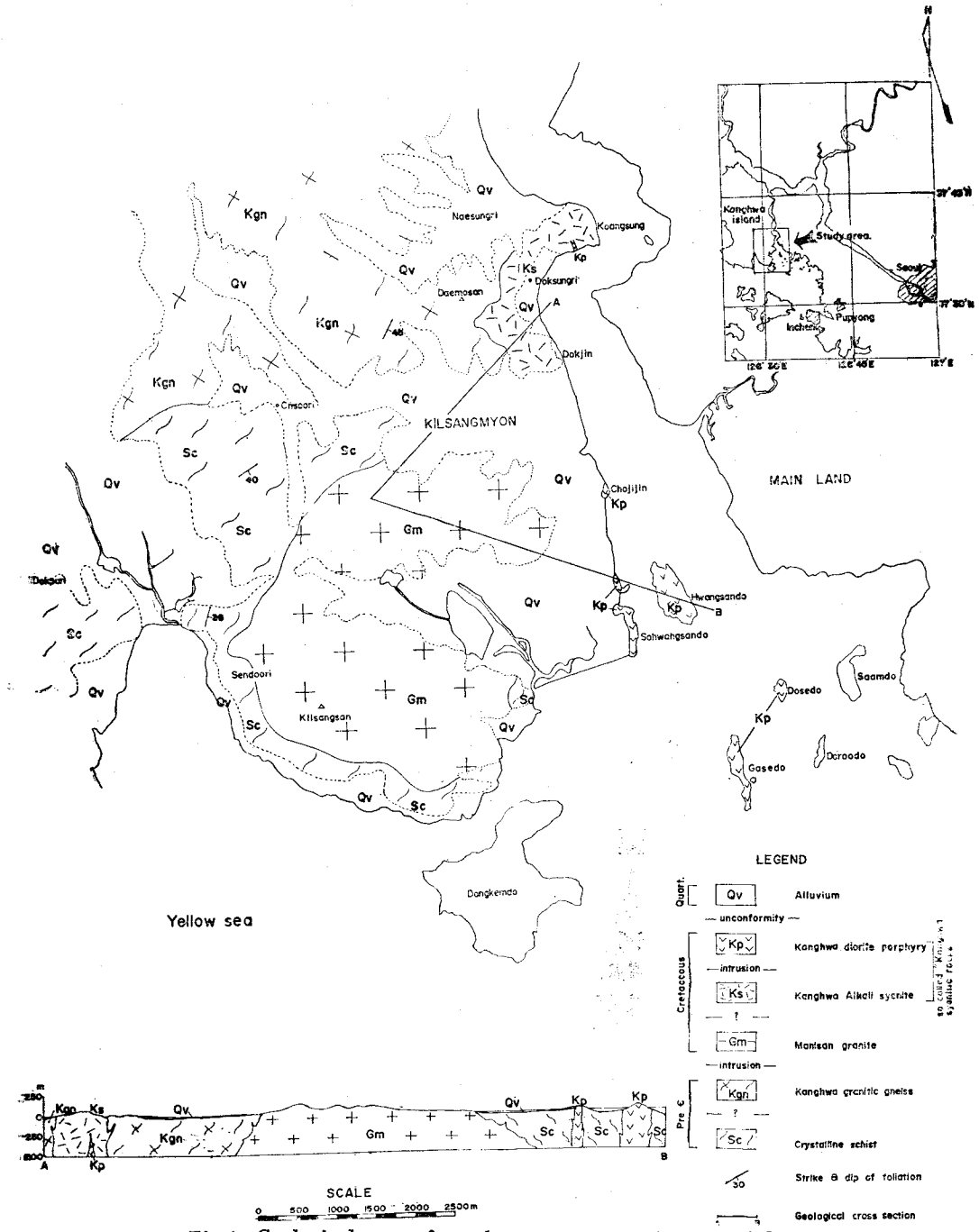


Fig.1. Geological map of southeastern part of Ganghwa Island

沖積層은 礫, 모래, 자갈 등으로 構成되며, 矽酸山 結晶質 石灰岩은 은수리 南西쪽 선두리에서 本系의 狹在되어 나타나며 礫은 얇은 粘土質岩과 交互하고 岩色은 淡灰岩 乃至 灰色을 띤다. 構成鑛物은 主로 方 解石으로 花崗岩과의 接觸部 近處에서는 얼마간의 石

英이 나타난다.

絹雲母 珉岩은 乳白色 乃至 淡灰色을 띠며 絹雲母의 配列에 依한 微弱한 片理가 觀察된다. 構成鑛物은 波 動消光을 보이고 길게 伸張되어 있으며 結晶 사이의 部分的으로 融合상 組織을 보이는 石英과 이들 石英

사이에 끼어 나타나는 絹雲母片으로 構成되며 드물게 微斜長石이나 斜長石이 包含되어 있다(사진 1).

### 3-2. 江華 花崗岩質 片麻岩

本岩은 덕성리 西便과 온수리 北部에 分布하며 結晶質 片岩을 被覆한다. 그러나 本調査에서는 露頭의 不良으로 兩者의 關係를 규명치 못하였다.

本岩의 片理는 走向과 傾斜가 N35~45E와 40~50SE로서 거의 變化가 없으며 構成岩은 褶曲된 層理面의 痕跡 등으로 미루어 보아 大部分이 堆積變成源의 花崗岩質 片麻岩이다. 本岩은 黑雲母의 再結晶에 依해 lepidoblastic texture를 보이며 主成分 鑛物은 石英, 斜長石, 黑雲母로 構成되어 있다. 石英은 역시 강한 波動消光을 보이며 길게 伸張되어 있다. 斜長石도 렌즈상으로 나타나며 大部分 심하고 絹雲母化나 高령토 화되어 있으며, 이들 石英과 斜長石 사이를 褐色의 多色性을 보이는 黑雲母와 微細粒의 絹雲母片 등이 配列되어 片麻岩構造를 나타낸다. 本岩의 岩石名은 石英-長石 片麻岩이다.

### 3-3. 마니산 花崗岩

本岩은 本域 中央部인 길상산과 그 附近에 分布하며 結晶質 片岩을 貫入하는 中粒質 淡灰色 黑雲母-角閃石-花崗岩이다.

本岩의 岩石名은 table 1에서와 같이 2개의 試料에 대해 6장의 岩石시편을 만들어 mode 分析을 실시하고 각 3장의 평균치에 대해 Q-kf-pl과 (Q+kf)-(pl)-(mafic)의 含量比를 결정해본 결과 정상적인 화강암이다.

本岩은 半自形 粒狀組織(hypidiomorphic granular texture)을 가지며 斜長石, 正長石, 퍼다이트, 石英, 角閃石과 黑雲母로 構成되며 저어콘, 인회석, 자철석, 白雲母와 綠泥石이 副成分 鑛物로 들어 있다(사진 2, 3).

斜長石은 半自形 乃至 自形을 가지며 大部分이 反複 累帶構造와 albite, albite-carlsbad, pericline law에 따르는 雙晶을 보인다. 消光角에 依한 anorthite의 量은 15~18%인 oligoclase이다. 斜長石은 石英이나 微斜長石, 퍼다이트에 비해 큰 結晶으로 나타나며 때로는 結晶 境界를 圓粒狀의 石英粒들이 嵩고 들어 오거나 응식하고 있다(사진 4).

角閃石은 綠色의 多色性을 보이며 보통 黑雲母를 隨伴한다. 隨伴되는 경우 大部分 中央部에 角閃石이 位置하며 雲母片들은 이를 둘러싼다. 때로는 自形의 큰 結晶으로 나타나는데 이 境遇에는 後期 晶出鑛物인 長石類나 石英 등이 結晶境界를 침입하거나 응식하고 있다.

黑雲母는 自形 乃至 半自形의 板狀 乃至 섬유상으로

綠色의 多色性(X=yellowish green, Y=green, Z=reddish green)을 보인다. 또 結晶內에 暗色の 暈帶를 보이는 저어콘, 自形 또는 他形의 集合體를 나타내는 磁鐵石과 針狀의 磷灰石 등의 副成分鑛物을 包含하고 있다.

石英은 斜長石과 正長石等 比較的 初期에 生成되는 結晶粒 사이를 채우는 不規則한 他形으로서 큰 單一 結晶인 경우는 드물고 강한 波動消光을 보이는 崩합상 조직을 갖는 結晶들의 集合體로 나타난다.

微斜長石과 퍼다이트는 大部分 格子狀 雙晶을 보이며 퍼다이트에 包含된 斜長石片들의 形態는 string형 thread형 또는 patch형을 나타낸다. 이들중 thread형이 가장 優勢하고 때로는 퍼다이트 바탕이 칼스밋雙晶을 보이기도 하나 이 경우도 역시 微細한 格子狀雙晶이 나타난다. 이는 高溫에서 칼스밋雙晶을 갖는 正長石이 만들어졌다가 이 結晶이 徐徐히 冷却되면서 斜長石片들이 晶出되어 나온 것으로 生覺된다.

### 3-4. 江華 閃長岩質岩

江華島 東便 광성나루-덕진-초지진-황산도-가서도를 잇는 海岸을 따라 分布하는 本岩은 所謂「江華閃長岩」이라고 부르던 岩體로서, 本 研究에서는 2種類의 岩石으로 區分했다. 그 하나는 本岩體 北部에 分布하는 alkali syenite이고, 또 다른 하나는 南部에 分布하는 赭色 乃至 暗赭色을 띤 閃綠斑岩이다. 兩者의 關係는 後者が 광성진 南部에서 小規模의 脈狀으로 前者를 貫入하고 있다. 本 研究에서는 前者를 江華알카리閃長岩, 後者를 江華閃綠斑岩이라고 부르기로 한다.

#### 3-4-1. 江華 알카리 閃長岩

本岩은 德城里 광성진, 봉골, 大母山 南東部, 덕진에 分布하며 大體로 紅色 바탕에 靑綠色을 띤 有色鑛物을 包含하는 粗粒質岩이다. 그러나 덕진과 봉골 사이의 海안에서는 紅色이 얇어지고 밝은 白色을 띤 봉골 북쪽 海岸에서는 짙은 靑綠色을 띤 細粒質岩이 얼마간 나타나나 이는 色과 粒度에서만 差異가 날뿐 構成鑛物에는 큰 差異가 없다.

本岩은 江華 花崗岩質 片麻岩을 貫入하며 江華 閃綠斑岩에 貫入 當하는 面積 1.5km<sup>2</sup> 程度의 小岩株이다.

本岩의 岩石名은 試料 8개에 대해 각 3장씩의 암석 試片을 만들어 mode 分析을 행하고 이 결과에서 q-kf-pl의 含量比를 구해본 결과 含石英 alkali syenite이다.

本岩의 構成鑛物은 主成分 鑛物이 퍼다이트, 斜長石, 石英, 綠泥石, 方解石과 角閃石이고, 副成分 鑛物으로는 저어콘, 磷灰石, 絹雲母, 磁鐵石이다(사진 5).

퍼다이트는 約 40~60%의 容積을 차지하며 string.

stringlet와 patch型的 斜長石片과 carlsbad twin을 갖는 큰 結晶인 正長石과 微斜長石의 바탕으로 되어 있다(사진 8, 10). Carlsbad twin만을 보이는 正長石 結晶은 格子狀 雙晶을 보이는 微斜長石보다 結晶이 작으며 항상 自形으로 나타난다. 이에 반해 微斜長石의 경우는 모두 뚜렷한 格子狀雙晶을 가지며 大端히 큰 結晶으로 나타나고 때로는 高溫形일때의 假象인 carlsbad twin을 보이기도 한다.

斜長石은 albite twin이나 pericline twin을 보이며 粒度에 있어 퍼다이트와 類似한 큰 結晶과 이에 비해 매우 작은 結晶으로 나타나는 2가지形이 있다. 이들 兩者는 晶出 時期에 差로 因해 粒度가 다른 것으로 生覺되며 量的比로 보아 퍼다이트에 비해 절반에도 미치지 못한다.

斜長石은 대개 高능석이나 絹雲母로 變質되어 있으며 方解石의 細片이나 酸化鐵의 얼룩으로 덮혀 있어 正確한 判別에 많은 지장을 준다. 石英은 後期 晶出 鑛物이므로 結晶들의 間극을 채우는 不規則한 他形으로 나타나며 때로는 퍼다이트와 斜長石의 境界部에 myrmekite의 反應石英을 갖기도 한다. 石英의 含量은 5~10%에 이르며 이로 미루어 보아 本岩은 含石英 alkali syenite의 變種인 Nordmakite\*이다.

綠泥石은 角閃石이나 黑雲母의 變質物로서 角閃石에서 變質된 것으로 生覺되는 結晶은 自形角閃石의 假象을 그대로 가지고 있어 黑雲母가 變質된 섬유상이나 板狀 綠泥石과 區別이 可能하다. 그러나 이들 모두가 結晶의 境界部에서 微粒의 磁鐵石이나 赤鐵石 結晶의 集合으로된 opacite 組織을 보인다. 이 opacite는 特別히 角閃石의 假象에서 더 뚜렷하다.

方解石은 本岩이 貫入한 花崗岩質 片麻岩內에 夾在된 石灰質岩으로부터 온 것으로 生覺되며, 閃長岩質 마그마가 stoping時에 이 石灰質岩을 捕獲하여 溶溶 溶화시킨 경우와, 本岩이 固結된후 생긴 節理나 間극 틈(crack)으로 周圍 石灰質岩으로부터 溶해 運반되던 方解石이 降雨時 침전 堆積된 경우의 두가지 경우를 生覺할 수 있다. 前者의 경우는 칼슘을 갖는 鑛物의 不在와 대개가 堆積狀으로 나타나는 것으로 보아 生 빙성이 없어 後者로 生覺되며 따라서 本岩의 化學分析時에도 可能한 한 方解石脈을 除去하여 試料를 擇했다.

副成分 鑛物中에서는 磷灰石이 特徵的이며, 이는 比較的 큰 結晶으로 黑雲母에만 局限되지 않고 角閃石이

\* Nordmakite described originally from a locality near Oslo, Norway By W.C. Brögger in 1890.

나 퍼다이트 그리고 黑雲母나 角閃石으로부터 變質된 綠泥石內에서도 나타난다(사진 9).

### 3-4-2. 江華 閃綠斑岩

本岩은 초지리, 초지진, 황산도, 소황산도, 도서도 및 가서도 등의 도서와 海岸에 分布하며 大部分의 地域은 赭色의 長石玢岩으로 되어있으나 草芝嶽台 北部 海邊에서는 岩色도 暗赭色을 띠며 緻密해진다.

本岩이 띠는 赭色은 岩石內에 散在하는 微粒의 磁鐵石과 赤鐵石의 酸化鐵等과 이들로부터 만들어진 얼룩에 依해 着色되어진 것으로 特別히 어두운 岩色을 보이는 草芝嶽台 北部 海邊은 이들 鐵酸化物의 量이 豊富하다.

本岩은 인접한 花崗岩質 片麻岩을 貫入하며 마니산 花崗岩과의 接觸部는 바다를 메꾸어 만든 매립지로 되어있어 兩者의 關係는 未詳이다. 또 이는 江華 alkali syenite를 貫入하고 있으며 化學的 風化에 弱하여 매우 特徵的인 赭色의 土壤을 만든다.

本岩은 斑狀組織을 가지며 斑晶으로는 大部分을 차지하는 自形乃至 半自形의 斜長石과 얼마간의 opacite화된 黑雲母로 構成된다. 石基는 他形의 溶合상構造를 갖는 微粒의 長石類(斜長石>正長石)와 方向性이 없는 直四角形乃至 正方形의 斜長石 및 微粒의 長石結晶 사이의 間극을 채우는 不規則한 石英으로 構成된다(사진 11). 가장 主가 되는 斜長石은 斑晶과 石基에 모두 存在하며 斑晶으로 나타나는 큰 結晶들은 大部分 絹雲母화나 高陵石化되어 있고, 結晶內에 微粒의 方解石結晶들이 散在되거나 또는 特定部分에 모여 있다.

有色鑛物로는 黑雲母가 主가 되며 드물게 角閃石이 있으나 대개가 變質되어 綠泥石인 penninite로 되어 있다. 그러나 綠泥石의 벽개를 따라서 均배 均배 높은 복굴절을 갖는 黑雲母가 남아 있어 原鑛物이 黑雲母라는 것을 보여준다. 또 角閃石도 獨特한 自形結晶形과 豫質鑛物인 綠泥石이나 酸化鐵이 結晶 境界部를 둘러 싸고 特徵的인 56° 또는 124°의 交角을 갖는 2方向 벽개면이 opacite化로 뚜렷하게 나타나므로 區別이 可能하다(사진 12).

本岩은 有色鑛物內에 包含된 鐵이 모두 酸化鐵로 나타나는 것과 물을 많이 包含하는 鑛物인 綠泥石으로 變質된 점으로 미루어보아 증기압과 酸素分壓이 比較的 높은 狀態에서 만들어진 것으로 思料된다.

### 3-5. 沖積層

本域 東部에 分布하는 江華 알카리閃長岩과 江華閃綠斑岩은 風化에 弱해 低地를 이루며, 이 低地의 大部分을 主로 礫과 모래로 堆積된 본층의 메꾸고 있어 田畠으로 利用되고 있다. 또 이에 비해 마니산 확장암

Table.2. Modal composition of rocks from Ganghwa syenitic rocks

Rock name mode No.	Ganghwa Alkali syenite									Manisan gr.	
	sample									KW	Kw
	Kw	Kw	Kw	Kw	Kw	Kw	Kw	Kw	Kw		
-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-10	-12A	-12B		
Quartz	9.95	7.27	8.93	10.32	5.52	4.80	8.96	8.93	27.96	35.14	
K-feldspar	54.64	67.27	58.93	52.20	53.22	59.82	55.29	57.36	32.10	30.08	
Plagioclase	23.80	20.93	21.36	19.32	7.48	31.76	29.19	26.99	25.81	23.18	
Apatite	0.09	0.08	0.35	0.21	0.29	0.20	0.51	0.74	0.03	0.01	
Biotite	4.17	1.06	6.49	13.47	11.06	1.29	1.45	1.57	10.60	8.75	
Hornblende	6.80	2.71	3.33	2.60	20.77	1.66	2.93	3.71	3.35	2.80	
Ore	0.54	0.75	0.60	1.97	0.59	0.47	1.68	0.72	0.05	0.02	
epidote	—	—	—	—	—	—	—	—	0.10	0.03	
salic	89.12	95.43	89.23	81.75	67.29	96.38	93.43	93.26	85.87	88.39	
C.I	10.88	4.60	10.77	18.25	32.71	3.62	6.57	6.74	14.13	11.61	
I.C	20	18	24	21	31	22	27	25	28	24	

C.I: Color Index

I.C: Identity Change

이 分布하는 本역 中央部와 結晶質片岩으로 된 西部는 비교적 높은 山地를 유지하고 있어 해안가를 따라 열마간의 本層이 分布할 뿐이다.

## 4. 地球化學的 考察

本 研究를 爲해 江華 알카리 閃長岩 5個, 江華 閃綠斑岩 2個都合 7個의 試料에 對해 化學分析을 實施했다. 分析한 成分은  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $FeO$ ,  $CaO$ ,  $MgO$ ,  $MnO$ ,  $TiO_2$ ,  $P_2O_5$ ,  $K_2O$ ,  $Na_2O$ , ignition loss의 12成分이다.

특히 江華 알카리 閃長岩은 巨粒質이고 部分的으로 不均質하여 하나의 試料로부터 많은 部分을 破碎하여 8分法으로 分析試料를 選擇하였다. 化學分析值와 C.I. P.W norm鑛物은 Tab. 3에 表示하였다.

分析結果에 依한 化學成分은 Silica-酸化物 變化圖를 그려서, 그 傾向을 Daly의 basalt-andesite-dacite-rhyolite의 平均值와 沃川地向斜 北西帶에 比較하였다.

그리고  $(Na_2O+K_2O)-(Fe_2O_3+FeO)-(MgO)$ 의 三成分系에서 各岩石들의 trend를 알아보고, 그 結果를 Skaergaard trend와 對備시켰으며, 分析值에서 計算된 Norm 鑛物로 石英-斜長石-카리長石 및 正長石-曹長石-灰長石의 成分關係를 圖解하여 modal composition과 比較하였다.

## 4-1. 酸化物 變化關係

江華 알카리 閃長岩의  $SiO_2$ -酸化物 變化關係는 Fig. 2에서 보는 바와 같이  $SiO_2$ 는 55~62%의 變化를 보인

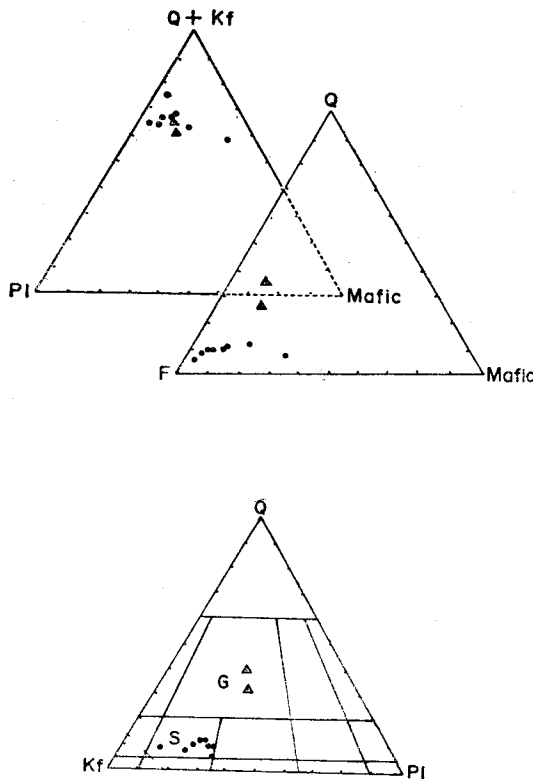


Fig. 1. Triangular plot of modal composition of the rocks Ganghwa alkali syenite (close circle) and Manisan granite (triangle) G: granite area S: quartz syenite area

Tab. 3 Chemical composition and their C.I.P.W. normative composition  
of the rocks from Ganghwa syenitic rocks.

rock name Sample No.	Ganghwa diorite porphyry			Ganghwa alkali syenitic				
	Kw-1	Kw-2	Kw-4	Kw-6	Kw-7	Kw-8	Kw-10	
SiO <sub>2</sub>	63.38	63.08	61.80	59.66	54.96	61.46	59.30	
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15.15	14.37	16.93	15.96	15.82	15.46	16.22	
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.22	4.13	1.73	2.00	1.88	1.45	1.70	
FeO	0.43	1.01	1.44	2.88	4.61	3.60	2.74	
MgO	0.90	2.55	1.91	3.43	4.24	2.73	3.09	
CaO	2.68	3.74	2.70	2.48	4.06	1.85	2.40	
Na <sub>2</sub> O	5.25	7.00	6.38	5.50	3.50	5.88	5.25	
K <sub>2</sub> O	5.00	3.75	8.25	7.50	6.38	7.75	7.50	
TiO <sub>2</sub>	0.22	0.38	0.40	0.50	0.47	0.42	0.23	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.11	0.13	0.27	0.40	0.40	0.40	0.38	
MnO	0.07	0.04	0.04	0.08	0.08	0.03	0.03	
Ig. loss	1.14	1.85	1.50	2.43	2.67	1.72	1.32	
total	100.05	102.03	101.60	102.84	99.07	102.77	100.16	
Q	1.32	1.62	—	—	—	—	—	
Ab	50.36	52.92	27.25	25.68	24.37	33.27	30.39	
An	—	—	—	—	8.62	—	—	
Or	29.47	22.24	48.93	44.48	37.81	46.15	44.48	
Ne	—	—	7.38	7.67	2.70	1.56	5.96	
Ac	7.85	5.54	5.08	5.54	—	4.16	2.31	
Di {	Wo	3.96	7.42	4.87	4.18	4.76	2.78	3.94
	En	2.30	6.40	3.20	2.60	2.80	1.40	2.70
	Fs	—	—	1.32	1.32	1.72	1.32	0.92
Wo	2.55	—	—	—	—	—	—	
Ol {	Fo	—	—	1.12	4.20	5.46	3.78	3.50
	Fa	—	—	0.51	2.57	3.47	3.57	1.22
Ns	0.49	—	—	—	—	—	—	
Mt	0.70	2.09	—	0.23	2.78	—	2.55	
Hm	—	0.80	—	—	—	—	—	
Il	0.46	0.76	0.76	0.91	0.91	0.76	0.46	
Ap	0.34	0.34	0.67	1.01	1.01	1.01	1.01	
total	99.80	100.13	101.09	100.39	96.50	99.76	99.44	
D.I	81.15	76.98	83.56	77.83	65.06	80.98	80.83	

D.I: differential Index

며, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>는 15~17%의 範圍에 있다. 이는 Daly의 平均值와 沃川地向斜帶 北西帶보다 若干 낮은 값을 갖는다. Na<sub>2</sub>O와 K<sub>2</sub>O는 silica의 增加와 比例해서 增加하며 Daly의 값보다 항상 높은 값을 보인다. 특히 K<sub>2</sub>O는

O는 沃川地向斜帶 北西帶와 類似한 값을 보이나 Daly 값보다는 항상 5% 이상 높다.

CaO, MgO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 및 FeO는 SiO<sub>2</sub>의 含量과 反比例하는 傾向을 보인다. 即 Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>와 MgO는 Daly값과

거의 類似한데 비해 沃川地向斜 北西帶보다는 낮으며 FeO와 CaO는 Daly값보다 항상 낮고 沃川地向斜의 西北帶와는 類似하다.

全體的으로 볼 때 Daly의 basalt-andesite-dacite-rhyolite의 平均値와 傾向은 같으나 各酸化物의 平均含量은 相當한 差異를 보인다.

Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O와 CaO 變化에 依한 alkali-lime index 는 SiO<sub>2</sub>가 49.5% 程度로서 Peacock에 依하면 alkali rock series에 屬한다.

江華 閃綠斑岩의 SiO<sub>2</sub>-酸化物 變化關係는 alkali rock series에 屬하는 江華 알카리 閃長岩과는 判異하다. 勿論 分析値가 2個試料뿐이므로 어떤 結論을 내리

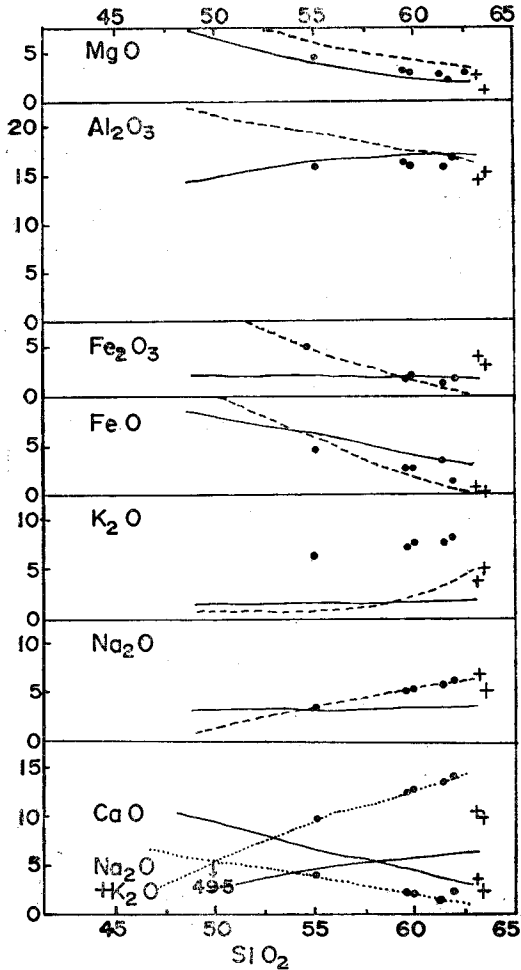


Fig. 2 Variation in major oxides versus silica for the Ganghwa syenitic rocks. curved line: trend of Daly's average basalt-andesite-dacite-rhyolite. dashed line: trend of Ogcheon geosyncline NW zone. dotted line; alkali-lime index, cross at 49.5% (·: Ganghwa alkali syenite), +: Ganghwa diorite porphyry

기는 困難하나 이는 江華閃綠斑岩이 calc-alkali rock series에 屬하기 때문인 것으로 推測된다.

4-2. Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O-Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+FeO-MgO 三成分系

AMF圖는 Fig.3에서와 같이 玄武岩質 마그마의 結晶作用 trend를 蒸氣壓이 낮은 狀態와 높은 狀態의 두 가지 境遇로 區分해서 보여준다.

前者는 Skaergaard trend로 代表시켰고 後者는 一般 噴出岩인 玄武岩-安山岩-流紋岩의 例를 들었다. 이때 鐵이온의 酸化狀態에 따라 前者는 包含된 鐵이온이 主로 鐵를 갖는 珪酸鹽礦物인 輝石, 橄欖石類로 되는데 比해서 後者는 相當 部分이 鐵의 酸化物인 磁鐵石, 赤鐵石으로 된다는 差異가 있다. 江華 알카리閃長岩과 江華 閃綠斑岩의 分析値들은 一致하지는 않지만 後者에 가까운 값을 보인다. 이로 미루어 보아 江華 알카리 閃長岩質岩은 正常的으로 分化된 岩石이 아니고 江華島에 分布하는 基盤岩에 褶曲軸을 만든 構造運動이 일어난 때 貫入한 岩體로서 貫入時 母岩에 依한 同化作用을 받았고 이때 蒸氣壓이 높았으며 特히 酸素分壓이 높아 鐵이 많은 곳은 部分的으로 磁鐵石 등이 만들어 졌다고 생각된다.

4-3. Norm礦物에 依한 對比

C.I.P.W.法에 따라 重量百分率로 計算된 norm의 結果는 Tab. 2와 같다.

4-3-1. Q-(Ab+An)-Or 成分關係

石英-斜長石-카리長石의 關係는 Fig. 4에서 보는 바와 같이 江華 알카리閃長岩은 monzonite乃至 syenite, 江華閃綠斑岩은 diorite 領域에 屬한다. 特히 前者는 modal composition과 相當한 差異가 있다. 이때 생기는 偏倚는 카리가 長石 以外에 有色礦物인 輝石類等을 만드는데 使用되므로 斜長石의 相對的인 量이 增加하여 나타나는 것으로 生覺된다.

4-3-2. Or-Ab-An의 成分關係

江華 알카리 閃長岩은 Fig. 5에서와 같이 南西 핀랜드의 granodiorite province (Simonen, 1960)에서 trend 末端部分인 granodiorite에서 alkali granite와 比較할 때 거의 類似하나 全體的으로 보아 카리 長石의 量이 많다. 이로 미루어 보아 江華 알카리 閃長岩은 alkali rock에 屬하는 것이 確實하다. 그러나 江華 閃綠斑岩은 Or: Ab=3.5:6.5로서 上記 trend와는 無關한 것으로 보인다.

5. 結 言

本 研究의 對象인 江華 閃長岩質岩은 江華島에 分布하는 結晶片岩 및 花崗岩質片麻岩을 貫入하는 脈狀乃



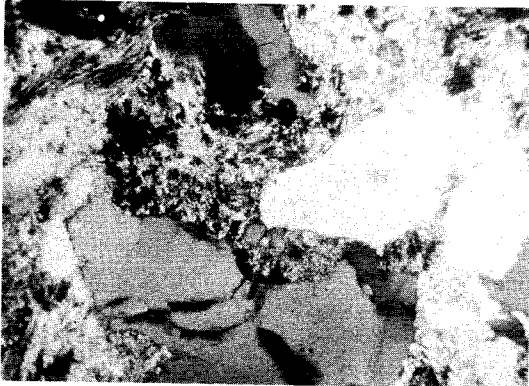


사진 1. 絹雲母 珪岩 : 길게 렌즈상으로 伸張된 石英(白色 또는 灰色)과 微弱한 片理를 이루게 하는 石英 사이에 있는 細粒의 絹雲母 조각들 (5×10, cross nicol)



사진 4. 反復 累帶構造를 보이는 斜長石 : 格子狀 雙晶을 보이는 미사장석 사이에 이들의 경계부를 뚫고 들어온 石英이 圓粒 또는 불규칙한 形態로 자리잡고 있다. 그리고 底面을 보이는 角閃石도 보인다.(5×10 cross nicol)



사진 2. 마니산 花崗岩 : 자형의 사장석, 雙晶을 보이는 角閃石, 타형의 석영과 이들 사이를 채우는 흑운모 편으로 구성되어 있다(5×10, cross nicol).



사진 5. 江華 알카리 閃長岩 : 전체적으로 칼스밋트 쌍정을 보이는 퍼다이트, 알바이트 쌍정을 보이는 사장석과 角閃石으로부터 변질된 녹니석과 약간의 석영으로 구성되어 있다(5×4, cross nicol).

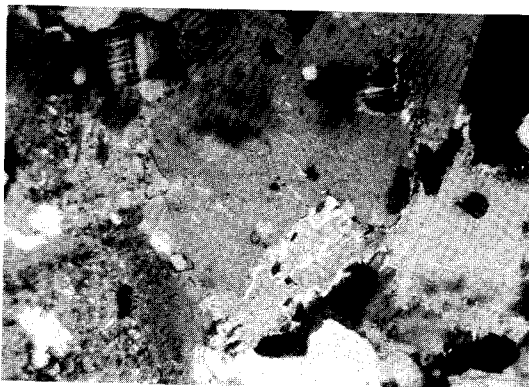


사진 3. 마니산 화강암 : 半自形 粒狀構造를 보이는 퍼다이트, 흑운모, 사장석과 미사장석. 사장석은 상당부분이 견운모와 점토광물로 변해 있으며 흑운모는 저어콘을 포함하고 있다(5×10, cross nicol).



사진 6. 봉골 북쪽 海邊에서 보이는 江華 알카리 閃長岩의 細粒質部分 : 특히 많은 有色鑛物(角閃石)과 이차적으로 들어온 방해석이 특징적이다(5×10, cross nicol)

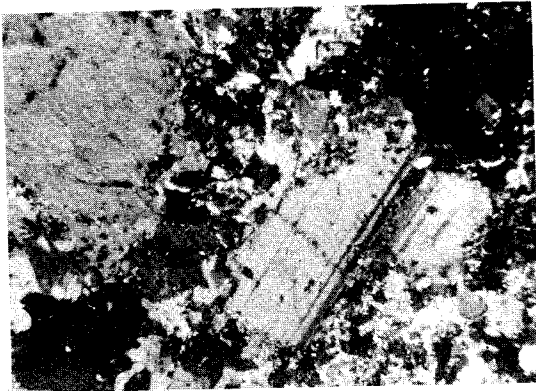


사진 7. 江華 알카리閃長岩에서 비교적 큰 결정으로 된 string 形의 퍼다이트와 斜長石이 후기에 정출된 細粒의 石英, 斜長石 및 녹니석화된 角閃石과 공존하고 있다. 細片의 方解石 結晶集合體가 결정 주위에 흩어져 있다(5×4, cross nicol).



사진 10. 강화 알카리 섬장암의 퍼다이트. patch 形과 stringlet 形의 斜長石片들이 들어 있다(5×10, cross nicol).

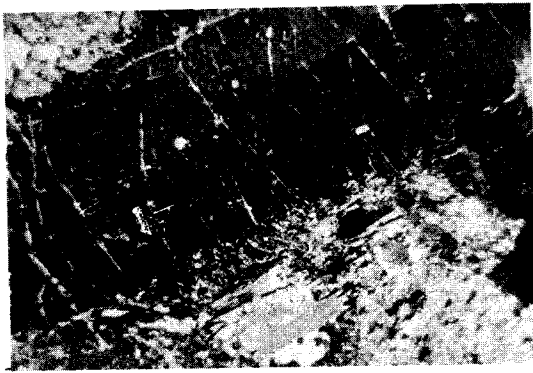


사진 8. 칼스밋트 雙晶의 가상을 보이는 微斜長石 바탕의 퍼다이트와 綠泥화된 異雲母에서 군데군데 異雲母가 남아있다(5×10, cross nicol).

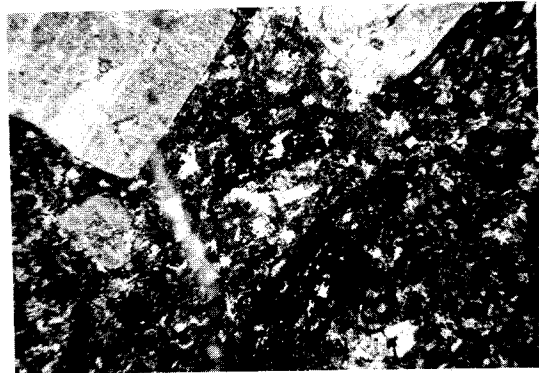


사진 11. 江華閃綠斑岩 斑晶의 斜長石과 opacite화된 유색광물. 바탕은 세립의 斜長石과 微粒의 石英 등으로 구성된다(5×10, cross nicol).

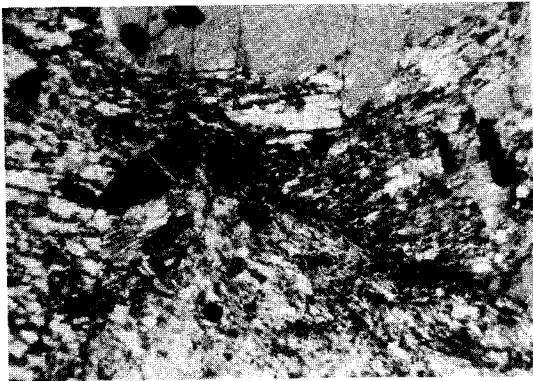


사진 9. 강화 알카리 섬장암내에 퍼다이트와 異雲母나 角閃石에서 변질된 綠泥石. 녹니석 내에는 비교적 큰 인회석 결정(회색)과 방해석이 散在되어 있다(5×10, cross nicol).

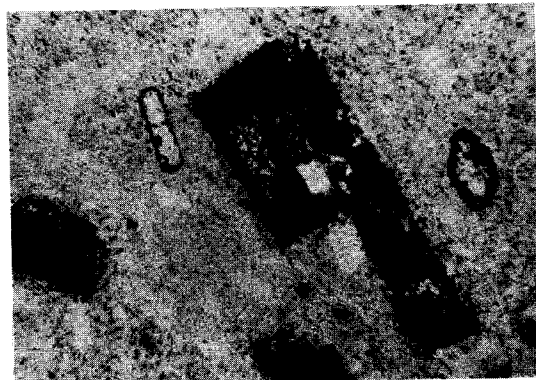


사진 12. 江華閃綠斑岩 內에서 opacite 화된 有色礦物들 角閃石, 黑雲母 등의 自形을 유지하고 있다(5×10, open nicol).

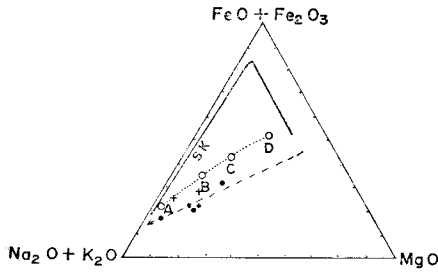


Fig. 3 AMF diagram for the Ganghwa syenitic rocks. sk: differentiation trend of Skaergaard complex. dash line: differentiation trend of extrusive rocks. Open circles are average compositions quoted by R.A. Daly (A: rhyolite, B: dacite, C: andesite, D: bastalt)

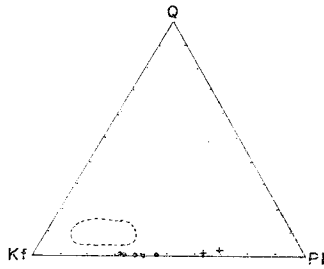


Fig. 4 Triangular plot of normative Q-f-Pl for the rocks from Ganghwa alkali syenite (point) and Ganghwa diorite porphyry (cross). (dashed oval) modal composition area of Ganghwa alkali syenite.

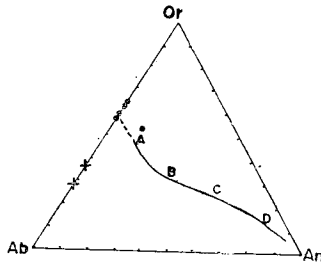


Fig. 5 Triangular diagram of normative Or-Ab-An of rocks from the Ganghwa syenitic rocks. curved line: trend for granodiorite province of SW Finland (A: granodiorite, B: quartz diorite, C: quartz gabbro, D: gabbro) ∴ Ganghwa alkali syenite, +: Ganghwa diorite porphyry

至는 岩株狀의 貫入體로서 江華 알카리閃長岩과 江華 閃綠斑岩으로 區分되어 진다. 또 江華 알카리閃長岩은 脈狀의 江華 閃綠斑岩에 依해 貫入된다.

本研究를 爲해 粗粒質인 마니산 花崗岩과 江華 알카리 閃長岩의 岩石試料 10個를 選擇했으며 이들 各各에 對하여 3枚의 岩石 試片을 만들어 mode 分析을 實施 하였고 江華 알카리 閃長岩 5個와 江華 閃綠斑岩 2個에

對하여 化學分析을 하였다. 이들 資料에 依한 結果는 다음과 같다.

(1) mode에 依한 石英-카리長石-斜長石의 三角圖에서의 分布는 江華 알카리閃長岩은 舍石英閃長岩 領域에, 마니산 花崗岩은 正常的인 花崗岩 類域에 屬한다 (Fig. 1). 이로 보아 前者는 Nordmakite, 後者는 花崗岩이다.

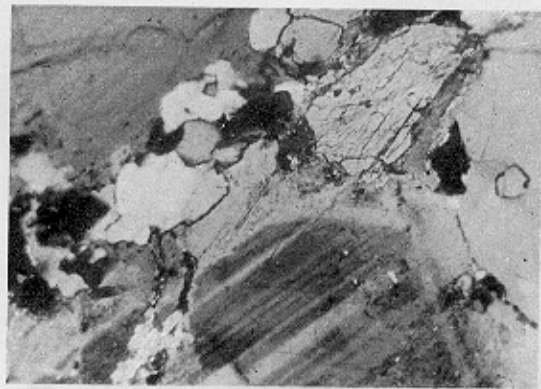
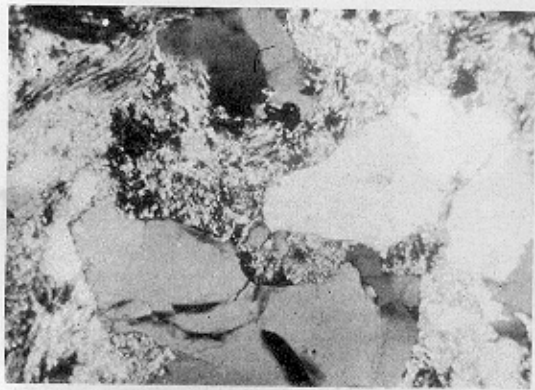
(2) Silica-酸化物 變化圖는 Fig.2에서와 같이 江華 閃長岩質岩은 Daly 平均値와 trend는 類似하나 MgO, K<sub>2</sub>O, CaO 및 Na<sub>2</sub>O는 Daly값보다 높고 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>와 FeO는 낮다. 또 沃川 地向斜 北西帶와 比較하여 볼 때 後者는 前者보다 各 含量의 變化 구배는 크나, 傾向은 역시 類似하게 一致한다. 또 Peacock에 依한 alkali-line index는 silica 값이 49.5로서 alkali rock series에 屬한다.

(3) AMF (Fig. 3) 結果에 依하면 本岩體의 化學組成에 依한 傾向은 正常的 分化物인 Skaergaard trend와는 一致하지 않으며, 오히려 急冷하는 狀態에서 同化作用에 依해 만들어지는 分化合物과 類似하다. 特히 많은 鐵酸化物이나 有色鑛物이 大部分 물을 많은 包含하는 綠泥石으로 有色鑛物이 大部分 變해 있는 것은 生成 當時에 마그마가 높은 酸素分壓을 가지고 있었다는 것을 가르켜 준다 (Fig. 4).

(4) Norm鑛物 Q-(An+Ab)-Or의 成分 關係는 mode 鑛物과 比較할때 An+Ab쪽으로 偏倚해 있으며 이는 카리의 一部分이 norm 計算時有色鑛物을 만드는데 使用된 結果이다 (Fig.5).

### References

- Daly, R.A. (1910) : Origin of the alkaline rocks. Geol. Soc. Am. Bull. vol. 21, pp. 87~118
- Simonen, A. (1960) : Plutonic rocks of the svecofennides in Finland. Bull. Comm. Geol. Finland No. 189
- F.H. Hatch, A.K. Wells and M.K. Wells (1961) : Petrology of igneous rocks. Thomas Murby & Co.
- F.W. Barth (1962) : Theoretical. petrology. John wiley & sons. Inc.
- B.K. Kim & Y.A. Park (1968) : Outlines of geology of the Ganghwa island. Joul. of Geol. Soc. of Korea, vol. 4, No. 1, pp. 29~37
- Dai Sung Lee (1971) : Study on the igneous activity in the middle Ogcheon geosynolinal zone, Korea. Joul. of Geol. Soc. of Korea, vol. 7, No. 3
- Danald W. Hyndman (1972) : Petrology of igneous and metamorphic rocks. McGraw-Hill.
- Masakatsu Sasada (1975) : Petrological study of the Gozu granitic mass, Nigata Pref, Nigata Pref, Central Japan. Joul. Geol. Soc. Japan. vol. 81, No. 7, p. 407~422
- 이대성, 김용준 (1974) : 양평 화성 복합체에 대한 암석학적 연구, 광산지질 7권 3호, pp.123~152



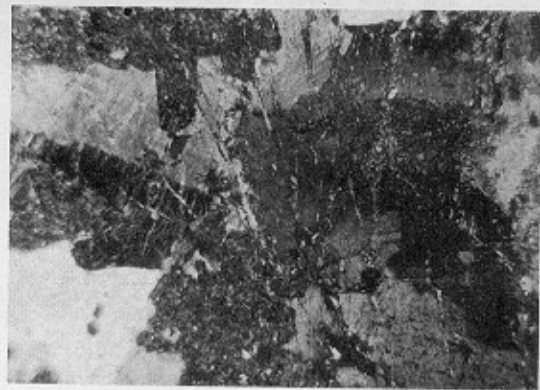
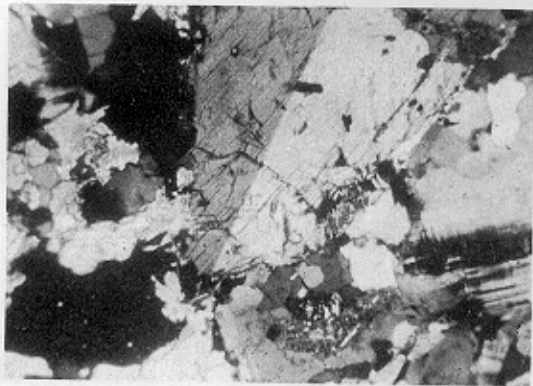


사진 2 마니산 가운뎃 : 지형의 신각의 變質의 示하는 像



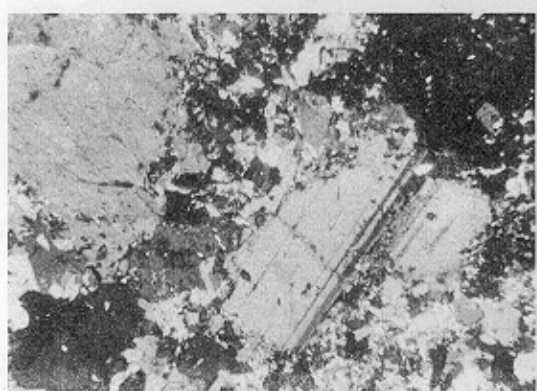


Figure 18: A photograph of a mineral specimen, likely a crystal, showing a distinct cleavage pattern. The crystal is elongated and oriented diagonally, surrounded by a matrix of smaller, irregularly shaped grains.

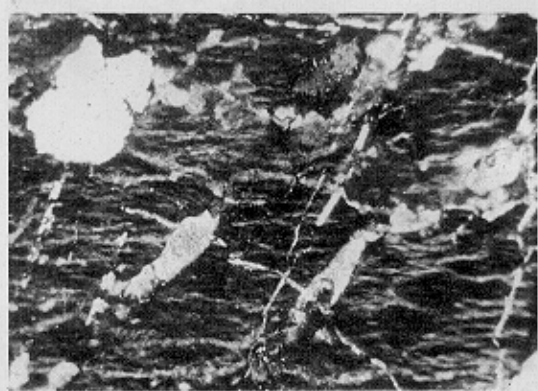


Figure 19: A photograph of a mineral specimen, likely a crystal, showing a distinct cleavage pattern. The crystal is elongated and oriented diagonally, surrounded by a matrix of smaller, irregularly shaped grains.

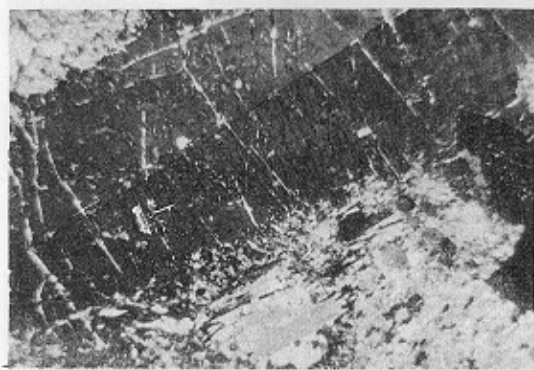


사진 10. 江蘇 閃綠斑岩 斑晶의 斜長石과 opacite 化의 像

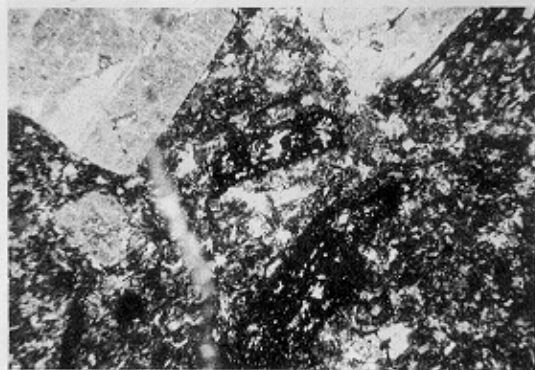


사진 11. 江蘇 閃綠斑岩 斑晶의 斜長石과 opacite 化의 像



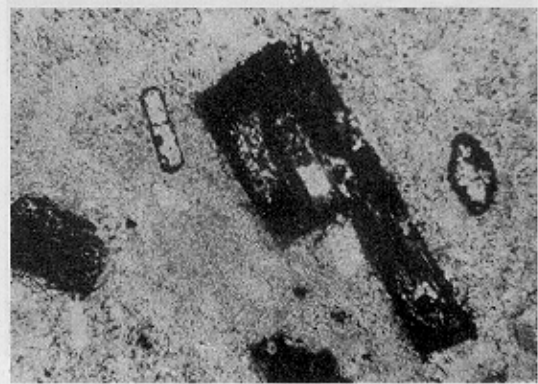
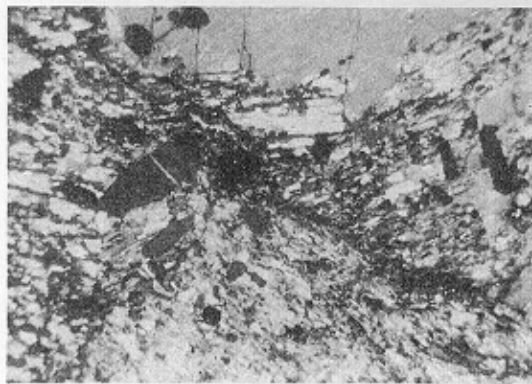


图 12 远世期的高温地壳中的 *Schist* 类片麻岩的显微像