

彦陽 및蔚山地域 花崗岩質岩類의 岩石化學的 研究*

李 倫 鐘**

Petrochemistry of granitic rocks from the Eonyang and the Ulsan area

Yoon Jong Lee**

Abstract: Granitic rocks, from the Eonyang and the northwestern part of Ulsan area, were mainly studied from the petrochemical point of view.

From field work, microscopic observation and the result of K-Ar ages, these granitic rocks are divided into six rock types of a, b, c, d, e and e', of which modal composition are given. Type a, c, e and e' are mainly granodiorite, type b is adamellite, and type d is granodiorite, adamellite and others (porphyritic rock, porphyry and felsitic rocks).

Bulk chemical analyses of 22 samples of the granitic rocks are given. The petrographical and petrochemical characteristics of these rocks are discussed briefly. In the petrochemical compositions with their characteristic variation trends of several oxides and norm Or-Ab-An triangular diagram, type a, b and c show some similarity to that of San-yo granite of Japan and younger granite of Ogcheon geosynclinal zone, and then, type e and e', to San-in granite of Japan. But, some of granitic rock samples of type d are similar to San-yo granite and the others of type d to San-in granite because this type is composed of porphyritic rock, porphyry and felsitic rocks. According to the result of K-Ar ages (1976, Lee et al.) of rock samples from type a, b and c are Cretaceous, on the otherwise, type d, e and e', are Tertiary granitic rocks. Judging from these evidences, granitic rocks in the area are correlated to the Cretaceous and Tertiary granitic rocks in the southwestern Japan, that is, type a, b and c are correlated to San-yo granite, and type d, e and e' to San-in granite.

1. 序 論

慶尙道 東北地方에는 주로 後期中生代에 屬하는 慶尙系累層의 堆積岩類와 이를 噴出 또는 貫入하고 있는 火成岩類가 分布되어 있는 바 所謂 慶尙盆地를 構成하고 있다.

表題의 地域(以下 本地域이라 稱함)은 慶尙盆地의 東南部に 該當되며, 5萬分の1 彦陽圖幅 및 蔚山圖幅의 西北部를 占하는 總面積 約 560 km²에 達한다.

火成岩類는 中性 乃至 酸性의 火山岩類와 深成岩類에 의하여 特徵지워 진다. 花崗岩質岩은 慶尙盆地 全域에 걸쳐 散在되어 있으며 一見하여 不規則한 樣相을 이루며 分布하고 있다.

本研究는 本地域의 火成岩類中 주로 花崗岩質岩類에 대해서 이루어졌다. 이들 花崗岩類를 岩

型別로 區分하고, 鑛物容量比, 化學分析을 實施하였으며, 이들 花崗岩類와 西南日本의 山陽, 山陰花崗岩과의 比較研究를 行하여 本地域의 花崗岩類의 各岩型이 山陽 또는 山陰花崗岩에 어떻게 對比되는지를 考察하였다.

白堊紀末의 花崗岩類로 看做되어 오던것 中 그 一部는 古第三紀의 花崗岩類라는 것이 明確히 밝혀 졌다(李 및 植田, 1976).

從來 本地域의 一般地質에 關한 研究는 李 및 李(彦陽圖幅, 1/5萬, 1972), 朴 및 尹(蔚山圖幅, 1/5萬, 1968) 등과 本地域을 包含하는 慶尙盆地의 廣範圍한 地質學的 研究로서 Koto(1903, 1909), 加藤(1932), 元(1968), 孫等(1968), 孫(1969-a), 地調(釜山圖幅, 1/25, 1973) 및 章(1975) 등의 報告가 있다. 本地域의 花崗岩質岩類의 岩石年代에 關한 研究로서는 金(1971), 李 및 植田(1976)의 報告가 있다. 그러나 本地域의 花崗岩類에 對한 詳細한 岩石化學的 研究는 아직 이루어져 있지 않은 實情이다.

* 이 論文은 1979年度 文教部 學術研究助成費에 의하여 研究된 것임.

**慶北大學校 師範大學 地學科 (Dept. of Earth Science, Kyungbook Nat. Univ.)

筆者는 이러한 點에 注目하여 本地域産 花崗岩類에 대하여 岩石化學的 研究를 試圖하였다.

2. 地質概要

本地域은 時代未詳의 變成岩類와 이를 不整合으로 被覆하는 것으로 思料되는 白堊紀 慶尙系 新羅統의 堆積岩類*(大邱層, 蔚山層), 이들을 噴出 또는 貫入하는 中性乃至 酸性의 火山岩類 및 深成岩類로서 構成된다.

基盤岩類로서 時代未詳의 變成岩類인 結晶質 石灰岩 및 蛇紋岩이 西端部에 極히 小規模로 分布하고 있다. 彥陽斷層以東部에 넓게 分布되어 있는 堆積岩類는 綠色, 暗灰色, 暗綠色의 砂岩, 실트스톤, 셰일과 赭色의 砂質셰일 및 셰일로서 主構成되어 있다. 때로는 薄層의 礫岩層을 挾하고 있다. 堆積岩類는 甚한 地殼變動을 받지 않는 關係로 比較的 緩慢한 褶曲 및 warping 構造를 보여준다. 그 一般의인 走向과 傾斜는 本地域의 北部에서 $N30\sim50^{\circ}E$, $10\sim20^{\circ}NW$, 그 南部地域에서는 $N10\sim20^{\circ}W$, $10\sim20^{\circ}SW$ 로서 全般的으로 背斜構造를 이루고 있다. 그리고 堆積岩類內에는 後期의 火成岩類의 貫入에 의하여 局部的으로 地層의 構造變化가 이루어져서 少規模의 褶曲을 보여주는 곳도 있다. 또 堆積岩類는 花崗岩類와의 接觸部 附近에서 그 一般의인 走向과 傾斜에 比較的 큰 變化를 받은 것을 보여 주기도 하고, 熱變成作用을 받아 혼펠스化 되어 있는 熱變質帶를 形成하고 있다.

顯著한 火成活動은 白堊紀末과 古第3期에 行하여 졌다. 火山岩類는 多樣한 岩相을 보여주는 主山安山岩質岩, 石英安山岩, 流紋石英安山岩等으로서 堆積岩類를 深成岩類 보다 先行貫入 또는 噴出한 것이다. 이들 火山岩類는 花崗岩類에 의하여 貫入되어 있기도 한다. 特히 主山安山岩質岩은 彥陽아다멜라이트에 의해서 貫入되어 그 接觸緣邊部가 熱變成作用을 받아 部分的으로 熱構成帶를 形成, 變質安山岩化되어 있으며, 高嶺山 西麓一部에서는 蠟石化되어 있다. 火山岩類

및 深成岩類는 彥陽斷層 以西部에 넓게 分布하고 있다. 彥陽斷層 以東部의 堆積岩類內에는 數個所의 南北長徑의 橢圓形花崗閃綠岩과 東端部의 비교적 큰 花崗閃綠岩體가 分布하고 있다. 本域의 花崗岩類는 主로 아다멜라이트, 花崗閃綠岩이고 그外 斑岩類 및 硅長質岩을 隨伴한다.

白堊紀末의 花崗岩類 貫入後 造構造運動이 일어나 本地域에서 보여주는 것과 같이 彥陽斷層을 中心으로 하여 東, 西에 兩分된 對照的인 地形과 地質分布를 이루게 된 것으로 思料된다. 彥陽斷層에 平行한 數條의 構造線, 卽 密陽斷層 毛良斷層, 地內里斷層, 오복斷層等은 모두 $N20\sim25^{\circ}E$ 方向으로서 白堊紀末에 일어난 造構造運動의 結果로서 發達된 文那方向(北北東)의 構造線의 方向과 一致하고 있다. 그外 本地域 北部의 $N65^{\circ}W$ 의 西河里斷層線이 認知된다.

以上の 諸岩類를 被覆하여 低地部에 第四系가 分布하고 있다.

本地域의 地質料와 함께 모-드 및 化學分析에 提供된 試圖의 採取地點을 figure 1에서 보여 준다.

3. 花崗岩類

本地域의 花崗岩類를 包含하는 그 一般地質 및 鏡下觀察에 대해서는 彥陽圖幅(李 및 李, 1972), 蔚山圖幅(朴 및 尹, 1968)에 比較的 詳細히 記載, 報告되어 있으므로 여기서는 省略하기로 한다.

그러나, 다음과 같은 産狀, 肉眼的 觀察, 鏡下에서의 特性, K-Ar 年代測定結果等에 의하여 本地域의 花崗岩類를 a, b, c, d, e 및 e'의 6岩型으로 나누기로 한다.

a型은 彥陽斷層 以東部, 本地域 北部의 泥田里 및 中部의 旭谷里에, 대체로 南北長徑의 橢圓狀으로 分布하고 있다. 鏡下에서 有色鑛物로 黑雲母와 角閃石을 含有한다. 角閃石은 때때로 그 中核部가 輪郭이 不規則한 輝石으로 되어 있는 것이 特徵이다. 旭谷里岩體는 輝石은 包含하고 있지 않으나 岩相으로 보아 a型에 類似하므로 a型으로 하였다. 本型의 泥田里岩體는 K-Ar 年代測定結果 87m. y. 로서 本地域에서 花崗岩類中 最古期의 것이다.

b型은 彥陽斷層 以東部의 所謂 彥陽花崗岩이

* 立岩巖(州館, 大邱, 永川, 慶州圖幅 地質圖 및 同說明書, 1929)의 大邱層에 對比되어 彥陽圖幅(李 및 李, 1972)에서는 大邱層, 蔚山圖幅(朴 및 尹, 1968)에서는 蔚山層으로 稱하였다.

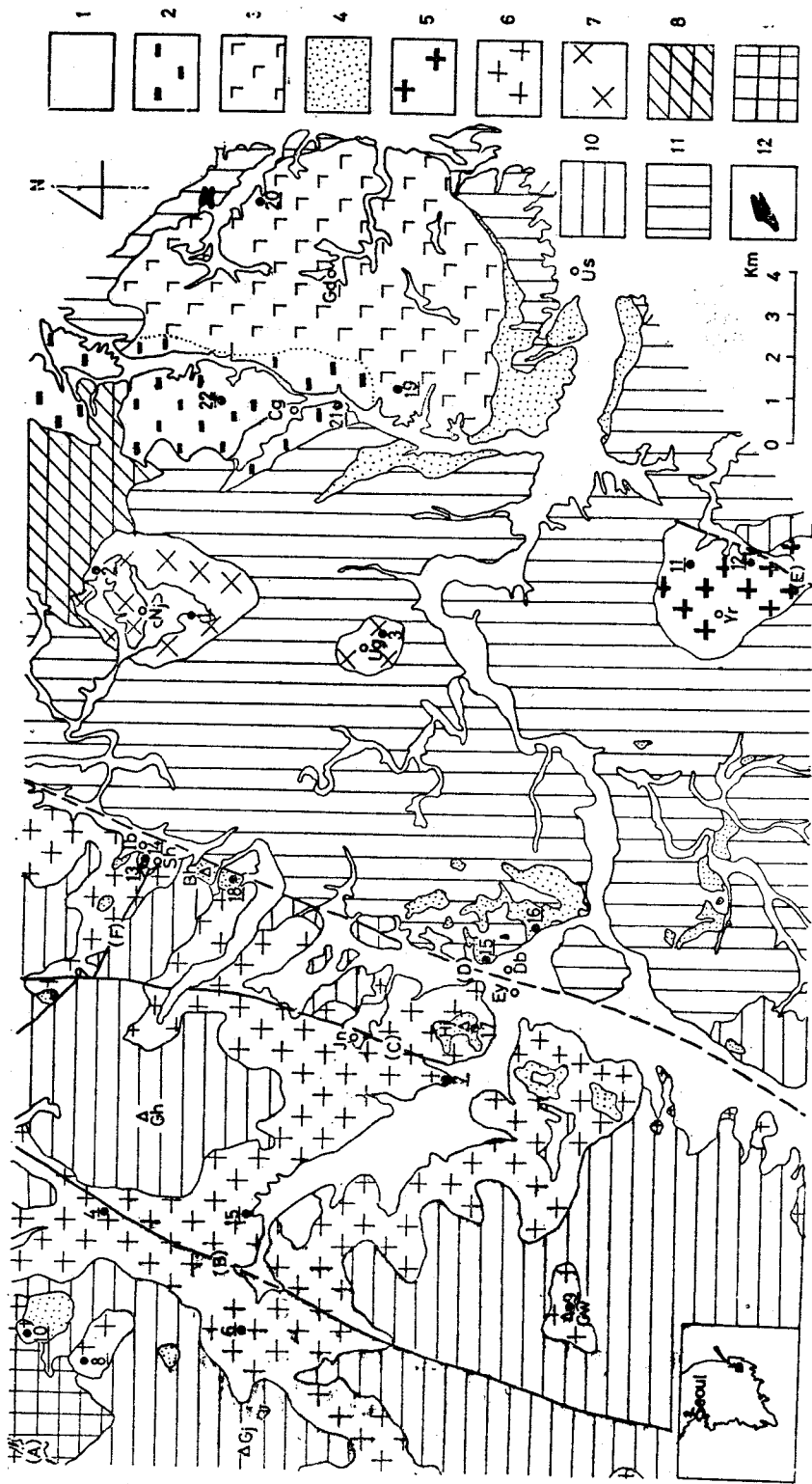


Fig 1. Geologic map around the Eonyang and the Ulsan area

1: Quaternary sediments, 2-7: Granitic rocks (2: e' type, 3: e type, 4: d type, 5: c type, 6: b type, 7: a type), 8: Rhyodacite, 9: Dacite porphyry, 10: Chusan andesitic rocks, 11: Cretaceous sediments, 12: Age unknown crystalline limestone and serpentine, Cg: Cheukgwari(尺果里), Gd: Gadae-ri(加大里), Hj: Mt. Hwajang(火藏山), Bh: Mt. Bongwaha(峰火山), Ib: Inbo-ri(仁甫里), Yr: Yul-ri(栗里), Ey: Eonyang(彦陽), Db: Dongbu-ri(東部里), Ug: Ukgog-ri(旭谷里), Nj: Nijeon-ri(泥田里), Sh: Seoaha-ri(西河里), Gh: Mt. Gohyeon(高獻里), Gj: Mt. Gaji(內智山), Gw: Mt. Ganweol(杆月山), Us: Ulsan(蔚山), (A): Milyang(密陽) fault, (B): Moryang(毛良) fault, (C): Jinae-ri(地內里) fault, (D): Eonyang(彦陽) fault, (E): Obock fault, (F): Seoaha-ri(西河里) fault

다. 이는慶尙盆地全體로 보아盆地의中心部를 이루고 있다. 本型은 場所에 따라 岩相變化가 顯著하며 特히 本型의 岩石이 貫入하고 있는 火山岩類와의 接觸部 가까이에서는 細粒乃至中粒質의 斑狀花崗岩, 微文象花崗岩, 花崗閃綠岩 등으로 變化하나 各岩은 漸移的으로 移化되며 全體的으로는 粗粒乃至中粒質의 아다멜라이트이다. 本岩은 鏡下에서 가끔 카리長石과 斜長石이 밀메카이트를 形成한다. 때로는 綠簾石을 包含한다. 本岩內에는 晶洞이 發達하기도 한다. K-Ar 年代測定結果는 72m. y. 이다.

c型은 分布樣相이 a型에 極히 類似하나 有色鑛物中 黑雲母의 量이 a型에 比하여 적을 뿐 아니라 黑雲母는 大部分 綠泥石化되어 있다. 또 輝石을 전혀 포함하지 않으며 角閃石의 量도 a型에 比하여 아주 적다. K-Ar 年代測定結果로 보아서는 b型에 類似한 값인 71m. y. 를 보여 주나 b型과는 그 分布, 岩相, 造岩鑛物의 特性等이 다른 樣相을 보여 주고 있다.

d型은 彥陽斷層을 中心으로 한 그 緣邊部에 分布한다. 本型은 彥陽斷層 以東部에서 b型을 岩株狀으로 貫入하고 있으며, 以西部에서는 堆積岩類와 不規則한 地質境界를 보여 주기도 하고, 때로는 岩株狀으로 貫入하고 있다. 野外에서 斑狀의 花崗閃綠岩, 石英斑岩, 硅長岩等이다. 이의 蔚山 西北部의 硅長岩은 e型과의 關係는 알 수 없으나 岩相으로 보아 d型에 包含시켰다. 本型의 K-Ar 年代測定結果는 仁甫里 花崗閃綠岩이 63m. y., 火藏山 石般斑岩이 62m. y. 로서 第三紀의 最初期에 貫入되었음을 示唆한다.

e, e'型은 本地域 西端部에 分布되어 있다. e와 e'型의 關係는 漸移的이고 e型이 中粒乃至粗粒質인데 반하여 e'型은 中粒乃至細粒質로서 e型의 緣邊相으로 思料된다. e型은 岩相과 鑛物組成에 있어서 c型과 類似하나 鏡下에서 카리長石이 石般에 의하여 包圍되어 있는 경우가 많다. 黑雲母는 c型과는 대조적으로 鎭연 變質되어 있지 않다. 그러나 角閃石은 部分的으로 綠泥石化되어 있다. e型의 K-Ar 年代測定結果는 58m. y. 이다.

e'型은 鑛物組成에 있어서 角閃石의 含量이 黑

雲母보다 훨씬 많으며, 이는 e型과의 鑛物組成上的 차이점이다. 또 角閃石과 黑雲母는 共히 部分的으로 綠泥石化되어 있다. 石般은 카리長石과 微文象連晶을 보여 주는 경우가 他型에 比하여 많다.

各岩型에 屬하는 岩體는 다음과 같다.

a型 泥田里 花崗閃綠岩

旭谷里 花崗閃綠岩

b型 彥陽 아다멜라이트

肝月山 花崗斑岩

半花崗岩

c型 票里 花崗閃綠岩

d型 仁甫里 花崗閃綠岩

東部里 花崗閃綠岩

硅長岩

火藏山 石般斑岩

峰火山 石英斑岩

e型 加大里 花崗閃綠岩

e'型 尺果里 花崗閃綠岩

以上の 花崗岩類를 그 岩類別로 鑛物容量比와 化學組成上的 特性으로서 살펴 보기로 한다.

4. 花崗岩類의 鑛物容量比

各型에 屬하는 岩體에서 採取한 試料 22個의 모-드組成은 table 1과 같다. table 1의 花崗岩類의 命名法은 Johannsen(1932)의 것을 一部 修正한 figure 2에 依한다.

色指數는 相對的으로 d型의 仁甫里花崗閃綠岩과 a型이 크고, d型의 火藏山石英斑岩, 峰火山石英斑岩, 硅長岩 및 b型에서는 石英이 많으며, d型의 仁甫里花崗閃綠岩 및 a型에서는 石英이 적은 傾向이 있다. 또 b型, d型의 峰火山石英斑岩 및 火藏山石英斑岩은 카리長石이 많고 d型의 仁甫里花崗閃綠岩과 東部里花崗閃綠岩 및 a型은 斜長石이 많다. c型, e型 및 e'型은 a型과 b型의 中間値를 보여준다.

以上の 諸傾向은 figure 2, 3, 4에 點示한 바, 一層 明確하다. 沃川地向斜帶新期花崗岩類(Lee, 1971)와 比較하기 위하여 이를 figure 2, 3, 4에 그 點示領域만을 表示하였다. figure 2에서 新期花崗岩類는 아다멜라이트와 花崗岩領域에 걸쳐서 分布되어, 本地域의 b型과 極小部分이 重

Tab. 1 Modal composition of granitic rocks from the Eonyang and the Ulsan area

Type	a			b							c		d					e		e'		
Serial Nos.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Sample Name	Y15	Y11	Y17	Y31	Y30	Y27	Y36	L173	L416	L123	Y21	L327	CS7B	CS8	Y24	Y26	Y39	Y3	G12	O25	O5	O14
Quartz	15.2	16.3	18.3	37.0	34.8	38.6	35.2	37.4	35.1	39.8	29.5	30.1	9.8	12.8	24.8	45.9	40.4	65.3	29.7	32.7	24.7	23.6
K-feldspar	11.0	11.6	15.3	21.9	26.1	20.7	34.3	20.9	21.8	22.6	15.1	13.4	5.6	10.6	8.4	9.6	22.5	29.8	19.1	21.4	17.2	18.5
Plagioclase	53.3	49.2	56.4	36.2	34.2	38.3	28.0	38.7	35.8	36.3	50.4	48.7	52.9	54.0	63.8	36.0	35.2	3.7	45.4	43.9	49.2	51.9
Biotite	11.7	11.0	6.8	3.3	3.6	1.7	1.7	2.1		0.7	4.1	7.0	2.1	0.3	1.8	0.6	1.5		3.5	0.7	1.0	1.2
Hornblende	6.9	8.0							6.4		0.1	0.2			21.8	18.4			1.1	0.2		5.3
Clinopyroxene	0.1	1.5													2.0	1.0						
Orthopyroxene	tr	0.2													0.3	0.5						
Sphene	0.6	0.3	0.9			tr	0.1				0.2	0.1	0.2	0.2			0.1		0.2	0.6	0.1	0.1
Magnetite	0.5	1.5	0.1	0.9	1.0	0.4	0.5	0.6	0.6	0.4	0.3	0.1	4.2	1.1	1.0	0.2	0.3	0.2	0.6	0.4	2.0	1.8
Apatite	0.5	0.2	0.3	tr	tr	0.1	0.1	0.1		tr	0.1	0.2	1.0	0.6	0.2	0.1		0.1	0.2	tr	0.3	0.1
Allanite				0.6																		
Others*	0.2	0.1	1.9	0.1	0.3	0.2	0.1	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.5		7.6		0.9	0.2	0.1		0.2
C.I.	20.5	22.8	8.3	4.9	4.9	2.4	2.5	3.0	7.3	1.3	5.0	7.8	31.7	22.6	3.0	0.9	1.9	1.2	5.8	2.0	8.9	6.0
Rock Name	GD	GD	GD	Adm	Adm	Adm	Adm	Adm	Adm	Adm	GD	GD	GD	GD	GD	QGD	Adm	QG	GD	GD	GD	GD

*: Calcite No2 0.1%, No3 1.7% No16 7.6%; Epidote No21 0.1%, GD: Granodiorite, Adm: Adamellite, QG: Quartz granite, QGD: Quartz granodiorite.

Analyst: Y. J. Lee

1. Clinopyroxene hornblende biotite granodiorite
2. Orthopyroxene clinopyroxene hornblende biotite granodiorite
3. Biotite granodiorite
- 4~8. Biotite adamellite
9. Hornblende adamellite
10. Biotite adamellite

- 11~12. Hornblende biotite adamellite
13. Orthopyroxene clinopyroxene biotite hornblende granodiorite
14. Biotite orthopyroxene clinopyroxene hornblende granodiorite
15. Biotite granodiorite
16. Biotite quartz granodiorite
17. Biotite adamellite
18. Quartz granite
- 19~20. Hornblende biotite granodiorite
- 21~22. Biotite hornblende granodiorite

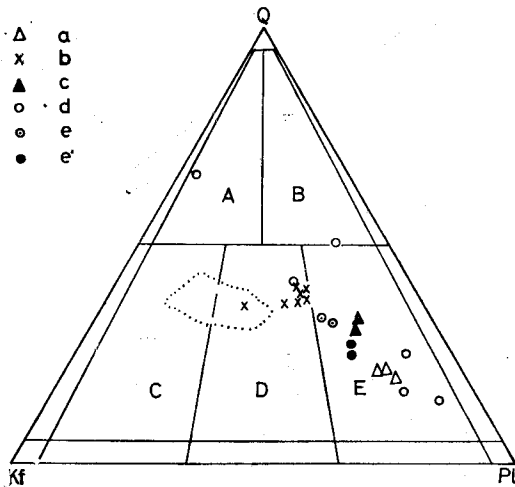


Fig. 2 Modal quartz-k-feldspar-plagioclase triangular diagram of granitic rocks from the Eonyang and the Ulsan area, showing Johannsen's classification. A: Quartz granite, B: Quartz granodiorite, C: Granite, D: Adamellite, E: Granodiorite, Dotted area: The plotting area of 17 samples of the younger granites in the middle Ogcheon geosynclinal zone, Korea (Lee D. S. 1971)

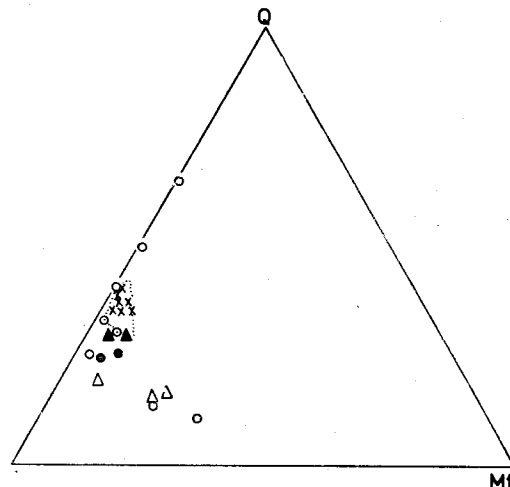


Fig. 3 Modal quartz-feldspar-mafic minerals triangular diagram of granitic rocks from the area. Symbols are the same as those in figure 2.

疊된 石英-K-長石-斜長石比에 있어서 新期 花崗岩類의 K-長石의 本地域의 것에 비해서 많기 때문이다.

figure 3의 石英-長石-有色鑛物의 比에 있어

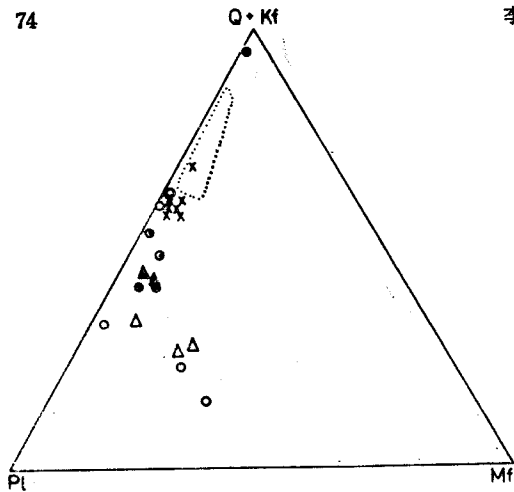


Fig. 4 Modal quartz+k-feldspar-plagioclase-mafic minerals triangular diagram of granitic rocks from the area. Symbols are the same as those in figure 2.

서 新期花崗岩類가 本地域의 b型的 大部分, c型, e型的 半分程度의 岩石이 類似함을 보여 준다.

figure 4에서 新期花崗岩類는 本地域의 b型中 1個試料와 重疊될 뿐 石英+K長石隅에 偏在點示 된다. 이는 figure 2에서 石英의 모-드比는 新期花崗岩類와 b型이 거의 같다. 따라서 figure 4에 있어서 新期花崗岩類가 石英+카리長石의 隅角에의 偏在點示는 全般的으로 本地域은 花崗岩類보다 카리長石이 많기 때문이다.

5. 花崗岩類의 化學組成

本 地域의 花崗岩類를 各岩型別로 代表的인 岩石 計 22個에 대해서 主成分化學 分析을 行하여

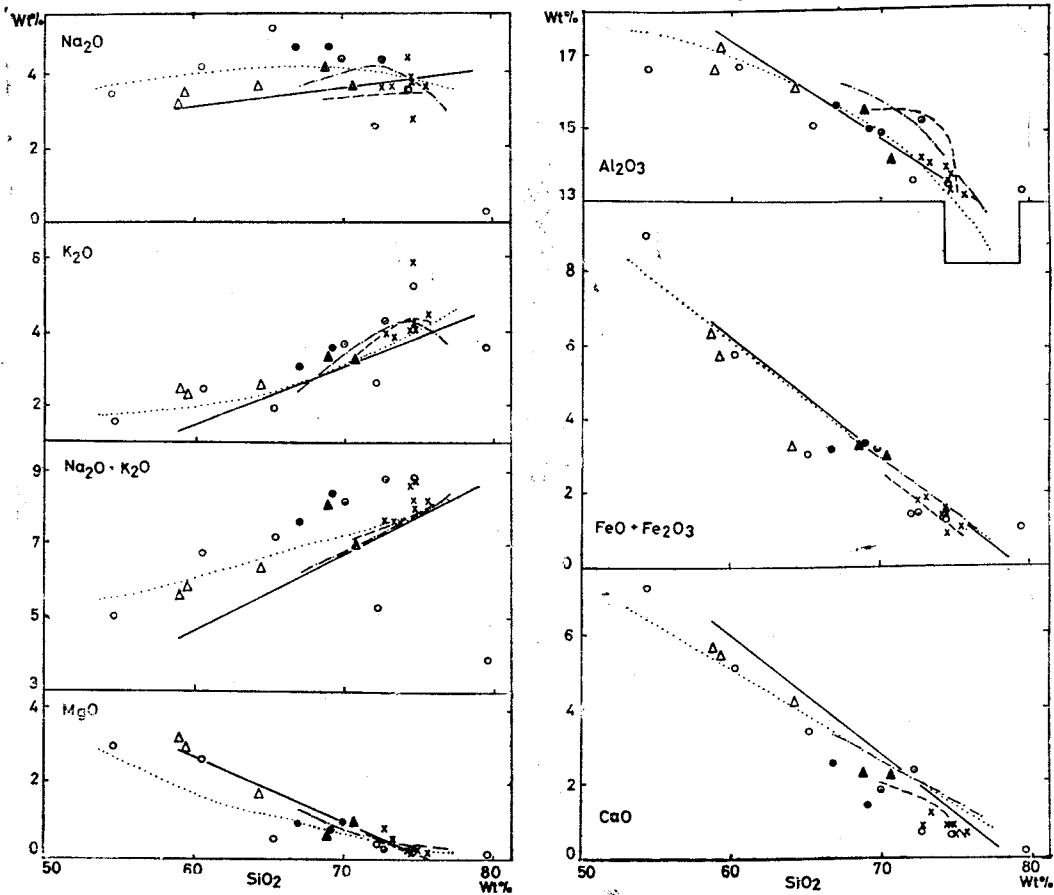


Fig. 5 SiO₂-oxides diagrams. Symbols are the same as those in figure 2. Solid lines: variation trends of the average Japanese granitic rocks (Aramaki et al., 1972), Dot-dashed lines: those of the San-yo granites (Shibata, H. 1967), Dotted lines: those of the San-in granites (Shibata, H. 1967), Dashed lines: those of the younger granites in middle Ogcheon geosynclinal zone, Korea (Lee, D.S. 1971). Lines are drawn by author on the basis of Aramaki, Shibata and Lee's data, respectively.

Tab. 2 Chemical compositions and norms of the granitic rocks from the Eonyang and the Ulsan area

Type	a			b							c				d				e			e'	
Serial Nos. Sample Name	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
	Y15	Y11	Y17	Y31	L416	Y27	L173	Y30	Y36	L123	Y21	L337	0378	038	Y24	Y26	Y3	Y39	012	025	05	014	
SiO ₂	58.99	59.43	64.35	73.35	72.84	74.66	74.60	74.46	74.78	75.67	68.93	70.80	54.50	60.45	65.40	72.32	79.61	74.64	70.03	72.80	57.03	69.22	
TiO ₂	0.82	0.79	0.43	0.25	0.24	0.24	0.19	0.26	0.17	0.17	0.42	0.36	1.43	0.92	0.39	0.16	0.15	0.21	0.41	0.32	0.61	0.56	
Al ₂ O ₃	16.59	17.22	16.11	14.08	14.24	13.36	13.60	14.00	13.77	13.20	15.50	14.18	16.63	16.67	15.07	13.62	13.32	13.54	14.92	15.24	15.63	14.97	
Fe ₂ O ₃	1.39	1.75	0.13	1.08	0.82	0.74	0.81	0.63	0.30	0.29	0.69	0.48	2.97	2.06	2.50	0.51	0.82	0.45	0.97	0.47	1.48	1.50	
FeO	5.04	4.07	3.21	0.72	0.95	0.83	0.63	0.79	0.57	0.76	2.64	2.43	6.10	3.84	0.66	0.88	0.25	0.77	2.25	0.99	1.77	1.57	
MnO	0.11	0.11	0.06	0.05	0.05	0.05	0.07	0.05	0.04	0.04	0.06	0.05	0.15	0.10	0.06	0.04	0.02	0.06	0.08	0.03	0.10	0.10	
MgO	3.28	2.96	1.74	0.53	0.43	0.25	0.23	0.23	0.22	0.16	0.60	0.94	2.99	2.67	0.47	0.39	0.11	0.22	0.98	0.27	0.94	0.74	
CaO	5.57	5.36	4.11	1.12	0.77	0.79	0.78	0.79	0.54	0.56	2.16	2.13	7.31	5.03	3.29	2.27	0.03	0.52	1.71	0.55	2.44	1.30	
Na ₂ O	3.15	3.50	3.73	3.69	3.63	3.83	3.90	4.47	2.79	3.64	4.20	3.69	3.49	4.24	5.23	2.60	0.29	3.56	4.41	4.40	4.74	4.75	
K ₂ O	2.46	2.34	2.63	3.94	4.03	4.15	4.31	4.13	5.95	4.54	3.37	3.30	1.56	2.52	1.93	2.66	3.60	5.26	3.75	4.36	3.10	3.63	
H ₂ O(+)	1.89	1.73	2.61	0.49	1.13	0.38	0.46	0.29	0.39	0.38	0.94	1.26	1.25	1.06	3.98	3.68	1.84	0.50	0.72	0.81	1.26	0.82	
H ₂ O(-)	0.11	0.08	0.25	0.19	0.23	0.17	0.12	0.12	0.15	0.11	0.08	0.19	0.19	0.17	0.59	0.38	0.14	0.13	0.08	0.23	0.24	0.25	
P ₂ O ₅	0.17	0.19	0.10	0.02	0.02	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.04	0.07	0.53	0.23	0.14	0.05	0.03	0.03	0.09	0.01	0.17	0.09	
Total	99.57	99.53	99.46	99.51	99.38	99.49	99.74	100.25	99.70	99.55	99.63	99.88	99.10	99.96	99.71	99.56	100.21	99.69	100.40	100.48	99.51	99.50	
Q	12.35	12.70	19.18	33.65	33.70	34.27	33.40	30.47	34.12	35.30	24.56	29.36	8.23	11.17	20.99	41.30	63.99	32.12	23.91	28.55	20.92	23.68	
Or	14.52	13.80	15.53	23.25	23.82	24.54	25.49	24.37	35.17	26.82	19.92	19.48	9.24	14.91	11.41	15.69	21.26	31.05	22.20	25.77	18.31	21.43	
Ab	26.63	29.62	31.56	31.20	30.72	32.40	32.98	37.80	23.59	30.78	35.49	31.20	29.52	35.86	44.25	21.97	2.46	30.09	37.28	37.22	40.11	40.16	
An	23.86	24.37	19.44	5.48	3.73	3.64	3.59	3.73	2.48	2.59	10.43	10.10	25.09	19.00	11.93	10.90	2.39	7.93	2.64	10.99	5.90		
C	1.10	0.43	0.13	1.74	2.54	1.23	1.20	0.82	1.83	1.36	1.13	0.85	3.23	1.87	1.35	2.48	8.95	1.12	0.71	2.31	0.45	1.08	
Di	0.58	0.25	0.06										1.66	1.10	1.17								
Fs	0.49	0.16	0.06										1.49	0.67									
Hy	7.58	7.12	4.28	1.31	1.07	0.62	0.57	0.57	0.55	0.39	1.50	2.34	5.79	5.54		0.97	0.27	0.55	2.44	0.67	2.34	1.85	
En	6.47	4.77	5.12	0.11	0.77	0.62	0.30	0.59	0.59	0.96	3.68	3.56	5.17	3.35		1.00	0.80	0.80	2.80	0.96	1.20	0.91	
No																	0.09						
Mt	2.01	2.52	0.19	1.57	1.18	1.06	1.18	0.90	0.44	0.42	1.00	0.69	4.31	2.99	1.18	0.74	0.44	0.65	1.41	0.67	2.15	2.18	
Il	1.56	1.50	0.82	0.47	0.46	0.46	0.36	0.50	0.32	0.32	0.80	0.68	2.72	1.75	0.74	0.30	0.29	0.39	0.77	0.61	1.15	1.06	
Hm															1.69		0.51						
Ap	0.40	0.44	0.24	0.03	0.03	0.10	0.10	0.07	0.07	0.07	0.10	0.17	1.24	0.84	0.34	0.13	0.07	0.07	0.20	0.03	0.40	0.20	
D.I.	53.50	56.12	66.27	68.11	68.24	91.21	91.87	92.64	92.88	92.90	79.97	80.04	46.99	61.94	76.65	78.96	87.71	93.26	83.39	91.54	79.34	85.27	
Nos. fn Tab. 1	1	2	3	4	9	6	8	5	7	10	11	12	13	14	15	16	18	17	19	20	21	22	

D. I.: Differentiation Index

Analyst: Nos 9, 10, 17, 22: Y. J. Lee and Y. Kato. Other's: Y. J. Lee

그 결과와 함께 C. I. P. W. 놈(norm) 計算值를 table 2에 各岩型別로 D. I(Differentiation Index) 順으로 놓아 보여주고 있다.

다음에는 SiO_2 에 대한 各酸化物의 變化를 보기 위하여 SiO_2 -酸化物圖에 分析值를 點示하였다(Fig. 5). 比較하기 위하여, 沃川地向斜帶의 新期花崗岩類分析值(Lee, 1971)의 點示되는 領域과 變化傾向 및 日本의 花崗岩質岩의 平均組成(Aramaki et al., 1972)을 토대로 著者가 求한 變化曲線을 보여 주었다. 또한, 西南日本의 山陽花崗岩類와 山陰花崗岩類의 酸化物變化圖(Shibata, 1967)를 引用하여 나타냈다.

figure 5에서 보는 바와 같이, 6岩型에 걸쳐 SiO_2 는 54~79%의 넓은 化學組成을 가지고 있으나 兩端의 54%의 花崗閃綠岩과 79%의 珪長質岩을 除外하면 59%~75%의 範圍에 들어간다. Al_2O_3 는 13~17%의 範圍로서 약간 넓은 편이다.

알카리-石灰指數는 58.6으로 칼크-알카리 岩系에 屬한다.

Na_2O , K_2O , $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ 는 SiO_2 의 增加와 더불어 增加하며, 金屬酸化物은 顯著하게 減少한다.

6岩型을 통해서 그 變化傾向은 全般的으로 各各 平滑한 하나의 曲線을 탄다. 단지 d型 珪長岩 및 石英斑岩 등의 珪長質岩은 CaO 을 除外한 全酸化物圖에서 크게 벗어난다.

Na_2O 에 있어서 b型, d型의 珪長質岩을 除外한 全岩型이 日本平均花崗岩 보다 分明히 크며, b型의 大部分의 거의 같다. d型의 珪長質岩은 아주 작다. 沃川地向斜帶의 新期花崗岩은 b型보다 약간 작다. d型의 一部, e型, e'型은 山陰花崗岩類의 變化曲線에 類似하게 點示된다.

K_2O 에 있어서는 d型의 珪長質岩을 除外한 全岩型이 日本平均花崗岩 보다 크다. 山陰花崗岩보다도 全體的으로 크다.

$\text{NaO}+\text{K}_2\text{O}$ 는 d型의 珪長質岩을 除外한 全岩型이 日本平均花崗岩 보다 크나 a型, b型, c型의 一部 岩石은 山陽 및 沃川地向斜帶新期花崗岩의 變化曲線에 가까이, 그리고 d型, e型, e'型의 一部 岩石은 山陰花崗岩에 가까운 變化傾向을 갖는다.

CaO 은 d型의 珪長質岩中 火藏山石英斑岩을 除外한 全岩型이 日本平均花崗岩의 變化曲線보다 작다. a型은 山陰花崗岩 보다 크다. b, c, e 및 e'型은 新期花崗岩類와 함께 山陽, 山陰, 日本平均花崗岩 보다 작다.

MgO 는 全體的으로 全岩型이 日本平均花崗岩, 山陽花崗岩, 沃川地向斜帶 新期花崗岩의 變化曲線에 類似하다. 山陰花崗岩과는 a型和 d型의 一部가 크나, 그 外的 岩型은 거의 같은 傾向을 보여 준다.

Al_2O_3 는 全體的으로 全岩型이 山陽花崗岩 및 沃川地向斜帶 新期花崗岩의 變化曲線보다 작으며, 山陰 및 日本平均花崗岩의 變化曲線과는 거의 같다. d型中 仁甫里花崗閃綠岩體, 東部里花崗閃綠岩類, 珪長岩은 어떤 變化曲線 보다도 아주 작으며 峰火山石英斑岩은 아주 크다.

$\text{FeO}+\text{Fe}_2\text{O}_3$ 에 있어서 c型和 d型 및 e, e'型의 一部는 山陽, 山陰, 日本平均花崗岩의 變化曲線과 거의 같으나. 그 外的 岩型은 沃川地向斜帶新期花崗岩類와 함께 작다. d型의 峰火山石英斑岩은 크다.

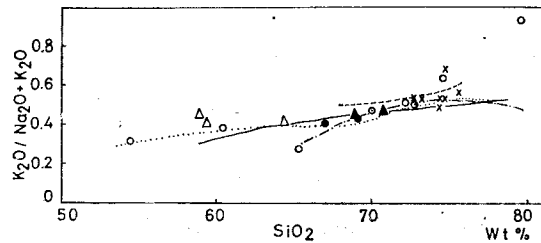


Fig. 6 SiO_2 -($\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$) diagram. Symbols are the same as those in figure 2 and in figure 5

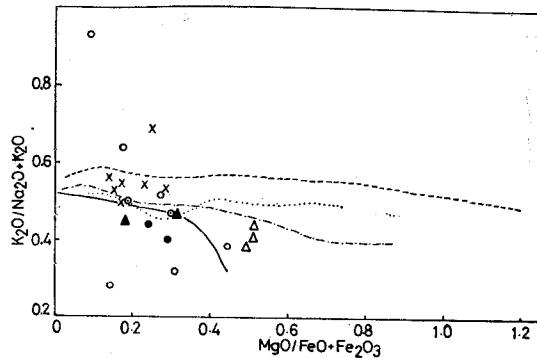


Fig. 7 $\text{MgO}/\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{FeO}-\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ diagram. Symbols are the same as those in figure 2 and in figure 5.

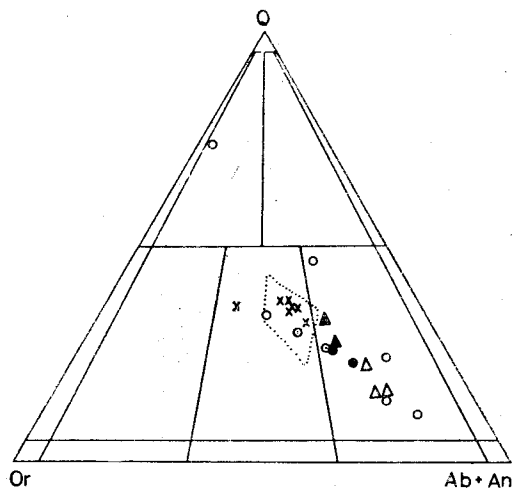


Fig. 8 Normative quartz-orthoclase-(albite+anorthite) diagram. Symbols are the same as those in figure 2.

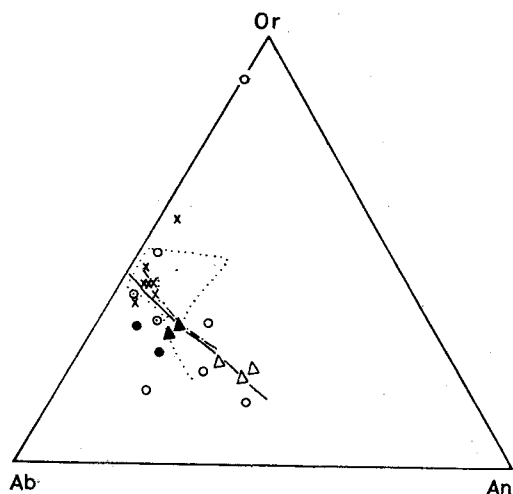


Fig. 9 Normative orthoclase-albite-anorthite diagram. Symbols are the same as those in figure 2 and in figure 5. The feldspar composition trends have been quoted from Shibata (1967).

SiO₂-(K₂O/Na₂O+K₂O)圖 : figure 6에서 보여 준다. d型的 珪長質岩을 除外한 全岩型이 山陽, 山陰, 日本平均花崗岩의 變化曲線을 따른다. 沃川地向斜帶 新期花崗岩類는 本地域의 花崗岩類 및 山陽, 山陰, 日本平均花崗岩의 變化曲線보다 큰 變化傾向이 있다.

(MgO/Fe₂O₃+FeO)-(K₂O/Na₂O+K₂O)圖 : figure 7에서 보여 준다. b型은 山陽, 山陰 및

日本平均花崗岩 보다 크다. 沃川地向斜帶의 新期花崗岩類보다 一般的으로 작다. 全體的으로 d型的 珪長質岩과 b型的 1個를 除外하면 全岩型이 沃川地向斜帶 新期花崗岩類 보다 작다. d型中 東部里花崗岩閃綠岩과 仁甫里花崗岩閃綠岩은 아주 작은 값을 보여 준다.

a型, b型, d型의 一部는 沃川地向斜帶新期花崗岩類 및 山陽花崗岩類에, 그리고 c型, d型의 一部, e型, e'型은 山陰에 類似하게 點示된다.

Norm Q-(Ab+An)-Or圖 : figure 8에서 보여 준다. figure 2와 거의 같게 點示된다.

단지 b型은 沃川地向斜帶의 新期花崗岩類와 거의 같은 領域에 點示된다. e型的 加大里花崗岩閃綠岩中 1個의 試料가 아다멜라이트 領域에 들어 간다.

Norm Or-Ab-An圖 : figure 9에서 보여 준다. 日本花崗岩類의 岩石區에 의한 長石成分變化曲線(Shibata, 1967)을 引用하였다. a型, b型, c型의 一部는 山陽岩石區의 變化曲線을 탄다. d型中 仁甫里花崗岩閃綠岩體는 山陽과 山陰의 中間領域에 들어가며, c型의 一部는 山陰岩石區의 變化曲線을 따르며 e型, e'型은 山陰曲線에 약간 벗어나는 정도의 類似한 傾向을 갖는다. 이것은 a型, b型, c型은 山陽花崗岩類에, d型中 仁甫里 花崗岩閃綠岩體는 山陽과 山陰의 中間에, e型, e'型은 山陰花崗岩類에 類似한 成分變化를 갖는 것을 意味한다.

比較하기 위하여 日本平均花崗岩의 長石의 變化傾向과 沃川地向斜帶의 新期花崗岩의 點示되는 領域을 나타 내었다. a型, b型은 新期花崗岩類와 함께 日本平均花崗岩類보다 알바이트가 적다. e型, e'型, d型中 花崗岩閃綠岩은 日本平均花崗岩類보다 알바이트가 많으며, c型은 약간 많다.

6. 結論 및 考察

1) 本地域의 花崗岩質岩類를 a, b, c, d, e 및 e'의 6岩型으로 分類할수 있다.

2) a型, c型, e型 및 e'型은 主로 花崗岩閃綠岩, b型은 아다멜라이트, 그리고 d型은 花崗岩閃綠岩, 아다멜라이트, 石英花崗岩閃綠岩 및 石英

花崗岩(斑狀岩, 斑岩, 珪長質岩) 등으로 構成되어 있다.

3) 色指數는 相對的으로 d型的 仁甫里花崗閃綠岩과 a型이 크고, d型的 火藏山石英斑岩, 峰火山石英斑岩, 珪長質岩과 b型은 色指數가 작고 石英이 比較的 많이 포함된다.

4) 本地域의 花崗岩類는 沃川地向斜帶新期花崗岩類 보다 카리長石의 含量이 적다.

5) SiO_2 는 54~79%의 넓은 化學組成을 갖는다.

6) Al_2O_3 는 13~17%의 範圍로서 比較적 넓다

7) 알카리石灰指數는 約 59정도이다.

8) 酸化物圖에 있어서 各型은 全般的으로 各 各 平滑한 變化曲線을 따른다. 단, d型的 斑狀岩, 斑岩 및 珪長質岩은 CaO를 除外하고 全酸化物圖에서 크게 벗어나 點示된다.

9) 岩石化學的으로 共通點을 찾기 爲하여 日本平均花崗岩類의 變化曲線을 基準線으로 하여 西南日本의 山陽花崗岩, 山陰花崗岩 및 沃川地向斜帶新期花崗岩의 變化曲線과 本地域의 各型을 點示하여 相對的으로 比較하고 各型의 岩石成分이 그 多少에 의해서 基準線으로부터 上下로 벗어나는 傾向程度를 檢討하여 본 결과

(1) $\text{SiO}_2-\text{Na}_2\text{O}$ 圖에 있어서 d型의 一部, e型, e'型은 山陰花崗岩類의 變化曲線에 類似하게 點示된다.

(2) $\text{SiO}_2-\text{Fe}+\text{Fe}_2\text{O}_3$ 圖에 있어서 a型 및 b型은 山陽花崗岩의 變化曲線에, c型, d型의 一部, e型 및 e'型은 山陰花崗岩類의 變化曲線에 가깝게 點示된다.

(3) $\text{MgO}/\text{FeO}+\text{Fe}_2\text{O}_3-\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ 圖에 있어서 a型, b型, d型의 一部는 沃川地向斜帶新期花崗岩類 및 山陽花崗岩類에, c型, d型의 一部 및 e型, e'型은 山陰花崗岩類에 類似하게 點示된다.

(4) Or-Ab-An의 三角圖에 있어서 a型, b

型, c型, d型의 一部는 山陽花崗岩類에, d型의 一部, e型, e'型은 山陰花崗岩類의 變化傾向에 가깝게 點示된다.

以上の 諸事實에서 a型, b型은 分明히 沃川地向斜帶 新期花崗岩類 및 山陽花崗岩에, 그리고 e型과 e'型은 山陰花崗岩類에 類似한 傾向을 가지고 있다. c型은 때로는 山陽에, 때로는 山陰에 類似性을 가지고 있으나, 山陽에 더욱 類似한 傾向을 보여 줄 뿐만 아니라 K-Ar年代測定結果 白堊紀未이다. d型의 一部岩石이 山陽에, 다른 一部岩石은 山陰에 類似性을 보여주는 바 이는 斑狀岩, 斑岩 및 珪長質岩이기 때문인 것으로 思料된다.

K-Ar年代測定結果(李 및 植田 1976)에서 白堊紀未을 보여주는 것은 a, b, c型의 試料이며 d, e, e'型은 古第三紀를 보여 주고 있다. 前者는 山陽에, 그리고 後者는 山陰에 對比된 바 있다.

즉 岩石化學的性質은 K-Ar年代測定結果와 잘 調和되고 있다.

謝 辭

本研究를 함에 있어서 指導鞭撻을 하여 주신 日本 東北大學 理學部 岩石鑛物鑛床學校室의 植田 良夫教授, 여러가지의 有益한 意見과 助言을 주신 日本 弘前大學의 大貫仁教授, 琉球大學의 加藤祐三助教授, 東北大學의 吉田武義氏에 깊은 感謝를 드리는 바이다.

그리고 東北大學의 青本謙一郎教授를 비롯하여 敎官여러분들께서도 有益한 意見과 討議를 하여 주셨다. 서울大學校 自然大學의 朴喜寅教授와 延世大學校 理工大學의 李大聲教授께서는 原稿를 檢討하시고 많은 助言과 討議를 아끼지 않으셨다. 이분들에게 深甚한 謝意를 表한다.

本研究를 爲하여 쓰여진 研究費의 一部는 文敎部學術研究費의 補助로서 이루어 졌다. 文敎部 當局에 感謝한다.

參 考 文 獻

Aramaki, S., Hirayama, K. and Nozawa, T. 1972, Chemical composition of Japanese granites, part 2, Variation trends and average composition

of 1200 analyses; Jour. Geol. Soc. Japan, 78, p. 39-49.

Chang, K. H. 1975-a, Cretaceous stratigraphy of south-

- east Korea; Jour. Geol. Soc. Korea, 11, p. 1-23.
- Geological Survey of Korea 1972, Isotope ages and geological map of Korea; Spec. Publ.
- Geological and Mineral Institute of Korea 1973, Geological map (1 : 250,000) of Busan, Andong, Daejeon, Jeonju and Yeosu sheet.
- Johannsen, A. 1931, A descriptive petrography of the igneous rocks; vol. 1, Univ. Chicago Press, Chicago.
- 內藤武夫 1932, 南朝鮮及び西南日本に於ける 中生代末期の火山活動 : 火山, 1, p. 1-8.
- 河野義禮, 植田良夫 1966-b, 本邦火成岩の K-A dating (V), 一西南日本の花崗岩類一 : 岩鑛, 56, p. 191-210.
- _____, _____ 1967, 本邦産火成岩の K-A dating (VI), 一花崗岩類總括一 : 岩鑛, 57, p. 177-186.
- 金玉準 1971, 南韓의 新期花崗岩類의 貫入時期와 地殼變動, 大韓鑛山地質學會, 鑛山地質, 4, p. 1-9.
- Koto, B. 1903, Orographic sketh of Korea; Jour. Coll. Sci. Imp. Univ. Tokyo, 19, Art. 1.
- _____, 1909, Journeys through Korea; Jour. coll. Sci. Imp. Univ. Tokyo, Art. 2, 26, p. 169-193.
- Lee, D.S. 1971, Study on the igneous activity in the middle Ogcheon geosynclinal zone, Korea; Jour. Geol. Soc. Korea, 7, p. 153-216.
- 李倫鐘, _____ 1972, 韓國地質圖, 5萬分の 1, 彥陽圖幅 및 同說明書, 地調, 서울.
- _____, 植田良夫 1976, 韓國, 慶尙南道彥陽圖幅 및 北西部蔚山圖幅 地域産 花崗岩質岩의 K-Ar年代, 大韓鑛山地質學會, 鑛山地質, 9, p. 127-134
- Matsumoto, T. 1969, Geology of Tsushima and relevant problems; Memoriors of the National Science Museum, Tokyo, no. 2, p. 5-18.
- 朴揚大, 尹亨大 1968, 韓國地質圖, 5分の 1, 蔚山圖幅 및 同說明書, 地調, 서울.
- Shibata, H. 1956, Chemical composition of Japanese granitic rocks in regard to petrographic province, part IV; Sci. Rep. Tokyo Univ. Educ., 41, p. 1-23.
- _____, Okada, S. and Oki, Y. 1958, Chemical composition of Japanese granitic rocks in regard to petrographic provinces, part VII, principal elements; Sci. Rep. Tokyo Kyoiku Dakaku, Sec. C, 50, p. 1-54.
- _____, 1962, Chemical comosition of Japanese granitic rocks in regard to petrographic provinces, part X, petrographic provinces of Japan; Sci. Rep. Tokyo Kyoiku Daigaku, Sec. C, 72, p. 33-47.
- 柴田秀賢 1967, 日本岩石誌 II, 花庵岩類 : 朝創書店
- Son, C.M., Cheong, C.H., Kim, B.K. and Lee, S. M. 1968, Mesozoic crustal disturbance, igneous activity, and the geologic age of mineralization; Research report for Ministry of Science and Technology, p. 1-31 (in Korean).
- _____, 1969-a, On the Cretaceous igneous activities in Korea; Jour. Geol. Soc. Korea 5, p. 259-267.
- Tateiwa, I. 1924, Geological atlas of Korea no. 2, Yonil, Kureyongpo and Joyang sheet; Geol. Sur. Korea, Seoul.
- _____, 1929, Geological atlas of Korea no. 10, Kyongju, Yongchon, Daegu and Waegwan sheet; Geol. Sur. Korea, Seoul.
- _____, 1933-b, Igneous activity during the Cretaceous and post Cretaceous times in Korea; V(Canada), A 7, p. 2415-2419.
- 立岩 巖 1973, 朝鮮地の特異性, 科學, 43, 155-162.
- _____, 1976, 朝鮮日本列島地帶地質構造論考 : 東京大學出版會.
- Tiba, T. 1970, JB-1 and JG-1 Geological Survey of Japan silicate rock standards; Jour. Geoul. Soc. Japan. 76, p. 441-447.
- Thornton, C.P. and Tuttle, O.F. 1960, Chemistry of ignous rocks, I Dfferentiation index; Am. Jour. Sci., 258, p. 664-684.
- Won, J.K. 1968, Study on the Cretacous igneous activites in the Gyeongsang basin; Jour. Geol. Soc. Korea, p. 215-236 (in Korean).
- Yamada, N. 1966, Nature of the late Mesozoic igneous activity in and around southwestn Japan; Earth Sci., p. 85-86.
- Yamanari, F. 1924, Geological atlas of Korea no. 1, Milyang and Yuchon sheet; Geol. Sur. Korea. Seoul.