

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

李 倫 鍾* · 植田良夫**

K-Ar dating on granitic rocks from the Eonyang- and the northwestern part of Ulsan-quadrangle, Kyeongsang-nam-do, Korea

Yoon Jong Lee · Yoshio Ueda

Abstract

The K-Ar age determined on six granitic rocks samples from the Eonyang- and the northwestern part of Ulsan-quadrangle, Kyeongsang-nam-do, Korea, ranges from 87×10^6 years to 58×10^6 years.

Three of the samples belong to the upper Cretaceous ($87 \times 10^6 - 71 \times 10^6$ years) and three to the late Cretaceous - early Tertiary ($63 \times 10^6 - 58 \times 10^6$ years) in age. The early Tertiary ages are measured first on the "Younger Granites" in Korea.

These two emplacement periods of granitic rocks are representative that the former is correlated to north Kyushu-Seto Inland belt ($95 \times 10^6 - 75 \times 10^6$ years) and the later to Sanin-central Honshu belt ($65 \times 10^6 - 50 \times 10^6$ years), in southwestern Japan.

1. 序 言

表題의 地域 (以下 本域이라 稱함)은 韓半島 東南部 慶尙盆地의 彥陽圖幅 (1/5萬) 및 蔚山圖幅 (1/5萬)의 西北部地域에 該當된다 (Fig. 1).

本域産 火崗岩類의 絶對年代測定 結果는 지금까지 報告된바 없으나 本域을 包含한 慶尙盆地의 苦干의 花崗岩類에 對하여는 K-Ar法에 의한 年代測定 (O. J. Kim, 1971, S. H. Choo, 1971) 및 Rb-Sr法에 의한 年代測定 (P. M. Hurley, J. H. Lee and W. H. Pinson, 1970)가 報告되어 있다. 이들의 年代測定値는 全部 白堊紀末 以前을 나타내고 있다.

本域을 包含한 慶尙盆地內의 所謂 "新期花崗岩類"中에 第3紀의 것이 存在하고 있을 可能性이 있음을 筆者들은 推定하고 있었다. 따라서 K-Ar法에 의하여 本域에 分布하는 花崗岩類의 絶對年代測定을 行하여 白堊紀末의 花崗岩의 貫入 活動이 第3紀初까지 繼續 되

었다는 것이 判明 되었다. 즉, 從來 白堊紀의 貫入의 産物이라고 看做되어 있던 花崗岩體中 古第3紀 花崗岩體의 存在을 처음으로 發見 하였다.

2. 年代測定

1) 測定試料

年代測定에 提供된 試料는 全部 著者中의 李倫鍾 (1968, 1974, 1975)이 採取 하였다. 試料採取地點은 地質圖와 함께 第1圖에 表示하였다.

總 6個의 岩石試料中 4個는 黑雲母을 2個는 K-長石을 測定對象礦物로 選定 하였다.

岩石試料는 鑿머로 經 1~2cm 程度이 岩片으로 破碎後 粉碎機를 使用하여 粉碎, 分析篩로서 黑雲母의 경우 pass 60 mesh, on 80 mesh 로, 長石의 경우는 pass 80 mesh, on 100 mesh 로 篩別하여 이를 水道水로서 잘 씻은후 蒸溜水로 3回 씻어 粒子에 附着된 粉塵을 除去한 후, Air bath에 넣어 完全乾燥시킨後

* 慶北大學校 師範大學 地學科

** 日本 東北大學 理學部 岩石鑛物鑛床學教室

Frantz 製의 Isodynamic separator 로서 磁選 하였다.

먼저 0.2 암페어에서 强磁性礦物(磁鐵石等)을 除去한후, 最大암페어(maximum amphere)로서 有色礦物과 無色礦物을 分離하였다. 測定對象礦物이 黑雲母 일 경우는 磁選別된 有色礦物로 부터 Taping 에 의하여 黑雲母를 分離하였다.

長石의 경우는 最大암페어의 Isodynamic separator 로서 數回 反復사용하여 有色礦物을 除去하거나, 粉碎段階에서 試料의 on 60 mesh 以上の것 中에서 正長石을 핀셋틀을 使用하여 手選 하였다.

K의 測定에 있어서 長石試料는 沸酸에 依한 分解을 完全히 하기 위하여 그의 一部를 150~200 mesh 의 분말로 하여 K% 分析用으로 使用하였다. 重液은 使用하지 않았다.

各測定試料에 對한 試料名, 測定礦物, 採取地點, 岩石의 簡單한 記載는 다음과 같다. 各岩石試料의 礦物名 다음의 ()안의 數字는 그 試料를 採取한 岩體의 平均 모-드組成(容量百分率)을 나타낸다. 色指數도 平均值이다. 但 038, Y39는 그 試料 1個의 모-드組成 및 色指數이다.

岩石試料의 一般의인 鏡下觀察記載는 彥陽圖幅說明書 및 蔚山圖幅說明書에 詳細히 記載되어 있으므로 本稿에서는 簡單히 記述하기로 한다. 岩石試料는 Johansen (1931, Fig. 107)의 命名法을 따라 命名 하였다 試料 Y39는 組織의 特性을 살려 野外名을 併記 하였다.

(1) 試料名: Y15, 測定礦物: 黑雲母, 採取地: 慶南 蔚州郡 斗東面 泥田里 國道邊. 本岩은 白堊紀末의 大邱層과 流紋石英安山岩 및 主山安山岩質을 貫入하고 있는 淡灰色 中粒質의 泥田里岩體로 부터 採取되었다. 本岩은 大邱層과의 接觸部附近의 大邱層을 호온펠스로 變質시켰다.

本岩은 淡灰色의 中粒質~細粒質로서 鏡下에서 石英(15.8), K-長石(11.3), 斜長石(51.3), 黑雲母(11.4), 角閃石(7.5)로 主構成되어 있으며 그외에 單斜輝石(0.8), 斜方輝石(0.1)이 包含되어 있다. 長石類는 大部分 絹雲母化되어 있으며 黑雲母는 部分的으로 綠泥石化 되어 있다. 珩로는 針狀의 黑雲母가 斜長石內에 inclusion 으로 包含되어 있다. 黑雲母內에 石英이 inclusion 으로 賦存되어 있기도 하다. 角閃石의 中核部에 不規則한 形態의 輝石이 나타나는 경우도 있다. 副成分礦物로서 스펀, 磁鐵石 및 磷灰石이 觀察된다 本岩은 斜方輝石-單斜輝石-一角閃石-黑雲母花崗閃綠岩에 相當된다. 色指數: 21.7

(2) Y27, 黑雲母, 慶南 蔚州郡 上北面 德峴里 東仁庵. 本岩은 主山安山岩質을 貫入하고 있으며 火藏山

石英斑岩 및 仁甫里花崗閃綠岩에 依하여 貫入되어 있다. 本岩體는 主로 淡灰色이며 乳白色 乃至 淡紅色을 呈하는 中粒 乃至 粗粒質의 아다멜로岩 이다. 本岩은 그緣邊相으로 斑狀花崗岩, 微紋狀花崗岩, 花崗岩斑岩 및 花崗閃綠岩等의 多樣한 岩相을 보여주고 있다. 主山安山岩質岩과의 貫入接觸部를 따라 主山安山岩質岩에 熱變質作用을 주었다. 곳에 따라 主山安山岩質岩을 捕獲岩體로 갖고 있다.

鏡下에서 本岩은 石英(36.4), K-長石(25.8), 斜長石(34.2) 및 黑雲母(2.6)等으로 主構成되어 있다. K-長石은 피사이트組織을 보여주는것이 比較的 많으며 斜長石은 알바이트雙晶, 알바이트-칼스바드 雙晶 또는 累帶構造를 보여주고 있다. 長石類中 長石은 變質이 顯著하며 絹雲母化되어 dust 狀을 이루고 있다. 副成分礦物로서 磁鐵石(0.7)과 微量의 磷灰石 및 스펀이 包含되며 珩로는 褐簾石이 觀察된다. 本岩은 黑雲母아다멜로암이다. 色指數: 3.7

(3) Y21, 黑雲母, 慶南 蔚州郡 靑良面 栗里, 本岩은 新羅統의 堆積岩類인 大邱層과 主山安山岩質岩을 貫入하고 있다. 本岩은 堆積岩類와 接觸部附近의 堆積岩類를 호온펠스로 變質시켰다. 또 本岩이 堆積岩類와 接觸部 가까이에서는 細粒質의 半花崗岩相을 보여주시기도 한다.

主山安山岩質岩은 本岩의 貫入으로 因하여 珩化되어 變質安山岩化 되었다.

中粒質의 灰色을 띄는 本岩은 鏡下에서 石英(29.8), K-長石(14.3), 斜長石(49.6), 黑雲母(5.6) 및 角閃石(0.2)으로 主構成되어 있다. K-長石은 大部分 絹雲母化되어 있으나 累帶構造 및 알바이트 雙晶을 보여주고 있는 斜長石은 絹雲母로의 變質度가 比較的 낮다. 黑雲母와 角閃石은 그 周緣部의 大部分이 綠泥石化되어 있다. 副成分礦物로서 磁鐵石, 스펀 및 磷灰石이 包含되어 있다.

本岩은 角閃石-黑雲母花崗閃綠岩 이다.

色指數: 6.4

(4) 038, K-長石 慶南 蔚州郡 斗西面 仁甫里 西方 0.4Km. 本岩은 彥陽아다멜로岩體를 貫入하고 있다.

暗灰色 또는 暗綠灰色을 呈하는 中粒質 乃至 細粒質의 本岩은 鏡下에서 石英(12.8), K-長石(10.6), 斜長石(54.0), 黑雲母(0.3), 角內石(18.4), 單斜輝石(1.0) 및 斜方輝石(0.5)으로 主構成되어 있다. 長石의 晶斑을 갖는다. 長石類의 大部分은 絹雲母로 變質되었고 石英은 알카리長石과 微文象連晶을 이루고 나타나기도 한다. 角內石은 部分的으로 綠泥石化되어 있다. 副成分礦物로 多量의 磁鐵石(1.1)과 그외 스펀,

花崗閃綠岩이다. 色指數: 22.6

(5) Y39, K-長石, 慶南 蔚州郡 彥陽面 西部里 西北方 約 1.2Km. 本岩은 彥陽아다멜로岩을 貫入하고 있다. 石英 (40.4), K-長石 (22.5), 斜長石 (35.2) 및 黑雲母 (1.5) 등으로 主構成되어 있다. 石英, K-長石, 斜長石은 큰 斑晶으로 나타나는 것과 基質內에서 細粒質로 나타나고 있어 斑狀組織을 보여주고 있다. 黑雲母는 綠泥石으로의 部分的인 變質을 보여주고 있다.

本岩은 含黑雲母石英斑岩 또는 含黑雲母石英-長石斑岩 (Johannsen 에 의하면 黑雲母아다멜로암)에 相當된다. 色指數: 1.9

(6) 012, 黑雲母, 慶南 蔚州郡 農小面 加大里 西南方 3km. 本岩體는 時代未詳의 變成岩類 (主로 結晶質石灰岩으로서 蛇紋岩을 隨伴함) 및 新羅統의 堆積岩類 (蔚山層=蔚山圖幅, 1/5萬, 朴揚大等, 1968)을 貫入하고 있으며 本岩과의 貫入接觸部의 赭色세일 및 綠灰色세일을 變質시켜 호온펠스化되어 있다.

朴揚大等(蔚山圖幅說明書, 1968)에 依하면 本岩은 尺果里花崗閃綠岩(蔚山圖幅의 角閃石花崗岩)에 漸移되며 兩岩의 境界는 明瞭하지 않고 本岩體中에 尺果里花崗閃綠岩이 散在된다고 하였다. 또 珪長岩에 依하여 貫入되어 있다고 하였으나 本稿에서는 珪長岩을 半深成岩

相 斑岩類로 넣어 本岩보다 先行貫入한 것으로 하였다 本域밖의 地域에서 第三紀 延日統의 亭子礫岩에 依하여 不整合으로 被覆되어 있다고 하였다

淡灰色을 呈하고 中粒質 乃至 細粒質의 本岩은 石英 (31.2), K-長石 (20.3), 斜長石 (44.7), 黑雲母 (2.1) 및 角閃石 (0.7)으로 主構成되어 있다. 長石類는 部分的으로 網雲母化되어 있다. 黑雲母는 강한 多色性을 보여주며 部分的으로 綠泥石化되어 있다. 副成分鑛物로서 磁鐵石, 스펀 및 燐灰石이 包含된다.

本岩은 角閃石-黑雲母花崗閃綠岩이다. 色指數: 3.9

3. 測定結果

年代測定에는 日本 東北大學 理學部 岩石鑛物鑛床學 教室의 알곤抽出精製裝置 및 氣體專用質量分析裝置을 使用 하였다.

K% 測定에는 Perkin-Elmer 303型 原子吸光分光光度計를 使用하였다.

測定試料 및 測定結果는 表 1 과 같다.

表 1 에서 보여주는 바와 같이 本域의 花崗岩質 6 個 試料의 年代測定 結果는 後期白堊紀-古第三紀에 相當하는 값을 나타낸다(87-58my)

表 2 에는 Kulp(1961) 및 Holmes (1959)의 地質年代

Tab. 1 K-Ar ages on granitic rocks from the Eonyang- and the northwestern part of Ulsan-quadrangle area, Korea.

Analytic No.	Sample No.	Sample locality	Pluton's name	Rock type	Mineral
1414	012	3 Km SW of Gadae-ri	Gadae-ri	Hb-Bio GD	Bio
1428	Y39	1.2 Km NW of Eonyang	Hwajangsan	QP	K-f(impure)
1424	038	0.4 Km W of Inbo-ri	Inbo-ri	Bio-Opx-Cpx-Hb GD	K-f(impure)
1418	Y21	1.3 Km NE of Yul-ri	Yul-ri	Hb-Bio GD	Bio
1417	Y27	0.3Km SE of Donginam	Eonyang	Bio Adm	Bio
1420	Y15	1.2 Km S of Nijeon-ri	Nijeon-ri	Opx-Cpx-Hb-Bio GD	Bio

Sample Wt. (g)	K%	³⁶ Ar ^{air} / ³⁸ Ar	⁴⁰ Ar ^T / ³⁸ Ar	⁴⁰ Ar ^R / ³⁸ Ar	⁴⁰ Ar ^R / ⁴⁰ K	Air contam. (%)	Age (m. y.)
1.1781	6.16	0.00156	5.01224	4.54833	0.003469	9.21	58
0.9870	3.69	0.00263	3.26960	2.48947	0.003681	23.81	62
1.0494	2.86	0.00201	2.87193	2.27532	0.003762	20.72	63
0.7588	5.60	0.00150	3.76467	3.31902	0.004233	11.79	71
0.6536	6.98	0.00117	3.87931	3.53134	0.004298	8.93	72
0.7730	6.39	0.00241	5.41200	4.69699	0.005219	13.18	87

Bio: Biotite, Hb: Hornblende, K-f: K-feldspar, Opx: Orthopyroxene, Cpx: Clinopyroxene, Qp: Quartz porphyry, Adm: Adamellite, GD: Granodiorite

燐灰石이 包含된다. 本岩은 黑雲母-斜方輝石-一角閃石 類의 K-Ar 年代値을 點示 하였다. 後期白堊紀는 유럽 尺 (geologic time scale)에 今回 測定된 本域의 花崗岩 표준구분 (European standard)과 對比 하였다.

Tab. 2. K-Ar ages on granitic rocks with referred to geologic time scale by Kulp (1961) and Holmes (1959) in the Eonyang- and the northwestern part of Ulsan-quadrangle area, Korea.

Time scale ($\times 10^6$ years)				10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
Era				Cenozoic						Mesozoic				
Period				Q	Tertiary						Cretaceous			
Epoch				P	Pl	Mio	Oligo	Eo	Pal	Upper				
Epo	Kulp (1961)			1	13	25	36		58	Upper				
	Holmes (1959)			1	11	25	40		60	70	Upper			
	European standard									Mae	Ca	San	CT	Ce
Analytical No.	Sample No.	Pluton's name	Rock type	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	
1414	012	Gadac-ri	Hb-Bio						●					
1428	Y39	Hwajang-san	QP						○					
1424	038	Inbo-ri	Bio-Opx-Cpx-Hb GD						○					
1418	Y21	Yul-ri	Hb-Bio GD							●				
1417	Y27	Eonyang	Bio Adm							●				
1420	Y15	Niejeon-ri	Hb-Bio GD										●	

Q : Quaternary, P: Pleistocene, Pl: Pliocene, Mio: Miocene, Oligo: Oligocene, Eo: Eocene, Pal: Paleocene, Mae: Maestrichtian, Ca: Campanian, San: Santonian, C: Coniacian, T: Turonian, Ce: Cenomanian, ●: Biotite age, ○: K-feldspar age
Other abbreviations are the same as in Table 1.

4. 地質概要

本域의 一般地質에 對하여 李倫鍾等(彦陽圖幅, 1/5萬, 1972), 朴揚大等(蔚山圖幅, 1/5萬, 1968) 및 地質 調査所(釜山圖幅, 1/25萬, 1973)와 本域을 包含한 慶尙盆地에 關한 研究는 元鍾寬 (1968), 孫致武 (1969) 및 章基弘 (1975)等에 依하여 報告되어 있다.

本域은 時代未詳의 變成岩類, 白堊紀末新羅統의 堆積岩類, 火山岩類, 上記 諸岩類를 貫入하고 있는 後期白堊紀-古第三紀의 深成岩類로 主構成되어 있다(Fig. 1)

基盤岩類는 本域 東端部 蔚山鐵鑛附近에 極히 小規模로 分布하고 있는 時代未詳의 結晶質石灰岩, 蛇紋岩等과 이를 不整合으로 被覆하고 있으리라고 思料되는

新羅統의 堆積岩類 (大邱層=彦陽圖幅, 蔚山層=蔚山圖幅)로서 彦陽斷層 以西部에 넓게 分布하고 있다.

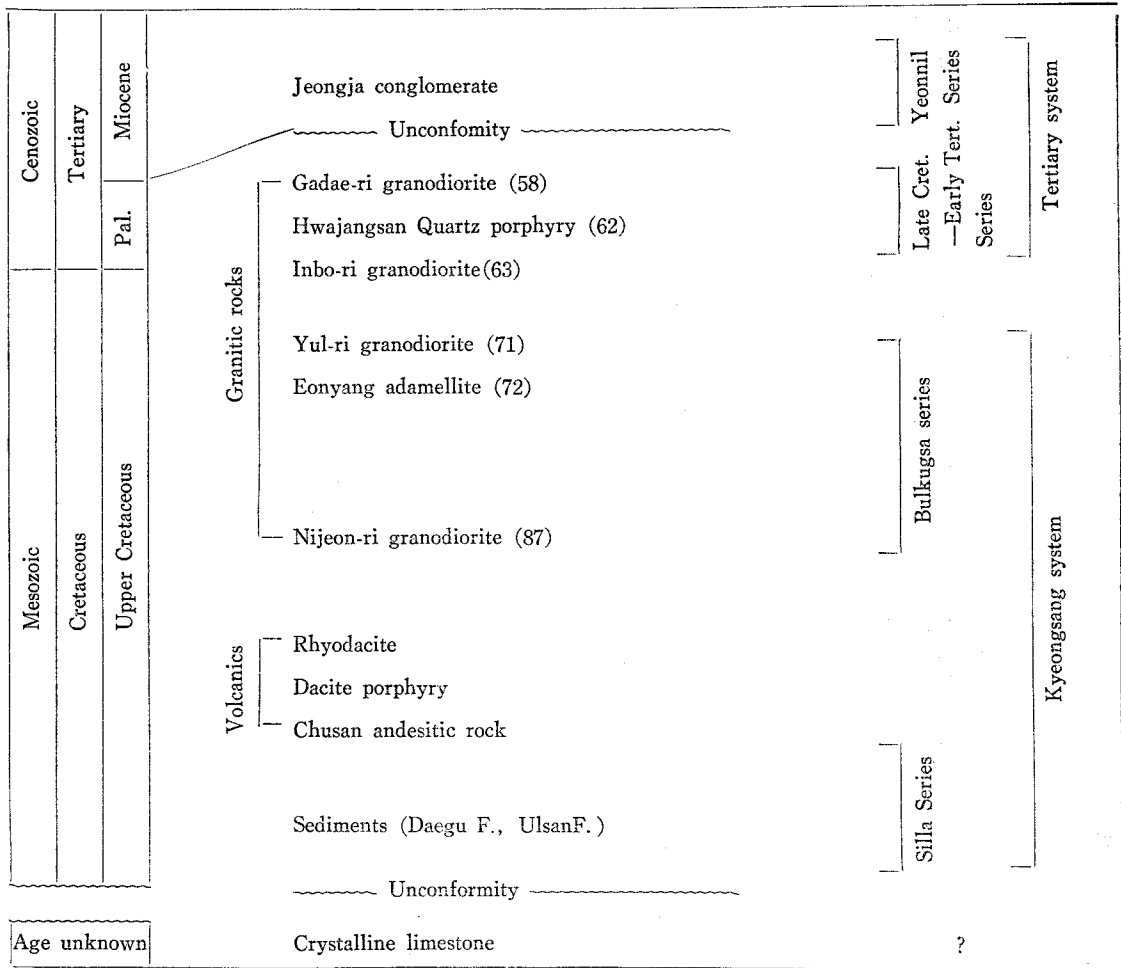
本域 火山岩類는 深成岩類 보다 先行貫入 또는 噴出 하였다.

深成岩類는 中性 및 酸性 深成岩類로서 아다멜로岩, 花崗閃綠岩類 및 斑岩類가 上記 新羅統의 諸岩層을 貫入하고 있다. 이들 花崗岩類는 지금까지 全部 白堊紀佛國寺統으로서 看做 記載되어 왔다. 本域產 花崗岩類의 K-Ar年代測定結果를 基準으로 하여 修正된 本域의 地質系統을 K-Ar 年代와 함께 表 3에 나타낸다.

5. 考 察

從來 (1963년까지) 慶尙盆地에 分布하고 있는 新期

Tab. 3. Geologic column and K-Ar ages on granitic rocks in the Eonyang- and the northwestern part of Ulsan-quardrangle area, Korea.



(): Age of K-Ar dating (m. y.), Cret.: Cretaceous, Tert.: Tertiary
F.: Formation, Pal.: Paleocene

花崗岩類는 一括하여 白堊紀末에 貫入한 것으로 史料 되어 왔다.

金玉準等 (平海圖幅, 1/5萬, 1963), 李大聲, 李河榮 (禮安圖幅 1/5萬, 1963)은 新期花崗岩類中 慶尙系에 依해서 被覆되는 所謂 先慶尙系의 花崗岩이 存在함을 發見하였다. 金玉準 (1971)은 K-Ar年代測定에 의하여 先慶尙系 新期花崗岩의 存在를 確認하였다. 지금까지 岩石年代測定으로서 第三紀의 値을 얻지는 못하였으나 從來 地質學者들 中에는 白堊紀末의 佛國寺花崗岩의 貫入活動이 第三紀初까지 繼續된것이 아닌가 하는 暗示를 하여왔다. 그러나 具體的으로 新期花崗岩體中 어떤 岩體가 古第三紀에 貫入한 것이라고 指摘하지는 못하였다. 그것은 慶尙盆地의 花崗岩類에 對한 K-Ar法, Rb-Sr

法等에 의한 絶對年代測定이 몇몇의 地質學者에 依하여 行하여 졌으나 그 測定結果는 白堊紀末 以前을 나타내어 주었으므로 當然한 것이라고 하겠다.

그러나 金玉準 (1971)은 第三紀 中新世 即 長鬐統과 延日統 사이의 所謂 延日變動 (孫致武, 1969)時에 甘浦花崗岩과 木浦 앞 바다의 岩泰島의 閃長斑岩이 貫入되었을 것이라고 보았다. 今後 絶對年代測定에 의하여 그 地質時代가 明確히 되리라고 생각된다.

慶尙盆地 東南部中 그의 一部를 占하고 있는 本域의 花崗岩類의 K-Ar年代測定結果는 87—58 my.의 값을 보여주므로서 後期白堊紀—古第三紀에 걸쳐 貫入되었다는 것이 처음으로 明確히 判明되었다.

後期白堊紀—古第三紀을 前期와 後期로 나누어 그各

各에 該當되는 試料는 다음과 같다.

- 1) 前期 (87—71my)
 - (1) 泥田里花崗閃綠岩 (87my)
 - (2) 彥陽아다멜로암 (72my)
 - (3) 票里花崗閃綠岩 (71my)
- 2) 後期 (63—58my)
 - (1) 仁甫里花崗閃綠岩 (63)
 - (2) 火藏山石英斑岩 (62)
 - (3) 加大里花崗閃綠岩 (58)

上記의 結果는 前期로 되어 있는 것은 後期白堊紀에 後期로 되어 있는 것은 白堊紀末—古第三紀에 該當한다.

前期花崗岩類中 票里花崗閃綠岩이 彥陽아다멜로암 보다 젊은 값을 얻은 것은 前者의 黑雲母가 後者의 것보다 많이 綠泥石으로 變質되어 있는데 基因하는 것이 아닌가 思料된다. 또한 前者는 變質程度의 差異는 있으나 모두 어느 정도 綠泥石으로 變質되어 있으므로 兩者 共히 多少 젊은 값이 測定되었을 것으로 생각된다.

後期의 仁甫里花崗閃綠岩 및 火藏山石英斑岩은 測定對象鑛物이 K-長石이였으므로 實際보다 젊은 값을 얻게 되었을 可能性을 否定할 수 없다. 그러나 以上의 論述을 考慮에 넣더라도 本域은 적어도 前期 및 後期 2回의 花崗岩의 貫入이 認定된다.

日本列島 Fossa Magna 以西 西南日本の 花崗岩類의 帶狀分布가 河野義禮, 植田良夫 (1968)에 의하여 認知되었다.

所謂 北九州—瀨戶內帶 (95—75my)은 本域의 前期花崗岩 (87—71my)에 山陰—中部本州帶 (65—50my)은 本域의 後期花崗岩 (63—58my)에 該當될 것으로 思料된다.

韓國의 東南部 慶尙盆地의 新期花崗岩類中에 西南日本の 北九州—瀨戶內帶와 山陰—中部本州帶의 사이에 分布하는 新期山陰帶 (40—30my)에 相當하는 花崗岩質岩 및 古第三紀의 보다 젊은 花崗岩類가 存在할 可能性을 強力히 示唆하고 있다.

6. 謝 辭

著者中의 李倫鍾을 日本 東北大學 理學部 岩石鑛物鑛床學教室에 紹介하여 始終 指導하여 주시고 有益한 助言을 아끼지 않으신 延世大學校 理工大學 地質學科 金玉準教授, 李大聲教授 및 서울大學校 自然科學大學 地質學科 全鳳均教授에게 甚深한 謝意를 드린다. K%의 分析은 日本 東北大學 理學部 岩石鑛物鑛床學教室의 大貫 仁 助教授, 加藤祐三 博士에 依하여 이루어 졌다. 또한 年代測定裝置의 製作에는 理學部 硝子工場의 菊地俊三郎 技官에게 힘 입은바 크다 이분들에게 여기에 적어 깊은 感謝를 드리는 바이다.

끝으로 李倫鍾에게 日本 東北大學 理學部 岩石鑛物鑛床學教室에서의 研究의 機會를 마련하여준 日本政府當局者 및 岩石鑛物鑛床學教室의 여러분들에게 謝意를 表하는 바이다.

參 考 文 獻

- Chang, K. H. (1975), Cretaceous stratigraphy of southeast Korea: Jour. Geol. Soc. Korea, V. 11, p. 1-23
- Choo, S. H. (1971), Isotope ages of granites in Korea: Geol. and ore deposit, no. 14, Geol. Surv. Korea, p. 45-61.
- Hurley, P. M., Lee, J. H., and Pinson, W. H. (1970), Radiometric dating of Precambrian rocks of Korea: Eighteen annual progress report for 1970, M. I. T., Cambridge, Mass., p. 1-5.
- 加藤武夫 (1932), 南朝鮮 및 西南日本에 있어서 中生代末期의 火山活動: 火山, 第1卷, 第2號 p. 1-8.
- Kawano, Y., and Ueda, Y. (1964), K-A dating on the igneous rocks in Japan (I): Sci. Rep. Tohoku Univ., Ser. III, v. IX, no. 1, p. 99-122.
- 河野義禮, 植田良夫, 村上充英 (1966a), 山口縣 美禰市産 花崗岩類의 K-A年代: 日本岩鑛學會誌, 第56卷 p. 183-186.
- , —— (1966b), 本邦産 火成岩의 K-A dating (V), —西南日本の 花崗岩類——: 日本岩鑛學會誌, 第56卷 p. 191-210.
- , —— (1967), 本邦産 火成岩의 K-A dating (VI), —花崗岩類, 總括——: 日本岩鑛學會誌, 第57卷, 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, 第4卷, 第1號, p. 1-9.
- Kulp, J. L. (1961), Geologic time scale: Science, v. 133, p. 1105-1114
- Lee, D. S. (1971), Study on the igneous activity in the middle Ogcheon geosynclinal zone, Korea: Jour. Geol. Soc. Korea, v. 7, n. 3, p. 153-216.
- 李倫鍾, 李仁基 (1972), 韓國地質圖, 5萬分の 1, 彥陽圖幅 및 同說明書, 地調, 서울.
- 朴揚大, 尹亨大 (1968), 韓國地質圖, 5萬分の 1, 蔚山圖幅 및 同說明書, 地調, 서울.

- Son, C.M. (1969), On the Cretaceous igneous activity in Korea: Jour. Geol. Soc. Korea, v. 5, no. 4.
- Won, C.K. (1968), The study of the Cretaceous igneous activity in the Kyeongsang basin(1): Jour. Geol. Soc. Korea, v. 4, no. 4, p. 215-236.
- Yamada, N. (1966), Nature of the late Mesozoic igneous activity in and around southwestern Japan: Earth Science, p. 85-86.

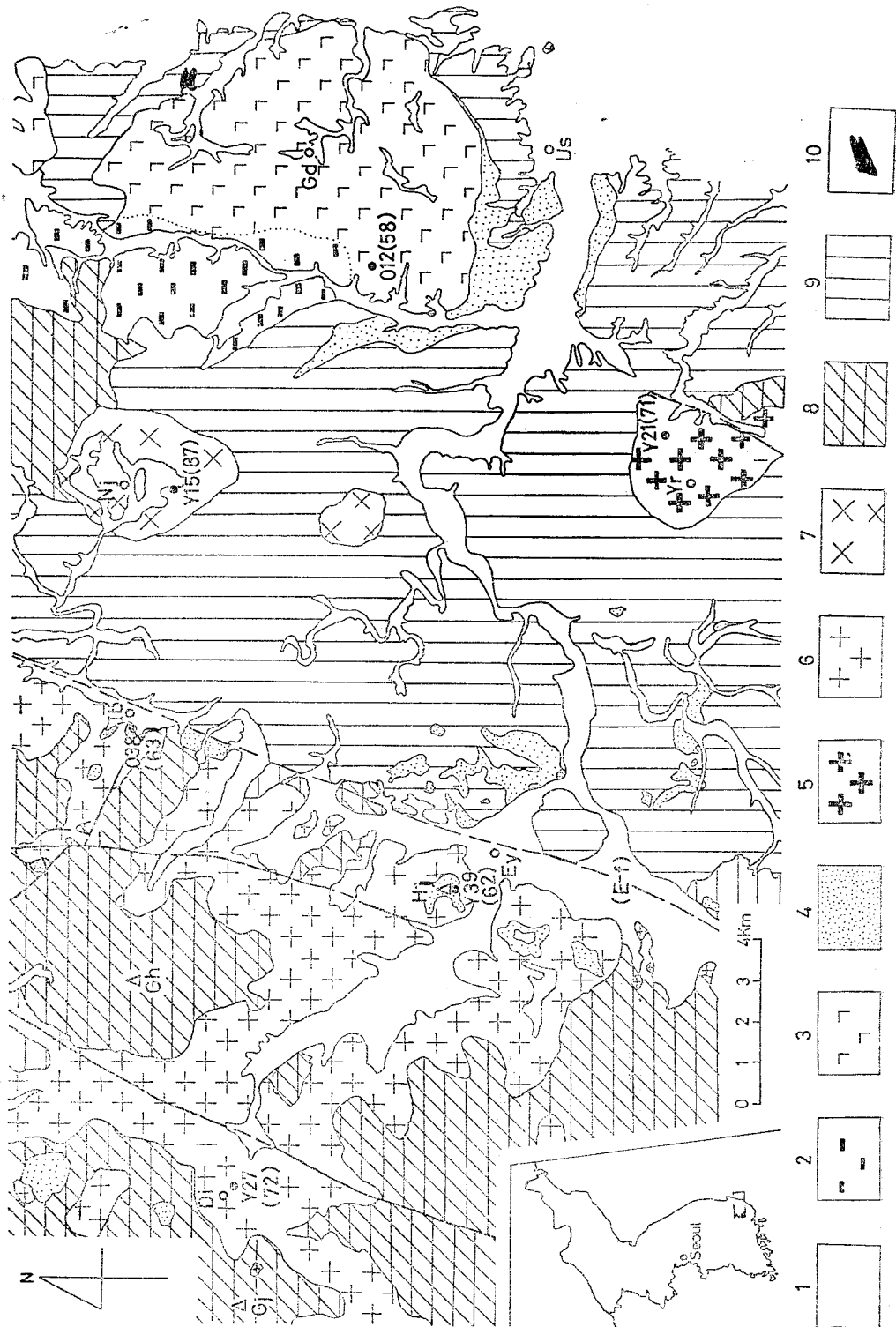


Fig. 1. Geological map showing sample localities and K-Ar ages (m. y.). The map is chiefly simplified from Y. J. Lee et al. (1972) and Y. D. Park et al. (1968).
 1: Quarternary sediments, 2: Cheokgwa-ri granodiorite, 3: Gadae-ri granodiorite, 4: Porphyry (porphyritic granodiorite, quartz porphyry and felsite), 5: Yul-ri granodiorite, 6: Eonyang granite, 7: Nijeon-ri granodiorite, 8: Cretaceous volcanics, 9: Cretaceous sediments, 10: age unknown crystalline limestone associated with serpentine Gd: Gadae-ri (加大里), Hj: Mt. Hwajang (火藏山), Ib: Inbo-ri (仁甫里), Yr: Yul-ri (栗里), Di: Dongin-am (東仁庵), Nj: Nijeon-ri (泥田里), Gh: Mt. Gohyeon (高祖山), Gj: Mt. Gaji (加智山), (E-f): Eonyang fault (彦陽斷層), Ey: Eonyang (彦陽), Us: Ulsan (蔚山).