

## 富平地域의 中生代 火成岩類

徐圭植\*·朴喜寅\*

### Mesozoic Igneous Rocks in the Bupyeong District

Kyu-Sik Suh and Hee-In Park

**Abstract:** In the Bupyeong district, Mesozoic pyroclastic rocks, intrusive breccia, granites and felsic porphyries comprise a volcano-plutonic complex, overlying and intruding the Precambrian Gyeonggi gneiss complex.

Pyroclastic rocks, consisted mainly of rhyolitic welded tuffs, form a topographic circular structure about 10 kilometers in diameter. Granites and felsic porphyries which intruded the pyroclastic rocks are distributed in the inner side and also along the outer margin of the circular structure.

K-Ar ages of two granite bodies (biotite), 162 and  $148 \pm 7$  Ma, and that of the intrusive rhyolite (whole rock),  $121 \pm 6$  Ma indicate that a series of volcano-plutonic igneous activity occurred between Jurassic and early Cretaceous age. Petrochemical characteristics suggest that the pyroclastic rocks, granites and felsic porphyries were originated from the comagmatic source.

From the evidences of field occurrence, petrochemical and geochronological characteristics of igneous rocks and the geologic structures, it is believed that the igneous rocks in the Bupyeong district were formed during a Jurassic to early Cretaceous resurgent caldera evolution.

### 序 言

부평지역에는 先캠브리아時代의 變成岩類를 基盤岩으로 하여 流紋岩質 火山碎屑岩類, 貫入角礫岩類, 花崗岩類, 珪長質 斑岩類 및 中性~鹽基性 岩脈類 등 中生代 火成岩類가 長徑 약 14km, 短徑 약 11km의 비교적 한정된 범위 내에 분포되어 있다.

이 지역의 地質에 대해서는 金吉承(1972)에 의해 비교적 상세히 연구된 바 있고, 富平銀鑛床에 대한 朴魯榮·鄭敬植(1968), 申明植(1970), 南野正彦(1971), 全孝澤(1972), 金善億(1982), 朴興俊(1983) 등의 연구에서도 부분적으로 언급되었다. 1:50,000 지질도폭으로는 연구지역의 동쪽 부분에 해당하는 安養圖幅(金南長 등, 1975)과 서울圖幅(洪勝昊 등, 1982)이 발간되어 있다.

지금까지 발표된 자료들을 검토하면 부평지역의 火成岩類에 대해 다음과 같은 몇가지 문제점이 제기된다.

① 부평지역에 분포하는 火山岩類 가운데는 熔結凝

灰岩이 상당부분을 차지하고 있으나 모든 자료에서 이를 流紋岩으로 통칭하여 왔다.

② 부평지역 火山岩類의 形成時期는 白堊紀末~第3期初로 보는 견해가 많았고, 1:1,000,000 대한지질도(한국동력자원연구소, 1981)에도 榆川層群에 속하는 것으로 되어 있다. 그러나 金吉承(1972)에 의하면 火山岩類가 花崗岩類에 의해 관입당한 것으로 되어 있으며, 金玉準(1971)에 의해 보고된 富平花崗岩의 K-Ar 年齡은 162Ma로서 侏羅紀에 속한다. 따라서 부평지역의 火山岩은 侏羅紀 혹은 그 이전에 형성되었을 가능성이 있다. 지금까지 국내에서 侏羅紀의 珪長質 火山岩의 산출에 대한 보고는 없었다.

③ 韓半島에 분포하는 侏羅紀 花崗岩은 일반적으로 아나텍틱(anatectic) 起源으로 주로 底盤으로 산출하고 粒度의 變化가 심하지 않은 것으로 알려져 있다(李商萬 등, 1982 및 Tsusue, et al., 1981). 그러나 부평지역에 분포하는 花崗岩類 중에는 鑛物組成 및 組織을 달리하는 소규모 岩體로 산출하는 등 일반적인 侏羅紀 花崗岩類의 특징과 많은 차이를 보이는 것들이 있다. 또한 火山岩類, 花崗岩類 및 珪長質 斑岩類가 環狀分

\* 서울大學校 地質科學科

布를 이루며 서로 밀접히 隨伴되어 산출하고 있어 이들 火成岩類는 칼데라 沈降과 關係가 있는 一聯의 火山—深成作用에 의해 형성되었을 가능성이 있다.

이 연구는 富平銀鑛床의 成因을 밝히기 위한 작업의 일환으로 부평지역에 분포하는 上記 火成岩類에 대해 연구한 내용을 기술한 것으로서, 140km<sup>2</sup>에 해당하는 野外地質調査, 富平鑛山 坑內地質調査 및 室內研究를 통해 火成岩類의 產出狀態, 岩相, 化學組成 및 K-Ar 年齡과 地質構造 등을 검토하여 이 지역에 있어서의 中生代 火成活動의 특징을 고찰하였다. 이들 火成岩類와 鑛床과의 關係에 대해서는 별도의 論文을 통해 보고하고자 한다.

地質概要

부평지역의 地質은 先캄브리아時代의 變成岩類와 中生代 火成岩類로 大別된다(Table 1 및 Fig. 1).

變成岩類는 片麻岩, 片岩, 珪岩, 結晶質石灰岩, 石灰珪酸鹽岩, 앰피블라이트 등 여러 종류의 암석으로 구성되나 이 연구에서는 이를 구분하지 않았다. 이 지역에 분포하는 變成岩類에 대해서는 金玉準(1973) 및 羅基昌(1978)의 연구가 있으며 여기에서는 羅基昌(1978)에 따라 이를 京畿片麻岩複合體로 칭하고자 한다.

火山碎屑岩類는 대부분 流紋岩質의 熔結凝灰岩으로 구성되어 있으며 京畿片麻岩複合體를 광범위하게 덮고 있고 貫入角礫岩, 花崗岩 및 기타 岩脈類에 의해 관입당했다. 花崗岩類에는 鑛物組成, 組織 및 貫入時期에 있어 다소의 차이를 보이는 여러 종류의 것이 있다. 珪長質 斑岩類는 花崗岩類에 비해 後期에 관입하였다. 中性~鹽基性 岩脈類는 最後期에 上記 岩石들을 관입하였다.

각 암석의 분포는 地形의 특징과 밀접한 關係를 보인다. 富平市街地가 자리잡고 있는 해발 10~20m의 低地帶 주위에는 桂陽山(396m), 鐵馬山(226.5m), 藥山(185m), 聖圭山(217m), 遠美山(167m) 등으로 이어지는 山陵들이 둘러싸고 있어 金浦平野 쪽으로 통하는 북동쪽 일부를 제외하고는 직경 약 10km의 圓形에 가까운 環狀構造가 형성되어 있다(Fig. 2).

環狀構造를 이루는 山陵들은 주로 火山碎屑岩類, 花崗岩類 및 珪長質 斑岩類로 되어 있다. 環狀構造의 外側에는 京畿片麻岩複合體가 광범위하게 분포되어 있으며 대부분 심하게 풍화되어 노두의 발달이 좋지 않은 낮은 丘陵이나 平地를 이루고 있다. 環狀構造의 內側 低地帶는 거의 전체가 沖積層으로 덮여 있으나 西北

Table 1 Generalized geologic sequence of the Bupyeong district.

Quaternary	Alluvium ~Unconformity~
Late Cretaceous(?)	Basic and intermediate dyke rocks —Intrusion—
Jurassic to early Cretaceous	Felsic porphyries —Intrusion— Granites —Intrusion— Intrusive breccia —Intrusion— Pyroclastic rocks ~Extrusion~
Precambrian	Gyeonggi gneiss complex

部, 東南部 및 東部 外廓을 따라서 花崗岩이 노출되어 있고 低地帶내의 丘陵에서도 花崗岩의 風化土가 관찰되는 점으로 보아 대부분 花崗岩으로 이루어진 것으로 추정된다.

이 지역에는 放射狀 斷層 및 N5°W~N15E系斷層이 發達하며 이밖에도 環狀斷層등이 존재하였을 것이 推定된다(Fig. 1). 環狀斷層은 地表에서는 직접 확인할 수 없으나 火山碎屑岩類가 環狀으로 분포하며 火山碎屑岩體의 外廓境界를 따라 後期の 珪長質斑岩類가 環狀으로 분포하는 점으로 보아 火山碎屑岩體의 外廓境界에는 環狀斷層이 존재하였을 가능성이 크다.

火成岩類의 產出狀態와 岩石記載

火山碎屑岩類

火山碎屑岩類는 주로 浮石(pumice) 및 유리 샤드(glass shard)로 구성되고 少量의 斑晶 및 岩片을 함유하는 熔結凝灰岩으로 이루어졌다. 浮石 및 유리 샤드는 熔結되어 대부분 유택시틱(eutaxitic) 혹은 파라택시틱(parataxitic) 구조를 보인다. 斑晶으로는 正長石, 斜長石 및 石英이 함유되어 있다. 岩片으로는 類質岩片(accessory fragment)에 해당하는 熔結凝灰岩의 岩片들이 가장 많이 함유되어 있으며, 流紋岩 및 片麻岩의 岩片들도 간혹 관찰된다. 함유되어 있는 岩片의 크기를 基準으로 분류하면 이 火山碎屑岩은 凝灰角礫岩으로부터 火山礫凝灰岩, 火山灰凝灰岩에 이르기까지 다양하나 이 가운데서 火山灰凝灰岩이 量的으로 대부분을 차지한다. 凝灰角礫岩은 火山碎屑岩類의 基底부에 부분적으로 분포하며 片麻岩 岩片은 주로 이 凝灰角礫岩에

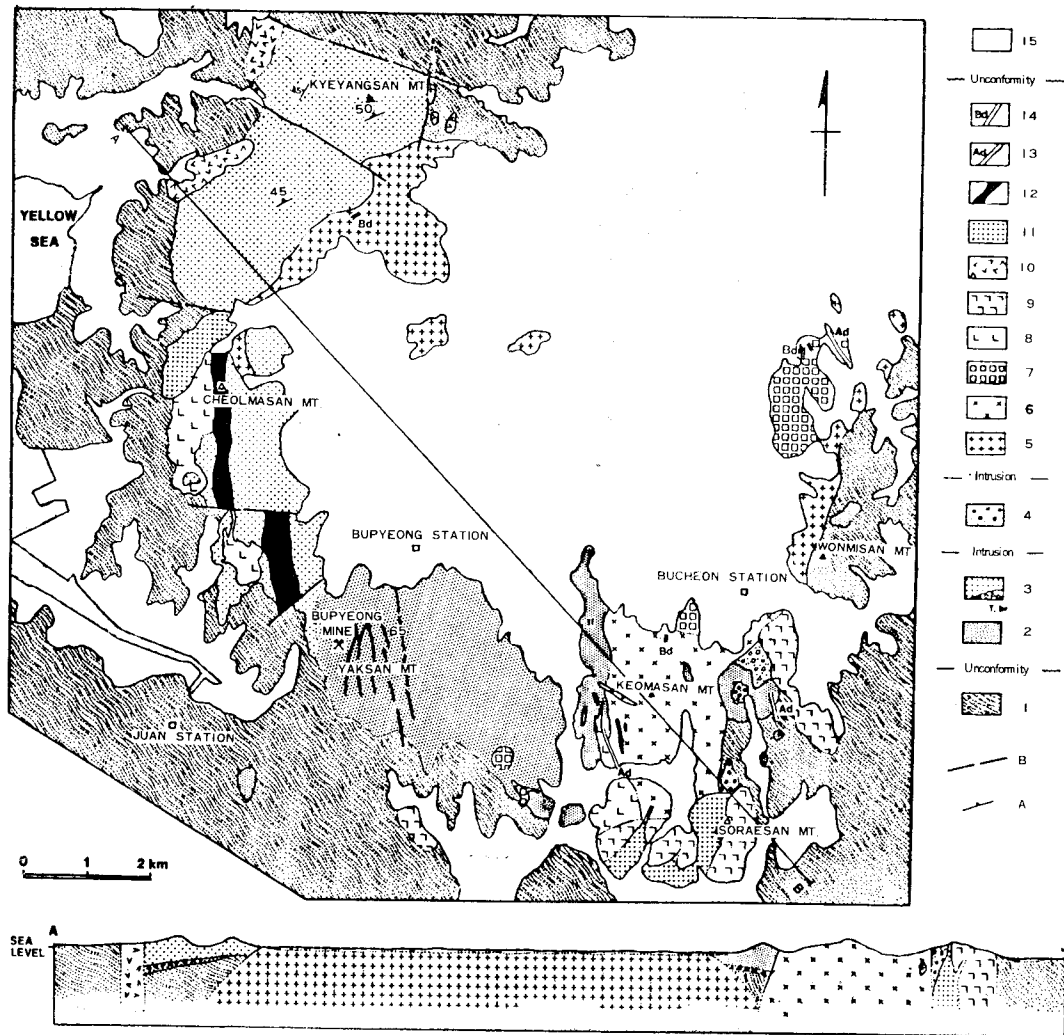


Fig. 1 Geologic map of the Bupyeong district.

- |                                    |                                  |
|------------------------------------|----------------------------------|
| 1. Gyeonggi gneiss complex,        | 2. Yaksan welded tuffs,          |
| 3. Kyeongsan welded tuffs,         | 4. Intrusive breccias,           |
| 5. Medium-grained biotite granite, | 6. Porphyritic biotite granite,  |
| 7. Hornblende-biotite granite,     | 8. Pink feldspar granite,        |
| 9. Leucocratic granite,            | 10. Granophyre,                  |
| 11. Feldspar porphyry,             | 12. Intrusive rhyolite,          |
| 13. Acidic dykes,                  | 14. Intermediate to basic dykes, |
| 15. Alluvium,                      |                                  |
| A. Welding foliation,              | B. Fault                         |

함유되어 있다.

火山碎屑岩類는 岩相과 火山層序를 기준하여 藥山熔結凝灰岩類와 桂陽山熔結凝灰岩類로 구분된다(Fig. 3). 兩者의 境界는 富平鑛山 第1 堅坑 서쪽 丘陵에서 관찰되나 斷層 및 風化作用으로 인해 硯에서 兩者의 關係를 판단하기는 어렵다. 그러나 桂陽山熔結凝灰岩類가

桂陽山으로부터 富平鑛山 부근에 이르기까지 延長 약 10km에 걸쳐 비교적 넓은 분포를 보이고 있는데도 富平鑛山 坑內에서는 전혀 분포하지 않고 藥山熔結凝灰岩類가 基盤岩을 바로 덮고 있는 점으로 보아 桂陽山熔結凝灰岩類가 上位의 岩石일 가능성이 높다. 藥山熔結凝灰岩類는 層準에 따른 岩相의 變化가 비교적 심하

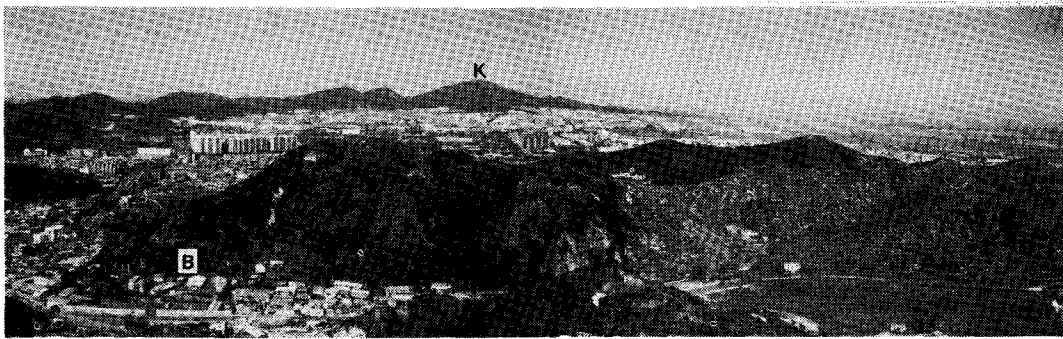


Fig. 2 Landscape of the Bupyeong district, showing the topographic circular structure. (K; Kyeyangsan mt., B; Bupyeong silver mine)

고 3個層準에 凝灰質砂岩의 薄層이 挾在되어 있는데 비해, 桂陽山熔結凝灰岩類는 대규모의 岩體를 이루고 있음에도 基質이 매우 均質하고 전체적으로 3~5%의 斑晶을 함유하고 있어 兩者는 岩相에서 뚜렷한 차이를 보인다.

藥山熔結凝灰岩類; 이 암석은 富平鑛山 일대에서 距馬山, 遠美山에 이르기까지 延長 약 9km, 幅 약 3km의 비교적 넓은 분포를 보인다. 斷層 등에 의해 심하게 교란되고 여러 장소에서 花崗岩類 및 岩脈類의 貫入을 받아 厚는 추정하기 어렵다. 이 암석은 富平銀鑛床의 主母岩을 이루고 있어서 地表 및 坑內地質調査, 試錐에 의해 비교적 상세하게 調査되어 있다. 基質의 色은 灰色~暗灰色이고 斑晶의 含量은 매우 적은 편이나 層準에 따라서는 1~2%의 正長石 및 斜長石 斑晶이 함유되어 있는 부분도 있다. 岩片의 크기와 含量도 層準에 따라 차이를 보인다. 藥山熔結凝灰岩類는 富平鑛山坑 내에서 ㉔ 基底凝灰角礫岩 및 火山礫凝灰岩, ㉕ 火山灰凝灰岩 I, ㉖ 火山灰凝灰岩 II로 구분이 가능하다 (Fig. 3). 3個層準에 挾在되어 있는 凝灰質砂岩의 薄層은 연속성이 不良하여 鑛層으로 이용할 수 없다. 凝灰質砂岩 挾層 가운데 火山灰凝灰岩 I에 挾在되어 있는 것은 露頭에서 厚 약 30m, 延長 약 140m의 규모를 보인다. 이 凝灰質砂岩은 層理가 비교적 잘 발달되어 있고, 부분적으로는 斜層理도 관찰된다. 어떤 層準을 따라서는 多量의 霏細拉이트(pisolite or accretionary lapilli)가 함유되어 있다.

桂陽山熔結凝灰岩類; 桂陽山을 중심으로 하여 最大幅 약 3km, 延長 약 10km의 비교적 큰 규모로 분포한다. 厚는 확인된 범위 내에서는 500m 이상에 이른다. 基底部에서는 부분적으로 凝灰角礫岩의 岩相을 보이나 岩片의 含量은 上位層準으로 가면서 점차로 감소하고 함유되어 있는 岩片의 크기도 上位로 갈수록 작아지는 경향이 있다. 基質은 暗灰~黑色을 띠고 치밀

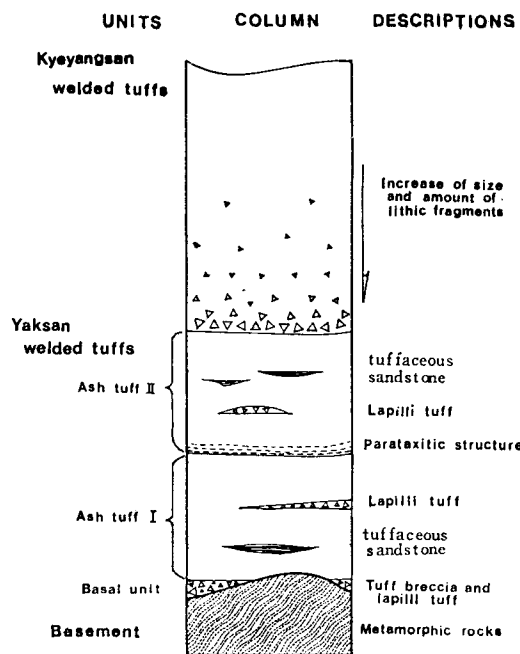


Fig. 3 Volcano-stratigraphic column of pyroclastic rocks, the Bupyeong district.

견고하며 분포범위 전역에 걸쳐 대단히 均質하다. 斑晶의 含量도 3~5%로 비교적 均一하다. 斑晶으로는 0.5~4mm 크기의 正長石이 가장 많고 斜長石, 石英 등도 少量 함유되어 있다.

貫入角礫岩類

貫入角礫岩은 片麻岩類와 火山碎屑岩類를 關聯하였으며, 珪長質斑岩類와 鹽基性岩脈에 의해 關聯당했다. 距馬山 北側山麓에서 花崗岩 내에 貫入角礫岩의 岩片들이 捕獲되어 있는 것이 관찰된 바 있으나 貫入角礫岩類가 모든 花崗岩類보다 먼저 형성되었는지 여부는 확인되지 않았다. 산출장소는 富平鑛山 坑內, 蘇萊山, 距馬山 일대 등이다. 아래의 記載는 주로 富平鑛山 坑

內에서 관찰된 내용을 중심으로 한 것이다.

이 암석은 斷層 등의 裂縫 또는 基盤岩인 片麻岩類와 火山碎屑岩類와의 不整合面 등을 따라 岩脈, 파이프 또는 그밖의 불규칙한 형태로 관입하였다. 동일한 岩體 내에서도 上下 혹은 水平延長上에서 형태 및 규모의 변화가 심한 경우도 있다. 富平鑛山 坑內에서 岩脈狀으로 산출하는 것 가운데 규모가 큰 것은 水平延長 약 1,000m, 上下延長 약 350m까지 확인된 것이 있으며, 幅은 膨縮이 심하여 100m 以上에 이르는 부분이 있는가 하면 연장선상에서 剝離되는 부분도 있다.

貫入角礫岩은 산출장소에 따라, ① 構成岩片의 種類, 크기, 모양 및 量比, ② 基質의 色 및 流狀構造 有無, ③ 岩片과 基質의 量比 등의 差異에 따라 다양한 岩相을 보인다. 동일한 岩體의 연장선상에서, 또는 같은 장소에서도 中心部와 緣邊部의 岩相이 달라지는 경우도 있다.

岩片의 種類는 片麻岩類와 火山碎屑岩類가 대부분이나 流紋岩 및 安山岩의 岩片도 간혹 관찰된다. 貫入角礫岩은 片麻岩類를 관입한 부분에서는 대부분 片麻岩類의 岩片으로 구성되며 片麻岩類를 벗어나 上部의 火山碎屑岩 內로 貫入한 部分에서의 火山碎屑岩 岩片의 含量은 증가한다. 片麻岩을 벗어나 火山碎屑岩 內로 300m 이상 관입해 올라간 貫入角礫岩에 저름 5~50cm의 片麻岩 岩片들이 상당량 함유되어 있음이 관찰된 예도 있어 貫入角礫岩 형성시 岩片들은 생성된 장소로부터 상당한 거리를 이동했음을 알 수 있다. 岩片의 크기는 저름 5~10cm의 것들이 많고 1m 이상의 저름을 갖는 것들도 있다. 저름 5cm 이상 되는 큰 岩片들은 대부분 片麻岩의 岩片들이다. 岩片의 모양은 亞角礫이 많고, 角礫 및 圓礫도 함유되어 있다.

基質의 色은 暗灰, 褐灰 내지 灰色이다. 流狀構造는 貫入角礫岩의 緣邊部에서 흔히 관찰되며, 基質의 色帶

(color band)나 岩片들의 一定方向에 따른 配列에 의해 나타난다. 基質을 구성하는 물질은 片麻岩類 및 火山碎屑岩類의 微細한 岩片들과 이들을 구성하고 있던 石英, 長石, 雲母類, 柘榴石, 磷灰石, 저어콘 등의 鑛物片들이다.

花崗岩類

花崗岩類는 片麻岩類와 火山碎屑岩類를 관입하고 있다.

花崗岩類에는 鑛物組成 및 組織이 상이한 여러 종류의 것이 있으며, 中粒質黑雲母花崗岩, 斑狀黑雲母花崗岩, 角閃石黑雲母花崗岩, 紅色長石花崗岩, 優白質花崗岩 등으로 구분된다. 이들 가운데 中粒質黑雲母花崗岩은 環狀構造 內側 低地帶에 광범위하게 분포하며, 火山碎屑岩類와의 境界는 外側으로 20°~70°의 傾斜를 보인다. 그밖의 花崗岩體들은 環狀構造를 이루는 山陵을 따라 비교적 소규모로 관입하고 있다. 各 花崗岩體間

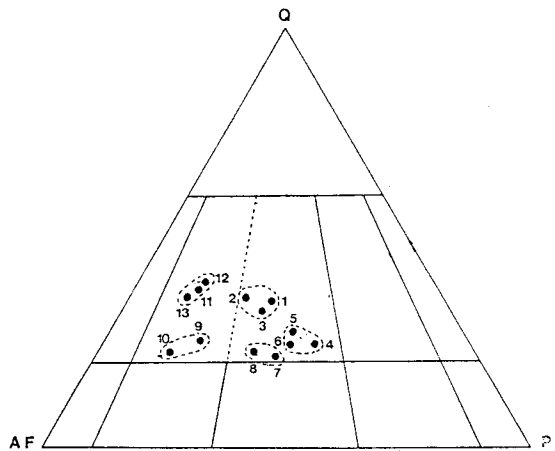


Fig. 4 QAP diagram of granites based on the Streckeisen's(1973) system. (Specimen numbers are the same as Table 2)

Table 2 Modal composition of granites.

Rock name	Medium-grained biotite granite			Porphyritic biotite granite			Hornblende-biotite granite		Pink feldspar granite		Leucocratic granite		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Quartz	34.1	35.8	32.0	23.0	26.4	23.4	21.5	23.3	23.1	18.5	38.9	39.5	35.9
K-feldspar	34.1	39.9	37.7	29.3	32.4	33.9	39.7	43.9	59.6	56.5	47.9	45.2	51.1
Plasioclase	28.5	22.4	27.6	40.2	34.7	36.1	35.5	30.9	16.4	16.0	12.1	13.4	11.6
Biotite	3.1	1.9	2.4	7.4	6.4	6.1	1.3	1.0	5.3	8.3	1.0	1.9	0.8
Hornblende	—	0.1	—	—	—	—	1.2	0.7	—	—	—	—	—
Zircon	—	—	0.1	—	—	—	0.2	0.1	—	0.4	—	—	—
Apatite	—	—	—	—	—	0.3	0.3	—	—	—	—	—	—
Opauques	—	—	0.2	—	—	0.2	0.5	0.1	3.2	0.2	0.1	—	0.8

**Table 3** Major element analyses(wt. %) and CIPW norms of the igneous rocks in the Bupyeong district.

	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO <sub>2</sub>	76.15	73.85	76.02	72.48	70.73	76.69	73.95	77.74
TiO <sub>2</sub>	0.05	0.09	0.14	0.16	0.36	0.06	0.07	0.07
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13.75	12.85	12.98	14.43	14.03	12.78	12.45	11.74
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.22	1.61	1.85	2.28	2.83	1.21	1.87	1.93
FeO	0.24	0.21	<0.10	0.31	0.22	<0.10	0.13	<0.10
MnO	0.05	0.05	0.05	0.04	0.07	0.01	0.06	0.03
MgO	0.02	0.16	0.19	0.28	0.95	0.02	0.13	Tr
CaO	0.21	0.83	0.93	1.32	2.71	0.38	0.57	0.32
Na <sub>2</sub> O	3.38	3.66	3.42	4.07	3.57	3.69	2.23	2.90
K <sub>2</sub> O	5.30	4.87	4.64	4.53	3.97	4.80	5.62	4.93
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.01	0.02	0.05	0.08	0.11	0.03	<0.01	0.03
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	0.23	0.10	0.20	0.26	0.14	0.29	0.12	0.48
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0.39	Tr	0.21	0.14	Tr	0.10	Tr	0.02
CO <sub>2</sub>	0.01	0.01	0.24	0.10	0.08	0.01	0.12	0.15
Total	101.01	98.31	101.02	100.48	99.77	100.17	97.33	100.44
CIPW Norms								
q	35.63	32.55	36.10	28.45	28.46	36.18	39.22	41.47
or	31.20	29.31	27.32	26.78	23.57	28.43	34.21	29.19
ab	28.49	31.54	28.83	34.45	30.35	31.30	19.44	24.59
an	0.98	4.06	4.28	6.03	10.58	1.70	2.85	1.40
c	2.09	0.10	0.76	0.62	—	0.90	1.74	1.12
di	—	—	—	—	1.61	—	—	—
mt	0.78	0.58	0.08	0.65	—	0.18	0.42	0.21
hm	0.68	1.24	1.79	1.83	2.84	1.09	1.64	1.79
il	0.09	0.17	0.26	0.30	0.61	0.11	0.14	0.13
ap	0.02	0.05	0.11	0.18	0.25	0.07	0.02	0.07
en	0.05	0.41	0.47	0.70	1.63	0.05	0.03	0.22
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /(Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O+CaO)	1.55	1.37	1.44	1.45	1.37	1.44	1.48	1.44
D.I.	95.31	93.39	92.25	89.67	82.37	95.91	92.87	95.25
O.R.	82.06	87.34	94.33	86.87	92.04	91.59	92.83	94.55

D.I. (Differentiation index) = (Q+Or+Ab)<sub>N</sub>

O.R. (Oxidation ratio) =  $2Fe_2O_3 \times 100 / (2Fe_2O_3 + FeO)$  in mole %

Sample No. 1: Yaksan welded tuff, 2: Kyeyangsan welded tuff, 3: Medium-grained biotite granite,

4: Porphyritic biotite granite, 5: Hornblende-biotite granite, 6: Pink feldspar granite,

7: Feldspar porphyry, 8: Intrusive rhyolite.

Analysed by Technical Service Laboratory, Canada.

에는 관입의 先後關係가 있음이 여러 장소에서 관찰된다.

花崗岩類의 組織은 粗粒인 것으로부터 細粒인 것에 이르기까지 다양하며, 斑狀組織 및 그래픽 組織을 보이는 것도 있다. 花崗岩類의 모드 組成은 Table 2와 같으며 이를 Q-A-P圖(Fig. 4)에 표시하면 모두 花崗岩의 범위에 든다.

花崗岩類의 構成礦物 가운데 石英은 대부분 波動消

光을 보이고 부분적으로 破碎되어 있다. K長石으로는 正長石의 含量이 가장 높고 다음이 피어다이트이며 微斜長石의 含量이 가장 적다. 斜長石은 주로 알바이트 雙晶을 보이고 累帶構造를 보이는 것도 있다. 有色礦物은 대부분 黑雲母이고 일부 花崗岩體에는 角閃石도 함유되어 있다. 간혹 저어콘, 磷灰石이 黑雲母 및 角閃石에 隨伴되기도 한다. 黑雲母는 대부분 다소 撓曲되어 있다. 不透明礦物로는 磁鐵石이 간혹 黑雲母 및

角閃石에 수반되어 산출하며, 磁鐵石 내에서는 마아타이트(martite)가 관찰되기도 한다.

**珉長質斑岩類**

珉長質斑岩類에는 그레노파이어, 長石斑岩, 貫入流紋岩과 기타 岩脈類가 있다. 이들은 前述한 花崗岩類보다 後期에 관입한 것들이다.

그레노파이어는 桂陽山 동쪽 山麓, 距馬山 일대 등지에서 소규모의 岩脈으로 산출하고, 富平鑛山 坑內에서도 片麻岩類, 火山碎屑岩類 및 貫入角礫岩을 관입하였음이 관찰된다. 長石斑岩은 蘇萊山 일대, 철마산 부근 등에 분포하며 貫入角礫岩 및 花崗岩類를 관입하였다. 貫入流紋岩은 鐵馬山 일대에 거의 南北의 走向을 보이며 幅 200~400m, 延長 약 4km의 비교적 큰 규모로 분포하며 火山碎屑岩類 및 花崗岩類를 관입하였다.

그밖에도 距馬山 동쪽 및 距馬山 북쪽에서는 幅 10m 이상 되는 石英斑岩 岩脈이 火山碎屑岩 및 角閃石-黑雲母花崗岩을 관입하였으며, 기타 여러 장소에서 소규모의 石英斑岩脈이 관찰된다. 富平鑛山 坑內數個所에서도 火山碎屑岩類를 관입한 石英斑岩脈이 산출한다.

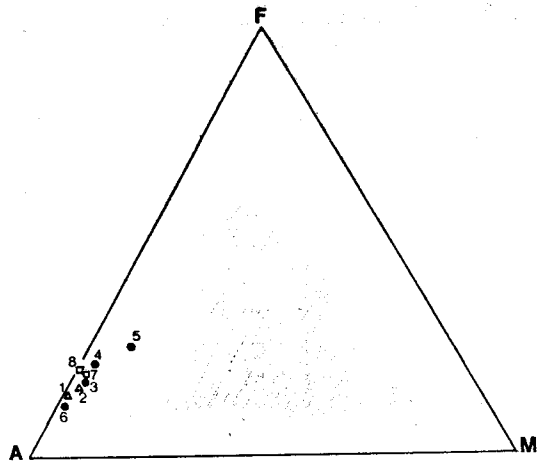
**中性~鹽基性 岩脈類**

富平鑛山 坑內에서는 주로 N5°W~N15°E走向의 斷層들을 따라 鹽基性 岩脈이 火山碎屑岩類와 貫入角礫岩을 관입하였다. 桂陽山 남쪽 山麓 및 遠美山 북쪽에서는 鹽基性 岩脈이 花崗岩을 관입하였다.

安山岩은 距馬山 서북쪽에 위치한 근로북지병원 구 내에 노출되어 있는데 다른 암석과의 境界部는 관찰되지 않는다.

**火成岩類의 化學組成**

富平地域에 분포하는 火成岩類 가운데 대표적인 8개

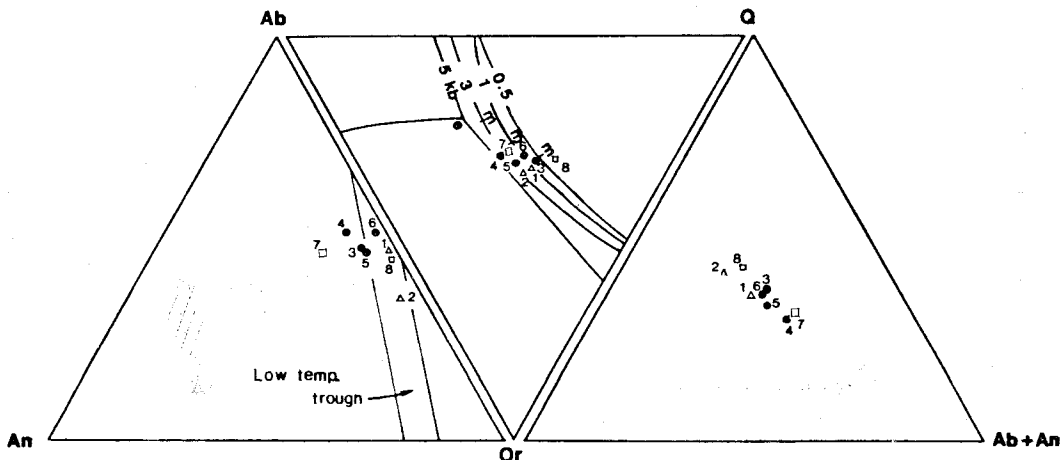


**Fig. 5** AFM Diagram. A=Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O, F=FeO+Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, M=MgO (triangle: pyroclastic rocks, circle: granites, quadrangle: felsic porphyries)

암석에 대한 主成分, 微量成分 및 稀土類元素의 分析을 實施하였다. 主成分과 微量成分分析은 캐나다의 Technical Service Laboratory에서 ICP에 의해 이루어졌고 稀土類元素分析은 런던大學校에서 ICP分析으로 이루어졌다.

**主成分元素**

8개 火成岩 시료의 主成分元素 분석치와 CIPW 노음치는 Table 3과 같다. SiO<sub>2</sub>함량, D.I.(differentiation index)값 및 O.R.(oxidation ratio)값은 모든 암석에서 비교적 높으며 噴出岩類와 貫入岩類間에 별 차이를 보이지 않는다. Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/(Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O+CaO)값도 역시 모든 암석에서 비슷한 값을 보이며, peraluminous한 범위에 속한다.



**Fig. 6** Or-Ab-An, Q-Ab-Or and Q-Or-Ab+An diagrams. (Symbols are the same as Fig. 5)

Table 4 Rare-earth and other trace element analyses(in ppm) of the igneous rocks in the Bupyeong district.

	1	2	3	4	5	6	7	8
La	—	38.26	38.16	52.75	29.99	31.08	33.45	43.14
Ce	—	69.28	69.98	90.56	50.33	53.79	61.65	79.41
Pr	—	7.66	7.80	9.26	6.86	5.81	6.78	9.72
Nd	—	25.01	25.84	30.05	23.68	20.02	22.73	33.88
Sm	—	4.35	4.74	4.68	5.00	3.38	4.08	6.28
Eu	—	0.47	0.46	0.79	0.24	0.86	0.33	0.30
Gd	—	3.32	3.93	3.38	4.29	2.62	3.21	4.80
Dy	—	2.92	3.84	2.80	4.19	2.25	3.04	3.90
Ho	—	0.59	0.80	0.61	0.82	0.52	0.64	0.75
Er	—	1.83	2.51	1.76	2.50	1.44	1.93	2.23
Yb	—	1.80	2.64	1.72	2.59	1.39	1.95	2.11
Lu	—	0.27	0.40	0.27	0.39	0.21	0.30	0.32
$\Sigma$ REE	—	155.76	161.10	198.63	130.88	123.37	140.09	186.84
La/Yb	—	21.26	14.45	30.67	11.58	22.36	17.15	20.45
Ce/Yb	—	38.49	26.51	52.65	19.43	38.70	31.62	37.64
Eu/Eu*	—	0.38	0.32	0.61	0.16	0.88	0.28	0.16
(La/Sm)N	—	5.42	4.96	6.95	3.69	5.67	5.07	4.23
(Ce/Yb)N	—	9.88	6.74	13.41	4.97	9.86	8.09	9.66
(La/Yb)N	—	14.31	9.63	20.49	7.76	14.94	11.51	13.76
$\Sigma$ Ce	—	145.03	146.98	188.09	116.10	114.94	129.02	172.73
$\Sigma$ Y	—	10.73	14.12	10.54	14.78	8.43	11.07	14.11
Ni	—	—	24	9	—	7	—	11
Cr	—	—	180	140	—	200	—	170
V	—	—	7	9	—	2	—	3
Zr	—	—	52	36	—	50	—	90
Nb	—	—	<10	<10	—	15	—	<10
Rb	—	—	220	160	—	200	—	230
Sr	—	—	89	220	—	28	—	37
Ba	—	—	6	7	—	8	—	7
Cu	—	—	6	7	—	8	—	7
Pb	—	—	34	39	—	48	—	41
Zn	—	—	20	28	—	12	—	15
Co	—	—	2	3	—	1	—	1
Mo	—	—	2	<2	—	30	—	<2
Cd	—	—	2	3	—	2	—	2
Be	—	—	<2	2	—	2	—	2
Sb	—	—	<2	<2	—	<2	—	<2
Sn	—	—	1	1	—	<1	—	<1
Li	—	—	10	10	—	<10	—	<10
K/Rb	—	—	175	235	—	199	—	178
Rb/Sr	—	—	2.5	0.7	—	7.1	—	6.2

Sample numbers are the same as Table 3.



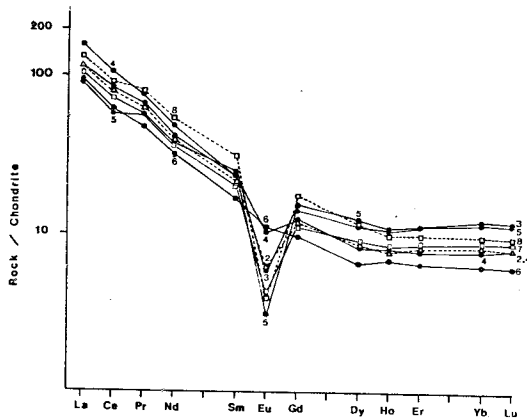


Fig. 7 Chondrite-normalized REE pattern. (Symbols are the same as Fig. 5)

각 암석의 化學成分을 AFM圖(Fig. 5)에 표시하면 alkali쪽에 밀집한다. 모든 암석에서 F 및 M값이 낮기 때문에 이들이 alkaline rock series에 속하는지 calc-alkaline rock series에 속하는지는 알 수 없다.

CIPW 노움值를 Q-Ab-Or 삼각도(Fig. 6)에 표시해 보면 封壓(confining pressure) 0.5~3kb 범위 내에서 isobaric minima 부근에 표시되고, Or-Ab-An 삼각도에서는 低溫 트라프 부근에 표시되어 전형적인 花崗岩質 마그마의 分化傾向을 보인다.

微量元素 및 稀土類元素(REE)

稀土類元素 및 其他 微量元素의 分析值는 Table 4와 같다.

Sr 함량은 Ca 함량이 증가함에 따라 증가하는 경향을 보인다. Ba, Rb, Nb, Cu, Pb, Zn, Co, Mo, Cd, Be, Sb, Sn, Li의 함량은 암석에 따라 큰 차이를 보이지 않는다. 重金屬 가운데 Ni 및 Cr의 함량은 國內의 다른 지역(大田, 論山 지역, 서울, 安養 지역 및 八公山 지역)에서 산출하는 花崗岩에 비해 매우 높은 값을 보인다(Hong, 1984 a, b 및 Hong, 1983).

REE의 成分變化樣相은 Fig. 7과 같다. 모든 암석에서 공통적으로 HREE에 비해 LREE가 富化되어 있고 비교적 심한 Eu負異常(negative anomaly)이 나타나며 전체적으로 準平行한 樣相을 보인다.

上記한 바와같이 富平地域에 분포하는 火山碎屑岩類, 花崗岩類 및 珪長質 斑岩類는 主成分元素, 微量元素 및 稀土類元素의 組成에 있어서 대체로 비슷한 특징을 보인다. 특히 REE pattern은 전체적으로 準平行한 樣相을 보인다. 이는 富平地域에 분포하는 火成岩類가 同源의 마그마로부터 형성된 岩石들일 가능성을 보여 준다.

K-Ar 年齡

부평지역에 분포하는 斑狀黑雲母花崗岩의 黑雲母와 貫入流紋岩의 全岩試料에 대한 K-Ar 年齡을 측정하였다(Table 5). 測定은 美國의 Teledyne Isotopes社에 의뢰하였다.

前述한 바와 같이 火山碎屑岩類는 花崗岩類에 의해 關입당했으므로, 이 年齡資料를 통하여, 富平地域에 분포하는 火山碎屑岩類를 형성시킨 火山作用은 적어도 162Ma 以前에 일어났으며, 花崗岩類는 162~148±7Ma 를 前後하여 關입하였음을 알 수 있다. 流紋岩은 121±6Ma에 關입하였다.

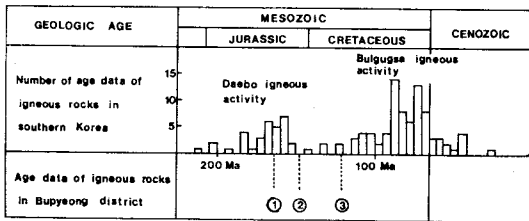
Fig. 8은 1982년까지 國內에서 측정된 中生代 以後의 火成岩 年齡資料의 年代別 頻度를 나타낸 도표(李大聲, 1982)에 부평지역 年齡資料를 표시하여 비교한 것이다. 이 도표에서 火山作用과 花崗岩類의 貫入은 侏羅紀에, 流紋岩의 關입은 白堊紀初에 일어났음을 알 수 있다. 지금까지는 國內의 珪長質 火山作用은 白堊紀末 以後의 것에 대해서만 알려져 있었으나, 이 연구를 통하여 처음으로 侏羅紀에도 珪長質 火山作用이 있었음이 밝혀 졌다.

Table 5 K-Ar ages of igneous rocks in the Bupyeong district.

Rock type	Location	Mineral	K(wt. %)	<sup>40</sup> Ar rad (wt. %)	<sup>40</sup> Ar rad (scc/gm × 10 <sup>-5</sup> )	Age (Ma)	Reference
Medium-grained biotite granite	Kyeyangsan Mt.	Biotite				162*	Kim(1971)
Porphyritic biotite granite	Keomasan Mt.	Biotite	7.08±0.01	94.1±0.7	4.24	148±7	This study
Intrusive rhyolite	Cheolmasan Mt.	Whole rock	4.32±0.02	96.1±0.9	2.10	121±6	''

Constants employed: λ<sub>β</sub>=4.96 × 10<sup>-10</sup>yr<sup>-1</sup>, λ<sub>ε</sub>=0.581 × 10<sup>-10</sup>yr<sup>-1</sup>, <sup>40</sup>K/K=1.167 × 10<sup>-4</sup> atom/atom.

\* 162Ma is recalculated age using new constants for the age calculation revised at the 25th International Geological Congress, 1976. Original age data was 164Ma.



**Fig. 8** Histogram of age data of igneous rocks in southern Korea(Lee, D.S., 1982) compared with age data of igneous rocks in the Bupyeong district. (Ranges of geologic periods are based on the geologic time scale compiled by Geological Society of America in 1983.)  
 1. Medium-grained biotite granite.  
 2. Porphyritic biotite granite.  
 3. Intrusive rhyolite.

考 察

이 지역의 火山碎屑岩類가 대부분 流紋岩質의 熔結凝灰岩으로 이루어져 있음은 이들이 一聯의 火山灰流 火山作用(ash-flow volcanism)에 의해 형성되었음을 나타내준다. 藥山熔結凝灰岩類는 層準에 따라 岩相의 變化를 보이고, 또한 3個層準에 凝灰質砂岩이 挾在되어 있는 점으로 보아 비교적 규모가 작은 여러차례의 火山灰流에 의해 형성된 것으로 추정된다. 반면에 桂陽山熔結凝灰岩類는 基質이 비교적 均質하고 斑晶의 含量도 큰 變化가 없으며, 岩片의 含量과 크기가 基底에서 上位로 갈수록 점차 감소하는 점으로 보아 1회의 대규모 火山灰流에 의해 형성되었을 가능성이 크다.

火山碎屑岩에 挾在되어 있는 厚 약 30m의 凝灰質砂岩이 매우 협소한 범위에만 분포하고, 凝灰質砂岩中의 一定層準에 피졸라이트(pisolite or accretionary lapilli)가 함유되어 있는 점(Moor and Peck, 1961)으로 보아 火山碎屑岩類는 陸上에서(subaerial) 형성되었고, 火山噴出의 休止期에 局部的으로 소규모의 堆積作用이 있었을 것으로 추정된다.

富平鑛山과 蘇萊山 일대에 분포하는 貫入角礫岩은 貫入通路 주변의 既存岩石(주로 片麻岩類 및 火山碎屑岩類)의 大小岩片 및 岩粉으로 이루어져 있어, 마그마의 貫入·固結에 의해 형성되는 일반적인 貫入岩과는 그 生成機構가 전혀 다름을 알 수 있다. 構成岩片 가운데는 본래의 위치로부터 상당한 거리를 이동하여 현재의 위치에 이른 것들도 있으며, 圓磨度가 높은 岩片들도 관찰된다. 이 암석은 斷層 또는 基盤岩과 火山碎屑岩類와의 不整合面 등 既存의 構造線을 따라 매우

불규칙한 形態로 관입하였으며, 貫入의 方向性 및 規模에 있어서도 일반적인 貫入岩에 비해 심한 變化를 보여준다.

위와같은 특징들은 이 岩石이 既存의 構造線을 따라 流動한 高壓의 流體에 의해 형성되었음을 나타내준다. 이 流體는 마그마가 地殼의 淺部에 관입했을때 마그마의 급속한 냉각으로 마그마로부터 분리되어 나온 것이며(Burnham, 1979), 높은 蒸氣壓下에서 이 流體는 弱帶를 따라 上昇移動하면서 주변의 岩石들을 破碎시켜 運搬하여 貫入角礫岩을 형성(Bryant, 1968)한 것이다. 운반되는 도중 岩片들은 더 작은 크기로 부서져 岩粉이 되고, 일부 岩片은 먼거리를 이동하는 동안 마모되어 높은 圓磨度를 보이게 된다. 이와같이 高壓의 流體가 암석을 파쇄하여 운반하는 과정을 Reynolds(1954)는 "fluidization"이라고 하였다.

부평지역에서는, 貫入角礫岩의 형성과 관계 있는 마그마의 固結로 형성된 貫入岩體가 地下 어느 정도의 深度에 관입해 있는지, 그리고 地表에 노출되어 있는 花崗岩體 가운데에도 貫入角礫岩의 형성과 관계 있는 것이 존재하는지 아직 밝혀지지 않았다.

K-Ar年齡測定에 의해 부평지역에 분포하는 花崗岩類는 侏羅紀에 형성된 것임이 밝혀졌으나 產出狀態, 鑛物組成, 組織 등 여러가지 특징에 있어서 지금까지 알려진 侏羅紀 花崗岩의 일반적인 특징과는 다소의 차이를 보이며, 오히려 白堊紀 花崗岩의 특징들과 유사한 점도 있다. Table 6에는 지금까지 報告된 侏羅紀 및 白堊紀 花崗岩의 일반적인 특징과 부평지역 花崗岩類의 일반적인 특징을 비교하여 보았다.

侏羅紀 花崗岩이 일반적으로 底盤 규모로 산출하는데 비해 부평의 花崗岩은 數個의 소규모 岩體로 산출하며 주변의 암석과는 뚜렷한 境界를 가진다. 또한 부평지역 花崗岩은 同一 마그마 起源으로 보이는 火山碎屑岩類와 밀접히 隨伴되어 있다. 組織에 있어서도 侏羅紀 花崗岩은 전형적인 深成岩의 組織을 보여 粗粒質이고 粒度의 變化가 거의 없는 것으로 報告되어 있으나 부평 花崗岩은 組織의 變化가 심하고 斑狀組織 및 그레노블릭 組織을 보이는 岩體도 있다. K長石의 組成에 있어서도 侏羅紀 花崗岩은 일반적으로 微斜長石의 含量이 높고 피어다이트 含量은 매우 낮거나 거의 없는 것으로 보고되는데 비해 부평 花崗岩은 피어다이트의 含量이 비교적 높은 편이다.

이와같이 부평지역에서 산출하는 花崗岩은 일반적인 侏羅紀 花崗岩과는 달리 地下의 비교적 淺處에 貫入·固結한 岩石의 특징을 갖는다. 이러한 여러 특징들은 Hughes(1982)의 分類에 의한 火山底性 花崗岩(subvol-

**Table 6** General characteristics of the Daebo and Bulgugsa granites, compared with the characteristics of the granites distributed in the Bupyeong district.

	M.S. Jin(1980)		Iiyama & Fonteilles(1981)		S.M. Lee & S.H. Lee (1982)		Granites in the Bupyeong district
	Daebo granite	Bulgugsa granite	Daebo granite	Bulgugsa granite	Daebo granite	Bulgugsa granite	
Mode of occurrence	Elongated batholith	Batholith or small oval body Conspicuous zonation	Elongated batholith Concordant intrusion	Small intrusive body of irregular shape Discordant intrusion	Batholith Gradational contact	Stock-like or batholithic Sharp contact Wider range of rock phases	Small stocks of irregular shape Sharp contact Variable rock phases
Association with volcanism	Not reported	Common					Active acidic volcanism
Texture	Coarsegrained. Little variation in grain size. Scarse graphic texture. Distorted biotite grains.	Variable grain size Porphyritic texture predominant	Equigranular mosaic texture Typical plutonic texture	Hypabyssal nature	Comparatively even grain size	Wider range of grain size	Variable texture and grain size. Equigranular, porphyritic, or granophyric. Distorted biotite grains.
Mineral Composition							
K-Feldspar	Mc > Or > Perth	Perth > Or > Mc	Mc > Perth. Myr.	Or > Perth > Mc	Mc & Myr	Or & Perth	Or > Perth > Mc
Mafic Accessories	Bt(Mv) Garnet & zircon	Bt & Hb Mt. tour. fluorite					Bt & Hb Mt, apatite & zircon

**Table 7** Similarities between the geologic features of the Smith and Bailey's (1968) resurgent caldera model and those of the Bupyeong district.

Smith and Bailey's(1968) resurgent caldera model	Bupyeong district
1. Large-scale ash-flow volcanism resulted in the formation of large-volume welded tuff.	1. Large-volume welded tuffs.
2. Central pluton which has domical top.	2. Outward-dipping medium-grained biotite granite distributed in the inner part of the circular structure.
3. Granitic ring complex emplaced in one or more stages.	3. Many small granite bodies which have different compositions emplaced along the circular structure.
4. Post-subsidence volcanism along ring fracture.	4. Later-stage felsic intrusions along outer margins of welded tuff.
5. Radial faults.	5. Radial faults.
6. Comagmatic relationship between eruptive and intrusive rocks.	6. Petro-chemical similarities among welded tuffs, granites and felsic dyke rocks.

canic granites)와 부합된다. 따라서 부평지역의 花崗岩은 다른 지역의 侏羅紀 花崗岩에 비해 侵蝕을 덜 받아 비교적 地下淺處에서 형성된 부분이 노출된 것일 가능성이 있다.

위에서 記述한 부평지역 地質과 火成岩類의 특징을

종합해보면 Table 7에 對比되어 있는 바와 같이 Smith and Bailey(1968)가 제시한 再隆起 峽地( resurgent caldera) 모델의 주요 특징들과 대체로 부합된다.

火山灰流 火山作用(ash-flow volcanism)의 產物로 보이는 熔結凝灰岩類가 環狀의 山陵을 따라 비교적 대규

모로 분포하고, 熔結凝灰岩의 生成後 花崗岩類의 貫入이 있었다. 環狀構造의 內側에 분포하는 中粒質黑雲母花崗岩의 境界는 外側으로 傾斜하고 있어, 본래는 上部가 斗姆(dome)形으로 되어 있었던 것으로 보이며, 이는 칼데라의 中央深成岩體(central pluton)의 특징과 부합된다. 環狀構造를 이루는 山陵을 따라 분포하는 花崗岩類는 鑛物組成 및 組織이 다르고 비교적 小規模

인 여러 岩體로 되어 있어, 環狀花崗岩複合體(granitic ring complex)의 특징과 부합된다. 또한, 熔結凝灰岩類의 外廓境界를 따라 비교적 後期에 貫입한 珪長質斑岩類는 칼데라 壁(caldera wall)에 해당하는 環狀斷層을 따라 貫입하였을 가능성이 있다. 桂陽山으로부터 富平鑛山에 이르는 山陵을 따라 나타나는 放射狀 斷層은 流紋岩 등 後期의 貫入岩도 이에 의해 轉移된 점으

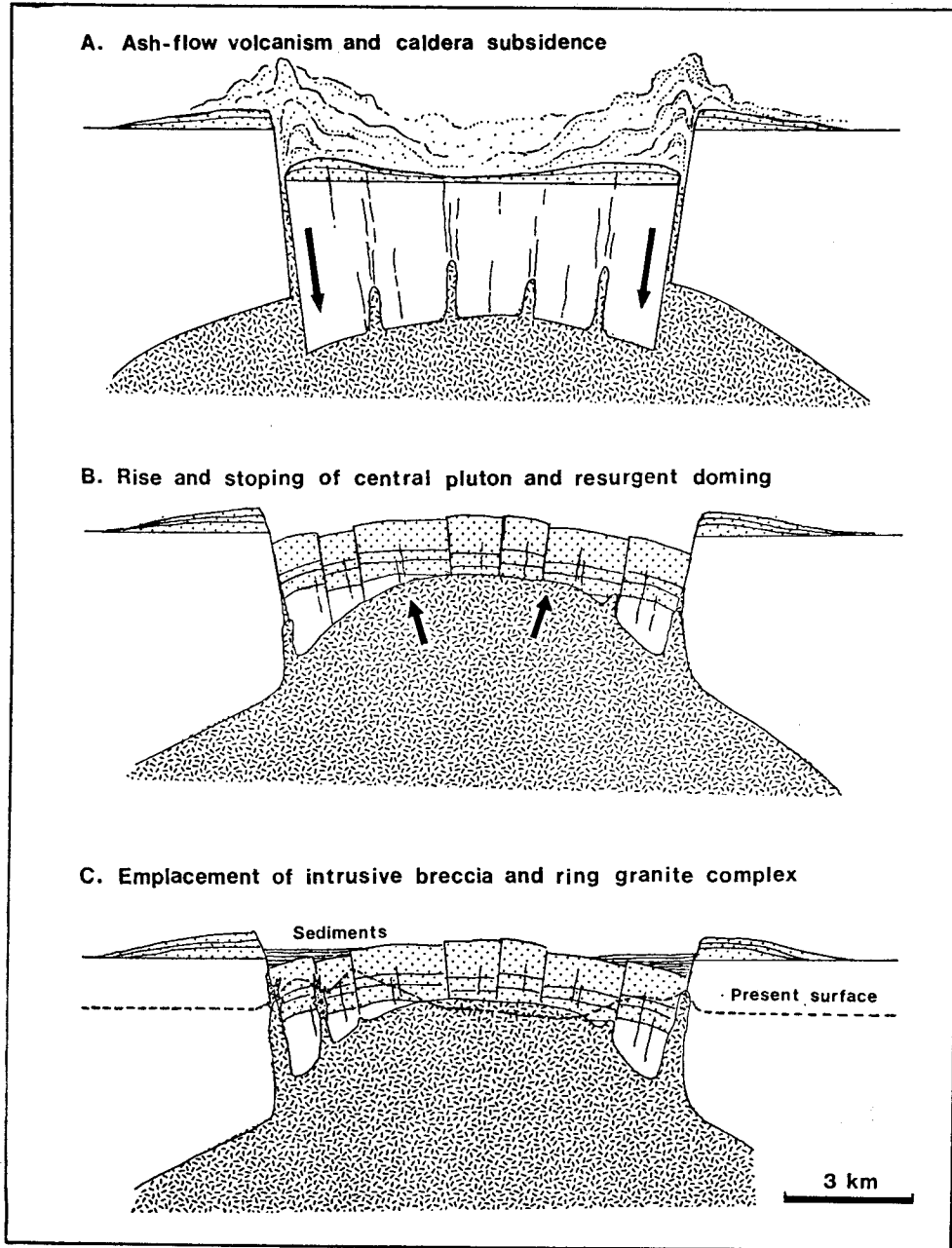


Fig. 9 Proposed model of resurgent caldera evolution in the Bupyeong district.

로 보아 칼데라 沈降에 隨伴하여 형성된 斷層으로 보기에 분체가 있으나, 일단 칼데라 沈降과 관련하여 형성되었던 放射狀 斷層이 後期에 再移動되었을 가능성도 있다. N5°W~N15°E走向의 斷層들은 칼데라 形成以前부터 既存해 있던 廣域的인 構造線이 칼데라 形成時 再活動(reactivation)된 것일 가능성이 있다. 이와같이 既存의 構造線이 칼데라와 重複된 예는 Long Valley 칼데라, San Juan-Silverton 칼데라 複合體 등 많은 예가 있다(Smith and Bailey, 1968). 富平地域에 분포하는 熔結凝灰岩類, 花崗岩類, 珪長質 斑岩類의 岩石化學의 特徵이 이들이 同源의 마그마로부터 형성된 암석임을 나타내주는 점도 이들 火成岩類가 一聯의 칼데라 發達過程에서 형성된 것임을 뒷받침해준다.

칼데라의 規模, 分布岩石 및 地質構造등으로 볼 때, 富平 칼데라는 바예스型(Valles type)에 속한다(Williams and McBirney, 1979, p. 211). 花崗岩類의 K-Ar 年齡資料 가운데 가장 前期의 것이 中粒質黑雲母花崗岩의 162Ma이므로, 火山碎屑岩類의 噴出 및 칼데라 沈降은 최소한 162Ma 以前에 일어났음을 알 수 있다.

富平地域에서의 칼데라 發達過程을 Smith and Bailey (1968) 및 Lipman(1984)에 의해 제시된 再隆起 칼데라 發展 모델을 참고하여 再構成해보면 다음과 같다(Fig. 9 참조).

① 環狀裂罅의 형성……地下深部로부터 마그마가 上昇해 올라오에 따라 環狀裂罅가 형성되었다. 이들 環狀裂罅를 따라 珪長質火山岩類의 소규모 貫入 및 噴出이 있었을 가능성도 있다. 이는 熔結凝灰岩에 流紋岩의 岩片이 함유되어 있어 火山灰流 火山作用에 앞서 流紋岩의 소규모 貫입 혹은 분출이 있었음을 나타내기 때문이다.

② 火山灰流 火山作用(ash-flow volcanism)과 칼데라 沈降……環狀裂罅를 따른 대규모의 火山作用과 이에 隨伴된 칼데라沈降이 일어났다(Fig. 9의 A). 이러한 火山作用과 칼데라 沈降은 여러 차례에 걸쳐 일어났으며 各 噴出期 사이의 休止期에는 칼데라 내부에서 부분적으로 소규모의 堆積作用이 일어났다. 火山作用의 初期에는 비교적 작은 規模의 噴出이 斷續적으로 일어났으며(藥山熔結凝灰岩類 形成期), 末期에는 비교적 대규모의 噴出이 일어났다(桂陽山熔結凝灰岩類 形成期).

③ 中央深成岩體의 貫入 및 이에 따른 再隆起作用(Fig. 9의 B)……桂陽山 일대 熔結凝灰岩의 熔結葉理가 急傾斜를 보이고(N65°~70°E, 45~85NW), 富平 鑛山 부근에서도 熔結凝灰岩이 심하게 교란되어 있는 것은 여러차례의 沈降 및 中央深成岩體의 貫入에 따른 再隆起作用 등이 複合된 결과일 것으로 보인다.

④ 環狀花崗岩複合體 및 貫入角礫岩의 貫入(Fig. 9의 C)……칼데라壁 및 그 주변에 沿하여 環狀花崗岩複合體, 貫入角礫岩 및 珪長質斑岩類의 貫入이 일어났다.

## 結 言

1. 부평지역에는 先캠브리아時代의 京畿片麻岩複合體를 基盤岩으로 하여 火山碎屑岩類, 貫入角礫岩, 花崗岩類 및 珪長質斑岩類 등 中生代 火成岩類가 직경 약 10km의 地形的 環狀構造와 밀접한 關係를 보이며 분포한다.

2. 火山碎屑岩類는 流紋岩質 熔結凝灰岩으로 되어 있으며, 一聯의 火山灰流 火山作用(ash-flow volcanism)에 의해 형성되었다. 火山作用의 初期에는 斷續적으로 수차례의 소규모 분출이 일어났으며, 末期에는 비교적 대규모의 분출이 일어났다.

3. 花崗岩類의 黑雲母의 K-Ar 年齡은 162~148±7Ma이며 주로 火山碎屑岩類로 구성된 環狀構造 內側에 貫入하고, 일부는 環狀構造 外廓에도 貫입하고 있다. 環狀構造 外廓에 貫입한 花崗岩類는 環狀花崗岩複合體의 特徵을 갖는다.

4. 珪長質斑岩類는 火山碎屑岩類의 外廓境界를 이루는 環狀斷層을 따라 花崗岩類를 貫입하고 있다. 이 지역에는 環狀斷層 외에도 放射狀 斷層이 존재한다.

5. 岩石化學의 特徵으로 보아 火山碎屑岩類, 花崗岩類 및 珪長質斑岩類는 同源의 마그마로부터 生成되었음이 밝혀졌다.

6. 이 지역의 環狀構造, 火成岩類의 産狀, 岩石化學의 및 年代學의 特徵등으로 보아 이 지역의 火成活動은 侏羅紀에서 白堊紀初에 걸친 再隆起 칼데라 活動에 隨伴된 것으로 생각된다.

## 參 考 文 獻

- Boyd, F.R. (1961) Welded tuffs and flows in the Rhyolite Plateau of Yellowstone Park, Wyoming. Geol. Soc. Am. Bull., v. 72, p. 387-426.
- Bryant, D.G. (1968) Intrusive breccias associated with ore, Warren (Bisbee) Mining District, Arizona. Econ. Geol., v. 63, p. 1-12.
- Chapin, C.E., and Elston, W.E., ed. (1979) Ash-Flow Tuffs, GSA Special Paper 180.
- Chappell, B.W., and White, A.J.R. (1974) Two contrasting granite types. Pacific Geol. v. 8, p. 173-174.

- Francis, E.H. and Howells, M.F. (1973) Transgressive welded ash-flow tuffs among the Ordovician-sediments of NE Snowdonia, N. Wales. *J. Geol. Soc.*, v. 129, p. 621-640.
- Frey, F.A., et al. (1968) Rare-earth abundances in basic rocks. *J. Geophysical Research*, v. 73, p. 6085-6098.
- Hanson, G.N. (1978) The application of trace elements to the petrogenesis of igneous rocks of granitic composition. *Earth and Planetary Sci. Letters*, v. 38, p. 26-43.
- 洪勝昊 등 (1982) 한국지질도 서울圖幅, 한국동력자원 연구소.
- Hong, Y.K. (1984a) Petrology and geochemistry of Jurassic Seoul and Anyang granites, Korea. *Jour. Geol. Soc. Korea*, v. 20, No. 1, p. 51-71.
- Hong, Y.K. (1984b) Petrology and geochemistry of Jurassic Nonan and Daejeon granitoids in the Ocheon fold belt, Korea. *J. Kor. Inst. Mining Geol.*, v. 17, No. 3, p. 179-195.
- Hughes, C.J. (1982) *Igneous Petrology*. Elsevier Scientific Publishing Co.
- 金吉承(1972) 京仁鐵山 附近的 地質. 불개노, 제 9 권, 2호, p. 9-22.
- 金南長 등 (1975) 한국지질도 安養圖幅. 국립지질조사소.
- 金玉準(1971) 南韓의 新期花崗岩類의 貫入時期와 地殼變動. 광산지질, 제 4 권, 1호, p. 1-10.
- 金玉準(1973) 京畿陸塊 西北部の 變成岩複合體의 層序와 地質構造. 광산지질 제 6 권, 4호, p. 201-218.
- Kokelaar, B.P. (1982) Fluidization of wet sediments during the emplacement and cooling of various igneous bodies. *J. Geol. Soc. London*, v. 139, p. 21-33.
- 李大聲(1982) “火成活動”: 한국의 地質과 鑛物資源 제 7 장. 金玉準教授 停年退任記念誌編輯委員會. p. 185-234.
- Lee, S.M. and Lee, S.H. (1982) Petrogenetic and petrochemical approaches to ore genesis in Korea. *Jour. Geol. Soc. Korea*, v. 18, No. 4, p. 203-214.
- Lipman, P.W. (1984) The roots of ash flow calderas in Western North America; Windows into the tops of granitic batholiths. *J. Geophysical Research*, v. 89, No. B10, p. 8801-8841.
- Moor, J.G. and Peck, D.L. (1961) Accretionary lapilli in volcanic rocks of the Western Continental United States. *J. Geol.*, v. 70, p. 182-193.
- Myers, J.S. (1975) Cauldron subsidence and fluidization mechanisms of intrusion of the Coastal Batholith of Peru into its own volcanic ejecta. *Geol. Soc. Am. Bull.*, v. 86, p. 1209-1220.
- 羅基昌 (1978) 京畿陸塊에서의 變成作用 및 連川變成帶와의 比較(II). 지질학회지, 제 15 권 1호, p. 67-88.
- Parsons, W.H. (1969) Criteria for the recognition of volcanic breccias. In Larsen, L.H. (ed.) *Igneous and Metamorphic Geology*. *Geol. Soc. Am. Mem.*, v. 115, p. 263-304.
- Reynolds, D.L. (1954) Fluidization as a geological process and its bearing on the problem of intrusive granites. *Am. Journ. Sci.*, Oct. 1954.
- Ross, C.S. and R.L. Smith (1961) *Ash-Flow Tuffs; Their Origin, Geologic Relations and Identification*. USGS Professional Paper 366.
- Smith, R.L. & Bailey, R.A. (1968) Resurgent cauldrons. In: Coats, R.R., et al. (ed.) *Studies in volcanology*. *Geol. Soc. Am. Memoir* 116, p. 613-662.
- 徐圭植(1985) 富平銀鑛床의 成因에 관한 研究. 서울대학교 大學院 博士學位 論文.
- Tsue, A., et al. (1982) Granite provinces and associated ore deposits in South Korea.
- Walsh, J.N., Buckley, F. and Barker, J. (1981) The simultaneous determination of the rare-earth elements in rocks using inductively coupled plasma source spectrometry. *Chem. Geol.*, 33, p. 141-153.
- Williams, H., and McBirney, A.R. (1979) *Volcanology*. Freeman, Cooper and Co.