

## 丹陽-醴泉사이에 분포하는 先캄브리아 화강암질 편마암류의 岩石學的 및 地球化學的 연구

尹 顯 秀

韓國資源研究所 (大田市 儒城區 柯亭洞 30, 868-3135)

**요 약:** 丹陽-醴泉사이에 분포하는 선캄브리아기의 화강암질 편마암류는 흑운모 화강암, 석류석 화강암과 임상변정 화강암으로 구성된다. 석류석 화강암질 편마암 내에 포획되어 산출하는 호상 편마암은 角閃岩相의 변성상을 보인다. 절리계는 북동과 남북 방향에서 높은 밀도분포를 이루며, 절리선을 따라 이동된 지표수 등이 암체 하부까지 영향을 주었다. 임상변정 화강암질 편마암은 메타루미나질 및 서브 알카리 계열로서, 화강암과 석영문조니암에 해당된다. 석류석 화강암질 편마암에서 알만딘과 파이로프는 누대구조를 이룬다. 석류석-흑운모 地溫計는 Ferry와 Spear(1978)의 온도와 上部 角閃岩相(李商萬과 金亨植, 1984)의 압력을 사용하여 640°-708°C/4 kb를 얻었다. 이런 온도/압력 조건하에서 화강암류의 용융과 더불어 편마암류 분포지 여러곳에서 미그마타이트화 작용이 진행되었다.

**핵심어:** 석류석 화강암질 편마암, 임상변정 화강암질 편마암, 석류석-흑운모 地溫計

### 序 言

연구 지역은 嶺南陸塊와 沃川 습곡대가 만나는 小白山脈의 주축부인 丹陽-醴泉일대로서 충북의 단양군 남부, 경북의 문경군 동부와 예천군 북서부에 속한다. 연구 범위는 대체로 북위 36°45'-36°53'과 동경 128°18'-128°26'에 해당된다. 선캄브리아기의 암석 분포지에서는 두솔봉(1314.7 m)과 低首峙(1080.7 m), 백악기의 암석분포지에서는 黃庭山(959.4 m)과 守理峰(1019 m) 등의 고봉들이 연이어 발달되어 험준한 산세를 이룬다.

연구 지역에 대한 자료에는 화강암질 편마암류의 Rb-Sr 全岩年齡(Hurley *et al.*, 1973)과 고생대와 중생대층의 구조적 해석(Kim and Koh, 1992) 등이 있다. 그리고 관련 지질圖幅으로는 丹陽(元鐘寬과 李河榮, 1967)의 남부와 上金谷(申炳雨와 崔承一, 1968)의 북부가 해당된다.

이 연구에서는 선캄브리아 화강암질 편마암류에 대한 암석 기재적 특징, 구성 광물, 포획상을 이룬 鎬狀片麻岩의 변성광물 조합상, EPMA(JEOL-733)에 의한 사장석과 석류석 등의 광물화학이 연구되었다. 또한 절리계의 발달과 구조운동 영향, 합철광물(XRD 분석)의 변화와 절리선의 영향 등이 연구되었다. 그리고 임상변정 화강암질 편마암의 암석 화학조성과 기원, 석류석 화강암질 편마암에 공존하는 석류

석-흑운모의 地溫 그리고 해당 온도와 압력 조건에 의한 화강암질암류의 용융과 미그마타이트화 작용 등이 비교연구 되었다.

### 암석 기재 및 구성 광물

연구 지역은 守理峰을 기준으로 대체로 그 동부에는 先캄브리아기의 편마암류가 분포되어 있고, 그 서부에는 백악기의 화강암류가 이들을 관입하며 발달된다. 편마암류에는 미그마타이트, 흑운모 화강암, 석류석 화강암과 임상변정 화강암, 그외 암맥상의 페그마타이트와 애프라이트 등이 있다. 백악기 암류는 담홍색 흑운모 화강암, 암맥상의 산성과 염기성암 등으로 구성된다 (Fig. 1).

### 片麻岩類

#### 미그마타이트질 편마암

이 편마암은 연구 지역 북동부에 대상 분포되며 南造川을 경계로 더 이상 연장되지는 않는다. 이 암은 화강암질 편마암과 흑운모-석영-장석질이 뚜렷한 호상 편마암류가 捕獲相 또는 混成化되어 미그마타이트질을 이룬 것으로 연구 지역의 기반암류로 보인다. 寺洞里에서의 편리는 N30°-58°E 주향과

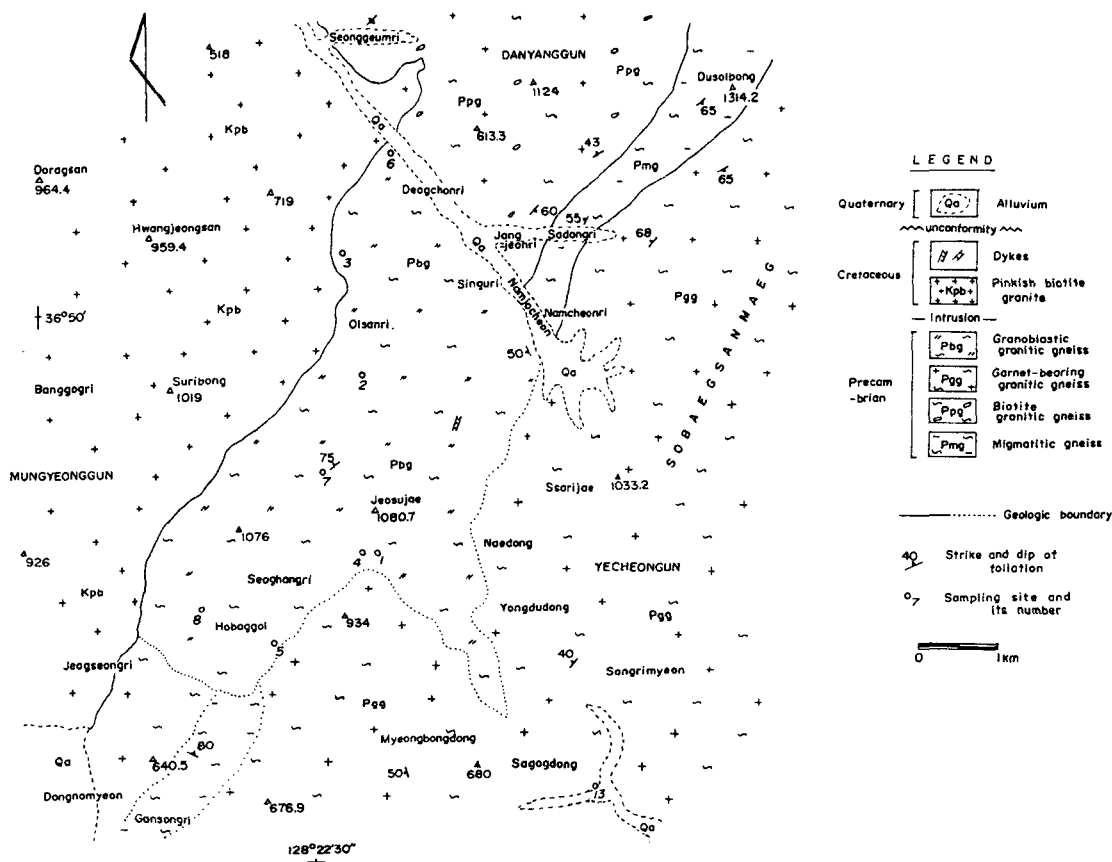


Fig. 1. Geologic map and sampling sites of the Danyang-Yecheon area.

55°-65°NW 경사가 우세하며, 礪松里에서도 이와 비슷한 경향을 가진다. 변정의 크기는 간혹 10cm 정도에 이르기도 하나, 대개 1cm 정도이다. 그리고 간혹 규암력이 신장된 타원형으로 발달된다.

**흑운모 화강암질 편마암**

이 편마암은 연구 지역 북부에 분포되며, 타원형의 捕獲岩과 흑운모 농집부가 빈번히 산출된다. 捕獲岩은 흑운모 편암, 호상 편마암과 규암류 그리고 드물게 각섬암류 등으로서 편리면을 따라 배열되기도 한다. 이 화강암질 편마암은 불규칙한 크기(수 mm-15cm 정도)의 변정이 발달되며, 곳에 따라 페그마타이트질맥, 습곡상의 석영맥과 애프라이트질맥이 산출된다. 구성광물은 석영, 정장석, 사장석, 흑운모, 백운모와 불투명 광물 등이다.

**석류석 화강암질 편마암**

이 편마암은 연구 지역 동부와 남부 일원에 넓게 분포되며 대부분의 지역에서 미립의 석류석이 함유된다. 부분적으로 발달된 변정은 4cm 미만의 크기를 이루며, 염기성 광물 집합부도 자주 산출된다. 이 암은 연구 지역 동부인 龍頭洞에서는 호상 편마암과 화강암질 편마암이 미그마타이트질을 이루나 그 남서쪽으로 갈수록 점차 화강암질암이 우세하며, 곳에 따라 소규모의 습곡구조를 이룬다. 특히 북동부인 南泉里에서는 함석류석 페그마타이트 맥이 빈번히 산출된다. 구성광물은 석영, 사장석, 정장석, 퍼다이트, 흑운모, 녹니석, 저어콘, 석류석과 불투명 광물 등이며, 석류석에는 불규칙한 미세균열이 발달된다. 그리고 이 편마암 내에 포획되어 산출하는 흑운모 호상 편마암은 각각 석영-사장석-흑운모-백운모-정

장석, 석영-사장석-흑운모-석류석 등의 광물 조합을 이루어 角閃岩相의 변성상을 보인다.

### 입상변정 화강암질 편마암

이 편마암은 연구 지역 중부에 분포하며, 소용 Rb/Sr 모델연령은 2127 Ma로서 先캄브리아 중기에 해당된다 (Hurley *et al.*, 1973). 이 암은 균일한 크기 (2-4 cm)의 회색 장석 입상변정이 특징적이며, 동부 일대의 편마암류와는 뚜렷이 구분된다. 이런 巨晶은 사장석과 알카리 장석이 정방형, 장방형 또는 안구형을 이룬 것으로, 전체적으로 엇리구조를 이룬다. 편리는 대개 N60°E 주향과 75°NE 경사가 우세하다.

이 편마암에는 곳에 따라 호상 편마암, 화강암질 편마암, 석영 장석질 편마암, 흑운모 편암 등의 포획암이 산출되며, 이들의 크기는 수 cm 내지 200 cm 정도에 이른다. 그리고 전술한 여러 편리방향으로 이루어 연구 지역의 편마암류는 대체로 북동향의 편리가 발달되는 광역 변성작용을 받았다고 해석된다.

이 편마암에는 含鐵鑛物이 산점상으로 산출하며 절리면을 따라 녹니석화 또는 견운모화 작용 등이 수반되기도 한다. 구성광물은 석영, 정장석, 페다이트, 사장석, 흑운모, 백운모, 인회석, 저어콘, 스피넬, 녹니석과 불투명 광물 등이다.

### 페그마타이트와 애프라이트

이들은 편마암류 분포지의 여러곳에서 산출되며, 주로 맥상을 이루나 곳에 따라 습곡을 받았고, 또한 불연속적이다. 구성 광물은 석영, 페다이트, 사장석, 흑운모, 백운모, 전기석 등이며 국부적으로 석류석이 함유된다. 애프라이트는 대개 1 mm 이하의 입도를 이루며, 석영, 정장석, 페다이트, 사장석, 흑운모와 백운모 등으로 구성된다.

### 담홍색 흑운모 화강암과 암맥류

화강암은 연구 지역 서부에 분포하는 月岳山 흑운모 화강암체에 속하며, 그 지질시대는 87과 92 Ma (K/Ar 흑운모 연령)로서 白堊紀 중기에 해당된다 (陳明植 *外*, 1991). 화강암은 북부 주변부에서 회색을 띠며 세립질 및 반정질화 되나, 전체적으로 담홍색이 우세한 세-조립질암이다. 암맥류중 염기성암은 드문

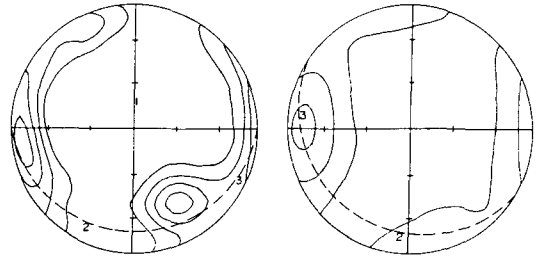


Fig. 2. Equal area lower hemisphere projection of joints from granoblastic granitic gneiss (left) and other granitic gneisses (right).

편이며, 산성암류는 규장암, 규장반암과 석영반암 등이다.

### 편마암류의 절리 발달과 含鐵鑛物

연구 지역의 절리 발달상을 알기 위해 비교적 연장성(길이 수 m 이상)이 좋은 것들을 입상변정 화강암질 편마암에서 109개, 그 주변의 화강암질 편마암류에서 27개를 측정하여, 이들 자료의 극밀도 다이어그램(pole density diagram)을 작성하였다 (Fig. 2). 절리계는 대체로 입상변정 화강암질 편마암이 N55°E·60°NW와 N10°W·80°NE에서, 화강암질 편마암류가 NS·80°E에서 정점(peak point)을 이루어, 각각 북동과 남북, 남북 방향에서 극밀도 분포를 보인다.

절리의 주요한 발달성인은 구조적 應力으로서 구조적 활동이 동시기의 열극을 야기시키며, 절리와 단층은 공통적 기원의 변형적 應力을 가진다 (Billings, 1972; De Sitter, 1964). 북동과 남북의 주요 절리선중 전자는 丹陽지역에서 북동향의 드리스트 단층과 습곡 구조운동을 일으킨 大寶 조산운동에 의해 형성된 것으로 해석된다 (Kim and Koh, 1992). 후자인 남북 방향은 담홍색 흑운모 화강암체의 관입에 따른 구조운동의 영향으로 보인다.

절리발달에 의한 풍화·산화작용의 영향은 입상 변정 화강암질 편마암에서 산출하는 미립 함철광물에서 알 수 있다. 즉 石項里에서 試錐된 코아深度 13 m와 55 m의 표품들이 각각 黃鐵石과 針鐵石(goethite), 레피도크로사이트(lepdocrosite)와 針鐵石을 포함하며, 오히려 암체 하부에서 함철광물이 풍화·산화작용의 영향을 더 받았다. 이는 편마암 내의 절리선을 따라 이동된 지표수 등이 암체 하

부까지 영향을 준 것으로 해석된다.

**입상변정 화강암질 편마암의 암석화학**

화강암질 편마암은 SiO<sub>2</sub> 함량이 68.6-70.3 wt.% (평균 69.4 wt.%), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/(Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O+CaO)의 몰비는 0.8-1.1(평균 0.9)로 대부분 메타알루미나질이다. 그리고 라센 지수 (Larsen Index; 1/3SiO<sub>2</sub>+K<sub>2</sub>O-CaO-MgO-FeO) 증가에 따라 대체로 CaO는 감소되며, MgO와 TiO<sub>2</sub>는 균일하며, 그 외의 성분은 불규칙한 값을 가진다.

K<sub>2</sub>O/CaO 비는 1.3-2.7(평균 2.1)로 석영 몬조니암에 해당된다 (Putman and Burnham, 1963). 분화지수는 75.9-83.1(평균 79.2)에 이른다. 그리고 이암은 노름 Qz-Or-Pl (quartz-orthoclase-plagioclase) 과 노름 Ab-An-Or (albite-anorthite-orthoclase) 三角圖에서 각각 화강암, 화강암과 석영 몬조니암 경계에 밀집된다 (Fig. 3). 그리고 노름 Qz, Ab와 Or의 비율이 각각 29.8-44.4, 20.8-30.8과 34.8-41.1의 비교적 제한된 범위내에서 변하며 공용(cotectic) 곡선에 가깝다 (Table 1, Fig. 3; Hatch *et al.*, 1984). 또한 알카리 對 실리카의 관계에 의하면 모두 서브알카리 영역에 속한다 (Irvine and Baragar, 1971). 따라서 이암은 매우 조립의 메타알루미나질 및 서브알카리 계열의 화강암체가 오랫동안 광역 변성 및 재결정 작용을 받았다고 해석된다.

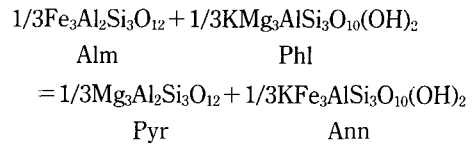
**광물 화학**

입상변정 화강암질 편마암에서 사장석 5점, 석류

석 화강암질 편마암에서 사장석 4점과 석류석 7점을 각각 분석하였다 (Tables 2 and 3). 입상변정 화강암질 편마암의 사장석은 Ab<sub>70-78</sub>An<sub>18-28</sub>Or<sub>1-5</sub>이고, 석류석 화강암질 편마암의 사장석은 Ab<sub>59-64</sub>An<sub>35-39</sub>Or<sub>1</sub>로서 각각 올리고크레이스와 안데신에 해당된다. 석류석은 Alm<sub>67-74</sub>Pyr<sub>20-26</sub>Gr<sub>3-5</sub>Sps<sub>2-3</sub>으로, 중심에서 주변으로 감에 따라 알만딘은 증가되며, 파이로프는 감소되는 경향을 보인다 (Table 3). 이런 성분 변화의 累帶構造는 결정 성장중 평형조건 변화의 영향을 받는다.

**석류석 화강암질 편마암의 地溫**

석류석 화강암질 편마암 형성의 온도조건을 알기 위해 석류석-흑운모 地質溫度計(geothermometer)가 이용되었다 (Ferry and Spear, 1978; Ganguly and Saxena, 1984). 이들은 흑운모와 석류석간의 Fe와 Mg 분배관계를 실험적으로 계산하여 온도를 유도하였다. 석류석과 흑운모간의 Fe-Mg 분배는 다음 교환반응으로 표시될 수 있다.



연구지역 북동부인 小白山 陸塊의 화강암질 편마암과 미그마타이트질 편마암은 상부 각섬암상, 각섬암상과 녹염석-각섬암상이 차례로 중첩되어 후퇴 변성작용을 야기시켰으며, 이 상부 각섬암상의 압력범위를 석류석과 근청석의 지압계를 사용하여 4.5-4.7 kb로 보았다 (李商萬과 金亨植, 1984).

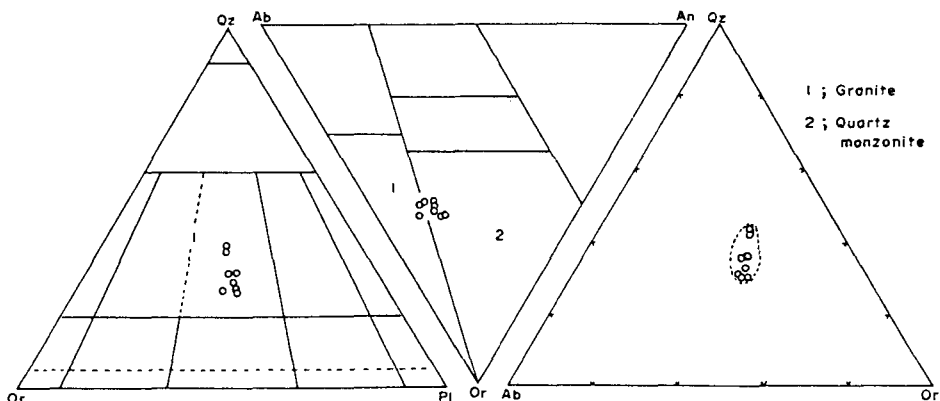


Fig. 3. Triangular diagrams of normative Qz-Or-Pl, Ab-An-Or and Qz-Ab-Or for the granoblastic granitic gneiss.

**Table 1.** Chemical compositions and CIPW norms of the granoblastic granitic gneiss

Sp. No.	1	2	3	4	5	6	7	8
SiO <sub>2</sub>	69.47	69.02	68.63	69.60	69.76	68.94	69.35	70.27
TiO <sub>2</sub>	0.57	0.64	0.72	0.98	0.81	0.71	0.73	0.43
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13.73	13.92	13.34	12.00	13.06	13.14	12.36	13.32
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.69	0.63	1.10	3.36	2.53	0.47	0.25	0.13
FeO	3.97	3.25	3.75	2.96	2.78	3.88	4.60	3.31
MnO	0.05	0.05	0.05	0.07	0.06	0.04	0.08	0.02
MgO	0.61	0.67	0.73	0.92	0.79	0.59	0.63	0.39
CaO	1.91	2.36	2.47	2.23	2.13	3.82	3.48	2.35
Na <sub>2</sub> O	2.41	2.94	2.86	1.93	2.03	2.50	2.42	2.83
K <sub>2</sub> O	5.11	5.40	5.25	4.62	4.78	5.12	4.70	5.78
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.08	0.20	0.23	0.31	0.27	0.21	0.20	0.16
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>	0.61	0.44	0.30	0.58	0.59	0.08	0.60	0.54
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>	0.22	0.14	0.16	0.12	0.13	0.08	0.10	0.10
sum	99.43	99.66	99.59	99.68	99.72	99.58	99.49	99.63
Q	28.44	24.06	24.53	34.88	33.86	25.51	27.69	24.98
C	0.95	0.00	0.00	0.51	1.32	0.00	0.00	0.00
Or	30.20	31.91	31.03	27.30	28.25	30.26	27.78	34.16
An	8.97	8.84	8.06	9.04	8.80	9.51	8.98	6.57
Ab	20.39	24.88	24.20	16.33	17.18	21.16	20.48	23.95
Di	0.00	0.40	0.69	0.00	0.00	1.60	1.21	0.61
Hd	0.00	0.94	1.61	0.00	0.00	5.36	4.83	2.91
En	1.52	1.48	1.50	2.29	1.97	0.73	1.01	0.69
Fs	5.87	3.98	4.02	1.17	1.79	2.78	4.60	3.76
Mt	1.00	0.91	1.59	4.87	3.67	0.68	0.36	0.19
Il	1.08	1.22	1.37	1.86	1.54	1.35	1.39	0.82
Ap	0.18	0.47	0.54	0.73	0.64	0.50	0.47	0.38
D.I.	79.03	80.85	79.95	78.52	79.29	76.92	75.94	83.08

**Table 2.** Representative analyses of plagioclase in granitic gneisses

Sp. No.	2-1	2-2	2-3	2-4	2-5	13-1	13-2	13-3	13-4
SiO <sub>2</sub>	62.88	62.19	64.25	63.76	61.68	58.98	59.88	59.54	59.59
TiO <sub>2</sub>	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	24.07	23.28	22.70	23.02	24.56	26.35	25.91	25.99	25.75
FeO	0.00	0.11	0.02	0.02	0.00	0.01	0.03	0.01	0.06
MnO	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.02	0.02
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
CaO	5.26	4.66	3.81	4.31	5.95	8.30	7.44	7.60	7.73
Na <sub>2</sub> O	8.57	8.76	9.10	9.26	8.28	6.92	7.33	7.45	7.29
K <sub>2</sub> O	0.19	0.69	0.86	0.42	0.28	0.26	0.18	0.18	0.17
sum	100.98	99.72	100.74	100.79	100.77	100.83	100.77	100.80	100.61
Si	2.758	2.770	2.823	2.801	2.720	2.617	2.650	2.638	2.645
Al	1.244	1.222	1.175	1.192	1.277	1.378	1.351	1.357	1.347
Ti	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Fe	0.000	0.004	0.001	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.002
Mn	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001
Mg	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
Ca	0.247	0.222	0.179	0.203	0.281	0.395	0.353	0.361	0.368
Na	0.729	0.757	0.775	0.789	0.708	0.595	0.629	0.640	0.627
K	0.011	0.039	0.048	0.024	0.016	0.015	0.010	0.010	0.010
O	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000
An	25.03	21.81	17.86	19.98	27.96	39.30	35.58	35.71	36.62
Ab	73.86	74.36	77.35	77.86	70.45	59.20	63.41	63.30	62.39
Or	1.11	3.83	4.79	2.36	1.59	1.49	1.01	0.99	0.99

Sp. 2: granoblastic granitic gneiss; sp. 13: garnet-bearing granitic gneiss.

**Table 3.** Representative analyses of garnet and biotite in the garnet-bearing granitic gneiss (sp. 13)

	Garnet (core → rim)				Biotite				Garnet (core → rim)				Biotite	
SiO <sub>2</sub>	38.89	38.55	38.35	36.82	38.91	38.69	38.61	38.66	36.95					
TiO <sub>2</sub>	0.00	0.00	0.00	2.74	0.00	0.00	0.00	0.00	2.06					
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	21.79	21.66	21.53	18.48	21.76	21.47	21.65	21.38	18.44					
FeO*	30.28	32.73	34.01	16.78	31.87	32.04	32.27	32.40	16.69					
MnO	0.81	1.14	1.48	0.02	1.05	1.20	1.09	1.27	0.05					
MgO	6.60	5.82	5.12	11.87	6.50	6.06	6.15	5.83	12.02					
CaO	1.79	1.47	1.19	0.00	1.55	1.42	1.68	1.35	0.00					
Na <sub>2</sub> O	0.00	0.00	0.00	0.23	0.05	0.00	0.01	0.03	0.22					
K <sub>2</sub> O	0.00	0.02	0.00	9.72	0.00	0.00	0.00	0.00	9.46					
sum	100.16	101.39	101.68	96.66	101.69	100.88	101.46	100.92	95.89					
Si	6.058	6.008	6.001	5.451	6.016	6.041	6.002	6.046	5.501					
Al	4.001	3.979	3.971	3.225	3.965	3.951	3.967	3.941	3.236					
Ti	0.000	0.000	0.000	0.305	0.000	0.000	0.000	0.000	0.231					
Fe	3.945	4.266	4.451	2.078	4.121	4.184	4.195	4.238	2.078					
Mn	0.107	0.150	0.196	0.003	0.138	0.159	0.144	0.168	0.006					
Mg	1.533	1.352	1.194	2.620	1.498	1.411	1.425	1.359	2.668					
Ca	0.299	0.245	0.200	0.000	0.257	0.238	0.280	0.226	0.000					
Na	0.000	0.000	0.000	0.066	0.015	0.000	0.003	0.009	0.064					
K	0.000	0.004	0.000	1.836	0.000	0.000	0.000	0.000	1.797					
O	24.000	24.000	24.000	22.000	24.000	24.000	24.000	24.000	22.000					
Alm	67.05	70.93	73.68		68.53	69.84	69.41	70.73						
Gr	5.08	4.08	3.30		4.27	3.97	4.63	3.78						
Pyr	26.06	22.49	19.77		24.92	23.55	23.58	22.69						
Sps	1.82	2.50	3.25		2.29	2.65	2.37	2.81						

\*Total Fe as FeO.

**Table 4.** Metamorphic temperatures estimated from coexisting garnet and biotite

Sp. No.	Garnet				Biotite		T (°C)*	
	X <sub>Fe</sub>	X <sub>Mg</sub>	X <sub>Ca</sub>	X <sub>Mn</sub>	X <sub>Fe</sub>	X <sub>Mg</sub>	FS	GS
13-7, 8	0.737	0.198	0.033	0.032	0.442	0.557	640	525
13-12, 13	0.707	0.227	0.038	0.028	0.437	0.561	708	548

\*Pressure assumed to be 4 kb. FS, Ferry and Spear (1978); GS, Ganguly and Saxena (1984).

이 상부 각섬암상의 압력조건인 4 kb를 석류석과 흑운모의 분석자료에 적용한 결과 FS에서는 640°와 708°C, 그리고 GS에서는 525°와 548°C로서 양자에서 약 120°-160°C의 溫度 差를 가진다 (Table 4). 이런 차이는 Fe-Mg의 치환에서 비이상적 반응, 석류석 활동도의 부정확성, 소량이지만 석류석내의 Ca와 Mn 그리고 흑운모내의 Al<sup>VI</sup>와 Ti 등의 영향에 기인된다고 해석된다 (Lee *et al.*, 1991). 연구 지역에서는 FS 地溫計를 사용한 640°-708°C가 李商萬과 金亨植(1984)의 상부 각섬암상의 온도 범위인 690°-

695°C와 잘 일치된다.

그러므로 이런 온도/압력 조건인 640°-708°C/4 kb에서는 수화조건(aqueous)에서 화강암류의 용융과 더불어 편마암류의 분포지 여러곳에서 미그마타이트화 작용이 진행되었다고 해석된다 (Wyllie and Tuttle, 1961; Yoder and Tilley, 1962).

### 結言과 討論

연구 지역의 편마암류중 석류석 화강암은 미립의 석류석을 함유하며 곳에 따라 미그마타이트질을 이루며, 입상변정 화강암은 균일한 크기(2-4 cm)의 변정이 발달되어 주변 편마암류와는 뚜렷이 구분된다. 석류석 화강암질 편마암 내에 포획상을 이룬 호상 편마암은 석영-사장석-흑운모-백운모-정장석과 석영-사장석-흑운모-석류석 등의 광물조합을 가져 角閃岩相의 변성상을 이룬다.

절리계는 대체로 N55°E·60°NW와 N10°W·80°NE, NS·80°E에서 극밀도 분포를 이루며, 이중 북

동향과 남북향의 것은 각각 大寶 화강암체와 백악기 화강암체의 관입 운동과 관련된 것으로 보인다. 그리고 절리선을 따라 이동된 지포수 등이 암체하부에 영향을 더주어, 입상변정질암의 미립 함철광물에서 암체 상부는 黃鐵石과 針鐵石, 하부는 레피도크로 사이트와 針鐵石을 포함한다.

입상변정질암은 매우 조립의 화강암체가 오랫동안 광역 변성 및 재결정 작용을 받아 형성된 것으로, 산성암이며 대부분 메타루미나질이다. 노름 Qz-Or-Pl과 Ab-An-Or의 삼각도에서 각각 화강암, 화강암과 석영 몬조니암 경계에 밀집된다. 노름 Qz-Ab-Or의 비율은 비교적 제한된 범위 내에서 변하고 공용 곡선에 가깝게 놓인다.

석류석-흑운모의 온도/압력 조건인 640°-708°C/4 kb에서 화강암류의 용융과 더불어 편마암류 분포지 여러곳에서 미그마타이트화 작용이 진행되었다. 그러나 석류석과 흑운모는 서로 비평형 관계를 이룰 수 있으므로 보다 정확한 지질온도를 얻기 위해 더 많은 분석자료를 요한다.

## 辭 謝

야외 조사시 많은 도움을 준 석색산업자원 연구 그룹의 김선익 부장님, 이춘오, 이병대, 김영범 연구원 외 여러분에게 감사드립니다. 地溫 계산에 수고해준 이한영 박사님, 주원소 분석을 해준 화학, 기기분석 연구그룹의 여러분과 EPMA 분석에 수고해준 연세대 지질학과와 송윤규 석사에게 감사를 드립니다. 그리고 이 논문을 자세히 지도해준 조문섭 교수님, 김형식 교수님과 진명식 박사님 외 여러분에게도 깊은 감사를 드립니다.

## 參考文獻

申炳雨, 崔承一, 1968, 한국지질도(1 : 50,000), 上金谷도 폭 및 설명서, 국립지질조사소, 15p.  
元鍾寬, 李河榮, 1967, 한국지질도(1 : 50,000), 丹陽도폭 및 설명서, 국립지질조사소, 34p.  
李商萬, 金亨植, 1984, 소위 栗里層群 및 遠南層群의

- 변성암석학적연구. 지질학회지, 20, 195-214.  
陳明植, 朱昇煥, 池世定, 金星載, 辛性天, 1991, 同位元素地質研究. KR-91-1D-2, 35p.  
Billings, M.P., 1972, Structural geology. Prentice-Hall, Inc., 606p.  
Chamichael, I.S.E., Turner, F.J. and Verhoogen, J., 1974, Igneous petrology. McGraw-Hill Book Co., 739 p.  
Deer, W.A., Howie, R.A. and Zussman, J., 1962, Rock-forming minerals. Longmans, 1, 333p.  
De Sitter, L.U., 1964, Structural geology. McGraw-Hill Book Co., 551p.  
Ferry, J.M. and Spear, F.S., 1978, Experimental calibration of the partitioning of Fe and Mg between biotite and garnet. Contr. Min. Petrol., 66, 113-117.  
Ganguly, J. and Saxena, S.K., 1984, Mixing properties of aluminosilicate garnets: constraints from natural and experimental data, and applications to geothermo-barometry. Amer. Min., 69, 88-97.  
Hatch, F.H., Wells, A.K. and Wells, M.K., 1984, Petrology of the igneous rocks. CBS publisher & distributors, 551p.  
Hurley, P.M., Fairbarian, H.W., Pinson, Jr., W.H. and Lee, J.H., 1973, Middle Precambrian and older apparent age values in basement gneisses of South Korea, and relations with southwest Japan. Geol. Soc. Amer. Bull., 84, 2299-2304.  
Kim, J.H. and Koh, H.J., 1992, Structural analysis of the Danyang area, Danyang coalfield, Korea. J. Kor. Inst. Mining Geol., 25, 61-73.  
Lee, H.Y., Koh, S.M., Hong, S.S. and Kim, J.H., 1991, Metamorphism in the Hongchen area, Korea. 1. petrology, pressure, and temperature. J. Geol. Soc. Korea, 27, 339-356.  
Phillips, W.R. and Griffen, D.T., 1981, Optical mineralogy, the nonopaque minerals. W. H. Freeman Co., 677p.  
Putman, G.W. and Burnham, C.W., 1963, Trace elements in igneous rocks, northwestern and central Arizona. Geochim. Cosmochim. Acta., 27, 53-58.  
Wyllie, P.J. and Tuttle, O.F., 1961, Hydrothermal melting of shales. Geol. Mag., 98, 56-66.  
Yoder, H.S. Jr. and Tilley, C.E., 1962, Origin of basaltic magmas, an experimental study of natural and synthetic rock systems. J. Petrol., 3, 342-532.

(책임편집 : 조문섭)

## Petrological and geochemical study of the Precambrian granitic gneiss in the Danyang-Yecheon area

Hyun Soo Yun

*KIGAM (30 Gajeongdong, Yuseonggu, Daejeonsi, 305-350 Korea)*

**ABSTRACT:** The Precambrian granitic gneisses are widely distributed in the Danyang-Yecheon area, eastern part of Korea, where the Ryeongnam massif borders the Ogcheon fold belt. They are composed of migmatitic, biotite granitic, garnet-bearing and granoblastic granitic gneisses. The common joint sets of the granitic gneiss are NE and NS directions, which are probably related to the effects of Daebo orogeny and Bulgusa disturbance, respectively. Mineral assemblages of the banded gneiss xenolith in the garnet-bearing granitic gneiss are quartz-plagioclase-biotite-muscovite-orthoclase and quartz-plagioclase-biotite-garnet, belonging to the amphibolite facies. The granoblastic granitic gneiss is felsic, metaluminous, and granitic, and shows subalkaline trend. The garnet-biotite geothermometry of garnet-bearing granitic gneiss yields 640°-708°C at pressure of 4 kb.

**Key Words:** Garnet-bearing granitic gneiss, granoblastic granitic gneiss, garnet-biotite geothermometry