

## 전라북도 오수-진안 지역에 분포하는 변성퇴적암류에 대한 변성작용\*

안건상\*\* · 김용준\*\*\* · 신인현\*\*

### Metamorphism of the Meta-Sedimentary Rocks in the Osu-Jinan Area, Cheonrapuk-Do, Korea\*

Kun Sang Ahn\*\*, Yong Jun Kim\*\*\* and In Hyun Shin\*\*

**ABSTRACT :** Precambrian metapelites and metapsammites of the Jinan-Osu area (so-called Seologri and Yongamsan Formation) consist of black slate, phyllite, mica schist, quartzite and rarely calc schist. They are intruded by Sunkagsan granite gneiss, Foliated granodiorite, Amphibolite, Sunchang foliated granite and Namwon granite. Mylonite texture, crenulation cleavage and minor shear zone are common. The meta-sedimentary rocks include various rock-fragments xenoliths in size (up to 3 cm) and rock-type. They have various porphyroblastic spots in size (up to 1 cm) and their mineral composition is different. The xenoliths are schists, granite and quartzite, which are rectangular or lens form and recrystallized muscovite, chlorite and quartz. Spots are andalusite and biotite aggregates extensively replaced by chlorite. The metamorphic terrain is divided into three zones of progressive metamorphism on the basis of mineral assemblage. They are chlorite zone, chloite-biotite zone and andalusite-biotite zone ascending order, from west to east approximately. Isograd reactions are phengitic muscovite + chlorite = less phengitic muscovite + biotite + quartz +  $H_2O$  and muscovite + chlorite + quartz = andalusite + biotite +  $H_2O$  between the chlorite zone and chlorite-biotite zone, and between the chlorite-biotite zone and andalusite-biotite zone, respectively. Sample B6 (exposed near the Obong-ri) includes staurolites and greenish biotites, that is different in mineral assemblage and chemical composition from the meta-sedimentary rocks. Sample A12 (exposed near the Shinam-ri) has greenish white spots (up to 1 cm in diameter) mainly composed of K-feldspar, quartz and sillimanite replaced by muscovite.

### 서 언

이 연구의 목적은 전라북도 진안군 백운면에서 임실군 오수읍 사이에 분포하는 변성퇴적암류가 경험한 변성작용을 파악하는데 있다. 이 연구 결과는 지리산육괴의 변성작용을 이해하는 기초자료가 될 것이다. 이 변성퇴적암류는 임실군 성수산 부근에서는 넓게 분포하나 (최대 폭 4 Km), 북동 방향과 남서 방향으로는 급속하게 그 분포의 폭이 줄어든다. 본역의 변성퇴적암류는 주로 편암류와 규질암으로 구성되어 있으며 소량의 결정질석회암을 수

반한다. 연구자에 따라서는 규질암부분을 용암산층, 편암부분은 설록리층으로 나누기도 한다. 김형식 (1970)은 본 암류를 소백산육괴의 구성암류에 포함시켜 변성대를 구분했으나, 1973년에는 명백히 옥천습곡대의 구성암류로 취급하여 설명하였다. 그리고 이상만 (1988)은 소백산육괴로 구분하였다. 1:25만 지지도 전주도폭 (1973)에서는 본 암류를 소백산편마암복합체에 속하는 편암 (PCso)으로 구분했으며, 1:5만 오수도폭 (김규봉 등, 1984)과 남원도폭 (김동학, 이병주, 1984)에서는 이를 그대로 받아들이고 있으나, 순창도폭 (박희인, 1966)에서는 전주통과 동일한 것으로 판단하여 옥천습곡대로 취급했다. 그리고 최근의 문현 (장태우 등, 1995)에서도 옥천습곡대로 기재하는 등 혼란이 계속되고 있다. 이 암류의 지체구조상의 소속을 밝히는 것은 이 개층에 대한 충서상의 위치결정 뿐만 아니라, 영남육괴와 옥천습곡대 사이의 관계를 명확히 할 중요한 단서가 될 것으로 사료된다.

\* 김용준의 교육부 기초과학연구소 학술연구조성비 (BSRI-95-510)와 안건상의 한국과학재단 특정기초연구비 (96-0703-06-61-3)에서 부분적으로 지원 받았음.

\*\* 조선대학교 지구과학교육과 (Dept. of Earth Sciences Education, Chosun Univ., Kwangju 501-759, Korea)

\*\*\* 전남대학교 지질학과 (Dept. of Geology, Chonnam National Univ., Kwangju 500-757, Korea)

본 암류에 대한 변성암석학적 연구는 김형식 (1970), Kim (1973), 이상만 (1980, 1987) 등에 의해 이루어졌으며, 김형식 (1970)은 옥천습곡대의 지층과 소백산편마암복합체를 묶어서 변성대를 나누었다. 그에 의하면 본역의 변성퇴적암류는 온도, 압력이 가장 낮은 A zone에 속하며 지시광물로서 백운모, 녹니석 (화강암과의 접촉부에서 공정석 산출)을 들었다. 이상만 (1980)은 지리산지역의 변성작용의 연구에서 3회에 걸쳐 광역변성작용을 받았음을 보고했고, 또 영남육괴의 전반적인 변성작용의 연구 (1987)에서는 본역이 백운모-녹니석-흑운모 (녹염석)을 주로 하는 녹색편암상의 변성도를 나타내는 것으로 보았다.

이 변성퇴적암류의 남측연장부에 해당하는 남원도폭 (김동학, 이병주, 1984)에서는 편암류 내의 석류석이 알만단인 점을 들어 중압 즉, 대략 500°C, 6-8Kb의 압력 하에서 생성된 것으로 생각하였다. 또한 편암류에는 주성분 광물인 견운모 및 세립질 석영 이외에 석류석과 남정석이 시료에 따라 관찰된다고 기재하였으며, 흑운모편암 내의

장석 반상변정은 후기에 관입한 대강엽리상화강암에 의한 카리 접촉교대작용에 의해 생성된 미사장석으로 해석하였다. 본역의 변성퇴적암류의 구성광물에 관해서 오수도폭 (김규봉 등, 1984)에서는 석류석과 균청석을, 장태우 등 (1995)은 클로리토이드를 보고하고 있어 변성대의 성격 규정에 혼란을 초래하고 있다.

## 지질개요

Fig. 1은 연구지역의 지체구조적인 위치 (a; 강필종 등, 1995)와 지리산육괴를 구성하는 시생대, 원생대 지층만을 나타낸 도면 (b)과 연구지역의 지질도 (c)로 구성되어 있다. 본역의 기반암인 흑운모화강편마암은 선각산 북동부에 널리 분포하며, 압쇄작용에 의한 압쇄엽리가 뚜렷한 화강암질암으로서 회색장석을 특징적으로 포함하며 (김규봉 등, 1984; 김용준, 김정빈, 1988) 선각산화강편마암, 엽리상화강섬록암과 각섬암에 의해 관입된다.

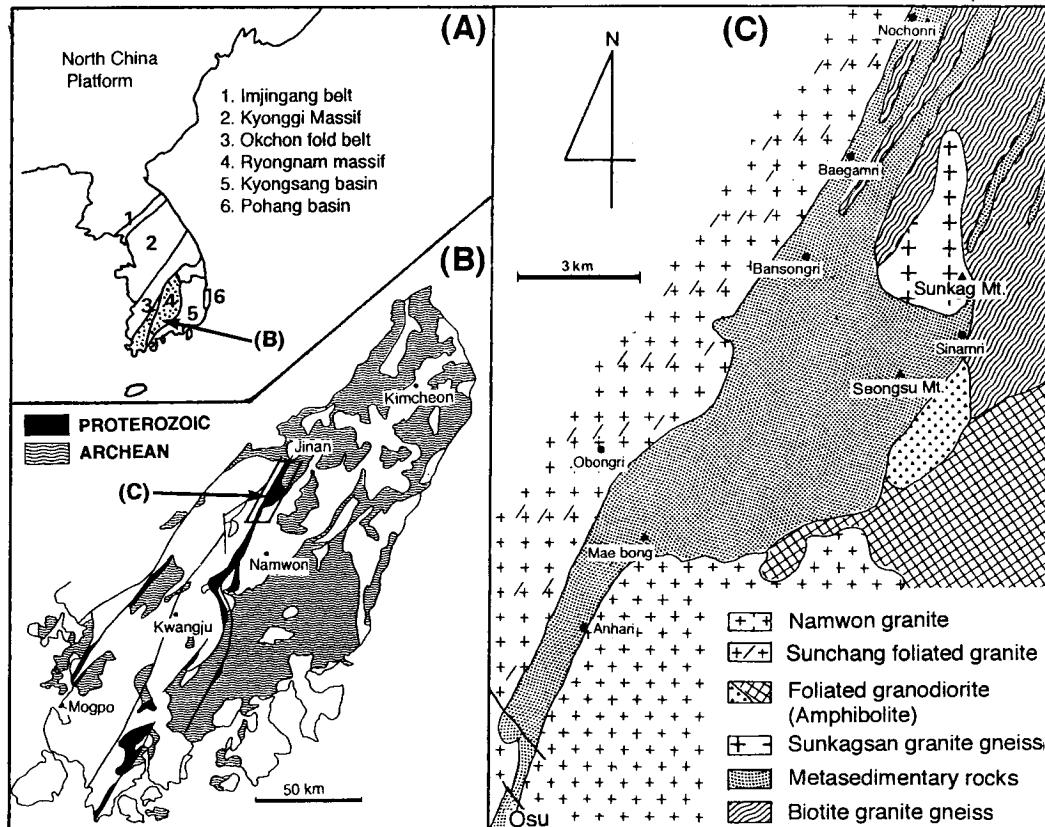


Fig. 1. (a) General sketch map of the Korean peninsula showing major tectonic provinces. (b) Simplified geologic map of southwestern part of the Ryongnam massif (so-called Jirisan gneiss complex, modified after "geologic map of Korea", 1995). (c) Geologic map of Jinan-Osu area (modified after Kim, 1984 and Kim, 1990)

본 연구의 주 대상 암류인 변성퇴적암류는 흑색점판암, 천매암, 운모편암, 규암으로 구성되어 있으며 결정질석회암이 소규모로 협재되어 있다. 본 암류는 1:5만 지질도 전안도폭 (島村新兵衛, 1925)과 오수도폭 (김규봉 등, 1984)에 걸쳐 대상으로 분포하고 있다. 본 암류는 북동쪽의 노촌리, 백암리 부근에서는 수 조가 대상으로 좁게 분포하며, 반송리-성수산-오봉리 사이에서는 비교적 넓게 분포하나 남서쪽의 오수 부근에서는 다시 좁은 대상으로 분포한다 (Fig. 1C). 본 변성퇴적암류 중에서 규암은 동북도폭 (김봉균, 박봉균, 1966)에서 용암산을 표식지로 하는 하부의 용암산층에 대비되는 지층이며, 편암류 내지 천매암류는 창평도폭 (손치무, 1966)에서 옥과면 설옥리를 표식지로 하는 상부의 설옥리층에 대비되는 지층이다. 김동학, 이병주 (1984)와 김규봉 등 (1984)은 규암의 하부에도 운모편암이나 천매암이 분포함을 중시하고, 용암산층과 설옥리층을 묶어 수 조의 규암이 협재된 변성퇴적암류로 취급하였다.

흑운모화강편마암과 변성퇴적암류를 관입하는 선각산화강편마암은 선각산을 중심으로 분포하며, 성수산과 신암리 일대에서 본 변성퇴적암류를 맥상으로 빈번히 관입한다. 연구지역의 남동부에서는 엽리상화강섬록암이 흑운모화강편마암과 변성퇴적암류를 관입하며, 성수산 동측에서는 각섬암이 흑운모화강편마암, 변성퇴적암류와 엽리상화강섬록암을 관입하고 있다. 김용준, 김정빈 (1988)은 엽리상화강섬록암과 각섬암의 관입시기가 유사한 것으로 해석하고 있다. 연구 지역의 서측에는 순창엽리상화강암이 변성퇴적암류와 관입접촉하고 있으며, 이 암류의 후기 산물로 보여지는 유백색 암맥이 오봉리를 비롯하여 여러 곳에서 변성암류를 관입하고 있다. 동남부에 넓게 분포한 남원화강암은 본 역에서 가장 최근에 관입한 중생대 화강암이다.

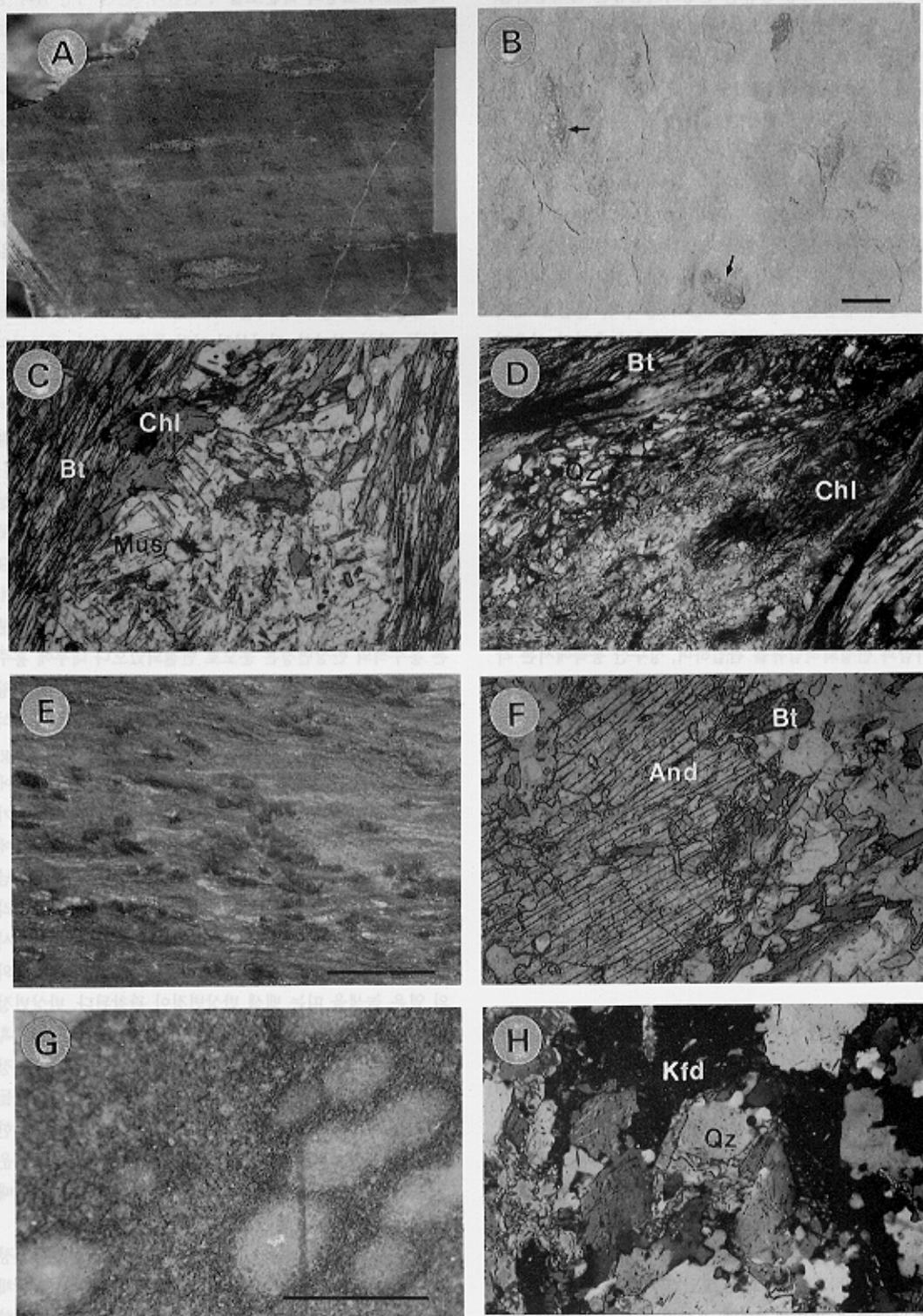
### 변성퇴적암류에 대한 암석기재

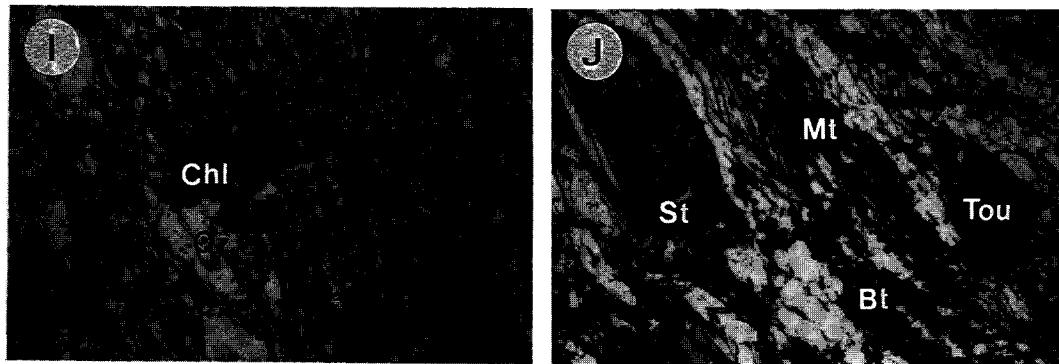
이질 및 사질 변성퇴적암의 야외의 노두나 시료의 절단면에서 육안관찰상 가장 큰 특징은 다양한 크기와 종류의 암면 (역)을 포획하거나 반상변정을 포함하고 있는 점이다. 변성이질암에 포획된 암면은 주로 편암류로서 크기는 수 mm에서 3 cm정도 (시료 B89)까지 다양하다. 포획된 암면의 형태는 신장되지 않은 것은 단주상 (시료 B89, B31)을 나타내나 신장된 것은 렌즈상 (시료 B20, B13, B29)을 나타낸다 (Fig. 2A, B). 노두의 풍화면에서 갈색 또는 회색을 나타내며, 시료의 절단면에서는 회색 또는 녹색을 나타낸다. 현미경관찰에 의하면 포획된 암면 내부는 대부분 미립의 백운모, 녹니석, 석영 또는 장석으로 채워

져 있으며 소량의 흑운모를 수반한다. 한편 사진 A의 상단에 위치한 신장된 암면에서와 같이 색이 짙은 중심부는 대부분 녹니석으로 구성되어있다. 또한 흑운모가 변질된 녹니석의 집합체가 점문상으로 산출하는 저변성대에서 관찰된 암면의 외곽부는 조립의 녹니석에 의해 둘러싸여 있으며 (Fig. 2C), 전단변형이 일어날 때 만들어진 것으로 보이는 틀을 따라 2차적으로 변질받은 부분은 적갈색의 얇은띠를 이루고 있다 (Fig. 2D). 변성사질암에서의 암면은 주로 작은 석영의 집합체이며, 이들은 원래 규질암면이 전단변형을 받아 만들어진 것으로 추측된다.

반상변정은 홍주석, 흑운모 (또는 흑운모가 변질받은 녹니석), 장석, 십자석, 전기석의 여러 종류가 있다. 홍주석의 반상변정들은 신선한 노두의 편리면에서는 은회색의 편리면에 벼씨 크기의 반정들이 불룩불룩하게 돌출한 형태이며 풍화된 표면에서는 검은색을 보인다 (Fig. 2E). 시료의 절단면에서는 전단변형시 회전되어 약간 타원형으로 회전-신장되어 편리면에 사교하는 경우가 많다. 한편 안하리, 성수산 서측의 주암동 계곡에는 원래 홍주석의 반상변정인듯한 광물을 포함하는 전석이 널리 분포하는데 (시료 B19, B60, B67), 이 반상변정들의 최대 길이는 1 cm 내외이며, 시료의 절단면에서의 직경도 최대 5 mm 정도이다. 대부분은 홍주석의 반상변정은 운모로 변질되었으나 내부에 홍주석의 잔류된 것도 관찰된다 (성수면 아침재, 시료 B1). 왕방리 대판이 마을 근처에서는 거의 변질받지 않은 홍주석 단결정 (시료 B26, 최대 직경 5 mm)이 관찰된다 (Fig. 2F). 변질받지 않은 홍주석의 반상변정은 암석의 절단면에서 백색을 나타내며, 변질된 결정은 반상변정의 주변부가 검게 보이는데 이는 흑운모나 흑운모가 변질된 녹니석에 의해 둘러싸여 있기 때문이다. 내부에 홍주석의 결정이 남아있지 않은 반상변정 주변이나 내부에는 편리면을 따라 2차적으로 만들어진 것으로 보이는 녹니석이 관찰된다 (시료 B5). 한편 신암리 유동 근처의 시료에는 직경 1cm 내외의 옅은 녹색을 띠는 백색 반상변정이 관찰된다. 반상변정 내부는 정장석, 석영, 백운모로 채워져 있으며, 주변은 흑운모가 둘러싸고 있다 (Fig. 2G). 이 구형체를 구성하는 정장석과 석영의 내부 또는 주변에 아주 작은 침상의 결정들이 단독으로 또는 집합체를 이루며 발달하고 있다. 이러한 침상 또는 집합체를 이루는 광물은 규선석이 변질된 백운모로 판단된다 (Fig. 2H). 따라서 연구지역에 국한해 볼 때 신암리 지역이 가장 높은 변성도를 보인다.

이 지역의 저변성대에는 2 mm 크기의 점문상 반상변정이 발달하는데 대부분이 흑운모가 변질된 녹니석의 집합체이다. 이들 점문상 반상변정은 굴절율이 낮은 것을 제외하고는 집합의 형태나 전단변형시 회전된 모양이 클로리토이

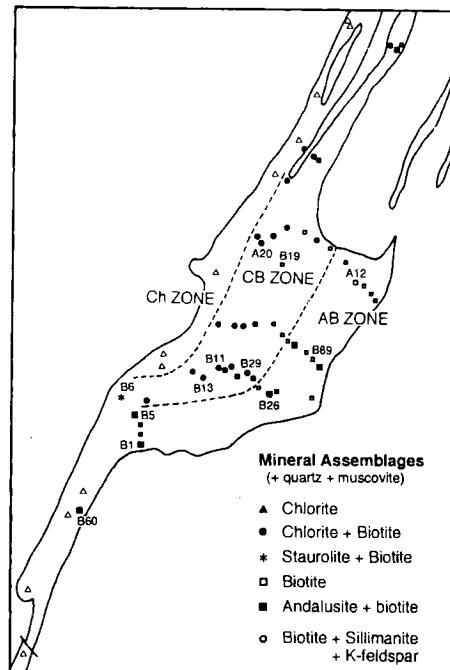




**Fig. 2.** Photographs showing: (A) Elongated schist xenolith in the cutted rock surface (sample B11), (B) Various size of schist rock-fragments xenoliths in rock surface (sample B89), (E) Andalusite porphyroblasts in weathered rock surface and (G) Greenish white spots in cutted rock surface (up to 1 cm in diameter, sample A12). All scales represent 1 cm. Photomicrographs ( $\times 20$ ) showing: (C) Recrystallized xenolith rimmed by chlorite (Chl) and biotite (Bt) (sample B29, open nicol), (D) Recrystallized schist xenolith (sample B13, closed nicol), one side of rim altered with chlorite (Chl) along the cleavage crack and remnant side is recrystallized by quartz (Qz) and biotite (Bt), (F) Andalusite (And) porphyroblast with biotite (Bt) (sample B26, open nicol), (H) Small niddle form of sillimanite pseudomorphs in K-feldspar (Kfd) of the greenish white spots (sample A12, closed nicol), (I) Biotite aggregate extensively replaced by chlorite (Chl) and elongated quartz (Qz) grains (sample A20, open nicol), and (J) Elongated staurolite (St) porphyroblast with biotite (Bt), magnetite (Mt) and tourmaline (Tou) (sample B6, open nicol).

드와 크게 유사하여 감정의 주의를 요하며, 대부분 단독 결정이나 2~3개의 결정이 방사상으로 집합되어 나타나기도 한다 (Fig. 2I). 편리방향에 수직인 면에서 이 반상변정들은 편리와 무관하게 발달하나, 전단변형이 심한곳에서는 신장되거나 회전되어 나타난다. 회전된 결정의 pressure shadow에는 석영입자들이 성장하고 있다. 오봉리 근처에서 산출하는 녹색을 나타내는 편암 (시료 B6)은 1 mm 정도 크기의 십자석의 반상변정을 가지며, 녹색 흑운모, 다량의 자철석과 전기석으로 구성되어 있다 (Fig. 2J). 이 시료를 채취한 노두는 비교적 잘 발달되어 있으나 한 지역에서 국한되어 산출되므로 다른 지역에서의 연장성을 확인한 후 비교 해석해야 할 것이다. 사질변성암류에서는 장석의 반상변정이 관찰되며, 선각산화강편마암 (김용준, 김정빈, 1988)과의 접촉부에서는 다량의 전기석이 관찰된다. 시장석과 미사장석은 소량이나 변성사질암에서 자주 관찰되며, 극히 드물게 방해석이 산출되는 시료도 있다. 불투명광물로는 자철석과 금홍석이 관찰된다.

오수 도폭 (김규봉 등, 1984)에서 기재한 석류석은 순창 엽리상화강편마암의 후기 산물로 보여지는 백색의 관입암 (지역에 따라서는 암맥의 형태)에서 자주 관찰되며 크기는 1 mm 이하이다. 따라서 석류석을 근거로 이 지역의 변성도를 언급한 것은 피해야 할 것이다. 또한 연구 지역에서 170개 정도의 시료를 현미경관찰 하였으나 균청석은 발견되지 않았다. 변성퇴적암류내의 석류석이나 균청석, 남정석, 십자석의 유무는 연구지역의 남서부로 연속된 지역에 대한 계속적인 연구에 의해 확인할 것을 기대한다.



**Fig. 3.** Mineral assemblage map of meta-sedimentary rocks in the Jinan-Osu area. It shows three metamorphic zones and dashed lines represent the zone boundaries.

#### 변성퇴적암류의 광물조합과 광물화학

오수·진안 지역에 분포하는 이질 및 사질 변성퇴적암류에서 관찰되는 변성광물조합은 대략적으로 서쪽에서 동

쪽으로 가면서 변성도가 증가하는 경향을 나타낸다. 변성 분대에 관여된 모든 암석에는 석영과 백운모를 포함한다. 본 변성대는 광물조합에 따라 서측에서 동측으로 녹나석대 (Ch Zone), 녹나석-흑운모대 (CB Zone), 홍주석-흑운모대 (AB Zone)로 구분할 수 있다 (Fig. 3).

녹나석대의 광물조합은 녹나석-백운모-석영이며, 녹나석-흑운모대는 녹나석-흑운모-백운모-석영과 흑운모-백운모-석영이다. 십자석-흑운모-백운모-석영의 광물조합을 보이는 시료 B6은 광물조합만으로는 판단하기 어려우나 분포 위치를 고려하여 녹나석-흑운모대로 편입시켰다. 한편 홍주석-흑운모대의 광물조합은 흑운모-백운모-석영과 흑운모-홍주석-백운모-석영이며, 전단구조운동시 생성된 편리와 사교하는 얇은 틈을 따라 2차적으로 재결정된 녹나석은 광물조합에서 배제하였다. 또한 정장석, 흑운모와 규선석의 후퇴변성작용의 산물로 보여지는 침상 또는 수염형태의 백운모를 가진 시료 A12도 분포가 협소하여 따로 변성대를 구분하지 않았다. 대표적인 시료들의 광물조합과 위치, 변성분대는 Fig. 3에 표시하였다.

광물의 화학조성을 알기 위해 결정 입자의 크기가 비교적 크고, 변질작용을 적게 받은 것으로 보이는 대표적인 7개의 변성퇴적암을 광물조합과 분포를 근거로 선별하여

전자현미분석 (EPMA)을 실시하였으며, 이 분석된 시료들의 위치와 광물조합은 Fig. 3에 나타냈다. 전자현미분석은 한국표준과학연구소 기초과학지원센터 동위원소분석실에 설치된 CAMECA SX-51을 이용하였다. 분석시 가속전압은 15 kV, 빔 (beam)직경은 10 μm, 그리고 빔 전류는 20 nA이다.

### 흑운모

흑운모는 대부분의 암석에서 반자형 또는 타형으로 산출하며, 저온부에서 작은 결정들이 좁은 띠를 이루고, 고온부로 갈수록 비교적 큰 결정들이 넓은 띠를 이루거나 별개의 결정으로 산출되며, 변형을 심하게 받은 부분은 mica fish 형태의 반상변정을 이룬다. 대부분의 흑운모는 갈색계열의 다색성을 보이나 일부는 녹색 계열의 다색성을 보이기도 하는데, 십자석과 공존하는 시료인 B6은 짙은 녹색을 나타낸다. 분석한 흑운모의 조성은 Table 1과 같으며, 한 시료에서 화학조성이 차이가 나는 두개의 분석값을 제시하였다.

흑운모의 Mg비 ( $Mg/Mg + Fe$ )는 0.34~0.56이며, 녹나석-흑운모대에서는 다양하게 나타나지만 홍주석-흑운모

**Table 1.** Representative analyses of biotites.

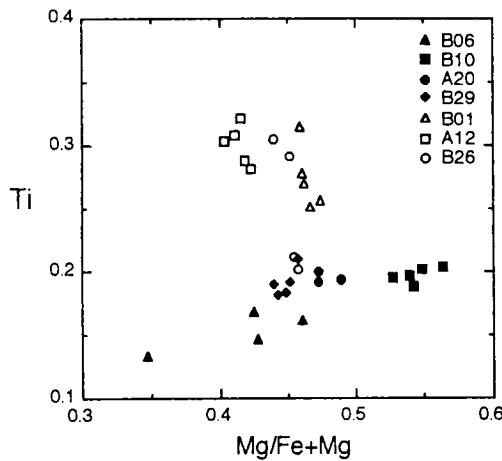
	CB Zone							AB Zone						
	B6-1	B6-2	B10-1	B10-2	A20-1	A20-2	B29-1	B29-2	B1-1	B1-2	A12-1	A12-2	B26-1	B26-2
SiO <sub>2</sub>	34.85	34.39	35.63	37.73	35.51	35.33	34.79	35.05	34.09	34.73	34.76	34.57	34.43	34.62
TiO <sub>2</sub>	1.44	1.25	1.70	1.80	1.71	1.66	1.57	1.65	2.32	2.40	2.77	2.64	2.56	2.64
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18.72	17.97	17.78	16.66	18.61	19.36	18.70	18.25	18.94	18.69	17.80	18.01	19.04	19.29
FeO*	21.35	22.09	18.62	17.06	18.67	17.75	21.17	21.66	20.31	20.10	21.77	21.86	19.63	20.13
MgO	8.85	9.23	11.63	12.36	9.42	9.56	9.43	9.49	9.80	9.64	8.65	8.40	9.47	8.86
MnO	0.18	0.07	0.19	0.15	0.14	0.08	0.08	0.09	0.09	0.10	0.27	0.25	0.24	0.27
CaO	0.03	0.03	0.05	0.04	0.09	0.09	0.01	0.01	0.01	0	0	0	0.01	0.03
Na <sub>2</sub> O	0.24	0.13	0.09	0.07	0.04	0.04	0.07	0.07	0.13	0.11	0.05	0.08	0.24	0.21
K <sub>2</sub> O	9.00	9.16	8.74	8.73	7.97	7.50	9.14	9.05	8.40	8.67	9.34	9.45	8.79	8.44
Total	94.66	94.32	94.43	94.60	92.16	91.37	94.96	95.32	94.09	94.44	95.41	95.26	94.41	94.49
Cation per 22 Oxygens														
Si	5.393	5.377	5.440	5.680	5.511	5.492	5.362	5.391	5.269	5.342	5.367	5.354	5.296	5.318
Al <sup>IV</sup>	2.607	2.623	2.560	2.320	2.489	2.508	2.638	2.609	2.731	2.658	2.633	2.464	2.704	2.682
Al <sup>IV</sup>	0.808	0.688	0.640	0.636	0.925	1.040	0.759	0.699	0.719	0.730	0.607	0.640	0.750	0.811
Ti	0.168	0.147	0.195	0.204	0.200	0.194	0.182	0.190	0.270	0.278	0.321	0.308	0.296	0.305
Fe <sup>2+</sup>	2.763	2.888	2.378	2.148	2.424	2.308	2.729	2.786	2.624	2.586	2.810	2.831	2.526	2.586
Mg	2.041	2.150	2.648	2.775	2.179	2.214	2.167	2.177	2.256	2.211	1.990	1.938	2.173	2.030
Mn	0.023	0.010	0.024	0.020	0.018	0.010	0.010	0.012	0.011	0.014	0.035	0.033	0.032	0.035
Ca	0.005	0.005	0.007	0.006	0.015	0.014	0.001	0.002	0.002	0.001	0	0	0.002	0.005
Na	0.072	0.040	0.026	0.019	0.013	0.011	0.019	0.021	0.038	0.032	0.015	0.024	0.072	0.062
K	1.776	1.827	1.701	1.677	1.577	1.488	1.798	1.777	1.656	1.700	1.839	1.867	1.726	1.653
Mg'	0.425	0.427	0.527	0.564	0.473	0.490	0.443	0.439	0.462	0.461	0.415	0.406	0.451	0.440

Mg'; Mg/(Mg + Fe), Total Fe as FO.

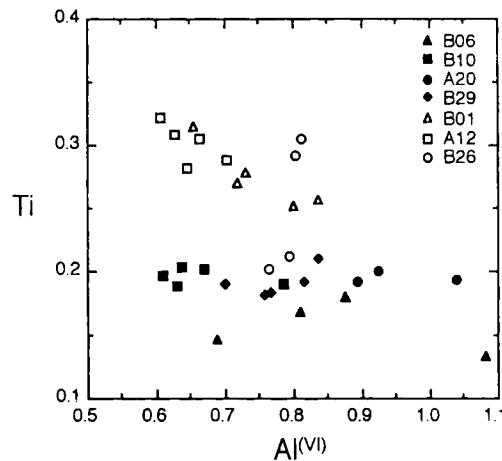
대에서는 0.41~0.47의 범위로 좁게 나타난다 (Table 1, Fig. 4). Mg비가 가장 낮은 시료 B6은 십자석, 자철석과 공존하는데, 십자석 주변의 흑운모의 값 (0.43~0.46)이 자철석 주변의 흑운모 Mg비 (0.34) 보다 높다. Mg비가 가장 높은 시료인 B10은 0.53~0.57의 범위를 가지며, 저

온부에서 Ti의 함량이 가장 높다.

일반적으로 변성도가 증가함에 따라 흑운모내의 Ti 함량이 증가한다고 알려져 있다 (Guidotti, 1984). Fig. 4와 5에서 흑운모의 Ti 함량은 저온부와 고온부가 뚜렷한 차이를 보이는데, 고온부쪽이 상당히 높다. 22개의 무수산소를



**Fig. 4.** Compositions of biotite, plotted in terms of  $Mg/(Fe+Mg)$  and Ti. Open and closed symbols represent AB zone and CB zone samples, respectively.



**Fig. 5.** Compositions of biotite, plotted in terms of  $Al^{(VI)}$  and Ti. Open and closed symbols represent AB zone and CB zone samples, respectively.

**Table 2.** Representative analyses of muscovites.

	CB Zone							AB Zone						
	B6-1	B6-2	B10-1	B10-2	A20-1	A20-2	B29-1	B29-2	B1-1	B1-2	A12-1	A12-2	B26-1	B26-2
SiO <sub>2</sub>	45.84	46.03	46.37	46.49	46.70	46.23	46.05	46.42	46.33	46.12	46.10	45.82	46.62	46.84
TiO <sub>2</sub>	0.50	0.40	0.68	0.73	0.22	0.16	0.05	0.29	1.13	1.10	0.68	0.70	0.03	0.04
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	34.51	34.98	34.81	34.91	35.16	36.07	36.62	35.50	35.29	35.87	35.37	35.99	35.84	35.99
FeO*	3.01	2.78	0.83	1.08	1.11	1.09	0.99	1.29	0.92	1.06	1.16	1.09	1.51	1.52
MgO	0.65	0.57	0.88	0.88	0.50	0.64	0.45	0.72	0.65	0.59	0.56	0.49	0.70	0.85
MnO	0	0.09	0.07	0.01	0	0.05	0	0	0	0	0	0	0	0
CaO	0.02	0.01	0	0	0.19	0	0.03	0.01	0	0.13	0	0	0.03	0.04
Na <sub>2</sub> O	0.96	0.90	0.52	0.43	1.44	1.08	1.11	0.66	0.61	0.64	0.28	0.44	1.17	1.11
K <sub>2</sub> O	9.79	9.80	10.10	10.41	8.76	9.58	9.50	10.04	9.92	10.04	10.51	10.21	9.30	9.10
Total	95.28	95.56	94.26	94.94	94.08	94.90	94.80	94.93	94.95	95.55	94.66	94.74	95.04	95.49
Cation per 22 Oxygens														
Si	6.112	6.112	6.196	6.184	6.224	6.144	6.107	6.166	6.145	6.097	6.151	6.101	6.150	6.161
Ti	0.050	0.040	0.068	0.073	0.022	0.016	0.005	0.029	0.113	0.109	0.069	0.070	0.003	0.004
Al	5.424	5.474	5.483	5.474	5.524	5.626	5.725	5.558	5.534	5.589	5.563	5.560	5.593	5.580
Fe <sup>2+</sup>	0.302	0.278	0.083	0.108	0.111	0.108	0.099	0.129	0.091	0.105	0.117	0.109	0.150	0.150
Mg	0.129	0.112	0.175	0.714	0.099	0.125	0.090	0.142	0.129	0.116	0.111	0.096	0.139	0.167
Mn	0	0.010	0.008	0.001	0	0.005	0	0	0	0	0	0	0	0
Ca	0.002	0.001	0	0	0.028	0	0.004	0.002	0	0.002	0	0	0.004	0.005
Na	0.248	0.231	0.135	0.110	0.371	0.278	0.286	0.169	0.156	0.164	0.072	0.113	3.000	0.282
K	1.665	1.661	1.722	1.767	1.490	1.617	1.607	1.701	1.678	1.693	1.790	1.734	1.571	1.527
Mg'	0.299	0.287	0.678	0.617	0.471	0.536	0.476	0.524	0.586	0.526	0.487	0.468	0.481	0.527
Na'	0.130	0.122	0.073	0.059	0.199	0.147	0.151	0.090	0.085	0.088	0.039	0.061	0.160	0.156

Total Fe as FeO, Mg' = Mg/(Mg + Fe), Na' = Na/(Na+K)

기준으로 한 단위 화학식당 흑운모의 Ti 함량은 고온부에서 0.27~0.31의 범위이며, 저온부에서는 0.13~0.20의 범위를 갖는다 (Table 1). 또한 고온부에서 정장석과 규선석과 공존하는 흑운모의 Ti 함량이 가장 높아 이지역에서 가장 고온의 변성도를 나타내는 것으로 해석된다. Ti와 Mg비의 상관관계는 뚜렷하지는 않으나 고온부에서는 약한 반비례 관계를 저온부에서는 비례관계를 나타낸다. 홍주석이 거의 변질되지 않은 시료 B26의 경우 Ti의 함량이 큰 차이를 보이는데, 이처럼 동일시료 내에서의 큰 변화는 흑운모가 적어도 2회 이상의 변성과정을 거쳐 형성되었음을 시사한다. Ti와 Al<sup>(VI)</sup>사이의 치환관계가 분명하지 않지만, Al<sup>(IV)</sup>와는 뚜렷한 반비례 관계를 보인다.

### 백운모

백운모는 크게 두가지 형태를 이루며 산출하는데, 그 하나는 편리 내지는 염리방향으로 평행하게 배열되어 나타나며 변형을 심하게 받은 부분은 흑운모의 경우처럼 mica fish 형태의 반상변정을 이룬다. 다른 하나는 염리나 편리를 사교 또는 절단하며 판상의 반자형으로 산출하는 것이다. 이 두 백운모의 형성 시기는 전단구조운동의 전후로 추측된다. Table 2는 대표적인 백운모들의 화학조성을 수록하였는데, 형태가 다른 백운모들은 화학성분상의 차이를 보이지 않아 후기에 성분상의 평형이 일어나 균질화된 것으로 해석된다. 십자석 및 자철석과 공존하는 시료 B6은 철의 함량이 특히 높고 (2.5~3.0 wt.%), Si, Al (mol%)과의 상관관계도 다른 시료와는 다른 경향을 보여준다 (Fig. 6과 7에서 점선으로 묶어진 부분). 분석된

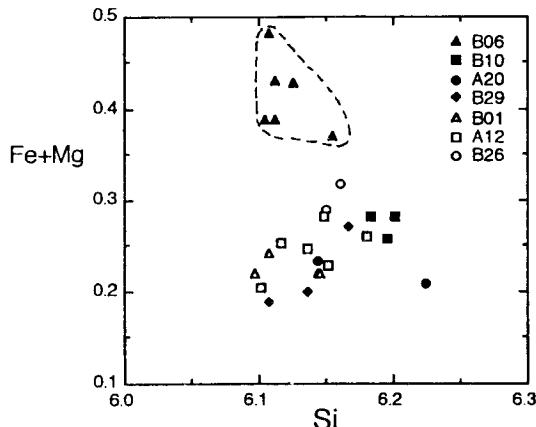


Fig. 6. Compositions of muscovite, plotted in terms of Si and Fe+Mg. Open and closed symbols represent AB zone and CB zone samples, respectively.

백운모들은 모두 상당량의 파라고나이트성분을 함유하는데, Na/(Na+K)값이 0.04에서 0.16의 범위로 Na-K 단성분간의 고용체를 이루고 있음을 알 수 있다. Mg비는 시료 B6을 제외하면 0.47에서 0.68사이의 분포를 보인다. Fig. 6과 7에서 Fe이 성분이 유난히 많은 시료를 제외하면, 백운모내의 Si와 Al은 반비례관계를 보이는 반면 Mg+Fe와 Si는 비례관계를 보인다. 이와같은 백운모의

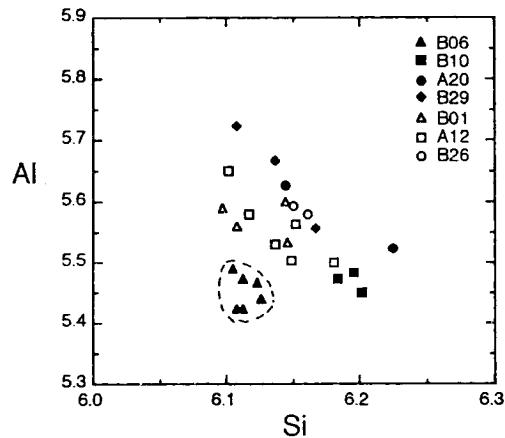


Fig. 7. Compositions of muscovite, plotted in terms of Si and Al. Open and closed symbols represent AB zone and CB zone samples, repectively.

Table 3. Representative analyses of chlorites.

	B1	A20-1	A20-2	B29-1	B29-2
SiO <sub>2</sub>	24.42	24.02	23.88	24.43	25.03
TiO <sub>2</sub>	0.13	0.05	0.06	0.05	0.09
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	21.55	23.03	22.75	22.49	21.72
FeO*	26.34	28.05	27.23	26.45	26.74
MgO	13.37	13.44	13.91	13.99	14.36
MnO	0.15	0.18	0.21	0.24	0.20
CaO	0.02	0.01	0.03	0.04	0.03
Na <sub>2</sub> O	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02
K <sub>2</sub> O	0.14	0.02	0.00	0.03	0.00
Total	87.12	88.80	88.08	87.73	88.19
Cation per 20 Oxygens					
Si	5.247	5.074	5.072	5.184	5.823
Ti	0.022	0.007	0.010	0.008	0.014
Al	5.459	5.735	5.697	5.627	5.405
Fe <sup>2+</sup>	4.913	4.955	4.838	4.694	4.721
Mg	4.283	4.233	4.406	4.426	4.519
Mn	0.027	0.032	0.038	0.043	0.036
Ca	0.005	0.003	0.007	0.009	0.007
Na	0.000	0.000	0.004	0.003	0.009
K	0.038	0.005	0.000	0.009	0.000
Mg'	0.466	0.461	0.477	0.485	0.489

Mg' = Mg/(Mg + Fe), Total Fe as FeO.

**Table 4.** Representative analyses of Feldspars and Staurolites.

	Feldspars					Staurolites (B6)			
	B26-1	B26-2	B10	A12-1	A12-2		1	2 core	2 rim
SiO <sub>2</sub>	58.02	61.32	65.52	63.28	62.88	SiO <sub>2</sub>	27.48	27.53	27.66
TiO <sub>2</sub>	0.00	0.00	0.03	0.01	0.00	TiO <sub>2</sub>	0.53	0.48	0.51
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	25.70	23.56	20.87	18.42	18.48	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	53.97	54.56	53.71
FeO*	0.01	0.05	0.00	0.04	0.01	FeO*	12.87	13.10	13.02
MgO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	MgO	1.24	1.27	1.19
MnO	0.00	0.02	0.00	0.00	0.05	MnO	0.29	0.41	0.39
CaO	7.79	5.43	2.12	0.00	0.00	CaO	0.02	0.01	0.00
Na <sub>2</sub> O	7.13	8.69	10.85	0.81	0.91	Na <sub>2</sub> O	0.03	0.01	0.04
K <sub>2</sub> O	0.04	0.04	0.06	15.08	14.79	K <sub>2</sub> O	0.01	0.00	0.00
Total	98.69	99.11	99.45	97.64	97.12	Total	96.44	97.37	96.52
Cation per 8 oxygens					Cation per 20 oxygens				
Si	2.647	2.759	2.905	2.981	2.976	Si	9.042	7.988	8.093
Al	1.382	1.250	1.901	1.023	1.031	Ti	0.116	0.104	0.112
	4.029	4.009	3.996	4.004	4.007	Al	18.608	18.656	18.518
Ca	0.305	0.207	0.080	0.000	0.000	Fe <sup>2+</sup>	3.148	3.177	3.186
Na	0.631	0.758	0.933	0.074	0.083	Mg	0.540	0.549	0.520
K	0.002	0.002	0.004	0.906	0.893	Mn	0.072	0.101	0.095
	0.938	0.967	1.017	0.980	0.976	Ca	0.005	0.003	0.000
An(%)	32.5	21.4	7.90	0	0	Na	0.015	0.003	0.020
Ab(%)	67.3	78.4	91.7	7.6	8.5	K	0.002	0.000	0.000
Or(%)	0.2	0.2	0.4	92.4	91.5	Mg'	0.146	0.147	0.140

Total Fe as FeO. Mg' = Mg / (Mg + Fe).

성분변화는 쳐마카이트 (tschermakite) 치환, 즉 ( $Mg, Fe^{2+}$ ) + Si =  $Al^{IV} + Al^{VI}$ 에 의해 설명된다.

## 녹니석

녹니석은 야외관찰과 현미경관찰에 의해 크게 세가지로 구분된다. 암석의 기재 부분에서 기술한 암편의 외곽부를 이루는 짙은 녹흑색 부분과 다양한 점문상의 반상변정 및 판상의 흑운모가 변질된 것이 있다. 녹니석은 입자가 작거나 흑운모와 함께 얇은 띠를 이루며 편리를 따라 배열되어 있을 경우 전자현미분석이 아주 곤란하여 저온부에서 흑운모와 공존하는 녹니석의 분석치는 많지 않다. 분석된 녹니석의 화학조성 (Table 3)에서  $Mg/Mg + Fe$ 값은 0.46에서 0.49의 범위를 나타낸다. Table 3에서 시료 B1의 화학조성은 바로 인접하는 흑운모가 없어 비교하기 곤란하지만, 주변의 흑운모와 Mg비가 유사한 점과 현미경하에서의 특징으로 보아 흑운모의 2차 산물로 보여진다. 야외에서나 박편상에서 뚜렷하게 점문상 반상변정을 가진 시료 A20의 경우 주변의 흑운모와의 분배계수 ( $K_D$ ) = 녹니석의 Mg비/흑운모의 Mg비)가 거의 1에 가까워 이들은 1차적인 녹니석의 반상변정이 아니라 흑운모의 반상

변정이 나중에 재결정된 것으로 해석된다. 신장된 암편을 포함하는 시료 B29에서 암편의 주위에 발달한 녹니석들은 현미경하에서 공존하는 흑운모와 그 형태나 색이 완전히 다르며 흑운모보다 높은 Mg비를 갖는다.

## 장석류와 십자석

대다수의 시료에서 사장석은 결정의 크기는 작으나 자주 관찰되는 반면 정장석의 산출은 드물다. 사장석은 대개 올리고클레스-안데신 (An 21-33)이며 알바이트도 산출된다 (Table 4). 사장석은 입자의 크기가 작으며 입자내에서의 성분변화는 거의 없다. 정장석은 옅은 녹색의 반상변정 (최대 직경 1 cm)을 가진 시료 A12의 반상변정을 구성하는 광물로 산출되며 내부에 침상의 운모를 포함하고 있다. 이 시료 내에서 정장석들의 화학조성상의 차이는 거의 없으며, 정장석의 단성분 (Or)은 92 mol% 정도이다.

연구 지역에서 십자석을 포함하는 시료 B6은 흑운모나 백운모의 Fe/Mg비가 본역의 다른 편암류의 그것보다 아주 높게 나타난다. 십자석은 마름모꼴 형태의 자형 내지 반자형으로 최대 길이는 1 mm이며 흑운모, 자철석 등과

함께 산출한다. 십자석의 Mg비는 0.14~0.15의 범위로서, 동일시료 내에서 입자와 입자 또는 단결정의 중심부와 주변부의 성분변화는 거의 없다 (Table 4).

## 토의 및 결론

연구지역에서 변성퇴적암류 및 주변의 엽리상화강암류에 관한 문제점을 정리하면 다음과 같다. 지체구조상 이 지역의 변성퇴적암류는 옥천습곡대와 영남육괴 중 어느 쪽에 속하는가? 변성퇴적암류의 원암은 어떤 구조적 환경 하에서 퇴적되었는가? 변성퇴적암류의 원암은 언제 퇴적되었는가? 변성작용의 횟수와 시기, 각각의 변성도는 어느 정도인가? 전단변형작용의 시기, 형태, 이동거리는 어느 정도인가? 이러한 문제는 본 연구지역에 국한하는 문제가 아니라 한반도 지체구조 형성사를 해석하는데 중요한 단서가 될 수도 있다는 점에서 중요하다. 즉, 옥천습곡대의 형성을 대륙분열의 실패지 (Aulacogene)로 볼 것인가 아니면 경기육괴와 영남육괴의 충돌에 의한 것인가를 판단하는 단서도 제공할 수 있을 것이다.

본역에 분포하는 변성퇴적암류들은 한반도의 남부에 분포하는 선캠브리아기의 지층인 경기육괴와 영남육괴 중 영남육괴에 해당하는 지역의 일부이다. 영남육괴는 중국대륙의 남동부에서 북동 방향으로 황해를 거쳐 한반도로 연장 분포하는 Fukien-Reinan육괴에 대비된다 (김동학, 이병주, 1984). 영남육괴는 지리산을 중심으로 한 남서부 지역과 소백산 지역을 중심으로 한 북동부 지역으로 크게 대분된다. 이를 구성하는 선캠브리아기 변성암류에 대해 전자를 지리산편마암복합체 (PCji), 후자를 소백산편마암복합체 (PCso)로 부른다. 본 연구지역은 1:25만 지질도 전주도폭 (1973)을 기준으로 소백산편마암복합체 중에서 PCso (s)에 속하는 이질·사질 기원의 변성퇴적암류의 분포지역이다.

본 변성퇴적암류의 연장은 북동으로 설천도폭 (윤석규, 박병권, 1968) 상주도폭 (원종관, 김기태, 1969) 지역을 거쳐 영남육괴 북동부 지역으로 연장된다. 본 퇴적암류와 유사한 암석이 영광도폭 (최위찬 등, 1986), 신홍도폭 (김정환 등, 1982), 갈담도폭 (홍만섭 등, 1966) 내에서도 산출된다. 김정환 등 (1982)과 강필종 등 (1982)은 본 퇴적암류와 영광-신홍-갈담도폭 내의 변성퇴적암류는 동일지층이며, 큰 배사습곡의 두 脚 (Limb)에 해당한다고 해석했다. 또한 순창도폭 (박희인, 1966)에서는 변성퇴적암류가 전주 부근에서 산출되는 소위 전주통과 암상이 유사하여 서로 대비될 가능성을 시사했다. 한편 소위 전주통은 1:25만 지질도 전주도폭에서는 옥천계로 표시되고 있어,

이 지역의 변성퇴적암류가 옥천계에 대비될 가능성을 시사했다. 그러나 남원도폭 (김동학, 이병주, 1984)에서는 옥천계 지층과 본 변성퇴적암류는 변형 양상의 차이가 큰 점을 들어 다른 지체구조에 속한다고 하였다. 즉, 옥천계 지층은 대체로 횡압력에 의한 습곡구조, 트러스트 및 벽개 등이 발달하는데 반해, 본 변성퇴적암류는 전단구조운동에 의해 전단대가 형성되면서 마이로나이트화된 곳이 많으며, 광물배열선구조의 Plunge가 대체로 저각도인 점을 들어 서로 다르다고 주장했다.

본 연구지역은 소위 용암산층과 설옥리층이라 불리는 변성퇴적암류 분포지의 일부 지역이므로, 다른 지역의 변성퇴적암류와의 원암을 비교한다는 것은 다소 무리가 있지만, 단순히 변성광물의 광물조합이나 광물화학을 비교할 수 있다. 우선 남원도폭 (김동학, 이병주, 1984)에서는 이 변성퇴적암류의 남서 연장부가 호남탄전 지역의 고생대 지층과 유사함을 시사하였고, 영남육괴 북동부인 소백산편마암복합체로 알려진 경북 봉화군 일대 (장군광산 주변부)에도 고생대의 변성퇴적암류가 분포한다. 장군광산 주변에 분포하는 고생대 변성퇴적암류의 변성작용 (안건상 등, 1993; 안건상, 이현구, 1995; 양판석, 조문섭, 1995)과 비교해 보면, 본 연구지역에서 석류석과 남정석의 존재가 확인되지 않고 있으나 연구지역의 남서측 연장부인 동계, 창평지역에서 석류석이 발견되고 (현재 연구 진행 중) 남정석도 보고되고 있는 점을 고려하면, 광물조합이나 광물화학에 있어 유사한 점을 발견할 수 있다. 그러나 문경지역에 분포하는 고생대 지층인 평안누층군이나, 중생대의 대동누층군에서의 광물조합이나 광물화학 (Ahn, 1991)이 이들과는 판이하게 다르다. 또한 본역의 변성암에서 특징적으로 나타나는 점문상천매암의 점문을 이루는 광물을 옥천계 지층 가운데 저변성도 지역에서 산출하는 점문 (Ahn, 1991; 노진환, 1995)과 비교하면 점문을 이루는 광물 (근청석)이 서로 다르며, 광물조합도 판이하다. 이런 차이는 원암의 퇴적환경이나 근원지에 대한 고려가 없는 단순한 비교이기는 하나 본역의 변성퇴적암류가 옥천계 변성암류 보다는 오히려 영남육괴 변성암류에 속할 가능성이 있는 것으로 볼 수도 있으며, 이러한 문제점을 해결하기 위해 옥천습곡대 남서부와의 비교 연구가 필요하다.

본역의 변성퇴적암류 주변에는 순창엽리상화강암을 비롯한 여러 엽리상화강암류가 분포하는데, 이를 암류에 대하여 김형식 (1970)과 Kim (1973)은 남원화강암을 제외한 엽리상화강암류를 미그마타이트로 간주했으며, 이들은 운모편암이 미그마타이트화작용을 받아 생성된 것으로 생각하였다. 그는 또한 본 암류가 규암, 운모편암 및 앰페볼라이트와 같은 변성퇴적암류의 잔류물을 다량 포획하

고 있음을 근거로 옥천-충주 일대에 분포한 옥천습곡대의 변성퇴적물들과 동일한 것으로 판단했다. 그러나 순창도폭 (박희인, 1966), 갈담도폭 (홍만섭 등, 1966), 창평도폭 (손치무, 1966) 및 김옥준 (1971)은 화성기원의 암석으로 보았다. 특히 김옥준 (1971)은 전주 부근이나 진안 부근에서 본암이 진안통에 의하여 덮이는 것을 관찰하였으며 북북동 방향의 편리가 발달하는 것으로 보아 쥬라기 흑운모화강암과 동일관입체로 생각하였다. 김동학과 이병주 (남원도폭, 1984)은 임실군 삼계면 학정리 부근과 강천사 진입로 주변에서 순창엽리상화강암이 포획물을 가지는 것을 근거로 순창엽리상화강암은 화강암이 변형작용을 받아 형성된 것으로 판단하였다. 또한 그들은 본역 주변의 엽리상화강암류들은 모두 변형작용을 받은 화강암류들로 연성변형 내지 취성변형에 의해 마이로나이트화 내지 파쇄조직을 갖는 것으로 해석했다.

본 변성퇴적암류의 원암이 퇴적된 시기에 대한 의견은 크게 세가지로 나뉘고 있다. 창평도폭 (손치무, 1966), 동복도폭 (김봉균, 박병권, 1966), 복내도폭 (이상만, 김형식, 1966) 및 남원도폭 (김동학, 이병주, 1984) 도폭에서는 고생대로 생각했으며, 갈담도폭 (홍만섭 등, 1966), 순창도폭 (박희인, 1966), 보성도폭 (황인전, 정창순, 1968), 장흥도폭 (최유구, 윤형대, 1968), 강진도폭 (장기홍, 김기태, 1967), 남창도폭 (김서운, 박양대, 1967)에서는 시대미상으로 두었다. 그리고 진안도폭 (島村 新兵衛, 1925)과 해남도폭 (木野崎吉郎, 1929)에서는 선캄브리아기에 대비하였다. 변성퇴적암류와 접하고 있는 엽리상화강암류의 절대연대는 저콘 (Zircon)에 대한 U/Pb법과 광물 또는 전암에 대한 K-Ar법으로 체계적인 분석을 하였다 (김정빈, 1990; Turek, Kim, 1995). 저콘 (Zircon)에 대한 U/Pb법에 의한 절대연령은 엽리상화강암으로 암 187±3 Ma, 순창엽리상화강암이 183±8 Ma, 남원화강암이 176±3 Ma이며 (Turek, Kim, 1995), 흑운모화강편마암과 선각산화강편마암의 K/Ar연대는 각각 1503±75 (각섬석), 889±44 Ma (백운모)이다 (김정빈, 1990). 선각산화강편마암의 후기산물로 보여지는 페그마타이트 암맥이 이 지역에서 변성퇴적암류를 관입한 사실로 판단한다면, 변성퇴적암류의 형성은 복운모화강암의 관입전이므로 이 변성퇴적암류의 퇴적시기는 적어도 선캄브리아기가 된다.

본역의 변성퇴적암류에 발생한 변성작용에 대해 김형식 (1970)은 온도, 압력이 가장 낮은 A대에 속하며 지시광물로서 백운모와 녹나석이며, 변성퇴적암류를 둘러싸고 있는 엽리상화강암과 편마암류를 B대로 구분하여 A대의 백운모, 녹나석 대신 녹황색의 흑운모와 녹염석을 지시광

물로 하였다. 그러나 이러한 변화는 A대에 속하는 변성퇴적암류 내에서 서측에서 동측으로 점이적으로 변화하며 A, B대의 구분은 불명확하고 그 분포도 다르다. 또한 홍주석은 남원화강암체와의 접촉부 이외의 여러 지역에서 자주 관찰된다.

연구지역에 국한해서 변성퇴적암류의 광물조합을 기준으로 서측에서 동측으로 녹나석대, 녹나석-흑운모대와 홍주석-흑운모대로 나눌 수 있다. 변성분대 사이의 반응을 보면, 녹나석대와 녹나석-흑운모대 사이의 변성반응은  $\text{phengitic muscovite} + \text{chlorite} = \text{less phengitic muscovite} + \text{biotite} + \text{quartz} + \text{H}_2\text{O}$ , 녹나석-흑운모대 사이의 변성반응은  $\text{muscovite} + \text{chlorite} + \text{quartz} = \text{andalusite} + \text{biotite} + \text{H}_2\text{O}$ 이다. 또한 십자석-흑운모-백운모-석영으로 구성된 시료 B6와 정장석-규선석-흑운모-석영으로 구성된 시료 A12의 생성반응을 추정해 보면 다음과 같다. 전자의 반응은  $\text{chlorite} + \text{muscovite} = \text{staurolite} + \text{biotite} + \text{quartz} + \text{H}_2\text{O}$ 이며, 후자는  $\text{muscovite} + \text{quartz} = \text{K-feldspar} + \text{Al}_2\text{SiO}_5 + \text{H}_2\text{O}$ 이다. 그러나 이러한 반응은 현재 관찰되는 광물조합에 의해 추정된 것이며, 이 지역이 적어도 2회 이상의 누진변성과정을 거쳐 형성되었음을 고려할 때 변성반응계열과 변성온도-압력 조건에 관한 연구는 계속되어야 할 것이다.

오수도폭 (김규봉 등, 1984)에 기재된 석류석은 순창엽리상화강암에 관입한 산성암맥에 존재하여 이 지역 변성퇴적암류의 산물이 아닌 것이 확실하다. 남원도폭 (김동학, 이병주, 1984)에서는 이 변성퇴적암류의 연장부에서 석류석이나 남정석의 존재가 보고되어 있는데, 연구지역에서는 순창엽리상화강암과의 접촉부 근처의 협소한 지역에서 십자석이 관찰되나 남정석은 관찰되지 않았다. 장태우 등 (1995)은 클로리토이드 (Chloritoid)를 기재하고 있으나 적어도 본 연구지역에서는 산출하지 않으며, 그 형태가 녹나석과 아주 유사한 점을 주의해야 할 것이다. 또한 현재 진행중인 연구지역의 남서측 연장부인 동계에서 석류석과 흑운모가 공존하는 것이 확인되어 영남육괴의 가장자리에 분포하는 이 암류에 대한 변성작용의 성격은 조만간에 파악될 수 있을 것으로 기대된다.

현재 진행중인 연구결과와 문헌상의 자료를 토대로 이 지역의 변성과정사를 다음과 같이 추정해 볼 수 있다. 1. 엽리상화강암류의 생성시기를 고려하면 원생대후기 (?)에 광역변성작용을 한 번 받았다. 2. 두 번째의 광역변성작용이 일어난 시기는 대보조산운동이 진행될 동안이며, 이때 연구지역 주변의 순창엽리상화강암이 관입하였다. 이것이 영남육괴의 주된 변성작용으로 변성조건은 남정석이 안정한 중압 정도였을 것이다. 3. 두 번째 변성작용

이 진행되는 과정이나 후기에 전단구조운동을 받아 이미 관입한 화강암류나 변성암류가 변형을 받았다. 4. 전단구조운동이 끝난 후에 일부 화강암류가 관입하여 국지적으로 접촉변성작용을, 부분적으로 후퇴변성작용을 받았다. 5. 마지막으로 전단변형시 만들어진 단층대나 작은 틈을 따라 변질작용이 일어났다.

## 사      사

야외조사를 비롯하여 연구지역 주변에 분포하는 엽리상 화강암류의 시료와 박편을 제공해준 김정빈 박사께 심심한 감사를 드린다. 또한 시료 처리에 적극 협조해 준 조선대학교 공과대학 자원공학과 박영석 교수와 그의 연구실의 박사과정 김진, 석사과정 이종태, 김종균에게도 감사의 뜻을 전한다. 박편제작에 도움을 준 강원대학교 지질학과 박수인 교수과 고보균 선생께도 감사한다. 전자현미분석에 도움을 준 한국표준과학연구소 기초과학지원센터의 동위원 소분석실 이석훈 박사께 고마운 뜻을 전하고자 한다.

## 참고문헌

- 강필종, 조민조, 최영섭, 백동훈 (1982) 원격탐사자료에 의한 옥천습곡대 남부 연장부 (전주-목포)의 지질구조 연구. 조사보고서, 13권, p. 57-88.
- 강필종, 최위찬, 김규봉, 홍승호, 이병주, 황재하, 박기화, 황상기, 최범영, 송교영, 진명식 (1995) 한국지질도 (1:1,000,000), 한국자원연구소.
- 국립지질광물연구소 (1973) 1:250,000 지질도 전주도폭.
- 김규봉, 최위찬, 황재하, 김정환 (1984) 한국지질도 오수도폭 (1:50,000) 및 설명서. 한국동력자원연구소, 38p.
- 김동학, 이병주 (1984) 한국지질도 남원도폭 (1:50,000) 및 설명서. 한국동력자원연구소, 40p.
- 김봉근, 박병권 (1966) 한국지질도 동북도폭 (1:50,000) 및 설명서. 상공부 국립 지질 조사소, 33p.
- 김용준, 김정빈 (1988) 장계-임실간에 분포하는 화성암류에 대한 암석학적 연구. 지질학회지, 24권 특별호, p. 87-110.
- 김서운, 박양대 (1967) 한국지질도 남창도폭 (1:50,000) 및 설명서. 과학기술처 국립 지질 조사소, 16p.
- 김정빈 (1990) 장수지역에 분포하는 화성암류의 암석화학과 지질시대에 대한 연구. 지질학회지, 26권, p. 553-526.
- 김정빈, 김용준 (1990) 담양-진안 사이에 분포하는 엽리상화강암류에 대한 지질시대와 성인에 관한 연구. 광산지질, 23권, p. 233-244.
- 김정환, 홍승호, 황상구 (1982) 한국지질도 신홍도폭 (1:50,000) 및 설명서. 한국동력자원연구소, 27p.
- 김형식 (1970) 한국 서남부 일대의 광역변성작용에 관하여. 지질학회지, 6권, p. 97-118.
- 노진환 (1995) 수안보 지역 옥천누층군 변성 이질암류의 접촉변성분대와 반점상 균청석의 생성. 지질학회지, 31권, p. 328-342.
- 박희인 (1966) 한국지질도 순창도폭 (1:50,000) 및 설명서. 상공부 국립 지질 조사소, 29p.
- 손치무 (1966) 한국지질도 창평도폭 (1:50,000) 및 설명서. 상공부 국립 지질 조사소, 30p.
- 안건상, 정현희, 이현구 (1993) 장군광산 주변에서의 누진변성반응계열. 자원환경지질, 26권, p. 473-487.
- 안건상, 이현구 (1995) 경북 봉화군에 분포하는 장산규암층의 암석학적 및 지구화학적 연구. 자원환경지질, 28권, p. 43-51.
- 양판석, 조문섭 (1995) 춘양 화강암체 주변 두음리층에 산출하는 십자석-흑운모-홍주석-석류석 광물조합: 대수학적 분석. 암석학회지, 4권, p. 49-60.
- 이상만, 김형식 (1966) 한국지질도 복내도폭 (1:50,000) 및 설명서. 상공부 국립 지질 조사소, 29p.
- 이상만 (1980) 지리산 (하동-산청)지역의 변성이질암의 변성작용에 관한 연구. 지질학회지, 16권, p. 1-15.
- 이상만 (1988) 소백산육괴 종합 변성상 연구. 한국동력자원연구소 연구보고서, KR-87-5, 29p.
- 원종관, 김기태 (1969) 한국지질도 상주도폭 (1:50,000) 및 설명서. 과학기술처 국립 지질 조사소, 29p.
- 윤석규, 박병권 (1968) 한국지질도 설천도폭 (1:50,000) 및 설명서. 과학기술처 국립 지질 조사소, 27p.
- 장기홍, 김기태 (1967) 한국지질도 강진도폭 (1:50,000) 및 설명서. 과학기술처 국립 지질 조사소, 15p.
- 장태우, 기원서, 이병주 (1995) 순창전단대. 대한지질학회 춘계학술답사 안내서, 41p.
- 최유구, 윤형대 (1968) 한국지질도 장흥도폭 (1:50,000) 및 설명서. 과학기술처 국립 지질 조사소, 17p.
- 최위찬, 황상구, 김영범 (1986) 한국지질도 영광도폭 (1:50,000) 및 설명서. 한국동력자원연구소, 17p.
- 홍만섭, 윤선, 길영준 (1966) 한국지질도 갈담도폭 (1:50,000) 및 설명서. 상공부 국립 지질 조사소, 21p.
- 황인전, 정창순 (1966) 한국지질도 보성도폭 (1:50,000) 및 설명서. 상공부 국립 지질 조사소, 29p.
- 島村新兵衛 (1925) 한국지질도 제5집 (전주, 전안도폭). 조선총독부 지질조사소.
- 木野崎吉郎 (1929) 한국지질도 (해남도폭, 1:50,000). 조선총독부 지질조사소.
- Ahn, K.S. (1991) New metamorphic reaction in low-pressure meta-pelitic rocks and petrological study on the dolerite sills of the Mungyong area, Korea. Ph. D. Thesis, Univ. of Tokyo, 186p.
- Guidotti, C.V. (1984) Micas in metamorphic rocks. In micas, Rev. Mineral., 13 (ed. S.W. Bailey), Mineral. Soc. Am., p. 357-467. Kim, H.S. (1973) On migmatites in the Jeonju-Mogpo area, Korea. Jour. Geol. Soc. Korea, v. 9, p. 207-234.
- Turek, A. and Kim, C.B. (1995) U-Pb zircon ages of Mesozoic plutons in the Damyang-Geochang area, Ryongnam massif, Korea. Geochemical J., v. 29, p. 243-258.

---

1997년 1월 31일 원고접수