

# 충북 미원지역에서 산출하는 마가라이트의 광물조직과 성인

이승준<sup>1</sup>, 안중호<sup>1</sup>, 김현철<sup>2</sup>, 조문섭<sup>2</sup>

<sup>1</sup>충북대학교 지구환경과학과(syngjoon@trut.chungbuk.ac.kr),

<sup>2</sup>서울대학교 지질과학과

## 1. 서 론

마가라이트 (margarite)는 층간전하가 2인 2:1 층상규산염광물로써, 다른 운모류 광물들과 비교하여 탄성력이 떨어지고 인장강도가 약한 물리적 취성을 띠고 있기 때문에 “브리틀 마이카 (brittle mica)” 로 알려져 있다 (Deer et al., 1962; Takéuchi, 1965; Guggenheim and Bailey, 1975, 1978; Guggenheim, 1984; Rieder et al., 1998). 마가라이트는 일반적으로 알루미늄 규산염광물의 동질이상에 대한 가상 교대작용 (Chinner, 1974; Guidotti and Cheney, 1976; Gibson, 1979; Guidotti et al., 1979; Teale, 1979; Baltatzis and katagas, 1981)에 의해 흔히 산출된다. 마가라이트와 관련된 초창기 연구에서는 화학조성상의 휘귀성과 산출빈도가 적기 때문에 주요 조암광물로 인식을 받지 못하였지만, 마가라이트의 다양한 산출에 관한 연구가 지속적으로 보고됨에 따라 이제는 주요 조암광물로 고려되고 있다. Frey et al. (1982)에 의하면 마가라이트의 산출양상은 전진변성광물로써, 변성정도는 하부 녹색편암상에서부터 상부 각섬암상까지의 변성 이질암에서 쉽게 산출된다고 보고하였다. 본 연구에서는 편광현미경과 전자현미분석기의 후방산란전자영상을 이용하여 충청북도 미원지역의 운교리층에서 산출하는 마가라이트의 산출상태와 미세조직에 관하여 연구하였다.

## 2. 연구방법

연마박편을 제작하여 편광현미경과 전자현미분석기를 이용하여 관찰하였다. 분석조건은 가속전압이 15 KeV, 20 nA의 빔전류, 그리고 빔의 직경은 2  $\mu\text{m}$ 이다. 광물조직에 관한 연구는 박편을 투과한 편광된 빛을 이용한 편광현미경과 전자현미분석기의 후방산란전자영상으로 관찰하였다.

## 3. 결 과

편광현미경 관찰에 의하면, 마가라이트는 무색 또는 옅은 분홍색의 다색성을 보이며, 최대 소광각 (extinction angle)은 약 7°이다. 또한 마가라이트의 산출상태는 길이가 1 mm 이내이고 두께는 약 0.1 mm 이내로 다른 운모류 광물들보다 훨씬 크게 산출된다. 후방산란전자영상으로 관찰한 마가라이트는 순수하지 않고, 녹니석과 평행하게 나타나거나 마가라이트 결정의 테두리부근에 녹니석이 존재한다. 마가라이트의 쪼개짐을 따라서 녹니석이 마가라이트를 교대하는데, 이러한 조직관계는 마가라이트가 녹니석으로 변질되었음을 시사한다. 녹니석 결정내에 백운모와 흑운모

가 존재하는데, 마가라이트가 형성된 후에 녹니석이 다시 백운모와 흑운모로 변질되었음을 시사한다. 마가라이트는 커다란 석영결정의곽으로 흑운모의 엽리방향과는 무관하게 일정한 방향성 없이 존재하거나, 또는 석영 결정을 관입하여 발달한다.

전자현미분석기를 이용하여 마가라이트를 화학분석한 결과, 파라고나이트(paragonite) 고용체는 약 16.5 mol%에서 23.8 mol%까지 다양한 반면에, 백운모 고용체는 약 0.6 mol%에서 2.5 mol%로 매우 낮다 (표 1). 또한, 마가라이트의 팔면체자리(dioctahedral site)의 Mg 성분이 매우 낮기 때문에, 클린토나이트(clintonite) 고용체는 거의 존재하지 않는다.

#### 4. 결론 및 토의

충청북도 미원지역에서 산출되는 마가라이트는 특징적으로 다른 변성기원 광물들을 절단하거나 관입하여 발달하고, 녹니석과 평행하게 공존하는 형태로 발견된다. 운교리층내의 마가라이트는 이지역의 최고 변성작용 이후에 생긴 이차광물로서 산출상태도 매우 다양하고, 같은 시료내에서 엽리방향을 따라 배열되어 있는 흑운모와는 달리 일정한 방향성을 보여주지 않는다. 마가라이트는 순수하지 않고, 녹니석, 흑운모, 백운모등이 결정내에 변질산물로 존재하는데, 이러한 광물들은 마가라이트가 형성된 후 변질되어 생성된 것으로 보인다. 또한, 마가라이트의 쪼개짐을 따라 녹니석이 마가라이트를 교대하고 있는 조직은 마가라이트가 변질작용을 받았음을 시사한다. 이차광물로 형성된 마가라이트, 녹니석, 및 석영은 초기의 변성작용에 의하여 형성된 광물들보다 훨씬 큰 결정으로 산출된다. 마가라이트의 산출은 이 지역이 광역변성작용후 관입암체에 의한 접촉변성작용에 의한 영향을 받았음을 지시하며, 특히 주변에 관입암체가 관입하면서 수반하는 열수용액이 변질작용을 일으킨 주된 요인으로 보인다.

#### 5. 참고문헌

- Baltatzis, E., and Katagas, C., 1981, Margarite pseudomorphs after kyanite in Glen Esk, Scotland. *American Mineralogist*, 60, 265-272.
- Chinner, G. A., 1974, Dalradian margarite : A preliminary note. *Geological magazine*, 111, 699-709.
- Deer, W. A., Howie, R. A., and Zussman, J., 1962, *Rock-forming minerals*, vol. 3: Sheet silicates. 270p. Longman, London.
- Frey, M. Bucher, K., Frank, E., and Schwander, H., 1982, Margarite in the central Alps. *Schweiz. Mineral. petrogr. Mitt.*, 62, 21-45.
- Gibson, G. M., 1979, Margarite in kyanite and corundum-bearing anorthosite, amphibolite and hornblende from Central Fiordland, New Zealand. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 68, 171-179.

- Guggenheim, S., 1984, The brittle micas. In : Bailey, S. W., editor. *Reviews in Mineralogy* 13. Micas. Washington, D.C. Mineralogical Society of America, 61-104.
- Guggenheim, S., and Bailey, S. W., 1975, Refinement of the margarite in subgroup symmetry. *American Mineralogist*, 60, 1023-1029.
- Guggenheim, S., and Bailey, S. W., 1978, Refinement of the margarite in subgroup symmetry : correction, further refinement, and comments. *American Mineralogist*, 63, 186-187.
- Guidotti, C. V., and Cheney, J. T., 1976, Margarite pseudomorphs after chiastolite in the Rangeley area, Maine. *American Mineralogist*, 61, 431-434.
- Guidotti, C. V., Post, J. L., and Cheney, J. T., 1979, Margarite pseudomorphs after chiastolite in the Georgetown area, California. *American Mineralogist*, 64, 728-732.
- Rieder, M., Cavazzini, G., D'yakonov, Y. S., Frank-Kamenetskii, V. A., Gottardi, G., Guggenheim, S., Koval'. P. V., Müller, G., Neiva, A. M. R., Radoslovich, E. W., Robert, J. L., Sassi, F. P., Takeda, H., Weiss, Z., and Wones, D. R., 1998, Nomenclature of the micas. *Clays and Clay Minerals*, 46, 586-595.
- Takéuchi, Y., 1965, Structures of brittle micas. *Clays and Clay Minerals*, 13, 1-25.
- Teale, G. S., 1979, Margarite from the Olary Province of South Australia. *Mineralogical magazine*, 43, 433-435.

Table 1. Representative electron microprobe analyses of margarite and muscovite.

Oxide	margarite			muscovite	
	H8-1	H8-3	H8-21	H8-4	H8-23
SiO <sub>2</sub>	31.35	33.32	30.68	46.77	46.32
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	49.26	48.48	49.68	35.30	36.56
MgO	0.14	0.05	0.36	0.98	0.69
FeO	0.61	0.60	1.05	1.50	1.23
MnO	0.00	0.00	0.03	0.00	0.01
TiO <sub>2</sub>	0.09	0.10	0.13	0.46	0.41
K <sub>2</sub> O	0.10	0.29	0.02	10.09	10.06
Na <sub>2</sub> O	1.33	1.86	1.67	0.67	0.63
CaO	11.57	10.45	10.88	0.02	0.03
Total (wt%)	94.48	95.18	94.54	95.82	95.97
Ions per formula unit					
Si	4.18	4.40	4.10	6.18	6.10
Al(IV)	3.79	3.59	3.89	1.81	1.90
ΣTet.	8.00	8.00	8.00	8.00	8.00
Al(VI)	3.95	3.96	3.95	3.67	3.77
Mg	0.02	0.01	0.07	0.19	0.13
Fe	0.06	0.06	0.11	0.16	0.13
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ti	0.00	0.01	0.01	0.04	0.04
ΣOct.	4.06	4.05	4.16	4.08	4.09
K	0.01	0.05	0.00	1.70	1.69
Na	0.34	0.47	0.43	0.17	0.16
Ca	1.65	1.47	1.56	0.00	0.00
ΣInt.	2.02	2.00	1.99	1.87	1.85
mol% margarite	81.98	73.73	78.09	0.16	0.27
mol% paragonite	17.08	23.78	21.71	9.17	8.72
mol% muscovite	0.94	2.49	0.20	90.67	91.01

\* Total Fe reported as FeO.

\*\* Margarite and muscovite formulae normalized to O<sub>10</sub>(OH)<sub>4</sub>.