

## 태백산지역에 분포하는 화강암체 기원 견운모광상의 성인적 고찰

### Genetic Consideration of Sericite Deposits Derived from Granitic Rocks in the Taebaegsan Region

유 장 한(Jang Han Yoo)\* · 지 세 정(Sei Jeong Chi)

한국지질자원연구원

(Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources (KIGAM), 30 Gajeong-dong, Yuseong-gu, Daejeon  
305-350, Korea)

요약 : 강원도 영월 및 경북 봉화의 견운모광상은 화강암질 마그마의 알카리치환작용에 의한 광상으로 추정된다. 견운모광체는 캄브리아-트라이아스기에 관입한 압주상의 우백질 화강암체 내에 배태되어 있으며, 이들 압주는 각기 시대미상의 페그마타이트질 미그마타이트와 선캄브리아기의 흥제사화강암류를 관입하고 있다. 고생대 최하부층인 장산규암층은 열수작용 중에 그 방출을 막는 덮개역할을 하였으며, 견운모광상은 태백지향사 형성에 생성된 함백향사의 남단 및 남동단에 각기 위치한다. 우백질 화강암류는 전기석을 가지는 페그마타이트를 흔히 포함하며, 대체적으로 K 및 Na-장석류가 풍부하며, 광체는 암체의 상부 및 가장자리로 가면서 흔히 확인되며, 고품위광체는 거의 순수한 견운모 단일광물로 구성되는 초그라이젠화를 나타내기도 한다. 화학분석에 의하면, Na<sub>2</sub>O 및 K<sub>2</sub>O 함량이 2.00~7.03 wt%로서 그라이젠화가 뚜렷하지만 CaO는 0.05~4.51wt%로서 알비타이트화는 미약하다. 영월 지역은 견운모와 함께 납석이 포함되므로 대현지역에 비하여 열수의 온도 등이 더 높았음을 암시한다. 태백산지역에는 그라이젠형광상으로 석석이 산출되었었고, 광상형성에 유리한 탄산염암의 분포가 넓으므로 중석, 휘수연 등의 금속원소와 함께 Be, Nb, Li 및 희토류원소류 등의 산출이 기대되며 이들에 대한 연구가 기대된다.

주요어 : 후 마그마 알카리치환작용, 지향사형성, 그라이젠화, 알비타이트화, 견운모화

**ABSTRACT** : Yeongweol sericite deposit of Gangwon Province is regarded as one of the sericite deposits derived from granitic rocks due to post-magmatic alkali metasomatism, and the other sericite deposit of the same origin is the Daehyun mine of Gyeongbuk Province. Sericite ores were originated from leucocratic granitic stocks of Cambrian-Triassic age which intruded the pegmatitic migmatite of the unknown age and granite of the Pre-cambrian age, respectively. Jangsan quartzite of the lowermost formations of the Paleozoic era, which played as the capping rock protected from the leakage of the hydrothermal solution. It is well known that those sericite deposits are formed during formation of the geosyncline, and they are also situated in the margins of the Hambaeg Syncline. Leucocratic granites commonly contain pegmatites with tourmaline crystals, and are rich in potassium feldspars, and sodium plagioclase as well. Sericitized ores are mainly found as we go up to the higher elevations or to the margins of the stocks. And some of the highest grade sericite ores show the monominerallic character composed of nearly pure sericite probably due to the ultra greisenization. Chemical analysis shows higher Na<sub>2</sub>O and K<sub>2</sub>O contents (2.00~7.03 wt%) as the sericitizations are preceded and they represent obvious greisenization. But low CaO contents (0.05~4.51 wt%) indicate that albitizations are so weak. Pyrophyllite of the Youngweol area is often accompanied by the sericite, indicating rather stronger

\*교신저자: jhyoo@kigam.re.kr

thermal effect than the Daehyun mine. It is known that there are several Sn deposits originated from greisenization in the Taebaegsan region. And greisens are inclined to contain W, Mo and several REE's such as Be, Nb and Li, and so Taebaegsan region interbedded with lots of carbonate formations are still worthwhile to survey for those metallic deposits.

**Key words** : post-magmatic alkali metasomatism, geosynclinal cycle, greisenization, albitization, sericitization

## 서 언

우리나라에서 산출되는 견운모광상은 중생대 백악기와 신생대 제3기의 중성 및 산성화산암류를 모암으로 하는 경우가 가장 일반적이지만, 일부는 금속광상에서의 변질대, 시대미상의 고기 변성퇴적암에서 기원한 견운모질 편암류, 그리고 태백산지역의 부정합면 하부에서 산출되는 화강암기원 등의 다섯 형태로 구분한 바 있다(고상모와 송민섭, 2003). 전기한 다섯가지의 견운모광상형 중에서 금속광상 변질대형과 부정합면 하부형을 제외하고는 대략적으로 광체의 형태, 산상 및 성인면에서 층상규제형에 속한다 할 수 있다. 본 연구에서 언급하는 소위 알비타이트-그라이젠형 견운모광상은 앞에서 제시한 부정합형 견운모광상을 대상으로 하는 것으로서, 광상의 성인이 단순한 화강암류의 열수변질이라기보다는 우백질 화강암체가 기반암을 형성하는 고기 화강암, 편마암 및 변성퇴적암류를 관입하면서 수반된 후마그마성 치환작용에 의한 산물이라는 관점이다.

본 연구는 태백산지역에서 선캠브리아기의 홍제사화강암 및 시대미상의 페그마틱 미그마타이트류 등을 모암으로 하는 것으로 알려진 경북 봉화군 소천면 대현리의 대현광산과 강원도 영월군 하동면 주문리에 소재하는 (주)한국생광석광산 등 2개 견운모광산에 대한 기재이다(그림 1). 이들 지역에 대한 층서, 암석, 광물, 지화학 및 광상학적 고찰 등을 통하여 기존 연구자들이 제시한 성인과의 차이를 기재하였으며, 두 광산사이에는 품위 및 광물조성 등에도 약간의 차이가 있음을 확인하였다.

## 본 론

### 지질

태백산지역에서의 견운모광상은 고생대 최하

부인 장산규암층 등 고기 변성퇴적암류 하부에 부정합으로 기반암을 구성하는 고기 화강암질암 내에서 확인되고 있다. 야외조사에서는 기반암을 구성하는 홍제사화강암 및 페그마틱 미그마타이트질 암석 내에서 실질적으로 견운모광체를 생성한 우백질화강암체와의 경계를 정하기 어려워 1:50,000 축척의 기존 지질도폭을 기본으로 하였다(그림 2 및 3). 즉, 모든 견운모화 시료는 우백질화강암에서 채취되었으며, 이들은 홍제사화강암 및 페그마틱 미그마타이트류에서는 거의 확인되지 않는다.

대현견운모광상에 대한 기존의 연구(Rhee and Kim, 1998; 고상모 외, 2007; 오지호 외, 2008)는 태백산지향사내의 고기퇴적변성암류와 후기에 관입한 우백질화강암류의 존재 및 그들의 마그마 후변질 치환작용에 의해 견운모광상이 생성되는 기작 등을 추정하지 못하였으며, 견운모광상의 성인을 고기 화강암 내에서의 단순한 열수변질작용으로 기재하였다. 상기한 연구 외에도 견운모광상을 동서연장 50여 km의 함백향사 외곽 남편과 남동단일대에 기반암을 형성하는 시대미상 페그마타이트질 미그마타이트(이대성, 1966) 및 원생대 홍제사화강암(대한지질학회와 태백산지구 지하자원조사단, 1962)내에 단순히 배태된 것으로 기재하고 있다.

견운모광체의 형태는 관상내지 층상을 주로 나타내는 화산용회암류와 달리 화강암류에서는 포켓, 패취 등 불규칙한 형태를 나타내며, 화강암체의 상부 및 가장자리에 주로 분포하고 있다. 우백질 화강암체 내에서 광체가 다소 불규칙한 형태를 나타내는 동시에 석영, 장석, 운모류의 입상조직이 없어지고 거의 순수한 미립의 괴상 견운모광체가 농집되는 변화는 화강암체의 단순한 열수변질이라기 보다는 마그마분화 및 치환작용 등이 관련된 생성물임을 가정할 필요가 있다.

견운모광체를 생성시킨 화강암류가 단순히 부정합면 하부의 기반암이 아니라는 연구는 여러

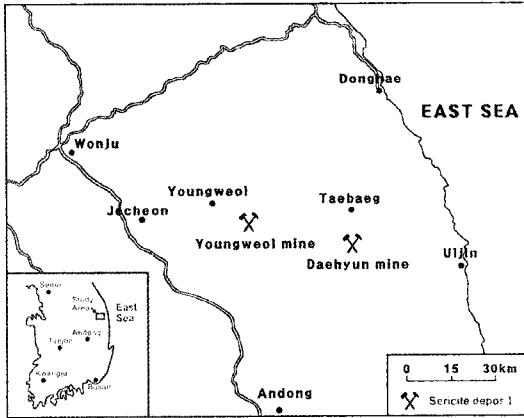


Fig. 1. Location map of the study area.

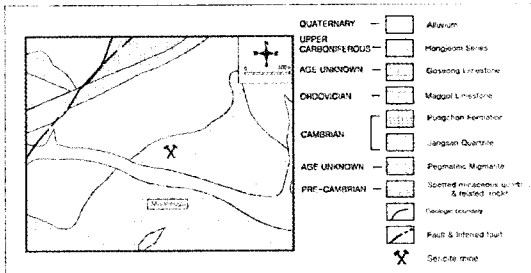


Fig. 2. Geologic map in the vicinities of the Youngweol sericite deposit.

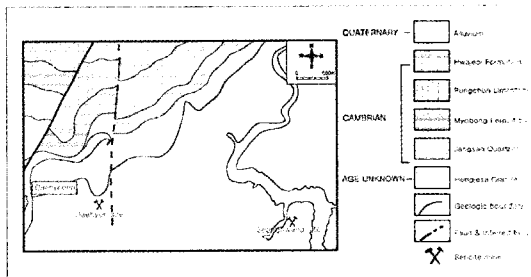


Fig. 3. Geologic map of the surrounding areas of the Daehyun mine. Most of high grade ore of the Daehyun site are exhausted, and small scale exploitations are only carried out in the quarry-face. Underground works are doing in the Seonghwang site for the higher grade ores.

곳에서 기재되고 있다. 우백질 및 알카리화강암 등의 암주상 암체가 도처에서 확인되는 홍제사화강암류는 쥐라기 후기에서 신생대 고 제3기에 걸쳐 관입이 있었던 것으로 기재되고 있다(김용준과 이대성, 1983). 일반적으로, 홍제사화강암은 담회-

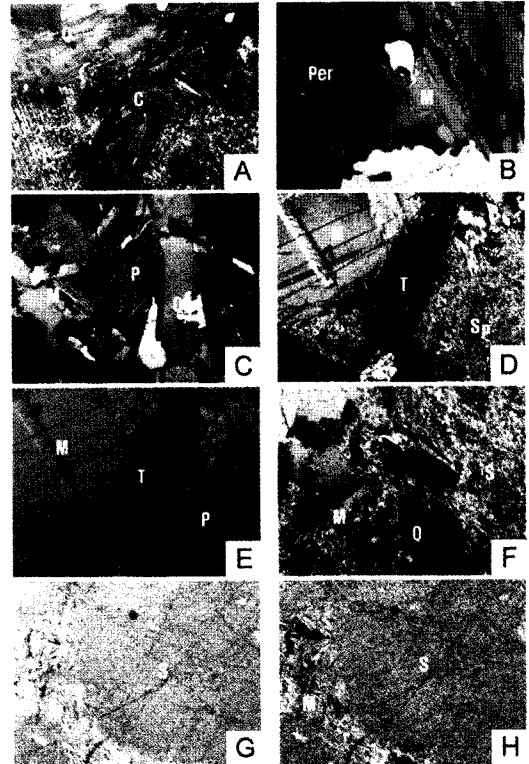
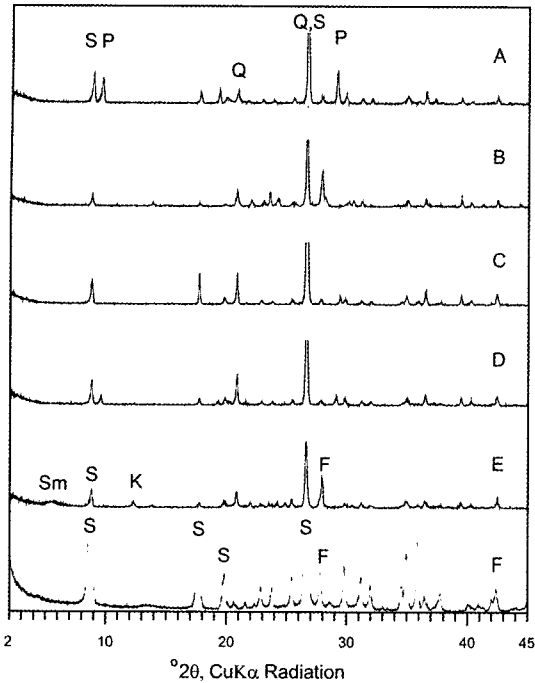


Fig. 4. ( $\times 50$ ) Photomicrographs of the country rock, altered rocks and sericitized ores in the Youngweol and Bonghwa areas. (A) Hongjeseo granite, (B) Rather fresh medium to coarse-grained leucocratic rock, (C) Rather fresh fine to medium-grained leucocratic rock, (D) Slightly altered leucocratic granite with tourmaline: (E) Same in open nicol, (F) Except for quartz nearly all of feldspars were changed into sericite, (G) High grade sericite ore in open nicol and (H) High grade sericite ore (S = sericite, Sp = sericitized plagioclase, P = plagioclase, Per = perthite, M = muscovite, Q = quartz, C = chlorite, T = tourmaline).

회색으로 미약한 편마상조직을 보이기도 하며, 암상에 따라 4가지 암형으로 판입시기가 구분된다(윤석규, 1967). 또한, 일부 홍제사화강암 분포 지역에서 규암층 하부는 변질되어 견운모편암화하였으며, K-장석류와 견운모를 많이 포함하거나 알바이트장석을 풍부하게 포함하는 우백질화강암류로서 기재하였다(이대성, 1966).

홍제사화강암과 구분되는 우백질화강암은 견운모광상을 생성시킨 암주상 암체로서 C-형 지향사 발달의 중-후기에 덮개역할을 한 장산규암층 등



**Fig. 5.** X-ray powder diffraction patterns (Cu K $\alpha$  radiation) of sericitized ores and its related rocks in the Taebaegsan region. A) B-C grade sericite ore, B) D grade sericite ore, C) C grade ore, D) Highly altered sericite ore below the quartzite formation, E) Fault cataclasite, A to E are traces of samples of the Youngweol area, and F) One of the high grade sericite ores caught in the Daehyun mine (S = sericite, Sm = smectites P = pyrophyllite, Q = quartz, K = kaolinites, F = feldspars).

고기퇴적암류를 관입하면서 견운모화 작용 등에 의해 광상을 생성시키는 것으로 알려져 있다 (Smirnov, 1976). 특히, 견운모광상일대에서 채취한 우백질화강암 중에는 그라이젠화에 의해 특징적으로 생성되는 전기석결정이 포함된다(그림 4D, 4E). 또한, 우백질화강암류는 퍼사이트 및 미사장석류를 풍부하게 포함하고 흑운모 대신 백운모를 흔히 포함하여 아다멜라이트 및 알카리화강암에 가까운 광물조성을 나타내고 있음을 박편관찰 및 화학성분조성(그림 4B 및 표 1)에서 확인할 수 있다(김종환 외, 1984; Hatch *et al.*, 1984). 인접 울진지역에는 알비타이트-그라이젠형 광상의 특징적 금속원소인 석석(Sn)을 산출한 동석, 유창, 왕피리광산 등이 있다. 석석과 공생하는 운모류와 석회암 내 그라이젠화된 화강암류에 포함

된 백운모의 K-Ar연령은 홍제사화강암 등 기반암류보다 젊은 주라기 중기-백악기 초(183-126 Ma)의 지질시대를 나타낸다(박희인과 이상만, 1984; 박희인 외, 1988; 문상호와 박희인, 1994).

### 광물 및 광상

대현광산일대에서 양질의 견운모광체는 연회, 유백 및 연녹색 등을 나타내며 통상적인 납석과 유사한 지방감을 가진다. 고품위 견운모광체는 암석현미경관찰에서는 광물동정이 불가능할 정도의 은미정질 견운모를 주로 하고, 부분적으로 소량의 백운모결정편이 확인되는 정도이며, X-선 회절분석에 의해서도 거의 순수한 견운모로 구성됨을 확인할 수 있다(그림 4G, 4H, 5F). 반면에, 석영을 포함하여 품위가 다소 떨어지는 시료에서는 모든 장석류가 견운모화하여 장석류는 거의 확인할 수 없었으며(그림 4F), 화강암의 주요 조암광물인 석영이 다량 포함되어 이들이 광체의 품위를 떨어뜨렸으며, 석영 등을 제외한 모든 장석류가 소진되었음을 확인할 수 있다(그림 5의 A, C, D). 영월 및 봉화일대의 견운모광상은 화강암질 마그마가 알비타이트-그라이젠화 과정 중에 일어난 미사장석화작용에 의해 K-장석류(미사장석질 퍼사이트)가 풍부한 알카리화강암체로 변화하고, 후속 열수변질에 의하여 견운모화한 것으로 사료된다. 그러므로, 현미경관찰에서 기반암인 홍제사화강암(그림 4A)은 아주 미약한 정도의 견운모화가 진행되었으나, 우백질화강암류에서는 B, C를 거쳐 E, F 및 G로 가면서 견운모화작용이 심화된 것을 확인할 수 있다. 그라이젠화에 대한 광물학적 분류에서는 사진 H에서와 같이 거의 순수한 견운모 등의 단일 광물로 구성되어 나타나는 것을 초그라이젠화(ultragraisens)에 의한 단일 광물(monomineral)화, 그리고 석영과 견운모 등 2개의 다중광물(polymineral)로 구성될 수도 있음을 기재하고 있다(Stemprok, 1987).

봉화지역 양질의 견운모광체에 대한 X-선 회절분석에 의하면 견운모와 함께 소량의 석영 및 장석류를 포함하며, 일부 광체에서는 녹니석류-스멕타이트류의 혼합층상광물, 스멕타이트류(오지호 외, 2008)와 함께 방해석, 백운석 및 녹니석류를 기재하기도 한다(고상모 외, 2007). 영월지역에서는 견운모와 함께 석영 및 장석류를 많이 포함하는 B-C급 이하 광체가 주로 확인되며(그

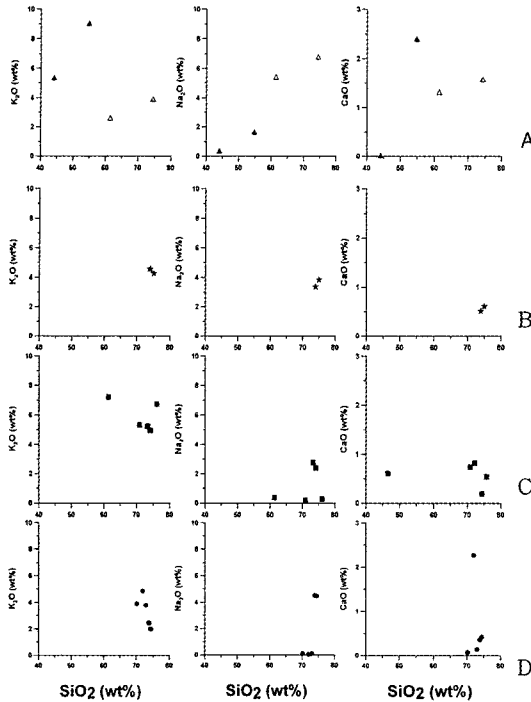
**Table 1.** Chemical analyses (oxides, wt%) of K<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>O and CaO of sericite ores and their related rocks in the Taebaegsan region and abroad

Samp. No.	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	MnO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Ref.	
1	72.99	18.49	0.57	0.14	0.21	3.81	0.12	0.09	0.01	0.02	Youngweol area	
2	71.93	15.31	0.77	2.27	0.49	4.85	0.05	0.08	0.05	0.09		
3	70.12	21.75	0.56	0.07	0.1	3.91	0.11	0.07	0	0.01		
4	74.38	15.57	0.89	0.42	0.18	2.00	4.47	0.06	0.02	0.18		
5	73.81	15.41	1.37	0.36	0.3	2.45	4.51	0.07	0.08	0.1		
	58.28	14.62	0.96	0.72	0.25	3.31	1.35	0.46	0.02	0.46	Avr.	
6	72.22	14.03	2.77	0.82	1.04	3.95	2.81	0.21	0.04	0.15	Daehyun mine (Koh <i>et al.</i> , 2007)	
7	75.81	13.98	0.93	0.54	0.31	3.86	3.32	0.08	0.02	0.2		
8	70.92	14.47	3.47	0.74	1.64	3.01	2.17	0.3	0.05	0.13		
9	74.38	15.92	0.99	0.19	0.62	5.16	0.14	0.12	0.01	0.15		
10	46.54	33.98	0.8	0.61	0.96	10.53	0.22	0.54	0.01	0.47		
	70.32	14.60	1.82	0.60	0.77	3.86	1.96	0.23	0.03	0.22	Avr.	
11	74.24	14.59	0.31	1.13	0.07	4.23	3.97	0.06	0.05	0.19	Uljin alkali granite (Kim and Lee, 1986)	
12	75.62	14.02	0.52	1.01	0.16	4.15	2.93	0.05	0.04	0.12		
13	73.96	14.1	0.04	0.17	0.01	4.6	4.44	0.04	0.06	0.12		
14	75.96	13.59	1.65	0.11	0.06	3.88	3.21	0.04	0.06	0.27		
15	75.00	14.42	0.57	0.45	0.07	4.32	4.62	0.06	0.05	0.14		
16	75.3	10.42	1.64	0.79	0.09	4.32	3.87	0.05	0.05	0.12	Avr.	
	75.01	13.52	0.78	0.61	0.07	4.25	3.84	0.05	0.05	0.16		
17	71.07	15.34	0.53	0.38	0.07	4.69	3.68	0.05	0.1	0.13	Uljin Sn deposits (Moon and Park, 1994)	
18	75.7	14.75	0.07	0.39	0.05	4.13	3.84	0.02	0.05	0.12		
19	75.16	14.08	0.51	0.51	0.12	4.79	3.46	0.06	0.04	0.11		
20	73.17	13.93	0.7	1.00	0.23	4.57	3.36	0.07	0.06	0.12		
21	75.78	14.00	0.21	0.33	0.08	4.93	3.53	0.03	0.03	0.11		
22	74.08	14.63	0.36	0.33	0.7	4.07	1.59	0.1	0.07	0.11		
23	72.86	14.03	0.34	0.61	0.07	4.61	4.13	0.03	0.03	0.09		
	73.97	14.39	0.39	0.51	0.19	4.54	3.37	0.05	0.05	0.11		Avr.
24	61.46~	11.57~	-	1.30~	-	2.55~	5.35~	-	-	-		Kazakhstan granites (Smimov, 1976)
	74.44	13.89	-	1.56	-	3.86	6.74	-	-	-		
25	44.07~	19.08~	-	0.00~	-	5.29~	0.30~	-	-	-		
	54.84	34.52	-	2.38	-	9.00	1.59	-	-	-		

림 4F 및 그림 5의 2, 3), 장산규암층 하부에서 채취한 미고화점토 및 변질 견운모광체에서는 납석이 수반(그림 5의 1, 4)되어, 대현광산지역과는 다른 온도, 압력조건 등 생성환경의 차이를 암시한다. 인공합성연구에서 납석은 석영, 알바이트 및 정장석류를 350°C, 100 MPa 압력조건에서 반응시키어 장석류가 치환되는 과정에서 석영과 견운모가 생성되면서 수반되기도 한다(Zaraisky *et al.*, 2002). 태백산지역에서는 화강암류 마그마의 후속치환에 의해 K-장석류가 농집되고, 열수변질에 의해 K가 분리되면서 견운모가 생성되었으며, 영월지역은 온도·압력조건 등이 심화되면서 견

운모의 K가 가수분해로 제거되고 고령토생성 범위를 지나는 고온 열수작용에서 (OH)기가 감소하면서 심화 점토화작용(advanced argillic alteration)의 지시 점토광물인 납석이 생성되는 환경에 이르렀다(Evans, 1986).

영월지역의 장산규암층에서 하부로 약 80 m 떨어진 우백질화강암체 내 항도에서의 단층과쇄대 시료는 견운모와 함께 소량의 스�멕타이트 및 고령토류를 포함하여, 견운모 및 납석광물보다는 미약한 열수작용 및 지하수 순환 등에 의한 광물의 생성을 암시한다(그림 5E). 화산암의 스�멕타이트화(벤토나이트) 및 불석화작용 등에서 화산



**Fig. 6.** Chemical variation of  $K_2O$ ,  $Na_2O$  and  $CaO$  against silica for the sericite ores and their related rocks in the Taebaegsan region and abroad. D = Youngweol area, C = Daehyun mine, B = Average values of granitic rocks in the Uljin areas (Those of Uljin alkali granite and Uljin Sn deposit), A = The lowest and highest values in the albitized granites (triangle) and greisenized ones (solid triangle) of Kazakhstan.

회 등 유리질물질이 필요하듯이, 양질의 견운모화가 이루어지기 위해서는 원암 내 준비광물로서 장석류가 필요하다. 대현광산에서 양질의 견운모광체는 육안으로 입자를 구분할 수 없을 정도의 미립이지만, 영월지역의 경우에는 모래(sand)크기 이상의 석영입자가 많이 포함되어 고품위 견운모화가 되지 못한 것으로 추정된다(그림 5의 1).

화강암류의 관입에 의해 교과서적인 접촉변성대를 나타내면서 세계적인 석석 및 고령토산출지로 알려져 있는 영국 콘월지방의 경우에서도, 근래에는 화강암류의 후 마그마치환작용에 의해 견운모화 등으로 열수변질되고, 후속으로 작용한 가수분해에 의해 고령토가 생성되는 등, 그라이젠화에 의한 고령토광상으로 기재한 연구가 있다 (Bristow, 1987).

### 화학성분분석

영월지역시료 5개에 대한 주성분 10원소의 분석은 당 연구원의 X-선 형광분석(XRF)에 의하여였다. 한편, 일부 주성분, 미량 및 희유원소 분석은 유도분광분석기(ICP-AES)에 의한 1984년 및 2007년도에 저자가 부분적으로 참여했던 연구자료를 인용하였고, 인근 울진지역 화강암류 및 석광화대 연구와 외국문헌에 기재된 알비타이트-그라이젠에 대한 분석치 등과 비교하였다(표 1).

주성분 10원소의 화학분석에 의하면, 영월지역의 화강암류 및 견운모광체의  $K_2O$  성분은 2.00~4.85 (wt%)로서 다소 약한 그라이젠화(그림 6D)를 나타내고 있으며, 봉화지역 대현광산의 경우에는 4.97~7.23 (wt%)로서 좀 더 현저한 그라이젠화(그림 6C)를 나타낸다. 알비타이트화의 정도를 나타내는  $CaO$  및  $Na_2O$  성분은 영월 및 봉화지역 모두에서 각기 0.07~2.27 (wt%)로서 미약하였거나, 0.05~4.51 (wt%)와 0.18~2.76 (wt%) 정도로서 다소 미약하게 나타난다. 영월 및 봉화지역의 화강암류에서 알비타이트화는 대체적으로 미약하였으며, 상대적으로 강한 그라이젠화에 의해 견운모광상이 생성되었음을 알 수 있다(그림 6의 C, D). 알비타이트-그라이젠형 광상에서는 통상적으로 Sn, Mo 및 W 등의 금속광물 외에도 Be, Nb, Zr 및 Li 등의 미량 및 희유원소를 흔히 수반하는 것으로 알려져 있으나(Evans, 1986), 영월지역에서의 분석 결과(ppm)는 Be 1.0~7.7, Nb 9.8~16, Zr 3.9~40 및 Li 8.3~59이며, 대현광산지역의 경우 Zr는 2~472로서 다소 높지만 이상치로 볼 수 없으며, 그밖의 미량원소 및 희유원소 역시 배경치를 크게 넘지 않는다(고상모 외, 2007).

봉화 및 울진지역 석광화작용 및 알카리화강암류 연구(박희인과 이상만, 1984; 문상호와 박희인, 1994; 김용준 외, 1986)에서는  $CaO$ ,  $Na_2O$  및  $K_2O$  성분이 각기 0.51, 3.37 및 4.54 wt%로서 알비타이트화가 다소 강력하였고, 그라이젠화(그림 6B)도 영월 및 봉화지역에 비해서 현저하여 석석광상을 형성시킨바 있다. 또한, 울진지역의 미량원소류는 Li 489.4 ppm, F 4171.4 ppm 등으로 이상치를 나타내고 있으나, 경제적인 가능성은 확인된 바 없으며, Rb 및 Nb 함량 등도 다소 높게 기재되어 탄산염암분포지역을 대상으로 희유원소자원의 탐사 등을 계획할 필요가 있다.

## 결 론

태백산광화대지역 내 영월 및 봉화일대에서 산출되는 견운모광상에 대한 주변 지질, 암석, 광물, 지화학 및 광체 산출형태 등으로 미루어 다음과 같은 결론을 추정하였다.

1) 태백산광화대 영월 및 봉화지역에서 화강암 기원 고품위 견운모광상의 생성을 위해서는 화강암체는 장석류와 같은 기반물질 농집을 위한 알비타이트-그라이젠화 등의 마그마작용을 필요로 하였다.

2) 영월 및 봉화지역은 각기 원생대 및 시대미상의 홍제사화강암 및 페그마타이트질 미그마타이트 등 고기 화강암류를 기반으로 하며, 태백지향사 형성기에 고생대 장산규암층 등의 퇴적암류가 덮개역할을 하는 환경에서 고기 화강암류를 관입한 암주상 알카리화강암류가 견운모광상 생성의 모암이다.

3) 지향사 형성의 중-후반기에 관입한 알카리화강암류는 후기 마그마작용 중의 미사장석화 및 알비타이트화를 통하여 장석류가 농집되었으며, 뒤이은 열수변질 및 치환작용에 의하여 거의 순수한 견운모를 단일광물로 하는 고품위 견운모광체를 생성하는 초그라이젠화(ultragreisen)가 대현광산지역에서 흔히 확인된다.

4) 국내 화산암기원의 층상광체와 달리, 태백산지역의 견운모광체는 괴상, 포켓 및 다소 불규칙한 형태로 산출되며, 우백질화강암체의 상부 및 가장자리에서 주로 산출된다.

5) 봉화지역 대현광상은 견운모의 품위가 영월지역보다 상위로서 고품위광체는 거의 순수한 견운모로 구성되며, 저급으로 감에 따라 녹니석, 스�멕타이트, 방해석, 백운석 및 녹니석/스멕타이트 혼합층상광물을 포함하기도 한다. 그러나, 영월지역은 견운모와 함께 납석을 포함하여 보다 높은 온도·압력조건 등 심화 점토화환경을 암시한다.

6) 영월지역 견운모의  $K_2O$  성분은 2.00~4.85 wt%로서 약한 그라이젠화를 나타내고 있으나, 대현광산의 경우에는 4.97~7.23 wt%로서 다소 현저한 그라이젠화를 나타낸다. 태백산지역에서는 알비타이트화 정도를 나타내는  $CaO$  및  $Na_2O$  성분은 낮게 나타나며, 상대적으로 그라이젠화가 우세하여 견운모광상 등이 생성되었으며, 봉화-울진지역에서는 F 및 Li 등이 이상치를 나타내기도 하

며, 석석광화작용이 기재된 바 있다.

7) 봉화 및 영월 견운모광상일대에서는 알비타이트-그라이젠형 광상에서 흔히 수반되는 Be, Nb, Zr 및 Li 등의 미량원소류가 배경치를 넘지 않으나, 탄산염암이 분포하는 울진일대는 Li, F 등이 다소 높게 나타내고 있어 희유원소자원을 위한 정밀한 연구가 기대된다.

## 사 사

본 연구는 한국지질자원연구원 기본사업인 ‘국내 전략광물자원 재평가와 광상탐사 요소기술개발’ 과제(07-3111)의 일환으로 수행되었습니다.

## 참고문헌

- 고상모, 송민섭 (2003) 국내 일라이트-운모의 부존현황 및 자원잠재성. 제 4회 산업 광물 심포지엄 논문집: 일라이트-운모와 그 응용. 산업광물은행, 18-30.
- 고상모, 유장한, 심현환 (2007) 대현 견운모광상의 지질학적 부존특성 및 형성환경. 국내 전략광물자원 재평가와 광상탐사 요소기술개발(GP2007-017) 보고서. 한국지질자원연구원, 321-360.
- 김용준, 이대성 (1983) 석포-덕구간에 분포하는 소위 홍제사화강암의 지질연대와 생성과정에 대한 연구. 광산지질학회지, 16, 163-221.
- 김용준, 조등룡, 홍세선 (1986) 울진광산 북부지역에 분포하는 알카리화강암에 대한 암석지구화학적 연구. 광산지질학회지, 19, 123-131.
- 김종환, 유장한, 박용순, 김용욱 (1984) 비금속광상연구(83-광물자원-4-13), “대현견운모 광상조사.” 중에서, 한국동력자원연구소, 99-128.
- 대한지질학회, 태백산지구 지하자원조사단 (1962) 1: 50,000 계산촌도폭.
- 문상호, 박희인 (1994) 울진지역 석 광화작용에 수반된 화강편마암의 변질. 지질학회지, 30, 125-139.
- 박희인, 이상만 (1984) 봉화-울진지역의 석, 중석광화작용. 광산지질학회지, 17, 1-15.
- 박희인, 장호완, 진명식 (1988) 태백산지역내 광상의 생성연령. 광산지질학회지, 21, 57-67.
- 오지호, 황진연, 고상모, 규곡원, 이효민, 지세정 (2008) 경북 봉화지역 홍제사 화강암내에 배태하는 견운모광상의 산상 및 구성광물. 한국광물학회지, 21, 67-84.
- 윤석규 (1967) 1 : 50,000 장성도폭(Sheet 7025-III) 및 설명서. 국립지질조사소.
- 이대성 (1966) 1 : 50,000 옥동도폭(Sheet 6925-III) 및 설명서. 국립지질조사소.
- Bristow C.M. (1987) World kaolins-genesis, exploration and application. Ind. Miner. 238, 45-59.

- Evans, A.M. (1986) Ore geology and industrial minerals, an introduction. Blackwell Science, UK. 154-156.
- Hatch, F.H., Wells, A.K., and Wells, M.K. (1984) Petrology of the igneous rocks (third edition), CBS Publishers & Distributors, Shahdara, India, 204-256.
- Rhee, B.Y. and Kim, S.J. (1998) Mineralogical study of sericite in the Daehyun Mine: Formation, chemistry and polytype. *J. Miner. Soc. Korea*, 11, 69-84.
- Smirnov, V.I. (1976) Geology of mineral deposit. Mir Publishers, Moscow, 197-211.
- Stemprok, M. (1987) Greisenization (a review). *Geologische Rundschau*, Stuttgart, 76/1, 169-175.
- Zaraiskii, G.P., Balashov, V.N., Lebedeva, M.I., and Soboleva, Yu. B. (2002) Experimental metasomatic column as a tool for securing of kinetic constants of metasomatic reactions. *Herald of the Earth Sciences Department RAS*, No.1(20), 1-3. URL: [http://www.scgis.ru/russian/cp1251/h\\_dgggms/1-2002/informbul-hm#term-6.engl](http://www.scgis.ru/russian/cp1251/h_dgggms/1-2002/informbul-hm#term-6.engl).
- 
- 접수일(2008년 6월 11일), 수정일(1차 : 2008년 8월 25일, 2차 : 2008년 9월 3일), 게재확정일(2008년 9월 5일)