

태백산지역과 인근에 분포하는 우백질 화강암체의 존재

Presence of Leucocratic Granites of the Taebaegsan Region and Its Vicinities

유 장 한(Jang Han Yoo) · 고 상 모(Sang Mo Koh)* · 문 동 혁(Dong Hyeok Moon)

한국지질자원연구원 광물자원연구본부
(Mineral Resources Research Division, Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources)

요약 : 태백산지역과 주변의 선캠브리아기 고기 화강편마암류 및 고생대 퇴적변성암류 분포지역에 산포되는 소규모 암주상 우백질(알카리) 화강암류는 기존 연구에서 다소 기재가 등한시되어왔다. 그 구분을 위하여 야외노두의 육안상 차이, 광물조성 및 지화학적 특성 등을 파악하였다. 고기 화강편마암(고기 화강암질암)류는 미그마타이트조직을 나타내거나, 유색광물류에 의한 편마구조가 뚜렷한 편이다. 그리고, 부분적으로는 석영과 장석류의 녹회색화로 어두운 암색을 나타내거나, 복운모화강암이나 우백질화강암의 특성을 나타내기도 한다. 이에 비하여 후기 우백질화강암류는 훨씬 밝은 암색을 나타내며 구성광물은 석영, 장석류, 백운모 외에 각섬석류, 견운모, 전기석류 및 레피도라이트(lepidolite) 등을 소량 포함하기도 한다. 모든 우백질 화강암류는 칼크-알카리계열이며, 과알루미나형으로서 S-형에 속한다. 또한, 이들은 분화를 거치면서 알바이트화(albitization) 등에 의하여 CaO와 철함량이 상대적으로 감소하였으며, 영운암화(greisenization) 작용으로 인하여 K₂O와 Na₂O는 부화되었다.

주요어 : 우백질(알카리)화강암류, 알바이트화, 영운암화

ABSTRACT : The Taebaegsan region and its vicinities mainly consist of Precambrian granitic gneisses and Cambrian meta-sedimentary rocks. And lots of leucocratic(alkali) granites smaller than the stocks are found here and there. Therefore the presence of leuco-granites is not properly described yet in the former studies. For the effective distinction of several granitic rocks, outcrop characteristics, mineral identification, and petro-chemical properties were studied. Some part of granitic gneisses could be classified into typical metamorphic rocks such as migmatites and banded gneisses. And some shows rather dark appearance with gray quartz and feldspars, and others two mica granites, leucocratic ones etc. But all of leucocratic granites of the region usually show bright milky white to beige color. Since they mainly consist of quartz, feldspars, muscovite, and small amounts of sericites, amphiboles, tourmaline and lepidolite. And all of alkali granites belong to the calc-alkalic, peraluminous and S-type in character. During magmatic differentiation of leucocratic granites, CaO and total Fe contents are clearly decreased than those of the older granitic rocks. On the other hand, magmatic evolution also had induced the greisenization and albitization which enriched the relative amounts of alkali elements such as K₂O and Na₂O.

Key words : leucocratic(alkali) granite, albitization, greisenization

*Corresponding author: +82-42-868-3106, E-mail: kohsm@kigam.re.kr

서 언

태백산지역과 그 주변 지질(그림 1)은 선캠브리아기 분천 화강편마암류, 홍제사 화강편마암류 및 미그마타이트질 편마암 등 저반상의 고기 화강암질 암체를 기반암으로 하며, 이들 상부에 고생대 퇴적변성암류가 분포된다(Geo. Soc. Korea, 1962; Kim *et al.*, 1963; Kim *et al.*, 2001; Sohn and Lee, 1966; Hwang, *et al.*, 1996).

우백질(알카리) 화강암류는 강원도 영월군 하동면 외룡리에서 동편으로 태백시에 인접한 경북 봉화군 소천면 대현리 및 석포리 및 울진군 서면 왕피리 등에서 고생대와 원생대 퇴적변성암류 및 고기 화강암류를 관입하면서 소규모 암주상으로 다소 넓은 범위에 분포되지만(Kim *et al.*, 1986), 그동안의 지질 및 광상조사 등에서 고기 화강암류와의 구분 및 기제는 혼하지 않았다. 이들에 대한 기제가 다소 등한시된 세 가지의 이유는 1) 우백질 화강암류와 관련하여 경제가치를 가지는 광상 등이 거의 알려지지 않은 것, 2) 우백질 화강암류의 분포면적이 대체적으로 암주(stock, 64 km²) 이하이므로 지질도 작성 등에서 무시되었거나, 3) 지질도 연구 등에서 다른 저반상(batholith) 화강암류와 애써 구분하기를 기피한 점 등으로 추정된다. 우백질 화강암체는 C-형 지향사 생성의 중-후기에 관입하는 화강암질 마그마가 지하심부에서 후기 알카리 교대변성작용(post magmatic alkali-metasomatism)을 통하여 알바이트화 작용(albitization), 영운암화 작용(greisenization) 등을 거쳐 분화하는 것으로도 추정하였다(Smirnov, 1976). 우리나라에서 장산 규암층, 대석회암통 등을 퇴적시킨 옥천지향사는 중국에서 발달을 시작하여 옥천계와 태백산지역까지 연장되는 것으로 추정하기도 하였다(Reedman and Um, 1967). 그러나, 지향사 이론이 쇠퇴하고 판구조론이 힘을 얻으면서 해양지각이 대륙지각 하부로 섭입되면서 관입하는 산성화성암류 등 화강암류는 알카리성분(K₂O + Na₂O)이 증가하는 화강암류의 특성을 가지는 것으로 알려져 있다(Dewey and Bird, 1970).

본 연구는 이러한 우백질 화강암류에 대한 야외조사 및 실내 실험을 통하여 광물학적 암석학적 특성을 파악하는 것을 목적으로 하며 태백산 주변 등에서 산출되는 견운모, 석석 및 레피도라이트광상과 함께 옥방, 쌍전, 순경 등 W, Mo, Sn 광상과도 성인상 관련을 가지는 것으로 사료된다. 이러한 우

백질 화강암류 연구는 최근, 첨단 산업 등에 용도가 증대되고 있는 Nb, Ta, Ti 등의 희유금속류 및 희토류(REEs) 자원의 성인과도 깊은 관련을 가지므로 한국지질자원연구원 및 사업체 등에서 수행하는 해외 연구에도 기여될 수 있기를 기대한다.

연구시료 및 방법

본 연구를 위하여 태백산지역에 동서로 발달된 함백향사의 남부 3개 군 지역에 걸쳐 산포하는 우백질 화강암류 16개와 분천 화강편마암류 4개 시료를 채취하였다. 채취 시료는 한국지질자원연구원이 소장한 X-선 형광분석기(기종: MXF 2400, 일본 시마즈사)에 의해 주요 성분을 분석하였으며, 홍제사 화강편마암류에 대한 주성분(Koh, 2008) 및 X-선 회절분석(Yoo *et al.*, 2012)에 의한 광물감정은 기존 자료를 이용하였다. 태백산지역과 그 주변부에 기반암으로 분포하는 고기 화강암질 암체와 이들에 비해 극히 소규모로 산출되는 우백질 화강암류를 효과적으로 구분하기 위하여 다음과 같은 세 종류의 연구를 시행하였다.

먼저, 야외노두에서 육안으로 구분할 수 있는 고기 화강암류와 우백질(알카리) 화강암류와의 암상차이를 확인하였으며, 편광현미경 관찰에 의하여 각 암석류의 광물조성 및 조직 등을 기재하였다. 그리고, 이들 암석류의 주요 구성성분에 의한 지화학적 특성에 의하여 마그마 분화정도 및 특성 등을 추정하였다.

연구 결과

우백질화강암류와 고기화강암류의 노두 비교

연구지역 서편의 영월군 하동면 일대는 선캠브리아기 미그마타이트질 편마암의 분포가 넓으며, 태백산지역 남부와 동부에 저반상으로 분포하는 분천 및 홍제사 화강편마암류는 석영, 장석류를 주로하고 흑운모의 선상배열에 의하여 편마구조가 뚜렷하며, 부분적으로 흑운모가 덩어리로 농집(cluster)되어 나타나는 변성암의 특성을 잘 나타낸다. 분천 화강편마암은 장석류와 석영이 밝은 유백색으로서 노두에서의 암색이 밝은 편이다. 분천 화강편마암을 관입한 홍제사 화강편마암류는 부분적으로는 흑운모, 녹니석 등의 유색광물류를 풍부하게 포함하면서 중립-조립의 입상조직을 나타내거나,

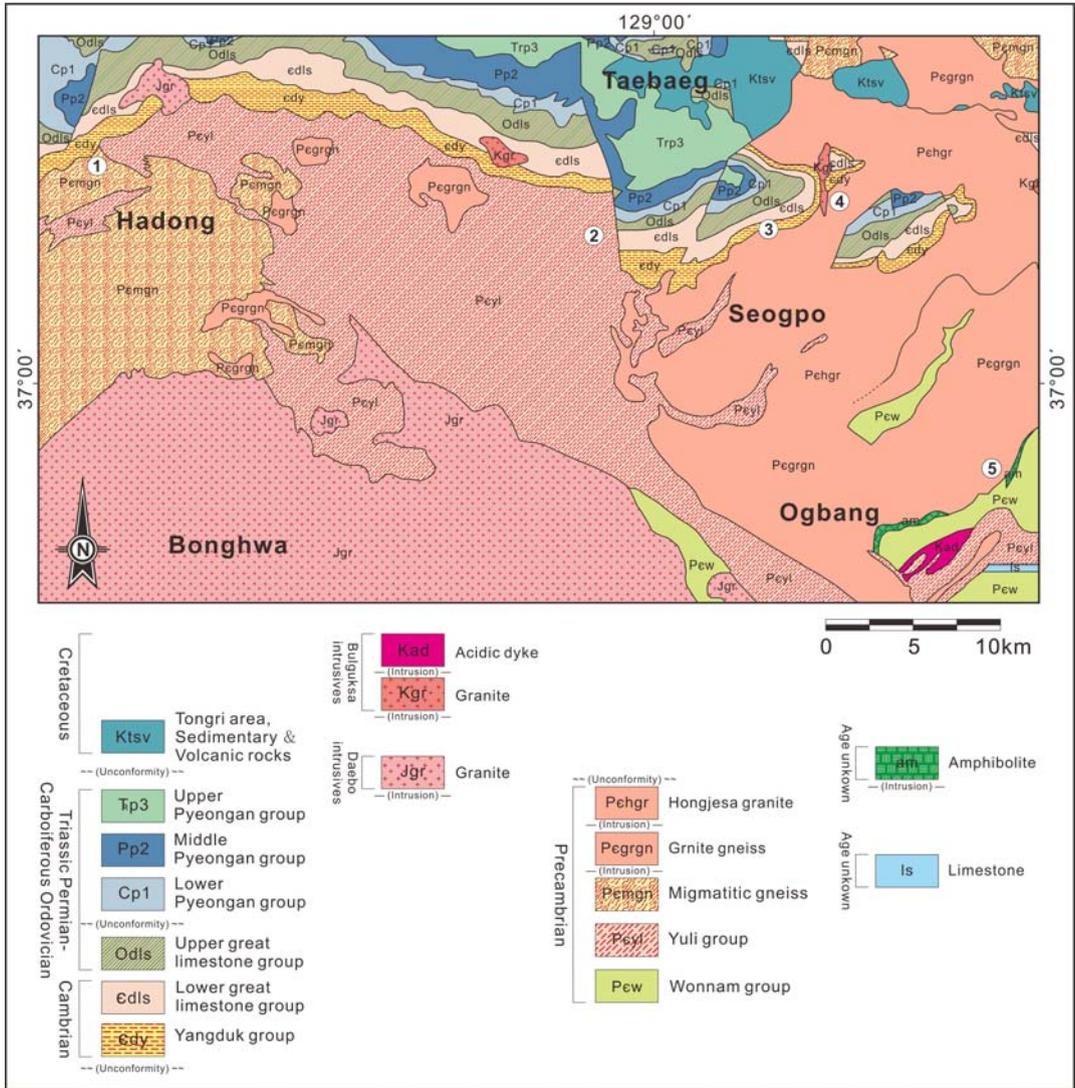


Fig. 1. Geologic map of the Taebaegsan region and its vicinities (modified from Hwang *et al.*, 1996; Kim *et al.*, 2001). Five sampling locations are found in the older basements. Sampling sites; (1) Oeryong-ri area of Hadong-myon, Youngweol, (2) Dachyun-ri area of Socheon-myon, Bonghwa, (3) Seonghwang-ri area of Socheon-myon, Bonghwa, (4) Seogpo-ri area of Seogpo-myon, Bonghwa, and (5) Wangpi-ri area of Seo-myon, Ulsan.

이들의 대상배열에 의하여 편마구조(gneissosity)를 나타내거나, 복운모화강암, 또는, 유색광물류가 적은 우백질암의 외관을 나타내기도 한다. 또한, 홍제사화강편마암체 중에는 석영 및 장석류가 녹회색으로 변하여 다소 어두운 암색을 나타내기도 하며, 광물조성 및 조직 등에 의해 4개 암상으로 구분하기도 한다(Kim and Lee, 1983).

이들을 후기에 관입한 우백질 화강암체는 육안상으로 유색광물류의 존재를 확인하기 어려운 밝은 담백-담회 및 담갈색이며, 주로 세립 내지 중립의 입상조직을 나타내지만, 울진군 서면의 통고산 일대 우백질 화강암체는 담갈색의 미세한 엽리(foliation)조직을 나타내며, 구성광물은 백운모이다(그림 2의 I 및 J). 과거에 중요 지질현상으로서 인

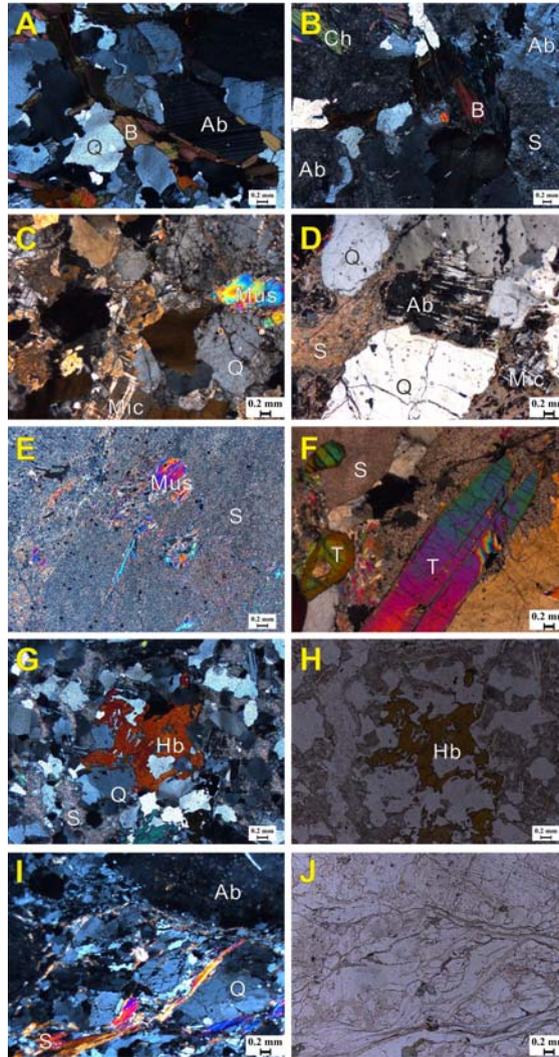


Fig. 2. ($\times 25$) Photomicrographs of the older granitic rocks, various kinds of leucocratic granites and their derivatives in the Taebaegsan region: (A) Buncheon granitic gneiss, (B) Hongjesa granitic gneiss, (C) Slightly altered leucocratic granite of the Daehyun sericite mine, (D) Rather severely sericitized ore, (E) High grade sericite ore, (F) Sericitized ore with euhedral tourmalines, (G,H) Leucocratic granite with hornblendes < G is \times nicols>, and (I,J) Leucocratic granite with muscovite foliation < I is \times nicols >. Mineral abbreviations; Ab = albite, B = biotite, Ch = chlorite, Hb = hornblende, Mic = microcline, Mus = muscovite, S = sericite, T = tourmaline, Q = quartz.

용되었던 지향사 형성 중에 관입하는 알카리 화강암류는 편리조직이 특징적인 것으로 기재하고 있으나(Smirmov, 1976), 최근의 판구조론에 의한 화강암류 관입이 일반화되어 있다. 강원도 영월과 경북 봉화군 소천면 대현리 소재 대현 건운모광산 주변지역은 우백질 화강암류가 고생대 변성퇴적암인

장산규암층과 하부 기반암인 미그마타이트질 편마암 및 홍제사 화강편마암류를 관입하였다. 대현광산 채굴적에서는 홍제사 화강편마암의 구성 광물인 흑운모, 녹니석류 등의 철분에 의하여 표면부가 검붉게 착색되었으며, 이를 후기에 관입한 밝은 색의 우백질화강암과의 대조적인 차이를 확인할 수

Rock name	Mineral species	Paragenesis	Type of alteration
Leucocratic granite	Quartz	—————	<u>Albitization</u> ...
	Feldspar	—————	
	Muscovite—————	
	Amphibole	—————.....	.. <u>Greisenization</u>
	Sericite—————	
	Lepidolite—————	
	Spodumene	
	Tourmaline————— <u>Tourmalinization</u>
	Cassiterite	—————	
Hongjesa granitic gneiss	Quartz	————— <u>Chloritization</u>
	Feldspar	—————	
	Biotite	—————.....	
	Chlorite—————	
Buncheon granitic gneiss	Quartz	—————	<u>Gneissic metamorphism</u>
	Feldspar	—————	
	Biotite	—————.....	

Fig. 3. A generalized mineral paragenesis and alteration types of the granitic rocks in the Taebaegsan region and its vicinities. Dots indicate the sporadical presence of the paragenesis and alteration.

있다. 또한, 우백질 화강암체에서 흔히 확인되는 견운모광체는 색상이 연황, 연녹 및 연회색 등이며, 미사장석화(microclinization)에 의해 K-장석류가 농집된 마그마 상부(cupola) 및 가장자리(apophysis) 등에서는 영운암화 작용에 의하여 견운모가 괴상광체로 나타나기도 한다. 울진군 서면 왕피리에서는 미립질 리치움운모와 함께 자형 내지 반자형의 석석(Sn) 결정이 페그마타이트상으로 확인되고 있지만, 리치움운모를 포함하는 화강암형 노두는 전석만으로 확인된다. 노두를 확인치 못한 이유는 알비타이트-영운암화에 의한 견운모, 리치움 및 석석광상은 주로, 마그마 상부와 주변부에 생성되기 때문에 풍화침식에 의해 쉽게 삭박되어 없어지거나, 지표부의 광체가 거의 소진되었기 때문이다. 일제시대인 1944년경까지 900여 톤 리치움광체가 항공기 제조를 위한 합금용도로 채광되었으며(Hong, 1996), 1980년대 초반까지 석석(Sn)광산 개발을 위하여 대부분의 지표부 우백질 화강암류가 탐광 등으로 훼손되었기 때문이다.

광물감정

현미경 광물관찰에서 분천 화강편마암체는 변성 작용으로 인한 파동소광의 흑운모는 흔하지만, 녹니석류와 각섬석류 등의 유색광물류는 확인되지 않으며, 석영과 장석류가 신선하게 나타난다(그림 2의 A). 그러나, 흑운모와 석영 등의 뚜렷한 방향성 배열(편마구조)에 의하여 홍제사 화강편마암과 명확히 구분된다. 홍제사 화강편마암류는 풍부한 흑운모와 함께 변질산물로서 녹니석류를 흔히 포함하며(그림 2의 B), 장석류도 심한 견운모화에 의하여 결정 외형만이 희미하게 남아있는 경우가 흔하다.

연구지역의 우백질 화강암류는 석영, 장석류, 백운모 등의 광물류에 의해 중립질 정도의 입상조직을 주로 나타내지만, 영운암화 작용이 진행됨에 따라 견운모가 풍부해지면서 석영을 제외한 모든 장석류가 견운모화되거나, 석영 및 각섬석류는 열수 변질 등에 의해 용식구조를 나타내기도 한다(그림 2의 D, G 및 H). 반면, 울진군 서면 통고산 일대의 우백질 화강암체는 석영이 세립으로 신장되어

Table 1. Major oxide composition (wt %) of leucocratic granitic rocks of several albitite-greisen deposits and samples of older granitic gneisses

SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	L.O.I	total	Remarks
73.35	0.06	15.24	0.39	0.02	0.20	0.44	2.78	6.00	0.20	1.08	99.76	Leucocratic granites, Youngweol area
73.88	0.07	15.48	0.54	0.02	0.24	0.36	2.73	4.87	0.20	1.38	99.77	
74.38	0.06	15.57	0.89	0.02	0.18	0.42	4.47	2.00	0.18	1.58	99.75	
73.81	0.07	15.41	1.37	0.08	0.30	0.36	4.51	2.45	0.10	1.41	99.87	
74.20	0.06	14.85	0.58	0.02	0.21	0.47	3.25	4.89	0.21	1.14	99.88	
78.09	0.02	13.77	0.26	0.26	0.03	0.18	3.24	2.38	0.11	1.27	99.61	
74.44	0.02	15.41	0.08	0.14	0.03	0.08	8.18	0.65	0.03	0.56	99.62	Leucocratic granites, Uljin area
75.22	0.03	14.45	0.82	0.07	0.05	0.09	3.64	3.99	0.03	1.16	99.55	
74.80	0.05	15.05	0.77	0.02	0.12	0.67	4.27	2.82	0.22	0.95	99.74	
74.00	0.02	14.32	0.10	0.01	0.05	0.12	1.59	9.05	0.08	0.84	100.18	
77.82	0.03	12.82	0.31	0.02	0.08	0.10	2.30	5.00	0.17	1.19	99.84	
74.93	0.04	14.71	0.36	0.01	0.09	0.39	4.45	3.60	0.17	1.00	99.75	
74.76	0.03	14.71	0.76	0.05	0.06	0.17	3.95	4.15	0.09	1.08	99.81	Leucocratic granites, Bonghwa area
73.96	0.21	14.57	0.71	0.01	0.71	0.24	0.24	7.18	0.19	1.81	99.83	
72.69	0.15	14.64	1.44	0.02	0.40	0.35	2.61	6.04	0.22	1.25	99.81	
74.22	0.16	14.62	0.78	0.01	0.28	0.24	2.01	5.59	0.15	1.63	99.69	Buncheon granitic gneiss
71.82	0.26	13.7	2.80	0.07	0.61	1.48	2.89	5.34	0.14	0.73	99.84	
74.69	0.15	12.77	1.95	0.05	0.34	1.13	2.81	5.28	0.1	0.58	99.85	
76.15	0.14	12.63	1.35	0.02	0.32	1.22	3.02	4.16	0.06	0.77	99.84	
74.83	0.07	13.73	1.10	0.06	0.15	1.07	3.18	4.31	0.09	1.37	99.96	Hongjesa granitic gneiss (Koh, 2008)
78.85	0.10	11.16	1.35	0.02	0.56	0.66	3.07	3.30	0.04	1.07	100.18	
69.18	0.41	13.71	4.13	0.06	1.77	1.25	1.98	3.26	0.07	2.94	98.76	
72.02	0.22	13.85	2.58	0.04	0.65	1.06	3.34	4.27	0.05	1.75	99.83	
69.69	0.44	13.38	4.83	0.04	2.05	0.93	2.66	4.23	0.08	2.55	100.88	
73.11	0.09	14.57	1.19	0.01	0.29	0.49	1.45	6.87	0.35	1.47	99.89	
75.46	0.08	14.26	1.10	0.02	0.45	0.52	3.78	3.21	0.18	1.03	100.09	

나타나는 반심성암 및 화산암에 유사한 유동조직 (flow texture)을 나타내며, 백운모류가 엽리(foliation)를 구성하여 S-형 화강암의 특성을 나타내기도 한다(그림 2의 I 및 J). 그러나, 석영류에 비하여 알바이트장석은 입상조직을 유지하므로, 석영이 알바이트장석보다 후기에 유동체를 형성하였음을 지시한다(그림 2의 I). 일반적인 화강암류는 과알루미나형으로 알려져 있으며, 우백질화강암에서의 백운모류는 풍부한 Al에 의한 생성이며, 심성암보다 낮은 온도와 압력조건을 가지는 화산암류에서는 백운모가 잘 생성되지 않는 것으로 알려져 있다

(Carmichael *et al.*, 1974; Stemprok, 1987). 연구 지역 내 우백질화강암류는 지역에 따라서 생성광물 종류에 차이를 나타낸다. 울진군 서면 왕피리 일대는 리치움운모(레피도라이트, lepidolite)뿐 아니라, 석석(Sn)이 페그마타이트에서 개발되었으며(Moon *et al.*, 1996), 화강암체에서도 리치움이 확인된다(Yoo *et al.*, 2012). 레피도라이트광석의 X-선 회절분석에 의한 2θ 값은 백운모 및 견운모와 아주 유사하여 구분이 불가능하며, 화학분석에 의해 LiO₂ 성분을 확인한 후에 리치움운모의 존재가 확인될 수 있다. 그리고, 점토광물류인 미세한 입도를 가

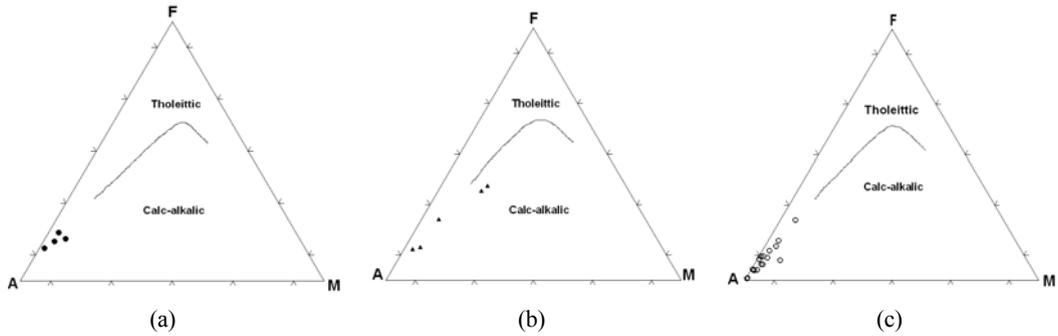


Fig. 4. AFM diagram(A, $K_2O + Na_2O$; M, MgO; F, total Fe) for the granitic rocks of the Taebaegsan region and its vicinities. (a) Buncheon granitic gneiss; (b) Hongjesa granitic gneiss; (c) Leucocratic granites.

지는 견운모와 함께 레피도라이트도 현미경 하에서 그 구분이 불가능하다. 페그마타이트 주변에는 리치움포함 광물의 2차 변질에 의해 생성된 유백색 스포두민(spodumene)이 패취(patch)상으로 도포되어 나타나기도 한다(Yoo *et al.*, 2012). 한편, 봉화군 소천면 석포리에서는 각섬석류를 포함하는 우백질화강암체가 확인되며, 각섬석결정이 마그마 후 변질(또는, deuteritic alteration)에 의하여 용식되어 나타남을 볼 수 있다(그림 2의 G 및 H). 일반적으로, 우백질 화강암류는 알비타이트-영운암화 과정에서 각섬석류 중, 리베카이트(riebeckite)가 포함되는 것으로 기재되고 있다(Smirnov, 1976). 그밖에, 우백질화강암류와 주변의 페그마타이트에서는 알카리 화강암류 분화에서의 특징광물의 하나인 전기석류(Stone, 1984)가 흔히 확인된다(그림 2의 F). 암석현미경 관찰과 X-선회절 분석자료에 의하여 홍제사, 분천 화강편마암 및 우백질 화강암류의 광물 공생관계(paragenesis)와 변질특성(types of alteration)을 도표로 표시하였다(그림 3).

암석지화학적 고찰

우백질 화강암류의 주성분 10원소 분석결과(표 1)에 의하여 마그마 분화정도를 추정하는 AFM(A; $K_2O + Na_2O$, F; $Fe_2O_3(t)$, M; MgO) 삼각 관계도(그림 4)에서는 연구지역의 모든 화강암질 암류를 칼크-알카리 계열로 확인하였다(Irvine and Baragar, 1971). 그리고, 분천 화강편마암에 비해 홍제사 화강편마암류는 더 넓은 범위의 분화정도를 나타내며, 우백질 화강암류는 이들 보다도 분화가 더 진행되어 A점에 거의 근접한 정도까지 나타나기도 한다(그림 4-c). 또한, 홍제사 화강편마암류의 다소

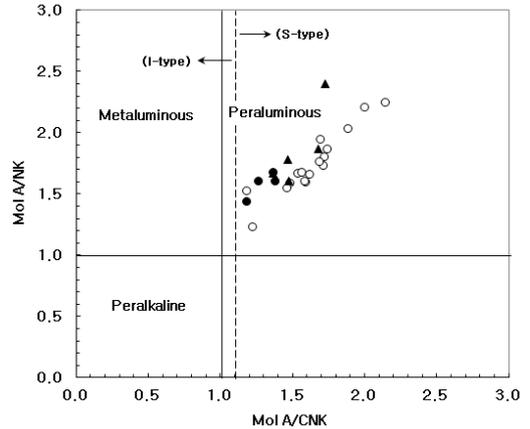


Fig. 5. Molecular A/CNK vs. A/CN diagram of the granitic rocks of the study area. (filled circles) Buncheon granitic gneiss; (filled triangles) Hongjesa granitic gneiss; (open circles) Leucocratic granites.

넓은 범위에 걸친 분화정도는 앞에서 언급한 바와 같이 4개 정도로 구분되는 다양한 암상(Kim and Lee, 1983)임을 증명한다(그림 4-b).

그리고, 주성분 분석에서 $A/CNK(Al_2O_3/CaO + Na_2O + K_2O)$ 와 $A/CN(Al_2O_3/CaO + Na_2O)$ 의 몰(mol) 비는 각각 1.18~2.14 (평균 1.56)와 1.24~2.41 (평균 1.70)로서 뚜렷한 변화폭을 나타낸다(그림 5). 또한, A/CNK대 A/CN의 몰비 관계도에서는 모든 화강암질 암류는 과알루미나 암형(peraluminous) 형에 도시되며, 우백질화강암류는 한층 더 뚜렷하게 넓은 변화폭을 가지는 경향을 보인다. 아무튼, 모든 화강암류의 A/CNK는 1.1 이상의 값을 가져 모두 S-형에 도시되는 암석화학적 특성을 보인다(White and Chappel, 1983; Hyndman, 1985). 석

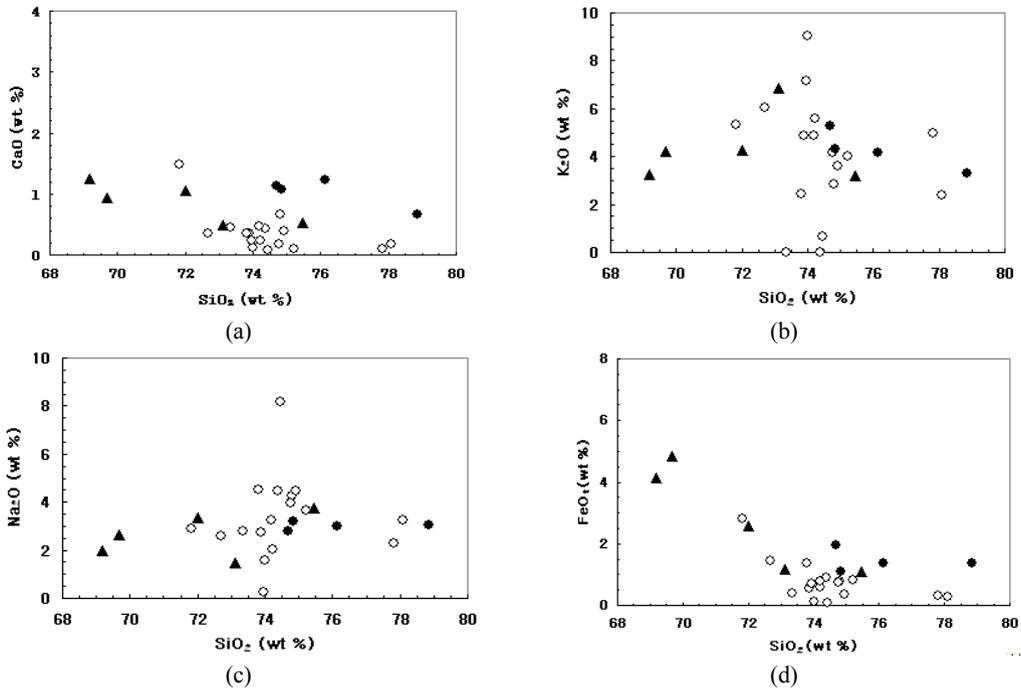


Fig. 6. Some of oxides plot (wt %) for granitic rocks of the study area. (filled circles) Buncheon granitic gneiss; (filled triangles) Hongjesa granitic gneiss; (open circles) Leucocratic granites.

포리지역의 우백질암류는 각섬석류를 포함하므로 I-형으로의 가능성도 있지만, 그 외의 대부분 지역에서는 각섬석류를 포함치 않으므로 S-형으로 추정할 수 있다(Hyndman, 1985).

또한, 우백질화강암류는 마그마분화가 진행됨에 따라 수반된 알바이트화와 미사장석화에 의하여 CaO 함량이 고기 화강암류에 비해서 상대적으로 낮게 나타나는 편이다(그림 6-a). 반면, K₂O는 영운암화 작용에 의한 미사장석화, 견운모화에 의하여 고기 화강암류보다 높게 확인되며(그림 6-b), 리치움광상을 형성하기도 한다(Stemprok, 1987). Na₂O도 알바이트화 작용에 의한 알바이트장석의 생성으로 고기암류에 비하여 높은 함량을 나타낸다(그림 6-c). 반면, 우백질 화강암류는 마그마분화에 따른 Fe 등의 감소현상에 의해 고기 화강암류보다 대체적으로 낮게 확인된다(그림 6-d).

토 의

알카리 화강암의 분화에 따라 태백산 및 그 주변에는 리치움, 석석광상 등을 생성시켰으며, 지금

도 견운모광산이 가행되고 있다. 울진 석석광상은 그라이젠화에 의한 페그마타이트(Park *et al.*, 1988)가 포함하는 백운모(Chon and Shimazaki, 1993)에 대한 K-Ar 절대연령측정에 의한 광화시기를 백악기 초기-쥬라기 중기로 추정하였으나, 우백질 화강암체의 존재에 대한 언급 및 분석은 없었다. 그러나 석석광상 주변에는 섀캠브리아기 화강편마암류의 Sn 및 Li 함량도 높게 확인되지만(Moon and Park, 1994), 광화작용을 수반한 페그마타이트를 생성시킨 것으로 추정되는 후기 우백질 화강암류의 존재를 확인하지 못하였으며, 이를 광화 모암으로 볼 수 있는가 하는 진위확인이 요구된다. 봉화지역 대현 견운모광상지역은 견운모의 U-Pb 절대연령측정으로 견운모의 광화시기를 고생대 석탄기로 추정하였으나, 역시 우백질화강암체의 존재에 대한 기재는 하지 않았다(Koh, 2008).

본 연구 중, 울진군 서면 통고산 일대 및 봉화군 소천면 석포리의 2개 지역 우백질화강암체의 저어콘(zircon) 연대측정 시도는 저어콘광물의 부재로 포기하였으나, Rb-Sr 및 K-Ar법에 의한 전암연령 및 광화연대를 측정할 예정이다. 또한, 연구지역에

산포된 우백질화강암체의 경계부 등 기반암과의 접촉면을 조사하여 주변암과의 지질경계선 및 선 후관계 등을 확인하여야 할 것이다.

연구지역 주변에서 산출되는 견운모, 석석 및 레피도라이트광상과 관련된 우백질 화강암 연구는 이들과 머지 않은 곳에서 가행되었던 옥방, 쌍전, 순경 등 W, Mo, Sn 광상의 성인에 대한 재조명에 일조를 할 수 있겠다. 그러므로, 첨단 전자산업 등에 용도가 증대되고 있는 Nb, Ta, Ti 등의 희유금속류 및 희토류(REEs) 자원조사는 영운암화를 나타내는 우백질(알카리) 화강암류 등과 성인상 깊은 관련을 가지므로 연구원에서 수행 중인 에티오피아, 콩고 등 해외에서의 연구뿐 아니라 국내에서의 연구에 도움이 되기를 기대한다.

결 언

태백산지역과 주변의 저반상 고기 화강암질 암체와 퇴적변성암류 분포지에는 암주상 우백질(알카리) 화강암류가 강원도 영월군 하동면 외룡리에서 동쪽으로 태백시 인접의 경북 봉화군 소천면 대현리, 석포리 및 울진군 서면 왕피리 등까지 산포된다. 그러나, 그동안의 조사에서 고기 화강암류와 구분은 거의 등한시되어왔다. 연구를 위하여 노두에서의 육안상 차이, 광물조성 및 지화학적 특성 파악을 위하여 연구지역의 우백질화강암류, 분천 및 홍제사 화강편마암류 등에 시행한 연구 결과는 다음과 같다.

1) 저반상의 분천 화강편마암류는 석영, 장석류 및 흑운모로 구성되며 장석류와 석영은 우백색으로서 노두에서의 암색은 밝다. 파동소광의 흑운모가 흔하며, 녹니석류와 각섬석류는 포함되지 않으며, 흑운모와 군집상 세립 석영의 신장 등에 의한 방향성으로 홍제사 화강편마암에 비해 뚜렷한 편마구조를 나타낸다.

2) 홍제사 화강편마암류는 분천 화강편마암을 관입한 저반으로서 흑운모, 녹니석 등을 많이 포함하며, 편마구조(gneissosity)를 나타내거나, 중립-조립 입상조직도 나타내며, 복운모화강암이나 우백질암체 외관 등으로 나타나기도 한다. 지역적으로는 석영과 장석류가 녹회색으로 변하여 어두운 암색을 나타내기도 하며, 녹니석류화 및 사장석류와 정장석류의 견운모화도 심한 편이다.

3) 고기 화강암체를 관입한(?) 우백질화강암체는 유색광물류의 존재를 확인하기 어려운 밝은 담백-

담회-담갈색으로서, 세립 내지 중립 입상조직을 주로 나타내지만, 일부 지역에서는 백운모에 의한 미세한 엽리구조를 나타내기도 한다.

4) 우백질 화강암류는 석영, 장석류 및 백운모로 주로 구성되지만, 영운암화 작용에 의하여 석영을 제외한 모든 장석류가 견운모화되거나, 리치움운모화(레피도라이트)되었으며, 석영립 및 각섬석류 등이 마그마 후변질에 의하여 용식구조를 나타내기도 한다.

5) 우백질 화강암류는 지역에 따라 생성광물에 차이가 있으며, 울진군 서면 왕피리 일대는 석석(Sn), 레피도라이트 등과 리치움광물류의 2차 변질에 의해 스포듀민(spodumene)이 산출된다. 한편, 봉화군 소천면 석포리의 우백질 화강암류는 각섬석류를 포함하며, 강원도 영월 및 경북 봉화 등에서는 전기석류를 포함하기도 한다.

6) A/CNK 대 A/CN의 몰비 관계도에서는 모든 화강암질 암류는 과알루미나 암형과 S-형에 도시되며, AFM 삼각관계도에서는 켈크-알카리 계열로 확인된다.

7) 우백질 화강암체는 분화과정에서 알바이트화와 미사장석화에 의해 CaO 함량이 고기 화강암류에 비해 낮게 나타내며, K₂O 및 Na₂O는 미사장석화, 알바이트화 및 영운암화작용에 의한 견운모화에 의해 주변 고기화강암류 보다 풍부한 편이다. 한편, 철분은 다소 극심한 분화에 따른 Fe 감소현상에 의해 낮게 나타난다.

사 사

본 연구는 한국지질자원연구원의 국내 희유금속자원 탐사 및 활용기술 개발 (국내 희유금속 광화대 광상탐사 및 자원확보) 연구의 일환으로 수행되었습니다. 야외조사 및 실내연구 등에서 수고하신 실원들과 좋은 지적을 해주신 학회 편집위원장과 심사위원께 감사드립니다.

REFERENCES

- Carmichael, Ian S.E., Turner F.J., and Verhoogen, J. (1974) *Igneous Petrology*. McGraw-Hill Book Company, New York, 739p.
- Chon, H.T. and Shimazaki, H. (1993) K/Ar ages of tin mineralization in Korea. IAGOD Symposium, 8th Ottawa, Proceedings, 323-330.
- Dewey, J.F. and Bird, J.M. (1970) Mountain belts and the new global tectonics. *J. Geophysics. Reserch*, 75,

- 2625-2647.
- Geol. Soc. Korea (1962) The geologic maps of Taebaegsan Region. Geological Investigation Corps of Taebaegsan Region (in Korean).
- Hyndman, D.W. (1985) Petrology of Igneous and Metamorphic Rocks, Second Edition. Mc-Graw Hill, New York, 786p.
- Hong, J.G. (1996) Before forgotten of past period. Historical viewpoints of Korean mining industries. 52-60 (in Korean).
- Hwang, J.H., Kim, D.H., Choi, D.R., and Song, G.Y. (1996) Explanatory note of the Andong Sheet. Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources. 67p (in Korean with English abstract).
- Irvine, T.N. and Barager, W.R.A. (1971) A guide to the chemical classification of the volcanic rocks. Canadian Journal of Earth Science. 8, 523-542.
- Kim, J.C., Koh, H.J., Lee S.R., Lee, C.B., Choi, S.J., and Park, K.H. (2001) Explanatory note of the Gangreung-Sokcho Sheet. Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources. 66p (in Korean with English abstract).
- Kim, O.J, Hong, M.S., Park, H.I., and Kim, K.T. (1963) Geological map of Samgun sheet. Geological Society of Korea (in Korean with simple English explanation).
- Kim, Y.J. and Lee, D.S. (1983) Geochronology and petrogenetic process of the so-called Hongjesa granite in the Geogpo-Deogku area. Journal of Korean Institute of Mining Geology. 16-3, 163-221 (in Korean with English abstract).
- Kim, Y.J, Cho, D.L., and Hong, S.S. (1986) Petrochemical study of alkali granite in northern area of the Uljin Mine. Jour. Korean Institute of Mining Geology. 19-2, 123-131 (in Korean with English abstract).
- Koh, S.M. (2008) Geological formation environmental and mineralization age of the Daehyun sericite deposits in Bonghwa-gun, Gyungsangbuk-do: Introduction of the new type in South Korea. Journal of Geological Society of Korea, 44-4, 365-386 (in Korean with English abstract).
- Moon, S.H. and Park, H.I. (1994) Alteration of granitic gneiss and their genetic relationship to tin mineralization in the Uljin area. Journal of Geological Society of Korea, 30-2, 125-139 (in Korean with English abstract).
- Moon, S.H., Park, H.I. Ripley E.M., and Lee I.S. (1996) Mineralogical and stable isotope studies of cassiterite greisen moneralization in the Uljin area, Korea. Economic Geology, 91, 916-933.
- Park, H.I., Chang, H.W., and Jin M.S. (1988) K-Ar ages of mineral deposits in the Taebaeg Mountain District. Journal of Korean Institute of Mining Geology 21-1, 57-6 (in Korean with English abstract).
- Reedman, A.J. and Um, S.H. (1975) Geology of Korea. Geological and Mineral Institute of Korea. 139p.
- Smirnov, V.I. (1976) Geology of Mineral Deposit. Mir Publishers, Moscow, 520p.
- Sohn, C.M. and Lee, D.S. (1966) Geological map of Ogdong sheet. Geological. Society of Korea (in Korean with simple English explanation).
- Stemprok, M. (1987) Greisenization (a review). Geologische Rundschau, Stuttgart, 76/1, 169-175.
- Stone, M. (1984) Textural evolution of lithium mica granites in the Cornubian batholith. Proc. Geol. Ass., 95 (1), 29-41.
- White, A.J.R. and Chappell, B.W. (1983) Granitoid types and their distribution in the Lachlan Fold Belt, southeastern Australia. Geological Society of America Memoir 159, 21-34.
- Yoo, J.H., Koh, S.M., and Moon, D.H. (2012) Introduction of several albitite-greisen type deposits of Korea. Journal of the Mineralogical Society of Korea, 25, 221-231 (in Korean with English abstract).

접수일(2013년 11월 29일), 수정일(1차 : 2013년 12월 25일),
 게재확정일(2013년 12월 28일), 책임편집위원 : 신동복