

강원도 태백산지역 원동광산 시추탐사연구

이 재 호*

한국지질자원연구원

The Results of Drilling in Weondong Mine Area, the Taebaegsan Mineralized District, Republic of Korea

Jae-Ho Lee*

Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources, Daejeon, 305-350, Korea

The Taebaegsan Mineralized District is the most prospective region for the useful mineral commodities such as a coal, non-metallic, metallic mineral in South Korea. From a general point of view, Cambro- Ordovician limestone formations, Myobong slate and Pungchon (Daegi) limestone, are the most fertilizable formations in the Taebaegsan Mineralized District. The geology around Weondong mine area consists mainly of Carboniferous-Triassic formations and Cambro-Ordovician formations intruded by rhyolite/quartz porphyry. The great overthrust fault of N40~50°E direction, so called Weondong overthrust fault, is observed in the central part of the mine area and the NS fault system cuts the overthrust fault. By postulating from the favorable geological and structural condition around Weondong area, the possibility of deep seated hidden ore bodies is expected. In 2010, on the basis of the results of LOTEM and CSAMT survey, the cross-hole survey was performed for the investigation of the hidden polymetallic ore body in the deep parts of the Weondong mine area and the grade of the newly-discovered ore-body is as follows; (1) The cut-off grade for lead-zinc 3%; an weighted average grade 5.50% (2.7 m), (2) The cut-off grade for copper 0.1%; an weighted average grade 0.91% (14.65 m), (3) The cut-off grade for iron 30%; an weighted average grade 38.18% (3.3 m), (4) WO_3 for each cut-off grade(0.01%, 0.05%, 0.1%); an weighted average grade 0.29 wt. % (8.8 m), 1.15 wt. % (2.1 m), 1.97 wt. % (1.2 m), (5) MoS_2 for each cut-off grade(0.01%, 0.1%); an weighted average grade 0.15 wt. % (6.35 m), 0.28 wt. % (3.15 m), (6) Ta_2O_5 for each cut-off grade (0.01%, 0.1%); an weighted average grade 0.13% (19.5 m), 1.11% (1.8 m), (7) Nb_2O_5 for each cut-off grade (0.01%, 0.1%); an weighted average grade 0.06% (11.5 m), 0.15% (3.0 m).

Key words : Cambro-Ordovician limestone formations, Weondong overthrust fault, polymetallic skarn deposit, drilling survey, weighted average grade

태백산 광화대는 캄브로-오르도비스기의 풍촌 또는 대기 석회암층과 묘봉층이 넓게 분포하고 있어 석탄과 비금속광물을 비롯하여 금속광물이 배대되는 대규모의 고대광상 또는 스카른 광상이 발달할 수 있는 최적지로 알려져 있다. 원동광산 일대의 지질은 석탄기-트라이아스기 층군과 스카른형 다중금속광상의 모암이 되는 캄브로-오르도비스기의 조선계 대석회암누층군 석회질암이 넓게 분포하며, 이를 관입하는 유문암/석영반암이 발달하고 있다. 연구지역에서 관찰되는 주요 단층은 N40~50°E 주향의 원동층상단층으로 20°NW 의 경사를 이루면서 발달하고 있고, 이를 NS계 단층들이 절단하고 있어 지질-구조적으로 심부에 스카른형 다중금속 광화작용이 기대되는 지역이다. 2010년도에는 LOTEM 및 CSAMT 물리탐사 결과로부터 추출된 이상대를 대상으로 수행된 장공 시추탐사에서 착맥된 광체의 품위는 다음과 같다; (1) 연-아연광석 한계품위 3%; 평균중률품위 5.50% (2.7 m), (2) 동광석 한계품위 0.1%; 평균중률품위 0.91% (14.65 m), (3) 철광석 한계품위 30%; 평균중률품위 38.18% (3.3 m), (4) WO_3 한계품위별 (0.01%, 0.05%, 0.1%); 평균중률품위 0.29 wt. % (8.8 m), 1.15 wt. % (2.1 m), 1.97 wt. % (1.2 m), (5) MoS_2 한계품위별 (0.01%, 0.1%); 평균중률품위 0.15 wt. % (6.35 m), 0.28 wt. % (3.15 m), (6) Ta_2O_5 한계품위별 (0.01%, 0.1%); 평균중률품위 0.13% (19.5 m), 1.11% (1.8 m), (7) Nb_2O_5 한계품위별 (0.01%, 0.1%); 평균중률품위 0.06% (11.5 m), 0.15% (3.0 m).

주요어 : 캄브로-오르도비스기 대석회암누층군, 원동층상단층, 스카른형 다중금속광상, 시추탐사, 중률평균품위

*Corresponding author: jhlee@kigam.re.kr

1. 서 론

한반도 중앙에 북동방향으로 분포하고 있는 옥천습곡대 중 고생대 퇴적지층들이 발달하는 북동부지역의 “옥천 비변성대” (Ogcheon Neogeosynclinal Zone)를 백운산 향사지역 또는 태백산지역이라 부르기도 하는데, 백운산 향사지역은 석탄기~트라이아스기의 평안누층군이 백운산 향사구조 축부를 따라 동서방향으로 분포하기 때문에 붙여진 명칭으로 주로 지질구조적인 관점에서 이용되고, 태백산지역이란 명칭은 편의상 협의의 광상부존지를 지칭할 때 태백산 광화대라고 흔히 사용하고 있으며, 우리나라의 중요한 금속광상, 비금속광상 및 석탄자원의 대부분이 부존되어 있다. 특히, 태백산광화대에는 대규모 교대광상 또는 스키른 광상이 배태할 수 있는 모암인 석회질암이 넓게 분포하기 때문에 국내에서는 심부잠두광체가 발달할 수 있는 최적지로 판단되는 지역으로 연구지역인 원동광산이 위치하고 있다 (Fig. 1).

본 원동광산일대에 대한 광상학적 연구는 Park *et al.* (1976), Koo *et al.* (1978), Kim *et al.* (1983), Park *et al.* (1984), Lee (1985), Kim *et al.* (1988), Chang (1989), Joo *et al.* (1989, 1990, 1991), Chang *et al.* (1990, 1992), Kim *et al.* (1992, 1993), Oh *et al.* (1994, 1995), Lee *et al.* (1998) 그리고 Kores (1977, 1983, 1984, 1985)의 스키른광상에 대한 시추탐사결과와 평안누층군에 대한 지질조사와 시추탐사 결과가 있다.

본 연구지역은 원동광산 주 광체 북방 200-300 m에 동서방향으로 발달하는 충상단층 (Overthrust fault)에 대한 새로운 구조해석을 바탕으로, 단층하반에

대석회암통의 석회암층이 반복 발달할 것으로 판단하여 1993년에 충상단층 북방 200m 떨어진 지점에서 단층과 거의 평행한 북동-남서방향의 축선을 따라 LOTEM (Long Offset Transient Electromagnetic Method)과 In-situ 대자율(Magnetic Susceptibility) 측정을 실시하였다. 탐사 결과 5개의 심부광체 이상대를 발견되었고 (Kim *et al.*, 1993), 3개 이상대를 대상으로 광체의 부존 가능성을 확인하기 위한 시추탐사가 1993년부터 1995년까지 수행되어 연-아연 광체, 회중석 광체, 철 광체 그리고 동 광체 등 신규 다중금속 광체의 발달을 확인한 바 있었다 (Kim *et al.*, 1993; Oh *et al.*, 1994, 1995).

본 보고에서는 기존의 시추탐사로 확인된 심부광체의 전체적인 부존 양상을 파악하고자 수행되었던 CSAMT (Controlled Source Audio-frequency Magneto Telluric)탐사 결과 (Lee *et al.*, 1998), 광체의 중심부로 판단되는 이상대를 대상으로 장공시추 (1,000 m와 700 m)를 수행하여 획득된 결과를 고찰하고자 한다.

2. 지질개요

연구지역은 앞에서 언급한 바와 같이 삼척탄전 북측 경계부를 따라서 발달하고 있기 때문에 삼척탄전의 광역지질을 이해하는 것이 이 지역의 지질을 이해하는데 효과적일 것으로 생각되어 우선 삼척탄전의 일반지질을 기술하고, 연구지역과 관련된 부분은 지질각론에서 상세히 설명하고자 한다.

삼척탄전을 중심으로 한 그 주변지역의 지질은 선캄브리아기의 변성암복합체, 캄브로~오르도비스기의 조선누층군, 석탄기~트라이아스기 초의 평안누층, 그리고 백악기 말~고 제3기의 통리층군(Lim *et al.*, 1994)과 맥암류로 구성된다.

변성암복합체는 가장 고기의 암석군으로 본 암체에 대한 지질시대에 대하여는 시대미상 또는 쥐라기로 해석되기도 하였으나, Ueda (1969)가 연화광염소 부근의 화강암질 편마암에 대한 Rb/Sr법 연대측정 결과, 선캄브리아기(1,440±140 Ma)임이 확실하게 밝혀진 바 있다. 본 변성암복합체는 탄전의 동부와 남부에 주로 분포하며 동변부에 분포되는 본 암체는 처음에는 단순히 화강편마암(素木卓二, 1940)이라 불리다가 그 후 철암 화강암(Geological Investigation Corps of Taebaegsan Region, 1962), 홍제사 화강암 (Yun, 1967)으로 불리기도 하였고, Kim and Lee (1983)은 홍제사 화강편마암, 우백질 화강편마암 및 편마상 복운모화강암과 백

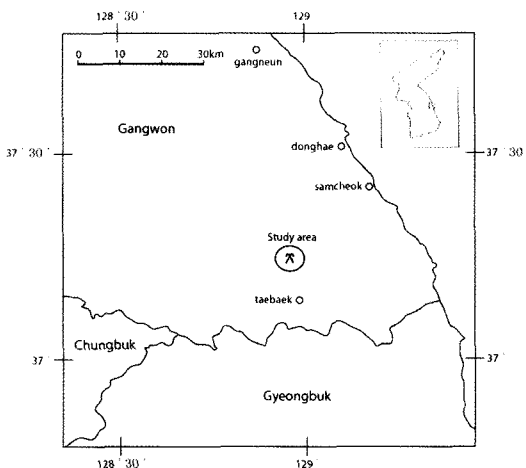


Fig. 1. Location map of the study area.

운모화강암으로 구분하고, 홍제사 화강편마암과 우백질 화강편마암의 시대를 선클브리아기, 편마상 복운모화강암은 테분기, 백운모화강암은 쥐라기로 해석한 바 있다.

조선누층군은 양덕층군과 대석회암층군으로 구성되는데, 양덕층군은 장산규암과 묘봉슬레이트로 구성되고, 대석회암층군은 풍촌층 (대기층), 세송층, 화절층, 동점층, 두무골층, 막골층, 직운산층 그리고 두위봉층으로 분류된다. 특히, Kim and Lim (1993)의 고지자기 연구에 따르면, 초기 고생대 동안 태백지역이 속한 지괴는 북위 8.5°부근에 위치했었으며, Min *et al.* (1993)에 의하면, 오르도비스기 즉 대석회암층군이 형성될 당시에는 남위 12.6°에 위치하였다고 한다.

평안층군은 만항층, 금천층, 장성층, 함백산층, 도사곡층, 고한층 및 동고층으로 구성된다.

통리층군은 적각리층, 흥전층 및 백병산 화산암으로 구성되며, 백병산 화산암은 과거 석영반암 (素木卓二, 1930; Geological Investigation Corps of Taebaegsan Region, 1962), 백병산 석영반암 (Cheong, 1976) 또는 유문암 (Seo *et al.*, 1979)으로 불렸던 것을 Lim

et al. (1994)가 삼척탄전의 백병산-시루봉지역을 조사하고 난 후 붙인 명칭이다. 본 내용에서는 유문암/석영반암으로 단일화하였다.

본 연구지역인 원동지역에는 서남부에 평안층군의 만항층, 금천층 및 적각리층이 분포하고, 그 외의 지역에는 대석회암층군 중 풍촌층 (대기층)을 기저로 화절층, 동점층, 두무골층 그리고 막골층이 분포하며, 이들을 관입 또는 분출하는 유문암/석영반암이 분포되어 있다 (Fig. 2). 특히, 1994년과 1995년도에 시행된 시추탐사에서 양덕층군 중 묘봉층이 확인된 바 있다.

원동광산일대의 지층들을 규제하고 있는 지질구조로는 본 역 남서부에서 북동 방향으로 발달하고 있는 원동충상단층 (Overthrust Fault), 북동 또는 남북방향으로 발달하고 있는 소규모 단층들 그리고 습곡구조와 선형구조 등이다.

원동충상단층은 Geological Investigation Corps of Taebaegsan Region (1962)에 의하여 원동~상사미리 사이의 화절층과 만항층을 경계로 하여 설정하였으나, Chang (1989)은 대기석회암 하위에 막골석회암을 설정

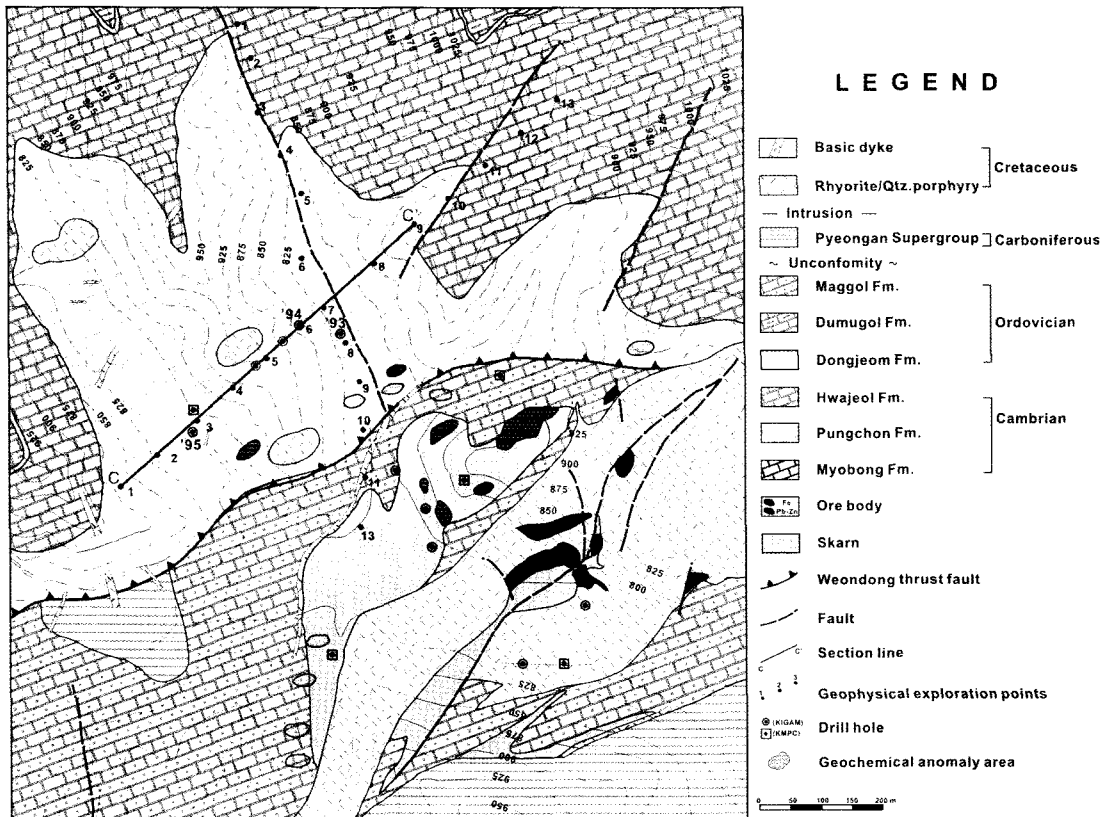


Fig. 2. Geological map and drilling location (red dots) of the study area (after Kim *et al.*, 1993).

하고, 그 경계선을 따라서 층상단층을 설정하였으나, Kim *et al.* (1991)는 그 위치를 수정하고, 지표상에서 연장을 추적 보완하여, 이를 최초로 “원동층상단층”이라고 명명하였다.

Kim *et al.* (1991)의 연구결과에 의하면, 지각 내의 균열, 단층 또는 지질경계선 등을 반영하는 선형구조는 N20°~30°E의 방향이 가장 우세하게 발달하며, 이들은 원동층상단층과 주향이동단층들의 방향과 잘 일치하고 있다. 그 외 N60°~N80°W의 방향을 갖는 선형구조들은 원동지역 내에서 단층으로 확인되지는 않았지만, 일반적으로 층상단층의 수직방향에 해당된다. 그 밖에 NS~N10°E와 N10°~40°W 방향의 선형구조들은 미약하긴 하지만, 단층들의 방향과 매우 유사하다.

3. 광상개요

원동광산 일대에는 스카른형 다중금속광상의 모암이 되는 조석계 대석회암누층군 석회질암이 넓게 분포할 뿐만 아니라, 그 석회질암층 중에는 N40°~50°E 방향으로 원동층상단층이 약 20°NW의 경사를 이루면서 발달하고 있어서, 대기석회암 바로 상부에 막골석회암층이 피복되어 있다. 따라서 두무골층, 동점규암, 화질층, 대기석회암 및 묘봉층이 반복하여 발달될 것으로 해석될 뿐만 아니라, 최후기로 생각되는 남북방향의 단층이 계곡을 따라 발달하고 있으며, 이러한 NS계 단층들은 함백향사지역에서 종종 광화작용과 관계되는 화성암류와 광화용액의 관입통로 역할을 하고 있어서, 본 연구지역은 지질구조적으로 심부에 스카른형 다중금속 광화작용이 기대되는 지역이다.

과거 원동광산에서의 광물 생산은 원동층상단층 남쪽에 분포하는 막골석회암과 이를 관입한 유문암/석영반암내에 포획된 석회질암이 스카른화된 부분에 수반된 연·아연광체와 자철석광체에서 이루어졌다.

원동광산일대에 발달하는 광화작용은 연·아연 광화작용, 자철석 광화작용, 그리고 중석·취수연석 광화작용 등 세 가지로 구분된다. 이들 광화작용과 관련된 스카른광물은 석회질암과 유문암/석영반암 내에 분포하고 있다. 본 광화지역은 광체내에 발달하는 광석광물의 종류와 그 분포 위치에 따라 동일모암인 석회암내에서조차도 스카른광물의 분포 양상이 상이한 것이 특징이다. 이는 퇴적암이 층리에 따른 화학 조성에 차이가 있기 때문으로 사료된다. 본 역에는 석류석 스카른대가 광범위하게 분포되는데 대부분 층상으로 층리를 따라 발달되어 있다. 스카른대는 석회암 근원 스카

른과 유문암/석영반암 근원 스카른으로 구분할 수 있는데, 연·아연 및 철광체는 대부분 석회암 근원 스카른대에 배태되어 있으며, 중석·취수연석은 유문암/석영반암 근원 스카른대와 기존 철광체내 석영, 방해석 및 형석과 공생하며 산출된다.

막골석회암 내에 형성된 석회암 근원 스카른은 석회질부와 니질부에 발달된 스카른광물의 분포가 상이하게 나타나는데, 니질부는 석류석대가 발달하는 반면, 석회질부는 규화되거나 혹은 혼펠스화 되어 있다. 석류석은 대부분 암갈색이며 자형을 이루는데 큰 결정은 4-7 mm정도이며, 수반 스카른광물로는 녹염석, 녹니석 등이나 세맥의 방해석과 능망간석맥도 발달되고 있다.

본 유문암/석영반암 내에 발달하는 스카른대는 대부분 철 광체와 접하는 곳에 발달되는데 크게 두 가지 형태로 분포된다. 그 하나는 석회암 근원 스카른대와 접한 유문암/석영반암이 스카른화된 녹염석 및 견운모대이며, 또 다른 하나는 유문암/석영반암 자체 내에 발달된 구조선을 따라 구조선에서부터 외각으로 석류석, 녹염석 등의 순으로 형성되는 스카른대이다. 본 스카른광물의 특징은 장석류의 녹염석화작용과 석류석화작용이다. 이러한 현상은 비교적 저온성 스카른형성 용액 내에 함유된 수소와 칼리 등에 의해서 수소 및 칼리교대작용이 일어났고, 그 산물로서 먼저 외각에 녹염석 및 견운모를 형성시키고 그 후에 장석류의 석류석화작용이 있었음을 지시한다.

4. 시추탐사

4.1. 시추위치

본 연구지역에서는 LOTEM 탐사를 통하여 규명된 5개 이상대 중 3개 이상대에 대해 1993년부터 1995년까지 3년간 장공시추탐사 (총 2,750 m)를 실시하여 1993년도에는 고품위 연·아연광체 (Pb 1.54%, Zn 18.28%, 폭 2.0 m)를 착맥하였고, 1994년도에는 회중석광체 (한계품위 WO₃ 0.10% 일때, 평균중유평위 WO₃ 0.40 wt.%), 연·아연광체 (두께 0.25~1.15 m, 품위 Pb 0.4~0.6%, Zn 3.8~4.5%) 그리고 저품위 철광체 (Fe 38 wt.%, 두께 0.3 m) 등을 착맥하였다. 또한, 1995년도에는 회중석광체 (총 두께 2.80 m, 평균중유평위 WO₃ 0.48wt.%)와 동광체 (총 두께 23.85 m, 평균중유평위 Cu 0.51 wt.%)를 확인한 바 있다(kim *et al.*, 1993; Oh *et al.*, 1994, 1995).

본 연구에서는 LOTEM 물리탐사 축선 #1의 축점 #4와 #6 사이의 심도 600 m 부근에 위치하는 이상

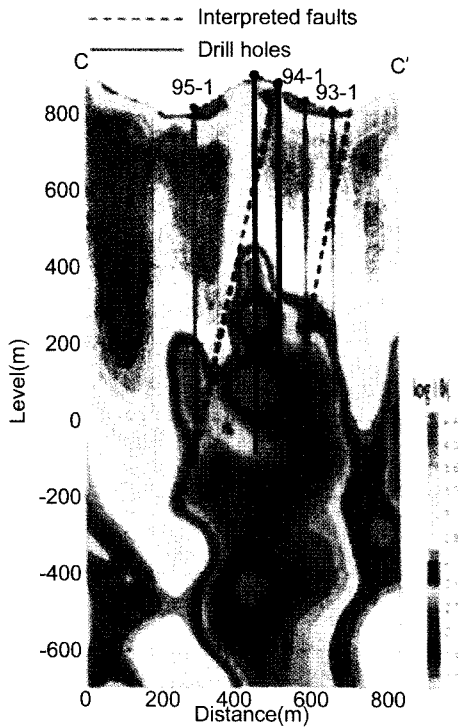


Fig. 3. Vertical section of resistivity along line C-C' in Fig. 2.

대를 대상으로, 기존 시추탐사에서 착맥된 광체의 연장성과 부존 양상을 확인하고자 장공시추 (1호공; 1,000 m, 2호공; 700 m)를 계획하였다 (Fig. 2). 특히, Lee *et al.* (1998)에 의해 심부광체의 전체적인 부존 양상을 파악하기 위해 수행되었던 CSAMT 물리탐사 결과, 시추 대상 이상대가 본 연구지역에 부존하는 광체의 중심부로 판단되었다 (Fig. 3).

4.2. 시추코아로깅

시추코아 (Boring core)에 대한 일반적인 지질학적 층서 및 광체분포에 대한 Logging 결과는 상술하면 다음과 같다 (Lee *et al.*, 2010).

1호공 (1,000 m)의 층서관계를 살펴보면, 지표에서부터 시추심도 0.6 m까지는 풍화토양이고, 0.6~176.0 m 구간이 대기석회암, 176.0~299.3 m 구간이 막골석회암, 299.3~473.9 m 구간이 두무골셰일, 473.9~485.3 m 구간이 동점규암, 485.3~560.7 m 구간이 화절층, 560.7~853.5 m 구간이 대기석회암, 853.5~1000.0 m 구간이 묘봉슬레이트층으로 확인되었다. 묘봉슬레이트층 중에서 시추심도 885.0~886.5 m, 890.5~893.5 m, 956.0~959.0 m, 962.0~962.5 m 구간에서는 연화광산 또는 상동중석광산에서의 M2층에 해당하는 것으로

Table 1. General geological description of drill hole 1

Formation	Remarks
Pungchon (Daegi)	176.0 m; Weondong Thrust Fault
Makgol	
Dumugol	299.3 m
Dongjeom	473.9 m
Hwajeol	485.3 m
	560.7 m
Pungchon (Daegi)	853.5 m
Myobong	1000 m

판단되는 백색 석회암에서 스카른 광화작용이 관찰된다. 시추굴진은 양덕통의 허부층인 장산규암층까지는 도달하지 못하였다 (Table 1).

시추심도 176.0 m 구간은 원동층상단층으로 판단되는 구간이며, 시추심도 485.5~975.3 m 구간에서 스카

른 광화작용이 관찰된다. 특히, 다중 금속광물(회중석, 방연석, 섬아연석, 황철석, 자류철석, 유비철석, 휘수연석, 자철석 등)을 함유한 괴상 및 광염상의 관입 또는 스카른 광체는 561.0~781.6 m(220.6 m), 853.5~892.8 m(39.3 m), 955.0~966.8 m(11.8 m) 구간에서 총 271.7

m 확인되었고, 그 중에서 두께 1.0 m 이상 되는 괴상 광체는 573.6~575.8 m(2.2 m), 581.6~583.3 m(1.7 m), 634.0~635.5 m(1.5 m), 858.1~859.5 m(1.4 m), 885.0~886.5 m(1.5 m), 889.5~893.2 m(3.7 m), 955.8~958.3 m(2.5 m) 구간에서 총 14.5 m 착맥되었다.

시추심도 402.9~405.0 m, 456.5~461.2 m, 764.5~768.0 m, 52.4~54.0 m, 268.5~301.5 m, 475.1~485.5 m, 867.5~874.0 m, 903.5~907.5 m, 922.0~929.0 m, 959.0~960.5 m, 962.5~963.5 m 구간에서 암맥 또는 유문암/석영반암이 관입발달하고 있다.

2호공 (700 m)의 층서관계를 살펴보면, 지표에서부터 시추심도 0.5 m까지는 풍화토양이고, 0.5~166.8 m 구간이 대기석회암, 166.8~280.7 m 구간이 막골석회암, 280.7~368.6 m 구간이 두무골 셰일, 368.6~378.0 m 구간이 동점규암, 413.5~528.5 m 구간이 화절층, 528.5~700.0 m 구간이 대기석회암층으로 확인되었다. 시추굴진은 묘봉 슬레이트층과 양덕통의 하부층인 장산규암층까지는 도달하지 못하였다 (Table 2).

시추심도 166.8 m 구간은 원동층상단층으로 판단되며, 주로 화절층에 해당하는 413.5 m에서부터 광염상의 금속광물이 정출된 약한 스카른 광화작용이 관찰된다. 1호공에서 관찰되는 괴상의 관입 또는 스카른 광체는 관찰되지 않는다.

시추심도 166.8~217.4 m, 372.2~376.1 m, 378.0~413.5 m, 513.6~521.5 m 구간에서 유문암/석영반암이 관입발달하고 있다.

4.3. 광석품위분석

시료 분석은 획득된 광체부분의 금속품위를 확인하고자 ICP/AES 분석법을 이용하여 시행되었으며, 시추코어 중에서 스카른화된 부분과 광석광물이 육안으로 관찰되는 부분을 대상으로 이루어졌다 (Lee et al, 2010).

ICP/AES 정밀화학분석은 회토류를 비롯한 Fe, Cu, Pb, Zn, W, Mo, Au, Ag, Sb, Ti, Cr, U, Nb, Ta 등 총 31개 원소에 대해 시행되었다. 금속원소에 대한 분석 결과는 Fe 0.01~47.00%, Cu 0.3 ppm~14.78%, Pb 2.1 ppm~0.30%, Zn 1.9 ppm~18.70%, W 최대 24,546.40 ppm, Mo 최대 4,964.80 ppm, Au 33.5 ppm까지, Ag 2.9 ppm까지, Sb 56.90 ppm까지, Ti 최대 1.1 7%까지, Cr 123.60 ppm까지의 분석값 범위를 보여준다.

회토류원소의 분석결과 100 ppm 이상이 검출되는 원소는 Y 0.20~955.80 ppm(평균 56.91 ppm, 지각내 합

Table 2. General geological description of drill hole 2

Formation	Remarks
0	
100 — Pungchon (Daegi)	
166.8 m	Weondong Thrust Fault
200 — Makgol	
280.7 m	
300 — Dumugol	
368.6 m	
378.0 m	
400 — Hwajeol	
528.0 m	
600 — Pungchon (Daegi)	
700 m	

량 22 ppm), La 0.10~188.10 ppm(평균 23.33 ppm, 지각내 함량 50 ppm), Ce 0.20~449.9 ppm(평균 55.14 ppm, 지각내 함량 83 ppm), Nd 0.10~174.40 ppm(평균 25.09 ppm, 지각내 함량 44 ppm), Dy 156.80 ppm까지(평균 9.63 ppm, 지각내 함량 8.5 ppm) 분석값을 보여준다. 또한, U 0.1-153.30 ppm, Se 20.50 ppm까지, Ta 0.27%까지, Nb 0.16%까지의 함량을 보여준다.

확인된 연·아연, 동, 철, 텅스텐 그리고 몰리브덴광석의 한계품위별 평균중률품위를 한계품위별로 산출하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

연·아연 (Pb-Zn)광석의 한계품위 3%로 상정할 때, 광석의 평균중률품위는 5.50 %로 그 두께는 2.7 m에 이른다. 또한, 두께 2.1 m에 이르는 연 0.09%-아연 3.22% 광석, 두께 0.6 m의 아연 4.32% 광석, 두께 0.3 m의 아연 18.70% 광석 그리고 두께 0.3 m의 아연 3.19 % 광석도 확인되었다.

동광석의 한계품위별(Cu 0.01%, 0.10%, 0.20%, 0.30%, 0.40%, 0.50%) 평균중률품위는 각각 0.53, 0.91, 1.14, 1.46, 1.65, 1.82%이며, 그 두께는 각각 25.89 m, 14.65 m, 11.35 m, 8.35 m, 7.15 m, 6.25 m이다.

철광석의 한계품위 30%로 상정할 때, 광석의 평균중률품위는 38.18%로 그 두께는 3.3 m이다.

중석(WO₃)광석의 한계품위별(0.01%, 0.05%, 0.1%) 평균중률품위는 각각 0.29 wt. %, 1.15 wt. %, 1.97 wt. %이며, 그 두께는 각각 8.8 m, 2.1 m 그리고 1.2 m이다.

몰리브덴(MoS₂)광석의 한계품위별(0.01%, 0.1%) 평균중률품위는 각각 0.15 wt. %, 0.28 wt. %이며, 그 두께는 각각 6.35 m와 3.15 m이다.

또한, 보봉층내 스카른 광체에서는 니오븀(Nb)과 탄탈륨(Ta)의 부존이 확인되는데, Nb₂O₅의 한계품위를 각각 0.01%와 0.1%로 산정할 경우, 평균중률품위는 각각 0.06%와 0.15%로 그 두께는 11.5 m와 3.0 m이다. 그리고 Ta₂O₅의 한계품위를 각각 0.01%와 0.1%로 산정할 경우, 평균중률품위는 각각 0.13%와 1.10%로 그 두께는 19.5 m와 1.8 m이다.

5. 결 론

1. 탐사지역의 지질은 선캠브리아기의 변성암 복합체, 캄브로~오르도비스기의 조선누층군, 석탄기~트라이아스기초의 평안층군, 그리고 백악기말~고 제3기의 동리층군과 맥암류로 구성된다.

2. 연구지역에 발달 분포하는 지층들을 규제하는 지

질구조는 연구지역 남서부에서 북동방향으로 발달하는 원동충상단층 (Weondong Overthrust Fault), 북동 또는 남북 방향으로 발달하는 소단층들, 그리고 습곡구조와 선형구조 (Lineament) 등이 발달하고 있다.

3. 원동지역의 광화작용은 (1) 연·아연 광화작용, (2) 자철석 광화작용, (3) 중석·취수연 광화작용 등의 3가지 유형으로 대별된다.

4. 이상대를 대상으로 한 장공 시추탐사결과 연·아연, 동, 철, 텅스텐, 몰리브덴 등의 광체가 착맥되어 함량 분석이 수행되었다.

- 연·아연광석 한계품위 3% ; 평균중률품위 5.50% (2.7 m)

- 동광석 한계품위 0.1% ; 평균중률품위 0.91% (14.65 m)

- 철광석 한계품위 30% ; 평균중률품위 38.18% (3.3 m)

- WO₃ 전체 평균중률품위 0.02%

. WO₃ 한계품위 0.01% ; 평균중률품위 0.29 wt. %(8.8 m)

. WO₃ 한계품위 0.05% ; 평균중률품위 1.15 wt. %(2.1 m)

. WO₃ 한계품위 0.10% ; 평균중률품위 1.97 wt. %(1.2 m)

- MoS₂ 전체 중률품위 0.01%

. MoS₂ 한계품위 0.01% ; 평균중률품위 0.15 wt. %(6.35 m)

. MoS₂ 한계품위 0.10% ; 평균중률품위 0.28 wt. %(3.15 m)

- Ta₂O₅ 산술평균 0.04%

. 한계품위 0.01% ; 0.13%(19.5 m)

. 한계품위 0.10% ; 1.11%(1.8 m)

- Nb₂O₅ 산술평균 0.01%

. 한계품위 0.01% ; 0.06%(11.5 m)

. 한계품위 0.10% ; 0.15%(3.0 m)

5. 심부 다중금속광체의 연장성 및 부존 양상 규명을 위한 추가 탐사가 필요하며, 특히 희토류 원소를 비롯한 니오븀과 탄탈륨의 부존 특성에 대한 선인 연구도 수행되어야 할 것으로 판단된다.

사 사

본 연구는 한국지질자원연구원이 수행하고 있는 지식경제부 출연연구사업인 '국내 금속광(Cu, Pb, Zn, Au 등) 부존량 확보를 위한 개발 가능성 평가' 과제에

서 지원되었습니다. 본 연구 심사에 유익한 조언을 주신 익명의 심사위원들께 깊은 감사를 드립니다.

참고문헌

- Chang, B.U. (1989) Petrogeochemical study of the Wondong skarn deposit, Korea (?): Unpublished M.D. thesis, Seoul National University, 56p.
- Chang, H.W., Lee, M.S., Park, H.I., Kim, J.H. and Chi, J.M. (1990) Study of the Taebaeksan mineralized area: KOSEF 87-0609, 649p.
- Chang, H.W. and Chang, B.U. (1992) Physicochemical study of the Wondong Fe-Pb-Zn skarn deposit, Korea: Jour. Korean Inst. Mining Geol., v.25-1, p.1-16.
- Cheong, C.H. (1976) Geological Structures of Samcheok Coalfield: Jour. Nat. Acad. Sci., v.15, p.247-277.
- Joo, S.H., Moon, K.J., Kim, S.Y., Kim, D.H. and Chi, S.J. (1989) A study of technique for measurement and use of the stable isotope(I): KIER.
- Joo, S.H., Moon, K.J., Chi, S.J. and Kim, D.H. (1990) A study of technique for measurement and use of the stable isotope(II): KIER.
- Joo, S.H., Chi, S.J. and Kim, D.H. (1991) A study of technique for measurement and use of the stable isotope(III): KIER.
- Geological Investigation Corps of Taebaegsan Region (1962) Geological map of Taebaegsan region: Geological Society of Korea, 107p.
- Kim, S.Y. and Kim, S.U. (1983) A study on geology and metallic mineral deposits: KIGAM, KR-82-2-12, p.201-258.
- Kim, S.J., Noh, J.H. and Lee, Y.R. (1988) Mineralogical Study of Chonrodite in Iron Ore from the Wondong Mine, Korea: J. Miner. Soc. Korea, 1-1, p.63-69.
- Kim, J.H. and Kim, Y.S. (1991) Geological Structures of the Taebaek-Hajang Area, Samcheog Coalfield, Korea: Jour. Korean Inst. Mining Geol., v.24, n.1, p.27-41.
- Kim, Y.J. and Lee, D.S. (1983) Geochronology and petrogenetic processes of the so-called Hongjesa granite in the Seogpo-Deogku area: Jour. Korean Inst. Mining Geol., v.16, p.163-221.
- Kim, Y.D., Oh, M.S., Park, N.Y., Kim, J.G., Hwang, D.H., Kim, M.S., Park, S.W., Kim, S.Y., Hong, Y.K., Lee, S.K. and Im, M.T. (1992) The mineral prospecting for the deep seated hidden ore body in Taebaeksan area, the northern part of Baekunsan synclinal area: KIGAM, KR-92-1C-1, 110p.
- Kim, Y.D., Hwang, D.H., Oh, M.S., Kim, M.S., Park, S.W., Hong, Y.K., Kim, S.Y., Chi, S.J., Lee, S.K., Im, M.T. and Park, I.H. (1993) The mineral prospecting for the deep seated hidden ore body in Taebaeksan area, the northern part of Baekunsan synclinal area: KIGAM, KR-93-1C-1, 153p.
- Kim, I.S. and Lim, A Y. (1993) Palaeomagnetism of Cambrian-Triassic Sedimentary Rocks from Taebaek Area, Northeastern Okchon Belt, Korea: Jour. Geol. Soc. Korea, v.29, p.415-436.
- Koo, J.H. and Lee, G.D. (1978) Report on geoscience and mineral resources: KIGAM, v.3, p.65-74.
- KORES (1977) Samjang Mine, Report of drilling survey on ore deposit, v.3, p.497-498.
- KORES (1983) Report of drilling survey on ore deposit, v.6.
- KORES (1984) Report of drilling survey on ore deposit, v.7.
- KORES (1985) Report of drilling survey on ore deposit, v.8.
- Lee, M.S. (1985) Sulfur and Carbon Isotope Studies of Principal Metallic Deposits in the Metallogenic Province of the Taebaeg Mt. Region, Korea: Jour. Korean Inst. Mining Geol., v.18-3, p.247-251.
- Lee, S.K., Hwang, S.H., Oh, M.S., Hwang, D.H., Park, I.H., and Kim, Y.D. (1998) A Case Study of the Geophysical Exploration for a Deep Polymetallic Mineral Deposits in Wondong Area Using LOTEM and CSAMT Methods: J. of Mineral and Energy Resources, v.35, p.501-511.
- Lee, J.H., Seo, J.R., Kim, Y.U., Lee, H.Y., Park, S.W., Kim, E.J., Heo, C.H. and Ko, I.S. (2010) Evaluation of development possibility for the security of industrial mineral resources(Cu, Pb, Zn, Au etc) on the domestic mines: KIGAM, GP2010-024-2010(1), p.159-206.
- Lim, S.B., Lee, C.B., Kim, D.S. and Kim, Y.B. (1994) Geological survey report of the coalfields of Korea: Samch'ok coalfield: Paekpyongsan-Sirubong area: KIGAM, v.15, 108p.
- Min, K.D., Lee, Y.S. and Hwang, S.Y. (1993) Paleomagnetic Study of the Lower Ordovician Formations in the North Eastern Okcheon Zone: Jour. Korean Inst. Mining Geol., v.26, p.395-401.
- Oh, M.S., Kim, Y.D., Hwang, D.H., Lee, J.H. and Sung, K.S. (1994) Polymetallic Mineral Prospecting for the Deep-Seated Ore Body in the Baegunsan Synclinal Zone, Taebaegsan Mineralized District, Eastern Part of Korea: KIGAM, KR-94(C)1-6, 127p.
- Oh, M.S., Lee, J.H., Hwang, D.H., and Sung, K.S. (1995) Polymetallic Mineral Prospecting for the Deep-Seated Ore Body in the Baegunsan Synclinal Zone, Taebaegsan Mineralized District, Eastern Part of Korea: KIGAM, KR-95(C)-9, 81p.
- Park, N.Y. and Seo, J.R. (1976) The report for the Wondong Pb-Zn ore body in Taebaeksan area: KIGAM, unpublished.
- Park, N.Y. and Park, S.W. (1984) Geology and ore genesis of skarn ore deposits in the northern part of Baegunsan geosynclinal zone: KIGAM, Kr-83-22, 94pp.
- Suh, H.G., Kim, D.S., Park, S.H., Lim, S.B., Cho, M.S., Bae, D.J., Lee, D.Y., You, S.S., Park, J.S. and Chae, Y.H. (1979) Geology of the Samcheog coalfield: KIGAM, 50p.
- Ueda, N. (1969) Evolution of the Continent in North-eastern Asia I: Reconnaissance Survey of the Geochronology of the Korean Peninsula: Jour. Korean Inst. Min. Geol., v.2, p.96-97.
- Yun, S.K. (1967) Explanatory text of the geological map of Jangseong sheet: KIGAM, 18p.
- 素木卓二 (1940) 江原道 三陟 無煙炭 炭田: 朝鮮總督府 燃料選鑛研究所, v.14, p.1-166.