

태백산-황강리 광화대 금속광산의 전략금속광종 재평가

이재호¹ · 허철호^{1*} · 지세정¹

¹한국지질자원연구원 지질기반정보연구부 광물자원연구실

Revaluation of Strategic Metallic Commodities in the Metallic Mines within Taebaeksan-Hwanggangri Metallogenic Belt

Jae Ho Lee¹, Chul Ho Heo^{1,*} and Se Jung Chi¹

¹Mineral Resources Group, Geology & Geoinformation Division, Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources

In order to estimate the preliminary development feasibility according to the commodity, the content of 8 strategic metallic commodities(Pb, Zn, Cu, Fe, Mo, W, Au, U) in 68 ore specimens obtained from 34 metallic mines within the Taebaeksan-Hwanggangri mineralized zone were analyzed. Analytical results are as follows. The ore specimen of Sangdong mine contained 23% copper(cut-off grade=0.7%) and those of Cheongil and Samhwanghak mines contained average 5% zinc(cut-off grade=2.0%). Especially, the detailed investigation on the above-mentioned mines is required. And, in case of molybdenum(cut-off grade=0.02%) content in Yeonhwa No. 2(0.04%) and Hongcheon mine(0.02%), and lead(cut-off grade=0.58%) content in Wongasa mine(0.70%), and gold(cut-off grade=10ppm) content in Dongmyoung(279ppm) and Samhwanghak mine(251ppm), it is required to elastically carry out the revaluation on reopening of mines in terms of the international metal price. On the other hand, in case of uranium, iron and tungsten, it is thought that there are no mines with the development potential value in this study.

Key words : revaluation, strategic mineral commodity, preliminary feasibility, Taebaeksan-Hwanggangri metallogenic belt

태백산-황강리광화대내 34개 광산의 광석을 대상으로 8개 전략광물자원(Pb, Zn, Cu, Fe, Mo, W, Au, U)의 함량을 분석하여 광종별 예비개발타당성을 추정된 결과는 다음과 같다. 동(銅)의 경우, 상동광산은 23%의 동(한계품위=0.7%)을 함유하는 것으로 나타났으며, 아연의 경우, 청일광산과 삼황학광산은 평균 5%의 아연(한계품위=2.0%)을 함유하는 것으로 나타났다. 특히, 상기 광산들에 대해서는 추가정밀조사가 요구된다. 또한, 몰리브덴의 경우(한계품위=0.02%), 제2연화(0.04%) 및 홍천광산(0.02%), 연의 경우(한계품위=0.58%), 원가사 광산(0.70%), 금의 경우(한계품위=10ppm), 동명(279ppm) 및 삼황학광산(251ppm)에서, 각각 해당광종에 대한 국제가격추이에 맞추어 탄력적으로 재가행 여부에 대한 평가가 요구된다. 반면, 우라늄, 철, 텅스텐의 경우, 본 연구결과 경제적으로 개발할 가치가 있는 광산이 없는 것으로 사료된다.

주요어 : 재평가, 전략광물자원, 예비개발 타당성, 태백산-황강리 광화대

1. 서 언

1990년대부터 국내 광업의 사양화로 인한 광물자원 탐사기술이 답보 상태에 있으며, 2000년대부터 우리나라

라는 해외자원개발에 총력을 기울이고 있으나 전문인력과 전문성 부족, 관련 기술 부재로 해외자원 지분투자에 한정되고 있는 실정이다. 선진국의 경우 지체구조와 관련하여 新광상이론(Carlin형, MVT형, VHMS형

*Corresponding author: chheo@kigam.re.kr

광상 등) 발전과 탐사기술 개발을 통하여 세계규모의 신규 경제광체를 발견하고 있으며, 해외자원개발에 적극 활용하고 있다. 또한, 희토류 고순도화 정련기술이 발달한 미국, 중국, 러시아 등은 IT, BT, NT, ST 등 관련 첨단 산업에 필요한 희토류 및 희유금속 자원 확보에 총력을 기울이고 있는 실정이다.

최근 광물자원의 국제가격 급등으로 인하여 국내 광업이 점차 활성화되고 있어, 국내 광물자원의 부존특성, 자원의 정보화, 광상생성 모델연구, 신탐사기술 개발 등을 통하여 국내 부존광물자원을 재평가하고 확보하는 정책이 필요한 시점이다. 국내 자원탐사 및 확보 기술 확립을 통해 획득된 자원탐사 신기술, 전문성 제고 및 전문인력 등은 국내 자원 및 해외 자원개발에 크게 활용될 것으로 예상된다.

국내 자원시장의 규모는 1990년 이후 연간 9.7%씩 증가하였으며, 2004년의 국내수요는 12조7천억원, 해외 의존도는 88.9%이다. 최근 6대 전략광종(철, 우라늄, 동, 아연, 니켈, 유연탄)의 수입규모는 1천억원 이상이고, IT 산업용의 원료광물은 세계시장 규모가 약 8천 억원으로 추정되며, 국내 희토류 자원수입은 2010년에 약 7천여 톤에 이를 것으로 예상된다. 국내 광물자원 부존특성 및 정보자료 축적, 광상 재평가, 탐사기술 선진화를 통한 부존량 확보와 투자 활성화에 의해 국내 전략광종 시장규모의 5% 정도만 확보되어도 연간 500 억원대의 경제적 수입대체 효과가 전망된다. 국내산업이 첨단화되면서 전략광물자원이 산업계에 차지하는 비중이 증가추세에 있으며, 자동차, 조선, IT, BT, NT, ST 제품 등을 생산할 때 필요한 원료자원의 해외 의존도가 높은 국내 산업계는 국제적 자원문제가 생길 경우 쉽게 타격을 받고 있는 실정이다. 첨단산업용 전략광물자원의 자급율을 높이고, 대외의존도 감소를 위해 국내 자원의 재평가, 신규광상 탐사 및 신기술 개발을 통한 국내 자원확보는 수입대체 효과와 원료광물의 안정적 수급 측면에서 경제, 산업적으로 매우 중요하고 시의적절하다고 할 수 있다. 또한, 산업용 원료광물은 우리의 일상생활의 편익을 뒷받침하는 중요한 자원이며, 이들 원료광물 자원확보에 의한 원활한 수급은 지속적인 경제성장의 원동력으로써 국민의 삶의 질 향상에 크게 이바지할 것이다.

본 논문의 목적은 태백산-황강리 광화대의 34개 함금속 폐광산을 대상으로 Pb, Zn, Cu, Fe, Mo, W, Au, U 등 8개 범용 전략금속광종에 대한 함량을 분석하고 부존특성을 규명함으로써 부존량 재평가를 위한 예비 개발 타당성을 검토하는데 있다(Table 1). 광석의

미량성분원소는 한국기초과학지원연구원에서 유도결합 플라즈마 원자방출 분광법(ICP-AES)으로 분석하였다(Table 2).

2. 전략금속광종의 함량

2.1. 철

철은 인류문명이 근대산업사회로 변천해 오는 과정에서 가장 큰 역할을 한 원소로서 지각내 평균 함유량은 4.65%이며 철광상의 경우 철이 최대 70%까지 농집되어 있다. 대부분 산화물로 산출되며 주요 광석광물로는 적철석, 자철석, 갈철석, 침철석, 티탄철석 등이 있다. 철광석의 대부분은 제철, 제강의 원료로 쓰이고 소량만이 시멘트, 중액제, 산화철염료, 동물사료의 첨가제 등으로 쓰인다. 철광석의 주요 부존국은 우크라이나, 러시아, 브라질, 중국, 호주 등이며 세계매장량의 약 2/3 이상의 철광석이 이들 국가에 편중되어 있다. 이를 금속량으로 환산하였을 경우에는 브라질, 러시아, 우크라이나, 호주, 중국의 순으로 매장되어 있으며, 금속량인 경우에는 이들 5개국이 세계 매장량의 2/3 이상을 점유하게 된다. 중국, 브라질, 호주, 인도, 러시아, 우크라이나, 미국, 남아공, 캐나다, 스웨덴 등 10개국에서 세계 생산량의 약 93%가 생산되고 있으며, 주요 수출국가로는 호주, 브라질, 남아공, 캐나다, 스웨덴 등이 있다. 높은 가격으로 인해 신규 철광석 생산과 운반설비의 투자가 촉진되고 있으며, 2011년까지 호주와 브라질에서 상당한 생산량 증가가 기대된다. 호주는 철광석 3억 7천 5백만톤을 수출할 것으로 기대되며 2011년에는 세계 해운무역의 43%를 차지할 것이다. 브라질의 철광석 수출은 2011년경 1억 1천 4백만톤까지 상승할 것으로 기대된다. 남아프리카 Kumba Resources로부터의 공급은 2011년까지 상당히 증가할 것으로 기대된다. 이 회사는 2011년에 약 7천 2백만톤까지 공급을 증대시킬 계획을 발표했다. 개선된 항구와 철도로 인해 광산개발이 촉진될 것이다. 철광석은 강철 생산에 거의 독점적으로 사용된다. 결과적으로, 철광석 산업에 대한 전망은 전세계 강철시장의 발달과 밀접하게 연결되어 있다. 향후 중국과 인도의 경제 성장에 따른 막대한 인프라 비용으로 인해 강철소비가 증대할 것으로 기대된다. 세계 강철 소비는 2011년에는 14억 1천만톤에 이를 것으로 기대된다(USGS, 2005; Heo, 2007; KOMIS, 2007).

태백산 광화대 29개 금속광산에서 산출되는 광석시료를 대상으로 철함량을 분석한 결과, 지각내 평균 철

Table 1. Summary on the studied mines in Taebaeksan-Hwanggangri mineralized zone

| Mine | Commodity | Deposit Type | Reference |
|-------------------------------------|--------------------|--------------------------|---------------------------|
| <i>Taebaeksan mineralized zone</i> | | | |
| Gajok | Au, Ag | Hydrothermal vein | Pak <i>et al.</i> (2001) |
| Geodo | Cu | Contact metasomatic | Park <i>et al.</i> (2006) |
| Keumyong | Au, Ag, Cu, Pb, Zn | Hydrothermal vein | KORES(1987) |
| Geumcheonji | Au, Ag, Cu | Hydrothermal vein | KORES(1987) |
| Keumpung | Au, Ag | Hydrothermal vein | KORES(1990) |
| Dongnam | Fe, Mn | Contact metasomatic | KORES(1972) |
| Dongmyoung | Au, Ag, Pb, Zn | Hydrothermal vein | Park <i>et al.</i> (1992) |
| Dongwon | Au, Ag | Hydrothermal vein | Park and Park(1990) |
| Dunjeon | Au, Ag | Hydrothermal vein | Park and Lee(1990) |
| Byoungjibang | Au, Ag | Hydrothermal vein | So <i>et al.</i> (1999) |
| Sanjeon | Au, Ag | Hydrothermal vein | Kim <i>et al.</i> (1999) |
| Samhwa | Au, Ag | Hydrothermal vein | KORES(1983) |
| Sangdong | W, Bi, Mo | Contact metasomatic | Yun(1966) |
| Sewoo | Au, Ag | Hydrothermal vein | KORES(1988) |
| Shinrim | Au, Ag, Cu, Pb, Zn | Hydrothermal vein | KORES(1987) |
| Shinyemi | Fe, Pb, Zn | Contact metasomatic | Mariko and Yang(1988) |
| Yasidae | Au, Ag | Hydrothermal vein | KORES(1987) |
| Yeonhwa I | Pb, Zn | Contact metasomatic | Yun(1978) |
| Yeonhwa II | Pb, Zn | Contact metasomatic | Han(1972) |
| Okgye | Au, Ag | Hydrothermal vein | Choi <i>et al.</i> (1997) |
| Wongasa | Au, Ag, Cu, Pb, Zn | Hydrothermal vein | Lee(2004) |
| Eunchi | Au, Ag | Hydrothermal vein | Park <i>et al.</i> (1992) |
| Imok | Pb, Zn, Cu | Hydrothermal metasomatic | KORES(1981) |
| Janggun | Pb, Zn | Hydrothermal metasomatic | Lee <i>et al.</i> (1990) |
| Cheongil | Au, Ag | Hydrothermal vein | KORES(1987f) |
| Hyundong | Sb | Hydrothermal vein | Yun <i>et al.</i> (1999) |
| Hongcheon-N | Fe, Au, Ag | Hydrothermal metasomatic | Lee and Lee(1989) |
| Hongcheon-S | Fe, Au, Ag | Hydrothermal metasomatic | Lee and Lee(1989) |
| Hwachang | Au, Ag | Hydrothermal vein | KORES(1987) |
| Keumjeong | Au, Ag | Hydrothermal vein | Lee <i>et al.</i> (2007) |
| <i>Hwanggangri mineralized zone</i> | | | |
| Keumgil | Au, Ag | Hydrothermal vein | So and Yun (1992) |
| Samdong | Au, Ag | Hydrothermal vein | KORES(1987) |
| Samhwanghak | Au, Ag | Hydrothermal vein | So and Yun (1997) |
| Woojin | Au, Ag | Hydrothermal vein | Lee(2004) |
| Wolyu | Au, Ag | Hydrothermal vein | Lee <i>et al.</i> (1994) |

함량(4.65%)을 초과하는 철을 함유하고 있는 광산으로 는 동명(6.82-15.49, avg.=10.57%), 세우(3.99-12.57, avg.=9.52%), 신림(2.36-11.57, avg.=5.5%), 이목 (2.94-31.28, avg.=12.99%), 청일(1.43-12.72, avg.=4.86%), 홍천(10.49-15.71, avg.=13.1%) 등 총 6개 광산이 있다. 그리고, 황강리 광화대 5개 금속광산에서 산출되는 광 석시료를 대상으로 철함량을 분석해 본 결과, 지각내 평균 철함량을 초과하는 철을 함유하고 있는 광산으로 는 삼황학(6.13%), 삼동(6.36%), 금실(4.86%), 우인

(6.91%)광산이 있다(Table 2).

현재 주요 국가별 가행 철품위를 보면, 대부분의 국 가들은 철광석의 철함유량이 60% 이상인 반면 중국은 철광석의 철함유량이 약 33%로 매우 낮은 편이고, 남 아프리카 공화국은 철광석의 철함량이 약 65%로 중국 에 비교하면 두 배 이상 높다(USGS, 2005). 금번 태백 산광화대내 29개 금속광산과 황강리광화대 5개광산에 서 산출되는 광석시료를 대상으로 철함량을 분석한 바 로는 전세계에서 가장 철함유량이 낮은 철광석(33%)을

Table 2. Content of iron, copper, lead, zinc, tungsten, molybdenum, gold and uranium in the ore-bearing specimen occurred from the metallic mines within the Taebaeksan-Hwanggangri mineralized zone.

| Mine name | Sample No. | iron | | copper | | lead | | zinc | | tungsten | | molybdenum | | gold | | uranium | | | | | | | | | |
|--------------|------------|-------------|------------|---------|---------------|-----------|----------|---------------|-----------|----------|---------------|------------|----------|---------------|----------|---------|---------------|-------------|---------|--------|------------|-------|------------|-----------|------|
| | | Content (%) | Range | Average | Content (ppm) | Range | Average | Content (ppm) | Range | Average | Content (ppm) | Range | Average | Content (ppm) | Range | Average | Content (ppm) | Range | Average | | | | | | |
| Gajok | GJ-1 | 2.68 | 2.32-5.93 | 3.64 | 10.00 | 10.0-20.0 | 15.33 | 27.80 | 10.3-27.8 | 21.67 | 44.40 | 29.6-50.0 | 41.33 | 954.00 | 340-954 | 673.00 | 1.01 | 1.01-3.15 | 1.89 | <1 | <1-11.0 | 0.35 | 0.35-1.63 | 0.84 | |
| | GJ-2 | 2.32 | | | 20.00 | | | 10.30 | | | 50.00 | | | 340.00 | | | 3.15 | | | <1 | | 0.54 | | | |
| | GJ-3 | 5.93 | | | 16.00 | | | 26.90 | | | 29.60 | | | 725.00 | | | 1.50 | | | 11.00 | | 1.63 | | | |
| Geodo | GD | 13.97 | | | 48735.00 | | | 142.00 | | | 144.00 | | | 70.29 | | | 1.02 | | | 1.89 | | 2.36 | | | |
| Keumyong | KY-1 | 3.25 | 1.23-3.25 | 2.24 | 30.00 | 30-318 | 174.00 | 271.00 | 271-293 | 282.00 | 80.00 | 80-3461 | 1770.50 | 385.00 | 159-385 | 272.00 | 3.84 | 3.84-172.68 | 88.26 | <1 | <1 | 1.63 | <0.05-1.63 | | |
| | KY-2 | 1.23 | | | 318.00 | | | 293.00 | | | 3461.00 | | | 159.00 | | | 172.68 | | | <1 | | <0.05 | | | |
| Geumcheonri | GCI-1 | 0.44 | 0.44-0.48 | 0.46 | 0.40 | 0.4-0.5 | 0.45 | 22.50 | 2.7-22.5 | 12.60 | 21.60 | 21.6-22.1 | 21.85 | 464.00 | 464-730 | 597.00 | 0.54 | 0.49-0.54 | 0.52 | <1 | <1 | 13.39 | 9.55-13.39 | 11.47 | |
| | GCI-2 | 0.48 | | | 0.50 | | | 2.70 | | | 22.10 | | | 730.00 | | | 0.49 | | | <1 | | 9.55 | | | |
| | KP-1 | 3.84 | | | 860.00 | | | 20.00 | | | 140.00 | | | 497.00 | | | 3.92 | | | <1 | | 1.63 | | | |
| | DN | 0.77 | | | 1.40 | | | 31.10 | | | 3.10 | | | 17.72 | | | <0.2 | | | <1 | | <0.05 | | | |
| | DM | 10.22 | 6.82-15.49 | 10.57 | 253.00 | 10-2977 | 843.50 | 2383.00 | 506-3541 | 1809.50 | 2321.00 | 150-13791 | 7155.33 | 74.04 | 6-519 | 216.17 | 1.03 | 0.34-1.46 | 0.74 | 4.12 | <1-279.69 | 1.88 | 0.18-2.72 | 1.49 | |
| Dongmyoung | DM-1 | 9.70 | | | 10.00 | | | 506.00 | | | 150.00 | | | 6.00 | | | 1.46 | | | <1 | | 1.35 | | | |
| | DM-2 | 15.49 | | | 2977.00 | | | 2871.00 | | | 11352.00 | | | 339.00 | | | 0.34 | | | 279.69 | | 0.18 | | | |
| | DM-3 | 8.05 | | | 61.00 | | | 506.00 | | | 2584.00 | | | 25.00 | | | 0.49 | | | <1 | | 2.72 | | | |
| | DM-4 | 6.82 | | | 553.00 | | | 3541.00 | | | 13791.00 | | | 519.00 | | | 0.61 | | | <1 | | 1.52 | | | |
| | DM-5 | 13.16 | | | 1207.00 | | | 1050.00 | | | 12734.00 | | | 334.00 | | | 0.53 | | | 76.36 | | 1.27 | | | |
| Dongwon | DW | 8.71 | | | 84.10 | | | 35.70 | | | 102.00 | | | 247.00 | | | 2.61 | | | <1 | | 1.69 | | | |
| Dunjeon | DJ | 10.32 | | | 642.00 | | | 2560.00 | | | 3851.00 | | | 383.00 | | | 3.24 | | | <1 | | 3.19 | | | |
| Byoungjibang | BJB | 20.98 | | | 9171.00 | | | 1059.00 | | | 27987.00 | | | 845.00 | | | 15.10 | | | <1 | | 0.25 | | | |
| | SJ-1 | 1.08 | 0.69-4.56 | 2.60 | 68.00 | 1.9-480 | 142.78 | 827.00 | 22.8-3561 | 1662.96 | 820.00 | 14.5-1705 | 860.50 | 747.00 | 700-1181 | 904.80 | 1.10 | 1.10-4.37 | 2.87 | <1 | <1-7.43 | 0.32 | 0.27-1.20 | 0.53 | |
| | SJ-2 | 3.67 | | | 104.00 | | | 2088.00 | | | 1705.00 | | | 1181.00 | | | 4.37 | | | 4.75 | | 0.43 | | | |
| | SJ-3 | 3.00 | | | 60.00 | | | 1816.00 | | | 563.00 | | | 916.00 | | | 2.16 | | | 2.42 | | 0.27 | | | |
| | SJ-4 | 0.69 | | | 1.90 | | | 22.80 | | | 14.50 | | | 980.00 | | | 2.66 | | | <1 | | 1.20 | | | |
| Samhwa | SJ-5 | 4.56 | | | 480.00 | | | 3561.00 | | | 1200.00 | | | 700.00 | | | 4.07 | | | 7.43 | | 0.43 | | | |
| | SH-1 | 0.41 | 0.41-1.13 | 0.69 | 2.00 | 1.3-3.5 | 2.27 | 8.70 | 7.9-9.0 | 8.53 | 11.10 | 11.1-32.2 | 20.20 | 395.00 | 395-792 | 601.00 | 24.75 | 23.63-32.49 | 26.96 | <1 | <1 | 0.43 | 0.43-4.18 | 2.19 | |
| | SH-2 | 0.55 | | | 1.30 | | | 7.90 | | | 17.30 | | | 616.00 | | | 32.49 | | | <1 | | 1.96 | | | |
| | SH-3 | 1.13 | | | 3.50 | | | 9.00 | | | 32.20 | | | 792.00 | | | 23.63 | | | <1 | | 4.18 | | | |
| | SD-1 | 4.61 | | | 230600.00 | | | 349.00 | | | 6800.00 | | | 971.00 | | | 5675.00 | | | <1 | | <0.05 | | | |
| Sewoo | SW-1 | 3.99 | 3.99-12.57 | 9.52 | 3700.00 | 2741-4491 | 3692.325 | 3238.00 | 2908-4002 | 3292.75 | 8400.00 | 8400-45899 | 23311.00 | 848.00 | 815-1643 | 1122.75 | 9.28 | 0.69-9.28 | 4.70 | 1.87 | 1.87-24.80 | 16.16 | 0.82 | 0.66-3.41 | 1.59 |
| | SW-2 | 10.78 | | | 4491.00 | | | 2908.00 | | | 28972.00 | | | 1185.00 | | | 3.94 | | | 24.20 | | 3.41 | | | |
| | SW-3 | 10.73 | | | 2741.00 | | | 4002.00 | | | 45899.00 | | | 1643.00 | | | 0.69 | | | 13.77 | | 1.47 | | | |
| | SW-4 | 12.57 | | | 3837.00 | | | 3023.00 | | | 9973.00 | | | 815.00 | | | 4.89 | | | 24.80 | | 0.66 | | | |
| Shinrim | SR | 11.57 | 2.36-11.57 | 5.50 | 7654.00 | 20-7654 | 2574.00 | 1809.00 | 32-1809 | 701.00 | 71581.00 | 0-71581 | 23957.00 | 4685.00 | 167-4685 | 1907.00 | 0.62 | 0.62-1.84 | 1.29 | 68.97 | <1-68.97 | 0.09 | 0.51-1.77 | 0.79 | |
| | SR-1 | 2.57 | | | 20.00 | | | 32.00 | | | 0.00 | | | 167.00 | | | 1.84 | | | <1 | | 1.77 | | | |
| | SR-2 | 2.36 | | | 48.00 | | | 262.00 | | | 290.00 | | | 869.00 | | | 1.41 | | | 1.07 | | 0.51 | | | |

Table 2. Continued.

| Mine name | Sample No. | iron | | copper | | lead | | zinc | | tungsten | | molybdenum | | gold | | uranium | | | | | |
|------------------------------|------------|-------------|-------------|---------|---------------|-----------|----------|---------------|----------|------------|---------------|-------------|----------|---------------|-------------|-----------|---------------|----------|------------|------------|------|
| | | Content (%) | Range | Average | Content (ppm) | Range | Average | Content (ppm) | Range | Average | Content (ppm) | Range | Average | Content (ppm) | Range | Average | Content (ppm) | Range | Average | | |
| Shinyemi | SYM | 19.29 | | | 1268.00 | | 33.70 | | 2631.00 | | 174.00 | | 2.98 | | 1.33 | | | | 0.78 | | |
| Yasidae | YSD-1 | 2.72 | 1.57-2.72 | 2.15 | 30.00 | 23.3-30.0 | 6.50 | 6.5-21.4 | 13.95 | 80.00 | 24.6-80.0 | 52.30 | 3.53 | 2.96-3.53 | 3.25 | <1 | <1-1.14 | | 0.38 | 0.38-0.58 | 0.48 |
| | YSD-2 | 1.57 | | | 23.30 | | 21.40 | | 24.60 | | 498.00 | | 2.96 | | 1.14 | | | | 0.58 | | |
| Yeonhwa I | YH-1 | 17.89 | | | 770.00 | | 3259.00 | | 20900.00 | | 379.00 | | 6.53 | | <1 | | | | 1.63 | | |
| Yeonhwa II | YH-2 | 8.70 | | | 7640.00 | | 1103.00 | | 79800.00 | | 1164.00 | | 402.80 | | <1 | | | | 0.25 | | |
| Okgye | OG | 1.55 | | | 667.00 | | 9414.00 | | 39576.00 | | 2074.00 | | 1.05 | | 26.83 | | | | <0.05 | | |
| Wonkasa | WKS-1 | 1.65 | 1.39-7.40 | 3.48 | 160.00 | 160-1537 | 632.67 | 3298-7039.67 | 1100.00 | 1100-29288 | 10503.33 | 74.00 | 55-733 | 287.33 | <1 | 0.85-2.40 | 1.82 | <1 | 0.41 | 0.40-0.51 | 0.44 |
| | WKS-2 | 1.39 | | | 201.00 | | 10251.00 | | 1122.00 | | 55.00 | | 0.85 | | <1 | 0.85 | | | 0.51 | | |
| | WKS-3 | 7.40 | | | 1537.00 | | 3298.00 | | 29288.00 | | 733.00 | | 2.21 | | <1 | 2.21 | | | 0.40 | | |
| Eunchi | EC | 2.88 | | | 121.00 | | 8197.00 | | 13760.00 | | 604.00 | | 3.75 | | <1 | 3.75 | | | 0.59 | | |
| Imok | IM-1 | 11.35 | 2.94-31.28 | 12.99 | 8200.00 | 49-9041 | 4239.14 | 1513.00 | 362-8721 | 3137.00 | 79300.00 | 2750-79300 | 27915.29 | <0.2 | <0.2-0.79 | <1 | <0.2 | <0.05 | <0.05-0.38 | | |
| | IM-2 | 6.61 | | | 9041.00 | | 3382.00 | | 21672.00 | | 684.00 | | <0.2 | | <1 | <0.2 | | | 0.11 | | |
| | IM-3 | 31.28 | | | 49.00 | | 362.00 | | 2750.00 | | 64.00 | | 0.79 | | 2.13 | | | <0.05 | | | |
| | IM-4 | 18.79 | | | 5130.00 | | 2108.00 | | 41548.00 | | 1413.00 | | <0.2 | | <1 | <0.2 | | | 0.09 | | |
| | IM-5 | 2.94 | | | 270.00 | | 3837.00 | | 6439.00 | | 324.00 | | <0.2 | | <1 | <0.2 | | | 0.38 | | |
| | IM-6 | 6.34 | | | 945.00 | | 8721.00 | | 11547.00 | | 372.00 | | <0.2 | | <1 | <0.2 | | | <0.05 | | |
| | IM-7 | 13.64 | | | 6039.00 | | 2036.00 | | 32151.00 | | 993.00 | | <0.2 | | <1 | <0.2 | | | <0.05 | | |
| Janggun | JG | 17.62 | | | 16542.00 | | 2007.00 | | 47397.00 | | 2120.00 | | 0.79 | | <1 | 0.79 | | | 0.38 | | |
| Cheongil | CI-1 | 1.67 | 1.43-12.72 | 4.86 | 2230.00 | 2230-7543 | 3989.00 | 2529.00 | 944-5577 | 2870.00 | 1094.00 | 764-3800 | 1813.50 | 2.84 | 1.10-2.90 | 2.09 | <1 | <1-22.59 | 0.10 | | |
| | CI-2 | 1.43 | | | 3127.00 | | 944.00 | | 25150.00 | | 764.00 | | 1.10 | | <1 | 1.10 | | | <0.05 | | |
| | CI-3 | 3.63 | | | 3056.00 | | 5577.00 | | 41232.00 | | 1596.00 | | 1.53 | | <1 | 1.53 | | | <0.05 | | |
| | CI-4 | 12.72 | | | 7543.00 | | 2430.00 | | 74662.00 | | 3800.00 | | 2.90 | | 22.59 | | | | 0.22 | | |
| Hyundong | HD | 3.69 | | | 15.00 | | 68.50 | | 201.00 | | 180.00 | | 3.00 | | <1 | 3.00 | | | 1.85 | | |
| Hongcheon | HC-N | 15.71 | 10.49-15.71 | 13.10 | 7.30 | 7.3-83.6 | 45.45 | 118.00 | 26-118 | 72.00 | 75.05 | 17.26-75.05 | 46.16 | 490.99 | 2.44-490.99 | 246.72 | <1 | <1 | 0.69 | <0.05-0.69 | |
| | HC-S | 10.49 | | | 83.60 | | 26.00 | | 225.00 | | 17.26 | | 2.44 | | <1 | 2.44 | | | <0.05 | | |
| Hwachang | HC-1 | 0.57 | 0.57-6.13 | 3.35 | 160.00 | 160-421 | 290.50 | 103.00 | 103-4288 | 2195.50 | 103.00 | 103-129 | 116.00 | 31.41 | 11.39-31.41 | 21.40 | <1 | <1 | 0.36 | 0.36-3.87 | 2.12 |
| | HC-2 | 6.13 | | | 421.00 | | 4288.00 | | 1082.00 | | 129.00 | | 11.39 | | <1 | 11.39 | | | 3.87 | | |
| Keumjeong | KJ | 0.42 | | | | | | | 13.40 | | 860.00 | | 2.57 | | <1 | 2.57 | | | 0.71 | | |
| Hwanggangri mineralized zone | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Wolyu | WY | 2.62 | | | 66.40 | | 157.00 | | 319.00 | | 431.00 | | 12.62 | | 1.73 | | | | 3.14 | | |
| Samhwanghak | SHH | 6.13 | | | 421.30 | | 3126.00 | | 52029.00 | | 2227.00 | | 0.45 | | 251.99 | | | | <0.05 | | |
| Samdong | SD | 6.36 | | | 39.20 | | 184.00 | | 41.60 | | 872.00 | | 1.11 | | 6.42 | | | | 1.32 | | |
| Keumsil | KS | 4.86 | | | 750.50 | | 11722.00 | | 17875.00 | | 1216.00 | | 1.13 | | 4.82 | | | | <0.05 | | |
| Woorin | WI | 6.91 | | | 896.00 | | 837.00 | | 31122.00 | | 1666.00 | | 1.24 | | 24.11 | | | | <0.05 | | |

개발하는 중국의 3/20(청일, 평균 4.86%)~2/5(홍천, 평균 13.1%) 수준에 불과하다. 따라서, 현재 국제 철가격 추이와 국내수급실적을 고려할 때, 금번 연구대상 34개 금속광산들중 철을 대상으로 경제적으로 개발할 가치가 있는 광산은 없는 것으로 판단된다.

2.2. 동

동은 주요 비철금속중의 하나로 250여 종의 광석광물에서 산출되며 상업적 가치가 높은 광석광물로는 경제성이 있는 주요 광석광물인 황동석을 비롯하여 휘동석 및 반동석등 10~12가지 광석광물이다. 실제 경제성을 고려하여 채굴되는 동 광석의 품위는 주로 0.7%~5% 정도이다. 황동석은 세계 동 매장량의 2/3를 차지하며, 황철석, 자철석, 방연석, 섬아연석, 금, 은 등을 수반한다. 황동석은 황금색으로 외관상으로는 황철석과 흡사하며 이론적으로 34.5%의 동을 함유한다. 동 광산의 대표적인 유형은 반암동 광산이며 전체 동 생산량의 76%를 차지한다. 세계 동 매장량은 현 가격 하에서 경제성이 있는 광량이 4억 7천만톤에 이르고, 주요 부존국으로는 칠레, 미국, 중국, 페루 등이 있다. 매장량 규모 세계 1위인 칠레를 비롯해, 미국, 캐나다, 페루, 호주 등이 주요 동 생산국이며, 중국, 미국, 일본, 독일, 러시아가 주요 소비국이다(USGS, 2005; Heo, 2007). 국내에서는 1975년 약 1만톤의 동 광석을 생산한 적이 있으나 1992년 이후 가행광산은 없는 상태다(KOMIS, 2007).

태백산 광화대 29개 금속광산에서 산출되는 광석시료를 대상으로 동함량을 분석해 본 결과, 동광석 가행 최저 동품위인 0.7%(7,000ppm)을 초과하는 광산으로는 거도(48,735ppm), 병지방(9,171ppm), 상동(230,600

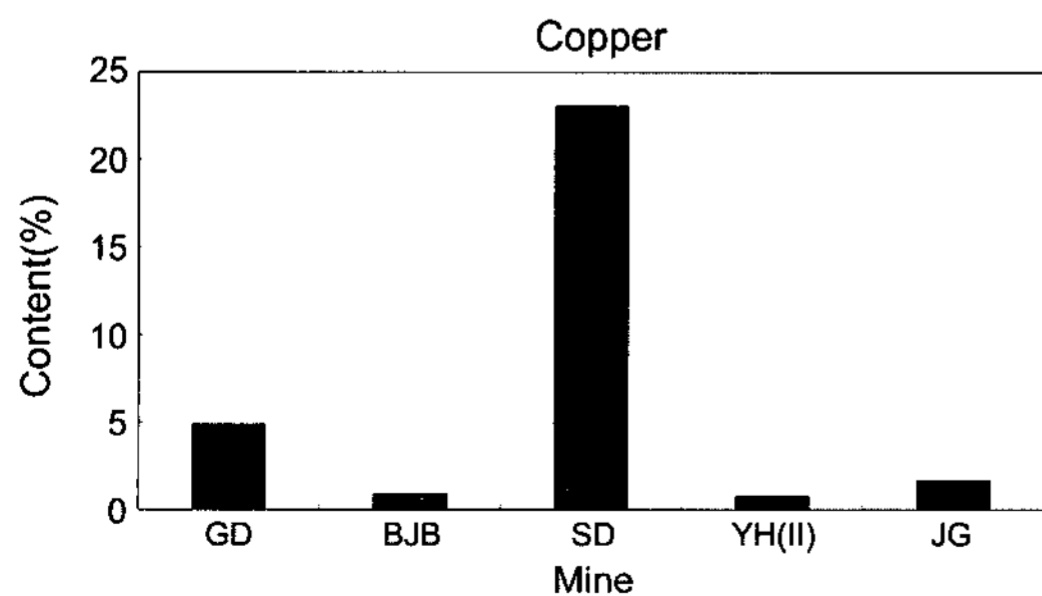


Fig. 1. Histogram of average copper content(%) in the ore specimen occurred from the metallic mines within Taebaeksan mineralized zone. Only the data over the current cut-off grade of copper(0.7%) were displayed. Abbreviations: GD=Geodo, BJB=Byoungjibang, SD=Sangdong, YH(II)=Yeonhwa No. 2, JG=Janggung.

ppm), 제2연화(7,640ppm), 장군(16,542ppm) 등 총 5개 광산이 있으며, 황강리 광화대 5개 금속광산에서 산출되는 광석시료를 대상으로 동함량을 분석해 본 결과, 동광석 가행 최저 동품위를 초과하는 동을 함유하고 있는 광산은 없다(Table 2, Fig. 1).

금번 태백산광화대내 29개 금속광산에서 산출되는 광석시료를 대상으로 동함량을 분석한 바로는 전세계의 동광석 가행 최저 동품위를 초과하는 금속광산이 5개(17.2%)가 부존하며, 그 중 과거 중석을 위주로 채굴된 상동광산은 23%의 동을 함유하는 것으로 확인된 바 고함량의 동을 함유한 시료를 채취한 현재 방해석을 채굴하고 있는 갭에 대해서 추가정밀 조사가 요망된다.

2.3. 연

연은 밝은 광택을 가지고 있으며, 고밀도이고, 연성과 전성이 좋은 푸른 백색의 금속이다. 전기 전도성이 낮으며, 내부식성이 뛰어나다. 연은 비철금속 중에서 비중이 가장 큰 무거운 금속이나 쉽게 가공할 수 있으며 묽은 산에는 잘 용해되지만 진한 염산과 황산 등에는 잘 용해되지 않는 특성이 있다. 이는 축전지의 음극, 연관, 피복전선, 탄환, 핵폐기물 포장재, 활자, 유리, 정유첨가제 등 산업분야에서 널리 사용된다. 1995년을 기준으로 전세계에 매장되어 있는 연의 채광가능량은 약 1억톤으로 추산되어, 약 30년의 소비량에 이를 것으로 예상되고 있다. 2011년까지 세계 연광석 생산은 급격히 증가하는 아시아 지역국가의 수요에 의해 증가할 것으로 기대된다. 세계 정련 연 설비의 증가는 연 소비 성장을 충족시키기에 충분할 것이다. 세계적인 연

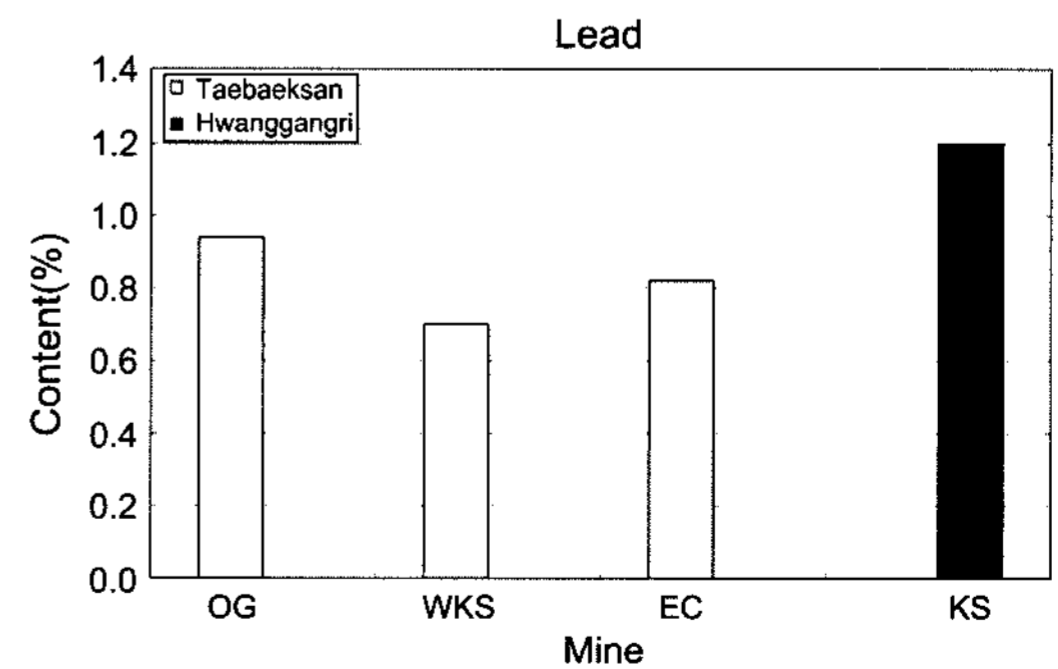


Fig. 2. Histogram of average lead content(%) in the ore specimen occurred from the metallic mines within Taebaeksan and Hwanggangri mineralized zone. Only the data over the current cut-off grade of lead(0.58%) were displayed. Abbreviations: OG=Okgye, WKS=Wonkasa, EC=Eunchi, KS=Keumsil.

의 생산지는 미국, 호주, 캐나다, 러시아, 멕시코, 페루 및 중국으로서 전세계 생산의 60%를 차지한다(USGS, 2005; Heo, 2007; KOMIS, 2007).

태백산 광화대 29개 금속광산에서 산출되는 광석시료를 대상으로 연합량을 분석해 본 결과, 연광석 가행 최저 연품위 0.58%(5,800ppm)를 초과하는 연을 함유하고 있는 광산으로는 옥계(9414ppm), 원가사(3298-10251ppm, avg.=7039.67ppm), 은치(8197ppm) 등 총 3개 광산이 있으며, 황강리 광화대 5개 금속광산에서 산출되는 광석시료를 대상으로 연합량을 분석해 본 결과, 연광석 가행 최저 연품위를 초과하는 연을 함유하고 있는 광산으로는 금실(11,722ppm)광산이 있다 (Table 2, Fig. 2).

금번 태백산광화대내 29개 금속광산 및 황강리 광화대 5개 금속광산에서 산출되는 광석시료를 대상으로 연합량을 분석한 바로는 전세계의 연광석 가행 최저 연품위(0.58%)를 초과하는 금속광산이 4개(11.8%)가 부족하며, 그 중 강원도 정선군 신동읍 가사리에 위치하는 원가사 광산은 기존의 부존특성과 관련된 성인연구가 이루어지지 않았고 따라서 추가정밀조사가 요구된다.

2.4. 아연

아연은 도금 및 피복재료로 사용되며 모든 연-아연 합금의 필수금속이다. 이외에도 도료, 염료, 착색원료, 농약, 건전지 등에 널리 이용되며, 기계공업에서도 많이 이용된다. 아연은 공기중에서 표면에 피막을 만들어 내부를 보호해 줄뿐만 아니라, 열을 가하면 전성과 연성이 커져 가공이 쉬운 장점도 있다. 1995년 현재 세계적으로 채광가능한 아연은 1억 7,000만톤 정도로 추산되는데, 이는 24년 정도의 수요분량으로 예상된다. 아연광상도 세계 각지에 분포되어 있으나 미국, 캐나다, 호주, 러시아 및 남아프리카공화국이 전세계 생산량의 50%를 차지한다. 중국은 수입의존도를 감소시키고 아연도금을 한 강철에 대한 수입비용을 감소하려고 노력하고 있다(USGS, 2005; Heo, 2007). 국내에서는 금호광산이 2001년 7월 휴광에 들어간 이후 정상적인 가행을 하는 아연광산은 하나도 없다. Zn 50% 기준으로 2006년 금풍광산 만이 가행보고를 하였으며, 생산은 전년의 1/3 수준으로 감소하였다(KOMIS, 2007).

태백산 광화대 29개 금속광산에서 산출되는 광석시료를 대상으로 아연합량을 분석해 본 결과, 아연광석 가행 최저품위 2.0%(20,000ppm)를 초과하는 아연을 함유하고 있는 광산으로는 병지방(27,987ppm), 세우

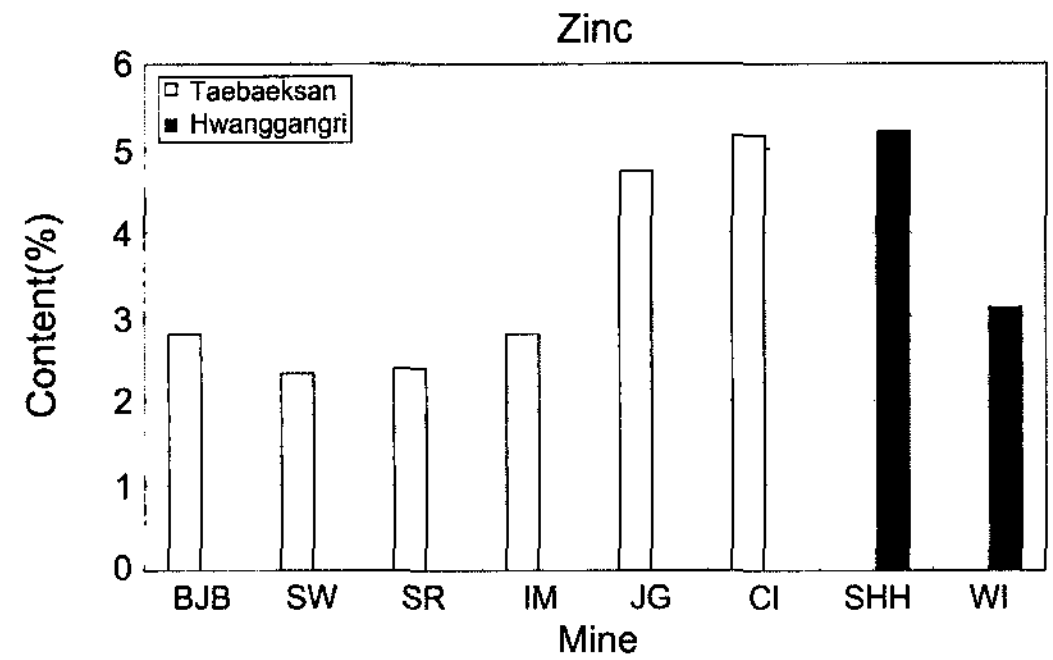


Fig. 3. Histogram of average zinc content(%) in the ore specimen occurred from the metallic mines within Taebaeksan and Hwanggangri mineralized zone. Only the data over the current cut-off grade of lead(2.0%) were displayed. Abbreviations: BJB=Byoungjibang, SW=Sewoo, SR=Shinrim, IM=Imok, JG=Janggun, CI=Choengil, SHH=Samhwanghak, WI=Woojin.

(8400-45899, avg.=23,311ppm), 신림(0-71581, avg.=23,957ppm), 이목(6439-79,300, avg.=27915.29ppm), 장군(47,397ppm), 청일(25150-74662, avg.=51,511ppm)등이 있으며, 황강리 광화대 5개 금속광산에서 산출되는 광석시료를 대상으로 아연합량을 분석해 본 결과, 아연광석 가행 최저 품위 2.0%(20,000ppm)를 초과하는 아연을 함유하고 있는 광산으로는 삼황학(52,029ppm), 우인(31,122ppm)광산이 있다(Table 2, Fig. 3). 금번 태백산광화대내 29개 금속광산과 황강리 광화대 5개 금속광산에서 산출되는 광석시료를 대상으로 아연합량을 분석한 바로는 전세계의 아연광석 가행 최저 아연품위(2.0%)를 초과하는 금속광산이 8개(23.5%)가 부족하며, 그 중 과거 금, 은을 위주로 채굴된 청일광산과 삼황학광산은 평균 5%의 아연을 함유하는 것으로 나타나 추가정밀조사가 요망된다.

2.5. 텅스텐

텅스텐의 지각내 평균함량은 약 1.5ppm으로 추정된다. 텅스텐은 지구상에 널리 존재하지만 양은 그다지 많지 않다. 함텅스텐광물은 항상 산화광물로 산출되며 약 20여종이 알려져 있다. 그 중 몇 개 광물만이 경제적인 가치가 있는 가행대상이 되며 가장 중요한 광물은 철망간중석과 회중석이다. 아시아의 태평양 연안, 북미주 등에 풍부한 광체가 위치한다. 텅스텐은 금속 중에서 용융온도가 가장 높다. 또한 전기전도도와 열전도도가 양호할 뿐 아니라 내식성이 강하고 열팽창률이 낮아 전구나 진공관의 필라멘트, 전기접점 또는 내열구조재료, 절삭공구, 내마모공구, 광산토목공구 등의

초경합금원료로 사용된다. 고속도강을 비롯한 특수강용 합금재료, 화학 촉매, 고급잉크 등에도 쓰이고 있다. 세계 매장량은 290만톤으로 추정되고 있으며 이중 84.5%인 2백 4십 5만톤이 중국, 캐나다, 러시아, 미국 등 4개국에 부존해 있다. 특히, 중국은 180만톤으로 세계 매장량의 62%를 점하는 텅스텐 최대 매장량 보유국이다. 계속된 텅스텐 가격 하락으로 많은 텅스텐 광산들의 생산이 중단되고 있으며 중국과 러시아, 우즈베키스탄에서 텅스텐의 95%를 생산하고 있다. 우리나라의 상동광산도 광산의 적자를 가공품 판매로 유지해 오다 1993년 생산을 중단하였다. 주요 텅스텐 수출국은 중국, 러시아, 영국, 미국, 프랑스, 독일 등이며, 주요 수입국은 미국, 독일, 일본, 영국 등이다(USGS, 2005; Heo, 2007; KOMIS, 2007).

태백산 광화대 29개 금속광산 및 황강리광화대 5개 금속광산에서 산출되는 광석시료를 대상으로 텅스텐함량을 분석해 본 결과, 텅스텐광석 가행 최저 텅스텐품위 0.5%(5,000ppm)를 초과하는 텅스텐을 함유하고 있는 광산은 없다(Table 2).

따라서, 현재 텅스텐 국제가격추이와 국내수급상황을 고려할 때, 금번 조사대상 태백산광화대 29개 및 황강리광화대 5개 금속광산들중 텅스텐을 대상으로 경제적으로 개발할 가치가 있는 광산은 없는 것으로 판단된다.

2.6. 몰리브덴

몰리브덴은 지구상에 비교적 널리 존재하지만 그다지 많은 양은 아니다. 납과 거의 같은 정도로 지각에 함유되어 있으며, 주요 광석은 휘수연석 외에 몰리브덴연석이 있다. 친생원소이기도 하여, 동식물 속에도 미량인기는 하나 항상 함유되어 있고, 바닷물 속에도 소량 존재한다. 주요 산지는 미국으로 세계 정광생산의 약 70%를 차지하는데, 그 3분의 2는 콜로라도주의 클라이맥스광산에서 산출된다. 캐나다·러시아·칠레·중국·오스트레일리아 등에서도 산출된다. 몰리브덴은 소위 고용점 금속이라 불리는 고온 특성을 가지고 있는 비철금속 중 하나이다. 내부식성이 강하기 때문에 고온 고압용 분야에 많이 사용되고 있다. 스테인리스강에 가장 많이 사용되는데, 총생산량의 약 90%에 이른다(USGS, 2005; Heo, 2007; KOMIS, 2007).

태백산 광화대 29개 금속광산에서 산출되는 광석시료를 대상으로 몰리브덴함량을 분석해 본 결과, 몰리브덴광석 가행 최저 품위 0.02%(200ppm)를 초과하는 몰리브덴을 함유하고 있는 광산으로는 상동(5675

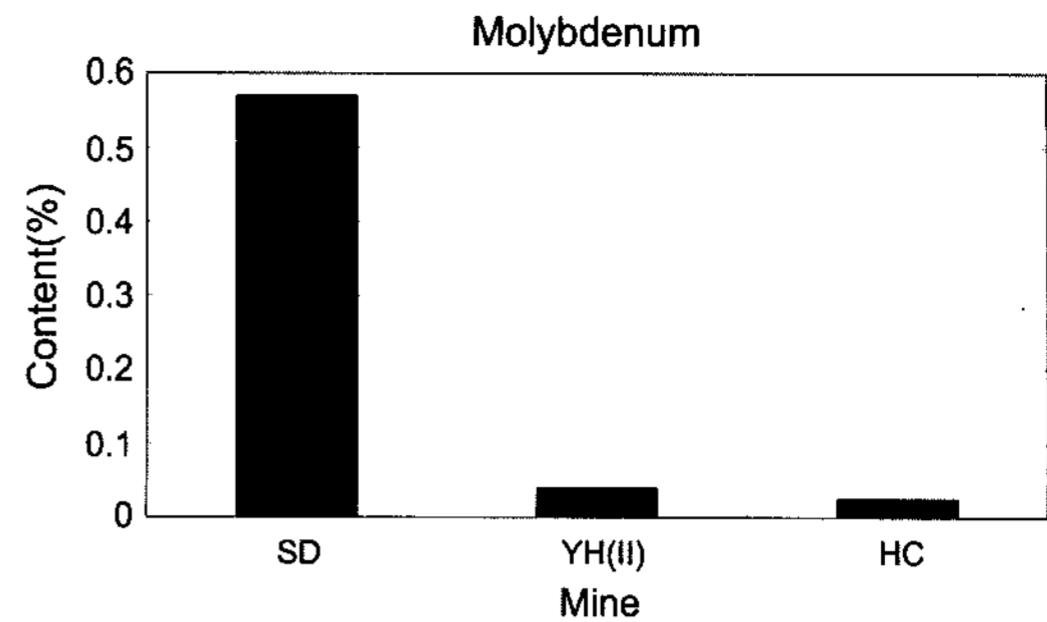


Fig. 4. Histogram of average molybdenum content(%) in the ore specimen occurred from the metallic mines within Taebaeksan mineralized zone. Only the data over the current cut-off grade of molybdenum(0.02%) were displayed. Abbreviations: SD=Sangdong, YH(II)=Yeonhwa No. 2, HC=Hongcheon.

ppm), 제2연화(402.80ppm), 홍천(2.44-490.99, avg.=246.72)광산이 있으며, 황강리 광화대 5개 금속광산에서 산출되는 광석시료를 대상으로 몰리브덴함량을 분석해 본 결과, 몰리브덴광석 가행 최저 품위 0.02%(200ppm)를 초과하는 몰리브덴을 함유하고 있는 광산은 없다(Table 2, Fig. 4).

금번 태백산광화대 29개 및 황강리광화대 5개 금속광산에서 산출되는 광석시료를 대상으로 몰리브덴함량을 분석한 바로는 전세계의 몰리브덴광석 가행 최저 품위(0.02%)를 초과하는 금속광산이 총 3개(10.3%) 광산이 부존하며, 그 중 과거 연, 아연을 위주로 채굴된 제2연화, 철을 위주로 채굴된 홍천광산에 대해서는 추가정밀 조사가 요망된다.

2.7. 금

금은 지각 내에 광범위하게 존재하지만 그 함유율이 낮다. 금은 산출상태에 따라서 산금과 사금의 두 종류로 나뉘며, 산금은 보통 자연금으로서 텔루르 화합물을 이루는 경우를 제외하고는 미세한 입자로 광석 중에 들어 있는 경우가 많다. 금의 중요한 용도는 화폐 결제수단으로서 금 본위국에서는 화폐보존가치를 위해 많은 양을 국립은행에 보존하며 유통화폐로는 금은합금이 사용된다. 이외에 장신구, 금은세공 등에도 사용되고 의치 등 치과용과 전기도금, 전기접점, 반도체 연결선, 미사일 등 공업용으로도 쓰인다. 세계 매장량은 약 42,000톤으로 추정되는데, 금은 가격의존도가 높은 금속이기 때문에 정확한 매장량은 알려져 있지 않다. 생산은 주로 남아공과 미국, 호주, 페루, 중국에서 이루어지고 있으며 이들 국가의 생산량이 전체 생산량의

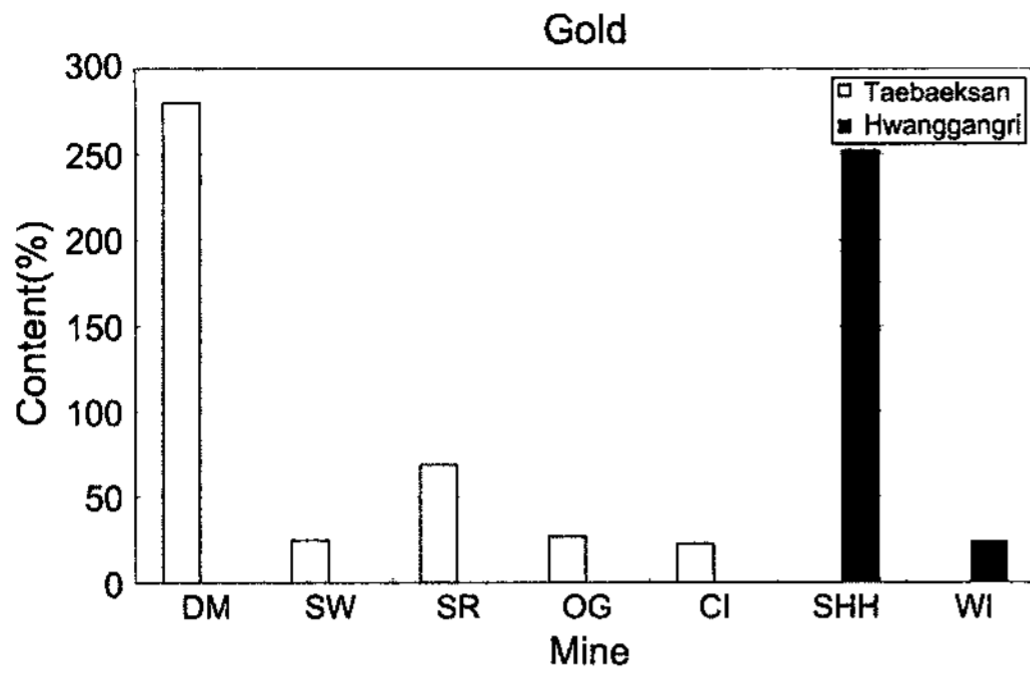


Fig. 5. Histogram of average gold content(ppm) in the ore specimen occurred from the metallic mines within Taebaeksan and Hwanggangri mineralized zone. Only the data over the current cut-off grade of gold(10ppm) were displayed. Abbreviations: DM=Dongmyoung, SW=Sewoo, SR=Shinrim, OG=Okgye, CI=Cheongil, SHH=Samhwanghak, WI=Woojin.

약 55%를 차지하고 있다. 금은 보통 자연금의 형태로, 석영 및 기타 암석의 간극이나 내부에서 분산되어 산출된다. 사금은 이와 같은 광석이 풍화되어 비중차로 부화된 것이다. 2011년까지 광산생산은 어느 정도 증가할 것으로 기대된다. 최근의 금값 및 전세계적인 금탐사의 증가에도 불구하고, 2011년까지 시작할 것으로 기대되는 대형 프로젝트는 없다. 세계 금광산 생산은 2011년에는 2708톤으로 기대된다. 중국은 계속되는 강한 경제성장과 상승하는 도시가구의 수입이 금 보석 수요를 자극할 것으로 기대되기 때문에 세계 금제작 수요에 미치는 영향이 클 것으로 기대된다. 세계 금제작 수요는 2011년경 약 3400톤에 이르러 전망이다 (USGS, 2005; Heo, 2007; KOMIS, 2007).

태백산 광화대 29개 금속광산과 황강리광화대 5개 광산에서 산출되는 광석시료를 대상으로 금함량을 분석해 본 결과, 금의 최저 가행품위 10ppm을 초과하는 금을 함유하고 있는 광산은 태백산 광화대에서는 동명(최대 279.69ppm), 세우(최대 24.80ppm), 신림(최대 68.97ppm), 옥계(26.83ppm), 청일(최대 22.59ppm)광산이 있고, 황강리광화대에서는 삼황학(251.99ppm), 우인(24.11ppm)광산이 있다(Table 2, Fig. 5).

2.8. 우라늄

우라늄은 지각에 평균 약 2ppm 정도 함유되어 있다. 중요한 우라늄 광물로는 역청우라늄광·우라니나이트·카노타이트·오터나이트·토버나이트 등이 있다. 핵연료의 공급원으로 사용되고 있는 이들 광물과 그밖의 우라늄 광석에서 회수한 우라늄은 지금까지 알려진 모

든 화석연료보다 몇 배 이상의 에너지를 낸다. 1kg의 우라늄은 300만kg의 석탄과 같은 에너지를 발산한다. 우라늄은 은백색의 무거운 원소이지만, 유리를 긁을 정도로 단단하지는 않다. 연성·전성이 있으며 고광택이다. 공기 중에서 변색되며, 미세하게 자르면 불꽃을 내며 탄다. 전기전도도는 작다. 우라늄은 다양한 유형의 광산에서 산출된다. 함석영-역암에 배태된 광산은 시생대의 화강암 및 변성암 상부에 퇴적된 하부 원생대 층에서 발견된다. 우라늄광물은 주로 우라니나이트 또는 토륨 등 우라늄 광물을 포함한 형태로 산출된다. 원생대 부정합과 관련된 광산은 16~18억 년 전 지구상에 일어났던 조산운동기에 발달한 원생대의 부정합과 관련이 있는 것으로, 시생대의 기저암이 분포하는 선캄브리아기의 순상지에서 주로 발견된다. 우라늄 광물은 피치블렌드이며 산포상 또는 괴상의 형태로 발달된다. 산포상의 마그마질, 페그마타이트질 광산 및 접촉광산은 화강암, 미그마타이트, 섬장암, 페그마타이트 및 탄산염암 내에 배태한다. 산포상 접촉광산은 화강암에 의해 관입된 흑연질 편마암의 열극 내에 발달되는 것으로 우라늄광물은 주로 피치블렌드다. 맥상은 모암내의 열극 및 각력대 등의 공동을 우라늄광물들이 충전한 것으로 유럽, 북미 등지에 분포하며, 화강암과 관련이 있다. 우라늄 광물은 피치블렌드 및 코피나이트 등이 황철석 및 철산화물과 함께 소량으로 산출된다. 사암 내에 배태된 광산은 하성 또는 천해성 환경에서 퇴적된 암석 내에 주로 발달한다(USGS, 2005; Heo, 2007; KOMIS, 2007).

연구대상 34개 광산에서 산출되는 광석시료를 대상으로 우라늄 함량을 분석해 본 결과, 우라늄의 지각내 평균 함량 2ppm을 초과하는 우라늄을 함유하고 있는 광산은 태백산 광화대에서는 거도(2.36ppm), 금천지(9.55~13.39ppm, avg.=11.47ppm), 둔전(3.19ppm), 화창(0.36~3.87, avg.=2.12ppm)광산이 있고, 황강리 광화대에서는 월유(3.14ppm)광산이 있다(Table 2).

3. 결 론

태백산-황강리광화대의 34개 광산산의 광석을 대상으로 8개 범용 전략광물자원(Pb, Zn, Cu, Fe, Mo, W, Au, U)의 함량을 분석하여 예비 개발타당성을 추정 한 결과는 다음과 같다.

철함량을 분석해 본 결과, 지각내 평균 철함량(4.65%)을 초과하는 철을 함유하고 있는 광산으로는 동명(10.57%), 세우(9.52%), 신림(5.5%), 이목(12.99%),

청일(4.86%), 홍천(13.1%), 삼황학(6.13%), 삼동(6.36%), 금실(4.86%), 우인(6.91%)광산이 있다. 세계에서 가장 철함유량이 낮은 철광석(33%)을 개발하는 중국과 비교해볼 때, 철을 대상으로 경제적으로 개발할 가치가 있는 광산은 없는 것으로 사료된다.

동함량을 분석해 본 결과, 동광석의 가행 최저 품위 0.7%(7,000ppm)를 초과하여 동을 함유하고 있는 광산으로는 거도(48,735ppm), 병지방(9,171ppm), 상동(230,600ppm), 제2연화(7,640ppm), 장군(16,542ppm)광산등 5개(17.2%)의 금속광산이 있으며, 그 중 과거 중석을 위주로 채굴된 상동광산은 23%의 동을 함유하는 것으로 나타나 고품량의 동을 함유한 시료를 채취한 채굴갱에 대해서 추가정밀조사가 요망된다.

연함량을 분석해 본 결과, 연광석의 가행 최저 품위 0.58%(5,800ppm)를 초과하여 연을 함유하고 있는 광산으로는 옥계(9414ppm), 원가사(7039.67ppm), 은치(8197ppm), 금실(11,722ppm)광산등 4개(11.8%)의 금속광산이 있으며, 그 중 강원도 정선군 신동읍 가사리에 위치하는 원가사 광산은 기존의 부존특성과 관련된 성인연구가 이루어지지 않았고 따라서 추가정밀조사가 요구된다.

아연함량을 분석해 본 결과, 아연광석 가행 최저 품위 2.0%(20,000ppm)를 초과하여 아연을 함유하고 있는 광산으로는 병지방(27,987ppm), 세우(23,311ppm), 신림(23,957ppm), 이목(27915.29ppm), 장군(47,397ppm), 청일(51,511ppm), 삼황학(52,029ppm), 우인(31,122ppm) 광산등 8개(23.5%)의 금속광산이 있으며, 그 중 과거 금, 은을 위주로 채굴된 청일광산과 삼황학광산은 평균 5%의 아연을 함유하는 것으로 나타나 추가정밀조사가 요망된다.

텅스텐함량을 분석해 본 결과, 텅스텐광석 가행 최저 품위 0.5%(5,000ppm)를 초과하는 텅스텐을 함유하고 있는 광산은 없으며, 텅스텐을 대상으로 경제적으로 개발할 가치가 있는 광산은 없는 것으로 사료된다.

몰리브덴함량을 분석해 본 결과, 몰리브덴광석 가행 최저 품위 0.02%(200ppm)를 초과하여 몰리브덴을 함유하고 있는 광산으로는 상동(5675ppm), 제2연화(402.80ppm), 홍천(246.72)광산등 3개(10.3%)의 금속광산이 있으며, 그 중 과거 연, 아연을 위주로 채굴된 제2연화, 철을 위주로 채굴된 홍천광산에 대해서는 추가정밀조사가 요망된다.

금함량을 분석해 본 결과, 금의 최저 가행품위 10ppm을 초과하는 금을 함유하고 있는 광산은 동명(279.69ppm), 세우(24.80ppm), 신림(68.97ppm), 옥계(26.83ppm), 청일(22.59ppm), 삼황학(251.99ppm), 우인(24.11ppm)

광산이 있다. 기존에 금을 등록광종으로 한 광산들이기 때문에, 국제가격추이에 맞추어 재가행 여부에 대한 평가가 요구된다.

우라늄 함량을 분석해 본 결과, 우라늄의 지하내 평균 함량 2ppm을 초과하는 우라늄을 함유하고 있는 광산은 거도(2.36ppm), 금천지(11.47ppm), 둔전(3.19ppm), 화창(2.12ppm), 월유(3.14ppm)광산이 있다. 국제가격추이와 세계최저가행품위를 고려할 때, 경제적으로 개발할 가치가 있는 광산은 없는 것으로 사료된다.

사 사

본 연구는 한국지질자원연구원 기본사업인 “국내 전략광물자원 재평가와 광상탐사 요소기술개발(08-3111)” 과제의 일환으로 수행되었다. 이 논문의 심사를 맡아 유익한 조언을 통해 논문의 질을 높여 주신 충북대학교 최상훈 교수님과 부경대학교 성규열 박사님 그리고 책임편집위원이신 한국지질자원연구원의 염승준 박사님에게 감사드린다.

참고문헌

- Choi, S.G., Choi, S.H. and Lee, H.K. (1997) Mineralogy and geochemistry of the Ogkye gold deposits, Gangwondo province. *Economic and Environmental Geology*, Vol. 30, No. 1, p. 15-23.
- Han, K.S. (1972) Geologic report of the second Yeonhwa mine, Kangwon province, Korea. *Journal of Korean Institute of Mining Geology*, Vol. 5 No. 4, p. 211-220.
- Heo, C.H. (2007) A planning study for information-oriented reevaluation on the development potential of domestic metallic ore deposits. KIGAM, 155p.
- Kim, S.H., Choi, Y.C. and Youm, S.J. (1999) Mineralogy and geochemistry of the Sanjeon Au-Ag deposit, Wonju area, Korea. *Economic and Environmental Geology*, Vol. 32, No. 5, p. 445-454.
- KOMIS (2007) <http://www.komis.or.kr>
- KORES (1972) Dongnam mine, Ore deposit of Korea Vol. 4, p. 64-66.
- KORES (1981) Imok mine, Ore deposit of Korea Vol. 8, p. 172.
- KORES (1983) Samhwa mine, Geology of Ore deposit Vol. 3, p. 81.
- KORES (1987) Ore deposit of Korea, Vol. 10, 1012p.
- KORES (1988) Sewoo mine, Report of drilling survey on ore deposit, p. 52-54.
- KORES (1990) Keumpung mine, Ore deposit of Korea Vol. 12, p. 40-41.
- Lee, C.H. and Lee, S.H. (1989) Petrological studies on the genesis of the Hongcheon iron deposit, Korea. *Journal of Geological Society of Korea*, Vol. 25, No. 3, p. 239-258.

- Lee, H.K., Ko, S.J. and Naoya, I. (1990) Genesis of the lead-zinc-silver and iron deposits of the Janggun mine, as related to their structural features, structural control and wall rock alteration of ore-formation. *Journal of Korean Institute of Mining Geology*, Vol. 23, No. 2, p. 161-181.
- Lee, H.K., Yoo, B.C., Jeong, K.Y. and Kim, K.H. (1994) Au-Ag minerals and geneses of Weolyu gold-silver deposits, Chungchengkbukdo, Republic of Korea. *Economic and Environmental Geology*, Vol. 27, No. 6, p. 537-548.
- Lee, H.K., Moon, H.S. and Oh, M.S. (2007) Economic mineral deposits in Korea. p. 292-293.
- Lee, P.K. (2004) Assessment of heavy metal hazards in mineralization zones and natural attenuation technologies of heavy metal, KIGAM, 300p.
- Mariko, T. and Yang, D.Y. (1988) Occurrence and zonal arrangement of minerals in the Shinyemi iron skarn deposit, Korea. *Mining Geology*, Vol. 38, p. 72.
- Park, H.I. and Lee, C.H. (1990) The Au-Ag mineralization of North ore deposits, Dunjeon gold mine. *Journal of Geological Society of Korea*, Vol. 26, No. 4, p. 358-370.
- Park, H.I. and Park, Y.R. (1990) Gold and silver mineralization in the Dongwon mine. *Journal of Korean Institute of Mining Geology*, Vol. 23 No. 2, p. 183-199.
- Park, H.I., Hwang, J. and Huh, S.D. (1992) Gold-silver mineralizations in the Imgye district. *Journal of Korean Institute of Mining Geology*, Vol. 25 No. 4, p. 379-395.
- Park, J.W., Choi, S.G., Kim, J.Y. and Lee, J.G. (2006) Mineralization and igneous activity of Geodo skarn Fe-Cu(-Au) deposit. *Proceedings of spring academic meeting for presentation of the society of economic and environmental geology*, p. 118-119.
- Pak, S.J., Choi, S.G., Choi, S.H. and Yoo, B.C. (2001) Mineralogical and geochemical study of Gajok Au-Ag deposit. *Proceeding of autumn joint academic meeting for presentation*, p. 51.
- So, C.S. and Yun, S.T. (1992) Geochemistry and genesis of hydrothermal Au-Ag-Pb-Zn deposits in the Hwang-gangri mineralized district, Republic of Korea, *Economic Geology*, Vol. 87, 2056-2084.
- So, C.S. and Yun, S.T. (1997) Jurassic mesothermal gold mineralization of the Samhwanghak mine, Republic of Korea: Geochemistry of magmatic hydrothermal gold deposits, *Economic Geology*, Vol. 92, No. 1, p. 60-80.
- So, C.-S., Yun, S.-T., Heo, C.-H., Youm, S.-J. (1999) Geochemistry and genesis of mesothermal gold deposits in Korea: Base metal-rich gold mineralization of the Byungjibang mine, Hwoingsung area: *Journal of Mineralogy, Petrology, and Economic geology (Japan)*, V. 94, No. 3, p. 65-82.
- USGS (2005) *Minerals Commodity Summaries*, USGS, 199p.
- Yun, S.K. (1966) Relations of structural pattern and tungsten deposition in the Sangdong mine and its vicinity. *Journal of Geological Society of Korea*, Vol. 2, No. 1, p. 1-16.
- Yun, S.K. (1978) Petrography, chemical composition, and depositional environments of the Cambro-Ordovician sedimentary sequence in the Yeonhwa I mine area, southeastern Taebaegsan region, Korea. *Journal of Geological Society of Korea*, Vol. 14, No. 4, p. 145-174
- Yun, S.T., Choi, S.H., Heo, C.H., So, C.S., Chae, G.T., and Kim, J.W. (1999) Hydrothermal antimony deposits of the Hyundong mine: Geochemical study. *Economic and Environmental Geology*, Vol. 32, No. 5, p. 435-444.