

키르기즈스탄 텔렉칸 광화대의 특성 보고

성규열^{1*} · 박맹언² · 장원일³ · 김홍식⁴ · 류재홍⁴ · 김건득¹ · 김상명¹ · 김필근¹

¹대우조선해양 E&R(주), ²부경대학교 환경지질과학과, ³한국해양대학교 에너지자원공학과, ⁴한국광물자원공사

Report on the Characteristics of the Terekkan Mineralized Zone in Kyrgyz Republic

Kyu-Youl Sung^{1*}, Maeng-Eon Park², Won-Yil Jang³, Hong-Sik Kim⁴, Jea-Hong Ryu⁴,
Kun-Deuk Kim¹, Sang-Myung Kim¹ and Pil-Geun Kim¹

¹Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering Energy & Resources Ltd.

²Department of Environmental Geosciences, Pukyong National University

³Department of Energy & Resources Engineering, Korea Maritime University

⁴Korea Resources Corp.

1. 서 언

1991년 키르기즈스탄이 소련으로부터 독립된 이후 외국 투자자들은 금자원에 대해 많은 관심을 보였으며, 다수의 외국계 광산회사들이 금광산의 탐사권 및 개발권을 확보하기 위해 노력하였다. 세계적 규모로 알려진 Kumtor 금광산은 1996년 캐나다 회사인 Cameco사에서 미화 4억 5천 2백만불을 투자하여 개발 프로젝트를 체결하였으며, 현재도 가행 중이다.

Cameco Corporation (Canada), Teck Corporation (Canada), Phelps Dodge Corporation (USA), Barrick Gold Corporation (USA) 등 일부 국제 규모 광산회사들이 키르기즈스탄의 광산산업에 투자하였으며, 1990년대 중반 이후 외국계 회사들은 금광산의 탐사와 평가를 위해 매년 미화 1천만불 이상을 투자하였다. 그러나, 개발도상국에 대한 단독 투자는 실패에 대한 재정 부담이 크기 때문에 일반적으로 광산회사들은 신디케이트론(syndicated loan)을 활용하고 있다. 그 예로 Kumtor 프로젝트에서 주 투자자는 Chase Manhattan Bank, Canadian Corporation on Export Development, European Bank for Reconstruction and Development와 International Finance Corporation 등이다.

본 보고는 “키르기즈스탄 ‘텔렉칸 광화대’ 금광 개

발 여건 예비조사” 보고서(Park and Sung, 2007)에서 내용의 일부를 발췌하여 편집하였으며, (주)네카스알엔디의 지원에 의해 수행되었다. 텔렉칸 광화대에는 텔렉칸광산과 페레발노에광산 등 2개의 금광산이 부존하며, 과거 텔렉칸광산에서 안티모니를 활발하게 개발하였다. 조사 당시 국영기업 키르기즈알틴(KyrgyzAltyn)에서 텔렉칸광산을 개발 중이었으며, 선광장을 운영하고 있었다.

2. 지질 및 광상

2.1. 지질개요

조사 지역의 광화대는 sub-meridional strike의 Main Terek 배사층 내에 위치하고 있다(Fig. 1). 텔렉의 대리암은 습곡 중심부에서 Semizsaik suite의 석영-사장석-각섬석 편암과 편마암에 의해 덮여있다. 이들 암석은 원생대에 속하며, 안티모니와 금을 함유한 텔렉광산은 석회암과 편암의 접촉부에 위치하고 있다. 텔렉칸광산은 텔렉광산 남쪽의 periclinal 습곡 내에 위치하고 있으며, 화강암질 섭장암-반암류의 관입에 의해 변질받은 편암 내에 제한된다. 페레발노에광산은 이들 광산의 북쪽에 위치하며, 편마암과 미그마타이트(migmatite)가 모암이다.

*Corresponding author: kysung@dsmc.co.kr

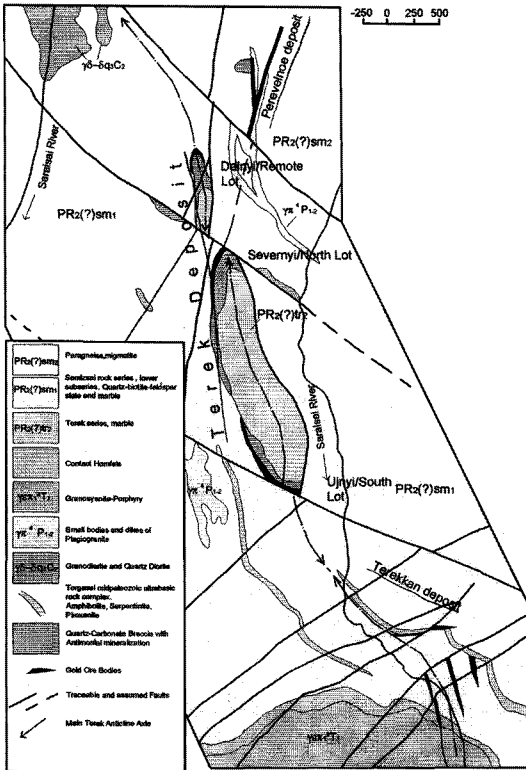


Fig. 1. Geological map of the study area.

2. 광상

2.2.1. 텔렉칸광산

이 광상의 광체는 화강암질섬장암-반암류의 관입에 의해 변질받은 편암 내에 위치한다. 광산지역 내 결정질 편암은 접촉교대작용과 열수작용에 의해 변질되었으며, 접촉교대작용은 석영-장석 편암 내에 혼펠스, 규암과 스퀴르의 형성을 야기시켰다. 또한, 그라이젠화작용(greisenization)의 흔적과 석영-알바이트-전기석 교대암체가 확인된다.

금 광화작용은 열수변질작용을 받은 결정질 편암 내에 제한된다. 또한, 금 광화작용은 직접적으로 beresitization(황철석과 함께 석영-견운모 교대암의 형성)과 listvenitization(석영-석회암질 교대암의 형성)을 수반한다. 광체의 위치는 다양한 방향으로 발달하며 간헐적으로 산출되는 고각의 단층에 의해 제한되며, 이들 광체의 주 방향은 북동, 동서, 북서 방향이다. 30여 개의 맥상, 렌즈상 및 광소(nest) 광체가 광산지역에서 발견되었다. 이들 중 8개의 광체가 경제성이 있는 것으로 여겨진다. 경제성이 있고 연장성이 좋은 광체들은 북쪽과 북동쪽의 급한 경사를 가진다. 광체의 길이는

는 55 m에서 280 m까지 연장되어 있으며, 두께는 0.75-20 m이다. 산화대의 깊이는 최대 11 m이다.

주요 광석광물은 금, 황철석, 유비철석, 자류철석 등이 산출되며, 백철석, 황동석, 섬아연석, 자철석, 휘안석 및 회색 광석 등이 소량으로 산출되고, 맥석광물로는 석영, 견운모, 방해석, 앵커라이트(ankerite) 등이 산출된다.

부산물의 평균 품위는 은(2.3 g/t), 텔루륨(5.4 g/t), 이트륨(22-200 g/t), 란타넘(6-30 g/t), 인듐(35-47 g/t), 스트론튬(100 g/t) 등이다. 광석광물별 금의 분포는 황철석 31.7%, 유비철석 48.3%, 자류철석 14%, 석영 6% 등이다.

2.2.2. 페레발노에광산

이 광상은 Main Terek 배사의 북동익부(north-eastern wing)에 위치한 Semizsaisk suite의 변성 편암 내에 발달한 고각의 sub-meridional 단층에 수반된다. Semizsaisk suite의 편암 내 파쇄대(crushing zone, 20-40 m의 두께, 830 m의 연장, sub-meridional 주향과 80-90°의 서쪽 경사)가 이 광상의 광화작용을 수반하는 주 구조대이다. 2개의 광체가 탐사되었으며, Main 광체와 Western 광체로 분류된다. 핀치(pinch)와 함께, Main 광체의 주 광체는 450 m 지표에서, 180 m 깊이까지 확인되었다. Main 광체의 연장은 400 m이고 두께는 1-5 m로 발달하며, Western 광체의 연장은 90 m이고 두께는 1-5 m로 발달한다. 주요 광석광물은 황철석과 유비철석이며, 소량의 섬아연석, 황동석, 방연석, 휘안석 및 회색 광석이 산출된다. 맥석광물로는 석영, 백운모, 견운모, 장석과 녹염석 등이 산출된다. 부산물로는 은 1 g/t, 셀레늄 0.5 g/t, 텔루륨 0.35 g/t, 황 1.88% 등이 포함된다.

Main 광체: 이 광체는 광상 매장량의 90%를 포함하고 있다. 광화작용을 제한하는 간헐적인 주요 구조는 연속적으로 확인되나, 경제성이 있는 광체의 규모는 주향방향으로 30-40 m에서 235 m이며, 이들 광체는 핀치 또는 저품위의 광체에 의해 블록으로 분리된다. 경제성이 있는 광체의 길이는 경사방향으로 300 m까지 발달한다. 세 개의 렌즈상 광체가 경제성이 높은 것으로 간주되며, 남서쪽의 광체가 가장 규모가 크고 (235×300 m), 나머지 두 광체는 규모가 작다. 매장량 규모에서 남서쪽의 렌즈상 광체는 탐사된 경제성이 있는 매장량의 71%를 포함한다. 중앙의 렌즈상 광체가 6%와 북동쪽의 렌즈상 광체가 23%의 매장량을 각각 포함한다. 남서쪽 광체의 발달은 북동쪽의 주향과 북

서쪽의 경사(35-45°)를 가지는 단층에 의해 제한된다. 광체는 북쪽과 북동쪽으로 단층을 따라 경사지며, 경제성이 있는 광체는 경사방향의 기둥모양으로 발달한다.

Western 광체: 이 광체는 Main 광체로부터 서쪽으로 20-30 km 정도에 위치하고 있으며, Main 광체와 거의 평행하게 발달한다. 경제성이 있는 광체의 규모는 주향방향으로 30-90 m, 경사방향으로 210 m로 다양하다. 광체의 평균 두께는 2.5 m이다. 광체는 교대적으로 변질된 변성 편암과 사장석 화강암 내에 위치한다. 변질작용은 견운도화작용(sericitization), 점토화작용(argillization), 규화작용(silicification)과 ankeritization으로 대표된다. 광석은 석영과 황화광물을 포함하며, 주요 황화광물은 황철석과 유비철석이고, 휘안석, black jack, 황동석, 방연석 및 pale ore 등이 간혹 산출된다.

2.3. 매장량

2.3.1. 텔렉칸광산

Table 1의 매장량 산출표는 지질광산청(State Agency for Geology and Mineral Resources)에서 발간한 “Gold Resources of Kyrgyzstan”에 수록된 내용으로, 1978년 소련(USSR)의 State Reserves Committee에서 제공한 자료이다(Nikonorov *et al.*, 2007). 당시 실질적인 개발을 위해서 제공된 자료로 소개되어 있으며, 심부에서 매장량이 증가할 것으로 예측하고 있다. 이들 자료를 근거로 2003년도에 다시 키르기스스탄에 의해 Ken-Too사에서 금광산 개발을 위한 프로젝트의 일환으로 이 광산의 매장량이 재계산되었으며, 그 결과는 키르기스스탄 정부의 State Reserves Committee에서 확인한 것으로 보고되어 있다.

2.3.2. 페레발노에광산

Table 2의 매장량 산출표도 “Gold Resources of Kyrgyzstan”에 수록된 내용으로, 1984년 Kyrgyz USSR의 Territorial Committee on Reserves에 의해 확인된 자료이다(Nikonorov *et al.*, 2007). 이 광산의 광체별 광화대의 분포 특성 및 품위에 대한 구체적인 자료는 확보할 수 없었다. 또한, 현장 방문시 과거 탐사경도에 대한 접근이 불가하고, 지표에 노출된 광화대를 확인할 수 없었다.

3. 광산현황

3.1. 위치

텔렉칸(Terekkan) 광산은 잘라라바드州的 찰칼지역으로 텔렉사이강(Tereksay River)의 중앙 지류와 카산

Table 1. Reserve summary of the Terekkan Mine reported by the Ken-Too

Category ¹⁾	Ore, 000t	Au, g/t	gold, kg
C ₁	1,142.637	5.01	5,728.7
C ₂	4,161.719	4.62	19,249.9
C ₂ sub-economic	882.919	2.46	2,168.9
P ₁	3,124.215	4.14	12,922.4
C ₁ +C ₂ +P ₁	9,931.490	4.30	40,069.9

¹⁾refer to Sung *et al.* (2009)

Table 2. Reserve summary of the Perevalnoe Mine reported by the Territorial Committee on Reserves

Category	Ore, 000t	Average grade, g/t		Metal reserves, t	
		Au	Ag	Au	Ag
C ₁	535.4	10.22	0.89	5.471	-
C ₂	84.1	7.44	0.66	0.626	-
Total	619.5	9.84	0.86	6.097	-

강(Kassan River)의 왼쪽 지류에 위치하고 있으며, 광산의 좌표는 동경 71°09'이며 북위 41°30'이다. 이 지역은 과거 개발된 실적이 있으며, 과거 소규모의 금을 생산한 실적이 있는 텔렉(Terek) 안티모니 광산과 인접하여 있다(Fig. 2).

페레발노에(Perevalnoe) 광산은 텔렉칸 광산과 인접하여 있으며, 광산의 좌표는 동경 71°09'이며 북위 41°31'이다. 텔렉칸 광산으로부터 북쪽으로 약 5 km 지점에 위치하고 있으며, 광산까지 비포장 도로가 개설되어 있다.

3.2. 광업권 현황 및 탐사 연혁

현재 텔렉칸광산과 페레발노에광산에 대한 광업권은 국영기업인 키르기스알틴에서 소유하고 있다. 텔렉칸 광산은 1934년에 발견되었으며, 이 시기부터 탐사를 시작하여 1978년까지 조사되었다. 지질학적 탐사 프로그램은 상당히 넓은 영역까지 진행되었다(약 29,000 m의 지하경도 조사, 50,000 m 이상의 시추, 44,000 여 개의 furrow 및 코어 시료, 10가지 이상의 실내실험 및 기술실험). 2004년부터 일부 광체를 대상으로 소규모 노천채광을 수행하고 있다.

페레발노에 광산의 탐사도 상당한 수준까지 진행되었으며, 1978-1983년 사이에 진행되었다. 10,500 m³의 트랜치와 컷, 60 m의 bore pits, 10,280 m의 수평경도 탐사, 320 m의 수직경도 탐사, 16,928 m의 시추, 9,333개의 furrow 시료 채취, 2,580개의 코어 시료 채취, 5개 시료에 대한 기술실험 등이 수행되었다.

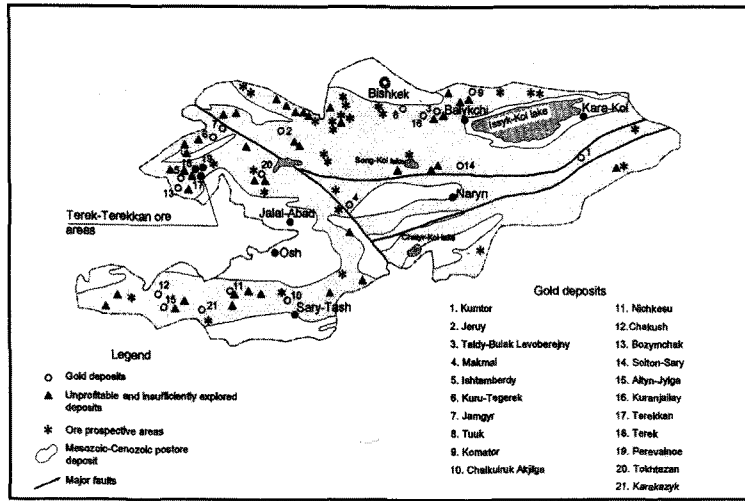


Fig. 2. Distribution of gold deposits in Kyrgyz Republic and location of the study area.

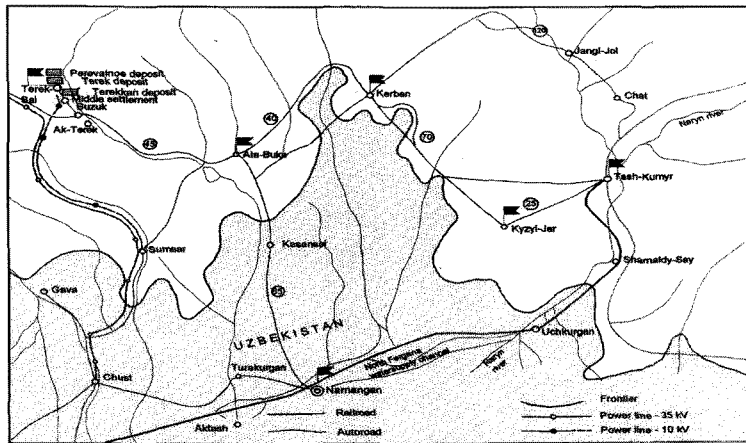


Fig. 3. Transportation map of the study area.

3.3. 지형 및 기후

텔레칸광산의 표고는 1,500-2,000 m이며, 페레발노에광산의 표고는 1,800-2,200 m이다. 추운 겨울과 뜨거운 여름을 가지는 대륙성 기후로서, 여름엔 비가 적고 최고 40°C까지 기온이 상승하기도 하며, 겨울에는 영하의 날씨로 최저 영하 20-25°C까지 기온이 하강하기도 한다. 11월부터 익년 4월까지 평균 20 cm 두께의 눈이 쌓여있다.

3.4. 교통

키르기즈스탄의 수도 비쉬케크(Bishkek)로부터 텔레사이 마을까지는 산악도로로 연결되어 있으며, 사면의

경사가 급하고, 사면붕락이 발생하기도 한다. 비쉬케크에서 알라부카(Ala-Buka)까지는 아스팔트(asphalt)로 포장되어 있으며, 알라부카-텔레사이(Terek-say) 구간은 비포장도로이나 차량이동이 양호하다(Fig. 3). 텔레사이 마을에서 가장 가까운 철도역은 알라부카(Ala-Buka)역으로 약 110 Km 떨어져 있다.

3.5. 동력 및 용수 현황

안티모니 선광장의 가동을 위해 35kV의 고압 전력이 텔레칸광산까지 송전되고 있다. 현재 텔레칸광산의 선광장을 가동하기 위한 용수는 텔레사이강에서 공급하고 있으며, 흑한기에도 얼지않아 용수 공급이 충분한

것으로 알려져 있다. 텔렉칸광산은 텔렉광산의 선광장의 인근에 위치하여 광산 개발시 용수 공급에 큰 문제가 없을 것으로 판단된다. 그러나, 빼레발노에광산은 주변에 계곡이 있으나 충분한 양의 용수 확보가 힘들어 광산 개발시 동력을 사용하여 용수를 공급하여야 할 것으로 판단된다. 따라서, 주변 하천 용량에 대한 충분한 자료를 확보하여, 텔렉칸광산과 빼레발노에광산의 개발을 병행하고 선광장 규모 증설시에도 충분한 용수공급이 가능한지에 대한 검토가 필요하다.

3.6. 노동력

텔렉칸 마을은 전통적으로 광산개발로 인해 형성된 도시이며, 광산근로자 중심으로 부락이 형성되어 있어 노동력 수급에는 큰 문제가 없을 것으로 보인다. 조사 당시 약 5,000명 정도의 인구가 상주하고 있었으며, 노동력 인구는 약 2,000명 수준이었다.

4. 결 론

1. 텔렉칸 광산에는 33개의 광체가 분포하며, 평균 금 품위는 4.3-9.8 g/t이고, 매장량은 금속량 기준으로 23-30톤(B1급+C1급+C2급)의 범위를 보인다(소련자료 기준). 또한 P1(12톤)급에 대한 정밀조사가 수행된다면 추가적인 광량확보가 가능할 것으로 여겨진다.

2. 빼레발노에 광산에는 2개의 주요 광체가 분포하며, 평균 금 품위는 9.8g/t이고, 매장량은 금속량 기준으로 6.1톤(C1급+C2급)이다.

3. 텔렉칸 광화대 중 부광대 지역을 중심으로 심부

정밀탐사를 실시하면 추가광량 확보가 가능할 것으로 판단된다.

4. 텔렉칸 광화대에 대한 야외조사 및 분석 결과를 통해 소련 자료의 신뢰성을 검토한 결과, 신뢰할 수 있는 수준의 자료인 것으로 판단되나, 향후 투자 또는 개발을 위해서는 세심한 현장 확인 작업이 병행되어야 한다.

5. 조사지역 광산들의 광석광물에 유비철석이 다량 함유되어 있어, 선광공정 설계시 비소로 인해 야기될 수 있는 선광효율 및 환경문제에 대한 세심한 검토가 필요하다.

사 사

본 조사는 (주)네카스알앤디의 지원에 의해 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

- Nikonorov, V.V., Karaev, Y.V., Borisov, F.I., Tolsky, V.I., Zamaletdinov, T.S., Larina, T.V. and Gorbaneva, T.V. (2007) Gold resources of Kyrgyzstan. State Agency for Geology and Mineral Resources. 500p.
- Park, M.E. and Sung, K.Y. (2007) Preliminary study for development of gold on the Terekkan mineralized zone in Kyrgyz Republic. 60p.
- Sung, K.Y., Park, M.E., Kim, M.H., No, S.G. and Heo, B. (2009) An Introduction on the Mining Law and the Mineral Resources in Kyrgyz Republic. Econ. Environ. Geol., 41(5), pp.601-608.

2010년 10월 1일 원고접수, 2010년 10월 21일 게재승인