

우즈베키스탄 지라블락 광화대의 광물자원 부존 현황

박성원¹ · 지세정^{1*} · Majeed M. Pinazarov²

¹한국지질자원연구원 광물자원연구본부, ²우즈베키스탄 지질정보센터

Current Status of Mineral Resources in Zirabulak Mineralized Zone of Uzbekistan

Sung-Won Park¹, Se Jung Chi^{1*} and Majeed M. Pinazarov²

¹Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources, Daejeon 305-350, Korea

²Republic of Uzbekistan on Geology and Mineral Resources "Gosgeolinformcentre", Tashkent 100060, Uzbekistan

1. 서 론

중앙아시아에 위치하고 있는 우즈베키스탄에는 약 100여종의 다양한 지하자원이 부존되어 있으며, 2,700 개소 이상의 광물자원 산출지가 산재한다. 현재 우즈베키스탄이 보유하고 있는 금, 우라늄, 구리 등 주요 지하자원 매장량이 세계적으로 주목받고 있으며, 우즈베키스탄 중부에 위치하는 지라블락(Zirabulak) 광화대는 우즈베키스탄의 18개 주요 금속광화대 중 하나이며, 1940년부터 1992년 까지 구 소련에 의해 지질·광상조사와 트렌치 및 시추탐사 등 기초탐사가 수행되어 약 800 km²에 걸쳐 약 60여개의 텅스텐(W), 주석(Sn), 금(Au), 은(Ag) 광상 및 산출지가 발견되었다(Barkovskaya et al., 1963; Pavlov et al., 1967; Shapkin et al., 1978; Ushakov et al., 1981; Gerbek et al., 1984). 최근에는 우즈베키스탄 국가지질위원회 주도하에 일부 광상에 대하여 잠재 유망광상으로 선정하여 지표 트렌치탐사와 탐광굴진을 수행하면서 외국인 투자를 기다리고 있는 중이다. 각 광상별로 기초탐사 수행의 차이는 있으나, 모든 광상들에 대해 1:50,000 축척의 공간도면(지질도, 지구화학도, 지구물리도 등) 작성이 구 소련에 의해 완료되었고, 그 외 1:1,000 및 1:2,000 축척의 정밀 광상조사가 완료되었다. 다만 광상별로 트렌치 및 시험 시추 탐사 및 탐광굴진 등 탐사 내용에는 차이가 있다. 본 지역은 산업의 기반시설이 잘 갖추어져 있어 수도인 타슈켄트와 주변 도시와의 교통 및 전선망이 잘 발

달되어 있으며, 광산개발의 기본 인프라가 비교적 양호한 지역이다. 본 논문은 우즈베키스탄에 대한 해외 투자 활성화를 위해 개최된 컨퍼런스(Uzgeoinvest-2010)에서도 소개된 바 있는 지라블락 광화대에 대한 지질 및 자원 정보를 체계적으로 기술함으로써 향후 해외 유망광화대 선정시 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 기대한다.

2. 지 질

지라블락 광화대는 주로 고생대에 형성된 Zarafshan-Alayskaya 퇴적층 분포대에 속하고 있으며, 본 층군은 고생대의 오르도비스기 중기~데본기 중기에 속하는 탄산염-화산분출암-육성층으로 구성되어 있다. Zarafshan-Alayskaya 층군은 고생대의 바리스칸 조산운동의 결과로 형성되었으며, 지질구조 단위로 3 단계로 구분된다. 즉, 오르도비스~중기 데본기의 퇴적층, 하부 지층과 사교 부정합으로 퇴적된 Tournaisian 층과 중기-후기의 석탄기의 퇴적층이다(Fig. 1). 본 광화대 지역의 마그마 활동은 초기 단계의 산성 분출작용에 이어 중기에는 석탄기~초기 페름기의 심성암체 관입작용이 진행되면서 텅스텐, 주석, 금, 은, 구리 등의 금속과 희토류 광화작용을 수반하였다. 본 광화대에 분포된 화강암체는 동원성 반화강암과 페그마타이트 맥을 수반하여 4.5 km²의 타원형 압주 상으로 분포되어 있으며, 소위 "지라블락 화강암체"로 명명되고 있다. 암체의 남동부에 분

*Corresponding author: csjung@kigam.re.kr

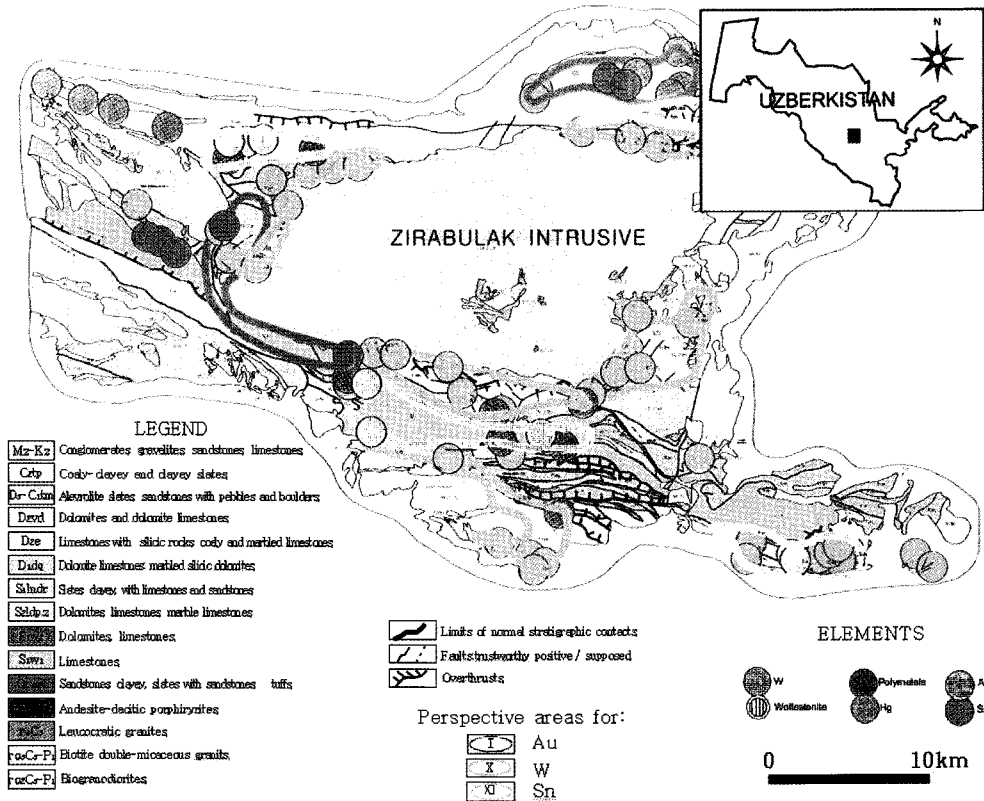


Fig. 1. Geologic map of Zirabulak mineralized zone(modified from Gerbek *et al.*, 1984).

포된 우백질 화강암은 암체나 주변 모암에 10-15 cm 폭을 갖는 암맥 상으로 산출되며, 암맥의 주변에는 흔히 Clinopyroxene(CPX) 스킨대가 소규모로 발달되어 있다. 페그마타이트는 소규모의 맥 폭(0.5 m)으로 약 100 m 연장성을 보이고 있다.

3. 지체구조

우즈베키스탄의 동부에는 알타이-타림 지괴와 남부에는 카라쿰 지괴가 위치하고 있다. 우즈베키스탄은 남부에 위치하고 있는 카라쿰 지괴의 비활성 대륙연변부에 속하고 있으며, 북으로 갈수록 고생대에 형성된 쉐기형부가대 그리고 화산열도가 연속적으로 분포하는 지체구조 환경을 나타내고 있다(Fig. 2). 우즈베키스탄의 조산활동에 수반되는 주요 열수형 금 광상들은 비활성 대륙연변부 내에 배태되고 있으며, 일부는 쉐기형부가대에 분포하기도 한다. 그러나 호상열도 내에 일어난 화성활동에 수반되는 광상들에는 반암형, 스킨형 및 천열수형 금 광상들이 대표적으로 배태되고 있다. 지라블락 광화대는 쉐기형부가대 내에 속하고 있으며, 고

생대의 탄산염암층과 육성퇴적층 사이에 관입한 주로 화강암체 관입 작용시에 주변 모암인 탄산염암의 접촉부에 스킨형의 텅스텐, 주석, 구리 광상이 발달되었으며, 후기의 페그마타이트 관입과 천열수작용에 의해 베릴륨(Be), 금은 및 주석 광화작용이 수반되었다.

4. 광화작용

지질학적-지구조적 견지에서 지라블락-Ziaetdin 산맥은 대륙지가 연변부의 두껍게 퇴적된 육성퇴적층 경계부의 외가에 위치하는 호상열도와 같은 일종의 응기대이다. 대부분의 주석 산출지는 지체구조 활동이 수반된 지역에 국한되고 있으며, 주석 광상들은 산성 마그마의 활동이 일어난 조산대에 배태되고 있다.

함 주석 광화작용은 산출되는 광물공생에 따라서 석식-구산염 유형과 석식-황화광물 유형으로 분류된다. Karnab, Lapas, Semizkuduk 외 몇몇 광상은 석식-구산염의 유형에 속하며, Changali 광상 등은 석식-황화물 유형으로 산출된다. 경제성 있는 유용광물은 금은, 은, 주석, 주석-희유원소, 주석-다금속 등으로 다금속의



Fig. 2. Tectonic map of the Uzbekistan area(modified from Sorokin *et al.*, 1970).

특성을 보인다. 주석 광화작용은 마그마성 심성암 복합체(Kuldjuktuskaya 계열)의 최 후기 분화산물인 우백질 화강암 및 반화강암이 관입되면서 직후에 기체상과 금속성분이 포획된 잔류 마그마로부터 주석 광화작용이 야기된 것으로 추론되고 있다. 주석 광화작용의 수평적 대상분포는 마그마가 관입하면서 잔류 마그마의 냉각 시 관입암체 내부에서 초기 고온성 광화작용이 일어났으며, 후기에는 관입암체의 먼 곳에 저온성 광화작용으로 변이된 사실을 지시해준다. Kuldjuktuskaya 계열의 화성암 복합체는 마그마 관입작용시 모암의 탄산질 성분에 기인하여 동화작용이 상당히 진행되면서 발생하는 휘발성분의 부화는 잔류 마그마로부터 주석 광화작용을 야기 시키는 분화 특성을 보인다. 광상구 내에서 주석 광화작용의 분배는 마그마 관입에 의한 모암의 차별적 동화작용에 의해 규제된다.

지라블락 지역의 마그마 활동은 초기 단계에 산성 분출작용이 있었고, 고생대 후기 지라블락 화강섬록암

체가 동서 방향의 단층대를 따라 암주 상으로 관입되면서, 그 주변부에 텅스텐, 주석, 금 등의 금속 및 희토류 광화작용을 수반하였다. 그중 텅스텐 광상은 주로 지라블락 관입암체의 외성 스키르내에 형성되어 있으며, 스키르 회중석 유형의 광상으로 부존된다.

5. 유망광상

지라블락 광화대에 분포된 소규모-중규모의 개발 잠재성이 크고 트렌치 및 시추탐사 조사가 수행된 유망 광상 중에서 7개(Table 1)를 선정하여 지질, 광상, 품위 및 매장량 등 우즈베키스탄 국가지질위원회로부터 확보한 탐사자료 및 현장조사 자료를 바탕으로 관련 기술 정보를 다음과 같이 요약 하였다.

5.1. Karnab 광상

본 광상은 Zarafshan Gissar 산맥 서쪽 연변부의

Table 1. Summary of general characteristics for the Zirabulak mineralized zone

Deposit	Commodity	Deposit Type	Status of Development	Wall-Rock	Related Igneous Rock
Karnab	Sn, Au, Ag	Quartz vein	Trench, Drilling	Ls, Do	Granite, Lamprophyre
Karmana	Sn, Ag, Pb, Zn, Sb, As, Bi	Quartz vein	Trench, Drilling	Ss, Mb	Porphyry, Lamprophyre
Changalli	Sn, Pb, Zn, Cu, Au, Ag	Quartz vein	Trench, Drilling	Ss, Sl	Lamprophyre
Lapas	Sn, Fe, Pb, Zn, Au, Ag	Quartz vein	Trench, Drilling	Ls	-
Kochkarly	Sn, Au, Ag	Quartz vein	Trench, Drilling	Ma, Ls	Lamprophyre
Semizkuduk	Sn, Mo, Cu, As, Au, Ag	Quartz vein	Basic survey, Trench	Ss, Sch	Lamprophyre
Ingichke	W, Se, Te, Bi, Ge, S	Skarn	Trench, Drilling	Ss, Ls, Do	Granodiorite

*Do=Dolomite; Ls=Limestone; Ma=Marble; Mb=Metabasite; Sch=schist; Sl=Slate; Ss=sandstone.

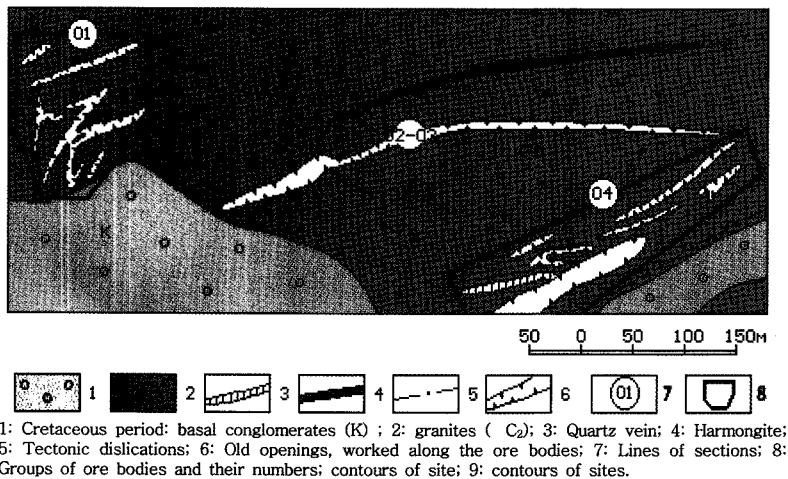
Table 2. Classification for mineral reserves in CIS and Russia

Category	A	B	C1	C2	P1	P2	P3
Type	Identified reserves				Undiscovered resources		
Exploration	Detail Exploration			General Survey		Not surveyed	
Development	Under development		Not developed				

지라블락-Ziaetdin 용기대에 위치하고 있으며, 지형은 육성쇄설퇴적물로 피복되어 있다. 광상은 과거 1945년에 처음 발견되었으며 1945~1950년 사이 5년간 예비 탐사를 수행하여, 러시아 및 CIS 국가 매장량 등급 개념(Table 2)에 따라 B+C1급 매장량 629.9톤과 C2급 매장량 236.8톤의 주석을 각각 확보하였다. 1951년 광산의 개발은 광산 설비와 탐사조사를 병행하여 수행하였으며, 1958년에 우즈베키스탄 공화국에서 주석 광상에 대한 탐사조사 종료 명령에 의해 광산이 문을 닫으면서 모든 광업활동이 중단되었다. 광산이 휴광되기 전까지 5개 광체에서 채굴된 주석 광석량은 모두 333.9톤이었으며, 평균 주석 품위는 0.29%이었다. 광상 주변 지질은 후기 고생대 관입암체인 흑운모화강암과 퇴적암 및 사이리리아기의 변성암으로 구성되어 있으며, 구조적으로 고생대 Karnab 육괴의 중앙부를 관통하는 흑운모 관입암체의 남서부에 해당된다. 광화대는 상기의 배사축 남서부에 위치하고 있으며, 서에서 동쪽 방향으로 광화대의 폭은 3.5 km로써 7 km 연장 발달되어 있다. Fig. 3은 고생대 지라블락 화강암 관입암체의 북동과 북서 방향으로 발달된 후기 단열대를 따라서 충전된 함 주석-금-은 열수 석영맥을 나타내고 있다. 석영맥군은 주석을 함유한 석석을 위시하여 다급

속을 수반하고 있으며, 렌즈상, 분지상으로 산출된다. 석석-규산염 광물- 황화광물 공생을 보여주는 유형의 광체는 광석의 품위가 주석 0.28~0.9%, 아연 0.32%, 납 0.23% 및 은 93.6 g/t 이다. 광상은 대부분이 규산염 광물+소량의 황철석으로 구성된 유형의 광체(황화광물 < 2.4%)가 우세하게 발달되어 있다. 고품위 주석 품위는 KO-2 광체 블록의 경우는 주석 정광 품위가 51.5%이고, KOIII-2의 광체블록의 슬라이프의 주석 품위는 8.1% 이다. 주석의 정광 시료에는 은 180 g/t, 비스무트 0.08%, Nb₂O₅ 0.09%, 아연 4.9%, 비소 4.8%, 금 0.3 g/t 등이 부산물로 수반된다. 황화광물의 광석 시료에서는 셀레늄(Se) 및 텔루르(Te)가 각각 170 g/t 및 30 g/t의 함량을 보이며, 황철석 및 황비철석 내에서 산출되고 있으며, 인듐(In)은 최고 20 g/t의 경제 품위를 나타내고 있다. Karnab 광상에 대한 주석, 금, 은의 전체 금속량의 매장량 등급별 현황에 의하면, 주석의 경우는 C2급+P1급 금속 매장량이 총 22,609톤이며, 금은 0.2톤, 은은 125톤으로 산정되고 있다.

1990년 Karnab 광상의 No. 01, No. 05, No. 26, No. 27 등의 광체에 대하여 매장량 확보를 위하여 탐사조사 및 평가를 수행한 결과, 0.4%의 주석 평균품위를 갖는 P1급+P2급이 11.2천톤, C1급+C2급의 매장

**Fig. 3.** Schematic geologic map of the Karnab Sn deposit(modified from Sklyarenko *et al.*, 1991).

량이 11,409톤 산정되었다. Karnab 광상의 정확한 주석 및 수반 금속 광종의 매장량 확보를 위해 백악기 퇴적암이 피복되어 있는 Karnab 광상 서부지역에서 80×80 m 등 간격의 시추탐사와 40×40 m의 정밀시추탐사가 필요하며, 향후 정밀 시추탐사가 추진된다면 심부광체의 확보 가능성이 높다.

5.2. Karmana 광상

Kermine 철도역으로부터 남쪽으로 6~8 km 지점에 위치하고, Karakutan 광상으로부터 서쪽으로 12 km 지점에 위치한다. 광화대는 화성기원-육상기원의 퇴적암으로 구성된 Katarmaiskaya(D1) 층군으로 구성되어 있으며, 후기의 화강섬록암질 반암 및 황반암 등의 암맥이 관입하고 있다. 광화대는 공간적으로 북서 방향으로 발달된 Navruzalinsky 단층대와 자오선(남향) 방향의 단층대가 교차하는 지역에 국한되어 배태되고, 합주석 광화작용은 남부 광화 블록에 우세하게 발달한다. 광체는 동서 방향과 북서 방향의 Navruzalinsky 단층의 파쇄대 내에 국한되어 배태되며, 각력대 파쇄대에서 석영 및 석영-전기석이 각립암을 충전하는 복합 석영맥군으로 산출되고 있다. 광체는 광산 지표에서 심부 330 m 까지 등간격의 수직갱도에 의해 잘 노출되었다. 동부에서는 평균 광폭이 2.08 m 이며, 주석의 품위가 0.32%이고, 은의 함량이 30.7 g/t의 광체가 발달되어 있는데, 광체는 직선상의 망상 형으로 산출되고 있다. 망상형의 광체의 폭(1.2 m)이 급격히 감소하는 광체에서 주석 0.47%와 은 43.3 g/t의 광석품위를 나타낸다. No.3 광체는 지표면에서 트랜치에 의해 약 390 m까지 추적되며, 렌즈상의 형태로 배태되어 있다. 또한 광체의 폭과 품위는 급격한 변화를 보이는데, 지표면 상에서 평균 광폭은 1~2 m 이고, 평균 품위는 주석 0.23%, 은 14.5 g/t 이다. 6개 수직갱도에서 No.3 광체는 180 m

심부연장이 확인되었다. 평균 광폭은 1.25 m로서 주석 0.29%, 은 7.3 g/t 의 품위를 보인다. No.9 광체는 No.1 및 No.3 광체로부터 400 m 떨어진 곳에서 트랜치 탐사에 의해 지표 연장이 700 m 까지 확인되었다.

광상의 주석과 은에 대한 모든 광석의 품위 및 금속 매장량 현황에 의하면, 주석의 경우는 원광석의 품위가 0.27~0.61%를 나타내고 있으며, C1급+C2급+P1급의 총 매장량이 1,800톤 이다. 은은 광석의 품위가 42.8~47.3% 이고, 광석의 매장량이 46.3톤으로 산정되었다.

5.3. Changalli 광상

Ingichka 제련소에서 남쪽으로 7-8 km 떨어진 지라블락 산맥의 북서측에 위치 하며, 광상의 경위도 좌표는 39°48'16.6"/66°00'02.1" 이다. 이 광상은 1942년 지질탐사 시 텅스텐 광산으로 개항하였다. 이후 1943년 탐사이후 합석석 석영맥이 발견되었다. 광상의 중앙부와 서측부는 화성암이 분포하고 있으며, 남측에는 사암-이암으로 구성되는 하부 사일루리아기(S1) 층이 분포한다. 석회암은 북측과 동측 연변부에서 화성암 내에 포획되어 있다. 석회암과 화성암의 접촉부에서는 회중석 광화작용을 수반하는 소규모의 휘석 스키르네대가 발달하기도 하는데, 이 스키르네대가 초기 이 광상의 텅스텐 광체이다. 주석 광화작용은 지라블락 화강섬록암의 동측 발달부에서 북서 방향으로 교차되는 파쇄대를 따라 발달하는 그라이젠대 및 석영-황화물 맥의 복합대와 밀접한 관련을 보인다. 주석 광화작용은 화성암 접촉부에서 부터 발달하며, 석회암지역으로 가면서 그 폭이 현저히 줄어 없어진다. 부광대는 그라이젠화, 견운모화, 규화, 황철석화, 갈철석화 된 화강암 및 화강섬록암의 파쇄대에 배태된다. 열수변질작용을 받은 화강암에는 주석 광화작용이 발달되어 있다. 10개 이상의

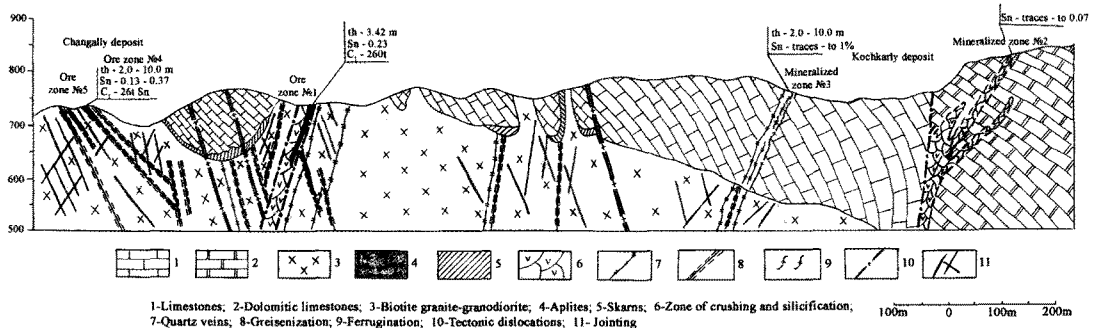


Fig. 4. Schematic geologic map of the Changgalli Sn deposit(modified from Sklyarenko et al., 1991).

주석 광체가 보고되었지만, No.1에서 No.5까지의 광체가 가장 규모가 커서 탐사조사가 이 광체를 대상으로 진행되었다(Fig. 4). 주석의 평균 품위는 0.23 wt. %로써 C1급의 매장량은 약 320톤 이며, 추정 지질학적 매장량은 3,000톤으로 산정되고 있다. C1급 광석 매장량 중에서 주석의 금속량은 700~770톤(평균품위, 0.22-0.23%) 산정되었다. 본 광상의 No.1 광체에서 주석의 C1급 금속 매장량을 261.1톤 확보하였으며, 이들의 평균 품위는 0.23% 이다. 다른 광석시료에서는 금 및 은의 품위는 각각 0.15~0.21 g/t, 240~360 g/t 이었다.

Changalli 광상의 모든 광체에서 구한 매장량을 C1급~P2급의 등급별로 산정해 보면, 주석의 경우 C1급 매장량이 320톤 이고, C2급이 3,100톤, P1급이 6,280톤으로 총 매장량은 9,700톤 이다. 금은 C2급, P1급의 매장량이 총 0.5톤 확인되고 있으며, 은도 C2급, P1급의 매장량이 총 26.7톤 확보되어 있다.

5.4. Lapas 광상

지라블락 산맥 남서부에 위치하며, 지라블락 광화대의 남서부에 위치한다. 광상의 경위도 좌표는 39°46'46.6"/65°42'13.1" 이다. 이 광상은 해발 700-1000 m 지점의 산지에 위치한다. 광상은 1951년에 개황하였으며, 1952년~1955년 3년 동안 20개의 트랜치탐사와 9개의 심부 개도가 탐광되었다. Lapas 광상은 주로 결정질 석회암 복합체와 북서 방향의 주향을 갖는 배사구조를 보이는 사일루리아기의 세일층에 배대된다. 광상 부근에는 그라이젠화된 소규모의 암맥상 화강암류를 제외하고 다른 관입암체가 분포되지 않지만 지표에서 확인되는 여러 지질사향에 따르면 심부 잠두 화강암체의 존재 가능성이 있는 것으로 판단된다. 광상 주변 지역

에 분포하는 석회암대에 발달된 전단대에는 황반암 암맥과 함-주석 열수석영맥들이 충전되어 있으며, 이들 암맥과 석영맥이 충전된 모암인 석회암의 접촉부에서는 스키르나화 작용 및 열수변질 작용을 야기 시키면서 주석 광화작용이 수반되어 있다. 본 주석 광화대에는 Tsentralny, Zapadny, Vostochny 등 3개의 주요 광체 블록이 분포하고 있으며, 그 중에서 Tsentralny 광체 블록은 탐사조사가 가장 많이 진행된 유망광상이며, 250 m 심도의 10개 공의 시추탐사가 수행되었다. Fig. 5는 Lapas 광상 서부광체의 주요 부광대를 대상으로 한 정밀지질조사 결과를 보여주고 있으며, 광상은 고생대 사이루리아기의 석회암내에 발달된 Karnab-Lapas 단층대를 따라 석영맥 광체의 발달 양상의 모식을 보여준다. 1956년 시추탐사 결과 Tsentralny 광체 블록의 광체는 폭이 평균 1.64 m인 파이프 상으로 규모는 작으나, 고품위대로 확인되었다. 1956년 8월에 매장량 산정을 통하여 주석 평균품위가 3.6% 인 C1급 매장량 174톤이 확보되었다. 이후 이 광체는 Lapas 광산으로 개발되었다. Zapadny 광체 블록은 탐사결과 광체의 연장이 20 m~100 m, 광폭이 0.7~4.8 m, 주석 품위가 0.1~2.5%에서 6%인 10개의 새 광맥이 확인되었으며, 지하화학탐사 결과 주석은 다금속 광화작용이 인지되었다.

Lapas 광상의 주석, 금, 은 금속의 등급별 매장량은, 주석의 경우는 C2급+P1급 금속 매장량이 총 4,895톤이며, 금은 0.2톤, 은은 33.9톤 산정되어 있다. 현재까지 모든 광체를 대상으로 확인된 C1급~P2급 금속 매장량은, 주석의 경우 C2급 1,895톤, P1급 300톤으로 총 4,895톤의 매장량이 확보된 것으로 알려지고 있다. 또한, 금은 0.2톤, 은은 33.9톤의 총매장량이 산정되어 있다.

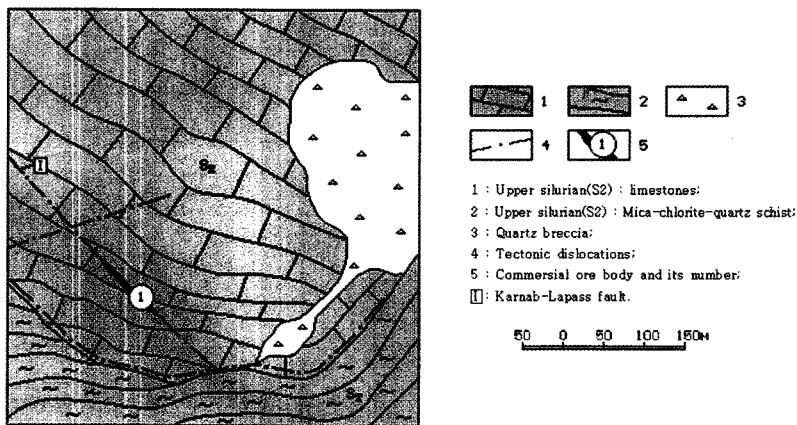


Fig. 5. Schematic geologic map of the Lapas Sn deposit(modified from Sklyarenko et al., 1991).

5.5. Kochkarly 광상

지라블락 광화대의 북서 지역에 위치하며, 경위도 좌표는 각각 39°48'24.5"와 66°01'23.3"이다. 1943년에 A.M. Engalychey에 의해 발견된 후, 이 광상은 Changalli 광상과 함께 탐사조사가 시작되었다. 본 광상 남부는 주로 고생대의 상부 루도르프 석회암층군이 분포하고 있으며, 북부지역은 육성퇴적 기원인 탈크-녹니석 편암류들이 석회암층을 피복하고 있다. 중부 지역에서는 일부 석회암층이 돌로마이트질 석회암층을 협재하고 있다. 대부분 석회암층은 괴상으로 나타나나 일부 층군에서는 층리가 잘 발달되어 있다. 주석 광화작용은 사일루리아기(S3) 상부 백운암질 석회암들 사이에 배태된다. 본 광상에서는 황반암 암맥이 관입되면서 석회암 모암에 주석 스키르화작용을 진행시켰다. 그리고 황반암 관입 암맥의 양쪽 단층 접촉부를 따라 후기 열수 금 광화작용이 지역적으로 강력화 및 규질화작용을 수반하면서 금 광화작용을 야기시켰다. 주석 스키르대의 단층면을 따라 후기에 관입한 폭 1 m 내외의 황반암 암맥들의 양 단층 접촉부에는 천열수형 석영 세맥이 충전 되면서 강한 열수 변질대가 형성되었는데 이 열수 변질대(폭, 40-50 cm)를 따라서 금 광화작용이 산점상으로 산출되고 있다. 본 광상은 4개의 광체로 구성되며, 광체의 평균 주석 함량은 1.1% 이하이나 광체 구간별로 품위가 일정하지 않다. No.4 광체에서는 0.02~0.73%의 주석 함량을 보이는 황반암맥이 부존되며, 암맥 주변의 열수변질대에서 채취된 광석시료들은 금 품위가 1.6~2 g/t의 함량을 나타내고 있다. 지표 시료에 대한 함량 분석 결과, 황반암맥 연변부에서 채취된 시료에서는 고품위인 7.9~20.6 g/t의 금 함량이 확인되었다.

Kochkarly 광상의 모든 광체에서 구한 매장량을 C1급~P2급의 등급별로 산정된 매장량 자료에 의하면, 주석의 경우는 C2급 매장량이 250톤 이고, P1급은 250톤, P2급은 400톤으로 총 매장량은 900톤 이다. 금은 C2급, P1급, P2급의 매장량이 총 1톤으로 확인되고, 은도 C2급, P1급, P2급의 매장량이 총 11톤이 산정되었다. Kochkarly 광상은 1956년도에 텅스텐을 개발 목적으로 탐사를 수행하였으나 품위가 낮아 탐사가 중단되었다가 2006년에 다시 국가지질위원회에서 금을 대상으로 트랜치탐사를 수행한 결과, 최대 20 g/t의 금 품위가 확인되었다. 이 광상에 대한 현재까지의 조사 내용은 기초탐사에 국한되었으며, 황반암 열수변질대에 최고 20 g/t의 함량이 확인되는 것으로 보아 금 광종을 탐사목표로 정하고, 지표 광상조사와 정밀 시추탐

사가 수행된다면 소-중규모의 심부 광체의 확보가 가능할 것으로 예상된다.

5.6. Semizkuduk 광상

본 광상은 지라블락 광화대의 남서부에 위치하고 경위도 좌표는 39°47'06.3"/65°39'40.2"이다. 이 지역은 비교적 기간시설이 좋아 지역 전체의 경제발전을 촉진시킬 수 있다. 광상은 Altyaulskaya 누층군(O2-3)의 육성퇴적층 중에서 250 m에 달하는 "생산성"있는 층과 관련되어 있다. Altyaulskaya 누층군은 사암과 이암의 호층으로 이루어져 있으며, 일부는 후기 헤르시니안의 황반암 암맥에 의해 관입을 받았다. 본 광상은 Tsentralny와 Zapadny 두개 주요 광체 블록으로 구성되어 있으며, 주석 광화작용은 석영 그리고 석영-전기석 교대변성작용과 밀접한 상관성을 나타낸다. 석영-전기석 교대변성작용에 의해 형성된 광체는 특히 주석 고품위를 보여주며, 이에 수반되는 원소는 몰리브덴(Mo), 구리, 비소 등이다. Fig. 6은 중기-말기의 오르도비스기의 석회암과 선캠브리아기 운모편암의 경계부에서 광화대가 형성되어 운모편암의 단열대를 따라 북서 방향으로 충전된 함 주석 석영맥의 지표 발달 상황을 보여주는 정밀 지질도 이다. 광체는 불연속적이거나 지표연장이 125 m~1,100 m이며, 4개의 부광체가 수 cm~5.5 m의 폭을 가지고 있으며, 주석의 평균 품위는 0.4% 이다. 광체는 서부, 중부, 동부 광체로 구성되어 있다. 중부 광상은 맥폭이 최대 4 m이며 구조선에 의해 트랜치, 시추탐사가 수행되었고, 수평 탐광경도가 개설되어 있으며, 광체의 주석 품위는 2% 이하이며, P1급 매장량이 3,500톤 이상, C1급 매장량이 3,100톤으로 예상되고 있다. 서부광체는 구조선에 의해 다수의 트랜치 탐사가 진행되었으며, 광체는 맥폭이 최대 4 m 이고, 팽축이 심하다.

Tsentralny 광체 블록의 No. 1 및 No. 2의 주석 광체는 702톤의 C2급 매장량을 보이고, 반면 다른 광체들은 2,400톤이 부존되어 있는 것으로 산정되었다. Semizkuduk 주석 광상의 광석은 0.42% 품위를 보이고 있으며, 매장량(C2+P1+P2)은 3,102톤으로 산정되고 있다. Zapadny 광체 블록에 부존하는 2개의 광체에 대한 주석의 매장량은 P1급 250톤 및 P2급 매장량 200톤으로 산정되고 있다. Semizkuduk 광상의 모든 광체에서 구한 매장량을 C1급~P2급의 등급별로 산정하면, 주석의 경우는 C2급 매장량이 3,100톤 이고, P1급은 2,400톤, P2급은 3,400톤으로 총 매장량은 8,900톤 이다. 금은 C2급, P1급, P2급의 매장량이 확인되고

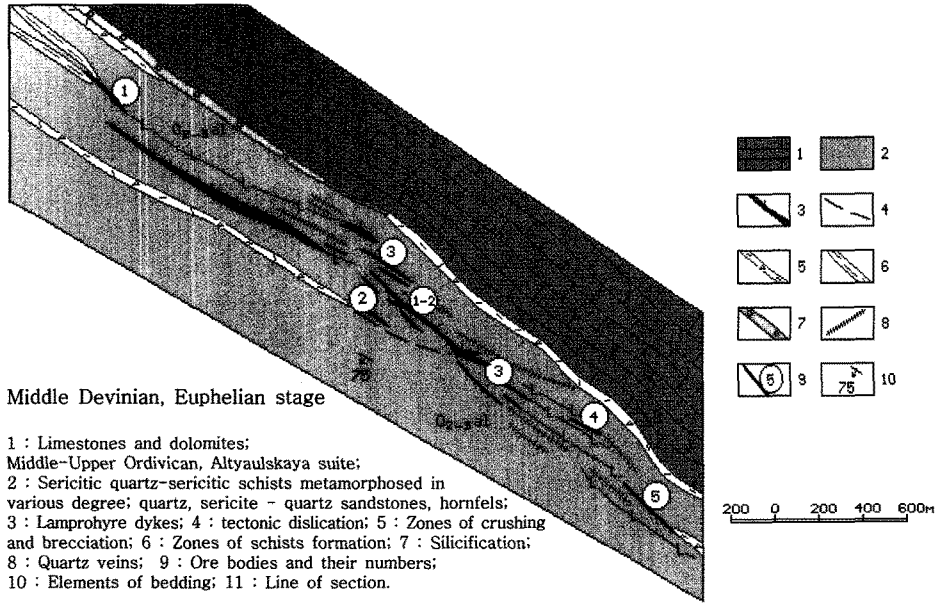


Fig. 6. Schematic geologic map of the Semizkuduk Sn deposit(modified from Sklyarenko *et al.*, 1991).

있으며, 총 0.6톤으로 확인되고, 은도 C2급, P1급, P2급의 매장량이 총48.8톤의 매장량이 산정되었다. Tsentralny 광체 블록의 광체는 심부 300 m 까지 경사로 연장되어 있는 광체의 발달사향을 보아 P1급 매장량은 두 배 정도 증가할 것으로 추측된다(약 7000~7500톤). 이런 관점에서 볼 때 Karnab-Lapasskaya 광화대에서의 주석 광상의 연장성 및 신규광체 확보를 위해 하부 시추탐사가 필요하다. 본 광상도 소규모 광상으로써 향후 시추탐사 추진에 의해 심부의 주석 매장량의 확보가 가능하며, 수반 귀금속 성분이 확인되고 있어 주석 외에도 다른 유용 금속 광종의 부산물의 탐사개발 가능성을 높여주고 있다.

5.7. Ingichke 광상

본 광상은 지라블럭 화강암체의 동남부 저지대에 위치하고, 경위도 좌표는 39°44'21.7", 65°58'49.3" 이며, 1937년부터 채굴되었으며, 1992년까지 구소련에 의해 광산이 운영되었다. 현재는 개발이 중단된 상태이고, 선광시설 및 제련시설은 아직 타 광산의 광석을 대상으로 운영되고 있다. Fig. 7은 Ingichke 광상의 지질분포를 나타내고 있다. Ingichke 광상 주변 지역의 지질은 중부와 남부에는 고생대 사이리리아기의 석회암층이 우세하게 분포되어 있으며, 북서부에는 암주 상의 지라블럭 화강암체가 관입되어 있다. 석회암층은 주로 돌로마이트화 되어 있고, 화강암접촉부 부근에서는 대

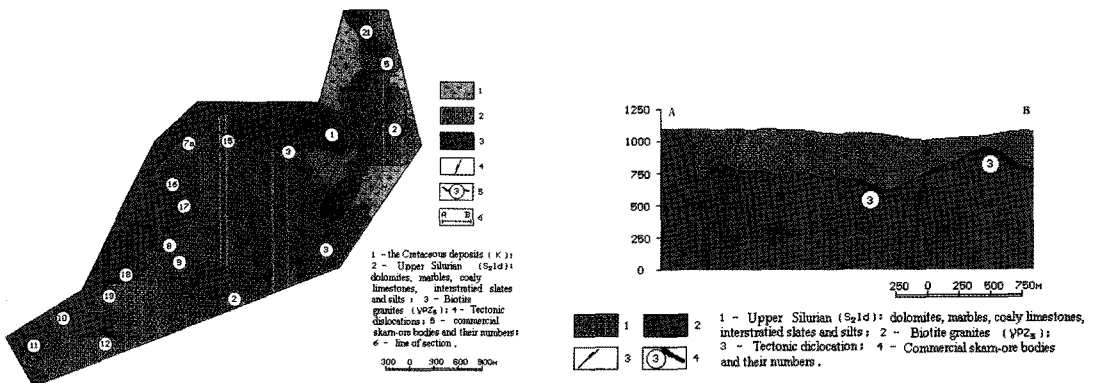


Fig. 7. Schematic geologic map of the Ingichke W deposit(modified from Shadrin *et al.*, 1983).

리석화 되어 있으며, 탄질을 함유한 암회색 석회암을 협재한다. 화강암체와 석회암층 접촉부를 따라서 수십 미터의 폭을 갖는 석류석 및 CPX 스카른대가 형성되어 있다. Ingichke 광상의 광화대는 총 면적이 약 10 km²에 해당되며, 21개의 텅스텐 광체들이 돌로마이트질 석회암과 지라블락 화강암체의 접촉부에 형성된 스카른대에 배태되어 있다. 주요 텅스텐 광석광물은 회중석이며, 이 외에 황철석, 황동석, 황비철석 등의 황화광물들이 미량 수반되고 있다.

본 광상은 지라블락 관입암체 동남부 지역의 탄산질 석회암 접촉부에 형성된 칼슘(Ca)-스카른대에 발달된 텅스텐 광체로 구성된다. 이 광상의 유용 금속의 매장량이 69,000톤으로 계산되어 있으며, 1 km²의 단위 면적당으로 계산하면 6,900톤으로 추정되고 있다. 본 함 텅스텐 스카른 광체들의 심도는 보통 100~300 m이며, 폭은 1.5~2 m, 스카른 광체의 지표 연장은 약 80~1,800 m이다. C1과 C2 급의 매장량은 64,086톤으로 평균 WO₃ 품위는 0.6 wt.%이다. 한편 국가지질위원회에서는 현재 예상 잔존 텅스텐 매장량은 4만톤~6만톤 정도로 추정하고 있으며, 평균 품위 3.38 g/t의 금이 수반되고 있다.

4. 결 론

지라블락 광화대는 우즈베키스탄의 중부 지역에 위치하며, 총 2,000 km²의 면적에 해당된다. 광화대 지역에는 탄산염암을 포함한 고생대 초기의 육성기원 퇴적암층군이 주로 분포하며, 후기 고생대 지라블락 화강섬록암체가 동-서 방향의 단층대를 따라 암주 상으로 관입하면서 그 주변부에 텅스텐, 주석, 금, 수은, 베릴륨, 탄탈과 니오븀 등의 광화작용을 수반하며 60여 개의 광상 및 산출지가 형성되었다. 1940~1992년 까지 구소련에 의하여 지라블락 광화대에 대한 지질·광상조사와 트렌치 및 시추탐사가 수행되어 왔으며, 최근에는 우즈베키스탄 국가지질위원회에서 일부 광상에 대하여 트렌치 탐사를 수행하고 있다. 이 광화대 내 대부분의 광업권은 국가지질위원회 소유로 되어 있으며, 그동안 탐사조사가 수행된 지역은 약 800 km²에 달한다. 본 광화대에서 비교적 경제성이 있는 광종은 주석, 텅스텐, 금 등이다.

지난 20년 동안 금속광물에 대한 수요가 지속적으로 증가되어 왔으며, 최근 런던 증권거래소 자료에 의하면 주석의 톤당 국제가격이 1960년에 2,235US\$ 이었으나. 1990년에는 6,199\$, 2010년에는 17,770\$로 약

8배 급등하고 있으며 이로인해 특히 지라블락 주석-텅스텐-금 광화대에 대한 관심이 늘어나게 되었다. 한편, 지라블락 광화대에 부존하는 유망광상 중 상기 7개 광상의 높은 신뢰도를 갖는 C1+C2급 주석의 매장량은 약 21천 톤, 텅스텐의 C1+C2급 매장량은 약 64천 톤이며, 이에 부수광물로 수반되는 금 및 은의 매장량은 각각 2.5톤, 292톤이다.

광산 개발을 위해 선광 및 체련장을 Karnab 마을에 설치한다면 많은 경제적 이점이 있을 것이다. 즉 Changalli 광산만 제외하면 본 광화대에 위치하는 각 광산으로부터 원광석의 운반 거리가 12 km 이내로 짧아 운송료가 절감되는 경제적 효과가 있으며, 또한 인접해 있는 Karnab 광산이 본 광화대 총 매장량의 1/3을 차지하고 있다는 점 등을 고려하면, 최근의 현대식 시설을 이용하여 본 광화대의 주석, 금, 은 등의 광종을 개발하는 것은 경제적으로 충분한 가치가 있을 것으로 판단된다.

사 사

본 연구는 한국지질자원연구원이 수행하고 있는 지식경제부 사업인 “해외광물자원탐사 및 부존 잠재성 평가(10-1121)” 과제에서 지원되었습니다.

참고문헌

- Barkovskaya E.I. and others (1963) The geological map of the Zirabulak Mountains. Scale 1:25,000. The report. Zarafshan GRE, Samarkand, 280p.
- Gerbek E.F., Ignatova M.A. and others (1984) The Map of mineral resources of the Western and Southern Uzbekistan and the analysis of efficiency of geological- and exploration works. The report. Zarafshan GRE, Samarkand, 282p.
- Pavlov R.I. and others (1967) About the executed in 1966 exploration and prospecting and auditing works for rare elements within the limits of northern slopes of the Zirabulak Mountains. The report. Zarafshan GRE, Samarkand, 174p.
- Ushakov V.N. and others (1981) The formulation of large-scale prediction maps for tungsten on perspective of ore nodes of Uzbekistan (1 stage - Zirabulak ore node). The report for 1977-1981. OME, Tashkent, 252 p.
- Shapkin A.A. and others (1978) About medium scale deep geological mapping in the Zirabulak Mountains (Rabidjan PGGK, 1975-78years.). The report. Zarafshan GRE, Samarkand, 272p.
- Shadrin V.I. and others (1983) The report by the results of works of detailed prospects for tungsten and other mineral resources on Sypkinskaya and Chuyun areas

- of the Ingichkinsky ore field for 1978-82. The report. Zarafshan GRE, Samarkand, 164p.
- Skiyarenko J.I. and others (1991) The results of prospecting works in the Ziaetdin-Zirabulak mountain region executed for 1987-90. The report. Zarafshan GRE, Samarkand, 189p.
- Sorokin E.S. and Barkovskaya E.I. and others (1970) The geological structure and mineral resources of the area of K-41-144-B-b sheets(a southern part), K-41-144-B-g(a southwest part), J41-12-A-a; J-41-12-A-b(a western part). Geological-survey works of 1:25,000 scale for 1967-1969. The report. Samarkandgeologiya, 281p.

2010년 11월 25일 원고접수, 2010년 12월 17일 게재승인