우즈베키스탄 세베로-투르크스탄스키 광화대의 지질과 광화작용

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

¹한국지질자원연구원 광물자원연구본부, ²우즈베키스탄 지질정보센터

Geology and Ore Mineralization in the Severo-Turkestanisky Mineralized Zone, 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

1991년 구소련연방으로부터 독립한 우즈베키스탄은 금 매장량 세계 6위로, 우즈베키스탄 금생산량의 70%를 차지하고 있으며, 일부에서 세계 최대의 금광으로 평가하는 무루타우 금광산을 가행 중에 있다. 그 외에도 매장량 세계 10위의 우라늄, 매장량 세계 12위의 몰리브덴 등 100여종의 다양한 지하자원이 부존되어 있으며, 2,700 개소 이상의 광물자원 산출지가 산재해 있는 주요 자원 보유국으로, 금, 우라늄, 몰리브덴, 구리, 은, 리튬 등 주요 지하자원 매장량으로 세계적인 주목을 받고 있다(KERI, 2011; KOMIS, 2011).

우즈베키스탄 동부에 위치하는 세베로-투르크스탄스키(Severo-Turkestanisky) 광화대는 우즈베키스탄의 주요 금속광화대에 속하며, 12개 금 광상(Takhtali, Lyatoband, Dulona, Chabatskoye, Koshtepa, Aibadam, Uchkol, Kurksay, Bakhmazar, Vadigan, Tagat, Akkurgan)과 1개의 희토류(REE) 광상(Naukinskoe)이 분포하고 있다(Ahmeds *et al.*, 1982; Gamaleev *et al.*, 1961; Gamaleev *et al.*, 1963; Gusev and Dergachev, 1986; Pshshaev *et al.*, 2008; Takshaitov *et al.*, 2002). 주로 구 소련에 의해 1:50,000 축척의 공간도면(지질도, 지구화학도, 지구물리도) 작성 등 지질·광상학적 조사와 트렌치 및 시추탐사를 통해 약 20 km²에 걸쳐 분포하는 12개 금 광상 및 희토류 광상에서 금(Au), 주석(Sn), 리튬(Li), 루비듐(Rb), 세슘(Cs), 니오븀(Nb),

탄탈륨(Ta) 등의 광물 부존을 확인하였다. 최근에는 우즈베키스탄 국가지질위원회 주도하에 일부 광상을 잠재 유망광상으로 선정하여 지표 트렌치탐사 및 시추탐사를 수행하면서 외국인 투자를 유도하고 있는 상황으로, 본 세베로-투르크스탄스키 광화대도 국가지질위원회에서 유망 광화대로 추천된 곳이다. 본 광화대는 우즈베키스탄 수도인 타슈켄트에서 남서쪽으로 약 300 km 떨어진 지작(Djak) 시에 속하고 있으며, 광산개발을 위한 전력, 수자원, 노동력, 도로 등 산업 기반시설이 비교적 양호하게 갖추어져 있는 지역이다. 본 논문은 우즈베키스탄의 세베로-투르크스탄스키 광화대에 대한 지질 및 자원 정보를 체계적으로 기술함으로써 향후 국내 기업 등에 의한 해외 유망광화대 선정시 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 기대한다.

2. 지 질

세베로-투르크스탄스키 광화대는 고생대 캄브리아기 이후에 형성된 퇴적층 들로 구성된 퇴적분지로, 주로 캄브리아기~석탄기까지의 대규모 퇴적층들이 퇴적되었다. 이들 퇴적암류는 주로 셰일과 실트암, 점토암, 석회암 등으로 구성되어 있으며, 지체구조운동에 의해 광역 및 동력 변성작용이 수반되어 녹색편암 상의 변성도를 나타내고 있다. 상기 대부분의 고생대 퇴적암류는 조산운동에 의해 대규모 습곡작용을 받았으며 습곡의 축은 북서 방향을 보이며, 지역적으로는 북쪽 방향

*Corresponding author: csjung@kigam.re.kr

Fig. 1. Geologic map of the Severo-Turkestan mineralized zone.

으로 전위되어 나타나기도 한다. 고생대 후기 석탄기에 일어난 마그마 활동에 의해 변려암, 휘록암, 휘록암질 암맥, 페그마타이트 등이 상기 퇴적암류의 층리구조에 거의 평행하게 관입된 양상을 보인다(Fig. 1).

2.1. 캄브리아기 지층

세베로-투르크스탄스키 광화대에 분포하는 캄브리아기 지층은 이 지역에서 가장 고 연령의 지층이며, 주로 Tagan 수계 상류 동쪽 지역에 분포하고 있다. 본 지층은 주로 탄산염질 셰일층이 서로 교호하며 나타나고 있으며, 지층의 총후는 약 860 m 정도 이다.

2.2. 오르도비스기 지층

오르도비스기의 퇴적암 지층은 전술한 캄브리아기 지층의 동부에 위치하는 Tagan 하천 수계의 하류에 분포하고 있으며, 지질 층서적으로 아래와 같이 암상의 특징에 따라 5개의 지층으로 세분된다.

- (1) 규질화, 건운모화 작용을 받은 점토질 셰일과 실트스톤을 협재(총후 300~350 m)
- (2) 실트스톤과 사암이 서로 교호하는 지층, 탄질 셰일을 협재(총후 800~900 m)
- (3) 암녹색의 실트스톤 장석·석영질 사암, 석영질 사암으로 구성(총후 600~700 m)
- (4) 주로 치밀한 실트스톤 지층이 실트스톤질 사암의 층과 서로 교호하며, 암회색의 대상구조를 띠는 변질대가 발달(총후 500 m)
- (5) 주로 셰일로 구성되어 있고, 다양한 규질 변성작용을 받았음. 지층의 상부 층이 실트스톤과 셰일의 박층을 협제한 괴상의 사암으로 구성(총후 850 m)

2.3. 데본기 지층

데본기 퇴적지층은 세베로-투르크스탄스키 광화대 남서부에 분포하며, 주로 석회암지층과 렌즈 상으로 산

출되는 강옥의 박층을 협재하는 돌로마이트질 암상으로 구성된다. 본 탄산염 지층의 총후는 250~300 m 이다.

2.4. 석탄기 지층

석탄기 지층은 Kuruksaj 및 Bahmazar 하천 수계의 하간(河間) 지대와 Lyatoband와 Kuchisay 하천의 저지대에 광범위하게 분포되어 있다. 상기 하천 들의 하간에 분포된 지층은 하부에 석회암질암, 상부에 사암, 실트스톤, 석회암 박층을 협재한 천매암질 셰일로 구성되어 있다. Lyatoband와 Kuchisay 하천 저지대 남서부에는 석탄기 지층이 사이루리아기 지층을 점이적으로 피복하고 있다. 본 지역의 암상은 주로 실트스톤 및 사암의 박층을 협재하는 셰일 층으로 구성되어 있으며, 주향방향으로 불연속성을 보이고, 총 총후는 750 m 이다.

2.5. 신 제3기 지층

신 제3기 퇴적지층들은 전술한 고생대 지층들 상부에 부정합으로 피복되어 있고, 주로 점토질암으로 구성되어 있으며, 실트스톤과 적색의 역암을 부분적으로 협재하고 있다. 신 제3기 지층의 총후는 지역적으로 70~900 m 정도로 매우 다양하다.

2.6. 제4기 지층

제4기의 총적층은 주로 투르크스탄스키 구릉지와 Malguzarskie 산 중간지대에 걸쳐 분포하고 있으며, 상기의 지층들을 부정합으로 피복하고 있다. 주로 역암, 자갈, 사암, 양토층이 광범위하게 분포되어 있다.

3. 지체구조 및 지질구조

세베로-투르크스탄스키 지역은 지체구조 상으로, 남부 천산 지체구조대에 해당되는 것으로 알려진 Turkestan-Zerafshanskoy 소구조대에 속하고 있으며, 이 소구조대는 전반적으로 지역적 습곡대와 불연속 파쇄대가 우세하게 발달된 지질구조의 특성을 나타낸다.

3.1. 습곡대

본 지역에 발달된 습곡대는 Chabat 및 Kattasai 하천의 분지와 Baykungur 하천의 상류에 각각 발달되어 있으며, 주로 북서 방향의 습곡축을 갖는 투르크스탄스키 배사대, Uchkol-Kattasajskaya 배사대, Baykungurskaya 배사대와 Aktashskaya 향사대 북쪽 날개 부분에 해당

된다. 습곡대의 주요 방향은 북서 방향이고, 불연속성, 역전, 파쇄대 등의 복잡한 습곡구조를 보인다.

3.2. 파쇄대

본 역은 대규모 습곡대가 분포하고 있는 지역으로 여러 지점에 전단 및 인장파쇄대가 발달하고 있으며, 파쇄대의 주요 방향은 동서 및 북쪽 방향이 우세하게 나타난다. 가장 큰 파쇄대는 세베로-투르크스탄스키와 카라토-투르크스탄스키 지역에서 나타나고 있으며, 금광화대와 밀접한 관련성을 보여준다. 세베로-투르크스탄스키 지역의 투르크스탄스키 산 봉우리 북서 말단부에 대규모 파쇄대가 분포하고 있고, Aktamsky 트러스트 북서부에서 남서쪽으로 Akkurgan 수계 중류 지역까지 확장되어 있으며, 파쇄대 폭은 약 4 km 이다. 카라토-투르크스탄스키 지역에서는 산 봉우리 남서부 말단부에서 고생대 기반암 지층이 침강하는 북동부지역까지 파쇄대가 발달되어 있다. 파쇄대 폭은 약 5.5 km 이며, 북쪽 연장 경계부는 사이루리아기와 석탄기 지층의 접촉부에 위치한다. 각 파쇄대에서는 강력한 파쇄현상, 마이로나이트화 및 산성 암맥들의 관입작용 등이 특징적으로 나타나며, 갈철석화와 규질화 등 심한 변질작용도 인지된다.

4. 화성활동

세베로-투르크스탄스키 지역의 화성활동은 주로 상부 석탄기에 일어났으며, 화성활동에 의해 반려암-휘록암, 휘록반암이 암주상으로 고생대 퇴적암류를 관입하고 있으며, 페그마타이트와 다양한 암맥류의 관입작용도 활발히 일어났다. 관입 암체들은 작은 암주상에서 암맥류까지 규모가 다양하며, 이들의 주향은 주로 북서방향이며, 암상의 관입암체도 북서 방향으로 신장되어 있다. 이들의 지표 연장은 수 m에서 수백 m까지 다양하며, 폭은 100~150 m 정도 이다. 본 역에 발달된 암맥류는 5개 암맥대로 구분하고 있으며, 각 암맥대의 규모는 폭이 1~1.5 km이고, 길이는 0.8~1 km 정도 이다.

5. 변성작용

본 지역에 분포된 초기 고생대 퇴적암류들은 광역변성작용에 의해 녹색편암의 변성상을 나타내고 있다. 동력 변성작용은 지역적으로 일어났으며, 각 암상에 따른 동력변성작용의 특징은 다음과 같다. 천매암 및 운

모질 세일의 경우는 가장 우세하게 동력변성작용을 받았으며, 대체적으로 이들 암상은 암회색 내지 암녹색을 띠고 있고, 판상조질을 보인다. 암상 구조면에서 후생 방해석 및 석영, 견운모, 점토류 등의 변성광물을 포함하는 이질암의 벽개구조를 보인다. 사암은 재결정화 작용을 받아 녹니석, 견운모, 후생 석영, Na-사장석, 함-티탄 금홍석 등의 변성광물이 생성되었다. 석회암은 재결정 되어 있으며, 모자이크 혹은 반상조질 등을 보인다. 집축변성 작용을 받은 곳은 관입암체 주변부에 스카른화 작용이 수반되었으며, 베수비어나이트, 액티노라이트, 녹색섬 등의 스카른 광물이 산출된다. 이질암 내지 이토질 암석은 혼펠스화 작용을 받았으며, 근청석, 십자석, 홍주석 등의 변성광물이 산출되고 있다.

6. 광화작용

세베로-투르크스탄스키 지역 내에는 12개의 금 광상(Takhtali, Lyatoband, Dulona, Chabatskoye, Koshtepa, Aibodam, Uchkol, Kuruksay, Bakhmazar, Vadigan,

Tagat, Akkurgan)과 1개의 희토류 광상(Naukinskoe)이 분포하는 것으로 조사되었으며, 그 중에서 가장 잠재력 있는 유망광상은 Dulona와 Chabatskoye 금 광상 및 Naukaskoe 희토류 광상인 것으로 알려져 있다.

6.1. Dulona 금 광상

Dulona 금 광상은 Chabatskaya 지역 북서부에 위치하며, 북서 방향의 지질구조 특성을 나타낸다. 본 광화대 주변의 지질은 주로 초기 사이투리아기의 변성퇴적암류로 구성되어 있으며, 석영-운모 편암, 운모 편암, 점토질 세일이 우세하게 분포하고, 이암질 사암과 석회암층이 협재되어 있다. 이들 변성퇴적암류는 Chabatskaya 지역 남부를 따라 연장되어 있는 후기 석탄기 염기성암(반려암, 조면암, 조면반암)의 암맥(<60 m, 폭)들에 의해 관입되어 있다. 본 지역 내에 분포하는 염기성 암맥들은 5~10 m 혹은 500~700 m 정도의 지표 연장이 확인되고 있으며, 경사는 북쪽으로 70~80° 또는 수직으로 발달되어 있다.

Dulona 금 광화대에 배태된 광체들의 연장은 90~

Fig. 2. Schematic geologic map of the Dulona Au deposit(Ore body 1).

350 m 이고, 폭은 1.8~5.9 m 이며, 금 품위는 1.3~14.9 g/t 이다. 특히 7호 광체의 부광대에 대한 트랜치 탐사 결과, 금 품위는 5~31 g/t 이며, 평균품위는 4 g/t 으로 확인되었다. 시추공으로 확인된 1호 광체의 경우는 광체심도가 3~165.5 m 이고, 금 품위는 0.8~1.65 g/t, 광체의 폭은 1~11 m 정도 이다(Fig. 2). Dulona 지역 중심부에 위치하는 3호 광체는 지표연장 2 km, 광 폭은 2~20 m로서 변화가 심하며, 트랜치에서 확인된 금 품위는 1~3.2 g/t 범위이다(Fig. 3). 1호에서-7호 까지 총 광체 연장은 1,260 m 이고, 광체의 평균 폭은 4.1 m, 평균 금 품위는 1.7 g/t 이다. 총 광석의 부피 중량은 2.6 t/m³로 계산되며, 이러한 자료를 바탕으로 러시아 및 CIS 국가 매장량 등급기준(Table 1)에 따라 산정된 지질학적 광체 매장량(P1 급)은 아래와 같다.

- 광체의 심도: 160 m, 신뢰도 상수: 0.5를 가정하면,
- 금 광체의 매장량: 1,260 m(총광체길이) × 4.1 g/t(평균 품위) × 160 m(심도) × 2.6 t/m³ × 0.5(신뢰상수) = 10,745.3 t
- 금의 금속 매장량: 10,745.3 t(총매장량) × 1.7 g/t(총 평균품위) = 1.8 t

6.2. Chabatskaye 금 광상

Chabatskaye 지역에는 큰 규모의 Uchkol-Kattasayskaya

습곡축을 중심으로 습곡의 양 날개에 다수의 소규모 습곡들이 발달되어 있으며, 금 광화대 주변에는 습곡 받은 암층들이 북서 방향의 주향과 65~85° 경사를 보이는 평행한 단열대가 형성되어 있다. 이러한 단열대에는 파쇄대와 마이로나이트대가 발달되어 있으며, 폭 70 m 이내의 구조적 변질대가 형성되어 있다. 한편 북서 방향을 보이는 단열대를 가로 지르는 북동방향의 후기 단층들이 발달되어 있으며, 이들 단층면들은 주로 10~60° 동남 방향으로 경사져 있고, 이에 수반되는 절리들이 잘 발달되어 있다(Fig. 4).

본 금 광화대에 대해 기존에 개발되었던 광산 자료에 의하면, 광석광물들이 산점상으로 산출되고 있으며, 대체로 0.8~2 g/t의 금 품위를 보이나, 곳에 따라 4 g/t의 품위를 나타내는 것으로 보고되었다. 전반적인 금 광맥의 폭은 0.5~5 m에서 10~11 m 이다. 금 광화작용은 북서 방향으로 발달된 파쇄대, 마이로나이트화대 및 규질화대에 밀접히 수반되는 특성을 보이고 있다. 지표에서는 심하게 산화작용을 받고 있으며, 실제로 본 산화대는 수직 향도와 시추공에서 9 m 심도까지 확인되고 있다.

6.3. Aibadam 금 광상

Aibadam 금 광상 주변지질은 천매암질 셰일이 분포

Fig. 3. Schematic geologic map of the Dulona Au deposit(Ore body 3).

Table 1. 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				

Fig. 4. Schematic geologic map of the Chabatskaye Au deposit.

되어 있으며, 소규모 습곡 구조를 보이는 석회암층을 협재하고 있다. 이들 지층은 심한 단층작용을 받아 지역적으로 N-S 계의 단층 파쇄대를 이루고 있으며, 단층면들은 연속적이고, 약간 굴곡되어 나타난다. 이 지역에 나타나는 단층 파쇄대의 경사는 남쪽으로 40~50°로 경사져 있으며, 주향은 주로 북서 방향과 동서 방향이 우세하다. 그러나 동서 방향의 파쇄대를 가로지르는 단층들이 이지역의 암층을 블록화하는 지역적인 지질구조 특징을 나타내고 있다. 본 광화대 남부 지역에는 염기성 암맥류가 발달되어 있으며, 주 암맥은 폭이 40~60 m 이며, 지표에서 약 1 km 정도 연장되어 있다.

본 광상에는 연장이 2~2.5 km, 폭이 70~100 m 규모의 금 광화대가 형성되어 있고, 함-금 석영맥으로 구성된 6개의 주요 금 광체가 지표연장 100~500 m, 맥폭 1~3 m의 크기로 배태되어 있으며, 평균 금 품위는 1.2~1.6 g/t 이다.

6.4. Bakhmazar 금 광상

Bakhmazar 금 광상은 1968년에 Posokhova가 수행한 지질조사에 의해 확인되었다. 본 광화대 주변 모암은 주로 점판암과 편암류를 협재한 천매암질 세일로 구성되어 있으며, 접촉교대 작용에 의해 대부분 광범위하게 규질화되어 있다.

본 광화대에서는 주로 모암의 주향 방향에 평행하거나 혹은 드물게 사교하는 단열대에 함-금 석영 세맥들이 충전되어 있다. 1968년 Posokhova에 의해 채취된 석영맥에 대한 지표 노두시료에서는 0.5 g/t의 금 품위가 확인 되었으며, 1974년에 함-금 석영맥을 대상으로 보다 많은 시료가 Melguzarskaya 지역에서 채취 분석

되어 최고 2.2 g/t의 금 품위가 확인되었다. 1977년 본 지역에 대해 정밀 트렌치 탐사가 수행되어, 규질화된 모암 시료에서 저품위(<0.5 g/t)의 금을 확인한바 있다.

6.5. Akkurgan 금 광상

Akkurgan 광상의 금 광화작용은 주로 모암인 세일층 내에 발달된 파쇄대와 갈철석화 및 규질화 작용과 밀접하게 관련되어 수반되고 있다. 1971년 Golikov 팀에 의해 수행된 지질조사에서, 파쇄대 내의 석영 세맥군이 발달하는 모암 변질대에서 2.3 g/t 및 20 g/t의 금 품위가 확인되었다. 그 후 본 광상 내의 금 광화대에 대해 Malguzarskaya 지역 탐사팀(ZGPE)에 의해 재조사가 이뤄졌으며, 그 결과 0.01~0.5 g/t의 저품위 광화대가 분포하는 것으로 확인 되었다. 금 이외에도 납(Pb), 아연(Zn), 주석(Sn), 이트륨(Y) 등의 금속원소들이 수천 ppm의 농도로 수반되는 것으로 확인되었다.

6.6. Vadigan, Koshtepa 금 광상

Vadigan와 Koshtepa 금 광상은 1982년에 Turkestansky 산의 북쪽 사면에 대한 Akhmed 등의 탐사 결과로 확인 되었다. 그 후 본 지역에 대해 1983~1986년에는 Fedorenko, 1998년~2000년에는 Mavlyanov 등에 의해 추가 정밀조사가 수행되었으며, 그 결과 여러 곳에서 수백 m 폭을 갖는 금 광화대가 확장 분포하고 있음을 확인하였다.

6.7. Naukinskoe 희토류(REE) 광상

Naukinskoe 희토류 및 주석(Sn) 광상은 Naukinskoe 페그마타이트 분포대에 속하고 있다. 이 분포대는

Fig. 5. Schematic geologic map of the Naukinskoe REE deposit.

Aktashskaya 습곡 배사대의 남서 측면에 위치하고, 폭이 10 m, 연장이 122 m 이다. 배사대는 매우 복잡한 여러번의 습곡작용에 의해 형성된 습곡구조를 가지고 있으며, 다수의 단층작용에 의한 지층 변위로 형성된 파쇄대를 포함하고 있으며, 이들의 방향성도 매우 다양하다. Naukinsky 트러스트 단층대는 육상기원의 석탄기 탄산염암층과 오르도비스기 쇄설성퇴적암의 접촉부를 따라 발달되어 있다. 트러스트 단층대의 지층 폭은 0.5~12 m로 다양하고, 심한 굴곡, 각력화, 갈철석화 및 규질화 특성을 나타낸다. 트러스트 단층의 변위가 큰 지역을 따라서 탄산염화, 갈철석화, 흑연층 등이 관찰된다. 역전된 지층은 남서 방향으로 30~50°로 완만하게 경사져 있다(Fig. 5).

화강암질 페그마타이트 맥들은 모암인 세일층을 관입하여 Centralny, Dalny, Almaly, Promezhutochny 지역에 페그마타이트 분포대를 형성하고 있으며, 희토류 원소를 수반하고 있다. Severny, Severo-Vostochny 지역에서는 석회암 층 내에서도 희토류를 수반하는 페그마타이트들이 관입하고 있다. 페그마타이트 맥들은 지표에서 약 250~300 m 정도 연장되어 있고, 서로 평행하게 인접하거나, 절단하고 있으며, 단일 맥상 혹은 렌즈 상으로 중첩되어 산출된다. 이들 페그마타이트 맥들은 트러스트 지역에서 전단 파쇄대와 단열파쇄대 내에 배대되고 있으며, Naukinsky 오버트러스트 지대에서는 세일층이 변형되어 용기된 지역과 배사대 축 방향을 사교하는 인장 단열대를 따라 관입하고 있다. 탄산염암대를 관입한 페그마타이트 맥은 습곡대의 힝지 부분의 인장력에 의한 파쇄대에 밀접하게 수반된다.

곳에 따라 페그마타이트 맥은 공간적으로 지층의 변위대에서도 관입되어 있으며, 주로 렌즈상으로 배대된다. Naukinskoe 페그마타이트 분포대에서는 수 백개 이상의 맥이 밀집되어 있으며, 이들 맥들은 세일층으로 구성된 Naukinsky 트러스트 단층대 주변에 위치한 Centralny, Dalny, Almaly 지역의 분포대로 크게 구분된다. 이들 페그마타이트 맥들은 주로 북서 방향 혹은 동서 방향으로 연장되어 있으며, 30~60° 남서 방향으로 경사져 있다. 그러나 Almaly 페그마타이트 분포대에서는 맥들이 트러스트 단층의 방향을 가로 지르고 있으며, 북쪽으로 경사져 있다. 이들 페그마타이트 맥 중에서 희토류 원소를 수반하는 맥은 1.5~6.0 m의 폭을 보이며, 평균 맥폭은 0.8~1.0 m 이다. 한편 지표 연장은 수 m에서 320 m까지 다양하다. 희토류 원소를 함유한 페그마타이트 맥은 연장 길이의 1/4~1/3 정도의 맥폭을 유지하고 있다.

광물성분, 지구화학 및 구조적 특성 등에 의하면, 희토류를 수반하는 맥들은 Na-Li형 페그마타이트로 명명되며, 리튬휘석(spodumene)-미사장석-알바이트 유형, 미사장석-알바이트-리튬휘석-리튬운모 유형, 백운모-알바이트 유형으로 세분된다. 희토류 원소를 수반하는 페그마타이트 맥들은 기본적으로 주석의 함량이 높으며, 리튬(Li), 베릴륨(Be), 루비듐(Rb), 세슘(Cs), 탄탈륨(Ta), 니오븀(Nb) 등 원소의 함량에 따라서 광화작용의 특성이 구분된다. 세슘은 맥 내에 산점되어 분포하며, 리튬휘석(0.2% Cs_2O), 리튬운모(<0.7%), 미사장석(<0.4%), 녹주석(<2% Cs_2O), 알바이트(0.06%), 백운모(0.04%) 등의 광물이 산출된다. 분포지역 전체에 대

한 매장량은, 리튬산화물 1,800~2,000톤, 루비듐 산화물 250~300톤, 세슘 산화물 40~50톤, 탄탈륨 산화물 10~15톤, 니오븀 산화물 14~20톤, 주석 산화물 150~200톤으로 추정된다.

7. 결 론

우즈베키스탄 세베로-투르크스탄스키 금 광화대는 중부 지역 지작(Djak) 시에서 남쪽으로 67 km 지점인 타지키스탄과의 국경 인근에 위치한다. 본 광화대 내에는 12개 지역의 금 광상(Takhtali, Lyatoband, Dulona, Chabatskoye, Koshtepa, Aibadam, Uchkol, Kuruksay, Bakhmazar, Vadigan, Tagat, Akkurgan)과 1개 지역의 희토류 광상(Naukinskoe)이 분포한다.

세베로-투르크스탄스키 금 광화대는 캄브리아기에 형성된 퇴적분지 내에 발달해 있으며, 캄브리아기~신생대의 세일, 실트암, 점토암, 석회암 등이 퇴적된 퇴적분지는 지체구조 운동에 의하여 광역 및 동력 변성작용을 받아 녹색편암 상의 변성도를 나타내고 있다. 금 광화작용의 결과, 후기 석탄기 마그마 활동에 의해 관입한 반려암과 휘록암에 수반되어 나타나는 조산대형함-금 열수석영맥이 퇴적암 층리에 거의 평행하게 발달한다.

12개 금 광상 중에서 가장 유망한 곳은 Dulona 금 광상으로서 구소련의 탐사자료에 의하면, P1급 금 광석량이 10.7톤, 금속량 1.8톤, 평균품위 1.7 g/t 인 것으로 보고 되었다. 본 광화대는 지형 및 광산개발을 위한 전력, 수자원, 노동력, 도로 등 산업 기반시설이 비교적 양호하게 갖추어져 있는 지역으로, 향후 광산 개발을 위한 트랜치 탐사, 시추탐사 등 정밀탐사가 필요할 것으로 판단된다.

사 사

본 연구는 한국지질자원연구원이 수행하고 있는 지

식경제부 사업인 “해외광물자원탐사 및 부존 잠재성 평가(11-1121)” 과제에서 지원되었습니다.

참고문헌

- Ahmeds, H.A. and others (1982) The report on results of the general searches of gold and other minerals on northern slopes of the Turkestani ridge and detailed searches within Uchkol of the Chabatsky perspective zone, Tashkent. Report of Djizak geologic explorational expedition from 1978 to 1982, 136p.
- Gamaleev, I.E. and others (1961) The report on works of Turkestani geophysical party in Zaaminsky and Gallja Aral areas of the Samarkand area of 1960, Tashkent. Report of Uzbek geophysics trust, 178p.
- Gamaleev, I.E. and others (1963) The summary report on works Turkestani Gefizicheskoy parties for 1957-1963, Tashkent. Report from 1957 to 1963, Uzbek geophysics trust, 338p.
- Gusev, V.A. and Dergachev, S.V. (1986) Report about results of detailed searches of gold and other minerals within the perspective area of Koshtepa (northern part of Uchkol of the Chabatsky perspective strip), Tashkent. Report of Djizak geologic explorational expedition from 1978 to 1982, 136p.
- KERI (2011) <http://www.keri.koreaexim.go.kr>
- KOMIS (2011) <http://www.kores.net/v2009/index.jsp>
- Pshshae, A.T. and others (2008) The Tentative estimation and searches on a site of Dulona of the Chabatsky mineralized zone in the Turkestani ridge, Tashkent. Report of Zerafshan geologic explorational expedition, 2007, 43p.
- Takshaitov, O.U. and others (2002) Search works on gold and other minerals within the Kuruksajsky perspective area in the northwest termination of northern slopes of the Turkestani ridge, Tashkent. Report of 'Samarkandgeologiya' State Geology Enterprise-Gallyaarl Mountain Geology Expedition from 1997 to 2002, 120p.

2011년 12월 1일 원고접수, 2011년 12월 18일 게재승인