

ㄷ지구 금광산 미광에서 유가금속의 함량과 그 변화특성

박혜숙, 함영일

위대한 수령 김일성 동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《모든 광산들에서 선광실수률을 높임으로써 캐낸 광석을 하나도 허실하지 말고 한그람의 정광이라도 더 많이 생산하여야 합니다.》(《김일성전집》 제32권 510~511페이지)

론문에서는 우리 나라에서 오랜 금광산의 하나로 알려진 ㄷ지구 금광산의 퇴적미광과 현행미광에서 금을 회수하기 위한 전제로서 미광에서 유가금속의 함량과 그 변화특성에 대하여 고찰하였다.

지금까지 많은 연구자들에 의하여 ㄷ지구 금광산의 지질구성과 광체에 대하여 비교적 상세히 연구[1-3]되었지만 미광에서 금을 비롯한 유가금속의 함량과 그 변화특성에 대하여 밝힌 자료는 없다.

ㄷ지구 금광산구역에는 선캄브리아기 교대화강암인 련화산암군과 그안에 포로체형태로 들어있는 중시생대 퇴적변성암류를 대표하는 송원층군 암석이 있으며 이것을 관입한 중생대 단천암군의 화강암류 및 맥암류들이 분포되어있다.

광산구역에는 신성광체, 본갱광체, 무당골광체를 비롯하여 20여개 광체들이 있는데 우리 나라의 다른 금광체들에 비하여 규모가 비교적 크다.

이 광장에서 광물형성작용은 여러 단계를 거쳐 진행되었다.

다금속류화물단계에서는 황철광, 섬아연광, 자류철광, 황동광, 방연광과 적은 량의 석영 등이 형성되었다. 자연금은 석영과 류화물안에 유리금과 결합금(일부 포파금)형태로 들어있다. 함금류화물을 포함한 석영에는 섬아연광, 방연광, 황동광, 자류철광, 중세립황철광 등이 있으며 함금성이 좋다. 석영은 함금류화물의 배태매질일뿐아니라 자연금의 작은 립자들을 직접 품고있다. 황철광은 광석에 제일 많이 들어있는 금속광물로서 4단계에 걸쳐 생겼으며 매 단계마다 광물공생과 함금성이 다르다.

세대별 황철광의 특징은 표 1과 같다.

표 1. 세대별 황철광의 특징

세대	황철광구조	광물의 공생공반관계	금함량/(g·t ⁻¹)
1	조립자형구조, 파쇄구조	백색석영에 광염, 방연광에 의해 침식, 섬아연광, 황동광집괴에 포파	1.8
2	중립 또는 세립구조, 심한 파쇄구조	적은 량의 류비철광, 회중석과 공생, 석영매질에 세맥주입, 방연광, 섬아연광, 자류철광에 의해 절단	61.83
3	세립—중립질 구조	단광물이 없이 거의 류화물과 공생공반한다. 황철광에서 자연금을 눈으로 볼수 있다.	395.66
4	세맥상구조	석영과 공반	매우 낮다.

현재 광산에는 3개의 미광장이 있으며 채굴광석은 부선법으로 류화물정광속에 금을 농집시켜 회수하는 방법으로 처리하고있다. 미광장별로 미광장중심에서 깊이방향으로 채취한 시료를 합쳐 평균시료를 얻고 그것을 화학분석하였다.(표 2)

표 2. 미광장들에서 얻은 평균시료들의 화학조성(%)

미광장	화학조성								
	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	TiO	FeO	P ₂ O ₅	MnO
1	68.5	1.23	11.5	0.82	0.42	0.41	2.34	0.09	0.03
2	65.7	1.53	13.3	0.85	0.4	0.38	2.54	0.076	0.02
현행	72.4	1.52	12.4	0.77	0.34	0.46	2.2	0.085	0.02

표 2에서 보는바와 같이 연구지역의 미광장에서 기본은 SiO₂이고 이밖에 Al₂O₃, Fe₂O₃, FeO를 비롯한 여러가지 성분들이 적지 않게 들어있다.

1, 2미광장에서의 시료는 미광장의 중심축(끝짜기방향)상에 시료채취선을 정하고 20m의 간격으로 시료를 채취하였다. 현행미광장에서의 시료는 3건, 시료채취량은 각각 1kg정도로 하였다. 시료분석은 원광의 특성을 고려하여 금, 은, 연에 대하여 진행하였으며 분석결과로부터 미광장별로 매 성분의 평균값 \bar{X} 와 표준두제곱편차 S^2 을 계산하였다.

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i, S^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2$$

여기서 X_i 는 미광장별로 채취된 i 번째 시료의 함량, n 은 시료의 개수이다.

미광장들에서 시료별 유가금속의 함량과 평균값 및 표준두제곱편차는 표 3과 같다.

표 3. 미광장들에서 시료별 유가금속의 함량과 평균값 및 표준두제곱편차

미광장	시료번호	Au함량/(g·t ⁻¹)	Ag함량/(g·t ⁻¹)	Pb함량/%
1미광장	1-1	0.44	4.01	0.02
	1-2	0.57	5.36	0.03
	1-3	0.42	5.08	0.04
	1-4	0.50	5.53	0.02
	1-5	0.40	8.82	0.01
	1-6	0.54	9.16	0.03
	1-7	0.48	7.81	0.02
	1-8	0.55	7.55	0.01
	1-9	0.45	4.16	0.01
	1-10	0.59	9.15	0.02
	1-11	0.69	5.56	0.03
	1-12	0.43	7.60	0.01
	1-13	0.52	4.30	0.03
	1-14	0.62	5.50	0.02
	1-15	0.54	4.32	0.02
	1-16	0.60	6.65	0.10
	1-17	0.57	7.62	0.10

미광장	시료번호	Au함량/(g·t ⁻¹)	Ag함량/(g·t ⁻¹)	Pb함량/%
1미광장	1-18	0.63	6.54	0.02
	1-19	0.35	6.91	0.10
	1-20	0.51	9.37	0.01
	\bar{X}	0.52	6.55	0.02
	S^2	0.005 5	1.976 7	0.006 2
2미광장	2-1	0.55	6.53	0.02
	2-2	0.67	4.11	0.03
	2-3	0.82	10.40	0.04
	2-4	0.61	5.56	0.02
	2-5	0.40	8.50	0.04
	\bar{X}	0.61	7.02	0.03
	S^2	0.004 7	1.234 7	0.000 2
	현-1	0.20	4.80	0.02
현행미광장	현-2	0.25	6.52	0.01
	현-3	0.30	8.18	0.03
	\bar{X}	0.25	6.50	0.02
	S^2	0.001 7	1.9	0.000 67

표 3에서 보는바와 같이 1미광장에서 금함량은 0.35~0.69g/t, 평균 0.52g/t이고 은함량은 4.01~9.37g/t, 평균 6.55g/t이며 연합량은 0.01~0.1%, 평균 0.02%이다. 2미광장에서 유가금속함량의 평균값은 금, 은, 연에서 각각 0.61g/t, 7.02g/t, 0.03%이며 현행미광장에서 유가금속함량의 평균값은 금 0.25g/t, 은 6.5g/t, 연 0.02%이다. 그리고 표준두께곱편차들은 크지 않다. 이것은 미광장들에서 유가금속함량의 변화가 크지 않다는것을 보여준다.

미광장에서 깊이에 따르는 유가금속함량의 변화특성을 밝히기 위하여 1미광장 중심 축상의 중심점에서 깊이방향으로 가면서 5m간격으로 시료를 채취하였다.(표 4)

표 4. 1미광장에서 깊이에 따르는 유가금속함량의 변화특성

시료번호	깊이/m	Au함량/(g·t ⁻¹)	Ag함량/(g·t ⁻¹)	Pb함량/%
10-0	0	0.39	3.15	0.02
10-1	5	0.40	5.35	0.01
10-2	10	0.45	5.24	0.01
10-3	15	0.42	6.08	0.02
10-4	20	0.50	7.36	0.02
10-5	25	0.63	5.42	0.03
10-6	30	0.50	7.59	0.01
10-7	35	0.53	6.32	0.03
10-8	40	0.75	6.80	0.03
\bar{X}		0.53	6.59	0.02
S^2		0.006 7	1.534 2	0.000 75

표 4에서 보는바와 같이 깊이방향에서 유가금속의 함량변화도 크지 않다.

현행미광장에서는 금함량이 평균 0.25g/t인 미광이 많이 배출되는데 여기에서 회수할 수 있는 금의 량은 적지 않다.

맺 는 말

ㄷ지구 금광산 미광에서 유가금속의 함량변화는 크지 않으며 회수할 수 있는 금의 량은 적지 않다. 현재 광산에서는 금함량이 0.25g/t인 미광이 많이 배출된다.

참 고 문 헌

- [1] 강만식 등; 조선지질총서 7, 공업출판사, 351~423, 주체100(2011).
- [2] 김창원 등; 조선의 광상 4, 공업출판사, 4~82, 1995.
- [3] 최승기 등; 지질 및 지리과학, 1, 12, 주체91(2002).

주체109(2020)년 1월 5일 원고접수

The Content of the Valuable Metals and Its Variation Characters in the Ore Residue of the Gold Mine in the ㄷ Region

Pak Hye Suk, Ham Yong Il

The variation of the content of the valuable metals in the ore residue of the gold mine in the ㄷ region is not great and the amount of extractable gold from it is not a little.

The ore residue with 0.25g/t of gold content has been produced in the mine now.

Keywords: gold mine, ore residue, valuable metal