

γ광산 부선미광의 금침출 및 중력선별특성

심영석

위대한 수령 김일성동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《우리는 품위가 높은 광석뿐아니라 품위가 낮은 광석까지 다 캐내야 하며 다량채굴하고 다량처리하는 방법으로 더 많은 광석을 생산하여야 합니다.》(《김일성전집》 제54권 41페이지)

사회주의강성국가건설에 필요한 지하자원에 대한 수요가 높아지고있는 오늘의 현실은 김정일애국주의를 높이 발휘하여 나라의 귀중한 자원을 하나도 허실함이 없이 모두 리용할것을 요구하고있다. 그러므로 우리는 γ광산 부선미광의 난침출특성과 그 원인을 밝히고 금을 효과적으로 침출할수 있는 한가지 방법을 제기하였다.

1. γ광산 부선미광의 금침출특성

1) 시안화금침출특성

시안화법으로 금을 침출하기 전에 NaOH용액(pH 14)으로 24h동안 예비처리하였다. 이때 마지막예비침출액의 pH가 9~10이 되도록 NaOH용액을 더 넣었다.

시안화침출때 침출액의 NaCN농도는 0.03, 0.05, 0.07, 0.10, 0.20%로 하였다. NaCN의 최소농도를 0.03%로 설정한것은 이 농도에서 동광물(γ광산에서 주요광석광물)의 활성이 최소로 되기때문이며[1] NaCN의 최대농도를 0.20%로 설정한것은 금과 함께 동광물까지 모두 용해시키기 위해서이다.

시료와 침출액의량은 각각 10g과 8mL로, NaCN농도가 0.03, 0.05, 0.07%인 침출액들에 의한 침출시간은 48h, 나머지 침출액(NaCN농도 0.10, 0.20%)들에 의한 침출시간은 72h로 설정하였다. 그리고 침출온도는 8~10°C로 하였다.

금침출률(%)은 다음의 식으로 계산하였다.

$$\text{금침출률} = \frac{\text{침출액의 금함량}}{\text{침출액의 금함량} + \text{잔사의 금함량}} \times 100$$

크리스탈비올레트분석에 의한 침출결과는 표 1과 같다.

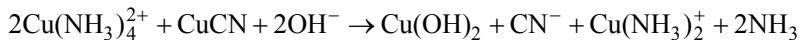
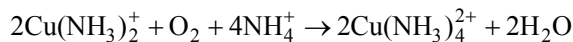
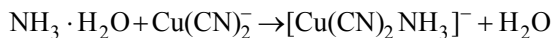
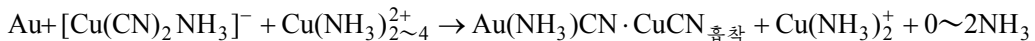
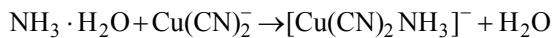
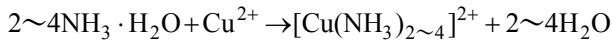
표 1. γ광산 부선미광의 시안화금침출결과

No.	침출액		잔사속의		금침출률 /%
	NaCN농도/%	체적/mL	금품위/(g·t ⁻¹)	금품위/(g·t ⁻¹)	
1	0.03	6	흔적	6.0	0
2	0.05	6	—	0.5	0
3	0.07	7	흔적	흔적	0
4	0.10	6	—	5.0	0
5	0.20	6	—	2.0	0

표 1에서 보는바와 같이 7광산 부선미광의 시안화금침출특성은 매우 나쁘다. 그것은 미광속에 동광물이 많이 포함되어있거나 금광물 또는 합금광물의 표면이 부선시약에 의해 피복되기때문이다.

2) CCA계에서의 선택침출특성

시안화금침출에 미치는 동광물들의 영향을 평가하기 위하여 선택침출법을 적용하였다. CCA(Copper-Cyanide-Ammonia)계에서 금이 선택적으로 침출되는 원리는 다음과 같다.



반응식들에서 보는바와 같이 CCA계에서는 동이온이 수산화동으로 침전되므로 금의 침출에 영향을 미치지 못한다. 자료에 의하면 CCA계에서 시약소비기준은 NH_3 1~2kg/t, NaCN 1~2kg/t이고 침출액의 pH는 10.5~11.0이다. 이러한 조건에서 금은 $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}$ 나 O_2 에 의한 산화작용, 더 정확하게는 $\text{Cu}(\text{NH}_3)_4^{2+}$, $[\text{2Cu}(\text{CN})_2\text{NH}_3]^{2-}$ 의 산화작용에 의해 용해되게 된다.[2]

CCA계에서 7광산 부선미광의 금침출특성을 밝히기 위하여 다음의 방법으로 실험을 진행하였다.

시료준비와 예비처리는 시안화침출공정에서와 같게 하였다. 그리고 침출액의 NaCN 농도를 0.05%로 고정시키고 류산암모니움의 첨가량을 각각 150, 120, 80, 50, 20mg으로 설정하였다. 침출액에 류산암모니움을 첨가하면 암모니아가 생겨나므로 침출시간이 길어짐에 따라 침출액의 pH는 점차 낮아진다. 따라서 2h에 한번씩 침출액의 pH를 측정하고 NaOH 용액을 보충해주는 방법으로 침출액의 pH값을 10정도로 유지하였다. 그리고 시안화침출에서와 달리 교반침출법을 적용하였다.

7광산 부선미광에 대한 선택침출실험결과는 표 2와 같다.

표 2. 7광산 부선미광에 대한 선택침출실험결과

류산첨가량 /mg	침출액			침출시간 /h	침출잔사의 금품위/(g·t ⁻¹)	금침출률 /%
	초기체적/mL	마지막체적/mL	금품위/(g·t ⁻¹)			
150	10.5	10.0	0	48	흔적	0
120	10.0	7.5	흔적	48	0.5	0
80	9.5	7.5	0	48	7.0	0
50	9.0	6.5	0	72	4.0	0
20	9.0	6.5	0	72	0.0	0

침출액의 초기체적이 차이나는것은 침출액의 pH를 일정하게 유지하기 위하여 NaOH 용액을 첨가해주었기때문이다.

표 2에서 보는바와 같이 CCA계에서 γ광산 부선미광의 선택침출특성은 매우 나쁘다. 이로부터 γ광산 부선미광의 금침출특성이 나쁜 원인이 동광물의 영향에 의한것이 아니라는 것을 알수 있다.

γ광산 부선미광의 난침출특성의 주요원인은 부선시약에 의해 금광물 또는 합금광물들의 표면이 피복되어 반응에 참가하지 못하는데 있다. 그러므로 γ광산 부선미광에서 화학적방법으로 금을 침출하기 위해서는 부선시약의 영향을 제거하기 위한 예비처리를 하여야 한다.

γ광산에서 리용하는 기본부선시약들인 크산토젠산염과 디티오린산염의 영향을 제거하기 위한 대표적인 방법들에는 산분해법과 활성탄흡착법이 있다.

산분해법에서는 강산성조건에서 매우 불안정한 크산토젠산염의 특성을 리용한다. 자료에 의하면 pH 1~3일 때 크산토젠산염은 매우 빨리 분해된다. 실험으로 pH 1일 때 크산토젠산염은 5min동안에 전부 분해된다.[3]

활성탄흡착법에서는 활성탄의 강한 흡착특성을 리용한다. 그러나 이 방법은 크산토젠산염의 농도가 높은 경우 소비되는 활성탄의 양이 많은 부족점이 있다. 이것을 극복하기 위해 활성탄과 점토광물의 혼합재료를 리용하기도 한다.[4]

그러므로 γ광산 부선미광의 금침출을 위해 효과적인 예비처리방법은 산분해법이다. 이 방법을 적용할 때 산소비량을 줄이기 위해서는 합금광물들을 농축시키고 탄산염광물들을 제거하여야 한다.

2. γ광산 부선미광의 중력선별특성

γ광산 부선미광에서 립도와 밀도에 따르는 합금광물들의 분포상태를 밝히기 위하여 부선미광 50g으로 중사실험을 진행하였다.

중사합지로 일어 처음 얻어진 중사(초기시료량의 6분의 1정도)를 1차중사로 하였다. 그리고 1차중사를 제외한 나머지 시료를 다시 중사합지로 일었을 때 얻어진 중사를 2차중사로 하였다. 이렇게 전체 시료를 립도와 밀도에 따라 7개 무리(마지막일류를 포함)로 나누었다. 다음 7개의 중사시료들을 건조시킨 후 평량하고 금분석을 진행하였다.(표 3)

표 3에서 보는바와 같이 1차중사와 5차중사에 합금광물의 대부분이 포함되어있다. 이로부터 금광물 또는 합금광물의 립도가 크게 조립과 세립 두가지 부류로 갈라진다는 것을 알수 있다. 그러므로 분급이나 수채, 테블, 중매질선별방법으로는 γ광산 부선미광을 처리하기 힘들다.

γ광산 부선미광을 중력선별하는데서 가장 효과적인 방법은 조래선별이다. 그것은 조래선별에서는 밀도와 립도에 의한 분급과 함께 새여떨어짐효과를 리용하여 세립급의 중광물들도 회수할 수 있기때문이다.

표 3. 금화광산 부선미광의 중사실험결과표

No.	중사순서	중사질량/g	금품위/(g·t ⁻¹)
1	1차	7.30	6
2	2차	5.80	2
3	3차	4.60	0
4	4차	5.55	1
5	5차	5.60	8
6	6차	6.10	1
7	일류	14.05	0
합계		50.00	

맺는말

ㄱ광산 부선미광의 난침출특성의 주요원인은 금광물과 함금광물들이 부선시약에 의해 피복되어 침출반응에 참가할수 없는데 있다.

ㄱ광산 부선미광에서 금을 효과적으로 침출하기 위해서는 먼저 조태선별을 리용하여 금을 최대한로 농축시키고 다음 산분해법으로 부선시약의 영향을 제거하여야 한다.

참고문헌

- [1] P. Karimi et al.; International Journal of Mineral Processing, 95, 68, 2010.
- [2] D. M. Muir; Minerals Engineering, 24, 576, 2011.
- [3] 段海霞 等; 矿冶, 18, 4, 80, 2009.
- [4] 舒生辉 等; 矿产综合利用, 4, 35, 2009.

주체104(2015)년 7월 5일 원고접수

Characteristics of Gold Leaching and Gravity Separation of Flotation Tails in “ㄱ” Mine

Sim Yong Sok

I clarified that I should concentrate gold by jigging and remove the influence of flotation agent on gold leaching with acid decomposition method in order to leach gold effectively from flotation tails in “ㄱ” mine.

Key words: gold, flotation tails, selective leaching, jigging