

## 생석회를 리용하여 ㅅ지구 망간토의 미생물 침출액으로부터 망간정광을 얻기 위한 연구

변대성, 현철, 윤은희

위대한 수령 김일성 동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《과학자, 기술자들은 우리 나라에 있는 원료와 연료를 최대한으로 동원하여쓰기 위한 연구사업에 힘을 넣어야 합니다.》(《김일성전집》 제77권 261페이지)

우리 나라에 풍부한 망간토로부터 야금용망간정광을 생산하여 보장하는것은 금속공업의 주체화실현에서 중요한 의의를 가진다.

망간토의 미생물침출액에는 망간이 류산망간형태로 포함되어있으며[3, 5] 철이온을 비롯한 여러가지 수용성무기이온들과 미생물균체가 함께 들어있으므로 생석회에 의한 침전과정은 순수한 류산망간과 수산화칼시움사이에서 일어나는 침전반응과는 일정하게 차이난다.

우리는 생석회를 리용하여 미생물침출액으로부터 망간정광을 공업적방법으로 얻기 위한 연구를 하였다.

### 재료와 방법

미생물침출액은 선행방법[3]으로 얻은것(망간농도 8g/L)을 리용하였다. 생석회는 CaO 함량이 90%인것을 리용하였다.

생석회에 의한 망간의 침전은 망간토의 미생물침출액을 200r/min의 속도로 교반하면서 각이한 방법으로 준비한 생석회를 첨가하는 방법으로 진행하였다. 상등액의 pH는 휴대용pH미터(《STARTER300》)로 측정하였으며 망간농도는 모르염적정법[1]으로 측정하였다.

망간침전률(%)은 다음의 식에 따라 결정하였다.

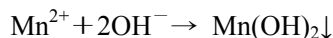
$$\text{망간침전률} = \left(1 - \frac{C}{C_0}\right) \times 100$$

여기서  $C_0$ 은 출발용액의 망간농도(g/L),  $C$ 는 침전상등액의 망간농도(g/L)이다.

### 결과 및 논의

#### 1) 미생물침출액의 망간침전pH 결정

망간토의 미생물침출액에 석회유를 첨가하면 다음의 반응에 따라 망간이 침전된다.



알칼리를 첨가하여 망간을 침전시킬 때 망간이 침전되기 시작하는 pH와 완전히 침전되는 pH(침전상등액의 망간농도가  $10^{-5}\text{mol/L}$ 이하로 되는 pH)는 수산화망간의 용해도적(Sp)로부터 계산할수 있다.(식 (1), (2))

$$\text{침전시작pH} = 14 + \frac{\lg Sp - \lg C_0}{2} \quad (1)$$

$$\text{완전침전pH} = 14 + \frac{\lg Sp + 5}{2} \quad (2)$$

여기서 Sp는 수산화망간의 용해도적, C<sub>0</sub>은 출발용액의 망간농도(mol/L)이다.

수산화망간의 용해도적은  $0.4 \times 10^{-13} \sim 1.9 \times 10^{-13}$  으로서 연구자마다 그 값이 차이나며 망간토의 미생물침출액은 순수한 류산망간용액이 아니므로 실천에서는 조건적용해도적(조건적Sp)을 리용해야 한다. 해석적방법으로 구한 조건적Sp는 어디까지나 리론값이며 원료조성이 일정한 조건에서 다른 이온들이 용해도적에 미치는 영향이 일정한 범위를 벗어나지 않는다고 볼수 있다. 우리는 각이한 pH조건에서 측정한 침전상등액의 망간농도로부터 침출액조건에서 수산화망간의 조건적Sp를 결정하였다.

침전pH에 따르는 침전상등액의 망간농도와 조건적Sp는 표 1과 같다.

표 1. 침전pH에 따르는 침전상등액의 망간농도와 조건적Sp

구분	침전pH				
	8.7	8.9	9.1	9.3	9.5
Mn 농도/(mmol·L <sup>-1</sup> )	136.4	54.5	21.8	9.1	3.6
조건적Sp/(×10 <sup>-12</sup> )	3.43	3.44	3.46	3.62	3.64

표 1에서 보는바와 같이 침출용액조건에서 수산화망간의 조건적Sp는 평균  $(3.54 \pm 0.11) \times 10^{-12}$  이며 이것은 순수한 수산화망간의 Sp[2, 3]에 비하여 18.0~91.0배 더 큰 값이다. 이것은 침출액조건에서는 망간이 순수한 류산망간용액에 비하여 수산화물상태로 침전되기 어렵다는것을 의미한다.

수산화망간의 조건적Sp로부터 식 1과 2에 따라 결정한 침전시작pH와 완전침전pH는 각각 8.69와 10.78이었다. 이것은 선행자료들[2~4]과 약간 차이나는 값인데 그것은 침출액의 조성이 다른데로부터 조건적Sp가 차이나기때문이라고 볼수 있다.

우에서 결정한 조건적Sp에 의하면 pH가 10인 조건에서 99.7%의 망간이 침전된다. 이로부터 망간의 침전pH를 10으로 정하고 다음단계의 실험을 진행하였다.

## 2) 생석회첨가방법의 확정

수산화칼시움의 물에 대한 용해도는 대단히 작으므로(20℃에서 0.165) 공업적규모에서 석회수를 쓰는것은 실리에 맞지 않는다. 그러므로 우리는 생석회를 건식마광하여 직접 침출액에 처리하는 방법과 소화하거나 습식마광하여 석회유를 만든 다음 처리하는 방법으로 망간을 침전시킬 때 얻어지는 망간정광의 품위와 생석회의 소비량을 비교하였다.(표 2)

표 2에서 보는바와 같이 생석회를 습식마광하여 석회유를 만들어 첨가하는것이 다른 방법들에 비하여 얻어지는 망간정광의 품위도 높고 생석회의 소비량도 적었다. 이것은 생석회의 첨가방법에 따라 생석회의 리용률이 차이나기때문이라고 볼수 있다.

생석회를 건식마광하여 직접 첨가할 때에는 생석회분말의 적십성이 나쁘므로 침출액속에 끌고루 현탁되지 못하고 작은 응집체를 형성하며 응집체의 결면에서 수산화망간이 빠

표 2. 생석회첨가방법에 따르는 정광품위와 생석회소비량

구분	첨가방법		
	전식마광, 직접 첨가	소화, 석회유첨가	습식마광, 석회유첨가
정광품위/%	13.59±1.03	15.26±0.98	20.98±1.12
생석회소비량*/kg	40.29±1.21	34.60±1.11	22.63±1.06

\* 100kg의 정광을 얻는데 필요한 생석회소비량

른 속도로 형성되면서 생석회분말의 현탁을 더욱 어렵게 한다. 그러므로 침출액속의 망간을 침전시키는데 필요한 량보다 더 많은 생석회를 첨가하여야 하며 과잉으로 들어간 생석회는 최종적으로 침출액속의 류산기와 작용하여 석고를 형성하면서 망간정광에 섞여 들어가 품위를 떨어뜨리게 된다.

한편 생석회를 소화하여 석회유를 얻는 경우 소화가 완전히 진행되지 못하므로 생석회의 소비량이 증가되며 미배소석회를 완전히 제거하지 못하므로 이것들이 석고를 형성하면서 정광에 섞여 들어가 품위를 떨어뜨린다. 이로부터 우리는 습식마광으로 석회유를 준비하여 다음단계의 실험을 진행하였다.

### 3) 고액비의 확정

습식마광하여 석회유를 만들 때 고액비는 석회알갱이의 분산성과 반응성에 영향을 미친다. 고액비에 따르는 망간정광의 품위와 생석회소비량, 작업체적은 표 3과 같다.

표 3. 고액비에 따르는 망간정광의 품위와 생석회소비량 및 작업체적

구분	고액비					
	1 : 3	1 : 4	1 : 5	1 : 7	1 : 9	1 : 10
정광품위/%	17.53	18.18	20.98	21.03	21.10	21.22
생석회소비량*/kg	28.60	27.16	22.63	22.60	22.65	22.61
작업체적*/m <sup>3</sup>	1.08	1.31	1.39	1.84	2.30	2.53

\* 100kg의 정광을 얻는데 필요한 생석회소비량

표 3에서 보는바와 같이 고액비가 낮아짐에 따라 얻어지는 망간정광의 품위는 점차 높아지다가 1 : 5이하에서는 얼마 높아지지 않았다. 1kg의 정광을 얻기 위하여 처리하여야 할 작업체적을 고려하여도 고액비를 1 : 5로 하는것이 적합하였다. 이로부터 석회유준비에 적합한 고액비를 1 : 5로 정하였다.

## 맺 는 말

망간농도가 8g/L인 저품위망간토의 미생물침출액에서 수산화망간의 조건적Sp는  $(3.54 \pm 0.11) \times 10^{-12}$ 이며 망간이 침전되기 시작하는 pH는 8.69, 완전히 침전되는 pH는 10.78이다.

생석회를 리용하여 미생물침출액으로부터 망간을 침전시킬 때 1 : 5의 고액비로 습식마광하여 쓰는것이 제일 좋으며 이때 얻어지는 망간정광의 품위는  $(20.98 \pm 1.12)\%$ 이다.

## 참 고 문 헌

- [1] 조선민주주의인민공화국 국규 3253-1:1987.
- [2] 강병석; 채굴공학, 3, 34, 1996.
- [3] 허영철; 광업, 2, 6, 1993.
- [4] Q. Tang et al.; Transactions of Nonferrous Metals Society of China, 24, 3, 861, 2014.
- [5] 尹升华 等; 矿业研究与开发, 1, 46, 2010.

주체108(2019)년 1월 5일 원고접수

### **Production of Manganese Concentrate from ‘入’ Area Manganese Lad Bioleaching Solution by using Calcium Oxide**

*Pyon Tae Song, Hyon Chol and Yun Un Hui*

The conditional Sp of manganese hydroxide is  $(3.54 \pm 0.11) \times 10^{-12}$  in bioleaching solution of the low-grade manganese lad in which manganese concentration is 8g/L. Mn(2+) begins to precipitate at pH 8.69 and totally precipitates at pH 10.78.

Key words: calcium oxide, manganese leaching, bioleaching, low-grade manganese lad