

자류철광을 리용한 스지구 망간토의 미생물침출에 미치는 몇가지 인자들의 영향

표광수, 현철, 윤은희

위대한 수령 김일성동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

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

우리 나라에 풍부한 망간토를 가지고 품위가 높은 망간정광을 생산보장하는것은 인민경제의 자립성과 주체성을 보장하는데서 중요한 문제로 나선다.

미생물에 의한 유가금속침출방법은 에네르기소비와 환경오염이 적고 원가가 낮으며 저품위광석들을 효과적으로 처리할수 있는 방법인것으로 하여 광범히 리용되고있다.[3, 4] 우리는 자류철광을 리용한 스지구 망간토의 미생물침출에 미치는 몇가지 인자들의 영향을 밝히기 위한 연구를 하였다.

재료와 방법

침출균주로는 스지구 류화물광상에서 분리한 *Acidithiobacillus thiooxidans* 2350(이하 At2350)을 리용하였다. 이 균을 9K+S무기염배지[3]에서 3일간 배양하여 균수가 2.5×10^9 개/mL에 이르게 하고 그것을 종균으로 리용하였다.

망간토는 스지구에서 채굴한것(수분함량 49.12%)을 그대로 리용하였는데 망간토의 품위는 MnO_2 6.39%(Mn 4.04%)였다.

자류철광은 S 15.1%, Fe 34.4%인 스지구 자류철광을 -0.074mm 의 립도로 마광하여 리용하였다.

침출실험은 1L 규모로 광액농도 20%, 침출초기 pH 1.5, 접종량 10%(v/v), 통기량 0.1vvm, 온도 30°C 의 조건에서 교반하면서 진행하였다. 침출액속의 망간함량은 모르염적정법[1]으로 정량하였다.

결과 및 논의

1) 각이한 망간농도에서 침출미생물의 증식특성

망간토로부터 망간을 침출할 때 침출이 진행됨에 따라 침출액속의 망간농도가 점차적으로 높아진다. 그러므로 망간에 대한 균주의 내성은 침출균주로서의 중요한 선발지표로 된다. 이로부터 우리는 망간을 각이한 농도로 첨가한 9K+S무기염배지에서 At2350의 증식특성을 보았다.(그림 1)

그림 1에서 보는바와 같이 망간농도 20g/L 까지는 균의 증식에서 뚜렷한 차이가

없었으며 30g/L이상에서는 균증식이 약간 느려지는 경향성을 나타내었으나 완전히 억제되지는 않았다. 사지구 망간토의 평균품위는 2~4%이므로 침출액에서 광액농도를 20%로 보장할 때 최종망간농도는 4~8g/L로 된다. 그러므로 At2350을 침출균주로 리용할 때 망간에 의한 억제는 무시할수 있다.

2) 자류철광초기산화시간의 영향

미생물을 리용하여 망간토로부터 망간을 침출할 때 자류철광에 미생물을 접종하여 일정한 시간 동안 산화시킨 다음 망간토를 첨가하게 된다. 망간 침출에 적합한 초기산화시간을 결정하기 위하여 초기산화시간을 각이하게 정하고 시간에 따르는 At2350의 증식특성과 망간침출률을 보았다.(그림 2)

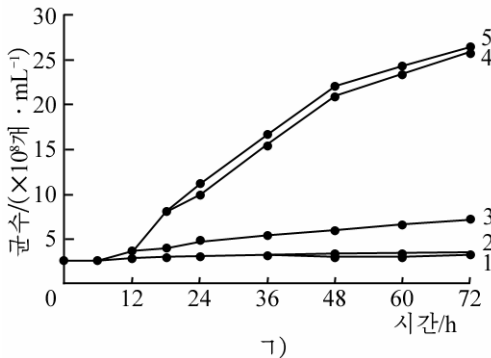


그림 2. 시간에 따르는 At2350의 증식특성과 망간침출률

ㄱ) 증식특성, ㄴ) 망간침출률; 1-5는 초기산화시간이 각각 0, 6, 12, 18, 24h인 경우;
접종량 10%, 침출초기 pH 1.5, 광액농도 20%, 온도 30℃, 류산첨가량 4.5%,
류화물첨가량 15%, 통기량 0.1vvm

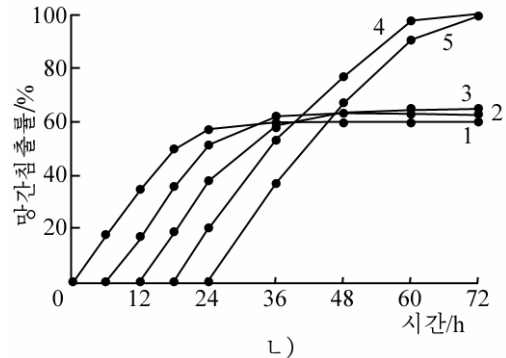


그림 2에서 보는바와 같이 초기산화시간이 12h이하인 경우에는 균수증가가 뚜렷하지 않았고 망간침출률은 $(62.3 \pm 2.4)\%$ 였다. 한편 초기산화를 18h이상 진행하였을 때에는 균수가 72h 동안에 초기의 2.5×10^8 개/mL로부터 2.6×10^9 개/mL로 증가하였으며 망간토에 들어있던 망간이 전부 침출되었다. 일반적으로 철산화세균이나 류황산화세균은 류화광물의 결면에 부착하여 증식에 필요한 영양원과 에너지를 얻는다.[2] 지수적증식기에 도달하기 전에 망간토를 첨가하면 침출세균은 자류철광의 결면에 자유롭게 부착하지 못하게 되어 증식에 불리한 환경에 놓이게 된다. 따라서 초기산화시간이 충분하지 못한 경우 균증식이 억제되고 망간침출이 불완전하게 진행된다. 이 결과로부터 망간침출에 적합한 초기산화시간을 18h으로 정하였다.

3) 류산첨가량의 영향

망간토에 대하여 류산을 각이한 비율로 첨가하고 시간에 따르는 망간침출률의 변화를 보았다.(그림 3)

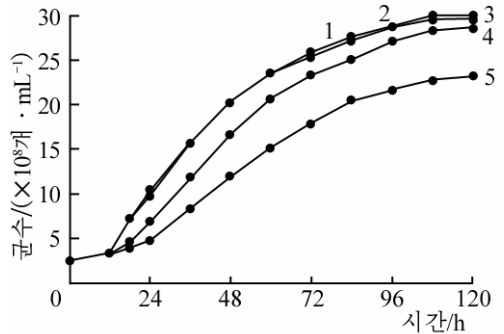


그림 1. 각이한 망간농도에서 At2350의 증식특성

1-5는 망간농도가 각각 0, 10, 20, 30, 40g/L인 경우; 접종량 10%, 온도 30℃, 통기량 0.1vvm

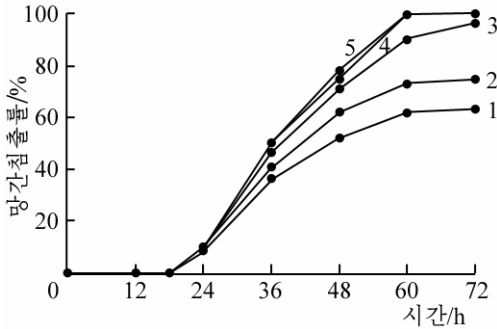


그림 3. 류산첨가량에 따르는 망간침출률
1-5는 류산첨가량이 각각 1.8, 2.7, 3.6, 4.5, 5.4%인 경우; 접종량 10%, 침출초기 pH 1.5, 광액농도 20%, 온도 30℃, 류화물 첨가량 15%, 통기량 0.1vvm

그림 3에서 보는바와 같이 류산첨가량이 증가하는데 따라 망간침출률은 점차 높아지다가 3.6% 이상에서는 뚜렷한 차이가 없었다. 이로부터 원료 중의 망간을 전부 침출하는데 필요한 류산량을 망간토의 3.6%(w/w)라고 보았다.

4) 자류철광첨가량의 영향

자류철광은 류황산화세균의 증식에 필요한 영양 및 에네르기원으로 될뿐만아니라 망간토에 들어 있는 2산화망간을 침출시키기 위한 환원제의 원천으로도 된다. 이로부터 우리는 망간토에 대하여 자류철광을 각이한 비율로 첨가하고 At2350의 증식특성과 망간침출률을 보았다.(그림 4)

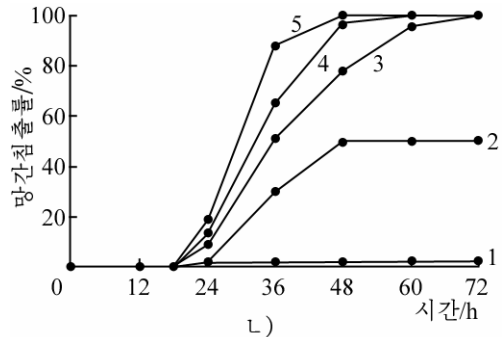
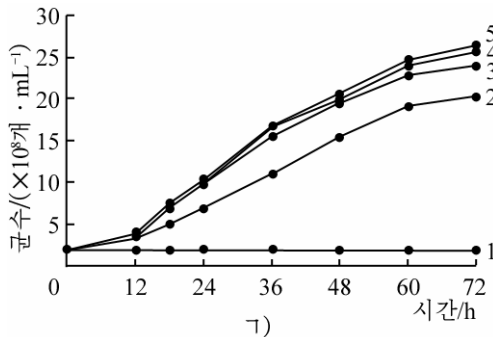


그림 4. 자류철광첨가량에 따르는 At2350의 증식특성과 망간침출률
ㄱ) 증식특성, ㄴ) 망간침출률; 1-5는 자류철광첨가량이 각각 0, 5, 10, 15, 20%인 경우;
접종량 10%, 침출초기 pH 1.5, 광액농도 20%, 온도 30℃, 초기산화시간 18h, 류산첨가량 3.6%, 통기량 0.1vvm

그림 4에서 보는바와 같이 류화물첨가량이 증가하는데 따라 균수가 빨리 증가하였지만 10%이상에서는 뚜렷한 차이가 없었다. 한편 류화물첨가량이 증가하는데 따라 망간침출률도 점차 높아져 첨가량 10%에서는 72h, 15%에서는 60h, 20%에서는 48h만에 침출이 완료되었다. 망간침출에 필요한 원가문제를 고려하여 자류철광의 첨가량은 망간토의 10%(w/w)로 하는것이 좋다고 보았다.

맺 는 말

Acidithiobacillus thiooxidans 2350은 망간농도 0~20g/L의 범위에서 망간에 의한 증식억제작용을 받지 않는다.

접종량 10%, 통기량 0.1vvm, 침출온도 30℃, 초기 pH 1.5의 조건에서 망간침출에 적합한 자류철광초기산화시간은 18h, 류산첨가량은 3.6%(w/w), 자류철광첨가량은 10%(w/w)이다.

참 고 문 헌

- [1] 조선민주주의인민공화국 국규 3253-1:1987 《망간광석 및 정광화학분석법 —망간의 정량》
- [2] Huang Tao et al.; Biotechnology Reports, 4, 107, 2014.
- [3] Muqing Qiu et al.; Journal of University of Science and Technology Beijing, 13, 1, 7, 2006.
- [4] 尹升华 等; 矿业研究与开发, 1, 46, 2010.

주체107(2018)년 10월 5일 원고접수

Effect of Several Factors on the Microbial Leaching of “入” Area Wad Using the Pyrrhotite

Phyo Kwang Su, Hyon Chol and Yun Un Hui

The growth of *Acidithiobacillus thiooxidans* 2350 was not inhibited by manganese in the manganese concentration from 0 to 20g/L.

Under the conditions of inoculation 10%(w/w), aeration 0.1vvm, temperature 30°C and initial pH 1.5, the suitable initial oxidation time of pyrrhotite, the amount of sulfuric acid and pyrrhotite addition for the manganese bioleaching were 18h, 3.6%(w/w) and 10%(w/w), respectively.

Key words: *Acidithiobacillus thiooxidans*, manganese, microbial leaching