

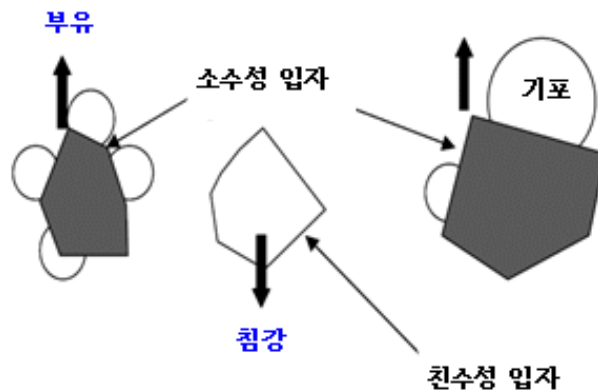
IV. 산화광물의 부유선별

1) 실험 목적

- 산화광물의 부유선별 원리를 이해한다.

2) 이론

부유선별이란, 물속에 분산되어 있는 고체입자가 물의 비중보다 클 경우, 그에 작용하는 중력이 부력보다 크기 때문에 입자가 침강하게 된다. 그러나 고체입자가 기포에 부착할 경우에는 그에 작용하는 부력이 중력보다 커져서 수면으로 부유하게 된다. 하지만 고체입자가 기포에 부착할 수 있는 것은 입자의 표면이 소수성 일 때만 가능하다. 따라서 부유선별은 고체입자간의 물리적 특성을 이용하는 것이 아니라 고체입자 표면의 물리화학적 특성차를 이용하는 선별법이다.



입자의 침강 및 부유 원리

부유선별의 종류에는 직접부유선별, 역부유선별, 종합부유선별, 우선부유선별이 있다. 부유선별 이론은 광물의 표면특성, 동전기적 특성, 흡착이론 세가지가 있다.

• 광물의 표면특성

모든 광물들은 표면특성에 따라 극성 또는 비극성 형태로 분류된다. 비극성 광물들은 상대적으로 약한 분자 결합력에 의해 특징지어진다. 그리고 비극성 표면들은 쉽게 물 쌍극자에 부착되지 않아 결과적으로 소수성이며, 높은 자연부유도를 가지고 있어 부선시약의 도움 없이도 부유선별이 가능하다. 반면에 강한 공유결합 또는 이온결합 표면을 가진 광물들은 극성형태로 알려져 있고 포수제의 첨가 없이는 부유선별이 불가능하다.

• 동전기적 특성

수용액 속에 들어있는 미립자는 표면 전하에 따라 반대되는 이온이 달라붙어 전기이중층을 형성한다. 전기이중층은 고정층과 확산층으로 이루어져 있으며 이 두 층간의 전위차를 제타전위라 한다. 제타전위는 고체의 표면전위를 예측하는데 이용되어 수용액상에서 고체표면이 양으로 하전되었는지 음으로 하전되었는지 파악할 수 있어 목적하는 물질만을 부유시키기에 적합한 포수제의 선택에 매우 중요한 요인이다.

- 흡착이론

부선시약의 흡착에는 화학흡착과 물리흡착이 있다. 부선시약의 화학흡착은 이온 또는 분자들이 광물표면과의 화학반응에 의해 일어나므로 흡착속도가 느리고, 그의 결합에너지는 높다. 물리흡착에서는 포수제의 이온 또는 분자들은 광물표면과 전전기적 인력 또는 반데르발스 결합력에 의해 흡착하기 때문에 화학흡착에 비해 흡착속도가 빠르고 그의 결합에너지는 작다. 따라서 수용액의 성분 또는 pH 조건 등이 변하면 물리흡착된 포수제가 광물표면에서 탈착될 수도 있다. 그러므로 광물표면과 물리흡착하는 포수제를 사용하는 부유선별에서는 광액의 pH와 광물의 전기 계면 특성(제타전위와 등전위점)이 매우 중요하다.

3) 준비물

- Denver Sub-A machine
- 산화동광; Cu-Co ore (목적광물: malachite) (-100 +200 mesh)
- pH meter, Hydrochloric acid solution, Sodium hydroxide solution
- 부선시약
 - 포수제 (collector) : Sodium Oleate (SO), Potassium Ethyl Xanthate (PEX)
 - 기포제 (frother) : Dow Frother 250 (DF250)
 - 황화제 (sulfidizing reagent) : Sodium sulfide (Na_2S)
- 세척병, DI water
- 마이크로 피펫, 피펫 팁
- vacuum pump, filter paper
- 저울, 건조기
- 기타 초자류

4) 실험방법

- ① 실험을 수행할 샘플과 시약들을 준비한다.
 - Sample : Cu-Co ore
 - 부선시약 : SO, PAX, Na_2S 10000 ppm (stock solution), DF-250 98% solution
- ② 광액농도가 10%로 유지되도록 Denver Sub-A 부선 cell에 샘플을 투여한 후, 나머지를 DI로 채운다. 다음, 공기 도입 구멍을 막은 상태에서 임펠러(1200 rpm)를 회전시킨다.
- ③ NaOH 또는 HCl 용액을 첨가하여 광액 pH를 6으로 조절하여 Conditioning을 5분간 실시한다.
- ④ 포수제를 200 g/ton 첨가하여 5분간 conditioning을 실시한다.
 - PAX의 경우 황화제(Na_2S) 500 g/ton을 먼저 첨가하여 5분간 conditioning 후 포수제를 첨가한다.
- ⑤ 기포제인 DF-250을 100 mL/ton 넣고 3분간 conditioning을 실시한 후, 공기도입구멍을 열어 부유된 부분을 채취한다. 부유선별 시간은 5분으로 한다.
 - cell 벽 및 임펠러에 붙은 광물이 없도록 DI를 부어가며 부유되는 부분을 분리한다.
- ⑥ 부유된 부분(concentrate)과 남은 부분(tail)을 각각 진공필터를 이용하여 고체와 액체를 분

리한다.

- 필터지는 미리 무게를 측정해 놓은 뒤 뒷면에 표시해 둔다.

- ⑦ 선별이 끝난 후 부유선별기 내를 충분히 씻어 둔다.
- ⑧ 여과된 시료를 건조기에 넣어 건조 시킨 후 산물의 무게를 측정한다.
- ⑨ 각 산물 무게와 ICP 분석을 통해 결과를 해석한다.

5) 결과 및 고찰

- ① 산화동광의 부유선별 후 나온 각각의 산물들 (concentrate, tail)의 산출율 (yield)을 그래프로 나타내어 비교하시오.
- ② 조건에 따라 대상금속(Cu) 및 대상광물(malachite)의 grade 및 recovery 구하고 그래프로 나타내어 비교하시오.
- ③ 포수제의 종류에 따른 결과에 대한 당신의 생각을 서술하시오.

*참고 자료

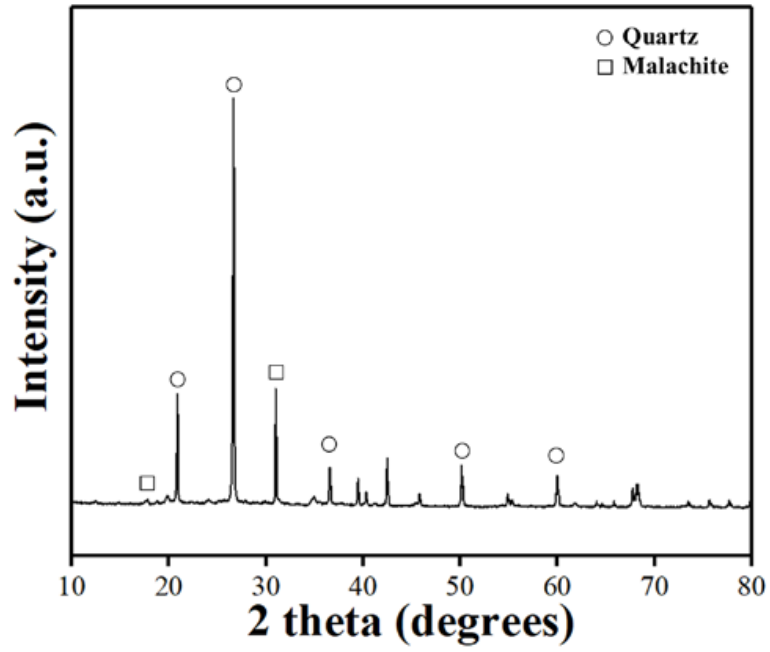


Figure 1. X-ray diffraction pattern (sample)

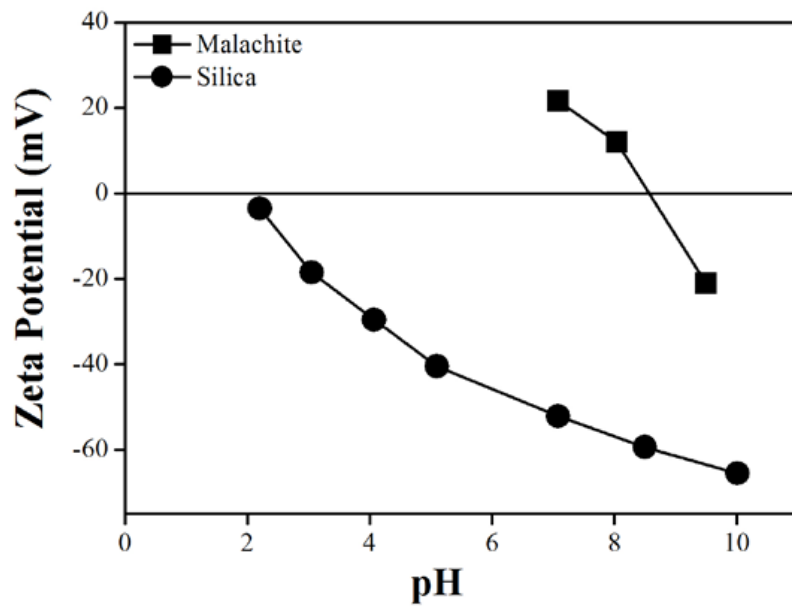


Figure 2. Zeta potential of silica and malachite