

## 폐금속광산 주변 오염물질의 안정화 처리

권지철<sup>1</sup> · 정명채<sup>2</sup> · 정문영<sup>2</sup>

<sup>1</sup>(주)오이코스, <sup>2</sup>세명대학교 자원환경공학과  
jmc65@semyung.ac.kr

### 요 약 문

The objective of this study was to evaluate the stabilization of As and heavy metals in tailings from the Samkwang Au-Ag mine with  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . In order to evaluate the stabilization ability of As and heavy metals in the tailings, column test was implemented with various conditions as 1) particle size of  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , 2) mixing method and 3) flow rate of eluents during 60 days. The results showed that addition with 5% of  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  in 1kg of the tailings had the most effective ability of stabilization up to 95%. In addition, stabilization ability of As and heavy metals in tailings was enhanced using a fine powder of  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . Therefore, stabilization technology can be used as a remediation of As and heavy metals in mine wastes including tailings and a nearby soils from abandoned metal mines.

Keyword : Column test, Arsenic, Heavy metal, Stabilization, Tailings

### 1. 서론

폐금속광산은 과거 채광이나 선광·제련과정 등의 광산 활동으로 인하여 배출된 광산폐기물(폐석, 광미, 광석광물, 광산폐수 등)이 광산주변에 그대로 방치되어 있어 집중 강우나 강풍에 의해 하부로 분산되어 광산 하부의 농경지와 수계의 환경오염을 계속적으로 일으키고 있다. 그러므로 이를 효과적으로 처리하기 위해서는 다양한 처리 방법이 적용될 수 있다. 최근에는 이들 광산폐기물에 함유된 중금속을 처리하기 위하여 고형화/안정화 기술이 적용된 바 있다(민경원 등, 1999; 이민희 등, 2005; 이예선과 박인선, 2004; 지한구, 2004, 정익재, 2001). 그러므로 본 연구에서는 국내의 대표적인 광산의 광미를 처리하기 위해 소석회를 활용한 안정화 연구를 수행하고자 하였다.

### 2. 본론

#### 2-1. 시료채취 및 분석

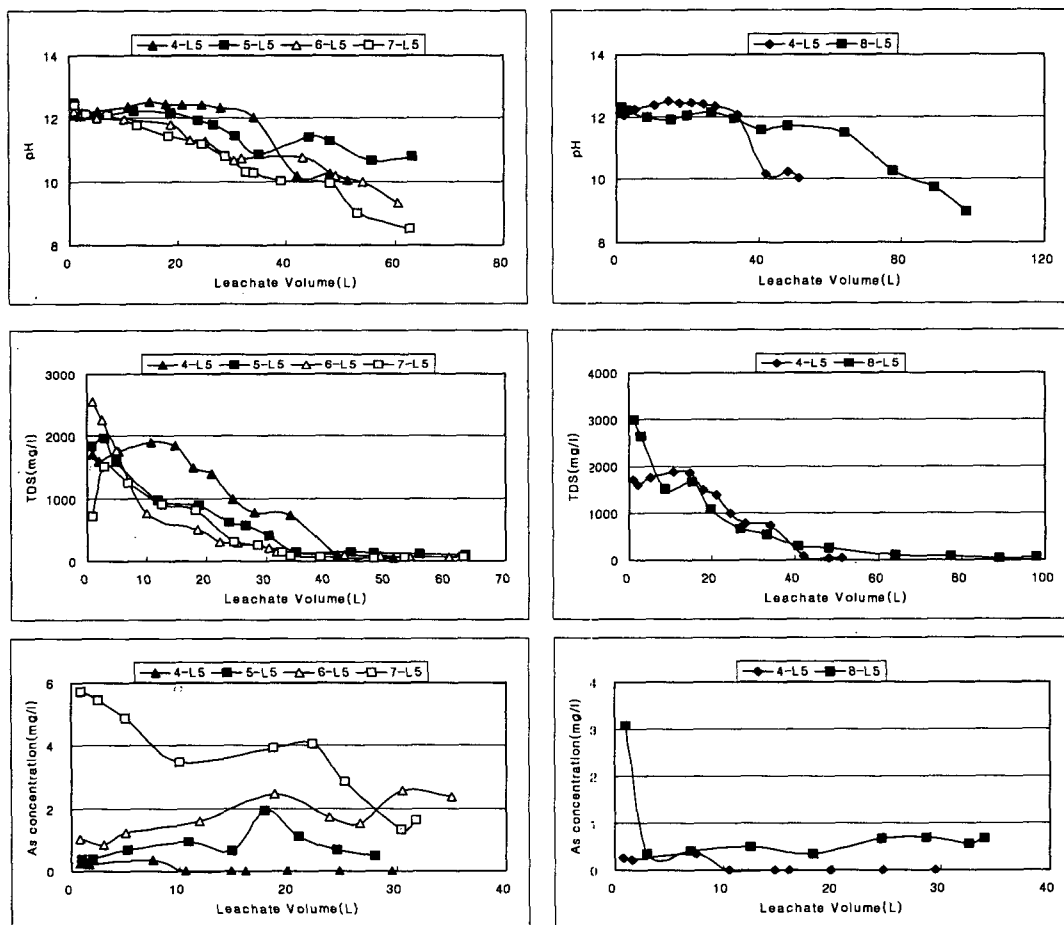
본 연구 조사 대상지역으로 충남 청양군에 소재한 삼광광산 광미를 선정하였고, 채취한 광미를 토양공정 시험법에 의해 As 및 중금속을 분석한 결과, As의 용출농도는 42.51mg/kg으로 대책기준(15mg/kg)의 약 3배 초과, Cd은 3.34mg/kg으로 보다 2배 이상 초과, Cu는 기준 이내로 검출되었다. 또한 Pb, Ni과 Zn도 각각 1.5, 2, 2배 정도의 우려기준을 초과하는 농도값을 나타내었다. Column test(지름 8cm, 높이 24cm)를 통하여 폐금속광산 주변에서 용출되는 중금속, pH, TDS을 알아보고, 소석회(0%, 5%) 통한 안정화 효율성에 대한 연구를 수행하였다. 유속 0.9ml/min의 속도로 인공강우를 주입하여 60일간 중금속의 제거효율을 알아보았다.

## 2-1. 칼럼실험 방법

- ① 광미를 자연 건조하여 sieving(10mesh이하)하였다.
- ② 혼합에 따른 용출의 양을 비교하였다. 광미 1kg에  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 의 비율을 0%, 5% 첨가하여 인공강우 pH=5.6인 조건에서 column test를 실시하였다.
- ③ 입도에 따른 제거효율을 비교하였다. pH=5.6,  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  5%의 동일조건에서  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  10mesh와 100mesh를 사용할 경우, 각각의 효율성을 비교하였다.
- ④  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  100mesh, 10mesh를 하부에 설치하여 위치에 따른 효율성을 비교하였다.
- ⑤ 유속을 2배 증가시킬 경우 효율성을 비교하였다.
- ⑥ 시간별로 pH(Thermo Orion 250)와 총용존고형물량(TDS, Thermo Orion 115A+)을 측정하였으며, 샘플 60ml를 채취하여 농질산을 첨가한 후 4°C 냉장보관 하였다.

## 2-2. 실험 결과

일정한 간격으로 채취한 샘플은 ICP-AES를 이용하여 분석하였다.  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 를 넣지 않은 광미의 용출율과 비교해본 결과 pH=5.6  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  5% 첨가한 경우 제거효율이 좋았으며, 입도, 위치, 유속별로 실험한 결과 전체적으로 감소하는 경향을 보였으며, 원소마다 약간의 차이는 있지만 column를 통과시킨 양이 늘어날수록 대부분의 원소들이 95%이상 제거효율을 나타내었다(Fig. 1).



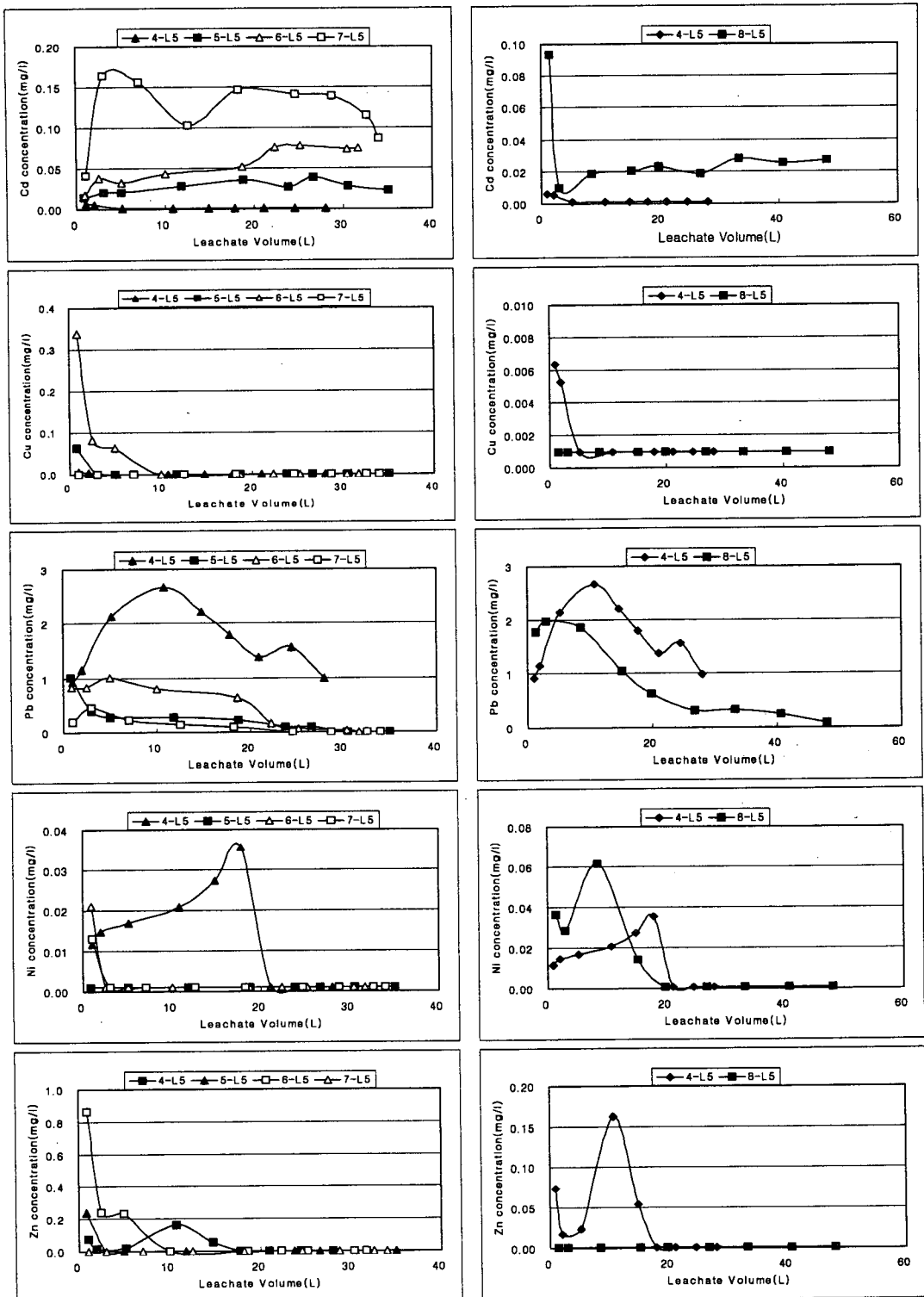


Fig. 1 Variation of pH, TDS and element concentrations of tailings from the Samkwang mine  
 4-L5 : -100mesh  $\text{Ca(OH)}_2$  5% mixing with tailings, flow rate = 0.9ml/min  
 5-L5 : -100mesh  $\text{Ca(OH)}_2$  5% filling in the bottom of column, flow rate = 0.9ml/min  
 6-L5 : -10mesh  $\text{Ca(OH)}_2$  5% mixing with tailings, flow rate = 0.9ml/min  
 7-L5 : -10mesh  $\text{Ca(OH)}_2$  5% filling in the bottom of column, flow rate = 0.9ml/min  
 8-L5 : -100mesh  $\text{Ca(OH)}_2$  5% mixing with tailings, flow rate = 1.8ml/min

### 3. 결론

본 연구에서는 Column test를 통한 현장적용 가능성을 연구하였으며, 연구결과는 다음과 같다.

(1) pH 5.6, Ca(OH)<sub>2</sub> 5%의 동일조건에서 Ca(OH)<sub>2</sub>의 입도별 용출율을 비교해 본 결과 원소마다 차이는 있지만 위치에 따른 안정화 효율성은 Ca(OH)<sub>2</sub> 100mesh, 10mesh를 하부에 위치한 경우 큰 효율성의 차이 없이 비슷한 경향을 나타냈으며, Ca(OH)<sub>2</sub> 100mesh를 혼합한 경우와 비교한 결과 초기 농도의 차이는 있지만 전체적으로 비슷한 효율성을 나타내었다. 또한 Ca(OH)<sub>2</sub> 5%를 하부에 첨가하거나 광미와 혼합 경우 안정화 효율성의 차이가 없으며, 경제성을 고려한다면 하부에 설치하는 방법이 효율적일 것으로 판단된다.

(2) 10mesh의 Ca(OH)<sub>2</sub>를 첨가한 경우, 대부분의 As와 중금속은 안정화 효율이 낮았으나 100mesh 입도의 Ca(OH)<sub>2</sub>는 높은 안정화 효율을 보였다.

(3) 유속을 2배로 증가시킨 경우 대부분의 원소에서 분당 0.9ml 유속일 때 보다는 높은 안정화 효율을 보였으나 As, Cd의 경우에는 분당 0.9ml 유속일 때와 비슷한 제거효율을 보였다. 결론적으로 유속을 2배로 하는 방법은 일부 중금속에 있어서 충분한 반응이 일어나 효율성이 있는 것으로 판단된다.

(4) 광미에 함유된 As와 중금속의 안정화를 위한 최적의 조건은 광미량의 5%에 해당하는 소석회(<100mesh)를 광미장 상부에 균등살포 하는 것이 가장 적합한 방법으로 판단된다.

### 4. 사사

이 연구는 한국환경기술진흥원(과제번호 20050000000000-S0-0-004-0-0-2005)의 지원으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

### 5. 참고문헌

- 1) 민경원, 이필호, 진호일, 연구석, 1999, 폴리머 시멘트 모르타용 골재로서 금속광산 폐광미의 활용 연구, 자원환경지질, vol. 32, p.13-18
- 2) 이민희, 이예선, 송나인, 2005, 소석회와 탄산칼슘을 이용한 매립장 주변 중금속오염 지하수 정화, 자원환경지질, vol. 38, p273-283
- 3) 이예선, 박인선, 2004, 생석회를 이용한 중금속 오염토양 안정화 효율실험, 한국지하수 토양환경학회지, p342-345
- 4) 지한구, 2005, Column test를 통한 중금속 저감효율 및 고형화/안정화 적용가능성 방안 연구, 세명대학교 대학원 석사학위 논문, p21-23
- 5) 정의재, 2001, 폐금속광산 광미의 불용화, 서강대학교 대학원 박사학위 논문, 199p.