

인산염을 이용한 Cu 오염토양의 고정화 특성 연구 (I)

이의상, 성호영, 김지영, 이주광*
상명대학교 토목환경공학부
*한국도로공사 도로교통기술원
e-mail : euisang@smu.ac.kr

Immobilization Characteristics of Copper Contaminated Soil Using Phosphate(I)

Eui-Sang Lee, Ho-Young Sung, Ji-Young Kim, Ju-Goang Lee*
Division of Civil and Environmental Engineering, Sangmyung University
*Highway & Transportation Technology Institute, Korea Highway Co.

요 약

인산염을 이용한 구리 고정화 실험의 토양적용가능성을 평가하고자 액상반응실험과 고정화물의 재용출 실험을 수행하였다. 액상반응실험 결과 인산염과 알칼리제 1mole을 넣은 반응에서 99.9%의 구리재용출효율을 보였고 구리의 재용출 농도는 0.64mg/L로 초기농도인 1000mg/L보다 현저히 낮은 값을 나타내었다.

1. 서론

산업발달과 성장에 따라 여러 가지 환경문제가 대두되어지고 있으며, 그 중에서도 특히 공장지역이나 광산 주변지역의 중금속으로 인한 토양오염문제가 심각한 실정이다. 토양을 오염시키는 물질로는 유기물, 무기염류, 중금속, 합성화합물 등이 있는데, 이중 중금속은 난분해성으로 치명적인 독성을 지니고 있으며 이에 의한 오염은 단순 토양오염에 그치는 것이 아니라 수계로 이동하여 지하수와 지표수까지 오염시키고 동식물, 그리고 인간에게까지 악영향을 줌으로 중금속 독성에 대한 우려가 점차 증가되고 있는 추세이다. 우리나라에서 문제시 되고 있는 중금속에는 카드뮴, 구리, 비소, 수은, 납, 6가 크롬 등이 있으며, 이들에 의한 토양오염은 광범위한 범위에서 이루어지고 있어 중금속 오염토양에 대한 복원기술 확보가 시급한 실정이다. 특히, 이러한 중금속 중 구리는 제련, 가공, 화합물제조 등의 공장주변부지, 사격장, 철도차량 정비장, 군 폐탄약 처리장 등의 넓은 범위에서 발생되며 그 독성이 강해 처리가 시급하다. 구리의 독성은 식물에게 영향을 미쳐 씨앗의 발

아를 방해하며 병충해에 대한 저항력을 감소시키고, 인간에게 또한 다양한 질병을 유발한다. 구리는 인체에 꼭 필요한 필수원소이지만 과다축적 시 빈혈, 설사 등의 질병을 발생시키고, 중독 시에는 신경증, 자폐증, 중추신경장애, 구토, 간세포 손상, 혼수, 혈관질환 등을 일으킨다. 특히 황산구리($CuSO_4$)의 경우 체내흡수 시 5~6시간 내에 순환계장애로 사망하게 된다.

중금속으로 오염된 토양을 복원하는 방법으로는 토양세척기술, 식물정화법, 고형화/안정화 방법으로 크게 세 가지로 나눌 수 있는데 이들 방법은 대체적으로 비용이 많이 들고 오랜 시간이 걸리며 오염토양의 재사용이 용이하지 않다는 문제점을 지니고 있다. 최근 이러한 문제점을 해결하기 위한 방법으로 수용성 인산염을 이용한 복원방법이 거론되고 있으며, 이 방법은 중금속 오염토양에 수용성인산염을 첨가하면 안정한 불용성화합물이 만들어져 단시간에 중금속 용출을 저하시킬 수 있을 뿐 아니라 토양내의 여러 조건에서 고정화가 쉽게 이루어져 중금속의 이동성을 현저히 감소시킬 수 있다고 보고되고 있다.

따라서 본 연구의 목적은 우리나라에서 문제시 되고 있는 중금속 중 구리를 인산염과 반응시키는 액상반응실험을 통해 구리오염토양에서의 적용가능성을 평가하고자 하는 것이다.

2. 실험재료 및 방법

2.1 실험재료

본 연구에 사용된 시료는 구리 오염원으로 Copper (II) Nitrate Trihydrate($Cu(NO_3)_2 \cdot 3H_2O$), 인산염 공급원으로 Potassium Phosphate(KH_2PO_4)를 사용하여 실험을 수행하였다.

2.2 액상반응실험

반응조건(투입 몰비, 알칼리제 농도)에 따른 구리 제거효율을 알아보기 위해 100mL 시험관에 증류수를 사용해 구리 1000mg/L의 농도로 오염시킨 용액 20mL를 넣고 조건에 따라 인산염과 알칼리제를 투입한 후, Vortex Miter로 충분히 혼합하여 상온에서 10분간 반응시켜 고정화 액상반응실험을 실시하였다.

2.3 중금속 분석

반응이 완료된 용액을 GF/C 여과지로 여과 후, 여과된 용액은 원자흡광광도계(Spectra 220, Varian)를 사용하여 구리를 분석하였으며, 반응 후 생성된 화합물이 안정적인지를 평가하기 위해 여과 시 걸러진 고정화 반응물의 재용출 실험도 진행되었다. 재용출 실험은 토양오염공정시험법에 제시된 방법으로 분석용 시료를 취하여 100ml 삼각플라스크에 0.1N HCl 용액과 1:5비율로 넣어 100rpm, 1시간 진탕 후, GF/C 여과지로 여과 후 원자흡광광도계를 사용하여 구리를 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

고정화 반응조건에 따른 구리 제거효율을 측정하기 위해 초기 구리의 농도를 1000mg/L로 오염시킨 용액에 인산염과 알칼리제를 반응시켜 실험을 진행하였다.

구리의 농도를 1000mg/L로 하고 반응 몰비에 따른 액상고정화 실험을 실시한 결과 [그림 1]에서 보여지는 것과 같이 투입 몰비에 관계없이 99%이상의 높은 고정화 제거효율을 보였으며, 특히 1몰로 반응

시켰을 경우 99.9%의 매우 높은 고정화 제거효율을 나타내었다.

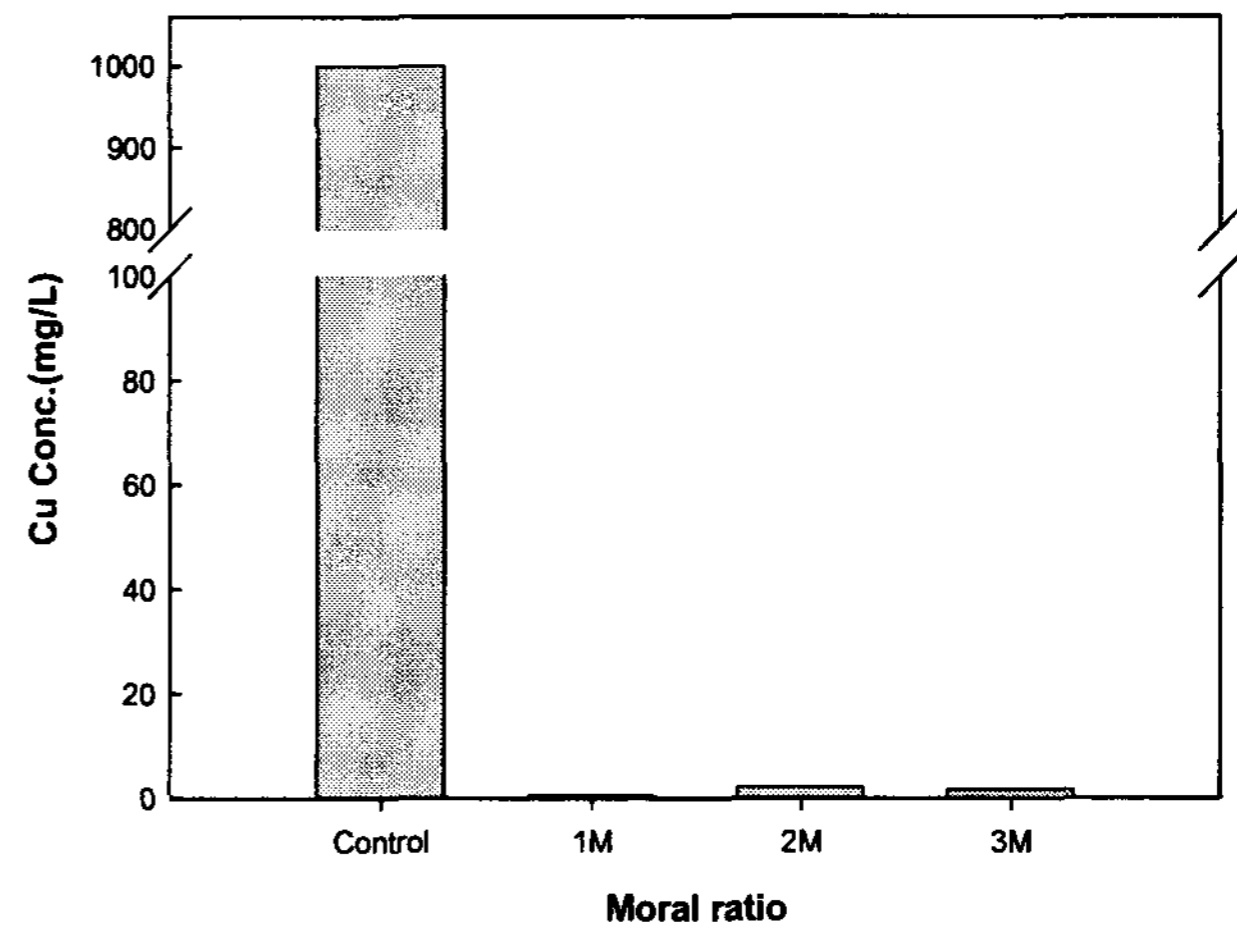


그림 1. 투입 몰비에 따른 잔류 구리의 농도변화

알칼리용액의 농도에 따른 처리 효율을 알아보기 위한 실험에서는 최적 투입 몰비인 1몰의 액상인산염에 알칼리제의 농도를 변화시켜 반응시킨 결과 [표 1]과 같이 나타났다. [표 1]에서는 알칼리제의 농도가 증가할수록 반응이 보다 더 잘 이루어져 잔류 구리의 농도가 다소 감소하는 것으로 나타났지만 큰 영향은 없는 것으로 보여진다.

표 1. 알칼리제 농도에 따른 잔류 Cu의 농도

Cu : P : A	잔류 Cu 농도(mg/L)
1 : 1 : 1	0.55
1 : 1 : 3	0.12
1 : 1 : 6	0.08

반응 후 생성된 고정화물의 안정성 분석을 위해 필터에 걸러진 고정화물을 재용출한 결과, 구리의 농도가 0.64mg/L로 나타났으며, 이는 초기농도인 1000mg/L에 비해 현저히 작은 값으로 생성된 고정화물이 안정한 상태임을 보여주는 결과로 판단된다.

4. 결론

액상반응실험 결과를 인산염을 1mole로 반응시키는 것이 가장 높은 고정화 제거효율을 보이는 것을 알 수 있었으며, 알칼리제의 농도가 높아질수록 반응효율이 좋아지는 것으로 나타났다. 또한 재용출

실험결과를 통해 인산염과 구리의 결합으로 생성된 이 고정화물이 안정한 것으로 나타나 오염토양에 대한 실험은 아직 이루어지지 않았지만 실제로 구리 오염토양에 적용해도 가능 할 것으로 판단된다.

참고문헌

- [1] Y.M. Wang, T.C. Chen, K.J. Yeh, M.F. Shue, "Stabilization of an elevated heavy metal contaminated site", pp. 63~74, 2001.
- [2] Chen, X, J. V. Wright, J. L. Conca and L. M. Peurrung, "Evaluation of Heavy Metal Remediation Using Mineral Apatite", Water, Air, and Soil Pollution, Vol. 98, 57-78, 1997.
- [3] 환경부, "토양오염공정시험방법", 2002.