

인산염을 이용한 Cu 오염토양의 고정화 특성 연구 (Ⅱ)

이의상*, 김지영*

*상명대학교 토목환경공학부

e-mail : euisang@smu.ac.kr

Immobilization Characteristics of Copper Contaminated Soil Using Phosphate(Ⅱ)

Eui-Sang Lee*, Ji-Young Kim*

*Division of Civil and Environmental Engineering, Sangmyung University

요 약

본 연구는 오염토양 내 구리를 효과적으로 고정화시키는 조건을 찾고자 고정화제의 주입농도를 변화시켜가며 실험을 진행하였으며, 실험결과 고정화제의 주입농도가 높을수록 구리제거효율도 높아지는 것으로 나타났으며 3mole의 인산염을 주입했을 때 98%이상의 높은 제거효율을 보였다. 또한 잔류인의 농도를 낮추고 고정화반응을 촉진시키기 위해 알칼리제를 투입하였을 때, 알칼리제의 농도가 높을수록 구리오염 농도와 잔류인의 농도가 더욱 낮아짐을 알 수 있었다.

1. 서론

경제성장과 다양한 산업발달로 환경오염이 심각해짐에 따라 이에 대한 대책이 큰 관심사로 대두되고 있다. 환경오염은 크게 수질, 대기, 토양오염으로 분류할 수 있으며 이중 토양오염은 유동성이 적고 육안으로 판별하기 어려워 오염에 대한 심각성이 상대적으로 낮은 실정이다. 토양을 오염시키는 물질로는 유해유기물과 중금속 등이 있으며 이중 중금속은 난분해성으로 치명적인 독성을 지녔으며 이에 따른 오염은 장기적으로 진행되기 때문에 오염의 심각성이 다른 환경오염에 비해 가시적으로 잘 나타나지 않는다. 토양 내 존재하는 중금속은 먹이연쇄나 지하수 이동 등을 통해 동·식물에게서부터 인간에게까지 축적되어 신경장애 및 만성빈혈, 요통 등을 일으키며 그 정도가 심한 경우 사망에까지 이르게 하는 유해한 오염물질로 작용한다. 이와 같이 유해한 영향을 미치는 중금속에는 As, Cd, Cu, Pb, Ni, Zn 등이 있으며 이 중 구리는 제련, 가공, 화합물제조 공정 등이 이루어지는 공장주변부지, 사격장, 철도차량 정비소, 폐 탄약 처리장 등의 넓은 범위에서 발생된다. 구리는 식물에게 해로운 영향을 끼쳐 씨앗의 발아를

방해하고 병충해에 대한 저항력을 감소시키며 동물에게까지 다양한 질병을 일으킨다. 또한 구리는 인간에게도 악영향을 미쳐 과다축적 시 빈혈, 설사 등의 질병을 유발하고, 중독 시에는 신경증, 자폐증, 중추신경장애, 구토, 간세포 손상, 혼수, 혈관질환 등을 일으키며 황산구리(CuSO₄)의 경우 체내흡수 시 5~6시간 내에 순환계장으로 사망에까지 이르게 된다.

일반적으로 중금속오염토양을 복원하는 기술로는 크게 토양세척기술, 식물정화법, 고정화/안정화를 들 수 있으며 이와 같은 기술은 대체적으로 비용이 많이 들고 처리기간이 길며 복원토양의 재사용이 어렵다는 문제점을 지니고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위한 방법으로 최근 수용성 인산염을 이용한 복원방법이 대두되고 있으며, 이 방법은 중금속 오염토양에 수용성인산염을 첨가하면 안정한 불용성화합물이 만들어져 단시간에 중금속 용출을 급격히 저하시킬 수 있다고 보고되고 있다.

따라서 본 연구는 오염토양 내 구리를 효과적으로 고정화시키는 것을 목적으로 고정화제의 주입량을 달리하여 최적의 조건의 도출하고자 실험을 진행하

였다.

2. 실험재료 및 방법

2.1 실험재료

본 연구를 위해 구리 오염원으로 Copper(II) Nitrate Trihydrate($\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$), 인산염 공급원으로 Potassium Phosphate(KH_2PO_4)를 시료로 사용하였다.

2.2 구리오염토양제조

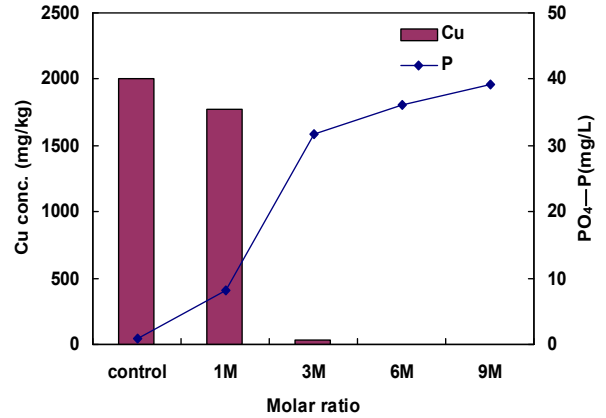
상명대학교 인근 야산의 오염되지 않은 토양을 채취하여 토양오염공정시험법에 따라 풍건 후 균일화시킨 토양에 Copper(II) Nitrate Trihydrate($\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$)를 사용하여 구리농도가 2000mg/kg이 되도록 준비하였다.

2.3 실험방법

효과적인 구리 고정화 방법을 찾고자 인과 알칼리제의 주입 농도를 변화시켜가며 실험을 진행하였다. 준비된 구리오염토양에 인산염과 알칼리제를 차례로 주입하여 반응시킨 후, 반응이 끝난 토양을 토양오염공정시험법에 따라 100mL 삼각플라스크에 담고 0.1N 염산용액 50mL을 넣어 항온수평진탕기(100rpm, 진폭 10cm, 30°C)를 사용해 1시간 진탕한 다음 5B여지로 여과하였다. 전처리한 여액은 원자흡광광도계를 사용하여 구리를 분석하였다. 또한 고정화 반응이 일어난 후의 잔류인 농도를 알아보기 위해 토양오염공정시험법에 따라 토양 10g을 증류수 400mL와 혼합하여 교반(100rpm, 25°C, 1hr)한 다음 여과하여 아스코르빈산 환원법에 의해 인을 측정하였다.

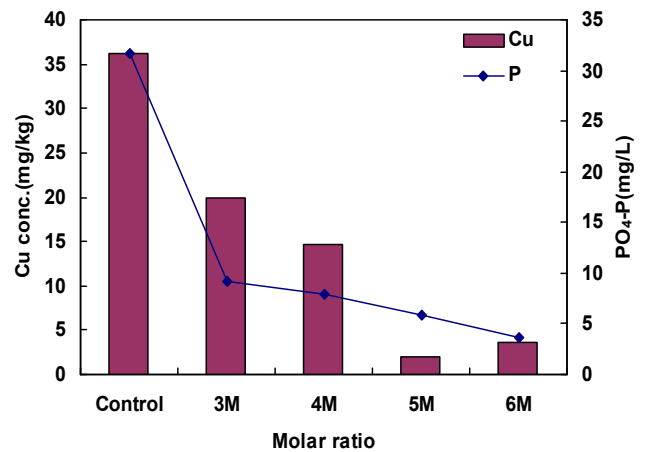
3. 결과 및 고찰

구리 고정화를 위한 고정화제의 적정량을 알아보고자 인산염의 주입농도를 변화시켜가며 실험을 진행하였으며 그 결과를 [그림 1]에 나타내었다. [그림 1]은 구리와 잔류 인의 농도변화를 나타낸 것으로 인산염의 농도가 증가할수록 구리의 농도는 감소하는데 반해 인의 농도는 증가하는 경향을 보였으며 인산염을 3mole 이상 주입했을 때 98%이상의 높은 구리 제거효율을 나타냈다. 이에 따라 구리를 효과적으로 고정화시키기 위한 인산염의 농도는 구리 제거효율과 잔류인의 농도를 고려하여 3mole이 적당하다고 판단된다.



[그림 1] 고정화제 주입량에 따른 구리와 잔류 인의 농도 변화

구리의 고정화반응을 촉진시키고 고정화제에 의해 발생할 수 있는 잔류 인에 의한 2차 오염을 예방하고자 알칼리제를 주입하였으며, 이의 적정량을 알아보기 위해 인산염의 농도는 위의 결과에 따라 3mole로 고정하고 알칼리제의 주입 물농도를 변화시켜가며 실험을 진행하였다. 그 결과 알칼리제를 주입하지 않았을 때 31.66mg/L에서 알칼리제를 주입했을 때 9.24~3.71mg/L로 알칼리제의 농도가 높아질수록 잔류인의 농도는 현저히 감소하는 경향을 보였다. 또한 알칼리제를 주입함으로써 구리의 양도 함께 감소하여 99%이상의 높은 제거효율을 나타냈다.



[그림 2] 알칼리제 주입량에 따른 구리와 잔류인의 농도 변화

4. 결론

효과적인 구리 고정화를 위한 실험을 진행한 결과 고정화제인 인산염의 농도가 증가할수록 잔류구리의 농도는 감소하는 것을 알 수 있었다. 또한 인산염의

농도가 증가함에 따라 2차 오염이 염려되는 잔류인은 알칼리제에 의해 농도를 낮출 수 있는 것으로 나타났다으며 구리고정화반응도 가속화되어 99%이상의 구리가 제거되었다.

참고문헌

- [1] 한국지하수토양학회, “토양환경공학”, 2001.
- [2] Y.M. Wang, T.C. Chen, K.J. Yeh, M.F. Shue, “Stabilization of an elevated heavy metal contaminated site”, pp. 63~74, 2001.
- [3] 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.
- [4] 환경부, “토양오염 공정시험방법”, 2002.