

비소·납 복합오염토양의 고정화제 적정비율 투입에 관한 연구

이의상*, 이경찬*

*상명대학교 토목환경공학부

e-mail : euisang@smu.ac.kr

A Study on Input Ratio of Immobilizing Agents in Arsenic and Lead Contaminated Soil

Eui-Sang Lee*, Kyoung-Chan Lee*

*Division of Civil and Environmental Engineering, Sangmyung University

요 약

비소와 납으로 동시에 오염된 복합오염토양 내 중금속을 고정화제(비소응집제, 인산염인)를 이용하여 불용화하고자 하였다. 고정화제를 무게비율로 각각 투입하였을 때, 비소응집제와 인산염인을 0.2wt%로 동시에 첨가한 결과가 가장 높은 고정화율을 보였다.

1. 서 론

광산지역에 대한 환경오염문제가 1995년도에 가학 광산을 시작으로 제기되었지만 아직까지 대부분의 광산에서 토목공사를 활용한 단순 복토법을 적용하여 광미를 처리하고 있는 실정이다. 이는 근본적인 처리기술이 아니기 때문에 광미에 의한 중금속 오염이 인체 및 동식물에 심각한 피해를 입힐 수 있어 우리나라 실정에 맞는 광산폐기물 처리기술의 개발이 시급히 요구되고 있다.

중금속으로 오염된 토양을 복원하는 기술에는 크게는 중금속으로 오염된 토양으로부터 중금속을 분리, 제거하는 방법과 중금속 오염토양 자체의 용출을 억제하는 방법으로 대별할 수가 있다. 이를 좀더 세분화 시키면 토양세척기술, 식물정화법, 고형화/안정화로 나눌 수 있으며 토양세척기술(soil washing)의 경우 오염지역 전체 혹은 일부를 굴착하여 지상에 있는 반응기에 적당한 추출용액을 혼합하여 오염물질을 제거하는 방법이며, 식물정화법(phytoremediation)은 식물을 이용하여 중금속으로 오염된 토양에서 오염물질을 흡수, 축적하는 기술이다. 세 번째 기술인 고형화/안정화 기술은 다양한

무기 및 유기성 물질을 이용하여 오염토양의 물리·화학적 특성을 변화시켜 중금속의 이동특성을 감소시키는 기술이다. 하지만 기존의 이러한 기술들은 세척용액에 의해 2차 오염이 발생하며 경제적인 면에서도 많은 처리비용이 소요되고 장기간의 처리기간을 요구하며 복원부지의 재사용 등이 어려운 문제점을 지니고 있다. 이에 반해 최근에 많은 연구가 진행되어지고 있는 수용성 인산염을 이용한 고정화/안정화 기술은 인산염이 오염토양 내 중금속과 매우 안정한 불용성 화합물을 형성시켜 중금속 용출을 크게 저하시킬 수 있는 방법이며 인을 포함한 인회석의 경우 중금속 오염토양의 중금속 용출을 크게 저하시킬 수 있다고 보고되고 있다^[1~2].

따라서 고정화제를 적정비율로 투입하여 비소·납 복합오염토양 내 중금속을 효과적으로 고정화시키고자 함이 이 연구의 목적이다.

2. 실험재료 및 방법

2.1 비소·납 복합인공오염토양 제조

야산의 오염되지 않은 토양을 토양오염공정시험법에 따라 시료를 분쇄하고 혼합하여 제조하였으며 비

오염토양의 물리·화학적 특성은 표 1에 나타내었다^[3]. 비소와 납으로 오염된 인공오염토양은 각각 $\text{Na}_2\text{HAsO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (JUNSEI, Japan)와 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ (JUNSEI, Japan)으로 오염시켜 준비하였다. 비소와 납은 액상에서 반응하여 비산납(FeAsO_4)을 형성하기 때문에 각각 오염된 토양을 고상 상태로 혼합하여 비소·납 복합오염토양을 만들었다.

표 1. 비오염토양의 물리·화학적 특성

시험 항목	시험 결과
Soil pH	6.18
Organic Matter Contents(%)	0.7
CEC(cmol/kg)	11.34
Soil Classification	Loamy Sand
Sand(%)	83.64
Silt(%)	6.64
Clay(%)	9.72
Exchangeable Base(mg/kg)	
Ca	0.74
K	0.12
Mg	0.31
Na	-

2.2 실험방법

증류수에 비소용집제($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$)와 인산염인(KH_2PO_4)을 차례로 녹인 후 비소·납 복합오염토양에 주입하여 고정화 반응을 실시하였다. 반응이 완료된 토양은 토양오염공정시험법에 따라 100mL 삼각플라스크에 염산용액 50mL를 넣은 후 항온수평진탕기를 사용하여 1시간동안 진탕한 다음 거름종이로 여과하였다. 전처리한 시료는 원자흡광광도계(SpectrAA 220, Varian)를 사용하여 비소를 분석하였다.

3. 결과 및 고찰

비소 1000 mg/kg, 납 2400 mg/kg으로 오염시킨 비소·납 복합오염토양에 (1) 비소용집제(Fe로 표

시)와 알칼리용액(A), (2) 액상인산염(P로 표시)과 알칼리용액, (3) 비소용집제, 액상인산염, 알칼리용액을 순차적으로 반응시켜 비소·납 고정화 실험을 수행하였고, 그 결과를 그림 1~4에 나타내었다. 미반응토 비소와 납의 용출농도는 각각 690mg/kg, 1896 mg/kg으로 측정되었으며 비소용집제와 인산염을 각각 토양 대비 0.2wt%로 주입한 경우 비소는 42%, 납은 99%이상의 높은 고정화효율을 보여주었다.

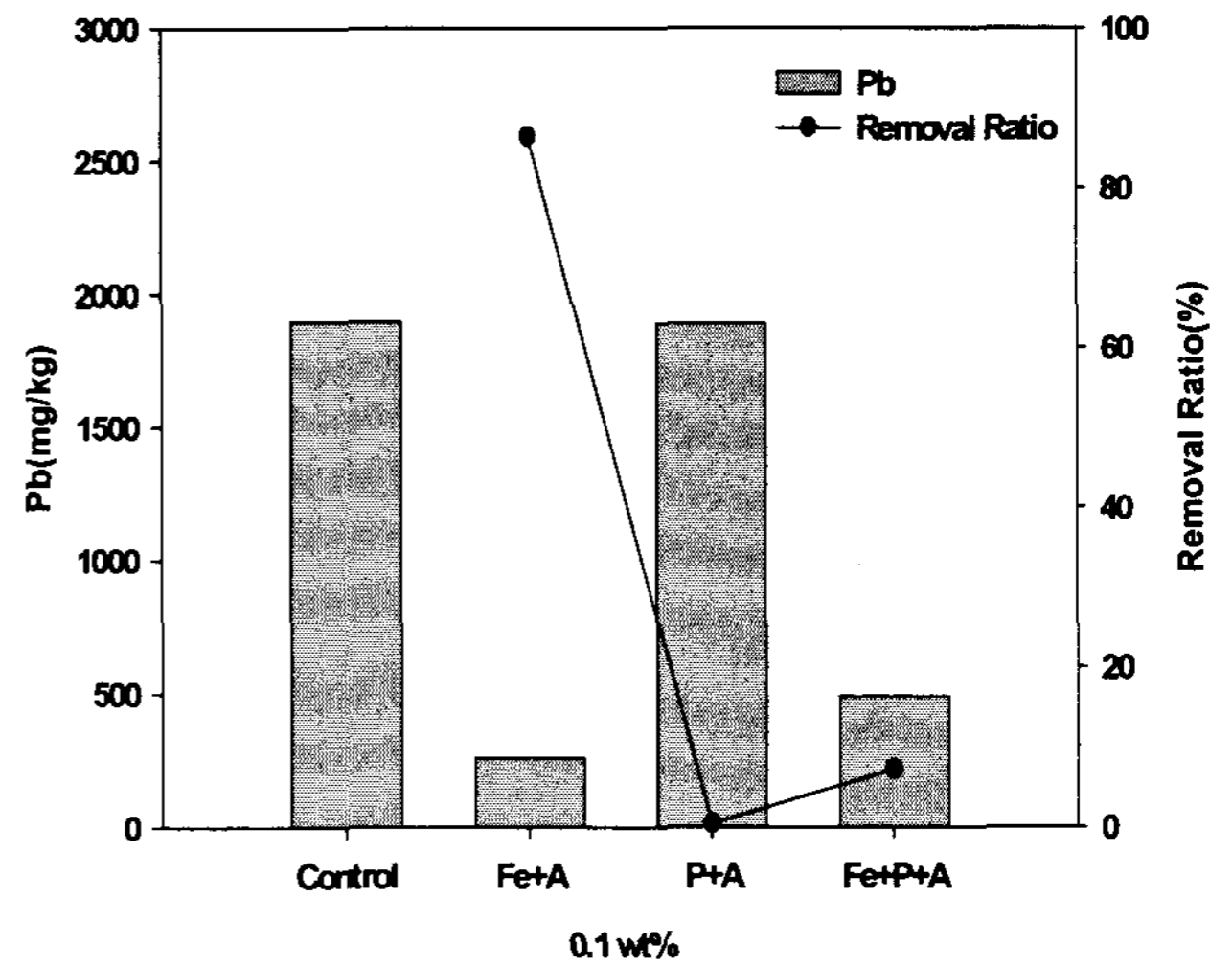


그림 1. 질량비(0.1wt%)에 따른 고정화제 투입 후 잔류하는 납의 농도변화

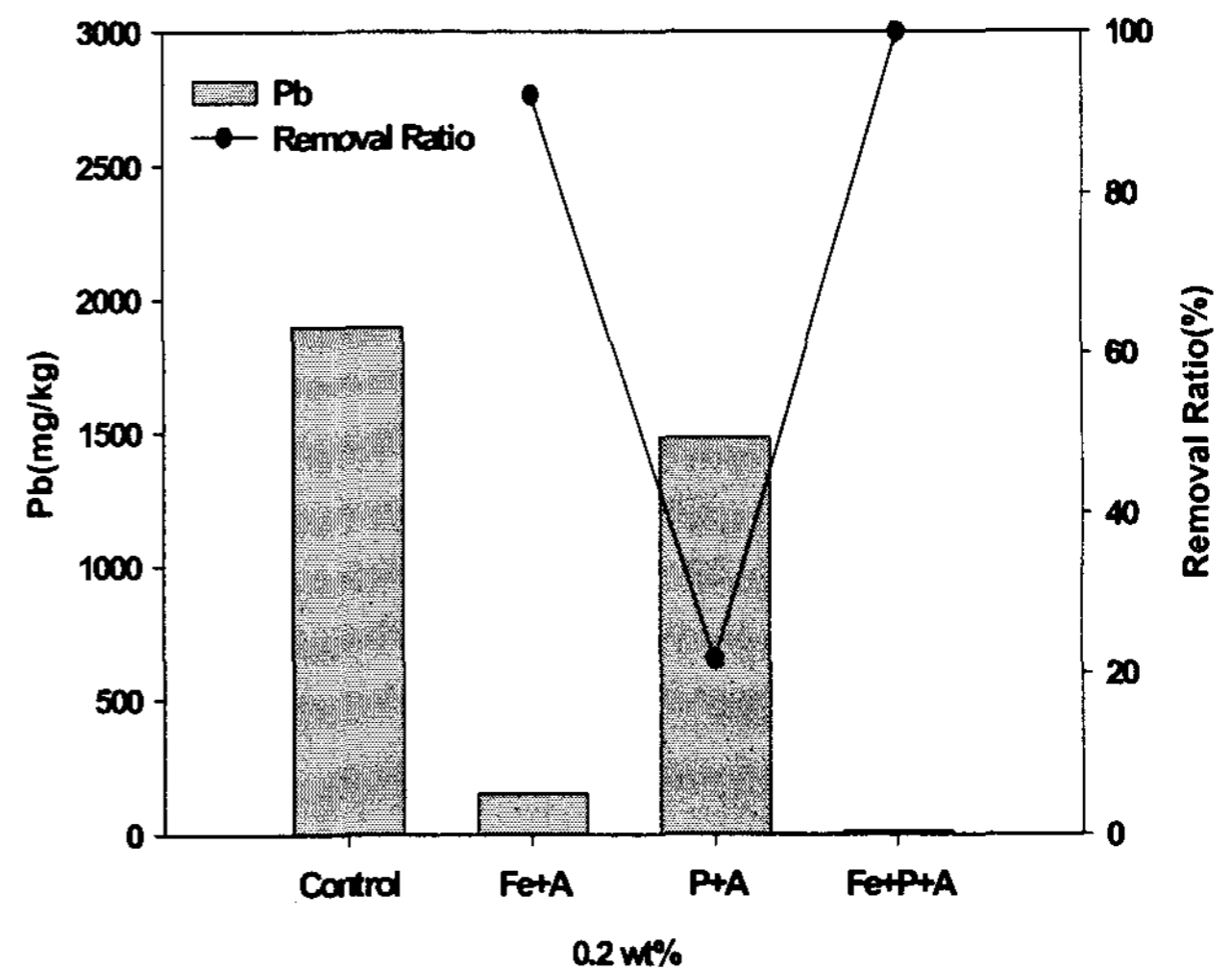


그림 2. 질량비(0.2wt%)에 따른 고정화제 투입 후 잔류하는 납의 농도변화

참고문헌

- [1] Hester, R. E. and R. M. Harrison, "Contaminated Land and Its Reclamation", The Royal Society of Chemistry, 91-101, 1997.
- [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, "토양오염공정시험법", 2002.

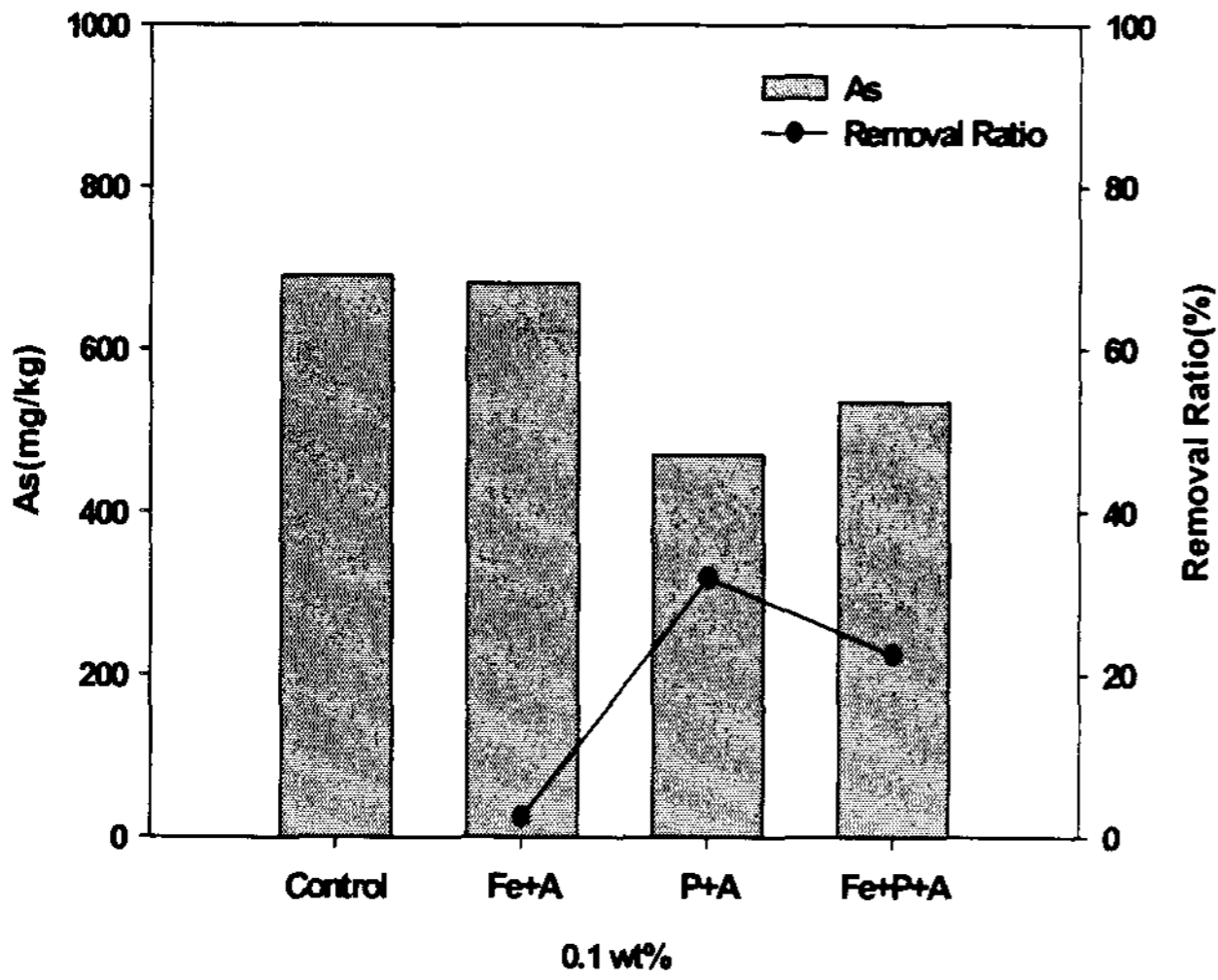


그림 3. 질량비(0.1wt%)에 따른 고정화제 투입 후 잔류하는 비소의 농도변화

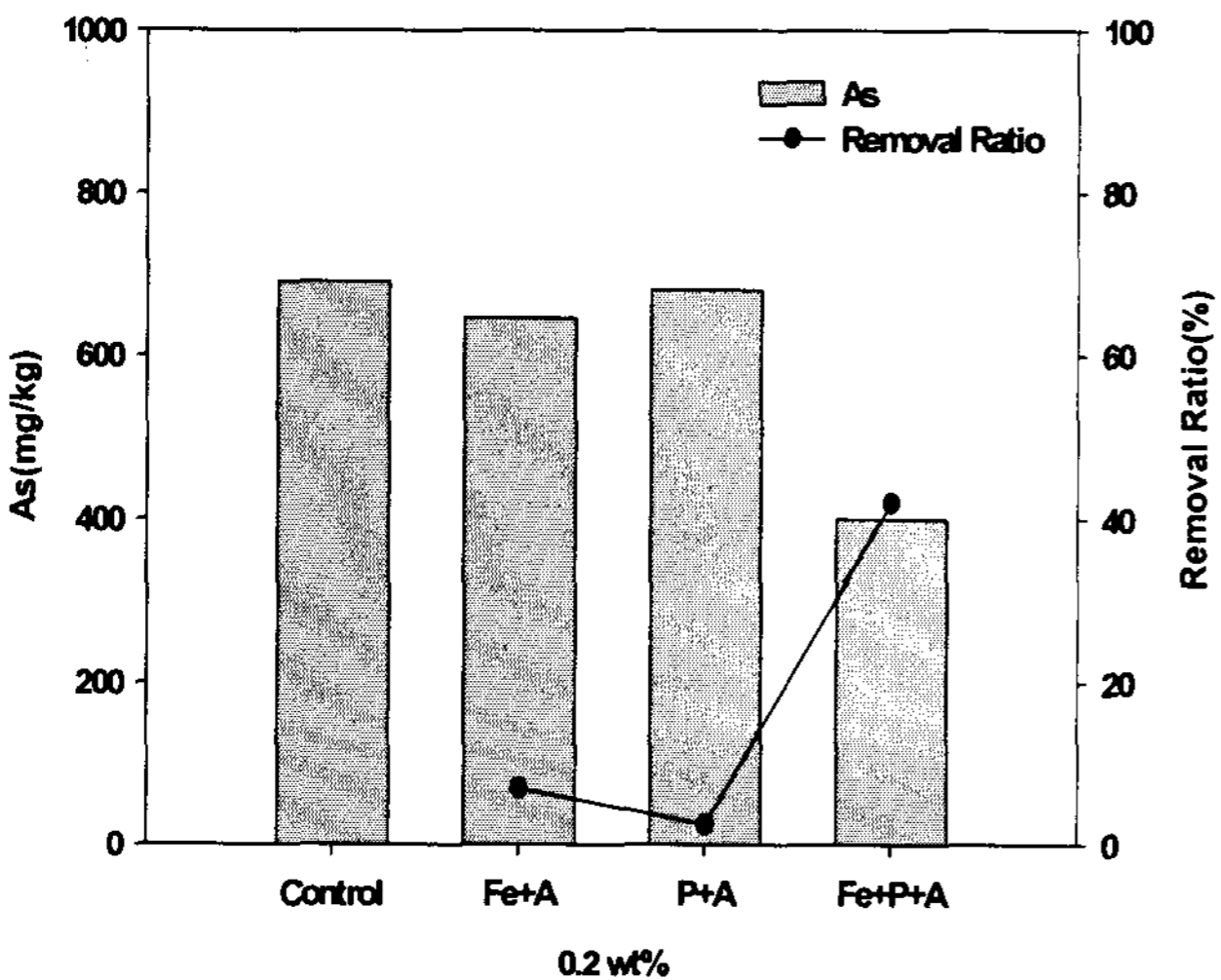


그림 4. 질량비(0.2wt%)에 따른 고정화제 투입 후 잔류하는 비소의 농도변화

4. 결론

비소와 납으로 오염된 복합오염토양에 비소응집제와 인산염으로 고정화 실험을 수행한 결과, 고정화제를 각각 오염토양 대비 0.2wt%로 투입하였을 때 제거효율이 높은 것으로 나타났다. 비소 제거효율이 상대적으로 낮은 것으로 나타나 비소 고정화효율을 더욱 높일 수 있는 추가 연구가 필요한 것으로 사료된다.