

서성광산 경작토의 중금속 존재형태

신영식, 이평구, 최상훈*, 신성천

한국지질자원연구원 지질환경재해연구부 환경재해연구실, *충북대학교 지구환경과학과
(geologyman@empal.com)

<요약문>

일반적으로 폐광산 지역에 방치되어 있는 광미와 오염토양에 함유된 중금속원소는 자연 상태에서 물리·화학적 환경의 변화에 따라 자연정화 되거나, 또는 재용출되어 점 또는 비점오염원으로의 역할을 하기 때문에 광미와 오염된 토양에 존재하는 중금속의 존재형태를 규명 또는 예측하는 것은 매우 중요하다. 이에 따른 중금속의 오염평가와 존재형태를 규명하기 위해 서성 연·아연 폐광산 주변 경작토를 대상으로 Tessier et al. (1979)가 제시한 연속추출을 실시하였다. 그 결과는 As와 Cr이 잔류형태가 우세하여 안정한 상태로 존재하는 것으로 평가되었으며, 이에 반하여 Zn, Pb, Cu, Cd, Ni 및 Mn 등은 상대적으로 존재형태가 불안정한 것으로 평가 되었다. 특히, As는 모두가 잔류형태로만 존재하는 것이 확인되어 As의 오염이 야기되지 않는 것으로 밝혀졌다.

key word : 서성광산, 경작토, 중금속 오염, 존재형태, 연속추출

1. 서론

물리·화학적 환경요소의 변화에 기인하는 중금속 오염은 존재형태에 따라 인접 경작토에 위해물질로 작용하여 작물 및 주변 생태계에 영향을 초래 할 수 있다. 따라서 중금속 오염평가와 존재형태를 규명은 인간생활에 있어서 매우 중요하기 때문에 Tessier et al. (1979)¹⁾가 제안한 연속추출방법을 이용해 서성 연·아연 폐광산 주변 경작토를 대상으로 중금속의 오염수준을 평가하고 존재형태규명을 통한 기준을 작성하고자 하였다. 이 연구결과는 광산지역 주변 농경지에서 재배되고 있는 작물의 경작토에 대한 절대적 지표의 기본토대에 기여될 것이다.

2. 시료채취 및 실험

서성연·아연 광산의 광미장으로 사용되다 최근 경작지로 개간되어 사용되는 부지에서 실험 대상시료를 결정하였으며, 시료채취는 광미의 존재 심도를 알아보기 위해 등 간격으로 격자를 나누어 채취지점을 결정하였다. Hand-Auger($\theta=5\text{cm}$, $L=30\text{cm}$)를 이용해 선정된 지점별 한 장소에서 각 10cm 단위로 구분하여 채취하였다. 실험에 사용된 시료는 채취시료 중 벼가 재배되고 있는 경작토 7개를 선택하였다.

채취된 시료 중 1g을 정량해 Tessier et al.(1979)가 제시한 연속추출법을 이용하였으며(Table 1), ICP-AES(Perkins-Elmer Optima 300XL)을 이용하여 Zn, Pb, Cd, Cu, As, Ni, Cr 및 Mn 까지 8개 원소의 존재형태를 분석하였다.

Table 1. The methodology of a sequential chemical extraction.

Fractions	Chemical Extractions
I(exchangeable)	1M MgCl ₂ (pH=7)
II(carbonate)	1M NaOAc(pH=5)
III(amorphous Fe-Mn hydroxides)	0.04M NH ₂ OH·HCl in 25%(V/V) HOAc
IV(organic matters and sulfides)	0.02M HNO ₃ + 30%(V/V) H ₂ O ₂ + 3.2M NH ₄ OAc in 20% HNO ₃
V(residuals)	HNO ₃ + HClO ₄ + 6N HCl

3. 결과

1) 서성 연 · 아연광산 경작토에서의 중금속 존재형태

경작토 내에 함유된 As는 100%가 잔류형태로 존재하여 가장 안정한 원소로 나타났으며, 그 다음으로 Cr이 fraction V에서 65% 검출되어 안정한 것으로 나타났다. Pb의 가장 우세한 존재형태는 산화철·망간형태(48.1%)이었으며, 그 다음으로 41.3%가 탄산염광물과 수반된 형태로 존재하였다. Ni, Mn 및 Zn은 산화철망간형태로 존재하는 함량이 가장 높았으며(각각 40.3%, 47.6% 및 38.4%) 그 다음으로 잔류형태로 존재하였다(각각 38.0%, 18.7% 및 27.3%). Cu는 가장 우세한 존재형태는 유기물과 수반된 형태(51.0%)이었으며, 그 다음으로 잔류형태로 존재하는 함량이 높았다(32.1%).

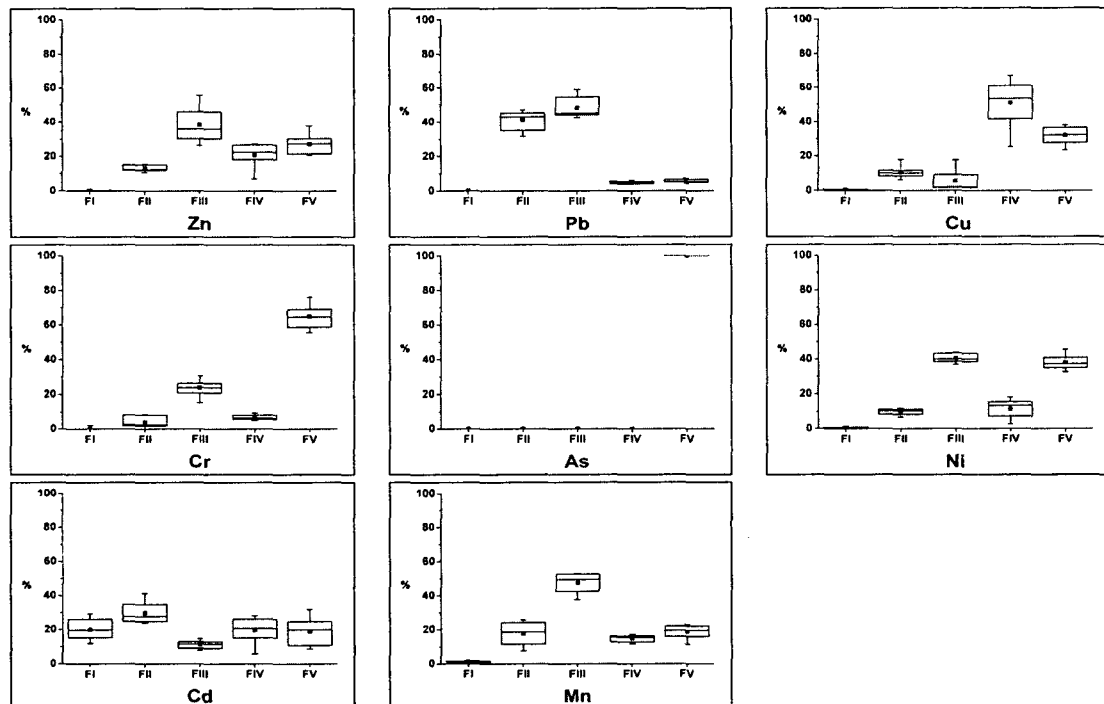


Fig. 1. The mean box-piloting of trace elements and heavy metals within different fraction(FI ~FV) in selected root(rice crop) soils from the Seosung mine.

2) 중금속의 이동성(mobility)

이번에 연구된 연속추출의 결과를 기준으로 경작지 토양의 산화/환원환경의 변화에 따라 발생할 수 있는 중금속 및 미량원소의 거동과 상대적인 유동도를 예측하고자 하였다.

중금속의 이동성은 fraction I에서 fraction IV까지의 중금속 함량평균의 합을 구하여 나타내었다.

서성연 · 아연광산의 경작토 : $Pb > Mn > Cd > Zn > Cu > Ni \gg Cr$

4. 결론

서성 연 · 아연광산의 경작토에 함유되어 있는 As와 Cr은 잔류형태가 우세한 것으로 나타나 안정한 형태로 존재하고 있는 것으로 나타났다. Cd는 양이온교환형태와 탄산염광물의 형태를 합한 함량이 높아 주변 환경에 오염확산이 가장 우려되는 원소로 평가되었다. Pb는 가장 우세한 존재형태가 탄산염광물형태로 나타나 산성비와 같은 약한 산성환경에 비교적 쉽게 용해되어 주변 환경에 오염시킬 것으로 평가되었다. Ni, Mn 및 Zn은 산화형태가 가장 우세한 존재형태로 나타나 환원환경 하에서 불안정한 원소로 나타났다.

5. 참고문헌

1. Tessier, A., Campell, P.G.C. and Bisson, M. Sequential extraction procedure for the speciation of particulate trace metals. Chem., v. 51, p.844-851, 1979.