

## 환경화학-2      울산지역 토양 속의 중금속 농도와 존재형태 분석연구

고일하\*, 이병규

울산대학교 지구환경시스템공학부

### 1. 서    론

울산은 환경적으로 다양한 오염원을 가지고 있는 산업도시로서, 이들 오염원에서 배출되는 오염물질에 의한 환경오염이 빈번히 나타나고 있다. 특히, 이들 오염물질 중 무기성 오염물인 중금속은 자연계에 배출되면 쉽게 제거가 되지 않는 성질 때문에 생태계 내의 먹이연쇄과정을 통해 최종적으로 인체에 축적될 가능성이 높으며, 고농도로 축적이 될 경우 심각한 질병을 유발하는 오염물이다.

기존 울산지역 토양에 대한 중금속오염도 분석은 매립장폐기물에 의한 오염이나 식물과의 상관관계를 분석하는데 중점을 두었지만, 그 존재형태나 대기오염물 수용체로서 작용하는 토양에 대한 연구는 아직 미흡하다고 볼 수 있다. 따라서 본 연구는 대기와 접해 있는 지표면의 토양에 존재하는 중금속의 농도와 함께 중금속의 존재형태를 분석하였다.

### 2. 연구방법

울산지역을 크게 녹지, 주거, 교통밀집, 공업(기계, 석유화학, 비철금속)의 특징으로 구분하여 해당지역의 지표면 토양을 채집(상부에서 2Cm이내)하여 자연건조 시킨 후 체질을 하여 150 $\mu$ m이내의 직경을 가진 토양을 분석시료로 하였다. 본 연구에서는 중금속단계별추출법(Sequential Extraction Method)을 이용하여 시료를 전처리 하였고, 해당 중금속의 분석은 ICP-AES를 이용하였다.

### 3. 결    과

특성지역별로 구분하여 분석한 토양 내 중금속의 농도는 공업지역에서 상대적으로 높은 수치를 보였으며, 이 중 비철금속공단에서 가장 높은 농도를 나타내었다. Cu는 비철금속공단> 기계공단> 교통밀집지역> 석유화학공단> 녹지지역> 주거지역의 순으로 높은 농도를 보였고, 특히 비철금속공단의 경우에는 6,948 $\mu$ g/g의 농도로 29 $\mu$ g/g의 주거지역보다 무려 240배에 가까운 농도를 보였다. Pb는 녹지지역, 주거지역, 교통밀집지역, 석유화학공단에서 65~85 $\mu$ g/g의 농도분포를 보였고, 기계공단에서 144 $\mu$ g/g의 농도를, 그리고 비철금속공단에서 가장 높은 3,567 $\mu$ g/g의 고농도를 보였다. Zn의 경우에도 비철금속공단에서 가장 높은 18,638 $\mu$ g/g농도를 보였는데, 이는 가장 낮은 농도를 보인 주거지역(102 $\mu$ g/g)보다도 182배에 가까운 농도로 다른 중금속들과 마찬가지로 비철금속공단지역의 토양이

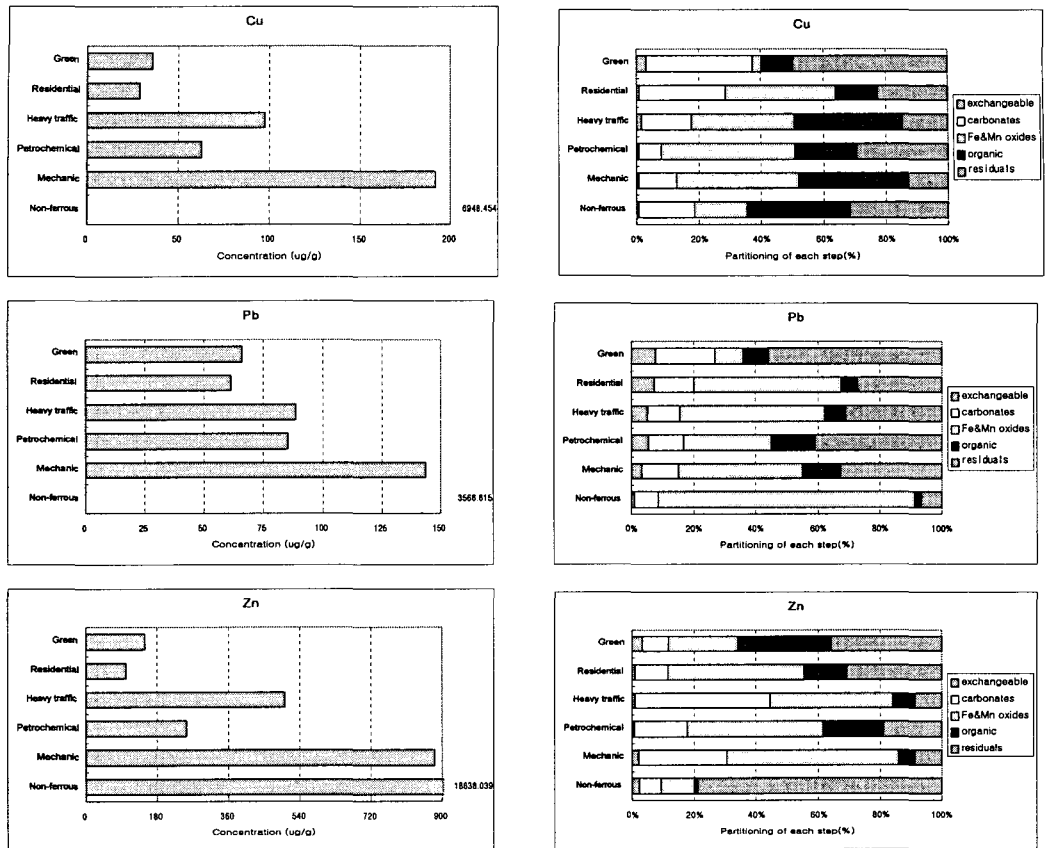


Fig.1 Concentration( $\mu\text{g/g}$ ) of heavy metals in soils and partitioning(%) of the existing forms.

가장 심하게 오염되었음을 나타내었다. 이러한 토양의 중금속 오염은 대기로부터 침적되거나 공단폐수, 강우 등에 의해서 발생될 수 있다. 그리고 지표면의 미세한 입자의 토양이 바람 등의 영향으로 대기 중으로 재비산되어 대기 중 중금속오염을 유발할 수도 있을 것이다.

Exchangeable, carbonates, Fe&Mn oxide, organic& sulphide, residual 등 총 5개의 존재형태를 분석한 결과 Cu는 exchangeable을 제외하고는 다소 고르게 분포함을 보였다. Pb는 녹지지역을 제외한 전지역에서, Zn은 비철금속공단지역을 제외한 전지역에서 주로 Fe&Mn oxide의 존재형태를 보였다. 특히, 비철금속공단지역에서의 Cu, Pb, Zn는 exchangeable과 carbonates형태의 중금속이 20% 미만으로 나타났지만, 총 농도가 매우 높은 값을 나타내었기 때문에 강우나 토양 내 pH변화 등에 의해 상당한 양의 중금속이 식물의 뿌리로 흡수되어 식물생장에 방해로 주거나 하천 등으로 유입되어 하천생태계에 심각한 영향을 줄 것으로 판단된다.

### 참 고 문 헌

- 정명채, 1994, 토양중의 중금속 연속추출방법과 사례연구, *Econ. Environ. Geol.*, Vol.27, No.5, pp. 469~477.
- Tessier, A., Campbell, P.G.C. and Bisson, M., 1979, Sequential extraction procedure for the speciation of particulate trace metals, *Anal. Chem.*, Vol.51, No.7, pp. 844~851
- Machael D. Kaminski and Sheldon Landsberger, 2000, Heavy metals in urban soils of East St. Louis, IL, Part I: Total concentration of heavy metals in soils, *J. Air&Waste Manage. Assoc.*, Vol.50, pp. 1667~1679