

# 환경 오염 공정 시험법에 따른 광양-여천공단 지역 토양의 중금속함량에 관한 연구

윤연홍·오근창·정규복·이효재·이연호·서충현·윤정환(전남대학교 공과대학 자원공학과)

## 1. 서론

중금속에 의한 환경오염은 자연 환경 중에 중금속이 원래부터 부화되어 있는 일차적인 경우와 인간활동에 의해 환경이 오염되는 2차적인 경우로 대별된다. 이중 전자의 경우에 대하여는 전효택, 정명채(1991)의 함우라늄 흑색 세일 분포 지역에서의 유독성 원소들의 분산에 관한 연구가 있으며, 후자의 경우, Siegel (1974)이 도시화와 산업기술의 발전을 오염의 주요 요인으로서 강조한 바 있다.

국내에서 토양오염에 관한 연구는 박정길 등(1985), 이민호 등(1994), 전동진 (1995), 이서래와 송기준(1986), 유순호(1985), 전효택과 최완주(1992), 김옥배 등(1997)에 의해서 이루어진 바 있으며 외국의 경우 환경지구화학적 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 영국에서는 이미 1978년에 England와 Wales 지방의 광역 지구화학지도(Pb, Cd, Mo 등 24개 원소대상)가 완성(Webb et al, 1978)되어 광물탐사뿐만 아니라 환경문제와 농업 및 목축에 응용되고 있다. 또한 70년대 초부터 중금속 오염에 대한 연구가 이루어진 결과, 토양 및 분진의 중금속 함량은 매년 증가하고 있음을 알 수 있다.(Watt et al., 1983, 1987; Culbard et al., 1983; Thornton et al., 1985, 1990; Davies et al., 1987, 1990; Hunt et al., 1989) 본 연구에서는 광양-여천지역의 공단지역을 대상으로 운동장토양, 산토양, 밭토양, 논토양, 기타 표토를 채취하여 시료들간의 중금속 원소들의 함량을 측정하고, 원소들간의 상관성을 조사함으로써 유독성 원소들의 분산 양상을 규명하고자 하였다.

## 2. 지질

본 연구지역의 지질은 선캠브리아기의 지리산편마암복합체가 기저를 이루고 있고 이를 경상누층군의 퇴적암류와 화산암류가 부정합으로 덮고 있으며 이들 모두를 불국사 화성암류가 관입하고 있다. 지리산편마암복합체는 연구지역에 분포하며 화강편암, 반상변정질화강편마암과 화강편마암으로 구성되어 있다. 연구지역에 분포하는 경상누층군은 안산암, 유문암, 역질사암, 적색세일, 적색사암, 응회질사암으로 구성되어 있으며, 심성암 및 반심성암은 섬록암질암류(섬록암, 섬록반암, 화강섬록암, 석영섬록암), 흑운모화강암, 복운모화강암과 미문상화강암이 소규모의 암주로 산재분포하고 있다. 이 암체는 소규모 암체에서도 분화상으로 생각되는 다양한 암상을 보여주고 있으며 타암체와의 접촉부에서는 혼화대를 이루고 있음이 특징이다.(박천영 등, 1993)

## 3. 연구방법

### 시료의 채취

현장조사 및 시료채취는 광양-여천공단지역 전체에 걸쳐 96년 12월, 97년 2월, 3월에 걸쳐 실시되었다.

논토양, 밭토양, 산토양은 모종삽을 이용하여 토양의 상부 10cm까지 채취하였고 시료의 대표성을 높이기 위하여 모종삽으로 10개의 부분시료를 정방형 격자(격자점간격 1m)의 각 격자점에서 채취하여 총1kg이상의 하나의 복합시료를 확보하였다.

운동장토양은 선정된 가옥의 인근에서 최소한 1개의 국민학교를 선정하여 토양시료를 채취하였다. 토양시료는 0-10cm 깊이로 모종삽을 이용하여 10개의 부분시료를 채취, 하나의 복합시료를 확보하였다.

### 시료처리 및 화학분석

토양시료는 공기 중에서 자연 건조하여 막자와 유발을 이용해 멍쳐진 부분을 분쇄시킨 후 -10mesh로 체질하여 pH를 측정하였으며, 시료 중의 4분의 1을 다시 체질하여 -80mesh 입도로 분쇄하였다.

토양은 체질을 거쳐 분리된 -10mesh의 시료를 -80mesh로 분쇄한 후, 환경오염공정시험법상의 0.1N HCL를 이용한 방법(환경부,1993)으로 용액을 만든 후 Cd, Cu, Pb, Zn, Mn, Cr, Fe을 원자흡광분석법(Atomic Absorption Spectrometry)으로 측정했다.

pH 측정은 Hoffman(1987)이 제한한 현장측정 방법과 엄석원 등(1985)이 이용한 실험실 측정방법을 참고하여 예비 실험을 거친 후, -10mesh의 건조시료 20g에 50ml의 증류수를 가하고 60분동안 Orbital Shaking Bath에서 진탕시킨 다음 30분간 방치시켜, Corning pH meter 340로 안정화된 값을 측정하였다.

#### 4. 결과

pH와 화학분석 결과는 Table 1과 Table 2에 나타냈다.

Table 1. Ranges and mean pH values of soils in this study area. (unit:ppm)

	Playground soil(22)	Forest soil(56)	Farmland soil(75)	Paddy soil(48)
Range	4.8-8.58	4.13-7.21	3.7-7.2	4-7.51
Mean	6.01	4.48	4.99	5.17

Table 2. Ranges and mean concentrations of heavy metals in soils. (unit:ppm)

	Playground(22)		Forest soil(56)		Farmland soil(75)		Paddy soil(48)	
	Range	Mean	Range	Mean	Range	Mean	Range	Mean
Cd	0.02~0.35	0.11	0.02~0.58	0.1	0.03~0.2	0.12	0.02~2.12	0.22
Cu	0.6~7.72	2.51	0.13~11.2	1.05	0.2~18.5	2.14	0.21~15.5	2.68
Cr	0.14~0.56	0.4	0.04~0.2	0.14	0.17~0.9	0.32	0.13~0.58	0.26
Pb	0.63~29.7	6.58	0.36~10.98	3.19	0.45~10.9	2.74	0.36~13.48	3.09
Zn	1.42~28.2	10.76	0.37~19.5	2.66	0.55~88.2	9.66	0.65~22.6	3.7

#### 5. 결론

1. 토양의 pH는 4-6정도의 산성 및 약산성영역에서 나타나며 광양-여천 지역 전반에서 골고루 분포하고 있다.
2. 화학분석 결과 대체적으로 중금속 함량은 낮게 나타났으나, 광산활동으로 인해 영향을 받은 초남광산지역, 성산역, 옥곡역 그리고 주유소 부근에서 다소 높게 나타났다. 그리고 Cu에 있어서는 발토양이 18.58ppm 우리나라 평균함량보다 약간 높고 Zn에 있어 발토양이 88.2ppm으로 높게 나타났고 Cd의 경우는 논토양이 2.12ppm으로 높게 나타났다.
3. 연구지역에 분포되는 암석종의 원소함량과 토양종의 원소함량비에 의한 오염지수 조사 결과 초남광산, 성산역, 옥곡역 그리고 수정주유소 부근에서 특징적으로 높은 오염지수의 값을 보여 토양의 오염이 진행되고 있음을 알 수 있다.

#### 참고문헌

1. 김주용, 전효택 (1993) 서울지역 토양과 분진중의 Cu, Pb, Zn, Cd의 지구화학적 분산. 한국자원공학회지, 30권, p.163-176.
2. 전효택, 최완주 (1992) 도시 및 산업환경 분진 및 토양중의 중금속 원소들의 분산에 관한 지구화학적 연구. 광산지질, 25권, p. 317-336.
3. 박천영, 윤정환, 이창신 (1993) 광양지역에 분포하는 심성암류에 대한 미량원소 분포특징에 관한 연구. 한국자원공학회지, 30권, p.248-258.
4. 유순호, 김계훈, 현해남 (1985) 아연광산 주변 토양중 아연, 구리 및 연의 화학적 형태별 함량. 한국환경농학회지, 3권, p. 71-77.
5. 이서래, 송기준 (1986) 온산공단 주변 농작물의 중금속 농도 조사 한국환경농학회지, 5권, p. 43-47.
6. Thornton, I., Culbard, E.B., Moorcroft, S., Watt, J.M., Wheatley, M. Thompson, M. and Thomas, J.F.A. (1985) Metals in urban dusts and soils. In: Environ. Technol. Lett., v. 6 p.137-144.
7. Webb et al. (1978) The Wolfson geochemical atlas of England and Wales. Clarendon Press, Oxford, 70p.
8. Davies, D.J.A., Watt, J.M. and Thornton, I. (1987) Lead levels in Birmingham dusts and soils. In: The science of the total environment, v. 67, p. 177-185.
9. Siegel, F.R. (1974) Applied geochemistry. John Wiley and Sons, p.276-316.
10. Hoffman, S.J. (1987) Geochemical exploration-The soil survey. In: Exploration geochemistry: Design and interpretation of soil surveys. Reviews in Economic Geology, v. 3, p. 19-78.