

산업공장 주변 토양오염도 조사 분석

Investigation and Analysis of Soil Contamination at Industrial Site

정하익 · 김상근

한국건설기술연구원 토목연구부 기초 및 지반환경그룹
(hichung@kict.re.kr, jazzic@kict.re.kr)

ABSTRACT

There has been a steady increase in contaminated ground at municipal and industrial site. In this study, investigation and analysis on soil contamination at industrial site was carried out. Testing contaminated soils were sampled at this site. As a result of this study, the concentration of soil was investigated, and measured concentration was compared with related concentration criteria.

Key words : Soil, Contamination, Investigation, Industrial site, Ground

I. 서론

인구증가 및 산업발달로 인하여 부수적으로 발생하는 도시, 산업 등의 폐기물과 나날이 사용량이 증가되고 있는 화공약품, 유류, 농약 등과 같은 화학물질의 부적절한 취급과 처분으로 인하여 중금속 및 유해 화학물질 등에 의하여 주변 토양 및 지하수의 오염이 심화되고 있다.

우리 나라의 경우, 1970년대 급진한 경제의 발전에 의한 중금속의 사용량 증가 및 배출폐기물량의 증가는 토양오염이라는 문제점을 남기게 되었다. 산업 및 도시 폐기물의 회수·처리의 미비에 따른 직접 토양 투기, 무분별한 폐기물의 매립 등에 의한 토양오염은 직접적으로 작물오염의 원인이 되어 식물연쇄에 따른 가축과 인간의 생존에 해를 미치기도 한다. 또한, 광산폐수, 공장폐수 등이 하천 및 지하수를 오염시키는 것과 공장의 배연과 자동차 배기가스 등에 의해 대기가 오염되는 것 등을 통해 간접적으로 토양이 오염되기도 한다.

본 연구에서는 산업공장 주변의 토양에 대한 환경적 특성을 검토하였다. 이와 관련하여 산업공장 주변 토양의 오염도를 조사하기 위하여 연구대상 산업공장지역에서 대표적으로 금속공장, 가구공장 및 주물공장 등에 대해 현장조사를 실시하였다. 현장

조사시에 채취된 토양에 대하여는 환경적 오염 특성을 실시하였고 이를 토양환경보전법에 비교하였다.

II. 본론

1. 시료채취조사

가. 채취방법

토양오염조사는 토양오염원으로부터 오염물질이 누출되어 주변의 토양을 오염시킨 상태를 파악하기 위하여 실시하는 것이다.

본 연구에서는 산업지구내 토양오염의 유무를 파악하고자 크게 업종별로 금속공장내, 가구공장내, 주물공장 및 원지반 토양 등 4가지로 구분하여 토양을 채취하였다. 채취방법은 먼저 대표성이 있는 시료채취지점을 선정하여 부삽 및 보링기를 이용하여, 시료내로 이물질이 혼입되지 않도록 주의하여 천층 및 중층토양을 채취하였다.

2. 시료 분석결과

가. 함수비

토양내의 수분량을 알아 보고자 함수비를 측정하였다. 업종별로 각각 1개의 시료에 대해 분석하였는 바, 원지반 및 주물공장 주변의 토양의 함수비는 약 30~38% 정도로 다소 높게 나타났으며 금속공장내 토양의 함수비는 약 27% 정도로 나타났다. 그러나, 가구공장내 토양의 함수비는 19.86%로 나타나 다른 업종에 비해 비교적 낮게 나타났는데 이는 공장 특성상 나무 및 목재류 등을 많이 사용하여 공장지역을 건조상태로 유지하기 때문인 것으로 사료된다.

표 1. 토양의 함수비

구분	함수비 (%)	구분	함수비 (%)
원지반 토양	31.94	금속공장내 토양	26.89
가구공장내 토양	19.86	주물공장내 토양	37.65

나. 오염농도

(1) 원지반 및 가구공장내 토양

원지반 토양은 산업공장 근처의 비교적 오염이 적을 것으로 생각되는 부근의 토양을 채취하였다. 원지반의 농도를 살펴보면, 구리의 농도가 약 1.8 mg/kg로 나타났으며 그 밖의 카드뮴, 비소의 농도는 1 mg/L 미만이었고 납, 수은 등은 검출되지 않았다.

가구공장이나 목재공장내 토양의 경우, 구리를 뺀 대부분의 중금속 농도가 낮게 나타나거나 검출되지 않아 토양오염 우려기준 가지역의 농도를 충분히 만족시키고 있다

표 2. 원지반 및 가구공장내 토양의 오염농도 분석 결과

(단위 : mg/kg)

분석 항목	원지반	가구공장 1	가구공장 2	목재공장	토양오염 우려기준	
					가지역	나지역
구리(Cu)	1.844	4.001	17.244	5.581	50	200
카드뮴(Cd)	0.045	0.085	0.298	0.23	1.5	12
납(Pb)	불검출	6.896	불검출	0.194	100	400
수은(Hg)	불검출	불검출	0.059	0.039	6	20
6가크롬(Cr ⁶⁺)	불검출	0.097	0.275	0.31	4	12
비소(As)	0.027	불검출	0.019	0.071	4	16

(2) 금속공장 및 주물공장 주변 토양

금속공장과 주물공장내에서 토양을 채취하여 오염농도를 분석하였다. 시료분석 결과 조사대상 금속공장과 주물공장 지역에서는 구리, 카드뮴, 납, 수은 6가크롬, 비소 등의 중금속이 검출되는 것으로 나타났다. 채취된 일부 시료에서 구리 및 납의 오염 농도가 토양오염 우려기준 가지역의 기준치인 50 mg/kg 및 100 mg/kg을 초과하는 것으로 나타났다. 토양오염도를 초과하는 지점에 대해서는 별도의 처리방안이 강구되어야 하는 것으로 평가되었다.

III. 결론

본 연구에서는 산업공장 주변 토양의 오염도 특성분석을 실시하였고 이를 토양환경보전법과 비교하였다.

- 1) 원지반, 가구공장 및 목재공장 주변의 화학농도는 토양오염기준 가지역의 기준을 모두 만족하였다. 가구공장 및 목재공장 보다는 금속공장 및 주물공장의 토양오염도가 높은 것으로 나타났다.
- 2) 금속공장 및 주물공장내의 토양에서는 구리, 카드뮴, 납, 수은 6가크롬, 비소 등의 중금속이 검출되었고, 일부 지점에서는 구리 및 납의 농도가 토양오염 우려기준

치를 초과하는 것으로 나타났다. 오염기준치를 초과하는 토양은 이적 또는 복원기법을 적용해야하는 것으로 평가되었다.

표 3. 금속공장 및 주물공장내 토양의 오염농도 분석 결과

(단위 : mg/kg)

분석 항목	금속공장 1	금속공장 2	금속공장 3	금속공장 4	주물공장
구리(Cu)	92.333	미분석	미분석	미분석	미분석
카드뮴(Cd)	0.335	0.045	0.184	0.244	0.388
납(Pb)	30.930	7.622	41.811	183.499	8.373
수은(Hg)	0.006	0.009	0.017	0.052	0.026
6가크롬(Cr ⁶⁺)	불검출	0.12	0.13	0.238	0.388
비소(As)	불검출	0.023	1.438	0.007	1.046

참 고 문 헌

1. 정하익 외 2인(1995), 오염지반 및 지하수 정화기술에 관한 연구, 한국건설기술연구원
2. 정하익(2000), "오염 토양과 지하수의 조사 및 탐사 기술," 2000 지반환경, 한국건설기술연구원
3. Brandl, H. and P. K. Robertson(1997), Geo-environmental site investigation, specification and characterization, Environmental Geotechnics, A.A. Balkema.
4. Acar, Y. B. & D. E. Daniel, Geoenvironment 2000: characterization, containment, remediation, and performance in environmental Geotechnics, geotechnical Special publication No. 46, ASCE, 1995