

우리나라 토양의 중금속 배경농도 및 특성 조사

김 동호 · 김 태승 · 윤 정기 · 전 성환 · 정 일록 · 김 종하

국립환경연구원 자원순환연구부

e-mail : hillside@me.go.kr

Abstract

The forest soils of 92 sites in Korea were analyzed to survey heavy metal background levels using aqua regia digestion method and 0.1N HCl extraction method. From these results, the average natural contents of heavy metals were Cd 0.287, Cu 15.26, Pb 18.43, Cr 25.36, Zn 54.27, Ni 17.68mg/kg for aqua regia method, and Cd 0.040, Cu 0.48, Pb 3.06, Cr 0.09, Zn 1.54, Ni 0.27mg/kg for 0.1N HCl extraction method. The range of correlation coefficients between heavy metal contents obtained from two methods(aqua regia and 0.1N HCl) was significant as 0.24~0.88, and the correlation coefficients were decreased in order of Cd, Pb, Cu, Ni, Cr, Zn.

key word : heavy metal, aqua regia, background level

1. 서 론

토양의 보전은 현재 및 미래의 이용목적에 적합한 토양오염 규제 및 복원이 이루어져야 한다¹⁾. 우리나라에서는 제한적인 중금속 분석방법을 사용하여 토양 중 자연배경농도에 대한 조사가 일부 있었는데²⁾, 토양 중 중금속 자연배경농도는 지질학 및 지리학적 조건이 모두 고려되어야 하며, 때로는 지구화학적으로 상당한 수준의 중금속 자연배경농도를 나타낼 수 있음을 시사한 바 있다³⁾.

따라서, 본 연구에서는 우리나라 남한의 지질단위를 9개로 구분하여 중금속 오염이 미미하다고 판단되는 92개 산림지역의 토양을 대상으로 현행 중금속 분석방법인 산가용성 시험방법과 왕수시험법을 적용하여 자연배경농도를 조사하고, 그들 특성을 파악하여 새로운 토양오염기준과 위해성 평가를 위한 기초자료를 확보하고자 하였다.

2. 본 론

2.1 연구내용 및 방법

(1) 조사지점 선정 및 시료채취

토양중 중금속 배경농도조사를 위한 표본조사지점의 선정을 위하여 한국지질도 및 지구화학도

자료 등을 참고로 하여 최종 92개 지점을 선정하였다. 시료채취지점은 우리나라 주요 지질단위를 고려하여 전국을 대상으로 주로 인위적인 간섭이 없어 자연배경농도를 대표할 수 있는 산림토양을 대상으로 선정하였다.

(2) 시험토양의 분석

시험방법에 따른 배경농도를 비교·분석하기 위해 토양오염공정시험방법중 0.1N 염산 가용성 분석법과 전함량에 가까운 시험방법인 왕수추출법을 선정하여 비교·분석하였다⁴⁾.

2.2 결과 및 고찰

(1) 왕수(Aqua regia) 분해 전함량

중금속별 전함량 평균값은 각각 Cd 0.287, Cu 15.26, Pb 18.43, Cr 25.36, Zn 54.27, Ni 17.68mg/kg이었다(Table 1).

우리나라와 일본 산림토양간의 비교에서는 Cd, Pb, Cr, Zn 성분이 유사하거나 일본 산림토양이 약간 높은 경향을 보인 반면에 Cu와 Ni 성분은 일본 산림토양이 거의 2배 가까이 높았는데, 이는 지질학적 특성의 차이 때문인 것으로 사료된다^{5,6)}.

(2) 가용성 함량

중금속별 가용성 함량 평균값은 각각 Cd 0.040, Cu 0.48, Pb 3.06, Cr 0.09, Zn 1.54, Ni 0.27, As 0.089mg/kg이었다(Table 2).

Table 1. Ranges in concentration and summary statistics of elements in forest soils (Total, Aqua regia)

(Unit : mg/kg)

Parameter	Cd	Cu	Pb	Cr	Zn	Ni
Mean (Min. ~ Max.)	0.287 (ND ~ 0.700)	15.26 (2.80 ~ 50.00)	18.43 (4.07 ~ 78.33)	25.36 (4.87 ~ 106.00)	54.27 (21.34 ~ 103.40)	17.68 (1.11 ~ 114.43)
Standard Deviation	0.234	9.02	11.90	17.92	18.86	14.30
Standard error	0.065	0.96	1.27	1.91	2.01	1.52
Coefficient of Variation(CV)(%)	81.9	59.1	64.6	70.6	34.8	80.9

농업과학기술원(NIAST)에서 모암이 화강암, 퇴적암, 변성암인 산림토양중 중금속 자연함유량 조사 결과는 평균값이 Cd 0.035, Cu 0.63, Pb 4.17, Zn 1.38mg/kg으로 Cd와 Zn은 본조사 결과가 약간 높았고, Cu와 Pb은 농업과학기술원 조사결과가 약간 높았지만 큰 차이는 나타내지 않았다. 반면, 일본의 산림토양은 Pb 함량만 유사하였을 뿐, Cd, Cu, Zn 함량은 우리나라 보다 3~4배 높은 수준이었는데, 이는 지질학적 특성의 차이에 기인하는 것으로 사료된다^{6,7)}.

Table 2. Ranges in concentration and summary statistics of elements in forest soils (0.1N HCl extractable)

(Unit : mg/kg)

Parameter	Cd	Cu	Pb	Cr	Zn	Ni	As
Mean (Min. ~ Max.)	0.040 (ND ~ 0.125)	0.48 (0.01 ~ 3.68)	3.06 (ND ~ 13.25)	0.09 (ND ~ 0.64)	1.54 (0.06 ~ 46.92)	0.27 (ND ~ 2.48)	0.089 (ND ~ 0.530)
Standard Deviation	0.037	0.52	1.72	0.11	5.14	0.30	0.078
Standard error	0.009	0.06	0.19	0.02	0.55	0.03	0.009
Coefficient of Variation(CV)(%)	92.3	108.5	56.4	128.4	333.0	112.0	87.6

※ As : 1N HCl extractable

3. 결 론

본 연구에서는 우리나라 남한의 지질단위를 9개로 구분하여 중금속 오염이 미미하다고 판단되는 92개 산림지역의 토양을 대상으로 현행 중금속 분석방법인 산가용성 시험방법과 왕수시험법을 적용하여 자연배경농도를 조사하고, 그들 특성을 파악한 결과는 다음과 같다.

왕수시험방법에 의한 자연함유량 평균값(mg/kg)은 Cd 0.287, Cu 15.26, Pb 18.43, Cr 25.36, Zn 54.27, Ni 17.68이었고, 0.1N 염산 가용성 평균값(mg/kg)은 Cd 0.040, Cu 0.48, Pb 3.06, Cr 0.09, Zn 1.54, Ni 0.27로 나타났다. 이들 시료의 가용성 평균 농도는 왕수시험방법의 평균값에 비하여 각각 Cd 13.9%, Cu 3.1%, Pb 16.6%, Cr 0.4%, Zn 2.8%, Ni 1.5% 수준으로 낮게 평가되었으며, 가용성 시험방법과 왕수시험방법에 의한 중금속 측정값 간의 상관계수는 0.24~0.88의 범위로 유의성있는 정의 상관성을 나타냈으며, 상관계수의 크기는 Cd>Pb>Cu>Ni>Cr>Zn의 순으로 감소하였다.

4. 참고문헌

1. 환경부, 토지이용 용도별 토양오염기준 및 복원기준 마련을 위한 연구(2003a)
2. 유홍일 외, 우리나라 농토양 및 현미중 중금속 자연함유량에 관한 조사연구 국립환경연구원보, Vol. 10, pp155-163(1988)
3. 신성천, 염승준, 황상기, 지구화학적 재해평가를 위한 지구화학도 작성 및 기준치 설정, 지질재해 관측 및 방지기술 심포지엄, 2000년도 지질재해방재기술개발사업단·대한지질공학회 공동학술발표회 논문집, 215~233(2000)
4. 환경부, 토양오염공정시험방법(2002)
5. 신성천외 42인, 전국 지구화학적 재해 평가기준도 작성, 한국지질자원연구원, 과학기술부, 97~99(2003)
6. 日本 環境廳, 土壤汚染環境基準設定調査(自然賦存量調査)(1984)
7. 농업과학기술원, 우리나라 토양의 중금속 함량 및 특성조사(2000)