

국내 토양오염 공정시험방법중
중금속 관련 오염평가의 문제점과 개선책

The controversial points and a remedy on evaluation of heavy metal contamination in standard method for examination of soil in Korea.

오창환 · 유연희 · 이평구* · 박성원* · 이영엽

전북대학교 지구환경과학과
*한국자원연구소 환경지질부
(e-mail : yourhee016@hanmail.net)

ABSTRACT

Heavy metals are extracted from stream sediments, roadside soils and sediments and soils and tailings from mining area using partial extraction, acid digestion and HF-digestion. Compared to amounts of heavy metals extracted using partial extraction, those extracted using acid digestion are higher by 2.0~220.9 times in Cu, 2.4~2806.1 times in Pb, 1.3~121 times in Cd, 14.1~1300885 times in Fe, 1.2~271.5 times in Mn, 1.3~372.5 times in Zn, 2.2~1734.5 times in Cr. Although partial extraction, which extracts less amounts of heavy metals from soil compared to acid digestion, is used in domestic standard method for examination of soil, domestic soil standard for heavy metals in non-agricultural and industrial areas is higher than soil standard in foreign countries which use acid digestion. For improvement of the domestic standard method for assessment of soil, it is suggested to lower the domestic soil standard for heavy metals or to change pretreatment method for extracting heavy metals from partial extraction to acid digestion with modifying the soil standard.

Key words : Heavy metals, Soil contamination

I. 서 론

우리나라의 토양오염 평가는 중금속이 상대적으로 적게 추출되는 용출법을 사용하고 있음에도 불구하고 일부 중금속에 대한 기준치는 중금속이 상대적으로 많이 추출되는 산분해법을 사용하는 국가의 기준치보다도 높게 책정된 문제점을 갖고있다¹⁾. 본 연구는 이러한 문제점을 자세히 알아보고 그에 대한 대책 제안을 목적으로 하천, 고속도로 주변, 광산지역으로부터 채취된 시료를 대상으로 용출법²⁾과 산분해법³⁾, 완전용해법⁴⁾의 세가지 전처리 방법을 적용하여 중금속을 추출하고 그 결과를 비교하였다. 또한 용출법과 산분해법 사용시 추출된 중금속량들간의 상관성도 연구되었다.

II. 시료채취 및 분석방법

전처리별 중금속 추출량 비교를 위하여 전주시 하천 퇴적물시료(36개)와 호남고속도로변 토양 및 퇴적물시료(20개), 광산지역 광미나 토양시료(49개)가 사용되었다. 이번 연구에서 토양 전처리방법의 비교실험에 이용한 전처리방법을 Table 1에 나타내었다. 광산시료의 경우 완전용해는 실시되지 않았다.

ICP-AES(SPECTRO社)를 이용해 전처리한 시료내의 Cr, Cu, Mn, Zn, Cd, Pb, Fe의 7개중금속 원소가 측정되었다.

Table 1. The pretreatment methods used in this study

Analytical Method	Partial extraction	Acid digestion	HF-digestion
Reagent	HCl	HNO ₃ , HClO ₄ , HCl	HNO ₃ , HF, HClO ₄
Concentration	0.1N	formulated and diluted concentrate	formulated concentrate
Process Temperature	30°C	110°C	200°C
Stirring Method	agitation	heating	heating
Process Time	1hr	1~2day	2~3day
Filter	0.45µm	0.45µm	0.45µm
Extract absorbed HM	○	○	○
Extract HM in secondary mineral	△(?)	○	○
Extract HM in organic substance	×	○	○
Extract HM in primary mineral	×	△(?)	○

○, extractable ; △, maybe extractable ; ×, not extractable

HM, heavy metal

III. 연구결과 및 토의

시료의 대부분에서 Cu, Pb, Cd, Zn, Cr은 완전용해>산분해>용출순으로 많았다. 그러나 Fe, Mn은 대부분의 시료에서 산분해>완전용해>용출순이었다. 각 시료들을 용출법으로 전처리시 추출된 중금속량을 1로 보고 산분해법과 완전용해법으로 전처리시 추출된 중금속량을 상대적으로 비교한 상대값의 범위는 Table 2와 같다.

국내외의 비농경지 또는 공장/산업지역의 토양오염기준치를 비교해 보면 Table 3과 같다. Table 2에서 보듯 용출법에 비해 산분해법 사용시 각각 Cu, Pb, Cd의 경우 2.0~220.9배, 0.8~2806.1배, 0.3~121배의 중금속이 추출되지만 국내의 대책 기준치는 Cu의 경우 미국의 기준치에 비해서 약 3.6배, Pb의 경우 미국에 비해 약 1.7배, 독일에 비해 1.0~10배가 높으며, Cd의 경우는 미국에 비해 0.3~6배, 독일에 비해 1.0~15배, 네덜란드에 비해 1.5배 높았다. 이처럼 용출법을 사용하는 국내의 기준치가 산분해법을 사용하는 미국, 독일, 네덜란드의 경우보다 낮아야 함에도 불구하고 높게 책정되어있다. 따라서 이러한 문제점을 개선하기 위해서는 비농경지 및 공장·산업지역의 국내 기준치를 낮추거나 전처리방법을 산분해법으로 바꾸고 기준치를 재조정하는 것이 필요하다.

Table 2. The range and average for the ratio of the amounts of heavy metals extracted using acid digestion(HAD) compared to those extracted using partial extraction method(HPE)

	HAD/HPE			
	Chon ju stream sediment	roadside soils and sediments along Honam expressway	soils and tailings from mining areas	average
Cu	2.6~220.9	2.2~173.4	2.0~112.2	15.7
Pb	3.8~19.8	2.9~160.0	2.4~2806.1	104.4
Cd	8.4~32.5	7.2~121	1.3~70.4	17.3
Fe	14.2~342.6	47.4~123000	14.1~1300885	36861
Mn	2.0~41.4	2.4~19.3	1.2~271.5	16
Zn	2.2~372.5	1.9~18.8	1.3~59.8	12.7
Cr	16.6~145.4	39.2~1734.5	2.2~760.2	164.6

IV. 결 론

1. 전처리방법으로 용출법 사용시 중금속 추출량에 비해 산분해법 사용시의 중금속 추출량은 Cu는 2.0~220.9배, Pb는 2.4~2806.1배, Cd는 1.3~121배, Fe는 14.1~1300885배, Mn은 1.2~271.5배, Zn은 1.3~372.5배, Cr은 2.2~1734.5배 높게 나타났다.

2. 개선책으로 용출법을 계속 적용하되 기준치를 낮추거나 아니면 전처리방법을 산분해법으로 바꾸고 기준치를 재조정하는 것이 필요하다.

Table 3. The soil standard of domestic and foreign countries for heavy metals in non-agricultural and industrial areas

	Countermeasure Standard (mg/kg)			
	Korea (HPE)	U.S.A. (HAD)	Netherland (HAD)	Germany (HAD)
As	50	20~80	50	20~200
Cd	30	5.6~100	20	2~60
Cr ⁶⁺	30			
Total Cr		560	300	
Cu	500	140		
Pb	1000	560~600	600	100~2000
Hg	40	1.7	10	2~40
Ni		56~2400	500	50~600
Se		1000		40~400
Zn		280~1500	3000	

In the countermeasure standards of U.S.A. are respectively recommend values by EPA and countermeasure standards used in Pennsylvania and New Jersey⁴⁾ and those of Germany are standards in Bardem-Burdemberg and Berlin⁴⁾.

HPE, Heavy metals extracted using partial extraction ; HAD, Heavy metals extracted using acid digestion.

참 고 문 헌

1. 오증기, “폐광산 오염평가 및 광미 활용방안”, 휴·폐광산의 환경오염복구 및 활용 방안에 관한 심포지엄, pp. 15~51(1997)
2. 환경부, 수질오염·폐기물·토양오염 공정시험법, 동화기술, pp. 630~640(1996)
3. R. AL-SHUKRY, B.SERPAUD, G. MATEJKA ET C.CAULLET, “Heavy metals spec-iaion in sediment samples of water stream affected by industrial drain”, Environmental Technology, 13, pp. 129~140(1992)
4. 기초과학연구소, “암석, 토양, 퇴적물시료의 산분해방법”, 무기원소분석을 위한 시료 전처리교육 및 기기교육, pp. I -5~II-19(1996)
5. Tessier, A., Campbell, P.G.C. and Bisson, M. “Sequential extraction procedure for the speciation of particulate trace metal”. Anal. Chem., 51, pp. 844~850(1979)