

# 重金属汚染土壌の簡易法分析に関する検討

長岡工業高等専門学校 学生会員 五十嵐祐貴  
 学生会員 富山 恵介  
 正会員 岩波 基

## 1. 研究背景と目的

近年、重金属による土壌汚染の発生件数が増加傾向にある。地下環境汚染（一般には土壌汚染）の取り扱いについては、1982年の環境省の地下水汚染調査に始まり、2003年に土壌汚染対策法が制定されたことで、土壌汚染の恐れがある土地の調査、報告が義務付けられた。

しかし、トンネル等の土木工事により掘り出された自然由来の重金属含有の土砂については法の対象外で、未だに十分な対応がなされていない。大量の掘削土の処理が困難となっている原因として、環境省制定の公定法による重金属溶出量の判定では、2週間程度の時間が必要だという点が挙げられる。判定に多くの時間がかかってしまうと汚染土が存在する場合、工期を延長しなければならない恐れがあるからである。

本研究の目的は、重金属含有掘削土の迅速な溶出判定を行う簡易分析法の精度の向上を目指して実験データの収集を行うことである。

## 2. 簡易分析法の概要

分析時間について検討したところ、公定法の所要時間のうち、96%が検液作成に費やされていた。そこで本工程のなかでも比較的多くの時間を要している乾燥、振とう、液前処理に注目した。変更内容を表-1に示す。重金属は200~300℃程度では揮発しないので、風乾ではなくドライヤーを用いた強制乾燥を行った。振とうについては重金属が酸に溶けやすい性質を用い、溶媒を水ではなく、塩酸にすることで溶出しやすくし、これにより振とう溶出の時間を短縮した。さらに、溶媒を酸にすることで液前処理の工程を省略できると考えた。以上のように変更した結果、所要時間を公定法の1585分から175分まで縮めることが可能だと考えている。

## 3. 今までの検討と今回の注目点

今回分析を行った試料は秋田県内のトンネル掘削土で環境省告示18号溶出量試験と環境省告示19号含有量試験(以後この2つを公定法と呼ぶ)を行った。また同時に考案した簡易分析法の分析も行った。分析した結果が図-1である。公定法と簡易法の結果を比較すると、簡易法の結果が公定法の結果と大きく異なる結

表-1 簡易法と公定法の内容・所要時間

操作	操作内容				
	(分)	公定法	簡易法	(分)	
乾燥	900	風乾(自然状態)	強制乾燥(ドライヤー)	10	
粉碎	30	木槌等で土粒を壊さないように粉碎	乾燥させながら、へら等で塊をほぐす	30	
篩い分け	30	2mmメッシュの非金属製の篩い		30	
固液化	5	土壌:精製水=1:10 プラスチック製容器	土壌:1mol塩酸=1:10 ビーカーに入れる	5	
振とう	360	振とう幅4~5cmで 200rpmで6時間	スターラー等で 10分程度攪拌	10	
静置	30			10	
遠心分離	20	3000rpmで20分間	3000rpmで10分間	10	
ろ過	30	0.45μmフィルターでろ過(通常吸引ろ過)	シリンジを用いた迅速ろ過	10	
液前処理	120	酸を添加して加熱	なし	0	
測定	60	ICPで測定	ICPで測定	60	
		合計 1585分	合計 175分		

前処理工程  
 検液作成段階 96%

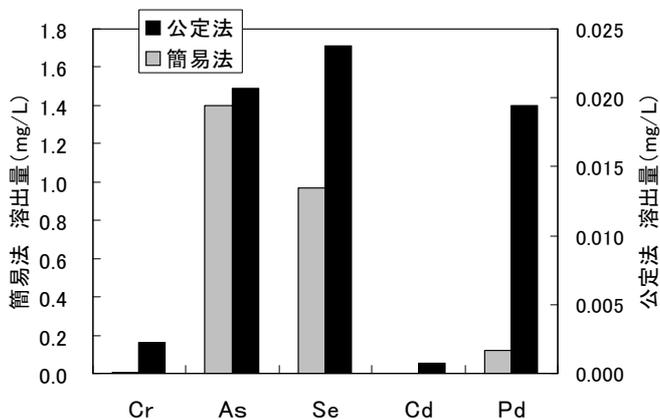


図-1 公定法と簡易法の分析結果

果となった。特に溶出傾向が変化し、溶出量も多くなることがわかった。この原因を把握するため、塩酸濃度、振とう時間、静置時間の3つを対象とし、溶出量にどのような影響を与えるか調査を行った。その結果、3つの中では塩酸濃度の影響が最も大きく、次に振とうの影響が大きいことがわかった。さらに詳しい調査のため、添加する塩酸濃度を変更して実験を行った。溶出量と溶出傾向について、その結果と公定法の結果とを比較し、公定法に近い結果を示す塩酸濃度を求めることにした。また以前影響が大きいと予測されながらも、検討できなかった振とう方法についての検討も行った。振とう方法については、振とう時間を変更した実験は行っている。しかし、振とうの回転数については検討していなかったため、今回は回転数を変更し、溶出量への影響を調べた。

4. 塩酸濃度を変更した実験

塩酸濃度と溶出量および溶出傾向の関係を調べるため、塩酸濃度を 1mol/L, 0.1mol/L, 0.05 mol/L, 0.01 mol/L, 0.005 mol/L, 0.001 mol/L に変更し、その他の条件を表 - 1 の簡易法と同様にして実験を行った。その結果、溶出量が塩酸濃度に比例して多くなった。公定法と近い結果を示したのが

0.01mol/L, 0.005mol/L の2つの濃度である。この2つの濃度の分析結果と公定法の分析結果を比較したものを図 - 3 に示す。溶出傾向が公定法と類似する結果となった。特に 0.01mol/L は溶出量も公定法と同程度になり、今回分析した6つの塩酸濃度の中では最も適切な濃度だと考えられる。

5. 振とうの回転数を変更した実験

塩酸濃度を変更した分析により 0.01mol/L 塩酸が適切な濃度の可能性があることが分かった。さらに今回は振とう方法が溶出量に与える影響についても調査することにした。簡易法の振とう方法はスターラー用いて、回転数 800rpm で10分間攪拌するというものである。そこで回転数を 400rpm, 800rpm, 1200rpm の3つに変更して実験を行った。その結果を図 - 4 に示す。400rpm のとき、最も溶出量が多くなり、回転数と溶出量が反比例の関係となった。少ない回転数で良いのであれば、消費するエネルギーが少なくて済むため有益なものとなる。しかし、As の溶出量が 1200rpm で減少せずに増加するという結果が出ている。傾向が異なっているため、今後検討する必要がある。

6. おわりに

塩酸濃度を変更した分析より、塩酸濃度を 0.01mol/L とし簡易法を検討していくということが適切であると考えられる。さらに、今回は振とうについて回転数を変更した実験を行った。分析結果から回転数の増加に応じて、溶出量は少なくなる傾向にあるということが分かった。しかし、そのメカニズムなどは未だ不明である。また分析の精度が十分ではないと考えられることから、サンプル数および回転数のパターンを増やし、引き続き分析を続ける必要があると考えられる。

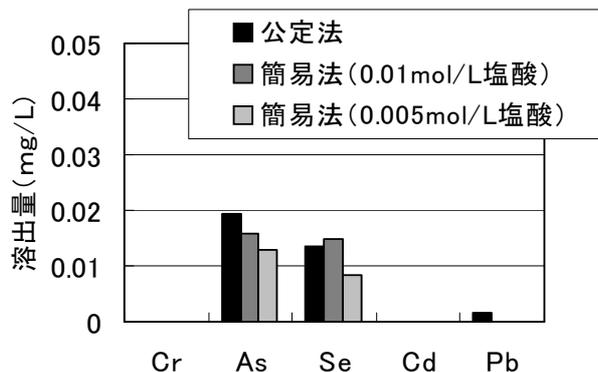


図 - 3 0.01mol/L 塩酸を用いた簡易法と公定法の比較

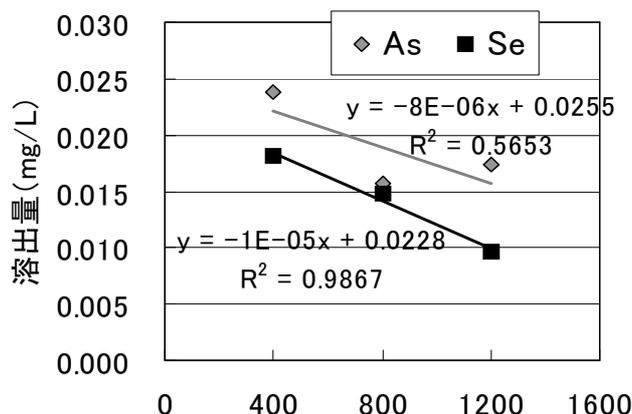


図 - 4 振とうの回転数変更実験の結果

参考文献 1)平成 15 年 3 月 6 日環境省告示第 18 号・第 19 号

2)五十嵐ら 重金属汚染土壌の簡易分析法に関する検討 第 36 回土木学会関東支部

技術研究発表会公演概要集VI - 15 2009.3.13,14