

自然的原因により環境基準を超過する土壌への簡易分析法の適用

(独) 土木研究所 正会員 ○榊谷 有吾
正会員 石原 寛隆
正会員 小橋 秀俊

1. 目的

現在、土壌汚染の有無は平成3年環境庁告示第46号(以下、「公定法」という。)に示される方法により判定されている。しかし、公定法は検液の作成過程において6時間の連続溶出操作が求められるなど、一般的に分析結果を得るのに1週間程度の時間を要する。加えてコストも高く、特殊な機械も必要となるため、迅速な汚染の有無の判定、多点での分析を行なうことが難しい。迅速に汚染の有無を判別でき、かつ経済的に有利な簡易分析法を利用することは、土壌汚染対策を確実かつ効率的、経済的に実施するために有効な方法である。また、簡易分析法の検討は多数なされているが、自然的原因により環境基準を超過する土壌に対して検討された事例は少ない。そこで、本研究では自然由来の存在が比較的多いと考えられるヒ素を対象として、現地にて迅速に汚染の判定を行なう手法を検討した。なお、本研究は土木研究所ならびに戸田建設(株)、JFEテクノリサーチ(株)、(株)ガステックの共同研究成果の一部である。

2. 実験の流れ

自然的原因により環境基準を超過している土壌に対し、公定法と簡易分析法を適用し、簡易分析法の適用性について検討した。ここで、簡易分析法とは土研式簡易前処理法¹⁾で作成した検液を検知管で分析することとした。土研式簡易前処理法と検知管の概要を図1、2に示す。また、公定法の分析には水素化物発生ICP発光分光法(以下、「公定分析」という。)を用いた。

表1 試料の特性

試料名	含有量 (mg/kg)	pH
ヒ素1	743	4.4
ヒ素2	18.4	9.2
ヒ素3	17.2	9.3
ヒ素4	31.7	8.5
ヒ素5	<5	9.9
ヒ素6	<5	9.9

3. 実験試料について

本実験で使用した実験試料の特性を表1に示す。試料は自然的原因により環境基準を超過した土壌を風乾させたものであり、自然状態で2mm以下の細粒土は乾燥後直接ふるい分けを実施し、採取試料が2mm以上である場合は粉砕機を用いて細分化した後、2mm以下の試料にしたものである。

4. 実験方法

簡易分析法の実験手順を以下に示す。

- ①キャップをした50mlのシリンジに試料10g、蒸留水40mlを入れた。
- ②①で作成したシリンジを、1分間手で振り、土壌中のヒ素を短時間で溶出させた。(目安として、振動数はおよそ200rpm程度)
- ③振とう後、シリンジの先端に0.45μmのシリンジフィルターを取り付け、シリンジのピストンを挿入し溶液を抽出(ろ過)し、検液とした。
- ④作成した検液に各種反応試薬を添加し、検液中のヒ素をアルシンに還元し検知管で測定した。

5. 実験結果

実験試料は同一ロットより採取しているが、自然的原因によりヒ素含有している試料であるため、実験間

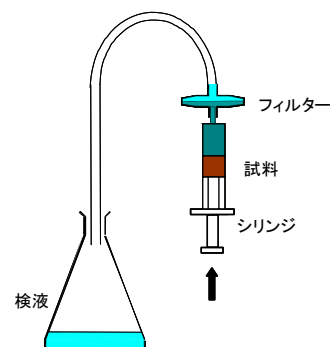


図1 土研式簡易前処理法の概要

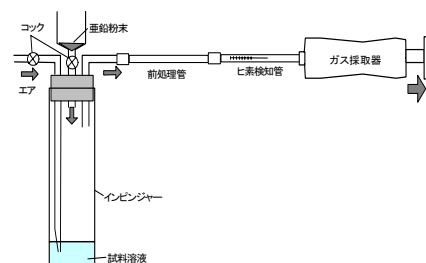


図2 検知管分析の概要

キーワード ヒ素、自然由来、簡易分析、溶出試験、検知管

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原1-6 (独) 土木研究所 土質チーム TEL 029-879-6767

での濃度のばらつきが懸念される。

そこで、濃度のばらつきの程度を把握するため、各試料につき公定法を2回実施した。また、土研式簡易前処理法で抽出した同一の検液を用いた公定分析と検知管分析をそれぞれ10回ずつ行ない、その精度および再現性について検討した。

実験結果を表2、図3～5に示す。なお、図3および5は分析結果の分布範囲を示したものであり、近似曲線は公定法の平均値と各分析結果を用いて示した。また、検知管の読み取り幅は0.005mg/Lとした。

図3に土研式簡易前処理法と公定法の前処理方法の比較を示す。決定係数 R^2 は0.957となり正の相関を示した。変動係数はヒ素5を除き10～20%以内に収まった。

図4に土研式簡易前処理法で抽出した検液を用いた公定分析結果と検知管での分析結果を示す。決定係数 R^2 が0.9575となり正の相関を示した。また近似曲線の傾きが0.9程度となり、検知管と公定分析がほぼ1対1の関係にあることが確認された。

図5に簡易分析法と公定法の比較を示す。決定係数 R^2 は0.957となり、0.01～0.5mg/Lの間では簡易分析法と公定法が強い正の相関があることが確認された。変動係数は20～60%程度となった。溶出量の変動は前処理および分析の精度のほか、試料濃度のばらつきが考えられる。また、溶出量の小さな試料がほとんどであるため、多少の変動でも変動係数が大きくなりやすい傾向にある。これらの点を鑑みると、簡易分析法で簡易的な汚染の有無の判断、濃度分布の把握等に対応可能精度を有していると考えられる。なお、簡易分析法により求めた溶出量は公定法より求めた値に比べ、溶出量の大きなヒ素6を除き低い値を示す傾向がみられた。また、今回の実験は1検体につき、土研式簡易前処理法が5分、検知管分析が15分の計20分程度で実施することができた。

6. おわりに

自然的原因によりヒ素の環境基準を超過する土壌に対して簡易分析法を適用した。実験の結果0.01～0.5mg/Lの間では強い相関があることが示され、簡易分析法の有効性を確認した。なお、本実験では溶出量が0.01mg/L付近の低濃度ものがほとんどであるため、今後更なるデータの蓄積を行っていく必要がある。

参考文献

- 1) 梶谷ら：自然由来環境基準超過土壌の簡易溶出試験、第7回環境地盤工学シンポジウム 投稿中

表2 実験結果

試料名	公定法の溶出量平均値(mg/L)	土研式前処理法の溶出量平均値(mg/L)	簡易分析法の溶出量平均値(mg/L)	公定法の変動係数(%)	土研式簡易前処理法の変動係数(%)	簡易分析法の変動係数(%)
ヒ素1	0.027	0.019	0.014	3.70	15.43	28.17
ヒ素2	0.023	0.017	0.019	2.22	9.02	18.24
ヒ素3	0.018	0.015	0.017	5.56	13.68	52.25
ヒ素4	0.031	0.021	0.027	6.45	14.82	26.48
ヒ素5	0.013	0.011	0.0085	0.0	27.46	62.31
ヒ素6	0.27	0.49	0.44	13.2	18.18	23.6

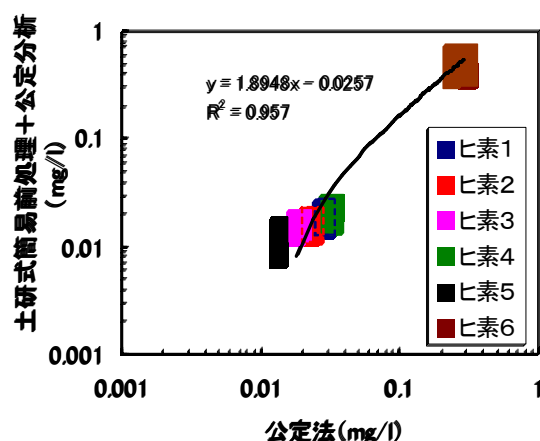


図3 前処理方法の比較

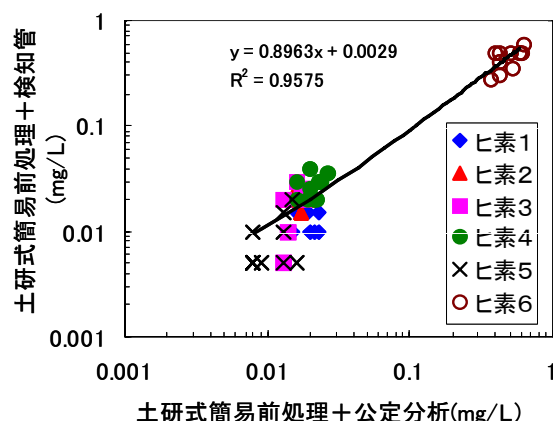


図4 検知管と公定分析の比較

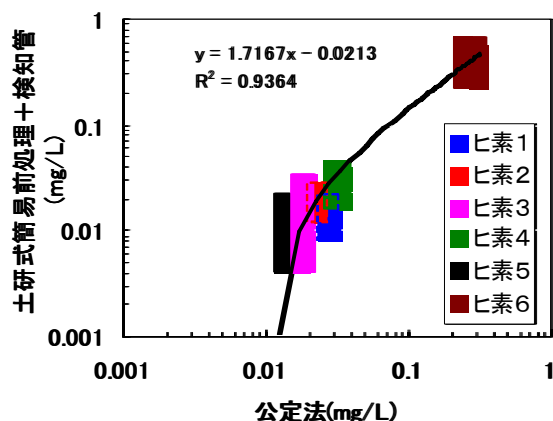


図5 簡易分析法と公定法の比較