

(様式第5号)

XAFS による鉛の土壌中化学形態の分析 Characterization of Lead species in soils using XAFS

鈴木祐麻
Tasuma Suzuki

山口大学大学院理工学研究科環境共生系専攻
Department of Environmental Science and Engineering, Graduate School of Science and
Engineering, Yamaguchi University

- ※1 先端創生利用（長期タイプ、長期トライアルユース、長期産学連携ユース）課題は、実施課題名の末尾に期を表す（Ⅰ）、（Ⅱ）、（Ⅲ）を追記してください。
- ※2 利用情報の開示が必要な課題は、本利用報告書とは別に利用年度終了後二年以内に研究成果公開（論文（査読付）の発表又は研究センターの研究成果公報で公表）が必要です。（トライアルユース、及び産学連携ユースを除く）

1. 概要（注：結論を含めて下さい）

鉛を代表とする重金属を含む種々の汚染物質による土壌汚染は我が国における深刻な環境問題となっている。本研究の目的は、人工的に作成した鉛汚染土壌を対象として、鉛の土壌中濃度が化学形態に与える影響を検討することである。XAFSにより分析を行った結果、今回検討した範囲内では、土壌中濃度は化学形態に影響を与えないことが分かった。

(English)

Soil contamination by heavy metals is a worldwide environmental issue. The objective of this study was to investigate the influence of total concentration of lead in the artificially contaminated soils on the species distribution. The XAFS analysis showed that the lead species distribution was not a function of total lead concentration in soils in the range investigated in this study.

2. 背景と目的

鉛を代表とする重金属を含む種々の汚染物質による土壌汚染は我が国における深刻な環境問題となっている。今日、汚染サイトの浄化に最も頻繁に適用されている技術は掘削除去法である¹⁾が、掘削除去法は処理コストが高いなどの問題点が多く指摘されている²⁾。本研究の目的は、掘削除去の後に行われる浄化プロセスにおける浄化効率を改善するための第一ステップとして、鉛の土壌中濃度が化学形態に与える影響を検討することである。

3. 実験内容（試料、実験方法、解析方法の説明）

人工汚染土壌は、デキシークレートを一定の濃度の硝酸鉛を溶かした水溶液と混合し、水酸化ナトリウムによりpHを6.8に調節することで作製した。本実験で測定した人工汚染土壌に含まれる鉛濃度を表1に示す。人工汚染土壌の測定ではポリエチレンバッグ等に封入した試料に対し、検出器に19素子SSDを用いて蛍光法にて測定を行った。また、標準試料は窒化珪素で希釈し適切な濃度のペレットを作成し、透過法でL3吸収端（13keV）を測定した。なお、標準試料として用いる物質は鉛については硝酸鉛、金属鉛、一酸化鉛、炭酸鉛、そして二酸化鉛である。

表1. 本実験で検討した2種類の人工汚染土壌に含まれる鉛濃度

土壌 A	736 mgPb/kg-drysoil
土壌 B	14,720 mgPb/kg-drysoil

4. 実験結果と考察

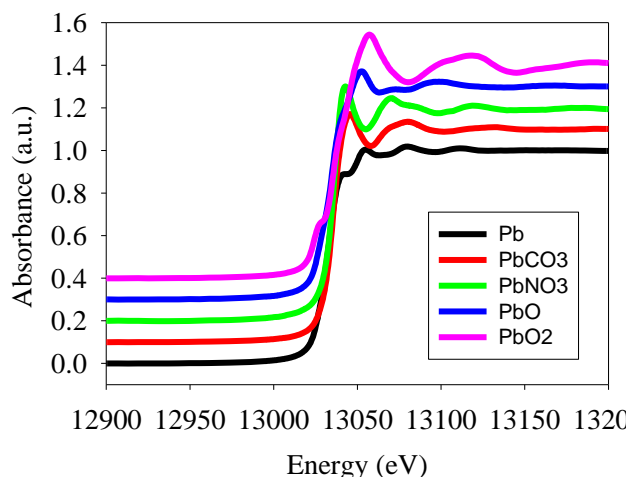


図1. 鉛標準試料の XAFS スペクトル

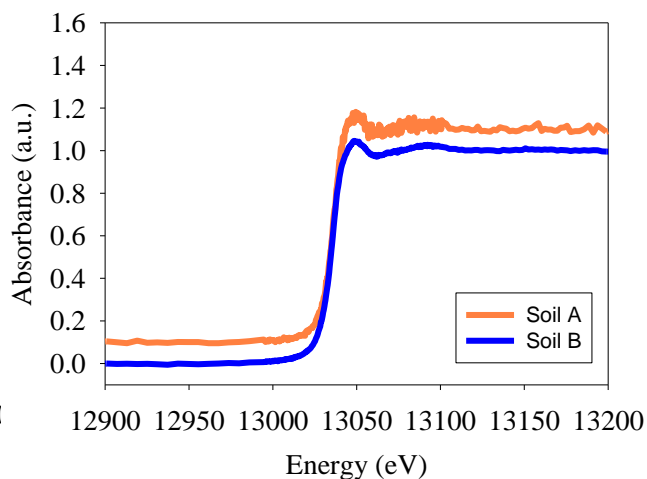


図2. 土壌 A と土壌 B の XAFS スペクトル

標準試料として測定した硝酸鉛、金属鉛、一酸化鉛、炭酸鉛、二酸化鉛の XAFS スペクトルを図1に、土壌 A と土壌 B の XAFS スペクトルを図2に示す。まず、図2に示した土壌 A と土壌 B の XAFS スペクトルから明らかなように、土壌 A と土壌 B に含まれる鉛の化学形態はほぼ同じであることが分かる。しかし、図1に示した標準試料のスペクトルと比較すると、酸化鉛が含まれていることか推測されるものの、化学形態の定量的評価には困難であった。土壌中に含まれる鉛の化学形態としては、粘土鉱物への吸着態、炭酸塩態、酸化物態などが考えられるが、粘土鉱物への吸着態については標準試料に含まれていないため、今後は粘土鉱物に吸着した鉛を標準試料として加えることで化学形態の定量的評価が可能になると期待される。

5. 今後の課題

今回の実験結果から、土壌中における鉛の化学形態は濃度に依存しないことが分かった。しかし、具体的な化学形態については、複数の形態が存在することは示唆されたものの化学形態の特定には至らなかった。よって、今後の課題としては、逐次抽出法で得られたデータなどと照らし合わせながら、具体的な化学形態を特定することが挙げられる。また、今回検討した2種類の土壌は両方との比較的高い濃度の土壌であることを考えると、より濃度が低い土壌を対象にして同様の XAFS 分析を行うことも重要な検討項目であると考えられる。

6. 参考文献

- 1) The Ministry of the Environment Government of Japan, 2008, Retrieved July 4, 2014, from <http://www.env.go.jp/water/report/h25-02/index.html>.
- 2) The Ministry of the Environment Government of Japan, 2008, Retrieved July 4, 2014, from http://www.env.go.jp/water/dojo/sesaku_kondan/index.html.

7. 論文発表・特許 (注: 本課題に関連するこれまでの代表的な成果)

- 1) [Suzuki, T](#); Nakamura, A; Niinae, M; Nakata, H; Fujii, H; Tasaka, Y. Lead Immobilization in Artificially Contaminated Kaolinite Using Magnesium Oxide-based Materials: Immobilization Mechanisms and Long-term Evaluation. *Chemical Engineering Journal*. 2013, 232, 380-387.
- 2) [Suzuki, T](#); Niinae, M; Koga, T; Akita, T; Ohta, M; Choso, T. EDDS-Enhanced Electrokinetic Remediation of Heavy Metal-Contaminated Clay Soils under Neutral pH Conditions. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*. 2014, 440, 145-150.

8. キーワード (注: 試料及び実験方法を特定する用語を2~3)

土壌汚染、鉛、XAFS

9. 研究成果公開について (注: ※2に記載した研究成果の公開について①と②のうち該当しない方を消してください。また、論文(査読付)発表と研究センターへの報告、または研究成果公報への原稿提出時期を記入してください(2014年度実施課題は2016年度末が期限となります。))

長期タイプ課題は、ご利用の最終期の利用報告書にご記入ください。

① 論文(査読付)発表の報告

(報告時期: 2016年 3月)