

(様式第5号)

## XAFS による鉛の土壤中化学形態の分析 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壤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壤を対象として、サンプルの乾燥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、今回作成した土壤に関しては、サンプルの乾燥は化学形態に大きな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 sample drying conditions on the lead species distribution. The XAFS analysis showed that the lead species distribution was not influenced by sample drying for the soils prepared 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壤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<sup>1)</sup>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<sup>2)</sup>。本研究の目的は、土壤中に存在する鉛の化学形態を把握するための第一ステップとして、XAFS 測定用のサンプル作成の際の乾燥が鉛の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）

人工汚染土壤は、デキシークレー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壤に含まれる鉛濃度および乾燥状態を表1に示す。乾燥した汚染土壤（土壤A）の測定ではポリエチレンバッグに封入した試料に対し、Lytle検出器を用いた蛍光法にてL3吸収端（13keV）の測定を行った。また、湿潤状態の汚染土壤（土壤B）はポリエチレンバッグに少量の土壤を封入し、透過法で測定した。

表1. 本実験で検討した2種類の人工汚染土壤に含まれる鉛濃度および乾燥状態

土壤A	14,720	mgPb/kg-drysoil	湿潤
土壤B	14,720	mgPb/kg-drysoil	室温乾燥

#### 4. 実験結果と考察

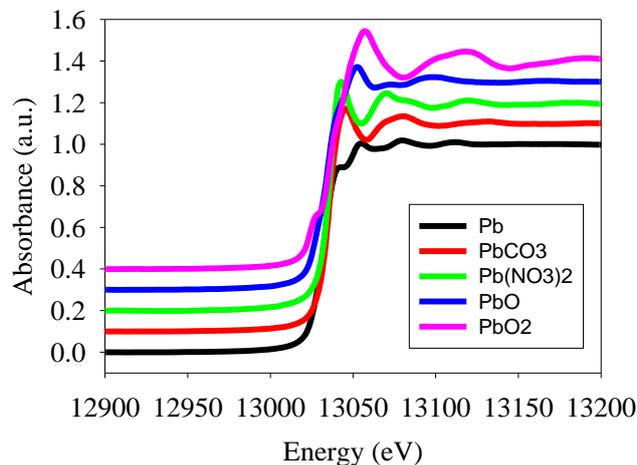


図1. 鉛標準試料の XAFS スペクトル

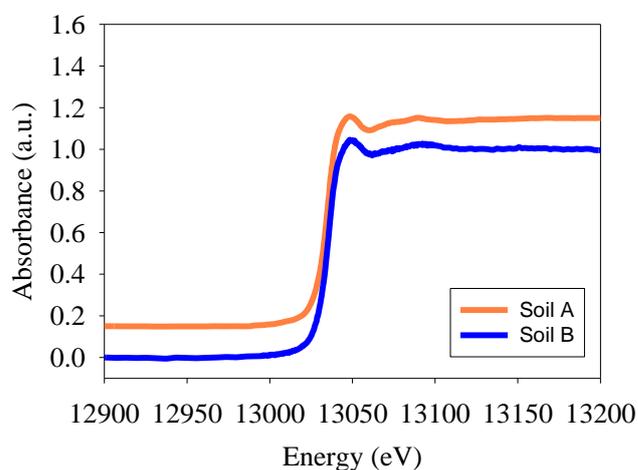


図2. 土壌 A および土壌 B の XAFS スペクトル

前回 (2014 年 9 月 10 日) の利用時に取得した硝酸鉛、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 (乾燥) および土壌 B (湿潤) 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、乾燥させても鉛の化学形態に大きな影響を与えないことが分かる。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、酸化鉛とスペクトルの形が類似しているものの、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乾燥状態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、EXAFS を測定することで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](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)