

オゾンを用いた放射性物質含有粘土鉱物の化学除染中における

金属イオンの添加効果に関する基礎的研究

Effect of Adding Metal Ions in Chemical Decontamination Processes of Soil Clay Minerals
Contaminated with Radionuclides Using Ozone

○立花 優*、Tomasz Kalak**、阿部 達雄***

*: 長岡技術科学大学 大学院工学研究科 工学専攻 量子・原子力統合工学分野

** : Department of Industrial Products and Packaging Quality, Institute of Quality Science,
Poznań University of Economics and Business, Republic of Poland

*** : 鶴岡工業高等専門学校 創造工学科 化学・生物コース

1. はじめに

福島第一原子力発電所の過酷事故では、硫酸塩エアロゾルが Cs-137 を取り込み、広範囲に飛散させた可能性が高い。また、大気中を浮遊する Cs-137 を含む硫酸塩エアロゾルの大部分は、降雨や降雪などの気象現象によってその化学形態が変化し、最終的に土壌に取り込まれたことがわかってきた。土壌に取り込まれた Cs-137 の 90 % 以上は、表層土壌中のフレイド・エッジ・サイト(FES)と呼ばれる非膨潤層と膨潤層の境界にある楔形に開いた部分に固定態として安定に保持されており、このことが放射性物質汚染土壌の除染技術開発を妨げる要因となっている。酸処理や錯化剤添加(無機酸や有機酸)、あるいは加水分解処理や酸化処理(亜臨界水や超臨界水)などによる Cs-137 化学除染法が提案され、その有効性は確認されているが、大量の二次放射性廃液の発生や過酷な処理条件など社会実装するためには改善すべき課題は残されている。一方、我々は、常温・常圧条件下でオゾン処理と陽イオン交換反応を組み合わせた土壌除染技術に必要な基礎的知見を取得してきた。今回は、Cs⁺と Sr²⁺を吸着させた粘土鉱物に対するオゾンと陽イオン(KCl, MgCl₂, CaCl₂)の添加効果とその条件下における Cs⁺と Sr²⁺の浸出機構について調べた結果を報告する。

2. 実験方法

粘土鉱物(イライト、パーミキュライト、セリサイト、ベントナイト、カオリナイト、ハロイサイトなど)と Cs⁺や Sr²⁺との間の熱力学的な吸着脱離挙動はバッチ法による収着試験によって調べた。また、前述の反応系に KCl, MgCl₂, もしくは CaCl₂を添加した効果も調べた。試料中の溶存金属濃度は ICP-MS 分析計(7700x, Agilent)、AAS 分析計(AA6200, Shimadzu)、および XRF 分析計(EDX-720, Shimadzu)を用いて測定した。

3. 結果と考察

粘土鉱物と Cs⁺や Sr²⁺との間の熱力学的な吸着脱離挙動を調べた結果、例えば、Cs⁺と粘土鉱物の反応系では、オゾン処理なしの場合、見かけの ΔH 値の多くは負、見かけの ΔS 値の多くは正を示したことから、オゾン処理による Cs⁺と粘土鉱物との間の吸着現象の抑制が期待できた。そこで、Cs⁺と Sr²⁺が吸着した粘土鉱物に対してオゾン処理した結果、予想した通り、吸着した Cs⁺と Sr²⁺が水溶液側に移行したことを確認した。オゾン処理による粘土層間の拡幅、あるいは FES の構造変化が起因していると思われる。

謝辞 本研究の一部は JSPS 科研費(No. JP20K05380, JP23K04628)の助成を受けたものです。