

オゾン処理と陽イオン交換反応を用いた放射性物質含有粘土鉱物の 化学除染に関する基礎的研究

Chemical Decontamination of Soil Clay Minerals Contaminated with Radionuclides
Using Ozonation and Cation-Exchange Reactions

○立花 優*、Tomasz Kalak**、阿部 達雄***、野上 雅伸****

*: 長岡技術科学大学 大学院工学研究科 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

*** : 鶴岡工業高等専門学校 創造工学科 化学・生物コース

**** : 近畿大学 理工学部 電気電子工学科

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担体となって Cs-137 を広範囲に輸送した可能性が指摘されている。さらには、大気中を浮遊した Cs-137 を含む硫酸塩エアロゾルの多くは、雨や雪などの気象現象による状態変化を経由して土壌に取り込まれることがわかってきた。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。これまでに無機酸や有機酸、あるいは亜臨界水、超臨界流体などを用いた Cs-137 化学除染法が提案され、その有効性が一部確認されているが、大量の二次放射性廃液の発生や過酷な処理条件などの解決すべき課題が残されている。一方、我々は、常温・常圧条件下において、オゾン処理と陽イオン交換反応を組み合わせた放射性物質汚染土壌の除染技術開発に取り組んできた。今回は、Cs⁺と Sr²⁺を吸着させた黒ボク土と粘土鉱物に対するオゾンの添加効果と 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

半回分式反応装置を使って黒ボク土、または粘土鉱物(イライト、バーミキュライト、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)を含む水溶液のオゾン処理実験を行った。また、前述の反応系に KCl、MgCl₂、もしくは CaCl₂を添加した実験も行った。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

Cs⁺と Sr²⁺が吸着した黒ボク土に対してオゾン処理した結果、黒ボク土に含まれるフミン質の酸化分解によるシュウ酸とギ酸の生成を確認した。また、これらの有機酸が Cs⁺と Sr²⁺と錯形成し Cs⁺と Sr²⁺を水溶液側に移行させることもわかった。さらには、オゾン処理は粘土鉱物に対しても Cs⁺と Sr²⁺の浸出に有効であることがわかった。オゾン処理による粘土層間の拡張、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)の研究助成を受けたものです。