



福島原子力事故関連情報アーカイブ

Fukushima Nuclear Accident Archive

| | |
|-------------------|--|
| Title | 放射性セシウムで汚染された土壌浄化のための亜臨界水イオン交換システムの開発 1 - バーミキュライトからの Cs ⁺ のイオン交換脱離 |
| Alternative_Title | Development of subcritical water ion exchange system for cleaning of soil contaminated by radioactive cesium 1 - Ion-exchange desorption of Cs ⁺ from vermiculite |
| Author(s) | 竹下 健二(東京工業大学), 殷 祥標(東京工業大学), 渡邊 真太(東京工業大学), 福田 達弥(東京工業大学), 中瀬 正彦(東京工業大学) Takeshita, Kenji(Tokyo Inst. of Technology); Yin, Xiangbiao(Tokyo Inst. of Technology); Watanabe, Shinta(Tokyo Inst. of Technology); Fukuda, Tatsuya(Tokyo Inst. of Technology); Nakase, Masahiko(Tokyo Inst. of Technology) |
| Citation | 第 10 回環境放射能除染研究発表会要旨集, p.53 The 10th Workshop of Remediation of Radioactive Contamination in Environment |
| Subject | セッション : 除染と減容化 |
| Text Version | Publisher |
| URL | https://f-archive.jaea.go.jp/dspace/handle/faa/230607 |
| Right | © 2021 Author |
| Notes | 禁無断転載 All rights reserved. 「第 10 回環境放射能除染研究発表会要旨集」のデータであり、発表内容に変更がある場合があります。 学会は発表の機会を提供しているもので、内容に含まれる技術や研究の成果について保証しているものではないことをお断りいたします。 |



放射性セシウムで汚染された土壌浄化のための亜臨界水イオン交換システムの開発

(1) バーミキュライトからの Cs⁺ のイオン交換脱離

竹下健二、殷 祥標、渡邊真太、福田達弥、中瀬正彦

東京工業大学 科学技術創成研究院 ゼロカーボンエネルギー研究所

【緒言】福島第一原子力発電所事故により、放射性Cs (¹³⁴Cs、¹³⁷Cs) が環境へと放出され、大量 (約 1,300 万 m³) の汚染土壌が発生した。大部分の汚染土壌は環境省が決定した基準 (8,000 Bq/kg) 以下に放射能が減衰するのを待って再利用されるが、環境省カテゴリCの細粒分とDの高度汚染土壌 (約 75 万 m³) は物理化学的な手法でCs回収・減容固定化が求められている。演者らは高度汚染土壌の処理を目的として、亜臨界水イオン交換法による粘土鉱物 (バーミキュライト) からのCs脱離について検討している。本報告では回分式耐圧装置を用いて価数の異なる交換イオンによるバーミキュライトからのCs脱離速度を測定し、その速度解析結果からCs脱離機構を検討した。

【Cs脱離試験】耐圧容器内でCs⁺を飽和吸着させたバーミキュライト (Cs吸着量 33.8mg-Cs/g-verm) 2.0gに0.01Mの交換イオン (KCl、MgCl₂、CaCl₂、AlCl₃、FeCl₃、LaCl₃) を含む水溶液 200mLを加え、150°C及び250°CでCs脱離試験を行った。0.5、1、2、6、12の各時間で液サンプルを採取し、サンプル溶液中のCs濃度を原子吸光法で求めてCs脱離率を算出し、Cs脱離試験前後のバーミキュライトのXRD分析を行った。

【試験結果と考察】図1には250°Cの亜臨界水中におけるイオン交換平衡時のCs脱離率と交換イオンの水和イオン半径の関係を示す。交換イオンの価数の増加に伴って水和イオン半径は増加するが、多数の水和水を伴った交換イオンが粘土鉱物の層間に入ることでCs脱離が促進されることが分かる。図2には交換イオンに2価イオン (Mg²⁺) と3価イオン (Al³⁺、La³⁺) を用いた場合の150°CにおけるCs脱離率の時間変化を示す。いずれの場合もイオン交換時間の増加に伴ってCs脱離率は増加したが、交換イオンとして2価を用いた場合に比べて3価を用いた方がCs⁺を脱離しやすかった。試験後のバーミキュライトのXRD分析結果によれば、Csを飽和吸着したバーミキュライトの層間距離は10.7Åであったが、2価イオン (Mg²⁺) でイオン交換すると層間距離は14.3Å、3価イオン (La³⁺) で交換すると15.2Åに増加した。水和イオン半径の大きな交換イオンはバーミキュライト層間を押し広げ、Cs⁺がより脱離しやすくなると考えられる。この結果を裏付けるためにバーミキュライトへのMg²⁺吸着量 *q* に対する物質移動速度式 (式 (1)) を解いて、速度定数に相当する物質移動容量係数 *k_{sa}* を評価した。

$$\frac{dq_A}{dt} = k_{sa}(q_A^* - q_A) \quad (1)$$

k_{sa} は2価イオン (Mg²⁺: 8.0x10⁻⁵s⁻¹) に比べて3価イオン (Al³⁺: 1.5x10⁻⁴s⁻¹、La³⁺: 2.0x10⁻⁴s⁻¹) の方が大きい。すなわち大きな水和金属イオンを使うほどイオン交換速度が速く、XRD分析の結果を裏付けている。Cs⁺は層状化合物であるバーミキュライトの層間に強く吸着されているが、多価金属イオンは水和水を伴って層間に入り込むためにバーミキュライトの層間が押し広げられ、その結果、Cs⁺脱離が促進されると考えられる。

【謝辞】本研究は、科学研究費補助金基盤研究 (B) (一般)「金属イオンを含有した亜臨界水による土壌粘土鉱物からのCs脱離に関する研究 (課題番号 18H03398)」及び環境省環境研究総合推進費「汚染土壌浄化・再利用と廃棄物高減容化を目指した亜臨界水処理システムの開発」の成果の一部である。

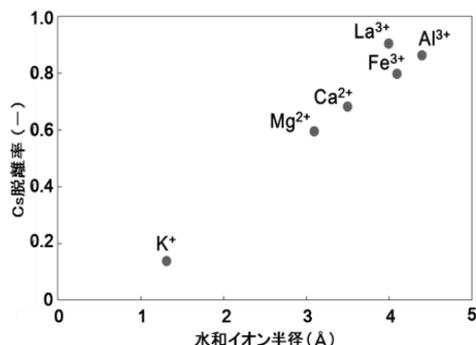


図1. 水和イオン半径と脱離率との関係

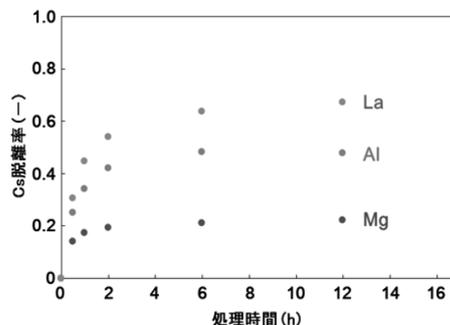


図2. 150°Cにおける経時的Cs脱離率

Development of Subcritical Water Ion Exchange System for Cleaning of Soil contaminated by Radioactive Cesium
 (1) Ion-exchange Desorption of Cs⁺ from Vermiculite
 Kenji Takeshita, Xiangbiao Yin, Shinta Watanabe, Tatsuya Fukuda and Masahiko Nakase
 Tokyo Institute of Technology