

フレキシブルコンテナバッグに封入された汚染土壌からのセシウム抽出・吸着に関する研究

香川大学 学生会員 ○西岡昌太 フェロー 吉田秀典
正会員 松本直通

1. はじめに

東京電力福島第一原子力発電所の原子力事故で放出された多くの放射性物質で、特にセシウム 137 は放出量が 1.5×10^{16} ベクレルと多量であること、かつ、半減期が約 30 年と影響が長く続くことから、事故から約 8 年が経過した現在も福島県の広い範囲で検出が続いている。セシウムは福島県の土壌に遍在するバーミキュライトなどの粘土鉱物に固定されることで、その除去が困難となることが知られている。そのことから、国や自治体は除染対象地域の空間線量を下げするために表土の剥ぎ取りによる除染を行ってきた。全土剥ぎ取りによって発生する汚染土は減容化した後で東京ドーム約 18 杯分に相当する約 2200 万立方メートルと推計されている。除染によって発生した汚染土はフレキシブルコンテナバッグと呼ばれる袋状の包材に封入され、県内各地の仮置場に一時的に保管されており、中間貯蔵施設の建設が予定される大熊町と双葉町への搬出が進んでいるが、2015 年から現在までに搬出予定量の約 16% が搬出されるにとどまっている。また、搬入された汚染土は焼却による減容化が行われる予定であるが、焼却にかかるコストや生成される焼却灰の処分する最終処分場の有無など課題も多い。減容化で発生する汚染土すべてを処分できる施設の用地確保が困難であること、かつ、フレコンバッグの劣化も始まっていることから、環境省は災害廃棄物安全評価検討会において、放射線量が 8000Bq/kg を下回る汚染土については盛り土などの建設資材として再利用が可能であるという方針を示した。これにより、フレコンバッグ内の汚染土から一定量のセシウムを除去することでその土壌は通常処理が可能となる。

そこで、本研究では、まず、フレコンバッグでのセシウム抽出を想定して模擬フレコンバッグを作成し、そこに投入した模擬汚染土壌であるバーミキュライト混合砂に対して様々な条件下で電気泳動試験を行い、効率的なセシウムの抽出および吸着材への移動条件を確立させ、仮置場における汚染土の減容化技術となりうるかの検討をすることとした。

2. 実験手法

フレコンバッグでの除染を想定した電気泳動試験を実施するにあたり、まず、模擬フレコンバッグを作成した。

写真-1 は本研究で作成した模擬フレコンバッグである。

試験は汚染土壌を想定した模擬汚染土壌として、セシウムを添加したバーミキュライト混合砂 120g を試験容器に投入し、陽極となる炭素棒（直径 15mm、長さ 40mm）を土壌の中心に垂直に設置する。その際、模擬汚染土壌は吸着材であるゼオライトおよび粃殻との混合を防ぐため

にろ紙とボルディングクロス（目開き $37 \mu\text{m}$ ）を組み合わせた簡易容器内に投入する。最後に、電解質である酢酸アンモニウム水溶液（60～70mL）で浸漬させ、模擬汚染土壌を囲うようにして、アルミ板の手前に吸着材を設置する（図 1）。セシウムは溶液中において陽イオンとして存在するため、通電により陰極であるアルミニウム板側に移動し、吸着材に吸着される。

本試験では、ゼオライトに代わるセシウムの吸着材として、粃殻、粃殻パウダーを吸着材として用いた試験を実施した。また、電気泳動試験後、原子吸光分析装置にてセシウムの定量分析を行うために、土壌と溶液とに分離するための固液分離の工程を行った。分離方法は試験後の土壌に対して試験で用いたものと同じ濃度の

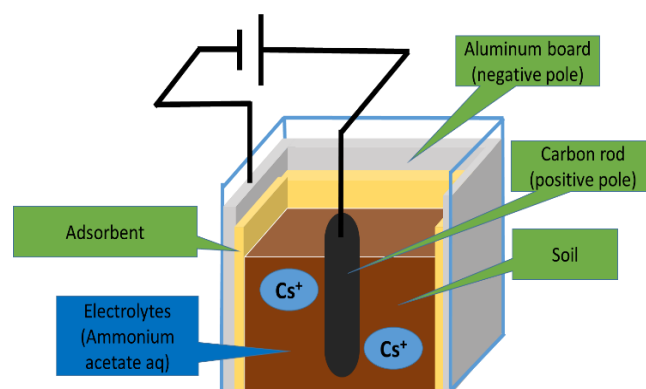


図 1. 電気泳動試験装置

酢酸アンモニウム水溶液 100mL を加え、攪拌機を用いて 300rpm の回転数で 10 分間攪拌を行い、ふるい目が $38\mu\text{m}$ のふるいにかけて、溶液と土壌とにろ過する工程を 4 回繰り返すことで、計 40 分の攪拌を行った。

3. 試験結果および考察

本試験ではセシウムの吸着材としてゼオライト 10g、粃殻 3g、粃殻パウダー 10g をそれぞれ使用した。電気泳動試験に用いる模擬汚染土壌は混合砂 120g に対し、粒径 0.7mm のバーミキュライトを 5% 混合したもので、標準砂とバーミキュライトの体積比はほぼ 1 : 1 である。試験土壌は湿潤状態で塩化セシウム溶液 (1000ppm) 1ml を添加し、168 時間の養生期間を設けたものである。電気泳動試験は電解質として酢酸アンモニウム水溶液 (3% 濃度) を用い、通電条件は通電時間を 48 時間、電圧値を 40V 以下に固定した。電流値は 50mA を基準値として低電流の 25mA と高電流の 100mA と変化させて試験を行った。図 2、図 3、図 4 にゼオライト、粃殻および粃殻パウダーを吸着材として用いた電気泳動試験の結果を示す。図 2、図 3、図 4 から粃殻および粃殻パウダーはゼオライトと同程度のセシウム吸着能を有していることが判明した。また、50mA 以上の比較的高い電流値においてセシウムの吸着材への吸着量が多いことが確認できた。粃殻および粃殻パウダーのセシウム吸着率を比較したとき、無加工である生の粃殻のほうがやや多くのセシウムを吸着していた。

これまでの本研究の電気泳動試験から、通電を行うことでセシウムが土壌から抽出されにくくなっていることが判明している。これは、通電による土壌 pH の変化がセシウムイオンの移動に影響を及ぼしていること、また、土壌中のセシウムイオンを固着している負電荷を帯びた粘土粒子が陽極である炭素棒側に移動しているという問題が想定される。よって、今後はより多くのセシウムを吸着材に吸着させるために、土壌 pH を調整した試験、および炭素棒にセシウムを含んだ粘土粒子が吸着されていないかを確認する必要がある。

4. 参考文献

- 1) 福島県 HP : ふくしま復興ステーション, 仮置場について, 2018.
- 2) 菅谷敏克, 阿部大智, 武部慎一, 中谷隆良, 坂井章浩 : フレキシブルコンテナに収納した汚染土壌等の単位濃度あたりの 1cm 線量当量率の算出, JAEA-Technology, NO.018, 2016
- 3) 小豆川勝見, 野川憲夫, 松尾基之 : もみ殻等を用いる環境水中の放射性セシウムの除染, BUNSEKI KAGAKU, Vol.62, No.6, pp547-554, 2013.

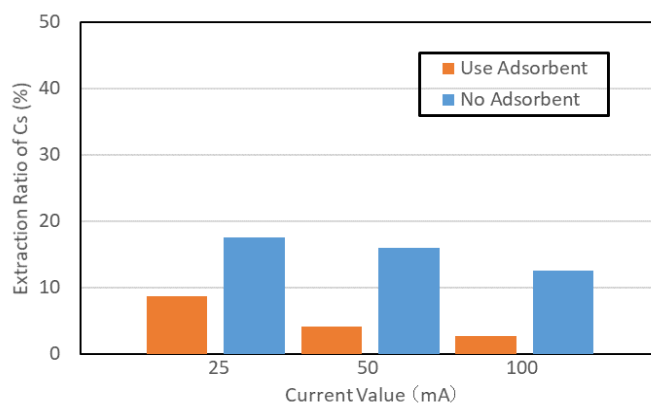


図 2. ゼオライト 10g を用いた電気泳動試験結果

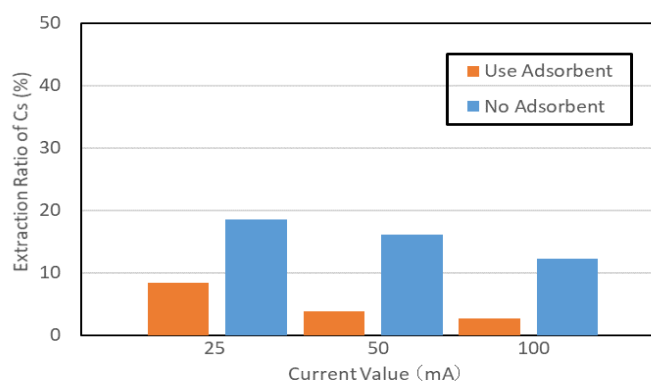


図 3. 粃殻 3g を用いた電気泳動試験結果

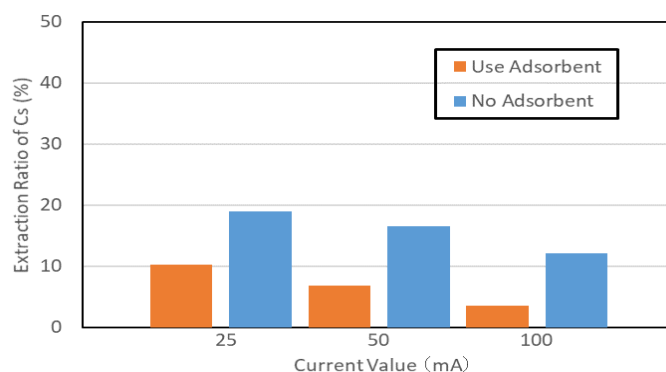


図 4. 粃殻パウダー 10g を用いた電気泳動試験結果