

模擬フレコンバッグ中の汚染土壌からの セシウムの抽出と吸着に関する研究

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から約7年が経過したが、放出された多量の放射性物質による土壤汚染の問題は今もなお深刻である。放出された放射性物質の中でもセシウム 137 は放出量が $1.5 \times 10^{16} \text{Bq}$ 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現在も福島県内の広い範囲で検出されている。放射性セシウムの多くは福島県の土壌に広く偏在するバーミキュライト（風化黒雲母）と呼ばれる鉱物粒子に固定されていることが確認されており¹⁾、そこからの抽出は現状、大変困難である。

汚染土壌の除染手法としては主に表土の剥ぎ取りが行われており、福島県内で発生する除染土壌は減容化した後で東京ドームの約13～18倍に相当する約1600万 m^3 ～2200万 m^3 と推計されている²⁾。回収された汚染土壌は中間処理施設に輸送された後、焼却処理によって減容化されるが、焼却にかかるコストと焼却灰の処分方法については課題が多い。よって、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、フレコンバッグ内の汚染土の放射線量が環境省の示した基準値を下回るまで低減させる手法として、まず、フレコンバッグを模した簡易容器を作成し、そこに投入した汚染土壌である粒径0.7mmのバーミキュライトと豊浦標準砂を混合した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うことで、土壌中のセシウムを吸着材へと移動させることが可能かを検討した。

2.実験手法

本研究では、土壌中の粘土鉱物などから抽出して遊離したセシウムイオンを吸着材へ移動、吸着させる手法として電気泳動法を用いた。まず、試験に用いる模擬フレコンバッグを作成した。試験容器内に陰極としてアルミニウム板を模擬汚染土壌の四方を囲うように設置し、陽極となる炭素棒（直径15mm、長さ40mm）を設置した後に、バーミキュライト混合砂を容器に投入する。それを電解質である酢酸アンモニウム水溶液（60～70mL）で浸漬させ、模擬汚染土壌とアルミニウム板との間に吸着材を設置する（図1）。また、試験中に吸着材と土壌が混合すると吸着材へのセシウム吸着効果を正常に評価できないので模擬汚染土壌はろ紙とボルディングクロスを組み合わせた簡易容器内に投入した。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、通電によって陰極であるアルミニウム板に移動し、吸着材に吸着される。

本試験では吸着材として粉末状のゼオライト10gを使用した。電気泳動試験に用いる模擬汚染土壌は混合砂120gに対し、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セシウム1mgを添加し、168時間の養生期間をもうけたものである。電気泳動試験は電解質として異なる濃度の酢酸アンモニウム水溶液を用いて、通電条件は通電時間を48時間、電圧値を25V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。また、試験はゼオライトへのセシウムの吸着量を調べるため、ゼオライトを用いたものとそうでないもので試

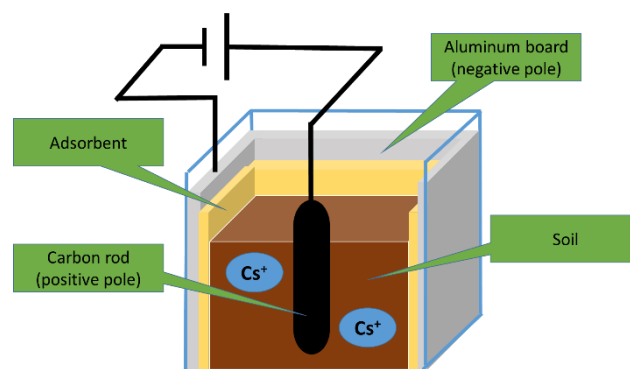


図1. 電気泳動試験装置

験を行った。本試験では原子吸光分析法を用いてセシウムの定量分析を行った。電気泳動試験後に試験土壌に対して電解質に用いたものと同濃度の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 $38\mu\text{m}$ のふるいにかかけ、溶液と土壌とに分離する固液分離の工程を 4 回繰り返した。回収した溶液に対して原子吸光分析装置を用いてセシウムの抽出量を定量した。

3. 試験結果および考察

25, 50, 100mA のそれぞれの電流値で電解質と抽出液に異なる濃度の酢酸アンモニウム水溶液を用いて行った試験の結果を示す。図 2 は 25mA での電気泳動試験結果である。試験結果から電解質の濃度が 1.5% のとき最もセシウムの吸着効果が高く、吸着材の有無で比較すると、抽出されたセシウムの半分以上が吸着されていることが分かる。また 4.5% 以上の濃度では試験結果にあまり変化が見られなかったため、酢酸アンモニウム水溶液の濃度の高さがセシウムの吸着を促進することは無いと考えられる。以上のことから、酢酸アンモニウム水溶液の濃度が低いときにセシウムの抽出ならびに吸着効果が高いと判断できる。次に、図 3 の 50mA における試験結果から、酢酸アンモニウム水溶液の濃度の違いでセシウムの抽出率に大きな変化は無いが、1.5% 濃度のときに高いセシウム吸着効果が確認された。これは図 4 の 100mA での試験結果においても同様で 1.5% 濃度のときに高い吸着効果がみられた。図 2, 3, 4 より、電流値が高く、かつ、酢酸アンモニウム水溶液の濃度が低いとセシウムの抽出効果が高いことが確認できた。

今後は、酸溶液による土壌に与える影響を低減させる目的で、電圧値の上限を 25V 以上に設定して、電解質となる酢酸アンモニウム水溶液の投入量を減少させて実験を行うことで、どういった結果が得られるかを検証する必要がある。

参考文献

- 1) Mukai H, Hatta T, Kitazawa H, et al, "Speciation of Radioactive Soil Particles in the Fukushima Contaminated Area by IP Autoradiography and Microanalyses", Environmental Science & Technology, Vol. 48, No. 22, 2014, pp.13053-13059.
- 2) 環境省：除染土壌などの中間貯蔵施設について、pp9-10, 2017
- 3) 環境省：再生資材化した除去土壌の安全利用に係る基本的考えについて、pp1-8, 2016

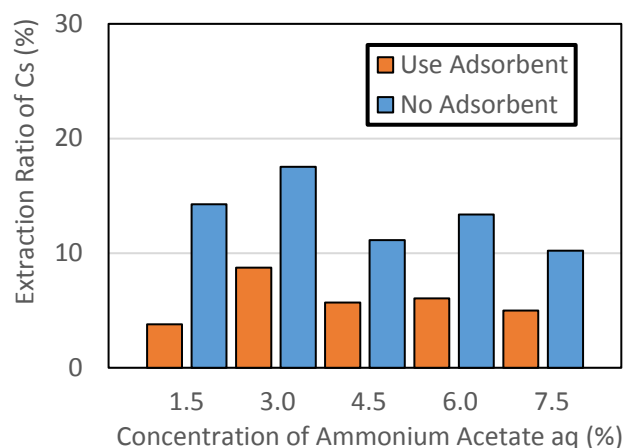


図 2. 25mA における電気泳動試験結果

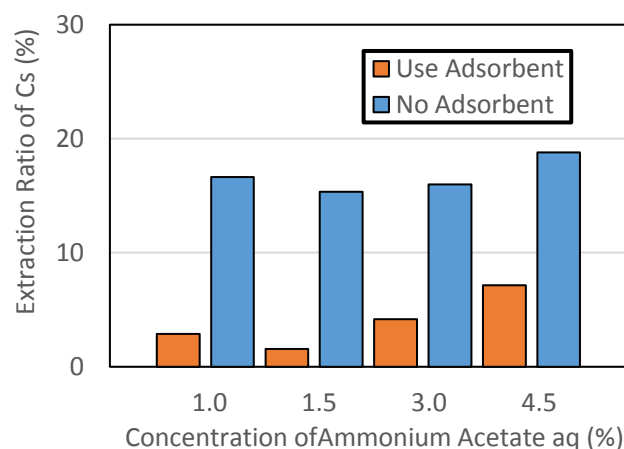


図 3. 50mA における電気泳動試験結果

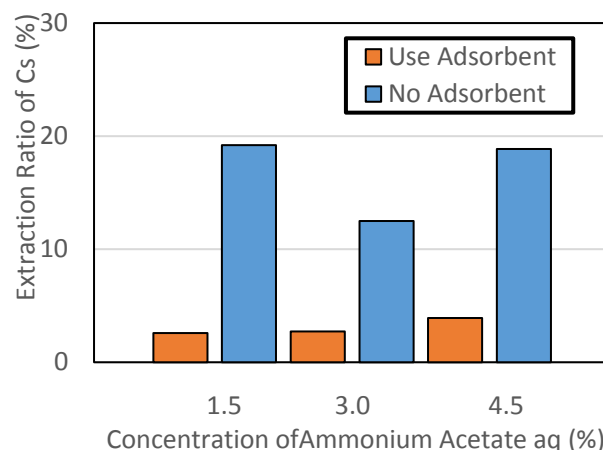


図 4. 100mA における電気泳動試験結果