

電解質として酢酸カリウム溶液を用いた電気泳動法による 土壌からのセシウム除去に関する研究

香川大学大学院工学研究科 学生会員 ○谷中 彩寧, 柴田 慶一郎
香川大学創造工学部 フェロー会員 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事故により、大量の放射性物質が拡散されてから9年が経過した。除染作業はすでに終了しており、表土剥ぎ取りにより回収された汚染土壌には中間貯蔵施設および焼却施設へ搬出されているものもあるにもかかわらず、仮置きされたフレキシブルコンテナバッグ（以降、フレコンバッグ）の数は減少しておらず、放射性物質を含む汚染土壌もその多くが処分されずに仮置きされている。加えて、中間貯蔵施設への運送や焼却施設での処分にはコスト面において課題があることから、環境省による基本方針として、放射線量が8000Bq/kgを下回る汚染土壌については建設材料として再利用するということが示されている（環境省「福島県内の災害廃棄物の処理の方針」,平成23年6月23日）。さらなる汚染土壌の減容化を達成するには、現時点で8000Bq/kgを上回る汚染土壌についても、放射性物質の部分的な除去により、線量を8000Bq/kgにすることが望まれる。仮置き場に置かれたフレコンバッグ内の土壌の線量を下げるには、効率よく放射性物質のみを除去する必要がある、それには電気泳動法の援用が有用であると考えられる。電気泳動試験に用いる電解質としては、セシウムイオンとイオン交換反応性の高いアンモニウムイオンを有する酢酸アンモニウムが有効とされているが、ゼオライトを吸着材として用いた場合、アンモニウムイオンの存在によって、ゼオライトへのセシウムイオン吸着が阻害される。そこで本研究では、吸着材としてゼオライトを、また、電解質液として酢酸カリウムを用いて電気泳動法によるセシウム吸着試験を行い、効率の良いセシウムの抽出ならびに吸着について検討することを目的とする。

2. 電解質液および抽出液について

本研究では、先述の通り、電気泳動試験の電解質液として酢酸カリウムを用いた。セシウムイオンは土壌中のフレイド・エッジ・サイトに固着されやすいが、カリウムイオンやアンモニウムイオンはフレイド・エッジ・サイトへのセシウムイオンの固着を阻害するため、酢酸カリウムあるいは酢酸アンモニウムの土壌への添加は、土壌よりセシウムイオンをより多く抽出すること可能であると考えられている¹⁾。酢酸カリウム溶液による抽出率は酢酸アンモニウム溶液による抽出率よりも低い傾向とされているが²⁾、吸着材としてゼオライトを用いる場合、アンモニウムイオンはゼオライトに一度吸着されると容易に脱離しないと類推されていることから³⁾、セシウムイオン吸着に対して阻害要因となるため、本研究では、電気泳動試験に用いる電解質液および抽出液として酢酸カリウムを選択した。

3. 抽出試験

酢酸カリウム溶液を抽出液として、その濃度を0.15mol/L, 0.30mol/Lと変化させて模擬汚染土壌からのセシウム抽出試験を行い、抽出液の濃度に対するセシウム抽出率を確認した。模擬汚染土壌には、豊浦標準砂およびバーミキュライトの混合砂を用いた。混合砂は総量120gに対して質量比5%でバーミキュライトを混合し、含水率30%の湿潤状態にした上で、塩化セシウム溶液を1mg添加した後168時間養生したものを模擬汚染土壌とした。円筒容器に先述の模擬汚染土壌および酢酸カリウム溶液100mLを投入し、300rpmで10分間攪拌後、篩でろ過した。本試験ではこの工程を計4回を行い、模擬汚染土壌に添加したセシウム量(1mg)に対するろ過液中のセシウム量(計4回分)の割合をセシウム抽出率とする。Fig.1に酢酸カリウム溶液の濃度ごとのセシウムの抽出率を示す。横軸が酢酸カリウム溶液の濃度を、縦軸はセシウム

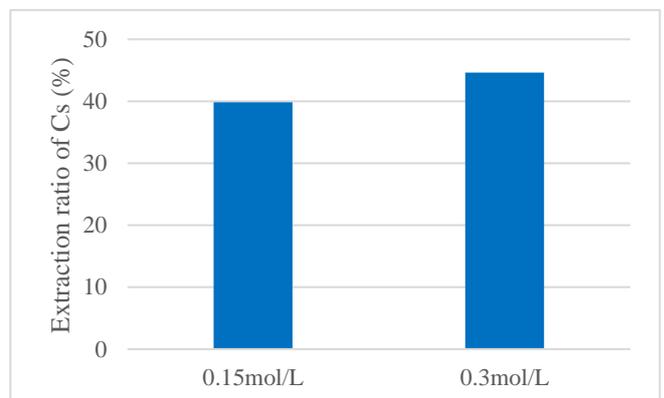


Fig. 1 The extraction ratio of cesium by concentration of potassium acetate aq

キーワード 放射性物質, セシウム, ゼオライト, 電気泳動法, 抽出, 吸着

連絡先 〒761-0396 香川県高松市林町 2217-20 香川大学大学院工学研究科 TEL087-864-2000

の抽出率を表す。Fig.1より、酢酸カリウム溶液 0.15mol/L で約 40%、0.30mol/L で約 45%のセシウム抽出ができたことから、約 5%の差ではあるものの、抽出液である酢酸カリウムは高濃度の方がより多くのセシウムの抽出が可能であることが判明した。

4. 電気泳動試験

酢酸カリウム溶液を電解質液および抽出液とし、濃度を 0.10mol/L、0.15mol/L、0.30mol/L と変化させて電気泳動試験を行い、濃度の違いによるセシウムの抽出率を比較した。また、吸着材としてゼオライトを使用し、酢酸カリウムの存在がセシウム吸着へ及ぼす影響を確認した。試験装置として、Fig.2に示す模擬フレコンバックを作製した。試験容器に先述の模擬汚染土壌を投入し、陽極となる炭素棒を土壌の中心に設置した。この際、模擬汚染土壌と粉末状のゼオライトとの混合を防ぐため、目開き 35 μ m のボルディングクロス内に土壌を投入した。最後に、電解質液および抽出液である酢酸カリウム溶液 (60~70mL) で浸漬させ、土壌を囲うようにアルミ板の手前に陰極となる吸着材であるゼオライト (10g) を設置する。本試験では 40V の電圧値を上限として、定電流値 50mA で 48 時間通電した。また、試験中は極力低電圧を維持するため、通電によって消費される酢酸カリウム溶液を逐次投入した。

Fig.3に酢酸カリウム溶液の濃度ごとのセシウム抽出率を示す、横軸に酢酸カリウム溶液の濃度を、縦軸にセシウムの抽出率を表す。また、ゼオライトの吸着効果の確認は、ゼオライトを用いた場合と用いていない場合のセシウム抽出率の差から、ゼオライトに吸着されたと考えられるセシウム量にて評価

する。Fig.3より、酢酸カリウム溶液の濃度 0.10mol/L におけるセシウム吸着率が 24.3%と最も吸着率がよいことから、酢酸カリウム溶液の濃度が低いほど、ゼオライトはより多くのセシウムを吸着できるということが判明した。加えて、Fig.1の抽出試験結果と Fig.3のゼオライトを用いない場合の抽出率を比較すると、電気泳動試験における抽出率の方が低く、また、酢酸カリウム溶液の濃度が高いほどセシウム抽出率が低くなっていることが分かる。これは、通電することで陰極側に移動してしまうカリウムイオンが少なからず存在し、セシウム抽出に必要なカリウムイオンが不足するためではないかと考えられる。さらに、酢酸カリウム溶液が高濃度の場合、通電の際に電圧があまり上昇せず、電解質液である酢酸カリウム溶液を頻繁に投入しないため、セシウム抽出に必要なカリウムイオンの不足が生じてしまうことから、電気泳動試験における抽出率が低下するのではないかと類推される。

5. まとめ

抽出試験の結果から、抽出液である酢酸カリウム溶液は高濃度の方が、セシウム抽出率が高いことが判明した。また、電気泳動試験によるセシウム抽出および吸着について、電解質液および抽出液である酢酸カリウム溶液が低濃度の方がゼオライトによるセシウムの吸着率が高いことも判明した。今後は、より効率的なセシウム除去における条件を検討するため、酢酸カリウム溶液の濃度ならびに電流値を変化させて電気泳動試験を行い、その際のゼオライトによるセシウムの吸着を評価する必要がある。

参考文献

- 1) 山口紀子, 高田裕介, 林健太郎他: 土壌-植物系における放射性セシウムの挙動とその変動要因, 農業環境技術研究所報告, 第 31 号, pp.75-129, 2012
- 2) 山口紀子, 江口定夫, 池羽正晴他: 放射性物質沈着初期の農地土壌からの放射性セシウムの抽出, 農業環境技術研究所報告, 第 34 号, pp.29-32, 2015
- 3) 梅崎健夫, 河村隆, 西田健吾他: ゼオライト機能紙とジオシンセティックスを用いた浄化システム, ジオシンセティックス論文集, 第 27 巻, pp.25-30, 2012

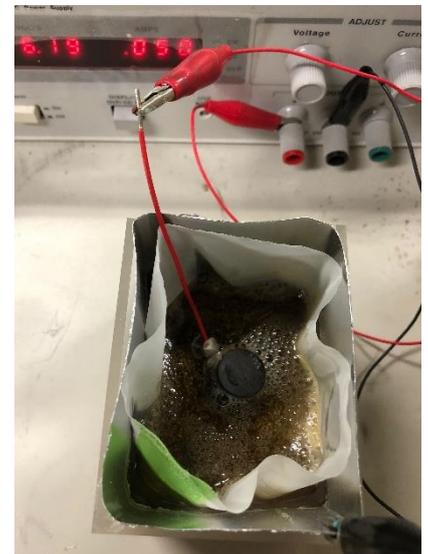


Fig. 2 A simulated flexible container bag

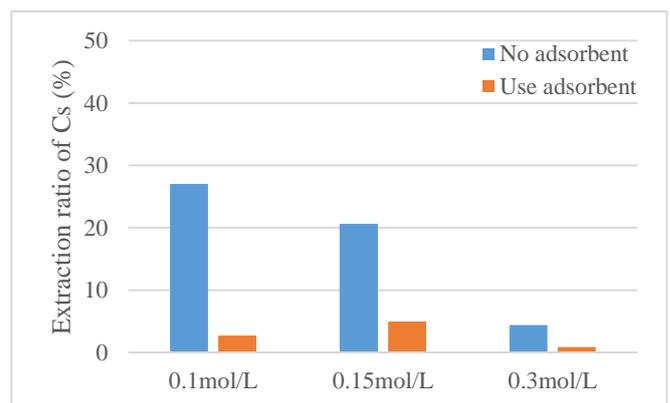


Fig. 3 The extraction ratio of cesium by concentration of potassium acetate aq