

放射能汚染土壌の吸着と脱着特性について

長崎大学工学部 学生会員 ○末次 孝 長崎大学大学院 正会員 大嶺 聖 正会員 杉本 知史
長崎大学大学院 フェロー会員 蔣 宇静 正会員 李 博

1. はじめに

今現在、東京電力福島第一原子力発電所が大きな被害を受けたことにより、放射性セシウム(以下、放射性Cs)が環境中に放出され大きな問題となっている。福島県内では、放射性Csが雨で水に溶けたり、土壌に付着している状態で湖や池に流れ、高濃度で蓄積している。さらに除染後に仮置き場で汚染土壌をフレコンバックにいれると水漏れが発生し、それが原因で効率的に処理することが難しい状況にある。そこで本研究では、汚染土壌の吸着と脱着に着目し、除染作業の効率化や環境汚染の緩和を図るために土壌に吸着している放射性Csの抽出条件の違いによる溶出特性を調べる。

2. 対象試料・試験方法

福島県内の森林土壌で採取した3つのサンプルを対象試料とした。これらの写真を図-1に示す。

試料AとCはリター(草と落ち葉などを含む)、試料は表層土壌である。

水と酢酸アンモニウムの2つで抽出の実験を行った。水抽出は試料と精製水を1:10の割合で混合し、約6時間反復振とう後遠心分離し、0.45 μ mのメンブレンフィルターでろ液を採取する。酢酸アンモニウム抽出の

場合は試料と酢酸アンモニウムを1:10の割合で混合し、約24時間反復振とう後、遠心分離し、0.45 μ mのメンブレンフィルターでろ液を採取する。なお、それぞれの振とう時間は、一般に用いられている標準の時間とした。水で抽出したものを水溶性画分、酢酸アンモニウムで抽出したものをイオン交換態とする。



図-1 対象試料

3. 対象試料の放射能測定結果

3つの試料を対象に環境放射能測定装置で放射能を測定した。結果を表-1に示す。なお、CsはCs¹³⁷とCs¹³⁴の合計の値である。今回の3種類の試料の中で、試料Cの放射性Cs濃度が他の試料と比べて高い結果が得られた。放射性Cs汚染土壌の処分方法に基準があり、8000Bq/kg以下であれば埋立処分が可能でありそれを超えると一時保管となる。試料A、B、Cは埋立処分できない濃度であった。

表-1 試料の放射能量

	試料A	試料B	試料C
Cs (Bq/kg)	58476	65648	123424

4. リターに付着したセシウムの溶出特性

試料C200gに乳酸菌または光合成細菌の培養液40gを添加してビニール袋に密閉して、約15カ月間室内で嫌気条件で放置した。その後バッチ試験を実施した。微生物を用いると土壌に付着しているCsが脱着しにくくなるとされているので微生物ありとなしで比較した。表-2は、計測時間を1時間として測定した水とイオン交換抽出によるろ液の放射能量である。水のみの場合、わずかではあるが放射性Csの量が検出された。一方、乳酸菌や光合成細菌を添加した場合のろ液の値は不検出の結果となった。つまり乳酸菌や光合成細菌を添加することでCsの溶出を抑える効果が期待される。これは、有機分の分解の違いが影響していることが考

えられる³⁾。

表－2 抽出条件の違いによるろ液の放射エネルギー

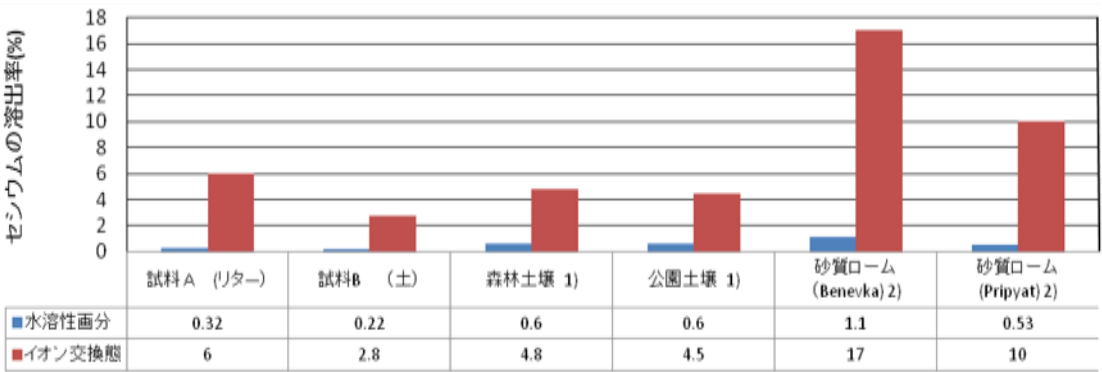
試料C	微生物なし	乳酸菌	光合成細菌
水溶性画分	19	不検出	不検出
イオン交換態	20	不検出	不検出

5. 抽出条件の違いによるセシウムの溶出特性

図－2 では、本研究の実験結果ならびに過去の文献から引用した情報に基づく、水抽出とイオン交換抽出による放射性 Cs の溶出率を表わしている。なお、Cs の溶出率は以下のように定義される。

Cs の溶出率＝ $\frac{\text{水溶液中に Cs が溶けた 1mL あたりの放射エネルギー} \times \text{水溶液の量}}{\text{乾燥した試料の 1kg あたりの放射エネルギー} \times \text{試料の重さ}}$

森林土壌と公園土壌は福島県内で採取されたもので、砂質ロームはチェルノブイリの土壌である²⁾。A、B 両方とも水抽出よりもイオン交換で抽出したほうが溶出率は高い値になった。これは、放射性 Cs はイオン化すると Cs⁺ となり、水溶液中にふくまれる酢酸アンモニウムのアンモニウムイオンがプラスイオンの過剰な状態を生み出すことにより放射性 Cs と置換されやすくなったため、放射性 Cs が水に溶け出しやすくなったと考えられる。イオン交換抽出で放射性 Cs の脱着効果が確認された。また、イオン交換で抽出した場合に、福島とチェルノブイリの試料を比較するとチェルノブイリの試料の溶出率は 10% 以上であり、福島の試料よりも放射性 Cs が溶出することがわかった。



図－2 水とイオン交換で抽出したセシウムの溶出率の比較

6. おわりに

汚染土壌に微生物を添加することにより、放射能セシウムが溶出しにくいことが考えられる。乳酸菌や光合成細菌などのすなわち、微生物を使うことで有機分が発酵し、腐敗しにくくなって汚染を緩和できる可能性が示された。

Cs のイオン交換抽出において、福島の土壌では放射性 Cs の溶出率は 2～6%、チェルノブイリの土壌では、10% 以上であり、比較の違いが見られた。これは福島とチェルノブイリの土壌は性質が異なるため放射性 Cs の溶出率に差が生じたと考えられる。

参考文献

1) 独立行政法人 国立環境研究所 放射性物質の挙動からみた適正な廃棄物処理処分について
http://www.nies.go.jp/shinsai/techrepo_r4_140414_4-5.pdf

2) TS.I.Bobovnikova et,al,Chemical forms of occurrence of long-lived radionuclides and their alteration in soils near the Chernobyl nuclear power station, soiyet soil science,p52～p57,V23,N,1991

3) 第 3 回環境放射能除染研究発表会(2014 年) 放射性セシウムの土壌および有機物への吸着特性について, 大嶺聖, 杉本知史, 中川雄介