

放射性セシウム汚染土壌の吸着特性におよぼす微生物の影響

長崎大学工学部 学生会員 ○末永 佳弥
長崎大学大学院 フェロー会員 蔣 宇静

長崎大学大学院 正会員 大嶺 聖
長崎大学大学院 正会員 杉本 知史

1. はじめに

東日本大震災によって、東京電力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）が大気中に放出され、大きな問題となっている。放射性 Cs は半減期が長いため、今後も環境汚染への影響が懸念される。また、福島県内では汚染土壌の処理が問題となっており、土壌に吸着している放射性 Cs の早急な処理・処分方法が求められている。本研究では、簡易的かつ低コストの汚染土壌の浄化方法や処分場でのより安定な処分方法を検討するために、土壌の物理的・化学的特性と放射性 Cs の吸着特性との関係に着目して研究を行う。



図-1 対象試料

2. 対象試料

福島県内の森林で採取したリターと土壌を使用する。図-1 にこれらの写真を示す。2015 年 10 月に採取したものを土壌 A，リター A とし，2014 年 10 月に採取したものを土壌 B，リター B とする³⁾。

表-1 対象試料の Cs-137 含有量

	Cs-137 含有量 (Bq/kg)
土壌 A	35424. 2
リター A	13461. 3

3. 試験概要

3.1 放射性セシウムの溶出試験

水と酢酸アンモニウムの 2 つを用いて抽出試験を行った。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 12 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¹⁾。以下、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称する。ここで、試料 A, B とチェルノブイリの土壌を水でバッチ試験した際の Cs 溶出率を比較したものを図-2 に示す。森林土壌と公園土壌は福島県内で採取したもので、砂質ロームはチェルノブイリの土壌である²⁾。図-2 より、土壌 A と B とではほとんど差がなく、チェルノブイリと福島県内の土壌では、チェルノブイリの土壌が 2 倍以上高いことがわかる。

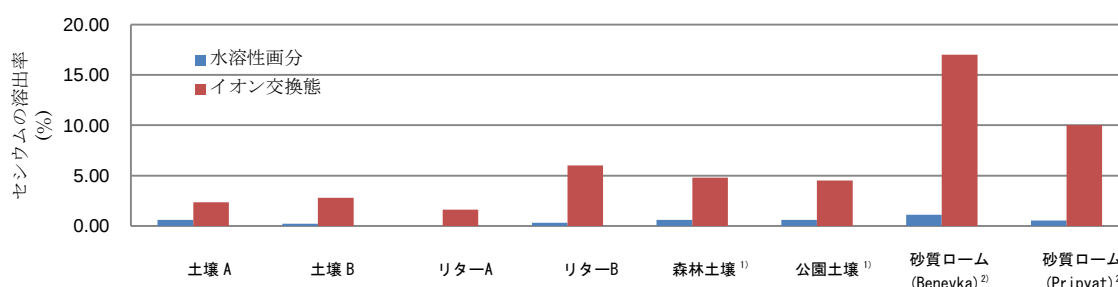


図-1 試料別に見た Cs 溶出率の比較

次に、乳酸菌、フルボ酸、光合成細菌、えひめ-AI の 4 種の微生物を使用し、吸着効果を調べた。また比較のために、水のみでの吸着実験も行った。乳酸菌は米ぬかから培養、光合成細菌は市販のものを購入して培養、えひめ AI は乳酸菌・酵母・納豆菌を含む培養液、フルボ酸は市販のものを使用した。フルボ酸は、腐植物質であり腐敗抑制効果が期待できるため用いた。これらの微生物は環境浄化に有用な嫌気性微生物で農業資材としても用いられている。

3.2 プルシアンブルー不織布を用いた吸着試験

土壌 A を 20g を 3 つ用意し、試料に対して 5% および 15% の微生物培養液と 20g の水を加える。えひめ AI、乳酸菌、光合成細菌の 3 種類の微生物を用いる。比較するために、水だけ加えたものを用意した。約一週間恒温恒湿状態で放置後プルシアンブルー不織布を用いて水に溶解出した放射性セシウムを吸着させる。その後、不織布を炉乾燥させたものと、不織布を取り除いた試料中の Cs-137 含有量を測定する。

4. 試験結果と考察

4.1 試験結果とセシウムの溶出特性

リター A は、微生物により分解されにくい状態であったため、水でのバッチ試験ではすべて検出限界以下の値であった。水抽出とイオン交換抽出による Cs の溶出率を比較するため次の式を用いた。

$$\text{Cs の溶出率} = \frac{\text{水溶液中に溶けたセシウムの量}}{\text{乾燥した試料に含有するセシウムの量}} \times 100$$

結果をそれぞれ図-3、図-4 に示す。これらより、水と酢酸アンモニウムでのバッチ試験後の Cs-137 の溶出率を比較すると、酢酸アンモニウムのほうが高くなっている。これは、陽イオンである NH_4^+ を大量に添加することで負電荷に吸着されていた陽イオンを NH_4^+ に置換することを利用している。昨年度の実験結果では、有機物が嫌氣的に分解されると放射性 Cs が溶出しやすくなるという結果が得られた³⁾。しかしながら、今回の実験では水の場合の溶出率が小さく、微生物を混合するとセシウムの溶出量が増加する結果となった。この原因として有機物の種類によって分解の程度が異なるためではないかと考えられる。

4.2 プルシアンブルー不織布を用いた吸着試験・試験結果

結果を表-4 に示す。表-4 より、微生物添加量 5% の場合は、水の場合に比べてセシウムの吸着量はわずかに増加した程度である。一方、微生物添加量 15%（えひめ AI を 15% と、えひめ AI を 10%+光合成細菌 5%）とした場合、明らかに吸着量が増加していることが分かる。

5. おわりに

微生物を添加することによる放射性セシウムの溶出特性は、リターの種類によって異なることが明らかとなった。また、微生物を添加することでプルシアンブルーの吸着率が高まることがわかった。

7. 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 (改訂版) http://www.nies.go.jp/shinsai/techrepo_r4_140414_4-5.pdf, 2015
- 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, soyiet soil science, p52~p57, V23, N, 1991
- 3) 大嶺ら, 放射性セシウムの土壌および有機物への吸着・脱着特性, 第 11 回環境地盤工学シンポジウム, 2015
- 4) 農村漁村文化協会: 放射性物質の土壌中での動き http://www.ruralnet.or.jp/images/oyakudachi_3002.pdf, 2011

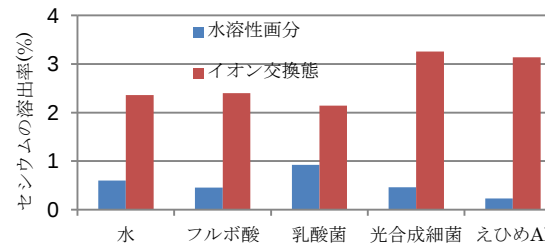


図-3 土壌 A の Cs 溶出率

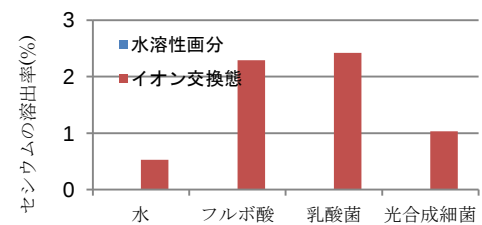


図-4 リター A の Cs 溶出率

表-4 土壌 A にプルシアンブルー不織布を用いた場合の Cs-137 の吸着量

a) 微生物添加量 5%

	Cs-137 (Bq/kg)
水	2179.6
えひめ AI	2548.0
乳酸菌	2822.7

着量

b) 微生物添加量 15%

	Cs-137 (Bq/kg)
えひめ AI 15%	4083.8
えひめ AI 10%+ 光合成細菌 5%	3773.2