

放射性セシウム含有土壌の分級処理法に関する基礎的研究

長崎大学大学院 学生会員 中川 雄介 正 会 員 大嶺 聖
長崎大学大学院 正 会 員 杉本 知史 フェロー会員 蔣 宇静
長崎大学大学院 正 会 員 李 博 学生会員 木村泰貴

1. はじめに

平成 23 年 3 月 11 日の東北地方太平洋沖地震により、東京電力福島第一原子力発電所が多大なる損害を受け、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社会問題となっている。放射性 Cs は比較的半減期が長い(^{134}Cs , 2.06 年, ^{137}Cs , 30.2 年), 今後も環境汚染への影響が懸念されている。今現在、福島県では汚染土壌の処理が問題となっており、仮置き場を設置している市町村は少なく、フレキシブルコンテナに汚染土壌を詰めこんだままあらゆるところに放置されている現状にある。これからも汚染土壌は増える一方であり、簡易で低コストの汚染土壌の浄化手法や処分場でのより安定な処分方法を検討することが喫緊の課題となっている。

本研究においては、放射性 Cs 含有土壌の物理的・化学的特性に着目し、土壌における吸脱着のメカニズムを解明し、安価でより簡易的な汚染土壌の処理方法の提案を行うことを目的とする。

2. 対象試料・試験方法

対象試料として、福島県内における 3 箇所からそれぞれサンプル採取を行った。これらの写真を図-1 に示す。試料 A と試料 B は比較的細粒分が多い砂質土で試料 C は枯葉や木の根などの有機物を多く含んでいるという特徴がある。これらについて、密度粒度試験・粒径による分級試験・湿式分級試験・シリアルバッチ試験を行った。



図-1 対象試料

3. 試験結果と考察

3.1 対象土壌の放射能測定結果

3 種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。

土壌の放射性 Cs 濃度基準は用途を限定したうえで幾つかの基準が提示されている。例えば、客土材料の基準として 400Bq/kg, 東日本大震災からの復旧復興のための公共工事における災害廃棄物由来の再生資材の活用基準として 3000Bq/kg, 稲の作付制限の基準として 5000Bq/kg 等がある。また、利用用途の制限がないものとして、原子炉等規制法に基づいて安全に再利用できるクリアランス基準として 100Bq/kg という数値もある。また、放射性 Cs 汚染土壌の処分方法についても基準があり、

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, 100000Bq/kg を超えると、放射線を遮蔽し保管という処分方法になる¹⁾。

今回の 3 種類の試料は試料 C が放射性 Cs 濃度が他の種類の試料と比べて高い結果が得られた。試料

A や試料 B はクリアランス基準は満たしていないものの、埋立処分は可能である濃度レベルであった。よって、試料 C を用いて粒径による分級試験と湿式分級試験を実施した。



図-2 環境放射能測定装置

表-1 土壌の放射能量

	試料A	試料B	試料C
Cs-134(Bq/kg)	112.16	206.61	17377
Cs-137(Bq/kg)	166.46	453.43	40341
Cs(Bq/kg)	278.63	660.04	57718

3.2 粒径による分級試験

試料Cを対象に粒径による分級試験を行い、放射能を測定した。試料Cの粒度分布を図-3、粒径で分級した際のそれぞれの放射エネルギーを図-4に示す。また、質量における木材含有率は12.41%であった。図-3から細粒分が土の40%を占め、粒径幅の広い土ということが分かる。また、図-4より草に多くの放射性Csが吸着しているという結果が得られた。土の粒径による分級では粒径差と放射性Csの吸着に相関性は見られなかった。草と土を分級すると質量と放射エネルギーの比より、土の放射エネルギーが57717Bq/kgから44786Bq/kgに約22%ほど低下するが、埋立処分の基準が8000Bq/kg以下であることから、それを満たさない。しかし、粒径幅4.75mm以上の土では放射エネルギーが1488Bq/kgであることから公共工事における災害廃棄物由来の再生資材の活用基準を十分に満たす。

表-2 粒径区分

粒径区分	%
草分	12.41
粗礫分	0.00
中礫分	3.50
細礫分	7.01
粗砂分	12.26
中砂分	21.90
細砂分	7.88
シルト分	19.27
粘土分	15.77

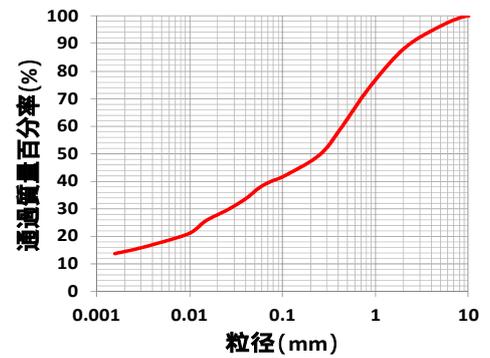


図-3 粒度分布

3.3 湿式分級試験(シリアルバッチ試験)

湿式分級試験における分岐点は0.075mmであることが多いことや、対象試料は細粒分が全体の4割近くを占めることから、0.075mmを分岐点として湿式分級試験を行った。また、水の質量を試料の質量の5倍量とした。これは、実際の土壌洗浄処理では水を無制限に使用できないため、無制限に水を使用して洗浄を行った結果とは異なるためである。結果を表-3に示す。0.075mmに残留した土を用いて固液比1:10で6時間振とうさせ、その後、ろ過し残留物とろ液に分離するシリアルバッチ試験を実施した。しかし、ろ液は放射エネルギーが極めて低く、水との振とうによる溶出は少ないという結果となった。0.075mmを通過したもの(濁水)や草のみでも同試験を実施したが同様な結果が得られた。これは、細粒分に含まれているイライトに放射性Csが強固に吸着しているため、水との振とうによる溶出効果は得られなかったと推測できる。

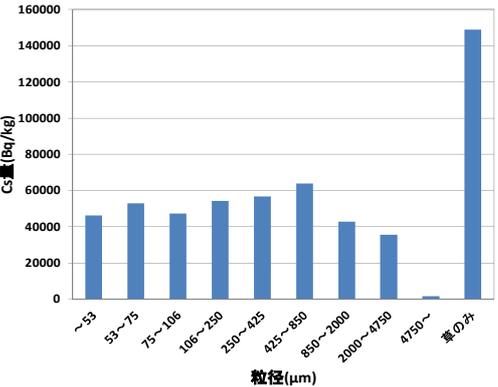


図-4 粒度におけるCs量

4. おわりに

粒径による分級では有機物である草に多くの放射性Csが吸着していることが示された。また、4.75mm以上の粒径では再生資材としての活用基準を満たしているため粒径の分級処理によるリサイクル材としての活用が期待できる。また、湿式分級試験では水との振とうによる放射性Csの溶出はあまり見られなかった。有機分解が進むにつれて放射性Csが溶出しやすくなることが推測できるため、今後、比較的成本がかからない炭化材を吸着材として用いて放射性Csの溶出が期待できないか検討する。

謝辞：本研究を行うに当たり、実験設備を提供していただいた長崎大学医学部先端生命科学研究支援センターの松田尚樹教授に謝意を表します。

参考文献 1)地盤工学会 震災対応地盤環境研究委員会：放射性セシウム含有土壌の土壌洗浄法の適用性評価試験法，2013-1-15

表-3 湿式分級試験における放射エネルギー

	0.075mm残留土
Cs-134(Bq/kg)	5736.5
Cs-137(Bq/kg)	12819
Cs(Bq/kg)	18556

↓ バッチ試験後ろ過

	残留物	ろ液
Cs-134(Bq/kg)	5044.9	検出なし
Cs-137(Bq/kg)	11678	20.510
Cs(Bq/kg)	16722	20.510

	濁水
Cs-134(Bq/kg)	1670.2
Cs-137(Bq/kg)	4055.3
Cs(Bq/kg)	5725.5

↓ 遠心分離後ろ過

	残留物	ろ液
Cs-134(Bq/kg)	26502	検出なし
Cs-137(Bq/kg)	60825	
Cs(Bq/kg)	87327	