

放射性汚染物質を含む土壌の洗浄処理に係る基礎的検討

前田建設工業（株） 正会員 ○岩田 将英
 前田建設工業（株） 正会員 山本 達生
 前田建設工業（株） 正会員 清水 英樹

1. はじめに

福島第一原子力発電所事故により、放射性物質が環境中に放出され、土壌に沈着することとなった。震災からの復興を目指す上で、生活環境を震災前の状態に回復することが求められているが、そのためには、土壌等に沈着している放射性物質を除去する必要がある。放射性物質は広範囲にわたり分布しており、莫大な量の土壌の除去が必要となるため、除去土壌等を保管する中間貯蔵施設や仮置場の確保は大きな問題となっている。

現在、環境中に存在する事故由来の放射性物質の主な核種はセシウム134及び137であり、これらは、土壌の細粒分に非常に強く吸着する特性を持っており、粘土やシルトなど土壌の細粒分に放射性物質が高濃度に存在すると報告されている¹⁾。そのような中、土壌の分級洗浄は、除染廃棄物となる除去土壌等の減容化技術として期待されている技術の一つである。そこで著者らは、放射性セシウムに汚染された土壌を用い、土壌洗浄による基礎的特性を把握することを目的に、福島県内にて室内実験を行った。本報は、その結果について報告するものである。

2. 供試試料

福島県内にて写真-1に示す側溝堆積物や表層土壌を採取し、それらを混合し供試試料とした。なお、混合時に枯草、落葉落枝、ビニール片及び金属片等は除去した。供試試料は、ゲルマニウム半導体検出器を用いたガンマ線スペクトロメトリーによる放射能濃度測定を行った。なお、分析核種は、セシウム134及び137とし、両者の合計を放射性セシウム濃度とした。また、粒度分布測定も合わせて行った。



写真-1 採取土壌
 (左) 側溝堆積物、(右) 表土

供試試料の放射性セシウム濃度を表-1に、粒径加積曲線を図-1にそれぞれ示す。図-1に示すように本供試試料は、粘土・シルト分を25%程度含む砂質土であった。なお、土壌を採取した地点周辺の1m空間線量率は、約0.7～0.8 μ Sv/hであり、土壌等は平成23年3月に採取した。

表-1 供試試料の放射性セシウム濃度

Ge半導体検出器による測定値(Bq/kg-dry)			
	Cs-134	Cs-137	計
供試試料	108,980	147,690	256,670

3. 試験方法

所定量の供試試料を採取し、同重量の洗浄水を加え、ハンドミキサーを用い供試試料と洗浄水を1分間攪拌混合させた。攪拌後、ステンレス製篩を用い土壌を5画分に分級し、その後供試試料に対し半分量の水ですすぎ洗浄を実施した(以後、ここまでの工程を分級洗浄とする)。土壌の画分は、粒径2mm以上、2mm～0.85mm、0.85～0.25mm、0.25mm～0.075mm、0.075mm以下とした。分級後の画分について、放射性セシウム

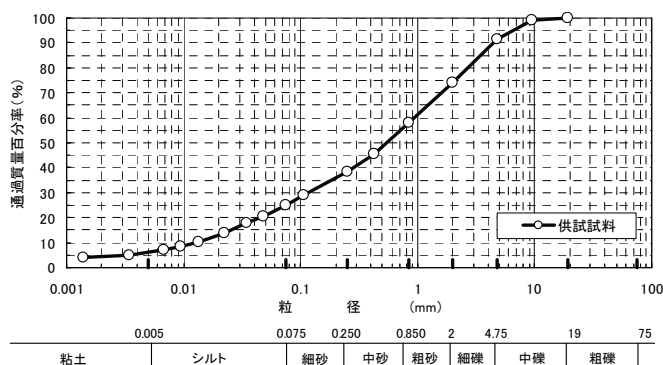


図-1 供試土壌の粒径加積曲線

キーワード 土壌洗浄, 除染, 減容化, 放射能

連絡先 〒101-0064 東京都千代田区猿樂町2-8-8 前田建設工業土木事業本部 TEL 03-5217-9563

濃度の測定を行い、土壌洗浄による放射性セシウムの低減効果を確認した。また、低減効果の向上を目的として、分級洗浄を行った土壌に対し気泡混入水とコンクリートパイプレンタを用いた土壌洗浄（以後、気泡水洗浄とする）についても合わせて実施した。洗浄後の放射性セシウム濃度について測定を行った。

4. 試験結果と考察

土壌洗浄試験の結果を表-2 に示す。分級洗浄、気泡水洗浄後の画分ごとの結果に加え、対象画分以上を累積した場合の放射性セシウム濃度の低減率を示す。なお、0.075mm 以下の画分については、計算により濃度を算出した。

分級洗浄により、2mm 以上の画分については、約 84%の低減が確認できた。また、0.25mm 以上の中砂程度までであれば、約 60%の低減率であった。濃度の低減率は粒径が小さくなるにつれ低下し、0.25mm 以下では、初期濃度よりも高い濃度に濃縮されていた。また、対象画分以上を累積した場合の低減率は、0.25mm 以上で約 75%となった。なお、この時の減容化率は、61.5%であった。気泡水洗浄では、分級洗浄からさらに低減率を高めることが可能

となっており、2mm 以上の画分において 90%を超える低減率となった。また、分級洗浄では濃度低減が認められなかった 0.25mm～0.075mm の画分においても濃度を低減することが可能であった。

次に、図-1 に放射性セシウムが洗浄により画分へ移行した割合を示す。分級洗浄後では、試料に含まれていた放射性セシウムの約 70%が 0.075mm 以下のスラリー分へ移行しており、0.25mm 以下の画分を含めると約 84%の放射性セシウムが細砂以下の部分に移行していた。気泡水洗浄後では、細粒分への移行割合がさらに大きくなり、0.075mm 以下のスラリー分に約 79%、0.25mm 以下を含めると 90%以上の放射性セシウムが移行していることが確認できた。

上記の結果から、本試験に供した試料のような砂質土を土壌洗浄により、粒径 0.075mm 以上の土壌を 1,000Bq/kg 以下にまで低減させることを仮定した場合、初期濃度として分級洗浄では 2,400Bq/kg 程度、気泡水洗浄では 3,500Bq/kg 程度の土壌が処理対象となる。また、0.25mm 以上の土壌を 1,000Bq/kg まで低減させる場合、分級洗浄で 3,900Bq/kg 程度、気泡水洗浄では、6,400Bq/kg 程度となることが予想される。

5. おわりに

本試験により、土壌洗浄は放射性物質に汚染された土量の減容化という観点で有効な技術であることが確認できた。しかしながら、洗浄後の砂・礫分にも放射性セシウムが含まれるため、対象とする土壌の濃度には留意する必要がある。また、本試験では、分級洗浄に加え、気泡水等で洗浄することにより、さらなる濃度低減が確認できた。よって、酸洗浄など他の洗浄効果を上昇させる手法を併用することで、さらなる放射性物質の低減が可能となると考えられる。今後は、上記の洗浄効果を上昇させる手法や、土質が異なる複数の土壌に対し検討を進めていく予定である。

参考文献

- ・1) 放射性核種(セシウム)の土壌-作物(特に水稻)系での動きに関する基礎的知見,日本土壌肥料学会,2011.3 (<http://jssspn.jp/info/nuclear/post-15.html>)

表-2 土壌洗浄結果

分級画分	画分ごとの低減率(%)		累積低減率(%)		土壌分布比率(%)	減容化率(%)
	分級洗浄	気泡水洗浄	分級洗浄	気泡水洗浄		
>2mm	84.1	90.8	84.1	90.8	25.7	25.7
2mm-0.85mm	76.9	88.0	81.3	89.7	16.4	42.1
0.85mm-0.25mm	60.0	72.7	74.6	84.3	19.4	61.5
0.25mm-0.075mm	-12.0	13.3	58.9	71.5	13.6	75.1
<0.075mm	-177.6	-215.5	—	—	24.9	—

マイナスの値は、初期濃度に対し増加を表す

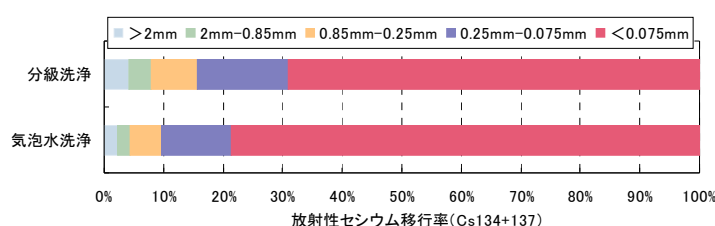


図-1 洗浄における放射性セシウム移行割合