

除染による除去土壌減容技術に関する一考察

鹿島建設(株) 正会員 ○三浦一彦 大橋麻衣子
 鹿島建設(株) 非会員 辻本 宏
 京都大学大学院エネルギー科学研究科 日下英史

1. 背景

環境省によると、福島県における除染で発生した除去土壌は 1,335 万 m^3 でこのうち再生利用可能な放射能濃度 8,000Bq/kg 以下を土壌 A、中間貯蔵施設への搬入開始 30 年後 (2045 年) までに 8,000Bq/kg 以下までに物理減衰し再生利用可能なものを土壌 B、現時点の高度分級技術 (分級+摩砕等) 等により再生利用可能な 8,000Bq/kg 以下の砂質土を得ることが可能なものを土壌 C、それ以上に放射能濃度が高いものを土壌 D と分類している (表-1) ¹⁾。これらの土壌に対し減容再生利用を図るべく、分級処理システムの開発を 2018 年度までに、それ以外の高度処理、化学処理、熱処理技術の開発を 2024 年度までに完成させるロードマップを提示している ¹⁾²⁾。分級システムとしては、通常の重金属汚染土などに使われるシステムがそのまま適用されることとなっている (図-1) ³⁾。

表-1 除去土壌の分類と物量 ²⁾

分類	砂質土 (万 m^3)	粘性土 (万 m^3)	計 (万 m^3)
土壌 A	655.0	416.1	1,071.1
土壌 B	35.2	50.0	85.3
土壌 C	20.8	112.9	133.7
土壌 D	0.7	9.8	10.6
計	711.7	588.9	1,335.0

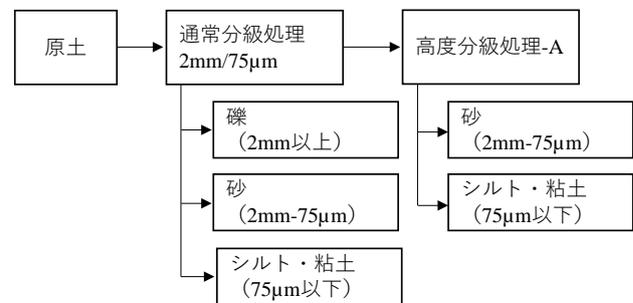


図-1 現状の分級洗浄工程

2. 除去土壌の特徴

除去土壌は、主に住宅やグラウンド等由来の砂質土と主に農地由来の粘性土に大別され、両者はほぼ 1:1 の割合で存在している ³⁾。粒径数 μm の粘土は層構造を成しており、放射性セシウムの大半は粘土のフレイド・エッジサイトと呼ばれる部分に捕捉されている (図-2) ⁴⁾。いったん捕捉されたセシウムは粘土から簡単には放出されないため、分級洗浄により粘土と砂礫を十分に分けることができれば、放射能濃度が低い砂礫は再生利用が可能となる。

しかし、農地土壌は一般的な土木工事で排出される土砂と違い、腐植酸などの有機分を多く含み、これが糊のような働きをして土壌を団粒化させているのが大きな特徴である (図-3) ⁵⁾。この団粒構造を十分に解泥 (あるいは解砕) させた上で分級を行うことが再生利用率を上げるための重要な技術となるが、これまで環境省が実施している分級実証では通常の土砂に対する分級洗浄技術をそのまま適用しているだけで、農地土壌の特性を考慮したものとなっていない。また、分級点も図-1の通り 75 μm となっており、これでは篩下に残ったシルト粘土すべてが濃縮残土となり、この中にはセシウムを吸着していない再生利用可能な土粒子も多く含まれることとなる。

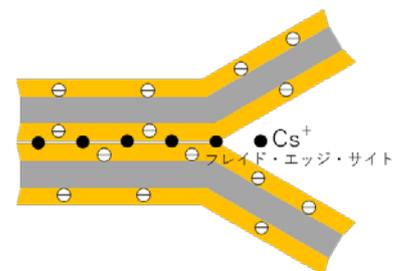


図-2 粘土中のフレイド・エッジサイト ⁴⁾

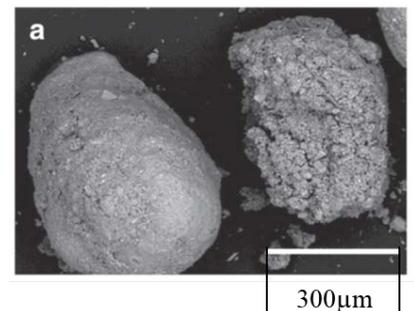


図-3 農地土壌の団粒状況 ⁵⁾

キーワード：除去土壌、減容再生利用、放射性セシウム、湿式分級、解泥

連絡先 〒107-8348 東京都港区赤坂 6-5-11 鹿島建設株式会社 TEL 03-5544-1111

3. 農地土壌解泥の方法と試行実験

通常の分級洗浄に用いる土砂の解泥は、ロッドミルのように棒状の媒体を回転体内に投入し衝突により行う方法が一般的であるが、柔らかい団粒構造を持つ農地土壌には効率的ではない。粘土を多く含む農地土壌の解泥は、図-4に示す表面粉碎と体積粉碎の両方を適度に行う、すなわち、礫・砂を砕くことなく有機団粒のみを粉碎する必要がある。その方法として超音波やジェットポンプなどの振動やキャビテーション効果の適用も考えられるが、筆者らはまず最も簡単でコストのかからない解泥方法としてミルに投入する解泥媒体を粒径の小さいペブルとしたペブルミルを低速で運転する解泥方法の基礎試験を行った(図-5)。試験は、市販の黒ぼく土を対象に、小型のミル内に10mmの磁性ボール及び数mmのペブルを投入したものの2種類について、解泥時間を変えて行った。その結果、粒度分布の変化から解泥が有効であることを確認した(図-6)。

前項に示した放射性セシウムは粒径数 μm の粘土にのみ吸着している事実から、このような手法を用い適切に解泥した粘土をサイクロンで分級可能な最小粒径である分級点 $20\mu\text{m}$ 周辺を分級点とする分級を行えば、これまで再生利用に供されることができなかつた $20\mu\text{m}$ 以上 $75\mu\text{m}$ 以下の分画の土の再生利用が可能となる。

4. 今後の展望

本稿は、通常の土木技術の延長で除去土壌の減容再生利用率を向上させる手法について考察し、その効果を簡易な試験で確認したものである。筆者らは、この新しい解泥手法に加えて、セシウムを捕捉する粘土が磁性を有していることを利用した磁気分離の適用⁶⁾やマイクロバブルを用い分離された細粒分を高速で固液分離する方法^{6,7)}についても研究を行っており、こうした技術を複合的にシステム化することで、土木技術の延長でできるだけ安価な除去土壌の再生利用率を高めることができると考えている。

参考文献

- 1) 環境省：減容・再生利用技術開発戦略進捗状況について，中間貯蔵除去土壌等の減容・再生利用技術開発戦略検討会（第9回），2018.12.17.
- 2) 環境省：中間貯蔵除去土壌等の減容・再生利用技術開発戦略，2016.4.
- 3) 環境省：除去土壌の分級処理システム実証事業について，中間貯蔵除去土壌等の減容・再生利用技術開発戦略検討会（第10回），2019.3.19.
- 4) 山口ら：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，農環研報，vol.31，2012，pp.75-129.
- 5) Asano & Wagai：Evidence of aggregate hierarchy at micro- to submicron scales in an allophanic Andisol, Geoderma, vol.216, 2014, pp.62-74.
- 6) 三浦，大橋，日下：福島県内の農地粘性土壌のマイクロバブルによる高速固液分離，環境放射能除染学会第7回研究発表会，2018.7.
- 7) 日下，塚越，三浦，大橋，辻本，腐植質及び粘土粒子を多く含む希薄有機汚泥の界面化学的固液分離に関する基礎的研究，2018.7.

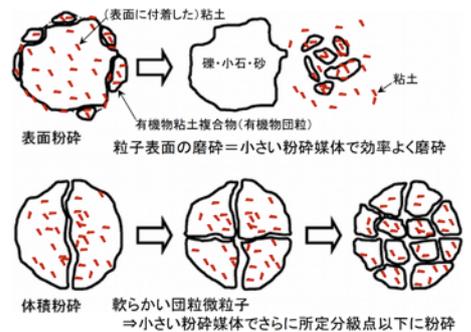


図-4 有機分を含む粘土の解泥モード



図-5 小型ミル試験装置

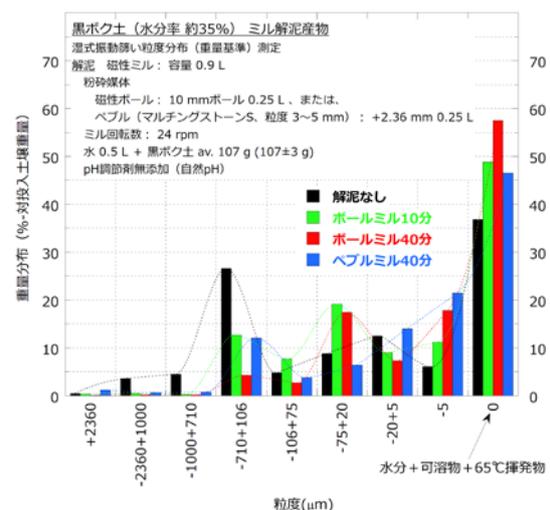


図-6 解泥試験結果