

平成23年度新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業 緊急対応研究課題

研究課題名	「放射性セシウムで汚染された土壌の洗浄と環境改善（課題番号 23065）」	研究期間	平成23年度
-------	---------------------------------------	------	--------

代表機関・研究総括者：奈良県合同砕石株式会社合同環境エネルギー研究所・富安博
 共同機関：東海大学工学部原子力工学科、国立大学法人東北大学金属材料研究所

I 研究の概要

本研究は、放射性セシウムで汚染された土壌の除染を行い、除染した土壌を同じサイトに戻し、農作物への放射能汚染を防ぐと同時に、サイト内での空間線量を下げることが目的とします。除染した土壌を戻すことにより、空間線量が増加しないよう、除染率は80%以上を目指しました。また、環境に有害な物質を使うことは許されません。除染は、土壌を希硫酸により沸騰条件で洗浄する方法で行い、その結果80%以上の除染率を得ることに成功しました。これにより、安価に、大量の汚染土壌を処理することが可能になりました。汚染土壌は水で十分洗うことにより中和され、化学汚染の問題は全くありません。

1. 成果の内容

1) 汚染土壌洗浄のための基礎試験の実施

放射性セシウムで汚染された土壌の除染に関して、最も注意すべきことは、放射性セシウムと土壌の間の結合力が土壌の種類により著しく異なることです。同じ方法でも除染率が数十倍も異なることです。例えば、汚染土壌を1M塩酸と混合し、50℃で5時間振盪すると、土壌によっては50%以上除染されますが、同じことを別の土壌で行うと除染率が限りなくゼロに近いこともあります。つまり、除染率は、一般論としてはほとんど意味がなく、その土壌に特徴的な値であると解釈すべきです。このことは、土壌のX線解析の結果、除染率が土壌鉱物の構造と密接に関わることが明らかになりました。一方、強酸（塩酸、硝酸および硫酸）による除染率の違いは少ない。弱酸によってはほとんど除染されないが、フッ化水素とシュウ酸は弱酸でありながら、40%前後の除染率が得られました。その理由は、酸の効果ではなく、これら酸により土壌の構造が壊されたためと理解しています。しかし、フッ化水素とシュウ酸では、高い除染率は期待できません。基礎実験の結果、強酸を用いても、温和な条件では除染率に限界があり、80%以上の除染率を目標にするならば、強酸を用い、過酷な条件による除染法しかない結論に達しました。

2) 汚染土壌洗浄のための実証試験の実施

除染における過酷な条件の一つとして、高压容器を用い、200℃において汚染土壌の除染を試みました。高压容器の中に水を入れ、温度を上げると、容器内の圧力は水の飽和蒸気圧曲線に沿って上昇します。200℃では約1.5MPaでした。実験の結果、A試験土壌の除染率は74.6%でした。高压容器による除染は、再現性も良く、除染率では評価できますが、圧力容器が高価であることが大きな課題です。

他の過酷な条件として、A試験土壌を希硫酸と混合し、煮沸する方法（硫酸煮沸法）及びこの方法を改良して、ロータリーキルンを模擬した装置を作成し、除染試験を試みました。100g規模の実験結果を図1に示します。図において、80%以上の除染率が得られました。ロータリーキルンを模擬した装置では、容器を回転し、外からバーナーで加熱しました。加熱方法と容器内部の写真を図2に示します。最終

的には、水分は完全に蒸発して土壌は乾固した状態になります。蒸発後、土壌を遠心分離機に移し、水を加え良く攪拌した後、脱水します。放射性セシウムの大部分は水に移行し、土壌は除染されます。

3) 汚染土壌洗浄技術の確立と実用化

A 試験土壌 2kg を、2M 硫酸 20L と混合し、煮沸して除染する試験（硫酸煮沸試験）を試みました。その結果、未処理で 76,069Bq/kg の土壌の放射能強度が、煮沸処理により 16,847Bq/kg まで減少し、除染率は 78% でした。処理後の土壌は 1M 硫酸と水で洗浄を繰り返したところ、消石灰を使用することなく土壌は中和されていました。図 2 に見られるように、ロータリーキルンを模擬した装置は既存の大型ロータリーキルンを改良するだけで、大量の汚染土壌の除染が可能です。処理後の土壌は同じサイトに戻すことにより除染は完結します。

2. 成果の活用

本研究は、汚染土壌を除染する方法を開発する目標として、単純で安価な方法を目指すことから始められました。得られた成果は、汚染土壌を希硫酸で煮沸し、水洗いして脱水する単純操作です。ロータリーキルンを模擬した方法は、煮沸処理を改良したもので、既存のロータリーキルンの技術を活用すれば、大規模な除染へ展開することが期待できます。さらに、既存のミキサー車を改良することも可能です。材質を硫酸に耐えられるステンレス製にし、加熱方法を工夫するだけで移動式汚染土壌処理装置になります。固液分離に関して、本研究では遠心分離機を用いましたが、工業的には様々な方法が実用化されています。

特許出願：特願 2011-262759；【出願日】：2011 年 11 月 30 日；出願人：奈良県合同砕石株式会社；【発明の名称】：放射性物質を含んだ土壌または焼却灰から放射性物質を除去する方法

3. 主なデータ・図表

図1 100g規模の除染試験(試験土壌)

	除染率
• 試験土壌 1M H_2SO_4 4h煮沸 沸騰させ、水を適宜加え、乾固させない	92.6 %
• ロータリーキルンを模擬した試験 1回目	88.7 %
• ロータリーキルンを模擬した試験 2回目	89.9 %
• ロータリーキルンを模擬した試験 再試験	81.7 %
• 試験土壌 煮沸 乾固するまで煮込み、最後に1M硫酸と水で洗浄	95.5 %

図2 ロータリーキルンを模擬した装置とその内部
容器は回転しながらバーナーで加熱される

- 容器への加熱方法
- 容器の内部

