

【5ZB-1205】放射能汚染土壌の飛散防止・洗浄・固化を行う生物処理実用システムの開発

(H24~H25；累計予算額 68,510千円)

片山 新太 (名古屋大学)

1. 研究実施体制

- (1) 放射能汚染土壌の固化に関する生物処理実用システムの開発 (名古屋大学)
- (2) 放射能汚染土壌の飛散防止と洗浄に関する生物処理実用システムの開発 (石巻専修大学)

放射性核種で汚染した水田土壌を対象とした 農作業として実施可能な除染技術の開発

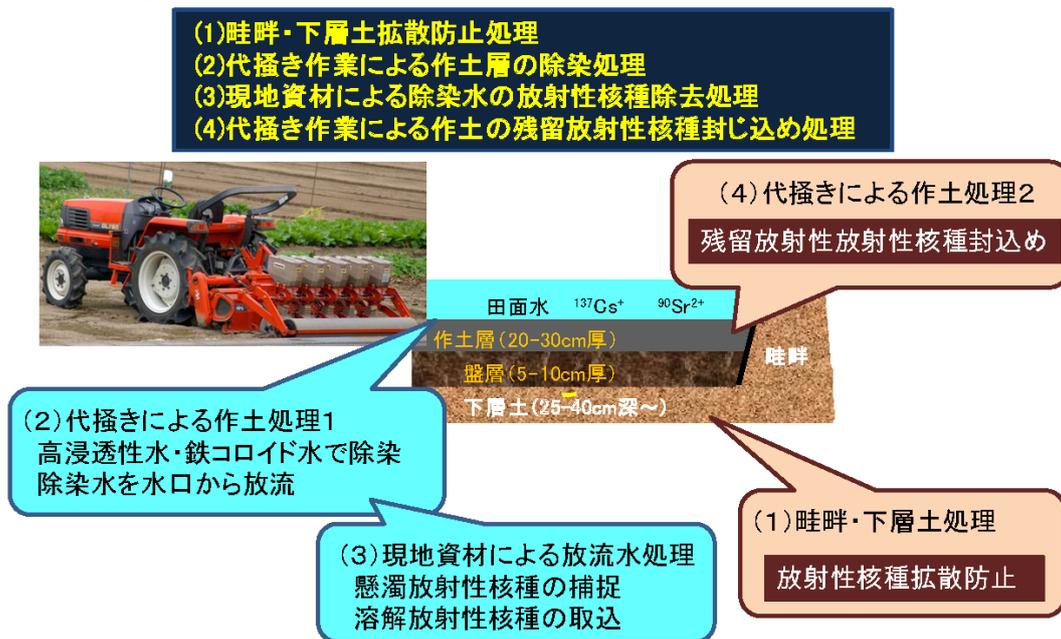


図 研究のイメージ

2. 研究開発目的

本研究では、汚染土の飛散防止、洗浄、固化（放射性核種の固定化）処理を行う生物システムの実用化開発を行って、現地土壌を農耕地として再生することを目的としている。本生物処理システムは(a)原位置処理が可能で、(b)従来の農作業に沿った工程によって実施可能であることの2点を満たすように開発し、農家が自身で浄化を可能とするものである。

放射性核種の土壌洗浄剤として、浸透性の高い水（高浸透性水、いわゆるナノバブル水）に、イオン交換反応が期待でき且つ農耕地の肥沃度に影響の小さい塩類を溶かした液を用いて、高効率で放射性セシウムを除去する方法を確立する。ここでは、放射性セシウムを多く含む粘土画分を分級しながら洗浄する方法を開発する。また、下層土および畦畔は、放射性核種が広がらないように微生物鉱物化反応によって非透水性とする方法を確立する。さらに、洗浄後も水田作土中に残留するセシウム・ストロンチウムを固化（固定化）し植物に吸収されにくい形態へ変化させる技術も同時に確立する。高浸透性水の作製には、高崎らが開発した活性水生成用高压噴流水共鳴振動発生装置を用い、発生する放射性洗浄水は木材チップ等を用いたろ過装置で処理する。また、微生物鉱物化反応には、微生物によって方解石 (*Sporosarcina* 属細菌、Tobler ら *Geochim Cosmochim Acta*, 75, 3290, 2011)、菱鉄鉱 (*Schwannella* 属細菌、Roden ら, *ibid*, 66, 2823, 2002)、フェライト (*Geobacter* 属細菌、J. R. Lloyd personal communication) 等を利用する。

3. 本研究により得られた主な成果（研究者による記載）

(1) 科学的意義

5,000Bq/kg 程度の放射性セシウムで汚染された水田土壌であれば、農家がトラクターで行える安価な水田再生技術を開発した。その工程は以下の様である：(i)漏水の大きな水田の場合は微生物によるカルサイト形成による漏水防止処理を下層土および畔畦に対して行う。(ii)水田表層土 5cm をトラクターで剥ぎ取る。(iii)灌漑水路から水田に引き込む水口で 50cm 以上厚さのある木質チップ槽によって放射性セシウム付着懸濁物をろ過して取る（99.9%以上の除去率）、(iv)チップ槽浄化水から高浸透性水を作成し、剥ぎ取り土壌の洗浄を行う（洗浄効率 30%の代掻き洗浄～洗浄効率 80%の洗浄-沈殿槽からなる洗浄装置）。(v)洗浄土壌の粘土・鉄処理（パーミキュライト、ベントナイト、コロイド酸化鉄）による残留放射性セシウムの土粒子内への封じ込め反応実施（これは半年以上養生した方がよい）。

また、当初の目的に付随して、農地の除染を行っても空間線量は下がらないことから通い農家の形態をとって農業を再開することしかできないことが示唆された。また水中の懸濁物の放射性セシウム汚染レベルが高く、土壌を除染しても山林から流下する懸濁物によって再び汚染される可能性が明らかとなった。住民が戻るためには、空間線量の原因となっている山林を削って谷を埋めるような大規模土木工事を行う必要があることが示唆された。

(2) 環境政策への貢献

現在、緊急課題となっている福島県相馬郡飯館村の水田の除染に対し、現地の住民を活かした除染の進め方に関して研究開発を進めるとともに意見交換を行い、放射性セシウム汚染農地の復興政策への選択肢を用意した。

- 5,000Bq/kg 程度の汚染土であれば、広範な除染に使える安価な除染技術を確立した。これによって、客土を最低限に抑えた水田農地を 1,000Bq/kg 以下に除染することが可能である。また、地元住民（農家）が自分でトラクターを使って除染できる技術—除染作業が仕事になるため、除染費用を地元民への賃金として出すことが可能となり、住民の元気づけとなって早期帰宅を目指すことが出来る。
- 無処理土壌でもイネへの移行性が低いことから、水田汚染レベルが 10,000Bq/kg 程度までは無処理で水稻栽培しても玄米中の放射性セシウム濃度が基準（100Bq/Kg）を超えることは殆ど無い。即ち、作付け条件をゆるめても良いことが示唆される。ただし農地除染しても空間線量は低下しないので、農家自身の外部被曝を低下させるために通い農業の形態が良いと考えられる。また、収穫物の全量検査態勢を確立し、規定の線量未満のものだけを出荷することができる体制を整なければならないと考えられる。
- 汚染土壌を農地外に持っていくのではなくて、農地の土粒子自体に封じ込めることによって、廃棄土壌の排出量の減量化を行う事ができることが明らかとなった。汚染土の処理という 2 次的問題を小さく出来るので、税金投入量が少なくすみ、地元農家の早い帰還に繋がる事が期待される。

<行政が既に活用した成果>

特に記載すべき事項はない。

<行政が活用することが見込まれる成果>

- 5,000Bq/kg 程度の汚染土であれば、地元住民がトラクターを使って除染できる安価な除染技術。
- 農地での植物移行は小さいので作物中の放射性セシウム濃度が基準（100Bq/Kg）を超えるこ

とは殆ど無いこと。

- ・土粒子自体に放射性セシウムを封じ込めることが可能である。空間線量の低下を行うためには、それを地中に埋めると良いと考えられる。
- ・一方、農地除染しても空間線量はあまり低下しないことから、人々が戻って住むためには空間線量の原因となっている山林を潰して谷を埋める様な大規模な土木工事を行った方が良いと考えられる。

4. 委員の指摘及び提言概要

放射線汚染土壌中のセシウムの固定化法、除去法を開発し、住民自身で除去できる技術であり活用が期待される。ただし、野外実証実験では、処理効果を検証できていない。また、本法は放射性セシウム汚染水田のみならず、重金属など、他の汚染水田にも応用できる方法である。一方で、放射能汚染土壌の処理に必要な様々な技術のごく一部を取り出して、処理プロセス全体の中での位置づけが明らかにされておらず、実用に耐え得るものにするための明解な展望が得られていない。また、研究成果の誌上発表に努めることが望まれる。

5. 評点

総合評点：A