

環境省 環境研究総合推進費 ZB-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

片山新太

名古屋大学エコトピア科学研究所

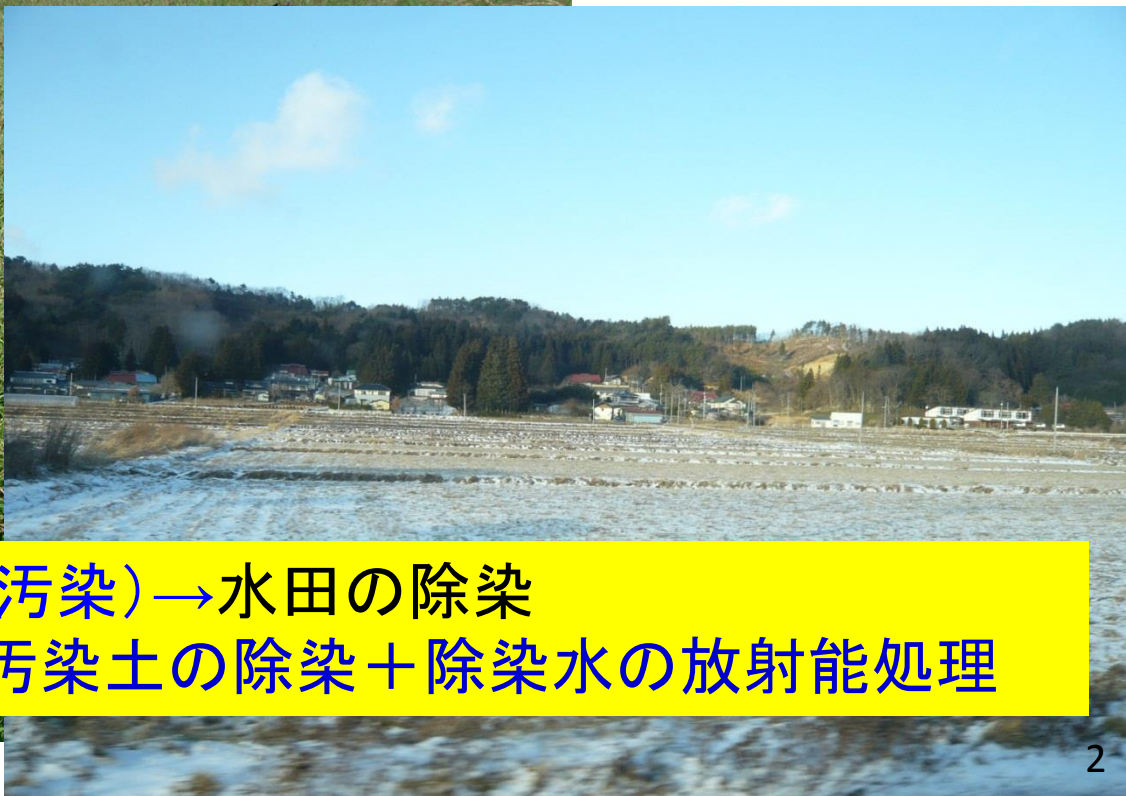
研究実施期間:平成24年7月～平成26年3月
累積予算額:68,510千円(間接経費30%含む)

放射能汚染の除染対象地域

- 後ろに裏山、前に水田を持つ農家



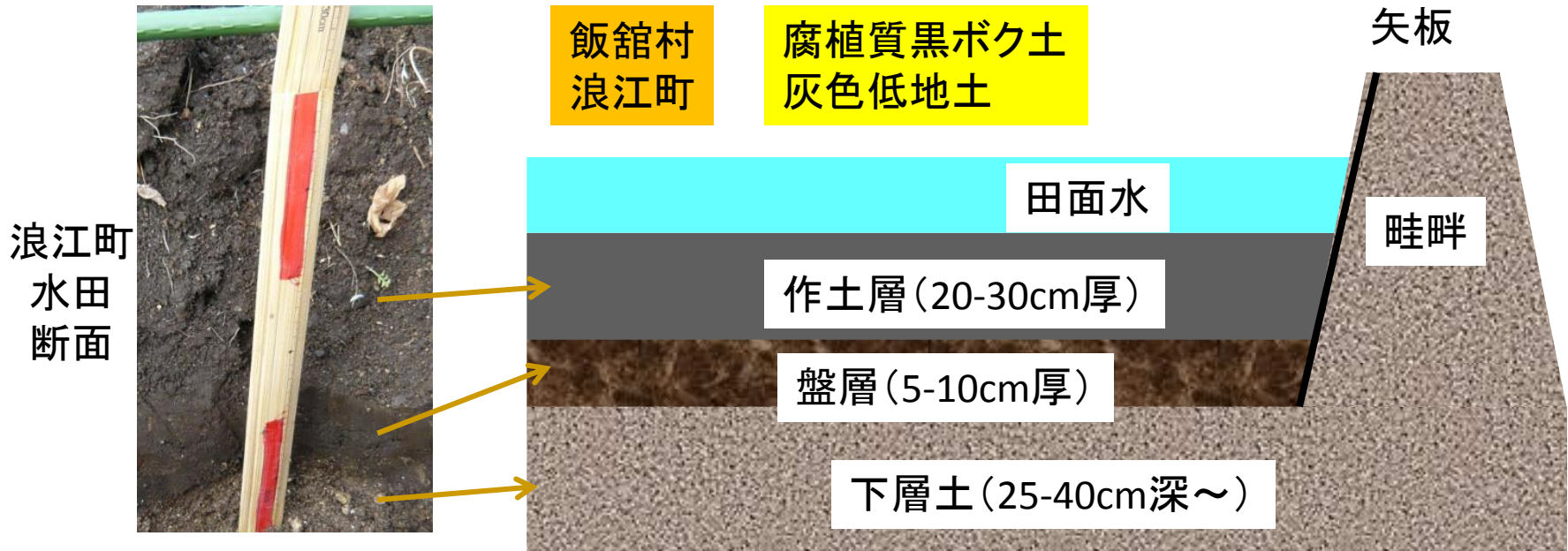
福島県
相馬郡
飯舘村



作土汚染(イネの放射能汚染)→水田の除染
放射能の再拡散防止+汚染土の除染+除染水の放射能処理

水田除染の実用システム開発

原位置で農作業に近い形で除染を行うシステムの開発



—クローバー・レンゲによる作土層飛散防止: このステップは不要

1. 下層土・畦畔の微生物鉱物化反応による**不透水層化**
2. イオン交換反応・高浸透性水を用いた原位置での**土壌の除染**
3. 洗淨**水中の放射性核種除去** (セシウム・ストロンチウム除去)
伐採木材チップによる除去(木材チップは裏山伐採木)
4. 洗淨後の土壌に残留する放射性核種の**微生物鉱物化固定化**

研究の背景と目的

福島原子力発電所から飛散したセシウムやストロンチウム等の放射性核種によって**広範囲に放射能汚染土壌**が生じ、この対策が急務となっている。これまで重金属汚染農耕地(例:カドミウム汚染水田)では、別の場所から土壌を持ち込む客土工法による対策がとられてきたが、客土土壌の確保が難しいことから、客土を伴わない方法による農耕地の再生法の確立が求められている。そこで本研究では、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。

研究概要

本申請研究は、福島県飯舘村の農耕地—特に水田—を対象とし、各種微生物を適所に用いることによって、従来の農作業に沿ってセシウム・ストロンチウム汚染土の飛散防止、洗浄、固化(放射性核種の固定化)を現地処理できる生物処理実用システムの開発を行う。

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

微生物による鉱物化反応を用いて、水田下層土の透水性を低くして放射性物質の散逸を防止するとともに、洗浄後も水田作土層に残る残留放射性物質の植物吸収率を低下させる。

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

高浸透性水を利用した高効率の現地土壌洗浄法を開発するとともに、洗浄液を浄化するための木材チップや粘菌等の微生物を用いた洗浄システムを開発し、散逸を防止する。

農作業で除染できる生物処理実用システム

農家自身による農地再生

(1) 畦畔・下層土処理

放射性核種拡散防止

標準的な水田の透水
係数 $10^{-5} \sim 10^{-6} \text{cm/s}$
では処理不要

(5) イネ栽培

除染 + 固定化効果の評価

(4) 微生物鉱物化反応

残留放射性核種封込め

田面水

$^{134+137}\text{Cs}^+$

作土層 (20-30cm厚)

盤層 (5-10cm厚)

下層土 (25-40cm深~)

畦畔



(2) 代掻き除染処理

高浸透性水で除染

低固液比で高效率除染

(3) 水口に設置した現地木材チップ
による水処理

放射性核種の捕捉

廃棄物: 極細粒土壌と木質チップ

研究実施計画

	サブテーマ及び実施機関	平成24年度計画	平成25年度計画
(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	(1) 現地土壌を用いた室内カラム試験により、微生物と養分注入による下層土・畦畔の不透水層化の条件を明らかにするとともに、作土残留核種の微生物固定化試験とイネ幼植物栽培試験から放射性核種の植物移行性の低下に必要な条件を明らかにする。	(1) 現地野外試験により、微生物と養分注入による下層土・畦畔の不透水層化の条件を明らかにするとともに、作土残留核種の微生物固定化とイネ幼植物への放射性核種の移行性の低下に必要な条件を明らかにする。
	国立大学法人名古屋大学		
(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	(2) 現地土壌を用いた容器内試験により、高浸透性水による現地土壌の除染効果の高い条件を明らかにし、また洗浄水の木材チップと微生物を組合せた処理方法を開発しその最適条件を明らかにする。	(2) 現地野外試験によって、高浸透性水による土壌汚染の浄化と伐採木材チップによる洗浄処理を行う。
	石巻専修大学		

* 研究承認日は平成24年7月2日で、それから契約して研究開始した。

研究体制

名古屋大学チーム(固定化チーム)

分担者: 片山新太、澤田佳代、鈴木大典、

協力者: 赤塚徹志、楊素銀、坂口巖、Kağan Eryürük, 土屋貴之、久野安
通志、北野英巳、水野真也

石巻専修大学チーム(洗浄チーム)

分担者: 高崎みつる、福島美智子、阿部智顕、

協力者: 臼井利典

現地協力者

福島県飯舘村 農業委員会会長 菅野宗夫(農地提供・管理)

福島県飯舘村 村長 菅野典雄

復興対策課 中川喜昭(入村許可証)

万福裕造、石井秀徳(農地使用届)

生活支援対策課 佐藤周一(作業場使用許可)

環境省福島環境再生事務所 半谷正弘(今後の排土処理)

福島県 農林水産部 農林地再生対策室

沢田吉男、三浦吉則(土壌図など情報)

農業振興課 副課長兼主任主査 武田信敏

平成24年度成果

1. 現地水田土壌の基礎調査: 表層のみ (<5cm) の汚染を確認
2. 下層土の透水性低下技術: ガラスビーズモデル系を用いて、微生物による鉱物化反応により、透水係数 10^{-2} cm/sを 10^{-5} cm/s未満(水田に適した透水係数、環境省の基準では不透水層と分類される)へ低減化することに成功
3. 土壌洗浄技術: 弱酸性の高浸透性水で70%以上の除去率を達成
4. 洗浄水処理技術: 現地で手に入る木質チップ槽を用いて、懸濁物80%以上の除去率を達成
5. 残留放射性核種の固定化技術: 微生物の鉱物化反応を利用した固定化技術(特許出願)
6. 植物(イネ)移行試験: 微生物鉱物化反応により放射性セシウムのイネ移行係数の半減に成功

平成25年度 透水性低減化 試験 名古屋大学附属農場 漏水水田



微生物鉍物化試験



降水量と蒸発量を考慮して
浸透水量を評価

稲作試験

1. 表土剥ぎ取り



剥ぎ取り体積: 7m × 19m × 0.05m

平成25年7月5日

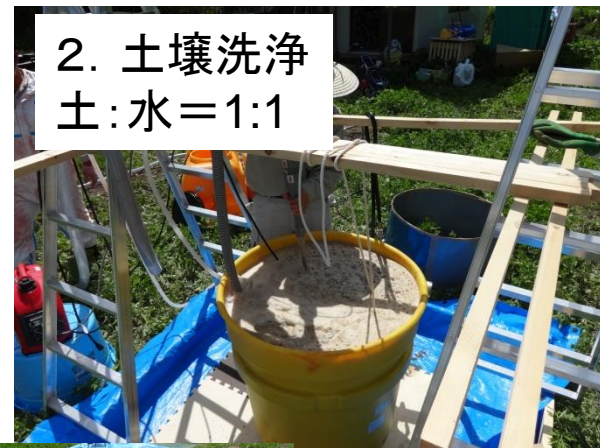


高浸透性水



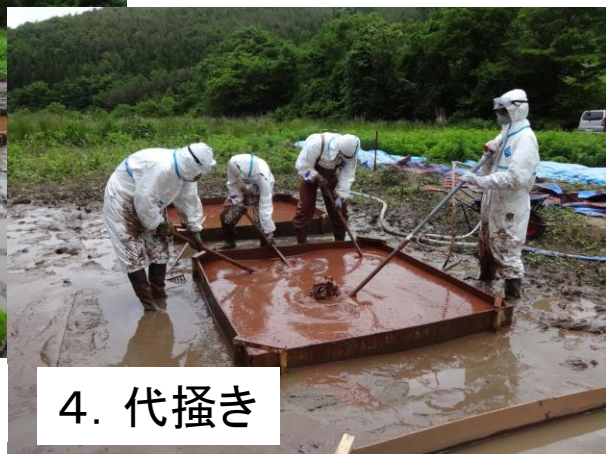
木質チップろ過槽

2. 土壌洗浄 土:水=1:1



5. 田植え

平成25年6月16日



4. 代掻き



3. 微生物鉱物化反応

木質チップによる給水洗浄



稲作試験(収穫)



平成25年度成果

1. 名古屋大学附属農場での水田土透水性低下技術野外試験：微生物鉱物化反応により、 10^{-4}cm/s → 10^{-5}cm/s を冬期1ヶ月で達成
2. 福島県飯舘村水田での土壌洗浄：200kg土壌スケールでの洗浄試験で、低土水比(1:0.9～1.3)条件下、高浸透性水で30%～80%の除去率を達成
3. 福島県飯舘村水田での洗浄水処理：木質チップ槽を用いて、懸濁物99%以上除去(放射性物質は、おおむね検出限界以下)を達成
4. 福島県飯舘村水田での植物(イネ)移行試験：土壌洗浄処理および微生物鉱物化反応によって、放射性セシウムの玄米への移行低減化には有意差が見られなかったが、土粒子への固定化率を25%増加する効果が得られた。

本研究成果から期待される 農作業で除染できる生物処理実用システム

(5) イネ栽培を可能へ
除染 + 固定化効果の評価

- 農家自身による農地再生
- コストは反転耕や表土剥ぎ取りと同程度

(1) 畦畔・下層土処理
放射性核種拡散防止

(4) 微生物鉱物化反応
残留放射性核種封込め

(処理後2ヶ月程度の養生)

(処理後1ヶ月の養生)
標準的な水田の透水
係数 $10^{-5} \sim 10^{-6} \text{cm/s}$
では処理不要



(2) 代掻き除染処理
高浸透性水で除染

(3) 水口に設置した現地木材チップ
による水処理
放射性核種の捕捉

低固液比で高効率除染

廃棄物: 極細粒土壌と木質チップ

研究成果の発表状況

学会発表

- Akatsuka, T., Suzuki, D., Eryürük, K., Tsuchiya, T., Yang, S., Takasaki, M., Fukushima, M., Abe, T., Usui, T. and Katayama, A. Horizontal and vertical profiles of radiocaesium in a contaminated paddy soil due to Fukushima nuclear power plant accident, First International Symposium on Advanced Water Science and Technology (ISAWST-1), November 11-13, 2012, Noyori Conference Hall, Nagoya University, Nagoya, Japan (poster)
- Yang, S., Eryürük, K., Akatsuka, T., Suzuki, D., Sawada, K. and Katayama, A. Comparative study on the methods to decrease Strontium bioavailability 第12回アジア太平洋廃棄物専門家会議 (SWAPI)、於：中央大学2013年2月26-28日
- Eryürük, K., Yang, S., Akatsuka, T., Suzuki, D., Tsuchiya, T. and Katayama, A. Reduction of hydraulic conductivities of glass beads using *Sporosarcina pasteurii*, Water and Environment Technology Conference 2013, Tokyo University of Agriculture and Technology, Koganei, Japan, (Hybrid)15-16 June 2013
- Tsuchiya, T., Akatsuka, T., Yang, S., Eryürük, K., Suzuki, D., Takasaki, M., Sawada, K., Fukushima, M., Abe, T., Usui, T., Katayama, A. Suppression of bioavailability of radioactive Cesium from soil to rice plants, International Symposium on EcoTopia Science 2013, December 13-15, Nagoya, Japan

研究成果の発表状況(その2)

学会発表

- Akatsuka, T., Yang, S., Tsuchiya, T., Eryürük, K., Suzuki, D., Sawada, K., Takasaki, M., Fukushima, M., Abe, T., Usui, T., Katayama, A. Decrease of the plant-available radiocaesium using the iron compounds and clay minerals of 2:1 layer type, International Symposium on EcoTopia Science 2013, December 13-15, Nagoya, Japan (poster)
- Eryürük, K., Akatsuka, T., Suzuki, D., Tsuchiya, T., Yang, S. and Katayama, A. Determination of Physical Characteristics of Contaminated Soil of a Paddy Field in Fukushima Prefecture, International Symposium on EcoTopia Science 2013, December 13-15, Nagoya, Japan (poster)

特許申請

- 片山新太、赤塚徹志、Kagan Eryuruk、楊素銀、澤田佳代、土屋貴之、鈴木大典：特願2013-199193(2013年9月26日出願)「金属元素の封じ込め方法」
出願者：名古屋大学

アウトリーチ活動

- 名古屋大学オープンレクチャー「放射能汚染土のはなし」2013年3月20日、名古屋大学理学部坂田平田ホールおよび環境学研究科(片山新太、澤田佳代、鈴木大典)

ご静聴有り難うございました。

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

片山新太
名古屋大学エコトピア科学研究所