



農地土壌除染対策技術の取り組み

農業・食品産業技術総合研究機構

農村工学研究所

(災対策に基づく指定公共機関)

【研究内容】 農地土壌等における各種除染技術 (物理的・化学的・生物的除染)

- ①代かき後の強制落水による表層土除去と土砂の捕捉(農研機構・農工研)
- ②表層土剥離のための農業用機械の開発と土壌の処理方法の確立による汚染低減(農研機構・中央研・農工研、農環研、福島県)
- ③除去後の残渣処理(日本原子力研究開発機構)
- ④カリウム等の施用による放射性セシウムの農産物への移行低減栽培技術の開発(農研機構・中央研・果樹研、東北研、宮城県、福島県、茨城県、栃木県、群馬県、千葉県、農環研、岡山大、東大)
- ⑤天然鉱物等の無機材料を利用した環境からの放射性物質回収・除去技術の開発(物質・材料研究機構)
- ⑥プルシアンブルーを利用した環境からの放射性物質回収・除去技術等の開発(産業技術総合研究所)
- ⑦高分子捕集材を利用した環境からの放射性物質回収・除去技術の開発(日本原子力研究開発機構)
- ⑧放射性物質を吸収するヒマワリ、微細藻類を用いた浄化、回収技術の開発(農研機構・東北研、農環研、福島県)

【農研機構関連課題の取組のポイント】

- ①・濁水・落水＋沈砂地、凝集・沈澱用資材利用等
- ②・固化剤処理＋表土剥離
 - ・既存農機での表土剥離
 - ・水田濁水の浄化処理
 - ・吸引式表土剥離装置開発
 - ・芝の剥ぎ取り機利用
 - 草地への応用
- ④・水稻、大豆、野菜、果樹
 - ・カリ施肥、吸着材、摘葉、表土除去等の効果確認
 - ・反転耕の効果検証
 - ・移行係数の水稻品種間差
- ⑧・Cs吸収の作物・品種間差
 - ・汚染現地での栽培試験

農工研

中央研

中央研、果樹研、東北研

東北研

赤字、青字：農研機構が実施する取組

放射性セシウム(Cs)などで汚染された計画的避難等の区域内の水田の表層土を効果的に修復する技術の開発と可能性実証

圃場区画内 γ 線探査

土壤中の放射性物質濃度: 5,000Bq/kg(乾土)未滿へ

事前評価

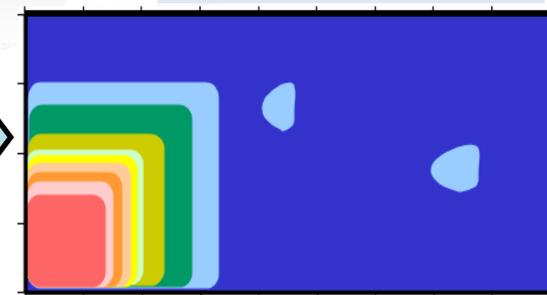
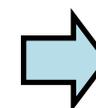
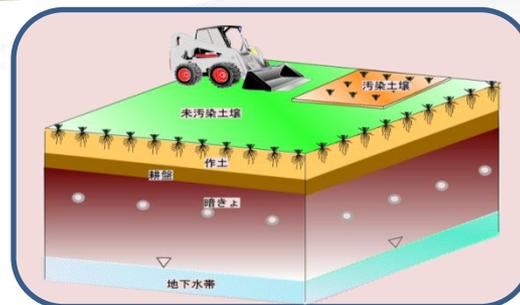
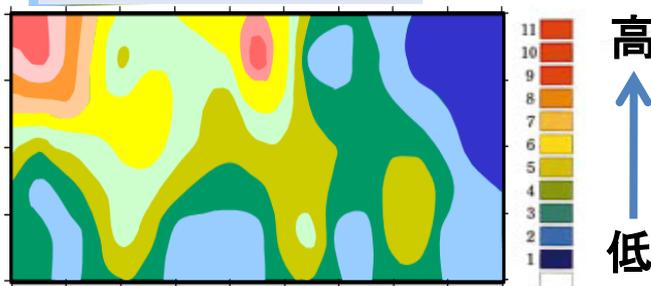
事後評価

除去前のCs分布図

各種土壤除去工法の比較

除去土壤の一時管理

除去管理後のCs分布図
(覆土前)



地区内の水田は、基盤整備は進んでいる。水田は平坦である。(2011.4下旬)



水田上流域の草地および放牧地の状況(2011.4下旬)



現地試験の概要



1. 試験目的

水田土壌における放射性物質除去の物理的手法として、放射性物質が吸着していると考えられている表面土壌の除去をターゲットにした現地試験を実施する。土壌固化による表土除去手法及び用水を利用した土壌攪拌（浅代かき）による除去手法について、所内でのほ場試験の結果を踏まえ、計画的避難区域に指定されている福島県飯舘村伊丹沢地区の水田を用いた試験により、その手法の有効性と実用性を明らかにする。これにより、計画的避難区域における農業復興に貢献する物理的土壌浄化対策技術の実用化に必要な情報を得る。なお、本研究は、平成23年度科学技術戦略推進費「農地土壌等における放射性物質除去技術開発」研究の中で農村工学研究所が担当実施しているものである。

2. 現地試験概要

- 試験実施場所 福島県飯舘村伊丹沢字山田地先
水田ほ場（2筆）
- 試験面積
 - ・土壌固化による表土除去工法 水田 10a
 - ・土壌攪拌（浅代かき）による除去工法 水田 9a
- 試験方法
 - ・固化工法：土壌固化資材を水と混合して土壌表面に吹き付け、その後、土工機械により固化した表土を剥ぎ取る。剥ぎ取り土量、作業効率及び各作業工程の放射線量の低減効果を測定する。
 - ・土壌攪拌工法：水田に用水を給水し、作業機械により表層土壌を攪拌（浅く代かき）後、細かい土砂が浮遊している濁水を強制排水する濁水は、固液分離し、上澄液は放射性セシウムを除去して排水し土壌は乾燥後袋詰めにして搬出する。各作業工程の放射線量を計測し実用性を試験する。
- 試験日
 - 8月20日（土） 土壌表面への固化剤吹きつけ試験
 - 8月24日（水） 土壌攪拌（浅代かき）・強制落水等の試験
 - 8月30-31日（火、水） 土壌固化後の表土剥ぎ取り試験

3. 現地試験の成果

以下スライド参照

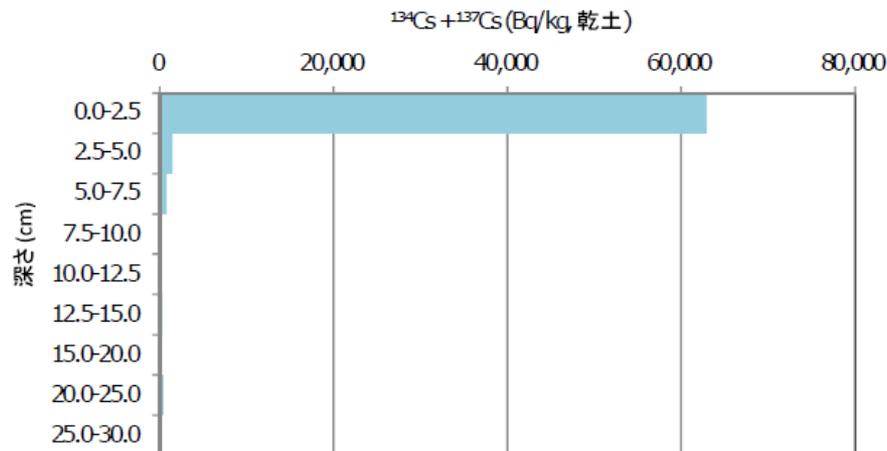
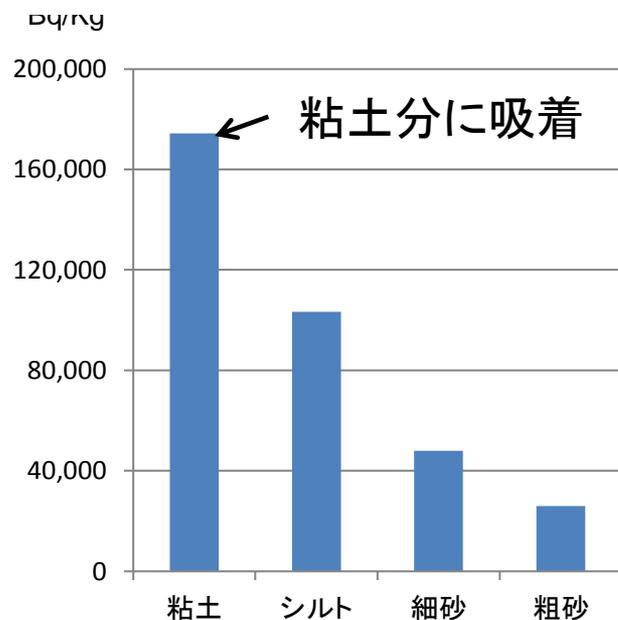
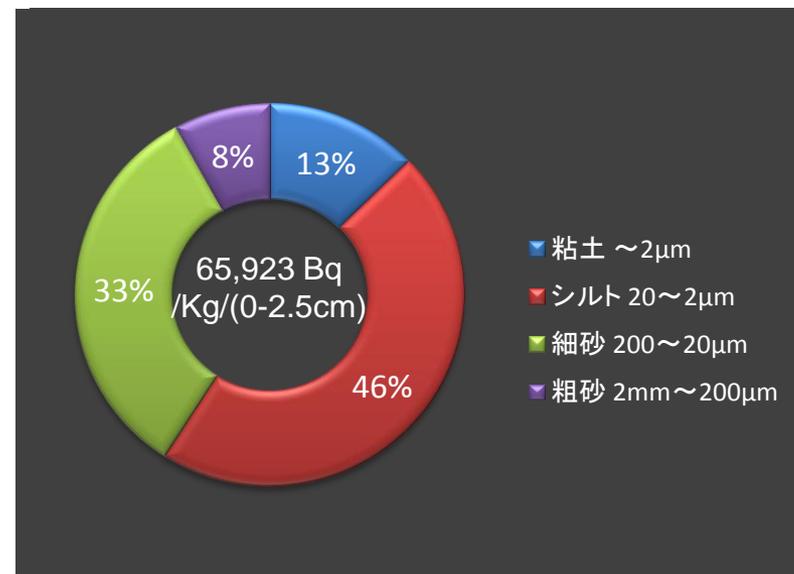


図1：飯舘村伊丹沢の水田土壌の放射性セシウム濃度

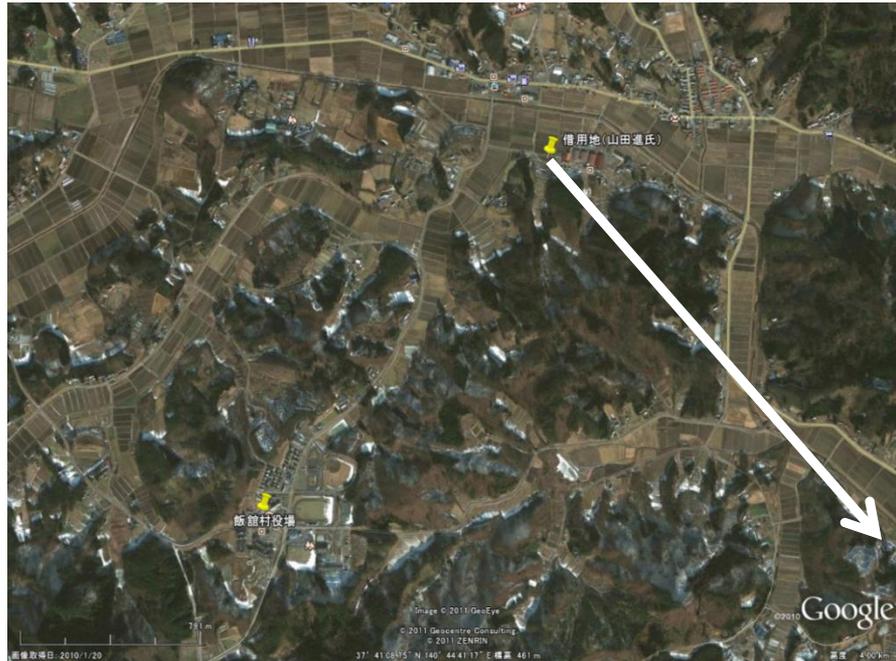
放射性セシウム (^{134}Cs と ^{137}Cs の合計)は、耕起していない農地土壌の表面から2.5cmの深さに95%が存在



粒径クラス別の放射能濃度

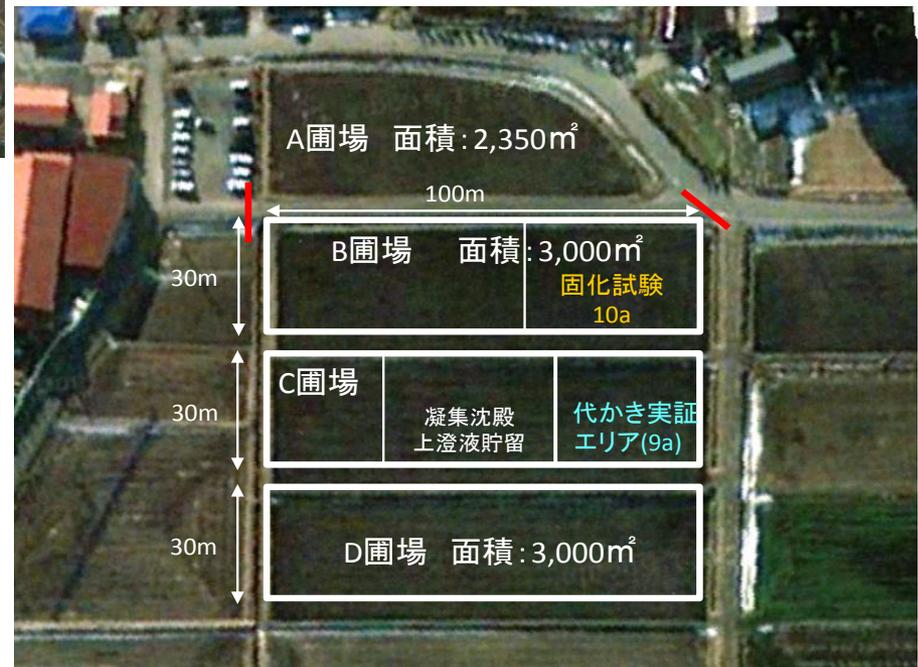


粒径クラス別の寄与率



実証試験

- 8月20(土) 固化剤散布(B圃場)
- 8月24(水) 土壌攪拌・強制落水試験(C圃場)
- 8月30(火) 土壌固化後の剥ぎ取り試験
(B圃場)



借地圃場 A圃場(23.5a)、B～D圃場(各30a)
住所: 福島県飯館村伊丹沢

目的

- 放射性物質は農地の表層2～3cmに集積
- 水田で薄い剥ぎ取りを実現する方法が求められた



水田は湿りやすく、微小な凹凸がある(飯舘村)

特徴

- **固化剤を散布**することで目的に応じて表層から2～3cm程度の汚染土壌を固化し、**確実性、施工性、安全性**を向上させながら除染する工法である
- 本工法は①**固化剤の散布**、②**固化剤の浸透・固化**、③**表層土の剥ぎ取り**の3つの工程で構成されている

予備試験



農研機構

場所:茨城県つくば市 農村工学研究所内試験ほ場

日時:7月21~22日(吹き付け)、7月28~29日(剥ぎ取り)



- 吹付機でマグネシア系固化剤(MgⅢP型)を散布
- 区画は15×15m
- 固化剤と水の比率1:3で、固化剤は2kg/m²散布
- 油圧ショベルの排土盤で剥ぎ取りながら、アーム部分で土を集めて搬出した

ワイパー・バキューム工法



- ワイパー工法によって効率的に剥ぎ取り
- 集積・搬出作業は行わず、バキュームカーによる吸引で収集
- 剥ぎ取り厚さは2.8cmで、目標とする表層2~3cmの土壤の除去を達成し、表層土壤の取り残しもみられなかった

剥ぎ取り前後の放射線量

15m	0.25	➔	15m	0.10
10m	0.31		10m	0.09
5m	0.26		5m	0.13
0m	0.27		0m	0.08
1.5m			1.5m	
平均: 0.27			平均: 0.10 単位: μ Sv/h	

剥ぎ取り結果

試験区③	
剥ぎ取り面積 (m ²)	43.2
剥ぎ取り土量 (ton)	1.17
剥ぎ取り厚さ (cm)	2.8

47%の減量化



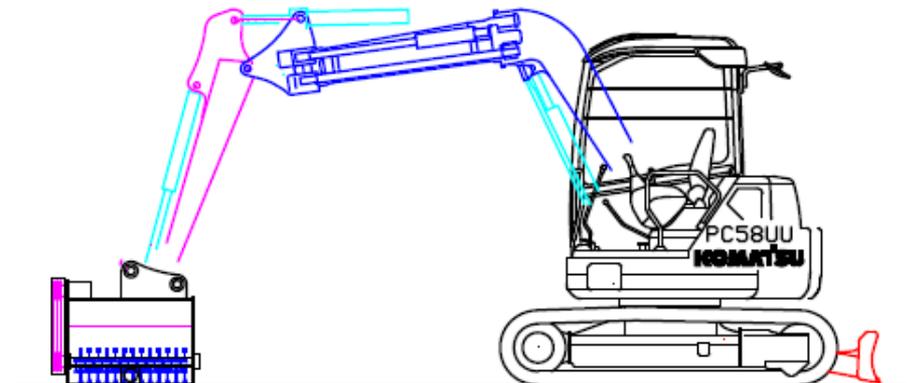
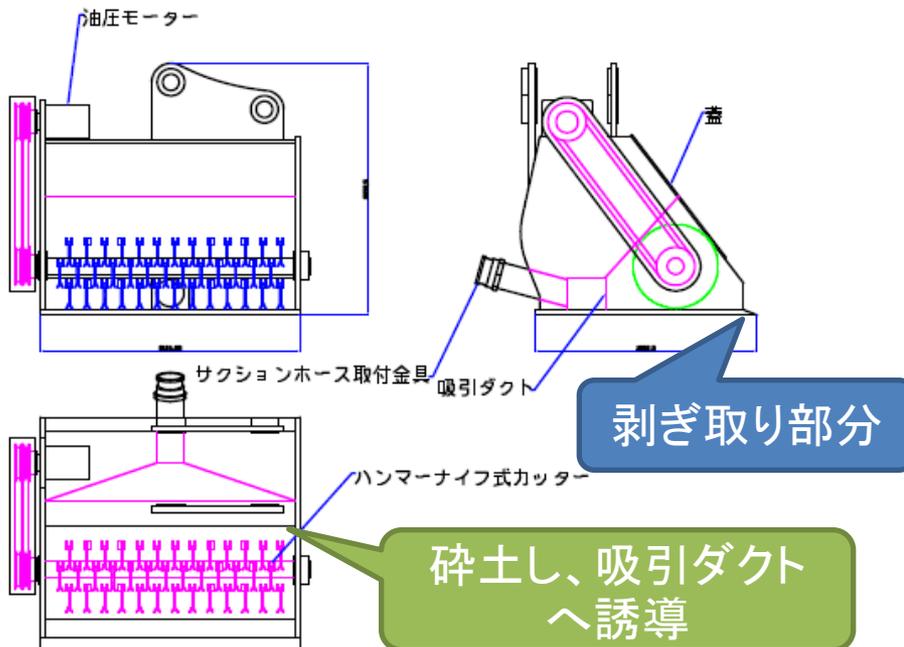
剥ぎ取りながら
バキューム車で
吸い上げる



アタッチメントの改良



- バックホーのバケットを90度回転させ、バキュームの吸引ホースを接続するジョイントを付属
- バケット内にハンマーナイフ式カッターを内蔵し、**砕土及び稲株などを粉碎し**、吸引ダクトへ誘導する
- **剥ぎ取り、集積、搬出が1工程**で行うことができ、**施工の効率性や安全性が向上**



現地実証試験(平成23年8月20日) マグネシア系固化剤の吹きつけ状況



農研機構



土壌表層の固化の状態(8月29日)

マグネシア系固化剤施用表土の剥ぎ取り状況 (平成23年8月30-31日)



農研機構



結果の概要

- ・土壌の放射性セシウムの濃度は、9,090Bq/kgから1,671 Bq/kgへ低減。
ほ場内の地表面線量は、7.76 μ Sv/hから3.57 μ Sv/hへ低減。
- ・10a当たりの排土量は約30m³であり、推定された削り取りの厚さは約3.0cm。
- ・油圧ショベルのバケットの改良によって、これまで削り取り・収集・搬出の3工程で行っていた作業を1工程で行うことが可能。
- ・表層土壌を白くマーキングすることとなり、削り残しの目視により確認可能。

留意点

- ・稲の刈り株や不陸のある田面でも適用が可能。
- ・降雨後ではほ場表面が濡れている場合は、固化剤混合溶液が所定の深度に浸透しない可能性があるため、ほ場が乾燥した後に吹き付けることが望ましい。
- ・固化剤混合溶液を吹き付ける際には、ほ場内の雑草を事前に処理する必要がある。

目的

セシウム含有量の高い土壌表層の細粒子を排出し、
破棄土を減容化するとともに除染を行う。

方法

水田において表層土壌を攪拌（浅代かき）した後、
細かい土粒子が浮遊している濁水をポンプにより
強制排水し、沈砂地において固液分離を行い、分
離した土壌のみを廃棄土とした。

現地実証試験 準備状況



農研機構



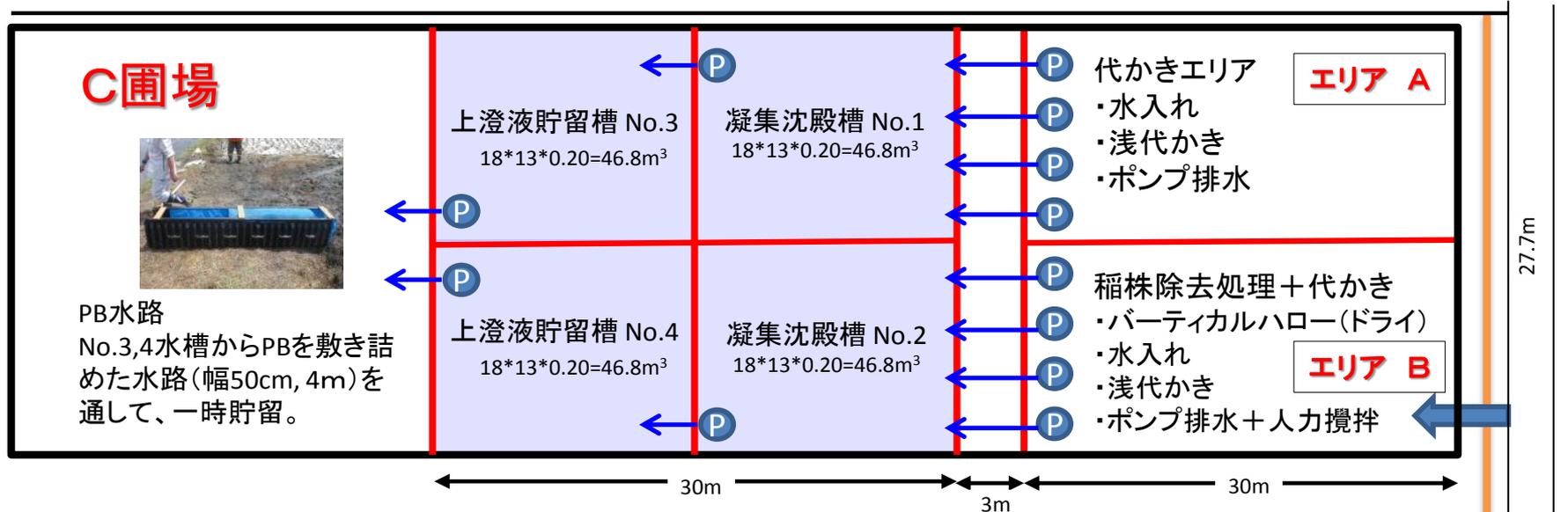
沈殿槽作製状況



土壌攪乱(エリアB)



C圃場 作業間前状況



排水路

各水槽の防水は、ブルーシートを使用するため、人が入り歩くことが予想される場所には、事前にベニヤ板を敷き詰め漏水を防ぐ。

代かき実証試験区
入水 30*13.9*0.1=42m³
ポンプ4リットル/秒
4台同時に排出

進入路



a) 土壌攪拌(水、エリアA,B)



トラクターで代かきした水田(左)から泥水を排水し、放射性物質を除去する実験＝福島県飯館村で8月24日、森田剛史撮影

b) ポンプによる強制排水状況(2011.9.8 毎日新聞)



c) 凝集剤による固液分離状況
上澄液 ($^{134}\text{Cs}<7.7$, $^{137}\text{Cs}<6.9$ Bq/kg)



e) 分離した土壌の自然乾燥とフレコンバック詰め作業

結果の概要

- ・ 土壌の放射性セシウムの濃度は、圃場平均15,254 Bq/kgからエリアAでは、12,608Bq/kg、エリアBでは9,689Bq/kgへ低減。
地表面線量は、エリアAでは7.50から6.61 μ Sv/h、エリアBでは7.55から6.48 μ Sv/hへ低減。
- ・ 10a当たりの排土量(乾土)は、エリアA; 343kg、エリアB; 1,603kg、表層土壌を5cmはぎ取った場合と比較して、排土量は1/14 ~ 1/63となる。
- ・ 固液分離した上澄み液の放射性セシウム濃度は、検出限界(4~8Bq/L)以下であったため、環境中への排出が可能。
- ・ 排出した濁水を固液分離することにより、排土の減容化が可能。

土壌表面攪拌による実証試験結果の概要

	Cs-134+137 (Bq/kg、乾土)	低減率 (%)	地表面線量 (μ Sv/h)
試験実施前 圃場全体	15,254	—	7.55
試験実施後 エリアA	12,608	17	6.61
エリアB	9,689	36	6.48