

委託プロジェクト研究
「営農再開のための放射性物質対策技術の開発」
平成29年度 最終年度報告書

15653544

農地への放射性セシウム流入防止技術の開発

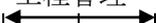
研究実施期間	平成27年度～平成29年度（3年間）
代表機関	国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 東北農業研究センター
研究開発責任者	太田 健
共同研究機関	国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構（農村工学研究部門、農業環境変動研究センター、東北農業研究センター、食品研究部門）
	国立研究開発法人 森林総合研究所
	国立大学法人 福島大学
	宮城県古川農業試験場
	福島県農業総合センター（農業試験場、果樹試験場）
	栃木県農業試験場
	日本原子力研究開発機構
研究開発責任者 連絡先	TEL : 024-593-6176 FAX : 024-593-2155 E-mail : tota@affrc.go.jp

<別紙様式3. 最終年度報告書>

I-1. 年次計画

研究課題	研究年度				担当研究機関・研究室	
	27	28	29		機関	研究室
<p>1. 農業用貯水池へ流入・流出する放射性セシウムの予測技術の開発</p> <p>(1) 農業用貯水池における放射性セシウムの動態予測と管理モデルの開発</p> <p>(2) 農業用貯水池からの取水における放射性物質の低減技術の研究開発</p> <p>(3) 森林からの放射性セシウムの流出特性の解明</p> <p>(4) ため池における懸濁物質及び底質中放射性セシウムの存在形態とそれら固相からの溶脱に関する研究開発</p>					農研機構農工部門	水文水資源ユニット
	← 管理モデルの開発 →					
					農研機構中央農研	バイオマス利用グループ
	← 取水における低減 →					
					森林機構森林総研	企画部 立地環境研究領域
	← 森林からの流出 →					
					福島大学	環境放射能研究所
	← 存在形態と溶脱 →					
<p>2. 除染水田における放射性セシウム動態の解明</p> <p>(1) 除染特別地域等における大気中の放射性セシウム動態の解明</p> <p>(2) 水田に流入する放射性セシウムの動態解明と水管理による削減技術の開発</p>					農研機構農環研	環境情報基盤研究領域 有害化学物質研究領域
	← 大気中の動態 →					
					農研機構東北農研	水田作移行低減グループ
	← 水管理による削減 →					
<p>3. 移行抑制に必要なカリ適正水準の設定</p> <p>(1) 移行抑制に必要なカリ適正水準の設定(水稲)</p>					農研機構東北農研	水田作移行低減グループ 畑作移行低減グループ
	← カリ適正(水稲) →					

				宮城古川農試 福島農総セ	土壌肥料部 生産環境部 環境 作物栄養科 作物園芸部 稲作 科
(2) 移行抑制に必要な カリ適正水準の設定(そば)		カリ適正(そば)		栃木農試	研究開発部 土壌 環境研究室
				農研機構東北農研	畑作移行低減グル ープ
				福島農総セ	作物園芸部 畑作 科
(3) 移行抑制に必要な カリ適正水準の設定(大豆)		カリ適正(大豆)		農研機構東北農研	畑作移行低減グル ープ
				福島農総セ	作物園芸部 畑作 科
4. 果樹の放射性セシウム 低減技術の開発 4-1. あんぽ柿の生産工 程における放射性セシウム 低減技術の開発					
(1) 環境及び葉・果実 中放射性セシウム濃度の動 態解明		動態解明		福島県農総セ果樹 研究所 農研機構果樹茶業 研究部門	栽培科 園地環境ユニット (兼)東北農研畑 作移行低減グル ープ 栽培生理ユニット
(2) カキ等の土壌中放 射性セシウムの吸収移行の 解明		土壌からの移行		福島大学	農学系教育研究組 織設置準備室
(3) せん定処理による 放射性セシウム移行低減技 術の開発		せん定による低減		福島県農総セ果樹 研究所	栽培科
(4) 放射性セシウム低 減のためのカキの新植・改 植方法の確立		新植・改植		福島県農総セ果樹 研究所	栽培科

<p>(5) 安全なあんぽ柿生産のための工程管理の確立</p>	<p>工程管理</p> 	<p>福島県農総生産環境部</p>	<p>流通加工科</p>
<p>農研機構食品研究部門</p>		<p>農研機構食品研究部門</p>	<p>食品安全性解析ユニット</p>
<p>食品連携調整役</p>			<p>食品連携調整役</p>
<p>4-2. 営農再開に向けたユズの放射性セシウム低減技術の開発</p>	<p>ユズ低減技術</p> 	<p>福島県農総セ果樹研究所</p>	<p>栽培科</p>
<p>5. 畦畔雑草等の野焼きによる放射性セシウム動態の解明</p>			
<p>(1) 野焼きの対象となる雑草及び土壌の放射性セシウム濃度の把握</p>	<p>放射性セシウム濃度の把握</p> 	<p>東北農業研究センター</p>	<p>営農再開グループ 畑作移行低減グループ</p>
<p>(2) 焼却残渣と飛散物の放射性セシウムの分配割合、焼却残渣中の放射性Csの溶出しやすさの解明</p>	<p>溶出しやすさ</p> 	<p>農業環境変動研究センター</p>	<p>環境情報基盤研究領域</p>
<p>(3) ポット試験による焼却残渣、飛散物の作物への移行程度</p>	<p>作物への移行</p> 	<p>福島県農業総合センター</p>	<p>有害化学物質研究領域</p>
<p>(4) 飛散範囲のモデル化</p>	<p>飛散モデル化</p> 	<p>日本原子力研究開発機構</p>	<p>生産環境部 環境 作物栄養科</p>
<p>システム計算科学センター</p>			<p>システム計算科学センター</p>
<p>物質科学研究センター</p>			<p>物質科学研究センター</p>

I-2. 実施体制

研究項目	担当研究機関・研究室		研究担当者
	機関	研究室	
研究開発責任者	農研機構東北農研	水田作移行低減グループ	◎ 太田 健
1. 農業用貯水池へ流入・流出する放射性セシウムの予測技術の開発 (1) 農業用貯水池における放射性セシウムの動態予測と管理モデルの開発 (2) 農業用貯水池からの取水における放射性物質の低減技術の研究開発 (3) 森林からの放射性セシウムの流出特性の解明 (4) ため池における懸濁物質及び底質中放射性セシウムの存在形態とそれら固相からの溶脱に関する研究開発	農研機構農工部門	水文水資源ユニット	○ 久保田富次郎
	農研機構農工部門	水文水資源ユニット	△ 久保田富次郎 宮津 進
	農研機構農環研	バイオマス利用グループ	△ 万福裕造
	森林機構森林総研	企画部 立地環境研究領域	△ 坪山良夫 小林政広
2. 除染水田における放射性セシウム動態の解明 (1) 除染特別地域等における大気中の放射性セシウム動態の解明 (2) 水田に流入する放射性セシウムの動態解明と水管理による削減技術の開発	福島大学	環境放射能研究所	△ 塚田祥文
	農研機構農環研	環境情報基盤研究領域 有害化学物質研究領域	△ 藤原英司 山口紀子
	農研機構東北農研	水田作移行低減グループ	△ 申 文浩
3. 移行抑制に必要なカリ適正水準の設定 (1) 移行抑制に必要なカリ適正水準の設定(水稲)	農研機構東北農研	水田作移行低減グループ	○ 太田 健
		水田作移行低減グループ	△ 太田 健 藤村恵人

			江口哲也 若林正吉 松波寿弥
	宮城古川農試	畑作移行低減グループ 土壌肥料部	宮本武彰 島 秀之 石川亜矢子
	福島農総セ	生産環境部 環境 作物栄養科 作物園芸部 稲作 科	前任者 荒井義光 (~2017.3) 後任者 鈴木芳成(2017.4~) 佐藤翔平 前任者 藤澤弥榮 (~ 2017.3) 後任者 吉 田直史(2017.4~) 新妻和敏
	栃木農試	研究開発部 土壌 環境研究室	宮崎成生 人見良実 大谷寿一
(2) 移行抑制に必要な カリ適正水準の設定(そば)	農研機構東北農研	畑作移行低減グループ	△ 久保堅司 松波寿弥
	福島農総セ	作物園芸部 畑作 科	前任者 五十嵐裕二(~ 2017.3)後任者 丹治克 男(2017.4~) 平山 孝
(3) 移行抑制に必要な カリ適正水準の設定(大豆)	農研機構東北農研	畑作移行低減グループ	△ 前任者 内田智子(~ 2017.3)後任者 松波寿 弥(2017.4~) 本島彩香
	福島農総セ	作物園芸部 畑作 科	前任者 五十嵐裕二(~ 2017.3)後任者 丹治克 男(2017.4~) 平山 孝
4. あんぽ柿の生産工程に		栽培科	○ 桑名 篤

<p>における放射性セシウム低減技術の開発</p> <p>(1) 環境及び葉・果実中放射性セシウム濃度の動態解明</p> <p>(2) カキ等の土壌中放射性セシウムの吸収移行の解明</p>	<p>福島県農総セ果樹研究所</p> <p>福島県農総セ果樹研究所</p>	<p>栽培科</p>	<p>△ 小野勇治</p> <p>額田光彦</p> <p>佐藤守</p> <p>増子俊明</p>
	<p>農研機構果樹茶業研究部門</p>	<p>園地環境ユニット (兼) 東北農研畑作移行低減グループ 栽培生理ユニット</p>	<p>△ 堀井幸江</p> <p>草場新之助</p>
	<p>福島大学</p>	<p>農学系教育研究組織設置準備室</p>	<p>△ 高田大輔</p>
	<p>福島県農総セ果樹研究所</p>	<p>栽培科</p>	<p>△ 桑名篤</p> <p>岡田初彦</p> <p>赤井広子</p>
	<p>福島県農総セ果樹研究所</p>	<p>栽培科</p>	<p>△ 桑名篤</p> <p>安達義輝</p> <p>芝祥太郎</p>
<p>(3) せん定処理による放射性セシウム移行低減技術の開発</p> <p>(4) 放射性セシウム低減のためのカキの新植・改植方法の確立</p> <p>(5) 安全なあんぽ柿生産のための工程管理の確立</p>	<p>福島県農総セ生産環境部</p>	<p>流通加工科</p>	<p>△ 関澤春仁</p> <p>長澤梓</p> <p>他4名</p>
	<p>農研機構食品研究部門</p>	<p>食品安全性解析ユニット 食品連携調整役</p>	<p>八戸真弓</p> <p>濱松潮香</p>
	<p>農研機構農環研</p>	<p>バイオマス利用グループ</p>	<p>○ 万福裕造</p>
<p>5. 畦畔雑草等の野焼きによる放射性セシウム動態の解明</p> <p>(1) 野焼きの対象となる雑草及び土壌の放射性セシウム濃度の把握</p> <p>(2) 焼却残渣と飛散物の放射性セシウムの分配割合、焼却残渣中の</p>	<p>農研機構東北農研</p> <p>農研機構農環研</p>	<p>営農再開グループ 畑作移行低減グループ</p> <p>環境情報基盤研究領域</p>	<p>△ 好野美奈子</p> <p>松波寿弥</p> <p>堀井幸江</p> <p>△ 藤原英司</p>

放射性セシウムの溶出しやすさの解明		有害化学物質研究領域	山口紀子
(3) ポット試験による焼却残渣、飛散物の作物への移行程度	福島農総セ	生産環境部	△ 佐藤翔平
(4) 飛散範囲のモデル化	日本原子力研究開発機構	システム計算科学センター 物質科学研究センター	町田昌彦 矢板 毅

(注1) 研究開発責任者には◎、小課題責任者には○、実行課題責任者には△を付すこと。

異動等による研究者の交代があった場合には、前任者△△△△（～20〇〇.3）後任者〇〇〇〇（20〇〇.4～）と名前の後ろに変更時期を記載する。

中課題番号	15653544	研究期間	平成27～29年度
大課題名	営農再開のための放射性物質対策技術の開発		
中課題名	農地への放射性セシウム流入防止技術の開発		
代表機関・研究開発責任者名	農研機構東北農業研究センター・太田 健		

I-1. 研究目的

営農再開に向けて、貯水池の水の安心安全な利用を図る必要がある。また、避難指示区域の一部では大気放射能水準の上昇が時折認められている。現在、水稲・そば・大豆にて行われている一律的なカリ増施による抑制対策から、土壌中放射性セシウム濃度レベルや吸収リスクに応じたカリ施肥管理への移行が求められている。さらに、安全なあんぼ柿やユズの出荷拡大に向けた取り組みも求められている。

このため、本研究では、

1. 農業用貯水池へ流入・流出する放射性セシウムの予測技術の開発
2. 除染水田における放射性セシウム動態の解明
3. 移行抑制に必要なカリ適正水準の設定
4. 果樹の放射性セシウム低減技術の開発
5. 畦畔雑草等の野焼きによる放射性セシウム動態の解明

により、営農再開にむけた貯水池利用のための管理モデルの開発、福島第一原子力発電所周辺を対象として放射性セシウムの大気濃度および大気降下量の継続的な監視、農業用水経由で水田に流入する放射性セシウム量の定量的な推定、土壌中放射性セシウム濃度レベルや吸収リスクに応じたカリ施肥管理への移行、原料柿やユズの放射性セシウム低減化技術の開発、安全なあんぼ柿生産のための原料柿を中心とした生産工程管理の提示、野焼き時に発生する焼却残渣の化学的な性質や作物への影響しやすさ、飛散物の影響を評価し、放射性セシウムの野焼きによる動態解明を目標とする。

その結果、

1. 避難指示が解除された地域での営農再開の促進及び適切な農地等の管理
2. 一律的なカリによる吸収抑制対策から、必要に応じた適正な対策への移行
3. あんぼ柿やユズの出荷拡大

が期待される。

I - 2. 研究結果

①森林からの放射性セシウムの流出、②水中の懸濁物質や底質中の存在形態、③ため池底質からの溶出特性、④放射性セシウムの動態への水管理の影響等が明らかになり、放射性セシウムの動態予測モデルが構築された。なお、成果をまとめたパンフレット「農業用水を巡る放射性セシウムの動き」を作成中である。

福島第一原子力発電所付近の観測地（大熊）、同発電所の北北西約3kmに位置する観測地（双葉）および北北西約8kmに位置する観測地（浪江）において、放射性セシウムの大気濃度および大気降水量を継続的に観測した結果、濃度は大熊で水準が高く、双葉および浪江では夏季に上昇する傾向が3年続いて認められた。この傾向と風速変動の関係を検討したところ、双葉および浪江における夏季の濃度上昇は、発電所付近からの放射性セシウムの大気経路輸送に起因すると考えられた

カリ増施を中止した現地試験などによって交換性カリ含量と移行係数の経年変化を把握し、そば・大豆では現行のカリ抑制対策水準の維持が必要なことを明らかにした。水稻では、移行係数と交換性カリ含量との関係について統計モデル解析を行い、任意の移行係数を超える確率を5%以下とするために必要な交換性カリ含量を推定できるモデル式を作成し、今後のカリ抑制対策の適正化に向けた情報を発信した。カリ施用が効果的でない地域の要因を解析し、対策として金雲母が効果的であることを明らかにした。なお、そばについては「除染後圃場におけるソバ栽培・収穫ポイント」と題したマニュアルを作成・公開し、大豆についてはマニュアル「除染後農地等における大豆栽培のポイント」を作成中である。

カキ‘蜂屋’の葉、果実中の放射性セシウム濃度の経年変化は2重指数減衰モデルに適合した。カキ果実・葉の放射性セシウム濃度と移行係数は、土壤表層汚染区よりも土壤下層汚染区で高くなった。フォールアウト後に植栽したカキにおける果実中の放射性セシウム移行係数は、 10^{-4} ～ 10^{-3} のレベルであった。カキ果実中の放射性セシウム濃度はせん定処理樹の方がばらつきが少なく、新植時の土壤管理方法の違いは結実したカキ果実中の放射性セシウム濃度に影響しなかった。収穫期のカキ果実の放射性セシウム濃度は幼果期の濃度とほぼ同程度であり、放射性セシウム濃度の上昇があっても適期に収穫した原料柿を用いることが超過リスクの低減に役立つと考えられた。なお、改植・新植方法など得られた成果は「安全なあんぽ柿生産のための農業生産工程管理（GAP）実践マニュアル」に準じる研究情報としてとりまとめ、原料カキ生産者に提供する予定である。

福島県下6市町村の代表地点を対象に、畦畔の雑草と土壤の放射性セシウム濃度の測定、燃焼後の焼却残渣の放射性セシウム濃度の測定、焼却残渣を添加したポット栽培試験（イネ、コマツナ、ソバ）を実施した。4地点の雑草を室内環境下で燃焼させ、放射性セシウムの飛散物と焼却残渣の分配率、溶出しやすい形態の放射性セシウムがどの程度含まれるか明らかにした。放射性物質の動態シミュレーション技術を応用し、野焼きを想定したシミュレーションが可能であることを確認した。

I-3. 今後の課題

- ・ため池の将来予測については、ため池へ流入する水や懸濁物質の放射性セシウム濃度の変化は、物理減衰だけではなく他の要因の影響を受けていると考えられることから、現在の帰還困難区域など放射性セシウムの沈着量が多い地域に水源を持つため池では、引き続き長期モニタリングにより実態把握を続けていくことが望ましい。
- ・大柿ダムの下流に位置する幹線用水路、支線用水路において、放流する過程での放射性セシウム濃度の変化や、森林由来の放射性セシウムの用水路への侵入などをモニタリングするとともに、大柿ダムの用水中の放射性セシウムによる玄米への影響を確認し、営農再開を考えている農業者や、消費者への情報発信が必要である。
- ・移行係数が高まりやすい圃場については土壌特性の解析を進め、その特性に応じた対策技術を構築する必要がある。
- ・放射性セシウム濃度を長中期的に低水準で維持するための土壌・施肥管理手法を策定する必要がある。
- ・大豆はイネなどに比べ移行係数が高く、その要因を解析する必要がある。
- ・カキでは各せん定処理区及び新植樹の果実中放射性セシウム濃度をモニタリングする必要がある。
- ・ユズの新植試験は果実が未結実であることから果実中放射性セシウムを調査する必要がある。
- ・燃焼する事により、放射性セシウムの濃度が7倍～13倍程度に濃縮され、高濃度の放射性セシウムを含む灰が生成されることから、燃焼灰が風等により飛散し、収穫物に大量に付着するような状況の場合は注意が必要である。

中課題番号	15653544	研究期間	平成27～29年度
小課題番号	1	研究期間	平成27～29年度
中課題名	農地への放射性セシウム流入防止技術の開発		
小課題名	1 農業用貯水池へ流入・流出する放射性セシウムの予測技術の開発		
小課題責任者名・研究機関	久保田富次郎・農研機構農村工学研究部門		

1) 研究目的

農業用貯水池へ流入・流出する放射性セシウムの動態を把握するため、①森林から流出する放射性セシウム特性、②ため池水中の懸濁物質および底質特性、③取水における放射性物質の低減技術、④ため池内の放射性セシウムの動態把握と管理モデル、の検討および開発を行うことで、営農再開に向けた農業用貯水池の水利用のための放射性セシウムの予測技術を開発する。

2) 研究成果

①森林からの放射性セシウムの流出特性

森林から流出する放射性セシウムの動態は、福島県飯舘村長泥ため池の上流の森林集水域において検討した。森林から流出する渓流水に含まれる溶存態Cs-137は、Cs-137の物理的減衰とは別の要因による経年的な低下がみられ、懸濁物質のCs-137濃度は概ね 100kBqkg^{-1} 前後を中心に変動していた(図1)。この値は採水地点上流の森林で採取したリター層と深さ5cmまでの土壌のCs-137濃度と同じオーダーであり、渓流水の懸濁物質が上流のリター層や土壌を起源としていることを示唆していた。また、溶存態濃度に比べると緩やかではあるが、懸濁物質のCs-137濃度についても、物理的減衰とは別の要因により経年的に低下している可能性が認められた。

増水時における渓流水に含まれる放射性セシウム濃度の変動事例を図2に示す。懸濁態Cs-137濃度は、濁度や懸濁物質(SS)濃度の経時変化とほぼ同じタイミングで増減した。一方、溶存態Cs-137濃度は、採水期間の前半は徐々に低下し、後半は検出限界($\sim 0.1\text{ Bq L}^{-1}$)付近で推移した。溪流流量が顕著に増加しはじめた8月17日午前2時以降、懸濁態濃度は溶存態濃度の10～100倍程度になり、この間のCs-137の流出では懸濁態が大部分を占めていた。

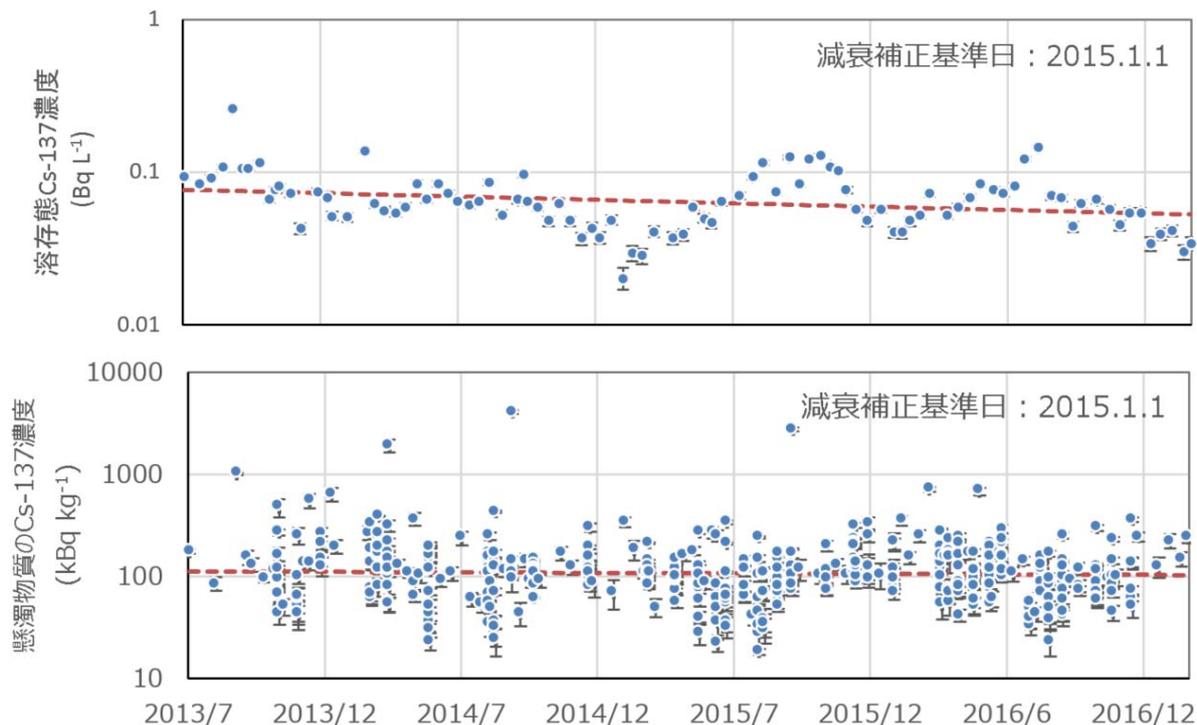


図1 溶存態および懸濁物質の放射性セシウム(Cs-137)濃度の経時変化(破線は指数回帰曲線)

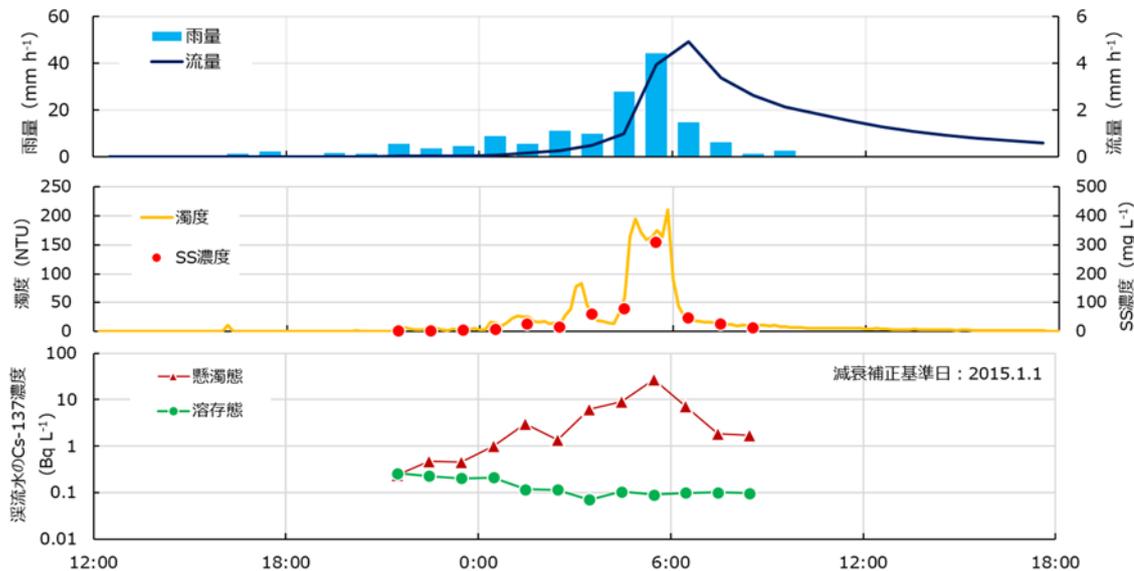


図2 増水時の事例(2016/8/16~17, 総雨量158mm; 雨量はアメダス飯舘観測所の値)

森林から流出する放射性セシウムは、集水域に沈着した放射性セシウムの総量に対して、年間0.04~0.10%、流出量に対して溶存態画分は5~12%程度と推定され(表1)、その値は当該年における大規模な降雨イベントの頻度によって変わることが示唆された。

表1 年流出量の推定結果

	2014	2015	2016	平均
降水量 ¹ mm	1544	1522*	1308	1458
流出量 mm	946	828*	687	820
蒸発散 mm	598	694*	621	638
懸濁物質 kg	112	240*	101	151
Cs-137 MBq	13	26*	11	16
懸濁態 %	88	95*	95	93
溶存態 %	12	5*	5	7
流出率 ² %	0.05	0.10*	0.04	0.07

1 アマダス飯館観測所の値、2 流域沈着量 (25 GBq) に対する割合、* 欠測を含む期間の推定値、減衰補正基準日：2015.1.1

②底質および水中の懸濁物質に含まれる放射性セシウムの存在形態と固相からの溶出

福島県内の80 km圏内に立地する37地点のため池の底質を対象として、放射性セシウムの存在形態割合について調べた。その結果、ため池底質中¹³⁷Cs濃度は、 26 ± 26 (0.87~100) Bq g⁻¹乾燥重量であった。20 km圏内 (n=11) と20~80 km圏内 (n=26) で両者の¹³⁷Cs濃度に有意差は見られなかった。底質中の交換態¹³⁷Csの割合は1.9~38 %、有機物結合態は2.9~42 %存在し、ため池によって大きく異なっていることが明らかになった (図3)。

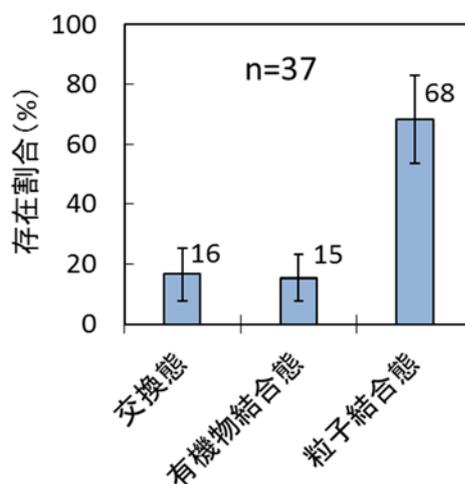


図3 東電福島第一原発から80 km圏内のため池 (n=37) 底質中¹³⁷Csの存在形態割合

次に、大柿ダム取水口近傍から採取した底質をカラムに詰め、設置後5日後から550日後まで一定期間毎に直上水及び間隙水中¹³⁷Cs濃度、並びに主要な陽イオン濃度を測定した。また、底質中存在画分別¹³⁷Cs/¹³³Cs比放射能を求め、直上水及び間隙水中に底質から溶出する¹³⁷Csの存在画分を調べた。その結果、底質から間隙水に溶出する¹³⁷Csは、アンモニウム濃度と高い相関を示した (図4)。また、直上水における¹³⁷Cs濃度とアンモニウム濃度も同様に高い相関を示し、底質の還元的な環境で発生するアンモニウムが底質中放射性セシウムを溶出させる主な要因であることが明らかになった。更に、底質交換態画分中¹³⁷Cs/¹³³Cs比と直上水及び間隙水中の値が一致し (表2)、底質の交換態として存在する放射

性セシウムが灌漑水に溶出することが示された。

③農業貯水池からの取水における放射性物質の特性

飯館村長泥ため池において、底質土と取水工から採水した水を吸引る過によって浮遊物質を取り出し、X線回折分析装置を用いて、底質土と水中の浮遊物質の関係性を調べた。取水工からは細粒分が流出する傾向にあるため、あらかじめ75 μ m以下、75 μ m~2mm、2mm以上にふるい分けし、X線回折で分析した。その結果、流出水に含まれる浮遊物質中には有機化合物（珪藻類）の他にスメクタイト、雲母、カオリン鉱物、石英、長石などの鉱物が確認された。75 μ m以下の画分には、スメクタイト、雲母、角閃石、カオリン鉱物、長石が確認でき、有機化合物は少なかった。75 μ mから2mm、2mm以上の画分は主に石英で構成されていた。X線回折からは、浮遊物質と底質土には相関があり、75 μ m以下はより浮遊物質に近い状態にあることが確認された（図5）。

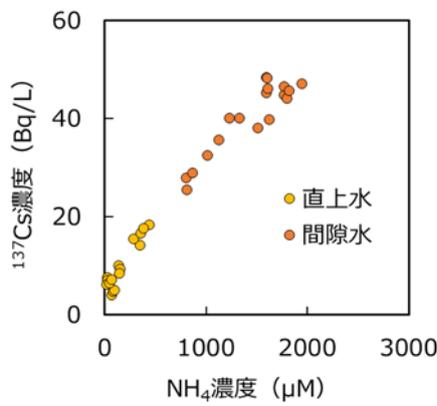


表2 直上水、間隙水及び底質存在形態画分における¹³⁷Cs/¹³³Cs比放射能

試料	¹³⁷ Cs/ ¹³³ Cs比放射能 (Bq/μg)
直上水 (n=21)	151 ± 16
間隙水 (n=21)	141 ± 13
底質 (n=3)	
交換態	140 ± 2
有機物結合態	74 ± 4
強固結合態	15 ± 1

図4 直上水及び間隙水中NH₄濃度と¹³⁷Cs濃度との相関

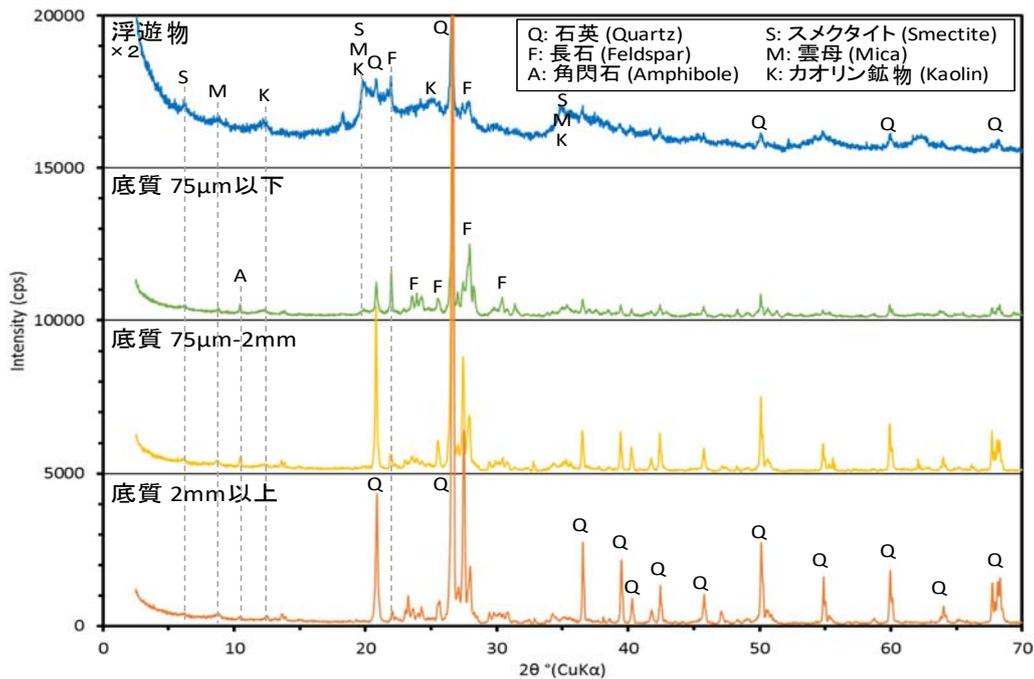


図5 飯館村長泥ため池における底質および浮遊物のX線回折

④ため池流入水、貯留水および流出水中に含まれる放射性セシウムと動態モデル

飯館村長泥ため池（水面積0.373ha, 貯水量7,500m³, 最大水深3.4m, 集水域の面積61.9ha, 谷型ため池）において、ため池流入水、貯留水および流出水中の放射性セシウム濃度を測定した。図6に溶存態Cs-137の経時変化を示す。流入水中の溶存態Cs-137は、流出水中の溶存態より濃度が低く、底質直上水中の溶存態Cs-137は夏季において顕著に上昇する。このことから、ため池流出水に含まれる溶存態Cs-137は、上流の森林集水域から流入するものに加えて、底質からの溶出が影響し濃度を増して流出することが明らかになった。

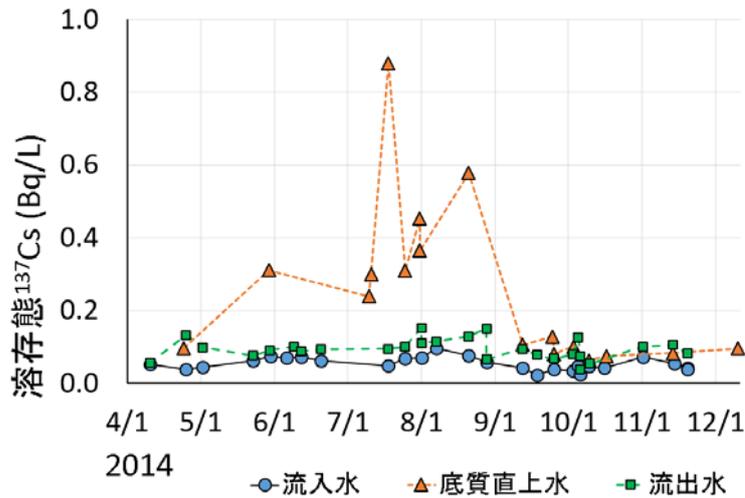


図6 ため池流入水、貯留水、流出水中に含まれる溶存態Cs-137

次に、ため池の水管理によって溶存態放射性Csの動態に与える影響を調べた。図7は、長泥ため池において2015年と2016年で管理水位を変えたときの溶存態Cs-137の鉛直分布を示している。2015年は、ため池水位を概ね3.2mで管理し、2016年は水位を下げ、概ね1.8mで管理した。その結果、水位3.2mでは、夏季の底層の溶存態濃度の上昇による表層濃度への影響は小さいが、水位を1.8mに下げると夏季の表層における溶存態濃度が相対的に高くなり、ため池の水位管理が溶存態放射性セシウムの動態に影響を与えることがわかった。

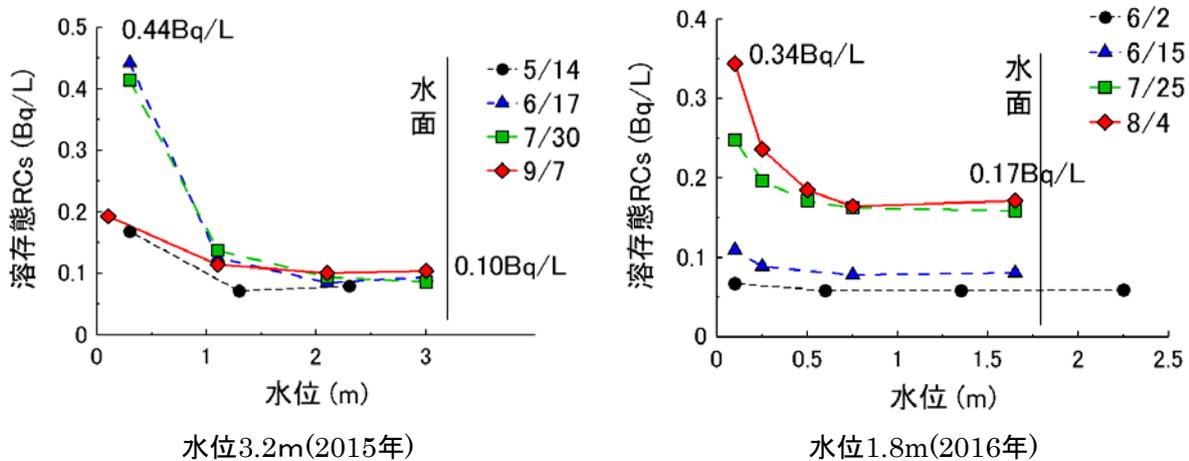


図7 ため池の管理水位の違いによる溶存態放射性セシウム濃度分布への影響

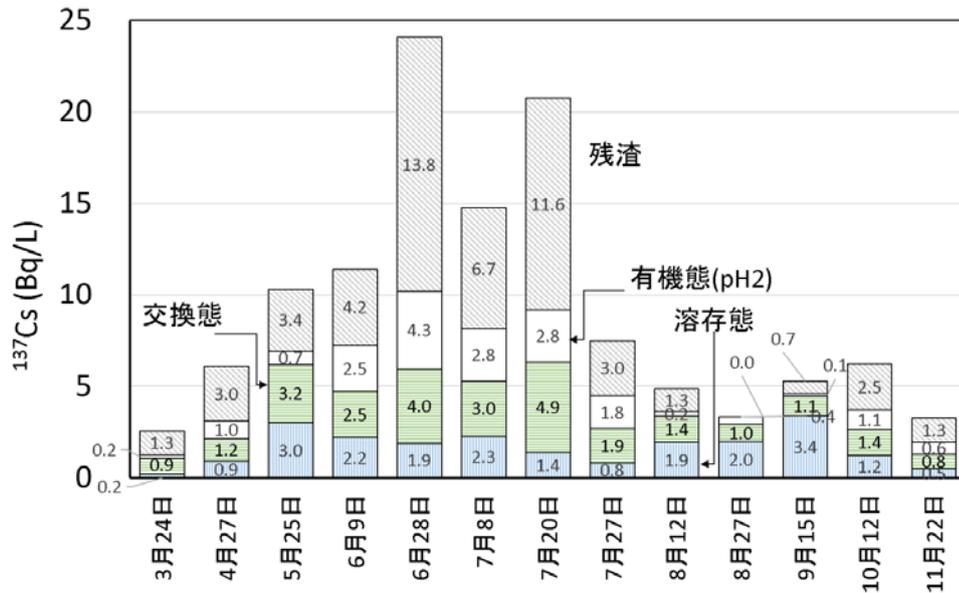


図8 ため池水の各態別放射性セシウムの季節変化

福島県大熊町鈴内ため池において灌漑水および底質に含まれる放射性セシウムの分画分析を行った。その結果、溶存態を除く存在形態別割合は(図8)、降雨の影響がみられた5月と夏季の8月～9月を除く採水試料と底質の分析結果の類似性が高いことがわかった。本ため池では、夏季を中心として溶存態Cs-137濃度が高いが、この時期の懸濁物質には陽イオンとの共存により溶存態Cs-137を脱着する交換態Cs-137も多く含んでいる。そのため、見かけの溶存態濃度レベル以上に農作物に影響を与える可能性があることが示唆された。

放射性セシウムの動態モデルは、長泥ため池に加えて鈴内ため池において構築を行った。モデルは、水収支、浮遊物質の収支・動態を基本とし、Microsoft Excel上で作成した。モデルの構造は、長泥ため池と共通としたが、現場条件を考慮して、深さ方向は0.3m厚で1層とし、計算の時間刻みは10分とした。この結果、鈴内ため池における高い放射性セシウム濃度の起源は底質であり、ため池水および底質中の有機態および交換態画分が水中の高い溶存態放射性セシウムの維持に寄与していることが示唆された。

3) 成果活用における留意点

本研究で得られた知見をパンフレットとして発行し、被災地周辺の土地改良区などのため池の管理者や市町村担当者等に配付する予定である。

4) 今後の課題

これまでの研究により、農業用貯水池における放射性セシウムの動態に関する知見の蓄積が進むとともに、ため池モデルの構築では、調査データを取得したため池を対象として現況再現が可能となり、概ね目標を達成した。しかし、ため池の将来予測については、ため池へ流入する水や懸濁物質の放射性セシウム濃度の変化は、物理減衰だけではなく他の要因の影響を受けていると考えられることから、現在の帰還困難区域など放射性セシウムの沈着量が多い地域に水源を持つため池では、引き続き長期モニタリングにより実態把握を続けていくことが望ましい。

中課題番号	15653544	研究期間	平成27～29年度
小課題番号	2	研究期間	平成27～29年度
中課題名	農地への放射性セシウム流入防止技術の開発		
小課題名	2 除染水田における放射性セシウム動態の解明		
小課題責任者名・研究機関	久保田富次郎・農研機構農村工学研究部門		

1) 研究目的

福島第一原子力発電所周辺を対象として放射性セシウムの大気濃度および大気降下量を継続的に監視するとともに、これら大気指標の変動と気象条件や立地条件の関係を解明する。また、今後、営農再開が期待される地域を対象に、農業用水中の放射性セシウムをモニタリングし、農業用水経由で水田に流入する放射性セシウム量の定量的な把握を行う。

2) 研究成果

福島第一原子力発電所付近およびその北北西の地域に複数の観測地（大熊、双葉、浪江）を設定し、定期的は大気ダスト試料および大気降下物試料を回収した。ダスト試料の収集にはエアサンプラーを使用し、毎分30Lまたは100Lの流量条件でフィルター上にダストを捕集した。一方、降下物試料の収集は公定法に準じ水盤法により行った。個々の放射性セシウム飛散事象による観測値への影響を識別するためには、1回の試料収集期間を短く設定し時間分解能の高いデータを得る必要がある。そこで収集頻度はダスト試料、降下物試料ともに1週間毎と定めて、データも週間値として集計した。すなわち、放射性セシウムの週（7日）平均大気濃度および週間降下量を求めた。最後に、これまで約3年に渡り継続的に収集したデータをもとに放射性セシウムの大気濃度および大気降下量の変動傾向を把握し、気象条件や立地条件との関係を解析した。気象条件との関係を検討するため、本研究の観測地から近いアメダス浪江局のデータを採用した。

原子力発電所付近の観測地（大熊）、発電所の北北西約3kmに位置する観測地（双葉）および北北西約8kmに位置する観測地（浪江）において（図1）、¹³⁷Csの大気濃度および大気降下量を継続的に観測した結果、濃度は大熊で特に高く、双葉および浪江では夏季に上昇する傾向が3年続いて認められた（図2）。以上の3地点における¹³⁷Csの濃度および降下量は、経年的に減少していた。この傾向と風速変動の関係を検討したところ、風速や強風頻度は夏季に小さくなっており（表1）、強風による表土等の巻き上げを濃度上昇の主因とみなすことはできなかった。また、風向との関係を検討したところ、南南東風向の頻度が夏季に高く表れていた（図2）。関東から南東北にかけての太平洋沿岸地域では一般に、風向は冬季に北～西寄り、夏季に南寄りとなることが多く、冬季および春季に強風頻度が高い。浪江局の風向風速データも同様の傾向を示していた。よって双葉および浪江における夏季の濃度上昇については、観測地付近における土壌の巻き上げのみならず、他の場所からの大気経由輸送も考慮する必要がある。

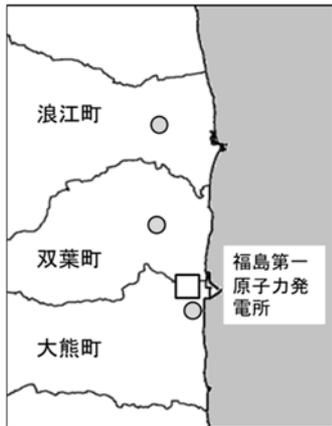


図1 大気観測地の配置

観測期間	風速(m/s)		強風頻度(5m/s超過風速の出現率)	
	平均値	中央値		
2015年	春季(3~5月)	2.2	1.8	5.8%
	夏季(6~8月)	1.6	1.3	0.7%
	秋季(9~11月)	1.8	1.4	2.5%
	冬季(12~翌年2月)	2.1	1.7	5.2%
2016年	春季(3~5月)	2.2	1.8	5.1%
	夏季(6~8月)	1.8	1.6	2.0%
	秋季(9~11月)	1.6	1.3	0.6%
	冬季(12~翌年2月)	2.4	1.9	7.3%
2017年	春季(3~5月)	2.3	1.9	5.7%
	夏季(6~8月)	1.6	1.4	1.1%
	秋季(9~11月)	1.8	1.4	2.9%

表1 浪江アメダス局の風速観測データ

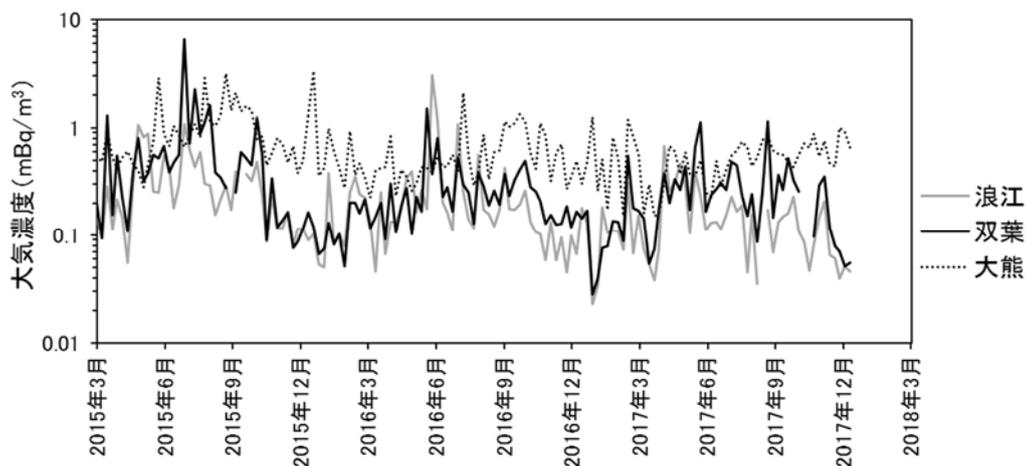


図2 ¹³⁷Cs週(7日)平均大気濃度の推移

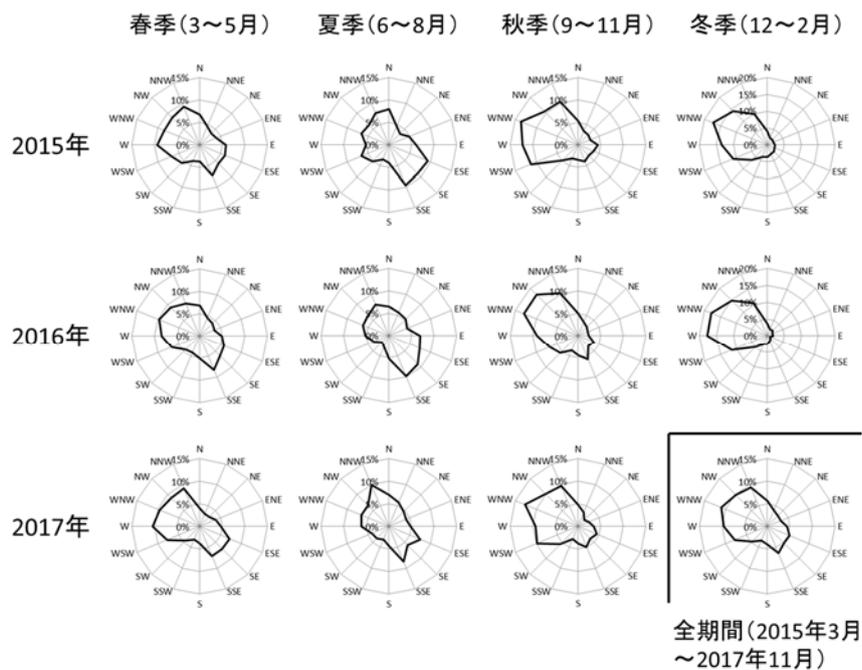


図3 浪江アメダス局の風向観測データに基づく風配図

また、近い将来に営農再開が期待される地域において、従来の農業用水源の放射性セシウムを形態別にモニタリングするとともに、用水中の放射性セシウムによる玄米への影響を分析した。

その結果、浜通りの4河川における溶存態Cs-137の平均濃度は、0.03～0.18Bq/L程度であり、大柿ダムの放流工は0.09Bq/Lであった。そのため、適切なカリ施用を行えば、玄米への影響は小さいことが推察された（図3）。灌漑により水田に流入する放射性セシウムは、高濁度の用水を連続的に灌漑しない限り、水田土壌に沈着している放射性セシウムの0.2%～1.6%の範囲にあることが推定された。大柿ダム放流工における水に含まれる懸濁物質中のCs-137は、0.085Bq/mgであることから、SSが100mg/Lの濁水では、8.5Bq/L程度になると考えられる。

浜通り地域の水田5地点において、実証栽培後の玄米中の放射性セシウムがすべて農業用水由来であると仮定した場合、水田内に流入した溶存態放射性セシウムの0.4%～2.3%であった。そこで、溶存態放射性セシウム濃度が1Bq/Lの農業用水を作期を通じて1,000～2,000mm灌水し、玄米の生産量が500g/m²、農業用水から最大の2.3%が移行することを仮定すると、玄米中の放射性セシウム濃度は基準値以下の23Bq/kg～46Bq/kgとなる。このことから、リスクを高く想定したとしても、農業用水による玄米への影響は限定的であると考えられた。

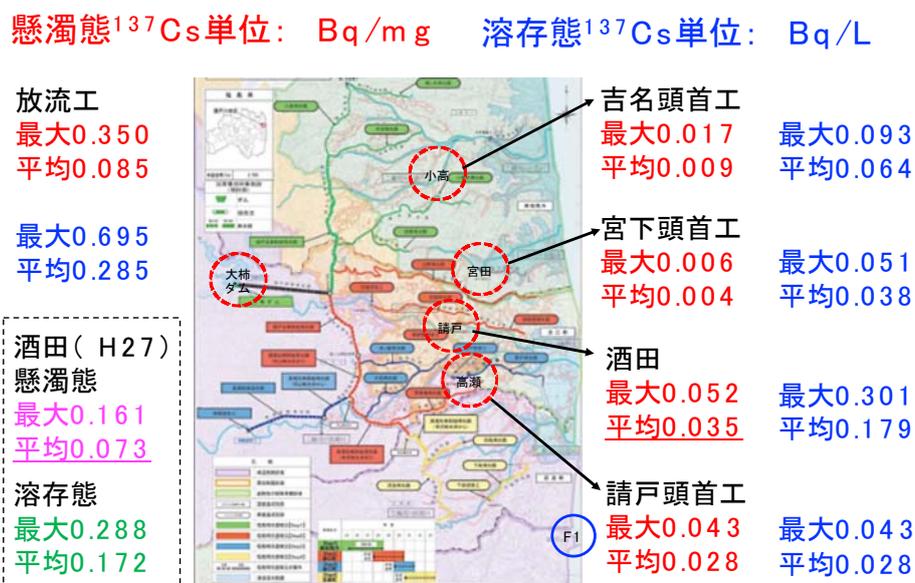


図3 南相馬市小高地区および浪江町における農業用水中の放射性セシウム濃度 (¹³⁷Cs)

3) 成果活用における留意点

本研究で得られた知見をパンフレットとして発行し、被災地周辺の土地改良区などのため池の管理者や市町村担当者等に配付する予定である。

4) 今後の課題

今後、大柿ダムの下流に位置する幹線用水路、支線用水路において、放流する過程での放射性セシウム濃度の変化や、森林由来の放射性セシウムの用水路への侵入などをモニタリングするとともに、大柿ダムの用水中の放射性セシウムによる玄米への影響を確認し、営農再開を考えている農業者や、消費者への情報発信が必要である。

中課題番号	15653544	研究期間	平成27～29年度
小課題番号	3	研究期間	平成27～29年度
中課題名	農地への放射性セシウム流入防止技術の開発		
小課題名	3 移行抑制に必要なカリ適正水準の設定		
小課題責任者名・研究機関	太田 健・農研機構東北農業研究センター		

1) 研究目的

土壌からの子実への放射性セシウム移行を抑制するための適正な交換性カリ水準を設定する。また、追加的カリ施用が効果的でない地域の移行抑制対策技術を開発する。さらに、移行抑制対策を中止及びカリ水準を下げた場合の子実中放射性セシウム濃度のモニタリングと短期的予測を行う。

2) 研究成果

(1)適正カリ水準では、福島県内の農家水田において2012年から2016年までに調査した延べ761地点のデータを用いて、移行係数と収穫期の土壌中交換性カリ含量との関係について統計モデル解析を行った結果、①中通りが浜通りと会津に比べて約60%低いこと、②2012年に比べて2013年、2014年、2015年および2016年はそれぞれ27%、35%、37%および44%低いこと(図1)、③リン酸吸収係数が1,000 mg/100g未満の水田(火山灰の影響がほとんどないと考えられる)はリン酸吸収係数が1,000 mg/100g以上の水田(火山灰の影響があると考えられる)より約40%低いことが明らかとなった。また、任意の移行係数を超える確率を5%以下とするために必要な収穫時の交換性カリ含量を推定できるモデル式を作成した。

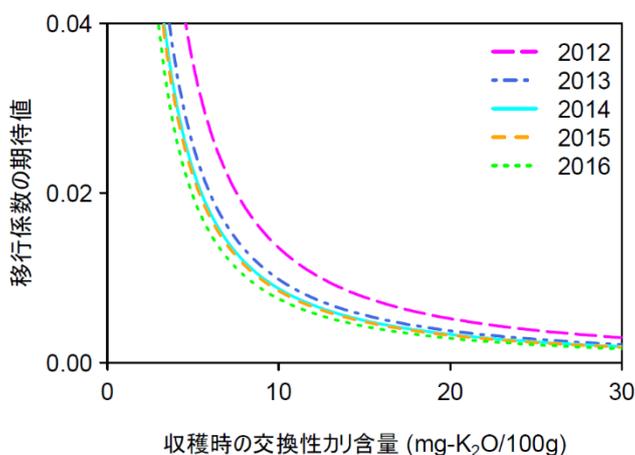


図1 移行係数の年次間差

収穫時の土壌中交換性カリ含量とモデル式から推定した移行係数の期待値との関係を、浜通りについて年次別に示す。

(2)追加的カリ施用が効果的でない地域の移行抑制対策技術の開発では、カリ資材である金雲母を用いた圃場試験において施用後4年目でも土壌中交換性カリ含量が高めに維持され、吸収抑制効果があることを明らかにした(表1)。

表1 玄米重、土壌および玄米の放射性セシウム含量

処理	玄米重 (kg/10a)	¹³⁷ Cs 含量(Bq/kg)		移行係数 (10 ⁻³)
		土壌	玄米	
対照	687 ± 11	3454 ± 377	19.0 ± 6.2	5.4 ± 1.2
粗粒金雲母	691 ± 0.0	3684 ± 165	10.5 ± 2.2	2.8 ± 0.5
細粒金雲母	694 ± 10	3555 ± 147	11.4 ± 6.7	3.3 ± 2.0

(3)宮城県の県北(カリ増施あり)と県南(カリ増施中止後)、各5地点の現地農家圃場において、収穫期の土壌中交換性カリ含量がカリ水準として設定した18 mg K₂O/100g以上だった場合に、玄米放射性セシウム濃度が抑制されることを確認した。また、平成29年度の移行係数が平成28年度に比べて低下傾向にあること(図2)、その理由の一つとして土壌中交換性放射性セシウム濃度の低下が想定されることを明らかにした。さらに、塩化カリの増肥を中止してから水稻2~4作目となるほ場で、土壌交換性カリ含量が前年同時期に比べて同程度に維持されたことを明らかにした。

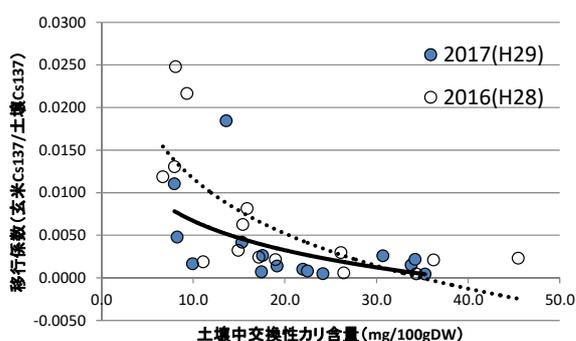


図2 収穫期の土壌中交換性カリ含量と玄米へのCs137の移行係数

注1) 各ほ場の3反復をすべて別々に表示した。
注2) — は2017年の、..... は2016年の近似曲線を示す。

(4)福島県内の土壌を用いたカリ無施用のポット試験を複数年実施すると、ほぼすべての土壌で交換性カリ含量の低下に伴い玄米中¹³⁷Cs濃度、移行係数ともに増加したが、その増加幅は土壌によって大きく異なった(表2)。カリ無施用ポット試験は、土壌中の交換性カリ含量が低下した際の、基準値超過リスクの評価に有効な手法であった。ポット試験で高リスクと評価された土壌は、現地ほ場においても土壌カリ含量が低下した際

表2 収穫時交換性カリ含量、玄米中¹³⁷Cs濃度および移行係数の経年変化(H27~29)

ほ場番号	玄米中 ¹³⁷ Cs濃度(Bq/kg)			移行係数			交換性カリ含量(mg/100g)			土壌中 ¹³⁷ Cs濃度 (Bq/kg)
	H27	H28	H29	H27	H28	H29	H27	H28	H29	
北205	7	27	71	0.003	0.011	0.029	13	6	4	2363~2477
北206	—	21	99	—	0.018	0.084	—	17	4	1177~1183
安102	15	44	46	0.008	0.022	0.023	8	6	5	1875~2047
中203	26	64	—	0.015	0.035	—	9	4	—	1699~1833
須201	—	160	377	—	0.097	0.213	—	8	3	1663~1787
須205	29	93	—	0.036	0.113	—	6	2	—	824~825
南206	80	234	—	0.086	0.261	—	2	1	—	898~961
南401	12	40	—	0.025	0.078	—	7	3	—	467~519
会112	7	32	65	0.037	0.157	0.310	13	5	2	187~213
喜401	3	7	6	0.016	0.028	0.027	14	6	4	214~257
坂401	9	18	20	0.079	0.162	0.182	9	5	2	110~127
相320	4	19	81	0.007	0.036	0.150	39	7	3	546~581

に玄米中放射性セシウム濃度が上昇した。栃木でも同様の結果が得られ、2年連作することでリスクの有無がより明瞭になることを明らかにした。

(5) 福島県営農再開支援事業

カリ卒検証ほ場(16筆)を継続してモニタリングした結果、通常施肥ほ場では、カリ上乘せ施用ほ場よりも移行係数が高まる傾向があった(図3)。移行係数が上昇したほ場は、移行係数が低下したほ場よりも土壤中交換性カリ含量の減少幅が大きかった。移行係数が上昇したほ場に共通した栽培管理は見いだされなかったが、中長期的に交換性カリを維持する管理処方を策定するための基礎データを得ることができた。

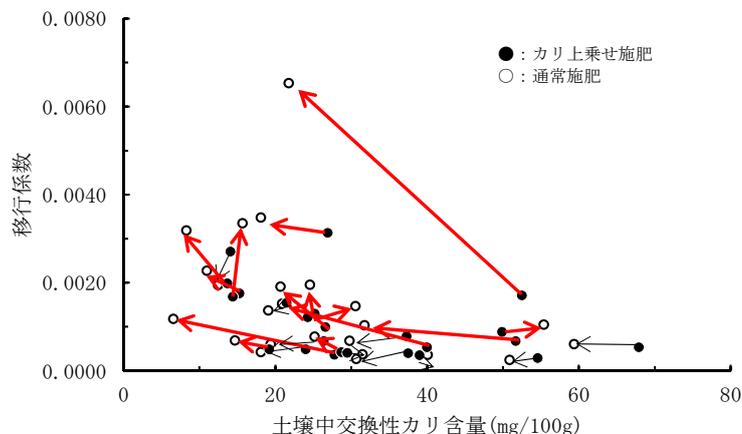


図3 カリ上乘せ施用の有無とカリ曲線(2015年~2017年)

(6) 栃木農試内の黒ボク土水田有機物連用試験を継続し、土壤中交換性カリ含量の推移と玄米への放射性セシウムの移行係数との関係を明らかにした。土壤中交換性カリ含量は、移植時で堆肥連用区と稲わら区が35mg/100g程度と高く、三要素区が15mg/100g程度であり、2014年を除き移植後1ヶ月頃まで維持された。移行係数は概ね年々減少する傾向にあり、2017年では堆肥連用区と稲わら連用区がそれぞれ0.002と0.003、三要素区が0.008、堆肥残効+無肥料区が0.03であった。同一カリウム水準に対する移行係数は2014年を除き経年に伴い低下した(図4)。

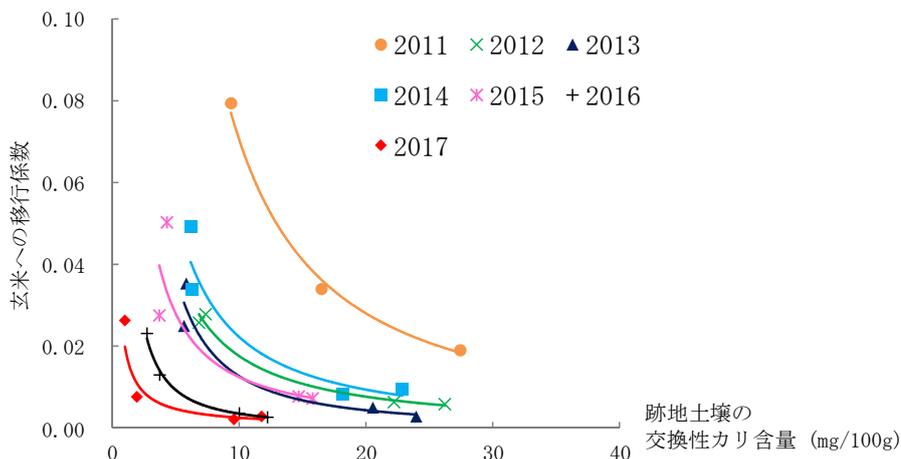


図4 土壤中交換性カリ含量と移行係数の関係

(7) 玄そばの放射性セシウム濃度が高まりやすい地域の圃場や、剥ぎ取り+客土による除染後の営農再開圃場での試験において、玄そばの放射性セシウム濃度を低減するための土壌の交換性カリ含量は30 mg K₂O / 100 gであることを明らかにした(図5)。金雲母を施用した試験区の土壌の交換性カリ含量は対照区と比較して施用3年目でも高く維持されており、移行低減のための資材として有用である。除染圃場では、堆肥の施用により土壌の交換性カリ含量を高め、そばへの放射性セシウムの移行を低減できることが示された。

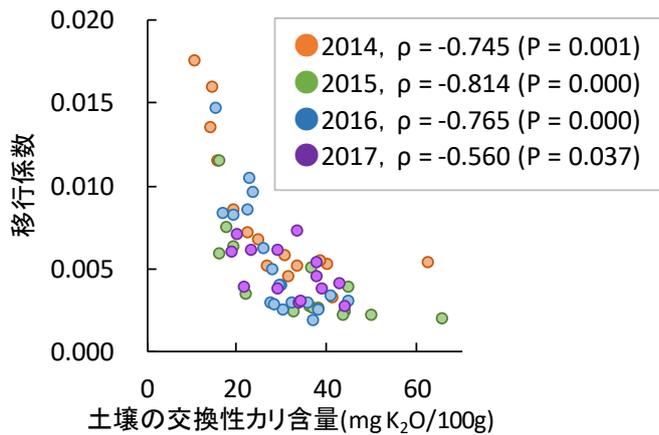


図5 川俣町山木屋地区の営農再開圃場における栽培後の土壌の交換性カリ含量と移行係数との関係

2017年の試験区における土壌の¹³⁷Cs濃度は900~1604 Bq/kg (平均値 1528 Bq/kg、n=19)

(8) 2015年~2017年に福島県内の14地点の現地ほ場において土壌中の交換性カリ含量と玄そばのセシウム¹³⁷濃度を計測した。土壌中の交換性カリ含量は、無カリで栽培しても生育中に必ずしも減少しなかった。全地点の玄そばの放射性セシウム¹³⁷濃度は20 Bq/kg未満であり、土壌中の交換性カリ含量が高くなるほど低下する傾向を示した(図6)。

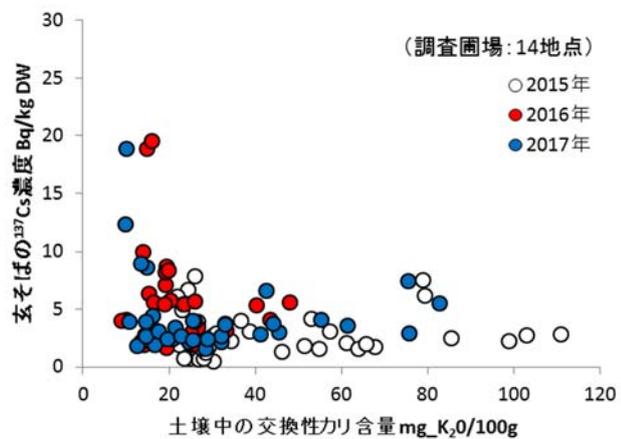


図6 玄そばのセシウム¹³⁷濃度と土壌中の交換性カリ含量との関係(14地点)

(9) 2016年からカリ増施を中断し無カリとした場合、土壌の交換性カリ含量は著しく低下し、移行係数も高まった。同じ交換性カリ含量で比較すると大豆子実の移行係数は経年により低下し、子実の放射性セシウム濃度を前年と同じ水準に保つために必要な交換性カリ含量は経年により少なくなっている。栽培後年数によらず土壌の交換性カリ含量が25 mg K₂O/100g以下となると移行係数が急激に高まることから、大豆については引き続き放射性セシウム吸収抑制対策を継続する必要がある(図7)。また、交換性カリ含量が上がりにくい土壌における金雲母や堆肥施用は、施用当年には放射性セシウム吸収抑制効果が認め

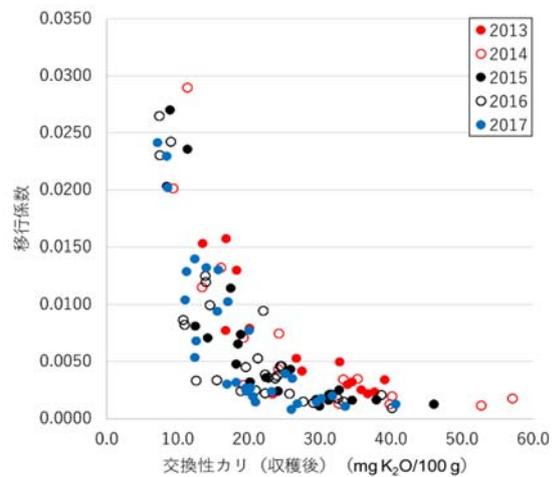


図7 2013年から2017年までの大豆子実の移行係数と土壌の交換性カリ含量との関係

られたものの、その効果は経年に小さくなると考えられた。

(10)2012年に大豆子実が100 Bq/kgを超過した5つの現地圃場を調査したところ、うち2圃場では放射性セシウムの土壌への吸着が他の圃場よりも遅いことが明らかになった。このような圃場では栽培開始後数年間はカリ増施を徹底する必要がある。土壌へのカリの固定によって交換性カリ含量が高まりにくい圃場でも、カリ施用による放射性セシウム移行低減効果は見られる。除染後圃場の大豆への放射性セシウム移行は土壌によって異なり、移行係数の高い圃場では耕起や作付によって経年低下することが明らかになった(図8)。

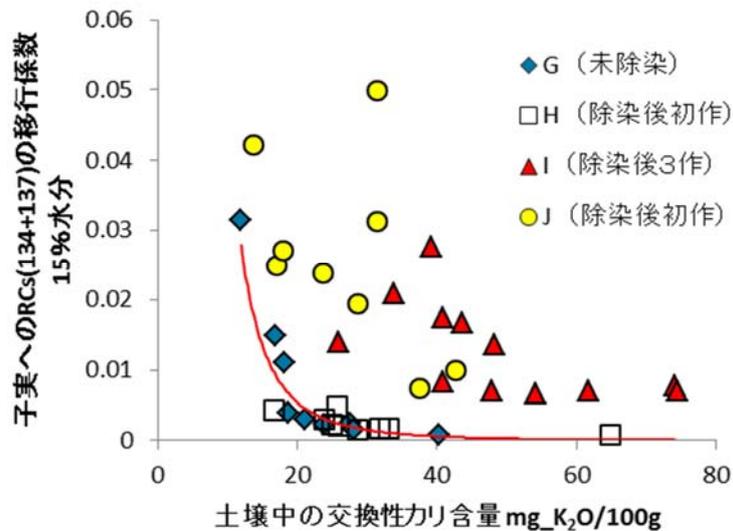


図8 除染後圃場におけるダイズの移行係数と土壌の交換性カリ含量との関係 (2017年)

3) 成果活用における留意点

なお、そばについては「除染後圃場におけるソバ栽培・収穫ポイント」と題したマニュアルを作成・公開し、大豆についてはマニュアル「除染後農地等における大豆栽培のポイント」を作成中である。

移行係数の地域間差とカリ増肥中止ほ場における土壌中交換性カリ含量の経年推移のデータを今後とも蓄積する必要がある。今後、関係機関とも協議し、ほ場に応じたカリ適正化を進める必要がある。

一部地域の除染後ほ場では大豆等への放射性セシウムの移行が高く、ばらつきが大きいことが明らかとなったため、経年推移の把握とデータ蓄積を引き続き行う必要がある。

4) 今後の課題

- ・移行係数が高まりやすい圃場については土壌特性の解析を進め、その特性に応じた対策技術を構築する必要がある。
- ・放射性セシウム濃度を長中期的に低水準で維持するための土壌・施肥管理手法を策定する必要がある。
- ・大豆はイネなどに比べ移行係数が高く、その要因を解析する必要がある。

中課題番号	15653544	研究期間	平成27～29年度
小課題番号	4	研究期間	平成27～29年度
中課題名	農地への放射性セシウム流入防止技術の開発		
小課題名	4 果樹の放射性セシウム低減技術の開発		
小課題責任者名・研究機関	増子俊明・福島農総セ果樹研究所		

1) 研究目的

あんぼ柿の原料となる「蜂屋」等で、放射性セシウム濃度の推移を確認しながら、せん定及び園地の新植・改植による放射性セシウム低減技術を開発するとともに、安全なあんぼ柿生産のため生産工程管理方法を提示する。

ユズの出荷再開に向けて、せん定及び新植・改植による放射性セシウム低減技術を開発するとともに、安全な果実生産のための栽培方策を提示する。

2) 研究成果

・2016～2017年にかけて福島県農業総合センター果樹研究所(以下、「福島農総セ果樹研」に省略)及び伊達市の現地ほ場における収穫期のカキ「蜂屋」の果実及び葉中の放射性セシウム濃度を調査し、経年推移を指数関数によりモデル化したところ、ばらつきは認められるものの2重指数減衰モデルに適合した(図1)。

・2015年3月に1年生のカキ「蜂屋」8樹を鉢に定植する際に、土壌表層にCs-137濃度が高い土壌を用い下層にはほとんど存在しない処理(土壌表層汚染)と土壌表層にはCs-137がほとんど存在せず下層にCs-137濃度が高い土壌を用いた処理(土壌下層汚染)を4樹ずつ作成した。2015年は葉のみ、2016～2017年は葉と果実についてCs-137濃度を測定した結果、2016年、2017年ともに果実、葉のCs-137濃度と移行係数は、土壌表層汚染よりも土壌下層汚染で高かった(表2～5)。現在あんぼ柿で問題となっている放射性セシウム検出の原因として、土壌からの移行はかなり少ないものと思われる。

・京都府で育成された「蜂屋」5～7年生苗を2013年3月に、また農研機構果樹研究所(安芸津)で育成された「平核無」2年生苗を2012年5月に福島農総セ果樹研ほ場に植栽し、2014年以降、採取した果実、葉、及び植栽した土壌の放射性セシウム(RCs)濃度を調査し移行係数を求めた。「蜂屋」果実のRCs濃度は0.45～2.62 Bq/kgFWであり、移行係数の平均は0.001183であった。「蜂屋」の葉の移行係数は、平均0.001622であった。一方、「平核無」果実のRCs濃度は0.19～0.25 Bq/kgFWであり、移行係数の平均は0.000239であった。「平核無」の葉の移行係数は、平均0.000694であった(表6)。「蜂屋」の果実の移行係数は2015年度から3年間とも「平核無」果実より高い傾向が認められた(図2)。品種特性として「平核無」は「蜂屋」より樹勢が強いこと、また、果樹の若木は樹勢が強いが「平核無」の方が樹齢が若いこと等、移行係数に樹勢が関係している可能性が示唆された。

・伊達市現地ほ場のカキ樹‘蜂屋’において、2014年度に実施したせん定処理（慣行せん定、強せん定、主幹切断）では、時間の経過とともに果実中放射性セシウム濃度（ ^{137}Cs ）は減少し、せん定処理した3処理区とも無せん定区と比較して樹ごとの果実中 ^{137}Cs 濃度のばらつきが小さい傾向がみられた（図3）。また、無せん定区の減衰率はせん定処理した3処理区よりやや高かった（表7）ことから、安全な原料柿生産にあたってはせん定作業が欠かせない作業であることが示唆された。

・福島農総セ果樹研内及び伊達市現地ほ場で、2015年に異なる土壌表面管理方法（耕耘、表土剥土、表土戻）により植栽したカキ‘蜂屋’樹を調査したところ、果実中の ^{137}Cs 濃度は、定植3年目でも処理区による差は認められなかったが、どの処理区も十分に低い値であった（図4）。さらに、福島農総セ果樹研内ほ場と現地ほ場では土壌の濃度が異なるにもかかわらず、果実中RCs濃度はほぼ同程度であり土壌からの吸収がほとんどないものと考えられた。

・あんぼ柿の全量検査で過去にスクリーニングレベルを超過した原料柿が生産された4ほ場において、‘蜂屋’‘平核無’で幼果期（開花後約40日）から収穫期以降にかけ、果実と果実周辺の葉に含まれる放射性セシウム（ ^{137}Cs ）濃度を調査した。果肉の ^{137}Cs 濃度（5検体の算術平均値）は、成熟期にいったん低下し、その後生育段階が進むにつれて濃度が上昇する傾向がみられたが（図5）、幼果と収穫果の濃度に有意な差は認められなかった。幼果期から果実成熟期への移行期間中にみられる果実の ^{137}Cs 濃度の低下は、幼果の ^{137}Cs 濃度が高い樹体ほど、その低下割合が大きい傾向があった。

・2015年4月に福島市の現地ユズほ場に、表土除去区（表土を約8cm除去後約15cm耕耘）と対照区（約15cm耕耘）を設置して3年生のユズを植え付けた。表土除去してから定植すると葉中 ^{137}Cs 濃度は減少したが（図7）、果実は調査に必要な収穫量が得られなかった。一方、強せん定処理による果実中 ^{137}Cs 濃度低減効果は認められなかった。

・福島市の現地ほ場において、ユズ樹の冠占有面積、幹流水、 ^{137}Cs 付着量を測定したところユズ樹体の汚染程度の判別方法として、果実中 ^{137}Cs 濃度の前年からの低減率と集水効率間で有意な正の相関が認められた（図8）。また、剥土に伴う土壌攪乱前の2015年の果実中 ^{137}Cs 濃度では樹冠占有面積と有意な正の相関が認められたが、剥土後の2016年は有意な相関は認められなかった（図9）。

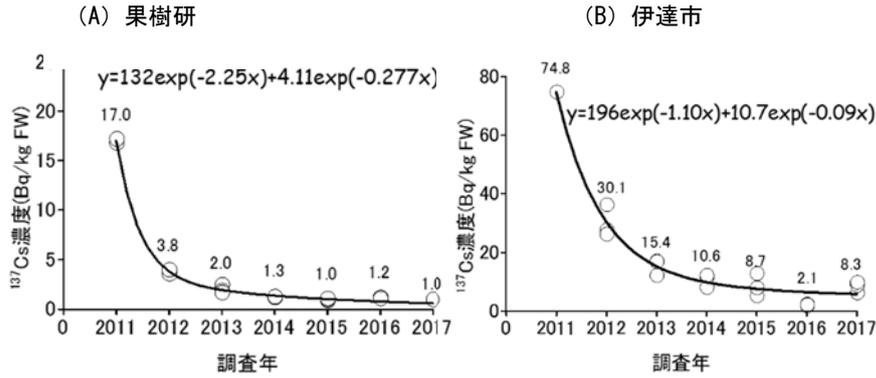


図1 カキ‘蜂屋’果実中¹³⁷Cs濃度の経年推移(2017年 福島果樹研)

表1 カキ‘蜂屋’果実中¹³⁷Cs濃度の実効半減期(2017年 福島果樹研)

調査ほ場	減衰成分	減衰係数 (λ_{fast} , λ_{slow}) ²	実効半減期 (T_{eff}) day
果樹研究所	急減成分	2.25	100
	緩減成分	0.28	840
伊達市	急減成分	1.10	210
	緩減成分	0.09	2600

² 2重指数減衰モデル $C = K_{fast} \exp(-\lambda_{fast}x) + K_{slow} \exp(-\lambda_{slow}x)$ から算出

第2表 土壌中のCs-137濃度の分布を変えたカキ‘蜂屋’における葉のCs-137濃度、移行係数 (2016)

処理区	葉濃度 (Bq/kgFW)		移行係数	
	Cs-137 ± SE	K-40 ± SE	Cs-137	K-40
表層土壌汚染	9.53 ± 0.77	59.54 ± 5.79	4.47E-03	1.74E-01
下層土壌汚染	22.79 ± 4.49	67.88 ± 13.37	1.05E-02	1.96E-01

第3表 土壌中のCs-137濃度の分布を変えたカキ‘蜂屋’における果実のCs-137濃度、移行係数 (2016)

処理区	果実濃度 (Bq/kgFW)		移行係数	
	Cs-137 ± SE	K-40 ± SE	Cs-137	K-40
表層土壌汚染	8.91 ± 0.67	20.71 ± 0.84	4.18E-03	6.01E-02
下層土壌汚染	15.27 ± 1.32	21.29 ± 2.14	7.14E-03	6.23E-02

第4表 土壌中のCs-137濃度の分布を変えたカキ‘蜂屋’における葉のCs-137濃度、移行係数 (2017)

処理区	葉濃度 (Bq/kgFW)		移行係数	
	Cs-137 ± SE	K-40 ± SE	Cs-137	K-40
表層土壌汚染	5.19 ± 0.55	51.46 ± 1.19	3.47E-03	1.47E-01
下層土壌汚染	17.03 ± 6.50	55.55 ± 11.48	1.01E-02	1.75E-01

第5表 土壌中のCs-137濃度の分布を変えたカキ‘蜂屋’における果実のCs-137濃度、移行係数 (2017)

処理区	果実濃度 (Bq/kgFW)		移行係数	
	Cs-137 ± SE	K-40 ± SE	Cs-137	K-40
表層土壌汚染	2.18 ± 0.35	19.31 ± 0.32	1.82E-03	5.74E-02
下層土壌汚染	9.05 ± 1.13	21.13 ± 2.65	3.90E-03	6.12E-02

表6 フォールアウト後に植栽したカキの移行係数 (¹³⁷Cs:2017年 果樹茶業研)

品種	¹³⁷ Cs濃度			移行係数		
	果実	葉	土壌(0-20cm)	果実	葉	平均
'蜂屋'	0.45	1.36	2295	0.000826	0.000591	果実: 0.001183 (0.000529) 葉: 0.001622 (0.000989)
	0.78	1.41	1511	0.000515	0.000936	
	2.62	3.95	1184	0.002209	0.003339	
'平核無'	0.19	0.61	917	0.000205	0.000663	果実: 0.000239 (0.000188) 葉: 0.000694 (0.001954)
	0.19	0.49	929	0.000209	0.000528	
	0.20	0.77	1110	0.000176	0.000690	
	0.25	0.62	692	0.000364	0.000893	

¹³⁷Cs濃度：果実、葉はBq/kgFW、土壌はBq/kgDw

カッコ内の数字は2016年度のデータ

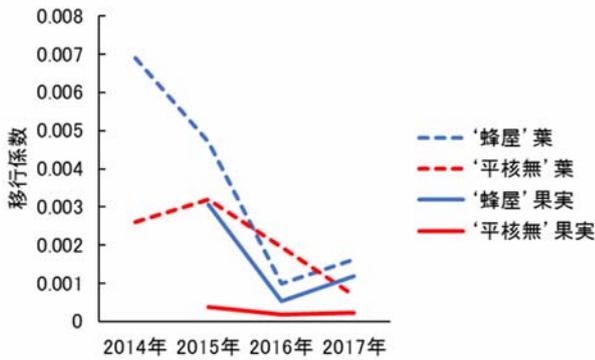


図2. 移行係数の経年変化 (2017年 果樹茶業研)

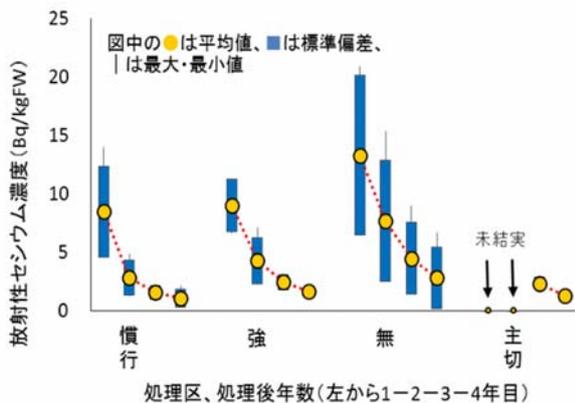


図3 カキのせん定処理による収穫期の果実中放射性セシウム濃度の推移 (2017年 福島果樹研)

表7 カキのせん定処理による果実中¹³⁷Cs濃度の減衰率 (2017年 福島果樹研)

	果実中 ¹³⁷ Cs濃度 (Bq/kgFW)		減衰率
	2013年	2017年	
慣行		1.07	11.2
強	9.58 ²⁾	1.66	17.4
主切		1.32	13.8
無		2.83	29.5

2)せん定処理前の果実中¹³⁷Cs濃度

y)減衰率は、2017年果実中¹³⁷Cs濃度(各区) / 2013年果実中¹³⁷Cs濃度(4区共通) × 100で算出した。

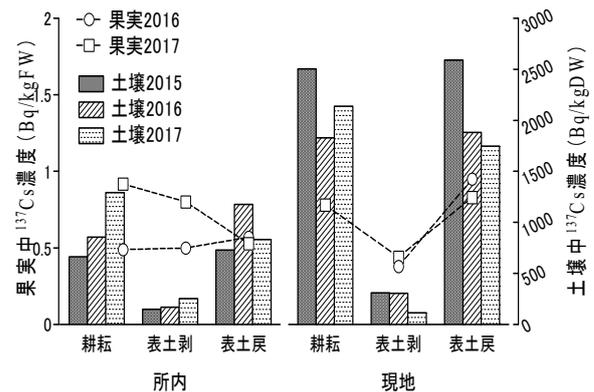


図4 カキ定植時の土壤管理による土壤及び果実中¹³⁷Cs濃度 (2015~2017年)

※土壌は深さ0-20 cm。果実中¹³⁷Cs濃度は検出限界値未満のデータは検出限界値を検出データとして取り扱った。

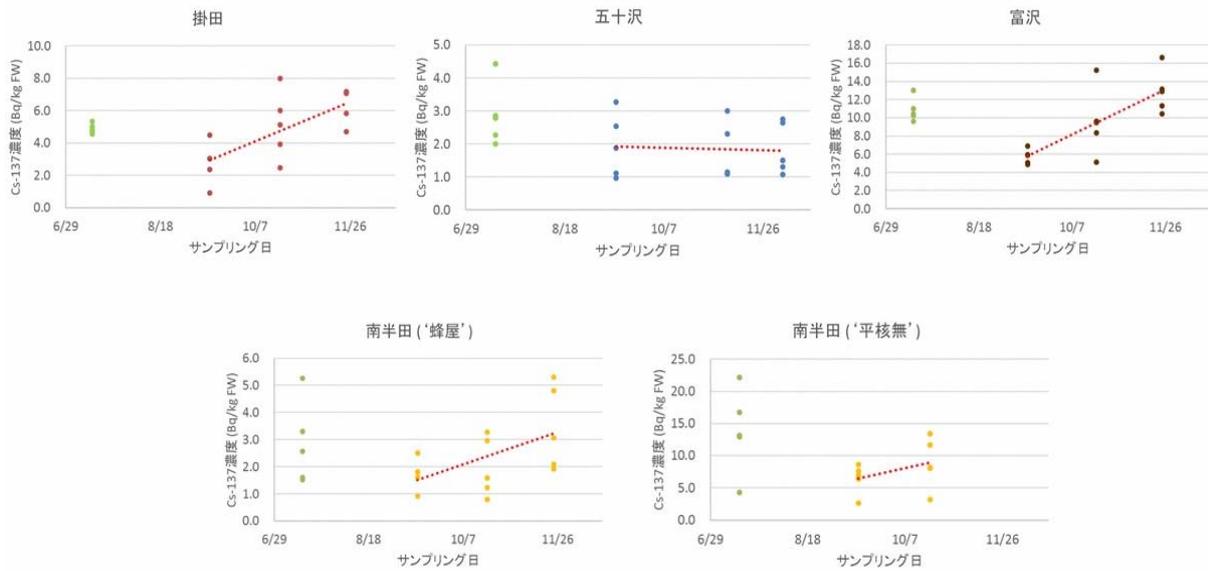


図5 カキ果肉の放射性セシウム (^{137}Cs ・新鮮重) 濃度の変化(2017年 福島流通加工)
 ●は幼果、●●●●は果肉の放射性セシウム濃度を示す。

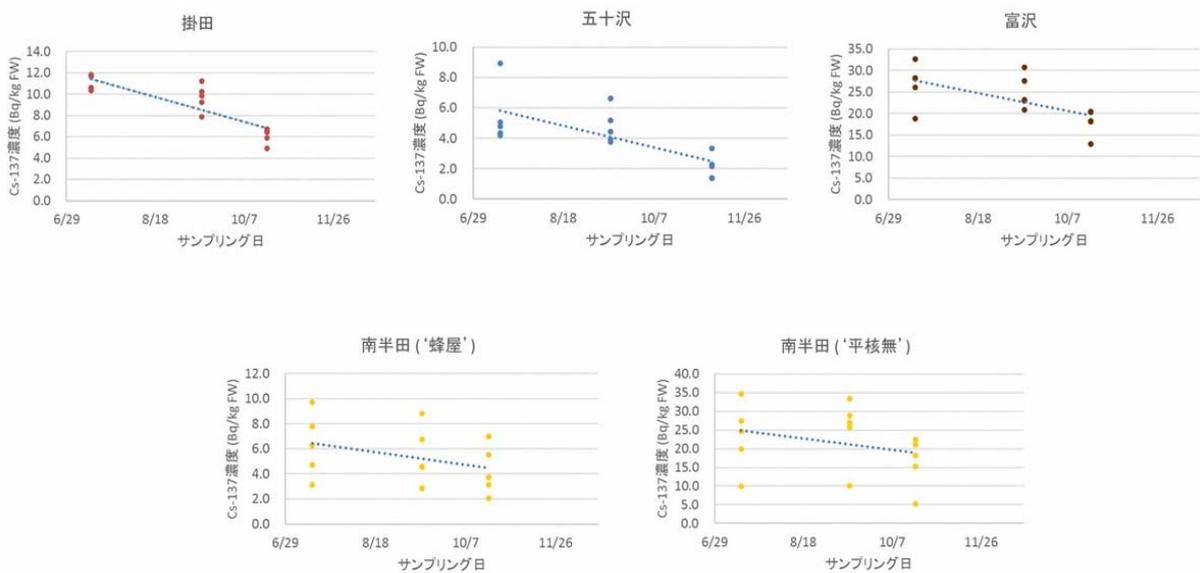


図6 カキの葉の放射性セシウム (^{137}Cs ・新鮮重) 濃度の変化(2017年 福島流通加工)

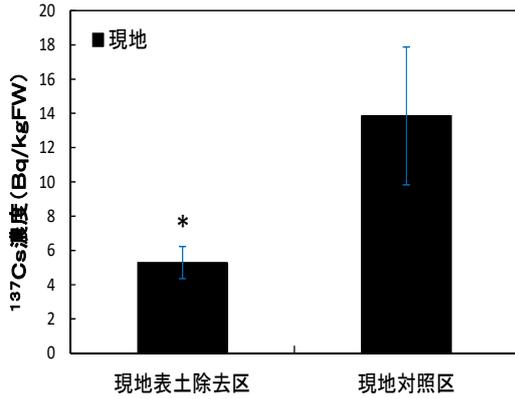


図7 ユズ新植時の表土除去と葉中¹³⁷Cs濃度 (2016年 福島果樹研)

*は t 検定により5%水準で有意差あり
barはSD, n=3

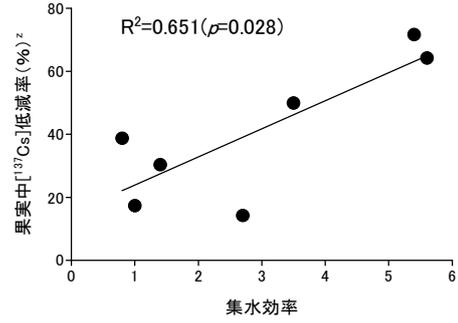


図8 ユズ樹の集水効率と成熟果の¹³⁷Cs濃度低減率との関係 (2016年 福島果樹研)

^z[¹³⁷Cs]低減率は2015年(剥土前)と2016年(剥土後)の¹³⁷Cs濃度差の2015年¹³⁷Cs濃度に対する%

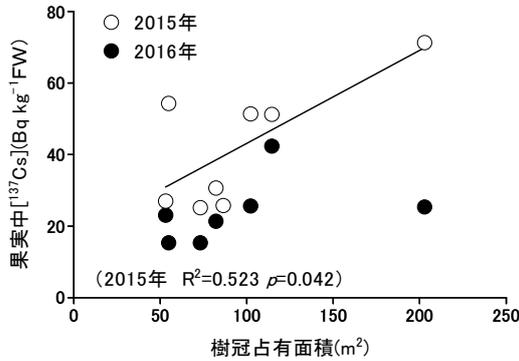
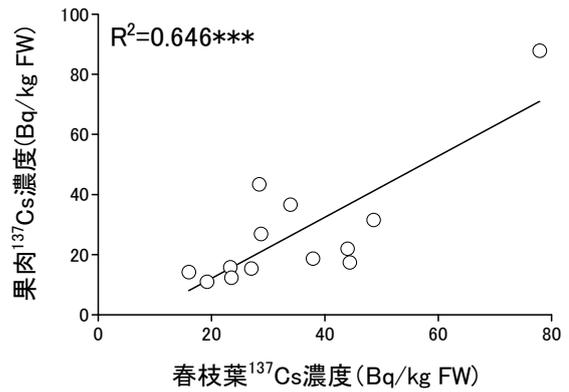
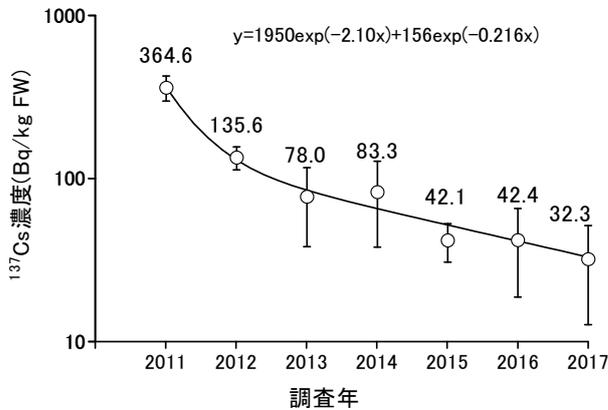


図9 ユズ樹冠占有面積と成熟果の¹³⁷Cs濃度の関係 (2016年 福島果樹研)



参考：図10 ユズ春枝葉と成熟果の¹³⁷Cs濃度の関係 (2017年 福島果樹研)
※ 春枝葉は6月19日に採取



参考：図11 ユズ果実中¹³⁷Cs濃度の経年推移 (2017年 福島果樹研)

3) 成果活用における留意点

なお、改植・新植方法など得られた成果は「安全なあんぼ柿生産のための農業生産工程管理（GAP）実践マニュアル」に準じる研究情報としてとりまとめ、原料カキ生産者に提供する予定である。

カキのせん定処理試験については樹体洗浄を行った樹でのデータである。

土壌中の放射性セシウム濃度分布を変えたカキ‘蜂屋’における葉、果実中の放射性セシウム濃度の試験結果は鉢植え試験であるため、具体的な数値の差異などは果樹園での再現試験が必要である。

ユズは2016年に剥土による除染作業が実施された調査園のデータである。

4) 今後の課題

カキでは各せん定処理区及び新植樹の果実中¹³⁷Cs濃度の推移を、ある程度の樹齢までモニタリングする必要がある。

ユズの新植試験は果実が未結実であることから果実中¹³⁷Cs濃度を調査する必要がある。また、果実と葉中¹³⁷Cs濃度との関係性を検討する必要がある。

中課題番号	15653544	研究期間	平成27～29年度
小課題番号	5	研究期間	平成27～29年度
中課題名	農地への放射性セシウム流入防止技術の開発		
小課題名	5 畦畔雑草等の野焼きによる放射性セシウム動態の解明		
小課題責任者名・研究機関	万福裕造・農研機構農業環境変動研究センター		

1) 研究目的

野焼きは要望がある一方で、雑草を燃やすと、焼却残渣の放射性セシウム (Cs) 濃度は数倍以上に濃縮し、高濃度の灰が生成される可能性がある。また、放射性Csは飛散物にも移行し、近隣農産物に付着・汚染の可能性があるので、農作物への影響が考えられる。そのため、野焼きの可否の判断となるデータを取得し、判断材料として提供する。

2) 研究成果

1. 雑草の種、密度、大きさにはばらつきがあり、風乾重で 67 ～569 g /m²であった。
2. 土壌と雑草の放射性 Cs 濃度には、明確な正の相関関係は認められなかった(図1)。
3. 現地での燃焼に近い開放系での燃焼試験の結果、焼却残渣の放射性 Cs 濃度は、燃焼前に比べ7～13倍に濃縮され、一部のサンプルでは8,000 Bq/kg を超過した(表2)。
4. 雑草焼却残渣に含まれる ¹³⁷Cs の 1M 酢酸アンモニウム抽出率は、7 ～58 % であった(表3)。
5. 閉鎖系チャンバー内での雑草焼却に伴う放射性 Cs の飛散物への移行は8～14%であった(表3)。
6. 12,867 Bq/kg の放射性 Cs を含む焼却残渣を添加したポット栽培試験の結果、1～20 g/m² (※1) の焼却残渣の混入割合では、焼却残渣を添加しなかった未処理区(0 g/m²)との間に収穫物の放射性 Cs 濃度の有意差は認められなかった(表4)。
7. 開発した飛散物到達予測モデルは、地形情報等をインプットすることで、任意の地点での野焼きを想定したシミュレーションが可能であることを確認した。

※1：ポット試験での焼却残渣添加量は、下記を根拠に設定した。

畦畔及び法面が耕地に占める割合：全国平均 5.7 %

調査した畦畔・法面の雑草の風乾物重は、最大で569 g/m²

仮にこの量の畦畔・法面雑草の残渣が全て圃場に入った場合、34 g/m²

焼却残渣に換算すると、約3 g /m²。なお、添加に利用した焼却残渣の

放射性Cs濃度は、12,867 Bq/kgであり、灰1 g 中の放射性物質量は13 Bq。

3) 成果活用における留意点

焼却残渣に放射性Csの残存率は比較的高く、飛散物への放射性Csの移行は小さいことが明らかになった。焼却残渣から溶出する割合は多くても50%程度であり、土壌と混合されることで溶出率はさらに減少すると考えられる。ポット栽培試験の結果から、集積した焼却残渣が圃場に混入した場合においても植物体への影響は極めて低いと考えられる。

4) 今後の課題

燃焼する事により、放射性Csの濃度が7倍～13倍程度に濃縮され、高濃度の放射性Csを含む灰が生成されることから、燃焼灰が風等により飛散し、収穫物に大量に付着するような状況の場合は注意が必要である。

表1 畦畔土壌と雑草の¹³⁷Cs濃度

自治体 行政区	土壌		雑草	
	¹³⁷ Cs Bq/kg	風乾重 g/4m ²	¹³⁷ Cs Bq/kg	
1	8,268	1,529	170	
2	7,458	1,211	310	
3	4,358	1,340	153	
4	5,438	983	145	
5	3,308	1,206	163	
6	3,656	1,024	256	
7	3,720	1,378	91	
8	2,112	1,365	73	
9	4,758	1,412	293	
10	6,038	1,206	306	
11	6,414	1,185	508	
12	11,215	1,670	285	
13	16,343	1,580	448	
14	8,603	1,989	138	
15	17,809	1,052	608	
16	2,569	1,526	69	
17	4,650	1,679	618	

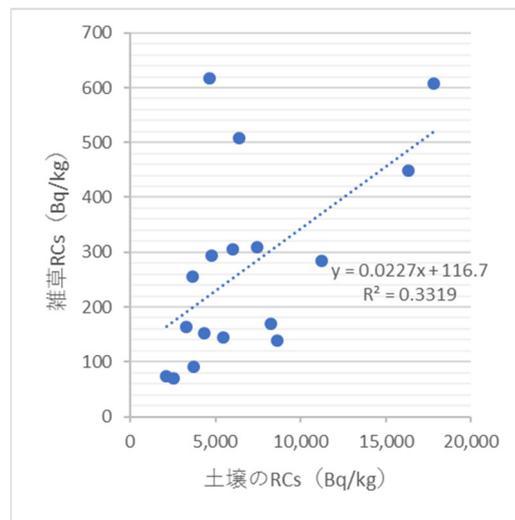


図1 畦畔土壌と雑草の¹³⁷Cs濃度の相関

表2 屋外開放系雑草燃焼試験結果

調査地点	土壌	雑草 (燃焼前)		焼却残渣								
	¹³⁷ Cs Bq/kg	重量 g	¹³⁷ Cs Bq/kg	燃焼後重量 g	¹³⁷ Cs Bq/kg	交換性K mg/g (n=3)	交換態 ¹³⁷ Cs抽出率 % (n=3)	燃焼による 濃縮倍率	Si損失率 %	C損失率 %	N損失率 %	¹³⁷ Cs損失率 %
1	15,381	500.0	264	39	2,762	10.0 ± 1.5	32 ± 3.8	13	6	94	89	18
2	15,325	500.0	99	55	765	6.1 ± 1.0	18 ± 2.1	9.1				
3	279	500.0	23	61	156	7.2 ± 1.4	ND	8.2	25	85	77	17
4	11,293	500.0	1,381	53	12,867	26.9 ± 7.6	11 ± 1.5	9.4	5	95	92	1
5	2,086	500.0	919	48	8,593	3.9 ± 0.5	5.4 ± 1.2	10	-20	96	90	10
6	983	500.0	43	46	550	16.5 ± 1.6	16 ± 4.1	11	-3	92	92	-17
7	44,384	266.0	2,394	焼却残渣の濃度が高くなることが想定されるため、燃焼させていない。								
8	291	426.0	89	閉鎖空間での試験に用いた								
9	5,640	500.0	95	44	1,316	4.0 ± 0.1	6.4 ± 1.3	11	12	91	86	-22
10	1,223	500.0	65	67	201	7.3 ± 0.6	ND	7.5	-16	85	76	58
11	3,483	500.0	4	52	30	5.7 ± 0.2	ND	9.6	-4	89	78	15
12	2,730	500.0	8	59	43	3.9 ± 0.4	ND	8.5	26	84	78	36

注) 調査地点7は採取試料が少なく、焼却残渣の濃度が高くなると想定し、燃焼させていない。

表3 室内閉鎖系での雑草燃焼試験結果、抽出率

調査地点	土壌	雑草 (燃焼前)		焼却残渣					
	¹³⁷ Cs Bq/kg	重量 g	¹³⁷ Cs Bq/kg	燃焼後重量 g	¹³⁷ Cs Bq/kg	¹³⁷ Cs 残存率	飛散物 Cs移行率 %	水抽出率 %	酢安抽出率 %
1	15,381	19.89	303	1.38	3,997	89.7	10	50 (pH6.1)	58
2	11,293	18.83	1,302	1.79	11,674	85.6	14	14 (pH6.4)	15
3	2,086	19.85	745	1.6	8,520	91.8	8	6 (pH5.6)	7
4	291	19.74	80	2.18	654	88.7	11	49 (pH1.9)	53

表4 雑草の焼却残渣を土に混和した栽培試験

主灰混合土壌から玄米への¹³⁷Csの移行

焼却残渣 添加量 (g/m ²)	玄米中 ¹³⁷ Cs濃度 (Bq/kg)	土壌中 ¹³⁷ Cs濃度 (Bq/kg)	移行係数	交換性カリ含量 (mg/100g乾土)		
0	<2.5	773 ± 24	-	<0.0032	14.7 ± 0.3	-
1	<2.8	753 ± 44	n.s.	<0.0037	14.7 ± 1.4	n.s.
5	<2.2	766 ± 55	n.s.	<0.0029	15.0 ± 2.3	n.s.
20	<2.9	772 ± 50	n.s.	<0.0037	14.6 ± 0.5	n.s.

各区の平均値±標準偏差 (n=4)。Student's *t*-test ***p*<0.01、**p*<0.05 n.s.: not significant
検出下限値未満の測定値を含む場合には定量下限値を用いて平均値を算出しくを付した。

主灰混合土壌からソバ(開花期茎葉)への¹³⁷Csの移行

焼却残渣 添加量 (g/m ²)	開花期茎葉 ¹³⁷ Cs濃度 (Bq/kg FW)	土壌中 ¹³⁷ Cs濃度 (Bq/kg)	移行係数	交換性カリ含量 (mg/100g乾土)				
0	4.1 ± 3.6	-	620 ± 44	-	0.0068 ± 0.0063	-	8.6 ± 0.4	-
1	1.5 ± 0.2	n.s.	637 ± 61	n.s.	0.0024 ± 0.0005	n.s.	7.6 ± 0.3	*
5	2.0 ± 0.1	n.s.	642 ± 63	n.s.	0.0032 ± 0.0002	n.s.	7.0 ± 0.4	**
20	1.5 ± 0.2	n.s.	647 ± 30	n.s.	0.0023 ± 0.0003	n.s.	7.2 ± 0.5	*

各区の平均値±標準偏差 (n=3)。Student's *t*-test ***p*<0.01、**p*<0.05 n.s.: not significant

主灰混合土壌からコマツナ(可食部)への¹³⁷Csの移行

焼却残渣 添加量 (g/m ²)	可食部 ¹³⁷ Cs濃度 (Bq/kg FW)	土壌中 ¹³⁷ Cs濃度 (Bq/kg)	移行係数	交換性カリ含量 (mg/100g乾土)				
0	13.9 ± 1.1	-	665 ± 8	-	0.021 ± 0.002	-	5.9 ± 0.2	-
1	10.8 ± 0.6	*	610 ± 50	n.s.	0.018 ± 0.002	n.s.	6.4 ± 0.3	*
5	12.5 ± 1.7	n.s.	613 ± 19	n.s.	0.020 ± 0.003	n.s.	6.1 ± 1.3	n.s.
20	15.0 ± 1.8	n.s.	667 ± 74	n.s.	0.023 ± 0.003	n.s.	5.2 ± 0.5	n.s.

各区の平均値±標準偏差 (n=3)。Student's *t*-test ***p*<0.01、**p*<0.05 n.s.: not significant

成果等の集計数

課題番号	学術論文		学会等発表(口頭またはポスター)		出版図書	国内特許権等		国際特許権等		報道件数	普及する成果	発表会の主催(シンポジウム・セミナー等)	アウトリーチ活動
	和文	欧文	国内	国際		出願	取得	出願	取得				
15653544	4	3	39	7	4	0	0	0	0	0	0	2	3

(1)学術論文

区分: ①原著論文、②その他論文

整理番号	区分	機関名	タイトル	著者	掲載誌	巻(号)	掲載ページ	発行年	発行月
1	①	福島県農業総合センター、福島県農業総合センター会津地域研究所、農研機構食品研究部門	カキ果実におけるへたを經由した放射性セシウムの移行(第2報)-へたへの放射性Csの添加量と果肉への移行率について-	関澤春仁・佐藤真理・相原隆志・村上敏文・八戸真弓・濱松潮香	RADIOISOTOPES	65(12)	507-515	2016	12
2	①	古川農業試験場	「原発事故から数年経過した宮城県の水田における土壌中交換性セシウム137濃度の低下量」	宮本武彰・島秀之・稲生栄子	東北農業研究	70	29-30	2017	12
3	①	農研機構、福島県	カリ無施用による水稻ポット栽培が玄米への放射性セシウム移行係数に及ぼす影響	石川哲也, 佐久間祐樹, 齋藤隆, 江口哲也, 藤村恵人, 松波寿弥, 太田健, 高橋義彦, 木方展治	日本作物学会紀事	86(2)	186-191	2017	4
4	①	農研機構	Effect of soil exchangeable potassium content on cesium absorption and partitioning in buckwheat grown in a radioactive cesium-contaminated field	久保堅司、藤村恵人、小林浩幸、太田健、信濃卓郎	Plant Production Science	20(4)	396-405	2017	12
5	①	農研機構	Dynamic Analysis of Radioactive Cesium in Decontaminated Paddy Fields	申文浩, 久保田富次郎, 浜田康治, 人見忠良, 太田健	Journal of Water and Environment Technology	13(5)	383-394	2015	11

6	①	農研機構・福島県農業総合センター・東京大学	Potassium behavior and clay mineral composition in the soil with low effectiveness of potassium application	久保堅司、平山 孝、藤村恵人、江口哲也、二瓶直登、濱本昌一郎、竹内 恵、齋藤隆、太田 健、信濃卓郎	Soil Science and Plant Nutrition	64 (2)	265- 271	2018	4
7	②	栃木県農業試験場	放射性セシウム低汚染地域における各種作物の吸収抑制対策	宮崎成生ら	栃木県農業試験場研究報告	特別号		2018	3

(2)学会等発表(口頭またはポスター)

整理番号	タイトル	発表者名	機関名	学会等名	発行年	発行月
1	「交換性カリ含量が高まらない土壌の特性とカリの動態」	久保堅司ら	農研機構	日本土壌肥料学会	2016	9
2	栃木県内多湿黒ボク土水田での水稲への放射性セシウム吸収抑制－5年経過して－	宮崎成生 他6名	栃木県農業試験場	日本土壌肥料学会	2016	9
3	「コムギにおける放射性セシウムの移行性－同一圃場でのソバとの比較－」	久保堅司ら	農研機構	日本作物学会	2016	9
4	森林流域から流出する渓流水の放射性セシウム濃度について	政広、池田重人、野口正二、玉井幸治、高橋正通	森林総合研究所	日本森林学会大会発表データベース Vol. 127	2016	7
5	生理的にカリが不足した水稲における玄米セシウム含量と茎葉ナトリウム含量の関係	宮本武彰 ¹ 、石川亜矢子 ¹ 、島秀之 ¹ 、金澤由紀恵 ²	1宮城古川農試、2宮城大河原普及セ	日本土壌肥料学会佐賀大会	2016	9
6	“Uptake of radioactive Cs by soybean depending on the level of K application”	本島彩香、内田智子、太田健、信濃卓郎	(国研)農研機構東北農業研究センター	日本地球惑星科学連合大会	2016	5
7	「表土剥ぎ客土した除染後圃場におけるカリ増施による大豆の放射性セシウムの移行動態(1)」	関口哲生、木方展治、内田智子、松波寿弥、島田信一	(国研)農研機構中央農研、同農環研、同東北農研	日本土壌肥料学会	2016	9
8	「異なるカリ施肥条件下でのダイズ植物体における放射性セシウム及びカリ集積量の推移」	内田智子、松波寿弥、高橋義彦、小林浩幸	(国研)農研機構東北農研、同中央農研、	日本土壌肥料学会	2015	9
9	「ダイズ子実の放射性セシウム濃度と生育途中の地上部の放射性セシウム濃度等との関係(2)」	関口哲生、島田信二、木方展治	(国研)農研機構中央農研、農環研	日本土壌肥料学会	2015	9

10	「ダイズの放射性セシウム吸収におよぼす窒素追肥の影響(第2報)」	杉山恵	農環研	日本土壌肥料学会	2015	9
11	遠隔監視による濁度・水文観測の課題と放射性セシウムの動態調査への活用	久保田富次郎, 申文浩, 浜田康治, 人見忠良	農研機構	平成27年度農業農村工学会東北支部大会講演会講演要旨	2015	10
12	農業用水路への放射性Csの堆積状況と経年変化の特徴	久保田富次郎, 申文浩, 濱田康治, 人見忠良	農研機構	平成28年度農業農村工学会大会講演会講演要旨集	2016	8
13	The effect of the radiocesium in irrigation water on the radiocesium concentration in brown rice in Fukushima	Moono Shin, Tomijiro Kubota	農研機構	Data Evaluation Workshop on Determination of Low Activity Radio-Caesium in Freshwater Austria, Vienna	2017	2
14	Monitoring dissolved radiocaesium in an irrigation pond in TEPCO Fukushima Daiichi nuclear power plant neighborhood	Tomijiro Kubota	農研機構	Data Evaluation Workshop on Determination of Low Activity Radio-Caesium in Freshwater Austria, Vienna	2017	2
15	放射性セシウムの沈着量が多い農業用ため池における水質調査	久保田富次郎, 申文浩, 宮津進	農研機構	日本水環境学会年会	2017	3
16	農業用ため池における放射性物質のモニタリング	久保田富次郎	農研機構	環境水等の放射性セシウムモニタリングコンソーシアム 第2回研究会	2017	3
17	「カキ果実におけるへたを經由した放射性セシウム汚染経路の解明(第2報)」	関澤春仁・佐藤真理・相原隆志・八戸真弓・濱松潮香	福島県農業総合センター、福島県農業総合センター会津地域研究所、農研機構食品研究部門	園芸学会平成28年度秋季大会	2016	9
18	現地観測からわかったため池における特徴的な溶存態放射性Csの動態	久保田富次郎・申文浩・宮津進・万福裕造・濱松潮香・八戸真弓・保高徹生	農研機構・産総研	農業農村工学会	2017	8

19	水試料中の交換態および有機態放射性セシウムの簡易分析法の検討	久保田富次郎・申文浩・宮津進	農研機構	日本水環境学会	2018	3	
20	Measurement of Radiocaesium in an Irrigation Pond in the Neighborhood of the TEPCO Fukushima Daiichi Nuclear Power Station	Tomijiro KUBOTA, Moono SHIN, Susumu MIYAZU	NARO	日本地球惑星科学連合大会	2017	5	
21	Qualitative change of 137Cs activity concentration in settling particles collected from Oogaki dam in Fukushima, Japan	塚田祥文	福島大学	ICOBTE2017	2017	7	
22	底質からの137Csおよび安定133Csの溶出(案)	塚田祥文	福島大学	土壌肥料学会	2018	8	予定
23	Release of 137Cs and stable Cs from contaminated pond sediment (tentative)	塚田祥文	福島大学	SPERA2018	2018	11	予定
24	森林流域から流出する渓流水の放射性セシウム濃度について	坪山良夫、小林政広、池田重人、野口正二、玉井幸治、高橋正通	森林研究・整備機構森林総合研究所	第127回日本森林学会大会学術講演集、pp.219	2016	3	
25	森林流域からの放射性セシウムの流出について	坪山良夫、小林政広、池田重人、野口正二、玉井幸治、高橋正通	森林研究・整備機構森林総合研究所	第128回日本森林学会大会学術講演集、pp.221	2017	3	
26	「宮城県におけるカリ増肥中止後の水田土壌中カリ含量の推移」(ポスター)	宮本武彰・石川亜矢子・島秀之	宮城県古川農業試験場	日本土壌肥料学会東北支部大会	2017	7	
27	「原発事故から数年経過した宮城県の水田における土壌中交換性放射性セシウム137濃度の減少量」(口頭)	宮本武彰・島秀之・*稲生栄子	宮城県古川農業試験場・*宮城県大河原農業改良普及センター	第60回東北農業試験研究発表会	2017	8	
28	放射性セシウム対策ーこれまでの成果と今後ー	太田 健	農研機構	日本土壌肥料学会東北支部大会シンポジウム	2017	7	
29	福島県内の農地における放射性物質に関する研究(第25報)カリウムが溶脱しやすい土壌における大豆の放射性セシウム吸収抑制対策	平山孝・中山秀貴・竹内恵・慶徳庄司・木方展治	福島県農業総合センター	日本土壌肥料学会	2015	9	
30	福島県内の農地における放射性物質に関する研究(第32報)カリ施用によるダイズの放射性セシウム移行低減効果の低い土壌における年次推移	平山孝・竹内恵・五十嵐裕二	福島県農業総合センター	日本土壌肥料学会	2016	9	
31	福島県内の農地における放射性物質に関する研究(第38報)除染後農地におけるカリ増施と経年によるダイズへの放射性セシウム移行低減	平山孝・五十嵐裕二	福島県農業総合センター	日本土壌肥料学会	2017	9	

32	還元環境下におけるカリ供給能の低下とセシウム吸収への影響	若林正吉、江口哲也、藤村恵人、松波寿弥、太田健、高橋 茂	農研機構	日本土壤肥料学会	2017	9
33	金雲母資材施用による水稲への放射性セシウム移行低減作用の持続性	江口哲也ら	農研機構	日本土壤肥料学会	2017	9
34	フッ素含量が金雲母・黒雲母の層間カリ可給性におよぼす影響	江口哲也ら	農研機構	日本土壤肥料学会	2016	9
35	水田において土壌交換性カリ含量を維持するためのカリ施用法について	藤村 恵人,太田健,信濃 卓郎,齋藤 隆,佐久間 祐樹,服部 実,西田瑞彦,石川 淳子	農研機構、福島県	日本土壤肥料学会	2016	9
36	金雲母の施用による土壌の交換性カリ含量の持続性とそばへの放射性セシウムの移行低減効果	久保堅司、小林浩幸、高木恭子、松波寿弥、江口哲也、太田 健、信濃卓郎	農研機構	日本作物学会	2018	3
37	ソバにおける対策と問題点	久保堅司	農研機構	農研機構シンポジウム「放射性セシウム吸収抑制対策の今後を考える」	2017	12
38	Relations among soil exchangeable potassium content, soil exchangeable cesium content and cesium accumulation in buckwheat plants	久保堅司、藤村恵人、小林浩幸、太田 健、信濃卓郎	農研機構	ICOBTE2017	2017	7
39	物理的除染後圃場における放射性セシウムの土壌中の動態と畑作物への移行に影響する要因の解析	久保堅司、平山孝、太田 健、信濃卓郎	農研機構	日本土壤肥料学会2017年度大会	2017	9
40	ペドロジストと取り組む作物への放射性セシウム移行要因の解析	久保堅司	農研機構	地域レベルでの放射性セシウム移行リスク評価にむけたワークショップ -ペドロジーの視点から-	2017	10
41	カリ無施用ポット栽培による 水稲の放射性セシウム吸収への土壌の潜在的リスク評価	宮崎成生・大谷寿一	栃木県農業試験場	日本土壤肥料学会	2017	9

42	カキ'蜂屋'における果実のCs-137濃度に及ぼす土壤中Cs-137の深度分布の影響	高田大輔	福島大学	園芸学会平成29年度秋季大会	2017	9
43	フォールアウト後に植栽した樹体における移行係数の経年変化	堀井幸江・草場新之助・佐藤守・桑名篤・松波寿弥	農研機構果樹茶部門, 農研機構東北農研	園芸学会	2018	3
44	カキ果実および葉の生育ステージ別の放射性セシウム濃度	関澤春仁	福島県農業総合センター	園芸学会秋季大会	2017	9
45	せん定処理及び改植によるカキ'蜂屋'の放射性セシウム濃度の推移	桑名 篤	福島県農業総合センター果樹研究所	園芸学会秋季大会	2017	9
46	ユズ果実および細根中放射性セシウム濃度に及ぼす樹体、下草および環境の影響	佐藤 守	福島県農業総合センター果樹研究所	園芸学会秋季大会	2017	9

(3) 出版図書

区分: ①出版著書、②雑誌、③年報、④広報誌、⑤その他

整理番号	区分	著書名(タイトル)	著者名	機関名	出版社	発行年	発行月
1	④	東北農業研究センターたより「倒伏による玄そばへの放射性セシウムの混入と収穫後の調製による低減対策」	久保堅司	農研機構	農研機構東北農業研究センター	2017	2
2	⑤	ポット試験は、ほ場試験と比べ玄米中放射性セシウム濃度が高い	齋藤隆、佐久間祐樹、齋藤隆	福島県農業総合センター・農研機構東北農業研究センター	福島県ホームページ「放射線関連支援技術情報」	2016	4
3	⑤	水田土壤中の交換性カリ含量が低下した際のリスクはカリを施用しない水稻ポット栽培で診断できる	佐藤翔平、新妻和敏	福島県農業総合センター・農研機構東北農業研究センター	福島県ホームページ「放射線関連支援技術情報」	2018	4
4	⑤	汚染後6~7年目におけるカキ果実の放射性セシウム濃度は幼果期と収穫期で同程度である	関澤春仁	福島県農業総合センター・農研機構食品研究部門	福島県ホームページ「放射線関連支援技術情報」	2018	4

(8) 発表会の主催の状況

(シンポジウム・セミナー等を記載する。)

整理番号	発表会の名称	年月日			開催場所	参加者数	機関名	備考
		年	月	日				
1	第4回IER成果報告会	2018	3	6	福島コラッセ	200	福島大学	成果の一部を発表予定
2	農研機構シンポジウム「放射性セシウム吸収抑制対策の今後を考える」	2017	12	4	コラッセ福島・多目的ホール	176	農研機構	

予定

(9) アウトリーチ活動の状況

当事業の研究課題におけるアウトリーチ活動の内容は以下のとおり。

区分； ①一般市民向けのシンポジウム、講演会及び公開講座、サイエンスカフェ等、 ②展示会及びフェアへの出展、大学及び研究所等の一般公開への参画、

③その他(子供向け出前授業等)

整理番号	区分	アウトリーチ活動	年月日			開催場所	参加者数	主な参加者	機関名	備考
			年	月	日					
1	①	森林講座	2018	1	19	森林総合研究所多摩森林科学園	48	一般市民		
2	②	一般公開セミナー「放射性セシウム対策 1)水田作での対策」	2017	11	18	農研機構東北農業研究センター福島研究拠点	8	主婦、行政等	農研機構	
3	②	一般公開セミナー「放射性セシウム対策-畑作-」	2017	11	18	農研機構東北農業研究センター福島研究拠点	10	主婦、行政等	農研機構	