

農業の震災復興に向けた提言(第3版)

復興を支える農業技術

# 復興を支える農業技術

## —震災復興で新しい農業の創出を—

農業の震災復興に向けた提言(第3版)

平成28年3月

農業・食品産業技術総合研究機構

農業生物資源研究所

農業環境技術研究所

国際農林水産業研究センター

平成28年3月

## はじめに

平成 23 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震及びそれに起因する大津波により、岩手県、宮城県及び福島県の 3 県を中心とした東日本の広い地域に甚大な被害が生じるとともに、東京電力株式会社福島第一原子力発電所（以下「東電福島第一原発」という。）において大規模な原子力発電所事故が発生し、大量の放射性物質が放出され、これまでに経験のない被害がもたらされました。

東日本大震災（政府にならい、東北地方太平洋沖地震による災害及びこれに伴う原子力発電所事故による災害を「東日本大震災」と表現します。）の発災以降、被災地の方々をはじめ、国内外の多くの方々により、被災地の復旧・復興に向けた取組が進められてきました。関係者の皆様に敬意を表する次第です。

この 3 月で発災後 5 年が経過しました。その直後に比べると津波被害農地の 7 割で営農再開が可能となるなど農業・農村の分野の復旧・復興も相当程度進展してきましたが、現在も営農再開に至っていない多くの農業者がおられます。また、復旧・復興に際しては、我が国の新たなモデルとなる農業や今後の大規模な自然災害等に備えた防災や減災等のための取組など、単なる復旧にとどまらない地域の将来を見据えた復興を進めていくことも求められています。

農研機構、農業生物資源研究所、農業環境技術研究所及び国際農林水産業研究センターの 4 つの国立研究開発法人は、被災直後から、農林水産省からの要請などを踏まえ、福島県などの被災県や大学、他の国立研究開発法人などとも協力し、農地・農業用施設等の被災調査、二次災害防止や復旧・復興への技術支援を行ってきました。また、塩害・液状化対策、放射性物質に汚染された農地の除染技術や放射性物質の農作物等への移行低減技術の開発、汚染土壌や木材などの減容化技術の開発などの研究に取り組んできました。さらに、復興に向けた将来の地域農業像の具体化に繋がる技術の実証研究にも取り組んできました。これらの研究活動は、被災地の農業生産基盤・生産活動を単にもとに戻すだけではなく、将来にわたって地域の経済を支え得る産業としての強い農業の創造が必要であり、それにつながる技術開発でなければならないということを念頭において進めてまいりました。

このような研究開発の成果は、各種シンポジウムや報告会、学会などで発表するとともに、成績報告書やウェブサイトへの掲載などで公表してまいりました。さらに、農業・農村の復旧・復興に携わる多くの関係者の皆様の参考にしていただくよう、震災復興研究成果の概要を「農業の震災復興に向けた提言」として、これまで平成 23 年 12 月に第 1 版「復興を支える農研機構の新技術」を、さらに、平成 25 年 4 月に第 2 版「復興を支える新技術」にとりまとめ発刊してきました。

被災後 5 年を迎えるに際して、この「農業の震災復興に向けた提言」について、これまでの震災復興関連研究の成果に加え、新たな農業の創造への貢献が見込

める新たな研究成果なども盛り込み、地域の状況に応じて復興に活用していただけるよう第3版として再整理いたしました。被災地の農業・農村の復興において指導的立場を担われている関係機関の皆様、先導的に取り組まれている農業経営者の皆様の指針などとして、また、地域の復興に向けた合意形成のための参考として役立てていただくことを切に願うものです。

平成28年4月から、農研機構と農業生物資源研究所、農業環境技術研究所は、さらに独立行政法人種苗管理センターを加えて、4法人が統合して一つの国立研究開発法人となります。統合後も、引き続き、被災地の皆様とともに、関係機関とも協力して、東日本大震災の復旧・復興に貢献できるよう研究開発への取組を強化していく所存であることを申し添えさせていただきます。

平成28年3月  
国立研究開発法人 農研機構  
理事長 井邊 時雄

# 目 次

I 総論 震災復興に向けた4研究法人の取組み	1
1. 地震や津波による直接被害への対応	3
(1) 農業用ダム・ため池・水路	5
(2) 津波による農地の浸水と塩害	7
(3) 海岸堤防などの沿岸地域施設	9
(4) 耐塩性の強い品種の育成	11
(5) 復興計画を策定するための情報提供と現地支援	12
2. 原子力発電所の事故による農業被害への対応	14
(1) 放射性物質による農地汚染の実態把握と将来予測	15
(2) 農地土壌における放射性物質の動態	16
(3) 農業関係除染技術の開発	17
(4) 農業用水管理に向けた対応	19
(5) 汚染物の減容化に向けた対応	21
(6) 作物への放射性セシウムの移行低減	22
①水稲への放射性セシウムの移行低減	22
②畑作物への放射性セシウムの移行低減	24
③茶における放射性セシウムの移行低減	26
④果樹園における放射性セシウムの蓄積と低減対策	27
⑤飼料作物・牧草における放射性セシウムの移行低減	28
(7) 農産物の加工・調理工程における放射性セシウムの動態	30
3. 食料生産基盤東北の再生に向けた農業技術の課題と展望	32
(1) 水田高度利用農業	32
(2) 高生産性施設園芸	33
(3) 減災・防災	34
(4) 新品種を核とした6次産業化	37
(5) 畜産を組み込んだ地域複合型農業	38
(6) 食用農産物生産以外の耕地利用	39
(7) 原子力発電所事故の被災地における営農再開に向けた取組み	40
4. 情報の発信や共有化に向けた取組	42
(1) 4つの農業関係国立研究開発法人による研究成果等の情報発信の取組	42
(附表) 被災地に向けた情報発信	43



(附表) 一般消費者や生産者に向けた情報発信 .....	49
(2) 自治体との連携・協力 .....	58

II 農業復興のための先進的農業技術 .....	61
(附表) 関連成果情報一覧 .....	64

1. 生産の再開に向けた技術 .....	71
----------------------	----

1) 防災・減災のための生産基盤の整備 .....	72
津波減災空間創出のための合意形成支援技術	72
地形制約等に応えられる地震・津波に粘り強い	
海岸堤防の構築技術	74
地震・大雨等に備える老朽化ため池の改修技術	76
ため池の災害予測システムを用いた減災対策	78
地震観測記録に基づき農業用フィルダムに	
地震動が与える影響を監視する技術	80
被災農地の再整備・管理に寄与する圃場基盤整備技術	82
2) 地震・津波被災農地における対策 .....	84
新しい農業を担う経営体の育成・支援	84
排水路や農道が整備された沿岸部農地に適用する浸水解析モデル	86
現地調査を踏まえた津波被災農地の除塩における留意点	88
被災農地の塩分管理のためのモニタリング技術	90
津波被災農地で栽培を再開するための耐塩・耐湿性作物	92
3) 放射性物質の農地からの除去および環境動態の解明 .....	94
農地土壌の放射性セシウム汚染広域マップ	94
空間線量率に基づく土壌の放射性セシウム濃度の簡易推定	96
農地土壌の放射能分布を推定する空間ガンマ線測定技術	98
農業用水やため池における	
放射性セシウムの実態調査と新しい観測技術	100
水田土壌の深度別および粒径クラス別の放射性セシウム濃度	102
汚染表土の除去技術	104
土壌攪拌（代かき）による除染技術	108
反転耕による汚染土壌の埋却技術	110
汚染物の減容化処理	112
放射性物質汚染土壌等からの乾式セシウム除去技術	114
モミガラ等の低利用有機資材のセシウム吸着特性	116
汚染地域で栽培したアマランサス属の放射性セシウム吸収特性	118
4) 放射性物質の農畜産物への移行低減 .....	120
玄米の放射性セシウム濃度低減技術	120
カリ施用による大豆子実の放射性セシウム濃度の低減	122

カリ施用による玄そばの放射性セシウム濃度の低減	124
茶の放射性セシウム濃度低減技術	126
果樹における放射性セシウムの移行特性	128
夏作および秋冬作野菜への土壌中の放射性セシウムの移行係数	130
草地の更新による除染効果と更新作業の要点	132
牧草の放射性セシウム低減のためのカリ施肥	134
堆肥の継続的な施用が単年生飼料作物の 放射性セシウム濃度低減に有効	136
放射性セシウムを含む家畜ふん堆肥やサイレージの 安全な処理・利用方法	138
水稻のセシウム濃度についての品種間差および 土壌交換性セシウム／カリウム比との関係	140
「とも洗い」を主体とした玄米の交差汚染防止技術	142
農産物の加工・調理工程における放射性セシウムの動態	144
5) 除染農地の管理	146
営農再開に向けたイノシシ被害リスクの現状と対策	146
除染農地の営農再開までの間の雑草管理	148
<b>2. 新しい農業の実現に向けた技術</b>	<b>151</b>
1) 水田の高度利用農業	152
地下水位制御システムによる水田高度利用	152
プラウ耕・グレーンドリル播種方式の寒冷地向け乾田直播体系	154
水稻品種「萌えみのり」の鉄コーティング湛水散播栽培	156
耕うん同時畝立て作業機を利用した大豆・麦・野菜等の栽培	158
東北地域での栽培に適した新しい作物品種	160
ITを活用した水稻栽培管理システム	162
土地利用型大規模経営向け運転支援・作業自動化技術	164
農家が使える無資材・迅速な穿孔暗渠機「カットドレーン」	166
畦畔法面におけるシバ ( <i>Zoysia japonica</i> ) の 二重ネット工法による植栽技術	168
2) 高生産・高収益性園芸	170
施設園芸栽培の省力化・高品質化	170
イチゴ産地の早期復興を支援する	172
トマトの高収益周年生産システム	174
単為結果性ナス品種「あのみりのり」「あのみりのり2号」、 根こぶ病強度抵抗性ハクサイ品種「あきめき」	176
人工光型植物工場で生産可能な高機能スプラウトとその栽培法	178
3) 生産と流通の技術革新による6次産業化・ブランド化	180
果樹の省力栽培技術	180

渋皮が剥けやすいクリ「ぼろたん」と	
高収益が望めるブドウ「シャインマスカット」	182
果実の鮮度保持技術	184
農産物の高付加価値化のための機能性評価および加工・流通技術	186
新商品開発による地域農業の活性化	188
4) 畜産を組み込んだ地域複合型農業 .....	190
コントラクターによる分散圃場の効率的利用に有効な	
飼料用トウモロコシの不耕起栽培	190
飼料イネや発酵 TMR の広域流通技術および	
稲発酵粗飼料給与による牛肉の高付加価値化	192
吸引通気式堆肥化处理システムで回収する	
畜ふん由来の窒素液肥の利用	194
5) バイオ燃料など、エネルギー生産型農業 .....	196
低温熱源である堆肥発酵熱を回収して温水へ変換するシステム	196
ヒートポンプを活用した未利用熱エネルギーの農畜利用	198
バイオマスを利用した再生可能エネルギーの活用技術	200
バイオマス資源作物の新品種開発と選抜	
および現地適応性の検証	202

# I 総論 震災復興に向けた4独法の取組み

農研機構、農業生物資源研究所、農業環境技術研究所及び国際農林水産業研究センターの4つの国立研究開発法人は、それぞれの法人が有する技術力・組織力を総動員し、東日本大震災の被災直後から、農業・農村における被災調査・応急対策や復旧・復興のための技術的支援と研究開発を実施してきました。本書ではこの取組状況を、「Ⅰ 総論」と「Ⅱ 農業復興のための先進的農業技術」に分けて紹介します。

「Ⅰ 総論」では、その技術的支援や研究開発の取組の経過・現状、成果と今後の方向について、

1. 地震や津波による直接被害への対応
2. 原子力発電所の事故による農業被害への対応
3. 食料生産基地東北の再生に向けた農業技術の課題と展望
4. 情報の発信や共有化に向けた取組

の4項目に分けて総論的に概説しています。

「Ⅱ 農業復興のための先進的農業技術」では、総論の4項目で概説した内容に関する個別の具体的な研究開発成果や、今後の復旧・復興の参考になると考えられる各種研究成果を紹介しています。

## 1. 地震や津波による直接被害への対応

東日本大震災が発生してから5年が過ぎましたが、まだあの時から現在に至る状況を忘れることはできません。平成23年(2011年)3月11日に発生した三陸沖、深さ約24kmを震源とするマグニチュード9.0の巨大な地震と津波、その後の原子力発電所の事故は、地域の農林水産業に未曾有の被害をもたらしました。農研機構は、災害対策基本法に基づく指定公共機関として、震災直後の3月12日から今日に至るまで農林水産省等の要請に基づき被災調査・応急対策や復旧・復興のための技術的支援を行ってきています。

東日本大震災では、農林水産関係全体で約2兆4千億円の被害が発生しました。これは、阪神・淡路大震災の時の農林水産関係被害の約26倍、新潟県中越地震の約18倍に相当するものでした。この中で、農地は18,186箇所、4,006億円、水路、揚水機、集落排水施設等の農業用施設等は17,906箇所、4,408億円、農作物、家畜等で142億円、農業倉庫、ハウス、畜舎、堆肥舎等農業・畜産関係施設等で493億円となっており、これらは被害額全体の約4割を占めています。

地震・津波による被害状況をみると、農業用ダム・ため池では、堤軸方向の亀裂・陥没や洪水吐の破損、水路・パイプラインではパイプの抜け出し、地盤陥没、漏水、液状化による建造物の破損が生じました。津波により農地においては、冠水による塩害の発生や地盤沈下、液状化による噴砂・ひび割れ・沈下が生じました。また、仙台平野等の低平地では排水機場の損傷や地盤沈下により地域の排水機能が著しく低下しました。海岸堤防では堤防そのものの破壊や被覆コンクリートの破壊、背後地盤の洗掘などが発生しました。

グローバル化する最近の自然災害は、世界の平和と安定を脅かす存在となっています。地震・火山活動や異常気象に伴う豪雨災害の頻発は、急増する世界人口を扶持するための食糧供給にも深刻な影響をもたらしています。近年日本は、地球上で放出される地震エネルギーの10%近くが集中し、津波(Tsunami)や台風(Typhoon)は日本語起源の国際語となっているほど世界最大の自然災害リスク国です。しかし、その状況の中で東日本大震災の秩序ある被災住民の行動に対する世界中の賞賛は、日本人が自然災害と共存してきた民族的・文化的な証です。それは本震災の被災地域が東北地方の農山漁村を主体とした地域であり、農村社会で共有された地域コミュニティの形成による災害時の相互扶助意識や信頼感が基本にあったからであると考えています。そのため、私たちの被災地への対応の基本は、「寄り添いながら共に歩む」です。

このような視点からこれらの状況に対応し、ダム・ため池、パイプライン等の農業水利施設や農地、農地海岸堤防について、現地調査や地盤探査技術等を用いた解析に基づき復旧・復興のための技術的助言を行ってきました。また、津波の減勢を堤防だけではなく、背後農地でも分担する「減災農地」(粘り強い農地)の考え方を提案し、その効果評価や強い堤防の実証試験に取り組んで



宮城県の国営事業では三面一体堤防として復旧事業に採用されました。さらに、津波解析や景観シミュレーション手法などの研究成果を活用し、地域住民が行う復興計画作成を支援する活動に取り組んできています。そして、栽培技術の面では津波冠水により海水の影響が残っている農地を対象として、耐塩・耐湿性の作物品種の開発を進め、普及を図るとともに、塩水の再度の上昇による再被害を防止するための観測、水管理システムの構築に地元土地改良区等とともに取り組んできました。また、直接復旧・復興に貢献できる技術の説明会、講習会、シンポジウムなど多くの機会を設けて取り組んできました。このような取組のために農研機構が派遣した職員数は、農業農村工学分野だけでも平成26年度末までで延べ2,190人・日になります。

これまでの5年間の取組により、津波被災農地については、「農業・農村の復興マスタープラン」に基づき、計画的に復旧事業を進めており、平成27年度中に津波被災農地の74%で営農再開が可能となる見込みとなっています。また、主要な排水機場については、約9割で復旧を完了又は実施中であり、農地海岸については、約8割で復旧を完了又は実施中、農業集落排水施設については、原子力発電所事故に伴う避難指示区域の地区等を除き、おおむね復旧完了又は実施中となっています。これらの国・県等の事業により復旧作業が終わったところから営農が再開されてきています。

しかしながら、広域で多様な立地条件からなる被災地域においては、単に現状復旧では復興はできません。より効率的な営農体制の確立による農業復興のために解決すべき課題が少なくありませんでした。また、今回の震災の経験を地域の防災・減災技術に活かしていく観点から、災害による被害の最小化をめざしたハード・ソフト両面でのシステム構築と、地域がもつ折々の気候、人材、品質・味・安全性を確かなものとする生産・品質管理技術、整備された農業インフラ等を有効活用し、生産性を高めていくことが復興や農業再生の鍵となります。

東日本大震災の甚大な被害を受けた東北地方は今、大震災からの復旧・復興による農業生産と農村地域の再生に向けて全力で取り組んでおり、この震災教訓や復興経験の伝承・発信は、日本の地球規模の災害対策への重要な責務であると考えています。大事な教訓として我々は、本震災から3つ教訓を学びました。まず、第一は災害から生命を守るための記録と伝承の重要性であり、自然災害リスクに「我がこと感」を持って備えることです。第二は、自然災害に備える科学技術開発の重要性と減災ベースの国土形成の大切さです。先進的な地震監視、津波警報、耐震構造、衛星観測等の科学技術の成果を活用した、ハザードマップ作成や社会インフラの長寿命化を図りつつ、大災害時でも早期に復興・復元可能な地域づくりが必要です。第三は、自然災害に対する世界的連携と人材育成の必要性です。地球環境の変化とともに、変動するリスクを把握し、常時から訓練や地域住民への周知を図るとともに、非常時には機動的に対応できる減災を最大限発揮できるリーダーの育成が不可欠です。農研機構は、東日本



大震災を契機に災害に対する考え方を防災から減災に大きく変えて、身近で確かな技術の存在が農業・農村の強みと地域で実感されるよう、今後ともニーズを適切に把握しながら、専門家が分野横断で技術支援を行っていきます。

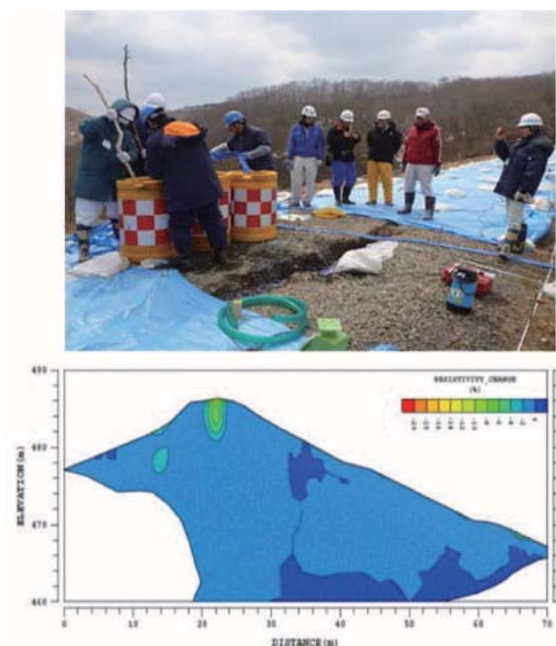
参考文献 東日本大震災からの農林水産業の復興支援のための取組 平成 27 年 11 月 農林水産省

### (1) 農業用ダム・ため池・水路

今回の震災では、宮城県北部で震度 7、宮城・福島・栃木・茨城の 4 県 28 市町村で震度 6 強を観測、日本列島の半分が震度 4 の大きな揺れを受けたことから、農地・農業用施設等への被害は東北・関東を中心に 15 県、約 250 市町村に及びました。特に地震動被害の大きかった福島県内では農業用ため池が 3 箇所で決壊・氾濫し、藤沼湖では 8 名の死者・行方不明者が出たことから、ハザードマップの作成等、農村地域の防災・減災対策に対する緊急性が強く認識されました。

農研機構では、発災直後から国からの要請により農業用ダム・ため池や水路の二次被害の防止と緊急対策を講じるため、被災地において技術支援を行ってきました。具体的には、被災ため池の緊急点検や電気探査を用いたダムの亀裂深度把握や貯水位管理、パイプライン被害調査及びその復旧方法などについて、現地調査や解析結果に基づき技術的助言を行ってきました。

今後の耐震対策のためには、堤体土の簡易な現地物性試験および地盤材料の振動実験等による現象解明とともに、これまでに蓄積してきた研究成果を国が



電気探査により堤体亀裂解析



福島県のパイプラインの被害調査

進める農業用施設の耐震技術検討会を通じて専門的知見として提供してきました。例えば、農業用パイプラインの劣化と耐震に関する研究開発については、劣化に対する既設管の診断技術と更正管の設計手法や耐震に関する埋戻し材料の液状化評価手法と対策技術を開発しました。また、ハザード対策については、平成25年度から3年間に「ため池防災・減災に関する講習会」を4回開催し、全国でのべ約150名が受講し、平成27年10月末時点までに32道府県、253市町村内3,160箇所「ため池ハザードマップ」の作成に利用されています。さらに、平成26年度からは地震及び降雨災害時の危険予報のために「ため池DBハザードマップシステム」より試験メール配信を開始し、27年度には全国で490名の都道府県及び市町村農村防災担当者が受信しています。加えて、平成26年度からは、ハード・ソフト対策を一体化して災害に強い農村社会を形成するために、国からの要請で「農村防災・減災技術指導者研修」を実施しています。ここでは、全国道府県の防災担当職員及び土地改良連合会職員が、ワークショップを通じた住民との防災情報共有や自主防災体制確立のために、いかに「我がこと感」を持って自然災害に備えるかを習得しています。

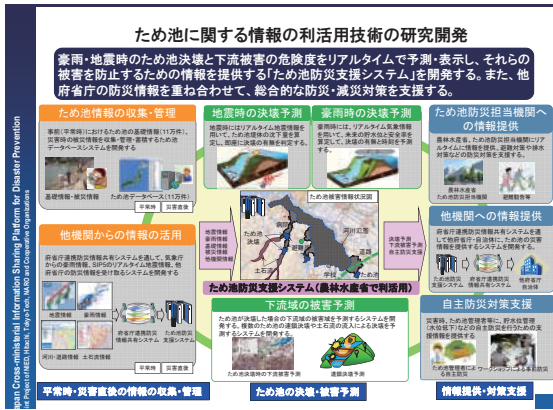


ため池防災技術講習会



農村防災・減災技術指導者研修

このような中で農研機構は、内閣府の指揮の下で平成26年度に開始された「レジリエントな防災・減災機能強化」に関する「戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）」に参画し、農業用ため池について「府省庁連携防災情報共有システムとその利活用技術の研究開発」を担うことになりました。2年目の平成27年には自主防災支援手法開発のために試作された「防災支援システム」を使った現地実証試験を行い、農水本省、農政局、県、市の担当者と地元ため池管理者が参加する机上訓練方式を通じて、大規模災害時の応急対応者別の収集・伝達情報や二次災害防止に向けた支援等のあり方を確認しました。



SIP ため池支援システム



防災・減災自主防災机上訓練

## (2) 津波による農地の浸水と塩害

東日本大震災では、津波により約 23,600ha の農地が冠水し、沿岸部の地域を中心に地盤が大きく沈下しました。津波による流失・損壊は、農地・農業水利施設に加え、園芸施設や農業機械などあらゆる農業インフラや地域ブランドに未曾有の被害をもたらしたことから、農研機構では発災直後から多岐にわたる専門家を被災地に派遣し被害調査を行うとともに、営農再開に向けた除塩対策に関する包括的な技術支援マニュアルを公開しました。

地盤沈下の著しい海岸域の津波被災農地の復旧には、除塩対策に止まらず大量の瓦礫やヘドロ堆積、液状化、耕土の消失等から派生する様々な課題解決が必要となりました。そのためにこれまでに蓄積された知見の整理や被災地での具体的なデータに基づき、海水流入に伴う植生や土壌の化学性の変化とその対策、農地に残留する微細瓦礫の処理工法、地盤沈下による塩害リスクと機械排水対策、除塩後の水管理対策などに関する技術支援を実施してきました。



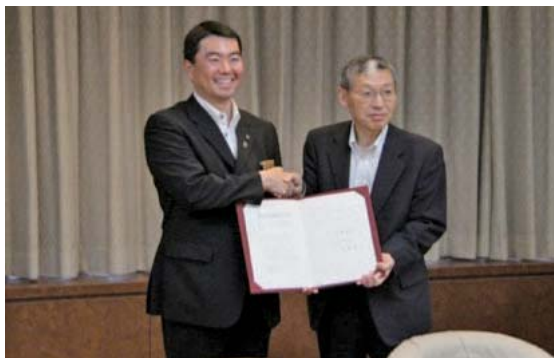
津波被災農地の現地調査

農地被災状況の分類		問題となる成分と現象
土壌的課題	① 海水の流入	塩分の増加（塩素イオンとナトリウム）
		塩基バランスの悪化（ナトリウムやマグネシウムなど）
	③ ヘドロの堆積	硫酸イオンなどの増加
		海水由来の微量元素の増加
農地基盤的課題	海砂の堆積	砂質土の増加
	④ ガレキ	耕作土へのガレキ残存
		用排水路へのガレキ（土砂を含む）残存
留意すべき課題	② 地盤沈下	排水機能の低下
		標高0m以下の圃場の発生
	液状化	河口近くの用水取水時の塩分混入リスクの増加
		不陸、陥没や亀裂の発生
		噴砂
	耕土の消失	不要物の排除時の耕土減少
	化学性の悪化	客土・置土への不良土の利用

液状化海岸域の津波被災農地の被害分類



このような中、平成 24 年 6 月には宮城県との「東日本大震災にかかる農業・農村の復旧復興推進のためのパートナーシップ協定」が締結され、相互協力の下で包括的・総合的に技術支援を行うこととなりました。先ず、同年 7 月に被災現場で、8 月には仙台市内で復旧復興事業に係る宮城県内の技術者を対象に、技術相談会や講習会を開催した他、毎年定期的に関連研究者が参加して相談会を実施する等、被災地における復旧復興事業進捗上の各種課題に対して技術的指導・助言を行っています。

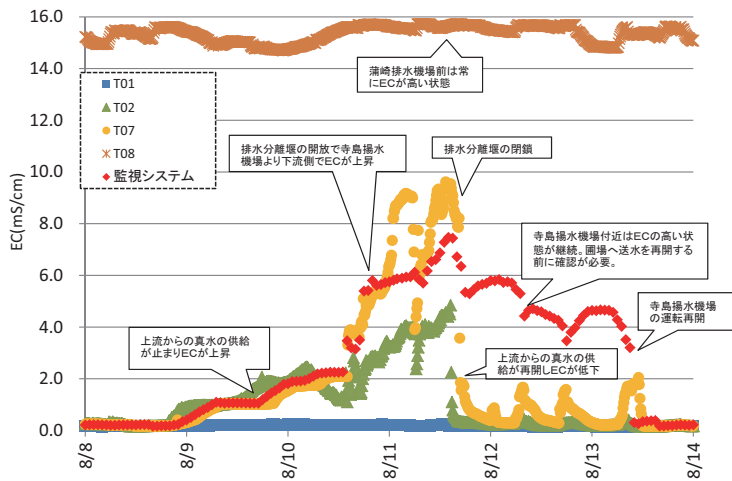


宮城県とのパートナーシップ協定の締結



技術相談会

このような支援活動は、「現地調査を踏まえた津波被災農地除塩の留意点」、「農地塩害長期化に及ぼす農地・排水施設の被害と対策」、「地盤沈下した津波被災農地の塩水浸入対策」、「震災後の地下水の塩水化長期化要因」及び「震災で地盤沈下した農地で塩害を回避する農業用水モニタリング」等の研究成果として被災農地の復旧復興事業に活用されると共に、今後、高い確率で発生が予想される巨大地震被災農地の復旧復興に貢献する大切な技術資料となります。特に、震災の教訓として津波・高潮等で被災した沿岸地域にとっては、早急な代替水源確保が必要となるため、平成 24 年度から 26 年度にかけて、広域的適用が可能な地下水探査手法として、低比抵抗の塩水化地下水の分布や地質構造を推定する電磁探査法のうち、CSMT（人工送信源地磁気地電流）法に着目し、同時多点受信により探査能率を向上させ、適用可能な信号とノイズの分離能力を高めた送受信システムを開発しました。現在、沿岸地域で大災害に備えた地下水調査として、本システムの適用検討が進められています。



阿武隈川下流右岸における塩水侵入と用排水管理

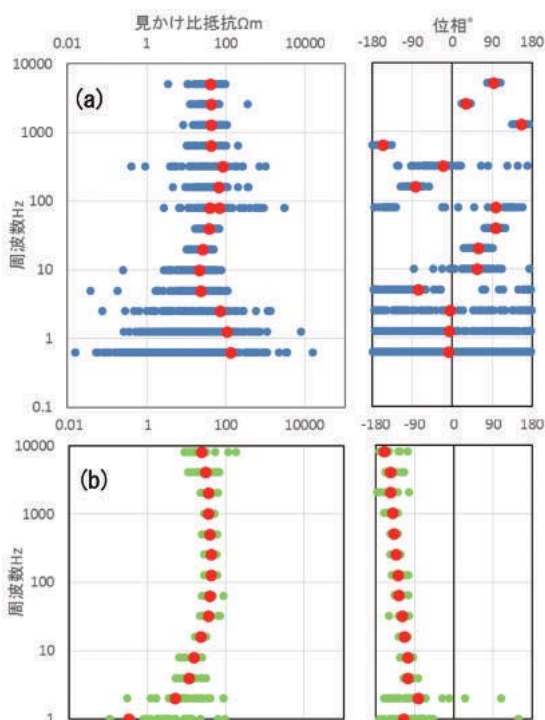


ECデータ送信システムの改良

※ 小型化により設置・移設が容易。

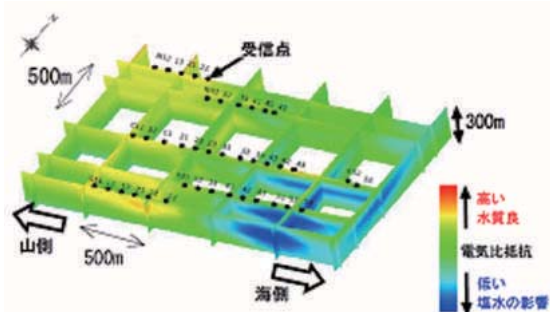
阿武隈川下流右岸で計測中。

EC データ送信システム改良



CSMT 法の従来システム (a) と開発したシステム (b) の電磁探査結果の比較

千葉県北部の市街地で電磁探査した結果。送信源距離は 6km。(a) 青点: 3sec 毎の受信値、赤点: 平均値、(b) 緑点: 10-20sec 毎の波形処理値、赤点: 2-10min データ全体の波形処理値。



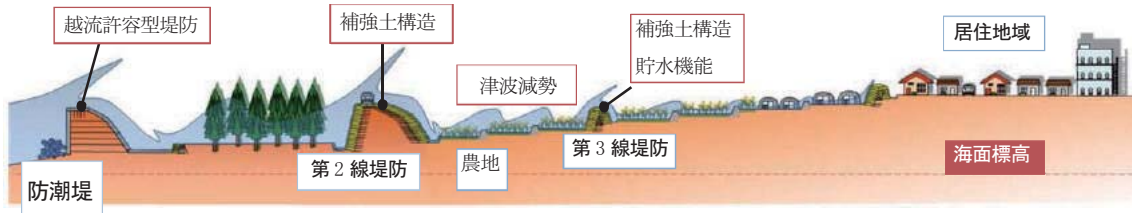
仙台平野南部の地下水の推定結果

開発したシステムによって塩水化した地下水の分布を推定した結果。上記の面積 375ha、深度 300m の範囲は最短で 4 日間で電磁探査可能 (送信源の設置・撤収にそれぞれ 1 日、測定に 2 日)。

### (3) 海岸堤防などの沿岸地域施設

マグニチュード 9.0 の海溝型地震により、最高潮位 9.3m、津波遡上高は国内観測史上最大遡上高 40.5m となる大津波が発生し、東北 4 県で延長 33km を超える農地海岸堤防において全壊を含む大きな被害を受けました。海岸堤防の破壊は、越流した津波による被覆コンクリートの破壊や背後地盤の洗掘など、構造的なウィークポイントの連鎖的な崩壊に発展しました。このことから、海岸堤防には大津波が越えても倒壊しない粘り強い構造が求められるとともに、海

岸、農地、居住地につながる広域的な地域を対象として、津波が海岸堤防を越えても許容できる被災にとどめるため、津波の減勢を堤防だけではなく、堤防背後の農地でも分担する「減勢農地」(粘り強い農地)の考え方を提案しました。

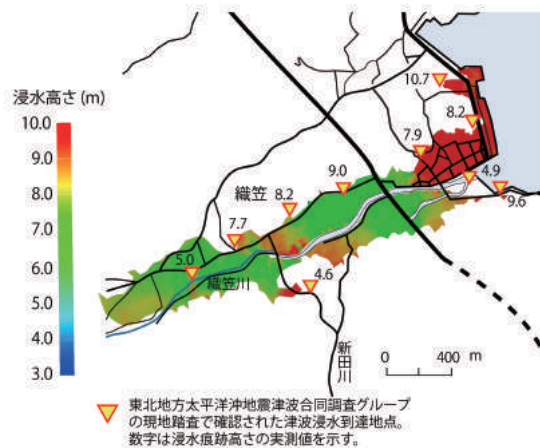


防潮堤の背後地の土地利用と施設配置による津波減勢のイメージ

また、津波影響範囲の数値解析や水理模型実験による農地・津波減災施設の配置・構造の検討や減勢効果の評価を行うとともに、粘り強い堤防の復旧に向けて農研機構が開発した補強土工法の津波抵抗性に関する模型実験及び海岸堤防の復旧現場における実証試験を通じて新技術の適用のための取組みを行ってきました。例えば、「沿岸部の農地を利用した津波の遡上抑制効果」、「背後農地に設置した二線堤と農地の段差及び沿岸部農地排水路の津波減勢効果」等、巨大津波災害に対する面的防御機能としてまとめられました。さらに、「津波による水門と排水機場の被災の特徴」及び「吐水槽を利用した沿岸部排水機場の津波減災対策の効果」等の研究成果は、今後の農業農村国土強靱化に向けた計画設計基準への適用や津波被害リスクの高い地域の防災・減災対策として活用が期待されています。



水理模型実験による津波減勢効果の検証

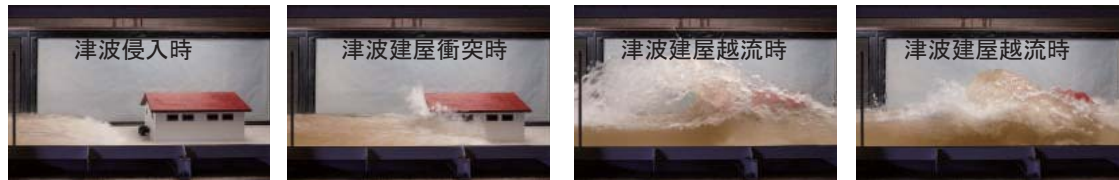


東北地方太平洋沖地震津波合同調査グループの現地踏査で確認された津波浸水到達地点。数字は浸水痕跡高さの実測値を示す。  
津波影響範囲の数値解析





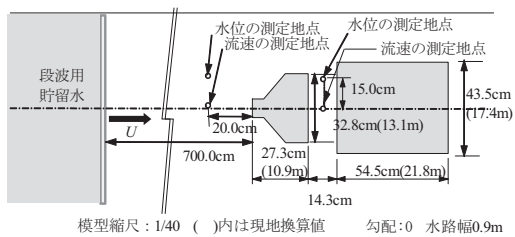
吐水槽有り



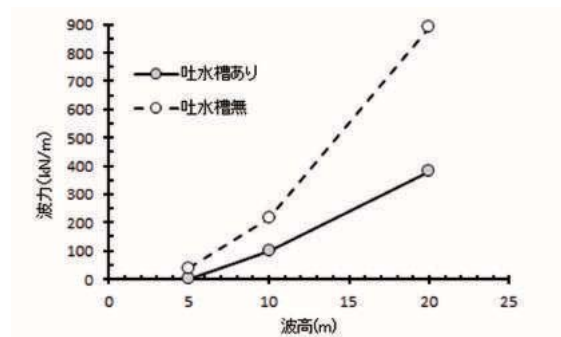
吐水槽なし

吐水槽による津波減勢状況の時系列変化(津波波高現地換算20m)

### 水理模型実験による津波減勢効果の検証



排水機場の被災対策の水利模型



吐水槽の有無による波力の比較

#### (4) 耐塩性の強い品種の育成

津波の被災農地では復旧工事や除塩作業の進展により、農作物の作付け再開が進んでいますが、一部の田畑では海水の影響が残り、塩害による農作物の生育不良が問題となっています。こうした海水の影響が残っている農地で安定して農業を再開するために、耐塩・耐湿性の作物品種や栽培技術の開発を進めています。

水稻は、津波の被害を受けた仙台市若林区や名取市の現地圃場、および人工海水を加えたポット試験で、様々な水稻品種を栽培し、塩害の発生程度を比較しました。その結果、外国稲を祖先に持つ国内の飼料用品種(クサホナミ等)が、「コシヒカリ」など通常品種より高い耐塩性を示しました。

また、極めて耐塩性が強い品種として知られる外国品種の「NonaBokra (ノナボクラ)」と稲発酵粗飼料用水稻品種「たちすがた」を交配した後代系統から、耐塩性が強い飼料用水稻品種の「ソルトスター」を開発しました。この「ソルトスター」は、一部地域での導入も見込まれており、今後復旧した被災地水田の塩害対策技術としての活用が期待されます。

飼料作物の中ではオオムギが耐塩性に優れ、また、イタリアンライグラス、ペレニアルライグラス、トールフェスク、リードカナリーグラスといった牧草類は、耐塩性・耐湿性とも比較的高いことが知られています。耐湿性が低いト



ウモロコシ等については、アップカットロータリと施肥播種機を組み合わせた耕うん同時畝立て播種機により畝立て播種を行うことで、湿害を軽減することが可能です。

また、飼料作物を緑肥として栽培し、土壌の除塩を促進する方法も検討されています。諫早湾干拓地で行われた試験では、前述した耐塩性の高い飼料作物を緑肥として栽培することで、土壌中に間隙が形成され、透水性が向上し、除塩が促進されることが報告されています。

#### (5) 復興計画を策定するための情報提供と現地支援

社会インフラや生活・生産活動を元に戻す復旧とは異なり、災害を機に地域の姿を再構築して新たなものに組み替えていく復興は、各被災地に応じた支援が必要でした。加えて、過疎化・高齢化など、被災前からの地域の課題を踏まえて、復旧・復興までの時間軸や計画の実現可能性も考える必要がありました。また、被災地では、県の復興計画や地域特性を踏まえ、集落の将来計画の検討、市町村の復興計画策定が必要であり、復興計画策定の段階から、ハード技術のみならず、津波浸水範囲の評価・検証、減災計画、景観評価など土地利用計画の策定にかかるソフト技術の支援を行うことになりました。そのため、関係する研究者が津波で被災した集落に入り、津波や景観シミュレーションなどの研究成果を活用して地域住民自らが行う復興計画作成を支援する活動に取り組んできました。



復興計画住民説明会



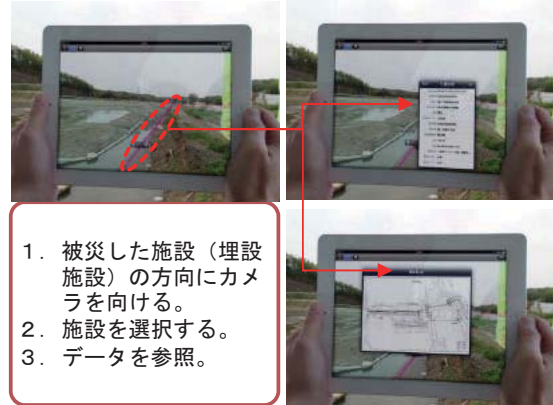
地理情報ビジュアライズ技術を活用した合成手法

これらの支援活動成果は、「岩手県大船渡市吉浜地区における地域復興計画支援」として取りまとめた他、「現実の風景とレイヤを重ね合わせ参照する（AR）機構を搭載した災害情報管理のための通信情報共有システム」等の研究成果は、VIMS 本体と繋がることにより、今後の災害時の復旧復興の迅速化に貢献することが期待されています。



1. 地図メモは地図上にメモを書き入れる。
2. 地図メモレイヤは緯度経度を保持し、メールでVIMS本体に送信できる。
3. 写真メモは地物レイヤにリンクまたは緯度経度上に登録される。

災害現地の地図メモと写真メモの機能



1. 被災した施設（埋設施設）の方向にカメラを向ける。
2. 施設を選択する。
3. データを参照。

AR機能による施設データの参照

このような被災地に寄り添った復旧復興支援を通じた大震災の教訓は、国内外の発信・共有が必要なことから、震災のあった平成23年から3ヶ年連続して、東北大学との共催で被災地の「農業・農村の復旧復興に向けた技術シンポジウム」を開催しました。ここでは力強い農業の再生の実現のために行政・研究の連携強化や被災地ニーズと科学技術シーズのマッチング等を確認しました。さらに、平成27年3月に被災地仙台市内で開催された第3回国連防災世界会議の関連イベントにおいて、「東日本大震災を踏まえた防災・減災に資する農業・農村の強靱化シンポジウム」を東北農政局、宮後県、仙台市及び宮城県土連と共催し、日本が国際貢献に資するための防災・減災対策技術について、発信・共有を行いました。



復旧・復興技術シンポジウム



国連防災シンポジウム

## 2. 原子力発電所の事故による農業被害への対応

平成23年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震とそれに引き続く津波により、壊滅的な被害を受けた東京電力福島第一原子力発電所は、発電所としての機能を失うのみならず、大きく損傷を受けました。その後数日間以内に1、3、4号機建屋が水素爆発により大きく破損して大量の放射性物質を東日本の広範な地域に降下させることにつながりました。この降下があった時期に植物体が露出していた茶や果樹、野菜類においては植物体が降下物によって直接汚染されたために、基準値超えの農産物が多数検出されて広範な地域で数多くの農産物が出荷停止となりました。

放射性物質による汚染を直接付着した場合と、土壌から移行する場合に大きく分けて対策が進められました。茶では遠く静岡県においても汚染が検出されたため多くの茶樹において中刈りが行われました。一方果樹でも土壌からの放射性セシウムの移行は限定的であり、樹皮に多くの放射性セシウムが付着していることが明らかとなり福島県が中心となり樹皮剥ぎ取りが進められました。農地土壌の汚染状況は継続的に観察が行われ、物理的減衰よりも早く減衰していることが明らかとなっています。農地の除染では震災初年度から実証試験を繰り返し、環境省の「除染ガイドライン」に農地除染の手法として取り入れられています。農地作業者の外部被ばくのみならず内部被曝低減のための方策も開発されました。除染後に発生するバイオマスの保管のための減容化施設は川俣町の協力により実際に様々なバイオマスのペレット化に活用されました。また汚染土壌の乾式熱処理技術は飯舘村の協力により村内に実機が導入され今後活用されます。このように減容・安定化技術を開発し、それらを社会実装するに至っています。また、放射性セシウムの土壌から植物への移行が土壌の交換性カリ含有率に強く依存していることが稲、大豆、そば、草地などで明らかにされ、それぞれの成果はマニュアルとして公表され、広く営農対策に活用されています。これらの技術導入により震災以降の基準値超えの発生事例は急速に低下し、玄米では平成26年では約1,100万袋のうちわずか2袋に抑えられており、27年度産米も平成27年12月現在で約1,000万袋から基準値超えの報告はありません。同様のことは他の作目においても認められており、農地の物理的除染と降下物の除去、そしてカリ肥料を中心とした移行抑制対策が確実に農業の復興に貢献していることを示しています。ただし、震災から4年が経過しても頻度は極めて小さいのですが、基準値超えは皆無にはなっていません。平成27年度においてもソバ、タバコ、草地での報告があります。その要因としては降下物の影響、土壌中の有機物に取り込まれた高濃度の放射性セシウムの影響などが想定されるため、それぞれについて様々な方面からの解析を継続して進めています。

その一方で、このような抑制が大量のカリ肥料の作付け前の追加投入によって維持されていることも事実です。追加の施肥作業は生産者に労力とコスト(現



在は賠償によって賄われている)を強いるものであり、その意味では完全な復興には至っていません。実際、カリ肥料による移行抑制対策を取らなかった場合には基準値超えが発生することも明らかになっています。基準値超えを発生させない最適の土壌へのカリ投入量を正確に把握する必要があるため、新たな土壌のカリウム供給能評価手法の導入や地域資源を有効に活用したカリウム循環システムの構築などが急務です。さらに農地は水路や山林を通して周辺環境の放射性セシウム動態と密接に関係しています。農地の再汚染を防ぐことは長期的な農地の利用において食品への汚染のリスクを軽減し、対策の必要性を軽減するためには必須の技術となります。そのため流入防止策の開発が進められています。また食品への加工によって農産物に含まれる放射性セシウムの存在量、濃度は大きく変動するため、消費者へのそれらの情報を浸透させることによって、被災地域で生産された農産物への安心を増大させる必要があります。

放射性物質対策は一般論、平均値のみで対策を考えると例外が生じた場合に対応が困難となります。ある地域の一圃場で基準値超えが発生した場合の地域の農産物生産に与える影響は無視できません。そのため、例外が生じないように丁寧な技術開発と対策の徹底が求められています。

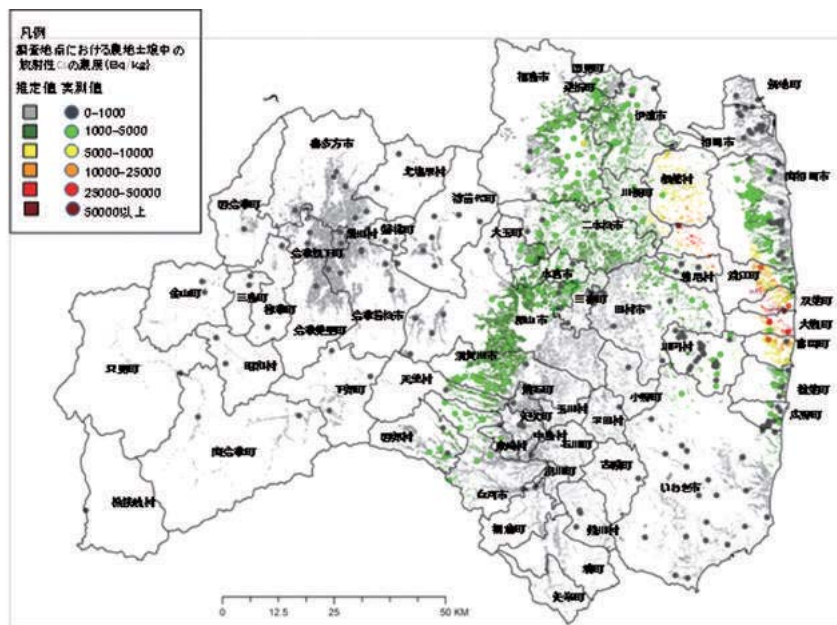
#### (1) 放射性物質による農地汚染の実態把握と将来予測

農業環境技術研究所(農環研)では、事故直後から当研究所の圃場で栽培されていたハウレンソウとコマツナおよびその栽培土壌、また農研機構から提供された生乳の放射性物質濃度の分析を開始し、その結果を2~3日間隔で農林水産省へ報告しました。また、関東・東北各県の野菜類の放射性物質濃度の分析を行うとともに土壌中の放射性セシウム濃度を把握するため、関東および東北の水田土壌の放射性セシウム濃度などを測定し、これらの結果は各県のホームページ上に公開されました。

その後、土壌の放射性セシウム濃度の面的な分布を把握するため、宮城県から千葉県までの6県において、各県の農業関係試験研究機関の協力を得て農地582地点の空間線量率および作土層の放射性セシウム濃度の測定を行いました。この結果と航空機モニタリングによる空間線量率の分布図を用いて農地土壌中の放射性セシウム濃度を推定し、平成23年6月14日現在の放射性セシウム濃度分布図を作成しました。この分布図から市町村別の放射性セシウム濃度別農地面積の算定などが可能となり、除染や吸収抑制対策の策定に寄与しました。さらに、調査地域を岩手県から静岡県までの15都県に拡大するとともに、精度向上のために調査密度を増やして採取した農地3,423地点のデータを用いて平成23年11月5日現在の農地土壌の放射性セシウム濃度の分布図を作成しました。特に福島県では作成された市町村別の詳細分布図が、営農指導に活用されました。

土壌中の放射性セシウム濃度は自然減衰、土壌侵食や浸透などにより減少するケースが多いことから、調査地点を選択して、毎年度農地土壌の放射性セシウ

ム濃度を測定して放射性セシウム濃度分布図を更新しており、農林水産省農林水産技術会議事務局のホームページで公表されています。また、将来の農地の放射性セシウム濃度や空間線量率の変化を予測するため、流域レベルでの農地における放射性セシウム動態のモデル化に取り組んでいます。



平成 26 年 11 月 7 日時点に換算して作成

福島県 農地土壌の放射性物質濃度推定図（平成 26 年度版）

## （2）農地土壌における放射性物質の動態

原子力発電所事故由来の放射性セシウムは、福島県を中心とする広範囲の地域に降下後、土壌粒子に強く吸着された状態で、水田では代かきに伴う濁水、畑地では水食および風食などに伴う流出・飛散と堆積・沈着を繰り返しています。農地や作物の放射性セシウム濃度の将来予測および放射性セシウムの農地から生態系への影響評価を行うためには、農地や周辺環境において放射性セシウムの動態モニタリングを行うことが必要です。さらに、予測や評価を点から面へ拡張するには、モニタリングデータと動態に関与する地理情報やパラメータに基づいた放射性セシウム動態のモデル化が必須です。

このため、農環研は、福島県の水田 4 地点において、灌漑・排水の水量、懸濁物質濃度、懸濁態と溶存態の放射性セシウム濃度、作物の放射性セシウム吸収量、大気からの放射性セシウムの沈着量および土壌中の放射性セシウム濃度について、福島県農業総合センターの協力を得て測定を行ってきました。さらに、畑地、樹園地および草地についても放射性セシウムの動態を把握するモニタリングを行ってきました。また、流域レベルでの放射性セシウム動態をモニタリングするため、不作付け地域として福島県飯舘村比曾川流域および作付け地域として三春町樋渡川流域を対象に、河川の流量、懸濁物質濃度や放射性セシウム濃度の測定を行ってきました。

これらのモニタリングによる作物の放射性セシウム吸収に關与している水中の溶存態放射性セシウム濃度の実態把握から、水稻の放射性セシウムの灌漑水からの定量的な吸収実態が明らかにされました。また、モデル化に必要な土壤のパラメータの一つである土壤の放射性セシウム捕捉ポテンシャル（RIP）の分析を進め、福島県内の農耕地から採取した土壤 500 点以上の RIP と土壤特性の關係を評価しました。今後は、農地や作物の放射性セシウム濃度の将来予測のため、モデルパラメータのさらなる検討、観測データの長期的な蓄積などを行う予定です。

### （3）農業關係除染技術の開発

農地除染は、外部被ばくを可能な限り引き下げ、農業生産を再開できる条件の回復及び安全な農作物の提供が目標（農林水産省）となっています。

土壤からの農作物への放射性セシウムの移行低減のためには、土壤中の放射性セシウム濃度を可能な限り低下させることが必要です。東京電力福島第一原子力発電所の事故以降に耕起されていない農地では、降下した放射性セシウムの大部分は、農地の表面に留まっており、外部被ばくも大きくなります。一方、耕起された農地は、外部被ばくの影響は少なくなりますが、作土層の放射性セシウム平均濃度は同じなので、作物への移行を考えると除染が必要です。そこで、地目等の圃場状況、汚染程度、耕起の有無等様々な条件に適應することが可能な除染技術の開発を行ってきました。

未耕起の農地の場合は、表土削り取りによる除染効果が高くなります。農業機械を利用した除染作業では、パワーハロー、リヤブレード、フロントローダ等を利用し、表層の土壤を削り取る体系を開発しています。また、圃場内の平らな部分に加えて、圃場周辺の法面、農道、畦畔の削り取り用作業機、用排水路の土砂除去用のバックホー、作業者の被ばくを低減させるシールドキャビンや高機能フィルターを搭載したトラクタ、遠隔操縦および自律運転が可能なトラクタを開発し、福島県飯舘村等と連携して、現地実証試験を行ってきました。さらに、効率的に表土削り取りを進めるため、水田等の表土を幅 2m で深さ 8cm 程度まで削り取りと同時に畝条に集積する、トラクタ装着式表土削り取り機を開発しています。本機は、建設用機械の自走式表土削り取り機（スキマー）やパワーショベル等と連動して効率的な作業を行うことができます。一方、マグネシア系等表面固化剤の使用、バックホーのバケットの新たな操作方法（ワイパー工法）やバケットに吸引ホースを接続して、効率的に表土除去を行う技術や冬期に凍土が形成されることを利用した、効率的な表土削り取り工法を開発しています。表土削り取りは、除染効果としては大きくなりますが、除去した土の置き場所の確保が必要です。1cm の厚さで 10a の圃場の表土を削り取ると、約 10 m<sup>3</sup> になります。そのため、先ほどの表土削り取り機は、精度良く表層土を剥ぎ取る構造となっています。





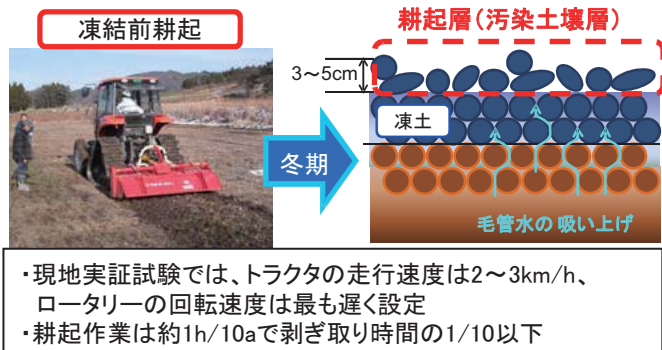
除染対応トラクタ



表土削り取り機



固化剤の吹きつけ作業



冬期除染工法

除染した土壌の置き場所を必要としない空間線量率を下げる方法としては、反転耕が効果的です。特に新たに開発した除染対応プラウは、上層の土を下層に確実に鋤込む構造となっています。しかし、放射性セシウムがなくなったわけではないので、地下水位の状況等を事前に把握しておく必要があります。



プラウによる反転耕技術

耕起をした水田の場合は、水による攪拌（代かき）後、放射性セシウム含有量の高い粘土を主体とする微細粒子を含む濁水を排出し、濁水を固液分離して



排出する方法が利用できます。この方法は、繰り返しの実施が可能です。さらに、代かき用ローターに吸引ホースを装着して濁水を排出する作業機の開発も行われています。さらに、高水深で土壌攪拌を行い、沈降を利用して土壌を粒径別に沈降分級する技術も開発されています。

表土削り取りではありませんが、傾斜牧草地の草地更新による除染技術として、転倒等の危険が少ない遠隔操縦のトラクタに装着できるロータリも開発されています。



傾斜草地の更新用作業機

これらの研究成果の多くは、農林水産省「農地土壌の放射性物質除去技術（除染技術）作業の手引き第1版」としてまとめられ、実際の除染作業にも活用されています。今後さらに、現地で積極的に利用していただけるような情報発進を行う必要があると考えています。

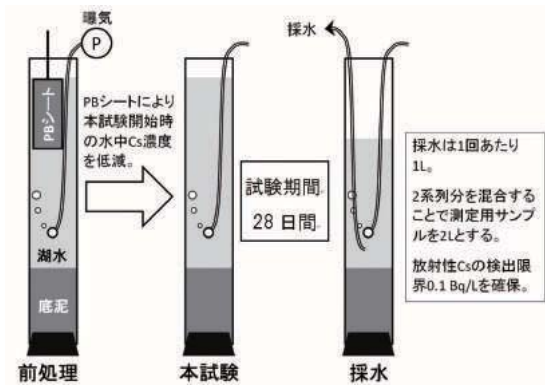
#### （４）農業用水管理に向けた対応

原子力発電所事故により福島県を中心とする地域に沈着した放射性セシウムは、森林や市街地、農地等を含む集水域からの流出に伴って、用水源となる農業用貯水池へ流入、堆積するとともに、農業用水路を通じて農地に流入することが懸念されました。そこで、農研機構では、東北農政局や本省防災課等の行政機関等と連携、協力して、実態調査や関連技術の開発に取り組んでいます。

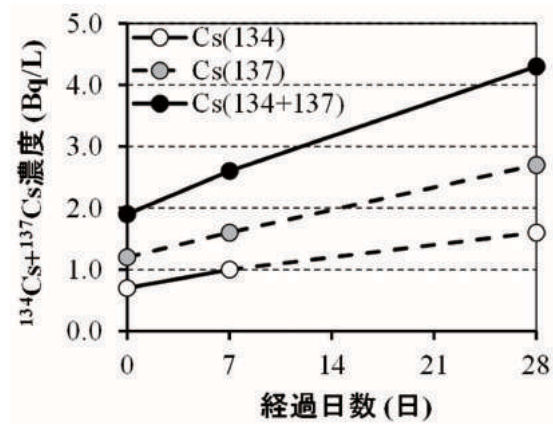
この中で、農業用貯水池を対象とした研究では、農工研では、農業用ため池の底質への放射性セシウムの堆積・分布状況の調査（平成24年）、底質からの溶出・回帰特性（平成24～25年）およびため池における放射性セシウムの流入・流出特性（平成24年～）の解明を進めてきました。また、技術開発の一環として、ため池底質中の放射性セシウムの鉛直分布を迅速に測定する手法の開発などを行っています。

平成24年度に実施したため池底質への放射性セシウムの堆積・分布状況の調査から、ため池底質中の放射性セシウム濃度は、水深が深い地点で高く、底質の表層において高濃度であることが分かりました。しかし、分布の傾向は地点毎に異なるなど、ため池によっては比較的複雑な堆積・分布状況を持つことが明らかになりました。

また、ため池底質からの放射性セシウムの回帰特性の検討では、福島県内の農業用ため池において採取された直径 10cm、長さ 30-40cm の不攪乱コアを用い、放射性セシウムが底質から水中に回帰する速度を 28 日間で評価する試験法を開発しました。ここで開発された手法は、ため池除染工法の検討時などで活用されています。



(a) 開発された試験法



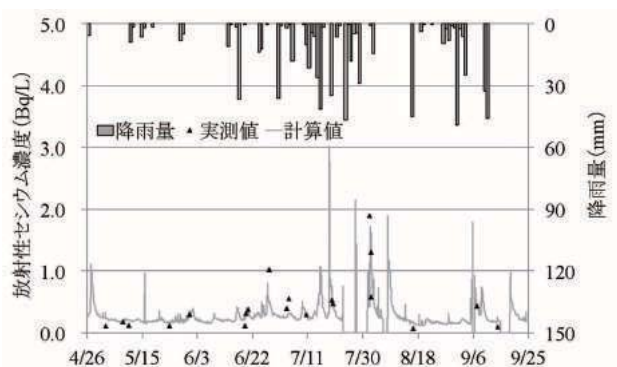
(b) 底質からの放射性 Cs の溶出

### ため池底質からの放射性セシウムの回帰特性の評価

農業用水を対象とした研究では、東北農研福島拠点において、濁度観測を用いた放射性セシウム濃度のリアルタイムモニタリング技術が開発されました。水中の濁度と放射性セシウム濃度の相関関係を利用して、通常、モニタリングが困難な低濃度の水中の放射性セシウム濃度を 10 分毎に推定するものです。遠隔観測システムの利用により、警報メールを発信したり、水管理施設内の PC やスマートフォンを使って、管理者がその場にいらなくても現況を確認したりできます。下図 (b) に、灌漑期を通じた農業用水中の放射性セシウム濃度の推定例を示します。



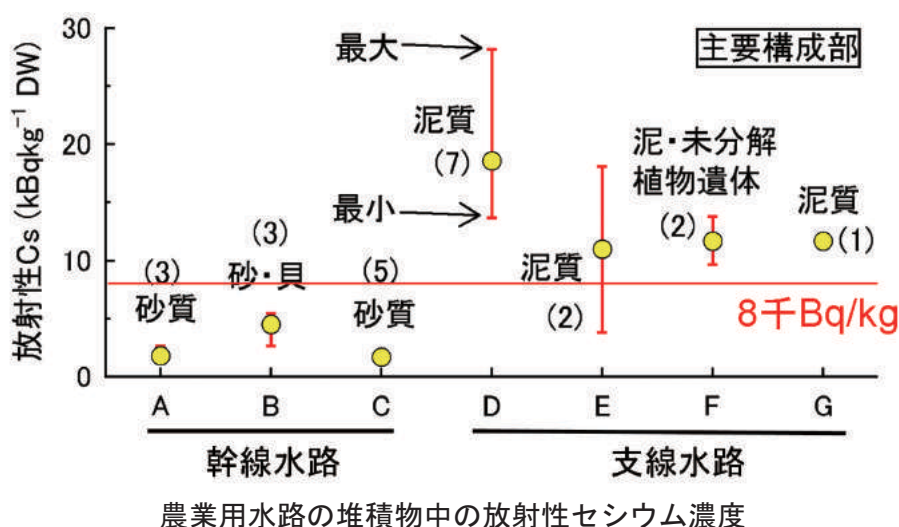
(a) モニタリングシステム



(b) 観測例

### 農業用水に含まれる放射性セシウムのリアルタイムモニタリング技術

一方、農業用水路では、用水中に含まれる土砂が堆積することにより、一部で高い放射性セシウム濃度を持つ堆積物の発生とその管理が課題となる可能性があります。そこで、農工研では、平成24年に福島県県北地域の一つの農業用水路を対象として、上流から下流まで堆積物に含まれる放射性セシウムの濃度を調べ、どのようなところに高い放射性セシウム濃度を持つ堆積物が生じるかを検討しました。その結果、流速が速く堆積物が生じにくい幹線用水路と比べて、流速が低下し泥状の堆積物が生じやすい支線用水路において、指定廃棄物として扱う必要のある8千Bq/kgを超える放射性セシウム濃度を持つ堆積物が生じていることが分かりました。



### (5) 汚染物の減容化に向けた対応

除染に伴い発生する作物残さ・雑草、枝葉等は、そのままフレキシブルコンテナバッグ（以下フレコンバッグ）に保管すると、かさばるだけでなく、腐敗して崩れるため2段積みしかできず、広大な保管場所が必要になるなどの問題があります。このため、これらの放射性物質を含む作物等について、乾燥して円筒状のペレットに成型処理することにより減容化し、安定的に保管できる処理技術を開発し、運転条件、設計仕様を明らかにしました。

農作物の栽培が制限された地域に繁茂している雑草については、飼料用トウモロコシの収穫に用いるフォーレージハーベスタで細断収穫することにより、ペレット成型処理が可能です。写真はセイタカアワダチソウとススキが繁茂した雑草畑での収穫状況です。雑草は20%以下の水分でしたが、周辺部への粉塵発生量は0.1-0.7mg/Nm<sup>3</sup>と低い値にとどまり、12月までの中水分時期に収穫できれば周辺環境への影響はごく低レベルに抑制できると推察されます。

放射性物質を含む稲わら等作物残さや、雑草、枝葉等は、荒破碎→乾燥→粉碎→混合→成型処理→仕上げ乾燥によって、15%以下の安定保管可能な水分で、かさ密度は500kg/m<sup>3</sup>以上のペレットになり、元の容積の1/5-1/10に減容化します。



処理する材料は火力乾燥が必要なため、天日乾燥や堆肥発酵等により水分40%程度まで乾燥することが処理コスト低減のため重要です。



雑草の刈り取り状況



減容化設備全景（幅7m、奥行20m）  
と製作したペレット（右）

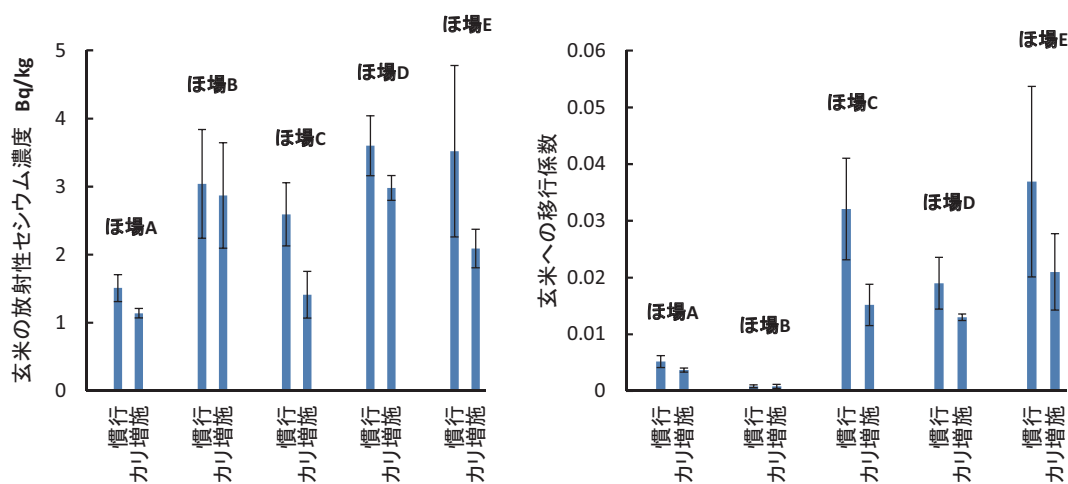


（直径8mm）

## （6）作物への放射性セシウムの移行低減

### ①水稲への放射性セシウムの移行低減

農研機構では、原発事故直後の平成23年に農業環境技術研究所と福島県、茨城県、栃木県、群馬県の試験研究機関と連携して水稲のほ場試験を行い、カリウム施肥が放射性セシウムの土壌から玄米への移行に及ぼす影響を調査しました。その結果、カリウムを慣行施肥の3倍量施用すると、粘土鉱物としてバーミキュライトを多く含み放射性セシウムの固定化が大きく移行係数が低い土壌（下図のほ場B）を除き、玄米の放射性セシウム濃度や移行係数（水分15%玄米の放射性セシウム濃度 Bq/kg ÷ 作土の放射性セシウム濃度 Bq/kg）が低下することを明らかにしました。



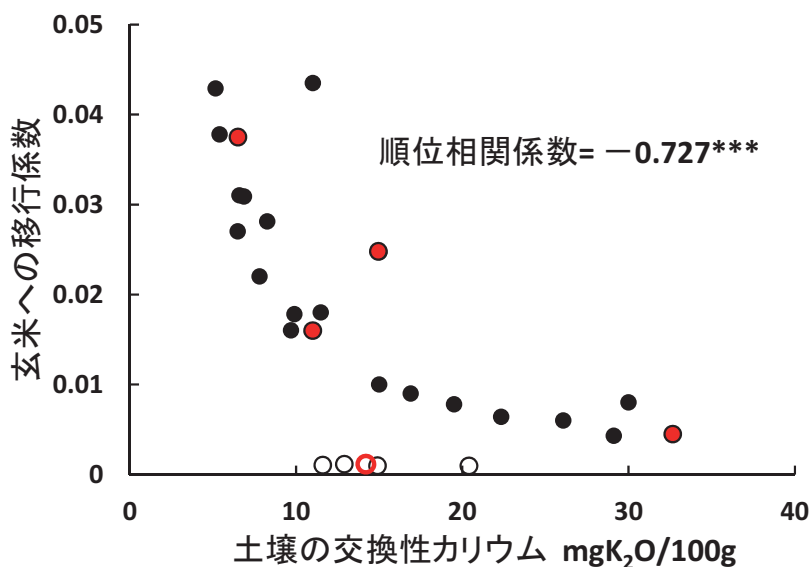
### カリウム増施による放射性セシウムの吸収抑制

カリウム増施は、カリウムの基肥と追肥がともに慣行の3倍量。ただし、ほ場Eは基肥のみ3倍量。ほ場AとB：灰色低地土、C：低地水田土（造成）、DとE：多湿黒ボク土。土壌（栽培後）の放射性セシウム濃度 (Bq/kg) : A;300、B;3680、C;90、D;210、E;100。品種はすべてコシヒカリ。エラーバーは標準偏差。圃場ごとでは慣行とカリ増施との間に有意差はなかったが、試験全体では玄米の放射性セシウム濃度、移行係数ともに1%水準で有意差有り。

また、化学肥料に加えて牛ふん堆肥を長期連用した土壌は、化学肥料のみを施用した土壌に比べて、交換性カリウムが高く、玄米の放射性セシウム濃度や移行係数が低くなりました。一方、長年にわたりカリウムを施用していない土壌では、施用した土壌に比べて玄米の放射性セシウム濃度や移行係数が高いことがわかりました。

ゼオライトやバーミキュライトなどの土壌改良資材を 0.5-1t/10a 施用すると、移行係数が低下する傾向が認められた場合もありましたが、統計的な有意差は得られませんでした。低下傾向が認められた事例では、交換性カリウムが増加しており、資材に含まれていたカリウムが吸収抑制に役立ったと考えられます。

玄米への移行係数は、粘土鉱物としてバーミキュライトを多く含む土壌を除き、土壌の交換性カリウムが高いほど低下しました。ただし、この低減効果は交換性カリウムが 25mgK<sub>2</sub>O/100g 以上では小さくなりました。



土壌の交換性カリウムと玄米への移行係数の関係

白抜きプロット (○) は粘土鉱物としてバーミキュライトを多く含む土壌 (前ページの図のほ場B)。赤のプロットは土壌改良資材施用区。\*\*\*は 0.1% 水準で有意であることを示す。

以上の結果から、玄米中の放射性セシウム濃度の低減対策として、カリウム含量の低い水田では土壌の交換性カリウムが 25mgK<sub>2</sub>O/100g 程度になるように土壌改良した上で、地域慣行の施肥を行なうことを推奨しました。

本成果に基づき、平成 25 年度には補助事業 (東日本大震災農業生産対策交付金及び福島県営農再開支援事業) を活用して、福島県、栃木県、宮城県、群馬県内の計 8 万 4 千 ha の水稲作でカリウム資材の増施による放射性セシウムの吸収抑制対策が行なわれました。

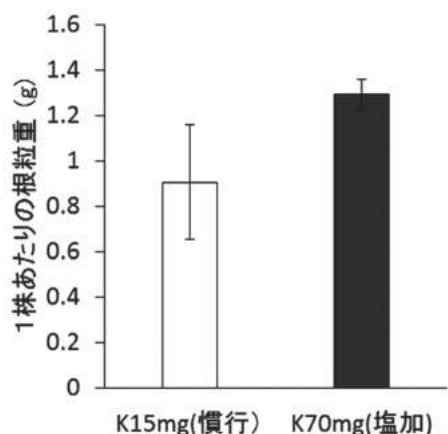
## ②畑作物への放射性セシウムの移行低減

大豆でも、水稻と同様に土壌のカリウム供給力が高いほど大豆の放射性セシウム濃度が低下することが明らかとなり、交換性カリ含量  $25\text{mgK}_2\text{O}/100\text{g}$  を目標とした土壌改良を吸収抑制対策として示しました。

一方で大豆では塩化カリの施用は根粒の着生を阻害するという報告があることから、塩化カリの多施用が根粒着生に与える影響について調査を行いました。結果は根粒の着生が最も盛んな着莢期において慣行栽培と比較しても根粒着生の低下は示されませんでした。

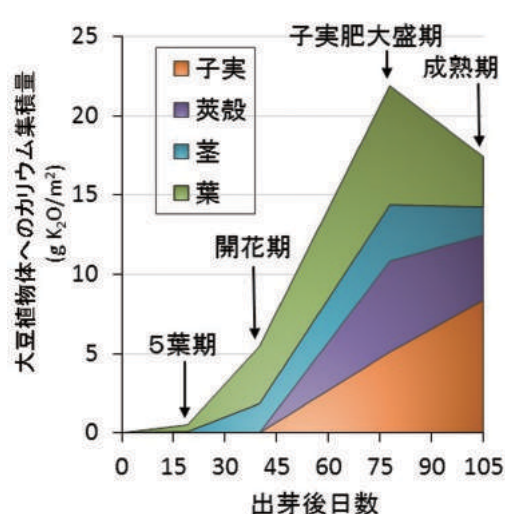
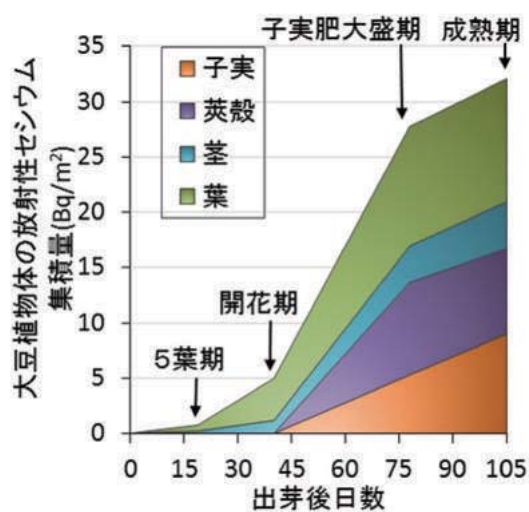
また、カリを多施用しても大豆の生育や収量は低下しませんでした。また、窒素追肥が放射性セシウムの子実への移行係数を高める懸念もありましたが、カリウム供給が十分な条件下では移行係数を高めないことも示されました。

さらに、放射性セシウムとカリウムが大豆植物体の各器官にどのように分配されるのかを調査したところ、両者とも生育後半に子実への集積量が高まる傾向は類似していましたが、その地上部集積量に対する子実への分配率はカリウムと比較してセシウムのほうが低い傾向にあることがわかってきました。



塩化カリ多施用が根粒着生に及ぼす影響

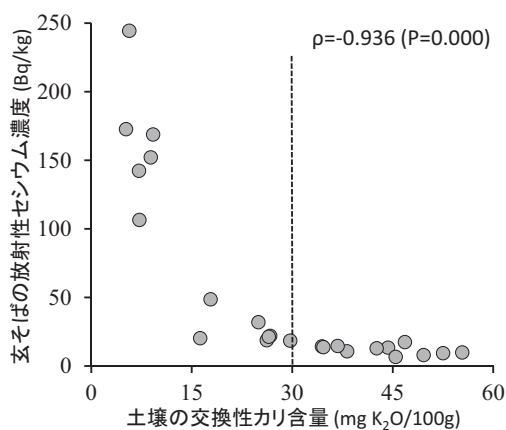
成熟期大豆圃場に設置した落葉トラップ



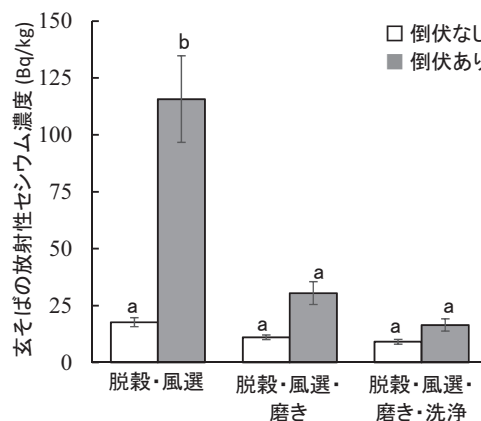
大豆植物体の放射性セシウムとカリウム集積量の推移

そばにおいては、土壌からの放射性セシウムの移行を十分に低減するには、速効性のカリ肥料により栽培前の作土の交換性カリ含量を乾土 100g あたり 30mgK<sub>2</sub>O に土壌改良した上で、地域の施肥基準に応じた施肥を行うことが有効でした。大豆同様、カリ肥料の増施を行った場合も玄そばの収量に影響はありませんでした。

また、倒伏したそばから収穫された玄そばでは、土壌等の混入が放射性セシウム濃度を高める要因となることが明らかになりました。土壌が付着した玄そばに対しては、風選だけでなく磨きを丁寧に行うことで放射性セシウム濃度を低減できました。



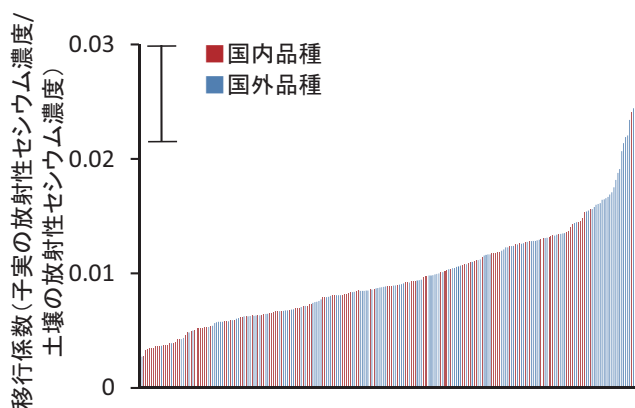
土壌の交換性カリ含量と玄そばの放射性セシウム濃度との関係



収穫後の調整作業が玄そばの放射性セシウム濃度に及ぼす影響

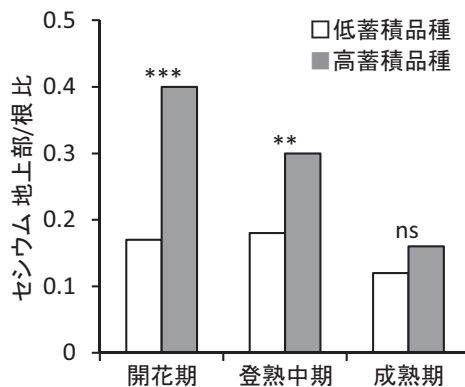
同一の英文字間には R-E-G-W 検定により 5% 水準で有意差がないことを示す。

小麦では、子実への放射性セシウムの移行係数に、品種間で約 10 倍の差があることが示されました。さらに、子実への移行性が高い品種と低い品種では、セシウムの根から地上部への移行性に違いがあることが、明らかになり、体内でのセシウムの移動の容易さも子実の放射性セシウム濃度を決定する重要な因子と考えられました。



小麦子実への放射性セシウムの移行係数の品種間差異

バーは最小有意差を示す。



小麦の根から地上部へのセシウムの移行性の品種間差異

\*\*\*、\*\* はそれぞれ 0.1%、1% 水準で有意であることを、ns は有意差なしを示す。

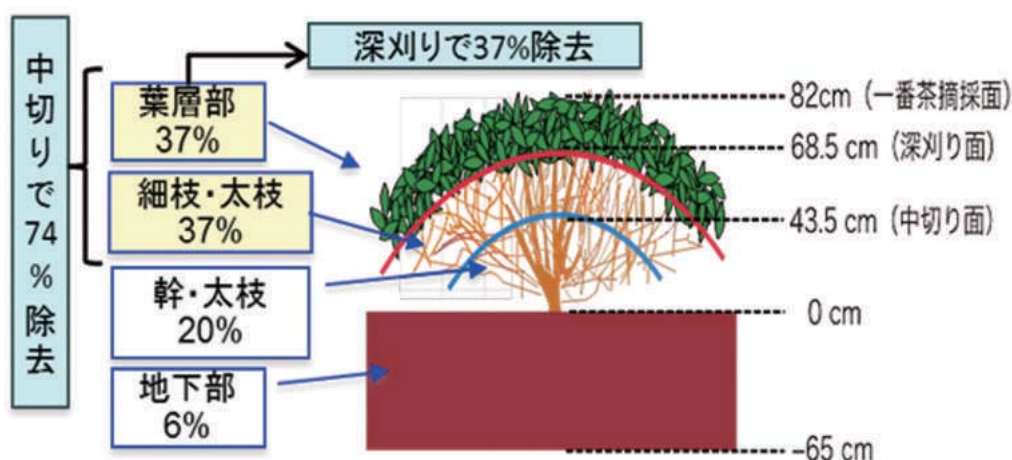


### ③茶における放射性セシウムの移行低減

安定セシウムをトレーサーとして土壌あるいは茶樹の葉面に施用すると、施用から1ヶ月後の新芽へのセシウムの移行量は、葉面散布で多くなり、土壌からはほとんど移行しませんでした。つまり、東京電力福島第一原発の事故により平成23年度の一番茶で検出された放射性セシウム汚染の主な要因は、古葉や枝条から吸収されたものが新芽へ転流したことです。また、平成23年3～5月の放射性セシウムの積算降下量が約1,400Bq/m<sup>2</sup>であった地域の茶園において、一番茶摘採後には、深刈り面より上に37%、中切り面より上に74%の放射性セシウムが存在していました。せん枝処理を行うことにより、それぞれのせん枝面よりも上に存在する放射性セシウムを樹体から取り除くことができます。これらのことから、せん枝処理を茶の放射性セシウム濃度低減技術として提示しました。

農研機構では関係県と協力して茶および茶園土壌における放射性セシウム濃度のモニタリングや移行係数の解明を続けてきました。せん枝により、それ以降の新芽中の放射性セシウム濃度がおよそ半減することが分かり、上記の放射性セシウム濃度低減技術が実証されました。また、この対策は茶産地で広く実施され、平成25年から基準値を超過する茶はなくなりました。土壌中の放射性セシウムは深さ0-5cmの濃度が最も高く、放射性セシウムの大半がこの層に集中しており、細根の多い深さ5cm以下の濃度は低いことが分かりましたが、その後、深さ5cm以下の層で放射性セシウム濃度がわずかに増加する傾向が認められています。移行係数についても継続して調査を進めているところですが、現時点では新芽中の放射性セシウム濃度上昇が心配されるような値は得られていません。

土壌中の放射性セシウムの動態や移行係数、刈り落とした枝葉に含まれる放射性セシウムの動態については今後も見守っていく必要があります。



中切りにより、翌年の一番茶新芽の放射性セシウム濃度が約50%低減します

せん枝による放射性セシウムの除去

#### ④果樹園における放射性セシウムの蓄積と低減対策

原発事故発生年秋冬期の調査から、果樹園に降下した放射性セシウムは、その多くが土壌表面に降下しているものの、樹体にも付着していることが明らかになりました。事故発生時に落葉していた落葉果樹では枝や幹に、葉があったカンキツ類などの常緑果樹では主に葉に付着していました。ほとんどの果樹で放射性セシウムが直接付着した部位の放射性セシウム濃度は、事故後に発生した枝、葉より高く、果実の濃度はこれらの枝や葉より低いことが分かりました。加えて、根の放射性セシウム濃度も低いことも分かりました。

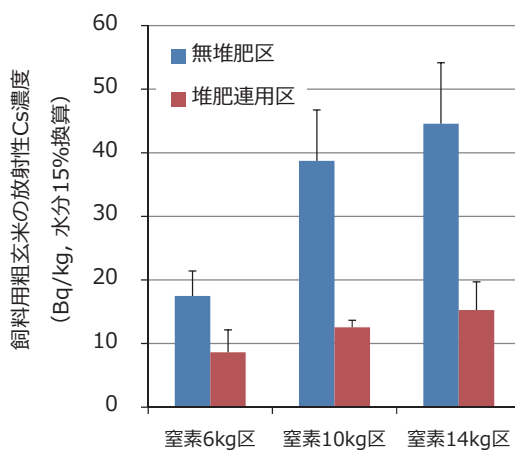
事故後4年間にわたる調査から、田畑のように耕うんされることが少ない果樹園土壌では、地表面の土壌表層に放射性セシウムが蓄積し、放射性セシウムの自然減衰と似た経年減少傾向を示すことが明らかになりました。しかし、果実の濃度は、土壌より速やかに低下しました。また、地表面の土壌を深さ5cm程耕うんすると、深さ5-15cm程度の放射性セシウム濃度が高まることが分かりました。このような場合でも果実の放射性セシウム濃度は、耕うんしない場合と同様、年とともに速やかに低下しました。これらのことから、果実に蓄積された放射性セシウムは、直接付着した枝や葉などの部位から移行したものが多く、汚染土壌から根が吸収して果実へ移行する放射性セシウムの量は、事故後4年間は無視できるほど小さいと考えられました。

さらに果実の放射性セシウム濃度の低減の促進を目指した取組が行われています。福島県では、事故発生年の秋冬期に落葉果樹の主幹や主枝を高圧水で洗浄することにより、翌年以降の果実の放射性セシウム濃度を低減できることを明らかにしました。さらに、放射性セシウムが付着した枝をせん定により大きく除去することで樹体あたりの放射性セシウム保有量を減らし、果実の放射性セシウム濃度をより早く低減できるか、調査を進めています。また、改植に際して、高濃度汚染地域では果実への放射性セシウムの根からの吸収・移行の影響が無視できない可能性があります。改植できる園地土壌の放射性セシウム濃度の目安を示すため、土壌から根が吸収して果実へ移行する放射性セシウム濃度の割合（移行係数）を明らかにしようとしています。

その他、福島県伊達地域特産のあんぼ柿は、加工工程における果実水分の減少により、収穫果実よりも放射性セシウムが数倍濃縮されるため、あんぼ柿の全量検査機によるスクリーニング検査を経て出荷されています。この検査機の精度を検証するために作製した参照試料は、現場で利用されています。また、樹園地土壌の除染や作業者の外部被曝を低減するため、歩行型トラクタをベースとした「果樹園用樹冠下表土剥土機」を開発しました。この機械は、大型機械が利用できない樹冠下土壌を手作業の4倍の作業効率で剥土できることから、果樹園から汚染された土壌を除去する際に利用されることが期待されています。

### ⑤飼料作物・牧草における放射性セシウムの移行低減

主要な単年生飼料作物である飼料用トウモロコシ、飼料用イネ、イタリアンライグラスについて、牛ふん堆肥の連用によってカリウム供給力が高まった土壌では放射性セシウムの移行が少ないことがわかりました。飼料用トウモロコシに堆肥を1作あたり3t/10a程度継続的に施用した場合、施用しない場合に比べ平成23年は約40%、平成24年は約30%移行を抑制しました。また、飼料用トウモロコシ・イタリアンライグラス二毛作栽培体系において、牛ふん堆肥を連用した窒素単肥の栽培試験から、ミネラルバランスを悪化させずに放射性セシウムの移行を抑制できる栽培後土壌の交換性カリ含量は関東東海地域の飼料畑土壌診断基準の上限値である30-50mgK<sub>2</sub>O/100g乾土程度であることを明らかにしました。多収を求める飼料用イネ栽培では水稻の2倍程度の窒素施用が推奨されていますが、土壌中の交換性カリ含量が低い条件では窒素肥料を多用すると放射性セシウム濃度を高める傾向がありました。飼料用イネの放射性セシウム濃度は株元に近いほど高く、刈り取り高さを8cmから16cmに高めると収量減少は5%とわずかで、放射性セシウム濃度は24%も減少させる効果がありました。また、飼料用イネのセシウム吸収は品種間差があり、地上部全体および粗玄米の濃度はインド型品種で高く、日本型品種では「ふくひびき」が低いことが明らかになりました。



#### 飼料用玄米の放射性セシウム濃度に及ぼす堆肥および窒素単肥施用の影響

地上部を収穫、持ち出し、牛ふん堆肥2t/10a施用を2006年から継続した圃場の試験。

暫定許容値の400Bq/kgを超える堆肥であっても、畜産農家が飼料を自給生産する草地・飼料畑に還元することは認められています。堆肥の施用が土壌中の交換性カリ含量を高め、飼料作物の放射性セシウム移行抑制に有効であっても、放射性セシウムを含む堆肥の施用には不安の声がありました。そこで、3,800Bq/kgの放射性セシウムを含む堆肥を7t/10a施用し、飼料用トウモロコシを栽培

したところ、放射性セシウム濃度の上昇は3Bq/kg（水分80%換算）とごくわずかであることを確認しました。

永年生牧草について、海外の報告で有効と言われている草地更新の除染効果を検証しました。草地表面の放射性セシウムを深く埋設させるプラウ耕を用いる完全更新法が草地の空間線量率や新播牧草の放射性セシウム低減に有効であること、プラウ耕が難しい石礫や作土層が浅い草地で実施されるディスク耕による簡易更新も完全更新に比べて効果は劣るものの低減効果があることを確認しました。しかし、平成24年の調査において草地更新を行った草地の8%で牧草の放射性セシウム濃度が暫定許容値である100Bq/kg（水分80%換算）を超えたため、超過要因の調査を関係県と協力して実施しました。100g乾土（0-15cm深）中の交換性カリ含量が20mg以下になると牧草の放射性セシウム濃度は著しく高くなり、暫定許容値を超える割合も多くなりました。一方、30-40mg以上ある場合では、超過する事例があるものの、移行係数は低く抑えられており、草地更新時の交換性カリ含量の目標値は30-40mgK<sub>2</sub>O/100g乾土としました。平成25年の追加調査により、土壌中の交換性カリ含量が高くても超過する原因として、高濃度の放射性セシウムを含むリター・ルートマット塊が土中の浅いところに存在することが明らかになりました。草地の耕うんの状態も牧草の放射性セシウム濃度に影響し、耕深13cmまででは耕深が深いほど、砕土率（2cm以下の土塊の割合）が高いほど低減効果が高くなります。さらに、草地は通常の乗用トラクタで耕うん作業が困難な急傾斜に多く存在し、急傾斜草地の安全な除染法の開発が求められたことから、無線操作で40°までの傾斜地の草刈り作業に利用されているクローラトラクタ（無線傾斜地トラクタ）に装着できるロータリを開発しました。開発したロータリは石礫などの衝撃に強く、砕土・攪拌性能が高く、25°の傾斜地においても等高線作業、上り作業、下り作業とも安定的な作業が可能です。耐久試験を経て市販化され、急傾斜草地の除染作業に用いられています。



開発したロータリを装着した無線傾斜地トラクタによる急傾斜地草地の耕うん作業講習会

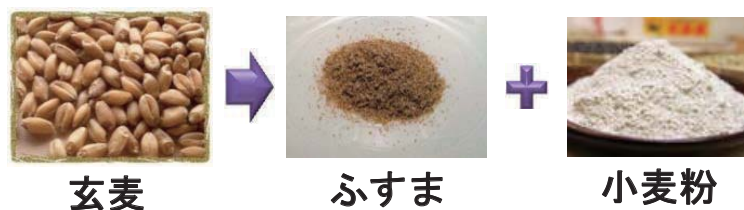


カリウム含量が高い飼料は牛のミネラルバランスを悪化させ、生産性を低下させたり病気や死亡事故を引き起こしたりすることがあります。そのため、草地のカリ施肥は抑制され、無施肥管理や窒素のみを施用する粗放的な管理を行う事例がよく見られます。除染として草地更新を行った採草地で、土壤中の交換性カリ含量低下による牧草の放射性セシウム濃度の上昇が懸念されたことから、除染を行った草地で施肥管理試験を継続しました。窒素単肥を行った草地の牧草は、草地の標準的な施肥（N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O 各 5kg/10a を年 3 回施用）に比べ高い放射性セシウム濃度となり、更新 3 年目に暫定許容値を超過することを認め、草地更新後もカリ施肥継続の重要性を示しました。これらの成果は農林水産省から出された「牧草地における放射性物質移行低減対策の手引き」に引用され、影響を受けた地域で活用されています。しかし、適正なカリ施肥量や耕起困難地の除染などの課題が残されており、現在取り組んでいるところです。

### (7) 農産物の加工・調理工程における放射性セシウムの動態

国内農産物に関する加工・調理過程での放射性セシウムの詳細な動態解析を行い、リスク評価・管理のための信頼できる科学データや、消費者への適切な調理法の提供ならびに食品製造でのリスク低減のための情報を提供しています。

小麦と大麦の玄麦から製粉工程において、小麦におけるふすまの加工係数（玄麦に対するふすまの放射性セシウム濃度）の平均値は 2.30、小麦粉の加工係数の平均値は 0.29、大麦における麦ぬかの加工係数の平均値は 2.20、精麦の加工係数の平均値は 0.57 でした。また、この工程で放射性セシウム量の分配としてみた場合、小麦におけるふすまへの分配は 0.80、小麦粉には 0.20 が分配されました。国産小麦の主要な用途としては、うどん等の麺類があります。小麦粉 100 に水 31 を加えてうどん生麺を製造すると、うどん生麺の加工係数は、濃度は水の追加による濃度の希釈が起こるため、おおよそ 0.7 となります。うどんをゆで調理すると、生麺に含まれる放射性セシウムは、ゆで湯へ 0.62-0.70、すすぎ水へ 0.02-0.08 が除去され、ゆで麺の加工係数は 0.04-0.06 と元の生麺より大きく放射性セシウム濃度が低下します。



<b>分配割合</b>	<b>1.0</b>	<b>0.8</b>	<b>0.2</b>
-------------	------------	------------	------------

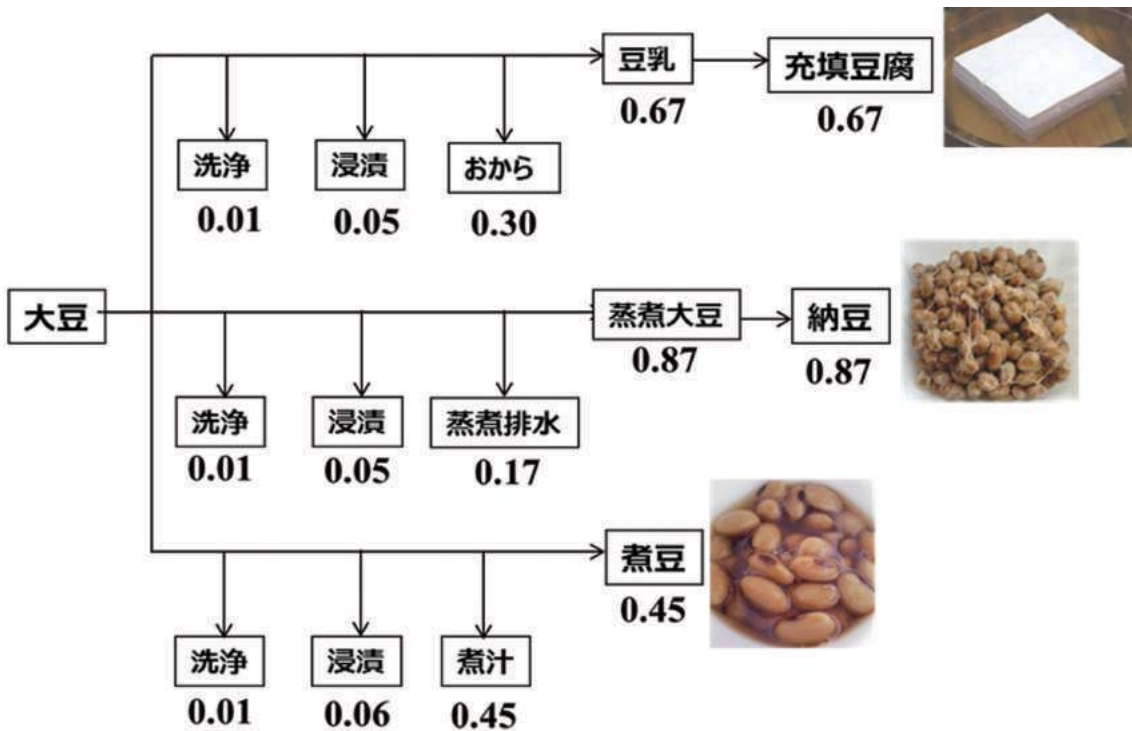
小麦製粉加工におけるふすまと小麦粉への放射性セシウムの分配



分配割合	1.0	1.0	0.62~0.70	0.02~0.08	0.12~0.20
------	-----	-----	-----------	-----------	-----------

うどん調理工程での放射性セシウムの分配

また国産大豆の主要な用途としては、豆腐や納豆、煮豆があります。乾燥大豆を加工・調理する場合は、最初に行う洗浄・浸漬処理において、大豆に含まれる放射性セシウムの0.06-0.07が洗浄水や浸漬水に除去されます。さらに浸漬した大豆から豆腐への加工工程においては、おからとして0.30、納豆の蒸煮排水として0.17、煮豆調理では煮汁として0.45の放射性セシウムが加工・調理品から除去されます。放射性セシウム濃度に注目すると、原料大豆からの加工係数として、豆腐0.12、納豆0.40、煮豆0.20となりました。つまり、原料大豆の放射性セシウム濃度が基準値以下であれば、豆腐、納豆、煮豆の安全性は確保されます。



豆腐・納豆・煮豆の加工・調理工程での放射性セシウムの分配

### 3. 食料生産基盤としての東北の再生に向けた農業技術の課題と展望

東日本大震災による甚大な農業被害を受けた東北地方は、農業が基幹産業の一つであり、地域の雇用や暮らしなどの面で大きな役割を果たしています。また、我が国の農業生産にとっても重要な地域であり、その復興は我が国の食料の安定供給を確保するためにも極めて重要です。このため、政府においては、その復興は日本全国のモデルとなるような取組みを進め、「東北を新たな食糧供給基地として復興」することとされました。その復興に向けては、高付加価値化、低コスト化、農業経営の多角化を組み合わせ、地域の特性に応じた将来像を描いて進めることとされました。

農研機構は、東日本大震災の被災直後から刊行した「農業の震災復興に向けた提言」の第1版（平成23年12月（平成24年10月一部改訂）、第2版（平成25年4月）などにおいて、復興で目指す地域農業の姿の参考となるよう、水田農業、施設園芸、6次産業化、畜産を組み込んだ地域複合型農業などのモデル的な農業像を提案、提示してきました。また、この具体的内容は、農林水産省が平成24年度（一部平成23年度）から実施している「食料生産地域再生のための先端技術展開事業」において、被災現地での実証研究として取り組んでいます。

農林水産省のこの事業は、被災地を新たな食料生産地域としてより一層早期に復興させるため、岩手県、宮城県及び福島県の被災主要3県において先端的な農林水産技術を実際の経営に導入し、生産コストの半減または収益を倍増させるための大規模実証研究を行うもので、平成24年度（一部平成23年度）から最長で平成29年度までを事業実施期間として実施しています。農研機構は、この事業の開始に先立ち実施された技術提案会等において、「農業の震災復興に向けた提言」などで示した先端実証技術によるモデル農業像に関係する多くの提案を行い、農業分野の網羅型の12研究課題において代表研究機関として参画するなどして実証研究に取り組んでいます。そこで得られた技術実証の成果は、成果発表会や3県のそれぞれに設置されている開放研究室（オープンラボ）での展示などを通じて情報発信を行い、地域農業の復興に向けた取組みを支援しています。

以下、これまで農研機構が提案してきたモデル的な農業像と、先端技術の大規模実証研究における取組みの概要を紹介します。さらに、放射性物質汚染地域における営農再開に向けて課題となっている農地保全技術や鳥獣害防止技術などの実証研究への取組みを紹介します。なお、これらのモデル的な農業像の個別技術や実証研究で取り組んでいる先端的技術は、「Ⅱ 農業復興のための先進的農業技術」で具体的に紹介しています。

#### （1）水田高度利用農業

東日本大震災では東北から関東の太平洋沿岸6県において2万ヘクタールを超える水田で流出・冠水の被害を受けました。被災地ではがれき処理や除塩な



どによる復旧を進めるとともに、復旧から先の復興を見据えた大区画化などの区画整備に取り組んでいます。また、水稲だけではなく、大豆、麦や露地野菜などの安定生産が可能となるよう地下水水位制御システムの整備など水田の汎用化への取組みも進められています。このような地域では、担い手に農地を集積し、大区画化・汎用化に対応した収益性の高い水田農業の展開が求められています。農研機構は、これまで公表した「農業の震災復興に向けた提言」において、このような水田高度利用農業として、大規模、大区画圃場に対応した稲—麦—大豆作の水田輪作と収益性確保につながる露地野菜作を組み合わせたモデルを提案してきました。

そして具体的には「食料生産地域再生のための先端技術展開事業」で、平成24年度から宮城県沿岸の水田地域において、プラウ耕乾田直播や鉄コーティング湛水直播、大豆の狭畦密植無培土無中耕栽培などの新技術を大区画水田に導入し、稲—麦—大豆作の水田輪作において、安定的に高収量を確保する低コスト大規模水田農業の実証研究に取り組んでいます。また、ICT（情報通信技術）を用いて、大規模水田農業における栽培管理、経営管理を支援する技術を開発して現地での実証を行っています。

さらに、経営規模の拡大に伴い補充した労働力の年間平準化を可能とし、経営全体の収益性の向上を目的として、需要が高い加工・業務用野菜の周年栽培など、地域の新たな露地野菜作の導入実証に取り組んでいます。現地では、耐塩性の強いアスパラガスの安定生産、キャベツ作の機械化体系の実証研究を進めています。

このほか、岩手県の太平洋沿岸地域では水田の大区画化は現実的でないことから、中小区画水田における収益性の向上を目指して、有色素米、低アミロース米、大豆、ソバ等の安定生産の実現と加工品開発による新たな需要創出などの実証研究に取り組んでいます。

## （2）高生産性施設園芸

東北地方の被災地の沿岸部は、夏期は冷涼で、冬期は温暖で日射量も多い気象条件にあり、高生産性・高収益を目指す園芸生産に適しています。特に、宮城県南部の津波被災地である亘理町及び山元町は被災以前はイチゴの主要産地として施設園芸への取組みが盛んでした。農研機構は、これまで公表した「農業の震災復興に向けた提言」において、施設園芸の早期の復旧・復興のために取り組むべき技術として養液栽培の導入を提案し、将来の大規模施設園芸への発展に向けて、高軒高ハウス、各種作業の自動化、省エネルギー・自然エネルギーの利用等が重要な技術となることを提示してきました。

このような高生産性施設園芸の具体的な取組みのモデルとして、「食料生産地域再生のための先端技術展開事業」で、平成23年度に宮城県山元町に建設された大規模施設園芸実証研究施設（太陽光利用型植物工場）において、イチゴとトマト等の先進的栽培システムを導入した50-150a程度の規模の大きな施

設園芸に対応した技術の実証研究に取り組んでいます。イチゴでは高設ベンチ養液栽培と高度環境制御を、トマトでは作業の年間平準化と高品質化が容易な低段栽培（3段摘心栽培）を前提として、技術の体系化を進めています。

今後の技術開発研究では、高機能な環境制御・情報利用システムおよび作業自動化システムの低コスト化が重要な課題になります。わが国のイチゴ生産では環境制御の効率的な運用技術が発達していません。ハードウェアの低コスト実用化とあわせて、高機能なソフトウェアの構築も必須になります。提言の初版において、規格が公開されて各メーカーの機器・ソフトウェアに互換性のあるユビキタス環境制御システム（UECS）を紹介しました。UECSの実用化の必要性は高まっていることから、大規模施設園芸実証研究施設では、UECSの低コスト化と高機能化を進めています。また、作業自動化システムも実用化していませんが、先端プロではイチゴやトマトの移動コンテナ式栽培システム、ロボット収穫・調整システムの構築にも取り組んでいます。さらに、大型施設では、労力とコストの両面から、化学農薬の散布は極力削減すべきで、天敵等を利用した総合的病害虫管理（IPM）技術の確立が重要になります。

### （3）減災・防災

東日本大震災を契機に災害対策法制が見直され、災害対策に当たってはハード・ソフトの様々な技術により被害を最小化する“減災”という考え方が定着しました。また、従来の制度に則ると、被災した施設は被災前と同等の機能をもつように再建することが基本（原形復旧、効用回復）でしたが、大規模に被災した地域が早期に活力を取り戻し復興できるように、従前の施設機能を上回る整備方針が認められました。

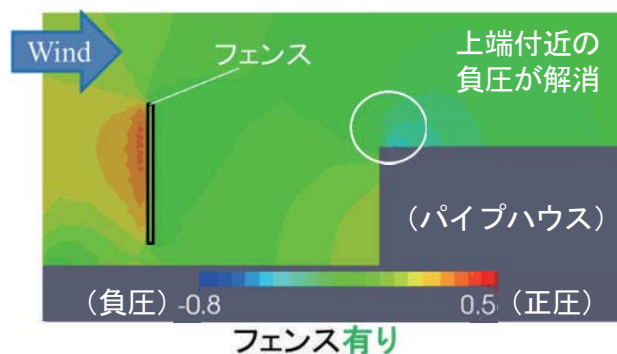
このような中で、国、県、市町村が事業主体となり、様々な復旧・復興事業が優先順位を付けられて同時並行的に進められました。それを時間軸で捉えると、復旧・復興の進捗に応じて必要とされる技術ニーズは変化していきました。そのような被災現場の復旧・復興支援になるように、宮城県において、以下のような食料生産地域再生のための先端技術展開事業「減災・防災システムの開発・実証研究（平成24～27年度）」が実施されました。

防潮堤の再建事業が国主体で実施される中、より粘り強く、より施工性に優れ、より経済的な技術に対する必要性が認められたため、水理模型実験や試験施工を通じて新しい工法を開発しました。それが東北農政局の新技术導入推進事業として認定され、防潮堤の取付区間80m（鳥の海工区）において適用されました。



防潮堤工事で採用された粘り強い盛土工法

大津波によって防潮堤や排水機場が破壊され、防潮林が消失したため、防潮堤の増強と防潮林の再生事業に加え、減災対策として新たに2線堤の建設事業が実施されています。これら個々の対策とその組合せが地域防災力の向上にどのように貢献するかについては津波浸水解析により、排水機場の減災対策については水理模型実験により、パイプハウスを強風から守るネットフェンスの設置効果と沿岸域の風食対策については風環境影響解析により、それぞれ科学的な裏付けデータを提供しました。



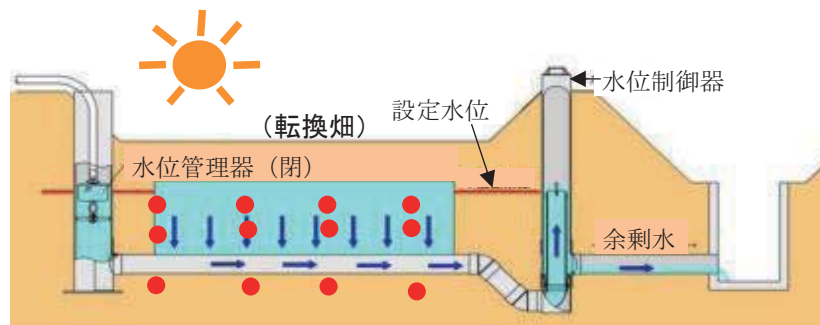
パイプハウス桁行方向の風圧係数分布

大地震の影響を受けて沿岸域の農地は地盤沈下し、従前よりも河川や地下水を伝って海水が内陸部深くまで浸入する事態が発生したため、用排水と地下水の塩分観測や地下水動態解析を行いました。その状況を踏まえ、河川の取水口や揚水ポンプから高濃度の塩水が灌漑用水に混入しないように、塩分濃度データを農業施設管理者に定期的に知らせる監視システムを開発し各所に配備したり、地下深層の塩水くさびの浸入を抑制する土地利用方法や、浅層地下水から真水を分離して取水できる二重揚水技術の活用を提案したりしました。



塩分濃度監視システム

津波を受けた農地は除塩作業の後、宮城県では農業復興を図るために農地の大区画化に加え、除塩で下層に一旦移動した塩分が夏の干天期に浮上することを抑えて転換畑の安定増収を図り、また乾田直播導入が可能となるように、実証試験を踏まえ地下水水位制御システム (FOEAS) が大規模に導入されます。一方、短期間に実施される農地復旧事業は、その後の一時利用地指定や換地業務の集中化と賦課金徴収業務の複雑化を生むと予想されたため、これら業務の効率化を図ることを目的に、GIS を活用した実用的な農地管理システム (VIMS) を開発し W 土地改良区に試験導入しました。



FOEAS 有り (●は塩分)

農地下層塩分の再浮上抑制対策

震災後の農業組織再編や営農再開は、“地域資源の保全活動”や“圃場整備事業”等の農村振興に関わる制度を導入した経験をもち、その関係機関と平素から連携が密な地域では、外部支援を受け入れる態勢づくり(合意形成)が早く、復興への歩みも早いという傾向が認められました。

以上のように、地域防災力を向上させるためには新しい技術の導入や各種技術の効果的な組合せが必要です。ただし、社会的インフラの復旧・復興は公共事業を通じて実施されるため、そこで新技術が採用されるためには公共組織の意思決定者たちから賛同と支持を得る手続き(審査)が必要でした。すなわち、提案する新技術が優れた機能を具備していたとしても、震災前の技術や復旧現



場で現に適用されている技術よりも効果的、効率的、経済的であることを証明することが求められました。このような手続きの必要性は理解しつつも、被災地は一刻も早い復旧・復興を望んでいることから、新技術を迅速に現場適用できるように、新技術の性能が予め審査されて使用許可登録されているような公的な仕組みの整備が喫急の課題です。その一方で、被災地の自立再生の道筋に寄り添い、そのプロセスを学びながら技術支援を継続し、新技術の質を磨いていくことが、近い将来に発生するとされている東海、東南海等の巨大地震に対する大きな備えになるでしょう。

#### (4) 新品種を核とした6次産業化

被災地農業の復興に際しては、特に、三陸沿岸地域や中山間地域などの平坦部の少ない被災地域においては、農業生産における生産性の向上に加え、農産物の加工販売や食品流通業者との連携による販売先の多様化など、6次産業化による高収益農業の実現が重要です。農研機構は、これまで公表した「農業の震災復興に向けた提言」において、良渋皮剥皮性で高付加価値化が可能なニホングリ「ぼろたん」や、大粒で高品質なブドウ「シャインマスカット」、健康機能性成分を含んだ「夕やけもち（高ポリフェノール米）」など新品種の導入、アクアガスを利用した高品質加熱処理技術などの1次加工技術の活用、高付加価値化につながる包装・流通技術などを提示してきました。

これらの先進的技術は、関係する県の公設試験場などとも連携し、「食料生産地域再生のための先端技術展開事業」の宮城県の津波被災地における複数の課題の中で取り上げられて、現地での実証研究を進めています。具体的には、ぼろたんやシャインマスカットの導入、野菜類の機能性の評価、果実の海外への携行輸出用容器の開発、アクアガス処理による高品質農産物加工などに取り組んでいます。

新品種を導入した6次産業化を進めていく上では、加工原料となる農産物を安定的に供給できる生産体制の構築が必要です。新品種は、農業者には生産実績がなく、技術的な蓄積がありません。また、元々果樹作が多くない地域で加工原料として新しい果樹を生産していくとしても新規にそのような永年作物の栽培を開始することは困難であり、その場合には、既にある経営の副次部門としてそれら新規作物や加工部門を導入していくことも有効です。

さらに、6次産業化を進める上では、加工業者や販売業者など様々な組織がコンソーシアムを形成して、その有機的な連携を通して新しい商品を生み出し、販路を形成していく必要があります。特に、加工原料の供給は一つの経営では困難となる場合も多いと思われることから、複数の経営が連携し、原料としてのロットの確保や、それらを周年供給できる体制を築いていくことが求められます。また、そのような6次産業化を進める上では、法人化を進め、雇用型の経営として展開しながら経営内に加工販売部門の担当者を確保するといった体制を構築することも有効です。

## (5) 畜産を組み込んだ地域複合型農業

東北地方においては、畜産農家の多くは内陸部にあり、東日本大震災では地震や津波の直接的な被害は大きくなかったものの、飼料配合工場の被災による飼料供給不足や、原子力発電所の事故による放射能の影響を受けて、放牧の中止や自給飼料の確保に支障が生ずるなどにより、家畜の飼養農家戸数は福島県を中心に大幅に減少しました。このため、復興に際しては、畜産経営の持続性を高めるための国内産飼料の安定供給が重要です。農研機構は、これまで公表した「農業の震災復興に向けた提言」において、草地更新や栽培管理による放射能リスクを低減しつつ、国産飼料基盤として休耕田や耕作放棄地の活用を促進していくためのコントラクターやTMR（完全混合飼料）センター等による飼料安定生産技術や、堆肥等の生産・供給を通じた耕畜連携を推進する技術など、畜産を組み込んだ地域複合型農業の展開のための技術を提案してきました。

コントラクター向けの技術として、地域の気象データや品種の早晩性を基に効率的な作付計画策定を支援するソフトの開発が進められています。飼料用トウモロコシでは、寒地向けの早生品種の開発、国産の濃厚飼料源となる穀実を利用するイアコーン、作業期間を短縮できる高速播種機、不耕起播種技術等が開発され、二期作や二毛作を含めた今後の作付け拡大に役立ちます。また、生産履歴も畜産農家にとって重要な情報であり、生産履歴を簡便に取得し閲覧できるシステムの開発が進められています。さらに、高品質な堆肥生産を行いながら熱や肥料成分を回収可能な吸引通気式堆肥処理システムや肥料成分を調整した取り扱いの容易な成形堆肥などの技術も開発されています。これらの技術ではより一層のコスト低減が課題であり、コントラクター等でスケールメリットを活かすことが肝要です。

飼料の生産供給を担うTMRセンター向け技術として、牛用飼料では発酵TMRが開発され、発酵させることで一定期間の貯蔵が可能になり、夏季の変敗を抑えるなどの多くのメリットがあります。また、豚用には発酵リキッドフィード（液状飼料）が開発されています。どちらもこれまで利用が難しかった水分の多いエコフィード（規格外農産物や食品残渣など）も飼料として有効利用できます。低温期の発酵促進が課題ですが、低温でも活性の高い乳酸菌の候補が探索されています。

さらに、地域特産の飼料資源を利用し、多くの畜産農家が一定規格の飼料を家畜に給与することが可能になるので、地域ブランドの確立も期待されます。飼料イネではビタミンE含量が高く脂質の酸化や肉の変色を抑制される牛肉、飼料米では黄色味の薄い鶏卵やオレイン酸含量の高い鶏肉や豚肉といった特徴ある畜産物生産技術が開発されています。今後は、畜産農家の技術力に差があっても一定の畜産物生産ができるように技術の安定性を高めていきます。このようにコントラクターやTMRセンターなどを核にすることで畜産を組み込んだ地域複合型農業が創出できます。

「食料生産地域再生のための先端技術展開事業」では、福島県において、放

放射性セシウムの飼料作物への移行抑制技術や、高品質堆肥の省力生産と堆肥発酵熱のエネルギー有効利用を可能とする吸引通気方式の自動堆肥化システムの導入実証などに取り組んでいます。

#### (6) 食用農産物生産以外の耕地利用

東日本大震災の被災地の中でも原発事故被災地では、放射能汚染によって通常の農業の再開が一層困難になります。除染の対象となっている市町村数は、国直轄除染の対象となっている市町村が福島県内で11、汚染状況重点調査地域として指定を受けている市町村が福島県も含めて8県で104(当初指定市町村数。国直轄除染対象の市町村との重複あり。)と、原発事故被災地福島県を中心に広い範囲に及んでいます。こうした地域では、放射性物質の汚染状況に応じた適切な除染対策を進め、被災前の営農復旧を目指すだけでなく、放射能被害に対応した新たな耕地利用の可能性を示すことが重要です。農研機構は、これまで公表した「農業の震災復興に向けた提言」において、食用農産物生産以外の耕地利用として花きの生産や未利用資源活用などによるエネルギー生産型農業を提示してきました。

花きの生産に関しては、被災前から福島県で生産されてきたトルコギキョウについて、閉鎖系育苗システムによる高品質苗の育成、水耕栽培やCO<sub>2</sub>施用による生育促進、LED等による開花調節およびヒートポンプ等の技術を導入することによって、高品質な切り花の年間3回収穫が可能になります。また、品質保持剤の効果的な処理及び湿式輸送等を組み合わせることにより、夏でも日持ち保証が可能な切り花品質保持・流通技術を体系化すれば、様々な需要に対応した品質を確保しつつ効率的に生産できるため、高収益生産が可能になります。さらに、夏秋コギクについても、日長反応性の高い品種を選定し、電照栽培を行うことにより、同一品種による7～9月連続出荷が可能になります。さらにこの技術を核として、苗生産の分業化や選花機の導入を組み合わせれば、出荷調整の省力化などの効率的生産システムを構築できます。「食料生産地域再生のための先端技術展開事業」では、福島県いわき市などにおいて、これらの技術の実証研究に取り組んでいます。

エネルギー生産型農業に関しては、資源作物を栽培し、放射性物質が外部に出ない管理型発電によるエネルギー生産を行えば、除染と併せて農地や雇用を維持するための対策になります。エリアンサスや改良型ススキ品種は多年生で省力栽培が可能であり、農地維持のための低コスト土地管理技術として有効と考えられます。資源作物の草種選定、品種開発および低コスト栽培技術の開発が進んでおり、これらを汚染地域の条件に合わせて体系化することで、エネルギー資源作物による原料生産のモデルを提案できます。「食料生産地域再生のための先端技術展開事業」では、福島県川俣町において、関係者と共同で、地域の未利用バイオマス資源を活用した乾式メタン発酵や固形燃料化によるエネルギー生産とその発酵残さ等の農地還元利用などを行うエネルギー・資源循環



システムの実証研究に取り組んでいます。

### (7) 原子力発電所事故の被災地における営農再開に向けた取組み

避難準備区域に設定されていた農地では農地除染が行われ、順次営農再開に向けての取組みが進められています。福島県による実証栽培試験を経て営農再開が認められる手順となっていますが、居住制限解除と必ずしも同調していないほかにも、解除されても多くの住民が帰還をしていない現状があります。そのため、営農再開までの農地の保全管理をいかに省力的に行うのか、また営農再開した地域においては継続的に基準値超えを起こさないための技術開発が求められています。

農地除染において表土剥ぎ取りを行った農地においては農家の希望に応じて客土が行われていますが、十分な土壌の確保が困難であることから近隣の山土が利用されています。その肥沃度は極めて低いことが多く、そのため客土後の農地の生産性の低下が危惧されています。中通りのように土壌が厚い農地においては、耕うんすることにより下層の土壌と混和されることで肥沃度が回復しますが、地点によっては若干の収量低下が観察されることから肥料や堆肥などによる肥沃度の改善が求められています。一方、現在除染が進んでいる浜通りでは耕作土が比較的薄く、砂質な土壌が多いため、除染後の肥沃度の向上にはより注力する必要があります。また、水田においては特に雑草の管理の問題があります。水路の管理が困難なため水を張って抑草することが困難であり、放置することにより多年生の深根性の草木が侵入することが問題となってきています。そのため、除染後に直ちに営農再開ができない場合でも省力的に農地の管理を継続する必要があります。さらに畑や法面では斜度がある場合には雑草の問題の他に土壌流亡の問題が発生しています。このような地点では牧草等の播種により植生を除染直後から回復することが求められています。除染終了の時期が一定ではないために播種適期に除染が終了することは少ないと言えます。そのため新たな草種のスクリーニングや、草種の管理方法などの技術開発を進めています。



客土後の降雨により土壌流亡を起こした  
除染後の農地



また、営農再開をした地域において従来は大きな問題とはなっていなかった獣害の問題が顕在化しています。特にイノシシの被害は甚大であり、一夜にして圃場が壊滅状態になることもあります。イノシシは震災の時期に東北地方へ侵入が始まったタイミングと一致していたため、人的活動が無くなった時期に一気に生息域を拡大したことが問題の本質であると考えられます。その意味では特に西日本を中心に問題となっていた過疎地域での問題と同質であり、同じ対策を講じることが肝要と言えます。現地への啓蒙活動に積極的に取り組んでいます。



避難区域で観察されたイノシシ親子

また、営農再開は除染（移行低減を含む）後に行われますが、除染によって完全に放射性セシウムは除去されていません。そのため、営農に当たっては特に土壌の交換性カリ含有率を適切に把握しながら栽培を行う必要があります。しかしながら、当初行われていた画一的な施肥前のカリウム投入はコストや労力から速やかに適正化させる必要があります。そのためにはそれぞれの土壌条件（放射性セシウム濃度、カリ供給能、栽培管理体系など）に応じた移行低減対策の精緻化が求められています。新たな土壌のカリ供給能の測定法などの開発や、現地における移行低減対策の効果の継続性に関する試験を県と協力して進めているところです。水田のみならず畑作・飼料作においても同様に土壌の交換性カリ含有率を維持することが肝要であることから、この点に関しては普及組織とも連携して生産者への周知を進めています。その一方で、営農再開に向けては住民の帰還の問題も関連しているため単純な技術の押し付けでは解決には繋がらず、行政も巻き込みながら最適な方策を導入する必要があります。生産者からは本来の農業体系に戻すこと的前提として小規模の畜産の再開も求められており、そのためには畦畔草などの利活用が必要となります。これらに関する対策技術の開発も急ぎ取り組みを開始しているところです。

## 4. 情報の発信や共有化に向けた取組

### (1) 4つの農業関係国立研究開発法人による研究成果等の情報発信の取組

被災地の復旧・復興に関し国民・関係者との間で情報共有を図り、連携・協力して被災地支援にあたることや、原発事故に伴うわが国で未経験な分野での科学的知見の提供等を迅速に行うことは、未曾有の災害と向き合い速やかな復興を進める上で欠かせません。

農研機構、農業生物資源研究所、農業環境技術研究所及び国際農林水産業研究センターの4つの国立研究開発法人は、農業・農村関係の幅広い分野の技術開発を担い、関連する専門的な人材を抱える研究機関の特徴を活かし、政府機関のほか、国内外の研究機関、大学、都道府県や市町村などと連携・協力し、研究開発を推進するとともに、復旧・復興に利用可能なこれまでの研究成果を生産現場や地域に伝えるためのシンポジウムや技術相談会などのイベント、インターネットなどを活用した被災地以外の地域とも広く情報を共有するための取組を行ってきました。

これらの具体的な取組は、「被災地に向けた情報発信」と「一般消費者や生産者に向けた情報発信」に区分して、それぞれ時系列に整理しました。

## 被災地に向けた情報発信（1）

年・月	発 信 内 容
平成23年	地震による被害の点検が必要なため池についての抽出結果を農村振興局防災課に提供（11日、農工研）
3月	放射性セシウム等の環境中挙動に関する過去の研究論文（PDF）をウェブ公開（16日、農環研） 野菜の放射性ヨウ素およびセシウムの分析値の公表（農環研、各県のホームページ）
4月	IAEA報告「チェルノブイリ事故による環境影響とその修復：20年の経験」をウェブで紹介（1日、農環研） 東日本大震災復興支援農工研特設サイト開設（6日、農工研） 「稲の作付に関する考え方」（8日、原子力災害対策本部、農環研意見聴取） 「水稲の晩植栽培における技術的留意点」と関連リンク集を掲載した農業技術情報サイト開設（14日、作物研） 原子力発電所事故等による土壌・農作物の放射能汚染に関する情報ポータル開設（26日、農環研） 「水稲の移植晩限 東日本大震災への対応」ホームページ掲載（28日、中央研・農環研） 農地土壌の放射性セシウムの分析値の公表（農環研、各県のホームページ）
5月	地震による被害の点検が必要なため池についての抽出結果を農村振興局防災課に提供（11日、農工研） 東日本大震災における農地・農業用施設等の技術支援報告会（31日、農工研、於：東京都 東京大学弥生講堂）
6月	お知らせ「福島県飯館村現地ほ場における表土除去試験-（農地土壌の除染技術開発に関する実証試験）のお知らせ-」（10日プレスリリース、13日試験実施、中央研） 「仙台市津波被害水田における試験栽培イネの田植え」（15日田植え実施、16日朝日新聞ほか1紙掲載、TV・ラジオ報道各1件ずつ、作物研） 農地からの除塩に関する技術検討会（24日、農工研、於：仙台市） 福島県川俣町現地ほ場における土壌浄化作物の現地栽培試験（29日播種）のお知らせ（27日プレスリリース、作物研、30日日経ほか4紙掲載） 「リンゴペクチンでセシウム排泄」に関する論文を福島県、農林水産省へ紹介（果樹研）
7月	日本土壌肥科学会緊急シンポジウム「東日本大震災の土壌および作物への影響と今後の課題」（7日、東北研、主催：日本土壌肥科学会、於：盛岡市） 東北農業試験研究推進会議基盤技術推進部会農業経営研究会「大規模な農業災害への対応と農業・農村復興の課題」（27日、東北研、於：盛岡市 東北研） 東北農業試験研究推進会議野菜花き推進部会野菜研究会「震災後の野菜生産の方向を考える -自然エネルギー利用、省エネルギー対策、作物への放射能の影響-」（28-29日、東北研、於：弘前市）
8月	農業農村工学会シンポジウム-東日本大震災の津波による農地塩害と取組方向-において講演「水田における今後の除塩について」（8日、農工研、主催：農業農村工学会、於：仙台市 宮城県管工事会館） 平成23年度東北農業試験研究推進会議作業技術研究会「震災復興を視野に入れた東北地域の水田農業の技術開発」（18-19日、東北研、於：北上市 岩手県農業研究センター） 小麦から小麦粉、ふすま等へ、及び大麦から精麦、麦ぬかへの放射性セシウムの移行についての調査結果を農林水産省に報告（19日、食総研） 「現在の空間線量率を予測する考え方について」（24日、原子力災害対策本部、農環研情報提供） 仙台市若林区で行った「イネ耐塩性試験」のNHKニュース放映（25日、作物研） プレスリリース「農地土壌の放射性物質濃度分布図の作成について」（30日、農林水産省、農環研情報提供） 水文・水資源学会において講演（31日、農工研、主催：水文・水資源学会、於：京都府宇治市 京都大学） 平成23年度日本地すべり学会第50回研究発表会において講演（31日、農工研、主催：日本地すべり学会、於：静岡市）
9月	東北農業研究センター一般公開「いま、東北農研ができること、これからの東北農業」農業に関わる復興支援について展示、講演（3日、東北研、於：盛岡市 東北研）
11月	2011年実践総合農学会第6回地方大会にて基調講演「放射能汚染と風評被害」（5日、食総研、主催：実践総合農学会、於：福島県鮫川村公民館）
12月	アグリビジネス創出フェア「東日本大震災からの復旧・復興に向けた農業技術の活用-東北から日本をかえる新しい技術シーズの活用-」（1日、東北研、主催：農林水産省、於：千葉市 幕張メッセ） 東日本大震災の復旧・復興支援のための技術講習会・技術相談会（6日、農工研・東北研、於：盛岡市） 「大震災からの農業・農村の復興に関する技術シンポジウム」（7日、主催：農研機構・東北大学、於：東北大学） 施設栽培技術の情報交換会第1回「イチゴの高設栽培の特長と新技術」（12日、野茶研、於：東京都 日本教育会館） 資料：暫定規制値を超過した放射性セシウムを含む米が生産された要因の解析（中間報告）公表（25日、協力機関：農環研）
平成24年	プレスリリース「福島県飯館村の畑圃場で栽培されたヒマワリからの搾油とバイオディーゼル燃料の製造試験の結果」（24日、中央研）
1月	福島県桑折町教育委員会講演会にて講演「放射能と食品安全-風評被害を防止する-」（28日、食総研、主催：桑折町、於：JA伊達みらい桑折総合支店）

## 被災地に向けた情報発信（２）

年・月	発 信 内 容
2月	施設栽培技術の情報交換会第2回「イチゴの高設栽培の基礎と実際」（4日、野茶研、於：宮城県亘理町）
	プレスリリース「平成23年度 除染技術実証試験事業-「放射性物質を含む汚染土壌等からの乾式セシウム除去技術の開発」について（お知らせ）-」（22日、中央研・国際農研・太平洋セメント（株）・日揮（株）・東京電力（株））
	東日本大震災復旧対策にかかる津波模型公開実験（22-23日、農工研、於：つくば市 農工研）
	プレスリリース「玄米の放射性セシウム低減のためのカリ施用」（24日、中央研）
3月	プレスリリース「農地土壌の放射性物質濃度分布図」の作成について（23日、農林水産省・農環研）
	開発した農地土壌の除染技術が「農地土壌の放射性物質除去技術手引き第1版（農林水産技術事務局）」に掲載（農研機構・農環研）
4月	農研機構ホームページ「東日本大震災への対応」サイト更新（農研機構）
	総説「土壌-植物系における放射性セシウムの挙動とその変動要因」（PDF）をウェブ公開（17日、農環研）
6月	宮城県とパートナーシップ協定締結（13日、農工研、於：仙台市）
	粘り強い防潮堤に関する津波模型公開実験（29日、農工研、於：つくば市 農工研）
7月	東北農業試験研究推進会議生産環境推進部会土壌肥料研究会「土壌中のリン酸・カリの過剰蓄積および東日本大震災に対応した試験研究の現状と課題」（5-6日、東北研、於：青森県黒石市 地方独立行政法人青森県産業技術センター 農林総合研究所）
	宮城県職員来所、復旧・復興技術の説明対応（6日、農工研）
	東日本大震災の復旧復興のための技術相談会（11日、農工研、於：石巻市）
	農地等の物理的除染の研究成果および技術に関する検討会（11日、農工研、於：福島市）
	飯舘村農地除染セミナーにてトラクターを使った農地の除染法を紹介（19日、生研セ・中央研、於：福島県 飯舘村）
	東北地域農林水産・食品ハイテク研究会講演会「被災地での復旧・復興の取り組みについて-東北農業研究センターの取り組みを中心として-」（24日、東北研、於：ホテル法華クラブ仙台）
	プレスリリース「農地、森林での放射性セシウムの挙動に関する農環研のレビューに高い関心」（26日、農環研）
	東北農業試験研究推進会議農業生産基盤推進部会農業経営研究会「震災後の農業・農村復興の取り組み状況とその担い手像」（27日、東北研、於：盛岡市 東北研）
宮城県議員団来所、復旧・復興技術の説明対応（30日、農工研）	
8月	東日本大震災の復旧復興のための実用新技術説明会及び技術相談会（9日、農工研、於：仙台市）
	先端プロ「大規模施設園芸技術の実証研究」開所式・小セミナー（28日、野茶研、於：宮城県山元町 大規模施設園芸実証研究施設）
	東北農業試験研究推進会議農業生産基盤推進部会作業技術研究会「被災地の復旧状況と復興に向けた取り組みと課題」（30-31日、東北研、於：仙台市 宮城大学食産業学部）
プレスリリース「『除染用反転耕プラウの開発とその利用』の作成- 表土をすき込む深さが改善 -」（31日、中央研）	
9月	傾斜牧草地向けに新たに開発した除染用作業機を用いた公開現地試験（21日、畜草研、於：宮城県大崎市 宮城県岩出山牧場）
10月	傾斜牧草地向けに新たに開発した除染用作業機を用いた公開現地試験（3日、畜草研、於：福島県西白河郡西郷村 独立行政法人家畜改良センター）
	宮城県東部管内農地災害復旧等施工技術検討委員会に委員として参画（10日、農工研、於：宮城県東部地方振興事務所）
	粘り強い防潮堤の現地検討会（10日、農工研、主催：農工研・東北農政局亘理建設所、於：宮城県 鳥の海工区内）
農研機構要覧「原発事故対応のための研究開発」の紹介（農研機構）	
11月	農研機構シンポジウム「茶・果樹の放射性セシウム汚染に関する対策技術開発の現状」（4日、野茶研、於：横浜市 神奈川県民ホール）
	アグリビジネス創出フェアに出展「宮城県で実施中の土地利用型農業に関する実証研究について」（15日、東北研、於：東京都 東京ビッグサイト）
	農業・農村の地域再生に関する技術シンポジウム（15日、農工研、於：仙台市）
	粘り強い防潮堤の現地検討会（16日、農工研、主催：農工研・東北農政局亘理建設所、於：宮城県 鳥の海工区内）
	茶・果樹の放射性セシウム汚染に関する対策技術開発の現状（28日、野茶研、於：神奈川県民ホール）
東北地域マッチングフォーラム「震災からの復興、さらにその先を目指して」（30日、東北研、主催：農林水産省農林水産技術会議事務局・東北研、於：仙台市 広瀬文化センター）	
12月	日本技術士会月例会「東北農業の課題と対応方向」（1日、東北研、主催：日本技術士会、於：東京都港区虎ノ門）
	東北地域アグリビジネス創出フェア2012に出展「先端技術展開事業での土地利用型営農技術の実証研究」（5日、東北研、主催 東北地域農林水産・食品ハイテク研究会・東北農政局・独立行政法人科学技術振興機構JST復興促進センター、於：仙台市 仙台市情報・産業プラザ）
	先端プロ「イチゴ高設栽培システムの標準仕様の策定」研修会（9日、野茶研、於：宮城県山元町 大規模施設園芸実証研究施設）



### 被災地に向けた情報発信（3）

年・月	発 信 内 容
12月	「福島県川俣町における放射性物質を含む稲わら・雑草、枝葉等の減容化実験設備の公開」（21日、中央研、於：福島県川俣町） ストーンクラッシャーを用いた反転耕後の石礫破碎実証作業の実施（21日、生研セ、於：福島県 南相馬市）
平成25年 1月	資料「放射性セシウム濃度の高い米が発生する要因とその対策について」公表（25日、協力機関：農研機構・農環研・森林総研等）
2月	福島県農林水産部からの「東日本大震災からの復旧・復興に関する技術支援要請」に対する回答書の手交（4日、農工研、於：福島県庁） みやぎ農業農村震災復興シンポジウムにて講演「津波被災農地の塩害対策について」（5日、農工研、於：仙台市）
4月	粘り強い盛土構造物の技術開発に関する公開実験（19日、農工研 於：つくば市 農工研） 「農業の震災復興に向けた提言（第2版）」発行（農研機構、生物研、農環研、国際農研）
5月	宮城県と農工研とのパートナーシップ協定に係る技術相談会（7日、農工研、主催：農工研・宮城県、於：つくば市 農工研） 「福島の農業再生を支える放射性物質対策研究シンポジウム」（15日、主催：農研機構、共催：農環研、於：福島市 コラッセふくしま） 群馬県渋川市産の茶葉サンプルの製茶依頼に対応（28日、野茶研）
6月	岩手県陸前高田市産の茶葉サンプルの製茶依頼に対応（11日、野茶研）
7月	食料生産地域再生のための先端技術展開事業「土地利用型営農技術の実証研究」平成25年度現地検討会（2-3日、東北研、於：宮城県名取市（有）耕谷アグリサービス・宮城県農園研） プレスリリース「ほ場環境に応じた農作物への放射性物質移行低減対策確立のための緊急調査研究の成果について」（9日、農林水産省）のうち「籾すり機内での玄米汚染対策技術」（生研セ） 平成25年度東北農業試験研究推進会議生産環境推進部会土壤肥料研究会（夏期）「農耕地からの温室効果ガス発生削減および東日本大震災に対応した試験研究の現状と課題」（9-10日、東北研、於：郡山市 福島県農業総合センター・福島市 放射能対策試験現地圃場） 「米の収穫・乾燥・調整工程における放射性物質交差汚染防止ガイドライン」公表（農林水産省、協力機関：生研セ） 「ジオテキスタイルによる粘り強い強化防潮堤設計・施工マニュアル（案）」発刊（農工研、刊行：国際ジオシンセティック学会 ジオテキスタイルによる粘り強い強化防潮堤開発委員会）
8月	傾斜草地除染における無線トラクター工法実演会（22日、畜草研、主催：みやぎ農業振興公社、於：宮城県 白石牧場） 平成25年度東北農業試験研究推進会議野菜花き推進部会花き研究会（夏期）福島県における産地復興に向けた試験研究の状況報告「高品質低環境負荷花き生産に向けた研究と開発」（27-28日、東北研、於：福島県須賀川市（有）佐藤園芸・JAすかがわ岩瀬花き部会・郡山市 郡中貸会議室） 放射線・放射能・中性子計測クラブ研究会「第17回放射線・放射能計測セミナー」にて「食品の加工・調理における放射性物質の動態」を講演（28日、食総研、主催：（独）産業技術総合研究所、於：福島市 福島テルサ）
9月	平成25年度東北農業試験研究推進会議農業生産基盤推進部会農業経営研究会（夏期）「担い手の育成・確保に向けた農地集積の課題と解決方法―被災水田地域を対象に―」（3日、東北研、於：盛岡市 東北研） 傾斜草地除染実証調査助成等事業現地検討会（18日、畜草研、主催：いわき市畜産団体連絡協議会、於：福島県芝山牧野） 食料生産地域再生のための先端技術展開事業「露地園芸技術の実証研究」平成25年度現地検討会（24-25日、東北研、主催：東北研・宮城県農園研、於：宮城県名取市（有）耕谷アグリサービス・岩沼市 林ライス・宮城県農園研）
10月	東日本大震災の復旧復興のための実用新技術講習会及び技術相談会（22日、農工研、於：郡山市 福島県農業総合センター） 粘り強い防潮堤の工法説明会（29日、農工研、於：福島県 相双農林事務所）
11月	「第2回ふくしま復興・再生可能エネルギー産業フェア」に先端プロ「福島資源循環」について出展（4-5日、中央研、主催：福島県、於：郡山市）
12月	新たな農業・農村の創造に関する技術シンポジウム（12日、農工研、主催：農工研・東北大学、於：仙台市 東北大学川内萩ホール）
平成26年 1月	講演「バイオマス利活用の全体像」（25日、農工研、主催：南相馬市・（社）えこね南相馬研究機構、於：南相馬市 大町地域交流センター）
2月	日蘭研究交流シンポジウムにて「労務管理による施設園芸経営の合理化」でモデレーターとして協力（4日、近農研、主催：農林水産省、於：仙台市） 食料生産地域再生のための先端技術展開事業「中小区画土地利用型営農技術の実証研究」平成25年度現地報告会（4日、東北研、於：陸前高田市 岩手農研南部園芸研究室）
3月	2014年度福島シンポジウムにてポスター発表「乾式メタン発酵技術を核とした農業の段階的再生-除染作業が進行中の地域における検討素材-」（1日、農工研、主催：農村計画学会震災科研、於：福島市 福島県青少年会館） 沿岸地域農業復興セミナーにて現地実証ハウス等の紹介（12日、近農研、主催：岩手県農業研究センター、於：陸前高田市 岩手県農業研究センター南部園芸研究室）

### 被災地に向けた情報発信（４）

年・月	発 信 内 容
3月	「放射性セシウム濃度の高い米が発生する要因と その対策について ～要因解析調査と試験栽培等の結果の取りまとめ～（概要第2版）」発行（農林水産省・福島県・農研機構・農環研） 「粘り強い防潮堤」（東日本大震災合同報告 共通編3編）発刊（農工研、発刊：日本地震工学会・土木学会・地盤工学会）
4月	「灌漑期間における農業用水の電気伝導度の測定値のメール配信開始」を名取土地改良区、岩沼市寺島地区の用水管理者に案内（24日、農工研） 平成26年度第1回飼料作物放射性物質対策関係者情報交換会にて無線トラクタの実演と飼料作物の放射能対策の講演（24日、畜草研、主催：農林水産省生産局畜産振興課、於：宮城県）
5月	福島県の農地海岸事業の担当者に対して「三面一体化堤防」の紹介（19-20日、農工研） 「岩手県陸前高田市産の茶葉サンプルの製茶依頼に対応」（28日、野茶研）
6月	宮城県と農工研とのパートナーシップ協定に係る技術相談会（13日、農工研、主催：農工研・宮城県、於：つくば市農工研） 三面一体化堤防の紹介パンフレット「地形制約や地元要望等に応えられる新しい防潮堤の紹介」を国や県の関係機関に一斉配布（農工研） 水産庁の漁港海岸事業の担当者に対して「三面一体化堤防」の紹介（農工研）
7月	食料生産地域再生のための先端技術展開事業「土地利用型営農技術の実証研究」平成26年度現地検討会（2-3日、東北研、於：仙台市 宮城県民会館・名取市（有）耕谷アグリサービス） 平成26年度東北地域農業試験研究推進会議生産環境推進部会土壌肥料研究会（夏期）「田畑輪換に伴う地力低下および東日本大震災に対応した試験研究の現状と課題」（8-9日、東北研、於：仙台市 TKPガーデンシティ仙台・宮城県山元町 大規模施設園芸実証圃場・亶理町 津波被災水田ほ場整備工事） 食料生産地域再生のための先端技術展開事業「中小区画土地利用型営農技術の実証研究」平成26年度現地検討会（15-16日、東北研、於：岩手県陸前高田市 現地圃場・北上市 岩手県農業研究センター）
8月	食料生産地域再生のための先端技術展開事業「施設園芸栽培の省力化・高品質化実証研究プロジェクト概要紹介」（6日、野茶研、主催：宮城県、於：亶理町 イチゴファーム研修室）
9月	平成26年度東北農業試験研究推進会議生産環境推進部会病害虫研究会（夏期）「震災復興に向けた病害虫防除の取り組み」、「現地検討会：営農再開地域における斑点米カメムシ防除実証圃、営農再開地域におけるトマト栽培の取り組み」（1-2日、東北研、於：郡山市 福島県農業総合センター・田村市常葉町・都路町） 食料生産地域再生のための先端技術展開事業「土地利用型営農技術の実証研究」農業者を対象とした現地研修会「土地利用型営農技術に係る先端技術普及促進現地検討会」（4日、東北研、主催：宮城県・東北研、於：名取市（有）耕谷アグリサービス） 平成26年度第1回飼料作物放射性物質対策関係者情報交換会にて表土削り機および無線トラクタ用ロータリの実演と汚染牧草の処理に関する講演（5日、畜草研、主催：農林水産省生産局畜産振興課、於：那須塩原市 畜草研）
10月	「実用新技術講習会及び技術相談会」にて「農地土壌の放射能分布を推定する空間ガンマ線測定技術」、「放射性物質に汚染された農地土壌の冬期における表土剥ぎ取り工法」についてプレゼン・技術相談（2日、農工研、於：東京大学） 食料生産地域再生のための先端技術展開事業「被災地の早期復興に資する果樹生産・利用技術の実証研究」平成26年度成果伝達会（9日、果樹研、主催：農林水産省 食料生産地域再生のための先端技術展開事業 地域再生（果樹生産）コンソーシアム、於：名取市 宮城県農業・園芸総合研究所・山元町 現地実証圃場） 福島県浅見川地区の海岸復旧事業の担当者に対して「三面一体化堤防」の紹介（29日、農工研） 農業施設学会シンポジウム「持続的な農業経営のための放射性物質対策技術“これまで”と“これから”の安全・信頼確保のために」（31日、畜草研、主催：農業施設学会、後援：農研機構、於：福島県 郡山市民文化センター）
11月	第1回農研機構植物工場つくば実証拠点・九州実証拠点共通研修会「太陽光利用型植物工場におけるイチゴの多収栽培」（5-6日、野茶研、主催：農研機構、共催：日本施設園芸協会・宮城県農園研、於：宮城県農業園芸総合研究所） 沿岸部排水機場の津波減災対策に関する公開実験および意見交換会（14日、農工研、於：農工研） 食料生産地域再生のための先端技術展開事業「露地園芸技術の実証研究」「キャベツの機械化一貫体系実証研究」現地検討会（21日、東北研、主催：東北研・宮城県農園研、協力：農林水産技術会議事務局・東北農政局・宮城県農林水産部・農事組合法人林ライス・ヤンマー（株）・中央研、於：宮城県農園研・宮城県岩沼市 農事生産法人林ライス）
12月	南相馬市地域農業再生協議会説明資料「南相馬市における玄米の基準値超過の発生要因調査 米の全袋検査結果及び基準値超過発生要因の調査結果とりまとめ」（1日、農林水産省・福島県・東北農業研究センター・農業環境技術研究所、於：そうま農業協同組合原町総合支店） 第3回ふくしま復興・再生可能エネルギー産業フェアにて先端プロ「福島資源循環」について出展（3-4日、中央研、主催：福島県、於：郡山市） 公開討論（イチゴ高設栽培標準化フォーラム）「飛躍的な生産性向上を実現するイチゴ生産プラットフォームとは」（12日、野茶研、主催：農研機構、共催：宮城県、於：宮城県農業・園芸総合研究所） 平成26年度放射性セシウムを含む玄米試料を用いた技能試験説明会を開催（12日、食総研、主催：食総研・産総研・セイコー EG&G（株）、於：東京都中央区 東京八重洲ホール）。

## 被災地に向けた情報発信（５）

年・月	発信内容
平成27年	食料生産地域再生のための先端技術展開事業「技術・経営診断技術開発研究」-大区画圃場での高能率作業による稲-麦-大豆2年3作水田輪作体系-平成26年度展示圃場試験成績検討会（22日、東北研、於：宮城県松島町新富亭）
1月	平成26年度東北農業試験研究推進会議生産環境推進部会土壌肥料研究会「東日本大震災に対応した試験研究の現状と課題」（29-30日、東北研、於：盛岡市 東北研）
2月	公開討論（イチゴ高設栽培標準化フォーラム）「飛躍的な生産性向上を実現するイチゴ生産プラットフォームとは」（12日、野茶研、主催：農研機構、共催：農環研、於：福島市 コラッセふくしま） 食料生産地域再生のための先端技術展開事業（農村未利用エネルギー）現地見学会（23日、農工研・食総研、主催：農林水産省技術会議事務局、於：宮城県岩沼市）
3月	農業の復旧・復興のための研究成果報告会～再生期における高収益農業実現のための技術開発～（3日、東北研、主催：宮城県農園研・古川農試、於：名取市 宮城県農園研） 福島県再生可能エネルギー関連産業推進研究会バイオマス分科会にて「資源循環型メタン発酵システムの構築」紹介、福島県再生可能エネルギー関連産業推進研究会バイオマス分科会（13日、中央研、主催：福島県、於：郡山市 日大工学部） 第3回国連防災世界会議「東日本大震災を踏まえた防災・減災に資する農業・農村の強靱化シンポジウム」（17日、農工研、主催：東北農政局・農工研・宮城県・仙台市 水士里ネット宮城、於：AER TKPガーデンシティ仙台）
4月	「灌漑期間における農業用水の電気伝導度の測定値のメール配信」を名取土地改良区、亘理土地改良区に提供（通年、農工研）
5月	パンフレット「原発事故に伴う畦畔草の放射性セシウム汚染の実態と利用に当たっての留意点」発行（22日、東北研・畜草研・中央研） 平成27年度第1回飼料作物放射性物質対策関係者情報交換会において最新情報について講演（22日、畜草研、主催：農林水産省生産局畜産振興課、於：福島県） 第1回南相馬市地域農業再生協議会-平成25年産基準値超過米の発生要因調査結果報告会（26日、農環研、主催：農林水産省・福島県・東北研・農環研、於：そうま農業協同組合原町総合支店）
6月	平成27年度中央畜産技術研修会（畜産物安全行政）において放射能対策を担当（25日、畜草研、主催：農林水産省生産局畜産部、於：福島県西郷村 家畜改良センター）
7月	食料生産地域再生のための先端技術展開事業「土地利用型営農技術の実証研究」平成27年度現地検討会（14-15日、東北研、主催：東北研、於：仙台市 TKPガーデンシティ仙台・名取市（有）耕谷アグリサービス） 養液栽培・環境制御勉強会（亘理地域の法人イチゴ生産者を対象としたセミナー）において講演（22、29日、野菜茶研、主催：農業生産法人一莓一笑、於：宮城県 山元いちご農園） 食料生産地域再生のための先端技術展開事業「持続的な畜産経営を可能とする生産・管理技術の実証研究」平成27年度現地見学会（29日、主催：地域再生（持続的畜産）コンソーシアム、於：福島市 現地実証農場・現地圃場） 食料生産地域再生のための先端技術展開事業「中小区画土地利用型営農技術の実証研究」平成27年度現地検討会（30-31日、東北研、主催：東北研、於：岩手県陸前高田市 現地圃場・北上市 岩手県農業研究センター） 総合セミナー「環境制御の現状と課題」（31日、宮城県農業園芸総合研究所・野茶研、主催：宮城県、於：仙台市 JAビル仙台） 第1回双葉町再生可能エネルギー活用・推進プロジェクト勉強会（31日、農工研、主催：双葉町、於：双葉町役場いわき事務所） 「津波被災した低平農地の海水侵入状況と用排水管理モデル」（ARIC情報誌、118号、pp.12-19）（農工研）
8月	「周年安定生産を可能とする花き栽培技術の実証研究」講演会・実証現地見学会（6-7日、花き研、主催：地域再生花き生産コンソーシアム、於：福島県いわき市 ラトブ・いわき花匠・新地町 圃場） 宮城県と農工研とのパートナーシップ協定に係る技術相談会（25日、農工研、主催：農工研・宮城県、於：つくば市農工研） 小ギク電照栽培セミナーおよび現地実証見学会（26日、花き研、主催：福島県農総センター・地域再生花き生産コンソーシアム、於：福島県新地町 JA会館）
9月	2015年度農業環境工学関連5学会合同大会オーガナイズドセッション「中山間地域に適応した施設園芸に求められる農業環境工学研究」（17日、近農研・岩手農研、主催：農業食料工学会・日本農業気象学会・農業施設学会・生態工学会・農業情報学会、於：岩手県 岩手大学） 平成27年度第2回飼料作物放射性物質対策関係者情報交換会にて放射能プロの紹介（18日、畜草研、主催：農林水産省生産局畜産振興課、於：農林水産省）
10月	「実用新技術講習会及び技術相談会」において「地震・津波に対して強靱な三面一体化堤防構造」、「巨大浸水被害から沿岸部の農村地域を守る地域減災システム」についてプレゼン・技術相談（7日、農工研、主催：農工研、後援：農林水産省、於：東京都 東京大学） 第2回双葉町再生可能エネルギー活用・推進プロジェクト勉強会（13日、農工研、主催：双葉町、於：福島県勿来土木事務所） 農業生態系における放射性セシウムの吸着・固定化-可給化メカニズムの解明に向けたワークショップ（13日、東北研、主催：東北研、於：福島市 コラッセふくしま）

被災地に向けた情報発信（6）

年・月	発 信 内 容
10月	<p>福島大学うつくしまふくしま未来支援センター農・環境復興支援部門シンポジウム「ふくしまの食品・農業・環境の未来を創る」において講演（28日、東北研、主催：福島大学、後援：福島県・東北研・地産地消運動促進ふくしま協同組合協議会、於：福島市 コラッセふくしま）</p> <p>「携帯型電磁探査機器による地盤沈下した津波被災農地の海水侵入状況調査」（情報誌「農村振興」技術ノート、790号、pp. 28-29）（農工研）</p>
11月	<p>食料生産地域再生のための先端技術展開事業「露地園芸技術の実証研究」平成27年度現地検討会 加工・業務用ハウレンソウ分科会機械収穫実演および研修会（4日、東北研、主催：東北研・宮城県農園研、協賛：株式会社キセキ関東、於：宮城県岩沼市 農事生産法人林ライス圃場）</p> <p>平成27年度青果物流通システム高度化事業 加工・業務用野菜生産振興研修会・食料生産地域再生のための先端技術展開事業「露地園芸技術の実証研究」現地検討会（4日、東北研、主催：野菜流通カット協議会・宮城県・東北研、協賛：日本施設園芸協会・青果物選果予冷施設協議会、於：宮城県岩沼市 農事生産法人林ライス圃場・岩沼市民会館）</p> <p>イチゴ環境制御についての勉強会（24-25日、主催：JAみやぎ亘理・宮城県・農研機構、於：宮城県 JAみやぎ亘理イチゴ選果場）</p> <p>東北農政局新技術導入推進委員会「新工法を導入した実証工区の現地検討会」（25日、農工研、主催：亘理建設所・農工研、於：亘理町）</p> <p>キク専門部会講習会にて講演「電照栽培の成果」（30日、花き研、主催：福島県農総センター・JA会津みどり、於：福島県会津三里町）</p>
12月	<p>平成27年度食料生産地域再生のための先端技術展開事業 施設園芸・未利用エネルギー合同研究成果伝達会「東日本大震災からの復興に向けた施設園芸の取り組みと今後の課題」（3-4日、花き研・野茶研・農工研、主催：岩手県・福島県・宮城県・農研機構・農業施設学会、於：宮城県 岩沼市民会館）</p> <p>食料生産地域再生のための先端技術展開事業「減災・防災システムの開発・実証研究」新工法を導入した実証工区の現地検討会、平成27年度推進会議（10日、農工研、主催：農工研、於：宮城県 防潮堤復旧工事島の海工区 他）</p> <p>産地指導者養成研修会において「放射性物質に対応した畜産物生産のための作業マニュアル（肉用牛編・酪農編）」について講演（15日、畜草研、主催：畜産経営支援協議会、於福島県西郷村 家畜改良センター）</p>
平成28年 1月	<p>宮城発の美味しい魚介類で新たな介護食の開発を！（水宮3-01プロの成果の講演と試食）（22日、食総研、主催：東京海洋大学、後援：宮城県水産技術センター、於：宮城県 気仙沼市魚市場3階会議室）</p>



一般消費者や生産者に向けた情報発信（1）

年・月	発信内容
平成22年 3月	「東日本大震災に伴い発生した原子力発電所被害による食品への影響について」ホームページ掲載（22日、食総研）
4月	農環研における放射能モニタリングの研究について（リンク集）ウェブ公開（1日、農環研）
	東日本大震災復興支援農工研特設サイト開設（6日、農工研）
	緊急シンポジウム「放射性物質の食品影響と今後の対応」（18日、食総研、於：つくば市 つくば国際会議場）
	原子力発電所事故等による土壌・農作物の放射能汚染に関する情報ポータル開設（26日、農環研）
5月	中央農研市民講座「東日本大震災と稲作」（14日、中央研、於：つくば市 食と農の科学館）
6月	農林水産省「お茶の生産に関するQ&A」Web情報発信への情報提供（野茶研）
	農林水産省「お茶に含まれる放射性セシウム濃度の低減に向けた対応について」Web情報発信への情報提供（野茶研）
7月	日本農学アカデミー第13回シンポジウム－東日本大震災の被害の実態と復興のシナリオー 講演「農地・農業施設の損壊と復興に向けた修復の方法」（9日、農工研）
	日本農学アカデミーミニシンポジウム－東日本大震災調査研究報告－において講演「放射能汚染と食品安全性」（食総研）、「未曾有の農地損壊－穀倉は立ち直れるか」（農工研）（16日、主催：日本農学アカデミー、於：東京大学）
	中央農業総合研究センターニュース No. 47「特集 東日本大震災からの復興に向けた取組み」（25日、中央研）
	夏休み公開において特別展示「東日本大震災コーナー」を設置（30日、農研機構、於：つくば市 食と農の科学館）
8月	プレスリリース「農地土壌の放射性物質濃度分布図の作成について」（30日、農林水産省、農環研情報提供）
	「防災週間」に併せて農工研の東日本大震災対応と技術支援展示（8/30-9/30、農工研、於：つくば市 食と農の科学館）
9月	東北農業研究センター一般公開「いま、東北農研ができること、これからの東北農業」 農業に関わる復興支援について展示、講演（3日、東北研、於：盛岡市 東北研）
	農研機構シンポジウム「広域的な農畜産物の放射能汚染を効果的に抑制する農業技術－チェルノブイリ原発事故事例に学ぶ－」（5日、畜草研、於：つくば市 つくば国際会議場）
	農業農村工学会大会講演会 特別企画－東日本大震災シンポジウム－において講演「農業用施設の被災と復旧・復興」（6日、農工研、主催：農業農村工学会、於：福岡市 九州大学）
	フードテック2011－国際食品産業展2011大阪－に復興支援展示（被災地菓子メーカーによる小麦新品種加工品等の出展）（7-9日、東北研、主催：社団法人 大阪国際見本市委員会等、於：大阪市）
	全国農村振興技術連盟 東日本大震災・復興支援セミナーにおいて講演「東日本大震災による農村地域の被災と復旧・復興」（13日、農工研、主催：全国農村振興技術連盟、於：東京都 サイエンスホール）
	第10回産学官連携推進会議 災害からの安全性向上に役立つ科学技術において講演「農業の復興・再生に向けた研究開発」（22日、農研機構、主催：内閣府等、後援：農業・食品産業技術総合研究機構等、於：東京国際フォーラム）
10月	食品開発展2011記念セミナーにおいて講演「食品の放射能汚染の今後の問題点と測定法について」（5日、食総研、主催：UBMメディア株式会社、於：東京都 東京ビッグサイト）
	第34回農業環境シンポジウム「放射性物質による土壌の汚染－現状と対策－」（7日、農環研、於：東京都 新宿明治安田生命ホール）
	7th International Symposium on Biocatalysis and Agricultural Biotechnology、京都講演「Radioactive Fallout on Food and Related Research in NFRI」（11日、食総研、主催：International Society of Biocatalysis and Agricultural Biotechnology、於：京都府）
	フード・フォーラム・つくば 秋の例会講演会において講演「放射性物質を理解する－基礎、測定・検査法、食品や人体への影響－」（13日、食総研、主催：フード・フォーラム・つくば、共催：食総研、於：つくば市 つくば国際会議場）（「食品と開発」2012年1月号掲載）
11月	中国農産物開発研究所セミナーにおいて講演「Radioactive Fallout on Food and Related Research in NFRI」（25日、食総研、主催：中国農業科学院、於：北京）
	「食糧－その科学と技術－第50号」放射性物質と食品に関連した論文153編の和文要約を発行、配布（28日、食総研）
	平成23年度食品関係技術研究会講演「放射性物質の食品への影響－（独）農研機構食品総合研究所の緊急対応－」（1日、食総研、於：つくば市 つくば国際会議場）
11月	食品総合研究所研究成果展示会2011 公開講演会「放射性セシウムの食品影響と測定法について」（2日、食総研、於：つくば市 つくば国際会議場）
	平成23年度食品包装技術セミナー（後期）において基調講演「食品の安全性に関わる研究開発」（9日、食総研、主催：一般社団法人日本食品包装協会、於：東京都 北とびあ）
	国際イネ研究所広報誌Rice Today掲載「Beyond 3.11」仙台市津波被害水田におけるイネ試験栽培（作物研、発行元：国際イネ研究所）
	土地改良研修会において講演「農業用施設の被災と復旧復興」（18日、農工研、主催：（社）北海道土地改良設計技術協会、於：札幌市）
	長野県工業技術総合センター 研究・成果発表会において特別講演「放射性物質の食品への影響と測定法について」（25日、食総研、主催：長野県工業技術総合センター、於：長野市 長野県工業技術総合センター）

一般消費者や生産者に向けた情報発信（２）

年・月	発信内容
11月	日本食品工学会秋季講演会において講演「放射性物質の食品への影響に関連する食総研の取り組み」（26日、食総研、主催：日本食品工学会、於：栃木県那須塩原）
	柏市平成23年度第2回給食施設従事者研修において講演「放射性物質の基礎知識と食品への影響-リスクを考える-」（28日、食総研、主催：柏市、於：ウェルネス柏）
	(財)東京顕微鏡院第80回食と環境のセミナーにおいて講演「放射性物質の食品への影響」（28日、食総研、主催：(財)東京顕微鏡院・食と環境の科学センター、於：東京都中央区立月島社会教育会館）
12月	東北農業研究センターシンポジウム「津波被害農地の塩害対策技術」（1日、東北研、於：仙台市民会館）
	平成23年度静岡県施肥研究会における講演「茶の放射性セシウム汚染に対する野菜茶業研究所の取り組み」（2日、野菜研、主催：静岡県施肥研究会、於：菊川市）
	「大震災からの農業・農村の復興に関する技術シンポジウム」（7日、主催：農研機構・東北大学、於：東北大学）
	産学官共同研究による農林事業開発シンポジウム～平成23年度未来農林事業開発研究会研究成果発表会～において講演「食品の放射能汚染とその対応」（9日、食総研、主催：(社)日本工業技術振興協会(略称JITAS)、於：東京都キャンパスイノベーションセンター）
	(独)物質・材料研究機構第2回放射線計測セミナーにおいて講演「放射性物質の食品への影響」（12日、食総研、主催：物質・材料研究機構、於：つくば市(独)物質・材料研究機構）
茨城県県南生涯学習センター平成23年度天章堂講座において講演「食の安全と表示を守る仕組み -農薬から放射性物質まで-」（12日、食総研、主催：茨城県県南生涯学習センター）	
平成24年 1月	農業農村工学会材料施工研究部会シンポジウムにおいて基調講演「大規模災害で被災した圃場の再生と農業基盤の役割」（20日、農工研、主催：農業農村工学会、於：新潟市）
	農環研ニュース No. 93(特集 土壌の放射能汚染に関する公開シンポジウム)の発行・ウェブ公開(24日、農環研)
	新食品会平成23年度第5回例会において講演「放射性物質の食品への影響とその対応」（26日、食総研、主催：食品産業センター、於：東京都）
2月	全国学校保健・養護教諭担当指導主事会「放射性物質の食品への影響」（11日、食総研、主催：全国学校保健・養護教諭担当指導主事会、於：東京都）
	平成23年度第2回日本食品分析センター講演会「食の安全を守る仕組み -農薬から放射性物質まで-」（21日、食総研、主催：日本食品分析センター、於：東京都）
	第29回土・水研究会「福島第一原子力発電所事故による農業環境の放射能汚染」（22日、農環研、於：つくば市 つくば国際会議場）
	東京都栄養士会 研究教育部会講演会「放射性物質の食品影響と(独)農研機構食品総合研究所の対応」（25日、食総研、主催：東京都栄養士会、於：東京都）
	食品総合研究所講演会「食品中放射性物質測定入門-サンプリング、測定、データ解析の基礎」（27日、食総研、於：つくば市 食総研）
3月	(社)中央味噌研究所平成23年度第2回技術講習会にて講演「放射性物質の食品への影響とその対応」（8日、食総研、主催：中央味噌研究所、於：東京都 鉄鋼会館）
	生研センター研究報告会において講演「除染作業におけるはつ土板ブラウ耕の耕深と表層土埋没深さとの関係」（8日、生研セ、於：大宮ソニックシティ）
	農業及び土壌の放射能汚染対策技術国際研究シンポジウムにおいて講演・ポスター発表（8-10日、農研機構・農環研、主催：農林水産省・国際科学技術センター、於：福島県郡山市）
	平成23年度農林水産省補助事業報告書「災害時の緊急対応における食品の安全性確保～東京電力福島第一原子力発電所事故による緊急時対応に係わる技術情報整理～」(社)農林水産・食品産業技術振興協会(15日発行、食総研協力)
	プレスリリース「白米からのバイオエタノール製造時における放射性セシウムの動態の解析」（16日、食総研）
	中央農業総合研究センターニュース No. 51「東日本大震災からの復興に向けた取組の成果」（30日、中央研）
	開発した農地土壌の除染技術が「農地土壌の放射性物質除去技術手引き第1版（農林水産技術事務局）」に掲載（農研機構、農環研）
4月	農研機構ホームページ「東日本大震災への対応」サイト更新（農研機構）
	「食品中の放射性物質の新基準値 - 松永和紀氏の講演を聞いて」（解説記事）をウェブ掲載(1日、農環研)
	公益社団法人日本技術士会農業部会講演会において講演「放射性物質の食品への影響」（7日、食総研、主催：日本技術士会農業部会、於：東京都 日本技術士会）
	農業環境中に存在する放射性核種の一般公開システムを更新・サービス再開(19日、農環研)
	食品総合研究所一般公開講演会「知っておきたい放射能の知識」（20日、食総研、於：つくば市 食総研）
5月	農村工学研究一般公開「災害に強い農業・農村の技術」（20-21日、農工研、於：つくば市 農工研）
	農業環境技術研究所一般公開：講演「農地の放射能汚染」、展示「農地土壌の放射性セシウム分布マップ」（20-21日、農環研、於：つくば市 農環研）
	東日本大震災への対応ホームページ開設(10日、中央研)

一般消費者や生産者に向けた情報発信（3）

年・月	発信内容
5月	食品総合研究所講演会「食品中放射性物質測定入門－サンプリング、測定、データ解析の基礎」（16日、食総研、於：つくば市 食総研）
	静岡大学生物産業創出拠点第29回研究会公開講演会において講演「放射性物質の食品への影響と食品総合研究所の緊急対応について」（18日、食総研、主催：静岡大学生物産業創出拠点、於：静岡市 静岡県男女共同参画センターあざれあ）
	東北研 菜の花公開2012にて研究成果展示「市販土壤ECセンサを用いた土壤塩分濃度の簡易測定」「電磁探査法による海水浸水農地の土壤電気伝導度の測定」（19-20日、東北研、於：盛岡市 東北研）
	東北ナタネセミナー（津波等の被害を受けた農地に積極的に栽培されているナタネの生産振興及び拡大のための現地研究会）（29日、東北研、於：雫石町中央公民館及び現地試験圃場）
7月	平成24年度関東甲信越地区醸造研究会「食品総合研究所における放射性物質影響研究について」（5日、食総研、主催：関東甲信越地区醸造研究会（群馬県事務局）、於：高崎市群馬県立群馬産業技術センター）
	食品ニューテクノロジー研究会12年7月例会見学「放射性物質の食品影響に関する食品総合研究所の緊急対応」（5日、食総研、主催：日本食料新聞社、於：つくば市 食総研）
	ROBOTECH次世代ロボット製造技術展（東京ビックサイト）に開発した除染用機械のパネル・ビデオを展示（11-13日、生研セ、主催：一般財団法人マイクロマシンセンター（MMC）、於：東京ビックサイト）
	出前技術指導「簡易空撮気球の技術移転（空撮画像による津波の影響の解析）」（16日、東北研、於：福島県相馬市）
	食総研・産総研ジョイントシンポジウム2012－食品の放射能測定の信頼性確保に向けて－「放射性物質の食品への影響と食品総合研究所の緊急対応について」（22日、食総研、於：東京都 星陵会館ホール）
	施設園芸・植物工場展2012に出展「先端プロ『施設園芸栽培の省力化・高品質化実証研究』の紹介」（25-27日、花き研、主催：日本施設園芸協会、於：東京ビックサイト）
	安全工学分野「放射能対策技術、防災技術」震災後の技術課題 Part2—において講演「食品の放射能汚染とその測定」（27日、食総研、主催：一般社団法人コラボ産学官、於：東京都 朝日信用金庫船堀センター）
8月	食品中の放射性物質対策に関する説明会（27日、農研機構、主催：農政局土浦地域センター、於：つくばカピオ内ホール）
	夏休み公開で「東日本大震災への取り組み」を展示（28日、農研機構、於：つくば市 食と農の科学館）
	応用物理学会放射線分科会放射線夏の学校において講演「食品照射と食品の放射能測定」（8日、食総研、主催：応用物理学会放射線分科会、於：つくば市 つくばグランドホテル）
	日本食品工学会第13回（2012年度）年次大会シンポジウム「放射性セシウムの基準値はどのように決められたのか？－仕組みと経緯、暫定規制値と新基準値－」（9日、食総研、主催：日本食品科学工学会、於：札幌市 藤女子大）
	陸前高田市の津波被災地に設置された岩手大学実験畑におけるクッキングトマトすずこま栽培試験の視察および調査（10日、東北研、於：岩手県陸前高田市）
	仙台市若林区の津波被災地農家におけるクッキングトマトすずこま栽培の技術指導（21日、東北研、於：仙台市）
9月	南三陸町仕事場をつくる会「クッキングトマトすずこまの栽培と流通」（21日、東北研、於：宮城県南三陸町）
	食品ニューテクノロジー研究会2012年8月例会「放射性物質の食品への影響と測定法について」（24日、食総研、主催：日本食料新聞社、於：つくば市 食総研）
	プレスリリース「放射性セシウムを含む玄米の認証標準物質を開発－国際規格に従った仕様で2012年8月31日から頒布開始－」（30日、食総研）
	平成24年度第1回国際計量研究連絡委員会「放射性物質の食品への影響と食品総合研究所の緊急対応について」（4日、食総研、主催：国際計量研究連絡委員会、於：東京都 泉ガーデンコンファレンスセンター）
	東北農研公開デー・震災復興支援展示「市販土壤ECセンサを用いた土壤塩分濃度の簡易測定」「電磁探査法による海水浸水農地の土壤電気伝導度の測定」ほか（8日、東北研、於：盛岡市 東北研）
	平成24年度野菜茶業研究所金谷拠点一般公開における講演「茶の放射性セシウム汚染、原発事故から500日」（22日、野茶研、於：島田市 野茶研）
10月	平成24年度園芸学会秋季大会シンポジウムにおいて講演「復旧復興のための研究開発・技術構築における支援」（22日、野茶研、主催：園芸学会、於：福井県立大学福井キャンパス）
	食品総合研究所要覧（食品の加工・調理工程での放射性セシウムの動態解明について紹介）（28日、食総研）
	農業環境工学関連学会2012年合同大会シンポジウム「食品の安全を守る仕組み－リスク分析とは？－」（農薬と放射性物質のリスク分析について講演）（30日、食総研、主催：農業環境工学関連学会、於：宇都宮市 宇都宮大学）
	「防災週間」に併せて東日本大震災からの復興に関する技術支援について展示（8/30-9/30、農工研）
10月	関東東海・土壤肥料部会秋季研究会「農地の放射性セシウムの除去・低減に関する技術開発の現状と課題」（4日、主催：中央研、於：ザ・クレストホテル立川）
	食料生産地域再生のための先端技術展開事業「露地園芸技術の実証研究 アスパラガス研修会」（16日、東北研、於：宮城県名取市 宮城農園研）
	2012土壤・地下水環境展に開発した除染用機械のパネル・ビデオを展示（17-19日、生研セ、主催：（社）土壤環境センター・日刊工業新聞社、於：東京ビックサイト）
	農林水産大臣が除染技術の開発を視察（23日、中央研、於：つくば市 中央研）



一般消費者や生産者に向けた情報発信（４）

年・月	発信内容
10月	農研機構要覧「原発事故対応のための研究開発」の紹介（農研機構） 農業環境に係わる放射能汚染のポータルサイト「農業環境と放射能汚染」開設（1日、農環研）→27年3月31日に閉鎖 食料生産地域再生のための先端技術展開事業「露地園芸技術の実証研究 キャベツの機械化体系現地実証」収穫機実演会（6日、東北研、於：宮城県岩沼市相野釜ハウス園芸組合実証圃場） 第120回農学図書館情報セミナーにおいて講演「食品と放射能－食品総合研究所の緊急対応－」（8日、食総研、主催：特定非営利活動法人 日本農学図書館協議会、於：東京都 明治大学和泉図書館ホール） 家畜衛生フォーラム2012において講演「放射性物質の食品への影響とその測定法」（9日、食総研、主催：日本家畜衛生学会、於：東京都 Meiji Seika ファルマ株式会社本社講堂）
11月	アグリビジネス創出フェアに出展「先端プロ『施設園芸栽培の省力化・高品質化実証研究』の紹介」（14-16日、野茶研、主催：農林水産省、於：東京都 東京ビッグサイト） 第14回放射線・放射能・中性子計測クラブ研究会「食総研における食品中の放射性物質に係わる取り組み」（16日、食総研、主催：独立行政法人産業技術総合研究所NMIJ計測クラブ、於：産業総合研究所） 講演「作物・農地土壌の放射能汚染の実態と対策」（第10回環境研究シンポジウム）（17日、農環研） 平成24年度普及指導員等研修「茶樹における放射性物質対策」（22日、野茶研、於：島田市 野茶研） 茶・果樹の放射性セシウム汚染に関する対策技術開発の現状（28日、野茶研、於：神奈川県民ホール） 農業環境技術研究所 研究成果発表会 2012「いのちと暮らしを守る農業環境」／講演「土壌－植物系での放射性セシウムの挙動とその変動要因」、「原発事故から1年半～農地の現状」（30日、農環研、於：新宿明治安田生命ホール）
12月	農業フロンティア2012に出展「先端技術展開事業での土地利用型営農技術の実証研究」（1-2日、東北研、主催：経済産業省・農林水産省、於：東京都 東京ビッグサイト） 農業フロンティア2012に出展「先端プロ『施設園芸栽培の省力化・高品質化実証研究』の紹介」（1-2日、野茶研、主催：経済産業省・農林水産省、於：東京都 東京ビッグサイト） 農研機構シンポジウム「自給飼料および畜産物への放射性物質移行とその低減技術」（5日、畜草研、於：東京都 南青山会館） 東北地域アグリビジネス創出フェアに出展「先端プロ『施設園芸栽培の省力化・高品質化実証研究』の紹介」（5日、野茶研、主催：東北地域農林水産・食品ハイテク研究会・農林水産省東北農政局、於：仙台市） 農業機械学会シンポジウム「第17回テクノフェスタ」－食卓まで見据えた技術開発－（震災対応技術分科会「被災地農地の除塩・防除技術の現状と課題」）（7日、中央研、主催：農業機械学会、協賛：農研機構生研センター、於：さいたま市 生研センター） 平成24年度静岡県施肥研究会における講演「茶の放射能対策プロジェクト研究成果の概要について」（7日、野茶研、主催：静岡県施肥研究会、於：静岡市） 「食料生産地域再生のための先端技術展開事業」先端技術提案会（農業・農村分野）で「放射性降下物沈着農地における農業生産の早期再開に向けた資源作物生産とガス化発電」を提案（20日、畜草研、主催：農林水産省、於：福島市 コラッセふくしま）
平成25年	「論文の紹介：Cs-137 汚染に対する土壌脆弱性評価としての放射性セシウム捕捉ポテンシャル(RIP)」をウェブ掲載（1日、農環研）
1月	農業環境技術公開セミナー in静岡 成果パネル展示「チャの新芽へのセシウムの移行とせん枝による放射性セシウムの除去」（22日、野茶研、主催：農業環境技術研究所/静岡県農林技術研究所、於：静岡市） アグリニクス研究会（農工商連携）における講演「茶の放射性セシウム汚染への対策」（29日、野茶研、主催：静岡理工科大学、於：静岡県袋井市） 農工研ニュースに研究成果「放射性物質に汚染された農地土壌の効率的な除染工法」を掲載（31日、農工研）
2月	みやぎ農業農村震災復興シンポジウムにて講演「津波被災農地の塩害対策について」（5日、農工研、主催：宮城県・水土里ネットみやぎ・宮城県農村振興技術連盟、於：仙台市） 第15回放射線・放射能・中性子計測クラブ研究会大阪シンポジウム「食総研における食品中の放射性物質に係わる取り組み」（28日、食総研、主催：(独)産業技術総合研究所NMIJ計測クラブ、於：大阪府 (株)ポニー工業）
3月	生研センター研究報告会において講演「放射性物質汚染地域内水田等における除染作業用トラクタの開発」（14日、生研セ、於：大宮ソニックシティ） 「平成23年度農林水産省関係放射能調査研究年報」（平成25年3月発行）に牛乳および飼料中人工放射性核種の定点調査結果について掲載（畜草研）
4月	シンチレーション式放射能測定器－食品中のγ線放出核種（JIS Z 4342）新規制定説明会にて「食品総合研究所における食品中の放射性物質に係わる取り組み」を講演（23日、食総研、主催：(一財)日本規格協会、於：東京都港区 日本規格協会本部） 「農業の震災復興に向けた提言（第2版）」発行（農研機構、生物研、農環研、国際農研）
5月	「福島の農業再生を支える放射性物質対策研究シンポジウム」（15日、主催：農研機構、共催：農環研、於：福島市 コラッセふくしま）



一般消費者や生産者に向けた情報発信（5）

年・月	発信内容
6月	2013 国際食品工業展アカデミックプラザにてブース展示「農産物の加工・調理における放射性物質の動態」（11-14日、食総研、主催：（一社）日本食品機械工業会、於：東京ビッグサイト）
7月	食料生産地域再生のための先端技術展開事業「土地利用型営農技術の実証研究」平成25年度現地検討会（2-3日、東北研、於：宮城県名取市（有）耕谷アグリサービス・宮城県農園研）
	サイエンスカフェ「放射性物質汚染から農業再生（福島は今）」（14日、国際農研、於：つくば市 イーアスつくば ヴィズガーデン）
	プレスリリース「稲発酵粗飼料用稲の収穫時の刈り取りの高さと放射性セシウム濃度の関係」（25日、畜草研）
	農業環境技術研究所 夏休み公開にて展示「東京電力福島第一原子力発電所事故に対応した（独）農業環境技術研究所の主な調査・研究活動」（27日、農環研、於：つくば市 農環研）
8月	農工研ニュースに研究成果「津波による農地被害長期化の要因とその対策」を掲載（31日、農工研）
	「ジオテクスタイルによる粘り強い強化防潮堤設計・施工マニュアル（案）」の発刊（農工研、刊行：国際ジオシンセティック学会 ジオテクスタイルによる粘り強い強化防潮堤開発委員会）
9月	平成25年度東北農業試験研究推進会議野菜花き推進部会花き研究会（夏期）福島県における産地復興に向けた試験研究の状況報告「高品質低環境負荷花き生産に向けた研究と開発」（27-28日、東北研、於：福島県須賀川市（有）佐藤園芸・JAすかがわ岩瀬花き部会・郡山市 郡中貸会議室）
	農業農村工学会大会にて「CSMT電磁探査システム」の機器展示・リーフレット配布（3-5日、農工研、主催：農業農村工学会、於：東京農業大学）
	第13回放射線計測セミナーにて「食品の加工・調理における放射性物質の動態」を講演（9日、食総研、主催：（独）物質・材料研究機構、於：つくば市 物材研）
	シンポジウム「正しく知ろう、土壌と作物の放射性セシウム低減への取り組み」（11日、中央研、主催：日本土壌肥料学会、於：名古屋大学東山キャンパス）
	「放射性物質を含む作物等の安全な減容・安定化技術の開発」（12日、中央研、主催：日本エネルギー学会「夏の学校」、於：福島市）
	公開シンポジウム「復興農学-東日本大震災からの復興への土壌科学の貢献と課題」（13日、中央研、主催：日本土壌肥料学会、於：名古屋大学東山キャンパス）
10月	食料生産地域再生のための先端技術展開事業「露地園芸技術の実証研究」平成25年度現地検討会（24-25日、東北研、主催：東北研・宮城県農園研、於：宮城県名取市（有）耕谷アグリサービス・岩沼市 林ライス・宮城県農園研）
	平成25年度JRA被災地支援対策事業等に関する調査研究発表会にて「飼料作物における放射性物質の移行解明と低減技術の開発」講演（25日、畜草研、主催：（財）全国競馬・畜産振興会・東京大学大学院食の安全研究センター、於：東京大学弥生講堂）
	環境放射能対策・廃棄物処理国際展RADIEX2013出展（25-27日、主催：環境新聞社、於：東京都 科学技術館）「濁水回収ノズルを用いた土壌攪拌（代かき）除染技術」「農地の放射性物質モニタリングシステムの開発」をポスター展示、「遠隔操縦により農地の放射能モニタリングが可能な測定システム」の展示（農工研）、「農地周辺除染機・シールドキャビントラクタの実機およびパネル展示」（中央研・生研センター）
	環境パラメータ・シリーズ4「食品の調理・加工による放射性核種の除去率-我が国の放射性セシウムの除去率データを中心に-」（2013年版）発行（分担執筆：食総研、発行：原子力環境整備促進・資金管理センター、東京都江東区）
11月	アグリビジネス創出フェア2013出展（23-25日、主催：農林水産省、於：東京都 東京ビックサイト）「傾斜地耕うんロータリ」の紹介（パネル・ビデオ）（畜草研）、「中山間地域における施設園芸技術の実証研究」（岩手県農業技術センター展示に協力：近農研）、「震災復興研究の取り組み」の紹介（生研セ）
	プレスリリース『放射性物質により汚染された農地等の除染のための固化剤散布による表土削り取り工法に関する施工の手引き（案）』―農地除染のマニュアルをバージョンアップ―（30日、農工研）
11月	風評被害対策セミナー「被災地を応援しよう」（2日、国際農研、主催：国際農研、於：東京農業大学）
	福島県産米の復興に向けた取り組み（11-15日、国際農研、主催：福島県水田畑作課、於：農林水産省消費者の部屋）
	平成25年度「自給飼料利用研究会」にて「飼料作物における放射性セシウム低減化技術の開発―現状と課題―」講演（15日、畜草研、於：つくば市 つくば農林ホール）
	The 11th SEGJ International Symposiumにおいて「CSMT電磁探査システム」の機器展示・リーフレット配布（18-20日、農工研、主催：物理探査学会 於：新横浜プリンスホテル）
	中央農業総合研究センターニュース No. 61「研究情報 土壌のカリウム供給力の適正化によるコメの放射性セシウム濃度の低減」「環境放射能除染・廃棄物処理国際展RADIEX2013に出展」（25日、中央研）
11月	福島県における放射能汚染シンポジウムにおいて講演「営農再開を考える風評被害に対する取り組み」、「なかなか取りだせない土壌中のセシウム」（26日、国際農研、主催：北海道大学、於：北海道大学工学部）
	日本作物学会四国支部公開シンポジウム講演「中山間の中小規模向け夏秋トマト安定生産技術開発の成果と技術普及展望」（28日、近農研、主催：日本作物学会四国支部、於：香川県善通寺市）
	農工研ニュースに研究成果「耕起した放射能汚染水田を除染するための水による土壌攪拌・除去技術」を掲載（29日、農工研）

一般消費者や生産者に向けた情報発信（6）

年・月	発信内容
11月	農業環境技術研究所30周年記念シンポジウム「21世紀の農業と環境」にて講演「農業環境における放射性物質のモニタリングと動態解明」（30日、農環研、於：東京都 新宿明治安田生命ホール）
12月	風評被害対策セミナー「被災地を応援しよう」（6日、国際農研、主催：国際農研、於：原子力研究開発機構）
	福島県産米の復興に向けた取組み「食べて応援しよう」において環境副大臣、政務官に取組みの説明（9-17日、国際農研、主催：環境省、於：環境省）
	福島県における放射能汚染シンポジウムにおいて講演「営農再開を考える風評被害に対する取組み」（14日、国際農研、主催：帯広畜産大学、於：帯広畜産大学）
	食べて応援しよう！「被災地を応援 川俣・飯館米の利用」において東北農政局長ほか取組みの説明（16-20日、国際農研、主催：農林水産省東北農政局、於：仙台合同庁舎）
平成26年	「穀類へのセシウム移行の可能性」（26日、国際農研、主催：産業技術総合研究所、於：つくば市 産業技術総合研究所 第7事業所）
	福島県における放射能汚染シンポジウムにおいて講演「営農再開を考える風評被害に対する取組み」、「鉱物中のセシウムとセシウムの結合状態」（23日、国際農研、主催：鹿児島大学、於：鹿児島大学農学部）
	SAT テクノロジー・ショーケース2014「被災地域の復旧・復興に向けた施設型農業の新技术」に「被災地域の復旧・復興に向けた施設型農業の新技术」を出版（24日、農工研、主催：つくばサイエンス・アカデミー、於：つくば市 つくば国際会議場）
	農業復興を目指す福島県飯館村を宮崎から応援しようにおいて「風評被害に対する取組み」、「セシウムの結合状態」（27日、国際農研、主催：宮崎大学国際連携センター、於：宮崎大学木花キャンパス）
1月	農工研ニュースに研究成果「モミガラ等による水田水口における農業用水の除染効果」を掲載（31日、農工研）
	食料生産地域再生のための先端技術展開事業「中小区画土地利用型営農技術の実証研究」平成25年度現地報告会（4日、東北研、於：陸前高田市 岩手農研南部園芸研究室）
2月	プレスリリース「高精度のため池ハザードマップ作成のための簡易な氾濫解析手法を開発」（28日、農工研）
	農林水産省消費者の部屋特別展示「東日本大震災から3年～再生への新たな歩み～」に出版「安全・安心な農産物供給を支える技術開発の取組み」（10-14日、農研機構・農環研・福島県農業総合センター、主催：農林水産省、於：農林水産省）
3月	生研センター研究報告会において講演「稲摺機での玄米の放射性物質交差汚染に関する実態調査ならびに籾を使ったとも洗いによる放射性物質交差汚染の低減効果」（13日、生研セ、於：大宮ソニックシティ）
	「平成24年度農林水産省関係放射能調査研究年報」（平成26年3月発刊）に「牛乳および飼料中人工放射性核種の定点調査結果」、「福島原発事故後の福島県ならびにその周辺地域における牛乳および飼料中人工放射性核種の調査結果」について掲載（畜草研）
	「食糧-その科学と技術-」（第52号）において「放射性物質の食品への影響研究について」及び「農産物と食品の加工・調理における放射性セシウムの動態」掲載（食総研）
	「粘り強い防潮堤」（東日本大震災合同報告 共通編3編）発刊（農工研、発刊：日本地震工学会・土木学会・地盤工学会）
4月	「福島環境回復加速化に向けた地域連携による事業の進展」～福島県における広域対象の可燃物廃棄物減容化・資材化の意義と現状～において基調講演「飯館村における減容化事業の考え方」（除染廃棄物処理に関する飯館村の事例等）（25日、国際農研、主催：一般財団法人日本クリーン環境推進機構、於：東京都 ベザール九段）
5月	「放射能汚染の現状と課題」において基調講演「飯館村における減容化事業の考え方」～被災住民の理解への取組～（24日、国際農研、主催：日本学術振興会第111委員会、於：早稲田大学）
6月	プレスリリース「地震・津波に対して強靱で低コスト、施工性に優れる「三面一体化堤防」（5日、農工研）
	農業協同組合新聞掲載（web配信）「津波に強い低コスト海岸堤防を開発 農研機構」（9日、農工研）
	日刊工業新聞掲載（web配信）「農研機構など、地震・津波に強い三面一体化堤防を開発」（10日、農工研）
	FOOMA JAPAN2014 アカデミックプラザにてポスター発表「農業および食品製造における膜分離技術の応用」（10-13日、食総研、主催：日本食品機械工業会、於：東京都 東京ビッグサイト）
7月	土地改良情報掲載「農研機構、「三面一体化堤防」を新開発 地震・津波に対する抵抗力が大幅に向上」（16日、農工研）
	「バイオマスエキスポ2014」にてパネル展示「先端プロ 福島資源循環」（16-18日、中央研、主催：日刊工業新聞社、於：東京都 東京ビッグサイト）
7月	食料生産地域再生のための先端技術展開事業「土地利用型営農技術の実証研究」平成26年度現地検討会（2-3日、東北研、於：仙台市 宮城県民会館・名取市（有）耕谷アグリサービス）
	「東日本大震災に係る食料問題フォーラム2014」において基調講演「農作物の放射能汚染と今後の課題【放射能汚染農地除染と営農再開を考える】」（4日、国際農研、主催：日本学術会議、協賛：東京農工大学農学研究院、於：川内村役場大会議室）
	Cs吸着土壌及び粘土鉱物におけるCs存在状態のX線光電子分光分析、廃棄物減容法における最適条件に関する検討（13日、国際農研、主催：電力中央研究所、於：東京都千代田区 電中研本社）
	JIRCASサイエンスカフェ「放射性物質汚染に関する汚染被災地の現状と課題」（14日、国際農研、於：石巻専修大学）
食料生産地域再生のための先端技術展開事業「中小区画土地利用型営農技術の実証研究」平成26年度現地検討会（15-16日、東北研、於：岩手県陸前高田市 現地圃場・北上市 岩手県農業研究センター）	

一般消費者や生産者に向けた情報発信（7）

年・月	発信内容
7月	施設園芸・植物工場展2014 (GPEC 2014) 出展「先端プロ『次世代型大規模施設園芸システムの実証研究』の紹介」(23-25日、野茶研、主催：(一社)施設園芸協会、於：東京都 東京ビッグサイト) 「食品危害要因その実態と検出法」((株)テクノシステム)を発行、第2章第7節「放射性物質」を担当(食総研)
8月	日本農業学会第5回EXセミナー(全村避難地域の復興へ向けた除染対策)において講演「福島県飯館村 農作物の放射性汚染と今後の課題【放射性汚染農地除染と営農再開を考える】」(3日、国際農研、主催：日本農業普及学会、於：福島県飯館村) 農業農村工学会大会において「CSMT電磁探査システム」の機器展示・リーフレット配布(26-28日、農工研、主催：農業農村工学会、於：新潟県 朱鷺メッセ)
9月	第9回福島県農業総合センターまつり果樹研究所会場での機械等展示「果樹園の除染技術の開発(樹冠下表土剥土機展示およびパネル展示)」(5-6日、生研センター、主催：福島県農業総合センター、於：福島市 福島県農業総合センター果樹研究所) 食料生産地域再生のための先端技術展開事業「土地利用型営農技術の実証研究」農業者を対象とした現地研修会「土地利用型営農技術に係る先端技術普及促進現地検討会」(4日、東北研、主催：宮城県・東北研、於：名取市(有)耕谷アグリサービス) 佐平セミナー(日本原子力研究開発機構成果研究会)において基調講演「放射性物質拡散からこれまでの状況と福島県の農業再生に向けて～住民理解への取組み～」(4日、国際農研、主催：日本原子力研究開発機構、於：日本原子力研究開発機構福島研究開発部門福島環境安全センター) シンポジウム「土壌化学で解く放射性セシウム-土壌鉱物間の反応機構」(11日、中央研、主催：日本土壌肥料学会、於：東京農工大学小金井キャンパス) 東京電力株式会社福島復興本社における講演会において基調講演「放射性物質拡散からこれまでの状況と福島県の農業再生に向けて～被災住民の理解への取組～」(19日、国際農研、主催：東京電力株式会社、於：福島県 東京電力株式会社福島支社) 環境放射能対策・廃棄物処理国際展RADIEX2014出展「農地の除染関連技術」パネル展示(中央研)、放射能プロ「物理除染」における「表土削り前の雑草処理作業」パネル展示(畜草研)、「放射性物質が作土中に拡散した農地における除染技術」、「農地の放射性物質モニタリングシステムの開発」についてパネル展示、農地の放射能モニタリングが可能な測定システムの展示、「除染前後の農地からの空間ガンマ線測定技術」について講演(農工研)、「農地周辺除染機・シールドキャビントラクタの実機およびパネル展示」(生研七)、(24-26日、主催：環境新聞社、於：科学技術館展示ホール) 無線トラクタによる傾斜草地除染作業講習会および表土削り機実演(26日、畜草研、於：福島県芝山牧野)
10月	シンポジウム「放射性物質汚染に関する汚染被災地の現状と課題」(除染農地の安全性評価と風評被害の実態)において講演「福島県の放射性汚染と農業再生に向けて」、「除染と減容化における鉱物の役割」(3日、国際農研、主催：鹿児島大学、於：鹿児島大学農学部) 畜草研所公開ミニ講演「急傾斜草地の除染作業は無線傾斜地トラクタで安全に」(4日、畜草研、於：畜草研) 平成26年度「環境回復の具体化に向けて(JAEA知の結集)」において基調講演「放射性物質拡散からこれまでの状況と福島県の農業再生に向けて～被災住民の理解への取組～」(23日、国際農研、主催：日本原子力研究開発機構、於：福島研究開発部門福島環境安全センター) RADIEX in Fukushima出展「農地の除染関連技術」パネル展示(中央研)、放射能プロ「物理除染」における「表土削り前の雑草処理作業」パネル展示(畜草研)、「放射性物質が作土中に拡散した農地における除染技術-機械化による大規模な水による土壌攪拌-除去技術-」についてパネルおよび試作機を展示(農工研)、「農地周辺除染機・シールドキャビントラクタの実機およびパネル展示」(生研七)(30-31日、主催：環境新聞社、於：郡山カルチャーパーク) 農業施設学会シンポジウム「持続的な農業経営のための放射性物質対策技術-これまでとこれから-の安全・信頼確保のために-」(31日、畜草研、農業施設学会、主催：農業施設学会、後援：農研機構、於：福島県 郡山市民文化センター) 農業施設学会放射能対策シンポジウムにて「農産物での加工・調理による放射性物質の移行」を講演(31日、食総研、主催：農業施設学会、於：郡山市)。
11月	茶の国際シンポジウム2014における講演「茶樹のセシウム汚染とその対策」(10-13日、野茶研、主催：中国茶葉研究所、於：中国杭州) アグリビジネス創出フェア2014出展「農研機構における震災復興研究の取組みの紹介」(本部)、「農地の物理的除染技術体系」(中央研)、「水耕トルコギキョウ栽培の紹介」、「福島花き生産の取組みの紹介」(花き研)、「先端プロ『イチゴとトマトの大規模生産システムの総合実証』の紹介」(野茶研)、放射能プロ「物理除染」における「表土削り前の雑草処理作業」パネル展示(畜草研)、「放射性物質モニタリングシステム(移動台車を含む)」(農工研)、(12-14日、主催：農林水産省、於：東京都 東京ビッグサイト) 草本系バイオマス資源作物公開シンポジウム-エリアンサス・ススキ・ネピアグラスの可能性と今後の展開-にて講演「草本系バイオマスの高温ガス化過程におけるCsの挙動」(14日、畜草研、主催：エリアンサス研究連絡会、於：東京ファッションタウンビル) 平成26年度地域茶業の後継者育成研修会における講演「茶の放射性セシウムの問題」(17日、野茶研、主催：静岡経済連、於：静岡県島田市 野茶研)



一般消費者や生産者に向けた情報発信（8）

年・月	発信内容
11月	食料生産地域再生のための先端技術展開事業「露地園芸技術の実証研究」「キャベツの機械化一貫体系実証研究」現地検討会（21日、東北研、主催：東北研・宮城県農園研、協力：農林水産技術会議事務局・東北農政局・宮城県農林水産部・農事組合法人林ライス・ヤンマー（株）・中央研、於：宮城県農園研・宮城県岩沼市 農事生産法人林ライス）
	長崎大学除染シンポにて「エネルギー・資源循環型営農の方向性について紹介」（24日、中央研、主催：長崎大学、於：長崎大学）
	公開講演「福島県の放射性物質汚染被災地の現状と課題」において講演「福島県の放射能汚染地域の現状と農業再生に向けての課題」、「除染と減容化における粘土鉱物の役割」（24日、国際農研、主催：長崎大学、於：長崎大学）
	平成26年度第4回山間地帯特産指導所主要課題チャ現地検討会における講演「関東近県における茶の放射性セシウムの動態と低減技術の検証結果等について」（28日、野茶研、主催：茨城県、於：茨城県農業総合センター山間地帯特産指導所）
	農工研ニュースに研究成果「農地土壌の放射能分布を測定する空間ガンマ線測定技術」、「放射性物質に汚染された農地に於ける冬期の除染工法」を掲載（30日、農工研）
12月	「放射性物質の吸着・除染および耐放射線技術における材料・施工・測定の新技術」（（株）技術情報協会）を発行、第5章第14節「農産物・食品の加工・調理における放射性セシウムの動態」を担当（食総研）
	JIRCASサイエンスカフェ「放射性物質汚染に関する汚染被災地の現状と課題」（1日、国際農研、於：東京農工大学府中キャンパス）
	シンポジウム「放射性物質汚染に関する汚染被災地の現状と課題（次世代へ向けての技術継承）」において講演「エネルギー・資源循環型営農の方向性について」（中央研）、「福島県の放射性汚染地域の現状と農業再生に向けての課題【直轄除染エリアの除染廃棄物処理と農業再生】」、「鉱物が及ぼす除染・減容化への影響」（国際農研）（11日、主催：九州大学、於：九州大学農学部）
総説：東日本大震災後の園芸産業の復興—現状と未来への提言—、園芸学研究（野茶研）	
平成27年	焼却処分、放射性物質研究開発課題講演会（13日、国際農研、主催：電力中央研究所、於：東京都千代田区電中研本社）
1月	食料生産地域再生のための先端技術展開事業「技術・経営診断技術開発研究」—大区画圃場での高能率作業による稲—麦—大豆2年3作水田輪作体系—平成26年度展示圃場試験成績検討会（22日、東北研、於：宮城県松島町新富亭）
	プレスリリース「研究者からみた東日本大震災と復旧・復興—農地・農業用施設等の被害調査と地域支援—を刊行」（28日、農工研）
2月	日本食品科学工学会誌（（公）日本食品科学工学会発行）において「国内農畜水産物の放射性セシウム汚染の年次推移と加工・調理での放射性セシウム動態研究の現状」を総説として紹介（食総研）
	プレスリリース「農地や環境中の放射線を迅速に測定する装置の開発」（6日、農工研）（7日、農工研、NHKニュース地方版で放映）
3月	農業の復旧・復興のための研究成果報告会～再生期における高収益農業実現のための技術開発～（3日、東北研、主催：宮城県農園研・古川農試、於：名取市 宮城県農園研）
	農林水産省消費者の部屋特別展示「未来につなぐ東北のめぐみ」に出展「農研機構における放射性物質対策研究の紹介」（本部）、サイエンスカフェ開催「加工・調理でも減るの？！食品中の放射性セシウム」（9日、食総研）、「カリウムの意外なチカラ 放射性セシウムの封じ込め」（13日、東北研）（9-13日、主催：農林水産省、於：農林水産省）
	農林水産省消費者の部屋特別展示「未来につなぐ東北のめぐみ」に出展「放射性物質の動態解明（農地土壌の放射性セシウム濃度分布）」（9-13日、農環研、主催：農林水産省、於：農林水産省）
	農林水産省消費者の部屋特別展示「未来につなぐ東北のめぐみ」においてサイエンスカフェ開催「放射性物質汚染からの農業復興をめざして！ 元飯館村職員が見た現実と未来」（12日、国際農研、主催：農林水産省、於：農林水産省）
	第3回国連防災世界会議におけるパネル展（14-18日、農工研、主催：農工研・東北農政局・宮城県・仙台市 水士里ネット宮城、於：仙台メディアテーク）
	プレスリリース「地下水質を保全する二重揚水技術を開発」（24日、農工研）
4月	「平成25年度農林水産省関係放射能調査研究年報」（平成27年3月発刊）に「牛乳および飼料中人工放射性核種の定点調査結果」、「福島原発事故後の福島県ならびにその周辺地域における牛乳および飼料中人工放射性核種の調査結果」について掲載（畜草研）
	「土を深く細かく耕すと牧草の放射性セシウム濃度が低くなる」、パネル掲示及び説明（18日、畜草研、主催：青木農業祭実行委員会、於：栃木県那須町 青木サッカー場）
6月	第12回 日本放射線安全管理学会公開シンポジウム「福島農業再生に向けての課題」において講演（18日、国際農研、主催：日本放射線安全管理学会、共催：日本保健物理学会・放射線安全フォーラム、於：東京都 東京工業大学大岡山キャンパス）
	第9回JIRCASサイエンスカフェ「放射能汚染災害の現状と課題」（23日、国際農研、主催：国際農研、共催：東京農業大学、於：東京都 東京農業大学世田谷キャンパス）
7月	プレスリリース「異なる耕うん方法での草地除染効果 —深く、土を細かくする耕うんの効果が高い」（26日、畜草研）
	食料生産地域再生のための先端技術展開事業「土地利用型営農技術の実証研究」平成27年度現地検討会（14日、東北研、主催：東北研、於：名取市（有）耕谷アグリサービス）
	食料生産地域再生のための先端技術展開事業「中小区画土地利用型営農技術の実証研究」平成27年度現地検討会（30日、東北研、主催：東北研、於：岩手県陸前高田市 現地圃場）



一般消費者や生産者に向けた情報発信（9）

年・月	発信内容
8月	園芸学会東北支部会公開シンポジウム「次世代施設園芸による宮城の園芸生産の復興と発展」にて、寒冷地の気象条件を活用した施設栽培技術の開発と先端婦技術展開事業における取り組みについて基調講演（31日、野茶研、主催：園芸学会東北支部会、於：フォレスト仙台） 農村工学研究所ホームページの「東日本大震災への農村工学研究所の対応」をリニューアル
9月	プレスリリース「FRPM管の継手部の離脱を防止する技術を開発」（14日、農工研） 岩手先端プロ「ブランド化を促進する野菜の生産・加工技術の実証研究」内における新タイプキュウリの試験販売（15日-10月15日、野茶研、於：岩手県 イオン系列スーパーマーケット2店舗） 公開シンポジウム 東日本大震災からの地域と農業の復興「放射性物質汚染からの農業復興を目指して」において講演（16日、国際農研、主催：農業環境工学関連5学会合同大会実行委員会・岩手大学三陸復興推進機構、於：岩手大学学生センターC棟） 第10回JIRCASサイエンスカフェ「福島県の実態！ 放射性物質汚染の現状と地域再生の課題」（28日、国際農研、主催：国際農研、共催：三重大学、於：三重大学 環境・情報科学館）
10月	プレスリリース「土壌中の深さ別の放射線を測定する装置を開発- 深さ別の放射能分布の推定が短時間で可能！ -」（8日、農工研・水土里ネット福島・応用地質） 農業農村工学会東北支部「第48回支部研修会」において「放射性物質拡散からこれまでの現状と福島県の農業再生に向けて」講演（27日、国際農研、主催：農業農村工学会東北支部、於：福島県 コラッセふくしま） 福島大学うつくしまふくしま未来支援センター農・環境復興支援部門シンポジウム「ふくしまの食品・農業・環境の未来を創る」において講演（28日、東北研、主催：福島大学、後援：福島県・東北研・地産地消運動促進ふくしま協同組合協議会、於：福島市 コラッセふくしま） 平成27年度農研機構畦畔管理技術情報セミナーにて食料生産地域再生のための先端技術展開事業「中小区画土地利用型営農技術の実証研究」における「畦畔省力管理技術の実証成果」を紹介（29日、近農研、主催：近農研、於：広島県 東広島市市民文化センター）
11月	食料生産地域再生のための先端技術展開事業「露地園芸技術の実証研究」平成27年度現地検討会 加工・業務用ホウレンソウ分科会機械収穫実演および研修会（4日、東北研、主催：東北研・宮城県農園研、協賛：株式会社キセキ関東、於：宮城県岩沼市 農事生産法人林ライス圃場） 平成27年度青果物流通システム高度化事業 加工・業務用野菜生産振興研修会・食料生産地域再生のための先端技術展開事業「露地園芸技術の実証研究」現地検討会（4日、東北研、主催：野菜流通カット協議会・宮城県・東北研、協賛：日本施設園芸協会・青果物選果予冷施設協議会、於：宮城県岩沼市 農事生産法人林ライス圃場・岩沼市民会館） 農研機構中央農研市民講座「宮城県・津波被災地の復興に向けた取り組み」（14日、中央研、主催：中央研、於：つくば市 食と農の科学館） アグリビジネス創出フェア2015出展「農研機構における震災復興研究の取り組みの紹介」（18-20日、農研機構、主催：農林水産省、於：東京都 東京ビッグサイト） アグリビジネス創出フェア2015 農食研究推進事業平成27年度研究成果発表会「農業用パイプラインの長寿命化・耐震対策技術の開発」（20日、農工研、主催：農林水産省、於：東京都 東京ビッグサイト） 食品に関するリスクコミュニケーション-食品中の放射性物質に関する理解のために-「放射性物質汚染からの農業復興を目指して！【～元飯館村職員が見た現実と未来】」講演（28日、国際農研、主催：消費者庁、共催：厚生労働省・農林水産省・勝山市、於：福井県 勝山市福祉健康センター「すこやか」多目的ホール）
12月	平成27年度食料生産地域再生のための先端技術展開事業 施設園芸・未利用エネルギー合同研究成果伝達会「東日本大震災からの復興に向けた施設園芸の取り組みと今後の課題」（3-4日、農工研、主催：岩手県・福島県・宮城県・農研機構・農業施設学会、於：宮城県 岩沼市民会館） 事例紹介「地震・津波に粘り強く抵抗する海岸堤防の新技術」（4日、農工研、主催：全国海岸事業促進連合協議会、於：東京都 砂防会館） 福島の未来と問題の変遷「農地除染と移行低減対策、4年の月日でみえてきたこと、除染廃棄物の現状と課題」（11日、農研機構・国際農研、主催：長崎大学、於：長崎県 長崎大学良順会館） 畜産農家段階放射性物質モニタリング体制構築事業産地指導者養成研修会にて講師（11日、畜草研、主催：畜産経営支援協議会、於：仙台市） 畜産農家段階放射性物質モニタリング体制構築事業産地指導者養成研修会にて講師（15日、畜草研、主催：畜産経営支援協議会、於：福島県西郷村 家畜改良センター）
平成28年 1月	宮城発の美味しい魚介類で新たな介護食の開発を！（水宮3-01プロの成果の講演と試食）（22日、食総研、主催：東京海洋大学、後援：宮城県水産技術センター、於：宮城県 気仙沼市魚市場3階会議室）
2月	SATテクノロジー・ショーケース2016にてポスター出展「地下水質を保全する二重揚水技術を開発」（4日、農工研、主催：つくばサイエンス・アカデミー、SATテクノロジー・ショーケース2016実行委員会、於：つくば市 つくば国際会議場）
3月	「平成26年度農林水産省関係放射能調査研究年報」（平成28年3月発行）に「牛乳および飼料中人工放射性核種の定点調査結果」、「福島原発事故後の福島県ならびにその周辺地域における牛乳および飼料中人工放射性核種の調査結果」について掲載（畜草研）

## (2) 自治体との連携・協力

これまでお示したように、農地や農産物等の汚染状況の把握、農地土壌の除染技術および放射性物質の農産物等への移行制御技術の開発には、被災各県の試験研究機関との情報共有や共同研究などの連携・協力を取り組みました。その成果の一部は、農林水産省を経て国の技術的な対策のガイドラインや県の対策マニュアルなどに活用されています。また、平成24年度から農業放射線研究センターを農研機構・東北農業研究センターの福島研究拠点に設置し、被災現地に密着した試験研究・技術開発を関係機関と連携して取り組むこととしました。特に、福島県とは、平成25年4月に東日本大震災の被災地域における営農再開・農業再生に向けた研究推進に関する基本協定を締結し、相互に研究資源の活用を図りつつ、放射性物質対策のみならず、地震・津波被害対策、新たな農業展開に向けた先端技術導入などを総合的に進めることにしました。

放射性物質対策に関連する農地除染、農業被害軽減、汚染環境回復、除染により発生する廃棄物の仮置き、廃棄物の減容化対策など様々な分野の調査研究は、現地で実証的に実施することが必要不可欠であり、そのための多くの取組（国、地方自治体、研究機関、大学、民間企業）が、被災地の市町村に集中しています。

一方、警戒区域や計画的避難区域に指定された地域の住民の方々は、避難を余儀なくされるなど、原子力発電所の事故は住民の生活、市町村等の自治体の運営を一変させるものとなりました。

このような状況の中で各種の調査研究や対策事業が特定の地区などに集中する場合、多くの取組について相互調整を行った上で国レベルでの対策の全体像、全体の工程スケジュールなどを、直接住民に説明して納得していただく体制の整備と努力が必要です。

こうした認識に基づき、技術的指導の面から自治体を支援することで、より円滑な事業、調査研究活動を実施するため、自治体からの要請及び農林水産省農林水産技術会議事務局からの依頼により、国際農林水産業研究センターが研究職員を自治体へ派遣した福島県飯舘村の例を紹介します。

職員の派遣により、現地調査や試験研究の必要性、試験適地の選定を適切に住民へ説明することが可能となり、窓口が一元化され自治体職員や住民との連携が図られ、国や研究機関と自治体の関係改善を行うことができ、より効率的な試験研究や実証試験を実施することができました。しかし、町村議会や農業委員会、住民から寄せられる農林水産関係の問題が派遣職員に集中するほか、以前にもまして関係省庁が進める除染や減容化の研究課題、民間や大学から提案される除染技術などを調整する業務も増加する傾向にあるなどの課題もありました。

被災自治体では、被災避難住民への平時の行政サービスに加え、生活支援、復興・復旧業務に日々取り組んでおり、自治体職員だけでは十分な対応が極めて難しい状況です。そのため、対策事業や試験研究を実施するだけでなく、自

治体側へのサポートを行うこともより一層重要となっています。このような現地での状況なども踏まえ、農林水産省においては職員で構成する現地支援チームを編成して、市町村役場を訪問するなどして現地の意向把握、復旧・復興対策の周知徹底等の市町村への支援を行っています。

## II 農業復興のための先進的農業技術



Iの総論では東日本大震災の復旧・復興に向けて4つの国立研究開発法人が取り組んでいる状況の概要を紹介しました。総論の中でも具体的な技術の紹介も行いましたが、IIでは、それらの個別技術に関してそれぞれ毎にデータなども示しながら紹介します。また、Iの総論には出てこない技術も含めて、今後の復旧・復興の参考になると考えられる技術を整理しました。多くの農業関係者にご覧いただき、今後の農業・農村の復旧・復興の参考にしていただければ幸いです。なお、より詳細な情報が必要な場合にはそれぞれの問い合わせ先にご連絡願います。(平成28年4月以降は、農研機構と農業生物資源研究所、農業環境技術研究所は、さらに独立行政法人種苗管理センターを加えて、4法人が統合して一つの国立研究開発法人となります。統合後も、問い合わせ先の担当部署は存続しますが、一部名称などが変更となります。)

農研機構、農業生物資源研究所、農業環境技術研究所及び国際農林水産業研究センターの4つの国立研究開発法人は、農業・農村や食品に関連する幅広い分野の研究開発を行っています。4つの国立研究開発法人が開発した先端技術は本書で紹介したもの以外にも多くの技術があり、それは各法人のウェブサイトで紹介されています。東日本大震災の被災地は広範囲に及んでおり、自然条件や社会・経済的な営農環境条件などが個々それぞれであると考えられます。したがって、農業・農村の復旧・復興に有効となる技術もそれらの条件に対応したものが必要となります。各法人が開発した技術には、農業基盤整備、営農計画づくりから、農作物の生産・出荷、食品の流通・加工など色々な場面に対処したあらゆる技術があります。本書の中には参考となる技術がなかった場合でも、被災地域の農業者のみなさんやその関係者のみなさんが各法人のウェブサイトの研究成果をご覧いただければ、現在の営農や計画づくりに直接活用できる技術だけではなく、将来の経営の姿や未来の計画づくりのための新たな発想・着眼にお役に立てるものが見つかるのではないかと思います。是非ご覧下さい。

関連成果情報一覧

整理番号	情報名	年度	分類	担当研究所	1. 生産の再開に向けた技術					2. 新しい農業の実現に向けた技術								
					1) 防災・減災のための生産基盤の整備	2) 地震・津波被災農地の対策	3) 放射性物質の除去および環境動態の解明	4) 放射性物質の農畜産物への移行低減	5) 除染農地の管理	1) 水田の高度利用農業	2) 高収益性高投入農業	3) 生産と流通の技術革新による6次産業化・ブランド化	4) 畜産を組み込んだ地域複合型農業	5) ハイオケ原料など生産型農業				
1	灌漑主体流域の農地水利用に与える気候変動影響の定量的評価法	H23	主要普及	農工研	○													
2	地震・洪水に強く、人方主体で施工できる盛土の補強技術	H23	主要普及	農工研	○													
3	農地・水保全管理の円滑な推進のための地域資源情報管理システム	H23	主要普及	農工研	○													
4	詳細地形等を考慮したため池決壊時の簡易氾濫解析手法	H25	主要普及	農工研	○													
5	農業支援情報の基盤となる50 mメッシュ気温データの作成手法	H26	主要普及	近農研	○													
6	地形制約等に配慮した地震・津波に強い海岸堤防の構築技術	H26	主要普及	農工研	○													
7	減災対策を目的とした豪雨時のため池の貯水位置予測システム	H26	主要普及	農工研	○													
8	液状化を防止するための細粒分を含む土の締固め管理方法	H26	主要普及	農工研	○													
9	ため池等の盛土斜面の簡易な原位置せん断強度試験法	H23	普及	農工研	○													
10	豪雨時のため池の決壊危険度算定システム	H24	普及	農工研	○													
11	地震観測記録に基づき農業用フィールドに地震動が与える影響を監視する技術	H26	普及	農工研	○													
12	沿岸部の農地を利用した津波の遡上抑制効果	H23	研究	農工研	○													
13	背後農地に設置した二線堤と農地の段差による津波減勢効果	H24	研究	農工研	○													
14	嵩上げをしたフィールド堤体の地震時挙動特性	H24	研究	農工研	○													
15	農業水利施設群を対象とした地震リスク評価手法	H24	研究	農工研	○													
16	気候変動が及ぼす稲作経営利潤の影響予測モデル	H25	研究	農工研	○													
17	豪雨に伴う水稲の冠水被害推定のための模擬冠水試験法	H25	研究	農工研	○													
18	沿岸部農地に浸水した津波の減勢に対する排水路の効果	H25	研究	農工研	○													
19	地下水位の潮汐応答の分析による帯水層の水頭拡散率推定手法	H26	研究	農工研	○													
20	農業水利施設の洪水危険度評価のための短時間単位の豪雨データの模擬発生法	H26	研究	農工研	○													
21	ため池氾濫解析時の解析条件や浸水域での留意事項	H26	研究	農工研	○													
22	吐水槽を利用した沿岸部排水機場の津波減災対策の効果	H26	研究	農工研	○													
23	高エネルギー層地下水探査のための同時多点受信CSMT探査システム	H26	研究	農工研	○													
24	営農支援活動で利用できる「営農計画策定支援システムZ-BTM」	H23	主要普及	中央研	○													
25	排水路や農道が整備された沿岸部農地に適用する浸水解析モデル	H24	主要普及	農工研	○													
26	現地調査を踏まえた津波被災農地の除塩における留意点	H24	普及	農工研	○													
27	淡水レンズ地下水厚の経時変化を把握する深度別電気伝導度測定法	H24	普及	農工研	○													
28	AR機能を搭載した災害情報管理のための通信情報共有システム	H24	普及	農工研	○													
29	農地基盤中の塩分濃度をリアルタイムで監視する簡易技術	H26	普及	農工研	○													
30	電磁探査法による海水浸水農地の土壌電気伝導度測定	H23	研究	東北研	○													
31	市販土壌ECセンサを用いた海水浸水農地の土壌電気伝導度簡易測定法	H23	研究	東北研	○													
32	非破壊調査法による地盤の亀裂範囲簡易探査手法	H23	研究	農工研	○													
33	東日本大震災の津波による水門と排水機場の被災の特徴	H23	研究	農工研	○													
34	岩手県大船渡市吉浜地区における地域復興計画支援	H23	研究	農工研	○													
35	東日本大震災による農地塩害長期化に及ぼす農地・排水施設の被害とその対策	H24	研究	農工研	○													
36	地盤沈下した津波被災農地の塩水侵入対策	H25	研究	農工研	○													
37	震災で地盤沈下した農地で塩害を回避するための農業用水のモニタリング	H25	研究	農工研	○													
38	帯水層の塩水化を抑制することができ単孔式二重揚水技術	H26	研究	農工研	○													
39	地表面で目視確認できない地盤内の変状箇所推定手法	H26	研究	農工研	○													

整理番号	情報名	年度	分類	担当研究所	1. 生産の再開に向けた技術					2. 新しい農業の実現に向けた技術										
					1) 防災・減災のための生産基盤の整備	2) 地震・津波被災農地における対策	3) 放射性物質の除去および環境動態の解明	4) 放射性物質の農畜への移行低減	5) 除染農地の管理	1) 水田の高度利用農業	2) 高収益性高農園芸	3) 生産と流通の技術革新による6次産業化・ブランド化	4) 畜産を組み込んだ地域複合型農業	5) ハイオケ原料など生産型農業						
40	東日本大震災後の地下水の塩水化長期化の要因	H26	研究	農工研																
41	除染作業におけるつす板プラウ耕の耕深と表層土埋没深さとの関係	H23	主要普及	生研七				○												
42	農業機械を利用した放射性物質に汚染された表土を除去する技術	H23	主要普及	中央研				○												
43	プラウを用いた反転耕による放射性物質に汚染された表層土の埋却	H23	主要普及	中央研				○												
44	放射性物質に汚染された農地土壌の効率的な除染工法	H23	主要普及	農工研				○												
45	放射した放射能汚染水田を除去するための水による土壌攪拌・除去技術	H24	主要普及	農工研				○												
46	放射性物質を含む作物残さ・雑草、枝葉等の安定・減容化技術	H24	主要普及	中央研				○												○
47	無縁傾斜地用トラクタに装着する傾斜牧草地除染のためのロータリ	H24	主要普及	畜草研				○												
48	除染用はつす板プラウの水田表層土埋没性能	H24	主要普及	生研七				○												
49	傾斜した法面等の除染を効率的に行う表土削り取り機	H24	主要普及	生研七				○												
50	農道の表土を砕土して除染作業が効率的に行える農道表層剥ぎ取り機	H24	主要普及	生研七				○												
51	草地更新による採草地表面の放射線空間線量率と新播牧草中セシウム濃度の低減	H24	主要普及	畜草研				○												
52	農地土壌の放射能分布を推定する空間ガンマ線測定技術	H25	主要普及	農工研				○												
53	放射性物質に汚染された農地における冬の除染工法	H25	主要普及	農工研				○												
54	ブルーベリー園における放射性セシウムの蓄積	H23	普及	果樹研				○												
55	クリ園における放射性セシウムの蓄積	H23	普及	果樹研				○												
56	地表面管理の異なるリンゴ園における放射性セシウムの蓄積	H23	普及	果樹研				○												
57	ため池等の水域の底質に含まれる放射性 Cs からのガンマ線計測システム	H26	普及	農工研				○												
58	農地土壌の放射性物質濃度分布の把握	H23	主要研究	農環研				○												
59	農業環境中の放射性物質長期モニタリングデータの活用	H23	主要研究	農環研				○												
60	飼料畑の深耕による放射性セシウムの下層埋設と空間線量率の低減	H23	研究	畜草研				○												
61	イネ科バイオマス資源作物における土壌からの放射性セシウムの移行	H23	研究	畜草研				○												
62	放射性物質汚染サイレーンジは堆肥化により周囲を再汚染することなく減量できる	H23	研究	畜草研				○												
63	水田土壌における深度別および粒径クラス別の放射性セシウム濃度	H23	研究	農工研				○												
64	用水を用いた土壌攪拌工法による水田の除染	H23	研究	農工研				○												
65	モミガラ等を用いた水田水口における農業用水の除染効果	H24	研究	農工研				○												
66	既耕作水田における水による土壌攪拌・除去技術の除染効果	H24	研究	農工研				○												
67	遠隔操縦および自律運転により除染作業を支援する無人トラクタ	H24	研究	東北研				○												
68	農業用ため池底質から水中への放射性セシウム回帰速度の評価手法	H25	研究	生研七				○												
69	原発事故後のため池底質における放射性セシウムの分布状況と粒径別の分布	H25	研究	農工研				○												
70	無人で任意時間の採水を可能とする濁度・水質水文遠隔監視システム	H26	研究	農工研				○												
71	農地等の除染作業時の粉じん実態とトラクタキャビンの防じん効果	H26	研究	中央研				○												
72	水路システムへの放射性 Cs の堆積特性	H26	研究	農工研				○												
73	湛水期間延長による代かき濁水に伴う放射性セシウム流出の削減効果	H26	研究	農工研				○												
74	濁度観測による農業用水中の放射性セシウムの連続推定技術	H26	研究	農工研				○												
75	分布型物質移動モデルによるウォッシュロードと放射性物質の移動予測	H26	研究	東北研				○												
76	汚染地域で栽培したアマランサス属の放射性セシウム吸収特性	H26	研究	農工研				○												
77	ライムギとイタリアンライグラスにおける放射性セシウムのウエザリング半減期	H26	研究	作物研				○												
78	水田土壌のカリウム供給力の向上による玄米の放射性セシウム濃度の低減	H23	主要普及	畜草研				○												

整理番号	情報名	年度	分類	担当研究所	1. 生産の再開に向けた技術					2. 新しい農業の実現に向けた技術								
					1) 防災・減災のための生産基盤の整備	2) 地震・津波被災農地の対策	3) 放射性物質の除去および環境動態の解明	4) 放射性物質の農産物への移行低減	5) 除染農地の管理	1) 水田の高度利用	2) 高収益性	3) 生産と流通の技術革新による6次産業化・ブランド化	4) 畜産を組み込んだ地域複合型農業	5) ハイオケルなど生産型農業				
79	チャネン芽へのセシウムの移行とせん枝による放射性セシウムの除去	H23	主要普及	野茶研														
80	各種夏野菜への土壌中の放射性セシウムの移行係数	H23	主要普及	東北研														
81	飼料畑二毛作における放射性セシウム移行を抑制するための土壌交換性カリ含量	H24	主要普及	畜草研														
82	飼料用イネにおける放射性セシウム濃度に及ぼす養分管理と刈り取り高さの影響	H24	主要普及	畜草研														
83	放射性セシウムを含む玄米粒認証標準物質	H24	主要普及	食総研														
84	カリ施用による大豆子実の放射性セシウム濃度の低減	H25	主要普及	中央研														
85	草地更新による除染では耕深が深く、砕土率が高い耕うん法の効果が高い	H25	主要普及	畜草研														
86	更新草地において牧草への放射性セシウムの移行を低減する交換性カリ含量	H25	主要普及	畜草研														
87	粉摺機での玄米の放射性物質による汚染を防ぐ機内残留物除去方法「とも洗い」	H25	主要普及	生研セ														
88	カリ施用による玄米の放射性セシウム濃度の低減	H26	主要普及	東北研														
89	牧草中放射性セシウム濃度低減のために、草地更新後もカリ施肥継続は必要	H26	主要普及	畜草研														
90	堆肥の継続的な施用は飼料用トウモロコシの放射性セシウム低減に有効である	H23	普及	畜草研														
91	草地更新により採草地表面の放射線空間線量率と新播牧草中Cs濃度を低減できる	H23	普及	畜草研														
92	農産物中の放射性セシウムの簡易分析法の開発	H23	研究	畜草研														
93	麦類の加工工程における放射性セシウムの動態解析	H23	研究	食総研														
94	放射性セシウム汚染サイレージの圃場還元作業と飼料作物への移行程度	H24	研究	食総研														
95	放射性セシウム含有堆肥施用に伴う飼料用トウモロコシへの放射性セシウム移行	H24	研究	畜草研														
96	放射能で汚染されたウンシチュウミカンとブルーベリーにおける放射性セシウム分布	H24	研究	畜草研														
97	放射性セシウムを含む玄米配合飼料を給与したブタ体組織の放射性セシウム濃度	H25	研究	畜草研														
98	飼料用イネのセシウム濃度の品種間差	H25	研究	作物研														
99	放射性セシウムの大豆の加工・調理における加工係数	H25	研究	食総研														
100	草地更新後に牧草への放射性セシウム移行の低減を維持するためのカリ施肥量	H25	研究	畜草研														
101	「ふくひびき」利用による飼料用イネ地上部放射性セシウム濃度の低減効果	H25	研究	畜草研														
102	水稲のセシウム吸収・蓄積は土壌交換性セシウム/カリウム比と関係が高い	H26	研究	作物研														
103	フォールアウトを受けたクリ園における放射性セシウムの動態	H26	研究	果樹研														
104	フォールアウトを受けたブルーベリー園における放射性セシウムの動態	H26	研究	果樹研														
105	うどんの加工・調理における放射性セシウムの加工係数	H26	研究	食総研														
106	多年生雑草が優先した耕作放棄畑の復元方法	H23	主要普及	中央研														
107	研究者と生産現場が相互に情報を発信、共有できる雑草生物情報データベース	H26	主要普及	中央研														
108	数種雑草種子の発芽は短期灌水処理により著一化する	H24	研究	中央研														
109	特定外来生物アレチウリの侵入・分布拡大メカニズム	H24	研究	中央研														
110	蒸気処理による作物収穫後地表面の雑草種子駆除技術	H24	研究	中央研														
111	米ぬか施用によるコナギ抑草効果に及ぼす土壌、施用量および作期の影響	H24	研究	中央研														
112	ニホンジカによる採草地の牧草被害率の簡易推定と電気柵導入決定支援シート	H25	主要普及	畜草研														
113	フィールドサーベイを用いた鳥獣害監視システム	H25	主要普及	中央研														
114	冬作イタリアンライグラス草地はイノシシの冬期の餌場となるため、侵入防止対策が必要	H24	普及	近農研														
115	イノシシ対策に使われているオオカミ尿には忌避効果がない	H24	普及	近農研														
116	フィールドサーベイを用いた野生鳥獣の農地接近・進入監視システム	H24	研究	中央研														
117	ハクビシンは網渡りが得意であり、侵入防止経路として配慮が必要である	H24	研究	近農研														



整理番号	情報名	年度	分類	担当研究所	1. 生産の再開に向けた技術					2. 新しい農業の実現に向けた技術						
					1) 防災・減災のための生産基盤の整備	2) 地震・津波被災農地の対策	3) 放射性物質の除去および環境動態の解明	4) 放射性物質の農産物への移行低減	5) 除染農地の管理	1) 水田の高度利用農業	2) 高収益性	3) 生産と流通の技術革新による6次産業化・ブランド化	4) 畜産を組み込んだ地域複合型農業	5) ハイオケルなど生産型農業		
118	ハクビシンは狭い隙間から侵入できる	H25	研究	近農研												
119	イノシシの採食被害は草地更新をしない牧草地でも発生する	H25	研究	近農研												
120	農業被害を引き起こす大型哺乳類5種の分布拡大シミュレーション	H26	研究	中央研												
121	ブラウ耕・グレーションドリル播種方式の寒冷地向け水稻乾田直播体系	H23	主要普及	東北研												
122	ジャイロと加速センサを内蔵した高精度・高安定ハイブリッドGNSS航法装置	H23	主要普及	北農研												
123	小麦赤かび病を適期に防除するための開花期予測システム	H23	主要普及	近農研												
124	作業機との連携機能を備え汎用的に利用できる経路誘導装置	H23	主要普及	生研七												
125	農地の排水性を改良する低コストな補助暗渠工法	H23	主要普及	農工研												
126	耕うん同時歇立て播種機汎用利用による平高畝を活用した麦-大豆作体系	H24	主要普及	中央研												
127	農家が使える無資材・迅速な穿孔暗渠機「カッタードレーン」	H25	主要普及	農工研												
128	水田輪作の生産性向上に役立つ地下水位制御システムの活用指針	H26	主要普及	中央研												
129	3輪式乗用管理機にミッドマウンテン式で搭載する高能率水田用除草装置	H26	主要普及	生研七												
130	不耕起播種機を用いて生産コストを40%削減する水稲-麦類-大豆水田輪作体系	H23	普及	中央研												
131	地下水位制御システム導入地区における水田用水量	H25	普及	農工研												
132	リアルタイムで進捗把握が可能なスマートフォン用収穫作業記録作成アプリ	H25	普及	近農研												
133	二重ネット工法を用いた畦畔法面におけるシバ(Zoysia japonica)の植栽技術	H26	普及	近農研												
134	ブラウ耕・鎮圧体系乾田直播での圃場鎮圧による漏水防止手法	H23	研究	東北研												
135	苗立ち安定化に向けた鉄コーティング種子を活用した水稲の無代かき直播	H24	研究	近農研												
136	鉄コーティング水稲湛水直播栽培で使用する活性化種子の発芽生理特性	H24	研究	近農研												
137	淡色黒ボク上における地下水位制御がタマネギの生育に及ぼす影響	H24	研究	野茶研												
138	アスパラガス連作圃場の継続的高土壌水分状態と株の生育不良が相関する	H24	研究	野茶研												
139	高温登熟条件における水稲種子伝染性病害の品種間差	H24	研究	近農研												
140	育苗期に発生する水稲種子伝染性病害の鉄コーティングによる防除効果	H25	研究	近農研												
141	地下水位制御システムを用いた梅雨明け後に播種する大豆の苗立ち安定向上技術	H25	研究	近農研												
142	深水栽培は水稲の茎のソノース機能を増加させ白未熟粒発生を抑制する	H25	研究	近農研												
143	耐塩性が強く茎葉が多収な稲発酵粗飼料用新品種候補系統「関東飼265号」	H26	研究	作物研												
144	赤かび病菌感染コムギにおいて濡れ時間はかび毒蓄積リスクの評価指標になる	H26	研究	近農研												
145	高断熱資材で保温性を高め、ダブルアーチで構造強化したパイプハウス	H24	主要普及	近農研												
146	日持ち保証に対応した切り花の品質管理技術の開発とマニュアルの策定	H24	主要普及	花き研												
147	E00反応を活用したスプレーギク等の省エネルギー型効率的生産技術	H24	主要普及	花き研												
148	根こぶ病に強い抵抗性を示すハクサイF1品種「あきめき」	H25	主要普及	野茶研												
149	キク電照栽培用光源選定・導入のてびき	H25	主要普及	花き研												
150	飛翔能力を欠くナミテントウ製剤の利用技術マニュアル	H25	主要普及	近農研												
151	循環移動式栽培装置と連動する定置型イチゴ収穫ロボット	H25	主要普及	生研七												
152	カラベーパーマン・パブリカ栽培における光照射追熟技術を用いた増収栽培技術	H26	主要普及	野茶研												
153	イチゴ選果ラインに組み込み可能なイチゴバック詰めロボット	H26	主要普及	生研七												
154	低コストな高軒高ハウスと自動灌水装置等による夏秋トマト低密度植2作採り	H24	普及	近農研												
155	イチゴ産地復興を効率化するための高設栽培システム共通仕様	H25	普及	野茶研												
156	適応作型の広い短葉性ネギF1品種「ゆめわらべ」	H23	研究	野茶研												

整理番号	情報名	年度	分類	担当研究所	1. 生産の再開に向けた技術					2. 新しい農業の実現に向けた技術										
					1) 防災・減災のための生産基盤の整備	2) 地震・津波被災農地に於ける対策	3) 放射性物質の除去および環境動態の解明	4) 放射性物質の農産物への移行低減	5) 除染農地の管理	1) 水田の高度利用	2) 高収性高収益性	3) 生産と流通の技術革新による6次産業化・ブランド化	4) 畜産を組み込んだ地域複合型農業	5) ハイオケルなどエネルギー生産型農業						
157	温室内の気流・気温分布を改善するための循環扇の制御方法	H23	研究	農工研																
158	高断熱資材はパイプハウスの保温性能向上に有効である	H23	研究	近農研																
159	細霧ノズル付循環扇を用いた中山間地域向け低コスト細霧冷房システム	H23	研究	近農研																
160	トマトの養液土耕栽培におけるリン酸無施肥がリン酸収支に及ぼす影響	H23	研究	近農研																
161	画像処理を用いたイチゴの自動選別パック詰め装置	H23	研究	生研セ																
162	植物工場における短期栽培キュウリの多収化	H24	研究	野茶研																
163	中山間地の夏季のトマト育苗における冷水資源を活用した根域冷却技術	H24	研究	近農研																
164	粉砕くん炭覆土による有機質液肥を施用したレタスセル苗の生育促進技術	H24	研究	野茶研																
165	遮水シート薄式地下灌漑システムにおける給水時の水分動態	H25	研究	野茶研																
166	高圧細霧冷房による温室の高温抑制効果と換気特性	H25	研究	農工研																
167	LEDによるレタス、シュンギクの夜間補充での生体重増加効果	H25	研究	農工研																
168	施設園芸用の循環扇性能と数値流体力学による循環扇気流の予測方法	H25	研究	近農研																
169	簡易設置型パッドファンによるハウス内暑熱環境改善	H25	研究	近農研																
170	盛夏期におけるイチゴ苗の蒸熱処理装置による病害虫同時防除	H25	研究	九州研																
171	収量および果形の優れる単為結果性のナスF1品種候補、あのみり2号	H25	研究	野茶研																
172	疫病・青枯病複合抵抗性木用トウガラシ品種候補、安濃交1号および安濃交2号	H25	研究	野茶研																
173	トマト一段密植栽培用の着果処理ロボット	H26	研究	野茶研																
174	キュウリのハイワイヤー栽培における葉面積指数(LAI)の簡易推定法	H26	研究	野茶研																
175	トマト「桃太郎オーグ」の収量はオランダの台木品種「Maxifort」利用により増加する	H26	研究	野茶研																
176	温室へ施用した二酸化炭素の利用効率の評価手法	H26	研究	近農研																
177	遠赤色光の照射でダッタソソバズラウトの果皮を除去する方法	H26	研究	九州研																
178	土着天敵ギブアババチに対する各種農薬の影響	H26	研究	野茶研																
179	カリフラワーのスプラウトはビタミンCが多く受光量に伴い含量は向上する	H26	研究	九州研																
180	クリ「ほろたん」の受粉樹には「美玖里」、「石鏡」、「岸根」、「利平ぐり」が適する	H23	主要普及	果樹研																
181	JM 台木を利用したリンゴ低樹高栽培における作業の省力効果	H23	主要普及	果樹研																
182	ドリフトおよび騒音低減効果の高い棚栽培果樹用スビードスプレーヤー	H23	主要普及	果樹研																
183	パンの膨らみが向上する玄米粉の作製法および製パン特性	H23	主要普及	作物研																
184	果樹産地の維持・発展に貢献する高機動型高所作業台車	H23	主要普及	生研セ																
185	大果で食味が優れる早生セイヨウナシ新品種「ジェイドストーン」	H24	主要普及	北農研																
186	圧力調節灌水器具を利用した日射制御型拍動灌水システムの傾斜農地への適用法	H24	主要普及	近農研																
187	リンゴ摘果作業を効率化し手の負担を減らす摘果ハサミ	H24	主要普及	生研セ																
188	高糖度、軟肉質で食味良好、豊産性の晩生ニホンナシ新品種「甘太(かんた)」	H25	主要普及	果樹研																
189	ブドウ花冠取り器によるさび果の軽減効果	H25	主要普及	果樹研																
190	ナシ、リンゴおよびブドウ白紋羽病の温水治療マニュアル	H25	主要普及	果樹研																
191	地球温暖化によりリンゴの品質に長期的な変化が起きている	H25	主要普及	果樹研																
192	形状や大きさが多様なカキ果実を溶液処理のみで剥皮する方法	H25	主要普及	果樹研																
193	黒斑病・黒星病複合抵抗性を持つ良食味のニホンナシ新品種「ほしあかり」	H26	主要普及	果樹研																
194	良食味で結実性が良好な晩生の完全甘ガキ新品種「太豊(たいほう)」	H26	主要普及	果樹研																

整理番号	情報名	年度	分類	担当研究所	1. 生産の再開に向けた技術					2. 新しい農業の実現に向けた技術											
					1) 防災・減災のための生産基盤の整備	2) 地震・津波被災農地の回復策	3) 放射性物質の除去および環境動態の解明	4) 放射性物質の農畜産物への移行低減	5) 除染農地の管理	1) 水田の高度利用農業	2) 高収益性高農園芸	3) 生産と流通の技術革新による6次産業化・ブランド化	4) 畜産を組み込んだ地域複合型農業	5) ハイオケルなど生産型農業							
195	近赤外分光法を用いるトマト糖度非破壊計測時の推定精度改善	H26	主要普及	野茶研																	
196	動力なしで使える軽量コンパクトな圃上げ作業補助器具	H26	主要普及	生研七																	
197	ニホンナシ「あきづき」と「秋麗」は溶液受粉が可能である	H25	普及	果樹研																	
198	マルドナリ方式等の水源を確保するための太陽光発電を用いた揚水システム	H25	普及	近農研																	
199	農産物直売所が都部に仮設店舗を開設するビジネスモデル「出張直売」	H26	普及	近農研																	
200	リンゴ直接販売における顧客獲得のための「おすそわけ袋」活用ビジネスモデル	H26	普及	東北研																	
201	交信かく乱剤を設置したモモ圃場におけるモモハモグリガの発生消長調査法	H26	普及	果樹研																	
202	直売所における切り花の需給ミスマッチを改善するための技術開発目標	H23	研究	近農研																	
203	易渋皮剥皮性のクリ「ぼろたん」の渋皮の水溶性画分にはポリフェノールが少くない	H23	研究	果樹研																	
204	リンゴ「つがる」では予冷することで1-MCP処理による鮮度保持効果が高まる	H23	研究	果樹研																	
205	ユリ切り花の開花日予測・処理導出ソフトウェア	H24	研究	近農研																	
206	ニホンズリ品種「ぼろたん」の易渋皮剥皮性の遺伝様式	H24	研究	果樹研																	
207	ニホンナシの樹体ジョイント仕立てにおける樹体間の窒素移行	H24	研究	果樹研																	
208	直売所における切り花需要量の予測ソフトウェア	H24	研究	近農研																	
209	贈答用リンゴの顧客拡大にむけた「おすそわけ袋」の消費者評価	H25	研究	東北研																	
210	果肉が赤く食味の良い生食・加工用リンゴ新品種「ルビースイート」	H25	研究	果樹研																	
211	果肉が桃色で加工から生食まで幅広く利用できるリンゴ新品種「ローズパール」	H25	研究	果樹研																	
212	リンゴの早期着果程度の評価には幼果の肥大量の測定が有効である	H25	研究	果樹研																	
213	有機農家直売市が有機農家の販売収入向上と新規就農支援に果たす役割	H26	研究	近農研																	
214	リンゴの自家摘果性品種は摘果作業の省力化に有効である	H26	研究	果樹研																	
215	東北地域向きサイレーン用トウモロコシの多収新品種「きみまる」	H23	主要普及	北農研																	
216	高速作業が可能不耕起対応トウモロコシ用播種機	H23	主要普及	生研七																	
217	完熟収穫の飼料用米サイレーン調製法	H24	主要普及	畜草研																	
218	泌乳牛に対する輸入トウモロコシから飼料用玄米への代替給与方法	H25	主要普及	畜草研																	
219	二毛作トウモロコシの播種作業時間を大幅に削減可能な耕うん同時播種技術	H26	主要普及	畜草研																	
220	自走式ベールラップ用ローレル計量装置	H26	主要普及	畜草研																	
221	放牧牛に対する排卵同期化処理と早期妊娠診断を組み合わせた繁殖プログラム	H24	普及	畜草研																	
222	飼料用稲麦二毛作体系によるホールクroppサイレーンの生産技術	H25	普及	畜草研																	
223	WCS用籠をトラックでバラ積み輸送し飼料基地で調製する低コスト作業体系	H25	普及	近農研																	
224	耕作放棄地等の放牧活用を支援する省力的家畜飲水供給技術マニュアル	H25	普及	畜草研																	
225	耕作放棄地放牧向けシバ型草地の省力・低コスト造成法	H26	普及	畜草研																	
226	傾斜放牧草地における省力化と省資源化を可能とする新たな施肥法	H26	普及	畜草研																	
227	シバ草地の生存部草量を評価するための分光植生指標	H23	研究	畜草研																	
228	稲発酵粗飼料調製における添加乳酸菌の菌株依存的な発酵品質改善効果	H24	研究	畜草研																	
229	フィード端末未機を用いた稲発酵粗飼料の生産履歴管理システム	H24	研究	畜草研																	
230	1日2回の制限哺乳は哺乳期の胚回収成績に影響せず空胎期間延長を軽減する	H24	研究	近農研																	
231	耕作放棄地等の放牧における太陽光発電を活用した家畜飲水供給システム	H24	研究	畜草研																	
232	導入されたセンテナードグラスは放牧条件下で容易に定着し優占草種となる	H25	研究	畜草研																	

整理番号	情報名	年度	分類	担当研究所	1. 生産の再開に向けた技術					2. 新しい農業の実現に向けた技術								
					1) 防災・減災のための生産基盤の整備	2) 地震・津波被災農地の生産基盤の対策	3) 放射性物質の除去および環境動態の解明	4) 放射性物質の農畜への移行低減	5) 除染農地の管理	1) 水田の高度利用農業	2) 高生産・高収益性農園芸	3) 生産と流通の技術革新による6次産業化・ブランド化	4) 畜産を組み込んだ地域複合型農業	5) ハイイオ燃料などエネルギー型生産型農業				
233	季節性の組み入れによるライジングプレートメーターの検量線の推定精度向上	H25	研究	畜草研														
234	トウモロコシから飼料用玄米への代替は泌乳牛の尿中窒素排泄率を低下させる	H25	研究	畜草研														
235	広域連携周年放牧を支援する技術マニキュアル	H25	研究	近農研														
236	生産現場で収穫した飼料用米の飼料成分	H25	研究	畜草研														
237	稲麦サイレージ二毛作は食用麦との二毛作に近い経済性が見込まれる	H26	研究	畜草研														
238	高温水が生成できるCO2ヒートポンプによる生乳のプレクーリングシステム	H23	主要普及	畜草研														
239	バイオマス活用によるライフサイクルでの経済性・エネルギー収支の評価法	H23	主要普及	農工研														
240	網を利用したMAP結晶化法による豚舎汚水中リンの除去回収技術	H23	主要普及	畜草研														
241	低温熱源である堆肥発酵熱を回収して温水へ変換するシステム	H24	主要普及	畜草研														
242	緩勾配の開水路における高効率の小水力発電のための開放クローサー水車	H24	主要普及	農工研														
243	有機質肥料活用型養液栽培システム	H25	主要普及	野茶研														
244	非晶質ケイ酸カルシウムによる畜舎排水高度処理とリン回収	H26	主要普及	畜草研														
245	超多収バイオマス資源作物エリアンサシステム新品種候補「JBS1」の育成	H23	研究	九州研														
246	ヒートポンプを利用した温室暖房システムの性能試算	H24	研究	農工研														
247	土地利用面積比率に基づく流域水質予測モデル	H25	研究	近農研														
248	植物バイオマスをを用いた土壌還元消毒の効果と嫌気性細菌の動態	H25	研究	近農研														

「普及」とは農研機構で毎年新たに得られる多くの研究成果のうち、有用で普及が見込まれる成果、「研究」とは有用な基礎・基盤的な成果又は将来的に普及が期待される成果です。また、「主要普及」とは「普及」成果情報のうち、行政部局を含む第三者の評価を踏まえ、行政・普及機関、生産者などで早期の利用が期待できる成果として選定したものです。「主要研究」とは農研機構の研究成果のうち、行政部局を含む第三者の意見や期待される成果として選定したものです。



## Ⅱ－１．生産の再開に向けた技術

## 津波減災空間創出のための合意形成支援技術

「復興後の景観」、「津波の到達範囲」、「復興後の環境変化」のGIS可視化技術を用いれば、被災住民参加による復興計画策定の場面において、被災住民の「津波減災空間」に関する理解を深め、合意形成を支援することができます。

### 復興後の景観 —復興後の地域の姿をイメージする—

農地、水路、道路等に関する地図、画像などのデータを管理し、地図上に貼り付けることができる3次元GISエンジン「VIMS」や「ランドスケープイメジャー（農村景観シミュレーター）」を用いて、復興後の地域の姿についての景観予測画像を作成し、それを被災住民に提示します。そのことによって、復興計画案に対する住民の理解も深まり、議論も活発になります。そして復興後の地域の姿を見せることによって、被災住民を元気づけるという副次的効果も期待できます。



被災後  
右奥にある住宅の石垣の高さまで津波は押し寄せてきた

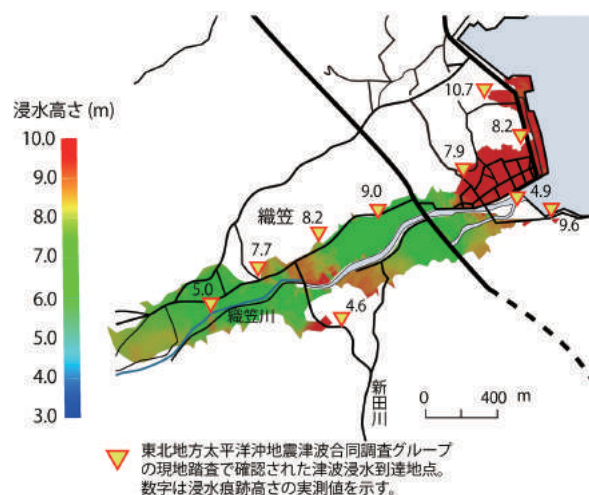


シミュレーション  
住宅と農地の間に第2堤防兼集落道を整備する

### 復興後の景観シミュレーションの例

### 津波の到達範囲 —津波はどこまで到達するのかを見える化する—

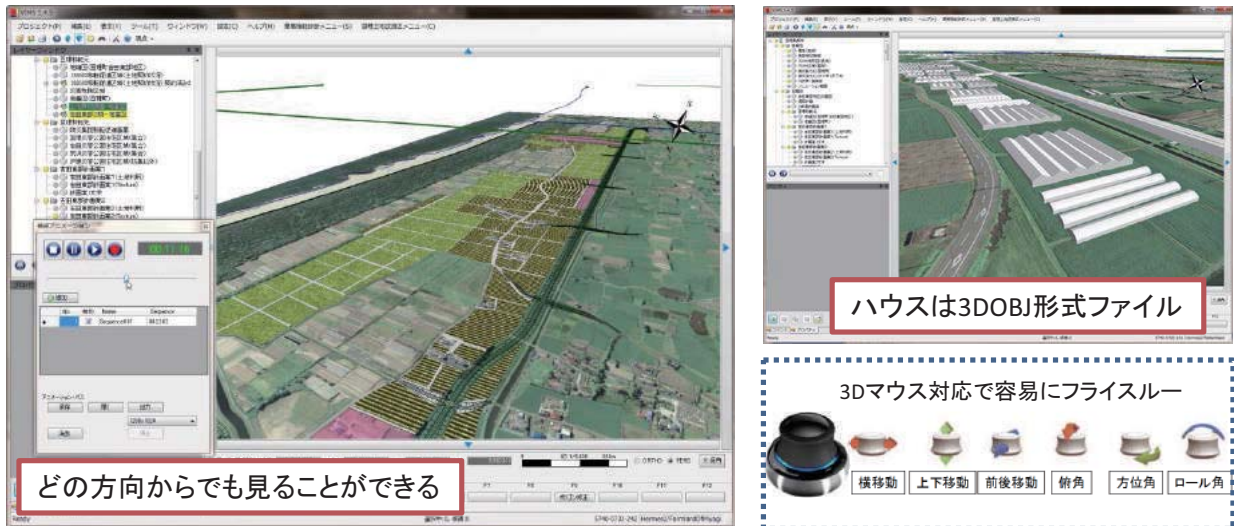
「堤防の高さ」、「第2堤防の有無」、「農地の区画」などを変えて、「沿岸農地氾濫シミュレーションモデル」を用いて津波浸水シミュレーションを行えば、津波の到達範囲、到達時間などがわかり、被災住民参加で策定される復興計画に科学的根拠を与えることができます。



### 東日本大震災の津波が襲来した場合

復興後の農地を歩いてみる –ハウス群の整備や防潮堤の見え方を検討する–

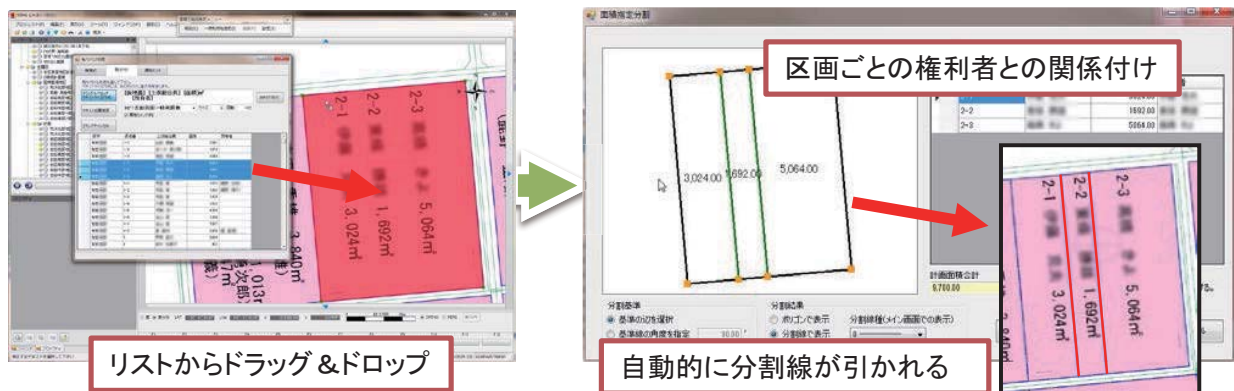
復興土地利用計画（案）による圃場整備実施による効果について、地権者および耕作農家の理解醸成を図るために、GISと3DCADの融合で、自由な視点場・視角・視野界などを設定し、違和感なく整備後の農地の形状を仮想体験できるようになり、住民に分かりやすい計画を示すことができるようになりました。



圃場整備における換地・一時利用地指定 –ビジュアル化によって圃場整備を支援する–

圃場整備計画図または工事確定測量図に対して、権利者のリストからドラッグ&ドロップで区画としての文字と区画と権利者との関係付けを同時に行うことができます。

VIMSでは、区画を権利の面積値でポリゴンを分割し、指定した辺から自動的に分割ができます。業務に特化したアプリケーションを準備することで、農地復興において効率的な処理が可能になりました。



❗ 注意点

3次元GISエンジン「VIMS」は誰でも簡単に利用できるように設計されていますが、VIMSに関する研修を受講するとより容易に基礎から応用面まで習得できます。

🔗 問い合わせ先

農研機構 農村工学研究所 防災研究調整役 電話 029-838-8193

📄 関連情報

農研機構 成果情報

「岩手県大船渡市吉浜地区における地域復興計画支援」

[http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/nkk/2011/412a0\\_10\\_06.html](http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/nkk/2011/412a0_10_06.html)

「沿岸部の農地を利用した津波の遡上抑制効果」

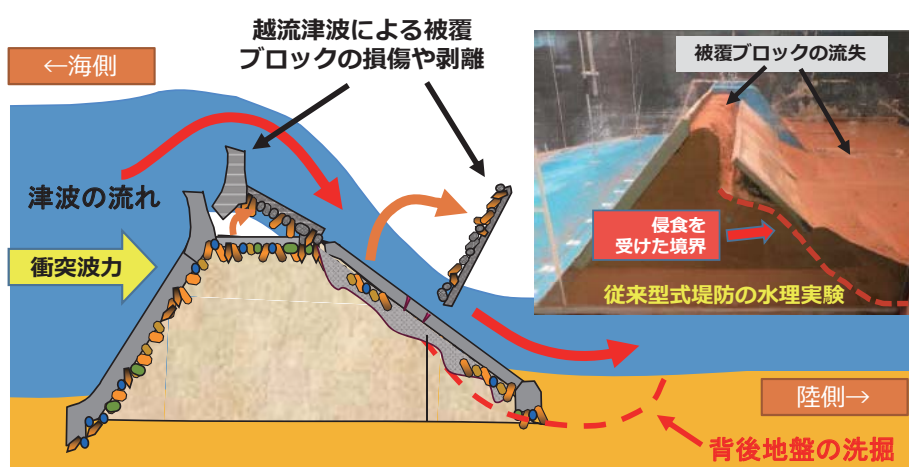
[http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/nkk/2011/412a0\\_10\\_05.html](http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/nkk/2011/412a0_10_05.html)

## 地形制約等に応えられる 地震・津波に粘り強い海岸堤防の構築技術

東日本大震災級の巨大津波に対して背後地の被害を軽減するためには、強靱な海岸堤防を構築して、津波のエネルギーを減勢し、浸水域を軽減させる必要があります。このため、本研究では、巨大津波を発生させる水理実験装置を用いて堤防構造の耐久性試験を行い、従来型式の構造的弱点を大幅に改善した強靱な耐津波化堤防を開発しました。

従来型堤防の構造的弱点としては、被災調査と堤防の水理実験結果に基づけば、次の要因が主として考えられます。

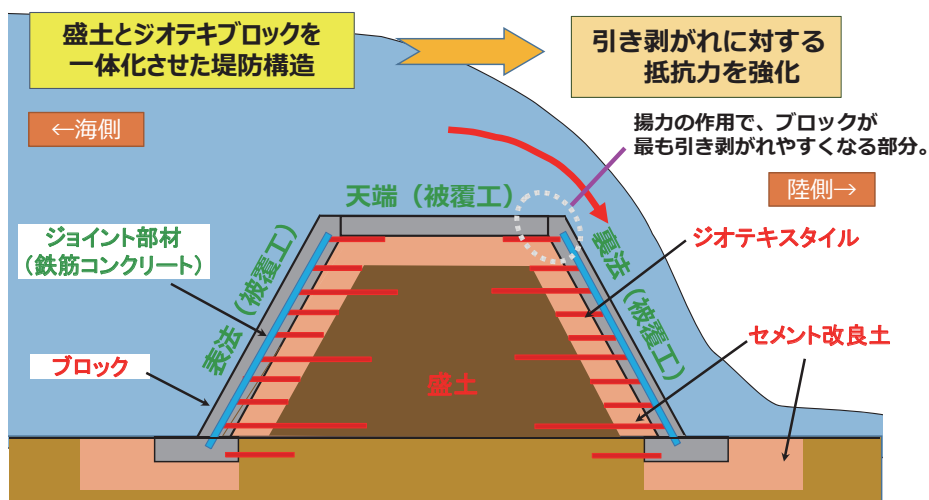
- (ア) 盛土上に設置された被覆ブロックは、揚力や抗力等の働きによって容易に引き剥がれる。
- (イ) 堤体内部に発生した浸透流によって被覆工が流失する。



従来型堤防の構造的弱点

従来型堤防の構造的弱点を改善した三面一体化堤防は、ジオテキスタイル（盛土を補強するための高分子材料で作られたネット）を連結したプレキャストコンクリートブロック（以下、ジオテキブロックと呼ぶ）に、難透水性のセメント改良土を組み合わせています。これにより、海側と陸側の堤防の被覆工と天端工の三面を盛土と一体化した構造を構築することができます。

また、ジオテキスタイルは耐アルカリ性を有する材質で、引張強度 20～30 kN/m 程度のものを使用します。海側法面は、津波衝突時にジオテキブロックを巻き上げる力が作用するため、ブロック同士を鉄筋コンクリートで剛に連結した構造を採用します。



地震・津波に粘り強い三面一体化堤防





三面一体化堤防の実施イメージ（左図）と巨大津波による水理実験の様子（右図）

農村工学研究所では、三面一体化堤防を実際に構内に建設して、施工上の問題点や今後の課題等の洗い出しを行う（施工確認試験と呼ぶ）と共に、15分の1の堤体モデルを実験用水槽に設置して、巨大越流津波に対する耐津波性能の検証（堤防の水理実験と呼ぶ）を実施しました。

堤防の水理実験結果、次のことが確認されました。

- (ア) 難透水性ゾーンによって堤体内部への津波の浸入が遮断されるので、ジオテキブロックが押し出されません。
- (イ) 揚力や抗力によってジオテキブロックを引き剥がす力が作用しますが、ジオテキスタイルによってジオテキブロックを盛土に固定しているため、引き剥がれを防止できます。

三面一体化堤防の施工手順は以下の通りです。

(ア) ジオテキブロックの据付、(イ) セメント改良土の撒出し、(ウ) 転圧および整地の手順で、所定高さまで繰り返します。堤防天端工はコンクリートを打設し、完了です。



ジオテキブロックの据付



セメント改良土の撒出し



転圧と整理

導入後のメリットとしては、以下のものが挙げられます。

- (ア) ジオテキブロックの使用により急な勾配の堤防が構築可能です。
- (イ) この技術により従来型式堤防に比べて耐震性の向上、耐津波化を図りながら建設用地の減少および建設コストの削減が期待できます。
- (ウ) 減少した用地は景観や憩いの場としての機能を持つ緑の空間として活用することも可能です。

### ❓ 問い合わせ先

農研機構 農村工学研究所 防災研究調整役 電話 029-838-8193

### ① 関連情報

農研機構 成果情報 「地形制約等に応えられる地震・津波に粘り強い海岸堤防の構築技術」  
[https://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/nkk/2014/14\\_072.html](https://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/nkk/2014/14_072.html)

# 地震・大雨等に備える老朽化ため池の改修技術

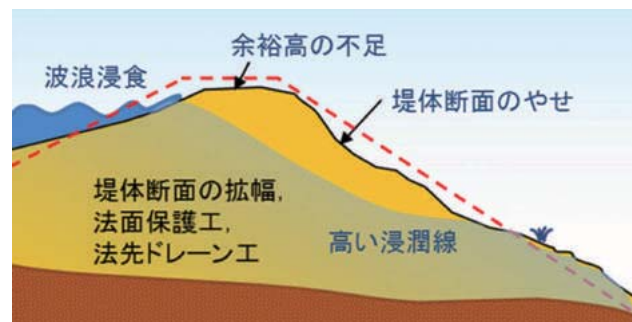
大規模地震や豪雨による老朽化ため池の崩壊を防ぐためには、「堤体の耐震化」、「排水強化対策」を両立させた改修技術の導入が有効です。ジオテキスタイル巻込み工法とドレーン材（粗粒材）を使用することで、堤体の安定性を向上させることができます。

現在の設計基準を満足していない老朽化ため池は、地震や大雨に対して災害リスクが高い状態にあり、早急な改修が求められています。一方、大規模な改修事業は多額の財政支出と時間を要します。このため、ため池の劣化状況に応じて、部分的な改修を実施していくことが必要です。

本改修技術は、地震・大雨等に対して堤体の強度が不足し、浸潤線が高い状態にある老朽化したため池堤体を対象としています。堤体下流法先にジオテキスタイル（網目状の高強度ネット）とドレーン材を使用した独自の補強構造を構築することにより、法先部の強度増加と排水強化を同時に図ることができます。これにより堤体内部を不飽和状態に維持でき、かつ、地震力に対するせん断抵抗が増すため、従来の土を突固めたのみの堤体に比べて、大幅に地震・大雨等に対する安定性を向上させることができます。

適用できる老朽化ため池としては以下のものがあります。

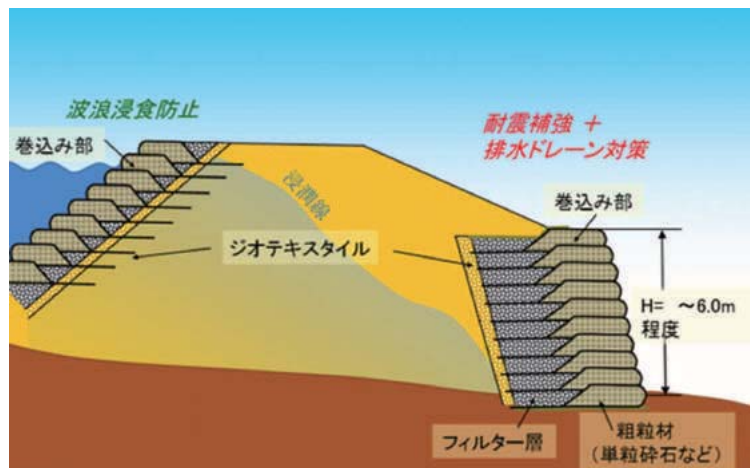
1. 堤体断面形のやせたため池：
  - 堤体断面の拡幅、波浪浸食防止等が必要
2. 堤体にクラック及び変形が見られるため池：
  - ベンチカットによる盛立てが必要
3. 浸潤線位置が高いため池：
  - 下流法尻での排水機能向上が必要



老朽化ため池堤体のイメージ



老朽化ため池のジオテキスタイル巻込み工法による改修事例



ジオテキスタイル巻込み工法を用いた老朽化ため池の改修イメージ



ジオテキスタイルを巻込んだ独自の補強構造を採用することにより、高い耐震性の実現を持った法面の急勾配化が容易で、建築用地の縮小を図ることができます。さらに、ジオテキスタイルで巻込んだ中詰め材にドレーン材（粗粒材）を用いることで、法先の排水機能を強化すると共に、貯水池側の堤体法面に適用することで、波浪浸食対策として使用することも可能です。

ジオテキスタイル巻込み工法の採用による利点：

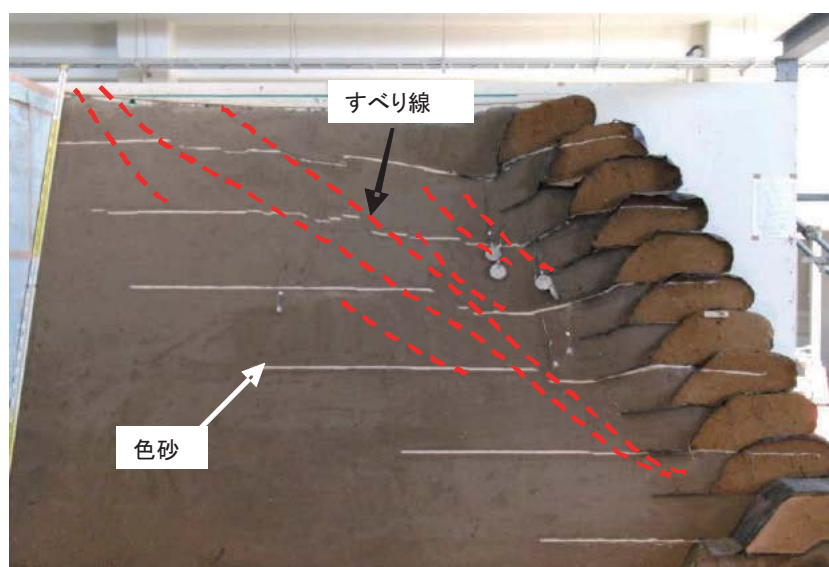
1. 高い耐震性：  
→ 独自構造の採用により、高い耐震性を実現
2. 用地面積の縮小：  
→ 法面の急勾配化が可能
3. 排水強化対策：  
→ 粗粒材による高いドレーン機能を実現
4. 波浪浸食対策：  
→ 巻込み+ドレーン材による法面の保護効果



ジオテキスタイル巻込み  
工法で構築した壁面

ジオテキスタイルは、堤体のすべりに対する変形量を抑制する効果が高いため、設計外力を超えるレベル2地震に対しても大幅な変形抑制効果が期待できます。

農村工学研究所で実施した大規模振動実験で、堤体に対して震度7と同等の地震を与えた場合、ジオテキスタイルが敷設されていない領域でのすべりの発生は見られますが、ジオテキスタイル巻込み工法による独自の補強構造によって法面部へのすべりの発生を抑制する効果があることが確認されています。



震度7（1,400gal）後の堤体断面の変状  
（加震後に断面を掘削した様子）

❗ 注意点

ジオテキスタイルの選定にあたっては、紫外線劣化などの耐久性を考慮する必要があります。

🔍 問い合わせ先

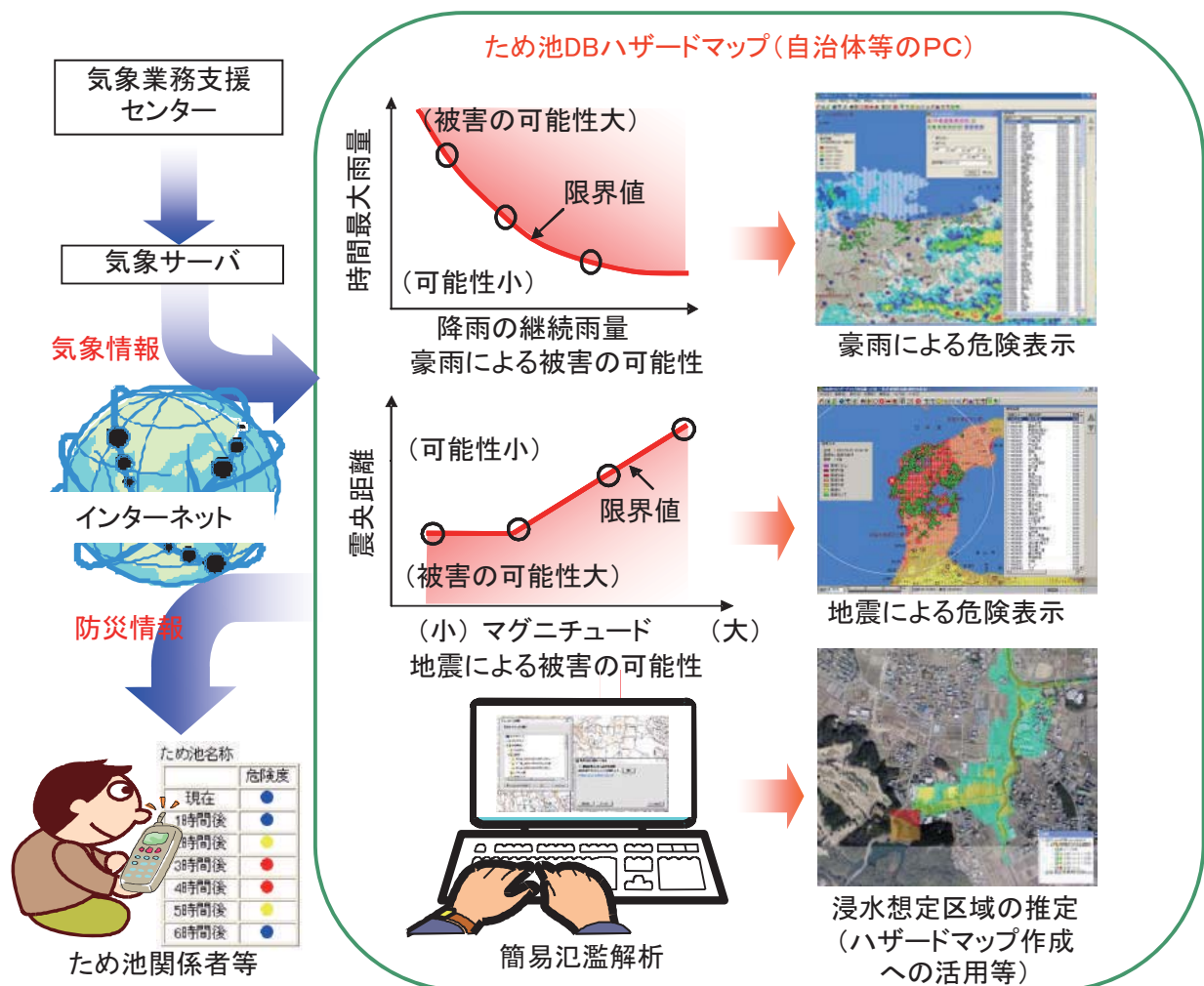
農研機構 農村工学研究所 防災研究調整役 電話 029-838-8193

## ため池の災害予測システムを用いた減災対策

毎年、少なくないため池が豪雨や地震で被災しています。被災に伴ってため池が決壊した場合、農地などの農業生産基盤とともに、人命にも大きな被害を与えるおそれがあります。

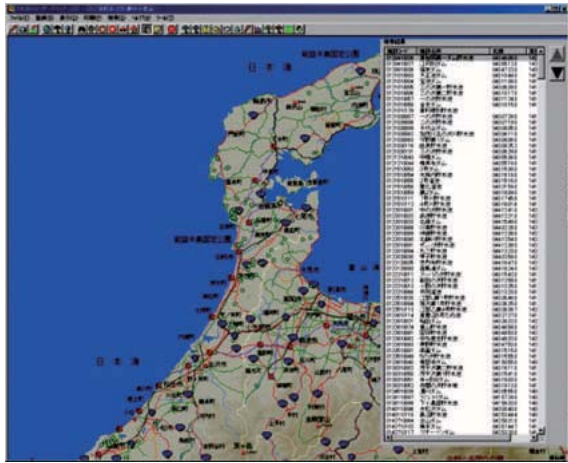
ため池の防災・減災対策にあたっては、豪雨や地震に耐えられるように計画的に施設の改修を進めるとともに、未改修のため池においてはハザードマップの作成や防災情報の発信などのソフト対策による減災対策で人命を守ることが必要です。

開発したシステムでは、現場技術者が自ら行う簡便な操作により、ため池ハザードマップ作成時に必要な決壊時の浸水想定区域を詳細地形や決壊地点、浸水域の粗度係数を考慮した氾濫解析で精度良く推定することができます。また、気象情報からため池の被災危険度をリアルタイムに予測し、メールやホームページを通してため池関係者等に伝達することができます。本システムの活用によってため池ハザードマップや情報連絡体制の整備ができ、適切な避難判断・行動による農村の防災・減災力の向上を図ることができます。



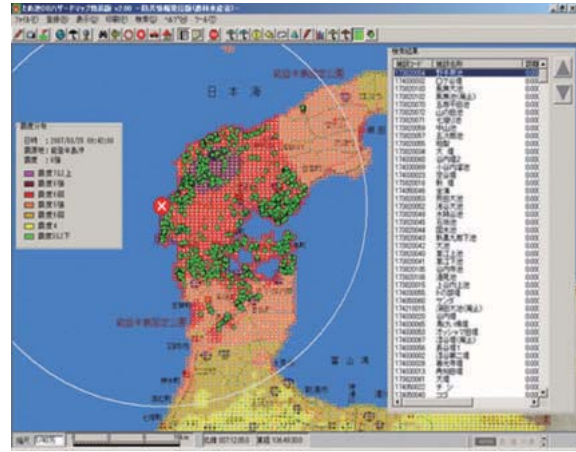
「ため池 DB ハザードマップ」システム





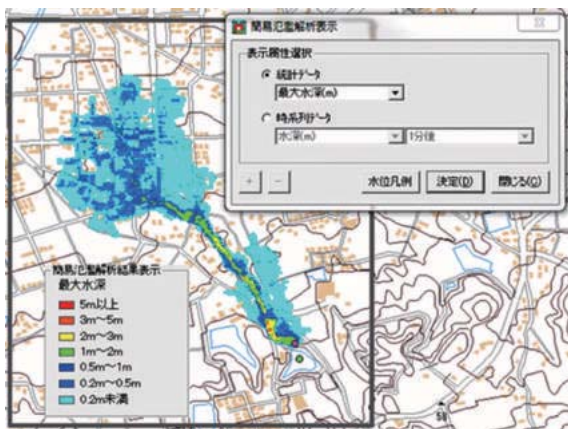
ため池の台帳管理

(例：総貯水量 5 万トン以上のため池（緑丸）の抽出)



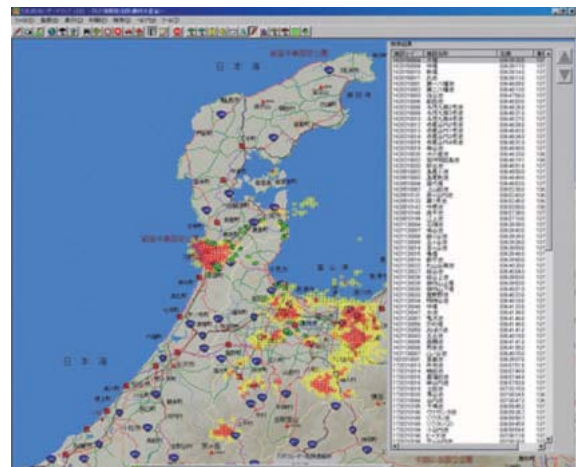
震央距離・震度分布によるため池の検索

(例：推計震度分布による震度 6 以上のため池)



簡易氾濫解析で求めた浸水想定区域

(例：最大水深分布の推定結果)



雨量データとため池の重ねあわせ

(例：豪雨による被災危険度メッシュとため池)

## ① 注意点

浸水想定区域の推定（簡易氾濫解析）は国土院提供の基盤地図情報（5mメッシュの数値標高モデル、未整備地区は10mメッシュ）を用いて行うことから、得られた結果は微地形や小規模な盛土、水路などが反映されていない場合があります。簡易氾濫解析で推定した結果の利用にあたっては、解析結果の妥当性を技術者の視点で氾濫域の現況を踏まえて必ず確認する必要があります。なお、親子ため池の連鎖的な決壊は想定していません。

降雨による危険度評価は、ため池が被害を受ける可能性が高まっていることを示すもので、被害の発生確率や、被害の発生すること等を示すものではありません。

地震における危険度評価は、一定以上の震度に見舞われたと予想されるため池を抽出するので、ため池の被災確率を示すものではありません。

## ② 問い合わせ先

農研機構 農村工学研究所 防災研究調整役 電話 029-838-8193

## ③ 関連情報

農業農村工学会誌、81(8)、615-619(2013)

「ため池決壊時の簡易氾濫解析の改善に関して」

農研機構 成果情報

「リアルタイムで防災情報を提供する「ため池防災情報配信システム」」

[http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/nkk/2011/a00a0\\_01\\_85.html](http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/nkk/2011/a00a0_01_85.html)

「詳細地形等を考慮したため池決壊時の簡易氾濫解析手法」

[http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/nkk/2013/13\\_069.html](http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/nkk/2013/13_069.html)

※「ため池 DB ハザードマップ」は農研機構と一般財団法人日本水士総合研究所、(株)ジー・アンド・エスが共同で開発した「ため池防災データベース」を基に開発したものです。

## 地震観測記録に基づき農業用フィルダムに地震動が与える影響を監視する技術

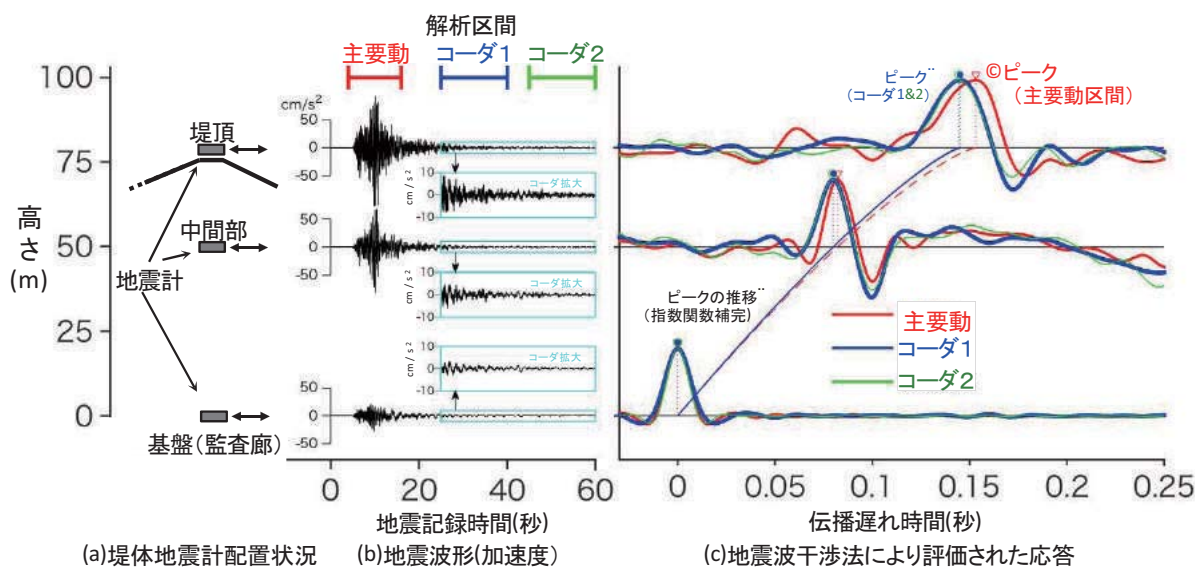
大規模地震発生時の本震の強震動記録は、農業用ダムの地震時挙動や被災機構等を考える上で必要不可欠な情報です。そのことから現在国営事業によって建設されたダムについては、197 地区全てに地震計が設置されています。これらの地震計の観測記録にはダムがどのように揺れたかという情報だけではなく、ダムの基礎地盤から堤体を伝播してきた地震波の情報が含まれており、構造物の状態に関する情報も抽出できるものと考えられます。

本研究は、農業用ダムを対象として、その地震観測記録に地震波干渉法とよばれる解析手法を適用する事によって、ダム堤体の地震波伝播特性を評価するものです。それにより、築堤後の圧密過程や長期供用時における堤体の状態変化や大規模地震における強震動が堤体に与える影響を評価することができます。

地震波干渉法は地震動の観測記録の相互相関処理等の時系列解析によって抽出された波形等から 2 点間の地震波伝播特性（地震波伝播速度、減衰）を評価することを可能にする技術です。特に逆重畳と呼ばれる処理に基づく評価手法は、構造物の振動特性が様々な要因によって変化する様子を監視に適していること実証しました。その上で同手法を農業用貯水池の堤体（農業用ダム）の地震計観測記録に適用しました。

大型のフィルダムでは基礎・中間部・堤頂に地震計を有する場合がありますが、その農業用ダムの地震観測記録に提案手法を適用することによって、基礎から堤頂部への地震波が伝播する状況を確認することができ、地震波伝播時間を評価することが可能であることを実証しました。

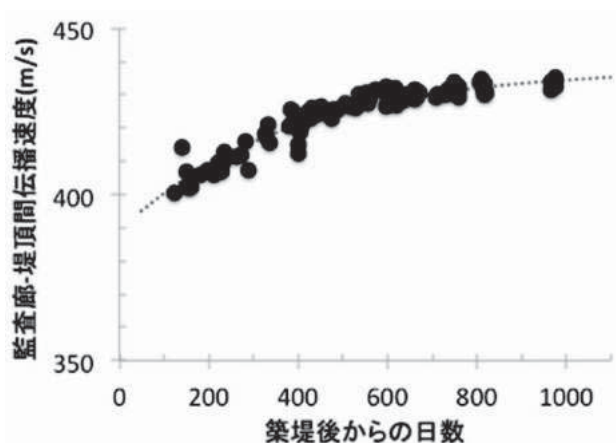
提案手法した手法は地震計観測記録の一部（5～10 秒程度）からも地震波伝播特性を安定的に評価することができます。この特徴を活かして、コーダとよばれる地震波形の尾部と加速度が大きな主要動との結果を比べたところ、より加速度が大きな主要動の方が、伝播速度が遅延する傾向を評価することができることができました。このように地震動の強さが堤体の振動特性に与える影響を評価することができます。



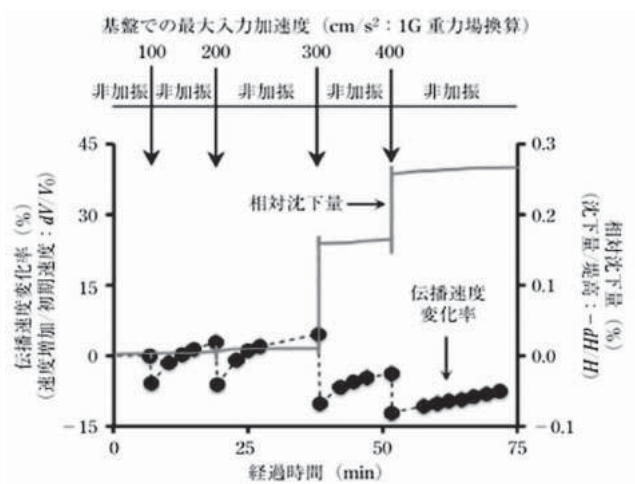
堤体地震観測における地震波形と地震波干渉法により評価された応答

この提案手法を繰り返し発生する地震波形について適用すれば、地震波伝播時間の推移を評価することによって、築堤後の圧密に伴う剛性の変化に対応した地震波伝播速度の変化を監視することができます。

また同手法は室内実験にも適用することができます。遠心载荷振動模型実験における堤体模型の振動伝播特性の変化の監視に適用することによって、強制的な加振に起因する剛性低下を反映した振動伝播速度の変化(一時的な速度低下と、その後の回復過程)を監視することができました。このような系統的な実験を通して、土構造物としての農業用フィルダム地震動がどのような影響を与えるかを評価することが可能となります。



築堤後の地震波伝播速度の変化



遠心力载荷振動実験による振動が地震波伝播速度に与える影響の把握

❓ 問い合わせ先

農研機構 農村工学研究所 防災研究調整役 電話 029-838-8193

📖 関連情報

農業農村工学会誌、81(8)、627-630

「地震波干渉法に基づく農業用フィルダム等土構造物の地震波伝播特性評価」

農業農村工学会誌、82(12)、19-22

「長期供用農業用ダムにおける地震観測システムの整備とその意義」



## 被災農地の再整備・管理に寄与する 圃場基盤整備技術

津波により被災した沿岸域の水田では、地盤沈下、土砂の著しい堆積などにより、圃場均平を含む再整備が必要です。その際に必要となるのは、高精度で迅速な測量技術、及び均平化技術です。また、再整備の際、将来の営農を見越した大区画化が計画されており、これを実現するためには、高精度・低コストな均平・整地技術が有効です。

### レーザー制御を利用した均平化技術

レーザーレベラーは、発光器からのレーザー光線（パルス信号）を受光器が感知し、その光線に追従するようにトラクタに装着した排土板を制御することで、均平度±15mmで整地ができる作業機です。液状化などによる不陸修正や再整備の仕上げ工程となる地表面の均平・整地に活用できます。また、復旧後の営農において、直播や不耕起栽培などによる効率的な作業体系の導入にも寄与します。

段差のある水田を合筆して大区画圃場を整備する場合、レーザープラウを用いた反転均平工法（下層の土を運土して均平化を図る）により、整備後の作土の厚さを確保できます。



レーザーレベラー

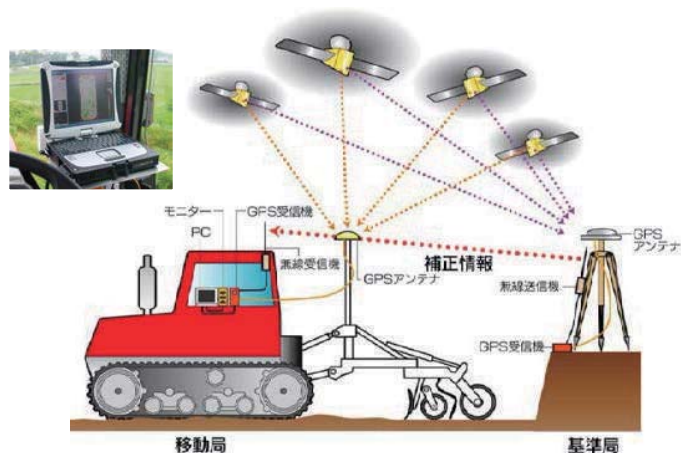


レーザープラウ

### RTK - GPS 測位を用いた測量および均平化技術

衛星からの位置情報に加え、基地局からの無線、または携帯電話を通じて補正情報を得ることで、高精度の位置情報が得られる RTK（リアルタイムキネマテック）測位を用いる測量・均平化技術です。GPS レベラーはレーザーレベラーと同等の精度で均平化ができ、レーザーレベラーで問題となっていたレーザーの相互干渉を解消し、発光距離による精度の低下、発光器設置の手間が省略できます。

GPS レベラーでは走行時にトラクタ内に搭載されたパソコン上に自動的に標高マップ、切土・盛土マップ、運土量計算、圃場面積、走行軌跡が作成されます。リアルタイムに更新される標高マップを用いて、標高の高い地点から低い地点に効率的に運土することができ、レーザーレベラーに比べて約4割の時間短縮が可能です。

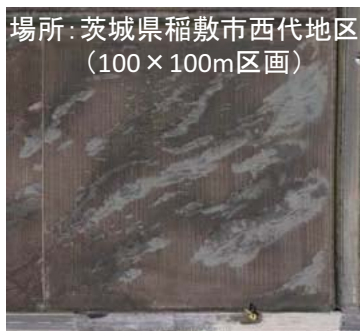


RTK-GPS レベラーの概要



震災によって液状化被害を受けた水田において、田面の起伏を調査したところ、レーザー測量に比べて1/5の作業時間で高精度な標高マップを得ることができました。津波や液状化被害を受けた低平地水田地帯において、再整備時の測量は多くの時間と労力を要しますが、本技術を用いることで低コスト、かつ迅速に測量でき、早期の復旧に寄与します。

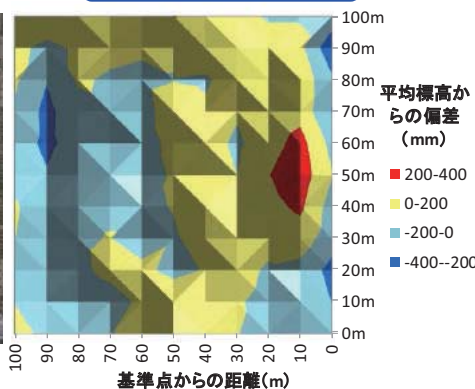
### 被災水田の状況



出典: Google Earth

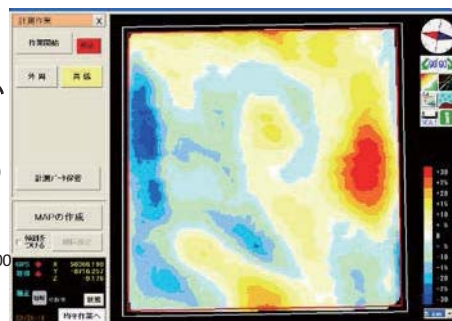
※灰色のエリアが積砂した箇所。積砂と不陸には相関は見られない。

### レーザー測量結果



レーザー測量: 平成23年4月28日  
 測量地点: 10mメッシュ(121地点)  
 作業時間: 4.6時間・人/ha  
 最大高低差: 約650mm

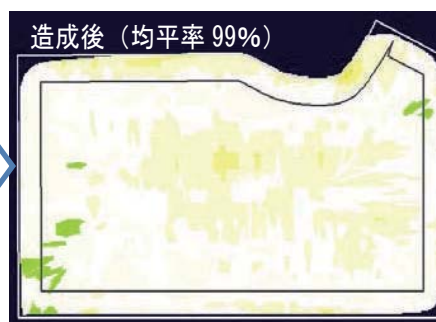
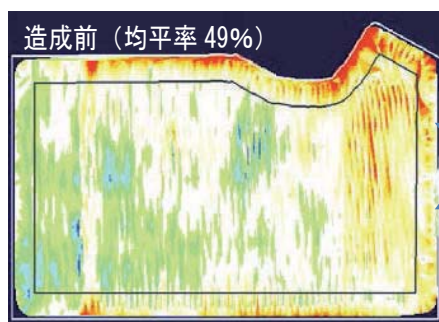
### GPS測量結果



GPS測量: 平成23年5月18日  
 測量地点: 1秒間に1回・2.5m間隔  
 で走行(約8,000地点)  
 作業時間: 1.0時間・人/ha  
 最大高低差: 約630mm

### 被災した水田における測量結果

復旧後に効率的な営農に向けて、複数の水田の合筆による大区画化を図る際も、GPS レベラーを用いることで農家でも容易に施工ができます。



### 合筆前後の標高マップ

- ・調査地は茨城県稲敷市新利根地区
- ・25cm程度の高低差がある4筆の圃場を合筆し、1.85haの圃場を造成
- ・作業時間は17時間
- ・均平率とは設定高から±2cm以内の地点割合

### ❗ 注意点

均平化を図る際に堆積土壌がある場合は土壌成分を調べ、作土として利用不可な場合は取り除く必要があります。GPS レベラーの補正情報を携帯電話で受信する際は、専用の回線と契約する必要があります。

### ❓ 問い合わせ先

農研機構 農村工学研究所 防災研究調整役 電話 029-838-8193

### ① 関連情報

農研機構 農村工学研究所 東日本大震災復興支援農工研特設サイト  
<http://www.naro.affrc.go.jp/org/nkk/2011fukkoushien/gijyutsujouhou/bunyabetsu/01/01.html>  
 農業および園芸 第87巻第1号 p179-188、「東日本大震災による水田面の起伏(不陸)、亀裂、液状化に関する復旧対策技術」

## 新しい農業を担う経営体の育成・支援

被災地では離農する農家も多く見られる中で、復興に向けて若者が新規就農しようとする動きも見られます。そのような非農家子弟の新規就農を進めていくうえで、パンフレット「新規就農指導支援ガイドブックー新規参入者の円滑な経営確立をめざしてー」を参照することで、就農希望者が自分に適した就農方式等の選択や、就農支援機関の担当者が取り組むべき内容を把握でき、新規就農をより円滑に進めることができます。

また、被災地では、機械・施設がすべて津波で流出した方も多く、新たに一から営農を再開する農業者もおられます。そのため、機械・施設等を新規に整備して営農を再開する際には、投資の費用や資金繰りも考慮しながら、実効性のある合理的な営農計画を策定していくことが求められています。そのような営農計画策定を支援するため、「営農計画策定支援システム Z-BFM」を開発しました。

農業への新規参入を円滑に進めるためのポイントーパンフレット「新規就農指導支援ガイドブックー新規参入の円滑な経営確立をめざしてー」ー

非農家出身者が就農して農業経営者になるには、大きくわけて、独立就農（経営資源を独自に確保して創業する）、第三者継承（後継者がいない既存経営を継承する）、法人経由型就農（農業法人に就職した後、その法人の支援を得て創業する）の3つの方式があります。



多様な新規就農の方式

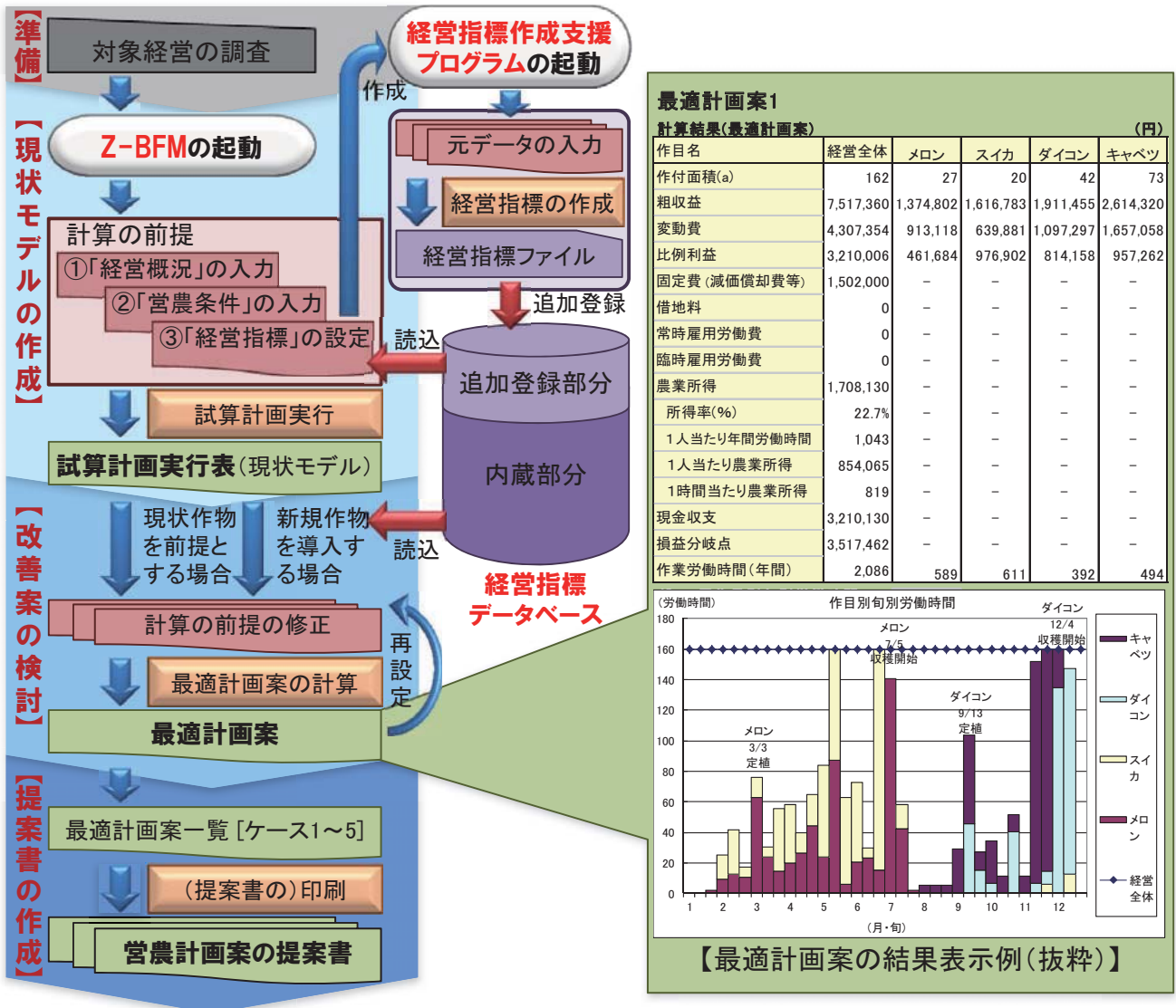
これらの方式は、有形資源（農地・施設・機械）や無形資源（技術・信用・販路）の獲得方法、経営の裁量・自由度等が異なるため、それぞれの方式に応じた取り組みを進めていくことが有効です。

各就農方式の特徴

	タイプ	有形資源	無形資源	対人関係で必要な対応	経営開始後の自由度	取り組みが多い作目・部門
<b>独立就農</b>	創業	独自に獲得	独自に獲得	地域の農業者などとの良好な関係づくり	比較的制約が少ない	施設野菜・花き
<b>法人経由型就農</b>	創業	法人の支援により獲得	法人の無形資源を利用	農業法人との信頼関係の維持	一定の制約	施設野菜・露地野菜
<b>第三者継承</b>	継承	移譲者から取得	移譲者の無形資源を利用	移譲者との信頼関係構築や交渉	一定の制約	果樹・酪農・稲作・施設野菜

## 合理的な営農計画策定に向けて ー 営農計画策定支援システム Z-BFM ー

この手法を用いると簡易に営農計画案が策定できるとともに、試算結果がわかり易く表示されます。また、経営指標データベースも内蔵しているため、これまで作付けの経験がない新規作物の導入を含め、多様な経営改善案を作成することができます。



Z-BFMの構成と活用方法

### ① 注意点

営農計画策定支援システム Z-BFM には標準的な経営指標データベースを内蔵していますが、実態にあった営農計画を策定するためにはできるだけ対象となる農業経営の実績データに修正して計画策定を行うことが有効です。

### ② 問い合わせ先

農研機構 中央農業総合研究センター 情報広報課 電話 029-838-8979

### ③ 関連情報

「新規就農指導支援ガイドブックー新規参入者の円滑な経営確立をめざしてー」や「営農計画策定支援システム Z-BFM」のプログラム及び解説マニュアルは、農研機構中央農業総合研究センターのホームページ (<http://fmrp.dc.affrc.go.jp/>) からダウンロードすることができます。

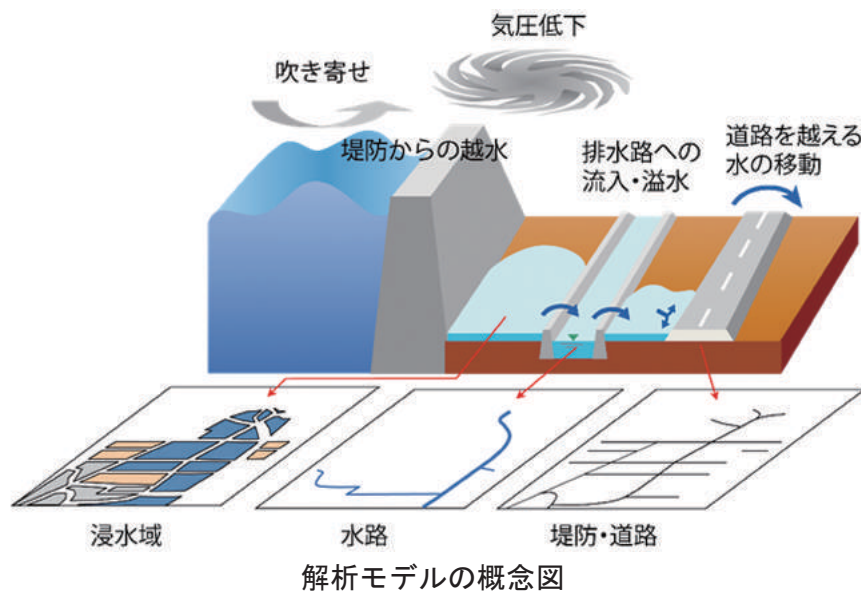


## 排水路や農道が整備された沿岸部農地に適用する浸水解析モデル

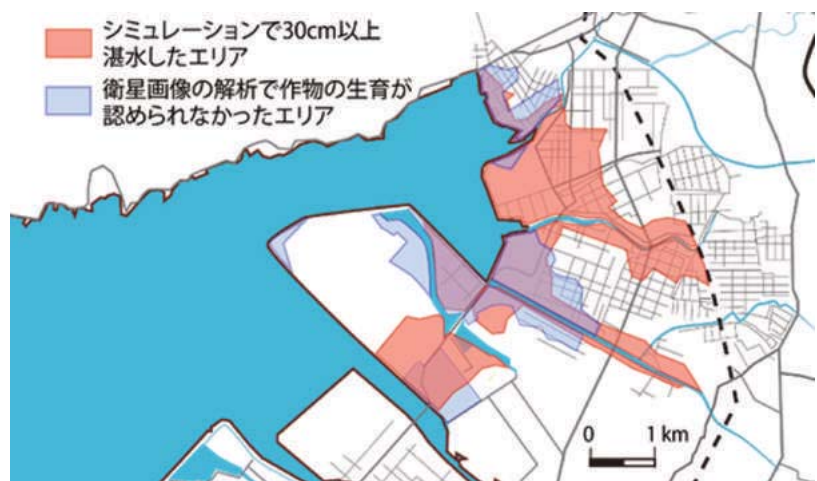
水路網が整備された沿岸部農地の浸水過程を忠実に再現できるモデルです。水路を浸水域から分離し、1次元でモデル化することで細い水路でも容易に解析に取り込めるほか、解析をブロック単位で行うことで道路等による浸水の遮蔽を表現できます。

洪水、高潮、津波などによる浸水被害では、地区内の水路網が浸水域の拡大および排水に影響を及ぼしています。このため、沿岸部の農業地域の浸水被害を予測するには排水施設等の機能を適切に評価する必要があります。

本モデルは、水路や農道が整備された沿岸部の農業地帯における津波、高潮や洪水による浸水を解析します。本モデルでは、浸水域および海域から分離した水路内の流れの状況を1次元不定流モデルで解析し、水路からの越流量で浸水域と結合します。水路流れの解析に1次元モデルを用いることで水路幅に応じた解析データを作る必要がなくなり、水路幅が狭い農業用排水路でも容易に解析に取り込むことが可能になりました。



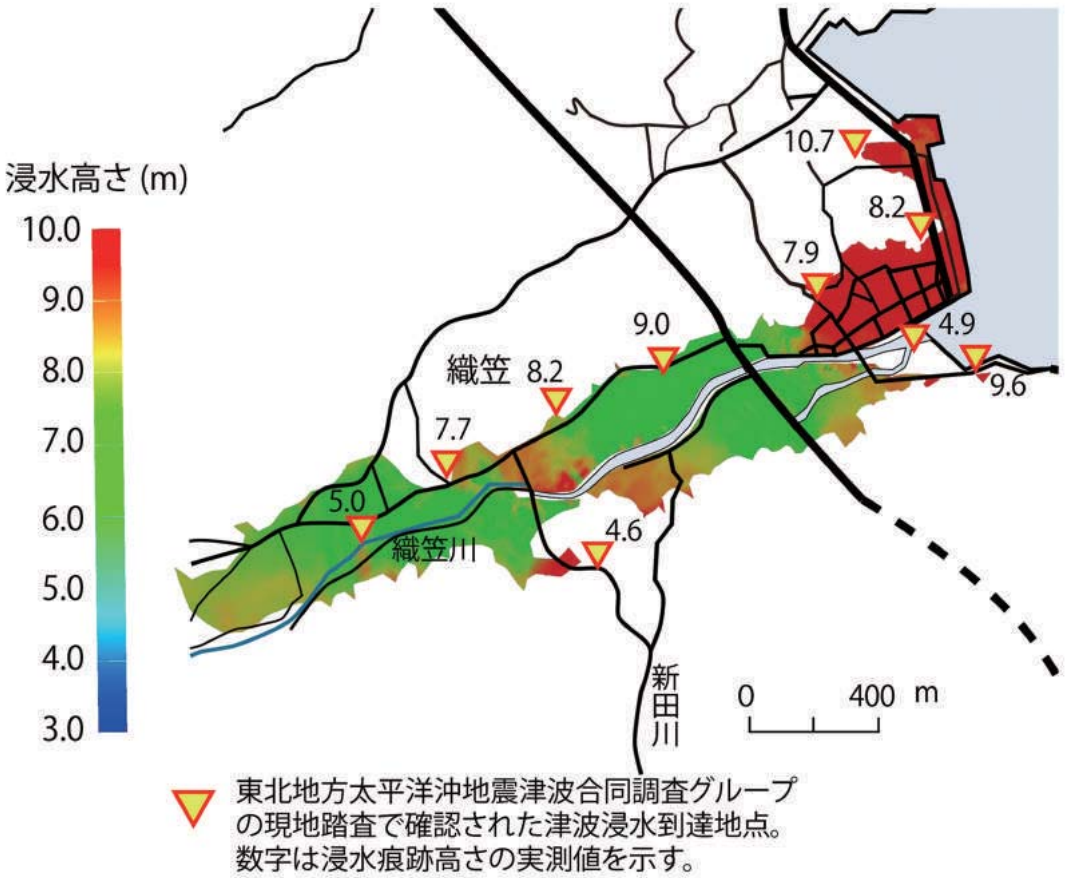
1999年18号台風における八代海の高潮災害時の氾濫過程を再現し、河川を遡上した高潮が溢水する様子が確認されました。衛星画像の解析で塩害や土砂の流入により稲の生育不良が認められたエリア（水色）は、シミュレーションで30cm以上の湛水があったエリア（赤色）に包含されていることがわかります。



1999年台風18号による八代海高潮の再現結果



東北地方太平洋沖地震津波の浸水解析に本モデルを適用しました。この解析では、航空レーザー測量による地盤標高データを用いており、浸水痕（▽）をほぼ正確に再現できていることがわかります。



本モデルによる津波の浸水解析例

- ❗ **注意点**  
津波浸水域の解析には、津波の初期波高を決めるための断層モデル、高潮の解析には台風に伴う風向・風速や気圧の分布等を解析するモデルが別途必要です。
- ❓ **問い合わせ先**  
農研機構 農村工学研究所 防災研究調整役 電話 029-838-8193
- 📄 **関連情報**  
プログラム登録「沿岸部農地の氾濫解析モデル」  
農研機構 成果情報「排水路や農道が整備された沿岸部農地に適用する浸水解析モデル」  
[http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/nkk/2012/210e0\\_01\\_46.html](http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/nkk/2012/210e0_01_46.html)

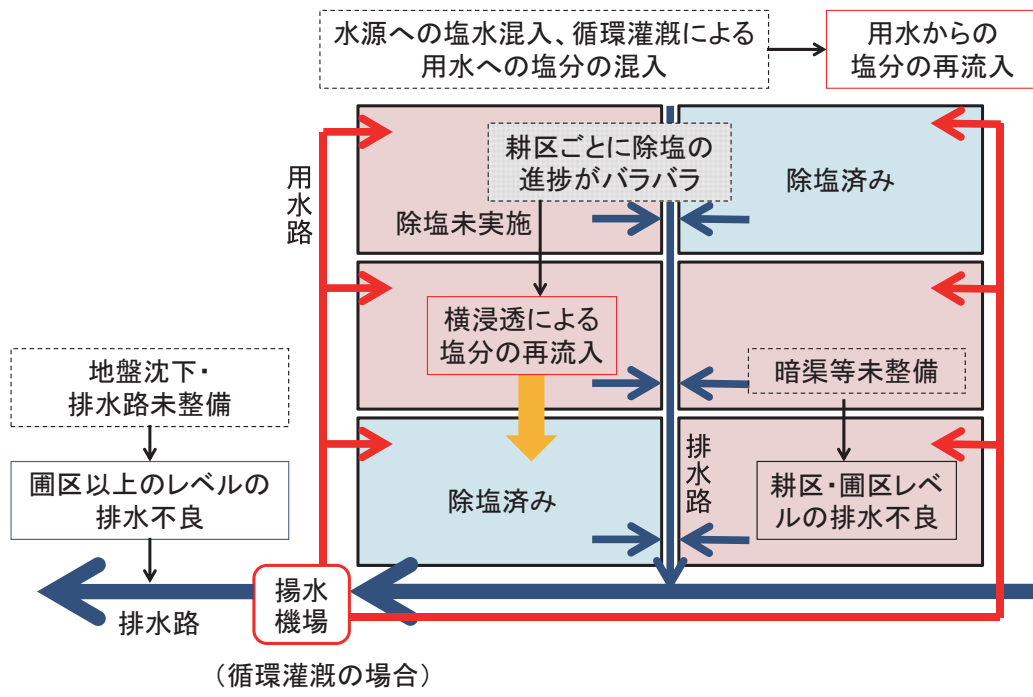
# 現地調査を踏まえた 津波被災農地の除塩における留意点

津波被災農地で除塩を行う場合には、用排水管理を圃区以上の範囲で行い、循環灌漑地区では用水の塩分濃度を監視する必要があります。また、津波により酸性硫酸塩土壌が流入し堆積した場合には、除塩の際には硫酸根を含まない石灰質資材を利用する必要があります。さらに、被災農地では復旧期間中に耐塩性の高い難防除性の雑草が侵入することから、こうした高耐塩性雑草を継続的に適期防除することが望めます。

津波被災農地における除塩の基本的な方法は、農林水産省ホームページの「農地の除塩マニュアル」(<http://www.maff.go.jp/j/nousin/saigai/pdf/15100701.pdf>) に示されています。ただし、除塩の対象農地によって、灌漑方式や排水条件、ヘドロ等の津波堆積物の性状、被災後の雑草の繁茂の状況が異なります。そのため、除塩を効果的に行い、津波堆積物や雑草の影響の少ない円滑な営農再開につなげるために、①水管理、②ヘドロ対策、③雑草防除についての留意点をまとめました。

### 水管理

除塩が進みにくい要因として排水条件の不備や除塩済み農地への塩分再流入等があります。そのため、用排水管理は、圃区以上、特に排水性の悪い場合は農区以上の単位で行い、用水の塩分濃度を監視することが望めます。



津波被災農地からの除塩が進みにくい要因

### ヘドロ対策

津波堆積物の理化学性を分析した結果、 $H_2O_2$  可溶性イオウ含量が 0.1% を越える酸性硫酸塩土壌が広く見られました。除塩では必要に応じて石灰質資材を投入しますが、その際、酸性硫酸塩土壌が残る農地では、硫酸カルシウムを主成分とする石膏よりも、硫酸根を含まない消石灰や炭酸カルシウム等の利用が望めます。

## 津波被災農地の堆積物・農地土壌の理化学性

層名		pH		EC (mS/cm)	交換性塩基含量 (mg/100g)				CEC (me/100g)	0.1NHCl可溶性含量 (mg/kg)			水溶性陰イオン含量 (mg/kg)			イオウ(S)含量 (%)	
		(H <sub>2</sub> O)	(H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )		K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O		Cu	Zn	Cd	Cl <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	(H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	(易酸化性)
		最大値	最小値	平均値	最大値	平均値	最小値	最大値	平均値	最小値	最大値	平均値	最小値	最大値	平均値	最小値	最大値
ヘドロ (n=21)	最大値	7.5	5.5	29.0	124	470	343	1548	52.8	6.0	57.7	0.8	95,233	27	12,680	1.02	0.90
	平均値	6.3	4.2	14.0	63	237	213	1107	32.3	2.9	38.0	0.4	37,001	5	4,292	0.32	0.17
	最小値	5.2	2.3	3.6	18	94	71	422	17.2	0.4	10.8	0.2	6,361	0	679	0.08	0.02
堆砂 (n=10)	最大値	7.9	7.0	9.5	45	288	110	783	34.8	4.8	41.6	0.3	22,235	169	4,152	0.24	0.17
	平均値	6.7	5.9	3.2	17	131	48	341	17.6	2.3	13.9	0.1	6,540	62	1,016	0.08	0.05
	最小値	5.6	3.9	1.0	6	36	1	66	2.4	0.4	2.9	0.0	1,320	1	109	0.00	0.00
冠水表層 (0-10cm) (n=70)	最大値	6.6	6.5	6.2	27	271	80	662	40.6	6.5	13.9	0.3	14,255	65	1,642	0.11	0.09
	平均値	5.4	5.0	1.8	12	102	29	219	23.4	3.7	4.6	0.1	2,951	12	420	0.06	0.04
	最小値	4.8	3.2	0.2	4	30	0	17	10.2	0.6	0.7	0.0	71	0	68	0.00	0.00
非冠水表土 (n=3)	最大値	6.1	5.3	0.1	11	263	14	23	28.0	4.6	5.5	0.2	17	18	75	0.05	0.05
	平均値	5.7	5.2	0.1	10	186	10	20	24.7	4.3	5.1	0.1	15	13	64	0.04	0.04
	最小値	5.0	5.0	0.1	9	106	8	16	18.8	4.1	4.7	0.1	12	6	49	0.03	0.02

### 雑草防除

被災農地ではイヌビエ、コウキヤガラ等の高耐塩性の難防除性の雑草の侵入や優占がみられました。そのため除塩や復旧工事の待機期間から実施中、更に除塩後から営農再開まで、田面での除草剤散布、耕起、畦畔除草等の雑草管理を継続的に行うことが望まれます。

### 津波被災地域の農地植生

属性	ヘドロ堆積	表面水のEC	被災後の耕耘	平均種数	一年生雑草率 %	多年生雑草率 %	優占種	畦畔の主な草種
		ms/cm						
津波被災農地 (水田)	2cm以上 n=4	2.5-6.5	なし	4	64	36	コウキヤガラ※、イヌビエ※	コウキヤガラ※、ギシギシ※
	1cm程度 n=1	0.17-0.30	なし	17	78	イヌビエ※、シロザ※	オニノゲシ、ノボロギク、メヒシバ、シロツメクサ	
	なし n=2	未計測	あり	4	71	イヌビエ※	ハルジオン、オニノゲシ、シロツメクサ	
被害なし (休耕田)	なし n=2	未計測	あり	21	17	クサヨシ、マコモ、ガマ、ヒメガマ、セリ、ヨモギ	セイタカアワダチソウ、ススキ、シロツメクサ	

### 🔍 問い合わせ先

農研機構 農村工学研究所 防災研究調整役 電話 029-838-8193

### 📄 関連情報

農研機構 成果情報

「現地調査を踏まえた津波被災農地の除塩における留意点」

[http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/nkk/2011/420a0\\_01\\_52.html](http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/nkk/2011/420a0_01_52.html)

農研機構 農村工学研究所技報

「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震による津波被災農地における平成23年春期除塩作業の実施状況と今後の課題」

[http://www.naro.affrc.go.jp/publicity\\_report/publication/files/213No8.pdf](http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/files/213No8.pdf)

「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震による津波被災農地の堆積物・土壌の理化学的特徴」

[http://www.naro.affrc.go.jp/publicity\\_report/publication/files/213No4.pdf](http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/files/213No4.pdf)

「平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震による津波被災農地の植生管理の必要性 - 宮城県仙台平野南部における調査から -」

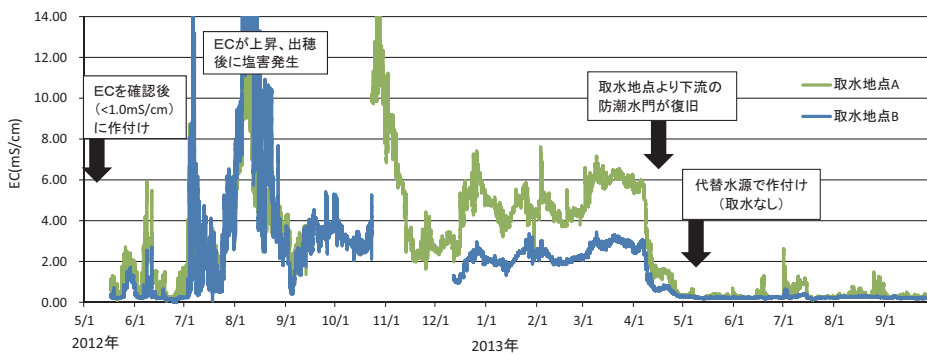
[http://www.naro.affrc.go.jp/publicity\\_report/publication/files/213No21.pdf](http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/files/213No21.pdf)

# 被災農地の塩分管理のためのモニタリング技術

津波被災農地の冠水被害からの復旧には、塩害を受けた農地の被害状況を迅速に把握するとともに、除塩対策を行うための農業用水の確保が重要です。このため、面的な塩分分布の迅速な測定技術や農業用水の塩分モニタリング技術が有効です。また、被災から復旧して営農を再開した農地においても引き続き塩分管理が必要となります。この場合、土壌塩分の簡易診断やモニタリングの行えるセンサーを利用することが有効です。

## 農業用水の塩分のモニタリング

地盤沈下等により農業用水に塩分浸入がある場合、対策の検討には塩分濃度の時間的な変動を考慮した長期のモニタリングが必要です。また営農再開後に、短期間の塩分上昇に対応した用水管理を行うには、ECデータ送信システムによるリアルタイムでのモニタリングが有効です。

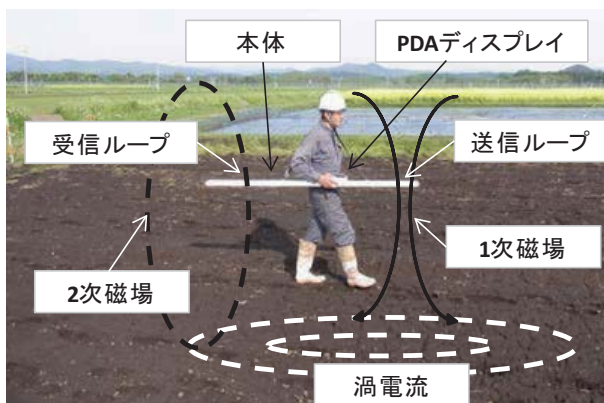


農業用水の電気伝導度の長期モニタリングの例  
(塩分濃度の季節変動や周辺の復旧工事の影響が把握できる)

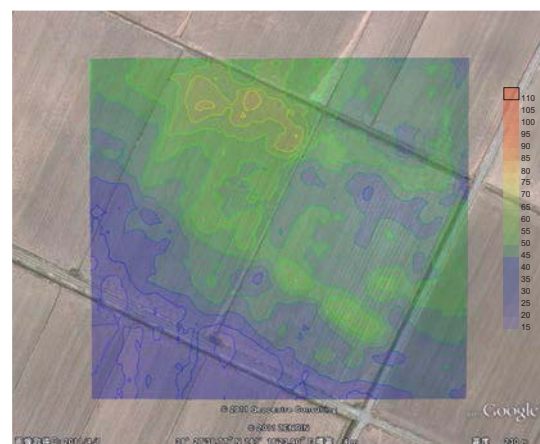
ECデータ送信システム

## 面的な塩分分布の迅速な測定技術

電磁探査装置を持って、圃場内を歩くことによって広い範囲の塩分分布を迅速に測定できます。GPS情報との併用により、農地における面的な塩分分布が一目で分かります。塩害を受けた農地の被害状況の把握や転作の可否などを総合的に判断する場合に有効です。



測定の概要



塩分濃度の面的分布の測定例  
(約2haの測定時間は36分)



## 現場で実施できるセンサーによる簡易な土壌塩分（電気伝導度）測定

ペースト状もしくは湿潤状態の土壌をビニール袋内で圧縮し、安価な電気伝導度センサーを用いて、現場で従来法に近い精度での測定ができます。先に紹介した電磁探査法と併用して、圃場の中で塩分濃度の高い箇所の検出や、ほ場の塩分状況の総合判断に有効です。

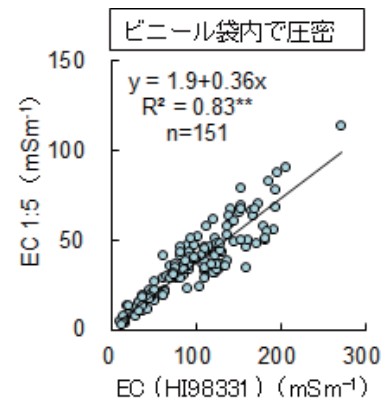


電極部

センサー例



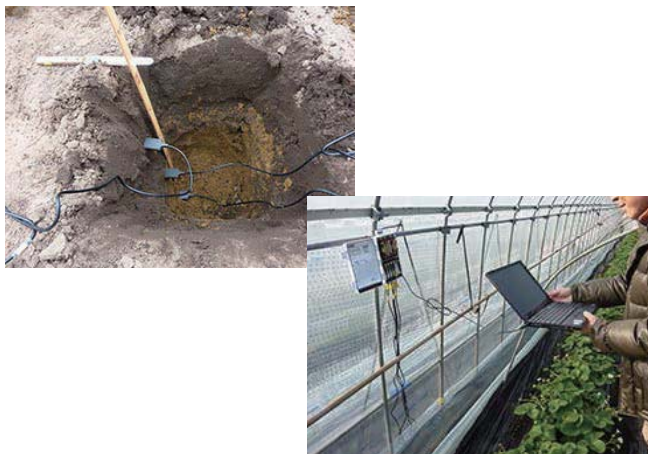
測定状況



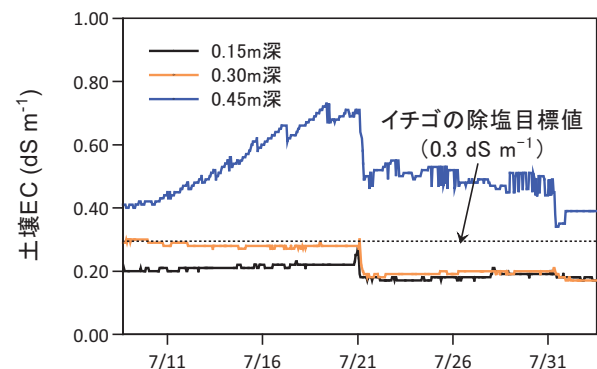
従来法との相関

## センサーによる土壌塩分濃度を監視する簡易技術

土壌水分量と電気伝導度、地温を同時に計測できるセンサーを活用すると非破壊で連続的な土壌塩分濃度の推定が行えます。営農再開後の土壌塩分管理に有効に活用できます。



センサー設置状況と観測データ回収の様子



除塩過程での塩分（電気伝導度）  
 の連続的なモニタリング事例

## ❓ 問い合わせ先

農研機構 農村工学研究所 防災研究調整役 電話 029-838-8193  
 東北農業研究センター 業務推進室 電話 019-643-3419

## ① 関連情報

農研機構 成果情報

「電磁探査法による海水浸水農地の土壌電気伝導度測定」

[http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/tarc/2011/111b1\\_10\\_02.html](http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/tarc/2011/111b1_10_02.html)

「市販土壌ECセンサーを用いた海水浸水農地の土壌電気伝導度簡易測定法」

[http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/tarc/2011/111b1\\_10\\_03.html](http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/tarc/2011/111b1_10_03.html)

「震災で地盤沈下した農地で塩害を回避するための農業用水のモニタリング」

[http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/nkk/2013/nkk13\\_s18.html](http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/nkk/2013/nkk13_s18.html)

「農地基盤中の塩分濃度をリアルタイムで監視する簡易技術」

[http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/nkk/2014/14\\_076.html](http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/nkk/2014/14_076.html)

## 津波被災農地で栽培を再開するための 耐塩・耐湿性作物

東日本大震災の津波により冠水した田畑では、復旧工事や除塩作業が進み、農作物の作付けが再開しつつあります。しかし、一部の田畑では未だ海水の影響が残り、塩害による農作物の生育不良が発生しています。こうした海水の影響が残っている農地で安定して農業を再開するために、耐塩性の作物選択や品種開発を進めています。また、真水による除塩を行った田畑で畑作物を栽培する場合には、過湿の影響が長引くことが予想されるため、湿害に強い作物や栽培法の導入が有効です。

残塩水田では、農業を再開するための有効な対策として、数年間は耐塩性の飼料用水稲品種を栽培し、水田環境の回復を待って良食味品種に切り替えることが考えられます。これまで海外では耐塩性が強い品種としてインディカ品種の「NonaBokra（ノナボクラ）」などが見出されていますが、日本ではその必要性が低く、優れた耐塩性品種は育成されていませんでした。そこで作物研究所では、インディカ品種「NonaBokra」の優れた耐塩性を、茎葉収量の高い飼料用水稲品種「たちすがた」に導入し、耐塩性が強い飼料用水稲品種の「ソルトスター」を開発しました。「ソルトスター」の耐塩性は、「リーフスター」「コシヒカリ」などの水稲品種よりも顕著に強く、その理由として「ソルトスター」の葉に含まれる $\text{Na}^+$ 濃度が「リーフスター」より低いことによることが宮城県石巻市の現地栽培試験から明らかとなりました。「ソルトスター」は東北・関東地域での栽培に適した熟期であり、津波被災水田での水稲栽培をスムーズに再開させるための中継ぎ品種として利用が期待されます。

また九州沖縄農業研究センターでは、九州で栽培されている飼料用水稲品種「モーれつ」に、高い耐塩性を見出しました。「モーれつ」は塩濃度の高い土壌（EC値 983  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ）で栽培しても、他の品種と比較して、初期生育が抑制されにくいという結果が得られています。



石巻市現地水田で栽培した飼料用水稲品種「ソルトスター」（右の3列）と「リーフスター」（左の手前2列）



塩濃度の高い土壌での栽培試験（移植後 35 日目）  
左から 3 番目が飼料用水稲品種「モーれつ」

飼料作物の中では、オオムギが耐塩性に優れ、また、イタリアンライグラス、ペレニアルライグラス、トールフェスク、リードカナリーグラスといった牧草類は、耐塩性・耐湿性とも比較的高いことが知られています。諫早湾干拓地で行われた試験では、耐塩性の強い飼料作物を緑肥として栽培することで、土壌中に間隙が形成され、透水性が向上し、除塩が促進されることが報告されています。耐湿性が低いトウモロコシ等については、アップカットロータリと施肥播種機を組み合わせた耕うん同時畝立て播種を行うことで、湿害を軽減することが可能です。

### 主な飼料作物の耐塩性と耐湿性

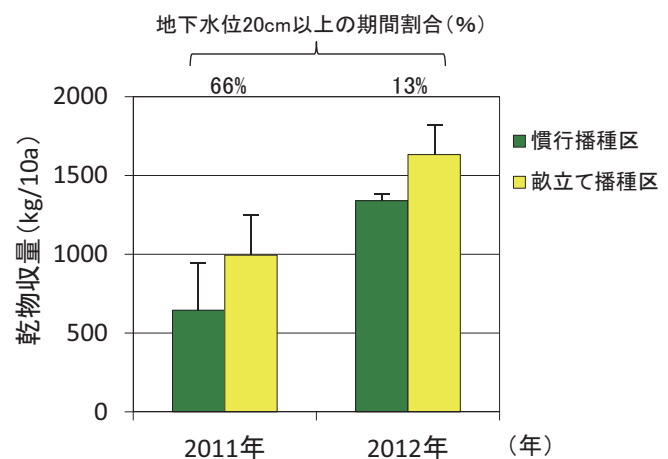
草種	耐塩性	耐湿性
オオムギ	強	弱
リードカナリーグラス	やや強	強
イタリアンライグラス ペレニアルライグラス トールフェスク	やや強	やや強～中
オーチャードグラス クローバ類	やや弱	中
トウモロコシ	やや弱	弱



飼料用トウモロコシの  
耕うん同時畝立て播種



畝立て播種されたトウモロコシの初期生育



湿害発生圃場における慣行播種区と畝立て播種区の飼料用トウモロコシの乾物収量

#### ❗ 注意点

塩濃度が高い土壌で栽培された飼料作物を家畜に給与する場合には、作物中の栄養成分が給与に問題がないか確認する必要があります。

#### ❓ 問い合わせ先

農研機構

作物研究所 企画管理室 電話 029-838-8260 (耐塩性飼料用水稲品種「ソルトスター」)

畜産草地研究所 業務推進室 電話 029-838-8618 (飼料作物の耐塩性と耐湿性)

九州沖縄農業研究センター 広報普及室 電話 096-242-7682 (飼料用水稲品種「モーれつ」)

#### 📄 関連情報

農研機構 成果情報

「耐塩性が強く茎葉が多収な稲発酵粗飼料用新品種「ソルトスター」

[http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/nics/2014/nics14\\_s10.html](http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/nics/2014/nics14_s10.html)

「二毛作トウモロコシの耕うん畝立て播種に適した作業工程とその湿害軽減効果」

[http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/nilgs/2013/13\\_014.html](http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/nilgs/2013/13_014.html)

「飼料イネ品種「モーれつ」は生育初期の耐塩性が高い」

<https://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/karc/2008/konarc08-27.html>

日本暖地畜産学会報 56:43-47



## 農地土壌の放射性セシウム汚染広域マップ

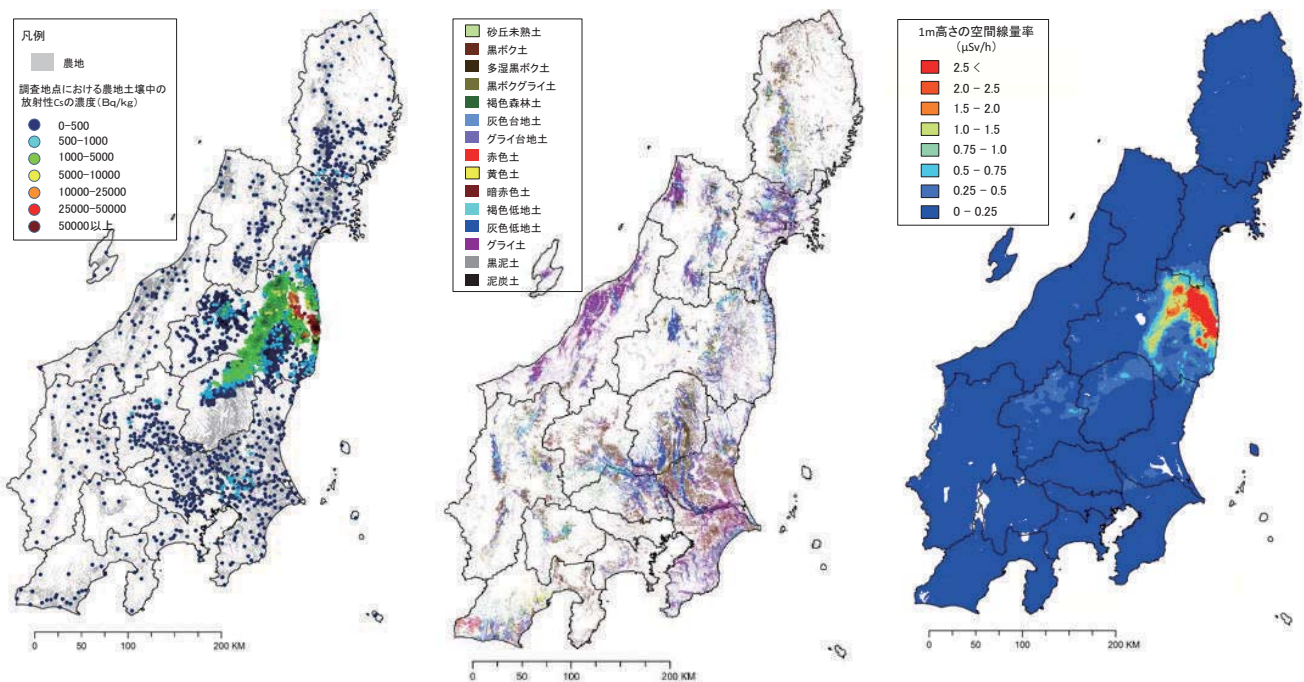
福島第一原発事故後、福島県など15都県の農地土壌の放射性セシウム濃度を測定し、空間線量率と放射性セシウム濃度の関係から調査地点以外の放射性セシウム濃度を推定し、面的な広がりを地図として表示しました。福島県については毎年地図を更新し、農地の放射性セシウム濃度の推移を見ることができます。

平成23年11～12月に岩手県から静岡県までの15都県の3,423地点における農地土壌をライナー付き土壌試料採取器で採取し、0～15cm深さの土壌の $^{134}\text{Cs}$ 、 $^{137}\text{Cs}$ 濃度についてゲルマニウム半導体検出器を用いて測定し、測定値については平成23年11月5日を基準日として補正しました。

農地1m上の空間線量率から農地土壌の放射性セシウム( $^{134}\text{Cs}$  +  $^{137}\text{Cs}$ )濃度を推計する10種類の回帰式を作成し、放射性セシウム濃度の実測値データ、農業環境技術研究所が平成13年の土地利用にもとづいて作成したデジタル農耕地土壌図および文部科学省が作成した航空機による空間線量率分布図を用いて、調査地点以外の農地土壌の放射性セシウム濃度分布を推定しました。

その結果、農地土壌の放射性セシウムは福島第一原発から北西へ向かって10,000Bq/kgを超える高い濃度が分布し、さらに福島県中通りの南西部から栃木県中～北部と宮城県南部へ向かって1,000Bq/kgを超える濃度の広がりをみせることが明らかとなりました。

平成24年以降も福島県において同様の調査を継続し、農地土壌の放射性セシウム濃度の推移を追うとともに、分布推定図を作成しています。毎年作成される分布推定図は、地形図に重ね合わせた地図などによって農家の営農指導等に利用されています。



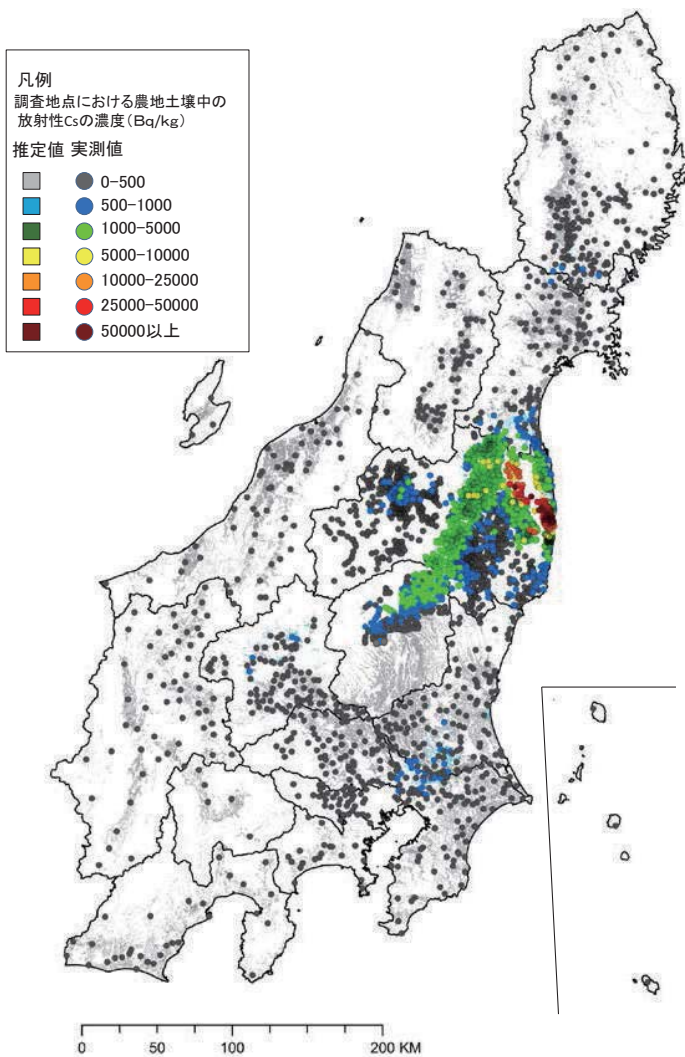
調査地点の放射性セシウム濃度  
 (実測値データ)

デジタル農耕地土壌図  
 (農業環境技術研究所作成)

空間線量率分布図  
 (文部科学省作成)

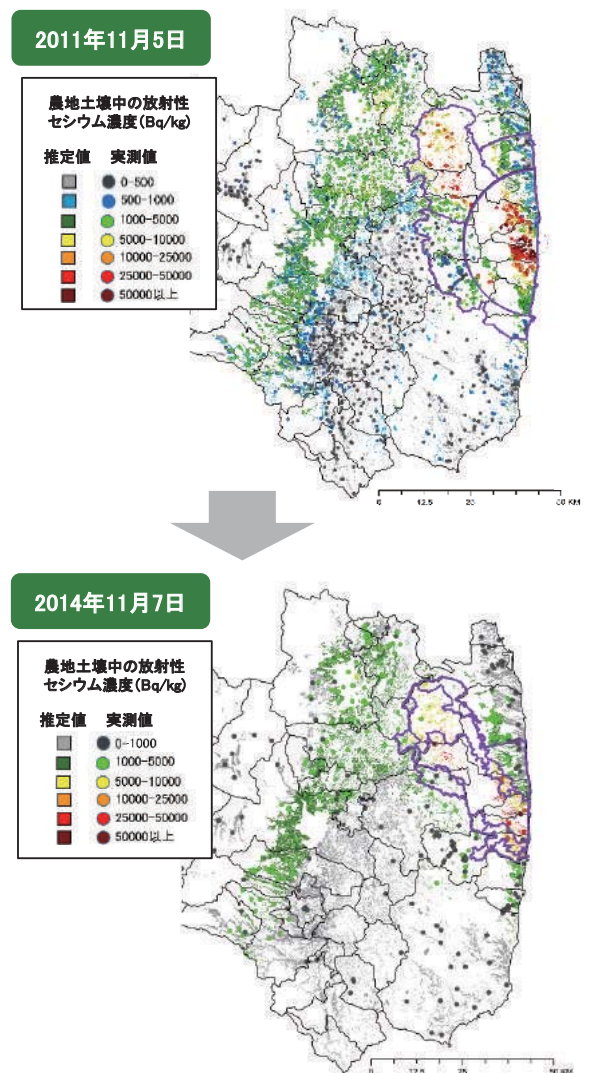
それぞれの図および回帰式から、放射性セシウム濃度の分布推定図を作成します。





農地土壌の放射性セシウム濃度の実測値と分布推定図（2011年11月5日）

作土中の放射性セシウム濃度 5,000Bq/kg 以上の農地が福島第一原発から北西方向に広がり、福島県中通りから栃木県北部、また宮城県南部にかけて1,000Bq/kg 以上の農地が連続していることが分かりました。



2011年と2014年の福島県東部における農地土壌の放射性セシウム濃度推定図

放射性セシウムの濃度は物理的減衰にともない低下しますが、農地土壌における低下割合は各年とも物理的減衰とほぼ同程度でした。

**注意点**

避難指示区域内では除染工事が進められています。工事の進捗状況により推定値と異なった放射性セシウム濃度となっている可能性があります。

**問い合わせ先**

農業環境技術研究所 研究コーディネータ 電話 029-838-8200

**関連情報**

農業環境技術研究所 成果情報「農地土壌の放射性物質濃度分布の把握」

[http://www.niaes.affrc.go.jp/sinfo/result/result28/result28\\_02.html](http://www.niaes.affrc.go.jp/sinfo/result/result28/result28_02.html)

農林水産省農林水産技術会議事務局 「農地土壌の放射性物質濃度分布図の作成について」

<http://www.s.affrc.go.jp/docs/map/index.htm>

## 空間線量率に基づく 土壌の放射性セシウム濃度の簡易推定

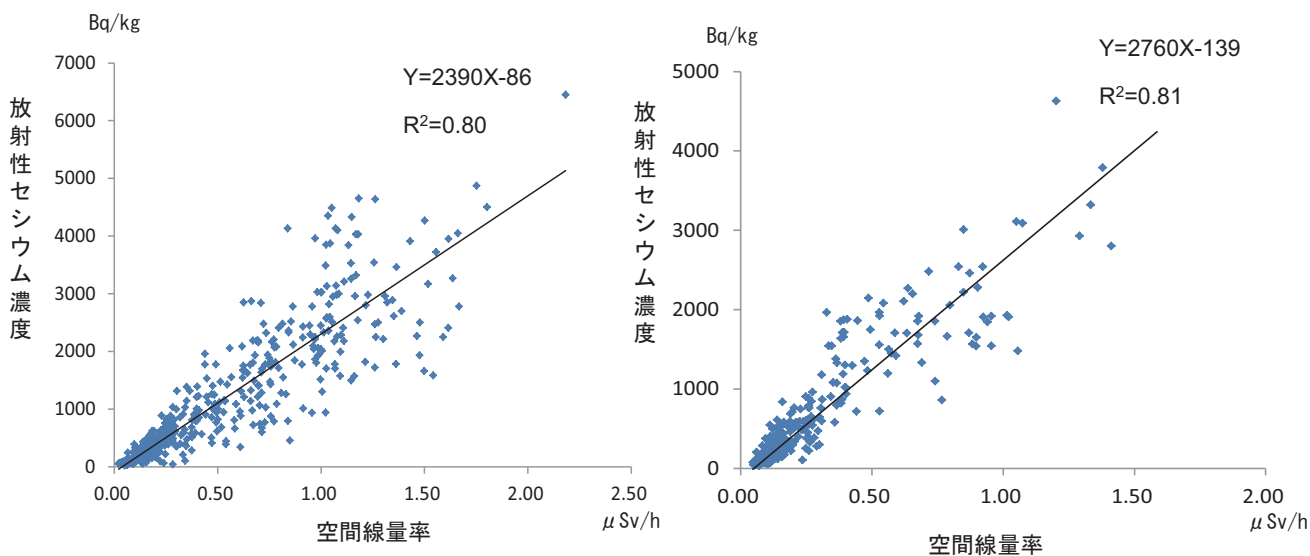
地表面から1mの高さの空間線量率から、農地土壌における放射性セシウムの濃度を算定する方法です。農地土壌の放射性セシウム濃度は空間線量率（地表1m高）と一次の相関関係にあります。空間線量率（ $\mu\text{Sv/h}$ ）を計測することにより、農地土壌のおおよその放射性セシウム濃度（ $\text{Bq/kg}$ ）を算定できます。

平成23年から継続的に農地の1m高さの空間線量率と0～15cm深さの土壌の $^{134}\text{Cs}$ および $^{137}\text{Cs}$ 濃度をゲルマニウム半導体検出器を用いて測定を行ってきました。

農地1m上の空間線量率と農地土壌の放射性セシウム（ $^{134}\text{Cs}$  +  $^{137}\text{Cs}$ ）濃度との間には一定の相関関係が認められることから、土壌や土地利用ごとに類型化し、空間線量率から農地土壌の放射性セシウム濃度を推計する回帰式を作成しました。

時間の経過とともに放射性セシウムが減衰し、空間線量率と放射性セシウム濃度の関係が変化するため、回帰式は毎年更新しています。

平成23年は10種類の、平成24年以降は7種類の回帰式を作成しています。



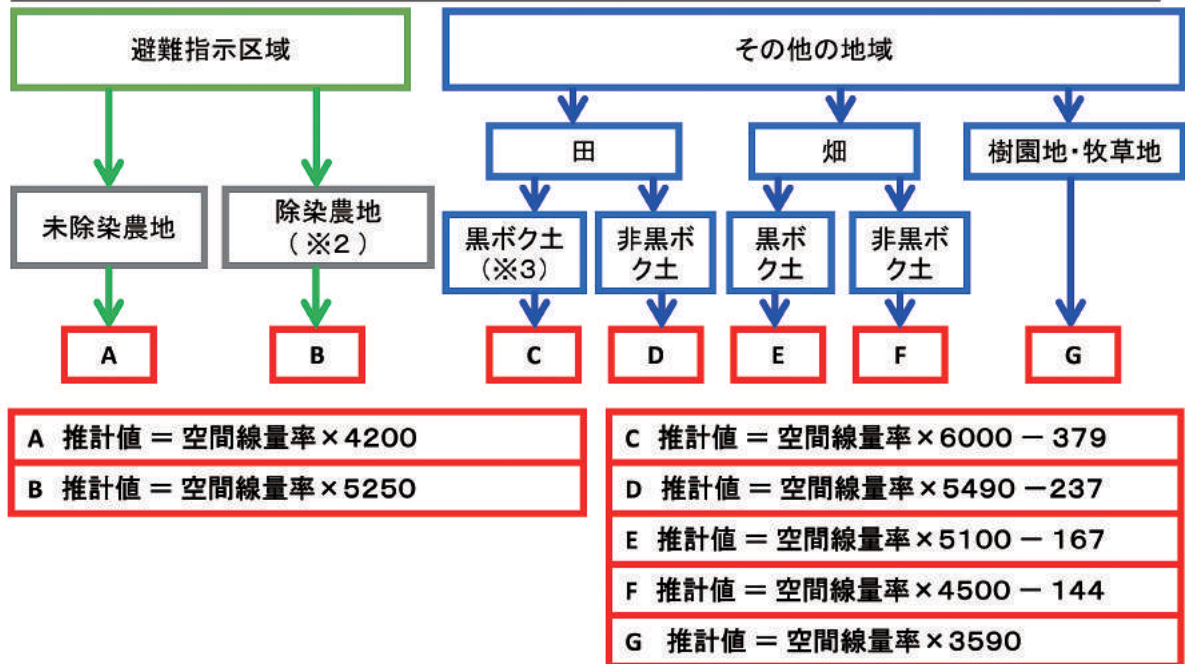
耕起農地における非黒ボク土の空間線量率と土壌放射性セシウム濃度の関係（平成23年）

耕起農地における黒ボク土の空間線量率と土壌放射性セシウム濃度の関係（平成23年）

空間線量率と放射性セシウム濃度との関係を黒ボク土や非黒ボク土、耕起や非耕起の水田、普通畑、樹園地など、土壌や土地利用で類型化して、それぞれの相関関係を求めました。

(1) 空間線量率(※1)を測定(μSv/h)

(2) 農地の種類により、以下の式を用いて推定値を算出(Bq/kg)



【例】 その他の地域の田(黒ボク土)の場合

$$0.2 \mu\text{Sv/h} \times 6000 - 379 = 821 \text{ Bq/kg}$$

(1m高さの時間当たり空間線量率) (推定値)

(※1) 地表面から1m高さの時間当たりの空間線量率

(※2) 深耕、表土はぎ取りを行った農地

(※3) 農地の土壌が黒ボク土かどうかは(研)農業環境技術研究所の土壌情報閲覧システムHP中の土壌図で確認できます。

【[http://agrimesh.dc.affrc.go.jp/soil\\_db/](http://agrimesh.dc.affrc.go.jp/soil_db/)】

### 放射性セシウム濃度推定の手順(回帰式を土壌や土地利用などにより7区分に類型化)

農地の土壌放射性セシウム濃度を推定するには、農地の1m高さの空間線量率を測定するか、文部科学省のホームページ「放射線量等分布マップ拡大サイト」で公表されている航空機モニタリングによる放射線量等分布マップで1m高さの空間線量率を確認します。次いで、農地が避難指示区域かそれ以外の地域かを選定します。さらに、農地が田、普通畑、樹園地・牧草地かどうかを選び、最後に農地が黒ボク土か非黒ボク土かを確認して、それぞれの回帰式から土壌放射性セシウム濃度を推定します。このとき、農地の土壌が黒ボク土かどうかは、農業環境技術研究所の土壌情報閲覧システムの土壌図で確認できます。

この方法は、一定の誤差はありますが、営農現場でおおよその濃度を把握する際に役立ちます。

#### ① 注意点

この回帰式は平成26年11月7日現在のものであり、時間の経過とともに<sup>134</sup>Csと<sup>137</sup>Csが減衰し、回帰式の係数も変わってきます。今後も、調査地点を選択して、毎年、1m高さの空間線量率と農地土壌の放射性セシウム濃度を測定し、推定式を更新していきます。

#### ② 問い合わせ先

農業環境技術研究所 研究コーディネータ 電話 029-838-8200

#### ③ 関連情報

農業環境技術研究所 成果情報「農地土壌の放射性物質濃度分布の把握」

[http://www.niaes.affrc.go.jp/sinfo/result/result28/result28\\_02.html](http://www.niaes.affrc.go.jp/sinfo/result/result28/result28_02.html)

農林水産省農林水産技術会議事務局「農地土壌の放射性物質濃度分布図の作成について」

<http://www.s.affrc.go.jp/docs/map/index.htm>

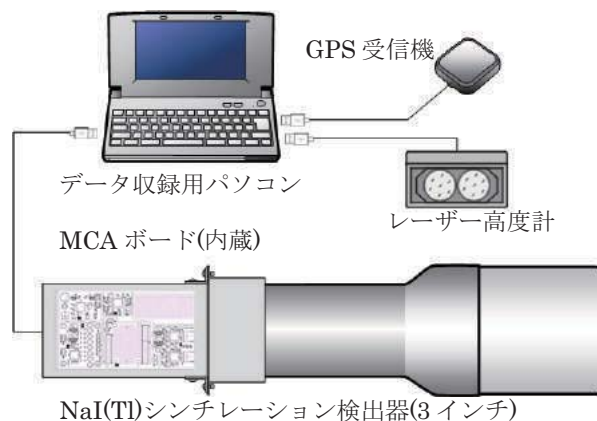


## 農地土壌の放射能分布を推定する 空間ガンマ線測定技術

NaI(Tl) シンチレーション検出器、スペクトル分析器、高度計、GPS 受信機等を使用した農地土壌を対象としたガンマ線測定技術です。土壌から放出される核種毎のガンマ線強度を、非破壊かつ面的に短時間で測定することができます。

農地土壌から放射性セシウムを除去する場合、除染前後の放射性セシウムの面的分布状況を測定・比較して効果を検証する必要があります。これまでは土壌試料をサンプリングし、実験室で乾燥・調整した上で遮蔽されたガンマ線検出器で放射能を測定していましたが、この方法は分析に時間と費用を要するためサンプル数が限られ、圃場内の放射能の偏りや、除染が不十分な箇所への把握が困難でした。本技術は野外で核種毎のガンマ線強度を測定する装置により、農地およびその周辺を移動させながら連続測定することで、土壌の放射性セシウムの面的分布を把握する手法です。

測定システムは3インチNaI(Tl)シンチレーション検出器、MCA（マルチチャンネルアナライザ）ボード、レーザー高度計、GPS受信機、データ収録用パソコンから構成され、任意の測定時間間隔でガンマ線スペクトル強度、位置情報、高度情報を記録します。システム全体の重量は5kg程度で、電源はパソコンから供給され4時間以上の連続測定が可能です。



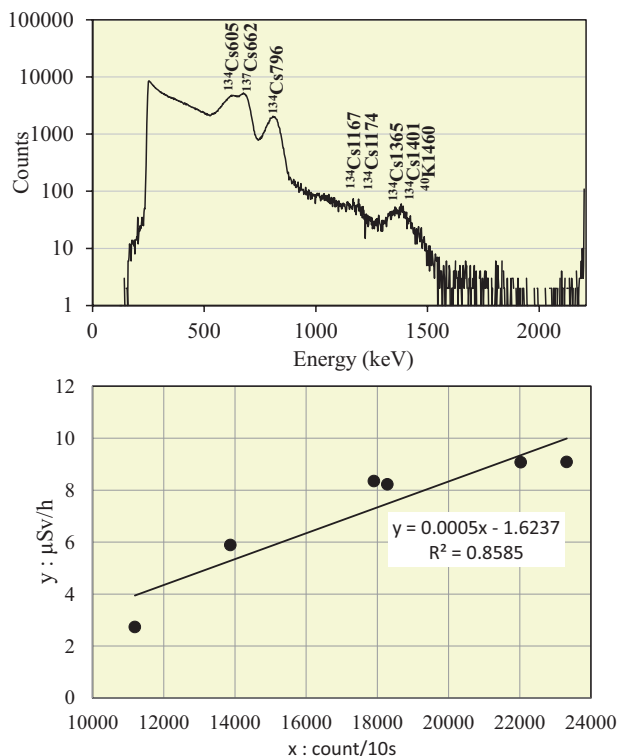
システム構成

システムは気球、無人ヘリ、ラジコン移動車等の移動体に搭載することを前提に設計されており、遠隔操作によって農地のガンマ線強度を迅速かつ面的に測定することができます。移動体は現場状況、測定高度（低いほど高解像度）を勘案して選定します。ラジコン移動車を使用した場合、10aあたりの測定時間は約20分です。

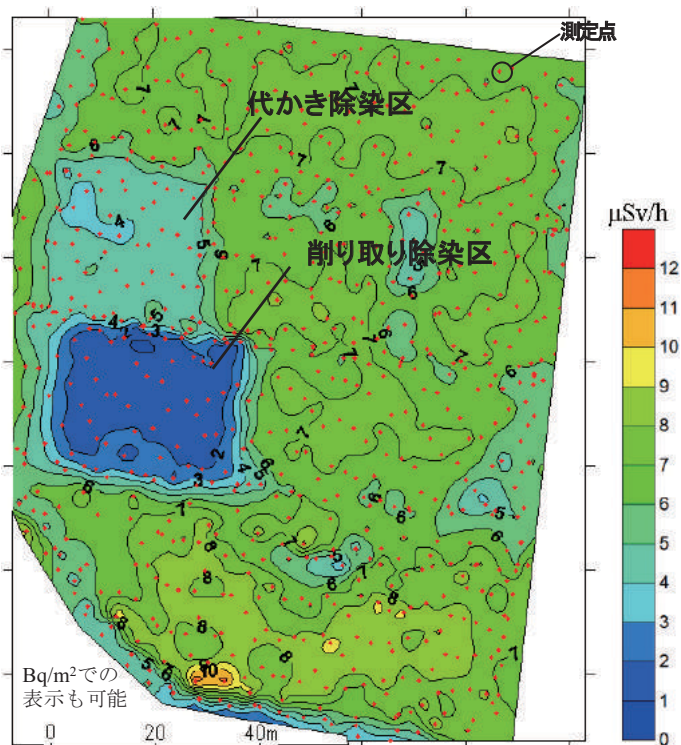


移動体に搭載した測定状況（右：気球、  
左上段：無人ヘリ、左下段：ラジコン移動車）





上段：ガンマ線スペクトル、  
下段：カウント数と空間線量率の関係



#### 除染後の測定例：

代かき除染区、削り取り除染区ではそれぞれ除染試験を実施。除染方法の違いにより、空間線量率の低下度が異なる様子が分かります。

測定によって得られたガンマ線スペクトルはソフトウェアによって自動記録された後、核種弁別され、バックグラウンド値除去、核種毎のピーク面積算出、高度補正等によって土壌からのガンマ線強度に換算されます。また、求められた放射性セシウムの積算カウント数と、同じ地点で測定した空間線量率との間には高い相関が見られ、近似式を用いてカウント数を空間線量率に換算できます。

福島県飯舘村の未耕起水田で実施された除染試験後の、測定時間間隔 10 秒、高度 5cm、移動速度約 0.5m/s の気球による測定では、削り取り除染を行った試験区、水による土壌攪拌（代かき）除染を行った試験区において、ガンマ線空間線量率が周辺の未処理の農地に比べて面的に小さくなっていることが確認できます。

#### ❗ 注意点

ガンマ線のバックグラウンド値（農地土壌以外から放出されるガンマ線）を除去するため、予め調査地区周辺の水面上等でバックグラウンド測定を行う必要があります。また、放射性物質のフォールアウト後、耕起等によって放射性物質が土壌表面から深部に拡散している圃場では、ガンマ線強度と土壌中の放射性物質濃度の関係が異なるので地区ごとに換算式を求める必要があります。

#### ❓ 問い合わせ先

農研機構 農村工学研究所 防災研究調整役 電話 029-838-8193

#### 📄 関連情報

農研機構 成果情報

「農地土壌の放射能分布を推定する空間ガンマ線測定技術」

[http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/nkk/2013/13\\_075.html](http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/nkk/2013/13_075.html)

農研機構 プレスリリース

「農地や環境中の放射線を迅速に測定する装置の開発」

[https://www.naro.affrc.go.jp/publicity\\_report/press/laboratory/nkk/055800.html](https://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/press/laboratory/nkk/055800.html)

## 農業用水やため池における放射性セシウムの 実態調査と新しい観測技術

震災後の農業用水路やため池において放射性セシウムの実態調査や調査に役立つ観測技術の開発を行いました。農業用水路では、今後の水路管理に活かすため、水路に堆積する放射性セシウムを調べて、その特徴を明らかにしました。また、用水中に含まれる放射性セシウム濃度をリアルタイムで把握するため、濁度センサーを用いた放射性セシウム濃度の連続推定技術を開発しました。さらに、ため池の底質を対象として、簡便に底質に含まれる放射性セシウムからのガンマ線を計測する技術を開発しました。

### 農業用水路に堆積する放射性セシウムの特徴

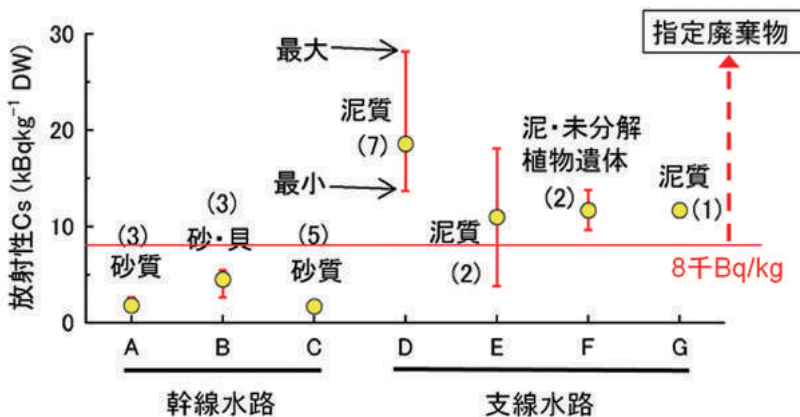
中通り北部に立地する一つの農業用水系統を対象として、上流から支線水路の末端までの主な堆積物の発生地点について、堆積物中の放射性セシウム濃度を調べました。2012年秋の調査では、幹線水路に堆積している砂質堆積物の放射性セシウム濃度は概して低く、反対に、流速が比較的遅い支線水路でみられる泥状堆積物中では放射性セシウム濃度が高く、指定廃棄物となる基準を超過するものも見られました。また、幹線水路の余水吐の掘込部に生じた堆積物中の放射性セシウム濃度を、水路除染前（2012年11月）と1年後（2013年11月）で比較したところ、水路除染（2013年4月実施）により放射性セシウム濃度が大きく低減したことがわかりました。



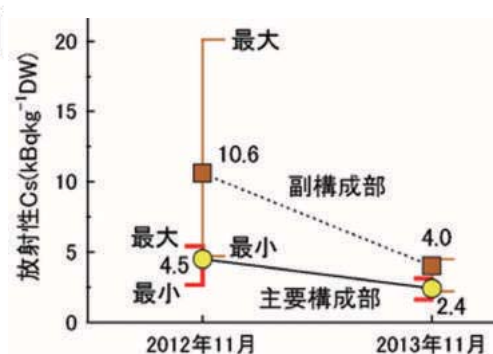
←余水吐掘込部の堆積物の状況



水路除染後の様子→  
 (余水吐)



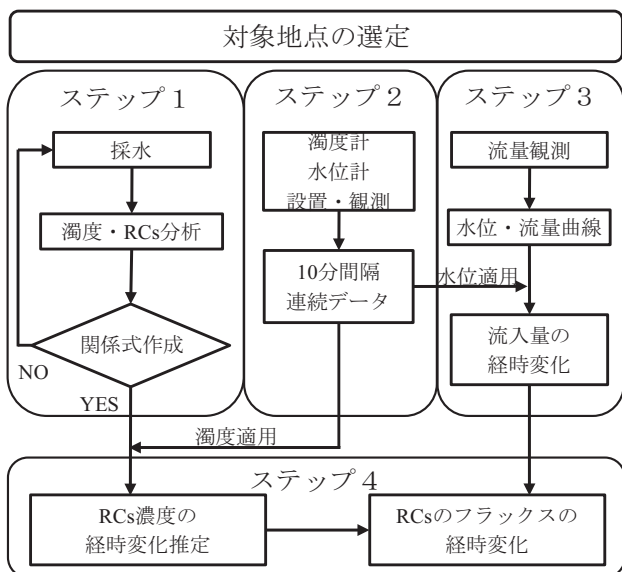
農業用水路の堆積物に含まれる放射性セシウムの濃度



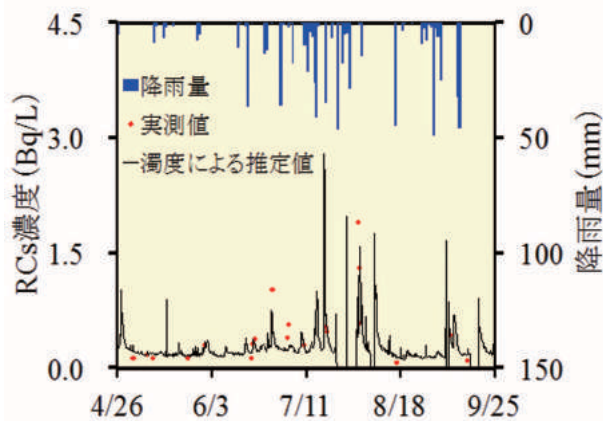
水路除染前後の放射性セシウム濃度

### 農業用水中の放射性セシウム濃度の連続推定技術

農業用水に含まれる放射性セシウム濃度を濁度の連続観測から推定する手法を開発しました。濁度センサーを用いることで、主に懸濁態として水に含まれている放射性セシウム濃度を簡易的に把握することができるようになりました。今後、農業用水を管理する土地改良区などで活用されることが期待されます。



放射性セシウム (RCs) 推定法の手順



放射性セシウム (RCs) 濃度の実測値と推定値の算定例 (2013 年)

### ため池等の底質に含まれる放射性セシウムからのガンマ線計測技術

ため池等の水域には、底質に高い放射性セシウムが蓄積することが知られていますが、その分布状況を迅速に知ることは困難でした。そこで、水中の底質に含まれる放射性セシウムから放出されるガンマ線を簡便に測定する技術を開発しました。本機の利用によって、ガンマ線の平面的な分布傾向の把握やホットスポットの抽出を効率よく実施できます。



装置の外観

装置の構成

検出部の構造

#### ② 問い合わせ先

農研機構 農村工学研究所 防災研究調整役 電話 029-838-8193

#### ① 関連情報

水土の知 (農業農村工学会誌) 82(3)、33-37(2014)

水土の知 (農業農村工学会誌) 83(1)、35-38(2015)

農研機構 成果情報「ため池等の水域の底質に含まれる放射性Csからのガンマ線計測システム」

[http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/nkk/2014/14\\_077.html](http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/nkk/2014/14_077.html)



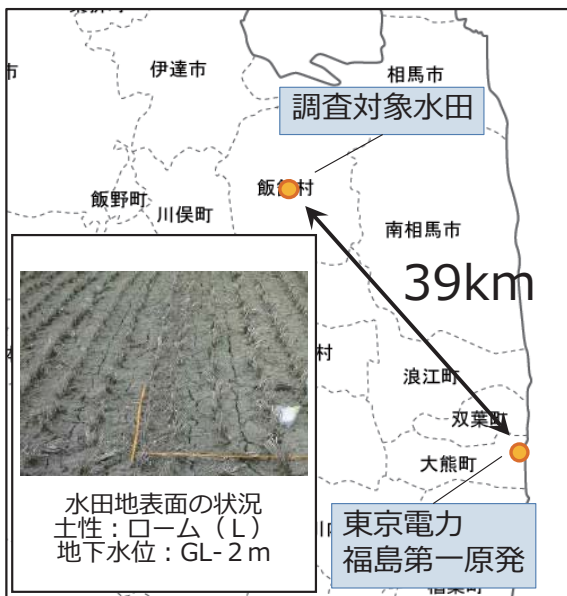
## 水田土壌の深度別および粒径クラス別の放射性セシウム濃度

東日本大震災に伴う原発事故により放射性物質が降下した水田における土壌の放射性セシウム濃度は、深度別では表層が最も高く、粒径クラス別では粒径が小さいクラスほど高いことが分かりました。

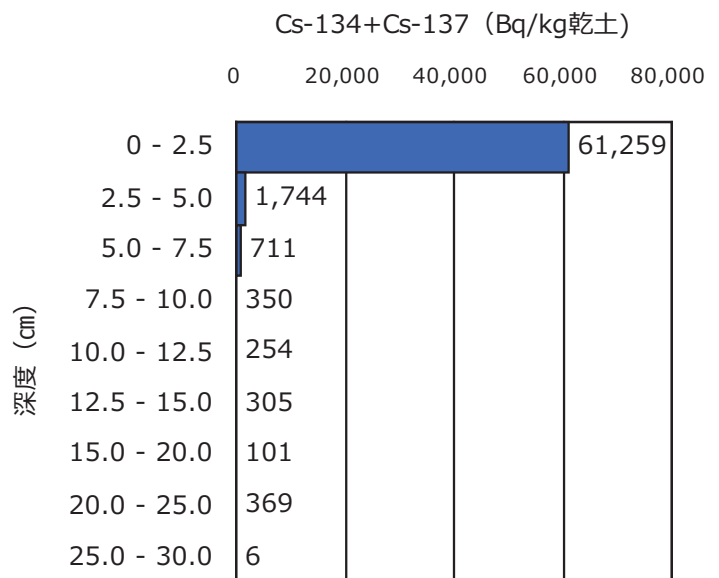
こうした放射性セシウム濃度の分布特性は、農地除染技術（汚染表土の除去技術や水を利用した土壌攪拌による除染技術）を開発する参考情報になりました。

原発事故後3カ月経過した水田の土壌では、放射性セシウム（ $^{134}\text{Cs}$  および  $^{137}\text{Cs}$ ）が検出され、放射性ヨウ素（I-131）は検出されませんでした。土壌の放射性セシウム濃度（ $^{134}\text{Cs}$  と  $^{137}\text{Cs}$  の合計値）は、深度0～15cmの平均で10,770（Bq/kg 乾土）でした。調査対象水田は、東京電力福島第一原子力発電所から北西方向に39km地点に位置し、原発事故以降耕起していませんでした。

耕起していない水田の土壌に含まれる放射性セシウムは表層に多く分布しました。土壌の深度別放射性セシウム濃度は6～61,259（Bq/kg 乾土）の範囲で、深度0～2.5cmの層では最大値61,259（Bq/kg 乾土）を示し、深度2.5cm以深の層では1,744（Bq/kg 乾土）以下でした。



調査対象水田の位置と地表面の状況



土壌の深度別放射性セシウム濃度



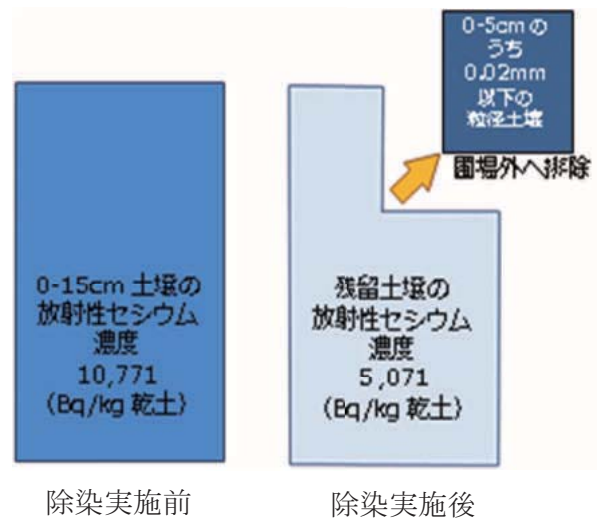
土壌の放射性セシウム濃度は粒径クラスによって異なり、小さな粒径クラスほど高い値を示しました。粒径クラス別の放射性セシウム濃度は、深度0～2.5cm土壌の場合、0～0.002mmが179,133 (Bq/kg 乾土) で最も高く、粒径クラスが大きくなるほど濃度は低い値でした。また、深度2.5～5.0cmの土壌も同様の傾向でした。

このように、水田土壌の放射性セシウムの分布特性が明らかとなり、表層0～5cm土壌をはぎ取る方法（汚染表土の除去技術）や、表層0～5cm土壌を代かきして粒径0.02mm以下の細粒土壌を含む濁水を強制排水する方法（水を利用した土壌攪拌による除染技術）による農地除染の有効性を示す情報となりました。例えば、後者の除染方法を行うと、深度0～15cm土壌の放射性セシウム濃度は、10,771 (Bq/kg 乾土) から5,071 (Bq/kg 乾土) に低下すると試算されました。

土壌の粒径クラス別の放射性セシウム濃度

粒径クラス* (mm)	重量 組成割合 (%)	Cs-134+Cs-137 (Bq/kg 乾土)	
		深度	深度
		0-2.5cm	2.5-5 cm
0-0.002	4.8	179,133	14,323
0.002 -0.02	29.6	106,267	6,687
0.02-0.2	45.2	66,633	2,983
0.2-2	20.4	22,160	990

\*水分散し、水中沈降とフルイ分けにより分画



水を利用した土壌攪拌による除染実施後の放射性セシウム濃度の試算結果

❗ 注意点

図表に示した数値は、現地調査実施時（2011年6月13日）のものであります。

❓ 問い合わせ先

農研機構 農村工学研究所 防災研究調整役 電話 029-838-8193

📄 関連情報

土壌の物理性、121、43-38

「浅代かき強制排水による水田土壌中の放射性物質除染法の有効性に関する事前検討」

<https://js-soilphysics.com/downloads/pdf000/121000.pdf>

## 汚染表土の除去技術

東日本大震災による東京電力福島第一原子力発電所の事故により、放射性物質が農地を含む広い範囲に降下しています。耕うんしていない圃場等では、放射性物質が表層に多く集積しているため、表土を除去することにより、効果的に除染することができます。

農業機械を利用して表土を削り取る作業手順は、砕土、削り取り、集積、排出、袋詰めです。上下方向の攪拌の少ないパワーハローを使用して表土を膨軟にし、リアブレードで削り取り、フロントローダで集積後ダンプに積み込み、圃場外へ排出、その後、バックホー等によりフレキシブルコンテナに袋詰めを行います。圃場内での作業時間は、合計2～2.5時間/10a、圃場外の袋詰め時間は削り取り深さ約4cm(40m<sup>3</sup>)で10～13時間/10a程度です。



農業機械による圃場表土除去作業手順

汚染農地等の除染作業において問題となる作業者の放射線内部被ばくと外部被ばく量を抑制・低減するために開発された技術（次項）を、除染電離則<sup>\*</sup>に準じた方法で測定・評価し、作業時の粉じん実態の把握と抑制効果を明らかにしました。その結果、農地や農地周辺におけるトラクタ利用による除染作業時のキャビン内粉じん濃度は、除染電離則で定められた高濃度粉じん(10mg/m<sup>3</sup>)より大幅に小さくなりました。防じん効果は標準仕様キャビンより、高性能フィルタ等を装備した防じん型及びシールド型キャビンが高くなりました。  
 (\*東日本大震災により生じた放射性物質により汚染された土壌等を除染するための業務等に係る電離放射線障害防止規則)



粉じん測定状況

(左：キャビン内、中央：農道表層はぎ取り機、右：乾燥した圃場での作業)



作業者の安全を考慮し、鉛板や鉛ガラス等により運転位置の線量を約1/2以下としたシールドキャビンや、キャビン内への粉塵等の流入を低減する高機能フィルター付きの空気清浄器を装備したトラクタを開発しました。また、圃場内の表土除去については、遠隔操縦および自立運転が可能なトラクタを開発し砕土等の実証試験も行っています。さらに、農道、法面、畦畔、用排水路用の圃場周辺用除染作業機も開発しました。圃場周辺用除染作業機は市販されています。



シールドキャビン+空気清浄器付トラクタ



遠隔操縦トラクタ(右:操作機搭載車)



畦畔



法面



側溝



農道

圃場周辺の除染用作業機

除染作業用トラクタ（上）と圃場周辺除染用作業機（下）

農地除染のため行われる表土削り取り作業をより一層効率的に進めるため、水田等の表土を幅2mで最大深さ8cm程度まで削り取ると同時に畝状に集積するトラクタ装着式の表土削り取り機を開発しました。これまで除染現場で使用されてきた建設用機械の自走式表土削り取り同時掬い上げ機（スキマー）やパワーショベル等と連携して作業することにより、それぞれの作業を単独の機械で行うよりも効率的な作業が可能です。この表土削り取り機は市販されています。

スキマーによる二次削り取り（深さ1cm）と  
ダンプトレーラへの削土掬い上げ作業



表土削り取り機による  
一次削り取り作業（深さ4cm）と  
集土状況



ダンプトレーラによる  
ほ場内運搬・集積



パワーショベルによる  
フレコン詰め・搬出



除染事業区での作業例（表土削り取り機とスキマーとの連携作業）



従来の建機による表土除去の場合、除去厚さの制御が困難となり、処理土量の増加や取り残しの発生等が懸念されます。そのため、削り取り厚さを必要最小限に制御し、安全、確実に剥ぎ取る方法を開発しました。

最初に、汚染土壌を固化するため、マグネシア系やカルシウム系等の土壌固化剤を添加したスラリーを散布します。固化する厚さは表層 2～3cm 程度で、約 1 週間後、固化した表層土壌を削り取ります。固化すると流出や飛散が防止され、固化部分の物性の違いにより、選択的な削り取りが可能となります。さらに、固化剤により、表層の土壌が白く着色されるため、削り取り状況を目視により確認しながら作業を行うことが可能です。

削り取りは、通常ブルドーザーやグレーダー等を利用して行いますが、横からの漏れ等が発生します。そこで、パワーショベルにバケットを装着し、ショベルの旋回機能を利用して、バケットによる表層土の剥離と集積を行うことにより、目視で削り取り厚さを確認しながら作業を行うワイパー工法を開発しました。さらに、バケットを 90° 回転させ、バキュームの吸引ホースを接続可能とし、バケット内部にカッターを内蔵した改良型アタッチメントも開発しました。削り取り、集積、搬出が 1 工程で行えるため、作業の効率性や安全性が向上します。



固化剤の吹きつけ作業と固化後の状況

ワイパー工法



改良型アタッチメント



ワイパー工法+バキュームカーで吸引  
(削り取り、集積、搬出が 1 工程で可能)



福島県飯舘村など山間部では冬期（12月下旬～3月上旬頃まで）の最低気温が概ね $-5^{\circ}\text{C}$ 以下になるため、厚い凍土が形成されます。そこで、除染の早期化を図るため、凍土が形成される冬期の表土削り取り工法を開発しました。本工法では凍土の形成が土壌水分の毛管上昇によって促進されることに着目し、剥ぎ取る土壌表層を凍結前に耕起します。それによって空隙の多い土塊状態になり、毛管上昇及び凍土形成が抑制され、凍結後の耕起層の削り取りを容易にします。

福島県飯舘村での現地実証試験では、作業効率の向上（耕起作業を含め作業時間は1/3に低下）、削り取り厚さの制御（新工法5cm、無対策10cm）、削り取り土塊サイズの改善（新工法10cm程度、無対策50cm程度）が確認されました。なお、削り取り前後の地表面の空間線量率は $2.8\mu\text{Sv/h}$ から $0.5\mu\text{Sv/h}$ に低下しました。

**凍結前耕起**



**冬期**



**新工法**



耕起層が深は板状の凍土になっており、必要以上に土を剥ぎ取らない

**無対策**



凍土が薄い場合はたたき割って剥ぎ取る

**冬期除染工法の概要**

**現地実証試験**

- ・ 現地実証試験では、トラクタの走行速度は2～3km/h、ロータリーの回転速度は最も遅く設定
- ・ 耕起作業は約1h/10aで削り取り時間の1/10以下

**❗ 注意点**

表土の削り取りは、作付けが制限された未耕起の水田（または畑）を対象として実施します。表土の削り取りにより発生する汚染土壌を保管する置き場所が必要になります。

**❓ 問い合わせ先**

農研機構 中央農業総合研究センター 情報広報課 電話 029-838-8979（表土削り取り）  
 農村工学研究所 防災研究調整役 電話 029-838-8193  
 （固化剤による表土削り取り、冬期における表土除去工法）  
 生物系特定産業技術研究支援センター 研究調整役 電話 048-654-7026  
 （除染用作業機）

**📄 関連情報**

農研機構 東日本大震災への対応「除染に関する研究成果」  
[http://www.naro.affrc.go.jp/disaster/research\\_tech/decontamination/index.html](http://www.naro.affrc.go.jp/disaster/research_tech/decontamination/index.html)

**攪拌耕うんによる放射性セシウムの移行低減（傾斜草地対策）**

土壌の放射性セシウム濃度が低い場合には表土除去を行わなくても、土から作物への放射性セシウム移行を抑制する対策を採ることで、作物の濃度を暫定許容値以下に抑えることが可能です。牧草の場合は、耕うんして種をまき直す草地更新が移行低減に有効であり、この方法が平地の牧草に適用されています（p132参照）。しかし、15度を超える傾斜地では転倒などの危険性から使用できる耕うん作業機がありませんでした。そこで、傾斜地用の無線トラクタに装着して耕うんするロータリーを開発しました。深さ12～15cmまで耕うんでき、作業能率は1時間当たり7～11a程度です。このロータリーは平成26年から市販されています。



開発したロータリーを無線傾斜地トラクタに装着して耕うんする様子（傾斜20～24°草地）

## 土壌攪拌（代かき）による除染技術

除染対象とする圃場を湛水させ、各種方法で土壌攪拌（代かき）し泥水を回収した後、凝集沈殿を行い放射性物質を高濃度に含む微細土壌を分離します。微細土壌は、脱水後に搬出用の袋に詰めて搬出します。本技術は、持ち出す土量が少量のため、作土層が薄い、あるいは下層に礫が存在する圃場や原発事故後に表土を耕起した圃場など、放射性物質を除去するための表土削り取りや反転耕による除染が難しい圃場に効果的な除染技術です。作成した作業の手引きでは、中山間地域の棚田などの小規模から、平場の30a標準区画などの比較的規模が大きな水田圃場までを対象として、具体的な作業方法について解説しています。さらに、除染後の水稻栽培の留意点についても解説しています。

### 小規模水田の技術

小規模水田では、水田を湛水し分散剤を施用して土粒子を分散させた後、圃場全体の土壌攪拌（代かき）と懸濁水（泥水）の排水を繰り返すことで、水中に分散した放射性物質を多く含む微細土壌を圃場から除去する方法です。排水した懸濁水をフィルタープレス等で脱水して微細土壌のみを取り出し、搬出用の袋に詰めて搬出します。この技術は、攪拌後の土壌懸濁液を速やかに圃場全体から排水する必要があるため、数a規模の小規模水田が対象です。平成24年度に福島県伊達市で実施した実証試験では、除染作業により土壌高さ1mの空間線量率は30.1%（除染前：1.77  $\mu\text{Sv/hr}$ 、除染後：1.24  $\mu\text{Sv/hr}$ ）、作土0～15cmの放射性セシウム濃度は61.9%（除染前：4,990 Bq/kg、除染後：1,900 Bq/kg）低減しました。



小規模水田での作業の流れ



圃場への給水状況

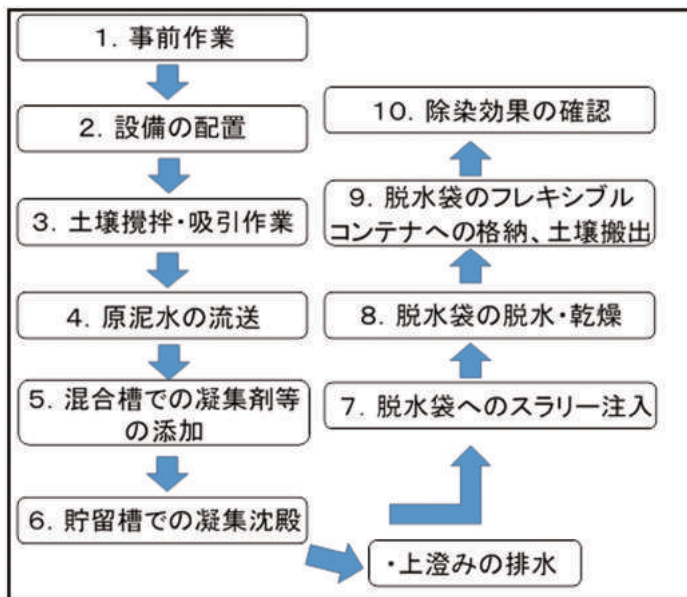


懸濁水の排水状況



## 大規模水田の作業

大規模水田を対象とする放射性物質低減技術は、対象とする水田を湛水させた後、大型のトラクターの後部に装着した土壌攪拌器（ハロー）と泥土吸引機器を用いて、トラクターの走行中に土壌を攪拌し直ちに泥水を連続回収します。平成24年7月に福島県飯館村で実施した実証試験では、圃場内をトラクターが3回走行した場合、土壌高さ1mの空間線量率は25.3%（除染前：2.45  $\mu\text{Sv/hr}$ 、除染後：1.83  $\mu\text{Sv/hr}$ ）、作土0～15cmの放射性セシウム濃度は16.2%（除染前：7,602 Bq/kg、除染後：6,369 Bq/kg）低減しました。



大規模水田での作業の流れ



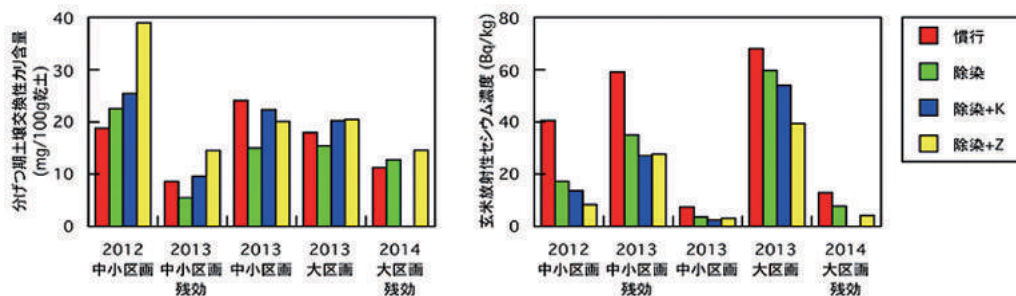
大規模水田での土壌攪拌・吸引作業の流れ



泥土の袋詰簡易脱水状況（共通）

## 除染後の水稻栽培の留意点

除染後の水稻栽培の減収対策として窒素施肥量は、慣行より多くする必要があります。増施肥量は作期や品種により異なりますので、農業普及所などに問い合わせください。また、放射性セシウムの吸収抑制効果を有するカリウムが除去される場合がありますので、カリ上乗せ施用は吸収抑制に有効です。さらにゼオライト資材の適用も効果があります。



除染後水田におけるカリ増施とゼオライト施用効果

(+K：カリ 10kg/10a 増施、+Z：ゼオライト 1t/10a 施用)

## ① 注意点

作業においては、関係法令を遵守するとともに、除染関係ガイドライン（環境省、平成23年12月14日）、除染等業務に従事する労働者の放射線障害防止のためのガイドライン（厚生労働省、平成23年12月22日）を参照し、作業者の安全には十分留意すること。本手法は、専門の技術者の下、安全対策に十分留意して実施する必要があります。農家や個人が実施することは、想定していません。

## ② 問い合わせ先

農研機構 農村工学研究所 防災研究調整役 電話 029-838-8193（大規模水田の作業）  
 東北農業研究センター 情報広報課 電話 019-643-3414（除染後の施肥）  
 農業環境技術研究所 研究コーディネータ 電話 029-838-8200（小規模水田の作業）

## ③ 関連情報

農研機構・農環研 プレスリリース「土壌攪拌（代かき）による放射性物質低減技術の実施作業の手引き」（平成28年1月20日）

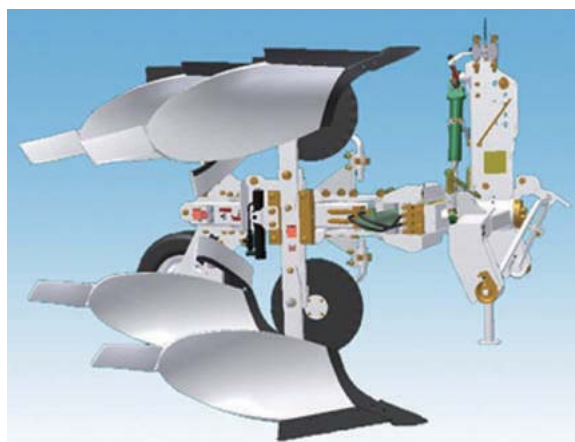
[http://www.naro.affrc.go.jp/publicity\\_report/press/laboratory/nkk/061219.html](http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/press/laboratory/nkk/061219.html)



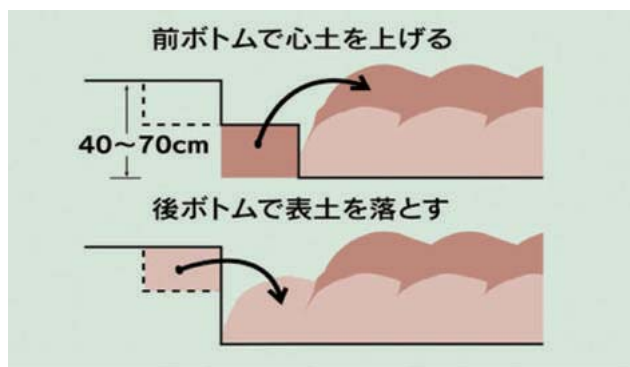
## 反転耕による汚染土壌の埋却技術

表層に放射性セシウムが降下した圃場で、土壌の放射性セシウム濃度が5,000Bq/kg以下の場合には、除染用プラウによる反転耕を耕深30cm以上になるように実施することで、放射性セシウム濃度の高い表層の土壌の1/2以上を深さ15cmよりも下層に埋却することが可能となり、空間線量率を低減することができます。

反転精度の向上のために水田用二段耕プラウ（耕深25～35cm）と、畑用二段耕プラウ（35～70cm）を開発しました。二段耕プラウは、前ボトム（深い）が心土を持ち上げて反転し、そこにできた溝に後ボトム（浅い）が表土を落とすので、放射性セシウム濃度の高い表層の土壌を確実に下層に埋却することが可能になります。表層の放射性セシウム濃度の高い土壌のうち、1/2以上が耕深の半分よりも下層に埋却されます。

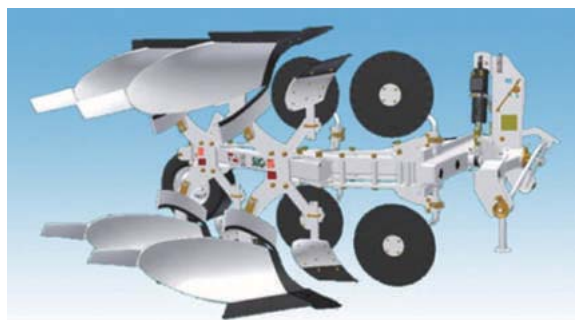


水田用二段耕プラウ（リバーシブル）



畑用二段耕プラウ（リバーシブル）

二段耕プラウの作業速度は遅いため、さらに高速で作業が可能なジョイント付きプラウも開発しました。ジョイントにより一部の土壌が浅い位置に埋却される現象が解消され、反転の精度が向上します。

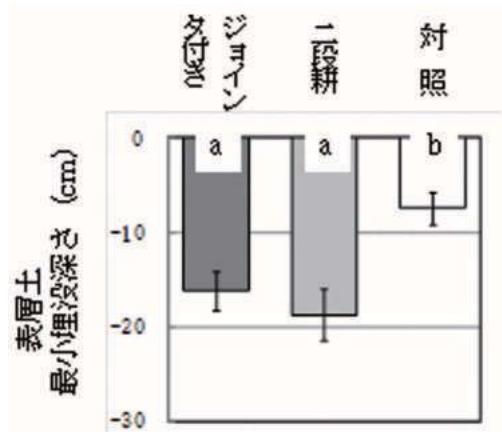


ジョイント付きプラウ（リバーシブル2連）

開発したプラウにより耕起前の表層土（深さ10cmの土）は確実に埋没します。最小埋没深さ（プラウ耕後に整地、鎮圧し、最も浅い場所の深さを測定）は、水田用二段耕プラウで18.7cm、ジョインタ付きプラウで16.2cmとなり、従来プラウに比べそれぞれ約9cm、11cm深くなりました。

圃場が不耕起の場合、開発したプラウにより反転耕を実施したところ、地上1mで計測した空間線量率は、耕起前に比較して大きく低減しました。反転耕作前に不耕起であれば、二段耕プラウを用いると低減率は74～87%に、ジョインタ付きプラウ（改良機）では68%になりました。また、既に耕起してある圃場条件での低減率は、二段耕プラウで48～56%、ジョインタ付きプラウ（改良機）で39～51%になりました。

また、飼料畑においても耕深30cmのプラウ耕により空間線量率の低減が確認されています。

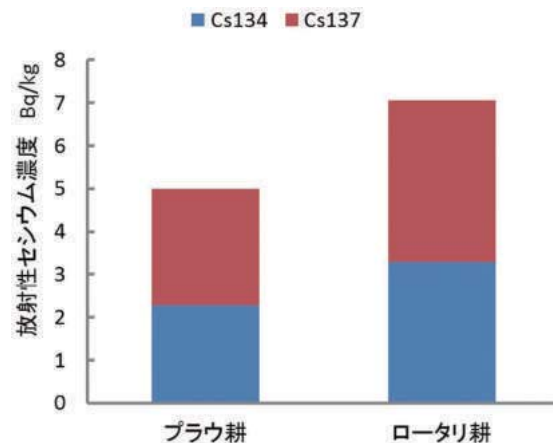


表層土の最小埋没深さ（未耕起粘質水田）

圃場の耕起状況および反転耕の方法による耕起前後の線量率変化の違い

耕起状況	耕深 cm	プラウの種類	1m線量率 $\mu\text{Sv/h}$		
			プラウ前	プラウ後	低減率
不耕起	45	畑用二段耕プラウ	1.30	0.17	87
	45	畑用二段耕プラウ	2.13	0.41	81
	30	水田用二段耕プラウ	0.46	0.12	74
	30	ジョインタ付きプラウ	1.63	0.52	68
耕起	30	水田用二段耕プラウ	1.03	0.47	56
	30	水田用二段耕プラウ	0.65	0.34	48
	30	ジョインタ付きプラウ	0.41	0.20	51
	30	ジョインタ付きプラウ	0.51	0.31	39

反転耕を実施した後の作物栽培において、水稲では無代かき移植により、玄米の放射性セシウム濃度が低下する傾向がありました。また、飼料畑でのトウモロコシでも、浅耕ロータリと比べプラウ耕栽培により放射性セシウム濃度は同等か低下する傾向を示しました。



### ① 注意点

すでに深耕（耕深15cm以上）や反転耕を実施した圃場では、あらたに反転耕を実施しても十分な効果が得られない場合があります。

反転耕により、下層の礫が表層に出てきた場合には、別に除礫の処理が必要になる場合があります。また、反転耕により地力等の低い土壌などが表層に来ることも考えられますので、土壌分析を実施して、作物の栽培に必要な施肥等を行ってください。

### ② 問い合わせ先

農研機構 中央農業総合研究センター 情報広報課 電話 029-838-8979

### ① 関連情報

農研機構 技術紹介パンフレット「除染用反転耕プラウの開発とその利用」

[http://www.naro.affrc.go.jp/publicity\\_report/publication/pamphlet/tech-pamph/043445.html](http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/043445.html)

# 汚染物の減容化処理

東京電力福島第一原発事故に伴う除染作業で発生する作物残さ、雑草、枝葉等は、そのままフレコンバッグ（フレキシブルコンテナバッグ）に保管すると、腐敗して崩れるため2段までしか積めず、多量の保管容積が必要となる問題があります。そこで、放射性物質を含む稲わら等作物残さや、雑草、枝葉等を荒破碎→乾燥→粉碎→混合→成型処理により元の容積の1/5から1/10に減容し、水分15%以下で安定的に貯蔵保管できる処理方式を開発しました。

稲わら等作物残さ、雑草類、落葉

枝葉

①原料の細断



原料を刃付きの攪拌軸により5cm以下に破碎する



現地でチップパーにより5cm以下に破碎

②原料の乾燥



ロータリーキルン乾燥機により20分以内に水分20%以下まで乾燥する

③原料の粉碎



ハンマーミル粉碎機により平均粒径3mm以下に粉碎する

④原料の混合調製



枝葉とわらなどを混合し放射性セシウム濃度を調整する。また成型に適した水分調整を行う

⑤原料の成型処理



ローラー・ディスクダイ式成型機により直径8mmの円柱状に加工し、水分15%以下まで乾燥し保管



減容化設備全景(幅7m,奥行20m)

汚染物の減容化プラントの処理工程



稲わら等の作物残さ、雑草類はそのままでは処理できないため、前処理として飼料調製用の横軸カッティングミキサーで5cm以下の長さに切断します。枝葉は現場で粉砕刃付きのチップパーにより破砕処理を行い、フレコンバックで減容化プラントに搬送します。

前処理された原料を、ロータリーキルン式乾燥機により20%以下の水分まで乾燥処理します。乾燥機への熱風の吹き込み温度は250～430℃で、送風方向は併流方式、排気温度70℃以上で排気湿度50%以下になるよう風量制御を行います。なお、詰まりやすい発酵稲わらでは、均一に乾燥するため、2種類以上の曲げ角度の異なる攪拌板を組み合わせ、キルン中央部には遮風円筒を設置しました。

乾燥した材料は、プレート板式のハンマーミルにより粒径3mm以下に粉砕します。繊維系材料はかさ密度が低く粉砕能力が低下するため、下網に角状の抵抗棒を複数設置します。

乾燥・粉砕材料は放射性物質濃度を基に8,000Bq/kg以下になるよう、平型混合機等で混合・水分調製を行い、ローラー・ディスクダイ式成型機によりペレットに成型処理し、15%以下の水分まで乾燥しフレコンバックで屋内保管します。成型盤の孔径はφ8mmで有効板厚24mm、成型適正水分はわら類で約20%、雑草類で15%程度でした。成型処理によりかさ密度は500kg/m<sup>3</sup>以上になり、1/5から1/10の容積に減容できます。

作業等への内部被曝を低減するため、乾燥工程まではサイクロンで、粉砕行程以降はサイクロン+バグフィルターにより除塵します。

試験結果を基に、原料水分40%での処理能力400、800、1,200kg/hのプラントの試算を行った結果、それぞれ約1.0、1.2、1.3億円程度と想定されます。

### 減容化プラントの主な装備機器

原料処理能力 (水分40%相当)	乾燥能力	成型能力	乾燥機仕様			混合機 攪拌容積	成型機仕様	
			キルン寸法	バーナー能力	灯油消費量		成型盤寸法	消費動力
kg/h	kg/h	kg/h						
400	100	300	φ1.5m×6m	700MJ/h	約20L/h	1,200L×2台	直径30cm	15kW
800	200	600	φ1.8m×9m	1,400MJ/h	約40L/h	1,800L×3台	直径40cm	30kW
1200	300	900	φ1.8m×12m	2,100MJ/h	約60L/h	1,800L×3台	直径60cm	45kW

#### ❗ 注意点

除染作業で発生する作物残さや雑草の放射性セシウム濃度は比較的低い値を示しますが、針葉樹の枝葉などでは高い数値を示すことがあります。枝葉の放射性物質濃度が高い場合は、放射線濃度に見合ったうすめるための原料が必要になります。

処理材料の水分含有量が高いと、乾燥能力は一定のため処理量が減少し、燃料コストが高くなります。このため、天日乾燥や堆肥発酵処理により材料水分を40%以下に低減させておくことが重要です。

#### ❓ 問い合わせ先

農研機構 中央農業総合研究センター 情報広報課 電話 029-838-8979

## 放射性物質汚染土壌等からの 乾式セシウム除去技術

除染で発生する大量の除去土壌中には、放射性セシウムが吸着しています。これら除染で発生する廃棄物量は 2000 万体を超えるとされており、そのほとんどが汚染された土壌です。

この技術は、放射性セシウムの揮発を促進する熱処理条件を明らかにすることにより、汚染された土壌から、土工資材等に利用可能なレベル（100Bq/kg 以下）まで放射性セシウムを分離除去（99% 以上）することができます。

この技術を用いることで、除染によって発生した廃棄土壌等の大幅な減容化が可能であり、除染および及び廃棄物処理の現場での活用が期待されます。

現在、技術の実証を実際のプラントレベルで再現する試験を、飯舘村蕨平地区において環境省の実証事業により進めています。

非放射性セシウムが吸着した模擬の土壌を用いたラボ試験では、そのまま加熱したり塩化物を添加して加熱しても、セシウムは殆ど、昇華気化しないという結論をえました。この解決策として高性能反応促進剤（以下、「促進剤」と称する）を開発しました。促進剤を添加することによって、セシウムを 100% 近くまで昇華させることが可能となりました。

この知見を基に、放射性セシウム含有模擬汚染土壌および実汚染土壌を用いて、種々条件を変えた管状昇華装置を用いた加熱試験によって、放射性セシウムの浄化に適した促進剤の添加割合および配合、浄化温度と保持時間に関する知見を得ました。結果、再生利用を可能とするクリアランスレベル（100Bq/kg）を満足する浄化処理物を得ることができました。

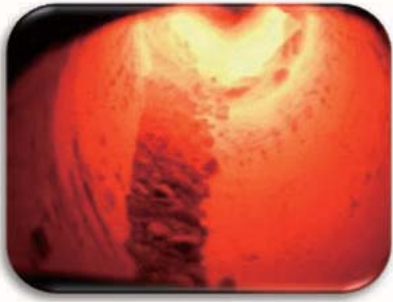
また、昇華気化した放射性セシウムを集塵機で捕集した微粉末（濃縮セシウム塩）の放射能濃度は数十万～百万 Bq/kg あり、汚染土壌中の放射性セシウムが濃縮されていることを確認しました。回転式昇華装置による連続浄化試験においても、促進剤を適正に添加して、高温（1300℃以上）にすることが重要です。同様に、実汚染土壌に稲わらを添加して連続浄化試験を行った場合でも、100Bq/kg 以下の浄化処理物を得ることができます。



農地除染等により発生する大量の廃土  
森林除染残渣、稲わら、堆肥など



高性能反応促進剤と汚染土壌を混合し  
回転式昇華装置へ投入



### セシウム昇華

(1300℃以上で回転焼成しセシウムを効率的に昇華)



### 浄化処理物と塩化セシウムに分離除去

100Bq/kg 以下に処理し再生利用可能な資材へ



昇華したセシウムはバグフィルタでキャッチ

### 除去率を向上させた浄化結果

	汚染土壌 (Bq/kg)			浄化処理物(Bq/kg)			除去率
	Cs134	Cs137	合計	Cs134	Cs137	合計	
実汚染土壌 1	27,100	28,900	<b>56,000</b>	<26	19	<b>&lt;45</b>	<b>99.9%</b>
実汚染土壌 2	33,000	34,300	<b>67,300</b>	<17	29	<b>&lt;46</b>	<b>99.9%</b>



実機ベースでの資材化実証試験（平成 26 年～）

飯舘村蕨平において、基礎研究の成果を用いた、仮設資材化施設（処理能力 10 トン / 日程度）を設置しました。

- ・焼却灰や土壌からセシウムを分離させ、再生利用可能な資材を生成する実証事業を併せて行います。
- ・浄化処理物は工事資材として使用することが可能となります。

### ⚠ 注意点

本成果を用いることで、放射性セシウムに汚染された土壌の大幅な減容化が可能であり、現地での実証、除染及び廃棄物処理の現場での活用が期待されますが、焼却残渣（主灰、飛灰）の保管方法、焼却にかかるコストなどに留意する必要があります。

### ❓ 問い合わせ先

国際農林水産業研究センター 技術促進科 電話 029-838-6717

### 📄 関連情報

環境省 放射性物質汚染廃棄物処理情報サイト

[http://shiteihaiki.env.go.jp/initiatives\\_fukushima/specified\\_waste/](http://shiteihaiki.env.go.jp/initiatives_fukushima/specified_waste/)

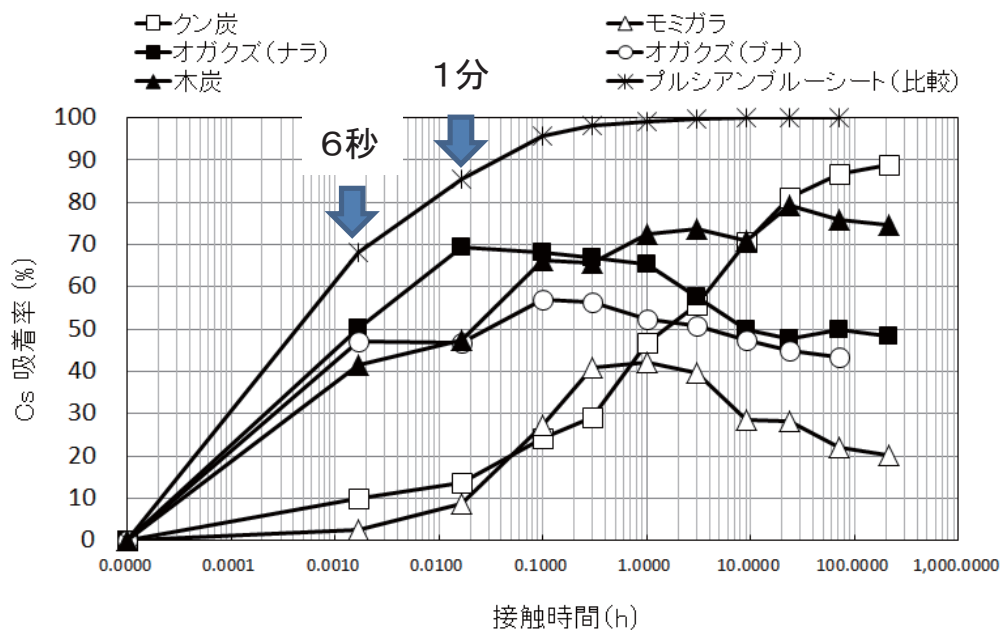


## モミガラ等の低利用有機資材のセシウム吸着特性

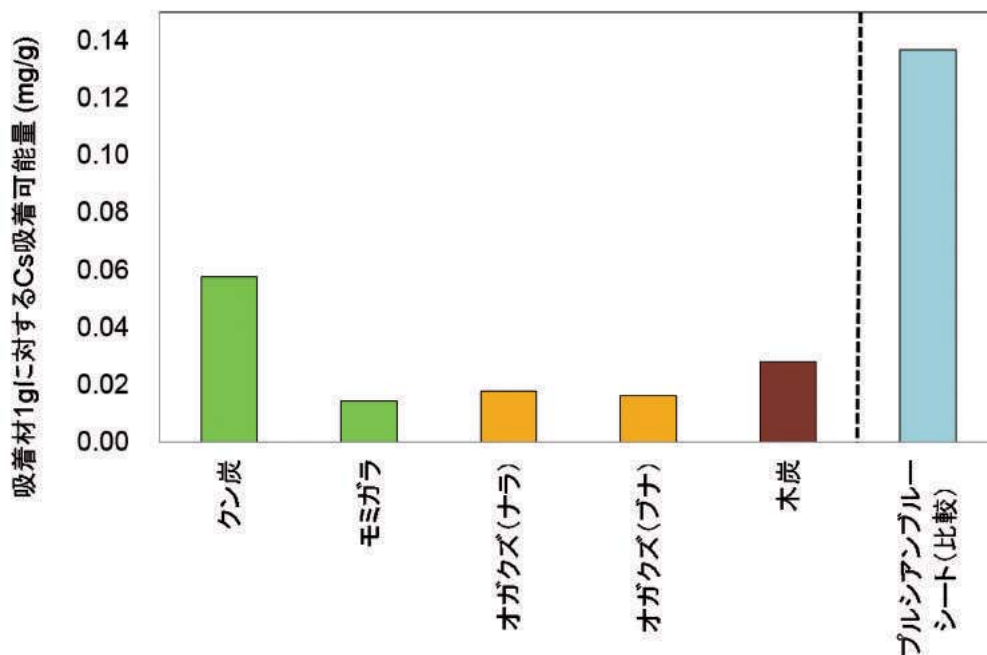
モミガラ等の農村に賦存する低利用有機資材が持つセシウム吸着特性と農業用水の除染効果を調べました。溶存態セシウムの吸着では、水との接触時間が短い場合、オガクズや木炭が比較的優れていました。実際のため池の水を利用した除去試験では、放射性セシウムの除去率はゼオライトフィルターで35%、モミガラで17%と効果は限られていました。

2011年に福島県内各所において放射性セシウム濃度が基準値を超過したコメが見つかったことを契機として、農業用水に含まれる放射性セシウムの対策の検討が求められました。そこで、本研究では、モミガラ等の農村部で比較的容易に入手できる低利用有機資材による農業用水の除染効果を調べました。

まず、モミガラなどの農村部に賦存する低利用有機資材の溶存態セシウムの吸着特性を知るために吸着バッチ試験を行いました。その試験は、セシウムと吸着材の比較的短時間の接触における吸着性も評価できるものです。得られた結果を見ると、特に短時間（6秒～1分）の接触におけるセシウムの吸着率は、比較対象としたプルシアンブルーシート（不織布）に次いで、オガクズ（ナラ）、オガクズ（ブナ）、木炭で比較的良好な吸着性能が得られました。一方、くん炭は、最終的に9割近くのセシウムを吸着したものの、1分程度の接触時間では、15%未満の吸着率しか得られなかったため、くん炭の利用にあたっては接触時間を長く取る工夫が必要であることがわかりました。また、モミガラでは、短時間接触によるセシウムの吸着率は極めて低く、最終的な吸着率も20%程度と期待される効果は限定的であることがわかりました。



低利用有機資材を用いたセシウムの吸着バッチ試験



各資材の単位質量当たりの吸着量

また、各資材の単位質量当たりのセシウム吸着量は、比較対象としたプルシアンブルーシートと比べると、1～4割程度であることがわかりました。

その他に、用水中に含まれる放射性セシウムの回収を想定して、モミガラ、ゼオライト、くん炭の3資材を充填した袋を水田水口に置いて通水する試験を行いました。

その結果、資材の容量当たりの放射性セシウム回収量は、相対回収効率の比較からゼオライトがやや高く、次いでモミガラ、くん炭の順となりました。このような現場の試験では、懸濁態放射性セシウムの回収が効果の主体となります。この試験では、ゼオライトの2種類の粒径の違いによる放射性セシウム回収率への影響は小さく、通水量の影響が大きいことがわかりました。

また、実際のため池水を利用した同様の試験では、放射性セシウムの除去率は、ゼオライトフィルターで約35%、モミガラで17%と効果は限定的でした。除去率は、ろ過資材の多段化や通水流量の制限等により向上する可能性があります。目詰まりによる資材の交換など管理に多くの手間がかかるため、実用性は低いものと考えられます。

### ❗ 注意点

本技術では、全般に放射性セシウムの除去効率は低く、実用性は小さい。また、国内の被災地では、農業用水中の放射性セシウム濃度は全般的に低く、吸収抑制対策技術がほぼ整ったので、現在では用水除染のニーズは小さい。さらに、本技術を適用する場合、使用後の有機資材の処分ルートを確保する必要があります。一方、今後、他国を含め同様の災害が生じた際に、代替手段がない場合に活用される可能性があります。

### ❓ 問い合わせ先

農研機構 農村工学研究所 防災研究調整役 電話 029-838-8193

### 📄 関連情報

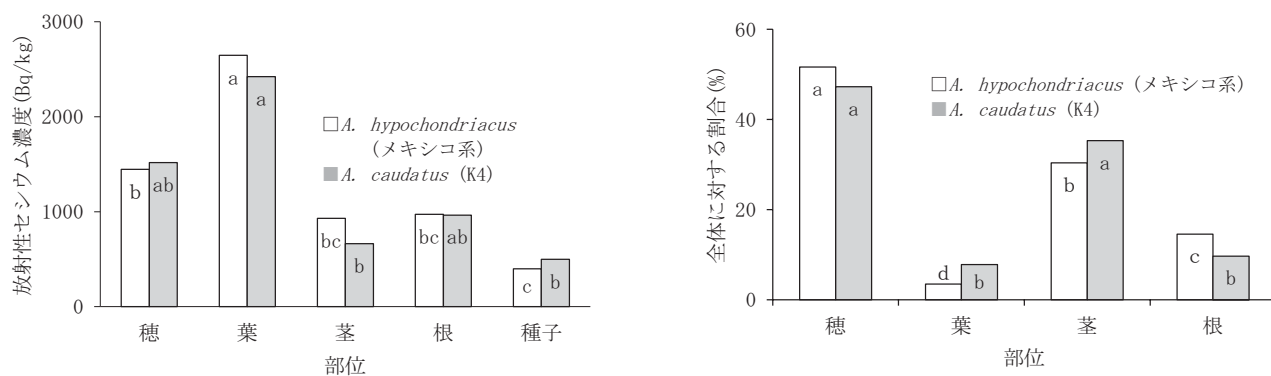
農工研技報 214、123-133 (2013)

## 汚染地域で栽培したアマランサス属の放射性セシウム吸収特性

福島県内の汚染地域で栽培したアマランサスの放射性セシウム濃度は葉部で高く、種子は低い値となります。アマランサスによる放射性セシウムの移行係数はケナフより高い値を示し移行係数、除去率は最大値でそれぞれ 0.354、0.283%です。大学・試験研究機関における研究上の情報として利用できます。

ヒユ科一年生のアマランサス属作物 (*Amaranthus spp.*) は土壌から植物体への放射性セシウムの移行性が高いことが報告されています。そのため東京電力福島第一原子力発電所の事故により汚染された福島県内の田圃場と畑圃場において 2011 年から 2013 年の 3 年にわたりアマランサス 2 種 (*Amaranthus hypochondriacus* L. と *Amaranthus caudatus* L.) と希少金属類の土壌浄化に有効と考えられているケナフ (*Hibiscus cannabinus* L.) を比較として、放射性セシウムの吸収特性を評価しました。

アマランサスの放射性セシウム濃度 ( $^{134}\text{Cs}$  と  $^{137}\text{Cs}$  の合算値) は、葉が 2000 Bq/kg を超え最も高く、穂が 1000 Bq/kg を超え、種子が最も低い値を示します。このときの植物体全体の乾物重に対する各部位の割合は、穂が 40% を超え最も高く、葉は最も低くなります。アマランサス 2 種の放射性セシウム濃度に種間差は認められません。アマランサスの放射性セシウムの移行係数は 0.020 から 0.354 の範囲を示し、ケナフより高い値となりました。移行係数は田圃場の方が畑圃場より高く、年々低下する傾向を示します。アマランサスによる土壌中からの放射性セシウムの除去率はケナフより高い値ですが、最大値が「メキシコ系」の 0.283% (2011 年の田圃場) にとどまりました。このようにアマランサス属による除去率は、放射性物質の土壌浄化 (ファイトレメディエーション) には十分ではなく、対策としては使えないと考えられます。



アマランサス属の部位別放射性セシウム濃度 (左) と乾物重割合 (右)

2013 年 9 月 18 日に各 20 個体を調査した結果。放射性セシウム濃度は乾物重当たりの  $^{134}\text{Cs}$  と  $^{137}\text{Cs}$  の合算値。異文字は各品種内における部位間の統計的有意差を表す (Tukey 5%)。



アマランサスとケナフの移行係数（上）と除去率（下）の推移

試験場所	種	放射性セシウム移行係数		
		2011年	2012年	2013年
田圃場	<i>A. hypochondriacus</i> (メキシコ系)	0.354	0.130	0.228
	<i>A. caudatus</i> (K4)	—	0.288	0.195
	ケナフ (74-3)	0.043	0.023	0.051
畑圃場	<i>A. hypochondriacus</i> (メキシコ系)	0.132	0.049	0.020
	<i>A. caudatus</i> (K4)	—	0.116	0.033
	ケナフ (74-3)	0.024	0.035	0.010

試験場所	種	放射性セシウム除去率 (%)		
		2011年	2012年	2013年
田圃場	<i>A. hypochondriacus</i> (メキシコ系)	0.283	0.022	0.141
	<i>A. caudatus</i> (K4)	—	0.081	0.092
	ケナフ (74-3)	0.033	0.016	0.042
畑圃場	<i>A. hypochondriacus</i> (メキシコ系)	0.106	0.019	0.026
	<i>A. caudatus</i> (K4)	—	0.039	0.027
	ケナフ (74-3)	0.042	0.030	0.015

2011年は10月25日、2012年は9月28日、2013年は10月3日の調査結果。  
 移行係数=kg当たり植物体（乾物重）放射性セシウム濃度/kg当たり土壌（乾物重）放射性セシウム濃度。除去率=a当たり放射性セシウム吸収量/a当たり土壌中の放射性セシウム含量（深さ15cm、仮比重：1）×100。

① 注意点

試験は福島県川俣町において3カ年にわたり同一の田圃場（非湛水）と畑圃場で実施しました。連作栽培ではありません。田と畑圃場における3ヶ年平均の土壌中放射性セシウム濃度はそれぞれ4536 Bq/kg、3499 Bq/kg、交換性カリはそれぞれ17.8 mg K<sub>2</sub>O/100g、49.2 mg K<sub>2</sub>O/100gでした。

② 問い合わせ先

農研機構 作物研究所 企画管理室 電話 029-838-8260

③ 関連情報

農研機構 成果情報「汚染地域で栽培したアマランサス属の放射性セシウム吸収特性」  
 日本作物学会紀事 84「アマランサス属による放射性セシウムのファイトレメディエーション効果」大潟ら（2015）

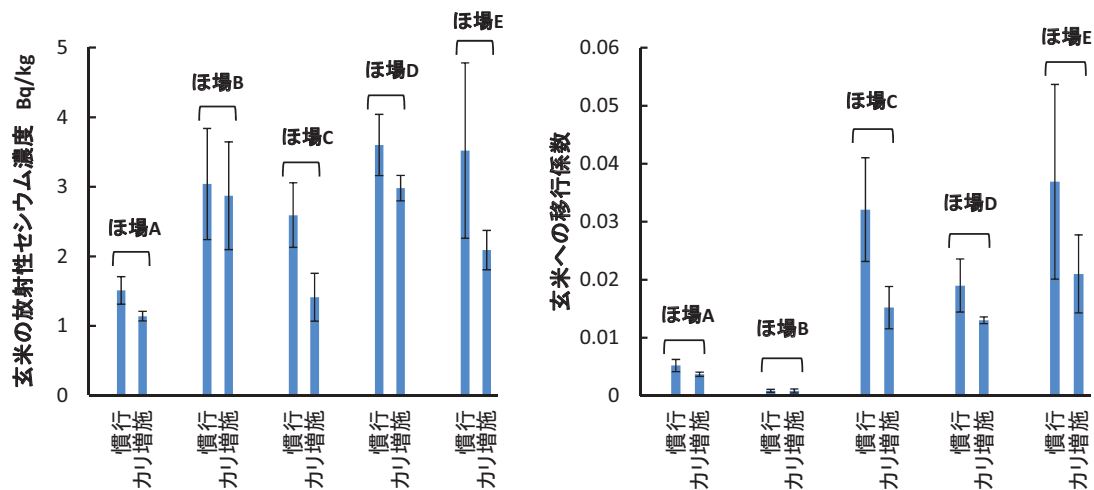
## 玄米の放射性セシウム濃度低減技術

平成 23 年産や 24 年産のごく一部のコメから、それぞれ暫定基準値 (500Bq/kg) や基準値 (100Bq/kg) を超える放射性セシウムが検出されました。カリウムの少ない水田では、土壤の交換性カリウムが 25mgK<sub>2</sub>O/100g 程度になるように土壤改良し、地域慣行の施肥を行うことにより、玄米の放射性セシウム濃度を低減できます。

カリウムを慣行施肥の 3 倍量施用すると、粘土鉱物としてバーミキュライトを多く含み放射性セシウムの移行係数が低い土壤 (下図のほ場 B) を除き、玄米の放射性セシウム濃度や移行係数 (水分 15% 玄米の放射性セシウム濃度 Bq/kg ÷ 作土の放射性セシウム濃度 Bq/kg) が低下しました。

化学肥料に加えて牛ふん堆肥を長期連用した土壤は、化学肥料のみを施用した土壤に比べて、交換性カリウムが高く、玄米の放射性セシウム濃度や移行係数が低くなりました。一方、長年にわたりカリウムを施用していない土壤では、施用した土壤に比べて玄米の放射性セシウム濃度や移行係数が高いことがわかりました。

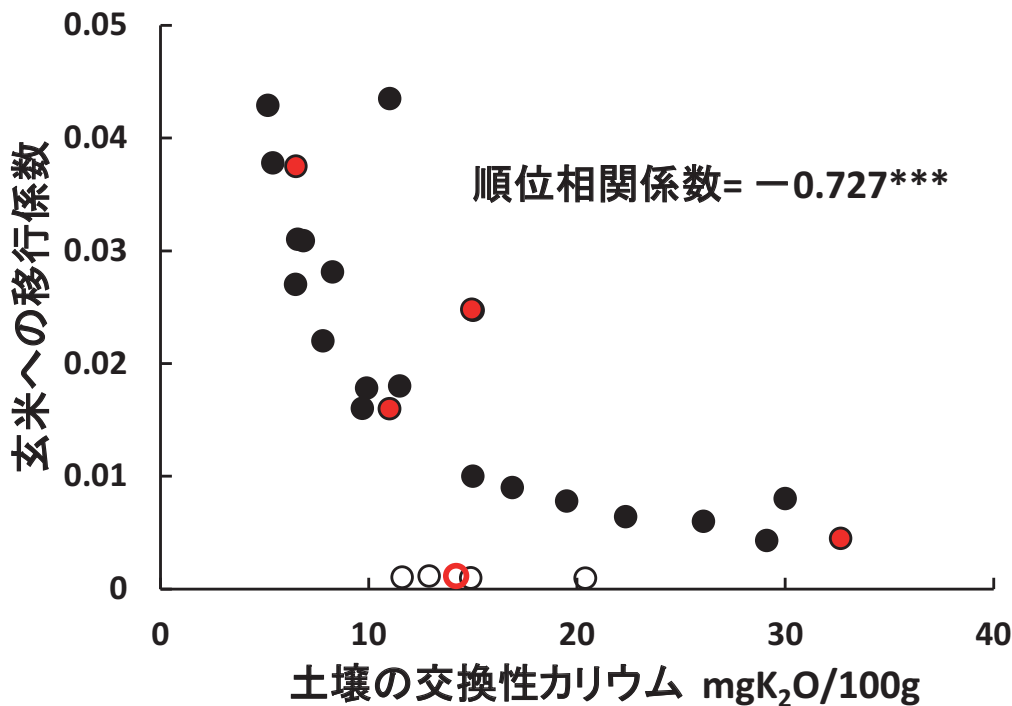
ゼオライトやバーミキュライトなどの土壤改良資材を 0.5t/10a ~ 1t/10a 施用すると、移行係数が低下する傾向が認められた場合もありましたが、統計的な有意差は得られませんでした。低下傾向が認められた事例では、交換性カリウムが増加しており、資材に含まれていたカリウムが吸収抑制に役立ったと考えられます。



カリウム増施用による吸収抑制

カリ増施は、カリの基肥と追肥がともに慣行の 3 倍量。ただし、ほ場 E は基肥のみ 3 倍量。ほ場 A と B : 灰色低地土、C : 低地水田土 (造成)、D と E : 多湿黒ボク土。土壤 (栽培後) の放射性セシウム濃度 (Bq/kg) : A:300, B:3680, C:90, D:210, E:100。品種はすべてコシヒカリ。エラーバーは標準偏差。圃場ごとでは慣行とカリ増施との間に有意差はなかったが、試験全体では 1% 水準で有意差有り。

玄米への移行係数は、粘土鉱物としてバーミキュライトを多く含む土壌を除き、土壌の交換性カリウムが高いほど低下します。ただし、この低減効果は交換性カリウムが 25mgK<sub>2</sub>O/100g 以上では小さくなります。



### 交換性カリウムと玄米への移行係数との関係

白抜きプロット (○) は粘土鉱物としてバーミキュライトを多く含む土壌 (前ページの図のほ場 B)。赤のプロットは土壌改良資材施用区。\*\*\* は 0.1% 水準で有意であることを示す。

本成果に基づき、平成 25 年度には福島県、栃木県、宮城県、群馬県内の計 8 万 4 千 ha の水稲作でカリウム資材の増施が行なわれました。

#### ① 注意点

水稲の健全な生育には、カルシウムやマグネシウム等、他の養分とのバランスも考慮する必要があります。このため、カリウム資材の施用による吸収抑制対策を行う場合には、まず土壌診断を実施して、交換性カリウム含量を把握することが大切です。

#### ② 問い合わせ先

農研機構 中央農業総合研究センター 情報広報課 電話 029-838-8979

#### ③ 関連情報

農研機構 プレスリリース「玄米の放射性セシウム低減のためのカリ施用」

[http://www.naro.affrc.go.jp/publicity\\_report/press/laboratory/narc/027913.html](http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/press/laboratory/narc/027913.html)

農研機構 東日本大震災への対応 水稲に関する研究成果

「水田土壌のカリウム供給力の向上による玄米の放射性セシウム濃度の低減」

[http://www.naro.affrc.go.jp/disaster/files/radioactivity\\_p\\_r\\_01.pdf](http://www.naro.affrc.go.jp/disaster/files/radioactivity_p_r_01.pdf)

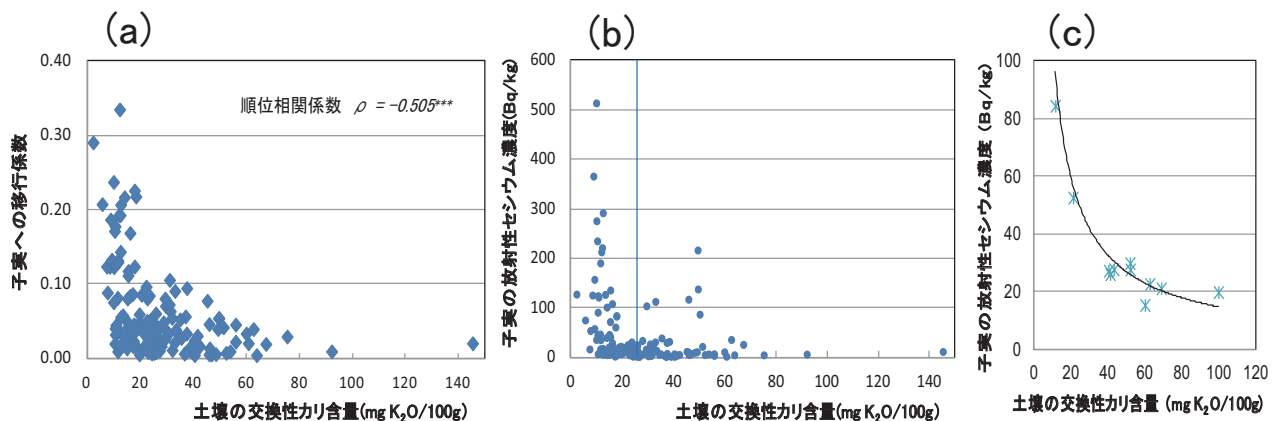


## カリ施用による大豆子実の放射性セシウム濃度の低減

作土の交換性カリ含量が一定の値を下回ると大豆子実の放射性セシウム (Cs) 濃度や移行係数が大きく上昇する場合があります。作土の交換性カリ含量を 25 mg K<sub>2</sub>O/100 g 以上とした上で、慣行量の速効性カリ肥料を基肥に施用すれば、子実の放射性 Cs 濃度の殆どを基準値内に抑えられます。

大豆子実への放射性セシウムの移行係数は、作土の交換性カリ含量が増加すると、水稻の目標値とした 25mg K<sub>2</sub>O/100g までは大きく低下し、さらに交換性カリ含量が 50mg K<sub>2</sub>O/100g 程度までは低下傾向が認められます (a)。

2011 年産で 50Bq/kg を超える放射性セシウムが検出された地域において、2012 年産について 143 地点で調査した結果、収穫後の作土の交換性カリ含量が水稻作での目標値とした 25mg K<sub>2</sub>O/100g 以上あれば、大豆の放射性セシウム濃度は 96.5% が基準値 (100Bq/kg) 以下でした (b)。また、単一圃場では、作土の交換性カリ含量と大豆子実の放射性セシウム濃度の関係はより明瞭になります (c)。

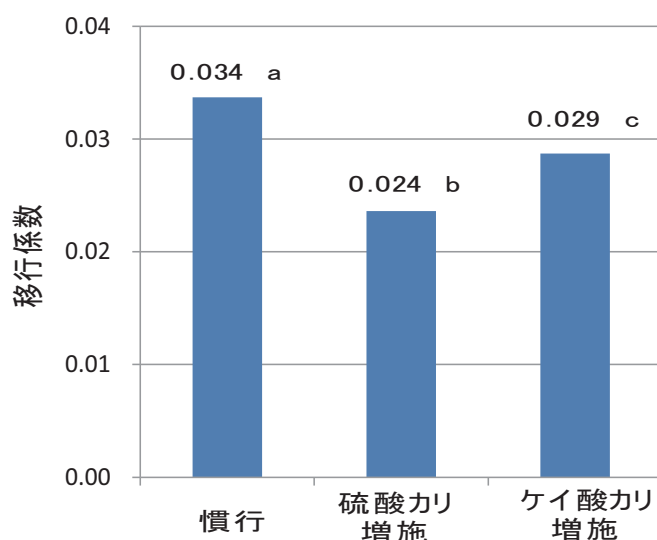


収穫時期の作土の交換性カリ含量と (a) 子実への移行係数、(b)、(c) 子実の放射性セシウム濃度の関係

(a)、(b) : . 平成 2011 年産で 50 Bq/kg を超える放射性セシウムが検出された地域 (福島、岩手、宮城、栃木各県) において、2012 年産について調査したデータセット。 (c) : 単一圃場におけるデータセット (福島県内、2013 年産)。放射性セシウムの移行係数、濃度 : <sup>134</sup>Cs と <sup>137</sup>Cs の合計。

移行係数: 大豆子実の放射性セシウム濃度 (Bq/kg 新鮮重) ÷ 作土の放射性セシウム濃度 (Bq/kg 乾燥重) により算出。

大豆では、放射性セシウムはカリウムと同様に、主に葉期から子実肥大盛期までに盛んに吸収します。そのため、カリ施肥は基肥を基本とします。カリ施肥は緩効性のケイ酸カリよりも速効性の硫酸カリの基肥施用の方が効果が高いです。速効性カリは硫酸カリ、塩化カリともに放射性セシウム吸収抑制効果は同等で、作土の交換性カリ含量が 90 mg  $K_2O/100g$  程度になるまで施用しても減収は認められません。



#### 硫酸カリ、ケイ酸カリ増施の違いが移行係数に及ぼす効果

※ 図中の a、b、c は、Tukey 法による多重比較において、5% 水準で有意差があることを示す。  
 データは 3 地域で実施されたのべ 7 試験の平均値。  
 カリ肥料の慣行施用量は 8 ~ 10kg  $K_2O/10a$ 、  
 カリ増施区は 24 ~ 30kg  $K_2O/10a$  で全量を基肥施用した。

以上から、作土の交換性カリ含量が 25mg  $K_2O/100g$  を目標として、硫酸カリや塩化カリなどの速効性カリ肥料を施用した上で、地域の施肥基準に応じたカリ施肥を行うことが、大豆子実の放射性セシウム濃度を基準値内に抑えるために有効です。

#### ❗ 注意点

カリ肥料の施用量が多いと大豆のマグネシウム吸収を阻害する可能性があるため、播種前の酸度矯正では苦土石灰を施用するなど十分なマグネシウム補給を行ってください。大豆作付け期間中の土壌中のカリ含量の推移は、生育量、降水量、土壌特性などによって異なるため、カリウム施肥の際に考慮が必要です。

#### ❓ 問い合わせ先

農研機構 中央農業総合研究センター 情報広報課 電話 029-838-8979

#### ① 関連情報

農研機構 成果情報

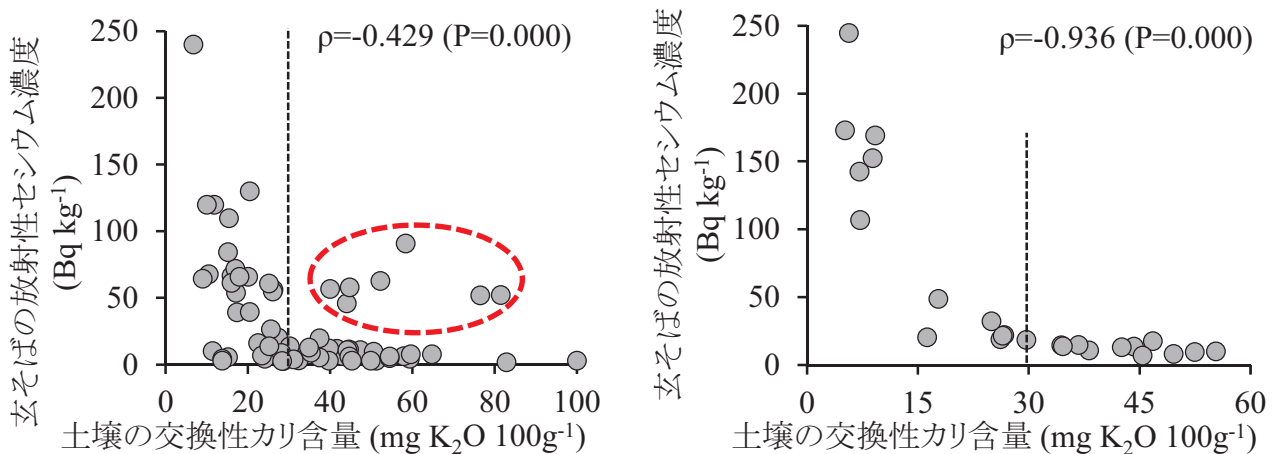
「カリ施用による大豆子実の放射性セシウム濃度の低減」

[http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/narc/2013/13\\_077.html](http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/narc/2013/13_077.html)

## カリ施用による 玄そばの放射性セシウム濃度の低減

土壤からそばへの放射性セシウムの移行を十分に低減するには、栽培前の作土の交換性カリ（ $K_2O$ ）含量を速効性のカリ肥料を用いて乾土 100 g あたり 30 mg  $K_2O$  を目標に土壤改良した上で、地域の施肥基準に応じた施肥を行うことが有効です。

農家圃場と現地試験圃場いずれにおいても、収穫後の作土の交換性カリ含量が 30mg  $K_2O/100g$  以上だと、交換性放射性セシウムの割合が高い土壤（赤点線内の圃場）を除き、玄そばの放射性セシウム濃度は十分に低下しました。赤点線で囲まれた農家圃場は、土壤の交換性放射性セシウム（植物に吸収されやすい形態の放射性セシウム）の割合が高い傾向にありました。



土壤の交換性カリ含量と玄そばの放射性セシウム濃度との関係

左：2012年の農家圃場（福島県、宮城県、栃木県、岩手県、n=68）

右：2013年の現地（福島県伊達市）圃場試験

$\rho$ は順位相関係数を、Pは有意確率を示す。土壤の交換性カリ含量は収穫後の作土の値。点線は土壤の交換性カリ含量が 30mg  $K_2O/100g$  を示す。現地試験圃場は土壤の交換性カリ含量を4段階、ゼオライトの施用の有無を設けた。現地圃場試験の品種は会津のかおり。

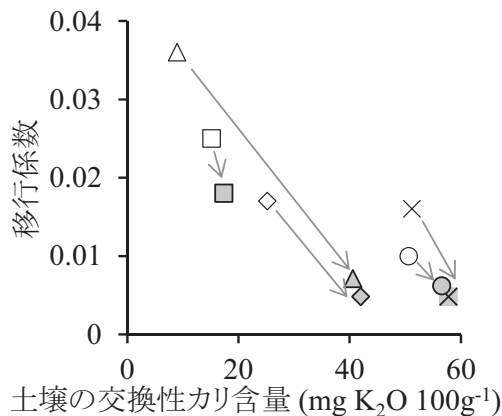
以上の結果から、そばにおける放射性セシウムの吸収抑制対策として、栽培前の作土の交換性カリ含量を速効性のカリ肥料を用いて 30 mg  $K_2O/100g$  以上とした上で、地域の施肥基準に応じた施肥を行うこととしました。

2013年には、福島県、宮城県、栃木県、岩手県の 2142ha のそば圃場で、吸収抑制対策が行われました。



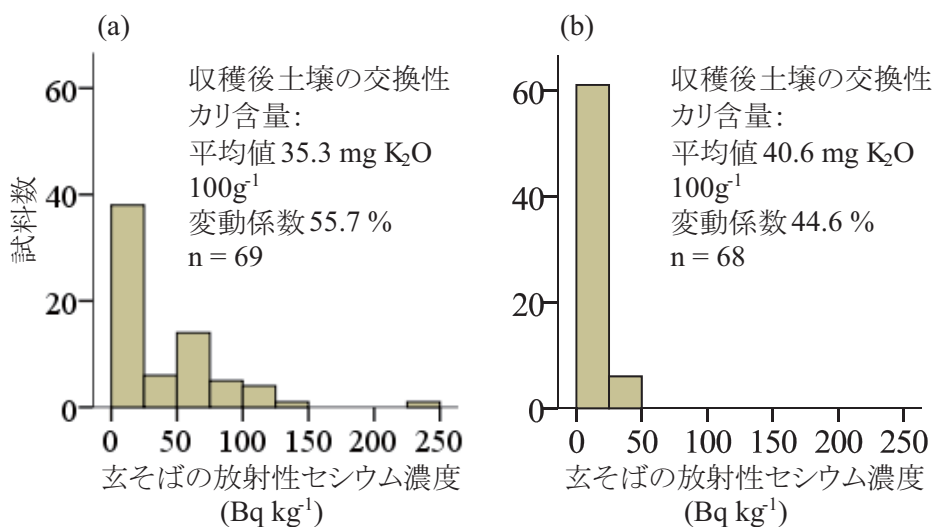
2012～2013年にそばを連作した5地点の農家圃場では、2013年の吸収抑制対策により、2012年と比較して、いずれの圃場においても作土の交換性カリ含量が増加し、玄そばへの放射性セシウムの移行係数（玄そばの放射性セシウム濃度÷作土の放射性セシウム濃度）は低下しました。

全体として、農家圃場における2013年産の玄そばでは、放射性セシウム濃度の基準値（100 Bq kg<sup>-1</sup>）の超過は認められず、放射性セシウム濃度はすべての玄そばで50 Bq kg<sup>-1</sup>以下となり、2012年産と比較して大きく低下しました。



そばを連作した農家圃場における収穫後の作土の交換性カリ含量と移行係数

白は2012年産、灰色は2013年産の値。同一圃場は同一形状のプロット。



農家圃場における2012年産 (a) および2013年産 (b) 玄そばの放射性セシウム濃度の頻度分布

**① 注意点**

カリ肥料を施用しても交換性カリ含量が上がりにくい圃場や、交換性放射性セシウムの割合が高い圃場が稀に存在し、それらの圃場では玄そばの放射性セシウム濃度が高まりやすいことから、土壌の交換性カリ含量と玄そばの放射性セシウム濃度は可能な限り詳細に把握することが大切です。

**② 問い合わせ先**

農研機構 東北農業研究センター 情報広報課 電話 019-643-3414

**③ 関連情報**

農水省ら (2014) 「放射性セシウム濃度の高いそばが発生する要因とその対策について～要因解析調査と試験栽培等の結果の取りまとめ～ (概要 第2版)」

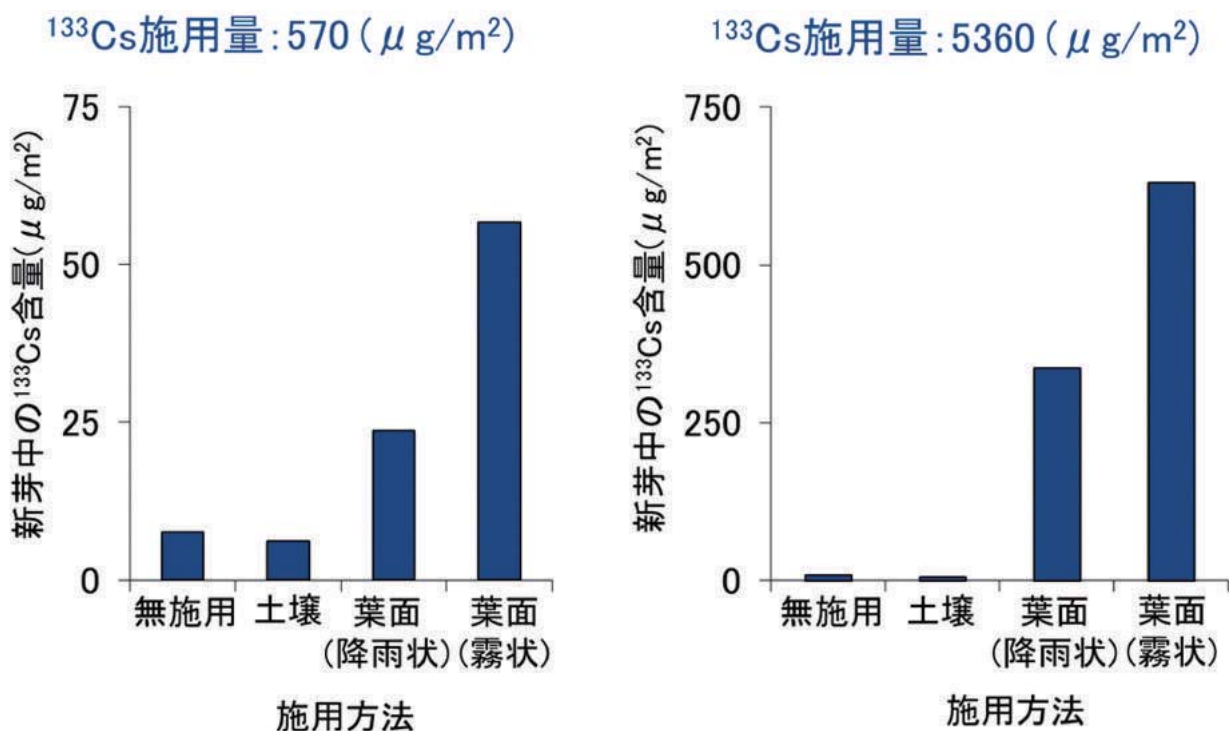
[http://www.maff.go.jp/j/kanbo/joho/saigai/pdf/h25soba\\_yoin.pdf](http://www.maff.go.jp/j/kanbo/joho/saigai/pdf/h25soba_yoin.pdf) (2014年1月)

Kubo K. et al. (2015) Field Crops Res. 170(1):40-46

## 茶の放射性セシウム濃度低減技術

放射性セシウム濃度の暫定規制値を超過した茶園では、深刈りや中切り等のせん枝を行うことにより、樹体に蓄積された放射性セシウムが除去され、新芽の放射性セシウム濃度を低減できます。

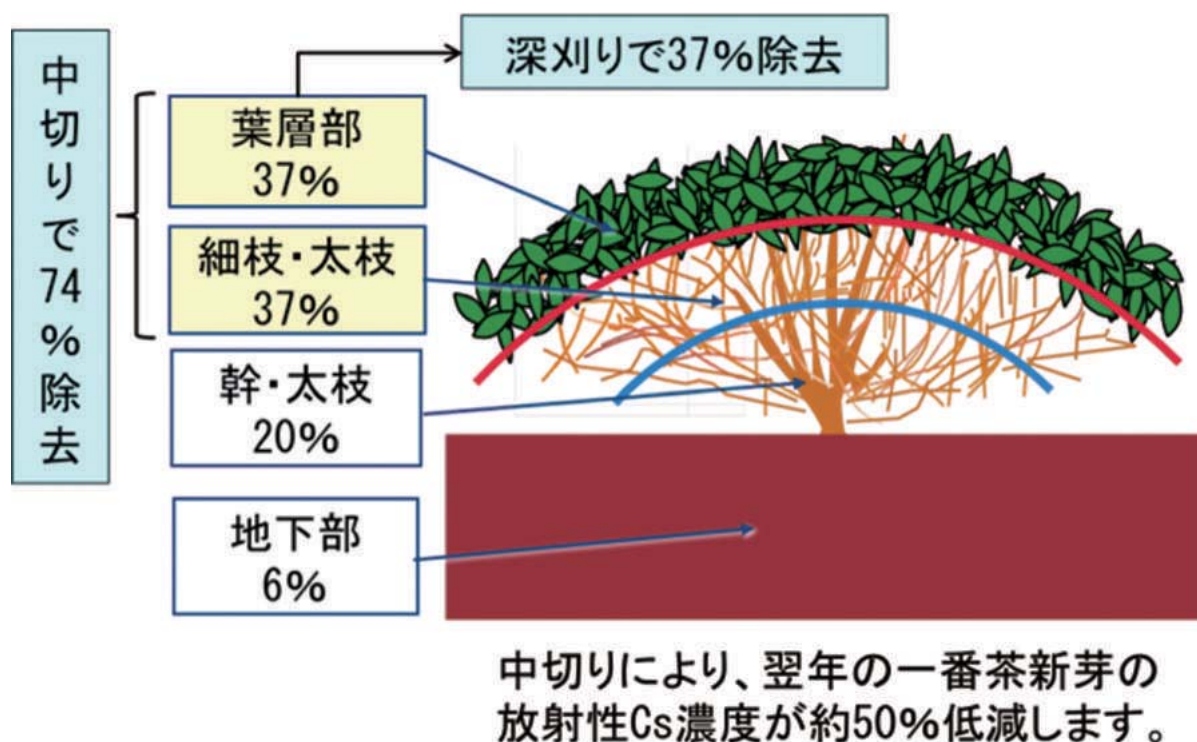
セシウムを土壌あるいは茶の葉面に施用すると、施用から1ヶ月後の新芽中のセシウム含量は、葉面散布で大きい値、土壌施用で小さい値となりました。この傾向は、セシウム散布後4年目までに採取したいずれの茶期の新芽においても変わりませんでした。このことから、土壌から茶の新芽へのセシウムの移行量は小さいと言えます。茶の放射性セシウム汚染の主な原因は、古葉や枝条から吸収されたセシウムの新芽への転流です。



セシウム (<sup>133</sup>Cs) 施用1ヶ月後の二番茶新芽中のセシウム含量

平成23年3～5月の放射性セシウムの積算降下量が約1,400 Bq/m<sup>2</sup>であった地域の茶園において、一番茶摘採後には、深刈り面より上に37%、中切り面より上に74%の放射性セシウムが存在しました。これらのせん枝処理を行うことにより、それぞれのせん枝面よりも上に存在する放射性セシウムを樹体から取り除くことができます。中切りによって、翌年の一番茶の放射性セシウム濃度が約50%低減しました。このように、新芽への放射性セシウムの移行量を低減するための緊急対策手法として、深刈りや中切りなどのせん枝処理が有効です。

関係各県においてこの技術は茶の放射性セシウム濃度の早期低減に有効であることが確認されています。また、この対策は茶産地で広く実施され、平成25年から基準値を超過する茶はなくなりました。



一番茶摘採後の茶樹部位ごとのセシウム含量とせん枝による放射性セシウムの除去効果

① 注意点

せん枝によって刈り取った枝葉の処理については、農林水産省等の方針に従って行う必要があります。

② 問い合わせ先

農研機構 野菜茶業研究所 研究調整役 電話 050-3533-3802

③ 関連情報

農研機構 成果情報

「チャ新芽へのセシウムの移行とせん枝による放射性セシウムの除去」

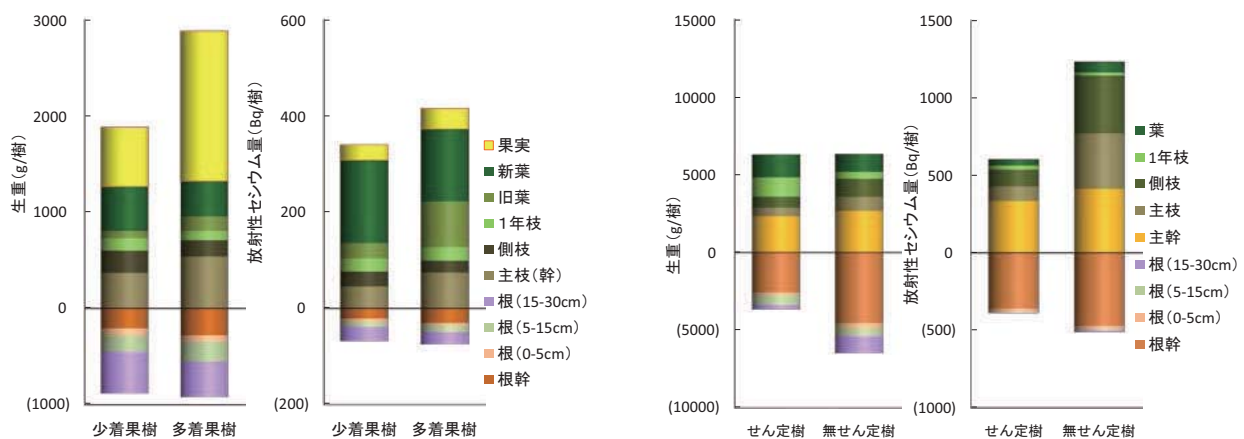
[http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/vegetea/2011/a00a0\\_01\\_73.html](http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/vegetea/2011/a00a0_01_73.html)



## 果樹における放射性セシウムの移行特性

原発事故による放射性セシウムに直接汚染された部位の放射性セシウム濃度は高いものの、果実の放射性セシウム濃度は、年とともに速やかに低下しています。

2011年冬期に調査したウンシュウミカンでは、樹全体に含まれる放射性セシウムの約50%が葉に分布しています。着果量が少なく、汚染後に発生した枝（1年枝）や葉（新葉）が多い樹では、42%が新葉に分布しています。ブルーベリーでは、事故前にせん定していた樹で54%、無せん定樹で66%が側枝・主枝・主幹に分布し、樹全体に含まれる放射性セシウム量は、無せん定樹がせん定樹の約2倍になっています。しかし、汚染後に発生した枝や葉の分布割合は、ともに5%前後です。



ウンシュウミカン（左）とブルーベリー（右）の1樹当たりの各部位の生重と放射性セシウム量  
(2011年、試料採取地：茨城県つくば市)

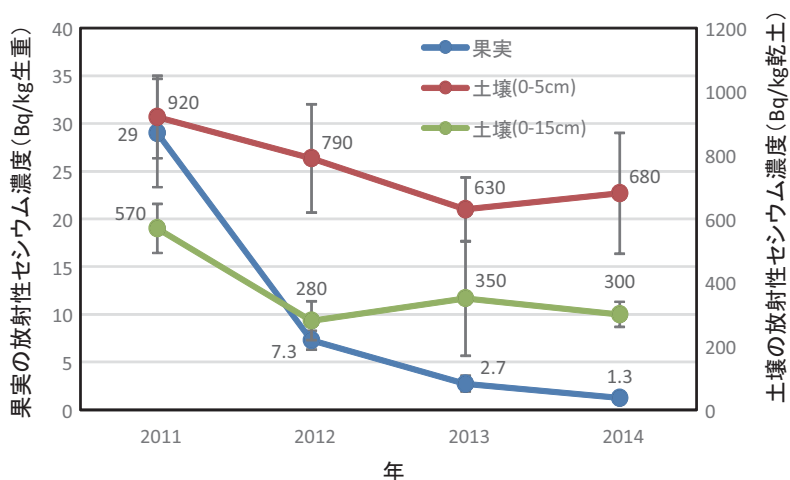
2011年秋冬期の樹体各部位の放射性セシウム濃度は、事故時に葉があったウンシュウミカンでは葉、葉がなかったブルーベリーでは側枝・主枝で高い値となっていますが、クリでは、事故時にあった枝（2年枝）と事故後に発生した枝（1年枝）・葉・果実の濃度に大きな差はありません。ブルーベリー無せん定樹の事故時にあった側枝・主枝の濃度は、せん定樹の2倍以上と高く、事故後に発生した1年枝・葉の濃度も約2倍となっています。

樹体各部位の放射性セシウム濃度（2011年、試料採取地：茨城県つくば市）

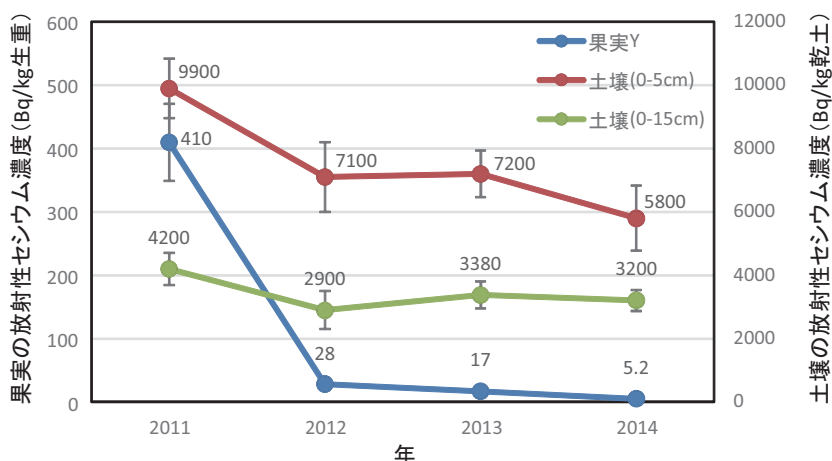
	ウンシュウミカン		ブルーベリー		クリ
	少着果樹	多着果樹	せん定樹	無せん定樹	
果実	51	28	-	-	29
新葉	373	411	27	61	45
旧葉	417	614			
1年枝	211	304	21	42	21
側枝	134	146	153	322	38(2年枝)
主枝			171	397	
主幹			143	154	
主枝・主幹	124	138			
根 (0-5cm)	78	78	136	54	8.4
根 (5-15cm)	65	64	5	21	0-15cmの土壤に含まれる直径7mm以下の根
根 (15-30cm)	69	71	7	9	

生重1kg当たりの放射性セシウム濃度 (Bq/kg)。根の値 (ウンシュウミカン、ブルーベリー) は、各深さの土壤中にある直径2cm以下の根の濃度。ブルーベリーは収穫後の調査のため、果実の結果はありません。

2011年から4年間、ブルーベリーとクリの果実と植栽土壌の放射性セシウム濃度を調査しました。トラクタなどによる耕起を行わない果樹園では、土壌表層（0-5cm）の放射性セシウム濃度が高くなっています。4年間の変化を見ると、土壌の放射性セシウム濃度は、放射性セシウムの自然減衰（ $^{134}\text{Cs}$ と $^{137}\text{Cs}$ が1:1で存在すると2年後には約3/4となる）と同程度に低下しています。しかし、ブルーベリーやクリの果実の放射性セシウム濃度は、より急激に低下しています。



ブルーベリー果実と植栽土壌の放射性セシウム濃度の経年変化（試料採取地：福島市）



クリ果実と植栽土壌の放射性セシウム濃度の経年変化（試料採取地：つくば市）

その他の関連する研究成果もあわせて考えると、果樹では直接汚染された部位から果実へ移行した放射性セシウムが、果実の放射性セシウム濃度を高めている可能性が考えられます。

### ❗ 注意点

放射性セシウムに直接汚染された部位の放射性セシウム濃度が、事故後に発生した新生器官（果実、葉、1年枝）の濃度より高い傾向は、バラ科果樹（モモ、リンゴ、ニホンナシ）、カキ、ブドウ、カンキツ類など多くの果樹で確認されています。

### ❓ 問い合わせ先

農研機構 果樹研究所 業務推進室 電話 029-838-6453

### i 関連情報

農研機構 成果情報

「放射能で汚染されたウンシュウミカンとブルーベリーにおける放射性セシウム分布」

[http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/fruit/2012/510b0\\_03\\_05.html](http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/fruit/2012/510b0_03_05.html)

「フォールアウトを受けたブルーベリー園における放射性セシウムの動態」

[http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/fruit/2014/fruit14\\_s24.html](http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/fruit/2014/fruit14_s24.html)

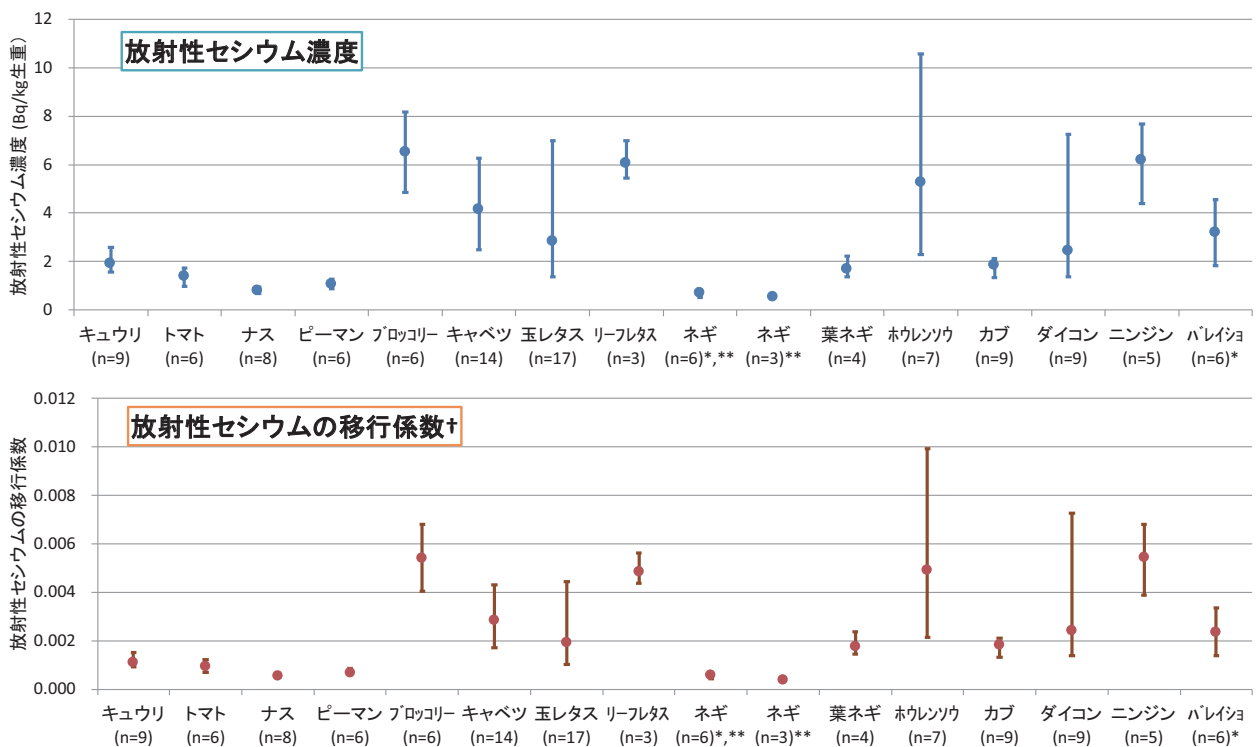
「フォールアウトを受けたクリ園における放射性セシウムの動態」

[http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/fruit/2014/fruit14\\_s23.html](http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/fruit/2014/fruit14_s23.html)

## 夏作および秋冬作野菜への 土壌中の放射性セシウムの移行係数

東日本大震災による原発事故に伴うフォールアウトの影響を受けた土壌においては、半減期が長く土壌中での移動性が低いため作土に長期間残留する放射性セシウムが、農産物の主要な汚染核種になると考えられました。そのため、土壌から農産物への放射性セシウムの移行動態を把握することは重要ですが、野菜についてのデータはほとんど報告されていませんでした。そこで、各種野菜を栽培し、放射性セシウムの移行係数を算出しました。行政部局や普及機関における施策や普及活動上の情報として利用できます。

福島市内の淡色黒ボク土畑 ( $^{134}\text{Cs}+^{137}\text{Cs}$  941 ~ 1698Bq/kg, pH6.3, 交換性カリ 93.6mg/100g, CEC 24.5me/100g)、または、腐植質黒ボク土畑 ( $^{134}\text{Cs}+^{137}\text{Cs}$  872 ~ 1359Bq/kg, pH6.7, 交換性カリ 87.6mg/100g, CEC 30.2me/100g) において、平成 23 年に栽培した夏作野菜 15 品目の可食部への放射性セシウムの移行係数 (= 野菜中の放射性セシウム濃度 Bq/kg 生重 / 土壌中の放射性セシウム濃度 Bq/kg 乾土、放射性セシウムは  $^{134}\text{Cs}$  と  $^{137}\text{Cs}$  の合計) は、0.0004 ~ 0.0055、秋冬作野菜 9 品目の可食部への放射性セシウムの移行係数は、0.0003 ~ 0.0064 です。これらの数値は、農林水産省のプレスリリース (平成 23 年 5 月 27 日) 添付資料「農地土壌中の放射性セシウムの野菜類及び果実類への移行の程度」において科学論文に報告されたデータとして示された移行係数 0.0004 ~ 0.039 の範囲内です。

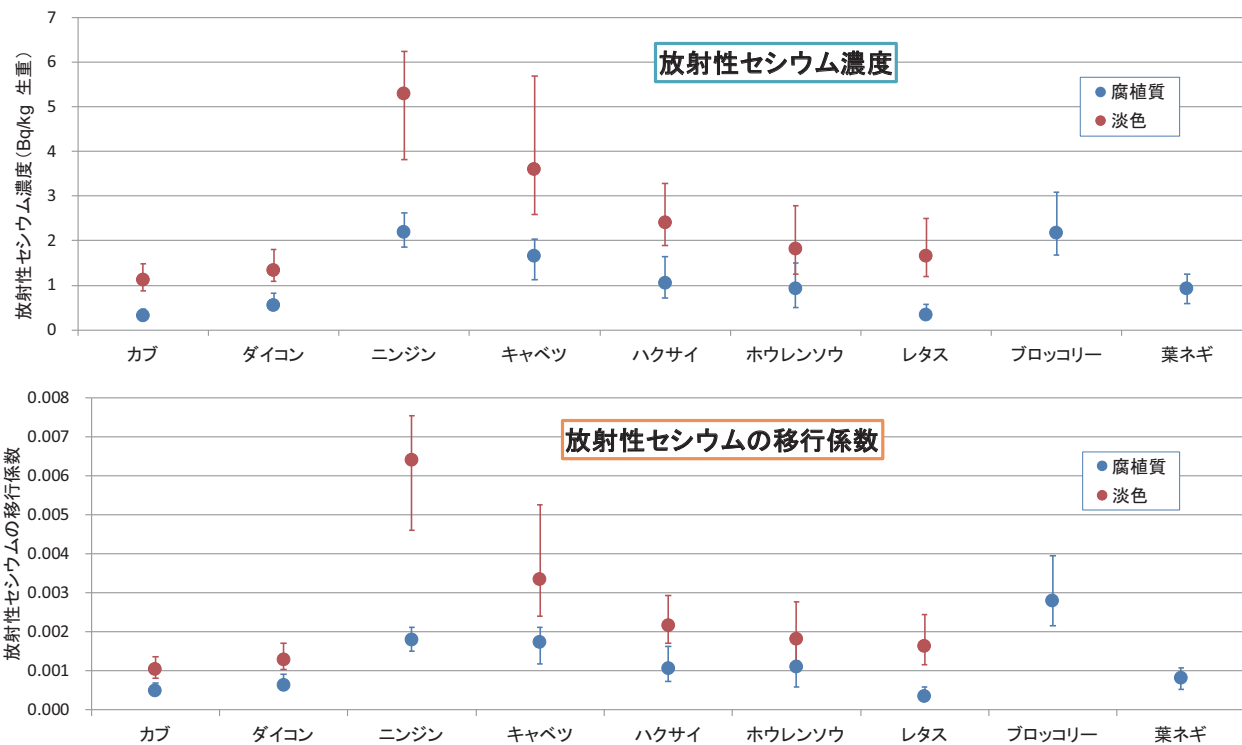


夏作野菜における可食部の放射性セシウム濃度とその土壌からの移行係数

図中の\*は腐植質黒ボク土での栽培、その他は淡色黒ボク土での栽培  
 図中の\*\*には検出限界以下の数値があり、それを除外してグラフ化した  
 図中のバーは、最大値 - 最小値を示す

夏作野菜の放射性セシウム濃度および移行係数は、葉菜類、いも・根菜類で比較的高く、果菜類で低い傾向にあります。しかし、葉菜類でもネギでは低く、品目によってばらつきがあります。放射性セシウム濃度は最も高いブロッコリーでも 6.49Bq/kg で、野菜の基準値よりきわめて低い値です。

秋冬作野菜の放射性セシウム濃度および移行係数は、ブロッコリー、ニンジン、キャベツで比較的高く、レタス、葉ネギ、ダイコン、カブで低い傾向にあります。放射性セシウム濃度は最も高いニンジンでも 5.31Bq/kg で、野菜の基準値より遙かに低い値です。土壌タイプでは、放射性セシウム濃度、移行係数共に、腐植質黒ボク土より淡色黒ボク土で高くなりましたが、腐植質黒ボク土の方が生育が良かったことも影響した可能性があります。



### 秋冬作野菜における可食部の放射性セシウム濃度とその土壌からの移行係数

図中のバーは、最大値 - 最小値を示す      サンプル数 (n) = 9  
腐植質黒ボク土と淡色黒ボク土で栽培した

#### ⚠ 注意点

これらの数値は平成 23 年に福島県の施肥基準に基づいた栽培条件下で得られたもので、異なる土壌条件等の下では変動する可能性があります。

#### 🔗 問い合わせ先

農研機構 東北農業研究センター 業務推進室 電話 019-643-3419

#### 📄 関連情報

農研機構 成果情報「各種夏作野菜への土壌中の放射性セシウムの移行係数」

<http://www.naro.affrc.go.jp/org/tarc/seika/jyouhou/H23/tohoku/H23tohoku001.html>

農林水産省農林水産技術会議事務局 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「麦類、ナタネ及び秋冬野菜における放射性セシウムの移行制御技術の開発（課題番号 23069）」

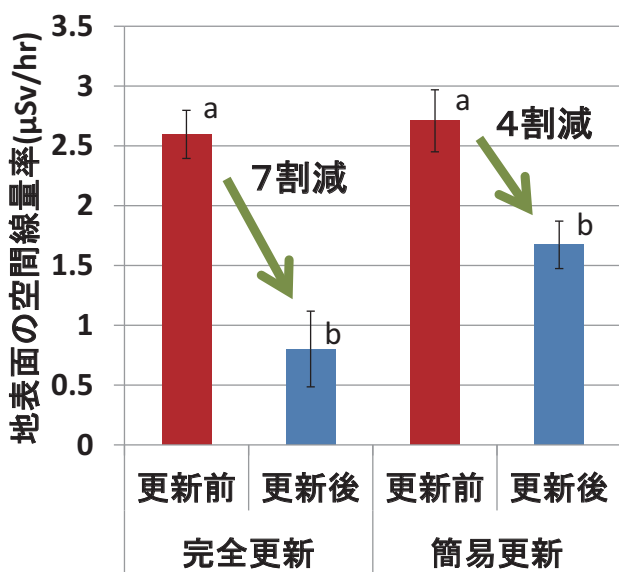
[http://www.s.affrc.go.jp/docs/nogyo\\_gizyutu/pdf/3\\_1.pdf](http://www.s.affrc.go.jp/docs/nogyo_gizyutu/pdf/3_1.pdf)



## 草地の更新による除染効果と更新作業の要点

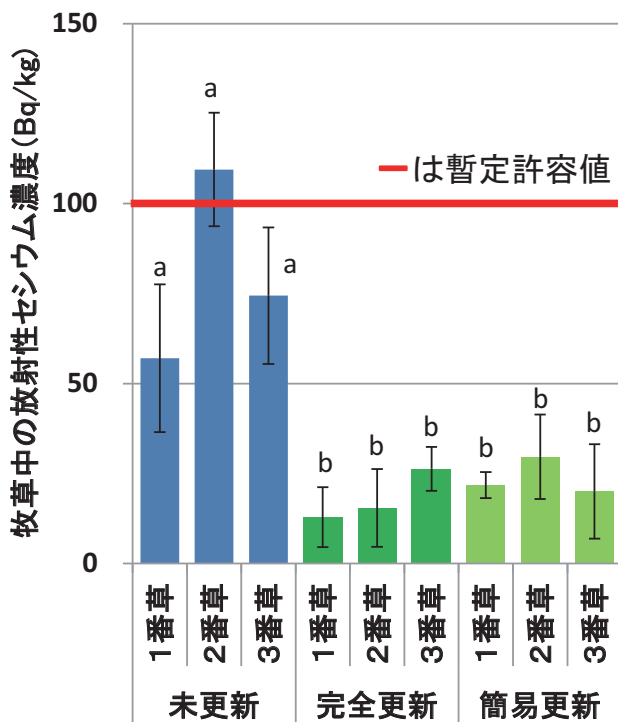
草地の除染の目的は、ひとつは追加外部被ばく線量の低減、もうひとつが生産された牧草中放射性セシウム濃度を暫定許容値以下の濃度とすることです。耕起による土壌の攪拌・混合を伴う草地更新は、草地表面の空間線量率と牧草の放射性セシウム濃度の低減に有効ですが、その低減程度は耕うん法の違いによって異なり、耕深が深いほど、砕土率が高いほど牧草中の放射性セシウム濃度は低減されます。

草地更新は採草地表面の放射線空間線量率と新播牧草中放射性セシウム濃度を低減でき、放射性セシウムを深く埋没させるプラウ耕を組み合わせる完全更新法が有効です。また、十分な土壌攪拌が出来れば、ディスクハロー耕等による表層攪拌でも移行低減効果が得られることから、草地更新で空間線量率と牧草のセシウム濃度の低減を図ることができます。



草地更新前後の草地表面の空間線量率 (2011)

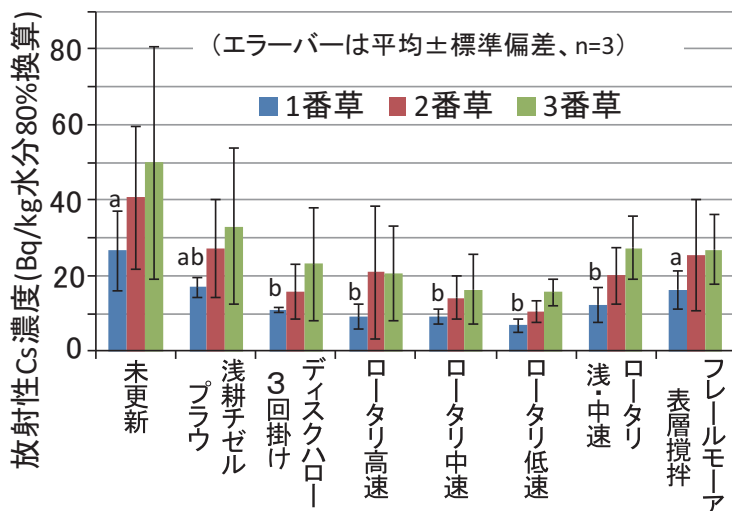
- 完全更新 (n=44) ;  
プラウ耕後にディスクハロー耕を3回実施
- 簡易更新 (n=33) ;  
ディスクハロー耕を3回実施
- 各草地を10mメッシュで区切り、その中央の地表面空間線量率を、サーベイメータ(日立アロカ TGS-121)で測定
- グラフ上の縦棒は標準偏差、各処理の異なる文字間で有意差 (p<0.001) あり (t検定)



草地更新による牧草中放射性セシウム濃度 (2012) の低減

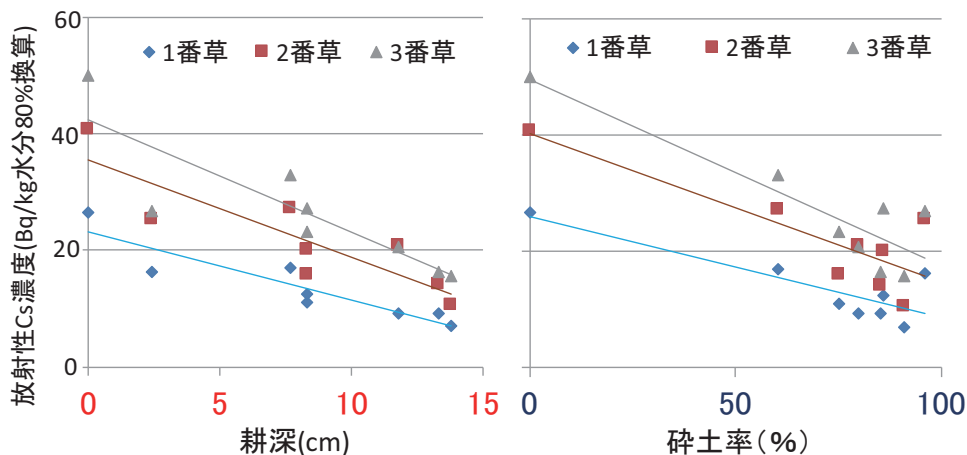
- 早春、1、2番草収穫後、  
N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O=各5kg/10aを施用
- グラフ上の縦線は標準偏差、n=3  
各番草の処理の異なる文字間で有意差あり  
(Tukey法、1・3番草 (p<0.05)、2番草 (p<0.01))

草地更新による牧草の放射性セシウム濃度の低減程度は、耕うん法の違いによって異なり、耕深 13cm まででは、耕深が深いほど、砕土率が高いほど放射性セシウム濃度は低減されました。



耕うん作業法別の牧草放射性セシウム濃度 (2013)

1 番草の異なる文字間に有意差あり (P<0.05;Tukey 法)



草地更新時の耕深・砕土率と牧草中の放射性セシウム濃度との関係 (2013)

❗ 注意点

0-15cm 深土壌中の交換性カリ含量が 30mgK<sub>2</sub>O/100g 乾土以下の場合、暫定許容値を超える牧草が生産される事例が散見されることから、草地更新時のカリウム施肥の目標値を 0 ~ 15cm 深土壌 : 30 ~ 40mg-K<sub>2</sub>O/100g 乾土としています。実施の際は、各自治体の畜産担当課等に問い合わせ行ってください。

❓ 問い合わせ先

農研機構 畜産草地研究所

問い合わせ専用フォーム <https://form.affrc.go.jp/nilgs-naro/inquiry/form.html>

企画管理部業務推進室 電話 029-838-8618 FAX 029-838-8606

ℹ 関連情報

農研機構 成果情報

「草地更新により採草地表面の放射線空間線量率と新播牧草中 Cs 濃度を低減できる」

[https://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/nilgs/2011/a00a0\\_01\\_75.html](https://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/nilgs/2011/a00a0_01_75.html)

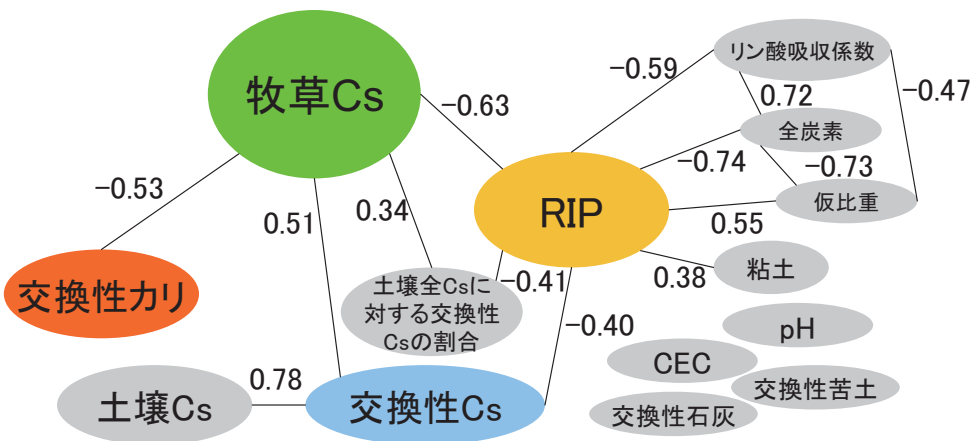
「草地更新による除染では耕深が深く、砕土率が高い耕うん法の効果が高い」

[http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/nilgs/2013/13\\_078.html](http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/nilgs/2013/13_078.html)

## 牧草の放射性セシウム低減のためのカリ施肥

草地更新による除染を行った草地を調査したところ、牧草の放射性セシウム濃度に関する主要な土壌化学性は、交換性カリ含量、放射性セシウム捕捉ポテンシャル (RIP) であること、土壌中の交換性カリ含量 (0 ~ 15cm 深の目標 : 30 ~ 40mg-K<sub>2</sub>O/100g 乾土) を高めて行う草地更新は、牧草の放射性セシウム吸収抑制に有効であることがわかりました。

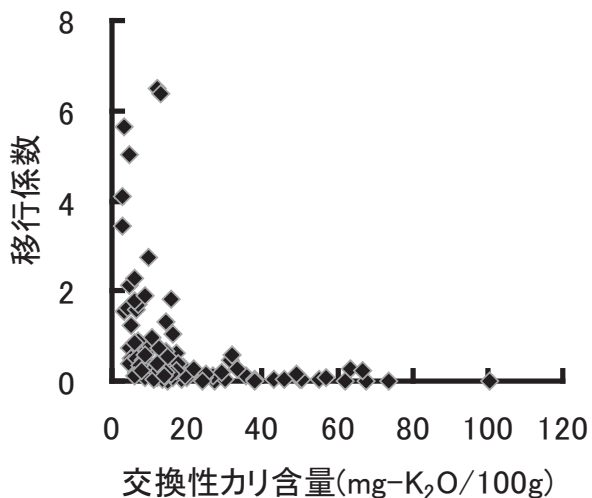
また、草地更新による除染を行った採草地は、更新後も適切なカリ施肥の継続が必要です。カリ施肥を怠り、交換性カリ含量が大きく低下すると、牧草中の放射性セシウム濃度は再び暫定許容値を超えることがあります。



牧草中放射性セシウム濃度を中心とした相関図 (2012)

数字は相関係数 (p<0.05) を示す。

CEC、pH、リン酸吸収係数、粘土含量以外は分布の正規化のために対数変換した。



更新草地における牧草への放射性セシウム (<sup>134</sup>Cs+<sup>137</sup>Cs) の移行係数と交換性カリ含量との関係 (2012)

移行係数 : 牧草放射性セシウム濃度 (水分 80% 換算値) ÷ 土壌放射性セシウム濃度 (0-15cm 深)

カリ収支から見て、牧草収穫によるカリウムの採草地土壌からの持出は大きく、窒素単肥での肥培管理のような粗放的な草地管理では、土壌中の交換性カリ含量を大きく低下させます。そのため、持出カリウム量に相当するカリ施肥量（この事例では標準の2～3倍量程度）の施肥により、牧草中の放射性セシウム濃度上昇のリスクを低減することができます。

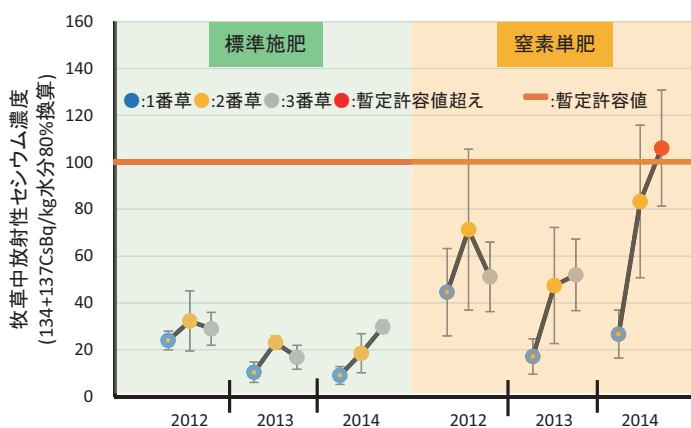
肥培管理方法別の平均カリ (K<sub>2</sub>O) 収支

施肥管理	乾物収量(kg/10a/年)			カリ持出量(kg/10a/年)			カリ施肥量 (kg/10a/年)	カリ収支(kg/10a/年)		
	2012年	2013年	2014年	2012年	2013年*	2014年*		2012年**	2013年	2014年
標準	891	996	1119	28	37	36	15	-3	-22	-21
窒素単肥	817	979	978	26	28	24	0	-16	-28	-24

※土壌は褐色低地土 追肥：年3回(早春、1番刈後、2番刈後)

標準区：N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O=各5kg/10a/回 窒素単肥区：N=5kg/10a/回(尿素使用)

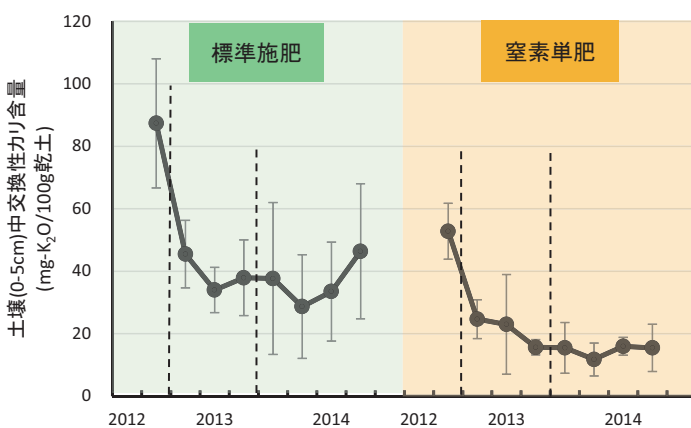
\*:<sup>40</sup>K含量(Bq/kg)からの推定値 \*\*:2012年のカリ収支は更新時の基肥分を加えている



肥培管理方法別の牧草中放射性セシウム濃度の推移（算術平均、n=3、グラフ上の棒線は標準偏差を示す）

注) 耕種概要

- ・土壌：褐色低地土
- ・オーチャードグラス優占
- ・草地更新：2011年秋
- ・更新時の草地耕起法  
ディスクハロー耕（耕起深6-7cm）
- ・基肥：窒素(N)-リン酸(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)-カリ(K<sub>2</sub>O)=各10kg/10a
- ・土壌改良資材：熔りん100kg/10a、苦土石灰200kg/10a
- ・追肥（早春・1番・2番刈後）  
標準施肥区：N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O=各5kg/10a  
窒素(尿素)単肥区：N=5kg/10a
- ・土壌(0-15cm)放射性セシウム平均濃度(2014年3月)：2019Bq/kg乾土



肥培管理方法別の土壌(0-5cm深)中交換性カリ含量の推移

(算術平均、n=3、グラフ上の棒線は標準偏差を示す)

※耕種概要は同上

### ❗ 注意点

実際の肥培管理にあたっては、適宜土壌診断を行って、交換性カリ含量を把握するとともに、各農業指導機関等に相談し、更新草地の土壌条件に応じて行うことに加え、牧草中のカリウム濃度が高まることに留意してください。

### ❓ 問い合わせ先

農研機構 畜産草地研究所

問い合わせ専用フォーム <https://form.affrc.go.jp/nilgs-naro/inquiry/form.html>

企画管理部業務推進室 電話 029-838-8618 FAX 029-838-8606

### 📄 関連情報

農研機構 成果情報

「更新草地において牧草への放射性セシウムの移行を低減する交換性カリ含量」

<http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/nilgs/2013/13-079.html>

「牧草中放射性セシウム濃度低減のために、草地更新後もカリ施肥継続は必要」

[http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/nilgs/2014/14\\_079.html](http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/nilgs/2014/14_079.html)

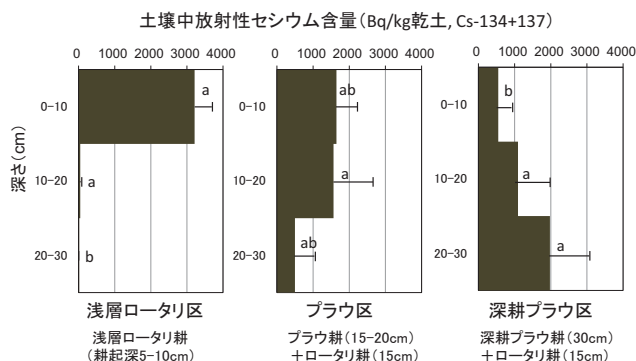


## 堆肥の継続的な施用が単年生飼料作物の放射性セシウム濃度低減に有効

畜産物の放射性セシウム汚染防止のために、飼料中の放射性セシウム濃度を低減させる必要があります。畜産経営では、土-草-家畜のサイクルで養分が循環していますが、放射性セシウムがこの循環系に入り込むことによる影響の解明や飼料への蓄積を制御する技術の開発が求められています。

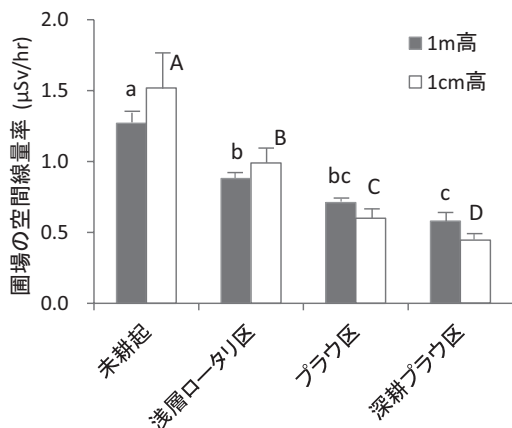
飼料畑で栽培される単年生飼料作物の放射性セシウム濃度の抑制には、作付け毎に施肥基準等で推奨されている量の堆肥を施用して、土壌の力肥沃度を維持する養分管理が有効です。

表層土壌に沈着した放射性セシウムをプラウ耕により土壌の深い層に埋設することで、圃場の空間線量率を低下させることが可能です。また、耕起後の圃場でも耕起深を高めることで空間線量率を低下させることができます。これにより作業者の外部被曝量を低減できます。しかし、30cm程度の深耕プラウ耕では、飼料用トウモロコシ、イタリアンライグラスの放射性セシウム濃度には明確な影響がみられませんでした。



### プラウ耕による放射性セシウムの埋設効果

異なる文字は土壌深さごとに耕起処理区間に有意な差があることを示す (Tukey 法、 $P < 0.05$ )。誤差線は標準偏差を示す。



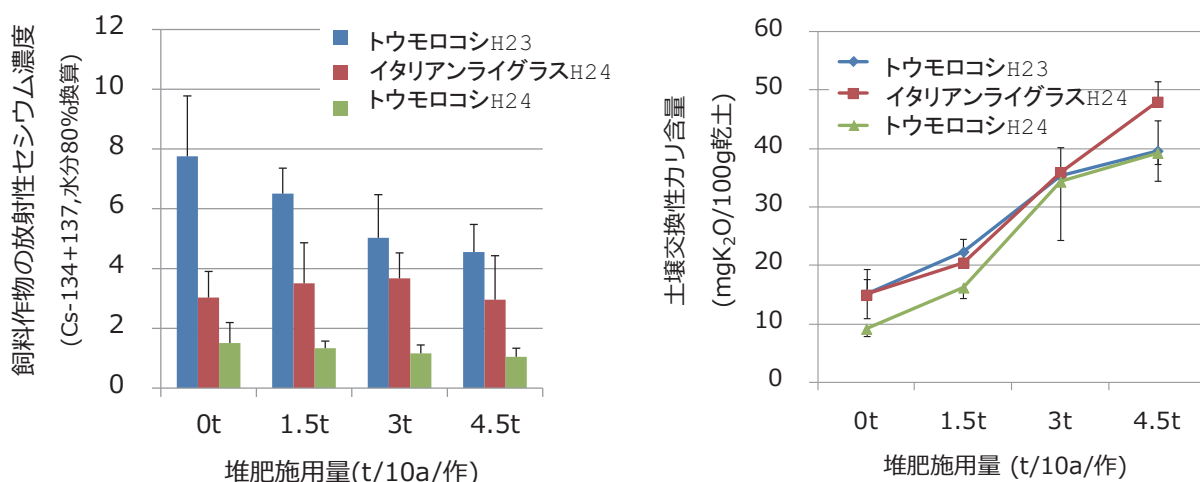
### プラウ耕による圃場の空間線量率低減効果

異なる文字は測定高さごとに耕起処理区間に有意な差があることを示す (Tukey 法、 $P < 0.05$ )。誤差線は標準偏差を示す。



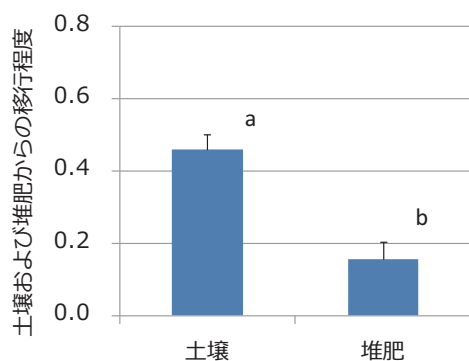
プラウ耕作業の様子 (上) とプラウ耕により埋却された表層の分布状況 (下)

飼料用トウモロコシ-イタリアンライグラス2毛作では、一作あたり 3t/10a (カリ成分 25kg) 程度で、堆肥を継続的に施用することが飼料作物中の放射性セシウム濃度の低減に有効です。また、平成 23 年に比べて平成 24 年の放射性セシウム濃度は 1/4 程度に大幅に減少しています。堆肥 3t/10a の継続的施用では、作付け後の交換性カリ含量が飼料畑土壌診断基準の上限値 (30 ~ 50mgK<sub>2</sub>O/100g 乾土) 程度に維持され、放射性セシウムの移行抑制の点からも望ましい養分管理です。



堆肥の継続的な施用による飼料用トウモロコシの放射性セシウム濃度の低減

堆肥に放射性セシウムが含まれることもありますが、土壌に比べて移行程度も低く、このような堆肥施用による作物への影響は小さいと考えられます。



土壌の放射性セシウム濃度 20Bq/kg の圃場に、放射性セシウム 3800Bq/kg の牛ふん堆肥 7t/10a を施用し、飼料用トウモロコシを栽培して調査しました。

土壌からの放射性セシウムの移行程度は、非汚染堆肥区について下式から算出し、堆肥からの移行程度は、汚染堆肥区から非汚染堆肥区を差し引いた値について下式から算出しました。

移行程度 = 作物濃度 ÷ 土壌濃度  
(いずれも乾重あたりの濃度)

堆肥の継続的な施用による飼料用トウモロコシの放射性セシウム濃度の低減

### ① 注意点

イタリアンライグラスについては、採取深 20cm 程度の交換性カリが 15mg/100g 程度以上あれば、それ以上の堆肥やカリ肥料施用による放射性セシウム低減効果は得られていません。堆肥中放射性セシウムの暫定許容値は、畜産農家が自らの圃場に還元する等の例外を除き、400Bq/kg (製品重量) となっています。

### ② 問い合わせ先

農研機構 畜産草地研究所

問い合わせ専用フォーム <https://form.affrc.go.jp/nilgs-naro/inquiry/form.html>

企画管理部業務推進室 電話 029-838-8618 FAX 029-838-8606

### ③ 関連情報

農研機構 成果情報「堆肥の継続的な施用は飼料用トウモロコシの放射性セシウム低減に有効である」

[http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/nilgs/2011/a00a0\\_01\\_74.html](http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/nilgs/2011/a00a0_01_74.html)

Harada H et al. (2014) Transfer factor of radioactive cesium of forage corn (*Zea mays* L.) from soil to which contaminated farmyard manure had been applied. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 60, 782-789, <http://dx.doi.org/10.1080/00380768.2014.919835>

Harada H et al. (2015) Cesium-137 concentration of forage corn and Italian ryegrass in a double cropping system under different rates of cattle farmyard manure application after the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station accident in 2011. *Soil Sci. Plant Nutr.*, 61, 972-982, <http://dx.doi.org/10.1080/00380768.2015.1066233>

## 放射性セシウムを含む家畜ふん堆肥やサイレージの安全な処理・利用方法

放射性セシウムを暫定許容値以上に含有する家畜ふん堆肥や牧草サイレージが残存しています。これらの汚染バイオマスの処理にあたっては、合理的でかつ、作業者の安全が確保できるような処理方法を採用する必要があります。バケットローダによる家畜ふん堆肥のハンドリング作業では粉塵吸引による内部被曝が相対的に小さいこと、汚染サイレージは堆肥化によって放射性セシウムを内部に留めたまま減量・減容できること、汚染サイレージを圃場にすき込んでも作物への移行は限定的であること、などが明らかとなりました。

放射性セシウム濃度が暫定許容値を大きく超える堆肥であっても、繰り返し作業中の吸塵による内部被曝は、堆肥が生産された地域における外部被曝量に比べて小さい値でした。

### 堆肥切り返し作業 1時間あたりの被曝量比較

作業者分類		内部被曝線量 (預託実効線量)	外部被曝線量
バケットローダの オペレータ	キャビン付き	測定限界以下	0.6
	キャビン無し・ マスク防護無し	0.02	
堆肥舎周辺 作業員	マスク防護無し	0.004~0.007	0.4~0.9



堆肥切り返し作業

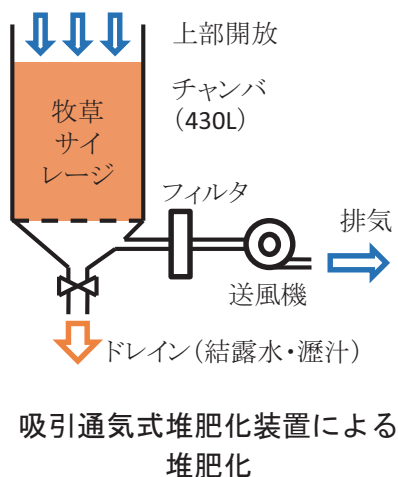
単位:  $\mu\text{Sv}$ 、作業1時間あたり

測定場所: 畜産草地研究所那須研究拠点(屋外の空間線量率は0.6~1 $\mu\text{Sv/h}$ 程度)

供試堆肥: 4530Bq/kg現物、水分41%、約10 t

吸引通気式堆肥化装置を用いて放射性セシウム汚染サイレージを堆肥化し、通気および排出されるドレイン(結露水や瀝汁)の放射性セシウム濃度を測定しました。堆肥中を通過してきた通気および堆肥化装置周囲の空気から放射性セシウムは検出されませんでした。ドレイン中には低濃度の放射性セシウムが含まれましたが、総量は僅かでした。

### 吸引空気とドレインの放射能濃度



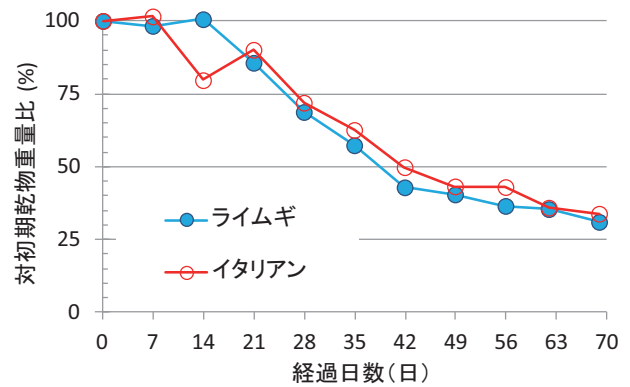
	開始~5週間後まで						
	吸引空気			ドレイン			
	通気量 ( $\text{m}^3$ )	放射能濃度 ( $\text{Bq}/\text{m}^3$ ) (検出下限値)		重量 (kg)	放射能濃度 ( $\text{Bq}/\text{kg}$ )		放射能 (Bq)
	Cs-134	Cs-137	Cs-134	Cs-137			
ライムギ	502	N.D. (0.0009)	N.D. (0.0005)	18.1	7.3	7.7	271
イタリアン ライグラス	502	N.D. (0.0005)	N.D. (0.0004)	25.8	2.9	3.4	165
周辺空気	1800	N.D. (0.0002)	N.D. (0.0002)	—	—	—	—

・ドレインの放射能はCs-134とCs-137の和

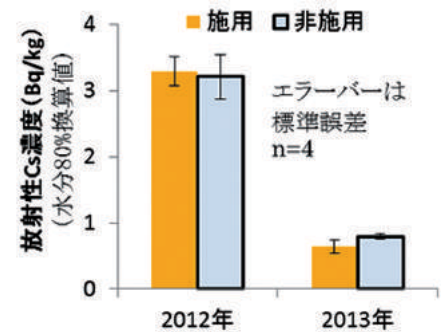
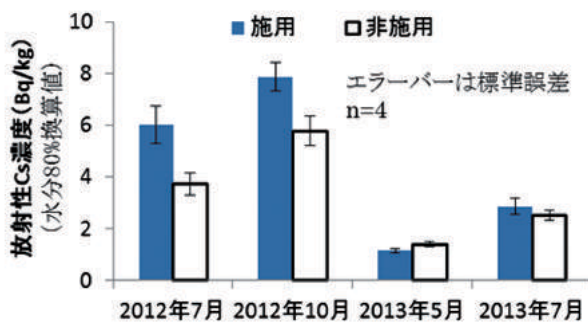


原料サイレージの乾物量は10週間後に1/2～1/3に減少し、容積はおよそ1/2となりました。原料サイレージに含まれる放射性セシウムはほとんど全て堆肥化中に留まるため、周辺環境を汚染せずに減量・減容が可能です。

放射性セシウム汚染サイレージ 22,000Bq/m<sup>2</sup>相当量を圃場にすき込んだ後に飼料作物を栽培したところ、すき込み当年のオーチャードグラスの放射性セシウム濃度は約2Bq/kg（水分80%換算）高くなりましたが、僅かな上昇に留まりました。2年目以降および飼料用トウモロコシでは放射性セシウム濃度の上昇は認められませんでした。散布前後の空間線量率には明確な変化は見られませんでした。



堆肥化による乾物重量の減少



放射性セシウム含有サイレージ還元施用圃場の作物中 RCs 濃度  
(左：オーチャードグラス、右：トウモロコシ)

土壌：褐色低地土、土壌中 RCs 濃度：625Bq / kg 乾土、交換性カリ：23.6mg / 100g、  
施用サイレージ中 RCs 濃度：4560Bq / kg 現物、施用量：4.9t 現物 / 10a



①バールを細断しマニュアルプレッダに積載

②マニュアルプレッダで圃場に散布

③プラウですき込みに

### ⚠ 注意点

圃場条件等により放射性セシウムの移行程度は異なる可能性があります。細断型でないロールベアラで梱包されたバールでは、マニュアルプレッダ積載の前にバールシュレッダやフィードミキサによる解体切断工程が必要です。飼料に供することができない牧草等のすき込みは、8,000Bq / kg 以下の場合に、生産された圃場へ還元できます。8,000Bq / kg を超える場合、すき込み処理はできません。

### ❓ 問い合わせ先

農研機構 畜産草地研究所

問い合わせ専用フォーム <https://form.affrc.go.jp/nilgs-aro/inquiry/form.html>

企画管理部業務推進室 電話 029-838-8618 FAX 029-838-8606

### 📄 関連情報

農研機構シンポジウム「自給飼料および畜産物への放射性物質移行とその低減技術」資料

[http://www.naro.affrc.go.jp/nilgs/kenkyukai/noken\\_sympo/index.html](http://www.naro.affrc.go.jp/nilgs/kenkyukai/noken_sympo/index.html)



## 水稻のセシウム濃度についての品種間差 および土壌交換性セシウム / カリウム比との関係

同一圃場で育てた水稻の地上部全体および玄米のセシウム濃度には品種間差があり、インド型品種で高く、日本型品種では「ふくひびき」等が濃度が低い傾向があります。また、玄米のセシウム濃度は土壌のバーミキュライト量に関わらず土壌交換性セシウム / カリウム比と正相関が高くなります。

### 飼料用イネのセシウム濃度に関する品種間差異

水稻の放射性セシウム濃度の低減対策の1つとして、放射性セシウム濃度の低い品種の利用が考えられます。特に、飼料用イネでは、草型や遺伝的背景などに差異が大きいこと、品種選択による低減効果が高いことが期待できます。そこで、飼料用イネ品種を中心に幅広いタイプのイネを栽培し、稲発酵粗飼料（稲 WCS）として利用される地上部全体および飼料用米として利用される粗玄米のセシウム濃度の品種間差を明らかにしました。濃度測定に当たり、2012年は茨城県つくばみらい市の水田圃場で20品種3反復で非放射性的の<sup>133</sup>Csについて濃度を比較し、2013年は福島県内のある圃場で9品種5反復で<sup>134</sup>Csと<sup>137</sup>Csの合計である放射性セシウムの濃度を比較しました。

稲 WCS での利用を想定した地上部全体のセシウム濃度（水分80%換算値）は、両年ともインド型品種の多くで日本型品種と比べ有意に高く、最大で2.1-3.3倍の品種間差が認められます。また、粗玄米のセシウム濃度を見た場合、暫定許容値基準にあわせて15%に水分換算すると、稲 WCS を想定した地上部全体の濃度と比較して高い値となります。粗玄米のセシウム濃度は、地上部全体と同様にインド型品種の多くで日本型品種と有意な差があります。その差は最大で3.0-4.5倍の開きがあり、地上部全体よりも差が開く傾向があります。地上部全体及び粗玄米の双方において、日本型品種の中にも品種間差はありますが、「ふくひびき」などは両年とも濃度が安定して低い水準にあります。

表 飼料用イネの非放射性セシウム濃度の  
品種間差異（2012年）

品種・系統名	地上部全体(WCS)	粗玄米	生態型
	Cs濃度 ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ -水分80%換算)	Cs濃度 ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ -水分15%換算)	
ハバタキ	3.88 a	9.13 abc	インド型
IR64	3.77 a	9.31 abc	インド型
北陸193号	3.75 a	11.51 a	インド型
もちだわら	3.60 a	10.14 ab	インド型
ミナミュタカ	3.09 a	7.03 cdef	インド型
タカナリ	3.05 ab	8.36 bcd	インド型
たちすがた	2.66 ab	4.52 gh	中間型
べこあおば	2.59 bc	6.19 defg	日本型
リーフスター	2.47 bc	4.63 fgh	日本型
関東飼242号	2.46 bc	7.05 cde	インド型
たちあやか	2.32 bc	3.23 h	日本型
夢あおば	2.31 bc	5.03 efgh	日本型
Kasalath	2.25 bc	5.95 defg	インド型
ホシアオバ	2.13 c	4.01 gh	日本型
たちはやて	2.10 c	4.87 efgh	日本型
べこごのみ	2.04 c	4.29 gh	日本型
コシヒカリ	2.02 c	4.02 gh	日本型
日本晴	1.99 c	3.28 h	日本型
ひとめぼれ	1.91 c	3.85 gh	日本型
ふくひびき	1.84 c	3.78 gh	日本型

注1) 同一記号はTukeyの多重比較において有意差がないことを意味する。(P<0.05)  
2) セシウム濃度については、地上部全体及び粗玄米とも利用場面に即した水分値で換算した。

表 飼料用イネの放射性セシウム濃度の  
品種間差異（2013年）

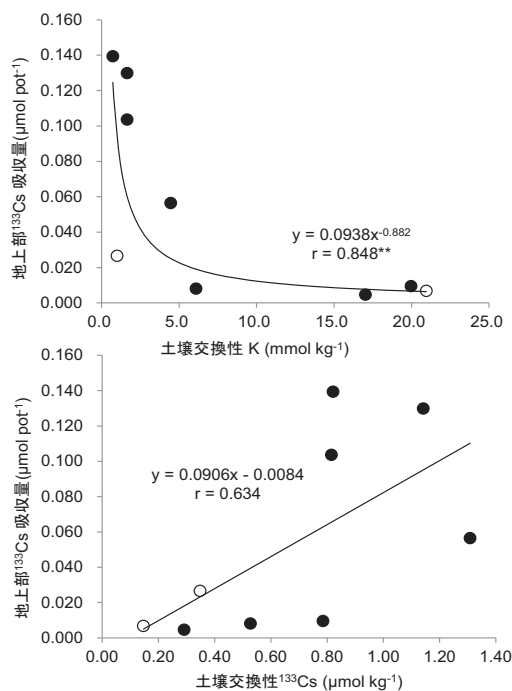
品種名	地上部全体	粗玄米
	Cs濃度 (Bq/Kg)	Cs濃度 (Bq/Kg)
ハバタキ	99 a	230 ab
北陸193号	98 a	285 a
たちはやて	73 b	159 cd
モミロマン	64 bc	179 bc
夢あおば	47 cd	117 de
べこあおば	42 cd	112 de
ひとめぼれ	38 d	79 e
べこごのみ	31 d	65 e
ふくひびき	30 d	64 e

注1) <sup>134</sup>Csと<sup>137</sup>Csの合計値であり、日付を2013/10/1に揃えて、減衰率補正を行った。  
2) 同一記号はTukeyの多重比較において有意差がないことを意味する。(P<0.05)  
3) 土壌のCs濃度は圃場平均で5590Bq/KgDWである。

現在、放射性セシウム濃度の低減対策としてはカリウム施用等が有効と考えられていますが、継続的なカリウム施用は資材費や環境への負荷の点で問題があると考えられます。飼料用イネでは、上述のように、セシウム濃度の品種間差が認められますので、「ふくひびき」など放射性セシウムを蓄積しにくい品種の利用も低減対策として有効になると考えられます。

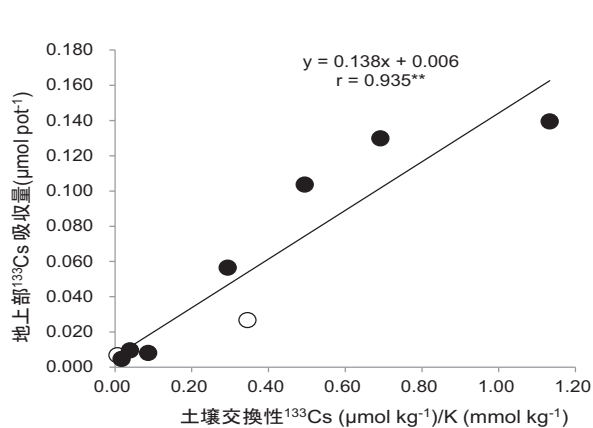
## 水稻のセシウム吸収・蓄積と土壤交換性セシウム / カリウム比との関係

コメの放射性セシウム濃度の低減対策を確立するためには、セシウムの吸収、蓄積に影響する土壤要因の詳細な解明が必要です。これまでコメの放射性セシウム吸収は土壤の交換性カリウムが高まると低下する関係があることがよく知られていますが、バーミキュライトが多い土壤などでは同じ交換性カリウム濃度であっても、セシウム吸収がより低くなる場合がみられます。また、非放射性セシウム吸収量は交換性セシウムが高い土壤で増加する傾向にあります。以上より、単純に土壤中のカリウム濃度・セシウム濃度だけでは、セシウム吸収・蓄積を推定する土壤指標としては不十分と考えられます。

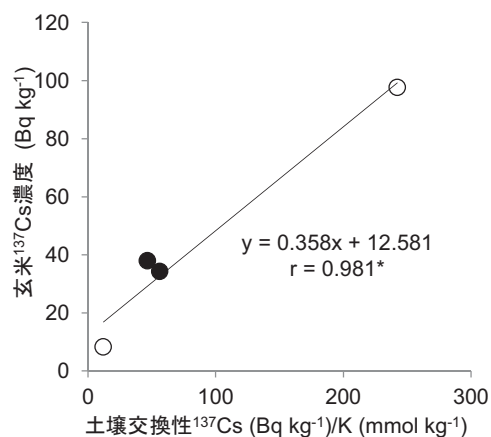


土壤での地上部 <sup>133</sup>Cs 吸収量と土壤交換性 K (上図) および土壤交換性 <sup>133</sup>Cs (下図) との関係 (○はバーミキュライトの多い土壤) (\*\*P < 0.01)

そこで、土壤の交換性セシウムおよび交換性カリウムを組み合わせ、水稻のセシウムの吸収、蓄積との関係性を調べたところ、水稻へのセシウム吸収および玄米のセシウム濃度は、土壤のバーミキュライト量に関わらず、土壤の交換性セシウム / カリウム比と高い相関が認められることが確認できました。このことから、交換性セシウム / カリウム比は、水稻のセシウムの吸収、蓄積濃度を推定する上で、有用な土壤指標となり得ると考えられます。



地上部 <sup>133</sup>Cs 吸収量と土壤交換性 <sup>133</sup>Cs/K の関係 (○はバーミキュライトの多い土壤) (\*\*P < 0.01)



玄米 <sup>137</sup>Cs 濃度と土壤交換性 <sup>137</sup>Cs/K の関係 (○はバーミキュライトの多い土壤) (\*P < 0.05)

### ⚠ 注意点

飼料用イネのセシウム濃度の品種間差については、品種間差の出やすい土壤条件などについても今後検証を重ねる必要があります。土壤指標については様々なタイプの圃場での検証を通じて、施肥量の最適化に向けての活用につながると考えられます。

### ❓ 問い合わせ先

農研機構 作物研究所 企画管理室 電話 029-838-8260

### 📄 関連情報

農研機構 成果情報

「飼料用イネのセシウム濃度の品種間差」

[http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/nics/2013/nics13\\_s10.html](http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/nics/2013/nics13_s10.html)

「水稻のセシウム吸収・蓄積は土壤交換性セシウム / カリウム比と関係が高い」

[http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/nics/2014/nics14\\_s12.html](http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/nics/2014/nics14_s12.html)

# 「とも洗い」を主体とした玄米の交差汚染防止技術

粳摺機での玄米への放射性物質の付着および混入による汚染を防ぐため、原料である粳を用い、汚染の原因物質である機内の残留物を効率的に除去する簡易清掃方法、通称「とも洗い」を開発しました。とも洗いにより簡便かつ効果的に玄米の交差汚染を防止できます。2013年7月、とも洗いを主体とした交差汚染防止対策は国のガイドラインとして策定され、営農再開地域における玄米の汚染防止に利用されました。

東京電力福島第一原子力発電所事故以降、一度も使用されていない粳摺機では、放射性セシウムを含むホコリ等が粳摺機内に残留していることがあります。この粳摺機を未清掃のまま用いると、機内残留物の一部は玄米とともに排出され、玄米を汚染する原因になります。このような汚染は交差汚染と呼ばれ、この汚染を防止するためには、粳摺機内の残留物を効率的に除去できる清掃方法が必要です。しかしながら、粳摺機は構造が複雑であるため、一般的な清掃方法である機体の分解では清掃むらが生じやすく、生産現場での交差汚染防止対策として不十分です。

とも洗いとは、交差汚染を防止するため、原料である粳を用いて機内残留物を洗い出す操作方法です。具体的には、40～50kgの粳を粳摺機に投入し、粳摺機内で慣行より長い3分間循環運転を行った後、全量排出する操作方法です。慣行より長い3分間の循環運転によって、少ない原料での効率的な残留物除去ができます。なお、とも洗いに用いた原料は、誤って出荷する玄米に混入しないよう明確に区分して管理する必要があります。



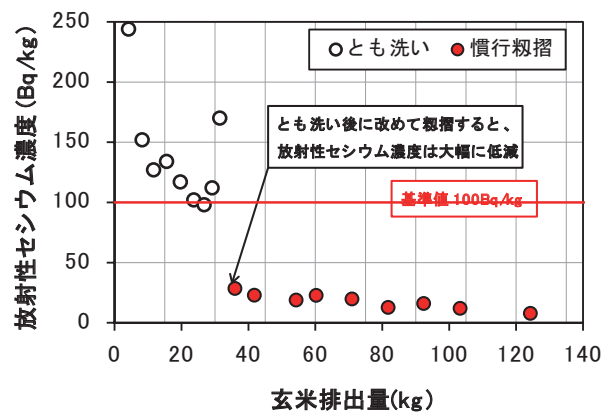
とも洗いの作業手順の例

未清掃の粳摺機を対象に、粳40kgを用いてとも洗いを行った後、続けて慣行の粳摺作業を行った結果を右図に示します。

とも洗い原料には機内の残留物が多く付着し、その放射性セシウム濃度は高い値を示します。一方、とも洗い後に慣行の粳摺作業を行うと、玄米の放射性セシウム濃度は一般食品の基準値である100Bq/kg（以下、基準値）を大きく下回ります。汚染程度の異なる粳摺機でも同様の傾向を示し、とも洗い後に粳摺した玄米が基準値を超える事例は認められませんでした。

とも洗いは、粳摺機を所有する農家が個別に対処できる、作業が短時間である、機体の分解といった一般的な清掃方法に比べて作業のむらもなく確実な方法であるとともに費用も安価であるため、生産現場で実施しやすい交差汚染低減方法です。

この結果に基づき、生産現場での交差汚染防止対策が検討されました。



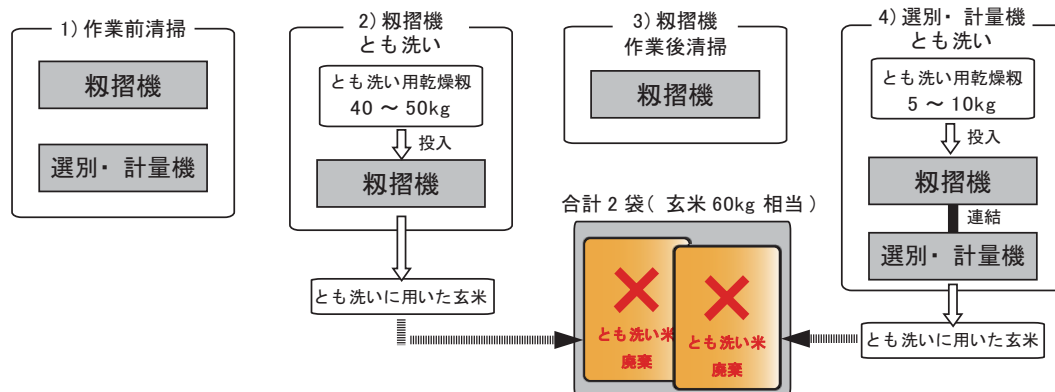
脚注：粳40kg用いたとも洗いの、ならびに同一粳を用いた慣行粳摺作業中に排出された玄米を小袋へ連続的に回収。各袋に回収した玄米の放射性セシウム濃度を縦軸に、その袋が排出された時点の玄米排出量を横軸に表示。

とも洗いの効果

2013年7月、農林水産省と協議の結果、交差汚染防止対策は「米の収穫・乾燥・調製工程における放射性物質交差汚染防止ガイドライン」に掲載され、とも洗いは営農再開地域における主たる交差汚染防止対策と位置づけられました。

ガイドラインでの作業手順は以下の1)～4)のとおりです。

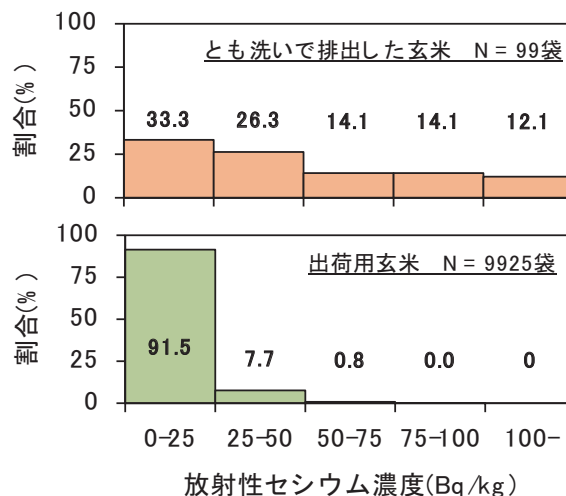
- 1) 作業前清掃：粳搥機、選別・計量機について、各取扱説明書に従い機内残留物を除去する。なお、両機がパイプで連結されている場合、予め切り離しておく。
- 2) 粳搥機のとも洗い：生産者の収穫した当該年産の乾燥粳を用いて粳搥機のとも洗いを実施する。排出された玄米は、食用の米と混同しないよう、明確に区分できる袋に入れる。
- 3) 粳搥機の作業後清掃：機内に残留した搥出米などを取扱説明書に従い除去する。
- 4) 選別・計量機のとも洗い：粳搥機と選別・計量機を連結後、粳搥機に粳を流して粳搥、選別・計量を流れ作業で実施し、機内残留物を除去する。排出された玄米は、2)と同様、明確に区分できる袋に入れる。



交差汚染防止対策の流れ（粳搥機、選別・計量機を有する生産者の例）

2013年度の営農再開地域において、交差汚染防止対策の効果検証を行った結果（試験実施機関：福島県）、とも洗いに使用して排出した玄米では基準値の100Bq/kgを超えるものも見られましたが、その後に調製した出荷用玄米の9925袋では基準値超過は認められず、その大半は25Bq/kg未満でした。

このように、とも洗いを主体とした交差汚染防止対策は、玄米の汚染防止に有効であることが確認できました。



交差汚染防止対策の効果

### ① 注意点

交差汚染防止対策は、玄米への放射性物質の付着と混入を防止するものです。そのため、生育中に放射性物質を吸収した米の放射性セシウム濃度を低減する効果はありません。詳しくは、関連情報に記載した「米の収穫・乾燥・調製工程における放射性物質交差汚染防止ガイドライン」を参照して下さい。

### ② 問い合わせ先

農研機構 生物系特定産業技術研究支援センター 企画第2課 電話 048-654-7000

### ③ 関連情報

米の収穫・乾燥・調製工程における放射性物質交差汚染防止ガイドライン

[http://www.maff.go.jp/j/kanbo/joho/saigai/pdf/kome\\_130709.pdf](http://www.maff.go.jp/j/kanbo/joho/saigai/pdf/kome_130709.pdf)

農研機構 HP 粳搥機の機種別「とも洗い手順書」

<http://www.naro.affrc.go.jp/brain/iam/disaster/index.html>



## 農産物の加工・調理工程における放射性セシウムの動態

農産物に含まれる放射性セシウムは食品と同じ基準値によって規制されています。農産物は、ほとんどの場合、加工・調理した後に食べられます。加工・調理工程での放射性セシウムの動態を明らかにすることは、行政や食品産業界にとって正確なリスク評価・管理に役立つとともに、農家や消費者、食品を扱う企業の不安を軽減し、食品に含まれる放射性物質に関する理解の促進に貢献します。

### 小麦の製粉工程における放射性セシウムの動態

小麦玄麦を製粉し、ふすまと小麦粉に分画すると、放射性セシウム量はふすまに 0.8、小麦粉に 0.2 が分配されました。小麦製粉後のふすまの放射性セシウム濃度は、小麦玄麦の 2.26 倍となり、小麦粉の放射性セシウム濃度は小麦玄麦の 0.29 倍となりました。このことから、小麦玄麦の放射性セシウム濃度が基準値以下であれば、小麦粉の安全性は確保されます。



<b>分配割合</b>	<b>1.0</b>	<b>0.8</b>	<b>0.2</b>
-------------	------------	------------	------------

小麦製粉加工によるふすまと小麦粉への放射性セシウムの分配

### うどんの加工・調理における放射性セシウムの動態

小麦粉 100 に水 31 を加えてうどん生麺を製造すると、うどん生麺の放射性セシウム濃度は小麦粉の 0.7 倍となりました。うどん生麺の放射性セシウム濃度は小麦粉よりも低下しますが、これは放射性セシウムの除去によるものではなく、製麺時に加えた水による希釈効果によるものです。

うどんを茹で調理すると、生麺に含まれる放射性セシウムは、茹で湯へ 0.62 ~ 0.70、すすぎ水へ 0.02 ~ 0.08 が除去され、茹で麺の放射性セシウム濃度は生麺の 0.04 ~ 0.06 倍の濃度に低下しました。うどんの茹で調理では、食べ頃の適切な茹で時間で十分な低減効果が得られ、それ以上茹で時間を延ばしても放射性セシウム濃度は低下しません。



<b>分配割合</b>	<b>1.0</b>	<b>1.0</b>	<b>0.62~0.70</b>	<b>0.02~0.08</b>	<b>0.12~0.20</b>
-------------	------------	------------	------------------	------------------	------------------

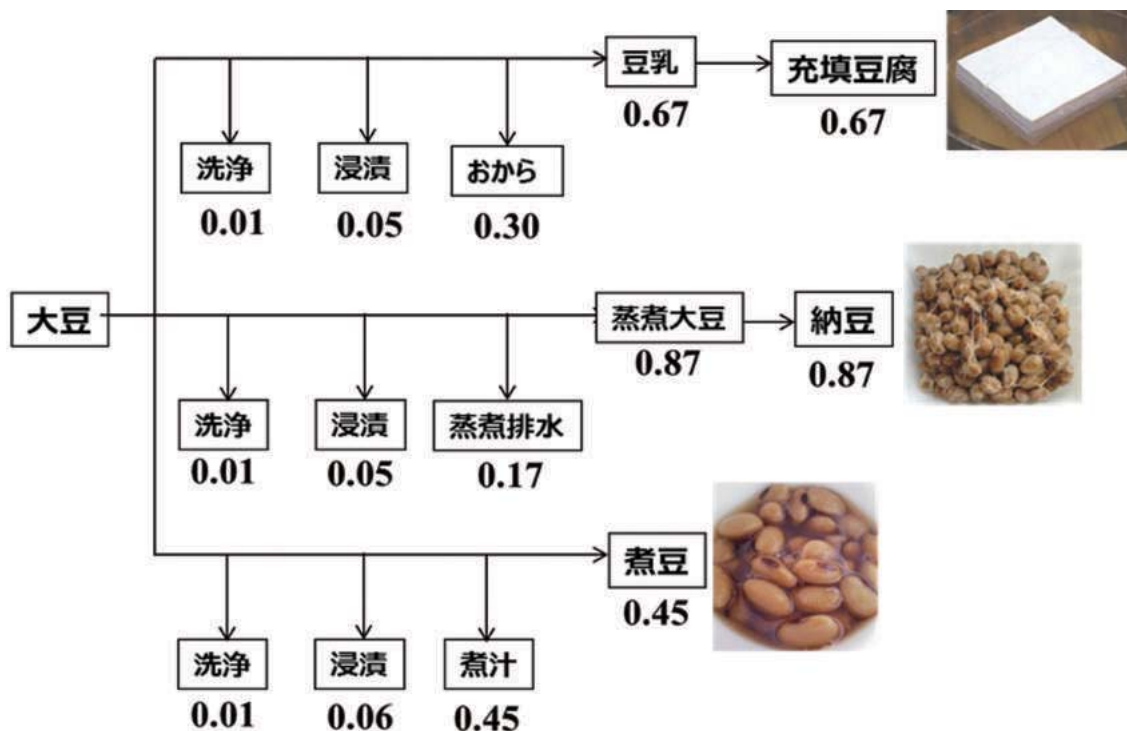
うどん調理工程での放射性セシウムの分配

### 大豆の加工・調理工程における放射性セシウムの動態

乾燥大豆を加工・調理する場合は、最初に行う洗浄・浸漬処理において、大豆に含まれる放射性セシウムの0.06～0.07が、洗浄水・浸漬水へと除去されます。

さらに、豆腐加工工程ではおからとして0.30、納豆加工工程では蒸煮排水として0.17、煮豆調理工程では煮汁として0.45の放射性セシウムが加工・調理品から除去されます。また、納豆の加工の際に納豆菌による発酵工程では放射性セシウムの低減や増加はありませんでした。

豆腐、納豆、煮豆では、それぞれ原料大豆の放射性セシウム濃度の0.12倍、0.40倍、0.20倍の放射性セシウム濃度となります。つまり、原料大豆の放射性セシウム濃度が基準値以下であれば、豆腐、納豆、煮豆の安全性は確保されます。



豆腐・納豆・煮豆の加工・調理工程での放射性セシウムの分配

#### ① 注意点

実際の加工・調理条件について試験機による調製を行い、調理条件は「日本食品成分分析表 文責マニュアル」に準拠し、一般敵な加工時間を目安としています。市販品では製造者によってそれぞれ異なる場合があることから、分配割合や濃度の変化量が完全には一致せず、数値に幅があることに注意が必要です。

#### ② 問い合わせ先

農研機構 食品総合研究所 放射性物質影響研究コーディネーター 電話 029-838-7325

#### ③ 関連情報

環境パラメータ・シリーズ4増補版(2013)「食品の調理・加工における放射性核種の除去率」(公益財団法人原子力環境整備促進・資金管理センター)

[http://www.rwmc.or.jp/library/other/file/RWMC-TRJ-13001-2\\_zyokyoritu\\_honpen.pdf](http://www.rwmc.or.jp/library/other/file/RWMC-TRJ-13001-2_zyokyoritu_honpen.pdf)

農研機構 食品総合研究所 放射性物質影響研究ワーキンググループ

<http://www.naro.affrc.go.jp/nfri/contens/nfriwg/riwg/index.html>

# 営農再開に向けたイノシシ被害リスクの現状と対策

避難指示区域におけるイノシシ被害対策においては、侵入防止柵の運用や農地周辺の環境整備などの、ごく一般的な対策の徹底が重要です。

## 営農再開におけるイノシシ被害リスク

避難指示区域では、人間活動が低下したことによって野生動物の活動が次第に活発化することが予想されます。このため、営農再開において深刻な獣害の発生が懸念されます。

しかし、当該地域の農地周辺でのイノシシ出没状況がどのようなものなのかという情報は、ほとんどありませんでした。効果的な獣害対策のためには現状のリスクを科学的に把握し、どのような対策が有効なのかを考える必要があります。



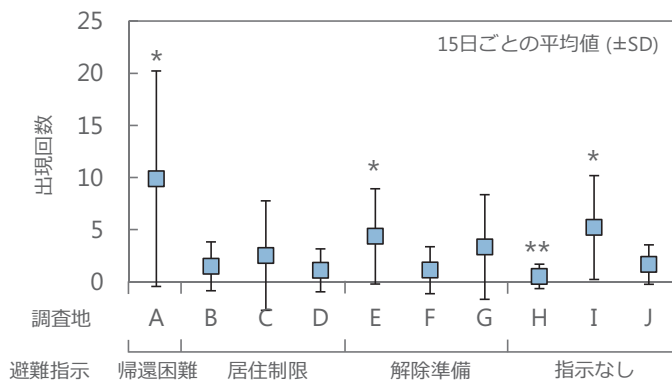
避難指示区域で活動するイノシシの親子

## イノシシの出現頻度と出現時間帯に避難指示が及ぼした影響

避難指示区域と近隣の区域外の農地に計 30 台の自動撮影カメラを設置し、2013～2014 年にイノシシの出現状況を調査したところ、出現頻度と避難指示には関係がありませんでした。避難指示区域でも出現の少ない場所や、区域外（指示なし）でも出現の多い場所がみられます。

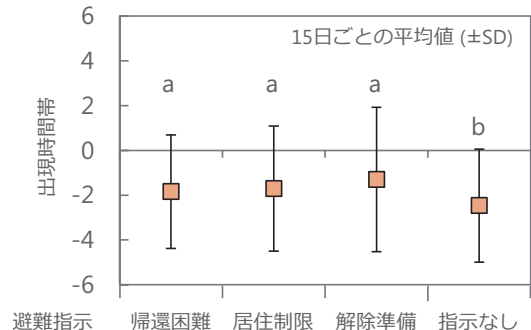
一方で、避難指示区域のイノシシは近隣の区域外よりも昼間に近い時間帯に多く出現する傾向がありました。これは避難指示による人間活動の低下によって、イノシシが警戒を解きつつあるためと考えられます。

人間活動の低下によって被害リスクが徐々に増加している問題の構造は、全国の他地域と同様です。有効な対策も他の地域と同じで、駆除に頼った対策では被害軽減を期待できません。侵入防止柵の運用や農地周辺の環境整備などの、ごく一般的な対策の徹底が重要です。



### イノシシ出現頻度と避難指示との関係

\* 有意に多い調査地、\*\* 有意に少ない調査地



### イノシシ出現時間帯と避難指示との関係

各日の日出/日入を基準 (0) として出現の中心が昼間であれば正に、夜間であれば負になるように出現時間帯を算出しました。図中の異なる英字間に有意な差が認められます。

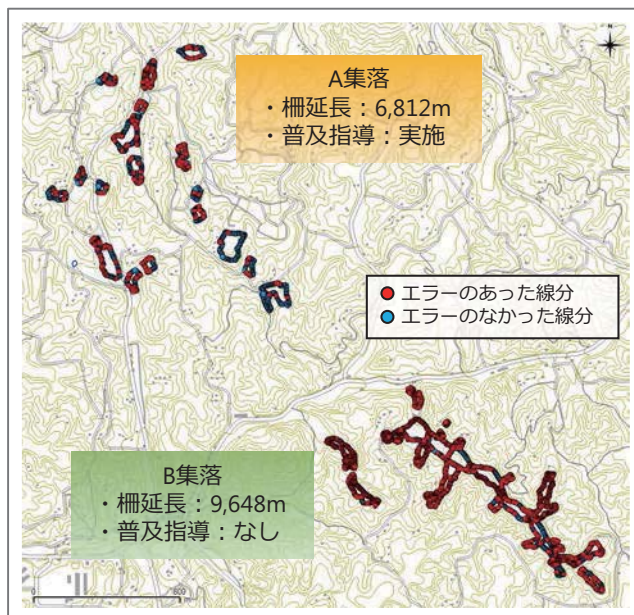


## 電気柵による野生動物の侵入防止技術

全国的に普及している“侵入防止柵による被害防除”は、適切に運用されれば効果が高いことが確かめられていますが、実際には様々なエラー（使用方法の間違いや過度な省略）によって十分な効果が発揮されていない場合が多い技術でもあります。特に獣害対策に不慣れな農業関係者が多い避難指示区域周辺では、単に柵を設置するだけでは実効性が期待できません。

そこで避難指示区域に隣接する地域の中山間集落で電気柵の設置状況を調査し、この地方特有のエラーをあらかじめリストアップしたところ、13種類のエラーが柵の施工段階に発生していました。

また、これらのエラーは普及指導（設置や管理の方法に関する助言）によって大幅に低減できます。営農再開農地に電気柵を設置する場合、これらのエラーが発生しないように、あるいは発生しても解消できるように、継続的な技術支援が不可欠です。



電気柵設置状況を調査した集落

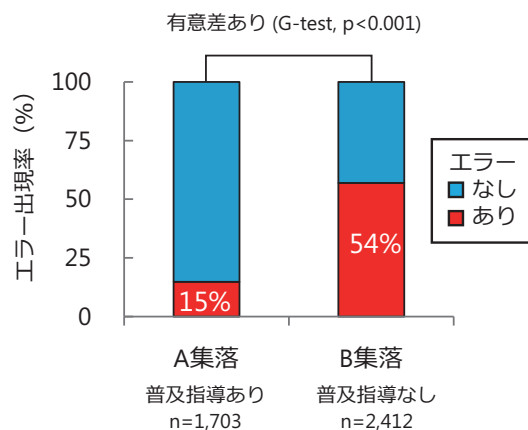
電気柵 4m を 1 線分としてエラーの有無を調査しました。調査対象の電気柵は同時期に一斉設置されたものです。

A 集落には設置や管理の方法を継続的に指導しました。

## 営農再開農地に電気柵を設置する場合に起こりうるエラー（使用方法の間違いや過度な省略）

記号	類型		エラーの発生要因	
	エラーの内容	柵線の状態	地形要因	起伏と柵線の位置関係
(a)	柵線高の不正	高	水路上	起伏頂点を横断
(b)	柵線高の不正	高	ゲート内	起伏頂点を横断
(c)	柵線高の不正	低	ゲート内	起伏頂点を横断
(d)	柵線高の不正	高	水路やゲート以外	起伏頂点を横断
(e)	柵線高の不正	低	水路やゲート以外	起伏頂点を横断
(f)	柵線高の不正	高	段差際	起伏頂点と並走
(g)	柵線高の不正	高	なし	起伏なし
(h)	柵線高の不正	高(上)	なし	起伏なし
(i)	柵線高の不正	低	なし	起伏なし
(j)	柵外地面の通電阻害(アスファルトなど)	-	-	-
(k)	柵に構造物が隣接	-	-	-
(l)	碍子が内向き	-	-	-
(m)	支柱に碍子なし	-	-	-

“電気柵運用上のエラー”の内、施工段階に発生したエラーをリストアップしました。この他にも柵設置路線の設計段階や維持管理段階などにエラーが発生する可能性があります。



エラー出現率と普及指導との関係

### ❗ 注意点

イノシシ出現状況は 2013 年 8 月～ 2014 年 7 月のモニタリング結果を解析したものであり、今後も時間経過にしたがって出現状況は変化していくと考えられます。

### ❓ 問い合わせ先

農研機構 東北農業研究センター 情報広報課 電話 019-643-3414



## 除染農地の営農再開までの間の雑草管理

農地除染までの期間や除染から返還まで期間が長いと畦畔草地などから侵入した多年生雑草が圃場にまん延することが確認されています。また、傾斜農地では客土の流亡が生じています。営農再開の妨げにならないよう、除草剤と耕耘を組み合わせた省力的な雑草管理と牧草などによる被覆が必要です。

東日本大震災による東京電力福島第一原子力発電所の事故により、住民が避難して耕作を中断した農地での除染が進んでいます。今後、その維持管理は帰還予定の農業者が担うことになります。事故後1～2年以内に除染を行い、牧草類を播種した農地では、刈払主体の管理で牧草類の優占する植生が維持できています。



客土後、耕起前の除染農地



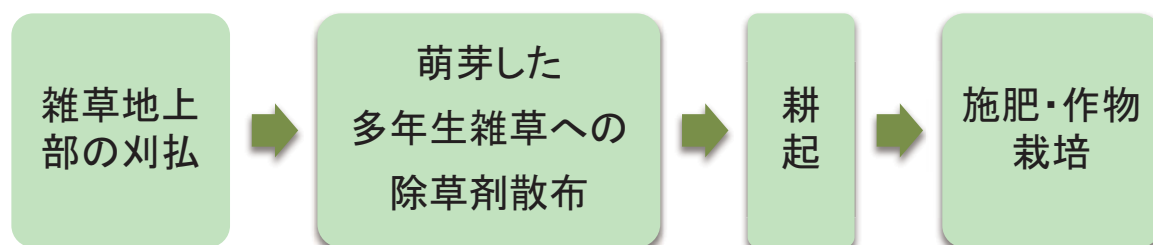
2012年にモデル除染が行われ、その後刈払主体で維持されている農地

一方、除染開始までに年数が経過した農地では、地下茎で繁殖する多年生雑草が繁茂しています。また、畦畔、法面からは表土の剥ぎ取りが行われなかったため、そこから雑草が再び本田内に侵入しています。これらの雑草は今後の維持管理や営農再開時の支障になることが予想されます。



客土後に畦畔からヨシが侵入した水田 (左) と客土後にヨモギが優占した畑地 (右)

多年生雑草が優占した耕作放棄畑の復元には、地上部の刈払（春～夏）→地下部から再生・萌芽した多年生雑草に対する非選択性茎葉処理除草剤の散布（夏）→耕起（秋）の体系で翌年から復作が可能です。この体系は除染農地にも適用できます。



多年生雑草が優占した耕作放棄畑の復元作業体系（例）

除染後の傾斜畑では客土した土壌の流亡が生じています。今後の農地の利用も考慮し、入手しやすく管理の容易な牧草や緑肥作物を導入した土壌保全、地力回復が必要です。



客土後に土壌流亡が生じた傾斜畑



牧草を導入した傾斜除染農地

### ❗ 注意点

除染後農地の雑草管理に除草剤を用いる場合、「休耕田」に登録のある剤を使用する必要があります。ラベルの内容を確認し、その範囲で使用してください。多年生雑草の防除に浸透移行性の茎葉処理剤を散布する場合、雑草の地上部がある程度繁茂し、地下部が伸長を始める時期が最も効果があります。多年生雑草の組成や地下部の量により、根絶に必要な手段や期間が異なるため、圃場の状態によっては処理後の再生が異なる場合があります。休耕田で省力的に散布できる除草剤の登録拡大および傾斜畑への牧草類導入とその維持手法について現在取組中です。

### ❓ 問い合わせ先

農研機構 東北農業研究センター 業務推進室 電話 019-643-3419

### 📄 関連情報

農研機構 成果情報

「多年生雑草が優先した耕作放棄畑の復元方法」

[https://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/narc/2011/220b0\\_01\\_37.html](https://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/narc/2011/220b0_01_37.html)

## Ⅱ－２．新しい農業の実現に向けた技術



## 2 新しい農業の実現に向けた技術

### 1) 水田の高度利用農業

生産現場

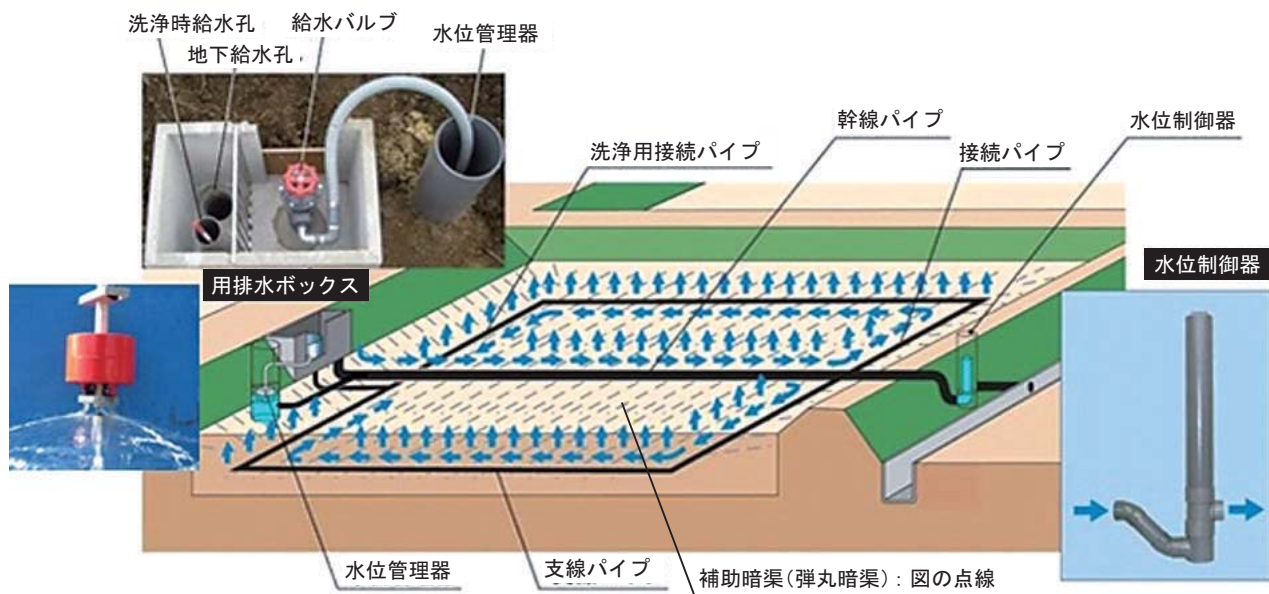
普及関係者

大学・試験研究機関

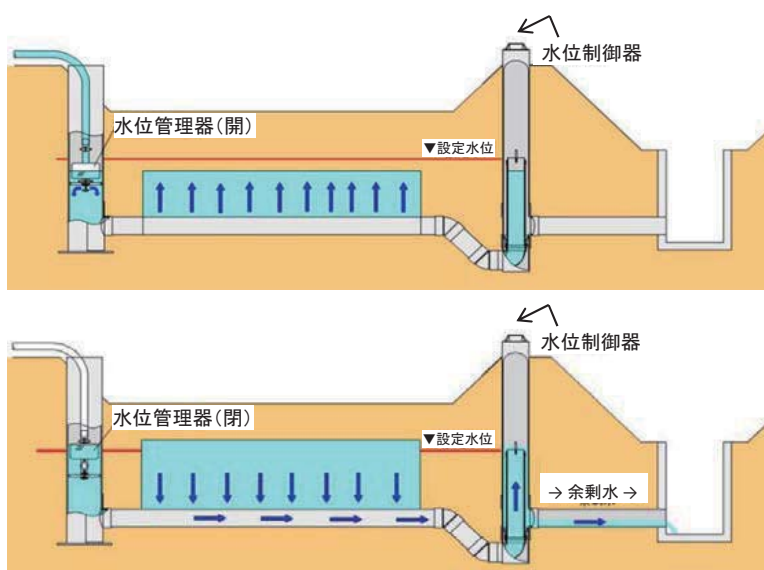
# 地下水水位制御システムによる水田高度利用

津波により被災した沿岸域の水田に対して、将来の高度な営農を見越した基盤整備が進められています。多くの水田で導入される地下水水位制御システム（FOEAS）は、水稻の乾田直播栽培や転作大豆栽培など、水田の高度利用に有効な技術です。

本システムは、深さ 60cm に水平に埋設された 3 本の暗渠排水管、密な補助暗渠および用水・排水側に設置される制御機器により構成されます。灌漑と排水の両方の機能を持ち、地下水位から湛水位まで地表面 -30 ~ +20cm の範囲で水位を自動的に制御することにより、作物に好適なほ場の水管理を実現します。



システムの概要



地下水水位制御の様子（上は地下灌漑、下は地下排水）

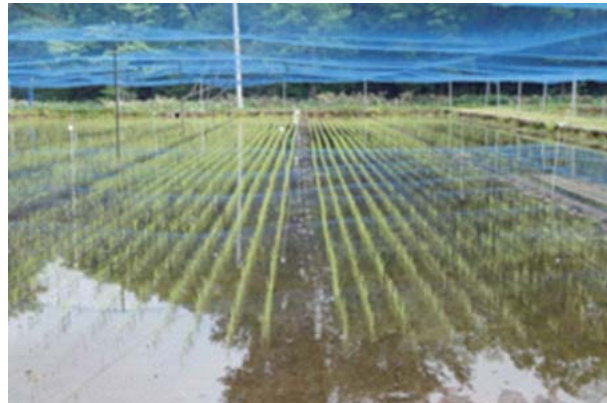
システムでは、予め用水側と排水側で水位を設定することにより、地下水位を自動的にほぼ一定に保ちます。

地下水位が設定水位より低い時には、上流側の機器から自動的に給水され、設定水位に達すると自動的に給水が停止します。

また、雨が降って地下水位が設定水位より高くなると下流側の機器から自動的に排水され、設定水位に達すると自動的に排水が停止します。

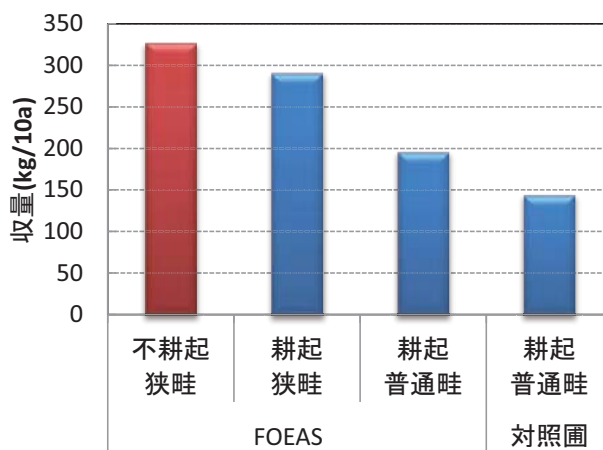
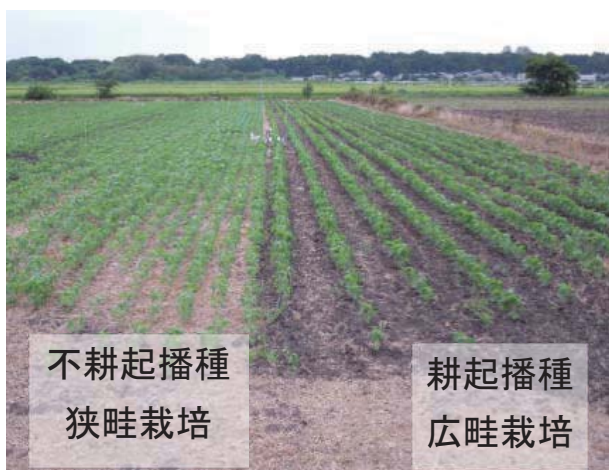


水田の高度利用へのシステムの活用の一例は、水稻の乾田直播栽培での出芽・苗立の安定です。播種後に雨が少なく表面が乾燥しているとき、地表面の色が変わる程度に地下灌漑を行うことにより、出芽・苗立を安定させることができます。



水稻乾田直播栽培における地下灌漑の様子（左）と苗立の安定化（右）

システムの活用の別の例は、転作大豆栽培です。梅雨期には湿害を避けるため、下流の機器を外して地下排水を促進します。夏期には、上流と下流の機器を地表面下約 30cm にセットして、この水位で地下灌漑を行います。これらにより、湿害と乾燥害の影響を小さくして収量を高位安定化させることができます。品種によっては、不耕起や狭畦栽培との組み合わせが有効です。



転作大豆栽培における地下排水促進（左）と地下水位制御による収量への効果（右）

### ① 注意点

このシステムの活用には、排水路の水位を適切に下げるなど、幾つかの留意点があります。詳しくは、下記の関連情報「水田輪作における地下水位制御システム活用マニュアル」をご参照下さい。インターネットから無料でダウンロードできます。

### ② 問い合わせ先

農研機構 農村工学研究所 防災研究調整役 電話 029-838-8193 (システムの概要)  
中央農業総合研究センター 情報広報課 電話 029-838-8979 (栽培への活用)

### ③ 関連情報

地下水位制御システム (FOEAS) 調査・設計・施工マニュアル改訂版 (H23. 7)  
水田輪作における地下水位制御システム活用マニュアル (H26. 1)

[http://www.naro.affrc.go.jp/publicity\\_report/publication/laboratory/narc/052038.html](http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/laboratory/narc/052038.html)

## 2 新しい農業の実現に向けた技術

### 1) 水田の高度利用農業

生産現場

普及関係者

# プラウ耕・グレーンドリル播種方式の 寒冷地向け乾田直播体系

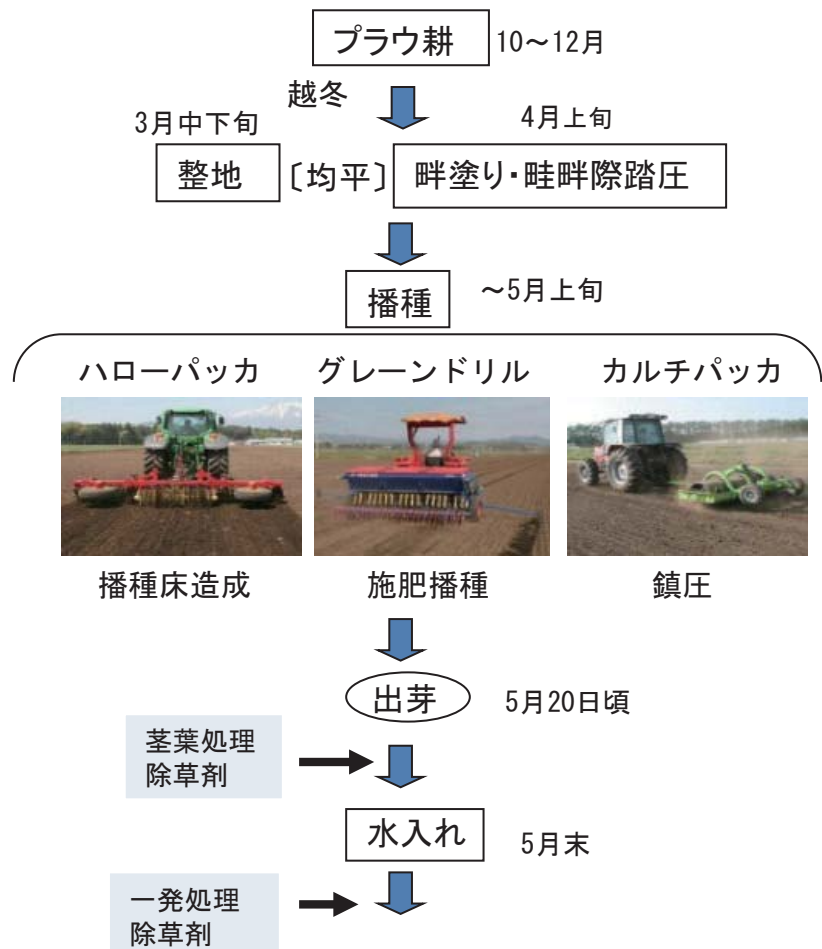
これまでの直播栽培は、作業速度や機械コスト、収量の面で生産コストの削減効果は必ずしも大きくありませんでした。また、乾田直播では、漏水や、苗立ちの不安定性、雑草対策等が普及拡大の障害となっていました。そこで、前年秋のプラウ耕と播種前後の鎮圧を組合せ、麦用グレーンドリルで高速播種する乾田直播栽培体系を開発しました。

この技術は、水田輪作に麦を大規模に取り入れている経営、乾田直播を大規模に導入したい経営に適しています。

乾田直播で苗立ちを良くするため、プラウ耕（チゼルプラウを含む）を実施し、融雪後の圃場乾燥を促進させます。

グレーンドリルを寒冷地の乾田直播に用いるためのポイントは、播種前後の鎮圧です。

除草体系は、水入れ前の選択性茎葉処理剤と水入れ後の一発処理剤の2回の体系を基本とします。



プラウ耕・グレーンドリルの播種方式乾田直播の作業体系

岩手県花巻市での実証試験の結果、良食味で稈長が短く直播適性の高い品種「萌えみのり」を用いれば、苗立ち数100本/m<sup>2</sup>以上で、通常の場合では600kg/10a程度の収量が得られます。

実証圃場の苗立ちおよび収量

年度	播種量 kg/10a	苗立ち数(率) 本/m <sup>2</sup> (%)	収量		穂数 本/m <sup>2</sup>	粒数 粒/m <sup>2</sup>	千粒重 g	登熟歩合 %
			全刈り kg/10a	坪刈り kg/10a				
2008	5.9	180(86)	610	691	546	31784	24.5	88.7
2009	5.2	144(79)	633	639	591	33063	24.0	80.8
2010	4.8	182(84)	615	636	492	31314	24.1	85.5
2011	4.6	96(61)	611	667	509	36925	24.2	75.4

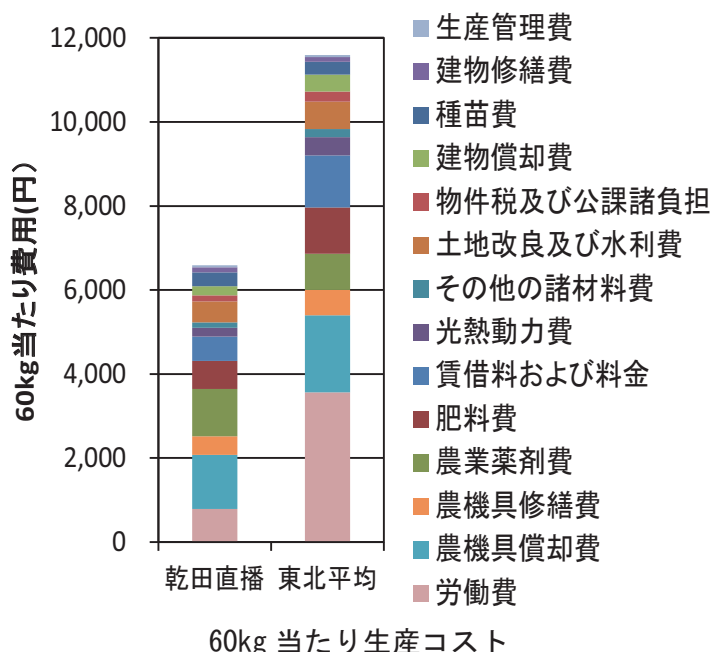
注1) 圃場は2007年に2筆を合筆して面積67.3a, 土質は灰色グライ土

注2) 品種は「萌えみのり」, 注3) 収量は粒厚1.9mm以上の精玄米

注4) 登熟歩合は精玄米粒数の粒数に対する割合

実証試験における10a当たり労働時間は約6時間です。

収量611kg/10aの場合、60kg当たり費用合計は6,587円であり、東北平均の57%まで低下します。



仙台平野は、肥沃で水持ちのよい土壌が多く、乾田直播の適地です。復興基盤整備が進むことで、本技術を導入する経営も増えると思われれます。そのような経営を技術面から支援します。

❗ 注意点

十分な経済効果を得るためには多収品種を用いることが前提であり、品種、肥効調節型肥料の混合比、作期などについて、地域性に配慮する必要があります。

❓ 問い合わせ先

農研機構 東北農業研究センター 業務推進室 電話 019-643-3419

i 関連情報

農研機構 技術紹介パンフレット

「乾田直播栽培技術マニュアル Ver. 2.3 - プラウ耕・グレーンドリル播種体系 -」

[http://www.naro.affrc.go.jp/publicity\\_report/publication/files/kanden2.pdf](http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/files/kanden2.pdf)

## 水稻品種「萌えみのり」の 鉄コーティング湛水散播栽培

田植機や育苗ハウスが使えなくなった場合でも、「萌えみのり」の鉄コーティング湛水直播なら、背負式動力散布機や、無人ヘリの作業委託により、播種機を購入せずに、「ひとめぼれ」の移植栽培並収量が得られます。また、専用点播機は田植機より安価であり、出芽の早い密封式鉄コーティングを使うと播種適期を広げることができます。

鉄コーティングの方法には、コーティング後苗箱等に広げて乾燥させる慣行式とポリ袋等で密封する密封式があり、慣行式よりも密封式の方が作業時間が短縮されます。10a 当たり播種作業時間は背負式動力散布機で 6.4 分・人、無人ヘリで 14.0 分・人です。密封式は開封後発熱するため 1 時間以内に播種する必要がありますが、散播の場合は播種時間が短いため十分可能です。

各コーティングの特徴

事項	密封式	慣行式
コーティング 作業時間 (分/5kg)	消毒, 浸種 12.8 コーティング 8.7	消毒, 浸種 12.2 コーティング+乾燥 20.1
重量増加率(乾籾比) 鉄0.5倍重	1.90倍	1.68倍
コーティング時発熱	なし	不十分な乾燥で発熱
播種時発熱	開封後1時間以内に播種	発熱なし
常温保存性	5日	数ヶ月
活用場面	個人コーティング 遅い播種時期	大規模コーティング 農閑期コーティング

密封式は慣行式より 1 葉到達が約 4 日早いですが、苗立率に差はなく 50%~80%です。播種量 5kg/10a で目標の苗立数 100-150 本/m<sup>2</sup> が得られます。

初期生育と苗立ち  
(3年、延べ10カ所)

処理	播種 日	播種 量 g/m <sup>2</sup>	1葉 到達 日数	苗立	
				率 %	本数 本/m <sup>2</sup>
慣行		5.2	18.8	66	120
密封		5.0	14.9	64	113
検定		-	***	ns	ns

\*\*\*は0.1%水準で有意差あり



密封式は慣行式より出穂が2日早いですが、収量、検査等級、食味はコーティングによる差はなく、一般品種の移植栽培と同等です。両コーティングとも倒伏程度は一般品種の移植栽培より小さいです。

現地試験における出穂期、全刈収量、検査等級と倒伏程度  
(3カ年、10カ所の平均)

品種	栽培 法	処理	出穂期	全刈 収量 kg/10a	籾数 100/m <sup>2</sup>	検査 等級 1-3	食味 官能 -3~3	稈長 cm	倒伏 程度 0-5
萌えみのり	散播	慣行	8/14 *	619 a	338 ns	1.3 a	0.0 ns	70.7 ns	0.1 ns
		密封	8/12	619 a	333	1.3 a	0.0	70.6	0.1
一般	移植			591 a		1.2 a			1.2

一般品種・移植栽培の倒伏程度は一部の試験場所のデータ

一般品種は「ひとめぼれ」、または「あきたこまち」

同じアルファベットは 5%水準で有意差がないことを示す

\*は5%水準で密封式と比べて有意差あり

食味官能試験は秋田県大仙市で移植栽培した「あきたこまち」を基準とした

無人ヘリ体系の米生産費用等 (2年平均)

無人ヘリ体系では、作業時間は約6時間/10aで平成21年統計値(全国15ha以上)の約40%に低下し、60kg当たり費用は統計値の約80%に低下します。

項目	単位	実証試験 (統計比%)
10aあたり費用合計	円	68,776 ( 93 )
資材費	円	46,072 ( 121 )
償却費	円	14,578 ( 90 )
労働費	円	8,126 ( 41 )
10aあたり労働時間	時間	5.8 ( 42 )
10aあたり収量	kg	580 ( 115 )
60kgあたり費用合計	円	7,132 ( 81 )

統計比は農林水産省「農業経営統計調査平成21年産米生産費」の全国15ha以上に対する比

### ❗ 注意点

「萌えみのり」は、葉いもち抵抗性が“やや弱”、穂いもち抵抗性が“中”のため、適切にいもち病の防除をして下さい。

### ❓ 問い合わせ先

農研機構 東北農業研究センター 業務推進室 電話 019-643-3419

### ① 関連情報

農研機構 技術紹介パンフレット「萌えみのり」の鉄コーティング直播栽培マニュアル (ver1.4)

[http://www.naro.affrc.go.jp/publicity\\_report/publication/pamphlet/tech-pamph/024281.html](http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/024281.html)

## 2 新しい農業の実現に向けた技術

### 1) 水田の高度利用農業

生産現場

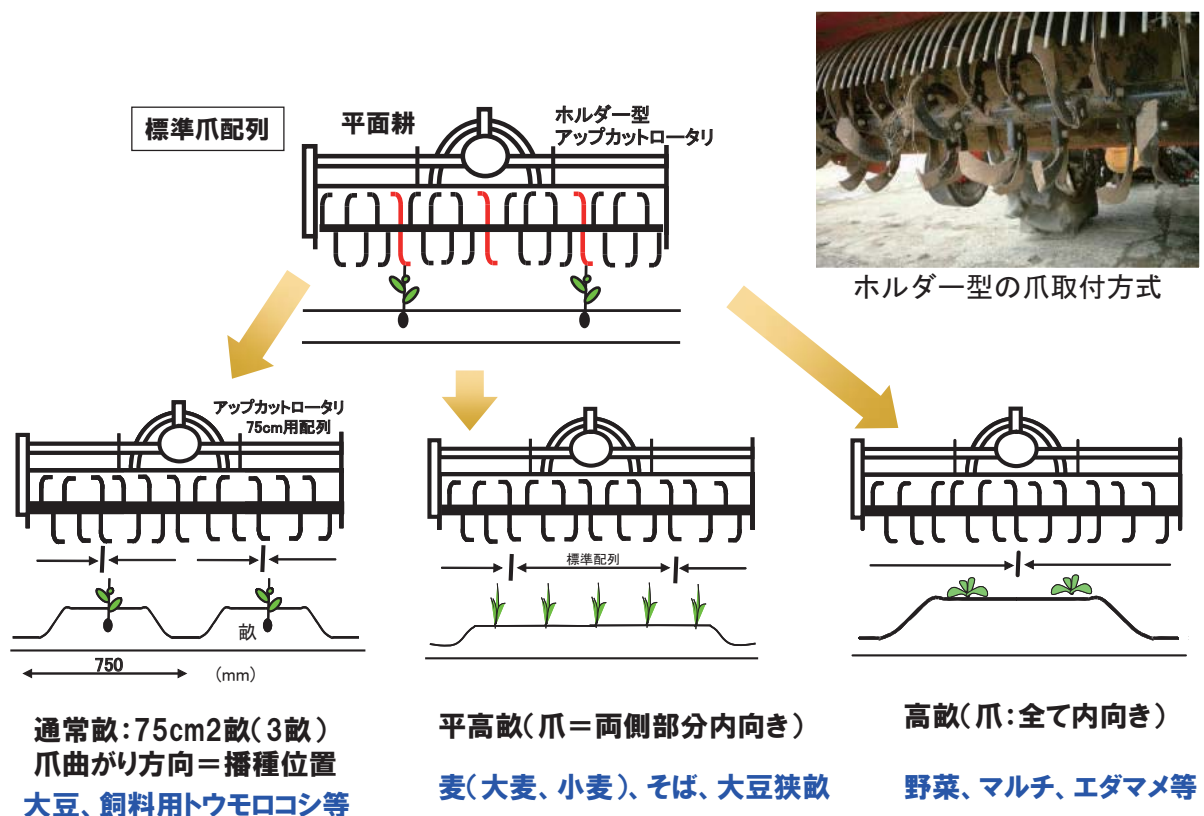
普及関係者

# 耕うん同時畝立て作業機を利用した 大豆・麦・野菜等の栽培

地震により排水性が低下した圃場で大豆・麦・野菜などを栽培すると、湿害を受ける可能性が高くなります。耕うんと同時に畝立てを行うことにより、湿害を軽減できます。さらに、同時に播種を行うことで、耕うんから播種までが一工程になり、作業性が向上し作業途中に降雨を受けるリスクが軽減されます。

作業機は、砕土性の高いアップカットロータリを使用しているため、全体の砕土性向上に加え、表層の播種床の土塊が細かくなります。耕うん爪の取付方法はホルダー型にしています。ロータリの場合、耕うん爪の曲がりの方向に、土塊が移動する特徴があるため、曲がりの方向を揃えることにより、畝の形を変えることができます。ホルダー型の場合、曲がりの方向を比較的自由に調整でき、しかも耕うん残りが出来にくくなります。標準爪配列では平らな状態、畝の中心に耕うん爪の曲がり方向を揃えると大豆、飼料用トウモロコシ等の通常畝（約75cm畝：畝幅調整可）、中央部分を標準配列にし、両側各約30cmを内向きにするとムギ、ソバ、大豆狭畦栽培等の平高畝、全て内向きにすると野菜等の高畝にすることができます。また、作業機を交換・追加することにより、マルチ展張作業、エダマメのマルチ同時直播作業等を行うことができます。耕うん幅150、160、170、180、220cmの5機種種の作業機が販売されています。

大豆通常栽培の場合、耕うん幅220cmのロータリでは、75cmの畝が3条同時に作れます。40ヶ所程度での現地試験の結果、多くの圃場で慣行栽培に比べ耕うん同時畝立て栽培の坪刈り収量が増加しました。特に慣行平播き栽培で収量が低い圃場ほど、収量が増加する割合が高い傾向が見られました。



爪配列と畝形状

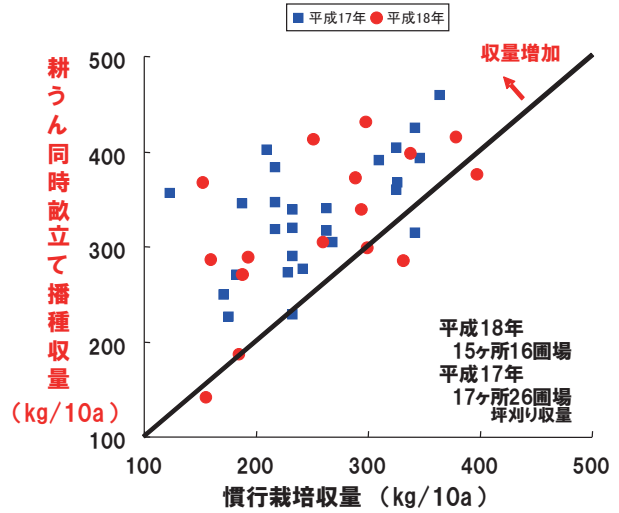
(左：ダイズ等の標準畝、中央：ムギ・ソバ等の平高畝、右：野菜等の高畝)



ダイズの耕うん同時畝立て播種作業機 (75cm 畝)



麦の耕うん同時畝立て播種作業機



ダイズの耕うん同時畝立て播種の収量

麦やソバ、大豆の狭畦栽培の場合は、播種条間が狭いため、耕うん幅の両端部分に排水溝を作りながら、播種を行います。成型板等を装着して、より深い溝を作ることもできます。

水田転換畑等で野菜を栽培する場合、排水性が悪く土壌の乾燥が進みにくい圃場では、十分に土塊を細かくすることができず、碎土性や作業性が低下する場合があります。そこで、土が細かくなりやすいアップカッターロータリを使用し、耕うんと同時に野菜用の畝立てマルチ展張作業を行う作業機により、省力的に作業を行うことができます。また、穴あきマルチを使用し、耕うんと同時に畝立てとマルチ展張に加え、穴位置にエダマメを直接播種する作業機により、移植栽培で必要なた育苗作業を省略できます。



耕うん同時畝立てマルチ作業機



エダマメ用耕うん同時畝立てマルチ直播作業機

① 注意点

暗きよ等の再整備や弾丸の施工、排水溝の明渠への接続等圃場排水も同時に実施する必要があります。

② 問い合わせ先

農研機構 中央農業総合研究センター 情報広報課 電話 029-838-8979

③ 関連情報

農研機構 「耕うん同時畝立て作業技術」パンフレット

<http://www.naro.affrc.go.jp/narc/contents/files/dlive-p09.pdf>



## 2 新しい農業の実現に向けた技術

### 1) 水田の高度利用農業

生産現場

普及関係者

行政担当者

民間企業

大学・試験研究機関

## 東北地域での栽培に適した新しい作物品種

全国の約1/4の農地を持つ東北地方は、日本の重要な食料生産基地です。被災地域は、稲、麦、大豆などの土地利用型作物の生産に大きな役割を担っています。ここで紹介する新品種は、直播適性、耐倒伏性、耐病性など栽培適性に優れており、地域農業の復興に役立てていただけると期待するものです。

### 水稲 ー直播栽培向け品種「萌えみのり」ー

「萌えみのり」は耐倒伏性が強く、直播栽培に適した良食味の食用米品種です。本品種の直播栽培では、一般品種の移植栽培と同等かそれ以上の収量が得られています。また、被災地の宮城県、岩手県で銘柄認定品種となっており、普及面積が着実に増加しています。本品種により、水稲栽培の省力・低コスト化が進み、商品性が高い作物への重点的な労力投入が行えます。



あきたこまち

萌えみのり

「萌えみのり」と「あきたこまち」の倒伏程度

### 麦 ー超強力小麦「銀河のちから」ー

「銀河のちから」はグルテンの力が非常に強い小麦で、地元で生産される軟質小麦、硬質小麦、もち小麦、そば、米粉等とブレンドすることにより、多彩な加工品を製造することができます。被災県の岩手県で奨励品種、宮城県で産地品種銘柄に指定されています。



米粉をブレンドしたパン



サービスエリアで販売されているラーメン



## 大豆 ー大粒で豆腐加工に適する寒冷地向け品種「シュウリュウ」ー

「シュウリュウ」は、東北地域北部に適した中生の早で耐病性と機械化適性を有し、豆腐などの加工適性の高い品種です。岩手県で奨励品種となっていて、被災地の沿岸地域においても高品質で安定生産が見込まれています。



シュウリュウ リュウホウ スズカリ



上：シュウリュウ豆腐  
下：市販品豆腐

## ナタネ ー寒冷地向けダブルローのナタネ品種「きらきら銀河」ー

従来のダブルロー品種よりも収量性が高い品種です。ダブルローの品種は、油にエルシン酸を含んでいないので食用油に適しており、種子中に家畜に有害なグルコシノレートをほとんど含んでいないために搾り粕を飼料として利用できます。



きらきら銀河 キザキノナタネ キラリボシ

### ❗ 注意点

導入・利用するには、信頼できる取り扱い先からの種子の入手と種子更新をお願いします。また、品種の自然交雑を避けるために他の品種と近接して栽培することは避けて下さい。

### ❓ 問い合わせ先

農研機構 東北農業研究センター 業務推進室 電話 019-643-3419

### i 関連情報

農研機構 「東北農業研究センターで育成した品種パンフレット（改訂版）」

[http://www.naro.affrc.go.jp/publicity\\_report/publication/pamphlet/kind-pamph/025187.html](http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/kind-pamph/025187.html)

## 2 新しい農業の実現に向けた技術

### 1) 水田の高度利用農業

生産現場

普及関係者

# IT を活用した水稻栽培管理システム

津波による被災地を含む東北地方の水田を対象に、各農家の圃場位置、品種、苗の葉齢、移植日に対応した水稻の生育状況、冷害・高温障害、いもち病と紋枯病の発生予測情報を提供する水稻栽培管理のための情報システムを運用しています。これらの情報は、携帯電話からも利用できるため、圃場での農作業の合間でも予測情報を確認できます。農家の圃場に冷害・高温障害や病害発生危険性が予測された場合には、警戒情報メールを自動配信し、圃場の調査および対策の実施を促します。

Google マップ上でユーザーの圃場の位置を選択し、品種（東北地方主要 12 品種）、移植日、移植日の葉齢を入力することにより、1 週間先までの生育（主稈葉齢、幼穂発育、玄米発育）を予測可能としました。湛水直播栽培の生育予測も可能です。1 ユーザー当たり 5 圃場の設定を登録可能とし、複数品種を栽培するユーザー等の利便性を高めています。



地図データ ©2016 Google, ZENRIN

### 入力画面

地図画像から自分の圃場をクリックして、品種、移植時の葉齢、移植日を入力します。



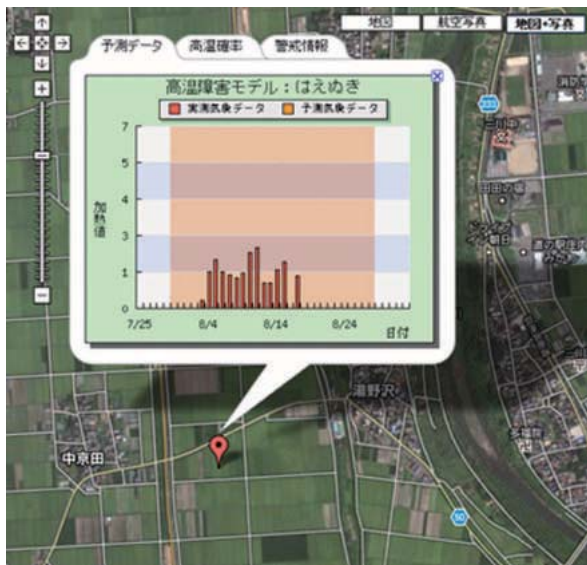
地図データ ©2016 Google, ZENRIN

### パソコンからのトップ画面

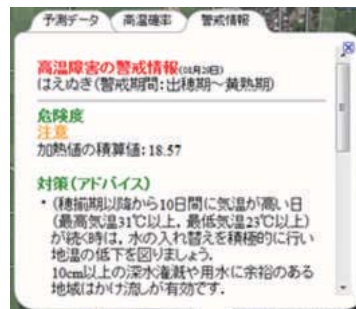
主稈葉齢モデルの平年値（青）、本年値（赤）が示されています。グラフの縦軸は主稈の葉数。本年は、8月中旬からの高温により成熟期は平年より 11 日早いのがわかります（右下）。



気象予測データに基づいてユーザー圃場での冷害や高温障害の危険期間を推定し、1週間先までの危険度を予測できます。予測された内容に応じた技術情報も表示され、被害の発生が予測される場合には、回避に向けた深水管理、用水掛け流し等の対策の効果的な実施が期待されます。



地図データ ©2016 Google, ZENRIN



### 高温障害発生予測モデルの結果

オレンジ色の部分は生育予測モデルから推定されたイネの高温障害危険期。平均気温が高温障害の発生する基準温度より高くなると加熱値が算出されます（加熱値＝平均気温－基準温度）。加熱値の積算が大きいほど、高温障害の危険が高くなります（警戒情報）。

イネいもち病発生予察システム（BLASTAM）を用いて、5日先までのいもち病菌の感染好適条件を予測できます。また、イネ紋枯病発生予察システム（BLIGHTAS）を用いて、現在までの紋枯病の被害度を推定できます。これらの病害発生に関する予測・推定情報により、今後の薬剤散布による防除対策の効果的な実施が期待されます。



地図データ ©2016 Google, ZENRIN

### イネいもち病発生予察システム（BLASTAM）の結果

右の棒グラフは、BLASTAMによる当日～5日先の感染好適条件の出現予測結果。左上の葉いもち対策カレンダーでは、各日の背景色によって過去の感染好適条件の出現が示されます。また、いもち病に対する注意喚起や薬剤散布に関する情報なども状況に応じて表示されます。

携帯電話からも利用できるシステムとしたことから、農作業の合間に圃場からでも予測情報を確認できるなど、ユーザーの利便性は高く、日常的な利用が期待できます。ユーザー圃場に冷害・高温障害および病害発生の危険性が予測されたときは、警戒情報メールを自動配信して、効果的な圃場の調査および対策を促すことが期待できます。ユーザーはパソコンおよび携帯端末から圃場の様子、警戒情報に対する対策、システムへの質問等をシステム管理者へ送信できるほか、ユーザー間の情報交換も可能であることから、本システムを通じて被害回避に向けた技術の普及や高度化も期待できます。

### ① 注意点

本システムの使用には、ユーザー登録が必要です。システムの初期画面 (<http://map2.wat.soft.iwate-pu.ac.jp/>) からユーザー登録画面に入ってください、利用規約に同意して、氏名、住所、メールアドレス等を入力すると、パソコンのメールアドレスにIDとパスワードが発行されます。初期画面にIDとパスワードを入力すると使用できるようになります。使用料は無料（別途通信料が必要）で、東北地方の4-10月の稲作期に運用しています。

### ② 問い合わせ先

農研機構 東北農業研究センター 業務推進室 電話 019-643-3419

### ③ 関連情報

グリーンレポート No. 522 (2012年12月号) P. 10-11 (全農)

## 2 新しい農業の実現に向けた技術

### 1) 水田の高度利用農業

生産現場

普及関係者

行政担当者

民間企業

大学・試験研究機関

# 土地利用型大規模経営向け 運転支援・作業自動化技術

測位衛星等を用いた省力化・高精度作業のための運転支援技術、農作業ロボットを活用した作業自動化技術により、大区画水田での作業を省力化します。水田輪作体系へ適用することで、高能率な作業を実現することができます。

ジャイロと加速度センサを内蔵した高精度・高安定ハイブリッドGNSS（グローバル・ナビゲーション・サテライト・システム）航法装置 –高精度作業のための運転支援技術–

衛星測位部と3軸ジャイロ、加速度センサを内蔵する一体型航法システムです。測位衛星からの位置情報と速度、加速度、3軸方向情報などを組み合わせ、位置、方向、速度の情報の安定化と精度向上を図り、防風林付近でも位置精度±40cm以内で作業できます。

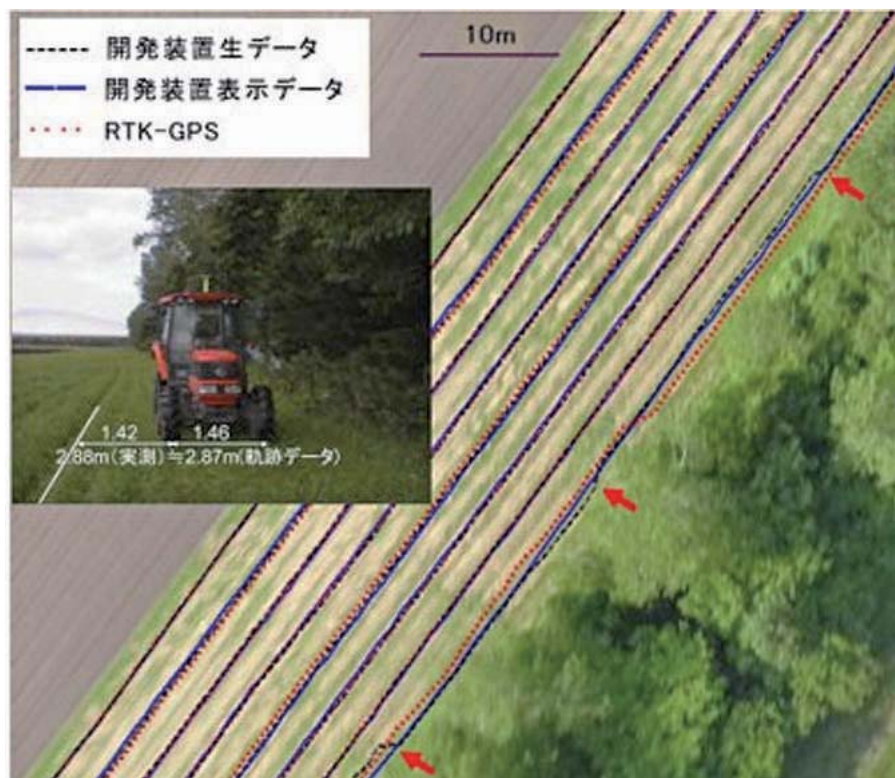
ジオサーフ株式会社との共同研究成果です。東京計器株式会社からAG-RiDERの商品名で販売しています。



製品版コンソール（上）と  
2次元ガイダンスビュー（下）



ハイブリッドGNSS



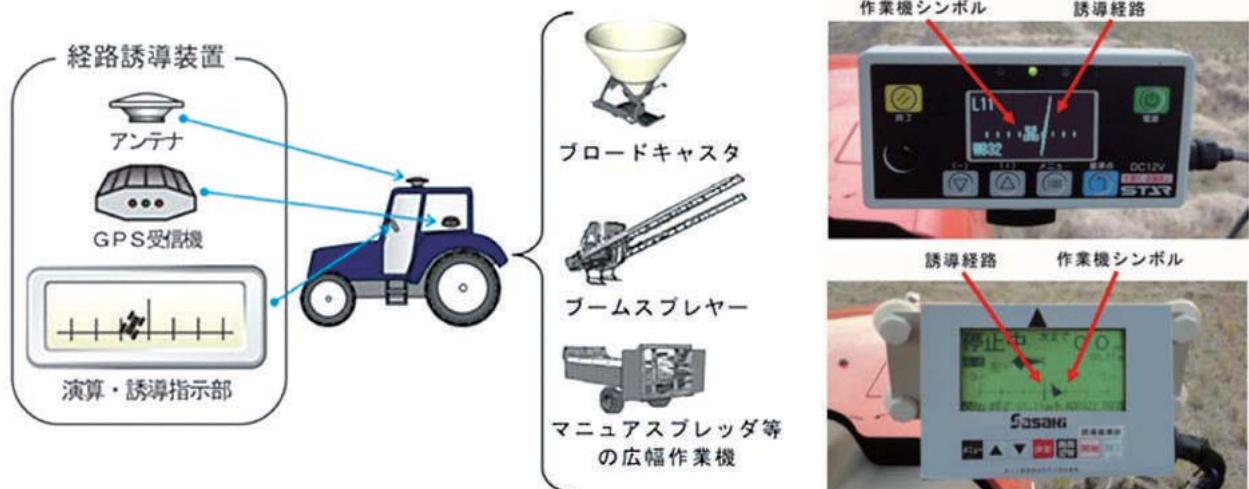
防風林付近での走行軌跡



## 作業機との連携機能を備え汎用的に利用できる経路誘導装置

### －省力化のための運転支援技術－

GPSの位置情報に基づき、任意の2地点を結ぶ基準直線に対して等間隔で平行な直線作業経路を作業者に指示し誘導する装置です。施肥、農薬散布、堆肥散布などの作業幅の広い作業に汎用的に利用でき、誘導経路間隔の設定、作業機の動作の開始・停止を自動的に行うことができます。



開発機の構成と適応作業機の例

市販された誘導装置

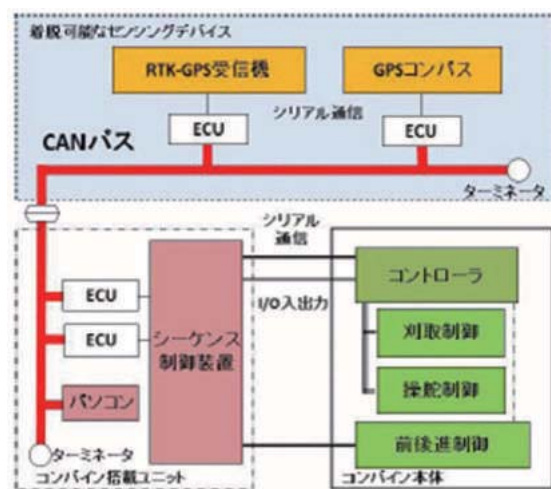
## CANバス利用によりセンシングデバイスの共用が容易な自脱コンバインロボット

### －農作業ロボットを活用した作業自動化技術－

開発したコンバインロボットは、GPS等のセンシングデバイスからの情報に基づき、予め計画した目標経路に追従して自律走行による収穫作業を行います。さらにCAN（コントローラー・エリア・ネットワーク）バスを介した制御によりセンシングデバイスの着脱と共用は容易になり、ロボット農作業体系のコストを低減できます。



コンバインロボット



コンバインロボットの制御ブロック図

## ② 問い合わせ先

農研機構 中央農業総合研究センター 企画管理部情報広報課 電話 029-838-8979  
 北海道農業研究センター 企画管理部情報広報課 電話 011-857-9450  
 生物系特定産業技術研究支援センター 企画部機械化情報課 電話 048-654-7030

## ① 関連情報

農研機構 成果情報

「ジャイロと加速度センサを内蔵した高精度・高安定ハイブリッドGNSS航法装置」

[https://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/harc/2011/160d0\\_01\\_27.html](https://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/harc/2011/160d0_01_27.html)

「作業機との連携機能を備え汎用的に利用できる経路誘導装置」

[https://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/brain/2011/600b0\\_01\\_64.html](https://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/brain/2011/600b0_01_64.html)

「CANバス利用によりセンシングデバイスの共用が容易な自脱コンバインロボット」

<https://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/narc/2010/narc10-25.html>

## 2 新しい農業の実現に向けた技術

### 1) 水田の高度利用農業

生産現場

普及関係者

行政担当者

# 農家が使える無資材・迅速な穿孔暗渠機 「カットドレーン」

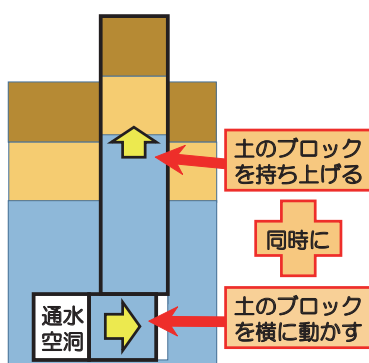
畑作物の生産力を強化する上で、圃場の排水改良は不可欠である。しかし、排水対策としての暗渠の老朽化と性能低下による排水不良が現場の課題となっています。そこで、新たに開発した穿孔暗渠機「カットドレーン」は、農家自らが、資材を使わず迅速・簡単に、暗渠と同様の排水機能をもつ通水空洞を構築でき、低コスト排水改良として活用できます。

暗渠と同様の排水効果があり、農家が簡単に施工できる排水改良技術である穿孔暗渠機「カットドレーン」は、管路や疎水材を用いることなく、トラクターに装着した施工ユニットを土に挿入するだけで、暗渠と同じ70cmまでの任意の深度に10cm四方の大きな通水空洞を作ることができます。この空洞の成形方法は、従来の弾丸暗渠と異なり、土を2つの四角形のブロックに切り出して動かすことで通水空洞が確保されることから、これまでにない独創的な新しい方法です。

カットドレーンは、土を切断する点と溝の横側に空洞を成形する点により空洞の崩落を防ぎ、施工に適する泥炭土や重粘土において、おおよそ3～5年ほど空洞が維持されます。また、この穿孔した空洞をとおして排水が促進されます。



穿孔暗渠機「カットドレーン」の外観



穿孔方法



グライ土での施工状況  
(上: 施工後、下: 2年目)

降雨後の排水状況

カットドレーンの施工概要



秋コムギの播種前にカットドレーンを施工した圃場では、多雨時でも表面滞水が発生せず、土壌水分が低く保たれ、機械走行が可能な圃場の状態が保たれます。一方、未施工圃場では、全面が表面滞水し、土壌が軟弱な状態となり、降雨後に農作業ができない圃場の状態になります。このように、カットドレーンによる排水性の確保は、適切な農作業の実施に貢献します。

また、カットドレーンは、暗渠としての排水機能を有しており、大豆などの湿害に弱い畑作物の生育に適した土壌条件を確保し、湿害回避による増収効果を発揮します。



表面滞水と秋コムギ生育の状況（左：カットドレーン区、右：対照区）



大豆生育の状況（左：カットドレーン区、右：対照区）

### 穿孔暗渠機「カットドレーン」の施工効果

#### カットドレーン施工による畑作物の増収効果

土壌	作物	カットドレーン区 の収量(kg/10a)	対照区との 収量比
灰色低地土	ダイズ	246	105
灰色低地土	ジャガイモ	4,430	112
泥炭土	コムギ	659	111
泥炭土	アズキ	161	118
泥炭土	テンサイ	6,330	112

#### ① 注意点

使用にあたっては、次の点に留意してください。砂 50% 以上又は土性（農学会法）S・SLでは使用できず、Lの土壌では耐用期間が短くなります。砂礫層或いは5cmを超える石礫に富む場合、直径5cmを超える埋木がある場合は施工できません。

#### ② 問い合わせ先

農研機構 農村工学研究所 防災研究調整役 電話 029-838-8193

#### ③ 関連情報

農研機構 成果情報 「農家が使える無資材・迅速な穿孔暗渠機「カットドレーン」」  
[https://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/nkk/2013/13\\_001.html](https://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/nkk/2013/13_001.html)  
 株式会社北海コーキ 「カットドレーン」パンフレット  
<http://hokkai-koki.sakura.ne.jp/products/late/kcdm/>

## 2 新しい農業の実現に向けた技術

### 1) 水田の高度利用農業

生産現場

普及関係者

行政担当者

# 畦畔法面におけるシバ (*Zoysia japonica*) の 二重ネット工法による植栽技術

被災地の復旧による農地の規模拡大に伴い、畦畔法面の拡大も進みます。特に、急傾斜地の多い中山間地域の復興現場においては、急斜度の畦畔法面となるため、畦畔管理の省力化が喫緊の課題です。そこで、解決策の一つとして、低草高で管理し易いシバ (*Zoysia japonica*) を主体とする芝生畦畔への速やかな植生転換を実現するため、急斜度の畦畔法面においても、生産者が植栽が容易にできる『シバ二重ネット工法』を提案します。

### 芝生畦畔について

通常の雑草畦畔では年4回程度の草刈りが必要ですが、芝生畦畔では少なくとも夏期の草刈りを1回削減できます。さらに、芝生畦畔では足元の状況が確認し易く、草刈時に転倒の危険性が低くなります。しかし、従来の張芝工法やポット苗工法では、斜度30°から45°の畦畔法面では生産者らによるシバの植栽は難しく、植生転換は進みませんでした。



ロール (シバ二重ネット)



シバ二重ネットの展開



芝生畦畔

### シバ二重ネットの施工方法

シバ二重ネット工法では、あらかじめ前植生を野焼きや除草剤で処理したところに、5cmの床土を入れて、6月上旬に畦畔の天端から、ほぐし芝を挟んだ木綿の二重ネットを展開し、直ちに1cmの目土を入れます。

畦畔法面では灌水が難しいため、シバの植栽は入梅期6月に実施、植栽年には9月に1回、次年からは5月、7月および9月の年3回の刈取りで、おおむね2年から3年で芝生畦畔が成立します。



## シバ二重ネット工法の利点

シバ二重ネット工法では、前植生の除去が必要なものの、斜度 30° から 45° の畦畔法面において、生産者ら 5 人程度の小人数の組作業で、従来の植栽工法よりも高い作業能率でシバが植栽できます。

シバ二重ネット工法による植栽例

施工例	日時	作業内容	作業者	作業能率 (m <sup>2</sup> /人時)
①福山市 天端12m、法長6m 斜度30°	4月17日	9:00 床土入れ	男性4名	18
		10:00		
	6月5日	9:00 二重ネット展開、 10:10 目土入れ、散水	男性4名	16
②福山市 天端21m、法長6m 斜度35°	4月24日	9:00 床土入れ	男性4名	21
		10:30		
	6月4日	9:00 二重ネット展開、 10:30 目土入れ、散水	男性5名	17
③陸前高田市 <sup>2)</sup> 天端40m、法長1.2m 斜度45°	6月11日	10:30 二重ネット展開、	男性4名	10
		11:40 目土入れ、散水		

1) 機材として、床土、目土入れに①、②では、トラクター55馬力、バケット幅1.6mをそれぞれ1台ずつ、③ではトラック2トンと一輪車を1台ずつ用いた。①、②、③いずれも運搬車、散水機、トンボ、箒、スコップ、鍬、目串等を用いた。

2) 新規造成圃場のため、床土無しで施工した。

## 畦畔法面におけるシバ二重ネット工法と従来工法との作業等比較

工法	作業者	人数	作業能率 (m <sup>2</sup> /人時)	資材費 (円/m <sup>2</sup> )	養生期間
二重ネット工法	農家	5	16	800~850	2~3年
張芝工法 <sup>2)</sup>	技能者	-	6	500~950	2~3か月
ポット苗工法 <sup>3)</sup>	農家	10	2~8	200~800	2~3年
種子吹付法 <sup>4)</sup>	技能者	-	10~100	200~2,500	1~2年

1) 施工法面の規模は、表1の①と②を参照のこと。

2) 切芝は竹串で法面に固定する。

3) 植栽時に25cm~50cm間隔でセル苗を法面に打ち込む。

4) 種子吹付機等で法面に吹き付ける資材の厚さは1mm~50mm。

## ❗ 注意点

シバは在来品種「朝駆」、「朝萌」、「ひめの」等が適し、木綿の二重ネットには、ほぐし苗として、新鮮重で 200 g / m<sup>2</sup>、本数で 400 本 / m<sup>2</sup>程度が挟持されています。床土、目土には真砂土を用います。新規造成圃場では前植生の処理および床土は、不要な場合もあります。

## ❓ 問い合わせ先

農研機構 近畿中国四国農研センター 水田作研究領域 電話 084-923-4100 (代表)

## ① 関連情報

農研機構 技術紹介パンフレット

「畦畔法面における二重ネット工法を用いたシバ (Zoysia japonica) の植栽技術」

生産者等向けおよび普及員等向け

[http://www.naro.affrc.go.jp/publicity\\_report/publication/laboratory/warc/059322.html](http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/laboratory/warc/059322.html)

## 施設園芸栽培の省力化・高品質化

地震とそれに伴う津波により、東北地方の海岸地域の園芸施設は大きな被害を受けました。従来の施設栽培ではハウスの規模が小さいため高度なシステムが導入できず、装置化した先進的栽培を行うことが困難でした。そこで、環境計測・制御の高度な装置化・自動化や、高機能環境制御・情報利用システムを導入した大規模生産施設での大幅な省力化や緻密な生育管理による高品質・多収生産を実証しています。このほか、大規模施設以外についても、高断熱資材（布団資材）で保温性を高め、ダブルアーチで構造強化したパイプハウスや温室内の気流・気温分布を改善するための制御手法を開発しました。

### 大規模生産における省力化・高品質化のキーテク

#### A 高機能環境・生育制御システム

作物に好適な環境を創出するためには、合理的な制御が可能なコンピュータシステムが必須です。ユビキタス環境制御システム（UECS）は、ネットワーク通信により低コストで高機能な制御が可能な次世代型のシステムです。通信規格が公開されてメーカー間の互換性が確保されています。今までになかった高度な環境管理ソフトウェアが開発されつつあります。



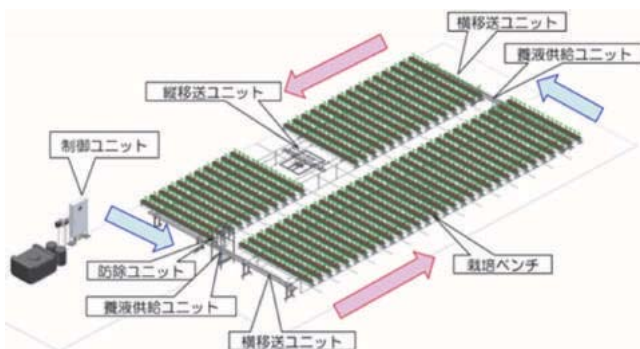
UECS の環境管理ソフトウェアの例



養液栽培による低段摘心トマトの高糖度生産

#### B 作業自動化システム

大規模生産では、各種作業の合理化と自動化が重要です。移動栽培システムは、人間が移動するのではなく、作物が移動するもので、列間に人が入る必要がないので密植が可能で、作物管理の場所を特定の場所で行えるメリットがあります。



イチゴの移動コンテナ式栽培システム

#### C 総合的病害虫管理（IPM）技術

大規模生産では、化学農薬の散布を極力抑えるため、天敵や紫外線の利用などの物理的手法を取り入れた、総合的病害虫管理（IPM）技術が重要です。



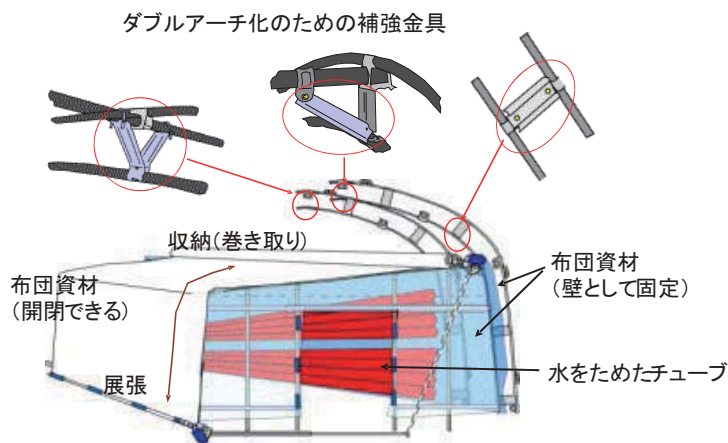
ハダニ類の天敵のチリカブリダニ

#### ⚠ 注意点

大規模生産施設では初期コストが高価です。大人数の雇用が必要で、その効率的な運用が経営的にも大きく影響します。持続的な生産のために、排水や残渣の適正な処理、再生可能エネルギーの導入など、地域環境・地球環境に配慮した手法の導入が望まれます。

## 高断熱資材で保温性を高め、ダブルアーチで構造強化したパイプハウス

布団資材（多層断熱被覆資材）を内張りに利用することでパイプハウスの保温性能が向上し、暖房負荷が慣行ハウスの約半分になります。さらに、水蓄熱併用で暖房負荷を慣行2重被覆ハウスの3分の1に軽減できます。

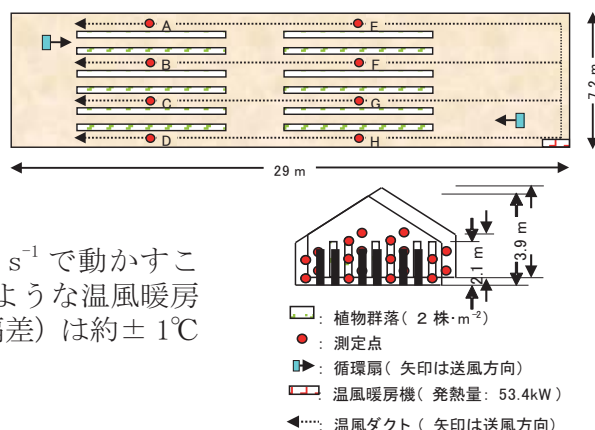


ダブルアーチ構造の採用により、25.4mmパイプハウスでも耐風速 35m/s 以上の強度が得られます。

ダブルアーチの強度向上と施工性改善のために、アーチパイプを2重にして連結する部材（鋼板製平行補強金具）に加えて、アーチパイプと桁行き直管と直交させて連結する部材（鋼板製直交補強金具）およびアーチパイプと妻面とを連結する部材（鋼板製妻金具）を新たに開発しました。

## 温室内の気流・気温分布を改善するための循環扇の制御手法

温室内の気流は、温度、湿度、二酸化炭素濃度等の均一化、作物の結露抑制などに寄与します。循環扇は出力の小さなモーターで大量の空気を動かすことができるので、温室内の空気流動に有効な環境制御装置です。例えば、トマトのような丈の高い作物を生産する温室で、1000m<sup>2</sup> 当たり 5～10 台循環扇（風量 79m<sup>3</sup>・min<sup>-1</sup>）を導入すると、室内の空気を 0.3～0.5・s<sup>-1</sup> で動かすことができ、ダクトの風上と風下に気温差を生じるような温風暖房でも、その気温差（右図の 20ヶ所での気温の標準偏差）は約±1℃に制御できました。



## 🔍 問い合わせ先

農研機構 野菜茶業研究所 野菜生産技術研究領域 電話 029-838-8823  
(省力化・高品質化)

近畿中国四国農業研究センター 傾斜地園芸研究領域 電話 0877-62-0800(代)  
(ダブルアーチパイプハウス)

農村工学研究所 防災研究調整役 電話 029-838-8193 (循環扇制御手法)

## 📄 関連情報

農研機構 成果情報

「高断熱資材で保温性を高め、ダブルアーチで構造強化したパイプハウス」

[https://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/warc/2012/141c0\\_01\\_16.html](https://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/warc/2012/141c0_01_16.html)

「温室内の気流・気温分布を改善するための循環扇の制御手法」

[https://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/nkk/2011/141b0\\_10\\_02.html](https://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/nkk/2011/141b0_10_02.html)

次世代型パイプハウスの開発

[http://www.naro.affrc.go.jp/publicity\\_report/publication/files/warc\\_manual\\_next-generation\\_greenhouse\\_20130114.pdf](http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/files/warc_manual_next-generation_greenhouse_20130114.pdf)

超省エネ・高強度な次世代型パイプハウス施工マニュアル

[https://www.naro.affrc.go.jp/publicity\\_report/publication/files/warc\\_manual-ultra-energy-saving\\_and\\_high-strength\\_greenhouse\\_20130112.pdf](https://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/files/warc_manual-ultra-energy-saving_and_high-strength_greenhouse_20130112.pdf)

温室における循環扇の設置マニュアル, 農研機構農村工学研究所, pp.16, ISBN-978-4-9904324-5-4



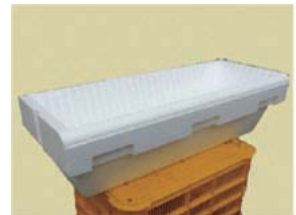
## イチゴ産地の早期復興を支援する

津波により被災した東北地方有数のイチゴ産地である宮城県山元町、亶理町の早期復興を支援するために、除塩未了地区や新規営農団地で生産再開に適した高設栽培ほかの新技术の導入・営農指導をサポートしています。また、東北地方の気象条件を活かした夏秋生産に適した優良品種の育成、栽培技術も開発しています。このほか、東北地域でも活用できる環境保全的なうどんこ病菌、アブラムシ類、ナミハダニ等が防除できる蒸熱処理装置を開発しました。

### 早期の産地復興のために高設栽培の導入・栽培指導を支援するための取組み

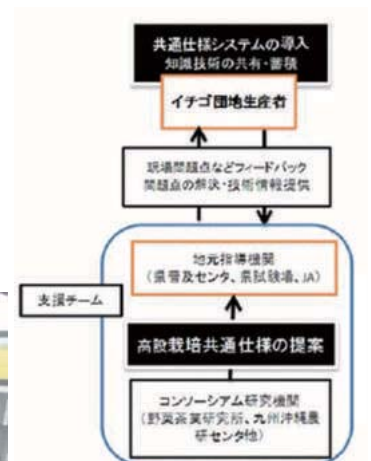
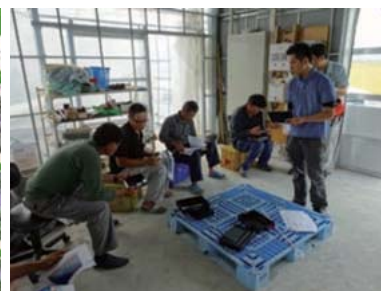
除塩未了地区や新規営農地で、速やかに生産を再開するため、高設栽培の導入にあたり、栽培技術の共有や蓄積、栽培指導や問題解決を効率よく行うため、民間企業や県、JAなどが開発した多数のシステムから現地のニーズに即したイチゴ高設栽培の共通仕様を構築し、提案しています。

独立した発泡スチロール製栽培槽を用いる独立プランタ型栽培ベッドを共通仕様として採択しました。独立プランタなので、土壌病害被害の拡大を抑制でき、地盤沈下で栽培ベッドが沈下しても排水が滞留しません。また、連続型ベッドで必要となる培地を包む防根シートがないため、シートの目詰まりによる排水不良が生じません。



寒冷地では培地加温が有用ですが、連続型ベッドで用いられる熱交換パイプは、共通仕様として採用した独立型の栽培槽には構造上、設置が困難です。そこで、クラウン加温システムを利用すると、低温期の生育促進と暖房用燃料消費量の削減が図れます（クラウン温度制御装置は市販されています）。

UECS ベースの環境データ（気温、湿度、CO<sub>2</sub>濃度、生育状況）モニタリングシステムを試験的に導入しています。試験導入後には、定期的な勉強会を開催し、コミュニケーションの活性化とともに、技術、ノウハウの蓄積を図っています。その中で、ICTを活用した情報共有システムの有効性を実証しています。



イチゴ団地における  
地元指導機関および  
研究機関の指導体制

## 夏秋期に美味しく大きい果実を生産できる四季成り性品種「なつあかり」

夏期冷涼な東北地方では、イチゴの端境期となる夏秋期に国産イチゴを生産・供給できます。とくに、四季成り性品種「なつあかり」（農研機構東北農業研究センター育成）は、大果で糖度が高い特性を持ち、夏秋期に美味しく大きい果実を生産できます。「なつあかり」は、夏期にやや花を着けにくい性質を持っていますが、長日処理（電照）を行うことで着花を促進でき、増収となります。

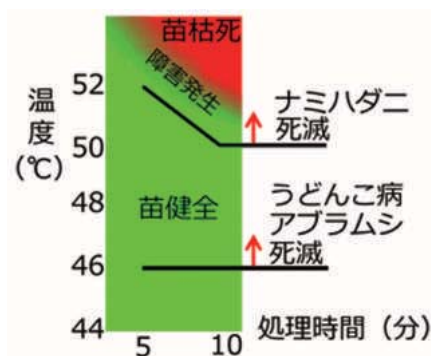
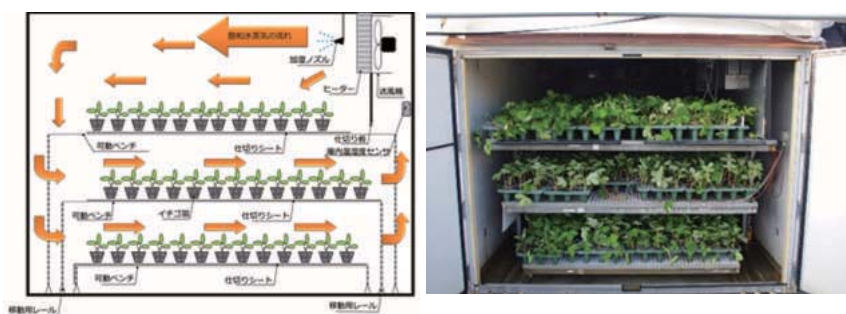


美味しく大きい四季成り性品種  
「なつあかり」

長日処理（電照）による着花促進

## うどんこ病菌、アブラムシ類、ナミハダニ等が防除できる蒸熱処理装置

この装置は、内部をほぼ飽和した水蒸気で満たし、湿度を保ったまま加熱しながら気流を循環させることにより、苗の温度を均一に上昇させ、葉面に寄生した病害虫を熱により殺虫殺菌します。イチゴ苗に寄生するうどんこ病菌、アブラムシ類、ナミハダニ等は、50℃ 10 分間の蒸熱処理で、同時防除できます。



九州の盛夏期の苗（あまおう・さがほのか）では、50℃ 10 分の蒸熱処理で、経済栽培上問題となるような障害は生じません。（※耐熱性は、品種、育苗ステージ、前歴温度などにより、異なる可能性があるので注意）

### ① 注意点

「なつあかり」苗の入手先：

[http://www.naro.affrc.go.jp/tarc/symple\\_blog/hinsyu/025658.html](http://www.naro.affrc.go.jp/tarc/symple_blog/hinsyu/025658.html)

### ② 問い合わせ先

農研機構 東北農業研究センター 業務推進室長 電話 019-643-3419（なつあかり）

農研機構 野菜茶業研究所 野菜生産技術研究領域長 電話 029-838-8528（高設栽培）

農研機構 九州沖縄農業研究センター 広報普及室 電話 096-242-7682（蒸熱処理装置）

### ③ 関連情報

農研機構 技術紹介パンフレット

「東北地域における四季成り性品種を利用した夏秋どりイチゴの栽培技術」

[http://www.naro.affrc.go.jp/publicity\\_report/publication/files/sikinari\\_ichigo.pdf](http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/files/sikinari_ichigo.pdf)

「四季成り性イチゴ「なつあかり」における増収のための長日処理方法」

<http://www.naro.affrc.go.jp/org/tarc/seika/jyouhou/H25/yasaikaki/H25yasaikaki001.html>

植物苗の病害虫防除方法及び設備 特許第 5751476 号

植物苗の病害虫防除設備 特許第 5413615 号

植物苗の病害虫防除装置 特許第 5481670 号

農業新技術 2009 解説編 イチゴのクラウン温度制御

[http://www.s.affrc.go.jp/docs/pdf/2009\\_explain.pdf](http://www.s.affrc.go.jp/docs/pdf/2009_explain.pdf)



## トマトの高収益周年生産システム

被災した園芸産地において、新たな生産システムを導入し、将来に向けた安定生産が求められています。低段密植養液栽培は、年間3～4回の周年生産が可能で、技術が平準化されています。そのため、新規の参入者が技術習得と習熟をする上でも有利な栽培システムです。

本栽培システムにおいて、安定した収量が得られるような育苗方法と品種を組み合わせることにより、復興の現場においても、高品質な果菜類の安定生産が可能となります。

### 低段密植養液栽培に適した育苗法

土耕栽培で高品質安定生産を実現するには草姿の制御が重要です。養液栽培環境でも、草勢が制御可能な栽培法を開発しています。

### 理想的な初期の草姿(土耕)



養液栽培では、過繁茂になりやすく、収量が低下



### 育苗法の改善が効果的



低段密植養液栽培に適した育苗法

### 低段密植に適した栽培法

条間 130cm、株間 15cm で、10a 当たり約 5000 株の定植が可能となります。初期の過繁茂を抑制することで、光合成が適切に行われ、高品質のトマトが安定生産されるとともに、防除などの栽培管理、収穫などが容易になります。



低段密植養液栽培によるトマトの栽培

### 低段密植に適した栽培品種

3～4 果房の収穫を想定した際に、高所作業車を使用しなくても管理および収穫が可能で、節間であるとともに、良食味の果実が得られるトマト品種が適します。現在までのところ、“桃太郎ヨーク”および“スーパー優美”などの品種が有望です。※品種に関しては現在検討中です。今後よりよい品種が育種・選定される可能性があります。



低段密植養液栽培による収穫期の桃太郎ヨーク



## 一段密植栽培向けトマト着果処理ロボット

着果ホルモン剤は生長点に付着させたり、同一花房に複数回噴霧すると生理障害を引き起こすことがあるので、手作業によって、花房を確認しながら行われていて多くの時間を要しています。そこで、草姿が単純な一段密植栽培向けに、着果処理ロボットを開発しました。

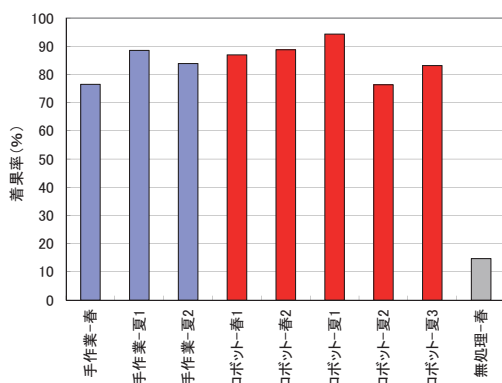
着果処理ロボットは、走行部と手動昇降装置、噴霧ノズル、ノズルの縦横移動および伸縮を行う3台の電動シリンダ、カメラ、LED光源、バッテリー、制御部などから構成されています。

作業の際には、通路に敷設した磁気テープに沿って走行します。また、栽培ベッドの下部に設置されたQRコードを読み取って、位置を計算します。

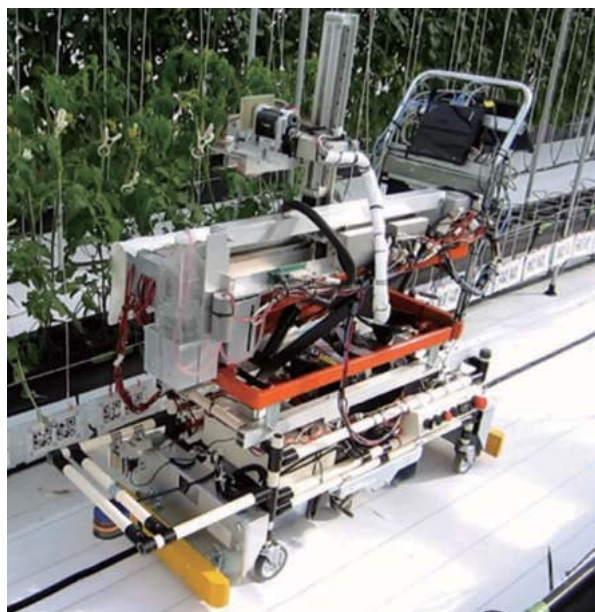
機体寸法	全長1,425×全幅480mm 全高1,250~1,750mm (手動昇降装置により変動)
走行部	磁気テープ追従式 障害物検出センサ搭載
必要通路幅	QRコード認識による位置検出 800mm、カメラ主基間500mm
電源	車載用12Vバッテリー2個(合計24V)
花房検出カメラ	カラーCMOSカメラ34万画素 LED照明
制御部	CPU Core2 Duo E4600 2.4GHz メモリ1GB
噴霧ノズル	二股ノズル 噴霧量1花房あたり4ml
ノズル可動範囲	上下300mm、前後600mm ノズル伸縮200mm
処理可能高さ	花房平均地上高950~1,450mm ばらつき±150mmの範囲

トマトの花弁と茎葉を色相の違いから認識します。また、花房の花弁面積から開花数を推定し、着果処理適期の花房に着果ホルモン剤をスポット噴霧します。さらに、一度処理した花房の位置を記憶するので、次の走行では未処理の花房にだけ着果処理を行います。

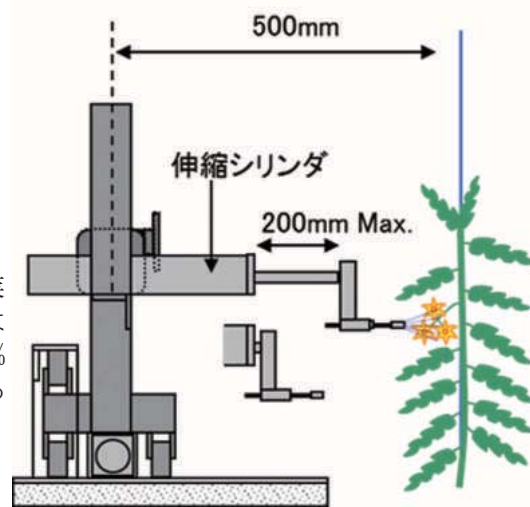
十分な認識率を得るために、誘引作業時に花房を、ロボットからよく見えるように通路側に向けておく必要があります。また、昼間は花房認識率が低下するため、ロボットの稼働は人間が作業できない時間帯を有効に活用して、夜間に稼働させます。



ロボットと手作業による着果率では双方とも平均85%程度で有意差はありませんでした。



一段密植栽培向け  
トマト着果処理ロボット  
(本体下に見える磁気テープに沿って走行)



トマト着果処理ロボットの  
噴霧動作

### ⚠ 注意点

得られた知見は、地域の気象および環境条件により異なります。基本的な栽培技術にしたがって、現地の状況に合わせた技術の改良・調整が必要です。

### 🔍 問い合わせ先

農研機構 野菜茶業研究所 野菜生産技術研究領域 電話 029-838-8823

### 📄 関連情報

農研機構 成果情報

「トマト一段密植栽培用の着果処理ロボット」

[https://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/vegetea/2014/vegetea14\\_s01.html](https://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/vegetea/2014/vegetea14_s01.html)  
黒崎ら「着果処理装置」特許第 5652756 号 (2014年11月28日)

## 単為結果性ナス品種「あのみりのり」「あのみりのり2号」 根こぶ病強度抵抗性ハクサイ品種「あきめき」

優良な野菜品種は、被災地域における園芸生産の再開、さらには、新たな発展のための重要な基盤技術として位置づけることができます。着果処理が不要な単為結果性ナスF1品種「あのみりのり」「あのみりのり2号」を用いることで、省力生産が可能になります。

また、根こぶ病高度抵抗性と黄化病抵抗性を持つ、ハクサイF1品種「あきめき」は、既存あるいは新たに組み込む生産者における、継続的な安定生産に寄与します。

### 単為結果性ナスF1品種「あのみりのり」「あのみりのり2号」

受粉しなくても結実する単為結果性を持っていますので、労働時間の約3割を要していると言われる着果処理作業が不要で省力生産が可能です。

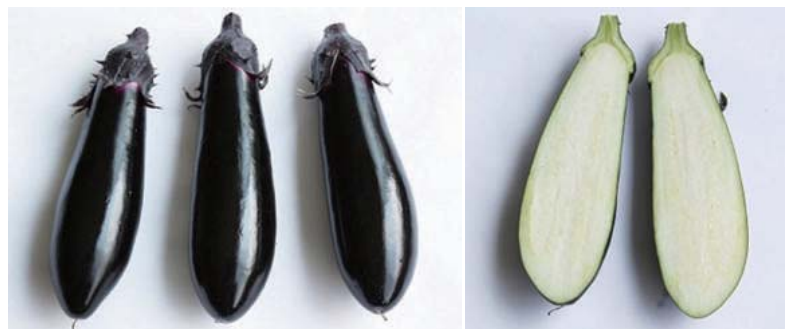
#### より省力生産に適した「あのみりのり」

側枝の発生と伸長がゆるやかなので、一般の品種に比べ整枝作業の省力化も可能です。側枝の発生がゆるやかなため、単収はやや劣りますが、労働時間あたりの所得はむしろ高くすることができ、他品目も含めた作付面積の拡大など、経営全体の生産性・収益性の向上が期待できます。



#### 省力性と単収を高いレベルでバランスさせた「あのみりのり2号」

「あのみりのり2号」は側枝の発生が特段ゆるやかではないので、一般的な経済栽培品種に遜色のない反収が得られます。また、果形もより市場性が高いと考えられる長卵形果実が周年的に生産できます。



それぞれの経営形態などに応じて、使い分けて下さい。

品種名	単為結果性	果形安定性	側枝発生	省力性	収量性
あのみりのり	◎	△	△	◎	△
あのみりのり2号	◎	○	○	○	○
千両二号	×	◎	◎	△	◎

## 根こぶ病高度抵抗性と黄化病抵抗性を持つハクサイ品種「あきめき」

アブラナ科野菜全般で、根こぶ病の被害は深刻で、アブラナ科野菜の作付けを放棄する生産者も少なくありません。特にハクサイの場合、根こぶ病菌の病原性の分化に伴い、抵抗性品種が罹病化することが問題となっており、抵抗性遺伝子を集積し多様な根こぶ病菌に抵抗性を示す品種育成が望まれています。

「あきめき」は、品質に優れたこれまでにない強い根こぶ病抵抗性品種で、黄化病にも罹病しにくく、ハクサイ栽培で問題となる2つの難防除土壌病害に抵抗性の品種です。

### 根こぶ病菌の4つの病原型に対する「あきめき」の抵抗性

品種名	グループ1	グループ2	グループ3	グループ4
あきめき	R	R	R	R
はくさい中間母本農9号	R	R	S	R
CR 隆徳、秋理想	S	S	R	R
SCR ひろ黄	S	R	S	R
無双	S	S	S	S

根こぶ病菌の病原型のグループ分けは、「CR 隆徳」と「SCR ひろ黄」を用いた Hatakeyama ら (2004) の方法に従った。グループ1に属する菌は「CR 隆徳」と「SCR ひろ黄」、グループ2は「CR 隆徳」、グループ3は「SCR ひろ黄」をそれぞれ加害する。グループ4は抵抗性遺伝子を有しない「無双」のみを加害する。

R: 抵抗性、S: 罹病性

### 「あきめき」の黄化病抵抗性

品種名	供試 個体数	発病株率 (%)	平均発病 指数
あきめき	14	14.3	0.18
秋理想	48	16.7	0.13
黄久娘 65	90	88.3	2.03
黄久娘 80	81	53.1	0.81

黄化病汚染圃場での発病程度を調査  
病徴: 0: 発病なし、1: 一部が黄化、2: 株の半部分が黄化、3: 株全体が黄化  
黄久娘 65: 罹病性品種、黄久娘 80: 中程度抵抗性



「あきめき」の結球形態（白色バーは10cm）

根こぶ病の予防にはフルスルファミド粉剤等の化学合成農薬が使用されていて、10a あたり 20 ~ 30kg の農薬散布が推奨されています。「あきめき」は、これらの化学合成農薬を用いなくても栽培が可能となるため、約 10,000 ~ 15,000 円 /10a の薬剤費が削減できます。

## ❓ 問い合わせ先

農研機構 野菜茶業研究所 野菜育種・ゲノム研究領域 電話 050-3533-3861

## ① 関連情報

農研機構 成果情報

「根こぶ病に強い抵抗性を示すハクサイ F1 品種「あきめき」

[https://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/vegetea/2013/13\\_009.html](https://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/vegetea/2013/13_009.html)



## 人工光型植物工場で生産可能な 高機能スプラウトとその栽培法

人工光型植物工場での低コスト生産に有望な品目として付加価値の高いスプラウト類に着目し、ルチンを豊富に含むダットンソバのスプラウトの果皮（種子の殻）の除去に遠赤色光の照射が有効であること、カリフラワーのスプラウトはブロッコリーなど他のスプラウトと比較してビタミンCが1.4倍以上多く含まれ、強い光を連続的に照射することにより含量をさらに高められることを明らかにしました。

### はじめに

人工光型植物工場では高い生産コストの低減化が求められています。そこで、短い栽培期間、光照射期間で生産でき、リーフレタス類よりも低コストでの生産が可能な高付加価値なスプラウト類に着目し、その生産技術について検討しました。

### 遠赤色光の照射でダットンソバスプラウトの果皮を除去する方法

一般的な白色蛍光灯や単波長LED（青、緑、赤）でダットンソバのスプラウトを栽培すると、果皮が残り、商品価値を損ねます。

遠赤色光を照射することで、子葉が展開し、果皮が除去できます。



遠赤色蛍光灯 白色+遠赤色 白色蛍光灯 青色LED 緑色LED 赤色LED  
蛍光灯

### 異なる照射光質で栽培したダットンソバスプラウトの草姿

光合成有効光量子束密度（PPFD）を  $70\text{--}80\mu\text{mol m}^{-2}\text{ s}^{-1}$ （遠赤色光は光量子束密度を  $21\mu\text{mol m}^{-2}\text{ s}^{-1}$ ）に設定した各光源の連続照射下で6日間栽培。

## カリフラワーのスプラウトはビタミンCが多く受光量の増加に伴い含量は向上する

カリフラワーのスプラウトは、ブロッコリーなど他のスプラウトと比較してビタミンCが1.4倍以上多く含まれます。

蛍光灯を用いた試験では、強い光を連続で当てて栽培することでカリフラワースプラウトのビタミンCはさらに多くなります。

カリフラワー、ブロッコリースプラウトのビタミンC含量に及ぼす蛍光灯の効果

栽培条件		新鮮重量 (mg/本)	ビタミンC含量 (mg/100g-FW)	ビタミンC含量 (μg/本)
カリフラワー	自然光(夜間暗所)	45.6 ± 2.5	71.0 ± 1.8	32.4 ± 0.8
	連続明所 (PPFD 70μmol/m <sup>2</sup> /s)	57.4 ± 3.0	125.7 ± 6.2	72.2 ± 2.7
	連続明所 (PPFD 160μmol/m <sup>2</sup> /s)	60.5 ± 4.0	165.3 ± 6.3	100.0 ± 9.5
ブロッコリー	自然光(夜間暗所)	50.2 ± 3.9	47.6 ± 2.8	23.9 ± 1.4
	連続明所 (PPFD 70μmol/m <sup>2</sup> /s)	62.9 ± 3.7	78.9 ± 3.0	49.6 ± 2.0
	連続明所 (PPFD 160μmol/m <sup>2</sup> /s)	67.7 ± 5.9	112.8 ± 4.5	76.4 ± 8.6

自然光(夜間暗所) : 3日間暗所で発芽させ以降屋内の自然光で栽培(夜間暗所下)

連続明所 : 3日間暗所で発芽させ以降連続して蛍光灯を使用して明所で栽培(25℃)

栽培期間 : 9日間

## ❗ 注意点

### ダッタンソバスプラウト

遠赤色光を照射する光源は蛍光灯に限りませんが、光量が少ない場合には効果がみられないことがあります。特に赤色光を多く含む場合、遠赤色光の光量は多めに必要です。

遠赤色光の照射期間が長いほど、果皮の除去率は高くなります。

### カリフラワースプラウト

ブロッコリーのスプラウトはすでに市販されており、カリフラワーもスプラウト用の種子が安価に大量に生産可能となることで実用化できます。

一般に食する花序(花蕾)は、カリフラワーよりもブロッコリーの方がビタミンCが多く含まれます。

発光ダイオード(LED)等の高効率光源との代替により省電力栽培が可能ですが、蛍光灯よりも明るい光源ではスプラウトが徒長せず商品性を損なう可能性があります。

## ❓ 問い合わせ先

農研機構 九州沖縄農業研究センター 広報普及室 電話 096-242-7682

## i 関連情報

農研機構 成果情報

「遠赤色光の照射でダッタンソバスプラウトの果皮を除去する方法」

[https://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/karc/2014/karc14\\_s08.html](https://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/karc/2014/karc14_s08.html)

「カリフラワーのスプラウトはビタミンCが多く受光量に伴い含量は向上する」

[https://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/karc/2014/karc14\\_s18.html](https://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/karc/2014/karc14_s18.html)

Sci.Hortic., 185:167-174. "Far-red light enhances removal of pericarps in tartary buckwheat (*Fagopyrum tataricum* Gaertn.) sprout production under artificial lighting"

日本食品科学工学会誌, 61(6), 218-222 「アブラナ科スプラウトのアスコルビン酸含量」

# 果樹の省力栽培技術

被災地では、高い収益性が期待できる果樹栽培を導入することにより農家の経営安定、引いては地域の発展を図れるものと期待されますが、果樹栽培への取り組みを進めるためには、栽培技術の省力化・軽労化が重要です。

リンゴでは、受粉専用品種を利用することで、「ふじ」等収益性の高い品種に限定した単植化が可能となります。また、JM 台木（農研機構果樹研究所が育成したわい性台木）を利用した低樹高栽培では、従来の栽培法に比べ、摘果等の栽培管理に要する時間を2～4割程度削減することができます。

ブドウでは、花穂整形器等を利用することで、開花期の作業時間を大幅に短縮することができます。

ニホンナシの主力品種である「幸水」では、溶液受粉技術を利用することで、人工受粉にかかる作業時間を半分程度まで削減することができます。

## リンゴの省力栽培技術 — 受粉専用品種の利用による単植化 —

「ふじ」及び「つがる」では、「センチネル」等の受粉専用品種の中から開花期の異なる2品種を選択し、15m程度の間隔で経済品種の間に混植すれば十分な結実を確保することができます。交雑和合性があり、開花期が一致すれば、「ふじ」、「つがる」以外の経済品種でも利用できる技術です。

「ふじ」及び「つがる」と受粉専用品種の交雑和合性

受粉専用品種	ふじ		つがる		開花期
	結実率 (%)	種子数 (個)	結実率 (%)	種子数 (個)	
センチネル	88	6.9	93	8.3	早
メイポール	83	8.2	100	9.9	早
レッドパッド	88	8.2	79	9.7	中
スノードリフト	92	8.1	92	9.4	中

## JM 台木を利用した低樹高栽培

JM 台木は、高品質果実の生産と低樹高の維持が可能で、挿し木発根性にも優れたわい性台木です。JM 台木を利用した樹では、地上 1m 付近に側枝を車枝状に配置し、主幹延長枝の生育を抑制することなどにより、樹高を 3m 以下、結実部位を 2m 以下に抑えることができます。このため、脚立を使用する必要がほとんどなく、摘花・摘果、収穫等にかかる作業時間を従来の栽培法よりも2～4割程度削減することができます。



JM 台木を利用した低樹高栽培  
 (「ニュージョナゴールド」 / JM7、定植7年目)



## ブドウの省力的着果管理技術

花穂整形器は、穂軸を挟んで下から上げるあるいは下ろすだけという簡単な操作で花穂整形できる手のひらサイズの道具です。本器を利用すると花穂作業に要する時間をハサミを利用する場合に比べて5～6割程度削減することができます。



花穂整形器による花穂整形作業の省力化

## ニホンナシ「幸水」の溶液受粉技術

溶液受粉技術は、しょ糖や食用色素を添加した寒天液に花粉を懸濁し、柱頭に散布することで受粉を行うものです。ニホンナシの主力品種である「幸水」では、溶液受粉でも実用的なレベルの結実率を得ることができ、かつ、手受粉に比べ受粉にかかる作業時間を半分程度に削減することができます。

受粉方法が「幸水」の結実率等に及ぼす影響

	結実率 (%)	種子数 (個)	果実重 (g)
溶液受粉	60	1.4	400
手受粉	90	1.4	375

### ❗ 注意点

リンゴ 受粉専用品種の中では、「センチネル」のように潜在ウイルスに罹病性の品種があるので、高接ぎの際には注意する必要があります。JM 台木は、ネズミの食害を受けやすいため、殺そ剤利用等の対策を取る必要があります。

ブドウ 整形後の花穂の長さや残す位置などは、品種や栽培法によって異なりますので、目的に応じた基準を確認する必要があります。

ニホンナシ 溶液に懸濁した花粉は、時間の経過とともに発芽率が低下しますので、受粉は懸濁後3時間程度を目安に行う必要があります。溶液受粉では、手受粉に比べ、使用する花粉量が2～7割程度多くなります。

### ❓ 問い合わせ先

農研機構 果樹研究所 栽培・流通利用研究領域 電話 029-838-6461

### 📄 関連情報

農研機構ホームページ 技術紹介パンフレット

「リンゴ単植化の手引き」

[http://www.naro.affrc.go.jp/publicity\\_report/publication/files/ringo\\_tansyokuka.pdf](http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/files/ringo_tansyokuka.pdf)

「JM 台木を利用した低樹高栽培『側枝形成法』」

[http://www.naro.affrc.go.jp/publicity\\_report/publication/files/jmdaigi\\_teijukousaibai.pdf](http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/files/jmdaigi_teijukousaibai.pdf)

「ブドウの花穂整形器使用マニュアルー簡単な操作。短時間で房作りー」

[http://www.naro.affrc.go.jp/publicity\\_report/publication/files/kasui\\_man\\_1.pdf](http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/files/kasui_man_1.pdf)

「ニホンナシ溶液受粉マニュアル」

[https://www.naro.affrc.go.jp/publicity\\_report/publication/files/fruit\\_nasi\\_jufun2014.pdf](https://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/files/fruit_nasi_jufun2014.pdf)

- 2 新しい農業の実現に向けた技術  
 3) 生産と流通の技術革新による6次産業化・ブランド化

生産現場

## 渋皮が剥けやすいクリ「ぽろたん」と高収益が望めるブドウ「シャインマスカット」

被災地の中山間地においては、低コスト栽培が可能な作目の導入が重要です。クリは省力果樹であり、その中でも「ぽろたん」は大果で収量性が優れるニホングリの長所を持ちながら、渋皮剥皮性が優れるという高い付加価値も兼ね備えています。果実に傷を付けて加熱するだけで剥皮できるため、加工コストの中で通常最大の比率を占める剥皮工程のコストを大幅に削減可能です。

また、ブドウ生産地においては、産地の復興のために収益性の高いブドウ品種の導入が重要です。大粒・種なし栽培が可能で、肉質が優れる「シャインマスカット」は、高品質、食べやすさ、栽培のしやすさを兼ね備えた品種で、高い収益性をあげることが可能です。

「ぽろたん」は、9月上旬に成熟する早生のニホングリです。果実の大きさは30g程度と大きく、収量は既存のニホングリと同程度です。果肉の色は黄色味が濃く、食味は良好です。病害果の発生は他品種と同程度、虫害果の発生はやや多い傾向にあります。

ぽろたんの果実特性

品 種	収穫期	果実重 (g)	収量	果肉色	食味	腐敗果	虫害果
ぽろたん	9/15	31	中	黄	良	少	やや多
丹 沢	9/4	28	中	黄	中～良	少	やや多
国 見	9/14	32	中	淡黄	中	少	中

「ぽろたん」の最大の特長は、傷を付けて軽く加熱するだけでチュウゴクグリ並みに渋皮が剥けることです。加熱方法は電子レンジの他、熱湯やオーブントースターなどによっても同様に剥けます。家庭での調理が簡単になり、加工業務の場面では大幅なコスト削減が可能になるだけでなく、高い付加価値を持った商品開発も期待されます。



ぽろたんの渋皮剥皮性

左から：チュウゴクグリ、ぽろたん（ニホングリ）、筑波（ニホングリ）  
 果肉に達する傷を入れて、700Wの電子レンジで2分加熱

現在、宮城県で「ぽろたん」の栽培実証が行われており、樹齢3年目において、通常の立木仕立てで50kg/10a以上、ジョイント仕立てでは100kg/10a以上の収量が期待出来、十分な結実が見られています。

「シャインマスカット」は、2回のジベレリン処理で大粒・種なし果実を生産できます。噛み切りやすく硬い肉質とマスカット香を持ち、糖度は高く酸含量が低いため、食味が優れます。種なし果実は果皮と果肉が密着し、果肉もさらに硬くなるため、皮ごと食べられる食べやすさも兼ね備えています。裂果性がなく、縮果症もほとんど発生しません。また、べと病、晩腐病に対して「巨峰」並みかそれ以上の抵抗性があります。このため、これまでの高品質ブドウである「マスカットオブアレキサンドリア」や「甲斐路」に比べ、栽培が容易です。収量は、「巨峰」や「デラウェア」よりやや多い、1.8t/10a程度が見込まれます。また、花芽の着生が良いため短梢剪定栽培による省力栽培も可能です。さらに、「シャインマスカット」は黄緑色ブドウのため、黒系および赤系ブドウに見られるような着色不良が発生せず、赤系品種で行われる除袋・透明カサの利用といった着色処理も必要としません。



シャインマスカット

「シャインマスカット」の果実特性

品 種	果粒重 (g)	裂果性	果肉の硬さ	糖度 (%)	酸含量 (g/100ml)	収量 (t/10a)
シャインマスカット	12	なし	硬	19.2	0.29	1.8
巨 峰	13	なし	中	19.8	0.55	1.5
デラウェア	2	なし	中	20.8	0.76	1.5

### ❗ 注意点

「ぼろたん」 クリは自家不和合性のため受粉樹の混植が必要です。受粉樹としては、「美玖里」、「石鎚」、「利平ぐり」、「岸根」の4品種は、渋皮がむけ難いものの、収穫期や外観が大きく異なることから「ぼろたん」と混在する危険性が少ないため適しています。

「シャインマスカット」種なし果の安定的な生産のためには、ストレプトマイシン 200ppmの開花前散布が有効です。黒とう病抵抗性は強くないので、黒とう病に対応した薬剤散布や越冬源になる発病枝の除去などの防除が必要です。生育期に降雨が多い地域では、雨よけ栽培により安定した栽培が可能になります。若木のうちは新梢伸長が強く、果粒重が大きくなりやすいので、強剪定を避け、樹冠を拡大することが重要です。

### ❓ 問い合わせ先

農研機構 果樹研究所 品種育成・病虫害研究領域 電話 029-838-6464 (ぼろたん)  
ブドウ・カキ研究領域 電話 0846-45-4740 (シャインマスカット)

### ① 関連情報

果樹研究所報告第9号、P1-9「ニホングリ新品種‘ぼろたん’」

[http://www.naro.affrc.go.jp/publicity\\_report/publication/files/naro-se/fruit9\\_01.pdf](http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/files/naro-se/fruit9_01.pdf)

農研機構 品種紹介パンフレット「ぼろたんの話」

[http://www.naro.affrc.go.jp/publicity\\_report/publication/pamphlet/kind-pamph/012682.html](http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/kind-pamph/012682.html)

果樹研究所研究報告第7号、P21-38「ブドウ新品種‘シャインマスカット’」

[http://www.naro.affrc.go.jp/publicity\\_report/publication/files/naro-se/fruit7\\_03.pdf](http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/files/naro-se/fruit7_03.pdf)

最新農業技術 果樹 vol.2 農山漁村文化協会

農研機構 「シャインマスカット」

<http://www.naro.affrc.go.jp/fruit/shine-muscat/index.html>



## 果実の鮮度保持技術

リンゴやナシの生産が盛んな被災地において、果樹生産農家の収益を向上させ、経営の安定化を図るには、戦略的な販売を可能とする果実の鮮度保持技術が重要です。平成22年11月に、リンゴ、ナシ、カキを対象に農薬登録された1-MCP（1-メチルシクロプロペン）は、果実の老化を促進するエチレンの作用を抑制することによって、これらの果実に対して極めて高い鮮度保持効果を示します。

1-MCP を処理した果実は、常温下でも鮮度が高く保持されるため、冷蔵にかかる経費を削減することができます。また、国内はもちろんのこと、温度管理の難しい輸出においても流通・販売過程におけるロスを軽減することができます。

1-MCP を処理したリンゴは、軟化、減酸、油上がり、貯蔵やけ等が抑制され、日持ち性が向上します。1-MCP の処理は、果実を気密性の高い容器や貯蔵庫に密閉し、くん蒸剤に水を加えて発生させた1-MCP を暴露することによって行います。日本における農薬登録上の使用条件では、リンゴでは1ppm、ナシおよびカキでは0.5～1ppmの濃度で処理する必要があります。くん蒸時間は12～24時間必要で、速やかに1-MCP を製剤から放出させ、果実に取り込ませるためには、常温（20～25℃）で処理することが望ましいです。1-MCP を処理した果実は、常温でも鮮度が保持されますが、冷蔵すると、さらに貯蔵期間を延長することができます。

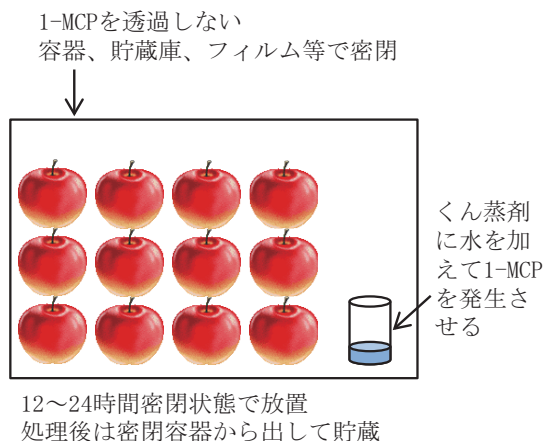


1-MCP 処理 無処理

「ジョナゴールド」における油上がりの抑制  
 （1-MCP 処理後、20℃で1ヶ月貯蔵したもの）

### 1-MCP 処理条件

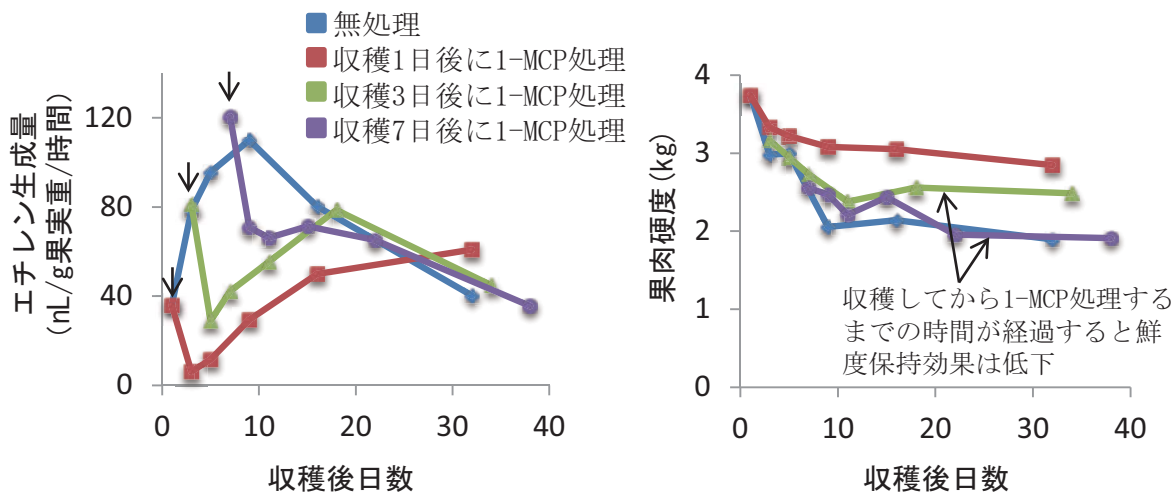
樹種名	使用時期	濃度	使用回数	くん蒸時間
リンゴ (ふじ、王林除く)	収穫直後～6日後	68mg/m <sup>3</sup> (1ppm)	3回 以内	12～24時間 密閉状態で暴露
リンゴ(ふじ)	収穫直後～21日後			
リンゴ(王林)	収穫直後～10日後			
ナシ	収穫直後～2日後	34-68mg/m <sup>3</sup> (0.5-1ppm)	1回	
カキ				



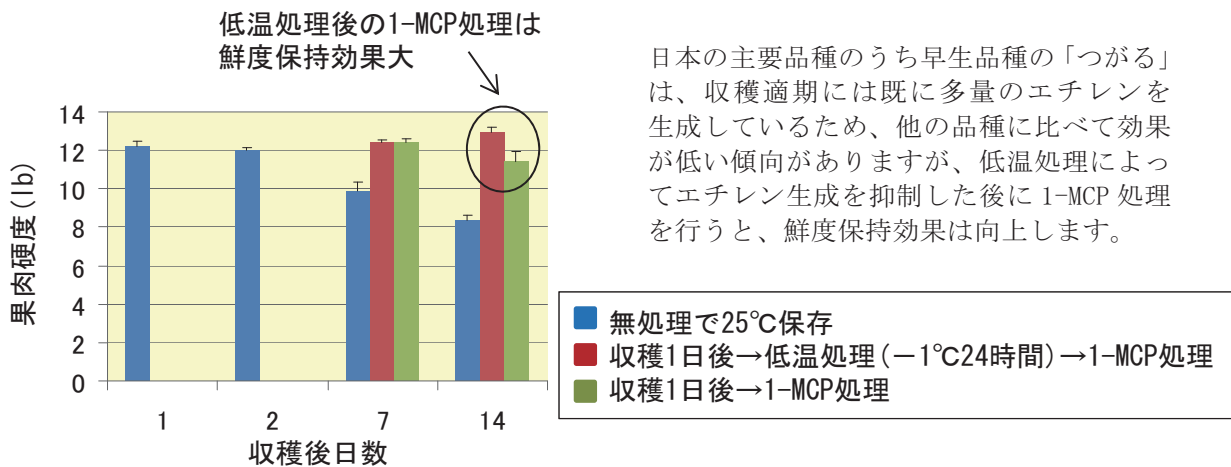
### 1-MCP 処理方法

「リンゴ（ふじ、王林）」に使用する場合、使用時期が遅くなると追熟が進み効果が劣る場合があるので、収穫後は必要に応じて薬剤処理時まで冷蔵保存すること

1-MCP の鮮度保持効果は、処理をする時の果実のエチレン生成量によって大きく左右され、エチレン生成量が多いと低くなります。果実のエチレン生成量は、収穫後、時間が経過するとともに増加するため、収穫から処理までの時間が長いと1-MCPの鮮度保持効果は低下します。そのため、安定した効果を得るには、エチレン生成が上昇する前に1-MCP処理を行うことが肝要です。



1-MCP を処理した「王林」果実におけるエチレン生成量（左）と果肉硬度（右）の変化  
 (収穫1日後、3日後または7日後に1-MCP処理をした(左グラフの矢印)後、20℃で貯蔵した)



1-MCP を処理した「つがる」果実における果肉硬度の変化

❗ 注意点

1-MCP を未熟な果実に処理すると、日数が経過しても成熟が進まず、青臭い品質不良の果実を消費者に届けることとなります。熟度を見極め、高品質果実に処理することが重要です。1-MCP 剤の販売は行っていないため、処理は専門業者に依頼する必要があります。

❓ 問い合わせ先

農研機構 果樹研究所 栽培・流通利用研究領域 電話 029-838-6502

i 関連情報

農研機構 成果情報

「リンゴ果実のエチレン生成量が1-MCPによる鮮度保持効果を左右する」

<http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/fruit/2006/fruit06-22.html>

「リンゴ「つがる」では予冷することで1-MCP処理による鮮度保持効果が高まる」

[http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/fruit/2011/330a0\\_10\\_01.html](http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/fruit/2011/330a0_10_01.html)

- 2 新しい農業の実現に向けた技術
- 3) 生産と流通の技術革新による6次産業化・ブランド化

民間企業

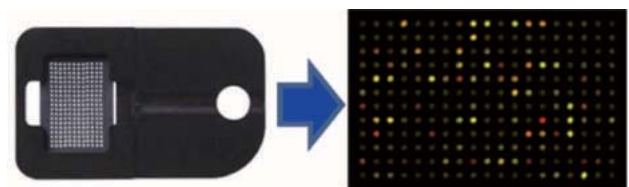
## 農産物の高付加価値化のための機能性評価 および加工・流通技術

復興現場の栽培作物の導入に際して、機能性成分の分析技術、機能性評価技術を活用することで、機能性成分高含有作物が生産できます。  
機能性成分高含量作物などの高品質農産物を用いた加工を進める際に、対象となる作物や想定される食品及び食品素材に適用可能な新しい先端的な加工技術を導入することで、高付加価値化を実現します。

フラボノイドなどのポリフェノール類をはじめとする農産物成分の機能性評価技術により、導入作物の高付加価値食品としての展開を支援します。これらの評価技術を、農産物の加工中の機能性成分の挙動や未利用部位などの検索などに活用することにより、高付加価値化食品が開発できます。



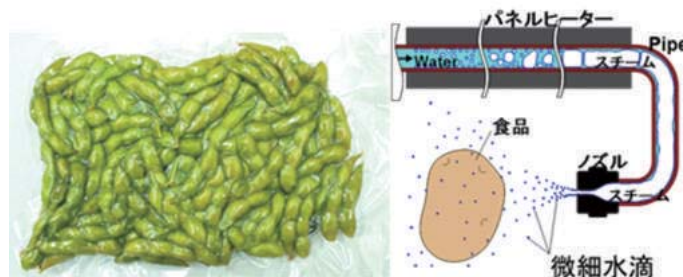
DNAチップによる機能性評価



炎症に関する遺伝子の誘導・抑制をチップ1枚で評価できる

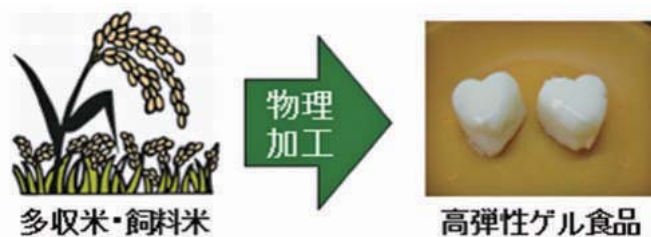
農産物抽出液中の抗炎症作用を評価

素材の品質を損なわないブランチング処理、表面殺菌処理は美味しく安全な食材調整に活用できます。



アクアガスによる高品質1次加工

高アミロース米をゲル、ペースト化して麺やパン、菓子などの素材として利用する技術は、多様な消費者ニーズに対応した新しい米加工食品に活用できます。



高アミロース米の物理加工処理



## ① 注意点

機能性評価については、それぞれの用途に応じた多種の評価系が開発されていますので、ご相談下さい。

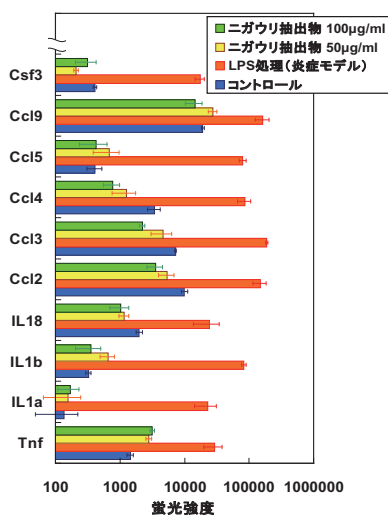
加工技術については個別技術の導入だけでなく、工程全体の改良が必要な場合がありますので、ご相談下さい。

## ② 問い合わせ先

農研機構 食品総合研究所 食品機能研究領域長 電話 029-838-8011 (機能性評価関連)  
食品工学研究領域長 電話 029-838-8014 (加工・流通関連)

## ③ 関連情報

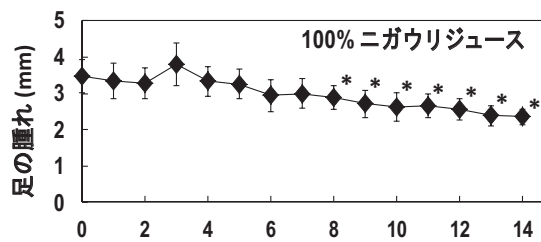
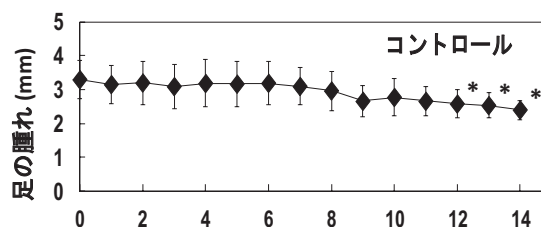
DNA チップにより実験動物や培養細胞を用いた様々な機能性評価が可能であり、これまでに、ニガウリの炎症抑制効果やフラボノイドのフィセチンの喘息抑制作用メカニズム等を明らかにしています。また、機能性成分の肥満やメタボリックシンドローム改善作用の評価も行っています。



マクロファージの炎症反応により、65遺伝子の発現が上昇し(蛍光強度で3倍以上)、ニガウリ抽出物により抑制された。

### DNA マイクロアレイの測定結果

ニガウリ抽出物はマクロファージの炎症反応を抑制する



P<0.05

### ニガウリジュースのマウス関節炎改善作用

ニガウリジュースは関節炎による足の腫れを改善する

## アクアガスによる高品質1次加工

平成17年度食品研究成果情報「微細水滴を含む過熱水蒸気(アクアガス)を用いた高品質食材の調製技術の開発」<http://www.nfri.affrc.go.jp/research/seika/seikah17/pdf/p08.pdf>

調理関係の情報 女子栄養大学アクアガス事務局 <http://www.eiyo.ac.jp/aqua-c/>

## 高アミロース米の物理加工処理

特許出願、特願2011-211897(2011.9.28)、「米加工素材およびその製造法」

## 新商品開発による地域農業の活性化

加工適性、健康機能性など付加価値を持つ作物を生産し、新商品を開発することによって収益性を向上させることが、地域農業の復興につながります。ここでは、ポリフェノールなどの機能性成分を豊富に含む水稻、もち性やグルテンの力が弱いという特徴を活かして様々な加工品が製造できる小麦、大粒で外観が優れ、甘みや香りのよい美味しいソバ粉がとれるソバなど新たな需要の創出が期待できる品種と機能性成分が豊富でよく膨らむ玄米粉パンの製造法を紹介します。

### 赤米モチ水稻品種「夕やけもち」

「夕やけもち」は早生で耐冷性が強く、東北地域での栽培に適した赤米モチ品種です。本品種には、タンニンやカテキンなどのポリフェノールと食物繊維が豊富に含まれています。赤飯、赤がゆ、雑穀飯などの着色米飯、さらに赤餅、赤米醸造酒などの加工品への利用が可能です。岩手県で銘柄認定品種となっています。



「夕やけもち」の加工品

### 紫黒米モチ水稻品種「朝紫」

「朝紫」は早生で東北地域での栽培に適した紫黒米モチ品種です。本品種には、アントシアニンなどのポリフェノールと食物繊維が豊富に含まれています。赤がゆ、雑穀飯などの着色米飯、さらに大福、おやき、麺などの加工品への利用が可能です。岩手県で銘柄認定品種となっています。



「朝紫」の加工品

### 世界的に珍しいもち小麦品種「もち姫」

もち性の特徴を活かした新しい食感を持つ和菓子、洋菓子、パン類、煎餅等を製造することができます。小麦のモチは米のモチに比べ、かみ切りやすく、のど通りが良く、高齢者等福祉関連の食材として注目されています。また、パン、洋菓子の原料に混ぜるとモチモチ感と共に日持ちが良くなります。青森県、岩手県で栽培されています。



「もち姫」の加工品

## 寒冷地向け薄力小麦品種

### 「ゆきはるか」

グルテンの力が弱い寒冷地向け薄力小麦で、バランスよくふくらみ食感がよく、地場産原料で和菓子、洋菓子等を製造することができます。岩手県で栽培されています。



スポンジケーキ断面

## 高品質のソバ粉ができる品種「にじゆたか」

従来のソバに比べ、倒れにくく栽培しやすい品種です。子実は黒くふっくらとした大粒で外観が優れ、収量性・加工適性も良く、甘みや香りのよい美味しいソバ粉がとれます。

### ソバの品質特性

	製粉歩留 (%)	官能評価				ソバ粉 白度
		味	香り	硬さ	弾力	
にじゆたか	89.4	5.9	5.7	6.1	5.9	71.6
階上早生	88.8	5.0	5.0	5.0	5.0	70.6

育成地（東北農業研究センター）の平成21～22年産ソバの平均値

製粉歩留は丸抜きベースの測定値

石臼挽き粉8割の手打ち麺による実需評価

官能評価は1, 3, 4, 5（標準「階上早生」）、6, 7, 9点の7段階評価

ソバ粉白度は色相（湿式）測定結果による計算値

## 機能性成分が豊富でよく膨らむ玄米粉パンの製造法

玄米粉は高い栄養価と製造コストの削減が期待できる米粉であり、簡単な前処理後に気流粉碎するだけで製造可能です。この玄米粉を用いれば、よく膨らんで食味が良く、食物繊維やイノシトールなどの機能性成分が豊富な高付加価値の米粉パンを焼くことができます。



2時間 2時間 5時間 12時間 24時間 36時間 48時間  
白米 玄米

### 吸水時間の違いによるパンの膨らみ

適当な時間だけ浸漬した玄米を気流式粉碎することによって、損傷デンプン含有率が低くて粒度が細かい、そしてパンの膨らみが良い玄米粉が調製できます。

### 玄米粉パンの各種成分含有量

	白米粉パン <sup>1)</sup>	玄米粉パン <sup>1)</sup>	
水分	35.9 g	37.2 g	
タンパク質 <sup>2)</sup>	13.8 g	13.1 g	
脂質	6.3 g	6.7 g	
灰分	1.3 g	1.6 g	基礎成分
糖質	42.0 g	39.4 g	
エネルギー	281 kcal	274 kcal	
食物繊維	0.7 g	2.0 g	
イノシトール	20 mg	96 mg	
ギャバ(γ-アミノ酪酸)	検出せず	5 mg	機能性成分
フェルラ酸	3.9 mg	14 mg	

<sup>1)</sup>パン 100g 当たりの含量

<sup>2)</sup>20% グルテン添加分を含む

## ① 注意点

導入・利用する際には、信頼できる取り扱い先からの種子の入手と種子更新をお願いします。また、品種の自然交雑を避けるために他の品種と近接して栽培することは避けて下さい。

吸水玄米の製粉には渦流式気流粉碎機が適しています。それ以外の粉碎機を用いる場合は、湿度調整を行う必要があります。

## ② 問い合わせ先

農研機構 東北農業研究センター 業務推進室 電話 019-643-3419 (品種)  
作物研究所 企画管理室 電話 029-838-8260 (玄米粉パン)

## ③ 関連情報

農研機構 成果情報

「東北農業研究センターで育成した品種」

[http://www.naro.affrc.go.jp/publicity\\_report/publication/pamphlet/kind-pamph/025187.html](http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/kind-pamph/025187.html)

「パンの膨らみが向上する玄米粉の作製法および製パン特性」

[http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/nics/2011/a00a0\\_01\\_80.html](http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/nics/2011/a00a0_01_80.html)



## コントラクターによる分散圃場の効率的利用に 有効な飼料用トウモロコシの不耕起栽培

東北地方では、分散圃場での飼料生産が多くみられます。また、震災の影響で増加している耕作放棄地は、潜在的な飼料生産基盤として期待されていますが、これらも分散しているという共通の特徴をもっています。不耕起栽培を導入すると、播種に要する工程と作業時間を大幅に短縮することができるので、コントラクター等の大規模飼料生産組織が、分散する飼料畑や耕作放棄地を効率的に管理・利用することができます。

不耕起栽培では、プラウ耕と碎土・整地の工程を省略できるため、作業時間が10a当たり1時間程度短縮できます。多数の分散圃場では、作業時間の短縮に加え、アタッチメントなどの運搬・脱着の手間も減らすことができるので、その省力性はさらに増大します。外国製の不耕起播種機は、大型で小回りが利かないため、1筆が数ha以上ないと省力性が発揮できませんでしたが、農研機構では狭小圃場向けの小型・高性能な不耕起播種機を開発しました。この機種を用いれば、東北地方に多くみられる狭小な圃場でも効率的に不耕起栽培ができます。

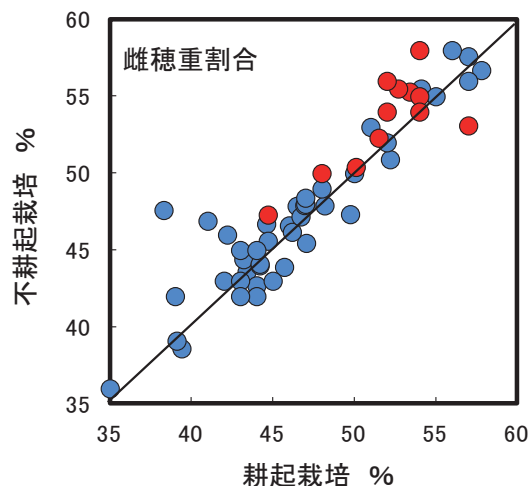
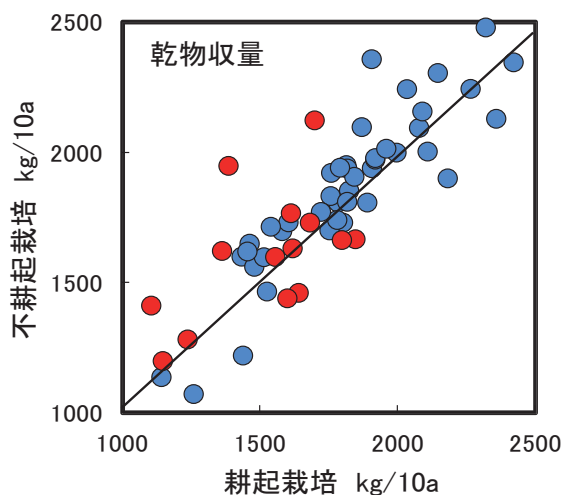


外国製の大型不耕起播種機



農研機構生研センターが開発した  
トウモロコシ用不耕起播種機

トウモロコシの不耕起栽培は、北南米では広く普及している技術で、東北地方でも耕起栽培と遜色のない収量性が得られることを確認しています。東北地方に広く分布する黒ボク土壌において、品種、栽培地、栽培年次、播種期、施肥量などの条件を様々に変えて、不耕起栽培と耕起栽培の収量性を比較すると、乾物収量、雌穂重割合ともに不耕起栽培と耕起栽培で差はみられません。

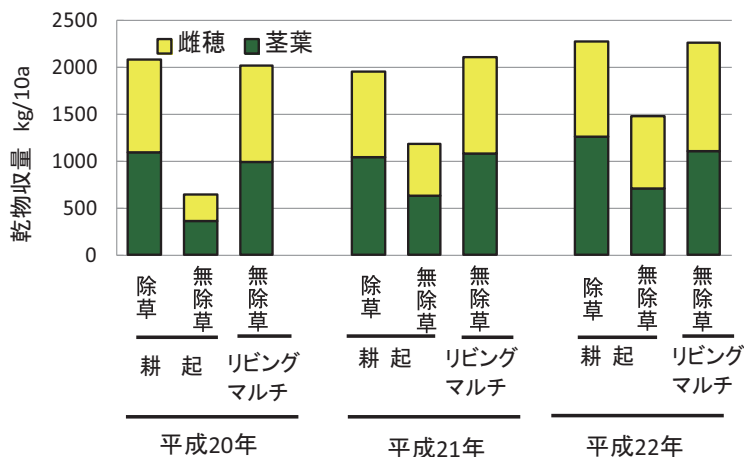


### 不耕起栽培と耕起栽培の収量性の比較

●：試験場内の小規模試験、●：実用機を用いた実証試験。

東北農業研究センターと岩手県農業研究センター畜産研究所のデータを集約して作成。図中の値が中央の斜線より上にあると不耕起栽培>耕起栽培、下にあると耕起栽培>不耕起栽培。

農研機構では、裏作に被覆作物のヘアリーベッチやシロクロバを作付け、その中に飼料用トウモロコシを不耕起播種するリビングマルチ栽培技術を開発しました。これにより除草剤を用いることなく雑草を抑えることができ、トウモロコシの収量性も高い栽培を行うことができます。



ヘアリーベッチを用いたリビングマルチ栽培の収量性

### ① 注意点

不耕起栽培は、排水不良地には向きません。また、裏作の刈り残しや未集草残渣が多いと、機種によっては上手く播種できない場合があります。

### ② 問い合わせ先

農研機構 東北農業研究センター 畜産飼料作研究領域 電話 019-643-3543

### ③ 関連情報

農研機構 成果情報

「トウモロコシは不耕起栽培でも耕起栽培と同等の収量性が得られる」

<http://www.naro.affrc.go.jp/org/tarc/seika/jyouhou/H19/to07003.html>

「高速作業が可能な不耕起対応トウモロコシ用播種機」

[http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/brain/2011/600a0\\_01\\_63.html](http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/brain/2011/600a0_01_63.html)

「飼料用トウモロコシの有機栽培に活用できるシロクロバのリビングマルチ」

<http://www.naro.affrc.go.jp/org/tarc/seika/jyouhou/H21/souchi/H21souchi001.html>

「ヘアリーベッチのリビングマルチを用いた飼料用トウモロコシの無除草剤栽培」

<http://www.naro.affrc.go.jp/org/tarc/seika/jyouhou/H22/souchi/H22souchi004.html>

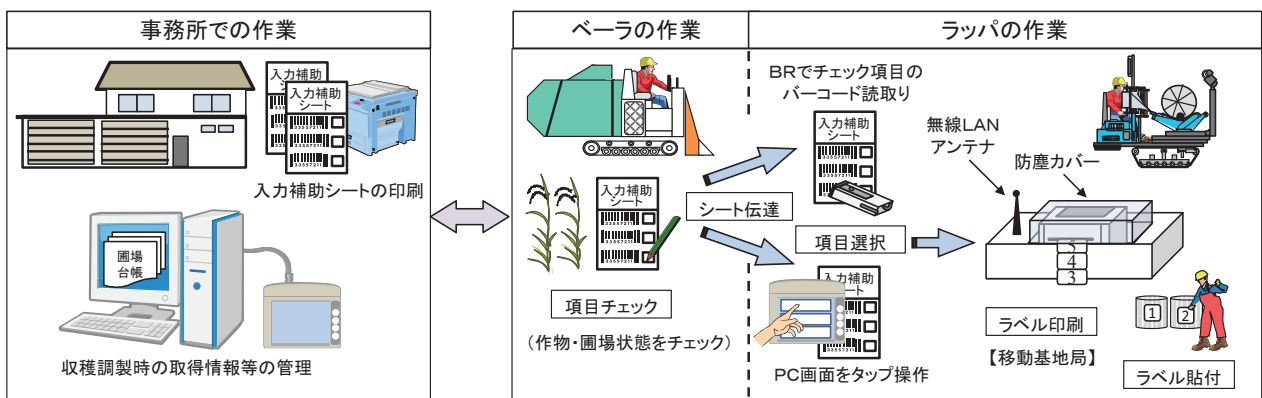
日本草地学会誌 58、1-8 「ヘアリーベッチを用いたリビングマルチによる飼料用トウモロコシの雑草防除」

# 飼料イネや発酵TMRの広域流通技術および 稲発酵粗飼料給与による牛肉の高付加価値化

震災によるパイプラインの崩壊や液状化現象などによって水田機能が失われ、地域内から飼料イネを入手することが困難な地域や自給飼料生産ができなくなった地域があります。このような地域の畜産農家に対して、生産履歴が明確で良質な飼料イネのロールサイレージ、飼料イネをはじめとする自給飼料や食品製造副産物などの地域資源を活用して調製した発酵TMRなどを広域的に流通することで、安定的な飼料供給ができます。

稲発酵粗飼料は、抗酸化能を有するビタミンE（ $\alpha$ -トコフェロール）が豊富に含まれていることが特徴です。肥育牛に稲発酵粗飼料を給与すると、乾草を給与した対照牛と比べて牛肉中のビタミンE含量が増加し、冷蔵保存中の脂質酸化や肉色の変色が抑制されます。機能性成分を高めた特色ある牛肉を生産することにより牛肉がブランド化され、被災地域の畜産の活性化が期待できます。

被災地の畜産農家に飼料イネのロールベールを安定的に供給するためには、広域的な流通を行うことが必要になります。生産者と畜産農家が「顔の見えない関係」で取引することになる広域流通では、飼料イネを安心して利用できるように、生産者名や品種、収穫時期や熟期等の情報を的確に畜産農家に提供することが必要になります。開発した生産履歴管理システムは、生産現場で各情報を簡易かつ正確に取得・管理し、その情報をロールベールに貼付するためのラベルを印刷します。このシステムを活用することで、生産履歴管理作業時間を手書き作業の約1/3に短縮することができます。また、広域流通体制においてはロールベールを一時保管し、その後大型トラックによる大量輸送を行います。トラックへの荷積み、荷降ろし時にロールベールの変形による品質劣化を防ぐための荷役具が市販化されています。



飼料イネの広域流通を促進するための生産履歴管理システムの主な機器と作業フロー  
(入力補助シートにチェックされた項目選択は、バーコード、PC画面のどちらからでも行える)



広域流通のためのロールベールの一時保管と荷役具による荷積み作業  
(保管場所で貯蔵されたロールベール(左)とロールベール荷役具による大型トラックへの荷積み)



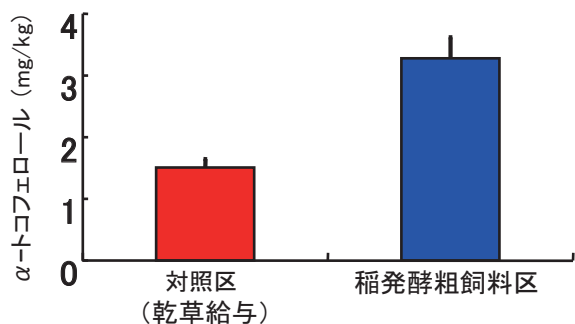
飼料イネや他の自給飼料、食品製造副産物等の地域資源と混合し、さらに発酵させて貯蔵する発酵 TMR は、従来の TMR（フレッシュ）とは異なり、一定期間の貯蔵が可能であり、開封後の変敗も抑制できます。また、発酵 TMR の流通形態にはフレコンバッグやロール型、角型の梱包があり、流通に適した飼料です。特にロール型発酵 TMR は飼料イネ等のロールベール荷役具が活用できます。この荷役具を活用することで、ロール型発酵 TMR の変形を防止できるとともに、流通先の畜産農家にベールグラブ等のハンドリング機械がなくても、ロール発酵 TMR の荷降ろしや牛舎までの運搬作業を行うことができます。



ロール型発酵 TMR の調製と荷役具（簡易版）を装着したロールの大型トラックへの荷積み作業  
（ロール型 TMR センター（左）と荷役具（簡易版）によるロール型発酵 TMR の荷積み）

黒毛和種去勢牛に稲発酵粗飼料を肥育の全期間給与すると、乾草を給与した対照区と比べ、牛肉中の  $\alpha$ -トコフェロール（ビタミン E）含量が高くなります。

黒毛和種去勢牛に稲発酵粗飼料を肥育の全期間給与すると、脂質の酸化が抑制され、乾草を給与した対照区と比べ肉の色が変色しにくくなります。



稲発酵粗飼料の給与が牛肉中の  $\alpha$ -トコフェロール含量に及ぼす影響



稲発酵粗飼料の給与が肉色に及ぼす影響

### ❗ 注意点

生産履歴管理システムは「稲発酵粗飼料流通基準」の収穫調製時に取得する情報管理に対応していますが、肥培管理や農薬使用状況等の栽培情報管理には対応していません。ロールベール荷役具の使用にあたっては、装着時に吊りベルト等に破損がないことを確認してから使用して下さい。飼料イネの刈取時期の遅れや予乾処理は、稲発酵粗飼料中の  $\alpha$ -トコフェロール含量を低下させる点に留意する必要があります。また、 $\alpha$ -トコフェロール含量の高い稲発酵粗飼料は、 $\beta$ -カロテン含量も高い傾向にあるため、ビタミン制御型肥育を行う場合は給与量や給与時期に注意する必要があります。

### ❓ 問い合わせ先

農研機構 畜産草地研究所 企画管理部業務推進室 電話 029-838-8618

### 📄 関連情報

農研機構 成果情報

「吊り上げ式の簡易ロールベール荷役具」

<http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/nilgs/2009/nilgs09-02.html>

「稲発酵粗飼料の肥育全期間給与により牛肉の脂質酸化が抑制される」

<http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/nilgs/2010/nilgs10-18.html>

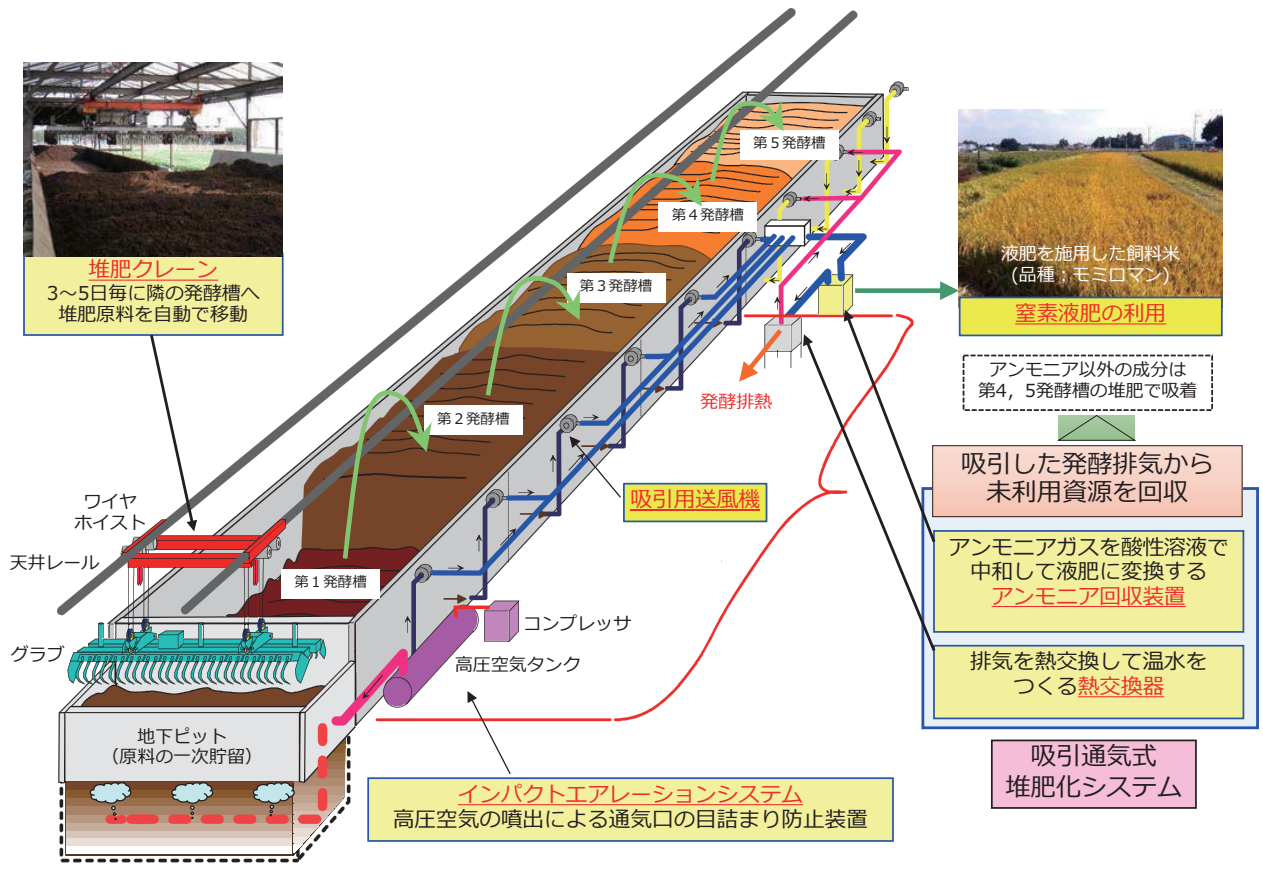
「フィールド端末機を用いた稲発酵粗飼料の生産履歴管理システム」

[http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/nilgs/2012/120c6\\_03\\_18.html](http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/nilgs/2012/120c6_03_18.html)

# 吸引通気式堆肥化処理システムで回収する 畜ふん由来の窒素液肥の利用

本技術は、家畜ふん尿の堆肥化過程で散逸していたアンモニアを窒素液肥として回収し、硫酸や尿素などの化学肥料の代替として利用しますので、堆肥と回収した窒素液肥を肥料として利用する循環型農業を実践するケースに最適です。また、被災地域の生産者が、新たに堆肥センターなど共同利用型施設を再編して耕畜連携を推進する場合などにも有効な技術です。

堆肥の底部から送風機で空気を吸引する吸引通気式堆肥化処理システムの腐熟促進効果は、一般的な圧送通気方式と同等です。堆肥化過程で発生するアンモニアは、圧送通気式では散逸してしましますが、吸引通気式では窒素液肥（リン酸アンモニウムや硫酸アンモニウム）として回収できます。回収した窒素液肥は、スラリーやメタン発酵消化液などに比較して窒素を10～20倍多く含み、速効性があることから化学肥料の代替として利用できます。しかも、夾雑物がほとんどないことから、ブームスプレーヤの利用や水田での水口施用などが可能で、多くの労力をかけずに施肥作業ができます。



吸引通気式堆肥化処理システム

### 回収した窒素液肥の肥料成分

回収した窒素液肥の種類	pH	EC (S/m)	N (%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)
リン酸アンモニウム溶液	6.6	11.8	6.3	18.9	<0.001%
硫酸アンモニウム溶液	7.6	>20.2	7.6	-	-



飼料用トウモロコシの栽培における  
回収した窒素液肥の利用

施肥機械は農薬散布用のブームスプレーヤを転用



飼料用米の栽培における  
回収した窒素液肥の利用

簡易な装置（マリオート）で水口から窒素液肥を定量滴化  
することで、一筆の水田に窒素成分の定量供給が可能

#### ⚠ 注意点

アンモニアを堆肥化過程で回収するためには、リン酸や希硫酸など、今までの堆肥化処理ではあまり用いなかった資材を使いますので、その分のコストと労力が上乘せされます。

また、本技術の導入を検討する際には、窒素液肥の利用方法についても同時に検討する必要があります。

#### ❓ 問い合わせ先

農研機構 畜産草地研究所

問い合わせ専用フォーム <http://www.naro.affrc.go.jp/nilgs/inquiry/tech.html>

企画管理部業務推進室 電話 029-838-8618 FAX 029-838-8606

#### i 関連情報

農研機構 成果情報

「堆肥化中に発生するアンモニアを効率的に回収する吸引通気式堆肥化システム」

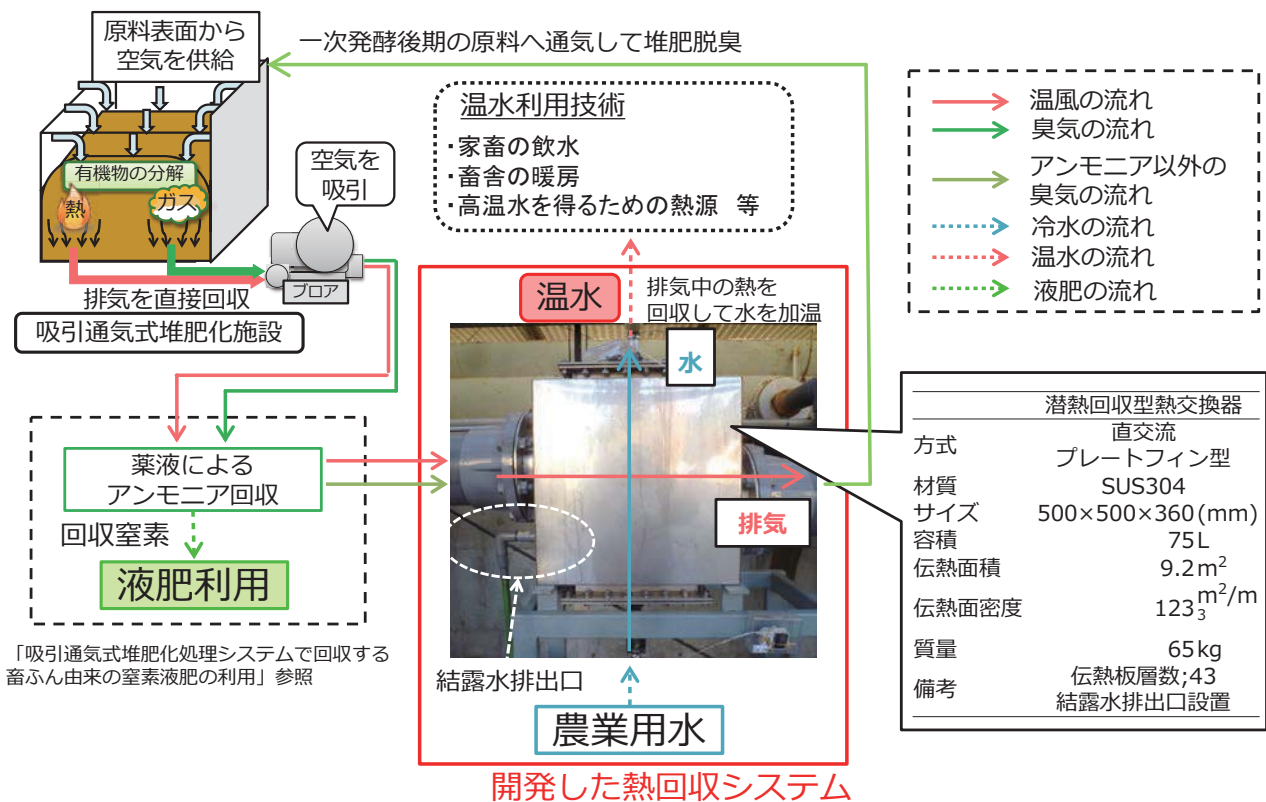
<http://www.naro.affrc.go.jp/project/result/laboratory/nilgs/2006/nilgs06-03.html>



## 低温熱源である堆肥発酵熱を回収して 温水へ変換するシステム

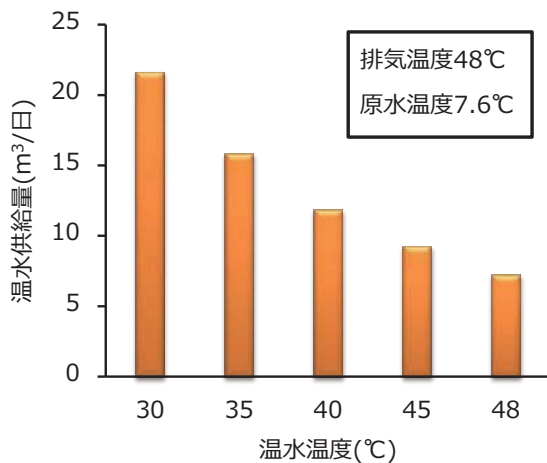
本技術は、家畜ふん尿の堆肥化処理で発生し、これまで有効利用できなかった発酵熱を、吸引通気式堆肥化処理システムや密閉型堆肥化装置で排気として回収し、堆肥発酵促進のためのブロワ動力のみで水の加温に利用するもので、良質な堆肥生産とエネルギー生産の両立が可能です。得られた温水は、家畜生産性の向上や畜舎保全、経営内の衛生管理などに利用することができ、循環型農業と省エネルギー型農業を実践するケースに最適です。

堆肥の底部から送風機で空気を吸引する吸引通気式堆肥化処理システムや密閉型の堆肥化装置では、高温・高湿度の発酵排気が得られます。これまで有効利用できなかったこの発酵熱を、排気中の高濃度のアンモニアガスを酸性の薬液で中和・回収した後、発酵排気の特徴に合った熱交換器を用いることで、水を加温するための熱源として利用することができます。吸引通気方式では45～65℃、密閉方式では40～70℃程度の発酵排気が発生し、この排気の熱を利用して、30～50℃の温水が得られます。この温水は、家畜の飲水に供給したり、畜舎の暖房や凍結防止対策に利用することができます。また、ボイラー等と組み合わせることで、殺菌・洗浄・消毒用途の高温水の補助熱源とすることも可能です。



発酵熱回収システムのフロー図

高湿度の発酵排気からの熱回収に対応するために、熱交換器には結露水排出口が設けてあります。また、粉じんの多い排気や夾雑物の多い農業用水等による熱交換器内部の詰まりを予防・解消するために、排気と水の通過面は大きく開放できる構造で、内部を直接洗浄することができます。

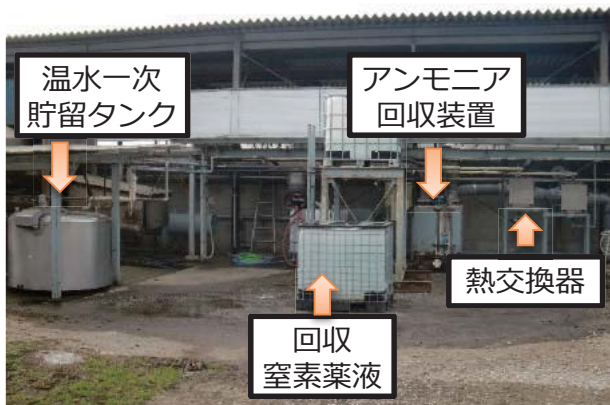


### 温水の供給特性

\*120 頭規模酪農家の場合  
3 月期（外気温度 9.7°C 条件）の試験

発酵熱回収システムでは、供給する水の量によって得られる温水温度が異なります。例えば 40°C の温水であれば、1 日乳牛 1 頭あたり 100kg 生産されます。

この温水を搾乳牛の飲水として給与する場合、温水の一次貯留タンクを導入し、水が一次貯留タンクと熱交換器間を常時循環・再加温されることで、飲水需要の大きな搾乳前後の時間帯を含め、一日中安定した温水を供給することが可能です。また、冬季の搾乳牛に温水を給与すると、冷水のまま給与する場合に比べて、飲水量が増加することも分かっており、家畜の健全性や生産性の向上に寄与することができます。



搾乳牛への温水給与用発酵熱回収システム



搾乳牛への飲水給与

### ❗ 注意点

良好な堆肥発酵がなされていないと、十分な量の熱の回収が難しい場合があります。また、堆肥化施設と熱の利用場所の距離等によって、得られる温水温度が低くなる可能性があります。畜種や利用法によって熱回収システムの構成や最適運転条件は異なります。

### ❓ 問い合わせ先

農研機構 畜産草地研究所  
問い合わせ専用フォーム <http://www.naro.affrc.go.jp/nilgs/inquiry/tech.html>  
企画管理部業務推進室 電話 029-838-8618 FAX 029-838-8606

### 📄 関連情報

農研機構 成果情報  
「低温熱源である堆肥発酵熱を回収して温水へ変換するシステム」  
農業施設, 45(3), 99-107, 「吸引通気式堆肥化施設で回収した発酵熱による水の加温」

# ヒートポンプを活用した 未利用熱エネルギーの農畜利用

暖房も冷房も可能なヒートポンプは、園芸施設の暖冷房や除湿、畜舎での冷却と温水の同時供給など周年活用できます。ヒートポンプ利用に際して、従来システムとのハイブリッド運転や未利用熱エネルギーの利用などの工夫で大幅な省エネが実現できます。

## 温室暖房のハイブリッド運転システム

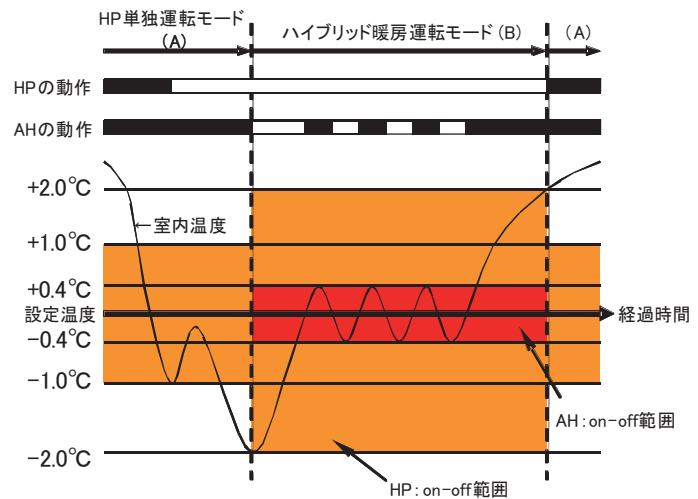
ハイブリッド運転は、ヒートポンプを主暖房、温風暖房機を補助暖房とし両者を自動制御して暖房を行う方法です。ヒートポンプによる暖房量だけで不足する時は温風暖房機を併用します。温風暖房機だけの従来方式より投入エネルギー、運転経費および二酸化炭素排出量を削減できます。

施設園芸では、ハイブリッド方式を採用したヒートポンプの導入が進んでいます。

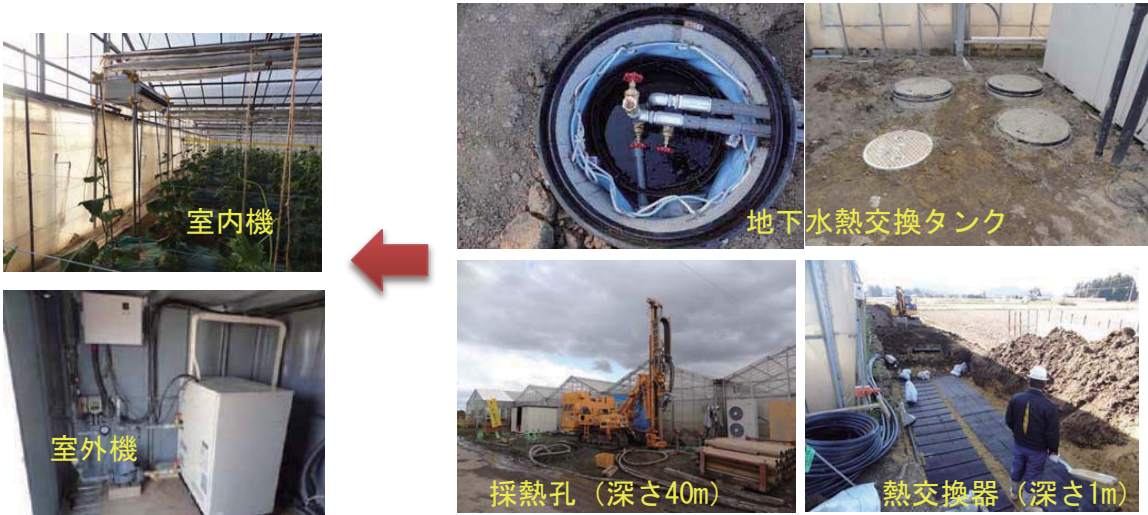


農業用ヒートポンプの例

ハイブリッド運転方式の概要→  
ヒートポンプ (HP) と温風暖房機 (AH) の  
動作 (□ :稼働、■ :停止)



宮城県南部沿岸地域の水資源・未利用エネルギーを活用した中規模園芸生産システムの技術開発  
地下水および地中を熱源とする園芸施設の暖房用ヒートポンプシステムについて現地実証温室において技術開発を行なっています\*。



現地実証温室における地下水熱源・地中熱源と水熱源ヒートポンプ

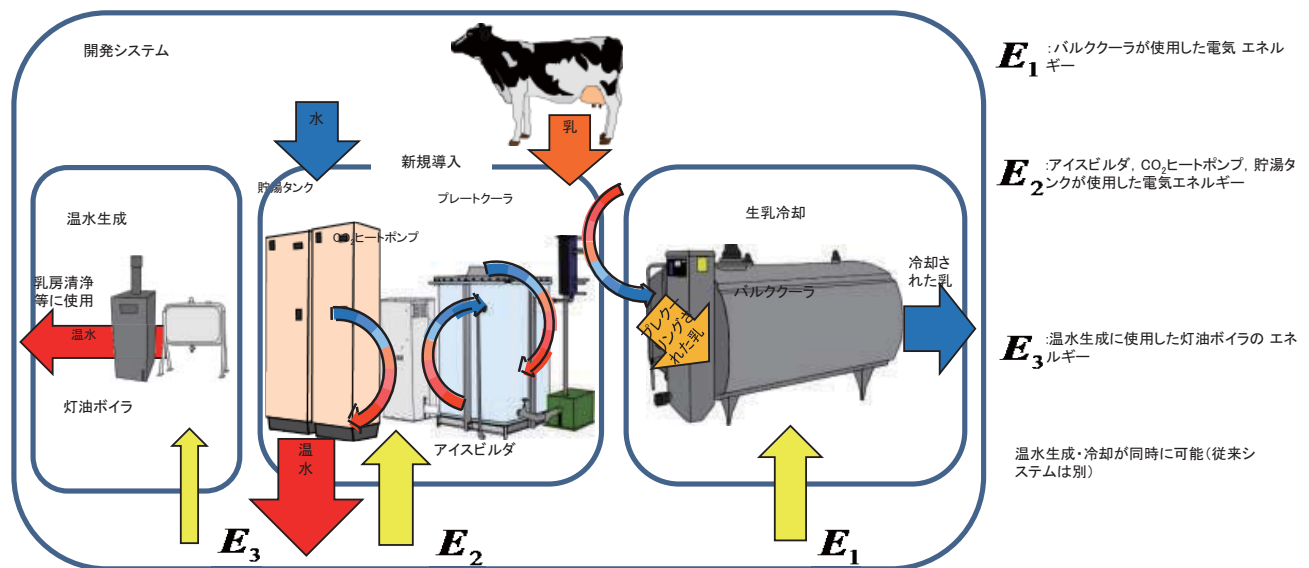
\* 食料生産地域再生のための先端技術展開事業「農村地域における未利用エネルギー利活用実証研究」



## CO<sub>2</sub> ヒートポンプを利用した生乳のプレクーリングシステム

本システムは、生乳冷却と同時に生乳のプレクーリング用の氷生成時に発生する排（廃）熱を回収し約 85℃の温水を生成できます。プレクーリングにより乳温は 7～10℃に低下するため、生乳冷却のためのバルククーラーの稼働時間、電力消費を抑えることが可能です。温水生成と生乳冷却を個別単独運転する従来システムに比べて、年間のエネルギーを約 4 割、CO<sub>2</sub> 排出量を約 3 割削減できます。

自然冷媒である CO<sub>2</sub> を使用しているため、今後予想される代替フロン規制に即時に対応可能な技術であり、日本国内のみでなく世界での利用も期待されます。本システムは 2015 年 12 月現在国内 4 カ所（栃木 2、茨城 1、福島 1）で稼働中です。



CO<sub>2</sub> ヒートポンプを利用したプレクーリングシステム構成

### ① 注意点

これらシステムでの試算結果は、環境やシステム条件、光熱単価などの個々の前提条件により変化します。

### ② 問い合わせ先

農研機構 農村工学研究所 防災研究調整役 電話 029-838-8193  
 近畿中国四国農業研究センター 傾斜地野菜生産研究グループ  
 電話 0877-62-0800  
 畜産草地研究所 環境工学研究グループ 電話 029-838-8678

### ③ 関連情報

農研機構 成果情報

「省エネルギー効果の高いヒートポンプと温風暖房機のハイブリッド運転方式」

<http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/vegetea/2007vegetea07-03.html>

「温室暖房システムにおける代替エネルギーの貢献度」

<http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/nkk/2009/nkk09-03.html>

「高温水が生成できる CO<sub>2</sub> ヒートポンプによる生乳のプレクーリングシステム」

[http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/nilgs/2011/220d0\\_01\\_38.html](http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/nilgs/2011/220d0_01_38.html)

# バイオマスを利用した 再生可能エネルギーの活用技術

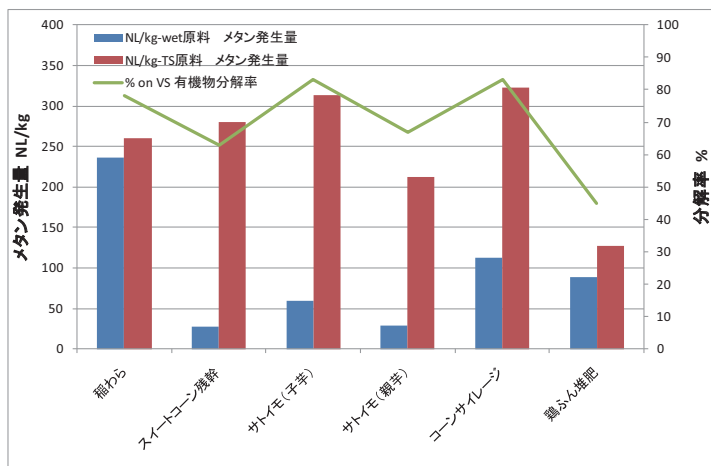
東京電力福島第一原発事故での避難対象となった地域において、葉たばこの耕作地に機械化栽培のできる野菜類を栽培し、そこで発生する作物残さや、生ごみや食品残さ、家畜ふん尿や雑草を原料に乾式メタン発酵を行い、木質チップや稲わらなどを固形燃料として利用することにより、施設園芸の代替エネルギー化をはかるとともに、メタン発酵残さ液肥などの有機系肥料として利用することにより資源循環型の高付加価値農業の普及を目指します。



### 乾式メタン発酵の概要



乾式メタン発酵  
固形状  
汚泥濃度：15～30%  
水分含量：70～85%

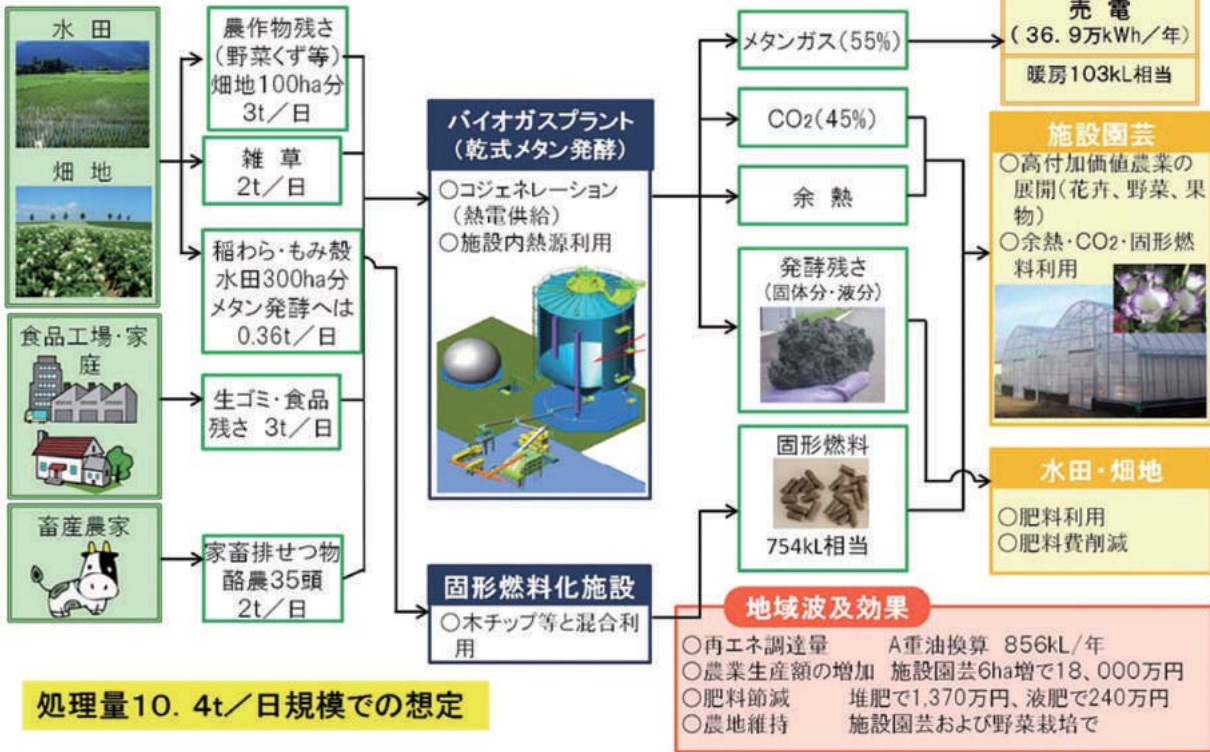


50℃以上の高温メタン発酵のため、稲わらや雑草中の繊維類もメタン発酵でガス化できます。メタンガスは発電と施設園芸の暖房にそれぞれ50%使用し、発電廃熱で木質チップを乾燥します。

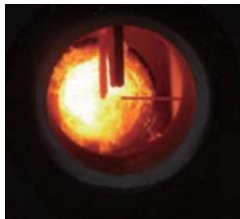


**地域循環型農業・エネルギーシステムによる新しい福島農業の創造** ※イメージ  
**バイオガスプラントを拠点とする地域循環型農業・エネルギーシステムの構築 (福島県川俣町)**

- バイオガスプラントを拠点に地域資源をフル活用し、地域循環型農業・エネルギーシステムを構築。
- 再生可能エネルギーと高付加価値農業の一体的展開により、新しい福島農業を創造。



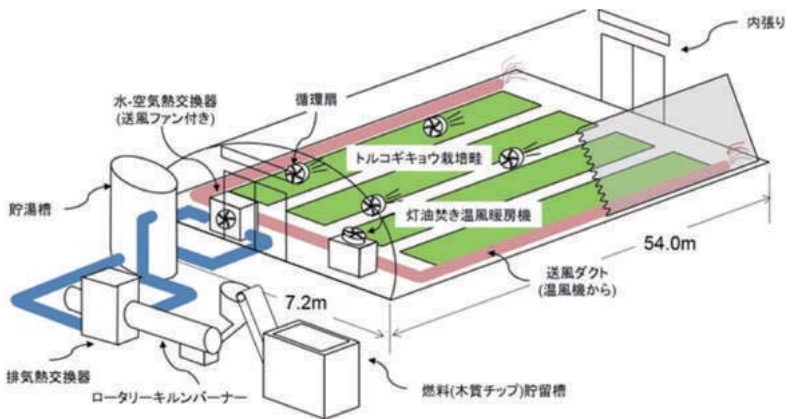
木質チップ



燃焼状況



ロータリーキルン式バーナー



施設園芸での利用のイメージ

- ・ 温湯式熱交換器を使用
- ・ 20mm アンダーの木質チップを使用
- ・ 燃料価格は灯油 1L 換算 50 円

木質チップを活用した施設園芸の脱石油化

① 注意点

乾式メタン発酵は 10t/日以上の規模で採算がとれるようになります。  
 乾式メタン発酵槽に投入できる原料は、除染作業が終わり放射性セシウム濃度が肥料の基準値以下になったものを使用します。また、木質チップも木質燃料の基準値以下のものを使用します。

② 問い合わせ先

農研機構 中央農業総合研究センター 情報広報課 電話 029-838-8979



## バイオマス資源作物の新品種開発と選抜 および現地適応性の検証

農地維持とエネルギー生産が可能な産業の創出を目指して、草本資源作物エリアンサの品種を開発し、同時に浪江町において適応性の高い有望個体を選抜し、今後の利活用に備えています。エリアンサは定植すれば20年間程度は継続して栽培でき、主な管理作業は年1回の収穫のみであることから、エリアンサを導入することで超省力的に農地の維持・荒廃防止ができます。収穫物をペレットに加工すれば再生可能エネルギーとして利用できます。食料生産のための農地への復元は容易にできます。

エリアンサ品種「JES1」は、浪江町でも越冬し、実用レベルの能力を発揮します。これに加えてさらに適応性を高めるため現地に選抜圃場を設置し、エリアンサ400個体、3倍体ススキ300個体、2倍体ススキ100個体を2年間評価し、越冬性、乾物生産性および早晩性から、エリアンサ早生6個体、中生3個体、晩生3個体と3倍体ススキ4個体を選抜しました。選抜した株を掘り取り、東北農研福島研究拠点で保存しています。これらの選抜株は越冬後にも旺盛に生育し、浜通りエリアに対する適応性が高いと考えられます。福島被災地における農地荒廃防止やエネルギー生産の具体策が必要になった場合に備えて、直ちに品種化して種苗を供給する準備をしています。



エリアンサ品種「JES1」



エリアンサの機械収穫



2011年7月より先行的に福島研究拠点（福島市荒井）において草本資源作物の評価を開始し、品種開発の有効性を見極めました。



2014年6月より浪江町田尻においても系統選抜を開始し、福島浜通りエリアで能力を発揮できる有望個体の選抜を行いました。



定植から2年目の2015年11月にはエリアンサスは順調に3m程に生長しました。翌年はさらにサイズアップし、4年目以降は3年目の収量が維持されることが期待されました。



2015年11月に選抜し、掘上げた株はポットに移植し、東北農研福島研究拠点に保存されています。エリアンサスやススキ類の利用に対し、準備を進めています。

バイオマス利用を目的として栽培される資源作物の中でもエリアンサス (*Erianthus arundinaceus*) は永年性で生産力が高いことから、LCA や経済性において優れており、最も有望な作物の一つと考えられます。その種苗供給や栽培・収穫・貯蔵に関わる技術がおおよそ確立しましたので、効率的な原料生産が可能になっています。熱エネルギーの地産地消を想定し、エリアンサスによる原料供給をベースとした事業モデルを考えてみました。年間で乾物5000トンの原料からペレットを生産する小規模な工場に対して栽培に必要な面積は150haで、この土地は農地として確実に維持されます。原料生産費は6円/乾物kgと試算でき、これを10円/乾物kgで工場に販売すれば、原料生産段階の収益2000万円/年を見込むことができ、この段階で雇用が生まれ、地権者へは地代も収入になります。ペレット工場は5000トンの原料から10円/乾物kgでペレットを生産し、これを30円/乾物kgで温室暖房用等として販売すれば、ペレット生産段階の事業収益は5000万円/年と見込むことができ、この段階でも雇用が生まれます。ペレットの発熱量を重油の半分とすると地域内で2500KLの重油が節約でき、ペレットは熱量ベースでおよそ60円/Lの重油に相当しますので、相場にもよりますが多くの場合経済的に成立します。ペレット量に余裕があればFIT活用の発電や火力発電における石炭混焼にも利用できます。

#### 草本資源作物による地域創生事業モデル



このモデルは同じ草本資源作物のススキ類においても当てはまるモデルです。

#### ① 注意点

当面は既に育成したエリアンサス「JES1」で対応できます。ススキ類に関しては、「ジャイアントミスカンサス」で対応できます。熱利用に際しては、草本用ボイラーの開発や原料段階の燃焼適性の確認が必要です。

#### ② 問い合わせ先

農研機構 九州沖縄農業研究センター 広報普及室 電話 096-242-7682  
畜産草地研究所 企画管理部業務推進室 電話 029-838-8618

#### ③ 関連情報

農研機構 成果情報  
「超多収バイオマス資源作物エリアンサス新品種候補「JES1」の育成」

## 農業の震災復興に向けた提言（第3版）

---

平成28年3月 発行

### 復興を支える農業技術 —震災復興で新しい農業の創出を—

発行者 国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構  
国立研究開発法人 農業生物資源研究所  
国立研究開発法人 農業環境技術研究所  
国立研究開発法人 国際農林水産業研究センター

編集委員長 農業・食品産業技術総合研究機構  
震災復興研究統括監  
〒305-8517 茨城県つくば市観音台3-1-1  
電話 029(838)7199

---

印刷所 朝日印刷株式会社

\*本冊子から転載・複製する場合は農業・食品産業技術総合研究機構の許可を得てください。