

福島農総セ研報 放射性物質対策特集3：89-114（2022）

避難指示区域等の営農再開・農業再生に向けた実証研究（第3報）

常盤秀夫¹・志村浩雄²・齋藤隆³・大矢浩司・根本知明³・
菅野拓朗⁴・三本菅猛・小野司⁵・佐藤優平

Research for Demonstration of Farming Reopening and Agriculture Reproduction in the Areas under Evacuation (Third Report)

Hideo TOKIWA¹, Hiroo SHIMURA², Takashi SAITO³, Koji OYA, Tomoaki NEMOTO³,
Takurou KANNO⁴, Takeshi SANBONSUGE, Tsukasa ONO⁵ and Yuuhei SATO

Abstract

In evacuation order areas that have been forced to evacuate by the accident of the Fukushima Daiichi nuclear power plant, it was started empirical research for the farming resume from 2013.

In 2016, the Hama Agricultural Regeneration Research Centre was established in Minamisoma City.

The test farm fields were set up in 21 points in 2016, 30 points in 2017, 33 points in 2018, 42 points in 2019, and 32 points in 2020.

We are in order to solve the problems for the farming resume, rice, vegetables, flowering plants, grass, soil fertility enhancement crop, landscape crop, and growing resources crops, studies were conducted in accordance with the situation in the region.

(Received October 25, 2021 ; Accepted October 6, 2022)

Key words : farming resume, empirical research, Evacuation order area,
absorption restraint measures of the radiocesium

キーワード：営農再開、実証研究、避難指示区域、放射性セシウム吸収抑制対策

受付日 2021年10月25日、受理日 2022年10月6日

- 1 現農業総合センター浜地域農業再生研究センター
- 2 現農業総合センター果樹研究所
- 3 現福島県農業振興課
- 4 現福島県相双農林事務所双葉農業普及所
- 5 現株式会社野生動物保護管理事務所関西分室

1 緒言

第1報、第2報で、2013年度～2015年度に農業総合センター生産環境部福島市駐在が実施した、避難指示区域等の営農再開・農業再生に向けた実証研究について述べたが、本報では、避難指示区域等のその後の状況変化と、それに対応した2016年度から2020年に浜地域農業再生研究センターが実施した実証研究について述べる。

2011年3月に発生した東日本大震災及び東京電力福島第一原子力発電所の事故により、浜通りを中心とした12市町村に避難指示等が出され、多くの住民が避難を余儀なくされた。

避難区域には、2011年4月22日に警戒区域、避難指示区域、計画的避難区域、緊急時避難準備区域が設定され(図1)、また、2012年4月からは年間積算線量の状況に応じて段階的に見直しが行われ、帰還困難区域、居住制限区域、避難指示解除準備区域が設定された。その後帰還困難区域を除き避難指示の解除が進み、2022年～2023年にかけては帰還困難区域内に認定された特定復興再生拠点区域の避難指示解除が見込まれている(図2)。

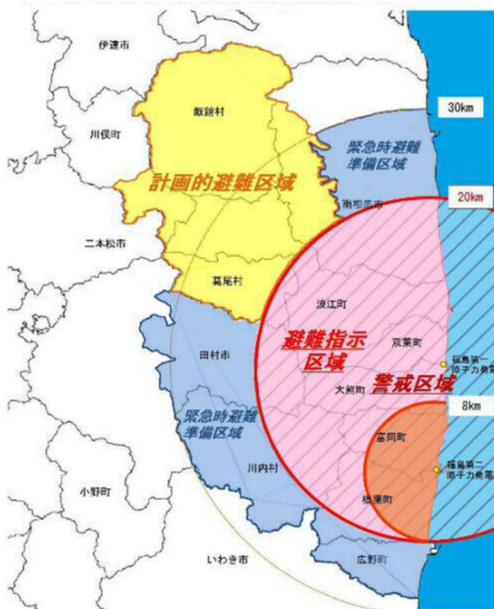


図1 避難区域の状況(2011年4月22日時点)
(経済産業省作成の資料をもとに福島県が加工)

避難指示の期間中これらの地域では避難指示解除に向けて、放射性物質による汚染状況に応じて農

地の除染作業が段階的に行われたが、多くの地域で長期にわたって営農が中断する結果となった。

長期間の営農停止により、農業生産基盤である農地の状況は大きく変化し、雑草の繁茂や用排水施設等の荒廃、さらに、除染作業(特に表土削り取りと客土)による地力低下(図3)や野生鳥獣の増加(図4)等、営農再開への影響が懸念される状況となった。



図2 避難区域の状況(平成30年5月11日時点)
(環境省)



図3 農地除染の状況



図4 野生鳥獣の出没

また、放射性物質の影響により、県産農産物の作付けや出荷の制限、自粛の指示に加え、風評による買い控えなどの甚大な被害が発生し、一刻も早くこの事態を克服するために、迅速かつ効果的な対策技術の研究開発が求められた。

このため、県では、有識者等からなる委員会で原子力災害からの農業再生に向けた研究に関する検討を進め、2012年12月に「農林水産再生研究拠点基本構想」を策定し、避難が指示された地域の営農再開・農業再生に向けた取組を強化するため、現地において直接調査・研究を行う新たな研究拠点として「浜地域農業再生研究センター」（以下「浜再生研」という。）を南相馬市に整備することとなった。

2 避難地域の営農再開に向けた実証研究の取組

（1）農業総合センター生産環境部福島市駐在の設置

「浜再生研」は2016年3月に設置されることとなるが、それまでの間、営農再開・農業再生に向けた実証研究を先行して進めるため、2013年4月から福島市に所在する「国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構東北農業研究センター福島研究拠点農業放射線研究センター」に「福島県農業総合センター」の職員を「福島県農業総合センター生産環境部福島市駐在」（以下「福島市駐在」という。）として配置した（2013年度～2014年度は3名、2015年度は5名）。

「福島市駐在」は、避難地域等の市町村の要望を踏まえ、放射性物質の吸収抑制対策、農地の生産力回復に向けた現地実証のほか、花きなどの新規作物導入に関する研究に取り組み、2013年度には8市町村9か所、2014年度には10市町村12か所、2015年度には10市町村14か所に実証ほを設置し、それぞれ9課題、12課題、13課題の営農再開実証技術情報を提供した。

（2）「浜再生研」の設置

2016年3月22日、避難地域等の営農再開・農業再生を図るため、現地の生産環境で調査研究を行う拠点として「浜再生研」が開所された（図5）。

対象地域は、避難地域等の12市町村（2011年4月22日時点で警戒区域・計画的避難区域・緊急時避難準備区域に指定されていた地域）の「帰還困難区域」を除く地域とし、現地のほ場において実証研究に取り組むとともに、得られた成果を農林事務所等と連携して速やかに現場に普及し、営農の再開と力強い農業の再生を進めることを目的に、10名の職員により業務がスタートした（表1、図5）。

表1 浜地域農業再生研究センターの開所までの経緯

2012年8月	「農林水産再生研究拠点基本構想検討結果報告書」公表
12月	「農林水産再生研究拠点基本構想」策定
2013年4月	農業総合センター福島市駐在配置（研究職員3名） 独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構と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包括的連携協定を締結
2014年1月	再生研究拠点整備工事基本設計事務委託
3月	「（仮称）浜地域農業再生研究センター基本計画」策定
5月	再生研究拠点整備工事実施設計業務委託
2015年4月	農業総合センター福島市駐在職員2名増員（研究職員5名）
5月	農業総合センター浜地域農業再生研究センター起工
2016年3月	農業総合センター浜地域農業再生研究センター竣工 3月22日 農業総合センター浜地域農業再生研究センター設置（研究員7名、事務職員1名） 3月25日 開所式
2016年4月	任期付き研究員2名増員（研究職員9名、事務職員1名）



図5 浜地域農業再生研究センター

（3）研究推進体制

「浜再生研」は、作物、野菜特産、花き、畜産、放射線防護、鳥獣害対策等の各専門分野を担当する研究員が、農業者や市町村等の意見等を踏まえて、避難地域等の農業者が直面する様々な課題の解決に向けた実証研究等に取り組むとともに、課題解決の加速化・高度化に向けて、国の研究機関や大学などの関係機関・団体等と連携し、共同研究等に取り組んでいる。

研究成果の普及に関しては、農林事務所や市町村

との連携により、研究成果発表会や営農再開技術セミナーなどを開催して、直接現場に周知・還元するなど、営農再開に向けた農業者の実践を促進している。また、農業者や市町村等からの要望や相談についても随時対応し、既存研究成果に基づく情報提供や新たな研究課題等に反映するほか、各種事業の活用についても支援を行っている。

(4) 研究内容

避難地域等が直面する課題は様々であり、原発事故に伴う避難や放射性物質の影響、農業者の帰還状況、除染や復興事業の進捗についても市町村や地域により大きく違いが見られることから、「浜再生研」では、現地の状況を踏まえて、以下の4本の柱に基づき実証研究に取り組むこととなった(表2)。

A 技術開発の基礎となる現地の調査研究

放射性物質関連の研究を進める上で必要となる農地や用水など生産環境中の放射性物質の動態や、営農再開に向けた農業生産環境について調査研究を行う。

B 営農再開準備における課題の解決に必要な実証的研究

除染後農地の保全管理や地力増進、広域的な鳥獣害防止手法の実証など本格的な営農再開までの間の課題に対応する研究を行う。

C 営農再開における課題の解決に必要な実証研究

ほ場での作物栽培を対象とした吸収抑制対策の実証や既存技術の最適化・体系化の研究など、営農再開における課題解決に対応する実証研究を行う。

D 農業再生における課題の解決に必要な研究

遠隔操作技術、情報通信技術(ICT)等を活用した超省力技術や環境制御型園芸施設等による周年栽培技術の実証など、これまで地域に導入されていなかった新たな農業技術に関する研究を行う。

表2 農業総合センター浜地域農業再生研究センターの研究内容

1	技術開発の基礎となる現地の調査研究 (1)生産環境中における放射性物質の動態に関する中長期にわたる調査研究 (2)営農再開に向けた農業生産環境の調査研究 (3)避難地域等における突発的事象に関する要因解析
2	営農再開準備における課題の解決に必要な実証的研究 (1)除染後農地の効果的な保全管理手法の研究 (2)広域的な鳥獣害防止手法の研究
3	営農再開における課題の解決に必要な実証研究 (1)生産環境条件に応じたリスク評価法の研究 (2)既存技術の現地環境下での最適化・体系化の研究 (3)生産環境条件に応じた新品目導入の研究
4	農業再生における課題の解決に必要な実証研究 (1)情報通信技術(ICT)等を活用した超省力化技術に関する研究 (2)環境制御型施設での園芸作物の周年栽培体系の研究

3 実証研究のこれまでの取組と成果

「浜再生研」では、前述のような研究内容に基づき、また、避難地域等の農業者を始め、市町村等の要望を踏まえて、2016年度は18課題を21か所、2017年度は24課題を30か所、2018年度は26課題を33か所、2019年度は29課題を42か所、2020年度は31課題を32か所で実証研究に取り組み、営農再開に向けて2016年度は17課題、2017年度は25課題、2018年度は28課題、2019年度は20課題、2020年度は23課題の技術情報を提供した(表3)。

表3 これまでの浜地域農業再生研究センターの実証研究成果

水稲及び畑作物に関する成果

品目	年度	成果名
水稲	2017	大柿ダムの農業用水を利用した水稲栽培の安全性の実証(南相馬市)
		水稲の密苗移植栽培により育苗と移植作業を省力化、低コスト化できる
		土壤溶液中カリウム診断に基づく玄米中放射性セシウムの基準値超過リスク診断手法の実証(広野町)
	2018	除染後作付け初年目の水田では、2回の代かき作業により均平精度が向上する
		阿武隈山間部における県オリジナル品種「里山のつづ」の湛水直播栽培の実証
		マルチコブターによる空中散布の実証
		密苗移植栽培における殺虫殺菌剤の移植時側条施用の実証
	2019	除染後水田におけるヘアリーベッチの栽培・すき込みによる水稲栽培の実証(富岡町)
		営農再開後における水田害虫の発生
		標高差と品種の組み合わせで水稲作付けを拡大できる(川俣町)
2020	乗用型水田除草機の除草効果(富岡町)	
	塩化カリを増施し、土壤中交換性カリ含量が上昇しても玄米中カリウム含量と食味値は変化しない(浪江町)	
	土壤中交換性カリ含量が増加しても玄米中カリウム含量と食味に影響はみられない(浪江町)	
ソバ	2018	浜通り平坦部における水稲栽培と組合せたマメ科緑肥の窒素すき込み量の推定
	2019	除染後農地(反転耕)におけるソバの県オリジナル品種「会津のかおり」の栽培実証(楡葉町)
	2020	営農再開地域のほ場における放射性セシウム分布の現状(ソバ、タマネギ、牧草)
エゴマ	2016	エゴマの機械化体系栽培の実証(川内村)
	2017	エゴマ6次化加工販売により、収益が向上する
	2020	水田転換畑において、サブソイルによる排水対策でエゴマの収量は向上する(川内村)
ナタネ	2018	飼料利用も可能なナタネ新品種「きらきら銀河」の除染後作付け初年目農地における栽培実証(川俣町)

野菜に関する成果

品目	年度	成果名
タマネギ	2017	水田転換畑及び畑における春まきタマネギ栽培の実証(南相馬市)
		タマネギ栽培における機械化作業体系の実証(南相馬市)
		エゴマ-タマネギ-キャベツによる高冷地での2年3作体系の実証(川内村)
	2018	タマネギ栽培における排水対策の重要性(南相馬市)
		浜通り平坦部におけるタマネギ栽培体系(南相馬市)
		水稲育苗ハウスを用いた秋まきタマネギ育苗管理の改善(南相馬市)
		水田転換畑におけるタマネギ栽培では排水対策が重要である(南相馬市)
	2019	除草剤の体系防除によりタマネギほ場の1年生雑草を抑制できる(南相馬市)
		タマネギ栽培前にスギナが確認できる場合はほ場選定に留意しましょう(南相馬市)
		少雨時のかん水により春まきタマネギの球重が増加する(南相馬市)
西洋野菜 (トレビス等)	2018	夏どり西洋野菜の栽培実証(川内村)
	2019	阿武隈地域におけるトレビスの二期どり栽培(川内村)
	2020	有機質肥料を用いたトレビス栽培の実証(川内村)
アスパラガス	2017	ICT・IoT機器の農業利用に関する意向調査結果と遠隔ほ場の温度や画像が確認できる機器の作製実証
	2019	除染後農地におけるアスパラガス施設栽培の実証(富岡町)
ピーマン	2020	ピーマン夏秋どり栽培の実証(葛尾村)
コマツナ	2016	避難指示解除地域におけるコマツナ、ダイコンの放射性セシウム吸収抑制対策の実証(葛尾村、南相馬市小高区)
	2017	林縁近傍におけるコマツナ栽培の安全性の実証(葛尾村)
畑わさび	2018	畑わさびの放射性セシウム吸収抑制対策の実証(飯館村)
カンショ	2020	カンショの雑草は除草剤の体系防除で抑制できる(楡葉町)
スイートコーン	2016	除染後農地における酪農堆肥による土壤改良とスイートコーン連作実証(川俣町山木屋)

花きに関する成果

品目	年度	成果名
トルコ ギキョウ	2016	浜通り平坦地域における大苗を用いたトルコギキョウ2月定植無加温栽培の実証(楡葉町)
		トルコギキョウの強酸性土壌における土壌診断に基づくpH改良の実証(楡葉町)
		トルコギキョウ連作障害対策手法における生育への影響(楡葉町)
	2017	電照を用いたトルコギキョウ抑制栽培の実証(葛尾村)
		浜通り平坦地域における水稲育苗ハウスを用いたトルコギキョウ抑制栽培
		ICT機器ネットワークを活用した管理技術共有化の実証
2018	浜通り平坦地域におけるトルコギキョウ11月定植無加温栽培の実証	
	浜通り平坦地域ではトルコギキョウの夏越し二度切り栽培は難しい(浪江町)	
	阿武隈地域で8月旧盆需要期に採花可能な小ギク品種(飯館村)	
小ギク	2016	たばこ管理機等の利用による規模拡大に向けた小ギク栽培の実証(飯館村)
	2017	葛尾村で8月旧盆需要期出荷に適する小ギク品種
	2018	小ギクの電照栽培には親株管理時にも電照処理をしていることが望ましい
カラ	2018	畑地性カラの球根養成栽培における酸素供給剤の施用方法の違いによる球根肥大への影響
	2019	阿武隈中山間地域において採花本数に優れる畑地性カラ「キャブテンプロミス」(飯館村)
宿根 カスミソウ	2017	浜通り平坦地域における宿根カスミソウ秋冬・春夏二度切り無加温栽培体系の実証(南相馬市小高区)
リンドウ	2016	浜通り平坦地域におけるリンドウ6~7月出荷作型の実証(広野町)
ストック	2020	浜通り平坦地域における水稲育苗ハウスを利用したストック秋出し作型(南相馬市)
キンギョソウ	2020	阿武隈中山間地域ではキンギョソウの二期作栽培が可能である(飯館村)
ユウカリ	2020	浜通り平坦地域におけるユウカリ栽培(2年目)の実証(楡葉町)

飼料作物及び畜産に関する成果

品目	年度	成果名
牧草	2016	オーチャードグラスへのアカクローバ混播によるミネラルバランス改善効果の実証(浪江町)
		カリウム含量が低い単年生飼料作物栽培の実証(富岡町)
	2017	牧草地でできる簡易な交換性カリウム含量測定の実証(南相馬市)
		カリウムの蓄積が少ないイタリアンライグラス「tachyuka」の栽培実証(富岡町)
	2018	施肥による牧草のイオンバランス調整技術の実証
		浜通り平坦地における牧草の春期播種時の留意点
2019	鶏ふん焼却灰の施用は牧草の放射性セシウム吸収抑制対策として有効である(川俣町)	
	窒素肥料として硫酸の代替に塩安を施用することで牧草地のイオンバランス(DCAD)を改善できる(南相馬市)	
2020	阿武隈中山間地域の牧草地における緑肥作物の春播き栽培(飯館村)	
飼料用トウモロコシ	2017	除染後農地(表土剥ぎ取り+客土)において飼料用トウモロコシの収量を向上させる耕うん方法(川俣町)
	2018	家畜ふん堆肥活用による飼料用トウモロコシ栽培の実証(川俣町山木屋)
		景観作物クリムソクローバすき込み後の飼料用トウモロコシ栽培の実証(葛尾村)
	2019	飼料用トウモロコシとオオムギの二毛作付け体系の実証(葛尾村)
2020	緑肥作物の栽培・すき込みにより飼料用トウモロコシの収量が増加する(浪江町)	
繁殖牛	2016	肉用牛繁殖経営再開のための畜舎環境整備の実証(飯館村)

保全管理及び地力増進に関する成果

品目	年度	成果名
保全管理	2016	プラウ耕+ロータリー耕は、ロータリー耕と比べて地上1mの空間線量率を低下させ、均一性が高まる(双葉町)
		レンゲ等を加害するアルファルファタコゾウムシが避難地域等に広く分布している
		ヒマワリによる農地の保全管理と景観形成の実証(飯館村)
	2017	営農再開後の水田畦畔でトウキョウダルマガエルを確認(飯館村)
		「クレーピングベントグラス」における斑点米カメムシ類の発生
		畦畔のカバープランツ「クレーピングベントグラス」の導入実証 茎葉処理除草剤を用いた営農再開前のヨシ対策
2018	刈り払い・耕起等による保全管理だけでは、ヨシは抑制できない	
	畦畔のカバープランツ「クレーピングベントグラス」の導入2年目の管理	
地力増進作物	2016	ヘアリーベッチ栽培は省力的な抑草効果が期待できる(南相馬市小高区)
		排水不良の除染後農地では地力増進作物としてセスバニアが適する(双葉町)
	2017	雑草を含む地力増進作物のすき込みは土壌中の可給態窒素を増加させる(双葉町、大熊町、南相馬市小高区)
		アルファルファタコゾウムシ発生下での地力回復を目的とした秋冬作のマメ科作物には、「ヘアリーベッチ」が適している
2018	除染後農地におけるマメ科緑肥作物の栽培・すき込みによる地力回復効果(双葉町)	

鳥獣害対策に関する成果

品目	年度	成果名
生息状況調査	2016	避難指示区域ではイノシシ、アライグマ、ハクビシンの出現頻度は高い
	2018	ルートセンサス法によるイノシシ出没のモニタリング手法の実証(大熊町)
	2019	スタンプ板の利用により獣種判別のための足跡を簡易に採取できる(大熊町)
		IoT赤外線センサーカメラによってニホンザルの出没状況をメールで確認できる(浪江町)
	2020	獣種を判別するための足跡判別資料 ラジオテレメトリ調査法によるニホンザルの位置情報取得(浪江町)
鳥獣被害対策	2016	飼料用トウモロコシ栽培における鳥獣被害防止対策の実証(川俣町)
		ニホンザル被害に対する複合柵の効果(飯館村)
	2017	多種類の防護柵における対応獣種とコストの比較
		ビニールハウスにおける中型ほ乳類対策用電気柵の設置手法の実証(浪江町)
	2018	自走式草刈り機による電気柵下の草刈り作業時間の短縮効果(川俣町)
	2019	アンケート調査により鳥獣被害対策に対する住民の意向を把握できる(川内村)
2020	集落環境調査に基づく鳥獣被害対策の意識醸成(川内村) くぐれんテグス君と電気柵によるカンショの鳥獣被害対策(檜葉町) 中型獣類にも対応した複合柵による露地野菜の獣害対策(大熊町)	

4 水稲に関する実証研究

水稲については、15 課題に取り組み、14 成果を公表した。以下に代表的な成果を記述する。

(1) 水稲の密苗移植栽培による育苗と移植作業の省力化、低コスト化の実証

A 背景及び目的

旧避難指示区域等において営農再開が可能となった場合、土地利用型農業の担い手不足が深刻な状況にあり、担い手の大規模化が望まれている。そこで、水稲の育苗作業、移植作業の省力化、低コスト化を目的に密苗移植栽培技術を実証した。

B 研究方法

川内村上川内地区の標高 580m に位置する実証ほかに、密苗を移植する区と慣行苗を移植する区を 4a の 2 反復ずつ設置した。供試品種は「里山のつぶ」とし、播種量は、密苗で乾籾 300g/箱、慣行苗で乾籾 150g/箱とした。施肥量は、基肥で $N-P_2O_5-K_2O=6.0-10.8-9.6$ (kg/10a)、放射性セシウム対策に $K_2O=24.0$ (kg/10a) を施用し、追肥は行わなかった。移植は、ヤンマー(株)製密苗仕様田植機 (YR8D) を用い、栽植密度 19.2 株/㎡とした。

苗の生育や、移植時の使用箱数、生育期間の草丈・茎数・葉色及び収量、品質、食味を調査した。

C 結果及び考察

密苗は、育苗日数 22 日で草丈 11.0cm、葉齢 2.3 葉、第 1 葉鞘長 3.5cm で、地上部の充実度は慣行苗と同等であった (表 4、図 6)。

密苗区の使用箱数は 6.9 箱/10a で、慣行苗区の 13.6 箱/10a の約半分で、育苗培土等の資材費が削減できた。また、8 条田植機を使用した 1 筆 30a の移植作業を想定すると、慣行苗では追加の苗箱を載せる作業が 2 回以上必要になるが、密苗では 1 回に省力化できる。

生育は、密苗区は慣行苗区と比べ、草丈はやや短かったが、茎数は多い傾向であった。収量は、精玄米重と登熟歩合が密苗区は慣行苗区より低かった。これは、8月の日照不足や9月1半旬の低温による遅延型冷害の影響を慣行苗区より強く受けたためと

考えられた。食味は、密苗区と慣行苗区で同等であった。

表 4 苗調査及び移植時の状況

区	播種量 (乾籾/箱)	育苗 日数 (日)	草丈 (cm)	葉齢 (葉)	第1 葉鞘長 (cm)	地上部 乾物重 (g/100本)	充実度 (mg/cm ² /本)	使用箱数 ²⁾ (箱/10a)	資材費 ³⁾ (円/10a)
密苗	300g	22	11.0	2.3	3.5	1.32	1.20	6.9	1,727
慣行苗	150g	29	16.6	3.0	2.3	1.99	1.20	13.6	3,404

注1) 品種:「里山のつぶ」、播種日:密苗5/2、慣行苗4/25

移植日:5/24、栽植密度:19.2株/㎡

注2) 移植後に残った苗の量から推定

注3) 使用した育苗培土、播種時殺菌剤、育苗箱施肥より算出。



図 6 移植前の苗 (5/24)

以上の結果から、密苗移植栽培は、慣行栽培より育苗培土等の資材費削減と、育苗と移植作業が省力化できると考えられる。留意点は、密苗移植栽培は生育が遅れる場合があるので、高冷地では品種選定と移植時期に注意が必要である。

(2) マルチコプターによる空中散布の実証

A 背景及び目的

営農再開地域では作付けされた水田が点在する地域があり、斑点米カメムシ類を対象とした無人ヘリコプターの共同防除実施には不向きである。無人ヘリコプターに比べ小面積散布に適したマルチコプターを用いた農薬散布が 2015 年より可能となったものの、防除効果の知見は少ない。そこで、マルチコプターを用いた殺虫剤散布による斑点米カメムシ類の防除を実証した。

B 研究方法

富岡町本岡地区にヤマハ発動機(株)製のマルチコプター (YMR-08) 及び無人ヘリコプター (FAZER) を用いて薬剤散布する水田を 1 筆ずつ設置した。薬剤散布する際に各ほ場に 7.2×9m のブルーシートを 2 か所ずつ設置し、無散布区とした。2018 年 8 月 16 日に供試薬剤のジノテフラン液剤 (8 倍希釈、0.8L/10a) を散布した (図 7)。

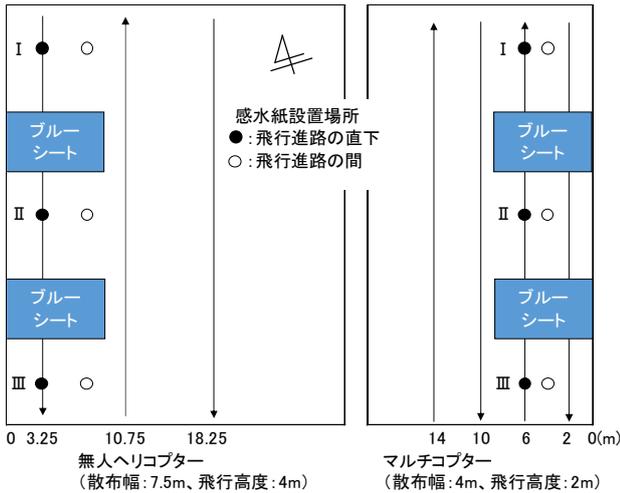


図7 空中散布実証の模式図(散布日:8/16)

調査項目は、風速・風向、液剤落下指標、作業時間、斑点米カメムシ類数、斑点米被害について調査した。風速は、風杯式風速計 (AM-4220) を用いて測定し、風向は直近のアメダスポイント (広野) のデータを用いた。液体落下指標は、空中散布用落下調査用紙 (青、農水協) を草冠部とその約 1/2 の高さに、飛行進路直下と間にそれぞれ 3 か所設置して調査した。作業時間は、離陸から着陸までの時間を測定し積算した。斑点米カメムシ類数は、8月 15、21、27 日に各区 2 か所ずつ 20 回振りすくい取りの方法で調査した。斑点米被害は、9月 13 日に各区 30 株 2 か所坪刈りを実施し、精玄米 (1.85mm 以上) 10,000 粒について斑点米被害を調査した。

C 結果及び考察

マルチコプター散布時の平均風速は平均 2.9m/s、風向は南南西、無人ヘリコプター (以下「無人ヘリ」という。) 散布時の平均風速は平均 2.2m/s、風向は南であった。液剤落下指標調査の結果、マルチコプター区の粒径が無人ヘリコプター区に比べ小さく、落下粒数が多い傾向であった。両区とも、草冠部に比べ、草冠部より 1/2 の高さの落下粒数が少ない傾向であった。

実証結果から 30a ほ場 1 筆の空中散布に要する作業時間は、マルチコプター 5.2 分、無人ヘリ 3.2 分であった。散布後、両区とも斑点米カメムシ類のすくい取り数は減少し (表 5)、散布 5 日後の補正密度

指数は、マルチコプター区 23.7、無人ヘリ区 26.5 であった。しかし、無散布区の虫数も減少しており、これは、散布の際のダウンウォッシュによりブルーシートが巻き上げられ、シート下の水稻にも薬剤が飛散したことによると考えられた。

表 5 斑点米カメムシ類のすくい取り虫数の推移

散布機器	散布前日 (8/15)	散布5日後 (8/21)	散布11日後 (8/27)
マルチコプター	24.5	1	1.5
無人ヘリコプター	48.5	5.5	3

注1) 各区 20 回振りすくい取りを 2 か所で実施。
確認された種は、全てクモヘリカメムシ幼虫。

斑点米被害粒率は、両区とも無散布との差は見られなかった。

マルチコプターによるジノテフラン液剤散布の結果、散布粒径は無人ヘリ区に比べて小さく、落下粒数が多い傾向であった。無人ヘリコプターと同様に、斑点米カメムシ類の発生密度を低減できた。

(3) カリ増施を中止した飼料用米生産水田では

土壌中交換性カリ含量が低下することの実証

A 背景及び目的

本県で、玄米への放射性セシウム吸収を抑制するため、塩化カリ等の増施が進められてきたが、玄米中放射性セシウム濃度が経年的に低い地域では、カリ増施が見直され、震災前の水準に戻されている。そこで、飼料用米生産水田を対象として、カリ増施の中止時期と土壌中交換性カリ含量の関係を確認した。

B 研究方法

放射性セシウム吸収抑制対策のための塩化カリ等の増施を中止した年数が 3 年目の水田と 1 年目の水田、増施を継続している水田を選定した。それらの水田から栽培前後の土壌と粗玄米を採取し、土壌中の交換性カリ及び放射性セシウム濃度、粗玄米中の放射性セシウム濃度を測定した。土壌中放射性セシウム濃度及び粗玄米中放射性セシウムは、土壌を U8 容器に、粗玄米を

0.7L マリネリ容器に詰め、高純度ゲルマニウム半導体検出器（GCD-40190）（Baltic Scientific Instruments 社製）で測定した。

C 結果及び考察

塩化カリの追加施用中止年数が違うほ場の粗玄米中放射性セシウムは、飼料の放射性セシウム濃度の暫定許容値を下回った。土壌中の交換性カリ含量は、塩化カリの追加施用を継続している水田に比べ、塩化カリの追加施用を中止した水田で低くなっており、中止した年数の長い水田が特に低くなっていた（表6、表7）。これは、塩化カリの追加施用を中止したこと、飼料用米栽培でカリ含量の低い肥料を施用していることが要因と考えられた。

表6 異なるカリ増施期間の玄米及び土壌中放射性セシウム濃度、交換性カリ含量等

調査水田	玄米中放射性セシウム濃度 (Bq/kg)	土壌中放射性セシウム濃度 (Bq/kgDW)	移行係数 (TF)	土壌中交換性カリ含量 (mg/100gDW)	粗玄米収量 (kg/10a)
カリ増施実施	0.5	548	0.0009	34.1	659
カリ中止1年目①	0.8	892	0.0009	23.0	780
カリ中止1年目②	0.5	632	0.0008	17.5	721
カリ中止3年目①	2.6	571	0.0046	12.8	666
カリ中止3年目②	2.6	488	0.0053	11.6	696

注1) 土壌中交換性カリ含量は収穫後に調査

注2) 調査水田は全て稲わらの土壌還元を実施している。

表7 調査水田のカリ施用量の経過

調査水田	K ₂ O (kg/10a)			
	2019	2018	2017	2016 (年)
カリ増施実施	30.0	30.0	-	-
カリ中止1年目①	2.3	14.3	10.3	-
カリ中止1年目②	2.3	14.3	10.3	-
カリ中止3年目①	3.6	2.8	2.5	14.5
カリ中止3年目②	3.6	2.8	2.5	14.5

5 畑作物の実証研究

畑作物では、10 課題の実証研究に取り組み、7 成果を公表した。以下に代表的な成果を記述する。

(1) エゴマの機械化体系栽培の実証

A 背景及び目的

除染後農地における営農再開を支援するために、土地利用型作物のエゴマの機械化栽培体系を実証した。

B 研究方法

(A) 機械化栽培の実証

川内村下川内の畑地で作付けされたエゴマ（黒種2品種）について、生育調査及び収量調査を実施した。また、生産者からの聞き取りにより作業時間及び使用した資材を調査し、10a 当たりの作業時間及び資材費を算出した

(B) 耕起・定植作業、収穫作業の検討

作業可能判定基準には降水量からみた作業可能判定基準（荒川、1989）¹⁾、アメダス川内（地点番号36501、標高410m）の日別降水量データ（2007～2016年）を用い、エゴマの栽培規模を5haと想定して作業可能日数を推定した。

(C) 除草剤の効果確認

川内村下川内のエゴマを作付けしている畑地において、中耕後にアシュラム液剤を散布し、散布した区と散布しなかった区についてそれぞれ雑草の乾物重並びにエゴマの生育及び収量を調査した。

C 結果及び考察

(A) 機械化栽培の実証

エゴマの作業時間は10a 当たり25.8時間で、半自動移植機による定植作業は1日当たり40a、コンバインによる収穫作業は1日当たり1ha可能であると考えられた（表8）。また、10a 当たり物財費は24,294円であった。

表8 10a 当たり作業時間

作業内容	作業時間(h)	作業人数
たい肥散布・耕耘	2.3	1
播種	2.7	4
育苗管理	6.1	1
施肥・耕耘	3.8	1
耕耘・定植	4.0	2
殺虫剤散布	2.1	2
中耕	1.1	1
収穫	1.3	2
乾燥・調製	2.5	1
合計	25.8	

(B) 耕起・定植作業、収穫作業の検討

上記の作業能率から、5haで栽培する場合、半自動移植機による定植作業は12.5日、コンバインによる収穫作業は5日必要であった。また、過去の気

象データから、定植作業の適期は6月2～6半旬と
なった(表9)。

表9 半自動移植機による定植可能日数の推定

月・半旬	6月					
	1	2	3	4	5	6
可能日数	3.2	2.7	2.8	2.7	2.7	2.5

注) 作業可否の判定は荒川(1989)の判定条件とし、アメダス観測所川内(2007~2016年)の降水量データを用いて作業可能日数を算出した。

(C) 除草剤の効果確認

雑草種は、メヒシバ、ヌカキビが主体で、薬剤散布後には雑草の生育が抑制され、エゴマ収穫時にはおおむね枯死した。薬剤散布の影響はエゴマの生育、収量には見られず、アシラム液剤は除草対策の一つとして有効と考えられた。

(2) 飼料利用も可能なナタネ新品種「きらきら銀河」の除染後作付け初年目農地における栽培実証

A 背景及び目的

川俣町ではナタネによる管理耕作を希望しているが、飼料利用も可能なナタネ新品種「きらきら銀河」の阿武隈山間部における栽培知見はない。そこで、ナタネ新品種「きらきら銀河」の阿武隈山間部での栽培適性を明らかにする。

B 研究方法

川俣町山木屋の畑地(除染:表土剥ぎ及び客土)において、2017年9月26日に「きらきら銀河」、「キラリボシ」を播種した。栽植密度は畦間75cm×株間10cmで、シードテープを使用した。施肥は、基肥には成分でN-P₂O₅-K₂O=8.0-8.0-8.0kg/10a施用し、追肥にはN成分で4.0kg/10a施用した。また、土壌改良資材としてたい肥150kg/10a、苦土石灰80kg/10a、ようりん40kg/10a、塩化カリ40kg/10a施用した。中耕培土を2018年3月20日、収穫作業を2018年7月2日に実施した。土壌については一般化学性及び放射性セシウム濃度、生産物については収量及び放射性セシウム濃度をそれぞれ調査した。

C 結果及び考察

栽培前の土壌分析の結果、放射性セシウム濃度は1,200Bq/kg 乾土、交換性カリ含量は33.1mg/100g 乾土であった(表10)。「きらきら銀河」の坪刈り収量は、対照品種「キラリボシ」よりやや多く26.0kg/aであった(表11)。ナタネ油の放射性セシウム濃度は食品中の放射性物質の基準値(100Bq/kg)を大幅に下回り、油かすの放射性セシウム濃度も飼料の暫定許容値(100Bq/kg)を大幅に下回った(表12)。作付け初年目に標準的な収量が確保できた。

表10 栽培前の土壌分析値

EC pH (dS/m)	交換性塩基(mg/100g乾土)			可給態 リン酸 (mg/100g)	¹³⁷ Cs (Bq/kg乾土)注
	K ₂ O	CaO	MgO		
6.4	0.1	33.1	166	32.8	33.3

注) 数値は、採取日に減衰補正。

表11 成熟期調査

品種	草丈 (cm)	穂長 (cm)	第1次 分枝数 (本)	一穂 莢数 (粒)	子実重 (kg/10a)	千粒重 (g)	倒伏
キラリボシ(対照)	127	59	6.3	46	232	3.7	無

注) 数値は反復なし、2カ所の平均値。子実重、千粒重は水分10%換算。

表12 生産物の放射性セシウム濃度と土壌中交換性カリ含量

品種	生産物の放射性セシウム濃度 (¹³⁷ Cs, Bq/kg)		土壌中交換性 カリ含量 (mg/100g)
	ナタネ油注1	油かす注2	
きらきら銀河	ND(3.7)	2.7	43.3
キラリボシ(対照)	ND(2.4)	1.2	34.1

注1) ヘキサン抽出。測定容器:U8容器、測定時間:「きらきら銀河」4400秒「キラリボシ」6200秒。

注2) 搾油率約25%。測定条件:U8容器、相対誤差10%以下、水分0%換算

(3) 除染後農地(反転耕)におけるソバの県オリジナル品種「会津のかおり」の栽培実証

A 背景及び目的

檜葉町ではソバによる管理耕作を希望しているが、除染後農地で栽培した収穫物の放射性セシウムの検出等に不安を感じている。そこで、除染後農地におけるソバの放射性セシウム吸収抑制対策による効果について実証した。また、保全管理後の作付け初年目のため基肥窒素施用量を併せて検討した。

B 研究方法

檜葉町の除染後水田(2013年に反転耕を実施し、

以後は 2016 年の水稻試験栽培を除いて年 4 回の耕耘により管理していた)において、2018 年 8 月 12 日に「会津のかおり」を 7 kg/10a 散播した。施肥量は表 13 のとおり。また、放射性セシウム吸収抑制対策として塩化カリを 60kg/10a 施用した。土壌については一般化学性及び放射性セシウム濃度、生産物については収量及び放射性セシウム濃度を調査した。

表 13 施肥量

区	N-P ₂ O ₅ -K ₂ O(kg/10a)
N: 0kg	0.0-0.0-0.0
N:1.5kg	1.5-1.5-1.5
N:3.0kg	3.0-3.0-3.0

C 結果及び考察

栽培前の土壌分析の結果、放射性セシウム濃度は 350Bq/kg 乾土、交換性カリ含量は 22.4mg/100g 乾土であった(表 14)。塩化カリによる放射性セシウム吸収抑制対策の実施により、収穫物中の放射性セシウム濃度は食品中の放射性物質の基準値を大幅に下回った(表 15)。出芽は各区とも良好で、N:1.5kg 区は N: 0kg 区、N:3.0kg 区に比べて坪刈り収量が多く(表 16)、作付け初年目に十分な収量が得られた。

表 14 栽培前の土壌分析値

pH	EC (dS/m)	交換性塩基(mg/100g乾土)			可給態リン酸 (mg/100g)	¹³⁷ Cs (Bq/kg乾土) ^注
		K ₂ O	CaO	MgO		
5.48	0.04	22.4	97.9	14.1	9.4	350

注)数値は、採取日に減衰補正。

表 15 収穫物の放射性セシウム濃度と土壌中交換性カリ含量

区		収穫物の放射性セシウム濃度		土壌中交換性カリ含量 (mg/100g乾土)
		¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	
N: 0kg	1	<1.6	<4.5	32.9
	2	<2.1	<4.4	43.6
	3	<1.7	<5.1	40.0
N:1.5kg	1	<1.8	<3.8	38.1
	2	<1.9	<4.7	25.3
	3	<2.2	<3.7	26.3
N:3.0kg	1	<2.5	<3.1	47.0
	2	<2.0	<4.9	33.1
	3	<1.8	<4.5	37.4

注)放射性セシウム濃度:坪刈り実施日に減衰補正、水分15%補正。

表 16 出芽数、成熟期及び収穫調査

区	出芽数 (本/㎡)	成熟期	主茎長 (cm)	株数 (本/㎡)	全重 (kg/10a)	収量 (kg/10a)	容積重 (g/L)
N: 0kg	226	10月12日	73.8	61	137	50	690
N:1.5kg	222	10月19日	97.2	124	323	119	690
N:3.0kg	259	10月19日	91.3	103	258	100	690

注)全量および収量:坪刈りによる風乾重。
容積重:ブラウエル穀粒計(不二金属工業(株))による測定結果。

6 野菜の実証研究

野菜では、震災後導入されたタマネギ栽培を重点的に 10 課題に取り組み、10 成果を公表するとともに、浜再生研情報第 2 号「営農再開に向けたタマネギ栽培のポイント」を発行し、実証技術の現地定着を図った。この他、14 課題の実証研究に取り組み、11 成果を公表した。以下に代表的な成果を記述する。

(1) 浜通り平坦部におけるタマネギ栽培体系の実証

A 背景及び目的

避難指示区域等の営農再開・農業再生に向けて、タマネギの地域適応性を実証した。

B 研究方法

南相馬小高区の畑 5 a (震災前は野菜栽培、表土剥ぎ取り除染、2016 年にエンバクを栽培)で試験を実施した。

春まきタマネギは、「もみじ 3 号」を用い、2017 年 3 月 31 日に定植した。栽植様式は、株間 10cm×条間 20cm×4 条植(栽植密度 27,000 株/10a)平高畝(畝間 150cm、畝幅 100cm、畝高 20cm)とした。土壌改良は苦土石灰 100kg/10a、BM ようりん 100kg/10a とし、施肥は CDU555 160kg/10a とした。

秋まきタマネギは、同じく「もみじ 3 号」を用い、2017 年 11 月 7 日に定植した。栽植様式は、同様に株間 10cm×条間 20cm×4 条植(栽植密度 27,000 株/10a)平高畝とした。土壌改良は苦土石灰 100kg/10a、BM ようりん 60kg/10a とし、施肥は CDU555 120kg/10a とし、追肥は平成 30 年 1 月 30 日、2 月 27 日、3 月 27 日にそれぞれ S604 20kg/10a とした。

C 結果及び考察

春まきタマネギは、3月下旬に定植した場合、収穫期が7月上中旬となり、収量は4.6t/10aとなり、秋まきタマネギは、11月上旬に定植した場合、収穫期が6月中旬となり、収量は5.1t/10aとなった(表17)。

春まきタマネギ及び秋まきタマネギ共に、地域の平均収量3.0t/10a(2016年)以上となり、営農再開地域でタマネギが栽培できることを実証した。

表17 浜通り平坦部における春まきタマネギと秋まきタマネギの収量

作型	収量(t/10a) ^{注1}	収穫期 ^{注2}
春まきタマネギ	4.6	7月上中旬
秋まきタマネギ	5.1	6月中旬

注1)収量:福島県成果物出荷規格の球形6cm以上のもの。

地域平均収量:3.0t/10a(2016年、南相馬市)

注2)倒伏期:ほ場の茎葉80%程度が倒伏した時期。

(2) タマネギ栽培における水田転換畑の排水対策の実証

A 背景及び目的

営農再開地域で広がるタマネギ栽培について、水田利用の技術対策が喫緊の課題である。そこで、水田転換畑における排水対策により、タマネギ栽培を実証した。

B 研究方法

(A) 排水対策及び耕種概要

南相馬市小高区の水田転換畑(暗渠排水有、灰色低地土)で試験を実施した。

排水対策は、大豆の排水対策を参考に、ほ場全体に額縁明渠(水尻排水に接続)、畝間明渠(畝間10mに1本、畝外周)、補助暗渠(サブソイラで10m間隔に3本畝間明渠と交差するように設置)を施工し、後述する畝5本に畝間明渠1本を設置した。

秋まきタマネギの栽培は、「もみじ3号」を用い、平成30年10月25日に定植した。栽植様式は、畝間1.8m×株間10cm×4条植として(栽植密度20,000株/10a、畝間明渠を含む)、畝高15cm

とした。

土壌改良は苦土石灰100kg/10a、施肥はN:P₂O₅:K₂O=20:20:20kg/10a、追肥はN:P₂O₅:K₂O=2.8:2.8:2.8kg/10aとした。

(B) 調査方法

ほ場内で排水良好な地点(ほ場中央)と、ほ場内で排水不良な地点(水口付近)のそれぞれに調査区を設置し、収量、土壌水分(pF)を調査した。

C 結果及び考察

水田転換畑で排水対策を実施してタマネギを栽培したところ、1球重は排水良好なほ場中央で269g(推定収量4.6t/10a)、排水不良な水口付近で242g(推定収量4.1t/10a)となり、いずれも目標の4.0t/10a以上となった(表18)。

栽培期間中で最も降雨量が多かったのは2018年5月21日で48mmの降雨があり、排水良好なほ場中央は降雨後であっても水分飽和状態(pF0)に至らず、5.1日後にはほ場容水量(pF1.5)になった。同様に、排水不良な水口付近でも、降雨後2.2日間で水分飽和状態(pF0)が解消され、6.8日後にはほ場容水量(pF1.5)になった(表19)。

表18 排水対策による水田転換畑のタマネギ収量

区	1球重(g/球)	10a換算収量(t/10a)
ほ場中央(排水良好)	269	4.6
水口付近(排水不良)	242	5.1

注)換算収量:1球重×栽植密度(20,000株/10a)×穴株率(0.85)

として、福島県成果物出荷規格の球形6cm以上のもので試算した。

表19 降雨後の排水にかかる日数 (日)

区	水分飽和(pF0)の日数	ほ場容水量(pF1.5)になるまでの日数
ほ場中央(排水良好)	0.0	5.1
水口付近(排水不良)	2.2	6.8

注1)栽培期間中に降水量が最も多い日(48mm)の降雨後に調査開始した。

注2)水分飽和状態(pF0)は孔隙がほぼ水で満たされている状態。

注3)ほ場容水量(pF1.5)は水分飽和状態から重力水が排出された状態。

上記については、中野らが報じている「球形成期以降の水位上昇は根系の発達を阻害し、地上部生育を抑制する」⁵⁾に準じた結果となり、水田

転換畑においてタマネギの生産性を向上するためには、ほ場全体の排水対策が必要と考えられる。

7 花きの実証研究

花きでは浜通りの花き品目として振興が期待されるトルコギキョウ栽培を重点的に 11 課題に取り組み、8 成果を公表するとともに、これらの成果を取りまとめて、浜再生研情報第 1 号「営農再開に向けたトルコギキョウ栽培のポイント」を発行し、技術の現地定着を図った。この他、14 課題に取り組み、12 成果を公表した。以下に代表的な成果を記述する。

(1) 浜通り平坦地域における大苗を用いたトルコギキョウ 2 月定植無加温栽培の実証

A 背景及び目的

浜通り平坦地域は冬期に日照が多い特徴があることから、この気象条件を活かした、2 月中旬に大苗を定植し、6 月から採花する作型の実証を行った。

B 研究方法

(A) 耕種概要

平成 27 年 11 月 25 日に播種を行い、平成 28 年 2 月 15 日に定植した (3.5~4 対葉の大苗を定植)。栽植様式は、畦幅 80 cm、通路 60 cm、条間 10 cm、株間 10 cm、中抜き 2 条の 4 条植えとし、仕立て方は 4 枝 4 花 4 蕾。

(B) 供試品種

供試品種はブランシュール (中早生)、レイナホワイト (中早生)、セレブイエロー (中生) の 3 品種を供試した。

(C) 調査項目

1 区 5 株×5 地点調査で収穫した切り花を調査した。調査項目は、採花期、切花長 (cm)、調整重 (g)、有効開花数とした。

C 結果及び考察

本試験において、3.5~4 対葉の大苗 (図 8) を用いて栽培を行ったところ、「ブランシュール (中早生)」、「レイナホワイト (中早生)」は 6 月中下旬、「セレブイエロー (中生)」は 6 月下旬から出荷が可

能であった (図 9、図 10)。

また、いずれの品種も、福島県青果物標準出荷規格の L 規格 (切り花長 70 cm、有効開花数 3~5 輪) 以上の切り花品質となった (表 20)。



図 8 定植直後のトルコギキョウ大苗 (品種：セレブイエロー)



図 9 トルコギキョウ切り花時の様子 (品種：セレブイエロー)

品種 (早晩性)	2月	3月	4月	5月	6月	7月
ブランシュール (中早生)	◎---					■
レイナホワイト (中早生)	◎---					■
セレブイエロー (中生)	◎---					■

◎: 定植 ■: 採花期間 -- : 内張り

図 10 浜通り平坦地域 (檜葉町) におけるトルコギキョウ 2 月定植無加温栽培

表 20 トルコギキョウ 2 月定植無加温栽培の切り花品質

品種	切り花長 (cm) ^{注1)}	調整重 (g) ^{注2)}	有効開花数 ^{注3)}
ブランシュール	81.6 ± 2.4	131.2 ± 14.8	4.4
レイナホワイト	75.4 ± 3.1	132.9 ± 16.8	3.9
セレブイエロー	83.3 ± 3.6	118.9 ± 24.9	4.0

注1)、2) 切り花長、調整重は10茎の平均値±標準偏差

注2) 切り花基部から20cm部分にある葉を除去した重量

注3) 切り花の完全開花している輪数

以上のことから浜通り平坦地域では、トルコギキョウ（中早生及び中生品種）を2月中旬に大苗で定植すると無加温パイプハウス栽培でも、L規格（福島県青果物出荷標準規格）以上の高品質な切り花が6月から出荷でき、無加温栽培の慣行法（12月定植、6、7月出荷）と比較し、本ほ在ほ期間を約60日短縮可能であった。

(2) ICT 機器ネットワークを活用した管理技術共有化の実証

A 背景及び目的

遠距離にいる新規トルコギキョウ栽培者と栽培経験者が、ICT 機器を用いて、お互いの生育状況や栽培環境等を確認できる情報共有システムの構築を目的として ICT 活用方法を実証した。

B 研究方法

(A) 耕種概要

定植は2018年2月7日に行った。栽植様式は、畦幅75cm、通路60cm、畝高20cm、株間12cm、条間12cm、中抜き1条の4条植えとした。

(B) 供試品種

供試品種は「ボレロホワイト」（中早生）、「ハピネスホワイト」（中晩生）の2品種を供試した。

(C) ICT 機器

遠隔地からほ場の環境データを観測可能なICT機器：みどりボックス2（カメラ、温湿度、地温、日射量、土壤水分、CO₂を測定可能）を新規栽培者及び熟練栽培者の各ほ場に1台ずつ設置した。

(D) 調査項目

調査項目は、土壤体積含水率、採花時期、切り花調査、出荷規格とした。

C 結果及び考察

ICT 機器を介して、新規栽培者、熟練者、指導機関がカメラによる生育の確認、温度・湿度・土壤水分等の環境データの共有、熟練者の環境データに近づけるためにデータに基づく相談・指導・アドバイスの実施を行った（図11）。

新規栽培者は、熟練者と比較するとトルコギキョウ

ウの切り花長、茎径、出荷規格がやや劣ったものの、8割以上がL規格以上の高品質な切り花となった（表21）。

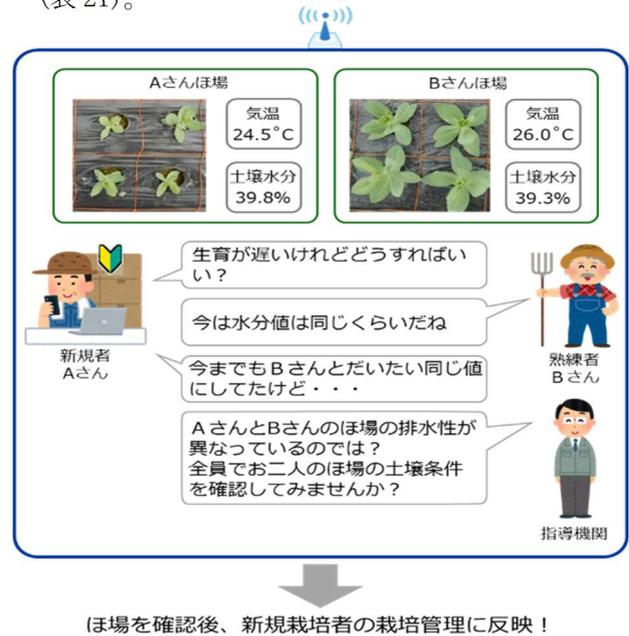


図11 ICT 機器ネットワークを用いた営農相談イメージ

表21 新規者及び熟練者トルコギキョウの切り花品質

品種	栽培者	開花盛期 (月/日)	切り花長 (cm)	茎径 (mm)	節数	出荷規格割合(%)			
						2L	L	M	S
ボレロホワイト (中早生)	新規者	6月26日	88.6	8.4	12.1	37.1	48.6	5.7	8.6
	熟練者	6月26日	106.0	9.4	13.4	90.3	9.7	0.0	0.0
ハピネスホイ ト	新規者	7月16日	95.5	8.6	13.8	64.9	27.0	0.0	8.1
	熟練者	7月12日	127.7	9.5	14.6	94.4	2.8	0.0	2.8

注1) 採花盛期は、調査茎の50%を収穫した日。収穫日は、2花以上が開花した日。

注2) 切り花長、茎径、節数は、平均値。

注3) 出荷規格割合は、2L:80cm以上かつ3花以上、L:70cm以上80cm未満かつ3花以上、M:60cm以上70cm未満かつ3花以上、S:50cm以上60cm未満かつ1花以上。

以上のことから ICT 機器を用いた観測データに基づく指導を行うことで、トルコギキョウ栽培1年目の新規栽培者でも、上位規格を中心とする高品質なトルコギキョウ生産（8割以上がL規格以上）が容易にできた。

(3) コギク機械化栽培の実証

A 背景及び目的

阿武隈中山間地域には、たばこの産地であったところが多く、たばこ管理機を所有している農業者も多い。そこで避難指示区域等の営農再開・農業再生に向けた実証研究として、飯舘村において阿武隈中山間地域で活用可能なたばこ管理機を用いた小ギク

栽培の機械化を実証した。

B 研究方法

(A) 耕種概要

小ギクの定植は5月1日に行った。畝間は葉たばこ管理機を利用する区は120cm、慣行区は100cmとし、株間は10cmとした（栽植密度8,300×10,000株/10a）。

(B) 供試品種

供試品種はJAふくしま未来部会限定品種である「とびまる」（黄）、「花の舞」（赤）、「しおん」（白）の3品種を供試した。

(C) 機械作業

定植は半自動キク移植機（ナウエルナナ）、防除にたばこ管理機（AP-1）を使用した。

(D) 試験区及び調査

機械作業区と慣行区の2区を設定し、機械作業区は定植をキク移植機、防除をたばこ管理機で行い、慣行区は定植を手植え、防除を動力噴霧機で行った。

調査項目は、機械作業時間及び営農計画策定システムによる最適経営面積の試算をした。

C 結果及び考察

小ギク栽培の機械作業は、半自動キク移植機（図12）による定植作業5.3時間/10a、たばこ管理機（図13）による防除作業（1回）0.25時間/10aとなり、慣行の手植え、動力噴霧機の作業時間に対してそれぞれ44.3%、12.6%に省力化することができた（表22）。



図12 半自動キク移植機（PVH-1）による定植



図13 たばこ管理機（AP-1）による防除

表22 小ギク栽培における機械作業と慣行の作業時間の比較

区	作業内容	方法	作業時間(1作)		機械作業時間の比率 [%]
			[時間/10a]		
機械作業	定植	半自動キク移植機	5.3	-	44.3
	防除	たばこ管理機	6.3	0.25時間/10a・回	12.6
慣行	定植	手植え	12.0	-	-
	防除	動力噴霧機	50.0	2.0時間/10a・回	-

注1) 作業時間は、1名で作業した場合のべ時間である。

注2) 半自動キク移植機、動力噴霧機は、2名で作業を行った。

注3) 防除は、1作の防除回数を25回として計算し、()内は防除1回に要する時間。

注4) 栽植密度は、機械作業を8,300株/10a(畝間120cm)、慣行を10,000/10a(畝間100cm)とした。

たばこ管理機利用には、枕地や、畝間120cm（栽植密度8,300株/10a）（図14）となるが、防除作業は1名で行うことができ、防除が集中する時期でも10a当たりの作業時間が短縮できるため、規模拡大の際に有効である。

以上より、定植時に半自動移植機、防除時にたばこ管理機を使い機械化することで、作業時間を短縮でき、1～2名の労力でも容易に小ギク栽培の規模拡大が可能となる。

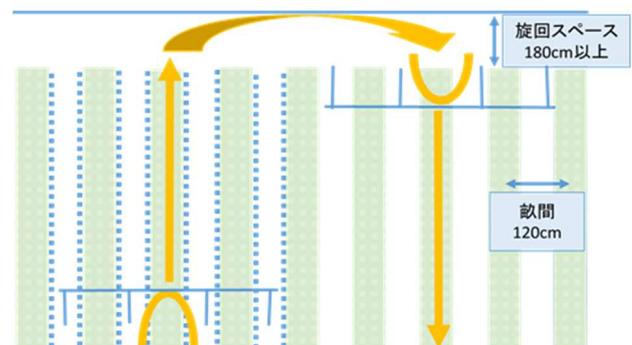


図14 たばこ管理機を用いたほ場設置
（畝間120cmのたばこ管理機を用いた場合）

8 飼料作物の実証研究

飼料作物では20課題に取り組み、16成果を公表した。以下に代表的な成果を記述する。

(1) 施肥による牧草のイオンバランス調整技術の実証

A 背景及び目的

牛の低カルシウム血症を予防する方法の一つとして、牧草等粗飼料のイオンバランス (DCAD: Dietary Cation Anion Difference) 調整が重要である²⁾。本試験において単年性イネ科牧草であるイタリアンライグラスの栽培において、追肥として塩素系肥料を施肥することにより、牧草中の塩素含量を高めDCADを低く調整することを目的とした。

B 研究方法

試験区として塩素系肥料(塩安、塩化加里)を、対照区として硫酸系肥料(硫安、硫酸カリ)を、早春時期(3月16日)と1番草刈取り後(5月28日)の2回、各々施用した。

1区当たり7m×6mとし4反復により実証した。

調査項目として、土壌(放射性セシウム濃度、交換性塩基)、牧草(収量、放射性セシウム濃度、各種ミネラル成分)について調査した。

C 結果及び考察

牧草は1番草(出穂期)が5月2日、2番草(草丈80cm目安)が6月25日に各々刈取り調査した。牧草の乾物収量、放射性セシウム濃度において肥料の違いによる差は見られなかった(表23)。また牧草中の塩素含量は、塩素系肥料の施用により、硫酸系肥料と比較して有意に高まり、DCADも低くなった(表24)。

表23 肥料の違いによる牧草の乾物収量及び放射性セシウム濃度

区	乾物収量(kg/10a)		放射性セシウム濃度(Bq/kg)	
	1番草	2番草	1番草	2番草
塩素系肥料	566±27	165±21	4.1±0.3	2.6±0.4
硫酸系肥料	561±46	164±32	5.7±0.5	3.5±0.7

表24 肥料の違いによる牧草のミネラル含量(乾物中%、DCAD: mEq/100g)

区	Ca	Mg	K	Na	Cl	S	DCAD	
塩素系肥料	1番草	0.36**	0.12	3.09	0.03	1.84**	0.18**	17.1**
	2番草	0.33	0.15	3.13	0.02	1.75**	0.33	13.7**
硫酸系肥料	1番草	0.27	0.11	2.82	0.03	0.47	0.24	45.3
	2番草	0.29	0.14	3.02	0.03	0.9	0.34	31.8

注1) ** 塩素系肥料、硫酸系肥料間に1%水準で有意差あり。

注2) DCAD=(Na/23.0+K/39.1)-(Cl/35.5+S/16.0)×1000

(2) 除染後農地(表土剥ぎ取り+客土)において飼料用トウモロコシの収量を向上させる耕うん方法の実証

A 背景及び目的

営農再開地域における農地は表土剥ぎ取り及び客土による除染を行ったことから地力の低下が懸念されている。また飼料作物である飼料用トウモロコシは深根性植物で根域が広く吸肥性の強い作物である。そのため土壌中の肥料養分が作物に吸収され、また根張りを良くして耐倒伏性を増加させ、生育を促して収量を増加安定させるためにも深耕を行い、碎土整地作業を丁寧に行う必要がある⁴⁾。

そこで本試験では、施肥前にプラウ又はリッパー(図15)にロータリ耕を組み合わせ耕うんすることにより収量確保が可能かどうかを実証した。

B 研究方法

耕起方法として以下の3つの試験区を設定した。ロータリ耕うん作業の前にプラウ(深さ約35cm)を用いた「プラウ区」、ロータリ耕作業前にリッパー施工(深さ約50cm)を行った「リッパー区」、ロータリ耕うん作業(約15cm)のみを行い、プラウやリッパー施工を伴わない「ロータリ区」とした。



図15 リッパー装着時のトラクタ

C 結果及び考察

飼料用トウモロコシの乾物収量は、プラウ区>リッパー区>ロータリ区の順に少なくなり（表 25）、そのうちプラウ区とリッパー区においては目標収量（1,800kg/10a）を上回り目標収量を確保することが可能であることが明らかとなった。また、放射性セシウム濃度は全て飼料の暫定許容値（100Bq/kg（水分80%換算））を下回った。飼料用トウモロコシのミネラル含量は各区に大きな差はなく、カリウム含量は日本標準試料成分表と比べて低い傾向にあった（表 26）。

表 25 耕うん方法の違いによる飼料用トウモロコシの収量及び放射性セシウム濃度

区	現物収量 (kg/10a)	乾物収量(kg/10a)			放射性セシウム濃度 ^{注)} (Bq/kg)
		茎葉	雌穂	総収量	
プラウ区	8,220	1,121	1,300	2,421	<1.2
リッパー区	6,613	913	1,126	2,039	<1.8
ロータリ区	4,513	644	797	1,441	<1.6

注)水分80%換算

表 26 飼料用トウモロコシのミネラル含量（乾物中%）

区	K	Ca	Mg
プラウ区	1.20	0.15	0.09
リッパー区	1.12	0.13	0.09
ロータリ区	1.10	0.12	0.09
参考値 ^{注)}	2.02	0.18	0.17

注)参考値は日本標準飼料成分表における「トウモロコシ生草(黄熟期)」の値

(3) 景観作物クリムソクローバすき込み後の飼料用トウモロコシ栽培の実証

A 背景及び目的

表土剥ぎ取りと客土による営農再開地域の除染後農地では地力の低下が課題となっており、作物を栽培する前に地力の回復と地力増進が必要不可欠である。そこで本試験では、堆肥施用の代替として近年地力増進の効果が期待されている緑肥作物を栽培し土壤中にすき込むことによって飼料作物の収量増加にどのような効果をもたらすかについて検証した。

B 研究方法

緑肥作物には、景観形成も期待できるクリムソク

ローバ（図 16）を供試し、3月19日に2.4kg/10aの種子を播種し、開花後の6月19日にすき込んだ。

また飼料用トウモロコシは、中生種の LG3490（RM108）を供試し、栽植本数 7,000 本/10a（畝間 75cm×株間 19cm）とした。3m×4m/区の2反復とし、窒素施肥量は0、7.5、10kg/10aの3区とした。同年6月22日に播種し、黄熟期に当たる10月2日に収穫した。



図 16 クリムソクローバの開花の様子

C 結果及び考察

クリムソクローバは乾物重 394kg/10a、窒素含量 1.9%となり（表 27）、すき込みによる投入窒素量は約 7.5kg/10a となった。

また、6月中旬にかけて開花期を迎え、地域における景観形成にも貢献した。

飼料用トウモロコシは、クリムソクローバのすき込みにより、乾物収量は窒素施肥量 7.5kg/10a において増加する傾向が見られ、10kg/10a とほぼ同等の収量が得られた。また飼料用トウモロコシ作物中の放射性セシウム濃度は、全て飼料の暫定許容値（100Bq/kg（水分80%換算））を下回った（表 28）。飼料用トウモロコシのミネラル含量は各区に大きな差は見られなかった（表 29）。

表 27 クリムソクローバの生育特性及び収量性

品種	生重 (kg/10a)	乾物率 (%)	乾物重 (kg/10a)	全窒素 (%)	CN比	放射性セシウム濃度 (Bq/kg乾物)
くれない	2,647	14.9	394	1.9	21.5	5.2

表 28 緑肥作物すき込みによる飼料用トウモロコシの収量及び放射性セシウム濃度

	N施肥量 (kg/10a)	現物収量 (kg/10a)	乾物収量(kg/10a)			放射性セシウム濃度 (Bq/kg) <small>(注)</small>
			茎葉	雌穂	総収量	
	0	3,227	450	416	866	<0.93
すきこみ有り	7.5	4,487	649	665	1,314	<1.0
	10	4,368	626	611	1,237	<0.97
	0	3,059	435	386	821	<0.92
すきこみ無し	7.5	3,724	585	438	1,022	<0.95
	10	4,718	679	716	1,395	<0.85

注) 水分80%換算値

表 29 飼料用トウモロコシのミネラル含量 (乾物中%)

区	N施肥量(kg/10a)	K	Ca	Mg
	0	1.30	0.17	0.18
すき込み有り	7.5	1.37	0.16	0.13
	10	1.37	0.16	0.13
	0	1.29	0.16	0.19
すき込み無し	7.5	1.36	0.17	0.16
	10	1.37	0.16	0.12

9 保安全管理及び地力増進作物

保安全管理及び地力増進作物では 17 課題に取り組み、13 成果を公表した。以下に代表的な成果を記述する。

(1) 雑草を含む地力増進作物のすき込みに伴う土壤中可給態窒素増加の実証

A 背景及び目的

福島県内の避難指示区域等では、表層に降下した放射性セシウムを除去するため、表土剥ぎ・客土による除染が実施されている。このような除染後農地は、肥沃な表土が除去され、山砂等が客土されることが多いことから、地力が低下している。また、避難指示区域では大部分の畜産業が未だに営農再開されていないことから、地域内での堆肥の生産・流通が少ないため、良質な堆肥施用による地力回復は期待し難い。

このため、本研究では、営農再開までの保安全管理期間中に、除染後農地において緑肥作物の栽培・すき込むことにより、有機物の農地への還元による土壌化学性の向上効果を検証した。

B 材料及び方法

供試地は福島県南相馬市小高区、双葉町及び大

熊町の水田で、表土剥ぎ・客土による除染が実施された。栽培した緑肥作物は南相馬市小高区では 2015 年にソバ、ヘアリーベッチ、大麦及びクロタラリアを栽培し、すき込んだ。その後、2016 年に全ての区にヘアリーベッチを栽培し、すき込んだ。双葉町では 2016 年にセスバニア、クロタラリア及びソバを栽培し、すき込んだ。大熊町ではソルガム、ヒマワリ及びクロタラリアを栽培し、すき込んだ。各試験区において、播種前とすき込み後の土壌を採取し、土壌環境分析法に基づく pH7.0 リン酸緩衝液抽出法により可給態窒素を測定した。

C 結果及び考察

除染後水田では土壌肥沃度の低い客土が実施されているため、播種前の土壌の可給態窒素は 2.0～3.0mg/100g 乾土と福島県土壌改良基準値を大幅に下回っていた。これに対し、各種緑肥作物及び雑草のすき込みにより、南相馬市小高区の水田では、約 6.0mg/100g 乾土となり、播種前と比べ、可給態窒素が約 2 倍程度に高まった (図 17)。双葉町の水田では各種緑肥作物及び雑草のすき込みにより、3.0～3.5mg/100g 乾土 (図 18)、大熊町の水田では各種緑肥作物及び雑草のすき込みにより、4.0～4.2mg/100g 乾土 (図 19) となり、播種前と比べ、可給態窒素が約 1.2～1.5 倍程度高まった。しかしながら、福島県の土壌改良基準値を下回っていた。また、緑肥作物の品目間の差は判然としなかった。これらの結果から、緑肥作物や雑草のすき込みにより土壌の可給態窒素は増加するが、肥沃度の低い客土による地力の低下により、1 作から 2 作程度の緑肥作物の栽培・すき込みでは福島県土壌改良基準値まで回復することは難しいことが示された。今後は保安全管理期間中に緑肥作物の連作や堆肥を活用した土壌肥沃度の改善を進めていくとともに、栽培作物と緑肥作物を組み合わせた栽培体系を確立する必要がある。

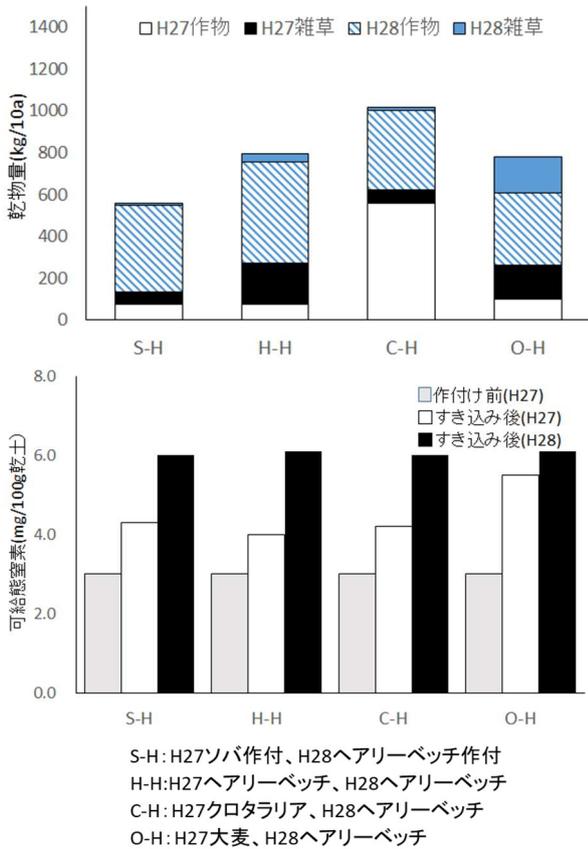


図 17 作物及び雑草の乾物量と作付け前、すき込み前後の可給態窒素(南相馬市小高区)

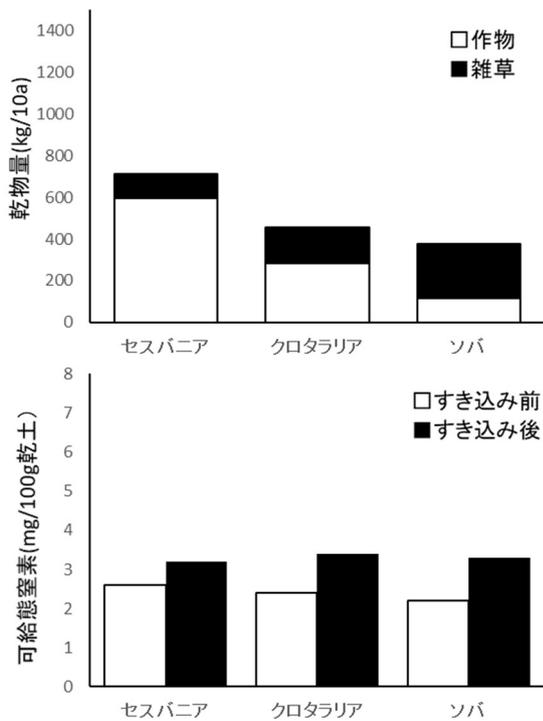


図 18 作物及び雑草の乾物量と作付け前、すき込み前後の可給態窒素(双葉町)

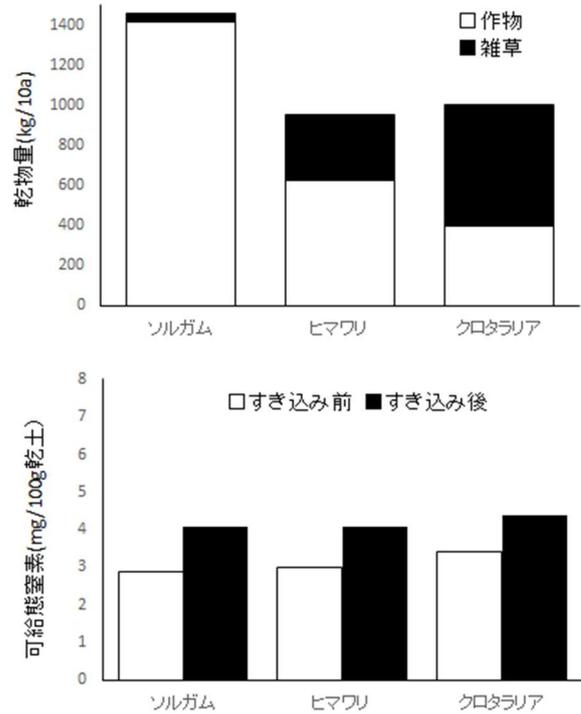


図 19 作物及び雑草の乾物量と作付け前、すき込み前後の可給態窒素(大熊町)

10 鳥獣害対策

鳥獣害対策では 12 課題に取り組み、16 課題を公表した。また、対策のポイントを、浜再生研情報第 3 号「営農再開に向けた鳥獣被害対策のポイント」として発行し、技術の現地定着を図った。以下に代表的な成果を記述する。

(1) 避難指示区域における野生動物の出没状況とその痕跡の検証

A 背景及び目的

調査地である大熊町大川原地区は、平成 31 年 4 月 9 日まで居住制限地域に指定され、人の活動が制限された。そのため、住宅地周辺の農地でもイノシシ (*Sus scrofa*) を始めとする野生動物の出没が確認され、営農再開時に獣害の発生が懸念される。また、避難指示解除による出没状況を把握するため、簡易的な調査方法も必要とされている。

そこで、野生動物の出没状況を把握するとともに、痕跡を用いた調査方法について検証した。

B 研究方法

(A) 赤外線センサーカメラ

大熊町大川原地区約5km²を対象として平成30年6月～平成31年2月に赤外線センサーカメラを15台ランダムに設置した(図20)。撮影のインターバルは2分とし、連続で2枚撮影した。なお、ダブルカウントを避けるため30分以内の同様な個体は、同一個体とみなした。

(B) 痕跡調査

約2kmのルートを3本決め(図20)、ルートの片側で足跡や掘り起こし等の痕跡数を地図上に記録した。なお、調査は、7月5日、9月4日、11月7日に実施した。

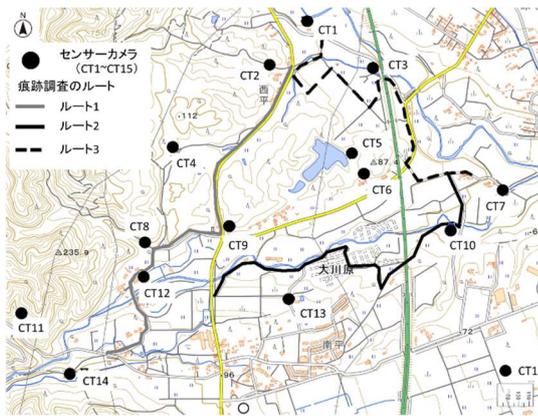


図20 赤外線センサーカメラ (CT1～CT15) の設置位置と痕跡調査のルート (R1～R3)

C 結果及び考察

(A) 赤外線センサーカメラ

獣類11種の出没が確認され、イノシシだけでなく、タヌキ (*Nyctereutes procyonoides*) やアライグマ (*Procyon lotor*) 等の中型獣類も多く出没しており(表30)、鳥獣被害の発生が懸念された。

表30 各月における獣種別の撮影頻度指数(頭/100カメラ・日)

	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	総計
イノシシ	48.9	63.3	42.0	156.3	101.0	70.7	69.7	40.6	14.2	71.4
タヌキ	13.7	11.0	11.3	15.1	35.1	57.5	44.6	41.8	19.4	28.7
アライグマ	7.8	2.9	2.4	2.1	11.4	13.0	5.4	6.0	10.4	6.6
ハウビシン	2.7	4.3	1.6	2.9	4.2	4.1	7.7	4.5	17.5	4.9
ウサギ	7.8	1.9	1.3	2.9	4.7	2.5	13.6	4.8	1.9	4.6
キツネ	0.5	0.0	0.0	0.5	1.0	3.3	1.8	3.9	2.8	1.5
イタチsp	1.8	0.0	0.0	0.3	0.5	4.6	1.5	3.9	0.5	1.4
リス	0.5	1.1	4.7	2.1	0.5	0.0	0.0	0.6	0.0	1.1
アナグマ	1.4	0.8	0.0	0.3	2.0	3.3	0.0	0.0	0.0	0.9
カモシカ	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
サル	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ネズミ	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

また、イノシシについては、撮影頭数が全獣種の撮影頭数の約59%を占め、昼(6時～18時)と夜(18時～6時)で出没頻度に差がなく(t検定: p=0.78)、昼夜問わず出没していることが明らかになった(図21)。

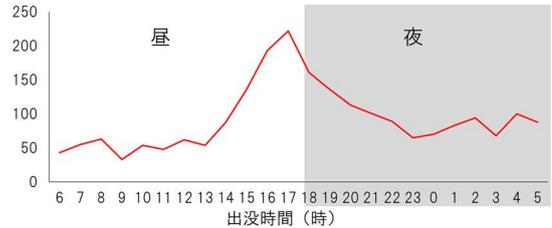


図21 出没時間におけるイノシシの出没頭数

(B) 痕跡調査

足跡やフン等、多くの痕跡を発見することができた。しかし、足跡やフンは判別が難しいことから簡易的な出没調査には不向きであると考えられたため、イノシシによる掘り起こし数と赤外線センサーカメラによる調査日から1週間以内の撮影頻度を比較した。

7月～9月では痕跡数と撮影頻度ともに増加したが、11月は痕跡数が減少したのに対し、撮影頻度はほとんど変わらなかった(図22)。9月～11月は、クリなどの堅果類があるため、掘り起こしが減ったと推測された。これらのように、実施時期を一定にしてイノシシの痕跡や画像を調査することによって簡易的にイノシシの時期別の出没を相対的に把握できると考えられた。

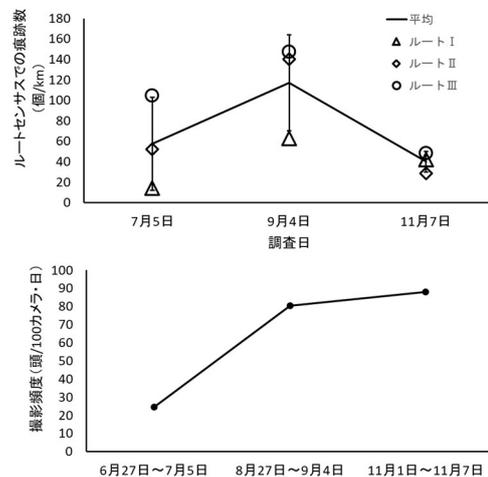


図22 痕跡調査の結果と撮影頻度の比較

(2) ビニールハウス栽培における中型獣類対策の実証

A 背景及び目的

ブドウのビニールハウス栽培の鳥獣被害としてアライグマやハクビシン (*Paguma larvata*) による被害が深刻である。アライグマやハクビシンへの対策として、電気柵や複合柵が知られているが、ビニールハウスの周囲に設置と管理のためのスペースが確保出来ない場合がある。そこで、省スペースで設置可能な電気柵について実証した。

B 調査方法

電気柵をビニールハウスの裾上部にある骨組みの下5cm (+極) と上5cm (+極)、上10cm (-極) に支柱がビニールハウスに接するように設置し (図23)、鳥獣被害の状況と設置上の留意点について調査した。なお、側窓の巻き取り機は下5cmの通電線よりも上で止め、換気の際も出入り口は閉めた状態にした。

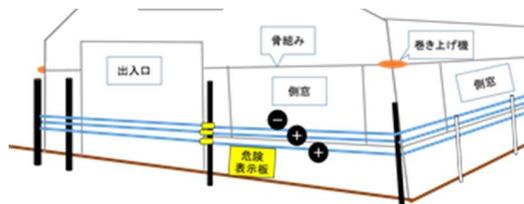


図23 電気柵設置の概略図

C 結果及び考察

電気柵設置期間中にアライグマの出没は確認されたが (図24)、ビニールハウス内への侵入の痕跡は確認されず、ブドウの被害もなかった。このことからビニールハウス栽培におけるアライグマやハクビシン対策として防除効果が期待できる。



図24 ビニールハウス横を通過するアライグマ

電気柵設置による側窓の開閉等について、不具合がないことを園主から聞き取った。しかし、骨組みと通電線の接触による漏電が確認されたため、強風後等には特に点検が必要となることが明らかになった。

(3) 電気柵の管理労力の検証

A 背景及び目的

電気柵の効果的な設置のためには、定期的に見回り、雑草を管理することで漏電を防止することが重要になる。しかし、管理不足による漏電が原因となって、鳥獣被害が発生する事例が見られる。そのため、電気柵の設置時には、管理労力も考慮する必要がある。しかし、電気柵周辺の除草作業に要する時間は、明らかになっていない。

そこで、背負い式刈払機による電気柵周辺における除草作業の時間について、明らかにした。

B 調査方法

背負い式刈払機による電気柵周辺 (約1m幅) の除草作業における時間を水田と畑地で計測した。

(A) 水田

水田の畦畔 (周囲約300m) に電気柵を設置し、6月～9月に計5回の除草作業における時間を計測した。なお、作業人数については、2～7人での作業、背負い式刈り払い機の刃はチップとナイロンコードを併用した。

(B) 畑地

3か所のほ場 (周囲約220m、130m、110m) で3回ずつ (6月～8月) 除草作業の時間を計測した。なお、作業人数は2人とし、背負い式刈り払い機の刃はチップとした。

C 結果及び考察

(A) 水田

水田畦畔での刈払では、約35分～66分となった。作業人数によって作業時間が減る可能性はあるが、作業効率 (100m・1人当たりの作業時間) は増加する結果となった (表31)。そのため、作業員2人で100m当たり38分が作業時間の目安だと考える。な

お、調査年は、水稻栽培期間中に計6回の除草作業が必要だった。

表 31 水田畦畔 300m の除草作業時の人工

作業日	人数	時間(分)	作業効率 (分/人・100m)
6月27日	5	60	100
7月22日	3	66	66
8月8日	2	54	36
8月19日	2	60	40
9月10日	7	36	83
合計		275	325

(B) 畑地

100m 当たりの平均作業時間は、約 15 分だった。ほ場による作業時間の差が大きく、特に雑草が疎らに生えていたほ場 B は、作業時間が非常に短くなった (図 25)。

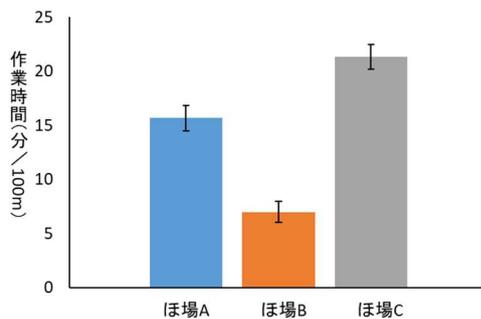


図 25 ほ場別の 100m 当たりの作業時間

(C) 総括

水田畦畔は畑地に比べ、斜度等があり、作業時間を多く要した。また、除草剤を併用する等、雑草が繁茂しにくくすることで、作業時間の減少が見込める。本研究により、水田と畑地における電気柵周辺の除草作業に必要な時間が判明した。そのため、防護柵として電気柵を選択する際は、除草作業時間の確保が可能かを考慮する必要がある。

11 放射性物質対策

(1) 除染後農地における放射性セシウム濃度の実態とプラウ耕によるバラツキの改善効果の実証

A 背景及び目的

除染後農地 (表土剥ぎ+客土) では放射性セシウ

ム濃度のバラツキによる生産物の放射性セシウム吸収量の増加が懸念されていることから、営農再開時に農地における放射性セシウムの実態を明らかにし、放射性セシウムの均一化を図ることが求められている。このため、京都大学が開発した KURAMA-II を活用し、除染後農地の放射性セシウム濃度の実態を把握するとともに、プラウ耕による放射性セシウム濃度の均一化を図った。

B 材料及び方法

供試ほ場は福島県双葉町中野地区の水田で、2016 年 5 月に表土剥ぎ・客土による除染が実施された。KURAMA-II による測定はプラウ耕前 (5/20)、プラウ耕後 (6/15) に実施した。

C 結果及び考察

双葉町の除染後農地においてロータリ耕を行った場合、KURAMA-II による地上 1m の空間線量率は、耕起前比で 77% に低減した。一方、プラウ耕を行った場合、KURAMA-II による地上 1m の空間線量率は、耕起前比で 69% に低減した。作土層に存在していた放射性セシウムがプラウ耕により下層へ混和され、空間線量率が低下したものと考えられる。耕起法の違いによる地上 1m の空間線量率のバラツキを示すため、変動係数を求めた。耕起前の地上 1m の空間線量率の変動係数はロータリ耕区で 84%、プラウ耕区で 121% であった。一方、耕起後の地上 1m の空間線量率の変動係数はロータリ耕区で 53%、プラウ耕区で 44% に減少した。プラウ耕はロータリ耕と比べ、空間線量率の均一性を高めることができた (図 26、表 32)。

図 26 耕起前及び耕起後の地上 1m の空間線量率の分布の比較

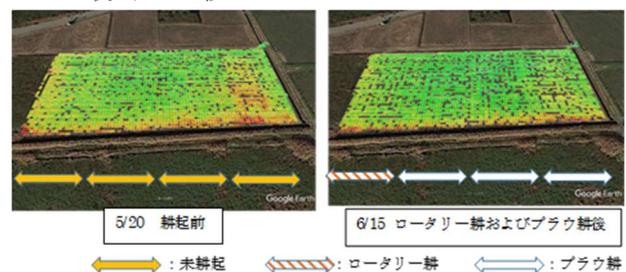


表 32 耕起法の違いによる地上1m空間線量率の低減効果とそのバラツキ

区名	耕起前(5/20)		耕起後(6/15)		空間線量率の 低減率 (%)
	1m空間線量率 (μ Sv/h)	変動係数(CV) (%)	1m空間線量率 (μ Sv/h)	変動係数(CV) (%)	
ロータリ耕	0.502	84	0.386	53	77
プラウ耕 +ロータリ耕	0.452	121	0.313	44	69

(2) 土壤溶液中カリウム診断に基づく玄米中放射性セシウム基準値超過リスク診断手法の実証

A 背景及び目的

放射性セシウムによる汚染の低い地域では放射性セシウム吸収抑制のためのカリ施肥の見直しが進められている。このような地域ではカリ不足による玄米中放射性セシウム濃度の基準値超過を回避するため、迅速かつ簡易にカリウムイオン濃度を測定し、早期に診断できる技術の開発が求められている。水稻栽培において、これまでの研究では、移植直後の土壤溶液中カリウムイオン濃度が7mg/L以上あれば玄米中放射性セシウム濃度が100Bq/kg以下になることが示された³⁾。この情報を基に、現地水田にて土壤溶液中カリウム診断に基づく玄米中放射性セシウム基準値超過リスク診断手法を実証した。

B 材料及び方法

福島県広野町の折木、上浅見川、北迫の3地区の水田で試験を実施した。これらの水田では農地除染は実施されておらず、2018年の段階では、放射性セシウム吸収抑制のための塩化カリの施用は実施されていない。各水田の土壤中放射性セシウム濃度は600~700Bq/kg 乾土程度であった。水稻は折木、上浅見川では「コシヒカリ」、北迫では「ふくひびき」を栽培し、2017年5月に移植し、同年10月に収穫した。1.80mmのふるいを通し、分析試料とした。施肥量は折木がN:P₂O₅:K₂O (kg/10a) =3.0:3.6:2.4 (エコ有機一発500、ケイカリン)、牛糞堆肥1000、上浅見川がN:P₂O₅:K₂O (kg/10a) =5.0:1.4:1.4 (低コスト一発577)、牛糞堆肥1000、鶏糞堆肥45、北迫N:P₂O₅:K₂O (kg/10a) =2.0:1.5:1.5 (銀河エース、過リン酸石灰)、鶏糞堆肥45であった。

土壤溶液は大起理化社製「ミズツール」を用い、

移植直後に採取した。その後、0.45mmのメンブランフィルターを通し、分析試料とした。土壤は施肥前、移植直後、収穫期に採取し、風乾後2mmのふるいを通し、分析試料とした。土壤及び玄米中放射性セシウム濃度はGe半導体検出器によりRSD10%以下になるように測定した。土壤中交換性カリ含量については土壤環境分析法に基づき測定した。土壤溶液中カリウムイオン濃度はカリウムイオンメーターにより測定した。

C 結果及び考察

これまで、平成24年に高濃度の玄米中放射性セシウム濃度が検出された水田において、移植直後の土壤溶液中カリウムイオン濃度が7mg/L以上あれば玄米中放射性セシウム濃度は100Bq/kg以下になることを示してきた。この指標が他の地域で適用できるか評価するため、広野町の折木、上浅見川、北迫の3地点で移植直後の土壤溶液中カリウムイオン濃度を測定した結果、それぞれ17, 9, 7mg/Lの値を示した。折木、上浅見川及び北迫の土壤中交換性カリ含量は収穫期でそれぞれ16.9, 11.1及び13.2mg/100gDWであった。玄米中放射性セシウム濃度を基準値超過させないための塩化カリの施用が実施されていないことから、収穫期の土壤中交換性カリ含量は25mg/100gDW以下に低下していた。一方、玄米中放射性セシウム濃度はそれぞれ0.75, 3.29, 1.79Bq/kgと基準値(100Bq/kg)を大幅に下回った(表33)。

平成26年度の中通り・浜通り水田で得られた土壤溶液中カリウムイオン濃度と玄米中放射性セシウム濃度との関係のデータに平成29年度の広野町で得られた土壤溶液中カリウムイオン濃度のデータを当てはめてみた結果、移植直後に玄米中放射性セシウム濃度が基準値を下回ることが予測でき、実際の玄米中放射性セシウム濃度も100Bq/kg以下になることを実証できた(図27)。

この結果から、放射性セシウム吸収抑制のためのカリ上乗せ施肥を実施していない地域等において、玄米中放射性セシウムの安全性を簡易的に評価できることが示された。

表 33 各地点の土壌、土壌溶液のカリウム濃度と土壌、玄米中放射性セシウム濃度

地名	交換性カリ含量			移植直後の土壌溶液中 K ⁺ 濃度 (mg/L)	土壌中 ¹³⁷ Cs (Bq/kg乾土)	玄米中 ¹³⁷ Cs (Bq/kg)
	施肥前	移植後	収穫期			
	(mg/100g DW)					
折木	25	28	17	17	617	0.75
上浅見川	28	25	11	9	683	3.29
北迫	20	19	13	7	703	1.79

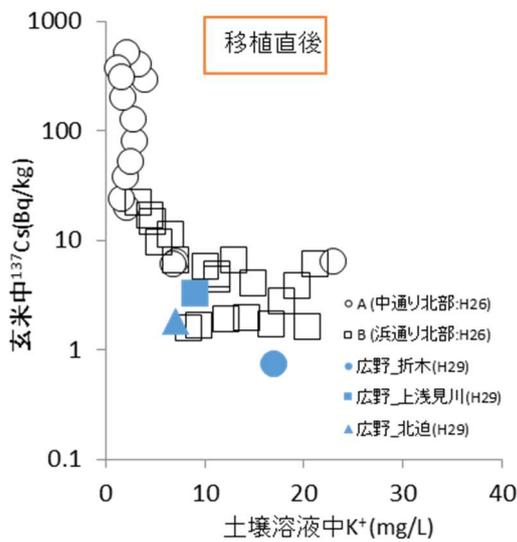


図 27 平成 26 年度の中通り・浜通り水田及び平成 29 年度の広野町水田における土壌溶液中カリウムイオン濃度と玄米中放射性セシウム濃度の関係

12 今後の取組

東日本大震災及び東京電力福島第一原子力発電所の事故から 10 年以上が経過し、令和 2 年 3 月には帰還困難区域を除く避難地域では全ての区域で避難指示が解除され、2022 年～2023 年にかけては帰還困難区域内に認定された特定復興再生拠点区域の解除が見込まれている。

しかしながら、避難地域等の営農再開面積は、未だ 4 割程度に留まり、今後は更なる営農再開に向けた取組を加速する必要がある。

営農再開に向けた取組は、地域差が大きく、営農中断の期間の長さによっても大きく異なる。

「浜再生研」では、前述のように、帰還した農業

者が速やかに営農再開に取り組めるよう、生産環境中の放射性物質の動態調査等現地の調査研究から、除染後農地の保全管理、地力回復、鳥獣害対策など、営農再開の準備段階における実証研究、生産環境に応じた新品目の導入や現地環境下における既存技術の最適化、体系化など営農再開段階における実証研究、更には、地域の農業再生のための新たな技術の実証研究など、避難地域の営農再開の段階に応じた実証研究に取り組み、成果を現地に提供してきた。

「浜再生研」の実証研究は、現地の農業者が、現地の実証研究の有様を目の当たりにし、データはもとより、その成果を、手応えを感じていただき、営農再開の意欲の向上につながることを我々の責務と考える。

今後とも、現地の状況や農業者の意向を把握しながら、市町村、関係団体と連携して、本実証研究に継続して取り組み、一つずつ解決することで、「浜再生研」一丸となって、避難地域等の営農再開、農業再生に向けて取り組んでまいりたい。

13 摘要

浜地域農業再生研究センターは、避難地域等の営農再開・農業再生を図るため、農業者や市町村等の意見を踏まえて営農再開上の様々な問題の解決に向けた実証研究に取り組んでおり、これまで以下の成果を代表とする多くの成果を直接営農再開現場に還元してきた。

今後とも、現地の農業者や市町村等の意向を把握しながら、避難地域等の営農再開、農業再生に向けて取り組む。

(1) 水稲

密播苗移植栽培は慣行栽培と比べ資材費が削減され、省力化できることが確認できた。

マルチコプターによる斑点米カメムシ防除は、無人ヘリと比べ作業時間が短縮され同様の防除効果が得られることが確認できた。

(2) 畑作物

半自動移植機、コンバインを用いたエゴマの機械化栽培体系の実証を行った結果、川内村でエゴマを 5 ha 栽培すると想定した場合の定植作業適期は 6

月2～6半旬となり、10a当たり物財費は24,294円であった。

川俣町山木屋地区の表土剥ぎ除染後作付け初年目の農地で「きらきら銀河」を栽培したところ、収量260kg/10aが確保でき、ナタネ油及び油かすの放射性セシウム濃度は、食品中の放射性物質の基準値及び飼料の暫定許容値を大幅に下回った。

檜葉町の除染後作付け初年目の農地において、塩化カリによる放射性セシウム吸収抑制対策を実施し、ソバ「会津のかおり」を栽培した結果、収穫物中の放射性セシウム濃度は食品中の放射性物質の基準値を大幅に下回った。

(3) 野菜

営農再開に向けてタマネギの地域適応性を実証したところ、春まきタマネギの収量は4.6t/10a、秋まきタマネギの収量は5.1t/10aとなり、両作型の浜通り平坦部における地域適応性を確認した。

水田転換畑において排水対策を施してタマネギを栽培すると、排水不良であった水口付近でも目標収量の4.0t/10a以上となった。タマネギの生産性を向上するためには、ほ場全体の排水対策が必要と考えられた。

(4) 花き

浜通り平坦地域でトルコギキョウの大苗を用いた2月定植無加温栽培を実証し、高品質な切り花が6月から出荷できることを確認した。

ICTによる情報共有システムにより、新規栽培者が栽培経験者と生育や栽培環境を情報共有することで、新規栽培者でも上位規格のトルコギキョウを容易に生産できた。

小ギク栽培の定植時に半自動移植機、防除時にたばこ管理機を使い機械化することで、作業時間を短縮でき、1～2名の労力でも容易に小ギク栽培の規模拡大が可能であった。

(5) 飼料作物

イタリアンライグラス栽培において、塩素系肥料を追肥することで、牧草中の塩素含量が高くなり、低カルシウム血症を予防する一つの方法として位置付けられているイオンバランス DCAD を低くすることが可能であることが明らかとなった。

表土剥ぎ取り及び客土による除染を行ったため地力の低下が懸念されている地域において、飼料用トウモロコシの収量を確保するための耕うん方法を検討した。その結果、施肥前にプラウ又はリッパーにロータリ耕を組合せて耕うんすることにより、目標収量が確保できることを実証した。

営農再開地域における飼料用トウモロコシ栽培に当たり、緑肥作物のクリムソクローバを栽培しすき込むことによって、窒素肥料を2.5kg/10a程度減らすことが可能となった。

(6) 保全管理及び地力増進作物

除染により土壌肥沃度の低下した水田において緑肥作物をすき込むことにより可給態窒素が増加した。

(7) 鳥獣害対策

避難指示区域においてイノシシ等の出没調査を実施した。実施時期を一定にしてイノシシの痕跡や画像を調査することによって簡易的にイノシシの時期別の出没を相対的に把握できると考えられた。

ブドウのビニールハウス栽培におけるアライグマやハクビシンによる被害防止のため、ハウス周辺に省スペースで設置可能な電気柵を実証し、食害を防ぐことができた。

背負い式刈払機による電気柵周辺の除草に必要な時間を調査した。電気柵を設置する際は、除草作業時間を考慮する必要がある。

(8) 放射性物質対策

除染後農地を耕起することにより、地上1mの空間線量率を低減し、均一性を高めることができた。プラウ耕はロータリ耕と比べ効果が高かった。

広野町の水田において、これまで示されていたとおり移植直後の土壌溶液中カリウムイオン濃度が7mg/L以上あれば玄米中放射性セシウム濃度が100Bq/kg以下になることを実証した。

謝 辞

本実証研究は、福島県営農再開支援事業により実施した。

実証ほの栽培管理を担当して頂いた農業者の皆様、実証研究の運営に御協力頂いた各市町村、各農業協同組合、各農林事務所の皆様、実証研究の導入技術

の選定等に御指導、御助言頂いた国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構東北農業研究センター農業放射線研究センターの皆様と農業総合センターの職員の皆様に感謝します。

引用文献

- 1) 荒川市郎. 1989. 福島県における降水量からみた作業期間の地域的特徴. 農業機械学会東北支部報 36:113-116
- 2) 神谷裕子・加藤直樹・服部育男・野中最子・田中正仁. 2015. 塩素含量の異なるトウモロコシサイレージ給与が乾乳牛のミネラル成分に及ぼす影響. 日畜会報 86(4). 449-455.
- 3) 齋藤隆・高橋和平. 2013. 作付前の土壌溶液中カリウムイオン濃度に基づく玄米中放射性セシウム濃度の推定. 福島県農業総合センター放射線関連支援技術情報
- 4) 鈴木幸雄. 2014. 「深耕」除染した水田転換畑における単年生牧草栽培の実証(檜葉町). 福島県農業総合センター営農再開実証技術情報
- 5) 中野有加・岡田邦彦. 2012. 地下水位の高低および変化がタマネギの根系発達に及ぼす影響. 根の研究 21(3):63-71