

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1報)

鈴木 幸雄¹・野田 正浩・根本 知明

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

Yukio SUZUKI¹, Masahiro NODA and Tomoaki NEMOTO

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.

The test farm field of 9 locations in 8 municipalities in the 2013 fiscal year, the fiscal 2014 were installed 12 points of test farm field in 10 municipalities.

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.

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

1 緒言

平成23年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震と津波による全電源喪失に伴い、東京電力株式会社福島第一原子力発電所の事故（以下「原発事故」という）が発生し、福島県の浜通りを中心とした12市町村に避難指示が出され、多くの住民が避難を余儀なくされた。平成27年8月現在においても、避難指示区域からは約9.9万人が避難を余儀なくされている状況であり¹⁾、平成26年3月末時点の営農休止面積は16,018haにも上る²⁾。

避難指示区域となった12市町村は、川俣町（山木屋地区）、田村市（都路地区）、南相馬市、浪江町、双葉町、大熊町、富岡町、楡葉町、広野町、飯館村、葛尾村、川内村であり、平成23年4月22日に設定された警戒区域、緊急時避難準備区域、計画的避難区域に含まれる地域である（図1）。避難指示区域は、その後、市町

村毎に段階的に見直しが行われ、平成25年8月には年間積算線量の水準に応じて帰還困難区域、居住制限区域、避難指示解除準備区域の3区分に区分された（図2、表1）。

12市町村は、原発事故前の営農状況を立地条件等からみて阿武隈地域、浜通り沿岸北部、浜通り沿岸南部に大別される。阿武隈地域（川俣町山木屋地区、田村市都路地区、浪江町山間部、飯館村、葛尾村、川内村）は山間部に位置し、夏季冷涼な気候であり、畜産の産出額が特に多く、工芸作物の葉たばこの割合が高い特徴を有し、浜通り沿岸北部（南相馬市、浪江町沿岸部）は水稲の割合が高く、ほ場整備が進み大規模経営も行われていた。浜通り沿岸南部（双葉町、大熊町、富岡町、楡葉町、広野町）は水稲と畜産の割合が高く、比較的小規模で複合経営による農業が行われていた。また、太平洋沿岸部は、北部南部ともに温暖で冬期間も日照時間が長い地域であり、園芸作物の適地となっていた

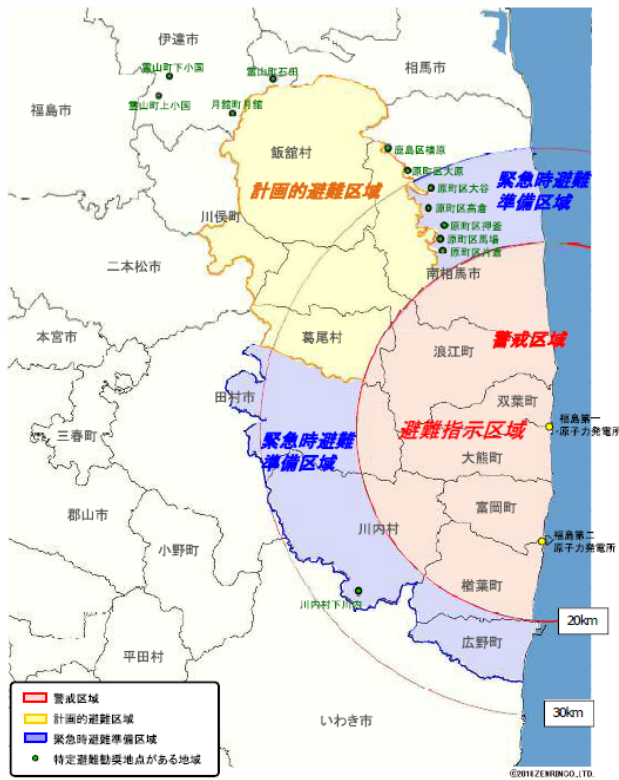


図1 平成23年9月23日までの避難指示区域の概念図



図2 避難指示区域見直し後の概念図 (平成25年8月)

表1 福島県内の避難指示区域等の区分と農地面積 (平成25年4月)

区分	営農再開の可否等	農地面積 ²	
		(ha)	(割合)
避難指示区域等全域		15,000	(100%)
避難指示解除区域 (旧緊急時避難準備区域)	営農再開：可能 立入：制約なし	4,100	(27%)
避難指示解除準備区域	営農再開：可能 立入：立入可(宿泊不可) 積算線量：20mSv/年以下	5,100	(33%)
居住制限区域	営農再開：不可 立入：一時帰宅、通過交通 積算線量：20～50mSv/年以下	3,700	(24%)
帰還困難区域	営農再開：不可 立入：原則立入不可 積算線量：50mSv/年超	2,400	(16%)

² 2010年農林業センサスデータからの概数。福島県調べ。

表2 市町村別の農業産出額と品目別割合（平成18年度）

区分	市町村	農業産出額 (1,000万円)	品目別割合(%)							
			米	麦・豆・ いも類等	野菜	果樹	花き	工芸 作物	畜産	その他
阿武隈山間	川俣町 ²	278	13.7	1.4	14.0	2.5	4.0	12.2	52.2	0.0
	田村市 ²	1,050	18.8	1.2	15.6	0.2	0.6	17.7	45.8	0.1
	飯館村	362	18.8	0.8	11.6	0.0	4.7	7.7	56.1	0.3
	葛尾村	136	8.1	0.7	4.4	0.0	0.0	6.6	80.1	0.0
	川内村	143	19.6	0.7	6.3	0.0	0.7	2.1	69.9	0.7
沿岸北部	南相馬市	1,003	54.8	2.7	17.1	2.1	1.9	0.4	19.8	1.1
	浪江町	357	37.0	1.7	8.1	3.1	0.3	2.2	47.1	0.6
沿岸南部	双葉町	80	67.5	1.3	18.8	1.3	6.3	—	5.0	—
	大熊町	167	38.9	1.8	5.4	14.4	1.2	—	38.3	—
	富岡町	215	28.4	0.9	7.4	0.0	0.9	—	62.3	—
	楡葉町	83	53.0	2.4	18.1	1.2	0.0	—	24.1	1.2
	広野町	29	72.4	3.4	13.8	0.0	0.0	—	10.3	0.0

²震災後に避難指示区域となった地域以外も含んだ値。

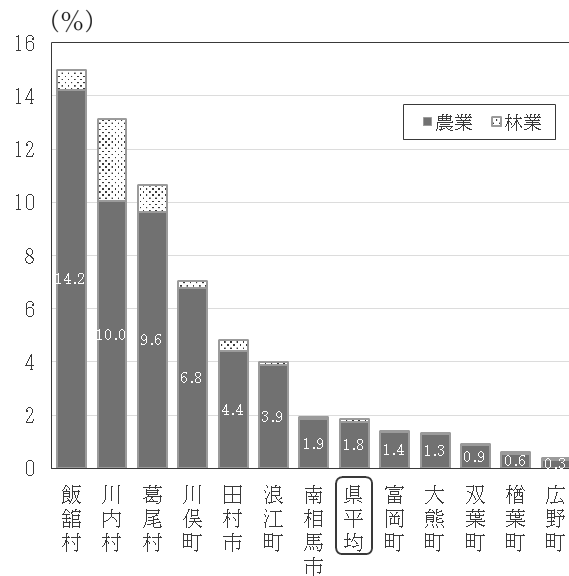


図3 市町村内総生産に占める農林業の割合（平成22年度）

（表2）。市町村内総生産に占める農林業生産額の割合³⁾は、特に阿武隈地域において県平均よりも2.4~7.9倍と高く、地域において農林業が大きな位置を占めていた（図3）。

しかし、原発事故により、これら地域は広範囲かつ高濃度に放射性物質により汚染され、避難指示によりそれまでの農業生産が全面的に停止した。現在、放射性物質に汚染された農地の除染作業が各市町村の汚染状況に応じて段階的に行われているが、多くの地域で長期間に渡って営農が中断している。

避難指示区域の営農再開・農業再生に対する各市町村の要望や意向は、各地域の原発事故前の営農状況に応じて様々であった。福島県相双農林事務所双葉農業普及所が平成24年度に実施した双葉郡内5町村の認定農業者に対する「担い手農業者意向調査（第2回）」⁴⁾の結果では、「帰還して営農を再開したい」、「営農再

開を検討したい」との意向が31.2%であり、帰還して営農再開するための条件としては、「農地の除染」が最も多く、次いで「インフラの整備やモニタリングによる農作物の安全確認、風評の払拭や野生鳥獣の被害防止対策」を求める意見が多く聞かれた。また、浪江町が平成25年11月に実施した農業者意向調査⁵⁾においては、「除染完了後、浪江町で営農再開を目指すにあたり、どのような支援策・施策を期待するか」との問いに対して、「試験栽培・モニタリング・放射性物質の影響確認」が43.7%と最も多く、インフラの整備等を期待する声に次いで、「バイオマス作物・花き等の非食用作物の栽培指導」も16.0%あり、新たな農業を検討したいとの意向が見られていた。

長期間の営農停止により、農業生産基盤は、過去に例が無い内容で変容し、農地への雑草の繁茂、用水や施設等の荒廃が広範囲に見られた。また、除染作業（特

に表土剥ぎ取りと客土)による地力の低下や、野生鳥獣の増加による生態の変容等への影響が懸念されていた。農産物についても、原発事故後のモニタリング調査で放射性物質が検出されたことによる作付制限・出荷制限が継続しており、これらに起因する将来の地域の営農を不安視する声が多く聞かれている。

こうした意向や農業生産基盤を取り巻く状況のなか、避難指示区域の営農再開を進めるためには、農業者や市町村等の声を十分に踏まえたうえで、それぞれの状況に応じた技術的支援が必要である。

農業総合センターは、原発事故直後から農作物における放射性セシウム(以下「放射性Cs」という)対策の試験研究を国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構(以下「農研機構」という)や関係す

る研究機関、大学等と連携して実施し、それら試験研究から得られた放射性物質の作物への移行低減技術や農地の除染技術等の基幹技術は、福島県内における安全・安心な農産物の生産に大きく寄与してきた。

福島県は、農業総合センター等が確立した基幹技術を導入して避難指示区域の営農再開を推進するため、国の基金により設立された福島県営農再開支援事業を平成25年度から開始した⁶⁾。事業の各種取組みのうち、営農再開に向けた作付実証として、研究員による実証研究を開始した。これは、営農再開を希望する現地ほ場において、既存研究成果等を活用した実証研究を行い、農業者の営農再開に対する不安を払拭し、地域の営農再開・農業再生を進めるものである。また、営農再開・農業再生に向けた研究推進にあたって、福島県

表3 実証研究の主なテーマ

ア 営農再開へ向けた研究(復旧)	
① 営農再開・食料生産までの間の効率的な農地保全の研究	<ul style="list-style-type: none"> 表土剥ぎ後の効果的な地力回復方法の研究・実証 地域に適する資源作物の選定と栽培方法の研究・実証
② 安全・安心な食料供給のための研究	<ul style="list-style-type: none"> 吸収抑制技術など既存研究成果の現地での研究・実証 放射性物質の影響の少ない野菜等への転換の研究・実証 放射性物質の影響の少ない種苗生産や花きへの転換の研究・実証
イ 農業再生へ向けた研究(復興)	
① 新たな経営・生産方式の導入に関する研究	

表4 実証研究の実施内容

実施年度	実施品目	実施場所	
平成25年度	水稲	飼料用米	富岡町(下郡山)
		加工用バレイショ	南相馬市(原町区)
		ダイコン	南相馬市(小高区)
	野菜	ハクサイ、ダイコン	川俣町(山木屋)
		キュウリ、ミニトマト他	飯館村(草野)
	花き	ダイコン、ハクサイ、ホウレンソウ	浪江町(北幾世橋)
平成26年度	景観作物	トルコギキョウ	川内村(下川内)
	地力増進作物	ミックスフラワー、ヒマワリ、ソバ	檜葉町(北田)
	水稲	栽培ヒエ、セスバニア、クワタリ	葛尾村(入ノ内)
		一般米	田村市(常葉町)
		加工用バレイショ	南相馬市(原町区)
	野菜	ブロッコリー	飯館村(二枚橋)
リンドウ		川俣町(山木屋)	
花き	リンドウ	川内村(下川内)	
	リンドウ、トルコギキョウ他	浪江町(幾世橋)	
	キク、ヒマワリ、ストック他	広野町(下北迫)	
牧草	イタリアンライグラス	檜葉町(上小墾)	
	イタリアンライグラス	葛尾村(広谷地)	
資源作物	トウモロコシ	南相馬市(小高区)	
	ソルガム	富岡町(上手岡)	
景観作物	油糧用ヒマワリ	檜葉町(北田)	

れた。そのため、平成23年3月23日に原子力災害対策特別措置法により、非結球性葉菜類、結球性葉菜類、アブラナ科の花蕾類及びカブに出荷制限が出された。

これは、原発事故当時に露地栽培していた品目に降下した放射性Csが付着したことによるものであり、新たに栽培した野菜からは放射性Csが検出されず、その後の試験研究により土壌中の交換性カリ含量を高める事で出荷物の放射性Cs濃度を食品中の放射性物質の基準値以下への抑制が可能であることが分かった^{15) 16)}。そのため、その後のモニタリング調査においては放射性Csが基準値を下回ることが県内全域で確認され、出荷制限は順次解除されてきた。

しかし、避難指示区域では営農が停止しているため収穫物の安全性が確認できず、平成25年4月時点で出荷制限が解除されなかった。市町村や農業者からは、野菜栽培に対する不安や風評被害を心配する声が聞かれた。そこで、避難指示区域内の現地ほ場においても避難指示区域以外と同様に、食品中の放射性物質の基準値以下の野菜を生産可能であることを実証するため、カリ施用により土壌中の交換性カリ含量を高める対策を行って野菜を栽培した。

また、避難指示区域内で表土剥ぎ取り及び客土による除染を行ったほ場では、地力の低下による作物生産の低下が懸念されていた。そのため、客土後のほ場において野菜類を栽培し、その収量品質を除染前の水準と比較した。

(3) 花き類

原発事故以前の避難指示区域では、阿武隈山間においてトルコギキョウやリンドウ、沿岸平坦部の一部において露地及び施設花き等の栽培が行われていた。各市町村における産出額は、南相馬市で1.9億円、飯館村で1.7億円、川俣町で1.1億円の他は、0～6千万円と少ない傾向にあった¹⁰⁾。

原発事故後は、一部の食用作物が出荷制限になり、また県内全域の農産物で風評被害による販売困難、価格低下が多くみられていた。このような中、花きには風評被害がなく、県内他産地でも震災以前と同様に出荷が可能であったことから、避難指示区域等において花き栽培に取り組みたいとの意向が寄せられている。

実証を担当した生産者のうち、震災以前からの花き栽培経験者は、2年以上営農を停止したことによる土壌条件への影響や、自身の技術力の低下、市場において以前と同様の販売が可能かどうかを不安視していた。一方、花き栽培の未経験者は、風評被害の無い花きには是非取り組みたいという意向はあるが、花き栽培には技術が必要で取組むにはハードルが高いという不

安を抱えていたことから、休耕後や除染後農地での花き栽培や市場での評価、さらには栽培の基本技術の習得を含めた実証を行った。

実証内容は地域の気象条件等にあわせて設定した。浜通り沿岸平坦部においては、冬季温暖で日照時間が長い気象条件を活かした周年栽培と地域の大宗を占めていた水田を活用した花き栽培を行った。また、阿武隈山間の冷涼で日較差が大きい地域においては高品質花き栽培を中心に実証した。

(4) 牧草

原発事故により、畜産業では原乳及び肉牛の出荷制限や自給飼料及び牧草地等の利用制限がなされ、畜産物においても風評被害を受ける等、生産販売面において甚大な影響を受けた。避難指示区域の多くの市町村においても、主に肉用牛生産や酪農経営が行われており、原発事故前の避難指示区域12市町村における産出額は163億円で水稻に次ぐ主要な産業となっていたことから¹⁰⁾、自給飼料の生産基盤である草地の更新等、営農再開に向けた牧草栽培の実証に対する要望が平成25年頃から寄せられてきた。

実証研究では、平成26年度に楡葉町と葛尾村において、除染後農地における牧草の放射性Cs吸収抑制対策である「土壌中交換性カリ含量30～40mg/100gの管理」¹⁷⁾を行い、生産者団体が定めた牧草の放射性Cs自主基準値(30Bq/kg、80%水分補正)を満たす牧草生産を実証した。

(5) 地力増進作物

避難指示区域では、放射性物質による農地の汚染状況により表土剥ぎ取り及び客土による除染が行われ、表土5cm程度の作土が重機により除去され、代わりに真砂土等の客土材が投入された。同地域からは、除染後農地の地力低下を懸念する声が多く聞かれたことから、除染後農地の土壌化学性を調査するとともに、堆肥施用やカリ施肥の効果、緑肥作物の栽培特性並びにすき込み後の土壌への効果を検討した。

実証栽培は、平成25年度に葛尾村において実施した。

(6) 景観作物

除染が終了した農地は、順次農家へ引き渡しされることになっているが、避難指示区域等においては、農家が避難を継続しており、引き渡し後すぐに営農を再開することが困難な状況が多い。除染後に放置された農地は、雑草が繁茂し景観を損ねるとともに、農家や住民の帰還意欲を低下させる要因にもなっていた。復興組合等による農地の保全管理が各市町村で行われて

いるが、年3回の耕起による保全管理に留まっている。

除染後農地に景観作物を栽培することで、農地の保全管理と景観形成を図ることを目的に実証栽培を行った。あわせて、油糧用ヒマワリを栽培し、機械化体系による景観作物の栽培実証と、収穫したヒマワリ子実から得たヒマワリ油の食用油としての適性を検証した。

(7) 資源作物

原発事故後は、農作物の風評被害や放射性物質の影響への懸念から、食用作物の生産に不安を抱く生産者が多く、新たな営農モデルの構築を求める声が地域から寄せられていた。浜通りの沿岸平坦部は、土地利用型作物の導入が進んでいた地域であることから、立地条件を活かした資源作物の大規模栽培による営農の可能性を検討したいとの要望があった。

実証栽培は、平成26年度に南相馬市小高区と、富岡町において実施した。

3 平成25年度の実証結果

(1) 水稻

A 富岡町での飼料用米生産の実証

富岡町は、平成22年度の水稲作付面積が515haであり、耕地面積の約50%を占めていた。原発事故以降、風評被害等を不安視し、水稻以外の土地利用型作物として飼料作物や資源作物による作付再開が検討されていたことから、飼料用米の収量性確保と塩化カリ施用による放射性Cs吸収抑制効果を実証した。

(A) 耕種概要

原発事故後の作付けが初年目で、前年春季に雑草を刈り取り搬出した未除染ほ場で行った。供試品種は、「ふくひびき」と「べこあおば」とし、対照品種を「ひとめぼれ」とした。施肥量は、土壌中の交換性カリ含量が25mg/100g乾土以上となるよう塩化カリを上乗せし、N-P₂O₅-K₂O=4.6-7 (kg/10a) とした。また、土壌改良資材として、ケイカリン40kg/10a、ゼオライ

ト100kg/10aを施用した。なお、施肥日は平成25年5月10日（全量基肥）、代かき日は5月23日、移植日は5月28日であり、機械移植により幼苗を約18株/m²の栽植密度で移植した。区は1区制とし、試験面積は「べこあおば」0.4a、「ふくひびき」0.9a、「ひとめぼれ」6.0aとした。

(B) 調査方法

成熟期に地際から7～8cm高で刈り取り、株元を洗浄したものを分析に供した。土壌はハンドサンプラー（大起理化、φ8cm）により15cm深を採取した。土壌の養分分析は、農業総合センターの慣行法で行った。放射性Cs濃度は、ゲルマニウム半導体検出器（CANBERRA製 GC2520-7500SL、GC4020-7500SL：以下同一機器）を用いた。測定精度は、RSD（相対標準偏差）が作物体の場合で10%以下、土壌で5%以下とした。

(C) 試験結果及び考察

収量は、粗玄米重で「べこあおば」が845kg/10a、「ふくひびき」が783kg/10aであり、「ひとめぼれ」に比べ1～2割多かった（表6）。「べこあおば」は、同年9月の台風18号による強風雨でも倒伏が見られず、耐倒伏性が強かった（表5）。

土壌中の交換性カリ含量は、施肥後の値で35mg/100g乾土であった。移植時に51mg/100g乾土に増加した後、生育の経過とともに減少したが、収穫時の10月3日には25mg/100g乾土以上であった。土壌の放射性Cs濃度は3,600～3,800Bq/kg乾土であったが、粗玄米中の放射性Cs濃度は、14～17 Bq/kg（15%水分補正）であり、食品中の放射性物質の基準値100Bq/kgを大きく下回った（表7）。

以上のことから、原発事故後初年目の富岡町の水田において飼料用米の高い収量性が確認され、併せて、カリ施用による放射性Csの吸収抑制効果が実証された。

表5 飼料用米の生育期の経過（富岡町、平成25年）

品種	7月16日の生育			出穂期 (月/日)	成熟期 (月/日)	成熟期の形質			
	草丈 (cm)	茎数 (本/m ²)	SPAD 502値			稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m ²)	倒伏 (0-400)
ひとめぼれ	58	477	41.8	8/14	9/30	89	19.1	425	170
ふくひびき	65	441	39.5	8/12	9/26	73	19.6	388	70
べこあおば	59	324	47.1	8/16	10/3	69	20.5	317	0

表6 飼料用米の収量及び収量構成要素（富岡町、平成25年）

品種	全重 (kg/10a)	わら重 (kg/10a)	精粳重 (kg/10a)	粳/ わら	粗玄米 重 (kg/10a)	1穂 粳数 (粒)	m ² 粳数 (万粒)	登熟 歩合 (%)	千粒重 ^z (g)	粗玄米 タンパク質 ^y (%)
ひとめぼれ	1,666	696	876	1.26	708	83	3.5	85.0	21.8	6.1
ふくひびき	1,708	661	945	1.43	783	106	4.1	75.8	23.3	6.3
べこあおば	1,770	575	1,048	1.82	845	127	4.0	61.2	30.5	6.8

^z1.8mm調製^y近赤外分析機（RCTA11A、S社）の分析値（水分15%補正）

表7 土壌の交換性カリの推移と収穫時の放射性セシウム濃度（富岡町、平成25年）

品種	土壌の交換性K ₂ Oの推移 (mg/100g)					放射性セシウム濃度 (Bq/kg) ^z								
						土壌			わら			粗玄米		
	5/28	6/25	7/16	8/16	10/3	Cs-134	Cs-137	合計	Cs-134	Cs-137	合計	Cs-134	Cs-137	合計
ひとめぼれ	51	42	36	32	25	1,100	2,500	3,600	23	52	75	4	13	17
ふくひびき	—	—	—	29	29	1,100	2,500	3,600	14	35	49	4	10	14
べこあおば	—	—	—	27	25	1,200	2,600	3,800	18	43	61	4	13	17

^z数値は、土壌（15cm深）が乾土、わらが乾物、粗玄米は水分15%補正の値。放射性セシウムは平成25年11月1日を基準日に減衰補正。

表8 野菜実証栽培の耕種概要

年次	場所	土壌分類 ^a	除染方法	品目	マルチ	栽植密度(cm) ^y	播種・植付け	収穫
平成 25年	川俣町山木屋	褐色森林土	表土剥ぎ取り+客土 (各5cm)	ハクサイ	有り	120×60×40	8月29日	11月25日
				ダイコン	有り	120×60×20	8月29日	11月18日
	南相馬市原町区	灰色低地土	なし	バレイショ	無し	75×25	4月5日	7月24日
				ダイコン	無し	60×22	9月10日	12月2日
	南相馬市小高区	黄色土	表土剥ぎ取り(5cm)	キュウリ(ハウス)	有り	140×80×70	6月3日	7月10日～8月10日
				ミニトマト(ハウス)	有り	140×80×40	6月3日	7月24日～9月29日
				サヤインゲン(ハウ)	有り	140×80×40(3粒播)	6月3日	7月31日～8月11日
				サヤインゲン	有り	140×80×40(3粒播)	6月3日	8月7日～8月17日
				ブロッコリー	有り	200×80×40	7月29日	9月20日～10月1日
				キャベツ	有り	200×80×40	7月29日	9月27日～10月1日
				コマツナ	有り	200×80×40	8月30日	10月10日
				ハクサイ	有り	200×80×40	8月30日	11月19日～11月26日
飯館村草野	灰色低地土	表土剥ぎ取り+客土 (各5cm)	カブ	有り	200×80×2条×15	8月30日	10月25日	
			ダイコン	有り	200×80×20	8月30日	11月12日～11月26日	
			ダイコン	無し	70×30	9月4日、14日	11月11日、12月9日	
			ハクサイ	無し	70×40	9月14日	11月11日、11月28日	
			ハウレンソウ	無し	条間20、3条播き	9月4、14、25日	10月7、23日、1月7日	
			ダイコン	無し	75×25	4月8日	7月28日	
平成 26年	南相馬市原町区	灰色低地土	反転耕 (プラウ耕・32cm)	バレイショ	無し	75×25	4月8日	7月28日
	飯館村二枚橋	褐色森林土	表土剥ぎ取り+客土 (各5cm)	ブロッコリー	有り	110×80×25	9月1日	11月12日～11月25日

^a除染前の土壌分類^yマルチ有りの場合(条間×畝幅×株間)、マルチ無しの場合(畝幅×株間)

(2) 野菜類

A 除染後農地における野菜栽培の実証

実証地、栽培品目とその耕種概要を表8に示す。平成25年度は、川俣町山木屋地区でダイコンとハクサイ、南相馬市原町区でバレイショ、南相馬市小高区でダイコン、浪江町幾世橋でダイコンとハクサイ、ハウレンソウを、飯館村草野で露地野菜（キュウリ、ミニトマト、サヤインゲン）と施設野菜（サヤインゲン、ブロッコリー、キャベツ、コマツナ、ハクサイ、カブ、ダイ

コン）の11品目を栽培した。

いずれの試験地での栽培も、片道30分～1時間半程度の通り耕作により実施した。

(A) 耕種概要

実証ほ場の除染方法は、川俣町山木屋と飯館村草野が表土剥ぎ取り及び客土、南相馬市小高区が表土剥ぎ取り、浪江町幾世橋が反転耕、南相馬市原町区が未除染であった。

これら未除染および除染方法の異なるほ場で実証栽培を行うにあたっては、土壌分析に基づく土壌改良を基幹技術としながら、野菜栽培においても水稻や畑作物で放射性Csの吸収抑制対策として効果が認められている土壌中の交換性カリ含量を高める対策を導入した。土壌中の交換性カリ含量は40mg/100g乾土以上とし、カリ肥料の増施により行った¹⁸⁾。また、カリ以外の施肥は福島県施肥基準の施肥量を施用し、土壌改良は同施肥基準の普通畑の土壌改良基準に準じた¹⁹⁾。この他、表土剥ぎ取り及び客土による除染後1作目である川俣町山木屋では、堆肥2t/10aを施用し、平成25年4月時点で未除染であった浪江町の実証ほ場では、役場と生産者との同意を得て反転耕を実施した。反転耕は、トラクタ（キセキTJV68セミクロ）、水田用2段耕プラウ（スガノ農機WRY201EH）、バーチカルロー（スガノ農機DC230SP）を用い、平成25年7月11日に実施した。

(B) 調査方法

収穫物の放射性Cs濃度は、厚生労働省の「緊急時における食品の放射能測定マニュアル」に基づく検査における留意事項について²⁰⁾を参考に流水で洗浄した後、1cm角程度に刻んだものを2Lマリネリ容器に詰めるか、流水で洗浄した収穫物を乾燥粉碎後にU8容器に詰めて測定した。また、土壌はハンドサンプラー（大起理化、φ8cm）を用いて15cm深で採取し、風

乾粉碎後にU8容器に詰めて測定した。測定には、ゲルマニウム半導体検出器を用い、測定時間を決める設定、あるいは測定値のRSDが15%以下の測定精度で測定し、未検出の試料については検出下限値未満とした。

浪江町の実証ほ場では、反転耕の前後に土壌層位別の放射性Cs調査を行った。土壌断面から土壌を5cm毎に層位別に切り出し、各層の放射性Cs濃度を測定した。併せて、供試したダイコン3品種「夏つかさ」、「冬人」、「聖護院」の根長を調査し、反転耕で下層に埋設した放射性Csの影響を調査した。

(C) 試験結果及び考察

○除染方法と供試ほ場の放射性Cs濃度

実証栽培を行ったほ場の土壌分析値を表9に示す。土壌中の放射性Cs濃度は、除染方法の違い等により異なっていた。表土剥ぎ取り及び客土による除染が行われたほ場が60~720Bq/kg、反転耕（プラウ耕）による除染が行われたほ場が900Bq/kg（周辺の未除染ほ場は2,000Bq/kg）、反転耕（2段耕プラウ）実施ほ場が170Bq/kg（実施前は1,000Bq/kg）であった。

土壌改良及び施肥前の土壌中の交換性カリ含量は、ほ場により21~98mg/100gと異なり、土壌中の交換性カリ含量40mg/100g乾土を目標にカリ資材を施用し、栽培した後の土壌中の交換性カリ含量は47~76mg/100g乾土であった（表9）。

表9 野菜実証栽培ほ場の土壌分析値

場所	除染方法	pH	EC	CEC	交換性			可給態リン酸 ²⁾	放射性Cs濃度 ^{x)}	
					CaO	MgO	K ₂ O			
		[H ₂ O]	[mS/cm]	[me/100g]	[mg/100g]	[mg/100g]	[mg/100g]	[mg/100g]	[Bq/kg乾土]	
川俣町山木屋	表土剥ぎ取り、客土	栽培前	5.6	0.1	9.8	93	17	21	13	
		栽培後	6.4	0.1	-	275	65	53	19	60
南相馬市原町区	なし	栽培前	5.5	0.1	11.8	73	14	32	10	
		栽培後	6.4	0.1	-	163	41	56	30	1,900
南相馬市小高区	表土剥ぎ取り	栽培前	5.8	0.1	11.8	145	45	33	48	
		栽培後	5.8	0.1	-	263	53	62	45	720
飯館村草野	表土剥ぎ取り、客土	栽培前	6.0	0.1	13.0	179	49	35	12	
		栽培後	6.5	0.2	-	319	68	47	23	300
浪江町北幾世橋	反転耕	栽培前	6.6	0.2	18.0	219	56	98	204	1,000
		反転耕後	6.1	0.1	15.5	124	34	76	105	170
南相馬市原町区	反転耕	栽培前	6.4	0.1	11.8	328	20	73	26	
		栽培後	5.6	0.2	11.8	226	30	102	26	900
飯館村二枚橋	表土剥ぎ取り、客土	栽培前	6.4	0.3	9.0	202	44	52	55	
		栽培後	6.4	0.2	-	203	41	38	96	540
福島県土壌改良基準 ^{y)}	普通畑	6.0~6.5	0.2以下	10.0以上		※1		20以上	-	

²⁾トルオーグ法による分析値

^{y)}普通畑中粗粒土壌のもの(※1は石灰苦土比6以下、苦土カリ比2以上)

^{x)}作土15cmの値

○収穫物の収量品質等

収量品質は、目標収量を概ね上回るとともに（表10）、放射性Cs濃度はすべて食品の基準値を満たす100Bq/kg以下であった（表11）。反転耕により下層に埋設された放射性Csを心配する声も聞かれたが、収穫したダイコンの放射性Cs濃度は、品種による根部

の形状に係わらず検出下限値以下であった（図5）。

○実証栽培の成果

病害虫対策や野生鳥獣への不安がある中、避難先からの通い耕作での実証栽培となったが、避難指示区域においても原発事故以前と同等の管理で野菜栽培が可能であった。

表10 野菜実証栽培における品目別収量及び品質

場所	品目	収量 [kg/10a]	目標収量 ² [kg/10a]	出荷規格等
川俣町山木屋	ハクサイ	8,400	6,000 ²	球高:32.7cm
	ダイコン	9,420	4,500	3L:12%、2L:22%、L:14%
南相馬市原町区	バレイショ	2,970	3,000	3L:4%、2L:6%、L:30%、M:20%、S:41%
南相馬市小高区	ダイコン	7,660	4,500	4L:8%、3L:32%、2L:37%、L:18%、M:5%
	ダイコン	8,580	4,500	4L:14%、3L:36%、2L:33%
浪江町北幾世橋	ハクサイ	8,160	6,000 ²	球高:36.7cm
	ハウレンソウ	1,190	—	2L:14%、L:36%、M:33%
南相馬市原町区	バレイショ	2,400	3,000	3L:11%、2L:17%、L:29%、M:15%、S:15%
飯舘村二枚橋	ブロッコリー	1,140	1,000	3L:16%、2L:62%、L:22%

²福島県農業経営指標(平成22年)の値

³群馬県農業経営指標(平成26年)の値

表11 収穫物及び土壌中の放射性セシウム濃度

場所	品目	収穫物の放射性セシウム濃度[Bq/kg・FW] ²			土壌中の放射性セシウム濃度 [Bq/kg・DW]
		¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs+ ¹³⁷ Cs	
川俣町山木屋	ハクサイ	N.D(<1.6)	N.D(<1.7)	N.D	60
	ダイコン	N.D(<1.8)	N.D(<2.2)	N.D	
南相馬市原町区	バレイショ	2.9	6.1	9.0	1,900
南相馬市小高区	ダイコン	N.D(<1.5)	N.D(<1.7)	N.D	720
	キュウリ(ハウス)	N.D(<0.25)	N.D(<0.67)	N.D	
飯舘村草野	ミニトマト(ハウス)	N.D(<0.09)	N.D(<0.32)	N.D	300
	サヤインゲン(ハウス)	N.D(<0.13)	N.D(<0.33)	N.D	
	サヤインゲン	N.D(<0.14)	N.D(<0.30)	N.D	
	ブロッコリー	N.D(<0.22)	N.D(<0.45)	N.D	
	キャベツ	N.D(<0.20)	N.D(<0.45)	N.D	
	コマツナ	N.D(<0.12)	N.D(<0.29)	N.D	
	ハクサイ	N.D(<1.8)	N.D(<1.8)	N.D	
	カブ	N.D(<2.0)	N.D(<1.9)	N.D	
浪江町北幾世橋	ダイコン	N.D(<1.5)	N.D(<1.4)	N.D	130
	ダイコン	N.D(<1.5)	N.D(<1.5)	N.D	
浪江町北幾世橋	ハクサイ	N.D(<1.8)	N.D(<2.0)	N.D	170
	ハウレンソウ	N.D(<1.7)	N.D(<2.0)	N.D	
南相馬市原町区	バレイショ	0.3	0.9	1.2	900
飯舘村二枚橋	ブロッコリー	0.3	0.8	1.1	540

²放射性セシウムの測定値は各品目の収穫開始日に合わせて減衰補正

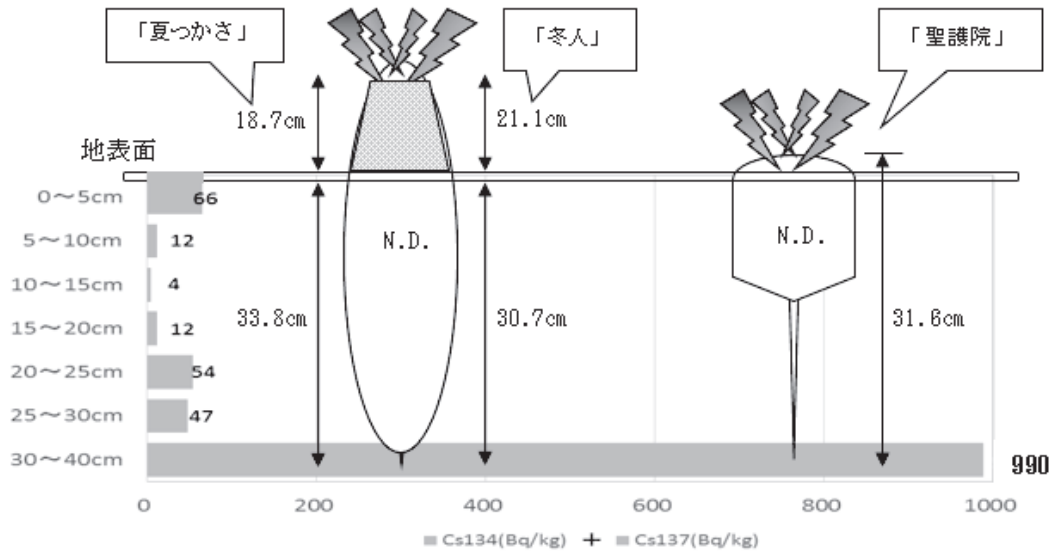


図5 反転耕後の土壌層別放射性セシウム濃度と収穫時のダイコン品種別根長の模式図（浪江町、平成25年）

また、避難指示区域内の異なる土壌条件下においても、農地の除染方法に係わらず、土壌分析に基づき土壌中の交換性カリ含量を40mg/100g乾土に土壌改良して栽培した野菜は収穫物の放射性Cs濃度が100Bq/kgを大幅に下回り、収量品質も良好であったことから、避難指示区域内における野菜類の作付による営農再開の可能性を示すことができた。

(3) 花き類

A 川内村でのトルコギキョウ栽培の実証

川内村の旧緊急時避難準備区域（30km圏内）において、原発事故から2年が経過した平成25年にトルコギキョウで営農を再開したいとの要望を受け、実証栽培を行った。

なお、栽培管理は、原発事故以前からの花き栽培経験者により実施した。

(A) 耕種概要

農業総合センターの平成24年度成果「トルコギキョウの切り花の花持ちを良くする栽培・出荷方法」²¹⁾に基づき、窒素施肥量を10kg/10aとし高温期に30%の遮光を行った。対照区として慣行施肥で窒素16kg/10aを設定した。定植は平成25年6月10日に行い、栽植密度は現地慣行の畦幅100cm、条間12cm株間12cmの中抜き1条の8条植えとした。遮光期間は、定植後の6月17日～7月10日と、発蕾期の9月2日～9月16日とした。

また、花きには出荷や作付にかかる制限は無く、食品のような放射性物質の検査は行われませんが、市町村や農業者から避難指示区域内で生産した花きに対する

風評被害を心配する声もあったことから、切り花からの放射性物質の影響を調査する目的で切り花の線量調査を行った。

(B) 調査方法

切り花の生育及び品質調査、日持ち調査は、農業総合センターの慣行法により実施した。日持ち調査は、平成25年9月15日から3品種について区あたり5株2処理で行った。1番花を摘花後、4～5輪開花時に採花し、長さを60cmに揃え、2cm未満の蕾及び切り口から15cmの間にある枝葉を除去し、1cm程度切り戻しをした後、後処理剤（グルコース1%液+ケーソンCG0.5mL/L+硫酸アルミニウム50mg/L）約1Lを入れたバケットに生け、気温28～30℃、相対湿度約60～80%、24時間照明の部屋に置いて調査した。生け水は交換せず、2～3日毎に後処理剤を継ぎ足した。この間、切り戻しや枯れた小花の除去は行わなかった。採花時の開花小花数を調査し、花卉の萎凋・変色が発生した時点小花の花持ち終了とし、開花小花数が調査開始時より少なくなるまでの日数を切り花の花持ち日数とした。

切り花への放射性物質の影響調査は、切り花5株をビニル袋に入れ、円柱形の鉛遮蔽体内においてALOKA β (γ) SURVEY METER TGS-146による空間線量率とALOKA γ SURVEY METER TCS-172による表面線量により評価した。測定は、数値が安定した後30秒おきに5回表示値を記録した。

切り花の評価は、市場への展示PRと聞き取り調査を2市場で行った。

(C) 試験結果及び考察

原発事故後2年ぶりの栽培となったが、実証した窒素施肥量10kg/10aにおいても、切り花品質は慣行施肥と同等の品質であった。また、9月中旬採花の作型での切り花の日持ち日数は、18~22日といずれの品種とも慣行施肥区よりも実証区が有意に長く(図6)、これは、小売店が求める日持ち日数²²⁾の11日を大きく上回った。病害虫の発生は、2年ぶりの作付けでも定植後10~15日間隔の薬剤散布で対応可能であり、目立った被害は見られなかった(データ省略)。切り花の表面線量及び空間線量率は、バックグラウンドと差が無く、切り花への放射性物質の影響は認められなかった(表12)。また、市場への求評の結果、栽培した切り花は震災以前と同等の品質であるとの評価が得られ、聞き取り調査においても、花に風評被害は無いとの回答が得られた。さらに、平成25年7月に京浜市

場内で実施された第40回福島県花き品評会において出品したトルコギキョウが銅賞を受賞したこと等により、花きの栽培と販売に対する農家の不安が払拭され、同年より営農が再開された。

以上のことから、避難指示区域においても震災以前と同等以上の切り花栽培が可能であり、風評被害も無く、販売も可能であることが実証された。

(4) 地力増進作物

A 葛尾村での地力増進作物の栽培実証

葛尾村では農地除染(表土剥ぎ取り、客土)後の地力低下が懸念されていたため、地力増進(緑肥)作物として利用される、栽培ヒエ、セスバニア、クロタリヤの特性を調査し、すき込み後の土壌への効果について実証した。

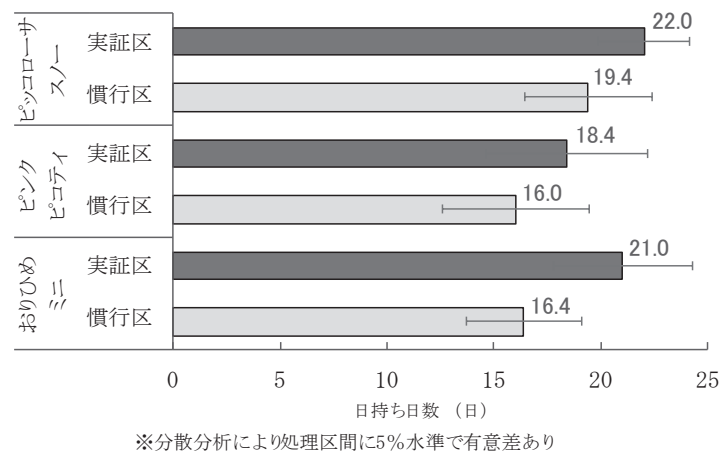


図6 トルコギキョウの日持ち日数(川内村、平成25年9月)

表12 切り花からの放射性物質の影響の確認(川内村、平成25年)

区	空間線量率 (μ Sv/h)						表面線量 (cpm)					
	1	2	3	4	5	平均値	1	2	3	4	5	平均値
バックグラウンド(1回目)	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	40	39	42	43	39	40.6
ピッコロサスノ実証区	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	38	39	41	39	32	37.8
ピッコロサスノ慣行区	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	40	39	44	43	43	41.8
ピンクピコティ実証区	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	45	42	34	45	43	41.8
ピンクピコティ慣行区	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	48	43	37	43	37	41.6
おりひめミニ実証区	0.01	0.01	0.02	0.02	0.00	0.01	35	44	43	41	41	40.8
おりひめミニ慣行区	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	47	44	34	31	42	39.6
バックグラウンド(2回目)	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	41	37	44	45	42	41.8

※品目：トルコギキョウ

※実証区：基肥窒素 10kg/10a、慣行区：農家慣行施肥・基肥窒素 16kg/10a

※測定方法：切り花5株をビニル袋に入れ、円柱形の鉛遮蔽体内において ALOKA β (γ) SURVEY METER

TGS-146 による空間線量率調査と ALOKA γ SURVEY METER TCS-172 による表面線量調査により測定

（A）耕種概要

実証ほ場の除染方法は表土剥ぎ取り客土であり、表土5cm除去後に牧草地の下層土を10cm客土し、30cmの深耕が行われた（平成25年5月）。供試品目は、栽培ヒエ（イネ科）、セスバニア（マメ科）、クロタラリア（マメ科）とし、播種は平成25年7月11日とした。栽培ヒエが出穂する前の9月13日に、イネ科、マメ科ともに刈払いを行い、ほ場へのすき込みは9月21日とした。施肥は、化成肥料区N-P₂O₅-K₂O=5-5-5（kg/10a）に加え、堆肥区2t/10a、カリ増肥区42kg/10aを設定し、カリ増肥区は土壤交換性カリ50mg/100gを目標とした。区は1区制とし、各区1a~1.5aで実施した。

（B）調査方法

刈り払い前の9月12日に坪刈り調査を行った。坪刈りは地際から7~8cm高さで刈り取った。土壌はハンドサンプラーにより15cm深を採取した。作物の株元は洗浄してサンプルとした。放射性Cs濃度は、ゲルマニウム半導体検出器を用い、作物体では測定値のRSDが10%以下、土壌で5%以下の測定精度にて調査した。

（C）試験結果及び考察

表土剥ぎ取り客土による除染後のほ場は、著しい無機養分の減少はなく、施肥で補える範囲であった（表13）。すき込み前の地上部乾物重は、栽培ヒエが300~430kg/10a、セスバニアが270kg/10a、クロタラリアが330kg/10aであった。湿害等により全般に乾物重は少なかったが、すき込み1ヶ月後の調査において地上部乾物重に応じて土壌の全炭素が増加した。一方、土壌の全窒素の増加は作物のすき込み量に関わらず概ね同等であった（図7）。

土壌中の交換性カリの増加に応じて栽培ヒエの放射性Cs濃度は低下した。マメ科では、セスバニアの放

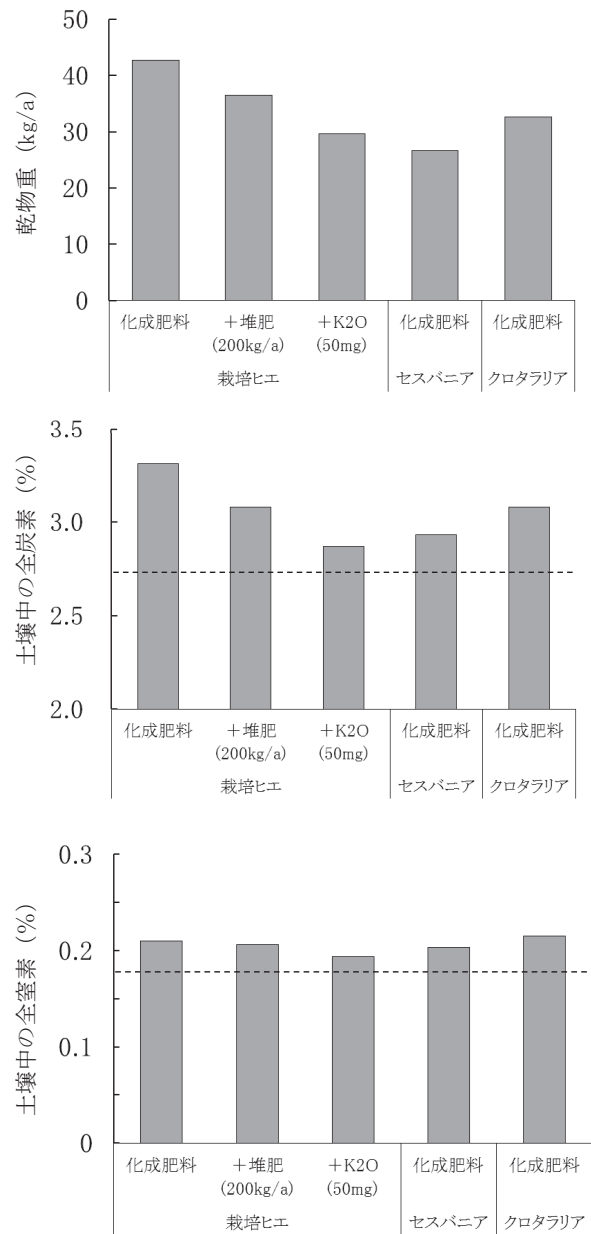


図7 供試作物の乾物重及びすき込み1か月後の土壌中の全窒素・全炭素（葛尾村、平成25年）
※図中の破線は作付前の値を示す。

表13 地力増進作物作付前の土壌分析値（葛尾村、平成25年）

調査	履歴	放射性セシウム(Bq/kg) ²			pH (H ₂ O)	EC (mS/cm)	CEC (me/100g)	交換性塩基 (mg/100g)			可給態 P ₂ O ₅ (mg/100g)
		Cs-134	Cs-137	合計				CaO	MgO	K ₂ O	
実証ほ	表土剥ぎ(5cm) 客土(10cm) 深耕(30cm)	90	260	350	5.7	0.08	14.8	87	9	11	8
客土 ³	牧草地下層土	-	-	-	5.6	0.04	17.6	29	2	2	0.2
隣接ほ	未耕耘	920	1790	2710	5.7	0.09	11.3	85	14	29	22

²放射性セシウムは、調査日を基準日に減衰補正

³客土は、ほ場内の土塊を採取

調査日：平成25年6月3日（土壌15cm深）。実証ほの除染は5月末に作業完了。

射性Cs濃度が低く、クロタラリアでは高かった。土壤の交換性カリ含量に関わらず、作物中のカリウム濃度はほぼ同じであった。飼料用としての利用も想定される栽培ヒエのカリウム濃度は3%を超えており、やや高い値であった(表14)。

表14 地力増進作物のカリ濃度及び土壌分析値
(葛尾村、平成25年)

作物	施肥	放射性セシウム ^z (Bq/kg・DW)		土壌 交換性K ₂ O ^y	作物 K濃度
		土壌	作物	(mg/100g)	(%)
栽培ヒエ	化成肥料	420	43	8.2	3.4
	+堆肥	350	11	32.5	3.6
	+K ₂ O	370	16	32.6	3.4
セสบニア	化成肥料	360	14	12.6	3.4
クロタラリア	化成肥料	350	69	9.3	3.4

^zCs-134とCs-137の合計値(平成25年9月12日を基準日に減衰補正)

^y15cm深を調査

以上のことから、除染(5cm表土剥ぎ取り、10cm客土、30cm深耕)後の実証ほ場は、著しい無機養分の減少はなく施肥で補える範囲であった。供試した栽培ヒエ、セสบニア、クロタラリアの地上部乾物重に依りてすき込み1ヶ月後の土壤の全炭素が増加し、地力増進効果が確認された。

(5) 景観作物

A 楡葉町での景観作物の栽培実証

楡葉町では除染後農地の効果的な保全管理方法を模索していたため、深耕と土壌改良資材の施用を行った除染後の水田ほ場(楡葉町北田地区)において、農地の維持管理並びに景観形成を目的としてミックスフラワー、ヒマワリ、ソバの実証栽培を行った。

(A) 耕種概要

実施したほ場の除染は、環境省によって平成25年6月に土壌改良資材の散布(10a当たりゼオライト300kg、炭酸カルシウム300kg、けい酸カリ80kg)と深耕(約30cm)が行われた。

除染後の水田ほ場10aにおいて試験を行い、ミックスフラワーの播種は平成25年6月26日、ヒマワリは6月26日と7月12日、ソバは8月20日に播種した。播種量及び供試品種は、表15に示すとおりとし、種子費用を軽減する目的で播種量を2割減じた区を設定した。ミックスフラワーとソバの播種法は条間70cmの条播、ヒマワリについては条間70cm、株間30cmの点播とした。水田転換畑のため、湿害対策として6月24日に額縁明渠(深さ約20cm)を設置した(溝切機:スガノ農機DP201、トラクタ:クボタKL53Zパワクロ)。雑草対策として、管理機による中耕を7月7日、8月11日、8月18日に行った。ヒマワリについては、「油糧用ヒマワリにおける効果的な除草法」²³⁾に基づき、播種直後に除草剤(トリフルラリン乳剤、300ml/10a)を散布した。

(B) 調査方法

各品目の生育は開花期に調査した。ヒマワリ油の放射性Cs濃度は、0.7Lマリネリ容器に充填し、ゲルマニウム半導体検出器(CANBERRA製)により36,000秒で測定した。

(C) 試験結果及び考察

草丈の高い品種で構成されたコスモス(ミックス)とミックスフラワーcの初期生育が早く、効果的に地表を被覆したことから、雑草乾物重が少なかった。また、播種量を2割減じても十分な生育量が得られた(表16)。景観形成は、6月下旬播種の作型において、品目の組み合わせにより8月上旬~11月中旬まで開花群落が維持された(表17)。ヒマワリは、湿害により生育収量がやや劣ったが、品種の組み合わせや播種時期をずらすことで8月下旬から9月中旬まで優先群落が維持された。また、搾油したヒマワリ油からは放射性Csが検出されず(¹³⁴Cs:<0.30、¹³⁷Cs:<0.26)、搾油による加工品開発の可能性が示唆された。

表15 景観作物の供試品種と播種量(楡葉町、平成25年)

品種名	播種量(kg/10a)	
	標播	2割減
ミックスフラワー a (スノミックスフラワー夏物語ファンタジー)	0.8	0.64
ミックスフラワー b (カネミックスフラワーズプリングタイム)	1.8	1.44
ミックスフラワー c (スノミックスフラワー夏物語エレガンス)	1.2	0.96
コスモス(ミックス) (スノミックスフラワーコスモス物語カフルミックス)	1.8	1.44
ソバ	4.0	—
ヒマワリ(観賞用2品種)	4.7粒/m ²	—

表16 景観作物の生育と雑草乾物重（楢葉町、平成25年）

区	草丈 ^z (cm)	乾物重 (g/m ²)		雑草乾物重 ^y (g/m ²)
		標準播種	播種2割減	
ミックスフラワー a	34.3	119	102	32.1
ミックスフラワー b	59.5	148	177	16.3
ミックスフラワー c	84.5	166	152	6.6
コスモス(ミックス)	147.0	129	154	6.4
ヒマワリ	158.6	305	—	44.5

^z 草丈は標準播種区を調査（9月6日）

^y 雑草乾物重は8月9日時点の発生量

表17 景観作物の開花期（楢葉町、平成25年）

区	開花始期	開花終期	備考
ミックスフラワー a	8月9日	11月中旬	開花始期：マリーゴールド
ミックスフラワー b	8月9日	11月中旬	開花始期：マリーゴールド
ミックスフラワー c	8月2日	10月下旬	開花始期：ジニア(播種38日後)
コスモス(ミックス)	8月9日	10月下旬	開花始期：コスモス(黄)
ソバ	9月10日	10月上旬	
ヒマワリ	8月22日 ^{※1}	9月6日 ^{※1}	※1：種子A
	8月26日 ^{※2}	9月13日 ^{※2}	※2：種子B
	9月6日 ^{※3}	9月19日 ^{※3}	※3：種子A再播種

4 平成26年度の実証結果

(1) 水稻

A 田村市での斑点米カメムシ防除体系の実証

田村市では緊急時避難準備区域の解除後、平成25年から水稻の作付けが再開された。しかし、再開した水田は場が点在する状況での営農再開になり、遊休農地と隣接するほ場が多く、また8月下旬の玄米肥大期に気温が高く経過したこと等から割れ粳が多く発生し、斑点米カメムシ類の被害による等級低下割合が県平均の3.1%に対してH地区で43.2%、Y地区で38.3%と甚大であった。そこで、平成26年度に持続性の高い箱施用剤処理または乳熟期頃の散布剤処理による防除体系をH地区において実証した。

(A) 耕種概要

平成25年に営農を再開し、斑点米カメムシ類の被害による等級低下が多発したH地区の水田55a（集落隣接田）で実施した。供試品種は、「ひとめぼれ」と「チヨニシキ」とした。斑点米カメムシ対策は、育苗箱施用剤のチアメトキサム・ピロキロン粒剤の50g/箱施用または、散布剤のジノテフラン液剤を乳熟期に1,000倍液1回散布とした。対照として無防除区を設定した（表18）。施肥量は、現地の慣行施肥に従いN-P₂O₅-K₂O=6（追肥+2）-7-6（kg/10a）とした。畦畔の優占雑草はメヒシバであり、栽培期間中の畦畔草刈りが定期的に行われた。出穂前の草刈りは7月20日頃に実施した。

表18 斑点米カメムシ対策の試験区構成（田村市常葉町、平成26年）

調査区		品種	防除体系		
ほ場立地	防除方法		育苗箱施用 ^z	散布剤 ^y	散布日
ほ場A (集落付近)	散布剤	チヨニシキ	-	○	8/20(出穂後15日)
	無防除	チヨニシキ	-	-	-
ほ場B (ほ場A隣)	箱施用剤+散布剤	ひとめぼれ	○	○	8/18(出穂後12日)
	箱施用剤	ひとめぼれ	○	-	-
ほ場C (谷地)	散布剤	チヨニシキ	-	○	8/19(出穂後13日)
	無防除	チヨニシキ	-	-	-

^z:チアメトキサム・ピロキロン粒剤

^y:ジノテフラン液剤

(B) 調査方法

斑点米カメムシの発生消長は、6月以降に概ね毎週、畦畔及びほ場内のすくい取り（20回振/回）により調査した。斑点米調査は、成熟期に各区30株を刈り取り、乾燥調製後の精玄米（1.8mm以上）について斑点米の混入率を算出した。

(C) 試験結果及び考察

斑点米カメムシ発生状況は、ほ場畦畔における調査で7月中下旬から8月にかけてホソハリカメムシ、8月からはアカヒゲホソミドリカスミカメ、アカスジカスミカメ、ホソハリカメムシ幼虫が確認された。ほ場内では、無防除区で9月上旬にカスミカメ幼虫が確認された。斑点米率は、無防除区では1.26%、0.31%（いずれも「チヨニシキ」）であったが、育苗箱施用剤あるいは乳熟期防除の斑点米率は、割れ籾の少ない品種特性の「ひとめぼれ」で0.08%、0.10%、割れ籾発生が多い品種である「チヨニシキ」²⁴⁾でも0.09%、0.11%と低かった。

以上のことから、遊休農地が混在する営農再開地域においても、斑点米カメムシ対策として、育苗箱施用剤もしくは乳熟期の散布剤による防除が有効であることが実証された。

(2) 野菜類**A 除染後農地における露地野菜栽培の実証**

平成26年度は、南相馬市原町区でバレイショ、飯館村二枚橋地区でブロッコリーを栽培した（表8）。

(A) 耕種概要

実証ほ場の除染方法は、飯館村二枚橋が表土剥ぎ

取り及び客土、南相馬市原町区が反転耕であった。これら除染方法の異なるほ場で実証栽培を行うために、平成25年度と同様に、土壌中の交換性カリ含量を40mg/100g乾土以上に高める対策を導入した。

飯館村二枚橋では、堆肥2t/10aを施用した。

(B) 調査方法

収穫物の調整方法、放射性Csの分析については、平成25年度と同様に行った。

(C) 試験結果及び考察

実証栽培を行ったほ場の土壌分析値を表9に示す。土壌中の放射性Cs濃度は、南相馬市原町区で900Bq/kg、飯館村で540Bq/kg乾土であった。収量は概ね目標を達成するとともに（表10）、収穫物の放射性Cs濃度は、すべて食品の基準値を満たす100Bq/kg以下であった（表11）。

平成25年度と26年度の2か年で野菜の実証栽培を行った。野菜類の出荷には引き続き制限がかかっているが、各地域を管轄する農林事務所や市町村では、実証栽培の結果を基に同地域の野菜類の出荷制限解除に向けた動きが始まっている。今後も引き続き営農再開を希望する地域や品目で、食品の放射性Csが基準値以下の野菜が生産可能であることと、収穫物の収量性が確保されることを実証し、営農再開に向けた条件を整備する必要がある。

(3) 花き類

実証地、栽培品目とその耕種概要を表19に示す。平成26年度は川俣町山木屋と川内村下川内、浪江町幾世橋の3か所でリンドウを、施設花きによる周年栽培を

表19 花き実証栽培の耕種概要

年次	場所	除染方法	品目	供試品種数	施肥量 (N-P ₂ O ₅ -K ₂ O:kg/10a)	栽植密度
平成 25年	川内村下川内	施設周辺の表土剥ぎ 取り+客土	トルコギキョウ	3	実証区:10-0-0 慣行区:16-22-5	条間×株間:12cm×12cm、中抜き1条の8条植え
	川俣町山木屋	表土剥ぎ取り+客土	リンドウ	14	8-12-6、堆肥2t	条間×株間:45cm×18cm、通路70cm
	川内村下川内	反転耕	リンドウ	14	8-12-6、堆肥2t	条間×株間:45cm×18cm、通路70cm
		深耕	リンドウ	14	8-12-6、堆肥2t	条間×株間:45cm×18cm、通路70cm
平成 26年	浪江町幾世橋		トルコギキョウ	14	4.8-7.2-3.6	条間×株間:10cm×10cm中抜き2条の4条植え
		深耕	ストック	4	無肥料 ²⁾	条間×株間:15cm×15cm、5条植え
	広野町下北迫 (露地)	深耕	カンパニュラ	2	無肥料 ²⁾	条間×株間:15cm×15cm、5条植え
			キク	14	10-10-12	条間×株間:30cm×15cm、2条植え
			アスター	5	10-10-12	条間×株間:14cm×15cm、5条植え
	広野町下北迫 (施設)	客土	ヒマワリ	3	無肥料	条間×株間:10cm×10cm、8条植え
			ストック	4	10-10-10	条間×株間:15cm×15cm、5条植え
			カンパニュラ	2	10-10-10	条間×株間:15cm×15cm、5条植え
		キンギョソウ	3	10-10-10	条間×株間:15cm×15cm、5条植え	

²⁾トルコギキョウ作付後の土壌分析に基づき無肥料

実証するためトルコギキョウとストック、カンパニュラを浪江町幾世橋で、露地栽培と施設栽培での周年栽培を実証するためキク、ヒマワリ、アスターとストック、カンパニュラ、キンギョソウを広野町下北迫で栽培した。あわせて、JA等と連携して出荷先となる市場等において切り花の求評を得た。

なお、平成26年の花き実証栽培栽培は、いずれも花き栽培未経験者との取り組みで行った。

A 浪江町での施設花き栽培の実証

浪江町では、風評被害の無い花き栽培に挑戦したいとの意向があり、冬季も温暖で日照時間の長い浜通り平坦部の気象条件を活かした施設栽培を実証した。夏秋期はトルコギキョウで日持ち性の高い切り花生産を実証し、秋冬期は無加温でのストック栽培、カンパニュラの長日処理による3月出荷を実証した。

(A) 耕種概要

トルコギキョウの栽植密度は、畦幅80cm、条間10cm×株間10cmの中抜き2条の4条植えとした。定植は、平成26年4月25日、5月16日、7月28日とした。トルコギキョウの後作として、ストックとカンパニュラを供試し、ストックは8月12日播種、9月8日定植の作型で栽培した。カンパニュラは、9月19日播種、10月27日定植の作型で栽培し、農業総合センターの平成23年度成果「カンパニュラ・メジュームの効率的な長日処理法」²⁵⁾により、定植直後から頂花発蕾期まで、電球型蛍光灯を2m間隔、高さ1mに設置し、23:00～1:00の2時間暗期中断を行った。秋冬期のハウス管理は、パイプハウス内に内張りカーテンを設置し、無加温で栽培した。試験ほ場の条件は標高6m、供試面積は3aで行った。

栽培管理は、花き栽培未経験者による片道30分の通い耕作で実施した。ハウスサイドの開閉管理を自動化するとともに、ハウスサイドへ防虫ネット（スリムホワイト30）を展張した。

(B) 調査方法

切り花の生育及び品質調査、日持ち調査は、農業総合センターの慣行法により実施した。切り花の評価は、市場への展示PRを2市場で、聞き取り調査を3市場で行った。

(C) 試験結果及び考察

トルコギキョウの切り花品質は、福島県青果物出荷基準に示す上位規格を満たすとともに、8月上旬採花の作型においても日持ち日数が14.0～16.8日の切り花

栽培が実証された。また、京浜市場において切り花の求評を行った結果、切り花品質は他産地と同等であり、十分に販売が可能な品質であるとの評価があり、市場としても応援するとの声が聞かれた。一方、秋冬期の施設栽培では、無加温でストック、カンパニュラの栽培が可能であり、カンパニュラは長日処理により3月3半旬からの開花となった。

これにより、担当した農業者は、平成26年度から花き栽培により営農を再開するとともに、平成27年度以降、花き栽培の規模を拡大する意向であり、町役場も花きを中心とした復興ビジョンを策定する等の動きが見られている。

B 広野町での露地花き・施設花き栽培の実証

広野町における原発事故以前の花き生産は、小規模農家数軒により行われていたが、花き栽培未経験者から風評被害の無い花きに挑戦したいとの声があり、露地と施設で浜通りにおける花き周年栽培を実証した。露地では、キク、アスター、ヒマワリで夏秋期の栽培を実証した。施設では、水稲育苗ハウスを有効活用し、カンパニュラ、ストック、キンギョソウを栽培して、浜通りにおける秋冬期の無加温花き施設栽培を実証した。

(A) 耕種概要

供試品目や、施肥量、栽植密度等を表19に示す。

露地花きでは、需要期出荷が可能となる栽培体系を実証するため、コギクと輪ギク、アスターとヒマワリの定植及び播種時期を数段階に設定し、複数品種を供試した。施設花きは、浪江町と同様のストック、カンパニュラにキンギョソウを加えて8月28日播種、9月19日定植の作型で栽培した。カンパニュラの長日処理は、浪江町と同様に行った。施設栽培では、秋冬期の保温対策として11月20日にパイプハウス内に内張りカーテンを設置した。

試験ほ場の条件は標高20m（施設）、30m（露地）、立地はともに自宅近隣である。

(B) 調査方法

切り花の生育及び品質調査は、農業総合センターの慣行法により実施した。切り花の評価は、展示PRと聞き取り調査を1市場で行った。

(C) 試験結果及び考察

7月下旬からキク、ヒマワリ、次いで8月にアスターが開花し、8月盆の需要期に出荷可能な作型を実証した。市場での求評においては、キクとヒマワリの評価

表20 リンドウのジベレリン処理区の抽苔率と定植年の出荷見込本数（平成26年10月1半旬調査）

品種名	抽苔株率(%)			出荷見込本数(本/a)			うち秀品率(%)		
	川内	浪江	山木屋	川内	浪江	山木屋	川内	浪江	山木屋
かせん極早生	100	100	99	0	0	0	—	—	—
ながの極早生	100	100	100	0	0	0	—	—	—
ながの2号	100	100	98	0	0	0	—	—	—
尾瀬の夢	100	79	100	38	51	0	60	44	—
ふくしまさやか	100	90	100	102	197	49	27	48	5
ふくしましおん	64	0	74	0	0	145	—	—	71
ふくしまかれん	100	60	100	198	226	464	18	45	17
ふくしまほのか	89	60	100	200	323	97	65	77	67
かせん彼岸	90	39	97	12	6	45	67	100	33
しなの3号	81	52	71	12	0	0	—	—	—
尾瀬の大将	97	98	98	0	0	0	—	—	—
尾瀬の青華	35	19	64	0	11	70	—	100	70

※ジベレリン処理は定植 30 日後に実施



写真1 定植年に収穫されたリンドウ「ふくしまほのか」の切花（浪江町、平成26年10月7日、草丈約60cm）

(A) 耕種概要

農地の除染方法は、楢葉町が深耕（平成25年度実施、その後保全管理）、葛尾村が表土を5cm剥ぎ取り客土を10cm行った後に30cm深耕（平成26年4月）が行われた。

楢葉町では、単年生牧草のイタリアンライグラス「ミナミアオバ」を供試し、施肥を平成26年4月16日、播種及び鎮圧を4月17日に行った。施肥量は、基肥N-P₂O₅-K₂O=7-7-2 (kg/10a) とし、一番草刈り取り後にN-P₂O₅-K₂O=5-5-15 (kg/10a) を追肥した。また、

耕起前に炭カル120kg/10aを施用した。刈り取りは、一番草を6月3日、二番草を7月3日に行った。

葛尾村では、イタリアンライグラス「タチワセ」を供試し、施肥を5月8日、播種及び鎮圧を5月9日に行った。施肥量は、基肥N-P₂O₅-K₂O=7-15-2 (kg/10a) とし、交換性カリ含量40mg/100gを目標として上乗せのカリを34kg/10a施用した。また、土壌改良資材として苦土石灰150kg/10aを施用した。刈り取りは、一番草を7月15日に収穫した。

供試面積は、楢葉町が30a、葛尾村が8aとし、いずれにおいても機械収穫による土壌付着の影響を確認した。

(B) 調査方法

収量は、刈り取り高10cmにて面積刈り（手刈り3カ所、各1㎡）で調査した。牧草の放射性Cs濃度は、楢葉町で収量調査（手刈り）と機械収穫試料（10cm高刈り取り）の反転1回と2回の計3試料を分析し、葛尾村で収量調査（手刈り）及び機械収穫（10cm高刈り取り・集草後）試料の2種類を分析した。

(C) 試験結果及び考察

楢葉町の土壌条件は、耕起前の土壌中放射性Cs濃度が1,390Bq/kg、交換性カリ含量が46mg/100g乾土と高かった。イタリアンライグラスを春季播種した結果、6月の一番草の乾物重は140kg/10a、7月の二番草の乾物重は349kg/10aであった。牧草中の放射性Cs濃度（水分80%換算）は、一番草が2.0Bq/kg、二番草が2.2Bq/kgとなり、酪農団体の自主基準値である30Bq/kgを大きく下回った（表21）。

葛尾村の現地ほ場は、除染前の土壌中放射性Cs濃度が4,590Bq/kgであったが、除染により低下し、

790Bq/kgであった。客土材はpHが低く、交換性塩基類や可給態リン酸が少なかったが、深耕を加えた除染後のは場は、著しい無機養分の低下はなく、土壤改良資材や施肥等で補える範囲と考えられた(表22)。手刈り収穫を行った一番草牧草の乾物重は、359kg/10aであり、牧草中の放射性Cs濃度(水分80%換算)も、4.0Bq/kgと自主基準値である30Bq/kgを大きく下回った(表21)。

機械刈りと機械集草による牧草中放射性Cs濃度の上昇を心配する声もあったが、手刈りと比較して楡葉町で1.6Bq/kg、葛尾村で1.2Bq/kgの上昇であり(表21)、10cm高刈りの機械作業による土壌付着の影響は少ないと考えられた。

牧草が飼料として求められるテタニー比の目標値は

2.2であるが、楡葉町でカリウム濃度4~6%、テタニー比(K/(Ca+Mg))2.9~4.2、葛尾村でカリウム濃度3.8%、テタニー比4.3といずれも高かった(表23)。

以上のことから、土壤分析に基づき土壤中の交換性カリ含量を30~40mg/100g乾土とすることにより、単年生牧草イタリアンライグラスの放射性Cs濃度は除染の方法に係わらず酪農団体の自主基準値30Bq/kg(水分80%換算)以下となることが実証された。一方、カリ増肥によるCs吸収抑制対策を実施した牧草はテタニー比が高くなることから、給餌に際して濃厚飼料等の補助飼料を組合せて、給与飼料全体のカリウム濃度を下げる必要がある。

表21 牧草(イタリアンライグラス)の乾物重と放射性セシウム濃度(平成26年)

試験地	区名	乾物重 (kg/10a)	放射性セシウム濃度 ^{Z y}		B-A	跡地土壌 交換性K ₂ O ^x (mg/100g)	
			土壌 (Bq/kg DW)	牧草(手刈り) ^A (Bq/kg 80%水分)			牧草(機械刈り) ^B (Bq/kg 80%水分)
楡葉町	一番草	140	1,415 ±230	2.0 ±0.2	3.5 ±0.6	1.5	62.5
	二番草	349	1,375 ±127	2.2 ±0.4	3.8 ±0.6	1.6	60.7
葛尾村	一番草	359	780 ±575	4.0 ±1.8	5.2 ±1.2	1.2	57.0

^Z数値は平均値±標準偏差(n=3)

^yCs-134とCs-137の合計値

^x15cm深を調査

^w収穫は手刈りが10cm高、機械刈りが8~10cm高。

表22 牧草作付前の土壌分析値(葛尾村、平成26年)

調査	履歴	放射性セシウム(Bq/kg) ^z			pH (H ₂ O)	EC (mS/cm)	CEC (me/100g)	交換性塩基 (mg/100g)			可給態 P ₂ O ₅ (mg/100g)
		Cs-134	Cs-137	合計				CaO	MgO	K ₂ O	
実証ほ (除染後)	表土剥ぎ(5cm) 客土(10cm) 深耕(30cm)	200	590	790	5.3	0.03	10.5	64.4	17.1	17.2	1.1
客土 ^y	山の下層土	-	-	-	5.1	0.03	11.9	37.4	17.9	8.6	0.8
実証ほ (除染前)	除染前	1170	3420	4590	6.5	0.02	10.7	107.0	16.1	30.1	1.6

^z調査日を基準日に減衰補正

^y客土は、ほ場内の土塊を採取

調査日は、除染前:平成26年4月10日、除染後:同4月30日(土壌15cm深)

表23 イタリアンライグラスの無機成分及びカリ吸収量^Z(平成26年)

試験地	調査	無機成分(%、乾物当たり)			テタニー比 K/(Ca+Mg)	K ₂ O吸収量 (kg/10a)
		K	Ca	Mg		
楡葉町	一番草	6.36	0.509	0.168	4.2	10.7
	二番草	4.36	0.477	0.175	2.9	18.3
葛尾村	一番草	3.89	0.290	0.107	4.3	16.8

^Z手刈りの試料を分析

(5) 景観作物

A 檜葉町での油糧用ヒマワリ栽培の実証

檜葉町北田地区の前年度に景観形成用としてソバを作付したほ場30aにおいて油糧用ヒマワリを栽培し、機械化体系によるヒマワリ栽培の実証と、収穫したヒマワリ子実の加工適性を調査した²⁸⁾。

(A) 耕種概要

供試品種は、「パイオニア63N82（春りん蔵）」、播種日は5月14日、トラクタ装着のロール式播種機による条間80cmの条播とした。播種量は1kg/10a、播種後の除草剤はトリフルラリン乳剤（300ml/10a）を散布した。中耕及び追肥は実施しなかった。収穫は9月17日に汎用コンバイン（ARH430、クボタ）により実施した。

ヒマワリ子実からの搾油方法はスクリー法で行い、採取した油を真空ろ過したものを分析に供した。

(B) 調査方法

油糧用ヒマワリの生育は開花期に、子実収量は10月4日に坪刈り（2m²）により調査した。ヒマワリ油の放射性Cs濃度は、0.7Lマリネリ容器に充填し、ゲルマニウム半導体検出器（CANBERRA製）により43,000秒で分析した。

(C) 試験結果及び考察

ヒマワリの播種は、降雨により10日程度遅れが生じた。水田転換畑での栽培に際しては、早期の明渠や、暗渠の設置が必要である。

開花は、播種後約60日からで、開花期間は2週間程度であった。生育は、一部排水不良や滞水により湿害も見られたが、草丈が150cm程度となり、十分な生育量が得られた（表24、写真2）。

5月中旬の早期播種、播種直後のトリフルラリン乳

剤処理により、無培土無追肥であったが、ヒマワリの生育が優り、開花期まで雑草の生育を十分に抑制した。ただし、成熟期以降、ヒマワリ茎葉の枯死に伴い、自生した前作のソバが開花・結実し、汎用コンバインでヒマワリを収穫した際にソバ子実が混入した。選別作業に困難をきたすことから、ほ場前歴に応じた、雑草管理体系が必要である。

また、成熟期にかけては、カワラヒワやスズメによるヒマワリ果実の食害が発生した。したがって、油糧用ヒマワリの栽培に際しては鳥害対策を実施するとともに、栽培ほ場を複数箇所に分散して設定すること等も検討する必要がある。

子実収量は、150kg/10a以上であった。収穫した子実から得られたヒマワリ油からは、放射性Csは検出されず、オレイン酸含量も高かった（表25）ことから、除染後農地で栽培されたヒマワリ油も食用油としての適性が高いと考えられた。

表26に平成26年度の実証栽培から示された油糧用ヒマワリの播種から収穫までの機械化栽培体系モデル例を示す。

以上のように、除染後の水田転換畑において、機械化体系により油糧用ヒマワリを栽培し、農地の保全管理並びに景観形成が可能となることを実証した。また、ヒマワリ油からは放射性Csは検出されなかった。

表24 油糧用ヒマワリの開花期生育と子実収量
（檜葉町、平成26年）

施肥 ²⁾		草丈 (cm)	花托径 (cm)	子実収量 ³⁾ (kg/10a)	子実 千粒重 (g)
基肥	土改材				
○	—	156	11.7	221	37.0
○	○	152	9.3	159	34.8

²⁾施肥量(kg/a) 基肥:N-P₂O₅-K₂O=0.15-0.15-0.15
土改材:苦土石灰10、硫酸カリ5

³⁾坪刈りにより算出

※生育調査はn=10、収量調査は2m²の坪刈りで調査



写真2 ヒマワリによる農地の景観形成・保全管理（檜葉町、平成26年）

花による農地保全是町民からも好評であり、景観作物の導入を広域で行うことで、避難者の帰町意向の維持や、集客効果も期待できると考えられた。

(6) 資源作物

A 南相馬市での資源用トウモロコシ栽培の実証

南相馬市小高区では平成26年時点で資源作物栽培実証事業を実施し、将来的にトウモロコシを資源作物として利用することを検討していた。しかし、除染後ほ場における収量性や収穫物の放射性Cs濃度がどうなるか不安視する声があったことから、本実証栽培では、原発事故以降に初めて作付する未除染ほ場で、実需者の求めるトウモロコシ収量水準5t/10aが可能かについて検討した。

(A) 耕種概要

資源用トウモロコシの品種は「スノーデント115」とし、施肥は播種同時側条施肥により行った。施肥量は、慣行施肥区として基肥尿素20kg/10aと追肥尿素10kg/10a、堆肥施用区として慣行区に加えて原発事

故以前に小高区内で生産された牛ふんもみ殻堆肥4t/10aを加えた区を設定した。播種は平成26年6月1日、供試面積は10aとした。栽植密度は20cm×70cm(7,100本/10a)とし、収穫は9月28日に行った。

(B) 調査方法

資源用トウモロコシは、1区制3地点調査(1地点20株)とし、土壌(15cm深)と収穫物の放射性Cs濃度を調査した。

放射性Csの測定は、ゲルマニウム半導体検出器(CANBERRA製)で行った。

(C) 試験結果及び考察

トウモロコシの収量は、慣行施肥区で3.8t/10aであったが、堆肥施用区の収量は4.7t/10aであり、実需者の求める収量5t/10aを概ね達成した(表27)。実証ほ場の土壌中の放射性Cs濃度は2,000Bq/kg乾土、栽培後の土壌中の交換性カリ濃度は慣行区で65mg/100g乾土、堆肥施用区で69mg/100g乾土であった(表28)。収穫したトウモロコシの放射性Cs濃度(80%水

表25 ヒマワリ油の放射性セシウム分析値と脂肪酸組成²(楡葉町、平成26年)

放射性セシウム濃度(Bq/kg) ¹			含油率 (%)	脂肪酸組成(%)			
¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	¹³⁴ Cs+ ¹³⁷ Cs		オレイン酸	リノール酸	パルチミン酸	その他
N. D. (<0.23)	N. D. (<0.19)	N. D.	33	72.7	16.4	4.1	6.8

² 搾油方法はスクリュウ法。採取した油を真空ろ過したものをサンプルとした

¹ 0.7Lマリネリ容器に充填しゲルマニウム半導体検出器により43,000秒で分析。()内は検出下限値

表26 油糧ヒマワリの機械化栽培モデル例

時期	作業内容	使用機械
4月下旬	明渠設置	溝切機
5月上旬	施肥	ブロードキャスター
	耕起	ロータリ
	播種	ドライブハロー、ロール式播種機
	除草剤散布	動力噴霧機(ブームスプレーヤ)
6月上旬	中耕培土	培土機
7月中旬	鳥害対策	爆音機:開花後設置
9月上旬	収穫	汎用コンバイン
	乾燥・調整	唐箕、平型乾燥機
	残渣すき込み	プラウ、ロータリ

表27 資源用トウモロコシの生育及び収量(南相馬市小高区、平成26年)

区	稈長 (cm)	着雌穂高 比率(%)	倒伏・折損率(%)		収量 (t/10a)	乾物収量(kg/10a)		
			倒伏率	折損率		茎葉	雌穂	合計
慣行施肥区	216	43.1	0.0	10.0	3.83	344	1,000	1,340
堆肥施用区	222	47.5	0.0	18.3	4.67	473	1,120	1,600

表28 資源用トウモロコシ栽培土壌分析値（南相馬市小高区、平成26年）

状態	区	pH [H ₂ O]	EC [mS/cm]	CEC [me/100g]	交換性			可給態 リン酸 [mg/100g]	放射性Cs (134+137) [Bq/kg]
					石灰 [mg/100g]	苦土 [mg/100g]	カリ [mg/100g]		
栽培前		6.2	0.1	10.5	250	52	70	123	-
栽培後	慣行区	6.1	0.1	10.2	249	50	65	104	2,000
	堆肥施用区	6.3	0.1	10.5	244	52	69	122	

分)は、慣行区が3.6Bq/kg、堆肥施用区が4.3Bq/kgであった。

以上、南相馬市の原発事故以降未作付の未除染ほ場で平成26年に資源用トウモロコシを栽培したところ、目標収量を概ね達成した。また、収穫物の放射性Cs濃度も3.6~4.3Bq/kgと低い値であった。

B 富岡町での資源用ソルガム栽培の実証

富岡町では、町の12%が帰還困難区域、51%が居住制限区域、36%が避難指示解除準備区域となっており、放射性物質による農地の高線量の汚染状況から、資源作物の取り組みを検討していたことから、平成26年度に同町内の居住制限区域に区分されている上手岡地区において、エタノール発酵原料としてのソルガムの収量性及びカリ施用の効果を実証した。

(A) 耕種概要

実証は、未除染の水田転換畑で、前年までの植物残渣を搬出したほ場で行い、施肥と耕起を5月24日に行った。カリ増肥区を設定して施肥後の交換性カリ含量50mg/100g乾土を目標に施用した。供試品種は「ハイグレンソルゴー」と「高糖分ソルゴー」、供試面積はそれぞれ1.5aとした。「ハイグレンソルゴー」の播種は5月31日に歩行型播種機により条間90cm×株間25cm設定で行い、播種量は2.5kg/10aとした。「高糖分ソルゴー」は6月11日に手播きした。収穫日はいずれも9月29日とした。

(B) 調査方法

ソルガムは、地上部重（茎葉、子実）と養分吸収量、茎葉及び子実の放射性Cs濃度を調査した。土壌の放射性Csは作土15cm及び、層別の調査を行った。

放射性Csの測定は、ゲルマニウム半導体検出器（CANBERRA製）で行った。

(C) 試験結果及び考察

耕起前のは場の土壌中放射性Csの層別濃度は表層0~5cmで33,450Bq/kg（層別沈積率82%）、5~15cmの層においても3,490Bq/kg（層別沈積率17%）と高濃度であった。ソルガムの収量は、全乾物重で1,740~2,210kg/10a、子実乾物重で748~854kg/10aであった。調査ほ場の実施条件である作土15cm深の土壌中放射性Cs濃度13,200~14,700Bq/kg、栽培跡地の土壌中交換性カリ含量41~47mg/100gの条件において、ソルガムの茎葉及び子実中の放射性Cs濃度は100 Bq/kg・DW以下であった。調査ほ場ではカリ増肥による放射性Cs吸収抑制の効果はわずかであった（表29）。

また、ソルガムによる放射性Cs吸収量は125~165 Bq/m²であり、土壌15cm深における放射性Cs量に対して約13,000分の1程度と極めて少量であったことから、ソルガムによる除染効果はないと考えられた（表30）。

以上、富岡町の居住制限区域の未除染農地にて資源作物としての利用が想定されるソルガムを作付けし、

表29 居住制限区域におけるソルガムの生育・収量及び放射性セシウム濃度²（富岡町、平成26年）

品種	区名	稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m ²)	生重 (kg/10a)	乾物重		放射性セシウム(Cs-134+Cs-137)			土壌 交換性K ₂ O ^x (mg/100g)
						全乾物 (kg/10a)	子実	土壌	茎葉	子実	
ハイグレン ソルゴー	カリ増肥 ^y	216	23	34.4	7,650	2,190	748	13,200 ±1,040	87.2 ± 2.6	29.8 ± 3.2	47.7
	慣行	208	25	36.7	7,420	2,210	854	14,400 ±1,720	93.5 ±19.0	34.0 ±10.5	41.3
高糖分 ソルゴー	カリ増肥 ^y	299	29	11.2	7,320	1,740	-	13,700	71.6 (穂含む)	-	65.5
	慣行	345	30	10.2	8,970	2,200	-	14,700	75.0 (穂含む)	-	41.0

²慣行施肥量に対して土壌中交換性カリ含量50mg/100gを目標にカリ増肥

^y数値は、平均値±標準偏差。ハイグレンソルゴー(n=3)、高糖分ソルゴー(n=1)。放射性セシウムは平成26年11月1日に減衰補正

^x15cm深を調査

表30 ソルガムによる放射性セシウム、無機養分の吸収（富岡町、平成26年）

品種	区名	放射性セシウム(¹³⁴ Cs+ ¹³⁷ Cs)			茎葉(乾物当たり)			
		土壤中 ² 総量 A (Bq/m ²)	ソルガム による 吸収量 B (Bq/m ²)	B/A	K	Ca	Mg	テタニー比 K/(Ca+Mg)
					(%)	(%)	(%)	
ハイグレン	カリ増肥	1,980,000	148	1/13,400	2.56	0.25	0.18	2.5
ソルゴー	慣行	2,160,000	156	1/13,800	2.63	0.27	0.22	2.2
高糖分	カリ増肥	2,055,000	125	1/16,400	2.28	0.22	0.15	2.5
ソルゴー	慣行	2,205,000	165	1/13,400	2.22	0.25	0.16	2.2

²作土の量を150kg/m²と仮定して算出

地上部及び子実の収量性を確認した。作物の放射性Cs濃度は100Bq/kg・DW以下であった。

5 野生鳥獣の状況

避難指示区域では、人の営みが停止したことにより野生鳥獣が人家近くまで出没し、民家に侵入する等の被害をもたらしていた。農地においても、イノシシによる畦畔の掘り返しや、試験栽培を行った品目の食害及び踏み荒らし等の被害が見られ、営農再開にあたって鳥獣害対策は大きな課題となっている。このため、実証研究に際しても施設花き以外のすべての実証品目である、水稲、野菜類、露地花き、牧草、資源作物に電気柵を設置した。

(A) 電気柵設置方法

設置方法は、ほ場外周に電線を設置し、水稲と露地花き、牧草、地力増進作物、資源作物については、イノシシを対象として下から20cm、40cmの高さに2段張りとした。野菜では中型動物も対象として4段張りとし、下から10cm、25cm、40cm、55cmの高さに設置した。施設花きと景観作物では、電気柵は設置しなかった。通い耕作による栽培であることから草刈り等の作業労力を軽減するため、いずれの試験地も電線の下には、雑草対策として幅75cmの防草シートを敷設した。

(B) 調査方法

各ほ場に赤外線カメラ(WAM555iまたはWAM990i)を設置して、撮影方法を動体確認時の自動撮影に設定し、野生鳥獣の出現状況を定点調査した。

(C) 試験結果及び考察

水稲では、電気柵の設置が遅れたことから、乳熟期にあった「ふくひびき」で8月下旬から複数回に渡っ

て野生化したブタ等が水田内に侵入し、食害と踏み荒らし被害を受けた。しかし、電気柵を設置した後に被害は見られなかった。

野菜類では、電気柵の設置により、イノシシの出没が想定される地域でも、ダイコン、ハクサイ、ホウレンソウ、ブロッコリーは被害を受けなかった。通い耕作で栽培可能であることを実証した。

花き類では、植物体への被害は無かったが、電気柵の設置距離が水路の窪みに近かったリンドウほ場において、イノシシが侵入し、マルチを踏み破った。電気柵を適切な位置に設置した後は被害は無かった。

牧草では、イノシシによるほ場周辺の畦畔の掘り起こしが多く見られたものの、柵内の植物体への被害は無かった。

地力増進作物では、電気柵の設置により、イネ科、マメ科ともに被害が無かった。

景観作物では、電気柵を設置しなかったため、ほ場内や周辺にイノシシの足跡が散見されたが、踏み荒らしや倒伏など、景観を損ねる被害は無かった。

資源作物のうち、資源用トウモロコシでは電気柵に面したほ場外周部分がサルに食害を受けたほか、黄熟期にカラスによる食害も見られた。ソルガムでは電気柵を設置したものの、イノシシが9月以降ほ場内へ侵入し10月には倒伏被害を受けた。

定点カメラで調査した結果、平成25年の浪江町野菜実証地では様々な野生鳥獣が認められた(表31、写真3)。また、ほ場によっては昼夜を問わず、イノシシの出現が確認された(写真4)。

以上のことから、避難指示区域の農地には各種の鳥獣が出現すること、したがって電気柵等による鳥獣害対策が必須であることが確認された。

設置に際しては設置方法を順守するとともに、対象とする野生鳥獣に応じた適切な対策をとることが必要である。

表31 赤外線カメラによる野生鳥獣の出現回数調査（回）^z

	イノシシ	タヌキ	ハクビシン	アライグマ	キツネ	ネズミ類	イエネコ	カラス	キジ	キジバト	その他鳥類	野生動物計
日中 ^y							3	46	5	36	10	100
夜間	10	42	38	15	2	3	7					117

^zカメラ機種名：WAM555i。カメラ設置期間は平成25年9月25日～12月25日の91日間。浪江町北幾世橋、露地野菜ほ場。

^y日中は6:00～17:00、夜間は17:00～翌6:00までとして分類



写真3 実証ほ場で確認された野生獣の例（浪江町、平成25年）



写真4 日中に出現が確認されたイノシシとソルガムの被害（富岡町、平成26年）

6 今後の対応

避難指示区域の営農再開・農業再生に向けては、除染の加速化が求められるとともに、除染作業による地力の低下や雑草の繁茂、野生鳥獣増加の課題等、さらに検討を進めていくべき課題もあり、地域の状況に応じた支援を継続して行う必要がある。今後も農業者、市町村、関係団体と連携して本実証研究を継続していくことにより、営農再開に対する不安を払拭し、地域の営農再開を進める一助としていく。

7 摘要

平成25年度から、避難指示区域等において営農再開に向けた実証研究を行った。平成25年度は8市町村に9か所、平成26年度は10市町村に12か所の現地ほ場を設置し、地域の状況に応じて課題解決を図った。

水稻は、平成25年度に避難指示区域で飼料用米を栽

培し、飼料用米の高い収量性とカリ施用による放射性Csの吸収抑制効果を実証した。斑点米カメムシ対策は、「育苗箱施用剤または乳熟期の散布剤」により営農再開地域においても高い防除効果が実証された。

野菜類は、農地の除染方法に係わらず、土壌中の交換性カリ含量を40mg/100g乾土以上になるように土壌改良して野菜類を栽培したところ、収穫物の放射性Cs濃度が食品中の放射性物質の基準値の100Bq/kgを大幅に下回った。また、収量品質も良好であった。

花き類は、避難指示区域においても震災以前と同等以上の切り花栽培が可能であること、浜通りの気象条件を活かした露地花きと施設花きの組み合わせによる周年栽培を実証した。除染後農地においても、リンドウの生育は定植30日後ジベレリン処理により旺盛であった。

牧草は、土壌中の交換性カリ含量を30～40mg/100g乾土とすることにより、単年生牧草イタリアンライグラスの放射性Cs濃度が除染の方法に係わらず生産者

団体の自主基準値である30Bq/kg（水分80%換算）以下となることを実証した。

地力増進作物は、供試品目の地上部乾物重に応じてすき込み1ヶ月後の土壌全炭素が増加し、地力増進効果が確認された。

景観作物は、除染後農地において花による景観形成と保全管理を実証した。また、油糧用ヒマワリでは機械化栽培体系を実証し、搾油したヒマワリ油から放射性Csが検出されず、食用油としての適性が高いことを示した。

資源作物は、資源用トウモロコシやソルガムの収量性を確認した。収穫物の放射性Cs濃度は100Bq/kg・DW以下であった。

定点カメラによる調査の結果、いずれの試験地においても野生鳥獣が認められ、営農再開に際しては電気柵等の設置が必須であることを確認した。

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。

実証は場の栽培管理を担当していただいた農業者の皆様、実証研究の運営に御協力いただいた各市町村、各農業協同組合、各農林事務所、農林地再生対策室の皆様、実証研究の導入技術の選定や分析等に御指導御助言いただいた農研機構東北農業研究センター福島研究拠点の皆様と農業総合センターの全職員の皆様に感謝します。

引用文献

- 1) 政府原子力被災者生活支援チーム. 2015. 避難指示区域の状況について.
- 2) 福島県農林水産部. 2014.
- 3) 福島県. 2014. 福島県市町村民経済計算年報（平成24（2012）年度版）.
- 4) 福島県相双農林事務所双葉農業普及所. 2014. 担い手農業者意向調査（第2回）.
- 5) 浪江町. 2015. 農業者意向調査.
- 6) 農林水産省. 2015. 福島県営農再開支援事業実施要綱.
- 7) 農研機構・福島県. 2013. 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福島県と独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構との基本協定書.
- 8) 福島県. 2012. 農林水産再生研究拠点基本構想.
- 9) 農林水産省. 2010. 世界農林業センサス.
- 10) 農林水産省. 2006. 市町村別生産農業所得統計.
- 11) 齋藤隆・大越聡・岩淵幸治・齋藤正明・根本知明・吉岡邦雄・藤村恵人・佐藤誠・塚田祥文. 2013. 玄米中放射性セシウムの経根吸収に対するカリ施肥の影響. 福島県農業総合センター研究報告 放射性物質対策特集号.33-36.
- 12) 佐久間祐樹・佐藤誠. 2013. 水稻におけるゼオライトとカリ資材の放射性セシウム吸収抑制効果. 福島県農業総合センター研究報告 放射性物質対策特集号.37-40.
- 13) 齋藤隆・佐久間祐樹・高橋和平. 2012. 土壌の種類が異なるほ場における土壌中交換性カリ含量と玄米中放射性セシウム濃度との関係. 福島県農業総合センター放射線関連支援技術情報.
- 14) 福島県農林水産部. 2006. ふくしま食・農再生戦略.
- 15) 齋藤誠一・小林智之・齋藤幸平. 2013. 野菜の放射性セシウム濃度の経年変化. 福島県農業総合センター研究報告 放射性物質対策特集号.50-53.
- 16) 齋藤正明・佐藤睦人. 2013. カリ増施および堆肥施用によるキャベツの放射性セシウム低減効果. 福島県農業総合センター研究報告 放射性物質対策特集号.66-69.
- 17) 福島県農林水産部. 2014. 牧草の放射性セシウムの吸収抑制対策. 「ふくしまからはじめよう。」農業技術情報（45号）.
- 18) 農林水産省・（独）農業・食品産業技術総合研究機構・（独）農業環境技術研究所. 2015. 放射性セシウム濃度が高い大豆が発生する要因とその対策について.
- 19) 福島県農林水産部. 2006. 福島県施肥基準.
- 20) 厚生労働省医薬食品局食品安全部監視安全課. 2011. 「緊急時における食品の放射能測定マニュアル」に基づく検査における留意事項について.
- 21) 宗方宏之・矢島豊・丹治克男. 2012. トルコギキョウ切り花の花持ちを良くする栽培・出荷方法. 福島県農業総合センター実用化技術情報.
- 22) 武地誠一・雨宮潤子. 2008. 郡山市近郊の生花店におけるトルコギキョウ仕入れ時の重視項目. 福島県農業総合センター参考となる成果.
- 23) 平山孝. 2011. 油糧用ヒマワリにおける効果的な除草法. 東北農業研究64. 59-60.
- 24) 松木伸浩・三田村敏正. 2006. 割れ籾発生の多い品種はカスミカメムシ類による斑点米被害を受けやすい. 福島県農業総合センター参考となる成果.
- 25) 宗方宏之・矢島豊・矢島典子. 2011. カンパニユラ・メジュームの効率的な長日処理法. 福島県農業

総合センター実用化技術情報。

- 26) 矢島豊・水野由美子・山口繁雄. 2008. 定植30日後ジベレリン処理によるリンドウの株養成技術. 福島県農業総合センター実用化技術情報.
- 27) 矢島豊・山口繁雄・鈴木安和. 2008. 県育成のリンドウ品種を主体とした連続出荷作型. 福島県農業総合センター実用化技術情報.
- 28) 平山孝・松葉隆幸・大野光・棚橋紺・朽木靖之. 2010. ナタネ前作を想定した油糧用ヒマワリの栽培法. 福島県農業総合センター実用化技術情報.

福島県農業総合センター編集委員

編集委員長

井 上 久 雄

編集委員

鵜 澤 義 孝	黒 田 研 一
佐 藤 一 雄	手代木 昌 宏
宗 村 洋 一	服 部 実
佐 藤 博 志	安 部 充
志 賀 茂	永 山 宏 一
佐 藤 誠	江 田 和 行

福島県農業総合センター研究報告 放射性物質対策特集第2号

平成28年3月

発 行 福島県農業総合センター
〒963-0531 福島県郡山市日和田町高倉字下中道116番地
TEL 024-958-1700 FAX 024-958-1726

印 刷 キング印刷株式会社
〒960-1106 福島県福島市下鳥渡字新町西6-1
TEL 024-544-2121 FAX 024-544-2255
