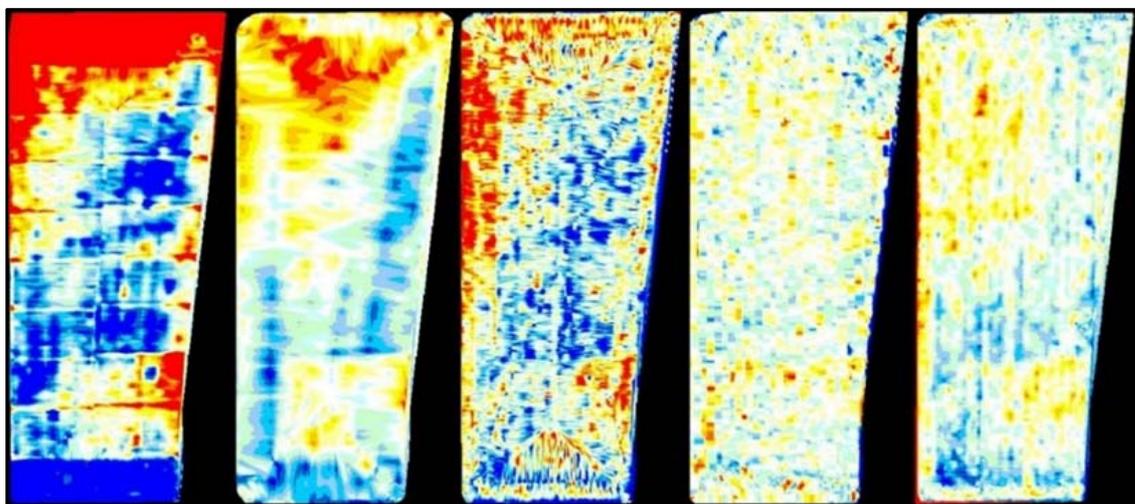


食料生産地域再生のための先端技術展開事業

土地利用型営農技術の実証研究 研究成果集



〔代表機関〕 国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構
東北農業研究センター

〔参画研究機関〕 農研機構中央農業総合研究センター、農研機構北海道農業研究センター、農研機構生物系特定産業技術研究支援センター、宮城県古川農業試験場、石川県農林総合研究センター、(株)クボタ、井関農機(株)、小泉商事(株)、ヤンマー(株)、ヤンマーヘリ&アグリ(株)、スガノ農機(株)、富士通(株)、日本電気(株)、イーラボ・エクスペリエンス(株)

はじめに

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」は、東日本大震災から復興し、水田を中心とする食料生産地域を早期に再生するために、最先端の農業技術を結集・導入し、高能率・安定多収を実現する低コスト大規模水田農業の実証研究を展開するもので、平成24年から開始し平成29年までの計画で実施しています。

実証試験地で津波被災地である宮城県名取市と周辺では、震災を機会として農地の担い手への集約が急激に進み、営農法人の大規模化が進行しています。また、津波被害の復興のための基盤整備も着々と進み、圃場区画も大区画化しています。これら姿は、10から20年後の日本農業の姿ともとらえることができ、本事業で開発・実証した生産性の高い技術は、今後の日本各地の農業の発展に寄与していくことが期待できます。そこで、研究開始4年目となりますが、これまでの研究成果をわかりやすい形で研究成果についてとりまとめ、東日本大震災から復興に貢献するばかりでなく、日本各地の水田農業の発展にも役立て頂くことを願って研究成果集を発行することにしました。

本研究成果集は、実施内容の一部です。詳細については担当者までお問い合わせ下さい。本研究成果集が水田農業の発展に貢献できれば幸いです。

平成28年3月

土地利用型コンソーシアム
代表機関 国立研究開発法人
農業・食品産業技術総合研究機構 東北農業研究センター
研究代表 湯川 智行

も く じ

プラウ耕グレーンドリル播種による2年3作体系の実証	1
大区画圃場におけるプラウ耕2年3作水田輪作体系の土壌管理技術の開発・実証	5
大区画圃場におけるプラウ耕2年3作水田輪作体系の総合的雑草防除技術の開発・実証	7
鉄コーティング直播栽培のための高能率耕起・播種体系	9
乾田直播栽培での圃場面の鎮圧による漏水防止技術	11
GPS レベラーを用いた稲乾田直播における圃場の均平化技術の開発・実証	13
GPS 運転支援装置の乾田直播作業体系での利用実証	15
津波被災農地の雑草の発生状況と被災後の管理対応	17
被災水田の適正雑草管理技術の実証	19
人工衛星を活用した被災地水田の地力把握の検証	21
津波被災水田における病害虫発生の実態とリスク評価	23
津波被災水田の転作大豆における塩害抑制技術	25
広畝成形播種方式による低コスト3年4作体系の開発・実証	27
乳苗疎植による省力低コスト水稻栽培技術の開発・実証	31
省力低コスト水稻栽培における病害虫の発生リスク評価と 環境保全型技術の開発・実証	33
FARMS による農業機械稼働状況モニタリング技術の開発・実証	35
スマート田植機と低空リモートセンシングによる圃場情報収集体系の確立	37
フィールドサーバ・気象情報を利用した発育予測・栽培管理支援	39
経営力強化を目的とした農業 ICT 活用の実証	41
農業オープンクラウドプラットフォームの標準化	43

成果名：プラウ耕グレーンドリル播種による2年3作体系の実証

開発・実証技術の目的と目標

○東日本大震災から復興し、水田を中心とした食料生産地域を早期再生に貢献するために、大区画水田において畑作用大型機械を用いた2年3作体系を実証する。
 ○畑作用大型機械の稲・麦・大豆への汎用利用と作業の高速化と、水田輪作のための湛水・排水の制御技術、肥培管理技術、雑草対策技術を総合化して、高収量を達成し生産コスト50%(震災前2010年東北平均比)削減する。

開発・実証技術の概要

○耕起作業にスタブルカルチ(チゼルプラウ)、播種作業にグレーンドリルを用いた、速度10km/h以上の播種が可能な稲乾田直播—小麦—狭畦密植大豆2年3作の輪作作業体系を開発・実証した(図1)。
 ○乾田直播の播種後の鎮圧に通常使用するケンブリッジローラは、ヘラ状のタイン(クラッカーボード)を装着することで播種床造成に利用できる(図2)。
 ○水稲乾田直播では、狭い条間で高収量が得られた(図3)。
 ○合筆造成した3.4ha圃場(長辺300m)と2.2ha圃場(長辺170m)を用いた3年間の実証試験の結果、平均収量は、乾田直播533kg/10a、小麦403kg/10a、大豆226kg/10aであった(表1)。
 ○実証試験のデータから試算した60kg当たり費用合計は、水稲乾田直播6,903円、小麦7,431円、大豆14,711円で、2010年東北平均に対し、それぞれ57%、46%、72%であった(図4)。
 ○実証経営では、合筆による大区画化で乾田直播の導入を進めている(図5、表2)。長辺が100mの1ha区画では播種作業能率は1ha/h程度であるが、長辺300mの3.4haでは2ha/h程度に向上する(図6)。
 ○前作残渣の埋没性に優れるスタブルカルチの開発を進めている(図7~9)。

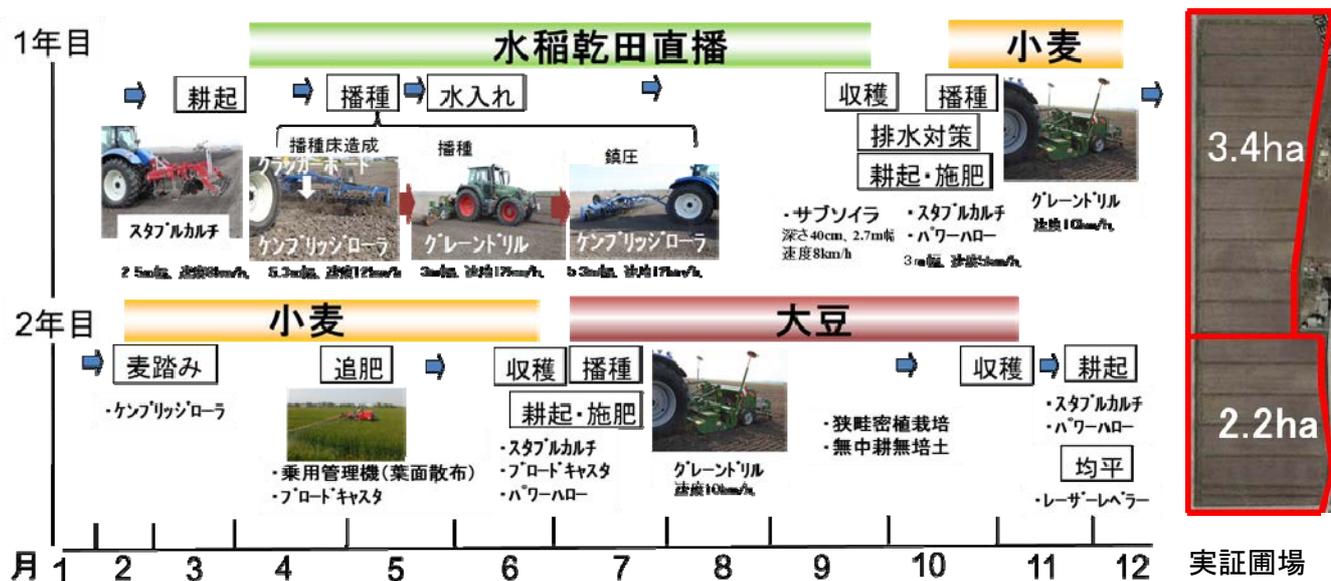


図1 プラウ耕・グレーンドリル播種方式2年3作体系

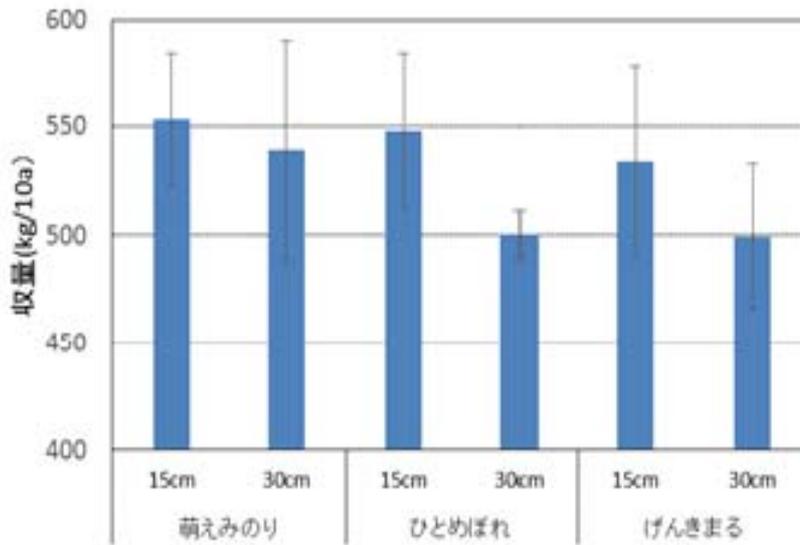
注1)水稲・麦の収穫には自脱コンバイン(6条)、大豆の収穫には汎用コンバイン(刈幅2m)を用いた。注2)病害虫防除はRCヘリを利用した。



鎮圧により碎土率が大きく向上する。

ヘラ状のクラッカーボードを作用させる

図2 ケンブリッジローラの鎮圧による水稲乾田直播の播種床造成



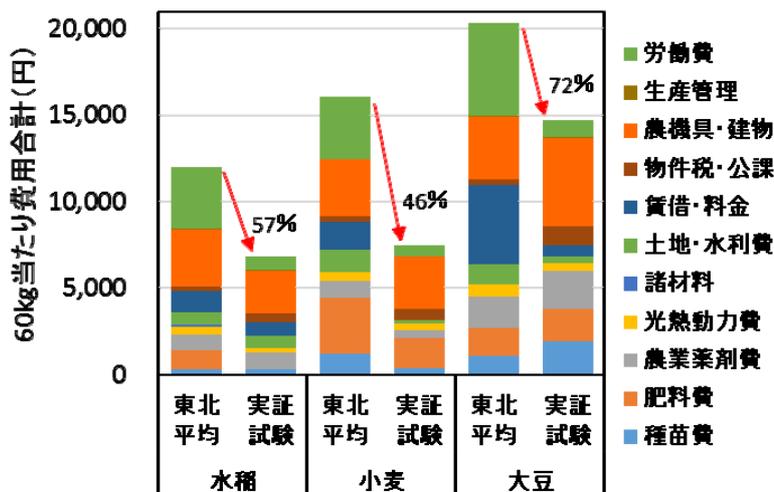
15cmと30cmの条間比較では、4年の年次反復の結果、15cmが有意に高収であった。

図3 乾田直播の条間の違いによる収量（東松島2012～2015）

表1 2年3作体系実証試験の収量(名取)

	年度	圃場	播種日	播種量 kg/10a	砕土率 %	苗立ち数(率) 本/m ² (%)	収穫日	全刈収量
								kg/10a
水稲	2013	3.4ha	4/10	5.0	75.6	100(57)	10/12	549
		2.2ha	4/9	5.2	70.2	137(74)	10/10	549
	2014	3.4ha	4/11	4.7	75.5	125(74)	10/3	542
小麦	2013-14	2.2ha	11/1	8.4	-	109(50)	6/26	409
	2014-15	3.4ha	10/20	10.2	-	183(79)	6/23	398
大豆	2014	2.2ha	7/3	12.2	55.5	29(79)	11/6	289
	2015	3.4ha	7/7	12.1	52.0	25(74)	11/5	163

注1) 水稲品種は「まなむすめ」、小麦は「シラネコムギ」「銀河のちちから」、大豆は「あきみやび」。小麦は両品種の平均値を示した。注2) 播種条間は、水稲は12cm(2013年のみ12cmと24cm)、小麦は12cm、大豆は24cmと36cmで実施。複数試験の場合は平均値を示した。注3) 砕土率は土塊径2cm以下の土塊が占める質量割合。ナトリウム粘土の影響が低い。注4) 水稲収量は粒厚1.9mm以上、小麦収量は粒厚2.4mm以上。



東北平均(2010年)に対して、水稲57%、小麦46%、大豆72%を実証。

図4 2年3作体系の60kg当たり費用合計(名取)

注1) 農地面積100ha、稲・小麦・大豆各35haの2年3作+移植水稲20ha+大豆単作10haの経営を想定(延作付面積135ha)。注2) 機械施設は全て新規導入(圧縮なし・法定耐用年数)。主な機械はトラクタ135PS2台、65PS1台、47PS1台、自脱コンバイン2台、汎用コンバイン1台など。注3) 労働時間のうち、管理、生産管理、間接労働は農業経営統計調査平成25年産生米・小麦・大豆産費調査の最大規模層(全国・水稲15ha以上層、全国・小麦(田作)15ha以上層、全国・大豆(田作)7ha以上層)のデータを用いた。注4) 土地改良水利費、生産管理費は、農業経営統計調査平成22年産米生産費(東北)及び平成22年産小麦生産費(東北)、平成22年産大豆生産費(東北)のデータを用いた。また、農業機械の修理費、車庫費、租税公課は、農業機械導入指針に基づき計上。

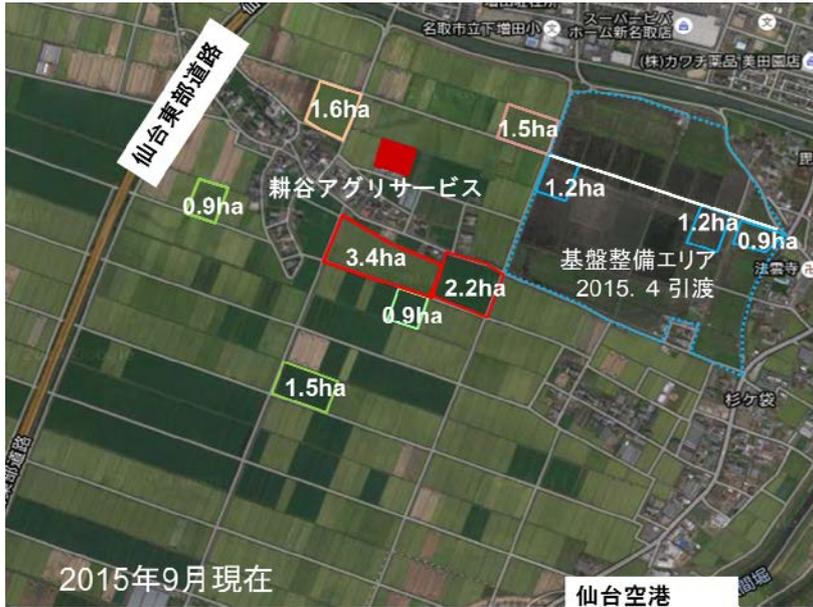


図5 実証経営体における乾田直播栽培の導入圃場



畦畔除去



プラウ耕



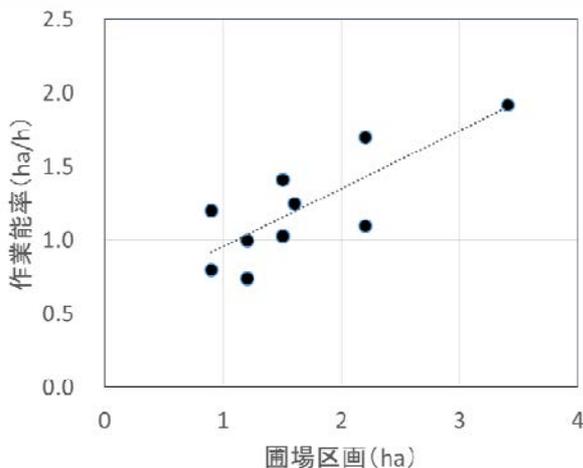
均平

合筆による大区画化

表2 実証経営体における乾田直播栽培の苗立ちおよび収量

年度	圃場名	播種日	品種	条間 cm	播種量 kg/10a	砕土率 %	苗立ち数(率) 本/m ²	全刈り収量 kg/10a
2013	3.4ha圃場	4/10	まなむすめ	24	5.0	75.6	100(57)	549
	2.2ha圃場	4/9	まなむすめ	12	5.2	70.2	137(74)	
	3.4ha圃場	4/11	まなむすめ	12	4.7	75.5	125(74)	
2014	1.5ha圃場	4/9	まなむすめ	12	5.6	73.1	127(63)	516
	1.6ha圃場	4/10	ひとめぼれ	24	5.1	79.5	129(66)	552
	0.9ha圃場	4/15	みやこがね もち	24	5.7	49.5 32.3	87(41) 83(39)	459
	2.2ha圃場	4/9	まなむすめ	12	6.3	58.1	126(60)	507
	0.9ha圃場	4/9	まなむすめ	12	6.4	74.8	146(69)	490
2015	1.5ha圃場	4/10	まなむすめ	12	6.3	77.8	148(71)	452
	南7圃場(1.2ha)	4/24	ひとめぼれ	24	7.4	49.8	132(49)	453
	南8圃場(1.2ha)	4/24	ひとめぼれ	24	6.0	63.1	177(81)	462
	南9圃場(0.9ha)	4/24	ひとめぼれ	24	6.1	65.3	153(69)	485

注) 収量は粒厚1.9mm以上



播種速度12km/h



3.4ha圃場

速度12km/hでは、1ha区画は小さい。

図6 乾田直播の播種作業の圃場区画と作業能率

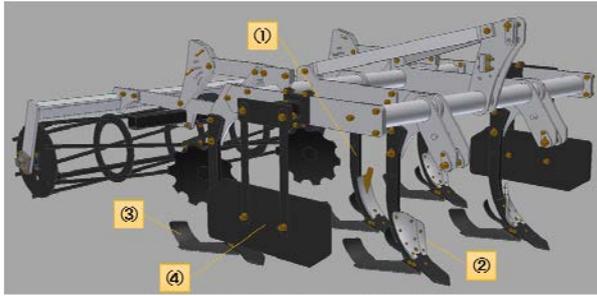


図7 開発中のスタブルカルチ

【2014年試作機よりの改良点】
 ①後方センタービームを100mm前方へ移動 ②シン部分をスリックへ変更
 ③ウイングにモールドボードを追加 ④サイドカバーの大型化

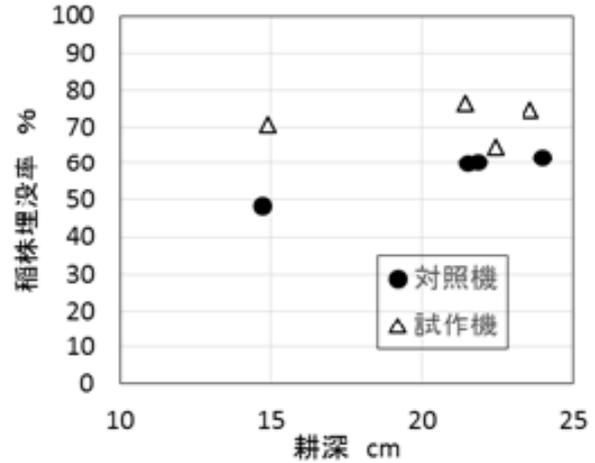


図8 スタブルカルチの反転性

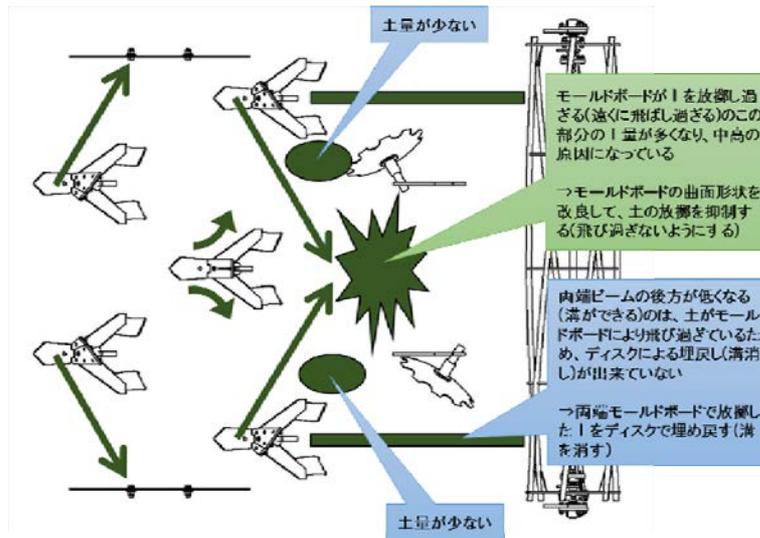


図9 スタブルカルチの今後の改良点

テストの結果、株の埋没性は良好だが仕上がりの状態が平らにならずに真ん中が高く、両端が低くなるので2016年のテストに向けて上記の改善を図る。

試作機の反転性が向上している。

被災地への貢献、普及状況、生産コスト50%減への貢献

- 本体系の乾田直播は、東松島市、石巻市、さらには、大区画基盤整備が進む仙台市東部地区でも導入され、2016年は実証経営に近い2つの経営で導入される予定である。
- 今回のデータは、プラウやレベラーなど営農機械を用いて合筆造成した圃場での結果であり、今後、地下水水位制御システム(FOEAS)が導入された大区画圃場で高生産性が実証されれば、さらなるコスト削減が期待できる。

開発・実証技術の導入条件と課題

- 水稲後の麦、大豆の播種作業では、枕地はトラクタの旋回で土壌が硬く締まりやすいので、別途パワーハローで碎土して播種するか、パワーハローとグランドリルを合体させたコンビネーション播種が望ましい。
- 2年3作の輪作体系においては、水稲乾田直播の耕起前に堆肥投入が望ましい。
- 水稲直播に適した品種やICTの利用技術の導入により、生産コスト50%削減はより達成し易くなる。
- FOEAS導入圃場での試験は、2016年から予定している。
- 大豆に関しては、集中豪雨に対応した冠水対策技術を今後検討する必要がある。

小課題名: プラウ耕2年3作水田輪作体系における高速整地・播種作業技術および安定多収栽培技術の開発・実証

実施機関: 農研機構東北農業研究センター、スガノ農機株式会社

担当者: 大谷隆二、齋藤秀文、関矢博幸、冠秀昭、中山壮一、松波寿典、篠遠善哉、谷口義則、池永幸子、氷見英子、宮路広武、磯島昭代、齋藤保、下村剛、田中竜次

問い合わせ先: 電話: 019-643-3535

成果名：大区画圃場におけるプラウ耕2年3作水田輪作体系の 土壌管理技術の開発・実証

開発・実証技術の目的と目標

○東日本大震災から復興し、水田を中心とした食料生産地域を早期再生に貢献するために、畑作用大型機械を用いた2年3作体系の合理的施肥法および堆肥施用技術を実証する。

○畑作用大型機械を効率的に利用した高速施肥作業、地力予測マップの作成による施肥量最適化などにより、生産コスト50%(震災前2010年東北平均比)に貢献する。

開発・実証技術の概要

○プラウ耕グランドリル播種水稲乾田直播を導入した2年3作現地実証圃場において、堆肥施用による地力維持効果を確認した（2017年まで堆肥施用試験を継続）。

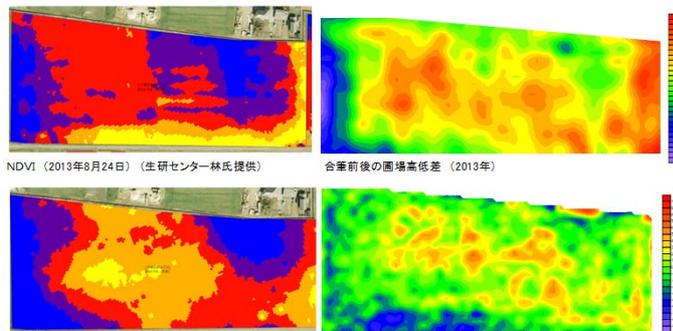
○合筆大区画乾田直播圃場内の地力差をGPSレベラーの高低差マップ等を元に推定し、作成した施肥マップを基に基肥可変施肥を行った結果、圃場内の生育差、収量差を圧縮できた。

○水稲移植、乾田直播圃場において、生育センサーCropSpecが幼穂形成期生育量、収穫期粒数を反映したNDVI相当値(S1値)を出力し、追肥指標、粒数予測・地力マップの作製に有効であることを明らかにした。

表1 3.4ha乾田直播圃場堆肥施用試験区土壌分析値（合筆・乾田直播2作後、2014年秋採取作土）

堆肥処理	可給態窒素 (mg/100g)				pH	CEC (me/100g)	可給態リン酸 (Truog) (mg/100g)	リン酸吸 収係数	交換性塩基 (mg/100g)			
	湿潤土 4週	湿潤土 7週	湿潤土 10週	風乾土 4週					K ₂ O	MgO	CaO	Na ₂ O
	対照区	6.0	11.1	12.5					10.9	6.0	30.3	12.1
牛ふん堆肥 2t/10a区	7.8	12.0	11.6	12.1	6.0	36.6	14.3	1265	32	125	519	36
牛ふん堆肥 4t/10a区	8.8	13.4	14.3	11.3	6.0	36.4	17.2	1240	40	126	489	26
鶏ふん 400kg/10a区	6.4	11.1	12.6	11.5	6.0	34.9	10.9	1299	26	110	438	33

可給態窒素から乾直2作後の乾田直播圃場で堆肥施用により地力維持効果が示唆される。



(大型ブロードキャストによる可変施肥作業)

図1 実証圃場における可変施肥事例

(2014年 名取市耕谷地区 3.4ha 乾田直播圃場)

上：2013年のNDVI (8/24)、収量マップ（生研センター、林氏）、およびGPSレベラー作業の均平作業前後の高低差（赤が盛り土、青が切り土部、2013年春と2014年春）。

下：2014年の基肥可変施肥マップ。

前年度のNDVI、収量マップ、高低差マップ、均平作業後の土壌可給態窒素から、慣行施肥量を基本として施肥量を±50%可変する3段階の施肥マップを作成し、可変施肥を実施。

表2 土壌からの窒素吸収量推定値に基づく可変施肥の評価

圃場	目標窒素 吸収量 (kg/10a)	窒素吸収量 (kg/10a)		精玄米収量 (kg/10a 水分15%)	
		均一施肥(推定)	可変施肥	均一施肥(推定)	可変施肥
3.4ha	12	12.3 ± 3.4	12.4 ± 3.0	499 ± 128	510 ± 108
1.5ha	12	11.2 ± 2.7	12.1 ± 2.6	474 ± 125	508 ± 97
1.6ha	11	13.7 ± 3.0	13.0 ± 2.5	-	-

施肥窒素利用率50%と仮定して土壌由来窒素を求め、均一施肥における窒素吸収量を推定。3.4ha圃場と1.5ha圃場の坪刈り収量と窒素吸収量の関係式から均一施肥における精玄米収量を推定。

可変施肥実施により、窒素吸収量の変動が減り、収量性が向上



図2 CropSpec (Topcon社)
麦用レーザー式生育量測定装置。
台車に積載して圃場内を計測(クボ
タ社より協力)。

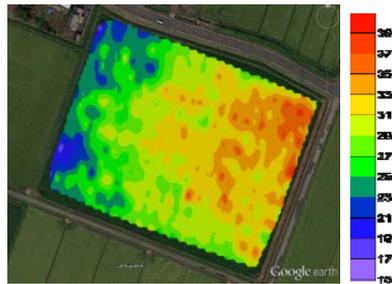


図3 CropSpecで測定した2.2ha
合筆乾直圃場の生育ムラ
東西方向に10m間隔で走行して計
測(2015/7/22)。

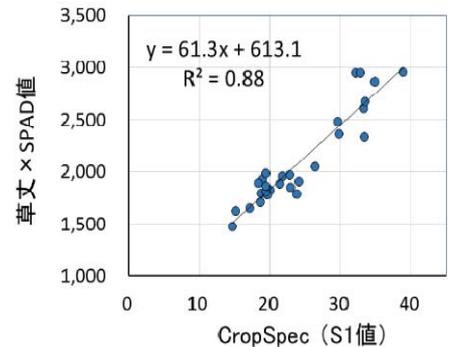


図4 CropSpec S1値と草丈
×SPADの関係
2015/7/9,7/22 名取市乾直圃場
「まなむすめ」の調査値。

CropSpecで大区画乾直圃場の幼穂形成期生育ムラを把握。

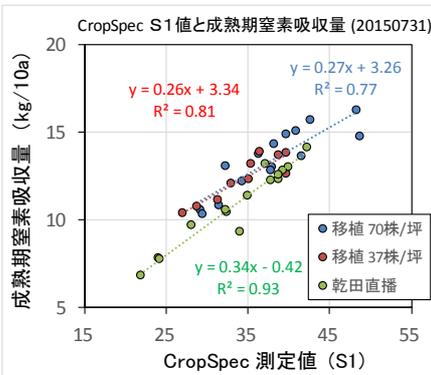
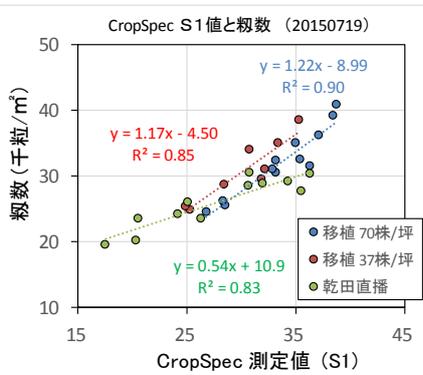


図5 CropSpec S1値と粒数、成
熟期窒素吸収量の関係
2015/7/19、7/31の「あきたこま
ち」移植圃場(70株/坪、37株/坪)、
乾田直播圃場での測定値。粒数、
窒素吸収量は生育調査地点を含
む収量調査から計測。

S1値と粒数、窒素吸収量は、
測定時期、栽培様式により傾
向が異なるが、それぞれ高い
相関。

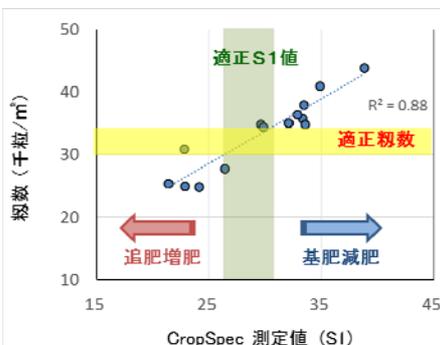


図6 S1値と粒数との関係
(名取市現地実証圃場)
2014/7/28、2015/7/22に「ま
なむすめ」乾田直播圃場で計測。
粒数は生育調査地点を含む収
量調査から計測。

CropSpecは追肥指標、粒数予測・地力マップの作製に有効。

被災地への貢献、普及状況、生産コスト50%減への貢献

- 本技術は実証試験地に導入され、今後のデータの蓄積を経て、他の基盤整備が進行している大区画圃場地域への普及拡大が期待できる。
- 堆肥施用による地力維持により、2年3作体系での長期的な生産性安定に寄与できる。
- 可変施肥技術の開発により、圃場全体での収量性向上、品質安定化、肥料節減により生産コストを低減させ、収益向上に貢献できる。2014年試験では精玄米収量が技術導入で2.2~7.2%向上したと推定している。
- 生育センサー利用技術を確認することで、大区画圃場の肥培管理技術の高度化、低コスト化に貢献できる。

開発・実証技術の導入条件と課題

- 2年3作体系の合理的施肥・堆肥施用技術は、基盤整備や合筆で大区画化が進んだ圃場に適する。
- 生産コスト5割削減への効果については、2016~2017年の実証データによる検証が必要である。

小課題名:省資材・低コストの雑草・病害防除技術と持続的土壌管理技術の開発

実施機関:農研機構東北農業研究センター

担当者:関矢博幸、西田瑞彦、高橋智紀

問い合わせ先:電話:019-643-3411

課題名：大区画圃場におけるプラウ耕2年3作水田輪作体系の総合的雑草防除技術の開発・実証

開発・実証技術の目的と目標

- 生産コスト50%(震災前2010年東北平均比)削減を目指す畑作用大型機械を用いた乾田直播栽培において、播種時期、圃場条件などに応じた2また3回の除草剤使用で雑草防除を可能とする省力的で低コストな雑草防除技術を策定し実証する。
- メッシュ気象データを用いたノビエの葉齢進展モデル式に基づく除草剤の効率的利用により2年3作体系の生産コスト50%削減に寄与する。

開発・実証技術の概要

- 稲出芽前非選択性茎葉処理除草剤→水入れ前イネ科対象選択性茎葉除草剤→水入れ後土壌処理剤の3回の除草剤体系処理を基本とする雑草防除技術を現地で実証した。
- 防除の成否を左右する乾田期イネ科対象選択性茎葉除草剤の適期処理のため、平均気温予測データを用いて3葉期以降のノビエ葉齢も予測可能な新モデル式 $L=L_0+0.040655 \times (T-7.82291)$ を策定するとともに、その予測性を検証し、干ばつ年以外での予測可能性を示した。
- 予測に基づく作業計画により乾田期の雑草防除を効率化した。

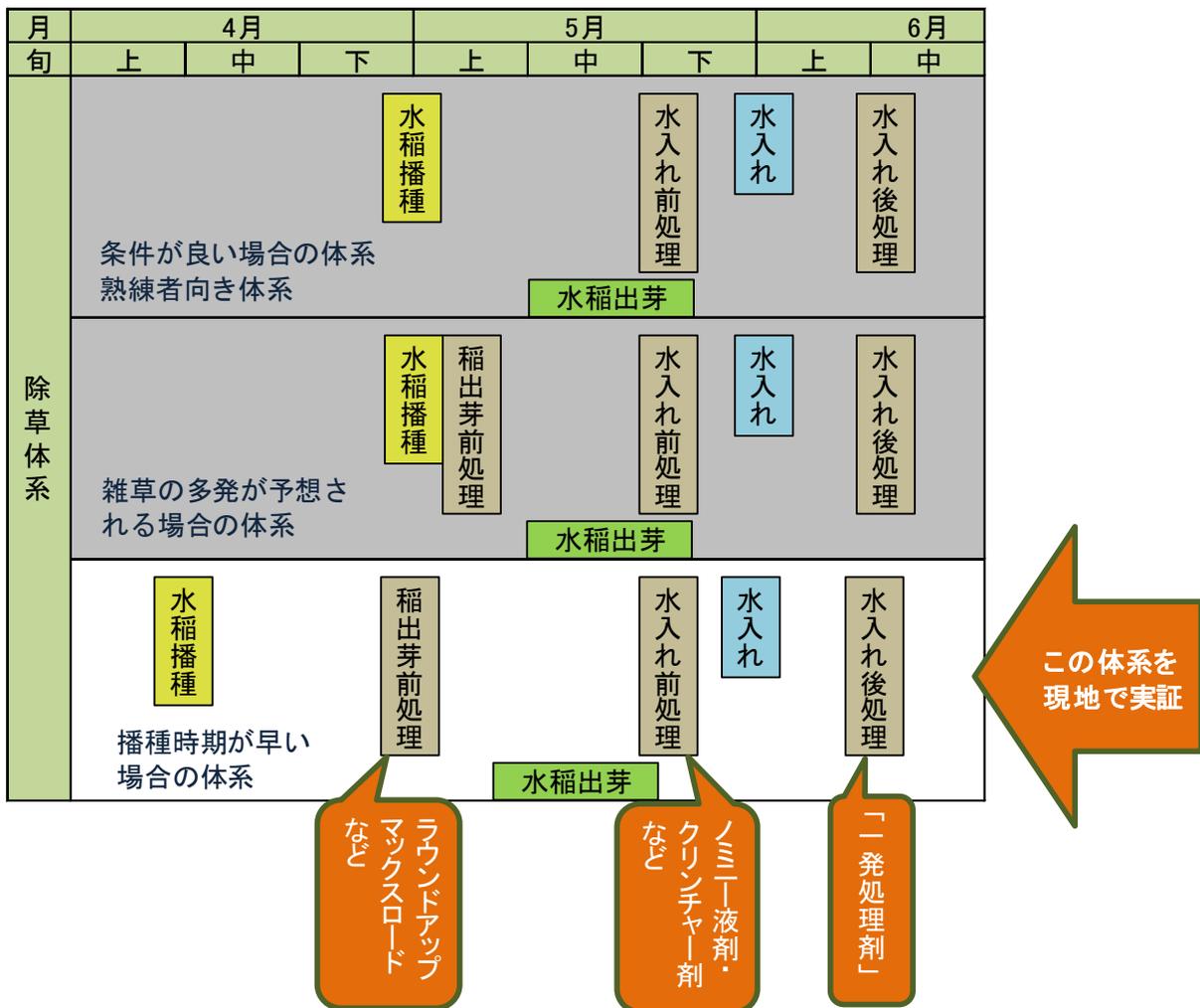


図1 現地に導入した除草体系

「一発処理剤」は、移植水稻での呼び方であるが、ここでは剤種をイメージしやすいよう移植水稻に倣ってこの呼称を用いた。

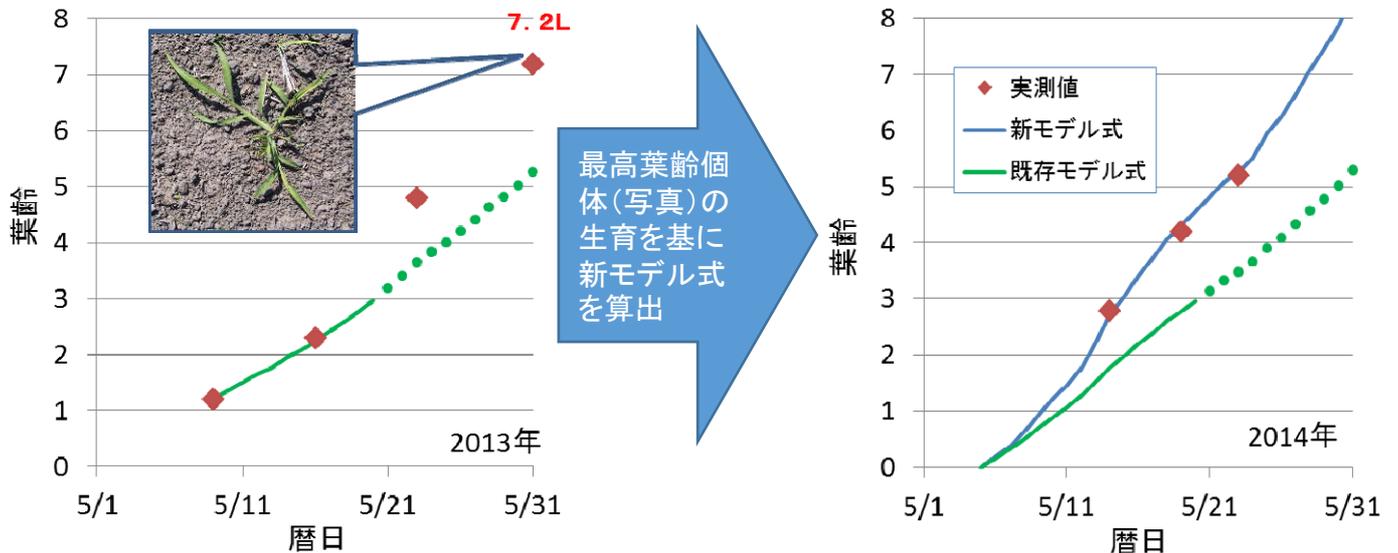


図2 乾田期のイヌビエの葉齢進展

既存モデル式は3葉までのデータから算出されたもので、外挿部分は点線で示した。既存モデル式は、葉齢が進無に従い実測値との乖離が大きくなるため、除草剤の水入れ前処理の撒き遅れで残草を生じやすいが、新モデル式は3葉期以降も実測値と比較的よく一致した。

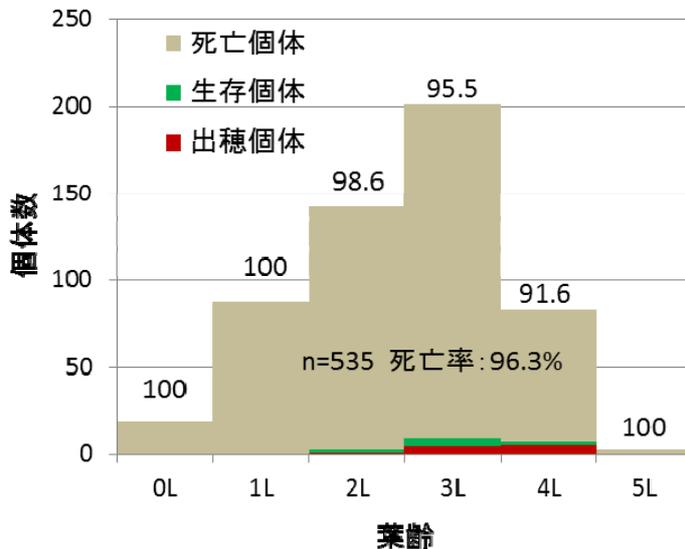


図3 葉齢予測に基づく水入れ前処理の除草効果

全体的に高い除草効果が得られた。残草個体は、撒き遅れによるものではなく、主として除草剤の散布ムラによるもの。

被災地への貢献、普及状況、生産コスト50%減への貢献

- 今回提案した除草技術は実証試験地に導入されたばかりでなく、東松島地域、仙台地域にも拡大するなど、今後の普及拡大も期待できる。
- ノビエの生育予測は、実証経営体の作業計画の立案の参考とされており、効率的な作業に貢献している。

開発・実証技術の導入条件と課題

- 干ばつ年では、乾燥ストレスによりノビエの生育が抑制され予測が困難になると同時に一部のイネ科対象茎葉処理剤(クリンチャー剤)の効果が劣るので、他の剤を選択するか、こまめなフラッシングによりノビエを乾燥ストレスに遭遇させないようにする。
- 乾燥ストレス下での効率的雑草防除法については、代替剤選択の判断基準の策定も含め検討を要する。

小課題名: 大区画圃場におけるプラウ耕2年3作水田輪作体系の総合的雑草防除の開発・実証

実施機関: 農研機構東北農業研究センター

担当者: 中山壮一、川名義明

問い合わせ先: 電話: 019-643-3585

成果名：鉄コーティング直播栽培のための高能率耕起・播種体系

開発・実証技術の目的と目標

- 乾田直播が実施できない圃場条件でも、高能率で安定多収が実現できるように、圃場準備の効率化と高能率播種機の使用により低コストな鉄コーティング湛水直播技術を開発する。
- 水稲作における生産コスト50%削減を実証する。
- 無人ヘリを用いた可変追肥により、倒伏軽減と収量確保の両立を実証する。

開発・実証技術の概要

- 代かき回数の削減により、代かき、播種、除草剤散布が10条点播機(図1、側条施肥も含む)では0.73hr・人/10a、無人ヘリによる散播(図2)では0.38hr・人/10aと高能率を実証できた(表1)。
- 湿潤土の窒素無機化量は初期から多く、交換性ナトリウム量が多く、可給態リン産が低かった(表2)。
- 土壌の泥状化割合と窒素無機化量には一定の傾向は見られず、代かき回数によって基肥施肥量の調整を行う必要はないと判断された(図3)。
- 課題3-2)提供の生育量地図に基づいて可変追肥を試みた(図4)。
- 圃場準備を簡略した実証区でも苗立率は約60%で慣行区と同程度であった。実証区の収量はひとめぼれ点播では慣行区よりやや少なかったが、げんきまるでは同程度であった(表3)。
- 播種後の落水により一発処理除草剤の薬害が軽減できた(図5)。



図1 開発中の10条鉄コーティング用点播機
最高車速1.8m/sにて10条同時播種が可能。
播種同時に施肥・除草剤散布及び溝切作業
を行うことができる。



図2 無人ヘリによる散播
無人ヘリは防除と可変追肥にも使用できる。

表1 作業時間 (2013年、時間・人/10a)

品種	播種 様式	圃場 準備	代かき		播種	除草剤 散布	合計
			回数	作業時間			
ひとめ	点播	慣行	2	0.40	0.40		0.80
ぼれ		実証	1	0.24	0.49		0.73
げんき	散播	慣行	2	0.34	0.12	0.09	0.55
まる		実証	1	0.16	0.12	0.09	0.38

点播は除草剤散布と施肥が播種作業に含まれている
慣行区は代かき2回、実証区は代かき1回

表2 鉄コーティング直播栽培を実施した名取現地圃場の土壌の性質(12筆の平均値)

全窒素 %	全炭素 %	可給態窒素(mg/100g)				pH	
		湿潤土			風乾土		
		4wk	7wk	10wk	4wk		
0.244	4.05	5.2	8.8	10.5	11.3	6.0	
CEC		交換性塩基(mg/100g)				可給態リン酸	EC
(me/100g)	CaO	K ₂ O	MgO	NaO	(mg/100g)	(mS/cm)	
32.9	438	28	113	59	10.9	0.105	

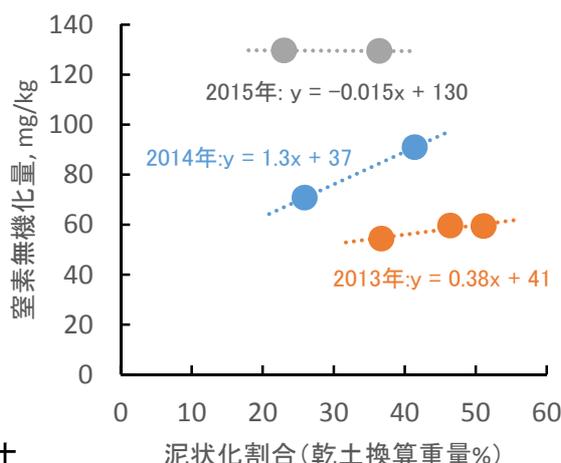


図3 代かき強度(泥状化割合)と窒素無機化率の関係

代かき強度よりも圃場間差や年次間差の方が窒素無機化量に強く影響。耕起法としてスタブルカルチとロータリーを、代かき回数として1~2回を組み合わせさせた結果。圃場は各年次ですべて異なる。

げんきまる慣行可変追肥 実証均一追肥

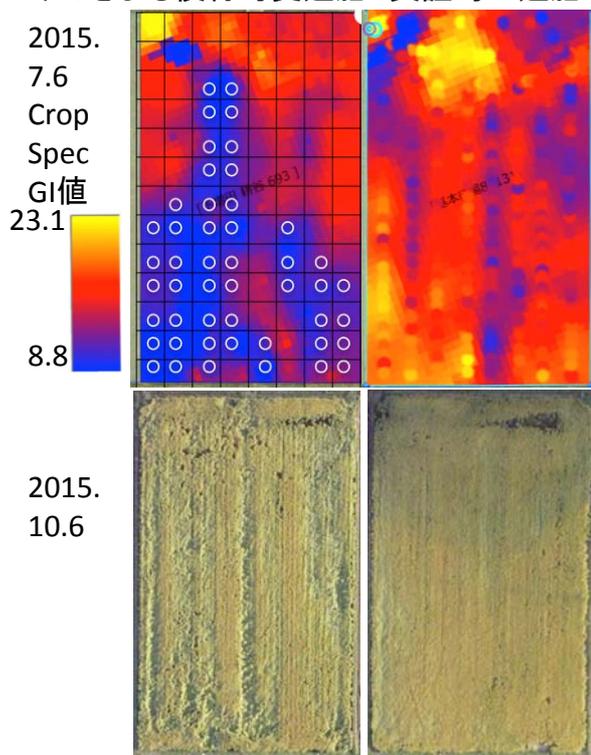


図4 無人ヘリによる可変追肥と均一追肥圃場の生育量(上、課題3-2)提供)と登熟期間の空撮写真。

可変追肥は○箇所にも追肥。

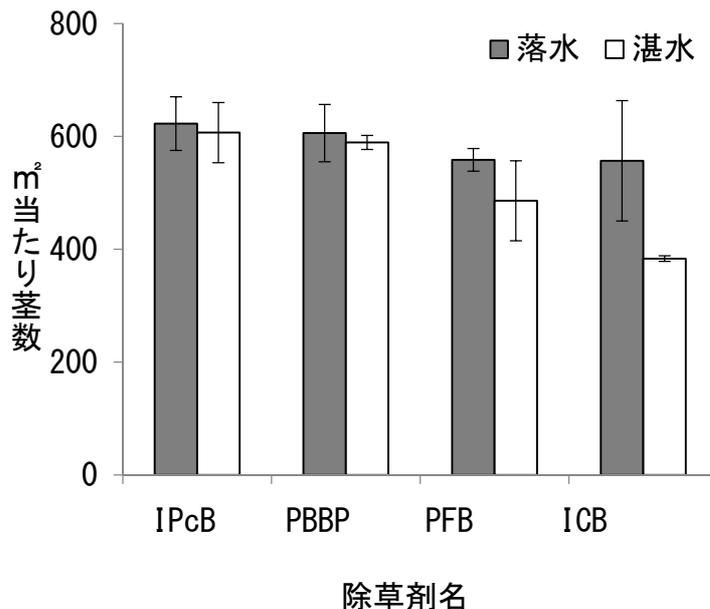


図5 播種後水管理が一発処理型除草剤処理区の水稲生育に及ぼす影響(播種40日後、東北農研大仙坳点)

表3 苗立ち、生育、倒伏 (2013年と2015年の平均)

品種	処理	苗立ち		最高 茎数 本/m²	出穂期	稈長 cm	倒伏 程度 0-4	全刈 収量 kg/10a	検査 等級
		本/m²	%						
ひとめぼれ	慣行	49	54	666	8月16日	95.6	2.6	483	1.0
	実証	58	67	693	8月15日	93.0	3.0	443	1.0
げんきまる	慣行	66	65	652	8月17日	97.2	2.1	501	1.5
	実証	55	53	543	8月19日	95.0	0.9	495	1.5

実証区は2013年は代かき1回、2015年はひとめぼれはスタプルカルチ耕、げんきまるは無代かき、慣行区はロータリー耕で代かき2回。ひとめぼれ移植栽培の全刈収量は497kg/10a。

被災地への貢献、普及状況、生産コスト50%減への貢献

- 鉄コーティング直播は実証試験地周辺の津波被災地にも拡大している。さらに、宮城県では2015年の普及面積が2,026haであり、今後の普及拡大も期待できる。
- げんきまるで500kg/10a、ひとめぼれ慣行区で480kg/10aの収量を得た。
- 無人ヘリに取り付けて可変施肥位置の指示を行う装置を特許出願した。

開発・実証技術の導入条件と課題

- 水持ちがよく、給排水が自由にできる水田と、げんきまるのように耐倒伏性の強い品種が望ましい。
- プラウ耕鎮圧後の鉄コーティング無代かき直播について、漏水対策をした上で実証していく。
- 生産コスト5割削減については、2016~2017年の実証データによる検証が必要である。

小課題名:鉄コーティング直播栽培のための高能率耕起・播種体系の開発・実証

実施機関:農研機構東北農業研究センター、宮城県古川農業試験場、株式会社クボタ、小泉商事株式会社
 担当者:白土宏之、西田瑞彦、川名義明、高橋智紀、菅野博英、猪野亮、牧原邦充、佐々木哲
 問い合わせ先:電話:0187-66-2776

成果名：乾田直播栽培での圃場面の鎮圧による漏水防止技術

開発・実証技術の目的と目標

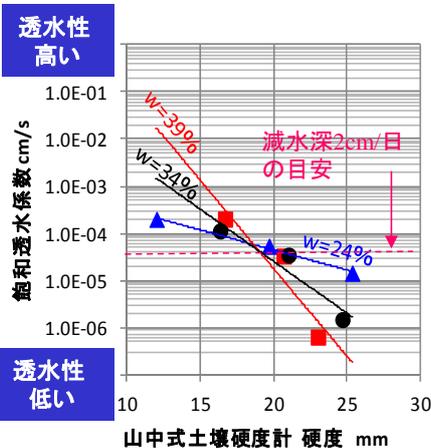
- 水稻の生産費を抜本的に削減するためには、乾田直播栽培の導入が効果的である。
- 従来の乾田直播栽培では、漏水対策技術が示されていないため、乾田直播栽培の適用圃場が限られていた。
- プラウ耕鎮圧体系乾田直播では、播種前後に鎮圧作業を行うことにより、漏水を防止し、乾田直播栽培の適用拡大を図る。

開発・実証技術の概要

- 乾田直播において、日減水深を目標とする2cm/日以下とするために、播種前および播種後にケンブリッジローラで圃場全体を鎮圧する。
- 作業が可能な限り高い土壤水分状態で鎮圧することにより、土壤の透水性が低下し、日減水深を低減することが可能である。
- これまで乾田直播栽培に適していなかった、下層土の透水性が高い条件では、地表面の強鎮圧により日減水深を低減できることが示され、これまで限定されていた乾田直播の適地を拡大できることが明らかになった。
- 乾田直播栽培に鎮圧作業を行うことにより、東北地方では全水田面積の約32%で新たに乾田直播栽培が可能になり、全体の70%の水田で乾田直播栽培が可能であると推察された。



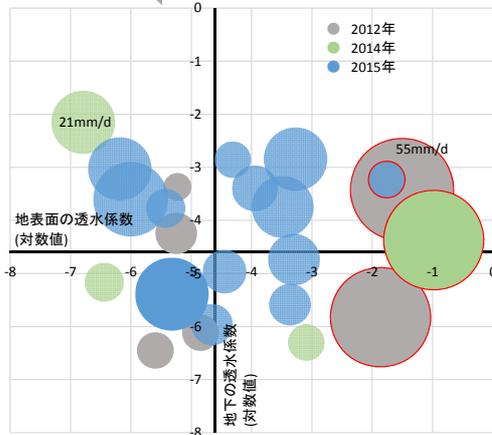
図1 ケンブリッジローラによる鎮圧作業
播種前および播種後に鎮圧作業を行う。



土が湿っているほど、鎮圧により透水性は大きく低下する。
高い水分状態で鎮圧を行い、山中式硬度計で20mm前後が減水深を2cm/日以下にする目安となる。

図2 鎮圧時の土壤水分および土壤硬度と飽和透水係数の関係

圃場面の鎮圧



鎮圧することにより、地表付近に止水層を形成し（地表面の透水性係数が低下・グラフの左側へ移行）多くの土壌条件において乾田直播が可能になる

圃場面の鎮圧

水田の下層の透水性が高く乾田直播の実施が困難

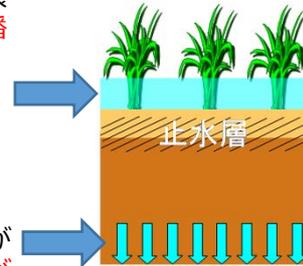


図3 水田の地表面および下層土の透水性と鎮圧の有無による日減水深の関係

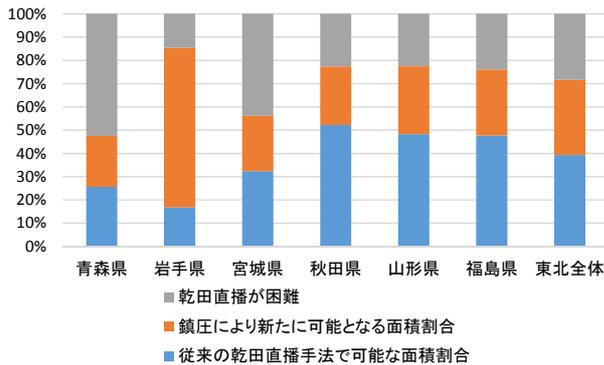


図4 乾田直播栽培が可能となる面積の試算

細粒分が多い、細粒〇〇(右表の網掛け+太字の部分)土では、下層への浸透が少なく漏水が少ないとみられ、無鎮圧でも乾田直播栽培がやりやすい(図4■)。

それら以外の土壌では下層への浸透が多いことが予想されるため、鎮圧等による漏水対策を行うことにより、乾田直播栽培が行える(図4■)。

※無鎮圧で乾田直播が可能と判断される土壌

土壌群	土壌統群(一部抜粋)
	細粒グライ土
	細粒強グライ土
	中粗粒グライ土
	中粗粒強グライ土
	礫質グライ台地土
グライ台地土	礫質強グライ土
グライ土	グライ土、下層黒ボク
褐色森林土	グライ土、下層有機質
褐色低地土	
黒ボクグライ土	灰色低地土、下層黒ボク
黒ボク土	灰色低地土、下層有機質
黒泥土	灰色低地土、斑紋なし
灰色台地土	細粒灰色低地土、灰褐色系
灰色低地土	細粒灰色低地土、灰色系
砂丘未熟土	中粗粒灰色低地土、灰褐色系
多湿黒ボク土	中粗粒灰色低地土、灰色系
泥炭土	礫質灰色低地土、灰褐色系
	礫質灰色低地土、灰色系

※鎮圧により乾田直播が可能になる土壌

上記を除き、表土の土性が
強粘質、強粘質～粘質、粘質
に分類されている土壌

被災地への貢献、普及状況、生産コスト50%減への貢献

○鎮圧による漏水防止技術により、これまで漏水のため乾田直播が実施できなかった地域で、乾田直播が可能になり、乾田直播を基軸とした水田輪作の普及拡大が期待できる。

開発・実証技術の導入条件と課題

○作土層が砂質の土壌では鎮圧による浸透抑制効果が期待できない。

○粘土含有量が多い場合は鎮圧回数を減らすことができる可能性があり、それらを明示する必要がある。

小課題名: 大区画水田に対応した効率的灌漑・排水管理技術の開発・実証

実施機関: 農研機構東北農業研究センター

担当者: 冠秀昭、大谷隆二、齋藤秀文

問い合わせ先: 電話: 019-643-3585

成果名：GPSレベラーを用いた稲乾田直播における圃場の均平化技術の開発・実証

開発・実証技術の目的と目標

○大区画水田に導入する稲-麦-大豆のプラウ耕2年3作体系において、GPSレベラーによる圃場の均平作業の高能率化および高精度化技術を開発・実証する。

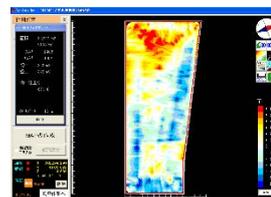
開発・実証技術の概要

○大区画圃場ではGPSレベラーの高低差マップ等により効率的な均平作業が可能。
 ○2年3作体系ではスタブルカルチでの耕起作業により圃場の均平化に係る作業時間を短縮できる。
 ○GPSを利用した反転均平工法は、作土の移動が少なく、地カムラ抑制に有効であった。



高さ制御と同時に測位を行うことで、

- ・圃場の高低差マップ作成
- ・運土量の算出
- ・現在位置の指示
- ・作業経過の表示が可能



(レベラーソフトの作業画面)

図1 GPSレベラーによる均平作業

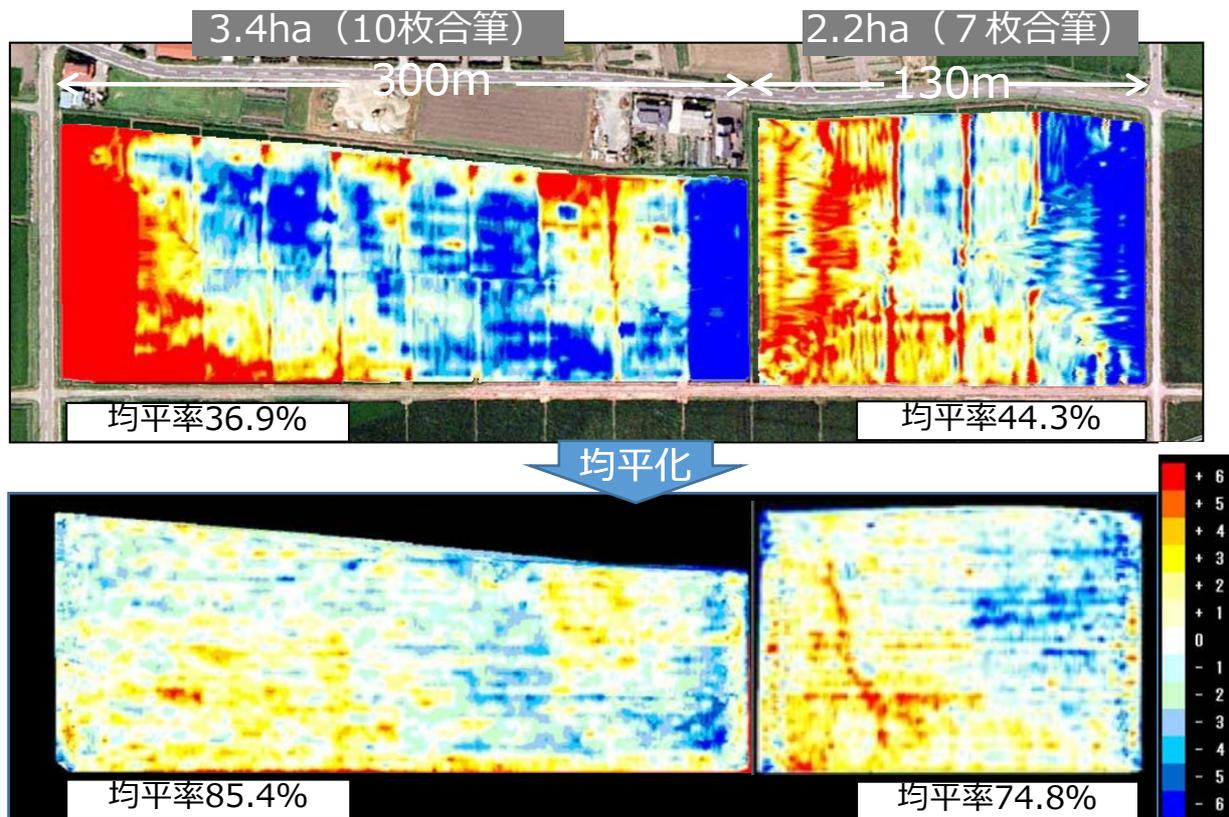


図2 大区画実証圃場の合筆・均平化

- ・30a圃場を営農的に合筆し大区画化、均平後に乾田直播水稻→小麦→大豆を作付け。
- ・大豆残渣は均平作業に支障がなく、2年3作体系では乾直前の耕起は簡易耕でよいため、均平作業の前工程を省力化できる。

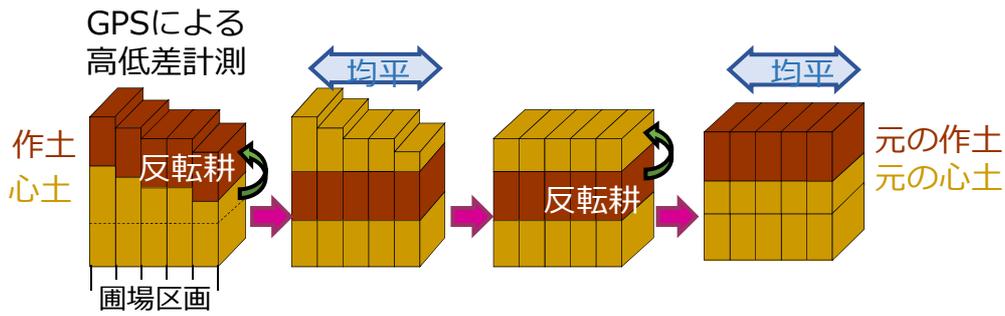


図3 GPSレベルを用いた反転均平工法の作業手順

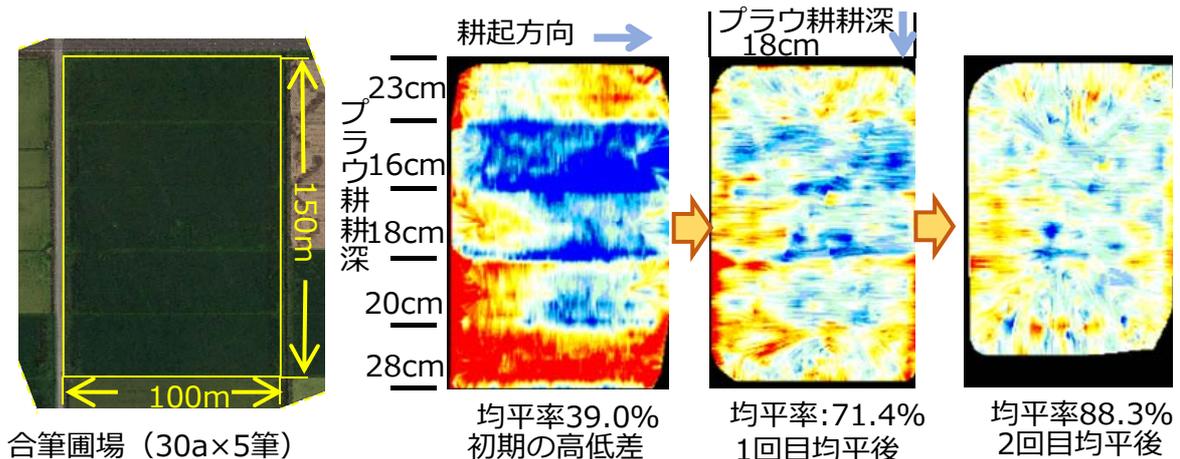


図4 GPSレベルを用いた反転均平工法による合筆圃場の高低差の変化

表 GPSレベルを用いた反転均平工法の使用作業機と作業時間

作業	作業機	作業内容	作業時間 (hr/ha)
畦畔破碎	ロータリー	畦畔を破碎し1筆にする	1.47
高低差計測	GPSレベル	圃場高低差を計測	0.57
反転耕	ボトムプラウ	作土層を同じ深さに埋没	0.85
砕土	ケンブリッジローラ	土塊を砕く	1.00
均平	GPSレベル	表面の心土を均平	2.68
反転耕	ボトムプラウ	作土層が表面に反転	1.63
砕土	ケンブリッジローラ	土塊を砕く	0.87
均平	GPSレベル	作土を均平する	1.38
合計			10.43

- ・GPSレベルを用いることで、作土層の維持を考慮した簡便な反転均平工法が可能であり、合筆後の地カムラを軽減
- ・営農機械を利用して生産者が自ら合筆することで、圃場の迅速な大区画化が可能

被災地への貢献、普及状況、生産コスト50%減への貢献

- 本技術は、乾田直播の拡大にともない、普及が期待できる。
- 被災地において、営農レベルでの圃場の大区画化に貢献できる。

開発・実証技術の導入条件と課題

- GPS基地局等の整備が必要

小課題名:GPSレベルを用いた水稻乾田直播における圃場の均平化技術の開発・実証

実施機関:農研機構東北農業研究センター、スガノ農機株式会社

担当者:齋藤秀文、大谷隆二、冠秀昭、齋藤保、増淵直之、川野浩一、下村 剛

問い合わせ先:電話:019-643-3535

成果名 : GPS運転支援装置の乾田直播作業体系での利用実証

開発・実証技術の目的と目標

- 生産費の低コスト化のために、作業の高速化により能率を高め、高精度化して種子、肥料、薬剤等の重散布や無散布を防ぐ。
- 測位衛星を用いた運転支援装置等の導入による作業精度の向上効果、運転時の省力効果を検証し最終的には非熟練オペレータが熟練者なみの作業精度で作業を可能にする。
- 複数種類のトラクタ作業で自動操舵による作業を実証する。
- 各作業時に速度2m/s以上、精度±10cm以下の作業を実証する。

開発・実証技術の概要

- 水稲乾田直播体系の中で、トラクタに測位衛星を利用したガイダンスシステム及び自動操舵装置を取り付け、サブソイラによる心土破碎、スタブルカルチによる耕起、パワーハローによる碎土、ケンブリッジローラによる鎮圧、ドリルシーダによる播種、ブロードキャストによる施肥の各作業を実施。
- 各作業とも2m/s以上での作業を実施。播種作業は3m/s以上でも±10cmでの作業が可能。
- 作業中のオペレータの負荷の軽減とともに作業の進捗状況が確認でき、正確で無駄のない作業が可能となる。また、目視によらないため、日没後でも作業が可能である。



図1 GPS運転支援装置

トラクタの屋根上へのGPSアンテナで位置を計測し、床に固定した姿勢センサで傾斜を補正するとともに進行方向のずれを検出する。ガイダンスモニタに作業経路を表示し、操舵モータ内蔵ステアリングで目標経路に沿って走行するよう操舵制御される。

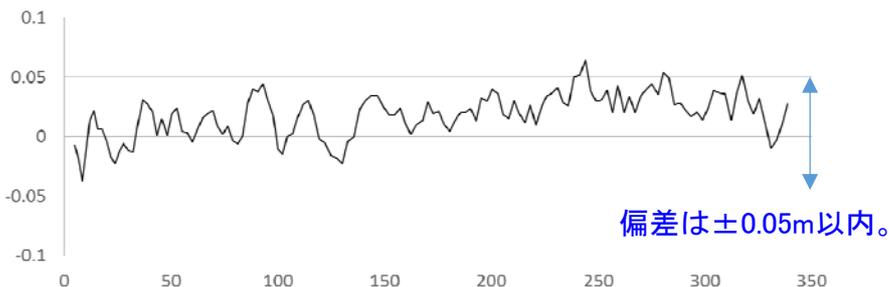


図3 自動操舵による播種作業時の目標経路からの偏差



図4 ガイダンスモニタの利用

複雑な形状のほ場での播種作業においても、モニタで既に作業を終えた部分と未作業の部分を確認しながら作業ができ、重複を最小にする作業が可能。

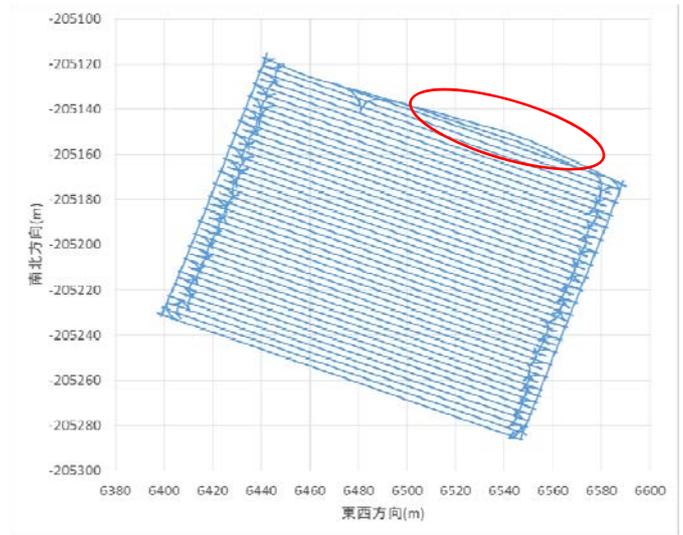


図5 自動操舵+ガイダンスモニタ利用による播種ほ場全面で高精度な作業が可能である。



図6 日没後の作業

目視によらないため、日没後の作業も可能。作業時間の拡大に貢献できる。

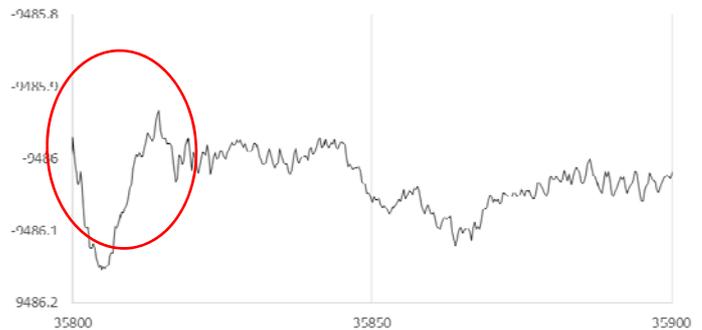


図7 手動から自動への切り替え

目標経路からの偏差と進行方位が一致していない状態で自動操舵を開始すると蛇行の原因となり、作業精度が低下する。自動への切り替え前に偏差、方位のずれを十分小さくしておく必要がある。

被災地への貢献、普及状況、生産コスト50%減への貢献

- 日没後の作業も可能となり、繁忙期の作業時間の拡大に貢献できる。規模拡大の際の省力化のためのツールとして役立つことが期待される。
- 農林水産省の「農林水産業におけるロボット技術開発実証事業」により普及が拡大中である。

開発・実証技術の導入条件と課題

- 直線作業の長い大区画ほ場での利用に向く。
- 特に播種作業では高精度な測位を行うことができるRTK-GPSが必須である。
- 旋回後の手動操舵から自動操舵へのスムーズな受け渡しに改善が必要である。

小課題名: 大区画水田における測位衛星等を用いた省力化及び高精度作業のための運転支援技術の開発・実証

実施機関: 農研機構中央農業総合研究センター、東北農業研究センター

担当者: 長坂善禎 齋藤秀文

問い合わせ先: 電話: 029-838-8815

成果名：津波被災農地の雑草の発生状況と被災後の管理対応

開発・実証技術の目的と目標

- 津波被災農地では、土砂や瓦礫の堆積、復旧工事にもなう大量の土壌の移出入により新たな雑草の侵入や、休耕による雑草繁茂が懸念される。そこで、被災後の復旧過程における雑草の発生状況を調査し、類型化する。
- 休耕期間や作付再開後における類型別の雑草管理上の対応を提案する。

開発・実証技術の概要

- 休耕期間が長期間にわたる場合、非選択性除草剤による畦畔を含めた全面散布処理を早期に実施することで雑草の発生を抑制し、埋土種子数を低減できることを明らかにした。
- 復旧工事による大規模な土壌攪乱が、雑草発生リスクの低減につながっていることを明らかにした。
- 被災の影響が小さく休耕期間が短い被災農地は、通常の水稲作およびダイズ作における慣行防除管理で雑草を防除できることを明らかにした。

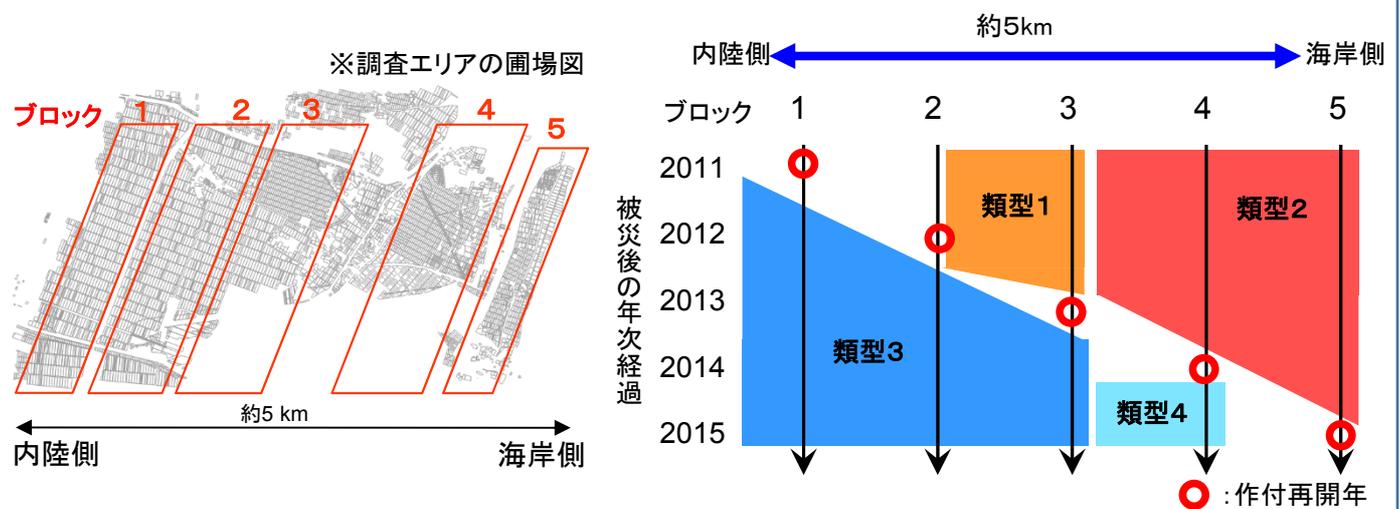


図1 被災後の復旧過程と雑草発生状況の類型化

類型1

植生状況	一年生草本が優占する植生
想定される雑草問題	難防除雑草ヒエ類の繁茂
対応	ヒエ対策として、非選択性除草剤(ラウンドアップ)の前面散布処理が、埋土種子数の低減や翌年の雑草発生の抑制に効果的



類型2

植生状況	海浜・湿性植生
想定される雑草問題	水稲の強害雑草コウキヤガラの繁茂
対応	コウキヤガラ対策として、6月までの非選択性除草剤(グリホサートカリウム塩48%)の散布が、翌年の萌芽を効果的に抑制

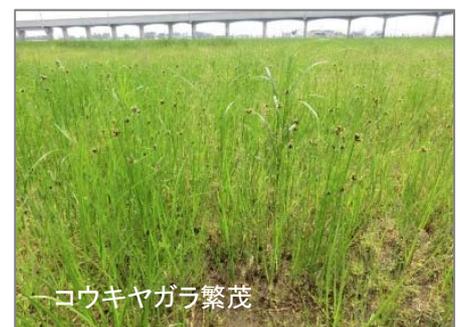


図2 休耕期間の雑草発生状況と対応

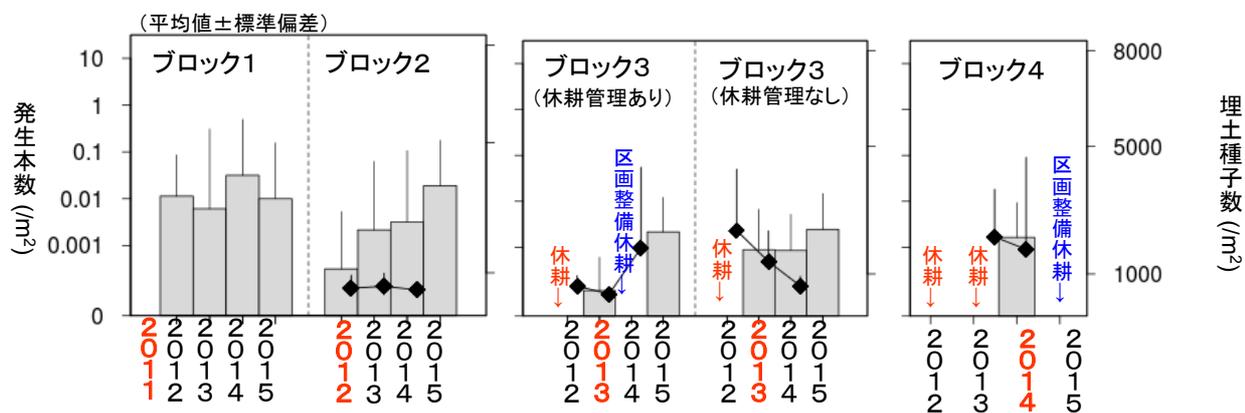


図3 作付再開後のヒエ類の発生状況と埋土種子数の経年推移

各図の横軸は調査年、赤文字は各ブロックの作付再開年を示す。棒グラフがヒエ類の発生本数、折れ線が埋土種子数を表す。作付再開時期のちがいでヒエ類の発生本数に大きな差は認められなかった。ヒエ類の発生本数および埋土種子数は、いずれの作付圃場でも、減収をまねく数(発生本数10~100本/m²、埋土種子数4000~8000粒/m²)には達していない。

※作付再開後、収量へ影響するヒエ類の発生は認められなかった

類型3	
植生状況	水稲作:ヒエ、クログワイ、カンガレイ、ホタルイ ダイズ作:オオイヌタデ、シロザ
想定される雑草問題	通常の作付管理下で発生する雑草種
対応	通常の水稲作およびダイズ作における慣行管理 によって雑草防除が可能
類型4	
植生状況	水稲作:ヒエ、クサネム
想定される雑草問題	休耕時のコウキヤガラ繁茂により、作付再開後の 多発リスクが高い。
対応	作付再開時のコウキヤガラ対策として、除草剤の 初期剤+中期剤による体系処理が有効



※体系処理後、収穫前圃場でのコウキヤガラ発生は確認されなかった

図4 作付再開後の雑草発生状況と対応

被災地への貢献、普及状況、生産コスト50%減への貢献

- 被災後、早期に除草剤散布などを行うことで、雑草の繁茂を低減できることを明らかにした。また、復旧工事による土壌攪乱が、雑草発生リスクを低減する効果を有することを明らかにした。
- 今後発生する可能性のある自然災害の被災農地に対して、雑草管理対策策定の参考になる。

開発・実証技術の導入条件と課題

- ダイズ単作圃場において難防除雑草アレチウリの圃場内における発生が認められた。その他のエリアでも内陸側の圃場畦畔においてアレチウリ、休耕期間の長いエリアでは強害草オオブタクサの発生が確認された。今後、このような強害雑草となる外来種の進入や拡散まん延防止の対策が必要である。

小課題名:被災水田の土壌理化学特性および雑草、病害虫発生の実態と早期再生技術の開発と実証

実施機関:農研機構中央農業総合研究センター

担当者:小林浩幸、西村愛子

問い合わせ先:電話 029-838-8514

課題名：被災水田の適正雑草管理技術の実証

開発・実証技術の目的と目標

○津波被災地域の水田では、津波の流入により難防除雑草の種子や塊茎の移動とともに復旧までの休耕期間に増殖し、水稻や大豆の作付再開後に多発して雑草害を及ぼすことが予想される。その対策として、復旧前の休耕田でのコウキヤガラの増殖抑制、作付再開水稻作でのコウキヤガラとクサネム、大豆作でのアレチウリの適正雑草管理技術を実証する。

開発・実証技術の概要

○復旧前の休耕田に発生したコウキヤガラに対して、無人ヘリコプターによる非選択性除草剤を5月末散布では地上部を枯死させ、塊茎生産抑制に高い効果が確認された。6月末散布では秋季までに地上部残草量に応じて塊茎が生産されるが、供試剤中のグリホサート系除草剤(ラウンドアップマックスロード、タッチダウンiQ)は翌年の7月までの萌芽抑制が確認された。

○復旧後初年目水稻作水田で、コウキヤガラにも除草効果が認められた一発剤と、無人ヘリ散布も可能な中期剤との体系処理による除草効果の有効性が確認された。

○復旧後水稻作水田で、クサネムに対してピラクロニルを主成分とする一発剤と中期剤の体系処理と漏水対策を組み合わせることで除草効果が確認された。その後残草した場合はノミニー液剤の茎葉処理散布を実施することにより、さらに高い除草効果を得られることが確認された。

○前年にアレチウリが蔓延してしまった復旧後大豆連作水田で、土壌処理剤(播種後散布)→「手取り除草」→茎葉塗布処理剤→「手取り除草」→中耕培土→「手取り除草」→中耕培土→(畦間・株間処理剤※)→「手取り除草」+茎葉塗布処理剤の総合防除体系によるアレチウリの除草効果の有効性が確認された。アレチウリの本葉が数枚程度の状態で複数回に分けて実施することで手取り除草時間を大幅に短縮できることが確認された。手取り除草を茎葉塗布剤処理前1回しか実施しない場合はアレチウリの蔓が大豆に巻きついて手取り除草に多くの時間が必要とされる。

◆復旧前休耕田のコウキヤガラ対策

無人ヘリコプターによる非選択性除草剤の散布

5月末散布→コウキヤガラの地上部の防除効果は高く、塊茎生産抑制を確認。

6月末散布→秋季までに地上部残草量に応じ塊茎が生産されたが、ラウンドアップマックスロード、タッチダウンiQは翌年の7月までの萌芽の抑制を確認。

※東日本大震災被災農地の復旧期間に限って無人ヘリ散布の登録が拡大されている。

◆復旧後水稻作付水田のコウキヤガラ対策

効果が認められた一発剤 (いずれか1剤)

①ナギナタジャンボ, ②メガゼータジャンボ, ③銀河ジャンボ



無人ヘリコプターで散布可能な効果が認められた中期剤
オシオキMX1キ口粒剤



水稻作
難防除雑草
コウキヤガラ

◆復旧後水稲作付水田のクサネム対策



水稲作
難防除雑草
クサネム

効果が認められた一発剤と中期剤の組み合わせ
(いずれか1体系)

- ① ピラクロフロアブル → ピラクロエースフロアブル
 - ② ピラクロエースフロアブル → ピラクロフロアブル
- 主成分ピラクロンは漏水対策を実施することで効果が認められた。



クサネムの残草状況によりノミニー液剤を散布

◆復旧後大豆作付水田のアレチウリ対策



大豆作
難防除雑草
アレチウリ

アレチウリの蔓が大豆に巻きついてしまうと発生本数も多く1回の除草時間に4人で10a当たり6.6時間(6.6時間/10a・4人×1回)

手取り除草時間の短縮

アレチウリの発生本数が少なく本葉が数枚程度の状態で3回除草すると3人で10a当たり0.6時間(0.2時間/10a・3人×3回)

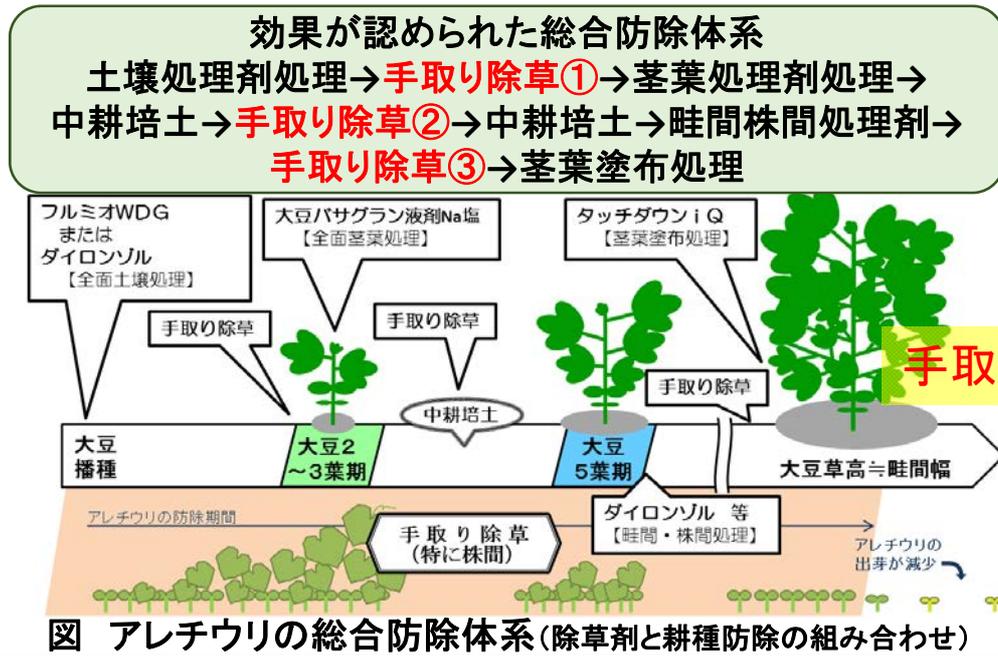


図 アレチウリの総合防除体系(除草剤と耕種防除の組み合わせ)

被災地への貢献、普及状況、生産コスト50%減への貢献

○復旧後の津波被災水田での適正雑草管理技術は蔓延が予想されたコウキヤガラ、クサネム、アレチウリの難防除雑草の防除に効果を発揮し、被災地の復興に貢献した。実証試験地に導入されたばかりでなく、他の津波被災地域及び内陸部にも拡大するなど、今後の普及拡大も期待できる。

開発・実証技術の導入条件と課題

- 復旧前の休耕田に発生したコウキヤガラに対して無人ヘリコプターによる非選択性除草剤散布は、東日本大震災被災農地の復旧期間に限って登録が拡大されている。
- コウキヤガラに対する除草対策は、一発剤と中期剤との体系処理により実施する。
- クサネムに対する除草対策は、水田の漏水対策とピラクロニルを主成分とする一発剤と中期剤の体系処理により実施する(主成分ピラクロンは漏水対策を実施することで効果が認められた)。その後のクサネムの残草状況によりノミニー液剤を茎葉散布を実施することにより、さらに高い除草効果が得られる。
- アレチウリの除草体系の中で「手取り除草」はアレチウリの本葉が数枚程度の状態で茎葉処理剤散布前と中耕培土前、茎葉塗布剤処理前の複数回に分けて実施する。

小課題名:被災水田の適正雑草管理技術の実証

実施機関:宮城県古川農業試験場 水田利用部

担当者:阿部定浩, 大川茂範, 北川誉紘, 石橋まゆ, 高橋智恵子, 安藤慎一郎, 内海翔太, 阿部脩平, 三上綾子

問い合わせ先:電話:0229-26-5106

成果名：人工衛星を活用した被災地水田の地力把握の検証

開発・実証技術の目的と目標

- 津波被災地域の除塩後ほ場では、被災前に比べて水田土壌の理化学性の変化や悪化が懸念されている。そこで、農地の早期機能回復に向け、生産性阻害につながる土壌要因を理化学性、地力等の特徴から類型化し、雑草・病害虫発生リスクとの統合化を図る。
- 広域的な土壌の実態把握のために人工衛星を活用し、地力・肥沃性から土壌を類型化する。

開発・実証技術の概要

- 被災地の広域的な水田情報を収集するために、人工衛星の活用を実証した。
- 広域的な土壌の類型化のために、表土の土壌腐植含量情報と下層土に起因する生育増加量を組み合わせた地力・肥沃性評価を検証した。

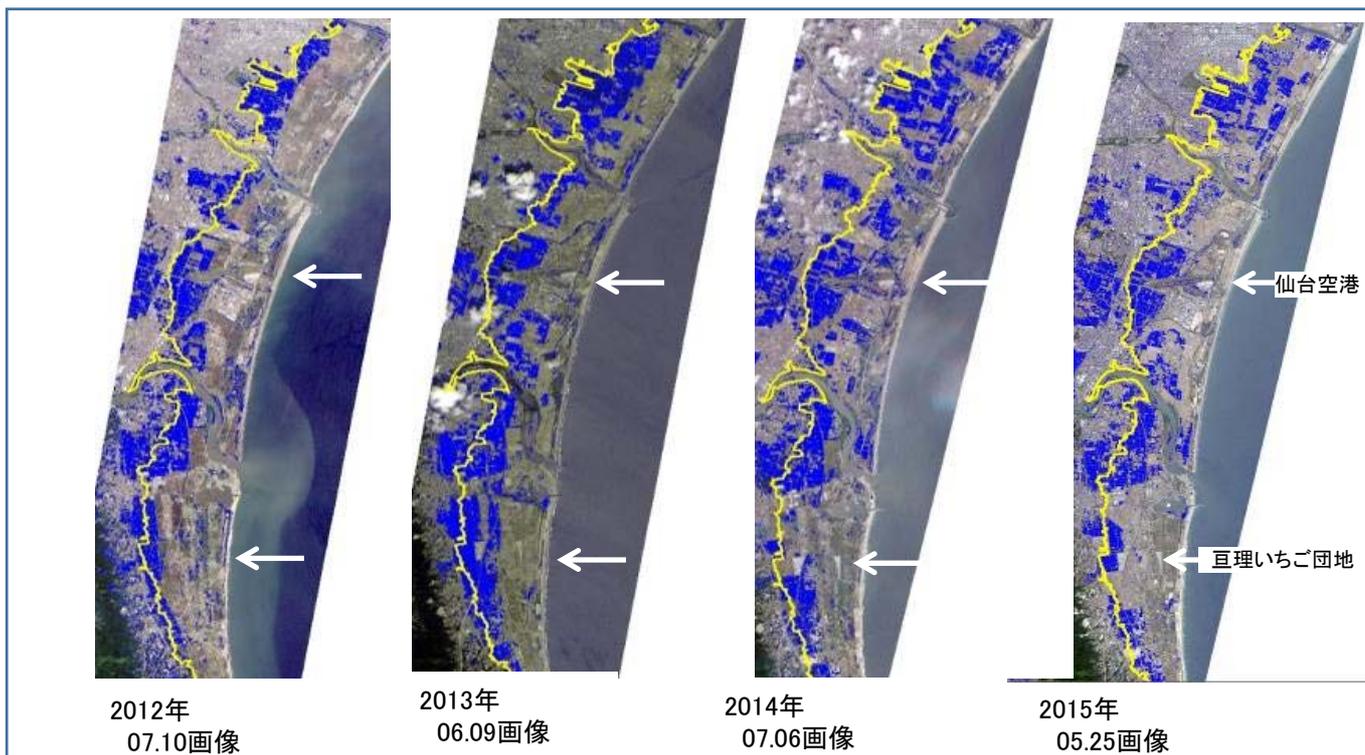
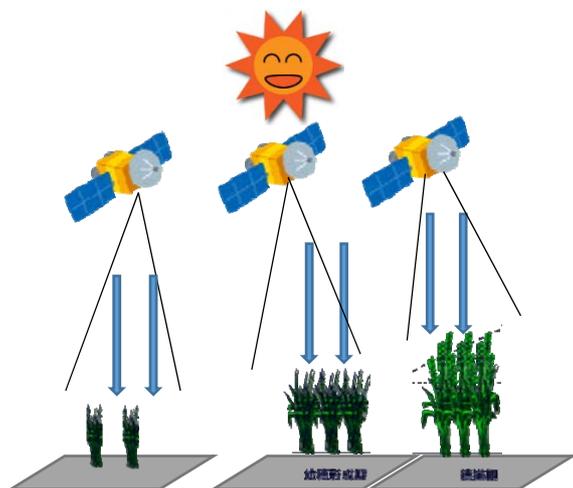


図1 光学人工衛星(Rapid eye)の画像解析からみた沿岸部の水田作付状況の推移

※青色で水田を表示、黄色線は津波到達ライン

衛星画像から、沿岸部の水田作付状況の推移をとらえることができ、復旧・復興状況を視覚的に把握し記録に残すことができる。



- 表土の地力・肥沃性(5月末～6月初)
田面からの赤色反射率が少ないほど
→ 肥沃性 大
- 下層土の地力・肥沃性(7～8月)
幼形期から穂揃期にかけて吸収する窒素は土壌由来が大部分
→生育増加量が多い →作土・下層土の肥沃性が高い
近赤外域反射率が増大→肥沃性 大



ブロックごとの土壌窒素発現量、陽イオン交換容量(復旧1年目の分析値)

復旧年次	調査点数	作土土壌窒素無機化量		陽イオン交換容量 (me/100g乾土)
		30°C4w (NH4-N mg/100g乾土)	30°C8w (mg/100g乾土)	
ブロック2 2012年	5点	7.4 (2.2)	13.6 (3.6)	37.2 (3.2)
ブロック3 2013年	4点	4.8 (1.5)	7.0 (2.0)	28.7 (10.2)
ブロック4 2014年	6点	2.0 (0.8)	3.1 (1.7)	9.6 (2.8)

※()は標準偏差

図2 名取市耕谷周辺の水田土壌腐植含量分布図(2014年)

耕作再開時のブロック間の土壌窒素発現量は、土壌腐植含量の分布傾向と一致する。

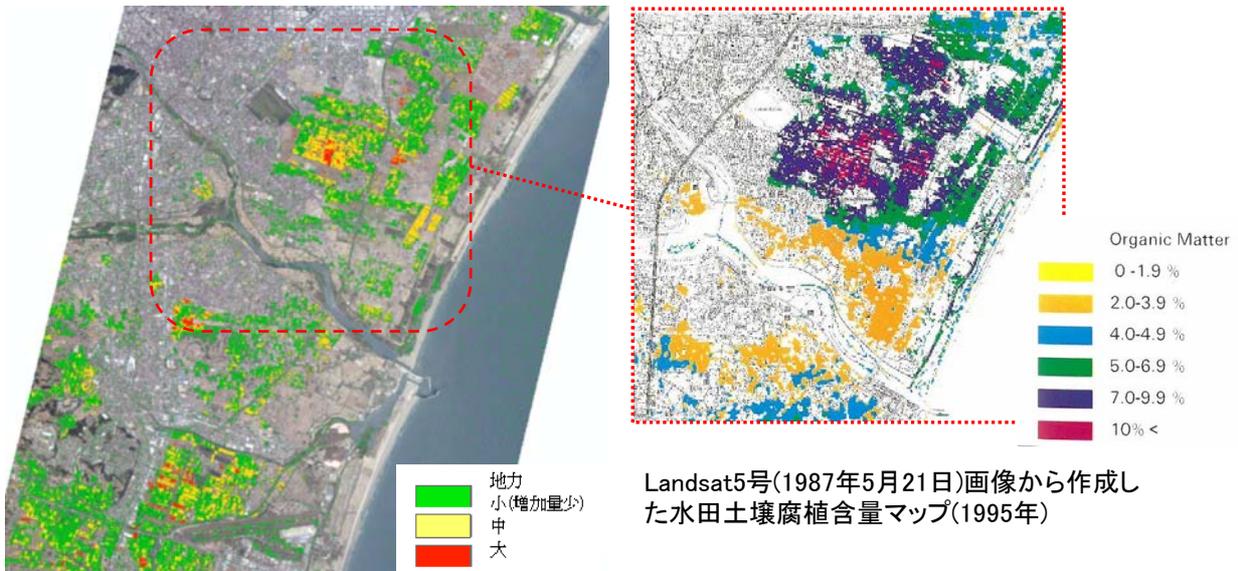


図3 二時期の衛星画像の近赤外域放射輝度値の差分から稲の生育増加量(7.15~8.2)を評価して作成した地力マップ(2015年)と土壌腐植含量の関係

Landsat衛星データで土壌腐植が多いと判定された地点は、生育増加量から判定した地力と一致し、現在でも「地力大」と評価される。

被災地への貢献、普及状況、生産コスト50%減への貢献

- 本技術は、県全域にも拡大でき、今後の普及拡大が期待できる。
- 被災地の水田実態の情報を提供することで被災地の復興に貢献した。

開発・実証技術の導入条件と課題

- 表土の土壌腐植含量マップ作成のためには、代かき水田で水稻が小さい5月末頃の画像の解析が適する。
- 下層土の肥沃性には、水稻の幼穂形成期頃と穂揃期頃の2画像から生育増加量を解析する必要がある。

小課題名:被災水田の土壌理化学性および雑草、病害虫発生の実態と早期再生技術の開発・実証

実施機関:宮城県古川農業試験場 土壌肥料部

担当者:佐々木次郎、阿部倫則、小山かがみ、今野智寛、熊谷千冬、佐藤一良

問い合わせ先:電話:0229-26-5107

成果名：津波被災水田における病害虫発生の実態とリスク評価

開発・実証技術の目的と目標

○津波被災地域では、被災前と比べて水田土壌の理化学性の変化や休耕地における雑草の繁茂による植生の変化が生じている。このような環境要因がイネ病害虫の発生に与える影響を明らかにし、病害虫による被害リスク低減を図るための栽培管理や土地利用の手法を提案する。

○被災地域における、斑点米カメムシ類の発生状況について明らかにし、被害リスクの評価を行う。

○穂いもちの潜在的発生リスクの広域的な評価法を確立し、防除指導に活用する。

開発・実証技術の概要

○被災地域での斑点米カメムシ類の防除について、従来通りのカメムシ対策である水田内雑草の防除を行うことで、斑点米被害を抑えることができる。しかしほ場周辺に休耕地が存在する地域では適切な除草を行っても、斑点米被害が発生する場合がある。

○こうした地域について、ほ場から半径300m圏内の休耕地面積(あるいは割合)を算出することで、斑点米被害が発生するリスクを推定することが可能となった。

○被災地域の穂いもち発生リスク推定マップを作成した。これにより、当該地域の穂いもち発生リスクを広域かつ簡易に把握することが可能となった。

1 周辺土地利用状況を用いた斑点米被害リスクの評価

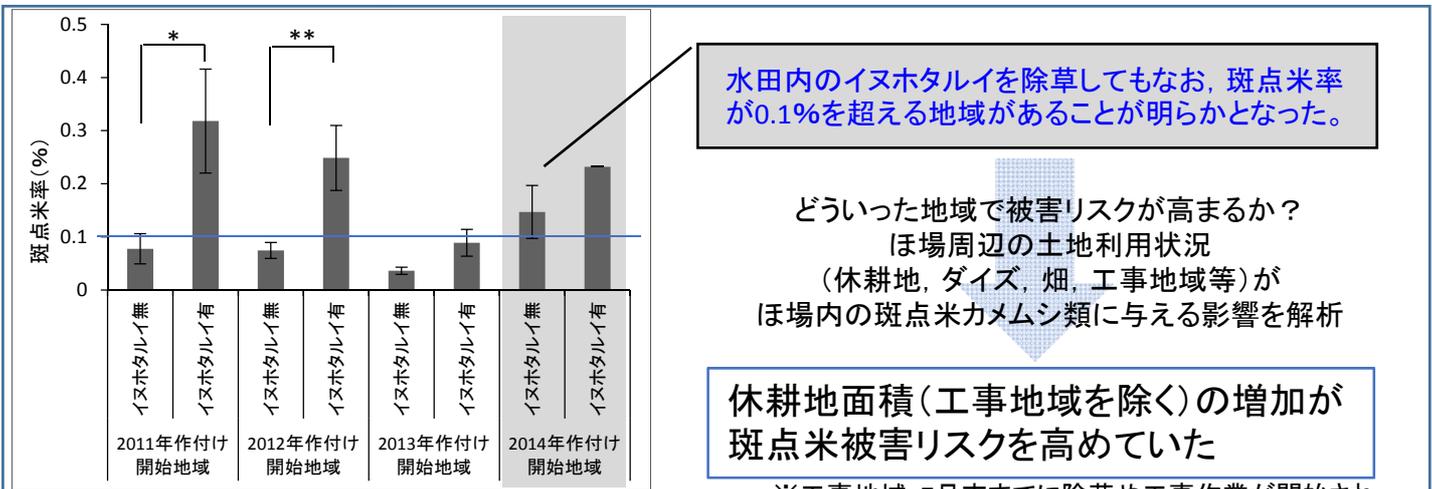
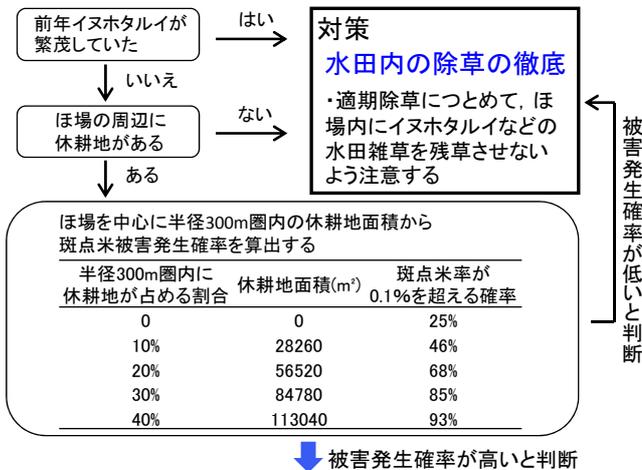


図1 作付け開始地域別の水田内におけるイヌホタルイ残草の有無と斑点米率の関係(2012～2014年)

注1) 図中のバーは平均値±標準誤差

注2) Wilcoxonの順位和検定 *: 5%水準で有意, **: 1%水準で有意



被害発生確率が高いと判断

対策 休耕地内の除草, 出穂期以降の防除など

- ・水田周辺の休耕地で雑草が繁茂するとカメムシの増殖源となるため、水田内雑草を適切に除草しても、被害が発生する恐れがある
- ・休耕地の除草を行うことで、カメムシの増殖源を減らす
- ・休耕地の除草が難しい場合は、出穂期以降にカメムシ類防除を行う、色彩選別を行う等の対策をとる

図2 被害リスク推定と対策のためのフローチャート

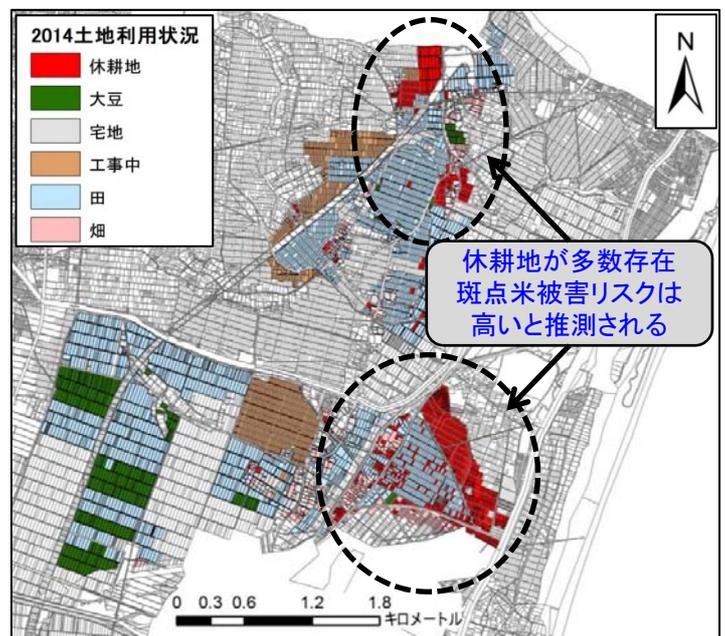


図3 名取市耕谷における土地利用状況(2014年)

2 穂もち発生リスクの広域推定

→ 幼穂形成期の衛星画像を利用し、出穂前に穂もち発生リスクを評価した。

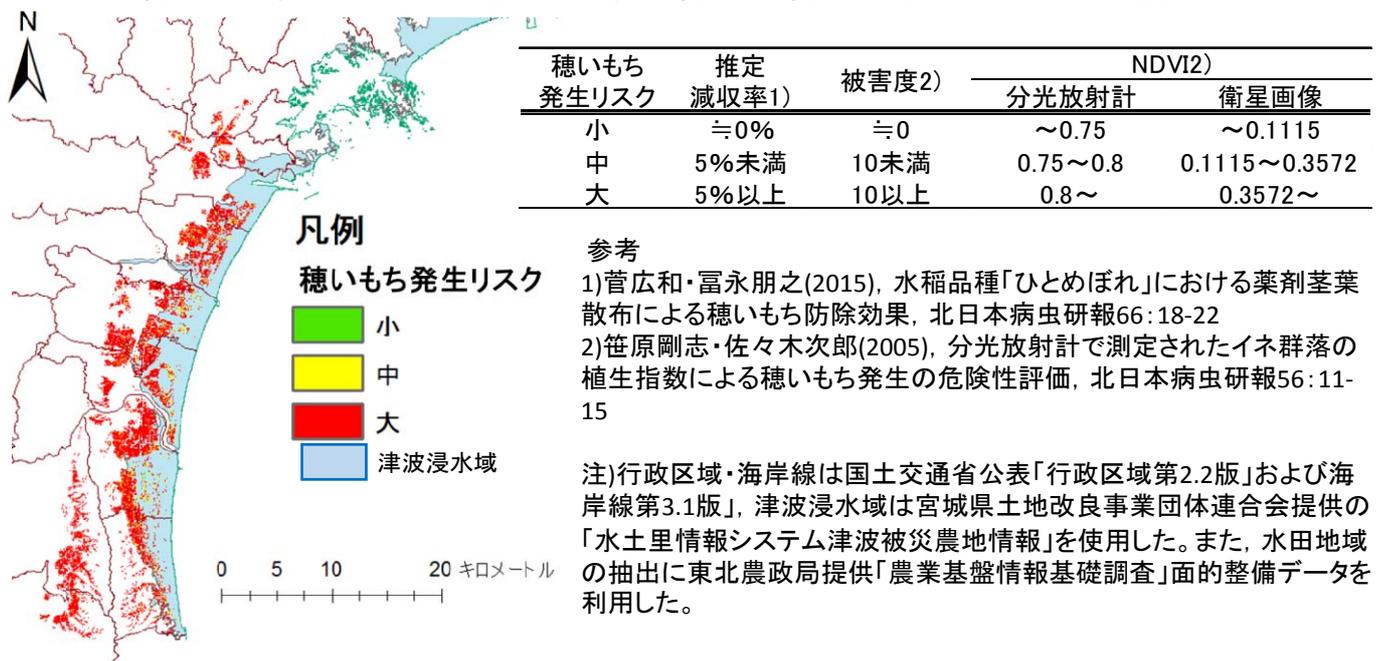


図4 7月上旬(幼穂形成期)の衛星画像を利用した穂もち発生リスクの広域推定

幼穂形成期の正規化植生指数(NDVI)を利用し、現地ほ場での実測値と衛星画像による計算値の直線回帰式から、現地実測値を広域に推定した。

→NDVIから予測される被害度により減収率を推定し、**リスクを3段階に評価**した。

調査地域では被災程度が大きくなることによるリスクの増加は見られなかったものの、穂もち発生リスクが大きい地域が多かった。

○技術の利用例：予察情報等と組み合わせた利用

- ・大部分のほ場で穂もちの発生リスクは高いと考えられ、予防防除を徹底する。
- ・気象条件や病害虫発生予報もあわせて考慮しながら追加防除を実施する。

被災地への貢献、普及状況、生産コスト50%減への貢献

○これまで被災地域における斑点米被害の発生リスクや、そのリスクを高める環境要因は不明であった。また穂もち発生リスクや、その被災程度による違いも不明であったが本技術により簡易なリスク評価が可能となり、被災地の防除計画立案に貢献するものと考えられる。

○衛星画像による穂もち発生リスクマップは被災地以外の水稻作付け地域についても適用が可能である。

開発・実証技術の導入条件と課題

○斑点米被害のリスクを高める要因として工事地域を除いた休耕地を指標としたが、実際にリスクを高めるのはこうした休耕地に繁茂する雑草であるため、休耕地以外にも雑草が発生するような場所は被害リスクを高める要因となる。

○衛星画像を利用した穂もち発生リスクの広域評価は、気象予報や発生予察情報も参考にしながら防除計画の立案の参考とする。

小課題名：津波被災水田の土壌理化学性および雑草、病害虫発生の実態と早期再生技術の開発・実証

実施機関：宮城県古川農業試験場，農研機構中央農業総合研究センター

担当者：大江高穂，櫻田史彦，佐藤直紀，大川茂範，加進丈二，阿部定浩，鈴木智貴，相花絵里，宮野法近，大槻恵太，横堀亜弥

問い合わせ先：電話：0229-26-5108

成果名：津波被災水田の転作大豆における塩害抑制技術

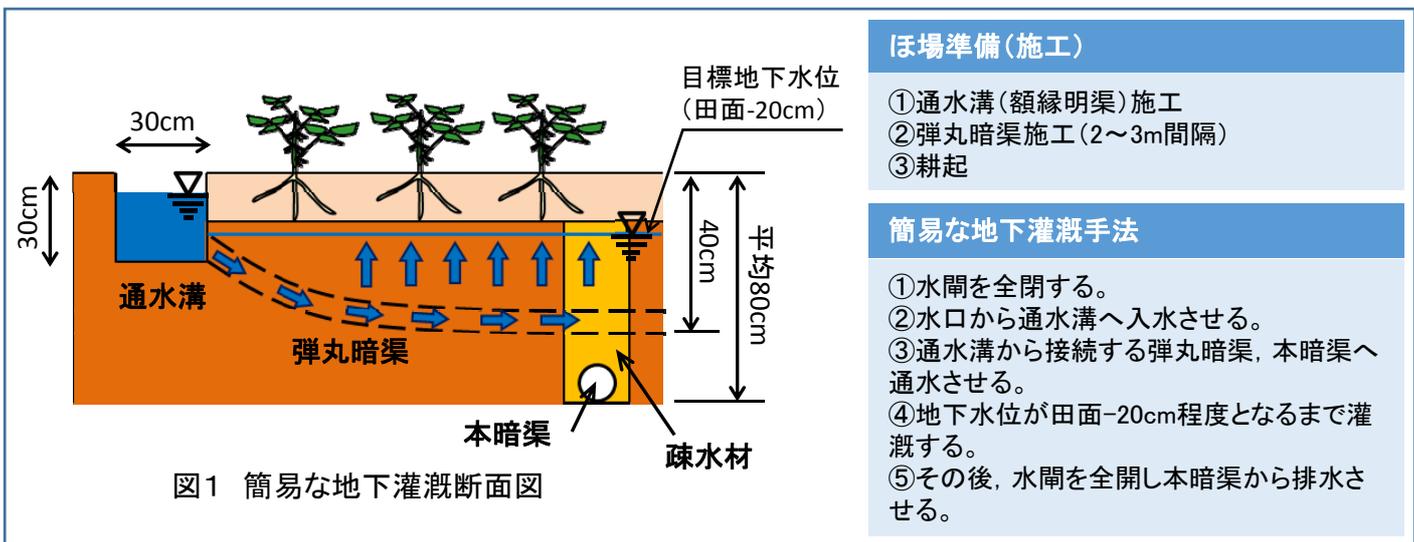
開発・実証技術の目的と目標

- 除塩完了後の津波被災水田の大豆作付け時の、土壌塩分移動特性を明確にする。
- 除塩済み大豆作付けほ場において、営農レベルで実施可能な簡易な地下灌漑を行い、下層塩分を排除し、塩分上昇回避技術を実証する。
- 大豆の塩害が発生したほ場において、排水改良を行い、除塩と大豆塩害抑制効果を実証する。
- 津波被災水田の汎用化水田としての早期営農再開と、大豆作付け可能となるほ場面積の拡大を図る。

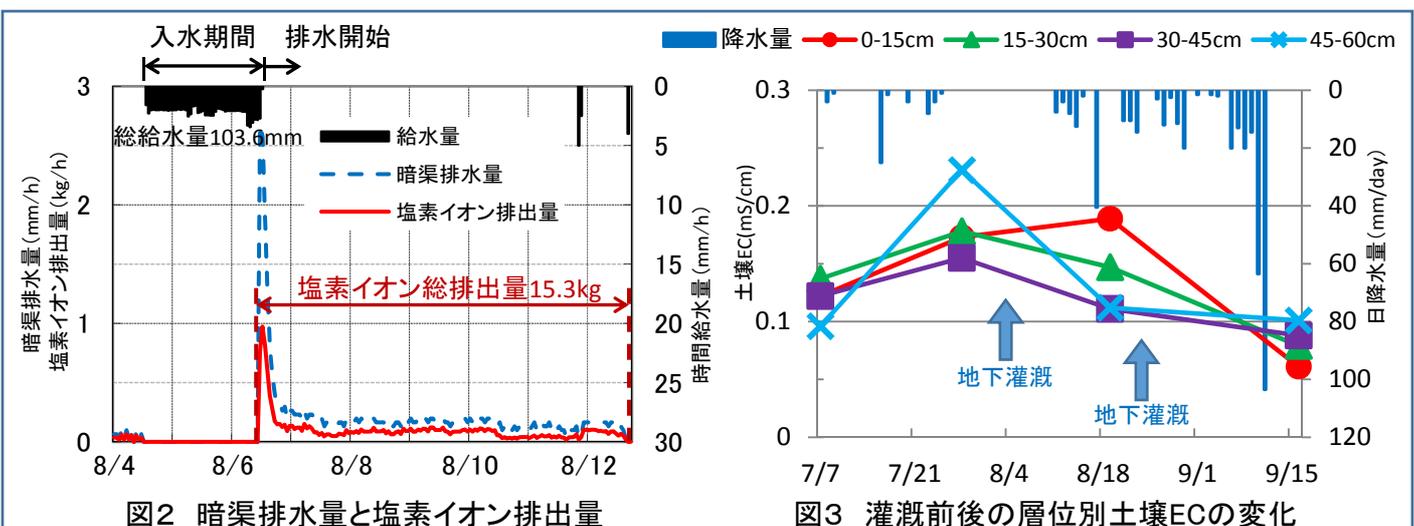
開発・実証技術の概要

- 津波被災水田の転作大豆作付けの場合、5月や7月～8月の少雨乾燥時期に、土壌塩分が上昇する傾向がある。
- 少雨乾燥時期に簡易な地下灌漑を行うことで、排水とともに塩分が排出され、田面-15cm～-60cmの除塩効果を実証した。
- 土壌塩分が上昇し大豆の塩害が発生したほ場に、本暗渠を1本/筆、田面-50cmの深さで施工した結果、降雨や灌漑による除塩が促進され、次年度大豆作付け可能となることを実証した。
- 簡易な地下灌漑を行うための、現地ほ場の適用条件を明らかにした。

1. 簡易な地下灌漑の実施方法



2. 塩分の排出と除塩効果



○簡易な地下灌漑により、30aのほ場に103.6mm給水し、15.3kgの塩素イオンが排出された(図2)。
 ○入水前の7月下旬まで土壌ECは全層で上昇したが、簡易な地下灌漑により、田面-15cm～-60cmの土壌ECが低下し、除塩の効果が見られた(図3)。

3. 簡易な灌漑技術の適用条件と大豆塩害抑制効果

津波被災水田の転作大豆作付け時に、大豆塩害抑制、予防対策のため、簡易な地下灌漑を実施する

現地試験結果から適用条件の明確化

現地試験結果

簡易な地下灌漑可能

簡易な地下灌漑不可

調査項目	名取市耕谷 黒泥土壌区		山元町高瀬 グライ土壌区 泥炭土壌区		
	試験区1	試験区2	試験区1	試験区1	試験区2
平均地下水位(m)	-60.1	-60.9	-20.3	-19.4	-23.7
現場透水性(lb)	104.08	134.49	0.59	0.04	0.05
貫入抵抗値(MPa)	1.0	1.3	2.1	2.0	2.1

注1) 平均地下水位は、8月の平均値を示す。
注2) 現場透水性は、シリンダーインテークレート試験によるベーシックインテークレートlb(mm/h)を示す。
注3) 山元町高瀬の現場透水性は、試験を2015年水稲作付け後に実施したため、参考値扱いとする。
注4) 貫入抵抗値は、田面-60cmまでの最大値を示す。

適用条件

条件	診断項目	指標	診断方法
①常時地下水位が低い	平均地下水位(m)	田面-50cm～-60cm程度	地下水位観測孔の設置
②本暗渠がある	基盤整備の有無	本暗渠の有無	水閘の有無、土地改良区聞き取り
③ほ場の排水性がよい	現場透水性(lb)	ベーシックインテークレートlb=100mm/h以上	シリンダーインテークレート試験
④耕盤の形成なし	貫入抵抗値(MPa)	貫入抵抗値1.5MPa未満	貫入式硬度計による調査

条件に合致しない場合

条件に合致する場合

①4月時点でほ場に作物がない場合
(復旧初年目や前年水稲作付けの場合等)

ほ場準備(施工)

→4月下旬までに通水溝、弾丸暗渠を施工し耕起する。

簡易な地下灌漑

→5月及び8月の少雨乾燥時期に入水させる。

②4月時点でほ場に作物がある場合
(前年麦作付けの場合等)

ほ場準備(施工)

→大豆播種前(6月)までに通水溝、弾丸暗渠を施工し耕起する。

簡易な地下灌漑

→8月の少雨乾燥時期に入水させる。

- ①地下水位が高い
- ②本暗渠がない
- ③ほ場の排水性が悪い

=排水対策

- ④耕盤の形成あり=耕盤対策

→サブソイラによる心土破碎
(施工時期:春先の大豆播種前まで)

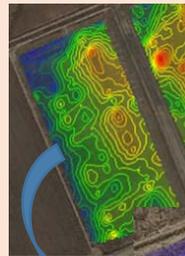
→本暗渠を1本/筆、田面-50cmの深さで施工する。
(もみ殻を田面-15cm程度まで埋設する)

大豆生育状況
(対策前:山元町高瀬2013年7月)



暗渠施工器による本暗渠施工状況

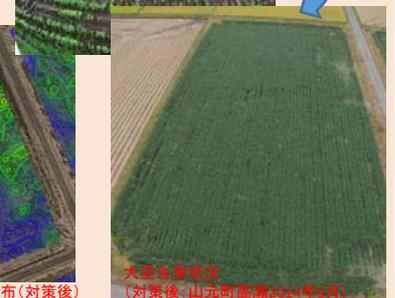
土壌塩分の平面分布(対策前)



青色=塩分濃度が低い

塩害と湿害により、大豆が枯死し収穫できなかったほ場は、排水対策により、次年度大豆作付けが可能となり、塩害も見られない。

土壌塩分の平面分布(対策後)



大豆生育状況
(対策後:山元町高瀬2014年11月)

被災地への貢献、普及状況、生産コスト50%減への貢献

- 簡易な地下灌漑技術は、被災程度が大きく塩分上昇リスクが大きいほ場など、今後本格的に営農再開する地域での普及拡大が期待できる。
- 被災地では、今後汎用化水田としての農地の復旧・復興を目指しており、大豆転作時の塩害の予防対策技術としても期待できる。
- 大豆が枯死したほ場に本暗渠を新たに施工し、その後の降雨や地下灌漑により除塩が促進し、大豆塩害が回避され被災地の復興に貢献した。

開発・実証技術の導入条件と課題

- 本技術は、排水良好で耕盤層が見られないほ場条件が必要であり、必要により排水改良、心土破碎を事前に実施する。
- 2016年以降、被災程度が大きいエリアでの転作大豆作付けが多くなるものと考えられ、本技術の導入にむけさらに検証が必要である。

小課題名:下層塩分上昇リスク軽減技術ほ開発・実証

実施機関:宮城県古川農業試験場

担当者:平直人、鈴木辰也、鈴木和裕、鈴木桂輝、星信幸

問い合わせ先:電話:0229-26-5107

成果名：広畝成形播種方式による低コスト3年4作体系の開発・実証

開発・実証技術の目的と目標

○東日本大震災から復興し、水田を中心とした食料生産地域を早期再生に貢献するために、県北部で5年間実証し普及に移す技術とした広畝成形播種による2年3作体系をベースに低コスト水田農業の実証研究を展開する。

○低コスト化戦略として、現行区画にも対応した逆転ロータリ利用の広畝成形播種方式を乾田直播水稻、麦類、大豆に導入し効率的な作物切替技術と、土壌物理性改善効果を期待した乳苗・疎植による低コスト移植水稻による3年4作水田輪作体系で、生産コスト50%(震災前2010年東北平均比)削減する。

開発・実証技術の概要

○広畝成形播種方式による2012～2015年の平均収量は、水稻乾田直播(まなむすめ)において、442kg/10a、小麦(あおばの恋)で320kg/10a、大麦(シュンライ)で、430kg/10a、晩播狭畦大豆(あきみやび)で、212kg/10a、晩播慣行大豆(ミヤギシロメ)では、204kg/10aで、これは宮城県県平均の80%(対移植水稻)、133%(麦類)、125%(大豆)を実証した。

○生産法人の経営に即した、大豆あと「みやこがねもち」乾直を実証した(320kg/10a, 2015)。

○土壌物理性改善効果を期待した乳苗・疎植による水稻移植を導入した3年4作体系を実証した。

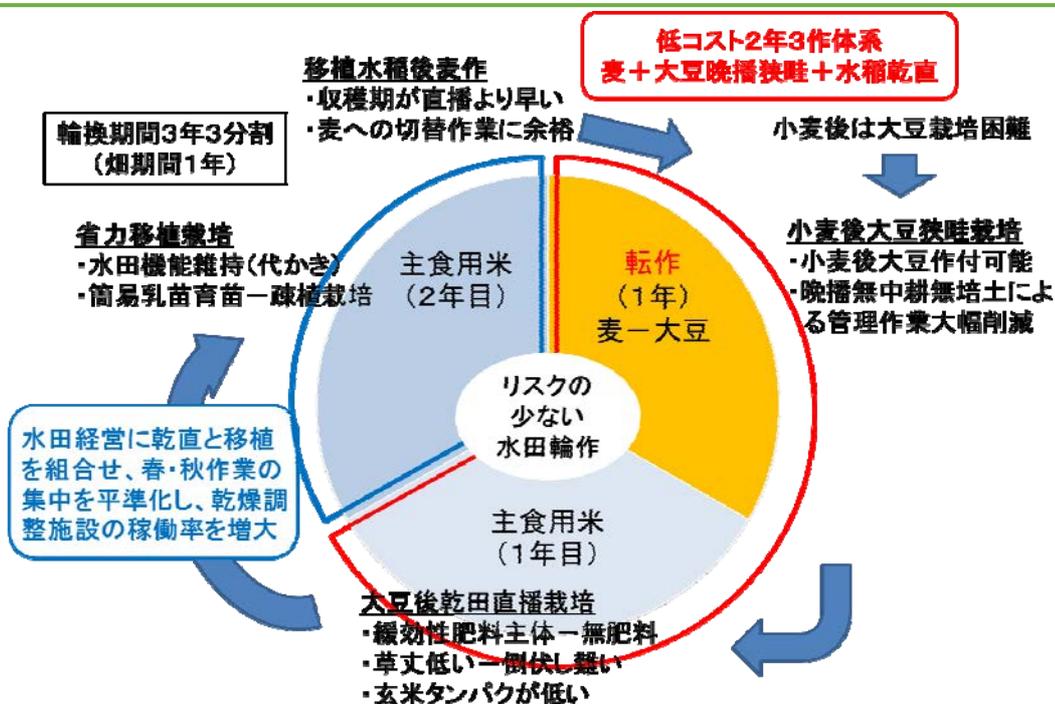


図1 大規模経営を可能にする「3年4作体系」

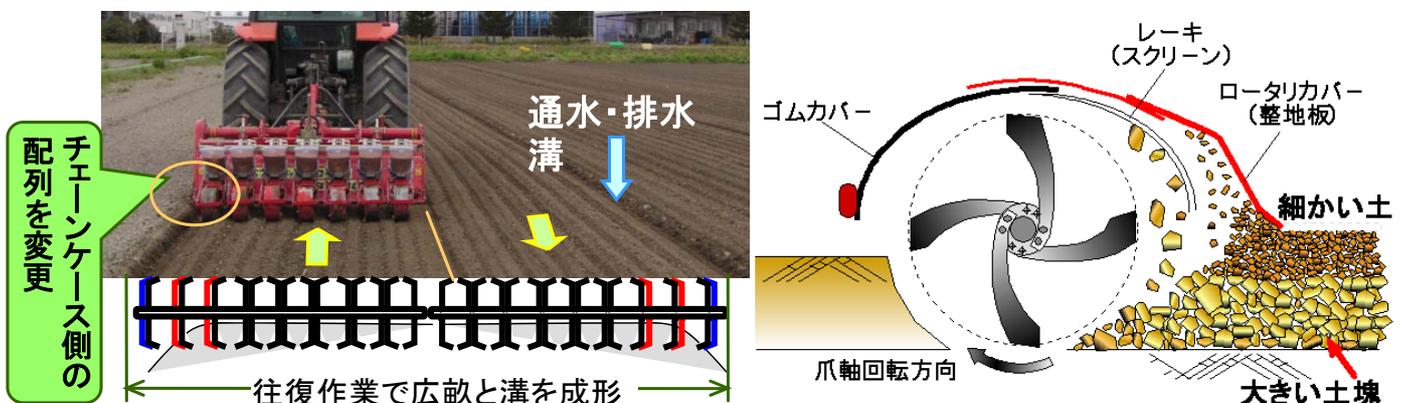


図2 広畝成形播種方式

アップカッターロータリの片側(チェーンケース側)の爪配列の変更によって安定した溝をつくり、往復の作業工程で広畦ベッド(ロータリ幅による平畦の2倍幅)を成形しながら播種を行う方式。

補助暗渠との組み合わせによる地下水位管理など、作物の安定生産のため土壌水分のコントロールを可能にすることを目的として開発した。



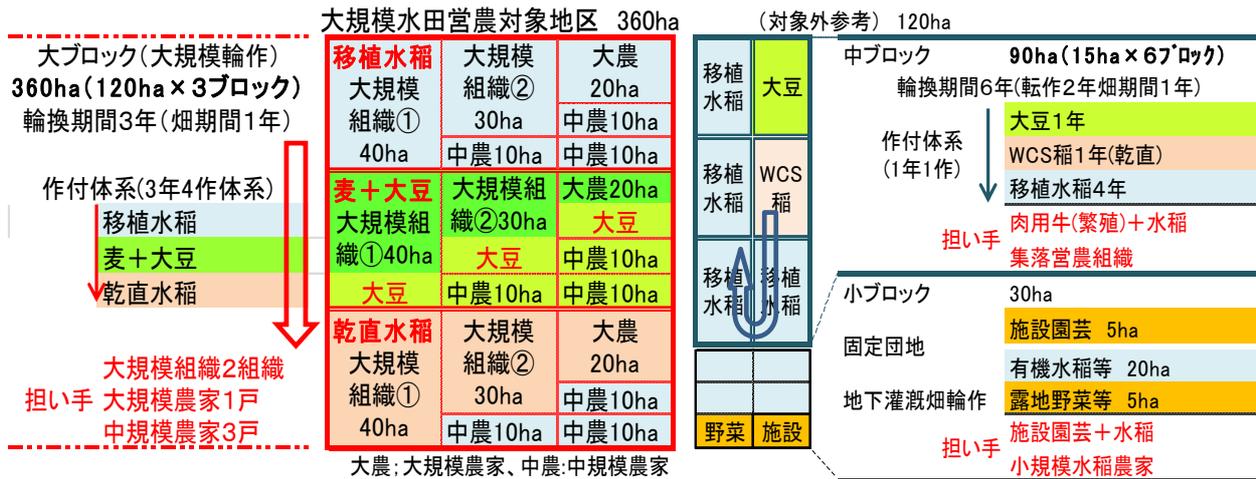
図3 作物切替技術の体系化

- (普通型コンバイン+フレールモア+逆転ロータリ)
- ・作物残渣や雑草の完全鋤込み可能
 - ・切替の効率化により適期播種
 - ・有機物施用による土づくりも図られる。



図4 現地事例(2工程播種)

逆転ロータリ整地作業後に高速播種作業。



営農補完エリア 80ha/集落×6集落...480ha → 大規模担い手集積率75% 360ha
 輪作作業体系 3年4作:「標準移植水稻」→「小麦+晩播狭畦大豆」→「乾田直播水稻」

大規模水田営農経営体モデル

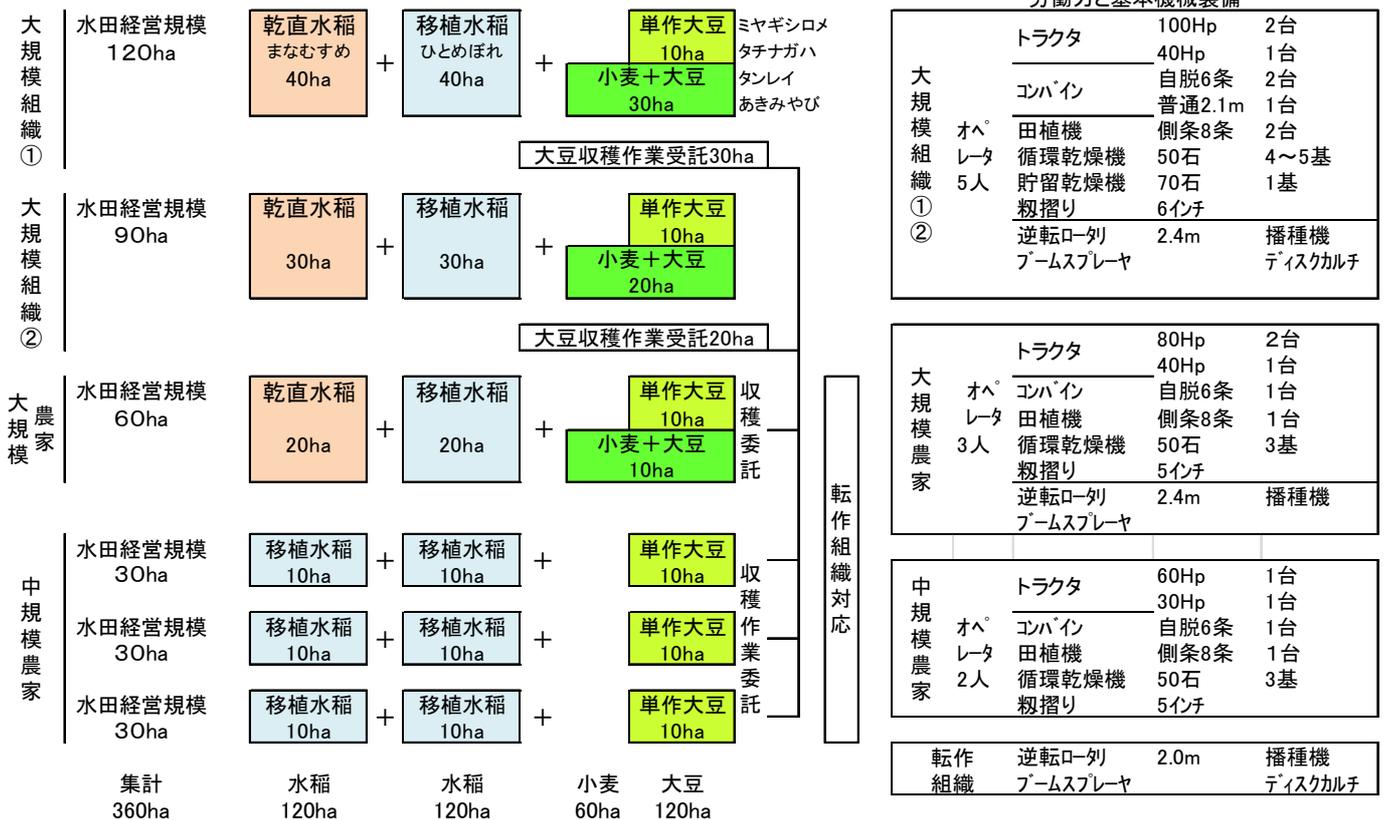
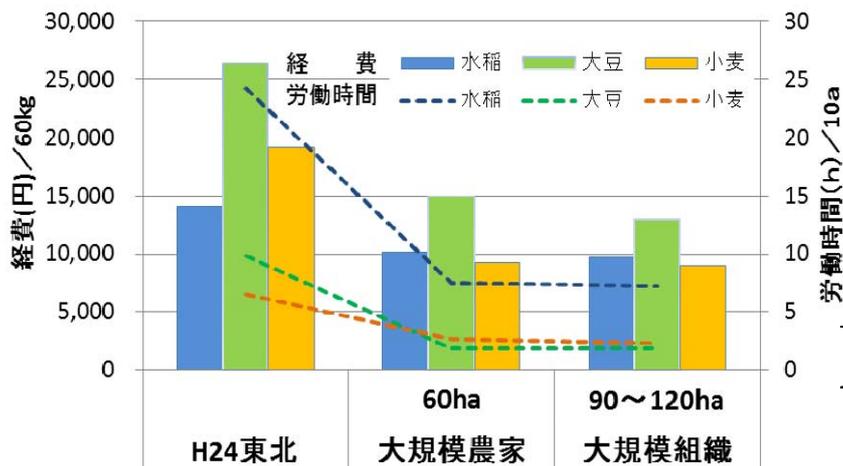


図5 技術導入想定モデル

参考資料「低コスト大規模水田営農の手引き」平成26年3月印刷発行 宮城農園研・宮城古試

大規模営農モデルは、現在の宮城県内での水田利用状況を踏まえ、大規模経営体の成立に必要な水田利用システムや作付体系を明確にし、県内の代表的な土地利用型作物の水稻・麦類・大豆による営農モデルとして作成した。

(簡易乳苗育苗疎植栽培についての経営指標は現在検討中のため、本営農モデルには反映されていない。)



部 門	60kg経費	労働時間 / 10a
水稲(移植+乾直)	3割減	7割減
大豆(単作+麦後)	5割減	8割減
小 麦	5割減	6割減

図6 経営規模別経費試算モデル

表1 広畝成形播種機で使用する「TDR型目皿播種機」による播種量の目安表

大豆株間(8穴2粒) (単位:cm)	種子	目皿	スプロケットの組合せと点播間隔(cm)											
			目皿側	9	10	10	11	10	11	11	13	13	14	14
			車輪側	14	14	13	13	11	11	10	11	10	10	9
大豆株間(8穴2粒) (単位:cm)			8穴	11	13	14	15	16	18	19	21	23	25	27
			16穴	6	6.5	7	7.5	8	9	10	11	12	13	14
水稲 (単位:kg/10a) 浸種籾:乾籾換算値 浸種完了後、脱水し1~2日程度表面を干し、乾籾比125%以下としたもの 注)水分など条件により播種量が少なくなる	浸種籾	W-1	平均条間	ひとめぼれ										
			25cm	13.6	12.8	11.9	11.1	10.4	9.8	9.2	8.6	8.0	7.5	7.2
			粒数/m ²	485	456	424	395	372	348	329	306	287	268	259
			平均条間	まなむすめ										
			25cm	11.5	10.9	10.1	9.4	8.9	8.3	7.8	7.3	6.8	6.4	6.2
			粒数/m ²	412	388	360	336	316	296	280	260	244	228	220
麦類 (単位:kg/10a)	小麦 大麦	W-1 W-2	平均条間	ホシアオバ										
			25cm		7.4	6.6	6.3	5.7	5.3	5.1	4.8	4.5	4.2	4.1
			粒数/m ²		207	187	177	160	150	143	136	126	118	115
			25cm	14.6	13.5	12.6	11.7	11.0	10.2	9.6	8.8	8.2	7.6	7.4
			粒数/m ²	411	379	354	330	309	286	269	248	231	214	207
			25cm	19.7	17.7	16.5	14.9	13.9	12.6	11.5	10.7	9.7	9.1	8.1
25cm	11.0	9.9	9.2	8.4	7.8	7.1	6.5	6.0	5.5	5.0	4.6			
25cm	22.9	20.7	19.2	17.4	16.3	14.8	13.4	12.5	11.4	10.6	9.5			

被災地への貢献、普及状況、生産コスト50%減への貢献

○本技術は実証試験地に導入されたばかりでなく、その技術の全部または一部が内陸部の大崎市、栗原市、登米市にも拡大するなど、今後の普及拡大も期待できる。
 ○別課題による難防除雑草対策技術、麦類の生育ステージ予測技術も取り入れることで、被災地の水田輪作の早期復興に貢献した。
 ○2年3作による生産コスト50%削減はほぼ達成の見込みであるが、稚苗移植に換えて乳苗・疎植栽培を導入することで更に削減できるものと考えられ、引き続き2016~2017年の実証データによる検証を実施する。

開発・実証技術の導入条件と課題

○広畝成形播種方式による低コスト3年4作体系は、麦類作付けの前作を移植水稲とすることでスムーズな作物切替を実現し、大区画圃場を有する大規模生産組織から、30a程度の現行区画はもちろん、中規模の生産者まで実施可能で、多様な規模に適応できる。
 ○作物切替技術の他に、生産者の各作物毎の栽培技術の習熟、向上や土づくりによる地域の地力の向上のため普及組織等との緊密な連携が必須である。

小課題名: 広畝成形播種方式による2年3作体系の実証

実施機関: 宮城県古川農業試験場

担当者: 吉田修一、星信幸、猪野亮、阿部定浩、高橋智恵子、門間由美子、安藤慎一郎、石橋まゆ、阿部脩平、國嶋広達

問い合わせ先: 電話: 0229-26-5106

成果名：乳苗疎植による省力低コスト水稻栽培技術の開発・実証

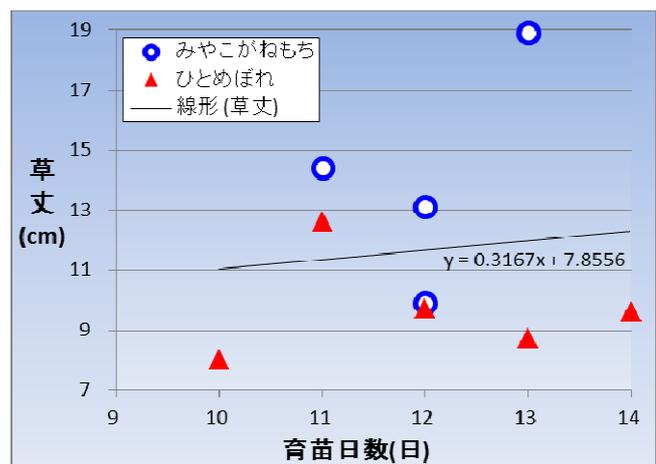
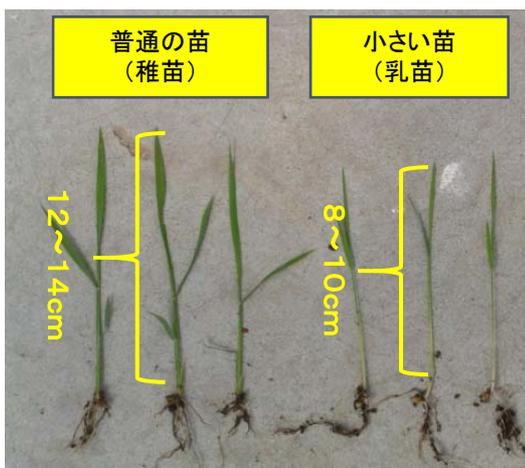
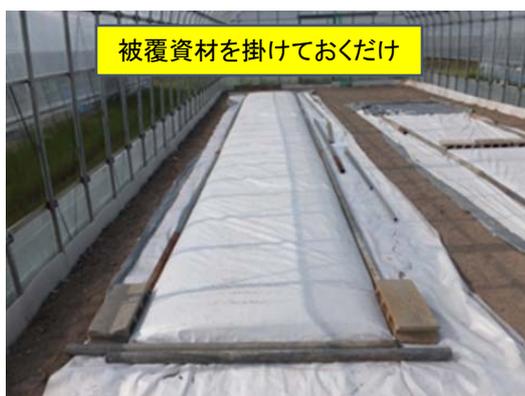
開発・実証技術の目的と目標

- 東日本大震災から復興し、水田を中心とした食料生産地域の早期再生に貢献するため、移植水稻における省力低コスト技術である「乳苗疎植栽培技術」を実証する。
- 被覆資材常時被覆・無灌水の簡易乳苗育苗技術(ベタ掛け乳苗技術：宮城県古川農業試験場2009年)と疎植栽培(疎植に対応した田植機の導入)の組合せにより、水稻の育苗日数と移植苗箱数を慣行(稚苗)の50%に低減する。

開発・実証技術の概要

- ベタ掛け乳苗技術による乳苗育苗は、育苗日数10～14日(2013～2015年平均：12日)と慣行(稚苗：20～25日)の半分の日数で、目標草丈(8cm)を確保(2013～2015年平均：11.7cm。)できる。
- 乳苗疎植栽培とすることで10a当たり移植苗箱数は、11.1株/m²(37株/坪)植えて7.8箱(2013～2015年平均)、12.8株/m²(42株/坪)植えて8.4箱(2013～2015年平均)と、慣行(稚苗18.5株/m²(60株/坪)：18箱)の50%削減を実証した。

常時被覆無灌水の簡易乳苗育苗(ベタ掛け乳苗)

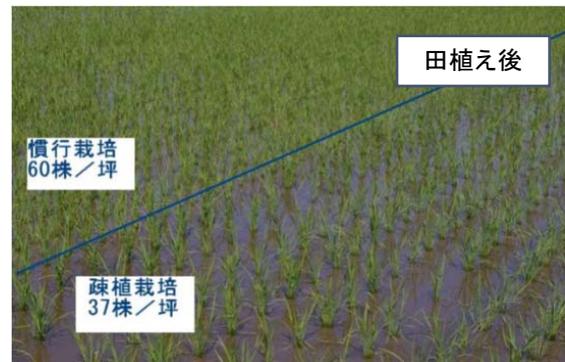
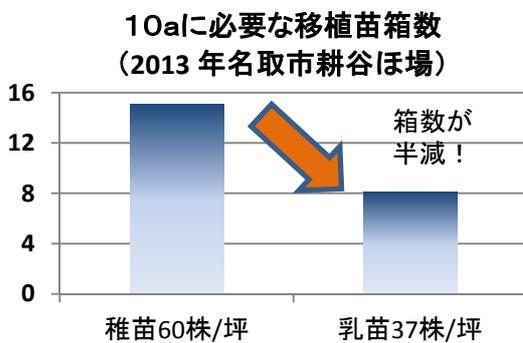
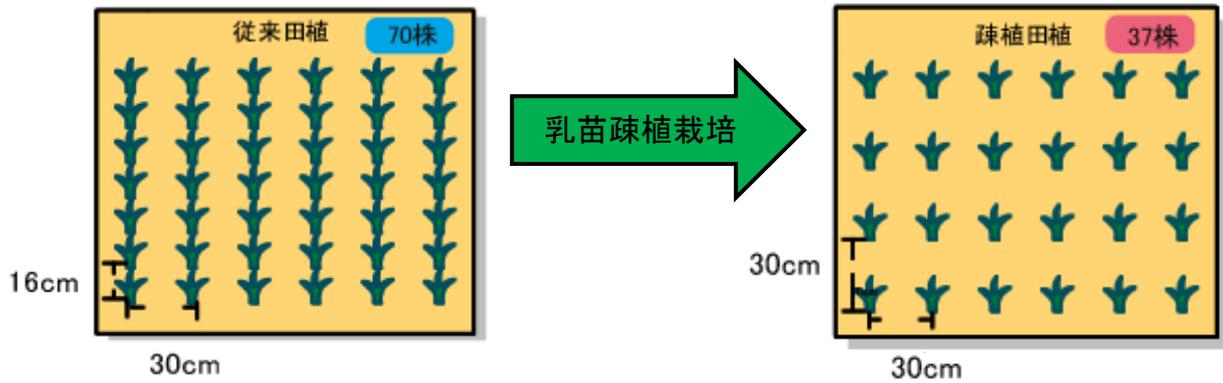


播種後、育苗ハウス内に平置きし、被覆資材を掛けたままにして、育苗日数10～14日程度(平均12日)で草丈8cm以上の「乳苗」が完成します。

育苗期間が短いので、育苗中の灌水が省略でき(基本的には灌水不要)、今までの育苗期間で2回の育苗が可能。 → 今までよりも、苗を2倍作ることができます。

図1 ベタ掛け乳苗技術

移植苗を大幅に節減する疎植栽培技術



乳苗に疎植栽培を組みあわせることで、移植苗箱数を慣行(稚苗)の半分に減らすことができます。→ 今までと同じ苗箱数であれば、2倍の面積を移植できます。

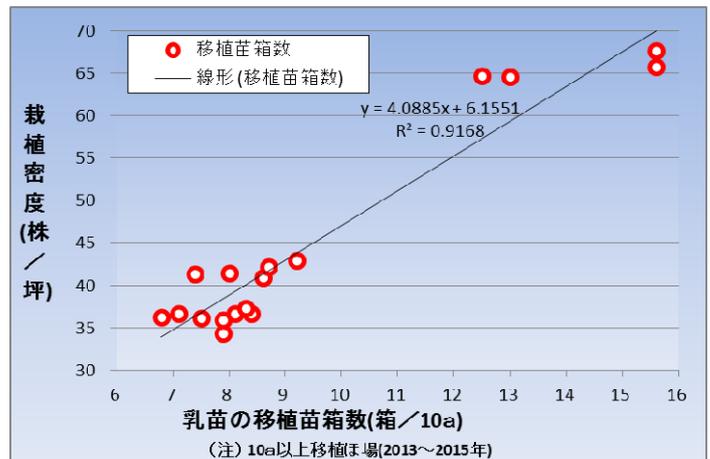


図2 乳苗の疎植栽培技術

被災地への貢献、普及状況、生産コスト50%減への貢献

- 乳苗疎植栽培技術は、実証試験地に導入されたばかりでなく、飼料用米の省力低コスト栽培技術としても、今後の普及拡大が期待できる。
- 乳苗疎植栽培技術の育苗日数は10~14日(平均12日)、移植苗箱数は7~9箱/10aと、どちらも慣行(稚苗60株/坪)の50%低減が可能で、水稻の育苗から田植作業までの省力・低コスト化に貢献している。

開発・実証技術の導入条件と課題

- 疎植に対応した田植機により移植する。
- 乳苗移植時に欠株率を抑える必要がある場合は、移植爪への植付精度を高める補助器具(標準装備)の装着や、田植作業の速度を落とす等の調整を行う。

小課題名: 疎植及び乳苗移植による省力低コスト水稻栽培の開発・実証

実施機関: 宮城県古川農業試験場、井関農機株式会社

担当者: 猪野亮, 門間由美子, 吉田修一, 星信幸

問い合わせ先: 電話: 0229-26-5106

成果名：省力低コスト水稲栽培における病害虫の発生リスク評価と環境保全型技術の開発・実証

開発・実証技術の目的と目標

○中型機械の汎用利用による低コスト3年4作水田輪作体系において導入される疎植栽培ならびに乳苗疎植栽培において、移植する苗と栽植密度が変わることで慣行の水稲移植栽培との病害虫の発生状況の変化を調査し、これらの栽培技術による病害虫の発生リスクを評価する。
○これらの栽培技術における省力的な病害虫防除技術として、育苗箱処理剤の防除効果を実証する。

開発・実証技術の概要

○水稲疎植栽培に育苗箱処理剤を使うと、慣行栽植密度の移植栽培と同じようにネミズゾウムシ、イネドロオイムシ、フタオビコヤガ、葉いもちを同時に防除できる。(図1, 2)。一方で、葉いもちは疎植栽培をすることにより広がりやすくなる(図3)。
○水稲乳苗疎植栽培をすると出穂時期までイネの葉色が濃い状態が維持されるため(図5)、葉いもちとイネツトムシが多くなる(図4)が、育苗箱処理剤を使うと、発生が多くなる葉いもちとイネツトムシ、またイネミズゾウムシ、イネドロオイムシ、フタオビコヤガを同時に防除できる(図4, 6)。

1 水稲疎植栽培における病害虫の発生リスクと育苗箱処理剤の防除効果

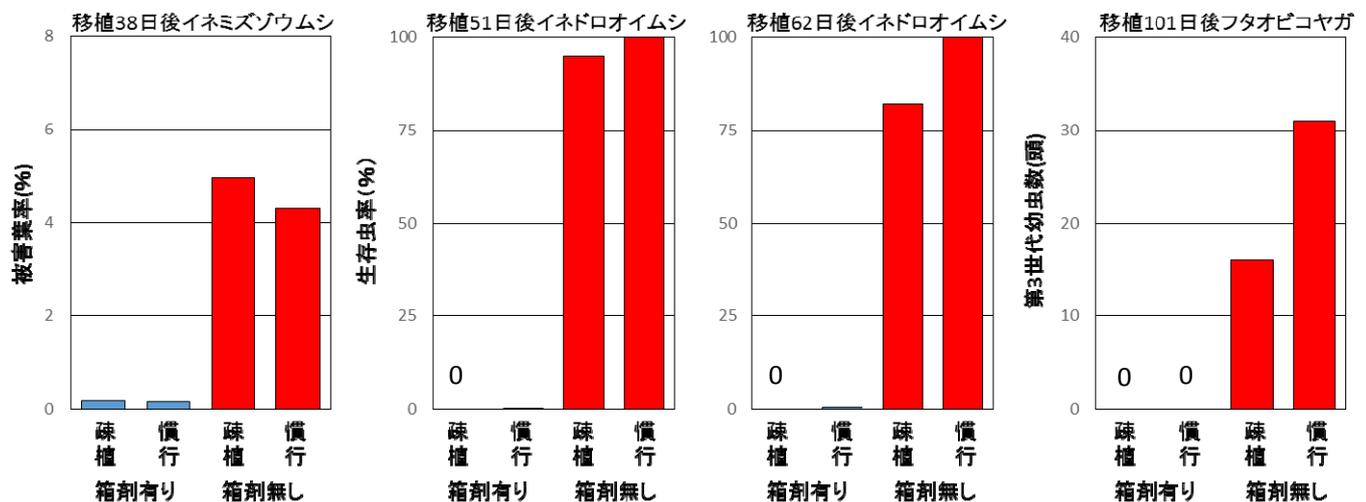


図1 水稲疎植栽培における育苗箱処理剤の初期および生育期害虫に対する防除効果

注1) イネドロオイムシはほ場に移植したイネ株から葉を切り取り、室内飼育した幼虫に給餌して行った試験結果である。

注2) イネミズゾウムシはほ場での被害葉率、フタオビコヤガはほ場での第3世代幼虫の見取り調査による。

注3) 使用した育苗箱処理剤はクロラントラニプロール・プロベナゾール粒剤の移植当日処理である。図2, 4, 6も同じ。

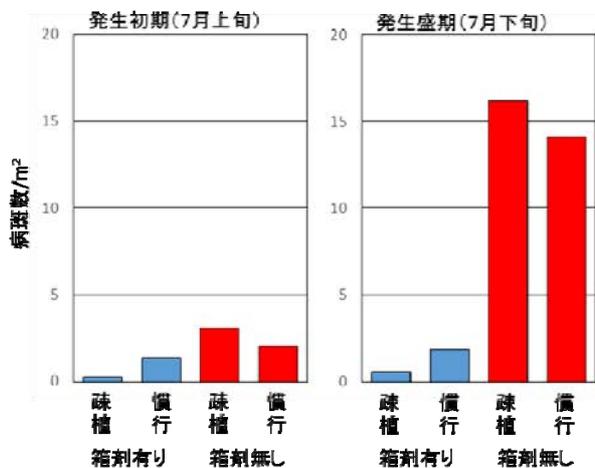


図2 水稲疎植栽培における育苗箱処理剤の葉いもちに対する防除効果

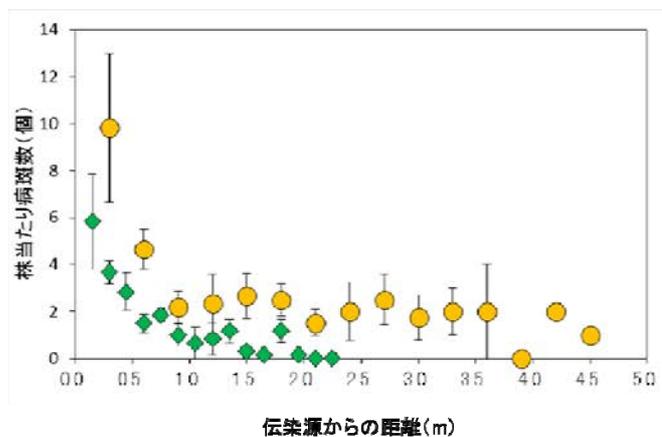


図3 葉いもちの発生盛期における伝染勾配の栽植密度による違い

注) 無処理の発病状況から作図した。

2 水稲乳苗疎植栽培における病害虫の発生リスクと育苗箱処理剤の防除効果

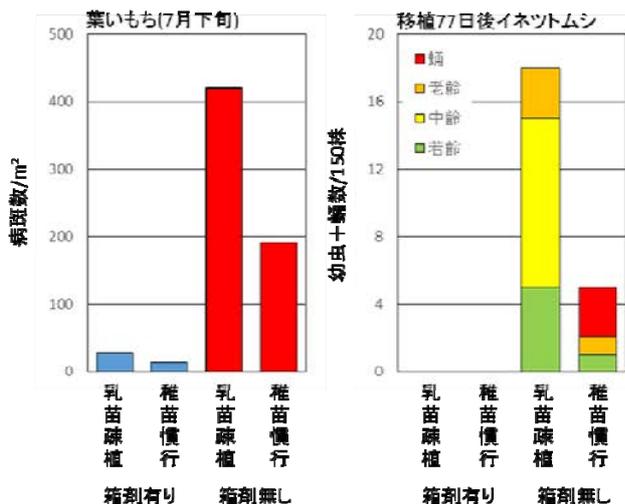


図4 水稲乳苗疎植栽培における育苗箱処理剤の葉いもちおよびイネツトムシに対する防除効果
注1) イネツトムシは50株×3か所の合計虫数。

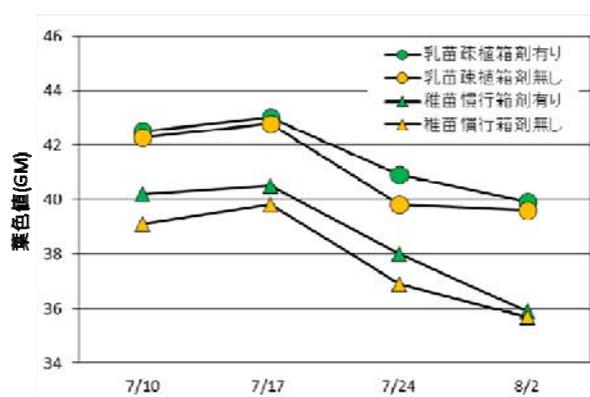


図5 出穂前の葉色の推移

注) 40株をランダムに選び、最上位葉から数えて2枚目を葉緑素計で測定した。数値は3反復の平均値を示す。

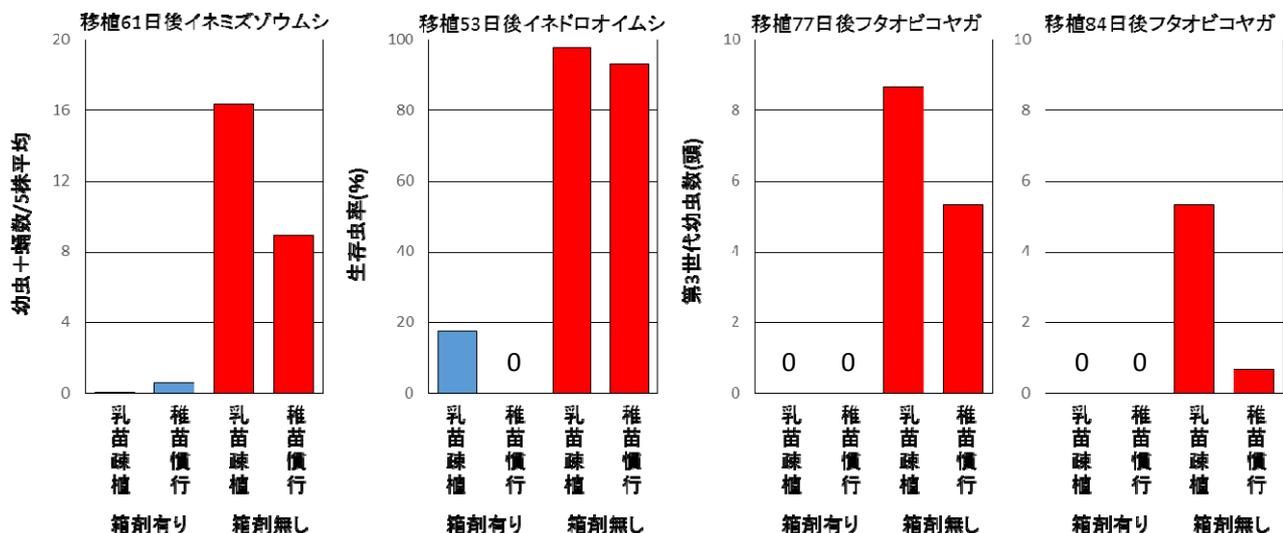


図6 水稲疎植栽培における育苗箱処理剤の初期および生育期害虫に対する防除効果

注1) イネミズゾウムシはほ場で放虫し、根に寄生した幼虫と土繭を調査した。
注2) イネドロオウムシはほ場に移植したイネ株から葉を切り取り、室内飼育した幼虫に給餌した。
注3) フタオビコヤガはほ場での第3世代幼虫の10回振りすくい取りにより調査した。

被災地への貢献、普及状況、生産コスト50%減への貢献

○本技術で使用したクロラントラニリプロール・プロベナゾール粒剤は、被災地の現地試験においても同様の防除効果を確認している。特に被災地の水稲で発生が多いイネツトムシに対して、疎植栽培を導入しても高い防除効果を示し、被害は認められなかった。
○2年3作輪作体系においては生産コスト50%が達成できつつあり、病害虫防除においては本田でのラジヘリ等による病害虫防除に比べ、育苗箱への処理は省力で、かつ育苗箱数の削減により低コストに貢献できる。

開発・実証技術の導入条件と課題

○被災地のみならず、疎植栽培および乳苗疎植栽培を導入予定の地域では全て導入できる。

小課題名: 省力低コスト水稲栽培における病害虫の発生リスク評価と環境保全型技術の開発・実証

実施機関: 宮城県古川農業試験場

担当者: 鈴木智貴, 相花絵里, 加進丈二, 大江高穂, 横堀亜弥, 大槻恵太

問い合わせ先: 電話: 0229-26-5108

成果名 : FARMSによる農業機械稼働状況モニタリング技術の開発・実証

開発・実証技術の目的と目標

- 被災農地の大区画化を伴う整備や、履歴の異なる圃場の連坦化により造成される大区画水田は、地カメラによる収量レベルのバラツキが生じやすく、バラツキをできるだけ小さくし、収量・品質を安定させる技術の開発が求められている。また、大規模水田作経営の多筆管理では、個々の圃場の特性に応じた適切な生育管理技術が求められている。
- そこで、基幹農業機械のトラクタとコンバインの情報モニタリング技術や、営農管理支援ソフトウェア (FARMS) を利用して可視化、分析する技術を開発し、情報による営農支援の効果を実証する。

開発・実証技術の概要

- 農業機械の稼働状況の蓄積技術とFARMSを利用した情報の解析、可視化技術を開発した。FARMSによって解析された情報の標準化への対応についても取組みを継続している。
- トラクタのキースイッチに連動して稼働状況を継続記録する装置を複数台のトラクタに搭載し、周年の稼働記録を取得するとともに、稼働状況を解析、可視化することによって、トラクタ作業の問題点を抽出し、作業の改善に活用できる見込みが得られた。
- コンバインの収穫状況をリアルタイムに把握する収穫量測定センサを開発し、稲、麦、大豆の収量を高精度に推定することが可能となった。また、収穫量測定センサ出力をGNSSによる位置情報とともに記録することで大区画ほ場における収量マップの作成が可能となり、可変施肥効果の確認や、基肥の施用量の決定に活用することができた。
- 課題間の連携の一環として、スマート田植機、スマートヘリ(低空リモートセンシング)から得られた情報のFARMSによる可視化に取組み、視覚による情報理解を進める事で、各機械の開発の促進に貢献することができた。

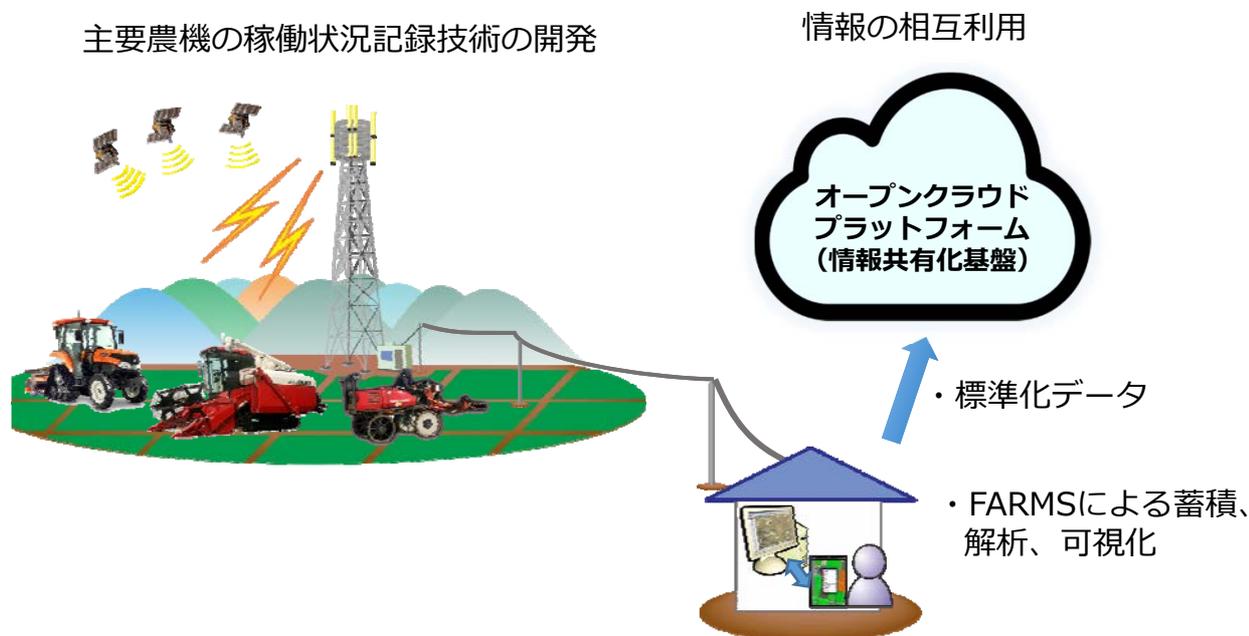


図1 開発技術の利用体系の概要

本課題においては、ほ場における農業機械の稼働情報の取得に関する技術、FARMSによる情報の蓄積、解析、可視化技術、および標準化された情報の相互利用に関する技術について開発、実証を行った。



図2 記録装置を搭載したトラクタ
トラクタが標準的に備えるCANバスから取得されるエンジン回転数や燃料消費量に加えてGPS位置情報を自動記録することができる。



図3 走行軌跡例と作業再現のようす
トラクタの稼働状態をFARMS上で可視化、リプレイすることができ、作業の概要から問題点までを把握することができる。



図4 記録装置を搭載した収量コンバイン
リアルタイムの収穫情報とGPS位置情報を同期記録することが可能である。

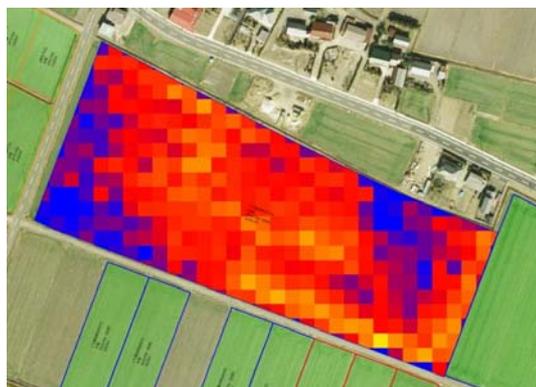


図5 取得した収穫情報のマップ化例
取得した収穫情報は、ほ場ごとの合計値の算出に加えて、ほ場内の収量の変動をマップとして可視化することが可能である。

被災地への貢献、普及状況、生産コスト50%減への貢献

○本課題における技術開発では、被災地における担い手への農地の集約、急速な規模拡大やほ場の大型化の進展等の現状の下、収量マップや機械稼働情報を提供することにより、2年3作体系におけるコスト低減や生産効率の向上に貢献することができる。
○本課題において開発したFARMSは、低空リモートセンシングやスマート田植機等の測定値を適切に可視化し、農業の見える化に貢献することができ、市販化に向けて協力企業との実証的利用を継続している。

開発・実証技術の導入条件と課題

○開発技術の効果を発揮するためには、稼働状況の取得が可能な農業機械の市販化と生産組織への普及が必要である。

小課題名：FARMSを利用したトラクタ、コンバイン等機械作業情報のモニタリング及び情報管理技術の開発・実証

実施機関：農研機構生研センター、株式会社クボタ、ヤンマー株式会社

担当者：林和信、栗原英治、小林研、梅本享、黒下佳彦、伊勢村浩司、小竹一男、宮本宗徳、土井邦夫、金谷一輝、上窪啓太、古田東司、中川 渉、中田憲二

問い合わせ先：林和信 電話：048-654-7070

成果名:スマート田植機と低空リモートセンシングによる圃場情報収集体系の確立

開発・実証技術の目的と目標

○東日本大震災から復興し、水田を中心とした食料生産地域を早期再生に貢献するために、除塩後の圃場状態の把握および新たに造成した基盤整備田で作土深・肥沃度のバラツキを把握してそのバラツキに応じた可変施肥を行うことで生産者へ圃場情報を「見える化」することで営農の大規模化を支援する。

○スマートヘリによる低空リモートセンシング技術を確立し、防除時などに簡便にかつ広域に生育情報を把握し、営農判断に寄与する技術として広く発信する。

開発・実証技術の概要

○開発したスマート田植機により、除塩後1-4作目における、津波被災圃場の作土深やSFVのバラツキの相対的な評価および過去データとの比較を行うことで津波被災地域における土壌情報データベースの理解を深めた。

○基盤整備直後の1ha合筆圃場や30年前に基盤整備をした圃場において、スマート田植機が施工前の農道・河川跡の記述に成功し、バラツキに合わせた可変施肥により生育を安定させる目途がついた。

○低空リモートセンシングにおいて被災田での40万点超の生育観測に成功し、土壌のバラツキと同調した生育ムラの観測にも成功した。また無人ヘリによる防除作業時などに開発したセンサを装着して観測することにより、大規模かつ画一的な生育観測が可能となった。



図1 開発したスマート田植機

作土深と土壌肥沃度(SFV)を測定、リアルタイムで肥料の施用量が調整できる。

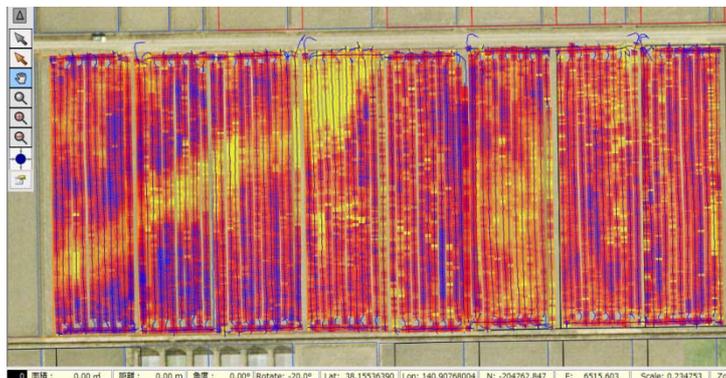


図2 収集した土壌情報マップ(作土深)の例
30年前の基盤整備時の河川の跡が観測された。



型式：AYH-3
L18 高高度飛行可能タイプ

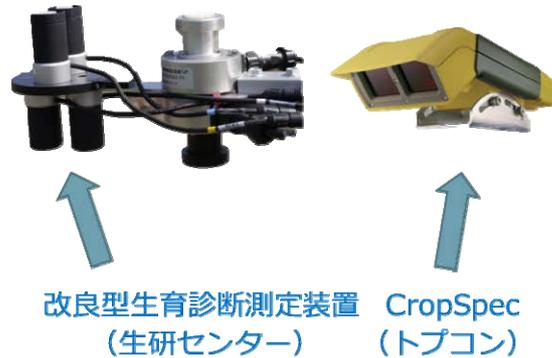


図3 低空リモートセンシングの概要

無人ヘリ防除と同等の高度3-5mからの生育観測が可能であることから作業と同時に観測できることで普及性が高まった。さらなるセンサの小型化により汎用性も高める。

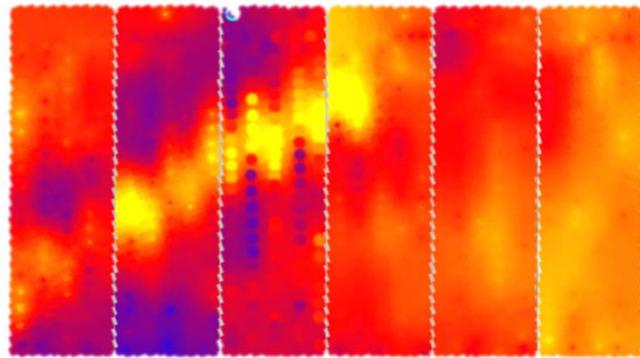


図4 収集した生育情報マップの例

土壌情報マップ同様の傾向が観測された。この情報は次作の肥培管理戦略に活用できる。

被災地への貢献、普及状況、生産コスト50%減への貢献

- スマート田植機は実証試験地に導入されたばかりでなく、300ha超の全国実証を展開し、産地パワーアップ事業など行政と連携して今後の普及拡大も期待できる。
- 低空リモートセンシング技術による生育評価は、実証経営体の生育判断に取り入れられ、効率的な作業計画の立案に貢献している。ヤンマーヘリ&アグリ株式会社が実用化研究を継続する。
- 実証試験により土壌診断—可変施肥効果が確認されたスマート田植機は、井関農機株式会社により商品化が決定され、H28年3月に全国販売される。

開発・実証技術の導入条件と課題

- スマート田植機は、基盤整備の進んだ20ha以上での導入が望ましいが小規模栽培でも効果が得られる。
- 枕地の減肥などを効果的に実現でき、肥料コスト2割程度の削減が見込まれる。
- 砂壤土等あらかじめ肥料落ちが顕著な圃場では減肥率を低めに設定することが望ましい。

小課題名：地力情報や生育情報のセンシングとそれに基づく適正施肥技術の開発・実証

実施機関：石川県農林総合研究センター ヤンマーヘリ&アグリ株式会社 井関農機株式会社

担当者：森本英嗣 澤本和徳 宇野史生 吉田翔伍 高木敏彰 安藤和登 望月良真 大込敏夫 小玉智勝野志郎 雑賀正人 青木香奈子

問い合わせ先：電話：076-257-6911

成果名: フィールドサーバ・気象情報を利用した発育予測・栽培管理支援

開発・実証技術の目的と目標

- 東日本大震災から復興し、水田を中心とした食料生産地域を早期再生に貢献するために、作物生育・発育予測に利用可能な気象情報・生育情報の収集・蓄積・提供技術を開発する。
- フィールドサーバを用いた環境情報・発育情報の簡易取得・提供システムを開発し、発育モニタリングを行うとともに、作物生育モデルにフィードバックすることで精度の検証と評価を行う。

開発・実証技術の概要

- 2012年8月より宮城県名取市の現地圃場にフィールドサーバを設置し、長期に安定してデータが取得できることを示した。
- 1kmメッシュ農業気象データによる気温とフィールドサーバによる実測値との差は、季節を通じて日別値にしておおむね $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 未満に収まっており、メッシュデータの利用の可能性が示された。
- 水稲・麦類の発育予測モデルは現地圃場における出穂期調査結果をよく説明しており、施肥、防除、収穫作業等の適期判断・作業計画策定に利用可能である。

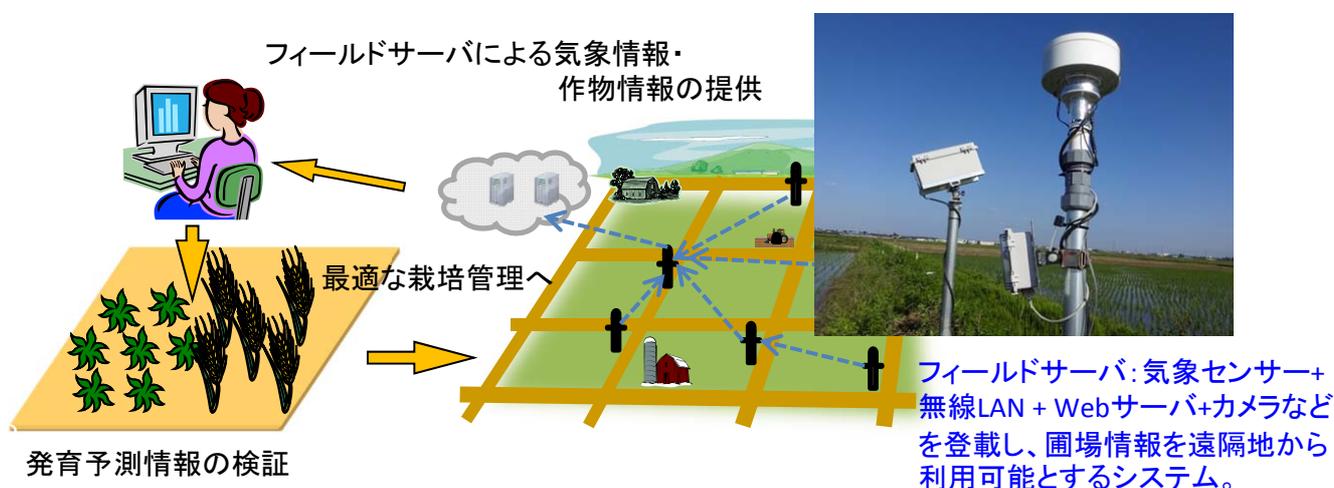


図1 現地圃場に設置したフィールドサーバと利用のイメージ

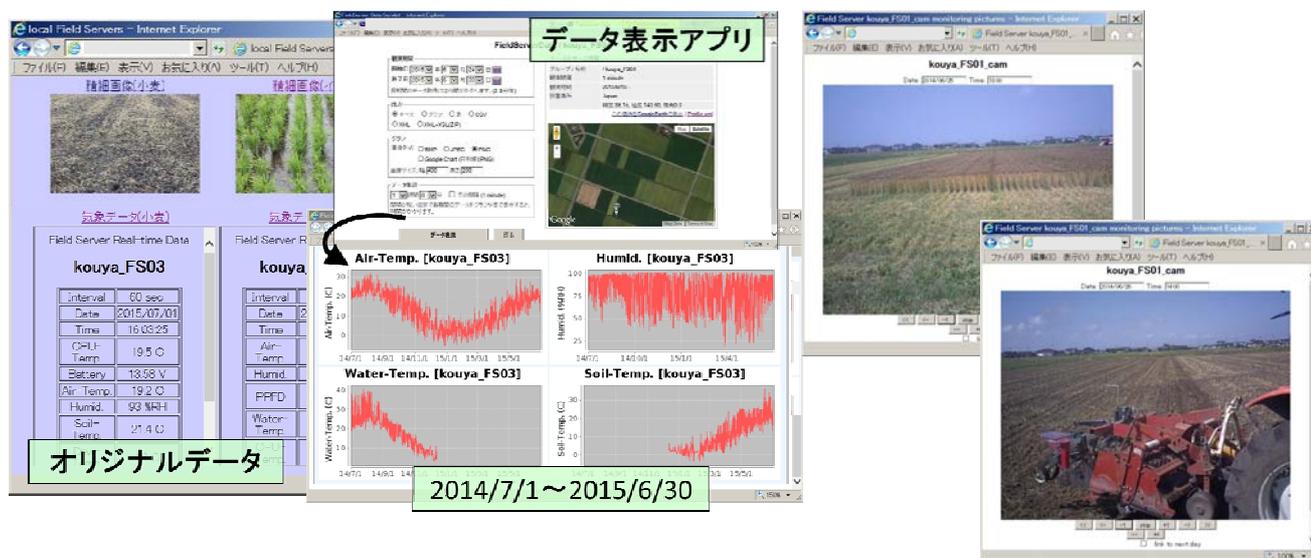


図2 フィールドサーバにより収集された現地圃場の気象データ、生育データと表示アプリケーション

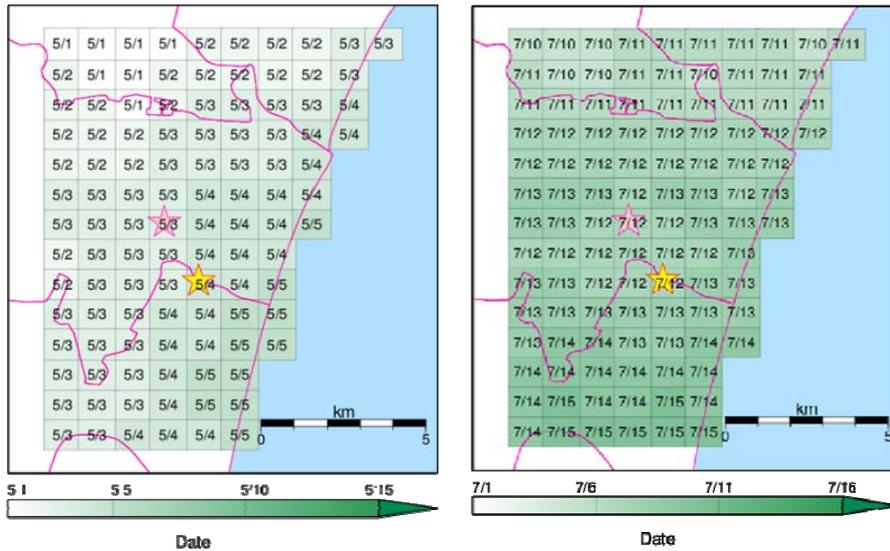


図3 1kmメッシュデータを用いた現地周辺の作期指標計算例
 (左)移植適期「日平均気温が13°Cを超える初日」
 (右)出穂早限「日最低気温が17°Cを超える日の12日後」
 ☆は現地圃場
 ★は仙台空港

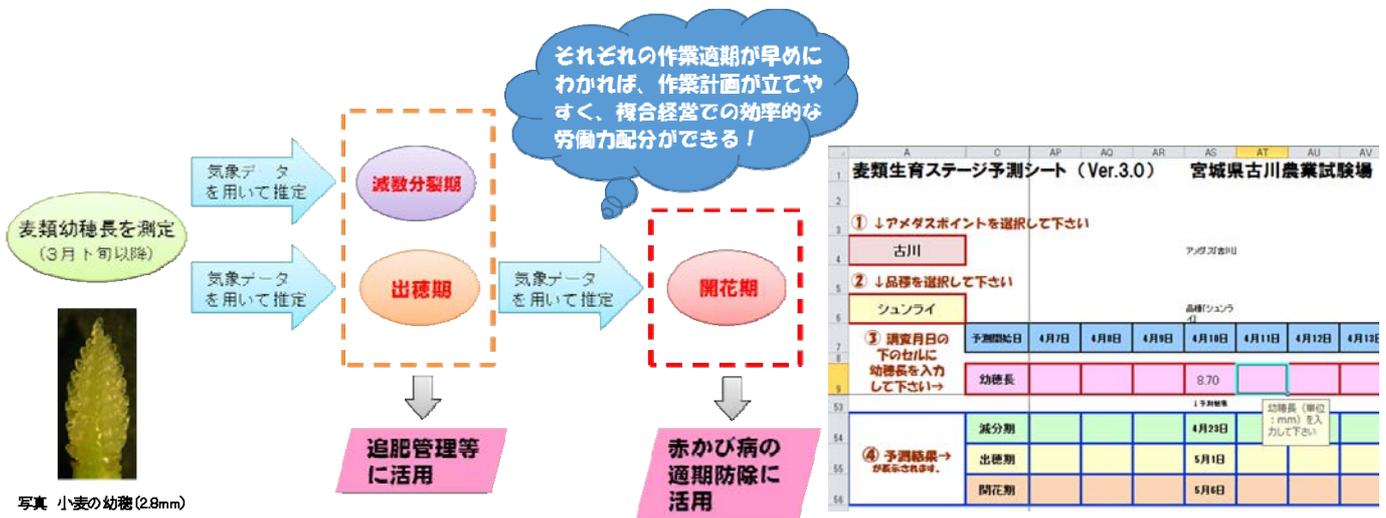


図4 麦類発育予測のイメージ(左)とMicrosoft Excelのワークシートによる生育ステージ予測例(右)。
 発育予測モデルは小麦4品種、大麦2品種に対応。アメダスポイント・品種を選択し、幼穂長調査日に値を入力すると、減数分裂期、出穂期、開花期の予測結果が表示される。

被災地への貢献、普及状況、生産コスト50%減への貢献

- 現地圃場に設置されたフィールドサーバにより気象データ、作物生育状況、機械作業状況等をPC、モバイル機器などにより、自宅、事務所など遠隔からでも確認できる。
- 1kmメッシュ気象データは現地圃場での実測値とほぼ一致した。平年値に代えて、予測値を使うことで作物発育予測モデルの精度向上が期待される。
- 気象データと麦類・水稻発育モデルによる予測結果は、施肥、収穫等の作業適期の判断、その他管理作業とのスケジュール調整などが早い段階から可能となり、複合経営における効率的な労働力配分に貢献する。

開発・実証技術の導入条件と課題

- 麦類発育予測は、宮城県内での検証を進めることで利用拡大が期待できる。
- メッシュ農業気象データの予測値を使うことで作物発育予測モデルの精度向上が期待できる。

小課題名: 気象情報にもとづく発育予測・栽培管理支援技術の開発・

実施機関: 農研機構(中央農業総合研究センター・東北農業研究センター)、宮城県古川農業試験場

担当者: 渡邊朋也、深津時広、菅野洋光、大久保さゆり、安藤慎一郎

問い合わせ先: 電話: 029-838-8972

成果名：経営力強化を目的とした農業ICT活用の実証

開発・実証技術の目的と目標

- 大規模化を見据えた農業経営体がICTシステム（農業クラウドシステム）を導入し、実績データをもとに意思決定を行うことで経営力強化を実現することを目的とした実証研究を行う。
- 現場で生まれるデータ（作業実績、生育状況、気象）を農業クラウドシステムに蓄積し、ノウハウ蓄積や生産効率改善のために活用することで生産コスト半減、経営力強化に貢献する。

開発・実証技術の概要

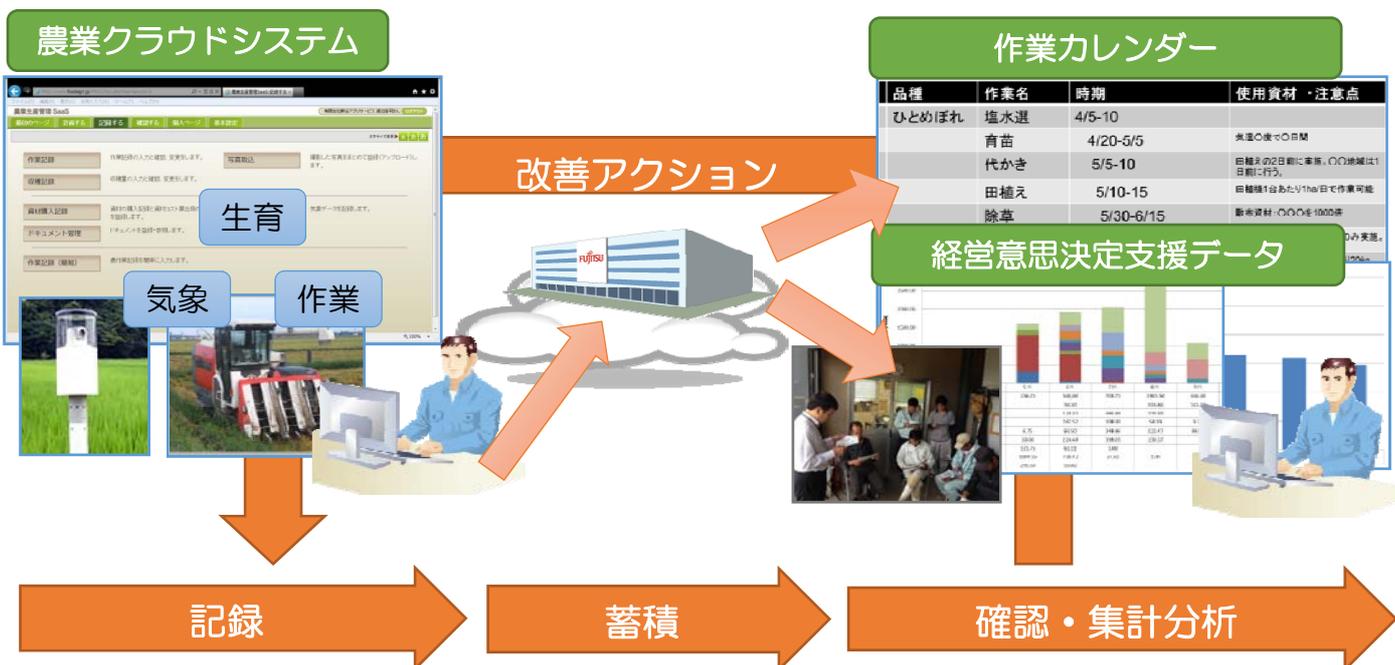
内容

- 農業経営体へ農業クラウドシステムを導入し、日々の営農活動の実績データを入力する。
- 蓄積されたデータをもとに、作業時間や作業効率、コストなどの数値情報や、作物ごとの作業時期を整理した栽培マニュアルをまとめる。
- 実際のデータに基づき、作物品種の選定や作業効率改善、作業時期の見直しなどを検討し、収量品質、作業効率の向上などの経営強化につなげる。
- 平成27年度の具体的な取組内容は以下の通り
 - 1) 実績データを活用した経営シミュレーション（10aあたり作業時間の算出、次年度以降の計画等）
 - 2) 作業カレンダーの最適化（データに表せない作業ノウハウの抽出）と共有
 - 3) 継続的なデータ蓄積のための仕組みづくり（運用上の課題抽出と解決策の実行）

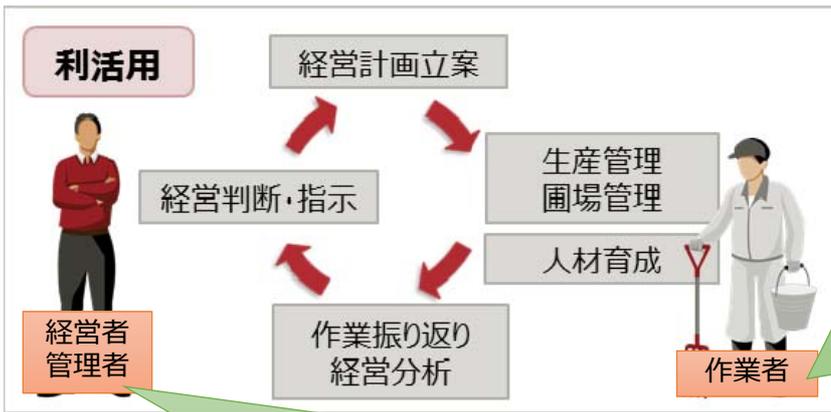
実証結果

- 農業クラウドシステムを使った日々の実績記録の習慣が定着している。
- 農業経営体の実際の総作業時間、10aあたり作業時間が、品目別、品種別、作業別、時期別など様々な切り口で把握できるようになったほか、実データに基づいた作業の振り返りができるようになった。
- 実証経営体の従業員がデータ集計分析作業を行うようになり、日々の営農計画にデータを活用するスタイルの定着が進んだ。

システムに蓄積された実績データを活用し、これまで勘や経験で行っていた経営上の意思決定を事実に基づく客観的データを使って行うことで、経営強化に貢献する。



実績データをそれぞれの立場に応じて活用することにより、経営の強化を図る



農作業進捗状況確認

作業計画	2014/04/01 - 2014/05/07
経路	北緯
経度	東経
面積	3294.34
作業量	104.74
作業率	31.79%

農作業計画立案

コスト分析

品種ごと10aあたりコスト・作業時間を分析する。

品種	10aあたりコスト	作業時間
品種1	13.78	11.77
品種2	11.46	10.94
品種3	11.12	11.12
品種4	10.93	10.93
品種5	9.68	9.68

平均 12.73 両面/10a

栽培方法の改善 作付品種の選定

収穫ピーク予測

出穂・収穫予測研究と組合せ、収穫適期を予測する。

8/7 5日以上の5日後

ピーク1 9/20頃

ピーク2 10/3頃

乾燥機処理能力(3ha/10a)

収穫順番の確定 作期分散の検討

被災地への貢献、普及状況、生産コスト50%減への貢献

- 農業クラウドシステム導入をきっかけに、作業効率、単収の向上への意識が高まり、計画に基づく作業の実施や情報共有の改善など、組織体制の強化が図られる。
- 経営体が従来行っていた栽培方法も、実際の数値に基づいて生産コスト構造を把握することができるようになるため、重点的に改善すべき点が明らかになり、生産コスト改善の取組みが進めやすくなる。
- 農業経営体へのICT導入は実証経営体での活用をきっかけに、宮城県内の他の経営体でも取組みが始まったほか、全国各地で広がっており、今後の普及拡大が期待できる。

開発・実証技術の導入条件と課題

- 農業クラウドシステム導入にあたっては、作業記録の入力など、これまでやっていなかった作業を行う必要があり、一時的に負担が大きくなることが想定される。目的を明確化し、コストとして捉えず、的確な経営判断のための投資と位置づけて進める必要がある。
- 導入する経営体の利用者のITリテラシーによって、PCやスマートフォンの利用が困難な場合、導入の難易度が高くなることもある。紙の日報を利用した代行入力など運用体制を決めて進める必要がある。
- 経営力強化のためには単に農業クラウドシステムを導入するだけでなく、蓄積したデータをもとに経営体内で課題を抽出し、改善策を実行するための組織作りが重要である。

小課題名: 作業マニュアル・経営意思決定支援システムの実用実証
 実施機関: 富士通株式会社、農研機構東北農研センター
 担当者: 山崎富弘、野川洋、渡邊浩司、江頭慎一
 問い合わせ先: 電話: 03-6424-6270

成果名：農業オープンクラウドプラットフォームの標準化

開発・実証技術の目的と目標

○大規模農業では多数の圃場の管理等のためICTの活用が期待される。生産履歴等のデータ入力には手間がかかり他の用途にも活用できるようにする必要があるが、データ形式はプログラムやサービスごとに異なっているため、データの共通化・統合のための標準化を行う。

○データの共通化・統合化のためのオープンなプラットフォームを構築することでソフト開発の低コスト化と充実を図り、大規模農業におけるICTの円滑な活用と食料生産地域の再生を促進する。

開発・実証技術の概要

○富士通、NEC、農研機構で開発された異なる仕様・目的の生産履歴管理システムのデータ及びフィールドサーバ等センサデータの標準化を行った。

○クラウドサービスのオープンAPIをベースとしたデータの標準化・共通化により、他の生産管理システムのデータや気象データ等のオープンデータを容易に利用できる。

○標準化されたデータを用いることにより、作物モデルに基づく意思決定支援、人工知能による生産コスト予測など様々なアプリケーションの開発を短期間で開発できる。

○作物モデルによる出穂予測・収穫予測の精度については「予測結果と実績はほぼ同じくらい。多少違っていても、収穫計画を事前に行うための精度としては十分である」との評価を得た。

○クラウドサービスから稲の生育予測等のデータを自動的にダウンロードし、Excelに取り込むユーティリティソフトを開発した。これには0.5人月を要したが、これを用いた麦の出穂期予測アプリは4人日で完了した。

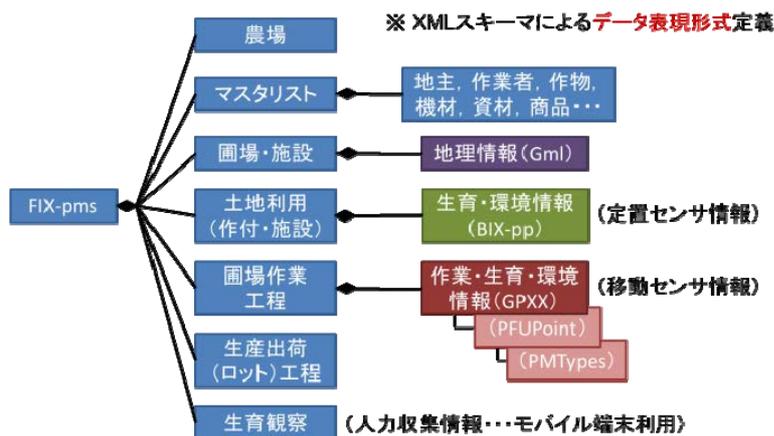
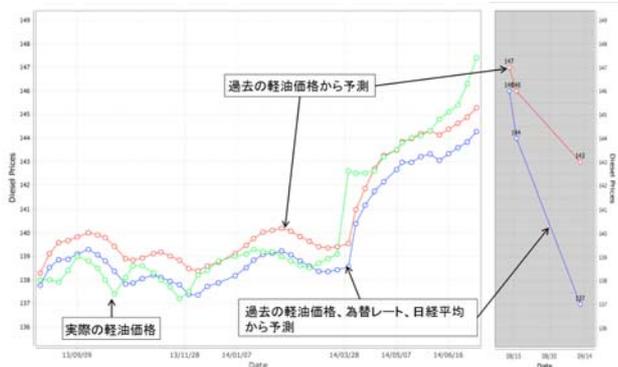
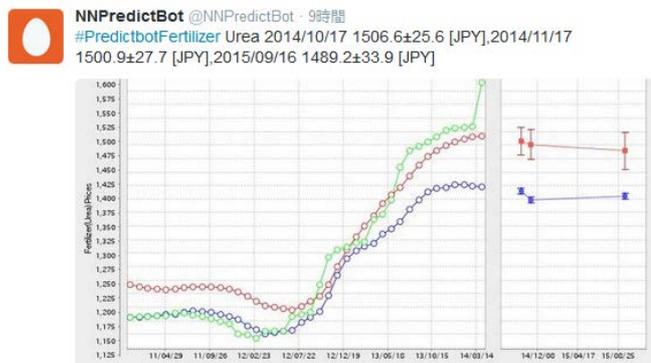


図1 標準化した生産履歴データの構造

EUを中心として進められている標準化(agroXML)、関連する既往のデータ標準をベースにして生産工程管理データの構造を標準化した。



(1) 軽油価格の予測例

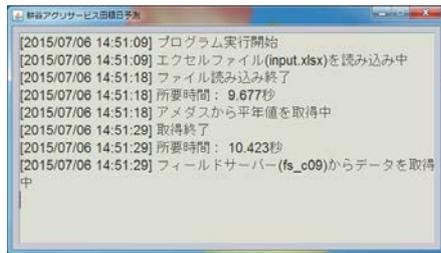


(2) 肥料価格の予測結果をTwitterで閲覧した例

図2 オープンデータ(農業資材価格等)から構築したビッグデータを用いて機械学習し未来予測するサービス

圃場グループ	分筆名称	作付面積(m²)	作付品種	栽培方法	作業	田植実績日	田植時気温	出穂後必要積算温度(℃)	出穂予測日	収穫予測日
下圃田	上戸C226	2949	まなむすめ	移植	普通栽培	2015/5/3	2.5	940	2015/07/31	2015/09/08
下圃田	上戸C194	2940	まなむすめ	移植	普通栽培	2015/5/3	2.5	940	2015/07/31	2015/09/08
下圃田	上戸C196	2938	まなむすめ	移植	普通栽培	2015/5/3	2.5	940	2015/07/31	2015/09/08
下圃田	上戸C197	2937	まなむすめ	移植	普通栽培	2015/5/3	2.5	940	2015/07/31	2015/09/08
下圃田	上戸C195-1	589	まなむすめ	移植	普通栽培	2015/5/3	2.5	940	2015/07/31	2015/09/08
下圃田	上戸C195-2	2349	まなむすめ	移植	普通栽培	2015/5/3	2.5	940	2015/07/31	2015/09/08
下圃田	耕谷665-1	2931	まなむすめ	移植	普通栽培	2015/5/3	2.5	940	2015/07/31	2015/09/08
下圃田	耕谷712-1, 712-2, 712-3	1776	五百川	移植	普通栽培	2015/5/3	2.5	800	2015/07/19	2015/08/27
飯野坂	小圃場166	3889	五百川	移植	普通栽培	2015/5/3	2.5	800	2015/07/19	2015/08/27
飯野坂	小圃場165-1, 2	2350	五百川	移植	普通栽培	2015/5/3	2.5	800	2015/07/19	2015/08/27
飯野坂	小圃場167-1, 2	5029	五百川	移植	普通栽培	2015/5/3	2.5	800	2015/07/19	2015/08/27
移々産	高産439	2949	まなむすめ	移植	普通栽培	2015/5/3	2.5	940	2015/07/31	2015/09/08
移々産	高産433	2946	まなむすめ	移植	普通栽培	2015/5/3	2.5	940	2015/07/31	2015/09/08
下圃田	耕谷669	2931	まなむすめ	移植	普通栽培	2015/5/4	2.5	940	2015/07/31	2015/09/08
下圃田	耕谷671-1	1005	まなむすめ	移植	普通栽培	2015/5/4	2.5	940	2015/07/31	2015/09/08
下圃田	耕谷671-2	1925	まなむすめ	移植	普通栽培	2015/5/4	2.5	940	2015/07/31	2015/09/08
下圃田	耕谷670	2931	まなむすめ	移植	普通栽培	2015/5/4	2.5	940	2015/07/31	2015/09/08
移々産	高産432	2946	まなむすめ	移植	普通栽培	2015/5/4	2.5	940	2015/07/31	2015/09/08
移々産	高産434	2946	まなむすめ	移植	普通栽培	2015/5/4	2.5	940	2015/07/31	2015/09/08
移々産	高産374	2942	まなむすめ	移植	普通栽培	2015/5/4	2.5	940	2015/07/31	2015/09/08
移々産	高産474	2946	まなむすめ	移植	普通栽培	2015/5/4	2.5	940	2015/07/31	2015/09/08

Excelシート



簡易ユーティリティソフト

アイコンをダブルクリックするだけで起動。
生育予測に必要な気象データをクラウドサービスから自動的に収集し計算。

図3 簡易ユーティリティソフトで292圃場における生育予測をExcelファイルに自動記入
Excelファイル及び出穂・収穫予測結果は富士通の生産履歴システムAKISAIと連携して利用できる。

被災地への貢献、普及状況、生産コスト50%減への貢献

○大規模農業において生産履歴管理システムが単体として有用であるだけでなく、入力したデータと他のデータを組み合わせることで収穫適期の把握や作業を効率的に進めることができるようになった。これは、今後、我が国の農業の大規模化及びICT導入による生産性向上に広く寄与できる。

○データ及びデータ利用手法の標準化によってプログラム開発に要する工数が大幅に削減された。今後、大規模経営の安定的な高収益化、農業生産の自動化・無人化等に必要となる膨大なソフトウェアやサービスを迅速かつ安価に供給できる。

開発・実証技術の導入条件と課題

- 企業側は顧客を囲い込みたいため、標準化は国等が仲介しないとなかなか進まない状況にある。
- 海外では標準化が進んでおり、ガラパゴス化回避のためにも標準化活動を継続的に進める必要がある。

小課題名: 農業オープンクラウドプラットフォームの標準化

実施機関: 農研機構(北農研、中央農研)、NEC、イーラボエクスぺリエンス、富士通

担当者: 平藤雅之、伊藤淳士、吉田智一、田中慶、高津戸史朗、芥川愛子、小関昌一、田辺誠、島村博、山崎富弘、渡邊浩司

問い合わせ先: 電話: 0155-62-6319

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－研究成果集－

平成 28 年 3 月

編集／発行 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

〒020-0198 盛岡市下厨川字赤平4
電話 019-643-3414
FAX 019-641-7794
E-mail www-tohoku@naro.affrc.go.jp