

背景及び取組概要

経営概要 120.42ha（移植水稻7.61ha、直播水稻10.16ha、たまねぎ8.65ha、秋まき小麦27.7ha、大豆23.07ha、その他43.23ha）
 ・うち実証面積（ha）

作物	水稻		たまねぎ	秋小麦	大豆	合計
	移植	直播				
実証区	0.90	1.89	2.52	5.37	2.03	12.71
慣行区	0.90	1.88	2.37	5.08	2.03	12.26
計	1.80	3.77	4.89	10.45	4.06	24.97

【背景】

- ・近年の農業資材高騰に対し、化学肥料の減量に加え、収量向上に向けた土壌物理性環境の向上が必須
- ・堆肥投入実施農家では、収量向上の結果が見られ、さらに地域内で実験数値に基づいた計画的投入のニーズが高い

【課題】

- ①化学肥料の削減は人工衛星、ドローンの活用によるNDVI値から可変散布マップを作成の上対応しているが、土壌条件（保水性・排水性）不良箇所ではその効果は発揮されず、無駄な追肥となってしまう。
- ②有機質資材（堆肥）投入の肥料成分を考慮した施肥設計が行われていない。
- ③堆肥散布における費用負担軽減方策（作業委託）、経営改善効果（収量・品質向上、資材費削減）が明確でない。

導入技術

センシングドローン
 ドローンのセンシングで取得したRED・NIR画像から水分・有機物含量を、NDVI画像から生育状況を把握し、可変施肥マップの作成

メッシュマップ食味
 ・収量コンバイン
 圃場内収量・品質マップを作成し、土壌サンプルポイントの特定、可変施肥基礎データとして利用、圃場別の収量・品質情報の取得から実証効果の試算資料として利用

可変施肥
 ・スポット散布ドローン
 センシング情報、土壌診断結果から作成した可変施肥マップを利用し、スポット散布・可変施肥の実施

堆肥散布
 ・自動操舵システム
 堆肥散布について、圃場内の有機物分布を鑑みて、散布量を調整（GNSSガイダンスモニター上に有機物分布状況をラスター画像として表示）し、圃場内で有機物のむらが生じないように実施



目標に対する達成状況

実証課題の達成目標

1) 実証内容に沿った目標(公募対象で示した条件を満たす定量的な目標)

① 農業資材の削減: 化学肥料標準使用量削減(10a当たり窒素施肥量)

(水稲30%、たまねぎ7%、小麦11%、大豆50%)

② 生産性向上: 堆肥散布による土壌物理性の改善・化学肥料減肥による資材費削減、化学肥料可変散布による収量・品質の改善による農家収益(売上)向上

(水稲直播5%、たまねぎ2.3%、小麦4.5%、大豆5%)

2) スマート農業技術の導入により、対象とする作業において、10a当たりの作業時間についての定量的な目標

○ 追肥作業時間の削減: 20%

3) 生産者における経営収支(利益)の改善についての定量的な目標

○ 堆肥散布、作物・土壌計測・診断コストに対して、資材費削減、労働費削減、収益増加等により、経営収支(利益)向上

(水稲直播55%、たまねぎ5%、小麦5%、大豆5%)

目標に対する達成状況

目標に対する達成状況

1) 実証内容に沿った目標(公募対象で示した条件を満たす定量的な目標)

① 農業資材の削減: 化学肥料標準使用量削減(10a当たり窒素施肥量) (水稻30%、たまねぎ7%、小麦11%、大豆50%削減)

表1 生産者作物別窒素施肥量の削減実績

○生産者作物別の窒素施肥量削減割合は表1のとおり。

○水稻では、B農場(移植)で63.3%、A農場、C農場(ともに直播)では14.5%の削減となった。

○秋小麦(R6年産)では、追肥の窒素施肥量で、A農場1.4%、B農場10.0%、C農場8.3%削減した。

○秋小麦(R7年産)では、堆肥投入により、C農場では15%の窒素施肥量削減となった。A農場は水稻の後作であったが、倒伏した水稻刈り取りに時間を要し、B農場は大豆間作となるため、堆肥投入が出来なかった。

○大豆では、A農場で29.4%、B農場では10.4%の削減となった。

○C農場のたまねぎにおいて、5%の削減となった。

生産者	作物	削減割合
A 農場	水稻直播	14.5%
	秋小麦 (R6年産)	1.4%
	秋小麦 (R7年産)	0.0%
	大豆	29.4%
B 農場	水稻移植	63.3%
	秋小麦 (R6年産)	10.0%
	秋小麦 (R7年産)	0.0%
	大豆	10.4%
C 農場	水稻直播	14.5%
	秋小麦 (R6年産)	8.3%
	秋小麦 (R7年産)	15.0%
	たまねぎ	5.0%

目標に対する達成状況（つづき）

目標に対する達成状況

1) 実証内容に沿った目標（公募対象で示した条件を満たす定量的な目標）

②生産性向上：堆肥散布による土壌物理性の改善・化学肥料減肥による資材費削減、化学肥料可変散布による収量・品質の改善による農家収益（売上）向上（水稻5%、たまねぎ2.3%、小麦4.5%、大豆5%）

○収量は、慣行区と比較し、A農場の大豆にて10.7%の増収、C農場のたまねぎでは1.2%の増加となった（表2）。
○その他の作物については慣行と比べ減収となった。

表2 生産者作物別収量比較

（水稻は坪刈調査による精玄米重（水分15%補正）、大豆は坪刈調査による粗収量、秋小麦、玉ねぎは全数刈取収量）

生産者	作物	区分	収量 (kg/10a)	収量増減 割合
A農場	水稻直播	実証区	465	-2.7%
		慣行区	477	
	秋小麦	実証区	695	0.0%
		慣行区	695	
	大豆	実証区	430	10.7%
		慣行区	388	
B農場	水稻移植	実証区	622	-5.8%
		慣行区	660	
	秋小麦	実証区	416	-2.6%
		慣行区	427	
	大豆	実証区	296	-21.8%
		慣行区	379	
C農場	水稻直播	実証区	670	-1.4%
		慣行区	679	
	秋小麦	実証区	513	-14.3%
		慣行区	599	
	たまねぎ	実証区	4,273	1.2%
		慣行区	4,221	

目標に対する達成状況（つづき）

2) スマート農業技術の導入により、対象とする作業において、10a当たりの作業時間についての定量的な目標

○追肥作業時間の削減: 20%

○地上散布作業時間と比較し、農業用ドローンによるスポット散布では散布量3.5・5.25・7kg/10aの設定で11.1%の労働時間削減となり、散布量5kg/10aの設定では5.6%の削減となった(図1)。

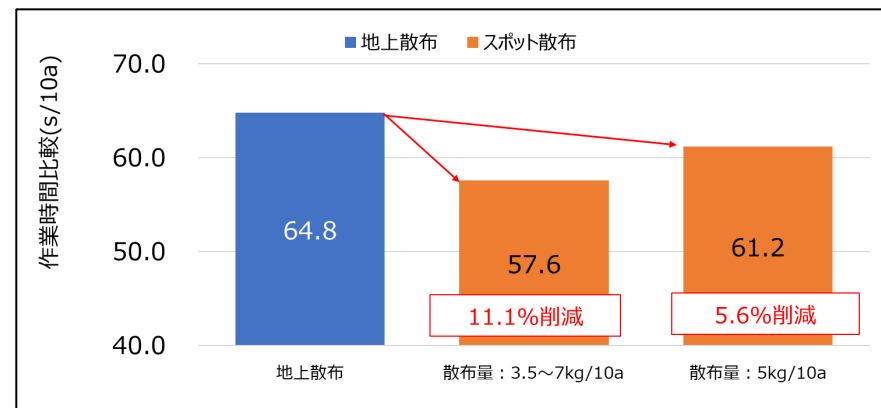


図1 地上散布(ブロードキャスター)とドローンスポット散布の作業時間比較 ※令和6年度データより

3) 生産者における経営収支(利益)の改善についての定量的な目標

○堆肥散布、作物・土壌計測・診断コストに対して、資材費削減、労働費削減、収益増加等により、経営収支(利益)向上(水稻移植5%、水稻直播55%、たまねぎ5%、小麦5%、大豆5%)

○経営収支(利益)向上について、A農場の大豆で14.0%増加となった(図2)。

○実証の収量変化、化学肥料の削減効果による利益では、現状の堆肥投入費用を賄うことが出来なかったためと考えられる。

○化学肥料の削減と作業時間の短縮、堆肥施用による収量の向上、経常収支向上のいずれの目標も達成するための堆肥散布委託料金は3,681円/10aと試算された。

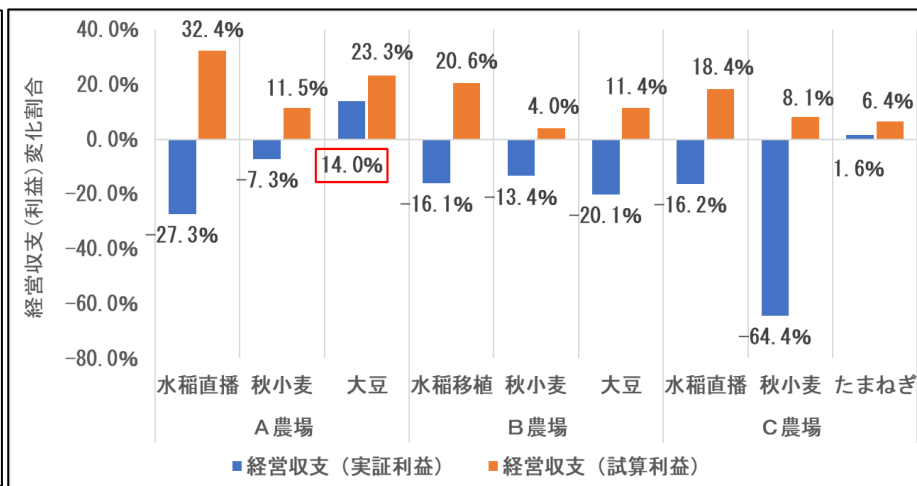


図2 生産者作物別経営収支(利益)変化

(実証項目①) 化学肥料削減に向けた堆肥投入及び生育不良箇所判断の精緻化

取組概要

- 作物収穫時のNDVIおよび収穫後の裸地状態における土壌有機物含量・土壌水分の解析画像、土壌診断値を基に堆肥散布マップを作成し、マニュアルスプレッダーにより堆肥を可変散布にて実施。
- 作物生育期間中のNDVIや土壌診断値を基に追肥マップを作成し、ドローンにより追肥を可変散布で実施。
- 上記の手順により、堆肥を活用して化学肥料の窒素施肥量を削減する作業フローを構築(図3)。

(使用機器) マニュアルスプレッダー(PS242T バーチカルビーター)、ガイダンスシステム(SG100)、自動操舵システム(SG100 自動操舵装置)、センシング用ドローン(VTOL型、AS-VT01)

(実証面積) 実証区13.79ha、慣行区13.75ha

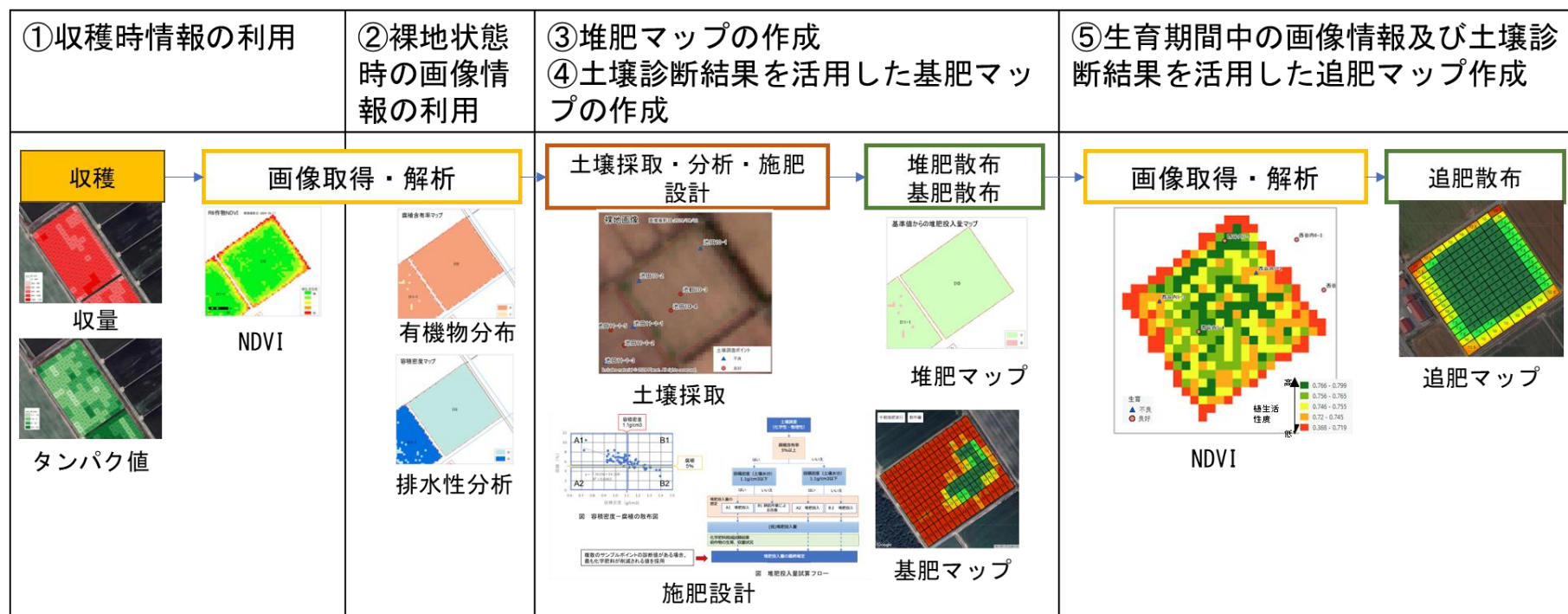


図3 現地データ取得及びマップ作成フロー図

(実証項目①) 化学肥料削減に向けた堆肥投入及び生育不良箇所判断の精緻化

実証結果

○実証区においては、堆肥を活用することで基肥の窒素施肥量を削減し、生育状況に応じて追肥で補った。その結果、全ての実証区において化学肥料の窒素施肥量を削減することができた。(図4)。

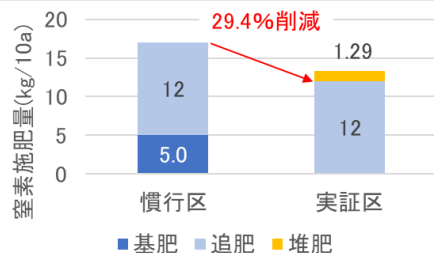
A農場



水稻直播

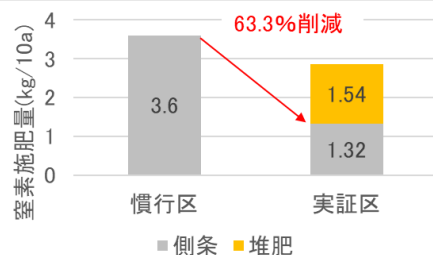


秋小麦(R6年度産)

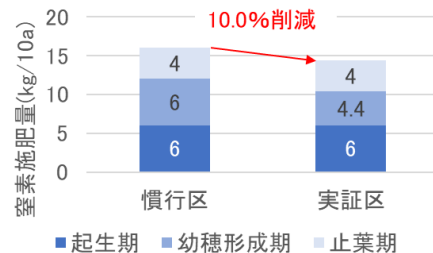


大豆

B農場



水稻移植

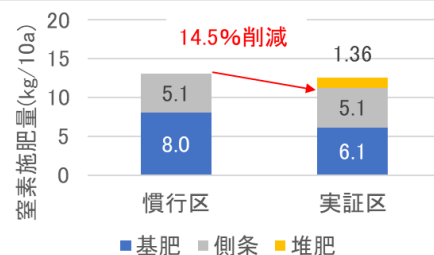


秋小麦(R6年度産)

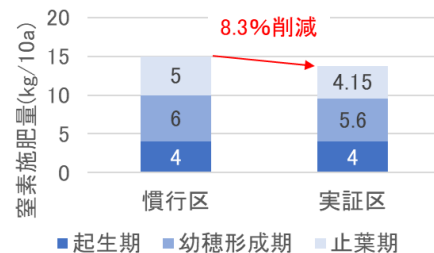


大豆

C農場



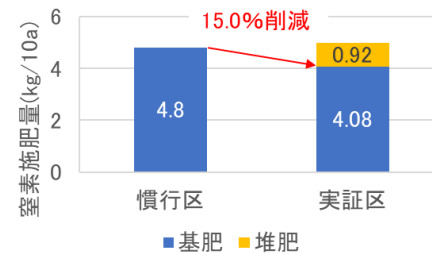
水稻直播



秋小麦(R6年度産)



たまねぎ



秋小麦(R7年度産)

図4 各作物の窒素施肥量と削減割合(R6年度)

(実証項目①) 化学肥料削減に向けた堆肥投入及び生育不良箇所判断の精緻化

取組概要

- 本実証では、秋小麦圃場の追肥および縞萎縮病への対応として農業用ドローンによるスポット散布を実施した。
- 地上散布(ブロードキャスター:散布幅20m)の作業時間と比較し、労働時間削減効果把握を行った。
- (使用機器)農業用ドローン(DJI T30・粒剤散布装置)
- (実証面積)実証区4.41ha、慣行区4.83ha

実証結果

- 地上散布作業時間と比較し、農業用ドローンによるスポット散布では散布量3.5・5.25・7kg/10aの3段階設定で11.1%の労働時間削減となり、散布量5kg/10aの設定では5.6%の削減となった(図1再掲)。
- 農業用ドローンの圃場投入量が多くなると散布時間以外にも資材補給とバッテリー交換の回数が増えるため、労働時間が増加したと考えられる(図5)。

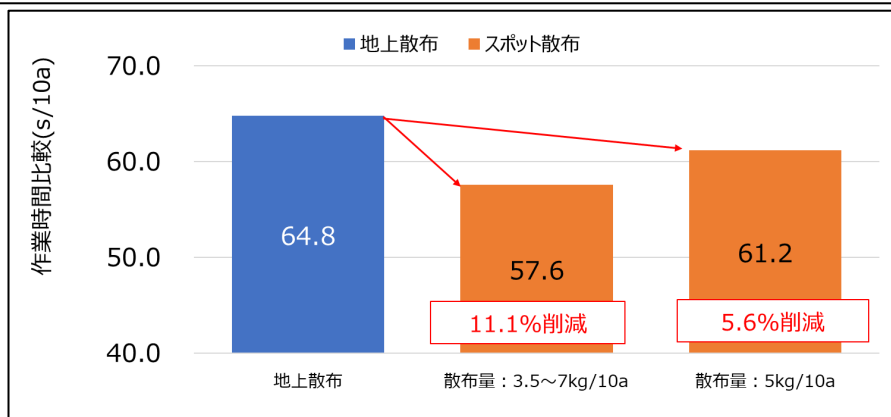


図1 地上散布(ブロードキャスター)とドローンスポット散布の作業時間比較 ※令和6年度データより(再掲)

残された課題と対応

- 圃場への散布量が多くなる場合(10kg/10a以上)、地上散布で一様撒布後、多めに施肥したい箇所へスポット散布を実施するなど、運用方法について検討する。

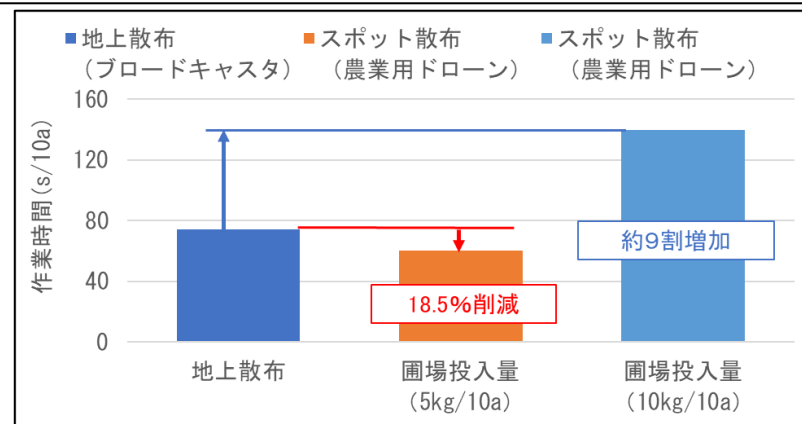


図5 地上散布(ブロードキャスター)とドローンによる圃場投入量の作業時間比較 ※令和6年度データより

(実証項目②) 効果を高める地域体制構築

取組概要

○地域内資源を基とした堆肥製造・供給、他地域からの堆肥購入窓口及び作業実施体制を包括的に行う体制が重要であると考え、JAいわみざわを中心として、下記の検討を行う(図6)。

(使用機器) マニユアスプレッダー(PS242T バーチャルビーター)、ガイドシステム(SG100)、自動操舵システム(SG100 自動操舵装置)

(実証面積) 実証区34.32ha、慣行区13.75ha

【検討項目】

- ・市内堆肥原料の総量及びこれを基とした堆肥製造量の検討
- ・製造堆肥の販売価格検討
- ・他地域堆肥の購入に向けた課題及びこれへの対応検討
- ・堆肥散布における地域請負体制の組織化(事業者収益構造の検討)

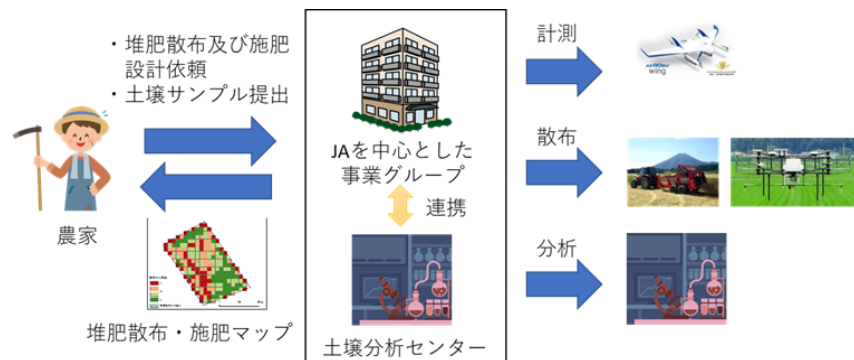


図6 地域での安定的な運用体制イメージ

実証結果

○堆肥散布の地域請負体制検討資料として、堆肥散布委託料金の最低基準となる金額の試算を実施(表3)。

○参画生産者の作付面積合計111.87ha(育苗ハウス・自家野菜面積を除く)の場合、最低基準は6,800円/10a(堆肥散布量1tの場合、散布作業費用4,800円/10a+堆肥購入代2,000円/t)となる。

○実証成果から、堆肥散布時期の稼働日数10日間、所定の8時間/日等の条件で収益確保が可能な最低基準4,300円/10aでの必要面積は269.66haとなる。

○人員を追加し、1日当たり12時間作業(所定8時間+残業4時間)とした場合、堆肥散布可能な受託面積は404.49haとなり、最低基準を3,681円/10aまで削減できる。

表3 堆肥散布委託料金最低基準試算

項目	対象面積: 111.87ha	対象面積: 269.66ha	対象面積: 404.49ha	単位	備考
堆肥購入代	2,000	2,000	2,000	円/t	
散布人件費	134	134	145	円/10a	・作業時間:1,500円/時間×0.089時間/10a=134円 令和6年度散布作業実績より ・作業時間延長:(1,500円×8時間+1,875円×4時間)÷12時間×0.089時間/10a=145円
運搬人件費		134	145	円/10a	散布時間と同様の時間と想定
作業機械 原価償却費	3,652	1,515	1,010	円/10a	(ファイナンスリース)マニユアスプレッダー:16,401,000円 リース期間:7年 (購入)トラクタ:10,000,000円、自動操舵、ガイドシステム:2,200,000円 償却期間:7年
修理費	875	363	242	円/10a	購入価格×年平均修理係数で試算
燃料費(散布)	139	139	139	円/10a	10.0L/時間×0.089時間/10a×156円/L
合計	6,800	4,285	3,681	円/10a	

(実証項目③) 農家収益向上効果の算出

取組概要

- 収量・食味コンバインでの刈取および坪刈調査から、慣行区との生産者作物別収量比較を実施した。
- 収量変化、化学肥料の削減と堆肥購入、散布委託費、可変マップ利用から改善額を算出し、R6年度収量とR5年度経営データでの経営収支(利益)の試算を行った。
- $(\text{改善額}) = (\text{収量} \cdot \text{品質向上額}) - (\text{堆肥購入価格}) - (\text{委託費}) + (\text{化学肥料減量額}) - (\text{可変施肥マップ利用料})$
(実証面積) 実証区34.32ha、慣行区13.75ha

実証結果

- 農家収益(売上)向上について、A農場の大豆にて10.7%の増収となった(図7)。
- 経営収支(利益)向上について、A農場の大豆で14.0%の増加となった(図2再掲)。
- 実証での利益向上では、現状の堆肥投入費用を賄うことが出来なかったためと考えられる。
- 化学肥料の削減と作業時間の短縮、堆肥施用による収量の向上、経常収支向上のいずれの目標も達成するための堆肥散布委託料金は3,681円/10aと試算された。
- 他の品目は気象条件等により堆肥の肥効が遅れ、初期の窒素不足で生育が遅れた。

残された課題と対応

- 堆肥投入量を増やし、継続した投入を行うことで、土壌の改善とともに化学肥料削減、収量向上が期待できる。
- 堆肥散布作業委託費については、JAいわみざわを主体に受託作業面積の拡大による費用軽減を検討する。

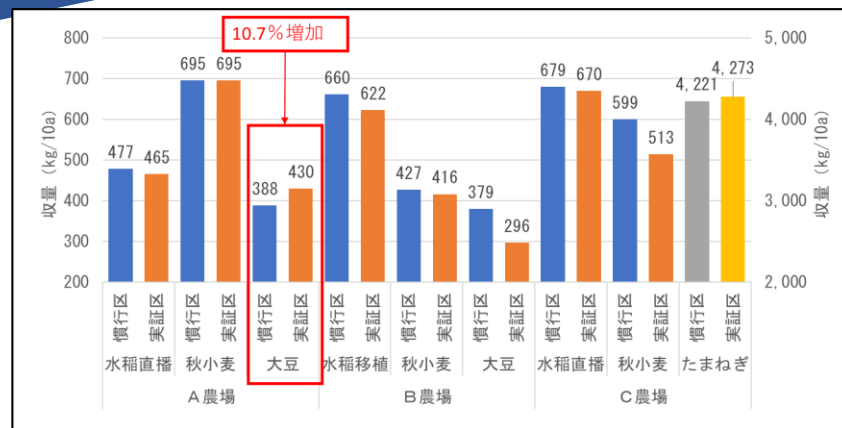


図7 生産者作物別収量比較

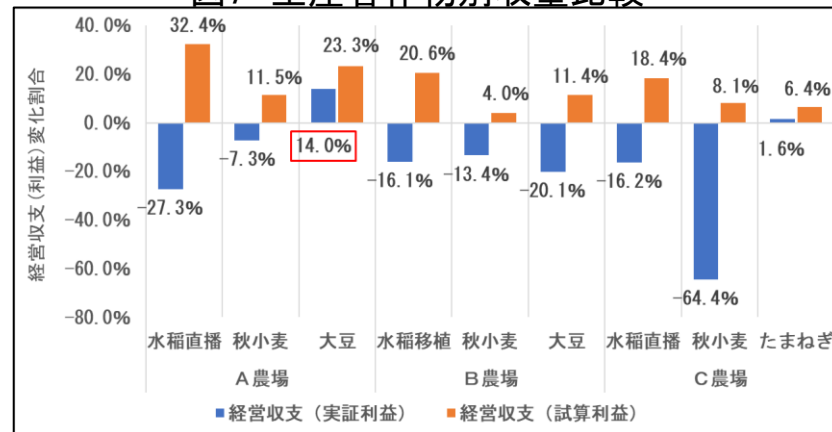


図2 生産者作物別経営収支(利益)変化(再掲)

(実証項目③) 農家収益向上効果の算出

取組概要

○実証経営体の輪作体系モデルを作成し、化学肥料の窒素施肥量削減率と堆肥・追肥散布に要するコストから線形計画法によるシミュレーションを行い技術導入効果を分析した。

(実証面積)3つの実証経営体(27～41ha)について、①基本型、②発展型、③高収益作物型として輪作体系モデルを作成。

経営改善モデル

○輪作体系モデルにおけるシナリオ

- ・堆肥を毎年1t/10aを基準に土壌診断値をもとに調整して散布。
- ・各作物とも化学肥料の窒素施肥量を実証した最大の削減率まで減らして施用(表4 実証換算)。
- ・各作物の化学肥料の窒素施肥量削減率が目標水準となる施用(表4 目標換算)。
- ・窒素施肥量の削減金額(表4)から持続的な堆肥散布作業を行って利益確保が見込める堆肥投入経費(4,300円/10a)、ローン可変追肥経費(500円/10a)で試算。
- ・収量は慣行水準を維持。

輪作体系モデルにおける想定

○実証結果のデータに基づく試算では、技術導入によるコスト等で相殺されることから、慣行並みからやや減少した(表5)。

○堆肥の施用により化学肥料の窒素施肥量削減率が目標水準に達し、収量を維持すれば、各モデルとも利益が増加して経営改善が見込める(表5)。

表4 輪作体系モデルにおける設定内容(③4作物5年輪作の例)

作物		水稻 乾田直播	大豆 挟畦密植	秋小麦 間作	たまねぎ	てん菜 直播	なたね
堆肥投入(投入量t/10a)		○(1)	○(1)	—(※)	○(1)	○(1)	○(1)
化学肥料の 窒素施肥量 削減率(%)	実証換算	14.5	29.4	10.0	5.0	30.0	30.0
	目標換算	30.0	50.0	11.1	7.0	30.0	30.0
削減金額 (円/10a)	実証換算	1,665	5,675	574	2,099	9,544	2,264
	目標換算	3,453	8,957	637	2,938	9,544	2,264

(※秋小麦は大豆間作となるため堆肥の散布は困難)

(てん菜、なたねについては、実証対象外作物のため水稻と同等の削減率と想定)

表5 輪作体系モデルにおける経営分析結果(シミュレーション)

輪作体系(作物)	経営面積 (ha)		農業所得	当期純利益
①3作物5年輪作 (水稻>大豆>秋小麦>大豆>秋小麦)	27.0	実証換算	ほぼ変化なし	ほぼ変化なし
		目標換算	7%増加	9%増加
②5作物5年輪作 (水稻>大豆>秋小麦>てん菜>なたね)	41.0	実証換算	1%増加	1%増加
		目標換算	4%増加	5%増加
③4作物5年輪作 (水稻>大豆>秋小麦>たまねぎ>秋小麦)	31.8	実証換算	7%減少	9%減少
		目標換算	1%増加	1%増加

(R6年度実証データおよび岩見沢農業生産技術体系2023年版、想定シナリオにて試算)

(終了時成果(全体)) 実証を通じて生じた課題

実証を通じて生じた課題

1. 技術的な課題

(1) 今回の実証で導入したスマート農業機械・技術

	作業内容	機械・技術名	技術的な課題
1	堆肥散布	ガイダンスシステム	・衛星・ドローンの画像データを画面へ表示させるにはファイル形式の変換が必要
2	堆肥散布	自動操舵システム	
3	施肥	センシング用ドローン	・マルチ型と比べ、飛行前の準備には、オペレータの習熟をふまえた上での簡易化が必要
4	施肥	農業用ドローン	・スポット散布の実施に専用アプリの利用が必要 ・スポット散布の経路作成には、同メーカーのドローン画像データを使用する必要がある。
5	収穫	食味・収量コンバイン (自脱型、普通型)	・衛星のメンテナンス等により、補正情報が受信できない場合、収量・タンパク値メッシュマップの作成が出来ない。

(2) その他

○収量データ(コンバインで取得)、圃場裸地画像(衛星・ドローン画像)、土壌分析(化学性・物理性)などの現地取得データ、栽培履歴、施肥設計、堆肥投入マップ、可変施肥マップなど作業情報を集約して共有・管理が出来る営農支援システムが出来れば、生産者の栽培管理やサービス事業者への作業委託が容易となると考えられる。

○ 問い合わせ先

実証全体について

・株式会社スマートリンク北海道 (Mail: nobuyuki.kobayashi@smartlink-h.co.jp) Tel: 0126-33-4141

本実証課題は、農林水産省「スマート農業実証プロジェクト」（事業主体：国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構）の支援により実施されました。

農研機構スマート農業実証プロジェクトホームページ
<https://www.naro.go.jp/smart-nogyo/>