

スマート農業技術による土地改良後大区画ほ場における水稻・大豆作での豚 ふんペレット利用を中心とした環境保全型精密農業の確立

(有)エイドスタッフ（岐阜県飛騨市）

背景及び取組概要

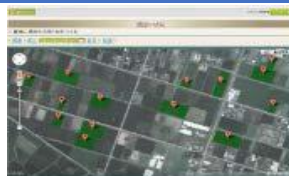
＜経営概要 31.9ha（水稻 25.3ha、大豆 5.7ha、野菜等 0.9ha）うち実証区 水稻 3.0ha、大豆 0.8ha 慣行区 水稻 0.7ha、大豆 0.9ha＞

- ①現在、基盤整備事業による平均50aの大区画化を進めているが、合筆により土壌条件が不均一になりやすく、水稻と大豆では生育ムラによる減収が懸念された。
- ②実証経営体では、環境問題や肥料価格高騰を考慮して、地域内で製造された豚ふんペレットを水稻で試験利用し、耕畜連携に取り組みつつある。
- ③スマート農業技術により、安定的で均一な生育を確保するとともに、地域内循環型農業の枠組み作りを進める。

導入技術

経営管理

①営農支援ソフト
全圃場の栽培行程を見える化し、計画的作業管理等を実現



②ロボトラ+レーザーレベラ
整地・耕起・代かき
作業時間の効率化



耕起・施肥・播種

③ロボトラ+ブロードキャスタ
メッシュデータに基づく
ペレット精密散布



④ロボトラ+搭載シーダー(大豆)
大豆播種作業(浅耕・播種・明渠)＋除草1工程化



生育モニタリング

⑤栽培管理支援情報サービス
・気象観測装置
・AgriLook



⑥センシングドローン
生育状況の画像解析



施肥・防除

⑦散布用ドローン
可変施肥・スポット散布
による経費削減



収穫

⑧食味・収量コンバイン(水稻)
15mメッシュで水稻の収量・食味のデータ収集



目標に対する達成状況（全体）

実証課題の達成目標

1) 海外依存度の高い農業資材の削減と生産性向上の両立

化学肥料の削減

＜水稻＞実証経営体の慣行栽培に対し使用量3割削減（年間7.4kg/10a⇒4.8kg/10a）

＜大豆＞実証経営体の慣行栽培に対し使用量8割削減（年間14.7kg/10a⇒2kg/10a）

化学農薬の削減

＜水稻＞実証経営体の慣行栽培に対し使用量1割削減（年間255g/10a⇒235g/10a）

＜大豆＞実証経営体の慣行栽培に対し使用量4割削減（年間496g/10a⇒288g/10a）

化石燃料の削減

＜水稻＞従来の作業体系に対し1割削減

＜大豆＞従来の作業体系に対し1割削減

収量の維持又は増加

＜水稻＞収量の維持 : 480kg/10a（実証経営体の特別栽培米コシヒカリと同等）

＜大豆＞単収の向上 : 120kg/10a（過去3カ年平均単収(78.4kg/10a)より5割増加）

2) 年間の作業時間についての定量的な目標

＜水稻＞年間の作業時間 慣行作業26時間/10a → スマート農業技術導入作業13.87時間/10a

＜大豆＞慣行作業9.6時間/10a → スマート農業技術導入作業6.62時間/10a

3) 生産者における経営収支(利益)の改善

＜水稻＞利益19,000円/10a増加（年間の収益 慣行作業33,357円/10a → スマート農業技術52,448円/10a）

＜大豆＞利益13,000円/10a増加（年間の収益 慣行作業25,683円/10a → スマート農業技術38,518円/10a）

目標に対する達成状況（1）

目標に対する達成状況

1) 海外依存度の高い農業資材の削減 化学肥料の削減

◎ 水稻と大豆いずれも基肥に豚ふんを用いた。追肥はドローンセンシングに基づき、散布用ドローンによる可変施肥を行った。

化学肥料NPK成分合計で、慣行区と比較して実証区の水稲は8割削減、大豆は約9割を削減した（図1、2）。

化学農薬の削減

○ 散布用ドローンを導入し、高濃度少量散布により化学農薬の使用量を削減した。

水稻のいもち病防除剤のドローン散布が計画通りスポット散布できなかったが、ドローンによる高濃度少量の散布により、水稻は約1割削減、大豆は4割を削減した（図3、4）。

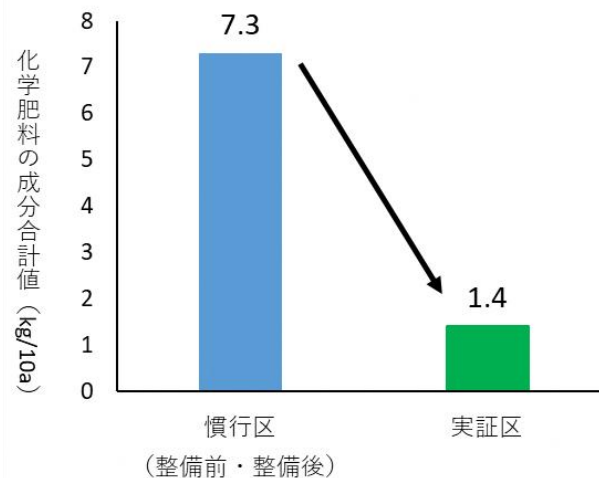


図1 水稻の化学肥料使用量の比較
(R 6)

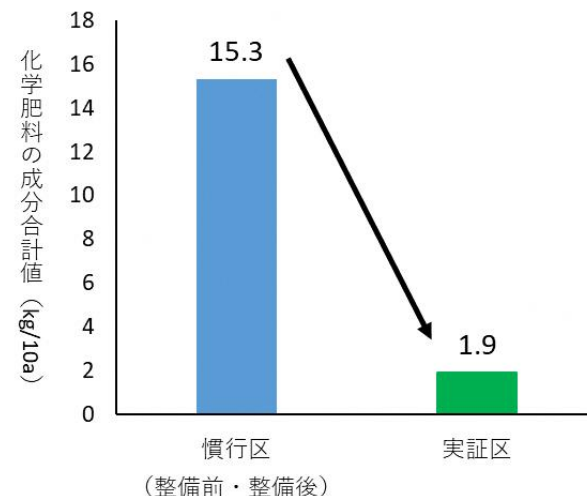


図2 大豆の化学肥料使用量の比較
(R 6)

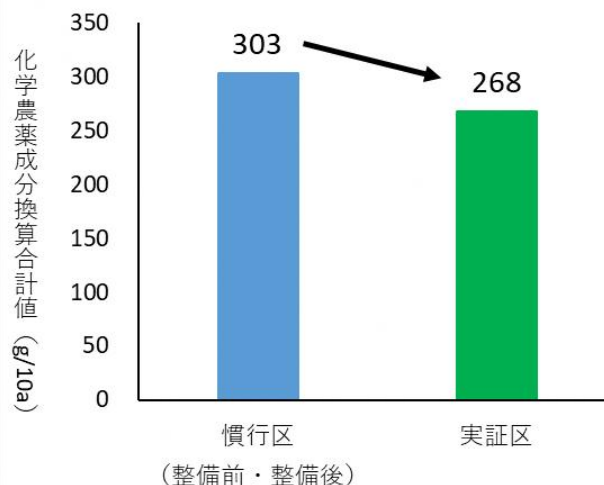


図3 水稻の化学農薬使用量の比較
(R 6)

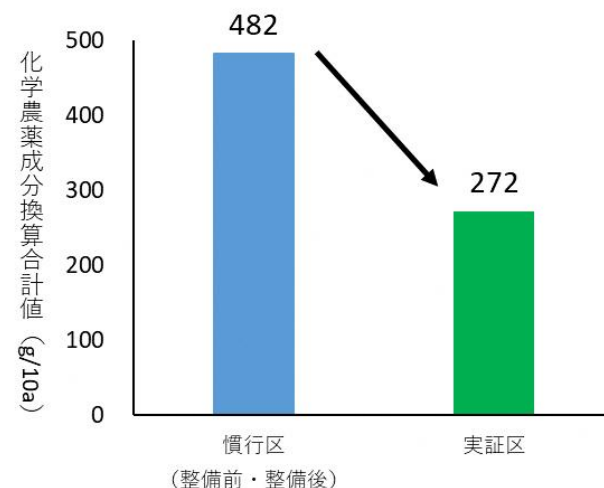


図4 大豆の化学農薬使用量の比較
(R 6)

目標に対する達成状況（2）

目標に対する達成状況

1) 海外依存度の高い農業資材の削減 化石燃料の削減

○ ロボットトラクタ直装レーザーレベラによる均平効果や、ドローンを使用した肥料農薬散布による作業時間の短縮により、水稻、大豆ともに従来の作業体系に対し化石燃料を1割以上削減した（図5、6）。

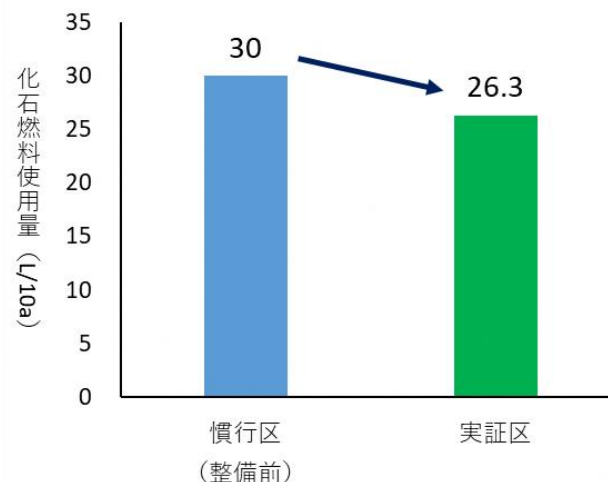


図5 水稻の化石燃料使用量の比較
(R 6)

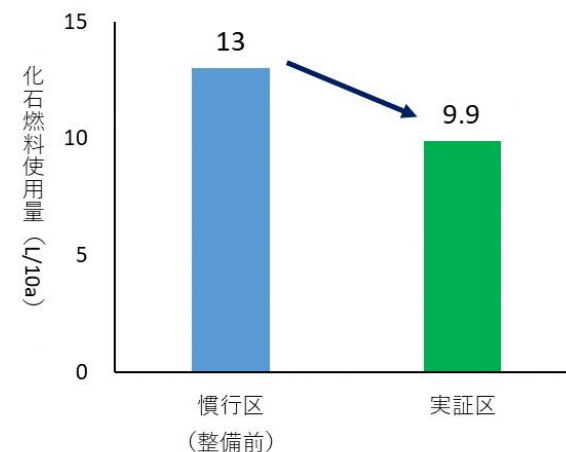


図6 大豆の化石燃料使用量の比較
(R 6)

収量の維持・単収の向上

○ ドローンセンシングに基づくロボットトラクタ直装ブロードキャストによる可変基肥散布に加え、ドローンセンシングに基づく施肥と防除を行い、スマート農業技術による均一で健全な生育を確保し、水稻では収量を維持することができた（図7、8）。大豆では2年目に適期播種できず、収量が減ったが、2年とも実証区では、慣行区を上回る収量を得ることができた。

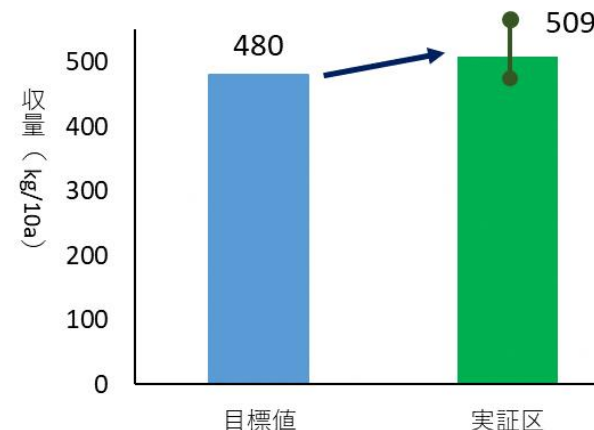


図7 水稻収量（2年平均）と目標値との比較

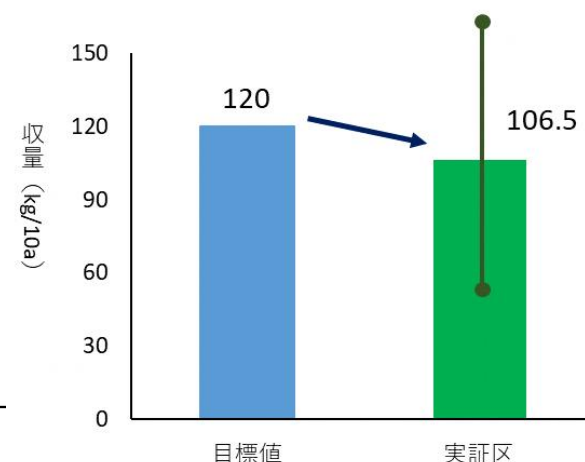


図8 大豆収量（2年平均）と目標値との比較

目標に対する達成状況（3）

目標に対する達成状況

2) 年間の作業時間についての定量的な目標

- ロボットトラクタ直装レーザーレベラによる均平効果や、ドローンによる肥料農薬散布により、水稻と大豆いずれも作業時間を削減することができた(図9)。
大豆のロボットトラクタ直装の車速連動小明渠浅耕播種機と除草剤散布機により、同時作業を行い、播種と除草時間を大きく減少させた。

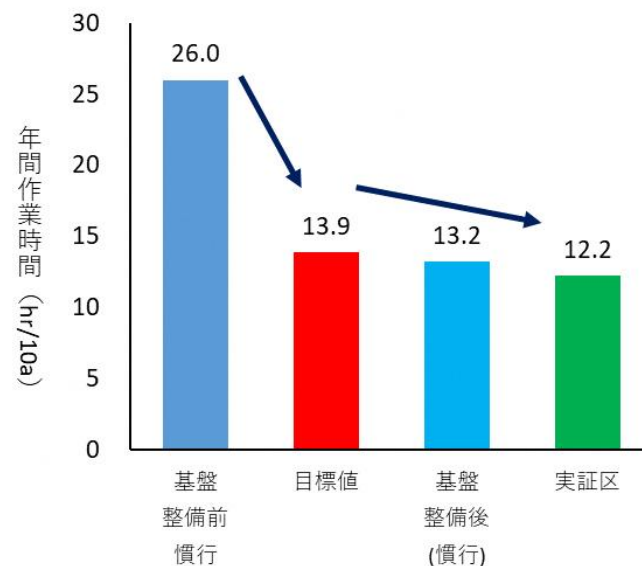


図9 水稻の作業時間の比較（R 6）

3) 生産者における経営収支(利益)の改善

- 水稻では機械費が、大豆では機械費とリース料の占める額が大きく経費を増大させた(図10)。
しかしながら、豚ぷんを用いる環境保全とスマート技術を用いる精密農業を組合わせた栽培には目途がついた。
経営収支の改善には、ほ場整備による大区画化及びスマート農機の効率的利用により作業時間を削減し、作付面積を拡大させることで経費削減を図る。

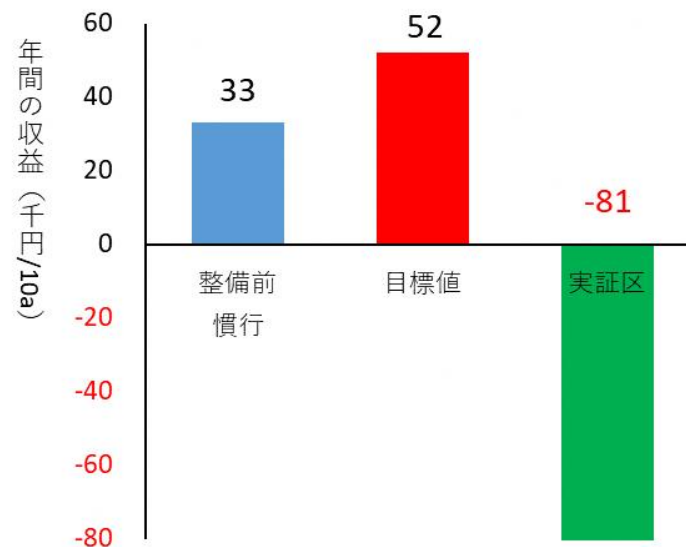


図10 水稻の経営収支の比較

(実証項目別成果 水稻①)

(1) 化学肥料の削減：GPSブロードキャスタによる豚ふんペレットの精密散布

取組概要

○化学肥料の使用量を削減するために基肥を豚ふんペレットとする。生育ムラをなくすためにコンバイン収量データを反映しブロードキャスタで可変散布する。

(使用機器) ロボットトラクタ (MR1000)

GPSブロードキャスタ (MGC1203WN)

(実証面積) 慣行区: 0.7ha、実証区: 3.0ha

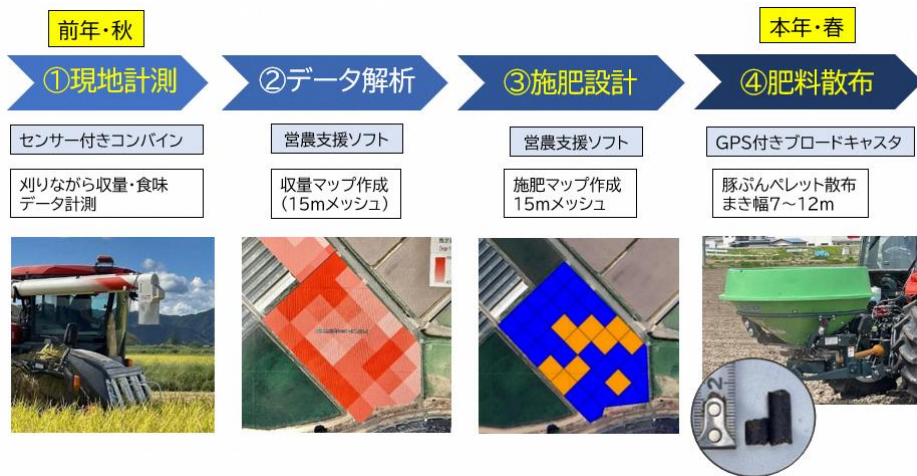


図11 収量をもとに基肥を可変施肥する施肥設計の流れと豚ふんペレットの大きさ

○豚ふん600kgをブロードキャスタに充填し、10a当たり400kgを散布。

実証結果

○散布作業は、GPSレシーバーにて18m幅で車速連動と経路誘導。ブレークリターンシステムにより肥料切れ位置を記憶し、作業再開場所に自動誘導されることで、二重散布を回避できる。

○実証区では可変施肥しても生育差は残った(追肥で補正)(図12)。

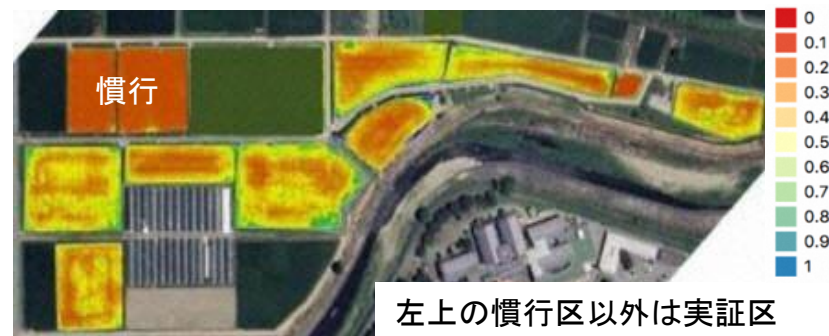


図12 可変施肥した実証区のR6年7月末の水稻生育状況

残された課題と対応

○ほ場の周縁部での均一性、不定形ほ場での均一性の確保が必要である。ペレットの形状も均一性に影響する。

(実証項目別成果 水稻②)

(2) 化学肥料の削減・収量の維持：ドローンでの生育診断と可変追肥

取組概要

○化学肥料削減と収量維持を両立するため、センシングデータをもとに適期に穂肥を可変散布する。

(使用機器) センシングドローン (P4M)
散布用ドローン (T10K)
気象観測装置 ソラテナ
生育予測システム AgriLook

(実証面積) 慣行区: 0.7ha、実証区: 3.0ha

○穂肥施用時期前にNDVI10mメッシュマップにより生育状況を把握し、葉色が薄く生育量の小さい生育不良個所に穂肥を散布。
穂肥には化学肥料を用い6.5kg/10a(N成分 1.4kg/10a)平均で散布。慣行区では追肥なし。

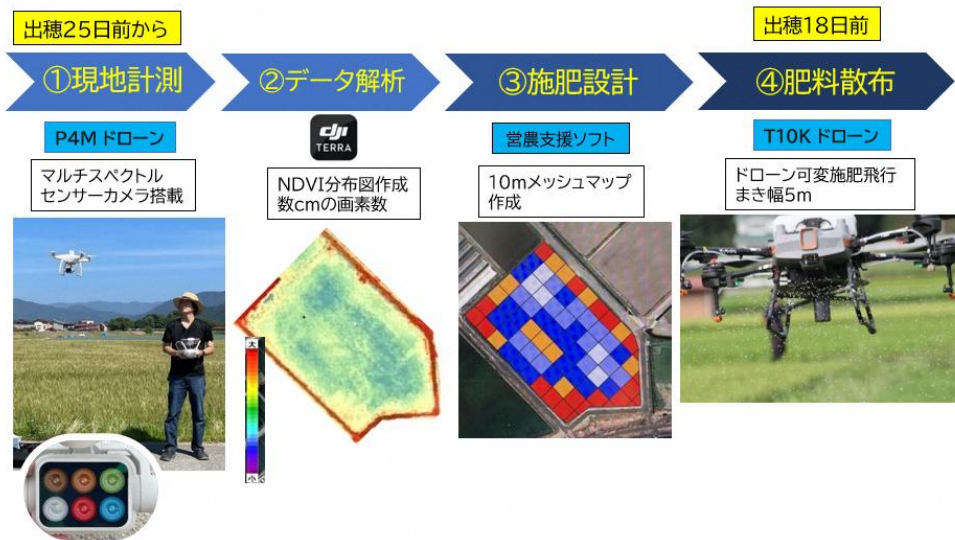


図13 ドローンセンシングから可変追肥までの施肥設計の流れ

実証結果

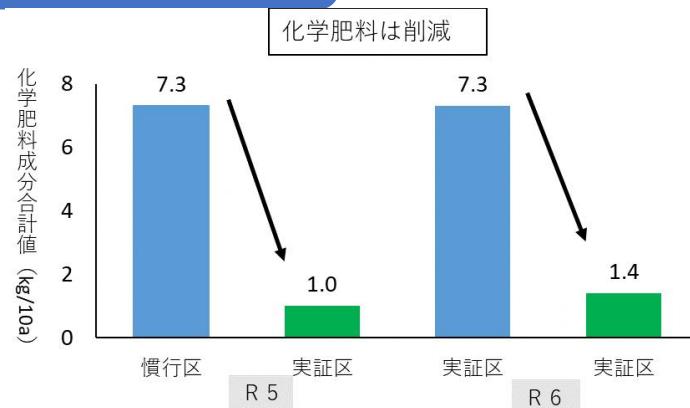


図14 水稻の化学肥料使用量の比較

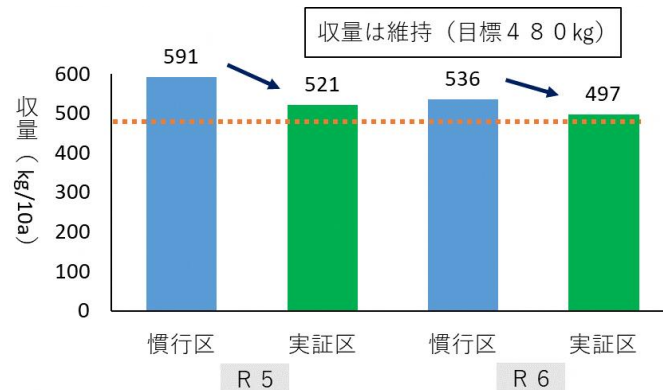


図15 水稻収量の比較

○実証区の初期生育は緩慢に推移したが、穂数は慣行と同等確保された(R6)。

残された課題と対応

○穂肥はセンシング解析とドローン設定の改善により、可変施肥の更なる精密散布に取り組む。

(実証項目別成果 水稻③)

(3) 化学農薬の削減・作業時間の削減：ドローンでの生育診断と気象観測装置によるいもち病の発生予測及びスポット防除

取組概要

○いもち病防除剤の使用量削減のために、気象観測装置データ等による発生予測とセンシングに基づいたスポット防除をする。

(使用機器) 散布用ドローン (T10K)
気象観測装置 ソラテナ
生育予測システム AgriLook

(実証面積) 慣行区: 0.7ha、実証区: 3.0ha

- ・生育予測システムで出穂期予想を確認
- ・気象観測装置の観測データと県病虫害防除所のブラスタムでいもち病発生予測
- ・センシングドローンで空撮とNDVI値解析
- ・現地確認により出穂後にいもち病防除剤スポット散布

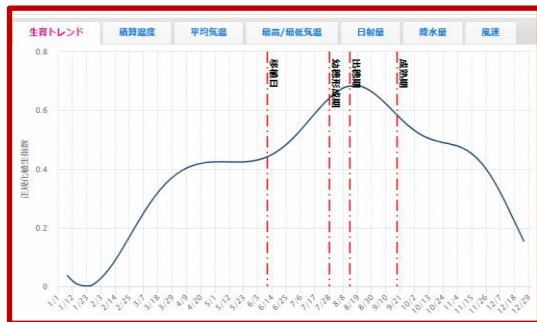


図16 気象観測装置(左)、生育予測システム(右)

実証結果

- 生育予測システムは水稻の出穂期を数日の誤差で予測(図17)。
- 生育、発病状態を確認し、慣行区は8月上旬、実証区は8月下旬に防除。収量に影響を及ぼさず。
- ドローンにより、化学農薬、作業時間や燃料を削減(図18)。
- 導入した技術では、自動飛行によるスポット散布の設定が手入力となり、スマート農作業として受容できなかったのが、応急として可変施肥(液剤)の設定に従い散布。

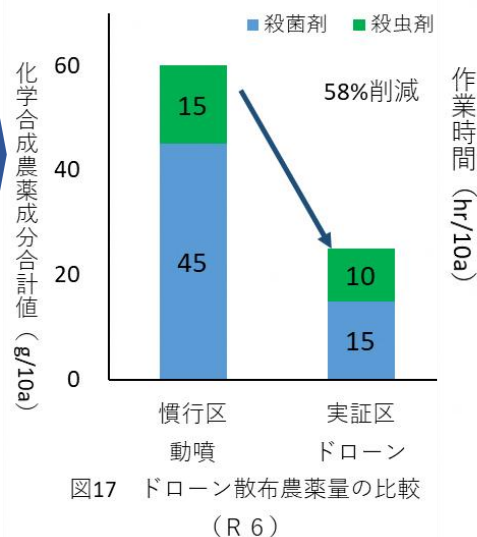


図17 ドローン散布農薬量の比較 (R6)

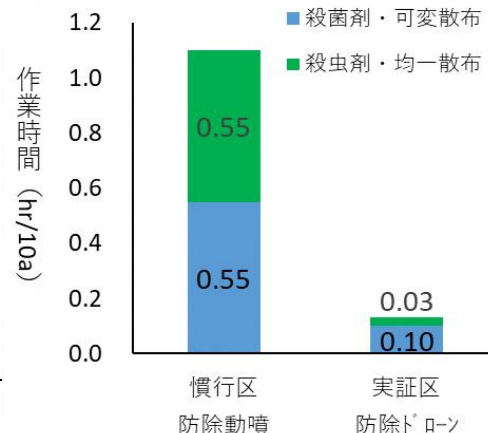


図18 防除(いもち病剤、カメムシ剤)の作業時間の比較

- ・自動飛行とすれば1人で作業可能(補助員は必要)。

残された課題と対応

- 気象観測装置データを栽培管理支援情報サービスに反映させ、生育予測精度を高める。

(実証項目別成果 大豆①)

(5) 作業時間の削減：ロボットトラクタとレーザーレベラによる整地・排水作業の精度及び効率向上

取組概要

○耕起・碎土の作業効率を上げるため、また、排水不良に起因する生育ムラを解消するためレーザーレベラで均平化する。

(使用機器) ロボットトラクタ (MR1000)

(実証面積) 慣行区: 0.9ha、実証区: 0.8ha

○100psトラクタに直装したレーザーレベラを用いて、高低差±2.5cmの精度で整地をおこない、排水作業の精度及び効率が向上(実証はR6のみ)。



図19 レーザーレベラによる均平作業

実証結果

○均平化作業で作業時間は増加。ただし、ほ場の高低差是正作業の軽減で耕起作業時間は減少(図20)。

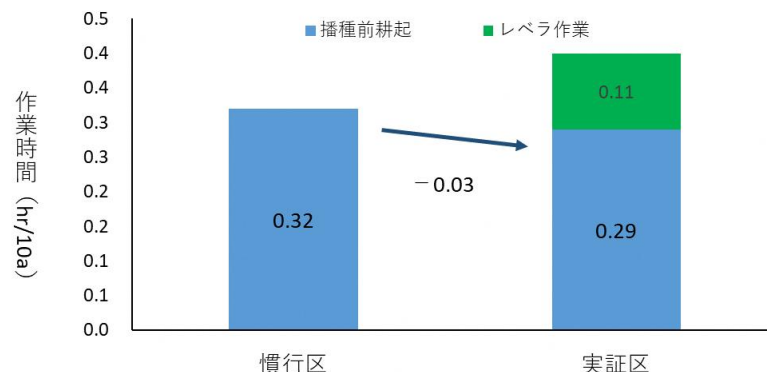


図20 大豆のレベラ作業の有無による作業時間の比較 (R 6)



図21 レーザーレベラによる均平後の播種状況

○播種機の上下運動が解消され排水精度が向上。

残された課題と対応

○地域の大区画圃場で利用拡大を図る。

○レーザーレベラ機器のシェアリングや均平作業の受託によりコスト削減する。

(実証項目別成果 大豆②)

(6) **作業時間の削減**：ロボットトラクタと車速連動式小明渠浅耕播種機、除草剤散布機による精密作業と作業効率向上

取組概要

○作業効率を向上させるために、ロボトラ、播種機、除草剤散布機を用い効率的な作業をする。

(使用機器) ロボットトラクタ (MR1000)

(実証面積) 慣行区: 0.9ha、実証区: 0.8 ha

○トラクタに装着した車速連動小明渠浅耕播種機と除草剤散布装置による同時作業。



図22 ロボトラ牽引による小明渠、浅耕、播種、除草剤散布の同時作業

実証結果

○ロボットトラクタの直進操舵機能と、隣畦畔の小明渠と重複させて走行することで、不慣れなオペレーターも一定間隔で精度よく播種作業が可能。

○レーザーレベラによる均平作業もあり、高低差のない仕上がりを実現。

○別々の機械で行っていた播種と除草剤散布を、1台で同時に行うことで作業時間を大幅に削減(図23)。

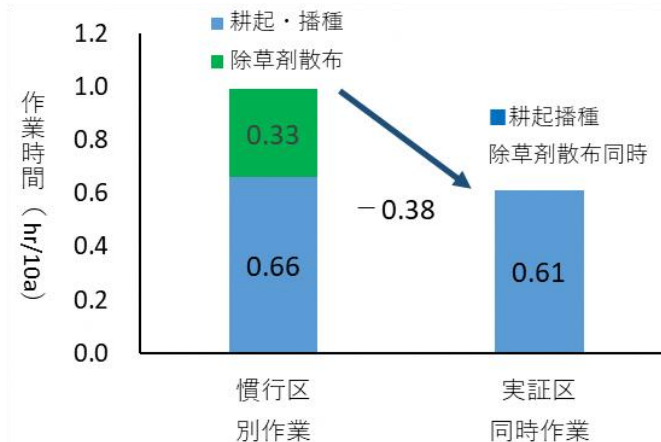


図23 ロボトラと播種時作業の効率化による作業時間の比較 (R 6)

残された課題と対応

○播種機の往復作業時に小明渠を重ね、ほ場全体で条間を均一となるようにし、播種幅とコンバインの刈幅を一致させるなど、合理的な作業体系を構築する必要がある。

(実証項目別成果 共通)

(7) 営農・サービス支援システムへのほ場ごとの収量・品質データの記録

取組概要

○データ活用、経営改善に活かすために、営農・サービス支援システムや実証経営体の記帳にデータを記録する。

(使用機器) 営農・サービス支援システム(KSAS)

(実証面積) 水稻 慣行区: 0.7ha、実証区: 3.0ha

大豆 慣行区: 0.9ha、実証区: 0.8ha

○営農・サービス支援システム対応農業機械及びスマートフォン等端末からの作業内容、時間収集の記録。

営農支援ソフト



図24 データ連携イメージ

期待される成果

○デジタルマップによる圃場管理の見える化。

○従業員間の情報の共有。

○営農支援ソフトを用いた作業計画。



図25 実証経営体によるPCを用いた営農支援ソフトへの入力作業

残された課題と対応

○継続的なPDCAを行う。

○コスト分析と事業計画への活用を図る。

(令和6年度成果(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	施肥、防除	ドローン	肥料、農薬の散布について、10a散布量よりも少ない少量散布(数kg/10a)に対応した機械設定と作動を可能にする必要がある。 また、スポット散布をするためには、マップに基づく散布の有無の設定を可能とすることが望ましい。

(2) その他

- ・水稻のNDVI値に対応する追肥(窒素肥料)の基準作り。
- ・センシングはドローンをレンタルしたうえで外部委託を検討する。その場合は、撮影面積が大きいほど面積当たりの委託費用は低く抑えられる。
- ・センシングドローンを使えない場合は、人工衛星を利用したセンシングに代替する。

○問い合わせ先

実証全体について

岐阜県農政課スマート農業推進室 (e-mail c11411@pref.gifu.lg.jp) Tel. 058-272-1562)

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/>