

令和2年度（2020年度）試験研究成果

課題番号：R2-05

課題名：県内水田農業の担い手に適応したスマート農業の導入
（うちスマート農機導入効果の実証、営農支援システムの有効利用）

研究期間：平成30年度～令和2年度（2018年度～2020年度）

研究担当：農業技術部 土地利用作物研究室・資源循環研究室、
経営高度化研究室

1 研究の目的

（1）背景・目的

ICT・IoT・RT を活用したスマート農業技術の進歩は目覚ましいものがあり、その一部は現場に普及し始めている。しかし、本県水田農業の経営規模・立地条件に対して、どのようなスマート農業技術が適応するか整理されていない。そこで、各種スマート農業技術導入の効果を経営的、質的に評価し、本県水田農業に適したスマート農業の導入スタイルを明らかにする。

（2）到達目標

- ア 経営体の立地条件に応じたスマート農業技術メニューの提示
- イ 実証地区におけるスマート農業技術の導入実現
- ウ 畦畔除草機の使用条件に適応した機種選定基準の提示
- エ 自動給水システムの適正な導入条件の提示
- オ 不整形田における新規就業者向け作業指示書作成手法の提示
- カ 圃場生産管理システム活用上の問題点の整理とシステム活用手法の提示

2 成果の概要

（1）水田農業のスマート農業技術の経営的・質的評価導入適応条件の検討

- ・中山間部と平坦部の法人において、それぞれの経営課題を解決可能と考えられるスマート農業技術を体系的に導入し、個々の技術の評価を行った。評価の内容は作業能率やそれに伴う作業時間の短縮、作業精度、生産方法の改善による収益性（収量および品質）とした。
- ・作業時間の削減に寄与する技術は、ロボットトラクタ、防除用ドローン、ラジコン除草ボート、ラジコン草刈機（刈刃70cm以上）であった。中山間部の実証では、防除用ドローンを除き、作業時間の削減に大きく寄与する技術の該当はなかった。
- ・収量の向上が見込める技術は、直進キープ田植機が併せ持つ精密施肥機能であり、施肥レベルの決定には収量コンバインのデータを参考にすることが有効であった。
- ・可変施肥田植機を用いて施肥量を1～2割削減した場合でも、慣行と同程度の収量が得られ、同機の利用は資材コストの削減面で有効であった。
- ・技術の評価結果に基づき機械の特性（表1）や適応条件、導入効果を整理した（データ省略）。

（2）畦畔・法面管理におけるラジコン除草機的能力、適応条件の検証

- ・ARC-500は機体が小さく小回りが利くが、動力が小さいため、水田の法面での適用は限定的であった（表2）。

- ・Agria9600-112は草刈り時の法面の傾斜や雑草量に影響を受けにくい（表2）、能力を発揮するためには、均一で広い畦畔などでの適用が望ましい。
- ・能力が中庸のRJ-700は（刈刃70cm）適用場面が比較的多いと考えられる（表2）。

(3) 自動給水システム導入効果の確認

- ・水管理時間の削減効果は、中山間部で6割超、平坦部で8割超、ほ場移動回数は中山間部で6～7割、平坦部で8～9割削減された（表3）。
- ・現状では、労働費削減のみでの導入コスト回収は困難であり、水稻の増収（または減収抑制）が必要と推察される。

(4) 位置情報を活用した熟練オペ技術の見える化

- ・圃場生産管理システムと作業軌跡等の作業データが収集可能なシステム対応田植機およびトラクタを使用して不整形田を中心に熟練オペレータのデータを集積した。
- ・R2年度は田植経験の浅い若手オペレータ3名に集積した軌跡の活用方法や地区・ほ場ごとの作業特性を研修して田植作業に臨んだところ、熟練オペレータの作業能率と同等までにはならなかったものの、適正な時間、精度で作業することが可能であった（データ省略）。

(5) 圃場生産管理システムの活用実態把握、活用手法の検討

ア 圃場生産管理（以下「システム」）の活用実態把握

システムを導入している県下集落営農法人への調査から、システム利用を阻害する要因は、①システムの機能等の理解不足、②導入目的が不明確、③法人が管理したい項目等にシステムが対応できない、④現行の管理に大きな問題点を感じていない、⑤システム操作自体が煩雑・困難等であることがわかった。

システムを有効活用するためには導入前の「システムの理解」や「使用目的の検討」から、「選定・導入」、「使用」、「データ活用」の各段階で指導機関等の十分な支援が必要になる

イ システム活用手法の検討

システムおよびシステム収集データの活用方法について、実証法人や県外事例等の取組を調査し、活用効果等をまとめた（表4）。なお、システムごとに機能等が異なるため、活用例が適用できない場合もあることに留意する。

3 成果の活用

スマート農業技術を導入し経営課題を克服しようとする個々の経営体が容易に取組めるよう、手引書を作成する。手引書には導入に向けたプロセス、技術の特徴、省力性や採算性等の判断材料等を明記する。

脚注 1) スマート農業

農林水産省の定義に基づき、「ロボット技術や情報通信技術(ICT)を活用して、省力化・精密化や高品質生産を実現する等を推進する新たな農業」のこと。本文中に記述したスマート農業の要素技術の概要は表1を参照

2) 圃場生産管理システム

パソコン上で圃場地図を使って作付状況や作業進捗等の生産情報を管理し、データとして「見える化」できるツール

4 主なデータ

表1 評価を実施したスマート農業技術の概要

技術概要				
条件 スマート農機	評価場所	技術の特徴	導入メリット・ 使用場面	特記事項・ 留意点
アグリサポート対応 トラクター	中山間狭隘 分散錯ほ	作業工程のガイダンスが可能である ほか、ほ場内のトラクターによる作業 状況(作業軌跡、速度、作業時間等) を取得し、システムに転送する	不整形田など作業行程の確認 が困難な場合には熟練者の作 業を記録しておくことで、再現が 可能	データ取得はGPSの感度が 影響する
ロボットトラクタ	中山間大区 画団地化、平 坦部大区画 画団地化	GPSと基準局により位置情報を捕捉 し、自動でハンドル操作される ラップ幅等も事前設定可能 誤差は数センチ	有人のロボットトラクタと複数台 で協調作業することにより、省力 化が図られる。 労働時間は2~4割削減。 連日圃場での連続作業が有利。	外周2周の作業は有人で行う ため短辺が極端に短いほ場 や分散ほ場は向かない 圃場間の移動は有人 作業機は、ロータリまたはハ ローに限定
直進トラクタ	中山間大区 画団地化	GPSで位置情報を捕捉し、自動で直進 位置にハンドル操作される旋回と条合 わせは人による操作 数十センチは誤差が生じる	作業中は直進制御を気にすること がなくなり負担が少ない(経験 の浅いオペレーターでも作業精 度が良い) 後の管理作業が容易になる	GPSの感度が良いところでな いと機能が利用できない。 直進部分が少ない場合には メリットが活かない
自動操舵システム	中山間大区 画団地化	GPSと仮想基準点で位置情報を捕捉 し、直進時・旋回時ともに自動でハン ドル操作される ラップ幅等も事前設定可能 誤差は数センチ	作業中は直進制御を気にすること がなくなり負担が少ない(経験 の浅いオペレーターでも作業精 度が良い) 後の管理作業が楽になる	GPSの感度が良いところでな いと機能が利用できない。 直進部分が少ない場合には 機能が活かない
直進アシスト田植機	中山間狭隘 分散錯ほ、中 山間大区画 画団地化	GPSで位置情報を捕捉し、自動で直進 位置にハンドル操作される 旋回と条合わせは人による操作 数十センチは誤差が生じる	作業中は直進制御を気にすること がなくなり負担が少ない(経験 の浅いオペレーターでも作業精 度が良い) マーカーへの意識集中が軽減	GPSの感度が良いところでな いと機能が利用できない。 直進部分が少ない場合には 機能が活かない
可変施肥田植機	中山間狭隘 分散錯ほ	田植時に作土深と土壌の電気伝導度 を測定し、測定値に応じて予め設定 した施肥基準量から施肥操出量を減 らして田植同時施肥することが可能。	圃場の作土深のバラつきによる 部分的な倒伏を軽減できる	予め減肥率を設定することか ら、ほ場間の地力差が小さい ほうが適する
田植機の精密施肥 機能(KSAS対応田 植機の一機能)	中山間大区 画団地化、平 坦大区画 画団地化	システム上で事前設定した施肥量を ほ場単位で自動で繰出す。植付部と 走行部の動力が別系統なので、施肥 を植付と連動して一定に繰出す。	ほ場単位で施肥量を設定し、正 確に施肥できることから、圃場ご との地力に応じて容易に施肥改 善(施肥量の増減)が可能	圃場ごとの施肥量を設定する 場合には、事前に地力等の ほ場特性を把握する必要が ある(収量コンバインのデー タを含む)
ラジコン除草ポ ート	中山間狭隘 分散錯ほ	ラジコンポートに積載したフロアブル剤 を散布することができる。	短辺が長いほ場でも田に入らず に除草剤の散布が可能	散布ムラをなくすためには整 形田が向く。薬液の吐出はエ ンジン回転数による
防除ドローン(除草 剤、殺菌殺虫剤)	中山間狭隘 分散錯ほ、平 坦大区画 画団地化	粒剤や液剤を散布する。自動航行に よる作業も可能。ペイロードは通常8~ 10kg程度だが、16kgも登場。	監視者の配置が義務ではなく なったので、少ない人数での散 布が可能	立ち木等の障害物がある浴 田での使用は注意する必要 がある。 自動航行では衛星信号の受 信必要
収量コンバイン	中山間狭隘 分散錯ほ	グレンタンクに計量機と水分計を有し 籾の重量と水分の計測が可能 システムに転送することでほ場単位 の収量が把握できる	乾燥調製時の荷受けやほ場特 性の把握に活用 改善策の効果の確認に活用	玄米収量は歩留(籾摺歩合と 屑米重歩合の積)を設定する 必要がある
収量・食味コンバ イン	中山間大区 画団地化、平 坦大区画 画団地化	グレンタンクに計量機と水分計ならび にセンサーを有し籾の重量と水分、タ ンパク含量の計測が可能 システムに転送することでほ場単位 の収量が把握できる	乾燥調製時の荷受けやほ場特 性の把握に活用 改善策の効果の確認に活用	玄米収量は歩留(籾摺歩合と 屑米重歩合の積)を設定する 必要がある タンパク含量は精度等補正が 必要な場合がある
ガイダンス+車速連 動ブロードキャス ター	中山間大区 画団地化	GPSの位置情報に基づき事前に設定 した散布幅になるように進路をガイ ドする。重複散布防止のために既散布 場所ではシャッターを閉じる。	ガイダンスと車速連動の機能追 加により、慣行作業よりも均一に 施肥が可能	ブロードキャスタによる肥料 (特に窒素肥料)均一散布に は限界がある。風の影響を避 けるなどより均一に散布でき るような条件で実施する

表2 評価対象除草機の能力等

機種名	刈幅 (cm)	法面における作業能率 (m ² /hr)	刈払機の作業能率 (m ² /hr)	刈取可能な雑草草丈の目安	その他条件
ARC-500	50	350	397	80cm程度まで	走行と刈取りが同一の動力なので傾斜が大きいと刈取性能が低下する
RJ-700	70	348~627	195~245	評価未実施	クローラ長が短いため礫等への乗上げなど接地面が少なくなると、ずり落ちが生じる
Agria9600	112	980	200	ほとんど問わない	刈幅が広いので斜度が均一な畦畔に適する

表3 自動給水システムの省力効果の地域別評価

地域	水管理法	調査期間	ほ場枚数 (枚)	ほ場合計面積 (a)	水管理合計時間 (分)	10a当たり水管理時間 (分)	時間削減率 (%)	ほ場移動回数	ほ場移動回数削減率 (%)
中山間	自動給水システム	5/18~9/15	4	114	1613	112	63.6	40	60.8
	慣行		5	153	4430	290	-	102	-
平坦	自動給水システム	7/17~9/26	3	241	202	8.4	87.5	5	94.7
	慣行		6	246	1627	66	-	95	-

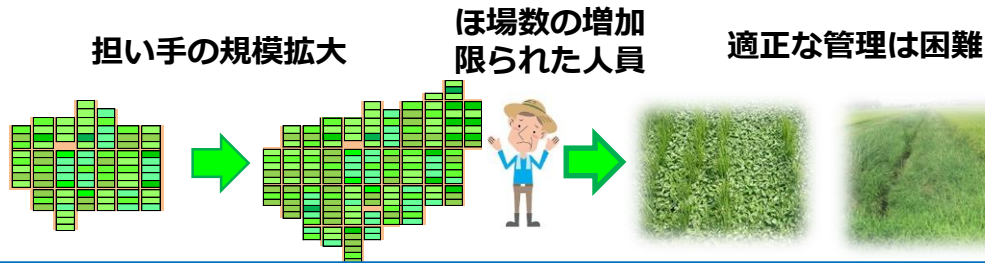
表4 ほ場生産管理システムの活用例と主な効果

活用例	取り組み内容、主な効果等
作付計画・実績等の見える化と、生産管理効率化	<ul style="list-style-type: none"> ✚ 紙の地図や日誌で行っていた計画・指示・実績等の情報が、パソコン上で圃場一筆ごとに効率的に管理できるようになった。 ✚ システムで直接作業指示や作業記録が作成でき、提出書類として出力可能なため、紙日報の再入力や書類作成の時間を短縮できた。 ✚ モバイルから圃場位置や作業状態等がタイムリーに確認でき、新人でもすぐ作業できる体制が整った。作業間違いの削減や作業遅れの柔軟なリカバリーが可能となった。 ✚ 情報はエクセル形式で出力でき、作目等の単位での集計が容易になった。
農機からの収穫物情報を使った農産物の収量・品質改善	<ul style="list-style-type: none"> ✚ 収量コンバインで測定した水稻、小麦の圃場別収穫物データをもとに圃場を分類し、圃場の生産工程や圃場特性との関連等を調べることで、圃場ごとの問題点、改善策を検討・実践でき、収量品質の向上が図られた。
作業効率の分析と、作業改善・人材育成への活用	<ul style="list-style-type: none"> ✚ 作業員や圃場別の作業能率を比較分析し、作業員間で作業の問題点や改善策を検討することで、非熟練者等の作業能率の改善が図られた。
熟練者の技の見える化と、非熟練者への技術伝承	<ul style="list-style-type: none"> ✚ 狭小圃場における田植作業等について、農機から記録される熟練オペレーターの作業軌跡を非熟練者が作業指示書として活用することで非熟練者が自信を持って作業に当たることができた。
部門収益算出と、経営改善への活用	<ul style="list-style-type: none"> ✚ システム収集データ（労働時間）と財務会計データを使って部門別収益を算出し、部門ごとの収益改善策を検討することで、法人全体の収益改善につながった。
経営体間での作業情報共有と、新たな連携活動の検討・実践	<ul style="list-style-type: none"> ✚ 経営体間の年間労働時間の比較を通じて、作業ピークの違いや余剰労力の賦存量を見える化できた。これにより見出された余剰労力を使い、農繁期の畦畔管理支援等の新たな法人間連携活動が開始された。

県内水田農業の担い手に適応したスマート農業の導入 (うちスマート農機購入効果の実証、営農支援システムの有効利用)

研究期間：H30-R2（2018-2020）
研究担当：農業技術部 土地利用作物研究室
・資源循環研究室、経営高度化研究室

背景



目的

多様なスマート農業技術の導入効果を検証し、県内水田農業に適したスマート農業のスタイルを明らかにする。

研究成果

- 作業時間の削減に寄与する技術は、比較的大きな区画の水田ではロボットトラクタ、防除用ドローン、ラジコン除草ボート、ラジコン草刈機（刈刃70cm以上）であったが、中山間部の小区画水田では防除用ドローンを除き該当はなかった。
- 収量の向上が見込める技術は、田植機の精密施肥機能であった。
- 可変施肥田植機は資材コストの削減に有効であった。
- 評価したラジコン除草機の機種の中では能力が中庸のRJ-700の（刈刃70cm）適用場面が比較的多い。
- 自動給水システム水管理時間の削減効果は、中山間部で6割超、平坦部で8割超であった。
- 不整形田を中心に熟練オペレータの田植や耕うん作業の軌跡データを集積し、経験の浅い若手オペレータ3名に集積した軌跡を利用して作業方法等の研修を実施、その後作業に臨んだところ適正な時間、精度で作業することが可能であった。
- 圃場生産管理システムの利用に際しては、導入前の「システムの理解」や「使用目的の検討」および「選定・導入」が最も重要で、これに加えて「使用」、「データ活用」の各段階においても指導機関等の十分な支援が必要になる。

