

中山間地域における水稲栽培の地域営農利潤を最大化する

スマートアグリシステムの確立

(株)ファーム安井 (岡山県赤磐市)

背景及び取組概要

＜経営概要39ha(水稲31ha、大麦6ha、大豆2ha) うち実証面積:水稲16ha

- 中山間地域のほ場特性に応じた管理による収量・品質の向上、高齢化・担い手不足、省力低コスト化への迅速な対応の必要性といった背景のもと、各ほ場の特性を把握し用途ごとにゾーン分けして栽培管理方法を変えることや、効率的な作業体系を確立するため、各種スマート農機を一貫体系で導入活用し課題解決を図る。

導入技術

①ほ場管理システム
・K S A Sで栽培行程を管理、作業を高度化、効率化

②自動運転トラクタ
・無人の自動耕耘、代かき、2台協調で作業の効率化

③直進キープ田植機
・植付精度向上と軽労化による効率化とコスト低減

④ほ場水管理システム
・遠隔による給水操作でほ場見回り頻度を削減

⑤リモコン草刈り機
・リモコン草刈り機導入による未熟練者の作業性の向上

⑥ドローン・衛星
・測定データ活用による作業効率化、収量、品質の向上

⑦食味・収量コンバイン・乾燥システム
・食味・収量把握による栽培管理の改善と作業の効率化



経営・栽培管理

耕耘・代かき

移植

水管理

雑草防除

防除
(雑草・
病害虫)

生育
診断

収穫・
乾燥
調製

目標に対する達成状況等

実証課題の達成目標

○収量20%増(H30年産対比)

- ・収量は実証ほ場全体で20%増を目指す、各ゾーンごとの目標値は、①高品質米:現状維持、②業務用米:10%増、③飼料用米:40%増。

○収量当たり生産コスト10%削減

- ・収量当たり生産コスト10%削減を目指す。

各研究項目の現在の達成状況

○全体収量20%増

- ・平均収量はH30年値よりも向上したが、当初の目標値を達成することはできなかった。
- ・令和2年度の全体収量は525kg/10aで、H30年比11%増(H30:473kg/10a)となった。
- ・令和2年は、気象条件により全般に収量が低い年であった(作況指数 岡山県南部93)。

○収量当たり生産コスト10%削減

- ・収量当たりの生産コストは15%の増加、10a当たり生産コストは28%増加した。スマート農機の導入による機械費の増加が原因である。
- ・収量はH30年比で11%の増加となった。

各ゾーンごとの収量

区分	H30年 (kg/10a)	目標 (kg/10a)	目標増加 比率	R1年 (kg/10a)	R2年 (kg/10a)	R2年増加比率 (H30比)
高品質米	480	480	0%	517	455	-5%
業務用米	514	565	+10%	587	554	+8%
飼料用米	437	610	+40%	599	581	+33%
合計	473	568	+20%	567	525	+11%

経費(10a当たり生産コスト)

項目	H30年	R1年	R2年	R2年増減率 (H30比)
経費(10a当たり生産コスト) (円/10a)	111,242	144,298	142,268	+28%
収量(kg/10a)	473	567	525	+11%
収量当たりの生産コスト (円/kg)	235	255	271	+15%

経験が浅い従業員を自動運転農機の作業に労働投下する作業体系の確立

スマート農機の活用による作業時間、人件費の削減

取組概要

○自動運転トラクタ、GPSガイド付きトラクタ、直進キープ田植機、半自動運転コンバインの活用により作業時間、人件費の削減を図る。

(使用機器) 自動運転トラクタ 60PS

8条直進キープ田植え機(側条施肥機付き)

6条食味・収量コンバイン

(メッシュマッフ機能付き、半自動運転)



自動運転トラクタ



直進キープ田植機



半自動運転コンバイン

実証結果

○スマート農機の活用により全体の作業時間が28%削減
○熟練者の稼働時間を削減し、経験の浅い従業員の稼働時間を85%まで向上、作業時間の削減及び単価の安い従業員の活用でトータル人件費は、導入前より67%削減。

各スマート農機ごとの10aあたり作業時間

機械名	導入前 (分/10a)	導入後 (分/10a)	増減率 (対比)
トラクタ	82.2	59.5	-28%
耕耘	55.0	42.7	-22%
代かき	27.2	16.8	-38%
田植機	27.0	17.8	-34%
コンバイン	24.2	18.8	-22%
合計	133.4	96.2	-28%

※導入前後で機械の能力に一部違いがある

各スマート農機ごとの10aあたり人件費

機械名	導入前 (円/10a)	導入後 (円/10a)	増減率 (対比)
トラクタ	3,425	1,125	-67%
耕耘	2,292	859	-63%
代かき	1,133	266	-77%
田植機	1,125	436	-61%
コンバイン	1,008	267	-74%
合計	5,558	1,828	-67%

今後の課題

○ほ場条件や天候、時間帯等により測位精度が安定しない場合があった。

経験が浅い従業員を自動運転農機の作業に労働投下する作業体系の確立

トラクタ2台同時協調作業による作業時間の削減

取組概要

○自動(無人)運転+有人運転のトラクタを1人で2台同時に協調作業することで作業時間の低減を図る。

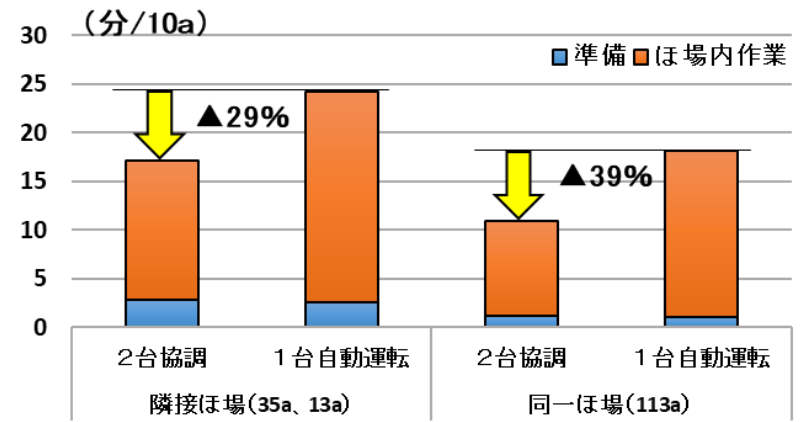
(使用機器) 自動運転トラクタ 60PS



2台同時協調作業

実証結果

○最大で39%の作業時間削減効果があった。



トラクタ2台協調作業の作業時間削減効果
※外周は有人で作業

今後の課題など

- 同一ほ場と隣接ほ場で実証したが、隣接ほ場では、次の2つに注意する。
- ①ほ場面積の差により、作業時間の削減効果が変わる。
 - ②リモコンの操作可能距離(150m)を超えると無人機は自動停止する。

圃場見回り頻度の削減

取組概要

○ほ場見回り頻度を少なくすることで人件費の削減を図る。

○適正な水管理を行うことで収量向上を図る。

(使用機器) 自動給水栓
(遠隔操作、自動制御可能)



ほ場の設置状況

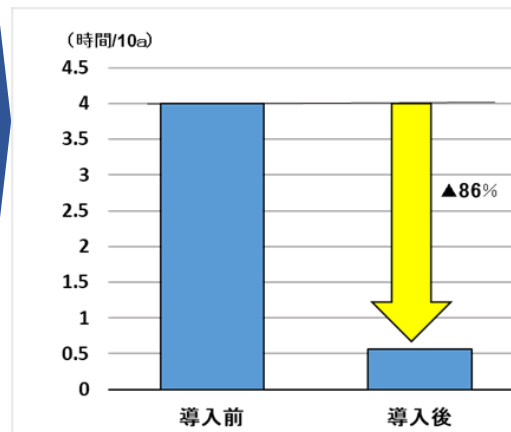


スマホアプリ画面

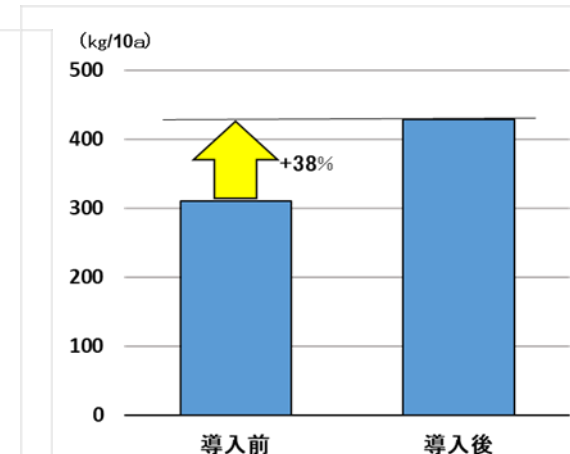
実証結果

○導入前より作業時間が86%削減(見回り回数が2日に1回から12日に1回)され、人件費も76%削減された(事務所から7kmの遠隔ほ場に設置)。

○収量は、導入前より38%増加した(スケジュール管理による水管理を実施)。



ほ場水管理システムによる
作業時間削減効果



ほ場水管理システムによる
収量向上効果

今後の課題

○導入コストが高いため、遠隔ほ場を中心に設置するなどの検討が必要である。

ドローンによる農薬散布の効率化

取組概要

○ドローンによる農薬散布により動力噴霧器等の散布より作業時間50%削減、人件費を20%削減

○補助者なしでドローンによる農薬散布が可能になったことから(国土交通省航空局標準マニュアル(令和2年4月))、オペレーター1人による作業時間の削減を検討。

(使用機器) ドローン 液剤タンク10L
粒剤タンク10kg

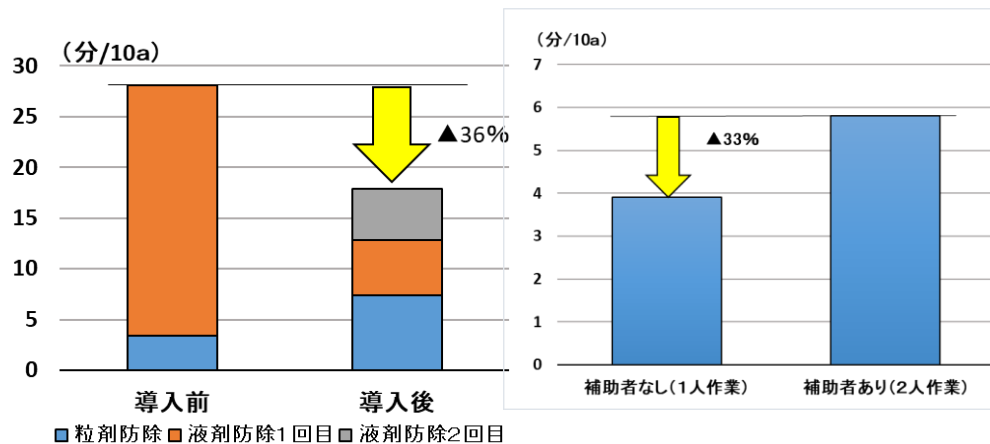


実証結果

○導入前(背負い式動力散布機、動力噴霧機)より、作業時間が36%削減された。特に、液剤散布において効果が高かった。

○ドローンと動力噴霧機の農薬の効果比較(ヒイロウカ)を行ったところ、動力噴霧機は1回散布で十分な効果が見られたが、ドローンは2回散布する必要があった。

○作業時間が補助者有りに比べ33%削減。



導入前と導入後(ドローン)の作業時間比較

ドローン(補助者なし)の作業時間削減効果

今後の課題

○既に導入が進んできているが、性能の向上や低価格化、登録農薬の拡大等により、更なる普及が見込まれる。

○操縦者の負担が増えることや安全確保の観点から、実施できる地域が限定される。

未熟練者によるリモコン草刈機の作業性

取組概要

○リモコン草刈機の導入によって作業の軽労化を図り、作業に不慣れな女性や65歳以上のパートによる労働投下を行い人件費の10%削減を図る。

○スパイダーモアの草刈作業を不慣れな女性や65歳以上のパート作業員で比較(抽出調査)。

(使用機器)

リモコン草刈り機 刈幅600mm

油圧式ウイングモア 1輪歩行型 斜面对応

スパイダーモア 4輪歩行型斜面对応 ハンドルを斜面上から手腕支持

フレールモア トラクターに装着、畦畔雑草を刈り取り細かく粉碎



女性による作業

実証結果

○作業可能傾斜角は40度であるが、36度程度でも凹凸等により、頻繁に機械が停止し、活用可能な畦畔が極一部に限られ、人件費の削減にはつながらなかった。

○女性や65歳以上の男性従業員ともにリモコン草刈機の方が作業時間は短かく、楽に操作できたが、作業後の草高が6cm程度と高く、精度は十分ではなかった。

表1 草刈作業時間

年度	使用機器	作業時間 (分/10a)	人件費 (円/10a)
R1年	ウイングモア、スパイダーモア、フレールモア※、肩掛け草刈機、リモコン草刈機	57	1,652
R2年		55	1,941 ※2

※畦畔の天端部分で実証 ※2人員配置の関係で、単価の高い人員が草刈り作業を行ったために、人件費がR1よりR2で高くなった。

表2 女性及び65歳以上パート作業員による作業時間

作業員	使用機器	作業時間 (分/10㎡)
女性作業員	スパイダーモア	0.97
	リモコン草刈機	0.73
65歳以上のパート作業員	スパイダーモア	0.88
	リモコン草刈機	0.62

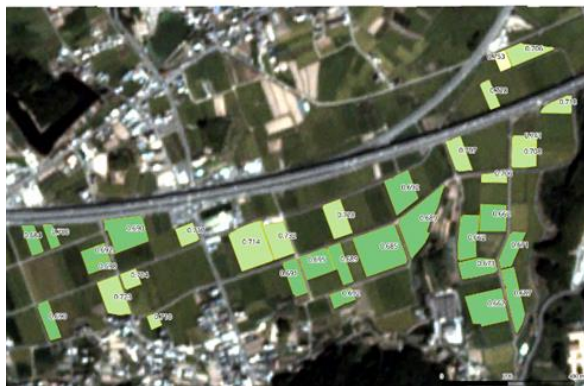
今後の課題

○法面での機械停止後の復旧は、重い機械を平面まで移動させる必要があるため、傾斜の緩い畦畔しか作業できない。
○導入にあたっては、機械の能力や作業場所を十分考慮する必要がある。

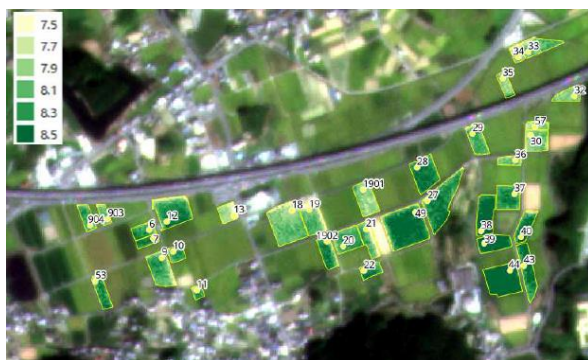
衛星リモートセンシングによる地力や生育情報の把握

取組概要

○衛星画像からマップを作成し、施肥設計や生育診断、収穫計画、ゾーン分け等に活用する。



黄化率マップ (10月上旬)



タンパク含有率マップ (収穫時)

実証結果

- 地力(腐植含有量)や草丈、茎数、黄化率、収量、品質等のマップを作成した。
- 衛星画像から黄化率や品質等を収穫前に把握することで適切な作業計画を立てることができ、これらのデータをゾーン分けに活用した。
- 安定した精度(誤差数%)で各マップを作成できた。

衛星リモートセンシングの精度評価

調査時期	項目	1年目		2年目	
		誤差	相関係数	誤差	相関係数
移植前	腐植含有量	相対評価	0.33	天候不順により計測不可	
幼穂形成期	草丈(cm)	±2.3	0.82	±2.1	0.88
	茎数(本/株)	±1.4	0.51	±1.4	0.72
	葉色(SPAD)	±0.9	0.50	±1.1	0.52
収穫前	稈長(cm)	±3.2	0.61	±2.2	0.86
	穂数(本/株)	±1.1	0.53	±0.9	0.58
	葉色(SPAD)	±0.7	0.44	±1.6	0.46
	黄化率(%)	±3.2	0.41	±1.3	0.36
収穫時	タンパク含有率(%)	±0.13	0.58	±0.14	0.71
	精玄米重(kg/10a)	±9.1	0.56	±24.2	0.77
	整粒歩合(%)	±3.0	0.57	±1.2	0.58

今後の課題

○導入コストが高いため、JAや市町村単位でないと導入できない。

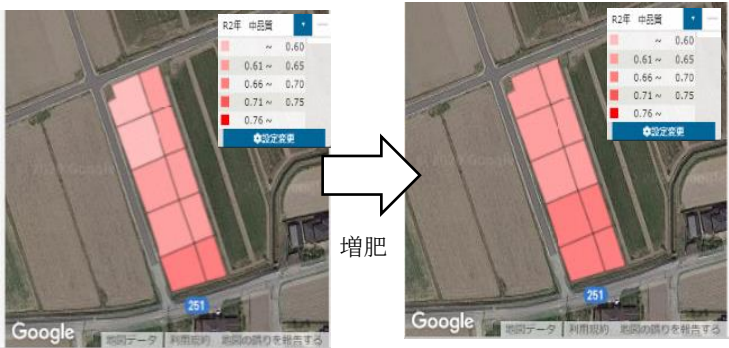
ドローンリモートセンシング技術体系の確立

取組概要

○ドローンによりリモートセンシングを行い、結果を施肥等に活用して収量の向上を図る。

穂崎地区の生育マップ広域表示
(2020/10/7 NDVIマップ)

NDVI: (NIR-RED)/(NIR+RED)
※NIR: 近赤外光反射率、RED: 赤色光反射率



NDVIマップ (2019/10/7)

NDVIマップ (2020/10/7)

実証結果

- ほ場ごと及びほ場内の生育ムラ・バラツキの見える化と情報蓄積ができた。
- 生育診断結果を基にほ場ごとの施肥設計を行い収量が向上した。
- マップに基づいてほ場内の可変施肥を行うことで、生育ムラの低減も確認できた。

ドローン生育診断による施肥設計の収量向上効果

項目	1年目	2年目	増減(%)
基肥窒素量(kg/10a)	6.00	7.35	+23
推定収量(kg/10a)	480	625	+30

今後の課題

○衛星センシングに比べ簡単に取り組める技術であり様々な活用方法が考えられ、一部で取り組みも始まっているが、さらなる精度向上が課題。

圃場内の食味・収量マップに基づく可変施肥と収量・品質の向上

取組概要

○初年度の収量や食味によりゾーン分けを行い、次年度に施肥量を改善して各ゾーンごとに設定した収量、品質を目指す。

(使用機器) 6条食味・収量コンバイン
(メッシュマップ機能付き、半自動運転)



ゾーン分け結果

※黄：高品質米、緑：業務用米、赤：飼料用米

各ゾーンにおける施肥量(窒素成分量)

ゾーン	ゾーン分け前 (kg/10a)	ゾーン分け後 (kg/10a)
高品質米	6	4.4 (2.9~6.0)
業務用米	6	6.0 (4.8~7.3)
飼料用米	6	7.7 (6.0~9.1)

実証結果

○ゾーン分け

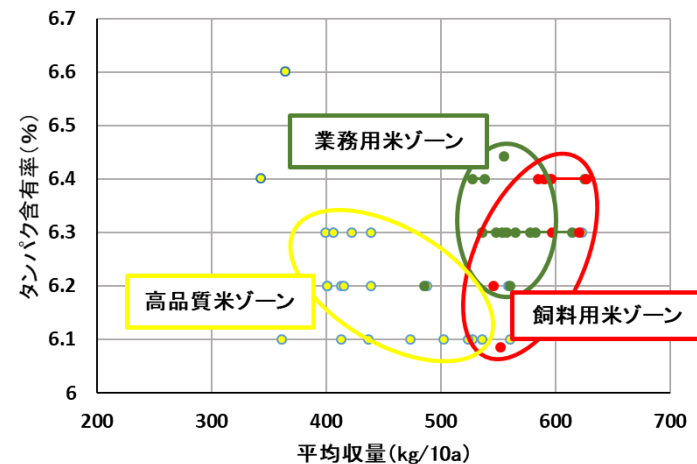
・食味・収量コンバインで得られたタンパク含有率や収量等のデータから品質レベルを設定しゾーン分けを行った。

○施肥設計

・ほ場ごとのタンパク含有率や収量、衛星・ドローンセンシング結果、地力窒素分析結果などを参考に次年度の施肥設計を行った。

○収量、品質結果

・タンパク含有率は各ゾーンごとに設定した目標をほぼ達成した。
収量は、全体では達成したが、各ゾーンごとの目標では達成できないほ場もあった。



各ゾーンの収量、タンパク含有率

実証を通じて生じた課題

実証を通じて生じた課題

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	品質等推定	衛星リモートセンシング	天候でデータ取得が限定、解析に専門知識が必要。
2	生育等把握	ドローンリモートセンシング	天候の影響を受けやすい、撮影前準備が複雑。
3	耕うん・代かき	自動運転トラクタ GPSガイダンスモニター	地形や天候で、測位精度が悪くなる。 GPS誤差により位置ずれの発生。
4	田植え 同時施肥	直進キープ・株間キープ・施肥量キープ・条間アシスト機能付田植機	測位精度が圃場条件により悪くなり精度が下がる。
5	水位設定	遠隔圃場水管理システム	水位設定に時間がかかる、異物つまりでエラーが発生。
6	収穫	食味・収量測定機能付きコンバイン	圃場内で収穫を中断時に継続的なデータ取得が困難。
7	草刈り	リモコン式自走草刈り機	刈高さが高く、作業可能傾斜角の見直し。

2. その他

- ・測位精度が安定に向けた、広域でのインフラ整備が必要。
- ・田植え作業中の苗補給を自動で実施するシステムが開発されれば、より作業時間の削減、軽労化につながる。



○ 問い合わせ先

岡山県農林水産総合センター普及推進課 (e-mail: nousou-fukyu@pref.okayama.lg.jp)