

レモンにおけるスマート農業機械等の一貫作業体系の実証

松岡農園、(株)ルーチャード、山彦農園(広島県大崎上島町)

背景及び取組概要

＜経営概要 5.25ha (レモン3.23ha、柑橘0.97ha、ブドウ0.1ha、その他0.95ha)うち実証面積 レモン0.95ha＞

広島県の特産であり、国産需要が高まっているレモンを対象とし、次の技術体系を実証する。

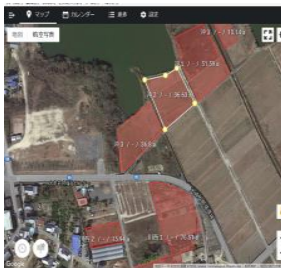
【実証する技術体系】

- ①経営管理システムに全ての生産経費等を入力するとともに、各種センサーと連携させることで作業時間や環境記録等をデータとして自動で蓄積し、知識や技術の伝達、組織内の情報共有、生産性分析ツールとして確立する。
- ②電動リモコン式草刈機、油圧式&充電式剪定機、ドローン、アシストスーツ等の導入により、総作業時間を削減し、高齢化や雇用形態に対応した省力技術体系を確立する。
- ③AIによる自動かん水・施肥技術、農地環境推定システムを導入し、経験や勘に頼らない環境データに基づく栽培管理技術を確立する。

導入技術

経営管理システム

- ・自動作業記録による時間の削減や熱中症の傾向を検知



AI自動かん水・施肥システム

- ・センシングデータに基づく自動かん水及び施肥



土壌水分見える化システム

- ・土壌の水分状態を見る化し、減収を回避



電動リモコン式草刈機

- ・除草作業の負担軽減及び効率化



ドローン

- ・自動飛行で農薬や肥料の安全安定散布を実施



アシストスーツ

- ・収穫、調整、運搬作業時の身体的負担を軽減



経営管理

生育モニタリング

除草・防除・施肥

収穫・運搬

目標に対する達成状況等

実証課題の達成目標

- 作業時間を現行から30%程度削減する。
- 販売量を現行から20%程度増加させる。

各研究項目の現在の達成状況

【作業時間】

- ① 急傾斜地慣行栽培園
全体の低減率は約29%と、目標（低減率：31%）を概ね達成した。
- ② 平坦地慣行栽培園
電動リモコン式草刈機を活用した場合の全体の低減率は約14%、自律走行式草刈機を活用した場合の全体の低減率は約20%となった。
- ③ 平坦地有機栽培園
全体の低減率は19%となった。

【販売（出荷）量】

- ① 急傾斜地慣行栽培園
令和元年産の出荷量は平成30年産の約1.3倍だったが、令和2年産の出荷量は、寒波による低温被害を受け、前年度の約50%となった。
- ② 平坦地慣行栽培園
令和2年産は年内に収穫を完了し寒波被害は受けなかったが、生理落果の発生が多く出荷量は減少した。
- ③ 平坦地有機栽培園
令和元年産の出荷量は平成30年産の約1.3倍、令和2年産の出荷量は令和元年産の約1.5倍にそれぞれ増加した。

作業記録時間の削減と熱中症傾向の検知

取組概要

- 外部センサーにより、環境データを営農管理ソフト上に可視化する。
- ウェアラブル端末で作業場所と時間を記録し、営農管理ソフトの入力に係る時間を20%程度削減する。また、心拍数を取得し、熱中症の傾向を早期に検知する。

(使用機器) 経営管理システム, ウェアラブル端末, スマートフォン, 外部センサー



実証結果

- 外部センサーで取得可能なデータ(気温, 湿度, 降雨量, 日照, 風向, 風速, 土壌温度, 土壌含水率, 土壌EC, 日射量)を営農管理ソフト上に可視化し, 作業計画を立てやすい環境を整えることができた。
- ウェアラブル端末とスマートフォンをペアリングさせ, 位置情報を取得することで, ほ場ごとの作業時間を自動記録することができた。
- ウェアラブル端末のセンサーにより閾値を超える心拍数の上昇を検知し, 本人のスマートフォンに知らせる(鳴動)ことができた。
- 記録に要する時間は不慣れなツールへの入力作業やデータの修正等が発生し, 紙媒体と同等であった。

今後の課題

- 位置情報にノイズが混入するなど通信環境の影響がある。

AI自動かん水・施肥システム等による管理作業の省力化

取組概要

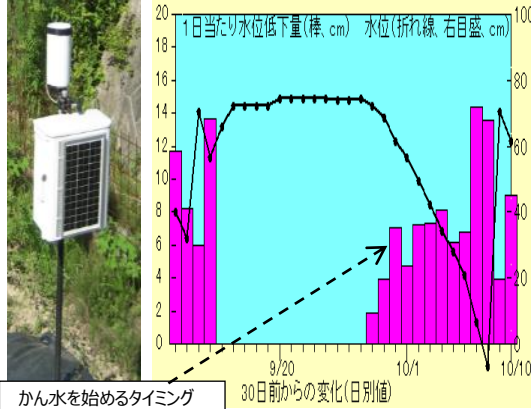
- 日射，土壤のセンシングデータに基づき，作物が必要な培養液を自動でかん水する。
- 露地栽培で秋冬期も含めた年間自動かん水技術を確立する。
- AIかん水・施肥技術により，かん水及び施肥に要する時間を90%削減する
- 土壤の過乾燥状態を見える化し，乾燥に伴う減収が回避可能なことを実証する。
- 土壤水分の情報をスマートフォン等で確認できることで，見回りの作業時間を10%削減する。
- 干ばつ年に土壤の過乾燥に伴う減収を10%削減する。

(使用機器)

AI自動かん水施肥システム，土壤水分見える化システム



AI自動かん水・施肥システム
(急傾斜地慣行栽培実証区)



かん水を始めるタイミングは，簡易土壤水分計の水位が連日低下し始めた時

ウェブ配信されたグラフ
(令和元年10月19日)

実証結果

- 土壤水分見える化システムにより，土壤水分が急激に低下するほど，レモンの肥大量が抑制される傾向が認められたことから，果実の肥大確保には，土壤の過乾燥を防ぎ，土壤水分の急激な低下を避けることが必要であることが示唆された。
- 年間自動かん水施肥により，2～3月の葉色は濃く維持された。
- AIかん水施肥の作業時間は，手動バルブ開閉かん水＋粒状肥料手散布に比べ，80%削減された。
- 8月の降水量が無く，かん水不足が懸念されたが，AIかん水施肥システム導入園では土壤水分が一定量確保され，乾燥の影響は見られなかった。

今後の課題

- AIかん水・施肥は，損益分岐点売上が820千円，収量3,002kg/10aとなり，費用対効果が低い。

電動リモコン式草刈機，自律走行式草刈機による作業時間の削減

取組概要

- 除草作業の効率化と作業者の負担軽減を図る。
- 前後進刈りによる効率作業で作業時間を28%削減する。

(使用機器)

- ・電動リモコン式草刈機，草刈アタッチメント
- ・自律走行式草刈機



電動リモコン式草刈機



自律走行式草刈機



草刈アタッチメントの回転刃

実証結果

- 電動リモコン式草刈機は刃の回転速度や雑草の刈取位置，速度調整，傾斜地での進入角度などに習熟すれば，作業効率は向上する。
- 平坦地での作業時間は機械の操作に習熟することで現状(2時間/10a)と同程度と考えられる。
- 自律走行式草刈機は人による作業時間や負担はない。

電動リモコン式草刈機の作業時間

園地	現状値※1 (時間/10a)	実績値	
		(時間/10a)	低減率(%)
急傾斜地慣行栽培	6.0	10.1	168
平坦地慣行栽培	10.0	10.2	102
平坦地有機栽培	4.0	7.4	185

※1 現状値は除草1回につき2時間/10aとして園地ごとに慣行の年間除草回数を掛けて算出。

今後の課題

- 急傾斜地の対応が難しい。
- 刈取動力性能の向上が必要。

油圧式 & 充電式剪定機等による剪定作業時間の削減

取組概要

- 粗剪定を油圧式 & 充電式剪定機で行い、作業効率を向上させることで、作業時間を72~94%削減する。
- 重機が使用できない傾斜地において、ヘッジトリマを導入し、夏秋梢の剪定を脚立なしで行い、作業時間を50%以上削減する。
- 剪定作業による作業負担を軽減させるためにアシストスーツを併用する。

(使用機器)

油圧式 & 充電式剪定機

油圧ショベル

ヘッジトリマ(畦刈ヘッジトリマ使用)

上腕支持アシストスーツ



油圧ショベル装着剪定機



アシストスーツを装着してヘッジトリマを使用

実証結果

- 油圧式 & 充電式剪定機は脚立を使用した高所作業と比較して容易性・安全性が確保できた。

油圧ショベル装着剪定機による作業時間

作業	園地条件	現状値	実績値	
		(時間/10a)	(時間/10a)	低減率(%)
夏秋梢管理	平地地有機栽培	16.0	1.8	▲89
剪定	平地地慣行栽培	5.4	1.5	▲72

- ヘッジトリマ(長柄)は脚立を使用しないので足場の確保ができた。
- 上腕支持アシストスーツを併用した剪定作業では動作が制限され、期待した効果が得られなかった。

ヘッジトリマによる作業時間

急傾斜地作業	現状値(時間/10a)	実績値	
		(時間/10a)	低減率(%)
夏秋梢管理	34.0	3.0	▲91
剪定	24.0	8.3	▲65

今後の課題

- 機械剪定を前提とした園地整備が必要。
- 機械剪定に対する考え方の転換が必要。

ドローンによる農薬及び液肥散布作業の効率化

取組概要

- 3Dマップに対応したドローンを用いて、完全自動飛行により樹園地での農薬及び肥料の散布時間の大幅短縮と臨機応変な散布を実施する。

(使用機器)

農薬散布用ドローン

空撮用ドローン

RTK



農薬散布用ドローン
(平坦地慣行栽培実証区)



3Dマップ上に設定した自動飛行ルート
(空撮用ドローンにより作成)
(急傾斜地慣行栽培実証区)

実証結果

- アドマイヤーフロアブル(訪花害虫)及びジマンダイセン水和剤(黒点病)による防除実証の結果、通常の防除と比較した農薬散布時間を96~98%まで削減することができた。また、急傾斜地では、平坦地に比較して省力効果が高かった。
- 準備も含めた防除作業時間では75%削減できた。
- 液肥(メリット青)の希釈濃度10倍よりも高濃度の施用で薬害が発生した。

園地	散布農薬	現状値 (時間/10a)	実績値 (時間/10a)	削減率(%)
急傾斜地 慣行栽培	アドマイヤーフロアブル	3	0.07	▲ 98
	ジマンダイセン		0.09	▲ 97
平坦地 慣行栽培	アドマイヤーフロアブル	2	0.07	▲ 97
	ジマンダイセン		0.08	▲ 96

今後の課題

- 液肥葉面散布は、農薬との混合を前提とした高濃度散布が可能な液肥製品が必要。

農地環境推定システムによる低温被害の回避

取組概要

- 特定地域の低温を予測して早期収穫するなど、寒波被害による収量低下を防ぐため、スマートフォン向けに情報を提供するアプリを実証する。
- 予測情報に応じて対策が取られた場合に寒害による減収を20%削減する。

(使用機器)

農地環境推定システム
気温データ自動収集装置



・-2℃の発生が5時間以上継続して予測されました
01月08日20時～01月09日02時



実証結果

- 大崎上島の50mメッシュ時別気温データを生成するシステムを開発し、農地環境推定システムのスマートフォン用情報利用ツールに寒害アラートを表示する機能を追加した。
- 令和2年12月末と令和3年1月上旬に全国的な寒波に見舞われた。12月末は寒害アラートが表示されず、1月上旬は多数の登録地点で寒害アラートが表示され、実測値と比較しても表示は適切であった。
- 今回早期収穫した実証園では被害回避できたが、産地全体にアラート情報を流すことによる減収削減効果は実証期間が短く検証できなかった。

今後の課題

- 寒害アラートと対策技術を連携させる運用方法の確立。

アシストスーツ着用による収穫運搬作業負担の軽減

取組概要

- 収穫, 運搬, 選果, 出荷作業時の腰や背中への負担を軽減し, 作業時間の短縮, 肉体的疲労の軽減を実証する。
- 労働負担を軽減し, 運搬作業時間及び選果・出荷作業時間を40%削減する。

(使用機器)

アシストスーツ



アシストスーツの装着状況と調整作業

実証結果

- アシストスーツを装着すると体のひねりや歩行に対しては動作の妨げとなり, 収穫から収穫物の運搬や選果から出荷までの一連の作業を装着したまま行うのは困難であった。
- トラックへのコンテナ積降時に装着したが, 時間の短縮効果は得られなかった。
- 生産者からは, 体への負担は, コンテナの上げ下げの動作では腰や背中への負担が軽減され肉体的な労働負担は減ったが, 動作しづらい等精神的な負担は増したと評価された。

今後の課題

- アシストスーツの効果が発揮できる環境整備。

実証を通じて生じた課題

実証を通じて生じた課題

今回の実証で導入したスマート農業機械・技術

項目番号	作業内容	機械・技術名 (型式等)	技術的な課題
1	経営管理	営農管理ソフト	○不安定な通信環境下を想定した対応ができるようアプリ側の改善が必要。
2	かん水・施肥	AI自動かん水・施肥システム	○センサーの設置の際、PF管の中にケーブルを入れ、保護していたが、実用レベルでの検討をした場合には設置工事・メンテナンスの際に大きな工数がかかり、コストが増加するため、無線での土壤センサー技術を導入する等、コストを下げる必要がある。販売元において、現在無線化に向けて取り組んでいる。
		土壤水分見える化システム	○土壤水分見える化システムの導入方法や運用方法がわかりにくいとの指摘があったため、導入マニュアルの作成やシステムの低価格化が必要。
3	草生管理	電動リモコン式草刈機	○雑草の繁茂による抵抗で機械が停止するため、除草回数を増やして草丈を低く保つ必要があり、作業時間の短縮にならないため、繁茂する雑草も刈り取れるパワーが必要。
		自律走行式草刈機	○圃場内の障害物や段差等により、走行が止まることがあるため、稼働状況の確認が必要であるが、更なる作業時間の短縮のためには、遠隔通信により、トラブルや状況の確認ができるように改善することが必要。
4	夏秋梢管理及び剪定	油圧式&充電式剪定機	○剪定機本体は重厚で価格が高いため、簡易な仕様に改良し、より安価なものとする必要がある。
		充電式剪定機（ヘッジトリマ）及びアシストスーツ	○ヘッジトリマについては、長柄付きタイプでも長時間の使用ができるよう、更なる軽量化が必要である。 ○アシストスーツについては、上腕を支持しながら上下左右に腕を動かせるような改良が必要である。
5	ドローンによる防除・施肥	ドローン	○最新機種では3D画像に設定した飛行ルートによる自動飛行が可能であるが、画像撮影のためのドローン及び画像解析ソフトが別途必要になる。 ○現在の粒剤散布装置は肥料用に設計されておらず、流量計が未設定で耐腐食性も弱い。
6	全般管理	農地環境推定システム	○気温データ自動収集装置のデータ転送に使用している3Gの電波は2026年3月に停波予定のため、データ転送装置を4Gまたは別の通信規格によるものへ更新する必要がある。
7	収穫・運搬及び選果・出荷作業	アシストスーツ	○アシストスーツの機能上、装着した状態での歩行が難しいため、歩きやすさと作業負担の軽減が図れるような改良が必要である。

2. その他

- 作業時間で最も大きな割合を占める収穫作業に対応可能な収穫機(スマート収穫機)が無い場合、規模拡大のボトルネックが解消できない。また、寒波予測に対応した収穫作業ができない農家も多く、収穫作業を短時間で効率的に行えるスマート農業機械が望まれる。
- 急傾斜地に展開する果樹地帯に対応可能なスマート農業機械が少ない。
- 高齢者にも扱いやすく、操作方法が簡便なスマート農業機械が望まれる。

問い合わせ先

広島県西部農林水産事務所東広島農林事業所

担当:梅本・東

電話:082-422-6911(代表)

(内線2510, 2511)

E-Mail :njwhnoushin@pref.hiroshima.lg.jp