

IoT及びドローンを活用したブドウ栽培技術体系の実証

JAフルーツ山梨（山梨県甲州市・山梨市）

背景及び取組概要

＜経営概要 10.56ha(ブドウ9.81ha モモ0.75ha) うち実証面積 ブドウ0.76ha＞

- 高齢化による労働者不足と異常気象などに対応するため、
 - ① ブドウ(シャインマスカット)のハウス栽培において、環境センサーと複合環境制御装置を導入し、環境状況を遠隔モニター・制御することで、ハウスへの訪問回数を大幅に削減する。
 - ② 露地栽培においては、ドローンによる農薬散布やリモコン式草刈機を使用して、作業の効率化と軽労化をはかる。
 - ③ 非破壊糖度計で糖度計測し、糖度の上昇と環境データとの相関関係を検証し、収穫適期を予測する。
 - ④ 営農支援ツールにより栽培工程を見える化し、作業管理を適正化する。

実証目標

- ハウス内の温度のコントロールを遠隔で実現し、ハウスへ温度管理のため立ち寄る回数を1/3以下に削減
- リモコン式草刈機を使用して、草刈作業の作業時間が1/2に短縮するかを検証

ハウス環境遠隔制御

・ハウス内の環境データを、スマホなどで遠隔でモニター・制御



リモコン式草刈機

・乗用式が使用できない傾斜地で、効率のよい除草が可能



ドローン防除

・傾斜地の圃場での農薬散布の負担を軽減する



糖度と環境分析

・糖度の上昇と環境データの相関を分析、収穫期の予測も立てる



営農支援ツール

・栽培作業を見える化し、作業管理を適正化



〔ハウス〕
生育管理

〔露地〕
除草

〔露地〕
防除

〔ハウス・露地〕
生育管理

〔ハウス・露地〕
経営管理

目標に対する達成状況等

実証課題の達成目標

- 1) ハウス内の温度のコントロールを遠隔で実現し、ハウスへ温度管理のため立ち寄る回数を1/3に削減する。
- 2) IoTセンサーで計測した温度、日照量、土中水分量などの環境データと、シャインマスカット及び甲州の糖度の上昇との関連について検証する。
- 3) リモコン式草刈機を使用して、草刈作業の省力化率を検証。草刈の作業時間を1/2に低減する。また、傾斜地での検証も行い、労力の削減と合わせ、安全面・実用性の確認を行う。
- 4) ドローンによる農薬散布技術の実用性について検証する。
- 5) 生育のステージごとに、ドローンにより、上空からのブドウの生育状況を写真撮影し、栽培管理や剪定作業への作業の効率化に活用できることを検証する。
- 6) 営農支援ツールによる作業・生育記録を行い、環境データ、経営データ等を蓄積して活用方法を検討する。

各研究項目の現在の達成状況

- 1) ハウス内温度管理を遠隔で実現し、温度管理のために立ち寄る回数を1/3以下に削減。
- 2) IoTセンサーを実証圃場に設置し、環境データとシャインマスカット及び甲州の糖度上昇との関連について検証を実施。
- 3) リモコン式草刈機を使用して、草刈作業の省力化率を検証。障害物が少ない圃場や法面では、刈り払い機と比較して作業時間を1/2以下に削減。
- 4) ドローンによる農薬散布は、傾斜地の圃場では軽労化の効果が大きく、現状の希釈倍率でも慣行散布と同等な効果があり、実用性があることを実証。
- 5) 生育のステージごとに、ドローンにより上空からのブドウ圃場を写真撮影し、オルソ画像や3D画像を作成した。これらの画像はリモコン式草刈機の作業計画など圃場管理に応用できると想定。
- 6) 記録を、経営データ及びハウスへの訪問回数データなどの取得と集計に活用。

ハウス内複合環境制御による省力技術体系の実証

取組概要

- ブドウ加温ハウス内の温度コントロールを遠隔で実現し、ハウスへ温度管理のために立ち寄る回数を1/3にする。

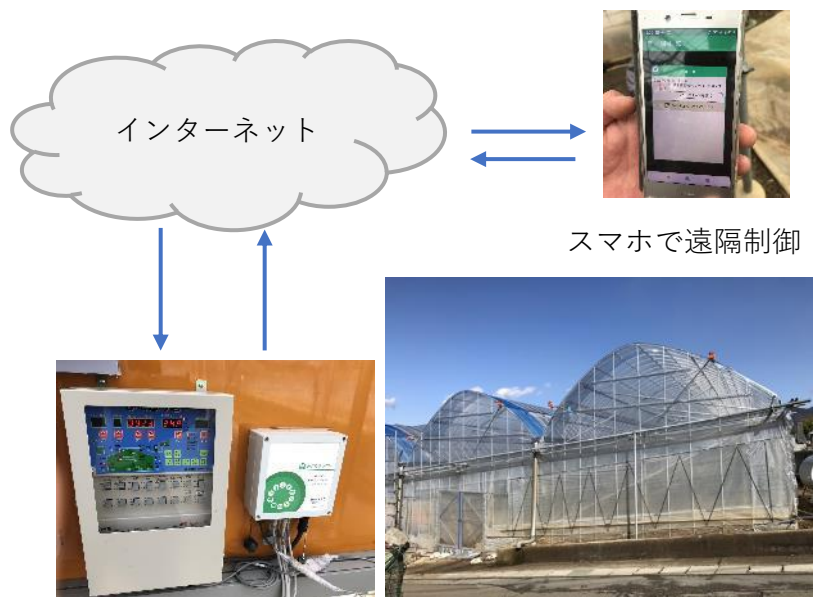
(使用機器)

環境センサー:(測定項目:温度・湿度・土中温度・土中水分量・日射量・二酸化炭素濃度)

複合環境制御装置

(ブドウ品種) シャインマスカット

(圃場) 加温ブドウハウス

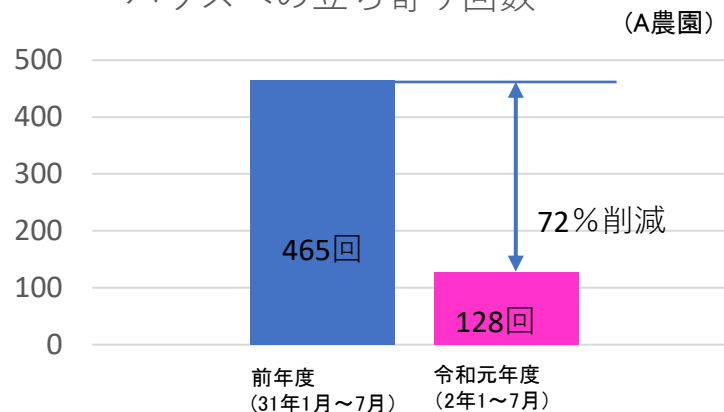


複合環境制御装置と環境センサー

実証結果

- ハウス内環境を遠隔でモニター・制御する装置を設置し、加温開始から収穫までの1シーズン(R2年1月～7月:164日間)計測。実証A農園では、立ち寄り回数が前年度の465回から128回と72%減少した。実証B農園では、対照区とした隣接ハウスへの立ち寄り回数が236回であったに対し、実証区では115回と51%減少。

ハウスへの立ち寄り回数



今後の課題 (と対応)

- 導入機器を経営の改善に活かすため、今後、ハウス内の環境データとブドウの生育との関連データを蓄積し、環境データに基づく栽培技術の向上を目指す。

環境データとブドウの糖度データとの関連を検証

取組概要

- 収穫期が近くなったシャインマスカット(ハウス・露地)及び甲州(露地)の糖度を定期的に非破壊糖度計で計測し、測定データと温度、日照量、土中水分量などとの関連を解析して、糖度上昇に影響を与える因子について解明を目指すとともに、収穫適期の予測を行う。

(使用機器) 非破壊糖度計(通信機能付き)

データ解析ツール

(圃場) ハウスシャインマスカット圃場, 露地シャインマスカット圃場
甲州圃場



非破壊糖度計



実証結果

- 非破壊糖度計については、糖度24度～14度、14度～10度、及び、それ以下の糖度の3種類の検量線が必要であることが明らかになり、新たに低糖度を作成、5度～24度の計測が可能になった。
- 露地シャインマスカットの糖度計測は、7月～9月まで8～9回実施、1圃場9房を任意に選び、1房(約30粒)を全粒測定し、房内の糖度を代表する粒の房内の位置を検討したが、デジタル糖度計では上部から下位に関して有意差は認められなかった。非破壊糖度計では果粒位置による糖度測定差があったが、太陽光を透過して計測するため、日光環境の差によるものと考えられる。
- 得られた環境データと糖度との間の相関モデルの構築を試みたが、有効積算温度との関連以外は有意な結果は得られなかった。有効積算温度との関連は、1月起算、4月起算、開花日起算の3種類を検討し、露地、ハウスとも適合するのは、1月起算であることが分かった。

今後の課題(と対応)

- 非破壊糖度計の精度向上と低価格化が課題。

リモコン式草刈機を使用した省力化の実証（1）

取組概要

○ リモコン式草刈機を使用して、草刈作業の省力化率を検証する。メーカーでは作業時間が1/2に短縮するとうたっているため、草刈の作業時間を1/2に低減することを目標とする。傾斜地での検証も行い、労力の削減とあわせ、安全面・実用性の確認を行う。

（使用機器）リモコン式草刈機2機種、刈払機

（圃場）棚仕立てブドウ圃場（平地及び傾斜地）



刈払機による慣行除草



リモコン式草刈機

実証結果

○ リモコン式草刈機を使用して、作業時間の比較を行い、下記のような結果となった。

	慣行（刈払機など）	リモコン式草刈機	時間削減
傾斜地のブドウ園 (6a)	16時間	9時間16分（刈払機併用）	42%削減
平地のブドウ園 (19a)	9時間	2時間10分	76%削減
果樹園の法面（傾斜20～45度） (17a)	60時間	3時間3分	95%削減

○ 平地の場合、慣行除草として刈払機と比較した。他の平地のブドウ園では乗用式草刈機が普及していて、そのほうが時間的には速いが、乗用式は操作ミスによる事故などもあり、振動による体への負担も大きいので、安全面ではリモコン式草刈機が優れている。

○ 傾斜地の場合、乗用式草刈機が使用できず刈り払い機との比較になるので、時間の削減や、軽労化の面で、リモコン式草刈機が優れている。

リモコン式草刈機を使用した省力化の実証（2）

実証結果（続き）

リモコン式草刈機による除草前(左)と除草後(右)

【傾斜地のブドウ園】



【平地のブドウ園】



【果樹園の法面】



- 傾斜地のブドウ園、平地のブドウ園、果樹園の法面など、いろいろなタイプの土地(延べ23箇所、3ha)で除草のノウハウを蓄積した。
- リモコン式草刈機を効率的に使用するためには、傾斜角度だけでなく、地面にパイプや大きな石、溝など障害物がないかを事前に調査して、できるものは除去し、除去できないものには目印となる支柱などを立てておく必要がある。
- リモコン式草刈機は、四輪タイヤとクローラの2機種を使用した。20～45度の傾斜地では傾斜に強いクローラを、平地で刈高さが高くてもよいところは四輪タイヤタイプを使用した。

今後の課題（と対応）

- 今後は、リモコン式草刈機のシェアリングや作業受託などのビジネスモデルを検討する。



ドローンによる農薬散布技術の検証（1）

取組概要

- ドローンによる農薬散布技術の実用性について検証する。
令和元年度は、防除暦に従って6月～9月まで7回の慣行濃度による農薬散布を行い、実証データを蓄積した。

（使用機器）農薬散布用ドローン 動力噴霧器

（ブドウ品種）甲州

（圃場）傾斜地棚仕立てブドウ圃場



実証地（傾斜地の圃場）



動力噴霧器による慣行散布（棚上散布）。傾斜地に脚立を立てて散布している



ドローンによる散布

実証結果

- 令和2年度は、防除暦に従った5月～8月までの8回の農薬散布すべてを、実証圃場をドローン散布区と慣行散布区に分けて病害虫防除を行った。
- 農薬は登録倍率による濃度での散布を行った。

農薬散布平均時間
(10a当り)

	散布時間	全作業時間	
慣行散布	54分	2時間30分	
ドローン散布	40分	1時間59分	31分短縮 (20%)



- ドローン散布は慣行散布に比べ全作業時間で20%の短縮がみられた。
- 傾斜地での農薬散布においては、時間短縮の面よりも、作業の軽労化と危険の軽減の効果が大きい。



ドローンによる農薬散布技術の検証（2）

実証結果（続き）

○ 実証圃場(甲州市菱山の傾斜地。品種は甲州を栽培)

	ドローン散布区(10a)	慣行散布区(7a)
使用機器	農薬散布用ドローン	動力噴霧器
散布日	2020/5/18~8/11 (8回)	2020/5/18~8/12 (8回)
散布回数	6~10フライト (1フライト10L散布。散布終了すると、戻って薬剤補充とバッテリー交換を1~3分で行う。)	2回 (道路を真ん中に、上の圃場と下の圃場に分かれているため)
散布量	60~100L/10a (1回平均79L)	毎回200L (286L/10a)
防除状況 (8月下旬撮影) ※		
※ドローン散布区も慣行散布区と同程度に防除できている。		

今後の課題（と対応）

○ 本年度の結果だけでは結論付けはできない。散布する薬剤量と防除効果については、数年の実証が必要であろう。

ドローンによる写真撮影と生育管理や剪定作業の効率化への利用検討

取組概要

- 生育のステージごとに、ドローンにより、上空からのブドウの生育状況を写真撮影し、画像と栽培管理、生育状況のデータとの関連性を検討し、作業の効率化につながるかを検討する。また、剪定作業前に上空から枝の配置を写真撮影し、その画像が剪定作業の効率化に利用できるかを検討する。

(使用機器) 撮影用ドローン2機種



オルソ画像 (2020年5月28日撮影)



オルソ画像 (2020年8月11日撮影)

実証結果

- ドローンによる撮影画像からオルソ画像を作成し、時系列に比較することで、以下が判明した。
- ドローン撮影画像は、生育状況の確認には活用できるが、ブドウの病害防除は予防防除が原則なので、画像診断の必要性は低い。
- 冬期の撮影画像からオルソ画像を作成し剪定作業の効率化に利用できるかを検討したが、地面と枝とが判別しにくく、判別には実証範囲外の画像処理ソフトと画像処理技術が必要となり実現できなかった。

今後の課題 (と対応)

- 圃場の撮影画像をオルソ画像や3D画像に変換した精密な地形データを入力値とし、リモコン式草刈機やドローンによる農薬散布のための最適な運用計画や作業見積もりが可能になるようなソフトウェアやAIを開発すれば、よりスマート化が実現できる。

営農支援ツールによる作業・生育記録管理データ蓄積

取組概要

- 営農支援ツールによる作業・生育記録を行い、環境データ、経営データ等を蓄積して活用方法を検討する。

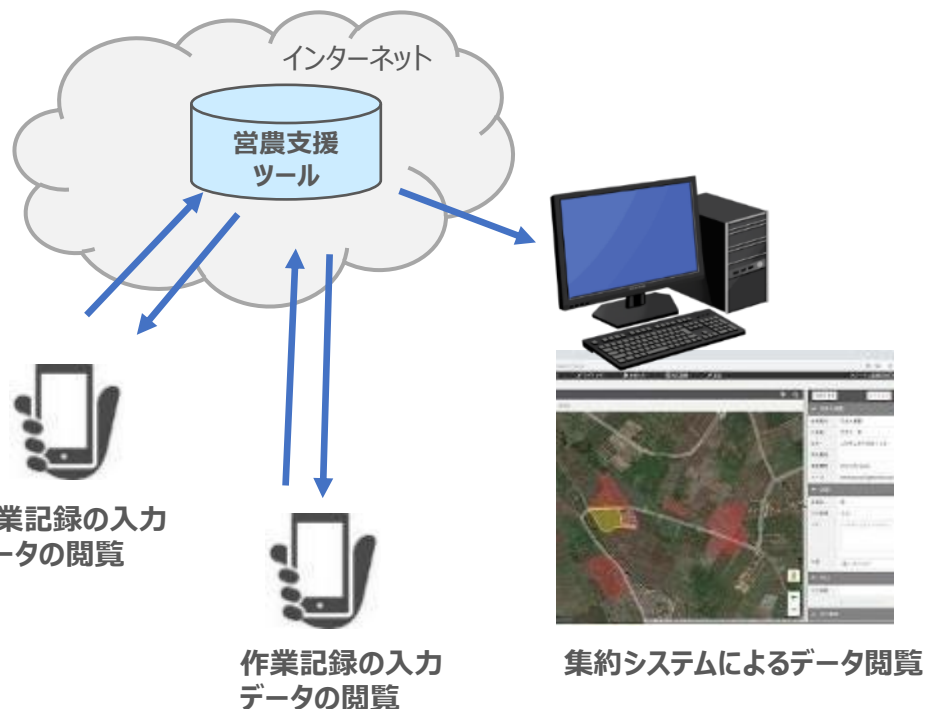
平成31年度(令和元年度)は、作業記録を中心にデータを蓄積し、経営データの集計の際に活用した。

(使用機器) 営農支援ツール

スマートフォン、タブレット、PC

(圃場) ハウスシャインマスカット圃場, 露地シャインマスカット圃場

甲州圃場



実証結果

- 営農支援ツールで作業記録を取り、ハウス訪問回数の集計など、作業の見直しに活用している。
- 営農支援ツールの問題点として、繁忙期の入力業務の負担が大きいため、別途記録している防除記録などは、必須入力項目とはしなかった。
- 営農支援ツールなど電子的な農作業記録システムの普及のためには、自動入力機能が必須である。

今後の課題 (と対応)

- 電子的な農作業記録システムは果樹栽培向けのカスタマイズが必要であり、入力の簡易化も望まれる。

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	ハウス内環境制御	環境センサー、複合環境制御装置	リアルタイムで環境データを処理し、管理の指針を示すようなシステム
2	糖度測定	ブドウ用非破壊糖度計	収穫予測モデル構築のためのデータ蓄積
3	雑草防除	リモコン式草刈機	対象圃場の事前の状況把握
4	農薬散布	ドローン	病虫害の専門家による防除効果の判定
5	栽培管理	ドローン	画像データから圃場状況を把握できるシステム
6	作業記録	営農支援ツール	ブドウ栽培にカスタマイズした入力の自動化

2. その他

傾斜地での作業の際下半身を安定させるアシストスーツ、ブドウの手入れのためにあげた腕を保持するアシストスーツ、サイドレスのハウスのためのリモコン式農薬散布ロボットなど。

○ 問い合わせ先

フルーツ山梨農業協同組合 営農指導部 スマート農業担当 (e-mail: hoshino256@jafruits.or.jp)