

スプレーギクの国際競争力を高める産地革新

J A ひまわりスマート農業研究会（愛知県豊川市）

背景及び取組概要

<実証面積 スプレーギク 38a>

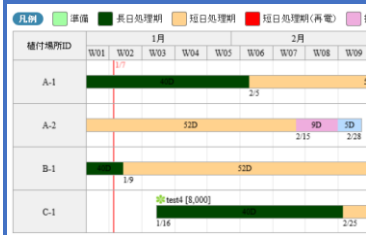
【背景】 年々増大する輸入品から国産シェアを奪還するため、産地の出荷量及び品質の向上を図る必要がある。

- ① **栽培準備期間(作付計画・作付準備)**：作付計画システムを用いることで全ほ場の作付計画が見える化。雇用管理システムと成型培土の長期保管とを連動させることで、ジャストインタイムで労働力と苗を確保。
- ② **栽培期間中(栽培、生育モニタリング・分析)**：光合成チャンバー及びAI/IoTカメラを用いた生育モニタリングにより光合成速度や生育状況を把握し、スプレーギクに適した環境管理を検討。環境制御システムを活用してほ場における環境管理を高度化し、栽培管理を省力化。

導入技術

作付計画システム

- ・ 所有する全ほ場の作付計画の見える化・共有化
- ・ 労働力と苗の計画的確保



雇用管理システム

(農Howシステム)

- ・ 労働力の確保を効率化



成型培土の長期保管

- ・ 既存ソイルブロッキングマシンによる成型とミストによる成型培土の計画的供給

環境制御システム、自動灌水システム、ミストシステム

(エアロビート)

(アクアビート)

光合成チャンバー

- ・ 光合成に関する情報をリアルタイムモニタリング



AI/IoTカメラ

- ・ 植物の生育情報を写真でリアルタイムモニタリング



- ・ 栽培に適した環境を実証することで日数短縮 & 成品率・2L率向上
- ・ 環境管理の省力化



栽培

作付計画

作付準備

生育モニタリング・分析

実証課題の達成目標

実証ほ場において

- 作付の最適化・最適環境制御による収量10%増大
- 生産・労務管理の効率化によるスプレーギク 1本あたりの労働時間5%短縮



各研究項目の現在の達成状況

- 年間収量（箱/10a・年）は4～11%（生産者平均で7.1%）増大

年間収量（箱/10a・年）＝年間作付回数（作/年）× 1作あたりの単収（箱/10a・作）

4～11%増大

2～7%増大

同等～5%増大

- キク 1本あたりの労働時間は2～10%（生産者平均で5.2%）削減

キク 1本あたりの労働時間（秒/本）＝年間総労働時間（秒/10a・年）÷年間収量（本/10a・年）

2～10%削減

同等～2%削減

3～10%増大

取組概要

- ① 作付計画システムの試行・改良
 - ・ パソコン・タブレット端末等から作付計画システムを利用し、作付計画の策定・見直し等を実施
 - ・ 農家の意見を元に入力フォーム等のシステム改良
- ② 作付計画集約による出荷予測としての利用検討
 - ・ 作付計画システムに出荷予測機能を追加
 - ・ 作付計画と出荷実績との精度比較
- ③ ソイルブロック成型との連動
 - ・ ソイルブロックの長期保管方法の検討
 - ・ 作付計画システムと連動したJAひまわりの受注・成型・保管体制の検討

実証結果

- ① 作付計画システムの試行・改良
 - ・ 実証農家4戸でシステムを利用し、作付計画の見える化と共有化ができた。
 - ・ 作付計画の見える化により、滞りなく栽培準備や栽培管理が進められたため、作付日数（準備日数+栽培日数）を1.6～7.2日短縮することができた（図1）。

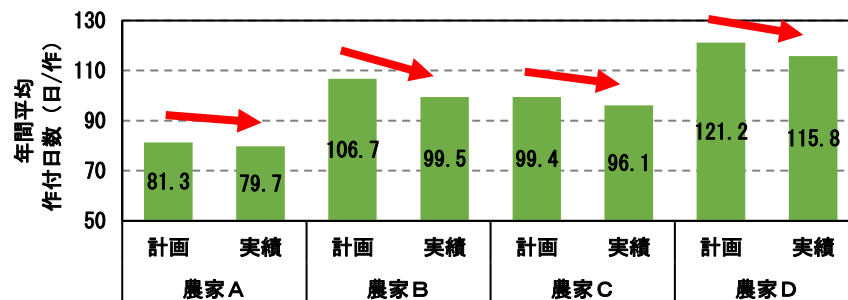


図1 年間平均作付日数 (前作収穫終了～収穫終了)

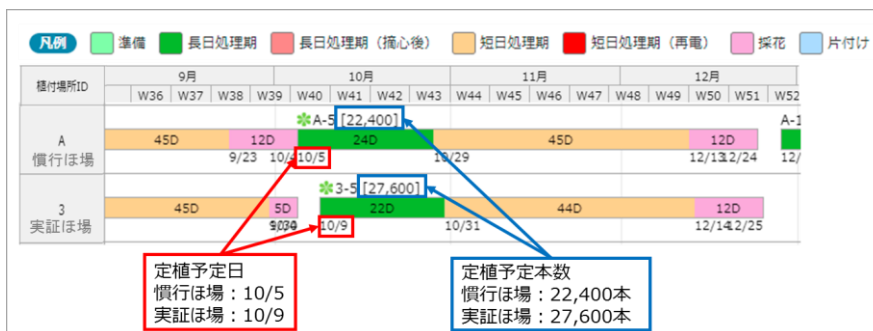


図2 作付計画システムの表示画面 (作付計画) から把握できる情報

- ② 作付計画集約による出荷予測としての利用検討
 - ・ 出荷予測機能を追加した。予測精度は旬別では誤差が小さいものの、出荷日1日単位では誤差が大きくなるため、出荷実績から品種ごとの情報（収穫日数等）を収集し、出荷予測へ反映するといった更なる改良が必要であった。
- ③ ソイルブロック成型との連動
 - ・ JAひまわりは、作付計画システムからソイルブロックの必要日と必要数を確認し（図2）、ミストシステムを活用した長期保管（2日間から5～7日間に拡大）によりジャストインタイムで納品できた。

(実証項目別成果②) 作業の標準化+ICTを活用した雇用管理システム

取組概要

- ① 作業のマニュアル化
 - ・ ほ場準備作業の見える化による作業の効率化
 - ・ 農Howシステムでの作業動画マニュアルの活用(図3)
- ② 求人を含む雇用管理システムの利用
 - ・ 農Howシステムの利用実証
 - ・ 作付計画システムとの連動
 - ・ 現行の人材確保手法との比較

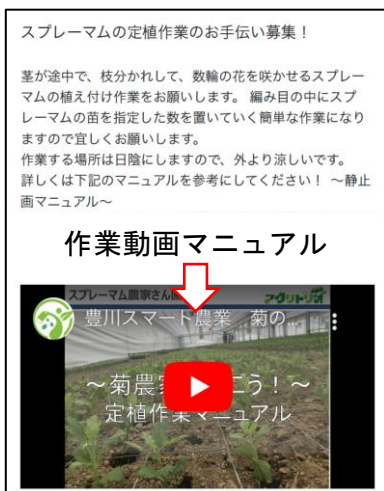


図3 農Howシステムでの作業動画マニュアル活用

実証結果

- ① 作業のマニュアル化
 - ・ 基肥散布の効率化で0.5hr/10a短縮。
- ② 求人を含む雇用管理システムの利用
 - ・ 令和2年7月からのマッチング利用実績は計142件(図4)。
 - ・ 令和3年11・12月開花作型での利用実証では、作付計画システムと連動させ、定植日までに必要とする作業人数を集めることができた。募集に要した日数は求人当日~2日間、マッチング最速時間は最短12分とネット利用型システムの強みと判断できた。
 - ・ 臨時雇用の人材確保手法として、農Howシステムと従来の確保手法を比較した(表1)。農Howシステムの方が人材確保が手軽にできることが確認できた。また、募集開始時期については、農Howシステムの方が比較的直前の募集でも人材確保ができた。

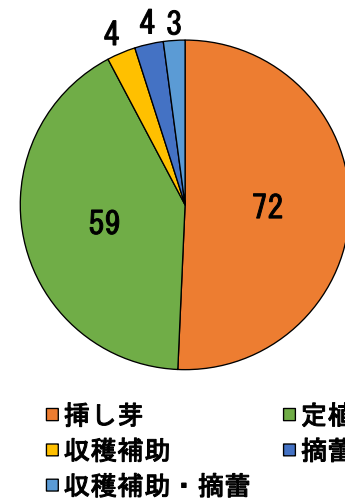


図4 令和2年7月以降の利用実績 (求人した作業とマッチングした雇用人数)

表1 雇用管理業務に要する作業時間の比較

| | 慣行区 | 実証区 |
|-----------------------------------|---------|----------|
| 労働力の募集先 | 従来の確保手法 | 雇用管理システム |
| 募集方法 | 電話 | ネットで登録 |
| 募集作業に要した時間(分/回) | 3 | 1 |
| 募集開始時期 | 定植61日前 | 定植10日前 |
| 募集からマッチング完了までの日数 | 0(当日) | 0(当日) |
| マッチング率(%) : 定植日までに必要な人数を確保できたか | 100 | 100 |

取組概要

- ① 光合成チャンバーによる光合成速度計測及び分析
 - 夏季の適切な遮光条件の分析
 - 炭酸ガス施用の効果、品種ごとの違いについての分析
 - 冬季の暖房コストと光合成による収益増の関係解析

実証結果

- ① 光合成チャンバーによる光合成速度計測及び分析
 - 光飽和点は、作型、品種、生育ステージによって異なった(図5)。夏作型においては、光飽和点を超える日射は光合成促進の効果が小さくなるため、遮光カーテンを使用するなど過度な高温・乾燥条件を回避しながら光合成を高く維持する。
 - 機械学習の手法(ランダムフォレスト)を用いて光飽和条件の光合成速度に影響を及ぼす因子を推定したところ、春および秋の作型では水ストレスによる気孔閉鎖が光合成を低下させること、冬の作型ではCO₂施用効果のあることが確認された。
 - 光合成チャンバーで得られた知見に基づき、冬季日中における保温カーテンの最適制御指針を提案する動的マニュアル(Microsoft Excel上で動作)を作成した(図6)。計算結果にみられるように、冬季の日中は保温カーテンで暖房費を削減するよりも保温カーテンを閉めずに光合成を促進させることが望ましい。これらは燃料単価等の高騰等の入力データによって変動する。

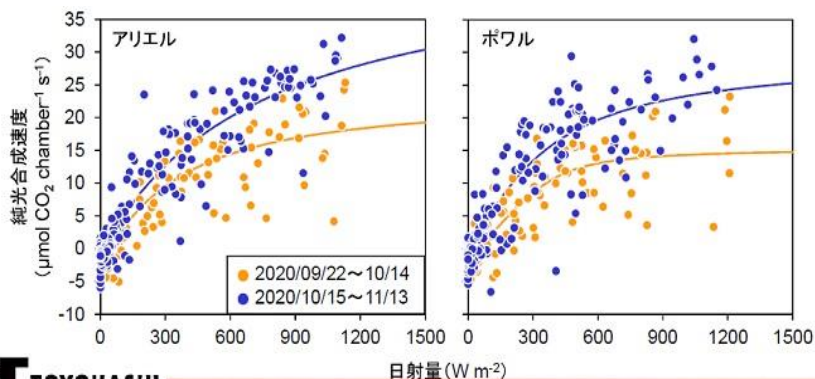


図5 光飽和点の品種間比較

| | | | | | |
|----------|--|------|------|--|-------|
| 重要な入力データ | 温室内気温(°C) | 15 | 計算結果 | ①保温カーテンで削減できる暖房費(円/m ² /2h) | 1.36 |
| | 屋外温度(°C) | 5 | | ②保温カーテンで失われる光合成・収量(円/m ² /2h) | 2.67 |
| | 保温カーテンと外部被覆の熱貫流率 (W/m ² /K) | 2.5 | | | |
| | 屋外日射量(W/m ²) | 80 | | ③保温カーテンを閉めたときの増益(円/m ² /2h) | -1.31 |
| | 保温カーテン光透過率 | 0.8 | | | |
| | 入射する日射量(W/m ²) | 64 | | | |
| | 燃料単価(円) | 70 | | | |
| | 作型・品種毎の積算光合成量(mol/chamber) | 6.47 | | | |

図6 光合成を考慮した保温カーテン最適制御マニュアルUI

取組概要

② AI/IoT技術を活用したデータ収集とモデル構築

- AIとIoTを組み入れた計測機器による生育データの計測(図7)
- 環境制御システムへのフィードバック・最適環境制御条件の確立と検証



図7 AI/IoTカメラを活用したデータ収集
(①~④のように写真を継続的に撮影し、葉面積指数を自動算出)

実証結果

② AI/IoT技術を活用したデータ収集とモデル構築

- AI/IoTカメラによる葉面積指数と草丈のデータ収集にもとづいて、スプレーギクの生育ステージを初期生育期(葉面積20~50%)、草丈伸長期(葉面積50%~草丈40cm)、花芽分化期(草丈40~80cm)に自動で区分して、それぞれの生育に要する日数を明らかにし、環境値との関係性を分析した。生育ステージごとに分析結果を取りまとめ、最適環境モデルとして整理した。
- 最適環境モデルを実証した令和3年11・12月開花作型について、AI/IoTカメラを用いて生育日数を比較したところ、初期成育期についてはいずれの実証ほ場でも慣行ほ場と同等もしくは短縮された(図8)。

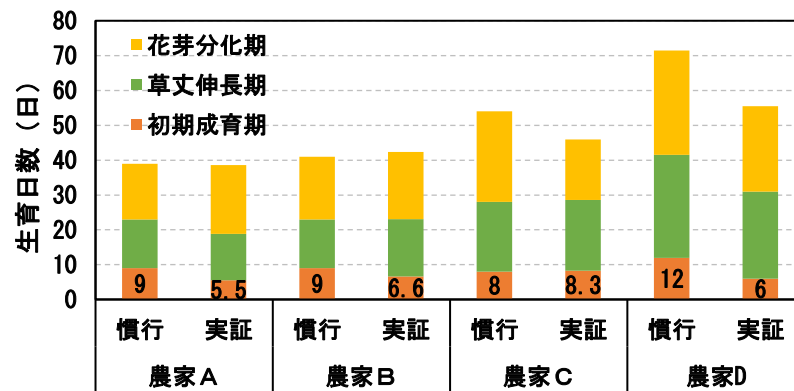


図8 AI/IoTカメラを用いて計測した生育日数の比較

取組概要

③ 環境制御システムを用いた最適化条件の実証・データ収集

- スプレーギク向け運用マニュアルの作成
(最適環境モデルの実証を含む)
- 課題に対するシステム改良

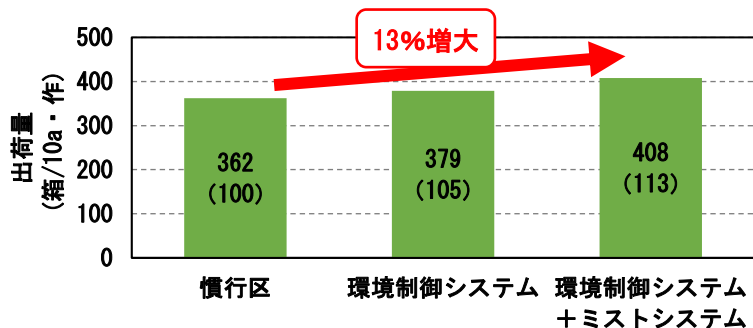


図8 環境制御システムの実証結果
(グラフ括弧内数字は慣行区比)

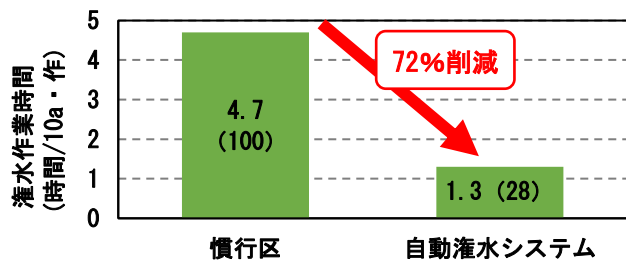


図9 自動灌水システムの実証結果
(グラフ括弧内数字は慣行区比)

実証結果

③ 環境制御システムを用いた最適化条件の実証・データ収集

- 令和3年11・12月開花作型において、①②の取組から構築した「最適環境モデル」を複合環境制御システム(エアロビート)で実証し、栽培日数短縮と収量向上を実現できた。なお、ミストシステムとの併用で収量は13%増大した(図8)。
- 灌水制御システム(アクアビート)の利用により1作あたりの灌水作業時間を72%削減できた(図9)。
- 最適環境モデルを考慮した季節・生育ステージ毎のエアロビートの運用マニュアルを作成した(春秋・夏・冬×初期成育期・草丈伸長期・花芽分化期=9パターン作成)。
- 統合環境制御装置の設定値保存・読出機能の追加、ミストシステムの噴霧時間補正機能の追加などのシステム改良を実施した。

○ICTを活用した作付計画システム＋出荷予測としての活用

【課題】

産地全ほ場の栽培データの継続的な入力及びAI予測を導入する知識の不足

【対応】

ITベンダーと連携し、簡易なデータ収集やデータ解析の手法を検討

○作業の標準化＋ICTを活用した雇用管理システム

【課題】

作業ごとの効率的な方法の洗い出し

【対応】

現状の作業時間の把握

○環境制御システムによる栽培管理の最適化技術の実証

【課題】

地下部の正確なデータ収集

【対応】

県農業総合試験場と連携し、安価なセンサーをほ場全体に多数設置して実証

| 氏名 | 所属 | 電話番号 | メール |
|------|------------------------------|--------------|-------------------------------------|
| 石川高史 | 愛知県 東三河農林水産事務所 農業改良普及課 | 0532-63-3529 | takashi_ishikawa@pref.aichi.lg.jp |
| 長嶋 圭 | 愛知県 農業総合試験場 普及戦略部 | 0561-62-0085 | kei_nagashima@pref.aichi.lg.jp |
| 滝川勝彦 | 同上 | 同上 | katsuhiko_takikawa@pref.aichi.lg.jp |
| 末良 愛 | 愛知県 農業水産局農政部 園芸農産課 | | ai_sueyoshi@pref.aichi.lg.jp |

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/>