

ICTに基づく養液栽培から販売による施設キュウリの データ駆動経営一貫体系の実証

JA西三河きゅうり部会生産者（愛知県西尾市）

背景及び取組概要

＜経営概要 52.5a(キュウリ 52.5a) うち実証面積 キュウリ 52.5a＞

JA西三河きゅうり部会は部会員全員が施設内環境データの共有が可能な環境モニタリングシステム「あぐりログ」を導入し、温度、湿度、炭酸ガス濃度等の「見える化」を図る。環境測定データ等を用いた勉強会を開催しており、部会全体の栽培技術の向上に取り組んでいる。作業ごとの労働時間等が把握されていないため、経営者の経験と勘で労務管理を行っており、データに基づいた改善が必要である。

そのため施設キュウリに養液栽培を導入し、生体データと環境データの計測・解析を行うことで、栽培環境を制御し生育を最適化、収穫期間を拡大することで収量の増加を図る。また、土壌管理の省略により労力を削減する。土耕栽培に養液栽培を一部導入し、データから得られる知見を土耕栽培に適用することで、産地全体の単収向上を図る。実証ほ場で導入されている統合環境制御機のプログラムを改良することによりキュウリ栽培に適した環境を作り出す。労働時間データの把握とデータ分析による人員配置の最適化を図る。データ分析による収量予測モデルの構築を目指す。

導入技術

環境データ、植物生体データの取得

- ・データを活用した栽培技術の向上



養液栽培+ICT

- ・周年栽培による単収の増加、雇用確保
- ・土壌管理時間の削減



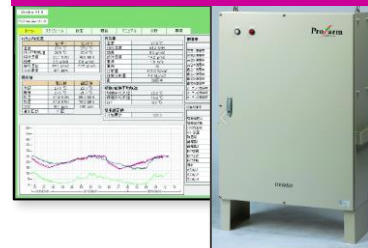
養液土耕栽培

- ・養液栽培データを応用することによる栽培技術の向上



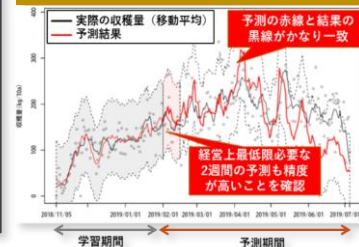
統合環境制御機のプログラム改良

- ・ハウス内環境の改善
- ・自動化による省力化



データ分析

- ・生育、収量予測による販売の安定、労務管理



データの取得

栽培技術の向上

栽培技術の向上

環境制御

データ分析

目標に対する達成状況等

実証課題の達成目標

- ① 30%以上の単収向上
- ② 10%以上の作業時間の削減

各研究項目の現在の達成状況

- ① 環境データ・光合成チャンバー等による植物生体データの取得・ユーザーインターフェース作成・活用及びキュウリ栽培に適した統合環境制御機のプログラム改良により養液栽培の導入につながり、単収を約44%向上。養液土耕栽培では養液栽培データ、環境・植物生体情報データの活用により、単収を約14%向上。

| | 養液土耕栽培 | 養液栽培(年2作) |
|----------------------------|--------------|--------------------|
| | (収穫期間11月～7月) | (収穫期間10月～6月、7月～9月) |
| 収量(令和元年10月～令和2年9月の単収) | 35.7t | 38.3t |
| 収量(平成27、28、29年の10月～7月平均単収) | 31.3t | 26.5t |
| 増加率 | 14% | 44% |

- ②養液栽培の導入による土作り等の作業時間の削減、統合環境制御機のプログラム改良により自動化、労務データの分析による適切な人員配置により収量1tあたり約11.2%労働時間の削減が可能。

収量1t当たりの作業時間の削減効果

| | |
|---|---------|
| 養液栽培導入の周年栽培化による作業時間の削減 | 3.4%/t |
| 各作業者の作業効率を分析し人員配置の最適化シミュレーションによる作業時間の削減 | 5.3%/t |
| 統合環境制御機のプログラム改良の自動化による設定時間の削減 | 2.5%/t |
| 合計 | 11.2%/t |

1 データの自動取得・リアルタイムモニタリング

取組概要

- ハウス内の環境測定機「あぐりログ」をIoT化することによりハウス内環境等の各種データを取得、栽培管理に活用。
 - 光合成計測チャンバーを用いた、光合成蒸散リアルタイム計測では植物個体群の光合成と蒸散速度をリアルタイムで実測。植物生体情報計測ロボットにより植物生体情報を計測。光合成速度の測定、純光合成の最大化の検証や、植物状態の測定。
- 季節等による栽培環境の変化、植物生体状況の変化に対応した環境設定の明確化。

環境測定機「あぐりログ」による環境データ・給排水データの収集



植物生体情報計測ロボット



光合成計測チャンバー

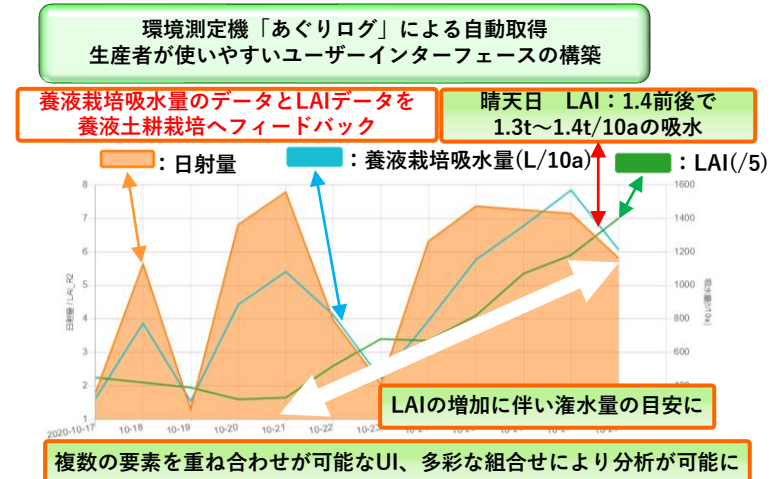


今後の課題（と対応）

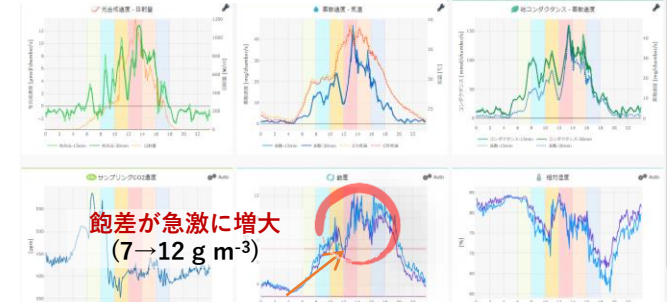
- 環境モニタリングデータ・LAI計測・光合成チャンバー取得データ等の横展開によるデータ共有・活用を行うことによる部会全体の収量アップ・取組みのモデル化。

実証結果

- ハウス内環境・地下部・LAI計測データ、かん水量の自動取得、水・肥料吸収量を自動計算、外部データの取込み可能なユーザーインターフェースを構築。
- 光合成や蒸散が阻害されていることを検知できることで、生産者は環境制御の改善に活用可能。



【光合成計測チャンバー】 光合成における環境応答の異常検知



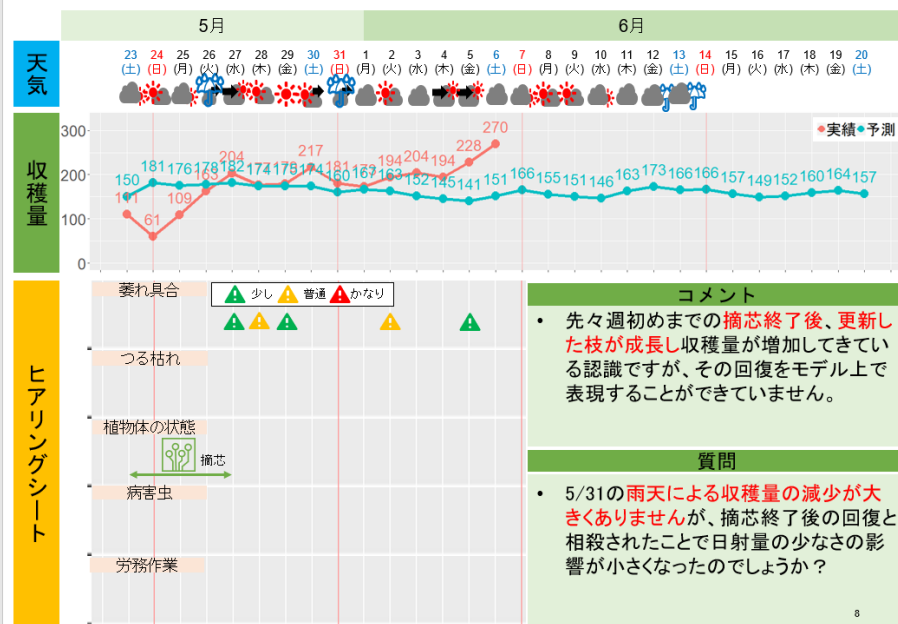
光合成速度の実測値が予測値から大きく外れているときに異常が発生している可能性→植物生体情報・環境情報を見直すことで環境制御・栽培管理の改善へ

2 データ分析による収量予測

取組概要

- 過去のデータを解析するとともに、植物生体・環境・養液栽培・収量データを活用した生育・収量予測を実施。
- 作成した収量予測モデルで収穫中の作について週次で収量の予測を実際に行い、精度評価を実施。
- 運用において、認識された課題に対応するため、ヒアリングシートを作成し、労務作業、植物体の状態、病害虫の発生状況を把握し、予測モデルへの取り込みを検討。

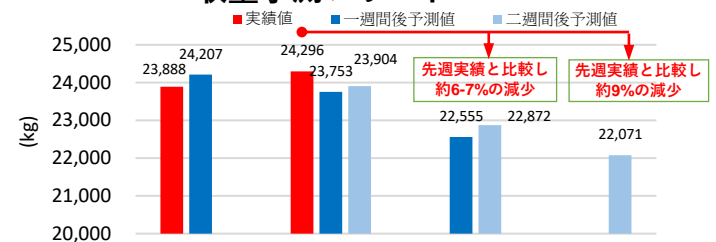
ヒアリングシート



実証結果

- 直近2週間の天気予報をもとに予測された日射量から収穫量を予測。日射量と収穫量の関係については、過去の環境値実績と収穫実績の関係から、日射量と収穫量との時間差を考慮して関係性を特定。
- 産地においても収量予測が可能となるようエクセルベースの収量予測ツール(プロトタイプツール)等を活用し、収量予測レポートと同等の収量予測が可能な環境を構築。

収量予測レポート



| | 先々週 | 先週 | 翌週 | 翌々週 |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|
| 実績値(kg)【A】 | 23,888 | 24,296 | - | - |
| 一週間後予想値(kg)【B】 | 24,207 | 23,753 | 22,555 | - |
| 乖離率(%)【(B-A)/A】 | 1.3% | -2.2% | - | - |
| 二週間後予想値(kg)【C】 | - | 23,904 | 22,872 | 22,071 |
| 乖離率(%)【(C-A)/A】 | - | -1.6% | - | - |

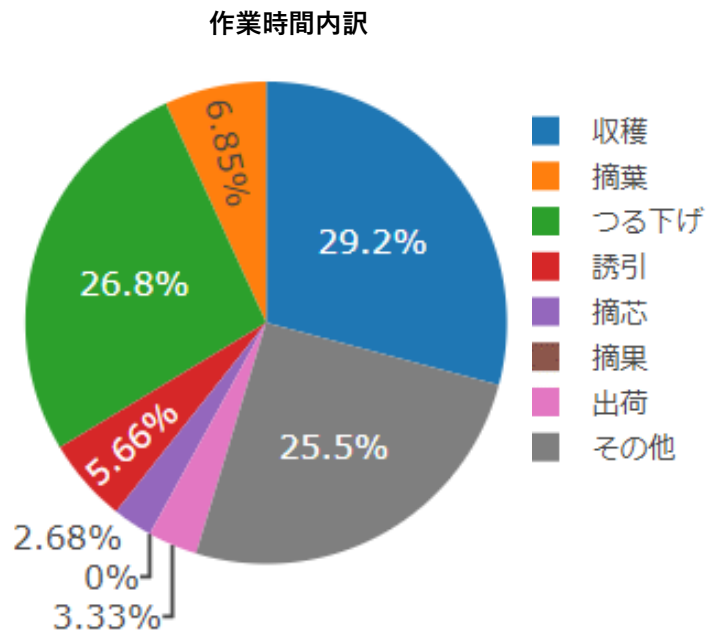
今後の課題 (と対応)

- 収量予測を部会全体のデータにより高度化して出荷量予測を行い流通・販売に活用。

3 労働時間データの把握とデータ分析による人員配置の最適化

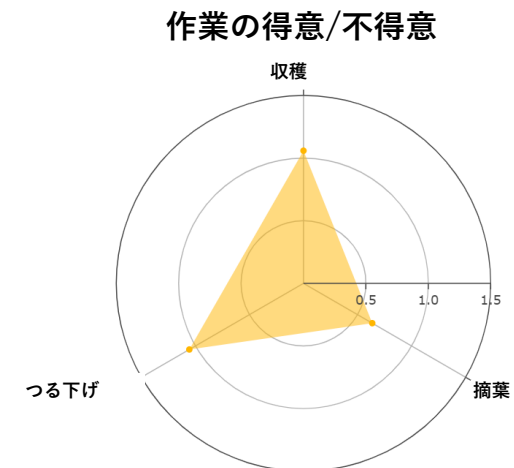
取組概要

- 労務データを収集し、労務分析ツール(プロトタイプツール)を活用し、経営者が労務データを経営の振り返りや作業者の指導に活用可能な環境を構築。
- 収集した労務データをグラフで表示、各作業者ごとの得意/不得意や作業効率を見える化し人員配置の最適化。



実証結果

- 労務分析ツール(プロトタイプツール)を活用し、過去の作業実績をもとに、作業者を割り振ることが可能なことを確認。シミュレーションにより総作業時間を5.3%削減可能。



作業者の得意、不得意を分析して作業の担当を入れ替えることで最適化

今後の課題 (と対応)

- 経営規模拡大には労務データの取得が必須であるが多大な労力がかかるため、キュウリ栽培に対応した労務管理アプリの活用が必須。

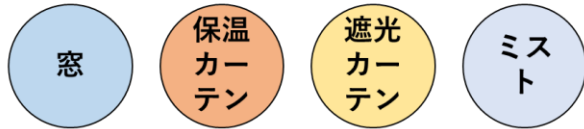
4 キュウリ栽培に適した統合環境制御装置のプログラム改良

取組概要

JA西三河きゅうり部会で導入されている統合環境制御機から取得されたデータによってキュウリ栽培に必要な要素が判明。

- プログラム改良によるキュウリの最適環境
- 使いやすい設定画面への変更。
- 生産者が適切な制御を行うために可変値・表示項目の絞り込み及び取扱説明書を整備。

従来プロファームを使ったきゅうり栽培では課題が多いハウス設備



理想的な環境を作るには・・・

ユーザーによる**手動での設定変更**が必要

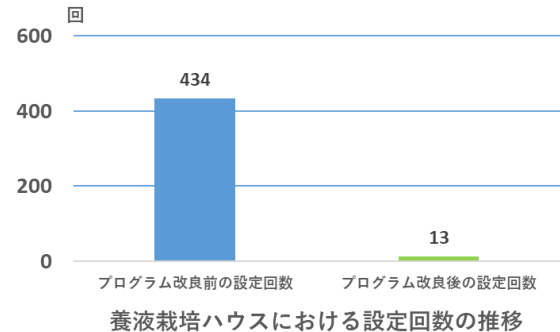
プログラム改良により・・・

設定値の自動調整により
設定変更回数減、ユーザー負担減

自動的にマイルドな環境変化に

実証結果

- プログラム改良の成果
「プロファームコントローラーのプラスアルファプログラム」
 1. 窓の制御
温度・湿度を急変させないマイルド換気制御の導入
風向・風速を考慮した遅延の自動設定。
 2. 保温カーテンの制御
透明保温カーテンのための自動制御の導入
 3. 遮光カーテンの制御。
日々の日射量変動に応じた遮光制御の導入
遮光カーテン使用時のCO₂濃度低下を防止する制御の導入。
 4. ミストの制御
乾燥の程度にあわせたミスト噴霧制御の導入
天窗の開き始めのタイミングで強制ミスト噴霧。
 5. 作業時間軽減効果
プログラム改良により設定回数が97%の減少。



今後の課題（と対応）

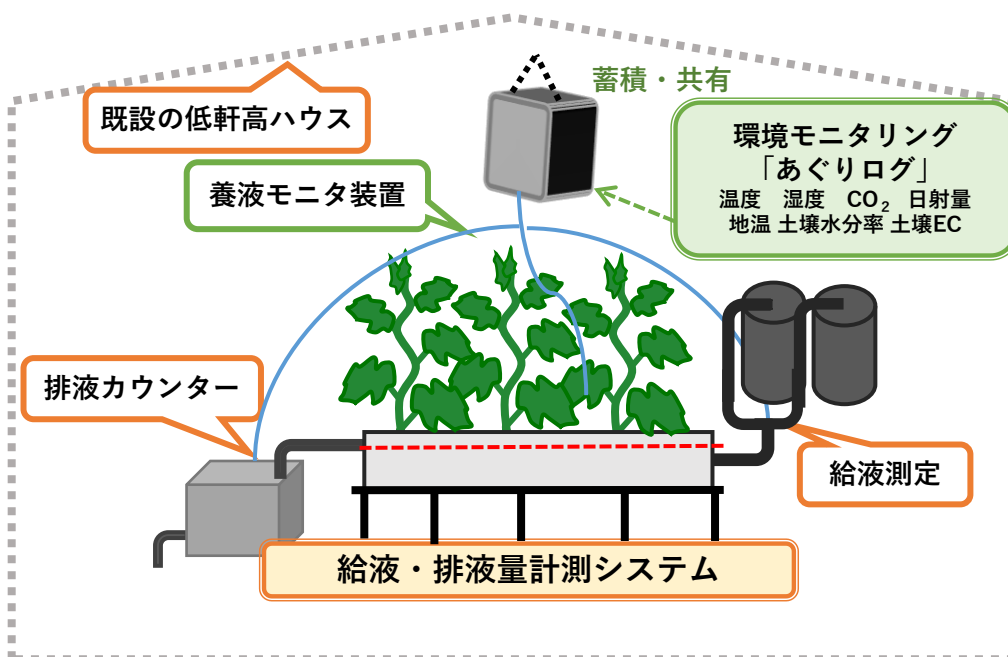
- 統合環境制御機改良プログラム「プロファームコントローラーのプラスアルファプログラム」等の横展開によりデータ共有・活用を行い部会全体の収量アップ・取組みのモデル化。

5 施設キュウリによる養液栽培システム体系の確立

① 養液栽培の導入による単収の向上

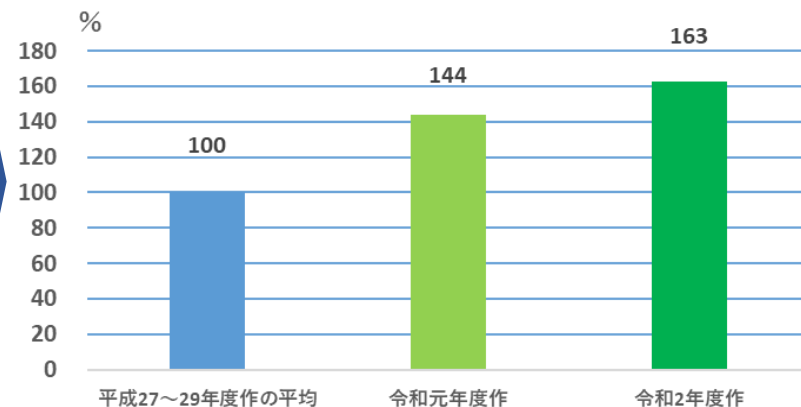
取組概要

- 養液栽培を導入し、環境コントロールを行うとともに収量向上の制限要因となっている夏季の土づくり、土壌消毒等を解消し、作期の延長を図る。既存のハウスに養液栽培を導入することによる太陽光型植物工場化は低コストで、工期も短く、普及が可能。



実証結果

- 養液栽培システムの導入、ハウス内環境、給液・排水データの活用、光合成チャンバーデータの活用、統合環境制御機「プロファームコントローラー」のキュウリ栽培に適したプログラム改良「プラスアルファプログラム」により令和元年度作は平成27～29年度作の平均単収比で44%向上。令和2年度作は63%向上^{注)1}。



養液栽培における単収の増加率

注) 1 平成27～29年度作：10月定植 11月～7月収穫
令和元年度作、令和2年度作：年2作
10月定植 11月～6月収穫
6月定植 7月～9月収穫

今後の課題（と対応）

- 単収・秀品率の向上に向け給液管理・環境管理など栽培方法の検討。

5 施設キュウリによる養液栽培システム体系の確立

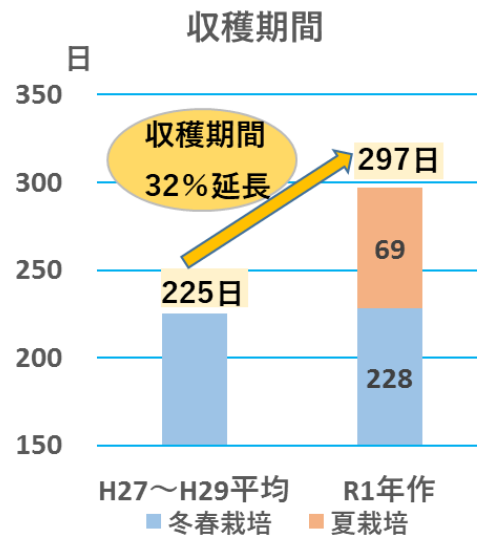
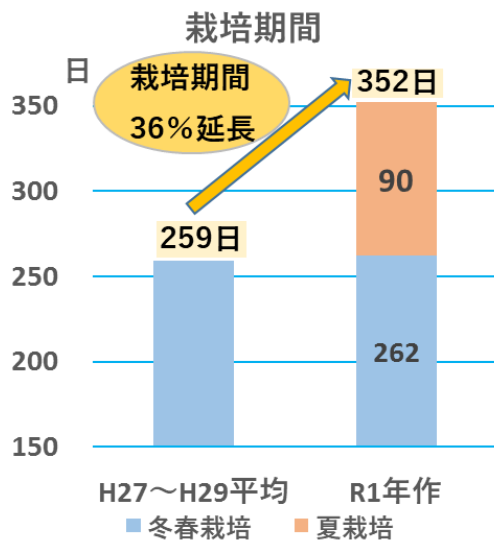
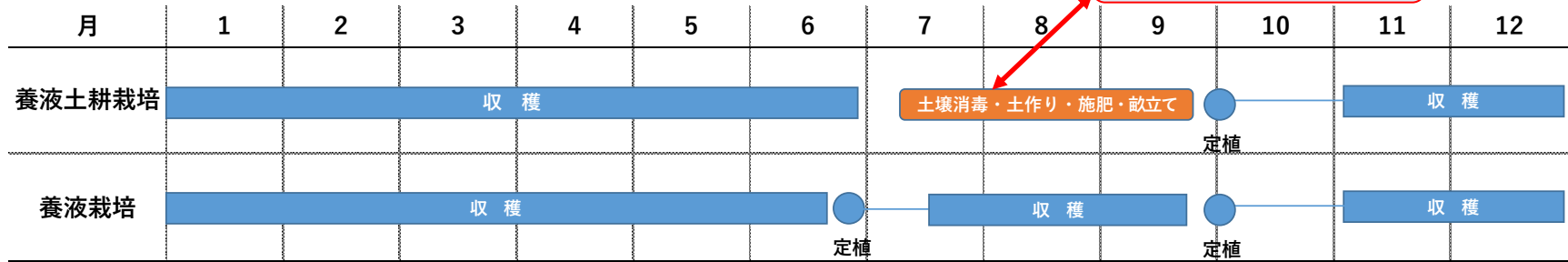
② 養液栽培の導入による経営効果

実証結果

○ 養液栽培の導入による周年栽培(年2作)により施設利用効率の向上、農作業の平準化、雇用労力の有効活用を達成。養液栽培は土作り、土壌消毒等を行う必要がないので、家族労働時間が減少。また、統合環境制御機の自動化による経営者の設定変更にかかる時間が97%減少したことも寄与。これらのことにより規模拡大が可能。

家族経営では
機械作業は経営者が
行うことが多い

令和元年度作の栽培履歴



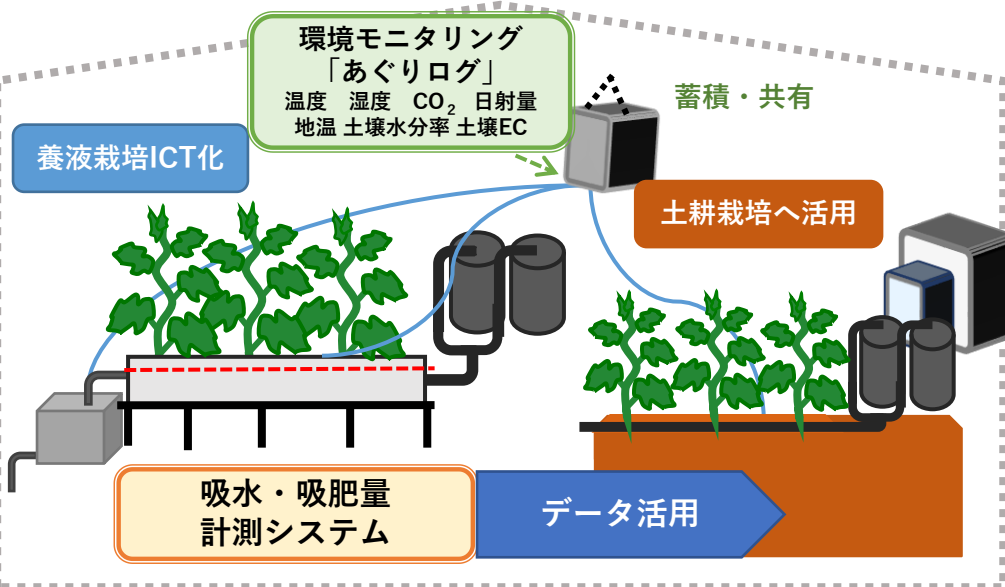
家族労働時間

| | |
|--------|----------|
| 養液土耕栽培 | 951h/10a |
| 養液栽培 | 597h/10a |
| | 37.2%削減 |

6 養液栽培データを活用した養液土耕栽培システム体系の確立

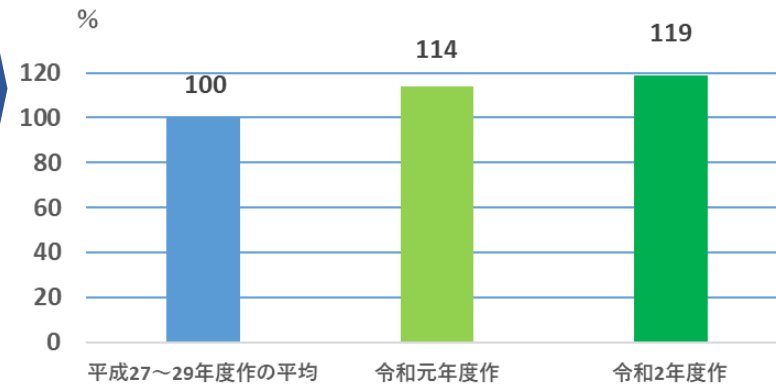
取組概要

- 養液土耕栽培ハウスの一部に試験的に養液栽培システムを導入し、養液栽培からの給排液データより得られた植物体の吸水・吸肥量を、既存の養液土耕栽培にフィードバック。養液土耕栽培で地下部の最適化を行い、収量の増加を実証。



実証結果

- 養液栽培データの活用、ハウス内環境、地下部データの活用、光合成チャンバーデータの活用、統合環境制御機「プロファームコントローラー」のキュウリ栽培に適したプログラム改良「プロファームコントローラー」により令和元年度作は平成27～29年度作の平均単収比で14%向上。令和2年度作で19%向上。



養液土耕栽培における単収の増加率

今後の課題（と対応）

- 養液栽培データ共有・活用を行い、部会全体の収量アップ・取組みのモデル化。

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 | 栽培 | ロックウール養液栽培 | 給排液・環境データ等の活用のための栽培ハウスの高度化 |
| 2 | 栽培 | 収量等の要因の分析 | 生育データの収集を簡素化・自動化 |
| 3 | 栽培 | 統合環境制御機 | 横展開時に生産者への理解の促進 |
| 4 | 生育診断 | 光合成計測チャンバー | 高湿度条件下における植物生体情報の長期間安定計測 |
| 5 | 販売 | 生育・収量予測 | 部会全体に対象を広げたときの予測モデルの高度化 |
| 6 | 労務管理 | 労働時間の把握・解析 | 労働時間データ取得の効率化 |

2. その他

収穫機、つる下げ機等の開発による労働力不足の解消。

問い合わせ先

○ 問い合わせ先

愛知県農業総合試験場普及戦略部技術推進室 (Tel:0561-62-0085(代))

愛知県西三河農林水産事務所農業改良普及課西尾駐在室 (Tel:0563-57-4154)

西三河農業協同組合営農部営農企画課 (Tel:0563-56-5274(直通))

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/>