

スマート農業技術導入手引き書 (施設園芸(きゅうり))

きゅうり施設園芸栽培におけるスマート農業技術
(ハウス内環境測定機器、土壌センサ)
の導入による生産性の向上及び
各種営農データ活用による経営改善
のための手引き

令和8年2月27日

実施グループ名：JA邑楽館林スマート農業活用コンソーシアム
(活用支援ID：援C33)

代表機関：株式会社誠和。

目次

はじめに	2
第1部 この手引き書の概要	3
1. この手引き書で取り上げる営農体系と品目	3
2. この手引き書で取り上げるスマート農業技術活用産地支援の項目と技術	3
3. 産地の現状と取り組む目的および期待される成果	3
4. この手引き書の活用面と留意点	4
第2部 スマート農業技術活用産地支援を成功に導くポイント	5
導入技術活用型	5
1. この手引き書で伝えたいポイント	5
2. 地域（産地）における取組の手順	6
3. 導入技術の定着のための要件	8
データ駆動経営改善型	9
1. この手引き書で伝えたいポイント	9
2. 地域（産地）における取組の手順	9
3. 導入技術の定着のための要件	9
第3部 スマート農業技術活用産地支援の取組内容と実施状況（ケーススタディ）	11
導入技術活用型	11
#ケース1：ハウス内環境測定機器を活用した技術導入例	11
#ケース2：土壌センサを活用した技術導入事例	18
#ケース1・ケース2共通	28
データ駆動経営改善型	33
1. 現地指導の実施方法	33
2. 営農データ収集方法	33
3. 労働生産性の改善事例	34
4. 管理作業における判断（暗黙知）の見える化と共有	35
5. スマート農業、データ駆動型農業のメリットについて	37
第4部 参考資料	38
1. 参考資料一覧	38
2. 参考情報	59
この手引き書の著作権について	60
この手引き書の問い合わせ先	60

はじめに

JA邑楽館林地域は、きゅうり施設園芸栽培において、生産者は約500戸、生産量は約1.6万トン（令和4年）、生産額は約50億円（令和4年）と日本有数のきゅうりの産地である。一方で、高齢化や離農による組合員の減少に伴い、産地全体のきゅうり生産量の減少が続いている。ベテラン農家の技術やノウハウが失われてしまい、産地として生産力が低下し次世代への栽培技術力・経営継承が途絶えてしまう恐れがある。また、環境モニタリング機器等のスマート農業技術導入率は1割に満たず、機器を導入しているとしても上手にデータを活用できず生産量が伸び悩んでいる生産者が散見される。また、環境制御機器等のスマート農業技術の導入により産地として技術伝承や生産量の維持・個々の生産者の単収向上を目指しているが、それに伴う「作業時間の増加」は避けて通れない課題である。生産者数は減少していることから労働生産性の向上や労働コストの軽減についても同時に検討する必要がある。

本事業では、JA邑楽館林地域のきゅうり生産者に対し、「導入した（又はする）スマート農業技術の有効・効果的な活用」「圃場毎の投下労働時間や資材投入量、生育・収量等の各種経営データに基づく経営改善」に関する取組実績に基づき、データ駆動型スマート農業及び経営改善の実施プロセス・成果を記すものとする。

令和8年2月27日

支援実施グループ代表者

杵淵 寛

（株式会社誠和。商品開発部）

活用推進担当者

長浜 ゆり

（群馬県東部農業事務所 館林地域農業課 生産係）

・ 免責事項

- 当該実施グループ及び農研機構は、利用者が本手引き書に記載された技術を利用したこと、あるいは技術を利用できないことによる結果について、一切責任を負いません。
- 本手引き書に掲載された情報の正確性や完全性について、農研機構が保証するものではありません。営農指導においてデータを利用することによる効果については、作物を栽培する地域条件等より変動することに留意してください。
- 製品の基本的な取り扱いについては製品に付属する取り扱い説明書を参照してください。

第1部 この手引き書の概要

1. この手引き書で取り上げる営農体系と品目

- ・施設園芸(きゅうり)

2. この手引き書で取り上げるスマート農業技術活用産地支援の項目と技術

- ・導入した(又はする)スマート農業技術の有効・効果的な活用(導入技術活用型)
- ・圃場毎の投下労働時間や資材投入量、生育・収量等の各種経営データに基づく経営改善(データ駆動経営改善型)

・この手引き書でとりあげる技術

- (1) ハウス内環境測定器
- (2) 土壌センサ
- (3) 施設園芸用WEBサービス
- (4) 農作業管理アプリ

3. 産地の現状と取り組む目的および期待される効果

JA邑楽館林地域は、ハウス面積約75haと日本有数のきゅうり産地である。経営形態として、家族経営(平均規模約15a)と複合経営(きゅうり2作+水稻)が多く、作型は促成と抑制の年2作である。販売はJA出荷で、平均単収は約20トン/10aである。

現在、組合員の高齢化(平均年齢約65歳)や離農により、毎年10~20戸が離農している。これにより、ベテラン農家の技術やノウハウが失われてしまい、産地として生産力が低下し次世代への栽培技術力・経営継承が途絶えてしまう恐れがある。また、産地全体のきゅうり生産量は平均300トン減少している。この解決方策としてスマート農業技術の導入が求められている。

しかし、環境モニタリング機器等のスマート農業技術により単収向上を目指しているものの、導入率は約40戸で1割に満たず、機器を導入しても栽培に上手くデータを活用できていない生産者、機器がない地下部環境が制限因子となって生産量が伸び悩んでいる生産者が散見される。また、環境制御機器等のスマート農業技術の導入により技術伝承や産地としての生産量維持も目指しているが、それに伴う「作業時間の増加」も避けて通れない課題となっている。

そこで、生産性の向上に向けた地上部と地下部のデータ活用技術の普及と、労働生産性の向上に向けた経営改善指導を行うことで、現地での実態に則した効果を明確にし、技術導入の促進へ繋げていく。また、環境モニタリングシステムから得られたデータを産地で共有し、栽培方法の比較・分析等を通じて、次期の栽培方法を変更することで、秀品率の向上を図る。

これら地上部・地下部の両方に関するデータが可視化されることで、データを読み取り分析する能力が地域で中核となる生産者に身につく、きゅうり栽培のハウス内環境、土壌環境の改善に取り組むことができるようになる。また、データ活用を理解した生産者が増えることで、スマート農業技術の導入機運が高まり、産地内の新規就農者等のデータ活用、そしてデータ駆動型農業への取組が活発化し、やがて産地全体で技術の伝承やレベルアップが安定的に進むようになる。

さらに、労働力確保、労働生産性の向上や労働コストの軽減についての具体的な方策やノ

ノウハウが習得され、所得の向上、産地の維持が図られる。

4. この手引き書の活用面と留意点

活用面として、地域でスマート農業技術を用いて技術伝承や技術力向上を図る際の指針となる。後述する地域での取組手順や注意点・反省点を踏まえながら地域での活動に役立てて欲しい。

注意点として、本書に記載する具体的な管理基準値などは、対象作物（きゅうり）・品種や対象産地の状況に合わせたものになっている。対象とする作物・品種や環境に合わせて環境制御していく必要がある。

第2部 スマート農業技術活用産地支援を成功に導くポイント

導入技術活用型

1. この手引き書で伝えたいポイント

本事業では、施設園芸きゅうり栽培に関して、地上部・地下部に関するデータを可視化・活用し、ハウス内環境及び土壌環境の改善を行う『スマート農業技術指導』を行った。地上部のデータに加え、これまでブラックボックスであった地下部のデータを可視化することで、地上部・地下部の組み合わせによる体系的な環境制御を行うことができる。それにより、生産性の向上、ベテランから新規就農者への早期の技術伝承が可能になる。

(1) 主要課題と対策

	課題	対策
1	データの意味することへの理解不足、特に土壌センサが新しい技術のため生産者が活用しきれない	圃場巡回・勉強会を実施
2	データ活用体制の不備	・収集したデータをクラウド上にアップし、PCやスマートフォンで見える化 ・生産者同士でデータ共有
3	ターゲット層の明確化	・技術レベルの高い生産者の選択 ・新規就農者など将来の担い手の選択 (新技術への適応力と継続的な活用)
4	設置・運用の標準化 設置場所・設置方法が不適切	土壌センサの設置場所の標準化及び、普及員やシステム販売者へのセンサメーカーからの指導

(2) 成功のための実践ポイント

- 包括的な環境モニタリング体制
地上部・地下部環境モニタリング機器を整備し、ベテラン農家を主軸に据え新規就農者や産地全体で活用する仕組みを構築する。
- 継続的な営農指導
単発の指導ではなく、長期にわたるサポート体制を整備することで、継続的かつ効果的な営農指導を実施する。
- 導入（ハード）だけで終わらない、ソフト面を考慮した運用設計
ハード面の導入後最低1年・2作は、産地全体でデータ可視化を通じた研修会などで、学習・改善（ソフト面の指導）を継続することにより、データ活用の習慣化と技術の定着を図る。

2. 地域(産地)における取組の手順

段階別実施手順

Phase 1: 計画・準備段階(Plan)

1-1. 生産者・営農指導員・普及指導員へのヒアリングによる産地の現状把握と課題の抽出

- 座談会等による現状把握
- 産地全体の課題抽出

1-2. ゴールの設定

- 産地として目指したい姿
- 収量や品質等の具体的な数字目標

1-3. 推進体制の決定

- スマート農業技術保持者(普及指導員や営農指導員及び先進的な農業者を含む)
- 産地生産者

※目的に合わせて構成員を決定する

1-4. モデル生産者(今回モニタリング機器設置生産者 以下モデル生産者とする)の選定

- 選定基準
 - スマート農業への受容性がある生産者(新規就農者等)
 - ベテラン生産者(技術レベル高)
 - 今後の産地を担う若手農家
- ベテラン生産者と新規就農者のバランス考慮
 - ※ベテランの簡単なフォローができる範囲での新規就農者選定(場所、知識も考慮)

1-5. 勉強会等の年間スケジュールの計画

- 開催頻度の決定
- 勉強会時期の決定
 - 生産者が集まりやすい時期(繁忙期を避ける)
 - 生産者が集まりやすい時間帯
- 圃場巡回
 - 栽培期間で作物が定植されている時期
 - 訪問先はモデル生産者から選定
- 勉強会の内容
 - スマート農業技術を導入する上で、順を追ってステップアップできる内容とする
 - 開催時期に講義内容をすぐ実践できるように、季節ごとにトレンドになる内容とする

Phase 2: 技術導入・実践段階(Do)

2-1. スマート農業技術の導入

- 導入技術
 - ハウス内環境測定機器(気温・湿度・CO₂濃度・日射量を測定)
 - 土壌センサ(地温・土壌EC・水分率を測定)
 - クラウド共有システム(携帯電話等から遠隔でデータ確認・生産者同士でのデータ共有が可能)

- 設置
 - 現地での設置指導会の実施
- 2-2.スマート農業技術の活用指導
 - 導入技術の使用方法的説明
 - 勉強会でのデータ活用技術指導
- 2-3.生産者による実践
 - 活用指導に基づき、現場でデータ活用の実践

Phase 3: 検証・評価段階 (Check)

- 3-1. 継続的モニタリング・フィードバック
 - 圃場巡回による現地確認
 - 定期的な勉強会開催
 - データと現場の実感の擦り合わせ
- 3-2. 成果データの分析・共有
 - 前作の結果との比較
 - 収量データの向上効果測定

Phase 4: 改善・展開段階 (Action)

- 4-1. 指導体制の強化
 - 推進会議の実施
 - 指導員・普及員、制御機器メーカー、センサメーカー
 - 技術課題の協議・解決策検討
- 4-2. 産地全体への展開
 - 成功事例の横展開
 - 新規参加農家への技術移転
 - 継続的な改善サイクルの提案



図 1 : 段階別実施手順

3. 導入技術の定着のための要件

(1) 生産者・産地の基本要件

- 経営規模・圃場条件
 - 対象作物:きゅうりを中心とした施設園芸作物(きゅうり以外の品目への応用も可能)
 - 生産者集積度:生産者組織が存在すること。組織規模は問わない。
- 組織体制要件
 - 統括組織:地域全体を把握しているJA または青年部等の存在
 - 情報共有体制:生産者間で環境データや圃場管理データをはじめ、勉強会などの開催情報等の共有ができるJAなどの団体・仕組み

(2) 人的リソース要件

- 現地サポート人材
 - 技術対応者:スマート農業機器の取り扱いを実施できる人材
 - 機器設置・保守対応ができるサービス体制がある
 - 初期トラブル対応に対応できる人材

※初期はメーカーが対応。その後、普及指導員、営農指導員へも初動対応の技術移管
- 生産リーダー:生産をリードするベテラン生産者
 - 特に新しい技術に寛容な人材
 - 産地全体への影響力を持つ生産者
- 外部支援組織
 - 技術提供組織:スマート農業技術に関する情報提供ができる
 - 現地訪問対応:測定データに関する考察・分析ができる専門人材(センサメーカーのサポート)が確保できる

(3) 技術導入のための活動要件

- 運用マニュアル整備
 - 本手引書を参考
- スケジュール管理
 - 年間を通じたスマート農業技術活用スケジュール
 - 各段階で実施すべき作業の明確化
 - 全体像の把握・共有
- 継続的サポート体制
 - 導入後サポート:普及員・営農指導員による継続支援
 - 定期的フォローアップ:最低2作期間の継続支援
 - 技術的トラブル対応:迅速な問題解決体制(システムメーカー、センサメーカー)

(4) データ管理・共有機会の確保(必要に応じて整備)

- 地上部と地下部の環境測定データ共有・比較・可視化するツールの整備
 - クラウド、グラフ化ツール
 - 作業記録
 - データ共有機会・運用

データ駆動経営改善型

1. この手引き書で伝えたいポイント

環境制御技術を導入すると、きゅうりの収量向上により収穫・調整・出荷作業時間が増加するとともに、光合成の速度向上により管理作業時間も増加する。このため労働生産性の向上にも合わせて取り組む必要があるが、具体的な方策やノウハウについては不足しているのが現状である。そこで、以下に取り組む

- 自動制御や雇用労働力を活用している生産者の労働生産性や、その向上のための具体的な方策やノウハウを明らかにする
- ベテラン生産者がリアルタイムでクラウド上に労働生産性向上に関する工夫やノウハウ共有することで、新規就農者や新たに環境制御技術を導入する人が、必要な事柄を自らの営農作業に取り込み活用する

2. 地域（産地）における取組の手順

(1) 推進体制の整備

- 構成員
 - 営農指導員、普及指導員、コンサルタント等
 - ・生産者に作業時間データや出荷量データの営農管理アプリへの入力の実践性を伝え、実践を促す
 - ・データ分析を行うとともに、他の生産者が再現可能な仕組みを構築する
 - ・上記取組を行うためのアドバイスを行う
 - ・生産者へデータ駆動型農業実践の重要性や具体例を伝える
 - 産地生産者：(JA生産部会等)

(2) モデル生産者の選定

モデル生産者選定の基準は以下のとおり

- 積極的にハウス内環境制御及び定量データ（作業時間や出荷量）入力を行い、データ駆動型農業を実践している生産者
- 産地平均以上の単収を達成しており、関係者や生産者へのデータ共有に協力的である

(3) 技術導入のための活動

- 勉強会の実施方法
データ駆動型農業の実践による経営改善について、各種営農データの活用による農業者の経営改善や課題解決のための経営コンサルタント等が講師を務める勉強会を実施する。

3. 導入技術の定着のための要件

(1) 労働生産性の把握

労働生産性を把握するためには、以下のデータが必須である。

- 作業時間データ
- 出荷量データ

これらのデータは生産者自身が毎日記録する必要がある。習慣化するにはデジタル入力

ツールの活用が有効であり、それらに抵抗のない生産者が望ましい。

(2) エ夫やノウハウの共有と再現

- ベテランのモデル生産者を含む共有すべき技術等を提供する生産者（ロールモデル）
 - 品質を保ちながら産地平均以上の単収を達成しており、日々の管理について入力する習慣がある（または習慣にすることができる）。
 - 関係者や他の生産者へのデータ共有に協力的である。
- 再現する生産者（フォロワー）
 - 生産性向上意欲がある。
 - ロールモデルや関係者からのアドバイスを素直に聞くことができるが、鵜呑みにすることなく状況に応じて柔軟に取舍選択することができる。
 - 最終的に選択するのは自分自身であり、結果については自己責任であることを許容できる。

※再現する生産者とは、モデル生産者を含む、勉強会などに参加して積極的にノウハウ獲得を行う生産者も含む

第3部 スマート農業技術活用産地支援の取組内容と実施状況 (ケーススタディ)

導入技術活用型

#ケースⅠ：ハウス内環境測定機器を活用した技術導入例

PhaseⅠ：計画・準備段階（Plan）

Ⅰ-Ⅰ.生産者・営農指導員・普及指導員へのヒアリングによる産地の現状把握と課題の抽出

- ・ 本事業を行ったJA邑楽館林地域は約500戸のきゅうり生産者、生産量は約1.6トンときゅうりの大産地であるが、近年は組合員の高齢化や離農による減少に伴い、産地全体のきゅうり生産量が減少している。
- ・ スマート農業技術を導入している生産者は約40戸で、産地全体の1割に満たない状況である。また環境モニタリング機器を導入しても上手くデータ活用できていない生産者が散見される。
- ・ 環境制御技術の高位平準化と生産性向上のためのスマート農業技術の活用スキルの向上が求められる。
- ・ 普及指導員や営農指導員はスマート農業技術や環境制御に関する知識の習熟度に差があり、データに基づく指導はほぼ実践できていない。

Ⅰ-Ⅱ.ゴールの設定

- ・ 生産者や普及指導員などすべての関係者が地上部・地下部環境データを読み取り分析することで問題解決する習慣を身に着ける。
- ・ 環境制御技術を利用することで平均単収25トン/10aを目指す。

Ⅰ-Ⅲ.推進体制の決定

設定した目標を達成するために事業発案者らが必要な技術等をもつ関係者を選定し、協力を要請した。

➤ 株式会社誠和（技術保持者）

地上部環境のモニタリング装置及び環境制御技術の保持者として、それらを活用するための技術指導を行う。

➤ 株式会社村田製作所（技術保持者）

地下部環境のモニタリング装置及び地下部環境測定技術の保持者として、それらを活用するための技術指導を行う。

➤ JA邑楽館林（営農指導員）

生産者との直接コミュニケーション、データ収集、データ分析、営農指導及び助言を行う。

➤ 群馬県職員（普及指導員）

データ駆動型農業の事例や結果を産地内で情報展開、データ収集、データ分析及び広報活動において勉強会受講者の集客を行う。

➤ 邑楽館林農業協同組合（産地生産者）

JA邑楽館林管内できゅうり施設園芸栽培を行っている生産者。

1-4.モデル生産者の選定

事業開始前に産地生産者の中からモデル生産者4名選出した。モデル生産者ハウスにはスマート農業技術を事業開始後に導入した。モデル生産者には

- 積極的にハウス内環境制御を行う
- 環境制御技術導入者としてお手本となる存在
- 勉強会の際、ハウス内で取得したデータを提供

を求めた。

モデル生産者として、既に環境制御も積極的に行っているベテラン生産者1名と、新規就農者3名を選出した(表1)。モデル生産者は複数名(半日でハウス巡回をできる程度の人数・距離)選定することが望ましい。

※土壌センサのデータに関しては、JA邑楽館林地域で以前から土壌センサを設置していた生産者4名(以下、Eさん・Fさん・Gさん・Hさん)と群馬県東部地域研究センター(以下、農業技術センタ)のデータも活用した。

表 1:選出した4名のモデル生産者

モデル生産者4名	 ベテラン	 新規就農	 新規就農	 新規就農
記載	Aさん	Bさん	Cさん	Dさん
環境測定機器 WEBサービス	導入済み	導入済み	新規導入	新規導入
光合成モニター	新規導入	-	-	-
土壌センサ	新規導入	新規導入	新規導入	新規導入

1-5.年間スケジュールの計画

スマート農業技術活用のための取組として、勉強会及び圃場巡回を実施した。

• 実施方法

JA邑楽館林地域は生産者が約500戸と非常に多く、また既にハウス内環境制御を行っている生産者と未実施の生産者でレベル差が大きい現状であった。

そのため、表2のように『導入基礎編』と『実践応用編』に分け、レベル別に勉強会を開催した。環境制御未実施の生産者には環境制御の基礎的な講義を、既に実施している生産者に対してはステップアップしてもらうための講義を行った。

表 2:レベル別の勉強会

コース名	対象	目的	内容
導入基礎編	産地全体	産地全体の底上げ	環境制御やデータ活用の基礎を中心とした勉強会・ワークショップ
実践応用編	スマート農業技術 導入済み生産者	スマート農業技術や データ活用のスキル向上	モデル生産者の地上部・地下部 データを活用した勉強会・圃場巡回

※導入基礎編:多くの生産者に聞いてもらうため、講義中の様子を撮影し

YouTubeにてJA邑楽館林管内きゅうり生産者限定でオンデマンド配信

を行った。

＊実践応用編：参加者と共にモデル生産者の圃場巡回を行った。

生産者同士がお互いの栽培状況を確認すること、植物体を見ながら環境制御の方針を決定する力を身に着けることを目的とした。

- 開催時期の決定

本事業を始める前に、2年間の勉強会・圃場巡回のスケジュールを計画した。計画する際、基礎編に関しては多くの生産者が参加できるように、産地の定植時期・収穫繁忙期に重ならないように7・12月に設定した（表3）。実践応用編に関しては、圃場巡回があるため、作物がある程度大きくなる頃（定植後1カ月程度は経過している9または1・2月）に設定した（表4）。

- 講義内容の決定

講義内容は、勉強会を通してスマート農業機器の扱い・活用についてステップアップできるようにすること、講義後にすぐ実践できるように季節ごとにトレンドになる内容となることを意識して計画を立てた（表3）。最初に環境測定機器の説明と環境制御の意義について説明し、その後は開催時期に応じた管理ポイントについて話すこととした。

表 3：導入基礎編勉強会開催計画

日程		実施事項	内容
2024年	7月	第1回全体勉強会	環境測定機器の説明（誠和）
			土壌センサの説明（村田製作所）
	12月	第2回全体勉強会	冬の栽培管理（誠和）
			土壌と土壌センサおよび活用事例の説明①（村田製作所）
		第1回ワークショップ	環境測定データの分析（誠和）
土壌環境測定データの分析（村田製作所）			
2025年	7月	第3回全体勉強会	湿度・CO ₂ の管理（誠和）
			土壌と土壌センサおよび活用事例の説明②（村田製作所）
		第2回ワークショップ	環境測定データの分析（誠和）
	土壌環境測定データの分析（村田製作所）		
	12月	第4回全体勉強会	春の栽培管理（誠和）
土壌と土壌センサおよび活用事例の説明③（村田製作所）			

表 4：実践応用編勉強会開催計画

日程		実施事項	内容
2024年	9月	第1回圃場巡回	環境測定データ・栽培状況等の現地確認（誠和・村田製作所）
		第1回勉強会	データを活用したモデル生産者の課題解決（誠和・村田製作所）
2025年	1月	第2回圃場巡回	環境測定データ・栽培状況等の現地確認（誠和）
	2月	第3回圃場巡回	環境測定データ・栽培状況等の現地確認（誠和・村田製作所）
		第2回勉強会	データを活用したモデル生産者の課題解決（誠和・村田製作所）
	9月	第4回圃場巡回	環境測定データ・栽培状況等の現地確認（誠和・村田製作所）
		第3回勉強会	データを活用したモデル生産者の課題解決（誠和・村田製作所）
2026年	1月	第5回圃場巡回	環境測定データ・栽培状況等の現地確認（誠和）
	2月	第6回圃場巡回	環境測定データ・栽培状況等の現地確認（誠和・村田製作所）
		第4回勉強会	データを活用したモデル生産者の課題解決（誠和・村田製作所）

Phase2：技術導入・実践段階（Do）

2-1.スマート農業技術の導入

圃場巡回を行う応用編勉強会の前に、モデル生産者ハウスに機器の設置を行った。ハウス内環境モニタリングする上で設置場所が重要になるため、それらを重点的に指導した。

- ハウス内環境測定機器 (P60:注1)

ハウス内の代表地点を計測するため、ハウス中心(間口・奥行き)の両方向の中心)に設置する(図2)。ただし、冷気が直接吹き込み、温度変化が激しい天窓や谷換気の真下や熱を持つ鉄骨付近は正確なハウス内温度が測れない可能性があるため、これらを避けて設置する必要がある。

また、植物体を感じている環境を計測することが重要である。そのため、植物体の生

長点から30~50cm下の群落内に設置することが望ましく、植物の生育とともにハウス内環境測定機器の位置も上げることが望ましい(図3)。

また、本機器を動かすための電源(本製品の場合は単相100V)がハウス内に必要になる。



図 2:3連棟ハウスを上から見た場合のハウス内環境測定機器設置目安場所

- 施設園芸用WEBサービス(注2)

本事業で導入した施設園芸用WEBサービスは、ハウス内環境測定機器とLANケーブルで接続する必要があるため、配線が容易になるハウス内環境測定機器の近くに設置した(図4)。導入する機器により設置条件が異なるため、それに合わせた形で設置する必要がある。また、本機器を動かすための電源(本製品の場合は単相AC100V)がハウス内に必要になる。



図3:ハウス内環境測定器

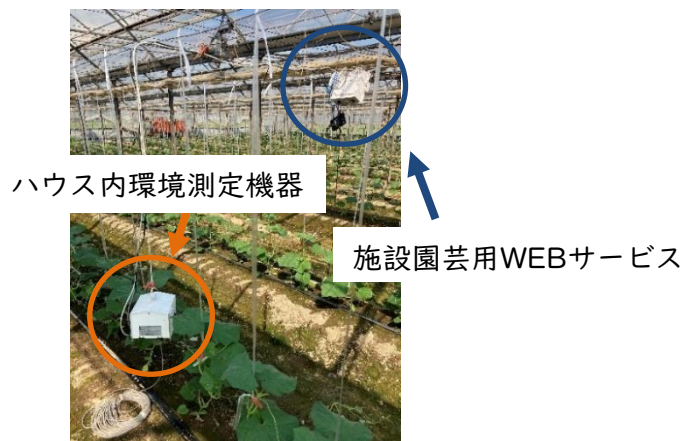


図 4:ハウス内に設置したハウス内環境測定器と施設園芸用WEBサービス

2-2.スマート農業技術の活用指導

- 導入技術の使用方法説明
ハウス内環境測定機器や施設園芸用WEBサービスの使い方を説明した。作終了後のハウス内蒸しこみ時には片づけること、薬散時には水がかからないようにセンサー類は袋で覆うことなどを注意点として伝えた。
- 勉強会でのデータ活用技術指導
導入基礎編は2024年度に2回、2025年度に2回の計4回、実践応用編は2024年度に3回、2025年度に3回の計5回に実施し、活用指導を行った(図5)。これらの勉強会で具体的に行った内容については第4部に掲載する。



図5:導入基礎編勉強会の様子

2-3.生産者による実践

モデル生産者は、2024年9月から2026年2月まで、計4作の環境モニタリングを行った。勉強会で話した指導内容についても実践してもらいながら栽培を行った。

勉強会を受講した生産者が実践した内容とそれにより得られた効果についてアンケートを行った。P31以降に記載する。

Phase3:検証・評価段階(Check)

3-1.継続的モニタリング・フィードバック

- 圃場巡回による現地確認(図6)

圃場巡回先はモデル生産者から選定した。始めにモデル生産者から栽培状況を聞き、状況の把握を行うようにした。その後は他生産者とのディスカッションの時間を多く設けるようにし、生産者同士の意見交換の場とした。活発な意見交換の場とすることで、地域全体での環境制御への意識向上に繋げる狙いがある。



図6:モデル生産者ハウスでの圃場巡回の様子

- 定期的な勉強会の開催

Phase2.2-2の通り、定期的に勉強会を開催した。特に、応用編の勉強会の際には、モデル生産者の環境データを比較し、モデル生産者からハウスの形状・栽培状況などを聞きながら、なぜこのようなデータ差が生まれたのか、どこを改善していくべきなのかについてディスカッションを行った。具体的なデータ比較の内容に関しては「(2)成果データの分析・共有」に記載する。

3-2.成果データの分析・共有

モデル生産者の地上部環境のデータを比較し、栽培状況・環境制御方法と絡めながらスマート農業技術保持者らと共に勉強会や圃場巡回で考察した。データの分析結果とそれに対する対応策を1例紹介する。

- 夏の高温について

図7は2025年3月1日から2025年6月5日までの積算日射量とモデル生産者3名のハウス内平均気温の推移を表している（積算日射量はCさんを表示）。

日平均気温に関して、4月下旬頃まで各生産者の値は大きく変わらないが、4月下旬以降に日平均気温に差が表れ始めていることが分かる。Cさんは比較的高い傾向、Aさんは比較的低い傾向であり、5月下旬ごろにはAさんとCさんで3℃程度日平均気温が異なる。ハウス内の高温は植物の呼吸消費を増大させ、樹勢の低下、流れ化の発生などを引き起こす。

そこで、夏場の高温対策として下記項目を挙げた。

- ◆ カーテンの利用

カーテンを閉めハウス内に入る光を遮ることによりハウス内温度の上昇を防ぐ。通気のためにカーテンは全閉せず隙間を開けること、植物に与えるストレスを抑えるため短時間での頻繁なカーテンの開閉は避けることがポイントになる。

- ◆ 塗布材の利用

ハウスの外被に遮光材を散布することでハウス内に入射する光量を抑え、ハウス内温度の上昇を防ぐ。

- ◆ 蒸散に合わせた灌水管理

植物は蒸散する際の気化熱で植物体温を下げています。蒸散量は日射量に比例すると言われているため、日射量に合わせた灌水を行うことで植物体がしっかり蒸散を行えるようにすることで植物体温を下げるようにする。

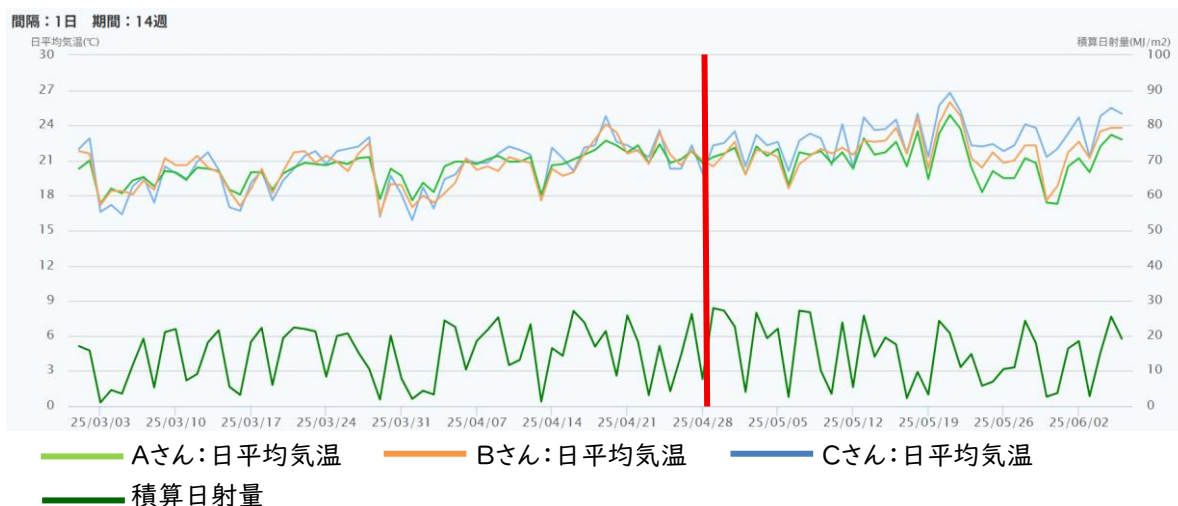


図 7: 積算日射量とモデル生産者3名の日平均気温の推移

Phase4: 改善・展開段階 (Action)

4-1. 指導体制の強化

勉強会等を振り返り、改善点等を協議する場として推進会議を行った。推進会議は年度終わりに行い、1年間の活動を振り返れるようにした。参加者は株式会社誠和・株式会社村田製作所・群馬県・JA邑楽館林とした。ケース2との共通事項であるため、「P29#ケース1・ケース2共通事項 1. 推進会議の実施」に記載する。

4-2.産地全体への展開

JA邑楽館林管内のきゅうり生産者に環境制御技術を横展開できるように

- Phase2-2.スマート農業技術の活用指
- Phase2-3.生産者による実践
- Phase3-1.継続的モニタリングやフィードバック
- Phase3-2.成果データの分析・共有

を2024年8月（初回講義は2024年8月5日：第1回導入基礎編）から2026年1月（最終講義は2026年1月27日：第6回応用実践編講義・圃場巡回）まで繰り返し行った。これにより成功事例の横展開・新規参加農家への技術転移・継続的な改善サイクルの提案に繋がる。具体的な効果としては、「P29#ケース1・ケース2共通 2.事業実施後の効果」に記載する。

#ケース2:土壌センサを活用した技術導入事例

Phase I:計画・準備段階(Plan)

ケース2のPhase Iは、ケース1と共通であるため、以下に項目のみ示す。

- 1-1.生産者・営農指導員・普及指導員へのヒアリングによる産地の現状把握と課題の抽出
- 1-2.ゴールの設定
- 1-3.推進体制の決定
- 1-4.モデル生産者の選定
- 1-5.年間スケジュールの計画

Phase2:技術導入・実践段階(Do)

2-1.土壌学講義の実施

現場での環境制御やモニタリングを効果的に行うためには、計測値の背景となる土壌物理・化学性の理解が不可欠である。講義では、地温・土壌水分・間隙水ECの基本的な意味、作物生理との関係性を解説した(講義内容は参考資料のコラム1に記載)。

2-2.技術説明(時系列の定点観測)

土壌センサのセンサそのものの理解はする必要はないが、土壌センシングによる地下部のデータ取得は比較的新しい分野であるため、その特性を理解して利用する必要がある。特に、土壌診断とは本質的に異なるものであることを伝えることが重要である。

土壌センサは土壌診断の代替物ではなく、時系列モニタリングを示すものであること理解したうえで使う必要がある。

圃場の土壌は多様なので、数センチメートル離れただけでも測定値が異なることはよくあり、再設置すると接触状態が変わって値が変わるということもまた多い。したがって、一作の間は一度設置したセンサを動かさず、継続的にモニタリングすることが必要であり、最初の設置が適切に行われることが重要である。(コラム2)

2-3.環境モニタリング・土壌データ取得方法

実際に地下部データ測定を開始するうえで事前の準備が重要である。漫然とデータを取っても、活用できるデータにはならない。測定データを活用するうえで大切なことは、比較対象とするグループ内で以下の3点を実現することである。

- 設置条件の設定と規格化
- 簡便なデータ閲覧環境の確保
- 関連する営農記録との連携

(1) 設置条件・測定項目・測定間隔

まず、設置条件を適切に設定する必要がある。基本となる測定位置は、ハウス内の栽培環境を代表できる地点とする。窓や暖房機・灌水チューブなどの位置関係から、ハウスの中でも極端に乾燥したり、水浸しになったり、日当たりが良すぎたり、悪すぎたり

しない地点を選ぶ。今事例においては、地上部環境測定との比較のため、ハウス内環境測定機器と同じく、ハウスの中央付近を選んだ(図2)。ハウス内の環境ばらつきの問題を解決したい場合は、代表点の他に状況の異なるエリアに追加して設置すると良い。

- **測定対象と計測間隔の統一**

次に、測定対象と計測間隔を揃える。具体的には、測定対象は「地温・体積水分率(VWC)・間隙水EC・バルクEC」、データ計測間隔は「10分間隔」とした。測定対象に欠落があると、後々比較することができなくなる。

データ計測間隔は短いほどデータ点数が増え活用の幅が広まるが、後々のデータ整理が大変になり、測定機器のバッテリーによる制限を受ける。

- **設置位置の規格化**

次に、複数のハウスにおいて、設置条件を揃える。今回は、深さ10cm、灌水チューブから10cm、株元から20cmとした。(図8) 設置条件の考え方についてはコラム3を参照のこと。

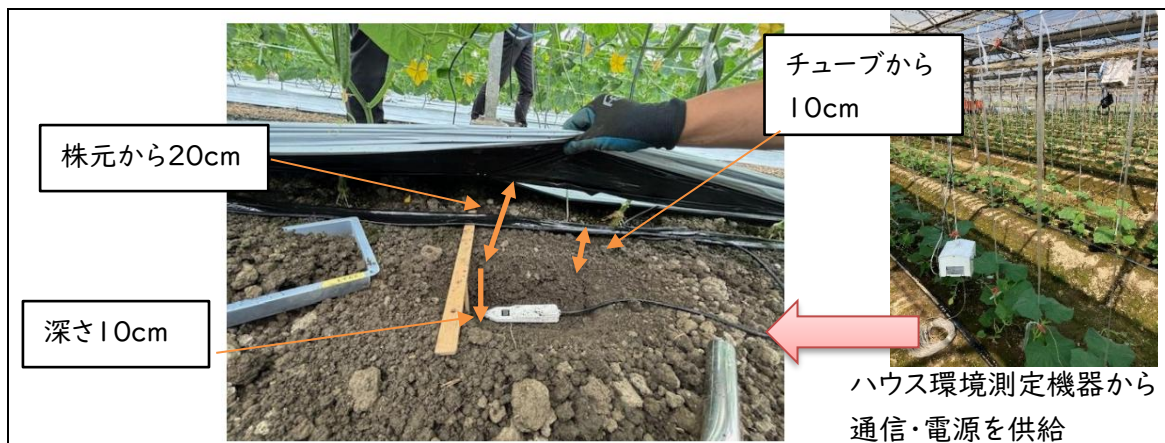


図8:設置条件の例

- **設置状態の統一**

なるべく、センサを設置する人は検証期間を通じて同じ人が担当することが望ましい。

- **設置位置の記録**

必ず、設置位置は図を描いて記録するようにする(図9)。畝の高さ、灌水チューブとの位置関係などは、のちに測定データを考察するうえで重要なデータである。設置時に設置現場の写真を多数、動画を撮影しておくことも望ましい。

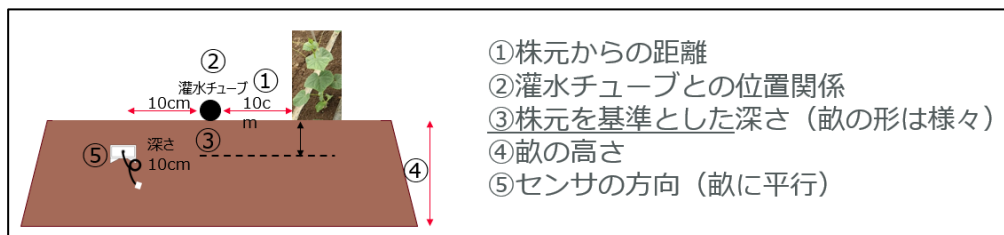


図 9:設置位置記録図 (設置位置の記録なので、センサの繋がる環境測定機器は割愛)

(2) クラウド連携・データ閲覧

計測データを可視化する環境を構築する。1か所のデータだけでは扱いづらいため、複数地点で取得した測定データをクラウド上の共通プラットフォームに集約し、ID・パスワード管理により、生産者及び指導員が同一画面を同時に閲覧できる環境を整備することが望ましい。しかしながら今事例では設備の都合上、講義においては、クラウド（施設園芸用WEBサービス）に保存されているデータをPCにダウンロードし、データローガーのデータを、表計算ソフト（注5）上でグラフ化して講義で使用した。

(3) 関連営農記録の連携

・ 灌水・施肥作業記録との紐付け

次に、生産者には関連する営農記録を記録してもらうようにする。測定データはそのデータだけでは使えず、値の変化に影響した作業とセットで解釈することが必要になる。農作業に忙しい中なので、センサ測定値に影響を与える変化点のみ記録してもらうようにする。（図10）記録にはクラウドを活用したメモ（注6）を使い、生産者及び指導員が同一画面を同時に閲覧できる環境を整備する。

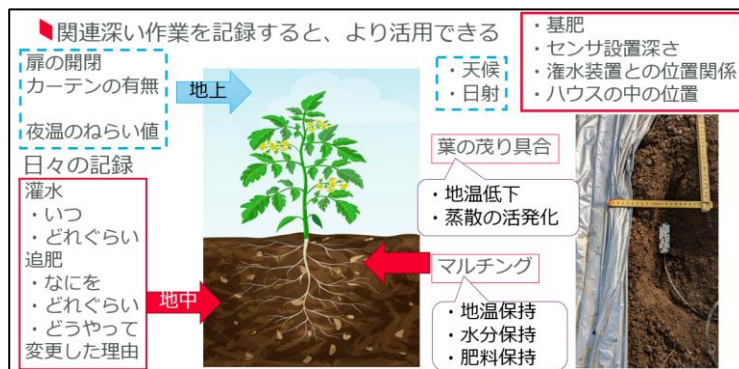


図 10: 測定データに関連する作業一覧

・ 生育状況・収量データとの関連分析

地温・体積水分率（VWC）・ECは植物の健康状態を反映するので、収量と関連する可能性が高い。したがって、収量データの記録も行う。今回の例では、複数圃場のデータを合算したものしか得ることができなかったため、単収の変化を見ることにした。（図11）。気候の影響によりピークの取り方は類似（図11左点線）するが、Aさんは日単収が安定しているのに対し、Bさんはばらつきがある。水分率・ECについてみると、（図11右）Aさんは高いEC値・安定した水分を維持している一方、BさんはEC値が下がっている。

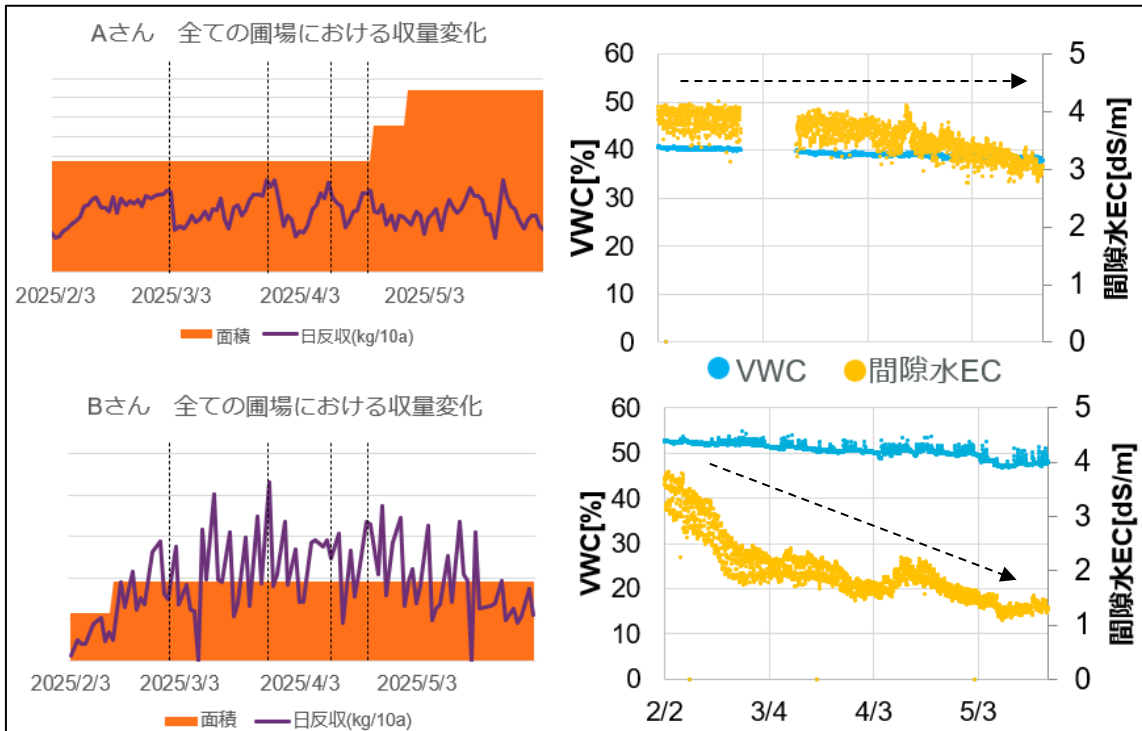


図11:2025年促成栽培 収量データと水分率・ECデータの比較

2-4.測定データの効果的活用方法

測定データの意味付け

次に測定データの評価を行う。測定データの解釈方法について、測定した実例を交えて講義で説明することで、理解を促す。(コラム4~6)

- 地温

気温が光合成・生育速度、蒸散といった地上部との関連が高く、葉が増えて以降の影響が大きいのにに対し、地温は、根の活性や栽培初期の生育(養分の分解)に影響する。気温との関係が大きく、並べて解釈することが推奨される。

- 体積水分率

土壌の水分率は、土壌の保水性・排水性、灌水だけでなく、植物の蒸散の影響を大きく受ける。地上部(湿度・日射・気温)と並べてみるのが望ましい。

- 間隙水EC

間隙水ECは、養分を代表する値であるが、間隙水に溶けていない肥料成分(緩効性肥料・有機肥料等)は反映されない。

2-5.ハウス内環境のトレンド分析

ここでは、ハウス内環境分析におけるテクニックを示す。

(1) 時系列分析

データの見方として、目的に応じて時間軸(横軸)を切り替えて解釈することを推奨する。短期挙動把握(参考:コラム7、図42)であれば、横軸に1日~数日間を示し、長期傾向把握(参考:コラム7、図45)であれば、横軸に1か月~1作分を示すことにな

る。短期挙動把握は、灌水・施肥の管理技術や、一昼夜の変動の把握に適し、栽培管理の目安となる。長期傾向把握は、基肥の効果や、保水・排水性、保温性などの環境把握に適し、今期の作業の振り返りや、圃場環境改善の参考、施肥設計の参考となる。グラフ上に変化や変動幅を表す矢印線を引き、コメント入れるなどして分析すると良い。

(2) 生産者間比較

測定条件がそろっているという前提ではあるが、モデル生産者の栽培行動パターン把握、圃場環境条件の比較分析ができる。優れた生産者の技術と比較し、生産管理や環境整備における改善点を見出す。

図12～図14は2024年抑制裁培における測定データのグラフである。各線色は生産者の違いを示す。地温については、Bさん、Hさんは比較的一日の温度変化が大きめであり、幅がある。Aさん、Gさん①は比較的幅が小さい。水分率については、各圃場の保水性と灌水量により、適値が異なるが、それを維持する管理が行われている。水分率のピークは、給水時に起こり、灌水量と頻度の違いが見える。間隙水ECについては、基肥を入れている圃場では、最初のECは高めで、9月ごろの灌水の多い時期に値を大きく下げている。微生物に分解されて発現する肥料分が多いと、後々EC値の上昇として現れる。基肥をほとんど使わないBさんは、最初から値が大きく変わらない。総じてEC値のピークは、給液時に起こり、養液追肥と、水で地中の養分を溶かしだす効果で、一時的にEC値が上がることを示す。生産者間比較の際は、土質の情報を土壌図から把握することも必要である。(コラム8)

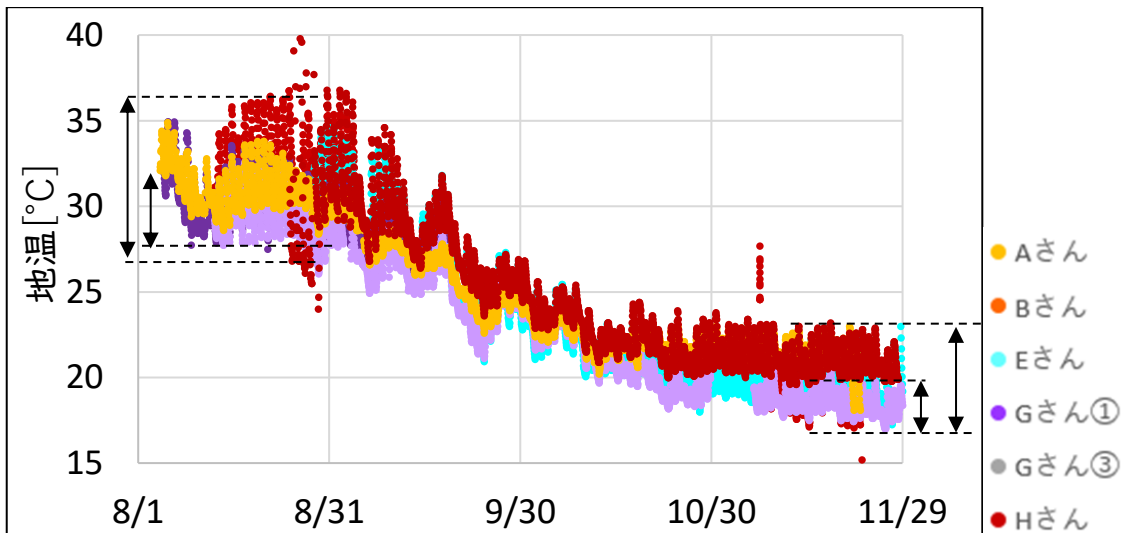


図12: 2024年抑制裁培 地温測定データ

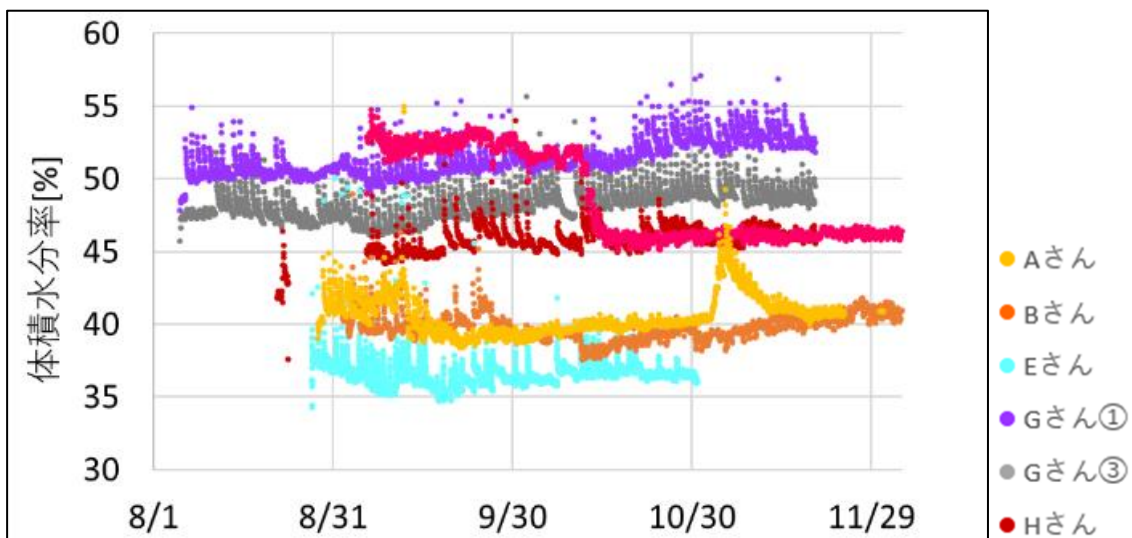


図13: 2024年抑制裁培 体積水分率測定データ

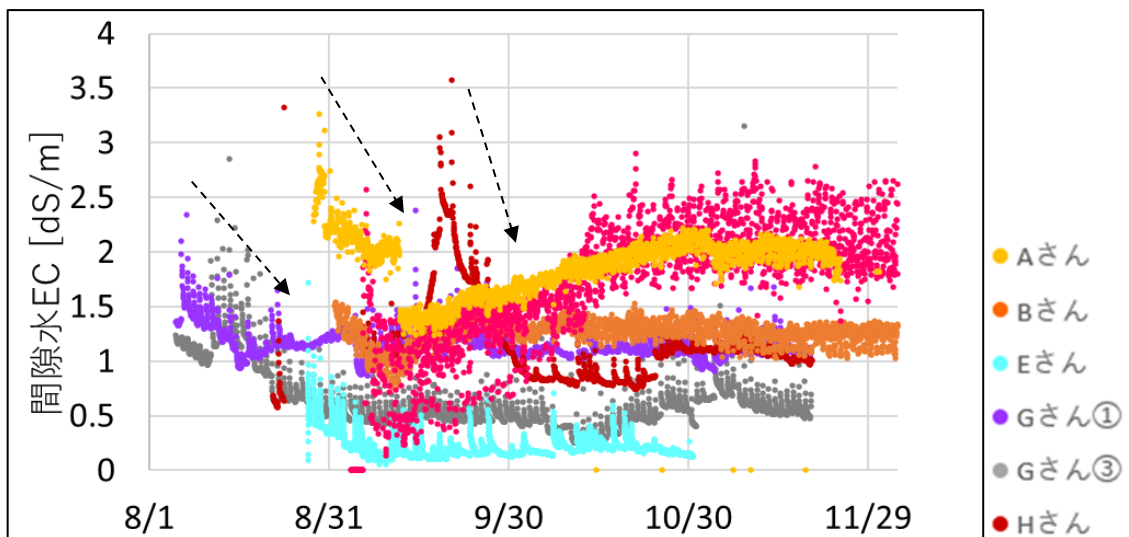


図14: 2024年抑制裁培 間隙水EC測定データ

(3) 作型別分析

今回、抑制と促成栽培の2作を実施する地域であることから、地温・体積水分率・ECにおける抑制と促成の作型の相違を調べることができた。抑制裁培においては、水分率が下降・間隙水ECが上昇する傾向がみられたが、促成栽培では、真逆の傾向を示した。この結果は、抑制作と促成作において異なる栽培管理技術を具体化する。(コラム9)

Phase3: 検証・評価段階 (Check)

3-1. データ解析結果に基づく課題判定と改善 (傾向管理の重要性和閾値設定の限界)

作物をよく育てるには、健康な植物体(根・茎・葉)の形成と、果菜類では特に栄養成長と生殖成長のバランスが重要となる。過去の様々な研究を通して、その作物にとっ

での適正な地温・水分率・間隙水ECが考えられてきた。

しかし、土壌の状態は多様であり、土性、肥料の固形成分のばらつき、灌水チューブからの距離、日当たり、畝の高さ、周囲の圃場の管理状態などにより、数メートル離れれば地温・水分率・ECの条件が変わることは容易にある。

そのような環境において、ある一測定点のデータをもって、単純に閾値を設定しても、適切な栽培管理判断をすることは難しく、値の変化傾向に基づく管理を推奨する。ただし、極端な値の変化は判断材料となる。

判断材料として、測定点数は複数ある方が良く、たとえ環境が異なる圃場であったとしても、少なくとも2～3名の圃場を比較した方が良い。

また、適切な地温・水分率・EC値がわかったとしても、地温・水分率・EC値の制御方法方法(コラム10)の実現性・コストを評価する必要がある。制御不可能であったり、制御するには売上に見合わない相当なコストがかかったりすれば、実地適応は困難である。

そこで、変化傾向管理・植物の生育状況・対処の実現性を加味した総合的判断が重要となる。以下にデータに基づく改善事例を示す。

3-2. イベント発生時の即時対応事例

(1) 曇天後の晴天

2024年10月上旬、曇天が続き日射が低下、地温も低下傾向にあった。10月11日(図15左点線)、晴天となり、日射が多く、地温も上昇傾向に転じた。(図15右点線)

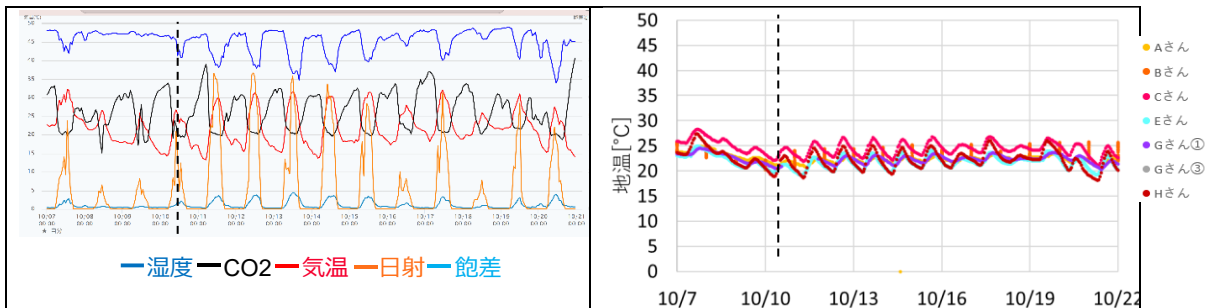


図15:2024年抑制栽培 地上部データ(左図)と地温データ(右図)の対照分析

このような状況下で、図16において、多くの圃場で水分率低下が激しくなっている。これは、蒸散量の増加で植物の吸水量が急激に増えていることを示している。それに対し、Aさんらの灌水時ピークは点線以降に高く、回数が増えており、灌水量を増やして対応していることが分かる。水が不足した圃場では、肥料濃度の上昇が、間隙水EC値の上昇として現れた。ここでは、タイムリーな灌水判断が品質維持につながった。

Cさんについては、このタイミングで水分率が高かったことから水分供給量を下げっており、測定値にもそれが表れている。しかし曇天後の晴天といった急激な環境変化時に水分供給量を大幅に削減した結果、作柄に悪影響を及ぼした可能性が指摘されている。水分率低下とともに、間隙水ECが著しく上昇・変動していることも確認されており、水分とEC両方を見て評価する必要性が示唆される。このような現象は、栽培管理

におけるリスク要因となり得るため、継続的なデータ収集と詳細な検証が求められる。

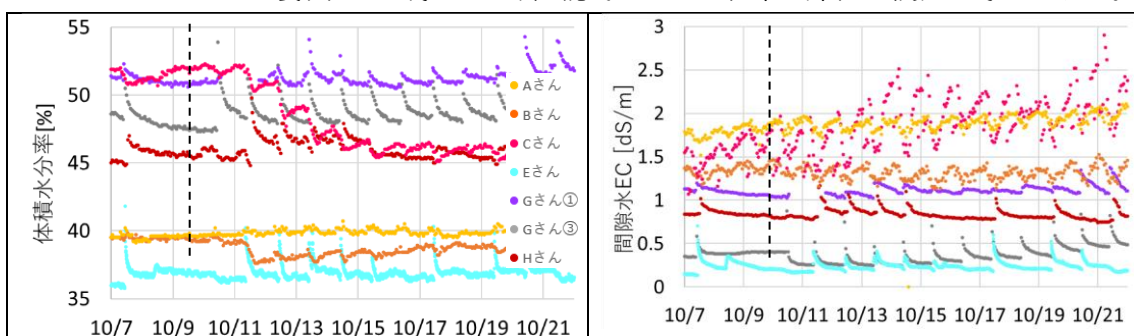


図16: 2024年抑制栽培 体積水分率(左)と間隙水EC(右)

(2) 促成栽培終盤の施肥量調整

促成栽培の終期には、植物の成長に養分の供給が追いつかず、各圃場でEC値が低下傾向にある。今回Gさんは、EC値の推移を見て、給液する肥料濃度・回数を上げた。濃度を上げたことで、実際に収量が上がったと証言している。

図17はGさんのEC値推移と追肥タイミング・量のグラフである。①は気温上昇・基肥の分解で徐々にEC上昇していることを示す。②追肥によってさらにEC上昇している。③追肥量を増やしているがEC低下しており、植物体による吸収量の増加と考えられる。右図④は追肥しているがEC下がっており、植物の旺盛な吸収を反映している。⑤液肥濃度が上がったことで低下に歯止めがかかっている。

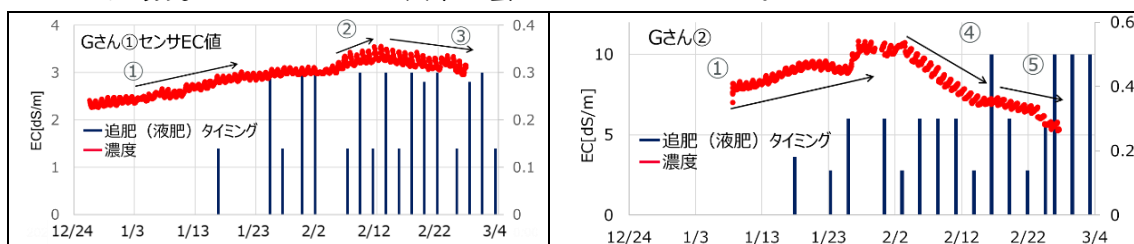


図17: 2025年 抑制栽培期間の間隙水ECと施肥量調節(左:場所①、右:場所②)

図18はGさんの翌年の促成栽培データである。①序盤、基肥の分解によりEC値は増加する。②栽培開始当初の下降が最も急で、基肥成分の減少と考えられる。作物の吸収だけでなく、基肥の硝酸態窒素成分が流亡している可能性がある(間隙水ECと硝酸態窒素の関係はコラム5図40参照)。③序盤の下降後、変動は落ち着きゆるやかに下降する。肥料分供給に吸収がやや上回っており、必要十分量を切らさないよう補うことが重要である。④Gさんは終盤に液肥濃度を上げているが、Gさん②においてEC値が継続的に上昇している。これは肥料を余らせている状態である。Gさん曰く、他の作業で忙しく施肥量の設定を下げられなかったとのことで、実際に最終盤は収量向上の効果はなかった。

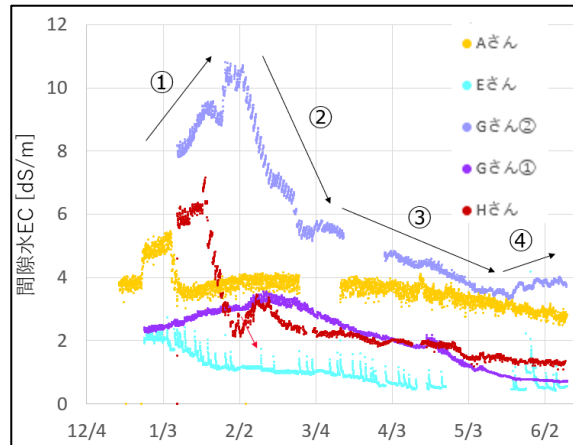


図18:2025年 促成栽培期間の間隙水ECと施肥量調節

3-3. 環境改善事例

(1) 排水性改善

2024年の抑制裁培において、Gさんの圃場では、水分率が50%を超え続けていた(図19左)。この値は一般的にも比較的高い値である。この圃場の土性は褐色低地土で水はけは良いが、地域で比較してみても高い値のように見えた。一方、間隙水は1dS/m 前後と問題点は見えず(図14)、水はけ不良が疑われた。

そこで翌年の栽培においては、サブソイラを用いて耕盤層を崩したところ、翌年は50%以下となった(図19右)。設置個所・設置条件(設置時の圧力など)・灌水管理の相違による影響も考慮する必要がある(単純にある値より大きいから排水性改善した方が良く、という問題ではない)が、データに基づく環境改善が行われ、その結果が数値的に確かめられた。

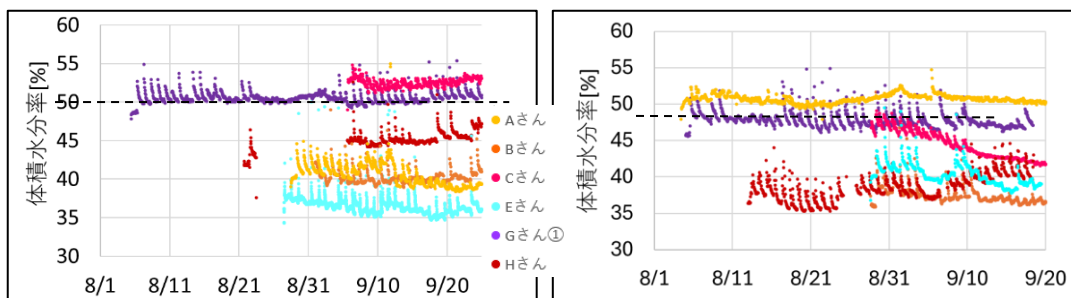


図19:抑制裁培の体積水分率2024年(左)と2025年(右)

(2) 地温データとマルチング効果の検証

環境と生物の複雑系である農学的研究の成果は、条件と結果を示すことができても、因果関係を説明することが難しい場合があるが、根圏環境測定データと合わせることによって説得力を増すことができる。例えば、適切なマルチ資材選択による生育促進について、栽培マルチング種類をいつ頃かければ(条件)、収量がどうなるか(結果)を示すことができる。(コラム11)

また、灌水による地温の変化の可視化により、数多くある地温管理手段のうち、どれの優先度が高いか、説得力をもって伝えることができる。(コラム12)

Phase4:改善・展開段階(Action)

4-1.地上部環境制御

- 監視項目:日射量・湿度・温度
- 目的:外部環境変化への適応

4-2.地下部環境データ利用

地上部データがハウス全体を把握するのに向いている一方で、各植物の健康状態をより反映するのが地下部のデータである。

(1) 基本的な考え方

- 絶対値判断の限界:閾値のみでの判断は不適切
- トレンド重視:長期的な変化パターンの把握
- 地温・水分率・ECが、適切な範囲にあること、急変しないことが望ましい

(2) 効果的な活用方法

イベント連動分析:施肥・灌水作業ごとに、水分率と間隙水ECの変動傾向から、植物の健康状態を想定する。(コラム13図54に水分率・間隙水ECから判断する早見を示す)

異常の早期発見:地温・水分・ECの変動が、自然なパターンから逸脱しているかどうかについて把握する(コラム13図55に自然なパターンの早見を示す)

4-3.思考の動機付け

産地の課題解決には、自ら考えて行動する生産者の育成が必要となる。講義においては、講師から情報を一方向に伝えるのみでは聞き手が受け身になるので、必ず「課題の提示」と「問いかけ」を行う。

(1) 課題の提示

最新の農業センサス2025等の鮮度の高い情報を用いて、生産者の当事者意識を高める。

(2) 理想像を共有する

各産地により課題は多様であり、取組開始の時点でありたい姿を見出すことは難しいが、取組の過程でありたい姿や理想像が出来上がっていく。適宜提示して、次の作付けに向かうことで、次作におけるデータ活用を促す。

(3) 問いかけ

スライドで示すだけでなく、講師は聞き手に質問を投げ掛ける必要がある。

一番伝えたいことは、以下の2点である。

- データを見ながらぜひ一緒に考えましょう
- データの解釈はひとつではありません

これらの問いかけにより、生産者自らが能動的に考える機会を与えることが重要である。

(コラム14に、講義で提案した理想像を示すスライドと、問いかけの例を掲載)

#ケース1・ケース2共通

1. 推進会議の実施

指導体制を強化するため、本事業での取組について振り返る推進会議を実施した。推進会議は年度終了時に行い（2024年度：2025年3月17日、2025年度：2026年2月10日）、1年間の活動を振り返れるようにした。参加者は株式会社誠和・株式会社村田製作所・群馬県・JA邑楽館林とした。2024年度推進会議で出た課題とそれに対する改善点・結果について下記に記載する。

➤ 勉強会について

課題

- ・ 勉強会が講師からの話が多く、一方通行な講義になっているため、生産者からの意見も出るような活発なディスカッションの場にしたい。
- ・ 勉強会の内容は事前に年間スケジュールで計画していた通り実施していたが、産地で起こっている問題に対してタイムリーに指導できるようにしたい。
- ・ 現状の課題や昨年度の同時期に起こっていた問題の認識が薄く、問題に対して行動する意識が低い。

改善点

- ・ 机をコの字型に配置し、お互いの顔が見えるようすることで意見を言いやすい環境づくりを行った。また、講師は生産者の意見も求めるようにしながら進行を行った。
- ・ 勉強会前に構成員でWEB打ち合わせを行い、産地の状況と共有した。それをもとに勉強会の内容を決定した。その際、環境データも事前に確認しながらディスカッションを行うことで、勉強会時に話す道筋・ゴールについても事前に話し合った。（P58第4部表7参照）
- ・ 問題を解決する意識を高めてもらうため、勉強会開始前に、群馬県普及指導員より、最近の栽培動向や昨年度の同じ時期に起こっていた問題などを話すようにした。（P57第4部（3）参照）

結果（2025年度実施）

- ・ 導入基礎編のように参加者が多い場合には、全体でのディスカッションは難しく、同じ人が発言している印象があった。対して、実践応用編は参加人数が比較的少なかったため、参加者それぞれの栽培状況等を話したり、意見を求めたりすることで勉強会に積極的に参加してもらうことができた。
- ・ 産地の現状に対する勉強会内容としたことで、タイムリーに役立つ情報を提供することができた。また、ディスカッション内容に関しても事前に道筋を決めておくことで、スムーズに進行することができた。

➤ 集客方法

課題

- ・ JA邑楽館林管内の生産者全員に勉強会の案内を行っていたが、案内の労力のわりに参加者が少ない状況。

改善点

- ・ スマート農業技術に興味を持ってくれそうな青年中心に案内を行った。
- ・ 案内の省力化できるように、JAの広報誌に案内文を載せた。
- ・ 勉強会の要点をまとめたチラシを作成し、勉強会に対してより興味を持ってもらうようにした。

結果

- ・ 導入基礎編の参加者推移は図20の通りである。
- ・ 生産者は、改善後の2025年度には2024年度と比較し大幅に増やすことができた。対象となる500戸の生産者に対して参加者は4%程度に留まった。スマート農業技術への関心が高い若手生産者の参加が多く、高齢者の集客が難しかった。
- ・ 実践応用編の参加者推移は図21の通りである。

生産者参加人数に関して、改善後の2025年6月19日には2024年度と比較し3倍程度の生産者を集客できた。2025年9月26日は案内が直前となってしまう、参加者は大幅に減少した。

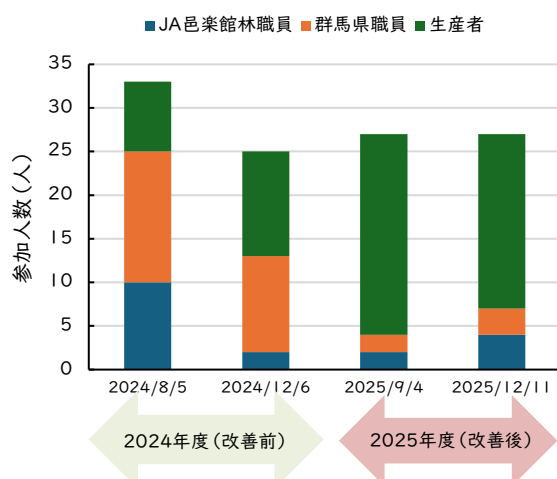


図 20: 導入基礎編参加者の推移

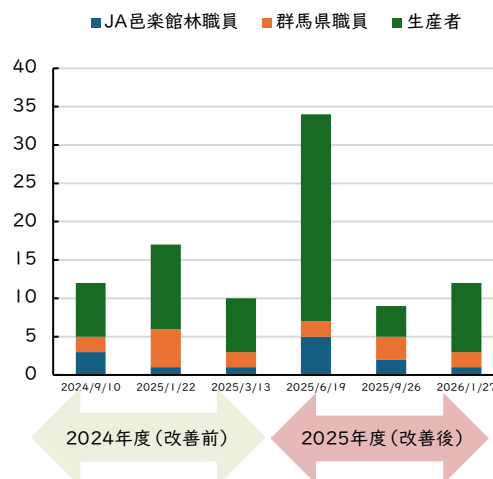


図21: 応用実践編参加者の推移

2. 事業実施後の効果

(1) 出荷量の推移

産地全体と環境制御技術導入者に関して、本事業開始前の2023年の出荷重量を100%とし、2024・2025年の出荷重量比を図22に示した。産地全体の出荷重量は近年の暑さなどの影響もあり2024・2025年の集荷量は減少している。収量はハウス外環境の影響も多いため、産地全体に関して事業の効果を確認するためには数年経過しないと難しいと考えられる。一方で、環境制御技術導入者は、2024年は横ばい、2025年は10%程度増加している。環境制御をすることで、暑さ対策・日射量に対する適切な灌水などを行うことができたため、収量は維持・増加傾向にあったと考えられる。近年の異常気象に対応するためにも環境制御技術は重要である。

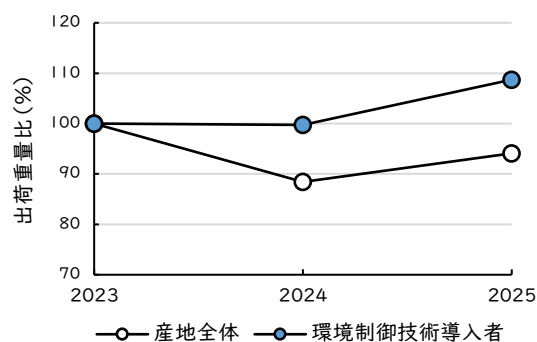


図22: 出荷量の比較

(2) アンケートの実施

ケース1ではハウス内環境モニタリング装置、ケース2では土壌センサを使用した環境制御方法について圃場巡回や勉強会を通して普及したが、その効果について、2026年1月8日に生産者に対してアンケートを行い確認した。そのアンケート結果を下記に示す。

実践者	モデル生産者 B
環境制御の状況	事業前からハウス内環境制御測定機器を導入 環境制御の基礎的な部分は知っており、実践している
勉強会後に実践したこと	今まで午前中は換気を遅くまで閉めていたため、ハウス内温度が急激に上がっていた。勉強会で急激な温度上昇は急激な飽差の変化を引き起こし気孔が閉じること、気温と果実温度の乖離により結露が生じることを知り、換気の開け方を変更し午前中の温度を徐々に上げるようにした。
実践後に感じた効果	換気を早く開け始めたおかげで湿度が抜け、病気が少なくなった。
重要だと感じる環境制御事項	・ハウス内 CO ₂ 濃度を意識した管理。500～600ppm に保っている。 ・日射量に対する平均温度を意識しながら管理する。
要望	・もっと難易度を上げた講義をして欲しかった。 ・樹を見ながら状況に合わせてどう環境制御していくかを講義して欲しかった。
アンケート結果を受けて(誠和)	以前からハウス内環境制御に対する知識がある方に関しては、もっと高度な内容を求められていると感じる。作物の状況を見て環境管理をどう変更してくかなど、より実践的な内容を講義できると良かった。
アンケート結果を受けて(村田製作所)	生産者 B は土壌水分率と生育状況の係数を把握されており、「生育が進み、きゅうりが生長して蒸散、養分吸収が増えているが、水分率・EC の値が動きにくかった、設置位置の関係か、原水 EC が高いのか」という気づきを自ら得ておられた。土壌センサ活用で最も重要な彼の圃場における“設置の状態とその解釈”をできていることを示している。

実践者	モデル生産者 C
環境制御の状況	事業前から統合環境制御機器を導入 就農して半年のタイミングで本事業がスタートした
勉強会後に実践したこと	他生産者と比較したときに水分率が高かったため、灌水量を少なくした
実践後に感じた効果	収量は減少してしまった 水分率だけではなく、地上部の状況も考慮した灌水管理が重要だと分かった
参考になった話	・1 株当たりに着果させすぎないように注意して管理すること ・環境制御の基礎的な話
アンケート結果を受けて(誠和)	土壌センサ(地下部)の状況だけではなく、日射量(地上部)の状況も考慮した上で戦略立てしていくことの重要性を上手く伝えられていなかったと実感した。講義は地上部(誠和)と地下部(村田製作所)でそれぞれ分けてやっていたので、両者の情報を合わせた管理について話す機会を設けられれば良かった。
アンケート結果を受けて(村田製作所)	生産者 C は圃場から遠隔の場所から施設操作する必要性から環境計測を活用されており、土壌データも同様に“離れていても根域状態を確認できる”点が強みになる。 P.29 水分率低下とともに、間隙水 EC が著しく上昇・変動していることも確認されており、水分と EC 両方を見て圃場を評価する必要性を示したものとなった。

実践者	モデル生産者 D
環境制御の状況	事業前から統合環境制御機器を導入 環境制御の基礎的な部分は知っており、実践している
勉強会後に実践したこと	病気を出さないようにするために、高温にしすぎないこと・絶対湿度を意識した湿度管理を行った。湿度管理において、保温カーテンを早く閉めてしまい湿度が上がることを防ぐため、保温カーテンを早く閉めすぎないように管理した。季節の変わり目に設定変更を忘れないように注意した。
実践後に感じた効果	病気(べと病)が出にくくなり、収量も上がった
重要だと感じる環境制御	ハウス内 CO2 濃度を意識した管理 無換気時は 750ppm、換気時は 500ppm を下回らないように管理している
要望	応用編を増やしてほしい
アンケート結果を受けて(誠和)	既に統合環境制御機器が入っていたため、カーテンの細かい動きなどを設定でき、効果を実感していた。病気により減収してしまう事例は多いので、できる限りの対策が重要であり、環境制御の効果を実感してもらうためにも、病気予防の観点からの環境制御技術が重要になる。
アンケート結果を受けて(村田製作所)	生産者Dは他ハウスとの比較により、地温・水分率・ECデータはハウス構造・環境により違うことを理解されている。既に複数ハウスを持ち規模を拡大されているので、土壌センサはハウス間の違いの把握や、昨年度と比較した「根域の状態(含水・EC)の再現性」把握にも有効であると思われる。 生産者 D からは、測定データと収量・品質の関連付けの明確化、ならびに設置・配線負担の軽減の必要性が指摘された。これらは、本事業ならびに関連技術の普及・実用化を図る上で、極めて重要な検討課題である。

実践者	管内生産者 I
環境制御の状況	勉強会に参加し、スマート農業に興味を持った。 ハウス内温度を計測できるモニタリング装置を導入している。
勉強会後に実践したこと	・灌水方法に関して 勉強会前までは1日1回(2時間)の灌水であった。勉強会で植物の蒸散量に見合った灌水をすることが重要で、蒸散に影響する日射量に合わせた少量多回数の灌水が良いと知り、1日3回(45分/回)に分けて灌水するようにした。 ・温度管理に関して 夜温の設定温度を下げて呼吸消費を減らし、早朝加温後の温度を上げた。
実践後に感じた効果	今までは太った果実が多くできていたが 実の形が良くなり秀品率が上がった。
参考になった話	湿度管理について、ミストではなく葉からの蒸散で湿度を上げることが有効であること。過度な葉かきはないように気を付けたい。
今後の方針	現在、ハウス内温度しか計測できないので、日射量を計測できるようにしたい。日射比例で灌水管理でき、液肥の濃度も自動管理できるような灌水装置も今後検討していきたい。また、土壌の EC 計測もしてみたい。
アンケート結果を受けて(誠和)	勉強会で得られたことを実践して効果を得られた良い例だと感じる。十分な機器が導入されていない場合でも、まず取り組めることから始めることが重要である。産地に技術を横展開するためにも、このような生産者を増やせるような勉強会の体系作りが重要である。
アンケート結果を受けて(村田)	生産者Iは灌水回数の変化から、土壌水分率を安定させる価値を体感されている。土壌センサを用いれば、分割灌水の効果を“感覚”ではなく水分率・ECの推移として確認できるだろう。 土壌センシングは、効果検証の迅速化に役立つと思われる。地上部の管理方法の変更や、灌水・施肥レシピの変更が、収量・品質に変化を及ぼすまでには時間がかかるが、土壌センサを用いれば、根域に対し変化を与えていることがダイレクトに確認でき、日射比例灌水などの次の段階の自動化の取組につながりやすくなる。

アンケート対象	普及指導員等
日々の活動内容	・野菜に関する技術及び普及指導 ・野菜の振興 ・補助事業（野菜・普及作物関係）
勉強会後の感想	・環境制御について、既に取り組んでいる生産者とこれから取り組む生産者が混在していたため、レベル設定が難しかった ・環境制御技術で増収しても作業時間を確保できないことから導入をためらうケースも多いため、まずは自動制御技術で効率化し増収に繋げていくことが重要であると感じた。 ・環境制御機器の導入コストについて、「元を取るために勉強して使いこなす」という点については目から鱗だった。
今後の活動への活かし方	・各種営農データを関係者で共有することで、今まで現場に出向かなければ分からなかったことについてもリアルタイムで知ることができるため、業務が効率化できる。一方で、現地に出向くことで気づく解決策や課題も多いため、机上の空論にならないように注意が必要である。 ・環境制御機器を導入していない生産者が多いため、全体向けの講習会資料等に目標数値（日射に応じた灌水量など）を示すことをためらっていたが、あえて示すことで測定へのモチベーションが向上することを期待し、積極的に数値を示していきたい。

データ駆動経営改善型

1. 現地指導の実施方法

モデル生産者、指導者が集まって活動の計画や振り返りを行うワークショップに加え、活動をブラッシュアップさせるため講師（注9）をメンバーに加えた現地指導を以下のスケジュールで行った。

日程		実施事項	内容
2024年	5月	関係者打ち合わせ	データ入力方法等の確認
	8月	第1回現地指導 （講師） 9名参加	経営概況等のヒアリング、課題の洗い出し ・親世代がリタイアする時に備え、作業の標準化、形式知化して再現性を高める、技術を家族以外に移転・横展開していく方が必要→「管理気づきシート」の共有を提案
2025年	1月	第2回現地指導 （講師） 7名参加	データ駆動経営改善に向けた対策検討 ・「管理気づきシート」を単なる作業日誌ではなく「1年後の自分にも参考になるような情報」にブラッシュアップ
	3月	第1回全体勉強会 （講師） 38名参加	データを活用した課題解決について ・データ活用の意義、具体的な改善事例やツールについて紹介 ・モデル生産者2名のデータ活用事例を紹介し、メリット等についてクロストーク ・講演資料は第4部に掲載
	4月	第3回現地指導 （講師） 6名参加	データ駆動経営改善に向けた対策進捗確認① ・これまで言語化できていなかった定性的な情報をストックし、産地への横展開を図る ・労働生産性について「手動制御と自動制御」「家族労働力と雇用労働力」の違いをまとめる
	7月	第1回ワークショップ 6名参加	促成きゅうりの労働生産性等検証 ・促成きゅうりの栽培管理や労働生産性について振り返り
	9月	第4回現地指導 （講師） 11名参加	データ駆動経営改善に向けた対策進捗確認② ・「管理気づきシート」の入力通知について ・「手動制御と自動制御」「家族労働力と雇用労働力」労働生産性の確認
2026年	2月	第5回現地指導 （講師） 6名参加	データ駆動経営改善に向けた対策進捗確認③ ・データ入力の簡素化（音声入力）とAI活用について提案 ・自動制御のメリットについて整理

2. 営農データ収集方法

(1) 作業時間データ

- ・ 農作業管理アプリを使用。
- ・ 作業内容を3つ（収穫、出荷調製、管理）に分類し、モデル生産者が所要時間と作業人数を入力（毎日）する。
- ・ 栽培終了後にCSV出力し以下のとおり作業時間を算出する。
作業時間＝所要時間×作業人数

(2) 出荷量データ

- 栽培面積、出荷箱1箱当たりの量目(kg)をあらかじめ入力しておき、日々のお荷量(箱数)を入力すると日単収(kg/10a)が自動で算出できるクラウド型表計算ソフト(スプレッドシート)を普及員等が作成し、モデル生産者と共有する。
- モデル生産者が出荷量(箱数)を入力する。ある程度まとめたの入力でもよいが、短期間の増減を把握し管理に活かすためには毎日の入力が望ましい。

3. 労働生産性の改善事例

(1) 雇用労働力の導入効果

2024年に技能実習生の雇用を開始したモデル生産者の労働生産性をハウスごとに比較した。

2024/2023比が1を上回っていれば労働生産性が向上したことになるが、ほぼ全ての期間で雇用導入した2024年の労働生産性が上回った(図23)。

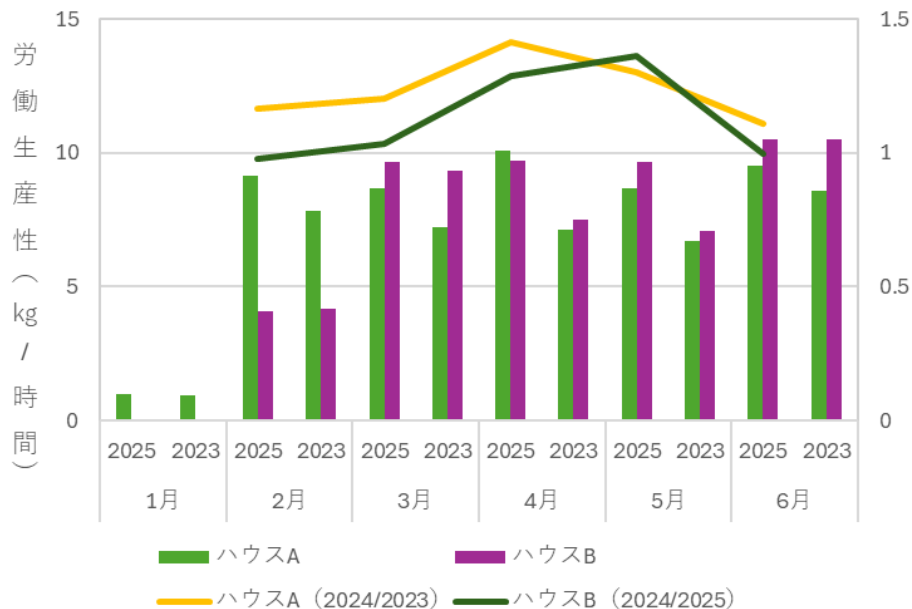


図23:労働生産性(雇用労働力の導入前後)

(2) 自動制御機器の導入効果

2025年に自動制御機器(天窓、カーテン、多段サーモスタット)を導入したモデル生産者の労働生産性を比較した。なお、自動制御ハウスは自宅から離れている一方、手動制御ハウスは自宅から近く手動であっても比較的細かく制御できることなどから単純比較ができないため、自動制御導入前(2024)と導入後(2025)の比率について手動制御ハウスと比較することとした。

2025/2024比が1を上回っていれば労働生産性が向上したことになるが、手動制御ハウスでは一部の期間を除いて概ね変わらないのに対し、自動制御ハウスでは一部の期間を除いてやや上回った(図24)。

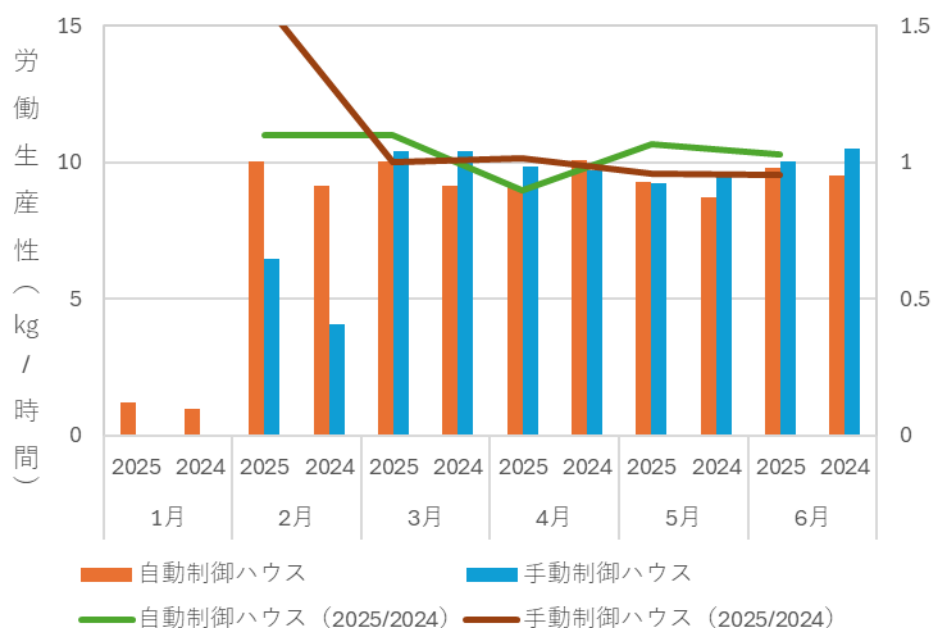


図24:労働生産性(自動制御の導入前後)

4. 管理作業における判断(暗黙知)の見える化と共有

(1) 「管理気づきシート」の入力と共有

作業内容や時間については農作業管理アプリ、その結果ハウス内環境がどうなったかは環境測定器のデータ、出荷量データはクラウド型表計算ソフト(スプレッドシート)を参照することで経過を知ることができる。しかし、生産者が日々何をもとにどんな判断をし、その結果きゅうりの状態がどうなったかについては言語化されておらず、ブラックボックスとなっている。この点について見える化することで、モデル生産者にとっては次年度以降の栽培管理の参考とすること、成功・失敗の要因分析を行い、対応策を検討することが可能となる。

きゅうりは生育スピードが速いため、作業に追われて立ち止まって考える余裕がなくなるという生産者も多いことから、日々の入力を習慣化することが最初のハードルとなる。これについては自分だけでなく、複数の生産者や普及員等と共有することがよい意味でのプレッシャー(ピアプレッシャー)となりモチベーションが向上する。フォーム型式、チャット型式など様々な選択肢があったが、モデル生産者が使い慣れているクラウド型表計算ソフト(スプレッドシート)を活用し、「管理気づきシート」を作成することとした(表、図25)。モデル生産者が入力し普及員等が閲覧、定期的に集まってディスカッションすることによりブラッシュアップを図った。入力したことに対して周囲からのリアクションがあるとよりモチベーションが向上するため、更新されたら通知する仕組みがあることが望ましい。

表5: 5「管理気づきシート」の入力項目

項目	評価	評価基準	記述
作業の質	満足度(5段階)	1:とても遅れている 2:かなり遅れている 3:少し遅れている 4:順調 5:進んでいる	コメント
特記事項 (設定変更など)	重要度(3段階)	1:重要でない 2:まあ重要 3:とても重要	- 内容 - 理由 - 結果
きゅうりの状態	評価(5段階)	1:とても悪い 2:やや悪い 3:並 4:満足 5:理想的	コメント

A	B	C	D	E	F	G	H	I
	①作業の質		②特記事項(設定変更など)				③キュウリの状態	
	満足度 1～5	コメント	やったこと	重要度 1～3	理由 (なぜそうしたか)	結果	評価 1～5	コメント
10月16日	4 (順調)		側窓内張下ろす	3 (とても重要)	明後日外気温が13℃に下がる為、保温性UPし結露防止		4 (満足)	
10月17日	4 (順調)		天窓・暖房機15℃設定	3 (とても重要)	明朝13℃予報の為		4 (満足)	
10月18日	4 (順調)						4 (満足)	
10月19日	4 (順調)						4 (満足)	収量増
10月20日	4 (順調)						3 (並)	葉散コナジラミ様子見、収量減
10月21日	4 (順調)		夜間天窓15℃、カーテン約10cm開け	3 (とても重要)	少しでも暖房機回し湿度を下げる為		3 (並)	収量が大幅増しない
10月22日	4 (順調)		日中カーテン全開、暖房機20℃設定、灌水なし 夜間天窓15℃、カーテン約10cm開け後、早朝加温の為、日の出3時間前全閉め	3 (とても重要)	翌日の果焼け対策		3 (並)	
10月23日	4 (順調)		灌水時間遅らせる	3 (とても重要)	果焼け対策	果焼けなし	3 (並)	
10月24日	4 (順調)						3 (並)	
10月25日	4 (順調)		夜間天窓・暖房機15℃	3 (とても重要)	曇雨天で外気温が下がらない為	天窓閉まらず、暖房機回らず	3 (並)	
10月26日	4 (順調)		〃	3 (とても重要)	〃	天窓・暖房機1.2回稼働	3 (並)	

図25: 管理気づきシート

(2) ノウハウの共有による技術の再現

モデル生産者が日々入力している内容についてはリアルタイムで普及員等に共有されているため、普及員等は通常の巡回ではカバーしきれない細かいスパンでのノウハウを蓄積することが可能となる。例えば、昼夜の寒暖差が大きい時期の果焼け対策として、曇天時の日中加温や曇天明けの晴天時にかん水を遅らせる対策、夜温が暖房機の設定温度付近になりそうな日に天窓を開ける管理、炭酸ガス施用の開始時期などについて産地の他の生産者にアナウンスすることで、産地全体のレベルアップにつながる事が期待できる。

また、新規就農者は日々の細かい管理(設定温度や天窓・カーテンの開閉程度など)に迷うことが多いが、その都度先輩生産者や普及員等に確認することは難しい。逆に普

及員等は新規就農者がどのポイントでつまづきやすいかを詳細に把握することも難しい。そこで、新規就農者が「管理気づきシート」に迷いながらも行った管理を入力し、先輩生産者や普及員等がアドバイスし適宜修正していくことができれば、大きな失敗を防ぎつつ成長していくことが期待できる。

5. スマート農業、データ駆動型農業のメリットについて

現地指導や勉強会でのクロストークを通してモデル生産者から出された意見等について下記に記す。これらについて普及員等が産地生産者に繰り返し伝えることにより、スマート農業やデータ駆動型農業に対するモチベーション向上が期待できる。

実践者	モデル生産者J
経営の状況 (2024年時)	- きゅうりの栽培面積は約26a(規模拡大中) - 労働力は本人、妻、両親、弟、パート10名、研修生1名 - 両親のリタイアに備えて人員を増やしているところ
自動制御の導入状況	天窓、カーテン、暖房、CO₂、かん水
記録、活用しているデータ	作業時間、出荷量、ハウス内環境、かん水量
スマート農業、データ駆動型のメリット	- 導入コストはかかるが、勉強して使いこなして元を取ろうという考えからモチベーションが向上した - 手動ではできない管理ができるようになった(少量多かん水、気温や日射に応じたカーテン開閉など) - 作業時間を記録することで、規模拡大にどのくらいの人員が必要かシミュレーションできるようになった - 経営(次の展望、ハウス増設など)について考える時間が取れるようになった

実践者	モデル生産者K
経営の状況 (2024年時)	- きゅうりの栽培面積は約17a - 労働力は本人、両親、妹、技能実習生1名 - 両親のリタイアに備えて人員増、自動制御の導入を進めているところ
自動制御の導入状況	天窓、カーテン、暖房、CO₂
記録、活用しているデータ	作業時間、出荷量、ハウス内環境、かん水量、追肥量、重油消費量
スマート農業、データ駆動型のメリット	- 導入コストはかかるが、収量でカバーすればよい - 離れているハウスの開け閉めにわざわざ出向く必要がなくなり、作業効率が上がった

第4部 参考資料

1. 参考資料一覧

(1) 第3部ⅡケースIで使用した資料(株式会社誠和講義)

➤ 環境制御の基礎(第1回導入基礎編:2024年8月5日開催)

植物の光合成の反応式($6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} + \text{光エネルギー} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$)をもとに、なぜ環境制御する必要があるのかを講義した。環境制御の意義について理解してもらうことで、環境制御への関心・意欲を高めてもらう狙いがある。光合成の反応式は環境制御をする上で非常に重要になるので、勉強会の際には繰り返し伝えるようにした。

環境制御において重要になる環境要因の一つである湿度についても具体的に話した。湿度は植物の気孔開度と病気に大きな影響を与える。植物は気孔を開くことにより蒸散をしたり、光合成に必要な CO_2 を吸収したりするため気孔を閉じさせない管理が重要となる。植物は低湿度条件や急激な飽差の変化により気孔を閉じるため、そのような環境にならないように環境制御することが重要である。また、高湿度条件ではつる枯れ病などの病気を引き起こすリスクが高くなるため、ハウス内の湿度が高くなりすぎないように管理することも重要である。きゅうりやとまとの具体例を挙げながら説明を行った。

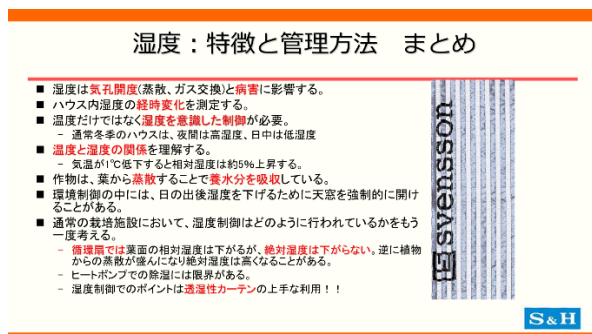
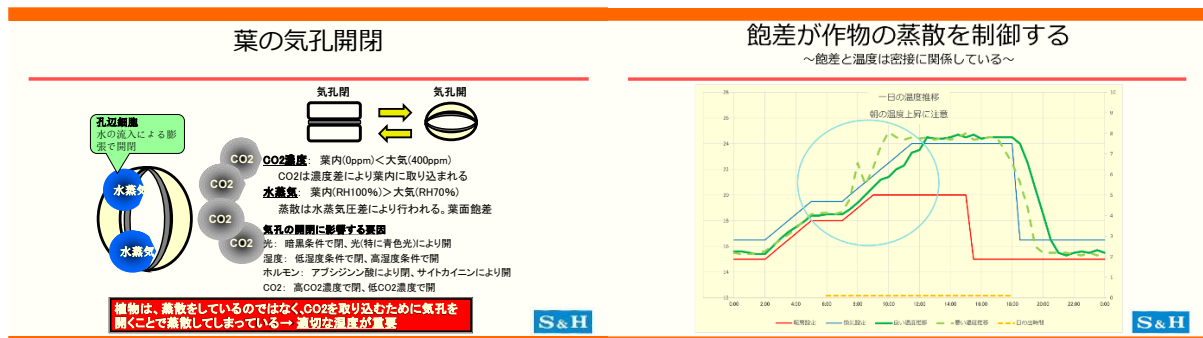


図26: 第1回導入基礎編講義資料

➤ 湿度管理(第2回導入基礎編:2024年12月6日開催)

冬期に課題となる湿度管理について話した。外気が低くなり天窓やカーテンが閉まりやすくなると、ハウス内の湿度が高くなり病気のリスクが増大する。環境モニタリング装置で湿度を確認し、場合によっては除湿する必要がある。

除湿方法として、換気・カーテンを開ける、ヒートポンプや除湿器を用いるなど様々存在する。その中でも効率の良い方法としてハウス内外気温差を利用して外被材に結露させる方法が挙げられる。ハウス

内外で温度差が5℃以上となる冬期は外被材に結露させることができるため、透湿性のカーテンを使用すればカーテンを閉めたまま効率よく除湿できる。しかし、ハウス内外気温差が5℃以下と小さくなる春・秋は外被材に結露しにくくなるため、カーテンや換気を透かし開ける必要がある。季節ごとにハウス内外気温差を確認し、状況に合わせて適切な除湿を行うことが重要である。

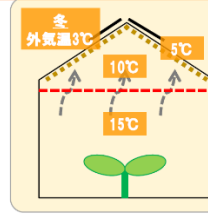
ハウスの除湿方法

- ① 換気窓、カーテンを開ける
 - 利点： 簡単
 - 欠点： 多くのエネルギーを必要とする。急激な温度変化が起きる
- ② ヒートポンプや除湿機の利用
 - 利点： 様々な制御が可能
 - 欠点： 多くの(電気)エネルギーを必要とする。多くの場合、除湿能力が限定的
- ③ 透湿カーテンを用いた外被材への結露
 - 利点： より少ないエネルギーで実施可能
 - 欠点： 除湿の理論を理解する必要がある

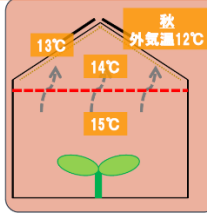


外被材（屋根面）への結露はハウス内外温度差が必要

冬



秋



外被材への結露は、カーテン上の温度、外被材の温度、露点温度と外気温を確認することが必要

内外温度差が小さい時期(秋)の対応

- 外被材内面への結露には5℃以上のハウス内外温度差が必要
 - <5℃では結露しない → 外被材で除湿できない
- 外被材が複数層の場合はこの管理はできない
 - 天窓を開けるしかない → エネルギーの損失
- <5℃のときはカーテンを閉めて、天窓を数%開ける
 - 植物体温を下げずに除湿できる
 - 場合によってはカーテンを数%開ける
- コンピュータ制御があれば容易に管理できる

※例：Next 80

図27: 第2回導入基礎編講義資料

➤ 暑さ対策に関して(第3回導入基礎編:2025年9月4日)

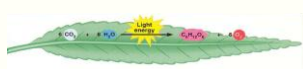
近年、夏の暑さが深刻な問題となっており、ハウス栽培において暑さ対策は非常に重要である。暑さ対策として、具体的にカーテン・塗布材の使用、蒸散に見合った灌水管理を講義した。

植物は蒸散することにより根から水を吸い上げている。また、蒸散する際の気化熱で植物体温を下げている。蒸散量は日射量に比例すると言われているため、日射量に合わせた灌水を行うことで植物体がしっかり蒸散を行えるようにすることで植物体温を下げることができ、暑さ対策となる。実際のかん水管理に関しても、きゅうりやとまと、イチゴなどの果菜類の例を挙げながら説明を行った。

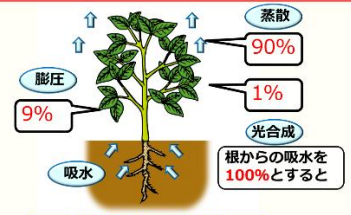
植物にとっての水の役割は？

- ・ 光合成
- ・ 水は植物の構成要素（膨圧）
- ・ 養分と同化産物の輸送
 - 積極的な養分吸収は根圧による
 - 受動的吸収により養分は水と一緒に植物体内を移動する（蒸発/蒸散による）
- ・ 作物の冷却

吸収された水の90-95%は作物の冷却に使用される(蒸散)



根から吸水した水の大半が蒸散に使われている！



根から吸収された水の90%は蒸散に使われている

暑さ対策に、正しいかん水は必須!!

■ 日射量に合わせたかん水を！

- 日射が多ければ、かん水も多く
- 適時かん水を与える

■ かん水は少量な回数で！

- 朝に1回のかん水では不十分
- 午前は晴、午後は曇天の天気、その逆もある

植物の蒸散の力を
しっかり活用しよう

S&H

図28: 第3回導入基礎編講義資料

- 栄養生長・生殖成長のバランス（第5回実践応用編: 2025年9月26日開催）
- 植物の生育状態を表す栄養成長と生殖成長について講義した。栄養成長は葉や茎の成長、生殖成長は花や果実の成長を表す。きゅうりは両者を同時に行いながら成長していくため、両者のバランスを取りながら栽培する必要がある。両者は主に温度制御により制御可能であり、平均気温が低く昼夜温差が小さいときは栄養成長、平均気温が高く昼夜温差が大きいときには生殖成長に傾きやすくなる。植物体の状況を見ながら、生育バランスを保つための温度管理が必要になる。

栄養成長、生殖成長

栄養成長 vegetative growth: 葉や茎の成長
生殖成長 generative growth: 花や果実の成長

- ・ 果菜類であるキュウリは栄養成長と生殖成長が同時に行われながら生育する。
- 栄養成長に傾きすぎると葉が大きくなり、茎が太くなり、生長点から開花花房までの距離が遠くなり、果形が乱れるほか、様々な障害、病害が増加する。
- 生殖成長に傾きすぎると、葉が小さく、茎が細くなり、生長点から開花花房までが近くなり、果実が小さく、収量が少なくなる。

S&H

栄養成長、生殖成長

・ 成長のかじ取り(栄養成長vs生殖成長)は、主に環境管理、とりわけ温度管理(平均気温、昼夜温度差)によって行われる

	栄養成長	生殖成長
平均気温	低いとき	高いとき
DIF (昼夜温度差)	小さいとき	大きいとき

※植物体管理でのコントロールも可能

S&H

生育のバランスが重要

光合成 Photosynthesis
 $CO_2 + H_2O \rightarrow CH_2O + O_2$

↓

呼吸 Respiration
 $CH_2O + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$

**成長 Growth
最大化**

栄養成長 Vegetative growth
最適化
葉、根

生殖成長 Generative growth
最大化
成長点、花、果実

温室に環境制御された環境下の植物は栄養成長に傾きやすい。

次の3つの観点から、どのようにバランスを取りながら生殖成長に傾けるかが重要。

- 地上部管理(光、温度、湿度、CO2など)
- 地下部管理(水分量、EC、pHなど)
- 植物体管理(摘葉、摘果、栽培密度など)

S&H

図29: 第5回実践応用編講義資料

(2) 第3部 Ⅱ ケース2で使用した資料(株式会社村田製作所講義)

(コラムⅠ) 体積水分率・バルクEC・間隙水EC・適正EC・植物体の水吸収と養分吸収の原理

注意が必要な点は、EC値に様々な定義があり混同されやすいことである。養液抽出EC(1対5懸濁液法のEC)、バルクEC、間隙水ECの違いについては丁寧に説明する必要がある。(図30)

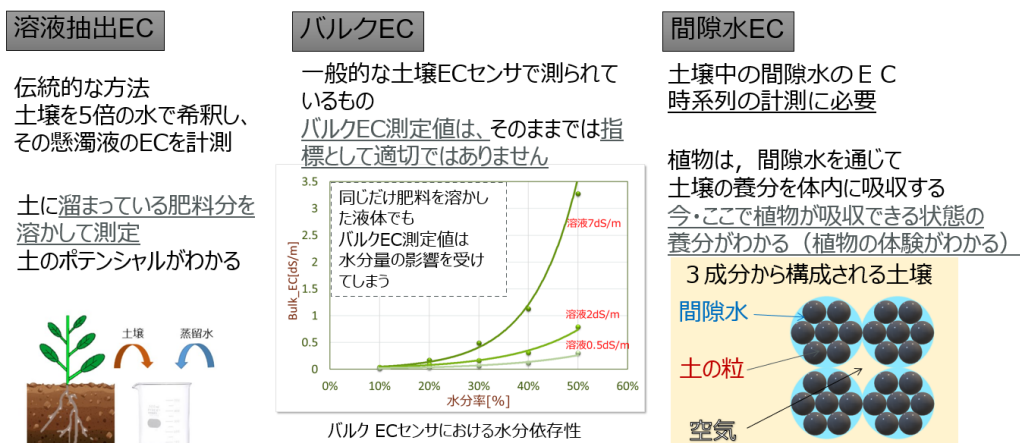


図30: 1対5懸濁液法の養液抽出EC, バルクEC, 間隙水ECの違い

当事業で用いたセンサのECは土壌中の間隙水のECを計測しており、1対5懸濁液法の養液抽出ECや、バルクECセンサのバルクECと異なる概念である。溶液抽出(1:5懸濁液法)ECの値は間隙水ECより遥かに小さく、同じ溶液抽出ECであったとしても間隙水ECは異なることがわかっている(図31)。これは溶液抽出ECが土の5倍体積の水で薄められていることと、実際には溶けていないイオン成分を溶かし出していることに由来する。

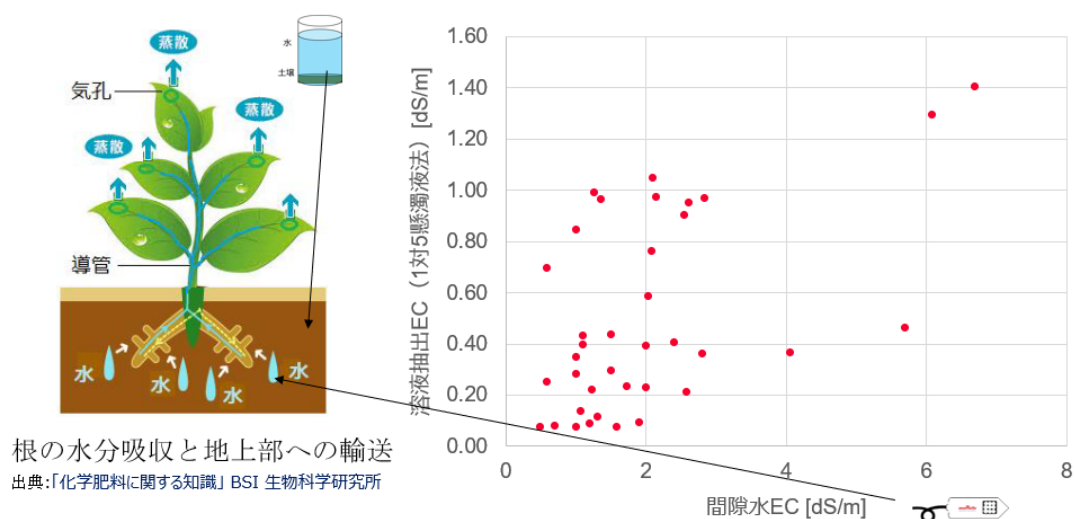


図31: 1対5懸濁液法と間隙水ECの関係

養液土耕の生産者であれば、液肥濃度が間隙水ECを理解するうえで助けになる。(図32)

(参考) 単肥配合プログラム「ベストブレンド」(日本養液栽培研究会)
<http://www.w-works.jp/youeki/yakudachi.html>

表13-1 培養液の処方例

作物名等	NO ₃ -N	P	K	Ca	Mg	EC (mS/cm)
園試処方	16	4	8	8	4	2.4
キュウリ	13	3	6	7	4	2.0
メロン	13	4	6	7	3	2.0
スイカ	13	1.5	6	7	1.5	1.6
トマト	7	2	4	3	2	1.1
ピーマン	9	2.5	6	3	2	1.3
ナス	10	3	7	3	2	1.5
イチゴ	5	1.5	3	2	1	0.7
レタス	6	1.5	4	2	1	0.8
ホウレンソウ	7	2	3	4	2	1.1
ミツバ	9	5	7	2	2	1.6

(単位はmeq/L, 山崎処方他)

図32:液肥濃度の例

今回はきゅうり産地なので、きゅうりにおける水分と養分管理の基本を整理して説明した。作物を一つに定めて実施することは、後々のデータの解釈において重要である。(図33)



- 果菜類の場合、栄養生長と生殖生長が併行して行われるため、養分の過不足とバランスには特に注意を払う必要があります。
- 果実生産に多量の水分を必要とするので、かん水を適正に行う必要があり、排水不良地では、透水性改善による根の活力保持がきわめて重要です。
- キュウリの養分吸収量はカリ> 窒素> 石灰> 苦土> リン酸であるが、果実の収穫が頻繁に行われるため、養水分も収穫期全般に供給される必要があり、後期のカリ欠乏に注意する必要があります。

図33:作物の栄養生理と養分吸収(ぐんまアグリネット)

(コラム2) 継続的モニタリング

土壌診断と土壌センサは計測対象が本質的に異なる。土壌診断は土壌のポテンシャル(潜在力)を示し、含有する化学物質の量を細かく測定することができるが、土壌の構造を不可逆的に変化させるため、継続的なデータを得ることができない。一方で、土壌センサは、定点における地温・体積水分率・間隙水ECの変化を時系列にモニタリングすることができる(図34)。

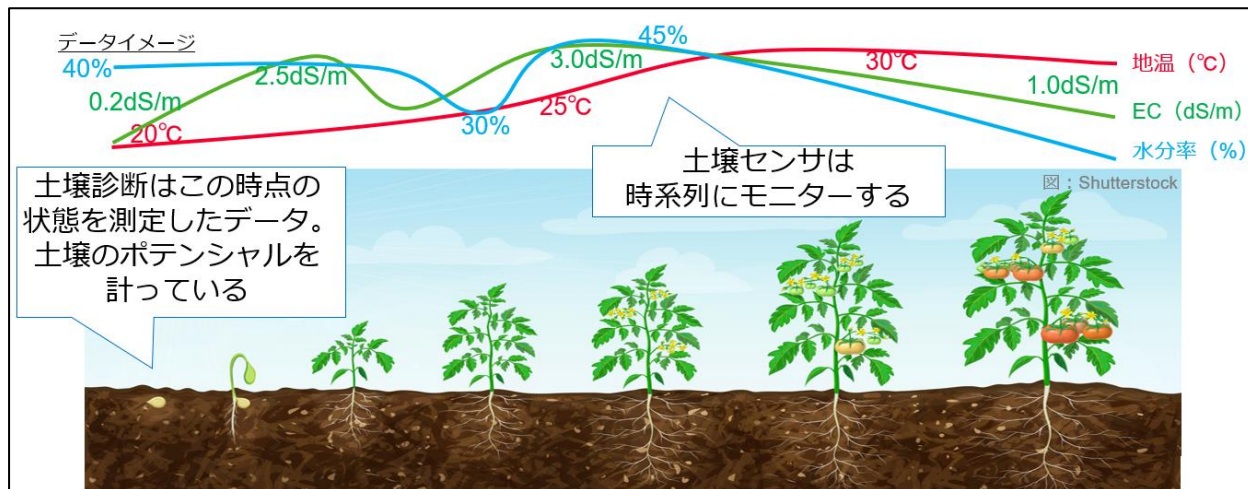


図34: 土壌診断と土壌センサによる計測対象の違い

(コラム3) 設置条件検討

深さ10cm、灌水チューブから10cm、株元から20cmとした理由は、土の中の水の流れを意識し、植物の根の位置を模擬したためである。土壌センサの水平位置は、灌水チューブの液体が作物の地下10cmに届くタイミングを想定している(図35)。深さは、きゅうりは浅く根を張ることから、10cmとした。

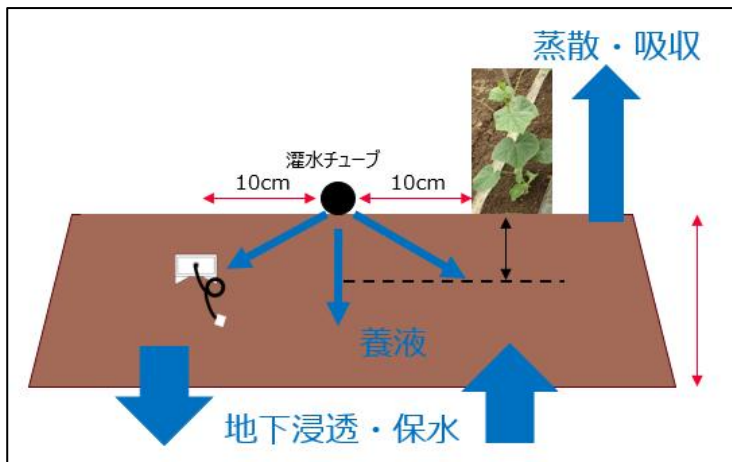


図35: 設置条件の検討

(コラム4) 環境要因の影響分析

図36は、気温と地温の関係を概念的に示した講義資料である。地下部の環境が、作物の生育初期に特に重要であることを示す。

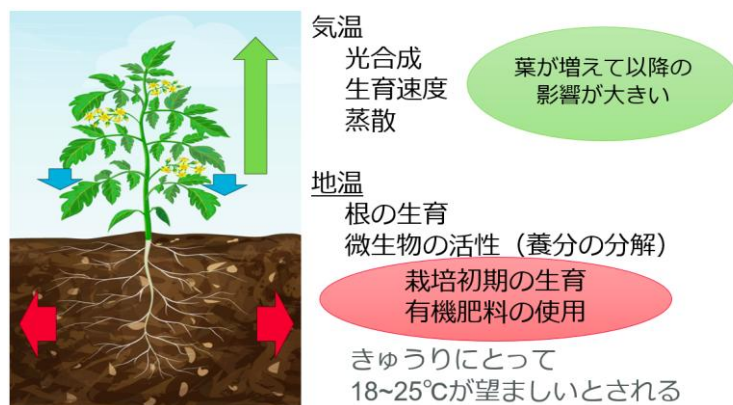


図36: 気温と地温の関係

図66では、気温と地温を同じ横軸で縦に並べて比較しており、以下のようなことが分かる。

- ・Bさん、Hさんは比較的幅があり、一日の温度変化が大きめ。
- ・Aさん、Gさん①は比較的幅が小さい。
- ・全体的に、後半に一日の温度変化が小さくなるのは、日射の減少と葉が茂って地面に対する日射を遮るから。
- ・通期の温度変化は気温と比べ、温度変化は小さい。特に後半は保温される。
- ・9月下旬と10月上旬の気温変化は急激であり、地温でもはっきりととらえられている。
(同時期に取られた温度対策の影響もある)

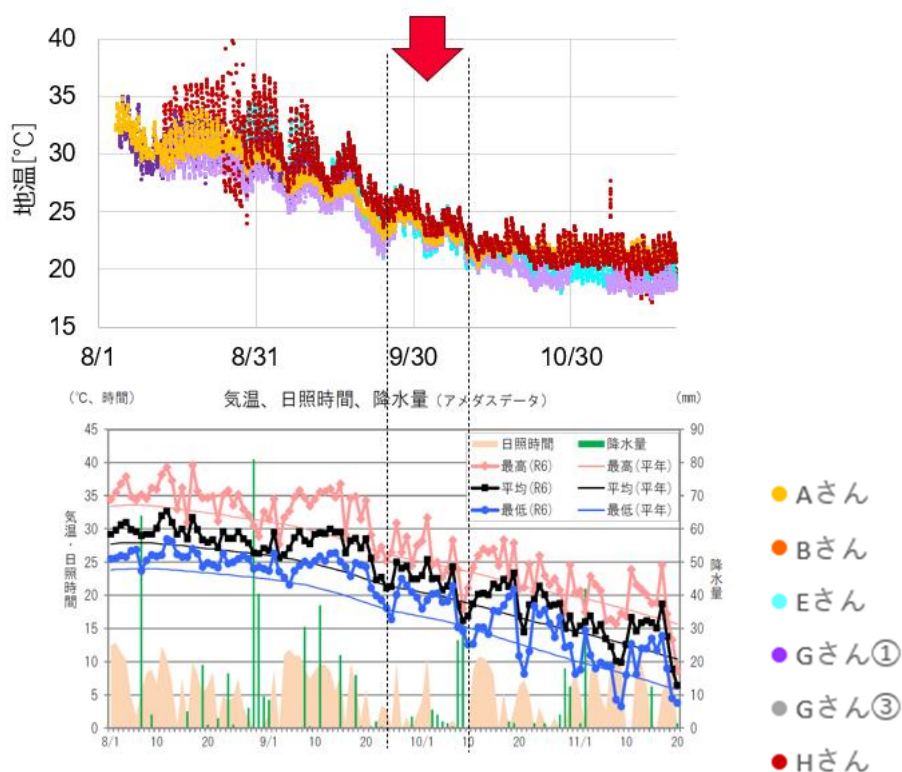


図37: 地温・気温比較図

図38は、地上部と水分の相互関係を示したものである。地下部の環境は、地上部の環境や蒸散に影響され、地下部の環境は植物体の健康と関連が深いことを示す。

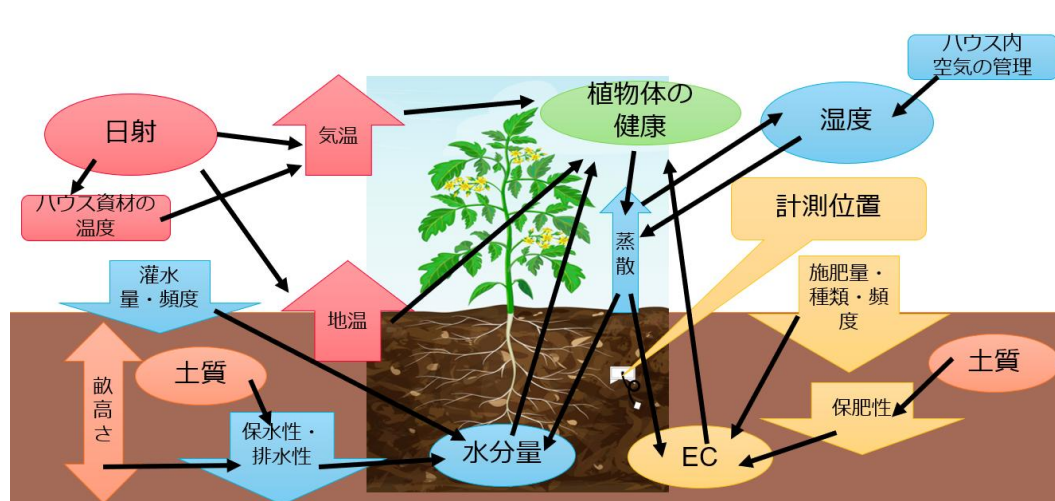


図38:地上部と水分の相互関係概念図

図39は、養分が間隙水ECに反映されるまでの経路を示したものである。肥料を撒くだけでは効果がないことを示している。これに関連し、植物にとって水分と養分は吸収プロセスが異なり独立しているという前提は、データの解釈において重要である。根が吸収できるはイオン態の養分である。水分は根の細胞膜(半透膜)を通過できるのに対し、イオンは根の細胞膜を通過できないため、タンパク質でできた「イオンチャネル」と「イオントランスポーター」を通過する必要がある。

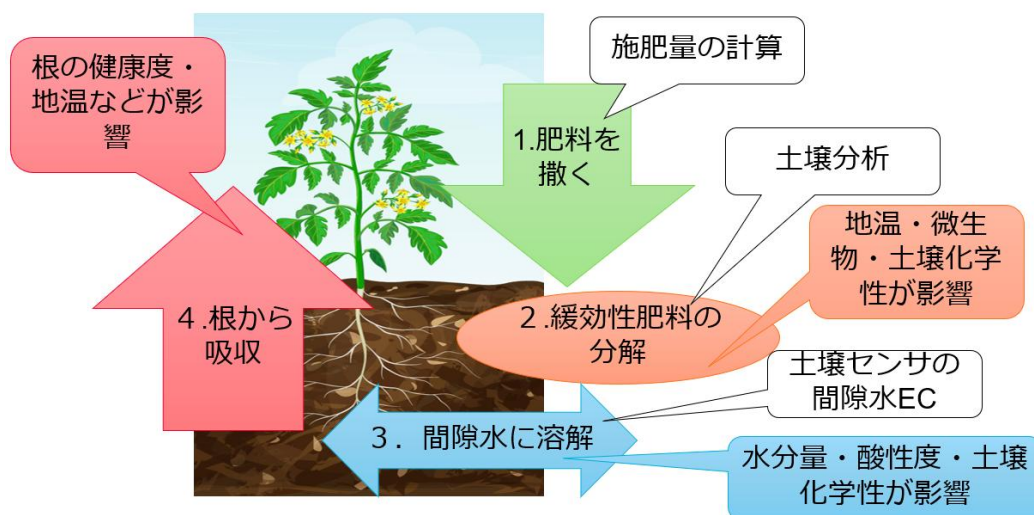


図39:養分が間隙水ECに反映されるまでの経路

(コラム5) 化学分析データとセンサデータの整合性確認(参考情報)

地中データは設置条件による影響が大きいので、測定値の信用を高める必要がある。

本来、土壌分析と土壌センシングの結果は似て非なるものだが、センサ測定値に対する信頼を高めるため、土壌分析装置(注7)を用いて土壌分析を実施した。

間隙水EC値と、土壌分析における硝酸態窒素量、カルシウム量は相関を示すことを確かめた。(図40)

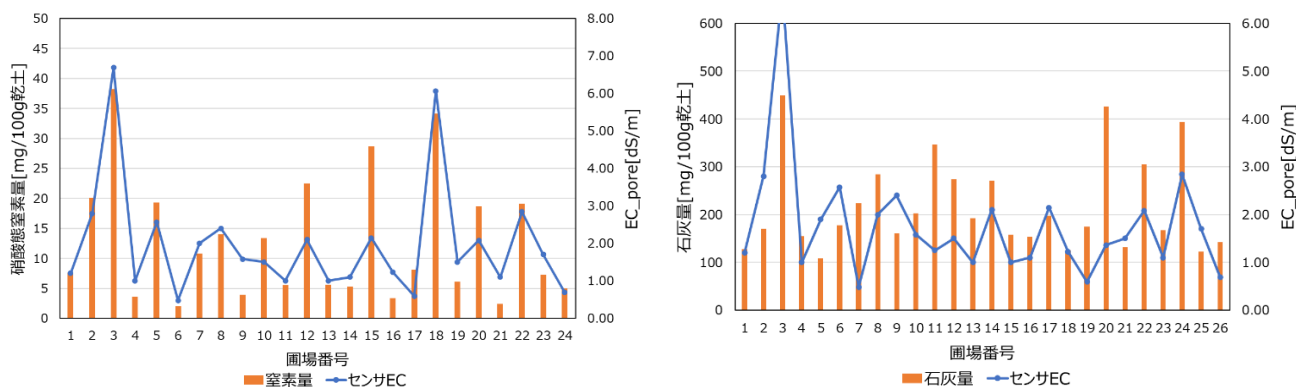


図40: センサEC値と窒素量・石灰量の相関

(コラム6) 根の状態との関係性把握(参考情報)

ケース2の2-3(1)で設定したセンサ設置場所が、適切かどうか把握するため、栽培終了後の圃場において、根を掘り起こして調査した。

センサの設置位置・灌水チューブとの位置関係を記録したうえで、細根を切らないように周囲の土ごとに取り外し、土を洗い流した。

観察の結果、灌水チューブ側の根が発達している傾向が見られた。台木の相違もあるが、管理手法が同様であるGさんの①②の差異のように、根の張り方は一様ではない。

実証においては、センサの設置位置を統一しておく必要があるものの、根の形状に差異があることも想定して設置位置を決める必要がある。

根を観察するに当たっては、以下のことを考慮に入れると良い。

- 根の表面積=水を吸う能力
- 根の本数: 多いほど吸水能力が高まる
- 根の長さ: 長いほど広範囲から吸水できる
- 根の太さ: 太いと伸長力が高まるが吸水効率が下がる
- 細根の位置: 根の表面積を拡大するので活発に吸水するところに発達する

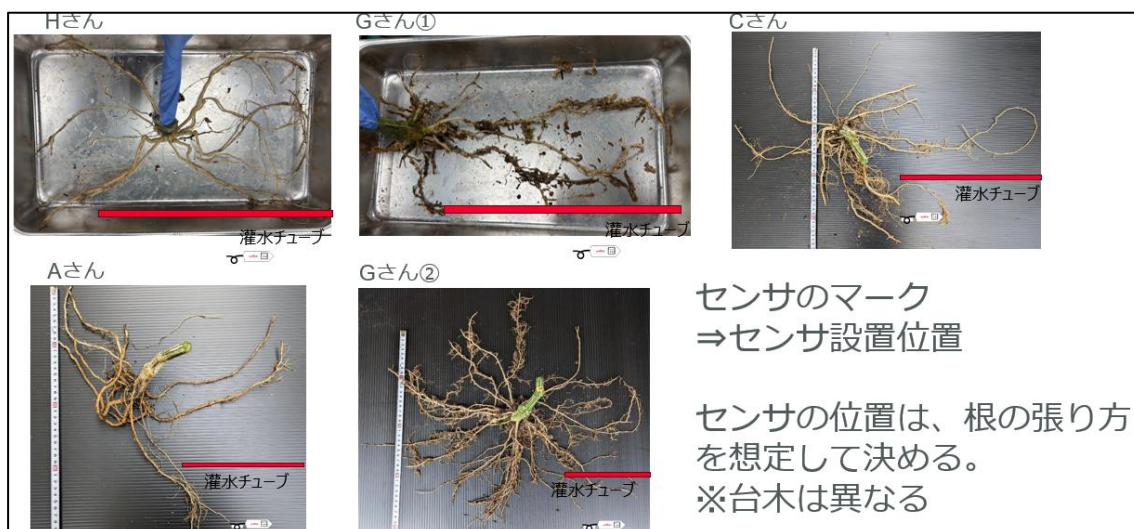


図41：根の写真とセンサ位置

(コラム7) 短期挙動把握と長期傾向把握

短期挙動把握(図42)は、灌水・施肥の管理技術や、一昼夜の変動の把握に適し、栽培管理の目安となる。

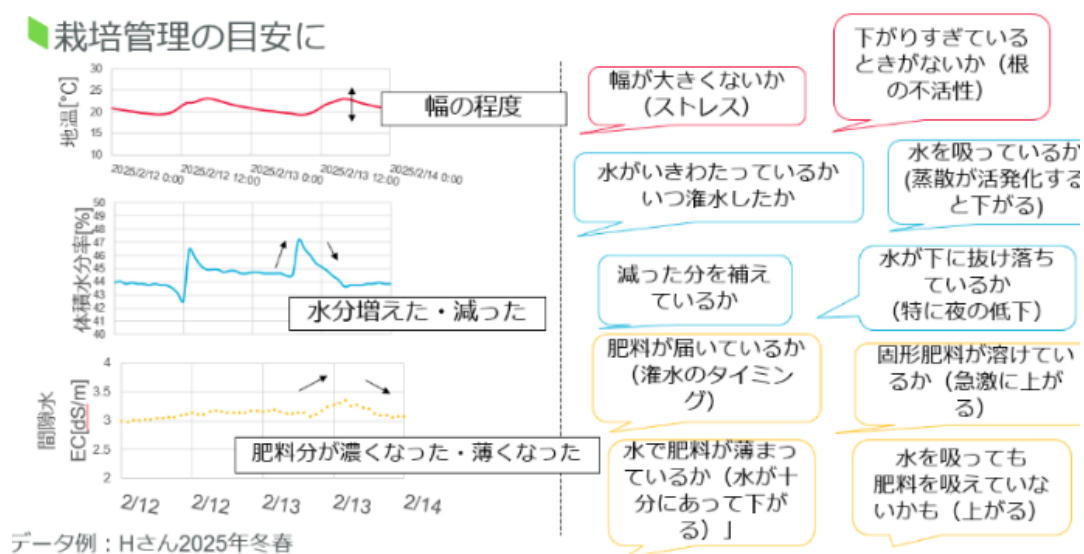


図42：短期トレンド：日単位・週単位の変化

図43は、2025年抑制裁培における1月28日～2月1日の4日間について、間隙水EC値と水分率を分析した例である。灌水をした直後(水分が急激に高まったタイミング)にEC値が下がることは、灌水によってEC値(肥料分)が薄まっていることを示す。灌水後、一晩の間に徐々にEC値が上昇していくことは、乾燥が進んで土壤中のEC(肥料)濃度が濃くなっていることを示している。各日のEC値の最大値は灌水の直前に測定されており、ピークは日ごとに低下している。これはいくつかの可能性があるが、「基肥が灌水で薄まっている」「肥料分が下へ流亡している」「基肥が溶けて植物が肥料成分を吸収している」といったことが考えられる。

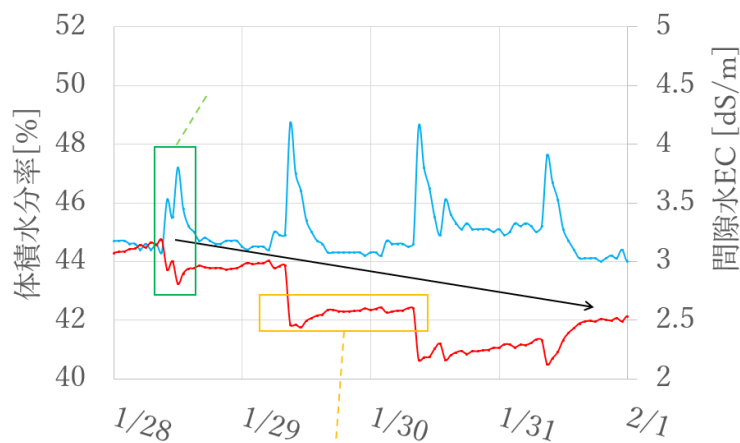
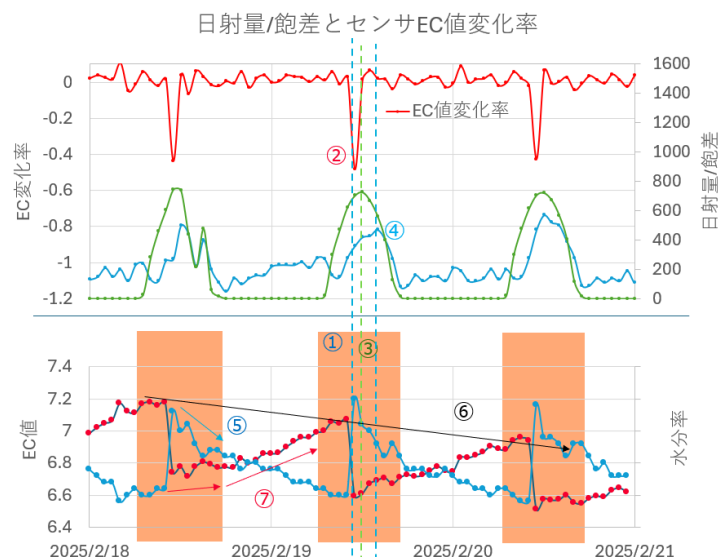


図43:短期EC値と水分率の傾向分析

図44は、抑制栽培2月18日～2月21日の3日間における、日射量/飽差と間隙水EC・水分率を比較したものである。①水分率が最大になるのは灌水を示し、②EC値下落が最大になるのは肥料濃度の低い灌水により、土壤中肥料濃度が薄まり、低下することを示す。③日射が最大になり、④飽差が最大になり、⑤日中は急激に水分率下がるのは、活発な蒸散による植物体による吸収が起きていることを示す。⑥日ごとにEC値のピークが下がっているのは、植物体による吸収の結果としてイオン濃度が徐々に低下してきていること、灌水による供給量よりも吸収が勝っていることを示す。⑦日中のEC上昇は小さく、夜間の上昇が大きいことは、⑤の水分率下降と合わせて考えると、夜間の作物による吸水に対し、養分（イオン）の吸収が少なく、濃縮されていることを示す。昼は蒸散とイオンの能動輸送により、水分・養分は共に活発に吸収されるが、夜間は根圧による吸水に対し、イオンの能動輸送が停滞している。



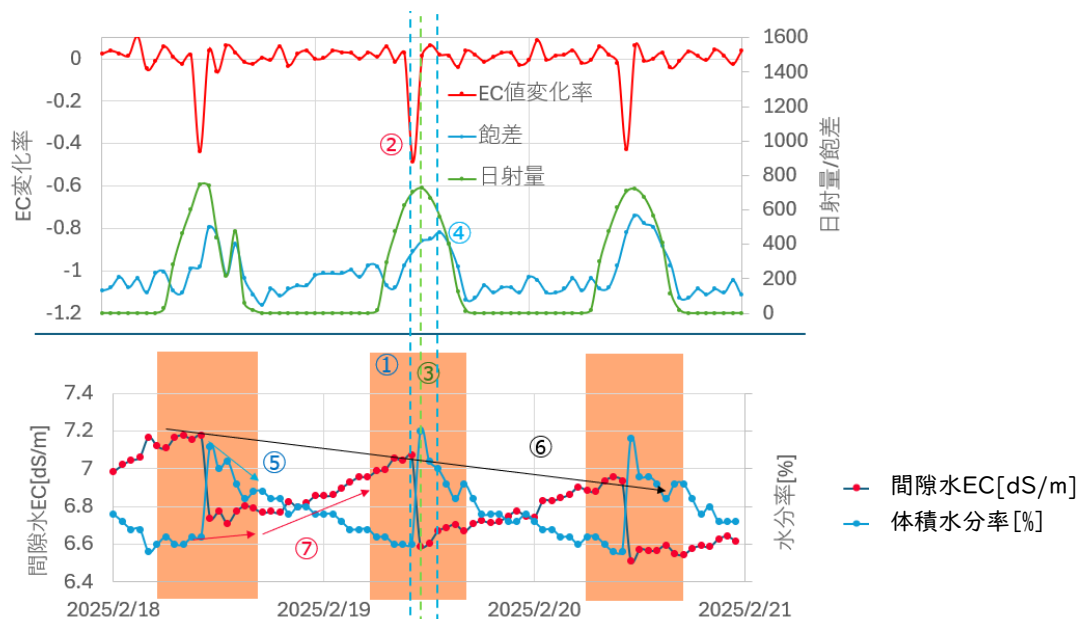


図44:短期日射量とEC・水分率の傾向分析

長期傾向把握は、基肥の効果や、保水・排水性、保温性などの環境把握に適し、今期の作業の振り返りや、圃場環境改善の参考、施肥設計の参考となる。(図45)

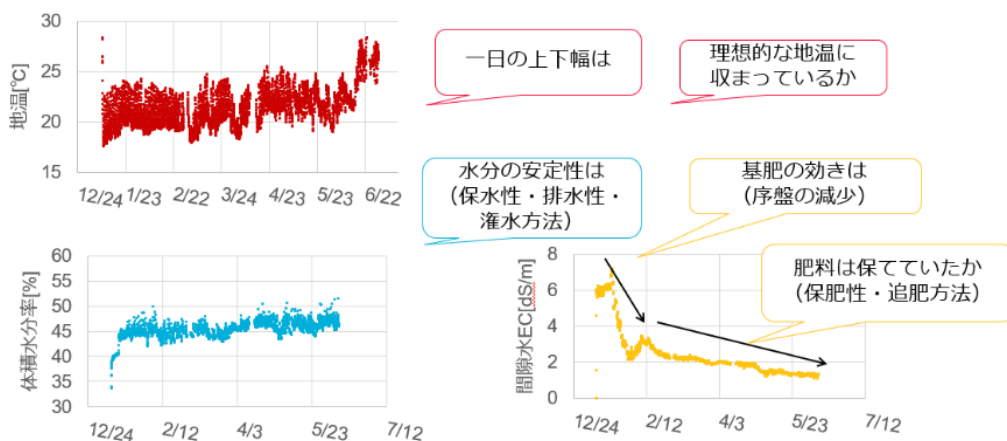


図45:長期トレンド:作期全体を通じた変化

(コラム8) 土壌図・土性と保水性の違い

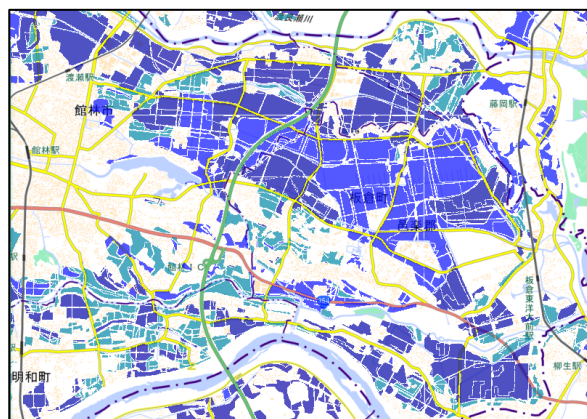


図46: 館林地区土壌図(日本土壌インベントリより)

紺: 灰色低地土 青: グライ低地土 緑: 褐色低地土

日本土壌インベントリ土壌図: <https://soil-inventory.rad.naro.go.jp/figure.html>

例えば灰色低地土のAさんの圃場と比べ、褐色低地土のHさんの圃場は排水性が高いことが想定される。

土性により保水性や、水分率を変えた際の見た目が異なるため、外観や手で握った感触だけでは異なる圃場間の比較は難しい。生産者の理解を促すには、水を加えて土性の違いを示すことも有効である。図32では、同じ水分率でも土性でかなり見た目に差が出ることを示す(図47)。黒ボク土では40%から水が浮いてきているが、どの土壌も50~60%の水分率で飽和している。

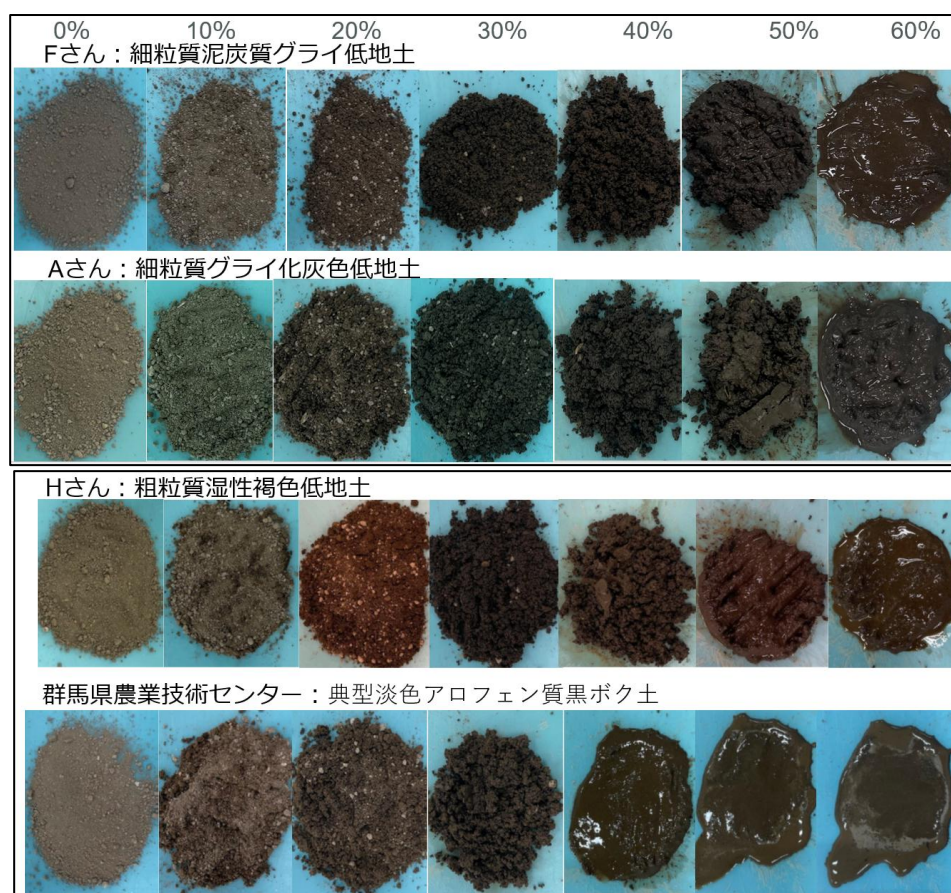


図47: 土性と体積水分率による見た目の関連

(コラム9) 促成と抑制の違い: 気温・日照時間の観点から

抑制栽培(夏秋)においては(図48左), 栽培後期に気温が下がり、日照時間が短くなる。それにより、「成長が遅い」「成長期に気温が高い→過酷な環境」「着果期に日照不足→草勢低下」「低温多湿による病害」といった課題がある。促成栽培(冬春)においては(図48右)、栽培後期に気温が上がり、日照時間が長くなる。それにより、「成長が早い」「成長期に低温→生理障害」「着果期→伸長による作業性低下」「高温乾燥による病害」といった課題がある。

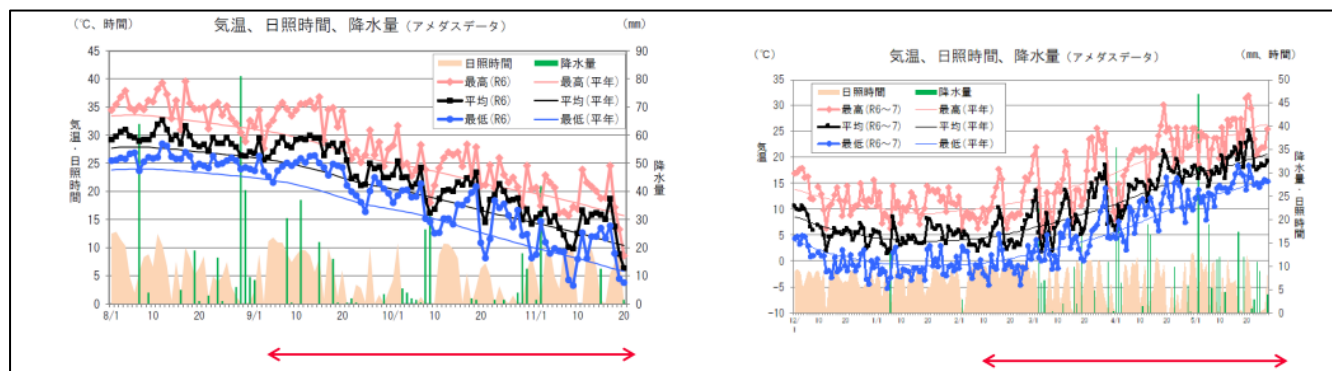


図48: 促成栽培・抑制栽培の気温

図49は地温のグラフである。抑制栽培(図49左)においては、生育初期、地温が高いため、根の活着が弱くなる。また生育後期、地温が低すぎるため根の活動が鈍ってしまう。急激な温度変化への対応が必要である。一方促成栽培(図49右)は序盤に加温していることもあり、終期を除き安定する。

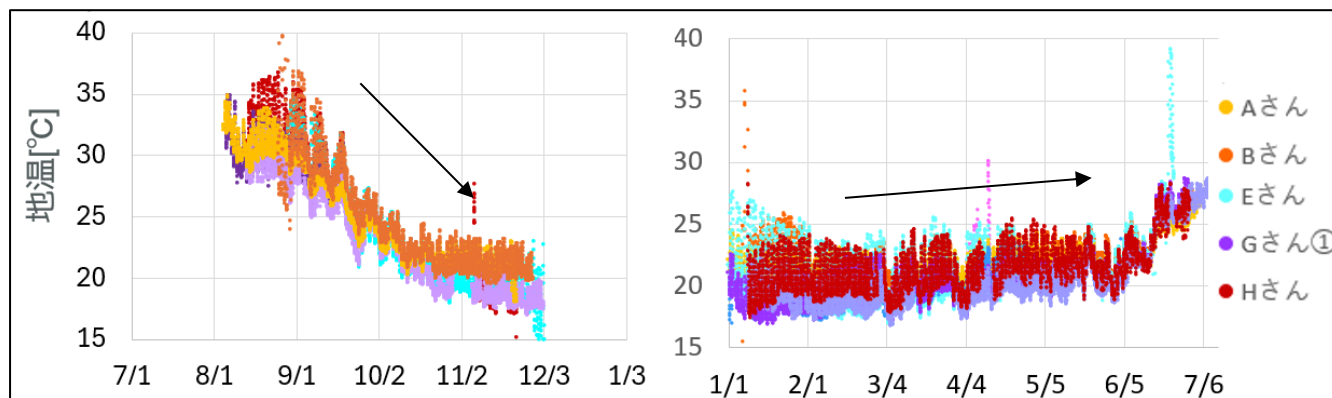


図 49: 2025年促成と2024年抑制の違い: 地温の観点から

図50は土壌の体積水分率である。抑制栽培（図50左）は全体的に体積水分率がやや上がりやすい一方、促成栽培（図50右）の体積水分率は下がる傾向にある。これは、抑制栽培においては気温低下で蒸発量が少なくなり、日射が少ないため植物体の吸収も少なくなり、地中の水分を余すからと考えられる。一方で、促成栽培は蒸発量多く、植物体による吸収も多いので下がる。

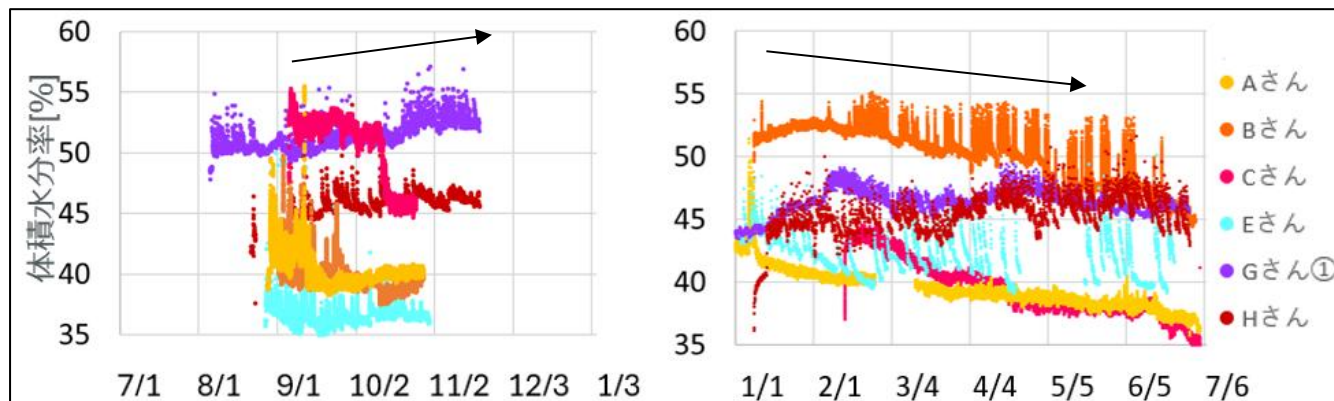


図 50: 2024年抑制と2025年促成の違い: 体積水分率の観点から

図51は間隙水ECである。抑制栽培（図51左）において、給液・施肥量に対し植物体の吸収が少なく、後半にかけて養分を余らせる傾向にある。促成栽培（図51右）では植物体の旺盛な吸収に給液・施肥量が追いつかず下降傾向にある。抑制栽培で上昇した肥料分が蓄積され、促成栽培に持ち越されている場合もあると考えられる。

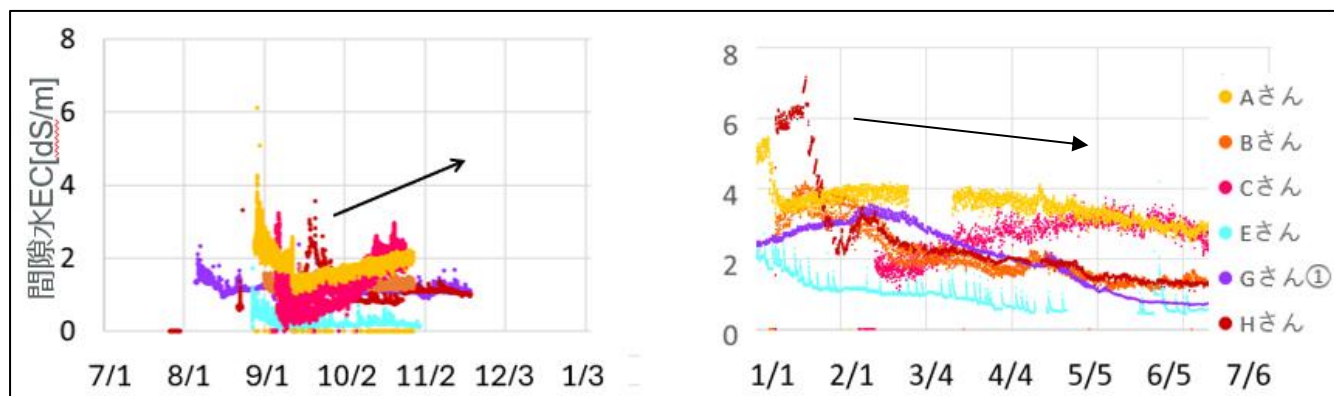


図51: 2024年抑制と2025年促成の違い: 間隙水ECの観点から

(コラム10) 地温・水分率・ECの主な制御方法

表6に、地温・体積水分率・間隙水ECを制御する方法をまとめた。

表6:地温・水分率・ECの制御方法

	上げる (栽培中)	上げる (栽培前後)	下げる (栽培中)	下げる (栽培後)
地温	マルチング 加温機使用 昼間に水分を高める 地温より暖かい水を撒く	日照改善 排水性向上	直射日光を減らす 早朝夜間に水分を高める 地温より冷たい水を撒く	遮光・遮熱設備
水分	水を撒く マルチング	保水性向上	乾燥を待つ	高畝化 暗渠整備 排水性向上
EC	液肥供給調整する 追肥する(固形肥料) 水が減って濃くなるのを待つ	基肥調整(化学肥料・有機肥料・緑肥)	液肥供給調整 水を撒いて薄める 吸収・流失を待つ	残渣除去

(コラム11) マルチングの効果

農業研究においては、マルチング資材の設置時期と収量との間に一定の傾向を示すことは可能である(図52左)。一方で、圃場条件や気象、生育段階など多様な要因が複雑に関与するため、マルチング資材単独の効果や厳密な因果関係を切り分けて明確に示すことには限界がある。日々の地温の変化を計測することで、マルチング資材の保温効果を数値的に把握し、伝えることができる(図52右)。

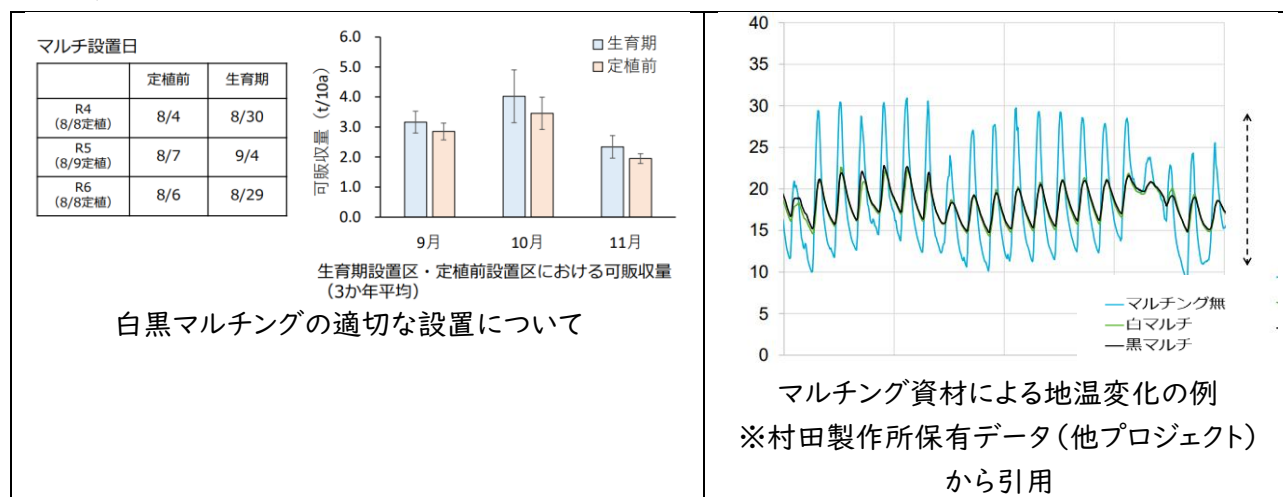


図52:マルチングの効果

(コラム12) 灌水による地温の変化

図53は灌水による地温の変化の例である。灌水のタイミングで地温が低下し、一度の灌水で約5℃の低下が観測されている。この温度は供給水温と水量のバランスで決まる。3時間程度で元の地温に戻り、水分率は1～2%上がる。このことから、灌水の地温低下効果はわずかであることが推測される。この測定では1時間おきの測定を行っているが、地温変化をとらえるには10分おきの計測の方が望ましい。

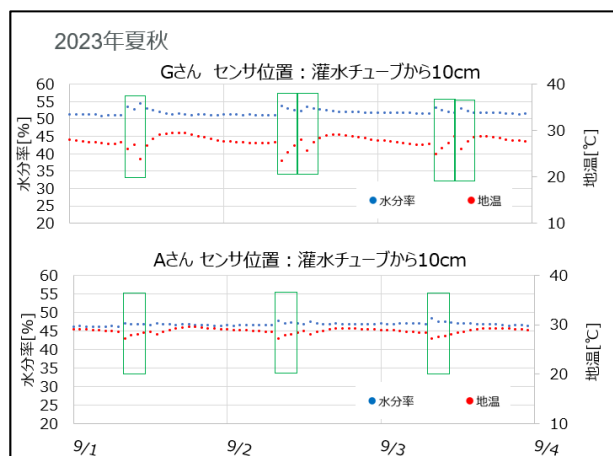


図53:灌水による地温変化の例
(群馬県令和5年度データ駆動型営農指導実践モデル事業より)

(コラム13)トレンド早見

図54に示したトレンドは、短期挙動把握・長期傾向把握いずれにも使用可能であるが、短期挙動把握であれば灌水から数時間、長期傾向把握であれば気候・管理手法の変化から数日間で見る 것이 望ましい。

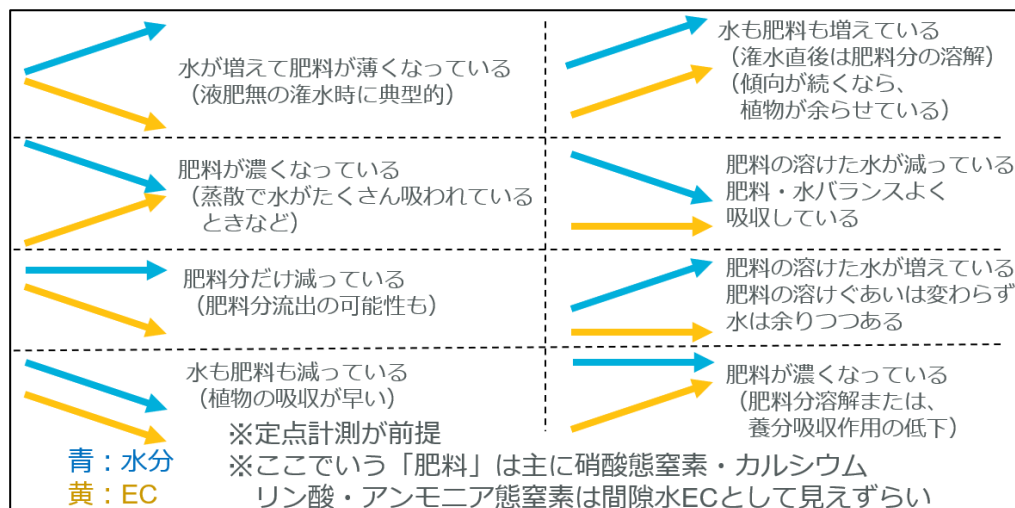


図 54:イベント連動分析の例(水分率と間隙水ECで判断する早見)

図55に示したトレンドは、自然なパターンを示し、図56は自然な生育からの逸脱・異常を早期発見するものである。促成栽培・抑制裁培いずれにおいても活用可能である。

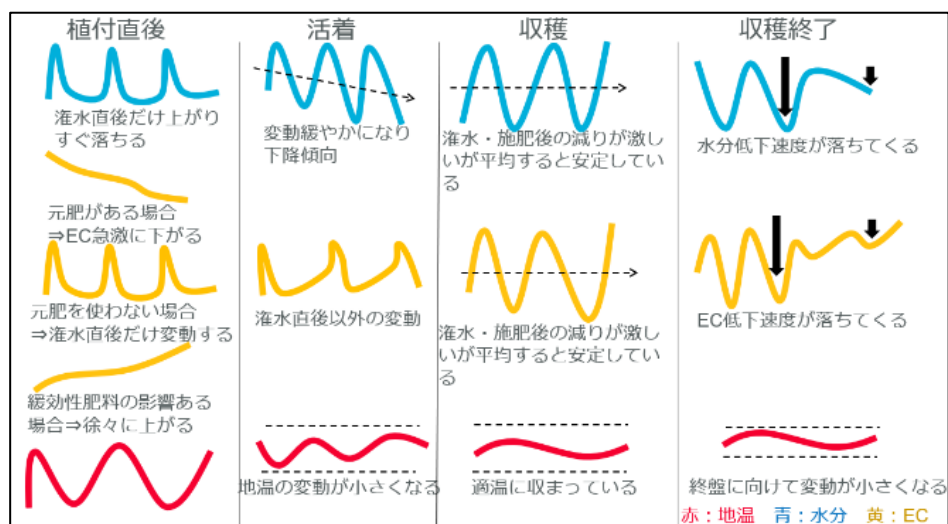


図 55：自然なパターンの変動

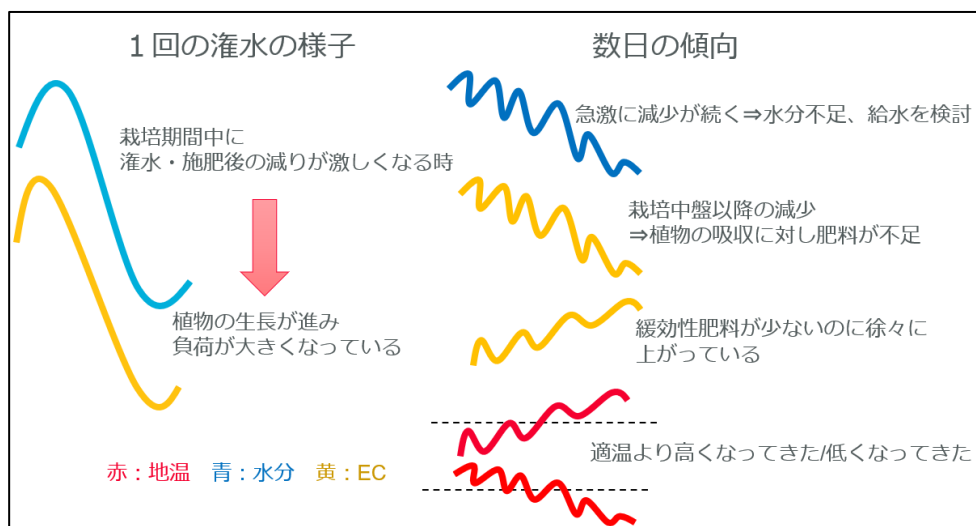


図56：注意を要するパターンの変動の例

(コラム14) 理想像の共有と問いかけ

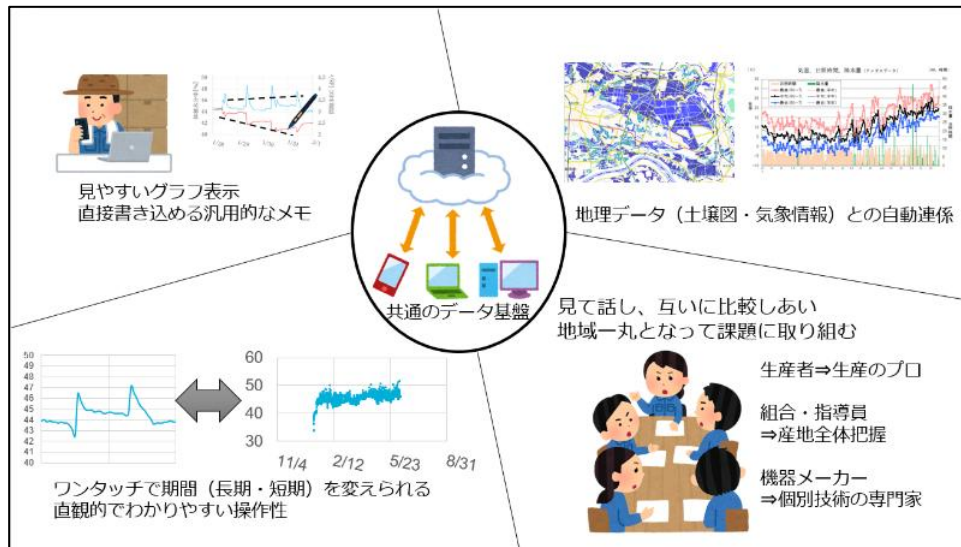


図 57: ありたい姿の例

問いかけの例

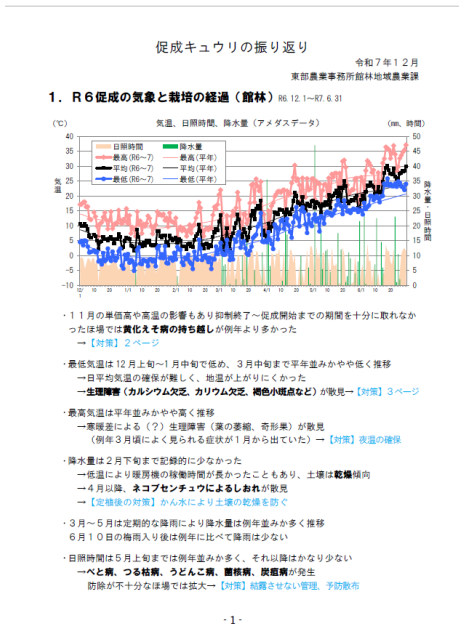
- ・館林地域にとって、「ありたい姿」(図57)は、本当にありたい姿、になりますか？それとも他にもっと大事な姿がありますか？
- ・もし他のハウスのデータが見られるなら、どの数値を知りたいですか？(なぜそれを知りたいですか？)
- ・「10年後の館林地域に今、我々が残せるデータ」は何でしょうか？

(3) 第3部 1・2 共通で使用した資料

➤ 促成きゅうり栽培の振り返り(第4回導入基礎編:2025年12月11日開催)

2024年度の促成栽培の振り返りを行った。2024年度抑制栽培の後半にきゅうりの単価が上がり抑制栽培の終了時期を延長したため、抑制栽培から促成栽培までの期間を十分に取れなかった。そのため、ハウス内の蒸しこみなどによる病虫害対策ができなかったため、促成栽培で黄化えそ病が多く出てしまった。栽培終了時には蒸しこみを徹底すること、ハウス内外で除草作業をすることなどを対策として呼びかけた。

また、2024年12月上旬～2025年1月中旬の最低気温が低く地温が確保できなかったため、生理障害が多く見られた。そこで、カルシウム欠乏とカリウム欠乏の症状と発生時の対策について講義し、2025年促成作では発生させないように注意を呼びかけた。



2. 黄化えそ病の持ち越し対策

（1）栽培終了時の蒸し込み

・ウイルス病が発生したハウスでは、ウイルスを持った虫（保毒虫）が残っています。症状が出ていなくても、潜在的に感染しており、保毒虫がいる場合もあります。保毒虫を野外に出さないよう、**栽培終了時にはハウスの蒸し込みを徹底**しましょう。

蒸し込みの手順

- ① ハウス内の雑草は虫のエサや隠れ場所となるため、除去する。
- ② 栽培終了後のキュウリは株元から抜き取り、密さないままハウスを密閉する。
- ③ ②の状態では、40℃以上（目標）を10日間以上確保する。
- ④ キュウリが完全に枯れたのを確認してから残さを持ち出す。

・アザミユマ類は土中に蛹として残っている可能性があるため、多発した場合は栽培終了時に適用のある薬剤（商品名：キルバー）の使用が有効ですが、**低温期は使用方法を照らし次作での被害が懸念されるため、注意が必要です。**
低温期に初めて使用する場合は、**JA 邑楽館林、館林地域農業課**にご相談ください。

・**抑制終了～促成開始までは1か月以上確保**しましょう。

（2）ハウス内外の除草

・黄化えそ病のウイルスはキュウリ以外の植物にも感染するので、**ハウス内外の雑草を徹底**しましょう。

【メロン黄化えそウイルス（黄化えそ病の原因ウイルス）に感染する主な雑草】



農家の登録内容は令和7年12月1日現在。
農薬を使用する際はラベルをよく読み、適正に使用してください。

3. 生理障害の原因と対策

（1）カルシウム欠乏

【症状と特徴】

- ・**生育点や根に症状**
- ・葉の縁は褐色になり**溝状（下向き・上向き）**する
- ・葉には褐色の斑点、激しければ生育点が枯死
- ・根の先端も枯死
- ・果実肥大期や新葉の生育期に発生しやすい

【対策】

- ・カルシウムを含む資材を施用する
- ・**土壌中にカリウムが多いと吸収が阻害される**ので、バランスよく施用する（カルシウム：マグネシウム：カリウムの比率を5:2:1に保つ）
- ・土壌中にカルシウムが多く含まれていても、地温が低い、土壌が乾燥しているなどの理由で吸収できないこともある**一地温の確保、過不足のないかん水**を行う



（2）カリウム欠乏

【症状と特徴】

- ・**下位葉の葉縁が黄白化し、葉裏面に白色斑点**が現れる
- ・果実肥大期に発生しやすい

【対策】

- ・カリウムを含む資材を施用する
- ・**土壌中にアンモニウム態窒素やマグネシウムが多いと、カリウムの吸収が阻害される**ので、バランスよく施用する（カルシウム：マグネシウム：カリウムの比率を5:2:1に保つ）
- ・土壌中にカリウムが多く含まれていても、地温が低い、土壌が乾燥しているなどの理由で吸収できないこともある**一地温の確保、過不足のないかん水**を行う



図58:促成きゅうり栽培の振り返り資料

➤ 実際の勉強会内容

実際に行った勉強会の内容を下記に記載する（表7・8）。勉強会内容は産地の要望に合わせたものにしたため（『P29推進会議の実施』参照）、当初の計画とは異なる。

表 7:導入基礎編勉強会実施内容

2024年8月5日	誠和	ハウス内環境測定機器を活用した技術導入例
	村田製作所	1.ムラタ土壤センサの紹介 2.土壤センサの活用例 3.土の大切さについて 4.2023年抑制・2024年促成栽培邑楽館林データ駆動型農業モデル事業実証結果 5.他県きゅうり栽培プロジェクト例
2024年12月6日	群馬県	抑制栽培の振り返り
	誠和	秋から冬の湿度管理 秋から冬の病害（高湿度）対策
2025年9月4日	村田製作所	1. モデル生産者4名の方の圃場へのセンサ設置方法及び土壌内データの確認 2. 土壤分析結果 3. CEC 4. EC（土壌中の電気伝導度）計測方法 5. 土壌中の硝酸態窒素 6. 養分の移動と吸収量 7. 館林の土壌分類 根のはたらき
	群馬県	抑制作の現状について
2025年9月4日	誠和	・暑さ対策 —色々な暑さ対策の方法紹介 蒸散量を増やすための灌水管理 ・地上部と地下部（根張り）の関係 —過度な遮光のデメリット

		葉数と根圏の関係
2025年9月4日	村田製作所	・2024年抑制裁培データ振り返り —気温と地温の変化 —水分率変化と蒸散 ・促成栽培と抑制裁培の違い —地下部の観点から ・圃場を比較するときの注意点 —記録の重要性
2025年12月11日	群馬県	昨年の促成きゅうり振り返り
	誠和	・植物体の状態を把握しよう —栄養生長と生殖成長のバランスはどう取るか？ ・地温確保のための環境制御 ・暖房機の使用時の注意点 —急激な温度変化による結露防止 ・日射比例による灌水量管理 —灌水不足にならないための管理
	村田製作所	・2025年抑制裁培中盤データ考察 ・昨年度データとの比較 ・土壌センサの活用の仕方 早見表(仮) ・根の観察結果と土壌センサ
	事例紹介	・モデル生産者の環境データ紹介 ・モデル生産者を含めたディスカッション

表8:実践応用編勉強会実施内容

2024年9月10日	A・B圃場巡回	
	誠和・村田製作所	プロファイnder使い方説明
2025年1月22日	A・D圃場巡回	-
	誠和	厳寒期の灌水・カーテンの開閉について・乾燥対策について
2025年3月13日	A圃場巡回	-
	誠和	暖候期の管理等について
	村田製作所	土壌環境測定データの分析
2025年6月19日	群馬県	- 促成栽培の振り返り - 反省と今後の課題について
	誠和	- 温度管理について - 暖房機の使い方 - CO₂の施用方法 - 抑制作に向けた高温対策
	村田製作所	- 栽培通期の地中データ - 灌水による地温の変化 - 栽培期間におけるEC値の傾向分析 - 地中データと関連する作業
2025年9月26日	群馬県	抑制作の現状について
	誠和	・暖房機、CO₂施用機の使い方 ・栄養生長と生殖生長のバランスのとり方、コントロール方法 ・昨年度とのデータ比較
	村田製作所	・地温を確保する方法について ・ECの確保、追肥の方法について ・昨年度とのデータ比較

2026年1月27日	B圃場巡回	-
	群馬県	昨年度の振り返り
	誠和	・ハウス内環境データの分析 —昨年度と今年度の比較 ・春に向けての環境管理 —保温カーテンから遮光カーテンへの切り替え —葉焼け対策
	村田製作所	・取組結果の振り返り ・最新の土壌センシング技術と活用方法 ・地域スマート農業の「ありたい姿」を考える意見交換

2. 参考情報

(注1) ハウス内環境測定機器:株式会社誠和。「プロファインダー」

<https://www.seiwa-ltd.jp/product/1278/>

(注2) 施設園芸用WEBサービス:株式会社誠和。「プロファインダークラウド」

<https://www.seiwa-ltd.jp/product/2342/>

(注3) 土壌センサ:株式会社村田製作所「土壌センサ」

<https://www.murata.com/ja-jp/products/sensor/soil>



(注4) 株式会社村田製作所 土壌センサ活用支援サイト

<https://www.murata.com/ja-jp/products/sensor/soil/docs/guide>

(注5) 表計算ソフト:Microsoft Excel

(注6) クラウドを活用したメモ:Googleスプレッドシート

(注7) 土壌分析装置:エアウォーター土壌分析装置 EW-THAIJ

(注8) 農作業管理アプリ:アグリハブ

(注9) ファームサイド株式会社

<https://farmside.co.jp/>

この手引き書の著作権について

本手引き書の著作権は国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構に帰属します。

この手引き書の問い合わせ先

株式会社誠和。商品開発部教育事業課

kyoiku-plaza@seiwa-ltd.co.jp

<https://www.seiwa-ltd.jp/education/>

本事業は、農林水産省「スマート農業技術活用産地支援事業」（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/>