

令和3年度宮城県試験研究機関評価委員会

第1回農業関係試験研究機関評価部会

資料

プレゼンテーション資料（事後評価・中間評価）

No. 担当	課題名・担当研究部	分類	ページ
①農園研	高軒高ハウスを活用した果菜類の高収益生産技術の確立 野菜部	事後	1～10
②農園研	大規模施設園芸経営体における作業労力の確保と適正な栽培管理手法 の開発 野菜部	事後	11～17
③古 試	暗渠を利用した土壌水分コントロールによる水田基盤活用技術の確立 水田営農部	事後	18～26
④農園研	病害診断における遺伝子解析技術の開発と活用 園芸環境部	中間	27～32

令和3年度
第1回農業関係試験研究機関評価部会

高軒高ハウスを活用した果菜類の
高収益生産技術の開発

研究期間:平成30年度～令和2年度(3年間)

農業・園芸総合研究所・野菜部

背景・目的

- ・震災後、沿岸被災地では、太陽光利用型植物工場の導入が進行
- ・県内の高軒高ハウスでのトマト、パプリカ栽培は、秋に定植し冬越しする作型を中心に、本県の気象に適した周年生産技術を模索しながら栽培に取り組んでいるが、目標収量の確保が喫緊の課題



そこで、本県の気象に適した、**高軒高ハウスにおける効率的な栽培管理技術**を開発するとともに、生産者間等の情報交換を促進し、生産現場における自主的な栽培技術向上を後押しする**コミュニケーションツール**を開発し、次世代型施設園芸モデルの構築を目指す

施設概要



高軒高ハウスの外観



トマト栽培棟



複合環境制御システム
(プリバコネクスト)



パプリカ栽培棟

試験概要

1. トマト

1) 長期多段栽培の実証と摘葉方法の検討 (H30~R2)

収量35t/10aの実証と、幼葉摘葉による新たな摘葉方法を検討。

※幼葉摘葉により果実乾物分配率を高め、多収化を図る

2) コミュニケーションツールの改良・開発 (R1~R2)

生産者間等の情報交換を促進し、現場における自主的な栽培技術向上を図る、コミュニケーションツールの改良・開発を行う。

試験概要

2. パプリカ

1) 長期多段どり冬越し栽培に適する黄色品種選定 (H30~R1)

冬越し栽培で多収を目的とした場合の、黄色品種選定。

→ カイテは収穫果数、平均1果重ともにポランテより高く、高収量。冬越し栽培に適すると考えられた。

2) フラッシュ抑制方法の検討 (R1~2)

摘果により連続着果を抑制し、フラッシュ（収穫量の波）の平準化を検討。

3) 樹勢判定項目の検討 (R1~2)

パプリカの樹勢判定項目として、茎の太さ（茎周）が適当であるか検討するとともに、樹勢コントロールにおいて把握すべき項目の簡易推定について検討。

研究の成果1-1 (トマト: 長期多段栽培の実証と摘葉方法の検討)

表 トマトの幼葉摘葉が収量等へ与える影響 (R1~2)

品種	果房あたり葉枚数	総収量 (t/10a)	果数 (個/株)	平均1果重 (g/果)	果実乾物分配率 (%)	糖度 (Brix%)	
						2月	6月
カナバロ	1枚 (2枚摘葉)	39.6b [▽]	109.3b	111	66	3.4	4.1
	2枚 (1枚摘葉)	52.7a	126.4a	126	65	3.8	4.4
	3枚 (摘葉なし)	50.5ab	120.7ab	128	59	3.7	4.7
桃太郎ワンダー	1枚 (2枚摘葉)	27.9b	56.7b	150	62	4.6	5.6
	2枚 (1枚摘葉)	35.1a	74.6a	144	63	4.6	5.9
	3枚 (摘葉なし)	32.4ab	69.5a	142	61	4.6	6.0
富丸ムーチョ	1枚 (2枚摘葉)	29.5b	82.3b	108	60	4.2	5.7
	2枚 (1枚摘葉)	40.3a	101.2a	121	60	4.3	5.9
	3枚 (摘葉なし)	39.8a	99.2a	122	57	4.5	6.1
分散分析 ²	品種	***	***	-	-	***	***
	果房あたり葉枚数	***	***	-	-	n. s.	**
	交互作用	n. s.	n. s.	-	-	n. s.	n. s.

² 二元配置の分散分析により ***, **, * はそれぞれp<0.001, p<0.01, p<0.05で有意差あり。n. s. は有意差なし。

[▽] 異なるアルファベットは同一の品種内でTukeyの多重検定により有意差あり。

・幼葉摘葉により、果実乾物分配率は向上したが、一方でLAIの低下等によりLUE（光利用効率）が低下し、2枚区（1枚摘葉）と摘葉なし区（慣行）で有意差は認められなかった。

・しかし、果実乾物分配率とLUEに及ぼす影響には品種間差がみられたことから、品種特性を考慮することで、幼葉摘葉が多収化に繋がる可能性が考えられた。

・富丸ムーチョで収量40t/10aを達成。

研究の成果1-2 (トマト:長期多段栽培の実証と摘葉方法の検討)

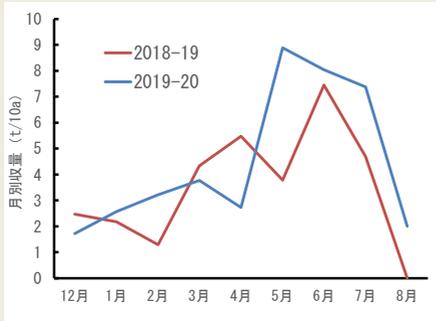


図 富丸ムーチョにおける1年目と2年目の月別収量の比較 (H30~R2)

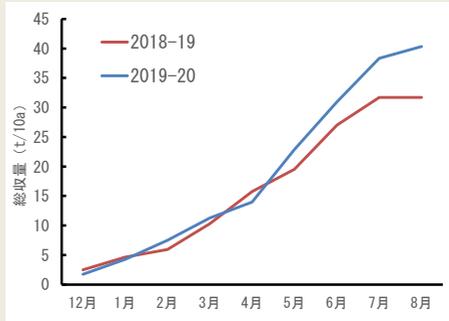


図 富丸ムーチョにおける1年目と2年目の総収量の推移 (H30~R2)

- ・春先の栽培技術が安定したことにより、4月以降の収量が改善された。
- ・富丸ムーチョで収量40t/10aを達成(収穫期間8か月)

研究の成果2 (コミュニケーションツールの改良・開発1)



図 ウィークリーレポートの例

主なバージョンアップ内容

- 1 対象機種を4機種から**6機種**へ拡大
(プロファインダー、プリバコネクストを追加)
- 2 グラフの目盛等の**カスタマイズ機能**を追加
(対象品目の限定を解除)
- 3 日出日没時刻の**環境グラフ**への自動表示
- 4 日出日没時刻、日射量、週間天気予報の自動取得地点を**全国に拡大**

・既存ツールのウィークリーレポートは、改良により対象機種を拡大するなど、利便性を向上。

・30都道府県に提供。(令和3年3月末現在)

研究の成果3 (コミュニケーションツールの改良・開発2)

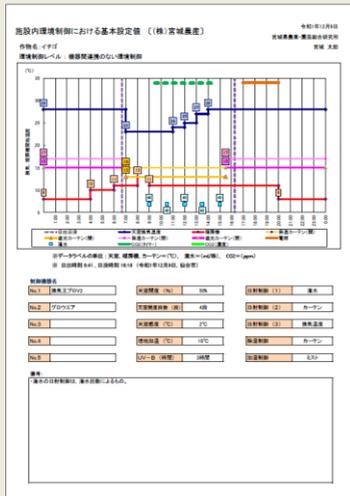


図 基本設定グラフの例

・新たなツールとして、換気や暖房の開始温度等の基本設定を直感的に把握できる「施設内環境制御における基本設定グラフ」を作成。

研修会での基本設定グラフ試用の感想



グラフやデータにして見える形にすることで、問題点が分かる重要性を再認識した。(生産者)



何事も目に見える形で誰が見ても解りやすいようにまとめると、情報共有や今後の作業改善にも繋がるため非常に良いシステムだと思った。(普及指導員)



基本設定グラフと併せてWRを見ることで、より状況が解りやすくなり、グループ内でも情報共有し、共通認識の基で検討できました。(普及指導員)

研究の成果4 (パプリカ:フラッシュ抑制方法の検討)

表 収量調査

区名	収量		収穫果数 (個/枝)	平均1果重 (g)
	(kg/枝)	(t/10a)		
分散	2.15	17.2	9.7	221
慣行	2.05	16.4	10.4	198
t検定	ns		ns	*

*は5%水準で有意。nsは有意差なし。n=3

分散:摘果により連続着果を抑制

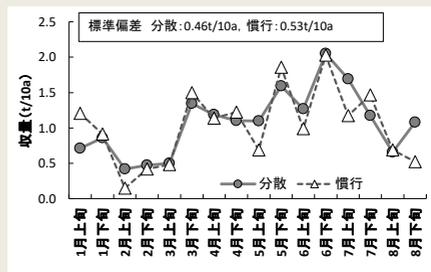


図 収量の推移(旬別)

標準偏差は全収穫期間における旬別収量データのバラツキを示す。

・連続着果の抑制(分散区)により、果数はやや少なくなる傾向となったが、補償作用により平均1果重が増加し、収量に有意差は見られなかった。

・連続着果の抑制(分散区)により、十分な平準化には至らなかったが、旬別収量のバラツキはやや小さくなる傾向が見られた。今後はより効果的な着果の分散方法等について検討することで平準化に繋がる可能性が考えられる。

研究の成果5 (パプリカ:樹勢判定項目の検討1)

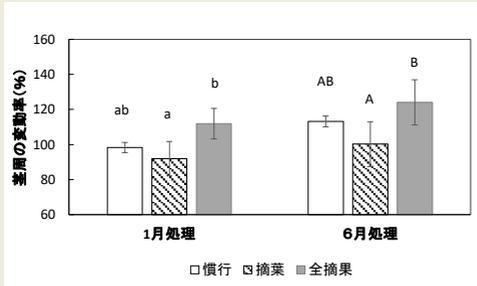


図 処理2週間後の茎周の変動率
同一処理時期内で異なる文字間には、5%水準で有意差あり (Tukey-Kramer)。
変動率は処理前の茎周との比較

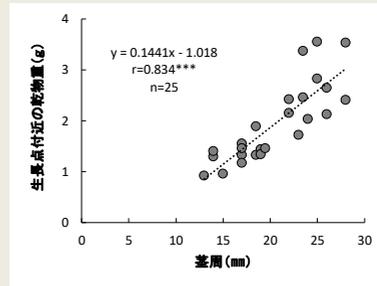


図 茎周と生長点付近の乾物重(ナガノ)
生長点付近:生長点下15cmまでの部位
***は0.1%水準で有意。

- ・摘葉と摘果により、シンク・ソースバランスが変化。2週間後の茎周は、シンク・ソースバランスを反映し、摘葉（ソース減）により小さくなり、摘果（シンク減）により大きくなった。
- ・茎周と生長点付近の乾物重には有意な高い相関があり、茎周は生長点付近の生育量を反映する。
- ・茎周（茎径）はシンク・ソースバランスを反映し、樹勢判定項目として適当と考えられる。

研究の成果6 (樹勢判定項目の検討2)

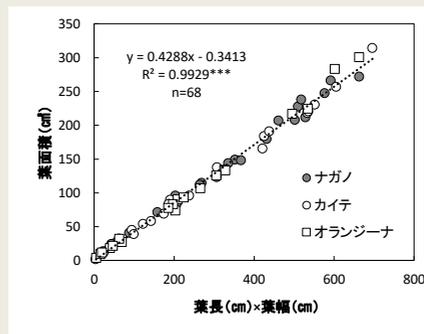
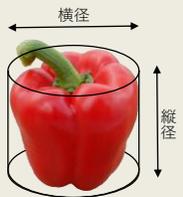


図 葉長×葉幅と葉面積(3品種)
葉面積は葉面積計(LI-3100)で計測
***は0.1%水準で有意

- ・葉長 (cm) × 葉幅 (cm) と葉面積 (cm²) には高い相関が認められ、葉長と葉幅から葉面積の推定が可能である。また、品種間差は見られない。
- ・高価な葉面積計が不要で、更に非破壊調査が可能なることから、基礎的な知見として現地調査等での活用が見込まれるとともに、LAIの簡易推定等への発展も期待できる。

研究の成果7 (樹勢判定項目の検討2)



果実径(mm)は縦横とも最大径。

果実生育量指数
 $=\pi(\text{果実横径}/2)^2 \times \text{果実縦径}$

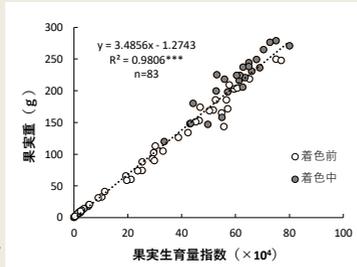


図 果実生育量指数と果実重
 ***は0.1%水準で有意。
 回帰直線は全てのデータ。

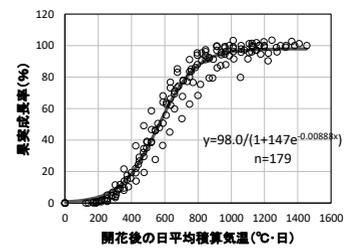


図 果実成長曲線(ナガノ)
 果実成長率は、果実生育量指数による推定果実重によるもの。調査期間は5月28日～8/7日。

- ・果実生育量指数と果実重には高い相関が認められ、着色前後で差はない。
- ・推定誤差 (RMSE) はナガノで7.9g, カイテで11.7gであり、推定精度は高い (D法人の果実で検証)。
- ・非破壊調査であることから、同一果実の追跡調査が可能で、果実成長曲線の作成や週単位の果実重増加量など、より詳細な調査に活用できる。
- ・上記データを用いることで、近年、盛んに研究されている収量・生育シミュレーションの精度向上にも寄与できると考えられる。

成果のまとめ

1. トマト

2) 長期多段栽培の実証と摘葉方法の検討 (H30~R2)

- ・富丸ムーチョで収量40t/10aを達成。
- ・品種特性を考慮することで、幼葉摘除が多収化に繋がる可能性。

3) コミュニケーションツールの改良・開発 (R1~R2)

- ・ウイークリーレポートは改良により対象機種を拡大するなど、利便性を向上。
- ・新たなツールとして、「施設内環境制御における基本設定グラフ」を作成。

2. パプリカ

2) フラッシュ抑制方法の検討 (R1~2)

- ・連続着果の抑制により、旬別収量のバラツキはやや小さくなる傾向が見られた。
- ・着果の分散方法を検討することで、更にバラツキを平準化できる可能性。

4) 樹勢判定項目の検討 (R1~2)

- ・莖周 (莖径) はシンク・ソースバランスを反映し、樹勢判定項目として適当。
- ・葉長 (cm) × 葉幅 (cm) で葉面積 (cm²) の推定が可能。
- ・果実生育量指数 [$n(\text{果実横径}/2)^2 \times \text{果実縦径}$] から果実重の推定が可能。

情報発信(普及に向けた取り組み)

普及に移す技術

- 1)『週間環境データ自動計算シート』のバージョンアップ(普及に移す技術第95号, **普及技術**)
- 2)「施設内環境制御における基本設置のグラフ化」(普及に移す技術第95号, **普及技術**)

学会発表等

- 1)トマトにおける幼葉の摘葉が生育と果実乾物分配率および光利用効率へ及ぼす影響 (**園芸学会**令和3年度秋季大会発表予定)
- 2)カラーピーマン(パプリカ)果実重の簡易推定 (**園芸学会**令和3年度秋季大会発表予定)
- 3)カラーピーマン(パプリカ)葉面積の簡易推定 (**東北農業研究**第74号発表予定)
- 4)施設内環境測定値活用のための「週間環境データ自動計算シート」(令和2年度東北農業研究**成果情報**, 普及成果情報)
- 5)施設内環境制御における基本設置のグラフ化(令和2年度東北農業研究**成果情報**, 普及成果情報)

雑誌等

- 1)神崎、相澤(2020) 環境・生育データの共有と栽培管理支援ツールによる生産性向上 「**施設と園芸**No.191」 pp.25-30 日本農民新聞社
- 2)神崎(2020)環境データ自動計算シートを作成 「**現代農業** 2020.12」 pp.152-155 農文協

その他

- 1)令和2年度スマートグリーンハウス展開推進「スマートグリーンハウス・シンポジウム」(日本施設園芸協会主催)で、コミュニケーションツールについて**講演**
→現在、YouTubeで配信中
- 2)東北施設園芸オンラインセミナー(第2回)(東北農研センター主催)でコミュニケーションツールについて**講演**

普及状況

- 1)コミュニケーションツール
 - ・**県内全普及センター**のプロジェクト課題, 一般活動等で活用
 - ・園芸振興室(現, 園芸推進課)主催の**研修会**, **生産者ネットワーク**, **個別法人指導**等
 - ・**生産者自身で活用**(デ・リーフデ北上, みちさき, イグナルファーム等)
 - ・県外では, **30都道府県**の行政, 普及組織, 生産者等へ提供(令和3年5月末現在)

補足資料

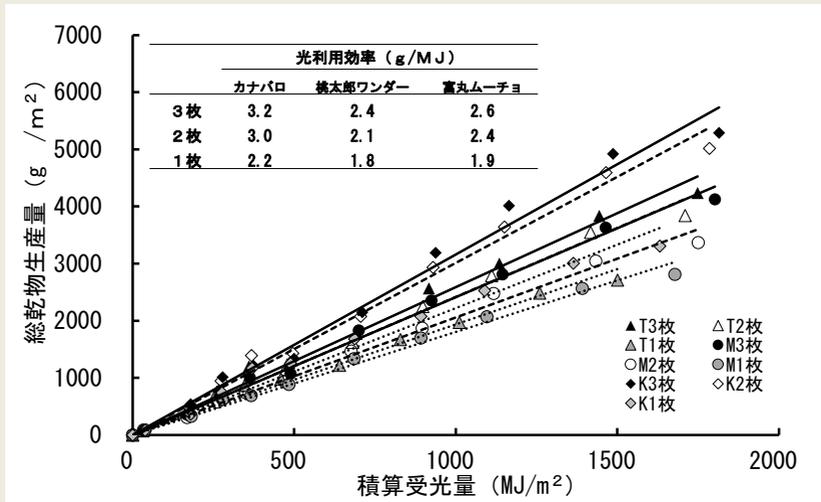


図 積算受光量と総乾物生産量の関係

補足資料

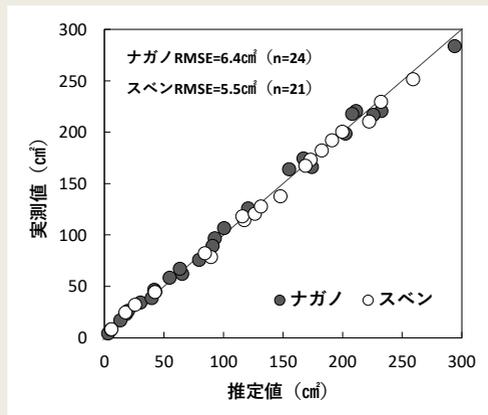


図 葉面積の推定値と実測値 (R3)
現地D法人の葉で検証。

推定誤差 (RMSE) はナガノで6.4cm², スペンで5.5cm²であり, 推定精度は高い

補足資料(その他の成果)

1. トマト

1) 高リコペントマトの安定栽培技術の開発 (H30~R1)

高リコペン含有トマト「PR-7」の尻腐れ果の低減を目的に、接ぎ木による尻腐れ抑制効果を検証

⇒ TTM-097台木で一定の効果は認められたが、依然として発生率は高く、実用レベルまで達しなかった。灌水方法や培地など総合的な検討が必要。

2. パプリカ

1) 群落外周列の生育適正化 (R1~2)

外周列の水分ストレス軽減を目的に、1回当たり給液量とスラブの変更を検討。

⇒ スラブ変更の効果が有意となり、収量の向上や茎の伸長量に寄与したが、実用レベルの効果は得られなかった。

大規模施設経営体における作業労力の確保と 適正な栽培管理手法の開発

(実施期間：平成30年度～令和2年度)

宮城県農業・園芸総合研究所
野菜部 生産工学チーム

研究の背景・目的

大規模施設経営体園芸における人件費は、生産コストの中で最も大きく、全体の3割～4割を占める。

労働力不足が深刻化しており、安定的な雇用の確保が大きな課題となっている。

そこで、大規模施設園芸経営体の経営安定化に向け、以下の課題を検証した。

1. パート従業員の定着条件の検証
2. 収量予測と連動した作業能率向上手法の検証
3. 動画を活用した作業能率向上手法の検証

試験概要

1. パート従業員の定着条件の検証
県内外の大規模施設園芸法人への聞き取り調査
2. 収量予測と連動した作業能率向上手法の検証
 - 1) データ分析による作業能率の検証
作業及び収量データから作業能率を分析
 - 2) 収量と連動した勤務シフトの効果の検証
収量連動型勤務シフトを導入した法人の作業能率を分析
3. 動画を活用した作業能率向上手法の検証
 - 1) 情報収集媒体の検証
情報収集、伝達手段としての媒体の有用性を比較
 - 2) 収量作業動画を活用した能率向上手法の検証
動画学習が作業能率向上へ及ぼす影響を検証

研究の成果 1 ～パート従業員の定着条件の検証～

表 大規模経営体管理者に対する聞き取り調査結果 (H30年)

	経営体A	経営体B	経営体C	経営体D
定着状況	退職者ほぼなし	1年以上働いた従事者は定着している	退職者は従事半年以内が多い	1年目で7割程度は定着
働く理由	作物や職場への愛着, 自由な勤務時間, 対人業務より楽	作物や職場への愛着, 自由な勤務時間, 農産物を安く買える	自由な勤務時間, コツコツと仕事ができる	作物への愛着, 自由な勤務時間
退職理由	施設内環境, 初めから短期希望	施設内環境, 体調不良, 人間関係	施設内環境, 人間関係	業務内容が合わない, 能力不足
評価制度	評価に応じた基本給調整	基本給は変えず評価に応じた賞与	評価に応じた基本給調整	評価に応じた基本給調整
その他	レクリエーションの実施	働きやすい職場への改善	福利厚生を検討	作業能率を高めるための指導体制の充実

研究の成果2 ～データ分析による作業能率の検証～

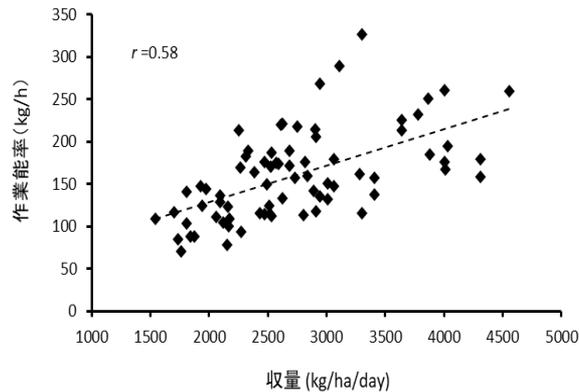


図 トマトの収穫量と作業能率(R1年)

県内2法人のデータからトマトの収量と作業能率との相関を検証したところ、中程度の相関が認められた。

研究の成果2 ～収量と連動した勤務シフトの効果の検証～

表 D法人における勤務態勢見直しの概要 (R2年)

		規程始業時刻	規程終業時刻	備考
	勤務体制見直し前 (2017-18期)	8:30	16:00	通年一律の勤務時間
		⇩		
見直し後 (2018-19期)	通常期	8:30	16:00	パート15人、総労働時間450時間/週の範囲内で、就労時間を各人に調整し配分。
	繁忙期	8:00	16:00	パート15人、総労働時間500時間/週の範囲内で、収穫担当者を30分早出とするなど、各人の就労時間を調整。
	閑散期	8:30	16:00	パート15人、総労働時間400時間/週の範囲内で、収穫担当者の勤務時間を短縮するなど、各人の就労時間を調整。ただし、作業量に合わせて総労働時間の調整がある。

D法人では2018年度から、トマトの収穫量の増減に併せて勤務時間や従業員の人数を調整する、収量連動型の勤務シフトを導入した。

研究の成果2 ～収量と連動した勤務シフトの効果の検証～

表 D 法人におけるトマトの収量当りの作業時間 (R2年)

作業内容	収量当りの作業時間 (h/t)	
	2017-18期	2018-19期
収量あたりの作業時間	38.4	38.1
収穫	9.9	10.2
選果	9.5	8.0
芽かき巻き付け	7.8	7.8
葉かき	5.5	6.3
吊り下げ	5.2	5.4
摘果	0.6	0.3
参考 (収量(t))	397.7	458.1

*各期とも記録がある11月～7月までの作業時間、収量での比較

表 D 法人の収量予測に連動した労務管理への見直しに関する聞き取り

改善の目的	収穫繁忙期において、出荷トラックの到着時間までに選果が間に合わないことがしばしばあった。トラック出発後のトマトは選果ロスとなっていた。収益向上のため、選果ロスを可能な限り少なくする必要があった。
改善の内容	2018-19期から収量予想(管理者の遠観的な予測)に連動した勤務体系(シフト)とした。収穫繁忙期には早出出勤、閑期には収穫日の間隔を開けるなど、収量予想に合わせたシフトとし、トラックの到着時間までには確実に選果・梱包が終了できるようにした。
改善の効果	選果ロスが無くなっただけでなく、選果効率も向上した。収穫チームの早出により、選果チームが出勤するまでに一定量のトマトが収穫できているため、選果効率が高まったと思われる。閑散期には収穫日を減らし、シフトを最適化したことで人件費の削減にもつながった。

新たな勤務シフトを導入する前と、導入後を比較したところ、選果作業の効率化が確認できた。その要因を監督者に聞き取ったところ、収穫開始が早まったことにより選果機の利用効率が高まったためと考えられた。

研究の成果3 ～動画を活用した作業能率向上手法の検証～

表 作業情報伝達のための媒体比較(R1年)

調査者	静止画像	通常動画	360°動画	VR動画
A	3	4	2	実施せず
B	3	5	2	4

*理解のしやすさを「1(わかりにくい) ～ 5(わかりやすい)」で評価

作業方法を学習する手段として、上記の各メディアを比較したところ、通常動画がわかりやすいことが判明した。

研究の成果3 ～動画を活用した作業能率向上手法の検証～

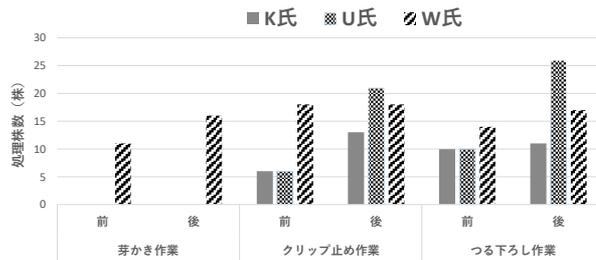
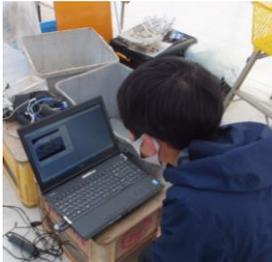


図 ビデオ学習前後の処理株数の比較 (R2年)

* K氏U氏はわき芽が無かったため作業を実施せず

通常動画を用い、熟練者の作業を教師画像として、非熟練者に学習させたところ、学習により作業能率が向上する傾向が確認された。

研究の成果3 ～動画を活用した作業能率向上手法の検証～



視線をとらえるカメラ



被験者(U氏)の視線の動き(白線, 左が学習前, 右が学習後)。学習後、次の株の状況を先読みする視線の動きが見られた。

表 教師動画の利用に関する聞き取り調査 (R2年)

被験者	教師動画の利用について
K氏	教師動画を参考にし、株全体を視て、作業を予測してから始めるようにした。
U氏	教師動画を参考にして作業の方法を変えた(クリップ止め、つる下ろしを続けて行わず、クリップ止めのみ、つる下ろしのみとして分割し作業するようにした)。教師動画の視点移動を参考に、次の株を視てから作業を行うようにした。
W氏	踏み台の位置を適切な位置に配置し、一度の昇降でできるだけ多くの株を処理できるようにした(*)。教師動画の視点移動を参考に、1株ずつ視て作業をしていたのを、一度に複数まとめて視て、作業を予測するようになった。

*手が届かないため踏み台を使用した

動画による学習に加え、熟練者の視線の可視化が学習効果を高め得る可能性が考えられた。被験者に対し聞き取り調査を行ったところ、熟練者の視線動きを参考に、自らの作業を改善する傾向が認められた。

成果のまとめ

1) パート従業員が大規模施設園芸法人で働く理由は、自由な勤務時間や作物に対する愛着が多い。一方、退職理由は施設内環境が多いため何らかの改善が必要である。

2) 収量と連動した勤務体系を構築することで、労働生産性が向上する可能性がある。

3) 熟練者の作業動画は、非熟練者の学習教材として有効であり、視線の可視化はさらに学習効果を高める可能性がある。

今後の計画

○画像解析技術並びにIT技術を活用した収量予測システムを構築する。収量予測システムと勤務シフトを連動させ、労働生産性の向上を目指す。

地域への貢献度・波及効果の見通し

雇用の安定化と労働生産性の向上は大規模施設園芸法人共通の課題であり、今般の研究はその具体的な対策手法を検証したことで一定の貢献を果たしたと考える。

今後は普及センターと連携し、動画を活用した非熟練者の生産性向上支援など成果の波及に努める。

補足資料:大規模施設園芸経営体の現状と課題

○生産面での課題

収量の安定 (69%)、品質の安定 (62%)、病害虫の予防 (71%)

○販売面での課題

取引量の安定 (60%)、単価の向上 (77%)、取引先の拡大 (30%)

○コスト面での課題

人件費 (78%)、水道光熱費 (61%)、物流費 (35%)
(パート労働者の人件費単価の上昇)

○人材面での課題

会社経営人材 (44%)、栽培管理者 (65%)、パート・アルバイト (70%)
(農場長クラスの育成は充実。栽培管理者やアルバイト人材の確保が課題)

* 栽培施設面積が1ha以上の太陽光利用型の施設園芸経営体を対象に調査 (n=47)

一般社団法人日本施設園芸協会

平成28年度 次世代施設園芸地域展開促進事業 (全国推進事業) 事業報告書より抜粋



宮城県内大規模施設園芸経営体においても、労務量の確保や個々の作業者の能力向上が課題となっている(管理作業が遅れたほ場の様子)

令和3年度
第1回農業関係試験研究機関評価部会

暗渠を利用した土壌水分コントロール
による水田基盤活用技術の確立

研究期間：平成28年度～令和2年度（5年間）

古川農業試験場・水田営農部

研究の概要

・暗渠の多目的活用技術のうち、土壌水分コントロール
（水閘の開閉・地下水位の調節）機能を活用



・畑作時の塩害抑制技術，有機質土壌地帯の地盤沈下抑制

1) 津波被災水田における転換畑大豆の塩害抑制(H28,29)

3) 有機質土壌の地盤沈下抑制(H30～R2)

2) 水稻乾田直播栽培における出芽促進 ※H29 事業研究移行報告済

研究の背景・目的

1) 津波被災水田における転換畑大豆の塩害抑制 (H28,29)

東日本大震災により被災した沿岸部の復旧・復興農地

- ・ 暗渠を活用した効果的な除塩対策
- ・ 地下灌漑による地下塩水化防止・大豆塩害抑制

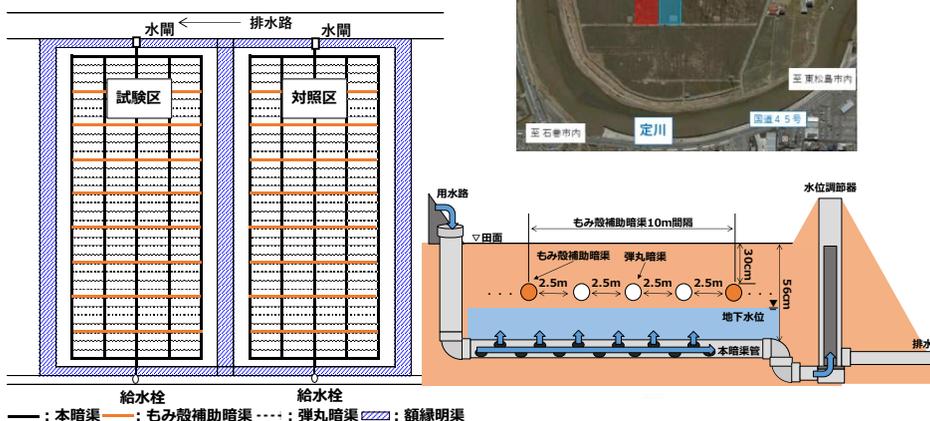
試験内容 塩害抑制

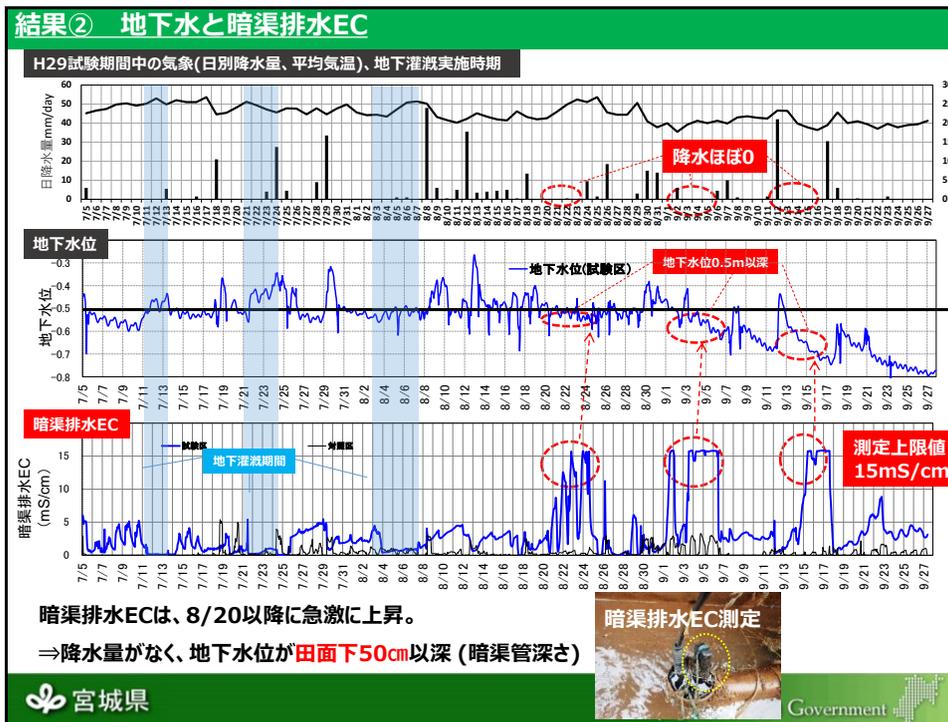
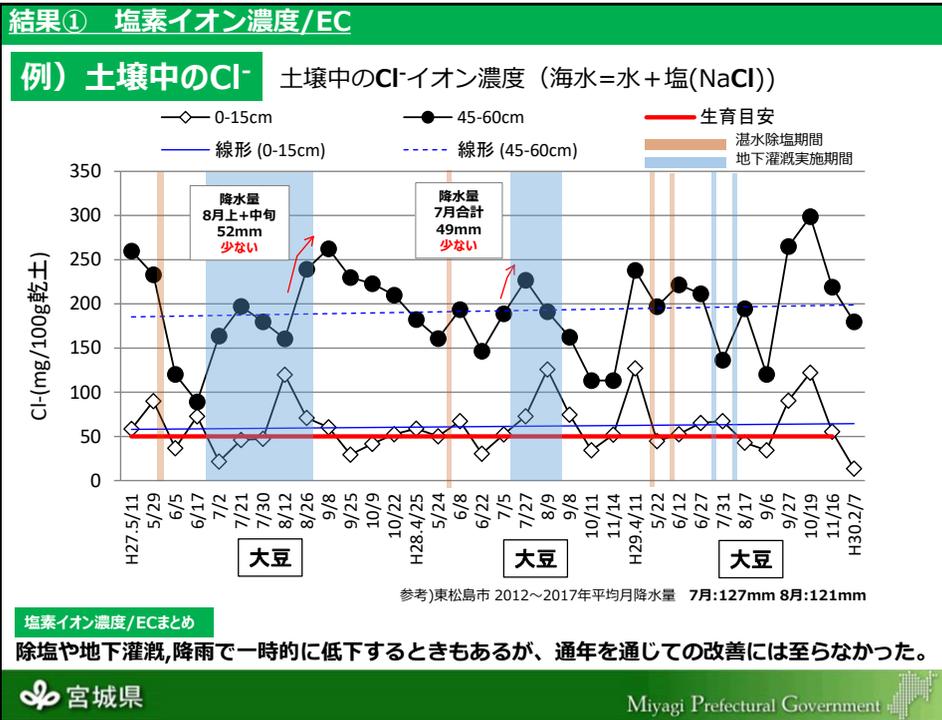
場所：東松島市大曲地区

方法：①地下灌漑（直接暗渠）

②降雨時の縦浸透管理（水閘開放）

③補助暗渠・弾丸暗渠・額縁明渠施工





結果③ 暗渠排水EC

- ・ 暗渠排水量が多いほど排水EC低
暗渠排水量が少ないほど排水EC高
傾向（右図）。

⇒常時一定量の

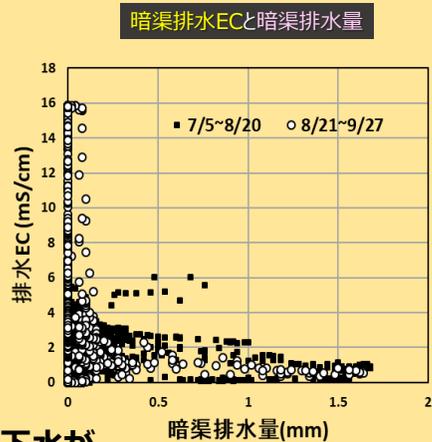
塩素イオンが排出

⇒田面下50cm

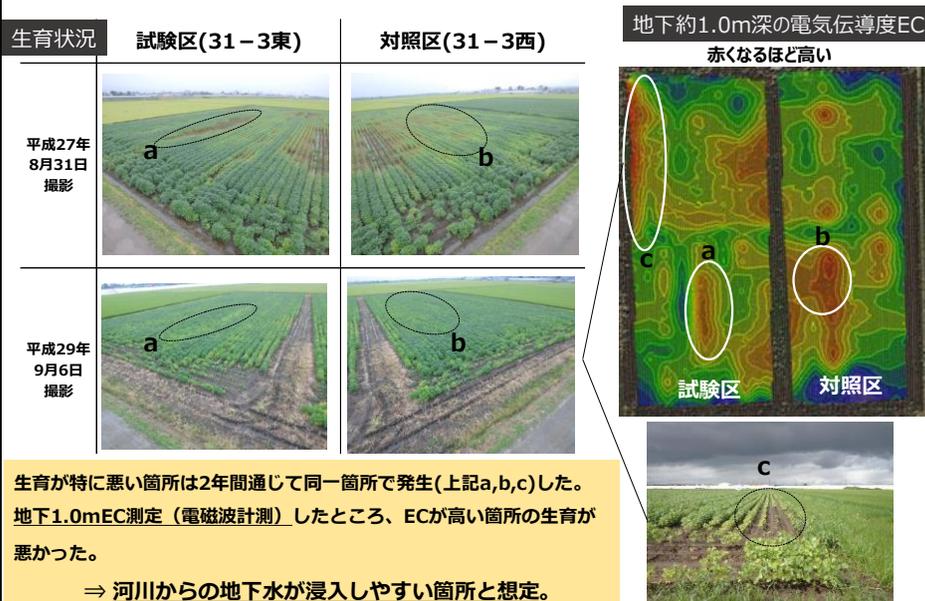
（暗渠管深さ）以深に

滞留している高塩水地下水が

影響していると想定

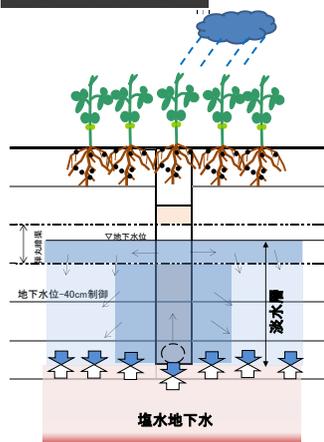


結果② ECと生育



結果 塩害抑制まとめ

地下灌漑 or 降雨



地下灌漑や降雨による

上方から水の供給がある場合、
塩水を含んだ地下水の上昇抑制

少雨&高温時

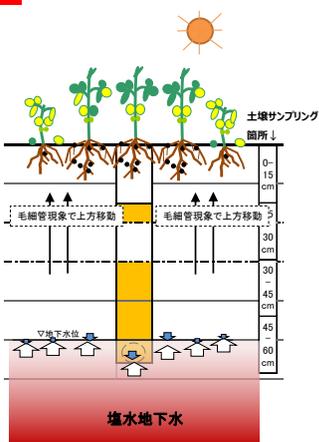
農業排水・雨量少ない

定川の上流からの流量少
海からの影響変わらない

河川の塩分濃度上昇

地下水の塩分濃度上昇

土壌乾燥



ほ場内の地下水位が低下し、

塩水を含んだ地下水の上昇、侵入→暗渠管から流出
上方からの水の供給が無い場合田面下50cm以深の
高塩水地下水が上昇する

成果 塩害抑制

- ・ 給水強度を大きくし、水閘を開放して地下灌漑を行うことで、高塩水地下水の排除も可能。
- ・ しかし、本地域では田面下50cm以深に存在する高塩水地下水により、土壌ECや塩素イオンは生育目安値まで低下せず、生育ムラの改善や安定収量の確保には至らなかった。



- ・ 転換畑大豆を実施するには、高塩水地下水侵入を軽減する根本的な塩害対策（営農レベルを超えて）を実施し、塩害リスクを低減させることが重要。
- ・ 生産者へ説明会を実施し、研究結果への合意が得られ、今後は塩害に強い作物を栽培する方針とした（R1は水稻作付）。

研究の背景・目的

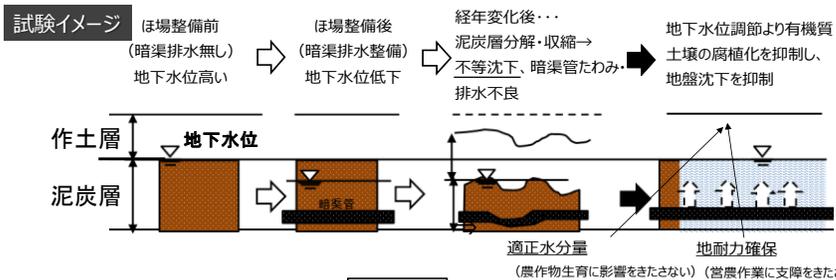
3) 有機質土壌水田における地盤沈下の抑制効果 (H30~R2)

泥炭等の有機性土壌地帯の乾田化による地盤沈下, 不等沈下の発生

- ・ 地下水位制御による有機物分解特性の把握
- ・ 地下灌漑を活用した不等沈下抑制効果確認

試験内容 地盤沈下

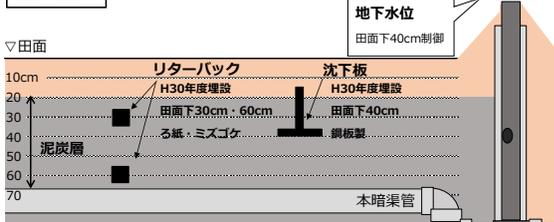
実施場所：登米市米山町 泥炭土壌 (H30大豆, R1大豆, R2水稻)
方法：地下灌漑 (FOEAS) 及び地下水位調節 (田面下40cm)



調査項目

- ・ 地盤沈下調査：
沈下板による沈下程度,
平均田面標高
- ・ 有機物分解調査：
リターバック質量残存率

埋設断面図



結果① 単年度分解状況

2018年度試験 作付け期間中の管理、栽培後は翌年作付けまで地域慣行(水閘解放)

試験区①：地下灌漑+地下水位調節(田面下40cm)

試験区②：地下水位調節(田面下40cm)のみ

対照区：地下灌漑なし・地下水位調節なし・常時水閘開放

結果

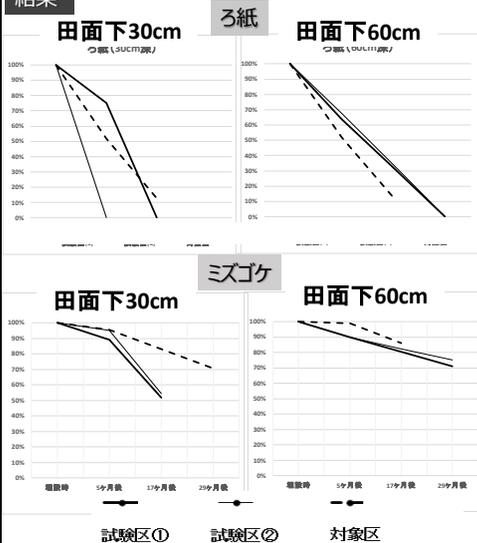


図 5ヶ月後に回収したリターバック(ろ紙)

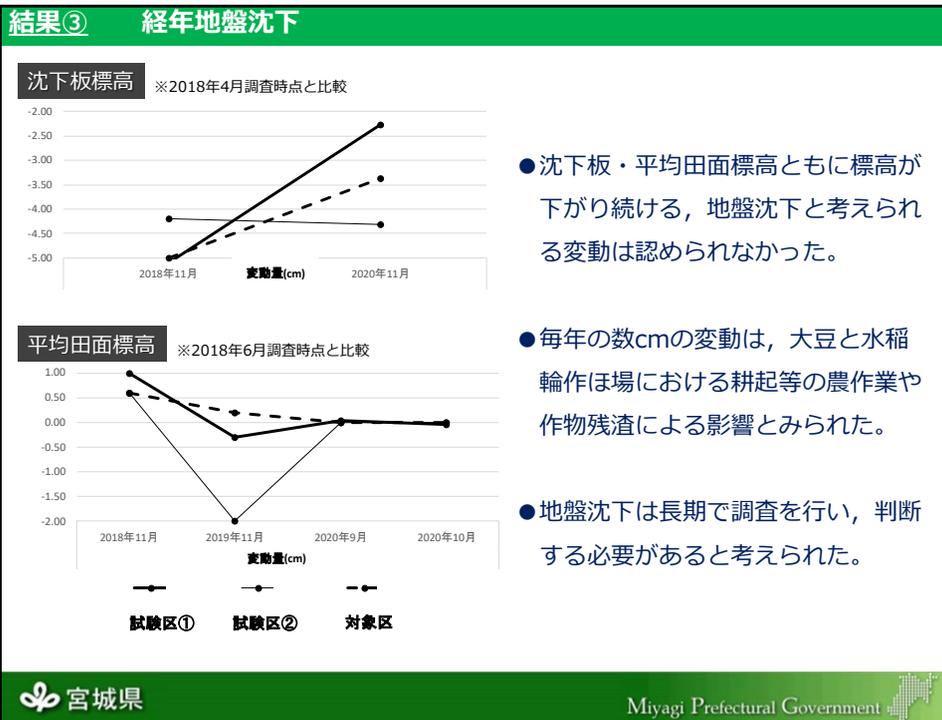
結果② 経年分解状況

5ヶ月後・17ヶ月後・29ヶ月後にリターバックを回収し残存率を調査した。

結果



- ろ紙, ミスゴケ共に田面下60cmにおける残存率が高かった。
- 田面下60cmの地温が低く推移したことで(データ省略), 微生物による分解を抑制したと考えられた。
- 地下水位を田面下40cmとすると作物生育や営農作業に支障無かった。
- 作物(大豆・水稻)の違いによる分解速度の差は見られなかった。



成果 地盤沈下

- ・ 3年間で地盤沈下と考えられる標高の変動は見られなかった。
- ・ 微生物による分解は，平均地温が低い地点，体積含水率の高い地点で抑制される傾向が見られた。
- ・ 地下灌漑を行う事で体積含水率を上げ，有機物の分解を抑制した。また，地下灌漑時は地下水位は田面下40cmに制御することで，作物生育や営農作業に支障が無かった。

- ・ 有機物分解特性の把握と地盤沈下の状況について，長期的な継続調査を進める。

宮城県
Miyagi Prefectural Government

成果のまとめ

- ・ 給水強度を大きくし水閘を開放して地下灌漑を行うことで、高塩水地下水の排除が可能であった。しかし、田面下50cm以深に高塩水地下水が存在する場合で転換畑大豆を作付けするには、高塩水地下水の侵入を軽減する根本的な塩害対策が必要であった。このため、生産者へ説明会を実施し、今後は大豆以外の塩害に強い作物を栽培する合意を得た。
- ・ 3年間と短期間では地盤沈下に伴う標高の変動は認められない。
- ・ 有機物分解速度は、平均地温が低いか体積含水率の高い地点で遅い傾向で、地下灌漑を行う事で体積含水率を上げ分解抑制できた。
- ・ 地下水位を田面下40cmに制御することで、生育や営農作業に影響なく地下灌漑が可能であったが、有機物分解特性の把握と地盤沈下の状況については長期的な調査を継続する必要がある。

機関内部評価

1) 津波被災水田における転換畑大豆の塩害抑制 (H28,29)

- ・ 目標の達成：地下灌漑による地下水の淡水層形成だけでは塩害を制御できなかった。
- ・ 研究成果：地下灌漑と水閘解放を同時に行うことで除塩効果を確認。
- ・ 地域への貢献・波及効果：営農努力の前に地下水位等の高塩水の流入状況を調査し、根本的な対策の必要性を検討すべき。

3) 有機質土壌の地盤沈下抑制 (H30~R2)

- ・ 目標の達成：地下灌漑により有機物は分解抑制された。地下水位制御（田面下40cm）で作物の生育や営農作業に支障はない。
- ・ 研究成果：地下灌漑には乾田化を抑え、有機物分解を抑制する効果があると考えられた。
- ・ 地域への貢献・波及効果：地下灌漑と地下水位制御（田面下40cm）の実施により、生育や営農に支障なく、有機物（もみ殻疎水材等含む）の分解を遅らせる効果が期待できる。

- | | |
|----------------|-----------|
| ・ 目標の達成度 | C：やや不十分 |
| ・ 研究成果 | C：やや低い |
| ・ 地域への貢献度・波及効果 | B：概ね期待できる |

令和3年度第1回農業関係試験研究機関評価部会

病害診断における遺伝子解析技術の開発と活用

研究期間：平成30年度～令和4年度（5年間）

農業・園芸総合研究所
園芸環境部
遺伝子工学チーム

園芸作物病害の動向

目的・背景

- ①国内で発生が見られなかった病害虫の発生
→ 速やかな診断技術と防除対策の整備。
- ②温暖化により病害虫の発生が北進化
→ これまで西南暖地等で見られた病害虫が関東、東北まで拡大。
- ③産地化による病害虫の被害拡大
→ 産地育成の結果、単一品目の栽培が続くことや、温暖化により病害虫の発生が増加。



- ◎被害を最小限にするための的確な病害診断法の確立
- ◎病原菌及び被害程度の速やかな把握と防除技術の確立



試験研究の内容（研究細目課題）

1 遺伝子診断技術の最適化

1) ウイルスの遺伝子診断の最適化

（持込診断依頼への対応と診断技術の開発・普及）

2 絶対寄生菌およびウイルス病等被害軽減対策の防除効果

1) アブラナ科野菜根こぶ病菌

（遺伝子診断による菌密度測定を活用し、菌密度低減手法について検討）

2) ウリ科野菜ウイルス病

（特にカボチャのモザイク病について、ウイルス種類の同定と被害抑制対策の検討）

1-1) ウイルスの診断技術(3つの手法による同定法)

一次診断

PCR法

利点 高感度
DNA・RNA検出

欠点 偽陽性有



サーマルサイクラー装置

抗体（試験紙, イライザ法）

簡便・迅速（数分から）
外被タンパク・RNA検出※

低感度



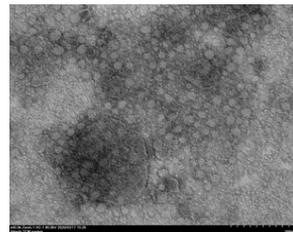
イムノストリップ試験紙
※普及に移す技術第94,95号

二次診断

電子顕微鏡観察

偽陽性無

低感度（視野狭）



CMV(キュウリモザイクウイルス)粒子

1-1) ウイルスの遺伝子診断 各普及センターからの持込(3年間)

作物名	2018	2019	2020	クモウイルス属トスネウイルス属	ネイウイルス属	他属ウイルス	ウイロト'
作物							
オオムギ	1					BaYMV	
野菜							
キュウリ	2	2	2		WMV, ZYMV	BPYV	
セリ	1	2			KoMV		
ソラマメ	4	4	2		BYMV, CIYVV	BBNV, BBWV, MDV	
ツルムラサキ			1	CMV			
トマト	3	1	2	CMV	CSNV, TSWV		
花き							
カーネーション		1		CMV		CarMV	
キク	2	3	1		CSNV, TSWV	TAV	CChMVd, CSVd
キンギョソウ			1	CMV			
シクラメン		1			INSV		
スターチス		1		CMV		Poty	
トルコギキョウ		1	1	CMV	IYSV		
フリージア		1		CMV		Poty	
ユリ	5	2		CMV		Poty	LSV
合計 (A)	18	19	10				
持込件数 (B)	28	25	19				
同定率A/B	64%	76%	53%	(平均64%)			

診断結果は、結果を伝えるとともに対策方法などを回答。発生実態の把握に活用
 今後の目標同定率70%: 普及に移す技術, 特殊法等で発生状況と対策を周知

1-1) ウイルスの遺伝子診断

調査事例

1. CSNV(キク茎えそウイルス)によるトマト茎えそ病

- 令和2年10月に施設トマトで県内初発生(17都道府県目)
- 平成22年にキク, 23年にトルコギキョウから検出(PCR法)
- 発生時には病害虫防除所特殊報により注意喚起。
- 主たる媒介虫ミカンキイロアザミウマの薬剤防除徹底と感染株の除去について情報提供



写真) ウイルス粒子, 症状, 媒介虫

2. CMV(キュウリモザイクウイルス)とKoMV(コンニャクモザイクウイルス)によるセリモザイク病

- セリでの発生が見られ, 重複感染もある
- 平成22年にCMV, 23年にKoMVを県内初同定(PCR法)
- 媒介虫のアブラムシ薬剤防除
- 新品種「Re14-4」のウイルスフリー株による親株の更新
- イムノストリップ試験紙を利用した早期発見と感染株除去 (普及に移す技術96号)



写真) 種田と感染症状, ひも状のKoMVウイルス

1-1) ウイルスの遺伝子診断

R3年度以降の予定

・ 持ち込み診断への対応及び発生実態調査

今後も普及センターからの持ち込み診断依頼に対応し、発生実態を調査

・ 県内未発生ウイルス等の診断技術の整備

トマト黄化葉巻ウイルス(TYLCV:タバコナジラミ媒介), メロン黄化えそウイルス(MYSV:ミナミキイロアザミウマ媒介), ウリ類退緑黄化ウイルス(CCYV:タバコナジラミ媒介)等の他, 県外での新たなウイルス病の発生状況等を勘案し, 温暖化により北進している難防除害虫が媒介するウイルス病に対する診断技術に対応する(上記3種はすでに整備済み)。

発生が多いウイルス等については簡易診断キット等の活用。

・ 診断技術の普及

過去のウイルス病の発生状況や, イムノストリップ試験紙の使い方, 目視での病害診断のポイントなど, 主催研修等を通じて普及センター職員等指導機関に対して講習会を実施する。

2-1) アブラナ科野菜根こぶ病

アブラナ科野菜根こぶ病

病原菌: *Plasmodiophora brassicae*

絶対寄生菌で, 土壤中に休眠孢子として長期間生存。

⇒絶対寄生菌であることから培養ができないため発病要因の解明が難しい。

キャベツ, ハクサイ等のアブラナ科野菜の連作や排水不良地で, 被害の増加が顕著。

⇒発病が常態化すると大きな被害となる。連作ほ場では作付け数年で発病が見られるケースもあり, 発生程度により適切な防除が必要。

防除対策例と問題点

・薬剤防除, 酸性土壤の改良→発生程度により効果が不安定

・アブラナ科以外の野菜の輪作, おとり大根の利用 →1作発病するケースもある。



防除が難しくなっている背景として, 根こぶ病菌が年々土壤に蓄積している可能性が考えられる。

菌密度を迅速, 高感度で検出できれば, 発病リスクを知ることや, 防除対策手法の開発への応用が期待できる。

2-2) カボチャモザイク病

現地発生状況調査

表1 栗原地域(2ほ場)における時期別カボチャモザイク病発病程度 H30-R2

	8月22日	9月8日	9月26日	10月16日
発病度	5.3	9.6	63.0	85.0
発病株率	4.2	14.4	80.0	100.0

発病株率は発病指数3（明瞭なモザイク・萎凋）以上を発病とした

表2 栗原地域におけるカボチャモザイク病のウイルス種調査(%) H30-R2

	8月22日	9月8日	9月26日	10月16日
CMV	90.0	18.2	0.0	0.0
WMV	10.0	0.0	50.0	61.1
ZYMV	80.0	90.9	100.0	100.0

重複感染株を含む

- ・現地(栗原地域:抑制)でのモザイク病は8月から発生が見られ、徐々に感染が拡大していく
- ・モザイク病の主要因はZYMVで、WMVの重複感染も多い(ほ場内で2次、3次感染している可能性が高い)。
- ・CMVは8~9月中旬頃まで飛び込み感染があるが蔓延はしない。
→主な対策はZYMVとWMVについて行う必要があると考えられる。

2-2) カボチャモザイク病

弱毒ウイルスの防除効果

表3 弱毒接種苗の無接種区との比較 R1-R2

試験区 (品種：ダークホース，8月定植)	葉のモザイク症状			果実奇形	
	発病率	発病度	防除価	発病率	防除価
無接種区	60.0	45.3		20.0	
WMV弱毒接種区	13.3	22.7	77.8	0	100
無接種区	28.6	20.0		14.3	
ZYMV弱毒接種区	0	22.7	100	0	100
無接種区	44.0	30.0		27.8	
WMV・ZYMV弱毒混合接種区	0	12.2	100	0	100

※発病率は、発病指数3以上を発病として算出

弱毒ウイルス接種で強毒ウイルスによるウイルス病が防除可能

◇R3年度以降の予定

- 1 現地栽培方法に合わせた弱毒ウイルスの利用方法の検討
- 2 発病時期と収量についての検討
- 3 ZYMVに対しては「キュービオZY-02」の農業登録拡大で「カボチャ」追加の打診があり現地試験の対応を予定(県内生産者でメーカーによる現地試験を実施)

○現地へ弱毒ウイルスが導入されることでウイルス病の軽減が図られ、増収が期待される。