

## 試験研究成果普及情報

部門	病害虫	対象	普及
課題名：炭酸ガス施用下の長期多段どりトマト栽培における湿度制御による好湿性病害の抑制			
<p>[要約] 長期多段どりトマト栽培で行う細霧加湿により、灰色かび病等の好湿性病害の発生が多くなる。複合環境制御装置による結露値制御等、夜間の湿度を下げる管理を行うことで病害を抑制できる。また、予防剤を中心に効果の高い薬剤を 300L/10a 程度、十分量を散布することが重要である。</p>			
キーワード トマト、長期多段どり栽培、湿度制御、結露値、灰色かび病			
実施機関名	主 査	農林総合研究センター	病理昆虫研究室
	協力機関	農林総合研究センター	野菜研究室、土壌環境研究室、長生農業事務所、海匠農業事務所、千葉大学、(公社)千葉県園芸協会、鈴木電子(株)
実施期間	2017年度～2020年度		

### [目的及び背景]

近年、施設トマト生産者の所得が減少しており、高生産・高収益性なトマト栽培手法が求められている。炭酸ガス施用によりトマトが10%程度増収できることは従来から知られていたが、近年では炭酸ガスの施用と温湿度管理を組み合わせることで、国内品種においても大幅な増収が認められた事例も報告されている。そこで、炭酸ガス施用化のトマト長期多段どり栽培に伴い発生する好湿性病害の発生要因の解明を行うとともに、好湿性病害防除の効果がある結露センサー付き複合環境制御装置（まもるんサリー：鈴木電子(株)）による環境制御を用いることにより、好湿性病害の発生を軽減し最大収量を上げるための湿度管理や薬剤防除を含めた防除技術を確立する。

### [成果内容]

- 1 長期多段どりトマト栽培において、細霧加湿を実施したハウスでは、細霧加湿を行わず温度を中心とした管理を行う慣行ハウスに比べて、値が大きいほど結露していることを示す「結露値」が夜間に高くなることで（図1）、同様の防除を行った場合（表2）、好湿性の灰色かび病の発生が多くなる傾向にある（表1）。
- 2 細霧加湿に複合環境制御装置による結露値制御を組み合わせ、夜間のハウス内の結露値の上昇を抑えることで（図2）、同様の防除を行った場合（表3）、温度を中心とした慣行管理のハウスに比べて灰色かび病（表4）及び疫病（表5）の発生を抑制できる。
- 3 主要な灰色かび病の防除剤について薬剤検定を行ったところ、イプロジオン(商品名(以下同)：ロブラール)、アズキシストロビン(アミスター)、ピラジフルミド(パ

リード)、及びピリベンカルブ(ファンタジスタ)で効果が低下している。ボスカリド(カンタス)及びメパニビリム(フルピカ)でもやや効果の低下がみられる(表6)。

- 4 8月定植の灰色かび病が多発した現地圃場において、12月以降、日連続結露時間が5時間以下にすることを目標に結露値制御を行うとともに(図3)、効果の確認された予防剤を中心とした薬剤ローテーションを組み(表7)、300L/10aの薬剤散布量を確保することで、灰色かび病の発生を抑制できる(図4)。

#### [留意事項]

- 1 結露値とは「まもるんサリー」の結露センサー固有の値(0~1,000)で、値が大きいほど結露していることを示す。トマトでは120で葉の結露が観測される。
- 2 高軒高ハウスは慣行の軒高ハウスに比べ結露値が低くなるため、好湿性病害が発生しにくい環境である。

#### [普及対象地域]

県内全域のトマト栽培者

#### [行政上の措置]

#### [普及状況]

結露センサー付き複合環境制御装置「まもるんサリー」はキュウリ、ミニトマト、サンチュを中心に県内で約20台普及している。

#### [成果の概要]

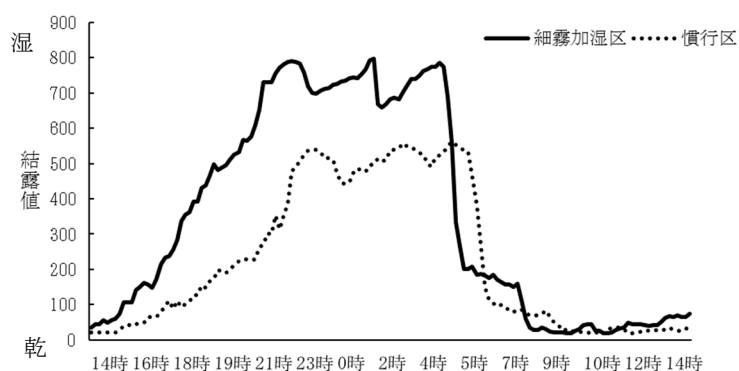


図1 細霧加湿又は慣行管理を行った施設における1日の結露値の変化(場内試験、平成30年3月21~22日)

- 注1) 結露値は、複合環境制御装置「まもるんサリー」の結露センサーの値で、数値が大きいほど結露しやすい環境であることを示す
- 2) 細霧加湿区：ハウス内の飽差が $6\text{ g/m}^3$ になるよう細霧装置で制御した  
慣行区：細霧装置による細霧加湿を行わず、温度を中心とした現地慣行の管理を実施した

表1 細霧加湿又は慣行管理を行った施設におけるトマト灰色かび病の発病葉率の推移  
(場内試験、平成29～30年)

【平成29年10月～平成30年2月】

試験区	10月10日	10月30日	11月12日	12月3日	12月24日	1月12日	1月23日	2月8日	2月23日
慣行区	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0
細霧加湿区	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	1.1	1.1	0.0	1.1

【平成30年3月～平成30年7月】

試験区	3月8日	3月21日	4月6日	4月24日	5月6日	5月20日	6月6日	6月21日	7月10日
慣行区	0.0	1.1	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
細霧加湿区	0.6	6.1	7.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

- 注1) 細霧加湿区：ハウス内の飽差が6 g/m<sup>3</sup>になるよう細霧装置で制御した  
 慣行区：細霧装置による細霧加湿を行わず、温度を中心とした現地慣行の管理を実施した
- 2) 供試品種：「麗容」、試験規模：150 m<sup>2</sup>、ロックウールスラブ栽培、1区1スラブ(6株)の3反復、定植：平成29年8月20日。栽植密度：畝間180 cm、スラブ間隔135 cm、スラブ数411個/10a。温度管理：高温期はクールホワイト420SW(遮光率25%)で遮光した。換気温度は高温期25℃、低温期28℃、暖房機設定温度13℃
- 3) 両ハウスともスラブ当たり全株(6株)を、最上位の展開葉から10枚程度の葉についてトマト灰色かび病の発病葉数を調査した。発病葉率：発病葉数/全調査葉数×100
- 4) 薬剤散布履歴は表2参照

表2 場内加湿試験における慣行区、細霧加湿区の  
薬剤散布履歴(平成29～30年)

薬剤散布日	薬剤名
平成29年8月20日	インプレッション水和剤
9月13日	インプレッション水和剤
9月28日	アフェットフロアブル
10月10日	ベルコートフロアブル
10月25日	ダコニール1000
11月12日	ゲッター水和剤
11月21日	セイビアーフロアブル20
12月14日	ゲッター水和剤
平成30年1月18日	セイビアーフロアブル20
2月14日	フルピカフロアブル
3月13日	ダコニール1000

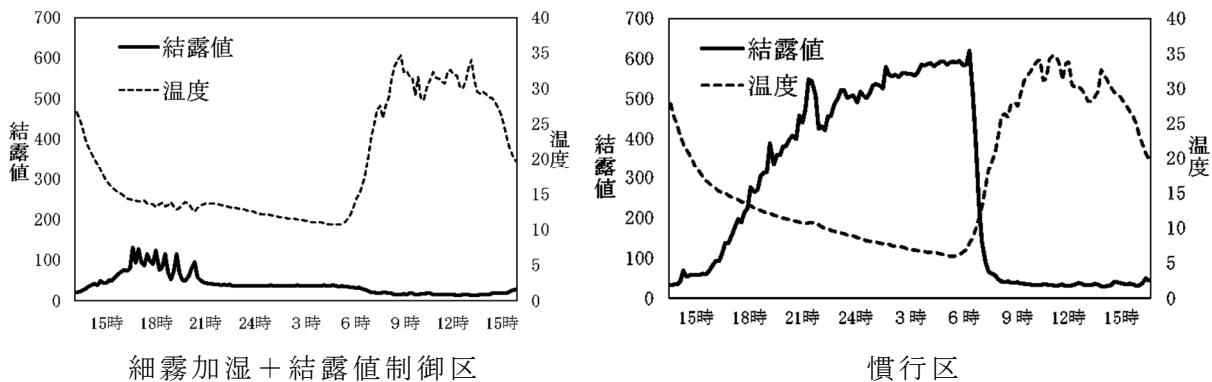


図2 異なる環境制御法が飽差及び結露値に及ぼす影響  
(令和元年11月4～5日、場内試験)

注) 細霧加湿+結露値制御区：細霧冷房装置（(株) いけうち製 セミドライフォグ®微霧冷房加湿システム CoolBIM® 及び(株) ニッポー製飽差+）を用いて、8:00～15:00の間、飽差6g/m<sup>3</sup>で制御する。細霧加湿は、飽差6g/m<sup>3</sup>を超えた場合に、30秒噴霧5秒休止を繰り返すよう設定し、定植時より制御を開始した。同時に「まもるんサリー」を用いて、夜間「結露値80を超えた場合に暖房10分送風10分、15℃以上でカーテン15cm開ける」の設定で暖房機及びカーテン開閉機を稼働させて除湿を行った。「まもるんサリー」による除湿は10月23日より行った  
慣行区：細霧装置による細霧加湿を行わず、温度を中心とした現地慣行の管理を実施した

表3 結露値制御試験における薬剤散布履歴（令和元年度）

月日	殺虫剤	殺菌剤	月日	農薬名	殺菌剤
令和元年8月21日	ブリロッソ粒剤		12月3日	ムシラップ	ゾーベックエニケード
9月3日	ムシラップ	ダコニール1000	12月10日	ブリザード水和剤 ムシラップ	
9月13日		トリフミン水和剤 粘着くん液剤	12月18日	ライメイフロアブル ムシラップ	
9月19日	ムシラップ	カリグリーン	12月26日	ムシラップ	フォリオゴールド
10月1日	ムシラップ	カリグリーン	令和2年1月7日	ムシラップ	ダコニール1000
10月9日	アフーム乳剤	トリフミン水和剤	1月16日	ムシラップ	フォリオゴールド
10月17日	モスピラン顆粒水溶剤	カリグリーン	1月23日	ムシラップ	フォリオゴールド
10月21日	コロマイト乳剤	カリグリーン	1月29日	ムシラップ	カスミンボルドー ザンプロDM
10月28日	グレーシア乳剤 スカッシュ ファインセーブ	バルコートフロアブル	1月31日	スカッシュ ムシラップ	セイビアーフロアブル20
11月6日	カリグリーン スカッシュ		2月6日		カスミンボルドー ダコニール1000
11月13日	ウララDF スカッシュ	トリフミン水和剤	2月13日	ムシラップ	セイビアーフロアブル20
11月15日	ランマンフロアブル ニーズ		2月19日	ムシラップ	ポリオキシナル
11月25日	ランマンフロアブル ムシラップ		2月20日	スカッシュ	ゾーベックエニケール
11月28日	ムシラップ	フォリオゴールド	2月26日	ムシラップ	カスミンボルドー ダコニール1000
			3月5日	ムシラップ	フルピカフロアブル

表4 異なる環境制御下におけるトマト灰色かび病の発病葉率の推移

【令和元年10月～令和2年2月】

	10月7日	10月25日	11月13日	11月29日	12月10日	12月28日	1月9日	1月27日	2月10日	2月24日
細霧加湿＋結露値制御区	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
慣行区	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	1.7	0.0	0.0

【令和2年3月～令和2年7月】

	3月9日	3月20日	4月8日	4月20日	5月11日	5月25日	6月2日	6月14日	6月29日	7月17日	7月28日
細霧加湿＋結露値制御区	0.6	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	1.1	0.0	0.0	1.1	0.0
慣行区	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	0.6

- 注1) 細霧加湿＋結露値制御区：細霧冷房装置（(株)いけうち製 セミドライフォグ®微霧冷房加湿システム CoolBIM® 及び(株)ニッポー製 飽差+）を用いて、8:00～15:00の間、飽差6g/m<sup>3</sup>で制御する。細霧加湿は、飽差6g/m<sup>3</sup>を超えた場合に、30秒噴霧5秒休止を繰り返すよう設定し、定植時より制御を開始した。同時に、「まもるんサリー」を用いて、夜間「結露値80を超えた場合に暖房10分送風10分、15℃以上でカーテン15cm開ける」の設定で暖房機及びカーテン開閉機を稼働させて除湿を行った。「まもるんサリー」による除湿は10月23日より行った  
 慣行区：細霧装置による細霧加湿を行わず、温度を中心とした現地慣行の管理を実施した
- 2) 試験規模：150m<sup>2</sup> ロックウールスラブ栽培 1区1スラブ（6株）の3反復  
 供試品種：穂木：「麗容」、台木：「グリーンフォース」  
 定植：令和元年8月29日  
 温度管理：高温期は、クールホワイト420SW(遮光率25%)で遮光した  
 換気温度は高温期25℃、低温期28℃設定、加温は13℃設定とした  
 薬剤散布履歴は表3参照
- 3) 両区ともスラブ当たり全株（6株）の最上位の展開葉から10枚程度の葉についてトマト灰色かび病の発生葉数を調査した 発病葉率：発病葉数/全調査葉数×100

表5 異なる環境制御下におけるトマト疫病の発生

試験区	発病株率 (%)
慣行区	27.8
細霧加湿＋結露値制御区	0.0

- 注1) 細霧加湿＋結露値制御区：細霧冷房装置（(株)いけうち製 セミドライフォグ®微霧冷房加湿システム CoolBIM® 及び(株)ニッポー製 飽差+）を用いて、8:00～15:00の間、飽差6g/m<sup>3</sup>で制御する。細霧加湿は、飽差6g/m<sup>3</sup>を超えた場合に、30秒噴霧5秒休止を繰り返すよう設定し、定植時より制御を開始した。同時に、「まもるんサリー」を用いて、夜間「結露値80を超えた場合に暖房10分送風10分、15℃以上でカーテン15cm開ける」の設定で暖房機及びカーテン開閉機を稼働させて除湿を行った。「まもるんサリー」による除湿は10月23日より行った  
 慣行区：細霧装置による細霧加湿を行わず、温度を中心とした現地慣行の管理を実施した
- 2) 試験規模：150m<sup>2</sup> ロックウールスラブ栽培 1区1スラブ（6株）の3反復  
 供試品種：穂木：「麗容」、台木：「グリーンフォース」  
 定植：令和元年8月29日  
 温度管理：高温期は、クールホワイト420SW(遮光率25%)で遮光した  
 換気温度は高温期25℃、低温期28℃設定、加温は13℃設定とした  
 薬剤散布履歴は表3参照
- 3) 11月29日に両区ともスラブ当たり全株（6株）について発病株数を調査した  
 発病株率：発病株数/全調査株数×100

表6 灰色かび病菌に対する各種薬剤の防除効果

No.	作用機構 コード	薬剤名	成分名	稀釈倍率	防除価		
					1回目	2回目	3回目
1	2	ロブラール水和剤	イプロジオン	1,000	-	66.9	-
2	7	アフエットフロアブル	ベンチオピラド	2,000	93.5	-	-
3	7	カンタスドライフロアブル	ポスカリド	1,000	-	100.0	50.5
4	7	パレード20フロアブル	ピラジフルミド	2,000	-	-	46.6
5	9	フルピカフロアブル	メパニピリム	2,000	89.3	-	-
6	10+1	ゲッター水和剤	ジエトフェンカルブ・ プロシミドン	1,000	100.0	98.8	90.4
7	11	アミスター20フロアブル	アゾキシストロビン	2,000	39.3	-	-
8	11	ファンタジスタ顆粒水和剤	ピリベンカルブ	2,000	73.8	-	-
9	12	セイビアーフロアブル20	フルジオキシニル	1,000	100.0	-	-
10	17	ピクシオドライフロアブル	フェンピラザミン	2,000	100.0	-	-
11	19	ポリオキシシンAL水溶剤	ポリオキシシン	5,000	-	100.0	92.2
12	M5	ダコニール1000	TPN	1,000	-	100.0	69.8
13	M7	ベルコートフロアブル	イミノクタジン アルベシル酸塩	3,000	-	100.0	86.7

注1) 令和2年に長生地域の現地圃場から採取した分離菌を供試し、キュウリ子葉法（田中ら、1987）による生物検定を実施した。第1回検定は2菌株、第2回検定は7菌株、第3回検定は6菌株で実施した。いずれも薬剤なしでは発病度100、無接種の発病度は0であった

2) 防除価は以下の式で発病度から求めた

$$\text{発病度} = \Sigma (\text{発病程度別葉枚数} \times \text{指数}) \div (\text{調査葉枚数} \times 4) \times 100$$

指数0：病斑なし、指数1：接種周辺が黄変、指数2：病斑長径1cm以下、

指数3：病斑長径1cm以上、指数4：全体が腐敗し、胞子形成

$$\text{防除価} = 100 - (\text{薬剤処理区の発病度} \div \text{薬剤なし区の発病度}) \times 100$$

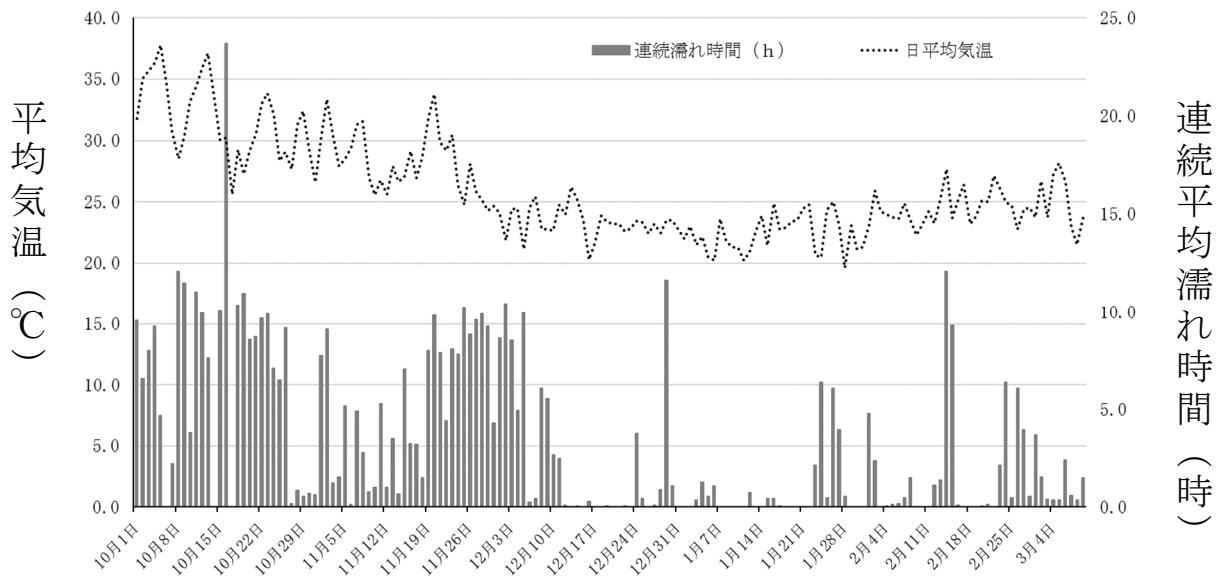


図3 現地実証試験における連続結露時間の推移

注) 結露値は「まもるんサリー」で測定し、120以上を連続濡れ時間として算出した

表7 薬剤散布履歴

月日	殺虫剤	殺菌剤	月日	殺虫剤	殺菌剤
令和2年8月25日	ムシラップ ディアナSC	ベルコートフロアブル	令和3年1月6日	ムシラップ コルト顆粒水和剤	ポリオキシシAL水溶剤
9月2日	ムシラップ		1月16日	ムシラップ ウララDF	
9月20日	ムシラップ コルト顆粒水和剤		1月29日	ムシラップ	セイビアーフロアブル20
10月6日	ムシラップ	トリフミン水和剤	2月10日	ムシラップ チェス顆粒水和剤	ポリオキシシAL水溶剤
10月21日	ムシラップ モベントフロアブル		2月23日	ムシラップ	ゲッター水和剤
11月3日	ムシラップ クリアザールフロアブル		3月6日	ムシラップ モスピラン顆粒水溶剤	ダコニール1000
11月20日	ムシラップ	ダコニール1000	3月19日	ムシラップ ウララDF	セイビアーフロアブル20
11月29日	ムシラップ スピノエース顆粒水和剤				
12月10日	ムシラップ				
12月22日	ムシラップ ディアナSC	ゲッター水和剤			

注) 令和2年12月10日までは150L/10aの薬剤散布量、令和2年12月22日以降は300L/10aの薬剤散布量で実施した

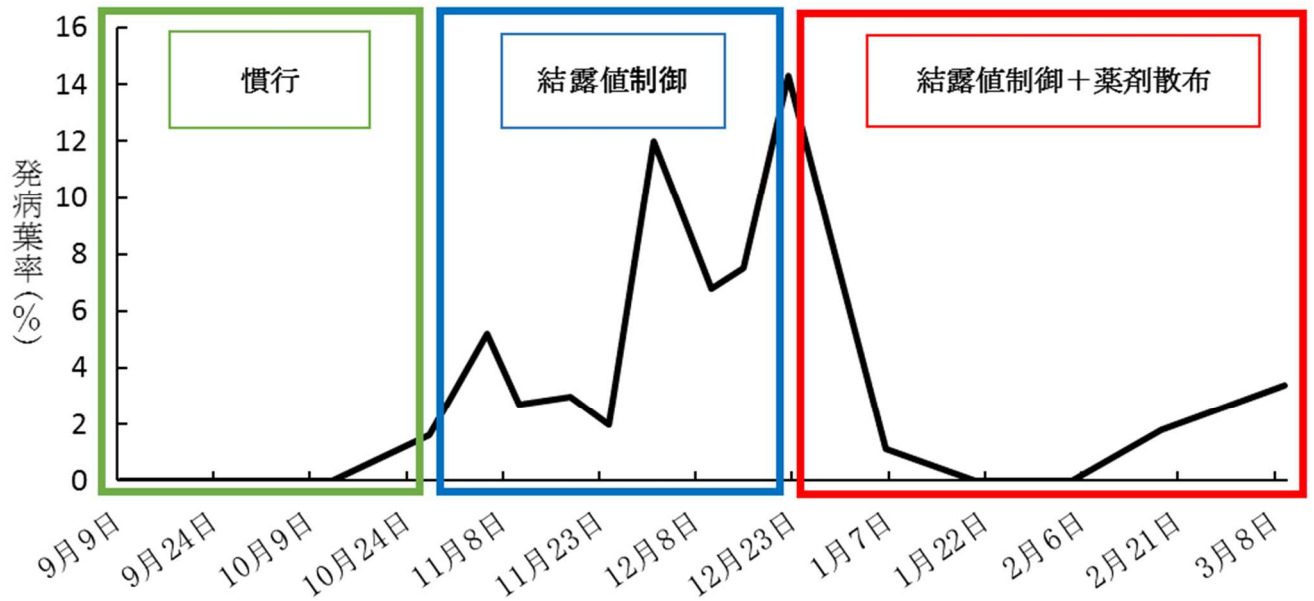


図4 現地実証試験における灰色かび病の発生推移（令和2～3年）

注1）試験規模：2,000 m<sup>2</sup>、ロックウール栽培

品種：「桃太郎ネクスト」、定植日：令和2年8月中旬

2）最上位の展開葉から10枚程度の葉を対象に、灰色かび病の発生を調査した。トマト30株、300枚以上の葉について、発病葉率を求めた

発病葉率：(発病葉数/全調査葉数) × 100

3）令和2年8月下旬～10月26日まで、慣行栽培を実施、薬剤散布量は150L/10aであった。10月27日～11月14日まで、「まもるんサリー」による「結露値100を超えた場合に重油加温機による暖房分送風5分、送風20分、15℃以上でカーテンを15cm開ける」の設定とした。11月15日以降はヒートポンプエアコンを用いて暖房し、送風した。薬剤散布量は150L/10aであった。12月15日～令和3年3月31日まで、「ヒートポンプエアコンと重油加温機を用いて、結露値80を超えた場合に暖房25分、送風20分、15℃以上でカーテンを15cm開ける」の設定とした。また、12月22日以降に薬剤散布量を300L/10aへ変更した

[発表及び関連文献]

令和3年度試験研究成果発表会（野菜Ⅱ部門）

[その他]

プロジェクト研究事業「施設トマト栽培における新しい炭酸ガス施用技術を核とした革新的増収及び安定生産技術の開発」（平成29年度～令和2年度）