

みどりの食料システム緊急対策交付金のうちグリーンな栽培体系への転換サポート事業

グリーンな栽培体系導入マニュアル

ミニトマト編



「環境にやさしい栽培技術」と「省力化に資する技術」を取り入れた「グリーンな栽培体系」に取り組んだ事例を紹介します

令和 8 年 1 月
東讃農業改良普及協議会

目 次

環境にやさしい栽培技術

〈化学農薬の使用量低減の取組み〉

- 1 コナジラミ類天敵「タバコカスミカメ」等の利用 P1
- 2 微生物農薬「ボトキラー水和剤」と自動散布機「きつつき君」の利用（灰色かび病対策） P13

省力化に資する技術

- 3 濃度制御による省力的炭酸ガス施用 P15

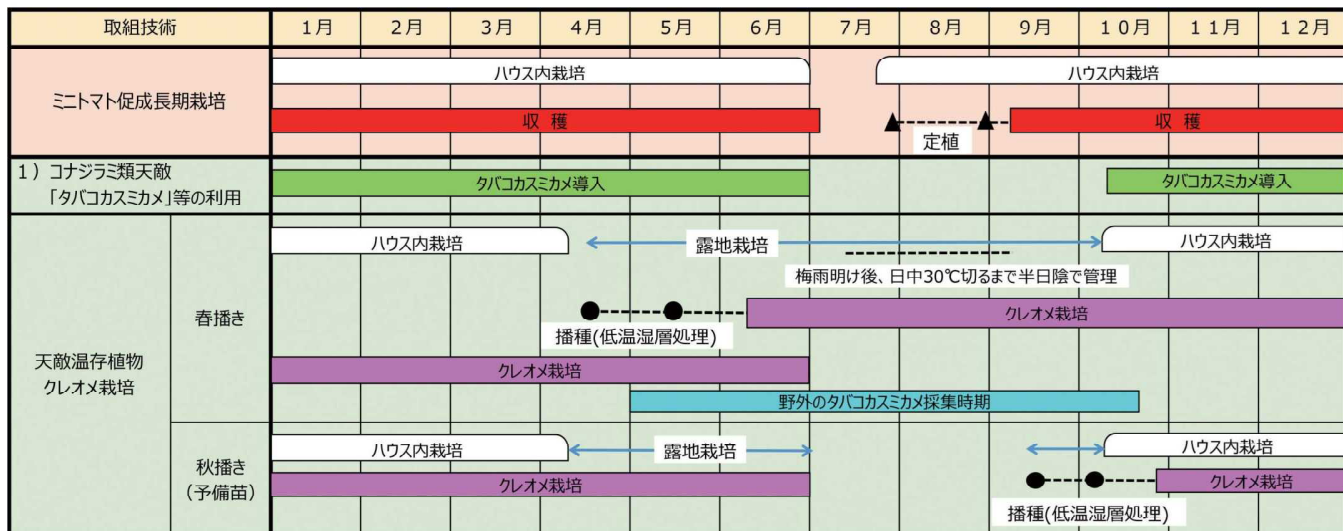
グリーンな栽培体系（今回は、促成長期栽培で実施）

取組技術	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
ミニトマト促成長期栽培	ハウス内栽培						定植	ハウス内栽培					
	収穫							収穫					
1) コナジラミ類天敵「タバコカスミカメ」等の利用	タバコカスミカメ導入							タバコカスミカメ導入					
天敵温存植物クレオメ栽培	ハウス内栽培			露地栽培						ハウス内栽培			
	春播き			梅雨明け後、日中30℃切るまで半日陰で管理						秋播き			
	播種(低温湿層処理)			クレオメ栽培						播種(低温湿層処理)			
	ハウス内栽培			野外のタバコカスミカメ採集時期						ハウス内栽培			
2) 微生物農薬「ボトキラー水和剤」と自動散布機「きつつき君」の利用	ボトキラー水和剤 防除						ボトキラー水和剤						
	暖房機			暖房機(送風のみ)						暖房機			
3) 濃度制御による省力的炭酸ガス施用	炭酸ガス濃度制御						炭酸ガス濃度制御						

環境にやさしい栽培技術

〈化学農薬の使用量低減の取組み〉

1 コナジラミ類天敵「タバコカスミカメ」等の利用



ミニトマトの重要病害である、「トマト黄化葉巻病」対策については、本病原ウイルスを媒介する「タバココナジラミ」の防除がポイントとなる。

タバココナジラミは、定植後から栽培終了までの長期に渡り防除が必要で、農家の労力負担が大きい。そこで、農薬の散布回数削減を目的に、コナジラミ類の天敵「タバコカスミカメ」を導入し、天敵による防除効果や農薬散布回数の削減について検討を行った。

タバコカスミカメとは

カメムシの一種で、野外で自然に生息している。雑食性で植物を吸汁するほか、コナジラミ類、アザミウマ類といった微小な昆虫を捕食するため、タバココナジラミの防除に利用できる。

なお、本技術は、コナジラミ類の発生を完全に抑えることは難しいため、防虫ネットの設置やトマト黄化葉巻病耐病性品種の利用などの対策と組み合わせて行うことが望ましい。



トマト黄化葉巻病の症状



成虫 体長 3 ~ 4mm



幼虫(5 齢幼虫)
体長約 4mm

タバコカスミカメの成虫・幼虫

実証内容

1) 天敵温存植物「クレオメ」の栽培

- ・タバコカスミカメを採集・維持するために天敵温存植物である「クレオメ」を栽培する。
- ・クレオメの発芽適温は20～25℃で、高温期になると発芽が悪くなり、真夏は発芽しない。

そこで、発芽率向上のため、播種前に「低温湿層処理※^{1(P12)}」による、発芽処理を行う(下記の播種を参考)。

- ・ミニトマト促成長期栽培(8月定植～翌年6月栽培終了)では、10月上中旬に天敵が定着したクレオメをハウス内に導入する。

作期のほぼ最終まで維持可能ではあるが、別途、更新用のクレオメを育成して、栽培途中で導入しても良い。

- ・その他、天敵温存植物として「ゴマ」があるが、生育期間が短いため、夏場のクレオメの発芽が悪い時期に栽培し、野外の土着天敵を集めるのに適している。ただし、ゴマに発生する病害虫に注意が必要。



天敵温存植物「クレオメ」

●播種（「低温湿層処理」）

- ・春播き・秋播きとも「低温湿層処理」をする。春播きは、タバコカスミカメ採集用、秋播きは、ハウス内導入用と更新用として栽培する。

- ① 種子がすり抜けないように、ネット、ティッシュ等に包んで、水道水を入れたコップに一昼夜浸漬する(常温で可)。



種子を一昼夜、水に浸漬

②水分を軽く切って(ティッシュ等ごと絞る)、ビニール袋に入れて、冷蔵庫に3日間入れる。



ティッシュごと絞る
(水を切る)



ビニール袋に入れる



家庭用冷蔵庫(10℃程度)で
3日間保存

③育苗トレイ、9cm ポットなどに播種する。
各容器に深さ5mm程度の播種穴を爪楊枝等で開けて播種する。
播種穴に1粒ずつ播種して、指で穴をふさぐ。



<参考> 9月中旬の「低温湿層処理試験」



播種7日後の様子

低温湿層処理：R7年9月19～21日
播種：9月22日
発芽調査：9月29日

写真上：低温湿層処理
発芽率：50.8%(発芽65本/128穴)

写真下：無処理
発芽率：0.8%(発芽1本/128穴)

●育苗～定植



例) 育苗トレイに播種
 育苗トレイに播種し、本葉
 2枚程度に育った頃、根を傷
 めないようにスプーンやヘラ
 ですくって6cm又は9cm
 ポットへ移植する。



40日苗(4月29日播種)



大型プランター(縦31cm×幅65cm×高さ31cm)
 に3本ずつ定植する

- ・開花後、約40日程度で莢ができて種子が採れるようになる。
 (種子は更新用苗や来年栽培用で利用する。)
- ・真夏までは、落下した種子から発芽し、実生苗ができる場合があるので、育苗ポット等に取り、更新苗として利用すると良い。



莢と種子(約1mm)



こぼれ種由来の実生苗

●肥培・かん水管理

- ・クレオメの生育や樹勢が落ちないように、肥培管理をする。
- ・化成肥料や養液（養液栽培の場合）を時々適量与える。
- ・梅雨明け後は、半日陰で管理する。
- ・かん水を怠ると萎れ易いので注意する。

（ 萎れると寄生したタバコカスミカメが逃げる
ので管理に注意する。 ）



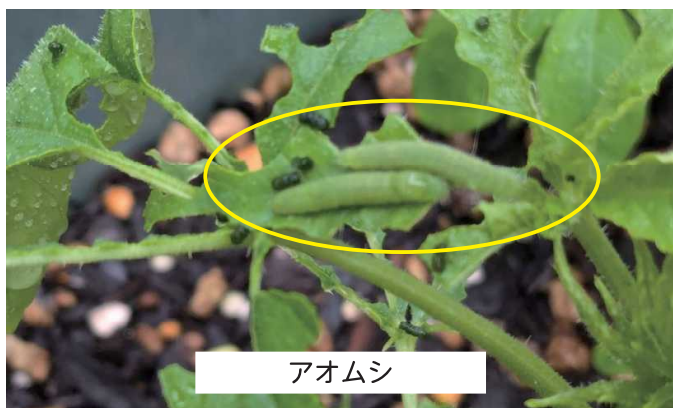
夏場高温期の萎れ

●病害虫

下記病害虫の発生に注意する。

【害虫】

タバコカスミカメを採集するのに野外に設置するため、アオムシ、バッタ、フキノメイガの被害がある。この他、ナガメ（カメムシ類）も棲み付くが、大きな被害はないものの注意しておく。



アオムシ



フキノメイガ幼虫の侵入穴



バッタ類



ナガメ（カメムシ類）



ナガメが大量発生した状況

ナガメが、大量発生する場合もあるので、多発傾向にある場合は、早めに防除する。防除時は、天敵への影響を考慮して行う。

【病気】

9月下旬以降、うどんこ病が発生したが、トマト類と宿主が異なるため問題はなかった。

但し、うどんこ病がクレオメに発生する時期（秋と春）と、ミニトマトの発生時期は同じなので、天敵に影響の少ない農薬^{※2 (P12)}を、ミニトマトとクレオメの両方に散布すると良い。



うどんこ病

●タバコカスミカメの採集

タバコカスミカメは、土着天敵であるが、周辺環境によって、クレオメへの集まり方は異なるので注意が必要である。周りに里山や田畑があるような地域が天敵を集めやすい。

- ・タバコカスミカメをハウスに導入する10月までに、ある程度タバコカスミカメが定着したクレオメを確保する必要がある。
- ・1プランター（3株定植）当たり、成虫を概ね10～20頭定着させ、10a当たり、10プランター＋予備プランターを数個準備する。



タバコカスミカメが定着すると食害痕の小さな穴が開く

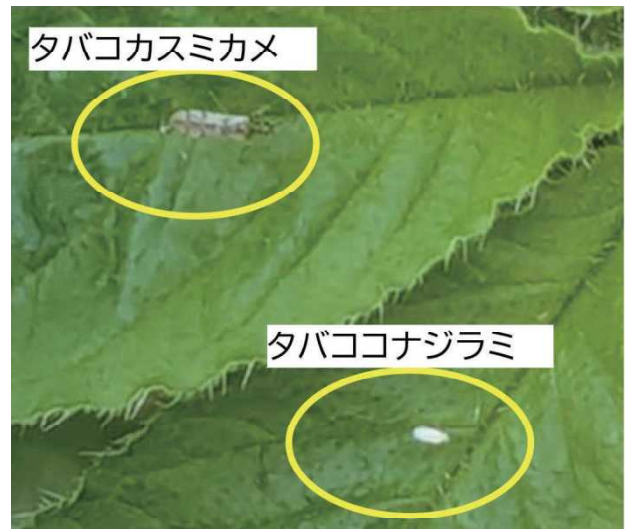


タバコカスミカメが定着したクレオメ

2) 天敵タバコカスミカメのハウス内への放飼

- ・促成長期栽培で、定植後のハウス内が高
温になると、タバコカスミカメがミニト
マトに定着しないため、ハウス内最高気
温 30℃以下になる、10 月上中旬頃にハ
ウス内に導入する。

- ・タバコカスミカメをハウス内に導入した
後は、農薬散布がしづらくなるため、タ
バコカスミカメ導入前までに、コナジラ
ミ類等の害虫防除を徹底しておく。



- ・タバコカスミカメは、積極的にコナジラミ類を捕食するとは限らないので、コナジ
ラミ類の発生には注意し、害虫が多発した場合は、天敵に影響の少ない農薬^{※2 (P12)}
散布も併用して実施する。

- ・殺虫剤を散布する際は、事前にクレオメをハウス外に出す。

ただし、冬期は、クレオメをハウス外に出すと、樹勢が弱ったり天敵も減るため、
ハウス内のクレオメに、直接農薬が掛からないようにビニール等で覆う。

- ・タバコカスミカメは、エサとなるコナジラミ類が少ない場合でも、クレオメ上で増
殖することが可能である。

●ハウス内への設置

- ・ 10 月上旬中旬に、天敵が定着したクレオメのプランターをハウス内に分散して設置する。
- ・ タバコカスミカメの活動適温^{※3 (P12)} は 25℃前後（17.5℃を下回ると活動が弱まる）。
- ・ 厳寒期は、タバコカスミカメの活動が鈍り個体数が減少する。タバコカスミカメの個体数を維持するため、ハウス内の暖かい所（南側）でプランターを集めて管理しても良い。
厳寒期は、コナジラミ類の活動も鈍るが、コナジラミ類が増加する春先には、タバコカスミカメが活動できるように個体数維持に努める。
- ・ 天敵の個体数によって、市販のタバコカスミカメ（天敵製剤：バコトップ、販売先：株式会社アグリ総研）を放飼するのもよい。
- ・ タバコカスミカメをハウス内に分散させるため、クレオメの花を摘んで、ペットボトルなどの容器を花瓶にして分散させても良い。
また、市販のタバコカスミカメ誘引用の「紫 LED ライト」を利用しても良い。



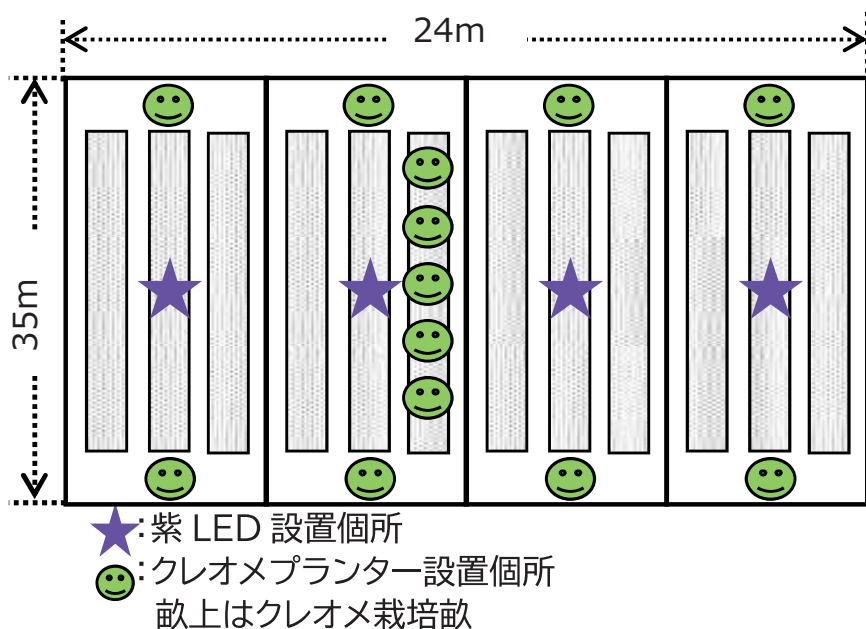
ハウス内へのクレオメ設置状況



2ℓペットボトルを切断して作成した花瓶の設置状況

3) 「紫 LED ライト」 設置によるミニトマトへの天敵の誘引

タバコカスミカメは天敵温存植物であるクレオメを好むため、ハウス内導入後もクレオメから移動しにくいことがある。そこで、天敵誘引用「紫 LED ライト」を設置し、タバコカスミカメの性質を利用した、ミニトマト上への誘引について検討した。



タバコカスミカメ誘引用 紫 LED ライト
(販売先:株式会社シグレイ)

縦95mm×横130mm×高35mm
単価(税込み):6,600円

- ・太陽光パネルで充電され、暗くなると自動で照射、昼間は自動で消灯。

天敵導入当初から春先までは天敵の密度（個体数）が少なく、ミニトマト上への定着は、明確には把握できなかった。

しかし、3月中旬以降、天敵が増えてからは、ハウス内全体に天敵が広がり、ミニトマトにも天敵が定着していた。

4) 結果

●農薬散布及び天敵とコナジラミ類の発生状況

天敵区と慣行区のコナジラミ類調査結果 (1ヶ月の黄色粘着板片面捕殺頭数)

天敵区	農薬名	散布日	
	天敵に優しい農薬		
	モベント	9・19	9・25
	サンクリスタル		
	ウララDF	11・15	
	ペミデタッチ	12・3	12・21
	ペミデタッチ		
	ウララDF	1・20	2・15
	ファインセーブ		
	ペミデタッチ	4・18	5・27
	ファインセーブ		
	ペミデタッチ		
	マイトコーネ		
慣行区	農薬名	散布日	
	マツチ	9・1	9・7
	ベストガード	9・11	9・17
	コルト	9・17	9・29
	アニキ	10・11	11・4
	モスピラン	11・14	11・23
	バリアード	12・3	12・13
	ベネビアOD	12・24	12・30
	アフアーム	1・14	1・21
	ベストガード	1・25	4・1
	ファインセーブ	1・14	4・5
	ウララDF	2・15	4・29
	ウララDF		
	アニキ	6・6	6・13
	スタークル		
	モベント		

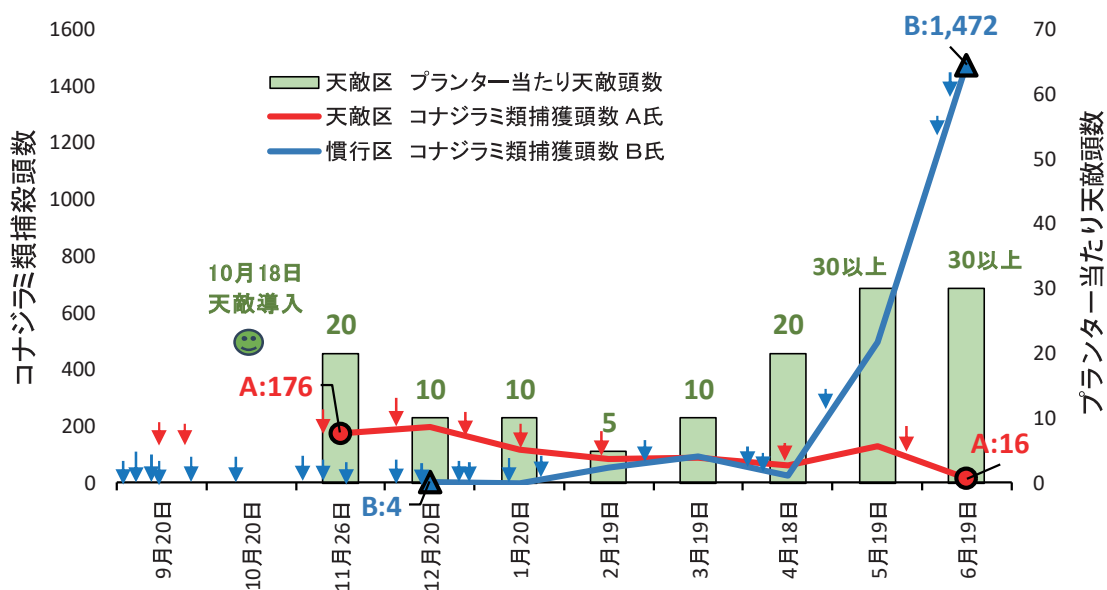


表1 天敵区と慣行栽培区の農薬散布状況

区	殺虫剤散布回数	うちコナジラミ剤散布回数	うち天敵に優しい農薬散布回数
天敵区 A氏	12剤	11剤	6剤
慣行区 B氏	21剤	21剤	—

天敵区(9/1定植)、慣行区(7/26定植)と定植日が異なるため、両区とも9月以降をカウントした。

天敵区では、既にコナジラミ類が発生した状況下での、タバコカスミカメの導入やベミデタッチの散布であったため、年内から厳寒期の防除効果は判然としなかった。

しかし、3月中旬以降は、タバコカスミカメも増殖し、活動も活発となったため、天敵によるコナジラミ類の防除効果が高かったと考えられる。

また、化学農薬についても使用量を低減することができた。

●予備のクレオメの管理

- ・予備クレオメは、栽培用ハウス内か、別棟の育苗ハウス、野外等で管理する。
- ・野外管理の場合、気温が下がってくると、タバコカスミカメの定着数が少なくなる。（クレオメは非耐寒性一年草のため冬越し出来ない。）
- ・栽培用ハウス内で予備クレオメを管理する場合は、農薬散布に注意する。

●リング状の加害痕

- ・タバコカスミカメの密度が高くなると、ミニトマトの莖を吸汁し、リング状の傷(竹の節様)ができてその箇所から折れやすくなる。

そのため、タバコカスミカメの頭数調整のため、クレオメをハウス外に出すか（冬期を除く）、殺虫剤で調整する。



リング状の傷

5) 生産者の感想

- ・導入当初は、十分な効果を感じられなかったが、春先からタバコカスミカメが増え、コナジラミ類の発生を抑えることができた。
- ・プランター以外に、栽培畝の1畝にクレオメを直植えしたため、天敵温存植物であるクレオメをハウス内に安定して確保できたのが、春以降のタバコカスミカメの増加とコナジラミ類の減少につながった。
- ・ミニトマトの莖にリング状の加害も見られたが、莖折れ等は見られなかった。



まとめ

～コナジラミ類の天敵「タバコカスミカメ」の利用～

- 天敵温存植物「クレオメ」は、高温期の発芽が悪いため、必ず「低温湿層処理」して播種する。
- タバコカスミカメを採集する場合、地域や場所等周辺環境によってはうまく採集できないこともあるため注意する。
- タバコカスミカメ導入前後の殺虫剤散布は、天敵に影響するため、タバコカスミカメの導入前までに、コナジラミ類の防除を徹底しておく。
- 冬期は、天敵「タバコカスミカメ」と害虫「コナジラミ類」の活動が鈍るため、活動が活発になる春先からの天敵を活用できるように、天敵の維持に努める。
- タバコカスミカメは、サビダニ類、ハモグリバエ類、鱗翅目害虫（ハスモンヨトウ等）は捕食しないため、これらの害虫の発生が見られた場合は、タバコカスミカメに影響の少ない農薬^{※2}(P12)を散布する。
- 安定して天敵を確保するには、先進地の事例として、天敵飼育用の専用ハウスで天敵温存植物（クレオメ、ゴマ、バーベナ）とタバコカスミカメを飼育しており、本ぽハウスの天敵個体数が減るとハウス内に追加放飼という手法がある。



参考文献

※¹低温湿層処理

沖縄県農業研究センター

令和2年度「夏季における天敵温存植物クレオメの発芽率向上技術」

※²タバコカスミカメに影響の少ない農薬

株式会社 アグリ総研アグリセクト ホームページ内 農薬影響表

<https://www.agrisect.com/>

※³タバコカスミカメの活動適温

高知県農業研究センター

平成21～23年度「3類カスミカメムシ類を主体とした土着天敵の利用技術の開発」

2 微生物農薬「ボトキラー水和剤」と自動散布機「きつつき君」の利用

管内の主力作型である促成長期栽培では、冬場の低温期や収穫後半のハウス内湿度が高まる時期に、「灰色かび病」の発生が問題となる。また、冬場の農薬散布は、散布液の乾き具合から天候を選んで散布するため、防除のタイミングを逃し、被害を拡大することもある。

そこで、暖房機の送風ダクトを利用して防除できる、「ボトキラー水和剤」の自動散布技術について検討を行った。

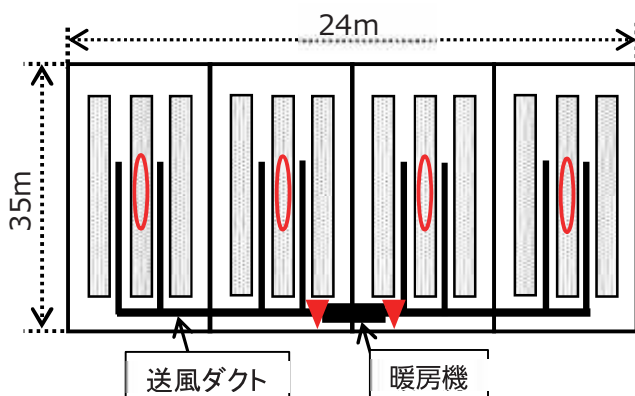


取組技術	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
ミニトマト促成長期栽培	収穫						▲	定植	▲	収穫		
2) 微生物農薬「ボトキラー水和剤」と自動散布機「きつつき君」の利用	ボトキラー水和剤 防除										ボトキラー水和剤	
	暖房機		← 暖房機 (送風のみ) →								← 暖房機	

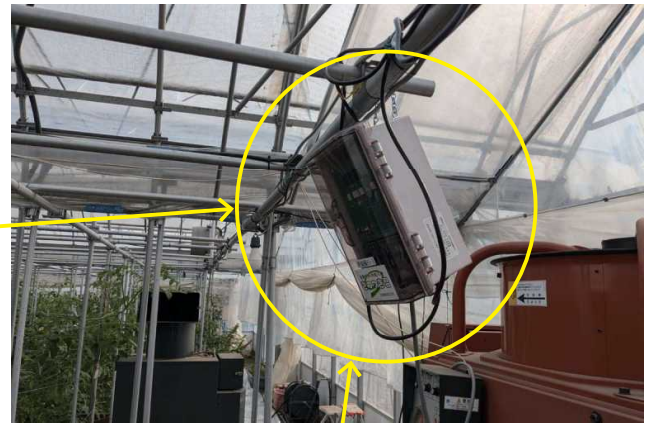
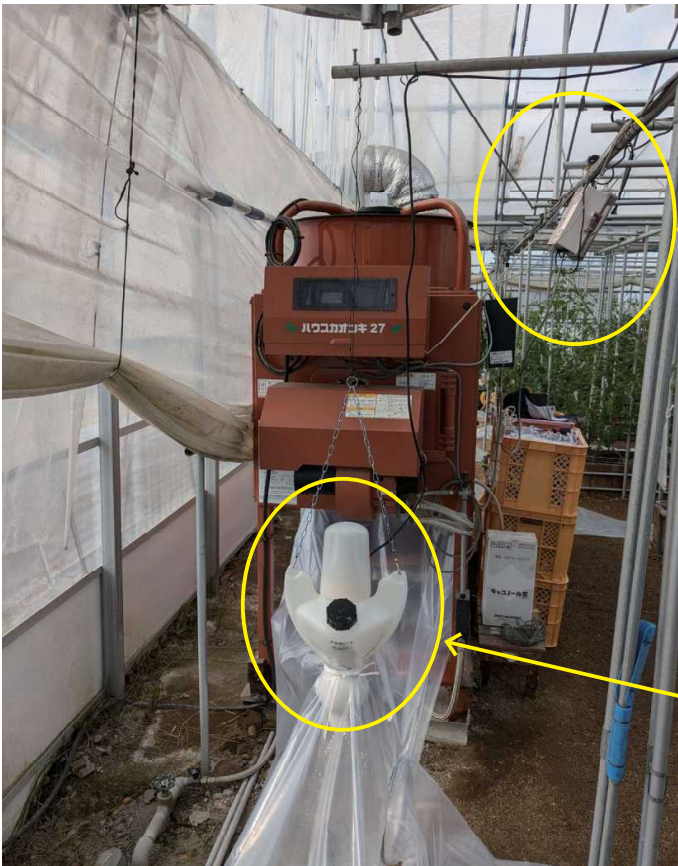
実証内容

1) 実証方法

- ボトキラー水和剤は、自然界に存在する細菌「バチルス ズブチリス」を有効成分とする、野菜類、ブドウおよび花き類の灰色かび病、野菜類のうどんこ病の予防剤。(アグロ カネショウ株式会社 HP より)
- 暖房機の稼働と連動して動く、自動散布機(商品名:きつつき君 SA-200(製造:出光興産株式会社)1セット:約10,000円(税込み))を使用
 - ・自動散布期間:11月~4月(稼働期間は連日施用)
 - ・散布量:1か月当たり300~450g(10~15g/日)/10a
11~4月薬剤散布量:1.8~2.7kg
 - ・調査方法:月1回 灰色かび病の発生状況調査



- ▼ :「きつつき君」設置か所
- :灰色かび病調査か所



送風ダクトに設置し、薬剤が自動で投入される

左右の吹き出し口に設置

暖房機に設置した自動散布機（商品名：きつつき君）

2) 結果

- ・栽培期間を通じて灰色かび病は見られなかった。

表2 ポトキラー散布区と慣行区の殺菌剤散布回数

区	殺菌剤 散布回数	うち灰色かび病 手散布回数
ポトキラー散布区 A氏	3回	2回
慣行区 B氏	9回	5回

3) 生産者の感想

- ・暖房機の稼働と連動して散布でき省力的である。
灰色かび病の発生もなかったのが良かった。



まとめ

- ポトキラー水和剤は、微生物農薬で使用回数の制限がないので安全である。
- 暖房機の稼働期間中、ポトキラー水和剤を連日施用したが、農薬節約のため、天候に合わせた（曇天が続く場合）施用や隔日施用など、状況に応じて施用しても良い。



省力化に資する技術

3 濃度制御による省力的炭酸ガス施用

ミニトマトの促成栽培では、7月～8月の猛暑時期に定植し、光合成の促進のため、11月頃から炭酸ガス発生装置により早朝から日中にかけて炭酸ガス施用が行われている。

しかし、多くの圃場で時間制御が行われており、天候や時期に合わせた細かい設定変更が難しく手間がかかっている。

そこで、炭酸ガスコントローラーを使用して、濃度制御による省力的な管理を実証するとともに、効率的な施用による収量増加に向けて取り組んだ。

取組技術	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
ミニトマト促成長期栽培	ハウス内栽培						ハウス内栽培						
	収穫							定植	収穫				
3) 濃度制御による省力的炭酸ガス施用	炭酸ガス濃度制御												炭酸ガス濃度制御

実証内容

●炭酸ガスの濃度制御

- 機材 炭酸ガスコントローラー「CO₂ 指南番 CGC-600SET」
ネポン株式会社 価格 140,000 円/組（税抜き）
- 設定条件 450ppm ±50ppm（令和6年11月～令和7年4月）
日の出から日の入りまでの時間帯
- 区の設定
 - 【A氏】①無施用区
②時間制御区（日出 15 分前～日出、12:00～12:15、15:00～15:15）
③濃度制御区（周囲ダクトと連動、循環扇稼働）
 - 【B氏】①時間制御区（日出前 1 回 15～30 分間）
②濃度制御区（ダクト・循環扇の利用なし）
- 耕種概要
品 種：CF 千果

栽培方法：ロックウール養液栽培

作 型：促成長期栽培

定 植 日：令和6年9月29日（A氏）、10月10日（B氏）

炭酸ガス発生機：ネポン CG-554T 周囲ダクト（A氏）

ネポン CG-553T ダクトなし（B氏）

5. 調査方法

1) 生育調査（調査株 10 株、月 1 回、令和6年9月～7年5月）

①生長点から開花花房までの長さ（cm）、②生長点から 15cm 位置の莖径（mm）、③開花花房までの段位（段）を測定した。

2) ハウス内環境調査

「みどりクラウド」（株）セラク のデーターを活用

3) 収量調査

生産者が、収穫日にハウス毎のミニトマトの重量(kg、籠込み)をデジタルはかり（30kg 秤量）で測定、集計時に籠の重量を引いて記録した。

4) 炭酸ガス制御に係る時間、灯油の使用量は生産者からの聞き取り

6. 結果

1) 生育調査

【A氏】

- ・濃度制御区と時間制御区のハウスが夏季の高温障害を受け、芯止まりや結実不良果が多く発生（時間制御区が5割、濃度制御区が3割程度）し、その後の生育や収量に影響があった。
- ・12月から草勢が強くなり、時間制御区>濃度制御区>無施用区の順に強かった（図1）。
- ・開花花房までの段位は、11月～3月の期間は濃度制御区>無施用区>時間制御区の順に高く、4～5月は、濃度制御区>時間制御区>無施用区の順に高かった（表1③、図2）。

【B氏】

- ・12月から草勢が強くなり、時間制御区>濃度制御区の順に強かった（図3）。
- ・開花花房までの段位は、常に濃度制御区が高かった（表1③、図4）。

表1 ミニトマト生育調査結果

①生長点から開花花房までの位置(cm)

生産者名	区名	9/20	10/23	11/22	12/23	1/21	2/21	3/21	4/21	5/23
A氏	無施用区	7.1	11.7	12.1	13.0	9.5	8.7	9.4	6.7	芯止5/19
	時間制御区	9.3	7.0	9.1	10.9	10.6	9.2	7.6	7.7	芯止5/19
	濃度制御区	13.0	10.7	13.0	9.8	9.6	7.5	8.3	6.8	芯止5/19
B氏	時間制御区	9.5	11.6	11.2	11.2	11.0	9.4	9.9	7.4	芯止5/19
	濃度制御区	10.4	9.9	10.1	11.8	10.9	8.6	8.3	8.0	芯止5/19

※生長点から開花している花房の付根までの長さを物差しで測った。(4花以上開花している株は測定しない。)

※数字は10株の平均値

②茎の太さ(mm)

生産者名	区名	9/20	10/23	11/22	12/23	1/21	2/21	3/21	4/21	5/23
A氏	無施用区	6.5	6.5	6.1	8.2	8.2	7.3	6.9	7.8	芯止5/19
	時間制御区	7.0	6.0	6.1	9.2	10.1	9.9	8.2	6.1	芯止5/19
	濃度制御区	6.8	7.1	6.2	8.4	8.9	8.4	7.1	7.4	芯止5/19
B氏	時間制御区	7.5	6.4	6.3	9.4	9.9	10.0	8.0	7.1	芯止5/19
	濃度制御区	7.2	6.4	6.5	8.9	8.9	9.4	8.3	6.6	芯止5/19

※生長点から15cmの位置の茎の直径をノギスで測った。

※数字は10株の平均値

③開花花房の段位(段)

生産者名	区名	9/20	10/23	11/22	12/23	1/21	2/21	3/21	4/21	5/23
A氏	無施用区	6.1	11.2	14.1	16.3	19.0	21.5	24.3	27.5	30.0
	時間制御区	5.5	10.5	13.1	15.6	18.3	21.3	23.7	27.7	31.7
	濃度制御区	6.7	11.3	14.6	17.4	20.2	22.9	25.4	28.9	32.1
B氏	時間制御区	5.9	10.9	13.8	16.7	19.3	22.2	24.7	28.4	31.1
	濃度制御区	6.0	11.5	14.4	17.2	20.6	23.6	26.3	29.7	32.7

※開花している花房の段数を下から数えた。

※数字は10株の平均値

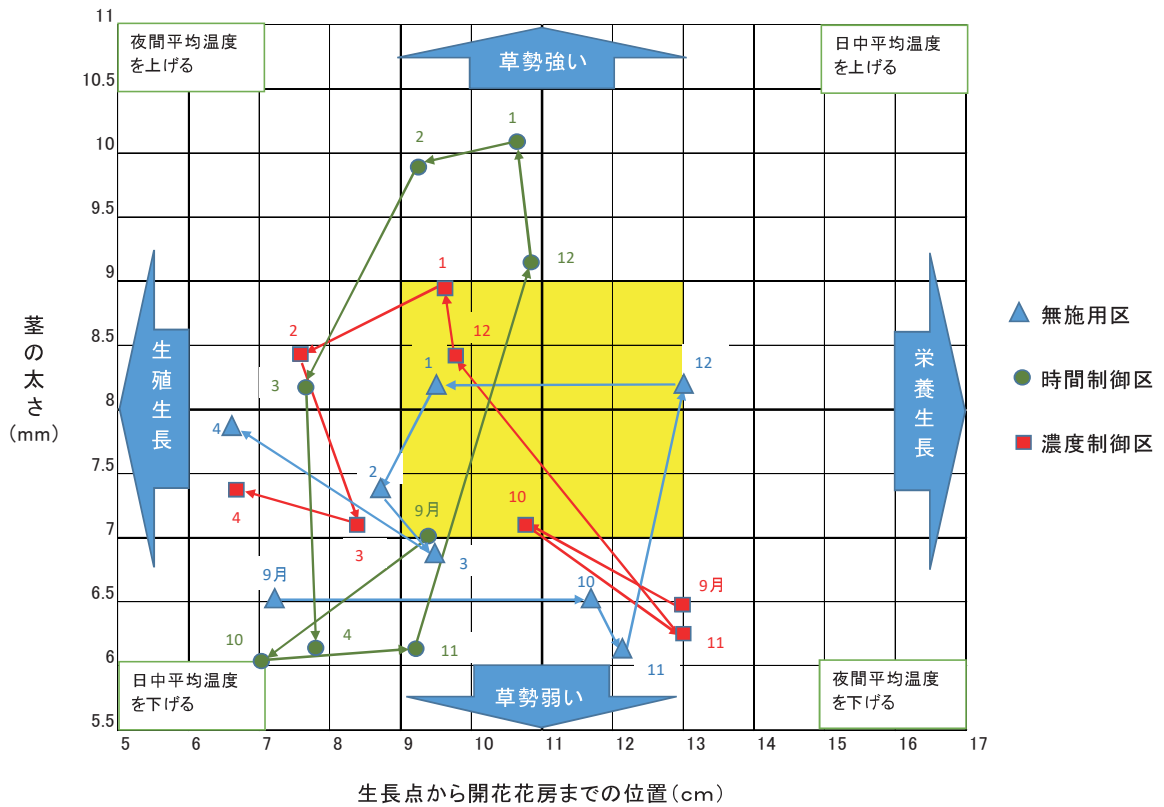


図1 月毎の生長点から開花花房までの位置と茎の太さ(A氏)

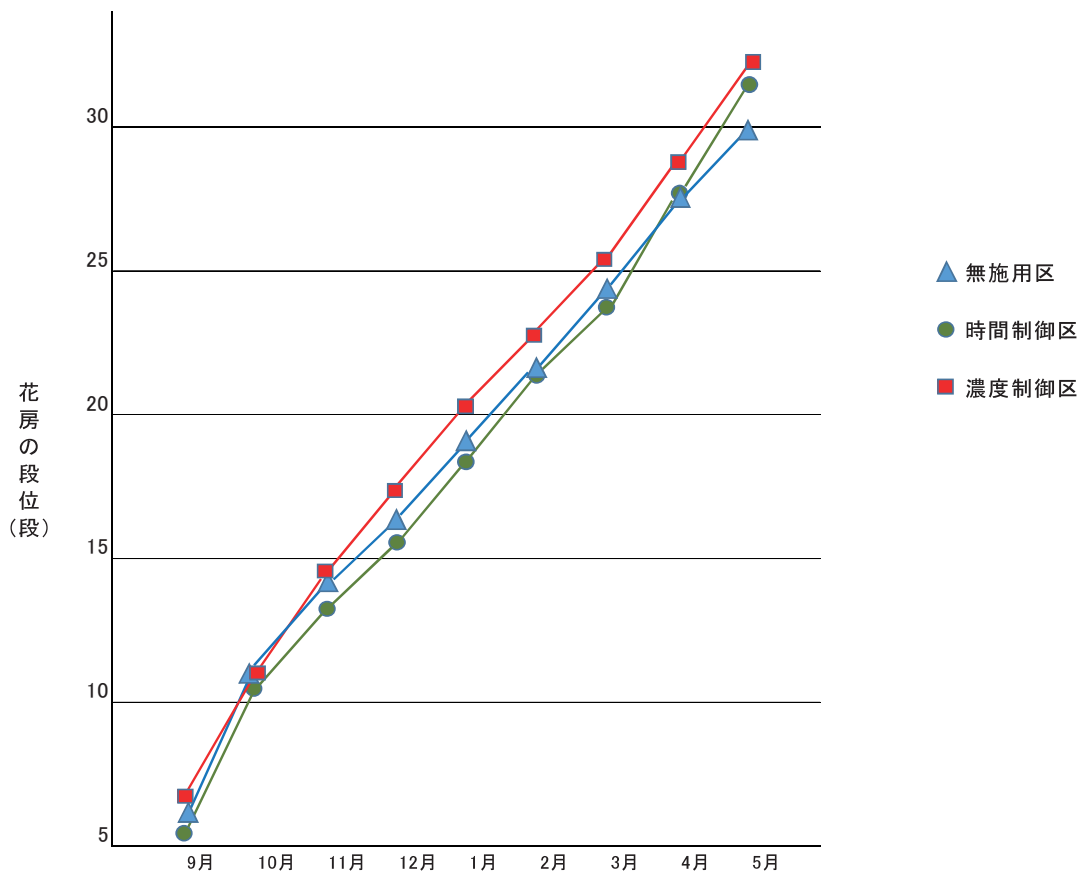


図2 開花花房の段位(A氏)

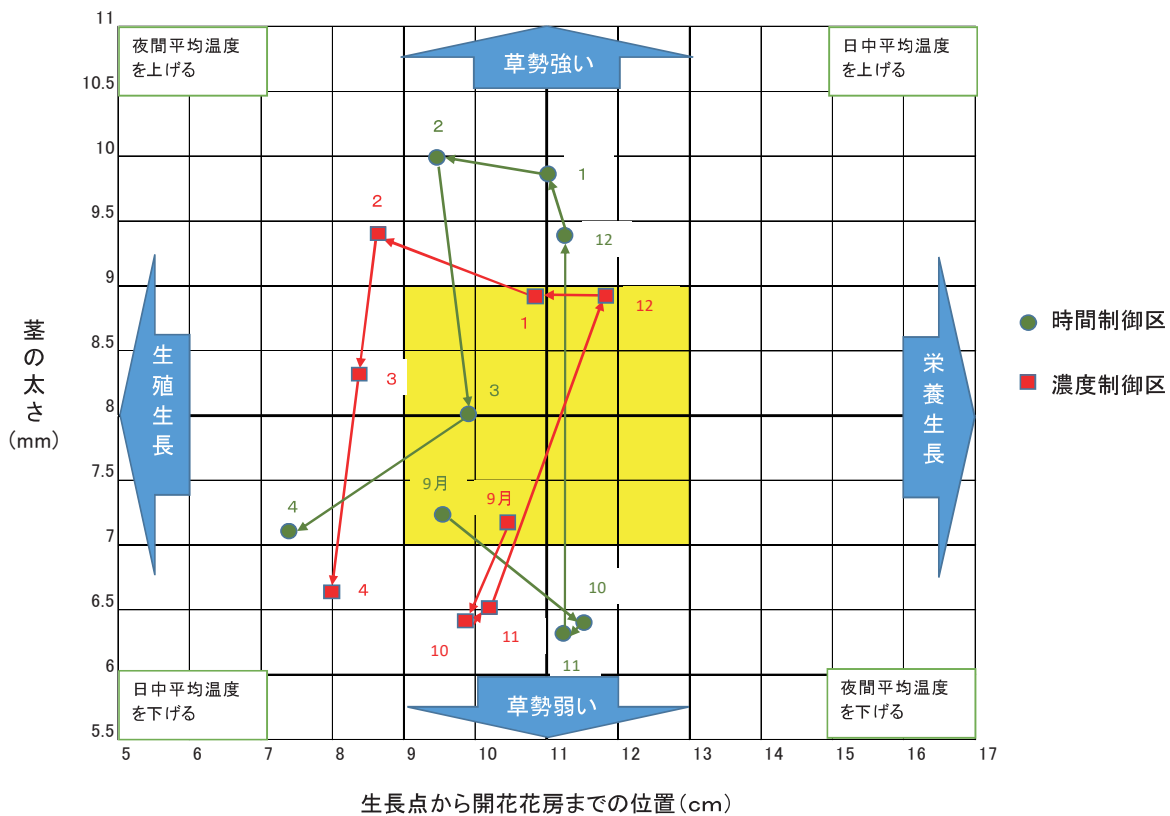


図3 月毎の生長点から開花花房までの位置と茎の太さ(B氏)

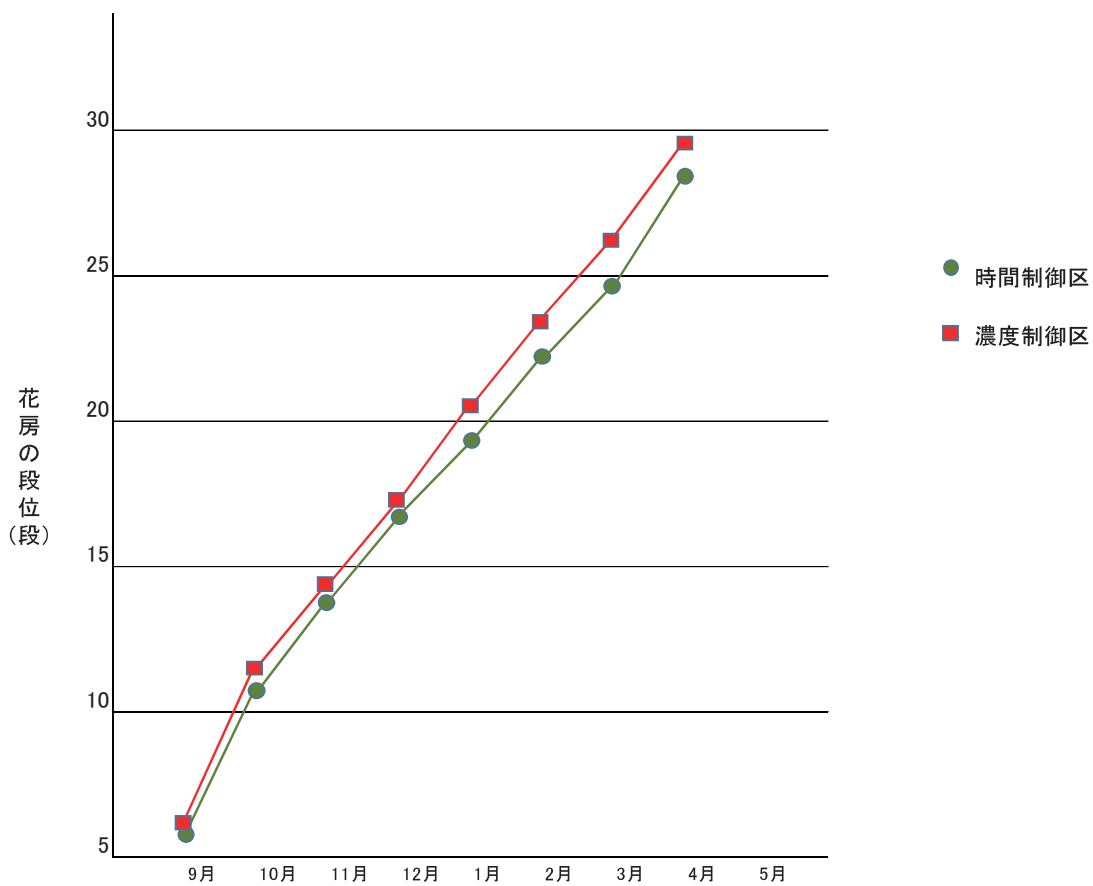


図4 開花花房の段位(B氏)

2) ハウス内環境調査

(1) 平均気温

【A 氏】

- ・ 11月～2月に濃度制御区のみ換気設定温度を25℃にしたため（他区は24℃）、この期間の平均気温は濃度制御区がやや高く推移した（表2）。

表2 ハウス内の月別平均気温（A 氏）

区名	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月
無施用区 A	32.7	29.2	23.6	18.3	14.6	14.9	14.9	16.3	17.6	20.3	24.8
時間制御区 B	34.2	30.7	23.7	18.5	15.9	15.5	15.6	16.8	18.5	21	25.6
濃度制御区 C	33.5	30.3	23.9	19	15.7	15.5	15.8	16.7	18.1	20.2	25.2
(B-A)	1.5	1.5	0.1	0.2	1.3	0.6	0.7	0.5	0.9	0.7	0.8
(C-A)	0.8	1.1	0.3	0.7	1.1	0.6	0.9	0.4	0.5	-0.1	0.4

【B 氏】

- ・ 濃度制御区は、根腐萎凋病が発生したため高温管理ができず、厳寒期は時間制御区より1℃設定温度を下げたが、時間制御区に比べほぼ同等（-0.2～+0.4℃）に推移した（表3）。

表3 ハウス内の月別平均気温（B 氏）

ハウス	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月
時間制御区 G	32	28.3	22.2	17.8	16	15.8	15.7	17	18.6	20.8	25.5
濃度制御区 H	31.7	28.2	22.1	17.7	15.9	16.1	16.1	16.8	18.2	20.2	25.3
(H-G)	-0.3	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	0.3	0.4	-0.2	-0.4	-0.6	-0.2

(2) 炭酸ガス濃度

【A 氏】

- ・ 濃度制御によって、日中の炭酸ガス濃度が400ppmを下ることがほぼ無くなった。特に厳寒期は、ハウスの天窓が閉まるため、無施用の場合は200ppm台まで低下することもあり、濃度制御や時間制御によって炭酸ガスを補うことができた（図5）。
- ・ 時間制御区は、3回（日出15分前～日出、12:00～12:15、15:00～15:15、計45分間）で日中は濃度制御区と同等の炭酸ガス濃度になることを確認した（図5）。
- ・ 設定の500ppmに達する時間は、炭酸ガス発生機と周囲ダクトを連動させかつ循環扇を作動したため、燃焼時間は約16分間と短かった（図7、8）。

【B氏】

- ・時間制御区は、日出前1回（15～30分間）の施用であり、夕方に不足する傾向が見られた（図6）。
- ・濃度制御によって、日中の炭酸ガス濃度が400ppmを下ることがほぼ無くなり、日中の炭酸ガスを補うことができた（図6）。
- ・設定の500ppmに達する時間は、炭酸ガス発生装置から直接施用であり、ダクトや循環扇を稼働していないため、燃焼時間は約33分間と長かった（図9、10）。

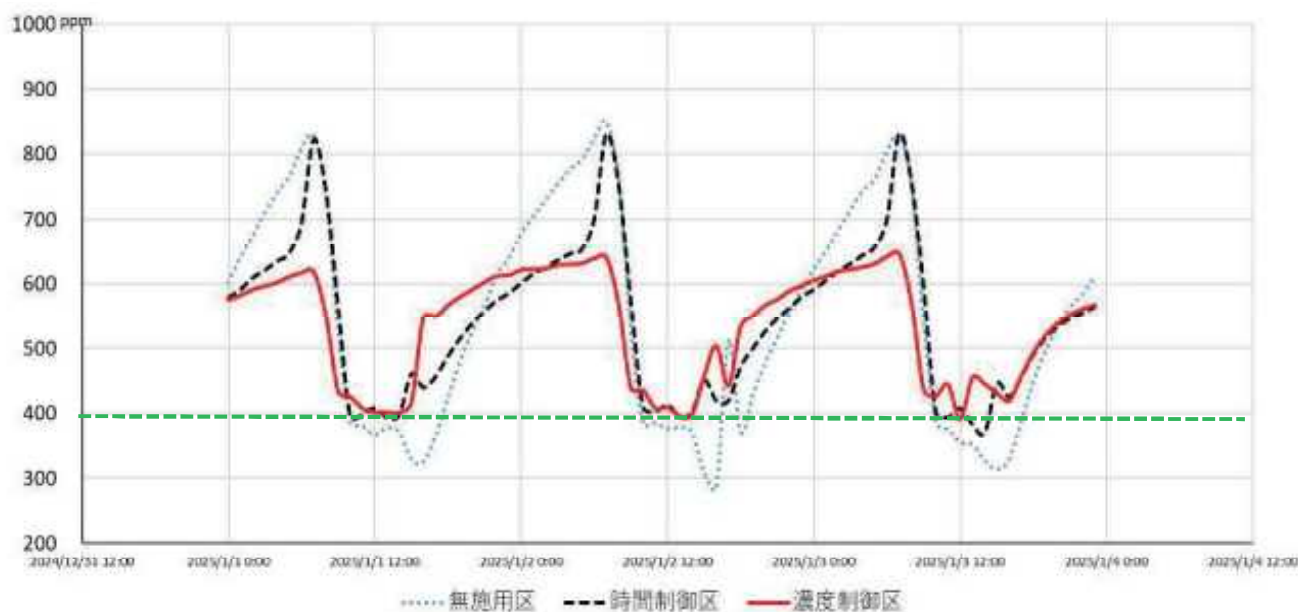


図5 ハウス内炭酸ガスの推移（令和7年1月1日～3日 A氏）

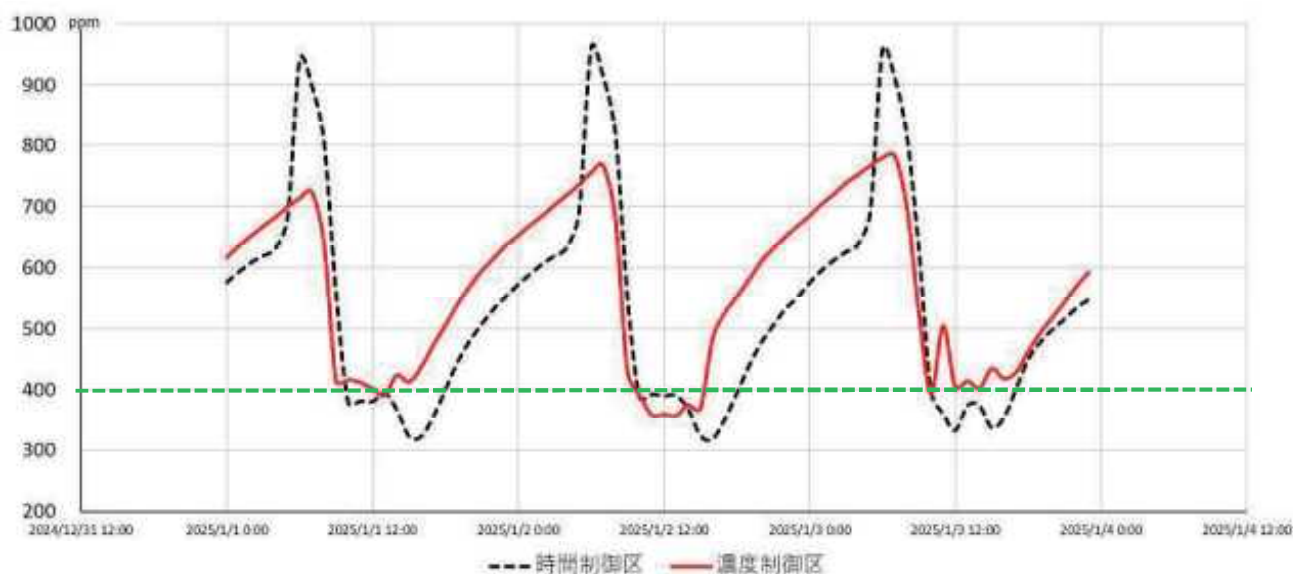


図6 ハウス内炭酸ガスの推移（令和7年1月1日～3日 B氏）

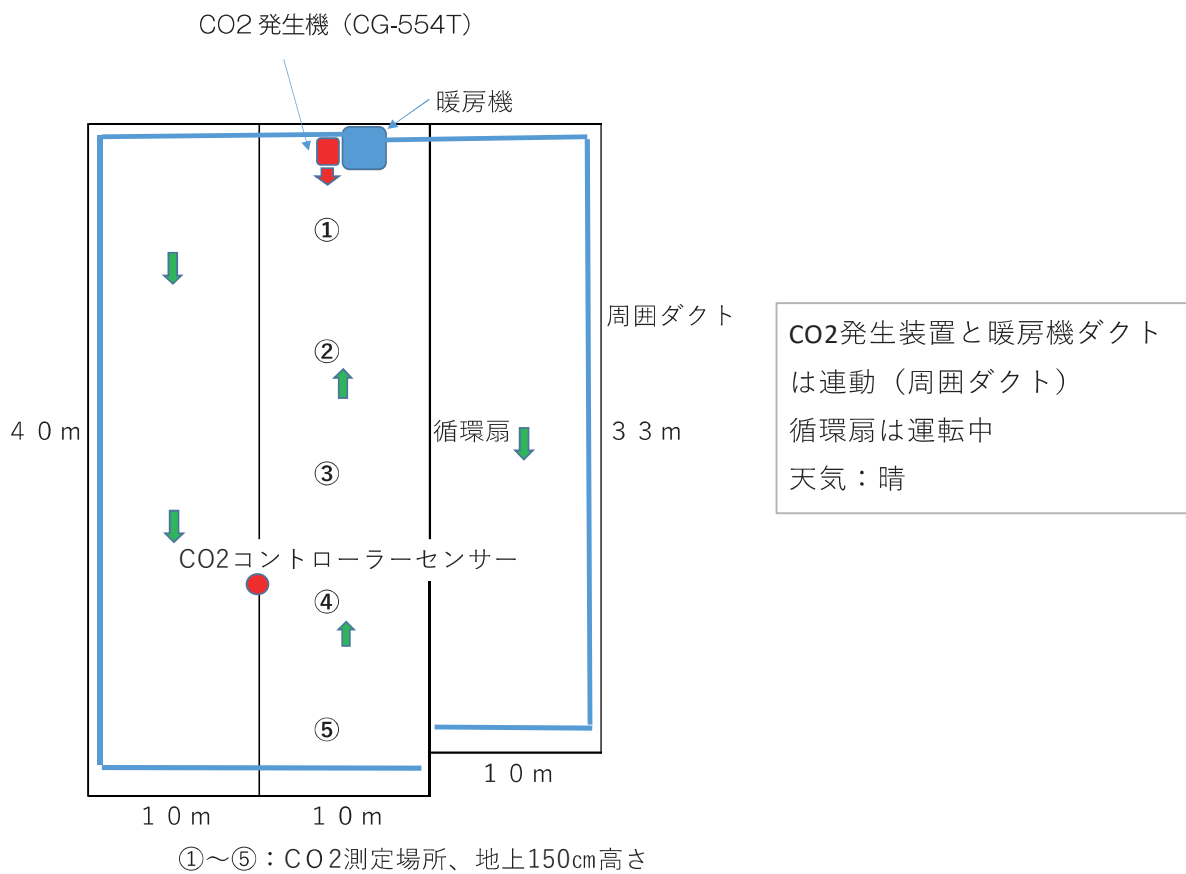


図7 濃度制御ハウスにおける炭酸ガス発生位置（A氏）

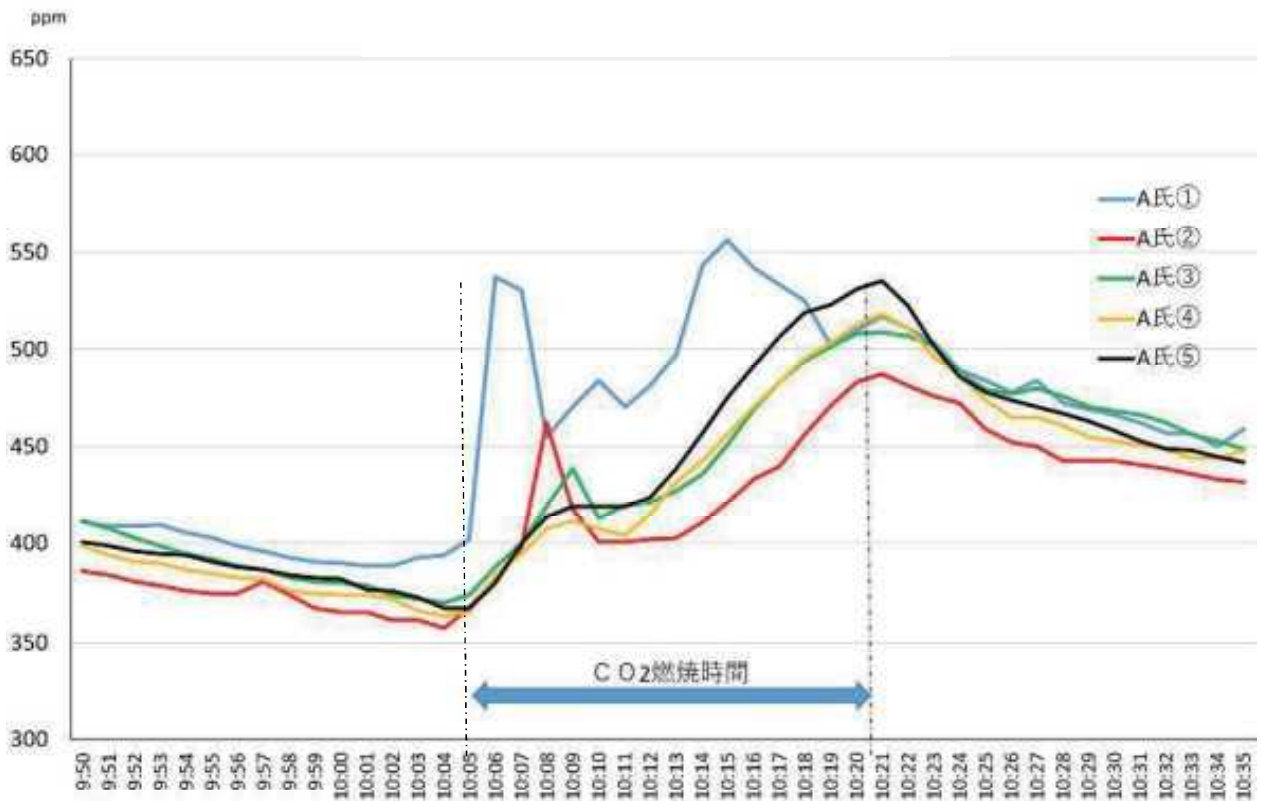


図8 濃度制御ハウス内の炭酸ガスの推移（令和6年12月24日 A氏）

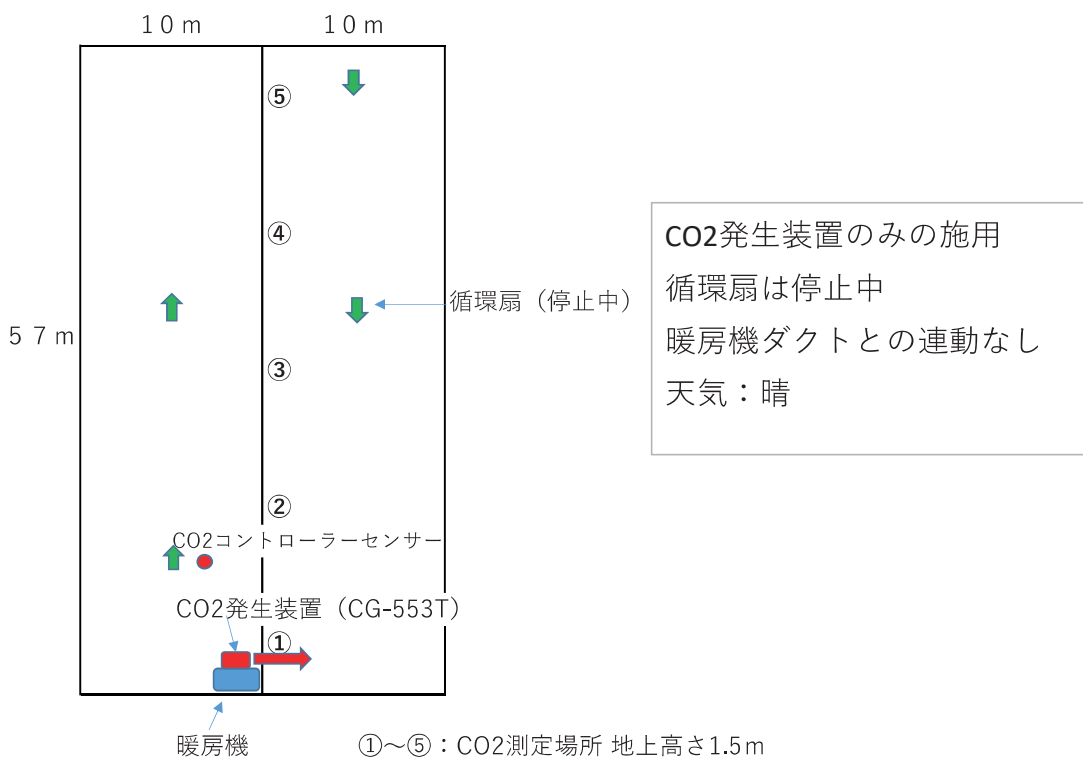


図9 濃度制御ハウスにおける炭酸ガス発生位置 (B氏)

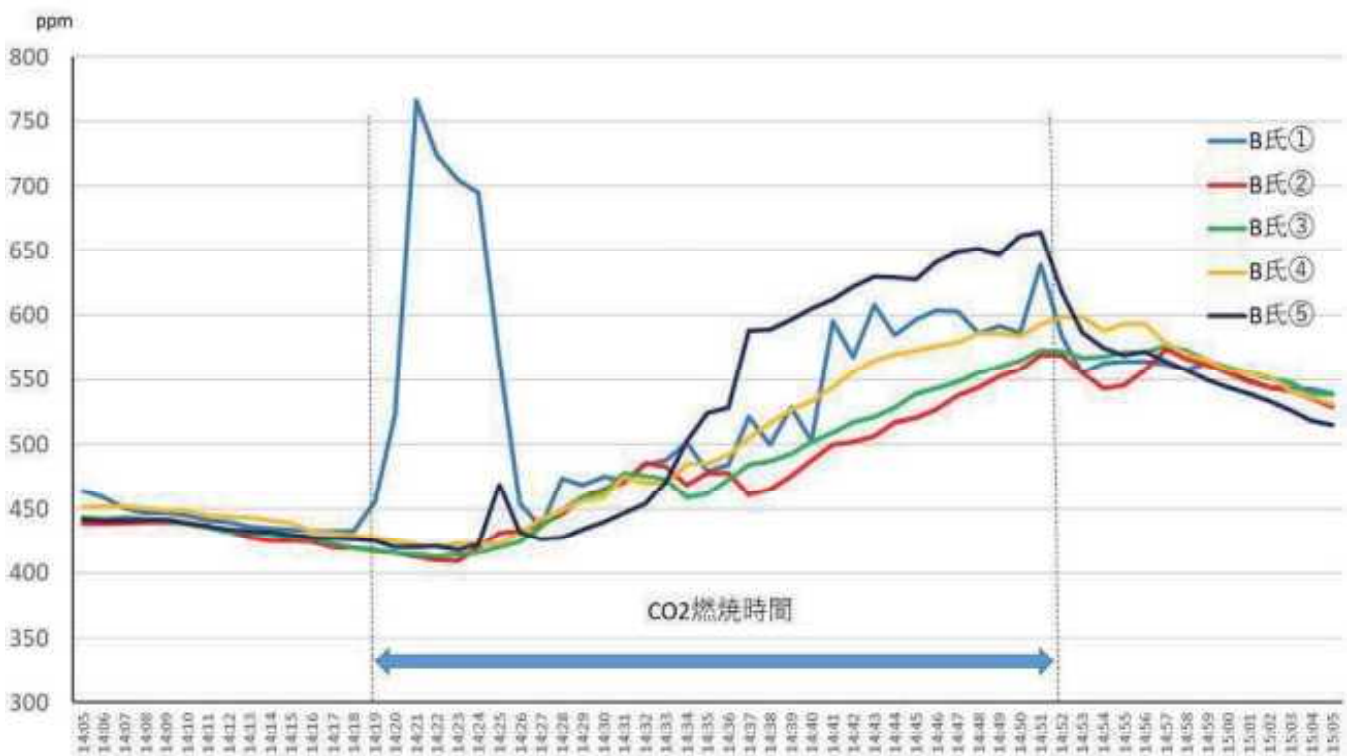


図10 濃度制御ハウス内の炭酸ガスの推移 (令和6年12月24日 B氏)

3) 収量調査

【A 氏】

- ・ 10 月は、時間制御区と濃度制御区において夏季の高温障害の影響がでた。
- ・ 炭酸ガス施用による収量の増加は、3 月頃より顕著にみられた（図 11）。
- ・ 10a 当たりの収量比は、無施用区：時間制御区：濃度制御区 = 100 : 103 : 108 となった。
- ・ 時間制御区と比較して濃度制御区は 5%の増収となった（図 12）。

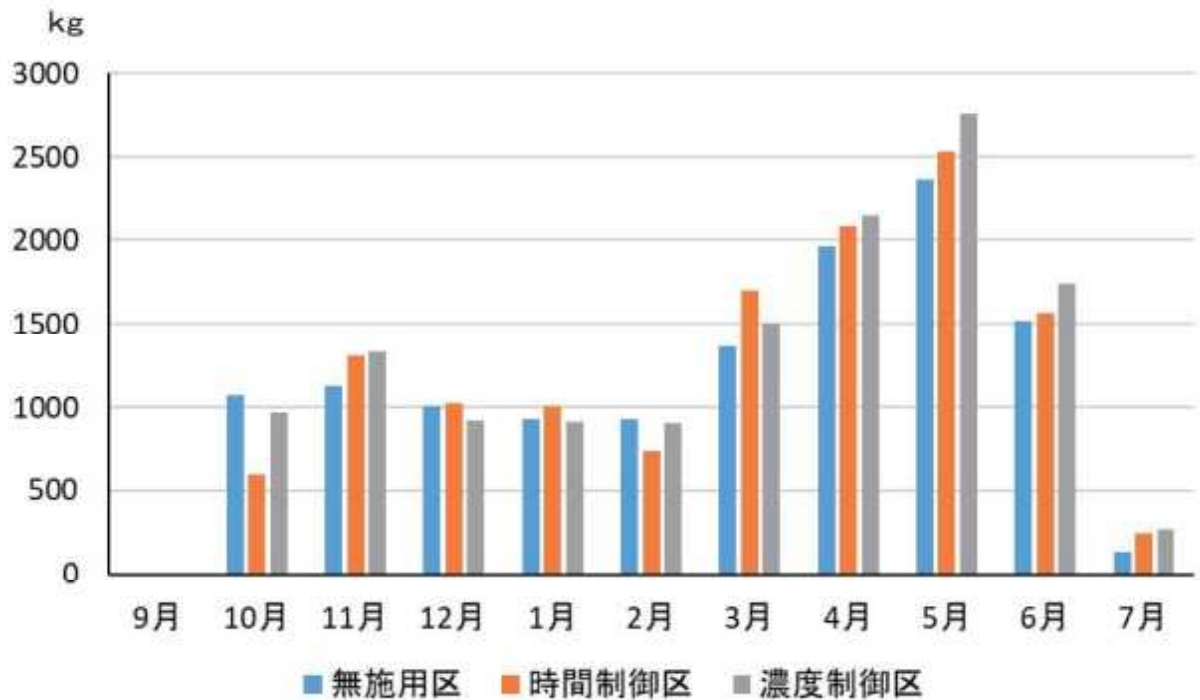


図 11 10a 当たり月別収穫量 (A 氏)

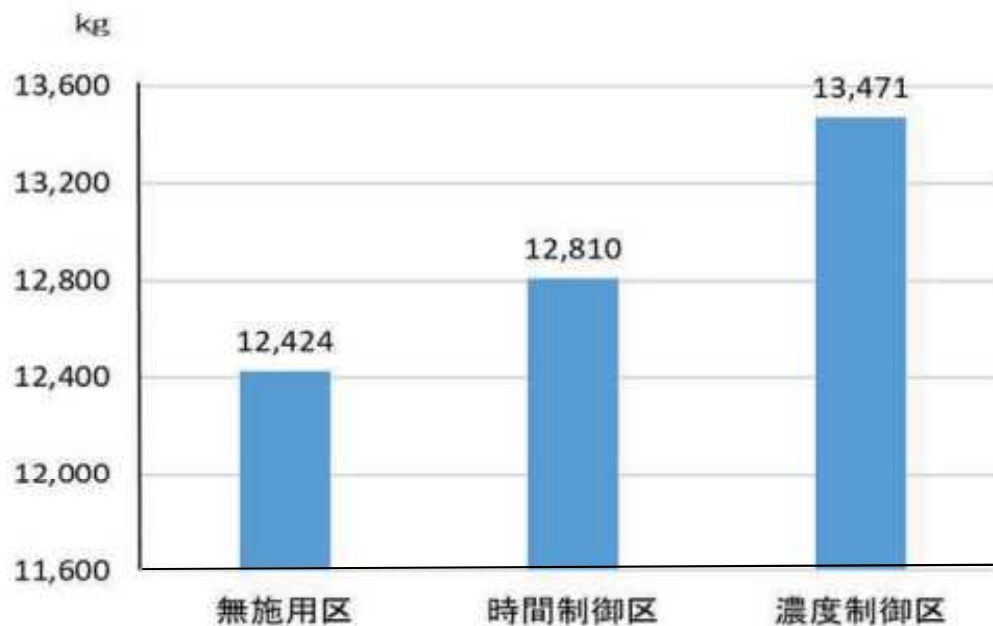


図 12 10a 当たり収穫量 (A 氏)

【B氏】

- ・ 12月頃から、濃度制御区のみ根腐萎凋病が発生（全体の8%）して枯死したため、3月～4月の収量の伸びが悪くなった。
- ・ 炭酸ガス濃度施用による収量の増加は5月頃より顕著に見られた（図13）。
- ・ 10a当たりの収量比は、時間制御区：濃度制御区 = 100：108 となった。
- ・ 時間制御区と比較して濃度制御区は8%の増収となった（図14）。
- ・ 厳寒期の収量を上げるためには、昼間（特に午後）の気温を高める必要があると思われた。

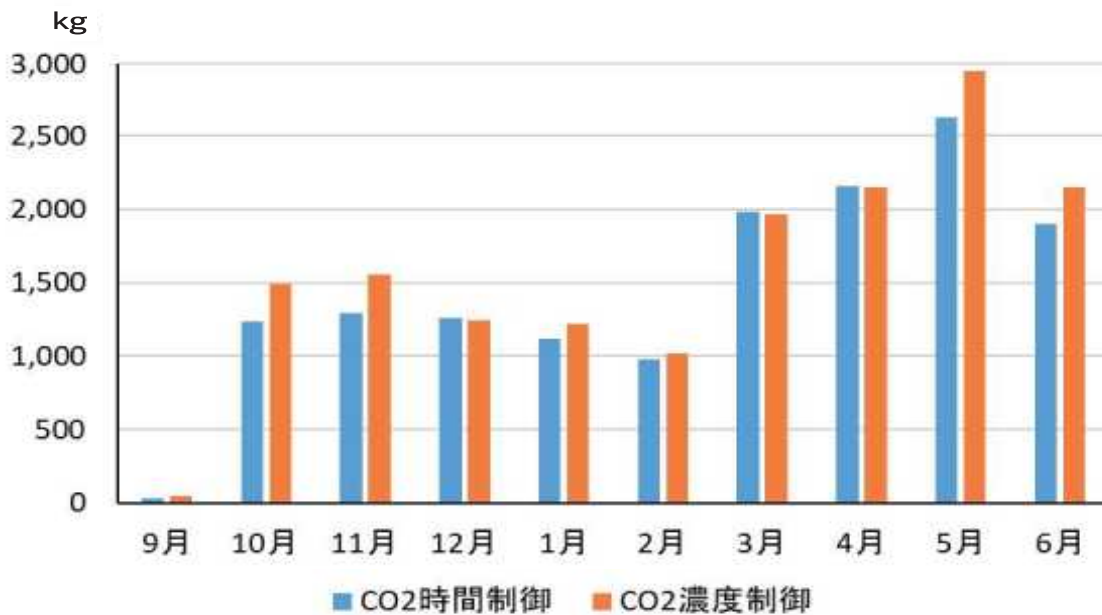


図13 10a 当たり月別収穫量 (B氏)

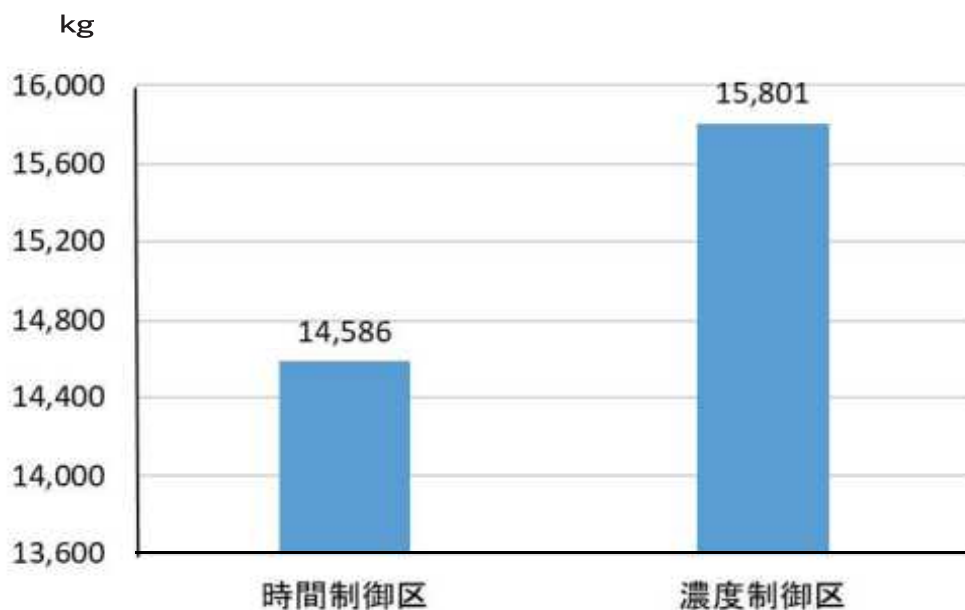


図14 10a 当たり収穫量 (B氏)

4) 炭酸ガス制御に係る時間

【A 氏】

- ・時間制御区は、11月、12月、1月、3月と4回の設定変更を行った。濃度制御区はその初期設定を行った11月の1回のみで、75%の労力削減となった（表4）。

表4 炭酸ガスの設定（A 氏）

時期	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	
時間制御区	設定時間	-	-	-	6:30~ 6:45	6:45~ 7:00 15:00~ 15:15	6:45~7:00 12:00~12:15 15:00~15:15	6:15~6:30 12:00~12:15	-	-	-	-
	設定時間	-	-	-	17:00-8:00、8:00-17:00						-	-
	設定濃度(ppm)	-	-	-	450±50						-	-

【B 氏】

- ・時間制御区は、11月、2月の2回の設定を行った。濃度制御区は11月と12月の2回設定変更を行ったので、労力削減効果はなかった（表5）。

表5 炭酸ガスの設定（B 氏）

時期	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月
時間制御区	設定時間	-	-	-	5:30~6:00		5:45~6:00		-	-	-
	設定時間 設定濃度 (ppm)	-	-	-	5:00~8:00 700±50 8:00~5:00 400±50	5:00~8:00 700±50 8:00~5:00 450±50		-	-	-	-

5) 費用対効果

【A 氏】

- ・10a 当たりの灯油使用経費は、濃度制御区が時間制御区に比べ 35,396 円安くなった。炭酸ガスコントローラーの償却費を入れても濃度制御区の方が 13,396 円安くなった（表6）。
- ・時間制御区と比較して、濃度制御区は 10a 当たり収穫が 661 kg 多くなったので 542,196 円の収益増となった（表6）。

表6 濃度制御に係る費用対効果 (A氏)

区名	時間制御区	濃度制御区
ハウス面積(m ²)	793	1,171
灯油消費量(ℓ)	694	648
灯油経費(円)	76,340	71,280 110円/ℓ
10a当たり灯油消費量(ℓ)	875	553
経費 10a当たり燃油経費計(円)A	96,267	60,871
炭酸ガスコントローラー(円)B	0	22,000 7年償却
A+B(円)	96,267	82,871
時間制御に対する経費増額(円)C	—	-13,396
収入 10a当たり収穫量(kg)	12,810	13,471
時間制御区に対する販売増額(円)D	—	528,800 800円/kg
10a当たり費用対効果(円)D-C	—	542,196

注: 時間制御区と濃度制御区の灯油は温湯管暖房の燃料も含む

【B氏】

- ・ 10a 当たりの灯油使用経費は、濃度制御区が時間制御区に比べ 55,757 円高くなった。炭酸ガスコントローラーの償却費を入れると濃度制御区の方が 77,757 円高くなった(表 7)。
- ・ 時間制御区と比較して、濃度制御区は 10a 当たり収量が 1,215 kg 多くなったので、894,243 円の収益増となった (表 7)。

表7 濃度制御に係る費用対効果 (B氏)

区名	時間制御区	濃度制御区
ハウス面積(m ²)	1,757	1,155
灯油消費量(ℓ)	1,411	1,513
灯油経費(円)	155,210	166,430 110円/ℓ
10a当たり灯油消費量(ℓ)	803	1,310
経費 10a当たり燃油経費計(円)A	88,338	144,095
炭酸ガスコントローラー(円)B	0	22,000 7年償却
A+B(円)	88,338	166,095
時間制御に対する経費増額(円)C	—	77,757
収入 10a当たり収穫量(kg)	14,586	15,801
時間制御区に対する販売増額(円)D	—	972,000 800円/kg
10a当たり費用対効果(円)D-C	—	894,243

注: 時間制御区と濃度制御区の灯油は温湯管暖房の燃料も含む

7. 生産者の感想

【A氏】

- ・濃度制御区は収量が多かった。M玉が多く、果実の大きさが揃っていた。4～6月は収穫量の波が少なく、常に収量があった。葉の量が多かった。
- ・時間制御区は栽培初期の高温障害の影響もあり、樹が太く、L玉が多かった（L玉は安い）。
- ・無施用区は収穫量に波があった。
- ・来年度も炭酸ガス濃度制御を行いたい。



【B氏】

- ・濃度制御区は樹の調子良かった。果実が太って（L～M玉、M中心）収量が増加した。冬場に葉が大きくなりすぎて管理が大変であった。
- ・炭酸ガス制御にかかる手間は同じであった。
- ・1週間おきに収穫のピークが来るのが例年であったが、今年は収穫量が続いていた。
- ・来年度も炭酸ガス濃度制御を行いたい。

まとめ

～炭酸ガスの濃度制御～

- 厳寒期の炭酸ガス施用は、450ppm ± 50ppm の濃度制御を行うことで、天候や時間帯に左右されずに簡易に 400ppm 以上の維持を行うことができた。
- これまでの時間制御から濃度制御に替えることで、5～8%の収量増を行うことができ、炭酸ガスコントローラーの償却費を入れても 54～89 万円の増収となった。
- 今以上の収量増加を目標にするには、設定する炭酸ガス濃度の上昇と、昼間気温の上昇、給液量の増加、光線量の増加を行うと良いと考えられる。



■炭酸ガス濃度制御
【A氏】



炭酸ガスコントローラー
CO2 指南番 CGC-600SET

炭酸ガス発生装置
ネポン CG-554T 周囲ダクト連動

【B氏】



炭酸ガスコントローラー
CO2 指南番 CGC-600SET

炭酸ガス発生装置
ネポン CG-553T ダクトなし

■炭酸ガス時間制御 【両氏】

炭酸ガス発生装置に付いている
タイマーの爪を折って設定する
写真は6:30~7:00 稼働



〈内容についてのお問合せ〉

東讃農業改良普及協議会
(香川県東讃農業改良普及センター内)

〒 769-2401 香川県さぬき市津田町津田 930-2

TEL : 0879-42-0190

FAX : 0879-42-0196

E-mail : tosannokai@pref.kagawa.lg.jp

令和 8 年 1 月作成