

# 成長点局所加温とCO<sub>2</sub>施用を 組み合わせた ミニトマト栽培技術 【2019年度改訂版】



和歌山県

Wakayama Prefecture

日高振興局農林水産振興部 農業水産振興課  
農業試験場暖地園芸センター



JA紀州

情熱あふれる産地づくりを目指して



NARO

農研機構

# 目次

1. はじめに	1
2. 成長点局所加温の特徴	2
3. CO <sub>2</sub> 施用の特徴	3
4. 成長点局所加温の実施方法	4
5. 成長点加温と組み合わせたCO <sub>2</sub> 施用の方法	6
6. 実証試験の条件	8
7. 局所加温技術導入の効果	9
8. CO <sub>2</sub> 施用技術導入の効果	12
9. 技術導入による収益の改善	13
10. 生産者の声	15
11. よくある質問	16
コラム：実証地域のミニトマト生産	8
【参考1】局所加温による地温と燃料への影響	11
【参考2】低コスト複合環境制御装置の導入	14
参考文献等・お問い合わせ先	17

# 1. はじめに

ミニトマトの促成作型では冬季に栽培を行うため暖房が必須です。暖房にかかる費用は燃料価格に依存し、近年の価格の乱高下から、暖房費は生産費の中でも特に不安定になっています。そのため、暖房費を削減し、生産費全体に占める暖房費の割合を下げるのが、経営の安定化のために重要です。農研機構では、この問題を解決するため、既存の温風暖房機を用いて、より少ない燃料で慣行の加温方法と同程度の効果を得られる、「成長点局所加温技術」を開発しました。

また、近年特に注目され、普及が進んでいるCO<sub>2</sub>施用についても、光合成を促進し、収量増加に大きな効果があることが知られています。

私たちは、これらの技術を組み合わせ、中小規模施設向けのミニトマト生産者のための高収益栽培技術を体系化するために、現地試験に取り組み、この技術の有効性について実証しました。

本資料では、この技術の導入のために必要な各資材の設置方法や、収量・燃料消費量の慣行との比較、さらに経営面からみた技術導入効果について解説します。

作成代表者 河崎 靖

農業・食品産業技術総合研究機構

■本資料は、和歌山県日高川町における現地実証試験で得られた成果を取りまとめて作成されたもので、2017年度に公開された技術パンフレットを2019年度時点の最新のデータに更新し、新たに得られた成果を増補したものです。

■本成果は、生研支援センターの革新的技術開発・緊急展開事業（うち経営体強化プロジェクト）『低コスト化・強靱化を実現する 建設足場資材を利用した園芸用ハウスの開発』の支援を受け実施されました。

## 2. 成長点局所加温の特徴

### ■ 部位によって低温耐性は異なる

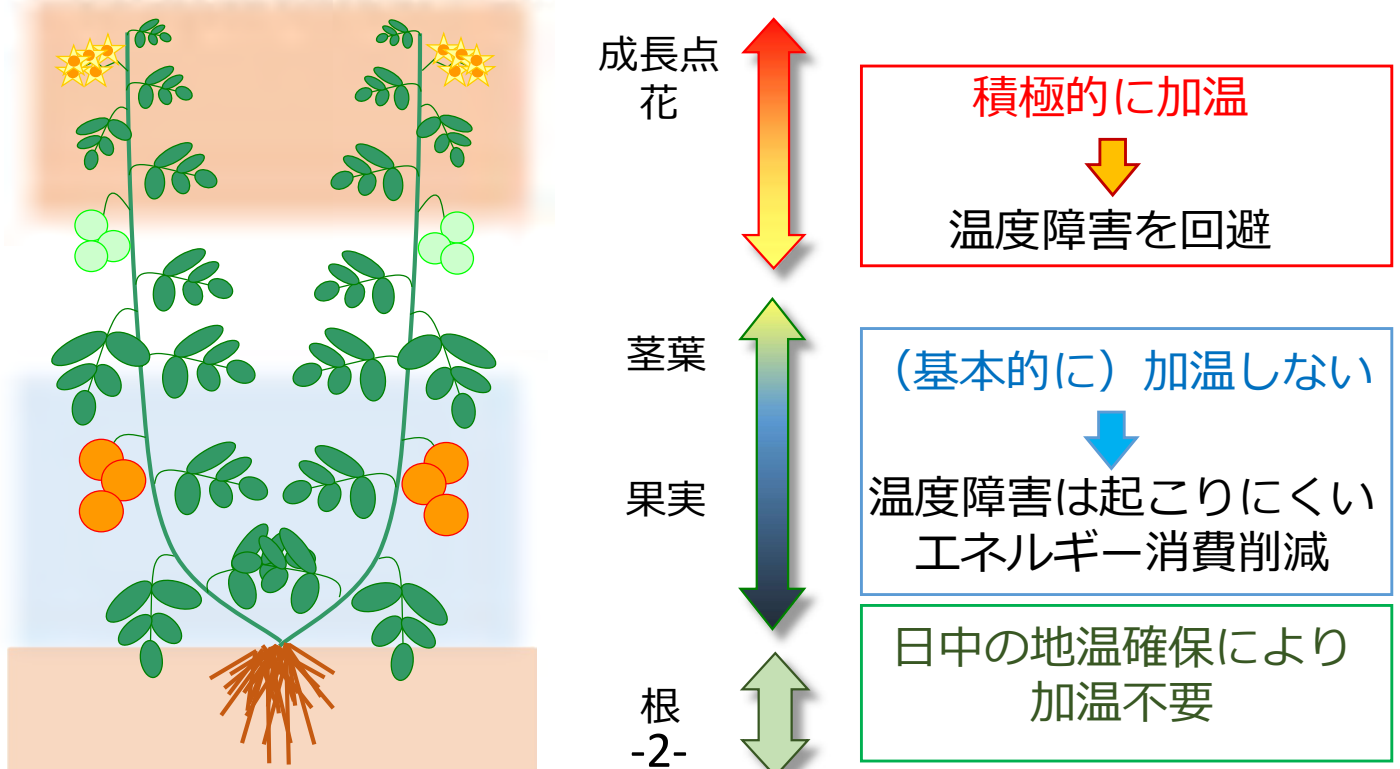
ミニトマトを含む、トマトの生育適温はおおよそ15~25℃と言われ、これより低温条件では、生育や収量に何らかの悪影響を及ぼします。しかし、この適温の範囲は部位によって異なり、成長点や花は低温に弱いものの、茎葉や果実はより低い温度条件でも障害が起こりにくいことが知られています。

日平均温度	成長点・花	茎葉・果実	根
40℃	伸長停止		
30℃	芯止まり多発 着果不良	光合成速度低下 着色不良	根伸長抑制 養分吸収抑制
20℃	温度障害が発生しない 温度帯		温度障害が発生しない 地温
10℃	着果不良 伸長停止	光合成速度低下 転流障害	養分吸収抑制 根伸長抑制
0℃	凍死	凍死	凍死

※品種・栽培条件(日中の気温・日射量等)によって変動あり 田中(1984), 鈴木(2008)一部改変

### ■ 低温に弱い部位を狙って加温

そこで、低温に弱い成長点や花を局所的に加温し、茎葉への加温を抑えることで、より少ないエネルギーで効率の良い加温を行うことが可能となります。

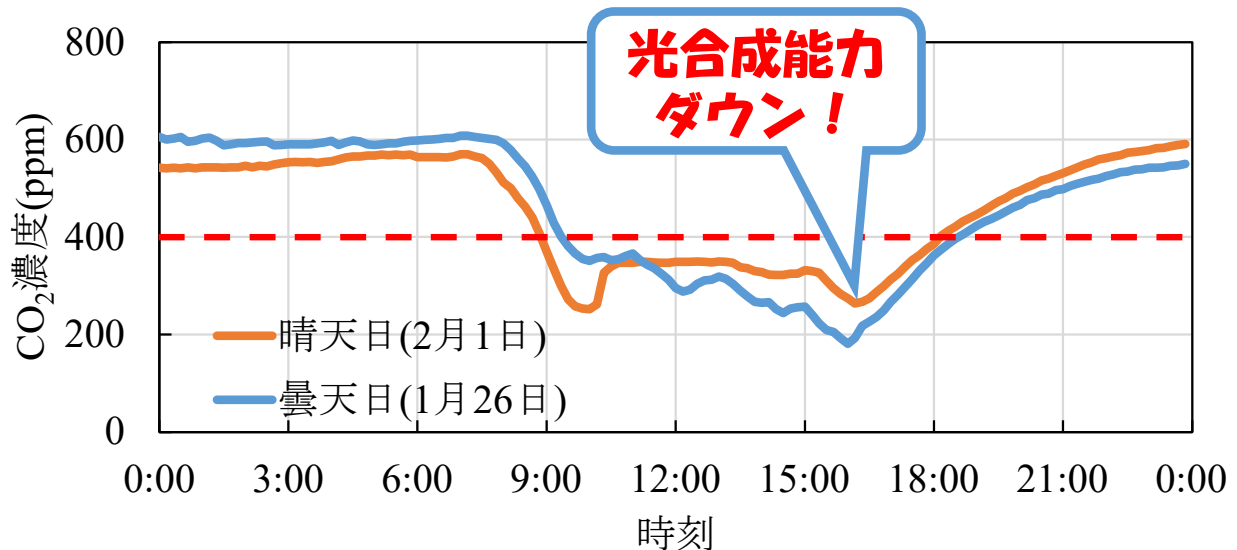


### 3. CO<sub>2</sub>施用の特徴

#### ■ 閉め切ったハウス内はCO<sub>2</sub>濃度が低い

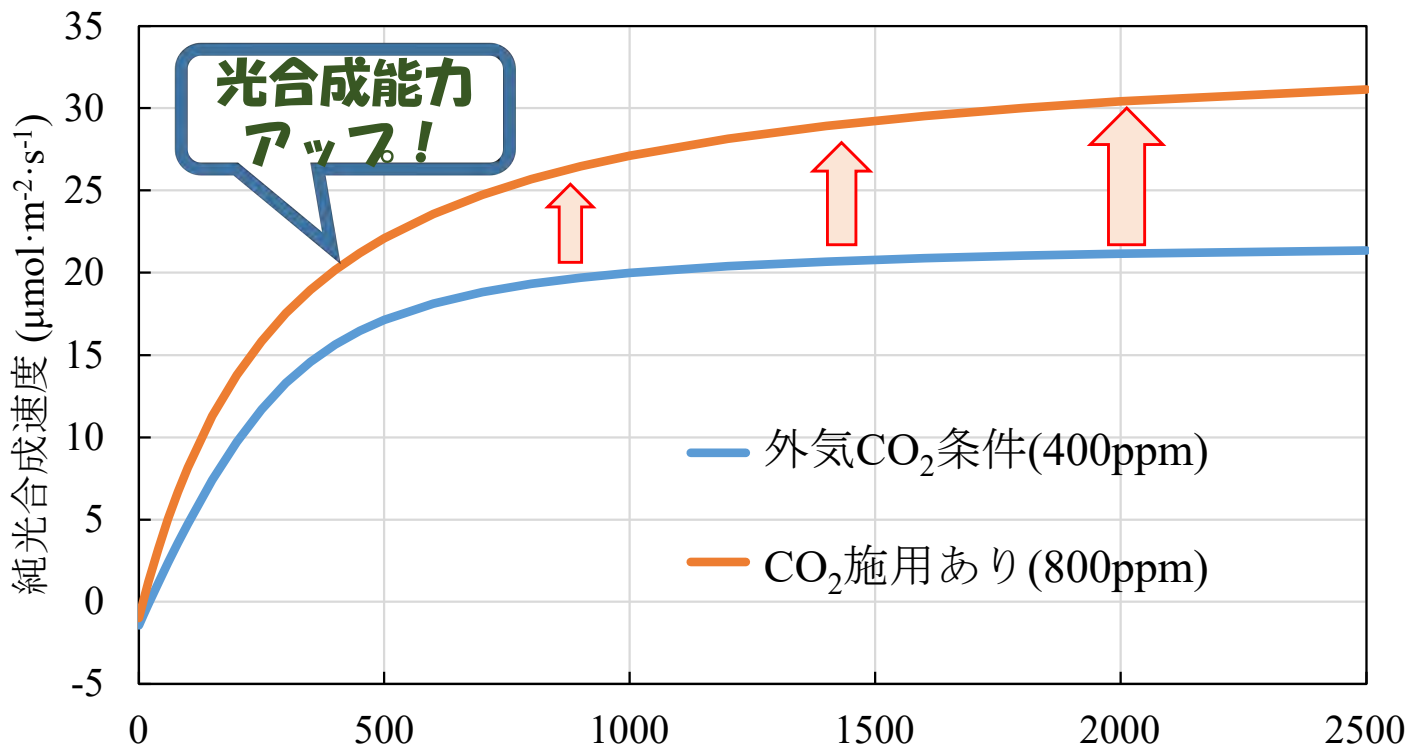
厳冬期などでは換気量が減少するため、外気からのCO<sub>2</sub>供給が光合成によるCO<sub>2</sub>消費を下回り、ハウス内のCO<sub>2</sub>濃度は外気（およそ400ppm）よりも低くなることがあります。この傾向は換気量が少ない曇天日で顕著です。

低いCO<sub>2</sub>濃度では、植物は十分な光合成が行えず、樹勢の低下や収量の減少につながる恐れがあります。



#### ■ 外気より高いCO<sub>2</sub>濃度管理で光合成促進

近年導入が進んでいるCO<sub>2</sub>施用を行えば、ハウス内のCO<sub>2</sub>濃度を外気より高く保つことが可能になり、光合成促進による増収効果が期待できます。



光合成有効光量子束密度(μmol·m<sup>-2</sup>·s<sup>-1</sup>)  
品種「アイコ」の上位展開葉を供試 気温25℃、相対湿度65～85%の条件で測定

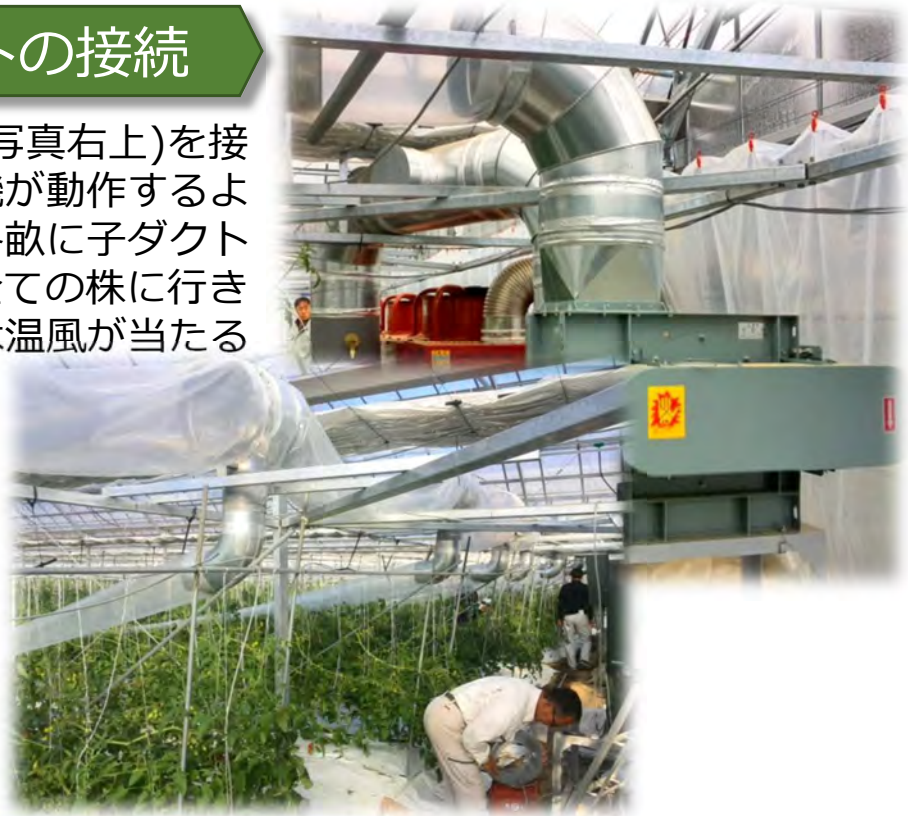
# 4-1. 成長点局所加温の実施方法

## ■ 暖房機と温風ダクトの接続

既存の温風暖房機に送風機(写真右上)を接続し、暖房機と連動して送風機が動作するように設定します。送風機から各畝に子ダクトを配置し(写真左下)、温風が全ての株に行き渡るようにし、温度センサーは温風が当たる位置に設置します。

また、ハウスの端は低温になる恐れがあるため、両端の通路には、通常通りダクトを地面上に配置すると、温度ムラが解消※されます。

※奥行き50m以下のハウスで問題がないことを確認しています。

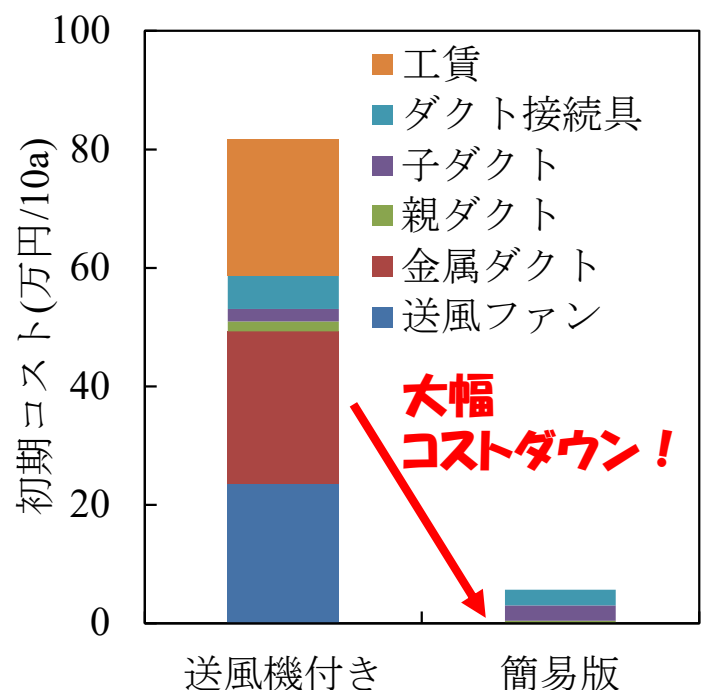


## ■ 簡易版の開発と設備コストの低減

設備コストの低減のため、送風機を用いない簡易版も開発しました。親ダクトは慣行と同様に設置し、そこから各畝に向かって子ダクトを接続します。

通路上の子ダクトが作業の邪魔にならなければ、畝まで斜め上に延伸し、成長点付近の高さまで吊り下げて設置します。作業の妨げになる場合は、畝までは地面に這わせて延伸し、畝に入ってから斜め上に誘引して成長点の高さまで吊り下げます(左下写真)。

送風機付きと比較して送風能力が劣りますが、暖房機1台あたり10a程度であれば温度ムラなく加温できます。また、慣行と同様の方法で温風ダクトを接続しますので、**自家施工も容易で初期コストが大幅に削減できます**(右下図)。

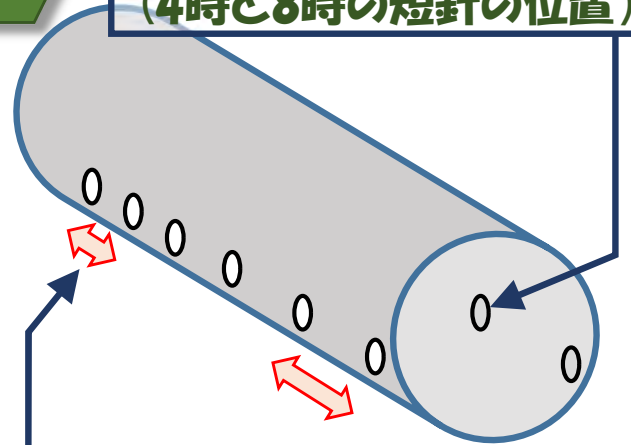


## 4-2. 成長点局所加温の実施方法（穴あけ）

### ■ダクト吊り下げと穴あけ方法

ハウスの梁に、ひも等をU字型に設置し、そこに各畝に配置された温風ダクトを通したり、ダクト吊り下げ用のクリップを用いることで、ダクトを固定します(下写真)。固定する高さは、ミニトマトの成長点位置～やや上辺りが適切です。温風ダクトには斜め下約60°に直径6mmの穴を開けます。穴の間隔は、暖房機付近で1m、ダクト先端部で12.5cm程度であれば、温度ムラを抑えることができます。

穴の向きは斜め下60°  
(4時と8時の短針の位置)



ダクト先端ほど間隔は短く



専用クリップを  
利用

ひも等でダクトを  
吊り下げ

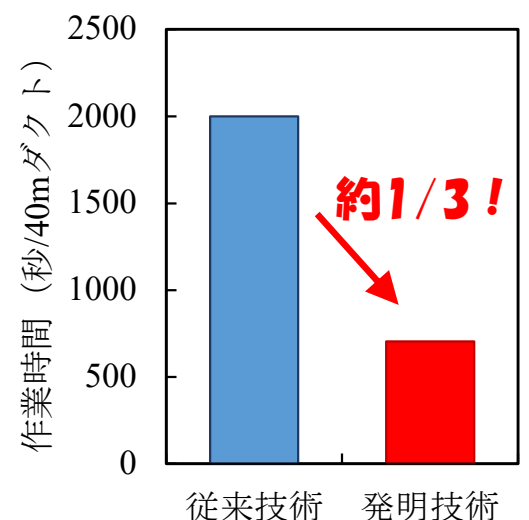
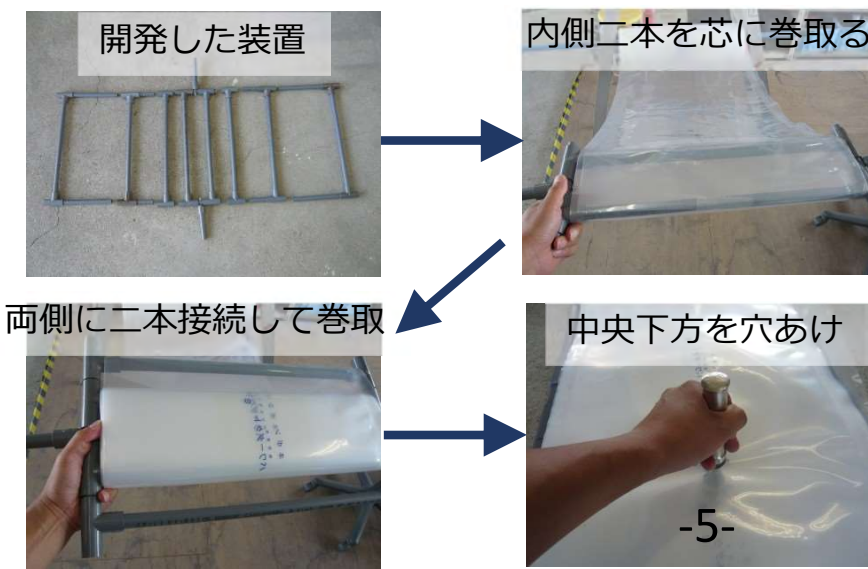


### ■穴あけ装置を用いた作業時間削減

成長点局所加温を行うには、温風ダクトに多数の穴をあける必要があります。加えて穴の間隔は暖房機からの距離によって変える必要があり、穴あけ作業にはかなりの時間を要します。

そこで、下図のような装置を開発しました。内側2本の管を芯にダクトを巻付け、その後芯を4本、6本と増やして巻付けていくことで、中央下方に1か所の穴をあけるだけで、1本のダクトに必要な全ての穴をあけることができます。

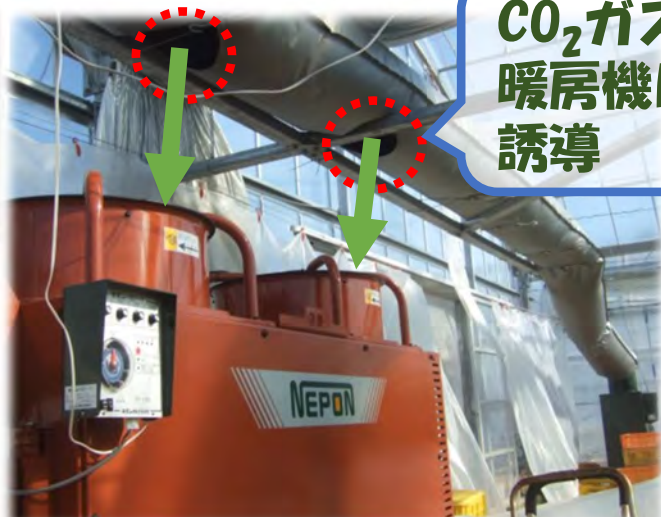
装置は市販の塩ビ管と接手のみのため、自作も可能（材料費1,000円程）で、**穴あけに要する作業時間が約1/3と大幅に削減**されます(特願2019-193429)。



# 5-1. 成長点加温と組み合わせたCO<sub>2</sub>施用の方法

## ■ CO<sub>2</sub>発生機と暖房機との接続

CO<sub>2</sub>発生機と送風機が連動して動作するように設定します。また、CO<sub>2</sub>発生機からの排気が暖房機の吸気口に流れるようにダクトを接続します（写真）。ダクトが植物に影を作らなければ、なるべく耐久性の高いダクトを選定します。これにより、CO<sub>2</sub>発生機から発生した高濃度のCO<sub>2</sub>がダクト内を通り、ミニトマトの成長点付近から植物群落内に施用されるとともに、ハウス内の濃度ムラを抑えることができます。



CO<sub>2</sub>ガスを暖房機に誘導

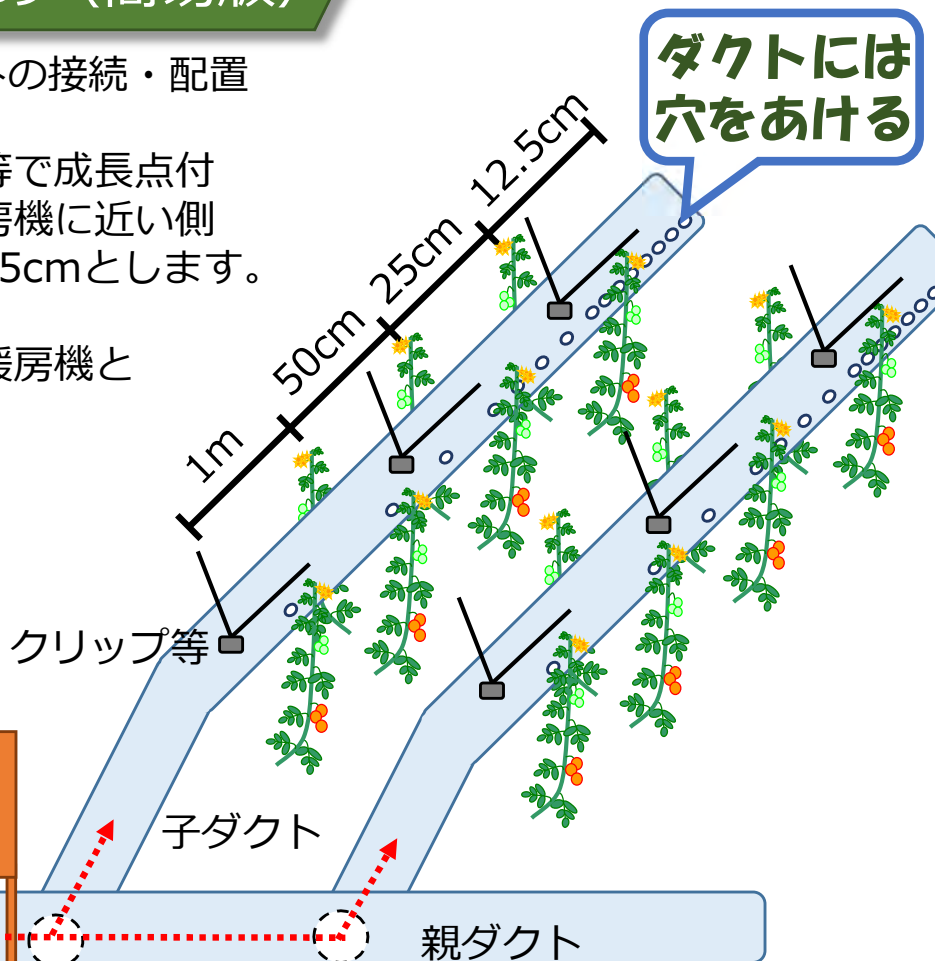
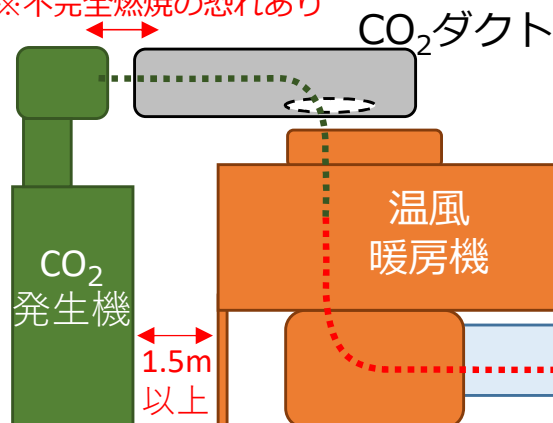
## ■ 装置類接続のまとめ（簡易版）

CO<sub>2</sub>発生機、暖房機、ダクトの接続・配置は下図のようになります。

子ダクトはクリップやひも等で成長点付近に吊り下げ、穴の間隔は暖房機に近い側から1m、50cm、25cm、12.5cmとします。

※送風機を用いる場合は、暖房機と親ダクトの間に接続します。

必ず隙間をあける(2~30cm程度)  
※不完全燃焼の恐れあり



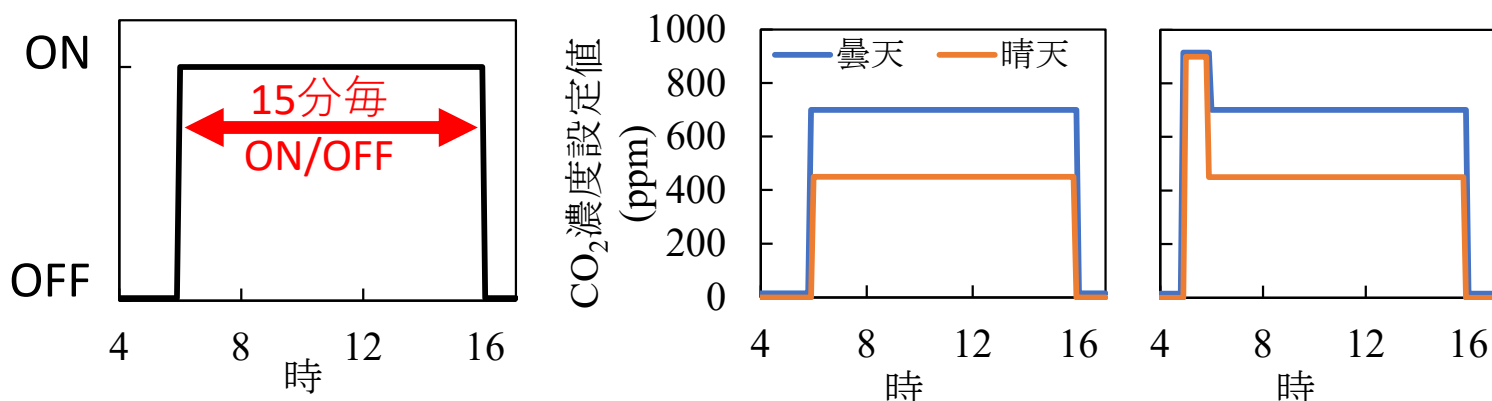


## 5-2. CO<sub>2</sub>施用の濃度設定

### ■ CO<sub>2</sub>発生機の運転方法

光合成が盛んになる日中のCO<sub>2</sub>濃度を高めるように施用します。曇天日の6時～16時の間は15分ごとにON/OFFを繰り返すようにタイマーを設定します（左下図）。濃度制御が可能な場合は、この稼働時間内でCO<sub>2</sub>濃度が700ppmを下回るとCO<sub>2</sub>が発生するように設定します（中央下図）。晴天日にCO<sub>2</sub>施用を行う場合は、CO<sub>2</sub>濃度の設定値を450ppmに下げて運用します。

時刻ごとに濃度設定を変えられる場合は、暖房も兼ねて日の出前後に800～1000ppmの濃度設定にすることで、効率的にCO<sub>2</sub>供給が行えます（右下図）。



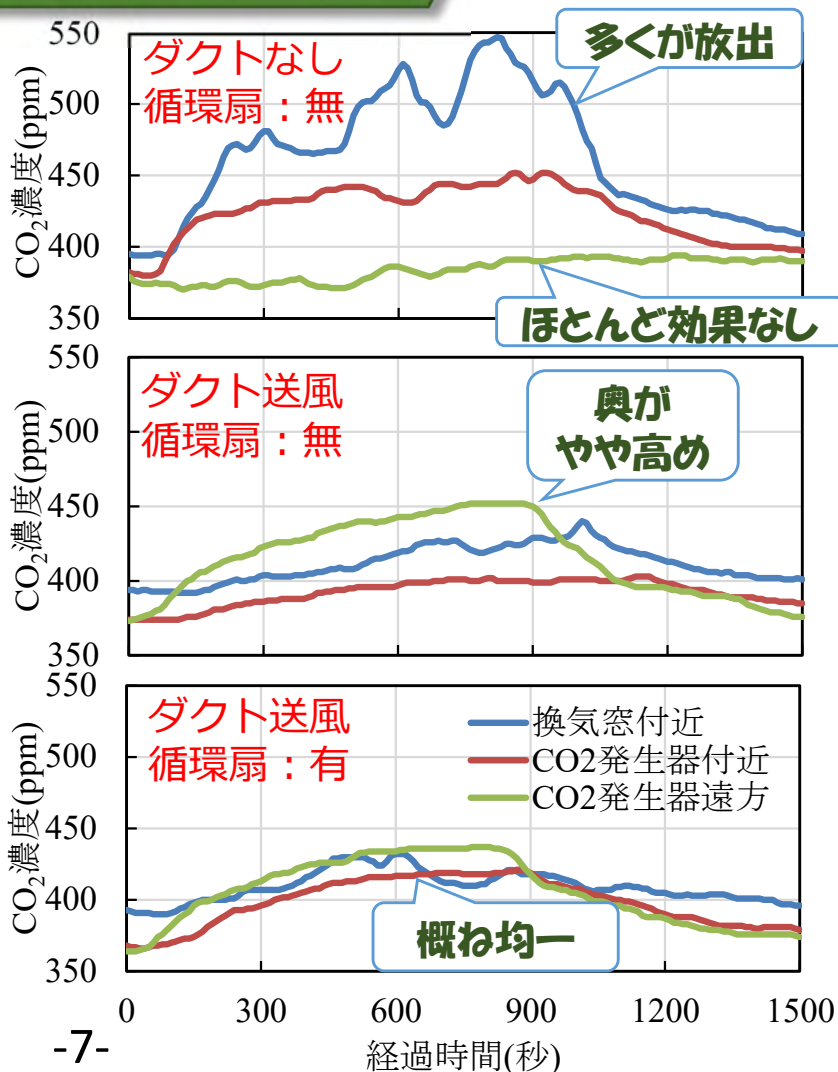
### ■ 晴天日（換気時）のCO<sub>2</sub>施用について

換気窓が開いていたり換気扇が動作しているときにCO<sub>2</sub>施用を行う場合、CO<sub>2</sub>発生機から直接排気し、かつ循環扇がない状態では、CO<sub>2</sub>発生機から換気口への気流が発生し、ハウス内のCO<sub>2</sub>濃度が十分に上昇しないことがあります（右上図）。

成長点局所加温用のダクトを用いてCO<sub>2</sub>を供給することで気流を拡散し、換気口からのCO<sub>2</sub>流出が抑えられます（右中図）。

※ダクトの穴数の関係上、奥側のCO<sub>2</sub>濃度が若干高まる傾向にあります。

さらに循環扇を併用することで、ハウス内の濃度をより均一に保つことができます（右下図）。



## 6. 実証試験の条件

### ■ 影響評価のための前提条件

- 実証地域：和歌山県日高川町（日高地方）
- 実証圃場：1戸（燃料比較） or 4戸（収量比較・導入効果試算）
- 慣行圃場：1戸（燃料比較） or 産地平均（収量比較・導入効果試算）

■ 品種：アイコ

■ 栽培条件

土耕、斜め誘引(誘引高さ約1.5m)、1本仕立て  
8月中下旬定植～6月末栽培終了（購入苗利用）、栽植密度約2000株/10a  
高糖度栽培(糖度7以上)、主に灌水制限による水ストレス付与

■ 環境制御装置

谷・側面自動換気、保温/遮光兼用カーテン、循環扇、温風暖房機(4段サーモ)  
**成長点局所加温装置、灯油燃烧式CO<sub>2</sub>発生機（実証圃場のみ）**

※暖房、CO<sub>2</sub>施用の設定値は生産者間で非統一

実証圃場



慣行圃場



### コラム：実証地域のミニトマト生産

和歌山県日高地方のJA紀州では、ミニトマトの高品質生産に取り組んでおり、アイコを「王糖姫（おとひめ）」、キャロルセブンを「赤糖房（あかとんぼ）」、「優糖星（ゆうとうせい）」という名前ブランド化しています。栽培管理に時間をかけ、完熟してから収穫するため1戸あたりの栽培面積は少ないですが、品質が高く、高値で取引されています。

JA紀州(<https://ja-kisyuu.or.jp/>)

ミニトマト栽培面積：約23ha

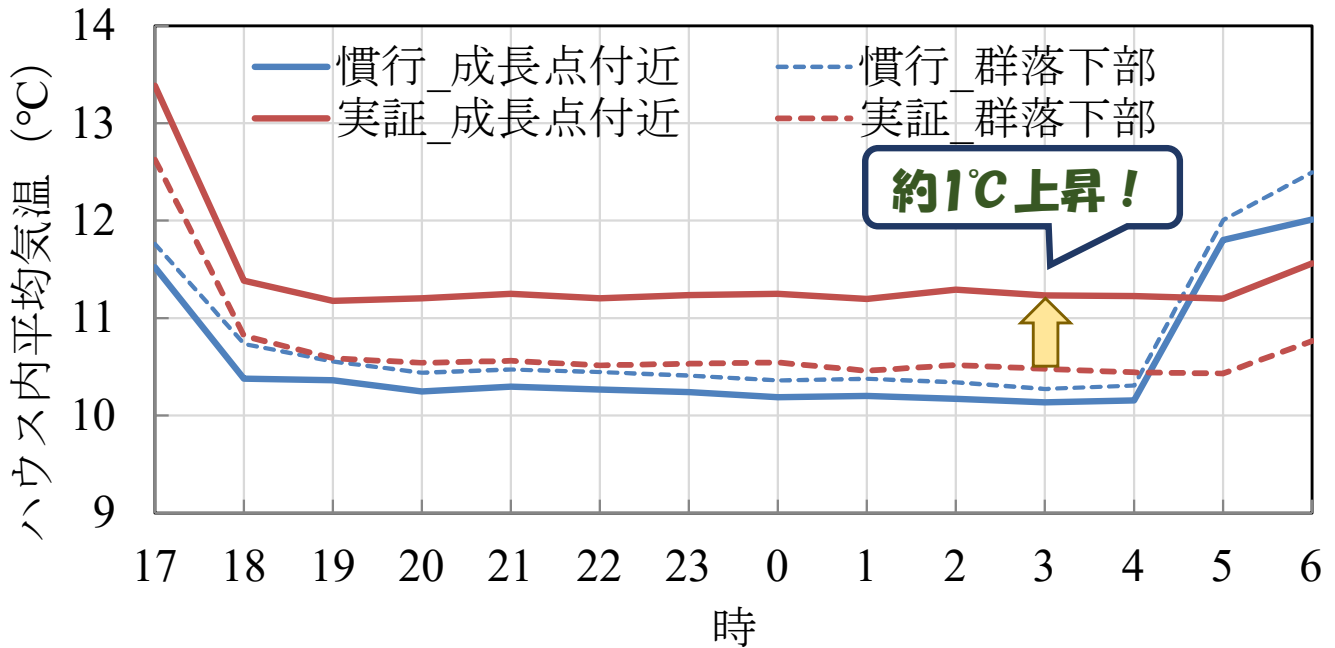
ミニトマト農家戸数：約180戸



# 7-1. 局所加温技術導入の効果（温度）

## ■ 成長点付近を集中的に加温

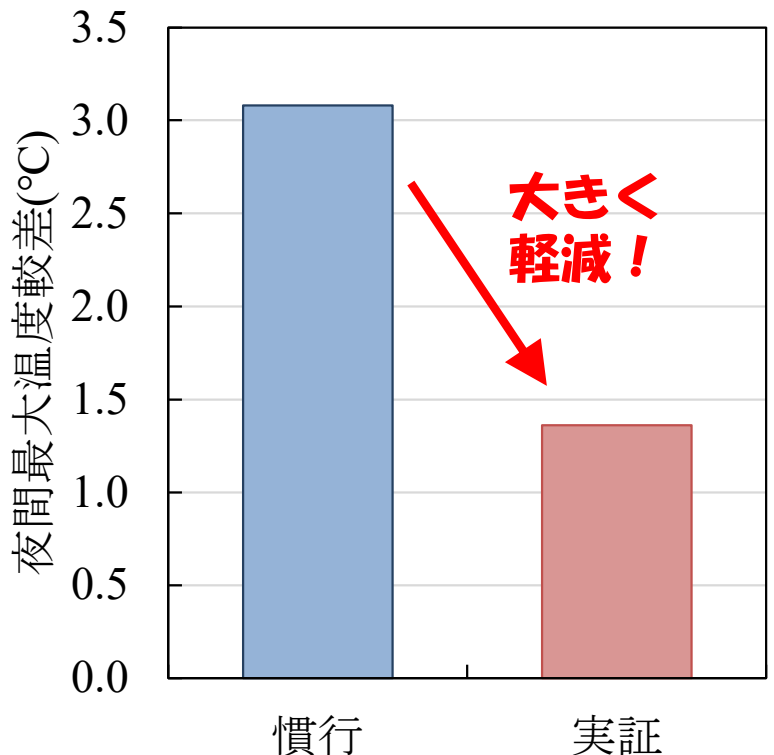
慣行の暖房では、成長点付近と群落下部に明確な温度差は見られませんが、局所加温では成長点付近が高めの温度で推移する一方で、群落の下部では低温になります。群落の上下ではおよそ1℃の温度差が発生します。



## ■ 水平方向の温度ムラが軽減

温風ダクトが各畝上に吊り下げられ、さらにダクトにあけた穴の間隔が調整されたことによって、ハウス内の水平方向の温度ムラが大きく軽減されます。

現地試験では、慣行の加温方法ではおよそ3℃の温度差がありましたが、局所加温ではおよそ1.5℃と、温度ムラが半分程度に軽減されました。

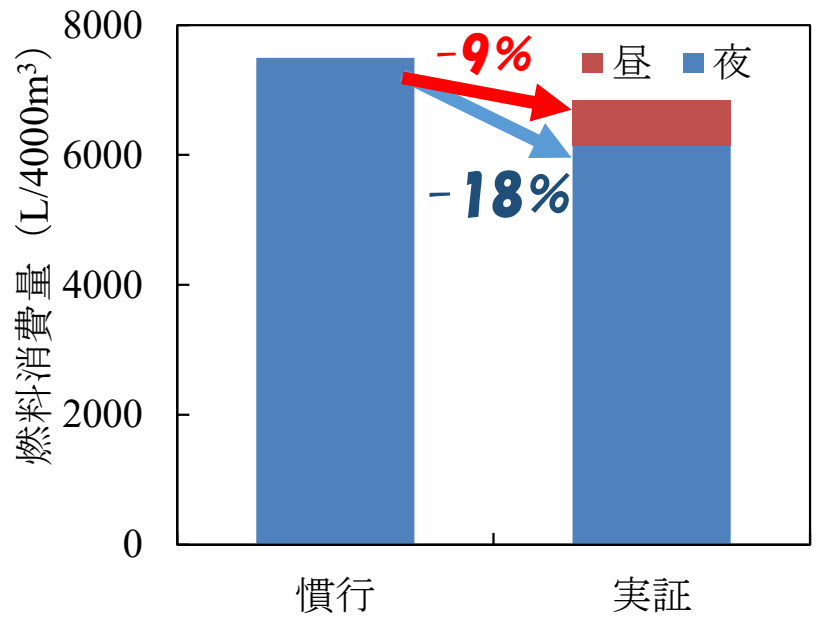


## 7-2. 局所加温技術導入の効果（燃料・生育）

### ■ 消費燃料を削減

群落の下部が低温で管理されることで、慣行と同一な設定温度の場合、暖房にかかる燃料消費量は慣行より18%削減が可能です。

また、通路にダクトが無いいため、日中に加温しても作業の邪魔になりません。冬場の曇天日の日中加温によって、燃料費は増加しますが、それでも慣行より9%削減が可能です。加えて生育の促進が期待できます。



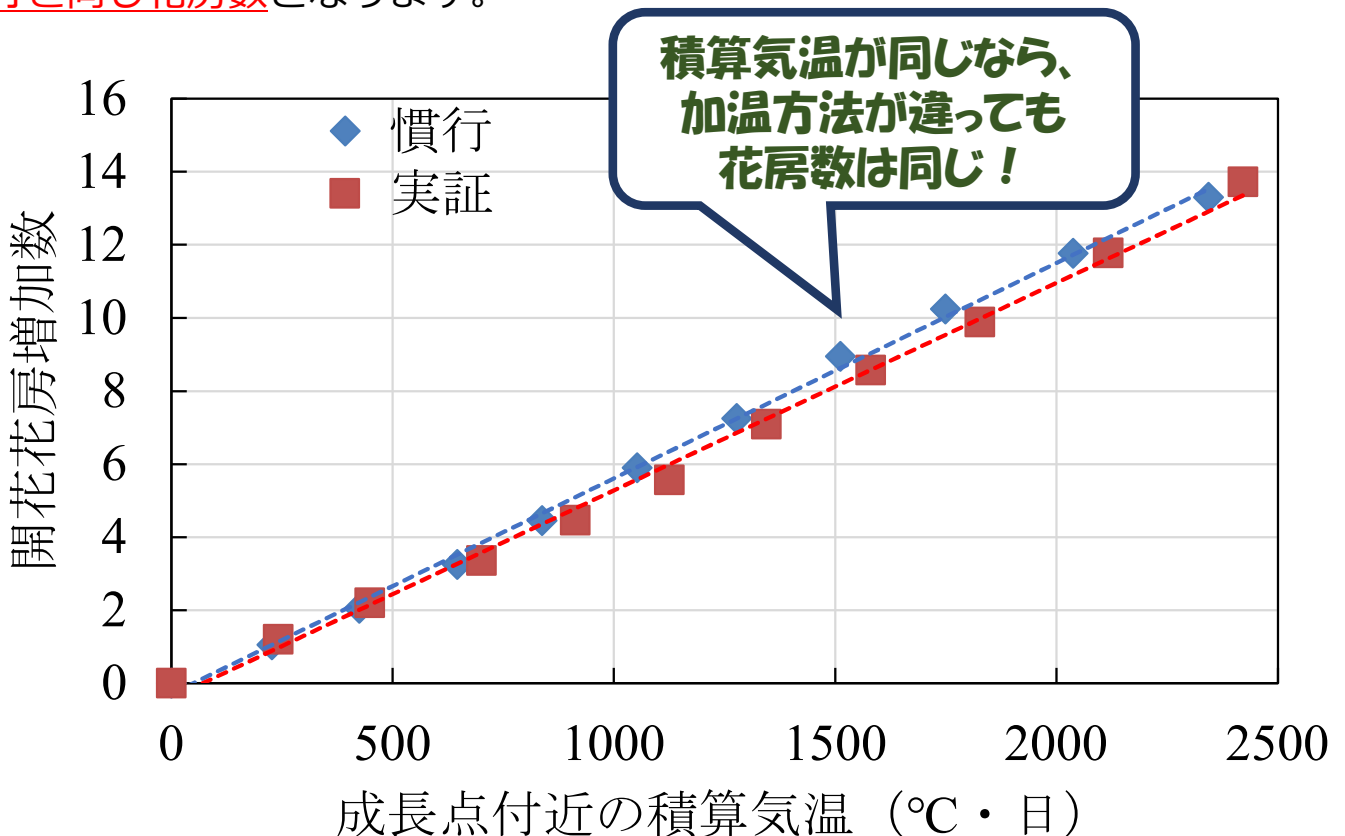
調査期間：12月下旬～4月末

設定温度：12℃（同一設定温度）

※施設形状が異なるので単位容積あたりで比較

### ■ 成長点局所加温の生育への影響

花房の出現は成長点付近の積算気温の影響を受け、同一の積算気温であれば慣行と同じ花房数となります。



# 【参考1】 局所加温による地温と燃料への影響

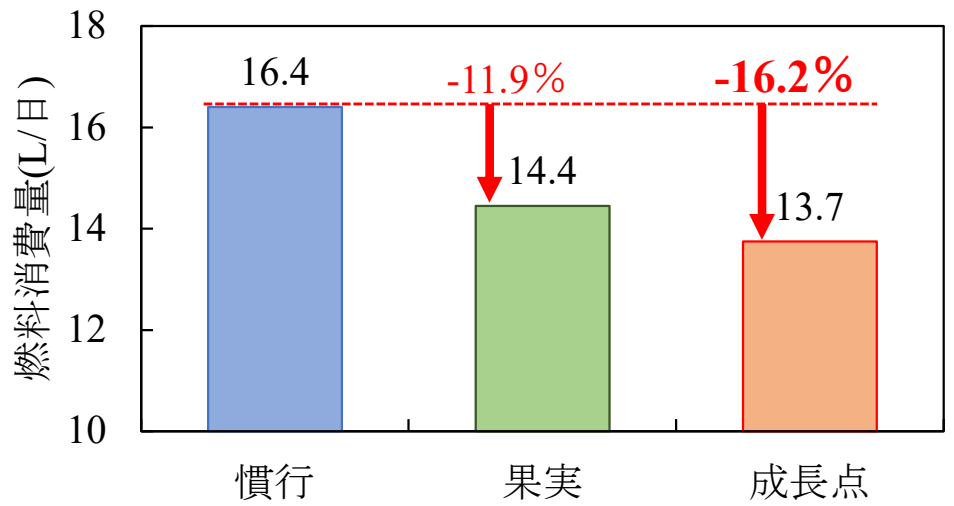
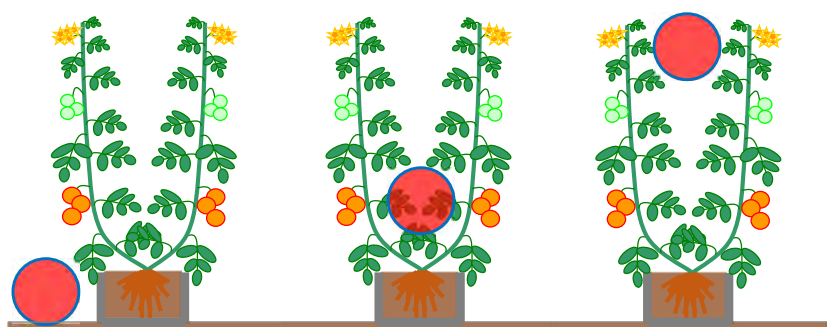
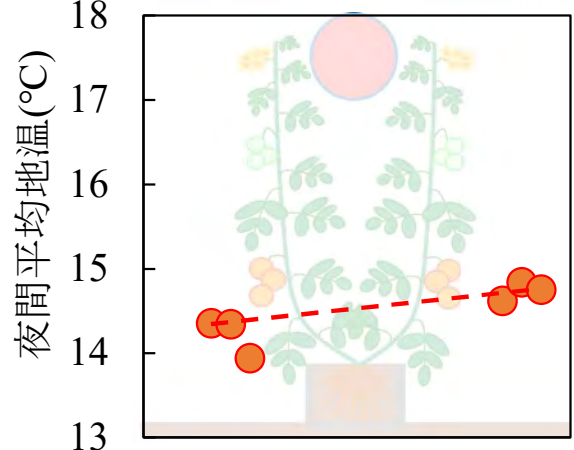
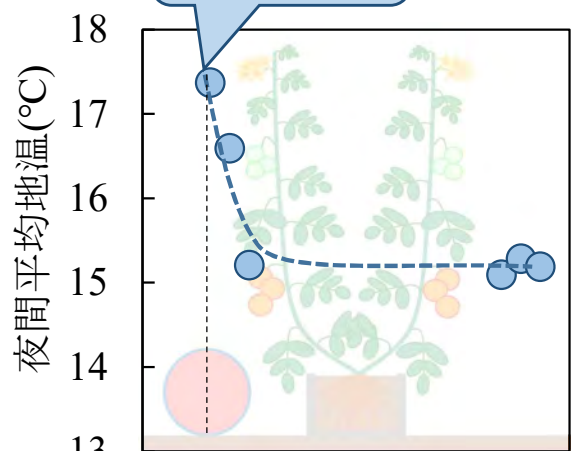
温風ダクトの吊り下げる位置が地温と燃料にどのように影響を及ぼすかを、右図のようなダクト配置で実験を行いました。

慣行の暖房方法はダクトを床置きするため、ダクト直下の地温だけが上昇します。畝やダクトが置かれていない通路の地温上昇は見られず、ダクトを吊り下げた場合も地温の局所的な上昇は起こりませんでした（左下図）。

また、ダクトの吊り下げ高さは燃料消費に大きく影響し、高く吊り下げるほど燃料消費が抑えられることが分かりました（右下図）。



ダクト直下のみ高温



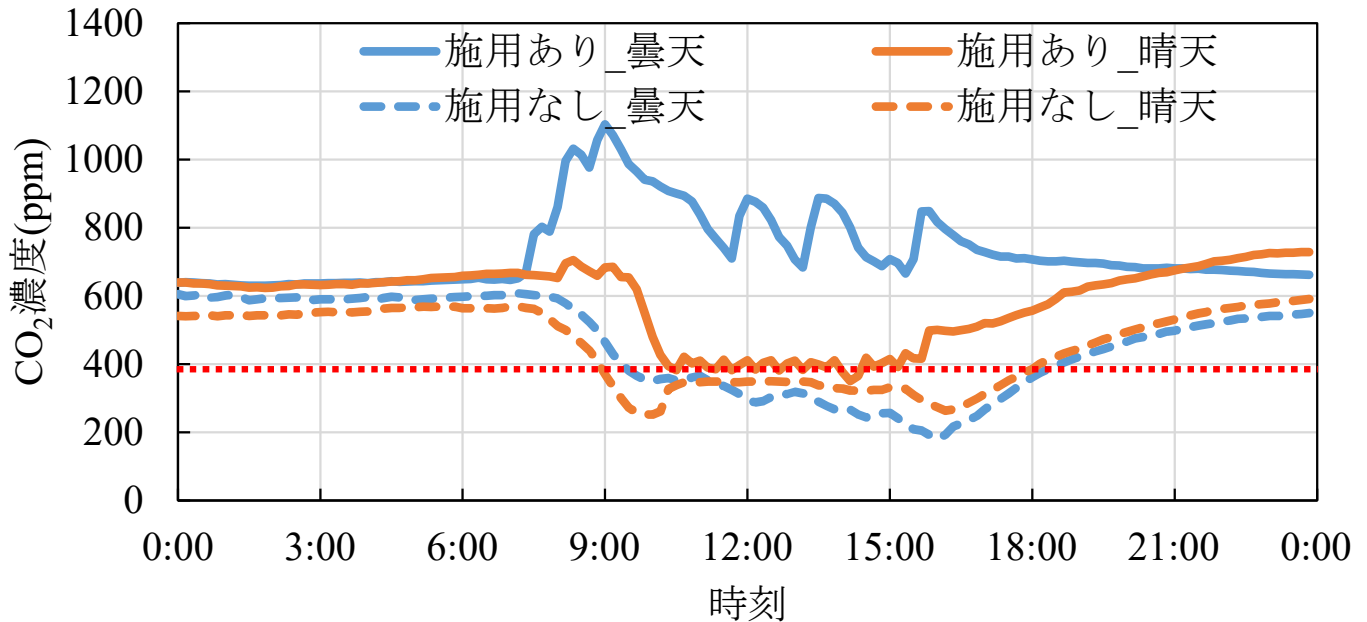
※実験は農研機構西日本農研センター(香川県善通寺市)内パイプハウス(床面積54m<sup>2</sup>)で実施しました

# 8. CO<sub>2</sub>施用技術導入の効果

## CO<sub>2</sub>濃度の比較

CO<sub>2</sub>施用により早朝～午前中を中心にCO<sub>2</sub>濃度が上昇します（下図）。これによって光合成が促進されます。

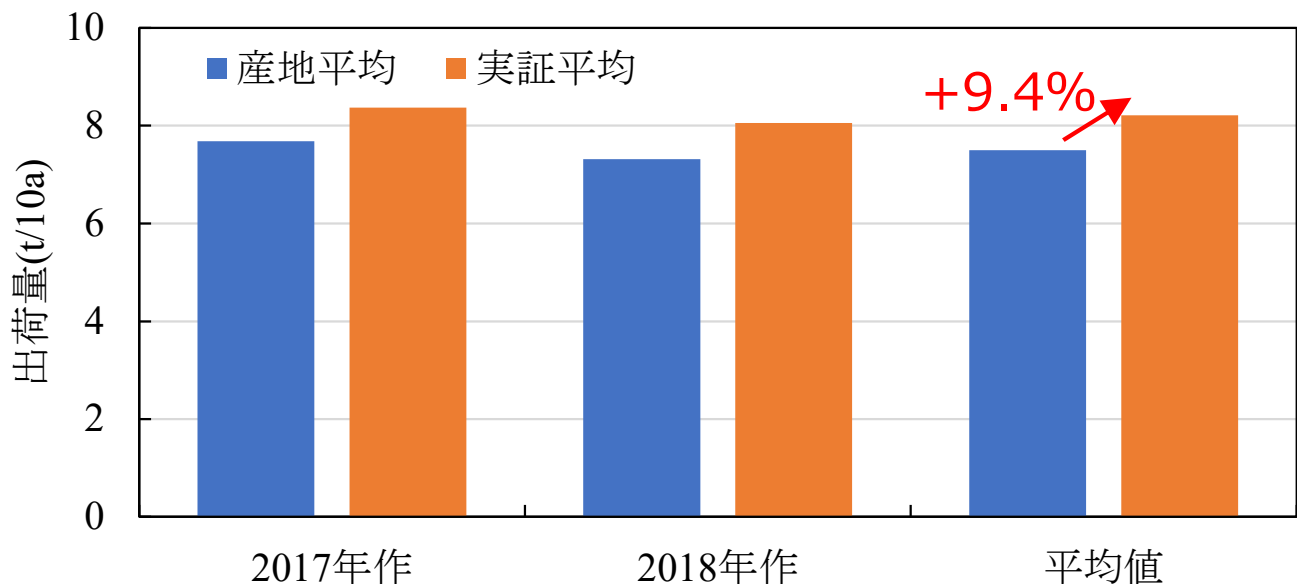
換気が行われる晴天日の昼間も、CO<sub>2</sub>施用(設定濃度450ppm)を行うことで外気(400ppm)と同程度で慣行より高い濃度を維持することが可能です。



## CO<sub>2</sub>施用による収量の向上

光合成が促進されることで収量が増加します。

増収効果は年によって変動が大きく、2017年作（2017年8月～翌年6月）では8.8%、2018年作（2018年8月～翌年6月）では10.1%の増収が認められ、2年間の平均収量は9.4%の増収となりました（下図）。いずれの作でも、CO<sub>2</sub>施用の費用対効果はプラスとなり、導入するメリットがあります。



実証平均は成長点局所加温およびCO<sub>2</sub>施用を導入した生産者4戸の平均値  
産地平均は実証圃を除く産地生産者9戸の平均値（CO<sub>2</sub>施用を実施している生産者を含む）

# 9. 技術導入による収益の改善

10a当たりの試算では・・・

■ 収量が増加することによって、



**販売収入が約64万円（9%）増加**します。

収量増加：709kg/年 × 販売単価：900円/kg  
※2年間の平均値

■ 成長点局所加温とCO<sub>2</sub>施用に必要な装置・資材のため、



**資材・減価償却費が約9万円余分に必要**です。

CO<sub>2</sub>発生機：7.1万円/年 + 局所加温装置一式：2.0万円/年

■ 成長点局所加温によって、



**燃料費が約10万円（18%）削減**できます。

燃料単価(A重油)：74円/L × 燃料消費削減量：1296L/年  
※慣行と同一設定温度、昼間の加温を実施しない場合

■ CO<sub>2</sub>施用のために



**燃料費が約18万円余分に必要**です。

燃料単価(灯油)：91円/L × 使用量：2000L/年

■ 以上の合計から、



**約46万円（16%）の所得向上**が見込めます。

注) 金額および増減率は栽培環境によって変動します。  
農業経営費のうち、「その他」に該当する費用は、実証地域の  
経営モデルに基づき算出しました。

表 成長点局所加温とCO<sub>2</sub>施用技術の導入効果の試算（10a当たり）

	慣行	成長点局所加温 +CO <sub>2</sub> 施用	差額
農業租収益	6,750,741	7,388,500	637,759
農業経営費	3,947,378	4,125,058	177,680
資材・減価償却費(追加分)	0	91,584	91,584
燃料費	532,800	618,896	86,096
その他	3,414,578	3,414,578	0
<b>農業所得</b>	<b>2,803,363</b>	<b>3,263,442</b>	<b>460,079</b>

※ポリダクトの設置や収量増加にかかる労力等の影響は勘案していません。

# 【参考2】低コスト複合環境制御装置の導入

中規模施設向けに開発された低コスト複合環境制御装置「YoshiMax」(右写真)を導入することで、暖房やCO<sub>2</sub>施用の制御を含め、多数の機器の制御を一括で簡単に行えるようになり、天候によって設定値を変更する等の複雑な制御もできるようになります。

さらに、別途クラウド契約(別料金)を行うことで、スマートフォンやパソコンを用いて、自宅や外出先から施設内の環境・機器動作の遠隔監視や制御が可能になるため(左下写真)、環境制御の設定に自信がない方や、新規就農者などにお勧めです。

現地試験では新規就農者への導入によって、産地平均を超える増収を達成しました(右下図)。



11月	時刻	換気扇	暖房機	CO <sub>2</sub>		灌水/加湿	CO <sub>2</sub> 維持のため高め設定		遮光カーテン	保温カーテン	原則無遮光
				濃度制御	暖房利用		天窗開始温度	側窓開始温度			
第1時間帯	0:00	20	12	OFF	OFF	OFF	18	21			
第2時間帯	6:00	20	14	ON	ON	OFF	25	28	1	13	
第3時間帯	9:00	20	18	ON	OFF	OFF	25	28			
第4時間帯	12:00	20	18	ON	OFF	OFF	23	26			
第5時間帯	16:00	20	14	OFF	OFF	OFF	20	23		閉温度	
第6時間帯	18:00	20	13	OFF	OFF	OFF	18	21		20	

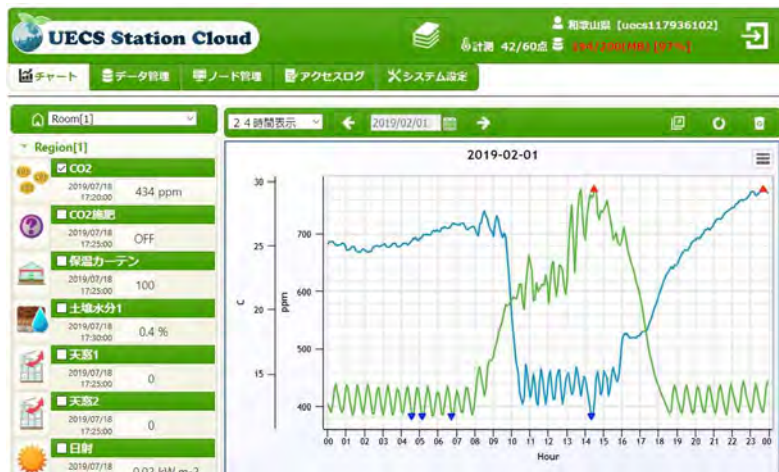
12月	時刻	換気扇	暖房機	CO <sub>2</sub>		灌水/加湿	CO <sub>2</sub> 維持のため高め設定		遮光カーテン	保温カーテン	タイマー
				濃度制御	暖房利用		天窗開始温度	側窓開始温度			
第1時間帯	0:00	20	12	OFF	OFF	OFF	18	21			
第2時間帯	7:00	20	14	ON	ON	OFF	25	28	1	13	
第3時間帯	10:00	20	18	ON	OFF	OFF	25	28			
第4時間帯	12:00	20	18	ON	OFF	OFF	23	26			
第5時間帯	16:00	20	14	OFF	OFF	OFF	20	23		閉温度	
第6時間帯	17:00	20	13	OFF	OFF	OFF	18	21		20	

## CO<sub>2</sub>施用

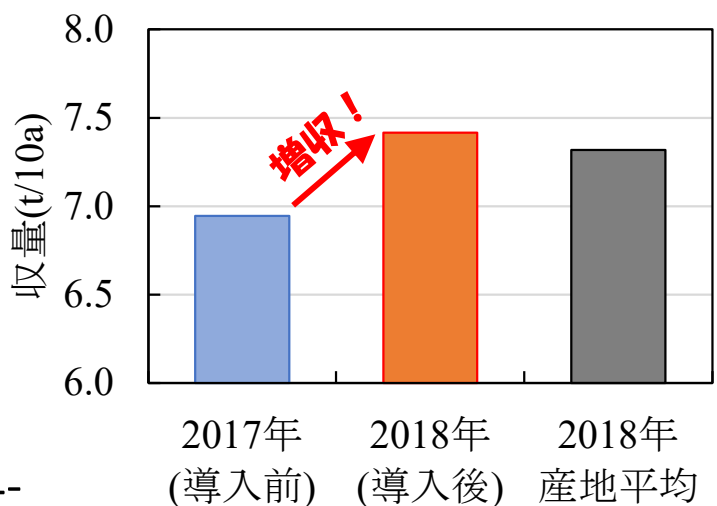
CO <sub>2</sub> 制御方式	日射連動	CO <sub>2</sub> 施用濃度(曇)	CO <sub>2</sub> 施用濃度(晴)	CO <sub>2</sub> 施用濃度(晴)[換気大]	CO <sub>2</sub> 施用濃度(晴)[換気小]	換気停止後必要経過時間	動作インターバル
CO <sub>2</sub> 施用日射(曇)	0.01 kW/m <sup>2</sup>	700 ppm	500 ppm	50 %	500 ppm	900 秒	ON
CO <sub>2</sub> 施用日射(晴)	0.3 kW/m <sup>2</sup>					900 秒	OFF
CO <sub>2</sub> 施用日射(晴)[換気大]	450 ppm					1800 秒	
CO <sub>2</sub> 施用日射(晴)[無換気]	700 ppm						
CO <sub>2</sub> 施用限界濃度	2000 ppm						
CO <sub>2</sub> 施用機暖房設定温度	14 °C						

## 複合制御の一例 (一部抜粋)

※台風等の急な天候変化や異常気象の際は植物状態に合わせた設定の調整が必要です



クラウドによる遠隔監視画面





## 10. 生産者の声

温風ダクトをCO<sub>2</sub>施用と兼用しているのでトマトに効率良く施用でき、換気中でも効果があるのが良い。

本方式に変えて生育や品質のバラツキが抑えられた様に思える。今後は外気導入等の新しい技術にも挑戦してみたい。本技術はプラスになってもマイナスにはならない技術だと思う。

Aさん 導入面積 10a

無施用の頃より糖度が安定し、CO<sub>2</sub>施用の効果を実感している。また、技術導入してから雨天時の裂果が少なくなった。収量増加、品質安定、裂果軽減効果が大きく、良い効果を得られている。

温度やCO<sub>2</sub>のムラも少なく、全体的に均一な環境作りができています。ただ、ダクトの配置にはまだ労力がかかるため、さらなる省力化が必要と感じた。

Bさん 導入面積 12a

細かい問題点はあるが、日々の環境管理をある程度複合環境制御装置『YoshiMax』に任せられるので省力化できた。

今までは経験に任せて管理していたが、環境の見える化によって、例えばCO<sub>2</sub>施用すれば肥料や水の吸収量が増えることなどが分かり、栽培管理を改善することができた。

将来的に10t/10aを目標に収量を伸ばしていきたい。

Cさん 導入面積 10a

複合環境制御装置『YoshiMax』を導入して、ベテラン生産者の管理を参考に、自分のハウスに合うようにアレンジしている。この過程でミニトマト栽培での温度管理のポイントを学ぶことができた。

導入して一番大きかったのは、温度や湿度、CO<sub>2</sub>濃度などの環境が見えること。グラフ化された日々のデータを参考に、今後の栽培管理の改善に繋げていけるように取り組んでいる。

Dさん 導入面積 16a

# 11. よくある質問と回答



**ダクトの高さはトマトの成長に合わせて変える必要がある？**

促成作型のような、暖房開始時点（11月ごろ）で誘引線の高さまで成長している場合は必要ありません。



**ダクトが上にあると日当たりが悪くなるのでは？**

透明ダクトの場合、受光量低下は無視できるレベルであり、生育に影響は見られませんでした。



**温風ダクトは、何年で交換すればいいの？**

現地試験では同一のダクトを3年使用し、特に問題はありませんでした。使用環境によりますが、3年程度は持つと考えられます。



**ダクトは年中吊り下げたままでも大丈夫？**

作業上問題にならないければ、取り外さなくても大丈夫ですが、夏季の高温・強日射に晒されるとダクトが著しく劣化するので、作ごとに取り外すことをお勧めしています。



# 参考文献等・お問い合わせ先

## 参考文献等

- 河崎ら(2010): トマトの生長点-開花果房付近の局部加温が植物体表面温度および収量関連形質に与える影響. 園芸学研究. 9. 345-350
- 河崎(2010): トマトの生長点局所加温による省エネ効果. 施設と園芸. 150. 20-26
- 河崎ら(2011): 温風ダクト吊り下げによるトマトの生長点-開花花房付近の局部加温が垂直温度分布, 収量および燃料少量に及ぼす影響. 園芸学研究. 10. 395-400
- 河崎(2013): トマトの生長点・花房付近の局所加温. 最新農業技術 野菜vol.6. p204-210. 農山漁村文化協会
- 河崎(2013): 施設園芸省エネルギー生産管理マニュアル【改定版】  
III 省エネのための温度管理技術 5 作物の局所加温技術  
④ トマトの生長点加温技術 (農林水産省)  
<http://www.maff.go.jp/j/seisan/kankyo/ondanka/pdf/manyuuru.pdf>
- 川西(2018): ミニトマト 主莖先端を局所加温 1割節油. 日本農業新聞. 2月21日付. 15面
- 川西(2018): 高糖度ミニトマトの局所加温による生産性向上. 農耕と園芸. 1088. 19-23
- 川西(2019): 高糖度ミニトマトの成長点や果実近傍の局所加温による生産性向上. 施設と園芸. 182. 42-45
- 川西(2019): ミニトマトにおける局所加温による生産性向上. 日本農業新聞. 6月6日付. 17面
- Kawasaki and Yoneda (2019): Local temperature control in greenhouse vegetable production. The Horticulture Journal. 88. 305-314
- 河崎(2019): 帯状フィルムの穿孔方法、帯状フィルム穿孔用装置、及び帯状フィルムの穿孔方法で得られる帯状フィルムの使用. 特願2019-193429.

## お問い合わせ先

- ・ 農研機構西日本農業研究センター 地域戦略部事業化推進室  
084-923-4100
- ・ 和歌山県農業試験場 暖地園芸センター  
0738-23-4005
- ・ 和歌山県日高振興局 農林水産振興部 農業水産振興課  
0738-24-2930

作成：河崎 靖<sup>1)</sup>

川西孝秀<sup>2)</sup>、東 卓弥<sup>2)</sup>、金川真実<sup>2)</sup>

田中寿弥<sup>3)</sup>、松本比呂起<sup>3)</sup>、足立裕亮<sup>3)</sup>、新田佳範<sup>3)</sup>、菊地悠太<sup>3)</sup>

寺口 徹<sup>4)</sup>、西平充幸<sup>4)</sup>、上山幸一<sup>4)</sup>

1) 農研機構 西日本農業研究センター

※農研機構(のうけんきこう)は国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構のコミュニケーションネーム(通称)です。

2) 和歌山県農業試験場 暖地園芸センター

3) 和歌山県日高振興局 農林水産振興部 農業水産振興課

4) JA紀州



成長点局所加温とCO<sub>2</sub>施用を  
組み合わせた  
ミニトマト栽培技術  
【2019年度改訂版】

令和元年 11月発行

農業・食品産業技術総合研究機構

本資料の取扱いについて：複写・転載または引用に当たっては、  
必ず作成者の承諾を得てください。