
**施設キュウリの夏秋作型における
小型光合成促進機を用いた
局所炭酸ガス施用マニュアル
(第1版)**

令和8年3月

岩手県農業研究センター

目次

ページ数

1. 炭酸ガスの施用とは？ …… 1～2
2. 炭酸ガスの施用方法 …… 3
3. 小型光合成促進機を用いた
局所炭酸ガス施用効果 …… 4
4. 小型光合成促進機的主要仕様… 5
5. 送風システムに必要な資材一覧… 6
6. ダクトの設置方法と必要な資材一覧… 7～9
7. 小型光合成促進機の
設置方法と留意事項… 10～11
8. 小型光合成促進機の設定方法… 12～13
9. Q & A …… 14～18
10. 導入経費… 19

本マニュアルの内容は、農林水産省(令和3～4年度)・福島国際研究教育機構(F-REI)(令和5～7年度)の農林水産業分野の先端技術展開事業のうち、「先端技術を活用した施設野菜・畑作物の省力高収益栽培・出荷技術の確立」(JPJ00997,JPFR23060107,JPFR24060107)により実施した研究の結果をまとめたものです。

1. 炭酸ガスの施用とは？①

炭酸ガスを施用する理由

○ 植物は光のエネルギーを使って空気中の二酸化炭素と根から吸収した水から糖を作り出す「光合成」を行います。光合成により作り出された糖は、葉や果実へ運ばれ植物体の成長に寄与します。このように、植物の光合成には二酸化炭素（炭酸ガス）が必要不可欠です。

○ 大気中の炭酸ガス濃度は、通常400ppm程度ですが、ハウスの構造や植物の繁茂による風通しの悪化、光合成による炭酸ガスの吸収によって、ハウス内の炭酸ガス濃度は、換気窓を全開にしても200～300ppm台まで落ち込みます。

炭酸ガス施用について

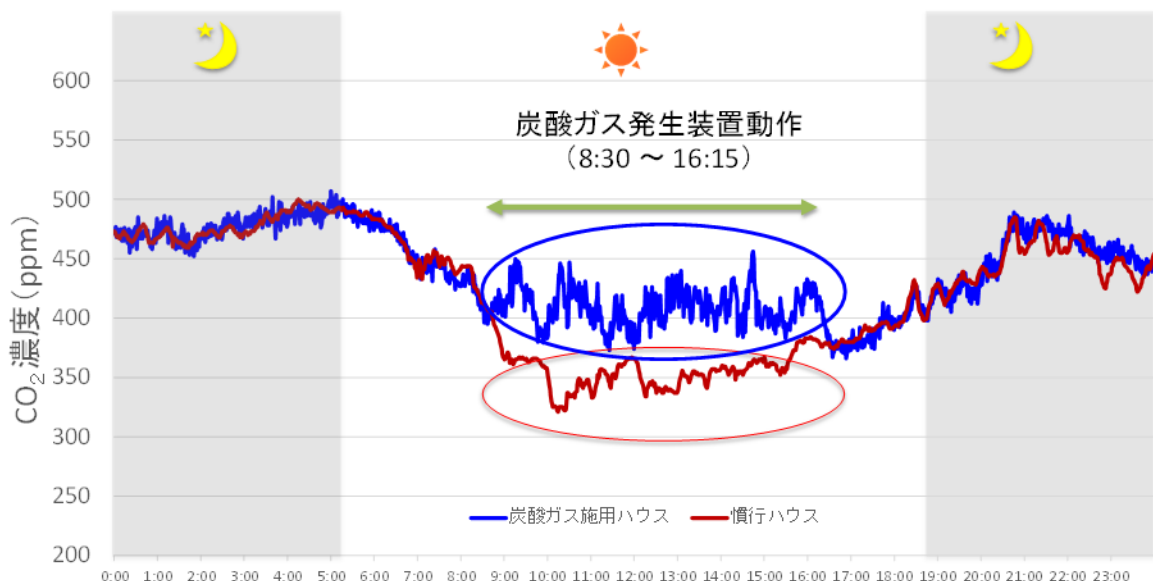
ハウス内は換気しても炭酸ガス飢餓状態を生じている

一般的には「二酸化炭素は大気中から十分に供給されている」としているが、これは自然界全体での話なし

人為的な環境にしたハウス栽培では容易に飢餓状態になる

2020年 9月 17日の炭酸ガス濃度の推移(二戸市 きゅうり)

日中ハウス側窓開放状態



1. 炭酸ガスの施用とは？②

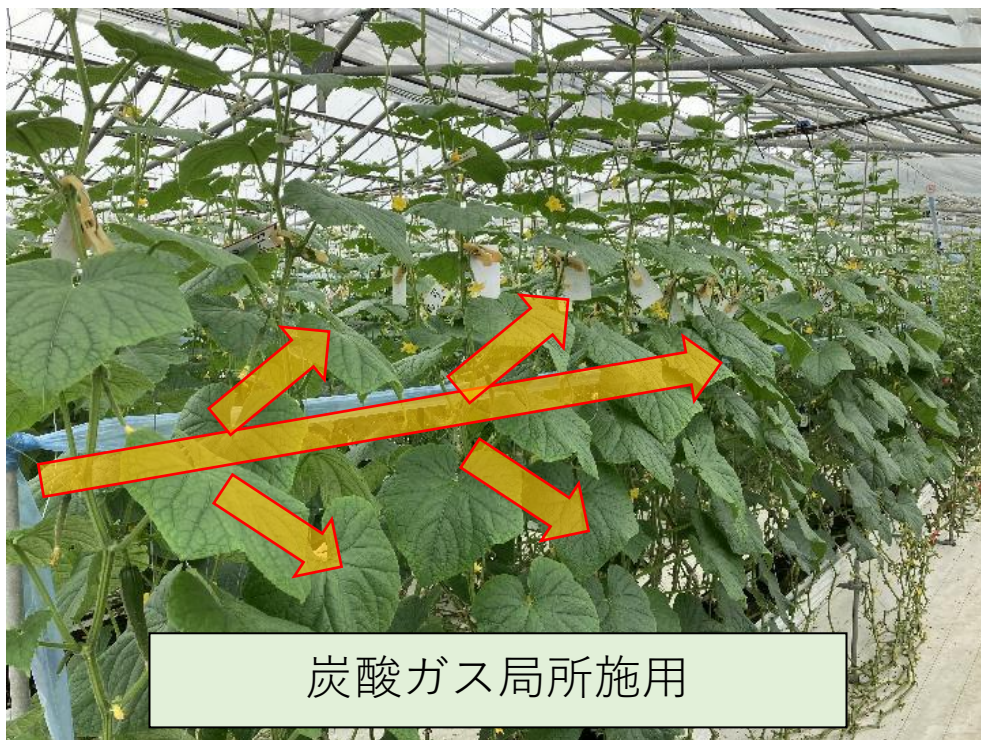
○ 一般的に、炭酸ガス濃度と植物の成長量との間には、下表のような関係があるとされ、施設内の炭酸ガス濃度が低い（炭酸ガス飢餓）状態では収量が減少します。一方で、積極的に炭酸ガスを施用し、施設内の炭酸ガス濃度を高めて植物の成長量を増加させることで、増収が期待できます。

炭酸ガス濃度と成長量との関係

炭酸ガス濃度	成長量
350→ 450ppmに増加	12.0 %増加
600→ 700ppmに増加	4.0 %増加
1,000→ 1,100ppmに増加	1.5 %増加
350→ 250ppmに減少	19.0 %減少

(Nederhoff, 1994より)

○ 換気の多い夏秋作型では、炭酸ガスを穴あきダクトを通して植物群落内に直接施用する方法（局所施用）により、効果的な施用が可能と考えられます。



2. 炭酸ガスの施用方法

炭酸ガス施用方法

○ 夏秋作型では、換気のためにハウス側窓や妻面を開放することが多いことから、外気（400ppm）よりも高い濃度で炭酸ガスを施用（濃度施用）しても、施設外に流出してしまいます。

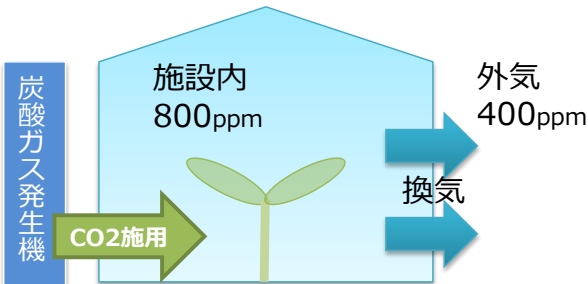
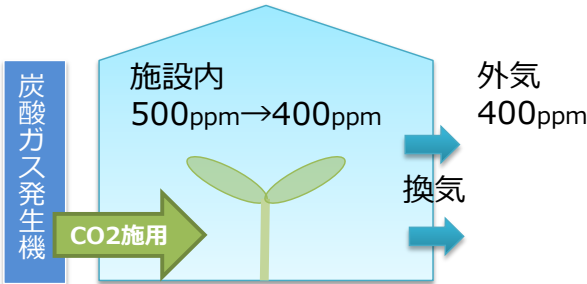
○ 炭酸ガスの施用方法のうち、定量施用やゼロ濃度差施用では、光合成で低下した施設内の炭酸ガス濃度を外気と同程度に維持することで、外気への流出を抑制できるため、換気中でも積極的に炭酸ガスを施用することが可能です。

炭酸ガス施用について

炭酸ガスの施用方法

施設内の炭酸ガス濃度を外気並み（400ppm）に維持する「定量施用」や「ゼロ濃度差施用」を行うことで、換気中でも積極的に炭酸ガスを供給できるようになる。

- **定量施用** : 1時間当たり1kg/100坪を目安に施用
- **ゼロ濃度差施用** : 外気よりやや高い450~500ppmになるように施用（複合制御盤等で設定）

濃度施用	定量施用 or ゼロ濃度施用
	
炭酸ガスは濃度の高い方から低い方へ流出。そのため、換気が多い時期では炭酸ガスを高い濃度で施用（濃度施用）しても、 炭酸ガスのほとんどは濃度の低い施設外に流出。	換気が多い時期は「定量施用」や「ゼロ濃度施用」を実施し、 光合成により炭酸ガス濃度を外気と同じ400ppm程度に低下させ、濃度勾配を無くし、外気への流出を防止。

3. 小型光合成促進機を用いた 局所炭酸ガス施用効果

小型光合成促進機を用いた局所炭酸ガス施用効果

○ 炭酸ガス施用量（子ダクトの設置本数）を変え試験した結果、施用量3.0kg/10a/h（ダクト2本）で高い増収効果確認しました。

○ 一方で、施用量4.5kg/10a/h（ダクト3本）では増収効果が低下しました。

炭酸ガス局所施用ダクトの設置本数が収量に与える影響（R5-6）

	試験区	年度	総収量		可販収量	
			(kg/10a)	対照比	(kg/10a)	対照比
つる下し栽培	1.5kg/10a/h (子ダクト1本 設置高100cm)	R5	21,460	110%	17,694	122%
		R6	21,357	106%	17,033	117%
	3.0kg/10a/h (子ダクト2本 設置高100、150cm)	R5	23,205	119%	18,916	131%
		R6	23,389	116%	18,610	128%
	4.5kg/10a/h (小ダクト3本 設置高50、100、150cm)	R5	20,033	103%	16,384	113%
		R6	21,571	107%	17,171	118%
無施用 (対照)	R5	19,443	—	14,472	—	
	R6	20,217	—	14,513	—	
摘心栽培	1.5kg/10a/h (子ダクト1本 設置高100cm)	R5	24,973	102%	19,025	113%
		R6	22,477	99%	18,195	125%
	3.0kg/10a/h (子ダクト2本 設置高100、150cm)	R5	27,749	113%	20,830	124%
		R6	25,772	113%	19,936	137%
	無施用 (対照)	R5	24,606	—	16,870	—
		R6	22,763	—	16,248	—

【耕種概要】

試験場所：岩手県農業研究センター内農業研究センター内鉄骨ハウス（3.3a）

品 種：穂木 クラージュ2 台木 GT-II

栽植密度：1,250株/10a(畝間160cm、株間50cm)

定植日：5.15（R5、6共通）

収穫期間：収穫開始日R5.6.20、R6.6.12 収穫終了日10.31（R5、6共通）

栽培方法：つる下し栽培（側枝4本仕立て）及び摘心栽培（ロックウール耕）

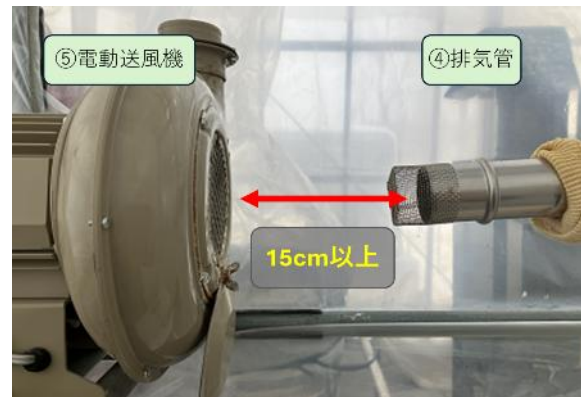
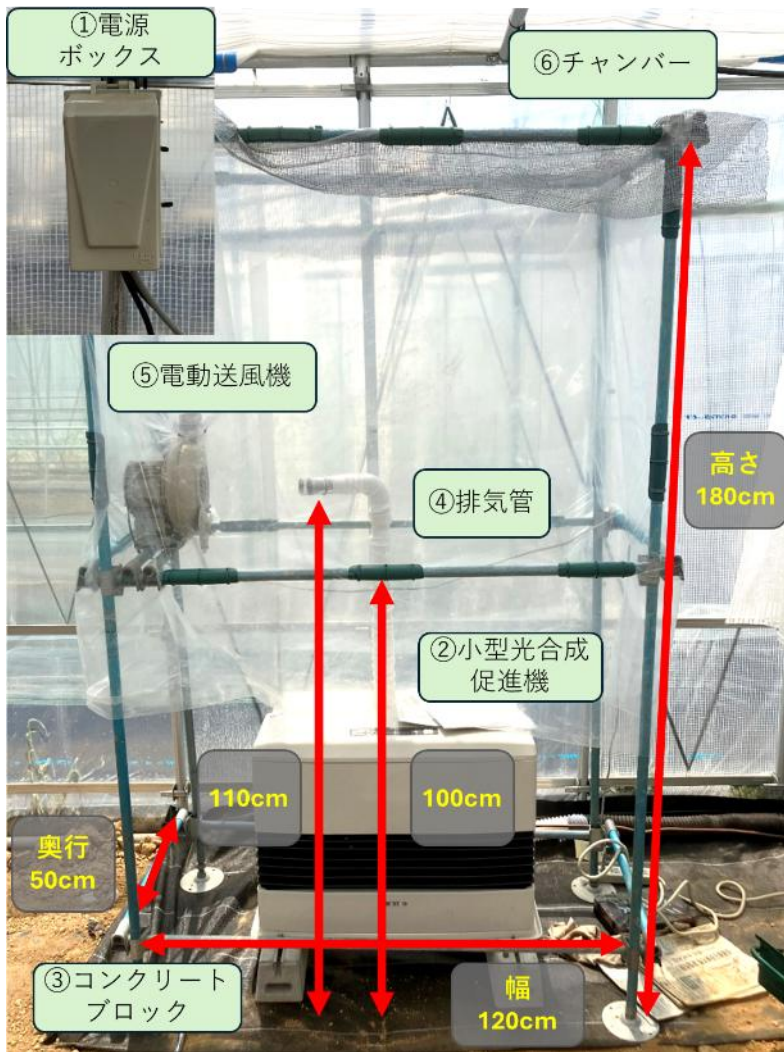
施用方法：CO₂発生量1.05kg/hの設定で日中(概ね日の出1h後～日没1h前)連続稼働させた。

4. 小型光合成促進機の主な仕様

製造元	株式会社長府製作所
本体外形寸法	高さ480×幅640×奥行206mm（置台含まず）
使用燃料	灯油
燃料消費量	0.251～0.418L/h
電源電圧	100V（50Hz/60Hz）
消費電力	点火時780W・燃焼時37W（50Hz）
炭酸ガス発生量	0.63～1.05kgCO ₂ /h
操作方法	炭酸ガスの発生量は3段階（弱・中・強）で切替
制御方法	①入タイマーで運転開始時間、切タイマーで運転開始から運転停止までの時間を設定。 ②環境制御装置から外部入力端子への信号により運転開始と停止が可能。
安全装置	耐震自動消火装置・不完全燃焼防止装置搭載
備考	発生させた炭酸ガスを局所施用する際は、別途送風機や穴あきダクトが必要。



5. 送風システムに必要な資材一覧



【チャンバーの構成】

枠：直管パイプ
 被覆資材(周囲)：農PO
 被覆資材(上部)：ワリフ
 被覆資材の固定：パッカー

【チャンバーのサイズ】

奥行 50cm
 幅 120cm
 高さ 180cm
 排気口・吸気口の高さ 110cm
 排気口・吸気口の間隔 15cm

No.	資材名	型番等	メーカー
①	電源ボックス (防水コンセント)		
②	小型光合成促進機 (本体)	KCA-1000	(株)長府製作所
③	エアコン室外機等基礎用 コンクリートブロック	500×130×120 mm	
④	給排気管延長セット	FR-30S4	(株)長府製作所
⑤	電動送風機	SB-201-R3A3	昭和電機(株)
⑥	チャンバー (直管パイプ、POフィルム、 ワリフで製作)		

6. ダクトの設置方法と必要な資材一覧①



No.	資材名	型番・規格等	メーカー
⑦	親ダクト	パワーダクト (0.1×折幅400mm)	ネポン(株)
⑧	子ダクト	ピッチ300mm、穴径0.8mm×4、500m/巻、折径65mm、φ41mm	(株)誠和。
⑨	ダクトジョイント	2670DJ1	(株)誠和。
⑩	インナーパイプ	2670DP1	(株)誠和。
⑪	Oリング	2670DR1	(株)誠和。
⑫	LT兼用継手	Sns-wb5014	住化農業資材(株)

6. ダクトの設置方法と必要な資材一覧②

親ダクト

親ダクトは梁や誘引用ワイヤーの上などに設置。
※ 写真はミスト固定用の直管パイプの上に設置。

①親ダクトは、管理作業の邪魔にならないよう梁やハウスに展張しているワイヤーの上などに設置する。

インナーパイプ

ダクトジョイント

Oリング

②親ダクトと小ダクトの接続は、ダクトジョイント、インナーパイプ、Oリングを使用し、漏れないように設置。

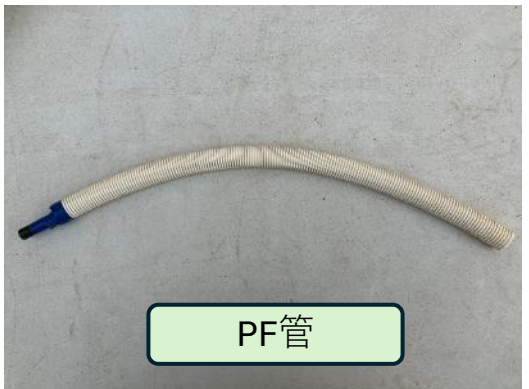
親ダクト



ダクトがおれないように垂直に設置



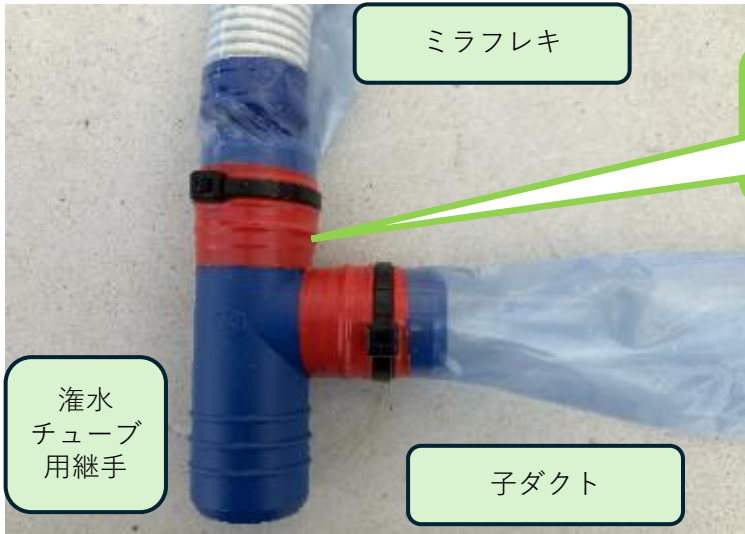
ダクトがおれないように管を通す



PF管

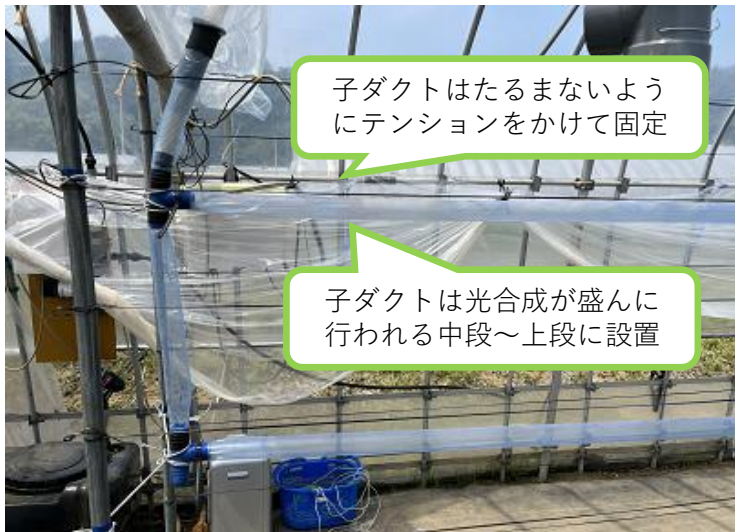
③親ダクトと子ダクトは、垂直に設置するか、子ダクトの中にPF管等を通し、折れないように接続。

6. ダクトの設置方法と必要な資材一覧③



子ダクトが外れないよう
しっかりと固定

④子ダクトの接続や2本に分岐させる際はL T兼用継手を利用し、ビニルテープと結束バンドで固定。



⑤子ダクトは、60～80坪ハウスでは1畝に2本（高さ100cm、150cm）、100坪ハウスでは1畝に1本（高さ100～150cm）を目安に設置。



⑥親ダクトや子ダクトに結露が発生した際は、ダクトに穴を開けるなど、水が抜けるように対処する。

※写真はピーマン栽培によるもの

7. 小型光合成促進機の設置方法と留意事項①

詳細は取扱説明書を確認すること



ボルトで本体と基礎ブロックをしっかりと固定

①小型光合成促進機は、基礎用コンクリートブロックに固定し、水平に設置する。



ボルトで灯油タンクと基礎ブロックをしっかりと固定

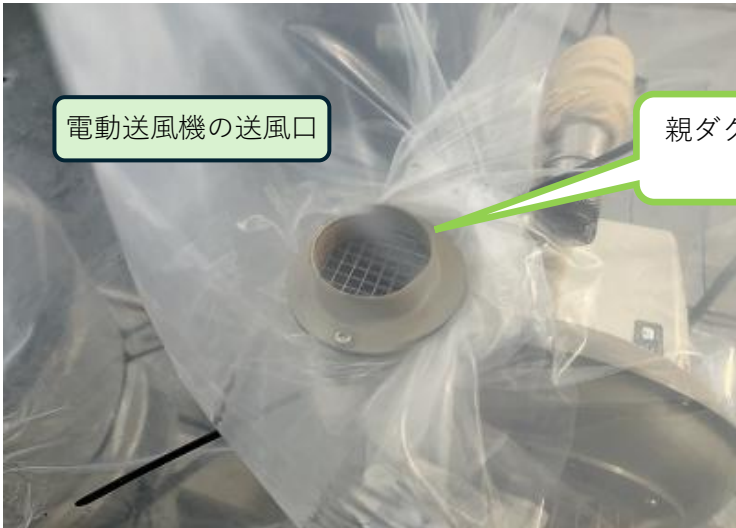
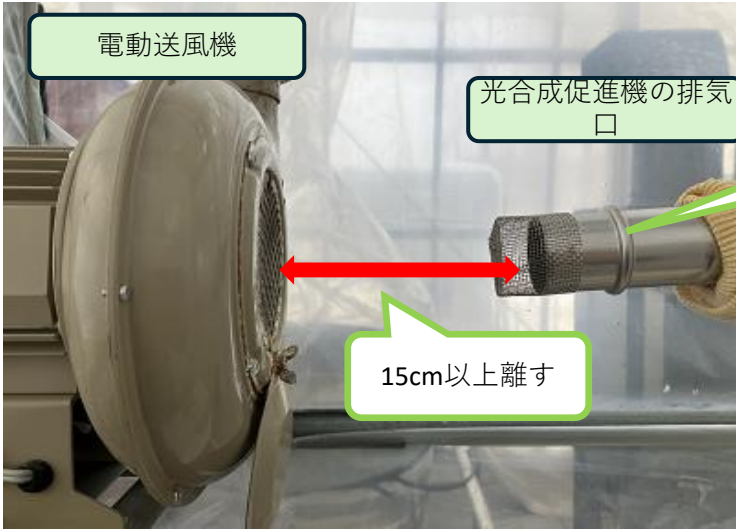
②灯油タンク(容量198ℓ)は、基礎用コンクリートブロックに固定し、小型光合成促進機から2m以上離す。



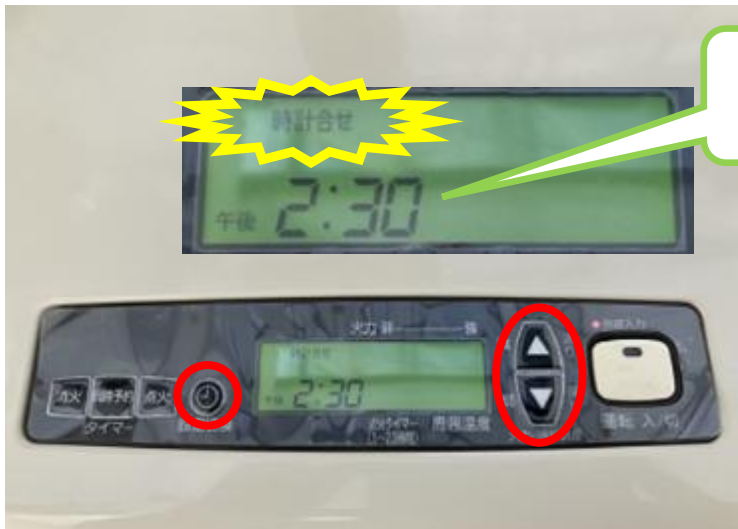
先端を3°以上上げる

③吸気口は、雨滴などが逆流しないよう先端を下げ(3°以上)、埃などを吸い込まない高さに設置する。

7. 小型光合成促進機の設置方法と留意事項②

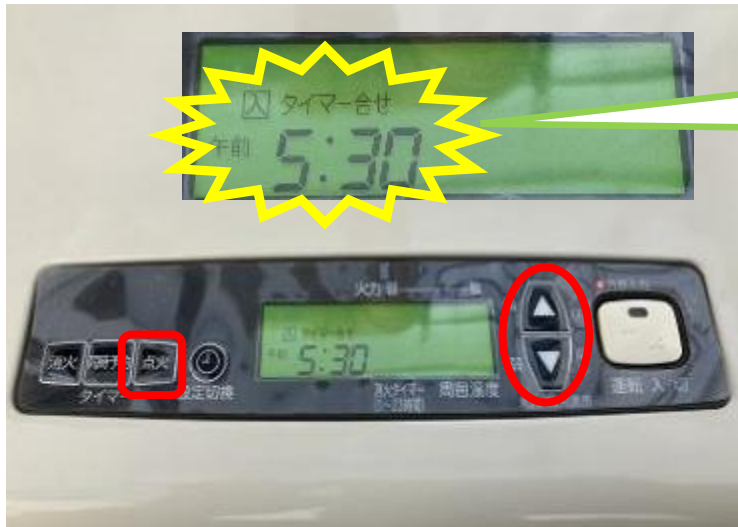


8. 小型光合成促進機の設定方法①



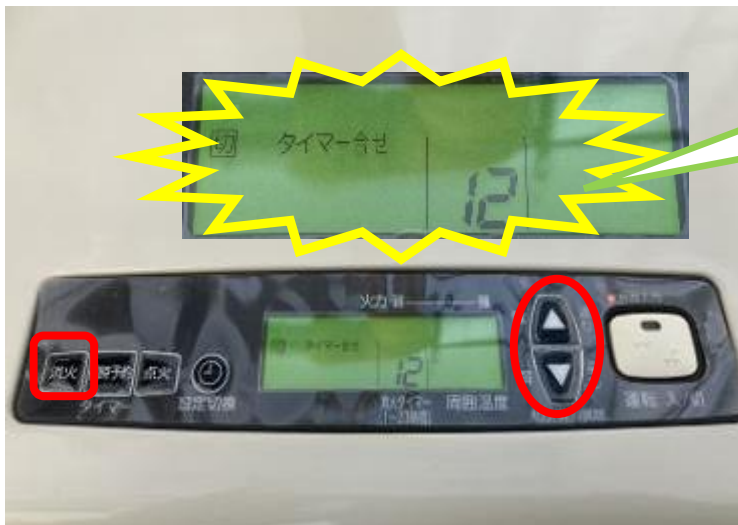
現在時刻に設定

①設定切替を押し、「時計合わせ」を表示させて、▲▼ボタンで時刻を合わせる。



日の出1時間後を目安に設定。

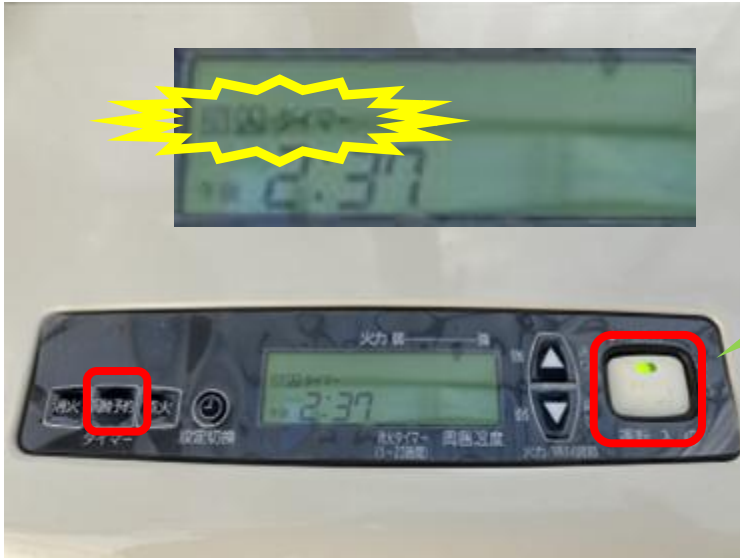
②点火ボタンを押して「入タイマー合せ」を表示させ、▲▼ボタンで点火時刻を設定。



日の入1時間前を目安に設定。

③消火ボタンを押して「切タイマー合せ」を表示させ、▲▼ボタンで点火から何時間後に消火するか設定。

8. 小型光合成促進機の設定方法②



同時予約は、電源を入れないと設定できません。
※ 入、切タイマーの設定は電源を切っていても可能。

④電源を入れた状態で同時予約ボタンを押し、「切入タイマー」と表示されることを確認。



弱：目盛り2
60坪ハウス目安



中：目盛り4
80坪ハウス目安



強：目盛り6
100坪ハウス目安

⑤電源を入れた状態で▲▼ボタンを押し、火力（炭酸ガス供給量）を設定。

9. Q & A ①

番号	キーワード	問題・トラブル	解決策
Q1	小型光合成促進機	小型光合成促進機は自分で据付けてよいか？	<p>据付や移設は、販売店または据付業者が行ってください。</p> <p>据付や電気工事の際は、火災予防条例や電気設備に関する技術基準など法令等で定められた基準を満たす必要があるため、それぞれ指定の工事業者に依頼するなど、法令の基準を必ず守ってください。</p> <p>※ 自主施工の場合、法令違反や、施工不備による感電、漏電、動作不良、または火災の恐れがあります。</p>
Q2	小型光合成促進機	小型光合成促進機はどこに設置したらよいか？	<p>取扱説明書の記載内容を確認し、光合成促進機から周囲の可燃物までの離隔距離を確保してください。</p> <p>また、稼働中は常に温風が出るため、植物に直接温風が当たらないように配置することが望ましいです。</p>
Q3	小型光合成促進機	火力設定（炭酸ガスの供給量）はどれを選んだらよいか？	<p>ハウス面積に応じて、60坪は弱（目盛り2）、80坪は中（目盛り4）、100坪は強（目盛り6）に設定して使用してください。</p> <p>なお、火力の初期設定は、強（目盛り6）となっているため、機器の稼働中に必要に応じて設定を変更してください。</p> <p>※ 火力の設定は、機器の稼働中にしか変更できません。</p>
Q4	小型光合成促進機	入タイマー、切タイマーはどのように設定したらよいか？	<p>点火時間は日の出1時間後、消化時間は日の入1時間前を基本とし、日の出、日の入時刻の変化に合わせて随時、設定変更を行ってください。</p> <p>※ モニタリング機器を設置している場合は、炭酸ガス濃度の推移を見ながら微調整を行ってください。</p>

9. Q & A ②

Q5	小型光合成促進機	消火タイマー、点火タイマーを同時予約しても小型光合成促進機が稼働しない。	消火タイマー、点火タイマーの同時予約後は、設定した点火時間まで稼働しない仕様になっています。
Q6	小型光合成促進機	稼働中にエラーが発生し、停止する。	エラーコードを取扱説明書で確認し、処置を行った後に電源を入れ直してください。 エラーを解除しても頻繁にエラーが発生する場合や、取扱説明書に記載のないエラーが表示される場合は、直接メーカーに問い合わせてください。
Q7	小型光合成促進機	防除作業中にエラーが発生し、停止する。	防除機のエンジンから排出される炭酸ガスにより、小型光合成促進機周辺の炭酸ガス濃度が高くなると、安全装置が作動し、運転が停止されます。 防除作業を行う際は、電源を切り、防除作業終了後に電源を入れ直してください。
Q8	小型光合成促進機	栽培終了後の保管方法は？	栽培終了後は、取扱説明書の日常点検・手入れ項目に基づき点検・清掃を行い、据え付けたまま保管してください。
Q9	小型光合成促進機	炭酸ガス施用の開始時期の目安はどれくらいか？	炭酸ガスの施用開始時期は、環境モニタリングを行い、ハウス内の炭酸ガス濃度が外気の炭酸ガス濃度（夏秋栽培の場合400ppm）を下回り始めた時期を目安としてください。
Q10	チャンバー	チャンバーは購入できるのか？	チャンバーは市販されていないため、自作する必要があります。資材は、直管パイプ、クロスワン、パッカー、農PO、ワリフ等、入手しやすい資材で構成しているので、本事例集の7～10頁を参考に作成してください。

9. Q & A ③

Q11	チャンバー	チャンバーの寸法は変更してもよいか？	資機材や寸法が変わると炭酸ガス濃度が変わったり、ダクト内に結露が発生しやすくなったりするため、本事例集に記載のとおり資機材を使用して作成してください。
Q12	チャンバー	チャンバーの上部も農POで被覆してもよいか？	チャンバーの上部を農POで被覆すると、ダクト内の炭酸ガスの温度が上昇し、結露が発生しやすくなるので、上部はワリフ等の通気性の良い資材で被覆してください。
Q13	チャンバー	チャンバーの周囲もワリフで被覆してもよいか？	チャンバーの周囲をワリフで被覆すると、側窓が開いている際、横風の影響を受け、ダクト内の炭酸ガス濃度が不安定になるので、周囲は農PO等の風を通さない資材で被覆してください。
Q14	チャンバー	チャンバーの底部は被覆しなくてもよいのか？	チャンバーの底部は特に被覆する必要はありません。底部の炭酸ガス濃度を調べた結果、底部からの流出はほぼ認められませんでした。 ※ 排出される炭酸ガスは高温であるため、上部に滞留。
Q15	チャンバー	小型光合成促進機の排気口と電動送風機の吸気口の距離を15cm以上離すのはなぜか？	小型光合成促進機から排出される炭酸ガスは、高濃度かつ高温であるため、空気と混合してからダクトに送風する必要があります。15cm以下だと、ダクト内の炭酸ガスの温度が高くなり、機器のトラブルの発生が懸念されるほか、結露が発生しやすくなるため、15cm以上離して設置してください。

9. Q & A ④

Q16	電動送風機	電動送風機（昭和電機 SB-201HT-R3A3）はどのくらいの面積まで使用できるのか？	電動送風機（昭和電機 SB-201HT-R3A3）は、60坪から100坪程度のハウスで使用できます。 また、子ダクトの設置本数は、60坪、80坪ハウスでは1畝に2本、100坪では1畝に1本としてください。 ※ 100坪ハウスで子ダクトを2本設置すると、ダクトの圧力が低下し、折れやすくなります。
Q17	親ダクト	小型光合成促進機について、親ダクトは何を使用したらよいか？また、折径は何cmが良いか？	ネポンパワーダクトA-021（厚み0.1mm×折径400mm×長さ100m）をお薦めしています。ネポンのパワーダクトは高価ですが、5年以上の長期利用ができる強度があります。ほかの安いポリダクトなどは1年内外に経年劣化で亀裂を生じるため、毎年交換することになり、非常に煩雑になります。
Q18	子ダクト	炭酸ガス局所施用に使用する子ダクトの設置本数はどうしたらよいか？	子ダクトの設置本数は、県の技術指針通りの畝間で栽培する場合、60坪、80坪ハウスでは1畝に2本、100坪では1畝に1本を目安に設置してください。 ※ 60～80坪ハウスで1畝に1本設置した場合、炭酸ガスの供給量が想定を下回ることがあります。 ※ 100坪ハウスで子ダクトを2本設置すると、ダクトの圧力が低下し、折れやすくなります。

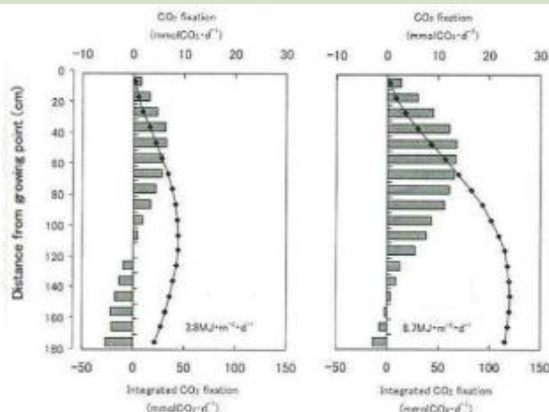
9. Q & A ⑤

Q19

子ダクト

炭酸ガス局所施用に使用する子ダクトの設置位置はどうしたらよいか？

愛媛大学の報告によると、「採光性が良い株上中位部の光合成効率が高い」との結果が出ていることから、子ダクトは、群落の中段から上段に設置してください。



成長点からの距離ごと炭酸ガス固定量
※ 左：曇天日、右：晴天日
(引用元：愛媛大学)

Q20

子ダクト

炭酸ガス局所施用に使用する子ダクトは、たるませずに真っすぐ固定した方がよいのか？

子ダクトは、たるまないようにテンションをかけた状態で固定してください。子ダクトにたるみを残すと、ダクトに折れが生じて奥まで炭酸ガスが届かなくなるほか、株元への局所施用となってしまう、施用効果が低下します。

畝が長い場合は、下記の方法でダクトの折れ対策を行ってください。

- ・ マイカー線等の幅の広い紐で吊る
- ・ エスター線等を子ダクト内に通して固定する
- ・ 20 cm 位に切った C D 管（内径 ϕ 22mm）で接手（中継）して吊り下げ、または支柱に固定する

10. 導入経費

導入に係る経費

	製品名	参考価格 (円)	3.3a 当たり 使用数量	単位	3.3a 当たり 資機材費 (円)	法定耐用年数法				
						耐用 年数 (年)	償却 係数 (%)	修理 係数 (%)	年間 固定比率 (%)	施設償却費 (円)
施設費	小型光合成促進機	218,900	1.0	台	218,900	7	14.29	1.20	15.49	33,898
	吸排気管延長セット	32,100	1.0	個	32,100	7	14.29	1.20	15.49	4,971
	灯油タンク	36,000	1.0	台	36,000	7	14.29	1.20	15.49	5,575
	基礎ブロック	2,350	2.0	個	4,700	7	14.29	1.20	15.49	728
	基礎ブロック	4,900	2.0	個	9,800	7	14.29	1.20	15.49	1,518
	電動送風機	30,000	1.0	台	30,000	7	14.29	1.20	15.49	4,646
	工事費	15,000	1.0	回	15,000	7	14.29	—	14.29	2,143
諸材料費	親ダクト	18,700	0.03	個	617	1	100.00	—	100.00	617
	子ダクト	8,000	0.60	個	4,800	1	100.00	—	100.00	4,800
	ダクトジョイント	225	4.0	個	900	3	33.33	—	33.33	300
	インナーパイプ	144	4.0	個	576	3	33.33	—	33.33	192
	Oリング	45	4.0	個	180	3	33.33	—	33.33	60
動力光熱費	灯油	124	847.7	L	104,770	1	100.00	—	100.00	104,770
	電気	19	75.4	kwh	1,401	1	100.00	—	100.00	1,401
合計	—	—	—	—	459,744	—	—	—	—	165,618

技術導入前の可販収量別の導入面積(3.3a)当たりの収益シミュレーション

可販収量(kg/10a)		導入面積当たり収益(千円/3.3a)				
炭酸ガス施用 導入前	炭酸ガス施用 導入後	増収量 (kg/3.3a)	増加する 粗収益 ^{※1}	かかり増し費用		収益
				固定費 ^{※2}	流通経費 ^{※3}	
11,000	13,750	908	227	166	63	-1
12,000	15,000	990	248	166	68	14
13,000	16,250	1,073	269	166	74	29
14,000	17,500	1,155	289	166	80	44
15,000	18,750	1,238	310	166	86	59

※1 粗収益は、平均単価は 250.64 円/kg (岩手県生産技術体系)、増収率は 25%とし、法定耐用年数法にて算出

※2 固定費は、設備費、諸材料費、動力光熱費

※3 変動費は流通経費

○ 100坪ハウス(3.3a)に導入する場合の資機材費は459,744円、法定耐用年数法で算出した場合165,618円/年となります。

○ 増収効果を25%とした場合、技術導入前の可販収量が12t/10a以上で、増益が期待できます。

作成

岩手県農業研究センター 園芸技術研究部

問合せ先

TEL : 0197-68-4419