

指導者向け

データ農業（施設キュウリの高品質多収栽培） 技術導入手引き

令和7年2月

山梨県総合農業技術センター

目次

はじめに	1
本手引きのポイント	2
I 施設キュウリ栽培に使用する施設・装置	
1 ハウス・付帯装備	2
2 養液栽培装置	3
3 環境制御装置	3
4 炭酸ガス発生装置	3
5 細霧冷房装置	4
6 その他の機器	4
II 技術導入のポイント	
1 効率的に増収可能な炭酸ガス施用	5
2 効率的に増収可能な給液管理	9
3 多収栽培可能な仕立て法・栽植密度・品種	14
4 多収栽培可能な作型	21
5 その他環境制御	
(1) 温度管理	22
(2) 湿度管理	23
(3) 日射量制御	24
6 特に注意が必要な病虫害	25
III 経営評価	
1 炭酸ガス日中低濃度施用による増益効果	27
2 日射比例灌液による増益効果	28
3 多収栽培による増益効果	
(1) つるおろし密植栽培における作型延長による増益効果	29
(2) 県内の標準的な土耕栽培と比較した超多収栽培の増益効果	30
IV 参考資料	31

はじめに

県内農業者の高齢化が進み、令和 2 年度においては、基幹的農業従事者の平均年齢が 69.9 歳となっています。また、担い手不足もあり、農業者数は年々減少傾向にあります。さらに、大雨や台風、猛暑などの異常気象の発生、国際情勢の悪化による生産コストの高騰など、生産基盤の弱体化が進んでいます。こうした事態に対応するため、山梨県総合農業技術センターでは、環境や生育・収量などのデータを活用し、高い品質を維持しながら生産性の飛躍的な向上を図る「データ農業」に関する試験を実施しています。

トマトでは、養液栽培と環境制御により生産性が飛躍的に向上し、栽培面積が増えて出荷量が増加してきていますが、キュウリでは、安定した単価で取引されているものの、養液栽培がほとんど行われていません。そこで、飛躍的な生産性向上を目指し、令和 4 年～6 年に養液栽培と環境制御の試験を実施し、「炭酸ガス施用法（日中低濃度施用）」、「ロックウール栽培における給液管理（日射比例灌液）」、「高軒高施設における仕立て方法（つるおろし栽培）」について成果が得られました。

本手引きでは、今回実施した試験から、得られた増収技術について、紹介しており、農業者が経営規模に合わせて個々の技術を取り入れられるようまとめています。本手引きが、今後の施設キュウリ栽培の技術指導を行う際の参考として広く活用されるとともに、本県野菜振興のお役に立てれば幸いです。

令和 7 年 2 月

山梨県総合農業技術センター 所長 雨宮 真一

本手引きのポイント

- 炭酸ガス日中低濃度施用による増収、増益効果（Ⅱ-1）。
- ロックウール栽培における日射比例灌液による増収、増益効果（Ⅱ-2）。
- 高軒高施設におけるつるおろし密植栽培による増収効果（Ⅱ-3）。
- つるおろし密植栽培における作型延長による増収、増益効果（Ⅱ-4）。
- 増収技術を組み合わせた超多収栽培による増収、増益効果（Ⅲ-3）。

I 施設キュウリ栽培に使用する施設・装置

施設キュウリ栽培における増収技術に関する試験は、次に挙げる施設・装置を使用した。増収技術に合わせて、必要な施設・装置を導入する。

1 ハウス・付帯装備

使用するハウスの仕様は、キュウリの受光体勢を向上させるため、軒高は可能な限り高くし、ハウス内環境を安定させるため、体積を大きくすることが理想的である。本手引きで紹介する「つるおろし栽培」は、誘引の高さ（地上から）を約 2.5m とするため、誘引ワイヤーは地上から 2.5m 以上の高さで設置する。各畝あたり誘引ワイヤーは 2 本、幅 60cm で設置する。また、栽培ベンチの間隔は 180cm 必要である（図 I-1、図 I-2）。



図 I-1 誘引ワイヤー設置位置

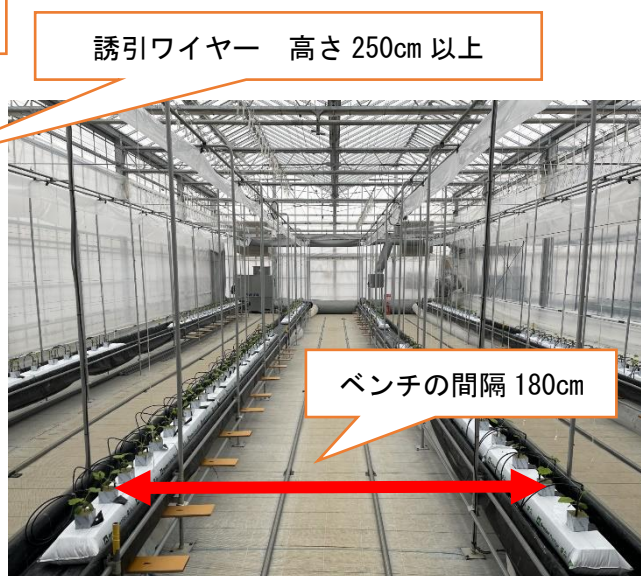


図 I-2 ハウス内の栽培ベンチの幅

2 養液栽培装置

養液栽培装置は、タイマー灌水と日射比例灌水が可能なシステムを導入する必要がある。養液システム制御盤は「4 系統コントローラ（三菱ケミカルアクア・ソリューションズ（株）」）を使用し、日射センサーはハウス外に設置した。肥料混入機は「らくらく肥料管理機 4（（株）セムコーポレーション）」を使用し、ロックウール培地は、「グロートップ プリステージ（15100B1W）」を使用した（図 I-3、図 I-4）。



図 I-3 養液システム制御盤



図 I-4 肥料管理機と周辺装置

3 環境制御装置

温度や湿度、日射量など、ハウス内外の各センサーからの情報を元にそれぞれの機器を制御するため、各機器が連携しながら制御を可能とする統合環境制御盤の導入を必要である。また、温度設定や炭酸ガスの濃度設定を4段階で調整できる装置であれば制御しやすい。炭酸ガスや暖房機、換気などを8段階で設定を調整することができる「統合環境制御盤 MC-6001（（株）ネボン）」を使用した。

4 炭酸ガス発生装置

ランニングコストを安くするため、灯油燃焼型の炭酸ガス発生装置の導入を必要である。また、ダクトを各畝に通すことで効率的に炭酸ガスを施用することができる。炭酸ガス発生装置は、「光合成促進機 Z04535（フルタ電気（株）」）を使用し、キュウリ栽培上部の成長点付近にダクトを設置した（図 I-5、図 I-6）。



図 I-5 光合成促進機



図 I-6 ダクト設置方法

5 細霧冷房装置

細霧冷房装置を設置することで、細かい湿度や飽差の管理ができ、高温時の温度上昇を緩和することが可能となる。植物体の濡れを少なくするため、平均粒子径が $30\mu\text{m}$ 以下のセミドライミストを噴霧可能な装置の導入をおすすめする。「CoolPescon ((株) いけうち)」を使用した (図 I-7、図 I-8)。



図 I-7 細霧冷房装置



図 I-8 細霧冷房の様子

6 その他の機器

「暖房機および2重カーテン (遮光、保温)、換気扇」の機種については、各機種と連携が可能な制御盤の設置が必要である。また、循環扇を設置することで、ハウス内の環境を均一に制御できる (図 I-9、図 I-10)。



図 I-9 遮光カーテン (遮光率 55%)



図 I-10 設置した循環扇の様子

Ⅱ 技術導入のポイント

多収栽培に向けた増収技術について、「1 効率的に増収可能な炭酸ガス施用」、「2 効率的に増収可能な給液管理」、「3 多収栽培可能な仕立て法・栽植密度・品種」、「4 多収栽培可能な作型」の4つを紹介する。また、多収栽培における温度、湿度、日射量に関する環境制御に関して、留意する点を「5 その他環境制御」に、病虫害防除に関して、「6 特に注意が必要な病虫害防除」に記載した。

1 効率的に増収可能な炭酸ガス施用

キュウリ栽培において、炭酸ガス施用は、光合成速度を高め、同化産物が増加し、果実肥大や側枝発生、伸長が促進され、収穫節数が多くなることから、収穫量の増加が図られる。

早朝に高濃度で炭酸ガスを施用することが一般的だが、近年、効率的な炭酸ガス施用方法として注目されている日中低濃度施用について、増収効果を確認した。それぞれの施用方法は以下のとおり。

- ・早朝高濃度施用：早朝 6 時から 1～2 時間、1000ppm 程度の高濃度で炭酸ガスを施用。
- ・日中低濃度施用：外気と同等か外気よりも少し高めの 400～500ppm の濃度設定で、日中長時間炭酸ガス施用を施用。

（1）技術のポイント

効率的に増収、増益が可能な炭酸ガス施用方法は、日中低濃度施用である。日中低濃度施用の炭酸ガス濃度は、気温が下がってきた 11 月中旬から、気温が上がってくる 4 月中旬までの期間は、午前 500ppm、午後 400ppm に設定し、それ以外の期間は、400ppm 設定にすると効率的に増収が可能である。

（2）具体的なデータ

試験を実施した際の具体的なデータは以下のとおり。

①日中低濃度施用の効果（施用無との比較）

日中低濃度施用することで、施用無よりも半促成作で約 17～20%、抑制作で約 9～10%の収量が増加した。半促成作の方が、濃度を引き上げて施用できる期間が長くなるため、増収効果が大きくなる（表Ⅱ-1）。

表Ⅱ-1 炭酸ガス施用の有無による各作型の収量、経費への影響

作型	炭酸ガス施用	仕立て・品種	可販収量 (t/10a)	灯油使用量 (l/10a)	炭酸ガス施用 経費 (円/10a)
半促成作 (2023)	施用有	摘芯・S-30	18.8	2336	251,457
		つるおろし・S-30	27.8		
	無施用	摘芯・S-30	15.6	-	-
		つるおろし・S-30	23.7		
抑制作 (2022)	施用有	摘芯・S-30	7.7	843	102,157
		つるおろし・S-30	10.2		
	無施用	摘芯・S-30	6.9	-	-
		つるおろし・S-30	9.3		

※栽培期間は半促成作 3/20～7/25、抑制作 8/29～12/2

※施用有：日中低濃度施用（400～500ppm 設定）

※炭酸ガス施用経費：光合成促進機の減価償却費と灯油経費（100 円/1 で換算）を加算

② 日中低濃度施用の効果（早朝高濃度施用との比較）

日中低濃度施用することで、慣行施用（朝方短時間高濃度施用）より、半促成作で約 10～14%、抑制作で約 5～7%の収量が増加した（表Ⅱ-2）。さらに、日中低濃度施用を行うことで、早朝高濃度施用よりも収益が増加することを確認した（「Ⅲ 経営評価 1. 炭酸ガス日中低濃度施用による増益効果：p27」参照）。

表Ⅱ-2 炭酸ガス施用方法の違いによる収量、経費への影響

作型	炭酸ガス施用法	仕立て・品種	可販収量 (t/10a)	灯油使用量 (l/10a)	炭酸ガス施用 経費 (円/10a)
半促成作 (2024)	日中低濃度施用	摘芯・ニーナ Z	28.5	1312	149,057
		つるおろし・S-30	35.1		
	早朝高濃度施用	摘芯・ニーナ Z	25.8	392	57,057
		つるおろし・S-30	30.7		
抑制作 (2023)	日中低濃度施用	摘芯・ニーナ Z	16.4	680	85,857
		つるおろし・S-30	22.8		
	早朝高濃度施用	摘芯・ニーナ Z	15.6	580	75,857
		つるおろし・S-30	21.2		

※栽培期間は半促成作 2/5～7/10、抑制作 8/2～12/25

※日中低濃度施用：栽培期間全て施用（400～500ppm 設定）

早朝高濃度施用：半促成作は 2 月～4 月、抑制作は 10 月～12 月施用

6 時～8 時に 1000ppm 施用

※炭酸ガス施用経費：光合成促進機の減価償却費と灯油経費（100 円/1 で換算）を加算

③日中低濃度施用の効率的な施用法

日中低濃度施用において、11月中旬から4月中旬の間、午前中のみ設定を500ppmに引き上げることで、濃度設定を全ての時期400ppm一定にするよりも、半促成作で約9%、抑制作で約12%の収量が増加した（表Ⅱ-3）。

表Ⅱ-3 日中低濃度施用における濃度設定の違いによる各作型の収量、経費への影響

作型	日中低濃度施用における濃度設定	仕立て・品種	可販収量 (t/10a)	灯油使用量 (l/10a)	炭酸ガス施用 経費 (円/10a)
半促成作 (2024)	AM500ppm PM400ppm (4月中旬以降、400ppm一定)	摘芯・ニーナZ	30.7	955	113,357
		つるおろし・S-30	38.7		
	400ppm一定	摘芯・ニーナZ	28.2	605	78,357
		つるおろし・S-30	35.1		
抑制作 (2023)	AM500ppm PM400ppm (8月～11月上旬 400ppm一定)	摘芯・ニーナZ	16.8	515	69,357
		つるおろし・S-30	19.9		
	400ppm一定	摘芯・ニーナZ	15.0	365	54,357
		つるおろし・S-30	18.1		

※栽培期間は半促成作 2/5～7/10、抑制作 8/2～12/25

※炭酸ガス施用経費：光合成促進機の減価償却費と灯油経費（100円/lで換算）を加算

（3）導入時の留意点

炭酸ガス濃度設定を500ppmに濃度設定を上げる際には、濃度が高くなった空気がハウス外に逃げないように、それ以外の環境制御を以下のように工夫することが必要となる。

○ハウス内温度設定（換気扇、天窓）

→炭酸ガス濃度を引き上げる11月中旬～4月中旬までの間、午前中の温度を高め設定する。

例）11月中旬～4月中旬 6時～12時：30℃、12時～15時：28℃、15時以降：25℃

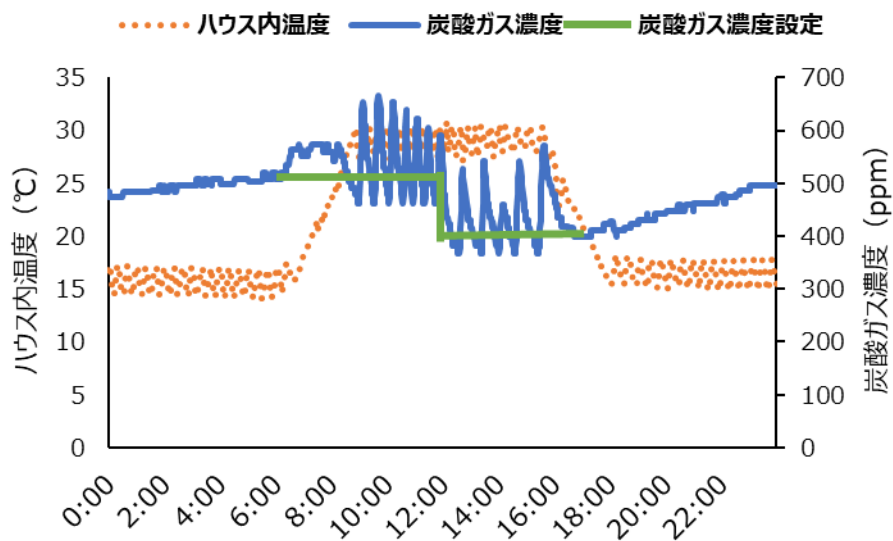
○細霧冷房

→気温が高い時期に、温度を下げて、湿度を上げることにより、炭酸ガスを吸収しやすい環境をつくる。

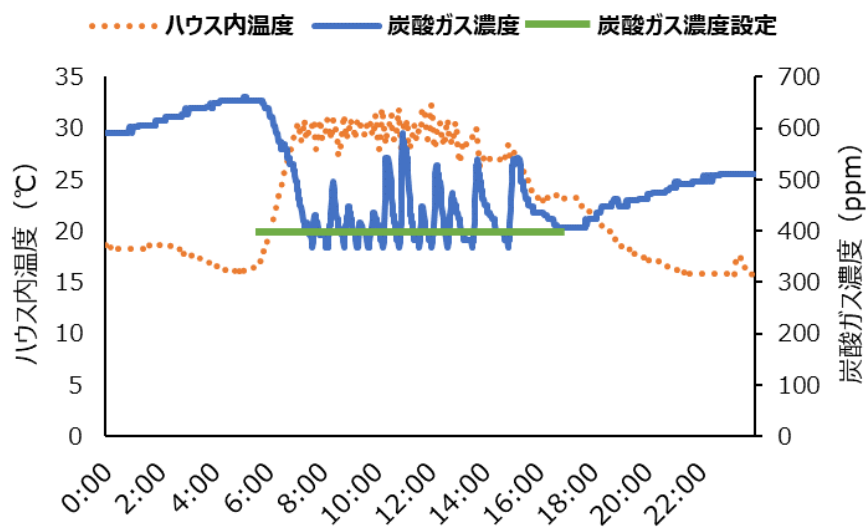
例）5月～7月、8月～10月 7時～15時まで湿度70%、飽差10g/m³に設定

○循環扇

→炭酸ガス濃度がハウス内で均一になるよう、空気を循環させる。



図Ⅱ-1 炭酸ガス濃度設定とハウス内温度、炭酸ガス濃度の日推移（2024年3月21日）



図Ⅱ-2 炭酸ガス濃度設定とハウス内温度、炭酸ガス濃度の日推移（2024年5月8日）

2 効率的に増収可能な給液管理

山梨県内のキュウリロックウール栽培においては、タイマー制御による給液管理が一般的だが、日射量に応じて灌液の頻度やタイミングを決定する、日射比例灌液がより効率的な給液方法として、トマトなどで導入が進みつつある。

今回、キュウリロックウール栽培において、日射比例灌液の増収効果と、増収につながる日射比例灌液における灌液量を明らかにした。それぞれの給液方法は以下のとおり。

- ・タイマー灌液：タイマーを用いて、設定した時刻になった際に灌液。
- ・日射比例灌液：積算日射量が一定値に達した際に灌液。日射量に合わせた灌液が可能。

(1) 技術のポイント

定植から収穫直前の期間、タイマー管理で1日1株あたり灌液量を約2.5～2.8Lまで徐々に上げていき、収穫開始から、給液管理を日射比例灌液（積算日射量1MJ/m²あたり200～220ml/株）に切り替えることで、タイマーで継続的に管理するよりも増収が可能である。

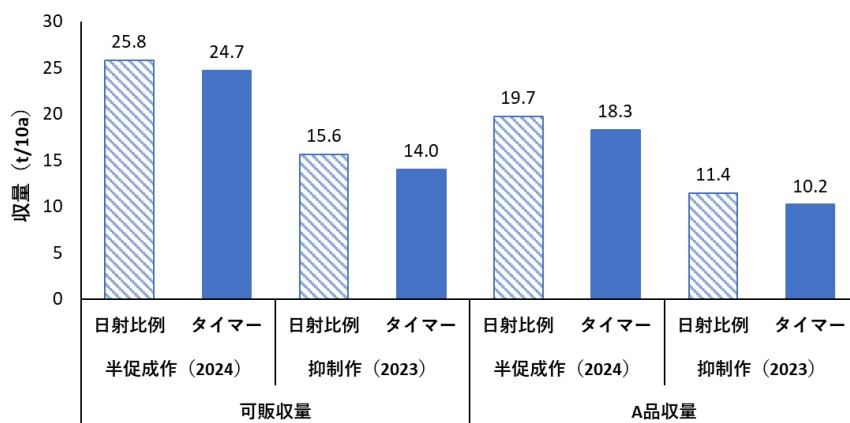
(2) 具体的なデータ

試験を実施した際の具体的なデータは以下のとおり。

① 給液管理の違いによる収量への影響

キュウリロックウール摘心栽培において、収穫開始から、給液管理を日射比例灌液（積算日射量1MJ/m²あたり200～220ml/株）に切り替えることで、タイマーで継続的に管理するよりも（1日1株あたり2.8L～3.3L）、窒素利用効率が向上する（表Ⅱ-4）。

また、可販収量が半促成作で約4%、抑制作で約11%増加し、A品収量が半促成作で約7%、抑制作で約12%増加した（図Ⅱ-3）。さらに、日射比例灌液を行うことで、タイマー灌液を行うよりも収益が増加することを確認した（「Ⅲ 経営評価 2. 日射比例灌液による増益効果：p28」参照）。



※慣行の炭酸ガス施用（6時～8時 1,000ppm 設定）の条件下の試験。

図Ⅱ-3 給液管理の違いによる収量への影響 摘心栽培（ニーナ Z）

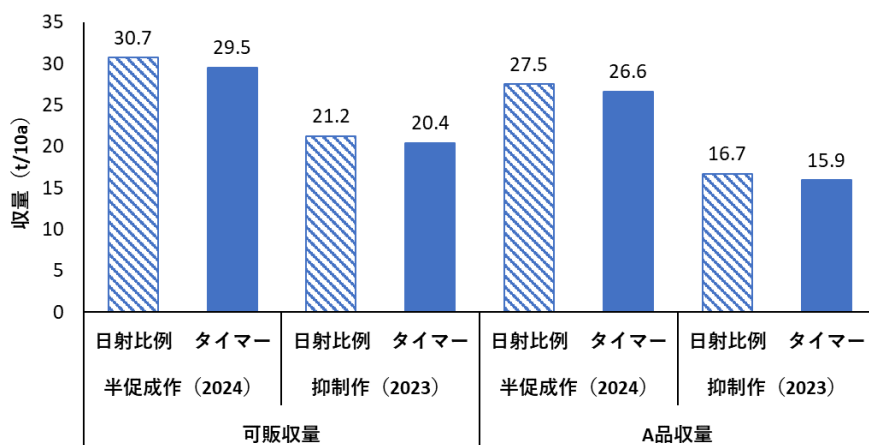
表Ⅱ-4 給液管理の違いによる窒素利用率及び乾物重への影響

灌液法	半促成作 (2024)					抑制作 (2023)				
	平均灌液量 (l/株・日)	総窒素 施肥量 (g/株)	N吸収量 (g/株)	窒素利用率 (%)	乾物重 (g/m ²)	平均灌液量 (l/株・日)	総窒素 施肥量 (g/株)	N吸収量 (g/株)	窒素利用率 (%)	乾物重 (g/m ²)
日射比例灌液	3.3	41	33.9	82.8	1846.7	2.6	44	24.3	55.2	962.0
タイマー灌液	3.3	41	31.0	75.5	1778.5	2.4	41	21.1	51.5	901.3

※日射比例灌液：1MJ あたり 200～220ml/株、タイマー灌液：1 回あたり 280～330ml/株

※窒素利用率：総窒素施肥量 (g/株) / N 吸収量 (g/株) × 100

同じ給液管理条件において、つるおろし密植栽培（S-30）では、可販収量が半促成作で約 4%、抑制作で約 4%増加し、A 品収量が半促成作で約 3%、抑制作で約 5%増加した（図Ⅱ-4）。

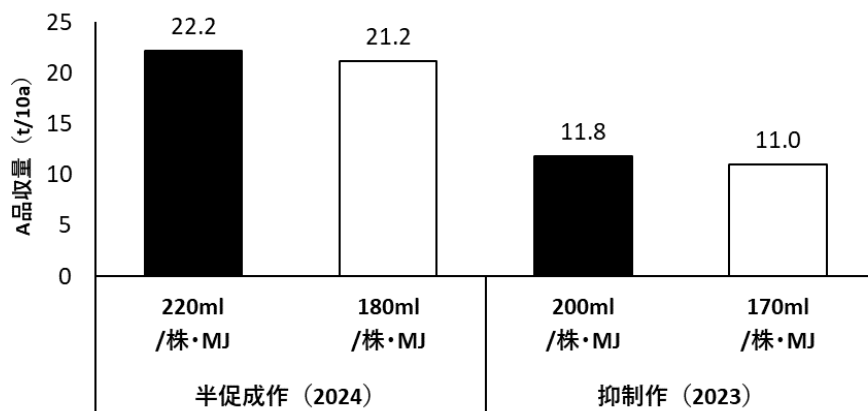


※慣行の炭酸ガス施用（6時～8時 1,000ppm 設定）の条件下の試験。

図Ⅱ-4 養液管理の違いによる収量への影響 つるおろし密植栽培（S-30）

②日射比例灌液における灌液量の違いによる収量への影響

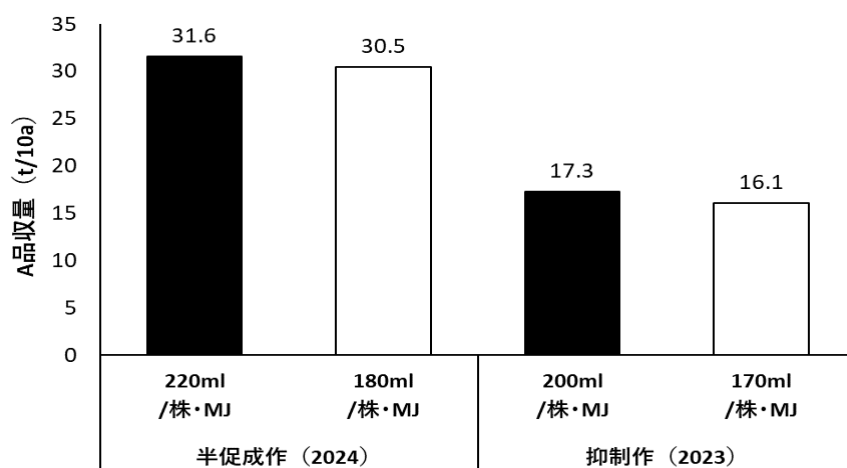
日射比例灌液において、積算日射量 1 MJ/m²あたり 200～220ml/株灌液することで、170～180ml/株灌液するよりも、A 品収量が半促成作で約 5%、抑制作では約 7%の増加した（図Ⅱ-5）。



※炭酸ガス日中低濃度施用（400～500ppm 設定）の条件下の試験。

図Ⅱ-5 日射比例灌液の灌液量の違いによる収量への影響 摘心栽培（ニーナ Z）

つるおろし密植栽培（S-30）では、同様の給液管理条件において、積算日射量 1 MJ/m²あたり 200～220ml/株灌液することで、A 品収量が促成作では約 4%、抑制作では約 7%増加した（図Ⅱ-6）。



※炭酸ガス日中低濃度施用（400～500ppm 設定）の条件下の試験。

図Ⅱ-6 日射比例灌液の灌液量の違いによる収量への影響 つるおろし密植栽培（S-30）

(3) 導入時の留意点

積算日射量は、ハウス外の日射センサーのデータを使用する。また、肥料は、大塚 A 処方により管理する（「OAT ハウス 1 号」と「OAT ハウス 2 号」、各 1 袋を 100 L に希釈し、肥料混入機を 1 : 1 に設定し管理する。）。

以下、参考のため、試験を実施した際の灌液データを記載する。

①半促成作

2 月上旬に定植し、3 月下旬の収穫開始まで、タイマー灌液を行い、1 日あたり約 2.5 L/株まで徐々に灌液量を上げていった。収穫開始以降は日射比例灌液により、1MJ/m²あたり 220ml/株となるよう設定した（表 II-5）。

表 II-5 半促成栽培における給液管理データ（2024 半促成作）

	2上	2中	2下	3上	3中	3下	4上	4中	4下	5上	5中	5下	6上	6中	6下	7上
日積算日射量 (MJ/m ² ・日)	11.9	12.5	9.6	12.9	16.4	13.4	14.3	21.1	15.5	18.5	18.6	16.9	21.6	20.3	13.7	15.5
灌液量 (L/株・日)	0.4	0.6	0.7	0.9	2.2	2.5	2.6	3.7	2.8	3.3	3.4	3.1	3.9	3.6	2.6	2.8
排液量 (L/株・日)	0.4	0.6	0.6	0.6	1.5	1.5	1.3	1.9	1.2	1.5	1.6	1.3	1.6	1.2	0.8	0.8
見かけの給液量 (L/株・日)	0.0	0.1	0.1	0.3	0.7	1.0	1.3	1.8	1.5	1.8	1.8	1.8	2.2	2.4	1.7	2.0
排液率 (%)	93.7	91.6	89.2	68.0	66.4	58.7	50.4	50.4	44.8	44.5	47.8	40.8	42.1	33.3	32.5	27.8

栄養成長に向けた場合、EC を下げて、生殖成長に向けた場合、EC を上げて、栄養成長と生殖成長のバランスを調整する（図 II-7）。pH は 5.5～6.5 に収まるように管理した。

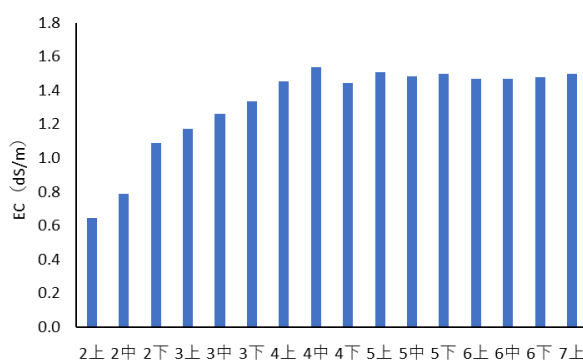


図 II-7 半促成栽培における EC データ（2024 半促成作）

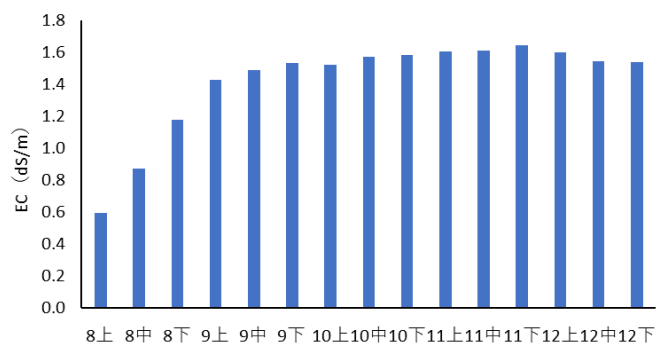
②抑制作

8月上旬に定植し、9月下旬の収穫開始まで、タイマー灌液を行い、1日あたり約2.8L/株まで徐々に灌液量を上げていった。収穫開始以降、1MJ/m²あたり200ml/株となるよう設定した（表Ⅱ-6）。

表Ⅱ-6 抑制裁培における給液管理データ（2024 抑制作）

	8上	8中	8下	9上	9中	9下	10上	10中	10下	11上	11中	11下	12上	12中	12下
日積算日射量 (MJ/m ² ・日)	20.2	18.2	20.1	16.3	18.5	14.9	11.9	15.7	15.0	11.8	10.5	12.6	11.4	9.6	12.6
灌液量 (L/株・日)	0.4	1.0	3.0	3.0	3.4	2.8	2.4	3.1	2.9	2.3	1.9	2.2	2.2	1.8	2.3
排水量 (L/株・日)	0.3	0.8	2.1	1.9	1.7	1.3	1.3	1.6	1.4	1.1	0.8	1.0	1.0	0.8	1.0
見かけの給液量 (L/株・日)	0.1	0.2	0.9	1.1	1.7	1.6	1.2	1.5	1.5	1.2	1.1	1.3	1.2	1.0	1.3
排水率 (%)	86.7	80.5	70.5	63.9	49.5	45.4	52.0	52.3	49.7	47.4	42.8	43.1	47.3	43.5	44.9

12月は日射量の低下とともに生殖成長に傾いていくため、ECを下げながら栄養成長と生殖成長のバランスを調整した（図Ⅱ-8）。pHは5.5～6.5に収まるように管理した。



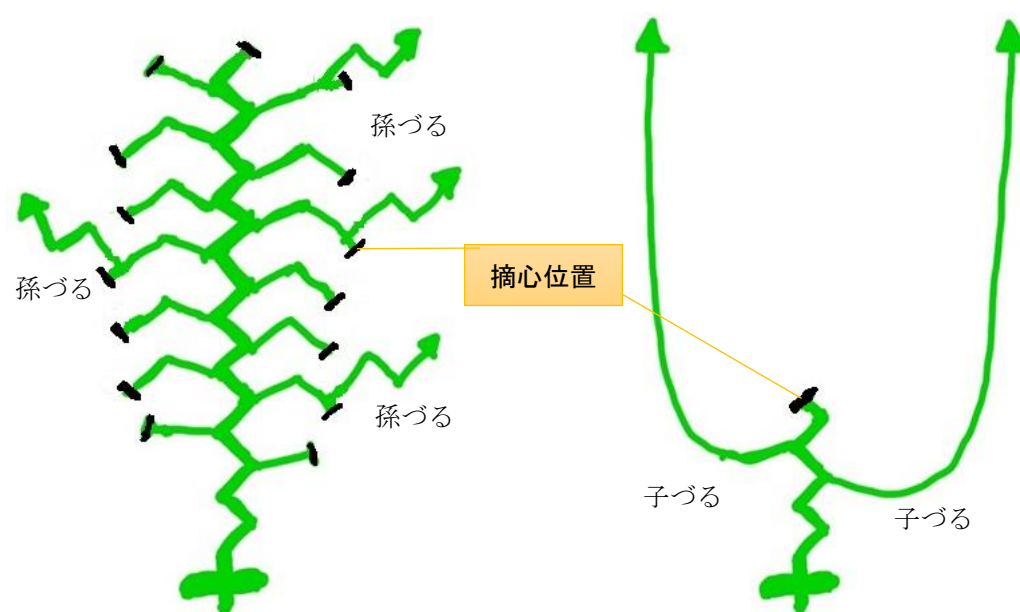
図Ⅱ-8 抑制裁培における EC データ（2023 抑制作）

3 多収栽培可能な仕立て法・栽植密度・品種

子づる 2 本仕立てつるおろし栽培の整枝・誘引方法

山梨県内のキュウリ栽培は、親づるを摘心して、それから発生する子づる、孫づるを 2 節程度で摘心し、多くの側枝を発生させることで節数および収量を確保する「摘心栽培」が行われている。この栽培方法では、全体の草勢を判断する熟練したスキルが必要なため、従業員や家族に作業が頼めないことで、経営者の負担が多くなり、規模の拡大も困難である。

つるおろし栽培は、主枝を 5 節で摘心し、その後発生した子づるを摘心をせずにつるおろし誘引を行い、収穫を行う方法である。多収栽培では「子づる 2 本仕立てつるおろし」を行う。摘心栽培のような熟練を要する作業は少なく、誘引作業などがマニュアル化しやすく、作業が単純なため従業員でも作業が可能で、雇用労力の導入も容易であり、大規模経営でも取り組める（図Ⅱ-9）。



《摘心栽培》

主枝を 17 節～20 節で摘心、子づるを 1～2 節で摘心し、孫づる以降は草勢に応じて、1 節～5 節で摘心する。主枝、子づる、孫づるで着果させ、収穫する。

《子づる 2 本仕立てつるおろし栽培》

主枝を 5 節程度で摘心し、そこから発生した子づる 2 本を伸ばし、つるの伸長に応じてつるを下ろしていく。子づるに着果させ、収穫する。

図Ⅱ-9 摘心栽培と子づる 2 本つるおろし栽培の仕立て法の違い

(1) 技術のポイント

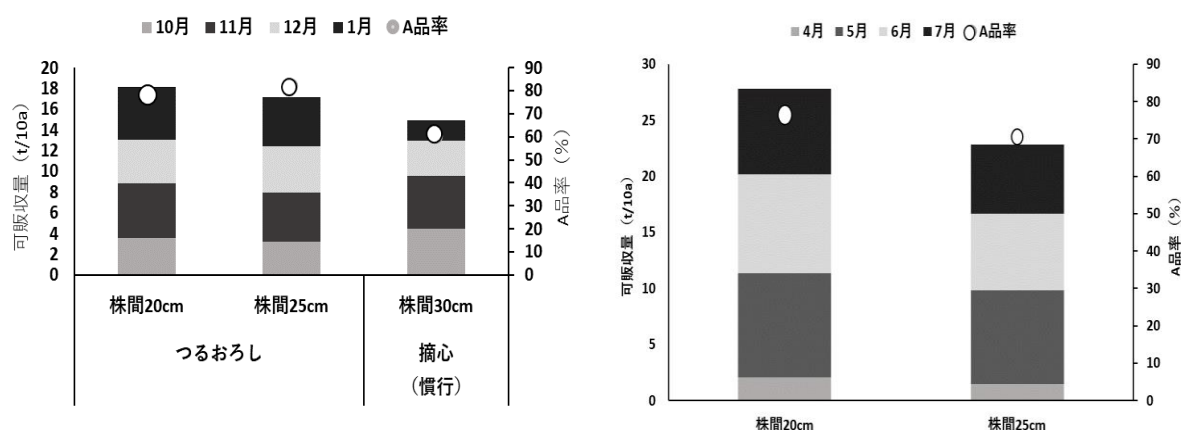
子づる 2 本仕立てつるおろし誘引では、適する品種は「S-30」(埼玉原種)を用い、半促成作、抑制作ともに株間 20cm(通路幅 1.8m、2,777 株/10a)で密植することで、多収が可能となる。ただし、慣行の摘心栽培と比較し、作業時間は増加する。

(2) 具体的なデータ

試験を実施した際の具体的なデータは以下のとおり。

① つるおろし密植栽培の増収効果・栽植密度

慣行(摘心栽培・株間 30cm(1,852 株/10a))よりも、つるおろし密植栽培を行うことで約 21%増収し、かつ、A 品率も約 17%向上した。また、株間 25cm(2,222 株/10a)よりも株間 20cm(2,777 株/10a)で栽培した方が半促成作では約 22%、抑制作では約 6%増収できた(図Ⅱ-10)。



図Ⅱ-10 仕立て法、株間の違いが可販収量 A 品率に与える影響

(左: 2022 抑制作 右: 2023 半促成作)

② つるおろし密植栽培に適した品種

誘引ワイヤーを地上約 250cm の位置で設置する条件下においては、「S-30」を用い、つるおろし栽培することで、初期から栄養成長と生殖成長のバランスが良くなり、着花位置が成長点から 5~6 節程度の位置となる。このため、作業しやすい地上 100cm~120cm の位置で収穫が可能となる。

一方、「ニーナ Z」をつるおろし栽培で使用すると、草勢が強いため、栄養成長に偏り、成長点から 8 節~9 節で着花する。このため、収穫位置が地面に近い地上 20cm~40cm の位置となってしまう、収穫の作業負担が大きくなる(図Ⅱ-11)。

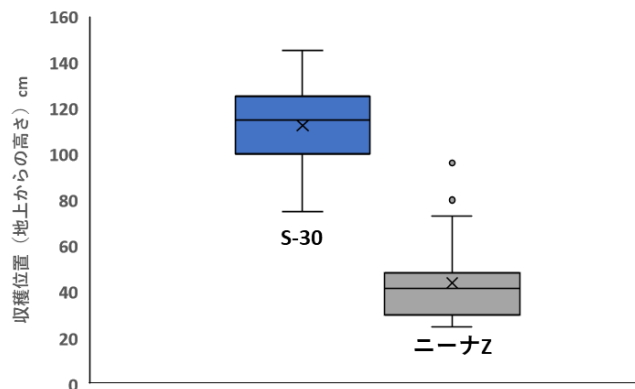


図 II-11 つるおろし密植栽培における品種の違いによる収穫位置への影響（2022 抑制作）

「ニーナ Z」では、栽培初期に果実が地面を引きずってしまい、傷がつく等でロス果が発生し、可販収量が低下するが、「S-30」では、それが抑えられ、作前半の収量が確保できる（図 II-12）。

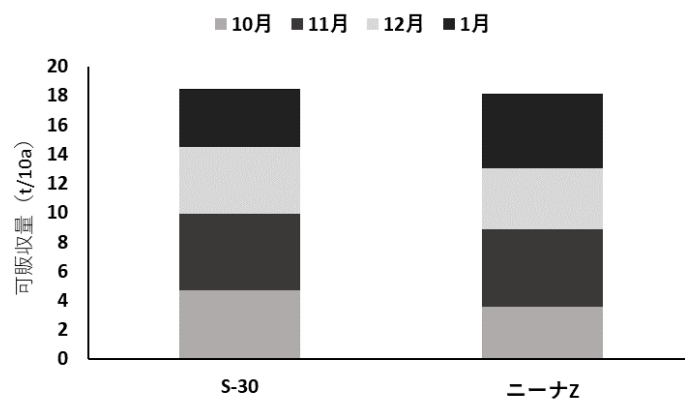


図 II-12 つるおろし密植栽培における品種の違いによる収量への影響（2022 抑制作）

（3）導入時の留意点

【作業時間の増加】

品種「S-30」を用いたつるおろし栽培は、慣行の摘心栽培よりも収量が増加するが、週2回程度のつるおろし、摘葉作業等の整枝・誘引等にかかる作業時間は増加する。一方、収穫時間は、慣行よりも減少する（表 II-7）。

表Ⅱ-7 異なる仕立て法、品種における年間収量及び作業時間
(半促成作 2024 抑制作 2023)

仕立て法	品種	可販収量 (t/10a)	作業時間 (h/10a)		
			収穫	整枝・誘引	合計
つるおろし (株間20cm)	S-30	57.9	1,232	3,103	4,335
〔慣行〕摘芯 (株間30cm)	ニーナZ	44.9	1,540	1,468	3,008

※炭酸ガス：日中低濃度施用（400～500ppm 設定）

※給液管理：日射比例灌液は 200～220ml/M J・株

【整枝・誘引作業の流れ】

子づる 2 本仕立てつるおろし誘引の作業の流れについては以下のとおり。

①定植～子づる 2 本誘引

定植後、主枝を 5 節程度で摘心する。株の両側に誘引紐を設置し、草勢が旺盛な子づる 2 本を選び誘引する。選定した子づる以外は全て除去する（図Ⅱ-13）。



図Ⅱ-13 子づる 2 本つるおろし栽培の定植後の管理

②地上から 2.2m 程度の位置まで誘引

誘引クリップを用いて、子づるの生長点が地上から 2.2m 程度の位置まで誘引する。子づるから発生した腋芽、巻きひげは全て除去する（図Ⅱ-14）。



図Ⅱ-14 子づる 2 本つるおろし栽培の誘引の高さ



- ・誘引クリップはつる 1 本あたり 1 個使用する。
- ・葉の向きと反対側にクリップの持ち手がかかるようにつけることで、茎がずり落ちる事を防ぐことができる。
- ・試験で使用したクリップは「くきたっち アルファ S（有限会社シーム）」。

図 II-15 誘引クリップをつける際の注意点

③誘引紐をまき上げる or 切る

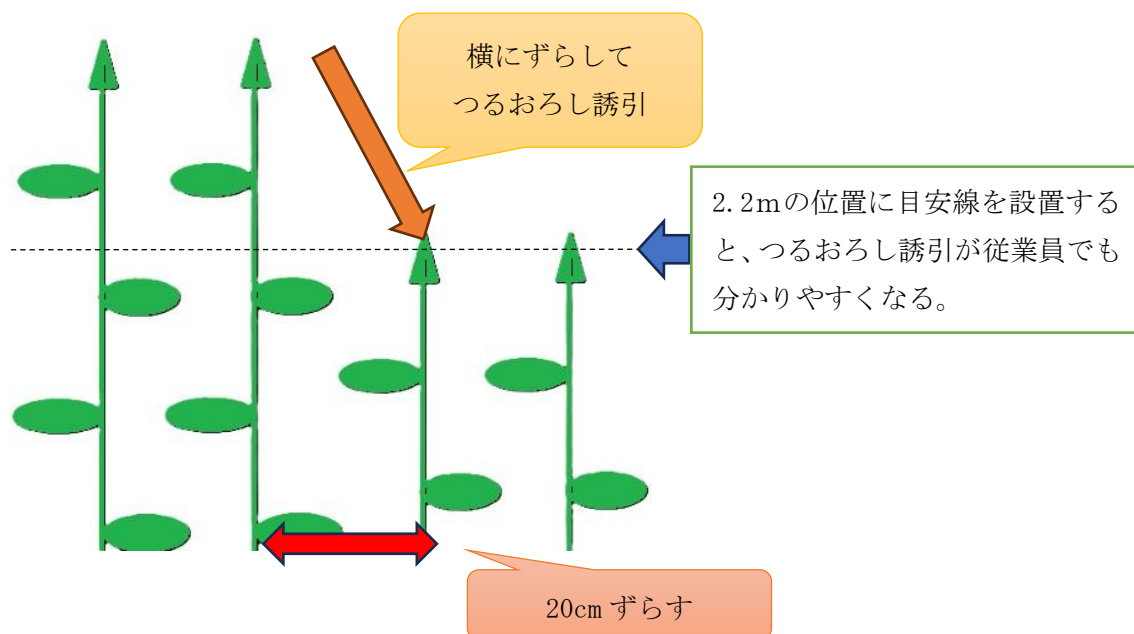
次に行うつるおろし誘引の邪魔となるため、誘引紐を地上から 1m 程度の高さまで巻き上げる。写真のように巻き上げずに切ることで、作業を省力化することが出来る（図 II-16）。



図 II-16 つるおろし誘引前の誘引紐の管理

④つるおろし誘引

地上から 2.4m～2.5m程度まで伸長した子づるを横にずらしながら、誘引クリップとともに、地上 2.2mの位置までつるおろし誘引をする（図Ⅱ-17）。



図Ⅱ-17 つるおろし誘引の方法

つるの伸長速度が速く、つるおろし誘引の作業が追いつかなくなると、つる（茎）にたるみが出てきてしまい、折れるリスクが発生する。たるみを是正するため、誘引紐を1本～2本飛ばすなどして、調整する（図Ⅱ-18）。



図Ⅱ-18 つるおろし誘引の注意点

40cm ずらす

⑤下葉の摘葉

つるおろし誘引と同時に1つるあたり展開葉約15枚残して下葉を除去する。



図Ⅱ-19 摘葉の方法



つるが地面に接地すると、湿度の高い時期にカビが発生することがあるため、地面に接地しないようにする。

摘葉の際、腋芽、巻きひげ、葉柄全て取り除く。葉柄等が残ると、病気の発生源になる。

図Ⅱ-20 摘葉の注意点

その後、④つるおろし誘引と⑤下葉の摘葉を繰り返していく。古くなった葉の摘葉を定期的に行うため、病害による被害も少なくなるメリットもある。

4 多収栽培可能な作型

つるおろし栽培により作後半まで草勢を維持できることから、他の増収技術と組合せて、作型を延長した場合の収量性を確認した。

(1) 技術のポイント

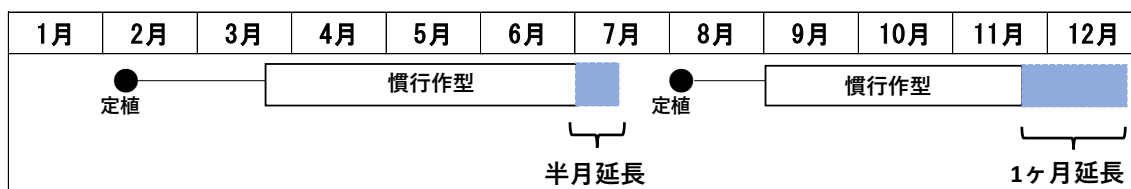
高軒高施設キュウリロックウール栽培において、つるおろし密植栽培で、給液を日射比例灌液、炭酸ガスを日中低濃度施用とし、慣行よりも作型を延長し、約7ヶ月半収穫することで、年間収量 50t/10a 以上の多収栽培が可能となる（図Ⅱ-21）。

半促成作は、2月上旬に定植し、慣行作型よりも半月長い、3月下旬から7月上旬まで、約3ヶ月半収穫する。

抑制作は、8月上旬に定植し、慣行作型よりも1ヶ月長い、9月上旬から12月下旬まで、約4ヶ月収穫する。

また、つるおろし密植栽培における作型延長により収益が増加すること、さらに、多収栽培が県内の標準的な土耕栽培よりも収益が増加することを確認した（「Ⅲ 経営評価 3. 多収栽培による増益効果:p29」参照）。

さらに栽培を延長することも可能だが、コナジラミやアザミウマ等の害虫の発生を抑えるため、作型の間を半月から1ヶ月間とるようにした。



図Ⅱ-21 つるおろし密植栽培で多収可能な作型（2023 抑制作 2024 半促成作）

(2) 導入時の留意点

作型の延長には、草勢の管理が重要になる。成長点から数えて5～6節のところが開花節となることを目標に管理する。特に、抑制作の12月は、株が疲れるとともに日射量も低いため、草勢が低下しやすく、開花節が成長点から数えて3～4節の位置となつて、そのままの管理では、芯止まりになる危険が生じてしまう。整枝・誘引作業における草勢管理は、摘果と摘葉である。草勢が低下した場合は、1節2果以上着果している節について、1節1果まで摘果し、摘葉は少なめに、1つるあたり展開葉16～17枚を残して管理する。

5 その他環境制御

多収栽培を行うには、栽培期間が長くなるため、環境制御も含めた草勢管理が必要である。実際に留意したその他の環境制御について紹介する。

(1) 温度管理

炭酸ガス施用を行っている施設では、日平均気温は 20℃～24℃を目標に管理した（千葉県 令和 5 年）。また、キュウリの光合成速度が気温 32℃まで上昇することが分かっていることから、最高気温 32℃以下を目標に管理した（China Northwest A&F University 2023）。

半促成作の 2 月～5 月までは、暖房機の設定温度を 15℃～16℃（定植直後は 18℃）に設定し、循環扇や換気扇の日中設定温度を、午前 30℃、午後 25～28℃とすることで、日平均気温と最高気温をおおよそ適温に保つことができた。6 月～7 月については、循環扇や換気扇を用いて日中換気（25～28℃設定）し、晴天時は遮光カーテンを閉め（ハウス外部の照度が 100klx 以上で閉めるよう設定）、細霧冷房（湿度 70%設定）を使用した、適温以上となった（表Ⅱ-8）。

表Ⅱ-8 R6 半促成作におけるハウス内温度データ（2024 年）

	2上	2中	2下	3上	3中	3下	4上	4中	4下	5上	5中	5下	6上	6中	6下	7上
日平均気温	21.3	21.0	18.7	19.6	20.4	19.7	20.7	22.3	22.8	22.2	22.6	23.9	24.0	24.9	25.0	27.5
最高気温	28.5	28.9	28.9	28.8	31.4	32.0	31.8	31.9	31.9	32.3	31.9	32.4	32.4	33.9	36.2	40.3
最低気温	15.8	16.5	14.5	14.5	14.5	14.1	14.8	14.9	15.6	14.9	15.4	16.2	15.6	15.8	15.8	20.7

抑制作の 8 月～9 月は、循環扇や換気扇を用いて日中換気（25～28℃設定）し、晴天時は遮光カーテンを閉め（ハウス外部の照度が 60～100klx 以上で閉めるよう設定）、細霧冷房（湿度 70%設定）を使用した、適温以上となった。10 月～12 月については、暖房機の設定温度を 15℃～16℃に設定し、循環扇や換気扇の日中設定温度を、午前 30℃、午後 25～28℃とすることで、日平均気温と最高気温をおおよそ適温に保つことができた（表Ⅱ-9）。

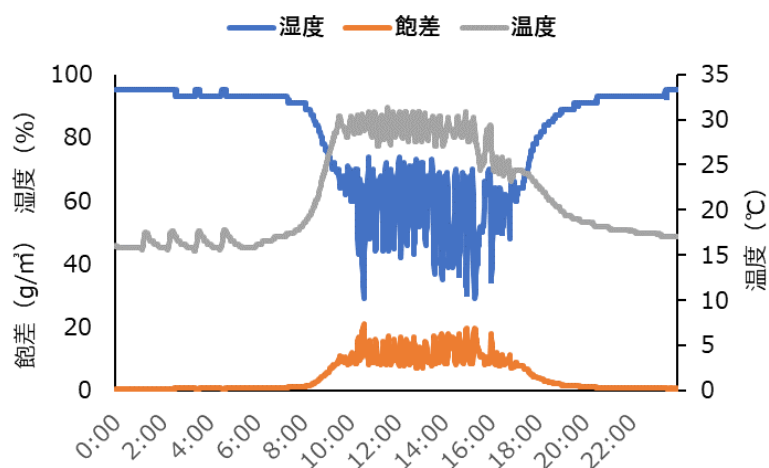
表Ⅱ-9 R5 抑制作におけるハウス内温度データ（2023 年）

	8上	8中	8下	9上	9中	9下	10上	10中	10下	11上	11中	11下	12上	12中	12下
日平均気温	29.6	29.1	29.0	26.8	27.4	25.1	21.6	20.8	20.3	20.8	20.0	20.4	19.8	19.5	19.3
最高気温	44.7	42.4	29.2	36.5	39.7	37.7	33.0	29.4	29.9	33.0	32.6	32.3	31.4	30.9	30.8
最低気温	21.9	23.2	22.6	21.4	21.5	15.4	15.4	14.9	14.5	14.8	14.9	14.9	14.8	14.8	14.5

(2) 湿度管理

キュウリの光合成が盛んになる湿度条件は70%程度であるため(埼玉県 平成30年)、晴天日においては、日中の湿度条件がなるべく70%に近づくよう細霧冷房で加湿を行った。

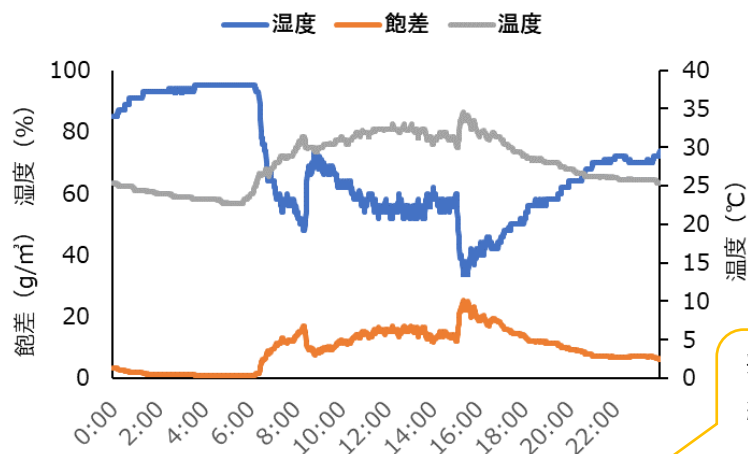
5月は、細霧冷房により、設定した湿度70%に保つことができた(図Ⅱ-22)。



※細霧冷房：8時～17時、湿度70%設定

図Ⅱ-22 晴天日のハウス内湿度、飽差、温度の日推移(2024年5月2日)

温度が高い夏期は、設定した湿度に保つことはできなかったが、細霧冷房により、50%以上の湿度に保つことができた(図Ⅱ-23)。



※細霧冷房：8時～16時、湿度70%設定

病気蔓延予防のため、
細霧冷房は16時
までとした。

図Ⅱ-23 晴天日のハウス内湿度、飽差、温度の日推移(2023年9月3日)

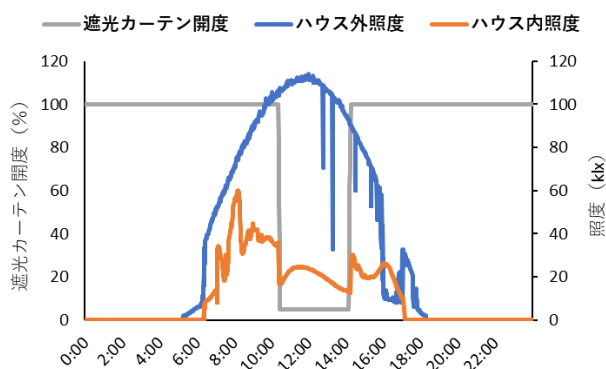
(3) 日射量制御

総合農業技術センターの統合環境制御盤は、ハウス外のセンサーの照度の数値により、遮光カーテンが開閉でき、照度 10klx～100klx の間で設定が可能である。気温が高い時期は遮光をしなければならなくなるが、なるべくハウス内に光を取り込めるよう、以下のとおりに制御した。

半促成作：5 月～7 月は、100klx 以上で閉まるように設定し、それ以外は遮光せずに栽培可能であった。

抑制作：8 月上旬（定植）～8 月中旬までは、60klx 以上で閉まるように設定し、それ以降は徐々に設定値を上げていき、9 月中旬から 90～100klx 以上で閉まるように設定した。10 月中旬からは遮光せず栽培可能であった。

キュウリは、光飽和点が 40klx～60klx で、20klx 以下になると、生育が劣るとされる（宮城県 平成 18 年）が、ハウス外センサーの数値が 100klx 以上で遮光する設定にした場合、ハウス内照度が 20klx 以下になるため、ハウス内温度を見ながら、なるべく遮光しないようにすることが重要である（図Ⅱ-24）。また、遮光カーテンを閉める際には、完全に締め切るのではなく、ハウス内温度の上昇を抑える目的で、5%を目安に少し開けた。



図Ⅱ-24 晴天日のハウス外照度の日推移と遮光カーテン開閉（2024 年 5 月 3 日）

各作型におけるハウス外とハウス内の積算日射量の実測値（MJ/m²・日）は以下のとおりである。

表Ⅱ-10 R6 半促成作における日射量データ

(MJ/m²・日)

	2上	2中	2下	3上	3中	3下	4上	4中	4下	5上	5中	5下	6上	6中	6下	7上
日積算日射量（外）	11.9	12.5	9.6	13.5	15.9	13.4	14.3	21.1	15.5	18.5	18.6	16.9	21.6	20.3	13.7	15.5
日積算日射量（ハウス内）	3.5	4.3	4.6	7.5	8.9	6.6	6.7	8.5	6.4	6.4	6.1	5.6	6.3	5.9	4.6	4.9

表Ⅱ-11 R5 抑制作における日射量データ

(MJ/m²・日)

	8上	8中	8下	9上	9中	9下	10上	10中	10下	11上	11中	11下	12上	12中	12下
日積算日射量（外）	20.2	18.2	20.1	16.3	18.5	14.9	11.9	15.7	15.0	11.8	10.5	12.6	11.4	9.6	12.6
日積算日射量（ハウス内）	2.9	4.4	5.4	4.6	6.5	7.4	5.9	8.5	7.8	5.9	5.2	5.8	4.5	4.1	5.4

6 特に注意が必要な病害虫

【灰色かび病】

梅雨の時期や気温が低下する秋から冬の時期は、ハウス内の湿度が上がりやすく、早朝時に葉水が落ちてくるような環境下において、多く発生する。主に茎と果実に発生するが、つるおろし栽培において、茎に発生した場合、株の枯死に繋がる。摘葉の際に、葉柄やまきひげ等を残さずに綺麗に除去するとともに、つるが床につかないよう管理する。また、十分な換気や予防的な防除が必要である。

【べと病】

低温、多湿の条件下である 11 月～3 月頃まで発生するが、特に抑制作の後半は、草勢が落ちて発生しやすくなるとともに、茎の伸長が緩慢になることで、摘葉による葉の更新スピードが低下し、まん延しやすくなる。EC を下げて、草勢向上に向けた管理をするとともに、換気や予防的な防除が必要である。

【褐斑病】

多湿の条件下で発生し、資材に付着して越年し一次伝染源になる。栽培後期に草勢が低下すると発生しやすくなる。また、窒素過多及び肥料切れは発生を助長する。特に栽培後期は、予防的な防除とともに、十分な換気と適正な肥培管理が必要となる。さらに、栽培終了後は、茎葉をハウス外に持ち出し、ハウス内に残渣が無いようにする。

【うどんこ病】

主に下位葉から発生するため、つるおろし栽培では、摘葉の際に除去される場合が多いが、生育が緩慢になる栽培後期は、多発する可能性があるため注意が必要である。日当たりの悪さや、窒素過多も発病を助長するため、予防的な防除とともに、摘葉をしっかり行い、適正な肥培管理に努める。

【アブラムシ類】

葉や茎の吸汁加害することによる生育への影響とともに、キュウリモザイク病など、ウイルスを媒介する場合があります。感染すると、奇形果の発生や減収、ひどい場合は株が枯死する。防虫ネットなどでハウスへの侵入を防ぐとともに、発生初期から薬剤防除を徹底し、散布時は葉裏までかかるようにていねいに散布する。また、不要な葉は可能な限り早めに摘葉するようにして、発生リスクを抑える。

【コナジラミ類、アザミウマ類】

葉や果実を吸害、食害することにより、生育への影響を及ぼす。次作に持ち越さないことが重要であり、栽培終了後ハウス内に残渣が無いよう掃除を徹底するとともに、作の切り替えを行う栽培休止期間は、ハウス内を密閉することが必要である。また、栽培期間中は、ハウス周辺の除草を行い、防虫ネットなどでハウス内への侵入をなるべく防ぐとともに、黄色粘着板を設置し、発生状況を随時把握することで、発生初期に薬剤防除できるようにする。そして、異なる系統の薬剤によるローテーション散布を行い、随時、気門封鎖型薬剤も活用する。

【チャノホコリダニ】

生長点付近に多く寄生し、展開する葉が萎縮、奇形になる。密度が高くなれば芯止まりになってしまうため、つるおろし栽培では収量に大きく影響する。

【ハダニ類】

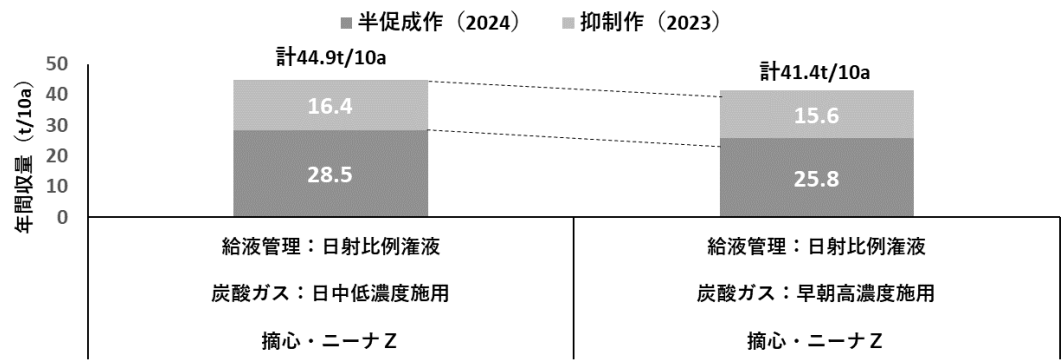
主に下位葉の葉裏に寄生し、次第に上位葉に移っていくため、発生初期から防除を徹底する必要がある。ハウス内への侵入をなるべく防ぐとともに、栽培期間中の薬剤防除は、葉裏にかかるように散布する。ハダニ剤は使用回数が限られるため、異なる系統の薬剤によるローテーション散布を行い、随時、気門封鎖型薬剤も活用する。次作に持ち越さないよう、栽培終了後ハウス内に残渣が無いよう掃除を徹底する。

Ⅲ 経営評価

手引きに記載した各増収技術について、以下のとおり経営評価を行った。炭酸ガス施用法については、日中低濃度施用と早朝高濃度施用を比較し、給液管理については、日射比例灌液とタイマー灌液を比較した。さらに、増収技術を組み合わせた超多収栽培については、作型延長による増益効果を検証するとともに、県内の標準的な経営規模 20a の土耕栽培との比較を行った。

1 炭酸ガス日中低濃度施用による増益効果

施設キュウリ栽培において、炭酸ガスを日中低濃度施用で行うことで、早朝高濃度施用で行うよりも年間約 3.5t/10a（約 8%）の増収を見込むことができる（図Ⅲ-1）。



図Ⅲ-1 炭酸ガスの施用方法の違いによる年間可販収量の違い

日中低濃度施用を行うことで、灯油使用量も増加するが、増収による販売収入の増加により、所得の増加をすることができる（表Ⅲ-1）。

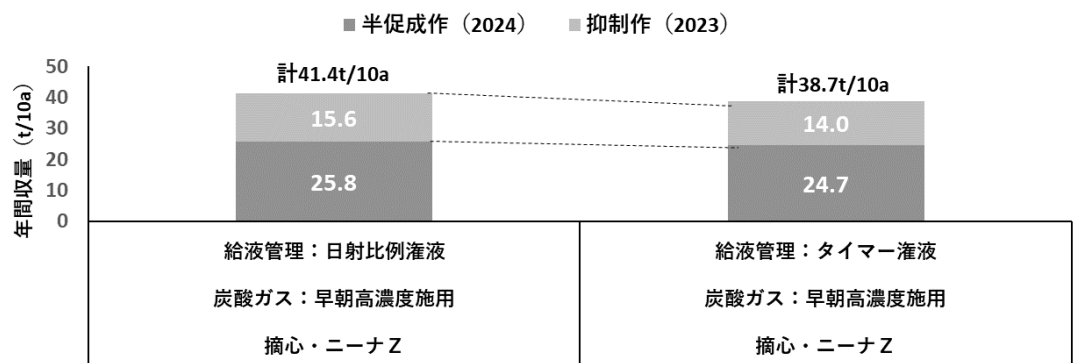
表Ⅲ-1 炭酸ガスの施用方法の違いによる年間所得への影響

項目		日中低濃度施用	早朝高濃度施用
販売収入	年間収量	44.9t/10a	41.4t/10a
	販売単価	300円/kg	300円/kg
	販売収入	13,470千円	12,420千円
	経営費	10,103千円	9,563千円
所得	内 販売・管理経費	2,278千円	2,052千円
	内 雇用労賃	2,636千円	2,419千円
	内 その他	5,189千円	5,092千円
	所得	3,360千円	2,857千円

※ハウス本体の減価償却は除いて算出

2 日射比例灌液による増益効果

ロックウール栽培において、収穫開始から栽培終了まで日射比例灌液を行うことで、タイマー灌液するよりも年間約 2.7t/10a (約 7%) の増収を見込むことができる (図Ⅲ-2)。



図Ⅲ-2 灌液方法の違いによる年間可販収量の違い

日射比例灌液が可能な制御盤や日射センサーの導入費用が約 25 万円 (タイマー灌液のみの制御盤は約 10 万円) であり、日射比例灌液を行うことにより、肥料費も増加するが、増収による販売収入の増加により、所得の増加をすることができる (表Ⅲ-2)。

表Ⅲ-2 灌液方法の違いによる年間所得への影響

項目	日射比例灌液	タイマー灌液
年間収量	41.4t/10a	38.7t/10a
販売収入		
販売単価	300円/kg	300円/kg
販売収入	12,420千円	11,610千円
経営費	9,563千円	9,360千円
内 販売・管理経費	2,052千円	1,919千円
内 雇用労賃	2,418千円	2,394千円
内 灌水設備 減価償却	357千円	346千円
内 肥料費	846千円	812千円
内 その他	3,889千円	3,889千円
所得	2,857千円	2,250千円

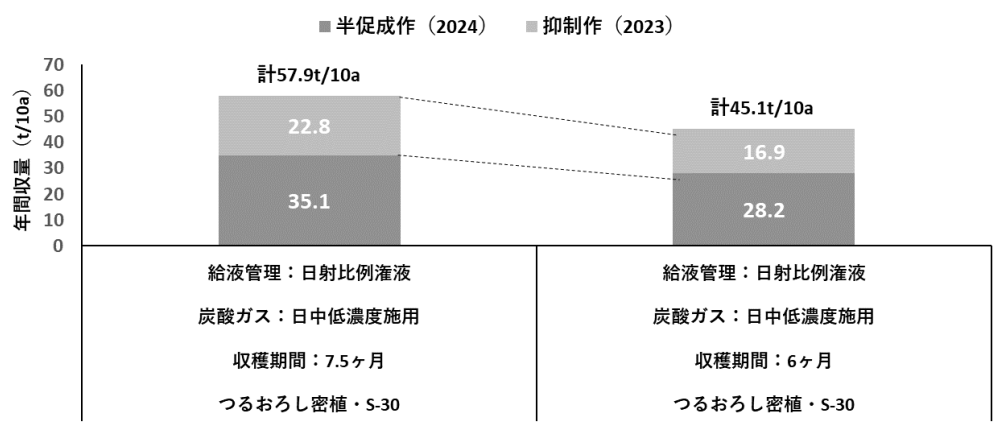
※ハウス本体の減価償却は除いて算出

3 多収栽培による増益効果

高軒高施設キュウリロックウール栽培において、つるおろし密植栽培で、給液を日射比例灌液、炭酸ガスを日中低濃度施用とし、年 2 作 7 ヶ月半収穫することで、年間収量 50t/10a 以上の多収栽培が可能となる。

(1) つるおろし密植栽培における作型延長による増益効果

つるおろし密植栽培で、給液を日射比例灌液、炭酸ガスを日中低濃度施用とし、年 2 作 7 ヶ月半収穫することで、慣行作型と同様の 6 ヶ月間収穫するよりも、年間約 12.8t/10a (約 28%) の増収を見込むことができる (図Ⅲ-3)。



図Ⅲ-3 多収栽培と標準的な土耕栽培における年間収量

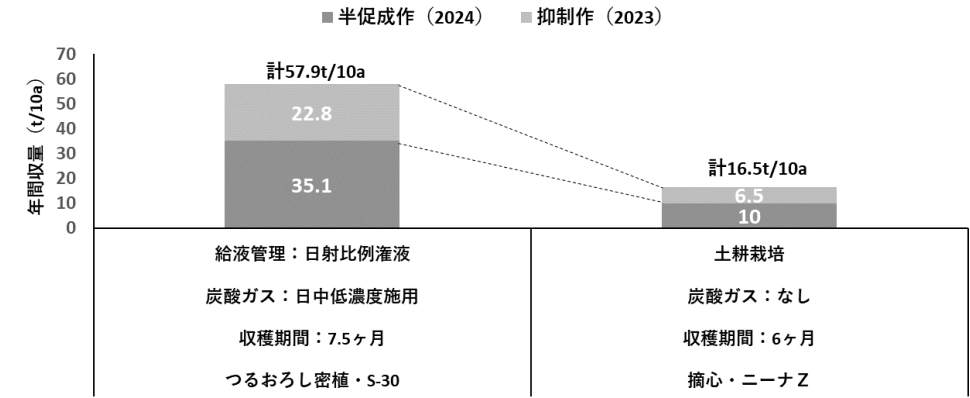
作型を延長することで、経営費も増加するが、増収による販売収入の増加により、所得の増加をすることができる (表Ⅲ-3)。

表Ⅲ-3 作型延長による年間所得への影響

項目	収穫期間	収穫期間		
	7.5ヶ月	6ヶ月		
販売収入	年間収量	57.9t/10a	45.1t/10a	
	販売単価	300円/kg	300円/kg	
	販売収入	17,492千円	13,625千円	
	経営費	15,504千円	12,784千円	
	内 販売・管理経費	2,885千円	2,221千円	
	内 雇用労賃	4,369千円	3,404千円	パート時給1,000円で算出
	内 その他	8,250千円	7,159千円	種苗費、動力光熱費 等
所得	1,988千円	841千円		

(2) 県内の標準的な土耕栽培と比較した多収栽培の増益効果

多収栽培と県内の標準的な土耕栽培（県経営指標のキュウリハウス栽培を参考）と比較した結果、労働生産性は同等程度となるが、土地生産性は慣行の約 3.5 倍となる（図Ⅲ-4、表Ⅲ-4）



図Ⅲ-4 多収栽培と標準的な土耕栽培における年間収量

表Ⅲ-4 多収栽培と標準的な土耕栽培の労働生産性と土地生産性
(抑制作：2023、半促成作：2024)

	多収栽培 (高軒高施設 ロックウール栽培)	標準的な土耕栽培 (県経営指標参考)	
土地生産性	57.9 t/10a	16.5 t/10a	単位面積あたり収量
労働時間	6,368 h/10a	1,892 h/10a	
労働生産性	9.1 kg/h	8.7 kg/h	可販収量 (kg/10a) / 作業時間 (h)

多収栽培を標準的な土耕栽培と同規模の 20a で栽培をした場合、標準的な土耕栽培よりも雇用労賃等の経営費が増加するが、それを上回る販売収入の増加により、所得が増加する（表Ⅲ-5）。

表Ⅲ-5 多収栽培を県内の標準的な土耕栽培（経営規模 20a）と比較
(抑制作：2023、半促成作：2024)

		多収栽培	標準的な土耕栽培 (県経営指標参考)	備考
経営概要		経営規模20a	経営規模20a	
		家族経営 (3,784h)	家族経営 (3,784h)	
項目		雇用5人 (8,952h)	雇用0人	
販売収入	年間収量	115.8 t	33.0 t	
	販売収入	34,984 千円	9,970 千円	県経営指標の販売単価で換算
経営費	経営費	31,222 千円	7,342 千円	
	内 雇用労賃	8,952 千円	0 千円	雇用 時給1,000円で算出
	内 減価償却費	6,242 千円	1,604 千円	施設、作業場、軽トラ 等
	内 その他	16,028 千円	5,738 千円	種苗費、動力光熱費、販売経費 等
所得		3,762 千円	2,628 千円	

IV 参考資料

- ・「施設キュウリロックウール栽培の日射比例灌液の増収効果」
山梨県総合農業技術センター成果情報 令和7年2月
- ・「施設キュウリ栽培における炭酸ガス日中低濃度施用の増収効果」
山梨県総合農業技術センター成果情報 令和7年2月
- ・「高軒高施設を利用したキュウリつるおろし密植栽培の増収効果」
山梨県総合農業技術センター成果情報 令和7年2月
- ・「高軒高施設を利用したキュウリの増収技術を組み合わせた超多収栽培」
山梨県総合農業技術センター成果情報 令和7年2月
- ・「環境制御マニュアル キュウリ編 促成キュウリ栽培における環境制御」
千葉県 令和5年3月
- ・「A Cucumber Photosynthetic Rate Prediction Model in Whole Growth Period with Time Parameters」 China Northwest A&F University 2023
- ・「施設キュウリの統合環境制御による栽培技術」
埼玉県農業技術研究センター 平成30年
- 「施設キュウリの統合環境制御による栽培技術」
- ・「みやぎの野菜指導指針 第1章 第1節 きゅうり」
宮城県 平成18年3月

研究課題名：データセンシングを活用したキュウリ養液栽培における増収技術の確立
(成長戦略研究 成長戦略課題)

研究期間：令和4年度～令和6年度

研究担当者：山梨県総合農業技術センター

栽培部データ農業野菜科 志村貴大、塩崎欽也、五味愛美、志村純子