



KANAGAWA

神奈川県
農業技術センター



かながわ トマト ICT 活用ガイド

ICT :
Information
and
Communication
Technology

すでに**環境制御機器**を導入しているのに、**十分に使いこなせてない**、あるいは**環境制御の効果がよくわからない**ので**機器導入を見合わせている**。そんな生産者向けのガイドです。実際の**試験データ**に基づいて、ICTの具体的な使い方や効果について解説しています。



環境制御



モニタリング



高品質高生産

2022年3月

神奈川県農業技術センター ICTプロジェクトチーム作成

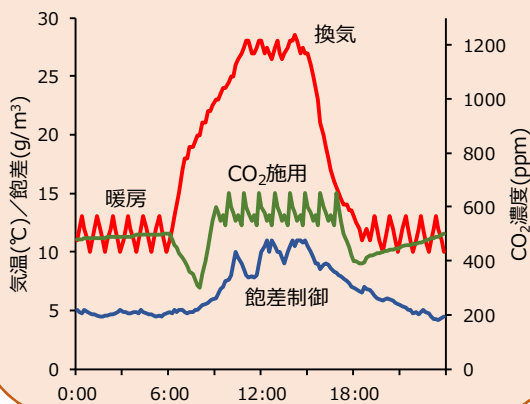
この活用ガイドが目指していること

「経験・勘」 + データ活用により、
理想のトマトづくりを！



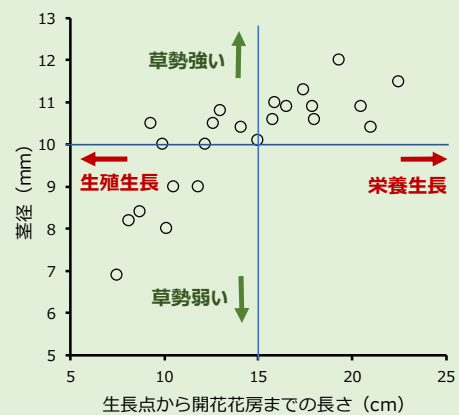
栽培環境の可視化

気温、日射量、二酸化炭素、飽差などのモニタリングにより最適化する。



生育状態の可視化

草勢と栄養生長、生殖生長のバランスを見ながら管理する。



増収・品質向上による収益アップ

目次

I 多収のための栽培管理（高軒高 RW 栽培）

- 1 温度、培地温の制御 ----- ● p3
- 2 時期別の CO₂ 濃度制御 ----- ● p5
- 3 時期別の湿度（飽差）制御 ----- ● p7
- 4 培養液管理 ----- ● p8
- 5 多収のための生育バランス ----- ● p9
- 6 温室内環境の分布（センサ設置位置） ----- ● p10
- 7 品種の選び方 ----- ● p11

II 糖度向上のための栽培管理（高軒高 RW 栽培）

- 1 低温・寡日照期の糖度向上技術 ----- ● p12
- 2 RLI による摘葉管理（LAI との関係） ----- ● p13

III 土耕栽培における栽培管理（既存施設活用）

- 1 CO₂ 施用効果 ----- ● p14
- 2 温度・飽差制御 ----- ● p17
- 3 長期どり誘引方法 ----- ● p18

IV 経済性評価

- 1 高軒高ロックウール(RW)栽培の経済性 ----- ● p20
- 2 土耕栽培（既存施設活用）の経済性 ----- ● p22

V 参考データ

- 1 高軒高ロックウール(RW)栽培試験の概要 ----- ● p26
- 2 土耕栽培（既存施設活用）試験の概要 ----- ● p27
- 3 参考文献 ----- ● p28

I 多収のための栽培管理（高軒高ロックウール(RW)栽培）

1 温度、培地温の制御

（1）高温期は、遮光カーテン、細霧発生装置により遮熱対策する

- トマトの生育適温（明期）は 20～25℃、最高限界気温は 35℃である。
- 換気窓の開度は全開、適温に近づく換気開始温度（例：22℃）に設定する。
- 遮光カーテンは、活着や生育状況を見ながら、気温や日射量で設定する（例：35℃、500～800W/m²）。ただし、過度の遮光は光合成量を減らしてしまうため、しおれ症状が見られなければ、控える。
- 細霧発生装置（ミスト）は、高湿度条件では冷却効果が得られないため、飽差 6～9 g/m³ 以上、相対湿度 70%RH 以下を目安に稼働する。なお、高湿度による病害の発生や養水分吸収低下を防ぐため、植物体が濡れないように噴霧時間と休止間隔を調整することが必要である。また、粒径 10 数 μm の超微粒子も濡れ防止に有効である。

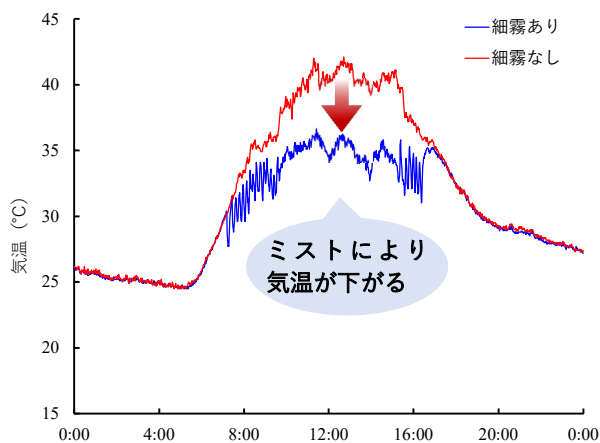


図 I-1-1 高温期における気温の推移
測定日：2017年8月25日

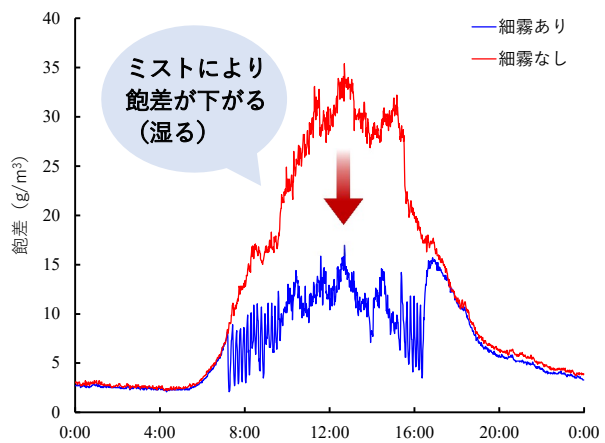


図 I-1-2 高温期における飽差の推移
測定日：2017年8月25日



図 I-1-3 細霧発生装置による間欠噴霧
噴霧時間：20秒、休止時間：20秒



図 I-1-4 遮光カーテンを80%閉じた温室
内遮光・遮熱と採光性を兼ねた資材（LSスクリーン）を使用。

(2) 低温期は、平均気温を目安に換気及び暖房開始温度を設定する

- トマトの生育速度は平均気温を目安にコントロールできる。
- 厳寒期の**早朝加温**は光合成促進に有効なので、日の出時刻に15~17°C程度にする。この時、急激な気温上昇は果実に**結露**を生じさせ、病害発生の原因となるため、**気温上昇は1時間に2°C以内とする**。
- 図 I-1-5 では、夜間の暖房開始温度を13°Cとし、日の出2時間前から1時間当たり2°C以内の気温上昇となるように段階的に温度設定を行い、日の出時の気温が16.5°Cとなっている。
- CO₂施用時は、換気によるCO₂の温室外への漏出を防ぐため、換気開始温度を高めを設定する(日本施設園芸協会2012)。図 I-1-5 は、28°C設定にしている。
- 曇雨天日で日射量が少なく(100W/m²程度)、明期の気温が上昇しない日は、トマトの生育適温20~25°Cに近づけるため暖房機を稼働させる(明期の暖房開始温度は19°C、図 I-1-5 の右)。

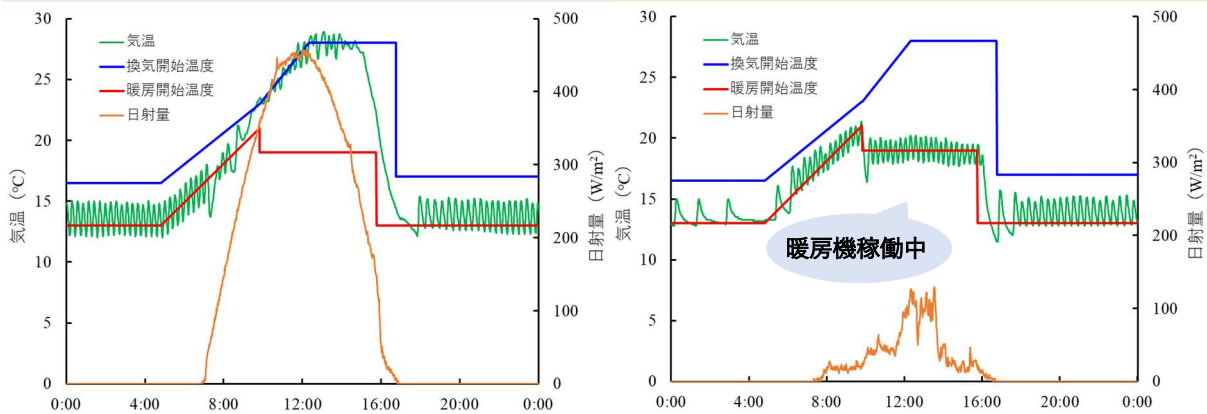


図 I-1-5 低温期における設定及び温度推移
測定日：2021年1月10日(左)、1月23日(右)

(3) 低温期は、根圏温度が15~18°Cになるように制御する

- ロックウール栽培における培地温度は、土耕栽培と比べて周辺温度の影響が大きい。
- トマトに適した地温は15~18°C、**最低限界地温が13°C**とされており、この範囲から外れると根量が減少し、地上部の生育が抑制される。
- 培地下部に敷設した管に**温湯(30~40°C)**を循環させることで、培地内温度は終日18°C前後の適温を維持できる(図 I-1-6)。

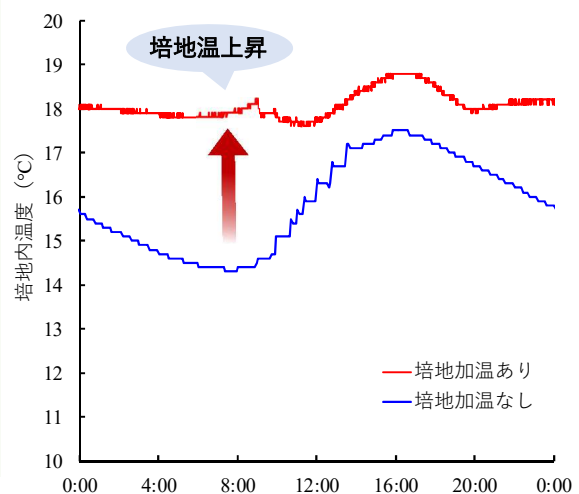


図 I-1-6 低温期の根圏温度制御
測定日：2021年12月19日

(4) 暖候期以降、高温による草勢低下を防ぐため換気開始温度を下げる

- 3月以降、外気温や日射量上昇に伴い、温室内の最高気温が30℃以上になる日が増える。
- 高温による草勢低下、しおれを防ぐため、換気開始温度を20～23℃程度に下げる(図1-1-7)。

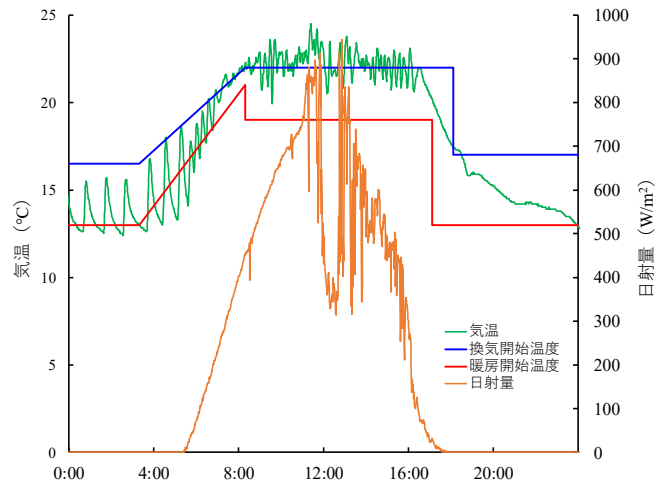


図1-1-7 暖候期における温度推移

測定日：2021年4月9日

2 時期別のCO₂濃度制御

(1) CO₂施用濃度は、外気濃度を下回らないように設定にする

- 大気中のCO₂濃度は約400ppmであるが、温室内ではトマトの光合成にCO₂が利用されて、300ppm未満に低下することがある(図1-2-2のB)。
- トマトの光合成量は、25℃であれば800~1000ppmまではCO₂濃度が高いほど光合成量が増え、200ppmでは大気中CO₂濃度に比べて半減する(吉田2014)。
- 800~1000ppmの施用ではCO₂のコストとロスが大きいため、400~600ppmが効率的である。CO₂施用は、日の出から日の入りまでの設定とする。
- 図1-2-2のAは、CO₂濃度が500ppmを下回るとCO₂施用を開始し、600ppmを上回ると停止する設定で制御した場合である。



図1-2-1 燃烧式CO₂発生機
1台で150坪まで使用可能。

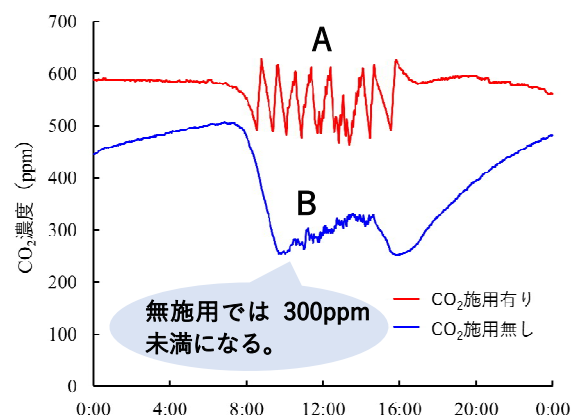


図1-2-2 CO₂施用時の温室内CO₂濃度
測定日：2018年1月20日

(2) 換気開度に応じて CO₂ 施用条件を調整する

- 換気中の CO₂ 漏出を防ぐため、換気開度 30%未満のときは CO₂ 濃度 500ppm 以下 (A)、換気開度 30%以上のときは CO₂ 濃度 400ppm 以下 (B) を CO₂ 施用開始条件にする (図 I-2-3)。換気中も CO₂ 濃度を温室外と同等の 400ppm にすれば漏出はない(齊藤 2014)。
- 換気中は外気が温室に入ってきて 400ppm を下回ることがあるため、CO₂ 施用の効果期待できる (図 I-2-3 の B)。

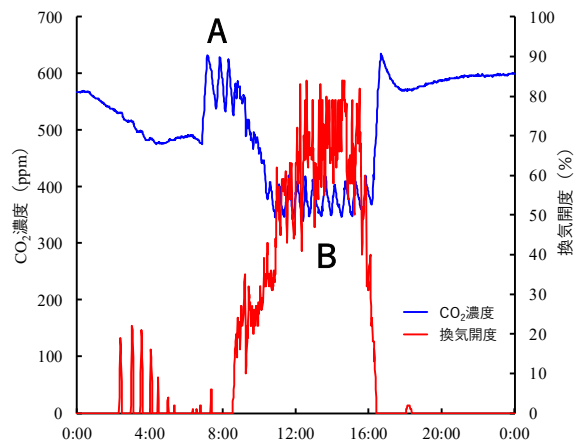


図 I-2-3 換気開度に応じた CO₂ 施用設定
測定日：2018 年 3 月 17 日

(3) 換気温度設定を高くして CO₂ の漏出を防ぐ

- 日中の換気開始温度を高く設定することで換気開度が低下し (窓が閉じている時間が長くなる)、CO₂ 濃度を高く維持することができる。
- 温度を高める時間帯は、転流促進の観点から、午後 (齊藤 2014) や 11 時~14 時 (吉田 2014) が適する。
- 温度は、発育速度や呼吸速度に関連し、草勢に影響を及ぼす。草勢が弱いときは、過度な高温管理にならないように注意する。

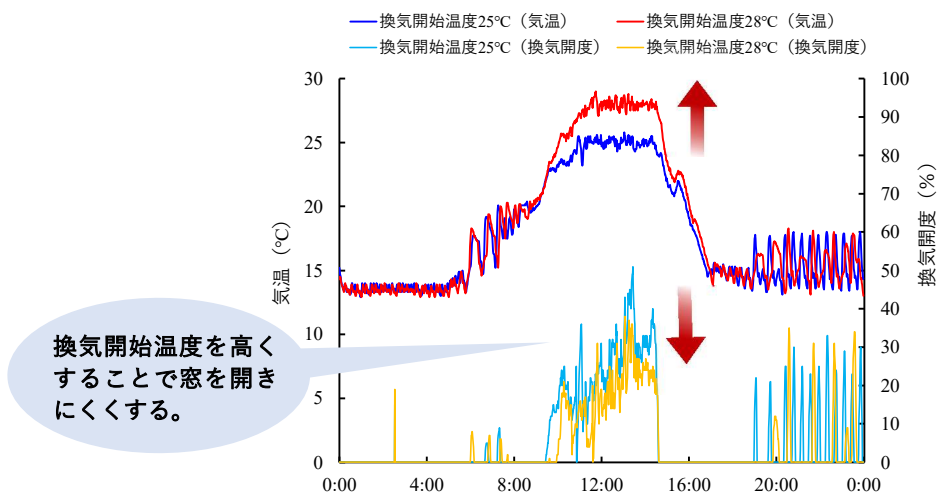


図 I-2-4 換気開始温度による換気開度の差異

3 時期別の湿度（飽差）制御

(1) 飽差制御により光合成速度を高める

- 光合成は、温度、CO₂濃度の影響が大きいですが、湿度の影響も無視できない。
- 低湿度条件下では、作物は水分損失を防ぐため気孔を閉鎖し、それによりCO₂吸収量が減少し、光合成速度が低下する（東出 2014）。
- 低湿度により花粉の活性も低下する（東出 2014）。そのため、加湿は収量向上に有効な手段となる。
- 湿度の指標には、**相対湿度**や**飽差**がある。飽差とは、空気中にとどれくらい水蒸気が入る余地があるかを示す指標で、蒸発散速度に直接的に影響することから、作物栽培の制御には**飽差を用いるのがよい**（エペラ 2020）。
- 飽差の適正範囲は、3～6 g/m³（齊藤 2014）、6～9 g/m³（吉田 2014）などの報告がある。高温（低飽差）条件では、**病害発生リスクの高まり**、**急激な乾燥時のしおれ**、蒸散量低下に伴う**養水分吸収量の低下**が懸念される。本研究では**明期の飽差が8g/m³を上回ったら細霧発生装置を稼働させ、5g/m³を下回ったら停止する設定とした**。
- 図1-3-2のAに示したように、細霧発生装置の稼働により飽差を大幅に低下させることができる。細霧発生装置の使用時の注意点として、病害予防の観点から葉が濡れないようにする必要がある。**超微粒子ミストの使用や換気**、**温室内が細霧により白くモヤがかからないように間欠噴霧**を行う。
- 細霧は加湿作用のみのため、過湿状態の対策はできない。**除湿は、暖房や換気、カーテンの開閉により行う**（齊藤 2014）。なお、CO₂発生機による燃焼ガスには、使用した同重量の水分を含むため、密閉環境では過湿にならないように考慮する。
- 細霧の利用により葉や花房の展開が遅くなる**ことがある。細霧の気化冷却作用により気温が下がり、葉の展開速度が低下するためと考えられる（東出 2014）。このように、一つの環境要因を制御することが複数の生体反応に影響することから、各環境要因と生体反応の関係性を注視していくことが大事である。



図1-3-1 細霧発生装置
粒径は10～30 μm。

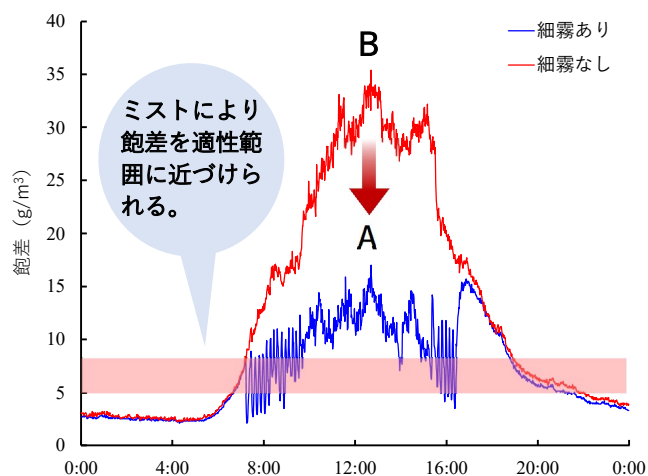


図1-3-2 細霧発生装置による飽差制御
(噴霧20秒、休止20秒の間欠噴霧)

4 培養液管理

(1) 排液率を基にした給液管理を行う

- 環境制御による収量の増加に伴い、養水分の吸収量も増加する（齊藤 2015）。培養液濃度を高めても増収しないため（図 I-4-1）、排液率 20~30%を目安に給液管理を行う。また、トマトの吸水量は日射量の影響を強く受けるため、給液量に過不足が生じないように日射量に応じて給液量を調整する（図 I-4-2）。
- 尻腐れ果の発生抑制には、アンモニア性窒素割合の少ない培養液処方がよい。本研究では OAT ハウス肥料の S A 処方を用いて実施した（表 I-4-1）。
- 過度の加湿は蒸散を抑制させ、吸水量を低下させるため、飽差が 3g/m³ 以下にならないように注意する。
- 水分センサにより培地内の水分状況を把握することが大事である。図 I-4-3 では、給液に伴う培地内水分率の上昇が確認できる。また、このデータでは、日の出時の培地内水分率が徐々に低下しているため、給液回数、給液時間の改善が必要である。

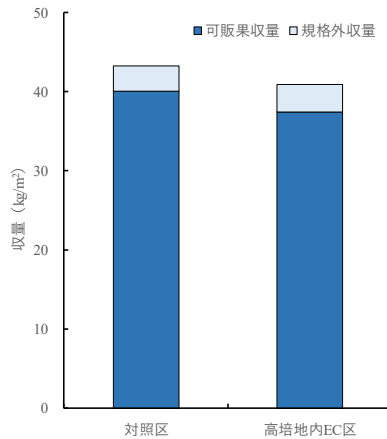


図 I-4-1 培地内濃度と収量の関係

表 I-4-1 培養液の処方別の成分組成^z

処方	標準培養液の成分組成 (ppm)		
	窒素全量	内アンモニア性窒素	硝酸性窒素
SA処方	247	8	239
A処方	260	23	233

z: OAT アグリオ株式会社ホームページから引用
<https://www.oat-agrio.co.jp/cgi/psearch/item/2013101716413104/oathouse.pdf>

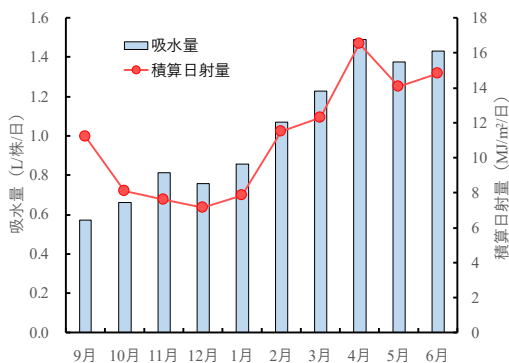


図 I-4-2 時期別の吸水量と積算日射量

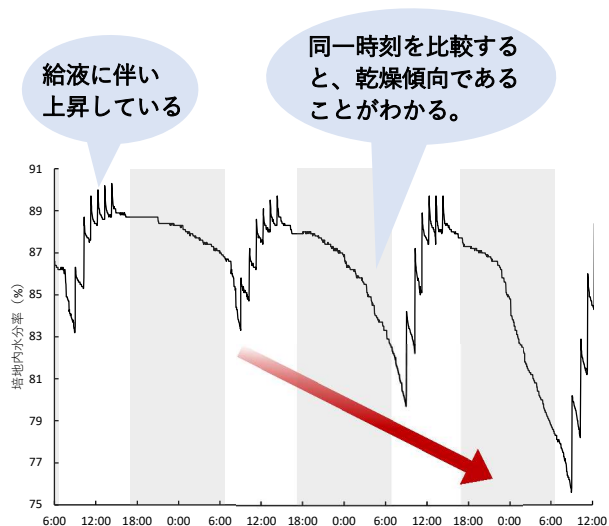


図 I-4-3 培地内水分率の推移^z

z: 2021年1月27日から31日までの測定値を示し、各日2.0、1.5、2.5分間の給液を9時00分から14時15分にかけて6回行った。図中の灰色の部分の日の入りから日の出までの暗期を示す。

5 多収のための生育バランス

(1) 栄養生長と生殖生長のバランスに基づいた栽培管理

- 図 I-5-1 の A に示したとおり、第 3 花房開花（9月中旬）までは、排液率を低くすることで草勢の抑制、栄養生長に偏らないように管理する。
- 12月中旬～2月中旬（図 I-5-1 の B）は、草勢がやや強く、栄養生長気味の生育バランスとなっている。改善例として、平均気温を上げて草勢を弱め、気温の日較差を大きくすることで生殖生長に寄せる（夜温を変えず、昼温のみ上げる。吉田 2016）。
- 2月中旬以降（図 I-5-1 の C）は、草勢がやや弱く、生殖生長気味の生育バランスとなっている。改善例として、平均気温を下げることで草勢を強め、気温の日較差を小さくすることで栄養生長に寄せる（夜温を変えず、昼温のみ下げる。吉田 2016）。
- 茎径は短径と長径方向で値が異なる。茎周囲長から算出した茎径は、短径より長径との相関が高い（本データの茎径は、茎周囲長を円周率で除して算出している）。
- 生長点から開花花房までの長さの測定は、開花花房内の開花数が多い場合ほど長くなるため、1 花開花時などのように開花数を揃えて測定・比較した方がよい。
- 特に制御後 3～4 日の生体反応（茎径、生長点から開花花房までの長さ）に着目する。

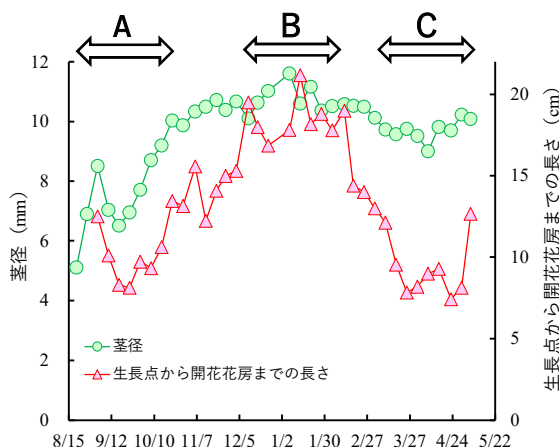


図 I-5-1 茎径、生長点から開花花房までの長さの推移
 茎径：生長点から 15cm 下の部位の茎径



図 I-5-2 生育調査の様子

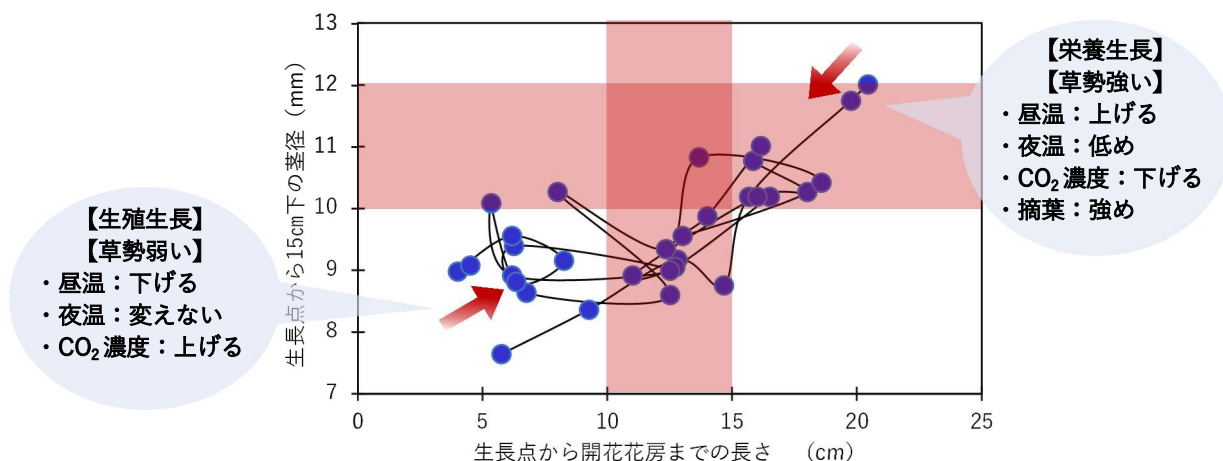


図 I-5-3 生育バランスシートに基づく管理

適性範囲：茎径 10～12mm、生長点から開花花房までの長さ 10～15cm（吉田 2016）。

6 温室内環境の分布（センサ設置位置）

(1) 環境要素の分布に応じてセンサの設置位置を決める

- リアルタイムのモニタリングデータに基づいて環境制御する上で、センサの設置位置が重要である。
- 日射計は、温室の骨材などの影響を受けないように、温室の棟などに設置する。
- 温度、湿度（飽差）、CO₂の各センサは、温室中央のトマト生長点付近に設置する。
- 温度は、温室中央に対して南側が高く、北側が低くなる傾向がある（図 I-6-1）。
- 相対湿度（細霧発生装置稼働時）は、噴霧中を除いて、生長点付近（高さ 290cm）に比べてトマト茎葉部（高さ 75~225cm）が高い傾向がある（図 I-6-2）。

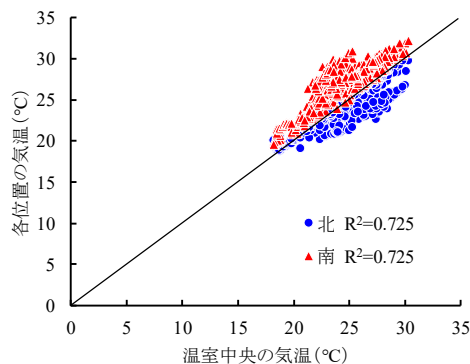


図 I-6-1 温室内南北における気温測定値

2017年2月15日9時00分~16時59分

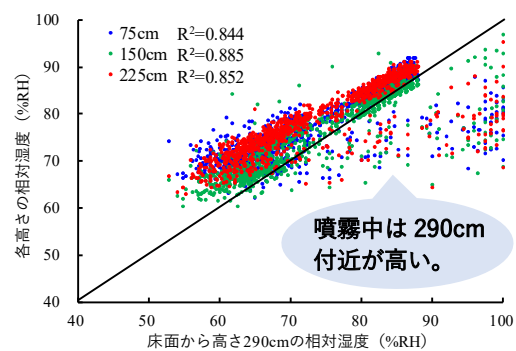


図 I-6-2 高さ別の相対湿度測定値

2018年5月22日（細霧発生装置稼働時）

(2) CO₂は拡散しやすい

- センサのある生長点付近と株元の CO₂ 濃度の差は小さい（図 I-6-3 の A）。
- CO₂ 発生装置の近く（北側）と遠い所（南側）では、最大 100ppm 程度の差があった（図 I-6-3 の B）。
- 濃度ムラが少なくなるように循環扇の活用や局所施用が有効である（河崎ら 2010）。

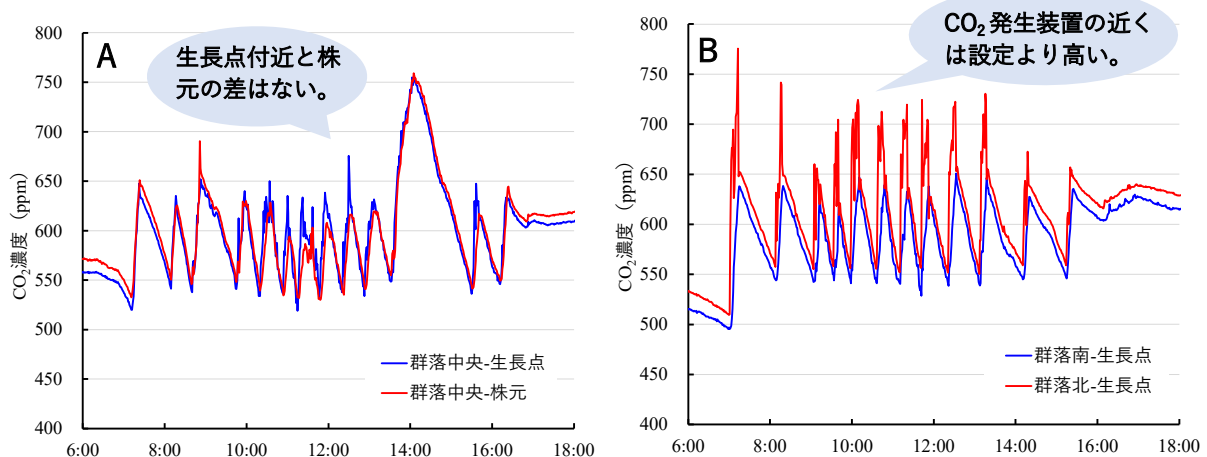


図 I-6-3 CO₂濃度分布

CO₂ 施用は、群落中央の生長点付近の濃度に基づいて制御した。

A：2019年2月27日に生長点は床面から280cm、株元は床面から60cmの高さで測定した。

B：2019年3月7日に床面から280cmの高さで測定した。

7 品種の選び方

(1) 収量性と品質の面から選定する

- 養液・長期多段栽培は、夏期の定植になるため、**トマト黄化葉巻病 (TYLCV) の耐病性品種**を選定する。ただし、耐病性品種は、発病はしなくても、感染して増殖源になることがあるので注意する。
- 多収性で A 品率が高く（空洞果が少ない）、収穫期間を通じて糖度が安定している**‘TYみそら 86’**（ヴィルモランみかど）が有望である（表 I-7-1）。
- 草勢維持のため、**接ぎ木栽培が有効**である。台木は、収量重視であれば**‘TTM-079’**（タキイ種苗）、品質重視であれば**‘スパイク’**（愛三種苗）が有望である（図 I-7-1、図 I-7-2）。

表 I-7-1 各品種の収量特性 (2018)

品種 (穂木/台木)	総収量 (t/10a)	可販果収量		1果重 (g)	可販果率 (%)	A品率 (%)
		(個/株)	(kg/株)			
TYみそら86/スパイク	46.0	74.3	15.4	38.5	207	83.7
TYみそら86/TTM-079	52.8	75.8	16.8	42.0	222	79.6
桃太郎ホープ/TTM-079	49.0	82.5	17.0	42.5	206	86.7
麗妃/マグネット	43.5	74.4	13.6	34.0	183	78.2
鈴玉/マグネット	50.0	70.6	15.2	38.0	215	76.0

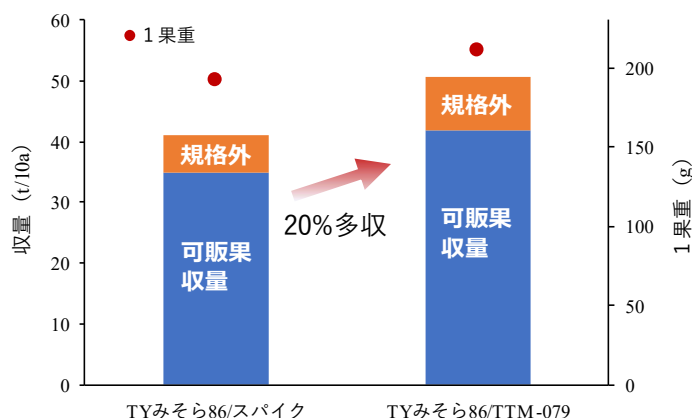


図 I-7-1 台木が収量、果重に及ぼす影響 (2019)

台木によって糖度が高くなる。

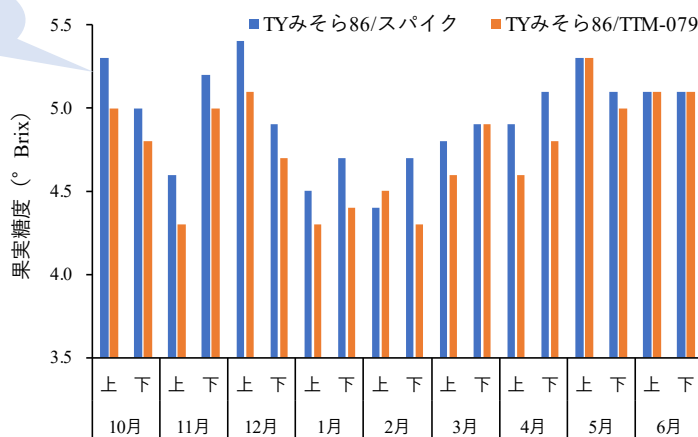


図 I-7-2 台木が果実糖度に及ぼす影響 (2019)

II 糖度向上のための栽培管理（高軒高 RW 栽培）

1 低温・寡日照期の糖度向上技術

（1）培地内 EC を高くすることで糖度を高くする

- 低温期（10～3月）の培地内 EC を 6.0mS/cm（高培地内 EC 区）と 4.0（低培地内 EC 区）mS/cm で比較した（図 II-1-1）。
- 可販果収量は、高培地内 EC 区が 201g/個、15.0kg/株、低培地内 EC 区が 214g/個、16.0kg/株となり、高培地内 EC 区が小玉、低収傾向であった（表 II-1-1、図 II-1-2）。
- 糖度は、低培地内 EC 区では、1月に 4.5° まで低下し、12～1月にかけて 5.0° を下回ったが、高培地内 EC 区では 5.0° 以上で推移した（図 II-1-3）。

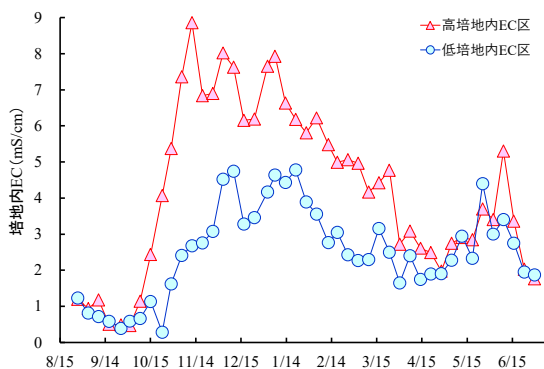


図 II-1-1 培地内 EC の推移

OAT ハウス肥料の SA 処方により管理した
(4月17日以降は同じ濃度)。

表 II-1-1 培地内 EC が収量に及ぼす影響^z

試験区	総収量		可販果収量			
	(個/株)	(kg/株)	(個/株)	(g/個)	(kg/株)	(t/10a) ^y
高培地内 EC 区	80.3	16.4	74.6	201	15.0	37.4
低培地内 EC 区	80.8	17.3	74.9	214	16.0	40.1

z: 調査は 2019 年 10 月 2 日から 2020 年 7 月 3 日に行った。
y: 2,500 株/10a

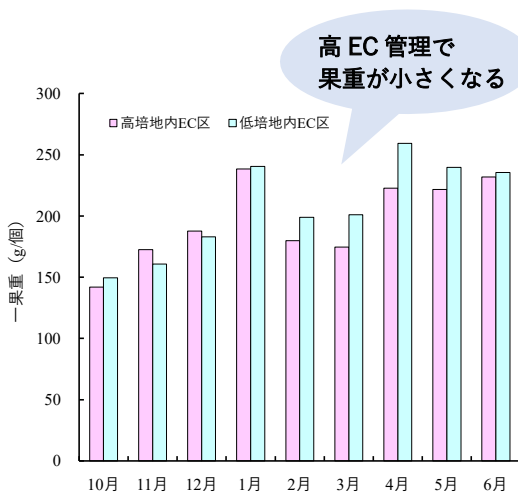


図 II-1-2 培地内 EC が一果重に及ぼす影響

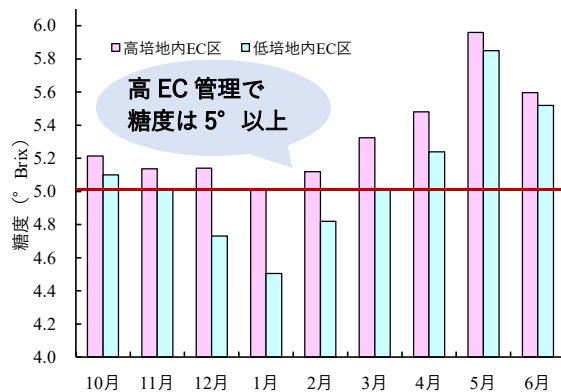


図 II-1-3 培地内 EC が糖度に及ぼす影響

2 RLIによる摘葉管理（LAI との関係）

（1）草勢の変化に合わせて、常に最適な摘葉管理ができる

- 群落内外の相対光量（Relative Light Intensity. 以下、RLI）を指標とした摘葉管理により、光を無駄なく受光させて光合成産物を増やすことで糖度が高くなる。
- RLI は、植物群落外及び群落内に設置した散乱光センサの測定値から次式によって算出する（静岡農林技研開発、大石 2016）。

$$\text{RLI (\%)} = \text{植物群落最下部の光量} / \text{植物群落外の光量} \times 100$$

- 葉が多いほど、群落最下部に届く光量が減るため、RLI は小さくなる（図 II-2-3）。
- RLI10%で摘葉管理すると、RLI20%の場合より12月から3月にかけて糖度が0.3~0.4°高く推移した（図 II-2-1、図 II-2-2）。
- 可販果収量は、RLI10%区が17.7kg/株、RLI20%区が17.1kg/株であった（表 II-2-1）。

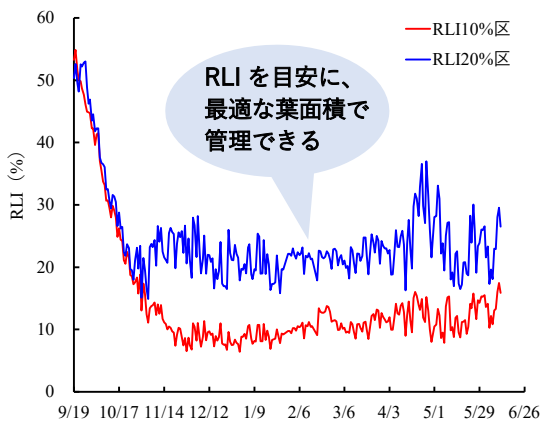


図 II-2-1 RLI の推移

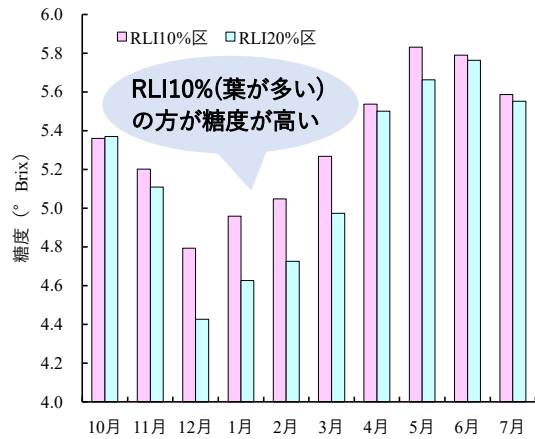


図 II-2-2 RLI が糖度に及ぼす影響

表 II-2-1 摘葉方法が収量に及ぼす影響^z

試験区	総収量		可販果収量			
	(個/株)	(kg/株)	(個/株)	(g/個)	(kg/株)	(t/10a) ^y
RLI10%区	92.3	18.7	86.8	204	17.7	44.4
RLI20%区	89.0	18.1	84.0	204	17.1	42.8

z: 調査は2020年10月1日から2021年7月9日に行った。y: 2,500株/10a

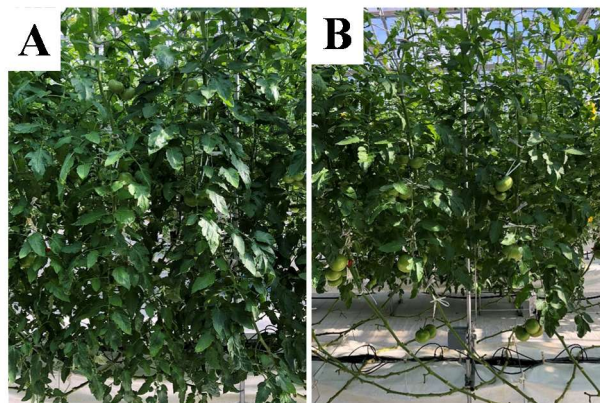


図 II-2-3 各試験区の外観

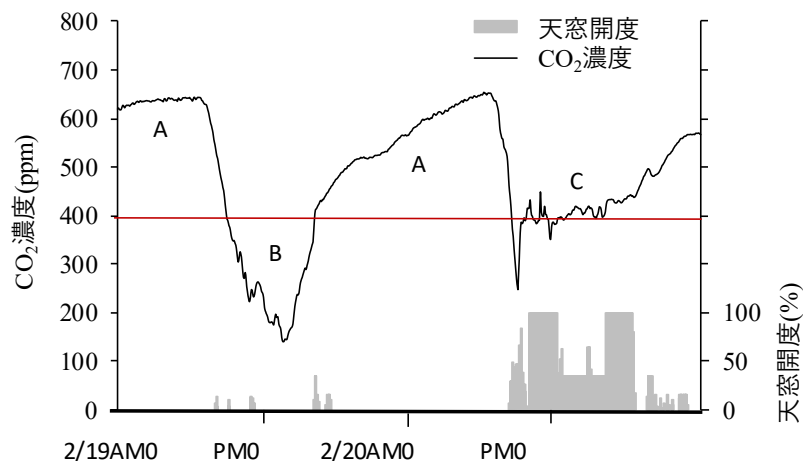
A: RLI10%区、B: RLI20%区（2020年11月5日）

Ⅲ 土耕栽培における栽培管理（既存施設活用）

1 CO₂ 施用効果

（1）土耕栽培でも日中の炭酸ガスは不足

- 土耕栽培では、土中の有機物が分解することで CO₂ が供給されることから、養液栽培に比べると CO₂ 施用の効果は小さい。
- 夜間（暗期）は、天窓が閉じていれば、トマトや土壤微生物の呼吸により CO₂ 濃度は大気中の濃度より高くなる（図Ⅲ-1-1 の A）。
- 日中（明期）は、冬期晴天日で換気がほとんどない場合、CO₂ 濃度は 200ppm 以下まで低下する（図Ⅲ-1-1 の B）。
- 日中換気している場合は、400ppm 前後で推移する（図Ⅲ-1-1 の C）。トマトの光合成は、25°C であれば 800~1000ppm までは高まる（吉田 2014）。そのため、土耕栽培においても CO₂ 施用の効果が期待できる。



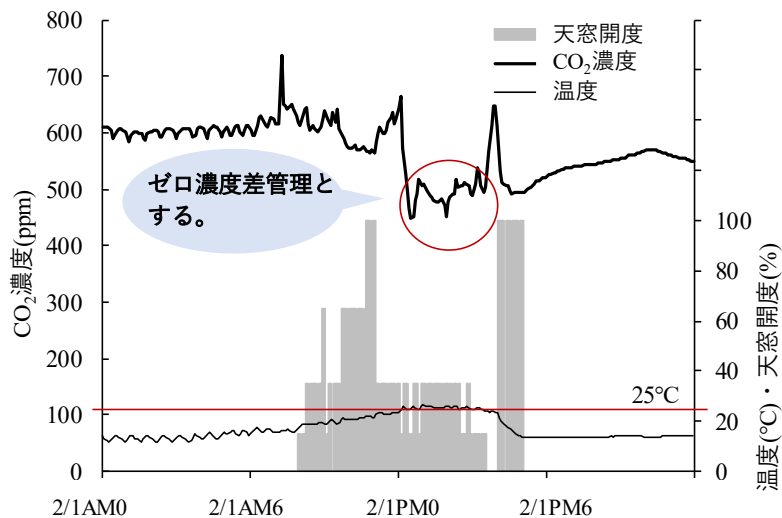
図Ⅲ-1-1 トマト土耕栽培における CO₂ 濃度

測定日：2019 年 2 月 19 日～20 日（CO₂ 無施用）

播種日：2018 年 9 月 4 日、穂木品種：桃太郎ホープ

（2）換気中はゼロ濃度差管理が有効

- 日中の CO₂ 不足を補うため、日の出後から日の入り前まで CO₂ 施用する。
- 施用開始は、4 段花房開花を目安にする。それ以前に施用すると草勢が強くなりすぎるため、1 段果房が着果して肥大が始まっている時期にする。
- CO₂ の施用濃度を 600ppm にした場合、換気中は温室外へ漏出することになる。そこで、換気中は大気中と同じ 400ppm に設定するゼロ濃度差管理が有効である。
- 図Ⅲ-1-2 は、設定濃度を 600ppm とし、換気開始温度の 25°C に達すると 400ppm になるように 2 段階で設定した場合である。換気中は、大気中と同じ濃度に設定することで温室外への漏出を防ぐことができる。なお、CO₂ 施用濃度の設定方法は、天窓の開度で制御する方法など制御機器によって違うため、使用する機器で確認する。



図III-1-2 CO₂施用時のCO₂濃度
測定日：2021年2月1日

(3) CO₂は拡散しやすい

- 所内試験では、液化炭酸ガスを使用した。30kg ボンベからレギュレーターを經由してトマト上部に設置した灌水チューブからCO₂施用した。液化炭酸ガスによる施用は燃焼式に比べてランニングコストが高いが、初期投資が少なくて済む点や燃焼式のように熱や水分、有害なガスを発生しない、高温期の増収効果などの利点がある（太田ら 2014）。
- 液化炭酸ガスが気化する際に熱が奪われ、連続使用するとレギュレーター部分が凍結することがある。そこで1分間施用後2分間のインターバルを設けた。このため施工時は、1分間でチューブの末端までCO₂が届くように、チューブの穴を修復テープで塞いで圧力調整を行った。
- CO₂施用中の温室内のCO₂濃度分布を表III-1-1に示した。CO₂は拡散しやすく、ほぼ均一な分布になっている。なお、CO₂は大気の中では重いため下方へ沈んでいくと考えてトマト上部から施用したが、外部への漏出を防ぐためには、天窓に近すぎない方がよい。

表III-1-1 CO₂施用時の濃度分布

測定位置	CO ₂ 濃度 (ppm)		
	生長点付近	中央部	地際付近
南側	640	640	640
中央	650	640	650
北側	650	680	680

2019年1月25日午前測定。CO₂施用濃度は650ppm。

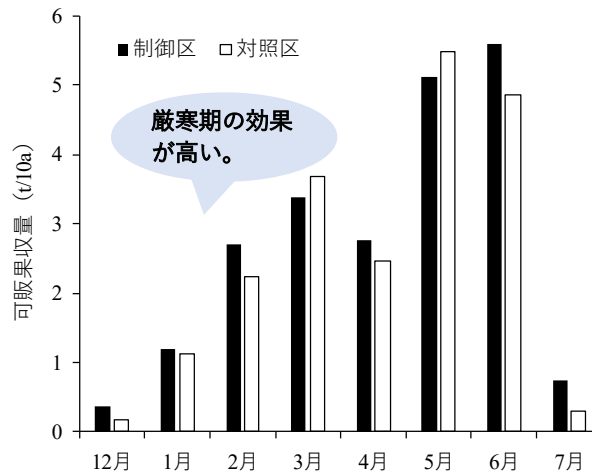


図III-1-3 CO₂の施用方法
矢印は、灌水チューブからCO₂が放出されるイメージ。

(4) CO₂ 施用による増収効果

○CO₂ 施用の効果は、光合成速度を高めることによる同化産物の増加であり、果実肥大や収穫期の前進効果などがある。

○図Ⅲ-1-4 に示したとおり、CO₂ 施用の効果は時期によって違い、最も増収効果が高いのは12～2月までである。この期間は天窓が閉まっていることが多いため、温室内のCO₂ 濃度を高く維持しやすい。一般的に年内から2月までの市況が高いことから、この時期の収穫を増やすことによる経済的メリットが期待できる。



図Ⅲ-1-4 月別可販果収量の推移

2019年度データ。播種日：2019年9月4日。

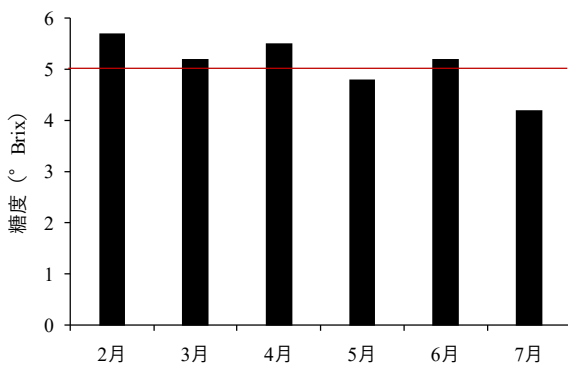
穂木品種：桃太郎ホープ、台木品種：グリーンフォース。

(5) CO₂ 施用時の糖度

○CO₂ 施用の時期別 Brix 糖度は、目標の 5.0° に対して、5月、7月を除いて目標値を超えた (図Ⅲ-1-5)。

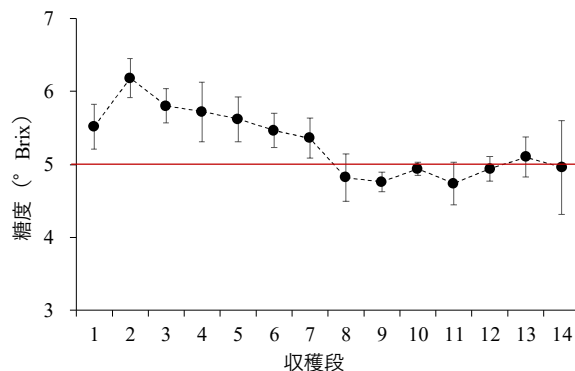
○収穫段別では、1～7段までが 5.0° を上回り、8段以降は低下した (図Ⅲ-1-6)。

○CO₂ 施用により糖度が高まるという報告がある (茨城県 2010)。



図Ⅲ-1-5 CO₂ 施用時の糖度推移

播種日：2020年10月5日、穂木品種：CF 桃太郎はるか、台木品種：グリーンセーブ



図Ⅲ-1-6 収穫段別の糖度

播種日、品種は図Ⅲ-1-5と同じ。

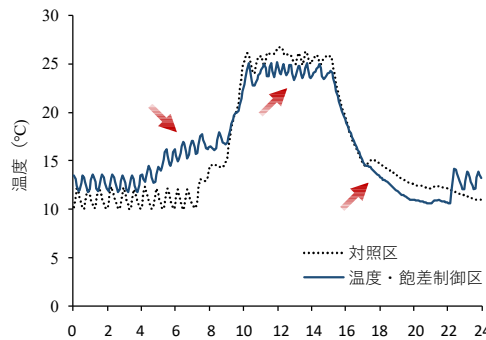
2 温度・飽差制御

(1) 環境制御に合った温度管理

- トマト果実の結露は、病気や裂果を誘発する。そこで、早朝の換気開始温度を段階的に高くすることにより、結露を防止する（図Ⅲ-2-1、図Ⅲ-2-2）。
- 飽差制御した温室は、細霧発生装置（ミスト）の冷却効果により、日中の温度が1～2℃下がる（図Ⅲ-2-2）
- 厳寒期は、日没前の換気により急な温度低下（クイックドロップ）を行うと、比熱の違いから、葉より温度の高い果実への転流が促進される（吉田 2016）。



図Ⅲ-2-1 トマトの結露



図Ⅲ-2-2 環境制御機器による温度管理

撮影：2020年11月30日晴天。制御機器：スーパーミニ

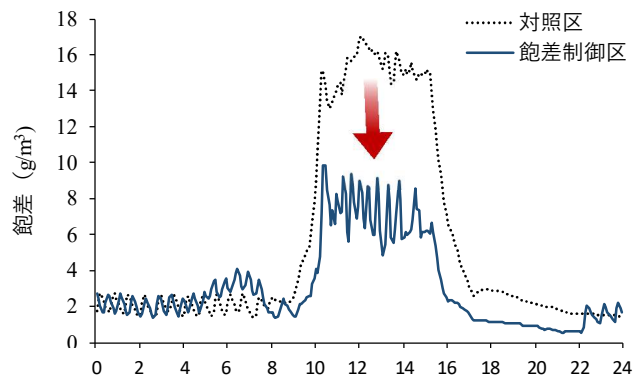


(2) 飽差制御の効果

- 植物は光合成に必要な CO_2 を葉の裏にある気孔から取り入れている。一方、植物は乾燥や急激な環境変化によるストレスに反応して、気孔を閉じる。
- 飽差は空気中に取り込める水分量を示すもので、値が大きいほどよりたくさんの水分を取り込める、すなわち乾燥していることを意味する。トマトの適正範囲は、 $3 \sim 6 \text{ g/m}^3$ （斉藤 2014）、 $6 \sim 9 \text{ g/m}^3$ （吉田 2014）などの報告がある。
- 晴天日で換気中の温室内は乾燥するので、細霧発生装置（ミスト）による飽差制御が有効である（図Ⅲ-2-4）。
- ミストは粒径によって様々な機種がある。粒径が $100 \sim 300 \mu\text{m}$ （細霧）より小さい $10 \sim 30 \mu\text{m}$ は、葉濡れが少なく、病害発生リスクをより小さくすることができる。



図Ⅲ-2-3 細霧発生装置
粒径は $10 \sim 30 \mu\text{m}$



図Ⅲ-2-4 ミストによる飽差制御の効果

(2020年11月30日晴天。ミストの設定は $3 \sim 5 \text{ g/m}^3$)

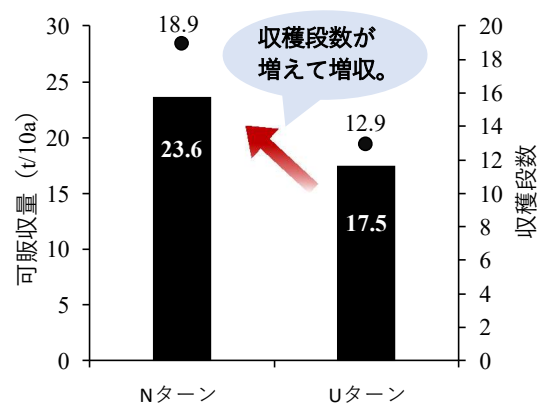
3 長期どり誘引方法

(1) Nターン誘引による増収効果

- Uターン誘引では13段で生長点が地表に到達して収穫終了となるが、Nターン誘引(吉田・大島 2009)では、約20段収穫することが可能となる(図III-3-2)。
- Nターン誘引にするためには通路を広めに確保する必要があり、所内試験では畝間を140cmとした。また、収穫段から下の葉を全摘葉することにより葉が混み合うのを避け、採光性がよくなる。なお、摘葉により収量が低下する傾向がある。
- Nターン誘引にすると、後ろ側の果実が収穫しにくくなるため、上方への誘引を遅らせた方が作業性はよい。その際、収穫前の果実が地表に着かないように、斜め前方に誘引して調整するとよい(図III-3-1)。



図III-3-1 Nターン誘引
撮影日：2020年6月24日



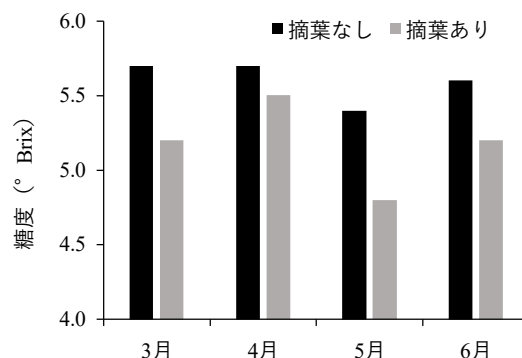
図III-3-2 誘引方法の違いと収量の関係
2019年度データ (CO₂施用温室)

(2) Uターン誘引における摘葉と糖度の関係

- Uターン誘引では、やや密植(畝間：125cm、株間：35cm、栽植本数：2,285本/10a)にして収量を確保する。
- 生長点が下に向くと草勢が低下しやすいので、追肥や灌水量で草勢を維持する。
- 生長点が地表に到達する約13段を目安に、2葉残して摘心する(図III-3-3)。
- 摘葉しない場合の糖度は、収穫段まで摘葉する場合に比べて高くなる(図III-3-4)。



図III-3-3 Uターン誘引での生育状況
播種日：2020年10月5日、穂木品種：CF 桃太郎はるか、撮影日：2021年6月21日



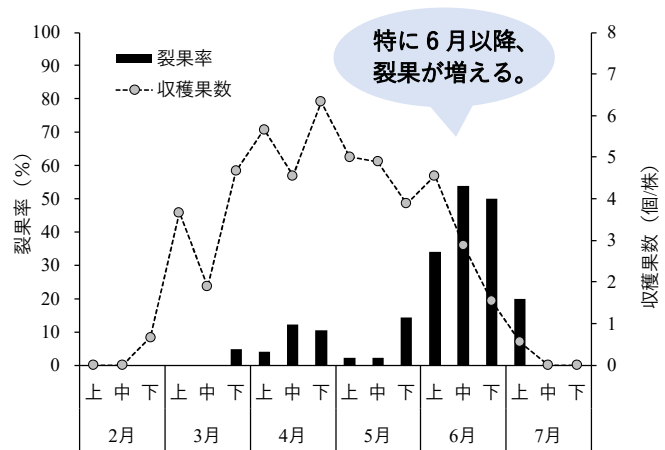
図III-3-4 摘葉の有無が糖度に及ぼす影響
摘葉あり区は、収穫段までを摘葉し、摘葉なし区は、第1段果房まで摘葉した。

(3) 春先の裂果対策

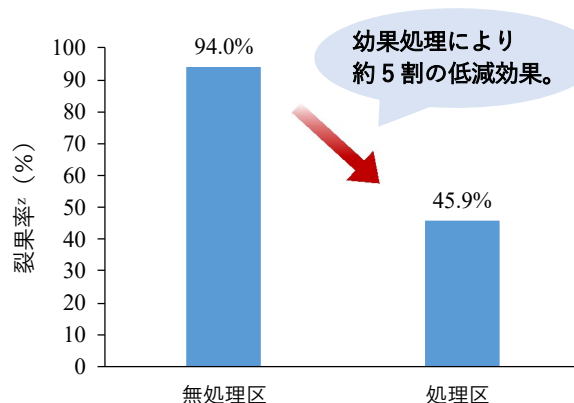
- 裂果には、放射状裂果と同心円裂果があるが、4月以降に発生するのは主に放射状裂果である(図III-3-5、図III-3-6)。発生要因は、高温期の強日射による果実表皮の硬化、急激な給水、結露などである(鈴木 2014)。
- 急に灌水量を増やさないように少量多灌水にすることや遮光が有効である。また、植物成長調整剤ホルクロルフェニユロン(商品名:フルメット液剤)の幼果への散布が放射状裂果に対して効果が高い(岡山県 2015)。
- フルメット液剤は、20ppmに希釈して、トマト幼果(3-5cm)に1回のみ散布する。幼果に対して処理することが大事で、フルメット液剤のサイトカニン活性が裂果抑制に作用する(岡山 2015)。
- 所内試験では、幼果へのフルメット液剤処理により、5月から7月にかけての裂果の発生率が約半分に低下した(図III-3-7)。



図III-3-5 高温期の裂果
撮影日: 2018年4月26日



図III-3-6 裂果の発生推移



図III-3-7 フルメット液剤の処理効果
2021年5月17日~2021年7月9日までのデータ。
Z: 裂果率は裂果個数/収穫個数×100から求めた。

IV 経済性評価

1 高軒高ロックウール(RW)栽培の経済性

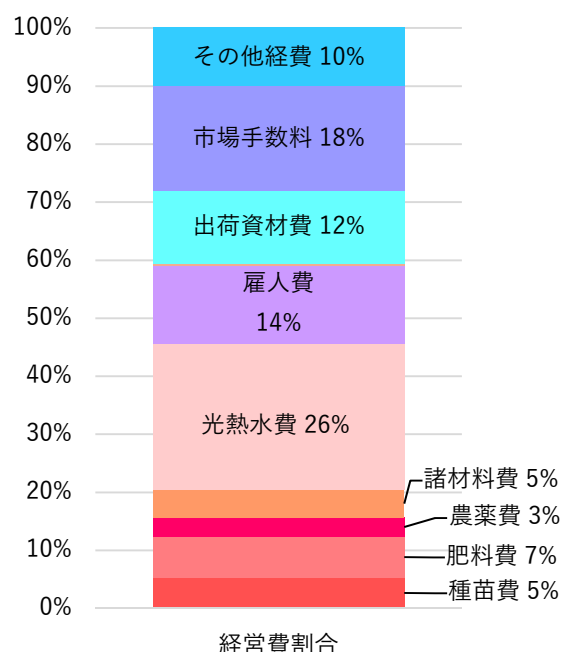
(1) 養液・長期多段栽培（経営拡大タイプ）

- 実証試験の収穫期間は10月上旬から7月上旬、販売量は42t/10aであった（表IV-1-1）。
- 旬別規格別の単価から試算した粗収益は1,282万円、期間中の平均単価は305.0円/kgであった（表IV-1-1）。
- 経営費は953万円で、その内訳は、生産経費356万円、出荷経費184万円、その他58万円、施設・農機具費は355万円であった。農業所得は329万円となり、所得率は25.7%であった（表IV-1-1）。
- 施設・農機具費を除いた経営費の費目別構成比では、光熱水費の占める割合が高かった（図IV-1-1）。
- 収量により変動する収穫に要する雇人費と資材費、市場出荷手数料等の出荷経費を流動費として損益分岐点分析を行った。収支がプラスに転じるのは27.6t以上であった。10a当たりの所得が100万円を越えるのは32.1t以上、200万円を越えるのは36.6t以上である（図IV-1-2）。
- 施設の新設と環境制御装置を導入するコストは3,906万円である。導入初年度から、実証試験と同等の出荷量であると仮定し、キャッシュフローを試算した。導入したコストが回収できるのは栽培から7年目であった。6年目にはハウスの天井フィルムの張り替え作業を行い、その翌年の7年目の累年キャッシュフローは533万円であった。また、天井と側面フィルムの張り替えを行う11年目の累年キャッシュフローは2,698万円であった（表IV-1-2）。

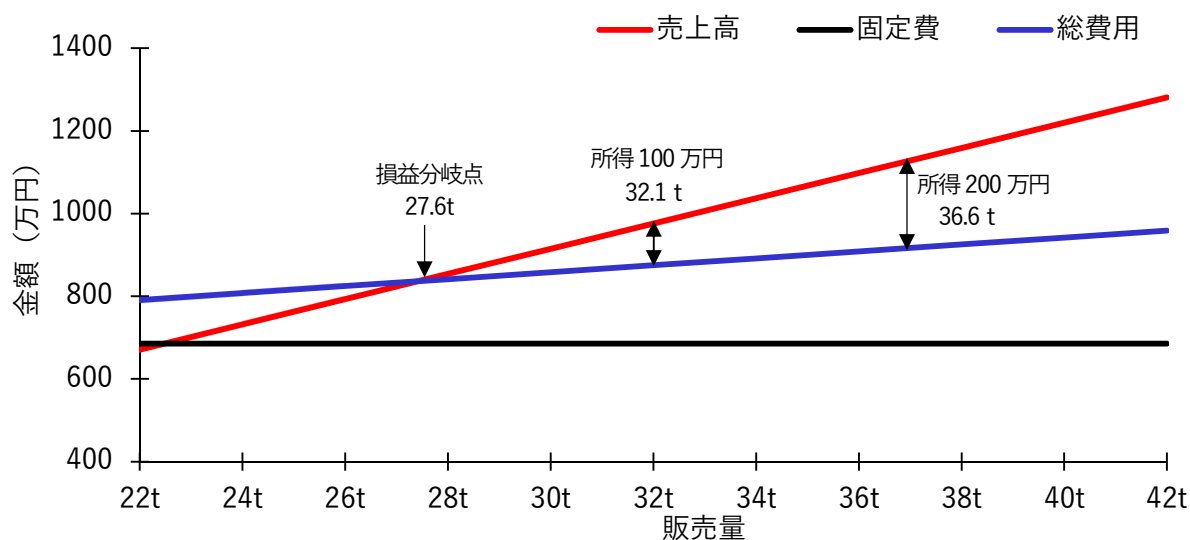
表IV-1-1 経済性試算結果（10aあたり）

粗収益	1,282 万円
販売量	42 t
単価	305.0 円/kg
経営費	953 万円
内訳	生産経費 356 万円
	出荷費 184 万円
	その他 58 万円
	施設・農機具費 355 万円
農業所得	329 万円
所得率	25.7 %

注：施設・農機具費は、耐用年数の1.5倍を使用すると設定し計算した金額と、修繕費の合計。



図IV-1-1 経営費（施設・農機具費を除く）の内訳と構成比



図IV-1-2 販売量毎の損益分岐点分析結果

注：変動費は出荷経費と雇用費とし、それ以外の経費を固定費とした

表IV-1-2 施設設備導入初年度から11年目までの累年キャッシュフロー (単位：万円)

項目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目
粗収益	1,281	1,281	1,281	1,281	1,281	1,281	1,281	1,281	1,281	1,281	1,281
販売量(t)	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
設備費	3,906										
ハウス張替						97					427
種苗費	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32
肥料費	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42	42
農薬費	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
諸材料費	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28
光熱水費	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153	153
雇入費	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81
出荷経費	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184	184
その他	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
修繕費	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87
累年 キャッシュフロー	△3,258	△2,610	△1,962	△1,315	△667	△115	533	1,181	1,829	2,477	2,698

試算の前提条件

経営規模：60a (15a×4棟) ロックウール栽培

- ・使用品種は‘TY みそら 86’、栽植本数は2,500本/10a、購入苗とした。
- ・1棟15aの施設で栽培する条件での10a当たりの経済性を試算。
- ・雇入費は時給1,012円、出荷は、市場出荷(個人)で市場手数料は8.5%とした。
- ・環境制御に係る施設・機器装備は、統合環境制御機器、細霧発生装置、CO₂発生装置である。
- ・ハウスの張替は、5年に1回とする。

2 土耕栽培（既存施設活用）の経済性

(1) 収量重視タイプの経済性評価

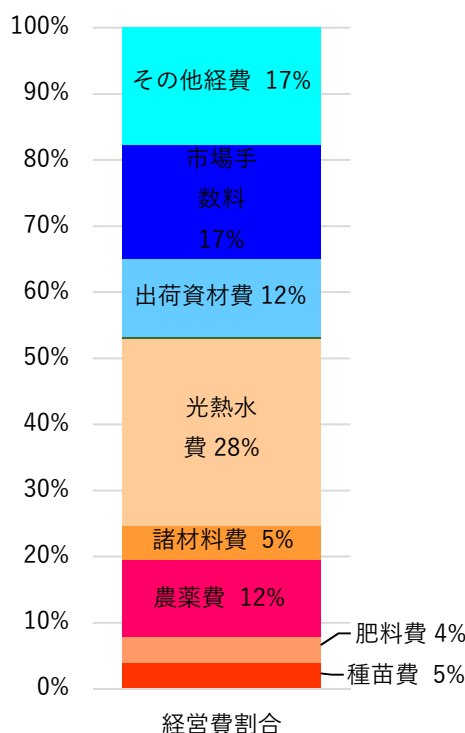
- 実証試験の収穫期間は1月上旬から7月上旬、販売量は19t/10aであった（表IV-2-1）。
- 出荷期間中の旬別規格別の単価から試算した粗収益は574万円、平均単価は295.8円/kgであった（表IV-2-1）。
- 経営費は382万円で、その内訳は、生産経費154万円、出荷経費84万円、その他50万円、施設・農機具費94万円である。農業所得は192万円で、所得率は33.5%であった（表IV-2-1）。
- 施設・農機具費を除いた経営費の費目別構成比では、光熱水費の占める割合が高かった（図IV-2-1）。光熱水費の内訳では、重油代、CO₂施用の灯油代の順に高かった。
- 実証試験での誘引方法はNターンで、7月下旬まで収穫可能であった。7月下旬まで出荷した場合の販売量は21.6tと2.2t増加した。平均単価は297.5円であり、粗収益は69万円増加の643万円であった。
- 7月下旬まで収穫した場合の農業経営費は391万円であった。農業所得は252万円、所得率は39.1%に拡大した。
- 累積キャッシュフローは、栽培初年度はマイナスだが、2年目より黒字に転じた。キャッシュフローは、5年目には1,000万円、9年目には2,000万円を越えると試算された。
- 実証試験の規格別割合は4月以降にA品率が低下した（図IV-2-2）。A品率向上の技術導入（主に裂果対策）により、さらなる所得向上の可能性はある。

表IV-2-1 経済性試算結果（10aあたり）

	収穫終了時期	
	7月上旬	7月下旬
粗収益	574万円	643万円
販売量	19t	22t
単価	295.8円/kg	297.5円/kg
経営費	382万円	391万円
内訳	生産経費	154万円
	出荷経費	84万円
	その他	50万円
	施設・農機具費	94万円
農業所得	192万円	252万円
所得率	33.5%	39.1%

注1：施設・農機具費は、耐用年数の1.5倍を使用すると設定し計算した金額と、修繕費の合計。

注2：既存施設活用型のため、温室、自動カーテン装置、井戸と給油タンク防油堤工事は修繕費のみを計上した。

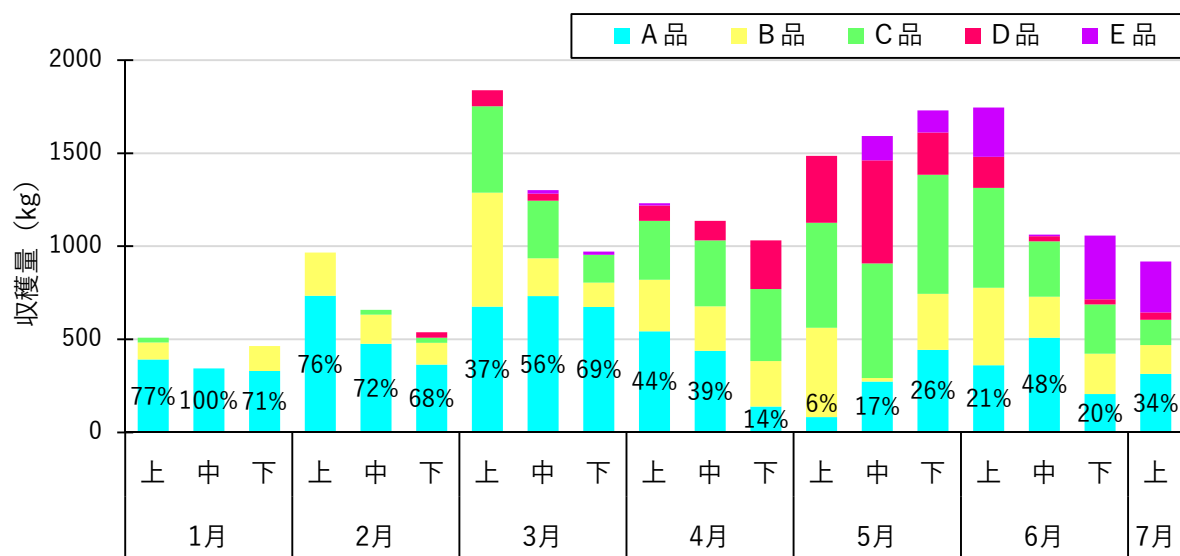


図IV-2-1 作型：収穫終了時期7月上旬の経営費（施設・農機具費を除く）の内訳と構成比

表IV-2-2 施設設備導入初年度から11年目までの累年キャッシュフロー（単位：万円）

項目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目	9年目	10年目	11年目
粗収益	574	574	574	574	574	574	574	574	574	574	574
販売量(t)	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19
設備費	323										
ハウス張替		0.3		0.3		91.7		0.3		0.3	395.2
種苗費	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13
肥料費	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
農薬費	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
諸材料費	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
光熱水費	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81
出荷経費	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84	84
その他	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
修繕費	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
累年 キャッシュフロー	△ 37	248	534	818	1,105	1,300	1,586	1,871	2,158	2,442	2,333

注：ハウスの張替は、育苗用ビニールハウスは2年に1回、天井フィルムは5年に1回、側面フィルムは10年に1回行う。



図IV-2-2 実証試験の月別規格別収穫量の推移とA品割合

注：収穫終了時期は、7月上旬。

試算の前提条件

経営規模：30a（10a×3棟） 土耕栽培

- ・使用品種‘桃太郎ホープ’、植栽本数 2,040 本/10 a、自家育苗とした。
- ・施設および灌水設備は償却済みとした。
- ・導入した環境制御装置は、複合環境制御盤、モニタリング装置、細霧発生装置、二酸化炭素発生装置である。
- ・出荷は、市場出荷（個人）で市場手数料は8.5%とした。

(2) 品質重視タイプの経済性評価

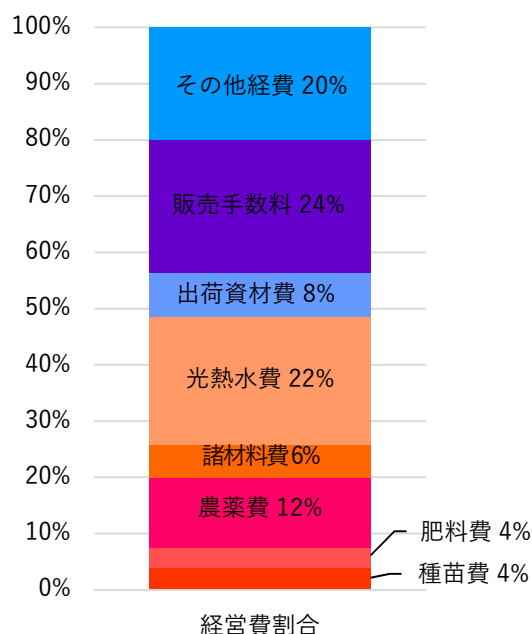
- 実証試験の収穫期間は2月下旬から7月上旬、販売量は13t/10aであった(表IV-2-3)。
- 量販店への契約出荷を60%、直売所出荷を40%と設定し、旬別規格別の単価から試算した粗収益は514万円、平均単価は395.5円/kgであった(表IV-2-3)。
- 経営費は324万円で、その内訳は生産経費が125万円、出荷経費が80万円、その他経費が50万円、施設・農機具費が69万円であった。農業所得は190万円であり、所得率は37.0%であった(表IV-2-3)。
- 施設・農機具費を除いた経営費の中での費目別の構成比は、販売手数料が最も高く、次いで光熱水費であった(図IV-2-3)。
- 販売量に応じて増減する出荷経費を変動費とした損益分岐点分析では、収支がプラスに転じるのは7.3t以上と試算された。所得が100万円を越えるのは10.4t、200万円を越えるのは13.3tであった(図IV-2-4)。
- 期間中の可販率の平均は77%、A品率の平均は73%であるが、時期により差が見られた。出荷量が増加する4月は、可販率は高いがA品率が低下し、6月以降は規格外のE品の割合が高かった(図IV-2-5)。

表IV-2-3 経済性試算結果(10aあたり)

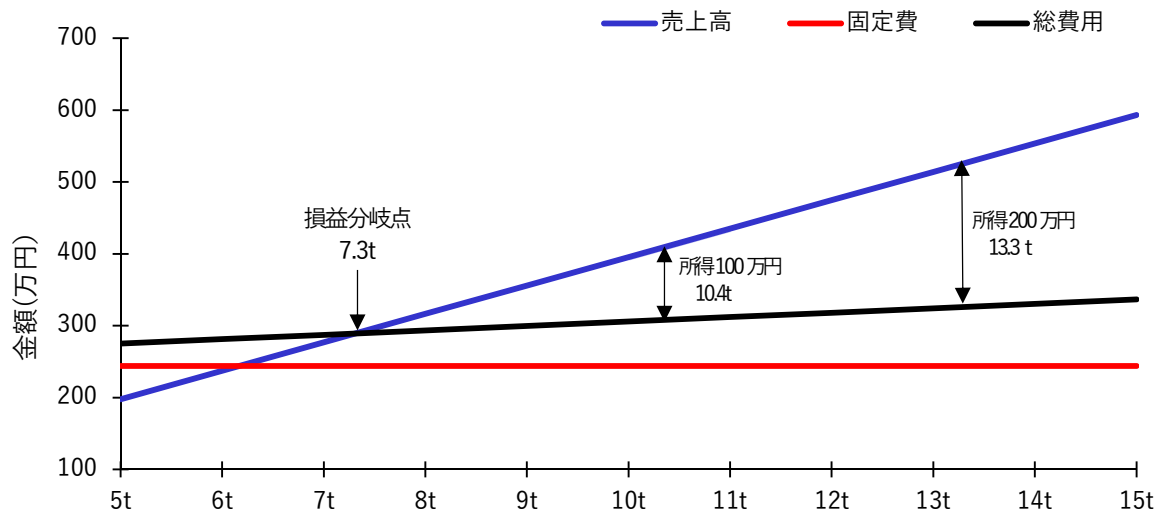
粗収益	514 万円	
販売量	13 t	
単価	395.5 円/kg	
経営費	324 万円	
内訳	生産経費	125 万円
	出荷経費	80 万円
	その他	50 万円
	施設・農機具費	69 万円
農業所得	190 万円	
所得率	37.0 %	

注1:施設・農機具費は、耐用年数の1.5倍を使用すると設定し計算した金額と、修繕費の合計。

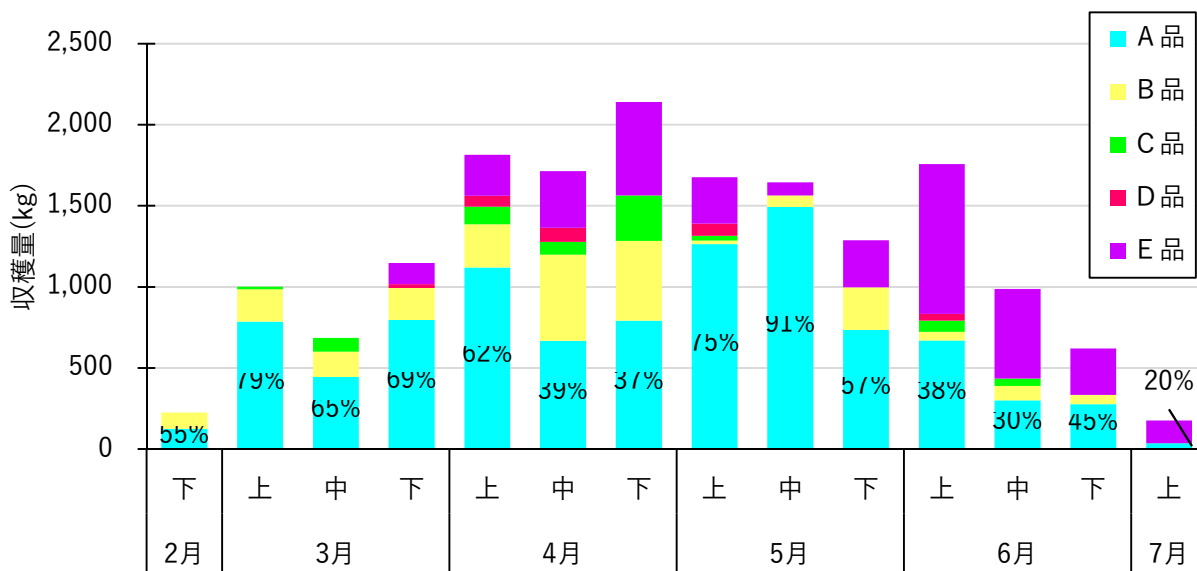
注2:既存施設活用型のため、ハウス、自動カーテン装置、井戸と給油タンク防油堤工事は修繕費のみを計上した



図IV-2-3 経営費(施設・農機具費を除く)の内訳と構成比



図IV-2-4 販売量毎の損益分岐点分析結果
注：変動費は出荷経費とし、それ以外の経費を固定費とした。



図IV-2-5 実証試験における月別旬別規格別収穫量の推移とA品割合

試算の前提条件

経営規模：30a（10a×3棟） 土耕栽培

- ・使用品種は‘CF 桃太郎はるか’、植栽本数は2,285本/10a、自家育苗とした。
- ・施設および灌水装置は償却済みとした。
- ・量販店等の出荷の平均単価は334円/kg、直売所出荷の平均単価は488円/kgである。
- ・導入した環境制御装置は、複合環境制御盤、モニタリング装置、二酸化炭素発生装置である。
- ・販売手数料は、量販店等出荷は卸売市場経由で8.5%、直売所は15%とした。

V 参考データ

1 高軒高ロックウール(RW)栽培試験の概要

(1) 施設の基本構造・制御機器

- ・ 温室面積：162 m²（間口 9.0m、奥行き 18.0m）、軒高 3.6 m、棟高 4.9 m
- ・ 被覆資材：屋根及び妻面 フッ素樹脂フィルム、側面 PO フィルム
- ・ カーテン資材：LS スクリーン テンパ 5557D、ラクソス 1547DFR
- ・ 環境制御装置：Next80（株式会社誠和製）、
- ・ 環境計測装置：プロファインダーⅢ（株式会社誠和製）
- ・ 暖房機：ハウスカオンキ HK-2027TC（ネポン株式会社製）
- ・ CO₂発生装置：光合成促進機 RA-439K（ダイニチ工業株式会社製）
- ・ 細霧発生装置：涼霧ポンプユニット KYZ-40IK（株式会社いけうち製）

(2) 作型、品種、栽培様式などの基本情報

- ・ 播種：7月20日前後、接木：7月末～8月初旬、定植：8月15日
- ・ 品種：穂木‘TY みそら 86’（ヴィルモランみかど） 台木‘スパイク’（愛三種苗）
- ・ 栽植様式：ロックウールブロック（ロックウール社）当たり本葉5枚程度の苗2株を移植し、ベッド間隔2m、ロックウールブロック間隔40cmでロックウールスラブ（ロックウール社）に定植した（栽植密度2.5株/m²）。ハウス内に栽培ベッドは4ベッド設置し、1ベッド当たり66株定植した。東西方向に振り分けて誘引し、生長点が誘引線に到達した10月下旬～11月中旬以降、草丈の伸長に応じてつる下しを行った。翌年5月下旬に開花花房の上に葉を2～5枚残して最終的な摘心を行った。
- ・ 給液管理：培養液はOATハウスSA処方（OATアグリオ株式会社）を用い、定植から3段花房開花までは0.8dS/m、それ以降は生育に応じて段階的に2.2～2.7dS/mまで高め、1月以降は段階的に低下させ、最終的に1.6dS/m程度に調整した。給液量は、排液率が20～30%になるように調整した。

(3) 環境制御値

- ・ 換気開始温度：明期の最高換気開始温度は、定植から収穫開始及び4月から7月は22.0℃、3月中旬から下旬は25.0℃、収穫開始から3月中旬にかけて28.0℃とした。
- ・ 暖房開始温度：暗期は11.0～13.5℃、明期は19.0℃を下回ったら暖房機が稼働するように設定した。なお、日の出前から日の出後にかけて徐々に暖房開始温度を高める早朝加温を行った。
- ・ 培地加温：培地温度が16.0℃を下回らないように栽培槽の底面に敷設したパイプ内に40℃程度の温湯を循環させることで培地加温を行った。
- ・ CO₂発生装置稼働条件：収穫開始以降、日の出1時間後から日の入りにかけてCO₂濃度が500～600ppmになり、換気開度30%以上の場合は400ppmになるように設定した。
- ・ 細霧発生装置稼働条件：定植以降、日の出後から日の入り30分前に飽差が8g/m³を超えたら稼働し、5g/m³に達したら停止するように設定した。

2 土耕栽培（既存施設活用）試験の概要

(1) 施設の基本構造、制御機器

- ・温室面積：72m²（間口 7m、奥行き 10.3m）、軒高 2.5m、棟高 4.9 m
- ・被覆資材：ガラス
- ・カーテン資材：LS スクリーン
- ・環境制御装置：スーパーミニ（三基計装株式会社製）
- ・暖房機：ハウスカオンキ KA-205（ネボン株式会社製）
- ・炭酸ガス：生ガス
- ・細霧発生装置：涼霧ポンプユニット KYZ-40IK（株式会社いけうち製）

(2) 作型、品種、栽培様式などの基本情報

【収量重視タイプ】

- ・播種：9月4日前後、接木：9月下旬、定植：10月下旬
- ・品種：穂木‘桃太郎ホープ’（タキイ種苗） 台木‘グリーンセーブ’（タキイ種苗）
- ・栽植様式：1段花房が1～2花開花する頃に1条で定植した。畝間 140cm、株間 35cm、栽植密度 2,040 本/10a とした。各段の収穫が始まった段階で、各段までの下葉を摘葉した。摘心は行わず、Nターン誘引とした。生長点が誘引線に到達したらUターン誘引を行い、さらに、生長点が地表面に達する前に斜め上方向へ誘引した。
- ・施肥（10a 当たり）：牛ふん堆肥 1t、土壌分析結果に応じて石灰質肥料を施用し、基肥として成分量で N:P₂O₅:K₂O=15:30:15kg を施用した。追肥は、1月から6月まで2週間ごとに液肥（OKF1号）を 300 倍に希釈して N 成分量 1.5kg/回を施用した。

【品質重視タイプ】

- ・播種：10月5日前後、接木：10月下旬、定植：11月下旬
- ・品種：穂木‘C F 桃太郎はるか’（タキイ種苗） 台木‘グリーンセーブ’（タキイ種苗）
- ・栽植様式：1段花房が1～2花開花する頃に1条で定植した。畝間 125cm、株間 35cm、栽植密度 2,285 本/10a とした。各段の収穫が始まった段階で、各段までの下葉を摘葉した。生長点が誘引線に到達したらUターン誘引を行い、生長点が地表面に達する前に開花花房の上に葉を2枚残して摘心した。
- ・施肥（10a 当たり）：牛ふん堆肥 1t、土壌分析結果に応じて石灰質肥料を施用し、基肥として成分量で N:P₂O₅:K₂O=15:30:15kg を施用した。追肥は、3月から6月まで2週間ごとに液肥（OKF1号）を 300 倍に希釈して N 成分量で 1.5kg/回を施用した。

(3) 環境制御値

- ・換気開始温度：明期の最高換気開始温度は、定植から3月上旬までは 25.0°C、3月中旬以降は 23°C とした。なお、16時の換気開始温度を 12°C に下げて（クイックドロップ）、17時に 15°C とした。
- ・暖房開始温度：暗期は 12.0～13.0°C、明期は 18.0°C を下回ったら暖房機が稼働するように設定した。なお、日の出前から日の出後にかけて徐々に暖房開始温度を高める早朝加温を行った。
- ・CO₂ 発生装置稼働条件：収穫開始以降、日の出1時間後から日の入りにかけて CO₂ 濃度が 500～600ppm になり、換気開始温度に達した場合は 400ppm になるように設定した。
- ・細霧発生装置稼働条件：定植以降、日の出後から日の入り 30 分前に飽差が 8 g/m³ を超えたら稼働し、5 g/m³ に達したら停止するように設定した。

3 参考文献

【書籍】

- エペ・フューヴェリンク（編著）. 2020. トマト100トンどりの新技術と理論 低投入多収をめざして. 農文協.
- 斉藤章. 2015. ハウスの環境制御ガイドブック 光合成を高めればもっととれる. 農文協.
- （社）日本施設園芸協会/日本養液栽培研究会（共編）. 2012. 養液栽培のすべて 植物工場を支える基本技術. 誠文堂新光社.
- （社）日本施設園芸協会. 2012. 五訂施設園芸ハンドブック.
- 吉田剛. 2016. トマトの長期多段どり栽培 トマトの生育診断と温度・環境制御. 農文協.

【論文等】

- 東出忠桐. 2014. 環境制御から見たトマトの生理・生態的特性. 農業技術体系追録第39号. 560の4-17.
- 東出忠桐. 2018. 施設トマトの収量増加を目的とした受光と物質生産の関係の利用. 園学研. 17(2):133-146.
- 茨城県農総セ園研. 2010. 冬春どりトマト栽培における低濃度管理での二酸化炭素施用効果. 成果情報.
- 伊藤緑・加藤美雪・樋江井清隆・中村嘉孝・大藪哲也・番喜宏. 2016. 二酸化炭素(CO₂)施用時間がトマト促成長期栽培における収量および無機成分含量に及ぼす影響. 愛知農総試研報 48. 125-128.
- 河崎靖・鈴木克己・安場健一郎・川嶋浩樹・佐々木英和・高市益行. 2010. トマトの生長点－開花花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. 園学研. 9: 345-350.
- 大石直記. 2016. 散乱光センサによるトマト葉面積指数の非破壊評価. 植物環境工学 28(3). 125-132.
- 太田雄也・磯崎真英・谷本恵美・小西信幸. 2014. 液化天然ガス気化方式を用いたCO₂局所施用による増収効果. 三重農研研究成果.
- 岡山県農林水産総合センター. フルメット液剤の果房散布による雨除け栽培トマトの放射状裂果軽減技術. 成果情報.
- 斉藤章. 2014. オランダに学んだ環境制御の取り入れ方. 農業技術体系追録第39号. 560の32-53.
- 柴智徳・今村俊規・知識秀裕. 2015. トマトのロックウール栽培におけるデータに基づいた植物体管理. 農業技術体系追録第40号. 第12巻. 151-164.
- 鈴木克己. 2014. 生理障害の原因と対策. 農業技術体系追録第39号. 基 527-538.
- 吉田剛・大島一則. 2009. トマトの低軒高施設における省力誘引法の確立. 栃木農試研究成果. 第27号.
- 吉田剛. 2014. トマトの土耕長期どり作型における多収化技術～栃木県小山市に地域におけるトマト30トンどり栽培技術～. 農業および園芸. 第89巻第11号. 1093-1104



神奈川県

農業技術センター

平塚市上吉沢 1617 〒259-1204 電話(0463)58-0333(代表)