

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)
経営体(大規模施設園芸)コンソーシアム

宮崎県における 大規模施設園芸対応型導入マニュアル (キュウリ、ピーマン)



令和2年3月

有限会社ジェイエイファームみやざき中央
宮崎県農政水産部農業経営支援課

宮崎県総合農業試験場



目次

はじめに（目的、作成対象）	1
1. 宮崎県における次世代型大規模栽培施設の特徴	2
（1）複合環境制御システムによる栽培管理	2
（2）低コスト耐候性ハウス	3
（3）養液土耕栽培	4
（4）木質ペレット暖房機	4
（5）労務管理	4
（6）宮崎方式 ICM 技術	5
2. 大規模施設における栽培管理方法及び対策	6
（1）品目の選定	6
（2）栽培管理	7
（3）温度・湿度管理	11
（4）CO ₂ 管理	16
（5）光環境管理	18
（6）施肥管理、かん水方法	19
（7）排水対策	24
（8）病害虫対策	25
（9）木質ペレット暖房機の管理及び保温対策	31
3. 労務管理及び労働効率向上のポイント	34
（1）労務管理	34
（2）労働効率向上のポイント	35
（3）GAPへの取り組み	39
4. 主な研究成果	40
（1）温度ムラ発生要因と対策	40
（2）CO ₂ の施用方法	41
（3）夏期の高湿対策	42
（4）土壌環境状況による生育ムラと改善	44
（5）暖房機の作動による高湿度環境の改善	46
（6）収量予測、生育診断	47
（7）宮崎方式 ICM 基礎技術導入支援システム	49
（8）自走式防除機導入による防除作業の効率化	51
5. 経営モデル	52
（1）作成上の考え方	52
（2）シミュレーションに際しての留意事項	53
（3）経営モデル（シミュレーション）の条件	53
（4）シミュレーションの結果及び考察	54
（5）ハウス大規模化のメリット、デメリット	60
（6）大規模化する上での留意点等	60

はじめに（目的、作成対象）

宮崎県では冬季の温暖で多照な恵まれた気候条件を有効に活用し、施設を利用した園芸作物の栽培が盛んに行われており、野菜ではキュウリ、ピーマン等が全国でもトップクラスの生産量を誇っております。一方で、施設園芸を取り巻く問題点として、担い手の減少や生産資材の高騰、ハウスの老朽化等があり、今後、産地縮小や生産基盤の脆弱化が懸念されるところであります。宮崎県がこれからも日本の食料供給県であり続けるために、施設園芸においては、施設の大規模化・集約化やICTを活用した高度な環境制御の導入を進めることで、生産性の向上とコストの削減により、所得の向上を図ることが必要と考えられます。

そのような中、次世代施設園芸宮崎県拠点（以下、宮崎県拠点）では、平成28年度に高度な環境制御が可能なハウス団地と育苗施設・集出荷施設を一体的に整備し、高収益生産を可能とする宮崎型の栽培管理システムの構築と大規模経営の可能な次世代の担い手の育成を行う事を目的として取り組みが開始され、これまで、生産基盤の強化・規模拡大による生産性向上や環境制御技術を活用した省エネ、低コスト化、地域資源を活用したエネルギーへの転換等を図るため、技術実証を行ってきました。

今後、大規模施設園芸における高生産を実現するため、得られた技術を地域に展開することを目的に、大面積のハウス内環境を自動的に管理する複合環境制御装置の活用方法、エネルギー利用率の高い栽培管理方法、雇用型経営に必要な労務管理のノウハウ等を収集し、本マニュアルとして取りまとめました。ICT活用による大規模施設園芸等に取り組もうとする生産者および現場の管理者、大規模施設園芸の導入や運営等に対して指導・助言を行う行政、営農・普及指導機関で有効に活用していただければ幸いです。



1. 宮崎県における次世代型大規模栽培施設の特徴

宮崎県拠点は宮崎県国富町にあり、1棟が30a～50a規模の施設ハウス9棟、計4.1haでキュウリとピーマンを栽培している。

国富町は地勢的には宮崎平野部の中央部に位置し、大淀川支流の本庄川に接する。気象条件には恵まれた地域で、農作物の生産が盛んな地域である。気温は温暖であるが、宮崎市より約10km内陸になるため、宮崎市〈平均気温17.4℃（最高気温21.8℃、最低気温13.2℃）〉よりも寒暖の差が明瞭である。

冬季は季節風の影響で、宮崎市などの沿岸部よりも気温がやや低くなる傾向があり、最低気温は宮崎市よりも1.5℃程度低い傾向がある。反対に夏季は海風の影響が少なく、最高気温は宮崎市よりやや高くなりやすい。

また、近年、6月から10月にかけて上陸や接近する台風が4～5個/年となっており、台風の影響を受けやすい地域でもある。

施設の主な特徴としては、主に以下の点が挙げられる。

- ① ユビキタス環境制御システムによる複合環境制御を実施している。
- ② ハウス形状が丸屋根の低コスト耐候性ハウスで養液土耕栽培である。
- ③ 全てのハウスに木質ペレット暖房機を導入している。
- ④ 拠点を研修の場として活用し、次世代農業者の育成に取り組んでいる。

(1) 複合環境制御システムによる栽培管理

宮崎県拠点では、ユビキタス環境制御システム(Ubiquitous Environment Control System: 以下、UECS)等複合環境制御システムを核として、多収栽培技術やコスト削減技術と栽培管理履歴・生育データ等の高度生産管理システムを組み合わせた、宮崎県版の「統合型施設園芸生産支援システム」の確立を行っている。

UECSは、植物を生産するための温室(ビニールハウス等)や植物工場などの園芸施設において複合環境制御を実現するための自律分散型システムである。

このように高度な環境制御技術を導入することで、データに基づく栽培管理ができ、さらには効率的に最適な施設内の環境づくりを行うことが可能となり、生産性の向上につながる。宮崎県拠点は複合環境制御システムとしては、施設園芸SaaS(F社)を導入している。

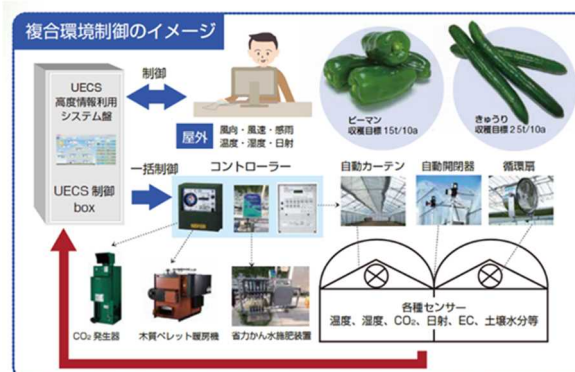


図 1-1 複合環境制御システムのイメージ

(2) 低コスト耐候性ハウス

宮崎県拠点では、低コスト耐候性ハウスで栽培を行っている。栽培規模は、6連棟（妻面 32.4m×側面 91m=2,948 m²）のハウスが2棟および、10連棟（妻面 54m×側面 91m=4,914 m²）のハウスが5棟、11連棟（妻面 59.4m×側面 91m=5,405 m²）のハウスが2棟の、計4.1ha（41,275 m²）である。

この低コスト耐候性ハウスは、従来の丸屋根連棟型ハウスを大型化したもので、台風接近時の強風に耐えられる強度（耐風速 50m/S）を持ち、かつ生産額に見合うコストで建設できるものである。

低コスト耐候性ハウスは、海外や他県で大規模栽培施設として多く建設されているフェンロー型ハウスのように換気部が天井近くにあって高気温を排気しやすい構造とは異なり、丸屋根型パイプハウスと同様に主に施設側面と肩部から換気し、一部が妻面の小窓から行われるため、換気効率は相対的に悪いことがある。これは、西南暖地の大規模施設としての課題である台風接近時に耐えられる構造を優先するためにやむを得ない。

その他、循環扇やCO₂発生器、ミスト細霧機等のハウス制御機器を導入し、豊富な日射量と温暖な気候を最大限に活用し、低温期はCO₂施用、高温期はミストによる昇温抑制等を行い、植物の生育や果実生産に適した環境を整え、安定生産を継続している。

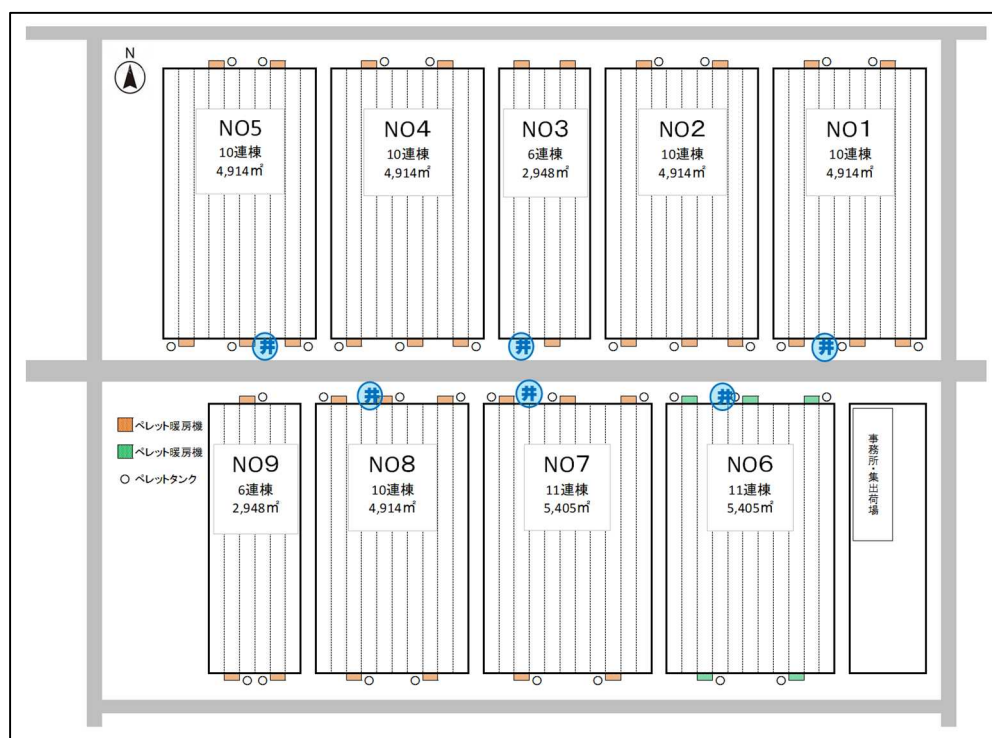


図 1-2 宮崎県拠点の圃場図

(3) 養液土耕栽培

施設での栽培方法として、主に「土耕栽培」、「養液土耕栽培」、「養液栽培」があるが、導入コストの低減、作業の省力効果、品質・収量の向上等の観点から、宮崎県拠点では養液土耕栽培を行っている。

養液土耕栽培は、かん水施肥栽培とも言い、土を使った栽培で液肥をかん水と同時に点滴チューブで少量ずつ施用する栽培方法である。液肥とかん水が自動化され、1カ所で管理できるため、土耕栽培と比較し、追肥作業が省力化できる上、養分吸収特性に合わせた給液管理が可能となる。このように生育に必要な養分が安定的に供給されるため、土壤養分を好適な条件に保つことができ、生育の安定につながる。

また、養液土耕栽培では、点滴かん水した養液を根群域に広く湿潤させるために適度な通気性、透水性、保水性及び養分保持力の確保が求められるため、土づくりが重要である。

その他、養液栽培による大規模施設に比べ、養液土耕栽培は土壤環境のバラツキが課題である一方で、土壤から水分が蒸発することやCO₂が供給されることにより、ハウス内の湿度やCO₂濃度が高く推移するといった特徴がある。

(4) 木質ペレット暖房機

施設園芸ハウスの暖房用燃料は一般的にA重油などの石油系燃料を使用するケースが多く、昨今の原油価格の不安定な状況から、経営的にも不安定な状況を招いている。

一方、地球温暖化対策の観点から、CO₂排出量の削減は喫緊の課題であり、ハウス栽培を行う施設園芸においても、対応が求められている。

宮崎県拠点では石油等の代わりに木質ペレットを燃焼させ、その熱源を暖房として利用する木質ペレット暖房機を導入しており、カーボンニュートラルエネルギー（木質ペレット）によるCO₂排出量削減を実現している。

なお、木質ペレット暖房機は重油式暖房機と比較すると、熱しにくく冷めにくい（着火、消火に時間が必要）、燃焼灰の掃除が必要、イニシャルコストが高い等の特徴がある。

(5) 労務管理

大規模施設園芸において雇用労力は必須であり、作業の中心を担う為、雇用労力をいかに効率よく確保できるかが重要である。さらに、効率的に作業を行うには、雇用者の作業の質やスピードが大きく影響してくる。

①雇用労力の確保

まずは、雇用労力の確保が重要であり、作業内容、作業面積に応じた人数を確保する必要がある。一年を通し平均的に作業量があることが理想であるが、現実では時期により作業量や作業内容が異なるため、繁忙期にどう労力を確保するかが課題である。そのため、計画的に募集をかけて確保する必要がある。また、外国人技能実習制度の活用も方法の一つである。

②労働人員の配置の最適化

労力を最大限に生かすために、品目の選定、品目別面積の決定、作付計画、人員配置班体制等を作付け前から十分に計画することが必要である。

③作業効率の向上

効率的に作業を行うには、いかに早く、正確に作業の内容や方法を理解してもらい、雇用者の作業スピードを向上させることが重要である。なぜ、その作業を行わないといけないのか、作業の意味を理解しつつ、作業スピードの向上を各自で図れるようになることが重要である。

(6) 宮崎方式 ICM 技術

宮崎県拠点では、宮崎方式ICMに基づく栽培管理を行っている。

ICM（総合的作物管理）技術とは、施肥・栽培管理・病害虫防除が有機的に連携する一連の技術で、具体的には、施肥やかん水、土づくり等、栽培管理に関する基礎技術を適正に行った上で、生物農薬や資材等を活用し化学農薬だけに頼らない防除を行い総合的に作物管理することである。この技術により、品質・収量の向上や労力・経費の削減を図り、安全・安心な農産物を安定供給するとともに儲かる農業の実現を目指すものである。

宮崎方式 ICM では、適正施肥、かん水と土づくり等を基礎的な技術とした上で、微生物殺菌剤、昆虫寄生菌製剤、天敵製剤（土着天敵を含む）の順に段階的に技術導入することを推奨している。また、基礎的な技術には、施設の資材や暖房機を活用した物理的病害虫防除や、栽培期間の気象の特徴を活用した耕種の病害虫防除の実践も含まれる。

その他、ICM 基礎技術導入支援として、宮崎県拠点ではハウスを適正に管理運営するためのナビゲーションシステム「宮崎方式 ICM 基礎技術導入支援システム」の開発、実証を行っている。

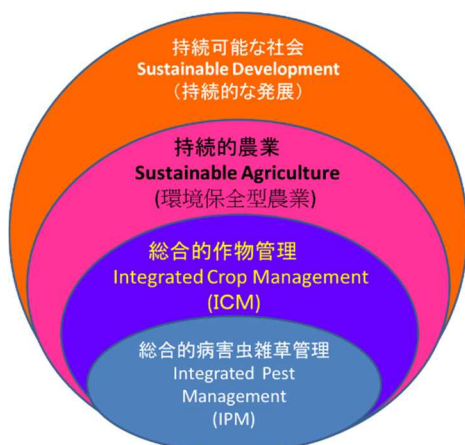


図 1-3 環境保全型農業と ICM の概念

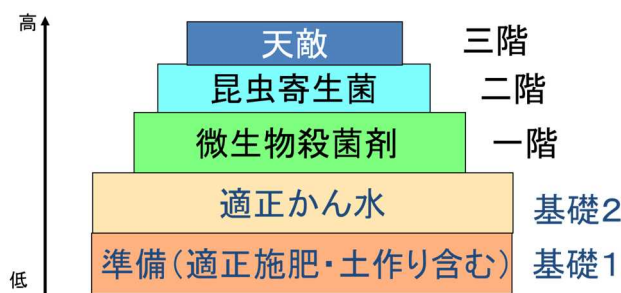


図 1-4 段階的技術導入のイメージ

表 2-5 キュウリ、ピーマンの収量と作業時間（宮崎県拠点実績）

	H29年度（H28定植）			H30年度（H29定植）		
	面積 (a)	収量 (t/10a・年)	作業時間 (h/10a・年)	面積 (a)	収量 (t/10a・年)	作業時間 (h/10a・年)
キュウリ	80	17.3	2,972	130	18.1	1,794
ピーマン	330	11.8	2,517	280	11.4	3,215

（2）栽培管理

①【キュウリ】

- ・ 作 型 促成栽培（9月下旬～10月上旬定植 6月末収穫終了）
- ・ 栽植様式 畦幅 215cm 株間 40cm 主枝 4本仕立て 更新つる下ろし栽培
10aあたり定植株数 800本
- ・ 品 種 穂木「常翔 661」 台木「RK-3」
穂木「MT フェニックス」 台木「ハイパー昇竜」
(※栽培様式及び品種は令和元年度（H30 定植）実績)

ア) 栽培方式（摘心・つる下ろし）の選択

キュウリの栽培方法は、発生する側枝を1～3節で摘心する「摘心栽培」と、あらかじめ定めた主枝のみを伸ばし、側枝を除去する「つる下ろし栽培」の2種類がある（図2-1、図2-2、表2-6）。大規模施設園芸では、作業効率が良く、農作業未経験者でも作業しやすい「つる下ろし栽培」を推奨する。

宮崎県拠点では、摘心栽培（H29年度）からつる下ろし栽培（H30年度）に変更することで、収穫作業時間が約40%削減できた（表2-7）。



図 2-1
摘心栽培（上位から下位まで開花）



図 2-2
つる下ろし栽培（中～下位で収穫）

表 2-6 摘心栽培とつる下ろし栽培の違い

作業名	摘心栽培	つる下ろし栽培
栽培管理	側枝の摘心 上位から中位に側枝が発生し、初心者には摘心する枝の判別が難しい。	1～2週間に1度、つる下ろしやわき芽とりが必要。初心者でもわかりやすい。
収穫	中、上位に収穫果が着果し、収穫効率が悪い。	中、下位の概ね同じ高さに収穫果が着果。作業時間は摘心の60%
摘葉	株全体の採光性を考慮し実施する。初心者には判断が難しい。	下位葉から順番に行うため、わかりやすい。
農薬散布	葉の大小や側枝の発生が株によって異なるため、均一な散布が難しい。	葉の着生方向が一定なので、農薬が葉の表裏に付着しやすい。

表 2-7 栽培方法の変更が収量、作業時間等に及ぼす影響

年度	収穫期間	栽培方式	反収 (t/10a)	作業時間 (h/10a/年)	作業効率 (h/t)	販売単価 (円/kg)	販売金額 (千円/10a)
H29	H28.10月～	摘心	17.3	2,972	172	226	3,920
	H29.6月	2作型					
H30	H29.11月～	つる	18.1	1,794	99	253	4,590
	H30.7月	下ろし	(104)	(60)	(58)	(112)	(117)

※下段()内は上段を100とした時の値

イ) つる下ろし栽培の主な管理方法

- (a) 畦の中央に定植後、主枝1本を伸ばし、12節程度で摘心する。一般的な栽培では初期収量を増やすために、(b)で残す4本の側枝以外の側枝は1節だけ残し着果させ、収穫後に枝を切り戻す。
- (b) (a)の主枝の中～上位から発生した側枝4本(草勢が強い品種は5本残し、草勢低下時に1本除去する)を残し、畦の片側に2本、反対側に2本を異なる方向に誘引する。
- (c) (b)で決定した側枝4本を主枝として、誘引、つる下ろしを行う。
主枝4本同時につる下ろし作業を行うと草勢低下に繋がるので、つる下ろし作業は、畦の片側(主枝2本)ずつ行う。

ウ) 主枝更新型つる下ろし栽培

つる下ろし作業は、慣れれば単純で簡単な作業ではあるが、1～2週間に1度は必ずつる下ろし作業を行う必要があるため、主枝伸長が旺盛な10～11月及び3月以降は、収穫量も多くなり、作業が間に合わない場合がある。その対策として、宮崎県拠点では草勢が強く、側枝が発生しやすい品種「常翔661」を導入し、主枝更新型つる下ろし栽培を行っている。

主枝更新型つる下ろし栽培は、つる下ろし栽培で誘引した4本の主枝を摘心し、側

枝に主枝を更新することで、つる下ろし作業の頻度を下げることと、摘心時に着果している果実の肥大を一時的に促進することが可能である。

主枝更新は、収穫開始後から11月までの間に1～2回、4月以降に1～2回の計2～4回程度、草勢や着果位置を見ながら行う。12月から2月までの主枝更新は、側枝の発生が悪いため、基本的に行わない。

エ) 作業効率及び採光性の良い栽植様式

畦数は1畝あたり2畦（慣行は3畦）とし、収穫作業や農薬散布等に要する移動距離を短くすることにより、作業効率を高める。一方で株間を40cm（慣行60cm）とすることで、慣行と同じ定植株数を確保する。また、大規模施設は通常規模の施設より軒がやや高いため、植物体の中～下位葉の採光性を確保する点からも3畦より2畦が適している。（図2-3、図2-4、図2-5）

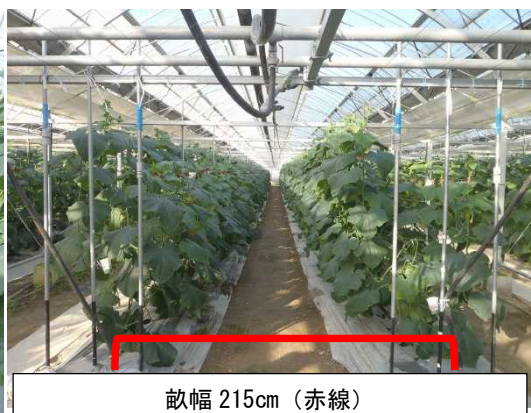


株間 40cm（赤線）
※株間：株の中央から隣の株の中央までの長さ

図2-3 定植時



図2-4 主枝摘心時（定植20日後）



畝幅 215cm（赤線）
※畝幅：畝の中央から隣の畝の中央までの長さ

図2-5 キュウリつる下ろし栽培の様子

②【ピーマン】

- ・ 作 型 促成栽培（8月下旬～9月中旬定植 7月末収穫終了）
- ・ 栽植様式 畦幅 180cm 株間 55cm 主枝 4本仕立て 摘心栽培
10aあたり定植株数 約 900株
- ・ 品 種 「宮崎グリーン」、「京まつり」
（※栽培様式及び品種は令和元年度（H30 定植）実績）

ア) 栽植密度

宮崎県総合農業試験場におけるピーマンの株間と CO₂濃度の違いによる収量への影響を検討した結果、株間 40cm までは、定植株数を増やした方が増収すること、株間 40cm では CO₂濃度が高い方が増収した（図 2-6）。その結果を参考に、令和元年度からは株間を 55cm（H29 年度：70cm、H30 年度：60cm）にし、定植株数を増やすことにより増収を目指している。なお、CO₂管理方法については（4）CO₂管理にて後述する。

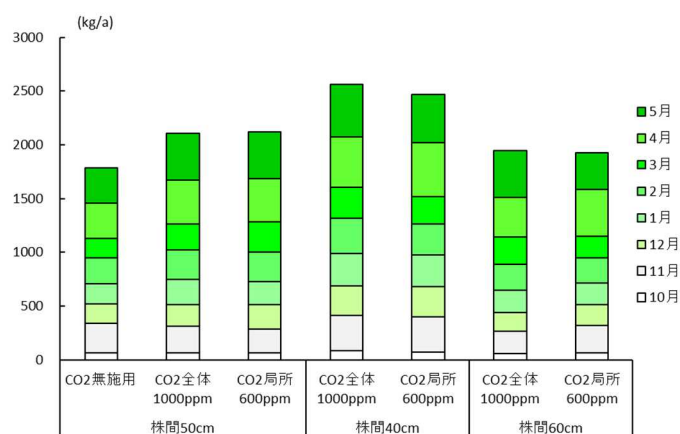


図 2-6 ピーマンの株間と CO₂ 施用が収量に及ぼす影響

※2013年9月13日定植、品種「京鈴」CO₂施用：7～11時

イ) 定植時期の前進化による収穫期間延長と増収

宮崎県拠点において、H29 年度は9月中下旬を中心に8月下旬から 10月上旬に定植したが、H30 年度は8月下旬から9月中旬と短い期間でより早い時期に定植を終えることで 10～11 月の収量が倍増したため、定植時期の前進化は増収につながった。一方で、早期に定植しハウス内が高温になると、第 1～2 分枝の果実での流れ果発生が懸念されるため、早期定植直後は遮光やミストによりハウス内温度の昇温抑制を行う必要がある。なお、昇温抑制については（3）温度・湿度管理にて後述する。

ウ) 接ぎ木苗の導入

ウイルス病や青枯病が発生する場合は、接ぎ木苗を導入する必要がある。ウイルス病等のリスクが少ない場合は、接ぎ木苗より自根苗の方が安価であるため、自根苗を定植するとコスト削減になる。

エ) 収穫間隔の短縮による増収

ピーマンの良好な生育と果実肥大を維持するためには、こまめに収穫を行い、植物体への着果負担を少なくする。宮崎県拠点では、1月から3月の収穫回数を増やしたことで、1月の収量が14%増加した（表2-8、図2-7、図2-8）。

表2-8 ピーマンの定植日と収穫回数が収量に及ぼす影響

年度	面積(a)	反収 (t/10a)	株間 (cm)	定植株数 (株/10a)	定植日	収穫回数 (回/ハウス・ 8ヶ月)	収穫間隔 (日/ハウス・ 月)
H30	280 6ハウス	11.4	70	680	H29年8/26、9/8,15 9/21,23、10/3	47	5.4
R1	225 5ハウス	12.8	60	810	H30年8/30、9/2,6 9/8,12	54	4.6

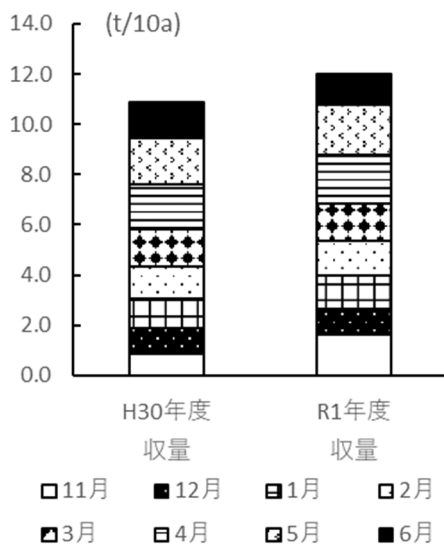


図2-7 ピーマンの月別収量の比較

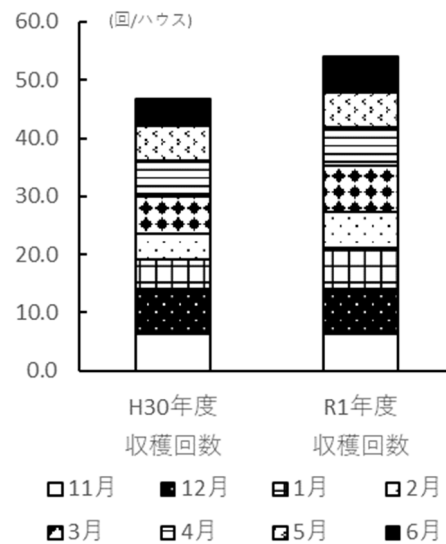


図2-8 ピーマンの月別収穫回数の比較

(3) 温度・湿度管理

①温度管理の実際

温度管理について、キュウリでは表2-9を、ピーマンでは表2-10を参考にハウス換気及び加温設定を行う。

キュウリは、日中は比較的高温で管理し、日没前後から前夜半にかけて換気の設定温度を下げてハウス内を除湿する。また、時期毎に換気温度をこまめに調整する。ピーマ

ンは、午前中はなだらかに温度を上昇させ、午後に高温を維持し、日没前後に除湿する。

なお、大規模ハウスでは低温期のハウス内の温度ムラによる生育のバラツキが発生しないように、特に加温ダクトの配置を圃場別に考える必要がある（詳細は後述4（1）温度ムラ発生要因と対策を参照）。

また、宮崎県拠点で導入している木質ペレット暖房機は、重油燃焼式の暖房機と比較すると、設定温度より実際の温度がやや高くなる傾向があるため、圃場ごとに設定温度と実温を測定し、設定を微調整する必要がある。

表 2-9 促成キュウリにおけるハウス換気設定温度の目安（宮崎県）

	時間帯			
	換気温度			加温温度
	6～12時	12→17時	17→20	21～6
10月	28	27→9	9→12	－
11～1月	29	28→16	16→26	12
2～3月	27	27→16	16→26	12
4月	27	27→16	16	12
5月	17	17	17	－

表 2-10 促成ピーマンにおけるハウス換気設定温度の目安（宮崎県）

	時間帯			
	換気温度			加温温度
	6→12時	12→17時	17～20時	終日
8～9月	26	26→20	20→16	－
10月	28	28→20	28	16
11～3月	28	28→20	28	17～18
4～5月	26	26→20	20→16	16～18

②環境制御システムによる温湿度制御

ハウス換気や暖房機による温湿度制御は、環境制御システム（施設園芸 SaaS 等）により制御する。

環境制御システムによる制御を行うには、まず、制御機器の栽培テンプレート及びハウス毎の栽培テンプレートを作成し、制御方法や自律制御・複合制御の設定内容をまとめる。

制御機器の栽培テンプレートは、品目毎に、栽培暦を作成し、制御時間帯、換気基準温度、暖房基準温度、制御パラメータを定義し、栽培ステージに応じた制御方法をまと

める。

ハウス毎の栽培テンプレートでは、ハウス毎に自律制御と複合制御の設定スケジュールをまとめる。

以上により作成された栽培テンプレートを基に、システム制御を設定し環境制御を行う。

ハウス内制御機器		8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月
制御機器	谷	自律+複合(温度)	自律+複合(温度)	自律+複合(温度)	自律+複合(温度)	自律+複合(温度)	自律+複合(温度)	自律+複合(温度)	自律+複合(温度)	自律+複合(温度)	自律+複合(温度)	自律+複合(温度)	自律+複合(温度)
	中二重	自律+複合(共通)	自律+複合(共通)	自律+複合(共通)	自律+複合(共通)	自律+複合(共通)	自律+複合(共通)	自律+複合(共通)	自律+複合(共通)	自律+複合(共通)	自律+複合(共通)	自律+複合(共通)	自律+複合(共通)
	中三重	自律+複合(共通)	自律+複合(共通)	自律+複合(共通)	自律+複合(共通)	自律+複合(共通)	自律+複合(共通)	自律+複合(共通)	自律+複合(共通)	自律+複合(共通)	自律+複合(共通)	自律+複合(共通)	自律+複合(共通)
	側窓	自律+複合(温度)	自律+複合(温度)	自律+複合(温度)	自律+複合(温度)	自律+複合(温度)	自律+複合(温度)	自律+複合(温度)	自律+複合(温度)	自律+複合(温度)	自律+複合(温度)	自律+複合(温度)	自律+複合(温度)
	循環扇	自律+複合(温度)	自律+複合(温度)	自律+複合(温度)	自律+複合(温度)	自律+複合(温度)	自律+複合(温度)	自律+複合(温度)	自律+複合(温度)	自律+複合(温度)	自律+複合(温度)	自律+複合(温度)	自律+複合(温度)
	換気扇	手動	手動	手動	手動	手動	手動	手動	手動	手動	手動	手動	手動
	灌水	自律	自律	自律	自律	自律	自律	自律	自律	自律	自律	自律	自律
	ミスト	自律+複合(温度)	自律+複合(温度)	自律+複合(温度)	自律+複合(温度)	自律+複合(温度)	自律+複合(温度)	自律+複合(温度)	自律+複合(温度)	自律+複合(温度)	自律+複合(温度)	自律+複合(温度)	自律+複合(温度)
	暖房機	自律+複合(温度)	自律+複合(温度)	自律+複合(温度)	自律+複合(温度)	自律+複合(温度)	自律+複合(温度)	自律+複合(温度)	自律+複合(温度)	自律+複合(温度)	自律+複合(温度)	自律+複合(温度)	自律+複合(温度)
	CO2換用機	自律+複合(温度)	自律+複合(温度)	自律+複合(温度)	自律+複合(温度)	自律+複合(温度)	自律+複合(温度)	自律+複合(温度)	自律+複合(温度)	自律+複合(温度)	自律+複合(温度)	自律+複合(温度)	自律+複合(温度)

(例：8月)

- ・谷：自律制御+複合制御（温度）
- ・中二重：自律制御+複合制御（共通）
- ・中三重：自律制御+複合制御（共通）
- ・側窓：自律制御+複合制御（温度）
- ・循環扇：自律制御+複合制御（温度）
- ・換気扇：手動

図 2-9 制御時間帯の栽培テンプレートの作成例

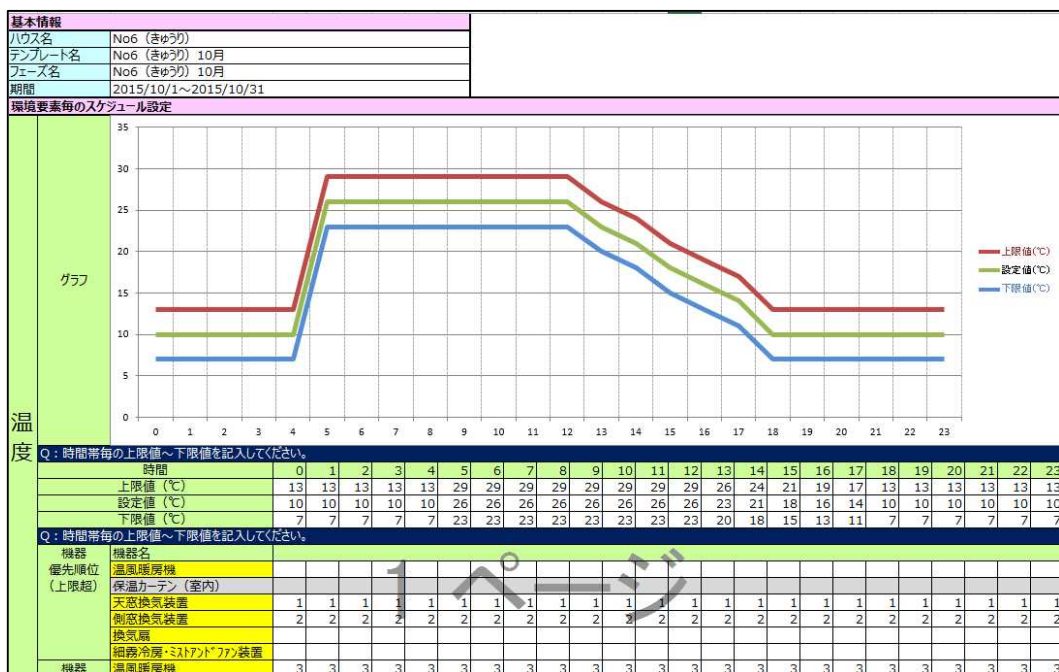


図 2-10 ハウス毎の栽培テンプレートの作成例

③大規模栽培施設の気温分布と温湿度センサの設置

ア) 立体的気温分布 (高さ)

大規模ハウス (50a) は、肩換気位置が通常ハウス (26a) と比較して 50cm ほど高いことから、通常ハウスとは異なる気温分布をする。通常ハウスでは、畦表面から 50cm が最も気温が低く、その他の位置では、内天井の位置 (地上 2.5m) まで大きな違いがない。しかし、大規模ハウスでは畦表面から 50cm と 1m が他の高さよりも気温が低い。また、通常ハウスでは内天井に近い位置が最も気温が高いのに対して、大規模ハウスでは畦表面から 1.5m の高さが最も気温が高い。

このため、大規模ハウスでは、暖房機等を管理するために設置する温湿度センサを高さ 1m~1.5m に取り付けられた場合、最も低い気温及び最も高い気温を計測することになる。従って、センサを 1.5m 付近に設置する場合と、50cm 付近に設置する場合は、管理上の判断が変わることがあるので、意味を良く理解しいずれのハウス内においても必ず同じ高さに設置する必要がある。

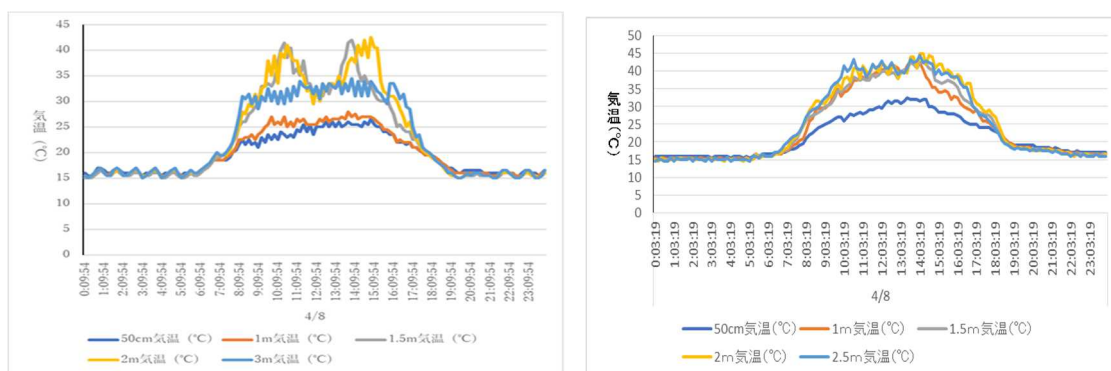


図 2-11 大規模ハウス (左 : 50a) と通常ハウス (右 : 26a) における高さ別気温の推移

イ) 立体的気温分布 (平面)

ハウス内気温は、水平位置でも変化する。計測場所の違い (中央及び西側) による気温では、日中の気温には大きな差は無いが、早朝では 2℃以上の差が生じることがあり、送風ダクトの距離も長いこと等から、平面的な温度ムラを生じやすい。また、ハウス内の体積が大きいため、急激な温度変化は少なく、暖房機を作動させても急激に気温を上げることができない。

また、大規模ハウスではいずれの場所でも、日中の気温は、畦表面から 1.5m 付近が最も高いが、夜間から早朝は、畦面付近と天井付近が高い。畦表面から 1.5m 付近は気温差が大きいことから結露も乾燥もしやすいが、畦表面付近は日中に気温が上がりにくいことから露点付近の気温であることが多いから、結露が解消されにくく、

病害が発生しやすい状態が続くことになる（図2-13）。

結露や温度ムラを解消させるためにはハウス内気温の調査を行い、いわゆる「寒だまり」にセンサをつけるか、もしくは逆にそのような位置にセンサを設置しないかを判断する必要がある。

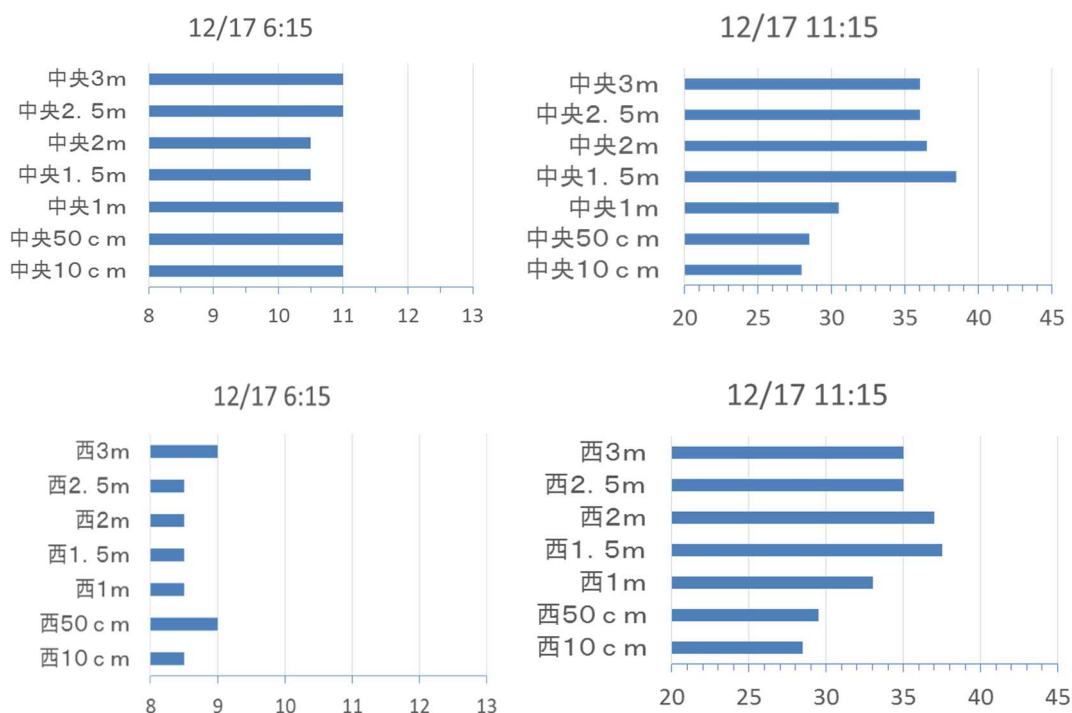


図2-12 大規模栽培施設の場所別（中央、西端）の時間別、高さ別の気温

ウ) 温湿度センサの取扱

温湿度センサは劣化防止や定植前の作業性の観点から栽培終了時に取り外し、定植時に取り付けることが望ましい。

④夏季の昇温抑制

宮崎県では、収量向上のため作期拡大を行った場合、定植直後並びに栽培後期は、植物体にとって高温となり、生育阻害等が問題になる。

このため、ハウス内温度の昇温抑制のため、一般管理としてハウスの谷やサイド、妻面の換気のほか、換気扇による強制換気等を行うが、換気のみでは抑制効果が低いので、遮光資材並びに細霧装置、循環扇を活用することにより、夏季のハウス内温度のさらなる昇温抑制が可能となる（詳細は後述4.（3）夏季の高温対策を参照）。

遮光資材の利用については、全閉すると熱が滞留することから、谷換気部分は開放し、

遮光により植物体への生育への影響が懸念される場合には、時間帯に応じて片側のみ遮光するなどの工夫が必要である。

また、細霧装置については、循環扇と一体的に稼働させることで、ハウス内の対流が生じ、全体的に温度を下げ易くなる。動作時間については、稼働時間が長すぎると植物体が濡れ、病害発生の恐れが懸念される一方で、短すぎると昇温抑制効果が期待できない。参考に宮崎県拠点では、高温時期に 10:00~15:00 の間に湿度 75%~80%となるよう細霧ミストを動作設定している。

⑤病害対策としての温湿度管理

キュウリでは3月、ピーマンでは4月以降から、夜間に暖房機が作動しない日が発生し始め、病害が発生しやすい環境になりやすい。病害発生を抑制する相対湿度は 90%以下が望ましく、その対策として、暖房機の送風機能や循環扇を活用し、ハウス内と植物体の表面を乾燥させる（詳細は後述（8）④大規模施設で活用すべき防除資材及び対策を参照）。送風により葉面境界層に気流を発生させることは、光合成促進の観点からも重要である。

（4）CO₂管理

①CO₂施用時期と施用方法

宮崎県でのキュウリ及びピーマンの促成栽培では、11月中旬頃から6月までCO₂施用を行う。宮崎県内で導入されているCO₂施用機は灯油燃焼式が多く、施用方法としては、ハウス全体にムラ無く施用するために、循環扇やダクトを利用している。ただし、暖房用のダクトを活用して、CO₂施用する場合は、日中の収穫や栽培管理作業を行う時間とCO₂施用時間が競合するため、ダクトを通路ではなく、群落内に設置する等の工夫が必要である（詳細は後述4.（2）CO₂施用方法を参照）。宮崎県拠点でも同様に、11月中旬頃から6月まで、循環扇やダクトを利用して施用している。

②CO₂施用濃度

CO₂濃度はある程度高い方が増収するが、宮崎県では日射量が増える2月以降は、ハウスを換気する時間が増え、高濃度のCO₂施用が無駄になるため、徐々に目標CO₂濃度を下げる。

一方で、これまでの宮崎県拠点における実証試験により、低温期には日射量に応じて目標CO₂濃度を高めると、増収することが確認されており、日々のモニタリングにより細やかに設定を変えることが、増収やコスト削減に繋がる。

CO₂施用の目安については、表2-11、表2-12のとおりである。

表 2-11 キュウリ栽培での CO₂ 施用の目安（宮崎県拠点の事例）

(単位:ppm)

期間	時間帯			
	7～15時		15～17時	
	上限	下限	上限	下限
11～1月	700	550	400	350
2～4月	500	400	400	300
5月	400	300	350	250

※下限を下回ると CO₂ 施用を開始、上限を上回ると施用を停止

表 2-12 ピーマン栽培での CO₂ 施用の目安（宮崎県拠点の事例）

(単位:ppm)

期間	時間帯			
	7～15時		15～17時	
	上限	下限	上限	下限
11～4月	600	500	500	400
5月以降	400	300	350	250

※下限を下回ると CO₂ 施用を開始、上限を上回ると施用を停止

③CO₂濃度センサの校正

CO₂濃度センサは、CO₂高濃度環境で継続使用すると正しい濃度を示さなくなることがあるため、2～3ヶ月毎の校正が必要である。校正方法は、センサ内の基盤を取り外し、その基盤を校正用の標準 CO₂ガスボンベにセットして校正を行う。

その他、使用するセンサによっては、屋外の大気中 CO₂濃度（400ppm）により校正を行う方法等もあるため、センサのマニュアル等を参考にして校正を行う。



図 2-13 センサ内の基盤



図 2-14 基盤にボンベをセットし校正

(5) 光環境管理

外張りや内張りフィルムの内外に付着する汚れや経年劣化は採光性の低下を招くため、フィルムの計画的な張り替えを行う。

後述の収量予測シミュレーション(4.(6)①収量予測を参照)によると光環境の改善による増収が示唆されており、外張りフィルムの計画的な張り替えや洗浄、内張りフィルムを可能な限り巻き上げることによるハウス内の光環境改善を図ることは収量確保のために重要である(図2-15、図2-16)。

また、ハウス内と屋外の日射量計測に日射センサを使用するが、屋外のセンサは塵や埃の堆積により、ハウス内センサは伸長した作物やハウスの骨材により計測位置が影となる等で正確なデータの取得が難しくなる場合があるので、設置場所に十分留意するとともに、後々のメンテナンスを想定し、センサの確認が容易な位置に設置することが望ましい。

その他、宮崎県拠点では、外張りフィルムに紫外線カットフィルムを展張している。紫外線カットフィルムは、ミツバチ等訪花昆虫の活動を抑制するため、イチゴ、トマト、ナス等では使用できないが、キュウリ、ピーマンでは主に害虫や病気に対して予防的に使用される。

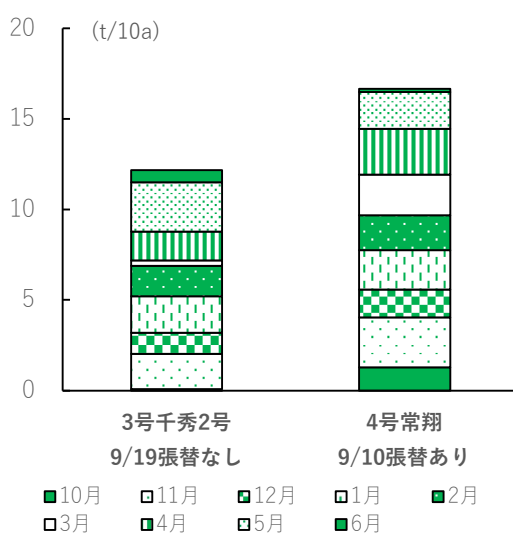


図2-15 外張りフィルム張替の有無と収量の違い(キュウリ)

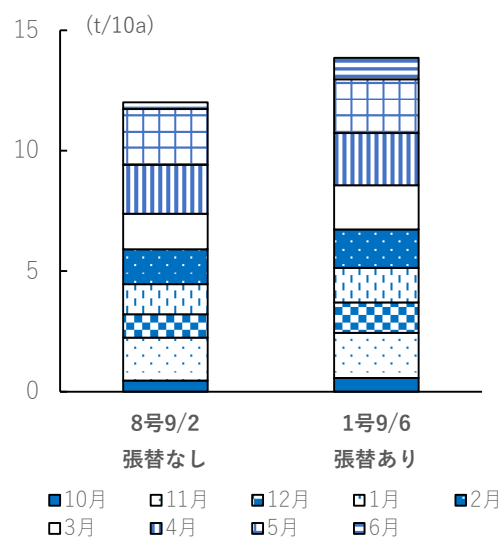


図2-16 外張りフィルム張替の有無と収量の違い(ピーマン)

(6) 施肥管理、かん水方法

県内の農地は、砂丘未熟土や灰色低地土、黒ボク土など性質の異なる土壤が分布するが、本マニュアルでは基本的な管理方法について記載する。

①基本的な条件

ア) 養液土耕栽培

養液土耕栽培では、かん水と同時に施肥を行う。点滴チューブを使用し、毎日少量の液肥を一定量かん水施肥するために、点滴チューブの先端部と末端部の吐出量が等しくなるように、畦面が均平であることが求められる。点滴チューブでの水浸透の特徴は、黒ボク土では点滴面から比較的横にも浸透するが、砂丘未熟土では直下に浸透する。灰色低地土は黒ボク土と砂丘未熟土の中間程度である。

なお、点滴チューブは複数年使用可能だが、使用を開始して2年目以降は破損等がないことを確認するために、点滴チューブ設置直後、定植前に通水を行う。この時、点滴孔を中心に同じ直径の水跡が畦面にあれば、破損がないと判断できる。もし、破損があれば、メーカーの修理方法に従い補修するか、取り替える。



図2-17 ピーマンハウスの点滴チューブの設置事例

イ) 水源の確保

養液土耕栽培では、栽培期間での日最大利用量を考慮した水の確保が重要である。また、必ず事前に水質の分析を実施する。かん水に用いる原水は、点滴チューブの目詰まりを避けるため、不純物が少ないことが望ましい。フィルターの洗浄は定期的に行う。

表2-13 原水に使用する水質の目安

pH	EC (mS/cm)	NH ₄ -N (ppm)	NO ₃ -N (ppm)	PO ₄ (ppm)	K (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	Na (ppm)
6~8	0.3 以下	1.0 以下	5.0 以下	1.0 以下	5.0 以下	40.0 以下	20.0 以下	15 以下
		Fe (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)	Cu (ppm)	Cl ⁻ (ppm)	SO ₄ ²⁻ (ppm)	B (ppm)
		0.1 以下	0.25 以下	0.25 以下	0.02 以下	30 以下	40 以下	0.25 以下

注)【宮崎型養液土耕栽培マニュアル(宮崎県園芸振興協議会 平成20年8月)】より抜粋

ウ) 土壌診断の実施

APハウスや中期展張ハウス、硬質ハウス等、ハウスの種類で施肥・かん水管理方法が変わることはないが、中長期展張できるフィルムを使用したハウスでは、雨に当たる機会が少ないので、肥料が残りやすい。そのため、栽培前には必ず土壌診断を実施し、診断結果に基づいた施肥を行うことが重要である。

施設栽培では、複数年栽培を続けると硫酸イオンや塩素イオンが残留する場合がありますので、EC値のみを判断根拠にせず必ず土壌診断を実施する。

②土壌の管理方法

ア) 土づくり

養液土耕栽培では、特に適度な通気性、透水性、保水性、養分保持力の確保が重要であり、25cm以上の作土層を確保するように良質たい肥を適量施用して土づくりを行う。宮崎県拠点では、毎年、牛ふん堆肥 3t/10a、稲わら 1t/10a を施用している。

イ) 基肥の施用

養液土耕栽培は基肥を施用せずに、定植直後からかん水同時施肥で管理することが本来の方法であるが、栽培年数が少ない圃場で栽培する場合や、管理者が養液土耕栽培を習熟していない場合には、初期生育が不安定となることで、収量低下を招くことが考えられる。

そのため、宮崎方式の養液土耕栽培では、土耕栽培と同様に基肥を施用し、収穫開始前後からかん水同時施肥で管理することを基本とする。

基肥の施用量は地域の施肥基準を基本とし、土壌診断結果を参考に決定する。

表 2-14 宮崎県の施肥基準

品目及び作型	目標収量 (t/10a)	基肥(kg/10a)			追肥(kg/10a)			合計(kg/10a)		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
促成ピーマン	13	35	25	20	25	10	20	60	35	40
つる下ろしキュウリ	19	45	30	20	35	20	25	80	50	45

※追肥の施肥量は、目標収量を超える場合、増肥する。

(a) 植え穴施肥

宮崎県では促成ピーマン栽培の基肥施用時において、全面全層施肥ではなく、局所施肥法の一つである被覆肥料を植え穴に施用する植え穴施肥法が普及しており、宮崎県拠点においても実証した結果、定植時から4ヶ月程度の間、安定した肥効を示したことで初期生育が確保でき、収量が向上した。

事例)【商品名】「ピーマン植穴一発くん」(N-P-K:27-5-6) : 施肥の目安 60 kg/10a

ウ) 追肥の施用

追肥の施用量は、地域の施肥基準を参考に決定する。

大まかな目安として、窒素で1月当たり4～6 kg/10a を目安に日割りして施用する。ただし、冬季と春～初夏の高温期では生育量や収量に差があるので、草勢を見ながら概ねこの範囲で施肥量を加減する必要がある。さらに、後述のリアルタイム診断に基づいた施肥を行うと効果的な施肥ができる。

なお、施肥基準より増収を目標とする場合は、施肥基準の追肥の施肥量に、収量1 t/10a 増当たり表2-15の施肥量を目安に増肥する。

表2-15 収量1 t/10a 増当たりに必要な養分吸収量 (kg/10a)【暫定値】

品目	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
キュウリ	2.7	1.6	4.2
ピーマン	2.8	0.7	5.7

(a) 肥料の種類

使用する液肥の種類は、地域の施肥基準等を参考に選定する。

肥料の種類で特に注意することは、肥効の低下する時期(11～3月)には作物に吸収されやすい硝酸態窒素主体の肥料を利用することである。

また、良質たい肥を適量施用していれば、ホウ素やマンガン等の微量元素入り肥料を頻繁に施用する必要はないが、欠乏症状がみられる場合には葉面散布で補う。

(b) 施用時期

基本的には、栽培期間を通してかん水と同時に液肥を施用する。そのため、かん水量の多い春季～初夏の高温期には薄めの液肥を、かん水量の少ない冬季にはやや濃い液肥を施用する。

エ) かん水

かん水時期やかん水量は慣行栽培(土耕栽培)と同様である。春先以降の多収期にはかん水量も増加する。灰色低地土の場合、ピーマン栽培における1日当たりのかん水量は、栽培中期に1株当たり1Lを目安とし、栽培初期にはかん水量を減じ、収穫量の多い栽培後期にはかん水量を増加する。栽培後期のかん水量の事例では1株当たり3Lが目安になり、キュウリ栽培でも同様の量である。

また、液肥の混入倍率を変えることでかん水量を調整したり、特に乾燥しやすいハウスでは、かん水同時施肥用のチューブとは別にかん水のみを行うチューブを設置する方法も効果的である。

オ) リアルタイム診断の活用

作物の生育状況に応じて施肥量を加減できる養液土耕栽培では、宮崎県総合農業試験場で開発したリアルタイム診断方法と組み合わせることでより効率的な栽培管理が可能になる。

リアルタイム診断は、作物の栄養状態を植物の汁液や土壌中の硝酸イオン濃度等を測定しその値から判断して、施肥量を決定する方法であり、定期的に行うことで、追肥のタイミングや施肥量をより効果的に判断できる。

慣行栽培（土耕栽培）と養液土耕栽培のリアルタイム診断基準値は表 2-16 及び表 2-17 のとおりであるが、宮崎方式の養液土耕栽培では基肥施用を前提としているため、慣行栽培の基準値を参考とした方が管理しやすい。

表 2-16 宮崎県における促成ピーマンのリアルタイム診断基準

品目	栽培方法	簡易分析方法	項目	肥培管理指針	
促成ピーマン	慣行	土壌 (簡易振とう法)	E C (mS/cm)	0.4~0.8	
			硝酸態窒素 (ppm)	25~50	
			硝酸イオン (ppm)	100~250	
		養液土耕	植物体(葉柄汁液) 第3葉	硝酸態窒素 (ppm)	1,200~1,600
	硝酸イオン (ppm)			5,500~7,000	
	養液土耕		土壌 (簡易振とう法)	E C (mS/cm)	0.25~0.4
				硝酸態窒素 (ppm)	20~30
		硝酸イオン (ppm)		90~120	
植物体(葉柄汁液) 第3葉		硝酸態窒素 (ppm)	1,500~1,750		
		硝酸イオン (ppm)	6,500~7,750		

注) 本表の「養液土耕」は基肥を施用しない場合の診断基準値になる。

表 2-17 宮崎県におけるキュウリのリアルタイム診断基準

品目	栽培方法	簡易分析方法	項目	肥培管理指針
抑制キュウリ	慣行	土壌(簡易振とう法)	E C (mS/cm)	0.3~0.5
		植物体(葉柄汁液) 第15節程度	硝酸態窒素 (ppm)	1,000~1,200
			硝酸イオン (ppm)	4,500~5,500
	養液土耕	土壌(簡易振とう法)	E C (mS/cm)	0.3~0.5
		植物体(葉柄汁液) 第15節程度	硝酸態窒素 (ppm)	1,300~1,500
			硝酸イオン (ppm)	5,800~6,800
つる下げ 促成キュウリ	慣行	植物体(葉柄汁液) 収穫節 (第10節程度)	硝酸イオン (ppm)	3,000~6,000
		植物体(葉柄汁液) 最上位の伸長つる (第10節程度)	硝酸イオン (ppm)	300~600

注) 本表の「養液土耕」は基肥を施用しない場合の診断基準値になる。

カ) 土壌センサの活用

土壌のリアルタイム診断技術として、宮崎県拠点では土壌センサ（ARP 社の WD-3-WET-5Y）を活用しており、測定項目は、体積水分率（以下、水分率）、EC 値、温度で、使用方法は以下のとおりである。

現状では、土壌水分の管理での活用は有望であるが、EC 値については土壌が乾燥するに従って測定が難しくなるので、今後の技術の進展が望まれる。

(a) 土壌センサの動作確認

乾燥状態で体積水分率 0%、水中で 100%になることを確認する。

(b) センサの土壌の設置方法

設置時期は、作畦後、定植直前が望ましい。

設置する場所は土壌水分の乾湿が比較的穏やかな畦中央で、点滴チューブの点滴口から 10cm 離れたところを目安とする。センサを埋設するにあたり、かん水に反応できる深さが重要であり、目安は深さ約 10cm である。

センサの設置向きは、土壌水分が上下に移動することから、図 2-18 を参考に水の動きを妨げない向きに設置する。

設置埋設手順は、センサが入る穴を掘り穴底にセンサを置いた後、土壌を埋め戻すと同時に穴と土壌センサの隙間へ土壌と水を注いでセンサと土壌を良く密着させる（図 2-19、図 2-20）。

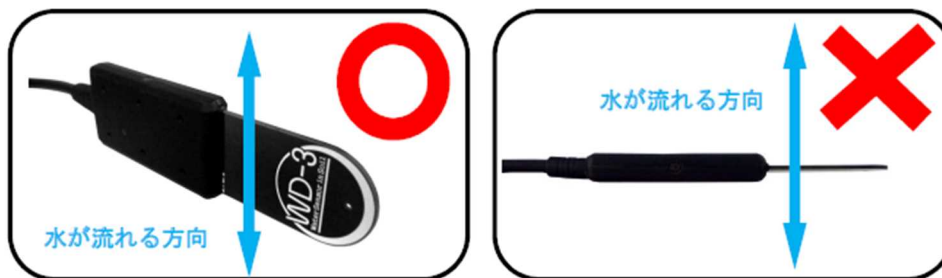


図 2-18 ARP 社の WD-3-WET-5Y の設置方法（取扱説明書から抜粋）



図 2-19

センサを穴底に設置したところ



図 2-20

センサを土壌中に埋め戻す作業

(c) センサの管理水分率の決定

畦全体がほ場容水量になるよう定植前にかん水を行うので、センサの埋設時には土壤の水分が飽和しており、極端に高い水分率を示す。そのため、畦の土壤水分とセンサ付近の土壤水分が一定の数値に落ち着く埋設後1～2日の水分率を管理の目安とする。

(7) 排水対策

栽培期間中にハウス内に大規模な水たまりが発生すると生育不良になり、収量が低下する。そのため、ハウス内外の排水対策を実施する。栽培期間中の改善対策はほぼ困難であるため、可能な限り栽培前に実施する。

①施設外の排水対策

ア) 施設周辺からの浸水対策

大規模施設では降雨時に大量の排水が発生するので、十分な量の排水ができる排水路の設置が必要である。また、周囲からハウス内に水が浸入しないためにハウス内のグラウンドレベルは周囲より高いことが必要である。

イ) 施設周囲の用水路等

大規模施設を整備する場合、比較的土壤の高低差のない水田地帯に設置される傾向がある。このとき、老朽化した用水路が周囲にあると用水路の亀裂から圃場内に水が浸水する可能性がある。その場合は、施設整備と併せて用水路の補修が必要である。また、施設の周囲に放置された明渠がある場合も補修等が必要である。

②施設内の排水対策

ア) 透水性の改善

暗渠を施設整備時に設置する。暗渠を施工出来ない場合は、土壤消毒を行った上で、サブソイラ、弾丸暗渠等で排水対策を実施する。栽培中に水たまり等が発生した場合は、栽培終了後速やかに暗渠の追加工事、またはサブソイラ施工を行う。

イ) 均平な土壤面及び耕盤層の施工

トラクターによる耕うんでは、ロータリー部分で耕うんされた土壤が後ろに移動し、耕うん開始場所の土が盛り上がりやすい。そのため、耕うんを開始する場所にあらかじめ



図 2-21
通路にできた水たまり

ロータリーが収まる溝をほり、この部分から耕うんを開始する。または、耕うん開始時にロータリーに負荷をかけて深めに掘り込み、1 m 程度進んだ後、負荷を徐々に戻して耕うんを行う。

また、不均平な土壌面を改善する場合は、逆転で耕うんを行い、土壌をハウス中央部まで引っ張ることが有効である。

その他、ロータリーを回転させながら耕うんを開始すると、耕盤層が斜めに施工されるので、畦端と中央の作土層の深さが異なり、畦面も不均平になるため注意する。

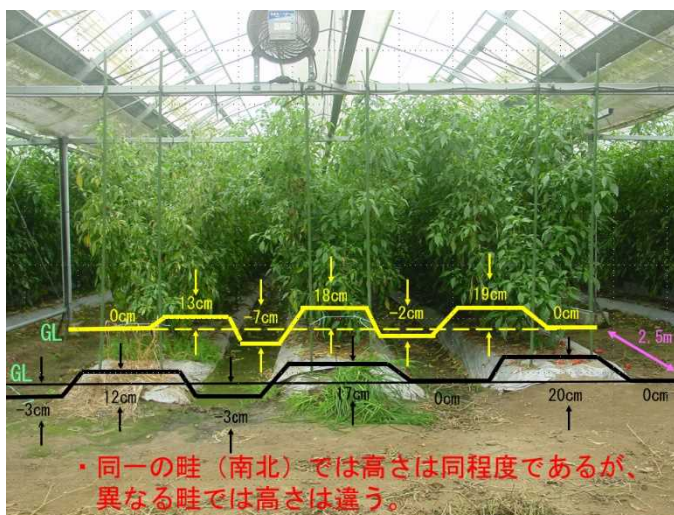


図 2-22 畦の高さの違い

(8) 病虫害対策

① 病害対策で重要視する期間

施設栽培は、保温するために密閉度が高く、病害の発生に好適となる高湿度条件が長く続く。暖房機が常に作動する冬季には、暖房機による除湿が可能であるが、日によって暖房機作動の有無がある秋季と春季には高湿度条件になりやすい。また、作型の特徴として、春季は植物の樹高や葉数が多くなるため群落内の通気性が悪く、特に病害が発生しやすい条件となる。このため、暖房機は作動しないが、ハウスを開放できない春季は、特に病害の発生に注意が必要である。

② 害虫対策で重要視する期間

促成栽培では、害虫対策は秋季と春季に特に注意が必要である。害虫類は、越冬前の秋季に最大の個体数になるものが多いため、定植前後に害虫類が施設内へ侵入することを最も警戒しなければならない。一方で、春季は外部から侵入してくるが個体数は少ないため、施設周辺の環境を整備し、害虫類のハウス内への侵入時期をできるだけ遅らせることで、栽培終了までの防除回数を抑える努力が必要である。

③雑草対策

施設の周辺には、害虫類の発生源となる雑草が繁茂しないように、管理する必要があるため、後述する抑草シートの利用や、ICM 基礎技術導入支援システムを活用した適期の除草作業などを行う。

また、病害虫の発生源は、施設外とは限らず、暖房機の下や、内サイドカーテンと外張フィルムの間等に発生した雑草は、病害虫の発生源や増殖源となるため、栽培開始後の除草剤の使用や、雑草発生部位へのマルチ被覆等は重要な病害虫対策である。



図 2-23 施設内に発生した雑草

④大規模施設で活用すべき防除資材及び対策

ア) 暖房機

暖房機は、加温に加えハウス内の湿度を低下させる重要な機材である。暖房機が停止し、施設が密閉されている場合、高湿度条件になり、病害が多発する可能性が高くなる。そのため、気温による設定だけでなく、四段サーモ等を駆使して、施設内環境の改善に努める（詳細は後述の 4. (5) 暖房機の作動による高湿度環境の改善参照）。



図 2-24 暖房機

イ) ポトキラー水和剤の自動散布機

大規模施設では、頻繁に薬剤散布ができないため、日頃から病害が発生しないようなハウス内環境とする管理が必要である。その一助として、暖房機の送風機能を利用して、パチルス・ズブチリス水和剤（ポトキラー水和剤）を散布する機械「きつつき君」（図 2-26）がある。宮崎県が刊行している総合的作物管理体系（ICM）マニュアル（EK-SYSTEM : <https://www.ek-system.ne.jp>）には、機械の設置法、温度ムラの調査法等が掲載されているので、参照することが望ましい。



図 2-25 「きつつき君」

ウ) 機能性被覆フィルム

(a) 除湿機能フィルム

ハウスの被覆フィルムには、防霧、防滴効果など、ハウス内湿度を低下させ、濡れを防ぐ機能を持つ資材がある。内張カーテンも同様であり、いずれも適切な資材を選択する必要がある。また、耐用年数が商品によって異なることから、計画的に更新する必要がある。

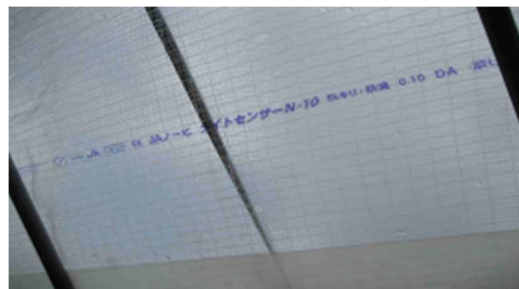


図 2-26 機能性被覆フィルム

(b) 紫外線除去フィルム

紫外線の除去あるいは透過を抑制するフィルムは、害虫の飛来侵入防止、灰色カビ病菌の子のう盤形成阻害による発生防止に役立つ。また、有害な紫外線 B 波を除去することから、植物体へのストレスが減り、数%の増収効果が期待されるが、その場合は施肥量やかん水量を増収する分だけ追加する必要がある。

抑制効果のない病害虫もあるが、キュウリ、ピーマンを栽培する施設では病害虫対策としても増収対策としても有効である。商品により紫外線の除去能力が持続する期間が異なるので、適宜更新が必要である。

エ) 防虫ネット

近年は、細かな目合いのネットがあり、0.4mm 目合いではほとんどの害虫は侵入できない。このため、可能な限り目の細かいネットを開口部に設置することは、微小害虫対策として有効である。

ただし、設置方法が悪いと防虫効果が低下するため、適正に設置し、破損部や隙間が生じていないように管理する必要がある (図 2-27)。



図 2-27 適正な設置で虫を防止したネット (左) と隙間のあるネット (右)

オ) 抑草シート

圃場の周辺や外サイドビニルと内張カーテンの間、暖房機等機材の周囲などの、雑草が発生しやすい場所、雑草の発生を見落とすような場所、除草が難しい場所には、抑草シートを利用すると、雑草対策及び病害虫対策に効果的である（図2-28）。

カ) 光反射シート

外部から飛翔して施設内に侵入してくる害虫類に対して、タイベックフィルムなどの光反射シートを圃場周囲に設置することは、極めて防除効果が高い。

また、抑草シートを設置した上に、光反射シートを設置すると耐久性が増す（図2-29）。



図2-28 抑草シートの設置



図2-29 光反射シートの設置

キ) 残効の長い農薬

(a) 銅剤

銅剤は、防除対象とする病害の範囲が広く、植物体に残って、徐々に銅イオンが放出されることで防除効果が得られることから、他の化学農薬と比較して残効が長い（図2-30）。大規模施設では労力の面等から頻繁な薬剤散布は難しいことから、銅剤をできるだけ活用することが必要である。

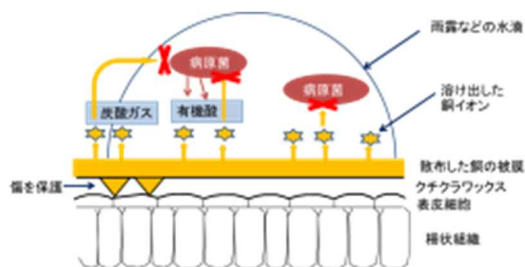


図2-30 銅剤の作用

(b) 微生物農薬

微生物農薬も残効が長く、耐性菌や抵抗性害虫が発生しにくいことから、積極的に活用する。病害用の微生物製剤ではボトキラー水和剤のみが、自動で送風ダクト投入ができるが、それ以外の剤は、殺虫・殺菌剤や肥料の葉面散布時に混用することにな

る。大規模施設では頻繁な散布は難しいことから、栽培初期から使用し、微生物を施設内に定着させることが重要である。



図2-31 昆虫寄生菌に感染死したアザミウマ

(c) 天敵類

天敵類は、基本的に生存し続ける限り防除効果があるため、頻繁に薬剤散布ができない大規模施設では、積極的に活用すべき資材である。

●カブリダニ製剤と補助資材

アザミウマの防除としてスワルスキーカブリダニやリモニカスカブリダニが、ハダニの防除としてチリカブリダニやミヤコカブリダニが市販されている。天敵の弱点として餌が無いと生存、増殖ができないことから、天敵を利用する場合は増殖等のために、紙コップやパック製剤を利用する(図2-32)



図2-32 天敵専用紙コップ(左)とアザミウマを補食するカブリダニ

●翅のある天敵(タイリクヒメハナカメムシ)

ピーマンでは、カブリダニ製剤だけではヒラズハナアザミウマを防除しにくいことから、その他の天敵を併用することが望ましい。タバコカスミカメはピーマンに被害がでることがあることから、可能な限りタイリクヒメハナカメムシを利用する。一般に翅のある天敵は自ら害虫を探して補食するため、カブリダニ類より防除効果が高いが、ア



図2-33 ピーマンの花のタイリクヒメハナカメムシ

ブラムシ防除剤などの影響を受けやすいことから、前述した微生物剤などを活用することが必要となる。

⑤体系的な防除

病害虫防除の効果を安定化することにより最小限の労力で、病害虫の防除が可能となる。そのためには、使用する薬剤の防除対象範囲や、効果期間等の性質を理解し適切に使用することが重要である。

長期の作型では、多くの薬剤や防除手段を用いることになるため、定植時や収穫最盛期、栽培末期など、時期や季節にあわせた防除体系を組み、確実に実施する(図2-34)。

その他、作物にとっての施肥のバランスが崩れている場合にも病害虫の発生は助長される。このため、土壌診断、土作り、資材のメンテナンス等はしっかり行う。

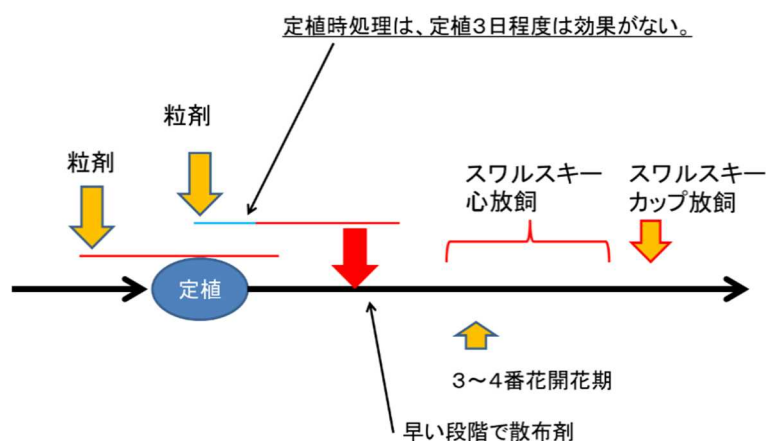


図2-34 定植時の防除体系の事例

⑥ICM 基礎技術導入支援システムとの連動

病害虫の発生は、季節や気温の変化と関係が深い。また、病害虫の発生を一旦許すとその対策として行う防除作業は膨大なものとなる。農作業の中で、削減できる労働力は、防除時間しかないことを念頭に置き、病害虫が発生しないように管理する必要がある。このため、ICM 基礎技術導入支援システムにより提供される気温の変化、季節ごとに行うべき作業情報を活用し、遅れないように管理作業を進める必要がある(詳細は後述4(6) ICM 基礎技術導入支援システムを参照)。

(9) 木質ペレット暖房機の管理及び保温対策

宮崎県拠点では石油等の代わりに木質ペレットを燃焼させ、その熱源を暖房として利用する木質ペレット暖房機を導入している。

特徴としては、重油式暖房機と比較すると、カーボンニュートラルエネルギーによるCO₂排出量削減効果が高い、熱しにくく冷めにくい（着火、消火に時間が必要）、燃焼灰の掃除が必要、イニシャルコストが高い等がある。



図2-35 木質ペレット暖房機（N社製）

①木質ペレット暖房機の管理

ア) 配置上の注意

大規模ハウスでは暖房機の配置によっては温度ムラが発生しやすい為、南北に同数の暖房機を配置する（例：北側2台、南側2台）。このことは、木質ペレット暖房機に限らず、いずれの暖房機でも注意する必要がある。

イ) 稼働状況の確認

暖房機が稼働する時期には、毎朝、暖房機の稼働状況を確認する。日誌等にチェック項目として設定すると良い。

ウ) 木質ペレットの残量チェック及び補充

栽培途中で、暖房機の燃料タンク内のペレットが空になり燃料切れを起こさないために、週に3回程度、燃料タンク内のペレット残量をチェックする必要がある。特に冬季は1日の燃焼時間が長いいため注意が必要である。参考に宮崎県拠点では、燃料タンク内の残量が半分になったらペレットを注文することとしている。

また、暖房機を使用しなくなる時期に燃料貯蔵タンク（サイロ）内のペレットを全部消費してしまうことが望ましいが、残った場合は、タンク内に雨が浸入しないよう十分注意する。木質ペレットが湿気を含むと、次年度使用する際に固まって使用できずにすべて排出しなければならなくなる場合があるためである。

その他、暖房機を使用しなくなる時期には、サイロフィーダ（ペレットをサイロから暖房機に送る部分）内にペレットが残らないようにする。

エ) 燃焼灰の処理方法等

木質ペレット暖房機では重油暖房機と異なり、木質バイオマス燃料の燃焼灰が発

生する。このため、暖房機が稼働する11月から4月にかけて、ピーマンで1ヶ月に2回程度（灰の量：1回あたり約90ℓ）、キュウリで1ヶ月に1回程度（灰の量：1回あたり約80ℓ）、暖房機の燃焼釜内部にたまった燃焼灰の除去作業が必要となる。暖房機一台あたりの掃除箇所は全部で5か所である。除去後の木質ペレットの燃焼灰は、圃場外に埋め立て処理を行う。



図2-36 燃焼灰の除去作業の様子

オ) キャスタセキの交換（N社の暖房機）

使用から約2年で、燃焼炉内のキャストセキを交換しなければならないので確認を行う。交換が遅れると、キャストセキに厚みがなくなり、燃焼効率の低下（約8%低下）やエラー発生（負圧スイッチエラー）の原因となる。



図2-37 使用2か月後のキャストセキ



図2-38 使用5年経過したキャストセキ

② 温湿度ムラの対応（ダクトの調整）

暖房機からのダクトの調整（長さ、先端の口、穴の数）により、暖房機の温風送風範囲を平均化し、さらには、UECS システムの複合制御機能を活用し、ハウス内の暖房機数台をハウス中央の1センサーで同時に制御するように設定し、温湿度ムラを少なくする（詳細は後述4.（1）温度ムラ発生要因と対策参照）。

③保温対策

宮崎県拠点では、暖房機による加温が必要な品目（ピーマン・キュウリ）及び作型（促成栽培）で栽培しているため、保温対策は特に重要である。

大規模施設園芸では、経費の中でのウェイトが大きい燃料費の削減は、非常に重要であり、経営に大きな影響を与える。

そのため、以下の保温対策を行う。

ア) 空気の層をつくる

被覆資材を利用し、ハウス内に空気の層をつくることで保温につなげる。

宮崎県拠点では、天井部にはP0フィルムの1層及び2層カーテンを、サイドや妻面にはエコポカプチシートを設置して保温対策を行っている（図2-39）。

イ) 気密性の向上

空隙を作らないように、解放部分を閉塞し、保温性の向上を図る。

宮崎県拠点では、1層カーテンと2層カーテンの被覆の間(妻部分)が解放されていた為、ビニルにより閉塞し対策を実施した（図2-40）。

また、サイドビニル、妻ビニルについては、内張りの地面に接している部分に土をかぶせる等して、気密性の向上を図る取り組みを行っている。



図2-39 ハウス内側に保温資材（エコポカプチ）を設置



図2-40 加温機上部の1層、2層の隙間をビニルで閉塞

3. 労務管理及び労働効率向上のポイント

大規模施設園芸において雇用労力は必須であり、作業の中心を担う為、雇用労力をいかに効率よく確保できるかが重要である。さらに、効率的に作業を行うには、雇用者の作業の質やスピードが大きく影響してくる。

(1) 労務管理

①作付け計画の作成及び評価

1年間のうち時期によって労働量（作業量）が異なることを踏まえて、人員の確保、調整が必要である。

雇用人数が多いと閑散期に作業を確保することが必要になり、逆に雇用人数が少ないと、繁忙期に労力が足りなく作業が遅れてしまう。

一旦、雇用すると継続しての雇用となるが、年間を通して仕事がコンスタントにないと、雇用者が定着しない。必要な時期に、必要なだけの人員を雇用することは、非常に難しいことである。

このような中、下記図3-1のように、作開始前に年間の作業時期および必要な作業人数等の作業計画を作成し、それを実行して作終了時に評価し、その結果を次作に活かすことが効率的な管理につながる。これを毎年繰り返す事（PDCA サイクル）が重要である。

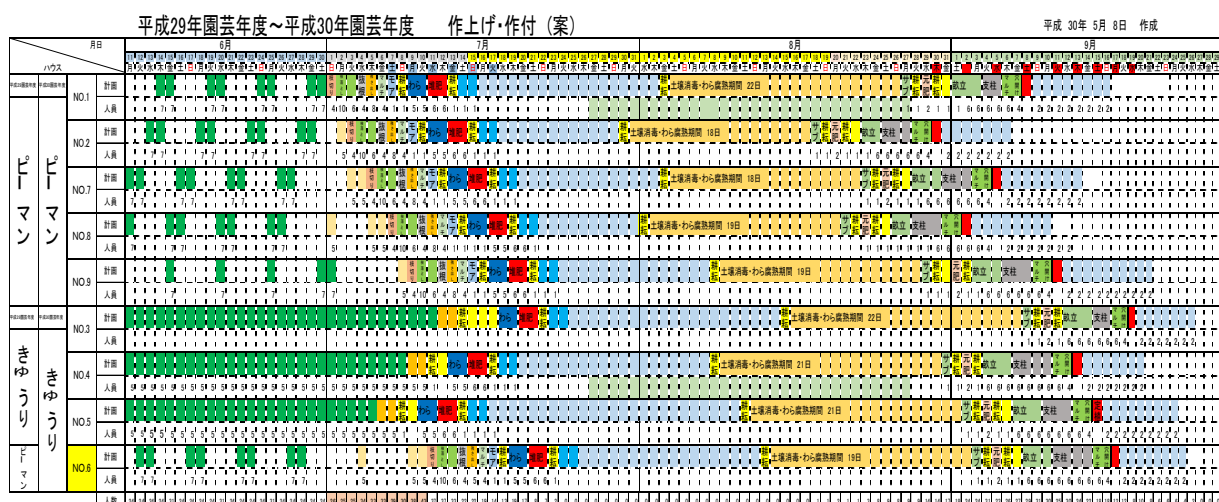


図3-1 作付け計画の例

②人員確保と配置

近年は雇用情勢等により、人員を募集してもなかなか集まらないという状況もみられる。そのため、計画的に募集を行い人員を確保する必要があるとともに、外国人技能実習制度の活用が有効であると考えられる。

また、人員確保（人員不足を解消）のための方法の一つとして、作業員一人あたりの各作業スピードを向上させることが挙げられる。その方策として、組織編成の検討や作業マニュアルの作成、作業トレーニングの実施、目標数量の設定や報奨制度などがある。

これらの方策は、その地域や農場、品目等によっても変わると考えられるのでより合致したものを各農場で検討・実施すべきである。

その他、作業員の意識改革も重要である。例えば、50aの面積を同量収穫する場合に5人での作業でも、7人での作業でも収穫が終わる時間は同じ場合がある。このため、品目ごとに責任者を配置して、常に作業状況を把握し、従業員を鼓舞する必要がある。さらには、各個人の実績把握や評価を行うシステムや出来高制などを導入する方法もある。

農業に限らず、労務管理（作業管理）は雇用型の経営を行う以上、欠かせない課題であり、常に状況を見ながら試行錯誤し、より良い状況を模索する。

（２）労働効率向上のポイント

①雇用労力の確保

雇用労力の確保では、作業内容、作業面積に応じた雇用者を確保する必要がある。主な雇用労力の確保方法は以下のとおりである。なお、雇用については各種法令に従い行う。

ア）地域雇用

雇用に関する募集、面接、保険手続き等を雇用者自ら行わないといけませんが、派遣会社等と比較すると割安である。ハローワーク、チラシ、張り紙、アルバイト募集媒体等を利用して募集する。

イ）派遣会社へ依頼

募集、保険等の負担、手続き等は派遣会社が行うが、その分割高となる。派遣会社によって様々な条件等がある。

ウ）外国人技能実習制度の活用

外国より実習生を受け入れる。管理団体の選定や国の機関等への技能実習計画申請・認定を行うため、1年以上前より計画的な準備が必要となる。また、外国へ訪問し面接行うことや、実習生に対して宿舍や生活備品の準備等が必要となる。

②最適な労働人員の配置

労力を最大限に生かすため、品目別作付け面積の調整や作付計画、人員配置班体制等の整備が重要である。

ア) 品目別作付け面積の調整

雇用労力等を考慮し、作付け面積や作型、栽培方法等を検討する。

宮崎県拠点では、収穫が始まればピーマンでは約3日おきに収穫、キュウリでは毎日収穫を行うことから、作業量や雇用人数等を考慮し、平成27年作付け開始から毎年、表3-1のようにピーマン及びキュウリの作付け面積を調整した。

また、キュウリは平成29年より摘芯栽培からつる下ろし栽培へ変更し、作業スピードの向上を図った。摘芯栽培では、摘芯（芯を摘む）位置の判断が初心者には難しく、摘心に多くの時間がかかっていたが、つる下ろし栽培では、つる下ろし作業が増えるものの比較的初心者でも行いやすい作業であり、摘芯作業がなくなることで多くの時間を削減できた。さらには、つる下ろし栽培は収穫位置が揃うため、摘芯栽培より収穫のスピードも向上できた（詳細は2.（2）①ア）栽培方式の選択参照）。

表3-1 栽培期間ごとの品目別作付け面積

年度	品目別作付面積	備考
H28年度 (H27.8月~28.7月)	キュウリ 180a ピーマン 230a	雇用者から、朝突然休みの連絡があるなど、キュウリの収穫作業が計画的に行えないこと等があり、作業が遅れた。
H29年度 (H28.8月~29.7月)	キュウリ 80a ピーマン 330a	ピーマンの面積を増やし、雇用労力の安定化を図った。
H30年度 (H29.8月~30.7月)	キュウリ 130a ピーマン 280a	キュウリにおいて、摘心栽培からつる下ろし栽培に変更し作業の効率化を図った。
H31年度 (H30.8月~R1.7月)	キュウリ 185a ピーマン 225a	つる下ろし栽培にすることで作業効率が向上したため、キュウリの面積を増やした。

イ) 品目別担当の設定

H29年度まではハウスごとに担当を決めていたが、ハウス間での競争は生まれるものの、担当以外のハウスまでは作業を行うことがなく、ハウス間の協力体制がとりづらいた等の課題がみられた。

H30年度からは、品目（キュウリ、ピーマン）別に担当を決めることで、担当のハウスに固執することがなくなり、協力体制ができ、特にピーマンにおいて収穫等の作業スピード向上に繋がった。このように、状況に応じて、体制を設定することが必要である。宮崎県拠点では、今後、品目間での協力体制が課題である。

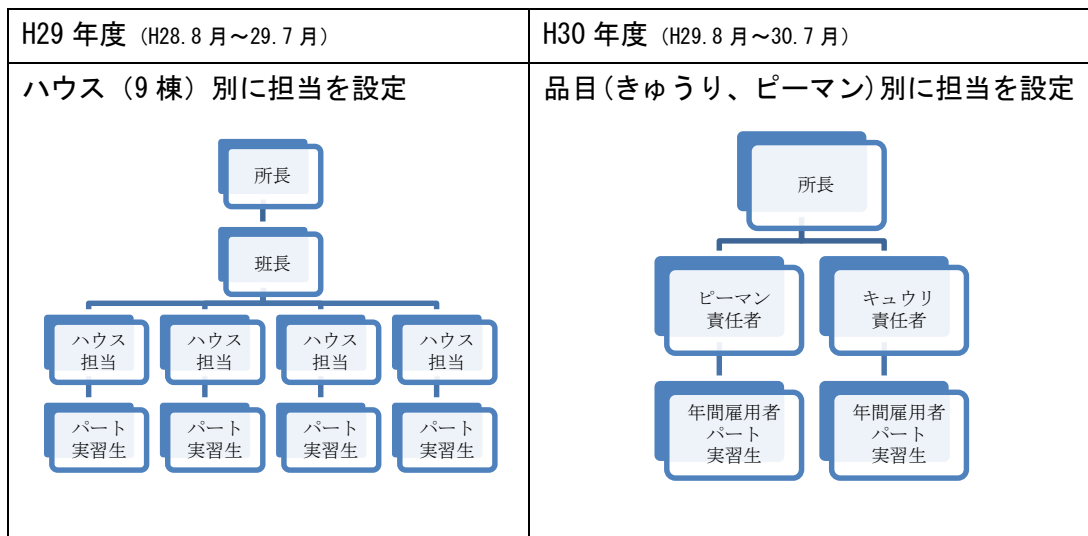


図 3-2 担当の変更 (ハウス単位担当→品目担当へ)

③宮崎方式 ICM 基礎技術導入支援システム等の活用

効率的な運営を行うために、労務管理システム等を活用する。宮崎県拠点では宮崎方式 ICM に基づく基礎的な栽培管理技術を支援するために kintone を活用し、宮崎方式 ICM 基礎技術導入支援システムの開発を行った。

このシステムは、暦に準ずる基幹的作業のナビゲートやリアルタイムの天気情報や予報を表示、また、必要な栽培管理技術を管理者が指示するとともに、主な作業の時間や進捗状況の記録を行い、労務管理へ記録されたデータを活用するものである (詳細は後述 4. (6) 宮崎方式 ICM 基礎技術導入支援システムを参照)。

④ほ場マップの作成

ほ場マップを作成し、収穫・管理作業の計画作成を行うと効率的である。また、マップを利用し、作業が終了した場所をその都度チェックし、従業員全員が進捗状況を把握することで、作業を計画的・効率的に行うことが可能である。

⑤ホワイトボードでの作業指示や目標ケース数の提示

ホワイトボードに作業予定、担当ハウス、目標の収穫ケース数や目標に対する実績等を表示する。全員の作業予定や作業場所を見える化することで、効率的に班長が指示することができるとともに、従業員の各作業も計画的に行える。また、目標収穫ケース数の提示により、従業員全員が目標数量を認識することで、1 ケースでも多く収穫をしようという意識が生まれ、さらに達成した時の喜びを実感できたことで、次も頑張ろうという意欲に繋がる。

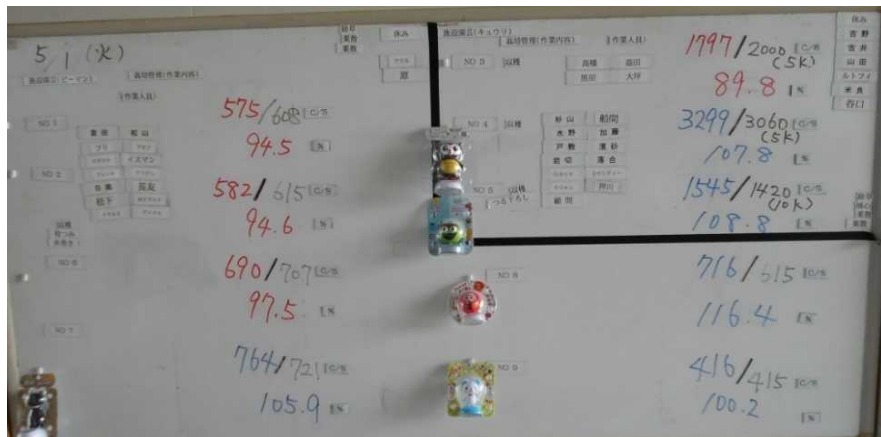


図3-3 ホワイトボードでの目標ケース数の提示

⑥作業内容の指導

作業効率向上のためには、作業をマニュアル化し、初心者にもわかりやすく教える必要がある。キュウリ・ピーマンとも特に収穫作業に多くの時間を費やすため、収穫サイズの判断、収穫時の切り方、箱のつめ方などの収穫作業マニュアルの作成は重要である。写真等を用いた規格選別の指導や、収穫スピード向上のコツなどをマニュアルを基に、実際にほ場での作業トレーニングを実施する。



図3-4 現場でのトレーニング

⑦管理作業時間の目標設定

管理作業の目標設定を行い、作業の効率化を図る。宮崎県拠点では目標時間を、ピーマンの誘引作業では、1ベッド一人あたり80~90分/100m、キュウリのつる下ろし作業では1ベッド一人あたり120分/100mとして設定し、達成できるようトレーニングを実施している。

⑧収穫量（収穫スピード）の目標設定

収穫量の目標設定を行い、作業の効率化を図る。宮崎県拠点ではキュウリでは、一人あたり25 kg/h（5 kg/ケース×5ケース）、ピーマンでは、一人あたり54 kg/h（13.5 kg/ケース×4ケース）を目標収穫量として設定し、達成できるようトレーニングを実施している。



図3-5 指導員による規格選別の確認

また、選別作業を正確に行えるように、規格や

選別の確認を定期的に行う。

⑨農業機械を活用した作業効率向上

作業の種類によっては、機械を活用することにより、作業効率の向上が図られる。

宮崎県拠点では自走式防除機を導入した結果、散布作業の効率が 8 倍向上し、農薬散布量も軽減した（詳細は後述 4.（8）自走式防除機導入による防除作業の効率化参照）。

今後、ハウス環境や栽培状況に応じた機械の選定や活用方法の検討が必要であるが、うまく活用することにより大きな効果を得ることができると考えられる。



図 3-6 自走式防除機

(3) GAP への取り組み

GAP (Good Agricultural Practice : 農業生産工程管理) は農業において、食品安全、環境保全、労働安全等の持続可能性を確保するための、関連する生産工程管理の取り組みである。

GAP を取り入れることで、生産管理の向上、作業効率の向上、生産者や従業員の労働安全意識の向上等が図られると考えられる。

宮崎県拠点では、令和元年より本格的に GAP への取り組みを開始し、令和元年度にひなた GAP (宮崎県) の認証を目指している。

4. 主な研究成果

(1) 温度ムラ発生要因と対策

大規模ハウスでは、ハウス内に複数の暖房機が設置され、1台あたりの暖房エリアが異なる上、それぞれが独立した温度センサで制御されていたため、ハウス内における温度ムラがみられた。また、ハウス周辺の隙間から外の冷気が入り込むことによる温度低下がみられたため、温度ムラ改善方法を検討した。

- ・暖房機の温風が届く範囲を平均化するため、ダクトの調整（長さ、先端の口の開閉、穴の数）を行うことで温度ムラが少なくなる（図4-1、図4-2）。
- ・さらにUECSシステムの複合制御機能を活用し、ハウス内の暖房機をハウス中央の1センサで同時制御するように設定することも重要である。
- ・温度低下については、隙間を点検し冷気の侵入を防止する。また、被覆資材の利用や、空隙を作らないように解放部分を閉塞し保温性の向上を図る。

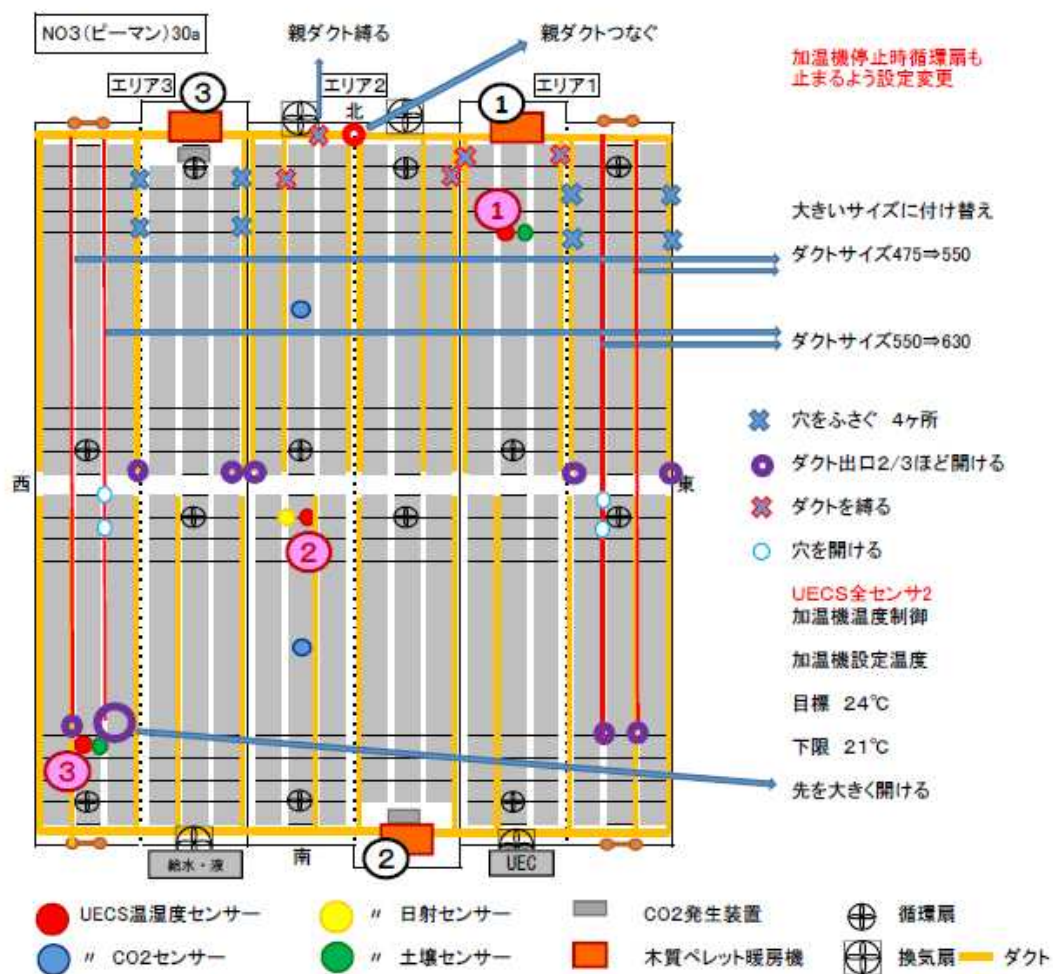


図4-1 ダクトの調整事例

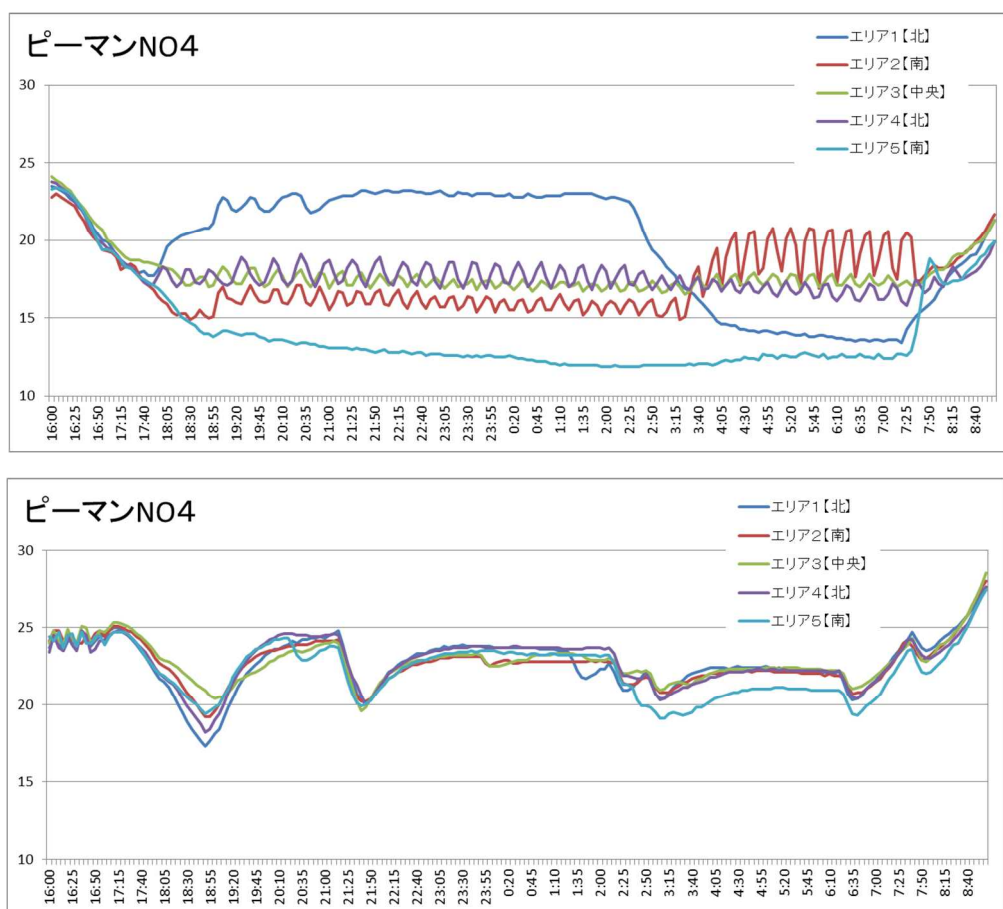


図 4-2 温度ムラ改善前(上) と改善後(下)のハウス内の温度分布

(2) CO₂の施用方法

従来の CO₂発生機と暖房機の送風機能を連動させたダクトにより拡散させる CO₂施用方法では、CO₂施用時間と収穫作業が重なり、畦間に設置されたダクトが収穫作業の効率を低下させていたため、循環扇による施用方法について検討した。また、エリア別の CO₂濃度推移を調査した。

- ・循環扇を活用した施用方法では、ダクト利用の場合より CO₂濃度は緩やかに上昇するため、5分程度遅くなるが、均等に拡散する。このため、循環扇による CO₂施用方法は作業効率を上げるために有効である (図 4-3)。
- ・また、拡散している途中でのエリア別の濃度推移は、循環扇でもダクト利用でもハウス中央部が早く濃度が高くなり、発生機から離れた東端、西端の濃度の上昇は遅い (図 4-4)。

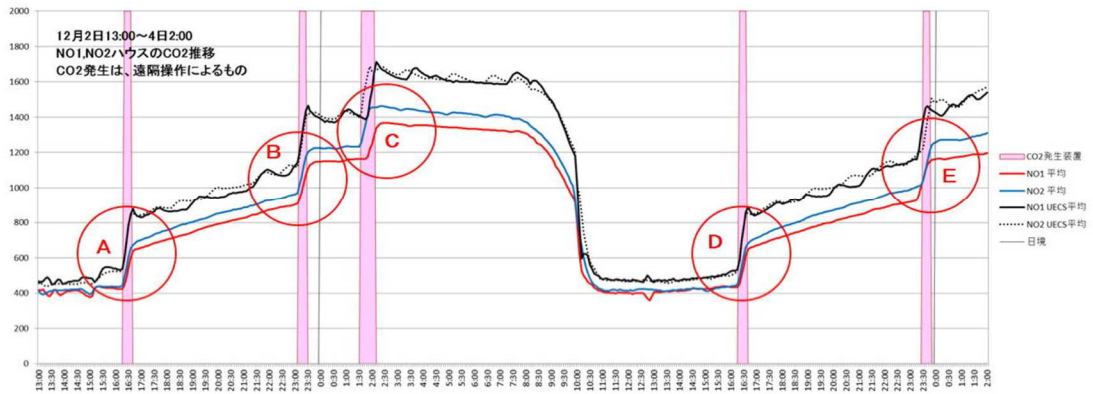


図 4-3 A~E の計 5 回 20 分間強制的に CO₂ 施用した場合の CO₂ 濃度推移 (NO1 ハウス (赤線) 循環扇拡散、NO2 ハウス (青線) ダクト拡散)

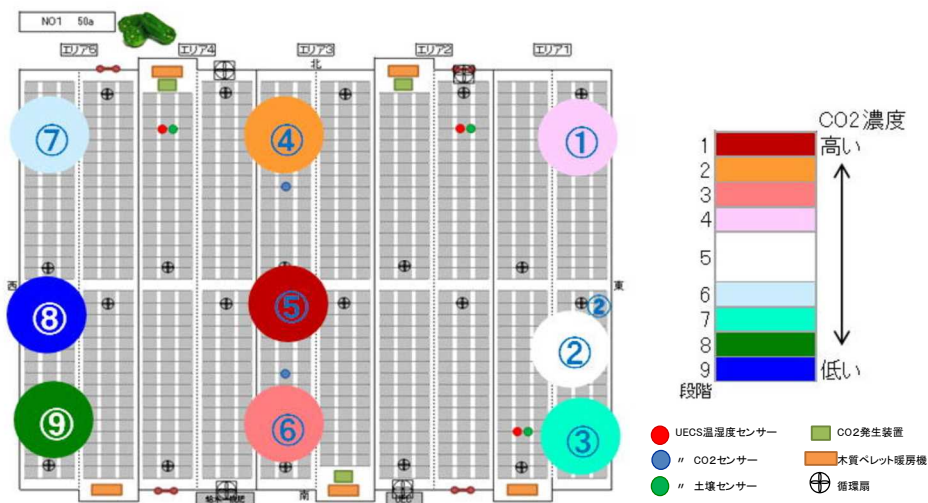


図 4-4 CO₂ 施用開始 20 分後のエリア別濃度の違い

(3) 夏期の高温対策

ピーマンにおいて、収量向上を目的に定植時期の早進化を行うため、夏季高温期の昇温抑制対策として、細霧冷房の稼働条件や遮光との組み合わせによる昇温抑制効果及び、初期生育や収量への影響を検証した。

① 細霧冷房による昇温抑制対策

- ・細霧はハウス内の目標管理温度に応じた動作設定が必要である。稼働時間が長すぎると植物体が濡れ、病害発生への恐れが懸念され、短すぎると昇温抑制効果が期待できず、更に、停止時間が長いと稼働前の温度に戻り効果が持続できない。このため、稼働設定に関しては、「3 分稼働・1 分休止」が、安定的にハウス内温度を低く保つことが

可能である（図4-5、図4-6）。また、谷やサイドを開放するとともに、循環扇を一体的に稼働させることで、ハウス内に対流等が生じ、広く全体的に温度を下げ易くなる。その他、加湿することで、飽差環境も改善され、植物の光合成促進も期待される。

- ・細霧装置は、水の気化熱を利用した冷房装置であるため、十分な水源を確保するとともに、原則1ハウス・1系統で管理する。また、地下水などを利用する場合は、ノズルの目詰まり防止のためにフィルターを設置する。

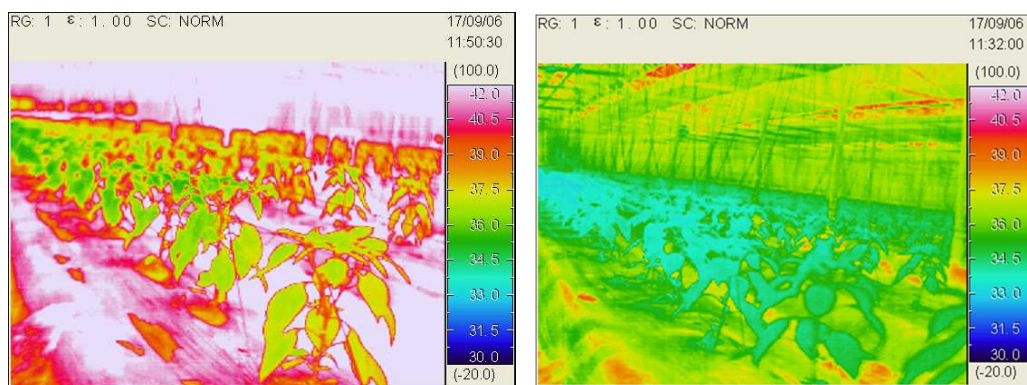


図4-5 細霧処理の有無による植物体温度の差【左：細霧なし、右：細霧あり】

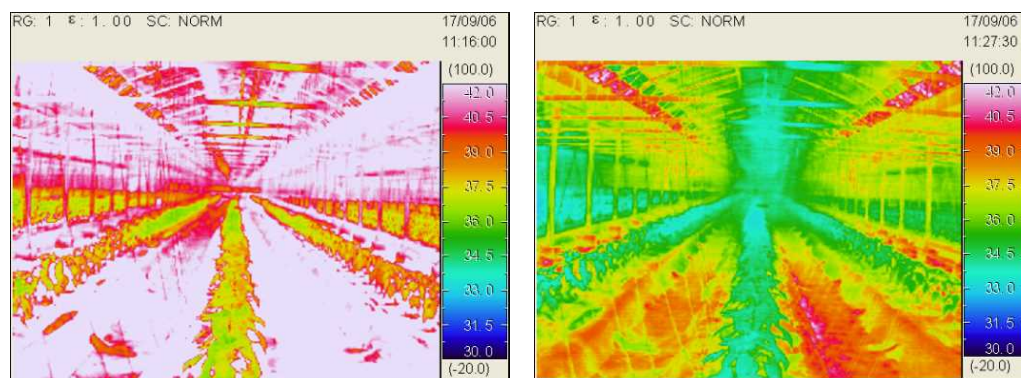


図4-6 細霧処理（3分稼働1分停止）前後のハウス内サーモグラフ【左：処理前、右：処理後】

②遮光資材による昇温抑制対策

- ・夏期高温期に遮光資材を利用することで、ハウス内の昇温抑制対策となる。抑制効果のみを考えた場合、遮光率が高いものが望ましいが、遮光率が高すぎると植物体の生育への影響が懸念されることから、遮光率は30%程度の資材が望ましい。
- ・遮光資材を内張りに被覆して外張りを全閉すると一旦気温は下がるものの、連棟ハウスでは谷部分からの換気が遮断され、遮光せず谷換気を行う場合より気温が高くなることもあることから、谷部分は開放する（図4-7）。また、遮光により植物体の生育

への影響が懸念される場合には、時間帯に応じて片側のみを遮光するなど、遮光方法の工夫が必要である。

なお、遮光のみでは外気温並にしか気温を下げることはできないため、細霧装置との併用が望ましい。

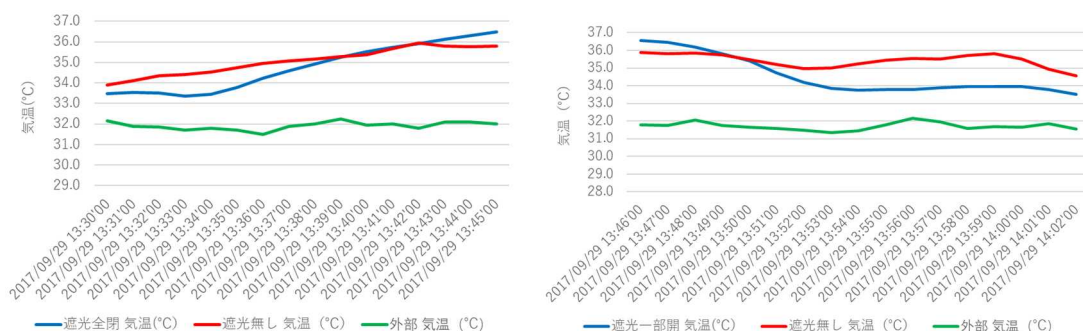


図 4-7 遮光資材の被覆方法の違いによるハウス内温度の推移
【左：谷換気全閉、右：谷換気一部開放】

(4) 土壌環境状況による生育ムラと改善

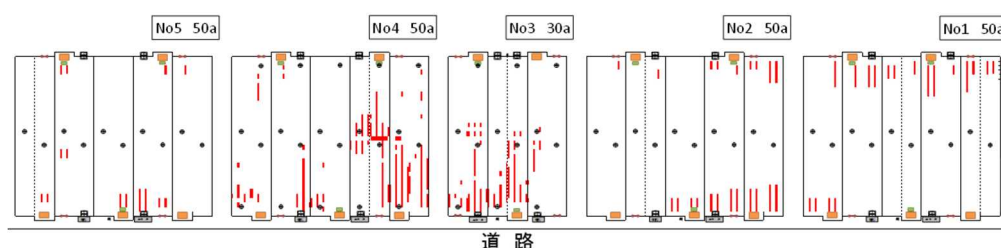
宮崎県拠点において、ピーマン栽培ハウス内に大規模な滞水が発生し、そのエリアでは、生育の著しい遅延、わい化、黄化等の症状がみられた。発生要因としては、基盤整備時の客土方法、ハウス施工時の重機による鎮圧、たい肥の施用不足等により、土壌の作土深、土壌硬度、透水性、保水性が異なる土層が圃場内に発生したことが考えられた。また、栽培面積が広い等からトラクターによる均平な耕うんができず、畦が波打ち、均一にかん水されていないエリアが発生した。そのため、土壌環境改善対策や耕うん方法を検討した。

①土壌環境改善対策

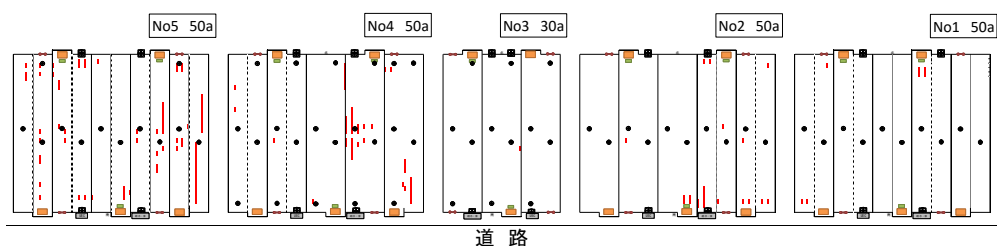
- ・施設整備時に暗渠設備を設置することで、多くの課題を解決できる。
- ・工事終了時に土壌調査を行い、土づくりに必要な有機物施用計画や、土壌改良対策を事前に行う。
- ・土壌の下層土に固い耕盤層がある場合は、サブソイラ等により、排水性の改善を図る（暗渠が未設置の場合）。
- ・サブソイラは畦直下に畦と平行する方向に 1 畦当たり 1 本処理する。通路直下の処理は栽培期間中に処理効果がなくなる場合があるので留意する。また、畦と垂直方向に処理する場合は施設の谷下を処理することになり、施設の根石の重量や土壌条件により、施設が傾く懸念があるので留意する。その他、サブソイラ処理を行う前には土壌消毒を行う。

② 耕うん方法の検討

- ・初めて、ほ場内をトラクターで耕耘する場合、耕うん初めは、ロータリーの構造上、土を後ろに掻き出して土壌内にロータリーが入るので、グラウンドレベルが高くなる。そのため、事前にロータリーが入る溝をつくり、その溝にロータリーを入れて耕うんを開始すると、土壌のグラウンドレベルが均平となる。
- ・すでにほ場のグラウンドレベルが不均平な場合、グラウンドレベルが高い場所をならす必要があるので、グラウンドレベルが高い場所で耕うん時のロータリーを逆転させ、土壌をトラクターの進行方向に引っ張って、土壌のグラウンドレベルを均平にする。



土壌改良前の滞水状況（H28年度）



土壌改良後の滞水状況（H29年度）

注1) 赤色が水たまり及びぬかるみ跡

注2) 作間に実施した対策：振動サブソイラ処理(1条/畦)、畦高の均平化、適切な有機物の施用

図4-8 大規模施設での滞水状況（H28年度）と改善状況（H29年度）



図4-9 土壌改良前（H28年度）



図4-10 土壌改良後（H29年度）

(5) 暖房機の作動による高湿度環境の改善

施設が密閉されている高湿度条件で病害は多発する。暖房機は、施設内の湿度を下げ、植物の濡れ時間を短縮するために有効な機材であると考え、施設内の湿度と暖房機の稼働状況の関連を調査した。

- ・大規模ハウス内の湿度は、1ハウスに複数台の加温機が設置されているため、1つのエリアの暖房機が作動した場合に、そのエリアの湿度だけがやや低下するものの、他のエリアはほぼ低下しない。また、大規模ハウスの中央部では短時間暖房機が作動するだけでは、極わずかに湿度が低下するだけである（表4-1、表4-2）。
- ・これに対して、1ハウス内すべての暖房機が同時に作動するとき、ハウス全体を80%台まで低下させることができる。ただし、複数台が作動しても、同時にすべての暖房機が連動して作動しない場合（例えば3台中2台のみが稼働する場合）には湿度低下効果は高くない（表4-2、表4-3）。
- ・このことにより、除湿効果の持続時間は短いものの病害防除を意図するときにはハウス内すべての暖房機を作動させることで、病害発生を抑制できる程度に施設内湿度を低下させることができると考えられる。

表4-1 キュウリ栽培施設の湿度と暖房機作動との関係

(暖房機作動なし：12/24)

時刻	湿度(%)			温風暖房機の作動		
	エリア1【南】	エリア2【中央】	エリア3【南】	エリア1【北】	エリア2【南】	エリア3【北】
22:30	97	96	94	0	0	0
22:35	97	97	95	0	0	0
22:40	97	97	96	0	0	0
22:45	97	97	96	0	0	0
22:50	97	97	96	0	0	0
22:55	97	97	96	0	0	0
23:00	97	97	96	0	0	0
23:05	97	97	96	0	0	0
23:10	97	97	96	0	0	0
23:15	97	97	96	0	0	0
23:20	96	97	96	0	0	0
23:25	97	97	95	0	0	0
23:30	97	97	96	0	0	0

注) 暖房機の作動は、作動時を100、停止時を0とした(循環扇は稼働)。

表 4-2 キュウリ栽培施設の湿度と暖房機作動との関係

(複数台作動時：12/20)

時刻	湿度 (%)			温風暖房機の作動		
	エリア1【南】	エリア2【中央】	エリア3【南】	エリア1【北】	エリア2【南】	エリア3【北】
20:40	96	95	96	100	0	0
20:45	96	95	96	100	0	0
20:50	93	96	97	0	0	0
20:55	93	95	96	0	100	0
21:00	94	96	97	0	100	100
21:05	95	96	95	0	100	0
21:10	95	94	94	0	0	0
21:15	96	94	94	0	0	0
21:20	96	95	95	0	0	0
21:25	97	95	96	0	0	0
21:30	97	96	97	0	0	0
21:35	98	96	97	0	0	0
21:40	98	96	98	0	0	0

注) 暖房機の作動は、作動時を 100、停止時を 0 とした (循環扇は稼働)。

表 4-3 キュウリ栽培施設の湿度と暖房機作動との関係

(すべての加温機作動時：12/24)

時刻	湿度 (%)			温風暖房機の作動		
	エリア1【南】	エリア2【中央】	エリア3【南】	エリア1【北】	エリア2【南】	エリア3【北】
19:35	90	91	91	100	100	100
19:40	89	91	90	100	100	100
19:45	88	90	88	0	100	0
19:50	87	89	87	0	0	0
19:55	90	91	91	100	100	100
20:00	90	91	90	100	100	100
20:05	88	91	88	0	100	0
20:10	88	91	90	0	0	0
20:15	91	92	92	0	0	0
20:20	93	94	93	0	0	0
20:25	95	95	95	0	0	0
20:30	96	96	96	0	0	0

注) 暖房機の作動は、作動時を 100、停止時を 0 とした (循環扇は稼働)。

(6) 収量予測、生育診断

収量予測や生育診断を行うことで、経営改善や人材育成、収量増加等につながる。そのため、キュウリにおいて生育調査を行い、収量予測、生育診断に必要な項目を探索した。

収量予測、生育診断の目的は以下のとおりである。

- ・大規模拠点における作業や人員配置を過不足なく計画、実施する。
- ・栽培初心者にとって、将来の生育、収量の目安になる。
- ・データの蓄積により、より精密な予測が可能。
- ・環境条件や栽培管理が生育、収量に及ぼす影響が明確になる。

①収量予測

ア) 収量予測には以下の項目を用いる。

- ・ 日平均気温
- ・ 日積算日射量 (MJ/m²)
- ・ 日の出から日没までの平均CO₂濃度 (5分間隔で取得したデータの平均)
※以上の項目は施設園芸 SaaS からデータ取得
- ・ LAI (葉面積指数: m²/m²)
- ・ 定植日、栽植密度 (株間、畝幅)

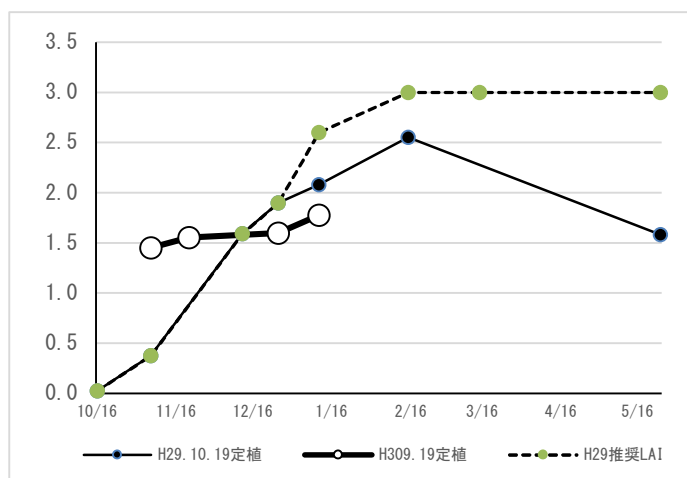


図 4-11 LAI の推移 (キュウリ:千秀 2号)

イ) LAI の算出方法は以下のとおりである。

- (a) 1株または1m²に着生する全ての葉の葉長、葉幅 (cm) を計測する。
- (b) 次式に基づき個葉面積を算出後、1m²あたりの葉面積を算出する (図 4-11)。

個葉面積 (cm²): y

- ・ ‘千秀 2号’ $y=0.6375x-14.424$ ($r^2=0.92$)
- ・ ‘輝世紀’ $y=0.6845x-6.7367$ ($r^2=0.96$)
- ・ ‘常翔 6 6 1’ $y=0.6414x-9.3357$ ($r^2=0.92$)

ウ) 上記項目から、光環境 (積算日射量) や LAI が好適条件になった場合の収量予測 (ポテンシャル収量) が可能となる (図 4-12)。

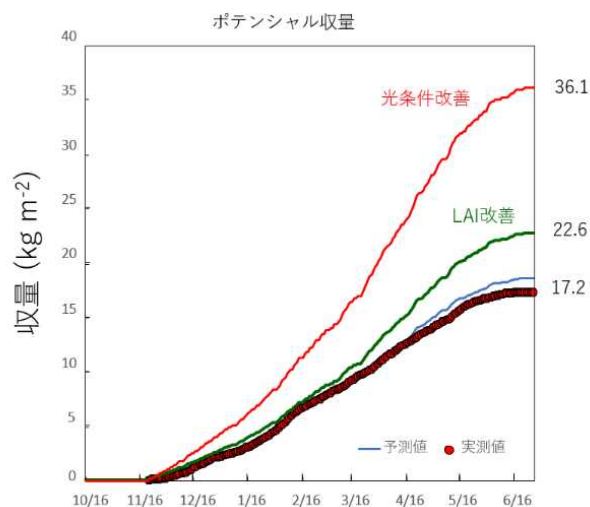


図 4-12 ポテンシャル収量予測 (キュウリ)

②生育診断

キュウリつる下ろし栽培の生育診断には、以下の項目を用いる。

値は主枝 10 本の計測値とし、データの偏りが生じないように東西の主枝を 5 本ずつ選別する。

つる下ろし栽培は栽培期間が長いため、安定した収量と生育を維持するために、草勢がやや強い状態を維持する数値を生育診断の目安にする。

ア) 週に 1 度実施する調査項目と診断内容 (調査所要時間 1 時間 (調査 30 分、分析 30 分))

- ・葉柄中の硝酸イオン濃度：植物体の栄養状態
- ・主枝の伸長量：生育状態 (主枝伸長を継続しているか。芯どまり傾向はないか。)
- ・雌花数、開花位置：雌花の連続着果性
- ・着果数、着果位置：着果及び適切な果実肥大の確認 (流れ果が発生していないか)

イ) 定植時、摘心時、その後月に 1 回程度実施する調査項目

- ・ 1 株全ての着生葉の葉長、葉幅 (LAI を推定する)

ウ) その他の項目

- ・収量及び品質 (日々の総収量と C、D 品の割合：品質を維持できているか)
- ・病虫害発生状況 (病虫害の発生は、生育・収量の低下、葉面積の低下を招く)
- ・ハウス内環境モニタリングデータの確認 (温度、湿度、日射量、CO₂ 濃度、土壌含水率等)

(7) 宮崎方式 ICM 基礎技術導入支援システム

大規模施設園芸において、雇用労力により組織的な運営を進めるには、機能的な組織と役割分担が必要であり、従来の経験や勘に頼る運用ではなく、各種データに基づいた体系的な生産管理、労務管理を構築することが重要である。そのため、宮崎県拠点の施設を適正に管理運営するためにナビゲーションシステムを開発した (サイボウズ社の kintone を活用)。

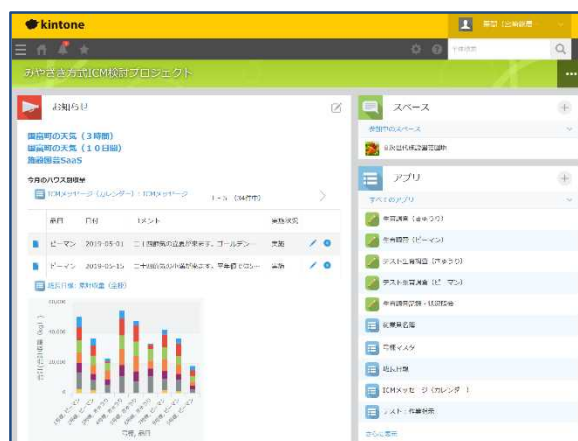


図 4-13 宮崎方式 ICM 基礎技術導入支援システムのトップページ

- ・このシステムは、栽培暦に準ずる基幹的作業のナビゲートやリアルタ

イムの天気情報や予報を表示、入力した収量や生育調査結果を、グラフ化してトップページで表示、さらに主な作業の時間や進捗状況の入出力や編集等を可能としている。

- 宮崎方式 ICM に基づく基礎的な栽培管理技術を系統的に生産管理、労務管理へ有効活用できる。

図 4-14 班長日報の入力ページ

表 4-4 ICM 栽培管理技術支援のためシステムで通知される主な基幹的作業（抜粋）

分類	信号条件	コメント	対象作物
カレンダー	10月23日	例年、10月中には何度か病害好適条件が発生します。11月1日を目途に、スミレックス水和剤を散布し、菌核病を予防しましょう。	キュウリ、ピーマン
カレンダー	1月4日	例年、1月になると地温が上昇に転じます。かん水量と施肥量を少しずつ増やして行きましょう。リアルタイム植物診断も実施していきましょう。	キュウリ、ピーマン
カレンダー	2月14日	油津の平均気温は、平年値では今日で10°Cになります。10°Cというのは、多くの害虫ができる気温です。施設周囲の雑草対策を始めましょう。	キュウリ、ピーマン
カレンダー	3月2日	宮崎市の平均気温は、平年値では今日で10°Cになります。10°Cというのは、多くの害虫ができる気温です。施設周囲の雑草対策を春分の日前までには終わらせましょう。	キュウリ、ピーマン
カレンダー	4月8日	油津の最高気温は、平年値では今日で20°Cになります。20°Cというのは、ミナミキイロアザミウマが飛翔する目安です。害虫の侵入対策を始めましょう。	キュウリ、ピーマン
外気温	最低気温が前日より4°C以上下がったとき	急激に最低気温が下がっています。植物の生育は一時的に停滞し、花弁から出る病害、特に菌核病の発生に注意が必要です。	キュウリ、ピーマン
外気温	最低気温が前日より5°C以上下がったとき	急激に最低気温が下がっています。急激な気温差で植物の生育は一時的に停滞します。花弁から出る病害、特に菌核病の防除を行いましょう。	キュウリ、ピーマン
外気温	当日の最高気温18°C以下	外気温が十分に上がりきっていません。自動制御の場合、しっかり換気されているか確認しましょう。	ピーマン
外気温	当日の最高気温12°C以下	外気温が十分に上がりきっていません。意識的に換気を行いましょう。	ピーマン
外気温	当日の最高気温12°C以下	外気温が十分に上がりきっていません。自動制御の場合、しっかり換気されているか確認しましょう。	キュウリ
外気温	当日の最高気温6°C以下	外気温が十分に上がりきっていません。意識的に換気を行いましょう。	キュウリ
施設内気温	当日の最高気温26°C以下	施設内の気温が十分に上がりきっていません。施設の開閉設定が正しいか確認しましょう。	キュウリ、ピーマン
施設内気温	前夜の最低気温18°C以上	施設内の夜温が十分に低下していません。施設を解放していない場合は病害発生好適条件になっています。施設の開閉、送風、及び暖房機の設定を確認しましょう。	ピーマン
施設内気温	前夜の最低気温12°C以上	施設内の夜温が十分に低下していません。施設を解放していない場合は病害発生好適条件になっています。施設の開閉、送風、及び暖房機の設定を確認しましょう。	キュウリ
施設内気温	夕方4時過ぎの温度上昇	日没前の施設密閉で、施設内が蒸し込み状態になっています。換気してください。また、送風や暖房機を作動させてください。	キュウリ、ピーマン
施設内気温	センサーの値が5°C以上異なる	施設内の気温差が大きくなっています。換気を確認してください。また、センサーの精度を確認してください。	キュウリ、ピーマン
施設内湿度	湿度100%が4時間以上持続(センサー感度によっては95%)	施設内の湿度が高いまま推移して、病害発生好適条件になっています。暖房、送風、換気などを実施して、湿度を下げましょう。	キュウリ、ピーマン
施設内湿度(露点)	午前7時～9時の湿度100%(センサー感度によっては95%)または結露	湿度が高くなっています。早朝加温を実施しているか確認してください。また、早朝加温終了後に霧が発生していないか確認してください。霧が発生している場合は、早朝加温後に急激に気温が下がっているか、急に換気している可能性があります。換気方法も確認してください。	キュウリ、ピーマン
換気回数	午前6時～8時の換気	朝の気温が上がらないうちに、換気が行われていません。結露の可能性があるので、換気の設定を確認してください。	キュウリ、ピーマン
水量計	12月最終週のかん水量と比べて1月第一週のかん水量が増えていないとき	1月になって、地温は上昇基調にあり、かん水量は少しずつ増えていないといけません。確認してください。	キュウリ、ピーマン

(8) 自走式防除機導入による防除作業の効率化

大規模施設において、作業の効率化を図るため自走式防除機による作業性等をキュウリ栽培ハウス（30a）で検討した。

- ・自走式防除機により、通常2名1組で実施している防除作業が1名で行え、散布時間も慣行の1/4となり、作業効率は慣行と比べ8倍向上する。さらに、農薬散布量も慣行の1/3となり、農薬費の軽減も図られる。病害虫の発生は通常の農薬散布と同程度であり、大きな差はみられない。自走式防除機の活用により、防除作業の効率化が図られる。
- ・今後の課題として、規模の大きいハウスでの防除を想定すると、薬液の調整に時間がかかる（タンク容量が300Lのため）、防除機の転回スペースが必要となる等が挙げられたため、今後も効率的な作業方法について検討が必要である。



図 4-15 自走式防除機（K社製）

表 4-5 自走式防除機の作業時間及び散布量と効果

	作業員	作業時間	農薬散布量
①自走式防除機	1名	1時間	300L
②動噴使用時（慣行）	2名	4時間	900L
効果等（①/②）	1/2	1/4	1/3

※キュウリハウス（30a）での実証

※農薬調整の時間は除く、値は平均値

※静電噴口使用

5. 経営モデル

大規模な消費地から遠い宮崎県において大規模施設で野菜を栽培する場合、少量多品目による高付加価値化よりも、気象条件を活かした日々消費される野菜の安定供給を目指す。

消費者のニーズや輸送コストの低減の観点からも、年間をとおして安定供給（定時、定量、一定の品質）を行うことが重要。一方で労働力不足の問題や雇用環境の変化に伴い、反収向上はもとより労働時間あたりの収量向上を目指す。

（1）作成上の考え方

①品目選定

施設栽培の野菜で県内主力品目である「キュウリ」、「ピーマン」とする。ウリ科とナス科の輪作とすることで、土壌由来の病害虫や特定の塩類集積を回避する。

②作型決定

当面、初期投資が比較的少ない土耕栽培で天候の比較的安定する促成型（冬春）を中心とした作型構成とし、短期間で収益の上がるキュウリを夏秋に組み込み、周年雇用体系を確立する。

③経営規模の根拠

今後、生産者が減少し、労働力の確保が困難となることから、雇用の大規模法人経営を想定。

④労働力

常時雇用として、所長1名、品目担当リーダー2名、パートリーダー2名。

短期雇用として、パート・アルバイト 35名（22,000時間）。

※外注できる作業については積極的に外部企業を活用（育苗、選果作業など）

⑤目標収量

きゅうり 25 t/1000 m²、ピーマン 15 t/1000 m²とする。

周年安定出荷を目標とするため、反収の向上のみを目標としない。

（労働時間あたりの収量を最大にする：雇用労賃が支払える）

⑥単価設定

過去5か年の各品目生産部会の平均単価を参考に算定。

⑦流通・販売方法

農協出荷を基本として、ピーマンは共選、キュウリは主に契約栽培とする。

⑧経費削減

暖房経費の節減を行う。雇用労働力の最大限活用する。

ハウス内環境制御の自動化によりハウス管理労力を削減する。

施肥・灌水の自動化による肥培管理労力を削減する。

適正なハウス内環境管理による病害虫防除労力を削減する。

⑨農業所得目標

3000万円/年間

(2) シミュレーションに際しての留意事項

- ・労働時間の作業の種類で収穫・出荷に係る労働時間は反収に連動させ、その他の項目は栽培面積に連動。
- ・荷造運賃手数料は出荷量に比例して変動。
- ・積算基礎は平成26年度農業経営管理指針及び次世代施設園芸宮崎拠点の経費を参考にして調整

(3) 経営モデル（シミュレーション）の条件

- ・経営規模 土地：水田 4.2ha
ハウス面積 41,627㎡
(2,948㎡×2棟、4,914㎡×5棟、5,400㎡×2棟)
- ・品目 ピーマン促成栽培、キュウリ促成栽培（つる下ろし）
- ・労働力 社長1名、年間雇用4名、
パート21,874時間（最大35名/月：1日8時間、14日/月出勤）
- ・キュウリ、ピーマンともにJAの共同選果
- ・キュウリ、ピーマンともに苗は購入
- ・ハウス内訳 ピーマン：2,948㎡×1棟、4,914㎡×3棟、5,400㎡×2棟
キュウリ：2,948㎡×1棟、4,914㎡×2棟
- ・経営主の栽培技術レベルは生産部会内でも上位、年間雇用の従業員も作業に慣れており、パートへの指示も的確に実施できる。
- ・毎日朝礼で1日の作業指示と前日の結果を確認。
- ・週1回は出荷状況や作業の進捗などを検討する会を持つ。

(4) シミュレーションの結果

①作付け体系図・月別労働時間

ピーマン (1000㎡あたり)		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
作 付 体 系	地目	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■												
	水田	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■												
	図示法	○	◎	×	△	—	//	∩	×	∩	—	■	■	
作 業 の 種 類	育苗													
	ハウス準備							24.8	2.4	4.8				32.0
	本ぼ準備							4.8	3.4	2.4				10.6
	定植								4.8	11.4				16.2
	かん水施肥							1.9	3.3					5.2
	温度管理													
	栽培管理	9.1	15.3	20.9	22.8	21.7	3.8			21.9	10.6	9.6	21.0	156.7
	防除	1.0	1.1	1.2	1.1	1.3	1.9	3.8		1.2	1.2	1.0	0.7	15.5
	収穫・出荷	124.5	106.0	136.9	153.6	147.0	31.3				19.0	72.1	116.1	906.5
	後片付け						30.5							30.5
	労務管理等	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	2.4
	全体労働時間	134.8	122.6	159.2	177.7	170.2	67.6	35.5	14.1	41.8	31.0	82.9	138.1	1,175.6
	内家族労働時間	15.2	13.5	15.2	14.6	15.2	14.6	15.2	15.2	14.6	15.2	14.6	15.2	178.0
	内雇用労働時間	119.6	109.1	144.0	163.1	155.1	53.0	20.3	(1.1)	27.2	15.8	68.3	122.9	997.5
	月別粗収	2,171	1,847	2,440	2,651	1,954	573				144	1,204	2,016	15,000
単価(税込)(円)	624	737	645	407	269	195				474	409	489	504	
主産物売上(円)	1,355,721	1,361,828	1,573,600	1,078,487	526,303	111,852				68,273	492,127	986,893	7,555,084	
副産物売上(円)														

きゅうり (1000㎡あたり)		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合計
作 付 体 系	地目	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■												
	水田	■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■												
	図示法	○	◎	×	△	—	//	∩	×	∩	—	■	■	
作 業 の 種 類	本圃耕起整地							8.0		20.0	8.0			36.0
	土壌消毒							8.0		6.0				14.0
	ハウス準備									40.0				40.0
	定植										30.0			30.0
	追肥灌水管理										8.0			8.0
	温度管理													
	つる下げ作業	40.0	90.0	90.0	90.0	90.0						5.0	15.0	420.0
	病虫害防除	3.0	3.0	3.0	2.0					0.5	3.5	3.0	3.0	21.0
	収穫選別	195.0	195.0	195.0	180.0	161.3	22.5					57.5	161.3	1,167.5
	後片付け						24.0							24.0
	労務管理等	0.5	0.4	0.5	0.4	0.5	0.4	0.5	0.5	0.4	0.5	0.4	0.5	5.4
	全体労働時間	238.5	288.4	288.5	272.4	251.7	46.9	16.5	0.5	66.9	50.0	65.9	179.7	1,765.9
	内家族労働時間	33.8	30.1	33.8	32.6	33.8	32.6	33.8	33.8	32.6	33.8	32.6	33.8	397.0
	内雇用労働時間	204.6	258.4	254.6	239.9	217.9	14.4	(17.4)	(33.4)	34.4	16.1	33.4	145.9	1,368.9
	月別粗収	4,167	4,167	4,306	3,889	3,333	417					1,250	3,472	25,000
単価(税込)(円)	399	377	331	262	218	239					387	441	341	
主産物売上(円)	1,661,456	1,571,218	1,423,177	1,019,406	725,503	99,651					483,185	1,530,179	8,513,775	
副産物売上(円)														

②経営収支

項目		合計	きゅうり 促成栽培 (つる下ろし)	ピーマン 促成栽培	備考
収入	主生産物	311,959,141	89,532,633	222,426,508	
	副産物(販売)	0	0	0	
	その他雑収入	0	0	0	
	計①	311,959,141	89,532,633	222,426,508	
経費	租税公課	9,532,252	3,598,229	5,934,022	
	種苗費	6,901,192	2,115,043	4,786,149	
	素畜費	0	0	0	
	肥料費	8,724,563	1,911,698	6,812,864	
	飼料費	0	0	0	
	農具費	455,062	99,592	355,470	
	農薬衛生費	5,049,183	2,789,385	2,259,798	
	諸材料費	24,174,063	8,468,913	15,705,150	
	修繕費	2,353,009	794,450	1,558,559	
	動力光熱費	52,679,575	10,185,441	42,494,134	
	作業衣料費	77,748	38,868	38,880	
	農業共済掛金	1,561,313	428,756	1,132,557	
	減価償却費	44,106,329	15,889,002	28,217,327	
	荷造運賃手数料	47,414,346	3,479,093	43,935,253	
	雇人費	58,430,990	23,513,795	34,917,195	
	利子割引料	0	0	0	
	地代賃借料	0	0	0	
	土地改良費	0	0	0	
	その他生産原価	0	0	0	
	その他一般管理費	0	0	0	
計②	261,459,624	73,312,265	188,147,359		
農業所得額①-②=③		55,173,305	16,220,368	38,952,937	
所得率(③÷①)		17.7%	18.1%	17.5%	

③資本装備

装備(ピーマン)	規格	単価 (税込) a	数量 b	調達価格 c=a×b	耐用 年数 d	年償却額 e=c÷d ×④×⑤	備考	単価(税抜)	消費税	補助金
倉庫	鉄骨	55,080	100 m ²	5,508,000	22	157,729		51,000	4,080	
ビニールハウス	中期展張強化ハウス2号型	10,292	28,490 m ²	293,230,476	10	18,473,520		9,530	762	
自動開閉装置	外用(谷、側)	305,640	29 式	8,710,740	7	783,967	10aあたり工事費込	283,000	22,640	
自動開閉装置	内用	601,344	29 式	17,138,304	7	1,542,447	10aあたり工事費込	556,800	44,544	
水源廻り施設	ポンプセット、液肥混入機	1,190,160	6 式	7,140,960	10	449,880	ハウス1棟につき1式	1,102,000	88,160	
かん水用配管	点滴式	756,593	29 式	21,941,209	15	921,531	1000m ² あたり単価	700,549	56,044	
ハウス関連電源工事		640,030	6 式	3,840,178	10	241,931	未修整	592,620	47,410	
炭酸ガス装置	600坪用	388,800	16 式	6,220,800	7	559,872	3台(50a)×5、2台(30a)×1工事費込	360,000	28,800	
循環扇		41,040	116 台	4,760,640	7	428,458	工事費別	38,000	3,040	
総合環境制御装置	施設園芸SAAS	2,592,000	6 式	15,552,000	10	979,776	総合農試導入の概算	2,400,000	192,000	
				384,043,306		24,539,111				
	計①									
乗用トラクタ	4駆,25ps	2,849,040	1 台	2,849,040	7	256,414		2,638,000	211,040	
管理機	自走式,中耕	299,268	4 台	1,197,072	7	107,736		277,100	22,168	
動力噴霧器	可変式,6ps	265,680	4 台	1,062,720	7	95,645		246,000	19,680	
軽トラック		1,140,374	1 台	1,140,374	4	179,609		1,055,902	84,472	
木質ペレット攪拌機(ネボン)	PHK4000GCW	1,178,280	28 台	32,991,840	7	2,969,266		1,091,000	87,280	
自走式防除機	KIORITZ CHS363H HST	772,740	1 台	772,740	7	69,547		715,500	57,240	
	計②			40,013,786		3,678,216				
	計③									
負担率④	90%	調整率⑤	合計 ①+②+③	424,057,093		28,217,327				
		70%	修繕費積算額	修繕費積算額		1,410,866	植物・動物以外の 年償却費合計の5%			

*年償却額は植物・動物以外に負担率(他品目との組み合わせに
応じて設定)及び調整率(使用実態等に
応じて設定)を乗じている

装備(きゆうり)	規格	単価 (税込) a	数量 b	調達価格 c=a×b	耐用 年数 d	年償却額 e=c÷d ×④×⑤	備考	単価(税抜)	消費税	補助金	
建物及び施設	倉庫	鉄骨	100 m ²	5,508,000	22	157,729		51,000	4,080		
	ビニールハウス	中期展張強化ハウス2号型	12,776 m ²	131,495,702	10	8,284,229		9,530	762		
	自動開閉装置	外用(谷、側)	13 式	3,973,320	7	357,599	10aあたり工事費込	283,000	22,640		
	自動開閉装置	内用	13 式	7,817,472	7	703,572	10aあたり工事費込	556,800	44,544		
	水源廻り施設	ポンプセット、液肥混入機	3 式	3,570,480	10	224,940	ハウス1棟につき1式	1,102,000	88,160		
	かん水用配管	点滴式	13 式	9,666,237	15	405,982	1000m ² あたり単価	700,549	56,044		
	ハウス関連電源工事		3 式	1,920,089	10	120,966	未修整	592,620	47,410		
	炭酸ガス装置	600坪用	8 式	3,110,400	7	279,936	3台(50a)×2、2台(30a)×1工事費込	360,000	28,800		
	循環扇	風速0.5m/S到達距離50m(60Hz)	41,040	32 台	1,313,280	7	118,195	工事費別	38,000	3,040	
	総合環境制御装置	施設園芸SAAS	2,592,000	3 式	7,776,000	10	489,888	総合農試導入の概算	2,400,000	192,000	
計①											
農業機械及び車両	乗用トラクタ	4駆,25ps	1 台	2,849,040	7	256,414		2,638,000	211,040		
	管理機	自走式,中耕	4 台	1,197,072	7	107,736		277,100	22,168		
	動力噴霧器	可変式,6ps、60/min	4 台	1,062,720	7	95,645		246,000	19,680		
	軽トラック	660cc	1 台	970,207	4	152,808	場内運搬用	898,340	71,867		
		木質ペレット炊暖房機(ネボソ)	3,477,600	13 台	45,208,800	7	4,068,792	ペレットタンク等周辺工事込	3,220,000	257,600	
	自走式防除機	KIORITZ CHS363H HST	772,740	1 台	772,740	7	69,547		715,500	57,240	
計②											
植物・動物				52,060,579		4,750,941					
	計③										
負担率④	90%	調整率⑤	合計 ①+②+③	228,211,560		15,893,978					
				修繕費積算額		794,699	植物・動物以外の 年償却費合計の5%				

*年償却額は植物・動物以外に負担率(他品目との組み合わせに応じて設定)及び調整率(使用実態等に応じて設定)を乗じている

④家族経営（経営管理指針）との比較

ピーマン		1000㎡あたり金額		出荷量あたり（円/kg）		労働時間あたり（円/h）	
		家族経営	大規模経営	家族経営	大規模経営	家族経営	大規模経営
算定基礎	労働時間（時間）	1,089	1,176				
	反収（kg/1000㎡）	12,000	15,000				
	単価（円/kg）	520	520				
収入	主生産物	6,245,743	7,807,178	520.48	520.48	5,737.94	6,641.18
	副産物（販売）	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	その他雑収入	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	計①	6,245,743	7,807,178	520.48	520.48	5,737.94	6,641.18
経費	租税公課	208,284	208,284	17.36	13.89	191.35	177.18
	種苗費	167,994	167,994	14.00	11.20	154.34	142.90
	素畜費	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	肥料費	239,132	239,132	19.93	15.94	219.69	203.42
	飼料費	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	農具費	12,477	12,477	1.04	0.83	11.46	10.61
	農薬衛生費	141,398	79,319	11.78	5.29	129.90	67.47
	諸材料費	551,251	551,251	45.94	36.75	506.43	468.92
	修繕費	59,399	54,705	4.95	3.65	54.57	46.54
	動力光熱費	918,218	1,491,546	76.52	99.44	843.56	1,268.78
	作業衣料費	12,096	1,365	1.01	0.09	11.11	1.16
	農業共済掛金	39,753	39,753	3.31	2.65	36.52	33.82
	減価償却費	1,084,304	990,429	90.36	66.03	996.15	842.51
	荷造運賃手数料	1,621,620	1,542,129	135.14	102.81	1,489.77	1,311.81
	雇人費	198,660	1,225,595	16.56	81.71	182.51	1,042.55
	利子割引料	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	地代賃借料	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	土地改良費	4,076	0	0.34	0.00	3.74	0.00
	その他生産原価	3,955	0	0.33	0.00	3.63	0.00
	その他一般管理費	24,552	0	2.05	0.00	22.56	0.00
計②	5,287,169	6,603,979	440.60	440.27	4,857.30	5,617.68	
農業所得額①-②=③	958,574	1,367,249	79.88	91.15	880.64	1,163.05	
所得率（③÷①）	15.3%	17.5%					

きゅうり		1000㎡あたり金額		出荷量あたり (円/kg)		労働時間あたり (円/h)	
		家族経営	大規模経営	家族経営	大規模経営	家族経営	大規模経営
算定基礎	労働時間 (時間)	1,688	1,766				
	反収 (kg/1000㎡)	20,000	25,000				
	単価 (円/kg)	280	280				
収入	主生産物	5,608,057	7,010,071	280.40	280.40	3,322.31	3,969.69
	副産物 (販売)	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	その他雑収入	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	計①	5,608,057	7,010,071	280.40	280.40	3,322.31	3,969.69
経費	租税公課	281,728	281,728	14.09	14.09	166.90	166.90
	種苗費	165,600	165,600	8.28	8.28	98.10	98.10
	素畜費	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	肥料費	149,679	149,679	7.48	7.48	88.67	88.67
	飼料費	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	農具費	7,798	7,798	0.39	0.39	4.62	4.62
	農薬衛生費	266,004	218,398	13.30	10.92	157.59	129.38
	諸材料費	663,084	663,084	33.15	33.15	392.82	392.82
	修繕費	45,856	62,202	2.29	3.11	27.17	36.85
	動力光熱費	529,298	797,482	26.46	39.87	313.57	472.44
	作業衣料費	14,694	3,043	0.73	0.15	8.70	1.80
	農業共済掛金	29,046	33,570	1.45	1.68	17.21	19.89
	減価償却費	740,798	1,244,050	37.04	62.20	438.86	737.00
	荷造運賃手数料	1,703,959	272,400	85.20	13.62	1,009.45	161.37
	雇人費	0	1,841,043	0.00	92.05	0.00	1,090.66
	利子割引料	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	地代賃借料	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00
	土地改良費	3,607	0	0.18	0.00	2.14	0.00
その他生産原価	3,955	0	0.20	0.00	2.34	0.00	
その他一般管理費	40,840	0	2.04	0.00	24.19	0.00	
計②	4,645,947	5,740,077	232.30	287.00	2,752.34	3,400.52	
農業所得額①-②=③	962,110	1,269,994	48.11	63.50	569.97	752.37	
所得率 (③÷①)	17.2%	18.1%					

⑤シミュレーションの結果及び考察

大規模経営では、家族経営と比較し、労働時間については、追肥・灌水管理、温度管理を自動化し、自走式農薬散布機の導入で農薬散布時間の短縮を図ることにより、労働時間の縮減が可能となるが、一方で、労務管理等の時間が増加するため、ピーマンで8.0%、キュウリで4.6%の増加となった。

粗収入については、反収の向上により、1000㎡あたりピーマンで1,561千円、きゅうりで1,402千円の増加となる。反収向上の要因は、CO₂施用による厳寒期の出荷量向上と収穫期間の延長、単価の向上は、厳寒期の高単価時期の反収向上によるもの。

経費について、大きく増加する項目は減価償却費と雇人費、出荷量の増加に伴う荷造運賃手数料である。

農業所得額について、1000㎡あたりピーマンで409千円、きゅうりで308千円の増額となることから、十分に雇用が確保されていれば、雇用費を支払い、装備を高度化し大規模化するメリットがあることが示唆された。

労働時間あたりの農業所得額がピーマンで1.32倍、きゅうりで1.32倍となることから、大規模化により労働生産性の大幅な向上が見込まれる。

(5) ハウス大規模化のメリット、デメリット

①メリット

- ア) 機械化や作業の標準化により、一定面積あたりの作業時間の削減が可能
- イ) 肥料や農薬等を一括して購入することが可能となるため、生産費が減少
- ウ) 品質・出荷量が安定するため、計画的な出荷が可能
- エ) 雇用の創出 等

②デメリット（リスク）

- ア) 大量生産のため単価の下落による経営への影響が大きい（リスク分散ができない）
- イ) 初期投資が大きいため、投資の回収に時間がかかる
- ウ) 生産物が画一化するため、差別化して販売することは難しい（単価が上がりにくい）
- エ) 新たに労務管理作業が必要となる 等

(6) 大規模化する上での留意点等

①土地の確保

- ア) 地元の理解を得る
- イ) ハウス等を設置するため基本的には購入となる
- ウ) 土耕栽培の場合：土壌条件（前作の栽培履歴等の収集が必要）

②水源の確保

- ア) 安定的なかん水用水源の確保（水質・水量）
目安として安定的に1L/株・日程度の水量を確保
- イ) 土耕栽培の場合は定植前に土壌に十分な水を含ませておく必要があるため、一時的には場全体が湛水可能な水量を確保する必要がある
- ウ) 排水対策（1,000㎡の土地に1mmの雨で（計算上）1tの排水）

③付帯設備

- ア) 従業員用のトイレや休憩室などの整備
福利厚生や従業員確保の観点からも重要
- イ) 集出荷場
一時的に出荷物を保管する場所が必要
- ウ) 取り付け道路及び駐車スペース
出荷のためのトラックが横付けできるスペースや、従業員用の駐車スペースが必要

革新的技術開発・緊急展開事業(経営体強化プロジェクト)
経営体(大規模施設園芸)コンソーシアム
次世代施設園芸宮崎県拠点関係機関一覧

国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構【農研機構】 (野菜花き研究部門)
宮崎県総合農業試験場 (企画情報室、生産流通部、土壌環境部、生物環境部、野菜部)
有限会社ジェイエイファームみやざき中央
宮崎中央農業協同組合
宮崎県農政水産部農業経営支援課
宮崎県中部農林振興局(中部農業改良普及センター)

発行

農業・食品産業技術総合研究機構

〒305-8517 茨城県つくば市観音台 3-1-1

本マニュアルの無断での複製・転載は禁じます。内容に関する問い合わせは農研機構ウェブサイトの問い合わせ窓口(<http://www.naro.affrc.go.jp/inquiry/index.html>)までご連絡下さい。