

低コスト局所温度制御を駆使した 所得 1,500 万円のイチゴ経営マニュアル

－新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業
成果(2010～2012)より－



九州沖縄農業研究センター
佐賀県農業試験研究センター
佐賀県東松浦農業改良普及センター
長崎県農林技術開発センター
大分県農林水産研究指導センター
九州電力株式会社
佐賀県上場営農センター（中核機関）

序 文

促成栽培のイチゴはわが国の施設園芸の中で最も広く栽培されており、各県独自の優良品種が続々と育成されるなど、重要な品目として位置づけられています。

しかし、近年、販売単価の低下や生産資材の高騰、さらには共同選果体制の遅れによる過重労働、高齢化に伴う新規就農者の減少等によって、栽培農家数および栽培面積が全国的に減少している状況にあります。

このような状況を打破するために JA からつでは全国最大のイチゴ専用パッケージセンター（一日選果量 3.2 万パック）が建設され、全収穫物の共同選果並びに集荷量のうち業務契約販売 3 割を目指して 2010 年春から稼働が始まっています。本パッケージセンターは全国のイチゴ産地における同様の施設の導入にあたっての先進的なモデルになると期待されています。しかし、その効率的な運営を図っていくためには、栽培農家における生産量の増加が必要不可欠です。

そこで、増収による所得向上を目指すとともに生産規模の拡大を推進していくために、①局所環境制御（2009 年の農業新技術）等による収穫の早進化と収穫延長および厳寒期の生産安定と②局所環境制御等の新技術の低コスト・省力化を可能にする種々の新たな技術を開発しました。さらに、パッケージセンターの効率的な利用を図るために①消費者やキー・菓子業者等の実需者への調査に基づく有利な販売方法を提案するとともに、②パッケージセンター導入前後の農家経営の変化について検証しました。そして、現状の生産条件を基盤に新たに開発した技術を組み合わせることによって、大規模高収益経営モデルを構築することができました。

これらの成果を広く活用していただくために、増収技術の核である‘局所温度制御システム’の低コスト化技術をマニュアル化するとともに、イチゴ生産の大規模化のための経営指針を取りまとめ、公開することにしました。それぞれの内容については、今後さらに改善や検証が必要なものもありますが、イチゴ栽培農家の経営安定に少しでも役立つことを期待しています。

なお、これらは、農林水産省の「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業」を活用して北部九州地域の 6 研究機関と普及センターで取り組んだ共同研究「パッケージセンター活用と局所環境制御技術を駆使した大規模高収益イチゴ経営モデルの構築（2010 年～2012 年）」の成果の一部です。事業の実施にあたってご指導、ご鞭撻、並びに御協力いただきました各関係機関、関係各位に厚くお礼申し上げます。

2013 年 4 月

イチゴ大規模経営モデル構築コンソーシアム

代表機関 佐賀県上場営農センター

所長 田 代 暢 哉

目 次

第1章 低コスト局所温度制御システムのマニュアル

1. 局所温度制御システムとは-----	3
2. 低コスト局所温度制御システムの概要-----	4
3. 低コスト局所温度制御システムの施工上の留意点-----	9
4. システム稼働上の留意点-----	16
5. 局所温度制御装置のシステム別経営試算-----	19

第2章 イチゴ生産大規模化の経営指針

1. 上場地区における経営指標と標準モデル-----	21
2. 新技術を駆使した大規模高収益経営モデル-----	25

○関連する研究課題の概要-----	35
-------------------	----

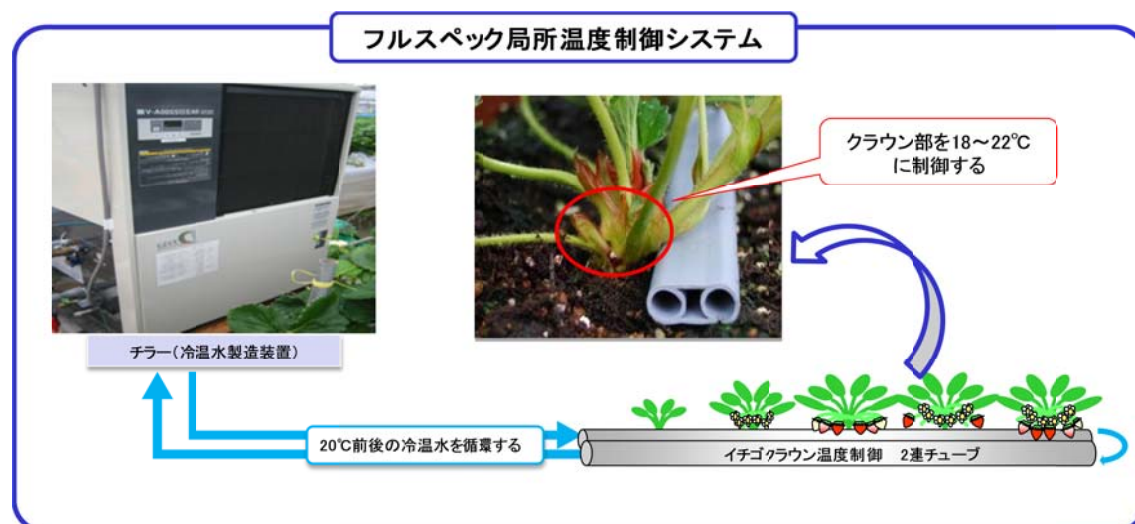
第1章 低コスト局所温度制御システムのマニュアル

1. 局所温度制御システムとは

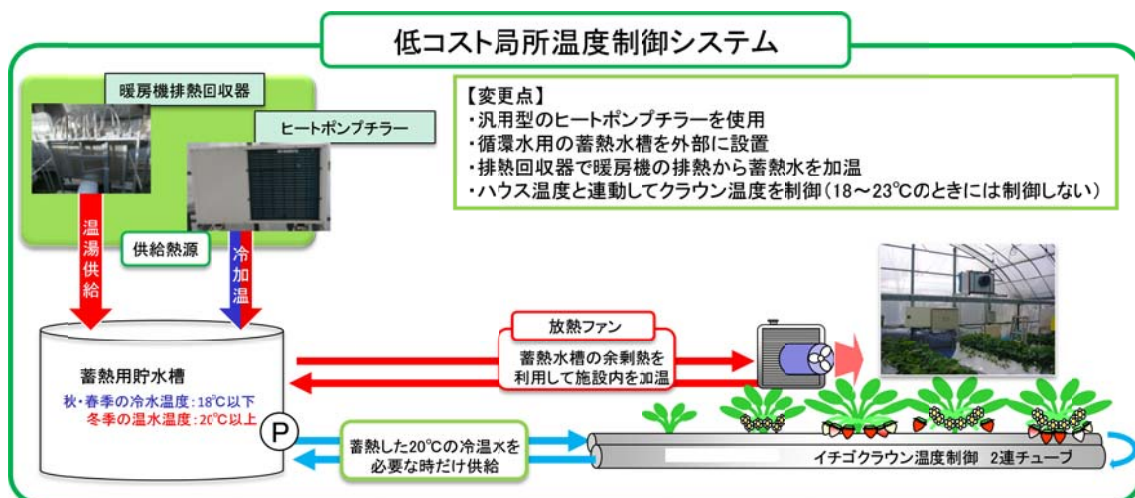
(1) 目的と効果

九州沖縄農業研究センターで開発された新技術であり、イチゴのクラウン部を局所的に温度管理し生育促進を図る技術です。定植直後から局所温度制御をすることで、各果房の花芽分化や出葉が促進され、草勢強化につながるとともに糖度等の品質向上や増収効果も認められます（農業新技術 2009）。

標準タイプ（フルスペック）の局所温度制御システムをベースに低コストシステムに取り組んだ成果を元に、井水や排熱回収器等を組み合わせた低コストシステムについて、その機器の構成や設置上の留意点等について紹介します。



第1図 標準的な局所温度制御システム



第2図 低コスト局所温度制御システム

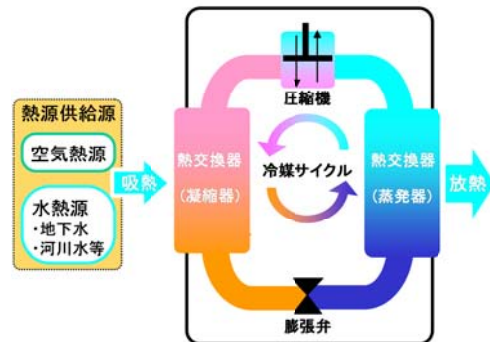
2. 低コスト局所温度制御システムの概要

(1) チラーとヒートポンプ式チラーの違い

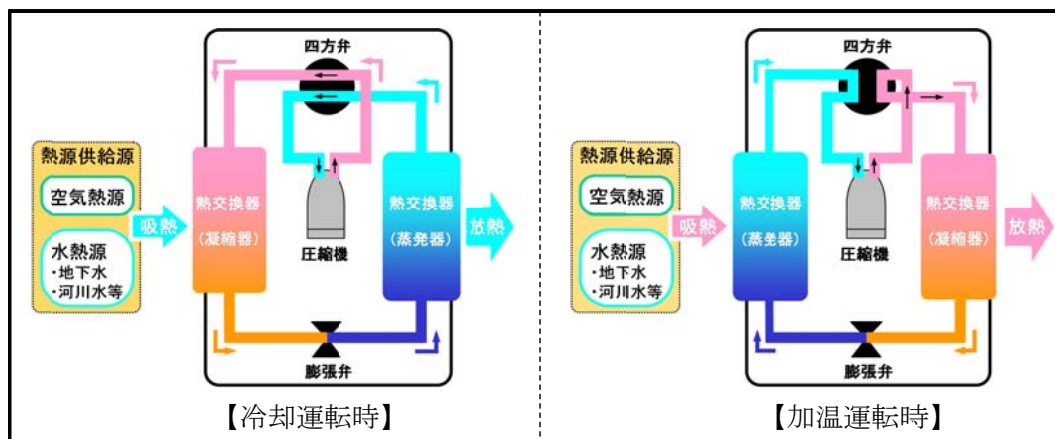
一般的（施設園芸用）に、チラーとは冷水を作る機械で、ヒートポンプ式チラー（以下、「HPチラー」と称す）は冷水と温水の両方を作ることのできる機械のことを言います。どちらも圧縮機（コンプレッサー）と蒸発器、凝縮器、膨張弁から構成され、冷媒ガスを蒸発・凝縮させることで熱を取り出す仕組みとなっていますが、チラーでは冷媒の流れが一方方向のみの仕様となっており冷水の製造に特化した機械です。一方、HPチラーは四方弁により冷媒の流れを逆に切り替えることで冷水と温水の両方を作ることができる機械です。

なお、双方とも用いる熱源に応じて空気熱源式と水熱源式に大別されます。

標準タイプ（フルスペック）の局所温度制御システムでは冷水を作るのにチラー、温水は電気ヒーターを使用しています。これに対し低コスト局所温度制御システムではHPチラーを利用することにより 1 台で冷温水の両方を作ることができ、また、加温時のランニングコストの低減が期待できます。



第3図 チラーのシステム構成



第4図 ヒートポンプ式チラーのシステム構成

(2) 熱源タイプ別システムの特長および利用上の留意点

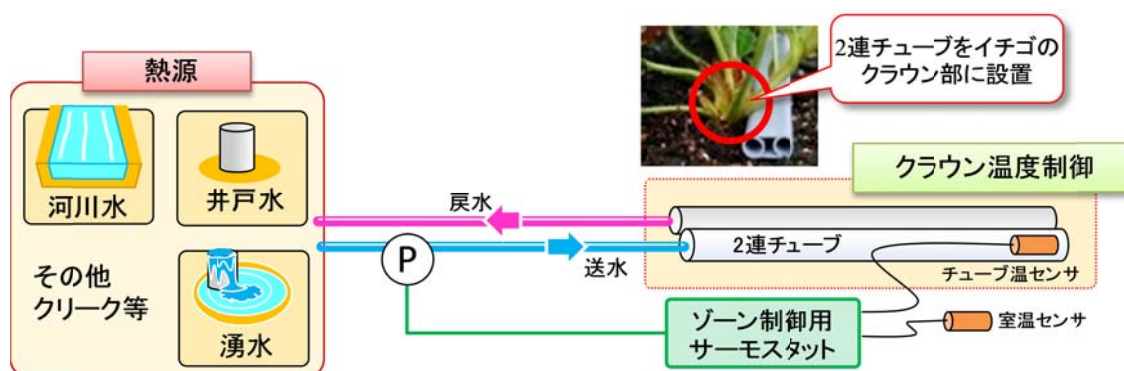
1) 自然エネルギー利用タイプ

ク라운温度制御用の熱源として井水や河川水等の自然エネルギーを活用するタイプのシステムでは、主な機器として水を供給するポンプと温度制御用の循環チューブ（2連チューブ）、ポンプ制御用のサーモスタッドで構成されます。

設備費は10a当たり70～80万円程度（施工費は含まず）で、運転費はポンプ等の電気料金のみであるため比較的安価です。

局所温度制御に周年利用（冷却・加温）できる最適水温は18℃から20℃ですが、18℃以下の条件でも秋季・春季のクラウン冷却の利用は可能です。しかし、冬季の加温を十分行うためには、HPチラーや排熱回収装置などの熱源機器を組み合わせたシステムアップが必要です。

井水の利用では、汲み上げて熱交換後に河川等へ排水すると地下水枯渇の原因となることや、汲み上げた井水を地下に戻す場合には地下水が濁る可能性があります。井戸の掘削や井水を戻すためには、自治体の許可が必要となる場合もあるため、利用に当たっては予め井戸の水量・温度や立地条件（条例指定地域）等を検討する必要があります。



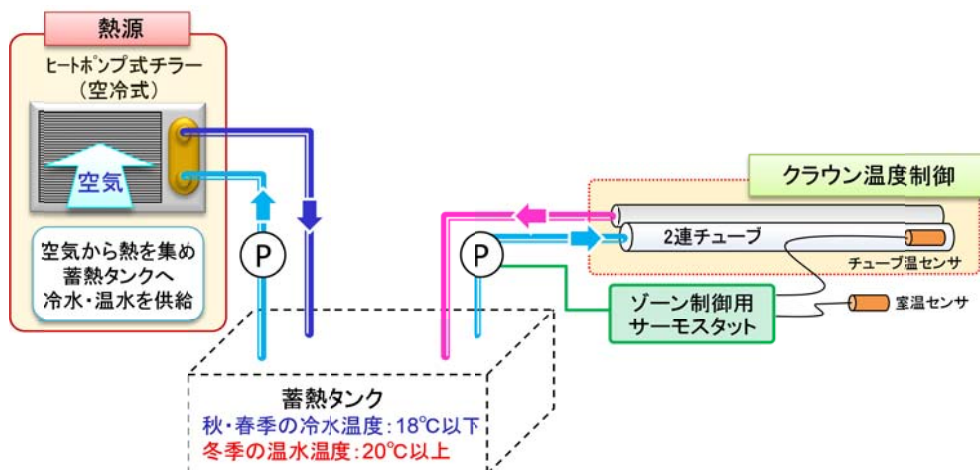
第5図 自然エネルギー利用タイプのシステム構成

2) HPチラー利用タイプ

クラウン温度制御用の熱源として、HPチラーを用いるタイプで、主な機器として、熱源（冷却・加温）を供給する空気熱源タイプのHPチラー（5馬力/10a）、冷温水を蓄える蓄熱タンク、冷温水を循環供給するポンプ、クラウン部の温度制御用の循環チューブ（2連チューブ）、ポンプ制御用のサーモスタッドで構成されます。

設備費は10a当たり180～190万円程度（施工費は含まず）で、冬季の加温における運転経費は電気ヒーター方式のフルスペック局所温度制御システム（従来品）と比較して半分に低減できます。

空気熱源タイプのHPチラーは配管設備がシンプルで設置が容易ですが冬季の外気温が5℃以下になるとデフロスト（霜取り運転）のため能力が低下するので、設置場所に工夫が必要です。

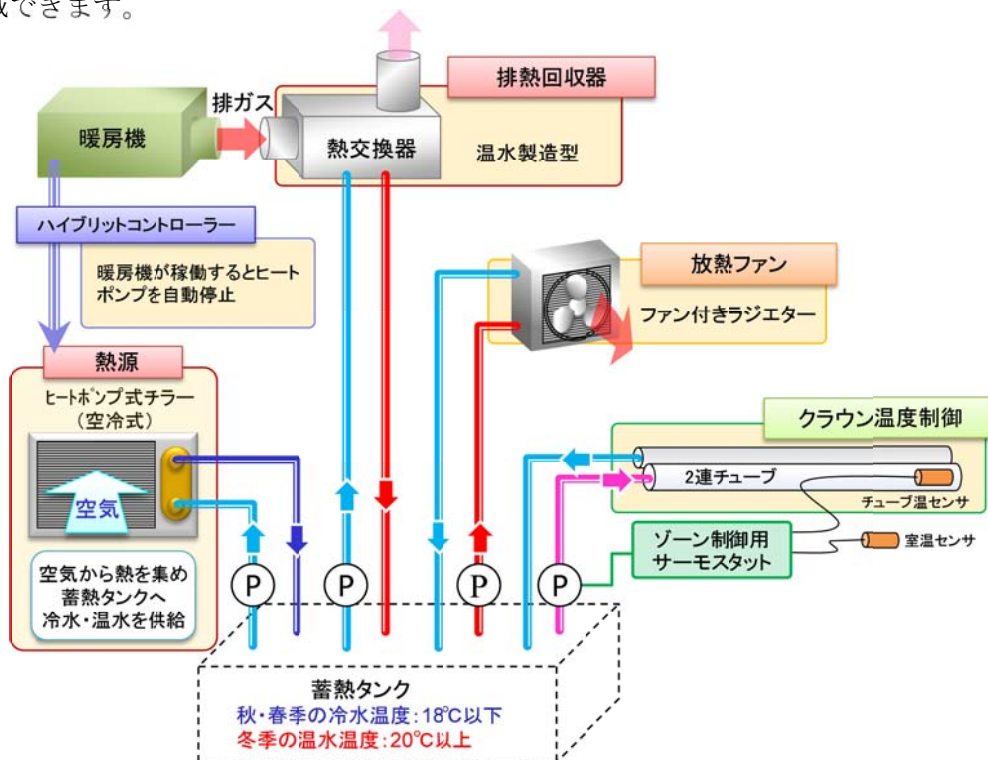


第 6 図 HP チラー利用タイプのシステム構成

3) 省エネタイプ (HP チラー+排熱回収器)

クラウン温度制御用の主熱源としてHPチラーを用い、冬季の加温運転において補助熱源として排熱回収器 (暖房機の排ガスから熱を取り出し温水を作る) を用いるタイプです。主な機器として、熱源を供給する空気熱源タイプのHPチラー (5 馬力/10a)、冷温水を蓄える蓄熱タンク、排熱回収器、蓄熱タンクの水温の上昇防止とハウス内の加温を兼ねた放熱ファン、排熱回収器運転時にHPチラーを強制的に停止させるハイブリットコントローラー、冷温水を循環供給するポンプ、クラウン部の温度制御用の循環チューブ (2 連チューブ)、ポンプ制御用のサーモスタッドで構成されます。

設備費は 10 a 当たり 210～220 万円程度 (施工費は含まず) で、冬季の加温における運転費は電気ヒーター方式のフルスペック局所温度制御システム (従来品) と比較して大幅に低減できます。

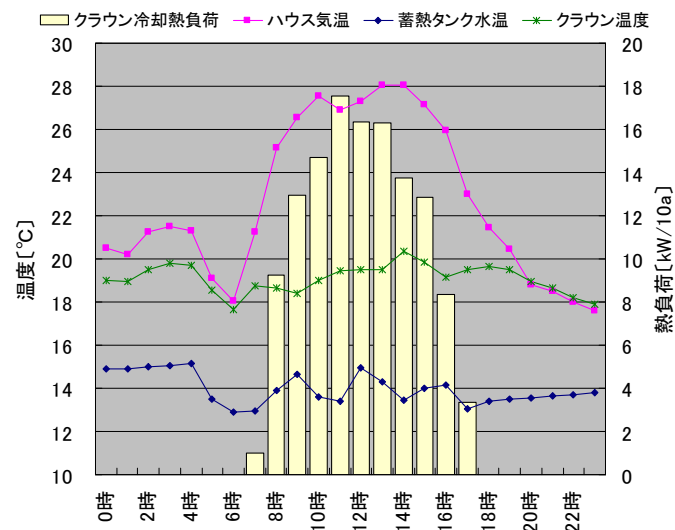


第 7 図 省エネタイプのシステム構成図

(3)機械の能力決定のための指標

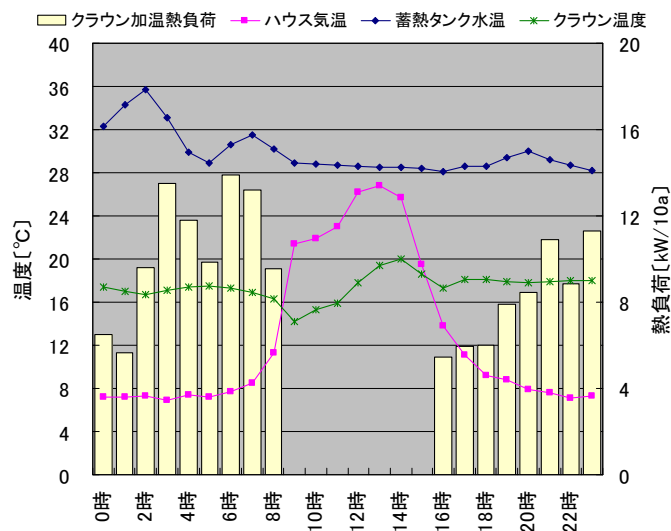
1) クラウン温度制御のための熱負荷（必要熱量）

省エネタイプの局所温度制御システムを用いた現地試験（9 月定植の促成栽培・白黒定植前マルチ高設栽培）において、クラウン温度制御に要する熱負荷特性について検討した結果、クラウン温度制御のための最大熱負荷は冷却時が 17kW/10a、加温時が 14kW/10a 程度でした(第 8 図、第 9 図)。このことから、熱源（冷却・加温）としてHPチラーを用いる場合は、10a 当たり 5 馬力程度（1 馬力当たり 2.8kW 相当）の能力が必要であると考えられました。



第8図 クラウン冷却時の温度及び熱負荷の推移 (H24.9.27)

クラウン温度：ハウス気温が23℃以上の時、18℃を目標に制御
蓄熱タンク水温：12～14℃を目標に制御



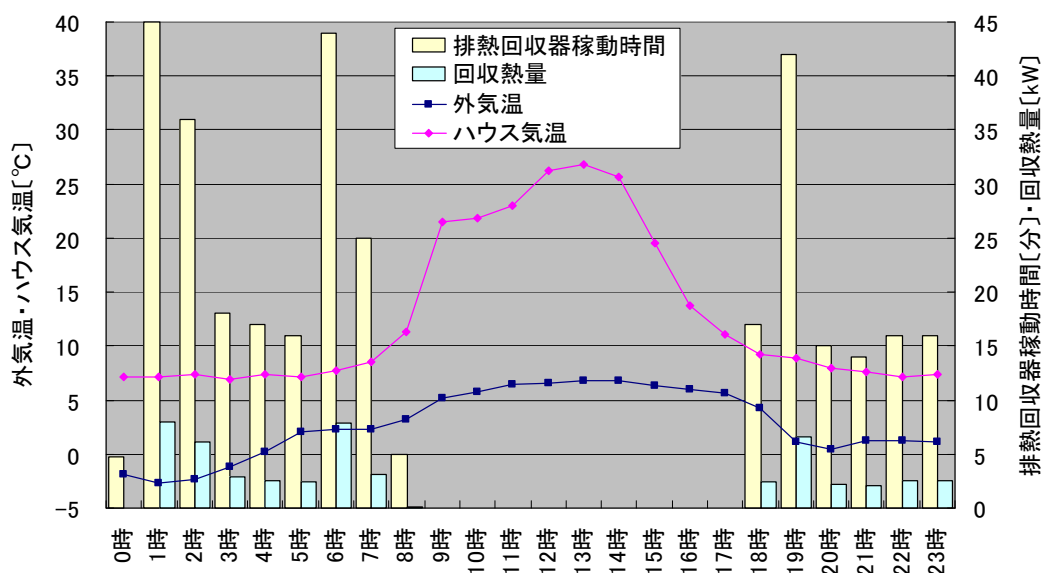
第9図 クラウン加温時の温度及び熱負荷の推移 (H25.1.6)

クラウン温度：ハウス気温が15℃以下の時、18℃を目標に制御
蓄熱タンク水温：28～30℃を目標に制御
(暖房機稼動時は排熱回収により35℃に制御)

2) 排熱回収器の能力

現地試験での排熱回収器（M 社製箱型フレキ 6 連式）の回収熱量（定格能力）は、暖房機が稼動後一定時間経過し安定した状態の時に 16kW 程度でした。

排熱回収器の運転制御は暖房機の送風ファンの出力を利用していますが、暖房機は送風ファンが稼動して一定時間経過後（現地試験の場合 5 分）にバーナーを点火、設定温度に達した時点でバーナーを停止、さらに一定時間経過後（現地試験の場合 5 分）に送風ファンを停止するといった制御を行っています。このため暖房機が連続稼動するほど排熱の回収効率は高まります。しかし、実際の圃場では、暖房機が通常 on/off を繰り返しながら稼動するため、回収できる熱量は限られます。実証試験における厳寒期の排熱回収器の稼動時間及び回収熱量は第 10 図のように 1 日当たり排熱回収器稼働時間は 331 分で 52kW でした。



第 10 図 排熱回収器の稼動時間及び回収熱量の推移（H25. 1. 6）

3) 蓄熱タンクの効果と容量

蓄熱タンクとは、熱源機器（HP チラー、排熱回収器等）で作った冷温水を蓄えておくためのタンクのことで、クラウン温度制御に必要な一日の熱負荷を平準化できるメリットと、熱負荷が小さい時間帯に連続運転を行い、ピーク負荷時間帯の必要熱量を貯めておくことで熱源機器の小型化に有効な設備です。

特に夏季のクラウン冷却期における昼間のピーク負荷は日射の影響を受けて著しく大きくなるため、蓄熱タンクの設置が非常に効果的です。なお、設置スペースの問題や設置コストが増える等の課題はありますが、タンク容量を大きくすることで、その効果は高まり、さらに水温の安定化、クラウン温度制御の精度向上にも寄与します。

現地試験データを基に、秋季におけるクラウン冷却時の蓄熱タンク容量と水温変化を試算した結果（第 1 表）、クラウン温度をタンク水温+6℃と仮定した場合（現地試験結果から）、ゾーン制御温度の 23℃以下に保つためには蓄熱タンクの容量が 2t/10a 以上、20℃以下では 3t/10a 以上必要であると考えられました。

第 1 表 クラウン冷却時の蓄熱タンク容量と水温変化の試算結果

時間帯	10a換算クラウン 冷却熱負荷 [kW]	10a換算 チラー不足熱量 [kW]	蓄熱タンクの水溫予測[℃]					
			1t	2t	3t	4t	5t	6t
6時	0.00	12.50	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00
7時	1.00	12.50	↓	↓	↓	↓	↓	↓
8時	9.25	3.25	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00
9時	12.95	-0.45	9.39	9.19	9.13	9.10	9.08	9.04
10時	14.70	-2.20	11.28	10.14	9.76	9.57	9.46	9.23
11時	17.55	-5.05	15.64	12.32	11.21	10.66	10.33	9.66
12時	16.35	-3.85	18.96	13.98	12.32	11.49	10.99	10.00
13時	16.30	-3.80	22.23	15.62	13.41	12.31	11.65	10.32
14時	13.75	-1.25	23.31	16.16	13.77	12.58	11.86	10.43
15時	12.85	-0.35	23.61	16.31	13.87	12.65	11.92	10.46
16時	8.35	4.15	20.03	14.52	12.68	11.76	11.21	10.10
17時	3.35	9.15	12.15	10.57	10.05	9.79	9.63	9.31
18時	0.00	12.50	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00	9.00
19時	0.00	12.50	↓	↓	↓	↓	↓	↓
注1) クラウン冷却熱負荷は実証試験のデータ(H24.9.27)を適用			クラウン温度 20℃未満					
注2) チラーの定格能力は12.5kW(5馬力)、蓄熱タンクの放熱ロスとは考慮せずに試算			" 20℃以上 21℃未満					
注3) 蓄熱タンクの設定水温は9℃(蓄熱と制御性を考慮)とし、制御幅は考慮せずに試算			" 21℃以上 22℃未満					
注4) クラウン温度は蓄熱タンク水温+6℃とした(実証試験データより適用)			" 22℃以上 23℃未満					
			" 23℃以上					

3. 低コスト局所温度制御システムの施工上の留意点

局所温度制御システムでは、熱媒体として水を循環させるために、漏水や器機の不具合が生じるとシステム全体に影響することから、自家施工を行う場合は、専門的な知識をもった業者に相談して作業を行うようにしましょう。

- ・局所温度制御を循環水で行うために送水用ポンプを数ヶ所使用します。その場合、陸上用ポンプを選定した場合は吸い込み管口に落水防止用のフート弁（ゴミの流入も防止できる。2,000 円程度 第 11 図）と微細なゴミ取りのフィルタ（第 12 図）を設置し、チラーと循環ポンプの水配管系路には断水した場合にチラーが自動停止できる液体流量センサのフロースイッチ（7,000 円程度 第 13 図）を設置します。これらの機器部材はチラーを保護するために必要ですので必ず設置しましょう。



第 11 図 フート弁



第 12 図 ゴミ取りフィルタ

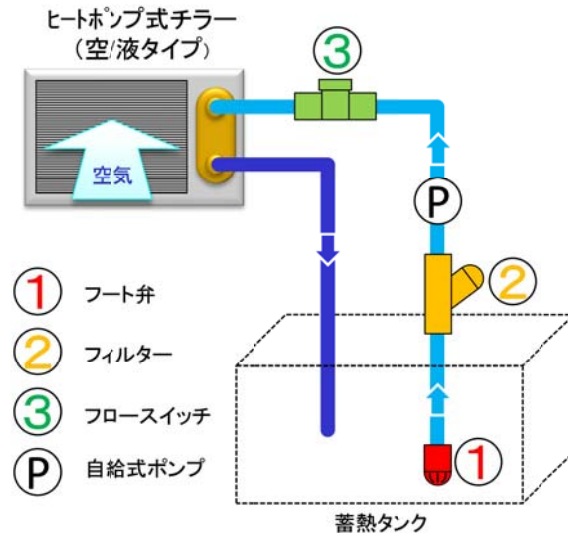


第 13 図 フロースイッチ

(1)チラー本体（ハイブリットヒートポンプも含む、以下チラーとする）施工の留意点

・ヒートポンプチラー（空液タイプ）

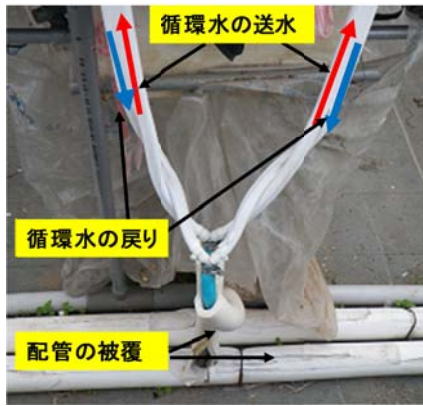
は、冬季加温時にデフロスト（熱交換するフィンに結霜しそれを溶かすために運転が停止する状態）が生じ加温が一時的に停止する場合があるので、設置をハウス内に行い冷風をハウス外へ出すようにするほうがよいでしょう。



第 14 図 チラーの配置概念図

(2)チューブ設置上の留意点

- ・蓄熱水槽から送水ポンプを介して塩ビ管（Φ40mm）で高設ベットまで配管し、異型チーズでΦ19mm に落としてポリ塩化ビニル等のホース（水道ホース）に接続しY管で分けて2本の循環用チューブでひとつの高設ベットの2条分のイチゴの株元を通るように設置します（第 15 図）。
- ・2連チューブは送水側がイチゴのクラウンに接するように配置し、ベット端でU管を接続し戻りはクロスして戻るようにします（第 16 図）。
- ・イチゴ定植後は、循環用チューブとクラウンが接するように竹串などでチューブを固定します。
- ・水配管路の主配管は塩ビ管を利用して水漏れが無いよう丁寧に施工を行います。
- ・2連チューブは軟質塩ビ製であるが、使用年数や気温により堅くなる場合があるのでヘアードライヤーで 10 秒程度加熱し柔らかくしてからシールドテープを巻いた継ぎ手に接続し、ホースバンドか針金等でしっかり固定します。
- ・場合によってはチューブに空気が入り通水しない場合があるので、適宜チューブ毎に通水を確認します。通水していない場合は、チューブの接続部を緩め空気を抜く（冷却している場合は、チューブ表面が結露するので容易に判断できます）。
- ・チラーからチューブへ配管する塩ビパイプの露出部分はすべて保温カバーで被覆します。



第15図 循環水チューブと配管の接続



第16図 ベット反対側のU字管の接続状況

(3) 蓄熱タンク設置上の留意点

- ・ 冷温水のタンクをチラーの外付けで設置することで蓄熱を可能にします。タンクの断熱を十分行わないと放熱により効率が低下するので、設置場所や断熱を工夫します（第2表）。

1) ポリタンクを利用した蓄熱タンク

- ・ ポリタンク（薬剤散布用等）を蓄熱タンクに利用する場合、本体の形状が丸いものが多いので断熱材は繊維系（グラスウールなど）を利用します。繊維系断熱材は吸湿すると断熱効果が低下するので断熱材の上から農業用の被服資材等を利用して防水と断熱効果を高めましょう（第17図）。
- ・ これらの資材はホームセンター等で安価に調達が可能です。ポリタンクは2,000L以上になると高額です。



第17図 ポリタンク利用の蓄熱タンク

2) リフトパレットを利用した蓄熱タンクの事例

- ・ タンク骨格はリフト用プラスチックパレット（重さ13kg程度）を利用し、強度を高めるため周囲にパイプ（工事の足場用Φ47mm）で囲い補強を行います。
- ・ タンク内部（上部も）には発泡系断熱材（厚み25mm以上の発泡スチロール等）で断熱性を高めてから水槽用ビニール（ハウス用の被覆用ビニール（ポリ系厚み0.1mm以上）やブルーシート）を敷設します。

第 2 表 断熱材の種類・厚さと効果

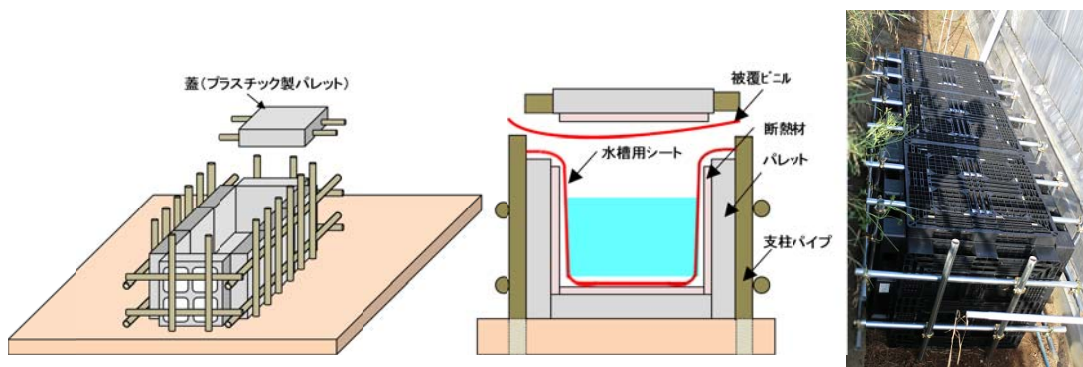
種 類	熱伝導率 (W/m・k)	厚さ (mm)	熱通過率 (W/m ² ・k)
スタイロフォーム (押出法ポリスチレンフォーム保温板・3 種)	0.028	25	1.12
		50	0.56
		100	0.28
発泡スチロール (ビーズ法ポリスチレンフォーム保温板・3 号)	0.040	25	1.6
		50	0.8
		100	0.4
グラスウール (住宅用グラスウール断熱材・16K)	0.045	25	1.8
		50	0.9
		100	0.45

※ 熱伝導率は JIS A 9511、JIS A 9521 より引用

第 3 表 熱損失（放熱量）の試算方法

$Q = U \times A \times (T_1 - T_2)$ Q: 熱損失 [W] U: 熱通過率 [W/m ² ・K] $U = \lambda / d$ 【 λ : 熱伝導率 [W/m・K]、 d : 断熱材の厚さ [m]】 A: 表面の面積 [m ²] T1: 高温側温度 [°C] T2: 低温側温度 [°C] 【発泡スチロールの場合】 熱伝導率が 0.04W/m・K で、A(面積)を 10 m ² (体積は 2 m ³)、温度差(T1-T2)を 30°C とすると ●厚さ 50mm(0.05m)の場合: $(0.04/0.05) \times 10 \times 30 = 240W$ (1 時間に 0.10°C 低下) ●厚さ 100mm(0.1m)の場合: $(0.04/0.1) \times 10 \times 30 = 120W$ (" 0.05°C ")

- ・タンクの設置場所は床が水平で作業スペースはタンク外部周辺から 2m 程度確保する。
タンク周辺のパレットを支えるパイプは 30cm 以上（土壌条件により考慮する）埋設して強度を高める。パイプの結合はクランプ等の結合部材を利用して強度を高める。
- ・タンク使用前に水を溜めてパイプなどの変形がないか確認し適宜補強する。
- ・蓄熱タンクの水量を 2t 以上溜め水深が深くなるとタンク側面にかかる水圧が強くなりパイプが湾曲するのでなるべく広く設置します。
- ・現地試験で自家施工した蓄熱タンク（容積約 3 t（2t 入れて使用））の資材費は 12 万円程度で市販品のポリタンク価格と比べ半額程度で製作ができます。設置場所にあわせて水槽の形を設計でき、また、解体も容易であることが利点です（第 18 図）。



第 18 図 現地試験で設置した蓄熱タンクの模式図と設置状況

3) ブロックを利用したタンク

- ・タンクの深さは半地下タイプにすることで外部から水の流入を防ぐことができます。タンク内部には発泡系資材で断熱性を高めてから水槽用のシートを設置します。
- ・蓄熱水の蒸発を防ぐためにビニルで被覆し、発泡系資材で断熱します。
- ・7 t クラスのタンクを自家施工した場合の材料費は 7 万円程度で製作が可能であり、業者に施工の場合は 20 t クラスで 40 万円程度です。



第 19 図 自家施工 7t 級のブロックタンク



第 20 図 業者施工 20 t 級のタンク

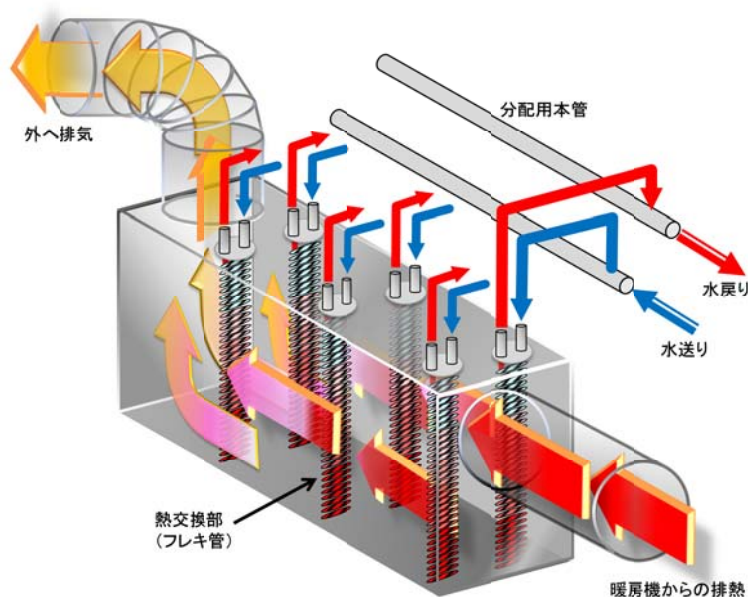
(4) 排熱回収、放熱ファン設置上の留意点

暖房機の排熱を再利用して水槽に蓄熱するために、排熱回収器を利用します。また、水槽の温度が必要以上に上昇することを防ぐために、一定の温度になったときに放熱ファンにより水槽の熱をハウス内へ放熱します（現地実証試験では水温 30℃まで蓄熱し、35℃で放熱ファンによりハウス内へ放熱し水温を 32℃まで下げました）。蓄熱水の温度をさらに上げるためには、耐熱性の高い塩ビパイプ等を使用する必要があります。

1) 排熱回収器

- ・排熱回収器本体からも放熱があるので、ハウス内に設置するほうが効率はよくなります。
- ・排熱回収器は暖房機の煙突と接続し、暖房機の排気ガスが排熱回収器を通過して野外へ放出されるように設置します。また、蓄熱タンクの水をポンプで汲み上げ排熱回収器を通して蓄熱タンクに戻すように配管します。

- ・蓄熱タンクの水は、排熱回収器内のフレキ管を通るときに排ガスの熱により加温されてタンク内へ戻り蓄熱されます。
- ・現地試験では、蓄熱水の温度が排熱回収器を通ることで約 10℃加温されました。また、暖房機の排ガスの温度は約 286℃で、排熱回収器を通過した後は約 123℃に低下しました。
- ・排熱回収器は暖房機と連動させるために、暖房機の送風ファンの出力より循環ポンプの運転 ON/OFF 制御を行います。
- ・排熱回収器（温湯タイプ）の価格は 30 万円程度で市販されています。
- ・排熱回収器から強酸性（pH4 程度）の結露水が発生するので、潰したカキ殻を入れたポリタンクで受け pH を中和してから処理します。



第 21 図 排熱回収器の内部（模式図）



第 22 図 現地試験で設置した排熱回収器（右がフレキ管を耐熱シートで被覆し運転中）
 注）M社箱型の排熱回収器は、コイル状のフレキ管が 6 セット入っています。

2)放熱ファン

- ・蓄熱水温の温度上昇を軽減するために設置する放熱ファンは、循環ポンプと放熱ファンで構成されます。
- ・放熱ファンと循環ポンプの電源にサーモスタット等を設置し、蓄熱水槽の水温に連動して運転（ON/OFF 制御）を行います（現地試験では 35℃で作動し 32℃で停止）。
- ・放熱ファン【製品名：ファン付きラジエタ】は 4 万～5 万円程度で市販されています。
- ・現地試験に用いた自作放熱ファンの放熱能力は、ハウス最低温度が 6℃、循環水量が 11L/分の場合、4.2kW 程度でした。



第 23 図 現地試験に用いた放熱ファン



第 24 図 放熱ファンの循環ポンプを制御するサーモと ON/OFF 用リレー

(5)ハイブリットコントローラー

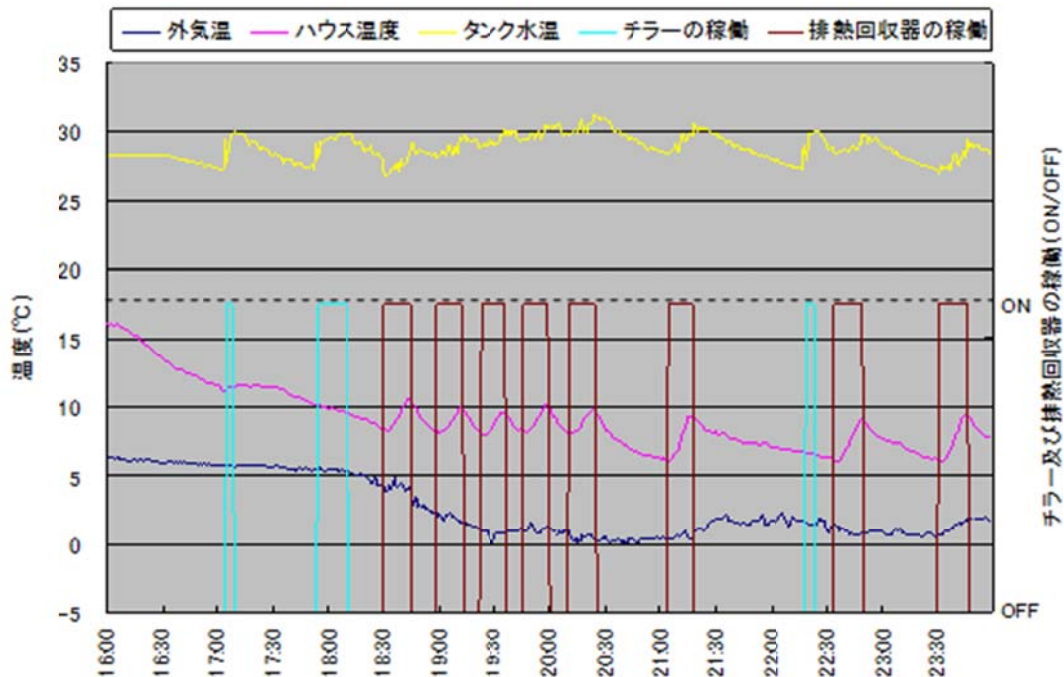
- ・局所温度制御における運転コストの低減を図るために導入した排熱回収器をフル活用することを目的として、暖房機に連動して稼働を開始する排熱回収器の運転に合わせて、HPチラーの稼働を強制的に停止させるための機器として開発しました。
- ・主な部材として、セレクトスイッチ、可変抵抗器、リレー、ボックス等で構成され、暖房機の送風ファンの出力を受けると、HPチラー本体のコントローラーに繋がるサーミスタを回路から切り離し、代わりに模擬抵抗を与えてHPチラーのコントローラーに設定温度以上と認識させることで運転を停止する仕組みとなっています（第 25 図、第 26 図）。



第 25 図 ハイブリットコントローラー
(前面)



第 26 図 ハイブリットコントローラー
(内部)



第 27 図 HP チラーと排熱回収器の稼働状況 (H25. 1. 6)

(6) 電源に関する留意点

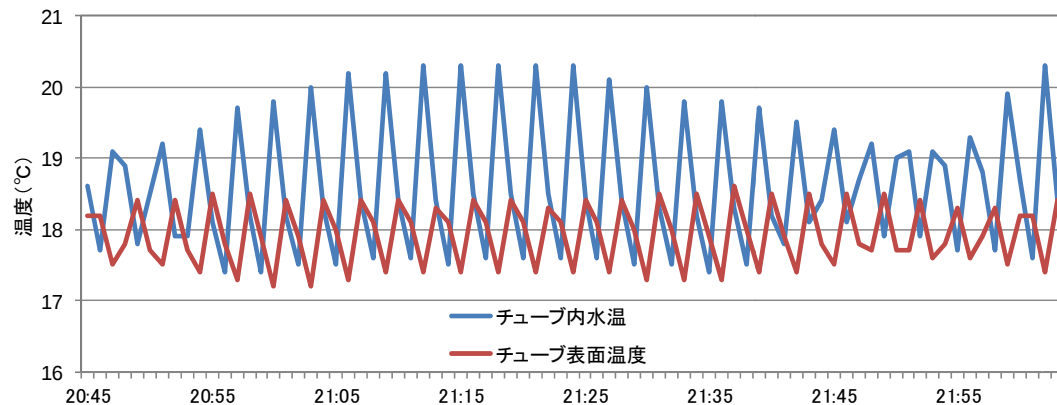
- ・各装置に使用する電源の種類や消費電力を把握して、これに見合う電源の種類や容量に電力会社との契約を事前に見直す必要があります。また、各装置には漏電や容量オーバー、機器異常に備えて、それぞれに適正な漏電ブレーカ等を設置し、安全性を確保する必要があります。

4. システム稼働上の留意点

(1) 局所温度の制御方法 (ゾーン制御)

- ・イチゴの生育適温は 18°C～23°C 程度であり局所温度制御も 20°C 前後に制御するために、秋春季はハウス温度が 23°C 以上の条件でクラウン部の冷却を開始し、冬季はハウス温度が 15～18°C 以下の条件で加温を開始します。
- ・さらに、ハウス温度条件とともに循環水の送水ポンプの制御は、循環用チューブ内部の水温またはチューブ表面の温度によって行います (チューブ内の水温と表面温度の差は約 1～2°C。第 28 図)。
- ・制御温度は 20°C 前後で行い、草勢等により調整します。特に、電照開始時期に急激に電照効果が現れる場合があるので十分観察して、電照時間や制御温度を調整します。

- ・ハウス温度とチューブ温度の制御により、従来の24時間制御する局所温度制御よりも大幅にランニングコストの低減を図ることができます。
- ・局所温度制御用の循環用ポンプは以下の順番で作動するように設定します。
【室温センサ】ON→【チューブ用温度センサ】ON→ポンプ稼働



第28図 局所温度制御用循環用チューブ内と表面温度の推移

注)2013年1月12日調査。チューブ内水温18℃と20℃でオンオフ制御

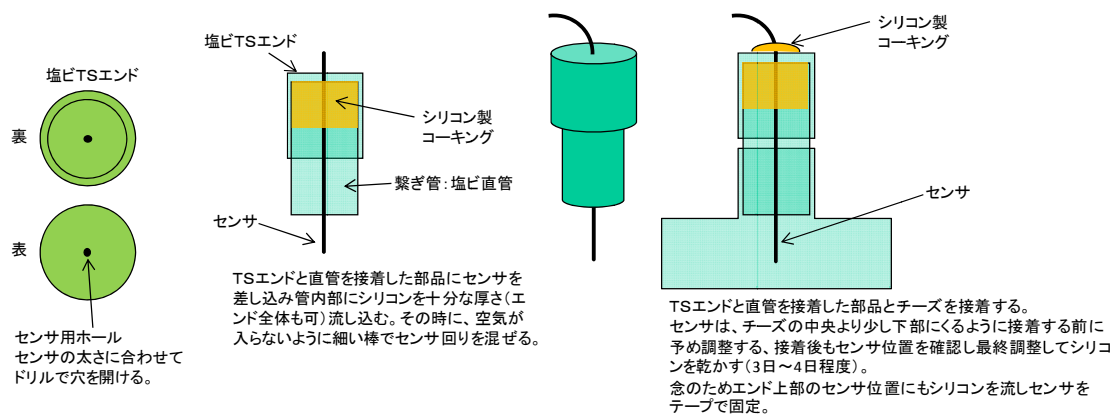


第29図 制御用のコントローラー(左:チューブ表面又は水温で循環用ポンプの入切制御S社 ULE-1、右:ハウス内の温度により循環用ポンプの入切制御T社 ND-810)

(2)機器の稼働状況の確認

1)稼働温度の確認（蓄熱タンクやヒートポンプの冷加温時の水温など）

- ・局所温度制御システムが適正に稼働しているかどうかを確認し機器類のトラブル防止のために、チューブ表面温度や循環水の温度および蓄熱水槽の温度を測定することが必要です。
- ・チューブ表面は、温度センサーをテープで付けるだけですが、チューブ内の循環水を測定するためには、温度センサーを塩ビエルボー等にシリコン（一般市販品）で埋め込みパイプやチューブに組み込みます。最近では、無線（数十m）で温度データを読み込めるデータロガー（T社 RTR502 17,640円/台）もあるので利用すれば便利です。
- ・センサはめ込み金属入りの給水栓チーズ(チーズとTSエンドの接続)にバルブソケットを使って接続すれば、配管に設置後も外せるのでセンサ回りの水漏れに対応できる。



第 30 図 塩ビ製チーズへ温度センサーを埋め込む方法



第 31 図 接続前の状況 (左) と完成したセンサー組み込んだチーズ (右)



第 32 図 センサをはめ込んだチーズ(左)とチューブに接続した状況(右)

2)通水の確認

- ・循環水、排熱回収器などの配管の塩ビパイプ内が通水しているかどうか確認するために、流量計の設置が有効です(第 33 図)。



第 33 図 流量計

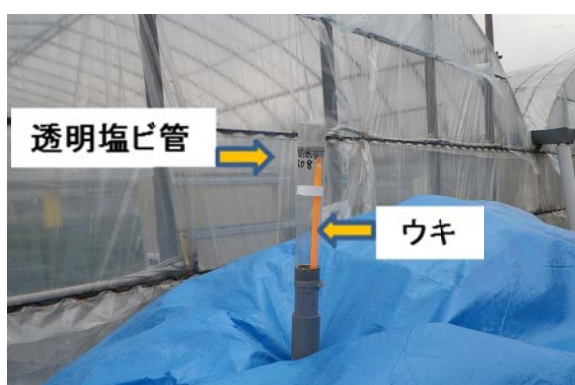
3)機器主電源の漏電ブレーカやスイッチ類の確認

- ・各装置が適正に稼働しているかどうかを確認するために、定期的に各装置の漏電ブレーカやスイッチ類の点検が必要です。もし、漏電ブレーカの漏電表示が出ていたり、手動でスイッチの ON・OFF を行って動作しない場合は故障の可能性がありますので、稼働を停止して速やかに点検・修理を行って下さい。

(3)機器のメンテナンス

1)蓄熱水タンクの水位

- ・タンクは断熱材で被覆するために、水位が外部からわかりにくいので、大型ウキなどを利用して加工し、外部から一見して観察できるようにしましょう（第 34 図）。



第 34 図 蓄熱タンクの水位確認用のウキ（筒状の透明容器と塩ビ管でカバーした約 1m の大型ウキ）

- ・蓄熱水を灌水に利用する場合は、フロート式の給水弁を取り付け自動化すれば便利です。
- 2)循環ポンプのフィルタ類に目詰まりがないか、1 ヶ月に一回の洗浄を行います。
- 3)配管経路の水漏れなどの点検
- 4)フロースイッチなどの安全装置の点検

5. 局所温度制御装置のシステム別経営試算

局所温度制御装置の熱源タイプ別に標準価格とランニングコストを第 4 表に示しました。さらに、この標準価格と作成した経営指標を基にシステム別に経営試算を行いました（第 5 表）。自然エネルギータイプは低コストで、所得率が最も高くなりますが、局所冷却のために地下水の利用が前提となります。省エネタイプは HP チラータイプに比べ導入価格が割高となりますが、ランニングコストが安く済むため、所得は多く、所得率もやや高くなります。

第 4 表 局所温度制御装置における熱源タイプ別システムの価格

	標準タイプ	自然エネルギータイプ	HP チラータイプ	省エネタイプ
価 格	2,500,000	743,160	1,863,160	2,163,160
耐用年数	7	7	7	7
減価償却費	153,571	45,651	114,451	132,880
ランニングコスト	312,131	36,126	231,387	150,143

注 1)減価償却費は価格に 43%補助があるものとして算出した。

注 2)ランニングコストは局所温度制御装置の稼働にかかる電気代を示す。

第5表 局所温度制御装置のシステム別の経営試算

	標準タイプ	自然エネルギータイプ	HP チラータイプ	省エネタイプ
労働時間(hr)	2,451	2,451	2,451	2,451
粗収益(円)	4,880,985	4,880,985	4,880,985	4,880,985
単収	4,633	4,633	4,633	4,633
単価	1,053	1,053	1,053	1,053
生産費(円)	5,588,489	5,204,564	5,468,625	5,405,809
変動費	4,737,733	4,461,728	4,656,989	4,575,745
流動財費	1,716,299	1,440,294	1,635,555	1,554,311
種苗費	11,800	11,800	11,800	11,800
肥料費	203,780	203,780	203,780	203,780
農薬衛生費	137,477	137,477	137,477	137,477
動力光熱費	769,774	493,768	689,029	607,785
諸材料費	473,130	473,130	473,130	473,130
地代・賃借料	106,143	106,143	106,143	106,143
作業用衣料費	14,197	14,197	14,197	14,197
荷造運賃手数料	1,040,824	1,040,824	1,040,824	1,040,824
雇用労働費	0	0	0	0
家族労働費	1,980,610	1,980,610	1,980,610	1,980,610
固定費	850,756	742,836	811,636	830,065
固定財費	510,301	402,381	471,181	489,610
農具費	48,096	48,096	48,096	48,096
修繕費	57,324	57,324	57,324	57,324
減価償却費	353,571	245,651	314,451	332,880
土地改良費	51,310	51,310	51,310	51,310
利子割引料	0	0	0	0
租税公課	97,047	97,047	97,047	97,047
一般管理費	30,037	30,037	30,037	30,037
自己資本利子	194,127	194,127	194,127	194,127
自作地地代	19,244	19,244	19,244	19,244
1 kg 当たり生産費	1,206	1,123	1,180	1,167
経営費(円)	3,394,509	3,010,584	3,274,645	3,211,829
農業所得(円)	1,486,476	1,870,402	1,606,341	1,669,156
所得率(%)	30%	38%	33%	34%

注1) 上場地域における経営指標を基に試算した。

注2) パッケージセンターの利用率は78%とし、収穫期間は11月～5月までとした。

注3) 家族労働費は808円/時間(「平成22年農業労賃等に関する調査結果」より)で試算した。

(参考資料) 第6表 蓄熱タンクの使用資材(現地試験の事例)

品名	規格	数量(個)	単価(円)	金額(円)
プラスチックバレット	LA-1111RR	14	3,900	54,600
HCクランプ	足場用パイプ用	52	228	11,856
単管パイプ	足場用パイプ	14	2,200	30,800
発泡スチロール板	5cm×90cm×180cm	11	1,650	18,150
フルシート	3.4m×5.3m	1	1,580	1,580
計				116,986

第7表 熱源タイプ別システムの主要器機の導入価格

品名	型式・能力等	標準タイプ	自然エネルギータイプ	HPチラータイプ	省エネタイプ
チラー	空冷式チラー3ps	1,350,000	-	-	-
HPチラー	空気熱源方式5ps	-	-	800,000	800,000
循環用チューブ	2連チューブ(標準品)	800,000	-	-	-
循環用チューブ	低コスト版※	-	400,000	400,000	400,000
循環ポンプ	100ℓ/分程度	-	150,000	150,000	150,000
蓄熱タンク	2m ³	-	-	120,000	120,000
排熱回収器	M社箱型6連式	-	-	-	300,000
放熱ファン	M社5kW	-	43,160	43,160	43,160
その他配管等		350,000	150,000	350,000	350,000
合計		2,500,000	743,160	1,863,160	2,163,160

※低コスト版はN社低コスト2連チューブおよびポリウレタンチューブ等を想定し、40～50万円/10a。

※ポリエチレンチューブを用い1方向配置(約2万円/10a)で試験中であるが、37mの高設ベット両端で

現在時点(2013.4)のイチゴ生育差はほとんどない。

第2章 イチゴ生産大規模化の経営指針

佐賀県上場地区での調査結果と各研究機関（イチゴ大規模経営モデル構築コンソーシアム）で開発された新技術を基に、1ha規模の大規模高収益イチゴ経営モデルについて検討しました。モデルについてはパッケージセンターの活用を前提とし、上場地区の標準規模30aから規模拡大を図ることを想定して作成しています。

作成に当たっては、上場地区の10a当たりの経営指標を作成後、その指標を基に各研究機関で開発された技術の経営指標を作成し、モデル作成の基礎としました。本章では、本課題で作成した経営指標や各技術の指標、作成した大規模高収益イチゴ経営モデルをまとめて記載しています。

1. 上場地区における経営指標と標準モデル

(1) 経営指標

上場地域のイチゴ経営のアンケート結果や標準的な経営規模3戸の調査結果を踏まえ、上場地区におけるパッケージセンターを利用しない場合と使用した場合の経営指標を作成しました（第1表）。

経営形態はイチゴ専作とし、栽培様式は施設ハウスによる土耕栽培で、自動換気装置を装備していることを前提としました。パッケージセンターを利用しない場合の10a当たりイチゴの収量は地域平均の4,000kg、単価は上場地域の平成20～22年の平均を用い、1,000円/kgとしました。イチゴの10a当たり労働時間は、記帳結果を地域平均の収量水準に補正するなどして算出し、家族労働時間が2,556時間としました。賃金水準は平成22年農業労賃に関する調査結果に基づき、808円/時間として家族労働費を算出しました。

また、パッケージセンターを利用する場合は、パッケージセンターの利用率を78%（上場地区の平均利用率）とし、10a当たりイチゴの収量と単価はパッケージセンター利用後の平成22年～23年度の結果を基に、単収4,125kg/10a（収穫期間は11月～5月まで）、単価は1,043円/kgとしました。労働時間についてはパッケージセンター利用後のアンケート調査及び聞き取り調査の結果を基に、パッケージセンター利用前の労働時間を補正して算出し、2,182時間としました（第2表）。

第1表 上場地区におけるイチゴ経営指標（10 a 当たり）

	P C未利用	P C利用	参考 P C利用収量増無 (4, 000kg/10a)
労働時間(hr)	2,556	2,182	2,036
家族労働時間	2,556	2,182	2,036
雇用労働時間	0	0	0
粗収益(円)	4,000,000	4,302,444	4,000,000
単収	4,000	4,125	4,000
単価	1,000	1,043	1,000
生産費(円)	4,807,529	4,840,052	4,685,125
変動費	4,124,174	4,155,964	4,001,770
流動財費	1,458,025	1,466,026	1,458,025
種苗費	11,800	11,800	11,800
肥料費	175,921	181,422	175,921
農薬衛生費	137,477	137,477	137,477
動力光熱費	552,025	552,025	552,025
諸材料費	473,130	473,130	473,130
地代・賃借料	93,474	95,975	93,474
作業用衣料費	14,197	14,197	14,197
荷造運賃手数料	601,200	926,630	898,536
雇用労働費	0	0	0
家族労働費	2,064,949	1,763,307	1,645,209
固定費	683,356	684,089	683,356
固定財費	356,730	356,730	356,730
農具費	48,096	48,096	48,096
修繕費	57,324	57,324	57,324
減価償却費	200,000	200,000	200,000
土地改良費	51,310	51,310	51,310
利子割引料	0	0	0
租税公課	94,957	95,370	94,957
一般管理費	30,037	30,037	30,037
自己資本利子	182,388	182,708	182,388
自作地地代	19,244	19,244	19,244
1 kg 当たり生産費	1,202	1,173	1,171
経営費(円)	2,540,949	2,874,793	2,838,285
農業所得(円)	1,459,051	1,427,651	1,161,715
所得率(%)	36%	33%	29%

注1) この指標はH22～23年度に調査した上場地区の標準規模経営（土耕不耕起栽培）3戸の記帳データを基に作成した。

注2) パッケージセンター（P C）の利用率は78%とし、収穫期間は11月～5月までとした。

注3) 家族労働費は808円/時間（「平成22年農業労賃等に関する調査結果」より）で試算した。

注4) 参考として、P C利用後も収量・単価の変化がない場合を記載した。

第2表 10 a 当たりの作業別労働時間

	P C未利用	P C利用	参考 P C利用収量増無 (4, 000kg/10a)
育苗	251	251	251
耕起・元肥	29	29	29
定植	73	73	73
追肥	43	43	43
除草・防除	65	65	65
灌水・保温換気	74	74	74
管理（摘葉等）	439	566	439
収穫	356	404	392
調整	771	223	216
出荷	83	83	83
その他	371	371	371
計	2,556	2,182	2,036

注1) H22～23年度に調査した上場地区の標準規模経営（土耕不耕起栽培）3戸の記帳データを基に作成した。

(2) 標準モデル

作成した経営指標を基に、上場地区における標準モデルを作成しました。

モデルは栽培面積を上場地区における経営の平均規模である 30 a とし、パッケージセンターを 78%活用して、家族労働力で経営するものとして作成しました（第 3 表、第 4 表）。

経営全体（30 a）の生産量は 12,375kg、労働時間は 6,548 時間、生産費は 14,520 千円で、1 kg 当たり生産費は 1,173 円/kg なり、販売単価 1,000 円/kg を上回っています。このため、賃金評価 808 円/時で見積もった家族労働費や自己資本利子、自作地地代などを十分に回収できない状況であります。

また、粗収益 12,907 千円から経営費 8,624 千円を差し引いた農業所得は 4,283 千円と見積もられ、現状では規模拡大を可能とする経済的余裕がないのが実態と考えられました。

第3表 標準モデル作成の前提条件

経営形態	イチゴ専作
栽培面積	30a
労働力	家族労働力のみ ※家族労働費は 808 円/時間で試算
技術体系	土耕(不耕起)栽培
販売単価	1,043 円/kg(上場地区における PC 利用後の平均単価)
単収	4,125kg/10a(上場地区における PC 利用後の平均単収)
パッケージセンター活用	利用率 78%

第4表 上場地区におけるイチゴ経営標準モデル

経営規模(a)	30
労働時間(hr)	6,547
家族労働時間	6,547
雇用労働時間	0
収量	12,375
粗収益(円)	12,907,333
単収	4,125
単価	1,043
生産費(円)	14,520,156
変動費	12,467,891
流動財費	4,398,078
種苗費	35,400
肥料費	544,266
農薬衛生費	412,430
動力光熱費	1,656,076
諸材料費	1,419,391
地代・賃借料	287,926
作業用衣料費	42,590
荷造運賃手数料	2,779,891
雇人費	0
家族労働費	5,289,922
固定費	2,052,266
固定財費	1,070,190
農具費	144,289
修繕費	171,972
減価償却費	600,000
土地改良費	153,929
利子割引料	0
租税公課	286,109
一般管理費	90,112
自己資本利子	548,123
自作地地代	57,732
1kg 当たり生産費	1,173
経営費(円)	8,624,380
農業所得(円)	4,282,953
所得率(%)	33%

注 1) H22～23 の農家調査および第 3 表の前提条件を元に作成した。

第5表 標準モデルにおける作業別労働時間（h r /30a）

育苗	754
耕起・元肥	88
定植	218
追肥	129
除草・防除	196
灌水・保温換気	221
管理（摘葉等）	1,699
収穫	1,213
調整	668
出荷	249
その他	1,114
計	6,548

(3)イチゴ経営の発展過程

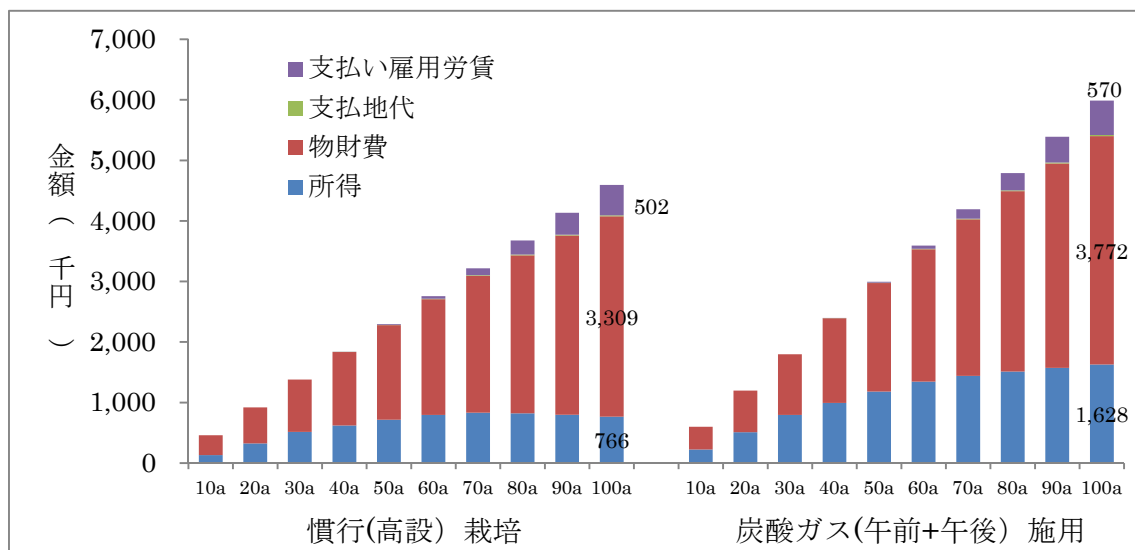
家族労働力4人の農家が高設栽培を導入して慣行栽培を行う場合と、これに炭酸ガス（午前＋午後）施用技術を導入して栽培を行う場合について、第6表の前提条件の下、規模拡大に伴う経営の変化を試算しました。

現状の慣行栽培では70aまでは規模拡大に伴い徐々に所得が向上しますが、70aを超えると物財費や雇用労働費が増大するため、農業所得は減少に転じます。80aを超える規模でも所得を向上させるためには、前述したように単収を向上させる必要があります。

一方、炭酸ガス施用技術を導入し単収が向上した場合について試算した結果、単収と品質（糖度）向上の効果が高く、炭酸ガス施用に伴う施設設備を導入しても十分に所得の向上を図ることができ、所得は16,000千円を超えると試算されます（第1図）。ただし、この場合は、高糖度の果実を区分して高単価で販売することを想定しており、品質による単価差がない場合は、所得は12,300千円程度になると試算されます。

第6表 規模拡大の前提条件

労働力	家族労働力4人
規模拡大時の導入施設	鉄骨ハウス＋高設栽培（上場方式）＋育苗ハウス（新規） ※導入経費は43%補助有りとして試算
家族労働時間	月22日、12時間/日/人以内
雇用労働力	臨時雇用：家族＋常時雇用労働力の不足分。8時間/人 臨時雇用：700円/時間（上場地区の平均）
販売単価	1,114円/kg（上場地区におけるPC利用後の平均共撰単価）
単収	慣行栽培：4,125kg/10a（上場地区におけるPC利用後の平均単収） 炭酸ガス施用栽培：
規模拡大に必要な用地	すべて借地、借地料25千円/10a



第1図 規模拡大に伴う経営費と所得の試算

2. 新技術を駆使した大規模高収益経営モデル

(1) 開発された新技術の内容

1) (新技術名) 炭酸ガス施用 (午前+午後施用)

(内容) 炭酸ガス施用装置を用いて、早朝および夕方の時間帯 (7時～9時、15時～17時) に濃度制御 (1,500ppm) する方法、ただし、換気扇の稼働中は施用しない。

2) (新技術名) 未分化苗利用栽培

(内容) 1ヶ月程度育苗した子苗を7月上旬に高設ベットへ定植し、循環用チューブをイチゴの株元に配置して7月下旬から10℃程度の冷水を流してクラウン部を冷却することで8月下旬に頂果房の花芽分化をさせて、収穫の前進化を可能にする方法。

3) (新技術名) 局所温度制御

(内容) 循環用チューブをイチゴの株元に配置し、20℃程度の冷温水を通水することでクラウン部を20℃程度に冷却または加温して花芽分化促進や生育促進を図る方法。

4) (新技術名) 局所温度制御+収穫延長

(内容) 促成栽培の生育期間中にクラウン部の局所温度制御を行い、さらに、春季局所冷却することで収穫延長を図る方法。

5) (新技術名) 据置 2 年株利用栽培

(内容) 促成栽培終了時の 5 月又は 6 月に果房の摘除や摘葉および芽かぎにより株を 2 芽に整理し、局所温度制御をしながら継続して栽培し、夏季から連続して収穫を行いそのまま促成栽培を行う方法。

6) (新技術名) 2 芽苗利用

(内容) 鉢受け採苗中のポットに次のランナーも鉢受けし、2 芽の苗を育苗して利用する方法。

(2) 新技術の経営評価

各研究機関で開発された新技術について経営評価を行いました。経営試算に当たっては本課題で作成した上場地区の標準経営モデルを基に、既存の施設に新しく必要な機器類を導入して栽培を行うものとし、試算を行いました(第 7 表、第 8 表)。

経営指標には開発された技術のデータを基に、収量と平均単価の対慣行栽培比を指数として記載しています。開発された技術は、いずれの技術も慣行栽培に比べ、収量や単価の指数が高くなっており、改善効果が見られました。

個別技術で見ると単収指数は収穫延長の効果が最も高く、次いで炭酸ガス施用(午前＋午後)となっています。一方、平均単価は炭酸ガス施用と据置 2 年株利用技術の効果が高くなっています。炭酸ガス施用は増収効果と併せて品質(糖度)の向上効果が高く、据置 2 年株利用は単価が高い夏季の出荷が多くなることが要因となっています。ただし、据置 2 年株利用は夏季の気温が冷涼な地域での活用が前提となります。

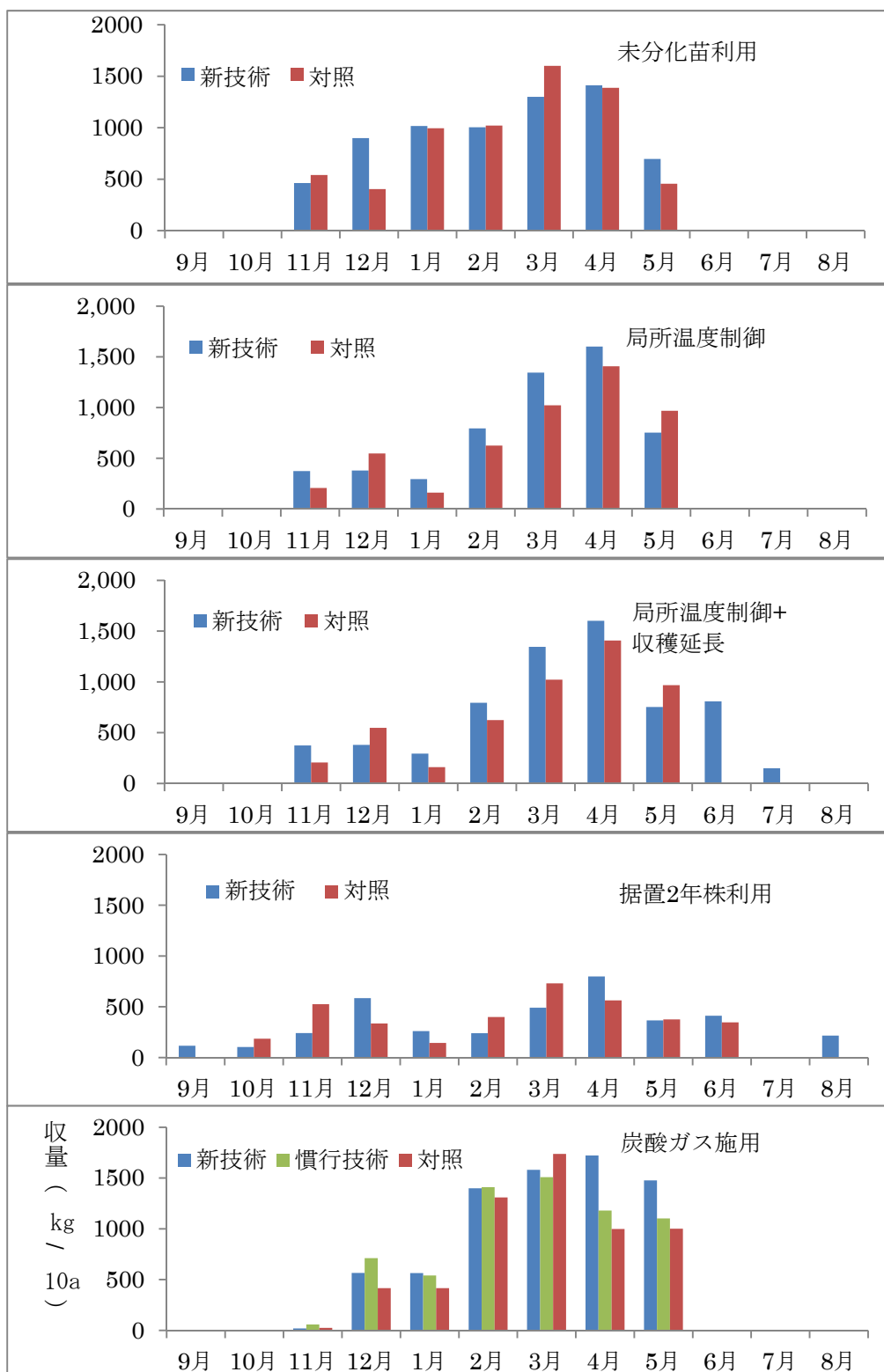
また、最も農業所得が多くなるのは収穫延長に炭酸ガス(午前施用)を組み合わせた技術で、収量指数が 1.42 で、農業所得は 227 万円/10 a 程度と試算されました。

第7表 開発された新技術の経営指標（その1）

指数	収量 金額	高設栽培 (慣行栽培)	炭酸ガス施用 (午前施用)	炭酸ガス施用 (午前+午後施用)	未分化苗	炭酸ガス施用 (午前施用) + 未分化苗
		1.00	1.10	1.24	1.06	1.16
経営規模(a)		10	10	10	10	10
全体収量(kg)		4,125	4,551	5,120	4,375	4,785
労働時間(hr)		2,105	2,147	2,202	2,124	2,164
家族労働時間		2,105	2,147	2,202	2,124	2,164
雇用労働時間		0	0	0	0	0
粗収益(円)		4,302,444	4,983,571	5,606,823	4,672,972	5,110,942
単収		4,125	4,551	5,120	4,375	4,785
単価		1,043	1,095	1,095	1,068	1,068
栽植密度(株/10a)		7,000	7,000	7,000	7,000	7,000
生産費(円)		4,851,471	5,272,370	5,510,050	5,340,453	5,620,621
変動費		4,155,964	4,467,159	4,713,198	4,445,901	4,670,159
流動財費		1,466,026	1,530,752	1,603,883	1,566,948	1,666,623
種苗費		11,800	11,800	11,800	11,800	11,800
肥料費		181,422	200,136	225,166	192,415	210,449
農薬衛生費		137,477	137,477	137,477	137,477	137,477
動力光熱費		552,025	589,526	626,246	636,954	710,394
諸材料費		473,130	473,130	473,130	473,130	473,130
地代・賃借料		95,976	104,486	115,868	100,975	109,176
作業用衣料費		14,197	14,197	14,197	14,197	14,197
荷造運賃手数料		926,630	1,022,216	1,150,055	982,781	1,074,891
雇人費 ※1		0	0	0	0	0
家族労働費		1,763,307	1,914,191	1,959,259	1,896,172	1,928,644
固定費		695,507	805,212	796,852	894,552	950,462
固定財費		356,730	465,030	465,030	565,187	619,744
農具費		48,096	48,096	48,096	48,096	48,096
修繕費		57,324	57,324	57,324	57,324	57,324
減価償却費		200,000	308,300	308,300	408,457	463,014
土地改良費		51,310	51,310	51,310	51,310	51,310
利子割引料		0	0	0	0	0
租税公課		95,369	96,774	98,652	96,194	97,547
一般管理費		30,037	30,037	19,800	19,800	19,800
農業共済掛金		20,137	20,137	9,900	9,900	9,900
雑費		9,900	9,900	9,900	9,900	9,900
自己資本利子		194,127	194,127	194,127	194,127	194,127
自作地地代		19,244	19,244	19,244	19,244	19,244
経営費(円)		2,874,793	3,144,809	3,337,420	3,230,910	3,478,606
農業所得(円)		1,427,651	1,838,762	2,269,402	1,442,062	1,632,336
所得率(%)		33%	37%	40%	31%	32%
備考(必要な施設装備)		高設栽培	高設栽培 炭酸ガス発生装置+ コントローラ	高設栽培 炭酸ガス発生装置+ コントローラ	高設栽培 局所温度制御装置 (10馬力)	高設栽培 局所温度制御装置 炭酸ガス発生装置+ コントローラ

第 8 表 開発された新技術の経営指標（その 2）

	局所温度制御	局所温度制御 +収穫延長	収穫延長＋ 炭酸ガス施用 (午前施用)	据置 2 年株	2 芽苗利用
指数	収量	1.12	1.32	1.42	1.06
	金額	1.00	1.01	1.01	1.05
経営規模(a)	10	10	10	10	10
全体収量(kg)	4,633	5,434	5,858	4,373	4,125
労働時間(hr)	2,158	2,233	2,275	1,836	2,105
家族労働時間	2,158	2,233	2,275	1,836	2,105
雇用労働時間	0	0	0	0	0
粗収益(円)	4,831,222	5,717,665	6,163,435	4,770,138	4,302,375
単収	4,633	5,434	5,858	4,373	4,125
単価	1,043	1,052	1,052	1,091	1,043
栽植密度(株/10a)	7,000	7,000	7,000	7,000	7,000
生産費(円)	5,352,559	5,651,699	5,903,365	5,017,261	4,813,529
変動費	4,481,583	4,778,081	4,973,792	4,147,145	4,128,260
流動財費	1,517,159	1,573,293	1,673,838	1,501,251	1,466,022
種苗費	11,800	11,800	11,800	11,800	11,800
肥料費	203,780	238,987	257,619	192,307	181,419
農薬衛生費	137,477	137,477	137,477	137,477	137,477
動力光熱費	570,633	575,550	648,990	571,414	552,025
諸材料費	473,130	473,130	473,130	473,130	473,130
地代・賃借料	106,143	122,153	130,626	100,926	95,974
作業用衣料費	14,197	14,197	14,197	14,197	14,197
荷造運賃手数料	1,040,824	1,220,649	1,315,815	982,228	926,615
雇人費	0	0	0	0	0
家族労働費	1,923,600	1,984,139	1,984,139	1,663,666	1,735,622
固定費	870,976	873,618	929,573	870,115	685,270
固定財費	540,759	540,759	595,316	540,759	356,730
農具費	48,096	48,096	48,096	48,096	48,096
修繕費	57,324	57,324	57,324	57,324	57,324
減価償却費	384,029	384,029	438,586	384,029	200,000
土地改良費	51,310	51,310	51,310	51,310	51,310
利子割引料	0	0	0	0	0
租税公課	97,047	99,689	101,087	96,186	95,369
一般管理費	19,800	19,800	19,800	19,800	19,800
農業共済掛金	9,900	9,900	9,900	9,900	9,900
雑費	9,900	9,900	9,900	9,900	9,900
自己資本利子	194,127	194,127	194,127	194,127	194,127
自作地地代	19,244	19,244	19,244	19,244	19,244
経営費(円)	3,215,589	3,454,189	3,705,856	3,140,224	2,864,537
農業所得(円)	1,615,634	2,263,476	2,457,580	1,629,914	1,437,838
所得率(%)	33%	40%	40%	34%	33%
備考(必要な施設装備)	高設栽培 局所温度制御装置 (5 馬力)	高設栽培 局所温度制御装置 (5 馬力)	高設栽培 局所温度制御装置 (5 馬力) 炭酸ガス発生装置 +コントローラ	高設栽培 局所温度制御装置 (5 馬力)	高設栽培



第2図 開発された新技術の月別収量の推移

注1) 対照は慣行技術であり、炭酸ガス施用のみ慣行技術は午前中で、対照は無施用。



未分化苗利用 炭酸ガス(午前+午後)施用 局所温度制御 局所温度制御+収穫延長 据置2年株利用 2芽苗利用

第3図 新技術を導入した場合の月別作業時間

第9表 新技術で使用する機器類

機器名	局所温度制御装置		炭酸ガス施用装置		養液土耕システム
			ガス発生装置	ガスコントローラ	
規格・能力	5馬力	10馬力	供給面積 530~860m ²	—	—
導入価格	1,600,000	1,900,000	460,000	210,000	660,000
耐用年数	7	7	7	7	7
減価償却費	228,571	271,429	65,714	30,000	31,429
ランニングコスト	150,143	170,553	73,440	0	781
備考	使用技術 ・局所温度制御 ・収穫延長 ・据置2年株利用	使用技術 ・未分化苗利用	ネボン社製炭酸ガス発生装置を想定。 1日4時間(上限)稼働×のべ135日で試算		

注1) 電気料金は12.4円/(kw/h)、重油代は90円/Lで試算した。

注2) 導入価格・ランニングコストは導入事例や現地実証のデータに基づき、試算した。

(2) 大規模高収益経営モデル

1) 1ha 規模の大規模高収益経営モデル

本研究課題で開発された増収技術や省力化技術の新技术の経営指標のデータを基に、イチゴパッケージセンターの活用と新技术を組み合わせた大規模高収益モデルの構築に取り組みました。

モデル作成に当たっては、上場地区の標準規模 30 a を基準として補助事業（43%で試算）を活用し、新規に施設（鉄骨ハウス＋高設栽培＋育苗ハウス）や新技术に伴う機器類を導入して 100 a へ規模拡大した大規模経営を想定しました。このときの、販売単価は PC 利用後の上場地区における共撰平均単価 1,114 円/kg を標準とし、導入技術の単価指数を乗じて各技術の単価を算出しました。また、雇用は常時雇用を 1 人とし、不足する労働力を臨時雇用として、試算を行いました（第 12 表）。

モデル 1 は所得目標を 15,000 千円とし、できるだけ労働力が少なくなるように想定して作成したモデルで、全面積で炭酸ガス施用を行うとともに、50 a で収穫延長に取り組む栽培様式となっています。このモデルでは農業所得が 15,328 千円、総労働時間が 22,384 時間（うち家族労働時間 13,247 時間）で、収穫ピーク時の家族労働時間は 1 日 12 時間、家族 1 人当たりの時間当たり労働報酬は 1,157 円/hr と試算されました。

モデル 2 は家族労働時間を短くしたモデルで、炭酸ガス施用と収穫延長に加え、2 芽苗利用による育苗を省力化した作型 20 a を栽培する栽培様式となりました。このモデルでは、農業所得 12,628 千円とモデル 1 よりも少なくなりますが、総労働時間 21,420 時間（うち家族労働時間 11,598 時間）で、収穫ピーク時の家族労働時間は 1 日 10 時間、家族 1 人当たりの時間当たり労働報酬は 1,089 円/hr と試算されました（第 13 表）。

第10表 1 h a モデル作成の前提条件

経営形態	イチゴ専作
栽培基礎面積	30a
労働力	家族労働力4人
栽培様式	高設栽培
規模拡大時の導入施設	鉄骨ハウス＋高設栽培(上場方式)＋育苗ハウス(新規)＋新技术に伴う機器類 ※導入経費は 43%補助有りとして試算
家族労働時間	休日 1 日/週、 12 時間/日/人以内
雇用労働力	常時雇用:1 人/年、8 時間/日、休日 1 日/週 臨時雇用:家族＋常時雇用労働力の不足分。8 時間/人
雇用労賃	常時雇用:800 円/時間 臨時雇用:700 円/時間(上場地区の平均)
販売単価	1,114 円/kg(上場地区における PC 利用後の平均共撰単価)を基に、各技術の技術係数(販売単価)を乗じて算出
単収	4,125kg/10a(上場地区におけるPC利用後の平均単収)に各技術係数を乗じて算出
規模拡大に必要な用地	すべて借地、借地料 25 千円/10a
パッケージセンター活用	100%

第 11 表 1 h a 規模の大規模高収益イチゴ経営モデル

	モデル1(所得優先)		モデル2(労働時間優先)	
導入技術と面積 (a)	炭酸ガス(午前+午後)施用	50a	炭酸ガス(午前+午後)施用	50a
	局所温度制御+収穫延長+		局所温度制御+収穫延長+	
	炭酸ガス(午前)施用	50a	炭酸ガス(午前)施用	30a
			2芽苗利用	20a
単収(kg/10a)		5,489		5,142
単価(円/kg)		1,145		1,145
粗収益(千円)		62,857		58,882
経営費(千円)		47,530		46,081
物財費		40,715		38,786
雇用労働費		6,640		7,120
支払地代・利子		175		175
農業所得(千円)		15,328		12,801
所得率(%)		25		22
労働時間(hr/年)		22,384		21,420
家族労働		13,247		11,598
雇用労働		9,137		9,822
家族労働力1人 当たり労働時間 (hr/年)		3,312		2,900
家族労働力1時間 当たりの農業所得 (円/hr)		1,157		1,089
導入施設・機材	鉄骨ハウス 70a 高設栽培 70a 育苗ハウス 28a 局所温度制御装置 5 馬力5台 炭酸ガス発生装置 10 台 養液土耕システム		鉄骨ハウス 70a 高設栽培 70a 育苗ハウス 28a 局所温度制御装置5馬力3台 炭酸ガス発生装置8台 養液土耕システム	
備 考	家族労働時間 11～6 月:12 時間/人以内、 7～10 月:8 時間/人以内		家族労働時間 11～6 月:10 時間/人以内、 7～10 月:8 時間/人以内	

注 1)モデルの試算に当たっては、営農技術体系評価・計画システムFAPS2000(農業研究センター)を使用した。

2) 作成したモデル1で年内の販売形態を変えたときの試算例

研究成果として、新たな商品展開として年内に初物・糖度保証という付加価値を付けた条件で、少量パック（3粒、5粒、蓋つきのプラスチックパッケージ）のイチゴが割高で売れることが明らかになりました。そこで、作成した1ha規模の大規模モデル1において、年内収量の1割と3割を少量パックで販売した場合の経営試算を行いました（第12表）。3粒入りの少量パックを200円で販売した場合、kg単価は通常パックの販売単価に比べ約2倍となります。このため、3割を販売した場合で約2,500千円、1割を販売した場合で約1,000千円の売り上げ増となり、農業所得はそれぞれ約2,200千円、約800千円増加すると試算されます。

第12表 作成したモデル1で年内の販売形態を変えたときの試算例

	モデル1		
	慣行の販売体系で試算	年内収量のうち3割を少量パックで販売した場合	年内収量のうち1割を少量パックで販売した場合
導入技術と面積(a)	炭酸ガス(午前+午後)施用 50a 収穫延長(+炭酸ガス施用午前) 50a		
単収(kg/10a)	5,489	5,489	5,489
単価(円/kg)	1,145	1,191	1,165
粗収益(千円)	62,857	65,376	63,946
経営費(千円)	47,530	47,834	47,782
物財費	40,715	41,019	40,967
雇用労働費	6,640	6,640	6,640
支払地代・利子	175	175	175
農業所得(千円)	15,328	17,541	16,163
所得率(%)	25	27	25
労働時間(hr/年)	22,384	22,384	22,384
家族労働	13,247	13,247	13,247
雇用労働	9,137	9,137	9,137
家族労働力1人当たり労働時間(hr/年)	3,312	3,312	3,312
家族労働力1時間当たりの農業所得(円/hr)	1,157	1,324	1,220

注1) 少量パックを3.5円/パックとして試算した。

3) 旬別労働時間

作成した1ha規模の大規模高収益イチゴ経営モデルにおける労働時間の推移を第3図に示しました。

モデル1の場合、総労働時間が22,384時間で、うち家族労働時間13,247時間、雇用労働時間が9,137時間と試算されました。また、雇用労働時間のうち常時雇用は2,508時間で、臨時雇用は6,629時間となり、平均で2～3人/日の臨時雇用が必要となります。また、臨時雇用が最も多く必要な時期は定植時で、6～7人/日を確保する必要があります。

一方、モデル2では、総労働時間が21,420時間で、うち家族労働時間11,598時間、雇用労働時間が9,822時間となり、モデル1よりも雇用労働時間が増加しました。また、雇用労働時間のうち常時雇用は2,508時間で、臨時雇用は7,314時間となります。臨時雇用の人数は、モデル1と同様に平均で2～3人/日、定植時で6～7人/日を確保する必要があります。

第4図 大規模経営モデルの旬別労働時間

○関連する研究課題の概要

研究課題名「パッケージセンター活用と局所環境制御技術を駆使した 大規模高収益イチゴ経営モデルの構築」

1. 目的

イチゴ産地では生産物価格の低迷や資材高騰によって生産基盤が脆弱化し、生産意欲の減退を招いている。抜本的改善策として、大幅な労力軽減と多様な商品開発による販路拡大で収益力の向上が可能なパッケージセンターの導入による生産規模の拡大や新たな担い手育成への期待が高まっている。そこで、パッケージセンターの活用と局所環境制御技術を駆使した生産性の向上を図ることによって、経営基盤を強化した大規模高収益経営モデルを構築する。

本研究では、

(1) 局所環境制御等による生産安定技術の確立

(2) 規模拡大のための省力・低コスト化技術の確立

(3) イチゴ大規模経営の展開条件の解明と高収益経営モデルの構築 により、

作期拡大等による生産安定技術、省力・低コスト生産技術、大規模経営の展開条件を解明し、パッケージセンター導入条件下における作期拡大生産安定システムおよび大規模高収益モデルの構築を目標とする。

2. 研究推進体制

専門PO : 岡安 正 氏

外部評価員 : 東北大学 伊藤房雄 教授

岡山大学 吉田裕一 教授

中核機関 : 佐賀県上場営農センター

共同研究機関 : 九州沖縄農業研究センター

佐賀県農業試験研究センター

佐賀県東松浦農業改良普及センター

長崎県農林技術開発センター

大分県農林水産研究指導センター

九州電力株式会社

3. 年次計画と担当機関

研究項目	2010 年度	2011 年度	2012 年度
1. 局所環境制御等による生産安定技術の確立			
(1) 盛夏期定植の超促成栽培を可能にする未分化苗定植栽培技術	超促成栽培技術の開発（長崎県農林技術開発セ）		
(2) 促成栽培の局所冷却による連続花芽分化と生産安定技術	生産安定技術の開発（佐賀県上場営農セ）		
(3) 収穫延長を可能にするクラウン部の局所冷却と生産安定技術	収穫延長技術の開発（佐賀県上場営農セ）		
(4) 灌水同時施肥と炭酸ガスの効率的施用による厳寒期の果実品質向上と増収技術	果実品質向上技術の開発（大分県農林水産研究指導セ）		
2. 規模拡大のための省力・低コスト化技術の確立			
(1) 作期拡大に対応した省力育苗体系	省力育苗体系の開発（大分県農林水産研究指導セ）		
(2) 育苗を省いた据え置き2年株利用技術	2年株利用技術の開発（佐賀県農業試験研究セ）		
(3) 多収安定生産のための生理生態反応に基づく局所環境制御技術の最適化条件の解明	局所環境最適化技術開発（（独）九州沖縄農業研究セ）		
(4) クラウン部の局所温度制御装置の低コスト化	低コスト化技術の開発（九州電力（株））		
(5) 低コスト作期拡大生産システムの現地実証	作期拡大生産システムの実証（佐賀県東松浦普及セ）		
3. イチゴ大規模経営の展開条件の解明と高収益経営モデルの構築			
(1) 多様なニーズに対応した商品アイテムの開発	新商品開発（（独）九州沖縄農業研究セ）		
(2) 大規模イチゴ経営の成立条件とその支援方策	大規模経営成立条件の解明（佐賀県農業試験研究セ）		

4. 研究担当者

研究項目	担当機関	研究担当者
研究総括者	佐賀県上場営農センター	石橋哲也
1. 局所環境制御等による生産安定技術の確立	長崎県農林技術開発センター	前田 衡 野田和也
	佐賀県上場営農センター	中山敏文 (～2011. 3) 富永 慧 (～2012. 3) 大坪竜太 (2012. 4～) 浦田貴子 (～2011. 3) 檜崎耕輔 (2011. 4～)
2. 規模拡大のための省力・低コスト化技術の確立	大分県農林水産研究指導センター	佐藤 如 戸井田雄一 (～2011. 3) 加藤昌美 (2012. 4～)
	大分県農林水産研究指導センター	安部貞昭 山崎真居 (2012. 4～)
	佐賀県農業試験研究センター	中島正明 江頭淳二
	(独) 九州沖縄農業研究センター	曾根一純 日高功太 (～2011. 3) 中原俊二
	九州電力 (株)	田中 要 栗山孝浩
	佐賀県東松浦農業改良普及センター	藤 伸一 久富倫子 (2011. 4～)
3. イチゴ大規模経営の展開条件の解明と高収益経営モデルの構築	(独) 九州沖縄農業研究センター	後藤一寿 (～2012. 3) 大西千絵
	佐賀県農業試験研究センター	辻 聡宏 (～2011. 3) 夏秋道俊 (2011. 4～) 秀島瑠満子 (～2012. 3) 牧 善弘 (2012. 4～)

5. 発表した成果

(1) 学術論文

タイトル、著者名、学会誌名、巻、ページ、発表年月	機関名
「イチゴの生果およびパッケージ等に関する消費者調査結果」、大西千絵、九州沖縄農研農業経営研究資料、第13号、1-31 (2011. 3)	九州沖縄農業研究センター
「外国人留学生を対象としたイチゴの感応評価と味分析結果」、後藤一寿・曾根一純、九州沖縄農研農業経営研究資料、第13号、32-38 (2011.3)	九州沖縄農業研究センター
「イチゴ定植苗のランナーに着生させた子苗の定植時葉数が頂果房出蕾時期と収量に及ぼす影響」、安部貞昭、佐藤 如、戸井田雄一他、大分県農林水産研究指導センター研究報告(農業研究部編)、第1号、17-24 (2011. 3)	大分県農林水産研究指導センター
「消費目的別のイチゴとパッケージに対する消費者ニーズ」、大西千絵、後藤一寿、農業経営研究、第50巻3号、96-101(2012.12)	九州沖縄農業研究センター

(2) 学会発表

タイトル、発表者名、学会等名、発表年月	機関名
イチゴにおけるクラウン部の管理温度の違いが連続出蕾性に及ぼす影響(第6報) 暖房機排熱を有効利用する熱交換器の熱交換効率、中原 俊二・曾根一純・沖村誠・伏原肇・岩澤 賢治、園芸学会九州支部会、(2010. 8)、園学九研集.18、P41	九州沖縄農業研究センター
イチゴ栽培における局所環境制御による安定生産技術の確立 イチゴ促成栽培におけるメッシュ状面状ヒーターを用いた果実温度制御による安定生産技術の確立(その1)」、曾根一純・中原俊二・泉一雄・沖村誠・壇和弘・日高功太、園芸学会、(2010. 3)	九州沖縄農業研究センター
Kazuhiisa GOTO, et al., Market Research that Utilized the Taste Sensor Technology for Japanese Strawberries, ISSAAS International Congress 2010	九州沖縄農業研究センター
イチゴにおけるクラウン部の管理温度の違いが連続出蕾性に及ぼす影響(第7報) 暖房機排熱を有効活用する熱交換器で発生する凝縮水が熱交換器の素材に与える影響、中原俊二、曾根一純、園芸学会九州支部、(2011.8)	九州沖縄農業研究センター
「イチゴ購入基準とブランド意識～消費者調査結果より～」、大西千絵、後藤一寿、九州農業研究発表会 農業経営部会、(2011.8)	九州沖縄農業研究センター
多次元尺度法を用いたイチゴパッケージに対する消費者意識の分析、大西千絵、後藤一寿、平成23年度日本農業経営学会研究大会、(2011.9)	九州沖縄農業研究センター
イチゴ栽培における局所環境制御による安定生産技術の確立、イチゴ促成栽培におけるメッシュ状面状ヒーターを用いた果実温度制御による安定生産技術の確立(第2報)、曾根一純、日高功太、園芸学会、(2011.9)	九州沖縄農業研究センター
留学生を対象としたイチゴ官能調査結果～味覚センサーを活用した分析の試行～、後藤一寿、曾根一純、大西千絵、九州農業研究発表会 農業経営部会、(2011.8)	九州沖縄農業研究センター
「盛夏期定植のイチゴ未分化苗における局所制御技術の確立(第1報) 株養成期の施肥及びマルチ被覆がイチゴの生産に及ぼす影響」、前田衛、野田和也、園芸学会九州支部会、(2011.8)	長崎県農林技術開発センター
「大分方式Y型イチゴ高設栽培における液肥給液量が‘さがほのか’の葉柄、排液及び土壌溶液中硝酸態窒素濃度に及ぼす影響」、戸井田雄一、安部貞昭、佐藤如、園芸学会九州支部会、(2011.8)	大分県農林水産研究指導センター
イチゴ‘さがほのか’‘大分3号’の果実成熟積算温度、佐藤 如、安部貞昭、戸井田雄一、吉田佳子、園芸学会、(2011.9)	大分県農林水産研究指導センター
佐賀県上場地域のイチゴ経営の存在形態とパッケージセンター利用による規模拡大の課題、秀島瑠満子、高尾雅晴、辻 聡宏※※、夏秋道俊、藤 伸一※、長野龍雄※ 九州農業研究発表会 農業経営部会 (2011.8)	佐賀県農業試験研究センター ※佐賀県東松浦農業改良普及センター ※※佐賀県武雄農林事務所

タイトル、発表者名、学会等名、発表年月	機関名
「イチゴ中山間地早出し栽培における‘さがほのか’の据え置き2年株利用技術」、中島正明、江頭淳二、園芸学会九州支部会、(2011.8)	佐賀県農業試験研究センター
促成イチゴ‘さがほのか’における局所温度制御が生育と収量に及ぼす影響、富永 慧、中山敏文、石橋哲也、檜崎耕輔、園芸学会、(2011.9)	佐賀県上場営農センター
促成イチゴ‘さがほのか’における局所温度制御による生育促進と暖房費削減効果、石橋哲也、藤 伸一※、中山敏文※※、富永 慧、檜崎耕輔、園芸学会、(2011.9)	佐賀県上場営農センター ※佐賀県東松浦農業改良普及センター ※※佐賀県農業試験研究センター
生食用イチゴの新しい消費形態に関する消費者ニーズ、大西千絵、後藤一寿、日本農業経営学会、(2011.10.10)	九州沖縄農業研究センター
イチゴ‘さがほのか’に発生する先しほり果(仮称)と栽培要因の関係、安部貞昭、戸井田雄一、佐藤如、園芸学会、(2012.3)	大分県農林水産研究指導センター
炭酸ガスの午前午後施用がイチゴ‘さがほのか’の生育、収量、品質に及ぼす影響、安部貞昭、佐藤如、戸井田雄一、山崎真居、園芸学会、(2012.9)	大分県農林水産研究指導センター
イチゴ‘さがほのか’における局所温度制御循環用チューブの違いが生育に及ぼす影響、石橋哲也、藤伸一※、久富倫子※、大坪竜太、檜崎耕輔、富永 慧※※、浦田貴子、園芸学会、(2012.9)	佐賀県上場営農センター ※佐賀県東松浦農業改良普及センター ※※佐賀県農業試験研究センター
局所温度制御栽培における促成イチゴ‘さがほのか’の定植時期の違いが収量・品質に及ぼす影響、大坪竜太、富永 慧※※、石橋哲也、檜崎耕輔、浦田貴子、園芸学会、(2012.9)	佐賀県上場営農センター ※佐賀県東松浦農業改良普及センター ※※佐賀県農業試験研究センター

(3) 出版図書

区分: ①出版書著、②雑誌、③年報、④その他

区分	著書名、(タイトル)、著者名、出版社名、発行年月	機関名
②	「施設と園芸」、(パッケージセンターを活用したイチゴ経営の大規模化を目指して)、石橋哲也、日本施設園芸協会、2011.8	佐賀県上場営農センター
②	「現代農業」、(地下水、暖房機排熱を有効活用したイチゴクラン温度制御技術)、曽根一純、農文協、2011.12	九州沖縄農業研究センター

(4) 普及に移しうる成果

区分: ①普及(製品化)にうつされたもの、②普及(製品化)のめどがたったもの、③主要成果として外部評価を受けたもの

区分	成果の名称	普及	主な利用場面	普及状況	機関名
②	低コスト運転を実現する局所温度制御装置用のハイブリッドコントローラーの開発	H24年度佐賀県研究成果情報	局所温度制御システムを導入するイチゴ農家	マニュアル化してホームページで公開予定	佐賀県上場営農センター 佐賀県農業試験研究センター
②	低コスト局所温度制御システムの必要能力と省カタイプの器機構成	H24年度佐賀県研究成果情報	局所温度制御システムを導入するイチゴ農家	マニュアル化してホームページで公開予定	佐賀県上場営農センター 佐賀県農業試験研究センター
②	所得向上を目指したイチゴの低コスト局所温度制御システムの経営試算	H24年度佐賀県研究成果情報	局所温度制御システムを導入するイチゴ農家	マニュアル化してホームページで公開予定	佐賀県上場営農センター 佐賀県農業試験研究センター
②	パッケージセンターを活用した1ha規模を目指す大規模イチゴ農家の経営モデル	H24年度佐賀県研究成果情報	パッケージセンターを活用する大規模イチゴ農家	マニュアル化してホームページで公開予定	佐賀県農業試験研究センター 佐賀県上場営農センター

低コスト局所環境制御技術を駆使した
所得 1,500 万円のイチゴ経営マニュアル（2013）

平成 25 年 4 月発行

編集・発行

佐賀県上場営農センター

〒847-0326 佐賀県唐津市鎮西町早田 1471-6

電話 0955-82-1930

印刷所 〒848-0035 佐賀県伊万里市二里町大里乙 3617-5

山口印刷株式会社

電話 0955-22-5188
