

3. 夜間は変温管理を行う。 ~適切な温度管理の実施~

夜間の設定温度は、4段サーモなどを活用し、植物生理や天候に応じた変温管理を実施する。

品目によって設定温度のパターンは異なるが、品質や収量に影響のない管理を行う。

(図 - 5、表 - 2、3 参考)

図 - 5 複合環境制御の管理温度模式図 (高橋原図)

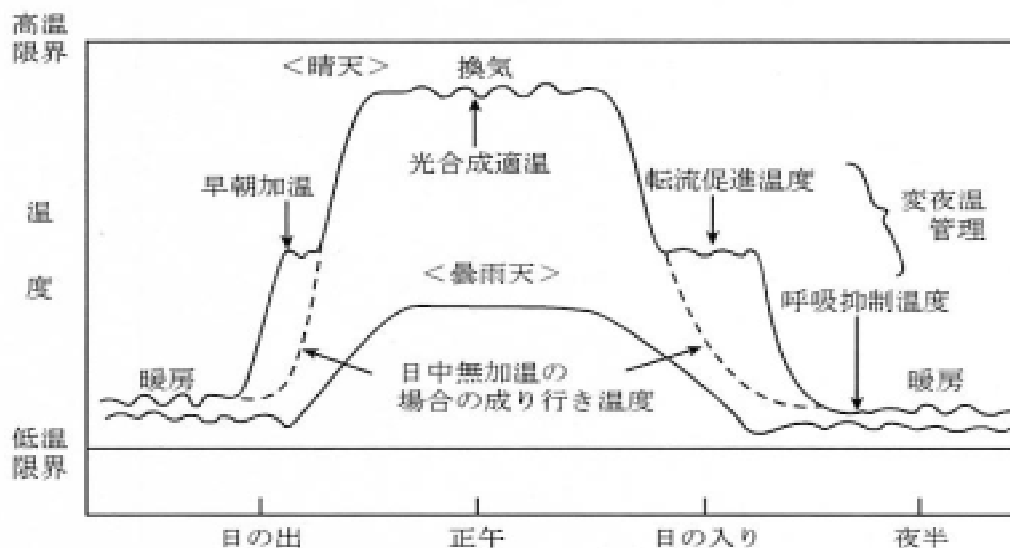


表 - 2 変夜温管理の設定温度 (高橋)

単位 :

作物	前夜半	後夜半	備考
ナス科 トマト	13 ~ 11	8	越冬栽培の場合
ナス	18 ~ 16	13	
ピーマン	20 ~ 18	15	
ウリ科 キュウリ	16 ~ 14	12	着果後は後夜半を数 下げる
メロン	24 ~ 22	16	

注1 : 前夜半は日没より4~6時間、後夜半はそれ以後の日の出まで。

注2 : 日射量に応じて変夜温にする場合には、この表の設定温度を晴天日とし、曇雨天の場合には前夜半、後夜半とも2 低くする。設定温度を変えない場合は、前夜半の時間を2時間ほど短縮する。

注3 : 日射量に応じて後夜温にする場合には、この表の前夜半の温度の低い方を晴天日とし、それより2 低い温度を曇雨天日とする。

表 - 3 ハウスミカンの変温管理による節油効果（愛知農総試、2005）

	時刻	満開後日数・設定温度			重油 使用量(㍓)	経費 削減率(%)
		51～99日	100～119日	120～130日		
慣行区	6～18	24	22	20	6,009	-
	18～6	24	22	20		
変温区	6～18	24	22	20	5,511	8.3
	18～22	20	20	18		
	22～2	24	22	20		
	2～6	20	20	18		

注) 収量・品質において両区の差は認められなかった(データ省略)

4. 暖房効率を高める。 ～暖房機の清掃点検でおこたりなし～

使用前の清掃・点検整備

暖房効率を高めるため、暖房機は使用前に清掃や点検整備を十分に行っておく。特に、燃料噴霧ノズルの交換、バーナー部整備及び煙室部の掃除等により熱効率がアップし、省エネ効果が期待できる。

・缶体の掃除

缶体の掃除は、A重油が燃焼した灰等燃焼カスが多く溜まると暖房機の熱効率を低下させたり、不完全燃焼になったりしてトラブルの原因になるのでシーズン毎に、できれば暖房シーズン終了直後に必ず行う。(直後に行うことで燃焼カスが固まらず、缶体の腐食防止につながる)シーズン途中でも掃除が必要な場合は実施する。

・燃料噴霧ノズルの交換

燃料噴射ノズルは使用するうちに摩耗してしまう。摩耗したノズルでは燃油量が増え、燃焼効率が低下したり、缶体を傷めたりするので故障防止のためにもシーズン毎のノズル交換を行う。

温度センサーの設置位置

温度センサーの設置位置は、生育初期は生長点付近、着果期以降は果実付近等作物の生育ステージに合わせて設置し、適切な温度管理に努める。

また、センサーの設定温度を過信せず、実際のハウス内の温度を最高最低温度計等を使って必ず測定・確認し、管理する。

温風ダクトの配置

温風ダクトの配置は、冷えやすい妻面やサイドでは温風吐出量を増加させるよう穴の間隔、ダクト間隔を調節する等適正配置に努める。(図 6, 7 参考)

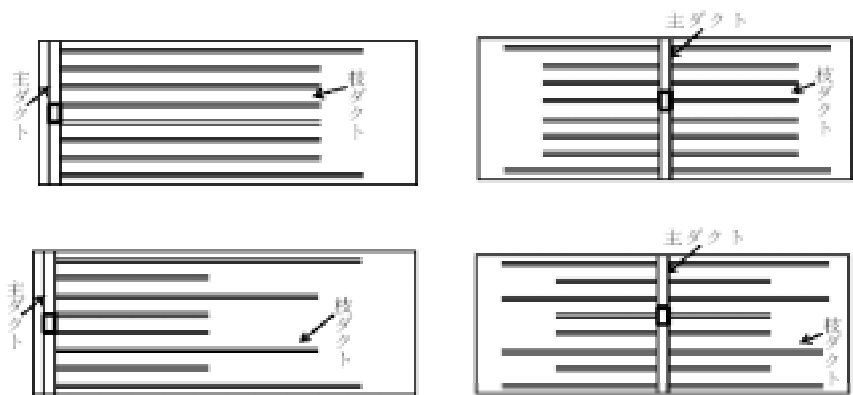
・ハウス内の温度ムラがあると暖房効率の低下につながるため、ハウスサイド、谷下部や暖房機の最遠部等に温度計を設置して温度を確認する。小ダクトの配置時には、長め

にしておき、温度ムラをなくすようにダクトの長さ及び穴の間隔を調整する。

また、循環扇等の利用により、温度ムラをできるだけ少なくし、過剰暖房を防ぐようにする。循環扇はハウス内の温度ムラだけでなく湿度ムラも少なくなり、灰色かび病の抑制効果もある。

・送風した時のダクトの張り具合がパンパンに張っているようでは通風量が不足している。ダクトの接続口から1 mくらいの位置で軽くダクトを押して2～3秒で再度ふくらむ程度の状態を目安として調整する。

図 - 6 下吹き出しダクトの配置例



妻面設置の例

中央設置の例

全農ウィークリーより

図 - 7 温風の吹き出し位置による室内気温分布の違い(神谷、42年)

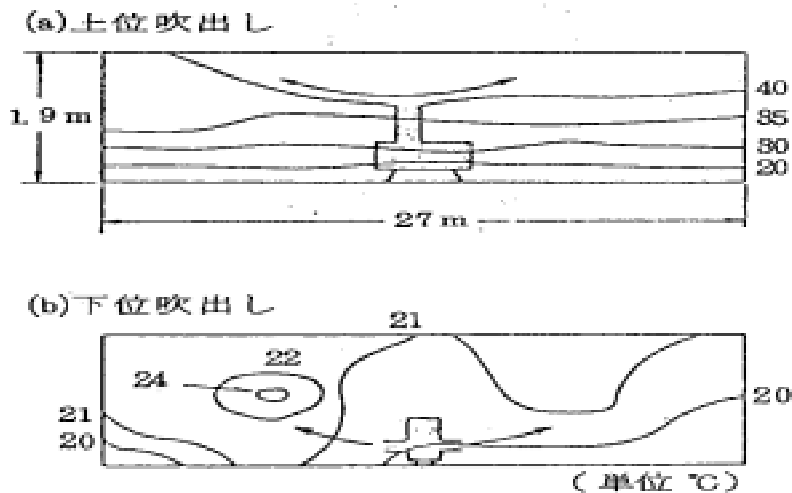
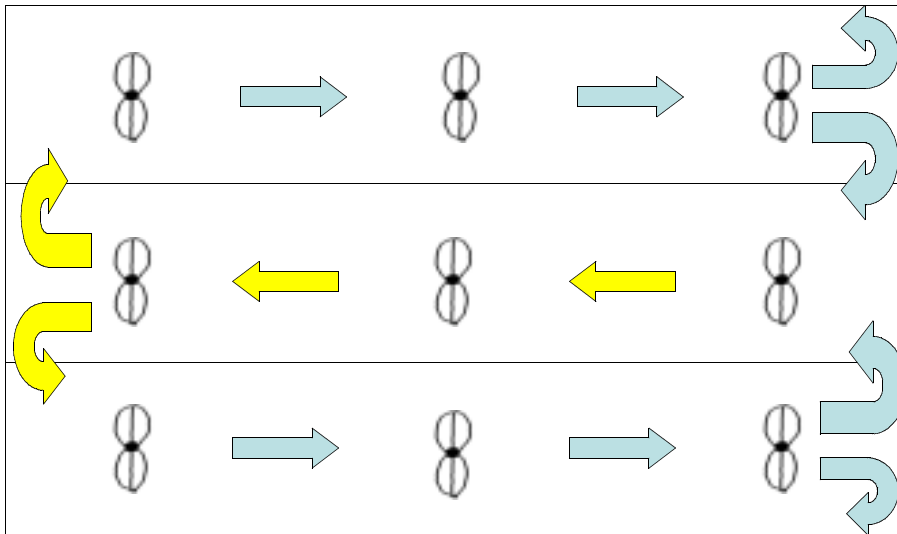


図 - 7 循環扇の設置と風の流れ



5 . 栽培管理の工夫を行う。

整枝、誘引、摘葉等適期管理を行い、採光を図ることにより品質向上に努め、併せて地温の上昇による夜間の保温力を確保する。

夕方温度があまり下降しないうちに、ハウスを閉めて保温に努める。

防寒・防風対策として西側や北側に防風垣を設置するとともに、ハウス北側の妻面やサイド部は防寒資材で被覆する。

節油のあまり、適温を下回るような管理は、品質の低下につながるので注意する。

また、天敵資材やマルハナバチ等を利用する場合は、これらの活動温度にも考慮して管理温度を決定する。(表 4、5 参考)

表 - 4 野菜の温度指標

作物名	育 苗		本 圃						
	昼気温	夜気温	昼気温		夜気温			地温	
	適温	適温	最高限界	適温	適温	最低限界	最高限界	適温	最低限界
トマト	25~20	18~10	35	25~20	13~8	5	25	18~15	13
ナス	30~25	20~15	35	28~23	18~13	10	25	20~18	13
ピーマン	30~25	20~15	35	30~25	20~15	12	25	20~18	13
キュウリ	25~22	17~12	35	28~23	15~10	8	25	20~18	13
スイカ	30~25	20~18	35	28~23	18~13	10	25	20~18	13
温室メロン	30~25	22~18	35	30~25	23~18	15	25	20~18	13
マクワ型メロン	30~25	22~17	35	25~20	15~10	8	25	18~15	13

注) 本圃の温度指標は、高橋による。(資料 安井)

表 - 5 低夜温と生育障害（施設野菜の生育障害、加藤徹、博友社改編）

作物	生育障害の症状	発生要因
キュウリ	頂芽部のかんざし状化 しおれ トラフ葉（虎斑、まだら症） 落果（流れ果：生理的萎凋果） くくれ果（くびれ果） 裂果	草勢低下と雌花の多数着生 根傷み 同化養分が転流不良で葉内に蓄積し、葉脈間が黄化 同化養分の分配不良 ホウ素欠等による果実内部亀裂の発生 果実肥大阻害と水分
トマト	先端部アントシアニン発生 黄化芯止まり 着色不良果 乱形果、とがり果 苦土欠	同化養分が転流不良で葉内に蓄積し、色素に変化 ホウ素、石灰の吸収阻害 リコペン（赤色色素）の形成不良 旺盛な生育、K過剰、石灰、ホウ素不足。 草勢低下。 根の活性低下と苦土の吸収低下
メロン	黄化葉 発酵果 小玉果 裂果	光合成産物の葉内蓄積 果皮硬化による酸欠（アルコール発酵） 肥大不良 果実硬化と肥大の不均衡
ナス	石ナス	低温時の強草勢による同化養分の分配不足
ピーマン	石ピーマン	花粉の稔性低下 草勢低下による花器の形成不良（短花柱花）
イチゴ	着色不良果 傷み果（過熟）	アントシアニン系色素の生成不良 着色不良による収穫遅れ
共通事項	根の弱り 成りづかれ、わい化 凍害	

6. 適正作型の遵守

ウリ類（スイカ、メロン）の抑制作や春作（半促成）等では、極端な遅出しや早出しは、小玉果の発生等品質低下を招きやすく、必ずしも所得向上にはつながらないので、重油の価格上昇による経費増加等を充分考慮し、定植を早めたり、又は遅くするなど適正な作型による高品質安定生産に努める。

（ の現地での具体的事例を参考）

・効果目標

これらの省エネ対策を実施した場合の効果目標を別紙2に例示した。

トマト栽培で夜温12（12月～2月加温）に設定した場合、最も多い装備と考えられる暖房機+内張り1層カーテンを標準（100）として、想定燃料使用量を比較した。

この場合でも、まずカーテン、妻面、谷部の隙間損失をなくすといった気密性を高めるだけで、約3%の節減が期待される。また、事例2のように内張りがなく天井ビニルだけだと、標準に対し191%となり大幅な重油使用量の増加につながる。

事例3の2層被覆、事例4の変温管理を併用した場合は、標準に対し約34～48%節減効果が期待される。

この数値は、効果目標ということで、ハウスの型式、面積、地域や品目等で違うが、きめ細かなハウス管理だけでも相当な省エネ効果が期待できるので、是非実施して頂きたい。

チェックシートで再確認を

省エネ対策については、現状では特効薬的な対策はなく、前述したような基本的対策が中心となります。別紙3のとおりチェックシートを作成したので、是非、シーズンに入る前に、ハウスや器材等の点検・整備等の再確認のために活用下さい。

平成18年度現地調査での具体的事例（参考 - 各農業普及指導課報告より抜粋 - ）

1. 作型の変更

野菜

- ・抑制アールスメロンで、加温栽培から無加温栽培へ（熊本・鹿本）
- ・チンゲンサイの加温栽培からハウレンソウ無加温栽培へ（阿蘇）
- ・トマト促成栽培から2作型（無加温抑制+半促成）へ（球磨）
- ・抑制キュウリで、加温栽培から無加温栽培へ（天草）
- ・冬期低温管理のできるスナップエンドウの導入（天草）

果樹

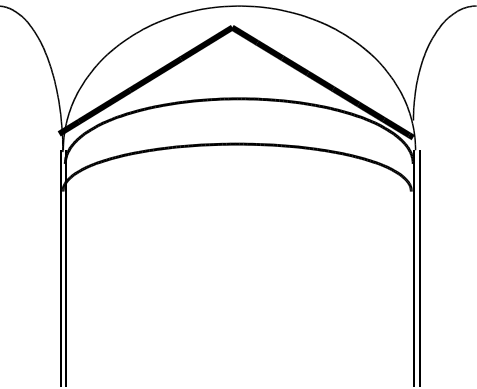
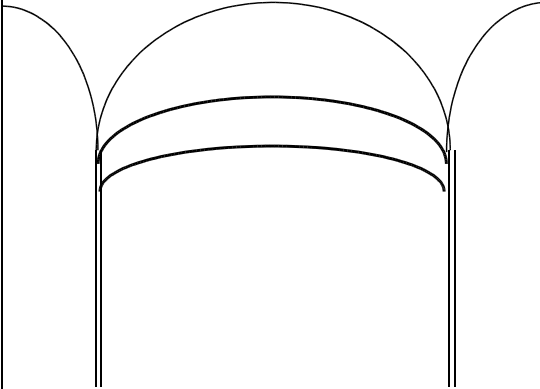
- ・デコポンで加温時期を10日程度遅らせた（重油代10%節約）（宇城）
- ・デコポンで加温栽培から無加温栽培へ（芦北）
- ・モモで加温栽培から無加温栽培へ（球磨）

花卉

- ・出荷時期の早い品種を導入（宇城）
- ・トルコギキョウで、暖房機不要な時期への作型の前進化（八代）
- ・キク、トルコギキョウで、2～3月出荷の見直し。（球磨）
- ・低温性品目の一部導入（ストック、ペニパナ、キンギョウ、ランキウス等）（球磨）

2. 多重被覆の導入

3層カーテン設置により、省エネ効果（玉名）

年 度	17年度	16年度
耕種概要	品種：トマト（麗容）定植：10月上旬 収穫：12月中旬～6月下旬	
施 設	間口：6m×50m×6連棟 面積：18a	
省エネ対策	 <p>新たに、（3層目）カーテン（ポリ、0.5ミリ）を設置。</p>	 <p>従来は、2層カーテン</p>
重油消費量	4,722 L/10a	6,833 L/10a
設置費用	211,100円/10a	-
収 量	16.3 t/10a (97.6)	16.7 t/10a (100)
〃(地域平均)	95.0	100

3層カーテン設置により、10a当たり約2,100㍓（31%）の節油が図られている。（他のハウスのデータより年次変動差は考慮しなくても差し支えなし）

重油価格を75円/㍓と仮定すると、157,500円の節油効果であり、設置費用が211,000円であっても、2年弱で費用回収できる計算となる。

なお、3層カーテン設置は、重油消費量が多い作型ほど有効となる。

収量については、ほとんど差はなく、多重被覆による省エネ効果が認められる。

3. 廃熱回収装置の利用

ハウスミカンでの事例（鹿本）

・設置条件

ハウス規模 9a×2棟での比較

試験期間 16年12月20日～17年5月15日（146日間）

設定温度 18 24 16

燃料消費量測定 流量計

廃熱回収装置 H社製、ローサルファーA重油対応機種

・データ及び効果

	慣行	設置区	比率
総燃焼時間 (時間)	1,078	985	91.4
総消費燃料量 (㊦)	18,788	16,621	88.4
重油消費/時間 (㊦)	17.4	16.9	96.8

廃熱回収装置区が慣行に比べ、11.6%の省エネ効果がみられた。

加温不知火での事例 (芦北)

・園地条件

ハウス規模 慣行 12 a、導入 14 a

加温開始日 15年：1/28、16年：1/27、B圃場にS社製廃熱回収装置を導入

・データ及び効果

	圃場A (比率)	圃場B (比率)
15年産燃料量 (㊦)	10,050 (100)	12,550 (100)
16年産燃料量 (㊦)	10,550 (104.95)	11,250 (89.6) (装置導入)

廃熱回収装置区が慣行に比べ、14.6%の省エネ効果がみられた。

機材価格 45 万円、14%の省エネ効果があると仮定すると、重油価格 75 円/㊦、年間 10 ㊦使用の場合は、5年でペイする。年間 20 ㊦で3年、年間 25 ㊦で2年でペイし、その後は 14%の節油となる。

廃熱回収装置は、複数のメーカーから市販されており、機種によって、廃熱回収率、節油率、価格、使用燃料の種類等が異なるため、導入の際には、費用対効果を十分検討する必要がある。

4. 炭酸ガス施用効果

イチゴ栽培における炭酸ガス施用の効果 (阿蘇)

1. 耕種概要

定植期	9月1日～9月10日	苗	アイポット
供試品種	さちのか		

2. 展示ほの構成

項目\区	展示区(14アール)	対照区(14アール)
炭酸ガス施用	施用あり	施用なし
循環扇	設置あり	設置なし
施用期間	11月30日～3月10日	-
施用時間	1時間(AM6:00～7:00)	-
発生装置	フルタ電機、施用濃度 2000ppm を目標に連続施用	

3. 展示は結果

炭酸ガス濃度の推移

表 晴天時における早朝から換気時までの炭酸ガス濃度の推移

	午前7時30分	9時30分	10時20分
対照区	800	450	350
展示区	2,500	1,400	800

12月15日(晴れ): 9時30分は内張カーテンを開ける前

10時20分は谷換気を開始する前

生育調査

1月19日の生育状況

	草丈	新葉長	ステージ
対照区	20cm	11cm	2番開花～着色
展示区	24cm	13cm	2番開花～緑熟

2月7日の生育状況

	草丈	新葉長	果梗数
対照区	22cm	12～14cm	1～3本
展示区	24cm	13～15cm	3～5本

時期別収穫量の推移

	11月	12月	1月	2月	3月	3月までの合計
対照区	40	308	288	883	379	1,898
展示区	0	214	609	990	435	2,248

3月10日までの出荷実績

展示区では、12月からの収穫となったが、徐々に収穫量が増加し、1月になっても出荷の谷間は発生しなかった。さらに、2月以降の旬別出荷量は、対照区を上回った。

等級は、対照区に比べて展示区が3L、2L、L以上が多く、また優品Aも多く、炭酸ガス施用により、果実肥大が良好になったと考えられる。

灯油使用量

12月から3月までの99日間の灯油の使用量は、250リットルで、平均すると1日当たり2.5リットルの使用となった。

炭酸ガス施用により、増収効果が認められ、相対的な省エネ効果がみられる。

機材200,000円(耐用年数5年)、年間灯油消費量250ℓ(80円/ℓ)、15aで使用すると仮定すると、年間約37,000円の経費増加となるが、増収すれば回収可能である。

平成19年度現地調査での具体的事例(参考-各農業普及指導課報告より抜粋-)

1. 品目別事例

野菜

- ・アールスメロンの作型の見直し、品種の検討 (熊本)
- ・中空膜フィルム(二重構造フィルム)のハウスサイド内張りへの利用 (熊本)
- ・品目の変更(アールスメロンからスイカへ) (熊本・鹿本)
- ・多重被覆と循環扇の設置
(熊本・宇城・玉名・鹿本・菊池・阿蘇・上益城・八代・球磨・天草)
- ・アールスメロン、スイカの作型変更(抑制作は前進化、半促成作は後進化)(鹿本)

- ・品目の転換（アールスメロンからキュウリへ）（鹿本）
- ・イチゴの炭酸ガス発生装置の導入（鹿本・阿蘇・天草）
- ・イチゴの二重被覆管理（菊池）
- ・夜間の変温管理（菊池）
- ・トマトでの作型の変更（定植時期を遅らせる）（阿蘇）
- ・抑制キュウリの最低温度を10℃で管理（阿蘇）
- ・イチゴでの廃熱回収装置の利用（阿蘇・上益城）
- ・4段サーモの導入（熊本・阿蘇・上益城・八代・球磨・天草）
- ・トマトの2作型（無加温＋半促成栽培）の導入（球磨）
- ・促成キュウリやインゲンからスナップエンドウへの移行（天草）

果樹

- ・品目の変更（ハウスミカンからハウスデコポンへ）（熊本・玉名）
- ・ハウスミカンの4段サーモ、換気扇、廃熱回収装置の利用（熊本）
- ・ハウスミカンの保温シートの設置（熊本・宇城）
- ・ハウスミカンの暖房開始時期を遅らし作型の変更（熊本）
- ・ハウスミカンのハウスサイドの2重被覆（玉名）
- ・ハウスミカン及びデコポンの2重カーテン、低めの管理、時期の変更等（鹿本）
- ・デコポンの内張りカーテンの除去時期を遅らせる（宇城）
- ・デコポンの加温開始時期を遅らせる（宇城）
- ・デコポンの廃熱回収装置の利用（芦北・天草）
- ・デコポンの循環扇の利用（芦北）
- ・デコポンの加温から無加温へ変更、低めの管理、時期の変更等（鹿本・芦北）
- ・マンゴーの廃熱回収装置の利用と管理温度の変更（芦北）
- ・モモの加温から無加温へ変更（球磨）

花卉

- ・菊の低温性品種（神馬から神馬2号へ）へ移行（鹿本）
- ・菊新品種（新神2）の試作（鹿本）
- ・菊の暖房面積の縮小（内張りカーテンを低く）（鹿本）
- ・菊の4段サーモの導入（鹿本）
- ・花きの適正な温度管理、密閉徹底、循環扇の利用（菊池）
- ・トルコギキョウ及びバラの多重被覆や循環扇の利用（阿蘇）
- ・トルコギキョウ及びバラの温泉熱利用や設定温度を下げる（阿蘇）
- ・トルコギキョウの作型見直し（作型の前進化）（八代）
- ・低温性品目（キンギョソウ）の導入（天草）
- ・出荷時期の早い品種の導入（宇城）
- ・低温開花性の品目の導入（宇城）
- ・花きの4段サーモ、循環扇の導入（天草）

い草

- ・夜間の乾燥を控え、昼間に乾燥（球磨）

品目全般