# 原油の高騰に伴う施設園芸の省エネ対策について

～ハウスの点検管理を徹底して～

本県は、施設園芸（ハウス・ガラス室）面積が４，８８３㌶と全国一の面積を誇り、約１２，７５３戸の農家等により、施設野菜をはじめ花き・果樹等が生産されています。

近年、施設園芸経営では、輸入農産物の増大等による価格の低迷や生産コストの上昇に加え、１７年から暖房用燃料となる重油価格高騰を受け、生産農家では所得の低下をはじめ､作付け中止や作型の見直しを余儀なくされる等の打撃を受けている現状が見られます。

今後、原油価格の高止まり傾向が続く中で、施設園芸では、より一層のきめ細かな省エネルギー対策に取り組むことが必要であり、基本的技術対策について取りまとめましたので御活用願います。

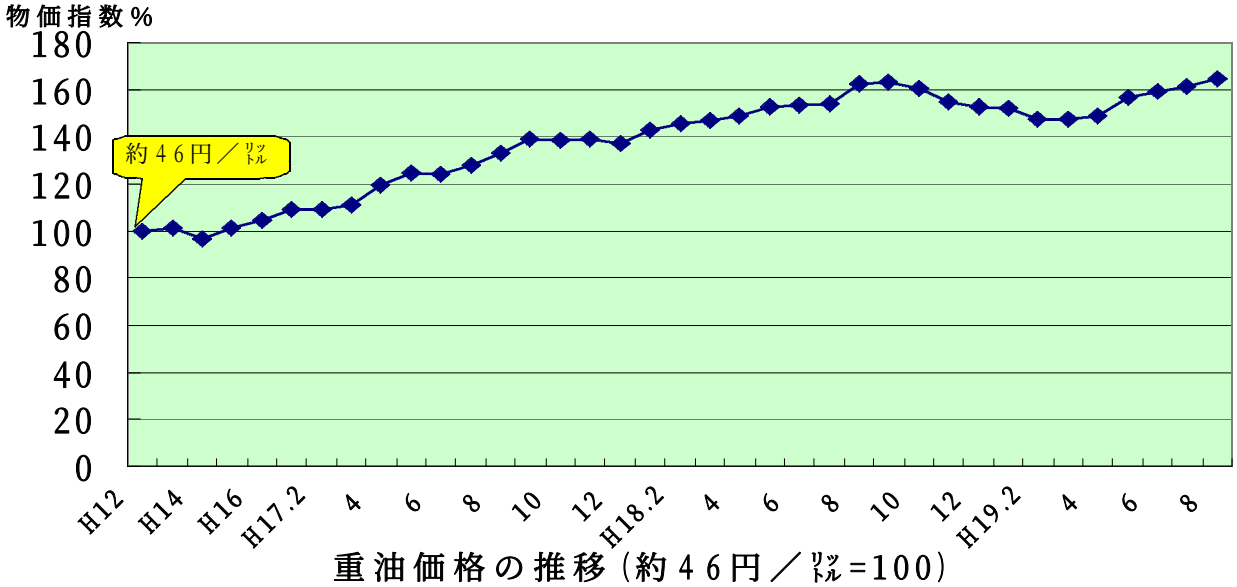
## Ⅰ　背　景

### １．原油価格高騰等をとりまく状況　～約１．６倍の重油価格～

景気の低迷や輸入農産物の増大等により、本県の主要園芸作物の単価は、低迷が続いており、また、農業生産資材費は、最近まで比較的安定していたものの、原油の高騰に伴い、農業用資材や肥料、農薬等の価格上昇も懸念されている。

暖房用燃料となるＡ重油については、農業卸売物価指数によると、平成１２年を１００（約４６円／㍑）とすると、１６年までは比較的安定していたが、１７年より上昇傾向となり、平成１９年８月には約１６４（指数）まで上昇し、今後の価格の推移についても不透明な状況である。（図－１参考）

**図－１　重油価格（農業物価指数）の推移**




※農水省「農業物価指数」「生産資材の購入価格」による

※平成１２年度の価格を１００とした場合の物価指数として表示

## ２．重油価格高騰による農業所得への影響　～バラ栽培など長期暖房作物に大きな影響が～

Ａ重油価格が３０円／㍑（４５円から７５円に）上昇したと仮定すると、

（１）主要な品目での１０ａ当たりの農業所得は７１千円～７５０千円程度減少する。

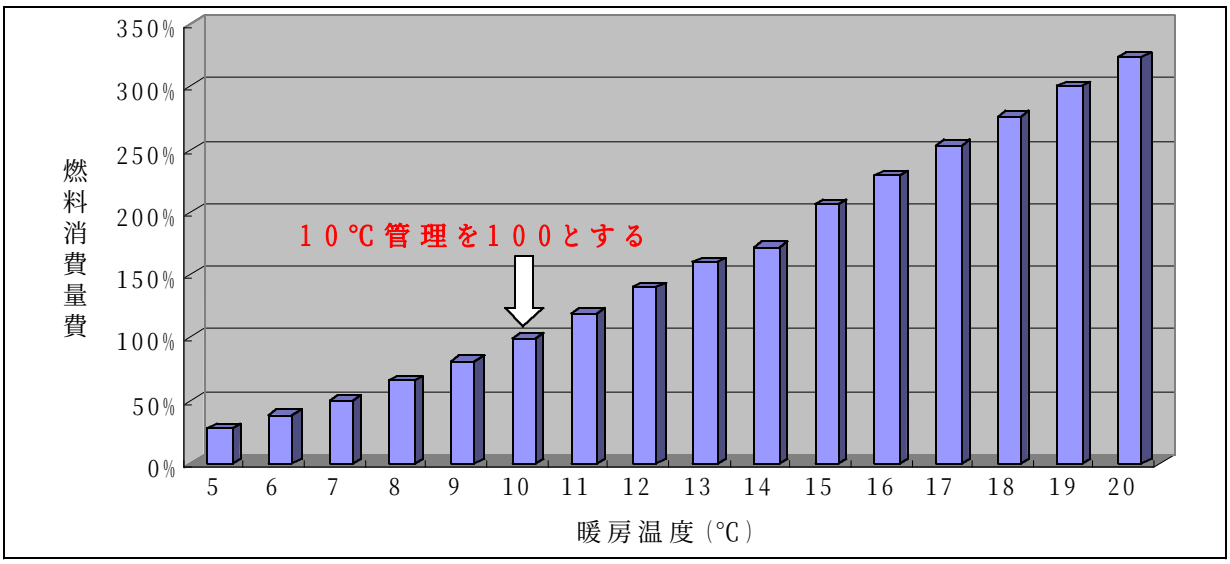
（２）平均規模の経営全体での農家所得は、３００千円～２，２５０千円程度減少する。

（別紙１参考）

（３）高温管理の作物ほど、重油の消費量が飛躍的に増加し、影響が大きくなる。

（図－２参考）

**図－２　暖房温度別の燃料消費量比**




※熊本市の気象データを参考。施設：床面積 3,000 ㎡、 Ａ重油焚温風暖房機使用、10a 当りで試算。

## ３．省エネ対策の基本的な考え方　～ハウスの密閉管理や定植時期の見直し～

（１）細かな管理の積み重ねが、大きな効果につながるので、まずは、ハウスの密閉管理など基本対策について再確認し、その励行により節油に努める。

（２）節油のため、適温を下回るような管理は、品質低下につながるので極力避け、現状の施設整備の範囲や経費があまりかからない省エネ対策について工夫する。

（３）抑制作や春作（半促成）等では、経費の増加に伴う所得の減少等を充分考慮し、定植を早めたり又は遅くするなど「適正作型」について検討する。

# Ⅱ　具体的な対応策

## １．ハウスの気密性を高める。　～ハウスの密閉は万全ですか～

①ハウスの気密性は、想像以上に悪いのが実態である。ビニルの破れや隙間がないように、加温を始める前に、事前に補修やバンドの締め直しを行っておく。

②ハウスは以下の部分からの冷え込みが多いと考えられるので、この部分の気密性を高める。

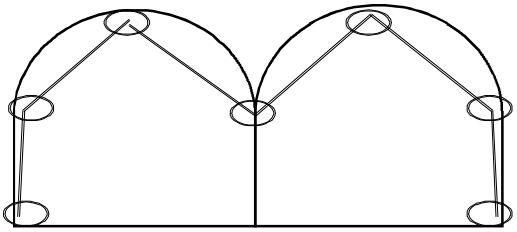
ハウス出入り口……出入り口の内外にフィルムを張り、冷気の流入を防ぐ。

内張カーテンの接合部やサイドカーテンの裾部……カーテンの接合部は、隙間ができないようにするとともにサイドカーテンの裾部は、風により動かないように固定するかやや長めにして地面との接地面から冷気が侵入しないようにする。（図‐３、４参考）

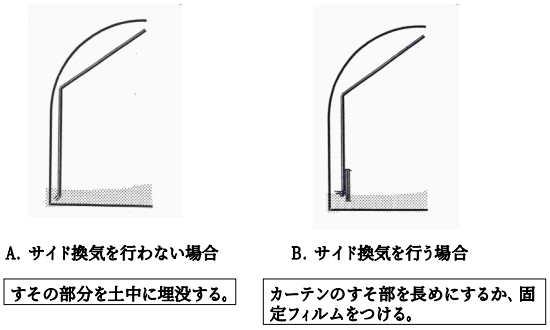
谷　部……谷樋の部分より３０～４０㎝高くなるようにフィルムを設置して、天井フィルムの重なりを広くする。また、妻面から１．５m程度天井部を被覆し、換気部が直線的に開閉するように改良して風の侵入を防ぐ。

サイド換気部……妻面から１．５m程度サイド部を被覆し、換気部が直線的に開閉するように改良して妻面近辺の風の侵入を防ぐ。

図－3　カーテンの隙間ができやすい箇所



図－4　サイドカーテンの裾部の処理方法




## ２．多重被覆を導入する。　～二層カーテンなどの導入を～

①多重被覆することにより、保温効果が高くなるため、既存ハウスの整備状況に合わせ、可能な限り多重被覆を導入する。

②多重被覆を行う際には、寡日照、高温、多湿傾向になるので、日中の換気や病害虫防除等適正管理に努める。（表－１参考）

表－１　栽培温室の保温被覆の熱節減率と保温・透光特性

| 保温方法 | 被　覆　資　材 | 熱節減率(%) | 保温力(℃) | 透過率(%) |
|---|---|---|---|---|
| １層カーテン | ポリエチレンフィルム | 30 | 2.0 | 88 |
| | 塩化ビニルフィルム | 35 | 2.3 | 91 |
| | 不織布 | 25 | 1.6 | 68 |
| | アルミ粉末混入フィルム | 45 | 3.0 | 0.1～0.3 |
| | アルミ蒸着フィルム | 50 | 3.3 | 8.2 |
| ２層カーテン | ポリエチレンフィルム２層 | 45 | 3.0 | - |
| | ポリエチレンフィルム＋アルミフィルム | 65 | 4.3 | |

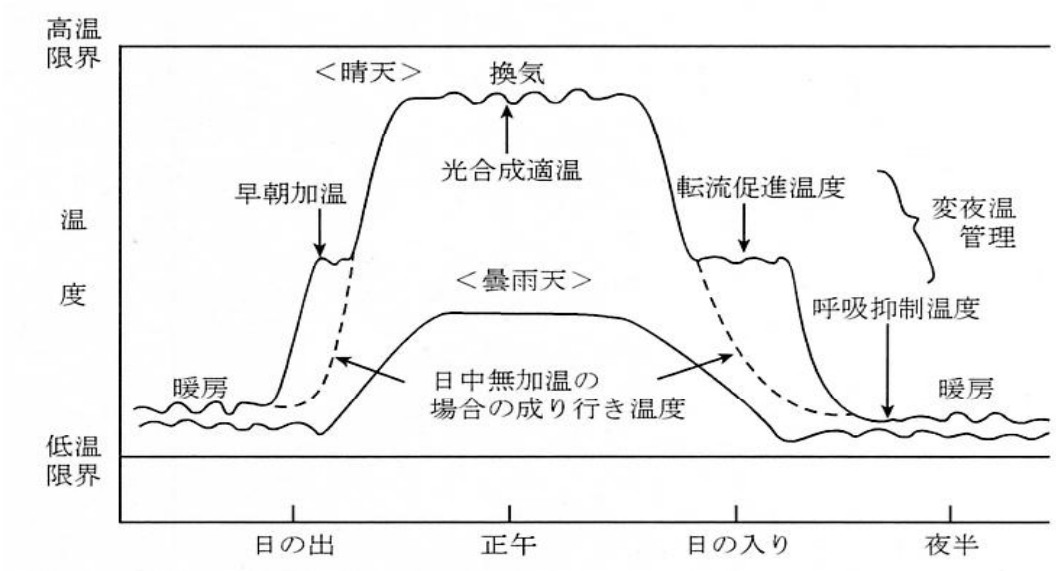
※日本施設園芸協会（1978）より

## ３．夜間は変温管理を行う。　～適切な温度管理の実施～

①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。

②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 | |
| | ナ　ス | １８～１６ | １３ | |
| | ピーマン | ２０～１８ | １５ | 越冬栽培の場合 |
| ウリ科 | キュウリ | １６～１４ | １２ | |
| | メロン | ２４～２２ | １６ | 着果後は後夜半を数℃下げる |

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 51～99日 | 100～119日 | 120～130日 | 重油 使用量(ﾘｯﾄﾙ) | 経費 削減率(%) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 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～

①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。

②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。

③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）

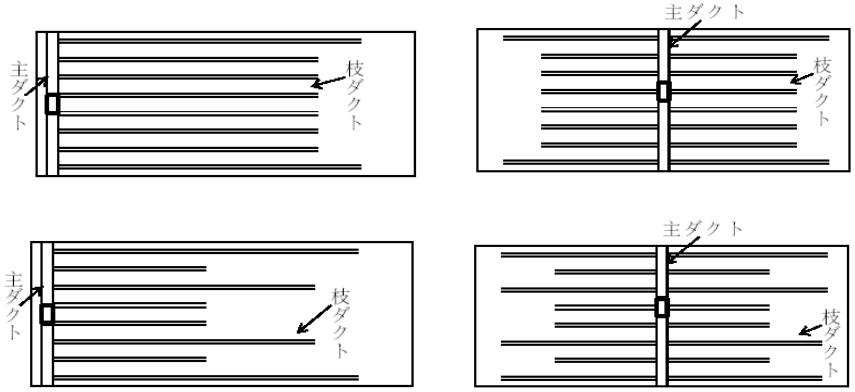
・ハウス内の温度ムラがあると暖房効率の低下につながるので、ハウスサイド、谷下部や暖房機の最遠部等に温度計を設置して温度を確認する。小ダクトの配置時には、長め

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１ｍ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。

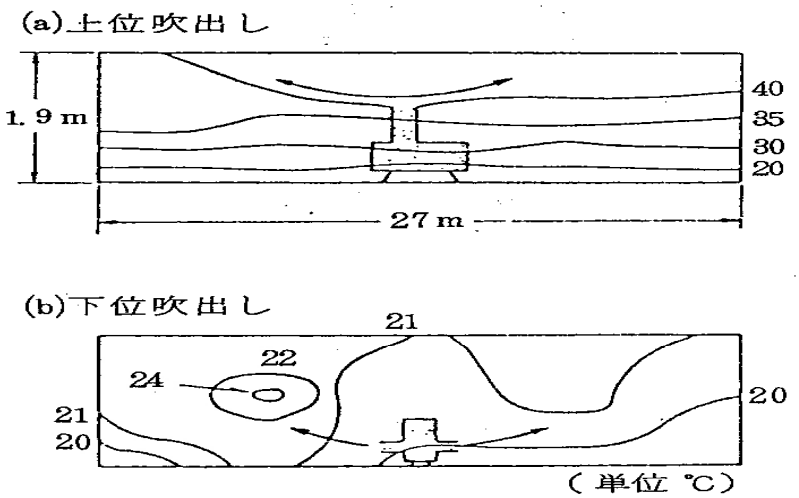
図－6　下吹き出しダクトの配置例



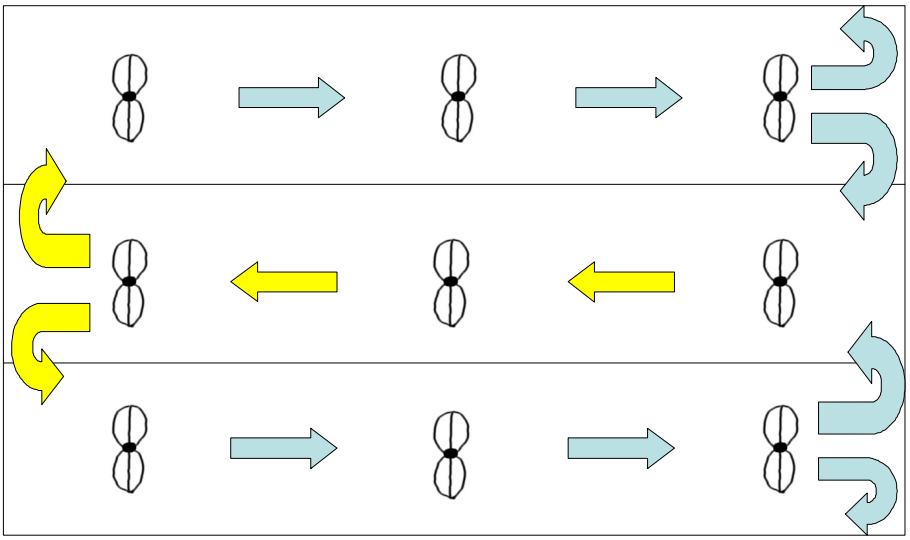

〈妻面設置の例〉　〈中央設置の例〉

※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。

①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。

②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。

③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。

④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 | ①頂芽部のかんざし状化<br>②しおれ<br>③トラフ葉（虎斑、まだら症）<br>④落果（流れ果：生理的萎凋果）<br>⑤くくれ果（くびれ果）<br>⑥裂果 | ①草勢低下と雌花の多数着生<br>②根傷み<br>③同化養分が転流不良で葉内に蓄積し、葉脈間が黄化<br>④同化養分の分配不良<br>⑤ホウ素欠等による果実内部亀裂の発生<br>⑥果実肥大阻害と水分 |
| トマト | ①先端部アントシアニン発生<br>②黄化芯止まり<br>③着色不良果<br>④乱形果、とがり果<br>⑤苦土欠 | ①同化養分が転流不良で葉内に蓄積し、色素に変化<br>②ホウ素、石灰の吸収阻害<br>③リコペン（赤色色素）の形成不良<br>④旺盛な生育、K過剰、石灰、ホウ素不足。草勢低下。<br>⑤根の活性低下と苦土の吸収低下 |
| メロン | ①黄化葉<br>②発酵果<br>③小玉果<br>④裂果 | ①光合成産物の葉内蓄積<br>②果皮硬化による酸欠（アルコール発酵）<br>③肥大不良<br>④果実硬化と肥大の不均衡 |
| ナス | ①石ナス | ①低温時の強草勢による同化養分の分配不足 |
| ピーマン | ①石ピーマン | ①花粉の稔性低下<br>②草勢低下による花器の形成不良（短花柱花） |
| イチゴ | ①着色不良果<br>②傷み果（過熟） | ①アントシアニン系色素の生成不良<br>②着色不良による収穫遅れ |
| 共通事項 | ①根の弱り<br>②成りづかれ、わい化<br>③凍害 | |

### ６．適正作型の遵守

①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。

（Ｖの現地での具体的事例を参考）

## Ⅲ．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。

## Ⅳ　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・整備等の再確認ために活用下さい。

## Ⅴ　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

①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ホ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）

②果樹

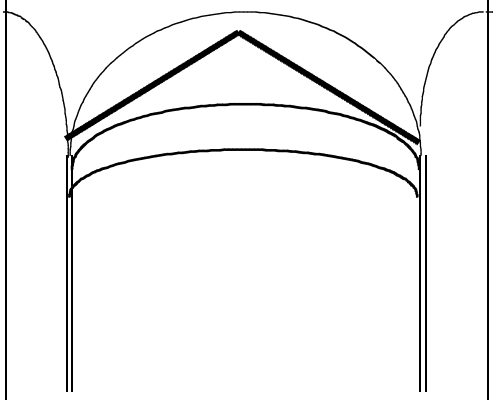
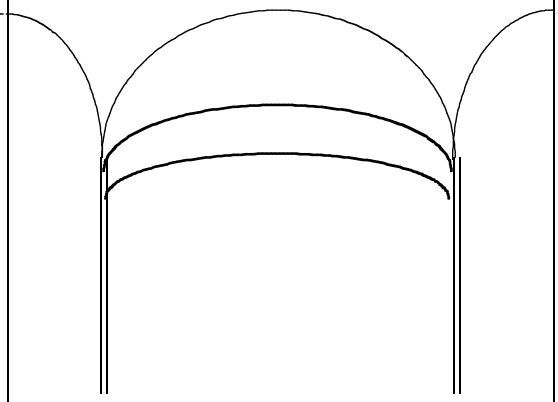
・デコポンで加温時期を１０日程度遅らせた（重油代１０％節約）。　（宇城）
・デコポンで加温栽培からから無加温栽培へ　（芦北）
・モモで加温栽培から無加温栽培へ　（球磨）

③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、ﾍﾞﾆﾊﾞﾅ、ｷﾝｷﾞｮｿｳ、ﾗﾅﾝｷｭﾗｽ等）　（球磨）

## ２．多重被覆の導入

①３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 |  <br>※新たに、（３層目）カーテン（ﾎﾟﾘ、0.5 ﾐﾘ）を設置。 |  <br>※従来は、２層カーテン |
| 重油消費量 | ４，７２２L/10 ａ | ６，８３３L/10 ａ |
| 設置費用 | ２１１，１００円/10 ａ | － |
| 収　　量 | １６．３ｔ/10 ａ（97.6） | １６．７ｔ/10 ａ(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ﾘｯﾄﾙ（△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／ﾘｯﾄﾙと仮定すると、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

①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　（㍑） | 18,788 | 16,621 | 88.4 |
| 重油消費／時間（㍑） | 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。

②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（㍑） | 10,050（100　①） | 12,550（100　③） |
| 16 年産燃料量（㍑） | 10,550（104.95 ②） | 11,250（ 89.6 ④）(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/㍑、年間 10 ㌔㍑使用の場合は、５年でペイする。年間 20 ㌔㍑で３年、年間 25 ㌔㍑で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違うため、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

①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 ㌃) | 対　照　区(14 ㌃) |
|---|---|---|
| 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．展示ほ結果

①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

②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 |

③ 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。

等階級は、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。

④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２５０㍑（８０円／㍑）、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。

## Ⅵ　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

①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）

②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）

③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）
・菊の暖房面積の縮少（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）

④い草

・夜間の乾燥を控え、昼間に乾燥　（球磨）

⑤品目全般

・暖房設定温度を１～２℃下げた管理　（熊本）
・暖房機の点検、調整、清掃　（熊本・宇城・鹿本・天草）
・ダクトの配置、穴の開け方の検討　（熊本）
・適正作型の見直し（品目検討、品種の選定）　（菊池）
・夏秋期の経済性作物の導入　（菊池）
・適正温度管理や密閉の徹底　（宇城・菊池）

## ２．主な試験事例

県内事例１　廃熱回収装置

(1)品目　メロン
(2)調査場所　熊本市
(3)ハウス規模　約 23 ａ（間口６ｍ６連棟）の２施設で比較
(4)試験期間　平成 18 年 12 月６日～ 12 月 26 日
(5)設定温度　16 ℃～ 23 ℃まで４段サーモで設定
(6)試験区
　試験区　廃熱回収装置利用　Ｈ社製、ローサルファーＡ重油対応機種
　慣行区　”　なし
(7)データ及び効果

| | 重油消費量Ｌ | 重油単価　円／Ｌ | 重油経費　円 |
|---|---|---|---|
| 試験区(A) | ５８０５ | ７１．９５ | ４１７，６７０ |
| 慣行区(B) | ６６４５ | ７０．３５ | ４６７，４７５ |
| 比率(A)／(B) | ８７ | １０２ | ８９ |

(8)経費の試算
①廃熱回収装置経費１台当たり　４５万円
②対応面積　２３ａに２台設置（加温機の対応面積より）
③廃熱回収装置経費 10 ａ当たり換算　450,000 ×２台÷ 2.3 ＝３９１，３０４円
④耐用年数　８年
⑤減価償却費　３９１，３０４円÷８＝４８，９１３円
⑥経費を回収するために必要な重油使用量
　４８，９１３円÷７０．３５円÷０．１１（経費節減率）＝６，３２１Ｌ
　ゆえに６，３２１Ｌが必要
⑦廃熱回収装置の導入で約１３％の重油消費量が節減される。使用重油がローサルファーＡ重油仕様で重油単価がやや高くなるが経費節減になると考えられる。しかし、廃熱回収装置の減価償却費を考慮すると重油１０ａ当たり年間使用量が６，３２１Ｌ以上にならないと採算に合わない。秋冬アールスメロンの一般的な重油消費量が４，５００Ｌであり、春作に暖房機を利用する品目を組み合わせることで経費削減の効果を検討する必要がある。

県内事例２　微細有効フィルム

(1)品目　トマト

(2)調査場所　　熊本市
(3)ハウス規模　　約 21 ａの連棟ハウス２施設で比較
(4)試験期間　　平成 18 年 12 月～ 19 年２月
(5)設定温度　　18 時～３時 10 ℃、３時～６時 11 ℃
(6)試験区
　試験区　カーテン資材　微細孔フィルム
　慣行区　　”　　農ポリフィルム

(7)データ及び効果
暖房機の重油消費量、稼働時間及び気温、湿度

| | 重油消費量Ｌ | 稼働時間 hr | 平均気温℃ | 平均湿度％ |
|---|---|---|---|---|
| 試験区(A) | １８７８ | １０９ | １２．０ | ９８．７ |
| 慣行区(B) | １８６２ | １０７ | １２．３ | ９８．８ |
| 比率(A)／(B) | １０１ | １０２ | | |

①暖房機の重油消費量及び稼働時間は、試験区と慣行区の差はほとんどなかった。
②ハウス内の気温、湿度は、ほぼ同程度であった。
③試験区、慣行区とも１２月下旬～１月上旬頃に灰色かび病の発生がみられ、慣行区では一部に疫病の発生もみられたがその後の天候の回復で大きな影響はなかった。
④以上のことから微細孔フィルムの省エネ効果は認められなかった。しかし、夜露の水滴落ちが少なく、病害の抑制効果が期待できる。また、微細孔フィルムはべたつきが少なくフィルムの開閉作業が容易である。
⑤微細孔フィルムの価格が通常フィルムの２～３倍程度であるので、展張期間を２年間に延長した場合の防滴性や光透過量等を効果の確認が必要である。

県内事例３　空気膜二重フィルム
(1)品目　　トマト
(2)調査場所　　合志市
(3)ハウス規模　　熊本県農研センター　約３ａの２連棟ハウス
(4)試験期間　　平成 15 年 10 月～ 17 年３月
(5)設定温度　　約１２℃
(6)試験区
　試験区　内張りカーテン　空気膜二重フィルム（農ポリフィルム）
　慣行区　　”　　内張り１層（農ポリフィルム）
(7)データ及び効果
暖房機の重油消費量

| | 重油消費量％ |
|---|---|
| 試験区(A) | ２５～３０ |
| 慣行区(B) | １００．０ |
| 比率(A)／(B) | ２５～３０ |

※重油消費量は慣行区との比率%

(8)経費の試算

経費をハウス 10 ａ（10 月から３月）に換算

| | 重油費用 | フィルム代 (加工費含む) | 送付機代 | 電気代 | パイプ代 | 合　計 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 試験区(A) | ５０９(545) | ２０３ | １８ | ５ | １ | ７３６(772) |
| 慣行区(B) | ７２７ | ７６ | ０ | ０ | | ８０３ |
| 比率(A)／(B) | ７０ | ２６７ | | | | ９２(96) |

※（　）書きは節減率２５%の場合

①空気膜二重フィルムを内張りカーテンに利用すると慣行区と比べて重油費用が約２５～３０%程度節減される。その年の気象条件により節減程度は異なる。

②ハウス 10 ａ換算でコスト試算した結果、空気膜二重フィルムを設置した場合、内張り一重被覆に比べ約６７千円（２５%節減の場合約３１千円）程度の経費節減になる。

県内事例４　木質ペレット温風暖房機

(1)品目　　メロン

(2)調査場所　　合志市

(3)ハウス規模　　熊本県農研センター　約３ａの２連棟ハウス

(4)試験期間　　平成 18 年～ 19 年

(5)設定温度　　約１８℃

(6)試験区

試験区　木質ペレット温風暖房機（N社製）

現在試験中であり、今後、成果がまとまり次第、報告される予定である。

広島県立農業技術センター研究報告より

県外事例１　循環扇

(1)品目　　トマト

(2)調査場所　　広島県

(3)ハウス規模　　広島県農業技術センター鉄骨ハウス（間口６m長さ１５m）

(4)試験期間　　平成 13 年～ 14 年

(5)設定温度　　12 ℃

(6)試験区

試験区　　循環扇

慣行区　　循環扇なし

(7)データ及び効果

冬期（１月）

| | 温度 | | | 湿度（夜間） | | | 風速 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 株上層 | 株下層 | 上下層差 | 株上層 | 株下層 | 上下層差 | m／sec |
| 試験区(A) | 16.3 | 15.5 | 0.8 | 87.8 | 87.7 | 0.1 | 0.5～1.3 |
| 慣行区(B) | 17.3 | 14.5 | 2.8 | 84.7 | 88.3 | 3.6 | ＜0.1 |

春期（４月～５月）

| | 温　度 | 湿　度 | 灰色かび病<br>発生側枝率 | 葉かび病<br>発生側枝率 | 風　速<br>m/sec |
|---|---|---|---|---|---|
| 試験区(A) | 19.8 | 84.8 | 0.6 | 3.6 | 0.3 ～ 0.9 |
| 慣行区(B) | 19.9 | 85.3 | 11.3 | 5.6 | ＜ 0.1 |

①循環扇の送風で株の上下層の温度及び湿度の格差が小さくなり、ハウス内の温度及び湿度ムラが少なくなる。

②循環扇の送風でハウス内の湿度への影響は小さいが、試験区の植物体表面の水滴付着量は慣行区の約 30 %であり、灰色かび病の発生を抑制した。しかし、葉かび病への抑制効果は認められない。

③ハウス内で微風を確保して、風の流れが対流するように循環扇を設置する。

Ⅶ　本年度県内で試験現地調査等が予定されている内容

①アールスメロンの加温栽培での廃熱回収装置の省エネ効果調査　（熊本）

②トマトの加温栽培での内張りカーテン及び循環扇の省エネ効果調査　（熊本）

③トマトの加温栽培での有効フィルムの省エネ効果調査　（玉名）

④ハウスミカンでの廃熱回収装置の省エネ効果調査　（鹿本）

⑤園芸施設での木質ペレット温風暖房機利用による加温技術調査

（生産環境研究所施設経営研究室）

別紙1

◎A重油価格が４５円／リットルの場合

| 品目 | 単位 | 冬トマト | 冬春ナス | 秋冬メロン | イチゴ | ハウスみかん | デコポン（加温） | 宿根カスミ | バラ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10a当収量 | kg・本 | 8,000 | 16,000 | 2,592 | 4,000 | 5,225 | 4,050 | 22,750 | 105,354 |
| 単価 | 円／kg | 357 | 305 | 502 | 1,100 | 630 | 848 | 124 | 68 |
| 粗収益 | 円 | 2,856,000 | 4,880,000 | 1,301,184 | 4,400,000 | 3,291,750 | 3,434,400 | 2,821,000 | 7,164,072 |
| 種苗費 | 円 | 58,250 | 135,000 | 75,600 | 48,400 | 0 | 0 | 132,840 | 391,500 |
| 肥料費 | 円 | 54,030 | 151,000 | 21,310 | 63,410 | 25,100 | 47,900 | 41,535 | 601,800 |
| 農薬費 | 円 | 66,435 | 210,000 | 35,050 | 127,514 | 36,359 | 34,049 | 48,211 | 144,938 |
| 小農具費 | 円 | 2,238 | 18,800 | 11,125 | 471 | 3,261 | 6,658 | 25,000 | 54,560 |
| 諸材料費 | 円 | 210,059 | 228,533 | 98,674 | 142,613 | 106,833 | 115,013 | 195,500 | 156,800 |
| 光熱費（重油） | 円 | 135,000 | 360,000 | 202,500 | 112,500 | 900,000 | 450,000 | 107,100 | 1,125,000 |
| その他水道光熱費 | 円 | 19,375 | 66,000 | 10,500 | 253,000 | 65,400 | 72,800 | 28,500 | 36,800 |
| 修繕費 | 円 | 33,775 | 72,404 | 33,305 | 54,905 | 39,096 | 57,613 | 57,648 | 232,910 |
| 雇用労賃 | 円 | 35,770 | 314,630 | 0 | 70,000 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| その他経費 | 円 | 22,885 | 89,334 | 24,627 | 78,753 | 47,608 | 67,135 | 49,219 | 131,512 |
| 販売経費 | 円 | 929,224 | 1,346,400 | 314,798 | 1,031,621 | 851,675 | 782,775 | 978,853 | 908,407 |
| 減価償却費 | 円 | 191,917 | 408,429 | 196,988 | 334,522 | 461,634 | 362,419 | 241,432 | 928,951 |
| 経費計 | 円 | 1,758,958 | 3,400,530 | 1,024,477 | 2,317,709 | 2,536,966 | 1,996,362 | 1,905,838 | 4,713,178 |
| 農業所得 | 円 | 1,097,042 | 1,479,470 | 276,707 | 2,082,291 | 754,784 | 1,438,038 | 915,162 | 2,450,894 |
| 経営規模 | a | 100 | 60 | 100 | 40 | 30 | 15 | 60 | 30 |
| 農家所得 | 円 | 10,970,420 | 8,876,820 | 2,767,070 | 8,329,164 | 2,264,352 | 2,157,057 | 5,490,972 | 7,352,682 |
| 重油消費量 | リットル | 3,000 | 8,000 | 4,500 | 2,500 | 20,000 | 10,000 | 2,380 | 25,000 |
| 重油単価 | 円／L | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 | 45 |
| 重油経費 | 円 | 135,000 | 360,000 | 202,500 | 112,500 | 900,000 | 450,000 | 107,100 | 1,125,000 |

◎A重油価格が６５円／リットルの場合

| 品目 | 単位 | 冬トマト | 冬春ナス | 秋冬メロン | イチゴ | ハウスみかん | デコポン（加温） | 宿根カスミ | バラ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10a当収量 | kg・本 | 8,000 | 16,000 | 2,592 | 4,000 | 5,225 | 4,050 | 22,750 | 105,354 |
| 単価 | 円／kg | 357 | 305 | 502 | 1,100 | 630 | 848 | 124 | 68 |
| 粗収益 | 円 | 2,856,000 | 4,880,000 | 1,301,184 | 4,400,000 | 3,291,750 | 3,434,400 | 2,821,000 | 7,164,072 |
| 経費計 | 円 | 1,818,958 | 3,560,530 | 1,114,477 | 2,367,709 | 2,936,966 | 2,196,362 | 1,953,438 | 5,213,178 |
| 農業所得 | 円 | 1,037,042 | 1,319,470 | 186,707 | 2,032,291 | 354,784 | 1,238,038 | 867,562 | 1,950,894 |
| 経営規模 | a | 100 | 60 | 100 | 40 | 30 | 15 | 60 | 30 |
| 農家所得 | 円 | 10,370,420 | 7,916,820 | 1,867,070 | 8,129,164 | 1,064,352 | 1,857,057 | 5,205,372 | 5,852,682 |

◎A重油価格が７５円／リットルの場合

| 品目 | 単位 | 冬トマト | 冬春ナス | 秋冬メロン | イチゴ | ハウスみかん | デコポン（加温） | 宿根カスミ | バラ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10a当収量 | kg・本 | 8,000 | 16,000 | 2,592 | 4,000 | 5,225 | 4,050 | 22,750 | 105,354 |
| 単価 | 円／kg | 357 | 305 | 502 | 1,100 | 630 | 848 | 124 | 68 |
| 粗収益 | 円 | 2,856,000 | 4,880,000 | 1,301,184 | 4,400,000 | 3,291,750 | 3,434,400 | 2,821,000 | 7,164,072 |
| 経費計 | 円 | 1,848,958 | 3,640,530 | 1,159,477 | 2,392,709 | 3,136,966 | 2,296,362 | 1,977,238 | 5,463,178 |
| 農業所得 | 円 | 1,007,042 | 1,239,470 | 141,707 | 2,007,291 | 154,784 | 1,138,038 | 843,762 | 1,700,894 |
| 経営規模 | a | 100 | 60 | 100 | 40 | 30 | 15 | 60 | 30 |
| 農家所得 | 円 | 10,070,420 | 7,436,820 | 1,417,070 | 8,029,164 | 464,352 | 1,707,057 | 5,062,572 | 5,102,682 |

## 農業所得の比較（４５円／リットルの時との比較）

◎A重油価格が６５円／リットルの場合

| 品目 | 単位 | 冬トマト | 冬春ナス | 秋冬メロン | イチゴ | ハウスみかん | デコポン（加温） | 宿根カスミ | バラ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10a当所得 | 円 | △ 60,000 | △ 160,000 | △ 90,000 | △ 50,000 | △ 400,000 | △ 200,000 | △ 47,600 | △ 500,000 |
| 農業所得 | 円 | △ 600,000 | △ 960,000 | △ 900,000 | △ 200,000 | △ 1,200,000 | △ 300,000 | △ 285,600 | △ 1,500,000 |

◎A重油価格が７５円／リットルの場合

| 品目 | 単位 | 冬トマト | 冬春ナス | 秋冬メロン | イチゴ | ハウスみかん | デコポン（加温） | 宿根カスミ | バラ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10a当所得 | 円 | △ 90,000 | △ 240,000 | △ 135,000 | △ 75,000 | △ 600,000 | △ 300,000 | △ 71,400 | △ 750,000 |
| 農業所得 | 円 | △ 900,000 | △ 1,440,000 | △ 1,350,000 | △ 300,000 | △ 1,800,000 | △ 450,000 | △ 428,400 | △ 2,250,000 |

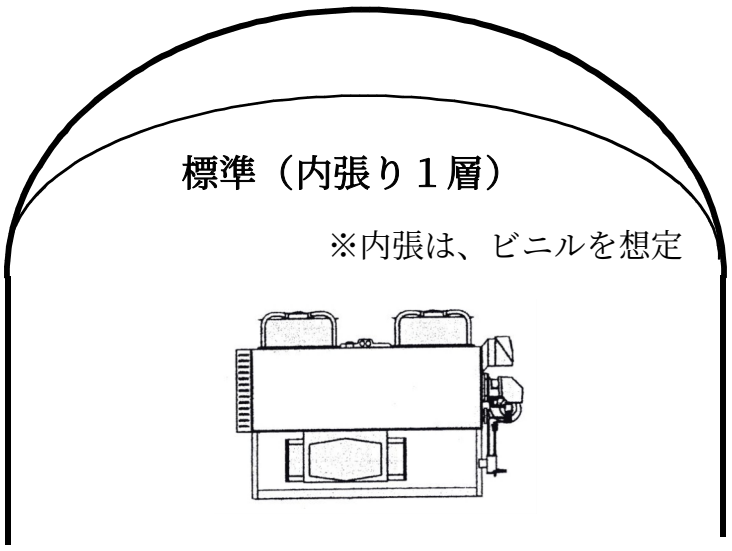
※熊本県農業経営指標を基に、重油価格を想定価格に引き直して作成。
※重油以外の経費等については、そのまま据え置いて計算。

別紙２

# 省 エ ネ 対 策 効 果 目 標

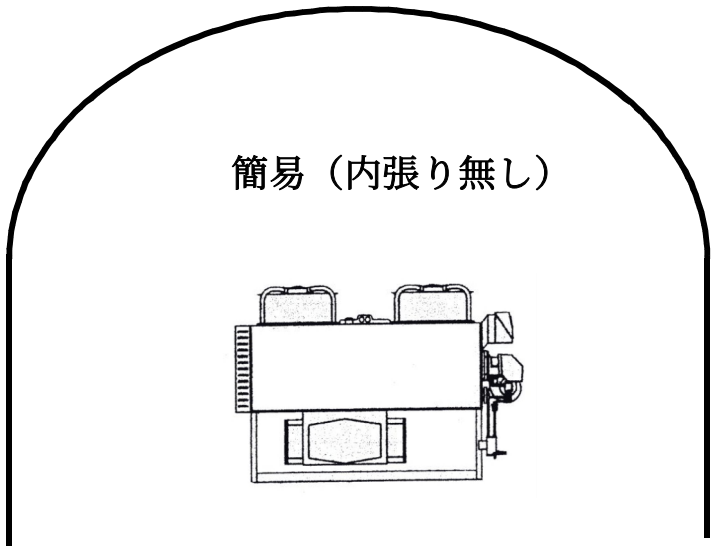
## トマト　　夜温１２℃（１２月～２月加温）設定の場合

事例１



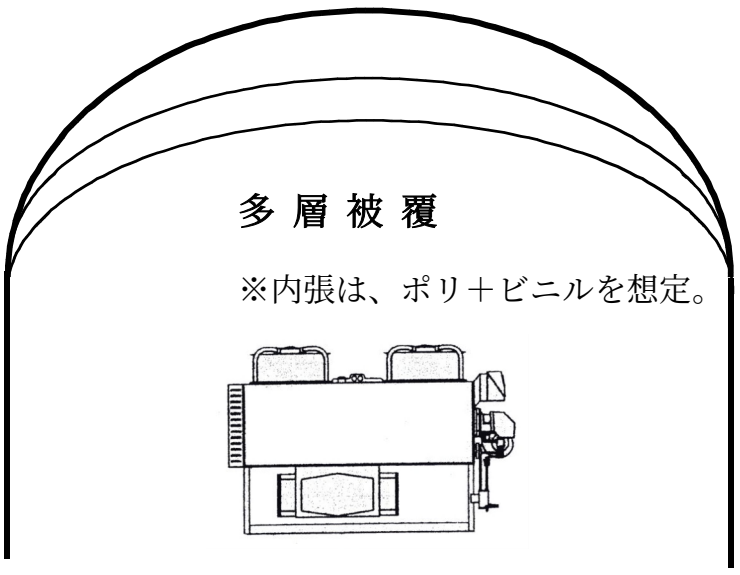

| 省　エ　ネ　効　果 | 燃料使用量試算（比率、%） |
|---|---|
| 標準（内張１層） | １００ |
| 気密性を高める（カーテン、妻面、谷部の隙間損失を無くした場合） | ９７．０ |

事例２



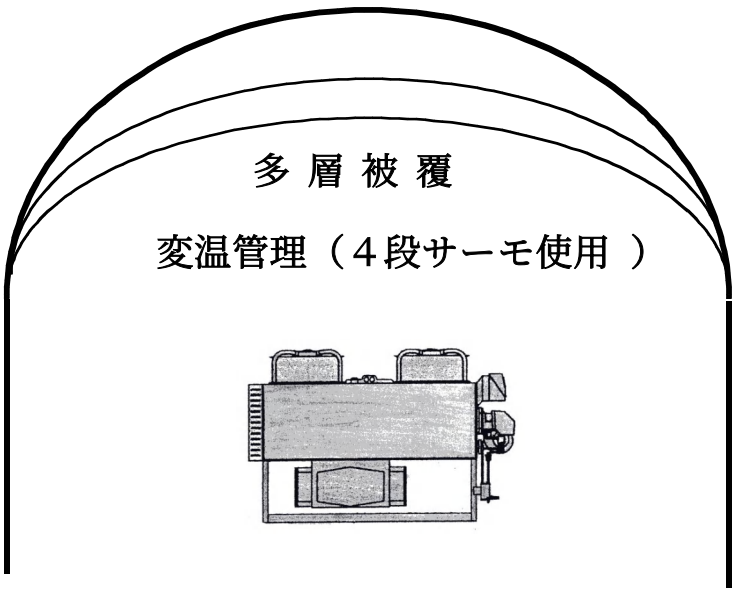

| 省　エ　ネ　効　果 | 燃料使用量試算（比率、%） |
|---|---|
| 簡易（内張無し） | １９１ |
| 気密性を高める（カーテン、妻面、谷部の隙間損失を無くした場合） | １８７ |

事例３




| 省　エ　ネ　効　果 | 燃料使用量試算（比率、%） |
|---|---|
| 多層被覆効果 | ６９．０ |
| 気密性を高める（カーテン、妻面、谷部の隙間損失を無くした場合） | ６５．６ |

事例４




| 省　エ　ネ　効　果 | 燃料使用量試算（比率、%） |
|---|---|
| 多層被覆効果 | ６５．６ |
| 変温管理（４段サーモ使用の場合） | ５１．６ |

※施設：床面積 3,000 ㎡（間口６ｍ×５連棟×１００ｍ）、柱高 1.9 ｍ。
　　Ａ重油焚温風暖房機使用、余裕率等で 10%削減、10a 当りで試算。
※データは、Ｎ社試算、ＪＡ熊本経済連調べによる。また、気象は熊本市の気象データを参考。
※この試算は、熊本市の気象データを基に試算してあり、地域の気候、ハウスの型式、被覆資材等で、数値は異なってくる。

別紙３

# 省エネ対策のチェックシート

～２６項目で今一度再確認を！～

| No | ﾁｪｯｸ欄 | 項　　目 |
|---|---|---|
| １．ハウスの気密性を高める。 | | |
| 1 | | ビニルの破れや隙間等はありませんか。 |
| 2 | | 加温を始める前に、補修やバンドの締め直しを行いましたか。 |
| 3 | | 出入り口の内外にフィルムを張り、冷気の流入を防いでいますか。 |
| 4 | | カーテン等フィルムの接合部は、隙間がありませんか。 |
| 5 | | ｶｰﾃﾝｻｲﾄﾞの裾部は、風により動かないように固定するかやや長めにしていますか。 |
| 6 | | 谷樋の部分にフィルムを設置して、天井フィルムとの重なりを広くしていますか。 |
| 7 | | 谷部やサイドは、妻面から 1.5m 程度重ね代をとって、風の侵入を防いでいますか。 |
| ２．多重被覆を導入する。 | | |
| 8 | | 可能な限り多重被覆を導入していますか。 |
| 9 | | カーテンは変質したり、破れたりしていませんか。 |
| 10 | | 寡日照、高温、多湿対策として日中の換気や病害虫防除に努めていますか 。 |
| ３．夜間は変温管理を行う。 | | |
| 11 | | 夜間の設定温度は、４段サーモなどを活用した変温管理を行っていますか。 |
| 12 | | 品質や収量に影響のない設定温度で、管理を行っていますか。 |
| ４．暖房効率を高める。 | | |
| 13 | | 暖房機の熱交換面（缶体）は清掃しましたか。 |
| 14 | | 暖房機のノズルは交換しましたか。 |
| 15 | | 暖房機の空気量は調整しましたか。 |
| 16 | | 温度センサー位置は、生育ステージに合わせる等適切な位置に設置していますか。 |
| 17 | | 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測定・確認しましたか。 |
| 18 | | 温風ダクトの配置は、穴の間隔、ダクト間隔を調節する等適正に配置しましたか。 |
| 19 | | 循環扇等の利用により、温度ムラを少なくし、過剰暖房を防ぐようにしていますか。 |
| ５．栽培管理の工夫を行う。 | | |
| 20 | | 整枝、誘引、摘葉等適期管理を行い、採光を図っていますか。 |
| 21 | | 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ていますか。 |
| 22 | | 防寒・防風対策として西側や北側に防風垣を設置していますか。 |
| 23 | | ハウス北側の妻面やサイド部は防寒資材で被覆していますか。 |
| 24 | | 節油のあまり、適温を下回るような管理はしていませんか。 |
| 25 | | マルハナバチ等を利用する場合は、これらの活動温度を考慮していますか。 |
| ６．適正作型の遵守 | | |
| 26 | | 重油の経費増を考慮して、定植を早めたり又は遅くするなど作型を検討しましたか。 |