

平成20年11月	策定
平成25年 5月	改訂
平成29年 9月	改訂
令和 5年 3月	改訂

# 長崎県品目別コスト縮減戦略 (改訂版)

令和5年3月

コスト縮減対策会議

## 目次

### ○ 共通対策、経営シミュレーションについて

#### 共通対策

1. 省エネのための機器利用技術 .....	1
1) 燃油暖房機の利用とメンテナンス	
2) ヒートポンプの利用とメンテナンス	
3) 木質バイオマス暖房機の利用とメンテナンス	
4) 自然エネルギーの利用	
5) 温度センサーの設置と点検	
2. 温室の保温性向上技術 .....	22
1) 気密性の向上	
2) 多重化・多層化	
3) 保温性の高い被覆資材の利用	
3. 省エネのための温度管理技術 .....	31
1) 施設園芸作物の適温管理	
2) 天敵資材や花粉交配昆虫の活動範囲	
3) 省エネ型の品種や作型への転換	
4) 温度ムラの改善(送風ダクト・循環扇の利用)	
5) 暖房温度の変温管理	
6) 作物の局所加温技術	
4. 省エネ対策の多面的活用術 .....	40
1) ヒートポンプの周年的な活用	
5. 園芸用ハウス建設費のコスト縮減 .....	43
6. 既存施設の有効活用 .....	44
7. 資材費等の低減	
1) 肥料費 .....	45
2) 農業薬剤費 .....	48

## 品目別対策

### 1. 野菜

1)ばれいしょ	50
2)にんじん	54
3)たまねぎ	57
4)ブロッコリー	60
5)レタス	63
6)いちご	65
7)トマト	69
8)アスパラガス	72

### 2. 果樹

1)露地かんきつ	77
2)ハウスみかん	86
3)露地びわ	89
4)ハウスびわ	97

### 3. 花き

1)きく	101
2)バラ	108
3)カーネーション	113

### 4. 茶

### 5. 農産

1)水稲	127
2)麦	133

### 6. 畜産

1)肉用牛	135
2)酪農	151
3)養豚	162
4)養鶏	172

## ○共通対策について

各種対策については、平成30年10月に農林水産省生産局が発刊した、「施設園芸省エネルギー生産管理マニュアル（改定2版）」のものを引用し、特に省エネルギーの取組により燃油使用量の削減により、生産コストの低減及び温室効果ガスの排出削減を進める上で重要な取組を中心に抜粋した。

## ○経営シミュレーションについて

### ◆品目別対策

#### 現状

平成30年度長崎県農林業基準技術を引用し、燃料の価格は令和4年度の直近のデータ(9月1日現在の本土地区平均税込み価格)を用いることとして、A重油103円、ガソリン174円、軽油154円、灯油112円を使用し、肥料、農薬は現況実勢価格を使用した。

#### 改善後

上記の令和4年度シミュレーションをもとに、現在導入済みの技術に加え今後導入が見込まれる技術も反映させ試算した。

## 1. 省エネのための機器利用技術

### 1) 燃油暖房機の利用とメンテナンス

暖房機の経年劣化による暖房効率の低下や故障などのトラブル発生を最小限に抑えて長期間使用するためには、定期的な点検や清掃が欠かせません。定期的にメンテナンスを行うことにより暖房機の加温能力を最大限に引き出すとともに、省エネルギー対策に努めましょう。

#### (1) 設置の際の留意点

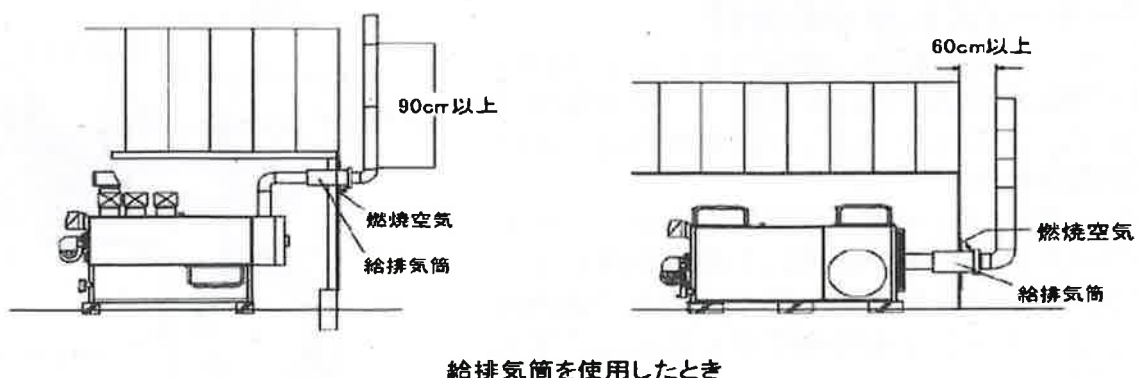
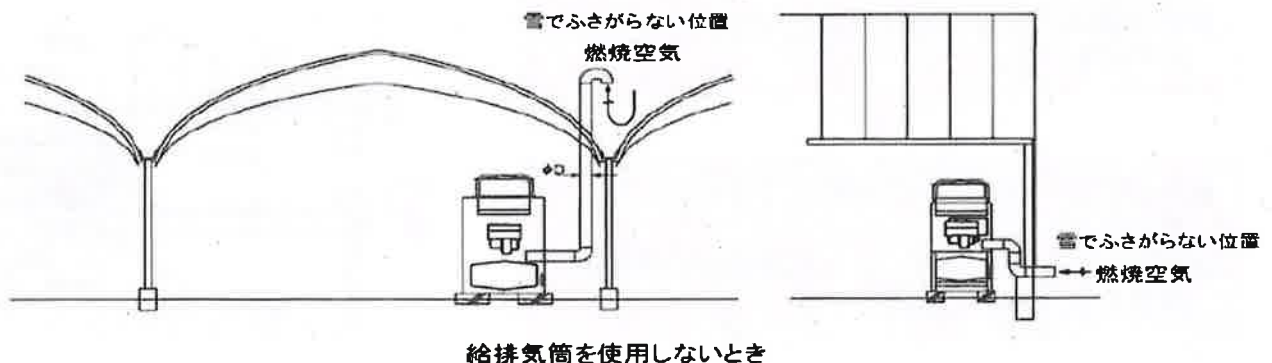
##### ① 燃烧用空気の取り入れ

バーナーで燃油を燃烧させる際は大量の新鮮空気（出力10kW 当たり約17m<sup>3</sup>/h または 1万kcal/h 当たり約20m<sup>3</sup>/h）が必要になるので、保温被覆により気密性を高めた温室では、必ず燃烧用新鮮空気の取り入れ口を設けましょう。

空気取り入れ口がないと空気不足による不完全燃烧が生じ、炉内が極端に煤け、煙突から黒煙が出たり不着火の原因になりかねません。

なお、燃烧用新鮮空気の取り入れにあたっては、

- 燃烧空気は必ず温室外（外気）から取り入れるようにする
- 空気取り入れ口は雪や水たまりなどで塞がらないようにする
- 暖房機が稼働しているときは換気扇を運転しない
- 新鮮空気の取り入れを容易に行える「給排気筒」を使用する等に留意しましょう（下図参照）。



# 共通対策

## (2) 暖房機のメンテナンス

一般的な暖房機の点検・清掃方法は以下のとおりですが、暖房機によって方法が異なる場合があるため、暖房機に付属の取扱説明書をよく御覧になり適切な方法でメンテナンスを行ってください。

### ① 缶体の掃除

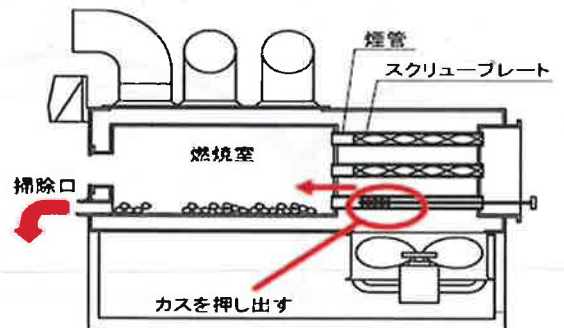
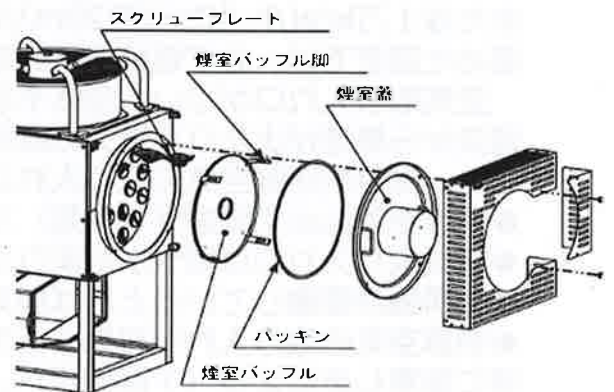
A重油に含まれる不純物は燃焼後にはカスとして缶体に溜まります。燃焼カスが多く缶体内に溜まると暖房機の熱効率の低下やバーナーの不完全燃焼の原因となります。また、このカスは湿気を帯びやすく、長期間放置しておくとう缶体の腐食を助長することがあります。

熱効率を維持するために、また缶体を長持ちさせるためにも、1年に1回は、必ず缶体の掃除を行いましょう。

- ◆暖房機の電源を切り、燃料バルブを閉めてから、加温機後部の煙室蓋を外し、スクリュープレートを抜き取ります。
- ◆古くなった煙室のパッキンは、ガス漏れのおそれがあるので、必ず、新品と交換しましょう

- ◆煙管に溜まったカスは燃焼室側に押しだし掃除口からかき出します。
- ◆終了後は、掃除口のフタは元通りにしっかり締めましょう。

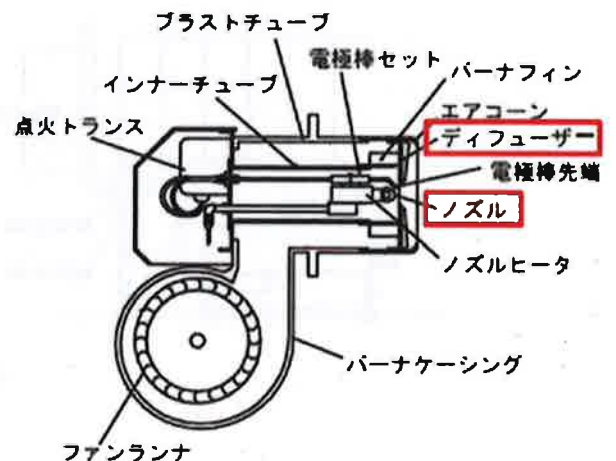
- ◆スクリュープレートの汚れをワイヤブラシなどで落とします。
- ◆焼損したスクリュープレートは暖房効率を維持するため新品と交換します



### ② バーナーノズル周辺の清掃

バーナーノズル周辺の燃焼カスによる汚れは燃料と空気の正常な混合を阻害し、完全燃焼を妨げます。ノズル周辺は1ヶ月毎を目途に定期的に掃除をしましょう。

また、ディフューザーが汚れていたら、ウエスやワイヤブラシ等を使用して汚れを落としましょう。汚れが落ちにくい場合は灯油や油汚れ用のクリーナーなどを使用すると落としやすくなります。





清掃前、ススで真っ黒のエアコーン、  
ディフューザーの状態



清掃後のエアコーン、ディフューザーの  
状態

### ③バーナーノズルの交換

燃料噴霧ノズルは高圧で噴霧するため、使用とともに磨耗します。摩耗が進むと燃焼状態の悪化による燃料のムダ遣いとなるだけでなく、噴霧量の増加によって過負荷状態になり、異常な高温により缶体を傷めたりすることがあります。

暖房機の故障予防のためにも定期的にノズルの交換を行いましょう。

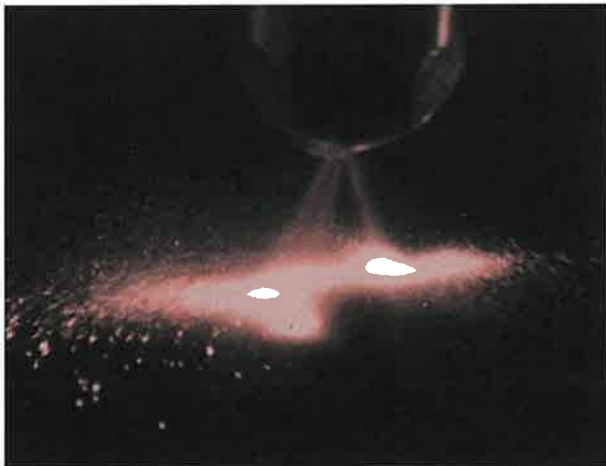
ノズルチップ ノズルストレーナ



ノズル交換の目安(累積燃焼時間)

A重油の場合 約1,000時間

灯油の場合 約2,000時間

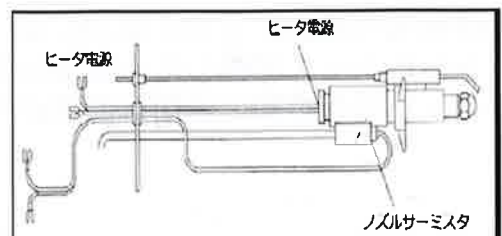


異常な噴霧パターン



正常な噴霧パターン

また、ノズルヒーターは断線しやすく故障しやすい箇所です。ノズルヒーターが働いていないと燃料消費量の増加や不着火、黒煙の発生等につながります。ノズルヒーターに不具合があると液晶画面にエラーコードが表示されるので確認して、故障の場合には修理しましょう。



ノズルヒーター

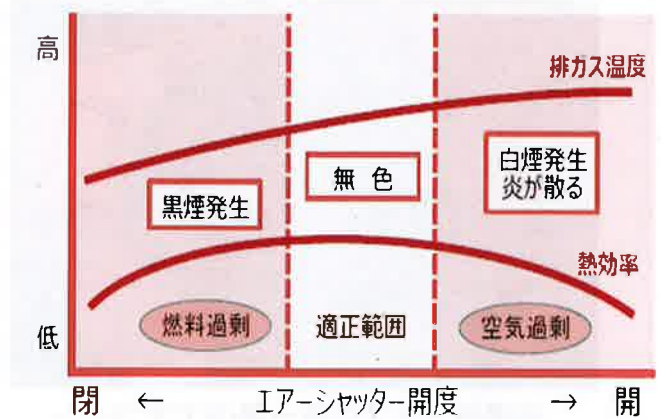
# 共通対策

施設園芸省エネルギー生産管理マニュアル(改定2版)より

## ④ エアシャッターの調整

バーナーのエアシャッター（燃烧空気取入口）を調整することで燃烧状態を改善し、燃烧効率を高めることができます。

エアシャッターは開けすぎても閉めすぎても燃烧効率は低下しますので、煙突から出る排気ガスの色で燃烧状態を確認しましょう。



- ◆ 煙突から白煙が出る場合には、エアシャッターを閉じ気味にして燃烧空気量を少なくして調整。
- ◆ 煙突から黒煙が出る場合には、エアシャッターを開け気味にして燃烧空気量を増やして調整。

- ◆ 排煙が無色になったらエアシャッターの固定ネジを締めましょう。



エアシャッターの調整部

※ 調整後、直ちに排煙の色が変わる訳ではないので、しばらく様子を見ながら調整しましょう。

## ⑤ 適切な燃料の使用

燃油暖房機的主要な燃料であるA重油は日本工業規格（JIS）により品質が規定されていますが、夏期に生産されたA重油を冬期に使用すると、セジメント（A重油中に含まれる残炭分が析出してできる生成物）が増加して、フィルターの目詰まり等を引き起こす可能性があります。

暖房機を長持ちさせるためにも、長期間（3ヶ月以上）保存したA重油は使用しないなど、適切な時期に適切な油を使用しましょう。



適正な燃料の貯蔵と利用



## ⑥温湯暖房の場合の留意事項(腐食抑制剤の使用)

温湯暖房の場合には、水に対するメンテナンスが必要です。ボイラーや配管内にサビ等が発生すると、熱伝導の低下によりエネルギーロスが生じたり、腐食により設備が破損、漏水するおそれもあります。

そのため、1年に1回は缶水を入れ替え、缶体内を一度最高温度(85℃程度)に沸き上げるなどのメンテナンスを行うとともに、半年ごとを目安に腐食抑制剤を缶水に投入して、缶体や配管内の防食性を維持させることが必要です。



腐食抑制剤を使用している缶体



腐食抑制剤を使用していない缶体  
(缶体内が腐食し、サビ泥が付着)

## (3)暖房機の排熱利用

燃油式暖房機では、発生した熱の全てを暖房に利用できる訳ではなく、排気ガスとして室外に排出される熱が存在しています。

この熱を回収して有効利用するための装置が排熱回収装置です。排熱回収装置による排気熱の回収率は機種によって異なりますが、3~5%程度の燃油削減効果が見込まれることから、設定温度が高く、暖房期の稼働時間が長い作物ほど効果が大きくなることが期待されます。

なお、排熱回収装置を利用する際には、装置内で結露水と硫黄分が反応して生じる腐食性の高い酸性水(主に硫酸)の処理が必要であるとともに、腐食を防ぐためには硫黄分の低いローサルファーA重油の使用が推奨されています。



排熱回収装置

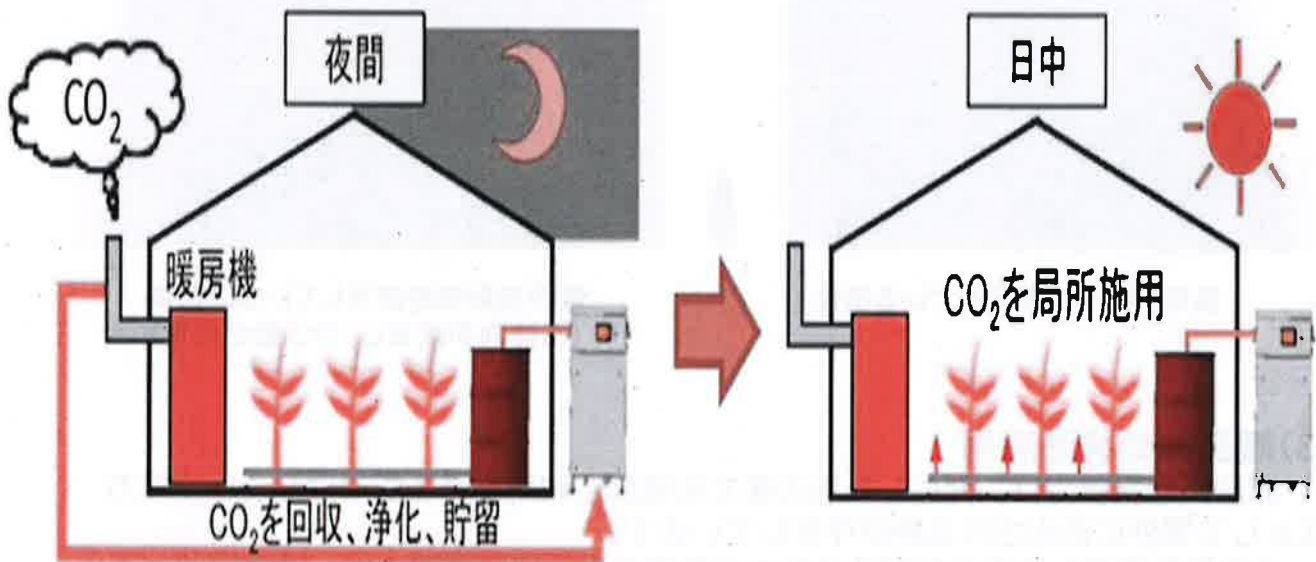
# 共通対策

施設園芸省エネルギー生産管理マニュアル(改定2版)より

## 【参考】

夜間に暖房機から排出されている排気ガスの一部から、吸脱着剤を利用することにより、有害成分を除去してCO<sub>2</sub>（二酸化炭素）を回収・貯留し、日中に光合成を促進させるために作物にCO<sub>2</sub>を施用する技術が開発されており、専用の装置が製品化されイチゴやキクなどで導入されています（燃料はローサルファーA重油に限る）。

この技術を導入すると、暖房機から排出されるCO<sub>2</sub>の削減と、燃烧式CO<sub>2</sub>発生装置の燃油使用量の削減が可能となり、省エネと温室効果ガスの排出削減を図りながら、作物の収量や品質の向上を図ることが期待されます。

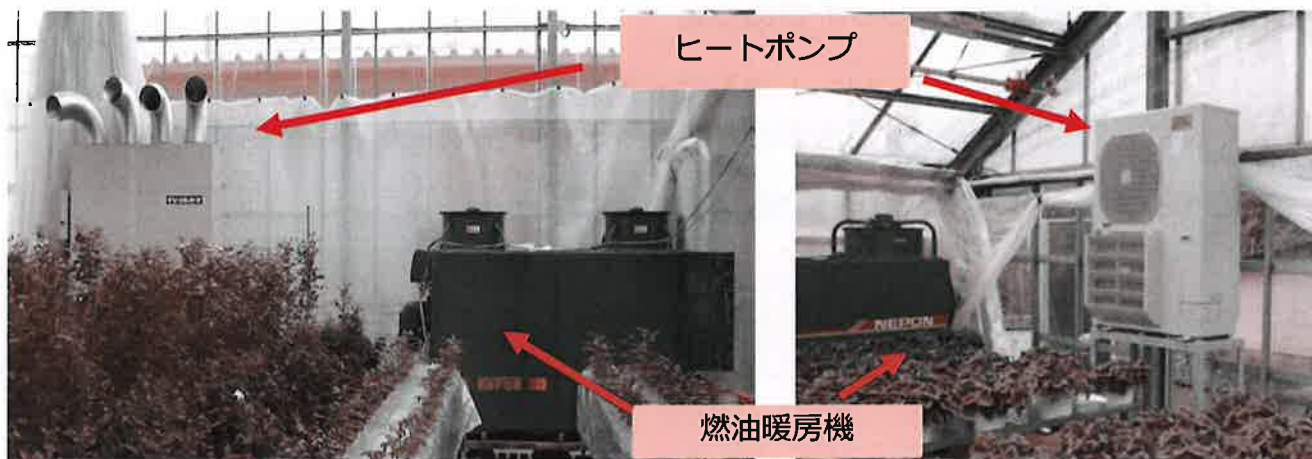


## 2) ヒートポンプの利用とメンテナンス

### (1) ヒートポンプの特徴とハイブリッド運転

ヒートポンプは燃油暖房機のように燃焼により熱エネルギーを直接取り出す設備ではありません。電気等のエネルギーで圧縮機を動かし、外気等の低温熱エネルギーを高温熱エネルギーに変換させることで加温するものです。このため、少ない投入エネルギーで効率的に熱エネルギーを利用することができます。

ヒートポンプは燃油暖房機に比べ高価なため、暖房の全てをヒートポンプでまかなうと導入コストが過大になることもあり、施設園芸においては、既存の燃油暖房機との併用により、ヒートポンプを優先的に運転するハイブリッド方式が主流になっています。



ヒートポンプと燃油暖房機のハイブリッド運転

### ① ヒートポンプの種類

ヒートポンプには、駆動方式や熱源の種類、熱供給の方法などによっていくつかの種類があります。

一般的なのは、空気を熱源とした電気モーターで圧縮機を動かすタイプのヒートポンプで、施設園芸で用いられているヒートポンプの大部分を占めています。

このほか、地下水や地中熱を熱源として利用するヒートポンプ、圧縮機をガスエンジンで動かすヒートポンプも導入されています。

項目	種類
駆動方式	電気式
	エンジン式 (ガス、ディーゼル)
熱源	空気 (外気)
	水 (地下水、河川水、温泉水など)
	地中熱 (浅層、深層)
熱供給	温風
	温水
利用形態	暖冷房 (除湿) 用
	暖房専用
	冷房 (除湿) 専用



地下水熱源ヒートポンプ (室内機)



ガスヒートポンプ (室外機)

# 共通対策

施設園芸省エネルギー生産管理マニュアル(改定2版)より

## ②ハイブリッド方式の運転方法

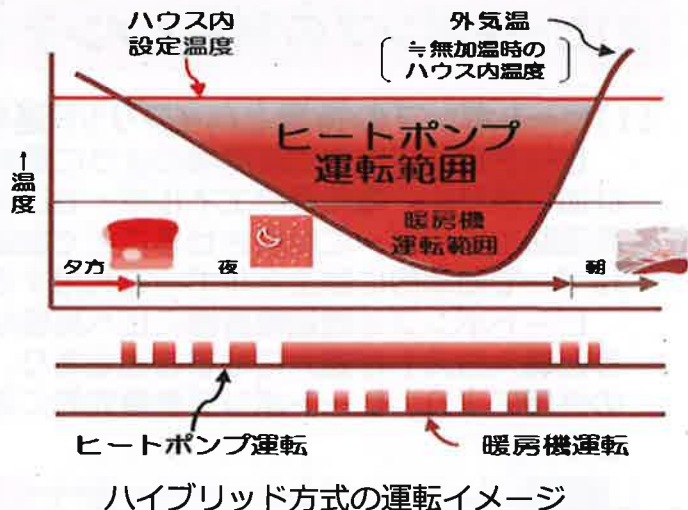
ハイブリッド方式は、エネルギー効率の良いヒートポンプを優先して運転し、ヒートポンプのみでは室温維持が困難となる低温時に燃油暖房機と併用運転する方法です。

これによりヒートポンプの導入規模を抑制できるため、導入コストや電力契約の基本料金を軽減できるほか、デフロスト(除霜)運転の際に燃油暖房機で補完できる、大雪等による室外機停止時のリスク回避になるなどのメリットがあります。

ハイブリッド方式では、ヒートポンプと燃油暖房機の連携運転が重要で、これをうまく調整できないと適切な温度管理ができず、省エネ効果が期待できません。

### ●ハイブリッド運転時の温度設定のポイント

ヒートポンプの設定温度は燃油暖房機の設定温度より**2~3℃高く設定**し、ヒートポンプを優先的に運転するように制御するのがポイントです。

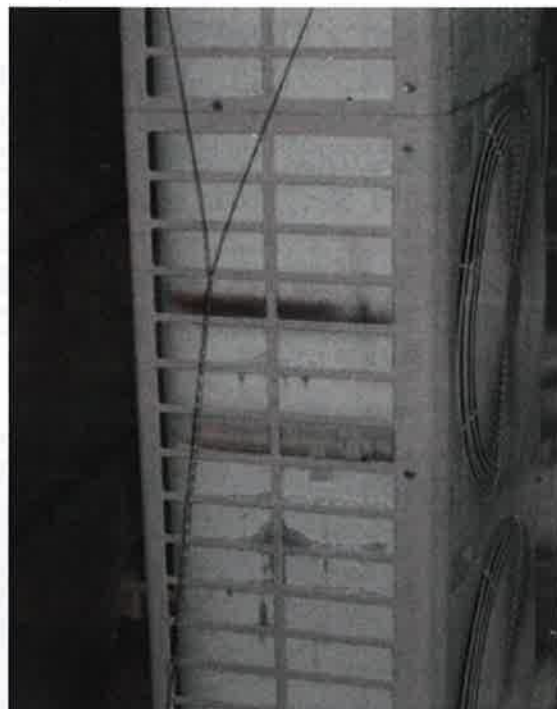


### 【参考】ヒートポンプのデフロスト(除霜)運転

外気温が低下(おおむね5~6℃以下)すると室外機に霜が付着するために、この霜を融かすためのデフロスト運転が行われます。

デフロスト運転の間隔や継続時間は外気の温度・湿度のほかヒートポンプの機種によっても異なりますが、デフロスト運転が行われている間は暖房運転が中断(一般的には5~10分程度)されます。

生産現場での工夫として、チューブ等で地下水を散水して霜を付着させないようにする方法もありますが、地下水の水質によっては、熱交換器の腐食や付着物による能力低下を引き起こすおそれがあるので、注意が必要です。



霜が付着した室外機

## (2) 導入の際の留意点

### ① 適切な導入規模の検討

ヒートポンプを導入して十分な省エネ効果を得るためには、適切な導入規模とすることが重要です。

ヒートポンプの導入にあたっては、設置場所の気象条件、温室の設定温度や被覆設備の状況などの諸条件を踏まえた暖房負荷計算により、ヒートポンプの設置容量を明らかにし、必要となる導入コストと見込まれる省エネ効果（ランニングコストの低減効果）を確認しながら適切な導入規模（台数、能力）となるようヒートポンプメーカー等と十分に検討することが必要です。

### ② 高圧受電設備(キュービクル)の設置

複数のヒートポンプを導入する場合、使用電力が50kW未滿であれば低圧受電(200V)となりますが、導入台数が多くなり使用電力が50kWを超えると高圧受電(6000V)となります。

高圧受電になると受電のための設備(キュービクル)が必要となり、その設備投資が必要となるとともに、高圧受電設備には電気事業法に基づく定期的な保守点検が義務づけられます。



高圧受電設備(キュービクル)

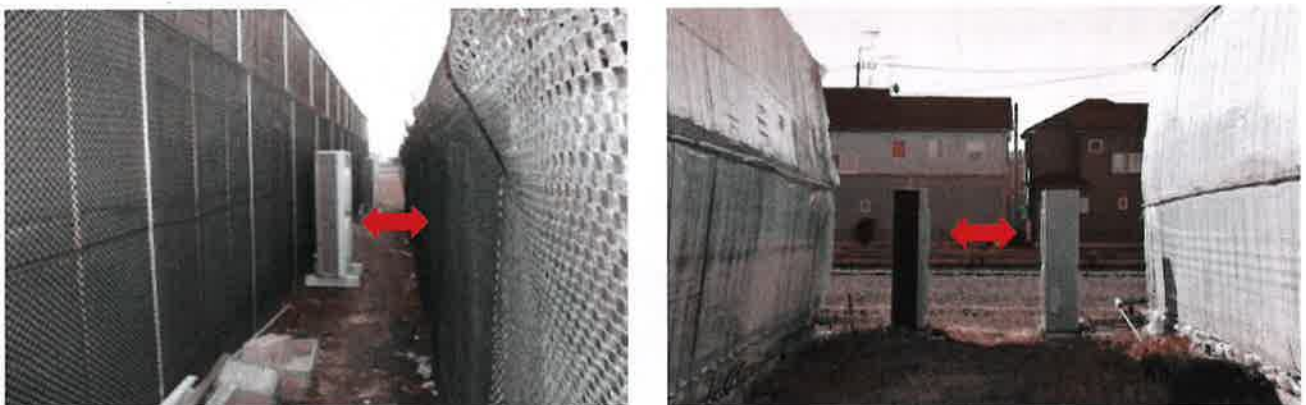
## (3) 設置の際の留意点

### ① 設置場所の条件

ヒートポンプの室外機周辺に障害物があると排気(冷気)が拡散されずに周りに停滞します。この冷えた空気を再び吸い込んでしまう(ショートサーキット)と、熱交換をすることが難しくなり、運転効率が低下しやすくなります。

室外機周辺には空気の流れを妨げる障害物がないように配慮(物を置かない、囲わないなど)しましょう。

また、室内機についても、暖房効率を高め、保守管理を容易にするために周りの構造物と十分な距離を確保するようにしましょう。



室外機の不適切な設置の例(ショートサーキットが発生しやすい)

# 共通対策

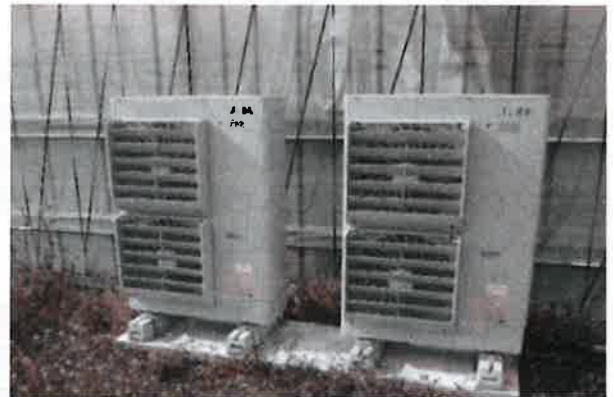
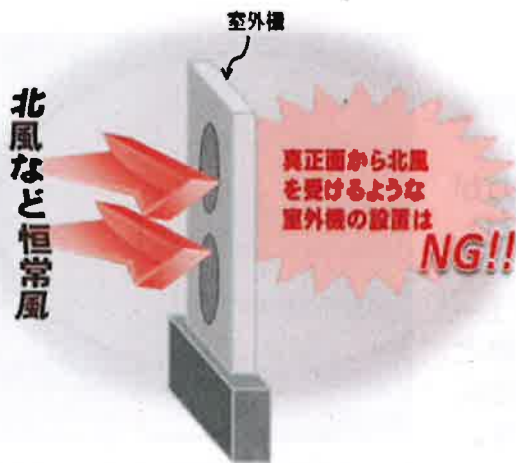
施設園芸省エネルギー生産管理マニュアル(改定2版)より

## ②恒常風の影響への対策

通常、室外機は温室の妻面に設置されますが、風が決まった方向(特に北風)から吹いてくる場所では、その方向に室外機を向けると熱交換ファンの送風量が低下するとともに、低温吹き出し空気を再び吸い込むこととなります。

これにより、室外機の表面温度が低下してデフロスト運転の頻度が増え、運転効率が低下します。

このため、室外機は、恒常風の影響を受けない温室面に設置する、恒常風を真正面から受けないように設置する、吹き出し空気が流動するように風向ガイドを取り付けるなどの工夫が必要です。



風向ガイドを取り付けた室外機

## ③デフロスト水、積雪への対策

ヒートポンプのデフロスト運転時には思いのほか多量の水が排水されるため、温室の脇(室外機の設置面)に排水溝がない場合にはデフロスト水の処理が大きな課題になります。

水が溜まると室外機下部の土がぬかるみ、室外機が沈み込んだり夜間の低温により室外機付近が凍結しやすくなります。この繰り返しによって室外機が傾き、転倒するおそれもあります。

このため、室外機下部への敷砂利やコンクリート基礎、架台の設置等によりデフロスト水を室外機付近に溜めないための工夫をしましょう。

また、積雪に対しても架台の設置、雪よけ屋根や防雪フードの設置などの対策をとりましょう。



夜間にデフロスト水が凍結



デフロスト水や積雪の影響に対応した適切な設置(例)

## ④室内機と室外機の適切な配置(配管長、電線の太さ・長さ)

室内機と室外機をつなぐ配管の長さが10m延びるとヒートポンプの能力が1~2%程度低下してしまいます。設置業者と設置位置について十分相談のうえ、室内機と室外機をなるべく近くに設置するようにしましょう。

電線はヒートポンプメーカーが推奨する太さ以上でないと電圧降下を起こす可能性があります。また、推奨の太さの電線であっても、引込柱から室外機までの電線の長さが長いと電圧降下を起こす可能性があります。電気工事者に相談して電圧などを計算してもらい、適切な電線を敷設するようにしましょう。



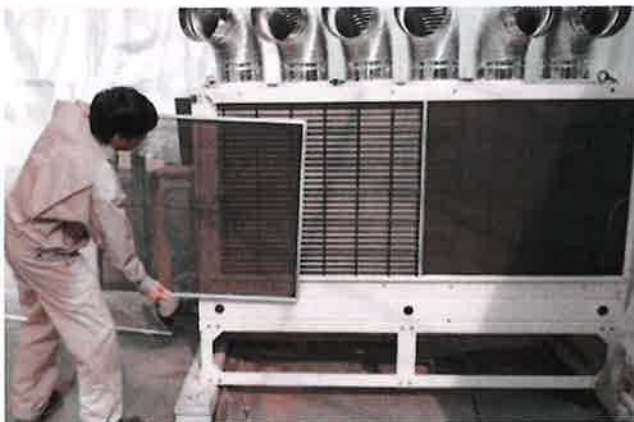
室内機と室外機の適切な設置例

## (4) 運転・管理の際のポイント

### ①エアフィルターの点検・清掃

室内機のエアフィルターが汚れたまま運転すると目詰まりを起こし、消費電力が増加する可能性があります。

加えて、目詰まりにより風量が低下すると暖房能力も低下してしまいます。エアフィルター、室外機の吸い込み口・吹き出し口の汚れは週1回程度点検し、汚れがある場合にはブラシ等で清掃しましょう。



エアフィルターを取り外す



ほうきやブラシで清掃

### ②ヒートポンプ配管部の隙間等の点検

室外機と室内機との配管は、温室の側面を通過させる必要があるため配管方法によっては隙間を作ってしまうケースもあります。被覆部分の隙間は温室の保温性を低下させるだけでなく、この付近にヒートポンプを設置すると隙間からの冷気を吸い込んで暖房効率が低下してしまうため、配管部に隙間ができていないか確認しましょう。

また、ヒートポンプの稼働時に換気扇が動いたり、換気窓が開いていると効率の良いヒートポンプを使用しても負荷が大きくなり、想定していた省エネ効果が期待できなくなるため注意しましょう。

### ③ヒートポンプ運転時の留意点

ヒートポンプと硫黄くん蒸装置を同時に運転するとヒートポンプの部品として多く使用されている銅や銅合金が硫黄と反応し、室内機を故障又は破損させるおそれがあります。

硫黄は金属の腐食を助長し、特に銅や銅合金への影響が大きい物質です。原則として、硫黄くん蒸は行わないようにしましょう。

また、燃油暖房機に比べると一般的にヒートポンプの送風能力は小さいため、温室内の温度分布を確認のうえ、不均一な場合には、送風ダクトや循環扇を活用しましょう。



硫黄くん蒸装置



## 3)木質バイオマス暖房機の利用とメンテナンス

### (1)木質バイオマス暖房機の特徴とハイブリッド運転

木質バイオマスを利用した暖房機は、燃焼で発生するCO<sub>2</sub>が大気中に放出されますが排出するのは樹木の時に吸収したCO<sub>2</sub>だけで、大気中のCO<sub>2</sub>を増加させるものではない(=カーボンニュートラル)ことから、地球温暖化対策としても有効な暖房方法です。

木質バイオマス燃料には、薪、木質チップ、木質ペレットなどがあり、施設園芸では、主に木質ペレットや木質チップを燃料とした温風機やボイラーが導入されているほか、比較的設備費が安価な薪ストーブも導入されています。

木質バイオマス暖房機は、燃油暖房機の代替設備として利用することもできますが、燃料に着火してから安定燃焼に入るまでに時間を要するため、既存の燃油暖房機と組み合わせたハイブリッド方式の運転方法とするなど工夫が必要です。





木質ペレット暖房機



薪ストーブ

### ①主な木質バイオマス燃料

木質バイオマス燃料には、薪、チップ、ペレットなどといった様々な形態のものがあり、それぞれの燃料に対応した暖房設備が必要になります。

区分	薪	木質チップ	木質ペレット
特徴	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 製造が容易で自家生産も可</li> <li>・ 燃料の供給が人力</li> <li>・ 火力の調整が難しい</li> <li>・ 乾燥が十分でないと燃焼時に煙が発生</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 比較的容易に製造</li> <li>・ 燃料の自動供給は可能だが詰まりやすい</li> <li>・ エネルギー密度が低い</li> <li>・ 原材料により含水率が異なる</li> </ul> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 製造コストが比較的高い</li> <li>・ 燃料の自動供給が容易</li> <li>・ 火力の調整が容易</li> <li>・ 大きさが均一で扱いやすいが水や湿気に弱い</li> </ul> 
含水率(WB)	15%前後	35~55%	10%前後
低位熱量	15~16MJ/kg	8~12MJ/kg	16~17MJ/kg

## ②ハイブリッド方式の運転方法

木質バイオマス暖房機もヒートポンプと同様に燃油暖房機との併用によるハイブリッド運転とすることで効果的な暖房が可能となります。

この方式では、燃油暖房機との連携運転が重要で、これをうまく調整できないと適切な温度管理ができず、省エネ効果が期待できません。

### ●ハイブリッド運転時の温度設定のポイント

木質バイオマス暖房機の設定温度は燃油暖房機の設定温度より **1～2℃高く設定し**、木質バイオマス暖房機を優先的に運転するように制御するのがポイントです。

## (2)導入の際の留意点

### ①燃料の供給体制

木質バイオマス暖房機の導入にあたっては、まず「燃料が安定的かつ持続的に確保できるか」という観点からの検討が重要です。

特に、木質バイオマス燃料はエネルギー量あたりの体積が大きく、燃料の運搬コストが課題となるケースも多いことから、供給元がどこにあって、どのような品質の燃料が、どれだけ安定的に供給されるかを十分に確認しておくことが必要です。

### ②設置場所の確認

木質バイオマス暖房機（特に木質チップボイラー）は燃油暖房機に比べてサイズの大きなものが多いため、温室内に十分な設置スペースの確保が必要です。

また、燃料貯蔵タンク（サイロ）の設置が必要であるため、温室外にも最低でも2m×2m 程度の設置スペースが必要です。

設置スペースの確認とあわせて、設置により、内張カーテン等への影響がないか、温室に日陰ができないか、貯蔵タンクへの燃料の投入作業が難しくないかなどについて、事前に検討しておくことが必要です。



貯蔵タンクの設置スペース

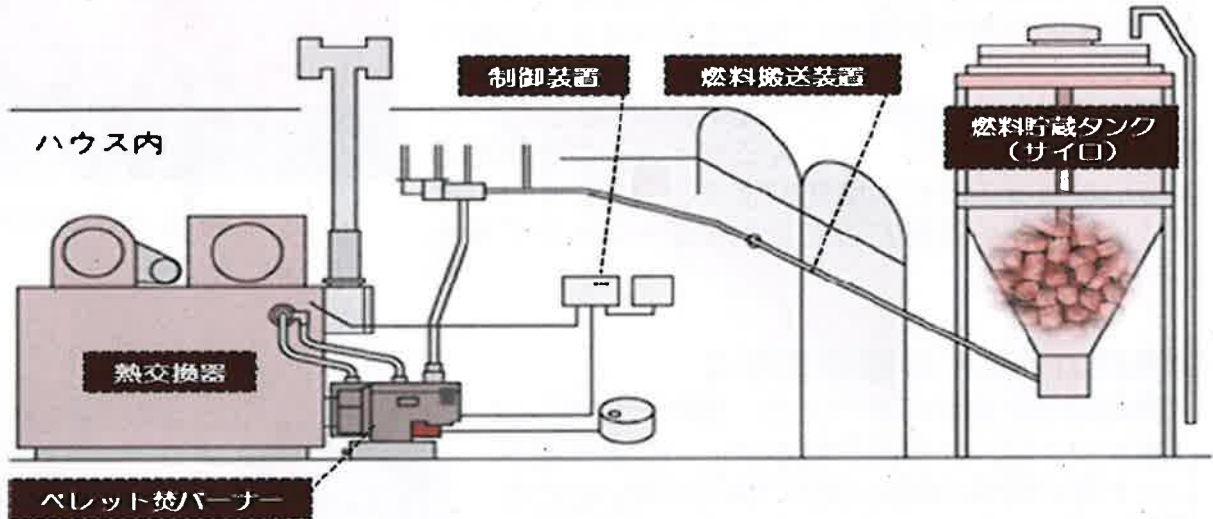


貯蔵タンクへの燃料の投入

### (3) 設置の際の留意点

貯蔵タンクから木質ペレットなどの固形燃料を搬送する燃料搬送装置が長くなれば、燃料詰まり等のトラブル発生の原因になります。設置業者とも相談のうえ、貯蔵タンクから暖房機本体までの距離は15m以内に収まるよう心がけましょう。

また、暖房機本体の設置場所は温室の端側になる場合がほとんどですが、温室内の空気の流れ、暖房効率、送風ダクトの配置バランス等を適正化するためにできるだけ端側の中央部に設置しましょう。



木質ペレット焚暖房機のシステム

### (4) 運転・管理の際のポイント

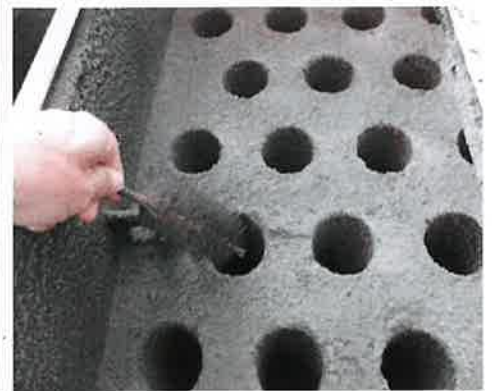
#### ① 木質バイオマス暖房機の点検・清掃

木質バイオマス暖房機と燃油暖房機との違いは、木質バイオマス燃料の燃焼により燃焼灰が発生するという点です。

加えて、暖房効率の低下や不着火などのトラブルを防止するため、燃油暖房機よりも頻繁（2～3日に1回から月に1回程度）に清掃する必要があります。

また、機種によっては清掃箇所が複数あり、箇所ごとに清掃頻度が異なる場合がありますので、暖房機メーカーの推奨する方法・頻度で清掃を行ってください。

なお、バーナー部や燃焼炉などの清掃・点検については、メーカーの専門技術者に依頼しましょう。



木質バイオマス暖房機の燃焼灰の清掃

## ②ダウンシュートへの対策

木質バイオマス燃料の着火には、A 重油や灯油を燃料とするバーナーを用いる機種が多く、着火してから安定燃焼に入るまでに5分程度の時間を要することから、なかなか設定温度に達しないという場合があります(ダウンシュート)。

燃油暖房機のようにON-OFF制御を即時に行うことが難しい構造であるため、点火回数をなるべく抑えて効率的な運転管理を行うことがポイントになります。

この特徴を十分認識したうえで、ダウンシュート対策として再着火モードに入るタイミングを早めるように暖房機の設定温度を調整する、もしくはハイブリッド方式の運転方法を活用するといった工夫をしましょう。



木質ペレットの燃焼

## ③燃料の供給や貯蔵の留意点

運転管理を適切に行うため、燃料貯蔵タンク(屋外サイロ)から暖房機本体にいたる木質ペレット等の燃料の供給経路に異常がないことを確認しましょう。

また、木質バイオマス燃料は水分を吸収しやすく、例えば木質ペレットでは吸湿すると形状が失われます。

加温シーズンが終了したら燃料貯蔵タンク(サイロ)を空の状態にするとともに、湿度の高い梅雨時期や夏場には燃料を保管しないようにしましょう。



燃料の供給経路

## 【参考】木質ペレット・木質チップの焼却灰の有効利用

木質ペレットや木質チップの燃焼灰のうち、「有効活用が確実でかつ不要物とは判断されないもの」については産業廃棄物に該当しない旨の見解(平成25年6月28日付け環境省産業廃棄物課長通知)が示されており、畑の融雪剤や土壌改良材として有効に活用することができます。

焼却灰の取扱いについて疑問があれば、都道府県・政令市に相談しましょう。



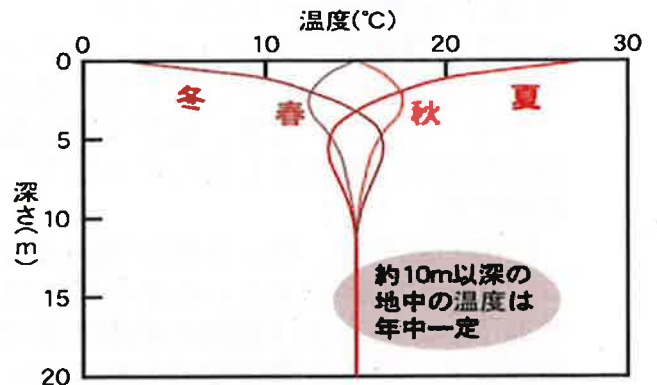
木質ペレットの燃焼灰

## 4) 自然エネルギーの利用

### (1) 地下水・地中熱の利用

地中深層の地下水や地中の温度は、年間を通してその地域の年平均気温程度で安定しており、冬期には外気よりも暖かい熱源となります。

施設園芸においても、地下水や地中の熱を活用して暖房の省エネ化を図るための技術として、ウォーターカーテン、地中熱ヒートポンプ、熱交換器などが導入されています。



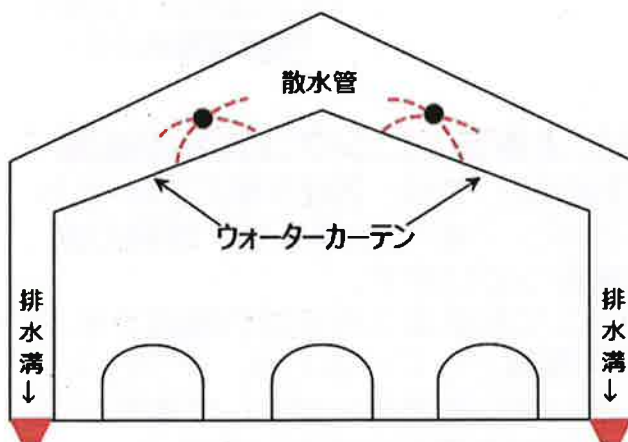
季節による地中温度の変化イメージ  
(環境省資料より)

#### ① ウォーターカーテン

ウォーターカーテンは、地下水を散水ノズルで温室内の内張カーテン上部に散水して被覆面の温度を高め、温室内からの放熱を抑制して室内の温度を維持する技術です。

地下水の温度は冬でも14~17℃程度あることから、イチゴなど設定温度の低い作物であれば無加温での栽培も可能となり、ウォーターカーテンだけでは設定温度が維持できない場合にも、暖房機を補助的に使用することで設定温度を維持することができます。

ウォーターカーテンを導入する場合には、多量の地下水の汲み上げが必要であるとともに、ハウス内が高湿度となることや地下水に鉄分が多く含まれる場合にはカーテンが茶色く着色することなどにも注意が必要です。



ウォーターカーテンのイメージ



散水管より地下水を散水している様子

#### ② 地中熱ヒートポンプ

地中熱ヒートポンプは、地下水または地中の熱を熱源に利用するヒートポンプです。地中熱ヒートポンプは、冬期には外気温よりも高い温度で安定している地下水や地中の熱を熱源としているため、効率的な運転が可能で、デフロスト(除霜)運転が発生しないことから、ランニングコストを安く抑えることができますが、井戸の掘削や熱交換器の埋設などの土木工事が必要となるため、設備導入コストは高額となります。

また、地中の温度は、夏期には外気温よりも低いことから、冷房運転を行う場合にも地下水等を利用して効率的に冷房を行うこともできます。

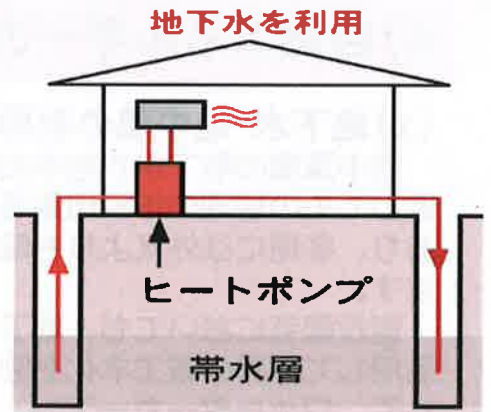
# 共通対策

施設園芸省エネルギー生産管理マニュアル(改定2版)より

## ＜地下水熱源ヒートポンプ＞

地下水熱源ヒートポンプは、井戸から揚水した地下水をそのままヒートポンプで熱交換させるもの（オープンループ方式）です。地下水の水温は地域によって異なりますが年間をとおして一定で、安定した良質の熱源です。

この方式では、地下水の水質によっては、ヒートポンプの熱交換器にスケールが付着する問題があることや地下水の汲み上げ規制の制限を受けることから、水質が良く、地下水障害のおそれのない場合に適用することができます。

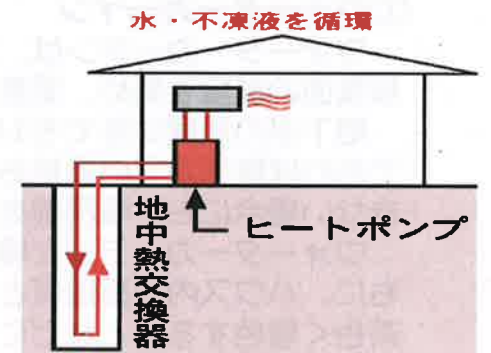


オープンループ方式  
(環境省資料より)

## ＜地中熱源ヒートポンプ＞

地中熱源ヒートポンプは、深度100m程度までの地中に熱交換器を埋設し、パイプ等に水や不凍液を循環させて地中の熱を回収してヒートポンプで熱交換させるもの（クローズドループ方式）で、深度10mまでの浅層熱源方式と深度50～100m程度の深層熱源方式があります。

地中熱源ヒートポンプは、吸熱により集熱パイプ周辺の地温が低下するため、周辺からの短期的・長期的な熱供給がなければ、熱源の温度が徐々に低下します。

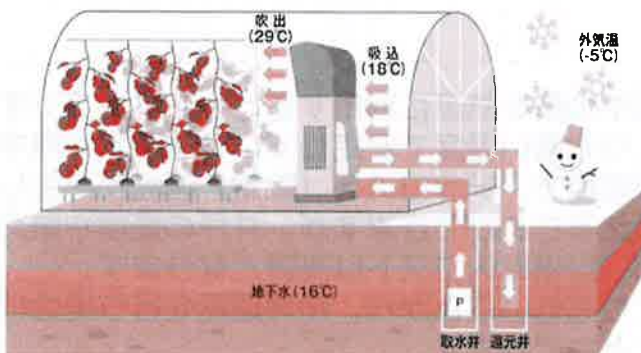


クローズドループ方式  
(環境省資料より)

## 【事例】地下水熱源ヒートポンプの導入によるランニングコストの低減

宮城県栗原市の「有限会社サンアグリしわひめ」では、2013年に2haのトマト栽培ハウスに地下水熱を利用したヒートポンプ40台を導入し、既設の重油ボイラー（5台）とのハイブリッド運転を行っています。

栗原市志波姫地区は日最低気温平均値が $-5^{\circ}\text{C}$ 程度まで冷え込む地域ですが、冬季でも $16^{\circ}\text{C}$ と水温が安定している地下水を熱源としているため、デフロスト（除霜）運転の必要がなく、外気温に左右されずに高効率の安定した運転が可能となっており、年間のランニングコストを約34%削減できています。



出典：東北電力ホームページ

## ③熱交換器

地下水等の熱を温風に変換する設備として「水-空気熱交換器」があります。

熱交換器は、地下水の熱交換のみで温風を発生させるため、一般的な地下水（水温14～17℃程度）を利用する場合には、暖房の設定温度が地下水温より4～5℃以上低い作物に有効とされますが、燃油暖房機と組み合わせて利用することにより、燃油使用量の軽減が期待されます。（温泉水や工場排熱水など温度の高い水を利用する場合には、幅広い温度設定の作物で利用できます。）

熱交換器も地中熱ヒートポンプと同様に夏期には外気温よりも温度の低い地下水を利用して冷房に活用することも可能です。



熱交換器

## (2)太陽熱の利用(採光条件の確保)

温室内では、昼間には太陽光により地面に熱が蓄えられ、夜間にはその熱は温室内へと供給（放出）されるため、太陽熱の蓄熱量を増加させることによっても、暖房エネルギーを抑制することができます。

太陽光が温室内に十分に行き渡るように、障害物や被覆資材の汚れ等を取り除いて外張資材の光透過率を向上させることにより、採光条件を確保することが必要です。

### ①採光を妨げる障害物の確認

温室の内外に採光を妨げるような資材や機材がないか確認し、当面必要のないものは、採光に影響のない場所に移動させましょう。

### ②被覆資材の汚れ等の確認

被覆資材に汚れ等が付着していないか確認し、汚れ等が付着していた場合には、被覆資材を洗浄しましょう。

その際、ブラシ等を使うと被覆資材の表面に細かい傷がついて逆に汚れやすくなるので、圧力をかけた水で洗浄するなど傷がつかないように留意しましょう。



汚れ等が付着した被覆資材の例

## 5) 温度センサーの設置と点検

### (1) 温度センサーの設置と点検

暖房機は設定された室内温度になるように自動運転しますが、温度センサーが感知する温度が暖房の開始・停止を決定することになるので、室内温度が正しく測定できていないと、暖房機を過剰に運転してしまい、結果的に無駄なエネルギーを消費してしまいます。

温度センサーが適切に設置されているか、そして正常に作動しているか、必ず点検確認しましょう。

#### ● 温度センサーの設置と点検のポイント

- ア、温度センサーは作物の生長点付近などの適切な高さに設置
  - イ、暖房機や送風ダクトの吹き出し口付近への設置は避ける
- 急激な温度変化の感知により適正な温度管理が困難になるうえ、運転・停止を頻繁に繰り返し、暖房機の故障の原因になりやすい

### <温度センサーの設置(例)>



イチゴ土耕栽培



イチゴ高設栽培



ピーマン



メロン(果実肥大期)



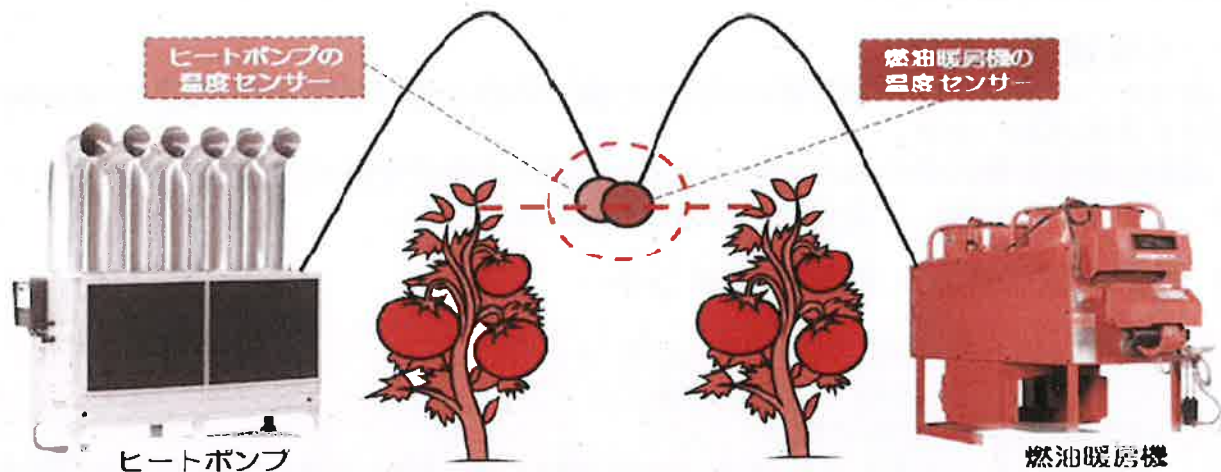
# 共通対策

## (2)ハイブリッド運転の場合の留意点

ハイブリッド（ヒートポンプと燃油暖房機、木質バイオマス暖房機と燃油暖房機）運転の際の温度センサーは、同一のものを用いるようにしましょう。

別々の温度センサーによる場合は、以下の点に注意が必要です。

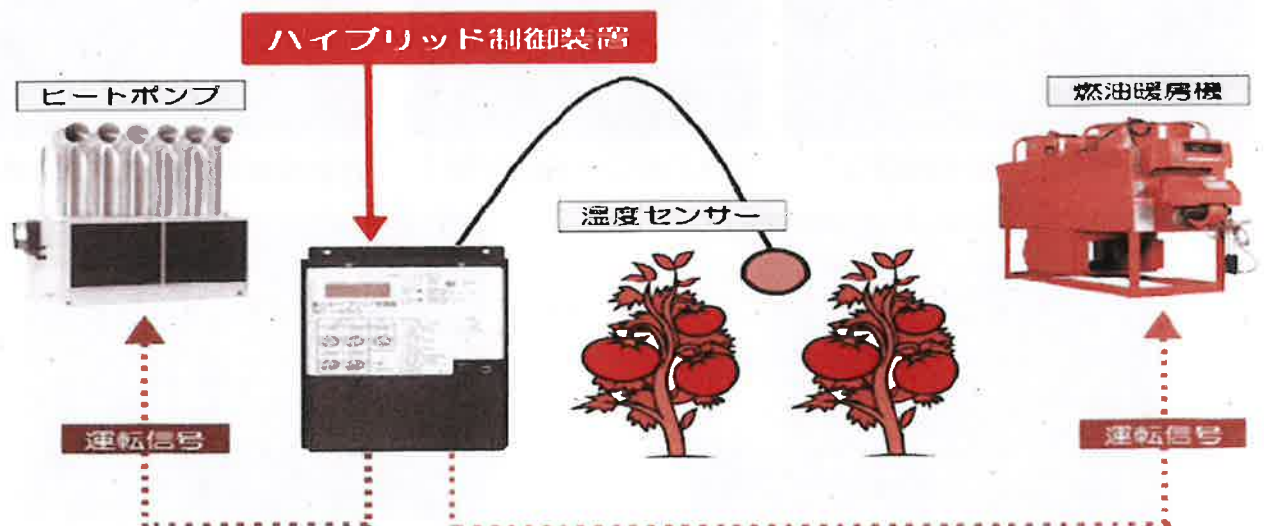
- ア、それぞれの温度センサーを同じ位置（作物の生長点付近）に設置し、同一の温度を示すことを確認する
- イ、誤差がある場合は補正する



ハイブリッド方式運転時の温度センサーの設置  
(各機器で温度センサーが異なる場合)

## ＜ハイブリッド制御装置＞

ヒートポンプと燃油暖房機の運転を一つの装置で制御し、省エネと温度管理を的確に行う専用のハイブリッド制御装置があります。制御装置は同一の温度センサーで温度を計測し、ヒートポンプと燃油暖房機に適切な運転信号を送るため、設定温度を維持しながら効率よく運転できます。



## 2. 温室の保温性向上技術

### 1) 気密性の向上

温室の保温効果を高めるためには被覆面に隙間を作らないことが大切で、固定被覆資材や内張カーテンの隙間を少なくし、気密性を高めることは、経費をかけずにできる放熱を抑制する方法です。

なお、被覆資材には経年劣化があり、水滴の落下（ぼた落ち）が発生するようになると作物への悪影響が生じるようになりますので、被覆資材の状態を確認した上で定期的に更新を行うことが必要です。

#### (1) 外張被覆の点検

温室からの放熱には、被覆資材の隙間や破れ等から逃げる熱と被覆資材や温室構造材を通過する熱があります。

温室の隙間や破れ等からの放熱は日頃の点検で大部分を防ぐことができますので、見つけしだいすぐに対処して温室内の保温性を高めましょう。

#### ● 外張被覆の点検・対策のポイント

- ア、温室の外張被覆の破れや隙間の点検
- イ、天窓や出入口の破損、隙間の点検
- ウ、被覆資材留具の緩みの点検
- エ、換気扇シャッターや使用しない出入口の目張り、側面巻き上げフィルムの固定（冬期間）

#### <外張被覆の省エネルギー対策（例）>



外張被覆の隙間を目張り



出入口をフィルムで覆う



外張被覆をスプリング留め具で固定



使用しない出入口を目張り



換気扇のシャッターを目張り

## (2)内張カーテンの点検

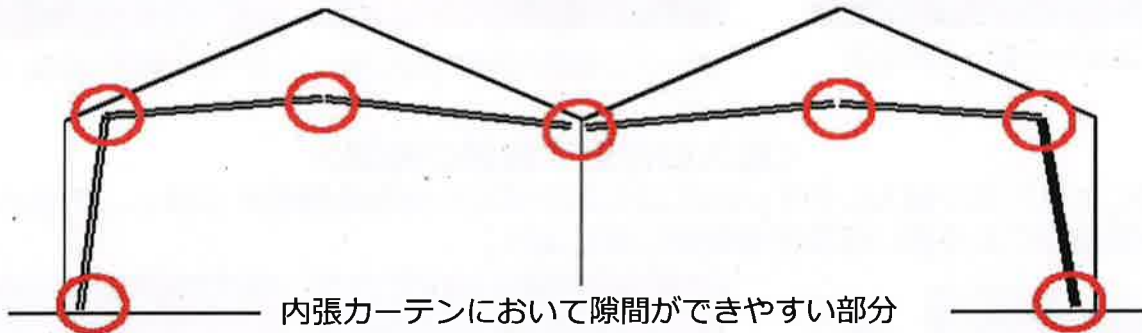
温室内に内張カーテンを展張することで温室の保温効果が一層高まります。

内張カーテンの保温効果を最大限に発揮させるには、カーテンのつなぎ目や裾部に破れ・隙間ができないよう十分に注意する必要があります。

また、多層被覆により寡日照や高温・多湿傾向を招くおそれがあるので、保温性だけでなく防曇性や防霧性、流滴性や通気性などを考慮した資材の選択、日中の換気や病害虫防除などの適正管理にも留意しましょう。

### ● 内張カーテンの点検・対策のポイント

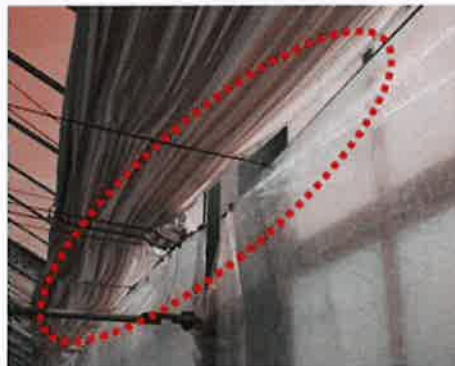
下図のとおり、側面のカーテン裾部、出入口付近や妻面、多層カーテン肩部（側面と天井面のつなぎ目など）、温室の谷間部の隙間を日頃から点検して温室の保温性を確保しましょう。



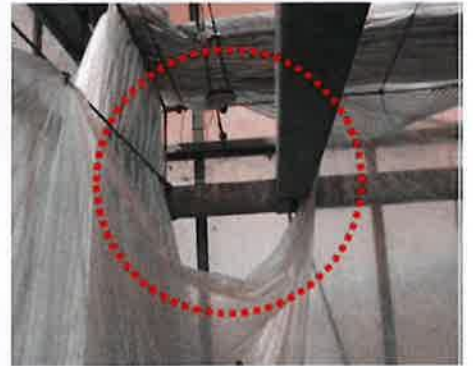
### <内張カーテンの隙間（例）>



天井カーテンの隙間（妻面）



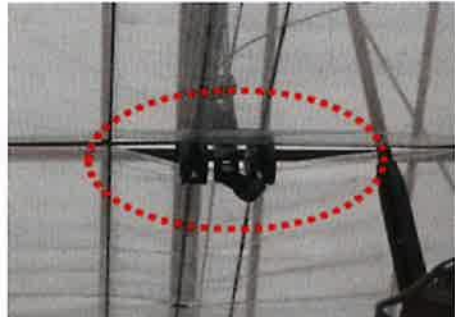
天井カーテンと側面カーテンのつなぎ目



温室のコーナー部の隙間



肩部の垂れ下がりによる隙間



天井の滑車付近の隙間



肩部の滑車付近の隙間

# 共通対策

施設園芸省エネルギー生産管理マニュアル(改定2版)より

## <カーテン裾部の隙間>

カーテンの裾部が短かすぎることによる隙間、暖房時にカーテンがはたためくことによってできる隙間に注意が必要であり、さらに、夜間は冷気が下降してカーテンが温室内側に膨らみ、温室内に冷気が侵入しがちです。

カーテン裾部を長めに確保し、留め具や土などの重しを乗せるなどして固定することにより保温性を確保しましょう。



冷気によるカーテンの膨らみ



カーテン裾部の固定(留め具)



カーテン裾部の固定(土盛り)

## <出入口付近や妻面の隙間>

開閉により外気が侵入しやすい出入口付近や温室の妻面の隙間を点検し、内張カーテンの多層化等により高い保温性を確保しましょう。



妻面のカーテンの隙間



妻面のカーテンの隙間対策①



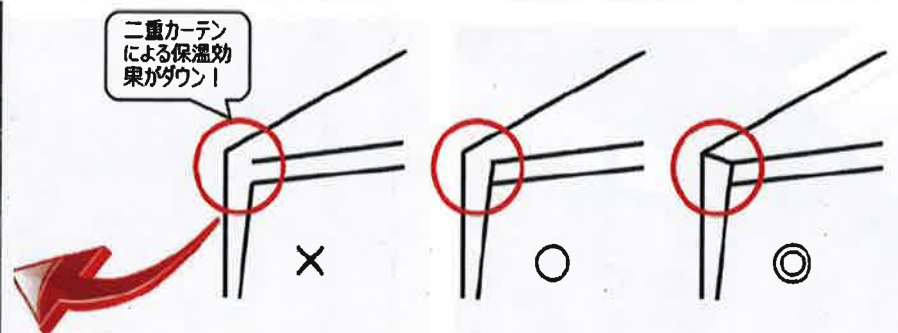
妻面のカーテンの隙間対策②

## <多層カーテン肩部隙間>

2層カーテンの場合、1層目と2層目のカーテンの隙間をなくすこと、さらに、肩部部分を遮蔽することにより保温効果を高めることができます(下図参照)。



多層カーテン肩部の隙間



## <内張カーテンの開閉>

内張カーテンは温室内が適温に達した後には開放し、温室内の温度が下がらないうちに閉めましょう。開閉をタイマーで設定している場合は、その時期の日長(日の出、日の入り時刻)に応じて開閉時間の設定を調節しましょう。

また、内張カーテンを自動開閉させる際は、加温シーズン開始時に試験的に開閉させて隙間の点検を行いましょう。

内張カーテンの自動開閉



## <その他の留意事項>

加温期間(冬期)における北風は温室の保温機能を低下させる要因になります。断熱資材(反射性資材、発泡資材等)を温室北面に固定張りすることも、温室の保温機能の確保に有効な対策です。

また、内張カーテンに結露水等が溜まり、下の写真のように金魚鉢状に膨らむことがあります。被覆資材が破損する要因になるため、持ち上げて水を抜く、小さな穴を開けて水を抜くなど、適切に対処しましょう。



温室北面へ断熱資材を固定張り



金魚鉢状に膨らんだ内張カーテン

## 2) 多重化・多層化

### (1) 外張多重化

#### ① 固定2重被覆

垂木などを用いてフィルムで屋根部や天井部を2重に固定張りし、加圧せずに断熱層を設ける方法があります(固定2重化)。

この場合、高い光線透過性があり、光線不足による作物への影響を抑制できる被覆資材を使用することが有効とされています。

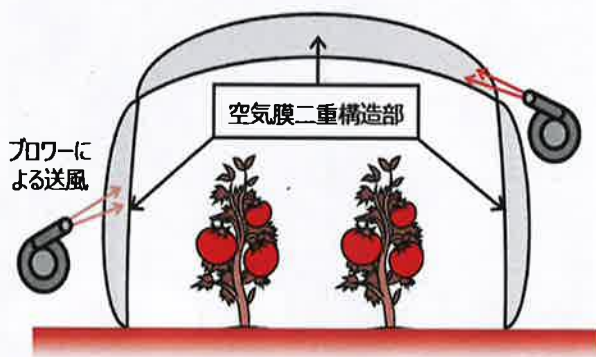


フッ素系硬質フィルムによる固定2重化

#### ② 空気膜2重被覆

空気膜2重被覆は、温室の屋根面(または天井面)等の被覆資材を2重展張り、その間にブローヤや送風ファンで空気を送り込んで空気の断熱層を形成することにより温室の保温性を向上させる技術で、省エネ効果が期待できます。屋根面だけでなく、側面、妻面も一体的に空気膜2重構造とすることにより、さらに保温性を高めることも可能。

なお、空気膜の内部に結露が生じると昼間の日射透過を低下させる原因になるので、送風には水蒸気含量の少ない室外空気を使用する方が結露の減少に効果があります。また、夏期・高温期の日中は室内が高温になりやすいため、適切な換気に留意する必要があります。



空気膜2重構造の温室のイメージ



空気膜の加圧のための送風ファン



空気膜2重被覆(屋根部)



空気膜2重被覆(側面部)

## (2)内張多層化(2層・3層カーテン)

内張カーテンの展張による保温効果は多層被覆とするほど高くなり(3層>2層>1層)、また、天井だけでなく側面や妻面も一体的に多層化することで、より高い保温効果が得られます。温室全面の多層被覆に積極的に取り組みましょう。

内張カーテンによる保温効果は被覆資材の材質や厚みによって異なります。次のページ表-1に示した被覆方法別の熱貫流係数(熱貫流率)(注)を参考に、保温の必要性に応じて適切な方法を選択し、省エネルギー対策に取り組みましょう。

また、2層のカーテンが密着してしまうと1層カーテンに近い保温効果となってしまうので、多層被覆の際には結露水等で被覆資材同士が張り付かない程度の間隔を設けましょう。

なお、多層化するほど光の透過性は低下するので、作物の生育特性とのバランスを勘案して取り組みましょう。

注：熱貫流係数(熱貫流率)

被覆資材における熱貫流係数(熱貫流率)は、熱の通りやすさを表す値で、数値が小さいほど熱が通りやすく、断熱性が高いことを示しています(単位は $W \cdot m^{-2} \cdot ^\circ C^{-1}$ )  
なお、熱貫流係数は、天候やハウス形状などの条件によっても変動があります。

### 【参考】内張カーテンの多層化による省エネルギー効果

内張カーテンを多層化し、その際、できるだけ保温効果の高い資材を使用することで、省エネルギー効果は向上します。

下の表は、主な内張カーテンの被覆方法による熱節減率を示したものです。熱節減率は設置した被覆資材からの放熱量の削減割合を示しており、例えば、1層カーテンを設置した場合の熱節減率0.30(ガラス室)は、1層カーテンを設置していない場合に比べて30%の放熱量が削減されることをあらわしています。

できるだけ熱節減効果の大きい被覆方法により暖房のエネルギー使用の削減に努めましょう。

区分	カーテンの種類	熱節減率	
		ガラス室	ビニールハウス
1層カーテン	農PO(ポリエチレンフィルム)	0.30	0.35
	LS同等品(シルバ1:透明1)	0.35	0.40
2層カーテン	農PO+農PO	0.45	0.50
	農PO+LS同等品(シルバ1:透明1)	0.50	0.55
3層カーテン	農PO(農ビ)+農PO+不織布	0.50	0.55
	LS同等品(シルバ1:透明1)2層+通気性資材	0.55	0.60

出典：次ページの表-1をもとに算定した概数

表-1 被覆方法別の熱貫流係数(熱貫流率)

(A) 1重被覆

保温方法	被覆資材	熱貫流係数 ( $W \cdot m^{-2} \cdot ^\circ C^{-1}$ )
1重被覆 カーテンなし	ガラス、硬質板	5.8
	農ビ、農PO、硬質フィルム	6.4
	農ポリ	6.8

(B) 保温被覆(その1) (固定張り資材: ガラス、硬質板、農ビ、農PO、硬質フィルム)

保温方法	カーテン資材	熱貫流係数 ( $W \cdot m^{-2} \cdot ^\circ C^{-1}$ )
1重 + 1層カーテン	不織布	4.4
	農ポリ(ポリエチレンフィルム)	4.2
	農酢ビ(酢酸ビニルフィルム)	4.1
	農PO(ポリオレフィン系フィルム)	3.9
	農ビ(塩化ビニルフィルム)	3.8
	中空構造フィルム	3.7
	LS同等品(シルバ1:透明1)	3.7
	LS同等品(全面シルバ)	3.5
	布団資材(12mm~5mm厚)	1.8~3.0
1重 + 2層カーテン	農ポリ + 不織布	3.6
	農ポリ2層	3.4
	農ビ(農PO) + 不織布	3.4
	LS同等品(シルバ1:透明1) + 不織布	3.4
	農ビ(農PO) + 農ポリ	3.3
	農ビ(農PO) 2層	3.2
	LS同等品(全面シルバ) + 不織布	3.1
	中空構造フィルム2層	3.1
	LS同等品(シルバ1:透明1) + 農ビ(農PO)	2.9
	LS同等品(シルバ1:透明1) + 中空構造フィルム	2.9
	アルミ蒸着 + 不織布	2.9
	アルミ混入中空構造フィルム + 農PO	2.7
	LS同等品(全面シルバ) + 中空構造フィルム	2.7
	アルミ蒸着 + 透明フィルム	2.5
アルミ蒸着 + LS同等品(シルバ1:透明1)	2.5	
	農PO + 布団資材(12mm~5mm厚)	1.5~2.5
1重 + 3層カーテン	寒冷紗(または割布)2層 + 不織布	3.4~4.2
	LS同等品(シルバ1:透明1) + 不織布 + 寒冷紗	3.1~3.6
	LS同等品(シルバ1:透明1) + 不織布2層	2.8
	農ビ(農PO) + 農PO + 不織布	2.8
	農ビ + 農PO 2層	2.7
	LS同等品(シルバ1:透明1) 2層 + 通気性資材	2.7
	中空構造フィルム + 透明フィルム 2層	2.7
	中空構造フィルム 2層 + 透明フィルム	2.7
	LS同等品(シルバ1:透明1) + 透明フィルム 2層	2.6
	LS同等品(シルバ1:透明1) 3層	2.5
	LS同等品(シルバ1:透明1) + 中空構造フィルム + 農ビ(農PO)	2.5
LS同等品(シルバ1:透明1) 2層 + 中空構造フィルム	2.5	

(C) 保温被覆(その2)

保温方法	被覆資材	熱貫流係数 ( $W \cdot m^{-2} \cdot ^\circ C^{-1}$ )
固定2重被覆 空気膜2重	カーテンなし	3.8
2重 + 1層カーテン	農ビ、農PO	3.2
	中空構造フィルム	3.1

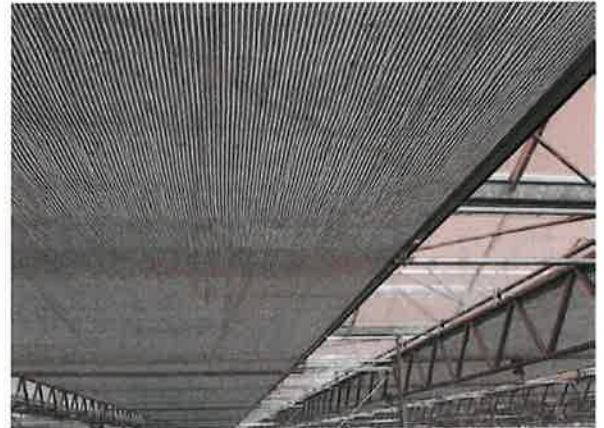


## (3) 保温性の高い被覆資材の利用

### ① 反射性資材

アルミ蒸着資材やアルミ箔資材のように赤外線反射率の高い資材は、透明資材よりも断熱性に優れています。

市販されている反射資材の多くは、裁断したアルミ箔資材を細糸で編んだ資材（アルミ編み込み資材）であり、遮光との併用を目的としたアルミ箔資材と透明資材を組み合わせた編み込み資材では透明資材の面積割合が多くなるほど断熱性能は低下します。



アルミ編み込み資材

### ② 中空構造資材

中間に空気層をもつ中空二層構造軟質フィルムのカーテン資材は、単層のフィルムより断熱性に優れています。

フィルム間に断熱性を高める空気層があることにより、ポリエチレン1層カーテンに比べ1割程度は保温効果が高いとされています。



中空構造資材（側面カーテン）



中空構造資材の構造（例）

### ③ 複層板

複層板はアクリル製やポリカーボネート製の資材で空気層があるため断熱性に優れており、2層構造の複層板の断熱性は、1 cm以上の層隙間があれば、固定2重に近い保温性能が期待されます。

加工時または施工時に、内部に乾燥空気や窒素ガスなどを封入してあると、内部の結露や藻の発生を防ぐことができます。

なお、透明資材に比べると光の透過率の低下がやや大きいため、側壁だけに使うこともあります。



複層板の構造（例）

## (4) 多層断熱資材(布団資材)

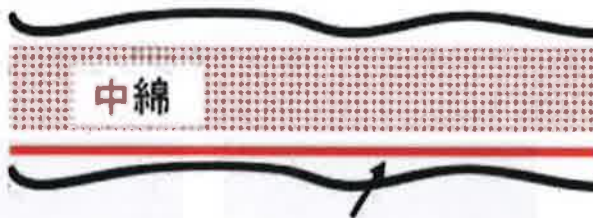
ポリエステル綿などを不織布や布で挟んだ多層断熱資材(布団資材)は、断熱性素材を重ねた布団状の保温資材で、一般的な保温用の被覆資材に比べて2~3倍高い断熱性を有しています。

断熱性が高く遮光率も高いことから、夏期には遮光資材として活用すれば、温度上昇が抑制され暑熱対策としても効果を発揮することが期待されます。

従来は、多層構造の資材で厚みがあるため、巻き上げ方式や自動カーテン方式での利用が困難であったり、カーテンを開けたときに資材の影が大きくなるなど収束性に課題がありました。

現在では、軽量化や薄層化が進み、自動巻き上げが可能で、収束性も改善されてきており、新たな素材であるナノファイバーを使用した資材なども製品化されています。

表地(布・不織布)



裏地(布・不織布)

1~2層資材が入るものもある

多層断熱資材の構造

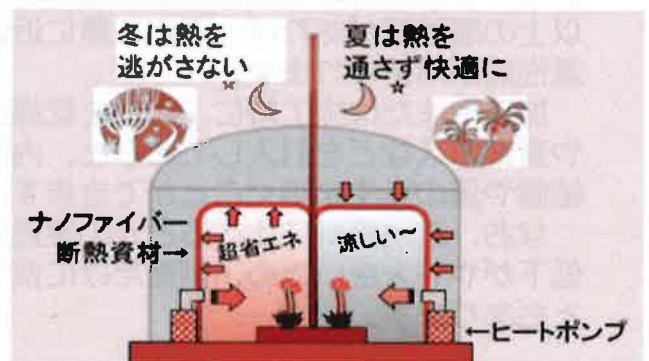
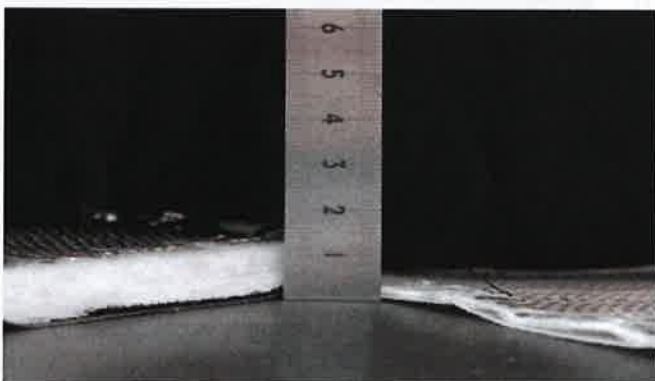


展張時の布団資材

### 【参考】 ナノファイバーを利用した多層断熱資材

軽薄化が進んできた多層断熱資材ですが、中綿にナノファイバーを使用した資材が開発されています。ナノファイバーは、従来の繊維に比べ極めて細いため、断熱性を維持しながら厚さを低減できます。このため、収束性も改善され、資材の影による日射の低下も、作物の生育に影響がない水準にまで改善されています。

優れた断熱性を有し、収束性も改善されたナノファイバー断熱資材は、冬の暖房の省エネルギー対策としてだけでなく、夏の夜間冷房の際の冷房負荷の軽減などにも利用できることから、年間を通した有効活用が期待されます。



出典：ナノファイバー断熱資材活用マニュアル

## 3.省エネのための温度管理技術

### 1)施設園芸作物の適温管理

作物には品目・品種・生育ステージ毎に生育適温（最も良好な生育を示す温度域）があります。

作物の生育適温にふさわしくない過度の省エネルギー対策によって作物の生育不良、生産物の品質低下や収量減を招くことを避けるため、まずは、栽培している作物の生育適温を確認しましょう。

#### (1)野菜の生育適温

主な野菜の一般的な生育適温は表-2 のとおりですが、地域で奨励されている品目や品種によって適温範囲が異なるので、栽培開始前に必ず普及センターやJA等の営農指導機関に確認しましょう。

野菜は地上部が多少低温または高温であっても、地温が適温であれば生育するといわれていますが、イチゴの高設栽培などは地面から隔離されているため、温室内の設定温度を土耕栽培に比べて高めに設定しなければならないなどの事例もあります。

同じ品種であっても、栽培方式により温室内の管理温度に差が生じる場合もあるので注意しましょう。

表-2 作物別生育適温並びに限界温度

作物	昼気温(℃)		夜気温(℃)		地温(℃)		
	最高限界	適温	適温	最低限界	最高限界	適温	最低限界
ナス トマト	35	25~20	13~8	5	25	18~15	13
ナス ナス	35	28~23	18~13	10	25	20~18	13
ナス ピーマン	35	30~25	20~15	12	25	20~18	13
ウリ キュウリ	35	28~23	15~10	8	25	20~18	13
ウリ 温室メロン	35	30~25	23~18	15	25	20~18	13
ウリ スイカ	35	28~23	18~13	10	25	20~18	13
ウリ カボチャ	35	25~20	15~10	8	25	18~15	13
イチゴ イチゴ	30	23~18	10~5	3	25	18~15	13

出典：施設園芸ハンドブック

#### (2)花きの生育適温

切り花、鉢もの類、観葉植物それぞれの標準管理温度は表-3~5 のとおりです。

同一品目であっても、タイプ別（スプレーや輪物など）、品種別、生育ステージ別（栄養生長や花芽分化・花芽発達段階など）に適温が異なるため、品目や品種別の適温、生育ステージ別の適温を栽培開始前に必ず確認しましょう。

表-3 切り花の冬期の標準管理温度

種類	昼温	夜温	備考
キク	25℃以下	14~18℃	品種による
バラ	23~25℃	15~18℃	品種による
カーネーション(大輪)(周年)	20℃	12℃	
カーネーション(房咲)(周年)	18~20℃	10~12℃	
シュツコンカスミノウ	22℃以下	8~10℃	草丈20cmまでは夜温15℃ 若苗利用は夜温15℃
アルストロメリア	20℃	5~10℃	
スターチス(シヌアータ)	25℃以下	8~10℃	
スターチス(Hyb)	25℃以下	10℃	
キンギョソウ	20℃以下	5~7℃	
スイートピー	18℃	5℃	曇雨天日は夜温2℃
ユーストマ	25℃	13~15℃	
テッポウユリ	25℃以下	13~15℃	
アジアティックHyb	25℃以下	13~15℃	
オリエンタルHyb	25℃以下	15~18℃	
チューリップ	25℃以下	14℃	
ハナモモ	20℃	20℃	
ユキヤナギ	25℃	5℃	

# 共通対策

表-4 鉢もの類の標準管理温度

種類	昼温	夜温
アザレア	12~18℃	10℃
インパチェンス		15℃
ガーベラ	25℃以下	15℃
カランコエ	25℃以下	10℃
ペゴニア (イラチオール)		18℃
ペゴニア (センパ)		10℃
シクラメン	20℃以下	12~15℃
シネリア		5~12℃
ゼラニウム	20℃以下	8~12℃
ハイドランジア		12~18℃
ハイビスカス		18℃
プリムラ (オポコニカ)	25℃以下	10~12℃
プリムラ (ポリアンタ)	25℃以下	5~8℃
プリムラ (マラコイデス)	25℃以下	5~10℃
ベラルゴニウム		8~10℃

出典：農業技術体系 花き編 1 巻

表-5 観葉植物の標準管理温度

種類	昼温	夜温
アジアンタム		12~15℃
アロエ		8℃
アンズリウム		18~20℃
インドゴム	20℃以上	13℃
ベンジャミンゴム		20℃
クズマニア		18℃
クロトン		18~20℃
サンセベリア	20~25℃	13℃
シンゴニウム	20℃以下	16~18℃
シェフレラ		12~13℃
スパティフィラム		16~18℃
ディフェンバキア		20℃
ドラセナ・マッサンゲアナ	25℃	20℃
パキラ		18℃
フィロデンドロン (セロム)		10~11℃
ポトス	35℃以下	20℃

出典：農業技術体系 花き編 1 巻

### (3) 果樹の生育適温

果樹の開花期・果実肥大成熟期における生育適温は表-6、7 のとおりです。果樹の温度管理では、昼温は高温障害を防ぐための換気管理が主体であり、加温栽培の特徴は夜温の管理になります。

野菜や花きと同様に品種別、生育ステージ別の適温を栽培開始前に必ず確認しましょう

表-6 開花期の温度管理目標

樹種	昼温	夜温
オウトウ	20~22℃	7~8℃
スモモ	18~22℃	7~8℃
モモ	18~20℃	8~9℃
ナシ	20~25℃	8~12℃
カキ	25~28℃	12~15℃
ブドウ		
有核 (ネオマス、巨峰など)	25~28℃	15~18℃
無核 (テラウエア)	23~25℃	8~10℃
温州みかん	23~25℃	15~18℃
ビワ	15~20℃	5~7℃

出典：農業技術体系 果樹編 8 巻

表-7 果実肥大成熟期の温度管理目標

樹種	昼温	夜温
オウトウ	22~25℃	10~15℃
スモモ	25~28℃	10~15℃
モモ	25~28℃	10~15℃
ナシ	25~28℃	10~15℃
カキ	25~30℃	18~20℃
ブドウ	25~28℃	15~20℃
温州みかん	25~30℃	20~22℃
ビワ	20~25℃	8~15℃
イチジク	25~30℃	15~20℃

出典：農業技術体系 果樹編 8 巻

## 2)天敵資材や花粉交配用昆虫の活動適温

施設園芸において省力化や品質向上に大きな役割を果たしている天敵資材、花粉交配用昆虫の活動適温は、表-8、9のとおりです。

天敵資材や花粉交配用昆虫の種類ごとに活動適温が異なり、また、栽培作物の生育適温とバランスをとった温度管理が重要です。使用の際は必ず事前に活動適温を確認するとともに、管理温度が不明確な場合は、普及センターやJA等の営農指導機関に確認しましょう

表-8 天敵資材の最適活動温度

天敵資材	活動可能温度 (湿度)	活動適温	適湿度 (最適)
チリカブリダニ	12~30℃ (> 50%)	22~25℃	65~75%
ククメリスカブリダニ	12~35℃ (> 60%)	21~23℃	65~75%
スワルスキーカブリダニ	15~35℃ (> 60%)	28℃ (夜温15℃以上推奨)	高湿度を好む
ナミヒメハナカメムシ	15~35℃ (> 50%)	21~23℃	(65~75%)
タイリクヒメハナカメムシ	(13~32.5℃)	21~23℃	(65~75%)
ヤマトクサカゲロウ	15~35℃	24~26℃	70~90%
シヨクガタマバエ	16~35℃	20~24℃	75~85%
オンシツツヤコバチ	15~30℃	20~24℃	60~90% (最適75%)
コレマンアブラバチ	5~30℃	20~24℃	55~65%
イサエアヒメコバチ	15~30℃	20~25℃	-
ハモグリコマユバチ	15~30℃	15~20℃	-

出典：施設園芸ハンドブックに一部追記

表-9 花粉交配用昆虫の活動温度

花粉交配用昆虫	活動開始温度	活動停止温度
マルハナバチ	6~7℃	30℃
ミツバチ	10℃	35℃

出典：施設園芸ハンドブック

## 3)省エネ型の品種や作型への転換

野菜や花きでは、品目によっては低温での伸長性、開花性、着果性、肥大性や成熟性などに優れた品種が開発されているものがあります。また、厳寒期を避けた作型に変更することでも暖房エネルギーの削減が可能です。

このような低温に強い品種や厳寒期を避けた作型への変更にあたっては、導入による収益性や地域での適応性などについての評価が必要です。事前に営農指導機関に相談しましょう。

## 4) 温度ムラの改善(送風ダクト・循環扇の利用)

温室内の温度ムラは作物の生育に影響を及ぼすだけでなく、無駄な加温による燃料消費量の増加につながります。

まずは、温室内の複数箇所において温度を測定し、温度ムラの有無や温度差を確認しましょう。この際、以下の点に留意しましょう。

- 暖房機の温度センサーと同様に作物付近(生長点付近など)の適切な高さで温室温度を測定すること
- 複数の温度計(特に市販の棒温度計)を使用する場合は個々の温度計間の誤差を予め把握し、必要な補正を行うこと

温室内の温度ムラの有無や温度差を確認したうえで、これらを改善するため、送風ダクト、循環扇を有効に利用しましょう。

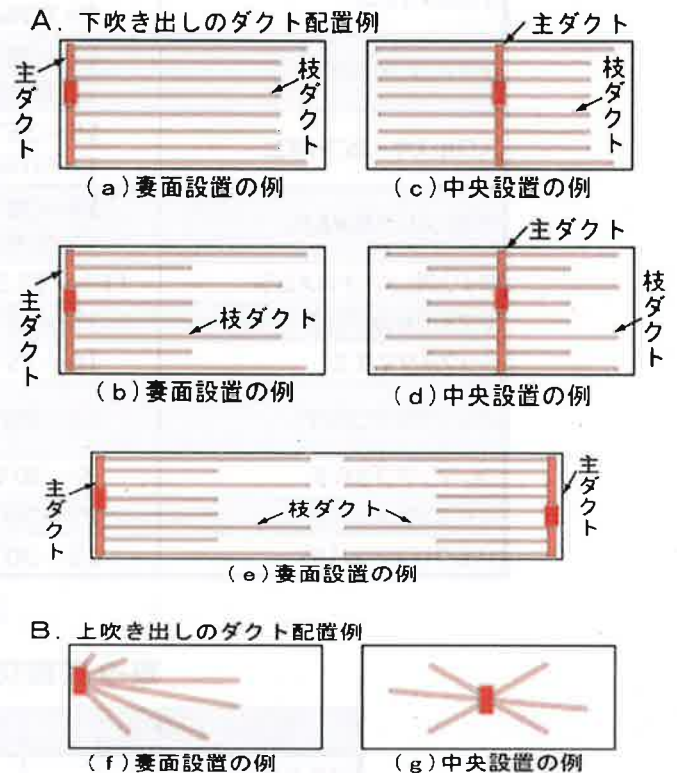
### (1) 送風ダクトの利用と適切な配置

送風ダクトは、送風抵抗を少なくし、できるだけ多くの送風量を確保することが重要です。

右図は基本的な主ダクト、枝ダクトの配置例ですが、主ダクトの直径や枝ダクトの本数・直径は暖房機の送風量に応じて選択する必要があるため、事前に暖房機の取扱説明書での確認が必要です。

#### ● 内張カーテンの点検・対策のポイント

- ア、送風ダクト表面からの放熱が大きいため、暖房機付近では吹き出し量を少なく、遠くでは吹き出し量を多くできるようにしましょう。
- イ、温室内の冷え込みが厳しい所ではダクトの本数を増やしたり、吹き出し穴の大きさ・間隔を増やしましょう。



送風ダクトの設置方法(例)



下吹き出しのダクトの設置例



上吹き出しのダクトの設置例

# 共通対策

## (2) 循環扇の利用と適切な配置

送風ダクトを利用して温度ムラを解消できない場合には、循環扇を利用して温室内に大きな空気の流れをつくり、温度ムラを改善することが有効で、温度ムラが解消されることにより10%程度の省エネ効果が期待されます。

循環扇は温室内に水平方向の流れ（強制対流）をつくることによって、暖房時の自然対流による温度ムラを改善するタイプのものが多く、この場合、自然対流よりも強い強制対流をつくり出すための配置が重要になります。

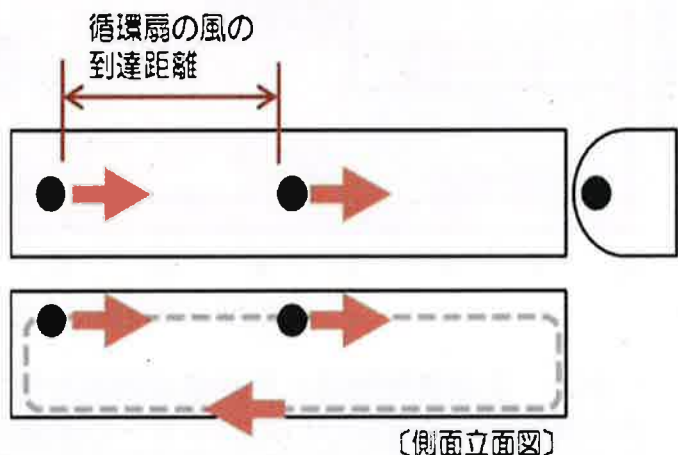
循環扇を設置する場合、循環扇の正面では強い風が吹くため、栽培作物に風が直接当たらないような位置（一般的には作物の最頂部と温室の天井部の間）に設置しましょう



空気の流れをつくる循環扇

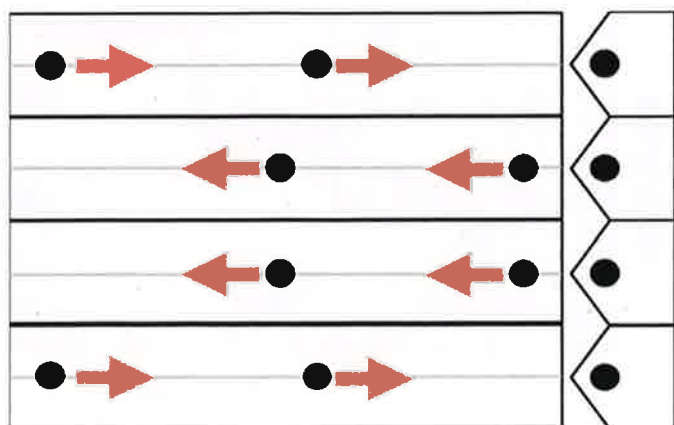
### ● 循環扇の配置のポイント

- ア、右上図のように、風の到達距離を目安に循環扇の設置間隔を設定しましょう。
- イ、単棟ハウスなど間口の狭い温室の場合には、同一方向に送風して温室の下層部で戻りの気流が形成されるように設置しましょう。
- ウ、連棟ハウスなど間口の広い温室の場合には、右下図のように複数の対流の渦が形成されるように設置しましょう。



間口の狭い温室での循環扇の設置（例）

循環扇を設置して空気を流動させることは、温度ムラの改善だけでなく、結露の発生軽減による好湿性病害の抑制効果やCO2濃度の均一化による光合成の促進効果も期待できるため、それぞれの温室に適した配置方法を工夫しながら効果的な省エネルギー対策に取り組ましよう。



間口の広い温室での循環扇の設置（例）

# 共通対策

施設園芸省エネルギー生産管理マニュアル(改定2版)より

## 5) 暖房温度の変温管理

### (1) 多段サーモ装置による変温管理

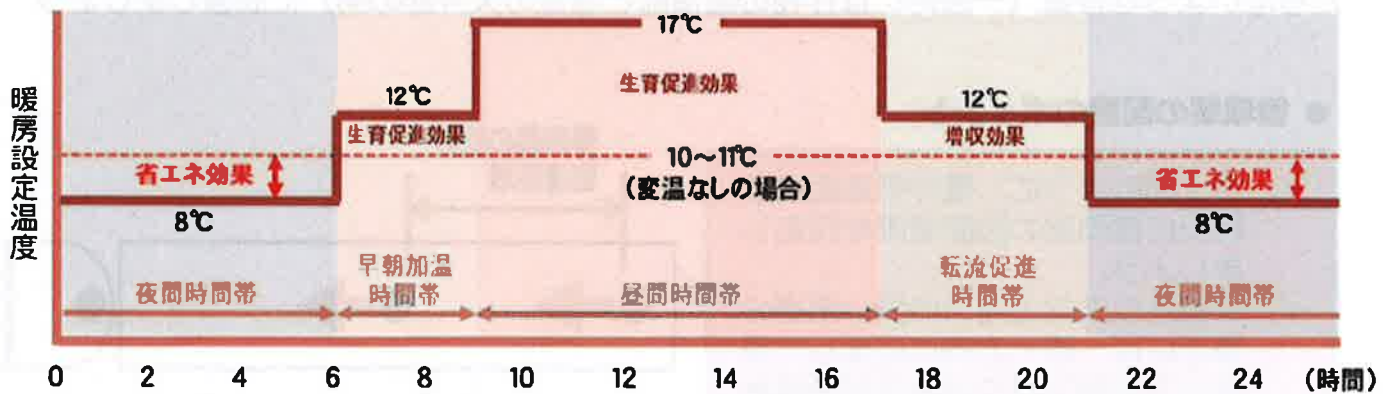
複数の温度設定が可能な多段サーモ装置を活用することで作物の生理に合わせた一日の温度管理(変温管理)を行うことが可能となり、恒温管理(変温なし)に比べて作物の生育促進と省エネルギー化が期待できます。

下図のとおり、一般的な恒温管理(変温なし)では夜温を一定に保つよう暖房するのに対し、変温管理では夕方、夜中、早朝と設定温度を変化させます。

これは、夜中の呼吸抑制や早朝の光合成促進等に合わせて温度調整を行う技術で、夜間の設定温度を引き下げることにより5%程度の省エネ効果が期待されます。



多段サーモ装置

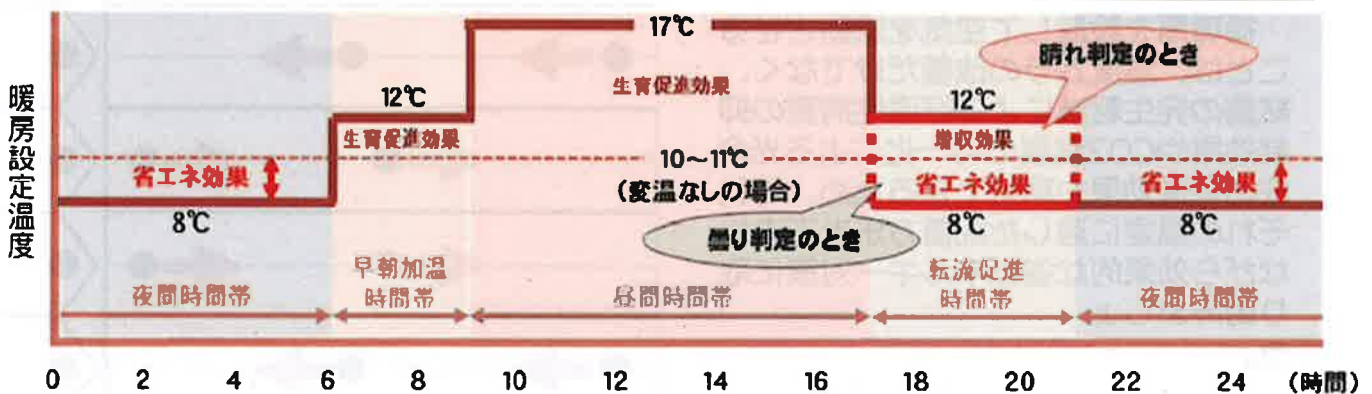


多段サーモ装置による変温管理の温度設定(例)

また、変温管理機能に日射演算機能を付加(日射演算機能付きの環境制御装置及び日射センサーが必要)させることで、晴れの日と曇りや雨の日の転流促進時間帯の温度を変化させ、光合成の促進やさらなる省エネ効果が期待できます。



日射センサー



日射演算機能付き環境制御装置による変温管理の温度設定(例)

変温管理を行う際は、栽培作物の収量・品質が低下しないように留意する必要があります。各品目の試験研究結果等を参考にして適正な温度管理を行いましょう。



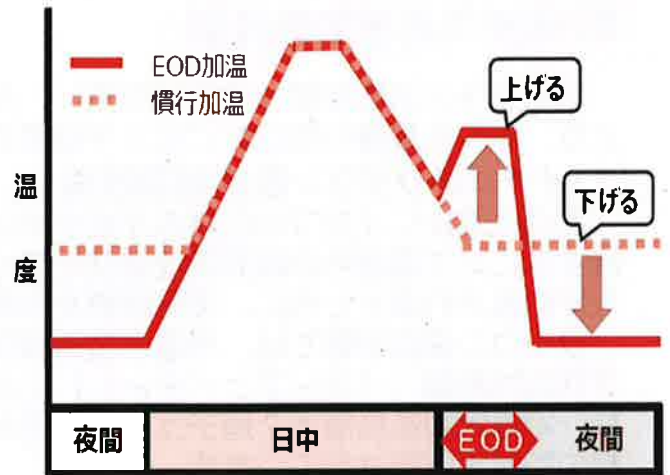
# 共通対策

## (2)花き生産におけるEOD 加温技術

EOD 加温技術は、温度や光に対する感受性の高い日没後の時間帯（End of Day : EOD）に短時間（3～4 時間程度）温室内の設定温度を高め、その後の夜間の時間帯は慣行よりも低温で管理できる技術で、栽培期間中の燃料使用量を削減することが可能となります。

各地で行われた実証試験では、キク、カーネーション、トルコギキョウなど多くの花きで、エネルギー投入量を削減しつつ、慣行の温度管理と同等の生育・品質が確保できることが確認されています。

なお、シクラメンでは温度を下げることで相対湿度が高まり、好湿性病害が発生するケースもみられるなど、EOD 加温技術の効果は品目や品種によって異なりますので、取り組む際には普及センターやJA 等の営農指導機関に相談しましょう。

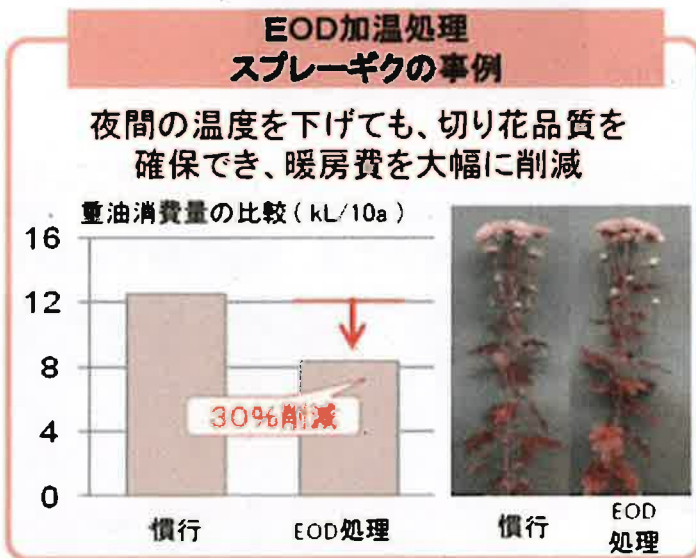


EOD加温のイメージ

### 【参考】スプレーギク・トルコギキョウにおける実証試験結果

和歌山県で実施したスプレーギクの実証試験、鳥取県で実施したトルコギキョウの実証試験では、EOD 加温処理を行うことにより、慣行の温度管理と同等の切り花の収量や品質を確保しながら、重油や電力の消費量を30%程度削減できることが確認されています。

また、開花促進効果が確認されており慣行の温度管理よりも栽培期間の短縮も期待されます。



出典：農研機構花き研究所資料



# 共通対策

## 6) 作物の局所加温技術

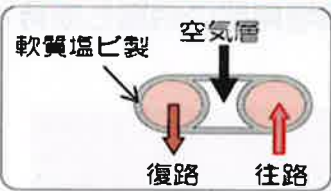
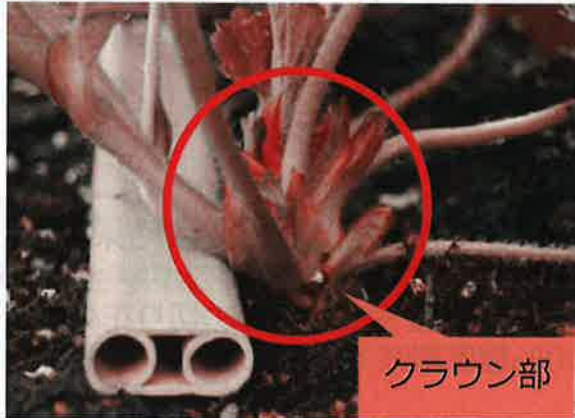
温室全体の管理温度は低めに設定し、作物の根圏や生長点を局所的に加温することにより、燃料消費量の低減など省エネ効果が期待できます。

### (1) イチゴのクラウン温度制御技術

冬の低温期にイチゴの生長点が集中する株元（クラウン部）を局所的に20℃前後に維持することで温室内の夜間管理温度を低く設定することが可能となり、収量増や果実肥大が促進されるとともに、暖房経費を大幅に削減できます。

クラウン温度制御では、冷温水製造装置と2連チューブを組み合わせた装置や、テープ状の加熱器（「テープヒーター」）によりクラウン部を加温する方法等が開発されており、冷温水製造装置と2連チューブを組み合わせた装置での実証試験では約4割の光熱費の削減が確認されています。

装置や資材の導入コストが必要になりますが、収量の増加や燃料コスト低減により所得向上が期待できます。



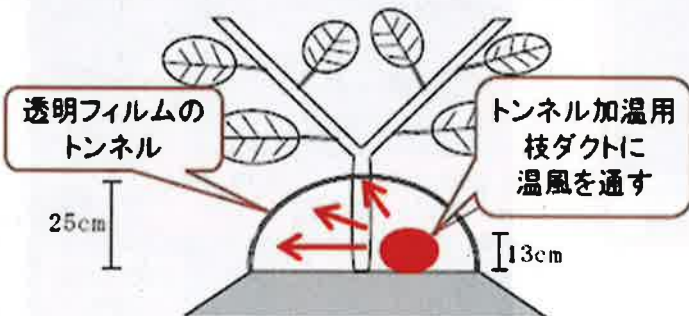
温度制御用  
2連チューブ



出典：農業新技術2009

### (2) ナスの株元加温技術

ナスの畝上に設置した透明フィルムのトンネル内に送風ダクトを挿入する「ダクト加温」により、株元を局所的に加温することで12月以降の収量を確保するとともに、慣行よりも温室内設定温度を下げることで燃料コストの低減が期待でき、実証試験では燃料消費量を約半分にできることが確認されています



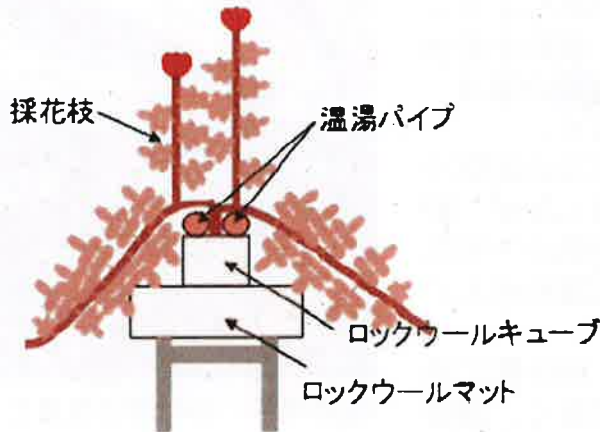
出典：農業新技術2012

# 共通対策

施設園芸省エネルギー生産管理マニュアル(改定2版)より

## (3) バラの株元加温技術

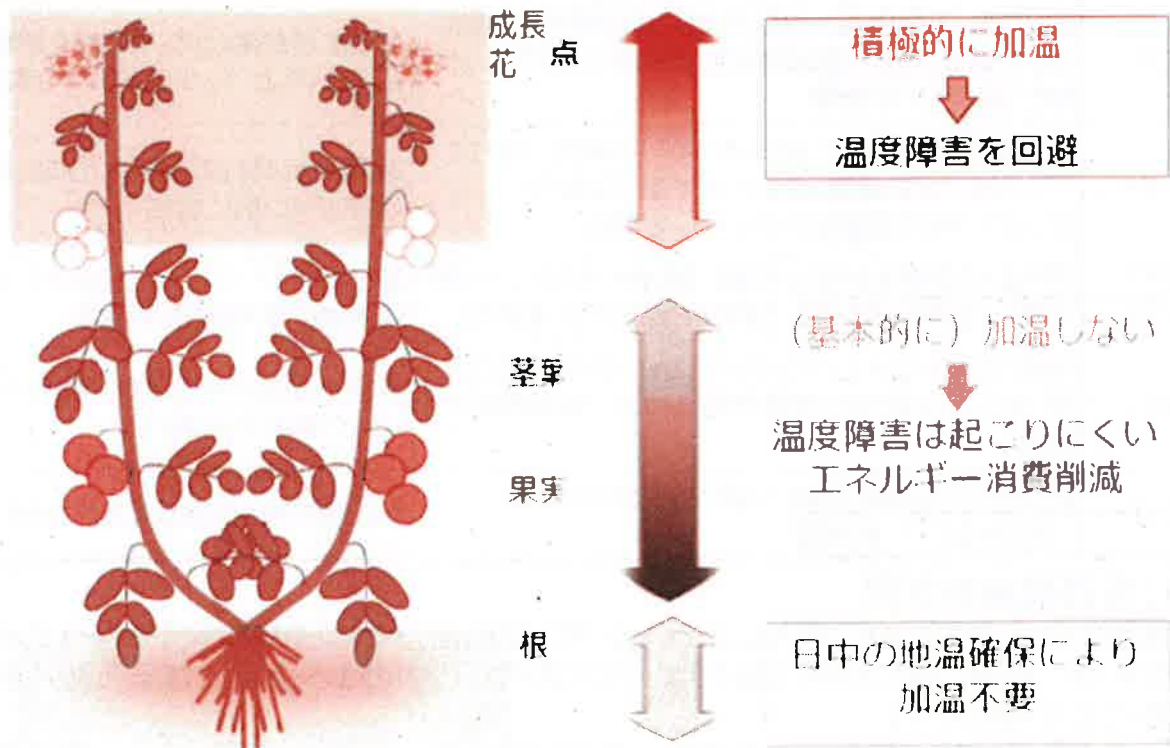
施設バラ栽培において、株元に温湯パイプを設置した加温システムを導入することにより暖房効率を高め、バラの出芽・伸長の促進、高品質な切り花の採花とともに、省エネ効果が期待でき、実証事例でも約4割の投入エネルギーの削減が確認されています。



出典：神奈川県農業技術センター資料

## (4) トマトの生長点加温技術

通常は、温室の通路上に配置する送風ダクトをトマト群落上に吊り下げて生長点付近を加熱することにより、慣行の栽培方法と比較して収量の低下を招くことなく省エネ効果が期待でき、実証試験の結果では10%程度の燃料消費量の削減が確認されています。



出典：「成長点局所加温とCO2施用を組み合わせたミニトマト栽培技術」

## 4. 省エネ対策の多面的な活用術

### 1) ヒートポンプの周年的な活用

ヒートポンプには暖房機能だけでなく、家庭用のエアコンと同様に、冷房や除湿の機能があります。

夏期の高温時や梅雨期などの多湿時に夜間冷房や除湿を行うことにより品質の向上、収穫量の増加、病害の軽減などの効果も確認されています。

ヒートポンプの多機能性の活用は、バラの夜間冷房など花き栽培での活用が先行していましたが、野菜や果樹での試験研究においても様々な品目で効果が確認されてきており、生産現場での利用も進んできています。

ヒートポンプの多機能性を活かして、周年的に活用することにより、暖房の省エネだけでなく、収益性の向上や産地形成にも結びつけることが期待できます。



夜間冷房にも利用されるヒートポンプ

#### <夜間冷房・除湿利用による研究成果(例)>

品目	実施方法	効果
バラ	夏季に夜間冷房(8/1~9/15、設定温度20℃)を実施	夜間冷房期間(8~9月)の切り花重量が約5割、切り花長が約1割増加
ユリ	高温期(8月中旬~9月中旬)に定植する作型において夜間冷房(設定温度22℃または19℃、18時~翌6時)を実施	切り花長が長くなり、がく割れが減少することで品質が向上(19℃の方が効果が大きい)
トマト	夏秋期の夜間(17:30~8:30)に冷房(8/10~10/8、設定温度20℃)と除湿(10/9~12/22、相対湿度80%以下)を実施	裂果や尻腐れ果の発生が抑制され、可販果収量が約2倍に増加
ミディトマト	8月上旬定植から約1ヶ月間(8/8~9/7)の夜間冷房(22時~翌4時、設定温度20℃)を実施	草丈が伸び、芯止まりが減少して、株当たりの果実数、平均果重が増加
ミカン	梅雨期に収穫するミカンを収穫1ヶ月前から設定温度18℃、湿度90%で雨天時に冷房・除湿運転を実施	浮皮の発生が抑制され、果皮の赤みを示すa値や着色歩合が向上
マンゴー	満開50日以降の16時~翌7時にかけて除湿(80%以下)を実施	ヤニ果の発生が減りA品率が向上

#### (1) 冷房機能の活用

暖房の省エネのために導入したヒートポンプの能力では日中の冷房を行うことはできませんが、日射のない夜間であれば、冷房負荷が日中の1~2割となるため冷房に活用することが可能です。

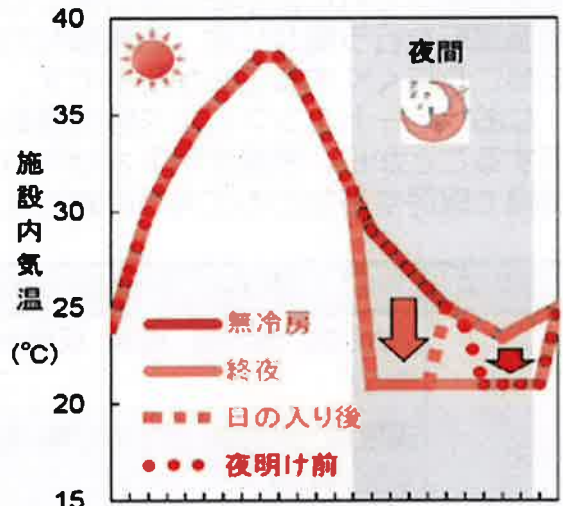
夜間冷房により、花芽分化の誘導、良質な苗生産、収量や品質の向上、作付期間の前進化などの効果のほか、近年影響が拡大している高温による作物被害の影響を軽減するため対策としての活用も期待されます。

また、冷房についても、エネルギー消費の少ない技術が開発されており、トマト（開花花房部）、バラ（株元部）などの局所冷房技術のほか、花きでは、日没後や夜明け前の短い時間帯だけ冷房を行うエネルギー消費の少ない短時間夜間冷房技術も開発されています。

## ＜花きの短時間夜間冷房技術＞

日の入りからの4時間、あるいは夜明け前の4時間のいずれかを21℃で冷房し、冷房終了後は直ちにハウスを開放する温度管理方法とすることより、終夜冷房（日の入りから夜明けまでの冷房）に比べ、電力使用量を削減しながら終夜冷房と同等の品質向上を図ることができます

実証試験において、バラ、夏秋ギク、カーネーション、シクラメンなど多くの品目で効果が確認されていますが、トルコギキョウの育苗など効果が確認できなかったものもありますので、取り組む際には普及センターやJA等の営農指導機関に相談しましょう。

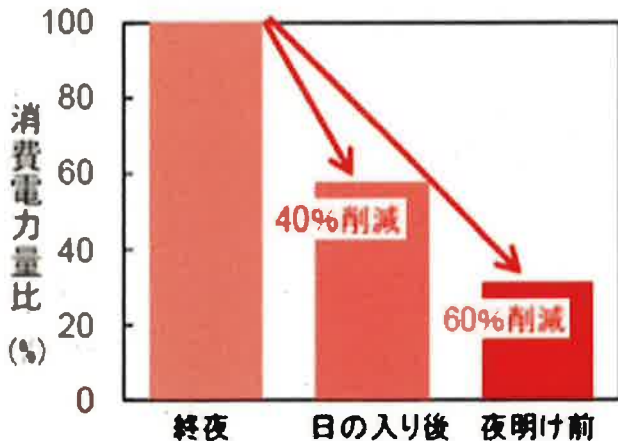


短時間夜間冷房の温度推移

## 【参考】バラにおける夜間の短時間冷房の実証試験結果

広島県で実施したバラの短時間冷房（冷房温度21℃）の実証試験では、終夜冷房に比べ、日の入り後の短時間冷房では約4割、夜明け前の短時間冷房では約6割の電力使用量の削減が確認されています。

また、切り花の品質等への影響については、冷房を行わない場合と比べて高い品質向上効果が確認されており、特に日の入り後の短時間冷房では終夜冷房と同等の効果が確認されています。



電力使用量の削減効果

冷房時間	切り花長 (cm)	切り花重 (g)	花冠高 (mm)	花弁数 (枚)
無冷房	51.2	30.2	44.3	30.7
終夜	62.6	46.7	47.1	33.8
日の入り後	61.8	45.9	46.9	35.6
夜明け前	61.3	44.1	45.8	32.7

切り花の品質向上効果

出典：最新農業技術・品種2017

# 共通対策

## (2)除湿機能の活用

作物の病気には、灰色かび病、べと病など多湿環境下で発生しやすいものが多く、施設園芸においても栽培上の課題となっていますが、ヒートポンプの除湿機能を活用することでこれらの病気の発生を抑制することが可能です。

これにより、品質や正品率の向上による収益性の改善、農薬使用量の減少によるコスト削減効果やそれによる安全性の向上も期待されます。

除湿運転を行う場合にも、循環扇を利用して作物周辺の気流を確保するなど空気の滞留を起こりにくくする工夫が必要です。

なお、ヒートポンプによる除湿運転は冷房運転でもあるため、除湿運転により室温が低下することから、室温を低下させないためには、ヒートポンプの除湿運転と同時に燃油暖房機で暖房するなどの工夫が必要となります。

作物名	多湿下で多発生する病害
トマト	葉かび病、斑点病、疫病、灰色かび病、輪紋病など
ナス	褐紋病、黒枯病、灰色かび病、菌核病、すすかび病など
ピーマン	灰色かび病など
キュウリ	べと病、炭そ病、黒星病、灰色かび病、菌核病、つる枯病、褐斑病、斑点細菌病など
メロン	べと病、つる枯病など
イチゴ	灰色かび病、菌核病など



キュウリの褐斑病

出典：施設園芸・植物工場ハンドブック

# 共通対策

## 5. 園芸用ハウス建設費のコスト縮減

### 【低コスト耐候性ハウスとは】

一般的に普及している鉄骨補強パイプハウス等の基礎部分や接合部分を、強風や積雪に耐えられるよう補強・改良することで、ガラス温室や鉄骨ハウス並の耐候性（風速50m/s以上又は耐雪荷重50kg/m<sup>2</sup>以上）を備えるとともに、設置コストが鉄骨ハウスの平均的価格の概ね7割以下であるもの

台風や積雪等の気象災害を受けないため、被覆資材を毎年取外す必要がなくなるほか、周年栽培が可能となり、単収の飛躍的向上が期待できる。



ソイルセメントを用いた基礎部の補強



接合部分の強化



ブレースの増設



きくでの導入事例

### 【園芸用ハウスの建設コストの上昇】

本県においては、トマト、花きなどにおいて低コスト耐候性ハウスの導入が進んできており、台風が襲来する時期においても生産が可能になるなど、年間を通じた安定生産に結びついている。

しかしながら、近年、骨材の価格や建設労賃の高止まり、附属施設の高度化などにより、施設建設コストは年々、増加してきており、平成20年の導入価格と比較すると約20%上昇し、農業所得向上の妨げになっている。

### 【先進的な取り組み事例】

低コスト耐候性ハウスの導入が進んでいる地域では、施設のコスト縮減を図るため、以下の取り組みがなされている。

- ①ハウスの規格（間口など）や附属施設（暖房機、環境制御機器など）の仕様の統一化
- ②大規模区画でのハウスの整備（基盤整備を行った圃場でのハウスを導入）
- ③工期の確保（施工業者に対し、工期の確保を図ることで、労働力の効率化と労賃の縮減が図られている。）
- ④発注の集約（リース事業を用いて同じ仕様のハウスを大量発注することで、スケールメリットを出している。

### 普及に当たっての留意事項

- ・ 農地中間管理事業の活用や基盤整備などによる施設用地の確保
- ・ 作目毎のハウスの仕様の決定
- ・ 計画的な事業実施

# 共通対策

## 6. 既存施設の有効活用

### 1) 老朽化施設の長寿命化

近年、施設整備費が高騰しているため、既存施設をできるだけ長期間利用することで施設整備費を抑えることができる。

#### ① 定期的な施設の保守点検

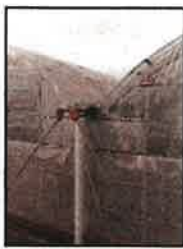
定期的に施設の保守点検を実施することにより、補修が必要な箇所を把握し、必要に応じて部品の交換等を実施することで施設本体の腐食等を防止する。

#### ② 部品の交換・補強等の実施

谷部や地際部等の腐食や破損が進みやすい箇所やビニペット等の交換を行い、ハウスの強度を確保することで使用期間の延長が可能となる。

また、近年の台風の大型化や寒害の発生等、気象災害へ対応するため、効率的に既存施設の補強や保温性の向上等を行う必要がある。

また、硬質プラスチックフィルム等の交換の際には、長期に利用可能なフィルムへの交換等を検討する。



谷部の交換



接合部分の強化



ブレースの増設

### 2) 導入ハウス等の低コスト化

#### ① 品目・作型に応じた適正規格のハウスの導入

品目や栽培期間によって台風等の気象災害のリスクが異なるため、品目や作型に応じて過剰投資とならないようハウス規格の選定を行う必要がある。併せて、附帯施設についても必要性を十分に検討の上、整備する。

#### ② 新たに開発されている低コストハウスの導入検討

アーチパイプ間隔や立体構造の変更、高強度な資材の活用等により既存ハウスよりも安価なハウスが開発されているため、栽培作物・作型に応じて導入を検討する。

また、近年の台風の大型化や寒害の発生等、気象災害へ対応するため、効率的に既存施設の補強や保温性の向上等を行う必要がある。

#### ○ 普及に当たっての留意事項

・ 部材の交換等においては、専門家に確認の上、ハウスの強度や安全面に配慮が必要である。



## 7. 資材費等の縮減対策

### 1) 肥料費

#### (1) 土壌診断に基づく適正施肥の実施

土壌分析を実施し、土壌診断基準や施肥基準に基づき施肥設計を作成し、計画的に必要な養分について適正量を施用する。

- 1) 作付前の EC（電気伝導度）、無機態窒素および可給態窒素含量をもとに、基肥の窒素施肥量を検討する。
- 2) 可給態リン酸含量や交換性カリ含量の高い土壌では、リン酸やカリの肥料成分の減肥や無施用が可能である。普及指導員や営農指導員の指導のもと、単肥や低PK成分肥料（L型肥料）を利用する。

#### 〈参考〉

各作物の施肥基準、土壌の改良基準（土壌診断基準）は、長崎県HPの農林部農政課の長崎県農林業基準技術・土壌肥料部門で参照できる。

#### (2) 効率的施肥技術の導入による施肥量の節減

作物の養分吸収特性に応じた養分供給を行う施肥技術の導入により施肥量を削減できる。

- 1) 肥効調節型肥料（緩効性肥料）の導入
 

肥料の溶出速度をコントロールして作物の利用効率を高めることで、施肥回数の削減や基肥の施肥量を節減できる。

  - (1) 被覆肥料・・・LPコート、ロング、セラコート、SCコート、シグマコート、エムコートなど
  - (2) 化学合成緩効性肥料・・・ウレアホルム、IB、CDU、グアニル尿素、オキサミドなど
  - (3) 硝酸化成抑制材入り化成肥料・・・ジシアンジアミド、AM、DCS、MBTなど

#### 2) 局所施肥技術の導入

根の周辺に施肥する技術であり、全面全層施肥に比べて作物の肥料の利用効率が高くなり、施肥作業の省力化や施肥量の節減ができる。

局所施肥には、畦内施肥、条施肥、側条施肥、深層施肥、セル内施肥などがある。

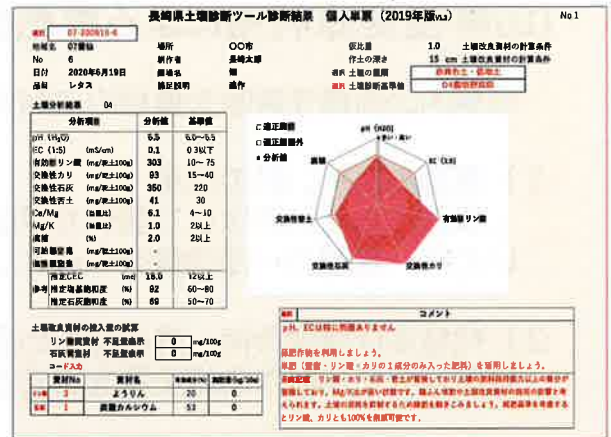
畦上全面施肥では10%程度の窒素施肥量が削減できるが、肥効調節型肥料と条施肥や畦内施肥とを組み合わせることで、20～30%程度の窒素施肥量の節減が可能である。



側条施肥機（乗用型）

#### 3) 養液土耕(灌水同時施肥栽培)の導入

毎日必要な養分（液肥）を水に溶かして施用することで、養水分管理の省力化と施肥量の節減が図れる。又、リアルタイムで栄養診断、土壌診断を行い、養水分の供給の調整を図れば、更に、効率的な施肥が期待できる。



## (3)有機資源利用による施肥量の節減

地域内の有機性資源を積極的に利用することで、化学肥料施肥量の節減が可能である。

### 1) 家畜ふんたい肥の活用

家畜ふんたい肥はリン酸やカリの供給効果は高いが、窒素等のコントロールが難しいため、基肥の一部代替を中心として利用する。

### 2) 代替率は環境負荷、農作物への品質への影響を考慮して、基肥窒素施用量の 30% 程度までを代替する施肥量を目安とする。

#### ○肥料的効果を考慮した家畜ふんたい肥の施用量の算出方法

表 家畜ふんたい肥の肥効率目安 —黒ボク露地野菜対象(千葉県)— %

家畜ふんたい肥の種類	たい肥の全窒素含有率		たい肥の肥効率		
	乾物当たり	現物当たり	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
鶏ふんたい肥	0~2	0~1.6	20	80	90
	2~4	1.6~3.2	50	80	90
	4~	3.2~	60	80	90
豚ふん・牛ふんたい肥	0~2	0~1	10	80	90
	2~4	1~2	30	80	90
	4~	2~	40	80	90

註) 化学肥料の肥効を 100 とした場合の肥効率を示す。

#### 【計算式】

$$\begin{aligned} & \text{家畜ふんたい肥施用量(kg/10a)} \\ & = \text{基肥N量(kg/10a)} \times \frac{\text{代替率}(\%)}{100} \times \frac{100}{\text{たい肥のN含有率}(\%)} \times \frac{100}{\text{肥効率}(\%)} \end{aligned}$$

#### 【留意点】

家畜ふんたい肥は完熟たい肥を施用する。未熟なたい肥の施用や長年多量施用は、農作物に病害虫や生理障害の発生、また、土壌中にリン酸や加里、銅、亜鉛などの集積を招くことが懸念されるので注意する。

### 3) 緑肥作物の活用

緑肥作物を作付けすると根粒による窒素固定や溶脱養分の吸収による養分の蓄積が行われる。これを鋤きこむことで後作の施肥量の節減が可能となる。

ばれいしよでは収穫同時播種機を利用することで、緑肥播種作業を省力化できる。

緑肥作物の鋤込みから後作の播種等までには1か月以上の期間をおき十分に腐熟させる。鋤込み後に耕うんを繰り返すことで分解が促進されるので、整地と合わせて作業を組み立てる。

# 共通対策

表 緑肥に期待される主な効果と効果があるとされる緑肥作物の種類  
 -緑肥利用マニュアル(2020年 農研機構)-

緑肥の種類		土づくり(物理性)			減肥		減肥(有用微生物による)			有害生物の制御		
科名	作物名	有機物の供給	土壌硬度改善	透水性の改善	窒素の供給	カリの供給	リン代謝関連微生物*3	菌根菌(リン吸収促進)	根粒菌(窒素固定)	土壌病害抑制*4	有害線虫抑制*5	雑草の抑制
イネ科(寒)	エンバク	◎	○		○	◎	○	○		○	○	○
	ライムギ	○	○		○	◎	○	○			○	○
イネ科(暖)	ソルガム	◎	○	○	○*2	◎	○	○			○	○
	ギニアグラス	◎	○		○*2	◎		○			○	
マメ科(寒)	ヘアリーベッチ			○	◎	○	○	○	○			○
	クリムソクローバ			○	◎	○		○	○		○	
マメ科(暖)	クロタリリア	◎	—*1	○	◎	○	○	○	○		○	—*1
キク科	ヒマワリ	◎	○	○	○*2	◎	○	○				
	マリーゴールド	○	○		○	○		○			○	
アブラナ科	シロガラシ	○	○		◎	○						
	カラシナ(3*4*5)	○	○		◎	○	○			○		

◎：非常に効果がある、○：効果がある  
 本プロジェクトの結果、北海道緑肥作物等栽培指針(改訂版)、種苗メーカーカタログなどから作成。品種の細かい特性などは、第4章以降や種苗会社のカタログを参照のこと。  
 \*1 試験未実施のため不明 \*2 すき込みが遅れると窒素供給効果が小さく、窒素飢餓が起きることもある \*3 ホスファターゼ活性、リン溶解菌、バイオマスリンのいずれかに効果があるものに○、無印は、試験未実施のため効果は不明 \*4 カタログ情報などに基づく \*5 効果のある線虫の種類は緑肥の種類によって異なる

## (4) 計画的な共同購入による肥料コストの低減

計画的な共同購入により肥料コストの低減を図る。

## 2) 農業薬剤費

### (1) 発生予察(圃場の観察)の実施並びに発生予察情報等の活用

1) 圃場の観察を徹底して病害虫の発生状況を的確に把握し、農薬を効率的・効果的に使用する。

2) 病害虫防除所が発表する予察情報、病害虫調査結果(フェロモントラップ、発生予測シミュレーション等)に基づき、適期防除に努める。

また、灰色かび病、うどんこ病、アブラムシ類、ハダニ類、アザミウマ類、ウンカ類等の薬剤感受性の低下が問題となる病害虫については、薬剤抵抗性検定や耐性菌検定結果の情報等を参考にし、有効薬剤を選定する。

なお、各種情報については、病害虫防除所、各振興局、農協、農薬販売店等で入手する。上記の最新情報は、病害虫防除所のホームページで随時更新、公開している。

ホームページアドレス <http://www.ippn.ne.jp/nagasaki/>



#### 〈発生予察情報の種類〉

- ①予報 発表時期:毎月15日頃(定期的)  
品 目: 水稻、大豆、麦、ばれいしょ、きゅうり、トマト、いちご、たまねぎ、ブロッコリー、アスパラガス、かんきつ、びわ、なし、茶  
主な病害虫名: イネいもち病・ウンカ類・コブノメイガ、ジャガイモ疫病・アブラムシ類、タマネギべと病、キュウリうどんこ病・灰色かび病・トマト黄化葉巻病・コナジラミ類、イチゴ炭疽病・ハダニ類・アザミウマ類、ブリッコリーコナガ、アスパラガス斑点性病害・アザミウマ類、カンキツ黒点病・ハダニ類、果樹カメムシ類、チャ炭疽病・チャノコカクモンハマキ等
- ②警報 重要な病害虫が大発生することが予想され、かつ早急に防除の必要がある場合に発表。
- ③注意報 警報を発表するほどではないが、重要な病害虫が多発することが予想され、かつ早急に防除の必要がある場合に発表。
- ④防除情報 注意報を出すほどではないが、今後の状況によって多発の恐れがある場合に発表。
- ⑤特殊報 県内で未確認の病害虫が発見された場合に発表。
- ⑥技術情報 イネ縞葉枯病、果樹カメムシ類の発生状況等、注目すべき病害虫の状況と生態、防除法等の技術情報を提供。

上記②～⑥の情報については、必要に応じて臨機に発表される。

## (2) 病害虫を発生・まん延させない環境づくり

- 1) 圃場の衛生管理
  - ①種子更新の徹底
  - ②発病枝葉、株、果実の早期除去
  - ③病害虫に汚染した土壌の健全圃場への流入防止、耕耘機・コンテナ・くつ等による汚染土壌の持ち込み防止
  - ④ヨトウムシ等の捕殺
  - ⑤太陽熱土壌消毒、施設栽培終了後の蒸し込み
  - ⑥圃場周辺の除草の徹底
- 2) 抵抗性品種・台木の導入
- 3) 健全な親株、苗（木）、穂木等の導入
- 4) 病害虫の発生が少ない作型の導入
- 5) 輪作や湛水処理による連作障害の回避
- 6) 適正な肥培管理
- 7) 風通しや水はけをよくする
- 8) 物理的防除の活用（防虫ネット、近紫外線カットフィルム、黄色灯、太陽熱消毒など）

## (3) 大型規格農薬等の選択

大型規格農薬、水稲用省力除草剤、マンゼブ剤やアセフェート剤等のジェネリック農薬を選択する。

## (4) 計画的な農薬購入推進

年間の防除計画を立て、基幹防除薬剤を主体に可能な範囲で予約購入し価格低減を図る。

（1）労働者の生活と健康・生活向上委員会（S）

労働者の生活向上委員会（S）

労働者の生活向上委員会（S）

労働者の生活向上委員会（S）

労働者の生活向上委員会（S）

労働者の生活向上委員会（S）

労働者の生活向上委員会（S）

労働者の生活向上委員会（S）

労働者の生活向上委員会（S）

労働者の生活向上委員会（S）

# 品目別対策

労働者の生活向上委員会（S）

労働者の生活向上委員会（S）

労働者の生活向上委員会（S）

労働者の生活向上委員会（S）

労働者の生活向上委員会（S）

## 労働者の生活向上委員会（S）

労働者の生活向上委員会（S）

労働者の生活向上委員会（S）

## 労働者の生活向上委員会（S）

労働者の生活向上委員会（S）

労働者の生活向上委員会（S）

## 1. 生産コスト縮減に向けた取り組み

### 1) 低コスト・省エネ対策

#### ① 低成分肥料の利用による肥料費低減

長年の連作により土壌中にPやKの肥料成分の蓄積が認められており、各圃場に適した肥料選定を行い、無駄な施肥を控えた、安価な肥料を使用する。また、緩効性肥料の施用により、施肥量を削減する。

##### 普及に当たっての留意事項

○ 土壌分析による圃場の現状把握を行うとともに、有機物等の施用による施肥成分の影響も考慮する。



写真1 塊茎の比較  
左: アイマサリ 右: ニシユタカ

### 2) 生産安定対策

#### ① 耐病性品種の利用

ジャガイモシストセンチュウ、ウイルス病に強く、早期肥大性に優れる「アイマサリ」を活用し生産安定を図る。

一期作産種いもを利用し、1月中旬に植付け、4月下旬に収穫する作型では窒素14kg/10aで、単収300kg/a以上確保でき、塊茎の皮剥けもなく収穫でき、「ニシユタカ」より多収となる。

##### 普及に当たっての留意事項

- 未熟塊茎で皮剥けすることがある
- 茎葉の成熟が早く、掘り遅れると塊茎腐敗や肌荒れが発生することがある
- 裂開が発生することがある
- 高温、乾燥による褐色心腐の発生
- 休眠が短く出芽が早い
- そうか病、青枯病、疫病に弱い
- 高温による切断種いもの腐敗

#### ② 土壌消毒、種いも消毒の徹底

土壌消毒(薬剤処理後ビニール等被覆)を行い、更新した種いもを種子消毒して植付けることにより、土壌病害の発生が大幅に軽減される。

##### 普及に当たっての留意事項

○ 土壌消毒と種いも消毒は併せて行う。



種いも消毒

## 2. 今後導入及び普及が期待される取り組み

### 1) 低コスト・省エネ対策

#### ① 条施肥による肥料費の低減

種いも植え付け後に培土し、その上に肥料を条状に肥料を施用ことに大幅に施用量を削減できる。

##### 普及に当たっての留意事項

○「アイマサリ」栽培においては、肥料の施用量を全層施肥量の30%削減して施用しても慣行と同等以上の収量確保が可能。



植付同時施肥機



施肥ホッパー10L用

#### ② 発生予察による効率的防除

1kmメッシュ気象値を使用するプログラムFLABS\_Nに有効積算温度による初発生危険度の表示機能を実装し、任意地点について初発生予測日と危険度の推定を行うことで、ジャガイモ疫病に対する薬剤散布時期の判断に利用できる。

##### 普及に当たっての留意事項

○病害虫発生予察室において、県内主要ばれいしょ産地毎に初発生時期を予測する「FLABS-NB」を運用し、効率的な疫病防除対策を講じていく。

表 令和4年産存在ジャガイモ疫病の初発生時期(予測日) 令和4年4月6日現在

		出芽50%想定日		
		2月15日	3月1日	3月15日
		上段：初発生時期 下段：防除開始時期	上段：初発生時期 下段：防除開始時期	上段：初発生時期 下段：防除開始時期
諫早市	飯盛町 (後田地区)	4/7~4/17 (4/2~4/4)	4/7~4/17 (4/2~4/4)	4/9~4/19 (4/4~4/6)
	飯盛町 (山口地区)	4/7~4/17 (4/2~4/4)	4/7~4/17 (4/2~4/4)	4/9~4/19 (4/4~4/6)
西海市	西海町	4/10~4/20 (4/5~4/7)	4/10~4/20 (4/6~4/7)	4/11~4/21 (4/6~4/8)
島原市	有明町	4/7~4/17 (4/2~4/4)	4/7~4/17 (4/2~4/4)	4/9~4/19 (4/4~4/6)
	雲仙市	雲野町	4/7~4/17 (4/2~4/4)	4/7~4/17 (4/2~4/4)
南島原市	小浜町	4/5~4/15 (3/31~4/2)	4/5~4/15 (3/31~4/2)	4/7~4/17 (4/2~4/4)
	南串山町	4/6~4/16 (4/1~4/3)	4/6~4/16 (4/1~4/3)	4/8~4/18 (4/3~4/5)
	加津佐町	4/5~4/15 (3/31~4/2)	4/5~4/15 (3/31~4/2)	4/7~4/17 (4/2~4/4)
南島原市	白之津町	4/5~4/15 (3/31~4/2)	4/5~4/15 (3/31~4/2)	4/7~4/17 (4/2~4/4)
	有家町	4/6~4/16 (4/1~4/3)	4/6~4/16 (4/1~4/3)	4/8~4/18 (4/3~4/5)
平戸市	組差町	4/10~4/20 (4/5~4/7)	4/10~4/20 (4/5~4/7)	4/11~4/21 (4/6~4/8)
五島市	三井津町	4/7~4/17 (4/2~4/4)	4/8~4/18 (4/3~4/5)	4/9~4/19 (4/4~4/6)

注1) 予測時期はFLABS-Nに1kmメッシュ農業気象データを入力し算出した。  
 注2) 期日の上段は初発生時期を示し、下段( )内は効率的防除を行うための防除開始時期を示す。  
 注3) 表中の「-」は3月30日時点までの予測では要件を満たさなかったことを示す。ただし、出芽の早い圃場ほど発病の危険が高いので注意する。  
 注4) 初発生時期が追加されたところは朱書きで示している。



## 2. 今後導入及び普及が期待される取り組み

### 2) 省力化対策

#### ① ドローンによる防除

ばれいしょ生育後半～収穫期にかけてのドローン(マルチローター式小型無人機)による防除は、かなりの労力削減が可能となり、収穫作業に集中でき、規模拡大も可能となる。

##### ながさきアグリイノベーション技術実証事業による検証結果

○ばれいしょにおいてドローンを利用した薬剤散布技術の主要病害虫に対する防除効果と省力性について検証し、疫病に対する防除効果は少発生条件下において手散布を同等の防除効果だった  
散布時間は、手散布の14分/10aに対し、2～3分/10aと最大で約86%の削減が可能であった。

##### 普及に当たっての留意事項

- 強風により使用できない場合がある。
- 作業人員数は、ドローン散布がオペレーター1名と補助者1名の合計2名。
- 防除の取り組みは、地域的なまとまりや農業サービス事業体利用が望ましい。
- 航空防除に登録のある農薬を使用する。



マルチローター式小型無人機の活用

#### ② 自走式収穫機の利用

いもの掘り上げ、拾い上げ、コンテナ投入作業を機械で行うことにより、作業者の労働負担を大幅に軽減できる。

##### 普及に当たっての留意事項

- メークイン等長卵系にも対応しているが、土壌条件の違いによる効率低下が考えられる。
- 機械を効率的に運用するため、旋回場所や畝の方向、土壌条件等を考慮した栽培方式の検討と導入が望まれる。



乗用掘取機  
F社製:4人乗車タイプ



小型乗用掘取機  
N社製:2人乗車タイプ

## 3. 生産コスト縮減に向けた取り組み(経営シミュレーション)

(円/10a)

項(費)目	R4現状		改善後		削減率	主要な取組み
	費用	割合	費用	割合		
種苗費	48,000	19.5	48,000	20.5		
肥料費	41,207	16.7	28,845	12.3	30%	*土壌診断に基づく適正施肥 ・条施肥による施肥量削減(30%)
農業薬剤費	61,921	25.2	61,921	26.5		*種いも更新、種いも消毒等による土壌病害対策 ・1kmメッシュ気象値を使用するプログラム FLABS_NBの運用による適期防除
動力光熱費	7,940	3.2	7,940	3.4		
諸材料費	12,806	5.2	12,806	5.5		
減価償却費	21,873	8.9	22,199	9.5	-1%	・条施肥機の導入
賃借料・料金	20,800	8.5	20,800	8.9		・農業サービス事業者への防除委託 (無人ヘリ利用からドローンへの移行)
雇用労働費	3,200	1.3	3,200	1.4		
その他経費	28,313	11.5	28,313	12.1		
計	246,060	100	234,024	100		
R4現状対比(%)	100		95		5%	

※1経営体当り経営面積:春作ばれいしょ 530a

\*は、平成30年度長崎県農林業基準技術で採用した技術である。

主要な取り組みの赤字は、今後導入及び普及が期待される取り組み(技術)である。

各費目毎の削減率は主要なコスト縮減の取組を組み合わせた際の削減率である。

## 1. 生産コスト縮減に向けた取り組み

### 1) 低コスト・省エネ対策

#### ① P K 低減肥料、緩効性肥料の利用による肥料費低減

長年の連作により土壌中にPやKの肥料成分の蓄積が認められており、各圃場に適した肥料選定を行い、無駄な施肥を控えた、安価な肥料を使用する。また、緩効性肥料の施用により、施肥量を削減する。

#### 普及に当たっての留意事項

○土壌分析による圃場の現状把握を行うとともに、有機物等の施用による施肥成分の影響も考慮する。

## 2. 今後導入及び普及が期待される取り組み

### 1) 省力化対策

#### ① 複数作業工程同時処理機械化体系による作業時間削減

施肥＋耕うん＋粒剤施用＋播種＋鎮圧の5工程同時作業を行うことができ、作業体系の簡略化につながる。

#### 取組の事例

○島原地区における試験の成果として、慣行5.5hr/10aから実証0.9hr/10aに削減できることが実証された。

また、播種粒数を慣行2粒播きから1粒播きに変更することで、単収が低下することなく、間引き作業を削減することができる。

#### 普及に当たっての留意事項

○GNSSガイダンスシステム・自動操舵システムによる自動運転＋作業精度向上を図ることも可能。

○作業機を装着したトラクターの旋回のために圃場の両側に5mの枕地が必要

○作業負荷を考慮した場合、50馬力クラスのトラクター使用が望ましい。



トラクター装着全景



施肥(フロント)



耕うん

パーチカルハロー +  
スパイラル式鎮圧ローラー



播種＋鎮圧

## 1) 省力化対策

### ②フレコン式自動収穫機利用

フレコンに対応した収穫機、運搬機を活用することで省力化が図られる。

選果場の機能向上に伴い導入が増えてくる。

#### 取組の事例

○JA島原雲仙島原地区ではフレコンによる選果場持込体制が確立している。

令和4年産計画 作付面積 70ha  
取扱量 3,100t

#### 普及に当たっての留意事項

○クレーン等の吊り上げ機械が必要

○コンテナと違い積み重ねができないためややスペースが必要

○フレコンでの貯蔵はコンテナと比較しやや通気性が落ちるので注意する。



運搬機(フレコン対応):イセキ機械カタログより



フレコン式にんじん収穫機:イセキ機械カタログより

### 3. 生産コスト縮減に向けた取り組み(経営シミュレーション)

(円/10a)

項(費)目	R4現状		改善後		削減率	主要な取組み
	費用	割合	費用	割合		
種苗費	58,927	27.2	32,142	16.5	45%	・2粒播種から1粒播種への転換による種苗費削減
肥料費	45,468	20.9	45,468	23.3		*土壌診断に基づく適正施肥 *有機質肥料利用による低コスト化
農業薬剤費	32,436	14.9	32,436	16.6		
動力光熱費	7,940	3.7	7,940	4.1		
諸材料費	7,088	3.3	7,088	3.6		
修繕費	5,429	2.5	14,191	7.3	-161%	・自動収穫機の導入
減価償却費	15,420	7.1	36,282	18.6	-135%	・5工程同時作業機(施肥機、パーチカルハロー、スパイラル式鎮圧機、粒剤散布機、播種機)の導入
収穫作業委託費	25,000	11.5	0	0.0	100%	・自動収穫機導入による収穫作業委託の中止
その他経費	19,329	8.9	19,329	9.9		
計	217,037	100	194,876	100		
R4現状対比(%)	100		90		10%	

※1経営体当り経営面積 200a

(注釈)

\*は、平成30年度長崎県農林業基準技術で採用した技術である。

主要な取り組みの赤字は、今後導入及び普及が期待される取り組み(技術)である。

各費目毎の削減率は、主要なコスト縮減の取組を組み合わせた際の削減率である。

## 1. 生産コスト縮減に向けた取り組み

### 1) 低コスト・省エネ対策

#### ① P K 低減肥料、緩効性肥料の利用による肥料費低減

長年の連作により土壌中にPやKの肥料成分の蓄積が認められており、各圃場に適した肥料選定を行い、無駄な施肥を控えた、安価な肥料を使用する。また、緩効性肥料の施用により、施肥量を削減する。

#### 普及に当たっての留意事項

○土壌分析による圃場の現状把握を行うとともに、有機物等の施用による施肥成分の影響も考慮する。

## 2. 今後導入及び普及が期待される取り組み

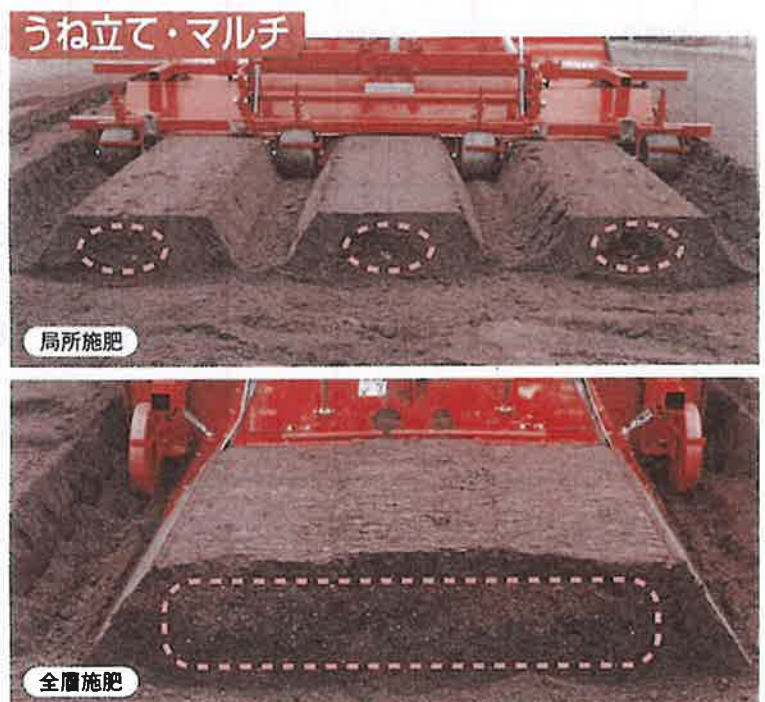
### 1) 低コスト・省エネ対策

#### ① 畝内全層施肥による施肥経費削減及び作業軽減

畝内部分施肥は、土地利用型の野菜生産において、肥料や土壌病害防除剤等の各種資材を栽培する畝の中央部にだけ線状に土壌と混合して施用し、うね間など無駄なところには施用しない技術。また、施肥、畝立ての作業工程を1行程で行うことができ、作業体系の簡略化にもつながる。

#### 普及に当たっての留意事項

○肥料の施用量を20%削減して施用しても慣行と同等以上の収量確保が可能。



クボタ機械カタログより

## 2) 省力化対策

### ① 無人ヘリ、ドローンによる防除

たまねぎの生育中期～後期にかけての無人ヘリコプターによる防除は、かなりの労力削減が可能となり、規模拡大が可能となる。

将来的にはドローン(マルチローター式小型無人機)の普及が期待される。

#### 取組の事例

○長崎県と佐賀県が連携し防除試験を実施し、H28年度たまねぎべと病に対する薬剤(1剤)が登録された

#### 普及に当たっての留意事項

○強風や立地条件(傾斜地等)により使用できない場合がある。

○登録のある農薬を使用する。

○防除の取り組みは、地域的なまとまりや圃場整備地での使用が望ましい。



無人ヘリによる防除



マルチローター式小型無人機の活用

### ② 中耕、除草機の活用

露地栽培の初期生育時に中耕、除草機械を使用すると根張りおよび除草効果が期待される。

#### 普及に当たっての留意事項

○機械の使用時期はたまねぎの生育状況により判断する。

### ③ 収穫機、ピッカー、鉄コンテナ利用による省力化

作型分散、経営規模拡大を目指し、加工たまねぎの導入(機械化、鉄コンテナ利用)によりコスト削減を目指す。



たまねぎピッカーの活用

#### 取組の事例

○たまねぎ収穫機、ピッカーの導入により収穫作業時間が手作業と比較し

82%の省力化が図れる。(44時間/10a→8時間/10a 県北振興局調査調べ)

### 3. 生産コスト縮減に向けた取り組み(経営シミュレーション)

(早出したまねぎ)

(円/10a)

項(費)目	R4現状		改善後		削減率	主要な取り組み (記入注2)
	費用	割合	費用	割合		
種苗費	346,500	29%	346,500	29%		
肥料費	83,738	7%	76,857	6%	8%	畦内施肥による肥料1割削減
農業薬剤費	27,493	2%	27,493	2%		
動力光熱費	8,200	1%	8,200	1%		
諸材料費	354,383	29%	354,383	30%		
減価償却費	337,156	28%	337,156	28%		
雇用労働費	0		0			
その他経費 (記入注1)	46,841	4%	46,841	4%		
計	1,204,311	100%	1,197,430	100%		
R4現状 対比	100%		99%		1%	

※1経営体当たり経営面積 200a

(注釈)

\*は、平成30年度長崎県農林業基準技術で採用した技術である。

主要な取り組みの赤字は、今後導入及び普及が期待される取り組み(技術)である。

各費目毎の削減率は、主要なコスト縮減の取組を組み合わせた際の削減率である。



## 1. 生産コスト縮減に向けた取り組み

### 1) 低コスト・省エネ対策

#### ① P K 低減肥料、緩効性肥料の利用による肥料費低減

長年の連作により土壌中にPやKの肥料成分の蓄積が認められており、各圃場に適した肥料選定を行い、無駄な施肥を控えた、安価な肥料を使用する。また、緩効性肥料の施用により、施肥量を削減する。

#### 取組の事例

○ブロッコリーに合わせたリン、カリ集積圃場用の肥料や基肥一発肥料がつくられ、現地で使用されている。

#### 普及に当たっての留意事項

○土壌分析による圃場の現状把握を行うとともに、有機物等の施用による施肥成分の影響も考慮する。

## 2. 今後導入及び普及が期待される取り組み

### 1) 低コスト・省エネ対策

#### ① 畝内部分施肥による肥料費の低減

畝内部分施肥は、土地利用型の野菜生産において、肥料や根こぶ病防除剤等の各種資材を栽培する畝の中央部にだけ線状に土壌と混合して施用し、うね間など無駄なところには施用しない技術。また、施肥、畝立ての作業工程を1行程で行うことができ、作業体系の簡略化にもつながる。

#### 取組の事例

○畝内施肥による肥料費低減  
ライムソワーによる畝形成時の畝内施肥により、施肥量を10%削減している。

#### 普及に当たっての留意事項

○肥料の施肥量を30%削減して施用しても慣行と同等以上の収量確保が可能。

#### ② 耐病性(根こぶ病)品種の利用

アブラナ科植物の重要病害である根こぶ病の汚染の拡大を防ぐために、耐病性品種の作付を行う。

#### 普及に当たっての留意事項

○作付時期、品種特性等を十分把握した上で導入する。

○他の耕種的防除や薬剤防除等対策も含めて検討し、効率的な防除法で対応する。



根こぶ病症状

## 2) 省力化対策

### ① 共選の取組み

調整、梱包作業の共同化により、作業の省力化が可能。その分を収穫作業へ振り替えることにより、規模拡大、適期収穫につながる。

#### 取組の事例

○雲仙市、五島市等大規模産地では実施されており、他産地でも増加中。

#### 普及に当たっての留意事項

○製氷機の導入等、作業の効率を図るための施設整備を併せて行う。



共選の状況

### ② 生分解性マルチの利用 (4月どり)

微生物によって分解されるマルチであり、収穫後はそのまま鋤きこむことが可能で、回収作業等の労力が軽減される。また、処分のための経費も不要となる。

#### 普及に当たっての留意事項

○栽培期間に応じて、保持(分解)のタイプを選定して使用する。

○加水分解や劣化による強度や機能性が低下するので、1年以上の長期保管は行わない。



生分解性マルチ

### 3. 生産コスト縮減に向けた取り組み(経営シミュレーション)

(円/10a)

項(費)目	R4現状		改善後		削減率	主要な取り組み (記入注2)
	費用	割合	費用	割合		
種苗費	16,485	10%	16,485	10%		
肥料費	49,040	28%	45,218	27%	7.8%	畝内部分施肥による基肥え30%削減
農業薬剤費	20,901	12%	20,901	12%		
動力光熱費	6,260	4%	6,260	4%		
諸材料費	21,447	12%	21,447	13%		
減価償却費	12,873 <i>430 8582</i>	7%	14,178	8%	-10.1%	畦内施肥機導入
雇用労働費	0		0			
その他経費 (記入注1)	45,173	26%	45,173	27%		
計	172,180	100%	169,663	100%		
R4現状 対比	100%		98.5%		1.5%	

※1経営体当たり経営面積 200a(秋作)

(注釈)

\* は、平成30年度長崎県農林業基準技術で採用した技術である。

主要な取り組みは、今後導入及び普及が期待される取り組み(技術)である。

各費目毎の削減率は、主要なコスト縮減の取組を組み合わせた際の削減率である。

## 2. 今後導入及び普及が期待される取り組み

### 1) 低コスト・省エネ対策

#### ① 畝内部分施肥による肥料費の低減

畝内部分施肥は、土地利用型の野菜生産において、肥料や防除剤等の各種資材を栽培する畝の中央部にだけ線状に土壌と混合して施用し、うね間など無駄なところには施用しない技術。また、施肥、畝立ての作業工程を1行程で行うことができ、作業体系の簡略化にもつながる。

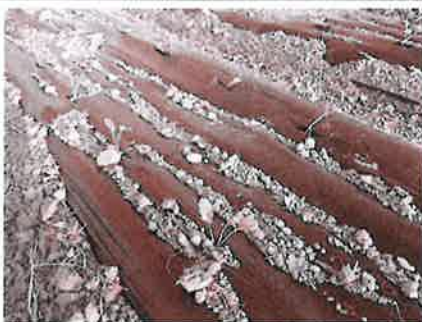
#### ② 生分解性マルチの利用

微生物によって分解されるマルチであり、収穫後はそのまま鋤きこむことが可能で、回収作業等の労力が軽減される。また、処分のための経費も不要となる。

##### 普及に当たっての留意事項

○栽培期間に応じて、保持(分解)のタイプを選定して使用する。

○加水分解や劣化による強度や機能性が低下するので、1年以上の長期保管は行わない。



写真はブロッコリーでの使用状況

##### 普及に当たっての留意事項

○肥料の施用量を30%削減して施用しても慣行と同等以上の収量確保が可能。



出展:うね内部分施用技術  
中央農業総合研究センターより

#### ③ 定植機の利用

定植機の利用により作業時間の短縮によるが図られる。初期生育時の中耕、除草機の利用により、根張り促進、雑草の発生抑制が図られ省力化が図られる。

##### 普及に当たっての留意事項

○機械の使用時期は、レタスの生育状況により判断する。

### 3. 生産コスト縮減に向けた取り組み(経営シミュレーション)

(円/10a)

項(費)目	R4現状		改善後		削減率	主要な取り組み (記入注2)
	費用	割合	費用	割合		
種苗費	10,584	4%	10,584	4%		
肥料費	53,856	22%	43,994	18%	18%	畝内部分施肥による基肥え30%削減
農業薬剤費	12,630	5%	12,630	5%		
動力光熱費	23,156	9%	23,156	10%		
諸材料費	32,203	13%	32,203	13%		
減価償却費	12,423	5%	15,698	7%	-26%	局所施肥機導入のため増加
雇用労働費	71,826	29%	71,826	30%		
その他経費 (記入注1)	30,611	12%	30,611	13%		
計	247,290	100%	240,703	100%		
R4現状 対比	100%		97%		3%	

※1経営体当たり経営面積 400a(年内どり)

(注釈)

\*は、平成30年度長崎県農林業基準技術で採用した技術である。

主要な取り組みは、今後導入及び普及が期待される取り組み(技術)である。

各費目毎の削減率は、主要なコスト縮減の取組を組み合わせた際の削減率である。

## 1. 生産コスト縮減に向けた取り組み

### 1) 低コスト・省エネ対策

#### ① P K 低減肥料の利用による肥料費低減

施設栽培は閉鎖的環境下で、極めて濃密な肥培管理が行われているため、残存養分の集積傾向が見られる。

特にPK成分は長年の連作により多い傾向の圃場が多く、各圃場に適した肥料選定を行い、無駄な施肥を控えた、安価な肥料を使用する。

#### 取組の事例

○カリ集積圃場用の肥料は使用されている。

#### 普及に当たっての留意事項

○土壌分析による圃場の現状把握を行うとともに、有機物等の施用による施肥成分への影響も考慮する。

## 2. 今後導入及び普及が期待される取り組み

### 1) 低コスト・省エネ対策

#### ① バンカーシートの利用

ハダニ類は化学農薬に対する抵抗性の発達が著しく薬剤による防除が困難となっており、天敵を利用したハダニ類の防除技術の確立が急務となっている。有望な天敵であるミヤコカブリダニにおいて、天敵保護装置「バンカーシート」を利用することにより天敵を長期間保護・放出することができる。



バンカーシート設置状況

#### 普及に当たっての留意事項

○ハダニ類の密度をゼロにしたゼロ放飼を基本とするが、困難な場合はチリカブリダニとの同時放飼で効果を安定させることが可能。

## 1) 低コスト・省エネ対策

### ② 省電力型電球の導入による光熱費の低減

白熱球の更新にともない、白熱球の設備をそのまま利用可能で消費電力が少なく、寿命が長いLED利用によりコスト縮減が可能となる。

#### 普及に当たっての留意事項

○波長の種類により、効果がでにくいことがあり、機種選定にはいちごに効果があることの確認が必要。

○白熱球と比較して、導入5年目以降でコストが低くなる。(愛知県LED使用マニュアルより)



LED電球(試験的使用)

## 2) 省力化対策

### ① パッケージセンターの利用

いちごの収穫・出荷にかかる労働時間は、全体の半分以上を占めており、また、春先の収量増加時期になると、パック詰め作業で、栽培管理作業まで手が回らない状況となることも多い。パッケージセンター利用によりパック詰め作業等を委託することにより、労働時間の削減となり、規模拡大や栽培管理の徹底による収量増大効果が期待できる。

#### 取組の事例

○利用している生産者は、栽培管理の徹底により、生産安定が図られている。

○県内でも小規模で実施している産地が増加している。

#### 普及に当たっての留意事項

○いちごパック詰めには熟練した技術が必要であり、雇用者に対して技術指導が必要となる。

○効率的な稼働のため、受入量の調整が必要となる。

○季節的な作業となるため、他作業と連携した周年雇用が望ましい。



いちごパッケージセンター

### 3)生産安定対策

#### ①優良品種の導入

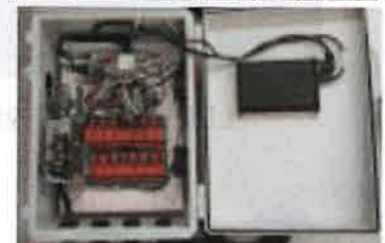
生産安定に向けて、優良品種の導入を図っていく。

##### 取組の事例

○他県でも優良品種の育成により、経営改善が図られている。  
福岡県:「福岡S6号(あまおう)」、佐賀県「佐賀i9号(いちごさん)」、熊本県「熊本VS03(ゆうべに)」

##### 普及に当たっての留意事項

○多収、省力性、品質、輸送性、病害抵抗性など総合的に判断し、品種の選定を図っていく。  
○新品种の栽培においては、試験研究機関とも連携して、新品种に対応した迅速な栽培技術の確立が必要となる。



下:環境モニタリング装置

左上、左下:品種・育種試験

右上:炭酸ガス発生装置  
右下:長崎型統合環境制御盤

#### ②環境制御技術の導入による単収向上(炭酸ガス発生装置、自動換気、環境モニタリング装置、循環扇、統合環境制御装置)

光合成を考慮した栽培管理を行うことで、更なる収量の向上が可能となる。

環境モニタリング装置によりハウス内の環境を確認しながら、炭酸ガス施用、温度管理等を効率的に行っていく必要がある。また、シンプルな装備の長崎型統合環境制御装置の活用により、環境制御機器の一体的な制御が可能である。

##### 取組の事例

○H27年度より環境制御技術実証事業に取り組み、炭酸ガス発生装置の導入面積は、R3年度現在68.1haとなっている。  
○R2年度からの長崎型統合環境制御装置実証事業では、技術導入後単収が約25%の増加となった。

##### 普及に当たっての留意事項

○環境制御による管理は、経験、知識等の総合的判断が必要となるので、生産者並びに指導者の技術の研鑽が必要。  
○集約的な管理が可能な統合環境制御機器の導入により、さらに収量向上が可能となる。



## 3. 生産コスト縮減に向けた取り組み(経営シミュレーション)

(円/10a)

項(費)目	R4現状		改善後		削減率	主要な取り組み (記入注2)
	費用	割合	費用	割合		
種苗費	12,500	0.3%	12,500	0.3%		
肥料費	160,133	3.9%	160,133	3.7%		
農業薬剤費	240,619	5.8%	240,619	5.5%		
動力光熱費	541,780	13.1%	817,189	18.8%	-51%	環境制御技術の導入により重油等の使用量増加
諸材料費	655,353	15.8%	625,395	14.4%		
減価償却費	1,406,003	33.9%	1,353,119	31.2%	4%	長崎型の低コスト統合環境制御装置導入により減少(*炭酸ガス、自動換気、統合環境制御システム導入済)
雇用労働費	225,192	0	225,192	5.2%		
その他経費 (記入注1)	909,044	0	909,044	20.9%		
計	4,150,624	100%	4,343,191	100.0%		
R4現状 対比	100%		105%		-5%	

	R4現状	改善後	削減率	主な取り組み
単収(kg)	6,400	7,000		環境制御技術導入で10%増加
単価(円)	1,294	1,294		
販売額	8,281,600	9,058,000		
kg当たり経費 (円/kg)	648,535	620,456	4%	

※1経営体当り経営面積 40a

改善後にパッケージセンターを利用する場合、出荷経費が19.6千円/10aの増加となる。  
(利用量:出荷量の10%、利用単価:70円/パック)

(注釈)

\*は、平成30年度長崎県農林業基準技術で採用した技術である。

主要な取り組みは、今後導入及び普及が期待される取り組み(技術)である。

各費目毎の削減率は、主要なコスト縮減の取組を組み合わせた際の削減率である。

## 1. 生産コスト縮減に向けた取り組み

### 1) 低コスト・省エネ対策

#### ① PK低減肥料、緩効性肥料の利用による肥料費低減

施設栽培は閉鎖的環境下で、極めて濃密な肥培管理が行われているため、残存養分の集積傾向が見られる。

特にPK成分は長年の連作により多い傾向の圃場が多く、各圃場に適した肥料選定を行い、無駄な施肥を控えた、安価な肥料を使用する。

##### 取組の事例

○カリ集積圃場用の肥料は使用されている。

##### 普及に当たっての留意事項

○土壌分析による圃場の現状把握を行うとともに、有機物等の施用による施肥成分への影響も考慮する。

##### 普及に当たっての留意事項

○環境制御による管理は、経験、知識等の総合的判断が必要となるので、技術の研鑽が必要。

○炭酸ガス施用等の環境制御技術により20%程度の増収効果が期待できる。

○エネルギー投入量の増加に伴う一部ランニングコスト増があるが、それ以上の収量増加を図る。



環境モニタリング機器

### 3) 生産安定対策

#### ①環境制御技術の実践(炭酸ガス発生装置、自動換気、環境モニタリング装置、自動カーテン等)

光合成を考慮した栽培管理を行うことで、収量向上を図る。

環境モニタリング装置によりハウス内の環境を確認しながら、炭酸ガス施用、温度管理等を効率的に行う。



炭酸ガス発生装置

## 2. 今後導入及び普及が期待される取り組み

### 1) 低コスト・省エネ対策

#### ① ヒートポンプの導入

ヒートポンプは燃油暖房機に比べ高価なため、暖房の全てをヒートポンプでまかなうと導入コストが過大になることもあり、施設園芸においては、既存の燃油暖房機との併用により、ヒートポンプを優先的に運転するハイブリッド方式が主流。

ハイブリッド方式は、エネルギー効率の良いヒートポンプを優先して運転し、ヒートポンプのみでは室温維持が困難となる低温時に燃油暖房機と併用運転する方法。

これによりヒートポンプの導入規模を抑制できるため、導入コストや電力契約の基本料金を軽減できる。



#### 取組の事例

○ハイブリッド方式では、ヒートポンプと燃油暖房機の連携運転が重要で、これをうまく調整できないと適切な温度管理ができず、省エネ効果が期待できない。

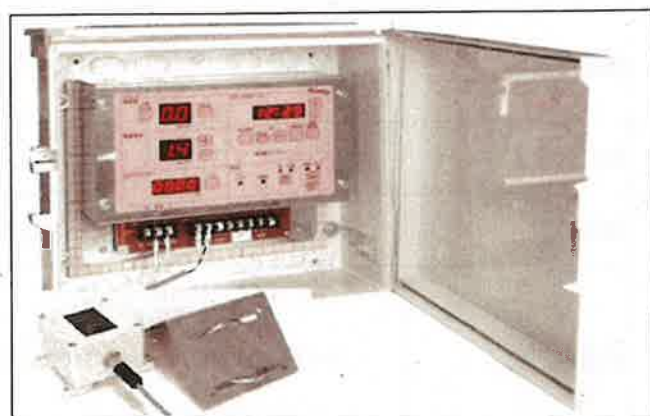
#### 普及に当たっての留意事項

○ヒートポンプの設定温度は燃油暖房機の設定温度より2~3℃高く設定し、ヒートポンプを優先的に運転するように制御するのがポイント。

### 3) 生産安定対策

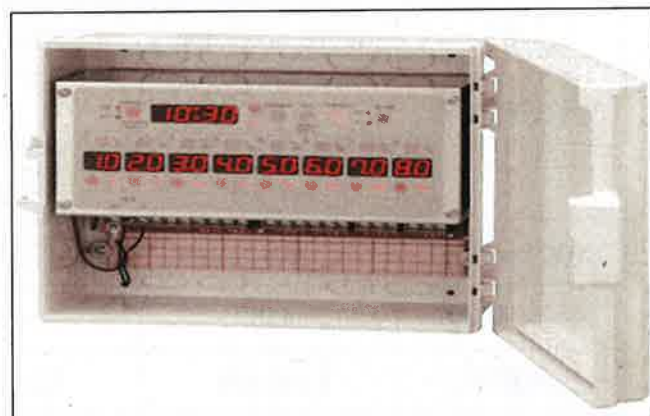
#### ① 日射比例式自動灌水

センサで日射を測定し、日射量の多い日(天気良い日)は灌水の頻度を増やし、曇天の日は灌水の頻度を減らします。これにより蒸散量に応じた過不足のない灌水をすることができる。



日射比例コントローラー

・日射センサの信号を受け、積算日射量(単位: MJ(メガジュール)/m<sup>2</sup>)の演算と灌水の指示を行う機器。



自動灌水コントローラー

#### 普及に当たっての留意事項

○灌水を開始する積算日射量の設定、一回あたりの灌水量の設定に、常に調整や試行錯誤が必要。これらの設定値について、他の圃場の例や公的機関、メーカーなどから提供される参考値をそのまま使っても、うまくいくとは限らない。

※その他機器利用の留意点は共通対策を参照

### 3. 生産コスト縮減に向けた取り組み(経営シミュレーション)

(円/10a)

項(費)目	R4現状		改善後		削減率	主要な取組み
	費用	割合	費用	割合		
種苗費	307,440	7.8	307,440	8.7		
肥料費	135,937	3.5	135,937	3.9		
農業薬剤費	102,743	2.6	102,743	2.9		*耕種的防除(防虫ネット・黄色粘着板等)の活用 *病害の発生状況に応じた抵抗性台木の利用 :防虫ネット
動力光熱費	1,450,880	37.0	977,224	27.8	33%	・ヒートポンプ利用による重油使用量削減(53%減) ・ヒートポンプによる電気料金増18万円程度
諸材料費	430,219	11.0	430,219	12.2		
減価償却費	1,048,669	26.7	1,102,240	31.3	-5%	*環境制御技術(統合環境制御装置、炭酸ガス発生装置、局所施用、自動換気装置等)の実践 ・ヒートポンプ導入 ・日射比例コントローラー、自動灌水コントローラー導入
雇用労働費	28,800	0.7	28,800	0.8		
その他経費	419,093	10.7	433,601	12.3	-3%	
計	3,923,781	100	3,518,204	100		
R4現状対比(%)	100		90		10%	

	R4現状	改善後	削減率
単収(kg/10a)	19,200	20,000	
単価(円/kg)	438	438	
販売額(円)	8,409,600	8,760,000	
kg当り経費(円/kg)	204.4	175.9	14%

※1経営体当り経営面積 50a

(注釈)

\*は、平成30年度長崎県農林業基準技術で採用した技術である。

主要な取り組みの赤字は、今後導入及び普及が期待される取り組み(技術)である。

各費目毎の削減率は、主要なコスト縮減の取組を組み合わせた際の削減率である。

## 1. 生産コスト縮減に向けた取り組み

### 1) 省力化対策

#### ① 物理的防除(防虫ネット等の活用)による農業薬剤費低減

害虫が侵入できない目合いのネットをハウスの開口部に展張することにより、害虫の施設内への侵入を防止できる。

若莖、莖葉を食害するヨトウガ類に対しては、黄色灯による飛来防止効果が高い。

コナジラミ類の成虫が黄色に誘引される性質を利用した粘着トラップを温室内に設置することで、害虫密度を抑えることができる。

UVカットフィルムの利用は、アザミウマ類に対し侵入抑制効果がある。



黄色蛍光灯

### 2) 生産安定対策

#### ① 施肥の改善

単収向上を図るために有機質主体とした施肥体系を見直し、窒素施用量を増やして、時期に応じてかん水量を増やしていく。

また、春芽は前年の貯蔵用分によって萌芽するため、秋口の追肥によって翌年春芽の増収効果を実証されている。ただし、液肥だけでは肥効が切れやすいので、固形肥料の追肥が必要となる。

##### 取組の事例

○緩効性肥料(例:セラコート25等)であれば、10月中旬にN成分で18kg/10a程度施用する

##### 普及に当たっての留意事項

○病害虫の耕種的防除技術として現地慣行技術であるバーナー焼きを実施した場合には、被覆肥料の被覆(樹脂)部分は燃えてしまうが、水を吸い水溶性となっている尿素肥料は、土壌に吸着し、通常の肥料(アンモニア態窒素)として利用できると考えられる。

##### 普及に当たっての留意事項

○対象害虫によってネットの目合いが異なる。(ヨトウムシ類:4mm以下、コナジラミ:0.4mm以下)

○ネットの目合いが細かいと換気不良により施設内が高温になりやすい。

○黄色灯で光減が低い箇所(照度計で1ルクス以下)では、定期的にヨトウガ類の進入について注意する。周囲の作物によっては光に影響されるものがあるので、導入には十分注意する。

## ②ハウス内温度抑制対策

夏季の高温は親茎の葉焼けや生長点枯死、葉害、斑点病などの病害発生による生育の悪化、若茎の開き、曲がり、裂開などの発生による収量・品質の著しい低下、さらには作業環境の悪化等を引き起こすため、昇温抑制対策が不可欠である。

アスパラガスハウスの盛夏期の高温対策としては、換気、遮光が有効であり、換気対策としては、ハウス側面や妻面、屋根部の開放、遮光対策としては遮光剤の塗布処理や遮光シートへの展張などがある。



谷部～屋根部開放



褐斑病による地上部被害



側面開放



褐斑病被害による擬葉の落葉



妻面開放

## 2. 今後導入及び普及が期待される取り組み

### 1) 省力化対策

#### ① 自動灌水装置の導入

自動灌水装置を導入すると、まずは灌水作業の負担が大幅に軽減される。1度システムを設置すれば、コントローラーの指示どおりに灌水が行われるため、実質的に人の手による作業は必要ない。

また、メリットはそれだけにとどまらず、作物の品質や収量を高めることにも貢献するとともに、作物に最適な灌水量とタイミングがコントロールできる。

#### 取組の事例

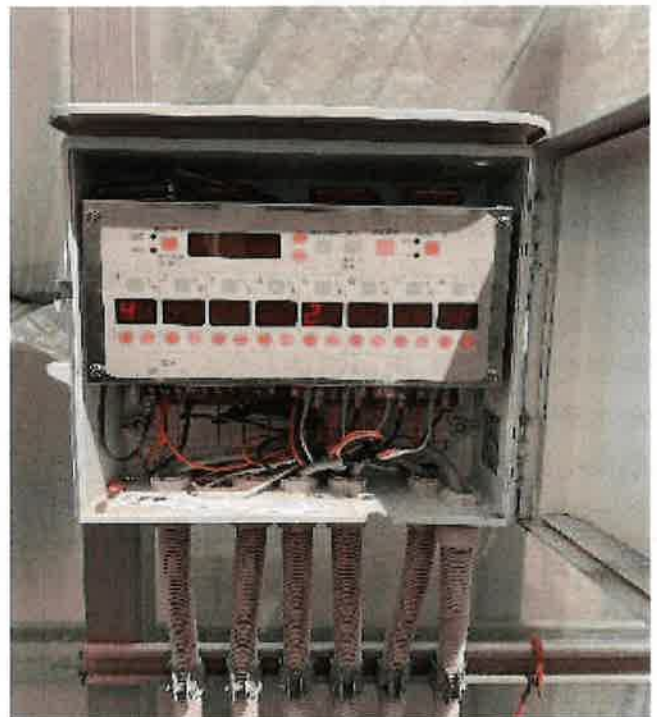
OH地区のA農家は、単棟ハウス16棟分に灌水するために、1日当たりバルブ開閉だけで約1時間30分程度かっていた作業時間がほぼゼロとなり、大きな労力削減につながった。

#### 普及に当たっての留意事項

○1日当たりに安定した水量が確保できる水源が必要であるとともに、一定水压をかけないと灌水量にムラが生じるため、加圧給水ポンプ等を新たに設置する必要がある。

○水源の種類によっては、フィルターの目づまりが発生してしまう場合がある。そのため、定期的なフィルター清掃が必要となる。

○液肥同時施用を行う場合は、別に液肥調整タンク及び専用の混入器が必要となる。



自動灌水コントローラー



タイマーにより開閉する電磁弁

## 2) 生産安定対策

### ① 点滴灌水の導入

従来のかん水チューブに対して、点滴かん水チューブの導入によりきめ細かなかん水が可能である。また、かん水同時施肥機を利用することによりかん水、液肥施用の自動化も可能となり、作業時間の短縮、肥料の効率的施用が可能となる。点滴かん水チューブの活用により茎枯病の予防効果も期待できる。

#### 普及に当たっての留意事項

○点滴チューブのみでは、通路部へのかん水ができないため、従来の灌水パイプと併用することが望ましい。



導入が進む点滴灌水チューブ

### ② ハウス内環境モニタリング装置の導入

光合成を考慮した栽培管理を行うことで、更なる収量の向上が可能となる。

環境モニタリング装置によりハウス内の環境を遠隔監視しながら、温度管理、灌水管理、施肥管理を効率的に行っていく必要がある。

#### 普及に当たっての留意事項

- クラウド型の場合、通信料他のランニングコストが必要となる。
- センサーの定期的な交換が必要となる。



クラウド型モニタリング装置



ECセンサー



PFセンサー



### 3. 生産コスト縮減に向けた取組み(経営シミュレーション)

(円/10a)

項(費)目	R4現状		改善後		削減率	主要な取組み
	費用	割合	費用	割合		
種苗費	5,418	0.5	5,418	0.5		
肥料費	171,817	15.6	186,263	15.6	-8%	・緩効性肥料の10月中旬追肥技術の追加
農業薬剤費	79,728	7.2	79,728	6.7		*物理的防除対策の活用 UVカットフィルムの被覆 フェロモン剤の利用 黄色灯の利用
動力光熱費	30,220	2.7	30,220	2.5		*黄色灯の利用
諸材料費	194,551	17.6	194,551	16.3		*害虫進入防止資材の減 (黄色灯の利用による)
修繕費	80,764	7.3	84,460	7.1	-5%	*黄色灯の導入
減価償却費	445,414	40.3	454,214	38.1	-2%	・自動灌水コントローラー、電磁弁、モニタリング装置の追加
雇用労働費	44,800	4.1	44,800	3.8		
その他経費	51,480	4.7	111,480	9.4	-117%	・モニタリング装置クラウド利用料
計	1,104,192	100	1,191,134	100		
R4現状対比(%)	100		108		-8%	

	R4現状	改善後	削減率	主要な取組
単収(kg/10a)	1,713	2,000		・施肥改善により春芽10%増収 ・灌水改善により夏芽20%増収
単価(円/kg)	1,075	1,075		
販売額(円)	1,841,475	2,150,000		
kg当り経費(円/kg)	644.6	595.6	8%	

※1経営体当り経営面積 50a

(注釈)

\*は、平成30年度長崎県農林業基準技術で採用した技術である。

主要な取組みの赤字は、今後導入及び普及が期待される取組み(技術)である。

各費目毎の削減率は、主要なコスト縮減の取組を組み合わせた際の削減率である。

## 1. 生産コスト縮減に向けた取り組み(技術対策)

### 1) 省力化対策

#### ①改植に伴う園内道整備及び園地基盤整備による労働力分散と負担軽減

・現在ある園地に園内道を入れることで、作業時間が整備前より3割程度削減。

・基盤整備により傾斜を緩和し軽トラックが進入可能となるよう樹列間を広げることにより、作業時間を整備前より7割削減し、経営規模も拡大可能。

(以上農林水産省縮減対策より引用)

・温州みかんの栽培に適した玄武岩や安山岩土壌ではみかんのマルチ栽培を基本とするが、土壌水分が高く、温州みかんの糖度が上がらない園では優良中晩柑類の導入を検討する。

#### 取組の事例

○極早生温州は、減酸は早いですが糖度が上がりにくい。また、味ボケや浮皮しやすいので収穫・出荷に要する時期が集中する。

そのため、早生・普通種の優良品種・系統へ改植するとともに、中晩柑の導入や品種の組み合わせにより、結実管理労力の分散、軽減が可能。



改植と園地整備によるかんきつ園の団地化



園内道を整備し、優良品種・系統へ改植

#### 普及に当たっての留意事項

- 改植を行う際に併せて傾斜の緩和や園内道の整備、土層改良等の園地整備を行う。
- 改植や園地整備にあたっては、規模に応じて補助事業を活用しコストを低減する。
- 優良農地を担い手へ集積し、販売戦略に基づいた品目・品種を導入する。
- 温州みかんと中晩柑は防除体系が異なるため、改植による団地化を図り防除作業等の効率化を図る。

## ②スタンバイマルチによる被覆作業の労力負担軽減

夏季高温時のマルチ被覆作業は、体にかかる疲労度が大きい。そこで、5～6月に設置して巻き上げておき(スタンバイマルチ)、水分ストレスをかける夏場に展開することで、労力負担軽減と適期に被覆することができる。

### 取組の事例

- 改植や園内道整備と合わせてスタンバイマルチに取り組みすることで、被覆作業の効率化が図られる。
- 平成25年度県単事業より、巻き上げ装置(黒ポリパイプ、直管、エンドカップ、巻き上げハンドル、パッカー)に対して助成(表1)。

### 普及に当たっての留意事項

- 光反射シートの使用期間は、ソフトで3年、ハードで5年を目処に新品交換する。
- 点滴かん水チューブと併用することで、夏季干ばつや秋季の減酸対策として活用できる。そのため、水源確保は必須。

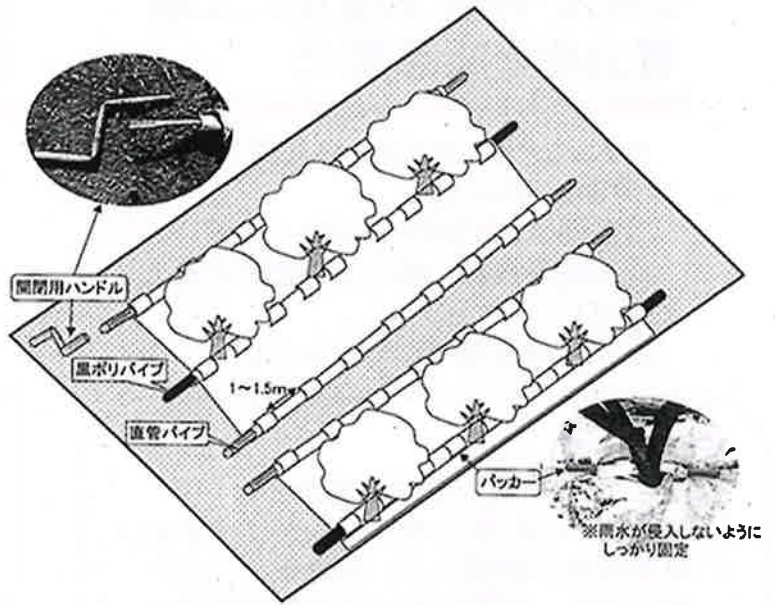


表1 補助事業を活用したシートマルチ巻き上げ装置の導入実績 (ha)

	導入面積	累計
H30	22.6	153.9
R1	11.5	165.4
R2	17.7	183.1
R3	16.3	199.4



シートマルチと点滴かん水チューブを併用した事例

### ③わい性台木使用による省力化と高品質化

ヒリュウとは、カラタチの変異で、トゲは湾曲し、わい性。

樹容積は、カラタチ台の3~4割  
根域が表層部に集中し、糖度が向上しやすい

果実が中玉果で浮き皮少ない

#### 取組の事例

- 樹高が2m程度に抑えられる。
- 根が浅いため水分ストレスをかけやすい。
- 栄養成長が緩慢だが、早期着花、結実性に優れ、密植を行うことで早期多収といった効果がある。
- 高糖度系品種等樹勢の強い品種に用いることで、樹がコンパクトになり、隔年結果を抑える効果がある。

表2 「青島温州」の台木による果実品質の違い (2006 果樹技術者県央ブロック)

区	樹高 (m)	樹冠面積 (㎡/樹)	収量 (kg/樹)	換算収量 (kg/10a)	果実重 (g)	糖度	酸含量 (g/100ml)
台木 樹冠下							
ヒリュウ マルチ	1.9	4.4	26.6	3,632	116.0	13.8	1.05
ヒリュウ 露地	1.7	4.4	22.3	3,141	119.6	12.9	1.04
かた好 マルチ	2.6	9.6	59.4	3,717	130.0	12.9	1.14
かた好 露地					146.4	12.2	1.12

#### 普及に当たっての留意事項

- 根が浅いため干害を受けないようかん水を行う。また、台風等で倒伏しやすいので、幼木時は支柱でしっかり主幹を支える。
- 着果過多により樹勢が低下しすぎないようにする。
- 樹冠拡大しにくいことから、着果させるまでに十分樹高をとり、カラタチ台より密植する。
- 改植の際に根が痛まないように十分注意する。

### ④植物成長調整剤使用による摘果労力の低減と品質向上

摘果作業は労働時間の約20%であり、短期間で行うことが必要であり、薬剤の活用で省力化を図ることが可能。

#### 取組の事例

- 着果過多樹では、フィガロン乳剤2,000倍の全面散布で摘果労力を30%軽減できる。また、1,000倍の部分散布では、粗摘果労力を軽減できる(表3)。
- フィガロン乳剤は、熟期促進、夏秋梢伸長抑制、浮皮軽減対策としても活用。

表3 フィガロン乳剤と摘果時間及び摘果数

散布濃度	収量 (kg/本)	果数 (個/本)	1果平均重 (g)	摘果時間 <sup>1</sup> (分/100個)	摘果時間 <sup>2</sup> (分/10kg)	摘果数 <sup>3</sup> 割合
1000倍	184	1,468	125.6	15.0	11.9	2.3
2000倍	167	1,743	96.0	10.3	10.8	1.4
対照	185	1,713	107.8	16.8	15.6	2.6

<sup>1</sup>収穫果数100個に対する摘果時間

<sup>2</sup>収穫10kgに対する摘果時間

<sup>3</sup>収穫果数に対する摘果時間

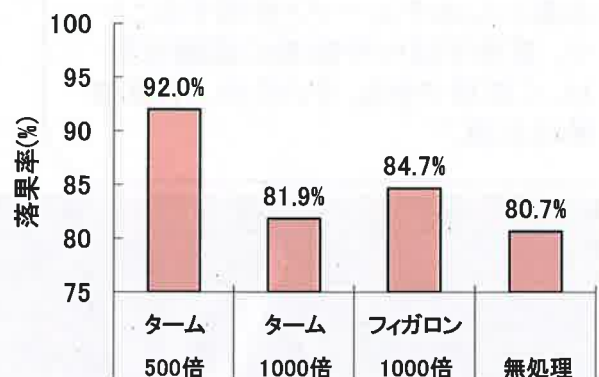


図1 ターム水溶剤の全摘果処理による落果率(2009年)

※「岩崎早生」を供試し、満開17日後に散布

#### 普及に当たっての留意事項

- 植物成長調整剤は、着果量や新梢の発生状況、日照量、散布後の温度条件等によって効果が異なるため、使用時期、濃度薬剤の性質を考慮して散布する。

## ④スピードスプレーヤ等の省力化機械の導入による作業の省力化

スピードスプレーヤは、薬液吐き出し量50L/分以上70L/分未満、風量500m<sup>3</sup>/分級以上で3haのかんきつ園の防除が可能。

表4 園地改造と作業効率及び収量

(長崎果樹試)

園地改造	防除作業		運搬作業時間 (分)	収量 (kg/10a)
	防除時間 (分)	薬液量 (リットル)		
改造前	120~180	1000~1500	300	2,090
改造後	30~40	500~700	111	2,512

注1) 防除時間、薬液量は実証園(30a)での実散布時間及び薬液量(改造前は手散布、改造後はSS利用)

注2) 運搬作業時間は実証園内での果実の運搬時間(改造前は人力運搬主体、改造後は軽トラック利用)

### 取組の事例

○園地改造後のスピードスプレーヤ利用による防除時間は、改造前の手散布の場合に比べ約1/4、薬液量は約1/2に減少(表4)する。



園内道整備園でのSS防除

### 普及に当たっての留意事項

- ・ドリフト低減対策に留意する。
- ・園内道を整備して作業効率を図る。



ウッドチップパーによるせん定枝の粉碎、堆肥化による土づくり



肥料散布機による施肥作業の省力化



バックホーに装着した断根刃



高所作業台車による収穫作業の省力化

## 2. 今後導入及び普及が期待される取り組み

### 1) 生産安定対策

#### ① 植物成長調整剤による 浮皮等の軽減(みかん)

早生温州にはジベレリン1~3.3ppmとジャスモメート液剤2,000倍を8月中旬~9月中旬に混合散布することで、浮皮等の果皮傷害発生を軽減できる。

#### 取組の事例

○早生ウンシュウの樹上完熟栽培や普通温州の貯蔵みかんで、浮皮果、果梗部亀裂等の果皮障害発生が軽減され(図2)、減酸が抑制されることで貯蔵性が向上し商品性が高くなる。

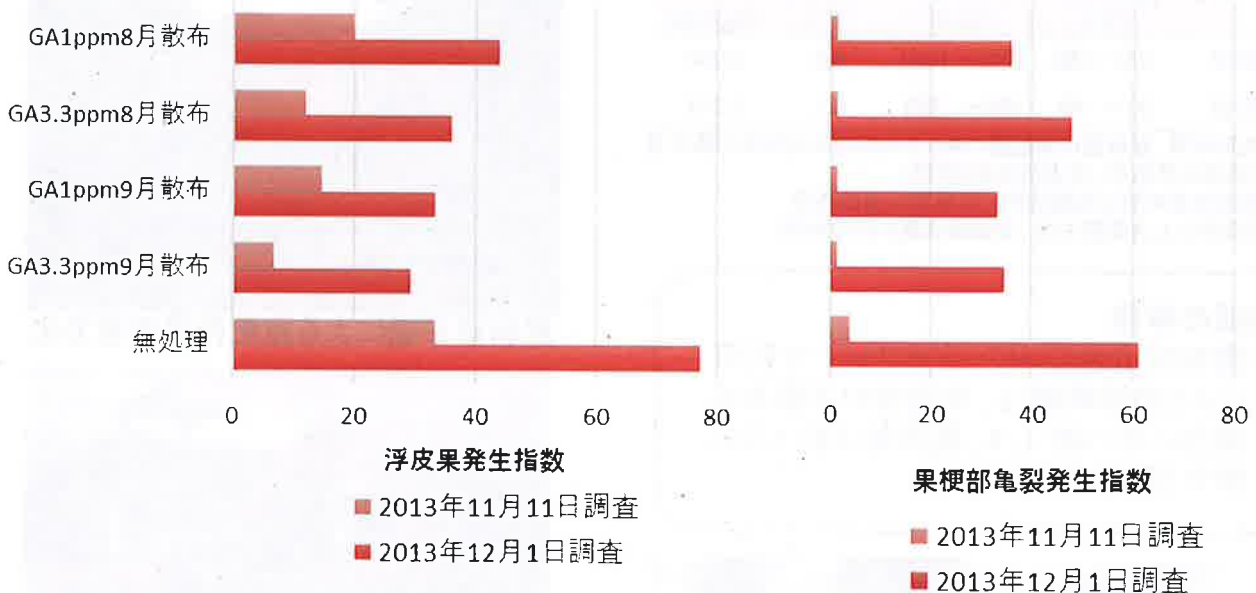


図2 「原口早生」樹上完熟のジベレリン(GA)・ジャスモメート液剤(PDJ)の低濃度散布による収穫時期別の果皮障害の発生(長崎農技セ果樹)

※散布日:2013年8月20日、9月18日

※浮き皮は無(0)軽(1)中(2)甚(3)の4段階評価

発生指数は $(\sum(\text{発生程度別果数} \times \text{発生程度})) / (3 \times \text{調査果数}) \times 100$ で算出

#### 普及に当たっての留意事項

- 着色遅延、緑斑発生が見られるため、従来の出荷より遅れることを念頭に出荷計画を立てる。
- 薬液がかかったところだけしか作用しないため、果実に確実に散布することが必要。
- 薬液が乾きにくいほど緑斑が残るため、乾きやすい表層部を中心に散布し、樹の下部やふところの浮き皮果が発生しにくい場所は散布を控える。特にジベレリン液剤は乾きやすいように注意。
- 散布前までに水分ストレスを付与し糖度を高めておき、赤みの強い果実生産に努める。
- 着果量の過少、過多園では着色遅れ、糖度低下が懸念されるため散布は控える。

## 2) 省力化対策

### ① プレ選果利用による省力化

#### 取組の事例

- S氏の家庭選果を慣行の7等階級から4等級へ簡素化し、2人で選果する場合、選果時間が約30%短縮。
- T氏の家庭選果を慣行の8等階級から6等級へ簡素化し、2人で選果する場合、選果時間が約15%短縮。

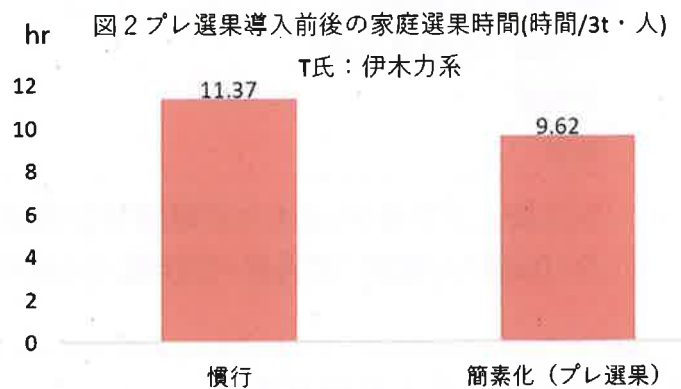
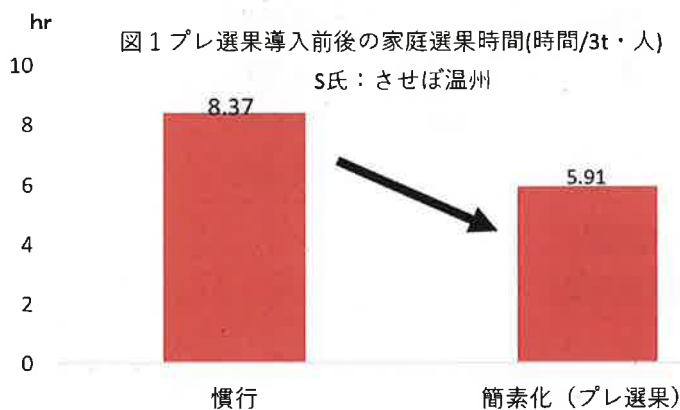
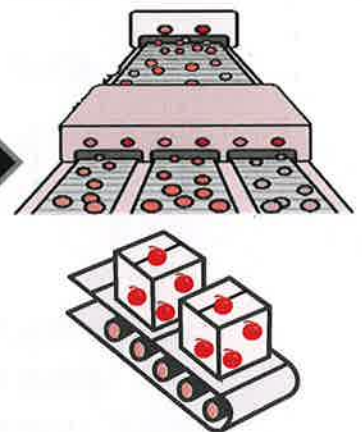
#### 家庭選果



#### プレ選果



#### 本選果



#### 普及に当たっての留意事項

- 簡素化した家庭選果の方法を検討し、人力による果実の移動を減らすようにする。

## ②肥効調節型肥料(中晩柑春一発肥料)による施肥作業の省力化と経費削減

- 施用時期:3月上～中旬(施用時期厳守)
- 春肥・夏肥(3～6月)の肥効目的にセラコートR25(被覆尿素)、秋肥(7～10月)にLPS160(被膜尿素)を配合

### 取組の事例

- 高齢化や担い手への園地集積に伴う規模拡大に対応した肥効調節型肥料で、計画的な安定溶出により年1回施用が可能となり、省力化や経費削減が図られる(表5)。
- 皮膜尿素による窒素成分量を20～30%削減できる。
- 土壌改良資材(セルカ)を配合することにより土壌酸性化を抑制し、カキガラ資材による微量元素が供給できる。

表5 中晩柑春一発肥料と慣行の中晩柑施肥基準との試算比較

肥料名	成分	N施用量	袋数 (袋/20kg)	労働時間 (時間)	経費 (円)
中晩柑春一発 苦土2%、ホウ素0.1%含有	16-16-4	22.4kg	7		22,323
労務費				2.5	2,500
<b>合計</b>					<b>24,823</b>
春肥(中晩柑用)	12-8-6		3.5		7,711
夏肥(中晩柑用)	〃	N26.4kg	2		4,406
初秋肥(中晩柑用)	〃		2		4,406
晩秋肥(中晩柑用)	〃		3.5		7,711
土改剤(粒状セルカ)			5		4,760
労務費				5.5	5,500
<b>合計</b>					<b>34,493</b>

※施肥にかかる10a当たり労働時間を3時間削減(45%減)

※10a当たり経費(肥料費+労務費)を9,670円削減(28%減)

### 普及に当たっての留意事項

- 施用時期を厳守する。
- 被膜は太陽光(紫外線)に長時間さらされることで劣化・崩壊する性質なので、直射日光や高温を避け、開封後は短期間で使い切る。



### 3. 生産コスト縮減に向けた取り組み(経営シミュレーション)

#### 温州みかん

(円/10a)

項(費)目	早生温州					削減率	主要な取組み
	R4現状		改善後				
	費用	割合	費用	割合			
種苗費	6,038	2.3%	6,038	2.3%		*わい性台木使用による省力化と高品質化	
肥料費	73,019	28.0%	73,019	28.1%			
農業薬剤費	34,753	13.3%	44,729	17.2%	-29%	植物成長調整剤使用による摘果労力の低減と品質向上(薬剤費)	
動力光熱費	14,843	5.7%	14,843	5.7%			
諸材料費	31,856	12.2%	31,856	12.3%		*スタンバイマルチによる被覆作業の労力負担軽減	
減価償却費	33,320	12.8%	33,320	12.8%		*スピードスプレーヤ等の省力化機械の導入による作業の省力化	
雇用労働費	34,152	13.1%	22,508	8.7%	34%	植物成長調整剤使用による摘果労力の低減、プレ選果利用による家庭選果の簡素化	
その他	33,237	12.7%	33,237	12.8%			
計	261,218	100%	259,550	100%			
R4現状 対比	100%		99%		1%		

※1経営体当り経営面積:早生みかん 180a

\*は、平成30年度長崎県農林業基準技術で採用した技術である。

主要な取り組みの赤字は、今後導入及び普及が期待される取り組み(技術)である。

各費目毎の削減率は主要なコスト縮減の取組を組み合わせた際の削減率である。

## 中晩柑

(円/10a)

項(費)目	不知火					削減率	主要な取組み
	R4現状		改善後				
	費用	割合	費用	割合			
種苗費	5,084	1.6%	5,084	1.8%			
肥料費	95,980	30.7%	67,735	24.1%	29%	肥効調節型肥料(中晩柑春一発肥料)による施肥作業の省力化と経費削減	
農業薬剤費	40,984	13.1%	40,984	14.6%			
動力光熱費	14,843	4.7%	14,843	5.3%			
諸材料費	66,270	21.2%	66,270	23.6%			
減価償却費	30,704	9.8%	30,704	10.9%		*スピードスプレーヤ等の省力化機械の導入による作業の省力化	
雇用労働費	27,258	8.7%	23,514	8.4%	14%	*改植に伴う園内道整備及び園地基盤整備による労働力分散と負担軽減 肥効調節型肥料(中晩柑春一発肥料)による施肥作業の省力化と経費削減	
その他経費	31,405	10.0%	31,405	11.2%			
計	312,528	100%	280,539	100%			
R4現状 対比	100%		90%		10%		

※1経営体当り経営面積:不知火 60a

\*は、平成30年度長崎県農林業基準技術で採用した技術である。

主要な取り組みの赤字は、今後導入及び普及が期待される取り組み(技術)である。

各費目毎の削減率は主要なコスト縮減の取組を組み合わせた際の削減率である。

## 1. 生産コスト縮減に向けた取り組み

### 1) 生産安定対策

#### ①園地の条件に応じた作型の変更

ハウスみかんは収穫作業等に労働力が集中するため、作型変更により出荷時期をずらし、雇用労力を削減することが重要。また、樹齢や品種、生産力、立地条件等による作業効率を考え、高品質化を図れるよう、作型の検討(表5)を行う。

#### 取組の事例

○無加温栽培による作型では、夏場以降の天井被覆で、果実品質を向上させ完熟果で収穫し、連年4.0t/10aを維持している。

表5 ハウスの作型による収穫時期

作型	ビニール被覆時期	収穫時期	重油使用量 (kL)	労働時間 (hr.)	備考
加温	11月	6~7月	9.9	569	内カーテン2重被覆 ヒートポンプ+重油加温機
省加温	1月	7~9月	7.2	530	内カーテン2重被覆 重油加温機
無加温	7月	1~2月	0	307	内カーテン無し
(越冬完熟)	10月	2~3月	0	315	7~9月シートマルチ栽培



無加温越冬完熟栽培の着果状況

#### 普及に当たっての留意事項

- 着果期間が長く、樹勢の維持回復が不十分であると隔年結果するため、徹底した土づくり、葉面散布、摘らい、水管理等が必要である。
- 浮き皮軽減のため、品種、収穫時期によっては、植物成長調整剤(ジベレリンとジャスモメート液剤)の使用により青果率を向上させる。

## 2. 今後導入及び普及が期待される取り組み

### 1) 生産安定対策

#### ① 長崎果研原口1号導入による収益性の向上

加温施設栽培のウンシュウミカン「長崎果研原口1号」は、「原口早生」の収穫適期に糖度が高く、酸含量は低い。「原口早生」よりも着色が早く、1旬早い収穫および出荷が可能であり、販売額を試算すると5.6%増加する(表2)。

#### 取組の事例

「長崎果研原口1号」は10月中旬に成熟する良食味(表1)の早生温州である。10月下旬に6~8分着色し、「原口早生」と比べて成熟期は15日程度早い(写真1)。

表1 「長崎果研原口1号」の年次別果実品質(施設)<sup>2</sup>

調査年	品種名	果実重 (g)	糖度 (Brix)	酸含量 (g/100ml)	着色歩合	浮皮発生度
2016	長崎果研原口1号	92.9	12.5	0.79	9.7	11.1
	原口早生	92.1	11.8	0.88	7.9	6.7
	有意差	n. s.	*	*	*	n. s.
2017	長崎果研原口1号	85.4	13.6	0.98	8.8	6.7
	原口早生	74.5	13.4	1.21	6.9	0
	有意差	*	n. s.	*	*	n. s.
2018	長崎果研原口1号	87.4	13.6	0.80	9.4	4.4
	原口早生	79.4	12.1	1.16	6.3	0
	有意差	*	*	*	*	n. s.

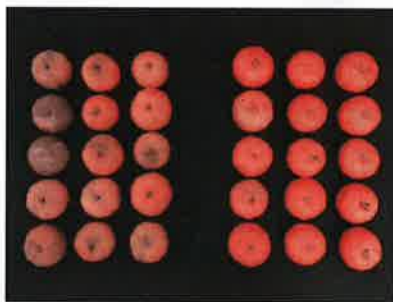


写真1 加温施設栽培収穫時の着色

左: 原口早生 右: 長崎果研原口1号) 2018年6月6日撮影

<sup>2</sup> 収穫日は2016年5月24日、2017年6月8日、2018年6月5日。各区3樹5果の平均。  
<sup>3</sup> 糖度、酸含量、果実重、着色歩合はt検定、浮皮発生度はマンホイットニーのU検定により符号が付いた項目において5%水準で有意差あり

表2 施設ミカンの出荷を1旬早めた場合の販売額試算<sup>2</sup>

		5月下旬	6月上旬	6月中旬	6月下旬	合計販売額
実績 (3ヵ年平均)	販売単価(円/kg)	1,135	1,039	973	933	
試算 <sup>3</sup> (10aあたり)	原口早生 収量(kg)	0	392	1,569	2,868	
	原口早生 販売額(千円)	0	408	1,526	2,675	4,609 (A)
	長崎果研 収量(kg)	392	1,569	2,868	0	
	長崎果研 原口1号 販売額(千円)	445	1,631	2,789	0	4,865 (B)
10aあたり販売増加額 (B-A)						256 千円
増加率 (B/A)						5.6 %

<sup>2</sup> 施設ミカン販売額実績(全農ながさき2016~2018)を基に試算

<sup>3</sup> 平成29年産果樹施設栽培状況調査より、施設栽培ミカン「原口早生」栽培面積1.8ha、生産量86.9tより、単収4,828kg/10a。「長崎果研原口1号」販売額試算(千円) = 試算収量 × 3ヵ年平均販売単価実績

#### 普及に当たっての留意事項

「長崎果研原口1号」は、収穫適期を過ぎると浮き皮が発生しやすいため、浮き皮の発生を見ながら収穫する

### 3. 生産コスト縮減に向けた取り組み(経営シミュレーション)

(円/10a)

項(費)目	R4現状		改善後		削減率	主要な取組み
	費用	割合	費用	割合		
種苗費	6,038	0.2%	6,038	0.2%		
肥料費	73,019	2.3%	73,019	2.4%		
農業薬剤費	119,481	3.8%	111,173	3.6%	7%	*各種防除資材の活用による農薬費の低減
動力光熱費	1,469,086	47.0%	1,469,086	47.3%		*多層被覆による暖房経費の低減 *変温管理による暖房経費の低減 *循環扇、温度センサー適正位置設置による過剰暖房の回避 *ヒートポンプの導入による暖房経費の低減 *ヒートポンプの活用による青果率向上対策
諸材料費	204,434	6.5%	204,434	6.6%		
減価償却費	781,188	25.0%	768,845	24.8%	2%	*ヒートポンプの導入による暖房経費の低減 *ヒートポンプの活用による青果率向上対策
雇用労働費	73,734	2.4%	73,734	2.4%		
その他	401,823	12.8%	396,639	12.8%	1%	
計	3,128,803	100%	3,102,968	100%		
R4現状 対比	100%		99%		1%	

	R4現状	改善後	削減率	主要な取組み
単収(kg/10a)	5,700	5,700		
単価(円/kg)	979	1,066		果研原口1号で出荷時期を1旬早め単価の上昇
販売額(円)	5,580	6,076		
kg当たり経費(円)	548.9	544.4	1%	

※1経営体当り経営面積:ハウスみかん 20a

\*は、平成30年度長崎県農林業基準技術で採用した技術である。  
主要な取り組みの赤字は、今後導入及び普及が期待される取り組み(技術)である。  
各費目毎の削減率は主要なコスト縮減の取組を組み合わせ合わせた際の削減率である。