

# 施設園芸 省エネルギー生産管理マニュアル

(改定 2 版)



平成 30 年 10 月  
農林水産省生産局

## ご利用にあたって

栽培作物の加温に多くのエネルギーを消費し、経営費全体に占める燃油コストの割合が高い施設園芸では、省エネルギーの取組により燃油使用量の削減を図ることは、生産コストの低減を図る上でも、また、温室効果ガスの排出削減を進める上でも重要な取組です。

平成 29 年 3 月に策定した「農林水産省地球温暖化対策計画」には、施設園芸の省エネルギーによる CO<sub>2</sub> の排出削減目標（2030 年度までに 2013 年度比で 124 万トンの削減）を達成させるために、今後の取組として、省エネルギー技術を活用した産地形成、太陽熱や地中熱等を利用した加温システムの導入促進を位置付けているところです。

このため、今回のマニュアルでは、平成 25 年に作成した「施設園芸省エネルギー生産管理マニュアル【改定版】」の内容を受け継ぎながら、地下水・地中熱などの自然エネルギーの利用に関する情報、産地づくりにも活用できるヒートポンプの周年活用や J-クレジット制度に関する情報などを追記しています。

省エネルギーの取組では、まずは現在の暖房の方法に無駄なエネルギー使用がないかをしっかりと確認し、無駄をなくした上で、省エネのための設備や技術の導入へと取り組みを進めていくことが重要です。

別添の「施設園芸省エネルギー生産管理チェックシート」とあわせてご活用いただき、ご自身の温室や栽培方法に合った省エネルギー対策の推進の一助となれば幸いです。

積極的な活用をお願いいたします。

# 目 次

## I 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	1
	(1) 設置の際の留意点	
	(2) 暖房機のメンテナンス	
	(3) 暖房機の排熱利用	
2	ヒートポンプの利用とメンテナンス	7
	(1) ヒートポンプの特徴とハイブリッド運転	
	(2) 導入の際の留意点	
	(3) 設置の際の留意点	
	(4) 運転・管理の際のポイント	
3	木質バイオマス暖房機の利用とメンテナンス	13
	(1) 木質バイオマス暖房機の特徴とハイブリッド運転	
	(2) 導入の際の留意点	
	(3) 設置の際の留意点	
	(4) 運転・管理の際のポイント	
4	自然エネルギーの利用	17
	(1) 地下水・地中熱の利用	
	(2) 太陽熱の利用（採光条件の確保）	
5	温度センサーの設置と点検	20
	(1) 温度センサーの設置と点検	
	(2) ハイブリッド運転の場合の留意点	

## II 温室の保温性向上技術

1	気密性の向上	22
	(1) 外張被覆の点検	
	(2) 内張カーテンの点検	
2	多重化・多層化	26
	(1) 外張多重化	
	(2) 内張多層化（2層・3層カーテン）	
3	保温性の高い被覆資材の利用	29
	(1) 反射性資材	
	(2) 中空構造資材	
	(3) 複層板	
	(4) 多層断熱資材（布団資材）	

### Ⅲ 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	31
	(1) 野菜の生育適温	
	(2) 花きの生育適温	
	(3) 果樹の生育適温	
2	天敵資材や花粉交配用昆虫の活動範囲	33
3	省エネ型の品種や作型への転換	33
4	温度ムラの改善（送風ダクト・循環扇の利用）	34
	(1) 送風ダクトの利用と適切な配置	
	(2) 循環扇の利用と適切な配置	
5	暖房温度の変温管理	36
	(1) 多段サーモ装置による変温管理	
	(2) 花き生産における EOD 加温技術	
6	作物の局所加温技術	38
	(1) イチゴのクラウン温度制御技術	
	(2) ナスの株元加温技術	
	(3) バラの株元加温技術	
	(4) トマトの生長点加温技術	

### Ⅳ 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	40
	(1) 冷房機能の活用	
	(2) 除湿機能の活用	
2	J-クレジット制度の活用	43
	(1) プロジェクト登録・クレジット認証の手続き	
	(2) プログラム型プロジェクト	

# I 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 燃焼用空気を取り入れ

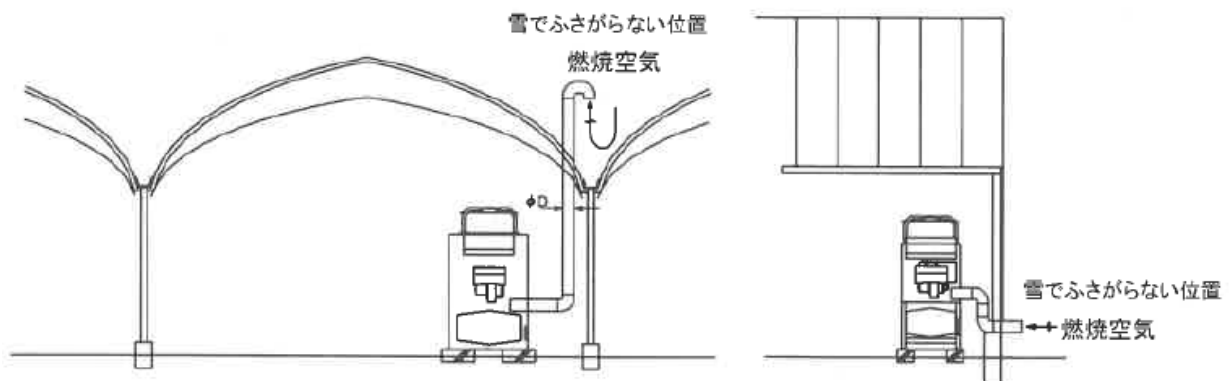
バーナーで燃油を燃焼させる際は大量の新鮮空気（出力 10kW 当たり約  $17\text{m}^3/\text{h}$  または  $1\text{万 kcal/h}$  当たり約  $20\text{m}^3/\text{h}$ ）が必要になるので、保温被覆により気密性を高めた温室では、必ず燃焼用新鮮空気を取り入れ口を設けましょう。

空気取り入れ口がないと空気不足による不完全燃焼が生じ、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。

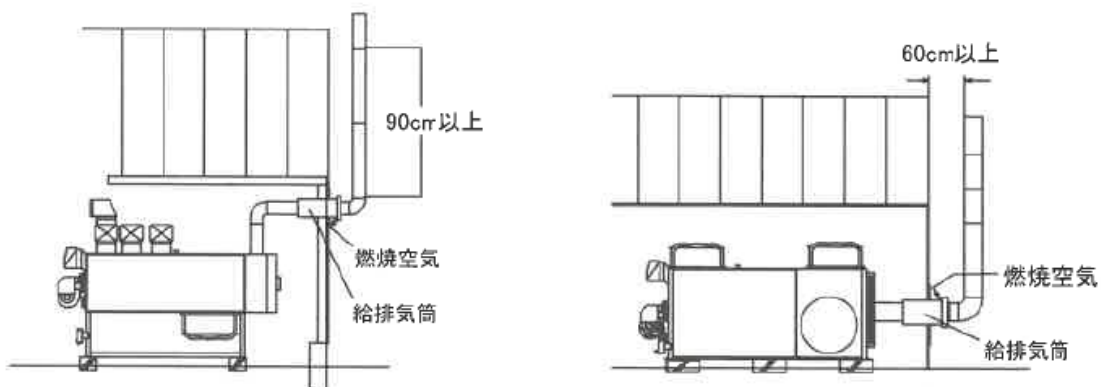
なお、燃焼用新鮮空気を取り入れにあたっては、

- 燃焼空気は必ず温室外（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
- 新鮮空気を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）。



給排気筒を使用しないとき



給排気筒を使用したとき

## (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。

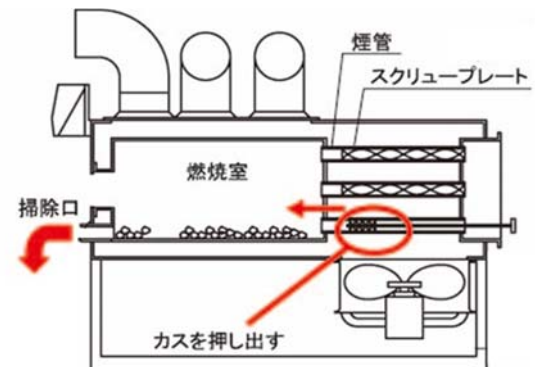
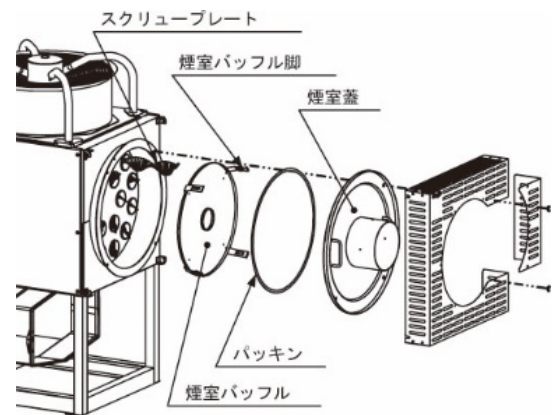
また、このカスは湿気を帯びやすく、長期間放置しておくとう缶体の腐食を助長することがあります。

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、スクリーブ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。

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

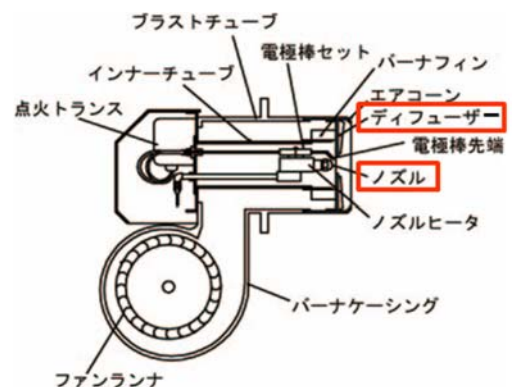
- 煙管に溜まったカスは燃焼室側に押しだし掃除口からかき出します。
- 終了後は、掃除口のフタは元通りにしっかり締めましょう。



### 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。



# I 省エネのための機器利用技術



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

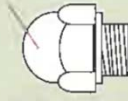



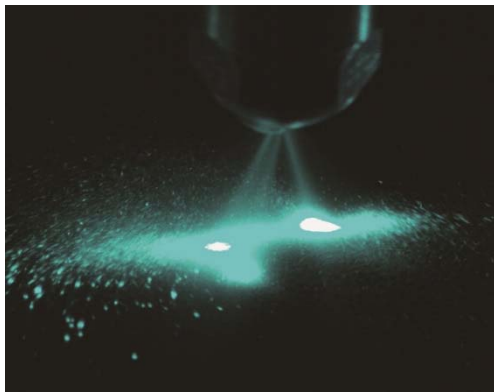
清掃後のエアコーン、ディフューザーの状態

### ③バーナーノズルの交換

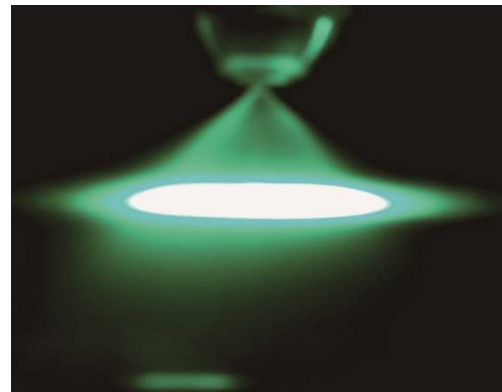
燃料噴霧ノズルは高圧で噴霧するため、使用とともに磨耗します。摩耗が進むと燃焼状態の悪化による燃料のムダ遣いとなるだけでなく、噴霧量の増加によって過負荷状態になり、異常な高温により缶体を傷めたりすることがあります。

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	

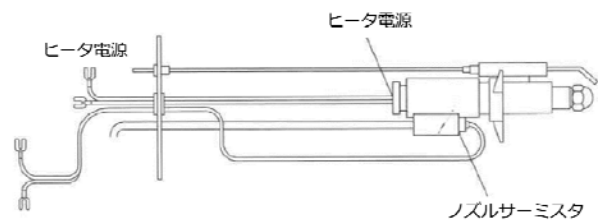


異常な噴霧パターン



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。



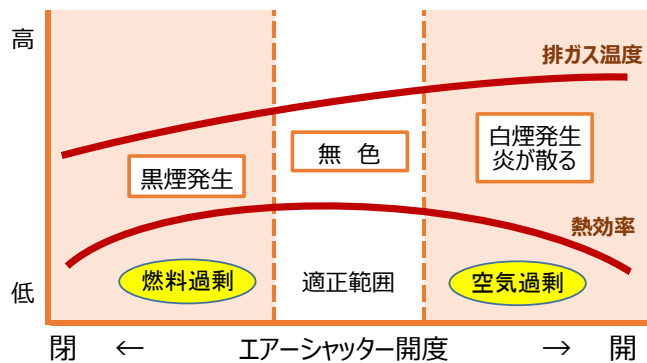
ノズルヒーター

# I 省エネのための機器利用技術

## 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



# I 省エネのための機器利用技術

## 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から期待されます。

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。



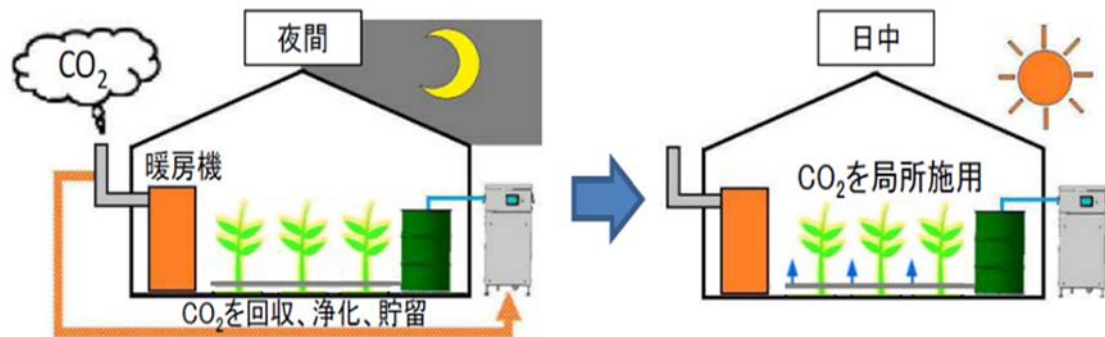
排熱回収装置

# I 省エネのための機器利用技術

## 【コラム】 暖房機排気ガスからのCO<sub>2</sub>（二酸化炭素）の回収・利用

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。

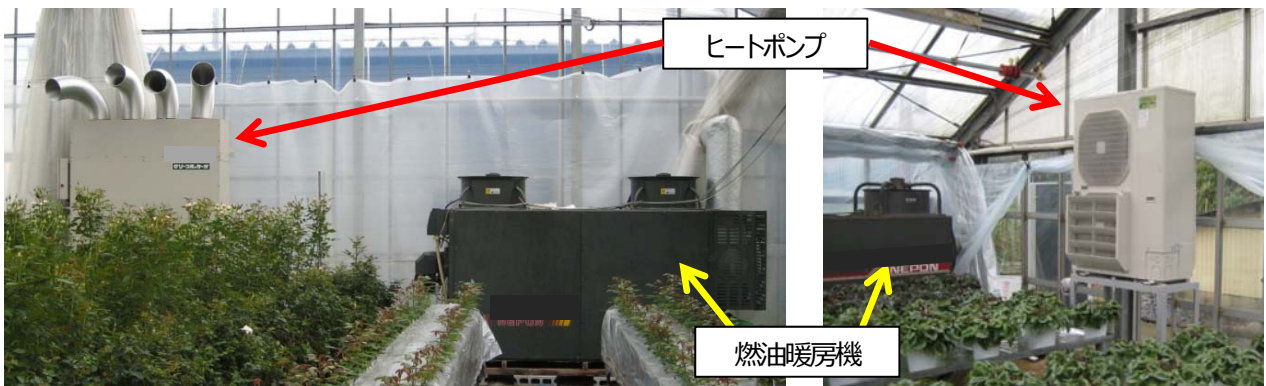


## 2 ヒートポンプの利用とメンテナンス

### (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、温廃水など）
	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）

# I 省エネのための機器利用技術

## ②ハイブリッド方式の運転方法

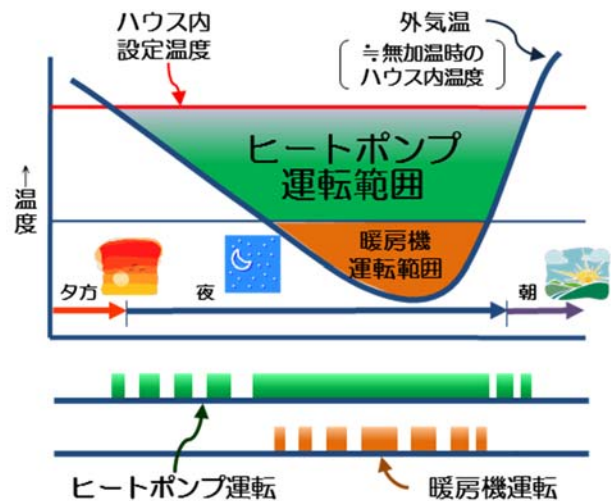
ハイブリッド方式は、エネルギー効率の良いヒートポンプを優先して運転し、ヒートポンプのみでは室温維持が困難となる低温時に燃油暖房機と併用運転する方法です。

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。



ハイブリッド方式の運転イメージ

### 【コラム】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、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未満であれば低圧受電（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）

# I 省エネのための機器利用技術

## 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）

# I 省エネのための機器利用技術

## 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