

3 木質バイオマス利用加温設備による省エネルギー対策

石油代替燃料の木質バイオマスを利用した加温設備は、燃焼で発生する二酸化炭素が大気中に放出されますが、光合成によって二酸化炭素を吸収して成長した木材を原料としていることから燃焼させても二酸化炭素が増加せず（＝カーボンニュートラル）、地球温暖化対策としても有効な暖房方法です。

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ボイラーや温風機が導入されており、これらの利用にあたっては以下の点に留意しながら効果的な省エネルギー対策に取り組みましょう。

導入・設置の際のポイント

① 燃料貯蔵タンク（サイロ）の設置場所

木質バイオマス利用加温設備では、燃料貯蔵タンク（サイロ）を設置するため、温室外に最低でも2m×2mの設置スペースが必要です。

その高さは5mを超えるものもありますので、場所の選定にあたっては、温室に日陰ができないよう留意しましょう。



6.4m³の貯蔵タンク（高さ5m）

② 設備（燃料搬送装置、暖房機本体）の設置

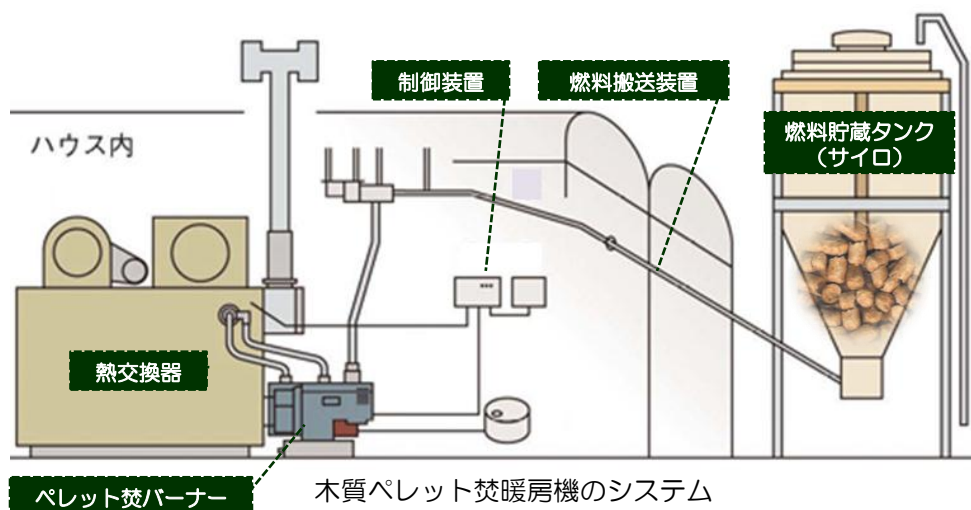
貯蔵タンク（サイロ）から木質ペレットなどの固形燃料を搬送する燃料搬送装置が長くなれば、燃料詰まり等トラブル発生の原因になります。

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。



木質ペレット投入状況

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。



I 省エネのための暖房技術

運転・管理の際のポイント

① 木質バイオマス利用加温設備の点検・清掃

燃油暖房機との違いは、木質バイオマス燃料（木質ペレットや木質チップ）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る場合、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。



木質バイオマス利用加温設備の燃焼灰の清掃



（参考）木質燃料の燃焼灰の有効利用

木質ペレットや木質チップの燃焼灰は、環境省から産業廃棄物には該当しない旨の見解※が出されており、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。

※ 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部産業廃棄物課長通知
（平成25年6月28日付け、環産産発第1306282号）

- 1 木質ペレット又は木質チップを専焼ボイラーで燃焼させて生じた焼却灰について（中略）このような、木質ペレット又は木質チップを専焼ボイラーで燃焼させて生じた焼却灰（塗料や薬剤を含む若しくはそのおそれのある廃木材又は当該廃木材を原料として製造したペレット又はチップと混焼して生じた燃焼灰を除く。）のうち、有効活用が確実で、かつ不要物とは判断されない焼却灰は、産業廃棄物に該当しないものである。

焼却灰の取扱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

Ⅰ 省エネのための暖房技術

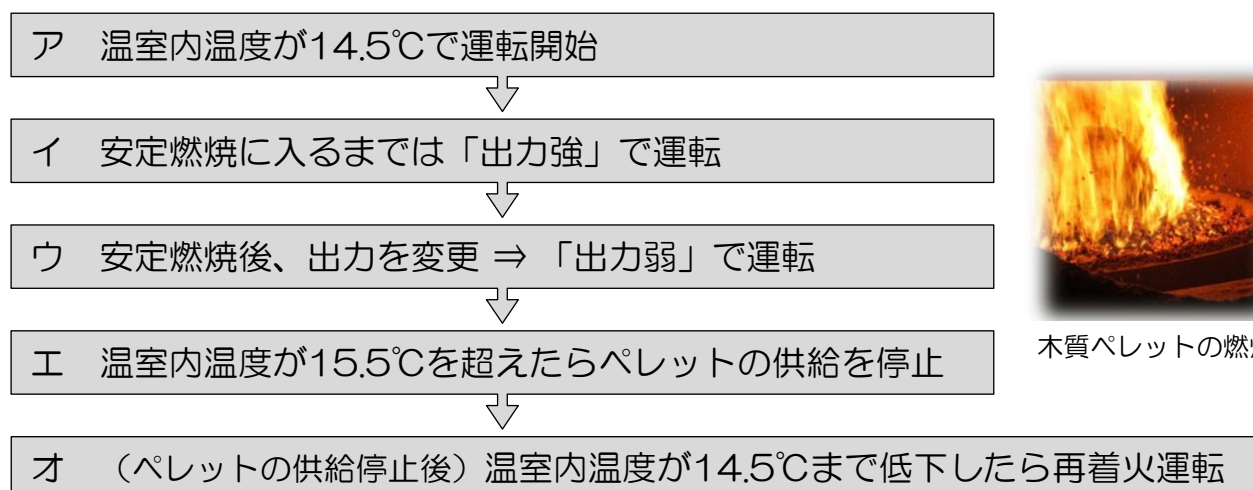
② 適切な運転管理の実施

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、安定燃焼に入るまでに5分程度の時間がかかります。

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。

木質ペレット暖房機（温風式）には、ペレットの投入量あるいは投入間隔を変更することで出力を調整（4段階又は2段階）する設備があります。各機種の出力制御方法を十分に把握して適切に運転管理を行いましょう。

● 設定温度を15.0℃とした場合の制御（例）



木質ペレットの燃焼

③ ダウンシュートの対策

木質バイオマス利用加温設備は木質バイオマス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）。

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。

I 省エネのための暖房技術

④ ハイブリッド方式の運転方法

木質バイオマス利用加温設備と燃油暖房機を併用（ハイブリッド運転）することで効果的な暖房が可能となります。

その際、木質バイオマス利用加温設備の設定温度は燃油暖房機の設定温度よりも1～2℃高く設定し、木質バイオマス利用加温設備を優先的に運転するように心がけましょう。

この場合、温度センサーは木質バイオマス利用加温設備と燃油暖房機で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、

- 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
- 誤差がある場合は補正する 等の工夫をしましょう。

※ 温度センサーの設置と点検は15ページを参照

さらに、温室内の温度分布を確認のうえ、不均一な場合は送風ダクトや循環扇を活用※しましょう。

※送風ダクト、循環扇の有効活用は、27～28ページを参照

⑤ その他の留意点

運転管理を適切に行うため、燃料貯蔵タンク（屋外サイロ）から加温設備にいたる木質ペレット等の燃料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、例えばペレット（粒）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の燃料保管は行わないようにしましょう。

【木質チップボイラー導入の際の留意点】

木質バイオマス利用加温設備は燃油暖房機に比べて寸法が大きなものが多いため、十分な設置スペースの確保が必要です。

中でも木質チップボイラーは10m×10m程度の設置スペースを要する大型機種もあります。また、相当な高さになるため、温室内に設置する場合は内張カーテン等への影響がないか確認するなど、設置業者とよく相談して設置するよう心がけましょう。



送風ダクトの有効活用



木質ペレット搬送部



木質チップボイラー

4 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、温度センサーが適切に設置されているか、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

ウ ハイブリッド（ヒートポンプと燃油暖房機、木質バイオマス利用加温設備と燃油暖房機）運転の際は同一の温度センサーによる運転が望ましい。別々の温度センサーによる場合は、

- 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

- 誤差がある場合には補正する といった工夫が必要です。

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

II 温室の保温性向上技術

1 採光条件の点検

採光性を向上させると温室内の気温・地温上昇をもたらす、省エネルギー化につながります。

一方、温室内の保温性を向上させる被覆資材の多重化や多層化※は栽培作物の光合成に必要な太陽光の透過量を減少させるため、採光条件を点検し、必要以上に透過量を落とさないように留意しましょう。

※ 本マニュアルでは、外張などの固定式被覆については「多重化」、内張カーテンなどの開閉式被覆については「多層化」と表現しています。



多層被覆の際も採光を確保

① 被覆資材の汚れ等の確認

- 温室内の採光性を確保するため、被覆資材に汚れ等が付着していないか確認しましょう。



- 汚れ等が付着していた場合、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

② 採光を妨げる障害物等の確認

- 温室内外に採光を妨げるような資材や機材がないか確認しましょう。



- 当面必要のないものは採光に影響のない場所に移動しましょう。

2 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、使用しない出入口の目張り（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



換気扇シャッターを目張り

II 温室の保温性向上技術

3 内張カーテンの点検

① 内張カーテンの保温効果

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。

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。



温室側面（サイド）のカーテン

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り異なります。

表－1に示した被覆資材の熱節減率（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、多層被覆の際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。

表－1 保温被覆時の熱節減率

保温方法	種類	ガラス室	ビニルハウス
2重被覆	ガラス、塩化ビニルフィルム	0.4	0.45
	ポリエチレンフィルム	0.35	0.4
1層カーテン	ポリエチレンフィルム	0.3	0.35
	塩化ビニルフィルム	0.35	0.4
	不織布	0.25	0.3
	アルミ割布（アルミ2：透明1）	0.35	0.4
	アルミ混入フィルム	0.4	0.45
	アルミ蒸着フィルム	0.5	0.55
2層カーテン	ポリ＋ポリ	0.45	0.45
	ポリ＋不織布	0.45	0.45
	塩ビ＋ポリ	0.5	0.5
	塩ビ＋不織布	0.5	0.5
	塩ビ＋塩ビ	0.55	0.55
	塩ビ＋アルミ割布（アルミ2：透明1）	0.55	0.55
	ポリ＋アルミ蒸着	0.65	0.65
外面被覆	温室用ワラゴモ	0.65	0.65

注：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、ガラス温室でポリエチレンの1層カーテンを設置した場合の熱節減率0.3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表しています。

② 内張カーテンの破れや隙間の点検

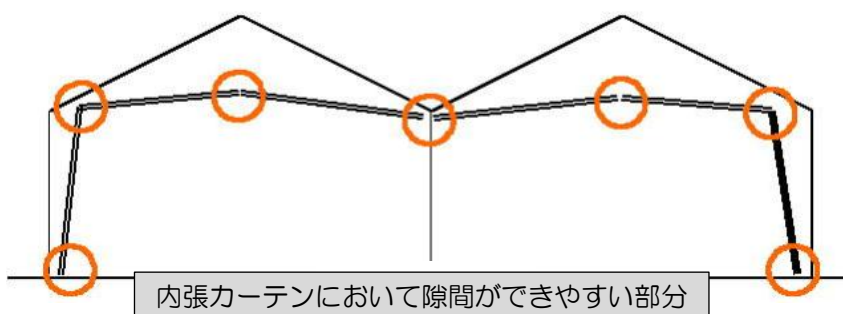
内張カーテンの保温効果を最大限に発揮させるには、カーテンのつなぎ目や裾部に破れ・隙間ができないよう十分に注意する必要があります。

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、保温性だけでなく流滴性や通気性など湿度対策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。

II 温室の保温性向上技術

● 内張カーテンの点検・対策のポイント

右図のとおり、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）



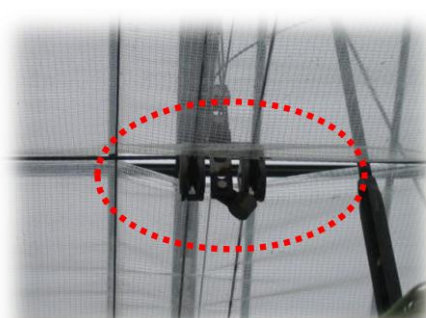
天井カーテンと側面カーテンのつなぎ目



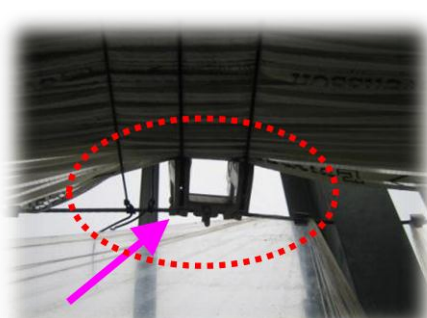
温室のコーナー部の隙間



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

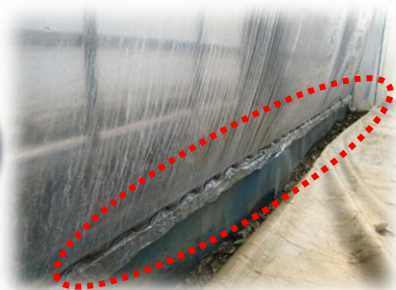
II 温室の保温性向上技術

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めくことによ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。



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）

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。

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

多層カーテン肩部の隙間

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

