

## 2 施設内保温性の確保

保温性の向上は、最も容易で効果的な省エネルギー手段である。「保温性の良い温室」とは、暖房熱量を削減できる、あるいは室温を高く維持できる温室で、①温室の断熱性を高め、温室からの放熱を抑制する。②昼間の地温を高めるなど、施設内への蓄熱量を多くすることが重要となる。

暖房温室における放熱の形態は、図3-3に示した模式図の通りである。

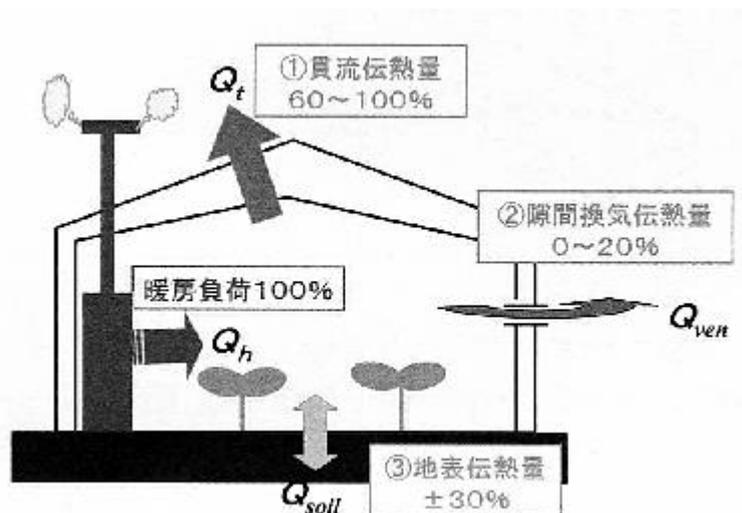


図3-3 暖房温室での放熱の形態（JA全農「施設園芸 省エネルギー対策の手引き 2008」）

注：放熱の形態は、① $Q_t$ ：被覆資材や構造材を直接通過する伝熱量で、暖房熱量に占める割合は60～100%に達する。② $Q_{vent}$ ：被覆資材の重ね目や出入り口、保温カーテンの隙間風による伝熱量で暖房熱量のおよそ0～20%を占める。隙間換気伝熱量は気密性を高めることで抑制できる。③ $Q_{soil}$ ：施設内から地中、または地中から施設内に向かう伝熱量である。暖房熱量に占める割合はおおよそ±30%の範囲である。昼間は、室内から地中へ、夜は床面から室内に向かう熱流が生じる。この場合は、暖房熱源の一部となり、暖房負荷を軽減する。

### (1) 採光性の向上

夜間、ハウス内温度が低下し地温より低くなると、地中から室内に向かう熱流が生じる。この伝熱量を地表伝熱量といい、暖房負荷の軽減に役立つ。また、放出される伝熱量は昼間の地中蓄熱量に比例して増加することから、採光性を良好に保ち床面への透光量を確保することが重要となる。

下記の点に留意し、採光性の確保に努める。

- ① 外部被覆資材に汚れ等が付着していないか確認する。汚れ等が付着していた場合、被覆資材を圧力をかけた水等で洗浄する。
- ② ハウス内外に採光を妨げるような資材や機材がないか確認する。当面必要のないものは、採光に影響のない場所に移動する。
- ③ 多層被覆や汚れたフィルムの固定張りは、収量や品質の低下、病害発生の原因にもなるので、資材の選定や被覆方法にも留意する。

## (2) 外張り被覆資材の点検、補修

ハウスからの放熱には、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る。外張り被覆材の隙間を少なくし、気密性を高めることは、経費をあまりかけないで出来る数少ない省エネルギー手段となる。

隙間の多いハウスでは、隙間をふさぐことで放熱量を1割以上削減できた事例もある。ハウスの保温性を高めるポイントは下記のとおりである。

- ①ハウス外張り被覆材の破れを補修する。
- ②天窓や側窓、出入口の隙間をふさぐ。また、使用しない出入り口や換気扇のシャッター部分も隙間が出来やすいのでフィルムで覆う。
- ③被覆資材留具の緩みについても点検、補修する。

## (3) 内張り資材の点検、補修

### ア 内張り資材の保温効果

内張り資材を上手に活用することで、重油使用量を数十%削減することができる。ハウス内に展張する内張り資材には、固定式の一重及び二重、開閉式の一層～三層カーテン、空気膜カーテンなどがあり、被覆枚数を増やすことで保温性は高まる（図3-4）。

また、保温効果は、資材の材質や厚みによっても異なるので、

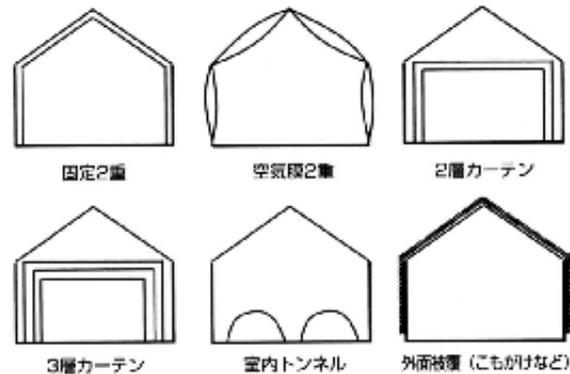


図3-4 ハウスの多重、多層被覆の形態

省エネの必要性に応じて資材を（JA全農「施設園芸 省エネルギー対策の手引き 2008」）選定する。

保温効果を高めるポイントは、以下のとおりである。

- ①天井カーテンだけでなく、側面を複層化することで高い保温効果が得られる。
- ②カーテン枚数を増やせば保温性は向上する。しかし、資材費の増加に加え、遮光により減収や品質低下の原因にもなる場合もあるので、作物や省エネ目標に見合った枚数、資材を選定する。
- ③2種類のカーテンを組み合わせる場合は、断熱性の高い資材を外層に用いる。また、不織布等は、作物への水滴落下を防ぐため内側に用いる。
- ④内張り資材間の間隔は、1 cm 以上開け、資材同士が密着しないように気をつける。
- ⑤内張りカーテンの開閉については、ハウス内が適温まで上昇してから開放し、温度の下がる前に閉める。

### イ 内張りカーテンの点検、補修

内張りカーテンに隙間があると、カーテンの内と外の間で空気移動が生じ、保温性が大きく低下する。したがって、保温効果を最大限に発揮させるには、カーテンに隙間ができないよう十分に注意する。

保守、点検のポイントは下記のとおりである。

- ①内張カーテンを点検し、破れを補修する。
- ②特に、出入口周辺、換気部の接続部分、ハウス谷間部分などの隙間を補修する。
- ③カーテン裾部については、暖房機の作動時に、はためて大きく開くことがある。  
また、裾部からの冷気の侵入を防ぐため、長さに余裕を持たせ、止具で固定する。
- ④出入口については、外気と直接接しているため、緩衝用の前室の設置、またはカーテンの多層被覆により保温性を確保する。

#### ウ 内張カーテン多層化に伴う留意点

気密性の向上は、ハウス内における相対湿度の上昇に加え、内張りカーテンや作物に結露を付着させ、病害発生の原因ともなりうる。環境改善を図る上での留意点は下記のとおりである。

- ①循環扇や温風暖房機の空運転により、作物体への結露の付着を抑制する。
- ②二層カーテン以上の多層被覆では、不織布などの透湿性資材または吸水性資材を下層（作物側）側に被覆し、結露の発生を抑制する。また、日中の換気や病虫害防除など管理の適正化に努める。
- ③遮光率の高い保温用カーテンを利用している場合には、施設内の温度上昇が不十分でも作物の生育及び光合成促進のため、必要に応じてカーテンを開放する。

#### (4) マルチの利用

施設内では、昼間は室内から地中へ、夜は地中から室内に向かう熱流が生じる。マルチを利用することで、地温上昇と地温保持効果が高まり、暖房負荷の軽減に役立つ。地中への蓄熱量を増やすには、採光性を良好に保ち地面への透光量を増やすこと、透光性の高いマルチを利用することが有効となる。

光透過率の高い透明マルチは、雑草防止効果は低いですが、高い地温上昇効果や地温保持効果が期待できる。一方、黒マルチは、雑草防除効果は高いが、透明マルチに比べ地温上昇効果はやや低い。グリーンマルチは、両者の中間的な性質を持つ。省エネの視点を重視すれば透明または緑色マルチを使用したい。近年、作期の前進化に伴い使用が増加している白黒ダブルマルチは、黒マルチに比べても地温上昇効果が明らかに劣るので、季節による使い分けを考える。

#### (5) 施設内温度ムラの解消

暖房ハウス内の気流は、温風暖房では温風ダクトからの吹き出しによる風の流れによって発生する。しかし、これだけでハウス内の温度ムラを解消することは難しい。

温度ムラの発生は、適正な温度管理を困難にし、燃料消費量を増大させたり、生育にバラツキを生じさせ減収や品質低下の原因にもなる。温度ムラの解消には、温風暖房機のダクトの配置を改善し、それでも足りない部分を循環扇で補っていく2段階への対応が効果的である。

#### ア 温風暖房機の適正利用

##### (7) 送風量の確保

温風暖房機では、缶体からの熱回収のため送風量の確保が重要である。送風量が減

ると缶体からの熱回収が減って排気ガスからの熱損失が増えるだけでなく、ハウス内の攪拌効果が減じて温度ムラの発生を助長する。したがって、温度ムラを少なくするには、全体の送風量を確保し、攪拌効果を維持することが重要となる。

#### (イ) ダクトの適正配置

ハウスの複数個所の温度を測定し、温度ムラの有無や温度差を確認し、温風ダクトの配置を改善する。なお、温度は、作物の成長点付近の高さで測定する。

配置上の留意点は下記のとおりである。

- ①主ダクトの直径や分枝ダクトの本数・直径は、暖房装置の送風量によって異なるので、事前に当該暖房機の取扱説明書で確認する。
- ②ダクトの設置に当たって、最初からハウス内の温度ムラをなくすことは難しいので、実際にハウス内の温度ムラを計り、状況に合わせて改善する。その際、短いダクトを長くすることはできないので、当初は分枝ダクトを長めに設置し、必要に応じ切断する。
- ③一般に使用されているポリダクトは、表面放熱が大きいので、暖房機から遠い位置ほど吹き出し風量を多くする。
- ④冷えやすい部分には、吹き出し風量を増やしたり、ダクトを太くし、表面放熱を増やすなどの工夫が必要となる。
- ⑤吹出口の開放面積を調整したり、ダクトの途中で穴を開けたりして、その温室にあったダクトの設置方法を見いだす。

#### イ 循環扇の設置

施設内温度のバラツキ解消には、ハウス内に循環扇を設置し、大きな空気の流れを作ることが効果的である。また、循環扇の設置は、作物の表面を乾燥させ結露と病害の発生を抑制する効果も期待できる。

設置上の留意点は下記のとおりである。

- ①温度ムラの解消と省エネ効果を引き出すため、間口や奥行きに応じて必要台数を必要箇所に設置する。
- ②循環扇の風が作物に直接当たらないよう群落の最上部と屋根の間に設置する。
- ③間口の狭いハウスでは、一方向に送風し、ハウスの下層部に戻りの気流が形成されるようにする。
- ④間口の広い連棟ハウスでは、複数の対流の渦ができるように台数、設置方向、運転時間に留意する。

#### (6) 暖房機の温度センサーの精度向上

低温管理下での生産安定には、より精度の高い温度管理技術が求められる。

精度の高い温度管理を実施する上での留意点は下記のとおりである。

- ①標準温度計を用い、暖房機の温度センサーや施設内の栽培管温度計の精度を予めチェックしておく。
- ②暖房機の自動運転では、温度センサーが感知する温度が暖房の開始・停止を決定するので、温度センサーが正常に作動しているか必ず確認する。

③温度センサーの設置位置は、ダクトの吹き出し口から離れた作物の成長点付近とする。

### 3 参考・引用文献

- ・林 真紀夫. J A全農原油価格上昇対策本部. 施設園芸省エネルギー対策の手引き. I章: 保温性の向上, p 5-15(2008)
- ・馬場 勝. J A全農原油価格上昇対策本部. 施設園芸省エネルギー対策の手引き. II章: 省エネ暖房方式, p19-23(2008)
- ・農林水産省生産局. 施設園芸省エネルギー生産管理マニュアル, p2-7, 12-24(2008)