

# 冬の園芸施設における温度ムラの発生状況とその原因

～冬の気象条件（主に放射や屋外風）によって生じる温度ムラをデータにより解説～

川野 裕二（西三河農林水産事務所農業改良普及課）

【平成26年12月24日掲載】

## 【要約】

暖房費削減のために測定した園芸施設の環境データを用いて、冬季の加温施設内の温度ムラや放射冷却による温度低下の発生状況と原因について解説する。

## 1 はじめに

冬季のハウスで温度ムラが発生する要因としては、①暖房のムラ（暖房機の送風・放熱ムラ、暖房機付近の高温、ハウス内の構造物や作物の繁茂状態による気流のよどみ）、②太陽熱蓄積のムラ（西日、遮光資材、周辺建物や樹木による地熱の蓄積ムラ）、③ハウス表面からの放熱のムラ、④被覆資材のすきまからの冷氣侵入、⑤還流による温度差の発達やハウス屋根の谷部からの冷氣の下降、⑥放射冷却による温度低下などがあげられる。

なかでも、大きく循環する空気の流れである「還流」は、ハウス内に大きな温度差を生じさせる要因となるもので、西日によるハウス北西部の蓄熱や屋外風がきっかけとなって発生し、外気が冷たいほど、地温が高いほど強いものとなる。屋外風的作用により、図1のようにハウスのガラスやフィルムに風圧力がかかって内部の空気が移動し、これがきっかけでハウス上層の空気が外気で冷やされながら風下方向に移動し風下側で下降、戻りの空気が地熱に暖められながら下層部を移動し、風上側で上昇する還流が形成される。

ここでは、こうした屋外風や放射冷却の影響を実際の測定データを用いて紹介する。

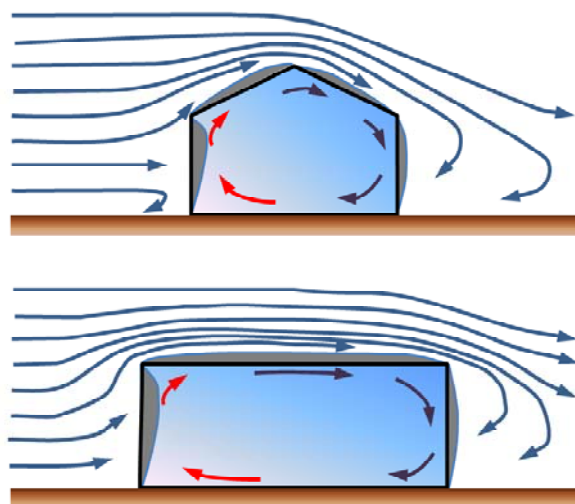


図1 風圧力の受け方（模式図）

## 2 調査方法

複数の自記温度計を花き生産者のハウスに設置して暖房状態を測定した。設置場所は、ハウス内の東西南北4か所と中央部（または暖房機のセンサー設置場所）とし、室内温度を測定した。センサーの設置位置は、作物の生長部位に近く、かん水等の日常作業に支障のない場所で、ハウスの谷部の下を避け、高さをできるだけ揃えて設置した。計測期間は約2週間とし、寒暖や晴天・曇天などのさまざまな気象条件が含まれるよう延長した。計測間隔は、暖房機の稼働状況やハウスの温度変化を確認できるよう10分間隔とした。また、必要に応じて、外気温、湿度、地温（鉢温）も測定した。分析にあたっては、外気温、風速、風向など近くのアメダスの観測データを加えて考察した。

### 3 調査結果及び考察

#### (1) 暖房機及び屋外風の影響

図2は、観葉植物を栽培するほぼ正方形に近い形状の連棟ガラス温室で測定したもので、室内4か所の温度推移を暖かい夜と寒い夜が比較できる2晩についてグラフに示した。農家から冬期に南側の生育が悪くなり、病気が発生するという相談があったため、調べてみると、外気温が10℃以下になるような寒い夜は、ハウス内の温度分布が逆転し、南側が低温になっていることがわかった。ハウスの南東の角が温湯ボイラー室となっているため、通常はその影響でハウスの南側の温度が高く、生育も良い。ところが、外気温が低下すると還流の影響が強くなり、ハウス上層部で冷やされた空気が下降し、ボイラーに近い部分に低温部が形成されていたものと考えられる。

なお、このハウスでは、西側に別のハウスが隣接するため、冬季の季節風の風圧を北側の妻面で受けていると推測でき、還流が南北方向に発達しやすいと考えられる。

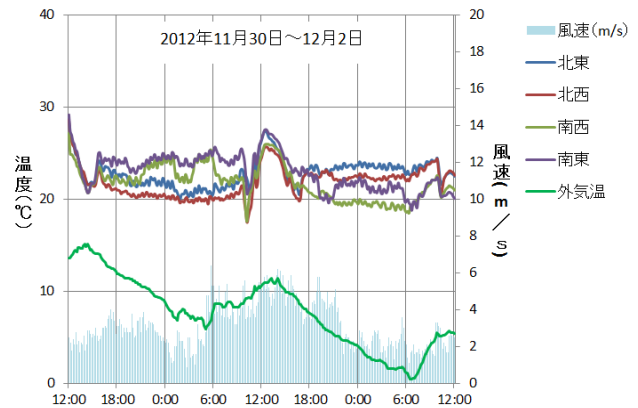


図2 室内温度の外気温の影響

#### (2) 風向と風の強さの影響

図3、4は、バラ切花栽培ハウスにおいて、夜間(18:00~6:50)の室内の温度差(ハウス内4か所の温度の最大差)を風向・風速レベルごとの平均値で表したもので、風向別に線で繋いで示してある。風速レベルはアメダスデータの平均風速の小数点以下を切り捨てた値を用いた。

図3は、温湯暖房を使用している南北に細長い2連棟のガラス温室のデータである。北方向からの風の場合、南側に低温部ができ、風速レベルにかかわらず、室内の温度差は3℃前後と大きかった。南方向からの風の場合は、温度分布が逆転し北側が0.5~1.5℃程度低温となった。細長い形状のハウスは還流が発生しやすいことが知られており、温度ムラも大きい。このため、空気循環に努めるとともに、温度管理に注意した栽培が必要である。

図4は、温風暖房を使用している東西に少し長い形状をした軒高ガラス温室のデータである。室内の温度差は屋外風の弱いときで約1℃、屋外風が強いほど温度差は拡

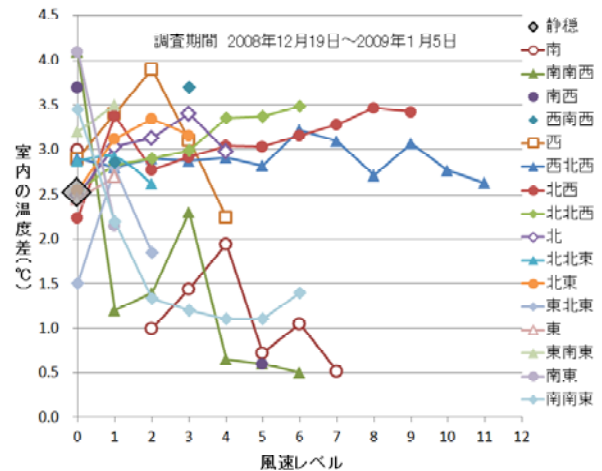


図3 風速・風向による室内温度差(長いハウス)

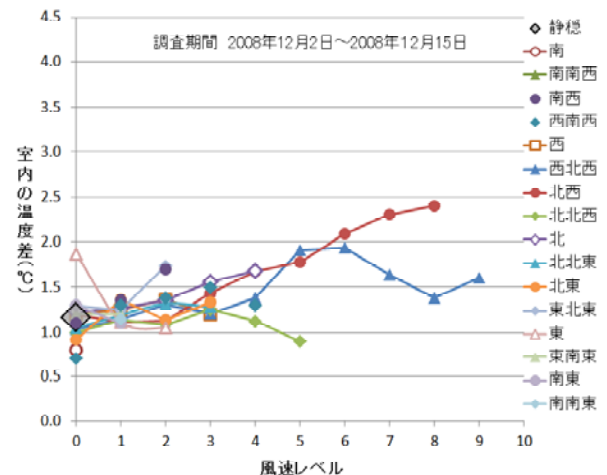


図4 風速・風向による室内温度差(四角いハウス)

大する傾向にあったものの、2℃前後と比較的溫度ムラの少ない環境であった。どの方向から風が吹いても、常に風下側に低温部が現れた。作物上部の空間が広く、温風機による気流の循環が効率よく行われていると考えられる。

### (3) 放射冷却の影響

図5は、温風暖房を使用している観葉植物ハウスで測定したもので、室内温度及び栽培ベンチ上の鉢土の温度推移について、外気温がほぼ同じである2日を選んで並べたものである。左は弱い低気圧が通過し雲が出た風の弱い日、右は冬型の気圧配置で風が吹くよく晴れた日である。室内は暖房により温度が維持されているが、よく晴れた夜間には鉢土の温度が明け方にかけて大きく低下していき、ハウスの室内温度よりも約3℃低下している。このように、地熱の影響をあまり受けないベンチ栽培の鉢物や高設栽培では放射冷却の影響が大きく、暖房の温風がよく循環しても物体を暖めきれずに温度が低下していくと考えられる。晴天であれば外気温や屋外風、ビニール等被覆資材の有無にかかわらず起こるため、晴天時に暖房設定温度を上げるなど、温度低下を防ぐことが必要となる。

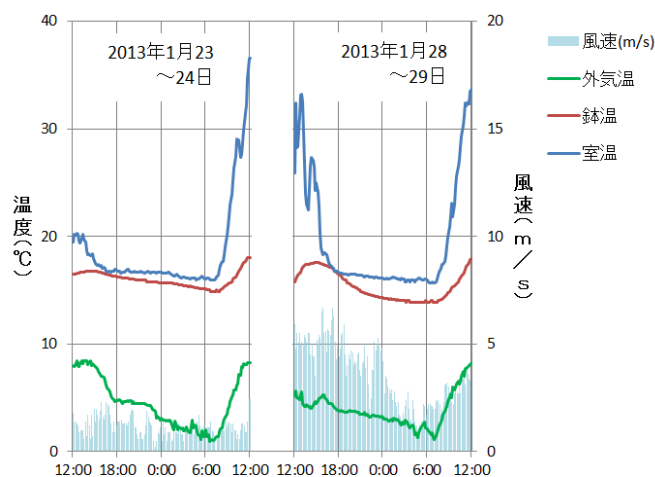


図5 放射冷却による鉢土温度の低下

## 4 まとめ

今回、冬のハウスの暖房が、日々の気象条件の影響を大きく受けていることを取り上げた。数台の自記温度計のデータからハウス内に起きている現象をすべて読み取るのは難しいが、農家が自らのハウスの暖房特性を把握することは有意義だと思われる。温度ムラの状態を把握し、気象条件の変化にも対応しながら、熱を損失ないように上手にハウス内の空気を攪拌するなどのきめの細かい管理技術も暖房費の節減のために重要である。