

模擬農業用ハウスの温度分布に及ぼす加温高さの影響

福井県

福井大学大学院工学研究科

福井大学大学院工学研究科

正会員 ○小竹原 大介

正会員 藤本 明宏

正会員 福原 輝幸

1. はじめに

現在、農業用ハウスは全床面積の約4割が暖房設備を有し、その内石油による温風暖房は全体の約9割を占める¹⁾。温風暖房では、農業用ハウス下部で冷温域が発生し易く、そのために植物が結露して病気・生育不良などに陥ることがある。近年では、二酸化炭素排出削減のために農業用ハウスの空調に空冷式ヒートポンプが導入されている²⁾が、デフロスト(除霜)時の暖房能力低下や初期投資費が普及の壁となっている。今後、食料自給率を高め、魅力ある農業を展開するためには、廉価で自然エネルギーを活用し、植物が結露しない暖房方式のハウスが望まれる。

そこで本論文では、模擬ハウス(以下、ハウス)を用いた熱移動実験を実施し、加温の高さ(熱源の位置)がハウス内の温度分布に及ぼす影響を明らかにした。

2. 熱移動実験

本実験では、ハウス天井とハウス床面に熱源を設置する2つの加温方式(以下、上面熱源方式および底面熱源方式)を実施した。

図1は上面熱源方式のハウスの概要を示す。ハウスは高さ0.7m×幅1.0m×長さ0.5mであり、厚さ0.05

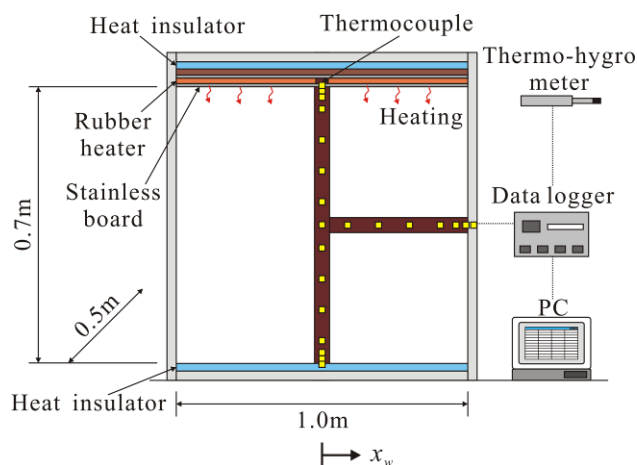
mmの被覆材(塩化ビニルフィルム)で覆われる(同図(b)参照)。底面熱源方式も上面熱源方式と同じ構成であり、熱源にはラバーヒーターを用いた。なお、ハウスの天井および床面には断熱材を設置した。

実験はハウス内外の温度を約5℃に制御した後、加温を開始し、ハウス空気温度 T_a が定常になった時点で終了する。同図(a)に示すように、 T_a および被覆材表面温度は熱電対で、外気温度は温湿度計を用いて、それぞれ1分毎にデータロガーに記録した。熱電対は鉛直方向にはハウスの中央で底面から0.01, 0.02, 0.05から0.65mまでは0.05m間隔の高さ、それに0.68および0.69mの高さを加えた計17ヶ所に設置した。一方、水平方向には高さ0.35mにおいて、中央から側壁に向かって0.45mまでは0.05m間隔の位置、さらに0.48および0.50mの位置に熱電対を設置した。

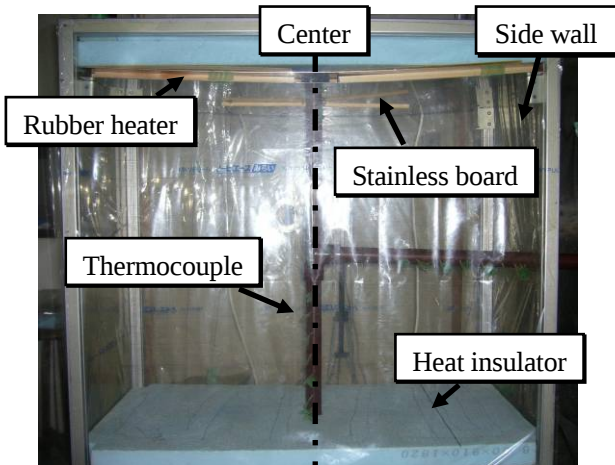
3. 実験結果

図2は、上面熱源方式および底面熱源方式における T_a の鉛直分布および水平分布の時間変化である。

まず、同図上段の T_a の鉛直分布に注目する。上面熱源方式では、熱源近傍の T_a は時間とともに急激に上昇し、加温開始から7時間後に約17℃であった。温度勾



(a) 実験の構成



(b) 模擬ハウスの外観

図1 実験装置(上面熱源方式)の概要

キーワード :施設園芸ハウス, 省エネルギー, 葉面結露, 熱移動

連絡先 :〒910-8507 福井市文京 3-9-1 福井大学工学部建築建設工学科環境熱・水理研究室 Tel0776-27-8595

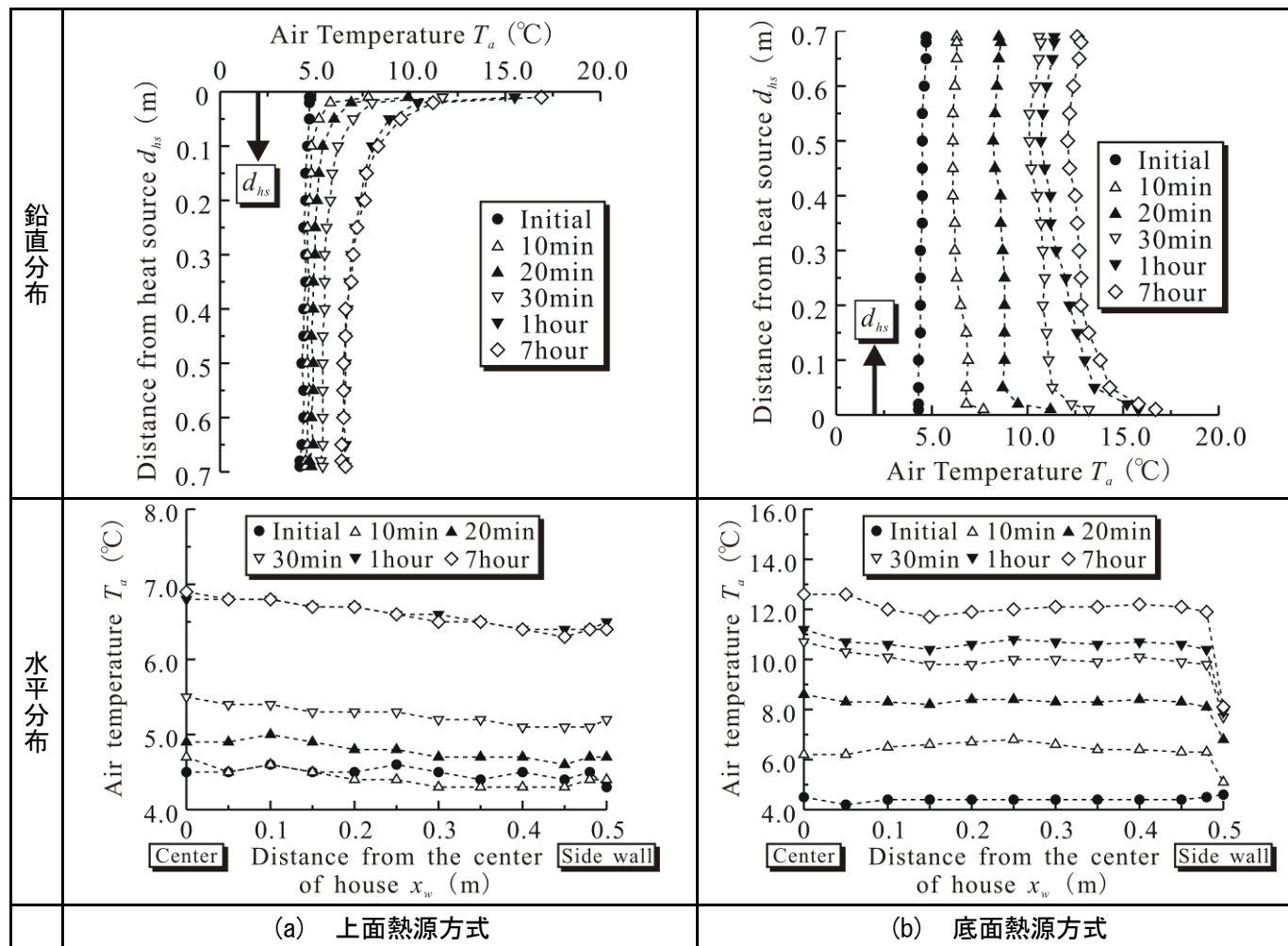


図2 ハウス空気温度分布

配は下方に向かって低下し、熱源からの距離 $d_{hs} \geq 0.35$ m では殆どなく、7時間後の T_a は約 7°C (初期より約 2°C 上昇) であった。

次に、同図(b)の底面熱源方式に注目する。熱源近傍の T_a は時間とともに上昇し、7時間後には上面熱源方式と同様に約 17°C であった。図2(a)と比べると、ハウス全体に亘る T_a の上昇は明瞭になった。温度勾配は $d_{hs} \leq 0.05$ m で大きく、上方に向かうにつれて小さくなった。7時間後の $d_{hs} \geq 0.40$ m における温度勾配は殆どなく、 T_a は 12~13°C 程度 (初期よりも 7~8°C 上昇) となった。なお、 $d_{hs} > 0.60$ m における T_a の上昇は、暖められた空気が天井付近に溜まったためと推察される。

以上より、底面熱源方式は上面熱源方式に比べてハウス内の熱対流が活発であることが知れる。

次に、同図下段の T_a の水平分布に注目する。横軸はハウス中央からの水平距離 x_w (m) である。まず、上面熱源方式の結果について述べる。 T_a は全体的に時間とともに高くなるが、側壁に向かって緩やかに低下した。ハウス中央と側壁近傍の T_a の差は10分後で0.2°C、

7時間後で0.4°Cであり、時間経過とともに僅かに小さくなった。

次に、底面熱源方式に注目する。 T_a は僅かに波状的に変化しているように見えるが、側壁近傍 ($x_w \geq 0.48$ m) を除いてほぼ一様に上昇した。側壁近傍における T_a の低下は、ハウス空気の熱損失に起因すると考えられる。

4. まとめ

上面熱源および底面熱源方式におけるハウス空気温度の鉛直および水平分布を調べた結果、底面熱源方式は上面熱源方式に比べハウス全体の加温に有効であることが分かった。

今後は葉面凝縮を考慮した農業用ハウスの熱・水分移動モデルの構築を行う。

参考文献

- 1) 社団法人日本施設園芸協会：五訂施設園芸ハンドブック，pp. 127-141.
- 2) 例えば、佐藤勘紀ら：ヒートポンプ暖房温室における暖房法の比較，農業施設，Vol.40, No.3, pp. 21-27, 2009.