

潜熱蓄熱材を用いたハウスマシンの省エネルギー適温管理の検討

三好悠太¹, 北野雅治¹, 大渡勝史², 小春 修³, 信貴竜人⁴, 矢野 拓⁴, 矢野直達⁵

(¹九州大学, ²福岡市, ³JA おおいた, ⁴大分県, ⁵ヤノ技研)

省エネルギー, 蓄熱材, ハウス, 適温管理, ハウスマシン

1. 緒言

地球温暖化や原油高を背景として, 再生可能な気象資源(日射, 地温不易層等)を利用した省エネ温度管理法が望まれている。その際, 気象資源の時空間分布とハウス内の適温管理に必要なエネルギー負荷の時空間分布のギャップを軽減する方策として, 固体⇄液体間の相変化を伴う潜熱蓄熱材の有効利用が期待されているが, 栽培する作物, 施設, 場所および時期に応じて, 集熱, 蓄熱, 放熱の一連のプロセスを最適化する必要がある。そこで, 本研究では, 相変化温度を任意に設定可能な潜熱蓄熱材を, 集熱, 蓄熱, 放熱のための特別な装置を用いなくて, 単にハウス内に宙吊りに設置してハウスマシンの適温管理に利用した場合の省エネ効果等を検証した。

2. 材料および方法

材料には, 大分県杵築市の加温ハウスに植栽された「天草」を用いた。加温開始は2012年1月下旬で, 実験には東西に並置された2棟のハウス(南北棟; 24m×42m)を使用した。固⇄液の相変化温度が25°C(ミカンの適温域)の潜熱蓄熱材(300×300×25mm ; ヤノ技研製)520枚を, 西側のハウス内の高さ3mの梁に宙吊りに設置し, 蓄熱材区(図1)とした。また, 蓄熱材を設置しない東側のハウスを慣行栽培区(慣行区)とした。ハウスの夜間暖房の設定温度を18°Cとし, 樹上日射量, 果樹近傍気温および潜熱蓄熱材内部温度を測定し, 潜熱蓄熱材の温度効果を検討した。また, 蓄熱材区と慣行区とで暖房に使用するA重油の消費量を比較し, 潜熱蓄熱材の省エネルギー効果を検討した。

3. 結果および考察

図2に, 晴天日(4/14)における日射量, 蓄熱材内部温度および蓄熱材区と慣行区のミカン果樹近傍の気温(高さ1.5m)の日変化を示す。晴天日では, 日出は7時であり, 日射にともない蓄熱材内部温度, 果樹近傍気温ともに上昇を始めた。蓄熱材は, 内部温度が25°Cとなった10時頃に固体から液体への相変化が始まり, 3時間後の13時に完全に液化した。液化が終了した後, 蓄熱材内部温度は15時まで急激に上昇し約40°Cに達した。この間, 潜熱蓄熱材は日射とハウス内空気から吸熱して, 主に相変化の潜熱として蓄熱しており, 日中の果樹近傍の昇温を抑制した。その結果, 日中において潜熱蓄熱材による最大約5°Cの昇温抑制効果が示唆された。

15時以降は, 蓄熱材内部温度は低下し, 約20°Cまで低下した19時頃から液体から固体への相変化に伴う潜熱の放熱により蓄熱材内部温度は上昇し, 約5時間にわたって25°Cに維持された。この間, 潜熱蓄熱材は相変化の潜熱を放熱するとともに, 25°Cの熱源として暖房効果を発揮していたことが示唆された。

また, 図3に約3カ月間(1月26日~5月2日)におけるA重油の積算消費量の推移を示す。蓄熱材区は7.0kL, 慣行区は8.6kLを消費しており, 潜熱蓄熱材設置によるA重油削減量は1.6kLとなった。よって潜熱蓄熱材によるA重油削減効果は18.6%と見積もられた。



図1. 潜熱蓄熱材の設置状況

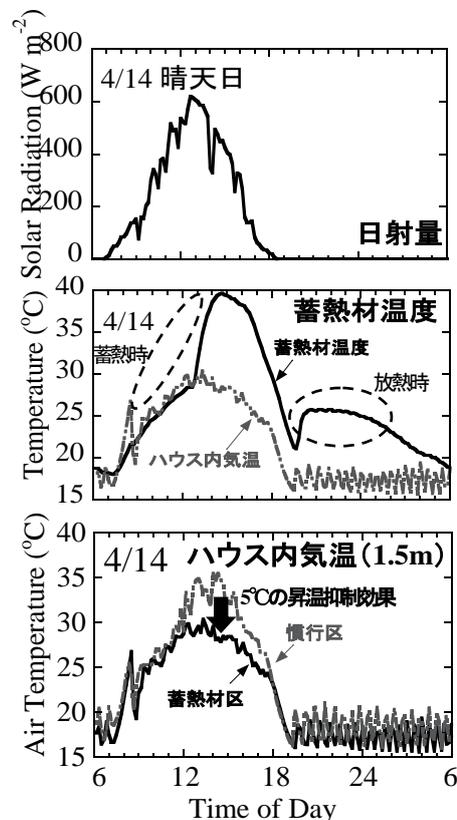


図2. 晴天日(4/14)における日射量, 蓄熱材内部温度および蓄熱材区・慣行区の果樹近傍気温の経時変化

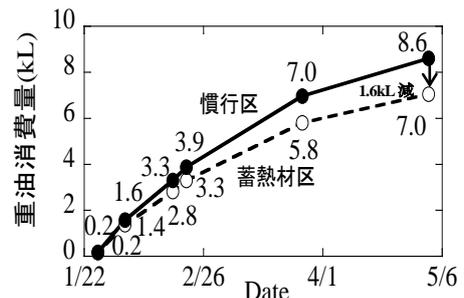


図3. 積算消費油量の推移(1/26~5/2)