

潜熱蓄熱材利用による省エネ効果の検討

山村真弓^{*}・○高橋正明・酒井博幸・今野忠雄^{**}・矢野直達^{***}(宮城県農業・園芸総合研究所・^{*}宮城県大河原農業改良普及センター・^{**}(株)星光社・^{***}(株)ヤノ技研)

[要旨]

潜熱蓄熱材は、化合物が固体から液体、液体から固体へと相変化する過程で生じる熱(潜熱)を利用し、相変化温度の前後で相対的に大きな蓄放熱がなされる物質である。塩化カルシウムを主成分とし、18°Cで相変化する潜熱蓄熱材を、板状の特殊ポリエチレン容器に充填した蓄熱カプセルを作製し、日中、ハウス内の温度上昇をもたらす日射エネルギーの余剰分と、ハウス内の温度上昇に伴う換気等で外部へ放出されてしまう熱エネルギーの一部を蓄える。逆に夜間は温室内の気温低下に伴い、蓄熱カプセルからの熱エネルギー放出されるため、ボイラーの油使用量の削減率の調査を行った。その結果、蓄熱カプセルを設置した実証区では15%～20%程度、ボイラーの油使用量が削減出来ることが示された。また、蓄熱カプセルの設置でトマトの生育や収量に対する影響はほぼ見られなかった。

[説明資料]

I 試験方法

1) 実証試験の実施場所

宮城県大崎市鹿島台 デリシャスファーム

2) 試験圃場について

3棟(慣行棟、断熱棟、実証棟)の両屋根型のビニルハウス(天井2層カーテン)、1棟約810cm²

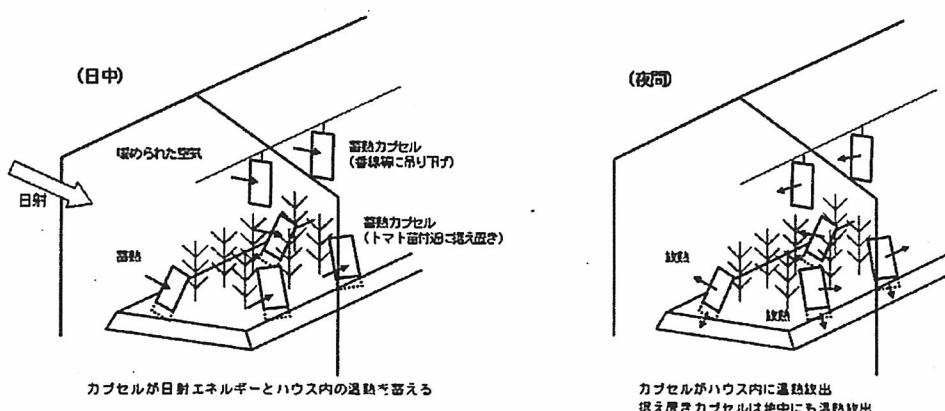
蓄熱カプセル外形:縦315mm×横281mm×厚さ27mm、総重量2.4kg、蓄熱量354kJ/1枚

慣行棟:加温は温風暖房機のみ *温風暖房機(ネポン社、HK-3020TE 热量87.2KW)

断熱棟:温風暖房機に加え、ハウス内側側面に断熱材(サニーコート)を追加取付け

実証棟:温風暖房機に加え、ハウス内側側面に断熱材、蓄熱カプセルを1050枚分散して配置

(吊下げ型800枚(2mの高さから南北向きに吊下げ)、北側入り口面200枚、地置き50枚)



3) 栽培作物と栽培様式

栽培作物: 大玉トマト(玉光デリシャストマト)

栽培方式: 土耕促成栽培(播種期8月16日、定植期11月2日)

栽培距離: 紗幅180cm、ベッド幅120cm、条間65cm、株間40cm、黒マルチ栽培

収穫開始: 2月初旬より

4) 調査項目

カプセル内溶液温度、気温(各棟の南北主要2箇所付近を中心とした35ポイントと屋外1箇所)、各棟の油量消費量、トマト生育・収量調査、導入コスト等

II 結果及び考察

1) 晴天日における吊下げカプセルの溶液温度の変化について

ハウス内の温度の上昇と共に、カプセル内溶液温度も上がっていく(図1)。午後3時頃に最高温度となり、夕方一旦20度を切るまで温度が低下するが、それから夜間にかけて20°C付近で潜熱を放出し続ける。夜中に放熱が終わり、カプセル内温度は10°C以下に低下している。

2) 優行棟、断熱棟、実証棟におけるハウス内の温度変化について(2月中旬)

各棟ともほとんど同様な温度推移を示しているが、実証区は温度の低下の程度が他の棟よりも緩やかとなっている。日中に蓄えた潜熱が放熱されることで、温度低下が緩やかになっていると考えられる。

3) 旬別の重油消費量、節油率及び省エネルギー量について

各棟を比較すると、実証棟の重油消費量は、断熱棟、慣行棟より少ない(表1)。断熱棟に対する実証棟の節油率は2月上、中、下だと84.8%、81.3%、82.9%と15%以上の節油効果があることが示された。また、今回の試験では断熱材の効果についても検証したが、ハウスの立地条件(東側に山があり朝日が入りにくい)から、太陽高度が低い期間ではその効果が確認できなかったが、やや高度が高くなり、日陰になりにくくなった2月下旬からは5%程度の削減効果がみられた。

4) トマトの生育と収量について

(1) 生育

草高、展開葉数を比較すると、各区ともほとんど差が無く推移していた(図3、図4)。

各果房での着果数を図5に示した。概ね各果房3~4個着果しており、区における差はほとんどみられなかった。その他、各果房の着果部位、各果房着果部位の茎径、葉色等を調査したが、各区にほとんど差はなかった(図省略)。なお、調査は各区10株の3反復で実施した。

(2) 収量

図6に各月のa当たり収量、1果平均重を示した。収穫始期は各区とも2月初旬であった。a当たり収量は、断熱区が若干多いものの、大きな差は見られなかった。1果平均重は、実証区と断熱区の方が慣行区より1~2割程度重いという結果となった。

5) 導入コストと採算性

今回の実証事業圃面積(810m²)を1000m²換算にて試算すると、重油の年間想定使用は8716リットルとなる。油量削減率18.6%(2月中旬の実績値)を適用すると、年間想定節油量は1612リットルとなり、年間削減金額は129,680円(A)となる(A重油1リットルを80円で試算)。蓄熱カプセルの導入コスト840,000円(B)(蓄熱カプセル1枚の販売単価700円、カプセルの必要枚数約1200枚で試算)、付帯設備費用が130,000円)(C)(カプセル据付用の直管パイプ、番線等)となるため、回収期間は(B+C)/Aにより約7.5年となる。容器を含めた耐用(予想)年数は15年程度であるため、採算性はあると考えられる。

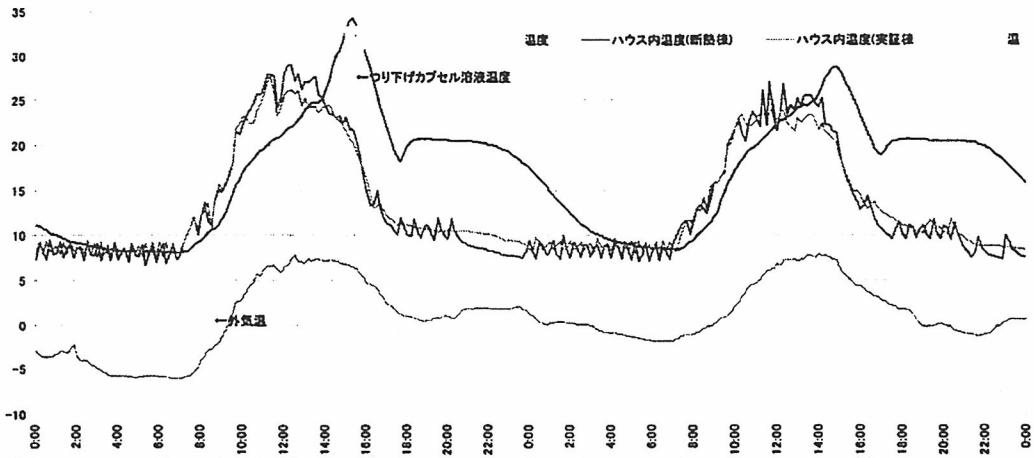


図1 晴天日における吊下げカプセルの溶液温度、ハウス内温度(実証棟、断熱棟)外気温変化の事例(1月18日～19日)

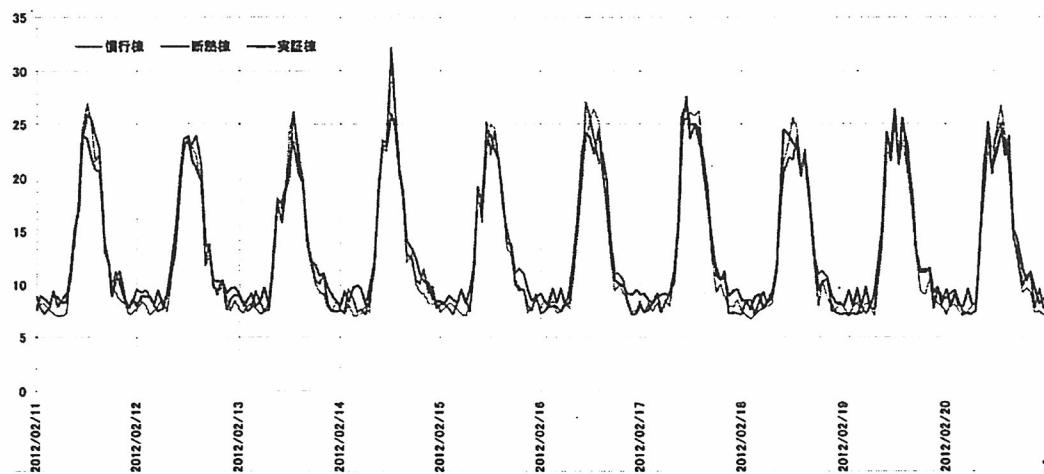


図2 比較3棟におけるハウス内の温度変化(2012年2月11～20日)

表1 旬別の重油消費量、節油率の推移及び省エネルギー

月 旬	重油消費量			実証棟／断熱棟／		省エネルギー量*
	実証棟 (L)	断熱棟 (L)	慣行棟 (L)	断熱棟 (%)	慣行棟 (%)	
1 中	339.8	407.4	403.9	83.4	100.9	2480.92
下	619.6	725.5	722.7	85.4	100.4	3886.53
2 上	511.6	603.5	591	84.8	102.1	3372.73
中	440.1	541	556.3	81.3	97.2	3703.03
下	358.1	432.1	451.9	82.9	95.6	2715.8
3 上	255.9	298.1	313.5	85.8	95.1	1548.74

*省エネルギー量 = (断熱棟重油消費量 - 実証棟重油消費量) *35.7 (a 重油発熱量)

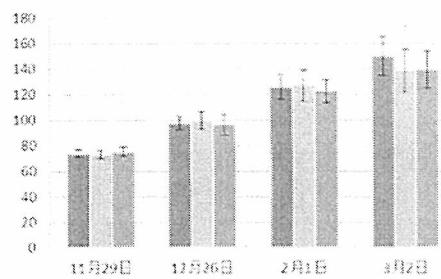


図3 草高の推移(cm)
得られた値は平均値±SDを示す(n=30)

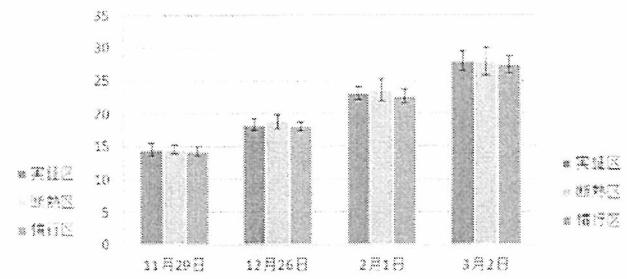


図4 展開葉数の推移(枚)
得られた値は平均値±SDを示す(n=30)

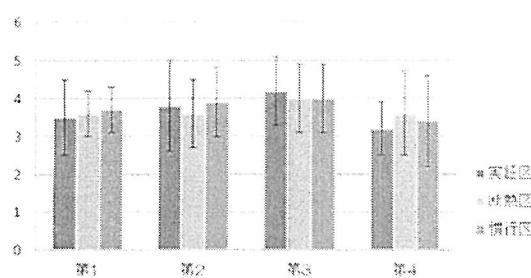


図5 各果房の着果数(個)
得られた値は平均値±SDを示す(n=30)

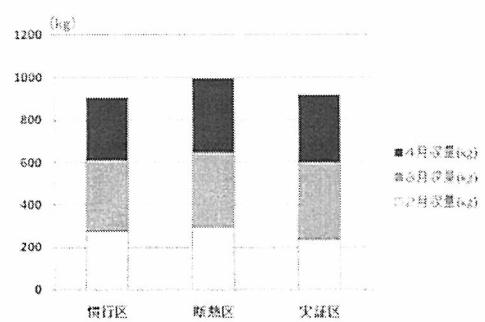


図6 月ごとの収量