

[成果情報名]ヒートポンプ夏期夜冷におけるハウス気密性とマルチ種類の夜冷効率への影響

[要約]ヒートポンプ夏期夜冷において、ハウスの内張りの隙間を塞ぐことで消費電力量が17%節減できる。また、高密度ポリエチレン不織布またはサトウキビ茎葉細断物を土表面にマルチすることにより、日中吸熱が抑えられ、夜間放熱も低くなる。これらによって夏期夜冷効率が向上する。

[キーワード]ヒートポンプエアコン、夏期夜冷、冷房効率、隙間換気、地表伝熱

[担当]作物園芸課、営農システム担当

[代表連絡先]電話 088-863-4918

[研究所名]高知県農業技術センター

[分類]研究成果情報

[背景・ねらい]

近年、重油の高騰によりハウス暖房にヒートポンプを用いる生産者が急増している。ヒートポンプは従来の暖房機と違い、暖房のほかに冷房機能も持ち合わせていることから、ヒートポンプを有効活用するため、夏期の夜間冷房に用いる生産者が出てきた。しかし、夏期のハウス環境内での夜間冷房に関する試験データは少なく、なるべく冷房負荷を減らしてランニングコストを減少させる方策が必要となる。

そこで、今回、ハウスの気密性向上、土壌表面のマルチングについて試験を行い、ヒートポンプによる夏期夜冷効率の向上方策を明らかにする。

[成果の内容・特徴]

1. ハウスの気密性向上の効果：内張りに生じていた隙間（表面積の1.7%）をすべて塞ぐことで、隙間換気回数は0.7回/hrから0.2回/hrに、隙間換気伝熱量は6.11MJ/hrから1.63MJ/hrに減少し、消費電力量を17%節減できる（表1）。
2. 土壌表面のマルチングの効果：資材の種類は、高密度ポリエチレン不織布とサトウキビ茎葉細断物が優れ、高密度ポリエチレン不織布では裸地に比べ、深さ5cmの地温では日中平均で5.5℃低く、夜間平均で2.3℃低くでき、積算地表伝熱量では57%の日中吸熱、約92%の夜間放熱となる（表2）。
3. 以上、1と2の改善方策を実施することにより、冷房負荷を軽減し、電力量を軽減させて効率的なヒートポンプ冷房ができる。

[成果の活用面・留意点]

1. ハウス概要：APハウス概要；間口7.5m、奥行き20m、単棟、南北棟、床面積150㎡、軒高1.8m、棟高3.75m、容積476㎡、表面積300㎡
2. 内張り概要：床面積146㎡、容積393㎡、表面積273㎡
3. 被覆資材：外張りPO 0.1mm、内張り天PVC 0.05mm、内張りサイドPO 0.1mm
4. 気密性向上の試験では、土面からの水蒸気の発生を抑えるため、床全面にPE 0.05mmを展開し、4辺をグリーンポールで押さえた。
5. 換気方法：日中冷房時以外はサイド巻上げ+換気扇稼動
6. ヒートポンプ性能：冷房出力11kW
7. 無植栽での調査である。

[具体的データ]

表1 内張りの気密性の違いによるヒートポンプ稼動状況
およびハウス内環境への影響

試験区	消費 電力量 (kWh)	平均 気温 (°C)	平均 相対 湿度 (%)	平均 絶対 湿度 (g/kg')	凝結水量 ^{z)}		隙間 換気 回数 ^{y)} (回/hr)	隙間換 気伝熱 量 ^{x)} (MJ/hr)
					~1hr後 (ℓ)	1hr後~最終 (ℓ)		
隙間 有り	18 (100)	21.4	70	11.1	6.3	11.2	0.7	6.11
気密性 向上	15 (83)	21.3	76	12.1	5.3	7.2	0.2	1.63

z)室内ユニットのフィンに結露し、排出された水量をバケツに採集して、メスシリンダで計測した。

y)ハウス内外の水蒸気量(絶対湿度)と凝結水量からハウス内外で入れ替った空気量を推定した。ヒートポンプが常時稼動していた稼動開始1時間後までのデータから算出した。1回は1時間にハウス内容積の空気量が入れ替わることの意味し、少ないと入れ替りが少ないことを示す。

x)換気されたと推定される空気のエンタルピから算出した。ヒートポンプが常時稼動していた稼動開始1時間後までのデータから算出した。少ない方がハウス外からの熱量の流入が少ないことを意味する。

注) ヒートポンプ夜冷の時間を 21:00 から翌 6:00 とし、その時間帯の気温、相対湿度、絶対湿度はハウス内平均値とし、消費電力量は積算値とした。() は隙間有りを 100 とした時の対比。

試験ハウスの内張り隙間表面積を測定したところ、全表面積の約 1.7%であったため、その状態を隙間有りとし、隙間をすべてテープなどで埋めた状態のハウスを気密性向上とした。

試験日は平成 23 年 7 月 23~24 日、両試験区ともに 150 m²の隣り合わせのプラスチックハウスで、ヒートポンプの設定温度は 21°C でディファレンス ±1°C。

表2 マルチ資材の違いによる平均地温および積算地表伝熱量への影響

調査項目	深さ	無マルチ区		ポリ不織布区		サトウキビ細断区		シルバーポリ区		ハウス内気温	
		日中	夜間	日中	夜間	日中	夜間	日中	夜間	日中	夜間
平均地温および平均 ハウス内気温 (°C)	0cm	49.0	28.9	36.5	27.6	35.4	30.5	42.8	31.7		
	5cm	36.9	32.1	31.4	29.8	32.5	30.8	36.6	33.1	35.2	24.6
	10cm	33.1	32.5	30.1	30.0	30.9	31.0	33.4	33.6		
	15cm	31.8	32.5	29.1	30.0	30.2	30.9	32.2	33.2		
積算地表伝熱量、積算 ハウス内日射量 (kJ/m ² /日)および天候		吸熱	放熱	吸熱	放熱	吸熱	放熱	吸熱	放熱	内日射量	天候
		-2,425	432	-1,385	397	-930	221	-2,349	859	21,280	晴れ

注) 試験区資材は、ポリ不織布区がD社製高密度ポリエチレン不織布、サトウキビ細断区がサトウキビ茎葉細断物厚さ 5 cm に被覆、シルバーポリ区が厚さ 0.02mm のO社製シルバーポリエチレンフィルム。1区あたり 1.8m×3.0m、5.4 m²を地表面に敷設。

地温用熱電対は各区中央のマルチ下 0 cm、5 cm、10cm、15cm の深さに設置。ハウス内温度用熱電対は、ハウス中央高さ 1.5m の通風箱内に設置。日中は 5:00 から 17:00、夜間は 17:00 から翌 5:00 とし、それぞれの平均値を算出した。

地表伝熱量はE社製熱流計を用い、被覆マルチ中央部の地下 1 cm で計測。

ヒートポンプの設定温度は 21°C、ディファレンス ±1°C、調査日は 2011 年 7 月 25 日から 26 日、設定時間は 21:00~翌朝 6:00。内日射量と地表伝熱量は、朝 5:00 から翌朝 5:00 までを積算した値。吸熱の空気中から地中への熱量の流れをマイナスで示し、放熱の地中から空気中への熱の流れをプラスで示した。

(松岡達憲)

[その他]

研究課題名：高温期定植作型におけるヒートポンプエアコン（冷房機能）を利用したオリエンタル系ユリの高品質生産技術の開発

予算区分：県単

研究期間：2010~2012 年度

研究担当者：松岡達憲、浜渦敬三、松木尚志、二宮千登志