

地下水熱利用型ヒートポンプを利用した ミディトマト栽培について

1 はじめに

近年、施設園芸の暖房設備として、空熱型ヒートポンプが導入されていますが、冬期はデフロスト運転（霜取り運転）が入り、ヒートポンプのみでは設定温度を維持できないという問題点があります。そこで、地下水熱利用型ヒートポンプ（以下、地下水ヒートポンプ）を、8月上旬定植、越冬作型のミディトマト栽培に導入することで、冷暖房に安定的に使用でき、石油式暖房機と比較して暖房コストの削減、ミディトマトの収量向上、さらにヒートポンプ本体からの排水を融雪に有効利用できることを明らかにしました。

2 地下水ヒートポンプを利用したミディトマト栽培について

1) 盛夏期の夜間冷房の効果

8月上旬定植のミディトマト栽培で、定植直後から22時～翌4時の6時間、20℃設定の夜間冷房条件とした場合、速やかに設定温度に下がり、冷房終了時まで設定温度を維持できます（図1）。定植後約1ヶ月の夜間冷房を行うことで、生育が旺盛となり、草丈が伸び、芯止まりが減少し、株あたりの果実数、平均果重が多くなります。その時の冷房コスト（31日間の電気代）は、143 m²あたり5,415円になります。（表1）。

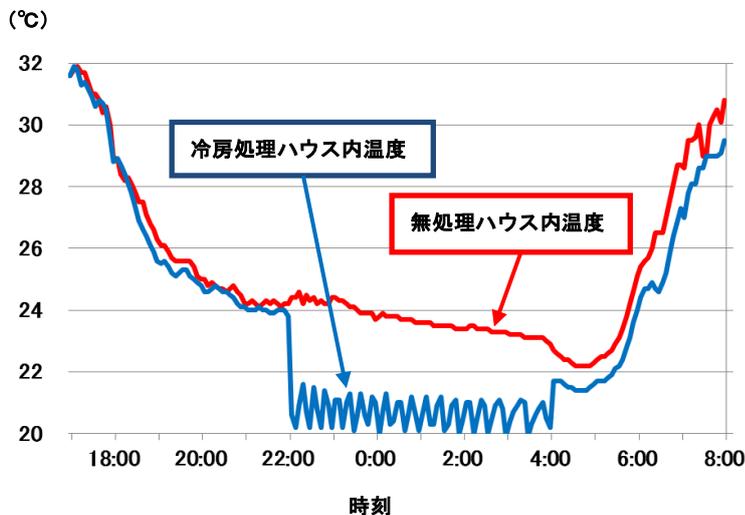


図1 平成26年8月13～14日、17時～翌8時の冷房処理有無のハウス内温度の推移
(22時～翌4時、6時間20℃処理)

表1 夜間冷房の有無が生育・初期収量・品質に及ぼす影響と冷房経費

試験区	草丈 (cm)	莖径 (mm)	芯止まり 発生率(%)	果実数 (個/株)	平均果重 (g)	冷房コスト(電気代、円)		
						ヒートポンプ本体	地下水P	合計
無処理	161.6	10.3	19.6	40.0	40.0	0	0	0
夜間冷房6H	172.9	9.9	9.5	45.5	42.0	4,199	1,216	5,415

注) 冷房期間：平成26年8月8日～9月7日、31日間、107時間作動

生育調査：9月9日、果実数、平均果重は平成26年10月10日～11月30日

2) 冬期の安定的な稼働と、4STEP 変温管理の効果

地下水ヒートポンプは厳寒期（12～翌2月）で、空熱型ヒートポンプで発生するデフロスト運転（霜取り運転）は発生せず、安定した温度制御ができます（図2）。

また、地下水ヒートポンプによる4STEP 変温管理（9～15時：16℃、15～0時：14℃、0～7時：12℃、7～9時：14℃）を行うと、石油式暖房機による慣行の2STEP 変温管理（9～15時：16℃、15～翌9時：12℃）に対して、前夜半の転流促進により株あたりの果実数、平均果重が若干増加します。そして、暖房コストも40%に抑制できます（表2）。

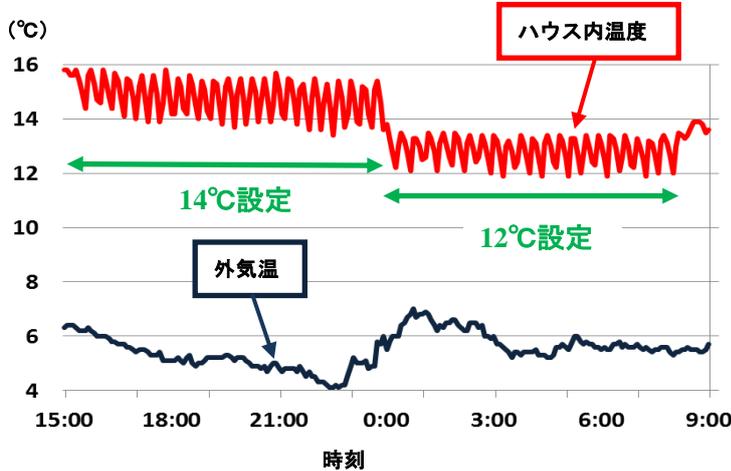


図2 平成27年1月22～23日、15時～翌9時の外気、ハウス内温度の推移

表2 暖房方式の違いが果実に及ぼす影響と暖房コストの比較

試験区	果実数 (個/株)	平均果重 (g)	暖房コスト (円)				合計	同比
			本体 電気代	地下水P 電気代	燃油代			
石油式暖房機	37.4	27.5	2,049	0	119,652	121,701	100	
ヒートポンプ	40.8	28.9	37,388	10,842	0	48,230	40	

注) 収穫期間：平成26年12月1日～27年2月26日、暖房期間：平成26年11月5日～27年2月26日
電気代単価：10.85円/kwh、灯油単価：88円/L

3 地下水ヒートポンプを冷暖房に使用した場合のミディトマトへの収量・品質への影響

地下水ヒートポンプを利用して、夜間冷房（夏期）+4STEP 変温管理（冬期）を行うと、無夜間冷房（夏期）+石油式暖房機による2STEP 変温管理と比較して、栽培期間（2月末まで）の株あたりの果実数、平均果重、可販率が向上することにより、可販収量が20%程度増加します（表3）。

表3 ヒートポンプを冷暖房に使用した場合のミディトマトへの収量等の影響

試験区	果実数 (個/株)	平均果重 (g)	株あたり収量 (g/株)	可販率 (%)	可販収量 (g/株)	対照比
対照	77.4	34.0	2,632	73.4	1,933	100
ヒートポンプ	86.3	35.8	3,090	74.8	2,312	120

注) 対照：無夜間冷房+石油式暖房機による2STEP 変温管理
ヒートポンプ：6H夜間冷房+4STEP 変温管理
収穫期間：平成26年10月10日～平成27年2月26日

4 地下水ヒートポンプから排出される排水の有効利用

厳冬期でも地下水ヒートポンプに使用する地下水は、17～18℃前後、熱転換後排出される排水は15℃弱で安定しています。その排水（毎分40～60L）は300m²のハウスの融雪に有効利用できます（表4）。

表4 冬期の熱交換後の排水による融雪効果

試験区	2014年2月8日		2015年2月10日	
	融雪水温度 (℃)	ハウス周囲 平均積雪(cm)	融雪水温度 (℃)	ハウス周囲 平均積雪(cm)
対照（連続散水）	18.5	0	17.8	0
ヒートポンプ排水	14.6	0	14.8	0
融雪なし	—	19	—	35

注) 対照は通常の地下水を融雪に使用

平均積雪はハウスサイドから30cm離れた地点を5m間隔14地点/棟の平均

5 地下水ヒートポンプ導入時の収支の試算

300m²ハウスに5馬力の地下水ヒートポンプ2台、地下水ポンプ一式を導入することにより、ミディトマト栽培の周年栽培（8月定植、10月～翌6月収穫作型）が可能となります（図3）。

また、慣行作型（年2回作、冷暖房無）と比較して、地下水ヒートポンプ導入コストが年間558千円多くかかりますが、年間およそ666千円の所得が見込め、慣行作型より126千円の所得の向上が見込まれます（表5、6）。

作型	区分	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	10a収量
慣行	春作			定植	生育期	収穫期								3t
	秋作						定植	生育期	収穫期					3t
周年		収穫期	収穫期	収穫期	収穫期	収穫期	定植	生育期	収穫期	収穫期	収穫期	収穫期	収穫期	12t
		暖房						冷房				暖房		

図3 地下水ヒートポンプ導入による周年栽培（冷房：22時～翌4時、20℃、暖房：12～16℃4STEP変温管理）

表5 300m²ハウスへの地下水ヒートポンプ導入コスト

減価償却費 (円/年)	電気料金 (円/年)	契約電力基本料金 (円/年)	合計 (円/年)
375,000	127,439	55,684	558,123

注) 減価償却費：機器の自己負担率50%、7年償却で計算
電気料金は平成26年度実績を基に試算

表6 ミディトマト栽培収支の試算 (300 m² ハウス)

作型	収量 (Kg)	単価 (円/kg)	販売額 (千円)	経費* ¹ (千円)		所得 (千円)
				通常	コスト増加分* ²	
慣行	1,800	750	1,350	810	—	540
ヒートポンプ	3,600	850	3,060	1,836	558	666

注) *1: 所得率 40%として試算 *2: 表5より

6 留意事項

○本試験は、間口：7.5 m、奥行：38 m、2重カーテンを設置した耐候型ハウスを2分割して試験したものです。

○ミディトマト栽培は福井農試開発（平成24年度）の低コスト隔離栽培法で行いました。

○地下水ヒートポンプは菱名工業株式会社製 WHEP-5（5馬力、冷房能力15.0kw、暖房能力18.0kw、使用水量40～60 L/分）を使用しました。

[その他]

研究課題名：省エネ・低コストでいつでも作れる施設野菜の技術開発

研究期間：平成24～26年度

研究担当者：農試 園研センター スマート園芸研究G 森永 一、畑中 康孝（現嶺南振興局 若狭農業経営支援部）