

現地実証展示圃成績(平成29年度)

担当機関名、部・室名	愛知県農業総合試験場 企画普及部広域指導室
実施期間	平成29年度、新規
大課題名	IV 環境保全を配慮した生産技術の評価・確立
課題名	ガスヒートポンプを利用した施設園芸用ヒートポンプ式エアコンの効果確認
目的	施設園芸では、暖房経費が経営に占める割合が大きい。近年の燃油価格高騰により増大した暖房経費の削減を目的として、電気を動力源としたヒートポンプ式エアコンが導入されている。しかし、燃油ほどではないが電気料による経費の変動と、除霜運転時の暖房能力の低下が問題となっている。そこで、LPガスを動力源としたガスヒートポンプに着目し、キク施設栽培の環境制御、経費削減等の効果を実証する。
担当者名	愛知県農業総合試験場 企画普及部広域指導室 主任専門員 小川理恵 愛知県東三河農林水産事務所田原農業改良普及課 課長補佐 山内和明
圃場の所在地 農家(組織)名	愛知県田原市村松町 渡辺康宏
農家(組織)の経営概要	施設85.8a 輪ギク専作経営 自家労力3名、雇用労力5名
<p>1. 実証場所 愛知県田原市村松町</p> <p>2. 実証方法</p> <p>(1) 供試機械名 ガスヒートポンプエアコン (以下GHP) (ヤンマーYNZP355H1 for P280 (室外機13馬力) 1台) (ヤンマーYZFVP140MA (室内機 5馬力) 2台)</p> <p>(2) 試験条件 実証ほ場は平成27年10月にGHPを設置し、重油暖房機と併用でキク栽培に使用してきた。平成27年12月～28年3月のキク栽培では、燃料消費量は重油暖房機のみの場合に比べて減少すると推測された。そこで、重油暖房機のみでの対照区を設置し、環境制御と経費削減効果を実証する。</p> <p>ア ほ場条件</p> <p>(ア) 試験区 ガラス室608㎡(間口11.7m×奥行52m×単棟、軒高2.5m、棟高6m) 2層カーテン(上:遮光カーテン(ポリ)、下:ポリフィルム) 暖房設備はガスヒートポンプエアコンと重油暖房機(ネポンHK4027TEV) 炭酸ガス発生機(ネポンCG-254S2G)</p> <p>(イ) 対照区 ガラスの上にエフクリーンを張ったハウス567㎡ (間口9m×奥行31.5m×2連棟、軒高2m、棟高4.5m) 1層カーテン(遮光用(ポリ)) 暖房設備は重油暖房機(タケザワFOH4010PL型) 炭酸ガス発生機(ネポンCG-254S2)</p> <p>イ 栽培概要</p> <p>(ア) 試験区 品種:神馬(低温開花性系統)、定植:9月19日(直挿し)、栽培面積:593㎡、 栽植密度150本/3.3㎡、消灯:11月19日、収穫:1月11～23日、栽培期間:126日</p>	

(イ) 対照区

品種：神馬（低温開花性系統）、定植：10月4日（直挿し）、栽培面積：529 m²、

栽植密度 150 本/3.3 m²、消灯：12月7日、収穫：1月22日～2月3日、栽培期間：122 日

※施肥管理は試験区と対照区は同じ管理。

ウ 加温設定温度

試験区GHP加温設定(重油暖房機加温設定)

時間帯(時)	加温設定温度(°C)			
	生育期 (10/28~11/18)	花芽発達前期 (11/19~12/11)*	花芽発達後期 (12/12~1/8)	花弁伸長期 (1/9~23)
0~5	12(-)	17(15)	14(13)	18(17)
5~8	16(-)	17(16)	16(15)	18(17)
8~17	10(-)	11(13)	13(12)	14(13)
17~24	12(-)	17(15)	14(13)	18(17)

※)重油暖房機は12/3~12/11

対照区重油暖房機加温設定

時間帯(時)	加温設定温度(°C)			
	生育期 (11/3~12/6)	花芽発達前期 (12/7~12/26)	花芽発達後期 (12/27~1/21)	花弁伸長期 (1/22~2/3)
0~5	12	16	14	16
5~8	16	16	14	16
8~17	10	11	12	12
17~24	12	16	14	16

エ 試験項目

(ア) 施設内温湿度・外気温：試験区・対照区の施設中央付近にデータロガーを設置し、5分間隔で温湿度を測定した。試験区の施設外にデータロガーを設置して外気温を測定した。

(イ) 燃料消費量：GHPはガスメーターでLPG消費量を測定した。重油暖房機はアワーメーターで稼働時間を測定してA重油消費量を算出した。

(ウ) キク収量・階級発生率：実証農家からの聞き取りを行った。

3. 実証結果

ア 温度制御

(ア) 試験区・対照区ともに17~5時12°C、5~8時16°Cに加温設定条件での気温推移を示した(図1)。17~5時は、試験区の平均気温は13.5°C、対照区は14.8°Cで大きな差はなかったが、5~8時は試験区は14.6°C、対照区は17.1°Cとなり試験区で設定温度を下回った。

(イ) 試験区のGHPを17~8時17°C、重油暖房機を17~5時15°C・5~8時16°C、対照区は17~8時16°Cで加温設定条件での気温推移を示した(図2)。17~8時の試験区の平均気温は15.7°C、対照区は17.8°Cで、対照区の気温は設定温度より高く安定していた。

(ウ) 試験区のGHPを17~8時18°C、重油暖房機を17°C、対照区は14°Cに加温設定条件での気温推移を示した(図3)。外気温は20~22時に0°C以下となり、試験区の平均気温は15.7°Cで設定温度を下回った。対照区の設定温度は試験区より低かったこともあり設定温度より高く推移し平均気温は14.9°Cであった。

(エ) 試験区・対照区の相対湿度の推移を図4に示した。17~8時の平均相対湿度は試験区が97%、対照区は90%であった。

(オ) 栽培期間は、定植から消灯までは試験区が対照区より3日短かったが、消灯から開花始めまでは試験区が対照区より7日長かった。キク1作の栽培期間は試験区126日、対照区122日で、試験区が4日長かった(表1)。3.3 m²当たりの収量は、試験区が137本、対照区が144本で対照区の方が多かった。秀品率は差が無かった。階級発生率では、2L発生率は試験区の方が大きかった(表2)。

(カ) 加温設定温度を高くするキクの花芽発達前期の1日当たり暖房経費は、ランニングコストは試験区3,591円、対照区3,415円で試験区は対照区の5%増であった。減価償却費を含めた経費では試験区5,282円、対照区3,753円で試験区は対照区の41%増であった(表3)。

冬季のキク 1 作の暖房経費では、ランニングコストは試験区 237 千円、対照区 211 千円で試験区は対照区の 12% 増であった。減価償却費を含めた経費は試験区 450 千円、対照区 253 千円で試験区は対照区のが 78% 増であった (表 4)。

(キ) キクの花芽発達前期の暖房による 1 日当たり CO₂ 排出量は、試験区 113kg、対照区 122kg で、試験区は対照区の 7% 減であった。冬季キク 1 作の暖房による CO₂ 排出量は、試験区 7,568kg、対照区 7,565kg で、ほぼ同じであった (表 5)。

4. 主要成果の具体的データ

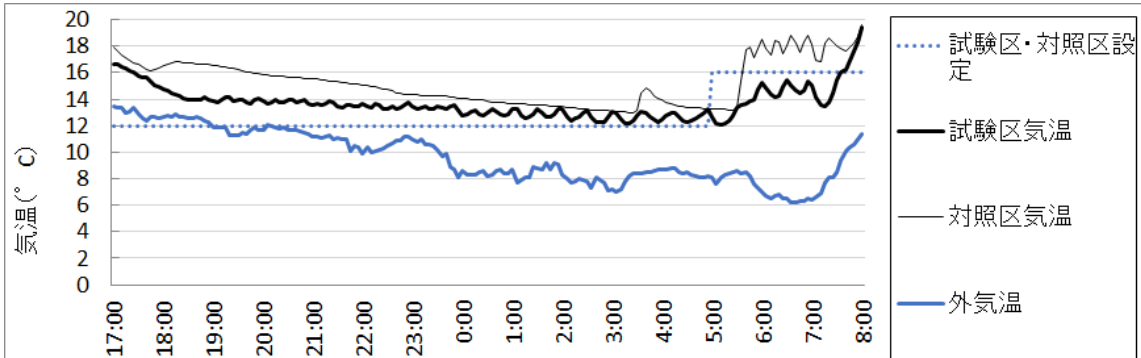


図1 試験区及び対照区の気温・外気温の推移
(平成29年11月12～13日、試験区はGHPのみ)

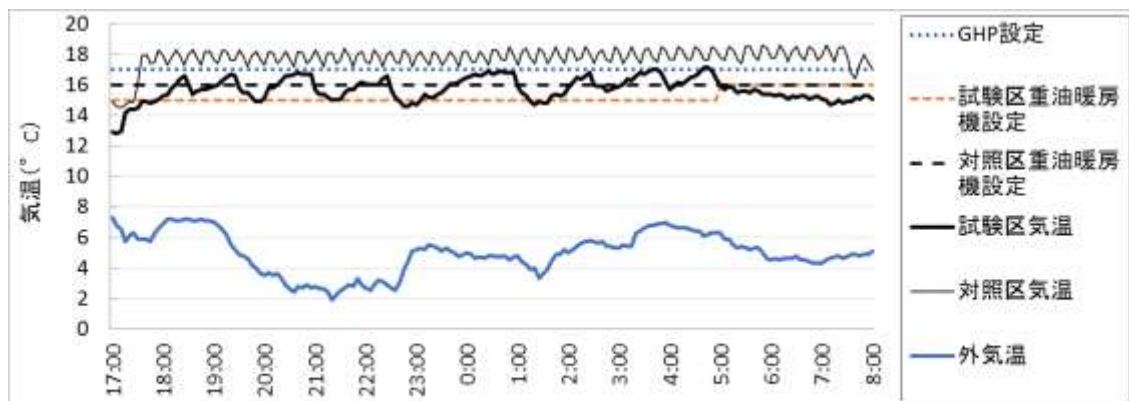


図2 試験区及び対照区の気温・外気温の推移(平成29年12月9～10日)

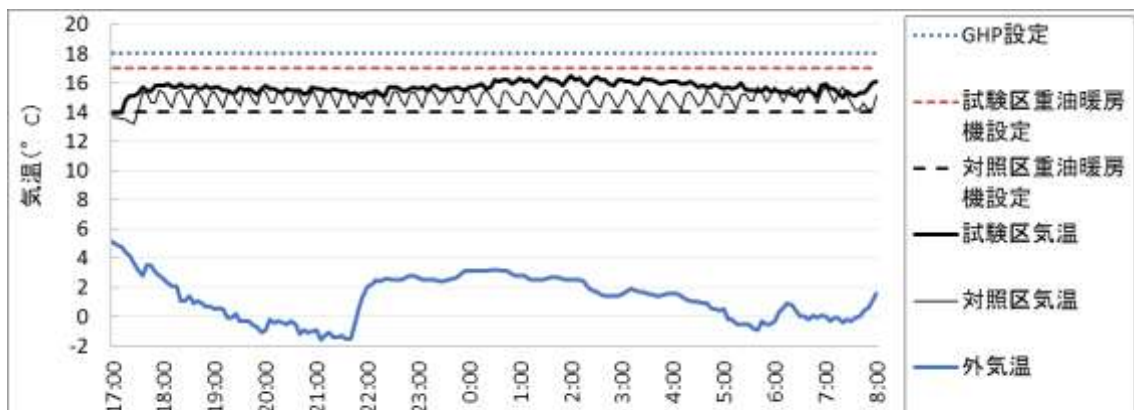


図3 試験区及び対照区の気温・外気温の推移(平成30年1月14～15日)

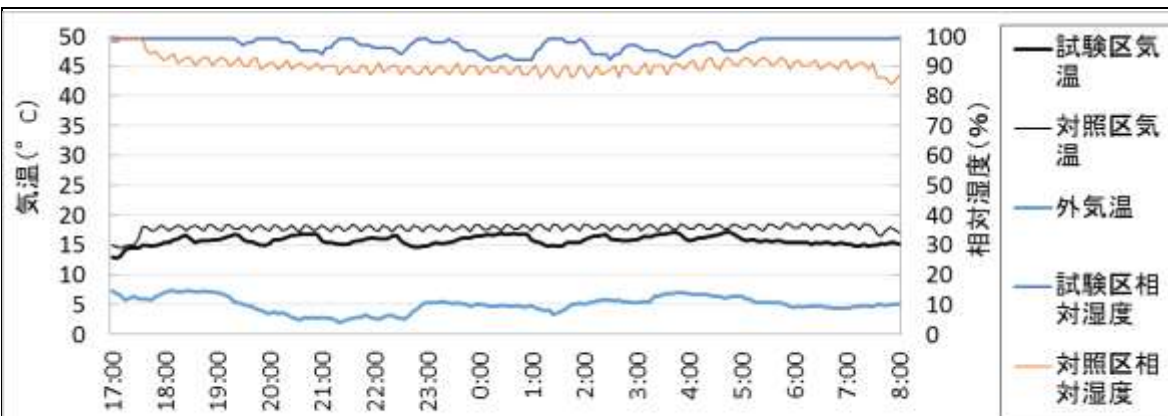


図4 試験区及び対照区の温度・相対湿度、外気温の推移(平成29年12月9～10日)

表1 試験区・対照区のキク栽培期間

	定植～消灯	消灯～開花始め	開花始め～開花終了	栽培期間
	日	日	日	日
試験区	61	53	12	126
対照区	64	46	12	122

表2 試験区及び対照区のキク階級別収穫本数・発生率

区別	階級別収穫本数					3.3㎡当たり 収穫本数	ロス 率	秀品 率	階級発生率			
	2L	L	M	S	計				2L	L	M	S
試験区	9,525	8,053	4,468	2,518	24,564	137	9%	86%	39%	33%	18%	10%
対照区	6,725	8,903	4,713	2,704	23,045	144	4%	87%	29%	39%	20%	12%

注) 2L:73～100g、L:60～72g、M:50～59g、S:38g～49g

表3 1日当たり暖房経費(キクの花芽発達前期:平成29年12月9～10日)

区別	最大暖房 負荷 ¹⁾	暖房機械	稼働時 間	LPG・A重 油消費量	電力消費 量	ランニング コスト ⁵⁾	減価償却 費 ⁶⁾	経費計
	kW		時間	m ³ ・L	kWh	円	円	円
試験区		GHP ²⁾	13	10	19	2,606	1,268	3,874
		重油暖房機 ³⁾	1	13	2	985	423	1,408
	47.2	計	—	—	21	3,591	1,691	5,282
対照区	39.3	重油暖房機 ⁴⁾	3	44	7	3,415	338	3,753

表4 冬季キク1作の暖房経費

区別	最大暖房 負荷 ¹⁾	暖房機械	稼働時 間	LPG・A重 油消費量	電力消費 量	ランニング コスト ⁵⁾	減価償却 費 ⁶⁾	経費計
	kW		時間	m ³ ・L	kWh	千円	千円	千円
試験区		GHP ²⁾	829	580	1,226	149	160	309
		重油暖房機 ³⁾	89	1,121	192	88	53	141
	47.2	計	—	—	1,418	237	213	450
対照区	39.3	重油暖房機 ⁴⁾	208	2,710	427	211	41	253

1) 計算式は施設園芸ハンドブック等より、設定室温15℃、最低気温0℃

6) 耐用年数7年、栽培期間分

2) 消費電力1.48kW、取得価格324万円(価格・単価は全て税込み)

3) 燃料消費量12.6L/h、消費電力2.16kW、取得価格108万円

4) 燃料消費量13L/h、消費電力2.05kW、取得価格86.4万円

5) 電力単価15.21円/kWh(基本料金は両区同じのため除く)、LPG単価224.6円/m³、A重油単価75.6円/L

表5 試験区・対照区の暖房設備によるCO₂排出量

区 別	最大暖房 負荷 ¹⁾	暖房機械	LPG・A重油消費量		電力消費量		CO ₂ 排出量 ¹⁾	
			1日当た り ²⁾	1作当た り	1日当た り ²⁾	1作当た り	1日当た り ²⁾	1作当た り
	kW		m ³ ・L	m ³ ・L	kWh	kWh	kg	kg
試験区		GHP	10	580	19	1,226	77	4,430
		重油暖房機	13	1,121	2	192	35	3,138
	47.2	計	—	—	21	1,418	113	7,568
対照区	39.3	重油暖房機	44	2,710	7	427	122	7,565

1) LPG 2.183kg/m³、単位量当たりCO₂排出量は環境省ガイドラインによる

2) キクの花芽発達前期での1日当たり(12月9～10日)

5. 経営評価

ランニングコスト及び栽培期間に係る減価償却費を含めた経費とともに試験区が大きくなった。最大暖房負荷は温室表面積の違いなどから試験区が対照区の1.2倍と計算され、1日当たりの試験区のランニングコストは対照区の約1.1倍であることから、対照区と同施設で行った場合はランニングコストの削減は可能であると考えられる。しかし、GHPの取得価格は324万円で減価償却費を含めた経費は試験区が対照区の約1.4倍であり、LPG単価224.6円/m³、A重油単価75.6円/Lではトータルの経費削減は難しいと考えられる。

6. 利用機械評価

本試験のGHPの能力では、GHPのみでは外気温が6℃に低下したときに室温16℃以上を安定して維持するのは難しく、重油暖房機との併用が必要と考えられる。重油暖房機との併用に当たっては、温度センサーをGHPと重油暖房機で共有するなどして、GHPのみでは室温が確保できない場合にスムーズに重油暖房機が稼働するように調整する必要がある。

7. 成果の普及

J A愛知みなみ輪菊部会の栽培委員会で報告する。

8. 考察

GHPのみでは外気温が低下したときにキク栽培に必要な室温を維持するのは難しいと考えられ、重油暖房機との併用が必要である。LPGはA重油ほど単価の変動幅は大きくないと考えられるため、GHPと重油暖房機の併用でランニングコスト削減は可能と考えられる。しかし、設備費を含めた経費では重油暖房機の場合より増加するため、GHPを他の栽培期間にも活用して経営効率を高める必要がある。

両区の暖房設備によるCO₂排出量は、最大暖房負荷を考慮すると試験区が対照区より少なく、GHPを導入することで環境保全への効果があると考えられる。

実証農家は、GHPを重油暖房機と併用すれば温度管理に問題は無く、LPGの価格は意外に安いことから、重油高騰対策としてGHP導入を評価している。

9. 問題点と次年度の計画

GHPと重油暖房機の併用での設定温度を検討し、重油使用量を削減して経費削減するとともに、キクの生育や花芽分化発達に必要な室温が確保できるように調整する必要がある。

他のキクの栽培期間でのGHPの効率的な活用を検討する必要がある。

10. 参考写真



写真1 試験区施設



写真2 試験区ほ場



写真3 対照区施設



写真4 対照区ほ場