

夏秋ギク「精の一世」における夜温および夜間冷房処理が 奇形花発生および切り花品質に及ぼす影響

池田朱里*・巢山拓郎・白石和弥・近藤孝治¹⁾

夏秋系白輪ギクの主力品種である「精の一世」は9~10月出荷作型において、切り前時の蕾が楕円形になる奇形花の発生が問題となっている。そこで、「精の一世」の生育ステージ別の夜温が奇形花発生に及ぼす影響およびヒートポンプによる短期間の夜間冷房による奇形花発生軽減効果を検討した。電照期間中の夜温については、昼温 35℃、夜温 15、20、25℃条件下では、夜温が低くなるほど奇形花の発生割合は減少した。消灯後の夜温については、昼温 35℃条件では半数以上の株が発蕾に至らず、昼温 30℃、夜温 15、20、25℃条件下では、夜温に関わらず奇形花はほとんど発生しなかった。9月下旬出荷作型において、消灯前後の時期に4週間の23℃による夜間冷房処理を行うと、奇形花の発生は軽減された。中でも、消灯前後各2週間の夜間冷房処理は、正常花の発生割合が最も高く、かつ重度の奇形花が発生しなかった。また、無処理と比べて切り花長および切り花重が増加し、切り花品質が向上した。ヒートポンプによる夜間冷房の収益性は、夜間冷房による増収効果が経費を上回ると試算されることから、本技術は夏秋ギク「精の一世」の奇形花発生軽減並びに収益性向上に有効であると考えられる。

[キーワード：品質向上，奇形花，キク，精の一世，夜間冷房]

Effects of Night-Air Cooling on the Occurrence of Malformed Flowers in the Summer-Autumn-Flowering Single-Type 'Sei no Issei'. IKEDA Akari, Takuro SUYAMA, Kazuya SHIRAISHI and Kouji KONDOU (Fukuoka Agriculture and Forest Research Center, Chikushino, Fukuoka 818-8549, Japan) *Bull. Fukuoka Agric. For. Res. Cent.* 8 : 23 -29 (2022)

The mainstay summer-autumn-flowering single-type chrysanthemum, 'Sei no Issei' has been hindered by the problem of malformed flowers in the September–October harvest time. In this research study, we investigated the effect of nocturnal temperature at different growth stages of 'Sei no Issei' and the occurrence of malformed flowers. We also considered the cooling effects in the short term of using a heat pump at night to reduce the occurrence of malformed flowers. The percentage of malformed flowers decreased as the night-air temperature was reduced. The diurnal condition was maintained at 35 °C, while the nocturnal temperatures were 15 °C, 20 °C, and 25 °C. After the lights were turned off at night, more than half of the plants failed to develop buds under diurnal conditions of 35 °C; however, almost no malformed flowers occurred under diurnal temperature conditions of 30 °C and nocturnal temperatures of 15 °C, 20 °C, and 25 °C, regardless of the nocturnal temperature. During harvest time in late September, the occurrence of malformed flowers was reduced after four weeks of night-air cooling (temperature conditions of 23 °C) before and after the lights were turned out. Particularly, night-air cooling (temperature conditions of 23 °C) treatment for two weeks before and after the lights were turned off resulted in the highest proportion of normal flowers and no severe deformities. Additionally, the length and weight of cut flowers increased and the quality of flowers improved. The profitability of night-air cooling using a heat pump was investigated, and the effect of night-air cooling was greater than the cost of using a heat pump.

[Key words: chrysanthemum, malformed flower, night-air cooling, quality improvement, 'Sei no Issei']

緒言

本県におけるキクは、2020年度の栽培面積が223haで全国第4位、出荷本数が80,100千本で全国第3位であり、県内切り花産出額の約50%を占める最も重要な品目である（農林水産省2020）。キクの中でも生産量が最も多い輪ギクは、主力品種として6~11月出荷の夏秋系白輪ギク「精の一世」および11~5月出荷の秋系白輪ギク「神馬」を用いた周年生産が行われている。

「精の一世」は、側枝の発生が非常に少なく（矢野2017）、芽かき作業を省力化できる品種である一方、9~10月出荷作型において、切り前時の蕾が楕円形になる奇形花が発生するほか、茎の伸長不良や開花遅延が発生し

問題となっている。これらの問題は、「精の一世」より以前に夏秋系白輪ギクの主力品種であった「岩の白扇」でも発生していた。「岩の白扇」の奇形花発生要因について、米倉ら（2001）は、電照期間中または消灯後の昼の高温（40℃）遭遇で発生が顕著になると報告している。また、國武ら（2005）は、電照期間中の昼温35℃以上、夜温25℃以上で奇形花が増加し、この電照期間中の高温遭遇により、消灯時の成長点が不整形に肥大化し、その結果、花床部が変形して奇形花になると指摘している。

一方、「精の一世」について野村ら（2014）は、日中の遮光処理や全栽培期間における夜温23℃設定での夜間冷房処理により奇形花発生割合が半減したことから、奇形花発生要因が「岩の白扇」と同様である可能性を提示して

*連絡責任者（苗木・花き部：iked-a3058@pref.fukuoka.lg.jp）

受付2021年7月20日；受理2021年11月10日

1) 現 福岡県農林水産部園芸振興課

いる。また、生育ステージ別の夜温の影響について、電照期間中の高温遭遇により成長点の変形が起きたとしても、消灯後 2 週間程度の夜温を下げることに伴い奇形花の発生をある程度軽減できると推定している。このことから、消灯後の夜間冷房にも奇形花発生軽減効果があると考えられるが、夜間冷房による奇形花発生軽減効果がより高く得られる生育ステージについての詳細は不明である。さらに、野村ら (2014) は、ヒートポンプによる夜間冷房処理によって、切り花品質が向上したこと、経営コストを考慮すると前夜半冷房が適していることを報告している。しかし、本報告では、ヒートポンプを用いた夜間冷房処理を 9 月出荷作型の全栽培期間 (15 週間) 行っており、冷房コストの低減を目的とした冷房期間の短縮が切り花品質に及ぼす影響についてまでは言及されていない。

そこで、本研究では、ヒートポンプを用いた効率的な夜間冷房処理方法を明らかにするため、処理期間を電照期間中および消灯後 4 週間までに絞り、夜温が「精の一世」の奇形花発生および切り花品質に及ぼす影響を検討し、ヒートポンプによる夜間冷房処理の収益性を評価した。

材料および方法

福岡県農林業総合試験場 (久留米市田主丸町) で以下の 4 試験を行った。各試験の概要を第 1 図に示す。

供試品種は「精の一世」を用いた。親株から採穂し、ガラスハウス内の挿し芽床 (ボラ砂) に挿し芽した。挿し芽後は、7~18 時に 30 分間隔で 1 分間のミストかん水を行った。発根苗を定植後、被覆隣硝安加里 (ロングトータル花き 100 日タイプ、N:P₂O₅:K₂O=13:14:8) を 1 株当たり 2g 施用した。電照は、赤色 LED (アグリランプ) を用い、深夜 5 時間 (22~3 時) の暗期中断を行った。温度処理は、人工気象器 (株式会社日本医化器械製作所, LH-241)、もしくはヒートポンプ (ダイキン工業株式会社, SFYP140A) で実施した。ハウス内における冷房処理は鉄骨硬質フィルムハウス内に設置した短日処理用シェード装置で試験区 (面積 98m²) を被覆したトンネル (容積 195 m³) 内で行った。シェードは農 P0 フィルム (トーカンホワイトシルバー、遮光率 100%) を用い、18 時に閉め、翌朝 6 時に開けた。

調査項目は、気温、発蕾株率、切り前時蕾の奇形度、消灯日から切り前までの所要日数、切り花長、切り花重、葉

数、柳葉数とした。気温は、おんどとり Jr. (株式会社ティアンドデイ, TR-5i) を設置し、15 分間隔で測定した。切り前時蕾の奇形度は、切り前時蕾の長径と短径を測定し、長径/短径で算出した扁平度を指標とした。すなわち、扁平度が 1.000~1.099 を「正常花」、1.100~1.149 を「軽度奇形花」、1.150~を販売できない規格外の「重度奇形花」と 3 段階に分類した。県内の産地では、正常花のみを共販品として出荷していることから、試験 4 の切り前時蕾の等級については、扁平度が 1.000~1.049 を「共販 (秀)」、1.050~1.099 を「共販 (優)」、1.100~1.149 を「個販」と分類した。

1 電照期間中の夜温と奇形花発生程度 (試験 1)

電照期間中の夜温が奇形花発生程度および切り花品質に及ぼす影響を明らかにするため、2018 年に人工気象器を用いて試験を行った。試験区として、定植 15 日後の 5 月 9 日から 6 月 6 日の消灯まで、昼温を 35℃とし夜温が 25℃の高温区、20℃の中温区および 15℃の涼温区を設けた。4 月 5 日に挿し芽した発根苗を 4 月 24 日に 9cm 径プラスチック製スリット鉢に 1 鉢当たり 1 株定植した。鉄骨硬質フィルムハウスにて 2 週間養成後、5 月 9 日に人工気象器内に株間 9cm、条間 9cm、6 条で配置し、温度処理を開始した。温度処理は、昼 12 時間 (7~19 時) 夜 10 時間 (20~6 時) とし、昼夜温への切替え時に、明期条件下で各 1 時間中間温度を設定した。中間温度は、高温区は 30℃、中温区は 27℃、涼温区は 25℃設定とした。気温はおんどとり Jr. を土表面から 60cm の高さに設置して測定した。暗期中断は赤色 LED を用い、鉄骨硬質フィルムハウスでは土表面から 120cm、人工気象器内では土表面から 60cm の高さに設置して行った。温度処理期間が終了した 6 月 6 日に 15cm 径ポリ鉢に鉢替えし、鉄骨硬質フィルムハウス内の高さ 55cm のベンチに株間 15cm、条間 15cm、6 条で配置し、開花まで管理した。ハウスは、気温を昼 (6~18 時) 25℃、夜 (18~6 時) 15℃に設定し、シェードにて 12 時間日長にした。試験規模は 1 区当たり 24 株とした。

2 消灯後の夜温と奇形花発生程度 (試験 2)

消灯後の夜温が奇形花発生程度および切り花品質に及ぼす影響を明らかにするため、2018 年および 2019 年に人工気象器を用いて試験を行った。

2018 年は、試験区として、9 月 26 日の消灯から 4 週間後の 10 月 31 日まで、昼温を 35℃とし夜温が 25℃の高

	処理場所	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13週 ¹⁾
試験 1 2018年	人工 気象器	9cmポット	← 昼35℃/夜25, 20, 15℃ →			← 鉄骨硬質フィルムハウス (昼25℃/夜15℃) →								
試験 2 2018年 2019年			← 2019年: 昼25℃/夜15℃ →			← 2018年: 昼35℃/夜25, 20, 15℃ →			← 鉄骨硬質フィルムハウス (昼25℃/夜15℃) →					
試験 3 2019年	鉄骨 ハウス	15cmポット	← 2019年: 昼30℃/夜15℃ →			← 2019年: 昼30℃/夜25, 20, 15℃ →			← 15cmポット →					
試験 4 2020年			← 夜23℃ →			← 消灯前 4週区 →			← 消灯前後各 2週区 →					
	地床	← 夜23℃ →			← 消灯後 4週区 →									

第 1 図 各試験における処理温度および期間

- 1) 週数は定植後の週数を示す
- 2) 網掛けは電照期間を示す

温区、20℃の中温区および15℃の涼温区を設けた。8月15日に挿し芽した発根苗を8月29日に9cm径プラスチック製スリット鉢に1鉢当たり1株定植した。鉄骨硬質フィルムハウスにて4週間養成後、9月27日に人工気象器に移し、試験1と同様の条件で温度処理を開始した。温度処理期間が終了した11月1日に15cm径ポリ鉢に鉢替え、鉄骨硬質フィルムハウス内のベンチに移動し、試験1と同条件で開花まで管理した。

2019年は、試験区として、7月24日の消灯から4週間後の8月21日まで、昼温を30℃とし夜温が25℃の高温区、20℃の中温区および15℃の涼温区を設けた。6月13日に挿し芽した発根苗を6月25日に9cm径プラスチック製スリット鉢に1鉢当たり1株定植した。定植日の6月25日から4週間後の7月24日まで人工気象器にて養成し、引き続き4週間、3水準で温度処理を行った。電照期間中の管理は、昼12時間（7～19時）夜10時間（20～6時）、昼温が定植から3週間は25℃、その後1週間は30℃、夜温が15℃とした。消灯後の日長は、昼10時間（8～18時）夜12時間（19～7時）とした。温度処理期間が終了した8月21日に15cm径ポリ鉢に鉢替え、鉄骨硬質フィルムハウス内のベンチに移動し、試験1と同条件で開花まで管理した。

両年とも試験規模は1区当たり24株とした。

3 時期別の夜間冷房処理と奇形花発生程度（試験3）

時期別の夜間冷房処理が奇形花発生程度および切り花品質に及ぼす影響を明らかにするため、2019年にヒートポンプを用いて試験を行った。試験区として、夜間冷房処理時期が消灯前4週間、消灯前後各2週間、消灯後4週間および対照として無処理区を設けた。6月5日に挿し芽した発根苗を6月18日に15cm径プラスチック製スリット鉢に1鉢当たり1株定植し、鉄骨硬質フィルムハウス内の高さ20cmのベンチに株間15cm、条間15cm、6条で配置した。暗期中断は赤色LEDを土表面から120cmの高さに設置して行った。夜間冷房処理は、ハウス内に設置したシェード装置で被覆したトンネル内で実施した。夜間冷房処理期間は、消灯前4週区が7月11日～8月8日、消灯前後各2週区が7月25日～8月22日、消灯後4週区が8月8日～9月5日であった。冷房は設定温度を23℃、冷房時間を12時間（18～6時）とした。気温はおんどりを土表面から100cmの高さに設置して測定した。試験規模は1区当たり36～48株とした。

4 消灯前後各2週間の夜間冷房処理と奇形花発生程度（試験4）

消灯前後各2週間の夜間冷房処理が奇形花発生程度および切り花品質に及ぼす影響を明らかにするため、2020年にヒートポンプを用いて地床栽培による試験を行った。試験区として、冷房処理区および無処理区を設けた。6月4日に挿し芽した発根苗を6月18日に13.5cm角5目フラワーネットの中央1条を除き1目当たり2株定植した（栽植密度は現地慣行の48千本/10aに準じた）。暗期中断は赤色LEDを土表面から150cmの高さに設置して行った。夜間冷房処理は、消灯2週間前の7月23日

から消灯2週間後の8月20日まで、試験3と同様に鉄骨硬質フィルムハウス内に設置したシェード装置で被覆したトンネル内で実施した。試験規模は1区当たり40株の3反復とした。

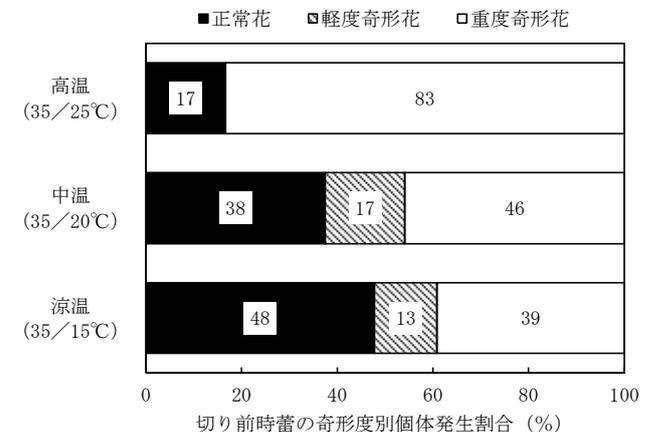
5 収益性の試算

ヒートポンプを使用した夜間冷房処理の収益性を明らかにするため、消灯前後各2週間の夜間冷房処理区と無処理区の10a当たりの販売金額および夜間冷房のランニングコストを試算した。規格別の出荷本数は、試験4をもとに決定した出荷割合に、栽植本数48千本/10aを乗じて算出した。販売金額は、出荷本数にJAふくおか八女の八女電照菊部会における2020年10月の規格別平均単価を乗じて算出した。冷房コストは、九州電力（株）の低圧季時別電力プランで算出し、電気基本料金に使用料金を加算した。使用料金は、ダイキン工業株式会社のシミュレーション値に基づくヒートポンプの消費電力量に、電力料金単価を乗じて算出した。試算条件は、間口6m、奥行40m、軒高2.25m、棟高3.5mの2連棟ハウスにヒートポンプ（本試験で使用したものと同機種）を2台設置し、夜間冷房時は軒高までカーテンで覆うと想定した。

結果

1 電照期間中の夜温と奇形花発生程度（試験1）

温度処理期間中における人工気象器内の夜温（18～6時）は、高温区が24.9～25.5℃、中温区が20.3～21.3℃、涼温区が13.1～15.4℃であった。平均夜温は、高温区が25.1℃、中温区が20.7℃、涼温区が14.6℃であった。平均昼温は、高温区が35.0℃、中温区が34.6℃、涼温区が34.9℃であった。



第2図 電照期間中の夜温と切り前時蕾の奇形度別発生割合（試験1）

1) 調査日：2019年9月14日～10月6日

切り前時蕾の奇形度別発生割合を第2図に示す。正常花の発生割合は涼温区が48%、中温区が38%、高温区が17%で、夜温が低いほど高かった。軽度奇形花の発生割合は中温区が17%で最も高く、涼温区が13%、高温区が0%で最も低かった。重度奇形花の発生割合は高温区が83%、中温区が46%、涼温区が39%で夜温が低いほど低かった。

第1表 電照期間中の夜温と切り前までの所要日数および切り花品質（試験1）

試験区	温度処理		切り前までの 所要日数 ²⁾	切り花品質							
	昼 (°C)	夜 (°C)		切り花長 (cm)	切り花重 (g)	葉数 (枚)	柳葉数 (枚)	切り前時蕾の 平均扁平度 ³⁾			
高温	35	25	55	76.7	b ⁵⁾	93.3	b	51.2	2.3	1.381	a
中温	35	20	56	85.0	a	92.9	b	52.7	2.5	1.176	b
涼温	35	15	56	87.6	a	101.0	a	53.2	2.3	1.135	b
分散分析 ⁴⁾			n. s.	**	*	n. s.	n. s.	**			

1) 調査日：2018年8月2日～8月17日

2) 消灯日からの所要日数

3) 切り前時の蕾の長径/短茎で算出

4) 分散分析により，**：1%，*：5%水準で有意差あり，n. s.：有意差なし

5) Tukeyの多重比較検定により，同列英異文字間に5%水準で有意差あり

第2表 消灯後の夜温と切り前までの所要日数および切り花品質（試験2）

試験区	温度処理		切り前までの 所要日数 ²⁾	切り花品質							
	昼 (°C)	夜 (°C)		切り花長 (cm)	切り花重 (g)	葉数 (枚)	柳葉数 (枚)	切り前時蕾の 平均扁平度 ³⁾			
高温	30	25	58	58.3	b ⁵⁾	52.4	b	45.4	1.8	1.044	
中温	30	20	59	64.9	a	53.5	ab	44.2	1.5	1.032	
涼温	30	15	60	68.5	a	58.1	a	43.4	2.0	1.028	
分散分析 ⁴⁾			n. s.	**	*	n. s.	n. s.	n. s.			

1) 調査日：2019年9月21日～10月13日

2) 消灯日からの所要日数

3) 切り前時の蕾の長径/短茎で算出

4) 分散分析により，**：1%，*：5%水準で有意差あり，n. s.：有意差なし

5) Tukeyの多重比較検定により，同列英異文字間に5%水準で有意差あり

第3表 夜間冷房処理時期と切り前までの所要日数および切り花品質（試験3）

冷房時期	切り前までの 所要日数 ²⁾	切り花品質								
		切り花長 (cm)	切り花重 (g)	葉数 (枚)	柳葉数 (枚)	切り前時蕾の 平均扁平度 ³⁾				
消灯前4週	47	82.8	b ⁵⁾	88.7	ab	60.3	2.3	ab	1.065	
消灯前後各2週	48	86.2	a	92.7	a	61.3	2.1	ab	1.057	
消灯後4週	47	82.9	ab	84.3	bc	61.5	2.0	b	1.057	
無処理	48	76.7	c	82.4	c	62.1	2.4	a	1.074	
分散分析 ⁴⁾		n. s.	**	**	n. s.	*	n. s.			

1) 調査日：2019年9月27日～10月7日

2) 消灯日からの所要日数

3) 切り前時の蕾の長径/短茎で算出

4) 分散分析により，**：1%，*：5%水準で有意差あり，n. s.：有意差なし

5) Tukeyの多重比較検定により，同列英異文字間に5%水準で有意差あり

切り前までの所要日数および切り花品質を第1表に示す。消灯から切り前までの所要日数は55～56日で、試験区間に有意な差はなかった。切り花長は涼温区が87.6cm、中温区が85.0cmで、いずれも高温区の76.7cmに比べて有意に長かった。切り花重は涼温区が101.0gで、高温区の93.3g、中温区の92.9gに比べて有意に重かった。葉数、柳葉数は、試験区間に有意な差はなかった。切り前

時蕾の平均扁平度は涼温区が1.135、中温区が1.176で、いずれも高温区の1.381に比べて有意に小さかった。

2 消灯後の夜温と奇形花発生程度（試験2）

消灯後の昼温を35°C設定とした2018年の試験では、消灯から5週間後の発蕾株率は、高温区が25.0%、中温区が37.5%、涼温区が45.8%で夜温が低いほど高かったが、いずれの区も未発蕾の株が全体の5割以上であったため、

試験を中止した。

消灯後の昼温を 30℃設定とした 2019 年の試験では、温度処理期間中における人工気象器内の夜温は、高温区が 23.4～25.3℃、中温区が 17.5～20.0℃、涼温区が 12.9～14.9℃であった。平均夜温は、高温区が 25.1℃、中温区が 19.9℃、涼温区が 14.8℃であった。平均昼温は、高温区が 29.5℃、中温区が 30.0℃、涼温区が 29.5℃であった。

切り前時蕾の奇形度別発生割合を第 3 図に示す。正常花の発生割合は、中温区および涼温区が 100%であったのに対し、高温区は 94%であった。軽度奇形花の発生割合は、高温区が 6%であったのに対し、中温区および涼温区では発生しなかった。重度奇形花は、いずれの区においても発生しなかった。

切り前までの所要日数および切り花品質を第 2 表に示す。消灯から切り前までの所要日数は 58～60 日で、試験区間に有意な差はなかった。切り花長は涼温区が 68.5cm、中温区が 64.9cm で、いずれも高温区の 58.3cm に比べて有意に長かった。切り花重は涼温区が 58.1g で、中温区の 53.5g とは差がなく、高温区の 52.4g に比べて有意に重かった。葉数、柳葉数は、試験区間に有意な差はなかった。切り前時蕾の平均扁平度は 1.028～1.044 で、試験区間に有意な差はなかった。

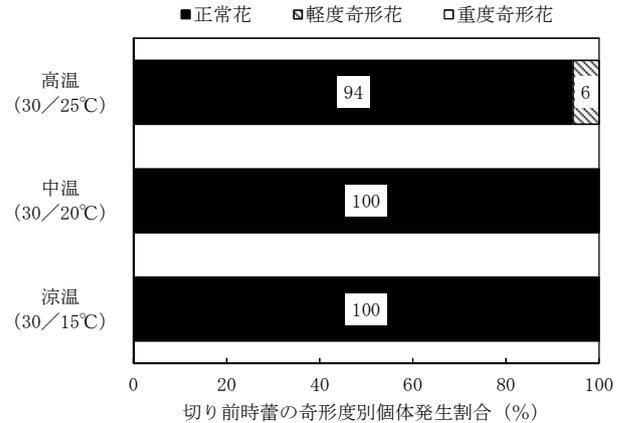
3 時期別の夜間冷房処理と奇形花発生程度 (試験 3)

冷房処理期間中の平均夜温は、消灯前 4 週区が 22.3℃、同期間の無処理区が 26.2℃、消灯前後各 2 週区が 22.1℃、同期間の無処理区が 26.9℃、消灯後 4 週区が 22.4℃、同期間の無処理区が 25.2℃であった。同様に平均昼温は、消灯前 4 週区が 31.2℃、無処理区が 31.6℃、消灯前後各 2 週区が 32.4℃、無処理区が 33.0℃、消灯後 4 週区が 29.2℃、無処理区が 29.9℃であった。

切り前時蕾の奇形度別発生割合を第 4 図に示す。正常花の発生割合は消灯前後各 2 週区が 88%で最も高く、次いで消灯後 4 週区が 83%、消灯前 4 週区が 81%、無処理区が 74%で最も低かった。軽度奇形花の発生割合は消灯前後各 2 週区が 12%で最も高く、次いで消灯後 4 週区が 10%、消灯前 4 週区が 8%、無処理区が 6%で最も低かった。重度奇形花の発生割合は無処理区が 20%で最も高く、次いで消灯前 4 週区が 11%、消灯後 4 週区が 7%、消灯前後各 2 週区が 0%で最も低かった。

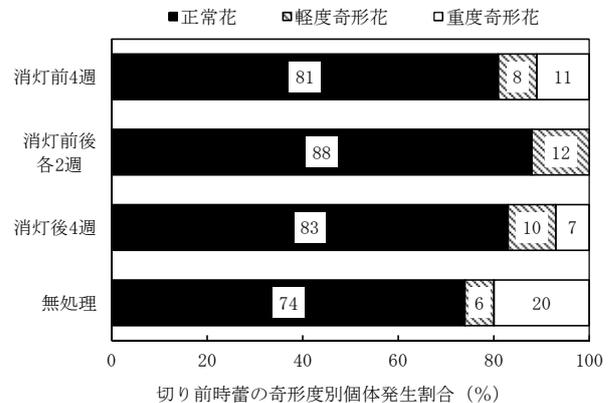
切り前までの所要日数および切り花品質を第 3 表に示す。消灯から切り前までの所要日数は 47～48 日で、試験区間に有意な差はなかった。切り花長は消灯前後各 2 週区が 86.2cm、消灯後 4 週区が 82.9cm、消灯前 4 週区が 82.8cm で、いずれの区も無処理区の 76.7cm に比べて有意に長かった。切り花重は消灯前後各 2 週区が 92.7g、消灯前 4 週区が 88.7g で、無処理区の 82.4g に比べて有意に重かった。葉数は 60.3～62.1 枚で、試験区間に有意な差はなかった。柳葉数は消灯後 4 週区が 2.0 枚で、消灯前後各 2 週区の 2.1 枚および消灯前 4 週区の 2.3 枚区

とは差がなく、無処理区の 2.4 枚に比べて有意に少なかった。切り前時蕾の平均扁平度は 1.057～1.074 で、試験区間に有意な差はなかった。



第 3 図 消灯後の夜温と切り前時蕾の奇形度別発生割合 (試験 2)

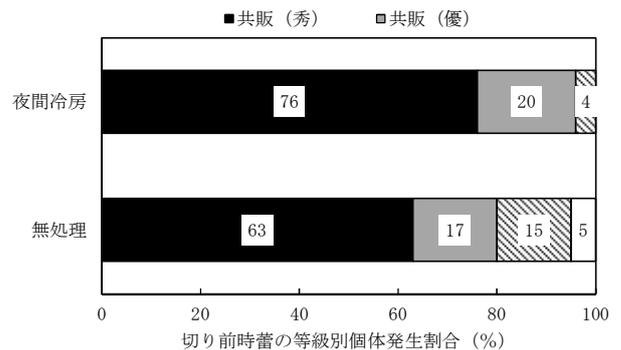
1) 調査日：2019 年 9 月 14 日～10 月 6 日



第 4 図 夜間冷房処理時期と切り前時蕾の奇形度別発生割合 (試験 3)

1) 調査日：2019 年 9 月 20 日～9 月 30 日

2) 夜間 (18～6 時) 冷房設定温度：23℃



第 5 図 消灯前後各 2 週間の夜間冷房処理と切り前時蕾の等級別発生割合 (試験 4)

1) 調査日：2020 年 9 月 26 日～10 月 5 日

2) 夜間 (18～6 時) 冷房設定温度：23℃

第4表 消灯前後各2週間の夜間冷房処理と切り前までの所要日数および切り花品質（試験4）

試験区	切り前までの		切り花品質			
	所要日数 ²⁾	切り花長	切り花重	葉数	柳葉数	切り前時蕾の平均扁平度 ³⁾
	(日)	(cm)	(g)	(枚)	(枚)	
夜間冷房	56	93.1	68.6	54.4	1.7	1.037
無処理	57	85.5	54.4	52.9	2.4	1.061
t検定 ⁴⁾	n. s.	**	**	**	**	**

1) 調査日：2020年10月3日～10月12日

2) 消灯日からの所要日数

3) 切り前時の蕾の長径/短茎で算出

4) t検定により，**：1%水準で有意差あり，n. s.：5%水準で有意差なし

第5表 10a当たりの販売金額と夜間冷房のランニングコストの試算（試験4）

試験区	等級	出荷内訳			合計販売金額	販売金額 増加額 (a)	出荷経費 増加額 ³⁾ (b)	冷房 コスト ⁴⁾ (c)	所得増加額 (a-b-c)
		出荷割合	出荷本数 ¹⁾	販売金額 ²⁾					
		(%)	(千本)	(千円)	(千円)	(千円)	(千円)	(千円)	
夜間冷房	共販（秀）	76	36	2,554	3,197	406	61	107	238
	共販（優）	20	10	576					
	個販	4	2	67					
無処理	共販（秀）	61	29	2,050	2,791				
	共販（優）	17	8	490					
	個販	15	7	252					

1) 栽植本数48千本/10a×出荷割合で算出

2) 出荷区分別の切り花単価は，共販（秀）70円/本，共販（優）60円/本，個販35円/本とした

3) 出荷経費増加額は出荷本数が増加した分の市場手数料，農協手数料，パテント，運賃，出荷資材経費および集出荷経費をもとに算出

4) 冷房コストは九州電力（株）低圧季節別電力プランの電気基本料金+使用料金で試算

電気基本料金は75,240円（12kW，5か月），

使用料金は消費電力量2,556kWh×電気料金単価12.6円/kWh（18～22時：16.7円，22～6時：10.5円），

消費電力量は，ダイキン工業（株）のシミュレーション値に基づき算出

4 消灯前後各2週間の夜間冷房処理と奇形花発生程度（試験4）

冷房処理期間中の平均夜温は，夜間冷房区が23.1℃で，無処理区の26.8℃に比べて3.7℃低かった。平均昼温は，いずれの区も32.7℃であった。

切り前時蕾の等級別発生割合を第5図に示す。共販（秀）および共販（優）の発生割合の合計は夜間冷房区が96%で，無処理区の80%に比べて高かった。個販の発生割合は夜間冷房区が4%で，無処理区の15%に比べて低かった。規格外の発生割合は無処理区が5%であったのに対し，夜間冷房区では発生しなかった。

切り前までの所要日数および切り花品質を第4表に示す。消灯から切り前までの所要日数は，夜間冷房区が56日，無処理区が57日で，有意な差はなかった。切り花長は夜間冷房区が93.1cmで，無処理区の85.5cmに比べて有意に長かった。切り花重は夜間冷房区が68.6gで，無処理区の54.4gに比べて有意に重かった。葉数は夜間冷房区が54.4枚で，無処理区の52.9枚に比べて有意に多かった。柳葉数は夜間冷房区が1.7枚で，無処理区の2.4枚に比べて有意に少なかった。切り前時蕾の平均扁平度

は夜間冷房区が1.037で，無処理区の1.061に比べて有意に小さかった。

5 収益性の試算

10a当たりの切り花の販売金額と消灯前後各2週間の夜間冷房のランニングコストの試算を第5表に示す。合計販売金額は，夜間冷房区は3,197千円で無処理区の2,791千円より406千円増加した。一方，夜間冷房区は出荷経費が61千円，夜間冷房のランニングコストが107千円増加した。よって，夜間冷房による所得増加額は238千円と試算された。

考 察

本研究では，「精の一世」の奇形花対策のため，効率的な夜間冷房処理方法を明らかにすることを目的に，電照期間中および消灯後のそれぞれの期間の夜温の違いが奇形花発生および切り花品質に及ぼす影響を検討した。また，消灯前後の短期間（4週間）における夜間冷房が「精の一世」の奇形花発生および切り花品質に及ぼす影響について検討し，ヒートポンプによる夜間冷房処理の収益

性の試算を行った。

電照期間中の高温の影響について、本試験では、「精の一世」において重度奇形花の発生割合は、電照期間中の昼温が 35℃のとき、夜温が 25, 20, 15℃と低くなるほど低下した。國武ら (2005) は、「岩の白扇」では、電照期間中の昼温 35℃以上、夜温 25℃以上で奇形花が増加するが、夜温 20℃では奇形花の発生割合は低かったことを報告している。このように、「精の一世」と「岩の白扇」の奇形花発生に関する電照期間中の温度反応は類似していたことから、「精の一世」の奇形花発生要因が「岩の白扇」と同様であることが示唆された。

消灯後の高温の影響について、本試験では、消灯後の昼温が 35℃のとき、夜温 20℃もしくは 15℃で半数以上の株が発蕾に至らなかった。一方、昼温 30℃では順調に発蕾し、夜温に関わらず奇形花がほとんど発生しなかった。西尾・福田 (1984) は、秋ギクでは消灯前後の昼温を 35℃に設定すると開花遅延あるいは開花率の低下が発生することを報告している。以上のことから、電照期間中および消灯後のいずれにおいても 35℃以上の昼温が花芽分化や花芽形成に影響を及ぼしていると示唆された。昼温 35℃以上の場合、電照期間中では夜温を下げることで昼温の影響をある程度軽減できると考えられるが、夜温 15℃でも重度奇形花が約 4 割発生しており、その効果が十分とはいえない。一方、消灯後では夜温を下げて 35℃以上の昼温の影響を低減できないことが示唆され、昼温を 30℃程度に下げることが有効だと思われる。これらのことから、奇形花の発生を抑制するためには、昼温をできる限り抑える栽培管理が前提であると考えられる。

切り前時蕾の奇形度以外の切り花品質について、本試験では、電照期間中もしくは消灯後の夜温が低いほど切り花長は長く、切り花重は重くなり、切り花品質が向上した。酒井ら (2015) は、バラ「ローテローゼ」において、夜間冷房により収量が増加し、上位階級割合が向上したと報告しており、これは夜温低下による夜間の呼吸速度の低下および早朝の見かけの光合成速度の向上が要因であると推察している。このことから、夜間冷房による「精の一世」の切り花品質向上は、夜間の呼吸速度低下により呼吸基質の消耗が抑制されたためと考えられる。

栽培期間中の処理時期別の夜間冷房処理効果について、本試験では、冷房コストの低減を目的に、冷房期間を消灯前 4 週間、消灯前後各 2 週間、消灯後 4 週間に限定して、冷房温度を野村ら (2014) と同じ 23℃設定で、夜間冷房の奇形花発生軽減効果を検討した。その結果、正常花の発生割合は、消灯前後各 2 週区が最も高く、次いで消灯前 4 週区および消灯後 4 週区が同等で、無処理区が最も低かった。野村ら (2014) は、「精の一世」では電照期間中と消灯後とで夜間冷房の奇形花発生軽減効果は同等であると報告している。本試験でも、電照期間中である消灯前 4 週区と消灯後である消灯後 4 週区で奇形花発生軽

減効果は同様であり、野村らの報告と一致した。また、重度奇形花の発生割合は、無処理区が 20%、消灯前 4 週区および消灯後 4 週区でも 10%前後であったのに対し、消灯前後各 2 週区では認められなかった。野村ら (2014) は、電照期間中の高温遭遇により成長点の変形が起きたとしても、消灯後 2 週間程度の夜間冷房を行うことによって奇形花の発生をある程度軽減できるとしている。このことから、消灯前 4 週区より消灯前後各 2 週区で正常花の発生割合が向上し、重度奇形花が減少したのは、電照期間中の夜間冷房処理では抑制しきれなかった成長点の変形が、消灯後 2 週間の夜間冷房で抑制された結果、奇形花の発生が減少したためと推察される。さらに、消灯前後各 2 週区は、正常花の発生割合が最も高く、重度奇形花が発生しなかったことに加え、切り花長および切り花重が最も大きく、2020 年の地床栽培でも無処理区と比べてすべての項目で切り花品質に優れた。以上のことから、夜間冷房の期間は、消灯を中心に前後を含めて設定することが重要であると考えられ、その期間を 4 週間に短縮する場合は、消灯前後各 2 週間が適していると判断される。

以上のことから、夏秋系白輪ギク「精の一世」の 9 月下旬出荷作型において、消灯前後各 2 週間のみの夜間冷房を行うことで奇形花の発生が軽減され、切り花品質が向上することが明らかになった。今後は、さらなる冷房コスト削減に向けて、冷房期間の短縮および冷房処理温度の検討や、冷房効率を高める技術の開発が必要である。

引用文献

- 國武利浩・松野孝敏・西島隆明 (2005) 夏秋ギク「岩の白扇」の奇形花発生に及ぼす高温遭遇時期と温度条件. 九農研 67:184.
- 西尾譲一・福田正夫 (1984) 秋ギクの花芽分化期前後の昼温が開花に及ぼす影響. 愛知県農業総合試験場研究報告 16:173-177.
- 野村浩二・渡邊孝政・伊藤健二 (2014) 夏秋ギク「精の一世」の夜間冷房及び遮光処理が奇形花の発生に及ぼす影響. 愛知県農業総合試験場研究報告 46:87-94.
- 農林水産省 (2020) 作況調査 (花き).
https://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/sakkyou_kaki/index.html#y.
- 酒井友幸・佐藤武義・永峯淳一・伊藤政憲 (2015) 夏秋季の夜間冷房がバラの切り花収量と光合成速度に及ぼす影響. 山形県農業研究報告 7:65-71.
- 矢野志野布 (2017) 夏秋ギク (精の一世) の技術体系. 農業技術体系花卉編. 農山漁村文化協会, 東京. 第 6 巻:384 の 12.
- 米倉 悟・西尾譲一・小久保恭明 (2001) キク「岩の白扇」における奇形花の発生要因. 愛知県農業総合試験場研究報告 33:207-214.