

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

野村浩二¹⁾・渡邊孝政¹⁾・伊藤健二¹⁾

摘要：夏秋系輪ギク「精の一世」の9月開花作型における奇形花発生の抑制を目的に、ヒートポンプによる23℃夜間冷房処理及び遮光率54.2%の寒冷紗による遮光処理の影響について調査した。

夜間冷房処理により奇形花の発生は抑制され、開花は早くなり、草丈は高くなった。奇形花の抑制効果は、夜間冷房期間の長い方が高かった。夜間冷房を行う時間帯について検討したところ、前夜半冷房の電力消費量が全夜間冷房の約67%に対し、前夜半冷房の正常花率は全夜間冷房の約95%であったので、前夜半冷房の費用対効果が高かった。

奇形花の発生は遮光処理によっても抑制され、遮光処理時期別では生育全期間処理が最も効果的であった。しかし、遮光なしに比べて開花が2日遅れる欠点があった。

キーワード：キク、精の一世、奇形花、夜間冷房、遮光

Effects of Night-Air Cooling and Shading on the Occurrence of Malformed Flowers in the Summer-autumn-flowering single-type cv. Sei no issei

NOMURA Kouji, WATANABE Takamasa and ITOU Kenji

Abstract: We investigated the effects of night-air cooling at 23°C and shading at a ratio of 54.2% on the occurrence of malformed flowers, flowering periods and stem elongation in the summer-autumn-flowering single-type cv. Sei no Issei. We conducted our study in September, by using a heat pump unit for cooling and cheesecloth for shading.

We showed that night-air cooling resulted in lower occurrence of malformed flowers, an earlier flowering period, and a longer stem length. The effect of night-air cooling varied according to the duration of cooling. The cost-effectiveness of cooling during the first half of the night was high, because electricity consumption during this period was approximately 67% of the consumption when cooling was conducted throughout the night, moreover, the flowering rate was 94.6% of that obtained when cooling was conducted throughout the night.

We further showed that the occurrence of malformed flowers was inhibited by shading during all of the growth periods. However, shading delayed the flowering period by 2 days.

Key Words: Chrysanthemum, Sei no issei, Malformed flower, Air cooling, Shading

¹⁾ 東三河農業研究所

緒言

「精の一世」は有限会社精興園が2010年に品種登録した夏秋系輪ギクである。2009年頃から生産量が増加し、現在ではそれまで主流であった「岩の白扇」に替わり夏秋系輪ギクの主要品種となっている¹⁾。

しかし、「精の一世」は夏季高温期を経過する8月下旬～10月中旬の開花作型において、花が楕円状になる奇形花が発生するほか(図1)、茎の伸長不良や開花遅れなどの問題も発生している。

奇形花は「岩の白扇」においても発生することが知られており、多くの研究者により研究が進められた。これらの研究結果によると、奇形花の発生には親株育成時、栄養成長期間及び花芽分化期における高温の影響が大きいと指摘されている²⁻⁵⁾。

「精の一世」と「岩の白扇」の奇形花発生時期はいずれも9月開花前後であるため、「精の一世」の奇形花発生には「岩の白扇」と同様の要因が関係していると思われるが、明らかになっていない。

そこで、9月開花作型における「精の一世」の栽培において、ヒートポンプによる夜間冷房処理ならびに遮光処理が奇形花発生に及ぼす影響を調査したので報告する。

材料及び方法

供試品種は「精の一世」を用いた。

試験はすべてガラス温室で行い、冷房は温室に設置したヒートポンプ(5馬力 パッケージエアコンFDUVP1403H3、三菱重工業株式会社、東京)により、夜間23℃設定で行った。温室は常時25℃設定で換気したが、



図1 「精の一世」の奇形花

夜間冷房中は天窗、側窓を閉め、保温カーテンは特に示さない限り、夜間冷房時間帯に閉じた。また、消灯後はシェードカーテンの開閉により、12時間日長(6時～18時)とした。

試験は以下の4試験を行った。各試験の栽培概要は表1に示したが、共通する栽培様式は株間7.5 cm、4条植えの無摘心栽培とした。

調査項目は、温室内気温、奇形花の程度別発生割合、消灯時及び開花時の草丈と節数、開花時の柳葉数と花首長、切り花調整重とした。奇形花の程度は、開花直前の蕾について、円形又は楕円形の短径と長径の比率(短径÷長径×100)を測定して扁平率を算出し、さらに扁平率90%以上で「正常」、80%以上90%未満を「軽度」、70%以上80%未満を「中程度」、70%未満を「重度」と4段階に分類して示した。なお、蕾や花が二股に分かれたものは「重度」に含めた。

試験1 栽培期間中の全期間夜間冷房処理の効果

試験区は夜間冷房の有無により2区設けた。夜間冷房は、消灯前の6月16日から7月28日は19時～5時、消灯後の7月28日から9月28日は18時～6時に行った。無処理区の夜温は成り行きとした。試験は地床栽培で行い、試験規模は各区220株で、反復なしとした。

試験2 栽培期間中の処理時期別の夜間冷房処理効果

試験区は夜間冷房処理時期の違いにより①全期間、②消灯前、③消灯後、④無処理の4区を設けた。夜間冷房は、消灯前の6月16日から7月28日は19時～5時、消灯後の7月28日から9月28日は18時～6時に行った。無処理区の夜温は成り行きとした。試験はプランターを用いて行い、試験規模は10株植えのプランターを各区15個(150株)とし、反復なしとした。

試験3 処理時間帯別の夜間冷房処理効果

試験区は夜間冷房時間帯の違いで①前夜半、②全夜間の2区を設けた。夜間冷房時間帯は、前夜半冷房区は消灯前の6月19日から8月2日は19時～0時、消灯後の8月2日から9月18日は18時～0時とし、全夜間冷房区は消灯前の6月19日から8月2日は19時～5時、消灯後の8月2日から9月18日は18時～6時とした。前夜半冷房区の後夜半は冷気を保つため保温カーテンを閉じたままとした。試験は地床栽培で行い、試験規模は各区200株で、反復なしとした。

試験4 栽培期間中の処理時期別の遮光処理効果

遮光処理は遮光率22%の白色寒冷紗を2枚重ねて使用した。寒冷紗はキク茎頂部の30～40 cm上部に被覆した。試験区は遮光処理時期の違いにより①全期間、②消灯前、③遮光なしの3区を設けた。全期間遮光区は6月16日から9月10日まで、消灯前遮光区は6月16日から7月28日まで遮光を行った。試験は地床栽培で行い、試験規模は各区220株とし、反復なしとした。

試験区の照度、寒冷紗下の気温及び葉面温度は7月15

表1 各試験の栽培概要

試験番号	挿し芽日	直挿し日	定植日	消灯日
試験1	—	2011年6月2日	—	7月28日
試験2	2011年6月2日	—	2011年6月16日	7月28日
試験3	—	2013年6月5日	—	8月2日
試験4	—	2011年6月2日	—	7月28日

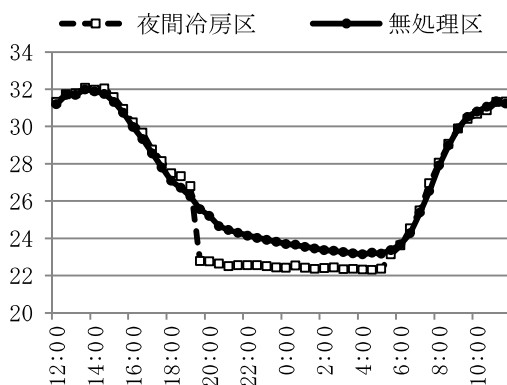


図2 各試験区の平均室内気温（試験1）

- 1) 冷房期間は6/16～9/28とした。
- 2) 冷房時間は7/28（消灯日）以前が19時～5時、消灯日以降は18時～6時とした。

日午前11時30分に測定した。葉面温度は放射温度計（ミノルタ株式会社、大阪）を、照度は照度計（横河M&C株式会社、東京）を用いて測定した。

試験結果

試験1 栽培期間中の全期間夜間冷房処理の効果

夜間冷房区の夜温は冷房開始後1時間30分～2時間30分で設定温度の23℃近くまで低下し、冷房終了時まで23℃より少し低い温度を維持できた。夜間冷房区は無処理区より、冷房開始時で約3℃、冷房終了時で約1℃低かった（図2）。

奇形花の発生割合は軽度、中程度及び重度のいずれも夜間冷房区で低く、夜間冷房区の正常花率は78.5%で、無処理区の58.7%より19.8%高かった（図3）。

到花日数は夜間冷房区が無処理区よりも4日早かった。草丈は夜間冷房区が高く、節数、切り花重には有意な差がなかった（表2）。

試験2 栽培期間中の処理時期別の夜間冷房処理効果

試験区の温度推移は、消灯前においては全期間冷房区と消灯前冷房区、消灯後冷房区と無処理区はそれぞ

れ差がなく、全期間冷房区は無処理区より約1～3℃低く推移した（図4）。消灯後においては全期間冷房区と消灯後冷房区、消灯前冷房区と無処理区はそれぞれ差がなく、全期間冷房区は無処理区より1～3℃低く推移した（図5）。

正常花率は全期間夜間冷房区の76.5%が最も高かった。消灯前と消灯後の夜間冷房区では、正常花率はそれぞれ71.9%、72.2%であった（図6）。

到花日数は全期間夜間冷房区で最も少なく、次いで消灯後夜冷区が少なかった。夜間冷房処理を行った試験区では、消灯時及び開花時草丈が有意に高く、節数、切り花重には有意な差が認められなかった（表3）。

試験3 処理時間帯別の夜間冷房処理効果

前夜半冷房区の温度推移は、前夜半は全夜間冷房区と差がなかったが、後夜半には全夜間冷房区より1～2℃程度高く推移した（図7）。

前夜半冷房区の冷房に要した総電力使用量は、全夜間冷房区の約66.9%であった（図8）。

全夜間冷房区と前夜半冷房区の正常花率はそれぞれ87.5%、82.8%であり、4.7%の差があった（図9）。

到花日数は前夜半冷房区が全夜間冷房区より1日多かった。草丈は全夜間冷房区の方が有意に高かった。消灯時節数は有意に前夜半冷房区が多かったが、消灯後増加節数、切り花重には試験区間に有意な差がなかった（表4）。

試験4 栽培期間中の処理時期別の遮光処理効果

遮光処理区の水平照度は寒冷紗を2枚重ねて使用した結果、遮光なし区の45.8%であった。遮光処理区における成長点付近の気温は遮光なし区より約1.3℃低く、成長点付近の葉面温度は約6℃低かった（表5）。正常花率は全期間遮光区が78.3%で最も高く、無処理区は58.7%で最も低かった（図10）。

到花日数は遮光なし区と消灯前遮光区が同じ52日で、全期間遮光区は54日と2日多くなった。さらに、遮光処理は切り花品質に影響し、開花時草丈は全期間遮光区で最も高くなった。また、柳葉数については、遮光なし区に比べ全期間遮光区で有意に少なくなった。節数、切り花重には有意な差がなかった（表6）。

表2 夜間冷房の有無と生育、開花及び切り花品質（試験1）

試験区	到花 日数	草丈 (cm)		節数		節間長 (cm)	柳葉 数	花首長 (mm)	90cm切り花 調整重 (g)
		消灯時	開花時	開花時	増加量 ¹⁾				
夜間冷房	48	80.9	123.4	69.1	28.0	1.8	2.5	24	81.8
無処理	52	77.0	111.5	68.7	28.7	1.6	2.7	19	82.3
t 検定 ²⁾		*	*					*	

1) 節数の増加量は、消灯後に増加した節数を示す。

2) * : 5%水準で有意差あり。

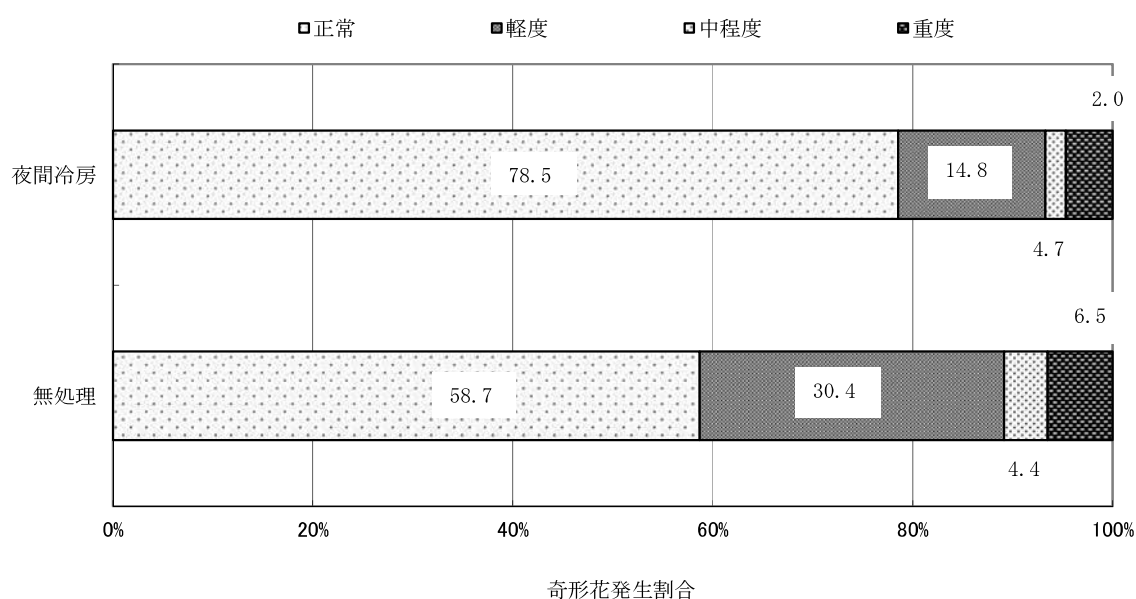


図3 夜間冷房の有無と奇形花発生割合（試験1）

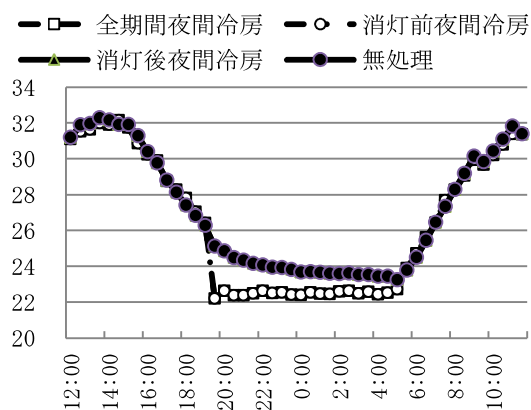


図4 各試験区の栄養成長期における平均室内気温（試験2）

- 1) 冷房期間は6/16～7/28とした。
- 2) 冷房時間は19時～5時とした。

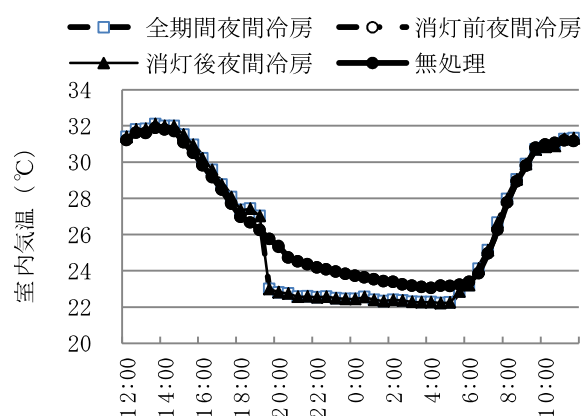


図5 各試験区の生殖成長期における平均室内気温（試験2）

- 1) 冷房期間は7/28～9/28とした。
- 2) 冷房時間は18時～6時とした。

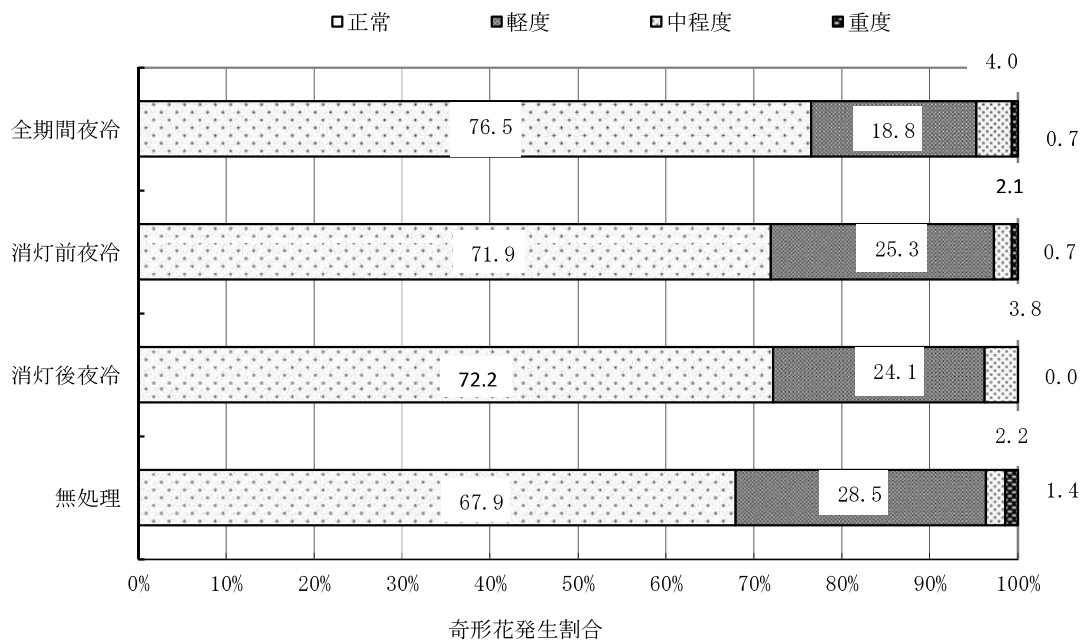


図6 夜間冷房処理時期と奇形花発生割合 (試験2)

表3 夜冷時期の違いと生育、開花及び切り花品質 (試験2)

試験区	到花日数	草丈(cm)		節数			節間長(cm)	柳葉数	花首長(mm)	80cm切り花調整重(g)
		消灯時	開花時	消灯時	開花時	増加量 ¹⁾				
全期間夜冷	43	61.9 a ²⁾	91.1 a	34.4 a	60.7 a	26.3 a	1.5 a	2.0 a	12.9 a	78.6 a
消灯前夜冷	46	62.6 a	89.3 a	34.7 a	61.6 a	26.9 a	1.4 a	2.1 a	14.9 a	79.6 a
消灯後夜冷	44	57.2 b	88.2 a	37.1 a	63.7 a	26.6 a	1.4 a	2.0 a	12.8 a	79.4 a
無処理	48	58.0 b	84.7 b	40.3 a	69.1 a	28.8 a	1.2 a	2.5 a	23.8 a	81.8 a

1) 節数の増加量は、消灯後に増加した節数を示す。

2) Tukeyの多重検定により、異符号間に5%レベルで有意差あり。

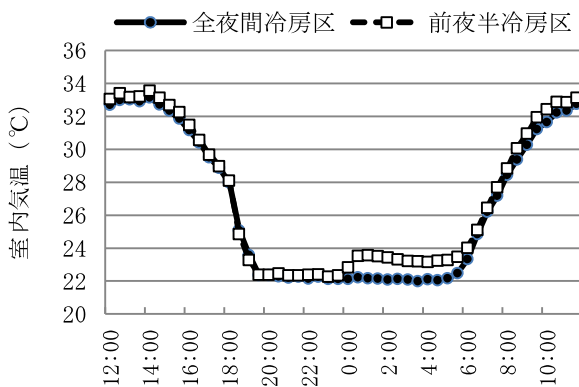


図7 各試験区の平均室内気温 (試験3)

1) 冷房期間は6/19～9/18とした。

2) 冷房時間は8/2 (消灯日) 以前は19時～5時、消灯日以降は18時～6時とした。

3) 前夜半と後夜半の境は0時とした。

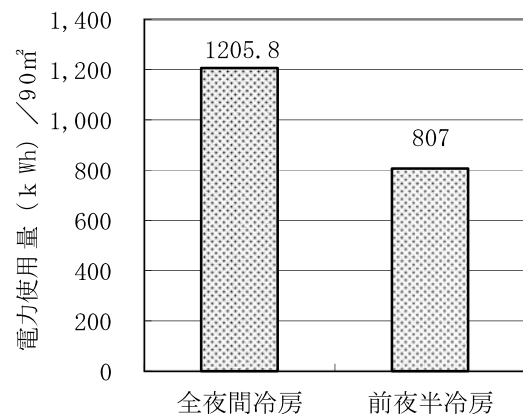


図8 夜冷時間帯別の総電力使用量 (試験3)

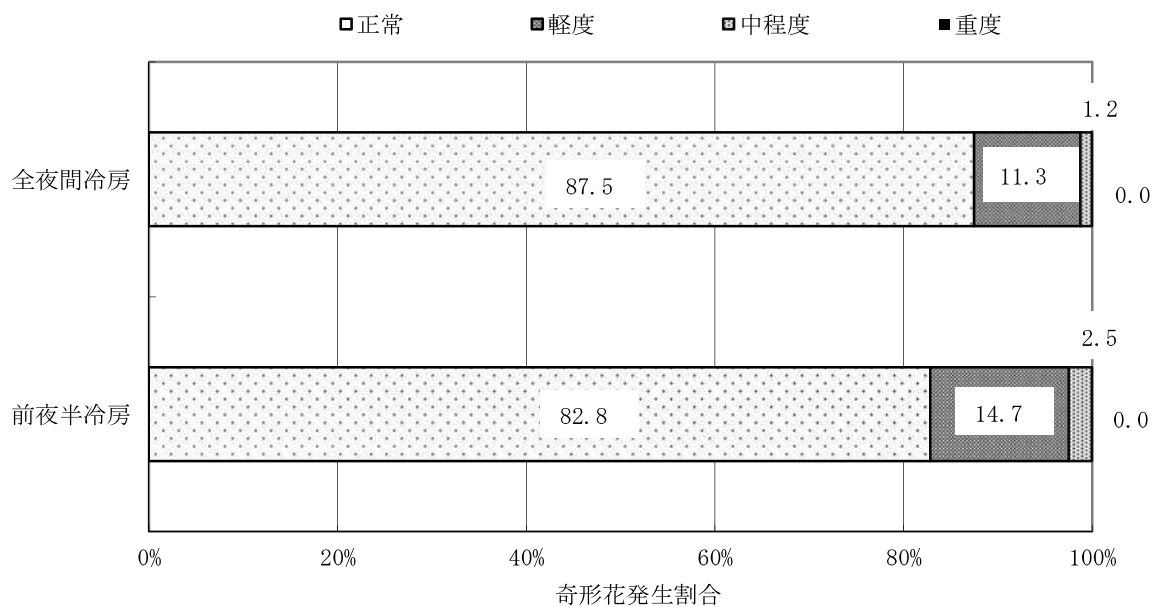


図9 夜間冷房時間帯と奇形花発生割合 (試験3)

表4 夜間冷房処理時期と生育、開花及び切り花品質 (試験3)

試験区	到花 日数	草丈 (cm)		節数		柳葉数	花首長 (mm)	90cm切り花 調整重 (g)
		消灯時	開花時	消灯時	消灯後 ¹⁾			
前夜半冷房区	49	61.7	102	34.1	29.2	3.3	20.5	79.4
全夜間冷房区	48	71.6	107.7	31.1	28.1	2.6	21.3	78.6
t検定 ²⁾		*	*	*				

1) 節数の消灯後は、消灯後に増加した節数を示す。

2) * : 5%水準で有意差あり。

表5 遮光の有無による茎頂付近の照度、気温及び葉面温度 (試験4)

処理	茎頂付近の測定値		
	照度 (lx)	気温 (°C)	葉面温度 (°C)
遮光あり ¹⁾	43,500	34.1	29.5
遮光なし	80,300	35.4	35.5

1) 全期間遮光区および消灯前遮光区を示す。

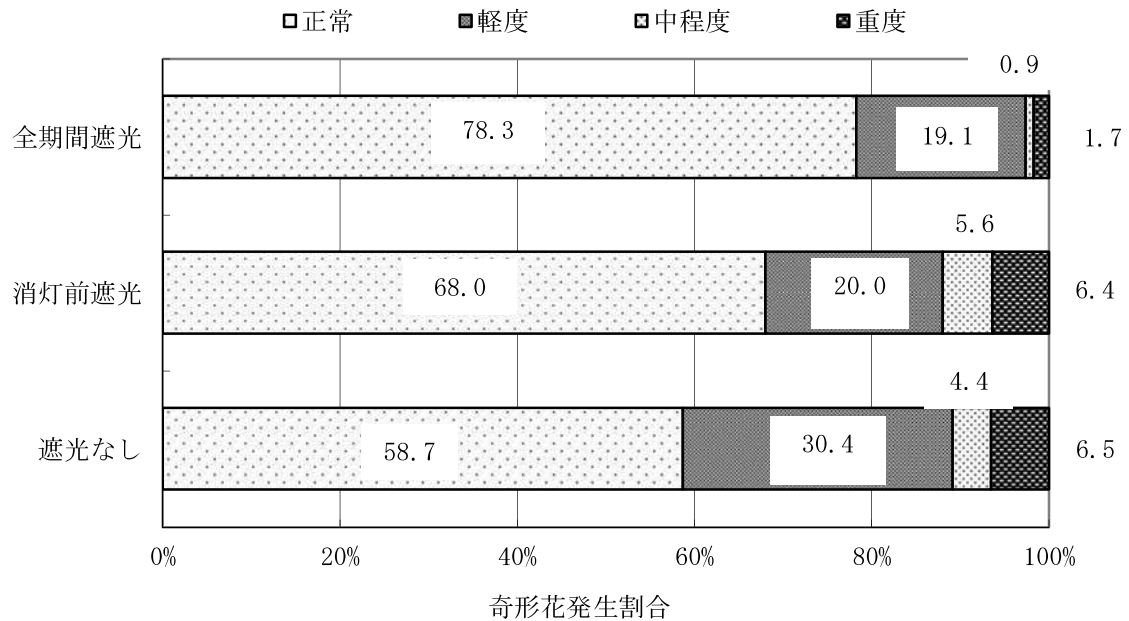


図10 遮光処理時期と奇形花発生割合 (試験4)

表6 遮光処理時期の違いと生育、開花及び切り花品質 (試験4)

試験区	草丈		節数			節間長 (mm)	柳葉 数	花首長 (mm)	90cm切り花 調整重(g)
	消灯時	開花時	消灯時	開花時	増加量 ¹⁾				
全期間遮光	78.5	118.8	38.3	65.0	26.7	1.8	2.1	22	71.0
消灯前遮光	78.3	112.5	37.5	64.7	27.2	1.7	2.6	21	77.2
遮光なし	77.0	111.5	40.0	68.7	28.7	1.6	2.7	19	82.3

1) 節数の増加量は、消灯後に増加した節数を示す。

2) Tukeyの多重検定により、異符号間に5%レベルで有意差あり。

考 察

キク生産は周年出荷が基本である。そのため冬季の低温、寡日照や夏季の高温、強日射を克服しなければならない。特に夏季では施設内で40℃を超えることもあり、キクにとって適した環境とはいえない。

米倉ら²⁾は「岩の白扇」の奇形花発生には栄養成長期または花芽分化期で40℃で発生が顕著と報告している。また国武ら⁴⁾は、栄養成長期間の昼温35℃以上、夜温が25℃以上で奇形花が増加すると報告している。

本試験において、夜間冷房により夜温を25℃前後から23℃程度にすることで、また遮光処理により葉面温

度を35.5℃から29.5℃に下げることによって奇形花発生率が半減した。これにより、「精の一世」の奇形花発生要因が「岩の白扇」と同等であることが示唆された。

「精の一世」の9月開花作型における生育期間で最も気温が高いのは8月上中旬である。愛知県豊橋市における8月上中旬の最高、最低気温は過去3カ年平均で34.1℃、22.6℃である⁶⁾。さらに、ハウスなどの施設内では外気温より2～3℃程度高く推移するのが通常であることから、「精の一世」の9月開花作型の栽培温度は最高温度35℃以上、最低温度25℃以上になる時期があるため、奇形花が発生しやすいものと考えられる。

栽培期間中の夜間冷房の時期について検討した試験2では、栄養成長期間と生殖成長期間とで夜間冷房の奇形花抑制効果はほとんど変わらなかった。そのため、

本試験では夜間冷房時期による差はないと考えられたが、国武ら⁴⁾によると「岩の白扇」は栄養成長期間に高温遭遇した場合に、消灯時の成長点が不整形に肥大化して、その結果、花床部が変形して奇形花となると推察している。本試験においても、栄養成長期間の夜間冷房処理によって奇形花が抑制できたが、これは、「岩の白扇」と同様に、消灯時にはすでに成長点の変形が生じていたものと推察される。

また、花芽分化期の夜間冷房においても奇形花抑制効果が認められた。花芽分化、発達の過程で花床の形が完全に決定する時期については不明である。花芽の形成は、消灯のおよそ15日後には小花形成期まで至るとされている⁷⁾。小花形成期は花床の上に小花が形成する時期と考えると、小花形成期まで至れば、花床のさらなる変形はないものと思われる。よって、栄養成長期に遭遇した高温により成長点の変形がある程度起きるとしても、消灯から2週間程度夜間冷房を行うことで奇形花の発生をある程度抑制できるものと考えられる。

試験1及び試験2の夜間冷房区及び無処理区について、試験温度はいずれも差はなかったが、奇形花発生率は試験1が高かった。試験1と試験2の異なる点は栽培床の違いと植え付け方法の違いである。この点に関しては、永吉⁸⁾は、栽培方法が「岩の白扇」の奇形花発生に及ぼす影響について、開花がやや遅れる栽培方法で奇形花の発生が多いと報告している。夜間冷房の処理時期について検討した試験2ではプランター栽培を行ったが、プランター栽培では根域が制限されるためか、多くの場合草勢が弱く、開花も早くなる傾向がある。これらのことから、試験1と試験2での奇形花発生率の違いは、主に栽培床の違いに起因するものと考えられる。

夜間冷房を行った試験1～試験3において、夜間冷房の期間や時間が長い方が草丈が有意に高くなったが、その理由は夜間冷房により生育の不適温期間・時間が短くなったからと考えられる。

夜間冷房時間帯の検討では、全夜間冷房区と前夜半冷房区の効果が同等であることを仮定して試験を行ったが、全夜間冷房区の奇形花抑制効果の方が高かった。しかし、電力使用量は前夜半冷房区で少なかったため、奇形花抑制の観点では、全夜間冷房が優れるが、経営コストを考慮すると、前夜半冷房が適していると考えられる。

また、遮光処理によって奇形花発生率は低下したが、遮光処理により室内温度は1.3℃しか下がらなかったのに対し、葉面温度は6℃も下がったため、奇形花抑

制には葉面温度の低下が効果的であったと考えられる。到花日数が増え、草丈が低くなる欠点はあるが、ヒートポンプ運転の電力費用は不要なので、費用対効果から遮光処理は奇形花発生率軽減に非常に有効である。さらに、本試験ではガラス温室内で遮光処理を行ったが、温室の外側で遮光することで、より効率的に葉面温度が下がり、奇形花抑制効果がより高まるものと考えられる。

奇形花の程度は、本試験では「正常」、「軽度」、「中程度」、「重度」の4段階で示したが、花形の扁平程度は咲き進んだ状態でより大きくなる。そのため、生産現場で「軽度」の奇形花でも出荷時に等級を下げているのが現状である。つまり、奇形花の抑制技術は生産農家の所得拡大のみならず、産地の信頼確保に必要であると思われる。

以上、夜間冷房および遮光が「精の一世」の奇形花を抑制することを明らかにした。今後は、「岩の白扇」と同様に、奇形花の発生が少ない系統の選定が望まれる。

引用文献

1. 市村一雄. 花き流通最新の動向. 花き研報 Bull. Natl. Inst. Flor. Sci. 13, p.6 (2013)
2. 米倉悟, 西尾譲一, 小久保恭明. キク「岩の白扇」における奇形花の発生要因. 愛知農総試研報. 33, 207-214(2001)
3. 青木献, 福田正夫, 西尾譲一. 夏秋ギク「岩の白扇」の奇形花発生に対する親株養成期及び定植期以降の温度の影響. 愛知農総試研報. 34, 177-182(2002)
4. 国武利浩, 松野孝敏, 西島隆明. 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. 九州農業研究. 九州農業試験研究機関協議会. 67, 184(2005)
5. 本間義之. パット&ファンと遮光によるキク「岩の白扇」の奇形花発生抑制. 園芸学雑誌. 70別1, 310(2001)
6. 気象庁. 過去の気象データ. 各種データ・資料. <http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php> (2014. 5. 20参照)
7. 岡田正順. 菊の柳芽に関する研究 (第一報). 園芸学会雑誌. 18, 226-232(1949)
8. 永吉実孝. 穂の前歴や栽培法が「岩の白扇」の奇形花発生に及ぼす影響. 九州農業研究. 九州農業試験研究機関協議会. 62, 216 (2000)