温度が夏秋ギク ‘精雲’ の開花遅延と貫生花の発生に及ぼす影響および 貫生花発生率の減少対策

谷川孝弘*・松井 洋・小林泰生

福岡県農業総合試験場 818-8549 福岡県筑紫野市大字阿志岐

Effects of Temperatures on Delayed Flowering and Production of Proliferate Inflorescence and Methods of Reducing Proliferate Capitula in Summer-to-autumn-flowering *Chrysanthemum morifolium* Ramat. ‘Seiun’

Takahiro Tanigawa*, Hiroshi Matsui and Yasuo Kobayashi

Fukuoka Agricultural Research Center, Chikushino, Fukuoka 818-8549

Abstract

To clarify the temperatures responsible for delayed flowering and the production of proliferate inflorescences (i.e. capitula with involucre bracts borne among the ray and disc florets) in summer-to-autumn-flowering *Chrysanthemum morifolium* Ramat. ‘Seiun’, the effects of a range of day and night temperature regimes, and exposure to high temperatures at different stages of floral development, on flowering and inflorescence characteristics were investigated. Rooted cuttings of ‘Seiun’ were planted on early-June and grown with the night-break treatment to maintain vegetative growth in a greenhouse. Subsequently, the plants were transferred to phytotron rooms on June 19 and were grown at six constant day (6:00–18:00)/night (18:00–6:00) temperature regimes in short days. In addition, plants were subjected to high-temperature treatment of 35/25°C for two weeks at four temporal stages: from the end of night-break treatment (ENBT), from two to four weeks after the ENBT, from four to six weeks after the ENBT, and from six to eight weeks after the ENBT. The plants bearing proliferate capitula were counted when the number of involucre bracts in the capitulum exceeded 25. Flowering of ‘Seiun’ was delayed in plants grown in short days at a day temperature of 30°C or more, or at a night temperature of 20°C or more. Proliferate capitula were formed in plants exposed to a high day or night temperature exceeding 35°C or 25°C, respectively, during the period from two to four weeks after ENBT (at the late stage of involucre formation or early stage of floret formation). As a practical application, involucre inflorescences of plants in summer-to-autumn-flowering ‘Seiun’ could be reduced using cheesecloth to achieve a 50% cut of daylight in the greenhouse for 3 weeks from ENBT.

Key Words : chrysanthemum, flower bud development, involucre bract, malformed flower

キーワード : 花芽発達, キク, 奇形花, 総苞片

緒 言

1960年代当初, わが国におけるキク切り花の8～9月出し栽培では, 施設内の気温が高いことから, ヨーロッパのような秋ギク品種を用いたシェード栽培(短日処理)では切り花品質が低下することが問題であった(Kawata, 1978). このような状況を踏まえ, 長野県の小井戸は, 短日処理を行わなくても自然日長下で正常に開花する夏秋ギク品種を初めて作出した. 川田ら(1987)は, 夏秋ギク品種が質的短日植物であること, 施設内で長日処理(電照抑制栽培)を行うことにより開花調節が可能であることを明らかにし, 現在の夏秋ギク品種を用いた6～9月出し栽培の基礎的指針となった.

夏秋ギク品種の中で, 花色が白色で一輪ギクの‘精雲’は1970年代に作出され, 夏季の施設内の高温条件下で比較的正常に開花する品種として注目を浴びた. ‘精雲’は, 電照抑制栽培により6～9月出荷までの作型に対応した生産が可能であることから, 全国的に作付けが拡大した. 1980年代に入ると, 当時の秋ギク‘秀芳の力’を用いた電照抑制栽培による10～5月出荷および‘精雲’を用いた6～9月出荷との輪作により, わが国で初めて施設栽培によるキクの周年生産体系が成立した.

しかし, ‘精雲’を用いた8月下旬～9月出荷の作型において, 西南暖地における施設栽培では, 開花期の遅延や頭花内の舌状花の中に総苞片が混在する貫生花の発生(第1図)が多発し, 問題となった. 伊藤ら(1996)は, 貫生花の発生は定植後の摘心から電照打ち切りまでの期間が45日を超えると著しく増加すること, また夜間の高温よりも日中の高温が大きく関与している可能性を示唆した. しかし,

2008年12月29日 受付. 2009年4月14日 受理.

* Corresponding author. E-mail: tanigawa@farc.pref.fukuoka.jp

Fig. 1 The normal and the proliferate capitula produced in a summer-to-autumn-flowering *Chrysanthemum* 'Seiun': Left, normal flower; Center, proliferate flower with involucre bracts formed among the ray and disc florets; Right, proliferate flower with involucre bracts and ray florets formed again among the disc florets.

貫生花が増加する具体的な高温域や高温遭遇と花芽発達時期との関係については明らかにされていない。また当時、黄色系の夏秋ギク‘天寿’の施設栽培においても貫生花の発生が認められた。そこで佐々木ら（2000）は、6および7月出荷のシェード栽培において、花芽の発達段階で総苞形成後期から花卉形成前期における30℃以上の高温遭遇が大きく関与していることを明らかにした。

2000年代以降、‘精雲’は側枝の発生が多く、芽摘み労力が多大であること、また葉が折れやすいといった欠点などから、夏秋ギクの主要品種が側枝数の少ない‘岩の白扇’や‘フローラル優香’に替わりつつある。しかし、‘フローラル優香’においても貫生花の発生が認められることから、これら夏秋ギク品種の貫生花の発生要因およびその対策技術を確認することは非常に重要な課題と位置づけられる。そこで本報では、高温期に貫生花の発生しやすい‘精雲’を用い、ファイトロン内の精密に制御された温度条件下において、貫生花が多発する温度域および花芽の生育段階との関係について検討し、キクの切り花産地で採用できる貫生花発生率の減少対策を試みた。

材料および方法

1. 共通する材料および方法

夏秋ギク‘精雲’を供試した。1998年3月3日に親株をビニルハウス内に定植し、白熱灯（75 W、（株）東芝ライティック）を用いて親株上部の光合成有効放射束密度が最低 $5 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 以上になるように設定し、22:00～2:00まで夜間の暗期中断により花芽分化を抑制した。3月17日および4月15日に摘心し、5月14日に親株から採穂した。これらの挿し穂を本葉3枚、長さ約7 cmに調整し、ボラ砂を用土として温室内に挿し芽し、ミスト散水により発根させた。挿し芽2週間後に1栽培箱（長さ60 cm×幅18 cm×深さ15 cm）当たり10株ずつ定植した。用土は、田土、メトロミックス350（Sun Gro Horticulture Distribution Inc. USA）、腐葉土およびボラ砂をそれぞれ容量比で5:2:2:1に混合して用いた。それぞれの栽培箱に、1箱当たり緩効性肥料（N:P₂O₅:K₂O=13:16:10、（株）チッソ旭、ロングトータル花き1号、100日タイプ）を30 gずつ施用し、朝1回の灌水を行

行った。定植直後から75 W白熱灯を用いて親株と同様の暗期中断（22:00～2:00）を行い、5週間後に電照を打ち切った。処理は3反復とし、それぞれ開花日、電照打ち切り後から開花までの増加葉数、開花時の舌状花数、筒状花数および頭花内の総苞片数を調査した。貫生花の発生率は、キク産地で秀品から除外される事例を参考に、1頭花内に25枚以上の総苞片が混在した場合を貫生花株として算出した。

2. 電照打ち切り後の昼／夜温が開花と開花時の形質に及ぼす影響（実験1）

5月28日に定植し、暗期中断を行った後、6月18日に電照を打ち切った。翌日から栽培箱を自然光型ファイトロンに搬入し、自然日長下で昼（6:00～18:00）/夜温（18:00～6:00）を25/15℃、27.5/17.5℃、30/20℃、30/25℃、35/20℃および35/25℃として開花まで栽培した。ファイトロン内の温度は、昼／夜温ともに±1℃の範囲内で制御した。

3. 電照打ち切り後4段階の花芽発達時期における高温が開花と開花時の形質に及ぼす影響（実験2）

実験1と同日に電照を打ち切り、翌日からファイトロンに搬入して自然日長とした。高温として昼（6:00～18:00）/夜温（18:00～6:00）を35/25℃に設定し、2週間の高温を以下の4段階の発育時期に遭遇させた。（Weeks 0～2）：電照打ち切り翌日～2週間後まで、（Weeks 2～4）：電照打ち切り2～4週間後まで、（Weeks 4～6）：電照打ち切り4～6週間後まで、（Weeks 6～8）：電照打ち切り6～8週間後まで、の4処理である。高温処理の期間以外は、すべて20/15℃の室内で開花まで管理した。対照として、電照打ち切り翌日から開花まで20/15℃一定で栽培する区を設けた。20/15℃一定条件の株について、1週間ごとに実体顕微鏡を用い、剥皮法により花芽の発達段階を岡田（1963）に準じて6株ずつ調査した。

4. 電照打ち切り後のハウスの遮光期間が開花と頭花の形質に及ぼす影響（実験3）

6月22日に栽培箱に定植し、ビニルハウス内に置き、暗

Fig. 2 Air temperature in the greenhouse in which *C. morifolium* 'Seiun' was grown under shading treatment or untreated (ambient) condition during fine weather on August 10.

期中断を行って7月27日に電照を打ち切った。遮光率50%のダイオネットを用いてハウスの上部から遮光し、電照打ち切り翌日から2, 3および4週間遮光する区および対照区として遮光処理を行わない合計4処理区を設定し、開花まで栽培した。遮光したハウス内の気温は、電照打ち切り2週間後の8月10日において、無遮光のハウスと比較して10:00～18:00にかけて3～5°Cの範囲で低下し、最高気温が35°Cを超えることはなかった(第2図)。それに対して無遮光ハウスでは、35°C以上の高温が約4.5時間継続した。最低気温はいずれも約26°Cであった。また、同日13:00の日射量は、ハウス外部の最高で約100 klxであり、ビニル被覆と遮光処理によりハウス内の日射量の最高は約40 klxであった。

結 果

1. 電照打ち切り後の昼/夜温が開花と開花時の形質に及ぼす影響(実験1)

8月1日における開花状況を第3図に示す。開花までの到花日数は、電照打ち切り後の生育温度によって48.2～79.5日と大きな差が認められた(第1表)。到花日数が最も短かったのは、27.5/17.5°Cおよび25/15°Cのそれぞれ48.2日および48.7日で、これらの温度より昼/夜温ともに高くなるほど到花日数が長くなった。電照打ち切り後から開花までに増加した葉数(増加葉数)は、25/15°C, 27.5/17.5°Cおよび30/20°Cで8.6～9.9枚の範囲で、この間の有意差は認められなかった。それに対して、35/20°C, 30/25°Cおよび35/25°Cでは17.2～19.3枚と大きく増加したが、これら3処理間の有意差は認められなかった。舌状花数は、25/15°Cおよび27.5/17.5°Cでそれぞれ243.2および263.5枚と全処理区内で最も少なく、30/20°C, 35/20°C, 30/25°Cおよび35/25°Cで296.1～320.7枚と増加した。筒状花数は、25/15°Cおよび27.5/17.5°Cでそれぞれ95.6および82.0枚と最も多く、次いで30/20°Cおよび35/20°Cの25.5および19.3枚と減少した。30/25°Cおよび35/25°Cでは筒状花が存在しなかった。舌状花数と筒状花数と

Fig. 3 Effects of constant day (6:00–18:00)/night (18:00–6:00) temperature regimens on flowering of a summer-to-autumn-flowering *Chrysanthemum morifolium* ‘Seiun’. Clockwise from the upper-left: 35/20°C, 30/25°C, 35/25°C, 30/20°C, 27.5/17.5°C and 25/15°C. The photographs were taken on August 1.

を合計した総小花数は、25/15°C, 27.5/17.5°Cおよび30/20°Cで338.8～345.5枚の範囲であったのに対し、35/20°C, 30/25°Cおよび35/25°Cでは312.2～320.7枚となり、高温ほど減少する傾向が認められた。

頭花内の総苞片数は、25/15°C, 27.5/17.5°Cおよび30/20°Cでは3.3～7.2枚の範囲で少なかったのに対し、35/20°C, 30/25°Cおよび35/25°Cでは96.8～112.7枚と大きく増加した。貫生花の発生は、25/15°C, 27.5/17.5°Cおよび30/20°Cではまったく認められなかった。それに対して35/20°C, 30/25°Cおよび35/25°Cではすべての株が貫生花となった。

Table 1 Effects of day (6:00–18:00)/night (18:00–6:00) temperatures after the end of night-break treatment on the flowering and inflorescence characteristics of the summer-to-autumn-flowering *Chrysanthemum morifolium* ‘Seiun’.

Temperature treatment (Day/Night, °C)	Days to flowering in short days	Increase in leaf number in short days	Number of florets		Number of involucral bracts in the capitulum	Proportion of plants with proliferate capitula ^z (%)
			Ray florets	Disk florets		
25/15	48.7 d ^y	8.6 b	243.2 b	95.6 a	5.2 b	0.0
27.5/17.5	48.2 d	9.7 b	263.5 b	82.0 a	3.3 b	0.0
30/20	55.4 c	9.9 b	315.4 a	25.5 b	7.2 b	0.0
35/20	65.1 b	17.4 a	296.1 a	19.3 b	96.8 a	100.0
30/25	66.4 b	17.2 a	320.7 a	0.0 c	100.3 a	100.0
35/25	79.5 a	19.3 a	312.2 a	0.0 c	112.7 a	100.0
Analysis of variance ^x	**	**	**	**	**	

^z Plants with proliferate capitula were counted when the number of involucral bracts among the ray or disc florets exceeded 25.

^y Mean separation within the column by Tukey’s HSD test, 5% level.

^x ** indicates significant difference at $P < 0.01$.

2. 電照打ち切り後4段階の花芽発達時期における高温が開花と開花時の形質に及ぼす影響 (実験2)

電照打ち切り翌日から20/15°Cで栽培した場合の花芽の発達には、岡田 (1963) の区分に準じると、電照打ち切り1週間後で成長点膨大期、2週間後で総苞形成後期から小花形成前期、3週間後では花卉伸長開始期から花卉伸長中期、4週間後では花卉伸長後期で発蕾が認められた (第4図)。8月1日における温度処理間の開花の状況を第5図に示す。到花日数は、対照区の20/15°C一定で51.2日であったのに対し、高温 (35/25°C) 遭遇時期によって51.2～60.0日の範囲で差が認められた (第2表)。到花日数が最も短かったのはWeeks 6～8とWeeks 4～6の51.2日および51.8日で、いずれも対照区と有意差がなかった。それに対してWeeks 0～2では56.3日と長くなり、Weeks 2～4では60.6日と最も長くなった。電照打ち切り後から開花までの増加葉数は、対照区の11.0枚と比較して、Weeks 0～2では14.4枚と、ほかの処理と比較して多かった。舌状花数は対照区の165.2枚に対し、Weeks 2～4では337.8枚で、ほかの処理よりも多かった。筒状花数はWeeks 2～4でのみ24.2枚と最も少なく、ほかの処理では128.5～153.1枚の範囲で増加した。頭花内の総苞片数は、対照区の0.8枚に対し、Weeks 2～4では56.0枚と最も多くなり、すべての株が貫生花となった。そのほかの処理では0～3.3枚の範囲で少なく、貫生花の発生は認められなかった。

3. 電照打ち切り後のハウスの遮光期間が開花と開花時の形質に及ぼす影響 (実験3)

電照打ち切り翌日からハウスに50%遮光のダイオネットを被覆した場合の到花日数は、遮光なしの対照区で46.2日であったのに対し、遮光2および3週間ではそれぞれ46.4および47.2日で、対照区との有意差が認められなかった (第3表)。それに対し、4週間の遮光では49.6日と開花期が遅れた。開花までの増加葉数も同様の傾向で、遮光なしの10.8枚に対し、3週間までの遮光では差がなかったが、4週間遮光では12.8枚と有意に増加した。頭花内の総苞片数は、対照区の23.4枚に対し、遮光2週間では19.8枚と少なく、遮光3週間および4週間ではそれぞれ11.2および12.4枚とさらに少なくなった。貫生花の発生率は、対照区で13.4%であったのに対し、2週間遮光で7.2%、3および4週間遮光ではそれぞれ1.8および2.5%に減少した。

考 察

キク切り花の周年生産にとって、定植から出荷に至るまでの栽培期間を想定することは、施設の利用効率や計画的生産の面から重要なことである。秋ギク品種については、10月から翌年5月までの出荷において、電照打ち切り時期と加温する温度条件によって計画出荷がほぼ可能となっている。それに対して、5～9月出荷を目的とした夏秋ギク生産では、その年の気象条件によって開花期が遅延することがあり、計画的出荷を行う上で問題となっている。

Fig. 4 Stages of inflorescence-bud development over time from the end of night-break treatment in plants grown at a constant day (6:00–18:00)/night (18:00–6:00) temperature regimen of 20/15°C in the summer-to-autumn-flowering *Chrysanthemum morifolium* 'Seiun'. Developmental stage of inflorescence bud (following Okada, 1963): 1, Vegetative stage; 2, Growing-point expanding stage; 3, Early stage of involucre formation; 4, Late stage of involucre formation; 5, Early stage of floret formation; 6, Late stage of floret formation; 7, Early stage of petal formation; 8, Intermediate stage of petal formation; 9, Late stage of petal formation. Vertical bars on the line represent the SE (n = 6).

Fig. 5 Effects of high temperature treatment, for two weeks after the end of night-break treatment at different stages of inflorescence bud development, on flowering of plants grown under a constant day (6:00–18:00)/night (18:00–6:00) temperature regimen of 35/25°C for two weeks in the summer-to-autumn-flowering *Chrysanthemum morifolium* 'Seiun'. The upper left: From the end of night-break treatment (ENBT) to flowering (control), from the ENBT (0–2 W), from two to four weeks after the ENBT (2–4 W). Lower left: From four to six weeks after the ENBT (4–6 W) and from six to eight weeks after the ENBT (6–8 W). Photographs were taken on August 1.

Table 2 Effects of the timing of high-temperature treatment of 35/25°C for two weeks during short days on the flowering and inflorescence characteristics in a summer-to-autumn-flowering *Chrysanthemum morifolium* ‘Seiun’.

Temperature treatment ^z	Days to flowering in short days	Increase in leaf number in short days	Number of florets		Number of involucre bracts in the capitulum	Proportion of plants with proliferate capitula ^y (%)
			Ray florets	Disk florets		
Control	51.2 c ^x	11.0 b	165.2 b	128.5 a	0.8 b	0.0
Weeks 0 ~ 2	56.3 b	14.4 a	141.3 b	153.1 a	3.3 b	0.0
Weeks 2 ~ 4	60.0 a	11.3 b	337.8 a	24.2 b	56.0 a	100.0
Weeks 4 ~ 6	51.8 c	9.6 b	144.5 b	138.7 a	0.3 b	0.0
Weeks 6 ~ 8	51.2 c	10.1 b	168.4 b	149.0 a	0.0 b	0.0
Analysis of variance ^w	**	*	**	**	**	

^z Control indicates that plants were grown at constant day (6:00–18:00)/night (6:00–18:00) temperature of 20/15°C (control); Weeks 0 ~ 2, Weeks 2 ~ 4, Weeks 4 ~ 6, and Weeks 6 ~ 8 indicate that plants were grown at 35/25°C from the start of short days (SSD), from two to four weeks after the SSD, from four to six weeks after the SSD, and from six to eight weeks after the SSD, respectively. Before and after the high temperature treatment, the plants were grown at 20/15°C until flowering.

^y Plants with proliferate capitula were counted when the number of involucre bracts among the ray or disc florets exceeded 25.

^x Mean separation within the column by Tukey’s HSD test, 5% level.

^w **, * indicate significant difference at $P < 0.01$, and 0.05, respectively.

Table 3 Effects of terms of shading treatment on the flowering and inflorescence characteristics in summer-to-autumn-flowering *Chrysanthemum morifolium* ‘Seiun’.

Terms of shading treatment ^z (weeks)	Days to flowering in short days	Increase in leaf number in short days	Number of involucre bracts in the capitulum	Proportion of plants with proliferate capitula ^y (%)
Control	46.2 b ^x	10.8 b	23.4 a	13.4
2	46.4 b	11.2 b	19.8 b	7.2
3	47.2 b	11.4 b	11.2 c	1.8
4	49.6 a	12.8 a	12.4 c	2.5
Analysis of variance ^w	*	*	**	

^z Shading treatment using cheesecloth 50% cut daylight started on the next day of the end of long-day treatment.

^y Plants with proliferate capitula were counted when the number of involucre bracts among the ray or disc florets exceeded 25.

^x Mean separation within the column by Tukey’s HSD test, 5% level.

^w **, * indicate significant difference at $P < 0.01$, and 0.05, respectively.

キクの花芽形成に対する最適温度は、主として欧米での研究により、50°F (10°C) (Cathey, 1955), 最低 60°F (15.6°C) (Post, 1947), 17 ~ 21°C (Furuta・Nelson, 1953; de Jong, 1978), 22/18°C (Bonaminio・Larson, 1980), 20/20°C (de Lint・Heij, 1987), 17/18°C (Karlssohn ら, 1989), 21/17°C (Wilkins ら, 1990) および 18 ~ 22°C (Hiden・Larsen, 1994) など多くの報告がある。しかし、わが国の 8 ~ 9 月出荷を目的とした作型での電照打ち切り時期 (6 月中旬 ~ 7 月下旬) における施設内温度はいずれもこれらを上回っている。Cathey (1954a, b) によると、花芽分化開始後 ~ 開花までの日数は、それぞれ夜間一定の 60°F (15.6°C) で最も早くなり、80°F (26.7°C) の気温はスプレーギク ‘Yoder Brothers’ の開花を遅らせた。また花芽の発達には昼温よりも夜温が重要であること (Cockshull・Kofranek, 1994) などが報告されている。

一方、一輪咲きのわが国の品種を用いた研究では、花芽分化の高温の限界温度は 35 ~ 40°C の範囲にあるとされる (岡田, 1963)。その後、近年育成された夏秋ギク品種の花芽分化および発達のための適温域に関しては、ほとんど報

告がない。本実験で、電照打ち切り後の昼温 25 ~ 27.5°C、夜温 15 ~ 17.5°C の範囲では、これらよりも高い温度域と比較して開花までの日数が短かったことから、夏秋ギク ‘精雲’ の花芽分化・発達の適温域はこれらの範囲内、もしくはこれらよりも低い温度域にあると想定される。30/20°C 以上の温度では開花期が遅れ、35/20°C あるいは 30/25°C では 30/20°C と比較してさらに開花期が遅れたことから、昼温または夜温が一定であっても、いずれか一方が高くなると花芽分化あるいは花芽の発達が遅延することが明らかとなった。

また、電照打ち切り翌日から 2 週間後または電照打ち切り 2 週間後 ~ 4 週間後にかけて 35/25°C の高温に遭遇すると、20/15°C と比較して開花が遅れた。しかし、4 週間後以降の高温遭遇は、対照区との開花期の差が認められなかったことから、花卉伸長後期以降の高温遭遇は、花芽の発達速度に対して影響しなかったものと考えられる。このことは、わが国の夏秋ギク品種はヨーロッパにおける品種と比較して、高温に強い特性を有することを示している。わが国の

夏秋ギク品種の作出過程においては夏季の高温に強い系統を目的として選別され、反対にヨーロッパで用いられている秋ギクに属する品種では、冬季の低日照下における生育・開花促進を育種目標として選抜されたこと (de Jong, 1978, 1981) の結果であろうと思われる。

花芽分化・発達に対する高温遭遇時期と電照打ち切り後の増加葉数との関係を詳細にみると、35/25°C では、35/20°C および 30/25°C と比較して葉数が 2 枚程度増加したのに対し、開花期は 10 日以上遅れた。‘精雲’の場合、葉数が 1 枚展開するのに必要な日数は、温度によっても異なるが、伊藤ら (1996) の報告から約 2 日間であることがよみとれる。このことから、35/25°C の高温は、花芽分化開始後の発達速度を大きく抑制したものと考えられる。さらに高温遭遇による開花期の遅れは、電照打ち切り 2～4 週間後の期間で約 9 日と最も大きかったが、花卉伸長後期以降の高温遭遇は対照区と比較して開花期の遅れを生じなかった。このことは、高温遭遇による開花期の遅延は、花芽分化開始～花卉伸長中期までの期間で最も影響を受けやすいことを示している。

キクの花芽形成では、花芽分化開始後に総苞が形成された後、頭花内に最初に舌状花が形成され、好適な条件下ではその内部に筒状花が発達するのが正常な发育過程である (Harris ら, 1991; Popham・Chan, 1952)。夏秋ギク‘精雲’において、高温下で栽培するほど舌状花数が増加し、筒状花数が減少したことは、本種の花芽の発達にとって昼温 25～27.5°C、夜温 15～17.5°C はこれ以上の温度よりも好適な条件であったことを裏付ける結果と考えられる。さらに、舌状花数と筒状花数とを合計した総小花数は、昼温 35°C 以上または夜温 25°C 以上で減少する傾向が認められた。このことは、高温は頭花内の総小花数にも影響することを示している。

貫生花の発生は、気温 35/20°C、30/25°C および 35/25°C の条件下ですべての株に認められた。またこれらの温度範囲では、頭花内の総苞片数に有意差がなく、いずれも約 100 枚の総苞片が形成された。伊藤ら (1996) が同じ‘精雲’を供試した実験では、施設内の気温を 40/16°C と 40/25°C とで比較し、貫生花発生に対する処理の差がほとんどなかったことから、昼温の影響が夜温よりも大きいと報告している。しかし、ファイトトン内での本実験結果から、‘精雲’の場合には高昼温および高夜温はいずれも貫生花の発生を促し、それぞれ 35°C 以上、または 25°C 以上の条件で多発することが明らかとなった。伊藤らの実験では、昼温を 40°C に設定したため、夜温の影響が判別できなかったものと推察される。

貫生花が多発する花芽の発達時期について検討した結果、電照打ち切り 2 週間後～4 週間後の高温により、すべての株が貫生花となった。この時点での高温遭遇初期の花芽の発達段階は、総苞形成後期から小花形成初期に当たる (第 4 図)。この結果は、佐々木ら (2000) が‘天寿’を用いて

実験した結果とほぼ同様である。従って、花芽の発達によって総苞形成後期から小花形成までの期間が花芽の順調な発達にきわめて重要な時期であることを示している。

また伊藤ら (1996) は、定植から電照打ち切りまでの期間が 45 日を超える場合に、‘精雲’の貫生花発生が増加したことを報告している。複数の夏秋ギク品種は、開花にとっては質的短日性を有するが、花芽分化開始に対しては量的短日性となる (Kawata・Toyoda, 1982)。そのため、栄養成長期間が長くなって株が老化してくると、長日処理期間中に花芽分化し、長日下で開花することにより貫生花が増加すると推察している。

実験 3 において、電照打ち切り後の自然日長開始からハウスに遮光率 50% のダイオネットを用いて被覆した結果、ハウス内の気温は、寒冷紗を被覆しない場合と比較して、日中 3～5°C の範囲で低下し、35°C を超えることはなかった。この結果、電照打ち切り後から 2、3 および 4 週間遮光のいずれも頭花内の総苞片数が無処理と比較して減少し、貫生花の発生率を減少させることができた。これは、施設内の気温が低下したのと同時に、遮光による葉温低下の効果も大きいことが想定される。貫生花の発生は、特に 3～4 週間の遮光により 2 週間と比較して少なかった。しかし、4 週間の遮光では、無遮光や 3 週間までの遮光と比較して開花が約 2 日間遅れた。これらの結果から、花芽の発達は、電照打ち切り 2 週間後では小花形成初期の段階にあり、3 週間の被覆によりほぼ小花形成期を通過していたものと考えられる。この期間のハウス内の日射量は、施設の被覆資材により減光され、最高約 40 klx であった。谷川・小林 (1991) は、キク個体の光合成の光飽和点は約 50 klx であると報告している。また、日射量の減少はキクの開花の遅れを伴い、花径が小型化することが知られている (Karlsson ら, 1989; Pearson ら, 1993)。これらのことから、電照打ち切り後から 4 週間以上の遮光は、光合成同化産物の低下に伴い花芽の発達が遅れたものと考えられる。従って、実用栽培では、電照打ち切り後の電照打ち切り後から 3 週間の遮光処理を行うことにより、開花の遅れを伴うことなく貫生花の発生を軽減できることが明らかとなった。

以上のように、夏秋ギク‘精雲’を用いて得られた成果は、高温により貫生花が発生しやすいタイプの夏秋ギク品種に対し、切り花品質向上対策として有益な知見と考える。しかし、夏秋ギク‘フローラル優香’の栽培では、5～6 月の低温期および 8～9 月の高温期に貫生花の発生が増加し、特に 8 月開花では、12 時間日長の短日処理を行わないと開花遅延が著しく、貫生花や花卉のねじれなど奇形花の発生を伴うことが知られている (谷川ら, 2008)。このことから、‘精雲’以外の夏秋ギク品種の貫生花発生と高温以外の環境要因との関係については、さらに検討する必要がある。

摘 要

夏秋ギク‘精雲’の開花期の遅延と貫生花を発生させる

温度要因を明らかにし、計画的出荷および貫生花発生率の減少対策を確立するため、昼/夜温および高温に遭遇する花芽発達時期が開花と開花時の形質に及ぼす影響について検討した。夏秋ギク‘精雲’の発根苗を栽培箱に定植し、温室内で暗期中断を行って花芽分化を抑制した。6月18日に電照を打ち切り、翌日から栽培箱をファイトトロンに移し、昼(6:00～18:00)/夜温(18:00～6:00)をそれぞれ替えて6区設定し、自然日長下で栽培した。また、短日下で2週間の高温処理を(35/25°C)、①電照打ち切り直後から、②電照打ち切り2週間後から、③電照打ち切り4週間後から、および④電照打ち切り6週間後からの4処理区を設けた。頭花内の総苞片数が25枚以上ある株を貫生花として算出した。その結果、‘精雲’の開花は昼温30°C以上または夜温20°C以上になると遅延するようになり、貫生花は、短日処理開始2週間後から2週間、昼温35°C以上または夜温25°C以上の高温に遭遇すると発生することが明らかとなった。貫生花発生の防止対策として、電照打ち切り直後から3週間、遮光率50%のダイオネットを用いて遮光することにより貫生花発生率を減少させることができた。

引用文献

- Bonaminio, V. P. and R. A. Larson. 1980. Influence of reduced night temperatures on growth and flowering of ‘May Shoesmith’ chrysanthemums. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 103: 752–756.
- Cathey, H. M. 1954a. Chrysanthemum temperature study. A. Terminal induction of stock plants of *Chrysanthemum morifolium*. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 64: 483–491.
- Cathey, H. M. 1954b. Chrysanthemum temperature study. B. Thermal modifications of photoperiods previous to and after flower bud initiation. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 64: 492–498.
- Cathey, H. M. 1955. Chrysanthemum temperature study. D. Effect of temperature shifts upon the spray formation and flowering time of *Chrysanthemum morifolium*. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 66: 386–391.
- Cockshull, K. E. and A. M. Kofraneck. 1994. High night temperatures delay flowering, produce abnormal flowers and retard stem growth of cut-flower chrysanthemum. *Sci. Hortic.* 56: 217–234.
- de Jong, J. 1978. Selection for wide temperature adaptation in *Chrysanthemum morifolium* (Ramat.) Hemsl. *Neth. J. Agr. Sci.* 26: 386–391.
- de Jong, J. 1981. Effects of irradiance and juvenility on the selection of chrysanthemums. *Euphytica* 30: 493–500.
- de Lint, P. J. A. L. and G. Heij. 1987. Effects of day and night temperature on growth and flowering of chrysanthemum. *Acta Hort.* 197: 53–61.
- Furuta, T. and K. S. Nelson. 1953. The effect of high night temperature on the development of chrysanthemum flowers. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 61: 548–550.
- Harris, E. M., S. C. Tucker and L. E. Urbatsh. 1991. Floral initiation and early development in *Erigeron philadelphicus* (Asteraceae). *Am. J. Bot.* 78: 108–121.
- Hidden, C. and R. V. Larsen. 1994. Predicting flower development in greenhouse grown chrysanthemum. *Sci. Hortic.* 58: 123–138.
- 伊藤健二・福田正夫・伊藤定男. 1996. キク‘精雲’における貫生花の発生要因. 愛知農総試研報. 28: 233–239.
- Karlsson, M. G., R. D. Heins, J. E. Elwin, R. D. Berghage and W. H. Bieri. 1989. Irradiance and temperature effects on time of development and flower size in chrysanthemum. *Sci. Hortic.* 39: 257–267.
- Kawata, J. 1978. Japanese cultivars and wild species, their useful characteristics for chrysanthemum breeding. The Proceeding of the Eucarpia Meeting on Chrysanthemums, Littlehampton: 33–48.
- Kawata, J. and T. Toyoda. 1982. The response to photoperiod and temperature in Japanese July to September flowering chrysanthemums. *Acta Hort.* 125: 93–99.
- 川田穰一・豊田 努・宇田昌義・沖村 誠・柴田道夫・亀野 貞・天野正之・中村幸夫・松田健雄. 1987. キクの開花期を支配する要因. 野菜・茶試研報A. 1: 187–222.
- 岡田正順. 1963. 菊の花芽分化および開花に関する研究. 東京教育大学農学部学位論文. 9.
- Pearson, S., P. Harley and A. E. Wheldon. 1993. A reanalysis of the effects of temperature and irradiance on time to flowering in chrysanthemum (*Dendranthema grandiflorum*). *J. Hort. Sci.* 68: 89–97.
- Popham, R. A. and A. P. Chan. 1952. Organ and development of the receptacle of *Chrysanthemum morifolium*. *Am. J. Bot.* 39: 329–339.
- Post, K. 1947. Year-around chrysanthemum production. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 49: 417–419.
- 佐々木 厚・佐藤泰征・小野寺秀一・小野寺英一. 2000. キク‘天寿’における貫生花の発生. 宮城園試研報. 12: 35–46.
- 谷川孝弘・小林泰生. 1991. キクの光合成に及ぼすCO₂濃度, 光および気温の影響. 福岡農総試研報B. 11: 57–62.
- 谷川孝弘・佐伯一直・国武利浩・山田明日香・巢山拓郎・中村知佐子. 2008. 低夜温または4, 5月期の日長の漸増による夏秋ギク‘フローラル優香’の貫生花発生. 園学研. (別2): 364.
- Wilkins, H. F., W. E. Healy and K. L. Grueber. 1990. Temperature regime at various stage of production influences growth and flowering of *Dendranthema × grandiflorum*. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 115: 732–736.