

フリーズ球茎に対する 3°C 処理の開花促進効果と 3°C 感応に影響を及ぼす要因

土井元章*・石河伸行・稲本勝彦

大阪府立大学大学院農学生命科学研究科 599-8531 堺市学園町

Promotive Effect of Exposing Freesia Corms to 3°C on Flowering and Factors Affecting Their Chilling Sensitivity

Motoaki Doi*, Nobuyuki Ishikawa and Katsuhiko Inamoto

Graduate School of Agriculture and Biological Sciences, Osaka Prefecture University, Sakai, Osaka 599-8531

Summary

Corms of *Freesia hybrida* hort. 'Aladdin' (semi-late flowering cultivar) were exposed to 3°C for 0-4 weeks from August 7, and then to 9°C for 6 weeks, and finally grown at 21°C. Exposing corms to 3°C stopped leaf initiation, and it had no influence on the flower-bud initiation which occurred during the subsequent exposure to 9°C. However, the 3°C treatment hastened flower bud development at 21°C and decreased the number of days at 21°C to flowering by a maximum 10 days. This promotive after-effect of 3°C was not obvious in the early flowering cultivar, 'Rapid Yellow'. Small corms (3.5 g) of 'Aladdin' were less responsive to 3°C than were the larger corms (6 g). The sensitivity to chilling was gradually increased with time after the corm dormancy broke, indicating that juvenility governs it. Both wet and dry corms responded to the chilling treatment, but the response disappeared when the corms were chilled under controlled atmosphere (CA) at 3% O₂, 3% CO₂ and 94% N₂ or modified atmosphere (MA) in 0.04 mm in thick polyethylene bags.

Key Words: CA condition, chilling sensitivity, flower bud development, freesia corm, juvenility.

緒 言

植物の低温要求は、花成、休眠やロゼットの誘導・打破、球根形成の誘導など、植物の生活環のなかで種々の生育相においてみられる現象である。このうち、草本性の花きにみられる開花に対する低温要求は、低温が花芽分化の適温として直接的に作用する場合と、低温の後作用により高温下に移された後に花芽が分化したり発達が促進されるいわゆる春化として作用する場合とがある(樋口, 1993)。また、しばしば低温が多面的に作用しており、本実験で用いたフリーズ球茎においても、花芽の分化や発達を促す低温が同時に球形成の誘導にも作用することが明らかになっている(虎太ら, 2000)。

従来、フリーズ球茎に対する低温の作用としては、12-15°Cを適温として花芽分化を直接的に促進することが知られており(川田ら, 1971; Mansour, 1968; 安井ら, 1983)、この特性を利用して球茎をポリポット等に植付けて10°C内外で花芽分化を促してから秋口にハウスに定植する冷蔵促成栽培がわが国では広く普及している。一方、

これより低い3°C付近の低温を与えても花芽分化は起こらず、この温度帯の低温には開花に対する影響はないものと考えられてきた。しかし、本図ら(1999)は'エレガンス'、'ブルーヘブン'において、虎太ら(2000)は'コート・ダ・ジュール'において、花芽分化を促進する温度域の低い側に、花芽の発達や花茎伸長を後作用として促進する作用があることを明らかにした。また、本図(2001)は'エレガンス'球茎を2°Cで10週間処理し、その後26/22°C(昼温/夜温)の条件に移すと、花芽分化して開花する個体が生じることを報告し、2-5°Cの低い温度域には春化作用としての低温の作用があることを示唆した。

そこで、本研究では低温のもつ後作用としての開花促進効果を冷蔵促成栽培に利用することを視野に入れ、花芽分化を直接的には引き起こさない3°Cを低温として採用し、花芽分化後の花芽発達に対する促進的効果を再検証した。加えて、球茎の幼若性や3°C処理時の乾湿や気相環境の違いによって球茎の3°C感応性がどのように影響されるかを明らかにした。

材料および方法

1. 植物材料

2001年の実験には、種子島産のフリーズ *Freesia hybrida* hort. 'アラジン'(中晩生品種)のくん煙処理球茎を2001年7月下旬に入手した。球重により大球茎(平均

2003年5月29日 受付。2003年7月15日 受理。

本研究は(独)農業技術研究機構プロジェクト研究「画期的園芸作物新品種創出による超省力栽培技術の開発」(課題番号3313)の助成により行った。

*Corresponding author.

球重 6.0 g)および小球茎(平均球重 3.5 g)に分け、実験に用いた。

2002年の実験には、大阪府立大学農学部実験圃場で養成した‘ラピッド・イエロー’(極早生品種)および‘アラジン’の球茎を供試した。5月下旬に掘上げ、乾燥調整後 30℃で貯蔵し、7月8日に 100 ppmのエチレン処理を 24 時間与えて休眠を打破した。大球茎(平均球重 8.0 g)のみを選び、実験に用いた。

2. 球重と 3℃ 感応性 (実験 1)

‘アラジン’の大球茎および小球茎を 2001年 8月 7日に培養土(畑土:ピートモスを 2:1に混合, 1リットル当たり苦土石灰を 3 g, 緩効性被覆肥料(ロングトータル 70日タイプ, チッソ旭)を 2 g混合)を用いて直径 12 cmのポリポットに 5球植付け, 暗黒, $3 \pm 0.5^\circ\text{C}$ の冷蔵庫に 0~4 週間置いた。その後, 三波長域型蛍光灯照射下で $9 \pm 1^\circ\text{C}$ に 6週間置いて花芽を分化させた(花芽分化処理)。同様の培養土を用いて直径 21 cmのプラスチックポットに 5 個体ずつ鉢上げし, $21 \pm 0.5^\circ\text{C}$ のグロースチャンバーで栽培した。

3. 品種および 3℃ 処理時期と 3℃ 感応性(実験 2)

30℃で貯蔵している‘アラジン’の大球茎を 2002年 7月 9日, 7月 23日, 8月 6日, 8月 20日に植付け, 直後より 3℃ 4週間の低温処理を与える区と与えない区を設けた。両区とも 9℃に 6週間置いて花芽を分化させた後 21℃で栽培した。8月 6日植付けでは‘ラピッド・イエロー’についても同様の処理を行った。

4. 3℃ 処理時の乾湿の影響 (実験 3)

2002年 8月 6日より‘アラジン’の大球茎に対して 3℃ 4週間の低温処理を与えた。その際, 球茎をネット袋に入れた乾燥, 湿らせたパーミキュライトとともに有孔ポリエチレン袋(厚さ 0.04 mm, 177 mm × 203 mm)に入れた湿潤, ポリポットに植付けた湿潤の 3つの乾湿条件を設定した。その後 9℃に 6週間置いて花芽を分化させ, 21℃で栽培した。3℃処理を与えなかった実験区を対照とした。

5. 3℃ 処理時の気相組成の影響 (実験 4)

‘アラジン’の大球茎を湿ったパーミキュライトとともに低密度ポリエチレン袋(厚さ 0.04 mm, 177 mm × 203 mm)に 20球入れ, 2002年 8月 6日より 3℃ 4週間の低温処理を与えた。その際ポリエチレン袋を有孔として通常の空气中に置いた区(気相なりゆき区)あるいは酸素 3%, 二酸化炭素 3%, 窒素 94%の CA 条件下に置いた区(CA 区), 無孔ポリエチレン袋を熱シールして通常の空气中に置いた区(MA 区)の 3つの気相条件を設定した。3℃処理終了後球茎を植付けて, 引き続き 9℃に 6週間置いて花芽を分化させ, 21℃で栽培した。3℃処理を行わなかった実験区を対照とした。

6. 分化葉数, 花芽形成段階および開花調査

3℃および 9℃処理開始および終了時の最上節腋芽・シュートにおける分化葉数および花芽の形成段階について, 5 個体を実体顕微鏡下で観察することにより調査した。2001年は各区 20 個体について, 2002年は 15 個体について, 開花日を記録して切り花品質を計測した。到花日数は 9℃処理終了から開花までとして算出し, 2元分散分析あるいは Tukey の HSD 検定により有意差を検出した。

結 果

1. 球重と 3℃ 感応性 (実験 1)

球茎を植付けた 2001年 8月 7日時点では, 球重に関わらず最上芽の茎頂において鞘葉を含め 8~9 枚の葉を分化していた。3℃処理期間中には葉分化が完全に停止し, 萌芽も起こらなかったが, その後 9℃の花芽分化処理に移すと萌芽し, 萌芽率はいずれの実験区とも 100%となった(データ省略)。9℃処理終了時点での花芽(花器)の形成段階は, 3℃処理の期間に関わらず大球茎では第 1 花が外花被・雄ずい形成期から内花被形成期, 小球茎では三原基形成期にあった。また, いずれの球重の球茎とも鞘葉を含み 9~10 枚の葉を分化していた(第 1 表, 3℃・0 および 4 週間処理区のみ表示)。したがって, 9℃処理終了時点では大球茎のほうが小球茎より分化小花数が多く花芽形成段階も進んでいたが, 3℃の処理期間の違いによる差は認められなかったことになる。

しかし, その後 21℃で栽培すると 3℃の処理期間が長いほど到花日数が短縮され, 3℃処理を与えなかった大球茎では 47 日, 小球茎では 50 日であった到花日数は 4 週間の 3℃処理を与えるとそれぞれ 37 日, 44 日にまで短縮された(第 1 図)。

2. 品種および 3℃ 処理時期と 3℃ 感応性(実験 2)

前年度とほぼ同じ時期である 8月 6日に‘ラピッド・イエロー’, ‘アラジン’の大球茎を植付けて 3℃・4 週間処理による開花促進効果を比較した。その結果, 極早生品種の‘ラピッド・イエロー’では 3℃処理の有無に関係なく 9℃処理後 34 日で開花に至り, 3℃処理による開花促進効果が認められなかった(第 2 図)。一方, ‘アラジン’では, 3℃無処理区の到花日数 46 日に対して, 3℃を 4 週間与えると到花日数は 41 日と 5 日開花が早くなった。

また, ‘アラジン’球茎の植付け日を 7月 9日から 8月 20日まで 2週間ごとにかえて 3℃処理に対する反応を調べた。いずれの実験区とも 9℃処理終了時点での萌芽率は 100%となり, 球茎の休眠は破れていたものの, 9℃・6 週間の花芽分化処理終了時点での花芽の形成段階は, 植付けが遅いほど進んでおり, 7月 9日植えて茎頂膨大・苞葉形成期, 7月 23日植えて花房形成期から三原基形成期, 8月 6日植えて外花被・雄ずい形成期, 8月 20日植えて外花被・雄ずい形成期から雌ずい形成期の段階にあった(第 2 表)。ただし, 9℃処理終了時点で 3℃処理の有無による

Table 1. Flower-bud initiation of 'Aladdin' corms treated with or without 3 °C treatment for 4 weeks prior to exposure to 9 °C for 6 weeks.

		After 9°C exposure							
Corm size ^z	3°C chilling	Developmental stage of flower bud ^y						No. of leaves ^x	No. of florets
		I	II	III	IV	V	VI		
Large	No					4	1	9.8	7.0
	Yes					4	1	9.4	7.2
Small	No				4	1		9.6	4.8
	Yes				5			9.6	4.6
ANOVA									
Corm size								NS	**
3 °C chilling								NS	NS
Corm size × 3 °C chilling								NS	NS

^z The average weight of large and small corms was 6.0 and 3.5 g, respectively.

^y Developmental stage of flower bud indicates the number of corms at each stage; I: vegetative stage, II: apical meristem enlarging and bract differentiation, III: floret differentiation, IV: three-primordia stage of the first floret, V: outer perianth and stamen differentiation, VI: inner perianth differentiation.

^x Number of leaves include scaly and sheathy leaves initiated.

NS, *, ** Nonsignificant or significant at $P \leq 0.05$ or $P \leq 0.01$.

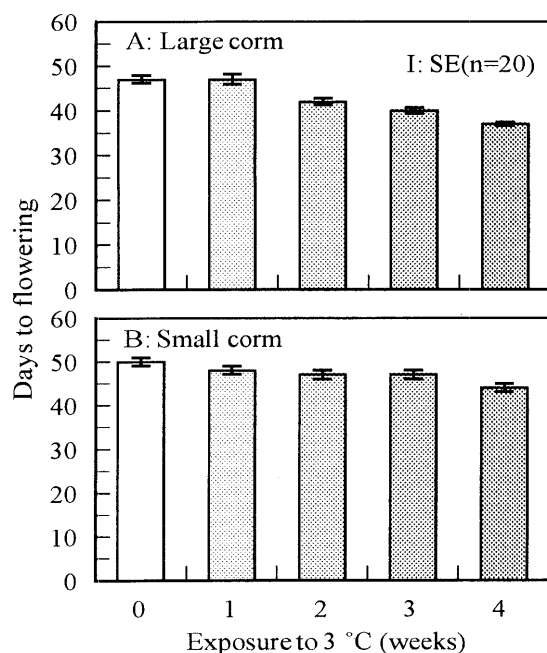


Fig. 1. The effect of the duration of the 3 °C treatment on large and small corms of 'Aladdin' on the number of days to flowering at 21 °C. Corms were planted, exposed to 3 °C for 0–4 weeks prior to 9 °C for 6 weeks, and then grown at 21 °C.

花芽形成段階の違いは認められなかった。

7月9日に植付けた球茎では、3°C処理の有無に関わらず、21°Cに移すと開花に到らない個体が30%程度発生し

た(第2表)。また、一部の個体は50日程度で開花したが、80日以上を要して開花に到った個体が多数あった(データはこれらをまとめて表示し、分散分析からは除外)。これに対して、7月23日以降の植付けでは斉一に開花した。3°Cを処理しない場合には、到花日数は45~47日であり、植付け時期による差は小さかったが、3°C・4週間の処理を与えた球茎では、3°C無処理区に比べて、7月23日植えて3日、8月6日植えて5日、8月20日植えて9日到花日数が短縮され、球茎の植付け時期が遅いほど3°C処理による開花促進効果が大きく認められた(第2表)。

3. 3°C処理時の乾湿の影響(実験3)

3°C処理を与えなかった区の到花日数が46日であったのに対して、ネット袋乾燥、ポリエチレン袋湿潤、ポリポット植え湿潤のいずれの条件下で3°Cを与えても到花日数は41日となり、球茎の乾湿条件に関係なく3°C処理による開花促進効果が得られた(第3図)。

4. 3°C処理時の気相組成の影響(実験4)

到花日数は、3°C処理を与えなかった区で46日、気相なりゆき区で41日であったのに対して、CA条件下で3°Cを与えると、到花日数は45日となり、3°C処理による開花促進効果がほぼ消失した(第4図)。同様にポリエチレン袋に入れたMA区でも3°C処理による開花促進効果が得られなかった。

考 察

休眠解除後のフリージア‘アラジン’(中晩生品種)球茎に対する3°Cの低温処理は、処理期間中の葉分化を停止さ

せて処理終了まで茎頂を栄養生長の状態に維持した。また、その後の9℃・6週間の花芽分化処理期間中に起こる花芽分化に対しても何ら影響を及ぼさなかった。しかし、21℃に移して栽培すると後作用として花芽の発達が促されて開花を早める作用のあることが確認された(第1図)。本図ら(1999)の実験では8℃が、虎太ら(2000)の実験では9℃が、花芽分化を直接的に促進するのみならず、後作用としても花芽の発達を促す効果を持つことが確認されている。一方、本図(2001)の‘エレガンス’を用いた実験

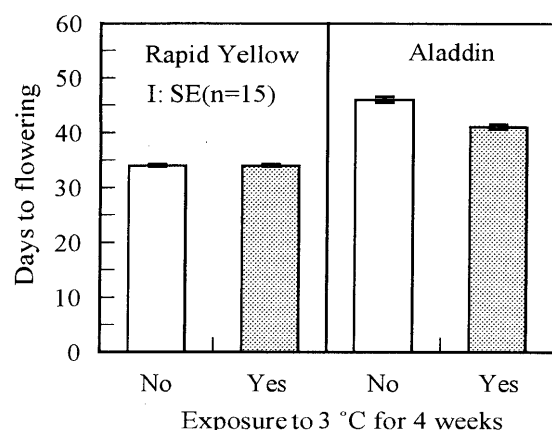


Fig. 2. The effect of the 3°C treatment on ‘Rapid Yellow’ and ‘Aladdin’ corms on the number of days to flowering at 21°C. Large corms were planted, exposed to 3°C for 4 weeks prior to 9°C for 6 weeks, and then grown at 21°C. Cultivars, 3°C chilling and cultivar × 3°C chilling are highly significant ($P \leq 0.01$) by ANOVA.

では、2℃に後作用としての春化効果があることが示唆されている。したがって、後作用としての低温効果は9℃内外の低温域から2℃という球茎の生存限界温度付近にまで及んでおり、本実験で採用した3℃を含み低い側では後作用としての効果のみが、高い側では花芽分化を直接的に促進する効果と後作用としての効果の両方が得られる。また、本実験で採用した到花日数という指標には、3℃の効果に加えて花芽分化処理として与えた9℃・6週間の処理のもつ後作用分の効果が上積みされて発現していることになる。

一方、極早生の‘ラピッド・イエロー’においては、3℃の開花促進効果が確認できなかった(第2図)。虎太ら(1999)は、同一系統の‘ラピッド・ホワイト’において、18℃・6週間のみの低温処理を与えるだけで正常に開花することを確認しており、花芽発達に後作用としての低温要求があったとしても、その有効温度域が高く要求量も小さいことから、花芽分化に必要な低温を与えるだけで同時に後作用としての低温要求も満たされてしまう可能性が考えられ、この両者の低温作用を区別することが難しい。本実験の‘ラピッド・イエロー’においても、花芽分化処理として与えた9℃・6週間の処理のみで花芽発達に必要な低温要求が十分に満たされ、結果的に3℃処理の効果が認められなかったのではないかと考えられる。翻って、秋口の比較的高い低温のみで開花に必要な低温要求が満たされるという特性がラピッド系における極早生という開花特性をもたらしているといえる。

実験1では、球茎の休眠は打破されていても球重が小さいと3℃の効果が小さくなった(第1図)。また、実験2に

Table 2. Effects of previous exposure of ‘Aladdin’ corms to 3°C for 4 weeks starting from different date of planting on the flower – bud initiation and flowering.

Date of planting	3°C chilling	Developmental stage of flower bud after 9°C exposure ²							Flowering (%)	Days to flowering
		I	II	III	IV	V	VI	VII		
July 9	No		4	1					75	76
	Yes		5						65	78
July 23	No			2	3				100	45
	Yes			2	3				100	42
Aug. 6	No				1	4			100	46
	Yes					5			100	41
Aug. 20	No					2	2	1	100	47
	Yes					2	2	1	100	38

ANOVA(Data on corms planted on July 9 were excluded)

Date of planting

NS

3°C chilling

**

Date of planting × 3°C chilling

**

Large corms were planted, treated with or without 3°C for 4 weeks prior to exposure to 9°C for 6 weeks, and then grown at 21°C.

² Developmental stage of flower bud indicates the number of corms at each phase (See Table 1 for floral stages).

NS, *, ** Nonsignificant or significant at $P \leq 0.05$ or $P \leq 0.01$.

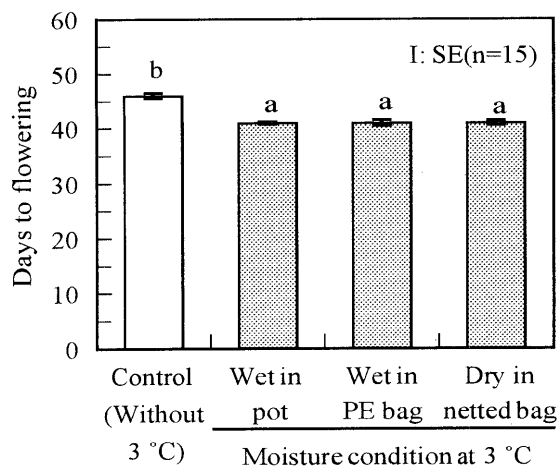


Fig. 3. The effect of moisture conditions at 3°C on the number of days to flowering of 'Aladdin' corms. Corms were stored at 3°C for 4 weeks under wet (in pots or perforated polyethylene bags) or dry (in a netted bag), followed by 9°C for 6 weeks, and then planted in pots. Plants were grown at 21°C. Means were separated by Tukey's HSD test ($P=0.05$).

において、休眠解除直後の7月9日から3°C処理を開始した大球茎では開花促進効果が得られず、7月23日以降処理開始時期が遅くなるほど開花促進効果がより大きく認められた(第2表)。フリージアの球茎は高温により休眠が打破され、葉分化を再開する(金子・今西, 1985)。実験2でも、最上芽の分化葉数は7月9日の6.7から8月20日の10.6まで直線的に増加した(データ省略)。しかし、大球茎であっても休眠解除後しばらくは幼若性が残り、9°C・6週間の花芽分化処理に対する感応性が低く、このことは花芽分化処理終了時の花芽形成段階に反映される。また、小球茎は大球茎に比べて幼若性がより強く残る(土井ら, 1995; 今村ら, 1996)。したがって、3°Cに対する感応性は、9°Cに対する感応性と同様、小球や休眠解除直後の幼若性が強く残る球茎において低いといえる。また、3°C処理には球茎の幼若性を消失させる効果はなかった。実験1に用いた種子島産球茎と、実験2の大阪府立大学産球茎では、3°C処理による開花促進効果が後者で小さく、これは大阪府立大学産球茎では8月上旬時点で幼若性がまだいくらか残っていたことが原因ではないかと思われる。また、9月に入っても完全に幼若状態にある木子に対して同様の低温処理を行っても全く開花促進効果が得られないことから(データ未発表)、球茎の幼若性は開花を後作用として促進する3°Cへの感応に影響する球茎の内的な要因といえる。

一方、3°C感応は処理時の球茎の置かれる乾湿条件には影響されないことが明らかとなり(第3図)、このことは3°Cの開花促進効果を利用する場合に、乾燥状態で低温を与えることができることを示している。

実験4では、3°C感応は気相組成に影響され、酸素濃度

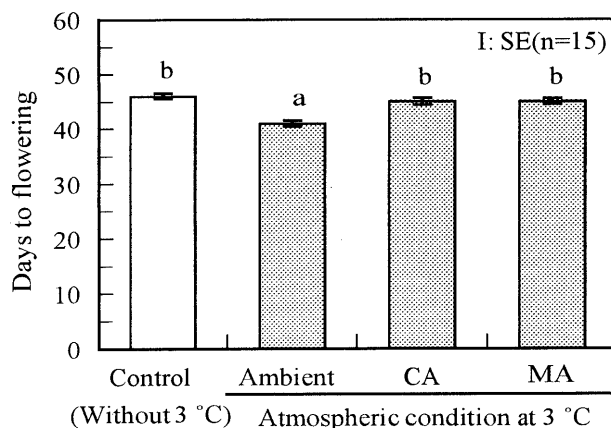


Fig. 4. The effect of atmospheric conditions at 3°C on the number of days to flowering of 'Aladdin' corms. Corms were packed with wet vermiculite in perforated polyethylene bags (0.04 mm thick) and placed under ambient or controlled atmosphere (CA) at 3% O₂, 3% CO₂ and 94% N₂ at 3°C for 4 weeks. To make a modified atmosphere (MA), bags containing the corms were sealed and kept at 3°C. Corms were then planted in pots, exposed to 9°C for 6 weeks, and the plants were grown at 21°C. Means were separated by Tukey's HSD test ($P=0.05$).

を下げ、二酸化炭素濃度を上げたCA条件下では3°C感応がほとんど起こらないことが明らかとなった(第4図)。MA条件下でも3°C感応がみられないのは同様の理由からと考えられ、低酸素、高二酸化炭素のいずれかあるいは両方が球茎の低温感応性を下げているものと考えられた。MA条件による低温感応性を低下させる効果は、チューリップりん茎においても確認されている(Inamotoら, 1997)。

本研究では、3°Cの開花促進効果を明確にするために、栽培温度を低温としてはほとんど作用しない21°Cと高く設定した。また、冷蔵促成栽培を念頭に置いて9°C・6週間の花芽分化処理を3°C処理に引き続いて与えている。9°Cの花芽分化処理終了時点で花芽の形成段階が進んでいない実験区では、3°C処理の有無に関わらず花下がりが発生し、切り花品質の低下を招いた(データ省略)。花芽の形成段階が進んでいない時点で高温に遭遇すると、栄養生長に戻ったり、奇形花が発生することは、本図ら(2000)の研究でも明らかになっている。したがって実際栽培では、8月中下旬から8~15°Cの冷蔵処理(花芽分化処理)を与え、少なくとも第1花が雌ずい形成期に達した球茎を9月下旬から10月上旬にかけてハウスに植付けると、年内に開花させることができる。しかし、年によってはこの時期まだ花下がりが発生する高温が出現するため、植付けはできるだけ遅くすることが望ましいが、年内に開花させようとすると逆に冷蔵処理期間が延びてシュートが徒長してしまい、冷蔵処理や植付けの作業性が低下する。本実験の結果から、3°C・4週間の乾燥冷蔵処

理を与えて植付け、9℃・6週間の花芽分化処理を行うと、花芽分化処理終了時のシュートはせいぜい10 cm程度で、植付けの作業性が改善される。加えて、3℃処理による開花促進効果に期待すれば、遅く植付けても年内に開花させることが可能であろう。そのためにはできるだけ休眠覚醒時期を早め幼若性の残っていない大球茎を使用する必要がある。3℃処理を冷蔵促成栽培に組み込むには上記のようなスキームを基本として、地域によって処理温度や期間、処理時期についての修正が必要であり、その上で年内に開花し十分な切り花品質が得られることを実証する必要がある。

摘 要

フリージア *Freesia hybrida* hort. ‘アラジン’ (中晩生品種) 球茎に、8月7日より3℃で0~4週間の低温処理に引きつづいて9℃・6週間の処理を与え、21℃で栽培した。3℃処理は、葉分化を停止させるものの、引き続き与えた9℃処理期間中に起こる花芽分化には何ら影響を及ぼさなかった。しかし、その後の21℃下での花芽の発達を促進し、無処理の球茎に対して9℃処理後開花までの日数が最大10日間短縮された。この3℃の後作用としての開花促進効果は、極早生品種である‘ラピッド・イエロー’では得られなかった。‘アラジン’の3℃感応性は、大球茎(6g)に比べて小球茎(3.5g)で低く、大球茎でも休眠覚醒後徐々に感応性が増大することから、球茎の幼若性が3℃感応に関係していることが示された。一方、球茎の乾湿条件には関係なく3℃には感応したが、処理中の気相を酸素3%、二酸化炭素3%、窒素94%のCA条件あるいは0.04 mm厚ポリエチレン袋に入れたMA条件とすると3℃感応の効果が得られなくなった。

引用文献

土井元章・今村有里・今西英雄. 1995. フリージアの花芽形成のための低温感応可能時期と茎頂の大きさとの関係. 園学雑. 64 (別2): 552-553.
樋口春三. 1993. 生長開花とその調節. 温周性. p.29-32.

農業技術大系花卉編1. 農山漁村文化協会. 東京.
今村有里・土井元章・今西英雄. 1996. フリージアの球茎と木子における休眠解除および花芽形成に対する低温感応性の差異. 園学雑. 65: 121-127.
Inamoto, K., S. Sakoda, M. Doi and H. Imanishi. 1997. MA storage may reduce chilling sensitivity of tulip bulbs. CA '97 Proceedings 4: 119-126.
金子英一・今西英雄. 1985. フリージア球茎における休眠の様相. 園学雑. 54: 388-392.
川田穰一・歌田明子・阿部定夫. 1971. フリージアの開花促進に関する研究. II. 球根生産時の環境, 冷蔵温度と期間ならびに促成温度が生育・開花に及ぼす影響について. 園試報. A10: 229-257.
Mansour, B. M. M. 1968. Effect of temperature and light on growth, flowering and corm formation in freesia. Meded. Landbouwhogeschool Wageningen 68: 1-76.
本図竹司. 2001. フリージアの促成栽培における低温貯蔵法の改善による切り花の安定生産に関する研究. 茨城農総セ園研特報. 1: 1-70.
本図竹司・駒形智幸・市村 勉・浅野 昭. 1999. 低温処理温度の違いがフリージアの開花に及ぼす影響. 園学雑. 68: 1033-1037.
本図竹司・駒形智幸・市村 勉・浅野 昭. 2000. フリージアの促成栽培における低温処理後の高温遭遇が花芽の形態的变化と開花時の障害発生に及ぼす影響. 園学雑. 69: 109-114.
虎太(今村)有里・土井元章・今西英雄. 1999. フリージアの花芽分化, 花芽発達・花茎伸長ならびに球形成に対する低温の多面的作用について. 園学雑. 68 (別2): 420.
虎太(今村)有里・土井元章・今西英雄. 2000. フリージア球茎に対する低温の, 花芽分化, 花芽発達と花茎伸長, 球茎形成への多面的作用について. 園学雑. 69: 115-117.
安井公一・大北 武・川尻伸宏・小西国義. 1983. フリージアの花芽形成に及ぼす温度の影響. 岡山大農学報. 62: 31-38.