

アルストロメリアの地中冷却栽培における秋季収量および切り花品質の改善

誌名	園藝學會雜誌
ISSN	00137626
著者	土井, 元章 齊藤, 香里 陳, 忠英
巻/号	68巻1号
掲載ページ	p. 160-167
発行年月	1999年1月

アルストロメリアの地中冷却栽培における秋季収量および切り花品質の改善

土井元章・陳 忠英・斉藤香里・住友恵美・稲本勝彦・今西英雄

大阪府立大学農学部 599-8531 堺市学園町1番1号

Improving the Yield and Cut Flower Quality of Autumn Flowering *Alstroemeria* by a Soil Cooling System

Motoaki Doi, Zhongying Cheng, Kaori Saito, Emi Sumitomo, Katsuhiko Inamoto and Hideo Imanishi

College of Agriculture, Osaka Prefecture University, Sakai, Osaka 599-8531

Summary

Effects of temperature treatments and soil-cooling methods were evaluated to improve the cut flower yield and quality of autumn flowering *Alstroemeria*.

1. 'Regina' and 'Carmen' (syn. 'Cana') plants, kept at a minimum of 10 °C in winter, continually produced flowering shoots if they were planted by 21 May and 20 June, respectively, provided the chilled soil temperature at night was maintained at 14 °C. These critical dates correspond with the time when it became nearly impossible to keep 'Regina' and 'Carmen', respectively, below 15 °C and 17 °C, which are the critical and threshold temperatures for flowering. Cut flower yield and quality obtained by this method were poor.

2. Potted 'Regina' plants which were previously exposed to chilling at 2 °C for 10 weeks and then transplanted in a chilled soil bed on 10 June produced flowering shoots in autumn. The plants raised at a minimum of 20 °C prior to the chilling treatment produced more vegetative shoots after transplanting as compared to the plants raised at a minimum of 10 °C. The former produced a greater number of flowering shoots and high-quality cut flowers in early autumn.

3. 'Carmen' plants grown in a chilled soil bed, kept below 17 °C for only 6 hr at night produced more vegetative shoots and high-quality cut flowers in autumn as compared to the plants grown in a bed cooled continuously.

4. Keeping the soil at 20 °C for 8-20 weeks prior to cooling to 17 °C on 12 June produced an abundance of vegetative shoots in summer and autumn and improved the cut flower yield and quality of autumn-flowering two-year-old 'Carmen' plants.

Key Words: *Alstroemeria*, soil cooling, soil heating, vegetative shoot, cut flower quality.

緒 言

アルストロメリアを周年開花させるには、地下茎にそれより発生する地上茎の開花に必要な低温(低温としての感応温度上限は15~20°Cで品種によって異なる)を与え続けながら栽培すればよい(Heins・Wilkins, 1979; Healy・Wilkins, 1986). 外国においては、比較的冷涼な地域を中心にこれまで様々な地中冷却法が考案され、いくつかの品種についての試作結果が報告されている(Lin, 1984, 1985; Keil-Gundersonら, 1989; Blom・Piott, 1990; Bridgen・Bartok, 1990). しかし、わが国の夏の条件ははるかに厳しく、そこで電気エネルギーを積極的に投下して行う地中冷却栽培は、設備ならびにエネルギーコストがかさむことに加えて、施設内の気温条件があま

りに過酷なことから、ややもすれば切り花単価の最も高い秋季の収量や切り花品質が低下しやすく、このことが経営上地中冷却栽培の成否を左右しかねない状況にある(三浦, 1993; 本図・浅野, 1995). 加えて、いかにエネルギーコストを抑えて地中冷却を行うかも重要な課題である.

前報(土井ら, 1998)では、地中冷却栽培の基礎となる品種の開花特性に関するいくつかの知見を明らかにし、各品種のわが国での開花習性がどのような遺伝生態的特性に起因しているかを検討するとともに、地中冷却栽培について考察した.

本報では、アルストロメリアの地中冷却栽培において最も重要な秋季の収量と切り花品質を改善することを目的として、前報の考察に関する実証栽培を実施した結果について報告する.

1997年9月19日 受付. 1997年12月22日 受理.

本研究は、文部省科学研究費の助成を受けて行われた。(課題番号 02556004, 05556006)

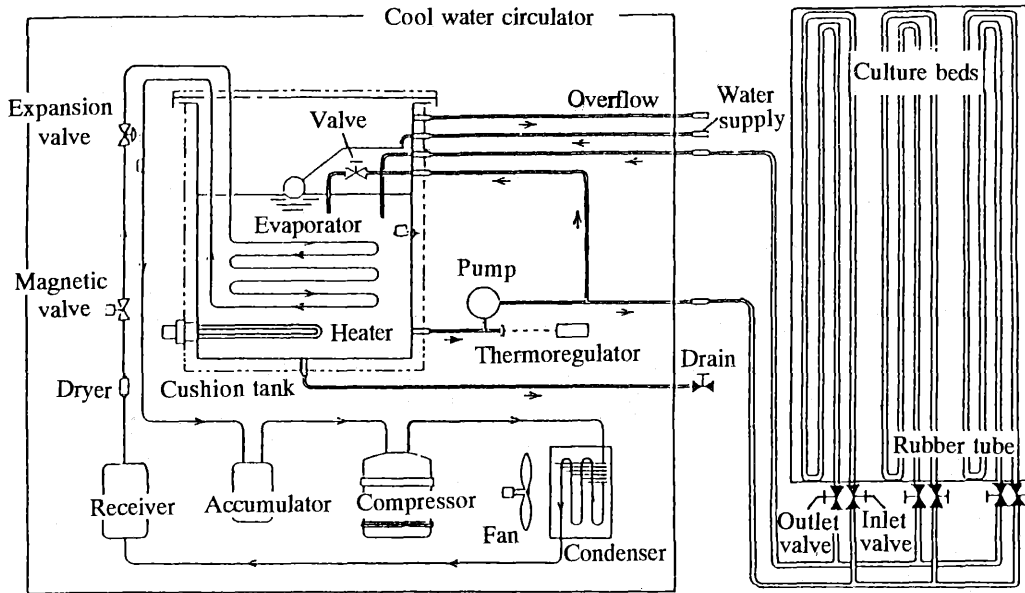


Fig. 1. Schematic diagram of the soil cooling system used in this experiment. Cooled ethanol was circulated in the culture beds through rubber tube.

材料および方法

植物材料

本実験には、開花のための低温感応温度上限が15℃の‘レジナ’(Wilkinsら, 1980)と、17℃付近にある‘カルメン’を供試した。感応温度上限のより高い‘ウイルヘルミナ’のような品種は、夏場地中冷却により低温を与えることは容易であるが、栄養シュートを発生させにくく、本実験の目的である夏に栄養シュートを発生させて株の栄養状態を良好に維持することで、秋季の収量および切り花品質を改善しようとするには不向きであると考え供試しなかった。植物材料は、秋に株分けにより栄養繁殖し、粒状ロックウール(日東紡績製, 42 RS)を用いて直径12 cmのポリポットで育苗した。施肥および灌水については、必要に応じて適宜与えた。

地中冷却装置

実験に供試した冷却システムには、冷却液循環方式を採用し、冷凍機(東芝製, 2,000 kcal・hr⁻¹)、ヒーター(8 kW)、クッションタンク(64 l)、温度調節器(オムロン製, REX P-100)が一体となった冷却液循環装置(タイテック製, CH-1500 AMH)を用いて冷却液を供給した(第1図)。この装置に隣接するプラスチックハウス(間口5.6 m, 奥行12 m)内に設けた土耕栽培ベッドに埋設した外径20 mmの軟質ゴムチューブに冷却したエタノールを循環(1ベッド当たり5 l・min⁻¹)することで、栽培ベッドを冷却した。栽培ベッドは畝幅1 mとしてハウス内に3列設け、200 mm間隔で上記ゴムチューブを深さ70 mmの位置に長軸方向に4列配した。

植物材料は2条植えとし、1 m²当たり4株を2本の冷却チューブ間中央に植付け、植付け後地表面上に粒状ロ

ックウール(日東紡績製, 42 RS)を厚さ約10 mmに敷きつめた。7月中旬から9月中旬までは、寒冷紗により約30%の遮光を行った。また、冬季は最低気温10℃に加温し、地温はなりゆきとした。冷却期間中は凝結水として栽培ベッドに水が供給されるため、植付け直後を除き灌水をひかえた。また、施肥はIB化成(N:P:K=10:10:10)を用いて、基肥および追肥として与えた。

栽培ベッドの温度は、ハイブリッドレコーダ(横河電気製, HR 1300)により記録し、季節に応じて液温をプログラム制御した冷却液を流すことで制御したが、7, 8月の晴天日は日中目標値である15℃以下に制御することができなくなり、ベッド中央の深さ70 mmの位置で地温が17~20℃で推移した。なお、栽培ベッドの温度特性は、土井ら(1992)の報告に述べたとおりである。

実験 1. 植付け時期と秋季開花との関係

自然の低温に引続いて地中冷却により低温を与え続けて秋季開花させるための地中冷却開始時期を明らかにすることを目的として、最低気温10℃で育苗した苗を、‘レジナ’については1993年5月11日より6月10日まで、‘カルメン’については6月10日より7月10日までいずれも10日ごとに4株ずつ、地温14℃を目標として冷却したベッドに植付けた。対照区としては、それぞれの品種の最初の植付け日に、地中冷却を行っていない同一ハウス内のベッドに4株を植付けた。8月末までに開花が予想されるシュートについては摘らいを行いながら栽培し、9以降開花したシュートについて地際部より採花して切り花品質を調査した。なお、以下の実験とも開花調査の方法は同様である。

実験 2. 苗に対する温度処理と秋季開花との関係
植付け前の低温処理と地中冷却を組み合わせると秋季に

開花させることができないかどうかをみるため、最低気温 10℃あるいは 20℃で育苗してきた‘レジナ’の苗に 1992年 4月 1日より 2℃で 10週間の低温処理を施し、6月 10日に 14℃を目標として地中冷却を行ったベッドに 4株ずつ植付けて栽培し、秋季開花をみた。

実験 3. 地中冷却時間制限による切り花品質の改善

地中冷却を夜間のみ行うことで栄養シュートと開花シュートを混在させ、切り花品質の向上が図れないかどうかを検討するため、最低気温 10℃で育苗してきた‘カルメン’のポット苗を、1993年 6月 10日に、冷却液を夜間を中心に循環して、‘カルメン’の低温感応温度である地温 17℃以下経過時間が 6時間となるよう制御したベッドと、連続(24時間)循環を行ったベッドに植付けて栽培し、秋季開花をみた。

実験 4. 春季地中加温による切り花品質の改善

より積極的に栄養シュートの発生を促す方法として、据置き株に対して春先地中加温を行い、7~8月に栄養シュートの発生を促しながら秋季開花に必要な低温を与えることによって、初秋の開花シュートの発生と切り花品質を高めることができないかどうかを検討した。前年度の夏から秋に地中冷却栽培を行い開花中の‘カルメン’据え置き株を供試し、地中冷却の開始日である 1995年 6月 12日よりさかのぼって 8, 12, 16, 20週間、ゴムチューブに温水を循環することにより地温を最低 20℃として地中加温を与えた。なお、対照区および処理区の地中加温を行わない期間は、最低気温を 10℃に加温したハウスの地温なりゆきとした。6月 12日に温水を冷却エタノールにかえ、対照区も含め栽培ベッドの地温を夜間 15℃を目標として地中冷却を開始して栽培を続け、秋季開花をみた。同時に栄養シュートの発生本数を計測した。なお、株当たりの現存栄養シュートは 9月以降 60本までに制限し

た。

切り花品質の評価とデータの表示

いずれの実験とも、1区 4株を供試し、これをベッド 1 m²に植付けた。株が生長するに伴い、個体別に開花シュートや栄養シュートを計測することが困難となったので、4株 1 m²当たりの総数として旬別にデータを表示した。切り花品質は月別にまとめ、Keil-Gundersonら(1989)の方法により 3段階に分類した。すなわち、莖長(花序までの長さ)と散形花序中の集散花序数によって、秀:莖長 90 cm以上かつ花序数 4以上、優:莖長 75 cm以上かつ花序数 3以上、良:莖長 75 cm未満または花序数 2以下に分け、その割合を示した。なお、莖長 50 cm未満の開花シュートは収穫しなかったため、いずれのランクの切り花とも市場性のあるものであった。

Table 1. Duration of chilling to which rhizomes were exposed in the spring of 1993.

Season		Chilling (hr)	
		≤ 15℃	≤ 17℃
April	Early	60	188
	Middle	93	115
	Late	19	78
May	Early	64	98
	Middle	32	72
	Late	9	36
June	Early	5	15
	Middle	0	2
	Late	0	0
July	Early	0	0

Plants were raised in a greenhouse at a minimum of 10℃ in winter.

Table 2. Effects of transplanting date of ‘Regina’ and ‘Carmen’ plants in a chilled soil bed on the autumn flowering shoot production.

Date of transplanting	Number of flowering shoots (m ⁻²)									Total
	Sept.			Oct.			Nov.			
	Early	Middle	Late	Early	Middle	Late	Early	Middle	Late	
‘Regina’										
11 May	0	5	1	2	1	5	2	4	1	21
21 May	2	3	4	1	2	4	4	4	4	28
31 May	0	0	0	0	0	0	2	2	1	5
10 June	0	0	0	0	0	0	2	1	4	7
‘Carmen’										
10 June	6	1	3	2	4	7	3	9	2	37
20 June	2	2	3	2	3	4	6	5	6	33
30 June	0	1	0	2	1	3	5	7	2	21
10 July	0	1	0	1	0	1	2	3	2	10

Plants raised at a minimum of 10℃ in winter were transplanted in a chilled soil bed kept at 14℃ at night. Air temperature was maintained above 10℃.

結 果

実験 1. 植付け時期と秋季開花との関係

育苗期間中のポット内の温度を計測し、地下茎が遭遇した低温量を第1表に示した。

1993年は冷夏であったが、'レジナ'では5月21日、'カルメン'では6月20日までに植付けた場合、開花が継続

した(第2表)。また、この植付け限界となった時期は育苗時のポリポット内地温においてそれぞれの品種の低温感応温度上限である15℃('レジナ')および17℃('カルメン')以下の地温が出現しなくなる時期とほぼ一致した(第1表)。ただし、このように低温継続により連続して開花シュートを発生させた場合には、夏に摘らいを行って株養成に努めても、初秋の採花本数は少なく、切り花

Table 3. Autumn cut flower quality of 'Regina' and 'Carmen' *Alstroemeria* grown in a chilled soil bed.

Date of transplanting	Harvest month	Number of harvested flowers (m ⁻²)	Cut flower quality ^z (%)		
			Excellent	Fancy	Good
'Regina'					
11 May	Sept.	6	0	17	83
	Oct.	8	38	50	12
	Nov.	7	86	14	0
21 May	Sept.	9	0	56	44
	Oct.	7	86	14	0
	Nov.	12	83	0	17
'Carmem'					
10 June	Sept.	10	0	0	100
	Oct.	13	62	31	7
	Nov.	14	71	29	0
20 June	Sept.	7	0	0	100
	Oct.	9	56	44	0
	Nov.	17	64	24	12

^z Harvested flowers were graded as excellent: ≥ 90 cm of stem with four or more cymes, fancy: ≥ 75 cm of stem with three or more cymes, or good: <75 cm of stem with two or less cymes.

Table 4. Effects of raising temperatures of stock plants prior to chilling treatment at 2 °C on the autumn flowering shoot production of 'Regina' *Alstroemeria* grown in a chilled soil bed.

Min. temp. at raising (°C)	Number of flowering shoots (m ⁻²)									Total
	Sept.			Oct.			Nov.			
	Early	Middle	Late	Early	Middle	Late	Early	Middle	Late	
10	0	0	1	0	1	2	4	3	2	13
20	2	1	4	6	4	2	5	3	3	30

Potted stock plants exposed to 2 °C for 10 weeks were transplanted in a chilled soil bed at 14 °C at night on 10 June. Air temperature was maintained above 10 °C.

Table 5. Effects of raising temperatures of stock plants prior to chilling treatment at 2 °C on the autumn cut flower quality of 'Regina' *Alstroemeria* grown in a chilled soil bed.

Min. temp. at raising (°C)	Harvest month	Number of harvested flowers (m ⁻²)	Cut flower quality ^z (%)		
			Excellent	Fancy	Good
10	Sept.	1	0	0	100
	Oct.	3	0	33	67
	Nov.	9	45	33	22
20	Sept.	7	71	0	29
	Oct.	12	92	0	8
	Nov.	11	46	36	18

^z Harvested flowers were graded as excellent: ≥ 90 cm of stem with four or more cymes, fancy: ≥ 75 cm of stem with three or more cymes, or good: <75 cm of stem with two or less cymes.

Table 6. Effects of night soil cooling on the autumn flowering shoot production of 'Carmen' *Alstroemeria*.

Cooling duration ^z	Number of flowering shoots (m ⁻²)									Total
	Sept.			Oct.			Nov.			
	Early	Middle	Late	Early	Middle	Late	Early	Middle	Late	
Continuous	0	1	3	2	4	7	3	9	2	31
Night only	0	0	3	2	5	2	5	5	2	24

Plants raised at a minimum of 10 °C in winter were transplanted in chilled soil beds on 10 June. Air temperature was maintained above 10 °C.

^z Cold ethanol was circulated in beds continuously (control) or only at night. Rhizomes of plants grown in the night cooling bed were subjected to 17 °C or below for 6 hr per day.

Table 7. Effects of night soil cooling on the autumn cut flower quality of 'Carmen' *Alstroemeria*.

Cooling duration ^z	Harvest month	Number of harvested flowers (m ⁻²)	Cut flower quality ^y (%)		
			Excellent	Fancy	Good
Continuous	Sept.	4	0	0	100
	Oct.	13	62	31	7
	Nov.	14	71	29	0
Night only	Sept.	3	67	33	0
	Oct.	9	78	22	0
	Nov.	12	75	25	0

^z Cold ethanol was circulated in beds continuously (control) or only at night. Rhizomes of plants grown in the night cooling bed were subjected to 17 °C or below for 6 hr per day.

^y Harvested flowers were graded as excellent: ≥ 90 cm of stem with four or more cymes, fancy: ≥ 75 cm of stem with three or more cymes, or good: <75 cm of stem with two or less cymes.

Table 8. Effects of the duration of soil heating at 20 °C prior to soil cooling on the autumn cut flower quality of two-year-old 'Carmen' *Alstroemeria*.

Duration of soil heating (weeks)	Harvest month	Number of harvested flowers (m ⁻²)	Cut flower quality ^z (%)		
			Excellent	Fancy	Good
0	Sept.	24	0	0	100
	Oct.	13	8	23	69
	Nov.	6	14	43	43
8	Sept.	15	0	30	70
	Oct.	15	27	40	33
	Nov.	16	35	43	22
12	Sept.	23	4	52	44
	Oct.	32	19	56	25
	Nov.	16	25	69	6
16	Sept.	28	25	48	27
	Oct.	38	25	53	22
	Nov.	18	53	37	10
20	Sept.	32	31	41	28
	Oct.	47	32	53	15
	Nov.	26	31	54	15

Soil was heated for 0–20 weeks prior to cooling to 17 °C on 12 June.

^z Harvested flowers were graded as excellent: ≥ 90 cm of stem with four or more cymes, fancy: ≥ 75 cm of stem with three or more cymes, or good: <75 cm of stem with two or less cymes.

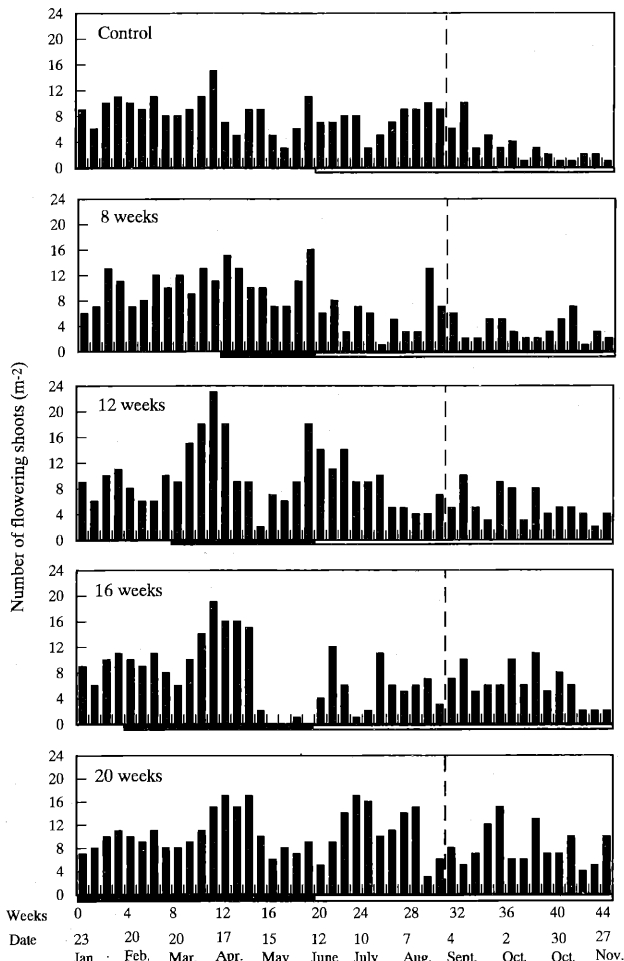


Fig. 2. Effects of the duration of soil heating at 20 °C prior to soil cooling on the flowering shoot production of two-year-old 'Carmen' plants. Soil was heated for 0~20 weeks (closed bar at the bottom of each figure) prior to cooling to 17 °C on 12 June (open bar). Air temperature was maintained at a minimum of 10 °C in winter.

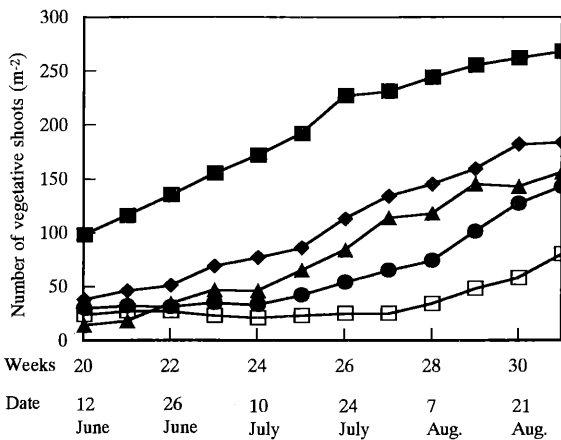


Fig. 3. Effects of the duration of soil heating at 20 °C prior to soil cooling on the vegetative shoot production of two-year-old 'Carmen' plants. Soil was heated for 0(□), 8(●), 12(▲), 16(◆) and 20(■) weeks prior to cooling to 17 °C on 12 June. Air temperature was maintained at a minimum of 10 °C in winter.

品質は十分なものではなかった(第3表). なお, 地中冷却を行わなかったベッドに植付けた株は, 両品種とも9月以降全く開花しなかったため, 第2, 3表の結果からは除外した.

実験 2. 苗に対する温度処理と秋季開花との関係

秋季開花させるには早い時期からの植付けが必要な'レジナ'では, 低温処理をあらかじめ施した苗を地中冷却ベッドに植付けることにより, 植付け時期を6月10日にまで遅らせても, 秋季に切り花を得ることが可能であった(第4表). その際冬季最低気温10 °Cで育苗した低温育苗苗を用いると, 地中冷却ベッドに植付けて以降シュートの発生が緩慢で栄養シュートの発生が少なく, 秋に品質の良い切り花を得ることができなかった(第5表). 一方, 冬季最低20 °Cで高温育苗した苗を用いると, 植付け後しばらくの間栄養シュートが発生し, その後に発生した開花シュートが秋季に開花して, 秋季収量および切り花品質が改善された.

実験 3. 地中冷却時間制限による切り花品質の改善

夜間冷却区の地温は, 連続冷却区と比較して, 真夏の晴天日で夜間2~3 °C, 昼間5 °C程度高くなった. 両区とも植付け後開花は継続した(第6表). ただし, 夜間冷却区では連続冷却区に比べて栄養シュートが多く発生していることが観察され, 秋季の切り花品質がよりすぐれていた(第7表).

実験 4. 春季地中加温による切り花品質の改善

地中加温を行わなかった株では, 7月末まで栄養シュートがほとんど発生せず, 地中冷却により連続して開花させることはできたものの, 初秋の株の栄養状態が不良で, 秋季の開花本数が少なく, 9~10月の切り花品質が劣っていた(第2, 3図, 第8表). 地中加温を行うと, 加温開始後8~10週目ごろより栄養シュートが発生するようになり, その後徐々に増加して8月末時点での現存栄養シュート数は, より長期間地中加温を行った実験区ほど多くなった(第3図). 地中加温による開花の中断は5月中旬から6月上旬にかけて16週間処理区でのみみられ, これより長い20週間処理区では開花中断が起こらなかった(第2図). 地中加温を早くから行いより加温期間の長かった実験区で秋季の開花本数が多く, 初秋の切り花品質もすぐれていた(第8表).

考 察

自然の低温に引続いて地中冷却により地下茎に低温を与え続けることで, 秋季に切り花を得ることができるであろうことは, これまでの研究結果からも予想されたことであるが(Heins・Wilkins, 1979; Lin, 1984, 1985), その際の地中冷却ベッドへの最も遅い苗の植付け時期は, 自然の低温に遭遇させて(最低10 °C)育苗した場合その品種の低温感応温度上限以下の地温が出現しなくなる時

期とほぼ一致した(第1, 2表). 実験を行った1993年はこの時期特に冷涼であり, 平年の大阪での植付け限界は両品種とも本結果より1カ月程度早くなると思われる. ちなみに, 1994年の‘カルメン’の植付け限界は5月23日であり, やはり17℃以下の温度が出現しなくなった時期とほぼ一致した(データ省略). しかし, この自然低温に引き続いて地中冷却により低温を与えるという方法では, 植付け後のシュートの発生が緩慢で, 初秋の収量が低く, 切り花品質も著しく劣っていた(第3表). これは, 地下茎上にある芽のほとんどが冬季の低温とそれに引き続く地中冷却により開花シュートとして発達したためであり, たとえ開花シュートを夏の間摘らいしても株の栄養状態の維持は困難であった. おそらく, このことは開花シュートと栄養シュートの光合成(ソース)器官としての機能や寿命に起因しており, 摘らいしたシュートは1カ月程度で枯れ始めるのに対し, 当初から栄養シュートとして発生したシュートの寿命は半年近くに達し, その間光合成産物を地下茎や開花シュートに供給し続けているものと考えられる. Leonardosら(1994)も, 夏の高温による呼吸消耗が株の栄養状態を悪化させることを指摘しているが, この問題は葉面積や植物体量のみならず, 地上茎がシンクとして働くのか, ソースとして働くのかを評価した上で考える必要があろう.

実験2では, 植付け前の苗に対する温度処理を試みた. 実験に用いた品種は‘レジナ’であり, 低温の感応温度上限が低いことと低温要求量が多いことから, 6月以降の植付けでは秋季開花が難しい. 一方, 地中冷却期間をできるだけ短くするという経済的な理由からは植付け時期はできるだけ遅いことが望ましく, 植付け前に冷蔵庫を用いて低温処理をあらかじめ施してから地中冷却を行う方法が考えられる. その際冬季最低10℃で育苗した苗に自然低温に引き続いて低温処理を10週間与え6月10日に地中冷却ベッドに植付けると, 実験1と同様連続して低温を与え続けたことになり, 植付け後のシュートの発生が緩慢で, 初秋までに十分な株の充実が図れなかった. その結果, 開花本数, 切り花品質が劣っていた(第4, 5表). これに対し最低20℃で育苗した苗を用いた場合には, 植付け後順調に栄養シュートが発生して株が充実し, 初秋に高品質の切り花が得られた. これは, 地下茎上の一部の芽が20℃育苗により栄養シュートとして発達したためであり, それに引き続いて低温処理と地中冷却によって低温感応した芽が開花シュートとして発達するためであろう. ただ, 9月からの採花をめざした場合には, 全体として処理を早め, 地中冷却の開始をもう1カ月ほど早めて夏の間株の充実をさらに促すほうが望ましいと思われる.

上記の実験結果からも初秋に高品質の切り花を得るには, 夏の地中冷却期間中に栄養シュート数を確保する必要がある. 栄養シュートを得るもう一つの方法は, 地中

冷却時間を夜間に制限することである. 実験3に用いた‘カルメン’では常時低温感応温度上限以下に地温を維持するとやがて栄養シュートの発生がほとんどみられなくなったが, 夜間のみ地中冷却を行い, 地温が感応温度上限以下となる時間数を6時間程度に制限すると, 初秋の開花シュート数を減らすことなく栄養シュートの発生を促すことができ, 切り花品質が改善された(第5, 6表). この方法は, 据え置き株に対する地中冷却法としても効果的であり, 夜間電力を利用でき, 経済的にも有利な地中冷却法である.

最後に, 自然の低温に遭遇して開花している据え置き株に対する温度処理について検討したが, 新植株で有効であった高温処理とそれに引き続く低温処理を株がベッドに植わった状態で与えることが基本となる. ここでは地中加温を地中冷却に先立って与え, 夏季に栄養シュートの発生を促しながら秋季開花に必要な低温を地中冷却によって与えるという方法を採用した. その結果, 1~2月より地中加温を行い栄養シュートの発生を促すことにより, 夏季の株の栄養状態が維持でき, その後の地中冷却との組み合わせにより秋季の採花本数と切り花品質を確保することができた(第8表, 第2, 3図). 高温処理期間については, 地中冷却前16~20週間の処理で良好な結果が得られたが, これらの区における栄養シュートの発生は早く, 目的とする初秋の開花シュートが発生する8~9月に栄養シュート数が十分量確保できたことが好結果につながったと考えられる. ただし, 3~4月より地中加温を開始した8~12週間の処理によっても最終的には相当数の栄養シュートが発生したこと, 栄養シュートは半年近く光合成器官として機能することから, 加温開始時期を早めれば, 加温期間は8週間程度でも十分であるのかもしれない. また, ポット植えの株を用いた実験では(土井ら, 1998), ‘カルメン’に春先10週間以上の高温処理を与えると開花中断がみられたが, 据え置き株では1月より20週間高温を与えた実験区でも開花中断がみられなかった. 地中加温や地中冷却が必ずしも均一地温分布をつくり出しているとは限らないが, 地下茎の先端が栄養シュートを発生させて株の栄養状態が良好に維持された場合には, 低温感応後地下茎上に残っている芽が開花シュートとして発達するという可能性も否定できない. また, Vonk Noordegraaf(1981)やPowell・Bunt(1984)が指摘しているように, 春の開花ピーク以降にみられる地上茎の発生量の低下という休眠現象が栄養系品種にも弱いながらあり, その休眠打破要因である高温を冬季に与えることで休眠現象が明確でなくなり, このことが実験区によっては開花中断を不明瞭なものにしてしまったのではないかと考えられる.

わが国のアルストロメリアの切り花生産は, 地中冷却栽培法の普及に伴って長野県を中心とする高冷地から愛知県, 茨城県のような低暖地へと移行しつつある. 高冷

地では、いくら低温感応温度上限の高い品種を用いても、初秋に開花中断が起り、収穫が晩秋からとなる冬半期に収穫する作型となり、多大な暖房経費が必要である。また、春先に収穫のピークを迎え、しばしば値崩れを起こす結果となっていた。これに対して、地中冷却栽培では、装置の初期投資と多大な電力消費を伴う作型ではあるが、周年にわたって採花することが可能となり結果的に総収量が増加すること、また本研究で明らかにしたように、これまで問題であった初秋の切り花生産も地温制御を工夫することにより解決が図りうることから、より冬季生産に有利な日照の得られる低暖地への導入が進み、主産地が移行するものと考えられる。加えて、アルストロメリアの栄養系品種では、種苗費が経営を圧迫することから、限られた期間内に需要期である秋季を中心としてできるだけ高品質の切り花を多く得ることが経営上益々必要となるであろう。

謝辞 本研究を行うに当たり、文部省科学研究費補助金試験研究(B)(課題番号 05556006)研究代表者京都大学農学部矢澤進教授に指導をいただいた。

摘 要

アルストロメリアの地中冷却栽培における秋季収量および切り花品質の向上を図ることを目的として、温度処理および地温制御法について検討した。

1. 冬季最低 10℃ で育苗して自然の低温に引き続いて地中冷却(夜間 14℃ に設定)を施す場合、'レジナ'では 5月 21日、'カルメン'('カナ')では 6月 20日までに冷却ベッドに植え付けると、開花シュートの発生が継続した。この地中冷却ベッドへの植付け限界は、それぞれの品種の開花に有効な低温('レジナ'15℃以下、'カルメン'17℃以下)が出現しなくなる時期とほぼ一致した。ただし、この方法では秋季に切り花は得られたものの、初秋の収量および切り花品質が劣っていた。

2. 'レジナ'に 2℃ 10週間の低温を処理し 6月 10日に 14℃ を目標に冷却したベッドに植付けると、秋季に採花することができた。この際、最低 20℃ で育苗してきた苗を用いると、最低 10℃ で育苗してきた苗を用いた場合に比べて、植付け後栄養シュートの発生が多く、初秋の収量が増加して切り花品質が向上した。

3. 'カルメン'に対して、冷却液の循環時間を夜間に制限して 17℃以下の経過時間が 1日 6時間となるように地温制御を行うと、連続冷却した場合に比べて、栄養シュートの発生が促され、秋季の切り花品質が向上した。

4. 'カルメン'の据え置き株に対して、6月 12日からの地中冷却に先立つ 8~20週間を地温 20℃ に設定して地中加温を施したところ、夏季から秋季にかけて栄養シュートの発生が促され、初秋の収量が増加するとともに切り花品質が改善された。

引用文献

- Blom, T. J. and B. D. Piott. 1990. Constant soil temperature influences flowering of *Alstroemeria*. *HortScience* 25:189-191.
- Bridgen, M. P. and J. Bartok. 1990. Evaluation of a growing medium cooling system and its effects on the flowering of *Alstroemeria*. *HortScience* 25:1592-1594.
- 土井元章・陳 忠英・稲本勝彦・今西英雄. 1992. 地中冷却による切り花花卉の作期拡大. 冷却システムの構成とベッドの温度特性. 園学雑. 61別 2: 572-573.
- 土井元章・陳 忠英・辻 雅之・今西英雄. 1998. アルストロメリアの気温および地温に対する開花反応. 園学雑. 67: 965-969.
- Healy, W. E. and H. F. Wilkins. 1986. The independent relationship between rhizome temperatures and shoot temperatures for floral initiation and cut flower production of *Alstroemeria* 'Regina'. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 111: 94-97.
- Heins, R. D. and H. F. Wilkins. 1979. Effect of soil temperature and photoperiod on vegetative and reproductive growth of *Alstroemeria* 'Regina'. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 103: 359-365.
- Keil-Gunderson, L. S., K. L. Goldsberry and P. L. Chapman. 1989. Air and substrate temperature for 'Atlas' and 'Monika' *Alstroemeria*. *HortScience* 24:613-616.
- Leonardos, E. D., M. J. Tsujita and B. Grodzinski. 1994. Net carbon dioxide change rates and predicted growth patterns in *Alstroemeria* 'Jacqueline' at varying irradiances, carbon dioxide concentrations, and air temperatures. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 119: 1265-1275.
- Lin, W. C. 1984. The effect of soil cooling and high intensity supplementary lighting on flowering of *Alstroemeria* 'Regina'. *HortScience* 19: 515-516.
- Lin, W. C. 1985. Influence of soil cooling and high intensity lighting on the growth and flowering of *Alstroemeria* 'Regina'. *HortScience* 20: 378-380.
- 三浦 泰. 1993. アルストロメリアの地中冷却栽培について. 農業電化 46(10): 33-37.
- 本図竹司・浅野 昭. 1995. 施設栽培アルストロメリアの地中冷却による増収効果. 茨城県農総セ園研研報 3: 48-53.
- Powell, M. C. and A. C. Bunt. 1984. Periodicity of growth in the *Alstroemeria* cultivars 'Campfire', 'Red Sunset' and 'Zebra'. *Sci. Hortic.* 24: 359-369.
- Vonk Noordegraaf, C. 1981. Bloemproductie bji *Alstroemeria* 'Walter Fleming'. PhD thesis, Agr. School. Wageningen, The Netherlands.
- Wilkins, H. F., W. E. Healy and T. L. Gilbertson-Feriss. 1980. Comparing and contrasting the control of flowering in *Alstroemeria* 'Regina', *Freesia x hybrida* and *Lilium longiflorum*. Petaloid Monocotyledons. Horticultural and Botanical Research. p.51-63. Academic Press. London.