トルコギキョウおよびデルフィニウムの夏期育苗時における スポットエアコン利用によるロゼット化回避

平井 宏昭・森 源 治 郎

大阪府立大学農学部

The Utilization of a Spot Air-Conditioner in Raising of Seedlings for Rosetting Prevention in *Eustoma* and *Delphinium*

Hiroaki HIRAI and Genjiro MORI

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

Exposing seedlings of *Eustoma* and *Delphinium* to high temperature induces rosetting. Therefore, in the cultivation for earlier flowering of these species, the utilization of a cooling system during raising of seedlings in the summer seems to be necessary in order to prevent rosetting. *Eustoma* and *Delphinium* seeds were sown in a greenhouse on 17 May. The seedlings were planted in 7.5 cm pots on 17 July. These were transferred under the spot-cooling condition or outdoors on 19 July. The daily mean temperature under the spot-cooling condition was kept less than 20°C, 10°C lower than that of outdoors where the control plants were placed. The potted plants were transplanted on the soil beds in a plastic house on 18 September in *Eustoma*, on 14 October in *Delphinium*. They were exposed to a photoperiod of a 16-h day and maintained above 10°C from the end of October. As a result, *Eustoma* seedlings raised under the spot-cooling condition did not show any rosetting and produced flowers of high quality in late March, 2 months earlier than those grown outdoors. As for *Delphinium*, 48% of control plants raised outdoors showed flower stalk development of 10-20 cm in length during the summer season. Almost all of them subsequently died. The rest of the live plants showed rosetting after transplanting and flowered in late April, while none of the plants under the spot-cooling condition showed either flowering during the summer season or rosetting after transplanting. These plants flowered with an inflorescence of high quality and long flower stems in mid January.

(Received March 1, 1999)

1999年3月1日受付

緒 言

トルコギキョウは、リンドウ科に属する1, 2年草で北アメリカ中央部に分布する。普通、秋播1年草として取り扱われ、10月頃に播種すると5, 6月に開花するが、出荷期を拡大して労力分散をはかり、需要期でもある秋から冬にかけて出荷する栽培技術の開発が求められている(Ohkawa, 1992)。この早期開花をめざした栽培では夏期に育苗することが必要であるが、高温に

遭遇するとロゼット化が誘導され、結果として早期に開花させることができない。そこで、実際栽培ではロゼット化を回避するために、昼間は遮光した雨よけハウスで栽培し、夜間のみ冷蔵庫に搬入して栽培する夜冷育苗や高冷地育苗が行われている(Ohkawa, 1992)。しかし、これらの方法は多大の労力を必要とし、経営上問題となっている。

一方、デルフィニウムは、キンポウゲ科に属する宿根草でヨーロッパ、アジア、北アメリカ、アフリカなどの比較的冷涼な地域に自生する。本種も秋に播種す

ると翌年の5~6月に開花することから、秋播1年草として取り扱われているが、最近では早期開花が求められている。しかし、夏期に高温を受けた苗は低温・短日条件でロゼット化しやすくなるなどの問題が発生する (Katsutani and Ikeda, 1997)。実際栽培では、このロゼット化を回避するために夜間だけ冷房室内で育苗を行い、昼間は雨よけハウスで育苗を行う夜冷育苗や昼夜ともに冷房ハウスで育てる冷房育苗が行われている。しかし、前者は経費が少なく済むものの、苗の昼夜の出し入れに多くの労力を要し、また、後者はハウス全体を冷房するため、冷房費が高くつくという欠点がある。

そこで、本研究ではトルコギキョウおよびデルフィニウムの夏期における育苗に対する局所冷房の効果について検討した。

材料および方法

トルコギキョウでは、F1 早生品種である‘あずまの波’ (*Eustoma grandiflorum* ‘Azuma no Nami’) のコーティング種子を、また、デルフィニウムでは‘クリアスプリングミックス’ (*Delphinium* ‘Clear Springs Mixture’) の種子を5月17日に200穴のプラグトレイに播種し、ガラス室内で発芽させた。7月17日に苗を7.5 cm ビニルポットに鉢上げして7月19日からスポットエアコンによる局所冷房 (Hirai and Mori, 1996, 1998) 下におき、トルコギキョウでは9月18日に、デルフィニウムでは10月14日に冬期の最低夜温を10°Cに維持したビニルハウス内に定植した。10月21日から100 W 白熱球により自然日長を補光し、16時間日長とした。なお、7月19日から9月18日または10月14日まで株を局所冷房下におかず戸外の寒冷紗 (60%遮光) 下におく区を設け対照とした。トルコギキョウについては、定植時の苗の特徴 (草丈、展開葉の葉数、最大

Fig. 1 Changes of daily mean air temperatures during raising seedling in *Eustoma grandiflorum* and *Delphinium*.

根長および生体重)、秋にロゼット化した株の割合、出らい日、開花日および切花長を調査した。また、デルフィニウムについては、育苗中に抽台して枯死した株の割合、出らい日、開花日および切花長を調査した。

なお、栽培期間中を通して局所冷房区と対照区の気温をT型熱電対により前報 (Hirai and Mori, 1998) の方法で計測した。局所冷房下における気温 (日平均) は、対照区として設けたトンネル外の気温が30°C前後に上昇した7月下旬~8月上旬でも20°Cに維持され、外気温が低下した8月以降はこれに対応してほぼ10°C低く推移し、局所冷房を打ち切った10月14日には12.5°C前後に低下した (Fig. 1)。

結 果

1. トルコギキョウ

9月18日定植時の苗の大きさは、局所冷房区では葉数が10.6枚、生体重が1.1 gであり、これらのいずれの値も対照区と比べて小さかった (Table 1)。しかし、局所冷房区の株は、定植後にロゼット化がみられず、葉数増加をともないながら伸長生長を続け (Fig. 2)、1月20日に出らいを肉眼的に認めることができるよ

Table 1 Characteristics of seedling at transplanting time in *Eustoma grandiflorum* ‘Azuma no Nami’.

Plot	Plant height (cm)	Number of leaves	Root length (cm)	Fresh weight (g)
Control	8.6	13.2	34.4	4.4
Spot cooling	7.4	10.6	16.9	1.1
Significance ²	N.S.	**	**	**

Seeds were sown in a greenhouse on 17 May. The seedlings were planted in 7.5 cm pots on 17 July. These were transferred under the spot-cooling condition or outdoors from 19 July to 18 September. Twenty plants were used for each plot.

² N.S., nonsignificant at $p=0.05$; and **, significant at $p=0.01$ by t -test.

Fig. 2 The comparison of characteristics of *Eustoma grandiflorum* 'Azuma no Nami' plants grown outdoors and under the spot-cooling condition on 10 December.
Left, control plants grown outdoors; right, plants under the spot-cooling condition during the summer.

Table 2 Effects of spot cooling on the growth and flowering of *Eustoma grandiflorum* 'Azuma no Nami'.

Plot	Percentage of rosetting	Date of visible buds	Flowering date	Plant height ² (cm)
Control	100	4 May	28 May	113.2
Spot cooling	0	20 Jan.	28 Mar.	109.3
Significance ³		**	**	N.S.

Seeds were sown in the greenhouse on 17 May. The seedlings were planted in 7.5 cm pots on 17 July. These were transferred under the spot-cooling condition or outdoors from 19 July to 18 September. The potted plants were transplanted on the soil beds on 18 September. Twenty plants were used for each plot.

² Plant height was recorded when the first floret opened.

³ N.S., nonsignificant at $p=0.05$; and **, significant at $p=0.01$ by t -test.

うになり、3月28日に開花した (Table 2)。これに対し、対照区では定植後、まったく伸長生長することなく、11月上旬には葉と葉が重なりあった状態で葉えきから側芽が発達し、ロゼット化しているのが観察された。これらの株は2月下旬までこの状態にとどまり、3月上旬になって伸長生長を開始し、局所冷房区の株より104日遅い5月4日に出入し、5月28日に開花した。なお、切花長はいずれの区においても1 m以上になり、切り花後に開花がみこめる花らいを7~8個つけていた。

2. デルフィニウム

対照区では夏の高温期に48%の株が抽台し、10~20 cmの花茎をつけて開花したのに対し、局所冷房区では

Table 3 Effects of spot cooling during raising of seedlings of *Delphinium* 'Clear Springs Mixture' on the bolting in the summer.

Plot	Percentage of bolting
Control	48
Spot cooling	0

Seeds were sown in the greenhouse on 17 May. The seedlings were planted in 7.5 cm pots on 17 July. These were transferred under the spot-cooling condition or outdoors from 19 July to 14 October. Fifty plants from each plot were investigated.

Table 4 Effects of spot cooling on the growth and flowering of *Delphinium* 'Clear Springs Mixture'.

Plot	Percentage of rosetting	Date of visible buds	Flowering date	Plant height ^z (cm)	Number of florets
Control	100	22 Mar.	21 Apr.	137.3	101.0
Spot cooling	0	16 Dec.	15 Jan.	115.9	78.8
Significance ^y		**	**	**	**

Seeds were sown in the greenhouse on 17 May. The seedlings were transplanted in 7.5 cm pots on 17 July. These were transferred under the spot-cooling condition or outdoors from 19 July to 14 October. The potted plants were transplanted on the soil beds on 14 October. Twenty plants were used for each plot.

^z Plant height was recorded when the first floret opened.

^y **, significant at $p=0.01$ by *t*-test.

抽台する株はまったくなかった (Table 3)。10月14日の定植後、局所冷房区の株では順調に生育し、12月16日に出入り、1月15日に開花した (Table 4) のに対し、対照区の株は育苗時に開花した株の多くが枯死し、抽台しなかった残りの株は晩秋から冬期にかけてロゼット化を示した後、3月22日に出入りして4月21日に開花した。局所冷房区の開花時の切花長および小花数は、対照区と比べてやや劣ったが、切花長が115.9 cm、小花数が78.8個であり、高品質の切り花が得られた。

考 察

1. トルコギキョウ

Azuma and Inubushi (1990), Takeda (1995a) は播種期とロゼット化率との関係について調べ、6月から9月中頃に播種した場合にロゼットが発生し、なかでも7月播種のロゼット化率が最も高いことを明らかにしている。また、Azuma and Inubushi (1988), Ohkawa *et al.* (1991) および Harbaugh *et al.* (1992) はロゼットが高温によって誘導されることを見出している。さらに、Takeda (1995a) は播種後の最低夜温が異なる条件下で栽培し、10°C および 15°C ではまったくロゼット化しないが、20°C および 25°C ではそれぞれ 17.5% および 87.5% の割合でロゼット株が発生するとしている。本実験において、局所冷房区では7~8月 (対照区の平均気温が30°C前後) の日平均気温を20°C前後に維持することができ、このことがロゼット化発生の抑制に役立ったと考えられる。

一方、Pergola (1992), Ohkawa *et al.* (1994) は、いったんロゼット化した株が抽台して開花するために低温遭遇を必要とすることを見出している。また、Takeda (1995b) はロゼット打破のために10°Cで4~5

週間の処理が有効であるとしている。しかし、Ohkawa *et al.* (1994) は苗齢によってロゼット打破のための低温要求に差があり、本葉4枚の苗では15°Cが好適であるとしている。本実験で局所冷房は、ロゼット誘導の回避に効果があったのか、あるいはあらかじめロゼット化の誘導を受けていた株のロゼット打破に効果があったのかが問題である。Takeda (1995a) は播種直後から2週間25/35°Cにおき、その後20/30°Cの温度下においたものではロゼット化が誘導されたのに対し、20/30°Cに連続しておいたものではロゼット化することなく、抽台するとしており、このことと播種後局所冷房開始までの日平均気温が20°C以下で推移していたことを考えあわせると、本実験に用いた株は局所冷房を開始する時点でまだロゼット誘導を受けていなかったものと判断される。したがって、局所冷房はロゼット打破よりもむしろロゼット誘導の阻止に効果があったものと考えられる。

このように本実験において局所冷房によってロゼットを回避することができたものの、開花は3月下旬になった。Takeda (1995a) は栽培温度と開花との関係について調べ、最低気温を20°Cに維持して栽培すると、10°Cよりも開花が著しく促進されることを報告している。したがって、本実験では冬期の最低夜温を10°Cに維持して栽培したが、これをより高めれば、その程度に応じて開花を早めることが可能になることはいうまでもない。なお、このことは本実験において、5月に開花した対照区の株では出入りから開花までに24日しか要していないにもかかわらず、3月に開花した局所冷房区では67日を要していることから推察できることである。本実験においては局所冷房株を9月18日に定植したが、より早い時期からの定植も可能と思

われ、この点については今後の検討が必要である。

2. デルフィニウム

Katsutani and Ikeda (1997) は展開葉が5枚前後になると抽台を開始することから、展開葉が4枚までを催花のできない幼若期として取り扱っている。一方、Katsutani and Ikeda (1997) は、高温と長日によって花芽分化が促進されることを明らかにするとともに、この条件が満たされる5、6月播種では、草丈が50~60 cm、小花が8~10輪程度となり、切り花として価値のない状態で開花するとしている。本実験において、5月17日に播種した対照区の株では48%の株で抽台し、夏の高温と長日によって開花が促進されることが確かめられた。Katsutani and Ikeda (1997) は本葉が2~3枚展開した実生苗を温度条件を変えて栽培し、抽台時の展開葉数は15°Cで25.0枚、20°Cで8.1枚、25°Cで5.5枚になることを観察している。本実験では葉数調査は行わなかったものの、これに類似した結果を観察している。すなわち、夏の高温期に抽台した株では5~6枚の小さい葉を展開させた状態で花茎をつけ、一方、夏の日平均気温を20°C以下に維持することができた局所冷房区の株では20枚前後の葉を展開した後に花茎をつけていた。

ところで、Katsutani and Ikeda (1997) は夏の高温に遭遇した苗は低温・短日条件でロゼット化しやすい性質があり、また、自然条件下におかれた株では11月中旬から12月中旬までの低温に遭遇するとこのロゼットが打破されるとしている。本実験において、対照区の中には少ない葉数で花茎を形成し、夏に開花する株があった一方において、残りの株は局所冷房株より3カ月遅れて開花した。対照区の株と局所冷房区の株は、ともに10月14日の定植後、同じ環境下におかれていたにもかかわらず、対照区で夏に抽台しなかった株の出らいは3月中旬であったのに対し、局所冷房区ではこれより3カ月早く12月中旬に出らいが認められた。この出らい時期の違いはロゼット化の有無によってもたらされていることはいうまでもない。

なお、本実験において局所冷房区の開花は1月中旬になったが、これは定植後の最低夜温を10°Cに維持して栽培したためであり、もし最低夜温をより高く維持して栽培することができれば、より開花が早められるものと期待される。

いずれにしても、トルコギキョウおよびデルフィニウムの夏期における高温が原因で発生する発育障害を局所冷房システムによって回避できることが明らかに

なった。本システムは、冷房育苗や夜冷育苗より経費および労力の面で節減が可能であると考えられることから、実際栽培において経営上有利に利用できるものと期待される。

摘 要

トルコギキョウおよびデルフィニウムの早期開花をめざした栽培で問題となるロゼット化を回避するために夏期の育苗時におけるスポットエアコンの適用について検討した。トルコギキョウでは、5月17日に播種し、ガラス室内で発芽させ、7月17日に鉢上げした苗を、7月19日から日平均気温が20°C以下に維持された局所冷房下におき、9月18日に定植し、冬期の最低夜温を10°Cに維持して栽培した。局所冷房区では、ロゼット化することなく、無冷房下においた対照区より2カ月早く、3月下旬に高品質の花が得られた。また、デルフィニウムでは、7月19日から10月14日まで局所冷房下で育苗した後、最低夜温10°Cのハウスで栽培した。無冷房の対照区では、夏期の育苗中に48%の株が抽台して10~20 cmの花茎をつけた後枯死し、残りの株は晩秋から冬にかけてロゼット化し、4月下旬に開花した。これに対し、局所冷房区ではすべての株が順調に生育し、1月中旬に1 m前後の高品質の花茎をつけて開花した。

文 献

- Azuma, A., Inubushi, S. 1988. The regulation of flowering in *Eustoma grandiflorum* L. The factors for rosetting and rosetting prevention. J. Kochi Agric. Res. Cent. 4: 19-29.
- Azuma, A., Inubushi, S. 1990. The regulation of flowering in *Eustoma grandiflorum* by rosetting prevention. J. Jpn. Soc. Hortic. Sci. 59 (Suppl. 2): 570-571.
- Harbaugh, B. K., Roh, M. S., Lawson, R. H., Pemberton, B. 1992. Rosetting of *Lisianthus* cultivars exposed to high temperature. HortScience 27: 885-887.
- Hirai, H., Mori, G. 1996. Studies on spot cooling system using spot air-conditioner—Application to forcing culture of a few orchid species—. Environ. Control in Biol. 34: 295-301.
- Hirai, H., Mori, G. 1998. Studies on spot cooling system using spot air-conditioner—Application to forcing culture of *Eustoma* and *Delphinium*—. Annual Meeting of Jpn. Soc. Environ. Control in Biol., July, Sapporo, Abstr. Annual Meeting of Jpn. Soc. Environ. Control in Biol. p 454-455.
- Katsutani, N., Ikeda, Y. 1997. Studies on the flowering behaviour of perennial *Delphinium*. J. Jpn. Soc. Hortic. Sci. 66: 121-131.
- Ohkawa, K. 1992. *Eustoma*. Seibundo Shinkosha, Tokyo, pp 205.
- Ohkawa, K., Kano, A., Kanematsu, K., Korenaga, M. 1991. Effects of air temperature and time on rosette formation in seedlings of *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn. Sci. Hortic.

- 48 : 171-176.
- Ohkawa, K., Yoshizumi, T., Korenaga, M., Kanematsu, K. 1994. Reversal of heat-induced rosetting in *Eustoma grandiflorum* with low temperatures. HortScience 29 : 165-166.
- Pergola, G. 1992. The need for vernalization in *Eustoma russellianum*. Sci. Hortic. 51 : 123-127.
- Takeda, T. 1995a. Effects of low temperature treatments on bolting and flowering of rosetted *Eustoma* seedlings. J. Jpn. Soc. Hortic. Sci. 64 : 359-366.
- Takeda, T. 1995b. Studies on the flowering of hardy annuals, half hardy annuals and seed propagation perennials. PhD thesis. Shizuoka University, Ohya, Shizuoka, pp 90.