制御環境下におけるトルコギキョウのロゼット性に 及ぼす温度と日長の影響

李 潔・大野 始・大川 清

静岡大学農学部

Influences of Temperature and Photoperiod on Rosetting Characteristics of
Eustoma grandiflorum (Raf.) Shinn. Cultivars Grown in Growth Chambers

Jie LI, Hajime OHNO and Kiyoshi OHKAWA

Faculty of Agriculture, Shizuoka University, Ohya, Shizuoka 422-8529, Japan

(Received November 11, 2003)

To evaluate rosetting characteristics under artificial conditions in growth chambers, seedlings of 13 *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn. cultivars were grown in 5 different day/night temperature regimes (14 h photoperiod, $100 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ PPFD). Evaluated bolting rates (EBRs) decreased with temperature and differed among cultivars. Rosette indexes (RIs) in the growth chambers were higher than those in the greenhouse. However, close correlations were found between the RIs in the growth chambers and the greenhouse ($r=0.856$). These results indicate that it is also valuable to evaluate rosetting characteristics of *Eustoma* cultivars under artificial conditions and to classify them based on the RIs obtained there. To examine the effect of daylength on the bolting, seedlings of six *Eustoma* cultivars were grown under two artificial photoperiodic conditions kept at 30°C day/ 20°C night ($100 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ PPFD). The photoperiods of short day (SD) and long day (LD) conditions were 12 h and 12 h+4 h night break (22:00-2:00), respectively. LD promoted *Eustoma* bolting. Both easy- and hardly-bolting cultivars were little affected by the daylength. In the cultivars classified into the intermediate ranks of rosetting, the bolting was stimulated by the night break (LD).

Keywords: artificial condition, daylength, *Eustoma* cultivars, rosette, temperature

2003年11月11日受付

緒 言

トルコギキョウ (*Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn.) は花色が豊富で、水揚げがよいなどの性質を持っているため、世界中で人気がある花卉である。2001年の農林水産省統計によると、トルコギキョウは切り花の9位になっている。日本では現在、栽培品種は400以上にのぼっている。それらの高温によるロゼット性

は品種により大きく異なり (Ohkawa et al., 1991)、品種を構成する個体間にも遺伝的ばらつきがある (Fukuda et al., 1994)。また、同じ品種でも採種時期や採種地、登熟期が異なるとロゼット程度が異なる (Ohkawa et al., 1993)。

日本でのトルコギキョウは、今では周年生産されているが、異なる作型に対応して適当なロゼット性や早晩性の品種を選択しなければならない。前報 (Li et al., 2002) ではガラス温室を利用し、5, 6, 7月の異なる播

種時期における抽だい特性に基づきトルコギキョウのロゼット性の品種分類を行ったが、日本でトルコギキョウを普通栽培すれば採種時期は、8月中～下旬になる。したがって、採種の当年では生産現場の環境条件に近いガラス温室を利用して、ロゼット性の強さに関する検定を行うことはできない。そのうえ、ガラス温室ではその年ごとの気象の影響を受けるため、同じ時期に播種しても幼苗が遭遇する気温は年により異なる。

一方、制御環境下で実施すれば、1年中いつでも同一条件で検定を行え、結果の再現性が高い。また、Imamura and Sudoh (1998) の実験では昼/夜温 38/28 °C、12 時間日長の人工気象室で播種から 9 週間高温条件下で生長させた後の抽だい率は、7 月播種の苗の抽だい率と高い相関がみられている。したがって、高温の環境条件を設定すればロゼット性の検定が周年可能であると考えられる。

そこで、本実験では、制御環境下における異なる温度による抽だい特性に基づくロゼット性の品種分類の可能性を検討した。

トルコギキョウの抽だいに影響を及ぼす主要因は温度であるが、日長も影響する (Azuma and Inubushi, 1988; Tukada, 1988)。そのため、グロースチャンバーのような制御環境条件下における日長の影響を調べ、トルコギキョウのロゼット性検定に好適な日長についても明らかにしようとした。

材料および方法

実験 1. 温度の異なる制御環境下における抽だい特性に基づくロゼット性の品種分類

ロゼット性の異なる Table 1 に記載されている 13 品種を用い、昼 (6:00～20:00)/夜温 (20:00～6:00) が 25/15°C、27.5/17.5°C、30/20°C、32.5/22.5°C、35/25°C の 5 処理区を設け、静岡大学農学部グロースチャンバーで実施した。日長は 14 時間、光強度は 100 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ とした。

128 穴のセルトレイを用い、クレハ園芸培土 (窒素 0.4 g/kg、リン酸 1.9 g/kg、加里 0.6 g/kg、苦土 0.2 g/kg、呉羽化学 (株)) を用土として用いた。基肥として緩効性被覆肥料ニュートリコートマイクロ 100 (N: P₂O₅: K₂O=12:10:11、旭化成工業 (株)) を 1 トレイ当たり 20 g 施用した。1 トレイに 3 品種ずつ、各品種 40 セルに 1 セル当たり 3～4 粒播種した。本葉がみられるまで底面給水を行い、その後、1 日 1～2 回灌水

した。本葉が 4 枚展開した後、1 セル当たり 1 本に間引きした。播種 14 週間後から週に 1 回液肥 (大塚ハウス A 処方を 3 倍に希釈) を施用した。節間が 3 mm 以上に伸長した場合を抽だいとした。茎長が 3 cm 以上伸長したものは正常抽だい株とみなし、その時点で調査を終了した。本葉数、抽だい開始週数、正常伸長した週数、ロゼット葉数を播種後 20 週まで毎週調査した。

ロゼット性は正常伸長株率 (%) に 1、伸長不良株 (抽だいたが、実験終了時まで 3 cm に達しなかった株) 率に 0.5、ロゼット株率に 0 を乗じて加えた値を評価抽だい率として求めた (Li et al., 2002)。

品種分類は 5 つの異なる処理温度下での評価抽だい率に基づいたロゼット指数によって行った (Li et al., 2002)。ロゼット指数 (RI) は以下の式で算出した。

$$\text{RI} = 1 \times (100 - 25/15^\circ\text{C の評価抽だい率}) + 4/5 \times (25/15^\circ\text{C の評価抽だい率} - 27.5/17.5^\circ\text{C の評価抽だい率}) + 3/5 \times (27.5/17.5^\circ\text{C の評価抽だい率} - 30/20^\circ\text{C の評価抽だい率}) + 2/5 \times (30/20^\circ\text{C の評価抽だい率} - 32.5/22.5^\circ\text{C の評価抽だい率}) + 1/5 \times (32.5/22.5^\circ\text{C の評価抽だい率} - 35/25^\circ\text{C の評価抽だい率}) + 0/5 \times (35/25^\circ\text{C の評価抽だい率})$$

そして各品種の RI に基づいて、以下のように A-E にランク分けした。A: RI < 20; B: 20 ≤ RI < 40; C: 40 ≤ RI < 60; D: 60 ≤ RI < 80; E: 80 ≤ RI。

実験 2. トルコギキョウの抽だいに及ぼす日長の影響

実験は実験 1 と同様、グロースチャンバーで行った。実験 1 の結果からロゼット性の異なる Table 5 に記載されている 6 品種を選んだ。グロースチャンバーの設定温度はロゼット誘導限界温度の昼 30°C (6:00～18:00)/夜 20°C (18:00～6:00) とした。日長は 12 時間の短日と 12 時間に 60 W の白熱電球で 22:00～2:00 までの 4 時間暗期中断した長日の 2 つとした。

栽培、管理および調査方法は実験 1 と同様とした。

結 果

実験 1. 温度の異なる制御環境下における抽だい特性に基づくロゼット性の品種分類

評価抽だい率は各品種とも栽培温度が高くなるとともに低くなった (Table 1)。最もロゼット性が弱い ‘キャンディーホワイト’ は、昼/夜温 32.5/22.5°C 下で生育させても 60% が抽だいた。一方、ロゼット性の最も強い ‘あずまの銀河’ は 25/15°C の低い栽培温度下でも 5.4% しか抽だいたしなかった。

抽だいを開始した週数は、27.5/17.5°C と 30/20°C 区が最も早く、それぞれ平均 12.9 週、12.7 週で抽だいたが、32.5/22.5°C の処理区は平均 13.6 週で抽だいた (Table 2)。最も遅かったのは 25/15°C の処理区で平均 14.9 週で抽だいた。また、25/15°C 処理区では抽だいたし始めた週数は 10.3~18.9 週と品種により大きく

異なったが、他の処理区では品種間差は 25/15°C 区より小さかった。

グロースチャンバーでの栽培温度は播種 7 週間後における平均展開葉数とロゼット葉数には影響を及ぼさず、それぞれ約 3.3 枚、8.2 枚であった (Table 3)。

Table 4 は供試した 13 品種の 5 つの温度処理での評

Table 1 The evaluated bolting rate of 13 *Eustoma grandiflorum* cultivars under different day/night temperature treatments grown in growth chambers^z.

Cultivar	Evaluated bolting rate (%) ^y				
	25/15°C	27.5/17.5°C	30/20°C	32.5/22.5°C	35/25°C ^x
F ₁ Candy White	100.0 a	100.0 a	100.0 a	60.0 a	15.6 a
F ₁ Eculousa Green	96.2 ab	90.9 b	50.0 bc	35.0 b	6.8 ab
F ₁ Eculousa Pink	58.6 c	52.9 de	36.5 cd	28.8 bc	1.3 bc
F ₁ Nail Light Pink	68.3 c	21.4 f	11.1 fg	6.3 de	0.0 c
F ₁ Clear Marine	61.1 c	48.2 e	16.7 ef	12.1 de	0.0 c
F ₁ Nail Marine Neo	72.2 c	73.3 c	30.6 de	16.2 cd	1.3 bc
F ₁ Asuka no Moegi	90.6 b	69.1 cd	66.7 b	3.2 ef	0.0 c
F ₁ Asuka no Shizuku	75.0 c	48.2 e	29.7 de	0.0 f	0.0 c
F ₁ Asuka no Shirabe	65.0 c	61.8 cde	0.0 h	0.0 f	0.0 c
F ₁ Asuka no Shinsetsu	61.7 c	48.6 e	0.0 h	0.0 f	0.0 c
F ₁ Asuka no Sakura	13.8 d	11.8 fg	3.1 gh	0.0 f	0.0 c
F ₁ Nail Pink	6.3 d	2.9 gh	0.0 h	0.0 f	0.0 c
F ₁ Azuma no Ginga	5.4 d	0.0 h	0.0 h	0.0 f	0.0 c
Average	59.5	48.4	26.5	12.4	1.9

^z Values in columns followed by the same letter are not significant at <0.05 by difference in proportions test.

^y Evaluated bolting rate=(Normal bolting rate)×1+(Abnormal bolting rate)×0.5.

^x Day (6:00–20:00) temperature/Night (20:00–6:00) temperature.

Table 2 Weeks to bolting from sowing of 13 *Eustoma grandiflorum* cultivars under different day/night temperature treatments grown in growth chambers^z.

Cultivar	Weeks to bolting				
	25/15°C	27.5/17.5°C	30/20°C	32.5/22.5°C	35/25°C
F ₁ Candy White	10.3±0.1	11.5±0.2	10.7±0.2	12.8±0.2	14.2±0.6
F ₁ Eculousa Green	12.1±0.3	12.2±0.2	12.4±0.3	13.8±0.3	16.5±1.3
F ₁ Eculousa Pink	14.3±0.3	14.9±0.5	11.9±0.3	14.0±0.5	— ^y
F ₁ Nail Light Pink	13.9±0.4	13.0±0.4	12.8±0.6	14.3±0.9	—
F ₁ Clear Marine	13.6±0.4	12.3±0.4	14.1±0.4	13.8±0.4	—
F ₁ Nail Marine Neo	14.8±0.4	12.0±0.2	13.4±0.4	13.7±1.1	—
F ₁ Asuka no Moegi	13.9±0.2	11.0±0.3	11.7±0.2	13.0 ^x	—
F ₁ Asuka no Shizuku	14.9±0.4	12.3±0.4	13.3±0.3	—	—
F ₁ Asuka no Shirabe	16.5±0.4	12.0±0.4	—	—	—
F ₁ Asuka no Shinsetsu	16.5±0.5	12.1±0.3	—	—	—
F ₁ Asuka no Sakura	18.9±0.7	16.5±0.5	14.0±2.0	—	—
F ₁ Nail Pink	17.2±0.7	15.0±0.7	—	—	—
F ₁ Azuma no Ginga	16.7±1.2	—	—	—	—
Average	14.9	12.9	12.7	13.6	15.3

^z Values are means±SD.

^y No data because of no bolting plant.

^x Only one plant bolted.

Table 3 The growth rate and no. of rosette leaves of 13 *Eustoma grandiflorum* cultivars grown under different day/night temperature in growth chambers^z.

Cultivar	Growth rate ^y			No. of rosette leaves ^x		
	25/15°C	27.5/17.5°C	30/20°C	25/15°C	27.5/17.5°C	30/20°C
F ₁ Candy White	4.0±0.0	3.0±0.1	3.6±0.1	6.0±0.0	7.4±0.3	7.8±0.1
F ₁ Eculousa Green	4.0±0.0	3.7±0.1	3.8±0.1	6.8±0.2	8.3±0.3	8.1±0.2
F ₁ Eculousa Pink	3.3±0.1	3.7±0.1	3.6±0.1	7.9±0.1	10.0±0.5	8.4±0.2
F ₁ Nail Light Pink	3.5±0.1	3.6±0.1	3.7±0.1	8.1±0.2	9.2±0.5	8.0±0.5
F ₁ Clear Marine	3.5±0.1	3.7±0.1	3.6±0.1	7.5±0.2	7.9±0.5	8.8±0.4
F ₁ Nail Marine Neo	3.0±0.2	3.7±0.1	3.9±0.1	7.2±0.2	7.0±0.3	8.4±0.4
F ₁ Asuka no Moegi	2.6±0.2	3.3±0.1	3.5±0.1	6.6±0.2	7.2±0.4	7.8±0.2
F ₁ Asuka no Shizuku	2.2±0.1	3.0±0.1	3.5±0.1	7.2±0.2	8.5±0.3	8.2±0.3
F ₁ Asuka no Shirabe	3.7±0.1	3.6±0.1	3.7±0.1	9.3±0.3	9.0±0.4	— ^w
F ₁ Asuka no Shinsetu	3.6±0.1	3.5±0.1	3.7±0.1	8.6±0.3	8.3±0.4	—
F ₁ Asuka no Sakura	3.8±0.1	3.2±0.1	3.7±0.1	11.0±0.6	9.7±0.3	—
F ₁ Nail Pink	2.2±0.1	2.3±0.1	2.5±0.1	8.8±0.5	12.0±1.0	—
F ₁ Azuma no Ginga	2.6±0.1	2.2±0.1	2.4±0.1	9.3±0.5	—	—
Average	3.2	3.3	3.5	8.0	8.7	8.2

^z Values are means ± SD.

^y Leaf number after 7 weeks from sowing.

^x Total number of the leaves below the lowest elongated internode.

^w No data because of no bolting plant.

Table 4 The comparison of rosetting ranks between growth chamber and green house of 13 *Eustoma grandiflorum* cultivars.

Cultivar	Rank ^z	
	Growth chamber	Green house ^y
F ₁ Candy White	B	A
F ₁ Eculousa Green	C	A
F ₁ Eculousa Pink	D	A
F ₁ Nail Light Pink	D	B
F ₁ Clear Marine	D	B
F ₁ Nail Marine Neo	D	C
F ₁ Asuka no Moegi	C	C
F ₁ Asuka no Shizuku	D	C
F ₁ Asuka no Shirabe	D	C
F ₁ Asuka no Shinsetu	D	C
F ₁ Asuka no Sakura	E	C
F ₁ Nail Pink	E	E
F ₁ Azuma no Ginga	E	E

^z Ranked by means of the rosette index : A < 20, 20 ≤ B < 40, 40 ≤ C < 60, 60 ≤ D < 80, 80 ≤ E.

^y Li et al., 2002.

Table 5 The comparison of normal bolting rate, abnormal bolting rate and rosetting rate among 6 *Eustoma grandiflorum* cultivars grown under two different photoperiodic conditions^z.

Cultivar	Normal bolting rate (%)		Abnormal bolting rate (%)		Evaluated bolting rate (%)		Rosetting rate (%)	
	12 h	Night break	12 h	Night break	12 h	Night break	12 h	Night break
F ₁ Candy White	96.0 a	100.0 a	0.0 a	0.0 b	96.0 a	100.0 a	4.0 c	0.0 e
F ₁ Nail Light Pink	0.0 c	36.4 c	0.0 a	6.1 b	0.0 c	39.4 c	100.0 a	57.6 c
F ₁ Clear Marine	0.0 c	66.7 b	0.0 a	25.0 a	0.0 c	79.2 b	100.0 a	8.3 de
F ₁ Nail Marine Neo	0.0 c	75.8 b	0.0 a	6.1 b	0.0 c	78.8 b	100.0 a	18.2 d
F ₁ Asuka no Shirabe	18.2 b	17.4 d	4.5 a	0.0 b	20.5 b	17.4 d	77.3 b	82.6 b
F ₁ Nail Pink	0.0 c	10.3 d	0.0 a	2.6 b	0.0 c	11.5 d	100.0 a	87.2 a

^z Values in columns followed by the same letter are not significant at <0.05 by difference in proportions test.

Fig. 1 Relationship between the rosette indexes of 12 *Eustoma* cultivars grown under green house and growth chamber conditions.

Table 6 Weeks to the beginning of bolting, weeks to normal bolting and no. of rosette leaves of 6 *Eustoma grandiflorum* cultivars under different photoperiodic conditions^z.

Cultivar	Weeks to the beginning of bolting		Weeks to normal bolting		No. of rosette leaves	
	12 h	Night break	12 h	Night break	12 h	Night break
F ₁ Candy White	11.0±0.2	10.5±0.1	13.0±0.2	11.6±0.2	9.1±0.3	6.9±0.3
F ₁ Nail Light Pink	— ^y	13.0±0.4	—	15.6±0.3	—	8.1±0.7
F ₁ Clear Marine	—	13.0±0.2	—	14.3±0.2	—	7.9±0.3
F ₁ Nail Marine Neo	—	12.0±0.3	—	14.0±0.6	—	7.5±0.2
F ₁ Asuka no Shirabe	13.2±0.4	14.3±0.3	14.3±0.3	18.0±0.0	9.2±0.2	8.5±0.3
F ₁ Nail Pink	—	13.8±0.6	—	14.8±0.6	—	7.6±0.6

^z Values are means±SD.

^y No data because of no bolting plant.

価抽だい率に基づいたロゼット指数による分類ランクおよび同じ品種を用いてガラス温室で実施した実験の結果 (Li et al., 2002) を示した。ガラス温室の実験でロゼット性の低いランクに分類された品種はグロースチャンパーを用いた実験でも低いランクに、高いランク分類された品種は高いランクに、それぞれ分類された。両実験に共通の 12 品種のロゼット指数の間には高い相関がみられ、相関係数は 0.856 であった (Fig. 1)。

実験 2. トルコギキョウの抽だいに及ぼす日長の影響

暗期中断の長日処理区では 6 品種すべてで抽だし、長日の評価抽だい率は短日より高かったが、‘あすかの調’の評価抽だい率には日長による影響はみられなかった (Table 5)。また、ロゼット性の弱い‘キャン

ディーホワイト’とロゼット性の強い‘ネイルピンク’の評価抽だい率に及ぼす長日の影響は他の品種より小さかった。

短日処理区では‘キャンディーホワイト’と‘あすかの調’の 2 品種しか抽だいいしなかった。

‘キャンディーホワイト’が抽だいを始めた週数と正常に抽だいた週数については、長日の方が短日より早かった (Table 6)。逆に、‘あすかの調’では短日の方が早かった。一方、ロゼット葉数については長日処理区の方が少なかった。

考 察

日長がトルコギキョウの抽だいに及ぼす影響を調査した実験で供試した 6 品種のうち、短日処理区では 2

品種しか抽だいしなかったのに対して、長日処理区ではすべての品種で抽だいする株がみられた (Table 5)。
‘あすかの調’を除いて、トルコギキョウの評価抽だい率は長日で高くなる傾向がみられた。抽だいし始めた週数、正常に抽だいした週数は、短日処理区よりも長日の方が早かった (Table 6)。これらの結果は長日はトルコギキョウの大部分の品種で花芽分化を促進するだけでなく、抽だいても促進するとの報告 (Tukada, 1988) と一致する。

以上の結果から、30/20°C のようなロゼットを誘起する境界域の温度では日長がロゼット性に影響を及ぼし、長日が抽だいを促進することが明らかになった。この傾向はロゼット性が著しく弱いあるいは強い品種よりも、中間の品種で顕著である。

グロースチャンパーで7週間生長した苗の葉数は処理温度とあまり関係なく、平均で3.3となった (Table 3) が、ガラス温室で6週間生長した苗の平均葉数4.7枚 (Li et al., 2002) と比べ、かなり少なくなった。また、グロースチャンパーでの苗の抽だいはガラス温室より2週間以上遅く、ロゼット葉数も多かった。Imamura and Sudoh (1998) の実験ではトルコギキョウの苗の光合成速度は光合成有効光量子束密度 (PPFD) が $850 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ までは高いほど増加した。本実験ではグロースチャンパーでの光強度が $100 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ と低く、苗の生長、抽だいが遅れたことが、同じ品種であっても、評価抽だい率はガラス温室よりグロースチャンパーの方がかなり低くなった原因の一つであると考えられる (Fig. 1)。

評価抽だい率はガラス温室より低かったが、グロースチャンパーでも供試したすべての品種にわたって、処理温度が高くなるにつれて評価抽だい率が低下した (Table 1)。また、ガラス温室とグロースチャンパーのロゼット指数には $r=0.856$ の正の相関がみられた (Fig. 1)。したがって、制御環境条件下でのロゼット性による品種分類結果は実際生産に利用することができると考えられるが、グロースチャンパーの光強度をより強くするなどの改良が必要である。

摘 要

トルコギキョウの高温によるロゼット性の制御環境下でのデータを得るため、グロースチャンパーを用い、市販13品種を5つの異なる昼/夜温条件下 (14時間日

長、光強度 $100 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) で栽培した。評価抽だい率は気温が高くなるとともに低下した。また、評価抽だい率には品種間差が認められた。グロースチャンパーでのロゼット指数はガラス温室でのロゼット指数より高かったが、両者の間には密接な正の相関 ($r=0.856$) がみられた。これらの結果より、制御環境下でのトルコギキョウのロゼット性検定ならびに品種分類が可能であることが示された。

また、制御環境下でのトルコギキョウの抽だいに及ぼす日長の影響を調べるため、6品種を供試してグロースチャンパー (昼 30°C/夜 20°C, $100 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ PPFD) で12時間 (短日) と12時間に4時間の暗期中断 (22:00~2:00) を組み合わせた日長下 (長日) での抽だい状況を調査した。

長日は制御環境下でのトルコギキョウ苗の抽だいを促進した。ロゼット性の強い品種や弱い品種では日長の影響は小さかったが、中間の品種では暗期中断 (長日) で抽だいが促進された。

文 献

- Azuma, A., Inubushi, S. 1988. Studies on the flowering control of Russell prairie gentian (*Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn.) 1. Factors causing the rosetting, and rosetting prevention. (Japanese text with English abstract) Bull. Kohchi Hortic. Exp. Stn. 4: 19-29.
- Fukuda, Y., Ohkawa, K., Kanematsu, K., Korenaga, M. 1994. Classification of *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn. cultivars on rosette characteristics based on the bolting ratios after a high temperature treatment. (Japanese text with English abstract) J. Jpn. Soc. Hortic. Sci. 62: 845-856.
- Imamura, H., Sudoh, K. 1998. Effect of the time on the test in rosette formation of *Eustoma grandiflorum*. Kyushu Agric. Res. 60: 182.
- Li, J., Notsu, Y., Ogawa, M., Ohno, H., Ohkawa, K. 2002. Rosetting characteristics-based classification of *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn. cultivars sown on different dates. (Japanese text with English abstract) Environ. Control in Biol. 40: 229-237.
- 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., Korenaga, M., Yoshizumi, T. 1993. Influence of temperature prior to seed ripening and at germination on rosette formation and bolting of *Eustoma grandiflorum*. Sci. Hortic. 53: 225-230.
- Tukada, A. 1988. The flowering regulation in *Eustoma*. Symposium in 1988 about the studies on technology of cooperative seed breeding. (Japanese text) p 99-108.