苗齡, 苗の高温および低温遭遇, 並びに低温遭遇後の生育温度がトルコギキョウの 抽だいに及ぼす影響

谷川孝弘・小林泰生・松井 洋*・國武利浩

福岡県農業総合試験場園芸研究所 818-8549 福岡県筑紫野市

Effects of Seedling Age and High and Low Growth Temperatures on Bolting of *Eustoma grandiflorum*
(Raf.) Shinn. Cultivars

Takahiro Tanigawa, Yasuo Kobayashi, Hiroshi Matsui*, and Toshihiro Kunitake

Institute of Horticulture, Fukuoka Agricultural Research Center, Chikushino, Fukuoka 818-8549

Summary

Effects of exposing *Eustoma* cultivars to high and low growth temperatures for different durations and with an interval of chilling on bolting were examined. In Exp. 1, seedlings of 'Asukanosakura' and 'Asukanoasa' which were grown at 30/25 °C (day/night) under a 12-hr photoperiod for 0 to 6 weeks after sowing were exposed to 11 °C for 3 weeks and subsequently cultured at 30/25 °C, 27.5/17.5 °C, and 22.5/12.5 °C. All seedlings of both cultivars grown at 22.5/12.5 °C bolted; whereas 13~88% of those grown at 30/25 °C bolted. In Exp. 2, seedling of 'Asukanoyosooi' and 'Miyakomomo', grown at 35/25 °C for 0 to 8 weeks under natural photoperiod after sowing, were exposed to 11 °C for 5 weeks and then cultured at the above 3 temperature regimes. After the low-temperature treatment, all plants, initially grown for 4 and 6 weeks, bolted after 'Asukanoyosooi' and 'Miyakomomo' attained more than 1.1 and 2.3 nodes per stem, respectively, independent of the final growing temperatures. Contrarily, seedlings that were initially grown for 0 to 2 weeks prior to chilling formed rosettes. In Exp. 3, seedlings of 'Azumanosakura', 'Asukanosakura', and 'Asukanoasa' were grown at 35/25 °C for 0 to 2 weeks under a natural photoperiod after sowing, then exposed to 11 °C for 1 to 5 weeks, and then cultured at the original day/night temperatures. Most of the seedlings bolted when they were exposed to the chilling temperature for 3 to 5 weeks, regardless of the initial duration of the treatment. In Exp. 4, when seedlings of the 3 cultivars in Exp.3 were exposed to 35/25 °C for 4 to 8 weeks after sowing and subsequently to 11 °C for 3 to 6 weeks, all seedlings bolted after 5 weeks of chilling. Thus, we conclude that low-temperature exposure is primarily responsible for the bolting of these *Eustoma* cultivars which are hard to form rosettes.

Key Words: bolting, lisianthus, low-temperature treatment, rosette formation.

緒 言

トルコギキョウの種子を夏季に播種すると、ほとんどの苗がロゼット化して茎軸が伸長(抽だい)しないことから、秋冬季に品質のよい切り花を得ることは困難である。トルコギキョウ苗のロゼット化の要因に関しては、日長(Harbaugh, 1995; Harbaugh ら, 1992), 光量(Ohkawa ら, 1991), 苗の移植時のストレス(Ohkawa ら, 1991)などが指摘されているが、その主たる要因は 25~28 °C の高温であることが明らかになっている(Harbaugh ら, 1992; Ohkawa ら, 1991)。高温によってロゼット化した苗は、

20 °C 以下の低温に一定期間遭遇することによってロゼット打破され、抽だいて開花する(大川ら, 1990; 竹田, 1995)。

吾妻・犬伏(1988)も、高温がロゼット化の主要因であるとしたが、トルコギキョウが本来宿根草としての性質を有することをふまえて、キクと同様に高温はロゼット化を誘導する要因であり、形態的にロゼット化させる要因は 20 °C 以下の低温であると考えた。

一方、Pergola(1992)は、本葉 3.5 節葉期に達した苗を低温処理することによって抽だいが促進されたことから、これを春化(Vernalization)とよび、低温の不足がロゼット化の要因であるとした。しかし、この実験では播種直後から最低気温 22 °C 以上で育苗し、その後に低温処理したものであり、Ohkawa ら(1994)によるロゼット打破処

2000年5月17日 受付, 2000年11月20日 受理.

*現在:福岡地域農業改良普及センター

理の方法と本質的に違いがない。しかし、その後 Pergola ら (1992) は、播種直後の吸水種子を 3℃ で 4 週間処理した後、22℃ で育苗したところ、種子の低温処理をしなかった場合と比較して明らかな抽だい促進効果を認めた。同様の実験は景山ら (1990)、渡辺・横井 (1991)、Ohkawa ら (1993) によっても行われ、播種直後の吸水種子に対する低温処理が苗の抽だいに對して促進的に作用することが示された。

苗のロゼット化に作用する高温感応性は、苗齡によって異なることがわかっており、播種直後 (種子の吸水直後) から本葉 2 節葉期までの時期で最も感応しやすく、2 節葉期を過ぎると感応性は消失する (吾妻・犬伏, 1988; Ohkawa ら, 1991)。従って、高温によって苗がロゼット化するとした先の仮説からは、苗が若い時期 (本葉 2 節葉期以前) に低温遭遇しても、その後高温に遭遇すると低温の効果は打ち消され、ロゼット化することが想定される。しかし、Pergola ら (1992) の報告からも明らかなように、苗に対する低温遭遇の効果が高温下でも保存 (記憶) されているという事実は、低温量の充足こそが抽だいの条件であることを示唆しているように思われる。

本研究では、トルコギキョウの抽だいと温度との関係について、これまでの報告を再度検証するとともに、最近育成された数品種を用いて、苗の低温遭遇という視点から温度と苗齡が抽だいに及ぼす影響を明らかにしようとした。

材料および方法

いずれの実験でも、播種はスーパーミックス (サカタのタネ) を用土としたセル成型トレイ (1 セル容量 21 ml) に行った。播種後の管理は、昼間 (7:00~19:00) と夜間 (19:00~7:00) の気温をそれぞれ一定に制御した自然光型ファイトロン (小糸工業製) の室内で行い、セル成型苗が本葉 2 節葉期に達した時点で 13 liter 容量の栽培箱 (15 cm × 60 cm × 深さ 15 cm) に 1 箱あたり 16 株ずつ定植した。

苗の低温処理は、気温を $11 \pm 1^\circ\text{C}$ とした冷蔵庫内で、蛍光灯を用いて $20\sim 30 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sec}^{-1}$ の光量で苗を終日照明して行った。また、吸水種子の低温処理は、十分に湿らせた用土に播種した直後から冷蔵庫に搬入し、同じように照明して行った。用土が乾燥しないように適宜トレイの底面から給水した。

セル成型苗に対する施肥として、発芽後から OK-F-1 (大塚化学, N: P_2O_5 : K_2O =15: 8: 17) の 1,500 倍液を週 1 回、1 トレイあたり 200 ml 灌注した。栽培箱の用土には、田土、腐葉土、ボラ砂をそれぞれ容積比 4:4:2 の割合に混合し、緩効性肥料ロングトータル花き 1 号 (チッソ旭製, N: P_2O_5 : K_2O =13:16:10) を 1 箱あたり 40 g ずつ混入した。

1 処理に対してセル成型トレイは 1 トレイ、栽培箱は 2

箱を供試した。苗の抽だい調査は、栽培箱への定植後から毎週 2 回、播種後約 5 カ月間に渡って行った。抽だい時期は節間が 3 mm 以上に伸長した時点とし、ロゼット化した部位の本葉節数を抽だい時における節数として調査した。

実験 1. 播種後の高温遭遇期間と低温処理 (11℃・3 週間) 終了後の生育温度が苗の抽だいに及ぼす影響

‘あすかの朝’ と ‘あすかの桜’ (いずれもサカタのタネ) を供試し、8 月 20 日から 10 月 1 日まで 2 週間おきに 4 回播種し、播種直後から 30/25℃ でそれぞれ 6, 4, 2, 0 週間育苗した。10 月 1 日から 4 組の苗を一斉に 11℃ で 3 週間低温処理し、終了時に苗の節数を調査した。その後、それぞれを 3 組に分け、30/25℃, 27.5/17.5℃, 22.5/12.5℃ とした室内で栽培した。あわせて播種直後からそれぞれの温度条件下で栽培する区を設けた。

実験 2. 播種後の高温遭遇期間と低温処理 (11℃・5 週間) 終了後の生育温度が苗の抽だいに及ぼす影響

‘あすかの粧’ (サカタのタネ) と ‘都桃’ (ミヨシ) を供試して 4 月 24 日に播種し、播種直後から 35/25℃ で 0, 2, 4, 6 週間育苗し、その後それぞれの苗に対して 11℃ で 5 週間低温処理した。低温処理が終了した時点で苗の節数を調査し、それぞれを 3 組に分けて 35/25℃, 30/20℃, 25/15℃ とした室内で栽培した。あわせて播種直後からそれぞれの温度条件下で栽培する区を設けた。

実験 3. 播種後の高温遭遇期間と低温処理期間が高温下での抽だいに及ぼす影響 (その 1)

‘あずまの桜’ (サカタのタネ), ‘あすかの桜’ および ‘あすかの朝’ を供試して 4 月 15 日に播種し、播種直後から 35/25℃ で 0, 3, 7, 14 日間育苗した。その後、それぞれを 3 組に分け、11℃ で 1, 3, 5 週間低温処理した。低温処理終了時に苗の節数を調査し、再び 35/25℃ の室内に入れて栽培した。あわせて播種直後から 35/25℃ で栽培する区を設けた。

実験 4. 播種後の高温遭遇期間と低温処理期間が高温下での抽だいに及ぼす影響 (その 2)

‘あずまの桜’, ‘あすかの桜’, ‘あすかの朝’ を供試して 6 月 7 日に播種し、播種直後から 35/25℃ で 4, 6, 8 週間育苗した。その後、それぞれを 4 組に分け、11℃ で 3, 4, 5, 6 週間低温処理した。低温処理終了時に苗の節数を調査し、再び 35/25℃ の室内で栽培した。

結 果

実験 1. 播種後の高温遭遇期間と低温処理 (11℃・3 週間) 終了後の生育温度が苗の抽だいに及ぼす影響

8 月 20 日から 2 週間おきに 4 回播種して高温 (30/25℃) 下で育苗し、10 月 1 日から一斉に 3 週間の低温処理を行

Table 1. Effects of low-temperature duration for 3 weeks after high-temperature duration for 0, 2, 4 and 6 weeks from sowing and subsequent temperature on bolting of seedlings in *Eustoma* cultivars. Seeds were sown on 20 Aug. to 1 Oct., Exp. 1.

			Cultivar							
High-temp. duration ^z (weeks)	Low-temp. duration ^y (weeks)	Growth temp. ^x (day/ night °C)	Asukanosakura				Asukanoasa			
			No. nodes on the end of low-temp. duration	Bolting rate (%)	Days sowing to boltibg	No. nodes at bolting	No. nodes on the end of low-temp. duration	Bolting rate (%)	Days sowing to boltibg	No. nodes at bolting
0	0	30/25	–	0	–	–	–	6	111	8.0
		27.5/17.5	–	44	89	4.6	–	50	98	4.6
		22.5/12.5	–	75	93	3.9	–	88	94	3.6
0	3	30/25	0	13	103	5.0	0	88	103	5.2
		27.5/17.5	0	100	105	4.2	0	100	102	4.1
		22.5/12.5	0	100	100	3.1	0	100	103	3.1
2	3	30/25	0.6	19	113	7.7	0.4	88	97	5.0
		27.5/17.5	0.6	94	115	5.8	0.4	100	103	4.6
		22.5/12.5	0.6	100	112	4.2	0.4	100	109	4.1
4	3	30/25	1.4	19	142	7.3	1.2	75	114	5.7
		27.5/17.5	1.4	94	133	6.2	1.2	88	119	5.2
		22.5/12.5	1.4	100	119	4.9	1.2	100	122	4.6
6	3	30/25	2.5	31	121	7.5	2.3	81	102	5.3
		27.5/17.5	2.5	82	130	6.8	2.3	88	121	6.1
		22.5/12.5	2.5	100	135	6.0	2.3	100	135	5.9
L. S. D(0.05)			0.32	21	15	0.62	0.26	11	17	0.65
Significance										
High-temp. duration(A)			**	NS	**	**	**	*	**	**
Growth temp.(B)				**	NS	**		**	*	**
A × B				*	*	NS		*	*	NS

^z 30/25 °C (day/night) under natural daylength after sowing.^y 11 °C with a PPF of 20-30 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sec}^{-1}$ for 24 hr from cool-white fluorescent lamps after high-temperature duration.^x Plants were divided into 3 groups and transferred to the room at 30/25 °C, 27.5/17.5 °C and 22.5/12.5 °C, respectively.NS, *, ** Nonsignificant or significant at $P \leq 0.05$ or 0.01, respectively.

った後の苗の節数は、播種後の高温遭遇期間が長いほど多くなり、‘あすかの桜’で0~2.5節、‘あすかの朝’で0~2.3節の範囲であった(第1表)。

低温処理をしないで播種直後から30/25 °C, 27.5/17.5 °C, 22.5/12.5 °Cで栽培した時の抽だい株率は、‘あすかの桜’でそれぞれ0%, 44%および75%, また‘あすかの朝’でそれぞれ6%, 50%および88%であった。それに対して、3週間の低温処理を行って栽培した時の抽だい株率は、‘あすかの桜’では播種後の高温遭遇期間に関係なく、生育温度が22.5/12.5 °Cでは100%, また27.5/17.5 °Cでは82~100%と高かったのに対し、30/25 °Cでは13~31%と低かった。一方、‘あすかの朝’の抽だい株率は、‘あすかの桜’と同様に栽培温度が高温になるほど低下したが、播種後の高温遭遇期間が短いほど有意に高くなった。

抽だい株率が100%を示した処理区での播種から抽だいまでの日数は、いずれの品種も播種後の高温遭遇期間が長いほど増加する傾向を示した。また、抽だい時の節数は、播種後の高温遭遇期間が長く、低温処理後の生育温度が高いほど増加する傾向を示した。

実験 2. 播種後の高温遭遇期間と低温処理(11 °C・5週間)終了後の生育温度が苗の抽だいに及ぼす影響

播種した直後から高温(35/25 °C)下で0, 2, 4, 6週間育苗し、その後11 °Cで5週間低温処理した時点の苗の節数は、育苗期間によって‘あすかの粧’で0~1.9節、‘都桃’で0~2.3節の範囲であった(第2表)。苗の低温処理をしないで播種直後から35/25 °C, 30/20 °C, 25/15 °Cの温度条件で栽培すると、30/20 °C以上ではいずれの品種も全く抽だいにしなかったが、25/15 °Cでは‘あすかの粧’で

Table 2. Effects of low-temperature duration for 5 weeks after high-temperature duration for 0, 2, 4 and 6 weeks from sowing and subsequent temperature on bolting of seedlings in *Eustoma* cultivars. Seeds were sown on 24 Apr., Exp. 2.

High - temp. duration ^z (weeks)	Low - temp. duration ^y (weeks)	Growth temp. ^x (day/ night °C)	Cultivar							
			Asukanoyosooi				Miyakomomo			
			No. nodes on the end of low - temp. duration	Bolting rate (%)	Days sowing to boltibg	No. nodes at bolting	No. nodes on the end of low - temp. duration	Bolting rate (%)	Days sowing to boltibg	No. nodes at bolting
0	0	35/25	-	0	-	-	-	0	-	-
		30/20	-	0	-	-	-	0	-	-
		25/15	-	100	140	4.0	-	75	141	4.0
0	5	35/25	0	50	120	4.9	0	13	109	4.0
		30/20	0	91	106	4.1	0	75	126	5.0
		25/15	0	94	117	4.3	0	94	123	4.0
2	5	35/25	0.7	31	130	5.0	1.0	13	124	5.0
		30/20	0.7	100	102	4.0	1.0	81	113	4.4
		25/15	0.7	94	112	4.1	1.0	94	120	3.8
4	5	35/25	1.1	100	106	4.3	1.6	75	112	4.3
		30/20	1.1	100	101	4.1	1.6	100	105	3.9
		25/15	1.1	100	108	4.3	1.6	100	112	3.9
6	5	35/25	1.9	100	132	4.2	2.3	100	109	4.2
		30/20	1.9	100	130	4.0	2.3	100	109	4.2
		25/15	1.9	100	136	4.0	2.3	100	117	4.4
L. S. D(0.05)			0.30	24	8.6	0.36	0.22	24	2.6	0.33
Significance										
High - temp. duration(A)			**	**	*	*	**	**	*	*
Growth temp.(B)				**	*	*		**	*	**
A × B				*	*	*		*	*	*

^z 35/25 °C (day/night) under natural daylength after sowing.

^y 11 °C with a PPF of 20–30 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sec}^{-1}$ for 24 hr from cool-white fluorescent lamps after high-temperature duration.

^x Plants were divided into 3 groups and transferred to the room at 35/25 °C, 30/20 °C and 25/15 °C, respectively.

* ** Significant at $P \leq 0.05$ or 0.01, respectively.

100%, ‘都桃’で75%の株が抽だいした。

‘あすかの粧’の苗に5週間の低温処理を行った場合の抽だい株率は、播種後の高温遭遇期間が4または6週間では生育温度に関わらず100%となった。それに対して、0または2週間高温に遭遇した後に低温処理した場合の抽だい株率は、30/20 °C以下の温度条件で栽培すると90%以上となったが、35/25 °Cでは50%以下に低下した。

また‘都桃’では、播種後の高温遭遇期間が6週間では栽培温度に関わらず100%抽だいしたが、4週間以下では期間が短いほど、また低温処理後の栽培温度が高いほど抽だい株率が低下する傾向を示した。

抽だい株率が100%を示した処理区での播種から抽だいまでの日数は、‘あすかの粧’では101日~136日の範囲で、播種後の高温遭遇期間が長いほど増加したが、生育温度の影響は小さかった。それに対して‘都桃’では

105~117日と幅が小さく、生育温度が低いほど減少する傾向を示した。また、すべての株が抽だいする処理区での抽だい時の節数は、‘あすかの粧’で4.0~4.3節、‘都桃’で3.9~4.4節であった。

実験 3. 播種後の高温遭遇期間と低温処理期間が高温下での抽だいに及ぼす影響 (その 1)

播種直後から0, 3, 7, 14日間高温(35/25 °C)下で育苗し、その後11 °Cで1, 3, 5週間低温処理した時点の苗の節数は、3品種とも育苗期間によって0~1.0節の範囲であった(第3表)。

苗の低温処理をしないで播種直後から35/25 °Cで栽培した時の抽だい株率は、‘あずまの桜’、‘あすかの桜’、‘あすかの朝’でそれぞれ56%, 56%および69%であった。それに対して苗の低温処理を行った場合の抽だい株率は、‘あずまの桜’と‘あすかの桜’では播種直後からの

Table 3. Effects of high- and low- temperature duration of seeds and seedlings on bolting of *Eustoma* cultivars. Seeds were sown on 15 Apr., Exp. 3.

High-temp. duration ^z (days)	Low-temp. duration ^y (weeks)	Cultivar							
		Azumanosakura				Asukanosakura			
		No. nodes on the end of low-temp. duration	Bolting rate (%)	Days sowing to boltibg	No. nodes at bolting	No. nodes on the end of low-temp. duration	Bolting rate (%)	Days sowing to boltibg	No. nodes at bolting
Continuous	high-temp.	-	56	66	4.1	-	56	67	4.3
0	1	0	94	74	4.0	0	100	57	3.2
	3	0	100	78	3.3	0	100	77	3.5
	5	0	100	94	3.6	0	100	91	3.2
3	1	0	88	74	4.0	0	100	66	3.8
	3	0	100	77	3.5	0	100	75	3.6
	5	0	100	102	4.0	0	100	86	3.4
7	1	0	88	72	3.7	0	87	69	4.1
	3	0	100	79	3.6	0	94	77	3.7
	5	0.1	100	98	4.0	0.2	100	87	3.5
14	1	0.0	56	87	5.1	0.2	69	83	4.7
	3	0.1	94	92	4.2	0.6	100	82	3.9
	5	0.3	100	111	4.9	1.0	100	98	3.9
L. S. D(0.05)		0.13	7.9	6.3	0.51	0.22	7.9	6.1	0.64
Significance									
High-temp. duration(A)		**	*	**	**	**	**	**	**
low-temp. duration(B)		**	**	**	**	**	**	**	*
A × B		**	NS	NS	NS	**	**	*	NS

High-temp. duration ^z (days)	Low-temp. duration ^y (weeks)	Cultivar			
		Asukanoasa			
		No. nodes on the end of low-temp. duration	Bolting rate (%)	Days sowing to boltibg	No. nodes at bolting
Continuous	high-temp.	-	69	62	3.7
0	1	0	100	60	3.0
	3	0	100	72	3.0
	5	0	100	93	3.0
3	1	0	100	65	3.5
	3	0	100	74	3.0
	5	0	100	91	3.3
7	1	0	100	62	3.3
	3	0	100	74	3.1
	5	0.2	100	84	3.0
14	1	0.2	94	67	3.7
	3	0.4	100	77	3.1
	5	0.8	100	94	3.4
L. S. D(0.05)		0.20	5.6	5.3	0.26
Significance					
High-temp. duration(A)		**	NS	**	**
Low-temp. duration(B)		**	NS	**	**
A × B		**	NS	*	NS

^z 35/25 °C (day/night) under natural daylength after sowing.^y 11 °C with a PPF of 20-30 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sec}^{-1}$ for 24 hr from cool-white fluorescent lamps after high-temperature treatment. After low-temperature treatment, seedlings were transferred to the room at 35/25 °C (day/night) again.NS, ***, * Nonsignificant or significant at $P \leq 0.05$ or 0.01, respectively.

Table 4. Effects of high- and low- temperature duration of seeds and seedlings on bolting of *Eustoma* cultivars. Seeds were sown on 7 Jun., Exp. 4.

High-temp. duration ^z (weeks)	Low-temp. duration ^y (weeks)	Cultivar							
		Azumanosakura				Asukanosakura			
		No. nodes on the end of low-temp. duration	Bolting rate (%)	Days sowing to boltibg	No. nodes at bolting	No. nodes on the end of low-temp. duration	Bolting rate (%)	Days sowing to boltibg	No. nodes at bolting
4	3	1.2	65	100	4.7	1.4	78	98	4.9
	4	1.4	60	109	4.7	1.6	95	96	4.3
	5	1.3	100	106	4.4	1.6	100	101	4.3
	6	1.6	100	109	4.0	1.8	100	105	4.0
6	3	2.0	45	106	5.3	2.5	50	107	5.7
	4	2.1	100	107	4.7	2.7	100	111	5.0
	5	2.3	100	114	4.4	2.6	100	108	4.3
	6	2.4	100	119	4.6	2.8	100	118	4.3
8	3	3.3	60	123	5.7	3.5	35	121	5.4
	4	3.5	85	130	5.7	3.6	90	121	5.2
	5	3.6	100	123	4.4	3.9	100	122	4.4
	6	3.7	100	128	4.2	3.8	100	128	4.2
L. S. D(0.05)		0.38	19	9.1	0.84	0.32	21	5.7	0.64
Significance									
High-temp. duration(A)		**	NS	**	**	**	NS	**	**
low-temp. duration(B)		*	**	*	**	*	**	**	**
A × B		NS	**	NS	NS	NS	NS	NS	NS

High-temp. duration ^z (weeks)	Low-temp. duration ^y (weeks)	Cultivar			
		Asukanoasa			
		No. nodes on the end of low-temp. duration	Bolting rate (%)	Days sowing to boltibg	No. nodes at bolting
4	3	1.2	100	91	4.1
	4	1.2	100	92	4.1
	5	1.5	100	95	3.7
	6	1.6	100	104	3.7
6	3	2.3	100	107	4.9
	4	2.3	100	103	4.1
	5	2.6	100	109	3.9
	6	2.5	100	116	4.0
8	3	3.4	85	125	5.5
	4	3.6	100	117	4.9
	5	3.7	100	119	4.3
	6	3.7	100	122	4.0
L. S. D(0.05)		0.28	11	4.6	0.39
Significance					
High-temp. duration(A)		**	NS	**	**
low-temp. duration(B)		*	NS	**	**
A × B		NS	**	**	**

^z 35/25 °C (day/night) under natural daylength after sowing.^y 11 °C with a PPF of 20–30 $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{sec}^{-1}$ for 24 hr from cool-white fluorescent lamps after high-temperature treatment. After low-temperature treatment, seedlings were transferred to the room at 35/25 °C (day/night) again.NS, *, ** Nonsignificant or significant at $P \leq 0.05$ or 0.01 , respectively.

育苗期間が短いほど、また低温処理期間が5週間まで長いほど高くなる傾向を示した。とくに播種直後から低温処理した場合には、‘あずまの桜’で3週間、‘あすかの桜’で1週間の処理により、35/25℃の高温条件下で100%の株が抽だいた。一方、‘あすかの朝’では、苗齢に関わらず1週間以上の低温処理により94~100%の株が抽だいた。

播種から抽だいまでの日数は、いずれの品種についても播種後の高温遭遇期間が長いほど、また低温処理期間が長いほど増加する傾向が認められた。

また、抽だい時の節数は苗の低温処理期間の影響を受け、‘あずまの桜’と‘あすかの朝’では3週間、‘あすかの桜’では5週間の処理により、他の処理よりも減少する傾向が認められた。

実験4. 播種後の高温遭遇期間と低温処理期間が高温下での抽だいに及ぼす影響(その2)

播種直後から4, 6, 8週間高温(35/25℃)下で育苗し、その後11℃で3, 4, 5, 6週間低温処理した時点の苗の節数は、‘あずまの桜’で1.2~3.7節、‘あすかの桜’で1.4~3.9節、‘あすかの朝’で1.2~3.7節の範囲であった。

定植後の抽だい株率は、‘あずまの桜’と‘あすかの桜’では播種後の高温遭遇期間に関わらず、低温処理期間が長いほど高くなる傾向を示し、‘あずまの桜’では5週間、‘あすかの桜’では4週間の処理により90%以上となった。また‘あすかの朝’についても、播種後の高温遭遇期間に関わらず、4週間以上の低温処理によりすべての株が抽だいた。

抽だい株率が100%を示した処理区での播種から抽だいまでの日数は、いずれの品種についても高温遭遇期間が長いほど、また低温処理期間が長いほど増加する傾向が認められた。抽だい時の節数は低温処理期間が長いほど減少する傾向が認められた。

考 察

トルコギキョウ苗の高温遭遇によるロゼット化の程度には、品種間差が大きいことが知られている(Harbaugh, 1995; Harbaugh ら, 1992; 福田ら, 1994)。福田ら(1994)は、トルコギキョウ品種を年数回、異なる時期に播種し、ロゼット性の分類(A, B, C, D, E)の5段階に分け、Aが最もロゼット化しにくく打破されやすい品種であり、Eになるほどロゼット化しやすく打破されにくい品種)を行った。それによると、本実験で供試した‘都桃’は、ロゼット性が強いEランクに分類されている。同様に‘あすかの粧’と‘あすかの桜’はロゼット性B、‘あずまの桜’と‘あすかの朝’はロゼット性Aとされる。

本報告では、実験によって播種時期が異なっており、実験1では8月から10月にかけて、実験2と実験3では4月、また実験4では6月にそれぞれ播種し、抽だい反応を調べた。4月に播種した実験2, 3の結果では、気温

35/25℃での抽だい株率が‘都桃’、‘あすかの粧’、‘あすかの桜’、‘あずまの桜’および‘あすかの朝’でそれぞれ0%, 0%, 56%, 56%および69%であり、‘あすかの粧’を除いてほぼ福田らの分類に添う結果となった。‘あすかの粧’は、福田らの実験では3月に播種しており、90%の抽だい株率が得られていることから、本実験との播種時期の差や栽培地域の違いが抽だい株率に影響したものと考えられる。

一方、実験1で供試した‘あすかの桜’と‘あすかの朝’の抽だい株率は、30/25℃でそれぞれ0%および6%と、実験3と比較して大きく低下し、また苗の抽だいにとって適温と考えられる22.5/12.5℃の条件でも、抽だい株率が100%に達しなかった。播種時期を異にする場合の抽だい株率の差は、先の福田ら(1994)の報告にもみられ、3月に播種した‘あすかの桜’と‘あすかの朝’の抽だい株率はいずれも100%となったのに対し、7月播種ではそれぞれ25.0%, 13.5%に低下した。これは、Ohkawaら(1991)や小林・谷川(1995)も指摘しているように、栽培時期の日長や光量がトルコギキョウの抽だいに大きく影響した結果と考えられる。

高温に遭遇してロゼット化した苗をロゼット打破するための低温の効果は、5~20℃の広い範囲で認められ(Ohkawaら, 1994)、最も効果的な低温処理条件としては10~12℃で4~5週間(大川ら, 1996)、あるいは10℃で5~6週間(竹田, 1995)とされている。実験1では、播種直後から高温遭遇した苗に11℃で3週間の低温処理を行ったが、これはロゼット打破の効果が十分でない場合において、苗齢や低温処理後の栽培温度が抽だいに及ぼす影響を調べたものである。

比較的ロゼット性の弱い‘あすかの桜’や‘あすかの朝’に対しても、3週間の低温処理では苗齢に関わらず、その後の高温(30/25℃)下でロゼット化する株が発生した。これは、先に指摘したように、栽培期間中の短日や低照度が影響したものと考えられるが、低温処理をしないで播種直後からそれぞれの温度条件下で栽培した場合と比較すると、3週間の低温処理は抽だい株率を有意に高める効果を示した。吾妻・犬伏(1988)は、トルコギキョウのロゼット化に関し、高温はロゼット化を誘導する要因であり、形態的にロゼット化させる要因は20℃以下の低温であると考えた。これは、トルコギキョウが自生地以南限では宿根草として生息している(大川, 1987)ことをふまえ、トルコギキョウのロゼット反応が同じ宿根草のキクに似ていると判断したからである。この説に従うと、秋冬季の低温・短日・低日照条件下において、不十分に低温遭遇した苗を高温下で栽培すると、低温下で栽培するよりも形態的なロゼット化を防止できる(吾妻・犬伏, 1988; 小西, 1980)ことが想定される。しかし、実験1の結果では、高温条件下でも苗の抽だいは全く促進されず、低温下で栽培した場合に限ってすべての株が抽だいた

ことから、播種直後から高温下におかれること(低温に遭遇しないこと)は、直接、形態的なロゼット化を誘導する要因と考えられる。

実験2は、ロゼット性が比較的強い‘都桃’と中程度の‘あすかの粧’に対し、ロゼット打破処理として最も効果的とされる5週間の低温処理を行ったものである。その結果、低温処理終了時の苗齢が、‘あすかの粧’で1.1節葉期、‘都桃’で2.3節葉期以上に達している場合には、その後高温下で栽培してもほとんどの株が抽だいした。トルコギキョウは、種子が吸水した直後から本葉2節葉期の段階までが高温に感応してロゼット化しやすい(Ohkawaら, 1991)とされているが、本結果から、高温に遭遇してもロゼット化しなくなる苗齢には品種間差があることがわかった。

それに対して、播種直後や播種2週間後から低温処理し、0~0.7節葉期にある苗を高温(35/25℃)下で栽培すると、13~50%の抽だい株率しか得られなかった。Ohkawaら(1993)は、‘都桃’の吸水種子に対する低温処理の効果について検討し、低温処理後の生育温度が28/23℃では高い抽だい株率を示したが、33/28℃の高温では多くの株がロゼット化したことを報告している。つまり、ロゼット性が比較的強いこれらの品種では、播種直後や若齢期に低温処理を行っても、その後高温に遭遇すると抽だい株率が低下することが再度確認されたわけである。これらの結果は、トルコギキョウは高温によってロゼット化するとした仮説(Ohkawaら, 1991; Harbaughら, 1992)を支持するものと考えられる。

ところが、実験3で、比較的ロゼット性の弱いと考えられる‘あすまの桜’、‘あすかの桜’および‘あすかの朝’の3品種に対し、播種直後から2週間後までの若齢期の段階で低温処理したところ、‘都桃’や‘あすかの粧’とは反応が異なり、低温処理終了時の苗齢が0~1.0節の段階であっても、その後的高温(35/25℃)下ですべての株が抽だいした。また、これらの品種では、比較的苗齢の進んだ段階で低温処理しても、若齢期の場合と同様にその後的高温下ですべての株が抽だいした(実験4)。すなわち、ロゼット性が比較的弱いランクにあるこれらの品種では、苗齢に関わりなく、一定の低温量を充足することが抽だいのための条件であるということが出来る。

トルコギキョウ苗の抽だい反応を低温の視点から検討した報告は数例ある。Pergolaら(1992)は、吸水種子を3℃で4週間処理したところ、無処理に対して明らかな抽だい促進効果を認めた。また景山ら(1990)は、‘若紫’〔福田ら(1994)によるロゼット性程度はDとされる〕の種子を播種した直後から1℃で35日間処理したところ、抽だい株率は、無処理の40%に対して100%となった。さらに、Ohkawaら(1993)は、‘福紫盃’(同様にロゼット性程度はC~Dとされる)の吸水種子を3℃または10℃で5週間処理した結果、その後33/28℃の条件下でほとんど

の株が抽だいした。

トルコギキョウの抽だい反応と温度との関係について、「高温によるロゼット化」と「低温による抽だい促進」とは同義であるとする考え方もあるだろう。しかし、本実験2で、低温処理を行った後に高温下に置かれた苗の抽だい株率が、低温処理をしなかった場合よりも高くなったこと、また実験3と4で、栽培条件が同じであれば、低温処理期間が長いほど抽だい株率が増加したことは、低温の効果が高温下でも量的に保存されたことを示している。つまり、高温は、前歴としての低温遭遇の効果を打ち消してはいないわけで、この現象は、スターチス・シヌアータなどで確認されている高温による脱春化(吾妻ら, 1983)とは明らかに異なるものである。本実験では、供試した品種に限られることから、さらに多くの品種について検討する必要があるが、とりわけロゼット性の弱い品種の場合には、「高温によるロゼット化」よりも「低温量の充足こそが抽だいの条件である」とする方が適切であると思われる。

ところで、ここでいう低温の範囲については、トルコギキョウでは20℃以下(品種によっては25℃以下)の温度が抽だいに促進的に作用することがわかっており、いわゆる涼温を含めて広く捉える必要がある。高温に遭遇する前の、抽だいに促進的に作用する最適温度域については、次回改めて報告する予定である。

「低温量の充足が抽だいの条件である」とする仮説を、一般論として多くのトルコギキョウ品種に対して適用しようとする、実験2でみたように、ロゼット性の強い品種では完全な抽だいが得られないことに対する疑問が残る。筆者らはこの点について、ロゼット性の強い品種では、播種直後の若齢期における低温感応性が低いためではないかと考えているが、この点に関してはさらに検討する必要がある。

摘 要

1. ‘あすかの桜’と‘あすかの朝’を供試し、播種直後から30/25℃(昼/夜温)で0~6週間育苗して苗齢を異にした苗を、11℃で3週間低温処理し、その後30/25℃、27.5/17.5および22.5/12.5℃で栽培したところ、苗の抽だい株率は、生育温度が30/25℃では13~88%だったのに対し、22.5/12.5℃では苗齢に関わらず100%抽だいした。3週間低温遭遇した苗に対し、高温は抽だいを促進しなかったことから、高温下におかれること(低温に遭遇しないこと)は直接、形態的なロゼット化を誘導する要因と考えられる。

2. ‘あすかの粧’と‘都桃’を供試し、播種直後から35/25℃で0~6週間育苗した苗を、11℃で5週間低温処理し、その後35/25℃~25/15℃で栽培したところ、低温処理終了時の苗齢が‘あすかの粧’では1.1節、‘都桃’では2.3節以上に達していた場合に限ってすべての株が抽だ

いし、それ以下の苗齢では高温下で栽培するほどロゼット株率が高くなった。

3. ‘あずまの桜’, ‘あすかの桜’および‘あすかの朝’を供試し、播種直後から 35/25℃で 0~14 日間育苗した苗を、11℃で 1~5 週間低温処理し、その後 35/25℃で栽培したところ、3~5 週間の低温処理により、苗齢に関わらずほとんどの株が抽だいた。同様に、播種直後から 4~8 週間高温下で育苗し、その後、3~6 週間の低温処理を行ったところ、5 週間以上の低温処理により、すべての株が抽だいた。このことから、ロゼット性の弱いこれらの品種では、一定の低温量を充足することが抽だいの条件であると考えられる。

引用文献

- 吾妻浅男・犬伏貞明. 1988. トルコギキョウの開花調節に関する研究(第1報)ロゼット化の要因とロゼット化防止について. 高知農試研報. 4:19-29.
- 吾妻浅男・島崎純一・犬伏貞明. 1983. 種子の低温処理によるスターチス・シヌアータの開花促進について. 園学雑. 51: 466-474.
- Harbaugh, B. K. 1995. Flowering of *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn. cultivars influenced by photoperiod and temperature. HortScience 30: 1375-1377.
- Harbaugh, B. K., M. S. Roh, R. H. Lawson and B. Pember-ton. 1992. Rosetting of lisianthus cultivars exposed to high temperature. HortScience 27: 885-887.
- 福田康浩・大川 清・兼松功一・是永 勝. 1994. トルコギキョウの高温遭遇後の抽だい特性に基づくロゼット性の品種分類. 園学雑. 62: 845-856.
- 景山詳弘・福島洋子・小西国義. 1990. 涼温育苗と種子の低温処理によるトルコギキョウのロゼット化回避. 園学雑. 59 (別 1): 496-497.
- 小林泰生・谷川孝弘. 1995. トルコギキョウの促成栽培における抽だい・開花に及ぼす育苗温度と定植時期. 園学雑. 64 (別 2): 540-541.
- 小西国義. 1980. キクのロゼット化に関する研究. 園学雑. 49: 107-113.
- 大川 清. 1987. トルコギキョウの自生地における生育状況. 園学要旨. 昭 62 春: 456-457.
- 大川 清・兼松功一・是永 勝・狩野 敦. 1990. トルコギキョウのロゼット打破に及ぼす温度範囲と期間ならびに苗齢の影響. 園学雑. 59 (別 2): 572-573.
- Ohkawa, K., A. Kano, K. Kanematsu and M. Korenaga. 1991. Effects of air temperature and time on rosette formation in seedling of *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn. Scientia Hort. 48: 171-176.
- Ohkawa, K., A. Kano, M. Korenaga and T. Yoshizumi. 1993. Influence of temperature prior to seed ripening and at germination on rosette formation and bolting of *Eustoma grandiflorum*. Scientia Hort. 53: 225-230.
- Ohkawa, K., A. Kano, T. Yoshizumi, M. Korenaga and K. Kanematsu. 1994. Reversal of heat-induced rosetting in *Eustoma grandiflorum* with low temperatures. Hort Science 29: 165-166.
- 大川 清・山口繁雄・三好 学・山崎 文. 1996. トルコギキョウのロゼット苗の低温処理による促成栽培. 生物環境調節. 34: 45-52.
- Pergora, G. 1992. The need for vernalization in *Eustoma russellianum*. Scientia Hort. 51: 123-127.
- Pergora, G., N. Oggiano and P. Curir. 1992. Effects of seeds and seedlings temperature conditioning on planting, bolting and flowering in *Eustoma russellianum*. Acta Hort. 314: 173-177.
- 竹田 義. 1995. トルコギキョウのロゼット苗の抽だいと開花に及ぼす低温処理の影響. 園学雑. 64: 359-366.
- 渡辺寛之・横井邦彦. 1991. 発芽時におけるトルコギキョウ種子の低温処理が開花に及ぼす影響について. 園学雑. 60 (別 1): 502-503.