

暖地におけるトルコギキョウの育苗条件が ロゼット株の発生に及ぼす影響

花田裕美¹・吉廣卓哉²

和歌山県農業試験場暖地園芸センター

The Effect of Seedling Growing Conditions on Rosette Formation in *Eustoma grandiflorum* in Warm Regions

Hiromi Hanada¹ and Takuya Yoshihiro²

Horticultural Experiment Center, Wakayama Agricultural Experiment Station

緒 言

トルコギキョウ (*Eustoma grandiflorum*) は、高い需要を背景に全国で栽培される人気の切り花品目である。和歌山県では温暖な気候を活かし、8月下旬に定植し年内と翌春の二度収穫を行う「二度切り栽培」が主流である。しかし、育苗期間が夏季(7月~8月)の高温期と重なるため、高温によるロゼット株の発生が課題となっている。植物が低温や乾燥など生育に適さない環境を耐え抜くため生育を一時的に停止することを休眠というが、トルコギキョウのロゼット化はこの休眠状態になると生じる現象である。育苗時にロゼット化するとその後の茎の伸長が抑制され、葉が放射状に展開したまま開花に至らないため、生産現場では収量と品質の低下に直結し非常に大きな問題となっている。トルコギキョウでは育苗時の光量不足(Ohkawaら, 1991)や培地の乾燥(竹崎ら, 2003)および夜間に一定期間20℃以上の高温へ遭遇すること(Ohkawaら, 1991; 大川ら, 1996; 吾妻・犬伏, 1988)でロゼット化が誘導されると報告されている。そして、このロゼット株の休眠を打破するには、一定期間の低温(10-15℃で5-6週間)に遭遇することが最も効率的であると報告されている(竹田, 1995)。この育苗後に低温へ遭遇させて休眠を打破する方法は育苗期間に加えて冷蔵期間が必要となるため定植までの期間が長くなる。そのため、より簡易で育苗期間が短くロゼット化しない育苗方法の研究が行われてきた。播種後、夜間温度15-17℃で管理すると昼間は自然条件で管理してもロゼット株にならないことや(吾妻・犬伏, 1988)、比較的ロゼット性が弱い品種では吸水した種子を低温処理すると、その後、高温条件下で育苗してもロゼット株が発生しないことが報告されている(谷川ら, 2001)。安江・多田(2005)は種子冷蔵処理と夜間の冷房育苗を組み合わせた夜冷育苗でロゼット株を抑制する効果が高まることを報告しており、「トルコギキョウの低コスト冬季生産の考え方と基本マニュアル」(農研機構花き研究所, 2012)では、夜冷育苗とは種子冷蔵(10℃)を行った後、日中はなりゆき気温で管理し、夜間冷房15℃で育苗する方法と定義されており、夜冷育苗はトルコギキョウの一般的な育苗方法となっている。し

¹現在：和歌山県農業試験場

²和歌山大学システム工学部

かし、和歌山県内のトルコギキョウ生産者から頭上ミスト灌水で夜冷育苗を行った場合にロゼット株を発生する品種があり生産に支障をきたしているため、和歌山県に適した育苗方法を検討して欲しいとの要望があった。そこで、本研究では、和歌山県に適したトルコギキョウの育苗条件の検討を目的とする。

材料および方法

試験 1 育苗方法と灌水方法がロゼット化に及ぼす影響

供試品種として、早生品種の‘プロポーズ’（株式会社住友化学）、‘ボヤージュ（I型）さくら’（株式会社サカタのたね）、中晩生品種の‘ハピネスホワイト’（株式会社ミヨシ）‘レイナホワイト’（株式会社サカタのたね）、‘レイナラベンダー’（株式会社サカタのたね）の5品種を用いた。2017年5月18日にメトロミックス350（株）ハイポネックスジャパン）を充填した406穴のペーパーポット（縦2cm×横2cm×深さ5cm）に播種し、十分灌水した後、ビニルで被覆して10℃の暗黒条件下で35日間（5月18日-6月22日）種子冷蔵を行った。種子冷蔵後、高性能フッ素樹脂フィルム展張ハウス（ハウスクールで内部遮光40%）内の高設ベンチに簡易ビニルハウスを設置して、各試験区の温度、灌水管理をおこない8月9日まで育苗を行った。温度管理は終日なりゆきで管理するなりゆき育苗，日中7:00-17:30までなりゆき気温で17:30-7:00まで15℃まで冷房する夜間冷房育苗，クーラー室（5:00-6:00 20℃，6:00-19:00 25℃，19:00-20:00 20℃，20:00-5:00 15℃）で育苗するクーラー育苗を設定した。灌水方法は、頭上ミスト灌水（6:00-19:00，30分毎60秒頭上ミスト灌水）と底面給水（樋に給水マットを垂らし，1日3回樋を満水）で行った。試験区は温度管理と灌水方法の組み合わせで行い，なりゆき気温と頭上ミスト灌水を組み合わせた「なりゆき区」，夜間冷房と頭上ミスト灌水を組み合わせた「夜冷ミスト区」，夜間冷房と底面給水を組み合わせた「夜冷底面区」，クーラー育苗と底面給水を組み合わせた「クーラー区」の4区とした。育苗中のペーパーポットの中央に土壤水分センサ（GS3，DECAGON社，現在メータージャパン株式会社）を差し込み，育苗土の地温と土壌体積含水率を測定した。気温と湿度はデータロガー（TR-52，株式会社T&D）を育苗場所から60cm上に設置し通風状態で測定した。8月8日，9日に定植前の苗の縦径，横径，草丈を測定した。各区各品種60株を2017年8月10日に真砂土とバーク堆肥を1:1（v/v）で混合した栽培土を入れた隔離ベット（うね幅60cm，土層20cm，白黒マルチ被覆）に株間10cm中央2目飛ばしの4条植えて定植した。施肥は元肥を5-5-5kg/10a（N:P₂O₃:K₂O）とし，追肥は液肥（OK-F-1，OATアグリオ株式会社）で0.3-0.16-0.34kg/10a（N:P₂O₃:K₂O）を2週間毎に施用した。ロゼット株の確認は2018年1月8日に草丈20cm以下で発蕾が認められない個体をロゼット株として調査した。

試験 2 育苗温度がロゼット化に及ぼす影響

供試品種には，早生品種の‘プロポーズ’，‘ボヤージュ（I型）さくら’，‘マキアライトピンク’（株式会社サカタのたね），‘グラナスピンク’（カネコ種苗株式会社），中晩生品種の‘ハピネスホワイト’の5品種を用いた。2018年6月4日に試験1と同一の育苗培地に播種し，播種後十分に灌水を行った育苗トレイをビニルで被覆し，10℃暗黒下の冷蔵庫で7月9日まで種子冷蔵を行った。2017年と同一の高性能フッ素樹脂フィルム展張ハウス（ハウスクールで内部遮光40%）内で7月9日から8月23日まで育苗を行った。温度管理は，なりゆき気温と夜間冷房育苗

(7:00-17:30 までなりゆき気温, 17:30-7:00 まで 18°C および 23°C) で行い, 灌水方法は試験 1 と同様の方法で頭上ミスト灌水を行った. 育苗中のペーパーポットの中央に試験 1 と同一の土壤水分センサ (GS3) を差し込み, 地温, 土壤体積含水率を測定した. 処理毎に各品種 48 株を 2018 年 8 月 24 日に試験 1 と同一の隔離ベットへ株間 10cm 中央 2 目飛ばしの 4 条植えて定植し, 施肥は試験 1 と同様に行った. ロゼット株の確認は 2019 年 1 月 18 日に草丈 20cm 以下で発蕾していない個体をロゼット株として調査した.

試験 3 和歌山県に適した育苗方法の確認

供試品種は試験 2 と同一の 5 品種に 'レイナホワイト' を加えた 6 品種を用いた. 2019 年 5 月 16 日に試験 1, 2 と同一の育苗培地に播種, 灌水を行い, ビニル被覆をした状態で 10°C 暗黒下の冷蔵庫で 6 月 27 日まで種子冷蔵を行った. 2017, 2018 年と同一の高性能フッ素樹脂フィルム展張ハウス (ハウスクールで内部遮光 40%) 内で 6 月 27 日から 8 月 7 日まで育苗を行った. 育苗時の温度管理は, 7:00-17:30 までなりゆき気温, 17:30-7:00 まで 18°C および 20°C で冷房する夜間冷房を行った. 灌水方法は試験 1, 2 と同様の方法で頭上ミスト灌水を行った. 育苗中のペーパーポットの中央に試験 1 と同一の土壤水分センサ (GS3) を差し込み, 地温, 土壤体積含水率を測定した. 処理毎に各品種 40 株を 2019 年 8 月 8 日に試験 1 と同一の隔離ベットへ株間 10cm 中央 2 目飛ばしの 4 条植えて定植し, 施肥は試験 1 と同様に行った. ロゼット株の確認は 2019 年 12 月 27 日に草丈 20cm 以下で発蕾していない個体をロゼット株として調査した.

結 果

試験 1 育苗方法と灌水方法がロゼット化に及ぼす影響

2017 年 6 月 22 日から 7 月 14 日までの各処理区の日平均地温は, なりゆき区が 25.2°C, クーラー区が 19.6°C, 夜冷ミスト区が 20.9°C, 夜冷底面区が 22.5°C であり, Tukey の多重検定の結果, すべての区の組み合わせに対して有意差が確認された (表 1). 7:00-18:00 までの日中平均地温を見ると, なりゆき区は 27.0°C, 夜冷底面区は 27.4°C と同程度であったが, 夜冷ミスト区は 25.5°C で, 灌水方法を底面給水より頭上ミスト灌水にすることで日中の地温は低下することが確認された. 18:00-7:00 までの夜間平均地温をみると, なりゆき区が 23.8°C と最も高く, 夜間 15°C の管理でも夜冷底面区は 18.7°C, 夜冷ミスト区は 17.5°C と夜冷ミスト区に比べ夜冷底面区の地温は高かった (表 1). 育苗条件ごとの気温と地温の変動では, 地温が気温より低くゆるやかに推移していた (図 1). 最高気温をみると, なりゆき区は 27.8°C, 夜冷底面区は 28.6°C およびクーラー区は 27.5°C で, 夜冷ミスト区の 25.9°C は他の 3 区より低かった (図 1). 最低気温をみると, 夜冷ミスト区で 15.6°C と夜冷底面区の 15.4°C より高かった. 最低地温も同様に夜間の夜冷ミスト区は 15.2°C, 夜冷底面区は 14.8°C と日中の気温に関係なく, 夜冷底面区は夜間の最低気温, 最低地温ともに夜冷ミスト区より低くなることを確認された (図 1). 18:00-6:00 までの夜間湿度は夜冷ミスト区が 98.6%, 夜冷底面区が 86.4%, なりゆき区が 71.1% と夜冷ミストで高く推移していた. また, 8:00-17:00 の日中湿度をみると夜冷ミスト区は 82.4% であったが, 夜冷底面区は 68.2%, なりゆき区は 54.2% と夜冷ミスト区より低かった (図 2).

表1 育苗方法が地温に及ぼす影響

育苗方法	日平均地温 (°C)	育苗期間		日中平均 (°C) (7:00-18:00)	夜間平均 (18:00-7:00)
		最高 (°C)	最低 (°C)		
夜冷底面	22.5±2.2 ^{c z)}	33.8	12.7	27.4±2.3 ^c	18.7±2.6 ^c
夜冷ミスト	20.9±1.1 ^b	30.9	14.1	25.5±1.7 ^b	17.5±1.3 ^b
クーラー	19.6±0.2 ^a	26.2	12.7	24.1±0.5 ^a	16.4±0.2 ^a
なりゆき	25.2±1.5 ^d	32.0	19.7	27.0±2.0 ^c	23.8±1.3 ^d

(調査期間 2017年6月22日-7月14日)

z) Tukeyの多重検定の結果、異文字間に5%水準で有意差あり

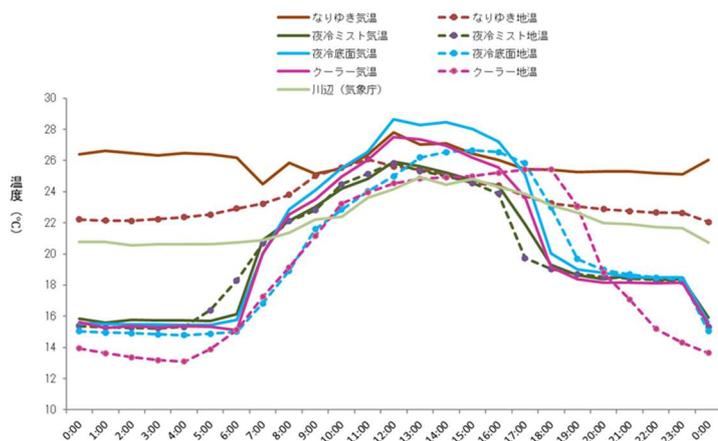


図1 育苗方法が時間毎平均気温および地温に及ぼす影響

(調査期間: 2017年6月26-28日, 測定間隔10分, 1時間の測定値の平均を時間温度とし3日間平均温度を指示
川辺は気象庁データベースの気温)

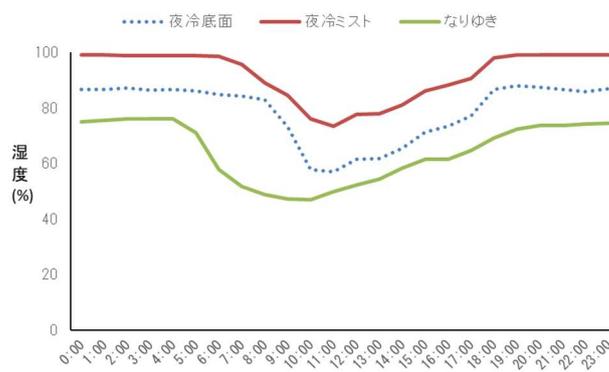


図2 育苗方法が時間平均湿度に及ぼす影響

(調査期間2017年7月3-7日 1時間の測定値の平均を時価湿度とし5日間平均湿度を指示)

育苗方法が土壌体積含水率に及ぼす影響を調査した。日平均の土壌体積含水率について Tukey の多重検定を行った結果、なりゆき区とクーラー区が a 群で、夜冷底面区と夜冷ミスト区が b 群になった。そして、a 群と b 群に 5%水準で有意差が認められた。夜冷ミスト区、クーラー区およびなりゆき区において日中 (7:00-18:00) と夜間 (18:00-7:00) の土壌体積含水率に有意差は認められなかったが、夜冷底面区の日中と夜間で 5%水準の有意差が認められた。このことから、夜冷底面区の土壌水分含量は夜間より日中で有意に少なく、土壌はミスト区より乾燥していることが確認された (表2)。

表2 育苗方法が日中および夜間の土壌体積含水率に及ぼす影響 (%)

育苗方法	日平均	日中 (7:00-18:00)	夜間 (18:00-7:00)
夜冷底面	62.7±2.1 ^{b z)}	61.8±2.1 ^{b z)} * y)	63.7±1.4
夜冷ミスト	64.3±2.3 ^b	64.5±2.3 ^c n.s.	64.3±2.4
クーラー	57.3±0.9 ^a	57.2±0.9 ^a n.s.	57.5±0.9
なりゆき	56.9±0.8 ^a	57.2±0.8 ^a n.s.	56.8±0.7

z) TukeyのHSD多重検定の結果、異文字間に5%水準で有意差あり

y) *処理区毎に日中と夜間で t 検定を行った結果、5%水準で有意差あり n.s. 有意差なし

育苗期間中の育苗温度と灌水方法がロゼット株の発生率に与える影響を調査した（表3）．クーラー区の全品種においてロゼット株の発生はなかった．夜冷底面区は夜冷ミスト区と比べてロゼット株の発生率が低かった．一方，なりゆき区において‘ハピネスホワイト’，‘ボヤージュ（I型）さくら’，‘レイナホワイト’および‘レイナラベンダー’の4品種でロゼット株が発生した．しかし‘プロポーズ’は全ての試験区においてロゼット株が発生しなかった．また，‘ボヤージュ（I型）さくら’，‘レイナホワイト’，‘レイナラベンダー’3品種のロゼット株発生率は， χ^2 検定の多重比較の結果，なりゆき区が他の3処理区と5%水準で有意に差があった（表3）．‘ハピネスホワイト’のなりゆき区，夜冷底面区，クーラー区のロゼット株発生率は χ^2 検定の多重比較の結果，5%水準で有意な差は認められなかったが，夜冷ミスト区は他の3区と5%水準で有意な差があった．この結果より，夜間の温度と灌水方法の違いがロゼット株の発生率に影響することが確認された（表3）．育苗温度と灌水方法が育苗時の苗の生育に及ぼす影響を調査した．すべての品種において，育苗時の温度，灌水方法により葉の長さ（縦径，横径）および茎長で生育の差が生じることが確認された（表4，図3）．葉の縦径と横径はなりゆき区で小さく，夜冷ミスト区，夜冷底面区で大きくなる傾向が認められた（表4）．

表3 育苗条件がロゼット株の発生率に及ぼす影響（%）

育苗方法	品 種				
	プロポーズ	ボヤージュ (I型) さくら	ハピネス ホワイト	レイナ ホワイト	レイナ ラベンダー
夜冷底面	0.0	1.7 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a
夜冷ミスト	0.0	6.7 ^a	38.3 ^b	5.0 ^a	0.0 ^a
クーラー	0.0	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a	0.0 ^a
なりゆき	0.0	17.9 ^b	6.7 ^a	31.7 ^b	35.0 ^b

供試個体数：60株（20株×3反復）

ロゼット株：2018年1月8日時点で草丈20cm以下で発蕾が認められなかった個体

2) ボンフェローニ補正を適用した χ^2 検定の多重比較の結果，異なる字間には5%水準で有意差あり

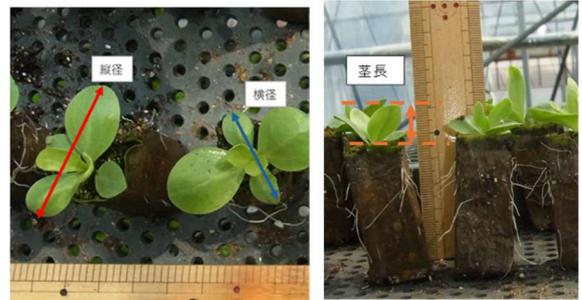


図3 定植苗の生育調査
(2017年8月8日撮影，なりゆき区‘ハピネスホワイト’)

表4 育苗条件が定植苗の生育に及ぼす影響

品種名	育苗方法	葉の平均縦径(cm)	葉の平均横径(cm)	平均茎長(cm)	平均縦横比
プロポーズ	なりゆき	1.71 ± 0.27	1.12 ± 0.15	2.08 ± 0.95	1.55 ± 0.26
	クーラー	1.59 ± 0.22	1.24 ± 0.28	1.00 ± 0.44	1.34 ± 0.28
	夜冷ミスト	2.63 ± 0.41	1.97 ± 0.27	1.12 ± 0.33	1.35 ± 0.19
	夜冷底面	2.37 ± 1.26	1.71 ± 0.88	1.76 ± 0.47	1.38 ± 0.20
ボヤージュI型さくら	なりゆき	0.80 ± 0.14	0.56 ± 0.09	1.37 ± 0.38	1.43 ± 0.32
	クーラー	1.03 ± 0.21	0.55 ± 0.21	0.91 ± 0.43	2.05 ± 0.72
	夜冷ミスト	1.88 ± 0.27	1.69 ± 0.25	0.76 ± 0.38	1.12 ± 0.12
	夜冷底面	2.13 ± 0.36	1.82 ± 0.21	1.38 ± 0.42	1.17 ± 0.12
ハピネスホワイト	なりゆき	0.85 ± 0.14	0.78 ± 0.14	2.60 ± 1.54	1.13 ± 0.30
	クーラー	1.03 ± 0.12	0.73 ± 0.15	1.00 ± 0.30	1.48 ± 0.36
	夜冷ミスト	1.57 ± 0.25	1.28 ± 0.19	0.95 ± 0.37	1.24 ± 0.18
	夜冷底面	2.85 ± 0.46	2.25 ± 0.40	1.90 ± 2.42	1.30 ± 0.26
レイナホワイト	なりゆき	0.70 ± 0.15	0.68 ± 0.15	1.60 ± 0.37	1.07 ± 0.39
	クーラー	1.11 ± 0.15	0.93 ± 0.17	1.25 ± 0.60	1.23 ± 0.21
	夜冷ミスト	2.68 ± 0.49	2.03 ± 0.31	1.77 ± 0.96	1.34 ± 0.24
	夜冷底面	3.56 ± 0.57	2.25 ± 0.37	1.09 ± 0.42	1.61 ± 0.32
レイナラベンダー	なりゆき	0.71 ± 0.15	0.72 ± 0.15	1.16 ± 0.32	1.03 ± 0.36
	クーラー	1.11 ± 0.19	0.80 ± 0.23	1.15 ± 0.53	1.48 ± 0.44
	夜冷ミスト	2.94 ± 0.49	2.16 ± 0.30	1.69 ± 0.64	1.36 ± 0.18
	夜冷底面	2.67 ± 0.48	1.78 ± 0.32	1.30 ± 0.49	1.52 ± 0.28

(調査個体数：各区40-50個体を測定，平均縦横比は各個体毎の縦横比の平均値を示した)

試験2 育苗温度がロゼット化に及ぼす影響

2018年度試験の灌水方法は、底面給水より管理が容易で栽培現場で導入されている頭上ミスト灌水のみとした。試験1の結果、夜冷底面区は夜冷ミスト区より日中の土壌体積含水率が低く、夜間の地温が高いことでロゼット株の発生率が低くなったことから、日中の土壌体積含水率を低下させ、夜間の地温を約1℃上げることがロゼット株の発生を抑制するために重要と考えた。そこで2017年度で設定した15℃より高い18℃と23℃の夜間冷房温度を設定した。その結果、18℃区の‘ボヤージュ（I型）さくら’でロゼット株は8.3%発生したが、その他の品種にロゼット株の発生は認められなかった（表5）。夜間冷房温度23℃区をみると‘ボヤージュ（I型）さくら’は16.7%と18℃区の8.3%に比べて高く、‘グラナスピンク’もロゼット株発生率は18℃で0%であったが23℃は4.2%であった。一方、‘プロポーズ’、‘ハピネスホワイト’、‘マキアライトピンク’はロゼット株の発生が認められなかった。‘ボヤージュ（I型）さくら’のロゼット株発生率については、なりゆき区で25%と18℃区の8.3%や23℃区の16.7%より高かったが、 χ^2 検定の多重比較の結果、3区に有意な差は認められなかった。しかし、‘マキアライトピンク’のロゼット株発生率は、なりゆき区で20.8%、18℃と23℃は0%で多重検定を行った結果、5%水準で有意な差が認められた。これらのことから、18℃区のロゼット株発生率は他の2区より低くなり、なりゆき区は他の区よりロゼット株発生率が高くなる品種もあることが確認された（表5）。

表5 夜間冷房温度がロゼット株の発生率に及ぼす影響（%）

夜間温度	品 種				
	プロポーズ	ハピネス ホワイト	ボヤージュ (I型)さくら	グラナス ピンク	マキア ライトピンク
18℃	0.0	0.0	8.3 n.s. z)	0.0 n.s.	0.0 a
23℃	0.0	0.0	16.7 n.s.	4.2 n.s.	0.0 a
なりゆき	0.0	0.0	25.0 n.s.	0.0 n.s.	20.8 b

供試個体数：48株（24株×2反復）

ロゼット株：2019年1月18日に草丈20cm以下で発蕾が認められなかった個体

z) 異なるアルファベットを付した処理区間には、ボンフェローニ補正を適用した χ^2 検定の多重比較において、5%水準で統計的に有意差あり。n.s.：5%水準で有意差なし

2018年7月22日から8月6日までの日平均地温は、夜間冷房18℃区が23.7℃、23℃区が26.2℃、なりゆき区が27.5℃であり、Tukeyの多重検定の結果、全試験区間の組み合わせにおいて5%水準で有意な差が認められた（表6）。また7:00-18:00の日中平均地温も同様に全試験区間の組み合わせにおいて5%水準で有意な差が認められた。

表6 夜間冷房温度が地温に及ぼす影響

夜間温度	日平均地温	育苗期間中地温		日中平均地温	夜間平均地温
		最高	最低	(7:00-18:00)	(18:00-7:00)
18℃	23.7±6.2 ^{a z)}	35.9	17.4	28.4±5.2 ^a	18.6±2.8
23℃	26.2±5.1 ^b	35.8	15.2	29.7±4.0 ^b	22.4±2.8
なりゆき	27.5±3.7 ^c	36.7	22.3	30.8±2.8 ^c	25.3±1.4

z) Tukeyの多重検定の結果、異文字間に5%水準で有意差あり

夜間冷房 18℃区、23℃区およびなりゆき区の日平均土壌体積含水率において、なりゆき区は最も高く、18℃区は最も低かった（表7）。また、Tukeyの多重検定の結果、3区とも5%水準で有意に差が認められた。それぞれの区において日中と夜間の土壌体積含水率を比較した結果、なりゆき区は5%水準で有意差がみとめられたが、夜冷18℃区と23℃区に有意な差はなかった（表7）。

表7 夜間冷房温度が土壌水分体積含水率に及ぼす影響（%）

夜間温度	日平均	日中(7:00-18:00)	夜間(18:00-7:00)
18℃	55.4±0.7 ^{a z)}	55.4±0.7	55.5±0.7 ^{n.s. y)}
23℃	57.9±0.7 ^b	57.9±0.7	58.0±0.7 ^{n.s.}
なりゆき	59.1±1.2 ^c	59.7±0.8	58.6±1.3 [*]

（測定期間：2018年7月22日-8月6日）

z) 育苗方法間で TukeyのHSD多重検定の結果、異文字間に5%水準で有意差あり

y) *日中と夜間でt検定を行った結果、5%水準で有意差あり。 n.s. 有意差なし

試験3 和歌山県に適した育苗方法の確認

試験1, 2の結果から、和歌山県の気象条件で頭上ミスト灌水を行う場合、ロゼット株の発生を抑制するのに適した夜間冷房温度は18℃前後であると考えられたことから、夜間冷房温度を18℃および20℃とし、地温、土壌体積含水率およびロゼット株発生率を調査した。日平均地温をみると夜間冷房18℃区は22.7℃、20℃区は22.9℃と近い温度であったが、t検定の結果5%水準で有意差が認められた（表8）。日中の平均地温は18℃区で27.4℃、20℃区で27.3℃と有意差は認められなかったが、夜間の平均地温は18℃区で18.9℃、20℃区で19.3℃とt検定の結果、1%水準で有意差が認められた。日平均の土壌体積含水率は、18℃区で57.6%、20℃区で60.5%と18℃区で低く、t検定の結果1%水準で有意差が認められたが、各区内の日中と夜間の土壌体積含水率に有意差は認められなかった（表8）。また18℃区と20℃区ともに全ての品種でロゼット株の発生は認められなかった（表9）。

表8 育苗中の夜間冷房温度が地温と土壌体積含水率に及ぼす影響

	夜間温度	日平均	日中(7:00-18:00)	夜間(18:00-7:00)
地温(℃)	18℃	22.7 ± 4.9 ^{* z)}	27.4 ± 3.1 ^{n.s. z)}	18.9 ± 2.4 ^{** z)}
	20℃	22.9 ± 4.5	27.3 ± 2.9	19.3 ± 1.8
土壌体積含水率(%)	18℃	57.6 ± 0.4 ^{** z)}	57.3 ± 2.4 ^{** z)}	57.7 ± 0.3 ^{n.s. y)}
	20℃	60.5 ± 0.5	60.6 ± 0.7	60.5 ± 0.3 ^{n.s. y)}

（調査期間：2019年7月22日-8月6日）

z) *: 18℃区と20℃区間でt検定の結果、5%水準で有意差あり ** 1%水準で有意差あり。 n.s. 有意差なし

y) n.s. 各温度区において日中と夜間の土壌体積含水率でt検定を行った結果、有意差なし

表9 夜間冷房温度がロゼット株の発生率に及ぼす影響（%）

夜間温度	品種名					
	プロポーズ	ハピネスホワイト	ポヤージュ(I型) さくら	グラナスピンク	マキアライトピンク	レイナホワイト
18℃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
20℃	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

供試個体数：40株（20株×2反復）

ロゼット株：2019年12月25日に草丈20cm以下発蕾が認められなかった個体

考 察

トルコギキョウの栽培は F₁ 品種が育成された 1980 年代後半から盛んになり、その当時からロゼット株の発生は栽培現場で問題になり、多くの研究が行われてきた。大川ら (1990) は種子を吸水後、平均気温を 25℃以上、かつ日最低気温を 20℃以上で育苗するとロゼット株が発生する品種が多く、苗の高温感応は子葉展開時期 (播種後 2 週間) まだが特に敏感で本葉が 2 対完全に展開した段階 (播種後 6 週間) で感応性は消失すると報告している。当時の供試品種はすでに栽培されており、本試験では現在の栽培品種で試験を行ったが、現在の切り花用品種でも夜間冷房温度 15℃、18℃、20℃でロゼット株の発生がほぼ抑制されたことから、トルコギキョウの育種が進み育成された新しい品種でもロゼット株の発生を抑制する育苗中の夜間温度は 20℃以下が適していることが確認された (表 3, 5, 9)。

育苗方法について、安江・多田 (2005) は 10℃で 30 日間種子冷蔵を行った後、夜間冷房温度 15℃で育苗を行うとロゼット株の発生が抑制できると報告している。また、農研機構のマニュアルでも夜間冷房育苗の夜間温度を 15℃設定で冷房して育苗することとされている。本試験をみると夜間冷房温度を 15℃とした場合、頭上ミスト灌水で育苗を行うとロゼット株の発生が確認された (表 3)。この要因として試験地の気象条件の違いについて検討した。本試験の結果をみると夜間冷房温度 15℃で頭上ミスト灌水を行うとロゼット株の発生が確認されたが、底面給水で灌水を行うとロゼット株の発生は抑制されている (表 3)。地温をみると夜冷底面区の日平均地温は 27.4℃、夜冷ミスト区は 25.5℃であり、夜冷底面区の夜間平均地温は 18.7℃、夜冷ミスト区は 17.5℃と夜冷ミスト区は夜冷底面区より夜間の地温が低い (表 1)。加えて夜間に 20℃以上の高温に遭遇していないことから、本試験のロゼット化は温度以外の要因が考えられた。安江・多田 (2005) が試験を行った岐阜県と和歌山県の気象条件を比較するため、育苗時期 (6-8 月) の湿度を気象庁データで比較した。気象庁の湿度データ測定は県庁所在地のみであるため、県庁所在地の湿度を参考とした。2019 年の平均湿度をみると和歌山県 (和歌山市) は 76%、岐阜県 (岐阜市) は 71%、最小湿度は和歌山県で 29%、岐阜県で 24%と和歌山県の湿度が高かった。2020 年も同様に平均湿度をみると和歌山県は 75%、岐阜県は 71%、最小湿度は和歌山県で 29%、岐阜県で 17%と和歌山県は岐阜県より湿度が高いことが確認された。また、試験 1 の育苗時の日中湿度において夜冷ミスト区は 82.4%であったが、夜冷底面区は 68.2%と夜冷ミスト区より低く、ロゼット株の発生も低かった。高湿度条件になるとナスは蒸散が抑制される (池田・茨木, 1997) ことや、トマトやキュウリは相対湿度が高くなるについて光合成速度はわずかに増加するが、蒸散速度は急激に低下することから湿度は光合成に比べて蒸散速度に大きく影響する (長岡ら, 1984) との報告がある。このことから、和歌山県は岐阜県より夏季の湿度が高いため日中に乾燥しにくく、夜冷 15℃で頭上ミスト灌水を行うと湿度が高くなるため蒸散が抑制されると考えられた。

土壌体積含水率をみると、ロゼット株が発生しなかった夜冷底面区の日中は 61.8%、夜間は 63.7%と日中は夜間より低くなっていたが、ロゼット株が発生した夜冷ミスト区の日中は 64.5%、夜間は 64.3%と日中と夜間で土壌水分に差は認められなかった (表 2)。このことから、夜間の地温が十分に低い場合でも日中の土壌体積含水率が高いとロゼット化を誘発する一要因になると考えられた。竹崎ら (2003) は育苗時の土壌体積含水率を 25% (乾燥) にするとロゼット株

発生率は70%で、土壌体積含水率を40%以上に保つとロゼット株発生率は0%と育苗中に水ストレスが生じないように管理することがロゼット株を抑制するうえで重要であると報告している。本研究の試験1で夜冷ミスト区の日中土壌体積含水率は64.5%と竹崎の40%より高い。育苗土の種類や供試品種が異なるため一概には言えないが、トルコギキョウは育苗土中の乾燥だけではなく、土壌体積含水率が高い状態も乾燥と同様にストレスになると考えられた。タバコはpF2.7から気孔が閉まり、pF3.4を超える乾燥状態になると蒸散が抑制されるとの報告もある(上堂, 1975)。トルコギキョウも土壌の乾燥でロゼット株の発生が高くなることから、ロゼット化の誘導は蒸散の抑制が関与している可能性が示唆された。

試験1の結果から夜冷底面区の夜間地温18.7°Cで夜冷ミスト区の17.5°Cより高いことから、頭上ミスト灌水でも夜間の設定温度を15°Cより高くするとロゼット化が抑制できる可能性を考え、夜間の冷房温度を18°Cと23°Cにした。18°C区の平均地温は18.6°C、23°C区は22.4°C、なりゆき区は25.3°Cとなった(表6)。ロゼット株が発生した品種数をみると、なりゆき区は‘ボヤージュ(I型) さくら’と‘マキアライトピンク’の2品種、23°C区は‘ボヤージュ(I型) さくら’と‘グラナスピンク’の2品種であったが、18°C区は‘ボヤージュ(I型) さくら’の1品種であった(表5)。ロゼット株発生率は18°C区で最も低く、なりゆき区は23°C区より高くなったことから、最低気温20°C以上でロゼット株が発生する品種が多くなるというOhkawa et al. (1991)の知見と一致した。

ロゼット株の発生率は品種により異なっており、試験1の‘プロポーズ’は全ての区でロゼット株の発生がなかったが、それ以外の品種ではロゼット株が発生しており、なりゆき区において‘ハピネスホワイト’は6.7%、‘ボヤージュ(I型) さくら’は17.9%、‘レイナホワイト’は31.7%、‘レイナラベンダー’は35.0%と多くのロゼット株が発生した(表3)。試験2においても同様になりゆき区でロゼット株が発生しており、‘ボヤージュ(I型) さくら’は25.0%、‘マキアライトピンク’は20.8%であったが‘プロポーズ’、‘ハピネスホワイト’、‘グラナスピンク’ではロゼット株の発生は無く、品種間でロゼット株の発生率に差が認められた(表5)。
‘ボヤージュ(I型) さくら’は試験1, 2ともになりゆき区でロゼット株が発生しており、試験2では各試験区間のロゼット株発生率について χ^2 検定を行った結果、試験区間で5%水準の有意差が認められなかった(表5)。このことから、‘ボヤージュ(I型) さくら’は品種としてロゼット株が発生しやすいと考えられた。同様に全ての試験区でロゼット株の発生が認められなかった‘プロポーズ’はロゼット株が発生しにくい品種であると考えられる。安江・多田(2005)や大川(1996)もロゼット株の発生率は品種間差が大きいことを報告しており、本試験の結果も同様にロゼット株が発生する育苗条件は品種により異なることが示唆された。

試験3において、試験1, 2で得られた知見をもとに和歌山県に適した夜間冷房温度として考えられた18°Cと20°Cで夜間冷房育苗を行った結果、すべての品種でロゼット株は認められなかった(表9)。これは、夜間の平均地温が両区とも20°C以下となっており、日中の土壌体積含水率でも18°C区は57.3%、20°C区は60.6%と試験1の夜冷ミスト区より低く推移していたことでロゼット株の発生を抑制できたと考えられた(表8)。これらのことから、トルコギキョウのロゼット株発生要因は、育苗時に夜間20°C以上の高温に遭遇することだけではなく、育苗時の日中の土壌水分

状態が関与しており，土壤水分条件が高くなるとロゼット化を助長する可能性が新たに確認された．和歌山県に適したトルコギキョウの育苗条件としては，30 日間 10℃の暗黒条件で種子冷蔵を行った後，頭上ミスト灌水を行う場合は夜間冷房を 18℃で行い，底面給水などで日中の土壤水分状態を低く管理できる場合は夜間冷房を 15℃にすることでロゼット株が発生しにくい育苗が可能となると考えられる．

摘 要

トルコギキョウにおいて育苗時のロゼット株の発生要因は夜間の高温遭遇だけではなく，日中の過剰な土壤水分により蒸散を抑制されることが一因となる可能性が示唆された．和歌山県において頭上ミスト灌水で育苗を行う場合，夜冷温度を 18℃前後にすることで日中の土壤水分が低く推移し，ロゼット株の発生を抑制できる育苗条件であることが確認された．また，夜冷温度が 15℃の場合，日中の土壤水分を低く管理できる底面給水灌水を行うことでロゼット株の発生は抑制された．

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防止について．高知県園試研報．4: 19-29.
- 池田浩暢・茨木俊行．1997．蒸散抑制による夕方収穫したナスの鮮度保持．福岡県農総試研報 16: 59-62.
- 上堂秀一郎．1975．作物の気孔運動と水分生理に関する研究．第 3 報．タバコの気孔開度と蒸散量の同時記録とこれらに対する土壤水分ストレスの影響．日作紀．44: 166-171.
- 長岡正昭・高橋和彦・新井和夫．1984．トマト・キュウリの光合成・蒸散に及ぼす環境条件の影響．野菜試報．12: 97-117.
- 農研機構花き研究所．2012．トルコギキョウの低コスト冬季計画生産の考え方と基本マニュアル（確定版）．https://www.naro.go.jp/publicity_report/publication/files/eustoma_manual_201203.pdf（2026 年 2 月 9 日検索）
- 大川清・兼松紘一・是永勝・狩野敦．1990．トルコギキョウのロゼット化に及ぼす高温の範囲と処理期間並びに苗齢の影響．園学雑．59（別 1）: 498-499.
- Ohkawa, K., A. Kano, K. Kanematsu and M. Korenaga. 1991. Effect of air temperature and time on rosette formation in seedling of *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn. *Scientia Horticulturae*. 48: 171-176.
- 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.
- 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.
- 竹崎あかね・吉田裕一・藤井寛也・藤野雅文・梶田正治．2003．強日射条件下での培地の乾燥がトルコギキョウの葉温とロゼット化に及ぼす影響．園学研．2: 89-92.
- 谷川孝弘・小林泰生・松井洋・國武利浩．2001．苗齢，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．園学雑．70: 501-509.

安江隆浩・多田幸広. 2005. トルコギキョウのロゼット回避技術の検証. 岐阜県中山間研報. 5: 29-31.