

強日射条件下での培地の乾燥がトルコギキョウの葉温上昇とロゼット化に及ぼす影響

竹崎あかね^{1,2*}・吉田裕一²・藤井寛也¹・藤野雅丈¹・梶田正治²¹近畿中国四国農業研究センター 765-8508 善通寺市仙遊町²岡山大学大学院自然科学研究科 700-8530 岡山市津島中Increase in Daytime Leaf-temperature and Rosette Formation of *Eustoma grandiflorum* as Affected by Drought Treatment at High TemperatureAkane Takezaki^{1,2*}, Yuichi Yoshida², Hiroya Fujii¹, Masatake Fujino¹ and Masaharu Masuda²¹National Agricultural Research Center for Western Region, Zentsuji 765-8508²Graduate School of Natural Science and Technology, Okayama University, Okayama 700-8530

Summary

Relationship between high temperature-induced rosetting and increased daytime leaf-temperature as affected by drought treatment was investigated in *Eustoma grandiflorum* cv. Tsukushinoyuki. At high temperature (27-33 °C), the rosetting rate was higher than 70% in stressed plants that were irrigated only when the water concentration of the medium decreased below 25% for 9 weeks. Contrastingly, the rate was 0% in the unstressed control in which the water concentration of the medium was maintained over 40% throughout the experiment. A follow-up experiment proved that drought treatment for one week was sufficient to stimulate rosetting at high temperature (29-35 °C). In the daytime, when the air temperature was recorded as 30 °C, leaf temperature of stressed plants increased to 45 °C, while that of the control plants remained similar to the air temperature. These results suggest that drought-induced stress stimulates rosetting at high temperature due to increased temperature of the leaf and/or other parts of the plants receiving high solar radiation.

キーワード： 培地の乾燥, ロゼット, トルコギキョウ, 葉温上昇

緒言

トルコギキョウ (*Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn.) は、播種期が高温になる作型で栽培すると、しばしばロゼット化し、生育、開花が著しく遅延することがある。Ohkawaら(1991)は、自然光型人工気象室内の‘福紫盃’が、設定温度 33/28 °C (昼温/夜温)では播種期にかかわらず抽だい株率が 10%以下になることから、ロゼット化を引き起こす要因が高温であることを明らかにした。また、28/23 °Cでは抽だい株率が播種期によって変化することを示し、日射の強弱がその原因であろうと考察している。

高温条件下では、一般に蒸散量が増加するため植物は水ストレスを受けやすいが、多量のかん水や水耕によって水ストレスが軽減されると、トルコギキョウのロゼット化は抑制されると報告されている(小笠原ら, 2000)。

また、竹田(1994)は、高温期に定植する作型でも直播栽培するとロゼット株率が低下することから、育苗時の根域制限や移植時の断根によって生じる水ストレスがロゼット化を助長するのであると述べている。水ストレスは、気孔閉鎖によって蒸散速度の低下を引き起こし、しばしば葉温を上昇させる(Hsiao, 1973)。小田ら(1993)は、低湿度条件や土壤水分不足の場合にキュウリの蒸散速度が低下して葉温が気温よりも高くなり、葉緑素蛍光値が低下すると報告している。以上のことから、水ストレスは植物体温の上昇を引き起こし、高温適応の一つと考えられるトルコギキョウのロゼット化に影響を与えるかと推察される。そこで、培地の乾燥処理によって水ストレスを与え、それによって引き起こされるトルコギキョウの葉温上昇とロゼット化との関係について検討した。

材料および方法

実験 1. 高温強日射条件下における培地の乾燥が葉温およびロゼット化に及ぼす影響
育苗期が高温条件となる 10~11 月出荷作型でよく用い

2001年9月4日 受付. 2003年1月10日 受理.

本報告の一部は 2001 年の園芸学会春季大会において発表した。

*Corresponding author. E-mail: akane@affrc.go.jp

られる晩生品種‘つくしの雪’(サカタのタネ)を供試した。4月25日にピートモスを主体とする培地を詰めた200穴セルトレイに播種し、最低気温15℃、換気開始温度25℃に設定した温室内で底面給水によって育苗した。第1節本葉展開時であった5月31日に、9cmポリポットに鉢上げし、十分にかん水した後、高温(27-33℃)、長日(16時間:蛍光灯で4時から7時まで、および17時から20時まで補光, PPF 6 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)条件に設定した自然光型人工気象室へ搬入した。なお、培地はクレハ園芸培土(呉羽化学)と与作N-150(チッソ旭肥料)を1:1(v/v)に混合して用いた。人工気象室内の日陰で半日順化後、培地含水率25%をかん水点とする乾燥処理を開始した。対照区は、鉢底から吸水シートを垂らして底面給水し、培地含水率を常に40%以上に保った。なお、含水率は、FDR土壌水分計(大起理化工業, DIK-311A)によって測定した。

両処理区とも第2節本葉展開時であった晴天日の日中(6月15日)に、サーモトレーサー(日本電気三栄, TH3100)で植物体および培地表面の熱画像を記録し、処理プログラム(日本電気三栄, TH51-701)を用いて、放射率を1として、第1節本葉、第2節本葉と地表面の画像に含まれる画素の平均温度、標準偏差を算出した。なお、測定日の13時における対照区と乾燥区の培地含水率は、43%と23%であった。6月21日の日中に、最新展開葉(第2節本葉)を5個体から採取して葉身の含水率を算出した。乾燥区は8月4日まで9週間継続して処理を行い、その後は1日1回かん水した。40株を調査対象として、乾燥処理終了後12週目にロゼット株率を算出した。なお、本研究では節間長が5mm以下であるものをロゼット株とした。

実験2. 高温強日射条件下における培地の乾燥処理期間がロゼット化に及ぼす影響

‘つくしの雪’を実験1と同様に、8月3日に播種し、ロゼット化させないよう23℃一定、長日条件に設定した自然光型人工気象室内で底面給水により育苗した。本葉が約1.5節展開した9月8日に実験1と同様に鉢上げし、高温条件(29-35℃)の自然光型人工気象室で、培地含水率22%をかん水点とした乾燥処理を開始した。対照区のかん水方法は実験1と同様とした。1または2週間の乾燥処理後は、対照区と同様に底面給水し、培地含水率を40%以上に保った。処理開始後12週目にロゼット株率を各処理区30株について調査した。

結 果

実験1. 高温強日射条件下における培地の乾燥が葉温およびロゼット化に及ぼす影響

葉身の含水率は、対照区が83%であったのに対し、乾燥区は74%と低かったことから、本実験で与えた培地の乾燥処理によって植物体が水ストレスを受けていたこと

第1表 培地の乾燥処理が培地含水率と表面温度およびトルコギキョウの葉温、葉身含水率とロゼット株率に及ぼす影響

調査項目	乾燥処理	
	- ²	+ ¹
	6月15日13時 ³	
培地含水率(%)	43	23
地表面温度(℃)	31.6±0.1	46.8±1.1
第1節葉温(℃)	32.8±0.4	44.9±0.4
第2節葉温(℃)	31.6±0.4	44.5±1.0
	6月21日13時 ⁴	
培地含水率(%)	40	25
葉身含水率(%)	83	74
	10月25日 ⁵	
ロゼット株率(%)	0	70

²底面給水により培地含水率を40%以上に維持

³培地含水率25%をかん水点として管理

⁴気温30.3℃, 日射0.9 $\text{kW}\cdot\text{m}^{-2}$

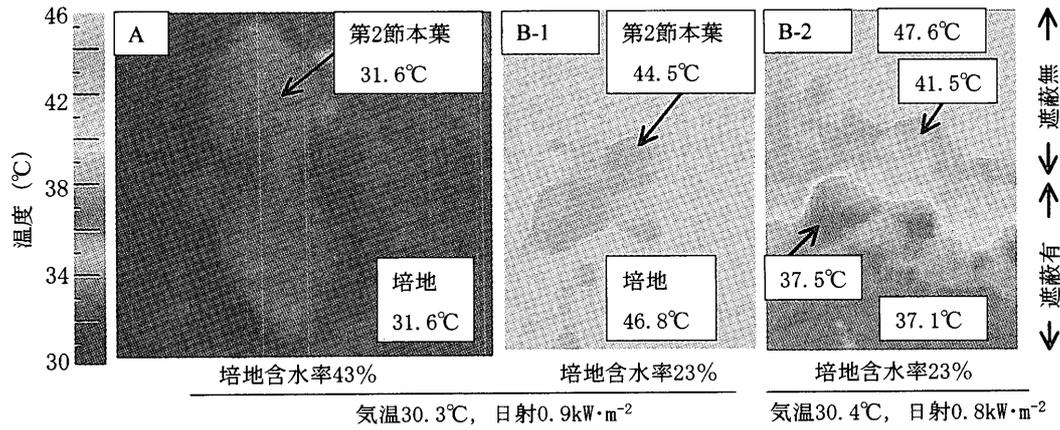
⁵気温28.6℃, 日射0.2 $\text{kW}\cdot\text{m}^{-2}$

⁶乾燥処理終了後12週目

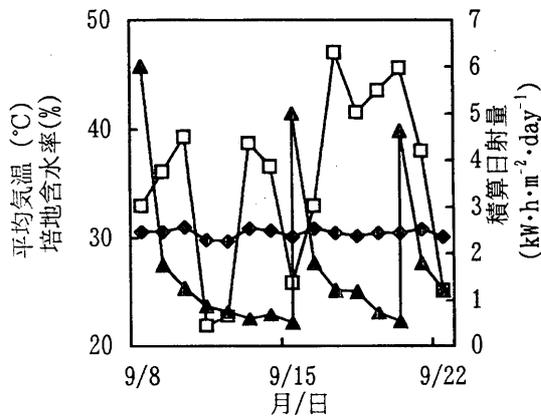
が確認された(第1表, 6月21日)。第2節本葉展開時(乾燥処理開始後15日目)であった6月15日13時にサーモトレーサーを用いて直達光下にある植物体と培地表面の熱画像を記録した(第1図)。葉温、培地温はいずれも乾燥区が、対照区より10℃以上も高く、44℃以上になった(第1図A, B-1, 第1表)。ただし、いずれの処理区においても、第2節本葉は第1節本葉の葉温、培地温と比較してやや低い値を示した。乾燥区において、人工気象室の骨材等で直達光が遮断された場合には葉温が5℃程度低下した(第1図B-2)。対照区は処理終了時点ですべて全株が節間伸長していたが、乾燥区は処理終了後12週目においてもロゼット株率が70%であった(第1表)。以上のことから、高温強日射条件下では培地の乾燥によって生じる水ストレスのために葉温が上昇し、ロゼット化が助長されることが明らかとなった。

実験2. 高温強日射条件下における培地の乾燥処理期間がロゼット化に及ぼす影響

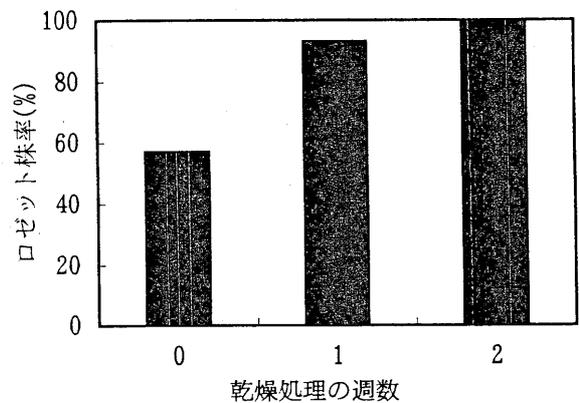
実験1において9週間にわたる乾燥処理でロゼット化が助長されることが明らかとなったため、実験2ではそれよりも短期間の乾燥処理の影響について検討した。乾燥処理期間中は、培地含水率が22%以下に低下した時にかん水を行った。かん水回数は、1週間乾燥処理区が1回、2週間区が2回であった(第2図)。処理開始後12週目のロゼット株率は、対照区が最も低く、乾燥1週間区、乾燥2週間区の順に高くなった(第3図)。乾燥1週間区における節間伸長株の茎長は、対照区と比較して短かった(データ省略)。以上のことから、高温強日射条件下では1週間の培地乾燥処理でもロゼット化が助長されることが明らかとなった。



第1図 培地の乾燥処理および直達光遮蔽の有無が晴天日中における植物体と培地表面の温度に及ぼす影響 (サーモレーサーによる熱画像, 6月15日, 第2節本葉展開時)
 A: 対照区, 遮蔽無; B-1: 乾燥区, 遮蔽無; B-2: 乾燥区, 一部骨材による遮蔽有



第2図 乾燥処理期間中の日平均気温 (◆), 日積算日射量 (□) と乾燥区の培地含水率 (▲) の変化



第3図 乾燥処理期間がトルコギキョウのロゼット化に及ぼす影響
 乾燥処理開始後12週目に調査, n = 30

考 察

高温期におけるトルコギキョウのロゼット化は, 水耕やかん水量の増加によって抑制されることが明らかにされており (小笠原ら, 2000), 生育初期の水ストレスがロゼット化に影響を与えると推測されている. 本研究においても, 高温強日射条件下で培地の乾燥によって生じる水ストレスが, ロゼット化を助長することが示された. 塚田 (1997) は, 定植時の断根や定植後の土壌乾燥によって植物体に水ストレスを与えてもロゼット化には影響しなかったと報告している. しかし, この実験は第2節本葉展開時の苗を用い, 比較的気温の低い高冷地で行われている. トルコギキョウは, 催芽直後から第2節本葉展開時までの期間がロゼット化を誘導する高温に反応しやすく, 若齢苗ほどその反応は大きい (Ohkawaら, 1991). 本研究では塚田 (1997) が用いたよりも若い苗 (1~1.5 節本葉展開) に培地の乾燥処理を行った結果, ロゼット化が助長されたものと考えられる.

水ストレスは, 気孔閉鎖による蒸散速度の低下を引き起こし, しばしば葉温を上昇させる (Hsiao, 1973). 本研

究においても, 強日射時の葉温は, 対照区では気温 (30°C) とほぼ同じであったのに対して, 乾燥区では約 45°C に達した. 植物体のどの部位がロゼット化を誘導する高温に感応するかは明らかでないが, 葉温と培地温がともに高まる条件下では, 感応部位を含む植物体全体の温度も同様に高くなっていると推察される. 培地の乾燥によって生じる水ストレスは, 高温強日射条件下において植物体温を気温以上に高める結果, トルコギキョウのロゼット化を助長すると考えられた. 高温強日射条件下で育苗あるいは定植する作型では, ロゼット化を回避するため, 培地の乾燥によって水ストレスが生じないように管理することが重要と考えられる.

Ohkawaら (1991) は同一温度に設定した自然光型人工気象室において, トルコギキョウのロゼット株率が季節変動することを確認し, その原因は日射量の変動に伴う植物体温の変化であろうと考察している. トルコギキョウの葉温は, 乾燥強日射条件下で高くなるが, 直達光が遮断されると低下したことから (第1図 B-2), 日射の強弱もロゼット化に関与すると推測された.

夏期に定植する作型においては定植期前後に遮光が行われることが多い。その効果としては、地温低下や蒸散抑制による苗の活着や生育の促進が指摘されているが、遮光とロゼット化との関連については明らかでない。切り花生産の安定化をはかるためには、高温強日射条件下で植物体温を低下させる遮光処理がトルコギキョウのロゼット化回避にどの程度の効果を持つかについて今後さらに検討する必要がある。

摘 要

培地の乾燥処理にともなうトルコギキョウ (*Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn. ‘つくしの雪’) のロゼット化と日中の葉温上昇との関係について検討した。高温条件下 (27-33℃) におけるロゼット株率は、土壌含水率を常に40%以上に保った対照区では0%となったのに対して、土壌含水率25%をかん水点として9週間管理した乾燥区では70%と高い値を示した。また、より高い温度条件下 (29-35℃) ではわずか1週間の乾燥処理でもロゼット株率が高くなった。対照区の葉温と培地温は気温 (30℃) とほぼ同じであったが、強日射時には乾燥区の葉温と培地温は約45℃に達した。以上の結果から、培地の乾燥によって生じる水ストレスは、強日射条件下で高温感応部位を含む植物体温を高めることによって高温条件下における

トルコギキョウのロゼット化を助長するものと考えられた。

引用文献

- Hsiao, T. C. 1973. Plant responses to water stress. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 24: 519-570.
- 小田雅行・李 智軍・辻 顕光・市村一雄・佐々木英和. 1993. 高温時の空気湿度と土壌水分がキュウリの葉緑素蛍光発生に及ぼす影響. *園学雑.* 62: 399-405.
- 小笠原宣好・吉田美智・鈴木 洋. 2000. 高温育苗における水管理がトルコギキョウの開花に及ぼす影響. *園学雑.* 69(別1): 322.
- Ohkawa, K., A. Kano, K. Kanematsu and M. Korenaga. 1991. Effects of air temperature and time on rosette formation in seedlings of *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn. *Scientia Hort.* 48: 171-176.
- 竹田 義. 1994. トルコギキョウの実生苗と収穫後の側芽のロゼット化および抽だいに関する研究. *園学雑.* 63: 653-662.
- 塚田晃久. 1997. トルコギキョウの生理的特性と栽培に関する研究(第10報). 定植方法が生育・開花に及ぼす影響. *長野野菜花き試報.* 10: 61-70.