高昼夜温がトルコギキョウ覆輪品種の生育と覆輪発現に及ぼす影響

渡辺 功*

熊本県農業研究センター 861-1113 熊本県合志市栄 3801

Effects of the High Day and Night Temperature Treatments on the Growth and Petal Coloration Rates in *Eustoma grandiflorum* Picotee Cultivar

Isao WATANABE*

Kumamoto Prefectural Agricultural Research Center, Koushi, Kumamoto 861-1113, Japan

Abstract

Artificial climate experiments were conducted to investigate the main cause that the petals with low coloring ratio appeared in *Eustoma grandiflorum* picotee cultivar. The influence of high temperatures during the day and night on petal coloration rates was examined using six artificial climate chambers to replicate day and night temperatures of 25 and 15°C, 25 and 20°C, 30 and 15°C, 30 and 20°C, 30 and 25°C, and 35 and 20°C, from the vegetative stage to the harvest. Petals with a color ratio of >40% to the whole petal area appeared at day and night temperatures of 25°C and of 15°C or 20°C, respectively, which were also suitable for growth. The color ratio of the petals at a daytime temperature of 30°C fell when nighttime temperatures were above 20°C. The ratio of petals with <5% color relative to the whole petal area was 85% and no colored petals appeared slightly at daytime/nighttime temperatures of 30°C and 25°C, respectively. Moreover at daytime/nighttime temperatures of 35°C and 20°C, respectively, the ratio of colored petals to the total petal area was <30% and almost all of the colored petals had a color ratio of 5% to 20%. And other features of cut flowers such as cut flower length, stem length and number of flower buds were also fine.

Keywords: day temperature, *Eustoma grandiflorum*, night temperature, petal coloration

緒 言

トルコギキョウは、北アメリカ大陸の中南部を原産地とし¹⁾、日本には昭和 10 年頃導入され、同 25 年頃長野県で生産され始めた²⁾。当初の花色は、単色の紫のみであった。しかし、生産者によって単色の白やピンク、さらに複色の紫やピンクの

覆輪が育成される³⁾と次第に注目度が高まった。高温期の育苗において、生産性を著しく低下させるロゼット化を回避する育苗方法^{4,5)}が確立されると、秋から春の採花が増加した。当初秋採花では切り花の長さやボリュームの確保が難しいことが、また、冬春採花では狙った時期に開花しないことが問題となったが、作型に合った生育開花特性を有する早晩生の品種を選んで作る考え方⁶⁾が普及すると 10～6 月に採花する暖地と 6～10 月に採花する高冷地の産地をリレーして品質の高い切り花が一年中生産されるようになった²⁾。同時期に種苗会社による一代雑種育種が進み、豊富な花色の一重と八重の品種が登場すると³⁾生産が一気に拡大した。生産量が増加し大輪系の白八重が安定して供給されるようになると、比較の日持ちが良い⁷⁾ことから冠婚葬祭の業務用として

2011 年 10 月 1 日受付

2012 年 1 月 22 日受理

Corresponding author: Isao Watanabe

(watanabe-i-dz@pref.kumamoto.

lg.jp)

*現在: 熊本県熊本農政事務所

Fig. 1 Comparison of the petal coloration rates.
a: 14.4% b: 1.4%, c: 0%

広く用いられるようになった。

純白の花弁の先端が紫やピンクに着色した覆輪 (Fig. 1a) は、そのコントラストが美しく、トルコギキョウを代表する花色である。しかしこの覆輪は発現が不安定で、採花時期によって着色割合の異なる花弁が生じることが知られている⁸⁾。特に花弁の全体や辺縁部を縁取るように着色した着色割合の高い花弁⁸⁾や、花弁の先端に痕跡程度に着色した着色割合の低い花弁 (Fig. 1b)、さらには全く着色しない花弁 (Fig. 1c) が生じ、安定した品質の切り花を生産できないことが問題となっている。

全体が着色した花弁は主に低温期採花の作型で生じることから、低温の影響が検討された。そして、昼温が20℃の低温であれば夜温が15～20℃の比較的高温であっても着色割合の高い花弁が生じることや、昼温が28～30℃の高温であれば、夜温が10～15℃の比較的低温であっても着色割合の高い花弁がほとんど生じないことが明らかにされた⁸⁻¹²⁾。また、第1花の雌ずい形成期から4週間を30/15℃ (昼/夜温) で管理すれば以後20/15℃の低温で管理しても覆輪発現は乱れないことが報告されている¹²⁾。一方、花弁の先端に痕跡程度に着色した着色割合の低い花弁や全く着色しない花弁は高温期採花の作型で生じることから、高温の影響が示唆されるが、その発生要因についてはほとんど報告されていない。そこで本報告では、自然光利用型のファイトロンを用い、昼夜温の設定時間をそれぞれ10時間とし、昼温25～28℃、夜温15～18℃のトルコギキョウの生育適温¹³⁾の範囲に設定した試験区と生育適温より高い昼夜温に設定した5つの試験区を設け、生育と覆輪発現即ち花弁の着色割合に及ぼす高温の影響について検討した。

材料および方法

1) 栽培概要と試験区の構成

供試品種として‘メロウローズピコ’ (タキイ種苗 (株)) を

用いた。育苗用培養土 (W.R.Grace 製, メトロミックス 350) を充填した288穴のセルトレイに2000年8月15日に播種した。播種後は午前8時から午後4時を、ガラス温室の換気を25℃に設定してなりゆきとし、午後4時から午前8時までは育苗装置の自動開閉式幌を閉じ、内部を14℃に冷房する夜冷育苗^{5,6)}を行った。粘質土壌と育苗用培養土 (W.R.Grace 製, メトロミックス 360) を1:1の体積比で混合した配合土を縦26 cm×横56 cm×深さ18 cmのコンテナに充填し、1コンテナ当たり12株を9 cm×9 cmの間隔で10月18日に定植した。基肥として緩効性肥料 (CDU 複合燐加安 (15:15:15)) を用い、N:P₂O₅:K₂O = 250 mg:250 mg:250 mg/株を施用した。各試験区には、それぞれ3コンテナを割り当てた。定植後昼温の換気設定を25℃、夜間の加温設定を15℃としたガラス温室で栽培した。最上部の展開葉が7～9節に達し、主茎の頂花である第1花が未着蕾であることを確認して12月4日に温度処理を開始した。処理は、所定の温度に設定した自然光利用型のファイトロン (エスベック (株) 製 TAE-700) で行った。試験区は、トルコギキョウの生育適温である昼温25℃夜温15℃¹³⁾区と (以下25/15℃区と表示) 生育適温から昼夜温のいずれかもしくは両方を5℃上げた場合に、生育と切り花形質、花弁の着色割合に及ぼす影響を調べるために、25/20℃、30/15℃、30/20℃区を設けた。また、昼温30℃における夜温の影響を調べるために30/25℃区を設け、30/15℃、30/20℃区と比較した。さらに30/25℃区と平均気温が同じで昼温が高い35/20℃区を設け、25/20℃、30/20℃区と比較し、昼温の影響を調べた。昼温の設定は7時30分から17時30分までの10時間とし、夜温の設定は19時30分から5時30分までの10時間とした。昼夜温の切り換えにそれぞれ2時間を設けた。なお、側枝が伸長を始めるまでは早朝に十分灌水し、側枝伸長開始後はコンテナ内が乾かないよう朝夕灌水した。

2) 調査方法

第3花が咲きそろった頃、開花が遅れた株を除いて地際で一斉に採花し切り花調査を行った。花弁の採取方法としては、開花している花の5枚の花弁のうち着色割合が平均的な花弁を採取する方法¹²⁾があるが、全く着色していない花弁の頻度を調べる必要もあるので、切り花長と切り花重が平均的な10株を選び、開花しているすべての花弁を採取した。採取した花弁の向軸側をカラーコピー機 ((株) リコー製) で複写した。各花弁の複写をコピー用紙から切り抜き、着色部と白色部に切り分け、それぞれの面積を葉面積計 (林電工製 AAM-9) で測定して、各試験区の花弁面積と着色割合の平均値を求めた。全く着色していない花弁も観察されたので、花弁の着色割合の有意差検定は、数値の変換を行わずにその形質と同様に Tukey の多重比較を行った。

結 果

生育適温の25/15℃区の処理開始から採花まで日数は123日で最も遅かった (Table 1)。これに対し、適温より夜温が5℃高い25/20℃区は109日であり14日早かった。昼温が5℃高い30/15℃区は107日であり16日早かった。さらに昼夜温がそれぞれ5℃高い30/20℃区は94日であり1ヶ月早かった。昼夜温がそれぞれ5℃と10℃高い30/25℃区は92日、それぞれ10℃と5℃高い35/20℃区も93日であり30/20℃区と同時期であった。

生育適温の25/15℃から昼夜温のいずれかもしくは両方を5℃上げた場合の切り花長への影響について、25/15℃、25/20℃、30/15℃、30/20℃区を比べた。同夜温下で昼温が5℃異なる試験区間の切り花長に有意差がなかったのに対し、同昼温下では昼温25℃で夜温が5℃違っても有意差はなく、昼温30℃で夜温が5℃高い試験区の切り花長が小さくなった。さらに高温で平均気温が同じ30/25℃区と35/20℃区をみると著しい差があった。適夜温より10℃高い30/25℃区の87.7 cmは最小で、30/15℃や30/20℃区と比べて有意に小さく、高夜温の影響が強く現れた。一方、35/20℃区の120.4 cmは、25/20℃や30/20℃区と差はなく、高昼温の影響はなかった。

同様に茎長について4試験区を比べた。同夜温下では、夜温15℃で昼温が5℃違っても有意差はなく、夜温20℃で昼温が5℃高い試験区の茎長は大きくなった。同昼温下では、夜温が5℃違っても有意差はなかった。さらに高温で平均気温が同じ30/25℃区と35/20℃区をみると著しい差があった。30/25℃区の59.8 cmは最小であり、30/15℃区や30/20℃

℃区と比べて有意に小さく高夜温の影響が強く現れた。一方、35/20℃区の86.4 cmは、30/20℃区と差はないが、25/20℃区より有意に大きく、高昼温下でも大きくなった。

同様に切り花重を比べた。同昼温下で夜温が5℃高い試験区の切り花重の減少と比べて、同夜温下で昼温が5℃高い試験区の切り花重は大きく減少した。さらに高温の30/25℃区と35/20℃区をみると両区に有意差はなかった。30/25℃区の43.5 gは、30/15℃区や30/20℃区と比べて有意に小さく、高夜温の影響が強く現れた。一方、35/20℃区の57.5 gは、25/20℃区と比べて有意に小さいものの、30/20℃区と有意差はなく、高昼温の影響は比較的小さかった。

同様に花数を比べた。同夜温下で昼温の違いによって花数に差はなかったが、昼温25℃では夜温が5℃高い試験区で花数が有意に減少した。さらに高温の30/25℃区と35/20℃区をみると両区に差はなかった。30/25℃区の11.8は、30/20℃区と有意差はないものの、30/15℃区の20.3と比べて有意に小さく、高夜温の影響が現れた。一方、35/20℃区の16.8は、25/20℃や30/20℃区と有意差はなく、高昼温の影響はなかった。

同様に花卉面積を比べた。同昼温下では夜温が5℃違っても花卉面積の差は比較的小さかったが、同夜温下では、昼温が25℃から30℃に上がっただけで花卉面積は約10 cm²に有意に小さくなった。さらに、35/20℃区と30/25℃区をみると両区に有意差はなかった。両区とも10 cm²前後であり、昼温30℃以上の試験区間に差はないが、昼温25℃の試験区と比べて有意に小さかった。

同様に花卉の着色面積を比べた。同昼温下では、夜温が5℃違っても差はなかったが、同夜温下では昼温が25℃から30℃に上がっただけで約1/4に有意に小さくなった。さらに

Table 1 Effects of the high temperature treatments on the days to the harvest and features of cut flowers.

Day/night temperature	Number of samples	Days from the start of experiment to the harvest	Cut flower length	Stem ² length	Cut flower weight	Number of flower buds ³	Petal area	Colored area of the petal
(℃)		(days)	(cm)	(cm)	(g)		(cm ²)	(cm ²)
25/15	30	123	122.7 ± 2.4 ^a bc ^w	81.6 ± 2.3 bc	96.1 ± 5.5 d	24.2 ± 2.0 c	14.7 ± 0.10 c	3.2 ± 0.08 e
25/20	30	109	118.5 ± 3.4 bc	76.2 ± 2.7 b	82.7 ± 4.7 cd	15.9 ± 1.0 ab	14.0 ± 0.08 b	2.7 ± 0.15 d
30/15	28	107	129.6 ± 2.8 c	90.8 ± 2.2 c	71.7 ± 4.2 bc	20.3 ± 2.0 bc	10.3 ± 0.08 a	0.8 ± 0.03 bc
30/20	29	94	116.7 ± 3.1 b	87.7 ± 2.3 c	65.3 ± 3.0 b	15.7 ± 0.9 ab	10.3 ± 0.10 a	0.5 ± 0.02 ab
30/25	34	92	87.7 ± 1.7 a	59.8 ± 1.2 a	43.5 ± 2.1 a	11.8 ± 0.8 a	10.3 ± 0.08 a	0.3 ± 0.01 a
35/20	31	93	120.4 ± 2.3 bc	86.4 ± 1.8 c	57.5 ± 3.0 ab	16.8 ± 0.9 ab	9.9 ± 0.07 a	1.0 ± 0.03 c

²Length from the cut end of flower to node which have a first floret.

³Number of all flowers and buds.

^wEach value shows mean±SE.

^wDifferent letters within a column indicate significant difference by Tukey's test, $p < 0.05$.

Fig. 2 Effect of the high temperature treatments on the frequency of the petal coloration rate.

^zEach value shows mean $\pm$ SE.

^yDifferent small letters indicate significant difference by Tukey's test, $p < 0.05$.

30/25°C区と35/20°C区をみると著しい差があった。30/25°C区の0.3 cm²は、30/20°C区と有意差はないものの、30/15°C区の0.8 cm²より有意に小さく、高夜温の影響が現れた。一方、35/20°C区の1.0 cm²は、25/20°C区の2.7 cm²より有意に小さいが、30/20°C区の0.5 cm²より有意に大きく、高昼温でも着色面積が回復した。

花卉の着色割合も生育適温より高い昼夜温に対して着色面積と同様の傾向を示した。同昼温下では、夜温が5°C違っても花卉の着色割合に有意差はなかったが、同夜温下では、昼温が25°Cから30°Cに上がっただけで着色割合は1/4～1/3に低下した (Fig. 2)。さらに、30/25°C区と35/20°C区を

みると著しい差があった。30/25°C区は2.9%と最小になり、全く着色していない花卉も2.1%生じ、30/20°C区と差はないが30/15°C区より有意に小さく高夜温の影響が現れた。一方、35/20°C区の10.1%は、25/20°C区の19.3%より有意に小さいが、30/20°C区の4.9%より有意に大きく、高昼温でも着色割合が回復した。

生育適温の25/15°C区の花の着色割合の頻度分布では、70%の花卉が10～30%の着色割合に分布し、10%未満が着色した花卉が12%、40%以上が着色した花卉が2.6%出現した (Fig. 2)。夜温が5°C高い25/20°C区は、66%の花卉が10～30%の着色割合に分布し、10%未満が着色した

花卉が24%に増え、40%以上が着色した花卉も7.6%出現した。昼温が30℃以上の4つの試験区の花弁の着色割合は、25/15℃区と比べていずれも有意に小さくなった。その中でも25/20℃区に次いで3番目に高い10.1%の着色割合を示した35/20℃区では、花弁の5～10%未満が着色した花卉が55%を占め、10～20%未満が着色した花卉も33%あった。5%未満が着色した花卉は9%程度であった。30/15℃区では、30%以上が着色した花卉はなく、花弁の10%未満が着色した花卉が88%を占めた。30/20℃区では、花弁の20%以上が着色した花卉はなく、花弁の5%未満が着色した花卉が70%以上を占めた。30/25℃区では、花弁の5%未満が着色した花卉が85%を占め、全く着色していない花卉が2.1%あった。

考 察

処理開始から採花まで日数は、生育適温の25/15℃区¹³⁾が最も遅く、平均気温が高いほど早くなり、平均気温が同じならばほぼ同日数となった。このことは、25/15℃から昼夜温のいずれを上げても、上げる温度が同じなら生育開花を促進する効果はほぼ同じであることを示している。また、30/20℃と30/25℃、35/20℃区の採花まで日数がほぼ同じことから、30/20℃より高い昼夜温を与えても生育開花の促進効果は変わらないと考えられた。

トルコギキョウでは、切り花長とボリュームが十分な切り花が求められている。生育適温の25/15℃から昼夜温のいずれかもしくは両方を5℃上げた場合、25/15℃区と有意差が生じた昼夜温と切り花形質は、花弁の面積と着色割合を除いて30/15℃および30/20℃区の切り花重と25/20℃および30/20℃区の花数のみであった。これは、上記の範囲の高温が切り花長や茎長へ与える影響が小さいことと、生育適温より高い昼温で切り花重が、また、高い夜温で花数が減少することを示唆している。さらに25/15℃から昼夜温をそれぞれ5℃と10℃上げた30/25℃区では、すべての切り花形質が25/15℃区と比べて有意に小さくなった。一方、30/25℃区と平均気温が同じ35/20℃区では、25/15℃区と同等の切り花長と茎長が得られた。35/20℃区の切り花重と花数は25/15℃区と比べて有意に小さいが、高温期採花の優良な産地である長野県松本市の7、8月の日最高および日最低気温の月別平均値のそれぞれ29.4、31.1℃と19.2、20.2℃¹⁴⁾より夜温が低い30/15℃区の切り花重や花数と同等であることが明らかになった。一般的に植物の生育には、原産地の環境が適していることが多く、7～9月に開花期を迎える *Eustoma grandiflorum* の原産地であるテキサス州オースティンの7～9月の日最高と日最低気温の月別平均値がそれぞれ32.0～35.1℃と20.4

～23.1℃であり¹⁾、高温の35/20℃区に近く、昼間は高温でも夜温が低く日較差が大きいために生育に適しているため、35/20℃区の生育が良好であったと考えられた。30/25℃区で花弁面積を除くすべての切り花形質が最小になったのは、日較差が小さく、かつ高夜温による消耗が大きいためと推察された。

生育適温から昼夜温のいずれかもしくは両方を5℃上げた場合、花弁面積を小さくする度合いは、高温で大きかった。昼温30℃以上の試験区の花弁面積は、生育適温の25/15℃区の2/3程度と小さいものの、夜温に関わらずほぼ同じであった。市場では一般に大きな花が好まれるが、高温によって花が小さくなることは、ペゴニアやヒナギク、チューリップでも知られており、開花までの期間が短いほど小さいとされている¹⁵⁾。各形質間の相関係数のデータは省略したが、本報告の各区の採花まで日数と花弁面積の平均値との相関係数は0.8610であり、5%水準で有意な正の相関関係が認められた。従って、採花までの期間が短いほどトルコギキョウの花も小さくなる関係にあると考えられた。

昼温25℃における覆輪発現即ち花弁の着色割合の平均値は、夜温が15℃でも20℃でも20%前後であったが、5%未満が着色した花卉から40%以上が着色した花卉まで幅広く生じた。25/20℃区では、花弁の25～40%が着色した花卉の頻度が25/15℃区に比べて低下したものの、花弁の70%以上が着色した花卉も生じた。これは、昼夜温をそれぞれ10時間に設定した25/20℃においても覆輪発現の乱れた花卉が生じることを示している。

30/15℃区では、花弁の30%以上が着色した花卉は生じず、花弁の着色割合は昼温25℃に比べて約1/3に低下した。これは、30/15℃において覆輪発現が乱れた花卉が生じないとした報告¹²⁾と同様であった。また、昼温が30℃の試験区では、5%未満が着色した花卉の頻度は、夜温の上昇とともに35%、70%、85%と高くなった。このことから、花弁の先端が痕跡程度に着色した着色割合の低い花卉は、昼温30℃で生じ、夜温の上昇に伴ってその頻度は高まることが示唆された。そのうえ30/25℃区では、全く着色していない花卉もわずかに生じることも明らかになった。さらに、夜温20℃で昼温25℃、30℃、35℃が覆輪発現に及ぼす影響についてみると、花弁の着色面積と着色割合ともに、25/20℃区の2.7 cm²と19.3%に比べて、30/20℃区では0.5 cm²と4.9%に大きく低下した。しかし、35/20℃区では、1.0 cm²と10.1%に回復する現象が認められた。このことに関連して、トルコギキョウ覆輪品種‘キャンディマリ’を20℃、25℃および35℃一定条件下で栽培したところ、花弁面積は25℃の12.0 cm²と比べて、35℃では7.2 cm²と4割ほど小さくなるものの、花弁の着色割合は25℃の15.1%に比べて、35℃では23.1%に5割ほど高まる

ことが報告されている¹⁰⁾。昼温 35℃下で異なる品種に同様の現象が確認されたことから、昼温 35℃には、覆輪を商品価値が高い着色割合で発現させる効果があると考えられた。トルコギキョウの主な花色色素はアントシアニンである。アントシアニンの生成量は温度の影響を受け、トルコギキョウでは 35℃で、ブドウでは 30℃でその生成量の減少が知られている^{10,16-17)}。また、トルコギキョウ覆輪品種では、異なる一定温度下に生じた花卉の着色割合の大小と着色部のアントシアニン濃度との間には相関関係がないことも知られている¹⁰⁾。これらは、35℃の高温によってアントシアニンの生成が高まった結果、花卉の着色割合が高まったのではなく、生育適温より高い昼夜温によって花卉先端のアントシアニン生成領域が決定された後に、その昼夜温に応じてアントシアニンが生成されることを示していると考えられた。

以上のことから、トルコギキョウの覆輪発現において生育適温より高い昼夜温は、花卉先端の着色領域の大小に影響を及ぼすことが明らかになった。また、花卉の先端が痕跡程度に着色した着色割合の低い花卉は、昼温 30℃で生じ、夜温の上昇に伴ってその頻度は高まることが、さらに、30/25℃では全く着色していない花卉もわずかに生じることも明らかになった。一方、30/25℃と平均気温が同じ 35/20℃では、高昼温にも関わらず、切り花形質を大きく損なうことなく、商品価値の高い約 10%の着色割合で覆輪を発現することが明らかになった。これらのことを総合すると、トルコギキョウの高温期採花では、多日照で昼夜温較差が大きい適地を選び、商品価値の高い覆輪発現に適した温度条件を作り出すために、昼間は 30℃以上で良いが、夜間も換気扇を回し施設内の気温を速やかに下げる工夫が必要と考えられた。

摘 要

トルコギキョウ覆輪品種において、着色割合の低い花卉が生じる原因を明らかにするために人工気象実験を行った。6 室のファイトトロンを用い、25/15℃区（昼 / 夜温）と 25/20℃、30/15℃、30/20℃、30/25℃、35/20℃区を設け、生育と花卉の着色割合即ち覆輪発現に及ぼす高温の影響について調べた。その結果、生育適温の 25/15℃区とそれに近い 25/20℃区は、花卉の 40%以上が着色した花卉がわずかに生じる温度条件であった。花卉の着色割合は、昼温 30℃において夜温が高いほど低くなり、30/25℃区では花卉の 5%以下が着色した花卉が 85%を占め、全く着色していない花卉もわずかに生じた。一方、35/20℃区では、30%以上が着色した花卉はなく、大部分の花卉が 5～20%の着色割合であった。また、切り花形質も良好であった。

引用文献

- 1) 大川 清. 自生種の特性. 大川 清 編著, 実践花き園芸技術トルコギキョウ. 誠文堂新光社, 東京. 14-19. 2003.
- 2) 水戸喜平. 生産の状況. 大川 清 編著, 実践花き園芸技術トルコギキョウ. 誠文堂新光社, 東京. 6-13. 2003.
- 3) 大川 清. 日本における品種の歴史. 大川 清 編著, 実践花き園芸技術トルコギキョウ. 誠文堂新光社, 東京. 20-27. 2003.
- 4) 吾妻浅男, 犬伏貞明. 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の防止. 高知農技七研報. 4: 19-29. 1988.
- 5) 吾妻浅男, 高野恵子. トルコギキョウの開花調節に関する研究 (第 2 報). 冷房あるいは夜冷育苗による冬～早春出し栽培. 高知農技七研報. 5: 58-65. 1996.
- 6) 渡辺 功. 夜冷育苗による秋～春切り栽培. 大川 清 編著, 実践花き園芸技術トルコギキョウ. 誠文堂新光社, 東京. 161-168. 2003.
- 7) 島村美佐, 岡林秀典. チオ硫酸銀利用によるトルコギキョウの花持ち延長効果. 高知農技七研報. 6: 53-58. 1997.
- 8) 渡辺 功. トルコギキョウ覆輪品種の花卉の着色割合の季節変動. 園学研. 5(4): 409-413. 2006.
- 9) 福田直子, 大澤 良, 吉岡洋輔, 中山真義. トルコギキョウにおける覆輪安定性の数量化による品種間変異の評価. 園学研. 4(3): 265-269. 2005.
- 10) 福田直子, 中山真義. 温度条件がトルコギキョウ覆輪花卉の着色面積率に及ぼす影響. 園学研. 7(4): 531-536. 2008.
- 11) 渡辺 功. トルコギキョウ覆輪品種の花色発現に及ぼす昼温の影響. 園学九研集. 8: 91. 2000.
- 12) 渡辺 功. 低温遭遇期間と時期がトルコギキョウの覆輪発現に及ぼす影響. 園学研. 9(1): 59-65. 2010.
- 13) 塚田晃久. 栽培管理技術. 大川 清 編著, 実践花き園芸技術トルコギキョウ. 誠文堂新光社, 東京. 72-83. 2003.
- 14) 自然科学研究機構国立天文台編纂. 気象部. 平成 24 年理科年表. 丸善出版, 東京. 186-189. 2011.
- 15) ワルター リュンガー. 園芸植物の開花生理と栽培 (浅平 端・中村英司訳). 誠文堂新光社, 東京. 128-134. 1978.
- 16) Mori K, Sugaya S, Gemma H. Regulatory mechanism of anthocyanin biosynthesis in 'Kyoho' grape berries grown under different temperature conditions. Environ. Control in Biol. 42(1): 21-30. 2004.
- 17) 苦名 孝, 宇都宮直樹, 片岡郁雄. 樹上果実の成熟に及ぼす温度環境の影響 (第 2 報) ブドウ '巨峰' 果実の着色に及ぼす樹体及び果実の環境温度の影響. 園学雑. 48(3): 261-266. 1979.