

# 飛騨地域のトルコギキョウ秋季出荷栽培における 電照効果の検証

前田 健

A verification of lighting in summer to autumn production of *Eustoma grandiflorum* in Hida region

Takeshi Maeda

*Gifu prefectural Research Institute for Agricultural Technology in Hilly and Mountainous Areas,  
Furukawa Gifu 509 - 4244*

## Summary

Effects of lighting by compact fluorescent lamp (R:FR ratio=8.8; CFL) and red LED (wavelengths=620-630nm) was investigated aiming inhibition of flowering and improving of cut-flower qualities for summer to autumn production of *Eustoma grandiflorum* in Hida region, Gifu prefecture. With 'Hida no Yukihime', flowering delayed by CFL lighting of 6-h irradiation after sun set and all-night irradiation. Cut-flower length was the longest by CFL lighting of 6-h irradiation after sun set. With the same variety, suitable installation interval of CFL was investigated. Flowering was the most delayed and cut-flower length was the longest, with 1-m interval. Flowering was delayed 6.2 days by CFL lighting with 3-m interval. The effects of CFL depend on varieties. The days to flower budding and number of nodes on main stem increased with medium flowering varieties, medium-late flowering varieties and late flowering varieties. Influences of irradiation duration of red LED were investigated with 12 varieties. 15-day or 30-day irradiation did not show an effect on flower-bud formation and inhibition of flowering. Irradiation from transplanting to flower budding showed a significant increase in the days to flower budding with 8 varieties, in the days to flowering with 7 varieties, in the cut flower length with 11 varieties.

**Key Words** : compact fluorescent lamp, light culture, red LED

キーワード：電球形蛍光灯，電照栽培，赤色 LED

## 緒 言

岐阜県北部に位置する飛騨地域では中山間、高冷地の気候を生かし、トルコギキョウの夏秋季栽培が行われている。トルコギキョウはブライダルなどの業務需要があることから、そのシーズンでもある秋季は比較的単価が高くなっており、飛騨地域のトルコギキョウ生産部会においても 9 月中旬以降の出荷率向上を目指して栽培に取り組んでいる。

トルコギキョウの秋季出荷栽培では、6 月下旬以降の定植後の高温および長日の影響により発

蕾が早まり、低節位で開花してしまうことが多く、十分な切り花長や枝数が確保できないため、ボリューム不足による秀品率の低下が問題となっている。そのため、遮光資材を用いた短日処理により開花調節を行い、切り花長および枝数を確保し、切り花形質の向上を図っている。しかし、遮光資材による短日処理は、その朝夕の開閉作業に伴う労力負担が大きく、また遮光資材内が高温となるため品種によってはロゼットが発生している。

トルコギキョウは相対的長日植物に分類されており、白熱灯を用いて長日処理を行うと花芽

分化が促進される（大川、2003；塚田ら、1982；山田ら、2008）。また、（独）農業・食品産業技術総合研究機構花き研究所は、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において、少日照時の開花促進技術として白熱電球など FR 光の比率が高い光源を用いた長日処理の有効性を述べている。

一方、赤色光（R）／遠赤色光（FR）比が大きい光源を用いた長日処理を行うと、夏季の高温長日下においても花芽分化が抑制されることが報告されている（Yamada ら、2008a）。また、定植直後から発蕾まで夜明け前 6 時間の長日処理を行うと、切り花形質の向上に効果が高いことが明らかとなり（Yamada ら、2008b）、さらに電照の効果には品種間差異が認められることが報告されている（山田ら、2009）。しかし、飛騨地域の高温暖長日下において、電照を用いた開花抑制の栽培試験を行った事例はない。そこで、本報では、飛騨地域のトルコギキョウ秋季出荷栽培において、電照栽培を導入し、その効果を検証することで、短日処理の代替技術としての可能性を検討した。

#### 材料および方法

##### 試験 1 電球形蛍光灯による照射時間帯の影響

白色八重晩生品種「ひだの雪姫」（岐阜県育成品種）を供試し、2010 年 2 月 16 日、2011 年 2 月 9 日にメトロミックス 350（SUNGRO）を培土とした 288 穴のセルトレイに播種し、2010 年は 15℃、2011 年は 20℃設定の農電園芸マット（日本ノーデン㈱）の上で育苗した。定植床には、畑土：バーミキュライトを 2：1（容積比）とした混合用土を入れた容量 28 L のプランターを使用し、プランター 1 鉢あたり基肥として硝加磷安 333（全農、N：P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>：K<sub>2</sub>O=13：13：13）を 9 g、ミスヨーコ（全農、N：P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>：K<sub>2</sub>O=6：8：8）を 25 g 施与した。2010 年 5 月 11 日、2011 年 3 月 28 日にプランター 1 鉢あたり 8 株を定植した（1 区 3 鉢）。栽培は、岐阜県中山間農業研究所（標高 493 m）硬質フィルムハウス内で行い、換気温度を 30℃設定で管理した。電照には、3 波長形の 13 W 電球形蛍光灯（ネオボール Z アグリ、EFD13EL-DR-T、東芝ライテック㈱、R/FR 比 8.8）を使用した。プランター上部から高さ 1 m の所へ光源を設置し、各区 1 球で照射した。各処理区間は隣接処理区の電照の影響を受けないように、ホ

ワイトシルバーフィルム（遮光率 100%）で仕切りを入れた。

処理区は、18 時～6 時の 12 時間照射する終夜区、18 時～24 時の 6 時間照射する日没後区、21 時～3 時の 6 時間照射する暗期中断区、0 時～6 時の 6 時間照射する日の出前区、および無処理区の 5 区設定した。照射は定植日からそれぞれの区で発蕾が確認された日まで行った。各処理区の定植日から開花日までの到花日数（開花日は、主茎の頂花摘蕾後、第 1 次小花が 2～3 輪開花した日とした）、切り花長、茎長、節数、枝数、花蕾数（開花可能な蕾と老化していない花の合計値）について 2010 年は各 5 本、2011 年は各 12 本を調査した。

##### 試験 2 電球形蛍光灯の設置間隔の影響

「ひだの雪姫」を供試し、2010 年 4 月 16 日にメトロミックス 350（SUNGRO）を培土とした 288 穴のセルトレイに播種した後に、10℃暗黒条件の冷蔵庫内で 35 日間の低温処理を行った。2010 年 5 月 21 日からは所内硬質フィルムハウス内のプールベンチで Ebb&Flow 方式で育苗を行い、換気温度 30℃設定で管理した。所内農 PO の雨よけハウスに試験 1 と同様の肥料を 10 a あたり成分量で N が 14.1 kg、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> が 17.3 kg、K<sub>2</sub>O が 17.3 kg となるように基肥として施与し、全面土壌混和した。7 月 1 日に全面有孔白黒ダブルマルチを被覆した幅 90 cm の畝に、条間 12 cm、株間 10 cm、6 条の中 2 条を抜いた 4 条植えて苗を定植した。

電照は、試験 1 と同じ電球形蛍光灯を畝中央の上、高さ 1 m の所に設置し、間隔を 1 m、2 m、3 m の 3 区設けた。照射は定植日からそれぞれの区で発蕾が確認された日まで行い、照射時間を 18 時～6 時とした。試験 1 と同様に各処理区の到花日数、切り花長、茎長、節数、枝数、花蕾数について、到花日数は各 30 本、その他については各 15 本を調査した。

##### 試験 3 電球形蛍光灯照射による品種間差異

白色八重早生品種「キングオブスノー」（㈱サカタのタネ）、紫色八重中生品種「エクローサリラ」（㈱サカタのタネ）、桃色八重中晩生品種「パレオピンク」（タキイ種苗㈱）、および「ひだの雪姫」の 4 品種を供試した。2011 年 4 月 14 日に播種し、その後 10℃暗黒条件の冷蔵庫内で 35 日間の低温処理を行った後、2011 年 6 月 27 日に定植した。栽培場所および栽培方法は、試験 2 と同様とした。電照は、試験 1 と同じ電球形蛍光灯を畝間

上に高さ1 mの所に、間隔を3 mで設置した。照射は定植日から各品種の発蕾が確認された日まで行い、照射時間を18時～6時とした。発蕾所要日数、到花日数、切り花長、茎長、節数、枝数、花蕾数、切り花重について調査し、発蕾所要日数および到花日数については蛍光灯区197～208本、無処理区28～46本、その他についてはそれぞれ蛍光灯区40本、無処理区15本を調査した。

#### 試験4 赤色LED照射の影響

「ひだの雪姫」を供試し、試験3と同時期に同様の方法で栽培し、電照の光源には620～630 nmに単一ピーク波長を持つ赤色LED (DPDL-R-9W、鍋清(株))を使用した。光源を畝間上1 mに1球設置し、定植日から発蕾が確認された日まで、毎日18時～6時の間照射を行った。調査対象は、光源直下から半径1.5 m以内とし、発蕾所要日数、到花日数、切り花長、茎長、節数、枝数、花蕾数、切り花重について調査した。発蕾所要日数および到花日数については65本、その他についてはそれぞれ40本を調査し、無処理区は試験3のものを兼用した。

#### 試験5 赤色LED照射による品種間差異

飛騨地域で栽培されている品種を中心に早晩性の異なる12品種(表1)を供試した。2013年4月10日に播種し、その後10℃暗黒条件の冷蔵庫内で35日間の低温処理を行った後、2013年6月19日に定植した。栽培場所および栽培方法は、試験2～4と同様としたが、基肥は10 aあたり成分量でNが11.7 kg、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>が14.3 kg、K<sub>2</sub>Oが14.3 kgとなるように施与した。電照には試験4と同様の赤色LEDを使用し、電照ケーブルを間口6 mハウスに2本、畝間上に張り、光源はLEDメー

カーの推奨に従い畝の高さから照射面までの距離を1.5 mの所に3 m間隔で設置した。照射期間を定植日から15日間、30日間、発蕾日まで(早晩性で分けたグループ(表1)で概ね発蕾が確認された日まで)の3区設置し、照射時間は18時～6時とした。各処理区それぞれ25～60本について、発蕾所要日数、到花日数、切り花長、茎長、節数、枝数、花蕾数、切り花重を調査した。

### 結 果

#### 試験1 電球形蛍光灯による照射時間帯の影響

電球形蛍光灯照射によるプランター上部の照度は155 lx、光合成有効光量子束密度(以下、PPFD)は2.7 μmol・m<sup>-2</sup>・s<sup>-1</sup>であった(照度計3423LUX HiTESTER 日置電機(株)、簡易光量子計UIZ-PAR (株)ウイジン)。電球形蛍光灯の照射時間帯の違いが「ひだの雪姫」の到花日数と切り花形質に及ぼす影響を表2に示した。到花日数は、2010年では無処理区と比べて暗期中断区で5.1日、日没後区で5.8日、終夜区で5.9日長くなった。2011年では無処理区と比べて日没後区で5.2日、終夜区で4.4日長くなった。切り花長は、2010年では処理区間で有意な差は認められなかったが、2011年では日没後区が最も長く、無処理区と比べて9 cm長くなった。茎長は、両年ともに無処理区と処理区には有意差が認められなかった。開花時の節数は、2010年では無処理区と処理区に有意差は認められなかったが、2011年では日の出前区が他の区と比べて有意に少なくなった。枝数は、両年ともに処理区間に有意差が認められなかった。花蕾数は、2010年では処理区間に有意差が認められず、

表1 試験5の供試品種と早晩性によるグループ分け

品種名	花色・花形	育成元	早晩性によるグループ分け <sup>2</sup>
キングオブスノー	白色・八重	(株)サカタのタネ	早生～中生
ラブミーブルーピコティ	紫色覆輪・八重	(株)ムラカミシード	
クラリスピンク	桃色・八重	(株)サカタのタネ	
シュークリーム	黄色・八重	(株)サカタのタネ	
エクローサリラ	紫色・八重	(株)サカタのタネ	中生～中晩生
ロジーナピンクピコティ	桃色覆輪・八重	(株)サカタのタネ	
コレゾライトピンク	桃色・八重	カネコ種苗(株)	
シンフォニースカイ	紫色覆輪・八重	岐阜県	
ジャスニーホワイト	白色・八重	(株)ミヨシ	中晩生～晩生
パレオピンク	桃色・八重	タキイ種苗(株)	
ひだの雪姫	白色・八重	岐阜県	
ファイナルローズ	桃色・八重	タキイ種苗(株)	

<sup>2</sup> 飛騨地域における早晩性

2011年では日の出前区が無処理と比べて有意に少なくなった。

**試験2 電球形蛍光灯の設置間隔の影響**

電球形蛍光灯照射による畝上の照度は、光源の中間点で計測を行った結果、1 m 間隔で 304 lx、2 m 間隔で 107 lx、3 m 間隔で 38 lx であった。光源の設置間隔が「ひだの雪姫」の到花日数と切り花形質に及ぼす影響を表3に示した。到花日数は、無処理区と比べて、1 m 間隔区で 8.1 日、2 m 間隔区で 7.8 日、3 m 間隔区で 6.2 日増加した。切り花長は、1 m 間隔区が無処理区より 9.8 cm 長くなったが、その他の処理区では有意差が認められなかった。茎長は、1 m 間隔区および 2 m 間隔区では、無処理区より有意に長くなったが、3 m 間隔区では有意差が認められなかった。節数は、いずれの処理区も有意

に増加し、1 m 間隔区で最大の 2.5 節増加した。枝数および花蕾数は、有意差が認められなかった。

**試験3 電球形蛍光灯照射による品種間差異**

電球形蛍光灯照射による畝上の PPFd は、光源直下で  $2.5 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 、2 灯間では  $1.8 \mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  であった。電球形蛍光灯照射が「キングオブスノー」他 3 品種の発蕾所要日数、到花日数および切り花形質に及ぼす影響を表4に示した。発蕾所要日数は、「キングオブスノー」では無処理区と比べて電球形蛍光灯照射区に有意差は認められなかったが、その他 3 品種では有意に長くなり、「パレオピンク」で最大の 4.2 日増加した。到花日数は、「キングオブスノー」および「エクローサリラ」では電球形蛍光灯照射区

表2 「ひだの雪姫」における電球形蛍光灯照射時間帯の違いが到花日数と切り花形質に及ぼす影響

試験年	処理区	到花日数 <sup>2</sup> (日)	切花長 (cm)	茎長 (cm)	節数 (節)	枝数 (本)	花蕾数 <sup>x</sup> (個)
2010年	日の出前	98.8 a <sup>y</sup>	106.8 a	63.8 a	12.0 a	1.6 a	6.0 a
	暗期中断	102.4 b	103.4 a	71.6 b	13.8 b	2.6 a	7.8 a
	日没後	103.1 b	97.8 a	67.4 ab	12.8 ab	2.2 a	5.2 a
	終夜	103.2 b	107.0 a	69.0 ab	13.2 ab	2.2 a	7.2 a
	無処理	97.3 a	98.6 a	65.6 ab	12.8 ab	2.0 a	5.8 a
2011年	日の出前	117.0 a	82.3 a	50.2 a	13.8 a	3.4 a	6.1 a
	暗期中断	121.0 ab	89.4 ab	61.2 ab	15.9 b	3.8 a	8.2 ab
	日没後	123.9 b	95.2 b	65.8 b	16.3 b	3.8 a	8.3 ab
	終夜	123.1 b	91.3 ab	61.9 ab	16.2 b	3.8 a	8.3 ab
	無処理	118.7 a	86.2 a	57.8 ab	15.5 b	5.0 a	9.7 b

<sup>2</sup> 定植日から第1次小花が2～3輪開花した日までの日数

<sup>y</sup> 試験年ごとの同一列内の異なる英小文字間には、Tukeyの検定により5%水準で有意差があることを示す (2010年 n=5、2011年 n=12)

<sup>x</sup> 開花可能な蕾と老化していない花の合計値

表3 「ひだの雪姫」における電球形蛍光灯設置間隔が到花日数と切り花形質に及ぼす影響

処理区	到花日数 (日)	切花長 (cm)	茎長 (cm)	節数 (節)	枝数 (本)	花蕾数 (個)
1m間隔	91.3 b <sup>z</sup>	68.0 b	35.4 c	11.9 c	2.7 a	6.5 a
2m間隔	91.0 b	66.8 ab	33.1 bc	11.3 bc	2.7 a	7.9 a
3m間隔	89.4 b	58.7 a	29.2 ab	10.8 b	2.4 a	7.5 a
無処理	83.2 a	58.2 a	24.8 a	9.4 a	1.8 a	6.4 a

<sup>z</sup> 同一列内の異なる英小文字間には、Tukeyの検定により5%水準で有意差があることを示す (到花日数 n=30、その他 n=15)

と無処理区に有意差がなく、「パレオピンク」および「ひだの雪姫」では電球形蛍光灯照射によって有意に長くなった。切り花長は、すべての品種で電球形蛍光灯照射区が有意に長くなり、「ひだの雪姫」では最大の 12.8 cm 長くなった。茎長および節数は、「キングオブスノー」を除く 3 品種で電球形蛍光灯照射区が有意に増加した。枝数、花蕾数、切り花重はすべての品種で電球形蛍光灯照射区が有意に増加した。

**試験 4 赤色 LED 照射の影響**

赤色 LED 照射による畝上の PPFd は、光源直下で 3.5  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  であった。赤色 LED 照射が「ひだの雪姫」の発蕾所要日数、到花日数および切り花形質に及ぼす影響を表 5 に示した。発蕾所要日数および到花日数は、無処理区と比べて赤色 LED 照射区が有意に長くなった。切り花形質については、花蕾数を除いた調査項目で赤色 LED 照射区が無処理区より有意に増加した。

**試験 5 赤色 LED 照射による品種間差異**

発蕾後の赤色 LED 消灯日は、早生～中生品種で 8 月 6 日、中生～中晩生品種および中晩生～

晩生品種で 8 月 19 日とした。赤色 LED 照射による畝上の PPFd は、赤色 LED 直下では 2.8  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 、2 灯間では 1.8  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$  であった。赤色 LED 照射期間の違いが「キングオブスノー」をはじめ 12 品種の発蕾所要日数、到花日数および切り花形質に及ぼす影響を表 6 に示した。発蕾所要日数は、「ロジーナピンクピコティ」では 15 日間区で無処理区より有意に短くなった。その他の品種において、15 日間区および 30 日間区では、それぞれの無処理区と比べて有意差は認められなかった。発蕾まで区では、「シュークリーム」他 7 品種でそれぞれの無処理区と比べて発蕾所要日数が有意に長くなり、「パレオピンク」では最大の 8.5 日長くなった。到花日数についても、「ロジーナピンクピコティ」では 15 日間区で無処理区より有意に短くなり、その他の品種において 15 日間区および 30 日間区では、それぞれの無処理区と比べて有意差は認められなかった。発蕾まで区では、「シュークリーム」他 6 品種でそれぞれの無処理区と比べて到花日数が有意に長くなり、「パレオピンク」では最大の 12.3 日長くなった (図 1)。切り花長は 15 日間区において「クラリス

表 4 電球形蛍光灯照射が発蕾所要日数、到花日数および切り花形質に及ぼす影響

品種名	処理区	発蕾所要日数 <sup>z</sup> (日)	到花日数 (日)	切花長 (cm)	茎長 (cm)	節数 (節)	枝数 (本)	花蕾数 (個)	切花重 (g)
キングオブスノー	蛍光灯	36.5 NS <sup>y</sup>	64.3 NS	51.6 *	20.2 NS	7.6 NS	3.6 *	6.9 *	53.7 *
	無処理	35.7	65.0	47.6	18.4	7.5	3.1	6.0	44.3
エクローサリラ	蛍光灯	45.0 *	72.3 NS	45.8 **	18.1 **	7.9 *	2.7 **	5.7 **	44.1 *
	無処理	42.7	72.3	40.1	14.5	7.5	2.2	4.5	32.4
パレオピンク	蛍光灯	47.5 **	77.1 **	69.6 **	33.5 **	9.8 **	4.4 **	8.5 *	89.2 **
	無処理	43.3	73.7	61.7	26.9	8.9	3.3	7.1	62.1
ひだの雪姫	蛍光灯	47.1 *	81.1 *	77.7 **	36.8 **	10.2 **	3.1 **	6.9 *	82.5 **
	無処理	44.7	79.3	64.9	28.4	8.9	2.5	5.9	59.2

<sup>z</sup> 主茎頂花の発蕾が確認された日

<sup>y,t</sup> 検定により\*は 5%水準、\*\*は 1%水準で有意差があり、NS は有意差がないことを示す (発蕾所要日数および到花日数は蛍光灯区 n=197~208、無処理区 n=28~46、その他は蛍光灯区 n=40、無処理区 n=15)

表 5 赤色 LED 照射が「ひだの雪姫」の発蕾所要日数、到花日数および切り花形質に及ぼす影響

処理区	発蕾所要日数 (日)	到花日数 (日)	切花長 (cm)	茎長 (cm)	節数 (節)	枝数 (本)	花蕾数 (個)	切花重 (g)
LED	48.9 ** <sup>z</sup>	88.0 **	76.1 **	36.4 **	10.3 **	3.3 *	6.8 NS	91.0 **
無処理	44.7	79.3	64.9	28.4	8.9	2.5	5.9	59.2

<sup>z,t</sup> 検定により\*は 5%水準、\*\*は 1%水準で有意差があり、NS は有意差がないことを示す (発蕾所要日数および到花日数は LED 区 n=65、無処理区 n=46、その他は LED 区 n=40、無処理区 n=15)

ピンク」他3品種で有意に長くなり、30日間区では、「クラリスピンク」他5品種で有意に長くなった。発蕾まで区では、「ラブミーブルーピコティ」を除く11品種でそれぞれの無処理区と比べて有意に長くなり、「ファイナルローズ」

では最大の20.1cm長くなった。茎長は、15日間区において「キングオブスノー」他5品種で有意に長くなり、30日間区では、「ラブミーブルーピコティ」を除く11品種で有意に長くなった。発蕾まで区では、「キングオブスノー」を

表6 赤色LED照射期間の違いが各品種の発蕾所要日数、到花日数および切り花形質に及ぼす影響

品種	処理区 (電照期間)	発蕾所要 日数 (日)	到花日数 (日)	切花長 (cm)	茎長 (cm)	節数 (節)	枝数 (本)	花蕾数 (個)	切花重 (g)
キングオブスノー	15日間	50.9 a <sup>2</sup>	78.0 a	53.4 a	22.5 b	7.9 b	2.9 a	6.0 a	36.1 a
	30日間	51.1 a	77.6 a	54.7 a	23.1 b	8.0 b	3.2 ab	6.3 a	40.4 a
	発蕾まで	50.0 a	79.0 a	58.2 b	21.9 ab	7.9 b	3.6 b	6.8 a	58.9 c
	無処理	50.4 a	77.0 a	54.2 a	20.0 a	7.3 a	3.3 ab	6.2 a	49.1 b
ラブミーブルーピコティ	15日間	52.5 a	77.4 ab	62.3 a	27.3 ab	8.6 ab	2.8 a	6.0 a	46.4 a
	30日間	50.9 a	76.6 a	64.3 ab	29.5 ab	9.1 c	3.6 bc	7.2 b	56.9 b
	発蕾まで	52.6 a	80.0 b	67.2 b	29.8 b	9.0 bc	3.7 c	7.4 b	68.3 c
	無処理	51.4 a	78.0 ab	64.7 ab	26.9 a	8.5 a	3.2 b	6.5 ab	58.5 b
クラリスピンク	15日間	48.6 a	77.4 a	56.4 bc	26.9 b	8.7 b	2.9 a	6.3 a	49.0 a
	30日間	52.3 b	78.2 a	55.7 b	27.9 b	8.9 bc	3.2 ab	6.5 a	52.4 a
	発蕾まで	48.9 a	77.2 a	58.5 c	27.7 b	9.1 c	3.6 b	7.8 b	63.9 b
	無処理	49.7 ab	77.7 a	53.0 a	23.1 a	8.3 a	3.2 a	6.6 a	51.0 a
シュークリーム	15日間	57.8 a	90.9 a	62.5 a	26.8 ab	9.2 ab	2.4 a	4.5 a	46.4 a
	30日間	59.1 a	92.6 a	62.4 a	27.6 b	9.4 b	2.4 a	4.7 a	48.2 a
	発蕾まで	62.7 b	98.0 b	67.3 b	31.7 c	10.0 c	2.9 b	5.0 a	62.0 b
	無処理	59.3 a	92.2 a	60.0 a	24.4 a	8.8 a	2.4 a	4.7 a	50.8 a
エクローサリラ	15日間	58.7 a	89.0 a	50.0 bc	22.2 b	8.3 b	2.0 a	3.9 a	30.8 a
	30日間	59.6 ab	87.8 a	48.7 ab	20.5 b	8.4 b	2.4 bc	4.7 bc	38.8 b
	発蕾まで	61.3 b	91.2 a	52.3 c	22.7 b	8.7 b	2.7 c	5.1 c	47.7 c
	無処理	59.1 a	89.5 a	46.5 a	18.4 a	7.8 a	2.3 ab	4.3 ab	36.7 b
ロジーナピンクピコティ	15日間	55.4 a	92.3 a	49.1 ab	20.7 b	7.4 ab	2.0 a	4.3 b	33.8 a
	30日間	61.5 b	96.3 ab	48.8 ab	21.2 b	7.6 b	2.0 a	3.8 ab	30.8 a
	発蕾まで	64.5 b	102.0 c	51.0 b	22.7 b	8.1 c	2.1 a	4.3 b	38.2 b
	無処理	62.7 b	99.9 bc	46.7 a	18.1 a	7.2 a	1.7 a	3.3 a	30.9 a
コレゾライトピンク	15日間	63.8 a	97.2 a	73.6 a	42.9 a	11.8 b	4.3 ab	8.2 ab	90.1 a
	30日間	63.1 a	94.9 a	78.8 b	46.7 b	11.7 b	4.1 ab	7.9 ab	90.8 a
	発蕾まで	67.6 b	108.5 b	79.7 b	50.9 c	13.3 c	5.3 b	10.4 b	133.4 b
	無処理	64.7 a	99.7 a	73.8 a	41.6 a	10.8 a	3.6 a	6.1 a	77.3 a
シンフォニスカイ	15日間	60.2 a	95.2 a	73.9 ab	37.1 b	10.3 b	3.9 a	7.9 a	84.5 bc
	30日間	60.9 a	96.4 a	71.4 a	38.6 b	10.5 b	3.8 a	7.0 a	67.4 a
	発蕾まで	65.9 b	109.1 b	76.4 b	42.2 c	11.7 c	4.0 a	7.4 a	96.4 c
	無処理	60.6 a	96.5 a	71.3 a	33.3 a	9.8 a	3.5 a	6.8 a	74.3 ab
ジャスニーホワイト	15日間	57.6 a	93.4 a	57.6 a	24.0 a	9.0 ab	2.7 a	4.6 a	52.9 a
	30日間	59.8 b	94.2 a	61.3 b	28.5 b	9.3 b	2.7 ab	5.2 a	54.9 a
	発蕾まで	61.4 c	99.8 b	68.9 c	31.8 c	10.0 c	3.4 b	5.4 a	84.4 b
	無処理	58.5 ab	94.4 a	58.7 a	24.6 a	8.8 a	2.6 a	4.5 a	52.4 a
パレオピンク	15日間	58.4 a	88.1 a	71.7 b	35.5 a	10.2 b	4.2 a	7.8 ab	75.4 a
	30日間	59.5 a	88.6 a	73.3 b	38.8 b	10.0 b	4.1 a	7.9 ab	66.3 a
	発蕾まで	67.1 b	102.5 b	79.7 c	46.9 c	11.9 c	5.6 b	9.4 b	110.8 b
	無処理	58.6 a	90.2 a	68.8 a	33.2 a	9.3 a	3.6 a	7.0 a	62.8 a
ひだの雪姫	15日間	61.5 a	99.9 ab	75.0 a	38.1 a	10.4 b	2.8 a	5.3 a	69.7 a
	30日間	62.1 a	99.4 a	82.8 b	45.3 b	10.5 b	2.9 a	5.5 a	70.7 a
	発蕾まで	64.4 b	103.6 b	92.2 c	51.7 c	11.9 c	3.9 b	6.1 a	104.2 b
	無処理	60.6 a	96.9 a	78.0 a	36.4 a	9.4 a	2.8 a	5.8 a	77.9 a
ファイナルローズ	15日間	73.0 a	111.3 b	86.6 b	57.1 b	13.5 b	4.4 a	8.0 a	89.0 a
	30日間	70.2 a	106.3 a	86.0 b	59.6 b	12.8 a	5.1 a	8.3 a	87.3 a
	発蕾まで	78.7 b	120.7 c	99.7 c	70.7 c	15.3 c	5.1 a	9.9 a	134.1 b
	無処理	72.0 a	110.0 ab	79.6 a	51.0 a	12.2 a	4.5 a	7.6 a	88.1 a

<sup>2</sup> 品種ごとの同一列内の異なる英小文字間には、Tukeyの検定により1%水準で有意差があることを示す (n=25~60)



中生品種「シュークリーム」(9月10日)



中晩生品種「パレオピンク」(9月13日)



中生品種「コレゾライトピンク」(9月24日)



晩生品種「ひだの雪姫」(9月21日)



中晩生品種「シンフォニスカイ」(9月19日)



晩生品種「ファイナルローズ」(9月30日)



中晩生品種「ジャスニーホワイト」(9月13日)



図1 各品種のLED照射による開花程度の違い  
(上段：無処理区、下段：発蕾まで照射区、括弧内は撮影日)

除く 11 品種で有意に長くなった。節数は、15 日間区において「キングオブスノー」他 7 品種で有意に増加し、30 日間区では、「ファイナルローズ」を除く 11 品種で有意に増加した。発蕾まで区では、すべての品種で有意に増加し、「ファイナルローズ」で最大の 3.1 節増加した。枝数は、15 日間区において「ラブミーブルーピコティ」では有意に減少し、その他 11 品種ではそれぞれの無処理区と有意差は認められなかった。30 日間区では、すべての品種で有意差が認められなかった。発蕾まで区では、「ラブミーブルーピコティ」他 7 品種で有意に増加した。花蕾数は、15 日間の赤色 LED 照射により、「ロジーナピンクピコティ」で有意に増加し、その他 11 品種ではそれぞれの無処理区との有意差は認められなかった。30 日間区では、すべての品種で有意差が認められなかった。発蕾まで区では、「クラリスピンク」他 4 品種で有意に増加し、「コレゾライトピンク」では最大の 4.3 個増加した。切り花重は、15 日間区において「キングオブスノー」他 2 品種で有意に減少し、その他 9 品種ではそれぞれの無処理区と有意差は認められなかった。30 日間区では、「キングオブスノー」で有意に減少し、その他 11 品種では有意差が認められなかった。発蕾まで区では、すべての品種で有意に増加した。

### 考 察

Yamada ら (2008b) は、初秋出荷栽培において、本研究と同じ電球形蛍光灯を光源として照射を行い、日の出前 6 時間、日没後 6 時間および終夜照射によって開花が遅延し、開花抑制効果は終夜照射区で最も高く、日の出前 6 時間照射で切り花形質の向上効果が最も高かったことを報告している。しかし、本研究では日没後および終夜照射区で開花抑制する傾向は認められたものの、日の出前照射区で開花抑制および切り花形質の向上効果は認められず、Yamada らの結果と必ずしも一致しなかった。これは、播種後の低温処理の有無 (Yamada ら：有、本研究：無)、試験実施時期が異なることによる日長時間の違い、温度の違い、電球形蛍光灯の照射光量の違い (Yamada ら： $5 \mu \text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ 、本研究  $2.7 \mu \text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ )、および供試品種が異なることが影響したと推察される。よって、「ひだの雪姫」において開花抑制を目的として電照を行う場合は、日没後 6 時間または終夜照

射することが適していると考えられた。

電球形蛍光灯の設置間隔については、1 m 間隔で光源を設置した区で最も高い開花抑制効果があり、切り花長が長くなるなど切り花形質の向上効果も認められた。3 m 間隔で光源を設置した区では、切り花長の伸長は認められなかったが、節数および到花日数が有意に増加し、開花抑制効果が認められた。よって、「ひだの雪姫」では光源の設置間隔を 3 m とすれば、キクの電照栽培用に市販されている電照設備を使用でき、実際栽培における普及に適していると考えられた。

電球形蛍光灯を 3 m 間隔で終夜照射した場合、到花日数および切り花形質に品種間差異が認められ、早生品種「キングオブスノー」では、発蕾所要日数および節数に有意差は認められなかったが、中生品種「エクローサリラ」、中晩生品種「パレオピンク」および晩生品種「ひだの雪姫」ではそれらが有意に増加したことにより、花芽形成の抑制効果が認められた。山田ら (2009) は、電照による花芽形成の抑制効果には品種間差異があり、到花日数の長い品種ほど節数の増加が大きくなる傾向が認められ、また、到花日数の短い品種では夏季の高夜温による花芽形成の促進作用がより強く影響すると報告しており、本研究の結果と一致した。このことから、早生品種「キングオブスノー」は同様の理由で、電照による花芽形成の抑制が認められなかったと考えられた。

電球形蛍光灯よりも低消費電力であり、農業利用のために開発された赤色 LED の効果を検証した結果、「ひだの雪姫」の発蕾所要日数および到花日数は有意に増加し、開花抑制効果が認められた。また切り花長、枝数が増加するなど切り花形質の向上も認められ、電球形蛍光灯の代替光源として赤色 LED が利用可能であると考えられた。

そこで、異なる 12 品種を供試して赤色 LED 照射期間の違いが到花日数および切り花形質に及ぼす影響について調査したところ、15 日間および 30 日間の照射では、発蕾所要日数および到花日数は有意に増加せず、花芽形成および開花の抑制効果は認められなかった。一方、発蕾まで赤色 LED を照射した区では、12 品種すべてにおいて節数が有意に増加し、発蕾所要日数では 8 品種が、到花日数では 7 品種が有意に増加

した。このことから、開花抑制を目的として赤色 LED による電照を行う場合は、発蕾まで照射を行うことが適していると考えられた。また、開花抑制効果があった品種は、早生～中生品種のグループで 1 品種、中生～中晩生品種のグループで 2 品種、中晩生～晩生品種のグループで 4 品種となり、到花日数が長い品種ほど開花抑制に効果がある品種が多いと考えられた。切り花形質についても発蕾まで赤色 LED を照射すると切り花長および茎長では 11 品種、枝数では 8 品種、花蕾数では 5 品種、切り花重ではすべての品種が有意に増加し、15 日間および 30 日間の照射と比較すると発蕾まで照射を行う方が切り花形質の向上効果が高かった。よって、切り花形質の向上といった観点からも、照射は定植後から発蕾までの期間で行うことが適していると考えられた。

以上のことから、飛騨地域における秋季出荷トルコギキョウ栽培において、R/FR 比の大きい電球形蛍光灯や赤色 LED を用いて定植後から発蕾まで照射を行うことにより、品種間差異は認められるものの、中生、中晩生および晩生品種では開花が抑制され、切り花形質が向上することを実証できた。このことにより、実際のトルコギキョウ栽培に対し、電照を取り入れることによって開花調節が可能となり、その結果、トルコギキョウの需要期出荷による単価の増加、また切り花形質の向上による単価の増加が期待できると考えられる。しかしながら、本研究では供試した電球形蛍光灯と赤色 LED の光量を同じ条件で試験していない。よって、どちらの光源がトルコギキョウの開花抑制および切り花形質の向上に対してより効果的かを言及することはできない。今後、それらの光源の光量を同じ条件とした場合の比較試験を行い、さらに導入にあたり各光源の経済性を比較する必要があると考えられる。また、本研究では慣行の短日処理と電照の開花抑制程度の比較を行っていないため、電照栽培が完全に短日処理の代替技術になるとは言えないが、定植後から発蕾まで赤色 LED を照射することにより 8.9 日（無処理区と比較して有意差のあった品種の平均）の開花抑制効果が認められたことから、緒言で述べたシェード開閉作業の省略およびシェード内高温によるロゼットを回避する技術として、本研究の

電照栽培が実際栽培にきわめて有効であると考えられる。

今後、飛騨地域をはじめ他のトルコギキョウ夏秋季栽培地域においても電照を利用した開花抑制の実証試験が進むことを期待したい。また、本来、相対的長日植物であるトルコギキョウに対し R/FR 比が大きい光照射によって開花が抑制されるという現象の機構は未解明とされている（久松、2010）。さらに、R 光の効果は生育温度、日照および日長の季節差によって変動すると考えられており、この点についても詳細は不明とされており（住友、2014）、今後の研究の進展によりそれらが解明されることを期待したい。

### 摘 要

岐阜県飛騨地域のトルコギキョウ秋季出荷に向けた開花抑制と切り花形質向上を目的として、R/FR 比が大きい電球形蛍光灯および赤色 LED を用いた夜間電照の影響について調査した。

「ひだの雪姫」において、電球形蛍光灯による日没後 6 時間および終夜照射によって開花抑制効果が認められ、日没後 6 時間の照射では切り花長が増加した。電球形蛍光灯の設置間隔については、1 m 間隔で最も開花が遅くなり、切り花形質の向上も認められたが、3 m 間隔においても 6.2 日の開花抑制効果が認められた。また、電球形蛍光灯照射の効果には品種間差異があり、中生、中晩生および晩生品種は、発蕾所要日数および節数が増加し、花芽形成の抑制効果が認められた。12 品種を供試して赤色 LED による照射期間の影響を調べたところ、定植後 15 日間および 30 日間の照射では花芽形成および開花の抑制効果は認められず、発蕾までの照射によって発蕾所要日数では 8 品種が、到花日数では 7 品種が有意に増加した。また、発蕾までの照射により切り花長、切り花重などが増加し、切り花形質の向上効果が認められた。

### 引用文献

- 久松 完. 2010. 施設と園芸. 人工光源による花き類の生育・開花調節の展開. P18 - 23. (社) 日本施設園芸協会. 東京.
- 工藤陽史・山口 茂・佐藤 旭・栗山孝浩・深井誠一. 2012. 熊本県のトルコギキョウ冬出し栽培における電照が開花と花蕾のプラスチックおよび茎伸長に及ぼす影

- 響. 園学研. 11: 363 - 369.
- 大川 清. 2003. トルコギキョウ. 栽培管理と開花調節. p. 133 - 134. 誠文堂新光社. 東京.
- 佐藤武義・工藤則子・森山巖與・大野秀樹・金山喜則・金浜耕基. 2009. トルコギキョウの秋冬出し作型における遠赤色光電球形蛍光ランプを利用した日長延長による開花促進. 園学研. 8: 327 - 334.
- 住友克彦. 2014. トルコギキョウの光応答. p. 119 - 127. 久松 完監修. 誠文堂新光社. 東京.
- 塚田晃久・小林 隆・長瀬嘉迪. 1982. トルコギキョウの生理的特性と栽培に関する研究 (第 2 報) 生育・開花に及ぼす温度, 日長の影響. 長野野菜花き試研報. 2: 77 - 88.
- 山田明日香・谷川孝弘・巢山拓郎・松野孝敏・國武利浩. 2008. トルコギキョウの冬春出し栽培における開花促進のための長日処理方法. 園学研. 7: 407 - 412.
- Yamada, A. , T. Tanigawa, T. Suyama, T. Matsumoto and T. Kunitake. 2008a. Night break treatment using different light sources promotes or delays growth and flowering of *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 77: 69 - 74.
- Yamada, A. , T. Tanigawa, T. Suyama, T. Matsumoto and T. Kunitake. 2008b. Improvement of *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn. cut flower quality for early - autumn shipping with long - day treatment using light sources that delay flower bud formation. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 77: 296 - 303.
- 山田明日香・谷川孝弘・巢山拓郎・松野孝敏・國武利浩. 2009. トルコギキョウの初秋出し栽培における開花と切り花品質に及ぼす赤色光長日処理の光量と品種間差. 園学研. 8: 309 - 314.