

電球色LED照明を用いたポットカーネーションの低コスト栽培

中島 拓・加藤正広・鈴木 健

キーワード：開花調節，草姿，燃油消費量削減，波長，母の日

I 緒 言

ポットカーネーション (*Dianthus caryophyllus* L.) は母の日 (5月第2日曜日) の贈答品として消費者に定着している (農林水産省, 2020)。千葉県内では、シクラメン栽培と作型が重ならず、安定した需要が見込めることから、シクラメン生産者を中心に栽培されている。一方で、ポットカーネーションは母の日以外の需要が極端に少なく、生産者は母の日に合わせた開花調節技術の習得が求められる。

現在、ポットカーネーションの生産現場では暖房温度の管理によって開花調節が行われているが、近年の暖房に要する燃料費や資材費の高騰により、生産コストの削減が求められている。この要望に対し、著者ら (2021) は630nm付近の波長を有する赤色のLED照明を用いた電照栽培による低コスト栽培技術を開発した。この方法により、暖房に要する燃料費を慣行より40%以上削減できることを明らかにしたが、夜間に赤色の光が照射されている温室内で生産者が作業することを想定すると、作業性が良いとは言い難い。

エラチオール・ベゴニア (中島ら, 2015) やカーネーション切り花品種 (加藤ら, 2021) の花成は赤色波長の影響を強く受けるが、赤色単色だけでなく、赤色の波長域を多く含む光源を用いても花成を調整できることが報告されている。このことから、ポットカーネーションにおいても赤色の波長域を多く含むLEDで同様の効果が得られる可能性があると考えられた。

また、著者ら (2021) が以前に検討した1月上旬から開花まで赤色LEDを照射する方法では、慣行栽培の株とは二次側枝における側芽 (栄養成長側枝及び側花芽) の発生部位が異なり、草姿が変化した。キク類では電照方法を調整することで開花調節と同時に草姿改善が図れることが明らかとなっており (川村, 1996; 仲・前田, 2006)、この技術が生産現場に普及している。そのため、ポットカーネーションにおいても赤色の波長域を多く含むLEDの照射方法を変えることで側芽の発生部位を変化させ、慣行の草姿に近づけることが可能になるのではないかと考えられた。

そこで本研究では、家庭用照明としても使用され、赤

色光を含む波長域を照射する電球色LEDを使用し、電照栽培による燃料コスト削減技術の開発を検討した。また、慣行に近い草姿となる照射方法についても検討したので、併せて報告する。

II 材料及び方法

1. 栽培概要等

全ての実験は千葉県農林総合研究センターのガラス温室 (間口: 7m, 奥行: 18m, 軒高2.0m, 南北棟, 栽培ベンチ幅1.5m) で行った。培養土の組成は赤土: 腐葉土: ピートモス: パーライト=4: 3: 2: 1 (容積比) とした。施肥は基肥として粒状緩効性肥料 (N: P₂O₅: K₂O=6: 40: 6, (株)ハイポネックスジャパン) を培養土に2 g/L添加した。追肥は水溶性肥料 (N: P₂O₅: K₂O=20: 20: 20, (株)ハイポネックスジャパン) を週1回の頻度で灌注した。液肥の希釈濃度は、鉢上げから2か月間は2,000倍希釈、以後は開花まで1,000倍希釈とした。また、鉢上げ3か月目以降は上記肥料に水溶性肥料 (N: P₂O₅: K₂O=0: 0: 53, OATアグリオ(株)) の2,000倍希釈液を混合した。かん水は、鉢上げ~4月末までは上部かん水とし、鉢表面が乾いた株に適宜行った。5月以降はC鋼を用いた底面給水とした。株の配置は、生育初期は鉢同士が密着した状態とし、地上部が成長するに従い、葉が触れ合わない程度に適宜スペーシングした。

統計処理を行った結果については、エクセル統計 (version3.21, (株)社会情報サービス) を用いて解析した。

2. 電球色LEDの照射期間が開花及び生育に及ぼす影響 (実験1)

実験には赤色の波長域である630nm付近の波長を多く含む、防水性の高い電球色LED (LDA8L-G/W/50W, 東芝ライテック(株)) を供試した (第1図)。供試品種は赤色LED照射による草姿の変化が詳細に報告されている (中島ら, 2021) 「シャンテリー」 (雪印種苗(株)) と千葉県内で生産の多い「グランルージュ」 (ジャパンアグリバイオ(株)) 及び「レジーナ」 (雪印種苗(株)) とした。

2015年10月8日~9日にかけて発根苗を9cm径ポリポットに鉢上げした。開花時に草姿のボリュームを出すために摘心を2回行った。1回目は10月26日に主茎を4節

残して摘心し、2回目は1回目の摘心で主茎から伸長した1次側枝を対象に、12月9日に4節残して摘心した。12月16日に15cm径白色硬質鉢に鉢替えした。これらの株は鉢上げ～実験開始まで暖房温度12℃、換気温度22℃目安（天窓は自動開閉、側窓は手動で開閉）の温室で管理した。

実験には前述した方位、敷地面積及び形状が同等の温室を2棟用い、それぞれを終日9℃と12℃の暖房温度に設定して管理した。換気温度及び換気方法は処理開始前と同様とした。暖房温度9℃の温室には電球色LEDを照射するエリアと無照射のエリアを設け、照射エリアと無照射のエリアの間にはカーテン（シルバーポリトウ、東罐興業(株)）を設置した。カーテンは電球色LEDの照射時間に合わせて開閉し、無照射エリアへの電照の影響を防いだ。照射エリアでは、LEDを鉢の表面から高さ80cmの位置で100cm間隔に設置した。電球色LEDの照射時間は赤色LED照射で開花促進効果が認められた（中島ら、2021）方法より1時間長い、16時30分～翌8時30分の終夜とした。暖房温度12℃の温室ではLED照射を行わなかった。

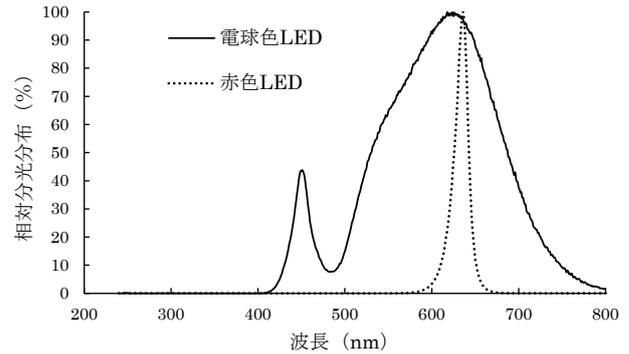
試験区は、暖房温度9℃の温室で電球色LEDを2016年1月12日～2月1日まで照射する9℃・照射2月上旬区、1月12日～2月25日まで照射する9℃・照射2月下旬区、1月12日～調査を終了した5月23日まで照射する9℃・照射5月下旬区、電球色LED照射を行わない9℃・無照射区、暖房温度12℃で照射を行わない12℃・無照射区（慣行）の5区とした。供試株数は1区4株3反復とした。

電球色LED照射中の放射照度を携帯型分光放射計（MS-720、栄光精機(株)）を用いて鉢表面と同様の高さの水平放射照度を測定したところ、電球色LEDは形状が電球型のため光源直下から離れるほど放射照度が低くなり、最も強い場所で1.04W/m²、最も弱い場所で0.12W/m²であった。そのため、放射照度のばらつきの影響を少なくすることを目的に、LEDを照射する区については、照射期間中は8日～10日毎に区内で株の位置を入れ替えた。9℃・照射2月上旬区と9℃・照射2月下旬区は各照射期間の終了後に無照射エリアに移動して管理した。

温度データロガー（TR-71U、(株)ティアンドデイ）を用いて、温室中央部・地上1.5mの高さの気温を測定した。1輪開花日及び出荷の目安となる3輪開花日を調査した。また、3輪開花日の草丈（鉢表面からの最高値）、株張り（株幅の最長径）及び花蕾数を調査した。併せて、開花時の草姿について種苗会社の担当者による商品性の評価を実施した。

3. 電球色LEDの照射期間が草姿に及ぼす影響(実験2)

供試品種は「シャンテリー」とした。供試LED、試験区の構成、処理時期、栽培温室、鉢上げ、鉢替え及び1回目の摘心時期は実験1と同様とし、2回目の摘心日のみを



第1図 電球色LED及び赤色LEDの相対分光分布

注1) 分光分布はスペクトロラジオメーター

(SR9910, Macam Photometrics社)を用いて240nm～800nmの波長領域を測定した。

2) 電球色LED: LDA8L-G/W/50W(東芝ライテック(株)), 赤色LED: DPDL-R-9W(鍋清(株)).

実験1より1週間早い2015年12月2日とした。試験区は実験1の各処理区と2回目の摘心日のみが異なることから、それぞれを9℃・照射2月上旬②区、9℃・照射2月下旬②区、9℃・照射5月下旬②区、9℃・無照射②区、12℃・無照射②区（慣行）とした。1区4株の3反復とした。

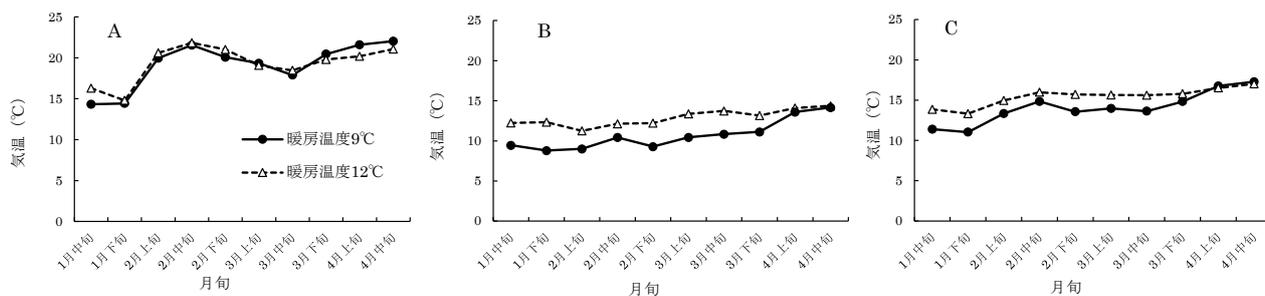
1輪開花日を調査すると共に、2016年5月22日に各区から無作為に1株を抜き出して株当たりの二次側枝数及び全ての二次側枝の節数を調査した。また、全ての二次側枝の側芽数を栄養成長側枝と側花芽に分けて着生部位別に調査した。

4. 電球色LEDからの照射距離が開花及び生育に及ぼす影響(実験3)

供試LED、使用した温室、温室内の換気方法及び実験を開始するまでの暖房開始時期及び暖房温度は実験1と同様とした。供試品種は実験1で用いた3品種に加え、「チアフルレッド」（雪印種苗(株)）、「クレア」（ジャパンアグリバイオ(株)）、「エクレア」（雪印種苗(株)）、「フオセットレッド」（ジャパンアグリバイオ(株)）、「マハロ」（雪印種苗(株)）、「ミアモーレ」（雪印種苗(株)）、「オレンジドレス」（ジャパンアグリバイオ(株)）及び「プラリネ」（雪印種苗(株)）の計11品種とした。

2016年10月7日に発根苗を9cm径ポリポットに鉢上げした。摘心方法は実験1と同様とし、1回目を10月31日に、2回目を12月8日～14日にかけて摘心した。12月7日に15cm径白色硬質鉢に鉢替えした。

実験1の結果から、慣行栽培に近い草姿としつつ同時期に開花させるには暖房温度9℃で電球色LEDを2月上旬まで照射する方法が有効であったが、同時に品種間差も認められた。そこで実験3では実験1より多くの品種での効果を検討するにあたり、電球色LEDを照射する試験区の暖房温度は1℃高い10℃とし、照射期間を2月中旬



第2図 温室内の明期 (A), 暗期 (B) 及び日別 (C) の平均気温の推移 (2016年)
注) 明期: 8時30分~16時30分, 暗期: 16時30分~翌8時30分.

(2017年1月12日~2月13日. 照射時間は16時30分~翌8時30分) まで延長した. 試験区は, 品種毎に電球色LEDを鉢表面からの高さ80cmの位置に1球設置し, 電球直下~50cmの範囲をLED10℃・0-50区, 50cm~100cmの範囲をLED10℃・50-100区, 100cm~150cmの範囲をLED10℃・100-150区, 150cm~200cmの範囲をLED10℃・150-200区とした. 異なる品種との間にはカーテン (シルバーポリトウ, 東罐興業(株)) を設置し, LED照射時間に合わせて閉鎖することで, 他の試験区に電照の影響が及ばない様にした. 対照として10℃の温室で電球色LEDを照射しない無照射10℃区及び12℃の温室で電球色LEDを照射しない無照射12℃区 (慣行) を設けた. 供試株数は1区6株の反復なしとした.

なお, 電球色LEDを照射する区は, 放射照度のばらつきの影響を少なくすることを目的に, LED照射期間中は5日~8日毎に区内で株の位置を入れ替えた.

温室内の気温, 3輪開花日及び3輪開花日の草丈, 株張り, 花蕾数について調査し, 測定方法は実験1と同様とした. また, 開花時の草姿について種苗会社の担当者による商品性の評価を実施した.

2017年1月17日の18時~19時30分にかけて試験区内における鉢表面高さの水平面放射照度を測定した. 放射照度の測定には照度・輝度・放射照度計 (HD2102.2、放射照度測定プローブ; LP471RAD、デルタオーム社) を用いた.

5. 電球色LED照明を用いた低コスト栽培の試算

実験3の結果を基に, 電球色LEDを設置した暖房温度10℃の温室と暖房温度12℃・無照射の温室の10a当たりの光熱動力費を試算した.

暖房に要する燃料の消費量は温室暖房燃料消費試算ツール (試用版ver.0.90, 野菜茶研) を用いて試算した. 試算条件は地点: 東京, 被覆資材: ガラス, 内張り: 無し, 地中電熱: 暖地+10℃, 隙間換気: ガラス室 (内張り無し), 風速補正: 一般地・内張り無し, 暖房開始日: 1月10日, 暖房終了日: 4月30日, 燃料種類: A重油, 暖房効率: 0.82, 燃料単価: 75円/Lとした. また, 温室の大きさは実験1及び実験2で用いた温室の設定 (間口: 7m, 奥行:

18m, 連棟数: 1, 軒高2.0m) とした.

電気料金は25円/kWhとし, 照射時間は1日当たり16時間, 年間当たり30日で試算した.

電球色LEDは2m間隔に1球の設置とし, 10a当たりの電球色LED及びLED設置のための農業用防水ソケットは各250個, LEDへの通電に必要な電線の長さは1,000mとした. 電球色LEDの価格は3,500円/個, ソケットは600円/個, 電線12,000円/100mとして試算した.

III 結 果

1. 電球色LEDの照射期間が開花及び生育に及ぼす影響 (実験1)

実験中の旬別気温の推移を第2図に示した. 明期平均気温は両温室で概ね同等に推移した. 暗期平均気温は3月下旬まで暖房温度9℃の温室が12℃の温室に比べ低く推移した. そのため, 日別平均気温も3月下旬まで9℃温室が12℃温室に比べ低く推移し, 全期間の日別平均気温は12℃温室が15.4℃, 9℃温室が13.9℃であった.

暖房温度と電球色LED照射期間の違いが開花及び生育に及ぼす影響を第1表に示した. また, 処理効果が最も顕著であった「シャンテリー」及びLED照射を行った処理区と12℃・無照射区とで開花日の差が大きかった「レジーナ」の草姿を写真1に示した.

「シャンテリー」及び「グランルージュ」の1輪開花日と3輪開花日は9℃・無照射区が他の処理区に比べ遅く開花した. この2品種は9℃・無照射区を除く他の区間で開花日に差は無かった. 「レジーナ」の暖房温度9℃における開花日は, 1輪開花日と3輪開花日のいずれも電球色LEDの照射期間が長いほど早い傾向が見られ, 9℃・照射2月下旬区と9℃・照射5月下旬区の開花日は12℃・無照射区と差が無かった.

暖房温度9℃で管理した処理区の草丈及び株張りは, いずれの品種も, 12℃・無照射区に比べ大きい値となる傾向が見られた. 暖房温度9℃の処理区内では, 「シャンテリー」では草丈が, 「グランルージュ」では草丈及び株張りが, 電球色LEDの照射期間が長いほど大きくなる傾向

第1表 電球色LEDの照射期間がポットカーネーションの開花及び生育に及ぼす影響

品種	区名	処理		開花日 ²⁾		草丈 ³⁾ (cm)	株張り ³⁾ (cm)	花蕾数 ³⁾ (個/株)	
		暖房 温度	LED照射 有無	1輪	3輪				
									照射期間 ¹⁾
シャンテリー	9℃・照射2月上旬	9℃	有	1月中旬～2月上旬	4月30日 a ⁴⁾	5月 2日 a	31.8 b	33.2 ab	89.1 a
	9℃・照射2月下旬	9℃	有	1月中旬～2月下旬	4月30日 a	5月 2日 a	32.5 b	32.6 ab	100.3 b
	9℃・照射5月下旬	9℃	有	1月中旬～開花日	4月28日 a	4月30日 a	32.5 b	34.0 b	100.9 b
	9℃・無照射	9℃	無	無	5月 5日 b	5月 6日 b	31.3 b	33.7 ab	85.9 a
	12℃・無照射	12℃	無	無	4月28日 a	5月 2日 a	26.2 a	31.4 a	85.7 a
グランルージュ	9℃・照射2月上旬	9℃	有	1月中旬～2月上旬	4月29日 a	5月 4日 a	26.3 b	30.3 ab	83.3 ab
	9℃・照射2月下旬	9℃	有	1月中旬～2月下旬	4月30日 a	5月 4日 a	26.8 b	31.1 ab	92.8 b
	9℃・照射5月下旬	9℃	有	1月中旬～開花日	4月29日 a	5月 4日 a	29.2 c	32.0 b	83.3 ab
	9℃・無照射	9℃	無	無	5月 5日 b	5月10日 b	25.9 b	30.5 ab	72.8 a
	12℃・無照射	12℃	無	無	4月28日 a	5月 2日 a	22.5 a	28.5 a	72.0 a
レジーナ	9℃・照射2月上旬	9℃	有	1月中旬～2月上旬	5月 4日 bc	5月 8日 b	24.4 b	32.5 b	84.1 bc
	9℃・照射2月下旬	9℃	有	1月中旬～2月下旬	5月 1日 ab	5月 4日 a	24.2 b	31.4 bc	88.9 bc
	9℃・照射5月下旬	9℃	有	1月中旬～開花日	4月27日 a	4月30日 a	25.4 b	31.7 b	92.1 c
	9℃・無照射	9℃	無	無	5月 5日 c	5月 9日 b	24.1 b	30.4 bc	78.3 ab
	12℃・無照射	12℃	無	無	4月28日 a	5月 3日 a	19.7 a	29.1 a	71.7 a

注1) 電球色LEDの照射期間：9℃・照射2月上旬；2016年1月12日～2月1日，9℃・照射2月下旬；1月12日～2月25日，9℃・照射5月下旬；1月12日～5月23日。

2) 開花日の統計処理は2回目の摘心日からの日数で計算した。

3) 3輪開花日に測定。

4) 異なる英文字間に5%水準の有意差あり (Tukey法, n=3)。



写真1 電球色LEDの照射期間がポットカーネーションの開花及び草姿に及ぼす影響 (2016年5月7日撮影)

注1) A:「シャンテリー」 B:「レジーナ」。

2) 写真左から12℃・無照射区, 9℃・照射5月下旬区, 9℃・照射2月下旬区, 9℃・照射2月上旬区, 9℃・無照射区。

が見られた。また、9℃・照射2月上旬区と9℃・無照射区の草丈及び株張りは3品種とも差が認められなかった。

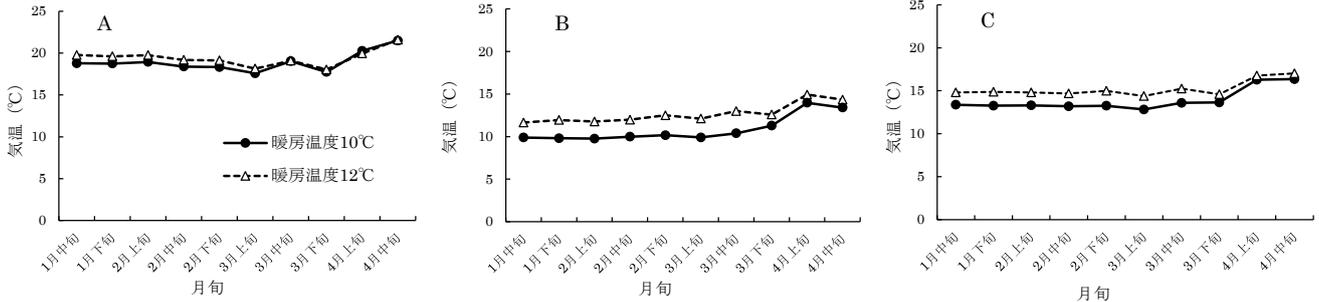
花蕾数は「シャンテリー」及び「レジーナ」で電球色LEDの照射期間が長いほど増加する傾向が見られた。一方で、9℃・照射2月上旬区と9℃・無照射区の2区間では全ての品種で差がなかった。

種苗会社の担当者からは「二次側枝下部の栄養成長側枝が多い方が草姿のバランスが良く見えるため、9℃・照射2月上旬区, 9℃・照射2月下旬区, 9℃・照射5月下旬区の3区の中では9℃・照射2月上旬区の草姿が最も良い」と評価された。

第2表 電球色LEDの照射期間がポットカーネーション「シャンテリー」の草姿に及ぼす影響(2016年5月22日調査)

区名	処理		1輪 開花日	二次 側枝数 (本/株)	二次側枝 節数 (節/株)	二次側枝						
	暖房 温度	LED照射				栄養成長側枝数 (本/本)			側花芽数 (個/本)			
		有無				照射期間 ¹⁾		上段 ²⁾	中段 ²⁾	下段 ²⁾	上段 ²⁾	中段 ²⁾
9℃・照射2月上旬②	9℃	有	1月中旬～2月上旬	4月22日 a ^{3,4)}	16.3 a	13.2 bc	0.0 a	1.2 a	1.5 b	3.1 abc	1.1 a	0.0 a
9℃・照射2月下旬②	9℃	有	1月中旬～2月下旬	4月20日 a	16.7 a	12.7 ab	0.0 a	1.1 a	0.4 a	3.3 bc	1.2 a	0.1 a
9℃・照射5月下旬②	9℃	有	1月中旬～開花日	4月20日 a	16.7 a	12.4 a	0.0 a	1.1 a	0.1 a	3.5 c	1.0 a	0.2 a
9℃・無照射②	9℃	無	無	4月28日 b	17.0 a	13.6 c	0.0 a	1.3 a	1.5 b	2.9 ab	1.0 a	0.1 a
12℃・無照射②	12℃	無	無	4月22日 a	15.7 a	14.4 d	0.0 a	2.0 b	2.0 b	2.7 a	0.9 a	0.0 a

注1) 第1表参照。
 2) 上段：二次側枝の先端～5節目，中段：6節目～10節目，下段：11節目～最下節。
 3) 開花日の統計処理は2回目の摘心日からの日数で計算した。
 4) 異なる英文字間に5%水準の有意差あり (Tukey法, n=3)。



第3図 温室内の明期 (A)，暗期 (B) 及び日別 (C) の平均気温の推移 (2017年)
 注) 明期：8時30分～16時30分，暗期：16時30分～翌8時30分。

2. 電球色LEDの照射期間が草姿に及ぼす影響 (実験2)

暖房温度と電球色LEDの照射期間の違いが「シャンテリー」の1輪開花日及び草姿に及ぼす影響を第2表に示した。

株当たりの二次側枝数は処理による差が無かった。

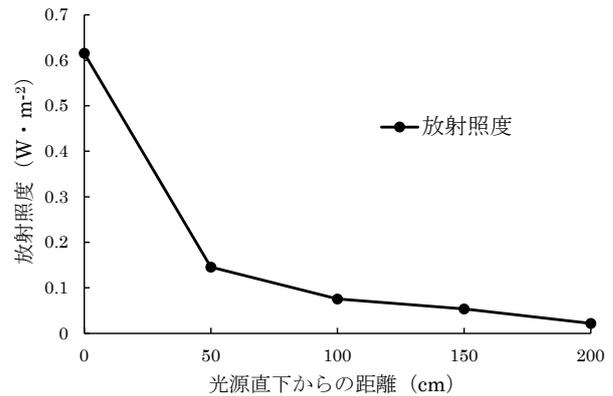
二次側枝の節数は12℃・無照射②区が最も多かった。暖房温度9℃で管理した処理区は、LEDの照射期間が長いほど節数が少なくなる傾向が見られたが、9℃・照射2月上旬②区、9℃・照射2月下旬②区及び9℃・照射5月下旬②区の3区間での差は1節未満であった。

二次側枝中の栄養成長側枝数は、下段でLED照射期間の違いによる差が認められた。LEDの照射期間が短いほど栄養成長側枝数は多くなる傾向が見られ、最も照射期間の短い9℃・照射2月上旬②区は照射を行わなかった9℃・無照射②区及び12℃・無照射②区と差が無かった。

二次側枝中の側花芽数は、上段でLED照射期間の違いによる差が認められた。LED照射期間が短いほど側花芽数は少なくなる傾向が見られ、最も照射期間の短い9℃・照射2月上旬②区は照射を行わなかった9℃・無照射②区及び12℃・無照射②区と差が無かった。

3. 電球色LEDからの照射距離が開花及び生育に及ぼす影響 (実験3)

実験中の旬別気温の推移を第3図に示した。明期平均気温は両温室で概ね同等に推移した。暗期平均気温は3月下旬まで暖房温度10℃の温室が12℃の温室に比べ低く推移した。そのため日別平均気温も3月下旬まで10℃温室が



第4図 電球色LED直下からの距離が放射照度に及ぼす影響

注1) 放射照度は照度・輝度・放射照度系 (HD2102.2, 放射照度測定プローブ：LP471RAD, デルタオーム社) を用いて測定した。
 2) 電球色LED (LDA8L-G/W/50W, 東芝ライテック(株)) を鉢表面から高さ80cmに設置して測定した。

12℃温室に比べ低く推移し、全期間の日別平均気温は12℃温室が15.1℃、10℃温室が13.8℃であった。

電球色LED1球当たりの放射照度は光源直下から離れるほど低くなり、LED10℃・0-50区は0.62～0.15W/m²、LED10℃・50-100区は0.15～0.08W/m²、LED10℃・100-150区は0.08～0.05W/m²、LED10℃・150-200区は0.05～0.02W/m²であった (第4図)。

第3-1表及び第3-2表に暖房温度と電球色LED照射の有無及び光源からの距離が開花及び生育に及ぼす影響を示

第3-1表 電球色LED直下からの距離がポットカーネーションの開花及び生育に及ぼす影響

品種	処理			3輪 ²⁾ 開花日	草丈 ^{2,3)} (cm)	株張り ^{2,3)} (cm)	花蕾数 ^{2,3)} (個/株)	
	区名	LED ¹⁾ 照射	暖房 温度 (°C)					光源直下 からの距離 (cm)
シャンテリー	LED10°C・0-50	有	10	0-50	4月24日 ± 0.8	27.9 ± 0.3	33.3 ± 1.4	101.7 ± 4.5
	LED10°C・50-100			50-100	4月28日 ± 0.3	27.8 ± 0.4	35.8 ± 0.2	111.7 ± 2.1
	LED10°C・100-150			100-150	4月29日 ± 0.7	26.7 ± 0.2	35.5 ± 0.5	104.8 ± 3.3
	LED10°C・150-200			150-200	5月 1日 ± 1.5	26.9 ± 0.5	32.8 ± 0.4	102.5 ± 3.6
	無照射10°C	無	10		5月 1日 ± 1.1	27.3 ± 0.7	35.0 ± 0.6	94.7 ± 4.8
	無照射12°C	無	12		4月22日 ± 0.9	23.3 ± 0.3	34.3 ± 0.7	85.7 ± 8.7
チアフルレッド	LED10°C・0-50	有	10	0-50	4月24日 ± 1.1	21.2 ± 0.6	32.8 ± 0.7	110.7 ± 3.3
	LED10°C・50-100			50-100	4月25日 ± 1.7	23.1 ± 0.3	33.3 ± 0.6	104.0 ± 5.1
	LED10°C・100-150			100-150	4月29日 ± 1.1	22.3 ± 0.7	32.8 ± 0.5	98.7 ± 3.5
	LED10°C・150-200			150-200	4月27日 ± 1.8	21.4 ± 0.8	34.8 ± 0.6	108.5 ± 3.2
	無照射10°C	無	10		4月29日 ± 1.0	22.0 ± 0.6	34.3 ± 0.6	107.2 ± 7.0
	無照射12°C	無	12		4月23日 ± 1.4	18.9 ± 0.4	32.1 ± 1.6	101.2 ± 4.7
クレア	LED10°C・0-50	有	10	0-50	4月19日 ± 1.0	31.1 ± 0.4	34.5 ± 0.5	99.2 ± 3.2
	LED10°C・50-100			50-100	4月18日 ± 0.8	32.2 ± 0.5	35.6 ± 1.5	92.0 ± 1.7
	LED10°C・100-150			100-150	4月18日 ± 0.4	30.7 ± 0.9	35.2 ± 0.3	84.8 ± 3.8
	LED10°C・150-200			150-200	4月21日 ± 1.6	31.7 ± 0.7	36.3 ± 1.7	88.8 ± 4.9
	無照射10°C	無	10		4月24日 ± 0.7	31.6 ± 0.8	38.3 ± 1.2	88.8 ± 2.7
	無照射12°C	無	12		4月16日 ± 1.7	27.2 ± 0.7	35.6 ± 0.7	83.0 ± 1.7
エクレア	LED10°C・0-50	有	10	0-50	4月29日 ± 0.7	25.5 ± 0.2	32.8 ± 0.4	118.7 ± 2.2
	LED10°C・50-100			50-100	5月 2日 ± 1.0	24.4 ± 0.2	33.6 ± 0.5	108.2 ± 2.2
	LED10°C・100-150			100-150	5月 4日 ± 1.5	24.2 ± 0.4	32.3 ± 0.3	106.5 ± 2.4
	LED10°C・150-200			150-200	5月 3日 ± 3.7	25.3 ± 0.3	33.3 ± 0.2	87.5 ± 3.4
	無照射10°C	無	10		5月 7日 ± 1.3	24.8 ± 0.2	34.3 ± 0.5	93.8 ± 5.8
	無照射12°C	無	12		4月29日 ± 1.4	23.0 ± 0.7	32.0 ± 1.1	90.0 ± 4.5
フォセットレッド	LED10°C・0-50	有	10	0-50	4月20日 ± 0.7	30.0 ± 0.6	34.8 ± 1.1	104.3 ± 3.5
	LED10°C・50-100			50-100	4月22日 ± 1.1	28.7 ± 0.5	35.7 ± 0.2	97.5 ± 3.2
	LED10°C・100-150			100-150	4月30日 ± 1.0	28.0 ± 0.3	35.8 ± 0.5	104.5 ± 3.5
	LED10°C・150-200			150-200	4月30日 ± 1.7	29.1 ± 1.0	36.0 ± 0.4	105.5 ± 5.7
	無照射10°C	無	10		5月 2日 ± 1.7	29.0 ± 0.6	38.8 ± 1.1	104.5 ± 1.9
	無照射12°C	無	12		4月26日 ± 1.6	28.0 ± 0.9	36.9 ± 1.2	104.3 ± 2.2
グランルージュ	LED10°C・0-50	有	10	0-50	4月25日 ± 1.5	24.8 ± 0.7	34.6 ± 0.7	89.5 ± 4.2
	LED10°C・50-100			50-100	4月27日 ± 0.7	25.4 ± 0.6	33.5 ± 0.9	101.8 ± 6.0
	LED10°C・100-150			100-150	5月 1日 ± 1.2	25.5 ± 0.4	33.3 ± 0.2	99.5 ± 2.1
	LED10°C・150-200			150-200	5月 2日 ± 1.0	25.3 ± 0.4	33.3 ± 0.3	92.2 ± 4.3
	無照射10°C	無	10		5月 1日 ± 2.0	25.2 ± 0.6	33.6 ± 0.7	88.2 ± 1.3
	無照射12°C	無	12		4月24日 ± 2.5	23.7 ± 0.6	30.1 ± 1.5	81.5 ± 7.1

注1) LED照射は2017年1月12日～2月13日に行った。

2) 各値は平均値±標準誤差を示す(n=6)。

3) 3輪開花日に測定。

した。また、光源からの距離と開花日の関係が明瞭であった「エクレア」及び暖房温度とLED照射の有無が開花日に及ぼす影響が小さく、草丈の変化が顕著であった「オレンジドレス」の草姿を写真2に示した。

全ての品種で無照射12°C区は無照射10°C区に比べ早期に開花した。電球色LEDを照射した区は光源直下から距離が離れた処理区ほど遅く開花する傾向が見られた。その中でも、「シャンテリー」、「フォセットレッド」及び「ブラリネ」を除く8品種は、LED10°C・0-50区及びLED10°C・50-100区は慣行の無照射12°C区と3日以内の差で開花した。

草丈に及ぼす影響は温度の影響が顕著であり、いずれの品種も電球色LEDを照射した処理区は無照射12°C区に比べ値が大きく、無照射10°C区と近い値となった。

花蕾数は品種間差が見られたものの、LED10°C・0-50区及びLED10°C・50-100区は無照射12°C区と同等かやや多い傾向が見られた。

種苗会社の担当者による全品種の草姿に対する商品性の評価として「二次側枝下部の側枝数が多く商品性は問題ないものの、草丈と株張りが大きくなる傾向があるため、ボリュームのある草姿を目指す生産者向けの技術とされる」との意見を得た。

第3-2表 電球色LED直下からの距離がポットカーネーションの開花及び生育に及ぼす影響

品種	処理				3輪 ²⁾ 開花日	草丈 ^{2,3)} (cm)	株張り ^{2,3)} (cm)	花蕾数 ^{2,3)} (個/株)
	区名	LED ¹⁾ 照射	暖房 温度 (℃)	光源直下 からの距離 (cm)				
マハロ	LED10℃・0-50	有	10	0-50	4月22日 ± 1.2	25.4 ± 1.0	32.4 ± 0.7	99.0 ± 2.7
	LED10℃・50-100			50-100	4月21日 ± 0.9	24.9 ± 0.5	31.3 ± 1.0	95.0 ± 3.5
	LED10℃・100-150			100-150	4月24日 ± 0.7	24.8 ± 0.3	32.5 ± 0.7	89.8 ± 3.5
	LED10℃・150-200			150-200	4月25日 ± 0.7	26.0 ± 1.5	31.9 ± 0.3	92.5 ± 7.6
	無照射10℃	無	10		4月27日 ± 0.8	24.1 ± 0.7	33.3 ± 0.9	92.7 ± 4.3
	無照射12℃	無	12		4月21日 ± 1.2	22.6 ± 0.2	29.8 ± 1.0	77.5 ± 5.7
ミアモーレ	LED10℃・0-50	有	10	0-50	4月22日 ± 0.9	23.6 ± 0.5	33.0 ± 0.7	114.3 ± 4.7
	LED10℃・50-100			50-100	4月22日 ± 1.7	25.6 ± 0.6	33.9 ± 0.8	107.0 ± 2.3
	LED10℃・100-150			100-150	4月26日 ± 1.6	23.9 ± 1.0	34.4 ± 1.9	105.0 ± 3.4
	LED10℃・150-200			150-200	4月29日 ± 0.8	24.1 ± 0.6	33.2 ± 0.6	102.0 ± 1.8
	無照射10℃	無	10		5月 1日 ± 2.7	22.7 ± 0.4	33.8 ± 0.6	100.0 ± 3.4
	無照射12℃	無	12		4月22日 ± 1.6	22.1 ± 0.4	32.8 ± 0.9	89.5 ± 7.4
オレンジドレス	LED10℃・0-50	有	10	0-50	4月20日 ± 1.3	29.5 ± 0.9	33.0 ± 0.8	92.7 ± 2.8
	LED10℃・50-100			50-100	4月20日 ± 0.7	28.8 ± 0.6	32.4 ± 0.5	91.5 ± 3.0
	LED10℃・100-150			100-150	4月23日 ± 0.5	28.2 ± 0.4	32.3 ± 1.0	103.0 ± 3.5
	LED10℃・150-200			150-200	4月22日 ± 1.5	27.5 ± 0.7	33.5 ± 0.4	93.8 ± 3.5
	無照射10℃	無	10		4月24日 ± 1.5	29.1 ± 0.4	34.0 ± 1.1	80.3 ± 2.4
	無照射12℃	無	12		4月20日 ± 1.6	24.2 ± 0.4	33.3 ± 0.7	88.3 ± 3.8
ブラリネ	LED10℃・0-50	有	10	0-50	4月19日 ± 1.1	25.1 ± 0.2	30.1 ± 1.0	95.3 ± 4.5
	LED10℃・50-100			50-100	4月16日 ± 1.0	24.3 ± 0.4	28.1 ± 0.7	92.8 ± 2.9
	LED10℃・100-150			100-150	4月17日 ± 0.9	24.4 ± 0.6	31.2 ± 0.4	92.3 ± 3.3
	LED10℃・150-200			150-200	4月18日 ± 2.0	23.8 ± 0.5	29.8 ± 0.7	83.2 ± 1.8
	無照射10℃	無	10		4月22日 ± 1.8	24.6 ± 0.5	31.8 ± 0.5	94.7 ± 4.3
	無照射12℃	無	12		4月20日 ± 1.0	23.5 ± 0.6	29.9 ± 0.7	82.7 ± 6.5
レジーナ	LED10℃・0-50	有	10	0-50	4月26日 ± 1.4	23.8 ± 0.9	33.5 ± 0.6	103.0 ± 3.1
	LED10℃・50-100			50-100	4月27日 ± 0.8	23.0 ± 0.8	34.5 ± 0.6	100.2 ± 1.9
	LED10℃・100-150			100-150	4月30日 ± 0.8	22.2 ± 0.3	31.0 ± 2.0	90.7 ± 2.5
	LED10℃・150-200			150-200	5月 1日 ± 1.0	22.1 ± 0.7	34.5 ± 0.7	84.5 ± 3.3
	無照射10℃	無	10		5月 2日 ± 2.0	22.9 ± 1.0	35.9 ± 0.5	76.7 ± 7.0
	無照射12℃	無	12		4月27日 ± 1.6	20.2 ± 0.5	32.1 ± 0.7	80.7 ± 3.8

注1) LED照射は2017年1月12日～2月13日に行った。

2) 各値は平均値±標準誤差を示す(n=6)。

3) 3輪開花日に測定。

4. 電球色LED照明を用いた低コスト栽培の試算

暖房温度10℃で電球色LEDを1月中旬～2月中旬の30日間にかけて16時30分～翌8時30分に照射した際の10a当たりの暖房機の燃料代と電照に要する電気代を合計した光熱動力費は、暖房温度12℃でLEDを無照射とした費用に比べ32%少ないと試算された(第4表)。

電球色LEDの照射時間は1日16時間(16時30分～翌8時30分)であり、1作の照射日数が30日(1月中旬～2月中旬)であることから、10年間の照射時間は4,800時間となる。電球色LEDの定格寿命は40,000時間であることから、LEDを10年間使用しても交換する必要がない。そのため、10aあたりに250個設置する際の10年間のLED購入に要する費用は875,000円となる。電照に要する10a当たりの電照用防水ソケット及び電線の購入費用の合計は270,000円である(第5表)。

第4表で試算した暖房及び電照に要する光熱動力費の10年分と、第5表で試算した10年間のLED購入費用及び電照用設備費用の合計は、暖房温度12℃でLED無照射とした10年間の費用に比べ20%少なく試算された(第6表)。

IV 考 察

実験1及び実験3ともに、処理開始以降の温室内の明期気温は概ね同等に推移した(第2図, 第3図)。また、実験2は実験1の温室内で同時に実施した。そのため、本実験の結果は暗期気温の違いと電球色LED照射の有無による影響を示していると考えられた。

暖房温度9℃及び10℃のいずれにおいても、電球色LEDを照射した区は同一温度の無照射に比べ早期に開花



写真2 電球色LED直下からの距離がポットカーネーションの開花及び草姿に及ぼす影響 (2017年5月9日撮影)

注1) A:「エクレア」 B:「オレンジドレス」

2) 写真左から無照射 12℃区, LED10℃・0-50区, LED10℃・50-100区, LED10℃・100-150区, LED10℃・150-200区, 無照射 10℃区

第4表 暖房温度と電球色LED照射が温室内の光熱費に及ぼす影響

栽培方法	暖房		電照に要する ³⁾ 電気代 (b) (円/10a)	光熱動力費 (a) + (b) 対12℃無照射 (円/10a) (%)	
	燃料消費量 ¹⁾ (kL/10a)	燃料代 ²⁾ (a) (円/10a)		(円/10a)	(%)
暖房温度10℃ +電球色LED	8.0	598,000	24,000	622,000	68
暖房温度12℃ +無照射	12.2	918,000	0	918,000	100

注1) 野菜茶業試験場・暖房機試算ツール (東京・1月10日～4月30日) で算出。

2) 燃料はA重油とし、75円/Lで試算。

3) 電気代は電球色LED (LDA8L-G/W/50W 消費電力: 8Wh) を2m間隔で設置 (250個/10a) し、LEDを16時間/日、30日/年の照射として25円/kWhで算出。

第5表 電照設備の設置に要する費用

電球色LED					電照用 ³⁾
単価 (円/個)	定格寿命 (h)	照射時間 ¹⁾ (h/10年)	設置個数 (個/10a/10年)	LED購入代 ²⁾ (円/10a/10年)	設備代 (円/10a/10年)
3,500	40,000	4,800	250	875,000	270,000

注1) 16時間/日×30日/年×10年。

2) 電球色LED単価3,500円×設置個数250個/10a。

3) 電照用防水ソケット600円/個×250個/10a+電線12,000円/100m×10。

する傾向が全ての品種で見られた (第1表, 第2表, 第4表)。この内、「シャンテリー」、「チアフルレッド」、「クレア」、「エクレア」、「フォセットレッド」、「グランルージュ」、「オレンジドレス」、「ブラリネ」及び「レジーナ」の9品種は著者ら (2021) が赤色LED照射でも開花が促進することを明らかとしており、電球色LEDは赤色LEDと同様に、開花促進に利用できると考えられた。また、「マハロ」については、本実験の電球色LED照射では開花が促進したが (第4表)、赤色LED照射では促進効

果が認められなかった (中島ら, 2021)。カーネーションの花成は赤色以外の波長も影響を受けることが報告されており (久松, 2014; 中島ら, 2021)、電球色LEDは赤色LEDが有する波長以外の領域も照射される (第1図)。そのため、本実験で「マハロ」の開花が促進した理由として、赤色以外の波長が作用した可能性がある。

著者は、赤色の波長域が開花抑制に強く作用するエラチオール・ベゴニアにおいて、赤色の波長域の光強度が強い電球色のLEDであれば、製造会社が異なっても開花

第6表 暖房温度の違いとLED照射の有無がポットカーネーション栽培の10年間当たりの光熱費に及ぼす影響

栽培方法	光熱動力費 ¹⁾	電照代 ²⁾	(a) + (b)	
	(a) (円/10年)	(b) (円/10a/10年)	(円/10a)	対12℃無照射 (%)
暖房温度10℃ +電球色LED	6,220,000	1,145,000	7,365,000	80
暖房温度12℃ +無照射	9,180,000	0	9,180,000	100

注1) 第4表の光熱動力費×10年.

2) 第5表のLED購入代+電照用設備代.

抑制効果のあることを確認している(中島, 未発表). このことから, ポットカーネーションにおいても本実験で供試した以外のLEDでも赤色の波長域を多く含むものであれば同様の効果が得られる可能性があり, 今後検討が必要である.

生殖成長を開始したカーネーション側枝の頂芽は花芽となる(小西, 1980)ため, 節数が少ない側枝は多い側枝に比べ早期に花芽分化したと推測される. 「シャンテリー」の暖房温度9℃における二次側枝の節数は, 電球色LEDを照射した全ての区で無照射の区に比べ少ない傾向を示した(第2表). これは, カーネーションが相対的長日植物であり(Harris and Ashford, 1966; 駒形・本図, 2010; 小西, 1980; 宇田, 2010), 本実験では電球色LED照射により長日条件になったことから, 頂芽が早期に花芽分化したと考えられた.

暖房温度9℃では, 「シャンテリー」及び「グランルージュ」の電球色LED照射を行った全ての処理区は無照射の区に比べ早期に開花し, 暖房温度12℃の無照射区と同時期に開花した. また, LED照射期間の違いによる開花日の差はなかった(第1表). 「レジーナ」についても, 暖房温度9℃ではLED照射期間が長いほど開花が早くなる傾向が見られた(第1表). 実験2の「シャンテリー」の1輪開花日は同一温室で管理した実験1に比べ早かったが, この原因は2回目の摘心日が異なるためと考えられ, 温度やLED照射に対する反応は実験1と同様の傾向が見られた(第2表). また, 暖房温度10℃では2月中旬までの照射を行うことで暖房温度12℃の無照射と同時期に開花した(第3表). LEDの照射期間が長いほど二次側枝の節数は少なくなる傾向が見られたが, その差は1節未満と小さく(第2表), 花芽分化時期の差は小さいと考えられた. 一方で, カーネーションの花成は日長と温度が相互に作用する(小西, 1980; 中島ら, 2021; 宇田, 2010)ものの, 発蕾以降は日長の影響を受けないことが知られている(小西, 1980; 宇田, 2010). これらのことから, 今回供試した品種においては1月中旬~2月中旬までの期間に照射を行えば花芽分化が誘導され, 分化以降の発達

は温度が強く影響することから, 照射期間の違いによる開花日への影響が小さかったと推察された.

小西(1980)は, カーネーション切り花品種の(栄養成長)側枝は短日で発達が促されるため, 電照で花芽分化及び花芽の初期発達を促した後に自然日長とすることで, 開花を早めつつ(栄養成長)側枝の発達が促せる可能性があるとしている. 実験2の「シャンテリー」では電球色LEDの照射期間が短くなるに従い二次側枝の下段で栄養成長側枝数が多く, 上段の側花数が少なくなる傾向が見られた(第2表). そのため, 本実験で検討した処理方法は小西(1980)が示唆した反応を示したと考えられた.

中でも, 2月上旬までの照射区は暖房温度9℃及び12℃の無照射区と下段の栄養成長側枝数に有意差は認められず(第2表), これらの株と近い草姿となった(写真1). また, 「グランルージュ」及び「レジーナ」についても2月上旬にLED照射を止めた区は他の照射区に比べ花蕾数が少なく(第1表), 無照射に近い草姿となった. 加えて, 種苗会社の担当者からも2月上旬にLED照射を止めた区が最も商品性が高いと評価された. これらのことから, LED照射を2月上旬までに停止する方法は, 著者らが前報(2021)で検討した開花まで照射する方法に比べ, 慣行に近い草姿を作出できると考えられた.

しかし, 実験1の暖房温度9℃における2月上旬までのLED照射では, 「シャンテリー」と「グランルージュ」は慣行の暖房温度12℃・無照射と同時期に開花したが「レジーナ」は慣行より開花が6日遅かった(第1表).

ポットカーネーションの生産では同一温室内で複数の品種を栽培することが多いため, この方法では適用できる品種に限られ, 生産現場への普及性が低いと想定された.

繰り返しになるが, カーネーションの花成は日長と温度が相互に作用する(小西, 1980; 中島ら, 2021; 宇田, 2010). また, カーネーション切り花品種では長日処理期間を長くすることで到花日数が短縮すると報告されている(米村ら, 1981). これらのことから, 実験1及び実

験2より暖房温度を高く、かつLED照射期間を長くすることで、「レジーナ」を含む、より多くの品種で慣行より低温条件下でも慣行と同時期に開花する可能性がある。そこで、実験3では実験1より暖房温度を1℃高く、LED照射期間を2月中旬までとして実験を行った。

暖房温度12℃の温室内日別平均気温は、実験3を実施した2017年の方が実験1及び実験2を実施した2016年に比べ0.3℃低く、2017年の10℃温室も2016年の9℃温室に比べ0.1℃低かった(第2図, 第3図)。しかし、2回目の摘心日が近い実験1と実験3を比較すると「シャンテリー」、「グランルージュ」及び「レジーナ」3品種の無照射の処理区の3輪開花日はいずれも実験3の方が早かった(第1表, 第3表)。カーネーションの花芽発達は平均気温の上昇によって促進するとされている(Bunt, 1973)。一方で、駒形(2011)は人工気象器を用いたシクラメン栽培において、平均温度が同じでも昼夜温度が異なると開花日が変化することを報告している。本実験を実施した2016年と2017年とでは明期及び暗期温度の推移に差異が見られた(第2図, 第3図)ことから、ポットカーネーションの開花は日平均気温のみでは考察できない可能性があり、今後検討が必要である。

栽培コストを試算するために、実験3で開花促進効果が得られる放射照度を調査した。植物が日長反応として感じる光の明るさは品目によって異なり(米村, 1993)、ペチュニアでは品種間差もあることが報告されている(Shimai, 2001)。本実験でも放射照度が最も強い光源直下～50cmの範囲では、全ての品種で同温度の無照射区より早期に開花したが、弱い光に対する反応は品種間差が見られた(第3表)。

先に述べた通り、ポットカーネーションは母の日以外の需要が極端に少ないため、慣行の暖房温度12℃・無照射の開花日との差が大きいと本技術の実用性は低いと想定される。関東近郊市場の多くは火曜日、木曜日、土曜日に鉢物の競りが行われることから、慣行と3日以内の開花日の差であれば目標とする前後1回以内の競り日に出荷することができ、実用性があると考えられた。本実験の結果から、「シャンテリー」、「フォセットレッド」及び「プラリネ」を除く8品種は光源直下～100cmの範囲の株はこの条件に該当し(第3表)、それらは草姿が大きくなるものの、種苗会社担当者の評価から、商品性は問題ないと考えられた。

これらの8品種については温室内に電球色LEDを2m毎に1球設置することで有効な照射距離が得られると考えられる。これを基に光熱費を試算すると、暖房温度10℃で2月中旬まで電照を行った温室の暖房機の燃料代と電球色LED照射に要する電気代の合計は暖房温度12℃・無照射の暖房機の燃料代に比べ30%以上少なかった(第4

表)。また、電照用設備として10年間当たりのLED購入代とソケット代及び電線代を加味しても20%少なかった(第6表)。

最後に、光源直下～100cmの範囲の開花日が暖房温度12℃・無照射と3日以上之差があった3品種について考察する。「シャンテリー」は光強度が最も強かった光源直下～50cmの範囲の株は暖房温度12℃・無照射との開花日の差が2日であった。「フォセットレッド」の光源直下～100cmの範囲の株と「プラリネ」の直下から50cm～100cmの範囲の株は暖房温度12℃・無照射よりも開花日が3日以上早かった(第3表)。そのため、これらの3品種は株の配置場所を考慮することで他の8品種と同じ温室内で栽培が可能であると推察された。

以上のことから、開花日の年次間差があるものの、暖房温度10℃で電球色LEDを1月中旬～2月中旬まで終夜照射する栽培方法は、複数の品種で二次側枝下部の栄養成長側枝が多い草姿の商品を慣行の暖房温度12℃・無照射と同時期に出荷できる低コストの栽培方法として利用できると考えられた。

V 摘要

暖房温度及び電球色LED(LDA8L-G/W/50W, 東芝ライテック(株))の照射期間がポットカーネーション(*Dianthus caryophyllus* L.)の開花及び生育に及ぼす影響を検討した。「シャンテリー」及び「グランルージュ」の2品種は、暖房温度を9℃とし、電球色LEDを1月中旬～2月上旬まで、1月中旬～2月下旬まで、1月中旬～5月下旬までの期間をそれぞれ16時30分～翌8時30分に照射すると、いずれの照射期間においても慣行の暖房温度12℃・無照射の管理と同時期に開花した。また、照射期間が短くなるに従い二次側枝下段の栄養成長側枝数が増加し、上段の側花芽数が減少した。

この結果を基に、暖房温度10℃とし、鉢表面から高さ80cmに設置した電球色LEDを1月中旬～2月中旬まで同時間帯を照射すると、「シャンテリー」等の一部の品種を除いた現行の主力品種の多くは、光源直下から100cm以内の株は慣行の暖房温度12℃・無照射と同時期に開花し、二次側枝下部の栄養生長側枝が多くなった。この時の栽培に要する光熱費は慣行より30%以上削減された。また、電照設備を設置するための費用を加味しても、10年間で要する費用は慣行より20%少なかった。

VI 引用文献

Bunt, C. (1973) Effect of season on the carnation (*Dianthus caryophyllus* L.) II. Flower production.

- J. Hort. Sci. 48: 315-325.
- Harris, G. P. and M. Ashford (1996) Promotion of flower initiation in the glasshouse carnation by continuous light. J. Hort. Sci. 41: 397-406.
- 久松 完 (2014) 施設園芸作物の光質応答の事例. pp. 213. 久松 完監修. 電照栽培の基礎と実践: 光の質・量・タイミングで植物をコントロール. 誠文堂新光社. 東京.
- 加藤智恵美・勝岡弘幸・種石始弘 (2021) 農業用LEDによる長日処理がカーネーションの生育・開花に及ぼす影響. 園学研. 20(別1): 307.
- 川村藤夫 (1996) スプレーギクの無加温電照抑制栽培. 滋賀農試研報. 37: 32-36.
- 駒形智幸 (2011) 昼夜温の差がシクラメンの開花および花器の形質に及ぼす影響. 茨城農総セ園研報. 18: 41-44.
- 駒形智幸・本岡竹司 (2010) ポットカーネーション栄養系品種の低コスト生産における加温温度, 長日処理, 摘心時期の影響. 茨城農総セ園研報. 17: 47-52.
- 小西国義 (1980) カーネーション生産技術. p. 163-176. 養賢堂. 東京.
- 仲 照史・前田茂一 (2006) 二輪ギクの段咲き性に及ぼす再電照の影響. 奈良農技セ研報. 37: 31-34.
- 中島 拓・鈴木 健・熱田圭佑・加藤正広 (2021) 赤色LED照射と暖房温度がポットカーネーションの開花および生育に及ぼす影響. 園学研. 20(4): 433-443.
- 中島 拓・鈴木 健・柴田忠裕 (2015) 電照栽培時の波長及び放射照度の違いがエラチオール・ペゴニアの開花及び生育に及ぼす影響. 千葉農林総研研報. 7: 15-23.
- 農林水産省 (2020) 令和元年度花き産業成長・花き文化振興調査報告書. 主要品目の状況. https://www.maff.go.jp/j/seisan/kaki/flower/pdf/2-2_zittaityousanokekka.pdf 最終アクセス2022.7.6.
- Shimai, Hiro (2001) Flowering Responses of Petunia Plants to Photoperiod and Irradiance. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 70(6): 691-696.
- 宇田 明 (2010) カーネーションをつくりこなす. p. 56-57; p.61-62. 農文協. 東京.
- 米村浩次 (1993) 農業技術体系花卉編第1巻. pp.133-137. 農文協. 東京.
- 米村浩次・大石一史・大須賀源芳 (1981) スプレーカーネーションの定植時期と日長条件の違いが生育, 開花に及ぼす影響. 愛知農総試研報. 13: 235-242.

Low-cost Cultivation of Pot Carnations Using Lamp-Colored LED Lighting

Taku NAKAJIMA*, Masahiro KATO, Takeshi SUZUKI

Key words: Flowering regulation, Plant form, Reduce fuel consumption, Wavelength, Mother's day

Summary

We investigated the effect of heating temperature and period of illumination using lamp-colored LED (LDA8L-G/W/50W, Toshiba Lighting & Technology Corp.) on the flowering and growth of pot carnations (*Dianthus caryophyllus* L.). When two varieties, 'Chantry' and 'Grand Rouge,' were heated to 9 °C and illuminated with the LED from mid-January to early February, from mid-January to late February, and from mid-January to late May from 16:30 to 08:30 the following day, flowering occurred at the same time as when providing the conventional heating temperature of 12 °C with no illumination. On shortening the lighting period, the number of vegetative lateral branches in the lower nodes of secondary lateral branches increased and the number of lateral flower buds in the upper nodes decreased.

Based on these results, during the above period from mid-January to mid-February, we illuminated the plants with lamp-colored LED placed 80 cm above the pot surface, and heated the plants to 10 °C. Most of the current main varieties, except for some varieties such as 'Chantry,' flowered at the same time as plants within 100 cm of the light source at the conventional heating temperature of 12 °C without illumination, and the number of vegetative lateral branches in the lower node of secondary lateral branches increased. Under these conditions, the cost of lighting for cultivation was reduced by more than 30%. Even with the cost of installing the lighting equipment taken into account, the costs incurred over 10 years were 20% below those needed for a conventional setup.

*Chiba Prefectural Agriculture and Forestry Research Center; 180-1, Okanezawa, Midori, Chiba 266-0014, Japan.