

波長の異なるLED光の低照度照射による日長延長が スプレーカーネーションの生育・品質に及ぼす影響

戸田浩子¹⁾・二村幹雄²⁾

摘要:スプレーカーネーションに波長の異なるLED光を光補償点よりも低い放射照度 $0.3\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ で16時間日長になるように定植61日後の2020年9月13日から2021年1月22日まで照射したところ、いずれの波長でも到花日数が短くなり、着花節位が低くなった。これは日長延長により相対的長日植物であるカーネーションの花芽の分化及び発達が促進されたものと考えられる。照射により収穫時の草丈や茎長が短くなる一方で、節間や一次側蕾の花柄長は長くなった。節間については特に青色波長(420~460 nm)にピークを有するLEDでそれが顕著であり草姿に影響を与えられたと考えられた。

キーワード:スプレーカーネーション、LED、日長延長、波長、低照度

緒言

近年の地球温暖化の進行に伴い、カーネーション切り花生産現場では開花遅延が発生しており、6月に定植し、10月から翌年5月まで収穫を続ける愛知県のような作型の産地においては、特に年内収穫量の減少や茎が柔らかい等の切り花品質の低下がみられている。

カーネーションは相対的長日植物であり¹⁾、白熱灯による日長延長により花芽分化が促進され、開花が早くなることが知られている²⁾。しかし、茎が柔らかくなる等切り花品質の低下がみられることから現在はほとんど普及していない。近年、白熱灯よりも省電力で様々な波長領域の発光ダイオード(Light Emitting Diode, 以下LED)が開発されており、農業分野での利用が注目されている³⁾。

ポットカーネーションでは赤色LED(620~630 nm)及び遠赤色LED(730~740 nm)、切り花カーネーションでは遠赤色LED(740 nm)の照射によって花芽の分化・発達が促進され開花が早くなったとの報告がある^{4,5)}。LEDはチップの組み合わせにより様々な波長の商品が開発されており、異波長のLED光がカーネーションの花芽分化、生育、開花及び切り花品質等に及ぼす影響を明らかにすることはLEDを利用する上での重要な礎となる。一方、400~700 nmの波長は植物の光合成にも利用されるため、LEDの照射光がカーネーションにとってエネルギー源として利用されるのか又は花芽の分化・発達に関わる情報源として利用されるのかを区別して考える必要がある⁶⁾。

そこで、光合成促進への影響がほとんどない、光補償点よりも低い放射照度 $0.3\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ で波長の異なる各種LED光をカーネーションに照射した際の生育と品質に及ぼす影響を調査した。今回の調査結果は、本県カーネーション切り花栽培でのLEDの利用・普及に向けた一助とする。

材料及び方法

1 栽培概要

試験は、愛知県長久手市内(愛知県農業総合試験場)のガラス温室(間口7.2 m×奥行13.9 m×高さ4.5 m)で実施した。温度制御は、日中20℃を目安に天窓、側窓を自動開閉し、自然換気をした。また、2020年11月6日から試験を終了した2021年1月22日まで最低室温15℃で温湯暖房を実施した。

供試品種は、早生のスプレーカーネーション「カーネアイノウ1号」とし⁷⁾、供試株は2020年7月13日に培養土12Lを詰めたプランター(64 cm×23 cm×高さ18.5 cm)に発根苗を6株ずつ定植した。試験規模は1区12株(2プランター)とした。8月7日に株元から6節目で摘心を行った。その後発生した一次側芽は9月13日に4本に整枝した。

施肥は基肥として窒素13%、りん酸9%、加里11%の被覆複合肥料(エコロングトータル391、ジェイカムアグリ株式会社、東京)の140日タイプを1プランター当たり7月20日に30 g、追肥として同肥料の70日と100日タイプを12月2日に各10 g施用した。灌水は土の表面が乾いたら適量行った。

本研究は「令和2年度持続的生産強化対策事業(次世代国産花き産業確立推進)」のうち花き生産供給力強化協議会の支援を受けて実施した。また、本研究の一部は園芸学会令和3年度秋季大会(2021年9月)において発表した。

¹⁾園芸研究部(現研究戦略部) ²⁾園芸研究部

(2022.9.7受理)

2 試験区

光源は表1及び図1に示した波長の異なる4種類のLED電球及び白熱電球を供試し、ネクスライトボール区、赤色LED区、紫色LED区、電球色LED区、対照(白熱灯)区、無処理区の6区とした。全ての光源にはカーネーションの花芽の分化・発達が促進されることが明らかとなっている、620~740 nmの波長が含まれている。

カーネーションの光補償点は光合成有効光量子束密度では約10 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ で⁸⁾、各光源について波長で換算し2 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 以下となる放射照度0.3 $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ を試験に用いる光強度とした⁹⁾。5種類の光源は株直上に、株元での放射照度が0.3 $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ になる位置に設置した。ネクスライトボール区は株元と光源の距離が1.52 m、赤色LED区は1.46 m、紫色

LED区は1.43 m、電球色LED区は1.26 m、対照(白熱灯)区は距離だけでは0.3 $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ にならないため、距離1.70 mかつ電球と株の間に黒色の50%遮光ネットを設置し(表1)、9月13日から翌年1月22日まで照射を行った。照射の時間帯は4~8時及び16~20時とし、16時間日長に日長を延長した。日没から日出の間、各区の間は遮光を行い、照射光が漏れないようにした。

3 調査内容

調査には摘心後発生した1次側枝を用いた。

到花日数、着花節位、草丈、茎長、節数、切り花品質(下垂度、着色花蕾数、総花蕾数、6節切り花長、6節切り花重、60 cm切り花調整重、4-5節間長、4-5節中心部茎径、一次側蕾花柄長)を調査した。

表1 供試した光源と光源の設置位置

試験区	種類	商品名	製造元	消費電力 (W)	光源設置位置 ¹⁾ (m)
ネクスライトボール	LED 電球	NEXLIGHT BALL	(有)豊川温室、豊川市	8.5	1.52
赤色 LED	LED 電球	DELED Plants	鍋清(株)、名古屋市	9.0	1.46
紫色 LED	LED 電球	試作品	鍋清(株)、名古屋市	9.0	1.43
電球色 LED	LED 電球	電球色 LED 電球60型相当下方向多タイプ140°	Panasonic、東京	7.5	1.26
対照(白熱灯)	白熱電球	電照用電球みのり	Panasonic、東京	40.0	1.70 かつ光源と株の間に50%遮光ネット設置

1) 株元での放射照度を0.3 $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ に揃えた時の株元と光源の距離。光源は株の直上に設置した。

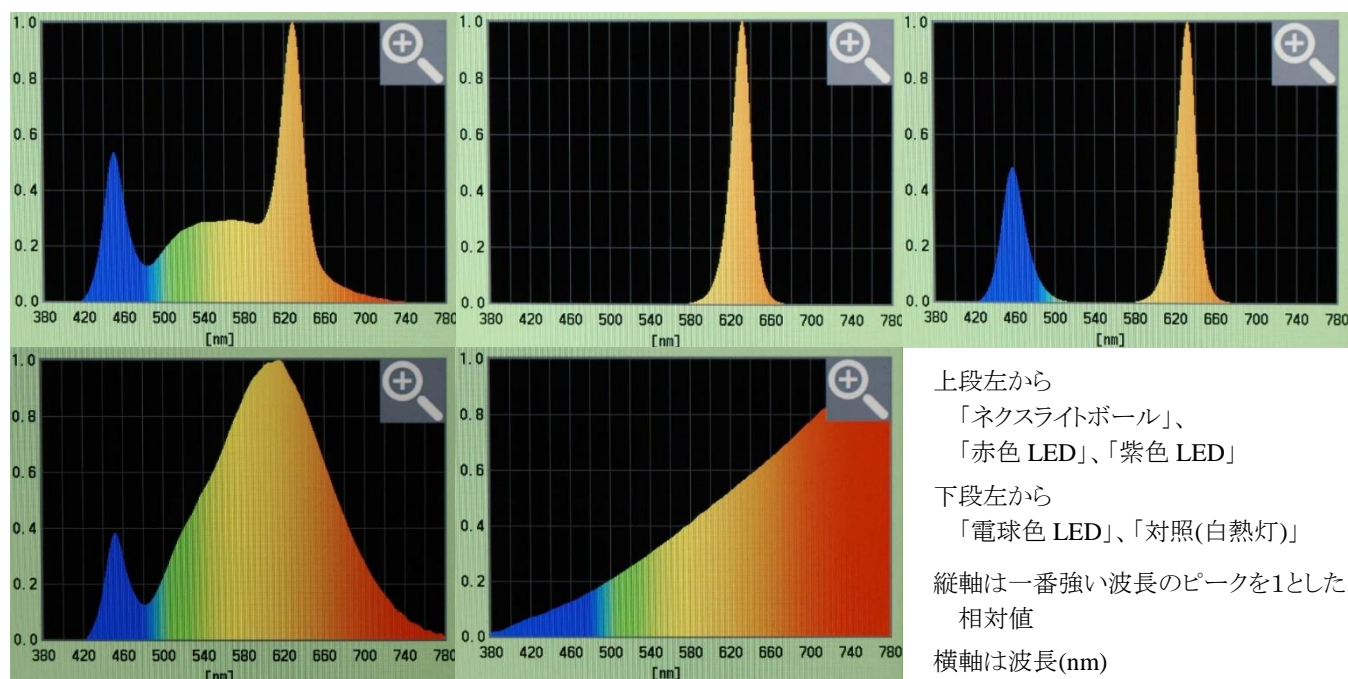


図1 供試した光源の分光スペクトル
分光色彩照度計(スペクトロマスター C-7000、(株)セコニック、東京)で測定

結果及び考察

到花日数は有意な差はなかったが無処理区に比べいずれの照射区でも短くなる傾向が見られ、着花節位は無処理区に比べいずれの照射区でも有意に低くなった(表2)。これは、日長延長により花芽の分化・発達が促進され、開花が早くなったと考えられた。このことから、収穫の前進化や開花のサイクルが早くなることにより、年内及び1作期収量の増加が期待できる。

収穫時の草丈及び茎長は無処理区が最も長く、赤色LED区と対照(白熱灯)区が短かった。節数は無処理区に比べ照射区は有意に少なかった(表3)。

切り花品質については、頂花から6節目で切り揃えた切り花長及び4-5節間長が無処理区で最も短く、青色波長(420~460 nm)にピークを有するネクスライトボール区、紫色LED区、電球色LED区の3区が特に長かった(表3、図2)。

一次側蕾の花柄長も特に第2花、第3花において無処理区に比べ照射区で長くなる傾向がみられ、電球色LED区においては有意に長かった(表4、図2)。

日長延長により着花節位が低くなることで収穫時の草丈や茎長が短くなる一方で、節間や一次側蕾の花柄長が長くなった。特に節間は青色波長にピークを有するLED区で、一次側蕾の花柄長は電球色LED区で顕著であり、草姿に影響を与えると考えられた。スプレーカーネーションは特に一次側蕾のフォーメーション(バランス)が重要視されるため、実需者等の意見も反映させる必要がある。また、花芽の分化・発達を促進させて開花は早めるが、草姿に影響を与えない、照射期間等の検討が必要である。

今後は、一次側枝だけでなく、1作期を通じて品質を落とさず切り花収量が増加するよう、効果的な照射開始時期や照射時間帯を明らかにするとともに、光以外の環境要素等との組み合わせ効果、品種による反応の違い、1作期を通じた経

済性についても検討する必要がある。また、日長延長による花芽分化促進と光合成促進の両方の効果が期待できる高輝度LEDの利用も期待される¹⁰⁾。

引用文献

1. 米村浩次. 切り花栽培の新技术カーネーション上巻. 誠文堂新光社. 東京. 65-87(1990)
2. 米村浩次. 切り花栽培の新技术カーネーション上巻. 誠文堂新光社. 東京. 99-107(1990)
3. 田澤信二. 農業分野への人工光源の応用. 農業機械学会. 71(5), 19-25(2009)
4. 中島拓, 鈴木健, 熱田圭佑, 加藤正広. 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. 園芸学研究. 20(4), 433-443(2021)
5. 久松完. 電照栽培の基礎と実践. 誠文堂新光社. 東京. 198-227(2014)

表2 波長の異なるLEDによる日長延長が到花日数と着花節位に及ぼす影響

試験区	到花日数 ¹⁾ (日)	着花節位 ²⁾ (節)
ネクスライトボール	157.2 a	18.3 b
赤色LED	150.2 a	17.4 b
紫色LED	153.0 a	17.5 b
電球色LED	154.5 a	17.4 b
対照(白熱灯)	155.3 a	17.5 b
無処理	161.7 a	19.6 a

同列異符号間にはTukeyの多重検定により1%水準で有意差あり

1) 1株の中で最も開花が早かった一次側枝について摘心日から開花した日までの日数(n=12)

2) 到花日数を調査した一次側枝の節数(n=12)

表3 波長の異なるLEDによる日長延長が収穫時の草丈、茎長、節数と切り花品質に及ぼす影響

試験区	草丈 (cm)	茎長 (cm)	節数	下垂度 ¹⁾	着色 花蕾数 (個)	総 花蕾数 (個)	6節 ²⁾ 切り花長 (cm)	6節 ²⁾ 切り花重 (g)	60cm 切り花 調整重 (g)	4-5 節間長 (cm)	4-5節 中心部 茎径 (mm)
ネクスライトボール	96.7 ab	92.2 ab	18.3 b	1.0 a	4.3 a	6.0 a	52.2 ab	34.0 a	34.0 a	8.5 a	4.9 a
赤色LED	95.3 b	90.3 b	17.7 b	1.0 a	4.1 a	5.2 a	51.9 b	32.6 a	32.6 a	8.3 ab	4.7 a
紫色LED	96.0 ab	91.2 ab	17.7 b	1.0 a	4.5 a	6.1 a	53.1 ab	35.3 a	35.3 a	8.4 a	4.8 a
電球色LED	98.2 ab	93.2 ab	17.7 b	1.0 a	4.1 a	5.5 a	55.3 a	32.6 a	32.6 a	8.5 a	4.7 a
対照(白熱灯)	93.8 b	90.6 b	17.8 b	1.0 a	4.5 a	5.8 a	50.7 bc	33.1 a	33.1 a	8.0 bc	4.9 a
無処理	100.6 a	95.9 a	19.7 a	1.0 a	4.3 a	5.5 a	48.0 c	31.5 a	31.5 a	7.8 c	4.6 a

2021年1月4日~22日に収穫した切り花15本の平均値

同列異符号間にはTukeyの多重検定により5%水準で有意差あり(n=15)

1) 切り花頂部より45cmの位置で茎を水平に支え、先端の下垂程度を水平面から測定し、0~10°を1、10~20°を2、20~30°を3、30~40°を4とした

2) 頂花から数えて6節目で切り揃えた切り花



図2 6節で切り揃えた時の草姿

2021年1月17日撮影

左から「無処理」、「ネオストライトホール」、「赤色 LED」、「紫色 LED」、「電球色 LED」、「対照(白熱灯)」

表4 波長の異なるLEDによる日長延長が一次側蕾花柄長に及ぼす影響

試験区	一次側蕾花柄長(cm)			
	第1花	第2花	第3花	第4花
ネオストライトホール	3.0 a	7.4 ab	13.2 ab	17.3 a
赤色 LED	2.8 a	7.8 ab	13.1 ab	16.6 a
紫色 LED	3.0 a	8.4 ab	13.5 ab	17.7 a
電球色 LED	3.1 a	9.6 a	14.5 a	18.0 a
対照(白熱灯)	2.7 a	8.6 ab	13.7 ab	17.3 a
無処理	3.2 a	7.2 b	12.3 b	15.6 a

2021年1月4日～22日に収穫した切り花20本の平均値
頂花より1節下から分枝している一次側蕾を第1花、順に第2、第3、第4花とした
異なる英数字間に Tukey の多重検定により5%水準の有意差あり

- 久松完. 電照栽培の基礎と実践. 誠文堂新光社. 東京. 22-29(2014)
- 堀田真紀子, 服部裕美, 平野哲司, 久米貴志, 奥村義秀, 犬伏加恵, 稲吉由佳, 二村幹雄, 松野純子, 小野崎隆, 八木雅史, 山口博康, 山口徳之. 日持ち性の優れるスプレーカーネーション「カーネ愛農1号」の開発とその特徴. 愛知農総試研報. 48, 63-71(2016)
- 山根健治, 猪爪亜希, 和田義春, 林万喜子, 清水明. 低照度下における鉢花カーネーションの生理ならびに品質に及ぼす 5- アミノレブリン酸処理の影響. 園芸学研究. 7(1), 115-121(2008)
- 久松完. 電照栽培の基礎と実践. 誠文堂新光社. 東京. 191(2014)
- 犬伏加恵, 和田朋幸, 新井和俊, 二村幹雄. 高輝度LEDライトによる補光処理時の光質及び照射時間帯がバラ切り花の品質・収量に及ぼす影響. 愛知農総試研報. 53, 199-202(2021)