

夜間の各種単波長のLED照明が数種の鉢物の生育に及ぼす影響

新井 聡*・大石一史**

摘要：短日植物のヒマワリ、コスモス、キバナコスモス、ケイトウ、サルビア、ガーベラ、長日植物のルドベキア、キンセンカ、ペチュニア、中性植物のゼラニウム、インパチェンス、ナスターチューム、観葉植物（スパティフィラム、ディフェンバキア、アフェランドラ、アンズリウム、ドラセナおよびポトス）について、404nm、453nm、462nm、521nm、596nm、634nm、642nm、659nm、745nmのLED（いずれもピーク波長）を用いて夜間のLED照明が生育に及ぼす影響について検討した。521nmから659nmまでの照明が短日植物の開花を抑制し、長日植物の開花を促進した。有効な波長域は植物種によって異なっており、ヒマワリでは521nm～659nm、ルドベキアでは521nm～642nm、ペチュニアでは521nmと596nmであった。521nmから659nmまでの照明により中性植物の株高が低くなった。有効な波長域は植物種によって異なっており、インパチェンスでは521nm～659nm、ゼラニウムでは634nmと642nm、ナスターチュームでは596nmであった。観葉植物については、スパティフィラムが745nmの照明により株高が高くなり、花茎が30%以上長くなった。アフェランドラでは453nmと634nmの照明により、30%以上株高が低くなり、745nmの照明により、株高が高くなった。

キーワード：LED、波長、鉢物、観葉植物

Effects of Various Single-Wavelength Light-emitting Diodes on the Growth of Certain Pot plants at Night

ARAI Satoshi and OHISHI Kazushi

Abstract: We investigated various single-wavelength light-emitting diodes(LEDs) on the growth of certain pot plants at night. We used short-day plants *Helianthus annuus*, *Cosmos bipinnatus*, *Cosmos sulphureus*, *Celosia argentea*, *Salvia splendens*, and *Gerbera jamesonii*; long-day plants *Rudbeckia hirta*, *Calendula officinalis*, and *Petunia × hybrida*; day-neutral plants *Pelargonium zonale*, *Impatiens walleriana*, and *Tropaeolum majus*; and ornamental foliage plants *Spathiphyllum spp.*, *Dieffenbachia maculata*, *Aphelandra squarrosa*, *Anthurium andoraeum*, *Dracaena sandersoniana*, and *Epipremnum aureum*. LEDs with wavelengths from 521 to 659nm delayed and promoted the flowering of short- and long-day plants, respectively. The effective wavelength band was different for each plant. The effective wavelengths in *H. annuus*, *R. hirta*, and *Petunia*, were from 521 to 659nm, from 521 to 642nm, and from 521 to 596nm, respectively. At wavelengths of from 521 to 659nm, day-neutral plants were shorter than the controls. The effective wavelength band was different for each plant. The effective wavelengths in *I. walleriana*, *P. zonale*, and *T. majus* were from 521 to 659nm, from 634 to 642nm, and 596nm, respectively. At 745nm, *Spathiphyllum* were taller, and flower stalks were about 30% longer than those of the controls. At 453nm and 634nm, *Aphelandra* were about 30% shorter than the controls, whereas they were taller under 745nm.

Key Words: Light-emitting diode, Wavelength, Pot plants, Ornamental foliage plants

緒言

愛知県は全国一の鉢物の生産県であり、平成21年の産出額は219億円に達している¹⁾。

本県のキクを始めとする電照を行う花き生産では主に白熱電球を用いた開花調節により、周年栽培されている。しかし、白熱電球は国により、2012年迄の製造中止が生産企業に要請され、既に一部では製造が中止されている。こうしたことから、白熱電球に代替する新たな光源の開発が急務とされ、キクの電照栽培に利用可能な634nmのLEDが2010年に開発され、キクを始めとする切花を中心に導入と利用技術の確立が進んでいる。LEDは白熱電球や蛍光灯より消費電力が低く、長寿命であり、他の光源と異なり、青色(400~500nm)、緑色(500~550nm)、黄色(550~600nm)、赤色(600~700nm)、遠赤色光(700~780nm)といった開花調節や品質向上に必要な波長を集中的に照射することが可能である。そのため、生産現場では切花以外の鉢物についても様々な効果を期待して利用が試みられている。

これまでLEDを花きに利用した研究は、インビトロや実験室内のペチュニアやヒマワリ等に栽培光として利用した報告がある^{2, 3)}。また、温室環境下の暗期中断処理としてLEDや遠赤色光蛍光灯を利用した研究ではキクやトルコギキョウ等、切花が多く⁴⁻⁷⁾、一部で鉢物のペチュニアやジニア等の研究があるものの、品目や光質に限られ⁸⁾、またそれらの多くが開花反応のみに注目した報告となっている。また、栽培光として用いる明期の人工光源の光質がペチュニアの形態に及ぼす影響が示されたものの⁹⁾、その光源は波長領域の広いメタルハライドランプや高圧ナトリウムランプを用いており、夜間照明において波長領域の狭いLEDが、様々な鉢物の形態の変化にどのような影響を及ぼすのか不明な点が多い。

そこで、鉢花や観葉植物について、各種単波長のLEDを用いて夜間の照明が生育に及ぼす影響について検討した。

材料及び方法

試験1 単波長のLED照明が鉢花の生育に及ぼす影響

1 供試植物

短日植物のヒマワリ「小夏」、コスモス「ソナタピンク」、キバナコスモス「スカーレットオレンジシェード」、ケイトウ「ゆかたレッド」、サルビア「スカーレットクイーン」、ガーベラ「ローズナイン」長日植物のルドベキア「ローランドオレンジバイカラー」、キンセンカ「フィエスタギターナ」、ペチュニア「ブライムタイム」中性植物のゼラニウム「マルチブルームレッド」、インパチェンス「インパクトオレンジ」、ナスターチューム「ホワリーバードゴールド」を用いた。

2 試験区

404nm、453nm、462nm、521nm、596nm、634nm、642nm、659nm、745nm(いずれもピーク波長)のLED(エディンソンオプト社製LEDランプ{453nmおよび634nmは鍋清株式会社製棒状型LED Flex Light Bar})を照明する各LED照明区(404nm区、453nm区、462nm区、521nm区、596nm区、634nm区、642nm区、659nm区、745nm区 LED照明区は5~7区を実施)に無処理区を加えた6~8区を設定した。LEDの波長組成は分光放射計(MCPD3000、大塚電子株式会社、測定波長帯300~800nm、波長測定幅1nm)により測定した(図1)。LEDは鉢表面の放射照度が0.2W/m²になるよう放射照度計(HD2102.1 放射照度測定プローブ LP471RAD、デルタオーム社製、測定波長帯400nm~1050nm)を用いて設置し、夜間に照明し、昼間は自然光で栽培した。照明期間はヒマワリ、コスモスおよびケイトウは1か月とし、他は調査終了まで照明を継続した。

3 栽培概要

(1) ヒマワリ「小夏」

5月22日に播種、6月1日に3号ポットに鉢上げを行った。各区6株を供試した。また、さらに詳細な波長ごとの開花反応の調査を行うため、LEDを追加し、6月24日に播種、7月1日に3号ポットに鉢上げを行った。各区6株を供試した。LED照明はいずれも鉢上げ後、17時~7時に行い、照明期間は1か月とした。

(2) コスモス「ソナタピンク」

10月4日に播種、10月15日に3号ポットに鉢上げを行った。各区9株を供試した。LED照明は鉢上げ後、23時~3時に行い、照明期間は1か月とした。

(3) キバナコスモス「スカーレットオレンジシェード」

10月2日に播種し、10月9日に3号ポットに鉢上げを行った。各区6株を供試した。LED照明は鉢上げ後、17時~7時に行った。

(4) ケイトウ「ゆかたレッド」

9月1日に播種し、9月17日に3号ポットに鉢上げを行った。各区9株を供試した。LED照明は鉢上げ後、

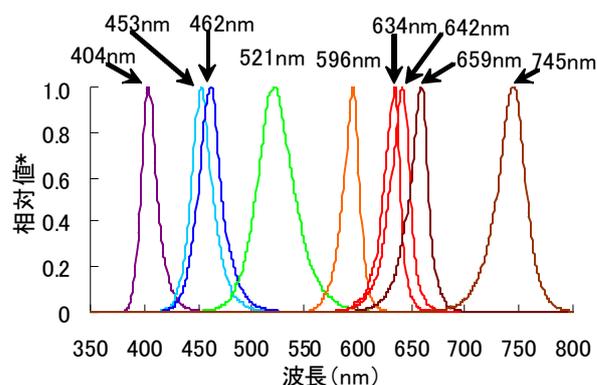


図1 試験に用いたLEDの相対分光分布とピーク波長
*) 最大値を1.0として表示

23時～3時に行い、照明期間は1か月とした。

(5) サルビア「スカーレットクイーン」

2月20日に播種し、3月16日に3号ポットに鉢上げを行った。各区6株を供試した。LED照明は鉢上げ後、17時～7時に行った。

(6) ガーベラ「ローズナイン」

2月20日に播種し、4月26日に3号ポットに鉢上げを行った。各区6株を供試した。LED照明は鉢上げ後、17時～7時に行った。

(7) ルドベキア「ローランドオレンジバイカラー」

6月3日に播種し、8月3日に3号ポットに鉢上げを行った。各区6株を供試した。LED照明は鉢上げ後、17時～7時に行った。また、さらに詳細な波長ごとの開花反応の調査を行うため、LEDを追加し、10月13日に播種し、12月1日に鉢上げを行った。各区6株を供試した。LED照明は鉢上げ後、23時～3時に行った。

(8) キンセンカ「フィエスタギターナ」

11月17日に播種し、11月30日に3号ポットに鉢上げを行った。各区10株を供試した。LED照明は鉢上げ後、17時～7時に行った。

(9) ペチュニア「プライムタイム」

10月4日に播種し、11月29日に3号ポットに鉢上げを行った。各区7株を供試した。LED照明は鉢上げ後、23時～3時に行った。

(10) ゼラニウム「マルチブルームレッド」

2月18日に播種、3月9日に3号ポットに鉢上げを行った。各区6株を供試した。LED照明は鉢上げ後、23時～3時に行った。

(11) インパチエンス「インパクトオレンジ」

7月13日に播種、7月29日に3号ポットに鉢上げを行った。各区6株を供試した。また、さらに詳細な波長ごとの開花反応の調査を行うため、LEDを追加し、7月8日に播種し、8月19日に鉢上げを行った。各区6株を供試した。LED照明はいずれも鉢上げ後、17時～7時に行った。

(12) ナスターチューム「ホワリーバードゴールド」

5月24日に播種し、6月14日に3号ポットに鉢上げを行った。各区6株を供試した。LED照明は鉢上げ後、17時～7時に行った。

栽培は、当场園芸研究部花きグループのガラス室（11月から4月まで20℃暖房）において行った。鉢用土は調整ピートモス（プロミックスBX）を使用した。施肥は、エコロングトータル313の40日（または70日）タイプを1gとIB化成S1号（10-10-10）を鉢あたり1粒ずつ併用した。

4 生育調査

到花日数、節数、株高、株張り等の生育調査は各区とも開花した日（ナスターチュームを除く）に行った。

試験2 単波長のLED照明が観葉植物の生育に及ぼす影響

1 供試植物

スパティフィラム「ショパン」、ディフェンバキア「カ

ミーラ」、アフェランドラ「ダニア」、アンスリウム「アラバマ」、ドラセナ「サンデリアーナ」およびポトス「ライム」を用いた。

2 試験区

18℃（または15℃）のガラス温室（寒冷しゃによる80%遮光下）で、実験1同様にLEDを設定した。LEDは鉢表面の放射照度で0.4W/m²になるよう設置し、夜間に照明し、昼間は自然光で栽培した。

3 栽培概要

(1) スパティフィラム「ショパン」

10月2日に3号ポットに実生苗の鉢上げを行った。11月28日に花茎発生促進のために、ジベレリンを500ppmの濃度で散布した。各区10株を供試した。LED照明は12月1日から、17時～7時に行い暖房温度は15℃とした。また、18℃暖房時の波長ごとの生育に及ぼす影響を調査するため、10月6日に3号ポットに鉢上げを行い10月2日鉢上げの場合と同様にジベレリンを散布（11月28日）を行った。各区8株を供試した。LED照明は11月11日から、17時～7時に行った。

(2) ディフェンバキア「カミーラ」

6月8日に水挿しし、9月9日に3号ポットに鉢上げを行った。各区8株を供試した。LED照明は11月11日から17時～7時に行い、暖房温度は18℃とした。

(3) アフェランドラ「ダニア」

9月7日に1節の管挿しを3号ポットに行った。4月23日に3.5号ポットに鉢上げを行った。各区8株を供試した。LED照明は前年の11月11日から17時～7時に行い、暖房温度は18℃とした。

(4) アンスリウム「アラバマ」

7月8日に水苔でセルトレイに鉢上げし、10月20日に3号ポットに鉢上げを行った。各区8株を供試した。LED照明は11月11日から17時～7時に行い、暖房温度は18℃とした。

(5) ドラセナ「サンデリアーナ」

9月14日に水挿しし、11月5日に3号ポットに鉢上げを行った。各区8株を供試した。LED照明は11月11日から17時～7時に行い、暖房温度は18℃とした。

(6) ポトス「ライム」

9月15日に3号鉢へ3芽ずつ挿し芽を行った。各区8株を供試した。LED照明は11月11日から17時～7時に行い、暖房温度は18℃とした。

鉢用土はスパティフィラム、ディフェンバキアおよびアフェランドラが容量比で基土（田土：2、牛フン：1）とピートモス、モミガラ、腐葉土を6：1：2：1とした混合土とパーライトの7：3の混合土、アンスリウム、ポトスが調整ピートモス（プロミックスBX）、ドラセナがプロミックスBXとパーライトの7：3の混合土とした。鉢あたりの施肥は、スパティフィラムが10月にエコロングトータル313の140日タイプを1g、アンスリウムが10月にエコロングトータル313の180日タイプを2g、その他がIB化成S1号（10-10-10）を1

月に1回、1粒ずつ与えた。

4 生育調査

LED照明から3、4か月後、さらにスパティフィラムとアフェランドラは開花時にも試験1と同様に行った。

試験結果

1 試験1 単波長のLED照明が鉢物の生育に及ぼす影響

(1) ヒマワリ「小夏」

6月1日に鉢上げを行った生育調査結果を表1および図2に示した。開花は、642nm区が無処理区に比べて最も遅くなり、次いで521nm区と462nm区が無処理区より遅くなった。節数も642nm区が無処理区に比べて最も多くなり、次いで521nm区、404nm区、462nm区が無処理区より多くなった。株高は、521nm区と642nm区が無処理区より高くなり、462nm区と745nm区は無処理区より低くなった。株張りは試験区間に有意な差はなかった。側蕾はLED照明により少なくなったが、特に521nm区と642nm区が無処理区より少なくなった。花径はLED照明により大きくなったが、特に521nm区と642nm区が無処理区より大きくなった。花盤径は試験区間に有意な差はなかった。舌状花数はLED照明により多くなったが、LED照明区のなかでも特に642nm区が最も多くなった。

花卉長は、642nm区が無処理区に比べて長くなったが、他のLED照明区は無処理区と差がなかった。花卉幅は試験区間に有意な差はなかった。7月1日に鉢上げを行った生育調査結果を表2に示した。開花は、745nm区を除くLED照明区が無処理区より遅くなった。節数は、745nm区を除くLED照明区が無処理区より多くなった。

(2) コスモス「ソナタピンク」

生育調査結果を表3および図3に示した。開花は、642nm区は無処理区に比べて遅くなったが、他のLED照明区は無処理区と差がなかった。節数は、642nm区は無処理区に比べて多くなったが、他のLED照明区は無処理区と差がなかった。茎長は、642nm区は無処理区に比べて長くなったが、他のLED照明区は無処理区と差がなかった。花茎長、花径、舌状花数および花卉幅は試験区間に有意な差はなかった。花卉長はLED照明区で小さくなった。

(3) ケイトウ「ゆかたレッド」

生育調査結果を表4に示した。開花は745nm区を除くLED照明区は、無処理区よりも同等に遅くなった。節数は642nm区、次いで659nm区、634nm区、596nm区および521nm区が同等に無処理区よりも多くなった。

(4) ルドベキア「ローランドオレンジバイカラー」

8月3日に鉢上げを行った生育調査結果を表5および図4に示した。開花はLED照明により早くなり、521nm区および642nm区が同等で、745nm区、462nm区および404

表1 ヒマワリ「小夏」のLED照明と生育

試験区	到花日数 ¹⁾ 日	節数 節	株高 cm	株張り cm	側蕾 個	花径 cm	花盤径 cm	舌状花数 枚	花卉長 cm	花卉幅 cm
404nm	41.2 a ²⁾	16.0 ab	21.1 ab	35.0 a	0.8 ab	9.7 ab	5.0 a	34.2 bc	2.7 a	1.1 a
462nm	42.2 ab	15.7 ab	18.3 a	36.5 a	1.0 ab	9.9 ab	5.1 a	34.3 bc	2.5 a	1.1 a
521nm	45.7 b	18.7 ab	27.9 c	37.7 a	0.0 a	11.3 b	5.8 a	34.2 bc	2.6 a	1.1 a
642nm	50.7 c	24.3 c	27.0 c	34.2 a	0.2 a	11.6 b	5.6 a	35.7 c	3.3 b	1.3 a
745nm	38.2 a	13.3 a	17.8 a	37.2 a	1.5 bc	9.4 a	4.6 a	31.5 b	2.6 a	1.2 a
無処理	40.3 a	13.0 a	24.8 bc	38.0 a	2.3 c	7.6 a	6.1 a	26.5 a	2.8 a	1.0 a

注)1)鉢上げ日(6/1)より開花日までの日数。

2)Tukeyの多重検定。異符号間に5%レベルで有意差あり。



図2 ヒマワリ「小夏」の生育状況(7月21日)

表2 ヒマワリ「小夏」のLED照明と生育

試験区	到花日数 ¹⁾ 日	節数 節
462nm	52.7 b ²⁾	28.8 b
521nm	55.2 b	33.5 c
596nm	59.2 c	37.5 c
634nm	59.0 c	38.0 c
642nm	58.5 c	34.5 c
659nm	59.2 c	36.3 c
745nm	40.2 a	18.8 a
無処理	41.3 a	19.0 a

注)1)鉢上げ日(7/1)より開花日までの日数。

2)Tukeyの多重検定。異符号間に5%レベルで有意差あり。

表3 コスモス「ソナタピンク」のLED照明と生育

試験区	到花日数 ¹⁾ 日	節数 節	茎長 cm	花径長 cm	花径 cm	舌状花数 数	花弁長 cm	花弁幅 cm
462nm	62.3 a ²⁾	11.0 a	41.6 a	8.8 a	6.7 a	8.9 a	2.7 a	1.7 a
521nm	61.7 a	11.6 a	42.7 a	8.7 a	7.2 a	8.6 a	3.1 a	1.9 a
596nm	66.7 a	11.1 a	45.1 a	8.8 a	6.7 a	8.6 a	2.8 a	1.6 a
642nm	72.7 b	13.6 b	58.3 b	8.2 a	7.1 a	8.4 a	3.2 a	2.1 a
745nm	64.6 a	11.1 a	46.2 a	9.3 a	7.3 a	8.0 a	3.2 a	2.1 a
無処理	61.1 a	10.1 a	43.3 a	10.9 a	8.0 a	8.6 a	3.7 b	2.2 a

注)1)鉢上げ日(10/15)より開花日までの日数。

2)Tukeyの多重検定。異符号間に5%レベルで有意差あり。



図3 コスモス「ソナタピンク」の生育状況(12月14日)

nm区となった。節数はLED照明により増加し、642nm区が最も多く、次いで521nm区、745nm区、404nm区、462nm区となった。株高はLED照明により高くなり、521nm、642nm区が同等で、次いで745nm区、404nm区、462nm区となった。株張りは404nm区および745nm区が最も大きくなったが、試験区間に有意な差はなかった。花茎長はLED照明により長くなり、521nm区および642nm区が同等で、次いで404nm区、745nm区、462nm区となった。花径は、404nm区は無処理区に比べて大きくなったが、521nm区は無処理区に比べて小さくなった。花弁数は試験区間に有意な差はなかった。花弁長は、404nm区は無処理区に比べて長くなったが、462nm区と521nm区は無処理区に比べて短くなった。花弁幅は試験区間に有意な差はなかった。側蕾数は521nm区が最も多くなり、次いで642nm区、462nm区、745nm区、404nm区となり、無処理区では側蕾がなかった。12月1日に鉢上げを行った生育調査結果を表6に示した。開花はLED照明により早くなり、521nm区が最も早く、次いで596nm区、634nm、642nm区が同等に早くなり、次いで659nm、462nm区、745nm区となった。節数は、745nm区を除くLED照明区が無処理区より少なくなり、特に596nm区が最も少なくなった。

(5) キンセンカ「フィエスタギターナ」

表4 ケイトウ「ゆかたレッド」のLED照明と生育

試験区	到花日数 ¹⁾ 日	節数 節
462nm	59.7 b ²⁾	7.9 a
521nm	59.2 b	8.2 ab
596nm	61.7 b	8.2 ab
634nm	61.1 b	8.4 ab
642nm	53.2 b	8.9 b
659nm	60.8 b	8.7 ab
745nm	39.2 a	7.9 a
無処理	42.5 a	7.9 a

注)1)鉢上げ日(9/17)より開花日までの日数。

2)Tukeyの多重検定。異符号間に5%レベルで有意差あり。

生育調査結果を表7および図5に示した。開花は、642nm区が無処理区に比べて早くなったが、他のLED照明区は無処理区と差がなかった。葉数は試験区間に有意な差はなかった。株高は、521nm区が無処理区より高くなり、462nm区が無処理区より低くなった。株張りは462nm区および521nm区が同等に最も大きくなったが、試験区間に有意な差はなかった。花径、花盤径、側蕾数は試験区間に有意な差はなかった。



図4 ルドベキア「ローランドオレンジバイカラー」の生育状況(9月30日)

表5 ルドベキア「ローランドオレンジバイカラー」のLED照明と生育

試験区	到花日数 ¹⁾ 日	節数 ²⁾ 節	株高 cm	株張り cm	花茎長 cm	花径 cm	花弁数 cm	花弁長 cm	花弁幅 cm	側蕾数 個
404nm	89.7 b ³⁾	5.3 bc	11.3 bc	34.8 a	3.7 ab	11.5 b	14.5 a	5.9 b	2.0 a	0.7 a
462nm	84.3 b	2.8 ab	8.3 ab	29.4 a	2.4 ab	9.6 ab	13.7 a	4.5 a	2.1 a	0.8 ab
521nm	51.0 a	7.0 cd	15.9 d	24.9 a	5.2 b	8.3 a	14.2 a	4.0 a	1.6 a	2.5 c
642nm	51.8 a	8.3 d	17.1 d	29.2 a	4.9 b	9.5 ab	14.7 a	4.8 ab	1.7 a	2.3 bc
745nm	83.0 b	7.0 cd	13.6 cd	34.3 a	3.6 ab	10.3 ab	13.5 a	4.8 ab	1.6 a	0.8 ab
無処理	130.0 c	0.8 a	5.0 a	27.5 a	1.5 a	10.6 ab	12.0 a	5.0 ab	1.9 a	0.0 a

注) 1)鉢上げ日(8/3)より開花日までの日数。
 2)抽台した茎の節のみを数えた。
 3)Tukeyの多重検定。異符号間に5%レベルで有意差あり。

表6 ルドベキア「ローランドオレンジバイカラー」のLED照明と生育

試験区	到花日数 ¹⁾ 日	節数 ²⁾ 節
462nm	71.7 b ³⁾	11.2 ab
521nm	59.8 a	10.0 ab
596nm	63.5 ab	9.0 a
634nm	63.4 ab	11.5 b
642nm	67.8 ab	11.7 b
659nm	71.3 b	11.0 ab
745nm	73.2 b	14.6 c
無処理	87.5 c	16.0 c

注) 1)鉢上げ日(12/1)より開花日までの日数。
 2)抽台した茎の節のみを数えた。
 3)Tukeyの多重検定。異符号間に5%レベルで有意差あり。



図5 キンセンカ「フィエスタ ギターナ」の生育状況(2月1日)

表7 キンセンカ「フィエスタ ギターナ」のLED照明と生育

試験区	到花日数 ¹⁾ 日	葉数 枚	株高 cm	株張り cm	花径 cm	花盤径 cm	側蕾数 個
404nm	71.3 b ²⁾	25.0 a	15.2 ab	23.6 a	5.6 a	1.5 a	3.0 a
462nm	66.8 b	25.6 a	11.9 a	26.0 a	6.1 a	1.7 a	2.6 a
521nm	68.9 b	25.7 a	15.8 b	26.0 a	6.4 a	1.5 a	2.3 a
642nm	58.8 a	24.3 a	13.4 ab	23.8 a	6.6 a	1.7 a	3.1 a
745nm	64.6 ab	24.0 a	13.5 ab	23.9 a	5.9 a	1.5 a	2.5 a
無処理	66.8 b	24.7 a	13.5 ab	25.0 a	6.2 a	1.6 a	2.9 a

注) 1)鉢上げ日(11/30)より開花日までの日数。
 2)Tukeyの多重検定。異符号間に5%レベルで有意差あり。

(6) ペチュニア「プライムタイム」

生育調査結果を表8に示した。開花は521nm区および596nm区が早いものの、試験区間に有意な差はなかった。節数はLED照明により少なくなり、521nm区および596nm区が最も少なく、次いで、462nm区、642nm区および745nm区が同等となった。株高はLED照明により高くなり、462nm区が最も高くなった。株張りは642nm区および745nm区が同等に無処理区より大きくなり、596nm区が最も小さくなった。花茎長は試験区間に有意な差はなかった。

(7) ゼラニウム「マルチブルームレッド」

生育調査結果を表9および図6に示した。開花は634nm区が最も早くなり、次いで596nm区、642nm区、659nm区および745nm区が同等に早くなり、他の区は無処理区

と差がなかった。節数および株張りは試験区間に有意な差はなかった。茎長は745nm区が最も長くなり、次いで無処理区および659nm区が同等に長くなり、642nm区が最も短くなった。株高は745nm区が最も高くなり、次いで659nm区および無処理区となり、642nm区および634nm区が同等に最も低くなった。花茎長は745nm区、659nm、634nm区および596nm区が同等に長くなり、次いで462nm区、無処理区および521nm区が同等で、642nm区が最も短くなった。

(8) インパチェンス「インパクトオレンジ」

7月29日に鉢上げを行なった生育調査結果を表10および図7に示した。開花は745nm区が最も早く、次いで642nm区、404nm区、462nm区となり、521nm区、無処理区が同等に遅くなった。節数は、642nm区が無処理区に比べ

表8 ペチュニア「プライムタイム」のLED照明と生育

試験区	到花日数 ¹⁾		節数		株高 cm	株張り cm	花茎長 cm			
	日		節							
462nm	37.0	a ²⁾	12.7	ab	11.9	c	20.9	ab	4.8	a
521nm	33.9	a	11.6	a	11.0	bc	19.5	ab	4.4	a
596nm	34.9	a	12.3	a	10.8	bc	18.6	a	4.2	a
642nm	35.3	a	13.3	ab	10.8	bc	22.4	b	4.2	a
745nm	40.1	a	13.7	ab	9.4	ab	22.0	b	4.4	a
無処理	38.1	a	14.3	b	7.9	a	21.6	ab	3.7	a

注)1)鉢上げ日(11/29)より開花日までの日数。

2)Tukeyの多重検定。異符号間に5%レベルで有意差あり。



図6 ゼラニウム「マルチブルームレッド」の生育状況(5月27日)

表9 ゼラニウム「マルチブルームレッド」のLED照明と生育

試験区	到花日数 ¹⁾		節数	株張り cm	茎長 ²⁾ cm	株高 cm	花径長 cm					
	日											
462nm	80.8	b ³⁾	16.0	a	26.3	a	19.3	abc	24.7	bc	18.4	ab
521nm	82.0	b	15.8	a	26.7	a	17.9	abc	23.3	ab	18.0	ab
596nm	75.5	ab	15.5	a	27.1	a	18.3	abc	24.8	bc	19.0	b
634nm	73.7	a	15.7	a	26.2	a	16.3	ab	20.6	a	19.0	b
642nm	76.7	ab	15.7	a	24.8	a	15.7	a	20.4	a	16.0	a
659nm	78.3	ab	16.5	a	26.4	a	20.2	bc	21.8	ab	19.3	b
745nm	77.8	ab	15.7	a	26.8	a	20.9	c	27.8	c	20.6	b
無処理	81.7	b	16.3	a	26.8	a	20.0	bc	25.8	bc	18.2	ab

注)1)鉢上げ日(3/9)より開花日までの日数。

2)地際から最終節までの長さ。

3)Tukeyの多重検定。異符号間に5%レベルで有意差あり。

て最も少なくなり、次いで745nm区が少なくなった。他のLED照明区は無処理区と差がなかった。株高は、642nm区および521nm区が無処理区に比べて同等に低くなった。他のLED照明区は無処理区と差がなかった。平均節間長は745nm区、無処理区、462nm区が同等に長くなり、次いで404nm区、642nm区となり、521nm区が最も短くなった。株張りは404nm区、462nm区、521nm区、無処理区が同等に大きくなり、次いで642nm区となり、745nm区が最も小さくなった。花茎長は745nm区が最も長くなったが、その差は僅かであった。8月19日に鉢上げを行なった生育調査結果を表11に示した。開花はLED照明により遅くなり、521nm区が最も遅くなった。節数は521nm区が最も多くなり、次いで無処理区、642nm区となり、他の試験区は同等に少なくなった。株高は745nm区、521nm区および無処理区が同等に高くなり、他の試験区は低くなった。平均節間長は745nm区が無処理区より長くなり、他のLED照明区は短くなり、なかでも634nm区が最も短くなった。株張りは745nm区を除いてLED照明区は無処理区に比べて大きくなったが、特に521nm区が最も大きくなった。最大側枝長は521nm区が無処理区よりも長くなった。花茎は745nm区が無処理区よりも長くなり、659nm区が短くなった。

(9) ナスターチューム「ホワリーバードゴールド」

生育調査結果を表12および図8に示した。節数は試験区間に有意な差はなかった。株高は634nm区、521nm

区、462nm区が同等に高くなり、次いで745nm区、無処理区、642nm区、659nm区となり、596nm区が最も低くなった。株張りは596nm区が最も小さくなったが、試験区間に有意差はなかった。

(10) その他

サルビア「スカーレットクイーン」、ガーベラ「ローズナイン」、キバナコスモス「スカーレットオレンジシェード」は開花に変化はみられず、形態的な変化もほとんど認められなかった(データ省略)。



図7 インパチエンス「インパクトオレンジ」の生育状況(9月15日)

表10 インパチェンス「インパクトオレンジ」のLED照明と生育

試験区	到花日数 ¹⁾	節数	株高	平均節間長 (株高/節数)	株張り	花茎長
	日					
404nm	45.8 ab ²⁾	17.8 c	25.6 b	1.4 ab	29.7 b	3.7 a
462nm	46.5 ab	17.2 c	26.1 b	1.5 b	28.6 b	3.0 a
521nm	48.0 b	17.2 c	19.2 a	1.1 a	28.3 b	2.9 a
642nm	45.0 ab	12.0 a	16.9 a	1.4 ab	25.8 ab	3.0 a
745nm	40.2 a	14.7 b	25.3 b	1.7 b	19.9 a	3.8 a
無処理	48.2 b	17.7 c	30.2 b	1.7 b	27.3 b	3.3 a

注)1)鉢上げ日(7/29)より開花日までの日数。

2)Tukeyの多重検定。異符号間に5%レベルで有意差あり。

表11 インパチェンス「インパクトオレンジ」のLED照明と生育

試験区	到花日数 ¹⁾	節数	株高	平均節間長 (株高/節数)	株張り	最大側枝長	花茎
	日						
462nm	57.5 abc ²⁾	17.8 a	11.3 a	0.6 ab	23.7 ab	11.1 a	2.5 ab
521nm	62.7 c	20.7 b	17.7 b	0.9 bc	33.5 c	15.6 b	2.8 ab
596nm	61.5 bc	17.5 a	10.8 a	0.6 ab	26.3 b	11.8 a	2.9 ab
634nm	62.0 bc	17.2 a	9.5 a	0.5 a	26.8 b	11.1 a	2.8 ab
642nm	52.0 ab	18.2 ab	12.8 a	0.7 abc	26.0 b	11.6 a	2.5 ab
659nm	55.2 abc	17.0 a	10.5 a	0.6 ab	25.7 b	11.0 a	2.3 a
745nm	52.8 abc	17.8 a	20.8 b	1.2 d	19.5 a	10.0 a	3.2 b
無処理	48.3 a	18.7 ab	17.3 b	0.9 cd	19.4 a	10.0 a	2.7 ab

注)1)鉢上げ日(8/19)より開花日までの日数。

2)Tukeyの多重検定。異符号間に5%レベルで有意差あり。

表12 ナスターチューム「ホワリーバードゴールド」のLED照明と生育

試験区	節数 ¹⁾	株高	株張り
	節		
462nm	8.5 a ²⁾	17.7 c	10.7 a
521nm	8.5 a	18.1 c	10.5 a
596nm	7.7 a	13.3 a	9.4 a
634nm	7.8 a	18.3 c	12.3 a
642nm	9.0 a	16.2 bc	11.8 a
659nm	8.3 a	14.5 ab	9.8 a
745nm	8.2 a	17.0 bc	10.2 a
無処理	8.2 a	16.3 bc	11.3 a

注)1)鉢上げ日(6/14)より1週間後に各区同時に計測。

2)Tukeyの多重検定。異符号間に5%レベルで有意差あり。



図8 ナスターチューム「ホワリーバードゴールド」の生育状況(6月25日)

2 試験2 単波長のLED照明が観葉植物の生育に及ぼす影響

(1) スパティフィラム「ショパン」

10月2日に鉢上げを行った生育調査結果を表13および表14に示した。生育状況は、葉数、側芽数および株張りでは、有意な差がなかった。株高は、745nm区が最も高くなり、次いで659nm区、521nm区、無処理区、642nm区、462nm区となり、404nm区が最も低くなった。最終展開葉の葉柄は745nm区が無処理区よりも長くなった。最終展開葉の長さは745nm区が最も長くなり、他の区は無処理区と差がなかった。最終展開葉の幅は試験

区間に有意な差がなかった。最終展開葉の長さとの比は745nm区が無処理区よりも大きくなった。開花日は試験区間に有意な差がなかった。花茎長は、745nm区が最も長くなり、次いで659nm区、642nm区、521nm区、404nm区、無処理区となり、462nm区が最も短くなった。苞の長さおよび幅、乾燥重は試験区間に有意な差がなかった。10月6日に鉢上げを行った生育調査結果を表15および図9に示した。開花は試験区間に有意な差がなかった。花茎長は、745nm区が最も長くなり、他のLED照明区は無処理区と同等であった。苞の長さ、幅および長さとの比は試験区間に有意な差がなかった。

表13 スパティフィラム「ショパン」のLED照明と生育

試験区	葉数 ¹⁾ 枚	側芽数 枚	株張り cm	株高 cm	最終展開葉				
					葉柄 cm	長さ cm	幅 cm	長/幅	
404nm	7.5 a ²⁾	1.9 a	27.3 a	15.0 a	8.4 a	19.2 a	6.4 a	3.1 ab	
462nm	7.6 a	2.3 a	27.9 a	16.1 ab	8.9 ab	18.2 a	6.2 a	3.0 a	
521nm	7.7 a	2.0 a	27.3 a	18.2 abc	9.6 ab	18.8 a	6.0 a	3.2 ab	
642nm	7.8 a	2.6 a	27.3 a	16.7 ab	9.1 ab	19.4 ab	6.3 a	3.1 ab	
659nm	8.1 a	3.0 a	28.9 a	19.3 bc	10.3 b	19.4 a	6.7 a	2.9 a	
745nm	7.6 a	1.4 a	28.4 a	20.9 c	11.3 c	21.3 b	6.1 a	3.5 b	
無処理	7.9 a	2.8 a	27.6 a	17.0 ab	8.9 ab	18.7 a	6.0 a	3.1 ab	

注) 1)3月2日に各区同時計測。

2)Tukeyの多重検定。異符号間に5%レベルで有意差あり。

表14 スパティフィラム「ショパン」のLED照明と生育

試験区	到花日数 ¹⁾ 日	花茎長 cm	苞			乾燥重 g
			長さ cm	幅 cm	長/幅	
404nm	210.0 a ²⁾	22.4 ab	11.5 a	5.6 a	2.1 a	5.2 a
462nm	203.2 a	21.3 a	13.9 a	6.4 a	2.2 a	5.0 a
521nm	207.6 a	23.8 ab	12.9 a	7.3 a	2.0 a	4.8 a
642nm	208.2 a	24.8 ab	13.6 a	6.3 a	2.1 a	5.5 a
659nm	207.5 a	26.8 bc	13.3 a	6.6 a	2.0 a	5.6 a
745nm	208.3 a	30.6 c	13.1 a	6.0 a	2.2 a	4.8 a
無処理	205.2 a	21.9 ab	12.3 a	6.2 a	2.0 a	4.9 a

注) 1)鉢上げ時(10/2)より開花日まで積算。

2)Tukeyの多重検定。異符号間に5%レベルで有意差あり。

表15 スパティフィラム「ショパン」のLED照明と生育

試験区	到花日数 ¹⁾ 日	花茎長 cm	苞		
			長さ cm	幅 cm	長/幅
453nm	175.4 a ¹⁾	32.6 a	13.0 a	6.4 a	2.1 a
634nm	175.7 a	31.4 a	13.7 a	6.5 a	2.1 a
745nm	175.7 a	39.0 b	12.5 a	5.6 a	2.3 a
無処理	175.9 a	28.7 a	11.4 a	5.6 a	2.1 a

注) 1)鉢上げ時(10/6)より開花日まで積算。

2)Tukeyの多重検定。異符号間に5%レベルで有意差あり。



図9 スパティフィラム「ショパン」の生育状況(4月15日)

(2) アフェランドラ「ダニア」

3月4日の生育調査結果を表16に示した。節数では、試験区間に有意な差はなかった。株張りでは、LED照明により無処理区に比べて大きくなり、なかでも453nm区が最も大きくなった。株高は453nm区および634nm区が無処理区に比べて同等に低くなった。最大展開葉の長さは試験区間に有意な差がなかった。最大展開葉の幅はLED照明により無処理区に比べて長くなり、特に453nm区および634nm区が同等に長くなった。最大展開葉の

長さと幅の比は634nm区および453nm区が無処理区に比べて同等に小さくなった。開花時の生育調査結果を表17および図10に示した。開花は、LED照明により早くなり、453nm区および634nm区が同等で、次いで745nm区となった。節数では、試験区間に有意な差はなかった。株張りでは、634nm区が無処理区より小さくなった。株高は、745nm区が無処理区より高くなり、453nm および634nm区が同等に無処理区より低くなった。茎長は453nmおよび634nm区が同等に無処理区よりも低くなった。

平均節間長は745nm区が無処理区より長くなり、453nm区および634nm区が同等に無処理区より低くなった。最大展開葉の長さは試験区間に有意な差がなかった。最大展開葉の幅は745nm区が無処理区より短くなった。最大展開葉の長さとの幅の比は無処理区よりも745nm区が大きくなり、634nm区が小さくなった。

(3) その他

ディフェンバキア「カミーラ」、アンスリウム「アラバマ」、ドラセナ「サンデリアーナ」およびポトス「ライム」は形態的な変化もほとんどみられなかった（データ省略）。

考 察

植物の生育を制御することは、栽培期間の短縮や出荷時期の調節、利用や観賞方法等目的に応じた草姿で出荷するために重要である。これまで、生育の制御は温度管理、養水分管理、植物成長調整剤の利用、光については開花の調節を目的とした白熱電球やシェードによる日長処理が一般的で、光質に着目した制御は様々な人工光源が供試され、光源の特徴と植物の反応が整理されるものの⁹⁾、コストの面からほとんど利用されていない。そのため、消費電力の低いLEDは、波長と植物の種類ごとの様々な反応が明らかにされることにより、開花反応だけでなく、形態の制御が重要となる鉢花や観葉植物の栽培現場での利用が広がる可能性が高い。

試験1では、供試した鉢花のうち、634nm前後の赤色光を中心に短日植物のヒマワリ、コスモスおよびケイ

トウの開花の抑制、長日植物のルドベキア、キンセンカの開花の促進がみられた。なお、ヒマワリについては、赤色光よりも効果は劣るものの、開花および節数が無処理区と有意な差のあった521nm区で開花の抑制が、また、ペチュニアについては開花の有意差はないものの、596nm区、521nm区で開花が早いこと、また節数が無処理区より少ないこと、照明が4時間であり17時から7時まで照明した他の種類よりも時間が少なかったことから、521nm区、596nm区で開花が促進されると推察された。ケイトウについては、462nm区で節数が無処理区と同等であるものの開花の遅れがみられ、462nmの照明が花芽発達の抑制につながった可能性がある。



図10 アフェランドラ「ダニア」の生育状況(8月12日)

表16 アフェランドラ「ダニア」のLED照明と生育

試験区	節数 ¹⁾ 枚	株張り cm	株高 cm	最大展開葉		
				長さ cm	幅 cm	長/幅
453nm	4.5 a ²⁾	27.5 b	15.7 a	16.6 a	7.9 b	2.0 a
634nm	4.6 a	26.6 ab	15.8 a	16.9 a	8.1 b	2.0 a
745nm	4.1 a	24.6 ab	26.1 b	16.4 a	7.2 ab	2.2 b
無処理	4.1 a	23.2 a	22.9 b	15.7 a	6.8 a	2.3 b

注) 1)3月4日に各区同時計測。

2)Tukeyの多重検定。異符号間に5%レベルで有意差あり。

表17 アフェランドラ「ダニア」のLED照明と生育

試験区	到花日数 ¹⁾ 日	節数 節	株張り cm	株高 cm	茎長 cm	平均節間長 (茎長/節数) cm	最大展開葉		
							長さ cm	幅 cm	長/幅
453nm	119.8 a ²⁾	10.8 a	33.8 ab	32.4 a	29.7 a	2.8 a	20.5 a	9.2 ab	2.2 ab
634nm	126.4 a	11.1 a	31.3 a	29.0 a	27.3 a	2.5 a	20.8 a	9.6 b	2.1 a
745nm	142.6 ab	10.5 a	35.2 b	51.0 c	45.8 b	4.4 c	20.9 a	8.7 a	2.4 b
無処理	169.9 b	11.0 a	35.6 b	46.5 b	43.1 b	3.9 b	21.0 a	9.5 b	2.2 ab

注) 1)鉢上げ日(4/23)より開花日までの日数。

2)Tukeyの多重検定。異符号間に5%レベルで有意差あり。

ルドベキアにおいては赤色光吸収型のフィトクロームの吸収ピークとされる660nmより短波長領域の642nmから521nmまで開花の促進に有効であった。長日植物については切花類のシュコンカスミソウやトルコギキョウは遠赤色光により開花が促進するが^{6, 7)}、今回供試した長日植物については遠赤色光では促進されず、ゴデチアやペチュニア等で赤色および橙色LEDで開花が促進する報告⁸⁾と同様と考えられた。これらの開花反応はフィトクロームの反応系で説明される光周性に概ね一致するものの、521nm区でも開花の抑制や促進が見られることから、フィトクロームの吸収ピークである660nmを中心とする波長よりも、植物の実際の光周性は短い波長領域が最も影響することを示唆している。短日植物のキクを用いた花芽分化抑制については、LEDによる暗期中断は、フィトクロームの吸収ピークの660nm前後よりも、短波長領域(600~640nm)で最も開花を抑制したとの報告がある¹⁰⁾。また、同様に蛍光灯を用いたキクの暗期中断反応については黄色光が最も効果的であり、この現象は緑色植物の場合、クロロフィルやカロテノイドなどの色素による隠蔽効果により、フィトクロームの吸収ピークが短波長側へのゆがむことが指摘されている¹¹⁾。ルドベキアの波長に対する開花反応は短日植物のキクと長日植物の違いはあるものの、同じフィトクロームの反応系で誘導される開花反応とすると本研究の結果とほぼ一致する現象と考えられる。ヒマワリやコスモス、ルドベキアでみられる形態的な違いは開花時期の違いが最も影響を及ぼしたと考えられる。6月鉢上げのヒマワリの場合、642nm区では開花が抑制され生育の後半まで栄養生長を続け、節数、株高が大きくなり、株が充実した。また、側蕾の生育の抑制や、開花が抑制されたものの花芽分化が始まっておりキクの再電照効果に類似する影響等により、舌状花数の増大や花弁が長くなり、花径が大きくなったと考えられる。コスモスにおいてもヒマワリ同様、開花の抑制が節数の増加や茎長の伸長につながったと考えられる。ルドベキアの場合は開花の促進がヒマワリとは反対に側蕾数の増大につながったと考えられる。なお、開花の遅れた区では一部ロゼット化し、節数の増加や花茎の伸長が抑制された状態の開花となった。中性植物の開花については、ゼラニウムでは、634nmの赤色光を中心に、開花が促進し長日植物に近い傾向がみられた。また、インパチェンスにおいては、7月鉢上げ時では、LED照明が開花の促進に、8月鉢上げ時には開花の抑制になる等、時期の違いにより変動した。形態についてはゼラニウムについては634nm区、642nm区で茎長が短くなることで、株高が低くなった。ナスターチュムでは596nm区、インパチェンスでは634nmの赤色光を中心に節間長が短くなることで、株高が約30~40%低くなった。なお、インパチェンスの場合、7月鉢上げ時では521nm区においても株高が低くなったが、8月鉢上げにおいては462nm区でも低くなるものの、521nm区では株高は低くならず側枝が伸びることで株張りが大きくなった。これらの形態的な変化は開花期が

違うものの、節数はほとんど同じであり、前述の短日植物や長日植物で説明される開花期の違いが形態に影響を及ぼす現象とは異なっている。植物は群落内において、他の植物の陰から逃れ自ら光環境を獲得するために茎伸長が促進する。この反応は避陰反応とよばれ、遠赤色光(FR)に対する赤色光(R)の割合(R/FR)が小さい光環境がシグナルとなり、その受容体はフィトクロームによって調節され、植物体内のジベレリンの含有量や応答性等によるものと推察されている^{12, 13)}。この反応を利用して、特に効果の高い明期終了時の短時間照射処理により、スプレーギクを始め、様々な種類の切花において茎伸長の促進効果が報告されている^{4, 5)}。今回の結果はその逆で、赤色光を夜間照明した結果、擬似的にR/FRが高い光環境がシグナルとなり、茎伸長が押さえられ、株高が低くなったと考えられる。鉢物栽培においては、徒長防止のために矮化剤が使用されることがあり¹⁴⁾、赤色光照明による伸長の抑制は薬剤によらないコンパクトな鉢物づくりに効果的と考えられる。赤色光照明以外にみられた反応としては、ペチュニアの462nm区で株高が高くなった。この結果はインビトロ内の青色光照明が低ジベレリン環境となりペチュニアの茎伸長を促すとの報告²⁾と類似しており、温室条件下でも同様な現象が生じたと推察される。また、インパチェンスの462nm区や521nm区の茎伸長効果の鉢上げ時期による変動については、照明波長、光環境や温度環境、開花反応が互いに影響しあい、その茎伸長の効果に変化したと考えられるが、その生理機構は複雑であると考えられる。

また、試験2では、供試した観葉植物のうち、スパティフィラムでは、745nm区において、株高が高くなり花茎の伸長がみられた。特に花茎長は無処理区に比較し、30%以上長くなった。株高が高くなったのは、葉柄と葉長が伸びたためであった。この効果は葉幅に影響はしないため、葉は細長くなった。また、15℃下、18℃下とも苞への影響はみられなかった。観葉植物の中でも光補償点の低いスパティフィラムの場合¹⁵⁾、LED照明による光合成量の増加が形態の変化に寄与していることが考えられたが、15℃下の照明において乾燥重に有意な差はなく、光形態形成反応と考えられた。アフランドラにおいては、453nm区および634nm区において、開花が促進し、株張りおよび株高は小さくなり、745nm区においては株高が高くなった。株高が低くまたは高くなったのは、節間長の差によるもので、特に453nm区および634nm区では無処理区と比較し30%以上株高が低くなった。スパティフィラムでは開花に差がなく、またアフランドラでは開花に有意な差があるものの、節数に有意な差がないことから、両観葉植物の形態的な変化は、試験1の中性植物で説明される避陰効果と同様な現象と考えられる。観葉植物栽培においては、様々な種類の植物が同じ温室で栽培されることもあり、種類に応じてLED照明によりR/FRを変化させることにより、株高や花茎長の確保やコンパクトな鉢物づくりに有効と考えられる。

表18 単波長のLED照明が、鉢物の生育に及ぼす影響

反応	種類	方向	波長(nm)								
			453	462	521	596	634	642	659	745	
開花	ヒマワリ	抑制			←	←	←	←	←	←	←
	コスモス	抑制						←	←	←	←
	ケイトウ	抑制			←	←	←	←	←	←	←
	ルドベキア	促進			←	←	←	←	←	←	←
	キンセンカ	促進						←	←	←	←
	ペチュニア	促進			←	←	←	←	←	←	←
伸長	インパチエンス	抑制			←	←	←	←	←	←	←
	ゼラニウム	抑制					←	←	←	←	←
	ナスターチューム	抑制			←	←	←	←	←	←	←
	アフelandラ	抑制	←	←	←	←	←	←	←	←	←
	ペチュニア	促進		←	←	←	←	←	←	←	←
	アフelandラ	促進								←	←
	スパティフィラム	促進									←
変化なし		サルビア、キバナコスモス、ガーベラ、ディフェンバキア、アンズリウム、ドラセナ、ポトス									

*)矢印の破線部分は試験未実施

以上のようにLEDの夜間照明に対する生育反応は波長や植物種によって異なっていた(表18)。開花反応については、521nmから659nmまでの照明により長日植物の開花の促進や短日植物の開花の抑制がみられ、植物種によってはその有効な波長域が異なっていた。また、形態については、521nmから659nmまでの照明により茎の伸長抑制がみられ、植物種によっては453nmの照明でも有効な場合もあった。745nmの照明は茎の伸長や花茎の伸長を促進した。LEDの波長を選択することで、開花や茎の伸長の調節により形態の変化を促し、花径の増大や開花の促進、コンパクトな草姿等、多様な形態の鉢物を生産する可能性が示された。なお、LED照明による明確な変化がみられなかった植物種もあったが、時期や品種、照明時間や期間および光強度等を検討することにより、栽培場面で活用可能な変化が得られる場合もあると考える。

今後、生産現場での導入にあたっては、効果のみられた植物種においては様々な栽培条件・環境での効果的または効率的なLEDの照明時間、期間、光強度等を検討するとともに、供試の植物種以外の種類、品種についてもその効果を明らかにすることが必要であると考えられる。

引用文献

1. 農林水産省生産局生産流通振興課花き産業振興室. 平成21年花木等生産状況調査. (2011)
2. 宮坂祐司, 雨木若慶, 佐藤幸治, 渡邊博之. ペチュニアの成長と形態形成に対するGA₃処理と各種LED光照射の影響. 園学雑. 74(別1), 150(2005)
3. 平井正良, 雨木若慶, 渡邊博之. 発光ダイオード(LED)による単色光照射がナス、リーフレタス、ヒマ

- ワリの節間伸長に及ぼす影響. 植物環境工学. 18(2), 160-166(2006)
4. 島浩二, 河西孝秀, 山田真, 石渡正紀, 住友克彦, 久松完. 明期終了時の遠赤色光照射(EOD-FR)における光強度および照射時間がスプレーギクの茎伸長に及ぼす影響. 園学研. 8(別1), 424(2009)
5. 住友克彦, 山形敦子, 島浩二, 岸本真幸, 久松完. 数種切花類の開花および茎伸長に及ぼす明期終了時の短時間遠赤色光照射(EOD-FR)の影響. 花き研報. 9, 1-11(2009)
6. 勝田敬子, 西山学, 金浜耕基. シュッコンカスミノウの成長に及ぼすR/FR蛍光ランプの影響. 園学雑. 71(別1), 168(2002)
7. 吉村正久, 佐々木厚, 柴原雄右, 勝田敬子, 森山巖典, 金浜耕基. トルコギキョウの開花に及ぼす遠赤色電球形蛍光ランプの影響. 園学雑. 74(別2), 528(2005)
8. Hamamoto, H., Shimaji, H. and Higashide, T. Budding and bolting responses of horticultural plants to night-break treatments with LEDs of various colors. J. Agric. Meteorol. 59(2), 103-110(2003)
9. Fukuda, N., Kobayashi-Yoshinaka, M., Ubukawa, M., Takayanagi, K. and Sase, S. Effects of light quality, intensity and Duration from Different artificial light sources on the growth of *Petunia × hybrida* Vilm.). J. Japan. Soc. Hort. Sci. 71(4), 509-516(2002)
10. 大石一史, 新井聡, 犬伏加恵, 中村恵章. キク花芽分化抑制に有効なLEDの波長、および花芽分化抑制効果に及ぼす日射量の影響. 園学研. 9(別2), 545(2010)

11. 住友克彦, 樋口洋平, 小田篤, 青木献, 山田真, 石渡正紀, 鳴海貴子, 深井誠一, 久松完. キク花成の暗期中断反応におけるフィトクロームの関与および分光感度. 園学研. 9(別2), 286(2010)
12. Cerdan, P.D. and Chory, J. Regulation of flowering time by light quality. *Nature*. 423, 881-885(2003)
13. Flanklin, A.K. and Whitelam, G.C. Phytochromes and shade-avoidance responses in plants. *Ann. Bot.* 96, 169-175(2005)
14. 森岡公一, 米村浩次, 酒井広蔵, 福田正夫, 樋口春三. 数種はち花に対する生長抑制剤の利用. 愛知農総試研報B. 10, 36-41(1978)
15. 森岡公一, 米村浩次, 山本幸男, 太田弘. 観葉植物12種の光合成特性. 園学要旨63秋, 490(1988)