



あたらしい 農業技術

No.682

ガーベラは赤色 LED を夜間照射することで花茎が伸長し出荷ロス率が減少する

令和4年度

要 旨

1 技術、情報の内容及び特徴

- ・ ガーベラ栽培において、9～5月の夜間に赤色 LED を照射することで、花茎長の伸長、葉面積の増加が見られ、出荷ロス率が減少します。

2 技術、情報の適用効果

- ・ 本技術は、品種、季節間差により、花茎長が短く、出荷ロスが多い場合に活用してください。また、温室全体への導入よりも、スポット的な導入をおすすめします。
- ・ 赤色 LED はガーベラの株元から 1.3～2 m の高さに、赤色 LED 間隔が 3 m となるよう設置します。電球用のソケットが 3 m 間隔で配置されている電照コードなどを利用し、複数の列に導入する場合には、列間を 3 m 空けて電照コードを設置してください。
- ・ 仮に 1 列のみで設置した場合、列の左右で片側 2.5 m 程度の範囲に照射による生育への影響が見られます。
- ・ 9～5月に 22～2時、もしくは日の入りから日の出までの時間帯を目安に照射します。
- ・ 照射効果は照射開始後 1～1.5 か月後から出始めます。照射を終了しても、照射中に大きくなった葉面積は変わらないため、花茎長の伸長効果は数か月持続します。
- ・ 赤色 LED を照射して栽培したガーベラは、照射しない場合に比べて、収穫本数は減少しますが、花茎長が 5～15 cm 程度長くなり、葉面積も 1.5～2 倍程度増加します。
- ・ 切り花は、花茎長が長くなるだけでなく、花の大きさや花茎の太さも増加するなど、全体のボリュームが増加します。また、花茎長不足による出荷ロス率が低減します。
- ・ 赤色 LED の初期導入費用は、仮に奥行 36 m の温室にスポット的に 1 列導入する場合、8 万円程度です。また、この場合の年間の電気代は 22～2時の照射で 2,678 円、終夜照射で 7,767 円となります。

3 適用範囲

ガーベラ生産者及び指導機関

4 普及上の留意点

- ・ 赤色 LED の効果には品種間差があります。
- ・ 赤色 LED の夜間照射により、花茎長が伸長し葉面積が増加しますが、全体の収穫本数は減少します。品種や季節間差により、花茎長が不足し出荷ロス率が高いときなどに活用してください。
- ・ 当成果は、鍋清(株)の DELED-Plants(鍋清(株)、ピーク波長 620-630 nm、消費電力 9 W、照射角度 165°)を使用したものです。使用する赤色 LED に明るさの違いがある場合は、設置高さ、間隔等を適宜調整してください。
- ・ アザミウマ類は赤色 LED に限らず、夜間の電照に誘引される性質があります。温室開口部の防虫ネットの設置・補修などの対策を徹底してください。

目 次

はじめに	1
1 光の波長と植物の反応	1
2 赤色 LED の夜間照射による効果	2
(1) 花茎長、葉面積、収量への影響	2
(2) 出荷ロス率への影響	3
(3) 光の強さ	4
(4) 照射時間帯	4
(5) 照射時期	5
3 赤色 LED の設置方法および光の強さの目安	5
4 赤色 LED の導入費用および電気代	7
(1) 導入費用	7
(2) 電気代	7
5 導入にあたっての留意点	8
おわりに	8
参考文献	8

はじめに

近年、施設園芸において、人為的に植物の生育や開花などを調節するための光利用に関する研究や技術普及が進んできました。すでに普及している技術としては、キクにおける白熱灯やLEDを利用した花芽分化抑制技術などがあります。他にもトルコギキョウや宿根カスミソウなどの花きや野菜においても、様々な光利用に関する研究がされていますが、ガーベラにおいては十分な検討がされていませんでした。

今回紹介する赤色LEDの夜間照射には、ガーベラの花茎長の伸長や、葉面積の増加といった効果があり、花茎長不足による出荷ロス率の低減につながる事がわかりました。ここでは、ガーベラ栽培における夜間の赤色LED照射がガーベラの生育に及ぼす影響や具体的な照射方法および留意点について紹介します。

1 光の波長と植物の反応

一般的に光とは、電磁波の一つであり、定義的には、人間が見ることのできる波長 380~780nm の範囲にある「可視放射」のことを指します。私たち人間の目は、光の波長の違いを色の違いとして認識することができます。植物において、光合成ではおおむね 400~700nm 付近の波長域の光が利用されます。また、600~700nm 付近の赤色光および 700~800nm 付近の遠赤色光は特に発芽や花芽分化等に利用されます。

今回紹介する試験結果は、ピーク波長 620~630nm の赤色LED(鍋清株、ピーク波長 620-630nm、消費電力 9W、照射角度 165°)を使用したものです。

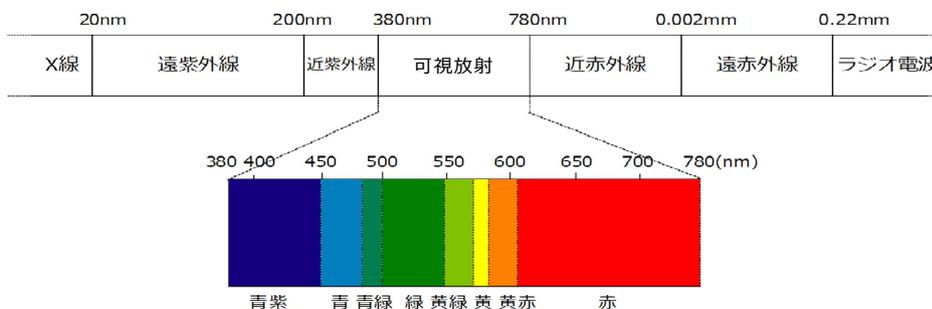


図1 電磁波の波長と光（可視放射）のスペクトル



図2 試験で使用した赤色LED

1) 鍋清株DELED-Plants、ピーク波長 620-630nm、消費電力 9W、照射角度 165°

2 赤色 LED の夜間照射による効果

(1) 花茎長、葉面積、収量への影響

赤色 LED の夜間照射によるガーベラの基礎的な生育への影響を確認するため、赤色 LED を地上高 120cm (ガーベラ株元から 60cm) に 50cm 間隔で設置し、近距離で照射する試験を行いました。

終夜もしくは暗期中断 (22~2時) で赤色 LED を照射した場合には、花茎長が伸長し、葉面積、株張、草高が大きくなりました (図 3、4)。また、全体の収穫本数は減少するものの、花茎長の伸長により上位階級の収穫本数が増加しました (図 5、6)。なお、切り花は花茎長が長くなるだけではなく、花の大きさや花茎の太さも増加するなど、全体のボリュームが増加します。年間平均の花茎長は、‘キムシー’で照射なし区 44cm、終夜区 51cm、暗期中断区 50cm となり、‘サンディ’で照射なし区 53cm、終夜区 60cm、暗期中断区 58cm となりました (図 7、8)。ガーベラの出荷階級の基準は一般的に花茎長 40cm 以上からとされています。‘キムシー’のような花茎長の短い品種で出荷可能な長さまで安定して確保したい場合や、より長い上位の階級を出荷したい場合などにスポット的な照射をおすすめします。



図 3 赤色 LED の照射効果 (切り花)

1) 品種: ‘キムシー’

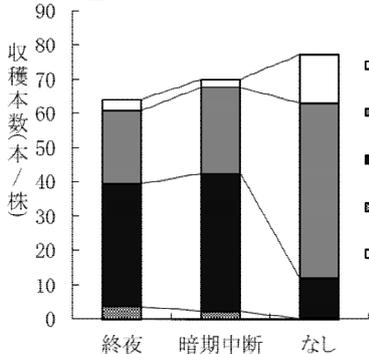


図 5 処理別の ‘キムシー’ の収穫本数

1) 期間: 2019年12月11日~2020年12月1日

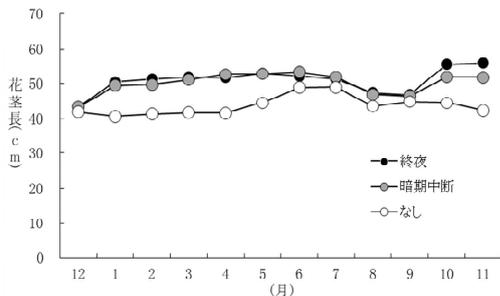


図 7 処理別の ‘キムシー’ の花茎長

1) 2019年12月11日~2020年11月30日

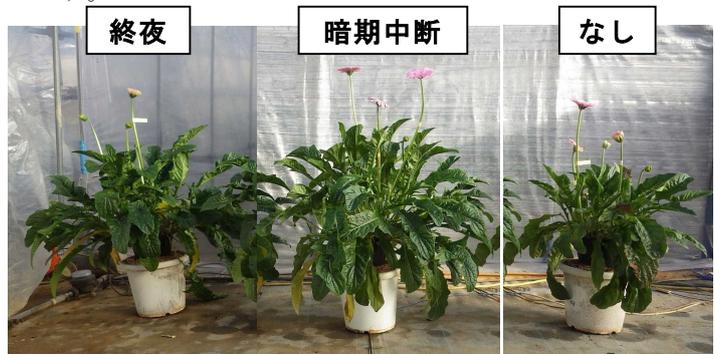


図 4 赤色 LED の照射効果 (葉面積、株張、草高)

1) 品種: ‘キムシー’

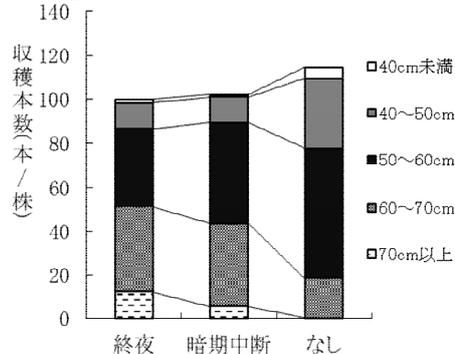


図 6 処理別の ‘サンディ’ の収穫本数

1) 期間: 2019年12月11日~2020年12月1日

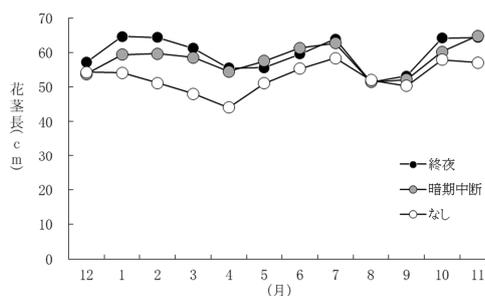


図 8 処理別の ‘サンディ’ の花茎長

1) 2019年12月11日~2020年11月30日

(2) 出荷ロス率への影響

生産者ほ場において、‘メリス’で、7～5月に赤色LEDを日の入りから日の出までの時間帯に照射した時の花茎長、出荷ロス率等を調べました。なお、赤色LEDはガーベラの株元から1.4mの高さに2m間隔で設置しました。

照射あり区で花茎長は平均5～15cm長くなり、出荷ロス率は6%減少しました(図9、表1)。また、この時、収量は照射あり区が照射なし区の93%となりました。個葉面積は照射あり区が照射なし区の1.2～1.7倍で推移しました(表2、図10)。

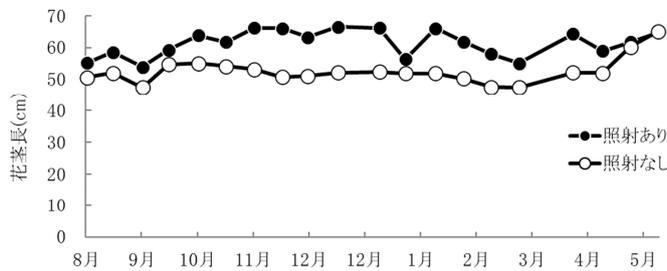


図9 赤色LED照射有無による花茎長の違い

1) 2021年8月12日～2022年5月26日

表2 赤色LED照射有無による累計の20cm以上花茎数の違い

処理区	20cm以上花茎数(本/株)
照射あり	31.0 (対照射なし93%)
照射なし	33.2

1) 期間：2021年8月12日～2022年5月26日

表1 赤色LED照射有無による出荷ロス率の違い

処理区	出荷ロス率(%)						平均
	12月	1月	2月	3月	4月	5月	
照射あり	0.0	0.7	0.0	3.5	3.7	5.8	2.3
照射なし	8.2	9.0	1.1	1.4	11.7	19.7	8.5

1) 2021年12月～2022年5月の期間に、月1回調査

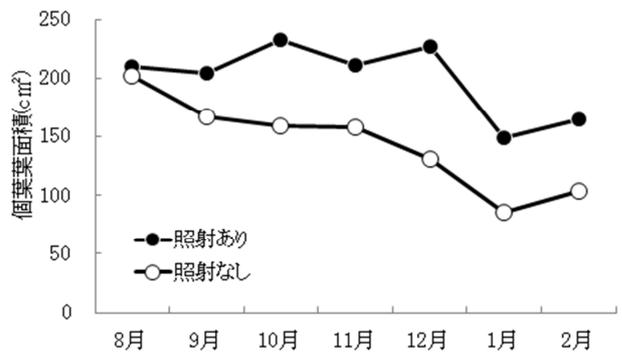


図10 赤色LED照射有無による個葉面積の違い

1) 2021年8月～2022年5月の期間に、月1回調査

(3) 光の強さ

キクの電照栽培において、品種によっては5lx程度のごくわずかな光でも、効果があるとされています。ガーベラの夜間赤色LED照射時における光の強さの影響について調べるため、異なる光強度で赤色LEDを照射する試験を行いました。

照射強度は、 $2.0\text{W}/\text{m}^2$ (490lx程度)、 $0.4\text{W}/\text{m}^2$ (100lx程度)、 $0.05\text{W}/\text{m}^2$ (10lx程度)の3区とし、日の入りから日の出までの終夜照射としました。

花茎長の伸長や葉面積の増加といった効果は、最も光の弱い $0.05\text{W}/\text{m}^2$ の光でも見られ、また、光の強度が強いほどその効果が高くなることがわかりました(図11、12)。

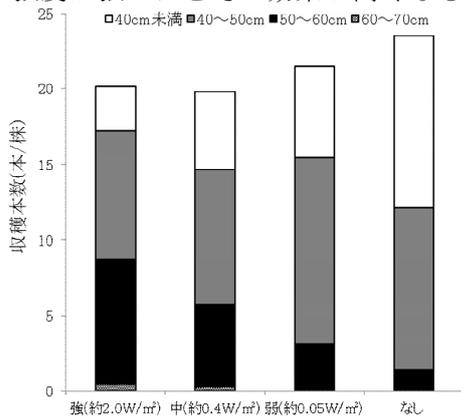


図11 赤色LED照射強度による‘キムシー’の花茎長別収穫本数の違い

1) 期間：2021年12月14日～2022年3月22日

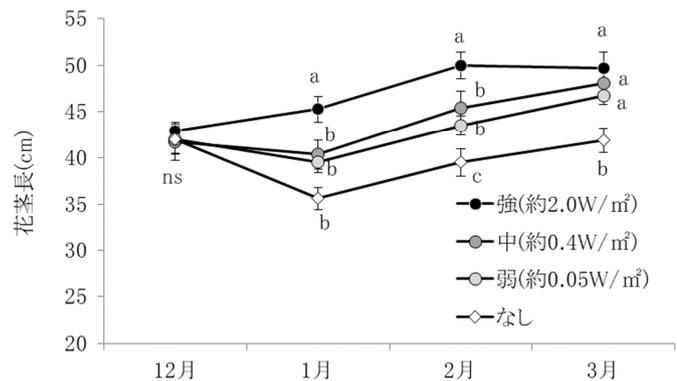


図12 赤色LED照射強度別の‘キムシー’の花茎長の推移

1) 期間：2021年12月14日～2022年3月22日

(4) 照射時間帯

照射時間帯について、日の入りから日の出までの終夜照射を行った区と、暗期中ほど4時間(22～2時)に照射を行った区で生育を比較した試験を行いました。

終夜照射の方が花茎長の伸長等の効果は高いですが、暗期中断の4時間の照射でも効果があることがわかりました(図13、14)。はじめは暗期中断照射で開始し、より長い花茎長が必要以上となる場合は、照射時間を長くするなどの調整を行ってください。

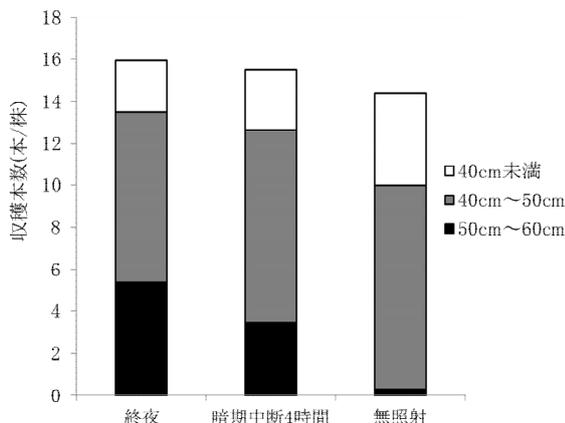


図13 照射時間帯の違いが‘キムシー’の収量に及ぼす影響

1) 期間：2021年12月14日～2022年3月22日

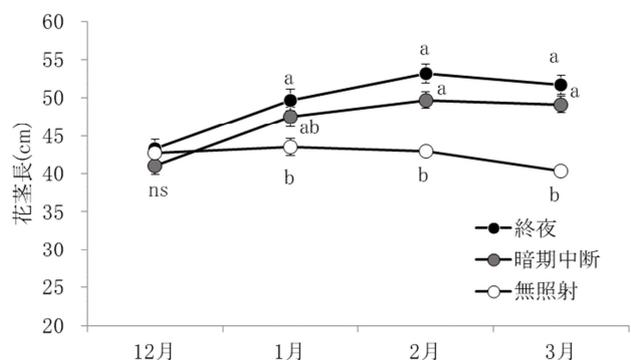


図14 赤色LED照射時間帯別の‘キムシー’の花茎長の推移

1) 期間：2021年12月14日～2022年3月22日

(5) 照射時期

12月照射開始で、赤色LEDを1年間照射する試験を行いました。10～5月までは照射ありの区で花茎長が長く推移していますが、6～9月には差がなくなりました(図15)。花茎長の伸長、葉面積の増加を目的とした赤色LEDの夜間照射においては、照射時期は9～5月を目安としてください。なお、花茎長の伸長や葉面積の増加といった照射効果が表れるのは照射開始後1～1.5か月後となります。そのため、図15では12月に花茎長は照射ありとなしで同等となっています。

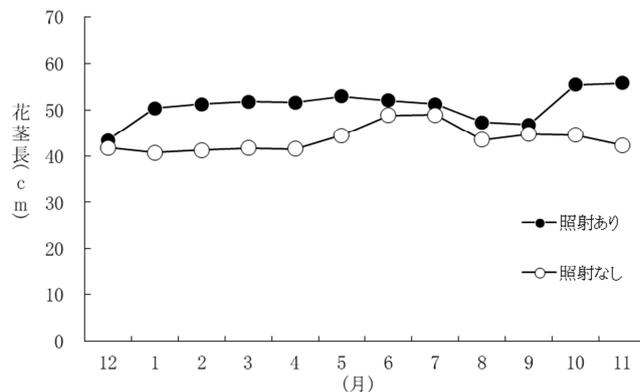


図15 赤色LED照射有無別の‘キムシー’の花茎長の推移
1) 2019年12月11日～2020年11月30日

3 赤色LEDの設置方法および光の強さの目安

赤色LEDはガーベラの株元から1.3～2mの高さに、赤色LED間隔が3mとなるよう設置します(図16)。電球用のソケットが3m間隔で配置されている電照コードなどを利用し、複数の列に導入する場合には、列間を3m空けて電照コードを設置してください。

赤色LEDを1列のみで導入した場合と、複数の列で導入した場合における株上の光の強さの例を示しました(図17、18)。仮に1列のみで設置した場合、列の左右で片側2.5m程度の範囲に照射による生育への影響が見られます。複数の列に3m間隔で導入した場合には、最も光強度が小さくなる位置であっても、効果を得るのに十分な光の強さ(0.05W/m²以上)があります。

なお、この例は、消費電力が9W、照射角度165°の赤色LEDを使用したもので、他の赤色LEDを使用した場合は、光の強さが異なることが想定されます。設置する高さや間隔を調節することで、光の強さや光の届く範囲を適宜調節してください。

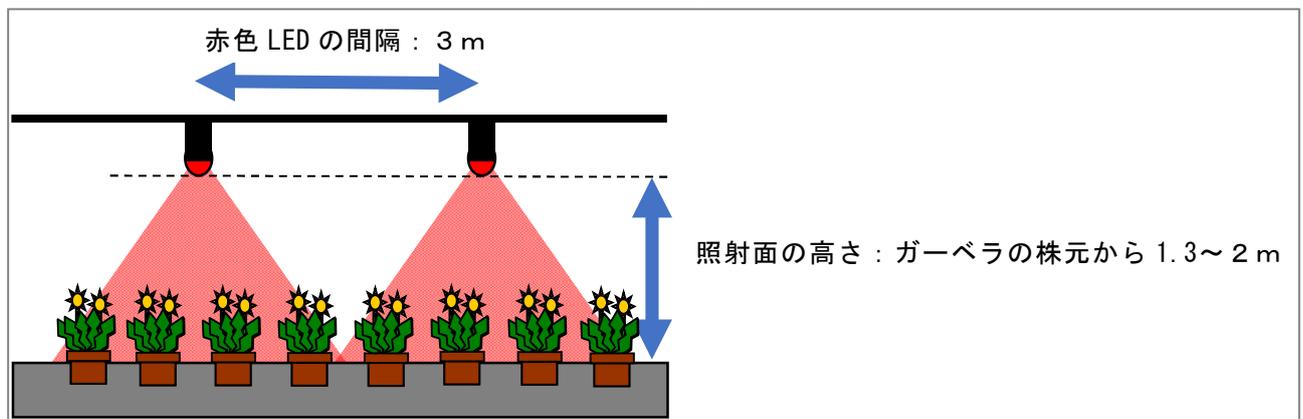


図16 赤色LEDの設置方法

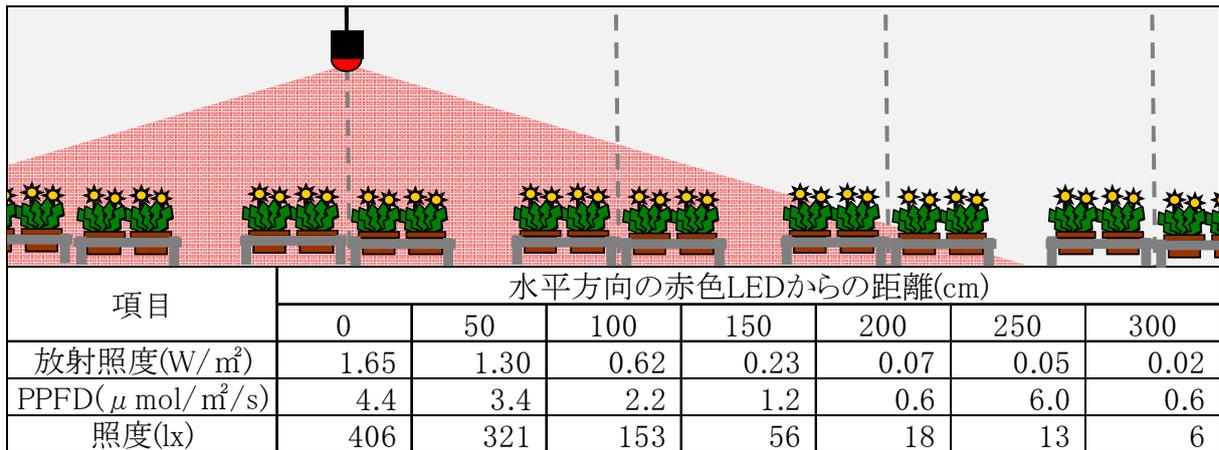


図 17 赤色 LED 照射時の株上の光強度の目安（1列に導入した場合）

- 1) 栽培ベンチ高さ：0.7m、赤色 LED の設置高さ：2m(株元から 1.3m)、畝間：1m
- 2) 記載した放射照度、PPFD、照度はガーベラの株上(照射面から 105cm の位置)でのもの

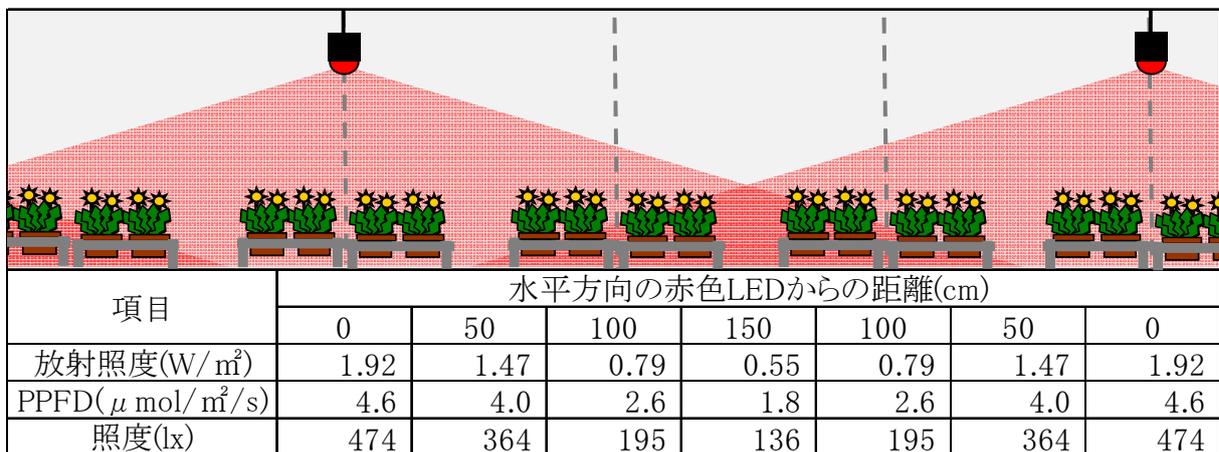


図 18 赤色 LED 照射時の株上の光強度の目安（複数の列に導入した場合）

- 1) 栽培ベンチ高さ：0.7m、赤色 LED の設置高さ：2m(株元から 1.3m)、畝間：1m
- 2) 記載した放射照度、PPFD、照度はガーベラの株上(照射面から 105cm の位置)でのもの

4 赤色 LED の導入費用および電気代

(1) 導入費用

赤色 LED の導入費用について、赤色 LED 本体の他、ソケット、電線といった電照コードに用いる部品類や、照射時間帯を制御するためのタイマー等の価格から試算しました。

仮に奥行 40m の温室にスポット的に 1 列導入する場合、初期導入費用は 8 万円程度となります (表 3)。

表 3 赤色 LED 導入費用の試算 (奥行 40m の栽培ベンチ・畝に 1 列導入)

品名	単価(円)	数量(個)	金額(円)	備考
赤色LED	5,000	13	65,000	10m:幅1m×奥行10m
ソケット(E26)	880	13	11,440	表1より、31.6mあたり赤色LEDは10個のため、10mは3.2個と試算
電線	107.8	40	4,312	奥行10m×1列より
コンセント	104	1	104	
タイマー	726	1	726	
計			81,582	

(2) 電気代

ランニングコストとして、9～5月に22～2時および終夜で照射した場合の電気代について試算しました。なお、ここでの電気代は使用料のみで、基本料金は含めないものとします。

(1) で例に挙げた奥行 40m の温室に 1 列導入する場合の電気代は、22～2時の照射で年間 2,678 円、終夜照射で年間 7,767 円となります (表 4)。

表 4 赤色 LED の電気代の試算 (奥行 40m の栽培ベンチ・畝に 1 列導入)

照射時間帯	項目	数値	備考
22～2時	消費電力(kW)	0.009	
	照射時間(時間)	4	
	電気料金単価(円/kWh)	21.04	
	赤色LED使用数(個)	13	
	年間照射日数(日/年)	272	9～5月の日数
	年間電気代(円/年)	2,678	
終夜	消費電力(kW)	0.009	
	照射時間(時間)	11.6	9～5月における1日あたり照射時間の平均値
	電気料金単価(円/kWh)	21.04	
	赤色LED使用数(個)	13	
	年間照射日数(日/年)	272	9～5月の日数
	年間電気代(円/年)	7,767	

5 導入にあたっての留意点

赤色 LED の夜間照射により、花茎長が伸長し葉面積が増加しますが、全体の収穫本数は減少します。品種や季節間差により、花茎長が不足し出荷ロス率が高いときなどに活用してください。赤色 LED の照射効果には品種間差がある点に留意してください。また、アザミウマ類は赤色 LED に限らず、夜間の電照に誘引される性質があります。温室開口部の防虫ネットの設置・補修などの対策を徹底してください。

おわりに

現在のガーベラの花茎長や求める出荷階級の基準により、本技術を導入するメリットの有無が変わりますので、ガーベラの生育や出荷の状況に応じて導入を御検討ください。また、赤色 LED の設置数、位置、照射の時間帯については、生育状況および使用する赤色 LED の明るさ等により適宜調整してください。当所では今後、赤色 LED の夜間照射について、冷房技術等との併用により、切り花品質の低下する夏季に切り花のボリュームを増加させる技術などを検討していきたいと考えています。

本研究の遂行にあたり、多大な御指導、御協力を賜った静岡大学農学部教授 中塚貴司先生および花卉園芸学研究室の皆様へ深謝致します。

参考文献

- 1) 愛知県農業総合試験場, 2013, 赤色 LED を利用したキクの開花調節マニュアル
- 2) 久松完, 2014, 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
- 3) 農研機構野菜花き研究部門・株式会社光波・大阪府立環境農林水産総合研究所・静岡県農林技術研究所, 2019, 赤色 LED によるアザミウマ類防除マニュアル

農林技術研究所花き生産技術科 主任研究員 梅田さつき