

キクの開花調節へのLED・蛍光灯利用

LED・蛍光灯の特性を理解し、効果的に花芽分化を抑制しよう



2008年の政府による白熱電球製造・販売中止の方針をきっかけに農業分野でも電力消費量の少ないLEDランプ、蛍光灯利用への関心が急激に高くなりました。

そこで、農業総合試験場は鍋清株式会社とともにキク生産で利用可能な赤色LEDの利用技術を開発し、その成果を「LEDを利用したキクの開花調整マニュアル」にまとめ、2013年に愛知県のホームページで公開しました。

今回は、蛍光灯と電球色LEDランプによる開花調節技術についても、試験研究を進め、この度「キクの開花調節へのLED・蛍光灯利用」を新たにとりまとめました。

具体的な内容は以下の3つです。

- ①電照ランプの特性
- ②花芽分化抑制に必要な照度と放射照度
- ③導入後のコスト評価

(参考) 冬季におけるLEDの補光処理効果

活用にあたっては、すでに公表している「LEDを利用したキクの開花調節マニュアル」と併せて活用して下さい。

【本成果の一部は、新農工連携研究促進事業の「施設園芸におけるLED利用技術及び制御装置の開発」で得られました】

1. 特 性

(1)特徴の比較

電照用ランプ(以下「ランプ」という。)にはそれぞれの特徴があるので(表1)、利用にあたっては特徴をよく理解しておく必要がある。なお、LEDランプは、農業用としての利用実績が短いため、その寿命は明らかになっていない。

ランプの消費電力はキク生産現場ですでに利用されているランプの値を用いた。

表1 キク栽培で利用可能なランプの特徴

ランプの種類	LEDランプ	蛍光灯	白熱電球
発光原理	半導体に電流が流れ発光	紫外線が蛍光塗料にあたり発光	フィラメントに電流が流れ発熱とともに発光
発光色	波長域別に発光可能 青色LEDの光を黄色蛍光体にあてると白色に発光	蛍光塗料の調合により色合いの異なる発光が可能	単色
消費電力	9W	23W	90W
寿命	40,000時間(LEDチップ自体の寿命)	5,000時間	1,000時間
価格	2,000~5,000円程度	800円前後	150円前後
その他の特徴	<ul style="list-style-type: none"> ・ランプ自体が破損しにくい ・ランプがやや重い ・利用実績期間が短い ・短い間隔の点灯・消灯に強い 	<ul style="list-style-type: none"> ・ガラス部分が割れやすい ・紫外線を発光する ・内部に水銀が含まれている ・電圧の変化に弱い ・短い間隔の点灯・消灯に弱い 	<ul style="list-style-type: none"> ・ガラス部分が割れやすい ・利用実績期間が長い ・短い間隔の点灯・消灯に弱い

(2)光の波長分布

ランプの光の波長は特徴のある分布をしている(図1)。全てのランプがキクの花芽分化抑制に効果的な波長域である610~640nm(網掛け部分)の光を含んでいる。なお、図中の相対放射照度とは、各光源における波長分布で最も放射照度の高い波長を100としたときの相対値を示す。

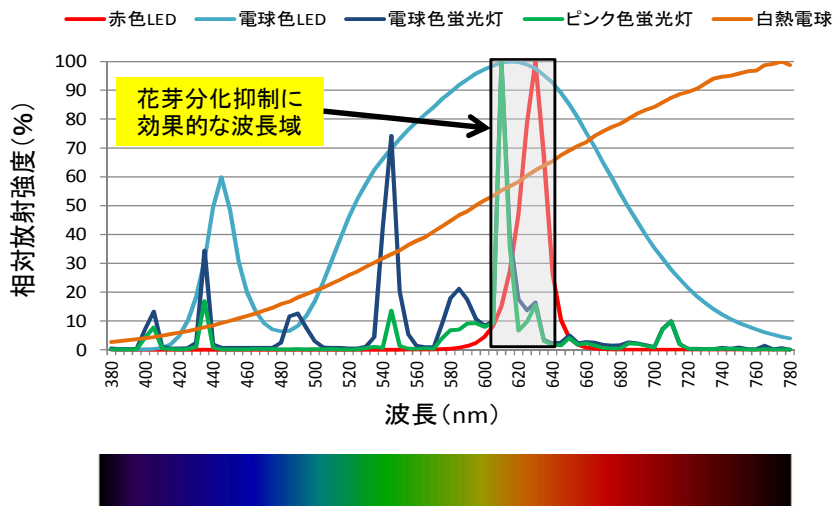


図1 ランプ別の波長分布

2. 花芽分化抑制に必要な照度と放射照度

(1)花芽分化抑制に必要な照度と放射照度

花芽分化抑制に最低限必要な照度と放射照度(カッコ内)を示した(表2)。ランプを設置する時は、この数値以上を確保する。なお、蛍光灯は使用年月の経過に伴い照度が低下するので、表2の値はランプ交換時の目安となる。ただし、表2の値は、親株の履歴、生育環境、草勢、系統などにより変動するので、注意する。

表2 花芽分化抑制に必要な品種別・ランプ別の照度と放射照度

品 種			花芽分化抑制に必要なランプ別の照度と放射照度(カッコ内) ¹⁾			
			赤色LED	電球色LED	電球色蛍光灯	ピンク色蛍光灯
夏秋系	夏秋系 輪ギク	岩の白扇	35 lx (153 mW/m ²) ²⁾	85 lx (262 mW/m ²)	60 lx (159 mW/m ²)	30 lx (75 mW/m ²)
		フローラル 優香	25 lx (110 mW/m ²)	85 lx (262 mW/m ²)		
		精の一世	20 lx (90 mW/m ²)	70 lx (216 mW/m ²)	45 lx (119 mW/m ²)	20 lx (47 mW/m ²)
	夏秋系 スプレーギク	エース	15 lx (68 mW/m ²)		25 lx (110 mW/m ²)	15 lx (33 mW/m ²)
		ユキ	20 lx (90 mW/m ²)		30 lx (80 mW/m ²)	20 lx (47 mW/m ²)
		スプレー アイチ 夏1号	15 lx (68 mW/m ²)	20 lx (62 mW/m ²)	25 lx (110 mW/m ²)	15 lx (33 mW/m ²)
秋系	秋系 輪ギク	神馬No.9	15 lx (68 mW/m ²)	20 lx (62 mW/m ²)	35 lx (93 mW/m ²)	15 lx (33 mW/m ²)
	秋系 スプレーギク	レミダス	5 lx (25 mW/m ²)			

1)赤色LEDは鍋清株式会社のピーク波長634nm・9W、蛍光灯はバイオテック株式会社の23W、電球色LEDは東芝ライテック株式会社の電球色・8.7Wのものを用了。

2)放射照度(mW/m²)はデルタオーム社ポータブル放射照度計 HD2302.0(プローブ:LP471RAD)にて測定した。

(2)放射照度と照度の関係

光のエネルギー量は放射照度 (mW/m²) で表すのが最適とされているが、放射照度は照度 (lx) から換算することができる (表3)。照度は農家及び農業改良普及課が所有する照度計で測定することができる。なお、照度を測定するときは、ランプの光量が安定する点灯後30分がたってから測定する必要がある。

表3 照度を放射照度に換算する式

ランプの種類	照度 (lx) を放射照度 (mW/m ²) に換算する式 ¹⁾
赤色LED(634nm)	$y = 2.8471 x + 26.77$
電球色蛍光灯	$y = 2.0712 x - 0.9314$
ピンク色蛍光灯	$y = 2.7982 x - 8.6326$
白熱電球	$y = 19.808 x - 98.813$

1) $y =$ 照度 (lx)、 $x =$ 放射照度 (mW/m²)

(3)照度分布

照度分布は、ランプの種類により違いがある。ランプから離れていくと、LEDランプでは照度が急激に低下する (暗くなる) が、蛍光灯ではゆるやかに低下する (図2)。ランプを設置するときは、この特性に注意し、照度に余裕をもって設置する。

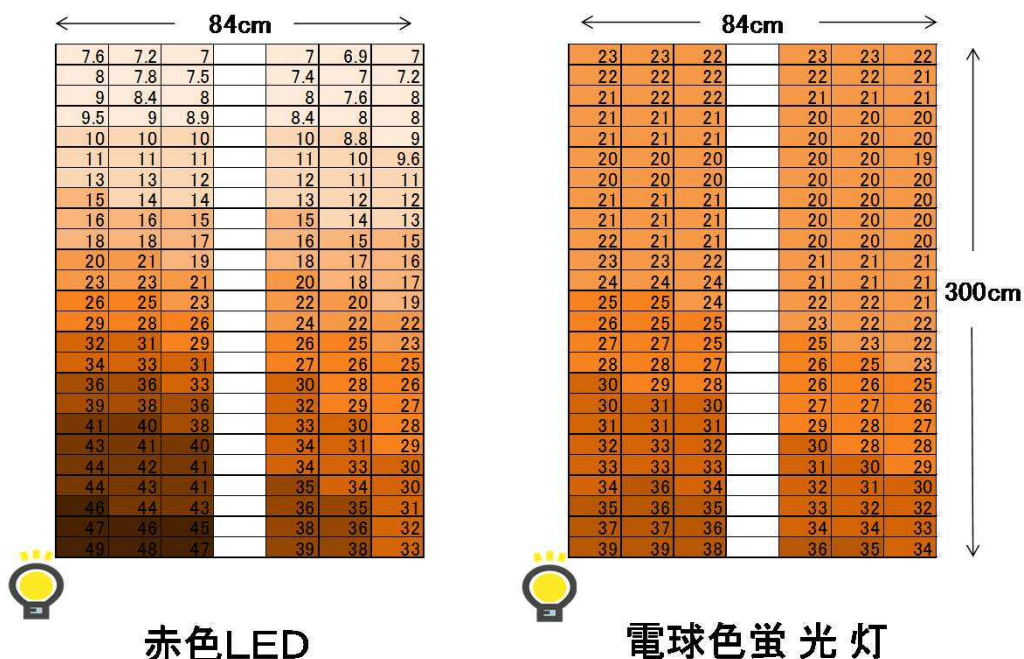


図2 赤色LEDと蛍光灯の照度分布 (単位はlx)

3. 導入後のコスト評価

導入時から発生するコストの積算値((購入費/耐用年数)+年間電気代)を比較した(図3)。蛍光灯は白熱電球より明らかにコストが低いことがわかる。LEDランプは単価3,000円以下では蛍光灯よりコストが低いことがわかる。ただし、LEDのコスト評価は、LEDランプの農業利用での耐用年数と購入価格により大きく異なる。ここではLEDランプの耐用年数を15年として算出した。

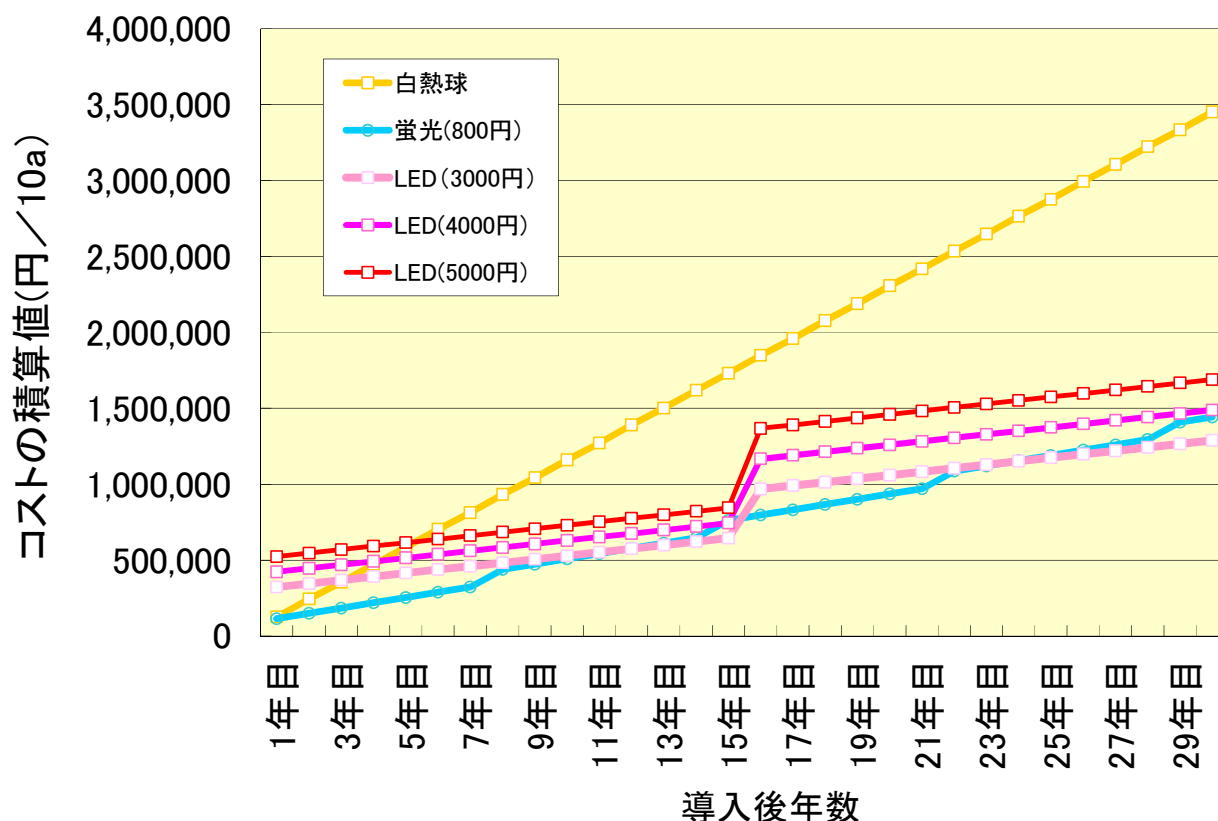


図3 ランプの種類別コストの積算値

試算条件

ランプ	消費電力	ランプ単価	寿命	ランプ数	電照時間	電気代
白熱電球	90W	150円	1.4年	100球/10a	700時間/年	基本料金含む 時間帯別電灯利用
蛍光灯	23W	800円	7年			
LED	9W	2,000円	15年			
		3,000円				
		5,000円				

※電照時間は1日4時間(22:00~2:00)とし、1時間分をデイトタイム料金、3時間分をナイトタイム料金で試算

(参考) 冬季におけるLEDの補光処理効果

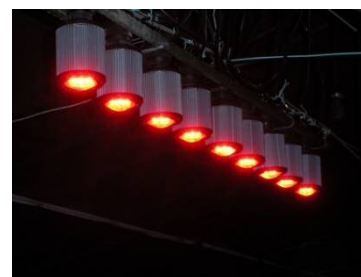
キクの10～2月開花における日射量は他の時期と比べ大幅に少ないため、冬季におけるキクの生産性は低い。日射量を増やすため高圧ナトリウムランプで補光を行っている農家も一部あるが、電力消費量が多く、ランプユニットが重いことからほとんど普及していない。

そこで、冬季の生産性向上を目的に、LEDランプを用いた日中における補光処理の研究を現在行っている。成果の一部(図4、表3)を、LEDの他の活用策として参考に示した。今後も継続して試験を実施していく。

品 種 精興の誠

開花時期 1月

補光方法 赤色LED(634nm・9W)を地上190cmに9球設置
定植から開花まで日中(8:00～16:00)に点灯



LEDランプの設置状態

結果の概要 赤色LEDの補光により、切り花重は重いものが増えた。特に、65g以上の増加が顕著であった。

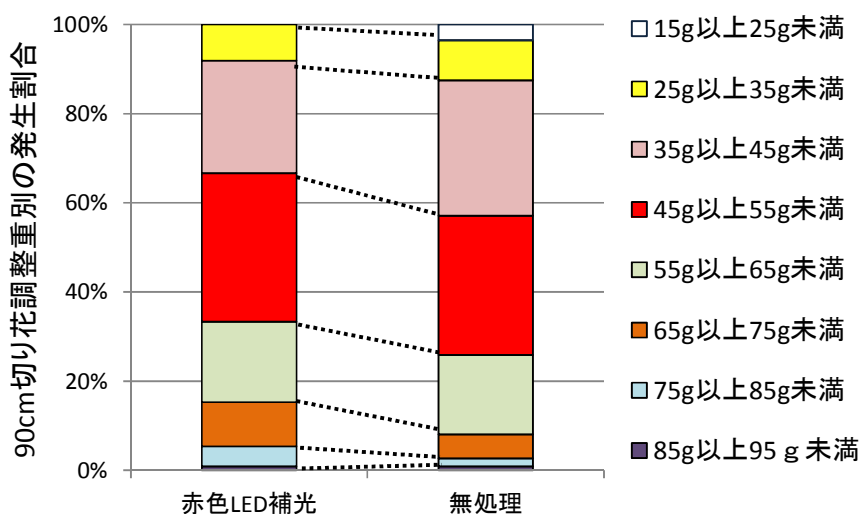


図4 赤色LEDの補光と切り花重別発生割合

表3 LEDランプによる補光が「精興の誠」の生育、品質に及ぼす影響¹⁾

試験区	開花日	草丈(cm)		節数		柳葉数	花首長(mm)	全重量(g)	90cm切り花調整重(g)
		開花時	電照打ち切り時	増加量 ²⁾	増加量 ²⁾				
赤色LED	1月20日	109.8	26.4	23.2	0.7	14.3	62.0	50.7	
無処理	1月19日	106.5	24.8	22.4	0.8	12.6	57.2	47.7	

1) 定植10月14日、電照打ち切り12月1日。夜温は栄養成長期間14℃、花芽分化期17℃、花芽発達期16℃

2) 節数の増加量とは、電照打ち切り後に増加した節数を示す。