

デルフィニウムの育苗における LED 光源の効果

廣瀬由紀夫

Effects of LED light sources for the growth of delphinium seedlings

HIROSE Yukio

要 旨

デルフィニウムのプラグ苗の育苗について、当農林水産研究所では恒温室に多段の育苗棚を設置し、蛍光灯を光源として行っているが、苗品質は低く、徒長や根の生育不良が見られる。そこで、苗質の向上を期待し、光源に LED を使用した育苗を行い、その効果について検討した。

LED 光源は赤色と青色混用の植物栽培用に設計されたもの（以下 LED-RB と略す）と、白色の室内照明用のもの（以下 LED-W と略す）を、また対照として、蛍光灯（以下 FLU と略す）を用いた。

200 穴のプラグトレイに播種し、温度設定は 20℃、各光源の照射時間は 12 時間とし、50 日間育苗し、生育状況について調査した。

各光源について、プラグトレイ上面の複数の位置での光合成有効光量子束密度（以下 PPFD と略す）を測定した結果、PPFD は LED-W が最も高く、ついで FLU、LED-RB の順になった。

LED-RB で育苗した苗の葉柄長は他の区よりも短くなった。根重は、LED-W と有意差無く FLU より重いため、TR 率は最も低くなった。LED-W の葉柄長は、FLU と同程度であったが、葉の面積は FLU よりも小さくなった。苗重は FLU と差が無かったが、根重は、FLU よりも重いため TR 率は低くなった。本葉の展開枚数は、FLU が他の区よりも若干多かった。葉色については、各光源による差は無かった。

以上のことより、LED-RB を用いることにより、FLU よりも地上部がコンパクトになり、根の生育も促進され、FLU よりも苗質の向上が見られた。また、LED-W も、LED-RB より効果は低いものの、苗質が向上した。

キーワード：デルフィニウム、育苗、LED

1. 緒言

デルフィニウムはキンポウゲ科に属し、日本では主に切り花として用いられる。

西南暖地におけるデルフィニウムの主な作型は促成栽培である。この作型は9月中下旬の定植となるため、育苗は夏季に行われる。しかし、この作目は高温に弱いため、クーラーハウスや夜冷施設、標高 1,000m 以上の高地において育苗の育苗が要求される。クーラーハウスでは安定した温度と十分な光量により高品質な種苗生産が可能であるが、冷房コストが非常に高い。一方、夜冷施設はクーラーハウスよりも冷房コストは低く抑えられ、高地育苗にいたっては冷房にかかるコストは不要であるが、近年の異常気象、特に夏季の高温により安定した育苗が難しくなっている。

当所では、プレハブの恒温室に多段の棚を設置

し、人工光を用いて育苗を行っている。この方法では、クーラーハウスよりも冷房コストを抑えて昼夜を問わずに安定した温度管理で、集約的な育苗が可能であるが、苗の徒長や根の生育不良が問題となっていた。これらの原因は、絶対的な光量不足が主な原因と考えられた。

そこで、これまで光源として使用していた蛍光灯の代替として、植物栽培用として市販されている赤青混色と室内照明用の白色の LED 光源を試し、苗室に及ぼす効果について検討したので報告する。

2. 材料および方法

2.1 供試品種

供試品種は愛媛県育成品種のシネンシス系デルフィニウム‘さくらひめ’を用いた。

2.2 供試光源

LED-RBはK社製、直管40W蛍光灯型植物育成用LEDランプ消費電力18W、13,600円(購入時1本あたりの価格:税抜き)で、赤色LED48個、青色16個で構成され、ピーク波長は赤660nm、青455nmである。

LED-Wは、O社製、直管40W蛍光灯型白色LEDランプ、消費電力19W、5,300円(購入時1本あたりの価格:税抜き)で、LED個数は白色108個で構成されている。製造元提供の波長分布図を図1に示す。

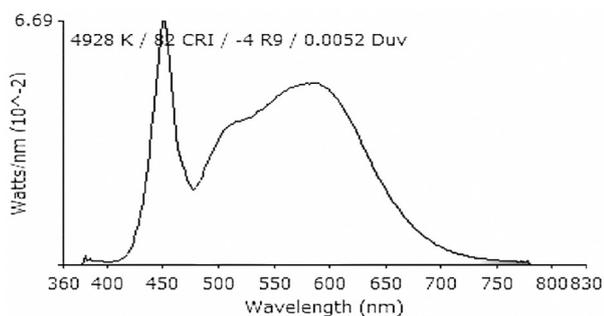


図1 LED-Wの波長分布

対照のFLUはP社、直管40WFLR3波長昼光色型蛍光灯、消費電力36W、1,920円(購入時1本あたりの価格:税抜き)を用いた。

2.3 育苗方法

基肥入り市販培養土を200穴セルトレイに充填し、2018年11月2日に播種した。覆土にはパーミキュライトを用いた。

育苗温度23℃、湿度はなりゆきとし、発芽後は、以下の液肥、N-P₂O₅-K₂O=12.5-1.5-13(4,000倍)、ALA含有8-6-4(5,000倍)、Mg含有4-4-4(2,000倍)にケイ酸資材を混合調製(N-P₂O₅-K₂O=0.07-0.04-0.06ppm)し、適宜施用した。

各光源は、1棚あたり4本を、棚の短手方向に10cmピッチで配置した。光源からセルトレイ上面までの距離は9cmであった。播種したトレイは育苗棚の中心に置き、12時間日長で照射した。

2.4 調査項目

PPFDは育苗棚に配置した光源の長手方向と光源4本の配置方向を中心に128穴プラグトレイを2枚配置し(図2)、図中の黒マルの(4×16)か所をそれぞれ3回ずつ測定し、値を平均した。測定には、日本環境計測MIJ-14P ARクアンタムセンサーを使用した。

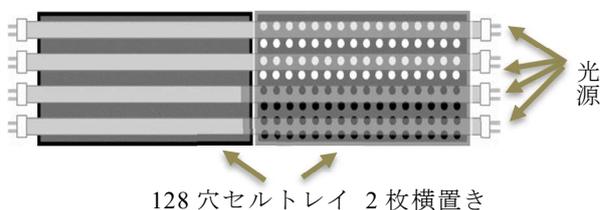


図2 光源の設置図とPPFDの測定

生育調査の項目と要領については、表1に示す。

3. 結果および考察

PPFDは測定位置で差があるもののLED-W、FLU、LED-RBの順に高く、それぞれ291.0から407.0 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 、138.0から274.0 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 、163.7から243.0 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ であった。測定した値からプラグトレイ2枚分のエリアにおける照射分布シミュレーションを行った結果(図3)、LED-Wは棚の短手方向で、FLUは光源の長手方向で周辺光量が減少する傾向にあった。LED-RBは、他の区よりも周辺光量の減少が少なかった。PPFDを測定した部分の総平均値は、LED-W、FLU、LED-RBの順にそれぞれ367.9 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 、236.1 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ 、219.1 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ であった。

表1 生育調査の項目とその調査方法

調査項目	n	調査方法	調査日
葉数	20	本葉の完全展開葉を1、展開始めの葉を0.1としてスコア	
葉柄長	20	3枚目の展開本葉の葉柄を測定	
葉面積	LEW-RB:18 それ以外:20	3枚目の完全展開本葉の本葉をデジカメで画像化し、Adobe Photoshop CC2019にて計測	12/22
苗重	20	根洗いし、十分に水分をきった後に測定(生体重)	
根重	20	苗重測定後、地際(茎頂)部で切り分けて測定	
葉色	20	3枚目の本葉を10回測定し平均(ミノルタSPAD-502使用)	12/23

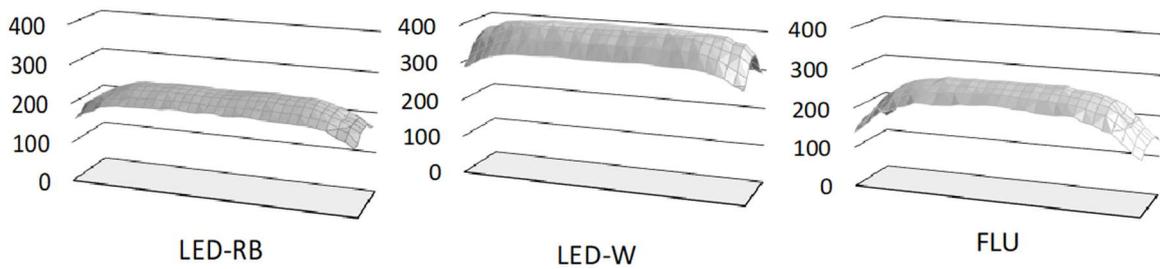


図3 各光源における光合成有効光子束密度の分布シミュレーション
 X軸：直管型LED長手方向, Y軸：LED4本配置方向
 Z軸：光合成有効光子束密度 ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)

各光源で育苗した苗の状態を図4に示す。

った(データは示していない)。



LED-RB



LED-W



FLU

図4 各光源を照射して育成したプラグ苗の状態
 【74 ページ】

葉数は、LED-RB と LED-W がそれぞれ 3.2 枚で同じであった。FLU は 3.4 枚と多くなったが、その差は 0.2 枚程度と僅かであった(表 2)。また、LED-RB で 3 枚目の本葉が明らかに小さく、完全展開していないと推定されるものが 2 株あ

表 2 光源の違いが本葉や葉柄の生育に及ぼす影響

光源	葉数 (枚)	葉面積 (cm^2)	葉色 (SPAD)	葉柄長 (cm)
LED-RB	3.2 ^b	6.4 ^c	34.4	8.9 ^b
LED-W	3.2 ^b	8.1 ^b	34.5	10.2 ^a
FLU	3.4 ^a	10.4 ^a	33.7	10.0 ^a
	**	**	n.s.	**

LED-Wの葉面積はn=18,それ以外はn=20

表中の**は分散分析 1%水準で有意差有, n.s.は有意差無, アルファベットはTukey's test, 5%水準で有意差有

葉面積は、FLU, LED-W, LED-RB の順に有意に大きく、 10.4cm^2 , 8.1cm^2 , 6.4cm^2 となった(表 2)。

葉色 (SPAD 値) は LED-W, LED-RB, FLU の順で 33.7 から 34.5 となったが、各区間での有意差は見られなかった(表 2)。

葉柄長は LED-RB が 8.9cm, LED-W と FLU が約 10cm と有意に短くなった(表 2)。

苗重は LED-W, FLU, LED-RB の順に重く、それぞれ 1.075g, 1.017g, 0.961g となり LED-W は LED-RB よりも有意に重かったが、FLU は他区との有意差は見られなかった(表 3)。

根重は LED-RB と LED-W ではそれぞれ 0.492g, 0.506g となったが有意差は見られず、FLU は 0.416g となり、他の区よりも有意に軽かった(表 3)。

地上重は、苗重から根重を減算し、LED-W, FLU ではそれぞれ 0.569g, 0.601g となり有意差は見られず、LED-RB は 0.467g で他の区よりも

有意に軽くなった(表3)。

T/R率はLED-RB, LED-W, FLUの順に低く、それぞれ0.965, 1.136, 1.462となった(表3)。

表3 光源の違いが苗重, 地上重等に及ぼす影響

光源	n	苗重	地上重	根重	T/R率
LED-RB	20	0.961 ^b	0.469 ^b	0.492 ^a	0.949
LED-W	20	1.075 ^a	0.569 ^a	0.506 ^a	1.125
FLU	20	1.017 ^{ab}	0.601 ^a	0.416 ^b	1.445
		**	**	**	

各重さ(g)は生体重を測定, T/R率は地上重/根重
表中の**は分散分析1%水準で, アルファベツ
トはTukey's test, 5%水準で有意差有

各光源で育成した苗重と根重の間には, 各光源毎に相関が見られ, 苗重に占める根重の割合はLED-RB, LED-W, FLUの順に高い傾向にあった(図5)。

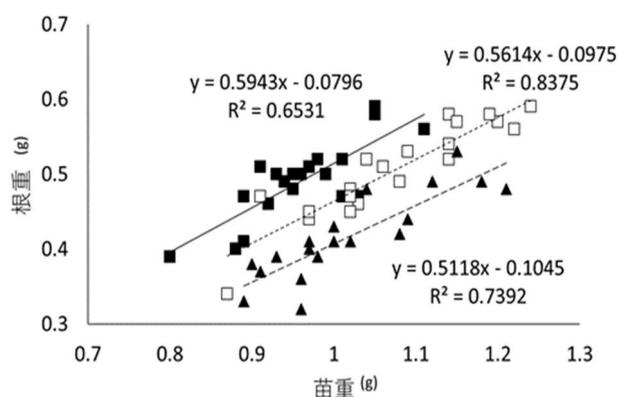


図5 光源の違いが苗重と根重に及ぼす影響

■ LED-RB □ LED-W ▲ FLU

トマトの育苗においても, 赤や青色のLEDを単用照射, あるいは交互照射した場合, 蛍光灯よりも葉数, 葉面積, 地上重が減少するという報告がある(渡邊ら, 2016)。

クーラー育苗や夜冷育苗などの自然光で育苗した苗の地上部は, FLUでの育苗よりも明らかにコンパクトに仕上がるため, FLUによる苗の徒長の原因は, 当初はPPFDが高い程苗がコンパクトになると考えていた。しかし, 実際には最もPPFDが高いLED-WよりもLED-RBが最もコンパクトになった。このことより地上部の徒長は, PPFDよりも光源の波長の構成に影響されることが示唆された。

FLUでは, プラグトレイから苗を抜く際に, 葉が大きく, 葉柄長が長い為, 他の苗の葉や葉柄と絡み, また, 根鉢の形成が不十分で, 根鉢が崩れるものもあるため, 定植時の作業性が悪いが, LED-RBは, 地上部がコンパクトで葉や葉柄の絡みはFLUよりもかなり少なく, 根の張りも良いため, 根鉢が崩れるものは無かった。LED-Wは, 葉や葉柄の絡み具合は, FLUとLED-RBの中間程度であったが, 根鉢が崩れるものは無かった(データは示していない)。

FLUでの育苗でも, 弱光下ではあるが, 30℃近い高温には遭遇していないため, 定植後活着すれば, その後の生育については特に問題は無い。しかし, 葉や葉柄の絡みや根鉢の崩れによる作業性の悪さがLED-RBでは最も, LED-WにおいてもFLUよりは改善される。合わせて, LED光源は蛍光灯よりも消費電力が低く, 発熱量も少ない(データは示していない)ため, 光源や冷房にかかるコストも低減されるため, 閉鎖環境下でのデルフィニウムの育苗用としてLED光源は有効と考えられた。

引用文献

渡邊恭成, 安田剛規, 米田正, 中野秋正(2016):
トマト育苗のためのLED光照射条件の検討,
野菜茶業研究所研究報告第15号: 57-66.