

動植物への単波長照射に適したLED光源の開発（第3報）

河野 裕¹・木島 一広¹・鈴木 文晃¹・加藤 成二²・藤木 俊也²・窪田 浩一²・石原 希朋³・船井 咲知³・松下 浩一³
(¹山梨県工業技術センター, ²山梨県総合農業技術センター, ³山梨県畜産試験場)

Development of the LED Light Source Suitable for Monochromatic Light Irradiation to Animals and Plants (3rd Report)

Hiroshi Kono¹, Kazuhiro Kijima¹, Fumiaki Suzuki¹, Seiji Kato², Toshiya Fujiki², Koichi Kubota², Kiho Ishihara³, Sachi Funai³, and Koichi Matsushita³
(¹Yamanashi Prefectural Industrial Technology Center, ²Yamanashi Prefectural Agritech Center, ³Yamanashi Prefectural Livestock Experiment Station)

要約：主に洋ラン栽培に向けた光強度調整可能な分散型遠赤色光源を試作し、試作光源の光強度分布測定結果および解析ソフトウェアによる計算値と光強度測定値を比較した結果、実際の強度分布とシミュレーション結果が比較良い一致を示し、解析方法の有用性が確認できた。今後は解析に基づいて所望の強度分布を得ることが可能となった。

Abstract : For a tropical orchid cultivation, we fabricated a far-red light source array, and characterized them. As a result of the comparison between the measured value of the strength distribution and the simulated value by using numerical analysis software, they showed good agreement.

1. 緒言

農家の経営は景気の低迷や生産コストの高騰により非常に厳しい状況にあり、高品質化や差別化技術の開発が望まれている。近年の照明用LED光源における技術開発の進展にともない、農業分野に単波長LED光源を応用して農畜産物の高品質化や差別化を図る取り組みが始まっているが、動植物への単波長光照射の効果は、まだ解明されて尽くされていない。

本研究では、植物として洋ランについてLED光照射が花芽形成や花蕾の成熟に及ぼす影響を、動物として鶏について単一波長が生体反応へ及ぼす影響と生産性への効果を調査し、効率的な洋ラン栽培技術の確立および養鶏における効果的なLED光照射技術の実用化を図る。

平成26年度は主に洋ラン栽培に向けた光強度調整可能な分散型遠赤色光源を試作した。本報では、試作光源の光強度分布測定結果および解析ソフトウェアによる計算値と光強度測定値を比較した結果について報告する。

ンが貼付されたアルミ基板 (□36mm, 厚さ3mm) 上に装着し、拡散用レンズ (LED Engin LLFL-1T06-H, 拡がり角: 40度 (半値全幅)) を装着することで構成されている。放熱フィンのみで室温中においてLEDを連続点灯すると、アルミ基板の温度が100度付近まで上昇するため、さらに小型ファンを背面に装着することで強制空冷方式とした。試作した小型光源を図1に示す。



図1 試作した光源

2. 実験方法

2-1 分散型遠赤色光源の試作

洋ラン栽培において、広範囲にわたり均一な強度分布で様々な強度による単色光照射を可能とするため、照度調整が可能な複数の小型光源を空間的に配置する分散型遠赤色LED光源を試作した。それぞれの小型光源は高出力遠赤色LEDデバイス (LED Engin LZ4-40R300, 波長: 740nm (代表値), 出力: 2.1W (代表値)) を放熱フィ

実際の使用ではこの小型光源を複数台用意し、分散配置することで、所望の光強度分布を得る。一般的に、LEDは定電流駆動で動作させることが望ましいが、複数台の光源を単一の定電流源で駆動すると、特性のばらつきのために、ある特定の光源に電流が集中し破損する可能性があるため、今回の光源では小型の定電流LEDドライバ (RECOM RCD-24-0.70) を光源ごとに接続した。使用したLEDドライバは外部電圧信号によって調光が可能であるため、小型光源単体において、LED

ドライバの制御電圧-出力電流特性と小型光源の制御電圧-照度特性を測定した。

2-2 試作光源の光強度分布測定と解析ソフトウェアによるシミュレーション結果との比較

試作した光源について、光強度分布測定を実施した。測定では、単一小型光源と小型光源7個を図2のように配置したときのものを測定した。測定には照度計(コニカミノルタ T-10A)を用いた。照度計にはセンサを11個接続し、センサは角材の上に10cmに直線状に配置した。この角材をセンサが並ぶ方向と垂直に10cmおきに移動させることで、2次元の光強度分布を測定した。光源と照度計とは、直下で1mとなるように配置した(図3)。

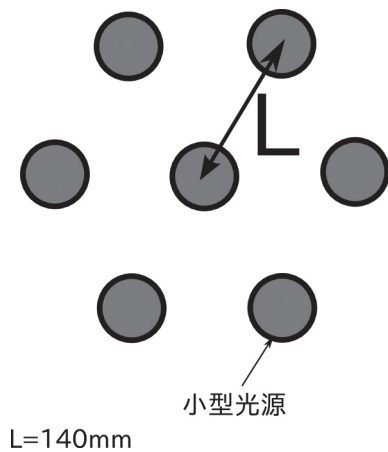


図2 小型光源配置の模式図

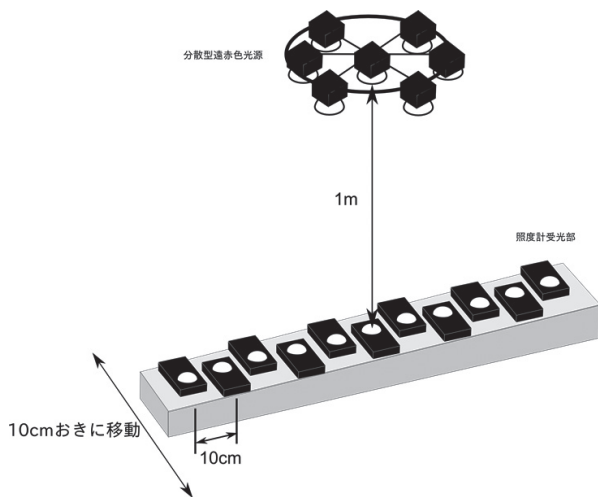


図3 光強度分布測定模式図

あわせて、光強度分布について、数値解析ソフトウェア(Wolfram Research Mathematica9.0J)を用いてシミュレーションを行い、実測値と比較した。

3. 結果と考察

3-1 分散型遠赤色光源の試作

小型光源単体において、LEDドライバの制御電圧-出力電流特性を図4に、小型光源の制御電圧-照度特性を図5に示す。

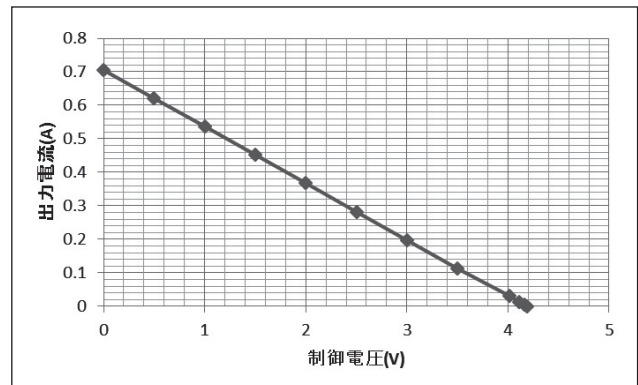


図4 LEDドライバの制御電圧-出力電流特性

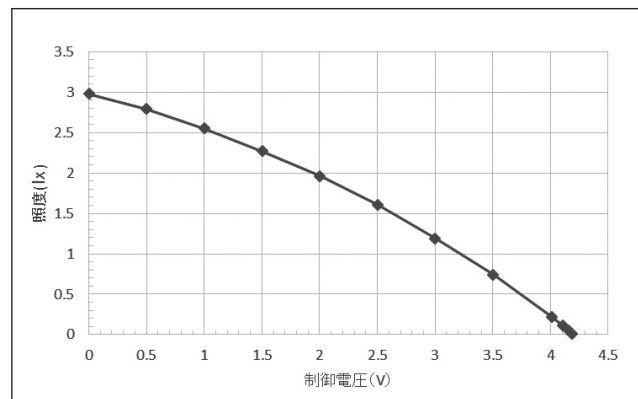


図5 小型光源の制御電圧-照度特性

LEDドライバの出力電流は、制御電圧に対して線形に変化するが、小型光源の照度は、LEDの特性により、制御電圧に対して非線形な変化を示すことが確認された。

3-2 試作光源の光強度分布測定と解析ソフトウェアによるシミュレーション結果との比較

試作した小型光源単体、および7個を配置した分散型光源の1次元照度分布を図6に、小型光源単体と分散型光源の光拡散の様子を比較しやすいように最大強度で規格化した1次元強度分布を図7に、分散型光源の2次元強度分布を図8にそれぞれ示す。

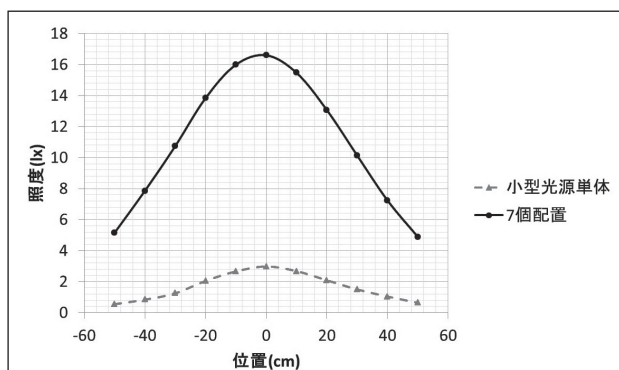


図6 1次元照度分布

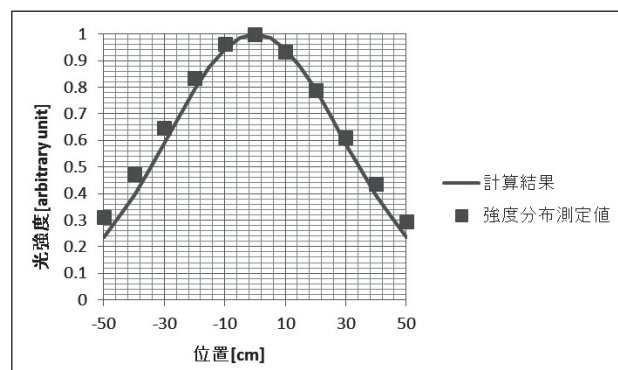


図9 シミュレーション結果と強度分布実測値との比較

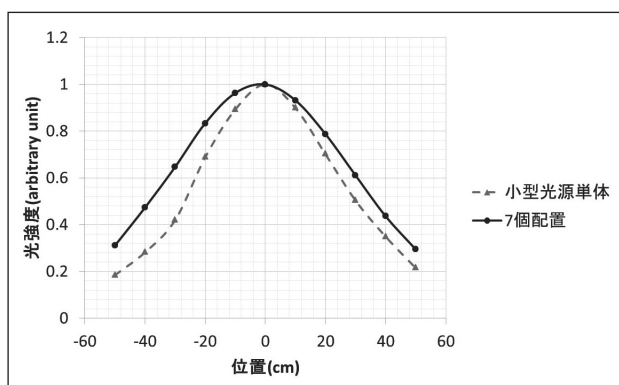


図7 規格化した1次元強度分布

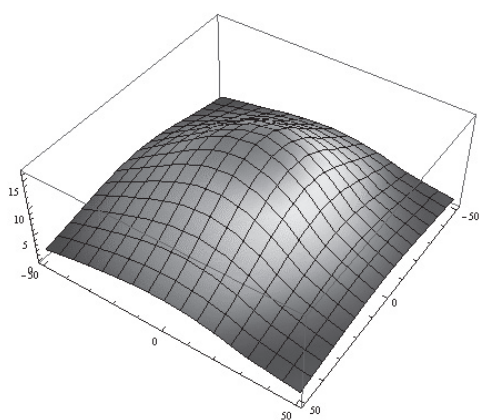


図8 分散型光源の2次元強度分布

光強度分布測定を通して、分散型光源が小型光源単体と比較して、光強度分布がより広範囲に広がっていることが確認された。光強度分布は、分散型光源を構築する際に、小型光源の間隔をさらに広げることによって、さらに広範囲に分散させられることが考えられる。

分散型光源に関して、解析ソフトウェアによるシミュレーション結果と強度分布実測値との比較結果を図9に示す。

シミュレーション結果と実測値は比較的良い一致を示しているが、強度分布の裾では、実測値のほうが若干強い結果となっている。これは、測定時に周囲の壁などの反射による影響を受けているものと考えられる。このことによって、実測値によらず、強度分布形状の目安を得ることが可能となった。

4. 結 言

効率的な洋ラン農畜産物生産技術の確立のための効果的なLED光照射技術の実用化を図ることを目的として、主に洋ラン栽培に向けた光強度調整可能な分散型遠赤色光源を試作し、試作光源の光強度分布測定結果および解析ソフトウェアによる計算値と光強度測定値を比較した結果、実際の強度分布とシミュレーション結果が比較的良い一致を示し、解析方法の有用性が確認できた。今後は解析に基づいて所望の強度分布を得ることが可能となった。

参考文献

- 1) 河野 裕, 木島一広, 鈴木文晃, 藤木俊也, 窪田浩一, 船井咲知, 松下浩一: 動植物への単波長照射に適したLED光源の開発 (第1報), 山梨県総合理工学研究機構研究報告書, 第8号, P. 81-83 (2013)
- 2) 河野 裕, 木島一広, 鈴木文晃, 加藤成二, 藤木俊也, 窪田浩一, 船井咲知, 松下浩一: 動植物への単波長照射に適したLED光源の開発 (第2報), 山梨県総合理工学研究機構研究報告書, 第9号, P. 39-41 (2014)

