

照明設計解析を活用した害虫防除効果評価手法及び設計技術の開発

西村 圭一*1 前田 洋征*1

Development of Evaluation Methods and Design Techniques for Pest Control Effectiveness Using Lighting Design Analysis

Keiichi Nishimura and Hiroyuki Maeda

多様な生物が存在する高温多湿の日本では、家畜や農作物等に悪影響を及ぼす害虫も多く畜産農家の脅威となっている。害虫防除を怠ると畜産農家の利益損失に繋がるため定期的な薬剤散布等の対策が行われているが、害虫の特性に合わない農薬の選択や薬剤耐性の獲得等、問題解決に至ってはいない。本研究では、照明設計解析を活用して照射範囲最適化を実現する害虫防除LED照明の設計技術を開発することで県内照明メーカの製品開発を支援し、害虫防除効果を検証して畜産農家への普及を目指す。

1 はじめに

本研究では、鶏舎害虫¹⁾に対し光学シミュレーションを活用して害虫発生箇所から鶏飼養ケージへの経路における必要最低限の範囲のみへの光照射を実現するLED防除照明の設計を行う。また、開発した防除照明の特性評価を行うことで設計効果を検証する。

2 鶏舎害虫防除照明の設計

2-1 設計条件

本研究で開発する鶏舎害虫防除照明の設計条件及び照明環境は以下のとおりとした。図1に開発照明の概要を示す。

- 設計条件
1. 照射距離 a: 20mm 以内
 2. 柱幅 b: 100mm (4面全て)
 3. 許容照明筐体長 c: 20mm 程度

照明環境 100mm の光帯が柱面を1周する光

2-2 照明設計解析

2-2-1 光学レンズの選定

本研究では日亜化学工業(株)製のNCSシリーズのLEDパッケージを候補光源として照明設計を進めた。図2は定格電流350mAを流した時に光源が20mm先の鉛直面に生成する放射照度分布シミュレーション結果である。開発照明では100mm幅の光帯生成が必要であるが、図2では50mm程度の照射範囲しか得られておらず不十分であることが分かる。そこで、放射照度幅を目的の100mmに近づけ、かつ一様な放射照度分布が

得られるよう、図3の光学レンズを採用した。図4に光学レンズ採用時の放射照度分布シミュレーション結果を示す。

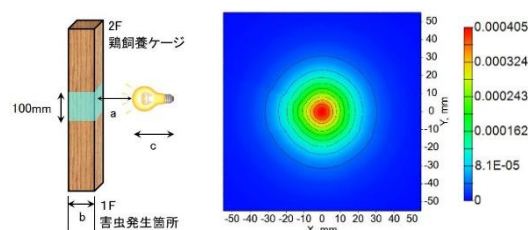


図1 開発照明概要 図2 放射照度分布(光源のみ)

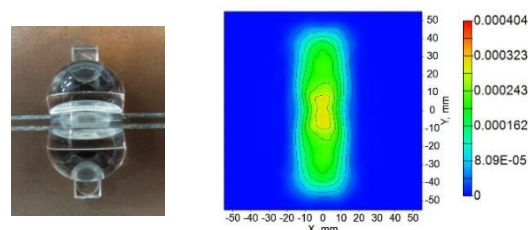


図3 光学レンズ 図4 放射照度分布(レンズあり)

2-2-2 照射角の検討

2-2-1項では図3のレンズユニットに対し照射距離20mmの条件で検討を行ったが、このレンズユニットは実際は開発照明の筐体内部に配置されるため、照射距離や照明筐体による遮光により図4の結果とは異なってくる。そこで、図5のような簡易な照明筐体モデルを考え、先端からレンズユニットまでの距離 d[mm] を可変として、レンズユニットからの放射光の照射角をパラメータとすることで、照明筐体モデルの20mm先の放射照度分布を検討した。図6は照明筐体モデルの先端からレンズユニットまでの距離 d を 0mm から 15mm まで 2.5mm 毎に大きくしていった時の、照明筐体

*1 機械電子研究所

から 20mm 先の放射照度分布シミュレーションにおいて d が 5mm から 15mm までの結果を表したものである。図 6 より、d が大きくなると照射角度が小さくなるため、放射照度幅が目標である 100mm に対して小さくなることが分かる。逆に、d が小さくなると放射照度幅は大きくなるが、放射照度レベルの高い範囲は照射範囲に対して狭くなることが分かる。以上の検討から照射幅と放射照度の高い領域のバランスが良い d=10mm を設計値とした。

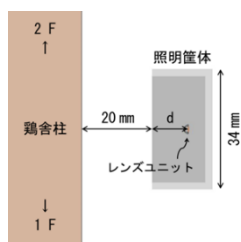


図5 照射角の検討

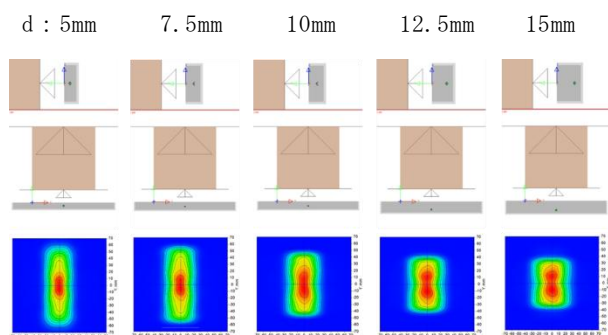


図6 光源位置による放射照度分布の検討

2-2-3 光源配置数及び配置間隔の検討

2-2-2 項の検討結果より、照明筐体モデルの先端からレンズユニットまでの距離を 10mm とし、他は 2-2-2 項と同一条件の照明筐体モデルを考え、レンズユニットの配置数及び配置間隔をパラメータとして、鶏舎柱全面に広く均一な放射照度領域を形成できる組み合わせを検討した。図 7 に鶏舎柱正面図を、図 8 に主要な検討結果を示す。図 8 の (a) と (c) は配置個数は異なるが配置間隔は同じもので、図 8 (c) における両端のレンズユニットを取り除いたものが図 8 (a) に相当する。双方を比較すると、配置間隔が同じであるため中央部の放射照度が高い領域の分布は等しくなるが、図 8 (a) では同図 (c) に対し両端の光源がなくなる分、放射照度が高い領域の幅が狭くなる。更に図 8 (a) における両端の光源は鶏舎柱幅の内側に配置されているため、鶏舎柱幅の全域に放射照度が高い

領域が形成されていないことが分かる。これに対し図 8 (b) ~ (e) では両端の光源が鶏舎柱幅の外側に配置されていることから、鶏舎柱幅の全域が最も高い放射照度レベルで照射されていることが分かる。鶏舎柱が害虫の移動経路であることから、横方向に放射照度レベルの低い領域が形成されることは回避する必要があるため、鶏舎柱幅の外側への光源配置は必須とした。次に、図 8 (b) ~ (e) では (b) から (e) に進む程、LED の配置数が多く配置間隔も狭くなる。本検証のみを考慮すれば図 8 (e) の条件が最も高い効果が期待できるが、害虫防除に必要な光量や製造コスト等を考慮すると図 8 (e) の光源数は必須ではないと考えられるため、今回の検討では、図 8 (c) の条件を採用することとした。

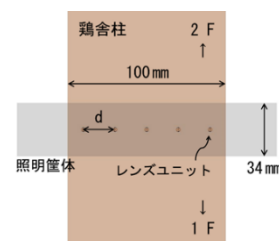


図7 配置数・配置間隔の検討

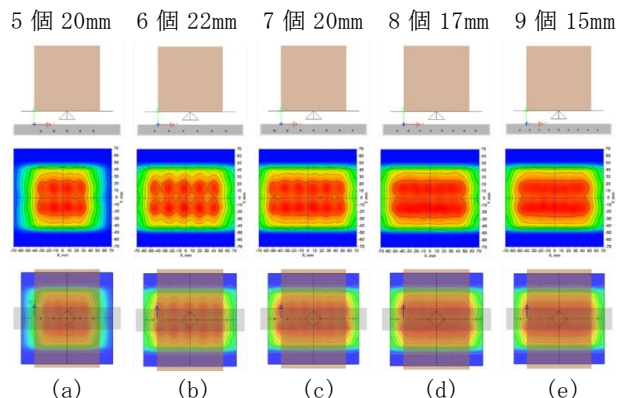


図8 配置数及び配置間隔による放射照度分布の検討

3 まとめ

本研究では鶏舎柱を想定した放射照度分布シミュレーションにより、鶏舎害虫による鶏舎柱の這い上がり抑制する上下幅が100mmとなる害虫防除LED照明を設計した。今後は設計した照明を試作し、実際の害虫に対する這い上がり抑制効果を検証する予定である。

4 参考文献

- 1) 村野 多可子：日本獣医師会雑誌，68巻，pp. 509-514（2015）