

LED を利用した照明機器の放熱と配光に関する研究（Ⅱ）

1. 目的

照明用の高輝度 LED は発熱が大きく、その発熱量は年々増大している。そのため温度上昇を抑え LED の寿命を確保するため効率的な放熱方法の検討が急務である。実際に効率的な放熱方法を検討するとともに、数値解析ソフトを使うことで計測が不可能な内部の温度を推定する方法を開発する。

また環境省が策定した光害対策ガイドラインの中に、街路灯等、照明機器から放射された不必要な方向への光は「光害」と言う公害の一種として記載されている。そのため街路灯に LED を応用する場合、照明により夜空を明るくしないことや農作物の収穫時期に影響を与えないようにする配光の制御が必要である。屋内外用の照明においても目的に応じた配光パターンを実現する必要がある。

以上のことから LED を利用した照明機器における放熱方法と配光方法の研究を実施する。

2. 方法

1)配光について

配光制御を検討する上で LED 光が植物に与える影響を調べた。徳島県立農林水産総合技術支援センターの水田を借り、電柱を 2 本立て、LED 街路灯を取り付けることで実証実験を行った。

去年度の実験より最大照度部分(50lx)で約1か月の育成遅れが生じることが分かっている。そのため配光を制御することで道路に必要な光量を減らすことなくコシヒカリの育成遅れをなくす方法をレンズを使用して行った。

2)放熱について

3D-CAD と数値解析ソフトを使い、シミュレーションで計算した仮想温度と実際に LED 基板を作成し、温度を実測したものと温度比較を行った。作成した基板の一部を解析用のデータとして作成し、1W 級の LED の内部も簡略化して作成した LED ダイから発熱するという前提で熱伝導率、熱伝達率等をソフトに代入した。(表 1 参照)

表 1 解析データの材料表と数値

部分名	材料名	熱伝導率 W/(m*K)	厚さ(mm)	比重(g/cm ³)	比熱 J/(kg*K)	輻射率
LED 陽極	銅	401	0.25	8.95	380	0.08
LED 陰極	銅	401	0.25	8.95	380	0.08
基板銅箔表面	銅	401	0.25	8.95	380	0.08
基板銅箔裏面	銅	401	0.25	8.95	380	0.08
ハンダ	錫	66.6	0.15	7.3	228	0.25
基板レジスト	-	2.2	0.02x2	2.5	800	0.4
基板断熱材部分	ガラス布	0.39	12	1.9	800	0.07
レンズ部分	シリコーンゴム	0.167~0.148	0.5	0.95~0.98	1510~1550	0.7
LED_BODY	ナイロン系	0.24	-	1.14	0.46	0.95
LED ダイ	-	-	0.01	-	-	-

3. 結果

1)配光について

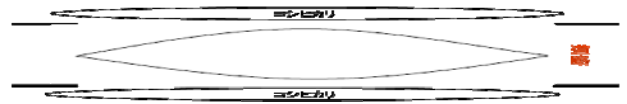


図 1 LED 街路灯の配光特性

作成した LED 街路灯に円筒レンズを用いることで配光特性は図 1 のようになった。道路直進方向に交わる方向に対しては 10lx 程度の漏れ光が発生したが、数日の遅れが発生しただけでコシヒカリの生産者から見てクレーム対象ではない。

以上の結果から道路側のみを照らし、圃場内を照らさないような灯器が、比較的簡単に製作できることが分かった。さらに、稲の育成全期間を通じて夜間照射（12 時間）を行ったが、問題になるような育成遅れは生じないことが分かった。

今後はもっと複雑な配光を制御できる方法を検討する必要がある。

2)放熱について

LED ダイは時間と共に発熱量が増えるように数値を $0.6 \times 10^{10} \sim 1.3 \times 10^{10}$ W/m の間を変化させた結果、3000 秒後にはかなりの高温となった。しかしながら、実測値との温度差は最大で 30℃ もの隔たりが発生した。

この理由として、材料等のデータ不足が考えられ、数値に実際の材料とのずれがあると思われた。また、数値解析の簡略化という点から輻射の条件を考慮していないため、大きな温度差が発生する結果になったと考えられた。

今後は実測値に近づくような CAD データと材料データを入手し、実測条件により近い状態での数値解析方法の再検討を行う必要がある。