

LED 光源の試作（１）

藤田和久

光産業創成大学院大学

[〒431-1202 静岡県浜松市西区呉松町 1955-1]

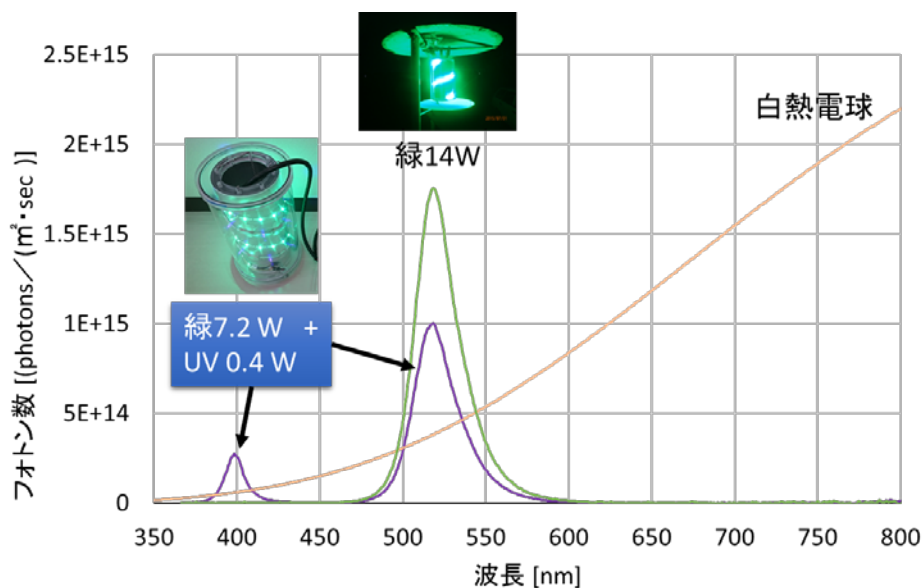
1. 調査背景と目的

水稻及び果樹・茶害虫を誘引する発生予察用の LED 光源の完成を目指し、波長・強度についての設計を固め、その簡易な光源評価法を確立する。具体的には以下の 3 項目であり、それぞれ背景と目的を述べる。

1) 水稻及び果樹用の緑色・UV 光源

昨年度に続き、ドラム型の緑 14 W 単色光源、及び新たに緑 7.2 W+UV 0.4 W の多色光源について圃場試験に供した。図 1 にそれら光源の発光スペクトルを示す。

今年度は、この多色光源の仕様について検討する。購入や買い換えの際のコスト要請なども考慮に入れながら検討を行う。



光源から水平方向の距離2m相当におけるスペクトル
(これらの測定は距離8mで実施)

図 1 ほ場試験で用いた試作光源の発光スペクトル

2) 茶・果樹用の市販 LED 灯

茶・果樹用については 20W 形のブラックライト蛍光灯などの既存光源に対し、昨年度は多色光

源の UV 光の強度が圧倒的に低く、誘殺数では課題が残る結果であった。

そこで、LED 技術が急速に進展する状況を利用して、中央農研にてブラックライト代替の LED 光源を改めて探索したところ、20 W 形蛍光灯タイプの UV-LED 光源（飯田照明）が見つかった。福岡県で使用されているブラックライトに比べて大きな光量を持つ光源であることがわかったものの、既存の屋外用 20W 蛍光灯器具に取り付けると、透明カバーにより紫外域の光量が大幅に低減してしまうことがわかった。

今回、このカバーを紫外透過仕様に変更し、市販の 20 W 蛍光灯タイプ UV-LED 光源を構築して圃場試験に供し、仕様について検討する。

3) 光源の簡易評価法

発生予察光源の光量については、運用時に現場で簡易に確認できる手法を確立し、適切に管理することが必要である。容易に入手でき、かつ操作も簡単な、市販の照度計で簡易に評価できる手法について検討する。

2. 調査方法

1) 水稻及び果樹用の緑色・UV 光源

緑 7.2 W+UV 0.4 W の多色光源の仕様決定を中心として、購入や買い換えの際のコスト要請なども考慮に入れながら検討を行う。具体的には、故障時の買い換えの際に負担が軽減されることを目的に、光源全体をケースと光源にわけ、それぞれを交換可能とする案について検討し、仕様を決定する。

2) 茶・果樹用の市販 LED 灯

屋外用 20 W 蛍光灯器具の透明カバーの紫外透過仕様への変更検討と、その変更試作及び光源としての評価を行う。さらに、市販の 20 W 蛍光灯タイプ UV-LED 光源を構築して圃場試験に供し、仕様について検討する。

3) 光源の簡易評価法

市販の照度計により一定の距離における照度を計測し、光量評価とする可能性を検討する。図 2 に照度計測の配置と光源設置の様子（写真）を示す。高さ 1.3 m の位置に光源を置き、室内計測における周囲からの反射光の影響を避けるために光源の三方を暗幕で囲み、残りの一方向（図中左手前側）の同じ高さ 1.3 m において、光源中心からの水平距離 1 m、2 m 及び 3 m における照度を計測した。照度計はカスタム社製 LX-1000（測定精度 5%、2009 年購入）と T&D 社製 TR-75Ui（測定精度 5%、2017 年購入）の新旧 2 つを用い、照度計の経年変化確認の一例とし、簡易評価法の構

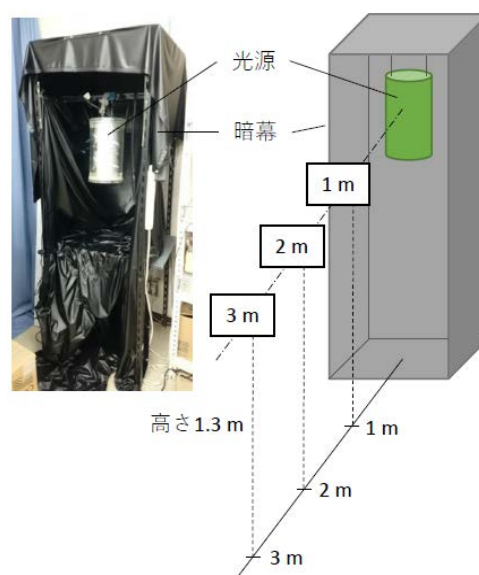


図2 光源の照度計測の配置と写真(左)

築にあたっての検討対象とした。照度計測においては、センサ部（図 3）を光源方向に向けて最大値となる照度（単位 lx（ルクス））を計測した。対象光源は本プロジェクトにおいて 3 シーズン圃場試験において使用した 14W の緑 LED 光源 7 つとした。光源の亚克力表面の汚れは拭き取っている。



図 3 使用した照度計（左：照度計 LX-1000、右：照度計 TR-74Ui）。表示部がある本体と、コードで接続されたセンサ部で構成され、センサ部の丸く白い検出部に当たった光の強さ（照度）が計測される。同様の照度計は多数販売されている。

3. 調査結果

1) 水稻及び果樹用の緑色・UV 光源

主要要求仕様として以下が得られた。電源は含まず、電源供給ラインから光源本体を対象とする。

1. 緑 7.2 W+UV 0.4 W の多色光源であること。ただし UV はオプション選択可。
2. 1m程度の線状に配置した LED ラインをらせん状に 2 周させる光源とすること。2 色の場合は二重らせん構造とする。
3. 現状の乾式予察灯に取り付けられること。
4. 安定してつり下げることができるよう、4 カ所のつり下げ具があること。
5. 側面（内外とも）と下面は透明亚克力で構成されるケースに収納され、耐久性にも配慮する。
6. 電源では DC12V とし、光源 2 種について、別々に必要十分な容量の電源供給ができること。
7. 光源装置を透明ケースと光源にわけ、それぞれを交換可能とすること。
8. 光源は色別に取り外し可能で、交換可能とすること。

以上の主要要求仕様を満たす設計を行った。その際にこれまでに検討・試作した各要素を参考にした。それらの要素を図 4 に示す。



H28年度試作の内外透明アクリルの2色ハイブリッド光源

- ・ 緑・UVの仕様は今回提案の設計とほぼ同じ。
- ・ 光量調整機能なし。



らせんLEDのモデル試作

らせん状に曲げたアルミ板にテープLEDが貼り付けてある。今回の提案設計は、このらせんのみをフタに取り付ける。

4

図4 要求仕様に関連するこれまでの試作例

(左) 内外透明アクリルの光源、(右) らせん状配置のLED

これらを参考にしながら、以下の概念設計を得た。図5にLED光源装置の全体図を示し、以下にその分解図を図6及び図7に示す。図4の外観図のとおり、LED光源の光が外に取り出せるように、外側が透明で、中にらせん状のLED光源が配置されている。電源ケーブルはひとつで、2色のLED光源へ別々に直流12V電源を供給する。

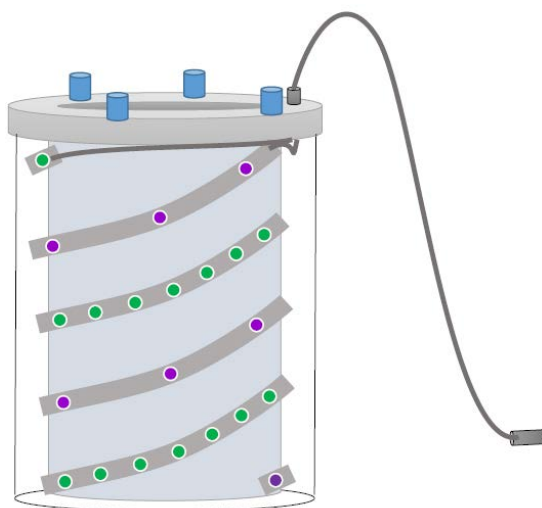
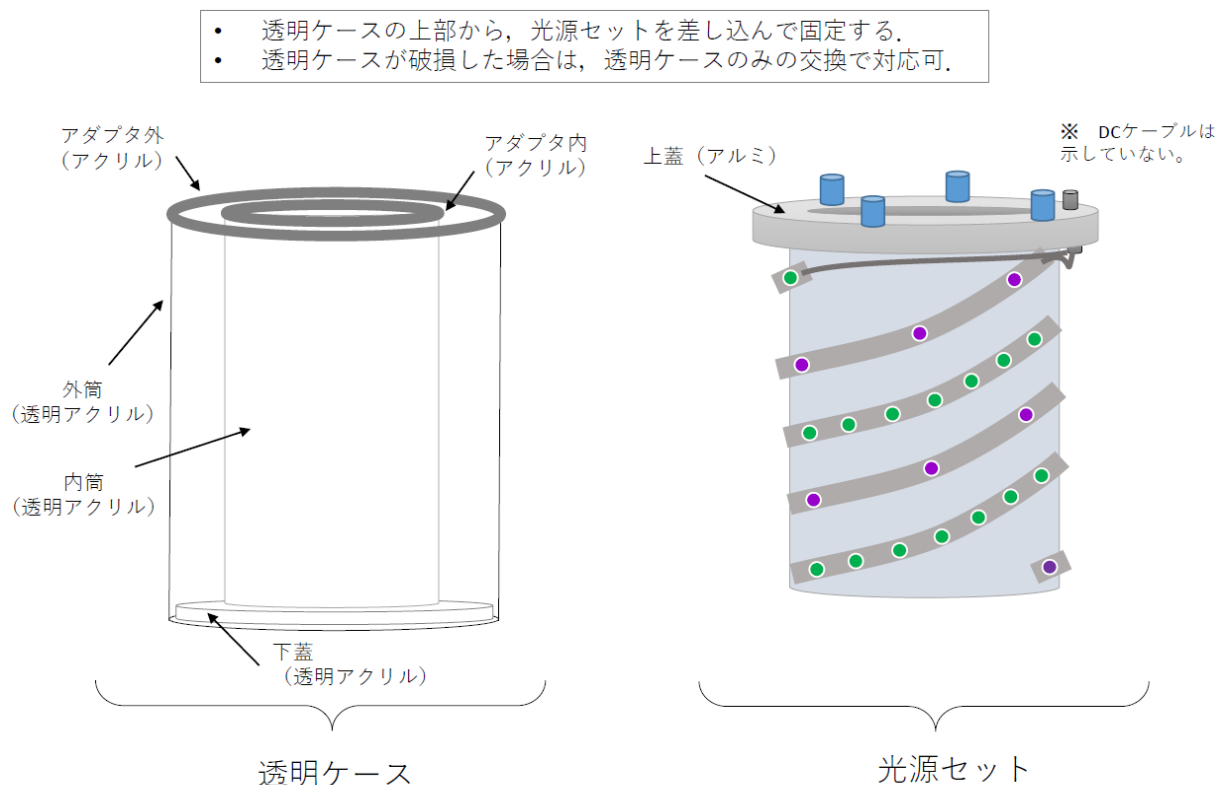


図5 LED光源装置の外観図



※ 透明ケースと光源セットの固定：外筒・内筒の上部に固定されているアダプタ外・内に、上蓋がネジ止めされる。

2

図6 LED 光源装置を構成する、透明ケース（左）と光源セット（右）

透明ケース（図6左）は、透明アクリルにより構成されている。紫外線吸収剤を含む一般的なアクリル材を使用して耐候性に配慮し、厚みも衝撃対策と軽量化のバランスから3 mm程度としている。同仕様の透明アクリルを用いたこれまでの試作で、3シーズン連続使用においても特段破損などの不具合が生じていない。耐候性を与える紫外線吸収剤に対するUV光源からの光の透過性については、UV光源の中心波長395 nmに対して大きな吸収を受けることなく外に光を取り出すことが可能である。図5右の光源セットを挿入、固定するにあたり、防水性・防塵性の確保については、内筒と外筒の上部に同じアクリル製のアダプタを取り付け、光源セット側の上蓋下面との間に機密性を保つためのパッキン（Oリング（オーリング））を配置している。透明ケースの下面については取り外しを想定せず、接着剤と耐候性のあるシーリング材による密封構造とした。さらに、試作においては下蓋の下面全体を覆うような構造であったところ、外筒の外側部分に配置された下蓋の上面水平部分（幅数mm）に虫の死骸がとどまりがちで、不定期に落下して捕虫構造に侵入する形となってカウント数への影響の恐れが圃場試験時に指摘された。加えて雨水などもここにとどまりがちであることも確認され、直射日光が照射されうる位置でもあるため、シーリング材の耐久性低下の可能性も考えられた。よって本設計では、下蓋を内筒・外筒の間に挿入する形に変更し、虫・雨水等がシーリング部に堆積せず、かつ直射日光も当たらない位置となるようにした。このように耐候性と光源としての機能を両立させた仕様となっている。暴風雨等により破損した場合は、内部の光源セットに不具合がなければ、この透明ケースのみ交換すれば対応できるよう、両者が取り外し可能な設計としている。

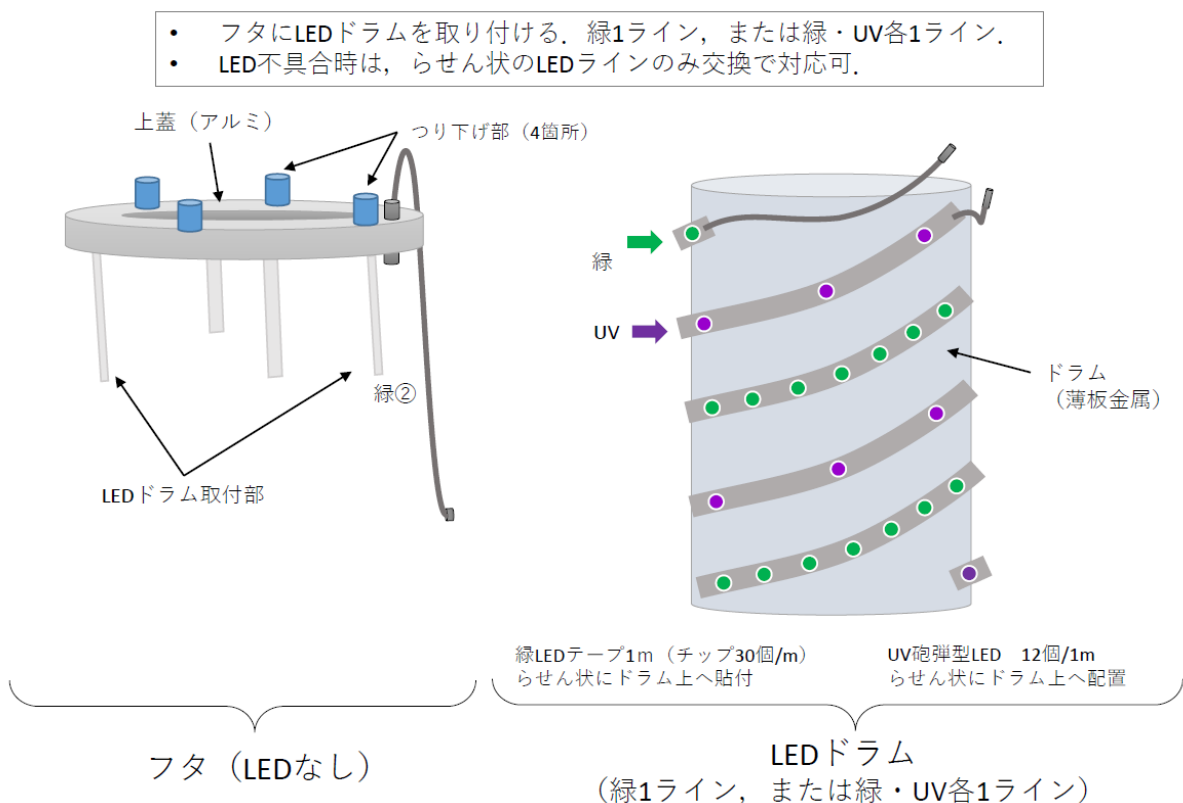


図7 光源セットを構成する、フタ（左）とLEDドラム（右）

次に、光源セットを構成するフタとLEDドラムについて述べる（図7）。両者は取り外すことができ、LEDに点灯不具合等があれば、LEDドラムの交換もしくは、LEDのみの交換で対応することができる。当初はらせん状に配置するLEDのラインに沿ったらせん状金属をベースにLEDを配置することを想定していた（図4）が、フタへの安定した取り付け構造がコスト要因であることから、らせん状ベースをとりやめ、比較的薄い金属で構成するより簡易なドラム状の構造にLEDを取り付けることとした。より熱容量の大きい部材への取り付けになるため、緑色LEDの放熱にも有利になる利点もある。紫外LEDについては出力が小さいため、放熱に関する利点とはならない。らせん構造のベースのように引っかかりやすい構造ではなくドラム状という比較的堅牢な構造のために、フタに取り付けた状態で透明ケースに出し入れする場合には作業性がよい利点もある。

LED交換に関して、緑についてはテープLED（裏面に両面テープ付）として広く市販されている光源を利用しているため、現状では2,000円程度以下で入手でき、利用者が貼り替えることができる。紫外LEDについては特殊な技術ではないが専門業者による組立品であり、利用者としては新規交換が対応しやすいものと思われる。現在、緑と紫外の2色のLEDドラム、もしくは緑のみの1色のLEDドラムの2種類を想定している。当初は緑1色導入後であっても、紫外の追加導入が可能な色別ユニットを想定していたが、コストと作業性及び、緑色光源の安価さ、追加導入の頻度を考慮して、別品による対応が妥当であるとした。

2) 茶・果樹用の市販 LED 灯

まずは、屋外用 20 W 蛍光灯器具の透明カバーの紫外透過仕様への変更検討を行った。最初に、アクリル材の紫外線吸収に関して調査したところ、一般にアクリル材は紫外線曝露に対する耐久性を確保するために紫外線吸収剤を添加していることがわかり、製造過程においてその添加をしなければ紫外透過のアクリル材は製作可能であることがわかった。しかしながら、紫外線曝露に対する耐久性が低下することが予想され、今回は試験用としてまずは紫外線吸収剤のないアクリル筒を特注で製作し、圃場試験によりその劣化程度を確認することにした。

図 8 に 20 W 蛍光灯器具とそれに取り付けられた LED 光源、及びその外筒であるアクリル筒の紫外透過検討についてまとめて示す。今回特注にて製作した紫外線吸収剤を含まないアクリル筒が紫外線を透過している様子がわかる。今回はこの紫外透過アクリル筒を市販の屋外用 20 W 蛍光灯器具に取り付けて、茶害虫の誘引試験用光源に供した。

次に、1 シーズン終了後に、紫外線透過アクリルの劣化程度を確認した (図 9)。福岡県農林業総合試験場で使用された蛍光灯器具に取り付けられていた、1 シーズン使用後の紫外線透過アクリル筒と、未使用のものを目視で図 7 のように比較した。用いた光源の波長は 365 nm であった。両者に大きな違いはなく、1 シーズン程度であれば十分に利用可能であることがわかった。

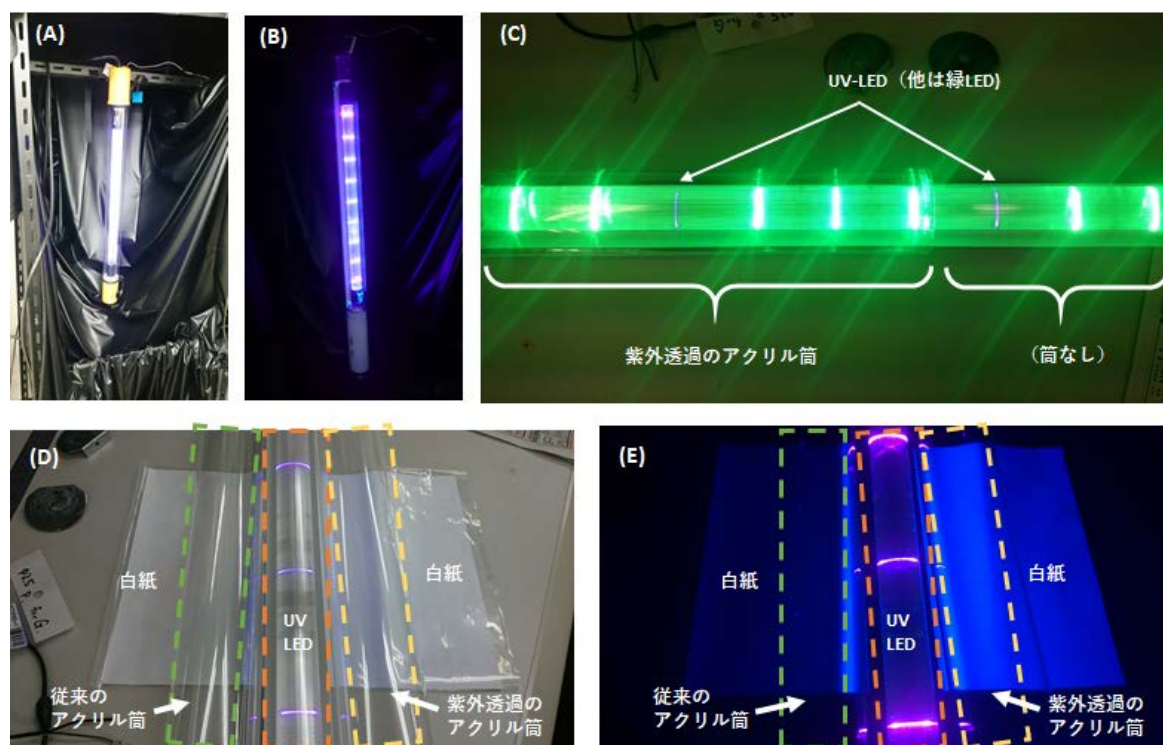


図 8 20 W 蛍光灯器具とそれに取り付けられた LED 光源 (A) (B)、及び、その外筒であるアクリル筒の紫外透過検討。(C) 紫外透過のアクリル筒を UV-LED を含む蛍光灯形 LED を半分カバーし、アクリル筒があるところでも UV-LED の光が透過していることがわかる。(D) 中央に蛍光灯形 UV-LED を置き、その左側に紫外線吸収剤添加の従来アクリル筒、右側に紫外線透過アクリルを置き、照明を消すと、(E) 紫外透過アクリル側のみ、下に敷いてある白い紙が紫外線による蛍光を発しており、紫外線が透過していることがわかる。

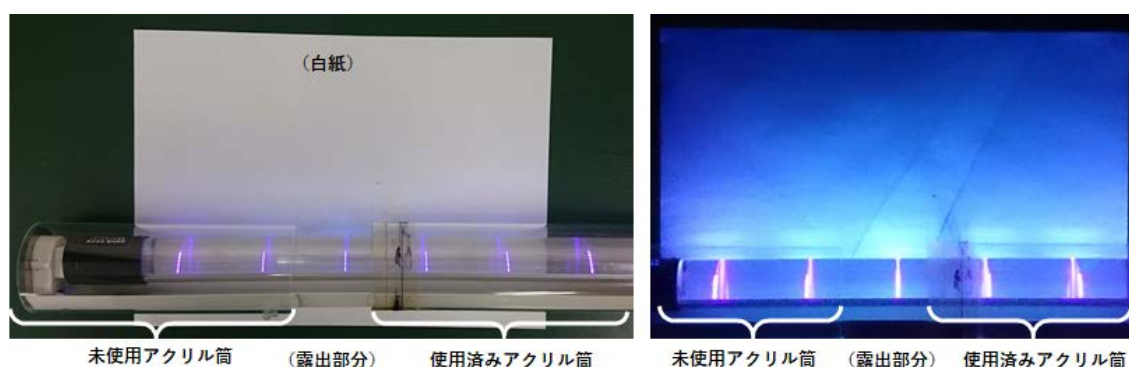


図 9 1 シーズン終了後の紫外線透過アクリルの紫外線透過の様子。未使用の紫外線透過アクリル筒と比較して大差がない。

3) 光源の簡易評価法

表 1 及び表 2 にそれぞれ 2 種類の照度計により計測した結果を示す。計測対象の 7 つの 14 W 緑色光源については、光源の製造番号 (A*、*は数字) と 3 年間の使用地名が示されている。

表 1 14 W 緑 LED 光源 (3 年使用) に対する照度計測結果 (照度計 LX-1000 使用)

距離 (m)	A9つくば	A4滋賀	A1鹿児島	A2長崎	A6宮城	A7石川	A5長野	標準偏差	平均	標準偏差/平均
1	60	77	86	81	84	66	92	10.5	78.0	0.135
2	15	21	23	23	24	18	27	3.7	21.6	0.171
3	8	11	12	12	12	9	14	1.9	11.1	0.169

表 2 14 W 緑 LED 光源 (3 年使用) に対する照度計測結果 (照度計 TR-74Ui 使用)

距離 (m)	A9つくば	A4滋賀	A1鹿児島	A2長崎	A6宮城	A7石川	A5長野	標準偏差	平均	標準偏差/平均
1	70	99	110	104	103	82	113	14.5	97.3	0.149
2	20	27	29	30	30	23	35	4.6	27.7	0.166
3	10	13	15	15	15	12	18	2.4	14.0	0.171

図 10 に表 1 及び 2 の結果をグラフで示す。いずれにおいても横軸の距離に対して照度が単調減少する傾向が見られ、各距離における平均値 (×印) に対して累乗のフィッティング (点線) を行くと、指数がそれぞれ -1.78、-1.77 と -2 に近く、照度が距離のほぼ 2 乗に反比例して減少しており、点光源に対する光強度の距離依存性に近い特性を示している。よって、原理的にはどの距離において計測しても等価であるといえる。

光源毎に照度が異なるのは、光源の明るさが異なるからであると考えられる。ひとつの光源に対する計測の再現性は、保証されている測定精度 (いずれも 5%) 内にあることは確認している。LED 光源そのもののばらつき、3 年使用に伴う劣化のばらつき、などが考えられる。測定距離毎の、各光源の照度の平均に対するそのばらつき (標準偏差 σ) の割合は、距離 1 m で 14% 前後、2m、3 m で 17% 前後 (表 1 及び表 2) である。よって 1σ で 20% 程度以下のばらつきが

想定されることがわかった。

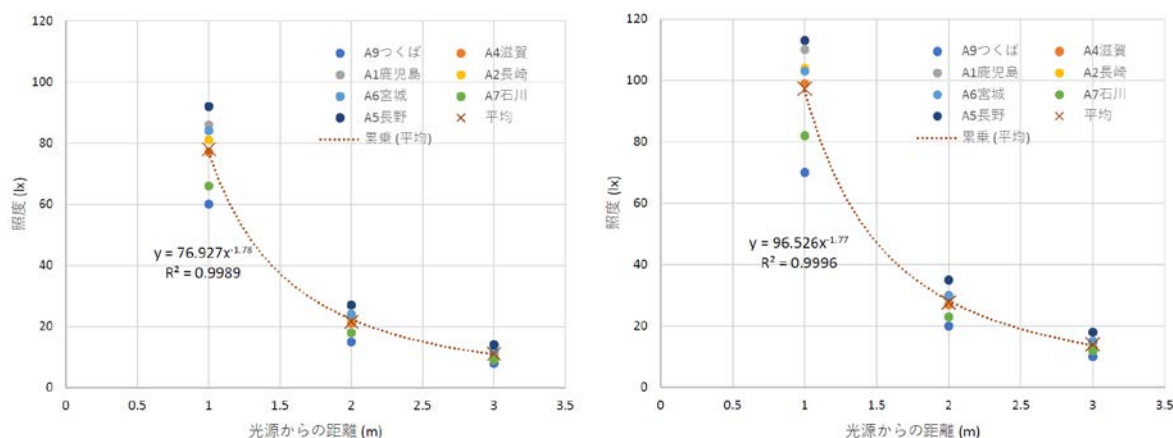


図 10 14 W 緑 LED 光源（3 年使用）に対する照度計測結果
（左：照度計 LX-1000 使用、右：照度計 TR-74Ui 使用）

表 3 に 2 つの照度計により計測された照度（平均値（表 2 及び 3 の値））の比を示す。おおむね 2 割程度の差があることがわかる。TX-1000 は 2009 年の購入から 8 年経過しており、TR-74Ui は 2017 年に購入（校正済み）し 1 年以内である。経年変化と思われるが、このケースでは 2 割程度の精度で使用できることがわかる。

表 3 2 つの照度計により計測された照度（平均値）の比

	平均値の比
距離 (m)	TX-1000/TR-74Ui
1	0.802
2	0.778
3	0.796

4. 考察

1) 水稲及び果樹用の緑色・UV 光源

要求仕様に対して設計を行った。光源全体をケースと光源にわけ、それぞれを独立して交換可能とすることで、継続的な運用時の故障対応が低コストで可能となる案を構成することができたと考えられる。

2) 茶・果樹用の市販 LED 灯

屋外用 20 W 蛍光灯器具の透明カバーの紫外透過仕様への変更については、アクリルの紫外線吸収剤を使用しない紫外透過のアクリル材を製作により対応が可能であった。圃場試験においては急速な曇りなどの劣化は見られず、1 シーズン程度であれば十分に利用可能であることがわかった。

多年利用については引き続き注視する必要があるが、1 シーズン以上使用できる消耗品として導入できる可能性が高いと思われる。

3) 光源の簡易評価法

新旧の照度計を用いて、1～3 m の距離別に 14 W 緑 LED 光源の照度を計測した。どの距離で評価しても照度の値や精度について大きな違いはない。よって、距離 2 m の位置を測定箇所とし、照度がおおむね 14 lx (ルクス) 以上を 14 W 緑 LED 光源の要求仕様とすることが考えられる。距離 2 m はいわゆる「光プロ」における光源の強度を規定する際の測定距離として採用されたもので、それを踏襲することとした。14 lx は今回計測した (表 3) 3 シーズン経過後の 14 W 光源における距離 2 m における最低照度 15 lx 付近であり、同最高照度が 27 lx とほぼ倍に近く、照度が半分程度にまで低下した光源までを使用可能とする目安から、27 lx のほぼ半分で、消費電力値 14 W (正確には 14.4 W 仕様) と同じ数値となる 14 lx を要求仕様の下限値とすることが望ましいと考えられる。これは、経年変化して検出効率がある程度低下している照度計 (表 3) を利用した場合をも想定した値である。厳密な測定値に基づく照度の下限値を規定することは現場における実用上得策でなく、長らく所有する照度計の変化にも対応した、やや安全側に立った照度下限値の設定の考え方である。

緑色 7 W (正確には 7.2 W 仕様) の場合は、14 W の場合に比べて照度が単純に半分となるため、照度下限値はおおむね 7 lx としてよいと考えられる。同様に消費電力値と同値であり、わかりやすさもある。

ここでは緑色の照度のみを考慮しており、UV 0.4 W はまずパワーが小さいこと、及び分光視感効率が低いことから、照度の値は緑色が支配的であるとした。分光視感効率は、物理量である光量 (光子数に相当) に対し、ヒトの目の分光感度を元にした重みとして、心理物理量である照度の算出に加味されているものである。緑 LED の 516 nm 付近の 515 nm では 0.6082、紫外 LED の 390 nm では 0.000120 という分光視感効率がそれぞれ用いられている。すなわち、紫外光は緑色光と同じ (物理的な) 光量があっても、緑に対して $0.000120/0.6082 = 0.02\%$ の明るさにはしか感じる事ができず、照度の値は緑色が支配的となる。

まとめると、光源中心からの水平距離 2 m において 14 W では 14 lx 以上、7 W では 7 lx 以上の照度を使用可能下限として運用することが望ましいと考えられる。

5. 今後の課題

1) 水稻及び果樹用の緑色・UV 光源

緑 7.2 W+UV 0.4 W の多色光源の耐久性評価と、使い勝手の検証及び必要に応じた改良。

2) 茶・果樹用の市販 LED 灯

屋外用 20 W 蛍光灯器具の確保 (製造中止の可能性あり)。予察灯との接続。

3) 光源の簡易評価法

照度の使用可能下限値について、今後製作される新規光源の実測値のおおむね半分程度となることを確認するのが望ましい。その下限値の設定には、照度計の 20% 程度の精度低下をも想

定しているが、それ以上の精度低下についての対応が必須である。新規テープ LED 単体で 2,000 円程度以下であるため、これを付録品として別途点灯確認ができるようにし、目視で明らかに光強度の低下が著しいかどうかを確認できるようにしておくなどの対策が必要である。

6. 要約

水稻及び果樹用の緑色・UV 光源として、緑 7.2 W+UV 0.4 W のハイブリッド光源仕様について、買い換え時のコストなども考慮に入れながら検討を行った。光源全体をケースと光源にわけ、光源も色別に分離/選択可能とし、それぞれを交換可能とする仕様を決定した。茶・果樹用の屋外用 20 W 蛍光灯器具の透明カバーの紫外透過仕様への変更を実施し、1 シーズン以上の使用が可能であることを示した。光源の維持管理のための簡易な評価手法として、光源中心から水平方向 2 m の位置にて、市販の照度計により緑 14 W では 14 lx (ルクス) 以上、緑 7 W では 7 lx 以上を使用可能下限値とする基準を提案した。

7. 成果の公表及び特許

なし。

8. 27～29 年度のまとめ

水稻及び果樹用の発生予察光源として、電球型の小さな光源から脱却し、ドラム型の大きな光源を導入することで誘殺数の増加を実現し、従来の発生予察光源の代替可能性を高めてきた。さらに UV 追加の検討も行い、最終的に緑 7.2 W+UV 0.4 W の多色光源仕様について、買い換え時のコストなども考慮に入れながら検討を進めた。光源全体をケースと光源にわけ、光源も色別に分離/選択可能とし、それぞれを交換可能とする仕様を決定した。茶・果樹用の光源としては、屋外用 20 W 蛍光灯器具と市販蛍光灯形 UV-LED の利用について、透明カバーの紫外透過仕様への変更に対応し、1 シーズン以上の使用が可能であることを示した。光源の維持管理のための簡易な評価手法として、光源中心から水平方向 2 m の位置にて、市販の照度計により緑 14 W では 14 lx (ルクス) 以上、緑 7 W では 7 lx 以上を使用可能下限値とする基準を提案した。

参考文献

[1] 照度計の検定、日本電気計器検定所. <http://www.jemic.go.jp/kentei/shoudokei.html>

LED 光源の試作(2)

平江雅宏・石島 力

中央農業研究センター

[〒305-8666 茨城県つくば市観音台 2-1-18]

1. 調査背景と目的

予察灯は農作物の害虫の発生予察において欠かすことができない調査機器であり、全国各都道府県において年間を通じて害虫の発生状況調査に活用されている。予察灯の光源に用いている白熱電球の製造、販売は将来的に終了する見通しであり、光源として LED への転換が求められている。

ここでは、水稻、果樹及び茶の害虫等を誘引可能な光の波長域を検証するため、試作した LED 光源を用いて誘引データを収集する。

2. 調査方法

1) 調査地点：中央農業総合研究センター（茨城県つくば市観音台）の畑ほ場畦畔

2) 予察灯による調査

予察灯は簡易式水盤予察灯（興南施設管理製）3 基を用い、約 25m 間隔を空けて設置した（図 1）。点灯する時間帯は防雨型光センサーコンセント（オーム電機、光センサー感度 5～6 ルクス）により夜間点灯する設定とした。原則として 1 日ごとに誘殺個体数を調査し、光源は設置場所による影響を極力避けるため調査日毎にローテーションした。ドラム型光源は予察灯の漏斗の中心部に、直管型光源は漏斗の周辺部に設置した。

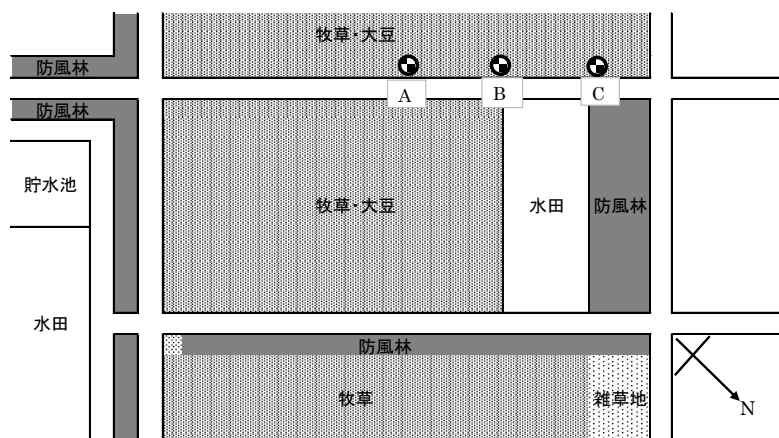


図 1 予察灯の配置図

試験に用いた光源と調査期間は表 1 に示す。ドラム型 LED 光源は、長さ 1 m の市販緑色テープ LED (LED60 個/m、14.4W) を直径 15 cm、ピッチ 15 cm で螺旋状に 2 周配置して作成した。また、直径 7.5cm のタイプ (径 1/2)、LED30 個/m、7.2W のタイプ (光量 1/2) を作成し、誘引データを収集した。光源はいずれも簡易な雨よけのためにポリエチレン製袋 (0.03×260×380mm) で覆った。

また、20W 直管型のブラックライト蛍光灯として、Panasonic 製 FL20S・BL・K、直管型 LED 光源として、飯田照明製ブラックスター LTH20S・BLB/10/G13 (ピーク波長 365nm、11W)、LTE20S・BLB/9/G13 (ピーク波長 375nm、9W)、カスタム型の直 525 (ピーク波長 525nm、約 10W)、直 365+525 (波長 365nm (UV) と波長 525nm (緑) の LED を緑 2、UV 1、緑 3、UV 1、緑 2 で配置、約 10W)、直 375+525 (波長 375nm (UV) と波長 525nm (緑) の LED を緑 2、UV 1、緑 3、UV 1、緑 2 で配置、約 10W) を用い、カバーを取り除いた日動工業パイプライト YF-201A (長さ 840mm) に設置し、簡易な雨よけのためにポリエチレン製袋 (0.04×200×約 110mm) で覆った。

表 1 調査期間と調査に用いた光源

調査期間	調査日数	光源		
6月 1日～7月12日	43日	直365	BL	
7月26日～8月 6日	12日	直365	直375	BL
8月11日～8月18日	6日	径1/2	光量1/2	ドラム525
8月20日～8月26日	7日	直525	ドラム525	BL
8月27日～9月 3日	8日	直365	直365+525	ドラム525
9月 4日～9月16日	13日	直365	直365+525	直375+525
9月18日～10月14日	15日	直375	直375+525	BL

BL: ブラックライト蛍光灯 (20W直管型)

直365: 直管型、波長365nmのチップを9個直列で配置

直375: 直管型、波長365nmのチップを9個直列で配置

直525: 直管型、波長525nmのチップを9個直列で配置

直365+525: 波長365nm (UV) と525nm (緑) のチップを (緑2+UV1+緑3+UV1+緑2) で配置

直375+525: 波長375nm (UV) と525nm (緑) のチップを (緑2+UV1+緑3+UV1+緑2) で配置

ドラム525: ドラム型、波長525nmのテープ型LED60個を配置

径1/2: ドラム型径1/2、波長525nmのテープ型LED60個を配置

光量1/2: ドラム型、波長525nmのテープ型LED30個を配置

3. 調査結果

1) 光源の波長の検討

ピーク波長 365nm の直管型 LED 光源では、果樹カメムシ類の総誘殺数は従来型のブラックライト蛍光灯と同じ傾向であり、遜色ない誘引性能であると考えられた (図 2、図 3)。また、中心波長の光源が 10nm 異なることにより誘引される種類・量が異なり、中心波長 365nm では果樹カメムシ類が多く誘引され、375nm ではウンカ・ヨコバイ類が多く誘引される傾向が認められた (図 3)。

2つの波長を組み合わせた場合に総誘殺数が急増する事例も観察され、特に果樹カメムシ類でその傾向が強かった (図 4、図 5)。

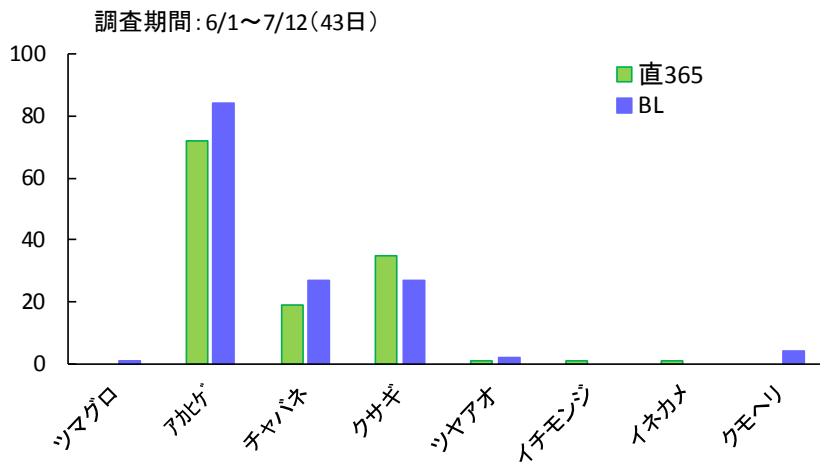


図2 異なる波長の光源を用いた予察灯における害虫の誘殺消長

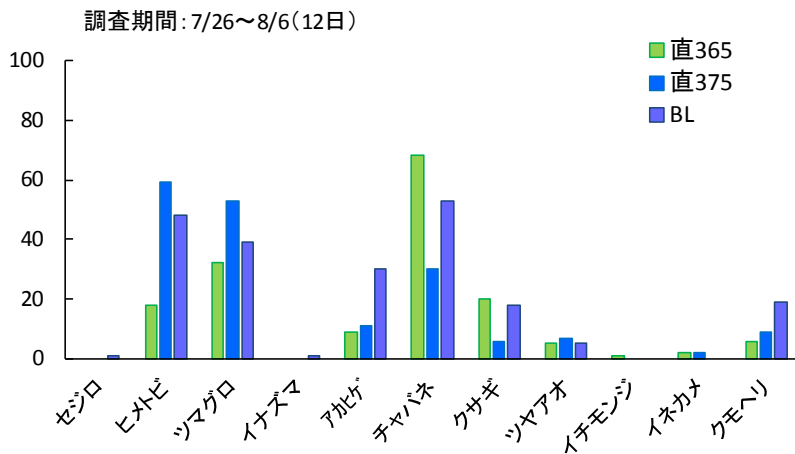


図3 異なる波長の光源を用いた予察灯における害虫の誘殺消長

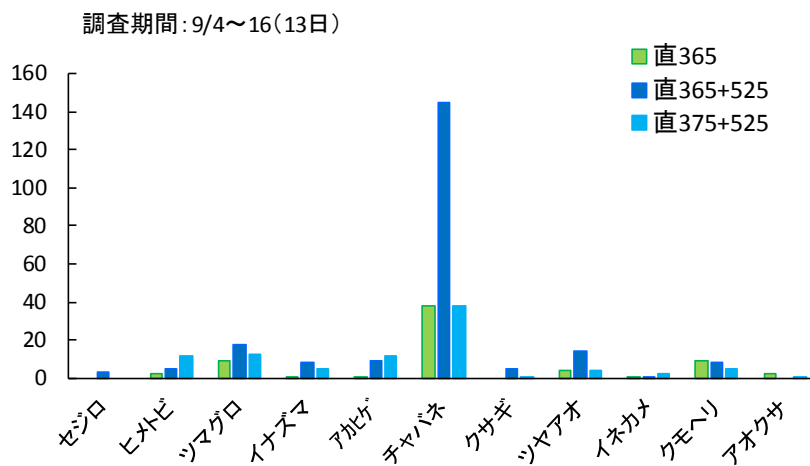


図4 異なる波長の光源を用いた予察灯における害虫の誘殺消長（複数波長）

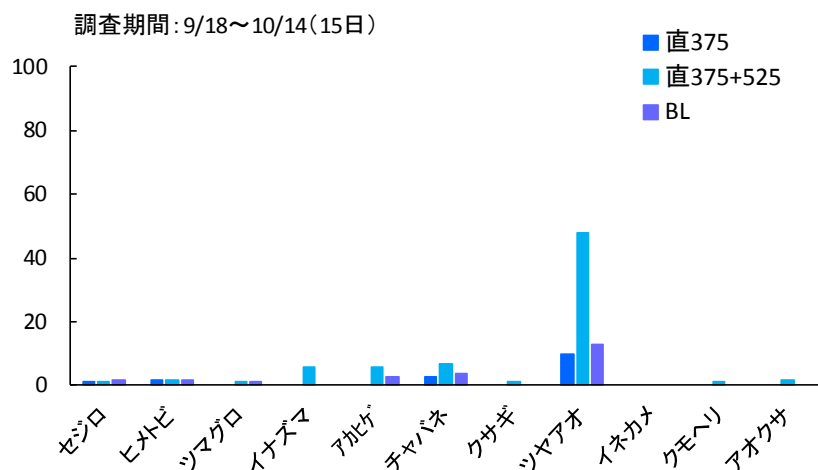


図5 異なる波長の光源を用いた予察灯における害虫の誘殺消長（複数波長）

2) 光源の波長、形状の検討

ドラム型光源において、ドラムの直径を 1/2 と小さくした光源、光量を 1/2 に下げた光源とも総誘殺数に大きな違いは認められなかった（図6）。ドラム型と直管型の形状の比較では、種によって総誘殺が異なり、一定の傾向は認められなかった（図7、図8）。

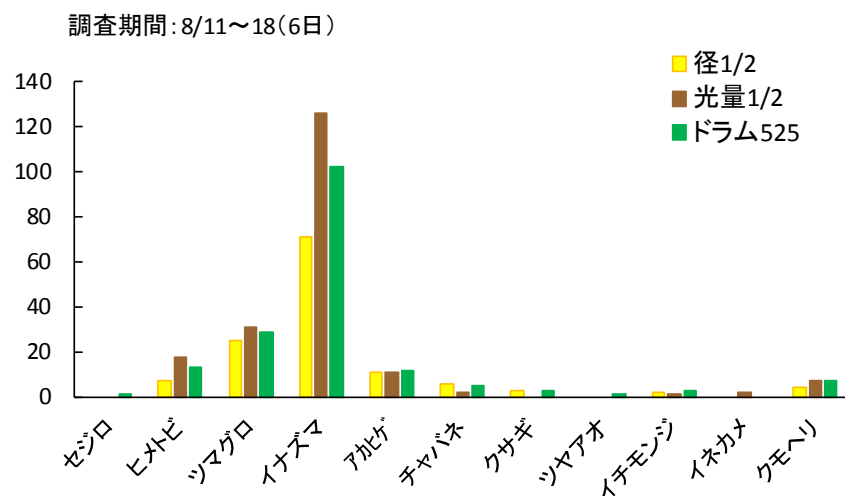


図6 異なる光量、形状の光源を用いた予察灯における害虫の誘殺消長

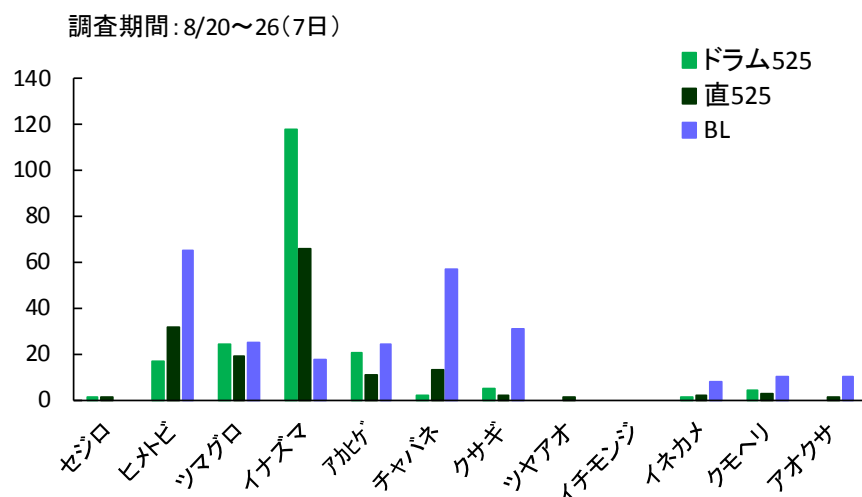


図7 異なる波長、形状の光源を用いた予察灯における害虫の誘殺消長

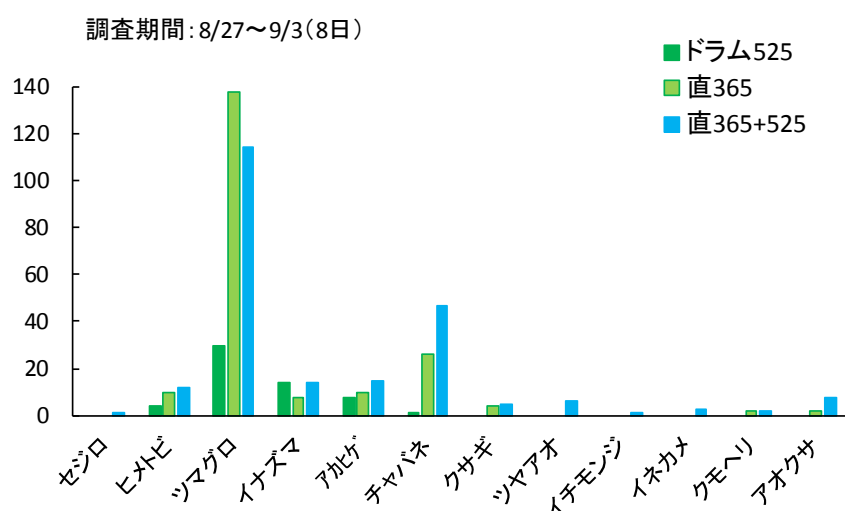


図8 異なる波長、形状の光源を用いた予察灯における害虫の誘殺消長

4. 考察

光源の波長によって誘引される害虫の種類・量が異なることから、予察の対象種や予察の目的によって光源を選択する必要があると考えられた。緑波長（中心波長 525nm）、UV 波長（365nm、375nm）単独でも幅広い種で誘引されるが、UV 波長の光源では対象外の害虫も多数誘殺されることから、水稻害虫対象としては緑波長を用いた光源が最適と考えられた。また、果樹カメムシ類については UV 波長（特に 365nm）または UV と緑の 2 波長（365nm+525nm）を組み合わせた光源を用いることで従来と同程度以上の誘殺データの確保が可能と考えられた。ただし、限定された短期間における反復のない試験結果であるため、今後、野外における長期間の誘殺データによる比較検討が必要である。光量や形状については一定の傾向が認められずさらなる検証が必要であると考えられた。

5. 今後の課題

限定された短期間における反復のない試験結果であるため、野外における長期間の誘殺数・誘殺消長による比較検討が必要である。

6. 要約

水稻、果樹及び茶の害虫等を誘引可能な光の波長域を検討した結果、ピーク波長 365nm の直管型 LED 光源は従来型のブラックライト蛍光灯と遜色ない誘引性能があった。果樹カメムシ類の総誘殺数は中心波長 365nm の光源の誘引数が多く、さらに UV と緑の 2 つの波長を組み合わせると総誘殺数が急増する傾向が認められた。このことから、予察用としては対象害虫・目的によって波長の異なる光源を選択し、水稻害虫対象としては緑波長を用いた光源、果樹カメムシ類については UV 波長（特に 365nm）または UV と緑の 2 波長（365nm+525nm）を組み合わせた光源を用いるのがよいと考えられた。

7. 成果の公表及び特許

8. 27～29 年度のまとめ

上記要約と同じ。