

令和5年度

病害虫の効率的防除体制の再編委託事業

「飛来性病害虫の広域的な調査手法の確立における AI 予察灯の利用可能性の検証」

事業成果報告書

2024 年（令和 6 年）2 月

AI 予察灯の検証コンソーシアム

（代表：（国研）農業・食品産業技術総合研究機構 植物防疫研究部門）

目次

1. 事業の概要	1
2. 事業の検討実績	4
3. 機関ごとの成績	
(1) 奈良県農業研究開発センター	5
(2) 兵庫県立農林水産技術総合センター	18
(3) 熊本県農業研究センター	31
(4) 日本曹達株式会社	47
4. 総合考察	52
5. 参考資料	
(1) 設計検討会質疑応答（抜粋）	61
(2) 中間検討会質疑応答（抜粋）	63
(3) 成績検討会質疑応答（抜粋）	65
(4) LED システム仕様書（旧型）	67
(5) LED システム仕様書（新型）	69

1. 事業の概要

＜背景・目的＞

現在、飛来害虫等の予察は白熱灯・水銀灯による予察灯やフェロモントラップに誘殺された害虫の初発及び発消長をもとにしている。これら手法により誘殺された個体の回収や専門知識を有する熟練者による害虫の同定作業には一定の労力と時間が必要であり、これが誘殺データの迅速な活用・共有の障壁となっている。

本事業では、国内で予察対象となる害虫の新たなモニタリング手法として、RYNAN 社製の「LED システム」の利用可能性を検証した。この LED システムは LED 光源に集まり捕獲された昆虫をカメラで撮影し、AI を利用した害虫判別機能により捕獲された害虫の画像を種ごとに集計するものであり、ベトナム国内ではすでに社会実装されている。また、集計したデータはインターネットを通して遠隔での確認も可能であり、既存の調査方法よりも簡便かつ迅速なデータ収集が期待できる。

検証の対象とする主な害虫は、近年飛来の早期化や発生地域の拡大にともなう甚大な被害が顕在化しているトビイロウンカ、セジロウンカ、ヒメトビウンカ（以下「ウンカ類」という）のほか、AI による害虫判別の精度が比較的良いと考えられる大型のカメムシ類とし、それ以外の害虫についても検証可能なものを幅広く対象とした。

＜実施体制＞

本委託事業は「AI 予察灯の検証コンソーシアム」が実施し、同コンソーシアムの代表機関である（国研）農業・食品産業技術総合研究機構植物防疫研究部門が事業を総括した。現地での検証はウンカ類の被害がしばしば問題となる九州地域の熊本県、近年の温暖化により害虫の被害が顕著となっている西日本の兵庫県と奈良県において、それぞれ熊本県（熊本県農業研究センター生産環境研究所）、兵庫県立農林水産技術総合センター、奈良県農業研究開発センターが実施した。また、LED システムを既に設置し、害虫種の判別能力等についての知見をもつ静岡県の日本曹達株式会社榛原フィールドリサーチセンターでは、ウンカ類の識別精度を検証した。

事業の実施にあたり、外部の有識者として以下の2名に検討委員を依頼し、事業の計画や成績に関する助言をいただいた。

（一社）日本植物防疫協会 信頼性保証室	技術顧問	高梨 祐明
愛知県農業総合試験場 環境基盤研究部病虫害防除室	主任専門員	藤田 智美

その他、双日株式会社と双日九州株式会社には本事業の協力機関として参画いただき、LED システムの販売元である RYNAN 社との連絡調整や、各県に設置した LED システムの改修や保守作業に協力いただいた。

<事業実施者>

奈良県農業研究開発センター 環境科

副主幹 井村 岳男

主任主事 藤森 颯太

奈良県農業研究開発センター 果樹・薬草研究センター

総括研究員 米田 健一

主任研究員 小島 英

主任研究員 兵頭 由浩

兵庫県立農林水産技術総合センター 農業技術センター病害虫部

研究員 富原 工弥

職員 岩橋 祐太

熊本県農業研究センター 生産環境研究所 (病害虫防除所)

主幹 江口 武志

技師 守田 大樹

日本曹達株式会社 榛原フィールドリサーチセンター

グループ長 中村 武彦

農業・食品産業技術総合研究機構 植物防疫研究部門

上級研究員 松倉 啓一郎

主任研究員 矢代 敏久

再雇用職員 松村 正哉

<事業協力者>

双日株式会社 食料事業部

梶原 唯行

吉田 康宏

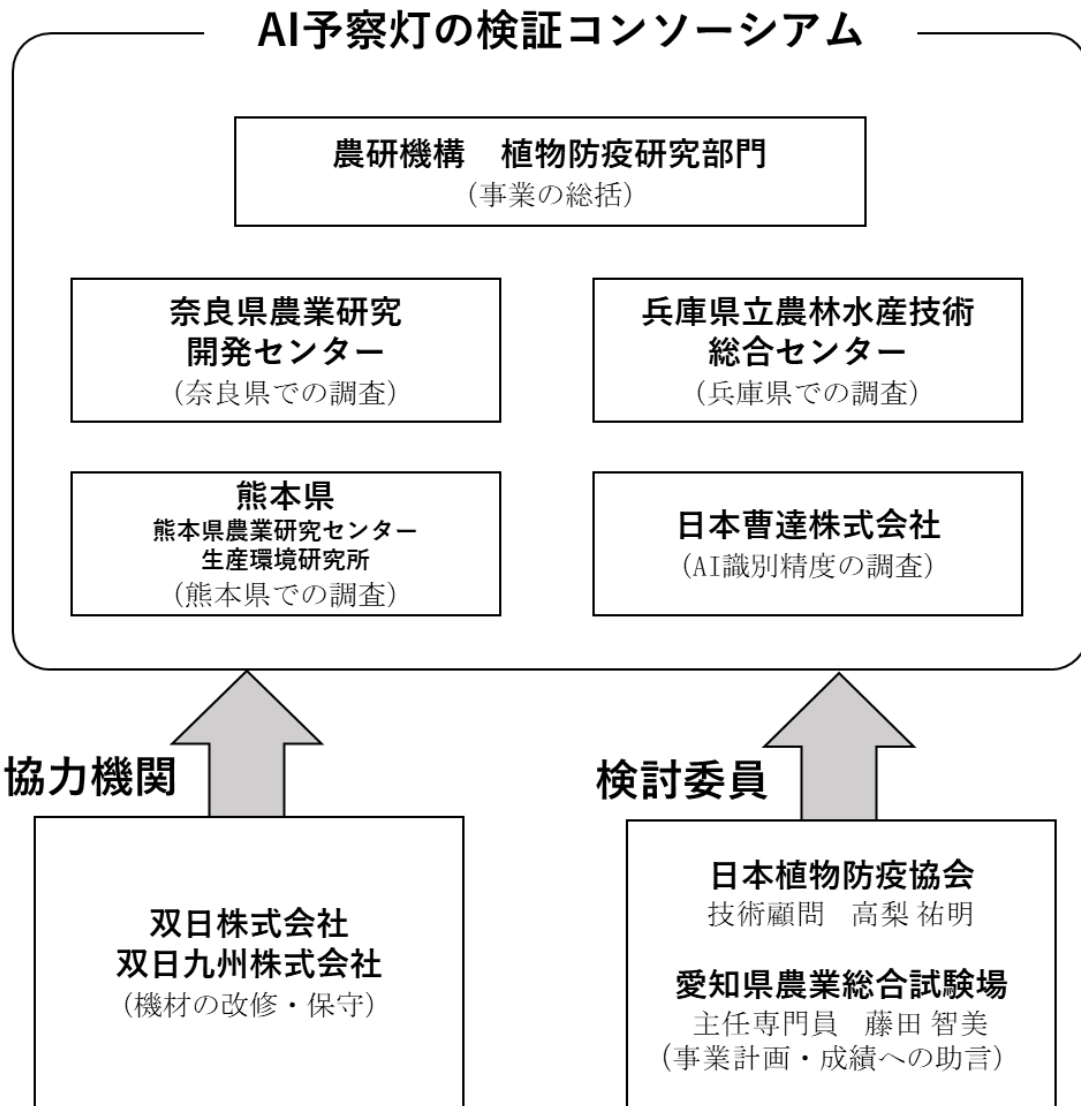
西山 哲也

山田 恵太朗

双日九州株式会社 機械・開発部 機械一課

笠 光貴

事業の実施体制



2. 事業の検討実績

○設計検討会

開催日時：2023 年 7 月 3 日（月） 13：00～15：00

開催方法：オンライン会議（Microsoft Teams）

出席者：検討委員 2 名、事業委託元 2 名、事業担当者 17 名、事業協力者 3 名

オブザーバー（都道府県の病虫害関係者）多数

概要：事業の実施体制を確認し、各機関の実施計画を検討したほか、協力機関である
双日九州株式会社の笠光貴氏より LED システムの概要に関する説明があった。

○中間検討会

開催日時：2023 年 11 月 22 日（水） 10：30～12：00

開催方法：オンライン会議（Microsoft Teams）

出席者：検討委員 2 名、事業委託元 4 名、事業担当者 15 名、事業協力者 6 名

概要：本年度の LED システムへの害虫の誘殺状況を確認し、年度末の取りまとめの方
向性を検討した。

○成績検討会

開催日時：2024 年 2 月 5 日（月） 13：10～16：00

開催方法：オフラインとオンラインのハイブリット開催

オフライン会場：ベルサール八重洲 Room6

オンライン：Microsoft Teams

出席者：検討委員 2 名、事業委託元 3 名、事業担当者 21 名、事業協力者 5 名

オブザーバー189 名（農政局・都道府県の病虫害関係者からの参加申込数）

概要：本年度の LED システムへの害虫の誘殺状況等から、本システムの害虫誘殺能力
や AI による識別精度、解決すべき課題等を整理し、主な害虫種ごとに本システムの利
用可能性を評価した。

3. 機関ごとの成績

(1) 奈良県農業研究開発センター

担当機関・部署	奈良県農業研究開発センター研究開発部 環境科 ^{※1} ・果樹・薬草研究センター ^{※2}
担当者	^{※1} 井村岳男・藤森颯太・ ^{※2} 米田健一・小島 英・兵頭由浩

1. 試験目的

飛来性害虫等を対象として、LED 光源の害虫モニタリングシステム（以下、LED システム）と現行の予察灯等を比較し、捕獲精度等の検証を行う。

2. LED システムの設置場所

①奈良県桜井市池之内130-1

（奈良県農業研究開発センター内ほ場：図1左）

②奈良県五條市西吉野町湯塩

（奈良県果樹・薬草研究センター内ほ場：図1右）

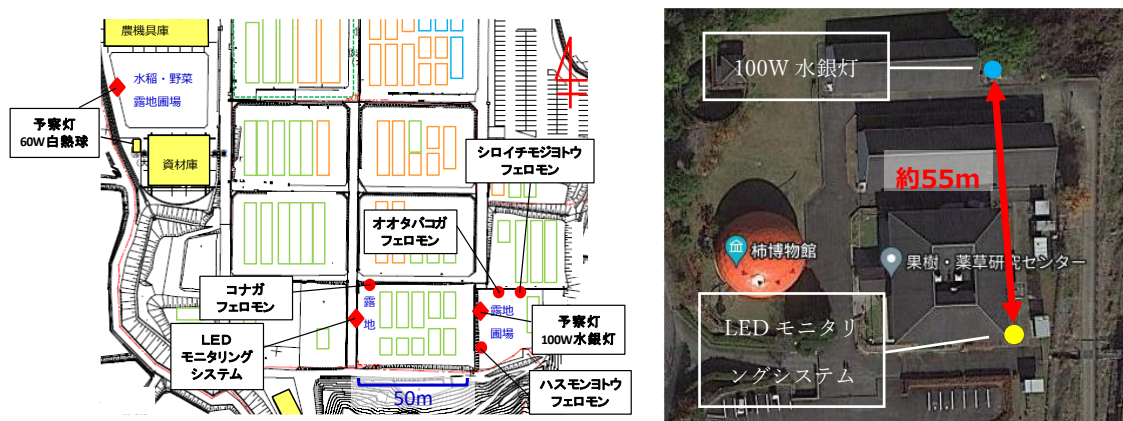


図1. トラップ設置地点の見取り図（左：桜井市、右：五條市）

3. 調査期間

- ① 旧型（農研セのみ）：4/1-7/20（画像背景金網）、8/17-9/11（画像背景白色）
7/21-8/16、9/12-10/3は予察灯故障もしくはLEDシステム不調等により欠測[※]
- ② 新型：農研セ：10/3-10/31 果樹・薬草セ：10/4-10/31

[※]60W予察灯が8月中旬以降に深刻な故障となり、ウンカ類の予察灯調査は100Wに切り替えた。LEDシステムの不調は、バッテリー上がりと照明の設定不調、画像データ回収の失敗によるもの。

4. 調査内容

調査1 現行の予察灯等との比較（表1）

- 現在予察調査に利用している予察灯（100W 水銀灯または 60W 白熱球）と性フェロモントラップにおける誘殺消長を LED システムでの誘殺消長（AI による自動識別データと画像の目視識別データ）と比較する。
- 果樹薬草研究センターについては、果樹カメムシ類 3 種の予察灯（100W 水銀灯）との比較のみ行う。

調査2 判別害虫の確認調査

- LED システムの画像で目視識別可能な虫種について、AI による自動識別データと比較する。

表 1. 調査対象害虫と比較に使用したトラップ

対象害虫		調査場所		比較するトラップ			LEDシステム		備考
		農研セ	果樹セ	100W	60W	フェロモン	AI識別	画像目視	
カメムシ類	チャバネアオカメムシ	○	○	○			○	○	
	ツヤアオカメムシ	○	○	○				○	
	クサギカメムシ	○	○	○			○	○	
	ミナミアオカメムシ	○		○			○	○	
	アオクサカメムシ	○		○				○	予察灯のみわずかに誘殺
	ホソヘリカメムシ	○		○			○	○	予察灯のみわずかに誘殺
	イチモンジカメムシ	○		○				○	予察灯のみわずかに誘殺
	ブチヒゲカメムシ	○		○				○	予察灯、LEDともに誘殺無し
	ホソハリカメムシ	○		○				○	予察灯のみわずかに誘殺
	クモヘリカメムシ	○		○				○	予察灯のみわずかに誘殺
	イネカメムシ	○		○				○	予察灯のみ誘殺
	イネクロカメムシ	○		○				○	予察灯のみ誘殺
	シラホシカメムシ	○		○				○	予察灯のみわずかに誘殺
	トゲシラホシカメムシ	○		○				○	予察灯、LEDともに誘殺無し
	アカスジカスミカメ	○		○				○	
	ホソミドリカスミカメ類	○		○				○	
メイガ類	コブノメイガ	○		○		○	○	○	
	シロオビノメイガ	○		○			○	○	
ヤガ類	ハスモンヨトウ	○				○	○	○	
	オオタバコガ	○				○		○	
	シロイチモジヨトウ	○				○		○	
ウンカ類	トビイロウンカ	○		○	○		○		
	セジロウンカ	○		○	○		○		
	ヒメトビウンカ	○		○	○		○		

5. 調査結果

(1) カメムシ類

①チャバネアオカメムシ

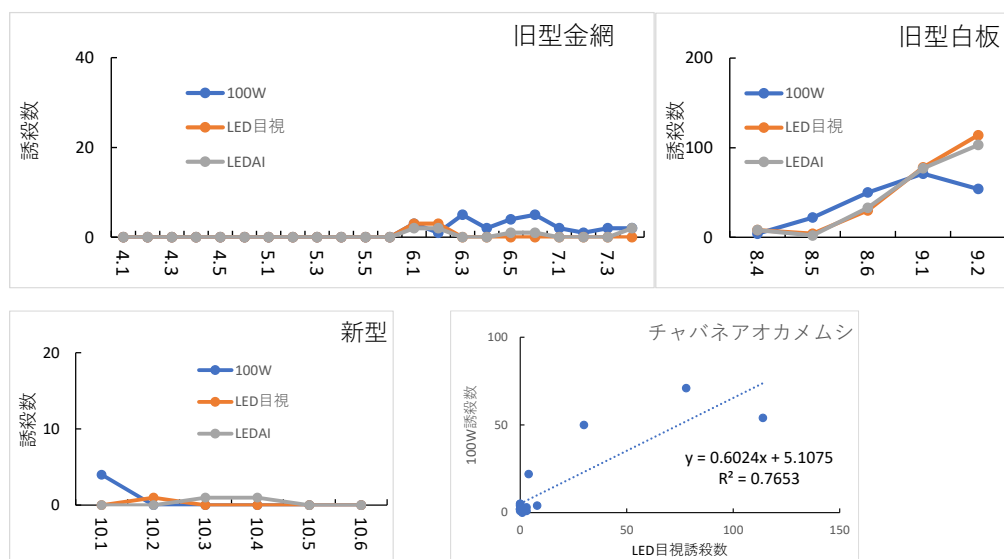
○100W 水銀灯と比較した誘引性能

- ・LED システム（目視）のデータを 100W 水銀灯と比較すると、誘殺数が多かった桜井市の旧型白板（8 月中旬～9 月上旬）と五條市の新型（10 月上旬～下旬）で誘殺消長は類似した。
- ・桜井市の 100W 水銀灯と LED システム（目視）の誘殺数には有意な相関があった（五條市はデータ点数が少ないので解析せず）。
- ・以上の結果から、LED システムへの誘殺の多寡は、100W 水銀灯への誘殺の多寡を反映できると考えられた。

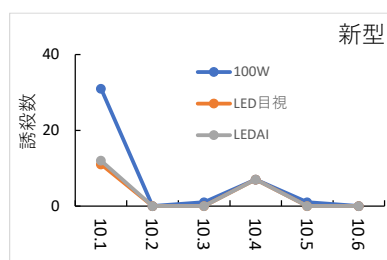
○LED システムの AI 識別精度

- ・LED 画像の目視個体数と AI 識別個体数はいずれのデータにおいてもおおむね一致し、昨年度よりも識別精度が向上していると考えられた。

桜井市（農業研究開発センター）



五條市（果樹・薬草研究センター）



②クサギカメムシ

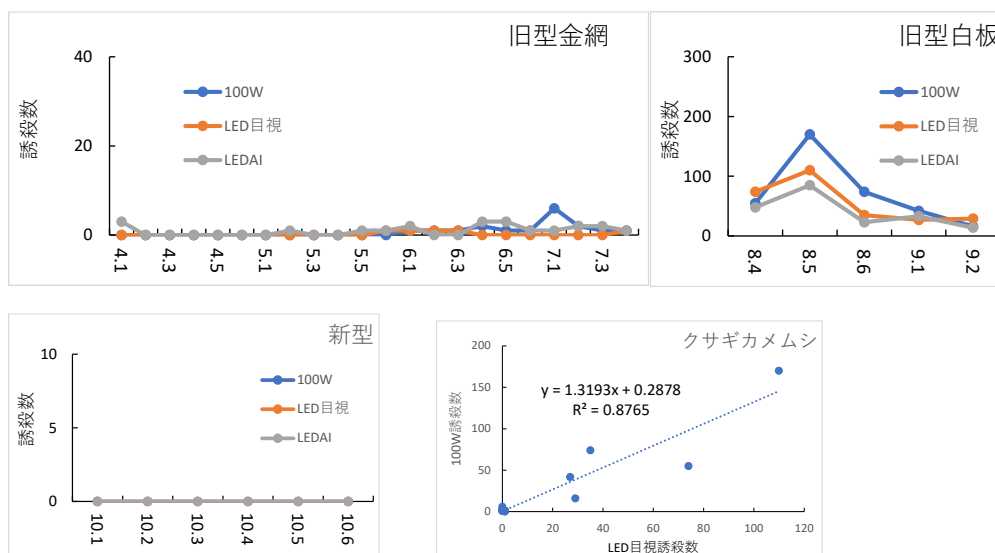
○100W 水銀灯と比較した誘引性能

- ・LED システム（目視）のデータを 100W 水銀灯と比較すると、誘殺数が多かった桜井市の旧型白板（8月中旬～9月上旬）で誘殺消長は類似した。
- ・桜井市の 100W 水銀灯と LED システム（目視）の誘殺数には有意な相関があった（五條市はデータ点数が少ないので解析せず）。
- ・以上の結果から、LED システムへの誘殺の多寡は、100W 水銀灯への誘殺の多寡を反映できると考えられた。

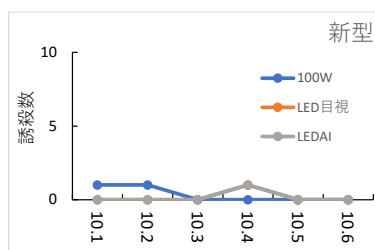
○LED システムの AI 識別精度

- ・LED 画像の目視個体数と AI 識別個体数はいずれのデータにおいてもおおむね一致し、昨年度よりも識別精度が向上していると考えられた。

桜井市（農業研究開発センター）



五條市（果樹・薬草研究センター）



③ツヤアオカメムシ

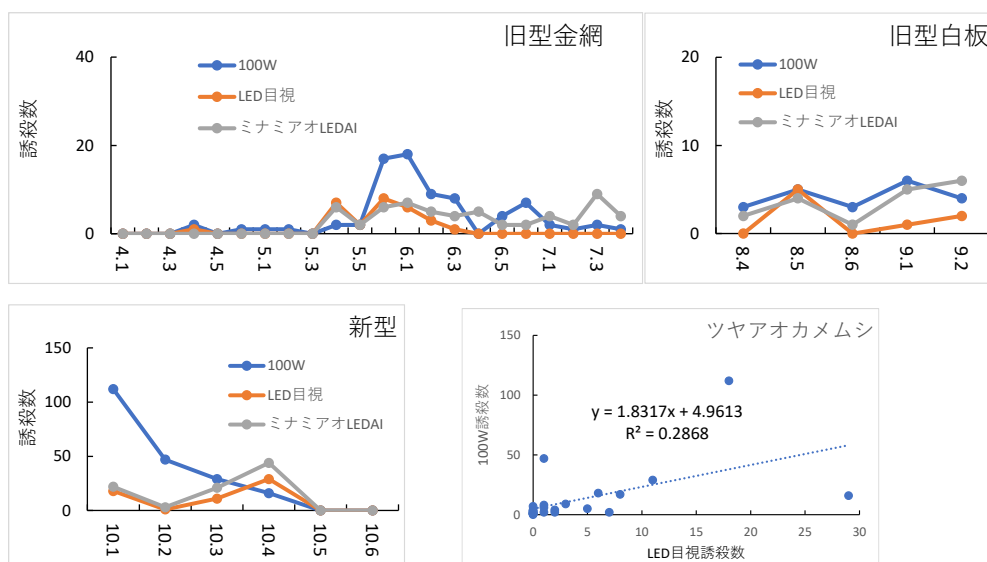
○100W 水銀灯と比較した誘引性能

- ・LED システム（目視）のデータを 100W 水銀灯と比較すると、いずれのデータにおいても誘殺消長は類似した。
- ・桜井市の 100W 水銀灯と LED システム（目視）の誘殺数の間の相関は、外れ値があったため低かった（五條市はデータ点数が少ないので解析せず）。
- ・以上の結果から、LED システムへの誘殺の多寡は、100W 水銀灯への誘殺の多寡を反映できる可能性があると考えられた。

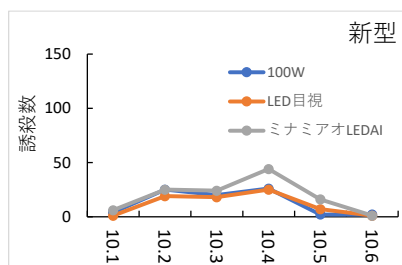
○LED システムの AI 識別精度

- ・LED 画像の目視個体数は、後述のミナミアオカメムシの AI 識別個体数と類似した消長を示した。ツヤアオカメムシをミナミアオカメムシと誤認識する事例が多かった（写真）ためと考えられる。

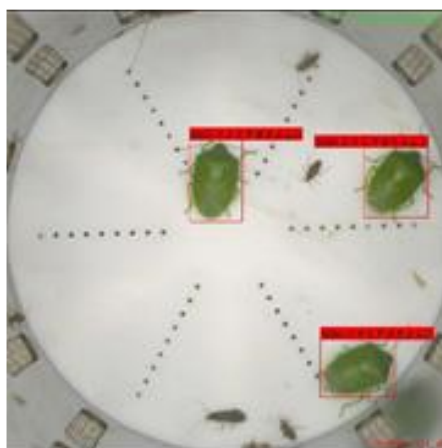
桜井市（農業研究開発センター）



五條市（果樹・薬草研究センター）



誤認識の事例



④ミナミアオカメムシ

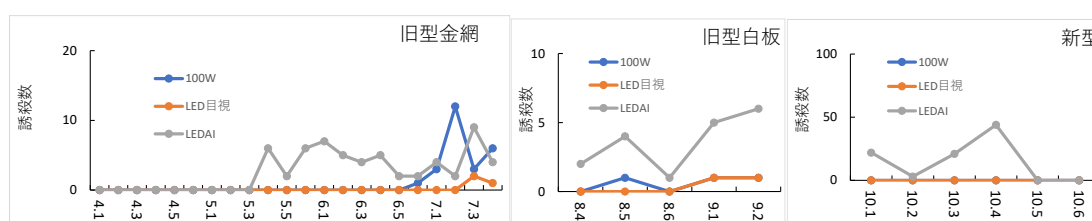
○100W 水銀灯と比較した誘引性能

- ・LED システム（目視）のデータを 100W 水銀灯と比較すると、いずれのデータにおいても誘殺数が総じて少なく、判然としなかった。
- ・以上の結果から、LED システムへの誘引性能については今後さらに検討が必要である。

○LED システムの AI 識別精度

- ・先述のようにツヤアオカメムシをミナミアオカメムシと誤認識する事例が多く、AI 識別個体数は目視確認した実際の誘殺数を反映していないと考えられた。

桜井市（農業研究開発センター）

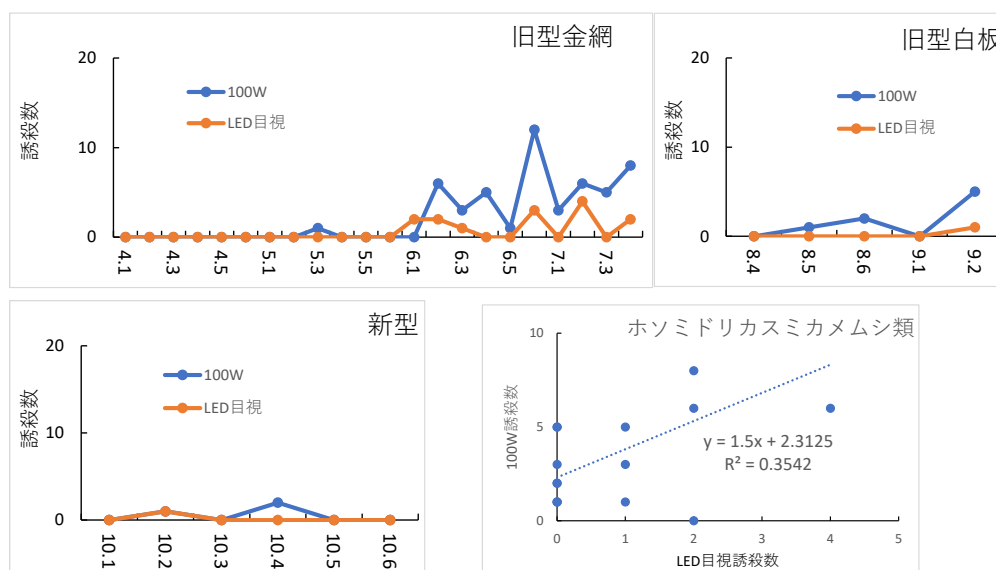


⑤ホソミドリカスミカメ類

○100W 水銀灯と比較した誘引性能

- ・LED システム（目視）のデータを 100W 水銀灯と比較すると、誘殺数が多かった桜井市の旧型金網（6月上旬～7月中旬）で誘殺消長は類似した。
- ・総じて誘殺数が少なかったためか、両者の誘殺数には有意な相関が見られなかった。
- ・以上の結果から、LED システムへの誘引性能については今後さらに検討が必要である。

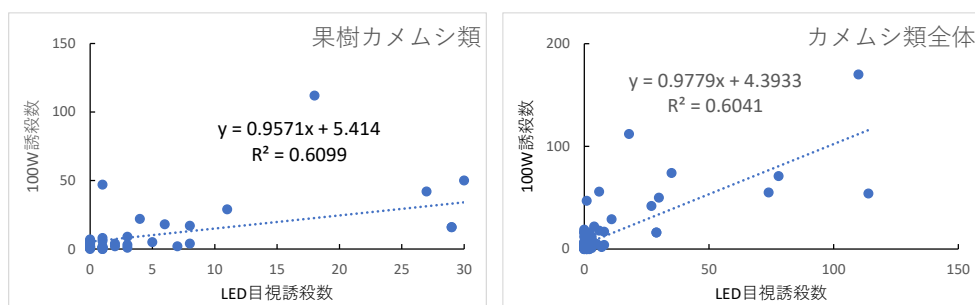
桜井市（農業研究開発センター）



⑥カメムシ類に関するその他の結果

- その他のカメムシ類はいずれも誘殺数がさほど多くなく、100W 水銀灯と LED システムの間に特定の傾向は認められなかった。
- 総じて、100W 水銀灯への誘殺が少ない場合は LED システムに誘殺されない傾向がある。
- 点数が多い桜井市における果樹カメムシ類 3 種およびカメムシ類全体のデータについて回帰分析すると、100W 水銀灯と LED システムの間に有意な相関が認められた。よって、種ごとの違いはあれ、飛来数が多い場合には LED システムは 100W 水銀灯の誘殺消長を反映できる可能性があると考えられる。
- なお、LED システムの誘殺数は総じて 100W 水銀灯よりは少なく、相関式の Y 切片の値から、100W 水銀灯の誘殺数が 6 頭を下回る場合には LED システムには誘殺されないと想定された。

桜井市（農業研究開発センター）



(2) チョウ目

① シロオビノメイガ

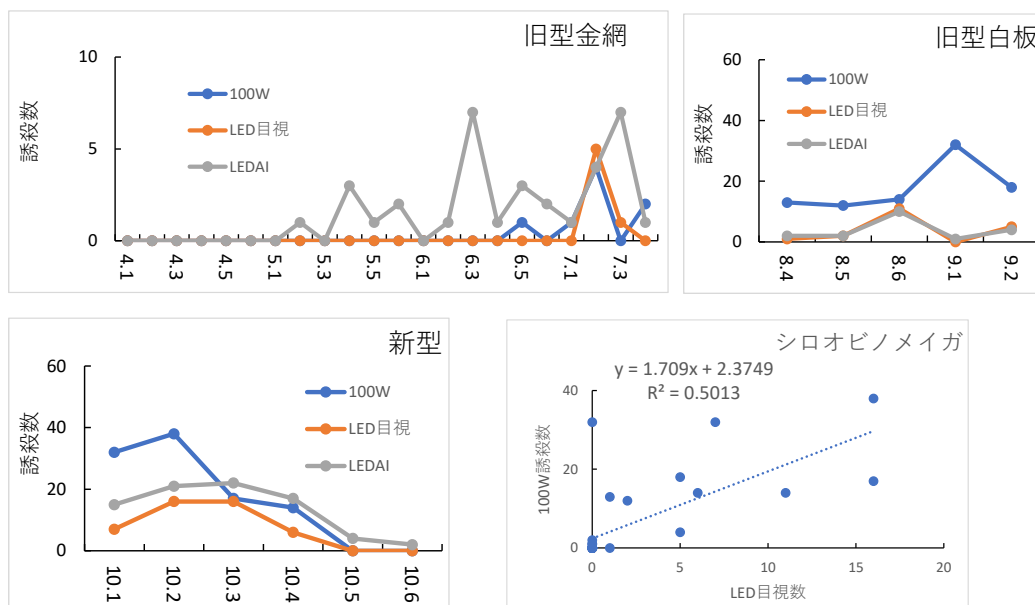
○ 100W 水銀灯と比較した誘引性能

- ・ LED システム（目視）のデータを 100W 水銀灯と比較すると、旧型白板の 9 月 1 半旬を除いて誘殺消長は類似した。
- ・ 100W 水銀灯と LED システム（目視）の誘殺数には、多少の外れ値はあるものの、有意な相関があった。
- ・ 以上の結果から、LED システムへの誘殺の多寡は、100W 水銀灯への誘殺の多寡を反映できる可能性があると考えられた。

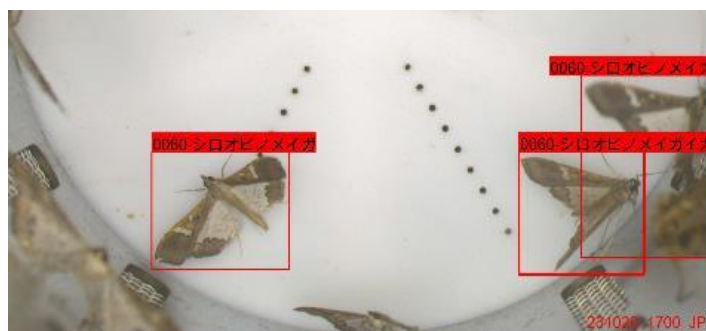
○ LED システムの AI 識別精度

- ・ LED 画像の目視個体数と AI 識別個体数は大きく外れる時期があった。本種に誤認識される別種が数種類おり、別種の誘殺が多い時期には誤認識が多かった（写真）。

桜井市（農業研究開発センター）



誤認識の例



②コナガ

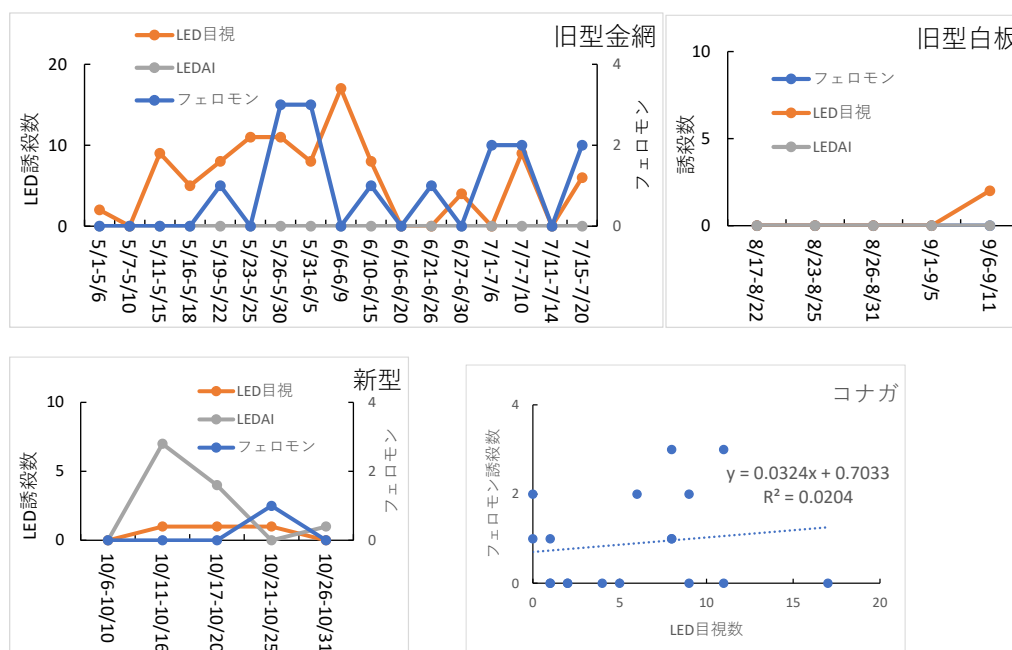
○性フェロモントラップと比較した誘引性能

- ・LED システムはフェロモントラップと類似した誘殺消長を示し、LED システムの方が総じて誘殺量が多かった。
- ・本種のフェロモントラップはLED システムの近傍に設置しており、発生源としてキャベツを植栽していた。コナガについては発生源が近いとフェロモントラップよりも誘殺量が多くなる可能性がある。
- ・フェロモン誘殺数と LED 誘殺数には有意な相関は認められなかった。トラップ間の距離が近く、干渉した可能性がある。
- ・以上の結果から、LED システムはコナガに対して性フェロモントラップと同程度かそれ以上の誘引性能を持つ可能性があるが、さらに検討が必要である。

○LED システムの AI 識別精度

- ・新型を設置してから AI による識別がなされたが、誤認識が多かった。

桜井市（農業研究開発センター）



③その他のチョウ目

- ハスモンヨトウ、オオタバコガ、シロイチモジヨトウは総じてLED システムへの誘殺数が少なく、フェロモントラップ誘殺量との関係は判然としなかった。
- コブノメイガは総じて飛来がほとんど無かったが、10 月に 100W 水銀灯と LED システムに若干の誘殺があったので、多飛来年の追試が必要である。ただし、AI 識別では誤認識による計数が非常に多く、識別精度の改善が必要である。

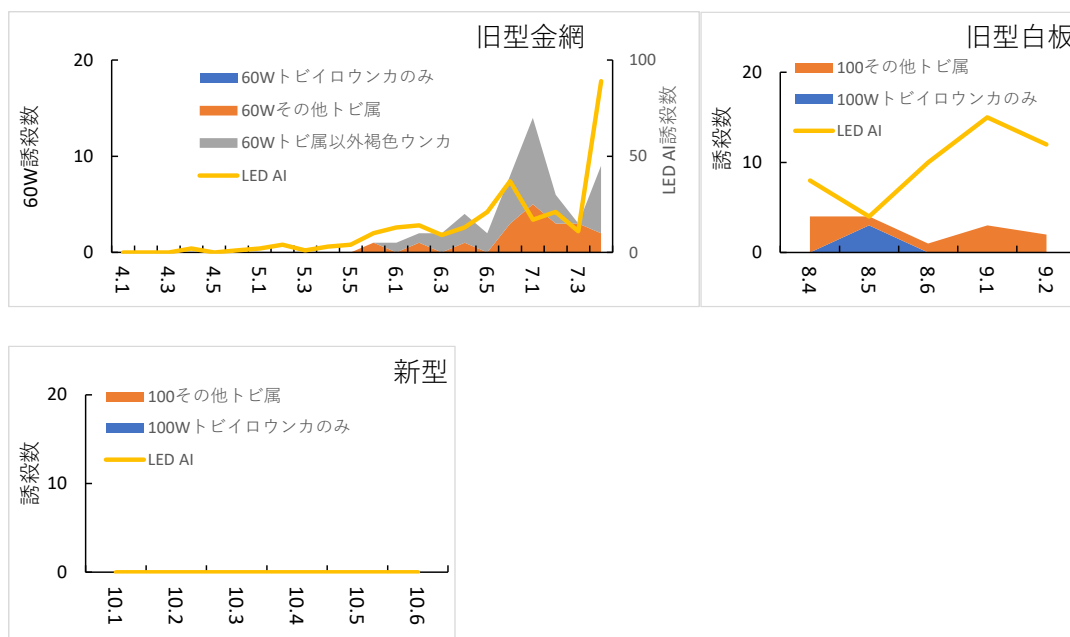
(3) ウンカ類

① トビイロウンカ

○ 60W 白熱灯または 100W 水銀灯と比較した誘引・識別性能

- ・ ウンカ類は画像の目視による同定計数が不可能なので、AI 識別された誘殺消長と既存の予察灯の誘殺消長を比較した。また、AI による誤認識が想定されるトビイロウンカ属の別種等も既存の予察灯で計数した。
- ・ 7月中旬までは 60W 白熱灯へのトビイロウンカの誘殺は全く認められなかったが、LED システムの AI 識別では多数の誘殺が記録された。AI 識別による誘殺消長は、トビイロウンカ以外の同属他種および似たような体サイズの褐色ウンカ類を積算した消長に近く、誤認識していると考えられる。
- ・ 8月下旬に 100W 水銀灯にトビイロウンカの若干の誘殺が確認されたが、この時期にも AI 識別による誘殺消長との類似は認められず、どちらかというとトビイロウンカ属全体の誘殺消長に類似した。

桜井市（農業研究開発センター）



②セジロウンカ、ヒメトビウンカ

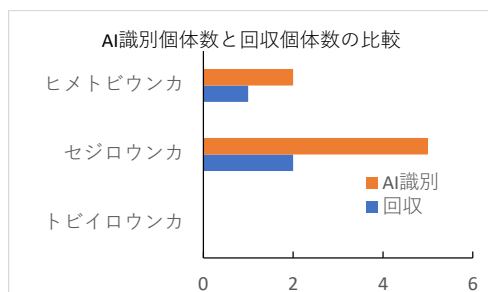
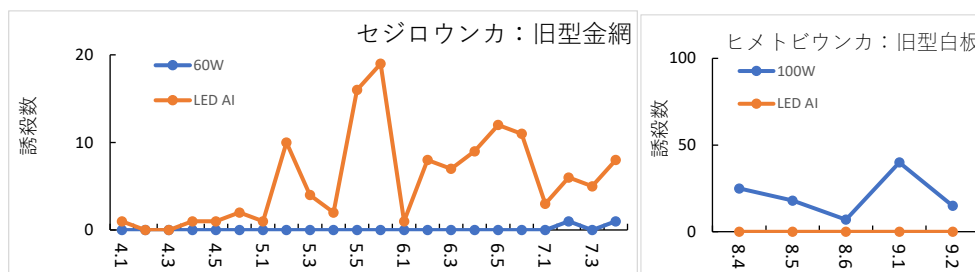
○60W 白熱灯または 100W 水銀灯と比較した誘引・識別性能

- ・60W 白熱灯もしくは 100W 水銀灯と AI 識別による誘殺数の関係は判然としなかった。
- ・セジロウンカは、7月中旬までは 60W 白熱灯に全く誘殺されなかったが、LED システムでは多数の誘殺が判定されており（セジロウンカ：旧型金網）、別種を誤認識している可能性が高い。
- ・ヒメトビウンカは、8月中旬～9月上旬に 100W 水銀灯に多数誘殺されたが、LED システムでは全く検出されなかった。

○LED システムの AI 識別精度

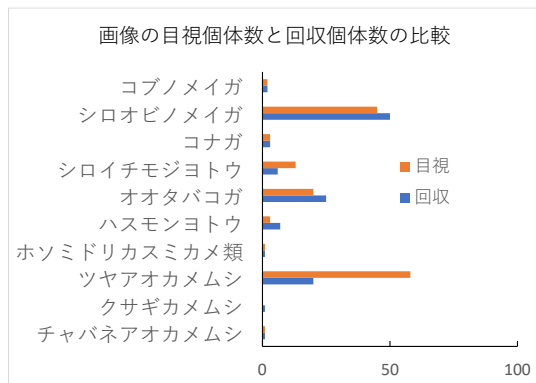
- ・10/3 以降の新型システムで回収した個体数は、セジロウンカ、ヒメトビウンカともに識別個体数より少なく、識別精度が低いと考えられる。

桜井市（農業研究開発センター）



(4) カメムシ類、チョウ目の新型システムでの回収による精度確認

- 画像の目視確認による個体数が実際の回収個体数を大きく上回る場合があった。同一個体が落下せずに何度も撮影されていると思しき事例が多く、改良が必要と考えられた。



（５）総合考察

A. LEDシステムへの誘殺

①カメムシ類

- 飛来の多い果樹カメムシ類などは、100W水銀灯には及ばないもののそれなりに誘殺されており、発消長の把握には有効と思われる。多発が予想される2024年度に再度追試する必要がある。また水稻のホソミドリカスミカメ類も比較的良好に誘殺されていた。
- 100W水銀灯とLEDシステムの誘殺数の換算式は種ごとにかなり変わる可能性があるが、これは地域ごとに検証する必要がある。

②チョウ目

- コナガとメイガ類（シロオビノメイガ、コブノメイガ）はLEDシステムへの誘殺が良好であり、フェロモントラップに代替できる可能性がある。
- ヤガ科は誘殺される量がかなり少ない。光源がむしろ忌避的に作用している可能性がある。

③ウンカ類

- 総じて飛来が少なく、十分に検証できなかったが、誤認識による過大評価の傾向がある。5～7月の飛来個体群の誘殺の有無は、次年度捕獲虫の回収と併せて検証したい。

B. AIの識別精度

- チャバネアオカメムシとクサギカメムシの識別精度は、昨年度に比較してかなり向上したと考えられる。
- ツヤアオカメムシをほぼ全てミナミアオカメムシと誤認識しており、現時点では目視による識別が必要である。
- シロオビノメイガ、コブノメイガ、ハスモンヨトウもかなり識別精度が低く、無関係の虫の誤認識が多い。誘殺数が増えることで誤差の範囲に収まるレベルではないので、識別精度の向上が必要である。



複数種の誤認識の事例（全て間違っている）

C. その他の問題点

○壁面へのしがみつき

- ・明らかに同じ個体が壁面等にしがみついたまま何度も撮影される事例が散見される。このような重複カウントは画像の目視識別調査では改善できないので、風力を強くするなどの工夫が必要である。
- ・容器の側面を登った状態で撮影される個体が多く、識別不能の原因となっている。



壁面にしがみつくツヤアオ？カメムシ

- 新型予察灯では、ピンボケや角度の問題で目視識別できない個体が多くみられた（ほとんどはツヤアオと考えられる）。
- カメムシ以外のものをAIが誤認しているケースはみられなかった。
- バッテリー上がりは新型に交換してからは発生していない。

（２）兵庫県立農林水産技術総合センター

担当機関・部署	兵庫県立農林水産技術総合センター・農業技術センター病害虫部
担当者	富原工弥・岩橋祐太

1. 試験目的

LED 光源の害虫モニタリングシステム（以下、LED システム）と既存の予察灯における誘殺消長を比較し、誘虫性能およびAIによる識別精度について評価を行う。本年度は、害虫が活発に活動する夏期においても調査を行うことで、ウンカ類等の飛来性害虫の初飛来時期の把握の可否も含めて検討する。

2. 試験方法

（１）調査１ 既存の予察灯等との誘殺消長の比較

ア 目的

LED システム（RYNAN 社製）の誘虫性能を評価し、各害虫の発消長について、既存の予察灯（池田理化製：60W 白熱灯）との比較を行う。

イ 試験方法

（ア）調査期間 2023 年 4 月 1 日～10 月 31 日

LED システムは、2023 年 8 月 3 日に仕様変更されたため、4 月 1 日～8 月 2 日は画像背景が金網の旧型を、8 月 3 日～10 月 31 日は画像背景が白色板の新型を用いた。

（イ）調査場所

いずれの予察灯も、兵庫県立農林水産技術総合センター内（兵庫県加西市別府町）の水稻圃場付近に、直線距離で約 380m 離して設置した（図 2）。



図 2 LED システムと既存の予察灯の設置位置

(ウ) 光源の点灯

LED システムは、LED 光源を全て点灯させた。既存の予察灯は白熱電球（60W）を光源とした。両予察灯とも、点灯時間は 18 時～翌日 6 時とした。

(エ) 同定および集計

LED システムは、15 分ごとに撮影を行うよう設定し、得られた画像データを用いて肉眼により虫種を同定して計数した。ウンカ類のように、画像のみでは種の同定が難しい個体については、疑義虫として計数した。既存の予察灯は 5～7 日おきに回収して室内に持ち帰り、捕獲された虫を同定し、計数した。

(2) 調査 2 AI 判別害虫の精度の調査

ア 目的

LED システムが撮影した画像により目視判別を行い、AI による判別結果と比較することで、判別精度を確認する。

イ 試験方法

調査 1 と同様、撮影された画像に写っていた全ての害虫について、肉眼による同定を行った。識別機能が誤判定していた場合、どのような虫種として識別していたかを調査した。ウンカ類等の微小な害虫で、画像のみでは種の同定が難しい個体については、疑義虫として計数した。なお、本調査は、底盤が白板に改良された 8 月 3 日以降の調査で得られた結果を中心に検討を行った。

3. 結果及び考察

(1) 調査 1 既存の予察灯等との誘殺消長の比較

ア 新予察灯の誘引性能の評価

LED システムにおいて、バッタ目 2 種、カメムシ目 16 種、コウチュウ目 3 種、チョウ目 8 種以上の害虫が捕獲された（表 2）。特に、ミナミアオカメムシ、アオクサカメムシ、アカスジカスミカメ、アカヒゲホソミドリカスミカメといったカメムシ目や、シロオビノメイガ、ハマキムシ類といったチョウ目害虫が多く捕獲された。

LED システムは、既存の予察灯で捕獲された害虫種（表 2：太字）を網羅して捕獲しており、3-(1)-イで後述するが、ほとんどの害虫種において、既存の予察灯よりも捕獲頭数が多かったことから、既存の予察灯と同等か、それ以上の害虫種・害虫数を誘引することが可能であると考えられる。

表2 LEDシステムで捕獲された害虫の種類

目	害虫の分類	虫種
バッタ目	-	コオロギ、ケラ
カメムシ目	ウンカ類	トビイロウンカ ^{※1} 、ヒメトビウンカ ^{※1} 、セジロウンカ
	ヨコバイ類	イナヅマヨコバイ、ツマグロヨコバイ
	果樹カメムシ類	チャバネアオカメムシ、ツヤアオカメムシ、クサギカメムシ
	水稲・大豆 カメムシ類	イチモンジカメムシ、ミナミアオカメムシ・アオクサカメムシ ^{※2} アカスジカスミカメ、アカヒゲホソミドリカスミカメ、 イネカメムシ、クモヘリカメムシ、ホソヘリカメムシ
コウチュウ目	-	キスジノミハムシ、アオドウガネ、フタスジヒメハムシ
チョウ目	水稲害虫	コブノメイガ、イネヨトウ ^{※1}
	野菜類・豆類害虫	カブラヤガ、コナガ、オオタバコガ、ハスモンヨトウ、 シロオビノメイガ
	果樹害虫	ハマキムシ類 ^{※3} 、モモノゴマダラノメイガ

太字は既存の予察灯（60W白熱灯）でも捕獲された虫種

※1 画像のみでは同定困難であったため、疑義虫として扱った虫種

※2 ミナミアオカメムシとアオクサカメムシは撮影画像での識別が困難なため、併せて計数した

※3 種の特定が困難であったため、コカクモンハマキやリンゴコカクモンハマキ等をハマキムシ類とした

イ 既存予察灯との捕獲数推移の比較

(ア) ウンカ類・ヨコバイ類

ウンカ類3種（ヒメトビウンカ、セジロウンカ、トビイロウンカ）について、既存の予察灯では、試験期間中、ヒメトビウンカ8頭のみが捕獲された。一方、LEDシステムでは、ヒメトビウンカ92頭、セジロウンカ26頭、トビイロウンカ35頭が捕獲され、発消長を把握することができた（図3a、図3b、図3c）。特にヒメトビウンカは、既存の予察灯における捕獲頭数は少ないものの、6月下旬や8月中旬における捕獲数のピークが、両予察灯間で概ね一致していた。ただし、ウンカ類3種はいずれも、撮影画像を目視により同定した疑義虫であるため、捕獲個体を回収し、同定を行う必要がある。また、本年度は既存の予察灯における捕獲数が少なかったことから、発生予察に利用できるかについてはさらなる検討が必要である。ツマグロヨコバイについて、既存の予察灯では4頭のみが捕獲された一方、LEDシステムでは84頭が捕獲されており、試験期間を通じて発消長を捉えることができた（図3d）。

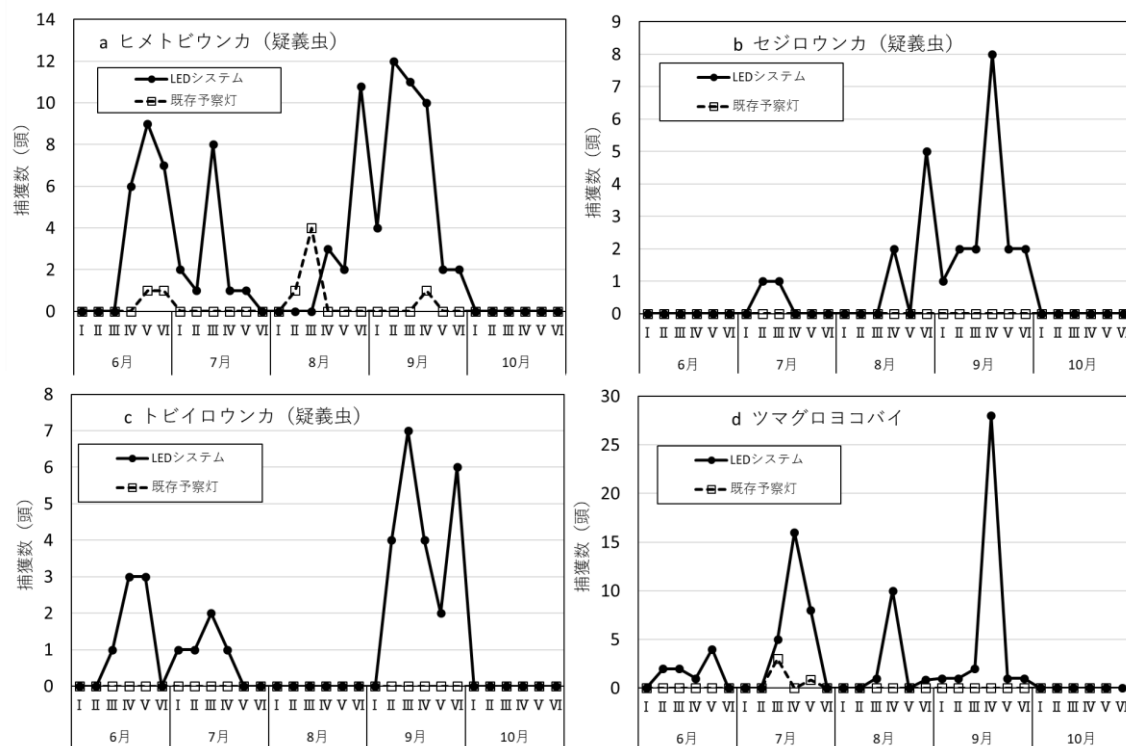


図3 2種の予察灯におけるウンカ類・ヨコバイ類の捕獲数の推移

(イ) 果樹カメムシ類

チャバネアオカメムシは、既存の予察灯で111頭、LEDシステムで56頭が捕獲され、両予察灯間で8月の捕獲始めと9月中の捕獲ピークが概ね一致していた(図4 a)。また、LEDシステムでは、5月上中旬や10月上中旬といった、既存の予察灯で捕獲できなかった時期にも捕獲できたことから、LEDシステムの誘虫性能は高く、発生予察に活用できる可能性がある。

クサギカメムシは既存の予察灯で16頭、LEDシステムで35頭が捕獲された(図4 b)。ツヤアオカメムシは既存の予察灯で176頭、LEDシステムで797頭が捕獲された(図4 c)。両種ともに、LEDシステムで捕獲数が多くなっているのは、壁面に静止して動かない個体を重複して計数したことが原因である。クサギカメムシ、ツヤアオカメムシともに、両予察灯間で捕獲数のピークが概ね一致しており、発生消長を把握することができた。

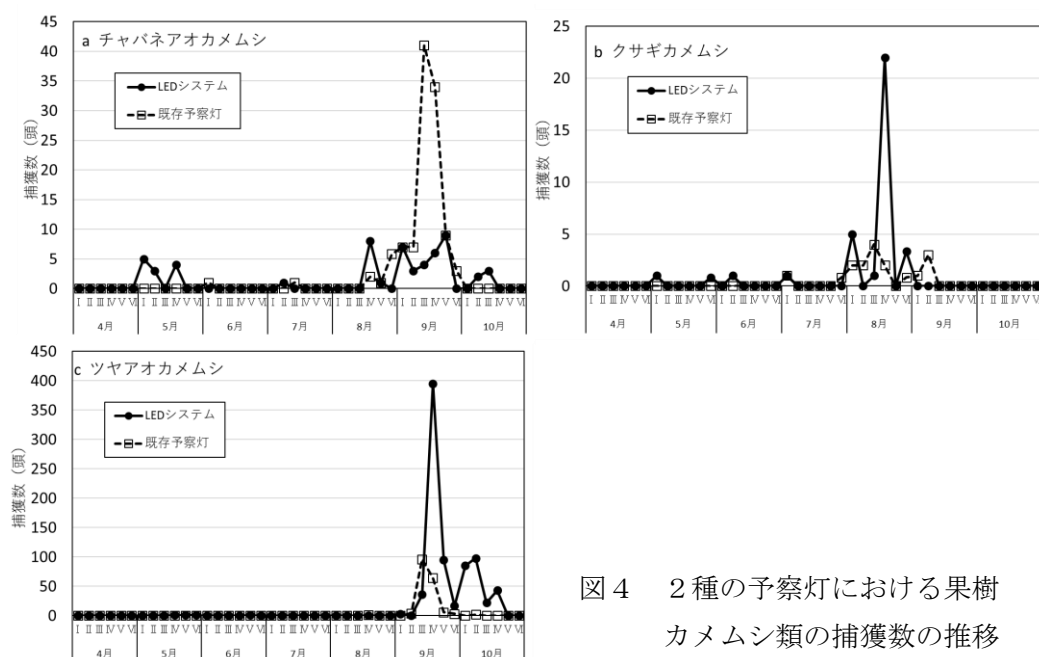


図4 2種の予察灯における果樹カメムシ類の捕獲数の推移

(ウ) 水稻・大豆カメムシ類

ミナミアオカメムシ・アオクサカメムシは、既存の予察灯で156頭(ミナミアオ：46頭、アオクサ：110頭)、LEDシステムで110頭が捕獲された(図5a)。若干のばらつきはあるが、両予察灯間で、7～8月の捕獲ピークが概ね一致していた。また、LEDシステムでは、既存の予察灯でほとんど捕獲できなかった9月以降にもミナミアオカメムシ・アオクサカメムシを捕獲できたことから、LEDシステムの誘虫性能は高いと考えられる。しかし、9月の捕獲数が多いのは、撮影部壁面の金網に張り付いて動かない個体を重複して計数したためであり、ハード面での改良が望まれる。

イネカメムシは既存の予察灯で43頭、LEDシステムでは148頭が捕獲された(図5b)。アカスジカスミカメは既存の予察灯で654頭、LEDシステムでは195頭が捕獲された(図5c)。アカヒゲホソミドリカスミカメは既存の予察灯で92頭、LEDシステムでは38頭が捕獲された(図5d)。3種ともに、両予察灯で、試験期間を通じて発生消長が捉えられた上に、捕獲ピークも両予察灯間で概ね一致していた。現時点ではAIシステムの判別対象ではないが、新規に識別対象として学習を進めることで発生予察に活用できる可能性がある。なお、イネカメムシで8月～9月の捕獲数が多いのは、ミナミアオカメムシ・アオクサカメムシ同様、同一個体を重複しているためである。

LED予察灯では、既存の予察灯では捕獲されなかったクモヘリカメムシやホソヘリカメムシ等の斑点米カメムシも捕獲されたが、いずれも頭数が少なく、検証することはできなかった(データ省略)。

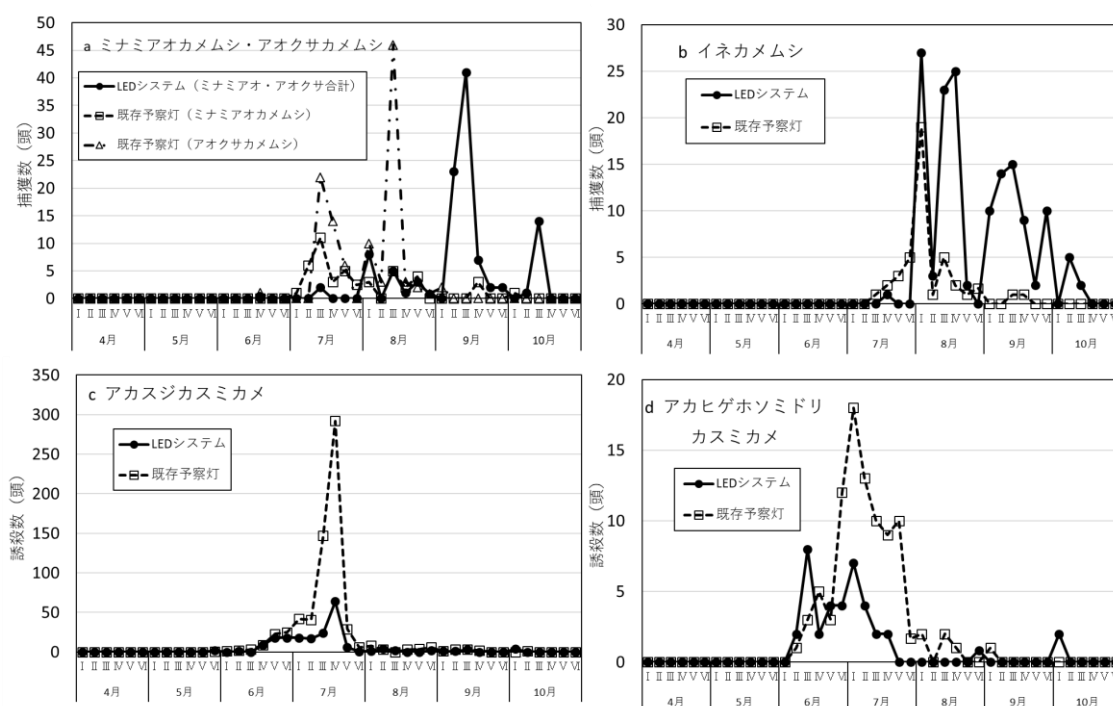


図5 2種の予察灯における大豆・水稲カメムシ類の捕獲数の推移

(エ) チョウ目害虫

コナガは、既存の予察灯で24頭が捕獲された一方、LEDシステムでは80頭が捕獲された(図6a)。特に、既存の予察灯で捉えることができなかった5月中旬から7月にかけての捕獲数が多く、LEDシステムの誘虫性能は高いと考えられる。両予察灯を比較すると、4月中旬、5月上旬、及び10月中旬頃の捕獲ピークが概ね一致しており、試験期間を通して発消長を把握できたことから、発生予察に活用できる可能性があると考えられる。

既存の予察灯では捕獲されなかったシロオビノメイガ、ハスモンヨトウ、コブノメイガは、LEDシステムでは3種とも捕獲された。特にシロオビノメイガは82頭と捕獲数が多く、本種が一般的に多発するとされる8月以降の発消長を捉えることができた(図6b)。ハスモンヨトウは40頭が捕獲されたが、その全てが10月以降に捕獲されており、試験期間を通した発消長を捉えることができなかった(図6c)。コブノメイガは8頭が捕獲されたが、捕獲数が少なかったため、さらなる検討が必要である(図6d)。

また、LEDシステムは、チョウ目害虫が捕集部で動き回り鱗粉が剥げ落ちる前に画像を撮影するため、既存の予察灯に比べて効率よく同定作業を行うことができた。

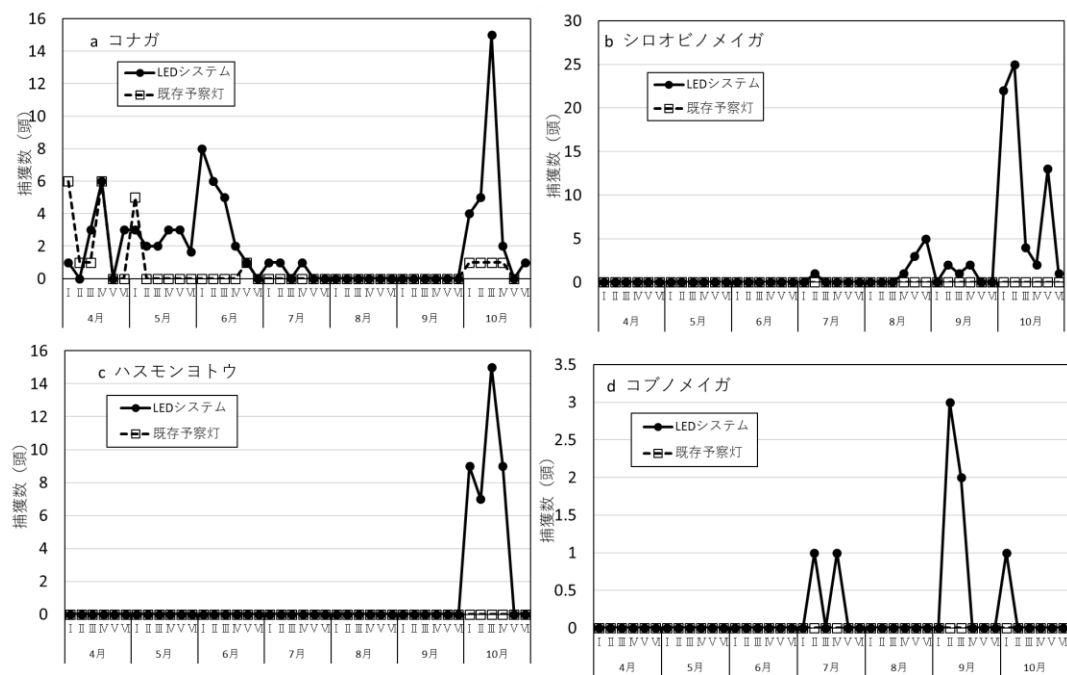


図6 2種の予察灯におけるチョウ目害虫の捕獲数の推移

(オ) その他

LED システムでは、既存の予察灯ではほとんど誘殺されなかったフタスジヒメハムシも、試験期間中に 93 頭捕獲しており、7 月及び 9 月に捕獲ピークが認められた (図 7)。本虫は一般的に 7～8 月及び 9～10 月に成虫の発生ピークがあると考えられていることから、発生消長を把握できたと考えられる。また、キスジノミハムシについても、フタスジヒメハムシほど多くはないが、既存の予察灯よりも捕獲数が多かった (データ略)。両種ともに斑紋が特徴的であるため、現時点では AI 判別の対象ではないが、新規に識別対象として学習を進めることで発生予察に活用できる可能性がある。

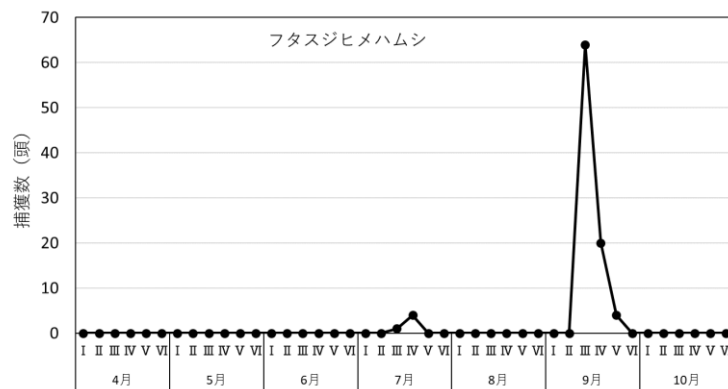


図7 LEDシステムにおけるフタスジヒメハムシの捕獲数の推移

(2) 調査2 AI 判別害虫の精度調査

ア ウンカ類、ヨコバイ類

トビイロウンカ疑義虫、セジロウンカ疑義虫、ツマグロヨコバイの、システムによる認識率は100%となった一方で、目視判別による正解率はいずれも15%以下と非常に低くなった(表3)。システムが誤同定した虫種の内訳を見ると、対象外のウンカ・ヨコバイ類が大半を占めていた(図8、9)。目視判別による正解(もしくは疑義)個体を用いた認識率(正解個体認識率)は100%と認識漏れがなかった。

ヒメトビウンカの認識率は22.4%と低く、正解個体認識率も8.8%と非常に低くなったが、これはAIが本種をトビイロウンカやセジロウンカと判定した事例が多かったことが影響している(表3、図8)。

撮影部の底盤が白板に改良された8月以降、認識精度は大きく向上したが、盤上のウンカ類やヨコバイ類をほぼ全て認識する傾向があり、これが正解率の大幅な低下をもたらしていると考えられる。

表3 2023年8月～10月のLEDシステムによるウンカ・ヨコバイ類の認識率および正解率

虫種	認識数 (A)	非認識数 (B)	認識率 (%) $A/(A+B) \times 100$	正解数 (C)	不正解数 (D)	正解率 $C/(C+D) \times 100$	正解個体 認識率 (%) $C/(B+C) \times 100$
トビイロウンカ※	907	0	100.0	23	884	2.6	100.0
セジロウンカ※	254	0	100.0	25	229	10.9	100.0
ヒメトビウンカ	15	52	22.4	5	10	50.0	8.8
ツマグロヨコバイ	348	0	100.0	46	302	15.2	100.0

※トビイロウンカ、セジロウンカについては疑義虫として扱ったものを正解とした。

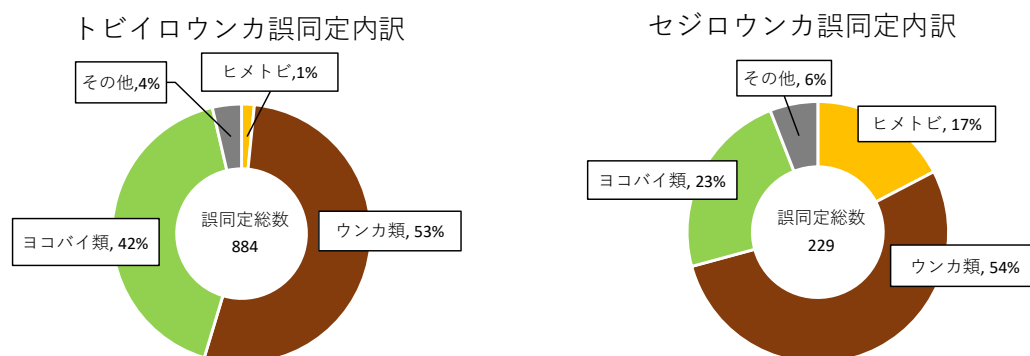
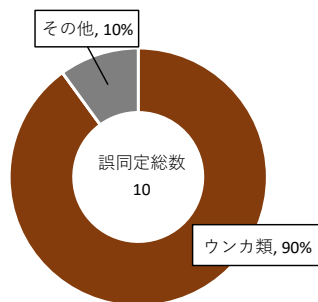


図8 LEDシステムが誤同定した虫種の内訳

(左) トビイロウンカと誤同定されたもの。(右) セジロウンカと誤同定されたもの。

ヒメトビウンカ誤同定内訳



ツマグロヨコバイ誤同定内訳

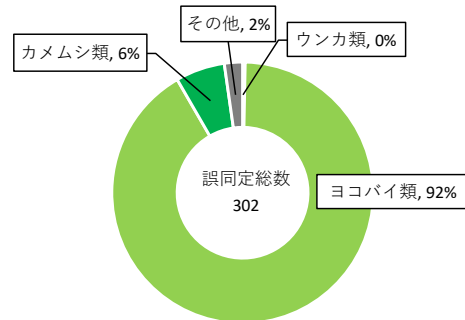


図9 LEDシステムが誤同定した虫種の内訳

(左) ヒメトビウンカと誤同定されたもの。(右) ツマグロヨコバイと誤同定されたもの。

イ カメムシ類

ミナミアオ(又はアオクサ)カメムシと、チャバネアオカメムシ認識率は、それぞれ 84.8%、71.9%と比較的高くなった(表4)。一方で正解率はミナミアオカメムシで 8.1%と非常に低く、チャバネアオカメムシでは 56.5%と低くなった。両種ともに誤同定の大半は本システムが判別できないツヤアオカメムシで、色彩や形状が類似するミナミアオとして認識されることが多かったと考えられる(図10)。ミナミアオと判別された中から、ツヤアオを除いて分析したところ、正解率は 95.7%と高くなった。ミナミアオとチャバネについては、ツヤアオのAI判別が可能となれば、精度が大きく向上する可能性が高いと考えられる。

クサギカメムシ、クモヘリカメムシについては、認識率、正解率ともに低い結果となった(表4)。クサギカメムシでは非認識個体が多く、クモヘリカメムシではガガンボやアメバチ等の体型が細長い昆虫を誤同定したことが主な要因である(図11)。

いずれのカメムシ類も、正解個体認識率が低くなったが、これは撮影部分壁面の金属メッシュ部分にカメムシがしがみつき、認識されない個体が多く見られたことが要因である。また、これにより同一個体が数時間除去されないまま採集部に滞在し、重複して撮影、認識されることで、誘殺数を正確に計数できていない可能性が高い。

表4 2023年8月～同年10月のLEDシステムによるカメムシ類の認識率および正解率

虫種	認識数 (A)	非認識数 (B)	認識率 (%) $A/(A+B) \times 100$	正解数 (C)	不正解数 (D)	正解率 $C/(C+D) \times 100$	正解個体 認識率 (%) $C/(B+C) \times 100$
ミナミアオカメムシ 又はアオクサカメムシ	540	97	84.8	44	496	8.1	31.2
ミナミアオカメムシ 又はアオクサカメムシ (ツヤアオを除く)	46	97	32.2	44	2	95.7	31.2
チャバネアオカメムシ	46	18	71.9	26	20	56.5	59.1
クサギカメムシ	10	26	27.8	6	4	60.0	18.8
クモヘリカメムシ	12	8	60.0	4	8	33.3	33.3

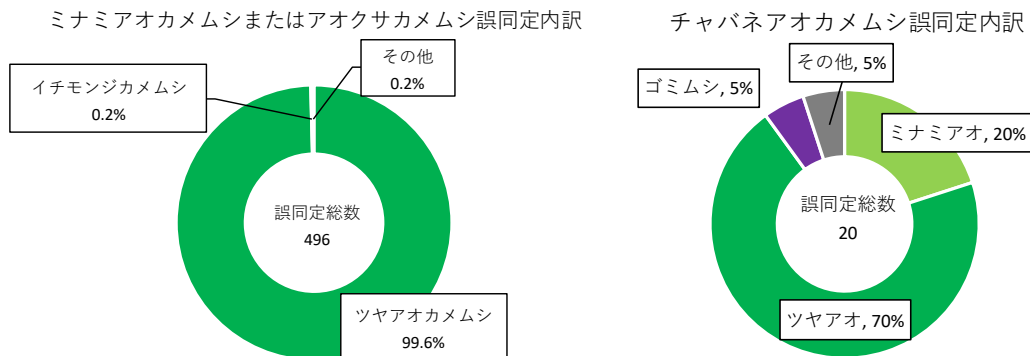


図 10 LED システムが誤同定した虫種の内訳

(左) ミナミアオ (又はアオクサ) カメムシと誤同定されたもの。(右) チャバネアオカメムシと誤同定されたもの。

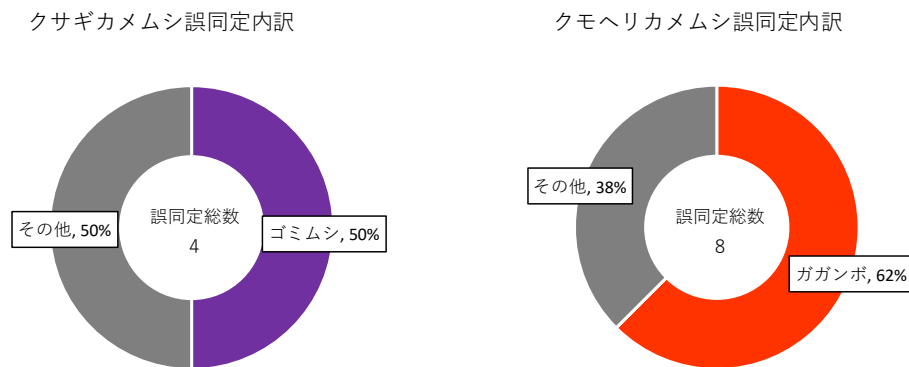


図 11 LED システムが誤同定した虫種の内訳

(左) クサギカメムシと誤同定されたもの。(右) クモヘリカメムシと誤同定されたもの。

ウ チョウ目害虫

調査対象としたチョウ目害虫 4 種の認識率は、いずれも 90%以上と高くなった (表 5)。正解率は、シロオビノメイガは 76.4%とやや高くなったが、ハスモンヨトウは 40.2%、コナガでは 22%と低く、コブノメイガでは 2.4%と非常に低くなった。いずれの虫種も、誤同定の大半は鱗翅目で、色彩や形状の似た個体を誤同定する傾向があった。ハスモンヨトウについては、トビケラ類を誤同定する事例もよく見られた (図 12、13)。正解個体認識率は、ハスモンヨトウとシロオビノメイガでほぼ 100%となり、コナガは 72.7%となった。コブノメイガは 27.8%と低くなった。

ハスモンヨトウとシロオビノメイガについては、誤同定しやすい虫種を学習させることで、AI 精度の向上が見込まれるが、コブノメイガについては幅広い鱗翅目種を誤同定しており、精度向上は困難であると考えられる。

表5 2023年8月～同年10月のLEDシステムによるチョウ目害虫の認識率および正解率

虫種	認識数 (A)	非認識数 (B)	認識率 (%) $A / (A+B) \times 100$	正解数 (C)	不正解数 (D)	正解率 $C / (C+D) \times 100$	正解個体 認識率 (%) $C / (B+C) \times 100$
ハスモンヨトウ	97	1	99.0	39	58	40.2	97.5
シロオビノメイガ	106	1	99.1	81	25	76.4	98.8
コナガ	109	9	92.4	24	85	22.0	72.7
コブノメイガ	207	13	94.1	5	202	2.4	27.8

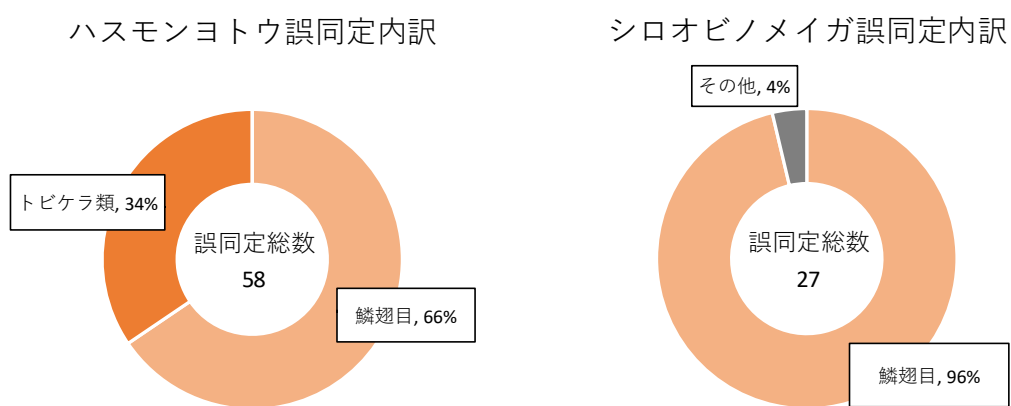


図12 LEDシステムが誤同定した虫種の内訳

(左) ハスモンヨトウと誤同定されたもの。(右) シロオビノメイガと誤同定されたもの。

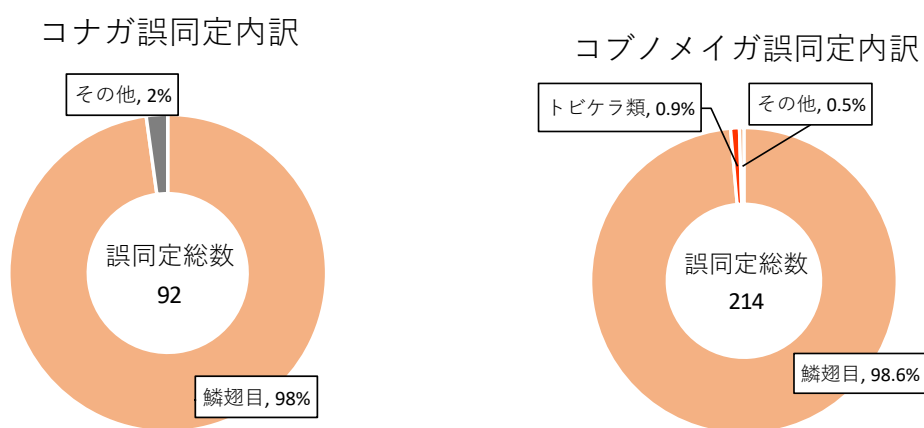


図13 LEDシステムが誤同定した虫種の内訳

(左) コナガと誤同定されたもの。(右) コブノメイガと誤同定されたもの。

4. その他

誘殺時刻調査への活用について

本システムは、定時的な誘殺状況の撮影および確認ができ、撮影間隔も比較的短い。この特徴を活用し、時間帯ごとの予察灯へ捕獲された害虫種を調査することで、特定の害虫種の行動生態、特に飛翔による移動時間帯について推測でき、防除対策への有用な知見となる可能性がある。特に目視での判別が比較的容易なカメムシ類やチョウ目害虫について、本活用方法が利用できると考える。

例えばイネカメムシを対象に、7月25日～9月30日の間のLEDシステム内で撮影されたイネカメムシの個体数およびその時刻を調査したところ、誘殺は18時から0時の間に多く確認され、0時以降の誘殺は少なくなる傾向が見られた（図14）。このことから、本種が日没後から夜の前半にかけて移動を行い、水田へ侵入していると推測される。

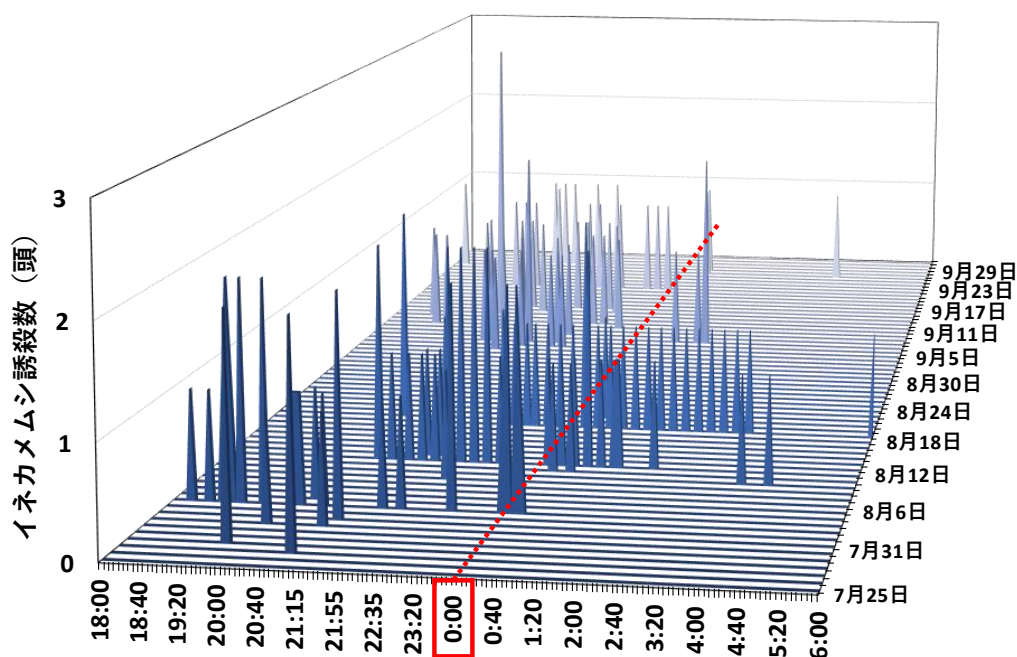


図14 LEDシステムにおけるイネカメムシの時間帯別誘殺数

5. 総合討論

(1) 各害虫におけるLEDシステムの活用の可能性について

- ウンカ類は、認識率は高いものの誤認識も多く、その虫種が多岐にわたっている。撮影画像による目視判定も困難であることから、精度向上は困難であると考えられる。
- ツマグロヨコバイは、捕獲数が多く、発消長を捉えることができた。また、背景板が白色になったことで認識率が向上した。誤認識が多かったものの、ウンカ類に比べてその種数は限られていたため、今後の精度向上が見込めると考えられる。

- 大型カメムシ類は、いずれの種も捕獲数が多く、発消長も捉えることができた。認識精度については、壁面金網部分に張り付く個体への対策を行うことで改善が見込めると考えられる。また、ミナミアオカメムシとチャバネアオカメムシについては、ツヤアオカメムシと誤判定する事例が多いことから、ツヤアオカメムシを識別対象とすることで精度が大きく向上すると考えられる。クサギカメムシについても、誤認識する主な虫種は数種類であったため、それらへの対応を行えば精度が向上すると考えられる。
- チョウ目害虫の認識率は高いが、他の鱗翅目の誤同定が多く見られた。ハスモンヨトウやシロオビノメイガのような、体サイズが大きく、斑紋が特徴的なものについては、誤同定する虫種が特定の種に限られるため、カメムシ類と同様に精度向上は可能であると考えられる。一方でコブノメイガについては、誤同定する鱗翅目種が多岐にわたっていたため、精度向上は困難であると考えられる。

(2) 新たに識別対象として希望する害虫種について

- LED システムの識別対象外ではあるが多く捕獲された害虫種について、学習を進めていたきたい。特に肉眼でも識別しやすい以下のような虫種はAI による識別に適していると思われる。
- ・アカスジカスミカメ、アカヒゲホソミドリカスミカメ、イネカメムシ
発消長が既存予察灯と概ね一致しており、本システムでの発消予察が可能である。カスミカメ類は、ツマグロヨコバイと誤同定されることがあるため、登録することでツマグロヨコバイの判別精度改善にも繋がると考えられる。
 - ・ツヤアオカメムシ
発消長が既存予察灯と概ね一致している。また、ミナミアオカメムシ、チャバネアオカメムシ等のカメムシ類と誤同定される事例が多いため、登録の必要性が高いと考える。
 - ・フタスジヒメハムシ、キスジノミハムシ
誘殺数が比較的多く、撮影画像でも明確に判別できた。

(3) LED システムの活用方法について

- 4 で述べたように、LED システムは、一定の時間ごとに害虫を撮影することで、時間帯ごとの害虫の捕獲数を把握することが可能である。夜行性の害虫の活動時間帯やその季節変異を把握することで新たな発消予察手法や防除法の開発に寄与できると考えられる。

(4) 運用上の改善点について

- 点灯光源の構成や、撮影間隔、撮影開始時間の設定が反映されなかったり、予期せず変更されるエラーが生じる。
- アプリ上で、画像が表示されない、スクロールができない等の不具合が多い。画像を一括でダウンロードしようとする、多大なる時間を要する。

(3) 熊本県農業研究センター

担当機関・部署	熊本県農業研究センター 生産環境研究所（病虫害防除所）
担当者	守田大樹、江口武志

1. 試験目的

LED 光源の害虫モニタリングシステム（以下、LED システム）について、ウンカ類を対象としたモニタリングによる既存機材との性能比較を行い、実用性を評価する。

2. LED システムの設置場所

熊本県合志市栄

（熊本県農業研究センター内水稲ほ場付近）

比較対象として、約350m離れた地点に60W白熱電球を光源とする予察灯（MT-7-N、（株）池田理化製）を設置。

3. 調査期間

2023年5月13日から10月末まで

4. 調査内容

・ウンカ類（トビイロウンカ、セジロウンカ、ヒメトビウンカ）の誘殺数

2023 年 5 月 13 日から 10 月末まで、日毎に両試験区のウンカ類誘殺数を計数する。また、6 月 12 日から 10 月末まで、約 10 日毎に近隣の無防除栽培において払い落とし調査（60 株）を行い、ほ場中のウンカ類の寄生密度を成・幼虫別に計数し、予察灯誘殺数との関係性の強弱を比較する。

・画像の目視識別

撮影画像を目視で識別・計測し、同システムの識別精度を検証する。

・ウンカ類の識別精度

夏季期間中に人工気象室内で飼育した各種長翅型成虫を LED システムの機材吸引口に投入する。投入数に対するシステムの自動判別による計数結果から、虫体の認識率及び正答率を算出する。

・ウンカ類以外の水稲害虫への適用性

ウンカ類以外の現行予察灯で調査実績のある発生予察対象種（ツマグロヨコバイ等）についても、誘殺数の計測や払い落とし調査を実施する。

5. 調査結果

＜調査1＞ ウンカ類（トビイロウンカ、セジロウンカ、ヒメトビウンカ）の誘殺数および
ウンカ類以外の水稻害虫への適用性

1) 調査の目的

ウンカ類並びに調査可能な種について、現行予察灯における発消長との比較を行う。

2) 調査方法

(1) 調査地点：図 15

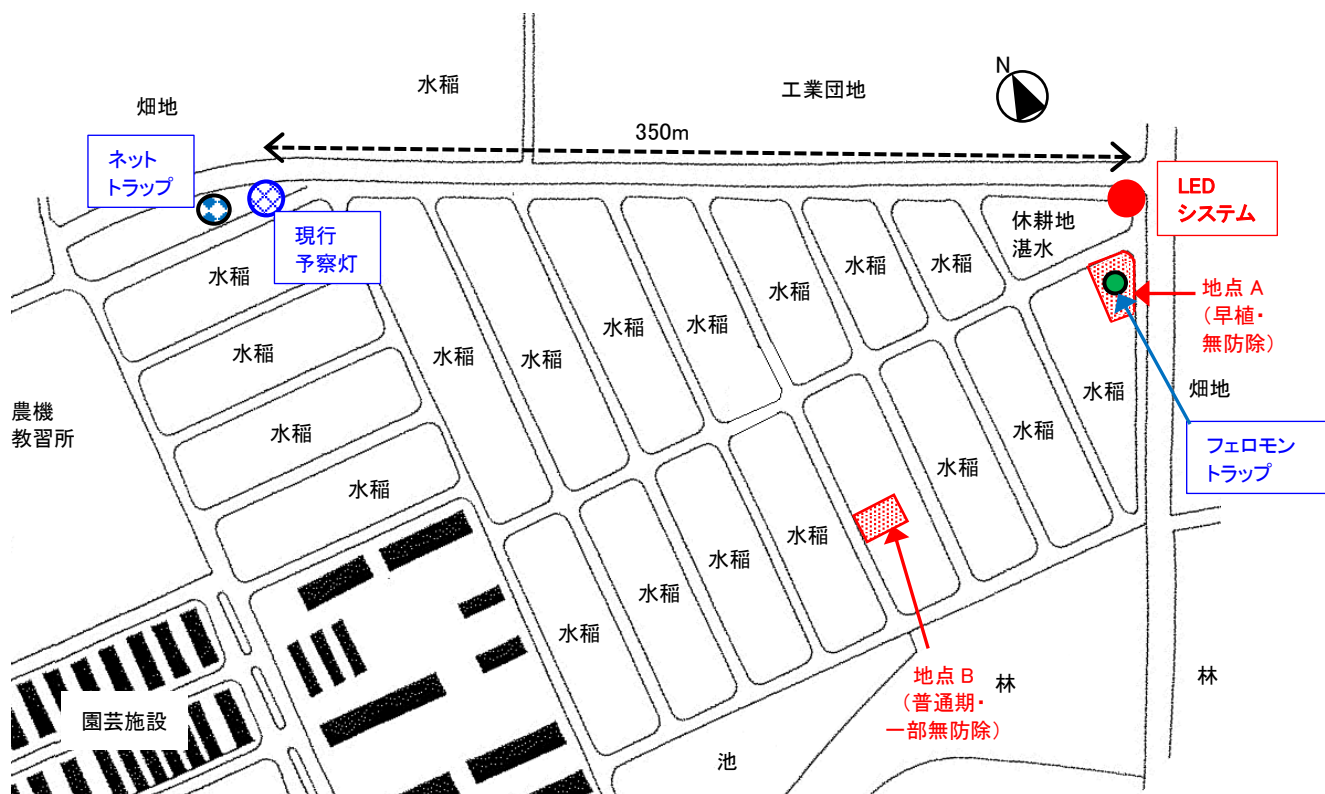


図 15 調査機材と調査ほ場の配置

(2) 調査機材

- ・LED システム (RYNAN Co., Ltd.) 光源：LED 4 色（白、青、緑、UV）
- ・現行予察灯 ((株) 池田理化 MT-7N) 光源：60W 白熱電球
- ・ネットトラップ：約 10m の高さに網口の直径約 1 m のネットを設置
- ・フェロモントラップ：コブノメイガ用コーントラップ、地点 A のほ場内 2 箇所に設置

(3) 調査対象

- ・ウンカ類（トビイロウンカ、セジロウンカ、ヒメトビウンカ）
- ・その他現行予察灯で調査実績のある発生予察対象種（ツマグロヨコバイ、コブノメイガ、ミナミアオカメムシ）

(4) 調査機材における誘殺消長調査

- ・LED システムは同日の0時～6時までと18時～24時までの総数（後夜分+前夜分）を当日分とし、現行予察灯は前日の18時～翌6時まで（1夜分）を当日分として計数した。ただし、LED システムは、試験開始～7月31日まで、周囲が暗くなるまで点灯しない設定であり、また設定時間のエラーにより不定期に16～4時に点灯していた。
- ・LED システム内部カメラの背景は、7月31日に金網から白バックへ変更した。
- ・LED システムの光源は、4色点灯（白、青、緑、UV）の自動モードで実施した。
- ・現行予察灯は、5月13日に稼働。また、計器の故障により8月11日～9月19日のデータが欠測した。
- ・フェロモントラップは、6月2日に設置。また、台風接近による撤去のため、8月9～10日分は欠測した。

(5) 近隣ほ場の害虫密度調査

近隣の無防除水稻について、払落し（60株）により、ウンカ類（トビイロウンカ、セジロウンカ、ヒメトビウンカ）とツマグロヨコバイの寄生密度を成・幼虫別に計数した。

- ・調査日 6月12, 22, 29日、7月11, 20日、8月1, 8, 21, 31日、
9月13, 20日（地点A）
7月4, 18, 31日、8月15, 29日、9月12, 27日（地点B）
- ・地点A 移植日：5月12日、品種：くまさんの輝き、無防除
- ・地点B 移植日：6月15日、品種：ヒノヒカリ、30aほ場の無防除区画

3) 調査結果および考察

本試験では、LED システムにおいて、調査期間中に35種が計測され、総誘殺数、誘殺日数ともにトビイロウンカが最も多かった（表6）。設置周辺の水稲で発生が多い6種（トビイロウンカ、セジロウンカ、ヒメトビウンカ、ツマグロヨコバイ、ミナミアオカメムシ、コブノメイガ）について、発消長を図16～18、3-(3)-20、3-(3)-21、3-(3)-23に、払落し調査の結果を表7～表10に示した。

表6 各機材で計数された昆虫の種類別誘殺実績

(LED システム・現行予察灯：2023 年 5 月 13 日～8 月 10 日、9 月 20～10 月 31 日

フェロモントラップ：2023 年 6 月 2 日～8 月 8 日、8 月 11 日～9 月 22 日)

LEDシステムで識別可能な昆虫の種類	LEDシステム		現行予察灯		フェロモントラップ	
	誘殺数	誘殺日数	誘殺数	誘殺日数	誘殺数	誘殺日数
トビイロウンカ	664	64	169	24	-	-
セジロウンカ	173	51	653	43	-	-
ヒメトビウンカ	-(※1)	-	206	34	-	-
ツマグロヨコバイ	650	70	132	59	-	-
ミナミアオカメムシ	74	30	45	33	-	-
クサギカメムシ	3	3	17	12	-	-
チャバネアオカメムシ	3	3	44	28	-	-
コブノメイガ/イネツトムシ	167	33	-	-	17	-
シロオビノメイガ	331	30	-	-	-	-
イナズマヨコバイ	174	60	-	-	-	-
タバコカスミカメ	156	63	-	-	-	-
ハナバチ	102	7	-	-	-	-
アオバアリガタハネカクシ	99	28	-	-	-	-
Hydrophilus triangularis	87	37	-	-	-	-
アオドウガネ	65	19	-	-	-	-
ゴマフガムシ	43	16	-	-	-	-
カタグロミドリカスミカメ	29	17	-	-	-	-
タイワンクチヘリカメムシ/ミナミアオカメムシ/ホソヘリカメムシ	21	12	-	-	-	-
ユスリカ	18	16	-	-	-	-
コオロギ	12	10	-	-	-	-
コカクモンハマキ	12	8	-	-	-	-
イネヨトウ	11	11	-	-	-	-
ミカンコミバエ※2	10	8	-	-	-	-
チャノコカクモンハマキ	7	6	-	-	-	-
ハスモンヨトウ	6	5	-	-	-	-
エビガラスズメ	5	4	-	-	-	-
テントウムシ/テントウムシ	4	2	-	-	-	-
イネツトムシ	3	3	-	-	-	-
モモノゴマダラノメイガ	2	2	-	-	-	-
ホソヘリカメムシ	2	2	-	-	-	-
ケラ	1	1	-	-	-	-
クビナガゴミムシ	1	1	-	-	-	-
トンボ	1	1	-	-	-	-
ナシヒメシクイ	1	1	-	-	-	-
リンゴコカクモンハマキ	1	1	-	-	-	-
シロミズメイガ	0	0	-	-	-	-

※1：画像識別はされていた(図19)が、誘殺実績については項目が無かったため、システム上の原因により、カウントされていない可能性がある。

※2：識別画像について目視で確認したが、全て誤認識であった。

(1) トビイロウンカ

- ・初誘殺は、LED システムが5月21日、現行予察灯が7月2日と差が見られた。ネットトラップでは9月20日に初誘殺されており、初飛来を観測できなかった。現行予察灯及びネットトラップでは、ニセトビイロウンカやトビイロウンカモドキが5月末頃から誘殺されていた（データ略）ため、LED システムによる5月の観測はこれらを誤認識した可能性がある。
- ・LED システムの誘殺数については、過大評価されている可能性が高く（後述）、現行予察灯と比較した誘引性の優劣については判然としなかった。
- ・発消消長については、現行予察灯の誘殺数及び払落し調査の頭数が少なかったため、発生初期の誘殺数の増加は過大評価された可能性がある。しかし、9月上旬から中旬の増加（地点Aの払落し調査との比較）、9月中旬から下旬の増加（地点Bの払落し調査との比較）、9月下旬から10月上旬の減少（現行予察灯との比較）については概ね一致しており、栽培後半の急増する時期における消長の把握については、臨機防除の是非や時期判断に活用できる可能性がある（表7、図16）。

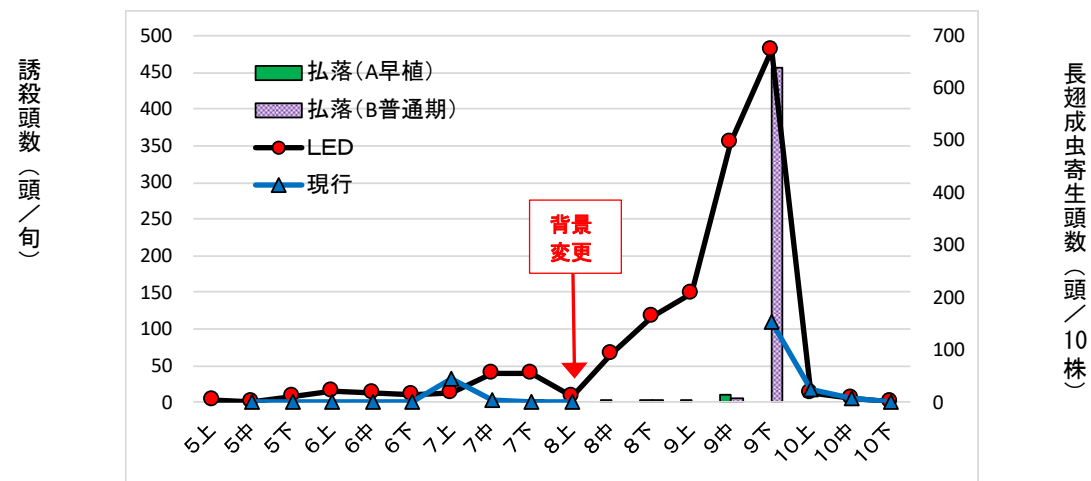


図16 トビイロウンカの誘殺消長と近隣ほ場の寄生密度(長翅型成虫)との関係

表7 近隣の無防除田(地点A・B)におけるトビイロウンカ寄生密度(頭/10株)

調査ほ場・作型		ステージ	調査日																	
			6/12	6/22	6/29	7/4	7/11	7/18	7/20	7/31	8/1	8/8	8/15	8/21	8/29	8/31	9/12	9/13	9/20	9/27
地点A・早植え	成虫	長翅	0	0	0		0		0		0	0		0		1		1	15	
		短翅	0	0	0		0		0		0	0		0		2		1	9	
	幼虫	老齢	0	0	0		0		0		0	0		3		3		8	47	
		中齢	0	0	0		0		0		0	0		7		4		27	39	
		若齢	0	0	0		0		0		0	4		9		14		130	46	
地点B・普通期	成虫	長翅				0		0		0		0		3		6			638	
		短翅				0		0		0		1		28		8			4	
	幼虫	老齢				0		0		1		0		35		6			2947	
		中齢				0		0		1		9		33		33			743	
		若齢				0		0		0		34		31		662			240	
(参考) LEDシステム誘殺数			3	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	8	19	8	29	19	26	12

(2) セジロウンカ

・初誘殺は、LED システムが 5 月 21 日、現行予察灯が 6 月 10 日、またネットトラップでは 5 月 12 日と差が見られた（データ略）。

・7 月上旬の誘殺数は、現行予察灯が LED システムよりも多かった。この時期は LED システムがバージョンアップ前で、光源の点灯開始時間が設定の 18:00 より遅かったと推測され、日没後の点灯の有無が誘殺数に影響した可能性が考えられる。その他の期間については概ね同等の誘殺数であった。しかし、トビイロウンカ同様、誘殺数については過大評価されている可能性が高く（後述）、誘引効果の優劣については判然としなかった。払落とし調査については、成虫はほとんど観測されなかった（表 8、図 17）。

・発生消長については、6 月下旬から 7 月中旬にかけての増減が観測できていた（図 17）。また、近隣ほ場での寄生密度が低い 9 月中旬でもピークが確認できたが、これは過大評価によるものであった（後述）。

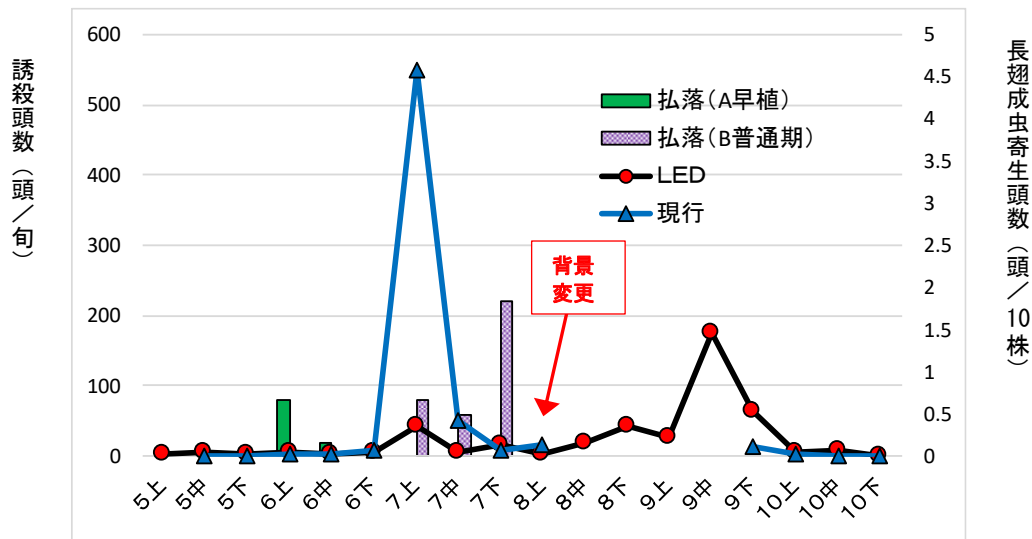


図 17 セジロウンカの誘殺消長と近隣ほ場の寄生密度(長翅型成虫)との関係

表 8 近隣の無防除田(地点 A・B)におけるセジロウンカ寄生密度(頭/10 株)

調査ほ場・作型	ステージ	調査日																		
		6/12	6/22	6/29	7/4	7/11	7/18	7/20	7/31	8/1	8/8	8/15	8/21	8/29	8/31	9/12	9/13	9/20	9/27	
地点A・早植え	成虫	長翅	1	0	0		0		0	0	0		0		0		0	0	0	
		短翅	0	0	0		0		0	0	0		0		0		0	0		
	幼虫	老齢	0	0	0		0		0	0	0		0		0		0	0		
		中齢	0	0	0		0		0	0	0		1		0		0	0		
		若齢	0	1	1		1		2	1	1		1		2			2	2	
地点B・普通期	成虫	長翅				1		1		2		0		0		0			0	
		短翅				0		0		0		0		0		0			0	
	幼虫	老齢				0		0		2		1		0		0		0		
		中齢				0		2		0		1		0		0		0		
		若齢				0		16		0			3		1		0		0	
(参考) LEDシステム誘殺数		1	1	2	3	1	0	1	0	0	0	0	2	12	4	10	2	1	0	

(3) ヒメトビウンカ

・現行予察灯の誘殺数と払落し調査の結果について図 18 と表 9 に示したが、LED システムの誘殺数が確認できず、現行予察灯との比較はできなかった。現行予察灯では6月中旬から7月中旬にかけて誘殺数が増加しており、払落し調査でも発生は確認された。画像上では識別されていることを確認しているため(図 18)、システムの仕様の問題と考えられ、他の害虫種と同様に実績が確認できるように仕様を変更する必要がある。

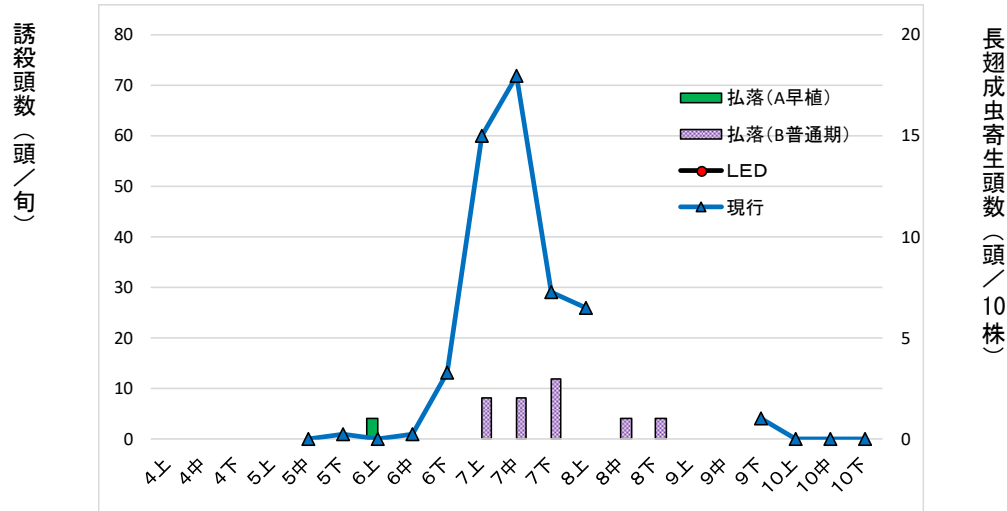


図 18 ヒメトビウンカの誘殺消長と近隣ほ場の寄生密度(長翅型成虫)との関係

表 9 近隣の無防除田(地点A・B)におけるヒメトビウンカ寄生密度(頭/10株)

調査ほ場・作型		ステージ	調査日																	
			6/12	6/22	6/29	7/4	7/11	7/18	7/20	7/31	8/1	8/8	8/15	8/21	8/29	8/31	9/12	9/13	9/20	9/27
地点A・早植元	成虫	長翅	1	0	0		0		0		0	0		0		0		0	0	
		短翅	0	0	0		0		0		0	0		0		0		0	0	
	幼虫	老齢	0	0	0		0		1		0	1		1		0		1	2	
		中齢	0	0	0		0		1		1	1		1		0		4	1	
		若齢	0	1	0		1					7		1		1		10	1	
地点B・普通期	成虫	長翅				2		2		3			1		1		0			0
		短翅				0		0		4			2		3		1			0
	幼虫	老齢				0		0		6			2		2		2			2
		中齢				0		1		3			9		2		2			2
		若齢				0		59		4			7		1		1			1

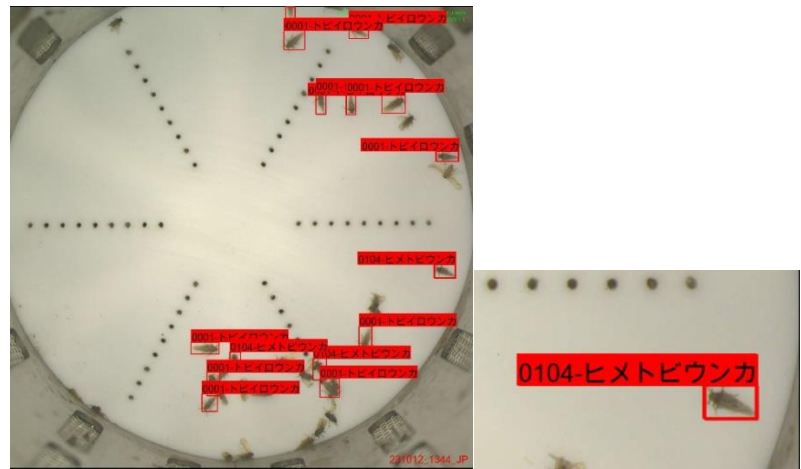


図 19 ヒメトビウンカと識別された画像 (10 月 19 日撮影)

(4) ツマグロヨコバイ

・誘殺数の優劣は時期によって異なり、ピーク時（現行予察灯：7月中旬・8月上旬、LEDシステム：8月上旬）はLEDシステムの方が明らかに多かった（図20）が、これはトビイロウンカ、セジロウンカと異なり、過大評価によるものではなかった（後述）。

・発消長は、現行予察灯では6月下旬から7月中旬にかけて増加しているのに対し、LEDシステムでは7月下旬から8月上旬にかけて増加しており一致していない。しかし、背景の変更で識別精度が向上した可能性を考慮すると、現行予察灯は7月中旬と8月上旬の誘殺数が同程度でピークが不明瞭であるのに対し、背景変更後のLEDシステムは8月上旬に明確なピークを観測しており、発生量の多い時期では現行予察灯より発生量の把握に優位な可能性がある（図20）。なお、払落し調査では、早植えの地点Aは6月上旬から6月下旬にかけて増加し、現行予察灯ともLEDシステムとも一致していないが、普通期の地点Bでは増減がLEDシステムと概ね一致していた。これは、周囲の水田は地点B以外ほとんど普通期の水田であることを考慮すると、ツマグロヨコバイは作型の違いによる発生への影響が大きい可能性が考えられた（表10、図20）。

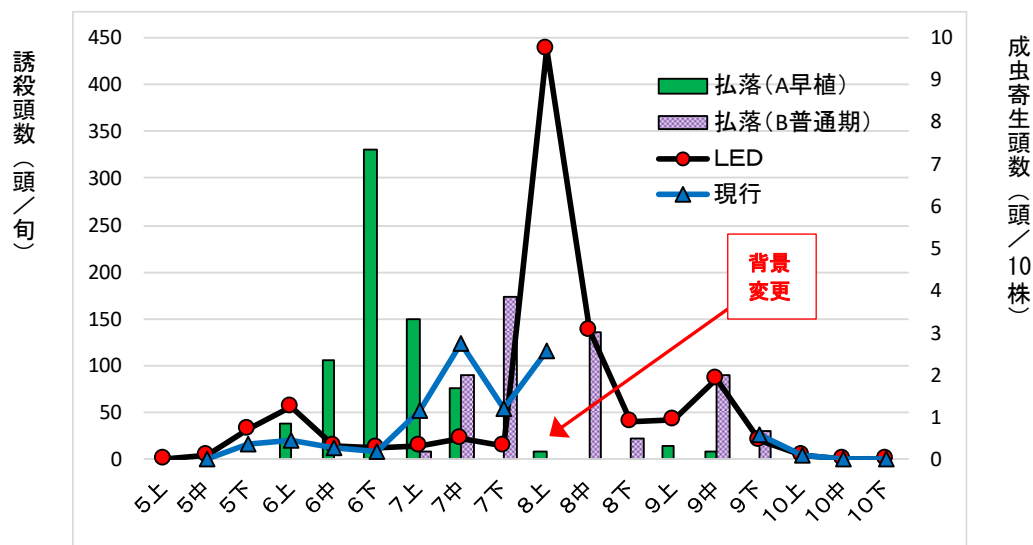


図20 ツマグロヨコバイの誘殺消長と近隣ほ場の寄生密度（成虫）との関係

表10 近隣の無防除田(地点A・B)におけるツマグロヨコバイ寄生密度（頭／10株）

調査ほ場・作型	ステージ	調査日															
		6/12	6/22	6/29	7/4	7/11	7/18	7/20	7/31	8/1	8/8	8/15	8/21	8/29	8/31	9/12	9/13
地点A・早植え	成虫	1	2	7		3		2		0	0		0		0	0	0
	幼虫	8	12	48		14		4		2	2		2		0	1	1
地点B・普通期	成虫				0		2		4			3		1		2	
	幼虫				3		21		20			4		7		10	7
(参考) LEDシステム誘殺数		1	0	1	0	0	3	6	1	0	0	0	6	6	0	6	4

(5) ミナミアオカメムシ

・誘殺数については、上記のツマグロヨコバイと同様に、時期によって優劣が異なり、背景変更前の7月下旬を除くピーク時はLEDシステムの方が多かった。また、発消長については、6月中旬から7月下旬にかけての増減が両予察灯とも概ね一致しているが、7月下旬から8月上旬、9月下旬から10月上旬は、LEDシステムの誘殺数が多く、一致しなかった(図21)。これらの原因として、カメムシ類等の大型昆虫は、壁面に張り付く力が強く、LEDシステムでは一個体を複数回カウントした例を確認しており、正確な誘殺数をカウントできなかった可能性が考えられる(図21)。

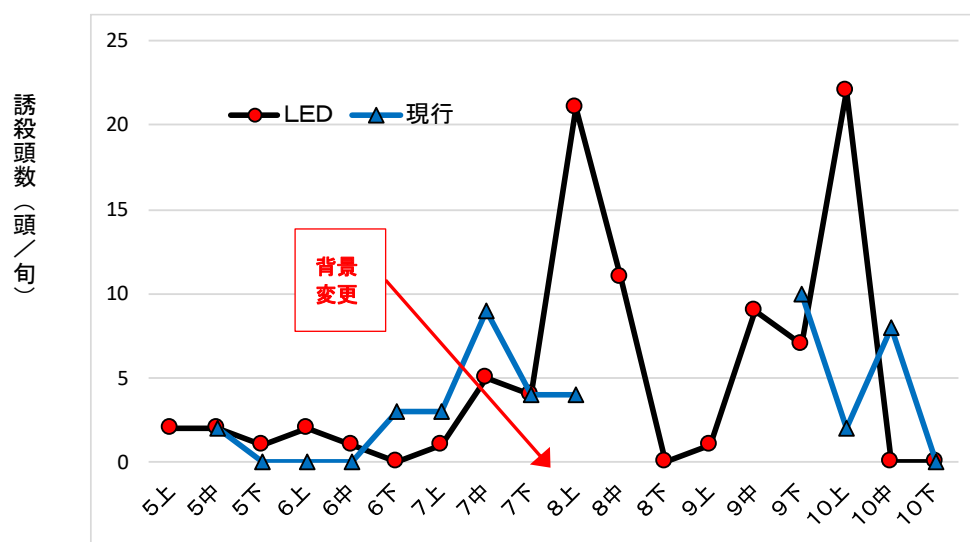


図 21 ミナミアオカメムシの誘殺消長

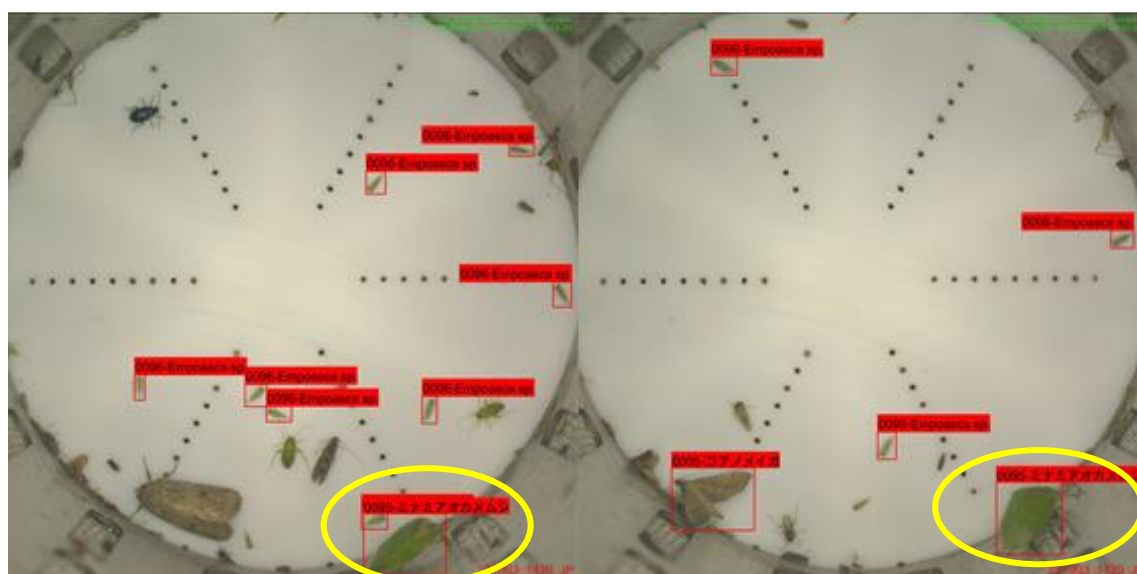


図 22 複数回カウントされた同一個体と考えられるミナミアオカメムシ
(左：10月3日 21:11 撮影、右：10月3日 22:11 撮影) ※丸囲み：同個体

(6) コブノメイガ／イネツトムシ

・地点Aの水田内に設置したフェロモントラップ（6月2日設置）と比較すると、誘殺数は、背景変更前の7月上旬を除いてLEDシステムがフェロモントラップより多かった（図22）。しかし、コブノメイガの誘殺数については過大評価されている可能性が高く（後述）、誘引効果の優劣については判然としない。

・発生消長は、8月下旬から9月中旬の増減が一致したが、その他の期間では一致しなかった。また、コブノメイガの飛来日からの予測では、8月上旬と9月上旬が発蛾最盛期であったが、LEDシステムの誘殺数はイネツトムシが含まれていなかったため、過大評価であり、誘殺は見られなかった（後述）。また、フェロモントラップでも8月上旬には誘殺がなかった（2日間データが欠測しているが、その前後日も誘殺がなかった）が、その要因は不明であった。

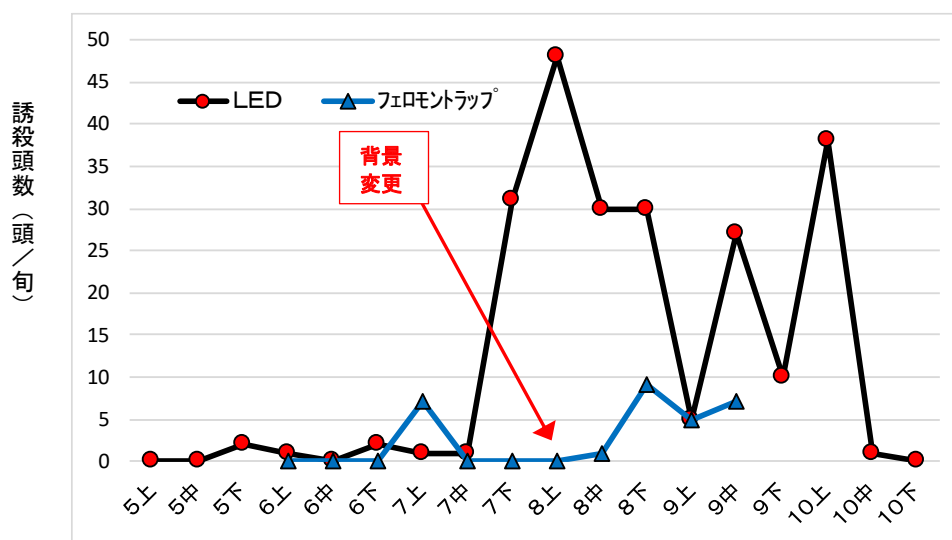


図 23 コブノメイガの誘殺消長

※LED システムはイネツトムシとの合計

※フェロモントラップは2基分の合計。

<調査2> 取得画像の目視識別による識別能力の評価>

1) 調査の目的

撮影画像を目視で識別・計測し、同システムの識別能力を検証する。

2) 調査方法

(1) 調査対象

ウンカ類（トビイロウンカ、セジロウンカ、ヒメトビウンカ）※1、

ツマグロヨコバイ、ミナミアオカメムシ、コブノメイガ、イネツトムシ※2

※1 ウンカ類については、画像のみでの識別は困難だったため、疑義虫として計測した。また、ミナミアオカメムシとアオクサカメムシについても判別が困難であったため、同一虫として計測した。

※2 コブノメイガと合算してカウントされるイネツトムシについては、本調査では確認されなかった。

(2) 調査方法

調査1の2023年8～9月における計61日分の撮影画像（2709枚）について、調査対象の誘殺数を目視で識別・計測し、LEDシステムの自動識別による計数結果と比較した。

(3) 結果および考察

目視識別とLEDシステムによる識別の結果を表11に示した。

害虫種ごとの認識率（その害虫種として認識した割合）はいずれも約85～100%と高かったが、正解率（目視とLEDシステムの判定が一致した割合）については、虫種によって差が見られた。

ウンカ類とコブノメイガについては、誤認識が頻発したことで正解率は0～約7%と低かった。誤認識される対象としては、ウンカ類は体色の似たヨコバイ類や他のウンカ類、コブノメイガについては他の蛾類が主であった（図24）。なお、コブノメイガは背景に残った汚れや虫体の一部を誤認識した（図25）割合が全体の約21%を占めており、背景の清掃能力を向上させることで、正解率も向上する可能性がある。また、トビイロウンカ、セジロウンカ、コブノメイガについては、目視識別でその虫種と認められた個体は、LEDシステムでも全て正しく識別されていたため、本調査の条件では似た形態を持つ虫が多数誘殺されることで、正解率が低下していると考えられた。ヒメトビウンカについては、目視でヒメトビウンカと識別した個体が、LEDシステムでは全てトビイロウンカやセジロウンカとして識別されており（図24）、システム自体の識別精度を向上させる必要がある。

ツマグロヨコバイとミナミアオカメムシについては、正解率は約85～88%で比較的高かった。ウンカ類と比べて正解率が高い要因としては、ミナミアオカメムシは体サイズが大きく形態を判別しやすいこと、ツマグロヨコバイは特徴的な体色等の形態を有していることで、誤認識が起こりづらいためと考えられる。しかし、ミナミアオカメムシはツヤアオカメムシ、ツマグロヨコバイは他のヨコバイ類と誤認識される（図24）ため、似た形態を持つ虫が多く誘殺される条件下では留意する必要がある。なお、ツマグロヨコバイについては、

1枚で約100頭を目視識別した画像でもLEDシステムの識別数は目視識別とほぼ同数であった事例があり（データ略）、誘殺数が多い条件でも高い識別能力が認められた。

表11 各調査対象における目視確認およびLEDシステム識別による計測結果

虫種	(調査対象の) 認識数	(虫体としての) 非認識数	認識率 (%)	正解数	不正解数	正解率 (%)
トビイロウンカ	1080	0	100.0	78	1002	7.2
セジロウンカ	319	0	100.0	19	300	6.0
ヒメトビウンカ	7	0	100.0	0	7	0.0
ツマグロヨコバイ	744	81	90.2	633	111	85.1
ミナミアオカメムシ	64	11	85.3	47	6	88.7
コブノメイガ	158	0	100.0	2	156	1.3

※認識率(%)＝認識数/(認識数＋非認識数)×100

※正解率(%)＝正解数/(正解数＋不正解数)×100

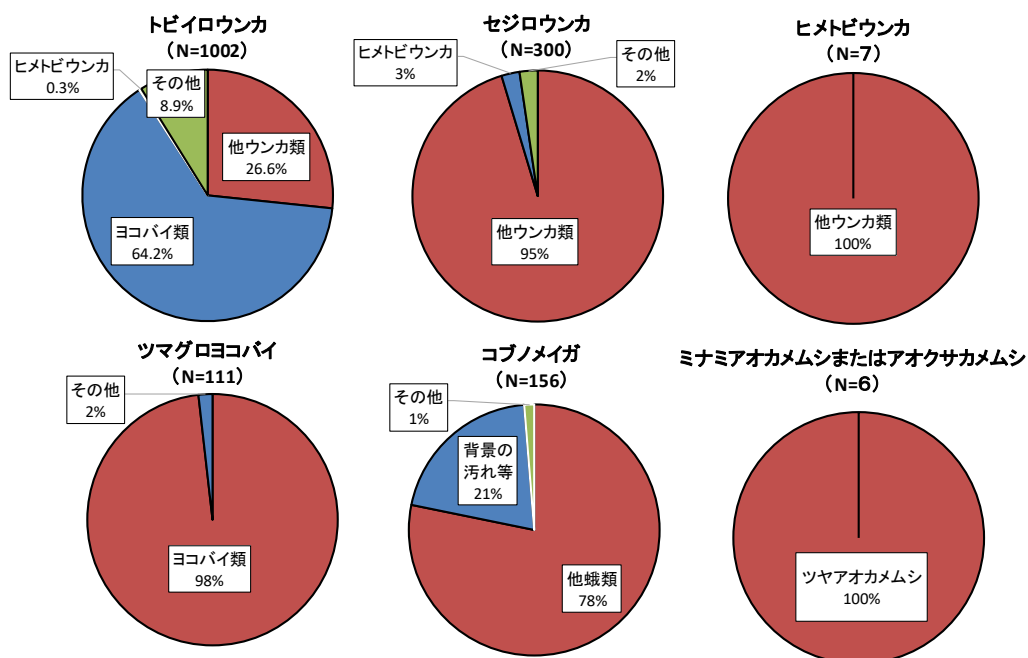


図24 システムが誤認識した虫種の内訳

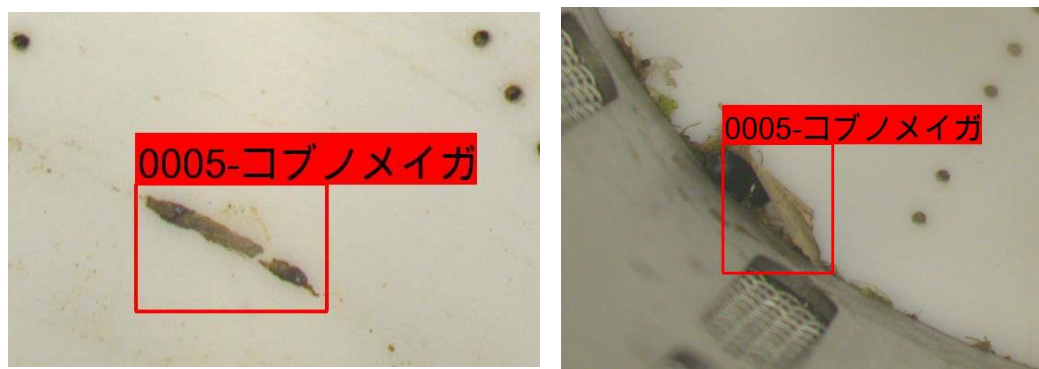


図25 背景の汚れや虫体の一部をコブノメイガと識別している画像
(左：8月20日18:45撮影、右：9月20日0:12撮影)

＜調査３＞ 種が明確な飼育個体の投入実験による識別能力の評価

1) 調査の目的

種が明確な飼育個体のみを LED システムに投入することで、同システムの識別精度を検証する。

2) 調査対象

ウンカ類飼育個体群

- ・トビイロウンカ（以下、トビイロ） 2013 年採集（熊本県合志市）、1997 年採集（長崎県）
- ・セジロウンカ（以下、セジロ） 2007 年採集（熊本県合志市）

3) 調査方法

2023 年 6 月下旬～10 月中旬の計 7 日間、人工気象室内で飼育した各種長翅型成虫を LED システムの機材吸引口に 8 パターン投入した。各パターンはそれぞれ 2～5 回ずつ実施し、投入数に対する LED システムの自動識別による計数結果から、虫体認識率※1 及び正答率※2、正答検出率※3 を算出した。なお、ファンのスピードは 15% で実施した。

- ・パターン①：セジロ 12 頭（背景：白バック）
- ・パターン②：トビイロ 20 頭（背景：白バック）
- ・パターン③：トビイロ 40 頭（背景：白バック）
- ・パターン④：セジロ 20 頭（背景：白バック）
- ・パターン⑤：セジロ 20 頭＋トビイロ 5 頭（背景：白バック）

【参考】

- ・パターン⑥：トビイロ 10 頭（背景：金網）
- ・パターン⑦：トビイロ 20 頭（背景：金網）
- ・パターン⑧：セジロ 12 頭（背景：金網）

※1：虫体認識率＝（全ての識別頭数／投入数）×100

※2：正答率＝（正しく識別した頭数／全ての識別頭数）×100

※3：正答検出率＝（正しく識別した頭数／投入数）×100

4) 結果と考察

各投入パターンと識別結果を表 12 に示した。

○害虫種の違い

トビイロとセジロの識別精度の差について、それぞれ 20 頭ずつ投入した場合（パターン①・④の比較）、虫体認識率はセジロの方がやや高く、正答率はトビイロの方がやや高かったことで、正答検出率に大きな差は見られなかった。また、パターン①～④の結果を害虫種ごとに平均して比較すると、虫体認識率はセジロの方が約 13% 高く、正答率はほぼ同等だったことで、正答検出率はセジロの方が約 12% 高かった。このことから、今回供試した 2 種の識別精度については、頭数の影響を考慮する必要はあるが、総合的にセジロの方が識別精度は高いと考えられた。

○頭数の増加

投入頭数を増加させた場合の識別精度への影響について、トビイロの投入数を 20 頭から 40 頭に増加させた場合(①・②の比較)、虫体認識率はほぼ同等で変わらず、正答率は約 14%、正答検出率は約 5 %低下した。また、セジロの投入数を 12 頭から 20 頭に増加させた場合(③・④の比較)、虫体認識率、正答率ともに低下し、正答検出率は約 13%低下した。このことから、今回供試した 2 種については、投入数の総数を考慮する必要があるが、頭数の増加により識別精度が低下すると考えられた。

○2種の混合投入

セジロとトビイロを混合投入した場合の識別精度への影響について、セジロ 20 頭・トビイロ 5 頭を混合投入した場合とセジロを 20 頭投入した場合を比較すると(④・⑤の比較)、セジロについて、正しく識別された平均頭数はどちらも差は見られなかった。

(参考) 背景の変更

背景条件を金網から白バックへ変更することによる影響について、トビイロをそれぞれ 20 頭投入した場合(①・⑦の比較)、正答率はどちらもほぼ同等だったが、虫体認識率と正答検出率については、白バックではどちらも約 26%低下した。セジロをそれぞれ 12 頭投入した場合(③・⑧の比較)、正答率はどちらもほぼ同等だったが、虫体認識率と正答検出率については、白バックではどちらも約 10%向上した。また、投入パターン①～⑤の結果を背景条件ごとに平均して比較すると、全ての項目(虫体認識率、正答率、正答検出率)で金網の方が優位な結果となった。このことから、背景を白バックに変更すると、今回供試した 2 種については、総合的には識別精度は低下する傾向が見られたが、虫種によっては識別精度が向上する可能性がある。

○総括

- ・誤認識については、調査 2 の目視識別では確認されなかったトビイロをヒメトビウンカ、セジロ、イナズマヨコバイに、セジロをヒメトビウンカ、トビイロと識別した例が見られた。
- ・パターン①～⑤の結果を平均すると、トビイロとセジロの正解率は約 93%と高かったが、虫体認識率は約 60%と低く、正答検出率も約 56%と低下した。調査 2 の目視識別では、虫体認識率は高かったが、この要因としては、調査 2 で確認した画像より投入頭数が多かったことや、ウンカを一度に投入するため局在することが多いことが考えられた(データ略)。さらに、目視識別の結果を踏まえると、実際の運用では似た虫を誤認識してしまうことが最も大きな課題であり、識別精度をさらに高めていくことが重要であると考えられた。
- ・本調査と調査 2 の結果は合致しない部分がある(例:セジロより識別精度が劣り、また誘殺頭数も多いトビイロの識別精度がセジロとほぼ変わらない等)。この要因としては、ウンカ類が自然個体と飼育個体で識別結果が異なる可能性や、試験方法(例:一度にウンカ類を投入するため、虫が局在する傾向にある等)による影響が推測される。このことから、識別精度の検証については、本調査の方法では正確な検証は難しく、別の調査方法もしくは虫体の非破壊回収機能の活用を検討する必要があると考えられた。

表 12 種が明確なウンカ類成虫個体に対する LED システムの識別結果

No.	投入パターン	試行回数	判定結果(平均頭数)					虫体認識率(%)	正答率(%)	正答検出率(%)
			トビイロ	セジロ	ヒメトビ	イナシマ ヨコバイ	無判定			
①	トビイロ20頭	5	10.6	—	—	—	9.4	53.0	100.0	53.0
②	トビイロ40頭	4	22.3	—	1.3	—	16.5	54.2	86.1	47.9
③	セジロ12頭	4	0.3	8.3	—	—	3.5	70.8	97.9	68.8
④	セジロ20頭	4	0.3	11.3	1.0	—	7.5	62.5	89.7	56.3
⑤	セジロ20頭+トビイロ5頭	3	2.0	11.0	3.0	—	9.0	64.0	—	—
平均			—	—	—	—	—	60.9	93.4	56.5
平均(トビイロ)※⑤除く			—	—	—	—	—	53.6	93.1	50.5
平均(セジロ)※⑤除く			—	—	—	—	—	66.7	93.8	62.5

参考

⑥	トビイロ10頭・金網	2	5.0	—	—	—	5.0	50.0	100.0	50.0
⑦	トビイロ20頭・金網	5	15.6	0.2	—	0.2	4.0	80.0	97.8	78.0
⑧	セジロ12頭・金網	5	0.0	7.2	—	—	4.8	60.0	100.0	60.0
平均			—	—	—	—	—	63.3	99.3	62.7

※虫体認識率＝（全ての識別頭数／投入数）×100

※正答率＝（正しく識別した頭数／全ての識別頭数）×100

※正答検出率＝（正しく識別した頭数／投入数）×100

6 総合評価

今回の調査では、水稻の主要害虫であるウンカ類（トビイロウンカ、セジロウンカ、ヒメトビウンカ）について、LED システムの識別精度は実用レベルに達していないと考えられ、自動識別のみで発生予察を行う場合の実用性は低いと評価された。ウンカ類は飛来状況の観測に正確な識別が求められる上、画像の目視識別も困難であることから、今後さらに学習を進めることで識別精度を向上させる必要がある。また、ニセトビイロウンカ等が誘殺される条件下では、少なくとも初飛来を観測するまでは現物確認は必須であると考えられるため、新たに搭載される虫体の非破壊回収機能にも期待したい。しかし、現状の性能でも消長の大まかな把握は可能と考えられるため、多少の誤差が問題にならない発生量の多い時期については、防除の判断等に活用できる可能性がある。

また、今回の調査ではツマグロヨコバイとミナミアオカメムシについては、識別精度が比較的高い結果となり、この2種については画像での目視識別も可能であることから、実用性は高いと評価された。しかし、カメムシ類については、アオクサカメムシ等の識別が難しい虫種の発生状況や同一個体のダブルカウントには留意する必要がある。また、コブノメイガについてはウンカ類と同様に識別精度は低く、現状の実用性は低いと評価された。予察灯による誘殺は、現行のフェロモントラップと比べて雌成虫も誘殺されることから、より精度の高い発生量の把握が可能となると考えられるが、8～9月の期間中、目視で識別した誘殺数はフェロモントラップよりも劣っていたため（データ略）、発生量の多い年に再度検証する必要がある。

7 その他

①PC やアプリからの操作が反映されないことがある。

→不定期で発生したことで、誘引効果や誘殺数の観測に支障がでた。要因については不明であり、検証する必要がある。

②ウンカ類、コブノメイガについては、誤認識が多かったことで識別精度は低かった。また一度に誘殺される虫数が増える多発年では、さらに精度が低下する可能性がある。また、今回識別精度の比較的高かったツマグロヨコバイ、ミナミアオカメムシについても、誤認識はあるため、似た形態をもつ虫の発生に注意する必要がある。

→今後も LED システムの識別精度を高めていくことは必要であるが、識別精度にどこまで正確さが求められるかは、虫種や時期によって変わるため運用方法の工夫も求められる。例えば、ウンカ類の飛来シーズンの観測には正確さが求められるため、現状の精度では正確な目視識別、現物確認が必須となるが、昨期の後半の発生量の多い時期では多少の誤差は問題とならないため、目視識別のみの対応も可能だと考えられる。

③大型昆虫はエアアーで除去されずに画面内に残ったり、背景の汚れや翅等の部位が映り込み続けることで、複数回カウントしてしまう場合がある（図 21、22）。

→機械の構造を変更する以外の対策としては、ファンスピードの調整が考えられる。ファンの出力を上げればある程度除去できると考えられるが、その場合は他の微小害虫への影響や誘引性能の変化についても検証し、適正なスピードを検討する必要がある。

また、清掃用の空気の出力を上げる等の方法で背景の清掃能力を向上させる必要がある。

④微小害虫（特にトビイロウンカ）については、画像のみを目視で確認して、正確に誘殺数を計測するのは困難。

→画質を向上させることで、ある程度識別しやすくなると考えられるが、外観で識別できないと推測される虫種（例：ミナミアオカメムシとアオクサカメムシ）や、正確な識別が求められる時期（例：ウンカ類の初飛来の観測）については、実物確認は必須と考えられる。

⑤識別の際に表示される確信度（各対象の特徴と何%一致しているかの数値）について、低い確信度でもカウントしてしまう。

→現在の仕様では、確信度ごとに分類することができない。低い確信度のデータを排除する等の整理ができるようになれば、より正確な発消長を把握できる可能性がある。

⑥夏場は蜘蛛の巣が張るため、定期的に除去する必要がある。また、内部に巣を張られると、捕獲された虫が識別の障害になる。

→外部の巣は、管理者が除去する。内部の巣については、自動的に除去できる仕様もしくは人が容易に除去できるような仕様に変更する等の対策が必要。また、誘殺数にどれだけ影響するかについても検証が必要。

(4) 日本曹達株式会社

担当機関・部署	日本曹達株式会社 榛原フィールドリサーチセンター
担当者	中村武彦

1. 試験目的

LED 光源の害虫モニタリングシステムによる害虫識別精度を検証する。

2. LED システムの設置場所

静岡県牧之原市坂部62-1

(日本曹達株式会社 榛原フィールドリサーチセンター)

3. 調査期間

調査① 2023年10月20日

調査② 2023年10月25日

4. 調査内容

供試害虫：セジロウンカ、ヒメトビウンカ

調査①：セジロウンカの識別調査（撮影背景別）

セジロウンカをモニタリングシステムへ投入し AI による識別結果を基に精度を判定する。旧型のデバイスを用いているため、新型のデバイス撮影画面を模した撮影を行った。

表 13 セジロウンカ撮影個体数と正答率

画像No.	背景種	ファンスビード %	撮影個体数	デバイス識別種		正答率%*
				ウンカ種	個体数	
図1	濾紙(5mm切りこみ)	50	1	セジロウンカ	1	100
図2	キムワイプ ^o		3	セジロウンカ	1	33
				識別なし	2	
図3	濾紙(2mm穴)		4	セジロウンカ	4	100

*：正解個体数／撮影個体数x100

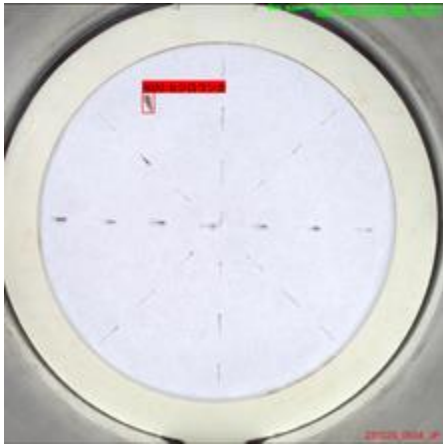


图 26

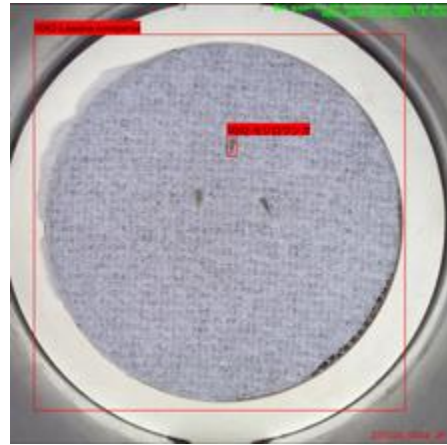


图 27

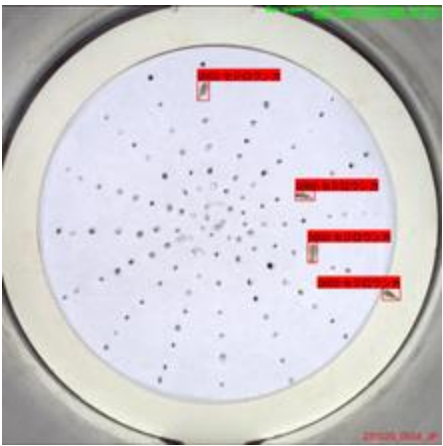


图 28

調査②：ヒメトビウンカの識別調査

ヒメトビウンカをモニタリングシステムへ投入し AI による識別結果を基に精度を判定する。旧型のデバイスを用いているため、濾紙を背景に新型のデバイスを模した撮影を行った。

表 14 ヒメトビウンカ撮影個体数と正答率

画像No.	背景種	ファンスビード %	撮影個体数	デバイス識別種		正答率%*
				ウンカ種	個体数	
図4	濾紙(2mm穴)	50	1	セジロウンカ	1	0
図5			4	ヒメトビウンカ	3	75
				識別なし	1	
図6 (上記再撮影)			4	ヒメトビウンカ	2	50
				セジロウンカ	1	
				識別なし	1	
図7 (上記再撮影)		5	4	ヒメトビウンカ	2	50
				セジロウンカ	1	
				識別なし	1	
図8		50	7	ヒメトビウンカ	5	71
				セジロウンカ	1	
				識別なし	1	
図9 (上記再撮影)		5	8	ヒメトビウンカ	6	75
				セジロウンカ	1	
				識別なし	1	
図10 (上記再撮影)			6	ヒメトビウンカ	3	50
				セジロウンカ	1	
				識別なし	2	
図11 (上記再撮影)		0	5	ヒメトビウンカ	2	40
				セジロウンカ	0	
				識別なし	3	
図12 (上記再撮影)			6	ヒメトビウンカ	4	67
				セジロウンカ	1	
				識別なし	1	

*：正解個体数／撮影個体数x100

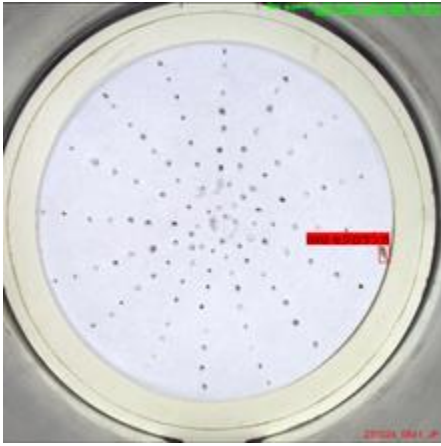


图 29

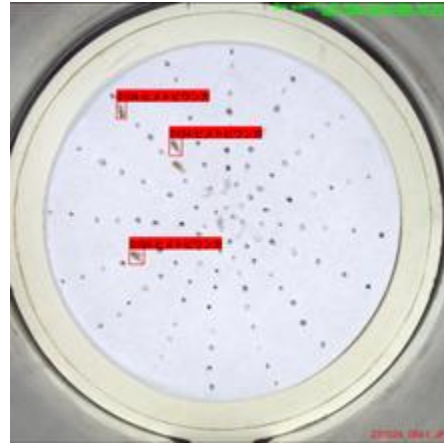


图 30

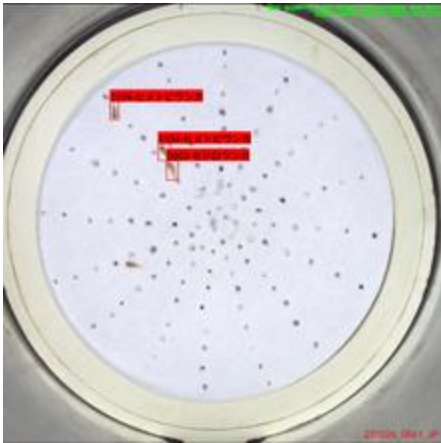


图 31

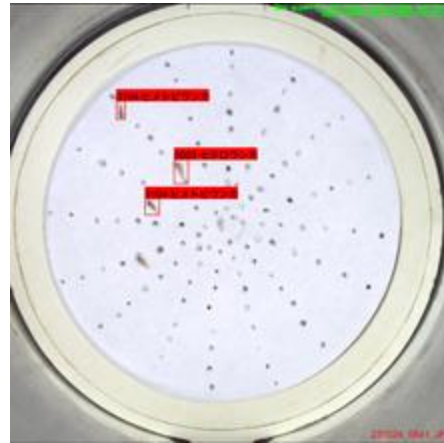


图 32

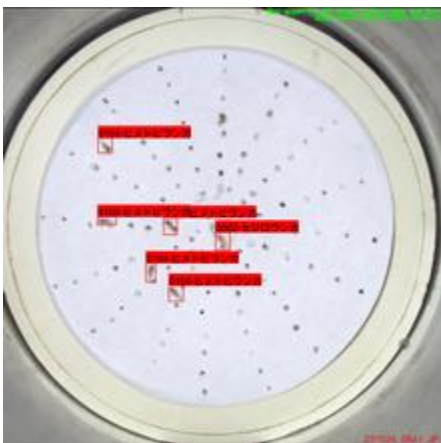


图 33

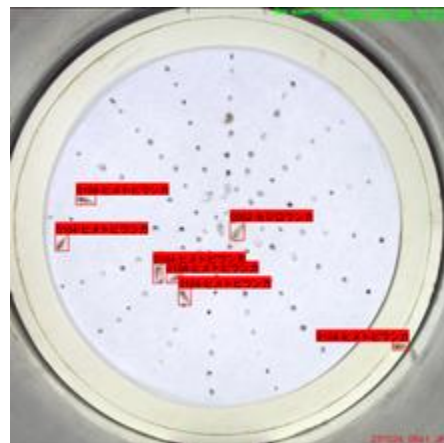


图 34

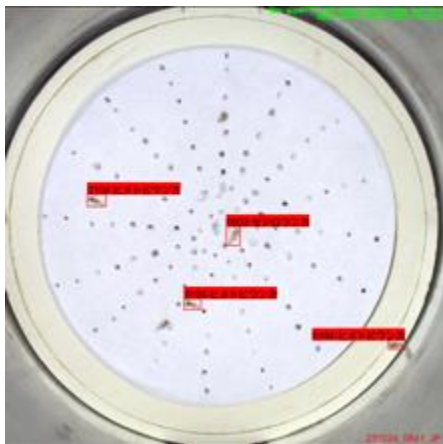


图 35

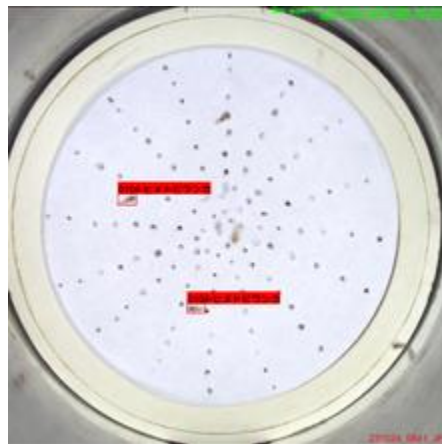


图 36

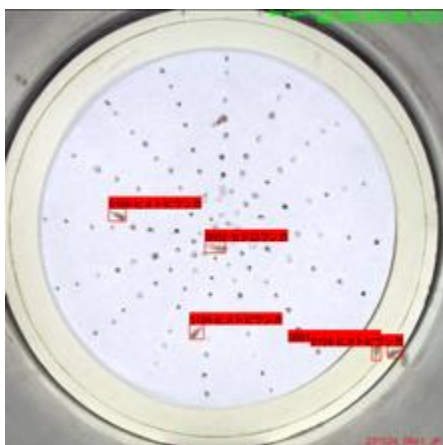


图 37

5. 調査結果

調査① セジロウンカ識別試験（撮影背景別）

図 26

直径 7 cm 濾紙に 5 mm 間隔の切りこみを放射状に 4 直線入れメッシュ上に設置した。ファンスピード 50% でセジロウンカ成虫を 5 頭投入したが、撮影されたのは 1 頭のみであった。デバイスはセジロウンカと識別した。

図 27

投入後の歩留まりが悪かった為、直径 7 cm に切り取ったキムワイプを設置し、ファンスピード 50% でセジロウンカを 5 頭投入したが、撮影されたのは 3 頭であった。デバイスは 1 頭をセジロウンカと識別したが、他 2 頭は識別できなかった。

図 28

濾紙の歩留まりを上げる目的で 1 mm 程度の穴を 3 mm 間隔で開けた直線を放射状に 8 本作成した濾紙をメッシュ上に設置した。ファンスピード 50% でセジロウンカ成虫を 5 頭投入したが、撮影されたのは 4 頭のみであった。デバイスは 4 頭全てをセジロウンカと識別した。

以上の結果より、濾紙を使用することでセジロウンカの高い識別確度を得られることが判明した。この方法によりその他害虫についても識別試験が可能と思われた。ただし、投入後の歩留まりが悪いことからさらに改善が必要である。

調査② ヒメトビウンカ識別試験

図 29～37

背景に濾紙を用い、ファンスピードを変えて撮影を行った。ヒメトビウンカの正答率は 40%～75% を示した（1 頭撮影時の 0% を除外）。同じ個体の識別でも正答率に差が生じる現象が観察された（図 29 および図 30）。ファンスピードの強さと正答率の変動に相関は観られなかった（図 31～図 37）。

以上の結果より、ヒメトビウンカの正答率にばらつきがあったものの、昨年度の正答率 0%（旧型デバイス）からは格段の改善が見られた。一部の個体はヒメトビウンカとして識別できない場合があり、さらに改善が必要な点と思われる。今後、2 種以上のウンカ種を混合した場合の正答率の調査を検討予定。

4. 総合考察

＜各害虫に対する LED システムの誘殺能力について＞

LED システムの誘殺能力については、令和 4 年度に秋以降の調査データのみを用いた検証がなされており、それによると、ウンカ類、ミナミアオカメムシおよびホソミドリカスミカメ類は 60W 白熱灯と同等かそれ以上の、チャバネアオカメムシとツヤアオカメムシ、シロオビノメイガについては 100W 水銀灯と同等かそれ以下の、ハスモンヨトウとオオタバコガ、シロイチモジヨトウについてはフェロモントラップと同等かそれ以下の誘殺能力がそれぞれあるとされている。令和 5 年度の本事業では春から秋まで対象となる害虫の全発生期間での捕獲消長を調査し、既存の手法と比較しての捕獲数の多寡ではなく、発生予察に十分な捕獲が LED システムで得られたか否かをもとに、本システムの誘殺能力を評価した。

評価の結果を表 15 にまとめた。多くの水稻害虫や大型カメムシ類などの誘殺データは、従来の調査手法と同様に各害虫の野外での発生活長の把握に利用できる可能性が高いと考えられた。これら害虫には令和 4 年度の報告においても既存の予察灯と同程度とされたものがすべて含まれており、同様の結果が複数年次の実証で確認されたこととなる。一方で、ヤガ類の 3 種ハスモンヨトウ、オオタバコガ、シロイチモジヨトウについては発生活長を把握できるほどの捕獲は確認できなかった。一般にヤガ類は波長 570nm 前後の黄色光に対して忌避効果を示すこと、またこれら 3 種に対しては令和 4 年度の報告においても既存のフェロモントラップと同等かそれ以下の誘殺能力を示すとされていることから、本 LED システムでこれらヤガ類の発生活長の把握は困難であると考えられた。なお、クモヘリカメムシ等のその他の主要害虫については実施した 3 県いずれにおいても本年の発生量が少なかったため、今後それら害虫の多発年に検証を実施する必要がある。

表 15 各害虫に対する LED システムの誘殺能力

予察に十分な誘殺能力あり	トビイロウンカ、セジロウンカ、ヒメトビウンカ、アカヒゲホソミドリカスミカメ、アカスジカスミカメ、イネカメムシ、コブノメイガ、ツマグロヨコバイ、チャバネアオカメムシ、クサギカメムシ、ミナミアオカメムシ、ツヤアオカメムシ、シロオビノメイガ、コナガ、フタスジヒメハムシ
十分な誘殺能力を確認できず	ハスモンヨトウ、オオタバコガ、シロイチモジヨトウ

＜AI による識別精度について＞

令和4年度の検証では、大型の害虫の識別精度はある程度高いものの、ウンカ類をはじめとする小型の害虫では別の昆虫や昆虫以外のものを誤って認識する事例が多いと報告されている。そのような事例は令和5年度の検証においても見られたものの、AIによる識別精度は多くの害虫で向上していた。これは撮影部の背景を金網から白色に変更して画像中の害虫のコントラストを明瞭にしたこととや、RYNAN 社において識別AIの追加学習が行われたことによるものと考えられる。

全体として識別精度は向上しているものの、実用の観点からはまだ十分な精度は得られていないため、ここでは実用性の観点から各害虫を以下の4グループに分けて評価した。

（1）実用に近い害虫

チャバネアオカメムシ、クサギカメムシ

これら2種はAIによる識別と画像の目視による計数の結果がほぼ一致しており、AIによる自動計数が実用に近いと考えられる。ただし、チャバネアオカメムシについては現時点でAI識別に対応していないツヤアオカメムシを誤ってチャバネアオカメムシと判定してしまう事例が、クサギカメムシについては撮影部分の壁面に留まった個体がAIに認識されない事例がそれぞれ確認され、実用化に向けてこれら課題の解決が望まれる。

（2）今後改善の余地がある害虫

ツマグロヨコバイ、ミナミアオカメムシ、シロオビノメイガ、 ハスモンヨトウ、コブノメイガ、コナガ

ツマグロヨコバイでは、他のヨコバイ類やカスミカメ類を誤って本種と識別する事例が多く、これら他の虫が多数捕獲される状況下においてもAIによる識別精度を維持するためにはさらなる学習が必要と考えられる。ミナミアオカメムシはチャバネアオカメムシと同様、ツヤアオカメムシを誤って本種と判定してしまう事例が多いため、ツヤアオカメムシを識別できれば識別精度は大幅に向上すると考えられる。ただし、ミナミアオカメムシとアオクサカメムシは画像の目視による識別も困難であることから、AIによりこれら2種を識別するのは困難と考えられる。

シロオビノメイガやハスモンヨトウでは他のチョウ目昆虫を誤認識する事例はあるものの、これら大型でかつ斑紋が特徴的な種では学習による識別精度の向上は比較的容易であると考えられる。ただし、ハスモンヨトウはLEDシステムへの誘殺が少ないことから、効率的な誘殺のための工夫も必要である。コブノメイガと

コナガについては色彩や形状の似た個体や他のチョウ目昆虫を誤って識別する事例が多いものの、画像上ではそれぞれの特徴的な斑紋を確認できることから、精度向上により AI による識別も可能と思われる。

(3) AI による識別は困難と思われる害虫

トビイロウンカ、セジロウンカ、ヒメトビウンカ

トビイロウンカ、セジロウンカ、ヒメトビウンカの3種は他のウンカ類や小型の昆虫を誤って識別する事例が極めて多く、正解率が10%に満たないデータも多かったことから、現時点ではAIによる識別は困難であると考えられる。

(4) 新たに識別用の AI を作成すべき害虫

アカスジカスミカメ、アカヒゲホソミドリカスミカメ、イネカメムシ、 ツヤアオカメムシ、フタスジヒメハムシ

これら害虫はいずれも LED システムへの誘殺が多く、識別用の AI を作成することで自動で発消長を把握できる可能性がある。カスミカメ類はツマグロヨコバイと誤認識される事例が、ツヤアオカメムシはチャバネアオカメムシやミナミアオカメムシと誤認識される事例がそれぞれ多いことから、これらに対応した AI の開発は誤認識されている害虫の識別精度の向上にもつながる。なお、アカヒゲホソミドリカスミカメについては他のホソミドリカスミカメ類との識別は困難であると考えられるため、ホソミドリカスミカメ類全般を対象とした AI としての開発も検討の余地がある。

<LED システムの問題点>

令和4年度の報告書では以下の3点が問題点として指摘されている。

- (1) 学習結果の検証や重要な害虫種の初発確認のために、誘殺された個体を破砕せずに回収できる機能が必要である
 - (2) 曇天においてもデータ欠損が生じないように、バッテリー容量を改善する必要がある
 - (3) 操作アプリの利便性の向上と、国内でデータを集約するシステムの構築が必要
- (1) については令和5年度に発売された新型モデルでは誘殺された個体を破砕せずに回収する機能が搭載されており、この問題は解決されている。(2) について、本事業ではバッテリーを高性能のものに交換して調査を実施したところ、奈良県の旧型機でバッテリー上がりが1回発生したもののその他の地域では問題は生じなかった。

(3) については最新のアプリでは過去の画像データもすべて閲覧可能とするなどのアップデートが実施されており、利便性は向上したと考えられる。国内でのデータを集約するシステムの構築については国や都道府県等の行政部局が検討すべき事案のため本事業では検証しなかった。

令和5年度では、AI による画像識別精度を向上させることを目的として、従来は金網となっていた画像撮影部分を白色の背景に変更した。この変更はAI による対象害虫の認識率や識別精度の向上に寄与したと考えられるが、この変更に伴い、誘引された害虫、特に大型のカメムシ類の一部が撮影部壁面のメッシュ部分に留まってしまう問題が新たに生じた。これにより同一の個体が重複してカウントされてしまう事例や、壁面部分の画像の歪みにより対象害虫として認識されない事例が多発した。背景を白色に維持しつつ同一個体の壁面への滞在を阻止するための改良が必要であるが、この点についてはすでに双日九州株式会社と RYNAN 社が具体的な対応を進めており、早晚解決される見込みである。

＜LED システムの利点＞

LED システムの最大の利点は AI・ICT を利用した害虫の発生データの省力的かつ迅速な把握である。現時点では AI による識別精度が十分でないため本 LED システムの利点を最大限に享受することはできないが、今後 AI の識別精度の向上が進めば既存の発生予察法の代替手段としての普及が期待できる。

AI による誤認識が多い害虫については、自動カウントの結果を、目的とする害虫が誘殺された可能性があることを把握するためのアラートとして活用し、アラート発生にのみ画像や回収個体の目視により正しい誘殺状況を確認するなどの対応により、従来の方法よりも調査に係る労力を軽減できる。また、LED システムに誘殺されにくいヤガ類の一部については、現在、LED システムでのフェロモン成分の利用を検討しており、これが実現すれば LED では誘殺されにくい害虫の調査も可能となる。

この他、本事業により新たに実証された利点として、従来の調査方法では不可能であった時間別の誘殺状況の把握が可能となった。兵庫県での検証において、イネカメムシの誘殺時刻が日没後から夜の前半に集中していることが明らかとなり、これまで不明であった本種の夜間の活動生態の一端が明らかとなった。このような知見は、重要害虫はもとより、新規発生害虫の生態解明やそれに基づく防除対策の構築に有効活用できる。

＜害虫種ごとの LED システムの検証結果＞

これまで述べた LED システムの誘殺効率や AI の識別精度、今後の精度向上の見込みを総合的に勘案し、各害虫の発生予察に対する現時点での LED システムの利用可能性を表 16 の 5 段階で評価した。なお、今回の評価は、

- ・今年度 1 年間の実証結果をもとに判定したものであり、来年度以降も検証の積み重ねは必要である
- ・撮影部側面のメッシュ部分に害虫が留まるという機器の構造上の課題は今後改善が期待できる

の 2 点を前提として実施し、野外試験を実施した奈良県、兵庫県、熊本県でそれぞれ個別に評価した。害虫ごとの評価結果を表 17 に示し、以下にグループごとの評価の概要と根拠を記述した。

○ 水稻：ウンカ類（トビイロウンカ、セジロウンカ、ヒメトビウンカ）

ウンカ類 3 種に対する評価はいずれも B が 2 県、C が 1 県であり、その根拠も同様のものであった。3 種とも予察に十分な数の誘殺があることは確認できたが、AI による診断では別種を誤って認識する事例が極めて多く、本来発生がない時期にも捕獲ピークがあると判断されるなど、発生量を過大評価してしまう問題がある。B 評価とした奈良県においても、正確な発消長の把握には捕獲されたサンプルを回収し、目視による同定が必要であると判断しており、AI による自動カウントのみでこれらウンカ類の発消長を把握することは現時点では困難であると考えられる。

一方、現時点でも AI による認識率はいずれの害虫においても高いことから、LED システムに誘殺された個体を見落とす可能性は低い。そのため、自動カウントの結果を対象の害虫が誘殺された可能性があることを示すアラートとして活用し、アラートの発生時に誘殺されたサンプルを回収して目視で同定するという運用は現時点でも可能と考えられる。

表 16 LED システムの利用可能性の評価基準

カテゴリー	判定内容
A	LED システムによる予察が可能
A ⁺	条件付きで予察が可能
B	軽微なシステムの改良により予察できる可能性がある
C	LED システムによる予察は困難
D	判定不能（発生がみられなかった、検証対象としなかった、等）

○ 水稲：カメムシ類（アカヒゲホソミドリカスミカメ、アカスジカスミカメ、イネカメムシ）

アカヒゲホソミドリカスミカメとアカスジカスミカメ、イネカメムシについて、現時点でこれらを識別できる AI は実装されていないものの、兵庫県の調査では LED システムと既存の予察灯での誘殺消長が概ね一致していたことから、識別 AI が実装されれば自動カウントも可能であると考えられる。また、カスミカメ類はツマグロヨコバイに誤同定されることが多いことから、カスミカメ類の識別 AI を実装することでツマグロヨコバイの識別精度の向上も期待できる。ただし、アカスジカスミカメとホソミドリカスミカメ類の一部の種は形態が類似していることから、AI でアカスジカスミカメのみを正確に識別するのは困難であることが予想される。奈良県では、アカヒゲホソミドリカスミカメ単独ではなく、ホソミドリカスミカメ類としての予察であれば実用上問題ないと判定している。

現時点での LED システムの運用としては、誘殺されたサンプルもしくは撮影された画像から目視で種を判定することが想定される。

○ 水稲：その他（コブノメイガ、ツマグロヨコバイ）

コブノメイガとツマグロヨコバイはいずれも LED システムへの十分な誘殺が確認できた。コブノメイガの評価は3県で A、B、C と割れたが、いずれの県も AI による識別精度の向上を課題として挙げている。他のガ類だけでなく、背景のゴミなどもコブノメイガと誤認識してしまう事例もあり、自動カウントの実現には AI の識別精度の大幅な向上が必要と考えられる。ツマグロヨコバイについては撮影部の背景を白色にしたことで認識率は向上したが、その一方で他のヨコバイ類をツマグロヨコバイと誤認識する事例も増加した。ただし、ツマグロヨコバイはウンカ類よりは体サイズも大きく、他のヨコバイ類とは目視でも識別しやすいという形態的特徴があることから、今後の識別 AI の改良が期待できる。

現時点での LED システムの運用としては、カメムシ類と同様、誘殺されたサンプルもしくは撮影された画像から目視で種を判定することが想定される。

○ 水稲以外：カメムシ類（チャバネアオカメムシ、クサギカメムシ、ツヤアオカメムシ、ミナミアオカメムシ）

上記4種の評価は A～B と概ね良好であった。特にチャバネアオカメムシとクサギカメムシについてはツヤアオカメムシの誤認識による精度低下や撮影部分の壁面に留まることによる認識率の低下といった課題はあるものの、既存の予察灯と同等の発生消長

を自動カウントで得られることから、実用性はかなり高いと考えられる。技術の完成に向けて上記課題の解決が望まれる。ツヤアオカメムシについてはいずれの県でも十分な誘殺が確認されており、識別 AI が実装されれば自動カウントが可能と考えられる。また、ツヤアオカメムシは他のカメムシ類の誤認識要因となっていることから、本種の識別 AI の実装は、他のカメムシ類の識別精度の向上にもつながる。ミナミアオカメムシについては、ツヤアオカメムシを誤認識する事例が多いことや、形態が酷似しているアオクサカメムシとの識別が実用化に向けての課題となる。

チャバネアオカメムシとクサギカメムシについては、今後検証を重ねる必要はあるものの、LED システムの自動カウントの実用化が期待できる。ツヤアオカメムシとミナミアオカメムシについては、誘殺されたサンプルもしくは撮影された画像から目視で種を判定することが可能である。

○ 水稻以外：ガ類（シロオビノメイガ、コナガ、ハスモンヨトウ、オオタバコガ シロイチモジヨトウ）

シロオビノメイガとコナガは LED システムへの十分な誘殺を確認できた。シロオビノメイガについては、本種が多発する 8 月以降の発消長を AI による自動カウントで捉えることができたが、奈良県の検証では本種の発生が少ない 5 月～6 月に別種を誤認識する事例が多かったことから、年間を通して自動カウントを運用するためには AI の識別精度の向上が必要と考えられた。コナガについては発生期間を通して誘殺は見られたものの、色彩や形状の似た別種を誤認識する事例が多く、現時点で AI による自動カウントは困難であると考えられた。ハスモンヨトウ、オオタバコガ、シロイチモジヨトウについては、LED システムへの十分な誘殺が確認できなかった。

現時点では、シロオビノメイガとコナガについては誘殺されたサンプルもしくは撮影された画像から目視で種を判定することで発消長は把握できると考えられる。その他の 3 種については LED システムでの調査は困難であり、フェロモントラップ等の既存の方法による調査が必要である。

○ 水稻以外：コウチュウ類（フタスジヒメハムシ）

兵庫県の調査において、既存の予察灯ではほとんど誘殺されなかったフタスジヒメハムシの発生ピークを捉えることができた。本種は体の背面に特徴的な模様（黒すじ）があり、AI による識別が比較的容易であると推察されることから、識別 AI の実装による自動カウントが期待できる。

現時点では、誘殺されたサンプルもしくは撮影された画像から目視で種を判定することで発消長は把握できる。

表 17 各害虫に対する LED システムの利用可能性の評価結果

害虫名	奈良県	兵庫県	熊本県
水稻：ウンカ類			
トビイロウンカ	B	C	B
セジロウンカ	B	C	B
ヒメトビウンカ	B	C	B
水稻：カメムシ類			
アカヒゲホソミドリカスミカメ	C	B	D
→ホソミドリカスミカメ類	A	D	D
アカスジカスミカメ	D	B	D
イネカメムシ	D	B	D
水稻：その他			
コブノメイガ	A ⁻	C	B
ツマグロヨコバイ	D	B	A ⁻
水稻以外：カメムシ類			
チャバネアオカメムシ	A	B	D
クサギカメムシ	A	B	D
ツヤアオカメムシ	A ⁻	B	B
ミナミアオカメムシ	A ⁻	B	A ⁻
水稻以外：ガ類			
シロオビノメイガ	A ⁻	A	D
コナガ	A ⁻	B	D
ハスモンヨトウ	D	C	D
オオタバコガ	D	D	D
シロイチモジヨトウ	D	D	D
水稻以外：コウチュウ類			
フタスジヒメハムシ	D	B	D

A～D の評価基準は表 16 に示した通り

5. 参考資料

(1) 設計検討会質疑応答（抜粋）

- 【質問1】 高梨委員 AIによるウンカの判別について、令和4年度の検証では判別精度は低かったと聞いている。本年度は精度の改善は期待できるのか
- 笠（双日九州） 機器の撮影部分の背景をメッシュから白色プレートに変更するなどの改良をしているため、期待できる
- 【質問2】 宮田（農研機構） 取得した画像データをベトナムの RYNAN 社に提供することか
- 笠 ベトナムのシステムと日本のシステムでは画像を管理するサーバーを分けている
- 城野（植防課） データを海外で管理することの是非については本省内で確認をしているところ
- （補足）後日、RYNAN 社では、本事業で取得した画像は AI の学習等、診断目的以外の用途には利用しないことを確認
- 【質問3】 松倉（農研機構） 新型機種では誘引源として液体フェロモンを利用できるとのことだが、具体的な種は決まっているのか
- 笠 具体的な種は決めていない。本機械では液体のフェロモンを定期的に噴射して害虫を引き寄せる。フェロモンにより誘引する際は LED は点灯しない運用を想定しているので、限られた害虫のみが捕獲されることが期待できる
- 【質問4】 富原（兵庫県） 去年は点灯時間が設定時間とずれていた。この点は改良されるのか
- 笠 点灯時刻になっても、周辺が明るいと点灯しない設計となっている
- 【質問5】 井村（奈良県） 去年は手元のアプリでは過去の画像すべてを見ることはできなかった。今年は見られるのか。また、点灯時間については時間のみで設定するようにしてほしい
- 笠 過去の画像の件については、新型機種は対応済み

- 【質問 6】 松倉 旧型の機器の改造計画について双日九州から説明してほしい
- 笠 旧型については撮影部のメッシュを白色プレートに変更する予定。時期は 7 月末～8 月前半を見込んでいる。また、バッテリーについても新しいものと交換することで性能の向上を予定
- 【質問 7】 高梨 兵庫県での検証について、昨年の成績ではトビイロウンカと誤判別した数がものすごく多かったが、その原因は何か
- 富原 トビイロウンカの疑義虫やゴミもトビイロウンカと判定してしまった結果と考える
- 【質問 8】 高梨 トビイロウンカに比べてセジロウンカの正答率が高かった理由は何か
- 富原 ゴミや他の多岐にわたる害虫をトビイロウンカと誤識別しやすかったため、トビイロウンカの正答率が低かったためと考える
- 【質問 9】 高梨 今年も昨年と同程度の判別能力の AI で検証するのか。もし AI を改良していないならあまりやる意味はないのではないか
- 笠 昨年不正解だった画像は不正解データとして学習させるなど、AI の改善には務めている。ただし、実際にどの程度判別率が向上するかは検証してみないとわからない

(2) 中間検討会質疑応答(抜粋)

- 【質問1】 藤田委員 奈良県での検証データについて、ヤガ類の捕獲が少ないが、LEDの波長に忌避された可能性はないか
- 井村(奈良県) あるかもしれないが検討していない。仮にあったとしても多岐にわたる害虫の調査対象とする予察灯の性質上、ヤガ類のために波長を調整することは困難と思う
- 【質問2】 松倉(農研機構) 奈良県と兵庫県の検証データについて、チャバネアオカメムシ、クサギカメムシは、一部認識率は低いものの発消長の把握に活用できそうという認識でよいか
- 井村 よいと思う。ただし、多発生が予測される年に検証を重ねる必要がある
- 富原(兵庫県)
- 【質問3】 松倉 ツヤアオカメムシとミナミアオカメムシは互いに誤認識が多いという理解でよいか
- 笠(双日九州) 現在、AI識別のためのツヤアオカメムシのデータを整えており、ツヤアオカメムシの識別AIが完成すれば、これら2種を分けられる可能性はある
- 井村 他のカメムシ類でもいえることだが、誘引数が多ければ多少の誤認識があっても消長の把握は可能と思う。少数しか捕獲されないものについては、AIの誤認識による影響が大きくなる
- 【質問4】 松倉 熊本県ではミナミアオカメムシの発消長が現行の予察灯と概ね一致したと報告されているが、この中にはツヤアオカメムシやアオクサカメムシは混ざっていないのか
- 守田(熊本県) 混ざっている
- 【質問5】 藤田 兵庫県ではイネカメムシも捕獲されていたが、これもAIで識別できるのか
- 笠 現在は学習に必要なデータが足りないためできない。今後各県に協力してもらうことで識別用のAIを作成することは可能

- 【質問6】 松倉 チョウ目害虫については、LED システムでの調査は難しいという理解でよいか
- 井村 チョウ目については、既存の予察灯では鱗粉が剥げてしまい同定が困難となる。捕獲して間もない害虫の画像データを利用できることは LED システムの利点。ただし現時点では AI による判定はあてにならない
- 【質問7】 松倉 野外調査を実施した3県いずれからも、円筒側面の金属メッシュ部分に害虫が留まり、これが重複カウントの原因となっているという指摘があった
- 笠 新たな課題として認識している。現時点では具体的な改良策は申し上げられないが、来年以降の調査に向けた改善法を検討したい

(3) 成績検討会質疑応答(抜粋)

- 【質問1】 高梨委員 LED システムでの捕獲数が少ない原因のひとつとして、LED システムの点灯時間の問題が挙げられているが、これはシステムの仕様なのか
- 守田(熊本県) もととの仕様では、LED の点灯開始時間は周囲の明るさに依存していたので、害虫の活動時間となっても LED システムが点灯していないケースがあったと考えられる。ただし、現在は時刻に応じて点灯するように使用が変更されており、今後は問題にはならないと思う
- 【質問2】 松村(農研機構) 熊本県のデータで、システム上ではミカンコミバエが捕獲されたとある。ミカンコミバエは植物検疫上の重要害虫であり、その捕獲の有無は正確に判断されるべきものである。LED システムの自動認識からは外したほうがよいのではないか
- 岡田(植防課) ミカンコミバエは侵入警戒調査でモニタリングしているため、発生予察事業では対象外となる。ただし、LED システムで自動認識される機能自体はあっても問題はないと考える
- 守田 参考として、今回 LED システムでミカンコミバエと判定されたサンプルは完全に別種であった
- 【質問3】 松倉(農研機構) セジロウンカについて、熊本県の調査では、後半にシステム上でセジロウンカと判定された個体はほぼすべて別種であったとの説明であったが、これはヒメトビウンカを誤認識していたのか
- 守田 ほとんどが雑多なウンカ類であった。ヒメトビウンカは誤認識されたサンプル全体の3%ほどであった
- 【質問4】 藤田委員 LED システム上でセジロウンカとヒメトビウンカはしっかりと分けられているのか
- 守田 熊本県の LED システムはサンプルを回収できる機能がないため、画像での目視による評価となるが、現時点では両種を明確には区別できていないと思う

- 【質問５】 松倉 兵庫県ではフタスジヒメハムシは LED システムに捕獲されたデータが示されているが、キスジノミハムシも同様に捕獲されているのか
- 岩橋（兵庫県） フタスジヒメハムシほどではないが、キスジノミハムシもそれなりに捕獲される
- 【質問６】 高梨 奈良県ではチョウ目害虫のフェロモントラップ調査の代替として、LED システムの利用が想定されるとの説明であったが、果樹カメムシ類についても利用できないか
- 井村（奈良県） 果樹カメムシ類のフェロモントラップは誘引力が強すぎるため、周辺圃場への影響を考慮して実施していない。そのため LED システムが果樹カメムシ類のフェロモントラップの代替となるかは判断できないが、果樹カメムシ類の予察については 100W水銀灯のほうが使い勝手がよさそうな印象がある
- 【質問７】 高梨 ライトトラップ同士で比較すると、LED システムでも予察は可能ということだが、果樹カメムシ類はある時期に突如大量に捕獲されるという特徴がある。これを踏まえても LED システムは防除意思決定に利用できるという認識か
- 井村 現時点ではそこまでの手ごたえはない。来年は果樹カメムシ類の多発が予想されているので、検証を重ねたい
- 【質問８】 松村 新型の LED システムについて、撮影後に外部に排出されたサンプルはいつでも回収できるのか。また、毎日回収すれば、既存の予察灯と同様に毎日の捕獲消長を把握できるのか
- 井村 サンプルは機器外部に設置してある袋にすべて集められる。袋はひとつしかないので毎日手動で回収する必要があるが、毎日回収すれば捕獲消長の把握は可能

(4) LED システム仕様書 (旧型)

RIM - SYSTEM

RYNAN® INSECT MONITORING NETWORK



RYNAN TECHNOLOGIES VIETNAM JSC.
Longtri Hamlet, Longduc Ward,
Travinh City, Travinh Province, Vietnam
Tel.: +84 2943 746 991- Fax: +84 2943 746 992
Website: www.rynan.net
E-mail: info@rynan.net

TECHNICAL SPECIFICATIONS

Dimension (W x D x H)	1.50 x 1.36 x 2.29m
Material	Stainless steel
Power supply	Battery 12V - 100Ah, solar charger integrated
Working method	Use LED light (UV, RGBW) to lure pests on wide area
Supervision method	Apply artificial intelligence to analyze pest photograph images
Communication method	4G/3G and GPS
Working environment	Temperature from 0 to 70°C and humidity from 0 to 95%

FEATURES

The system automatically identifies and provides statistics for quantities, densities and types of pests.

More accuracy with edge computing in real-time.

The system automatically sends push notifications and pest predictions through the SaaS central management software.

The system has integrated with air spray systems, automatic cleaning of insect collecting parts after an operation.

The machine learning systems can be customized to different areas and types of crops to identify new types of pests and diseases.

MANAGEMENT SOFTWARE

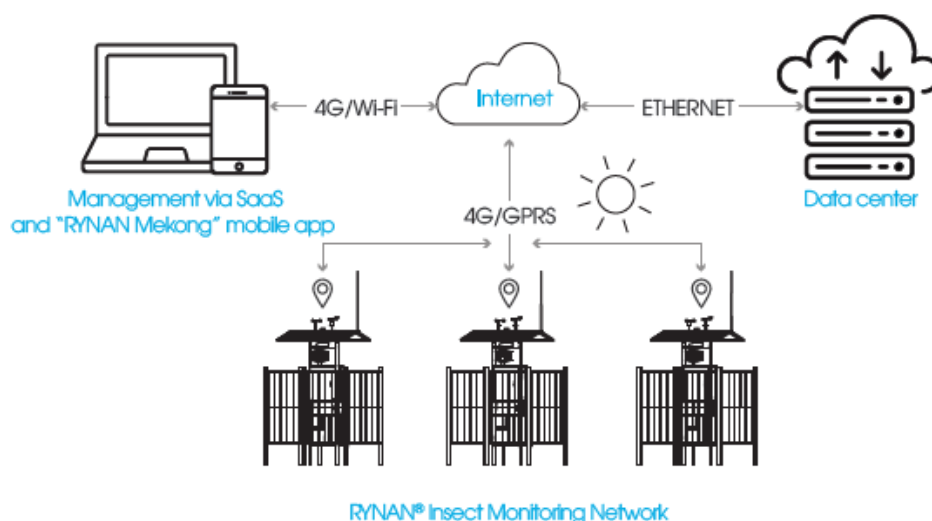
Free mobile application available on Google Play and App Store with the keyword **"RYNAN Mekong"**.

Monitor insects anytime, anywhere with statistics, charts, and visual photos from the system.

Management via SaaS and mobile application provided.

Supported features: export data, images, reports, download file and charts.

Classification, statistics of numbers, densities, warnings and forecast on pest status.



(4) LED システム仕様書 (新型)



【問い合わせ先】
双日九州株式会社 
機械・開発部機械一課

INSECT MONITORING NETWORK

害虫監視ネットワーク



仕様 装置型式M30A2SA

価格(税抜)	¥ 3,181,818-
サイズ (W x L x H)	1515 x 1373.5 x 3072 mm
材料	ステンレススチール
電源	バッテリー 12 V - 110 Ah, ソーラー550W
使用方法	LED light (UV、緑/青/白色を使用し、広範なエリアで害虫を捕捉 撮影した害虫の画像をAIでどういった種類の害虫か分析を行う
通信	4G
使用環境	気温： 0-70 °C 湿度： 0-95 %
特徴	・ 害虫の数、種類、密度を画像から認識 ・ アプリを通じて通知を送付し、害虫の発生状況を把握。 自動クリーニングシステムも装備されており、手入れが容易。 ・ 機械学習システムをさまざまな地域や作物の種類に合わせて カスタマイズし、新しい種類の害虫や病気の特定が可能。 ・ 捕虫バック 15ℓ
ソフトウェア	・ WEBブラウザ上で利用可能なアプリケーションを提供しており、 アプリ上で統計情報、チャート、リアルタイム画像を使用して、 いつでもどこでも害虫を監視。 ・ WEBアプリケーションと携帯アプリによるデバイス管理が可能。 サポート機能：データ、画像、レポート、ダウンロードファイル、 グラフ、分類、統計、密度、警告及び害虫の特定。

