

2 ドローン利用によるだいの病害虫発生調査の検討（令和6（2024）年）

1) 背景と目的

栃木県における現行のだいの巡回調査では、8～9月に害虫8種類、病害2種について、ほ場当たり25株の寄生頭数ないし発生株数を見取調査する。この調査では、枝葉の繁茂により調査に時間がかかることや、病害虫の発生に偏りがある場合、調査精度の低下が懸念される。

今回、ドローンを利用してだいの空撮を行い、見取調査結果と比較し、発生予察調査におけるドローンの実用性と課題を検討した。

2) 調査方法

令和6（2024）年9月4日に、栃木県農業総合研究センター内のだいのほ場（品種「里のほほえみ」、莢長7cm前後、病害虫は全般に少発生）において、ほ場周囲部の調査地点（図1）で表2の病害虫について見取調査を実施した。見取調査

には、7地点で25分を要した。見取調査終了5分後から調査地点上空をドローン（DJI社、Mavic3 Multispectral）をプロペラの風の影響を受けない地上高7mで水平に飛行させ、だいの株をRGB（可視光）カメラとマルチスペクトルカメラで撮影し、撮影した画像をパソコン上で病害虫の発生を確認し、見取調査結果と比較した。次に、ドローンでの画像認識が容易と思われたハスモンヨトウ若齢幼虫の集団加害による白変葉（以下「白変葉」とする）のほ場内部における分布確認のため、地上高6.2m及び同20mを水平に飛行させRGBカメラの動画を撮影した（図1）。

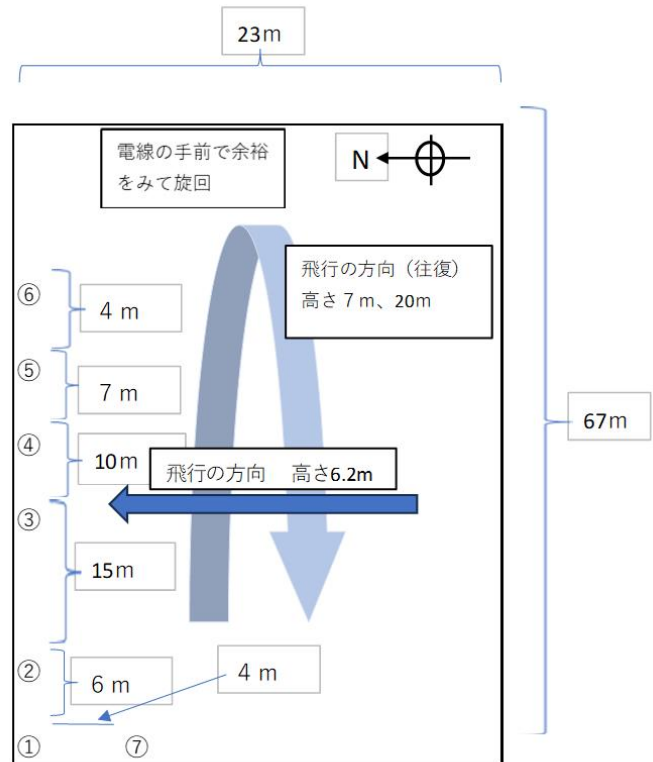
3) 結果と考察

地上7mの飛行では、7カ所の調査地点で確認された病害虫のうち、RGBカメラによりべと病、ハスモンヨトウ老熟・中齢幼虫、白変葉、ホソヘリカメムシが撮影された（表1、図2～4、6）。地点①において、見取調査よりもドローン撮影でハスモンヨトウ（老熟・中齢幼虫）、ホソヘリカメムシの確認頭数が少なかった要因として、葉裏に生息していたことや、見取調査後にこれらの害虫が移動したことが考えられた。地点⑥において、見取調査ではチャバネアオカメムシ成虫が確認され、ドローン撮影ではイチモンジカメムシ成虫が確認された要因として、見取調査後にチャバネアオカメムシ成虫が移出し、ドローン撮影時にイチモンジカメムシ成虫が移入したことが考えられた（図5）。

マルチスペクトルカメラでは、今回確認された病害虫のうち白変葉のみが識別された。白変葉のある小葉を含む葉はNDVI（植生指標）がやや低い（生育程度がやや不良）とされるオレンジ色から黄色で撮影された。

地上6.2mの飛行では、ほ場の中部～東部には白変葉が発生していないことを確認した（図7）。

地上20mの飛行では、調査ほ場全体を1往復計42秒で動画撮影でき、白変葉多発等の異状が



◎発着地

図1 調査地の位置図（①～⑦は調査地点）

あれば、発生面積やほ場内分布が素早く確認できるものと考えられた（図8）。

以上のことより、ドローンを用いた発生調査は、べと病、白変葉には向いているが、ハスモンヨトウ（老熟・中令幼虫）、吸実性カメムシ類は体サイズの的に向いていても生息部位や移動性の高さによって精度が低いと考えられた。

アブラムシ類、フタスジヒメハムシ、シロイチモジヨトウ、コガネムシ類、マメシクイガ、シロイチモジマダラメイガは、見取り調査でもドローン撮影でも確認できなかった。アブラムシ類とフタスジヒメハムシは、体サイズが小さいため、画像の解像度（縦横方向とも 96dpi）の問題で、たとえ画像を拡大しても認識できない可能性がある。また、アブラムシ類は主に葉裏に寄生すること、フタスジヒメハムシは主に莢や茎等に寄生することから撮影できない可能性がある。シロイチモジヨトウ、コガネムシ類は、ハスモンヨトウや吸実性カメムシ類と同様に、体サイズの的に向いていても生息部位や移動性の高さによって精度が低いかもしれない。マメシクイガとシロイチモジマダラメイガは莢内に幼虫が生息することからドローン撮影の対象外であり、また、紫斑病は調査時期を変えて子葉の病斑で調査の適否を判定する必要がある。

ドローン運行にあたっては、操縦者が適切に操作することのできる適当な空地が必要であることが、今回改めて確認された（図8）。

今後の課題としては、だいたいの見取り調査は「発生予察事業の実施について」（令和5年3月29日 4 消安第7295号 農水省植物防疫課）により25株を調査しているが、ドローンで得られたデータは25株に相当する面積に換算が必要となる。また、ドローンの運行準備やデータ解析のために時間を要することになるが、これらのために、ドローン導入による作業時間が現行の見取り調査と比べ大幅に多くならないよう検討していく必要がある。

表1 見取り調査と地上7mからのドローン撮影による病虫害確認の比較(各地点1㎡を調査)

地点	見取り調査	ドローン撮影	備考
①	ハスモンヨトウ老熟幼虫5頭 ハスモンヨトウ中令幼虫5頭 ホソヘリカメムシ成虫2頭	ハスモンヨトウ老熟幼虫2頭 ハスモンヨトウ中令幼虫2頭 ホソヘリカメムシ成虫1頭	－3頭 －3頭 －1頭
②	ハスモンヨトウ老熟幼虫1頭 害虫の食痕	ハスモンヨトウ老熟幼虫1頭 害虫の食痕	
③	害虫の食痕	害虫の食痕	
④	べと病の病斑	べと病の病斑	
⑤	ハスモンヨトウ中令幼虫1頭	ハスモンヨトウ中令幼虫1頭	
⑥	チャバネアオカメムシ成虫2頭	イチモンジカメムシ成虫2頭	－2頭 ＋2頭
⑦	白変葉（ハスモンヨトウ）	白変葉（ハスモンヨトウ）	

※見取り調査はドローン撮影の5～30分前に実施。

表2 だいた発生予察対象病虫害のドローンによる調査の適否表

区分	病虫害名	適否	備考
指定有害動植物	アブラムシ類	×	今回発生なし
	吸実性カメムシ類	△	
	ハスモンヨトウ (中齢・老熟幼虫)	△	
	ハスモンヨトウ (白変葉)	○	
	シロイチモジヨトウ	△	今回発生なし
	マメシンクイガ	×	莢内に発生する
	フタスジハムシ	×	今回発生なし
	紫斑病	—	今回調査適期でない
重要病虫害	コガネムシ類	△	今回発生なし
	シロイチモジマダラ メイガ	×	莢内に発生する
	べと病	○	

※ ○：適用可、△：適用できるが精度が低い、×：適用不可、—：不明



図2 地点①におけるRGBカメラによる地上7mからの空撮結果
丸囲みはハスモンヨトウ老熟幼虫、四角囲みはハスモンヨトウ中令幼虫、
五角形囲みはホソヘリカメムシ成虫 (原図の一部をトリミング
(画像サイズ 5280pix×3956pix→2309pix×2073pix))



図3 地点①におけるRGBカメラによる地上7mからの空撮結果
丸囲みはべと病病斑（原図の一部をトリミング（画像サイズ 5280pix
×3956pix→2381pix×2113pix））



図4 地点⑦におけるRGBカメラによる
地上7mからの空撮結果。丸囲みは白変葉。
（原図の一部を カメラトリミング（画像
サイズ 5280pix×3956pix→819pix×751pix））

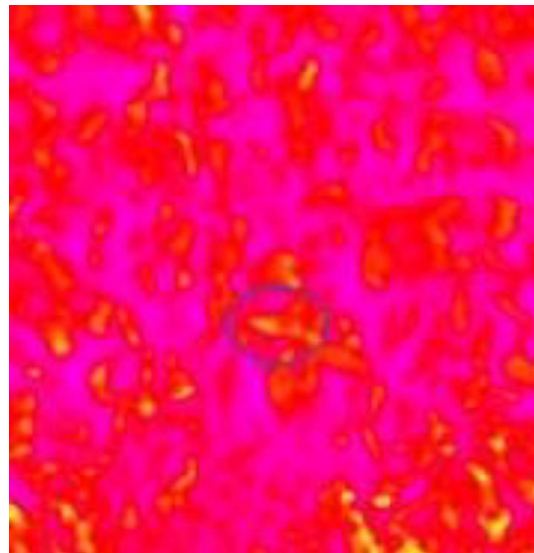


図5 地上⑦におけるマルチスペクトルカメラ
による地上7mからの空撮結果（GNDVI
動画を編集、丸囲みは白変葉）。



図6 地点⑥におけるRGBカメラによる地上7mからの空撮結果
丸囲みはイチモンジカメムシ成虫（原図の一部をトリミング（画像
サイズ 5280pix×3956pix→2520pix×2260pix））



図7 地上6.2mからのRGBカメラによる空撮画像（動画の一部を編集したもの）



図8 地上 20mからのRGBカメラによる空撮画像（動画の一部を編集したもの）



図9 調査ほ場に隣接する空き地に設置したドローン発着地とほ場周囲の状況。図の上部が調査ほ場

3 IoT カメラを用いたハスモンヨトウ雄成虫のトラップ調査について

1) 背景と目的

令和 5 年度に引き続き、IoT カメラを用いたハスモンヨトウ雄成虫の調査について実証し、既存トラップ調査の省力化と精度向上効果について検討した。

2) 調査方法

令和 6 年 6 月～11 月の期間、宇都宮市瓦谷町（農業総合研究センター内）、栃木市大塚町（いちご研究所内）の 2 地点にハスモンヨトウ雄成虫誘引用のフェロモン剤と IoT カメラを用いた撮影システムを設置した。センサー範囲内の動体（雄成虫）に反応して写真を撮影する IoT カメラの撮影数から、雄成虫の誘引状況を評価し、同一地点に設置された既存のファネル型トラップによる誘殺数の消長と比較検討した。なお、IoT カメラ撮影システムの設置については、昨年度の方法を踏襲した（写真 1）。誘引源であるフェロモン剤は、既存トラップと同様、4 週間に 1 度交換した。



3) 結果と考察

既存トラップによる誘殺数は、6～8 月は散発的に認められ、9 月以降に大きく増加した（図 1、図 2）。一方で、IoT カメラによる撮影数は 9 月までは少なく推移し、10 月以降に増加しており、既存トラップの誘殺消長との間に乖離が認められた。この傾向の差異は、宇都宮市、栃木市の両地点で共通して認められたほか、令和 5 年度の調査でも同様の傾向が確認されている。

写真 1 IoT カメラ撮影システムの設置状況(宇都宮市)

この要因を明らかにするため、撮影時の気温と、撮影時の雄成虫の状態（飛翔中（画面外へ飛び去ったもの含む）または定位）について比較した。その結果、全撮影数に占める雄成虫がフェロモン剤周辺に定位している写真の割合は 19℃以上では低く、18℃以下の低温時に多かった（図 3）。これには、IoT カメラが動体検知機能によって、センサー範囲内にある物体の動きを検出して撮影を行っていることと、昆虫の活動量や飛翔速度が温度に依存することが関与していると考えられる。既存トラップの誘殺消長から、9 月以前にも雄成虫の飛来はあったと考えられるが、この時期には、気温が高いことで飛翔速度が速く、カメラのセンサーが反応しにくかったことで、実際の飛来数に対して撮影数が少なかったと推察される。10 月以降に夜温が低下してくると動きが緩慢となるが、IoT カメラで撮影された

動画からも、羽ばたきながらフェロモン剤の周辺を歩行・定位する様子がよく観察された。このような気温の低下に伴う雄成虫の行動の変化によってカメラのセンサーが虫体を捕捉しやすくなり、10月以降には撮影数が増加したと考えられた。

こうした結果から、少なくとも現在使用している IoT カメラでは、気温が高い時期における雄成虫の飛来を正確に検出できず、既存のトラップと同様の調査精度は得られないと考えられた。本課題を解決するためには、小さく高速で飛翔する雄成虫を正確に検出できる高性能なセンサーを搭載したカメラの使用が有効な可能性があるが、さらなる検討が必要である。

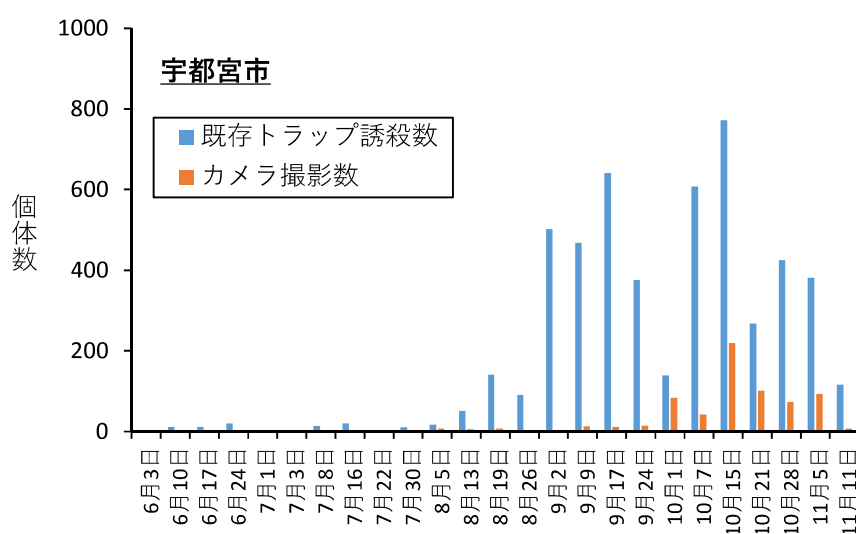


図1 既存トラップおよびIoTカメラによる調査個体数（宇都宮市）

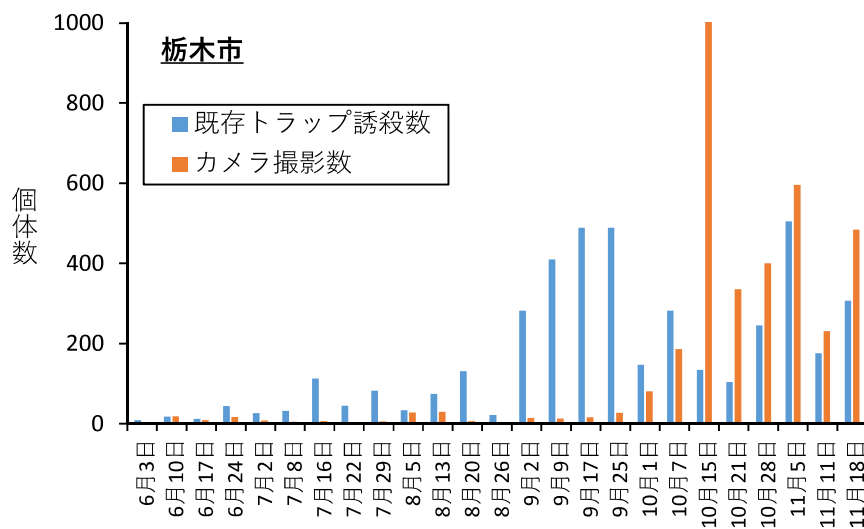


図2 既存トラップおよびIoTカメラによる調査個体数（栃木市）

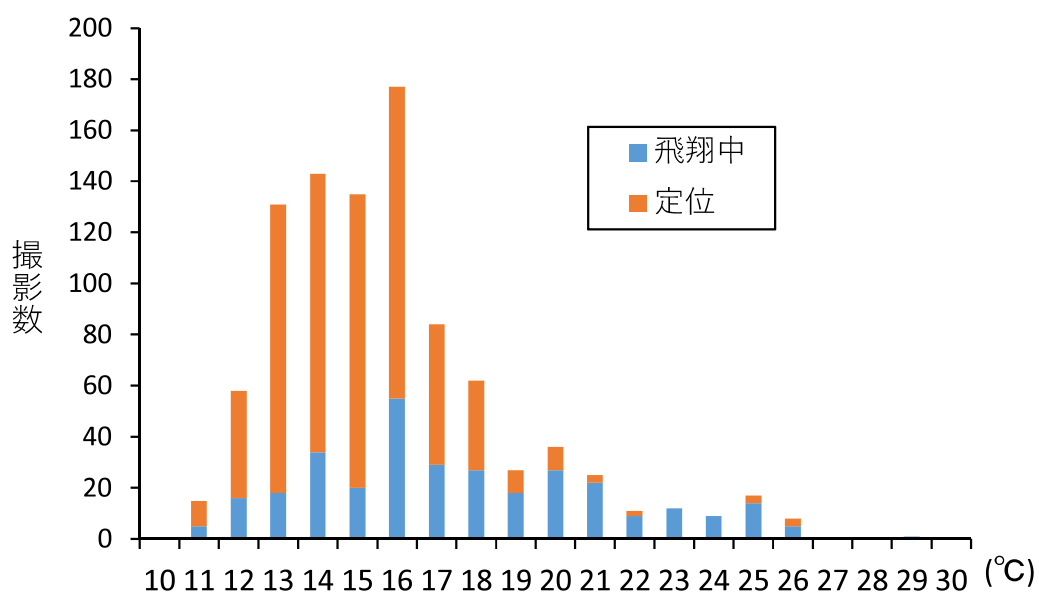
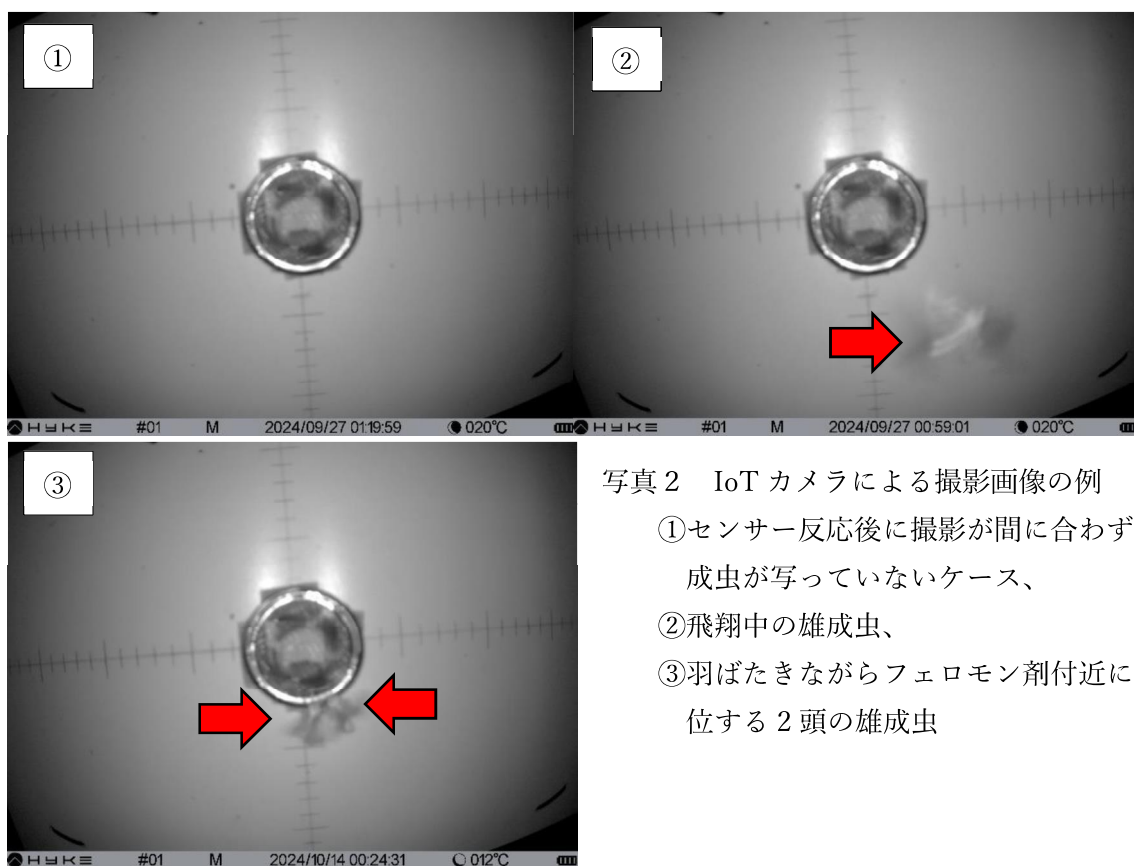


図3 撮影時における雄成虫の行動と気温（宇都宮市）

4 令和6年度スマート害虫モニタリングシステム（新型予察灯）の検証

1 害虫種の自動認識精度の検証

（1）背景と目的

チャバネアオカメムシについて、自動認識精度の検証を行った。

（2）調査方法

令和6（2024）年6月～11月の期間、宇都宮市瓦谷町（農業総合研究センター内）、栃木市大塚町（いちご研究所内）の2地点にスマート害虫モニタリングシステム（新型予察灯）を設置した。

3）結果と考察

2か所合計でチャバネアオカメムシを7351回計数し、そのうち、1回はクサギカメムシであった（図1）。2か所合計でミナミアオカメムシを936回計数し、そのうち、877回は腹面を向けたチャバネアオカメムシであった（図2）。視野のほとんどをチャバネアオカメムシが占めた場合には、計数されない個体が多かった（図3）。機器の微振動によりカメラがずれてピント不良になり、計数できなくなることがあった（図4）。ヤママユ等、大きな昆虫に隠されて計数できない可能性があった（図5）。

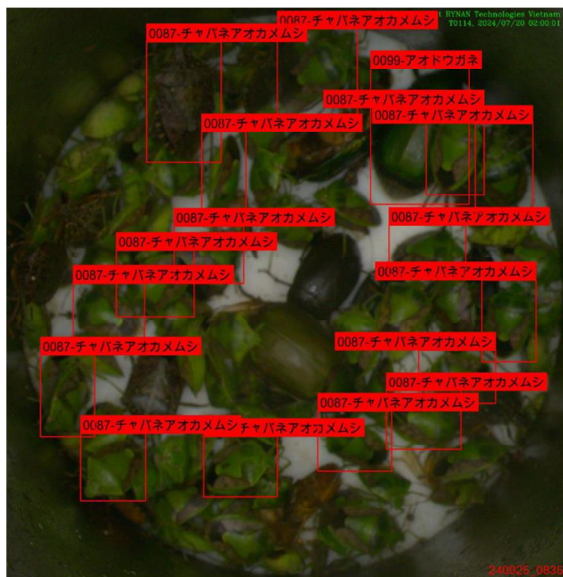


図1 クサギカメムシをチャバネアオカメムシと誤判別

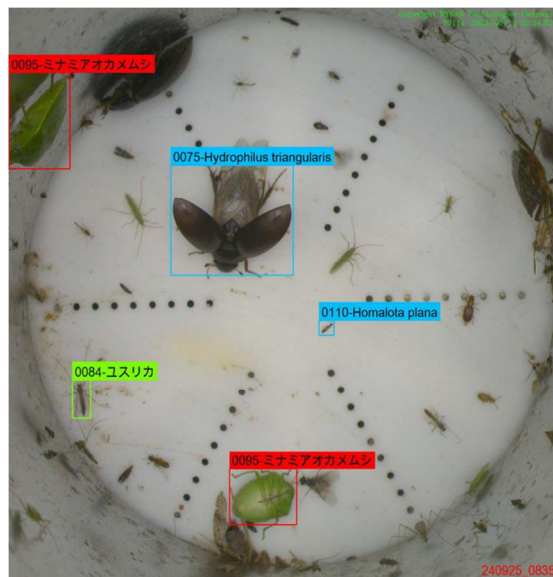


図2 チャバネアオカメムシの腹面及びツヤアオカメムシの側面をミナミアオカメムシと誤判別



図3 チャバネアオカメムシが多すぎて
認識されない様子

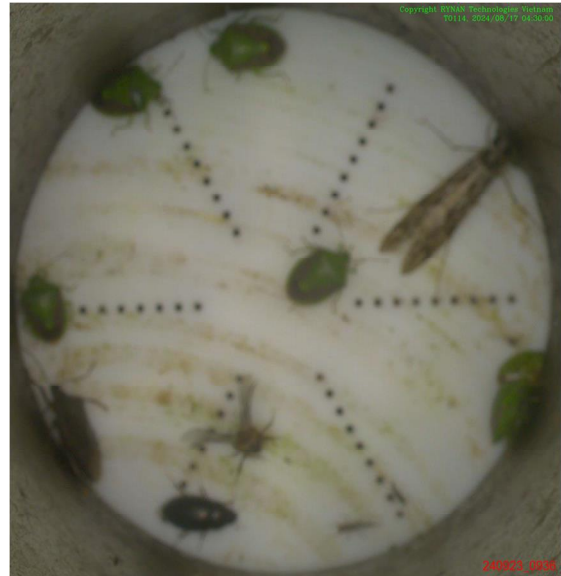


図4 ピントがずれて認識されない様子



図5 ヤママユに隠されている様子

2 LED 光源の検討

(1) 背景と目的

従来の発生予察手法（現行の予察灯（60W 白熱灯）及びフェロモントラップ）と発生消長を比較した。

(2) 調査方法

①に準じる。

(3) 結果と考察

フェロモントラップとの発生ピークは概ね一致し、発生消長を捉えることができた（図1）。現行の予察灯（60W 白熱灯）と比較して誘殺数が多いため、現行の予察灯よりも発生消長が把握しやすかった（図1、2）。

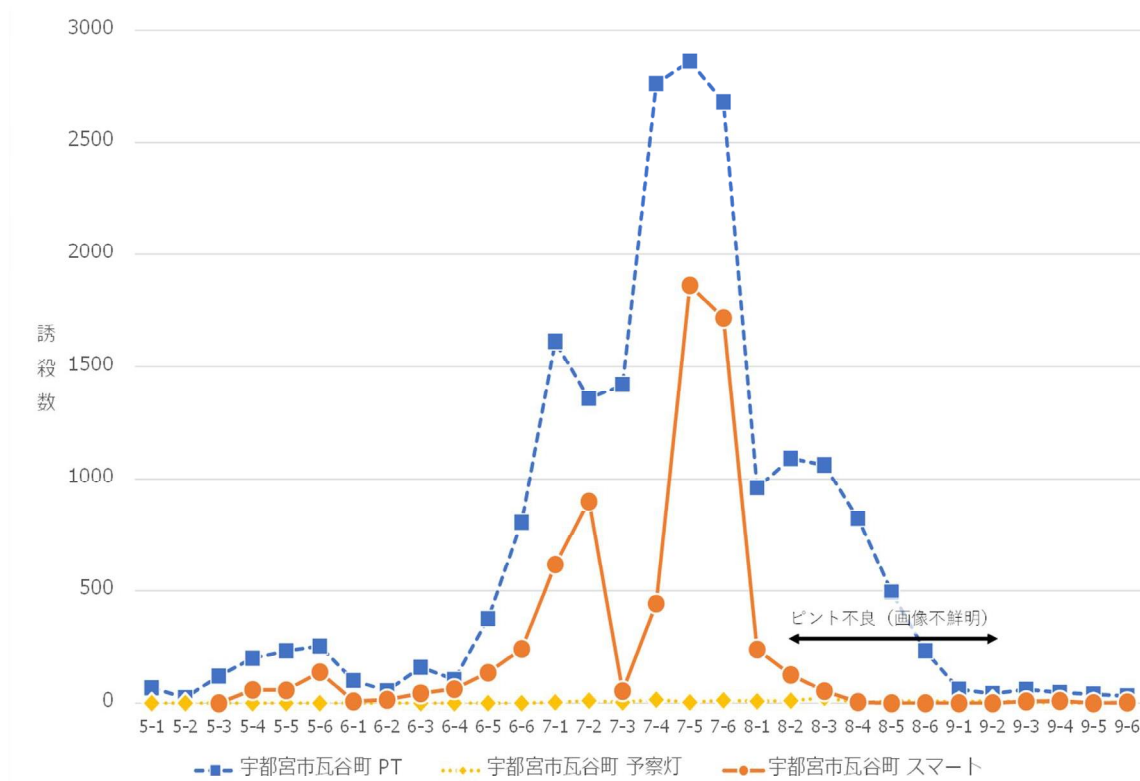


図1 宇都宮市瓦谷町における各調査方法での発生消長の比較

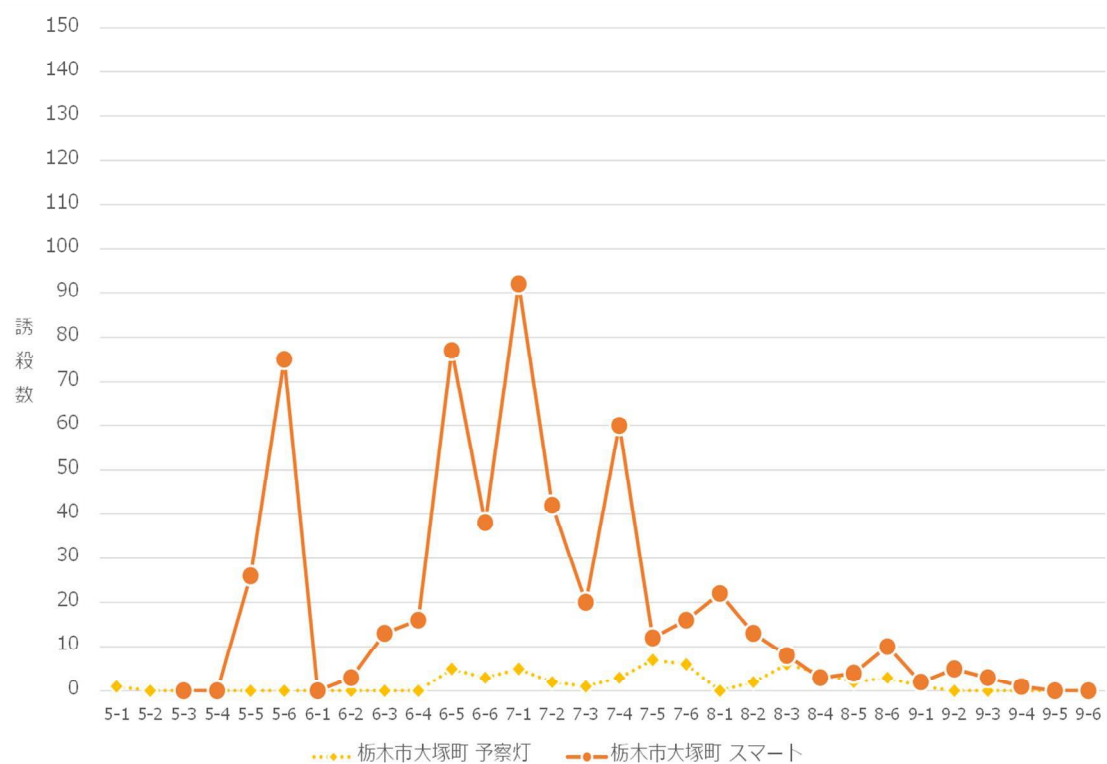


図2 栃木市大塚町における各調査方法での発生消長の比較