

あたらしい 農業技術

No.656

赤色光でメロンのミナミキイロ
アザミウマを抑制する

令和元年度

要 旨

1 技術、情報の内容及び特徴

- (1) 赤色光（波長 625～660nm）を日中、温室内のメロンに照射することで、ミナミキイロアザミウマの発生を抑制する技術を確立し、施設内に設置する装置を開発しました。
- (2) 薬剤抵抗性が発達したミナミキイロアザミウマにも効果があります。
- (3) 本技術はメロンで利用される天敵カブリダニ（スワルスキーカブリダニ）と併用すると一層の防除効果が期待できます。

2 技術、情報の適用効果

- (1) 植物に赤色光を照射することで、ミナミキイロアザミウマ成虫の植物への定位を抑制でき、メロンにおける本害虫の発生を抑制できます。
- (2) 植物への定位抑制効果はミナミキイロアザミウマに対して顕著に現れます。その他のアザミウマ類に対しても効果は認められていますが、アザミウマ以外の害虫類には認められていません。

3 適用範囲

- (1) 本技術は、メロンの外にキュウリ、ナス、ピーマン等、ミナミキイロアザミウマが発生する施設栽培に利用できます。
- (2) ミナミキイロアザミウマ以外のアザミウマ類には顕著な効果は確認されていません。
- (3) その他の害虫に対する効果も確認できていません。

4 普及上の留意点

- (1) ミナミキイロアザミウマは日中活動するため、赤色光を日出 1 時間前から日の入 1 時間後まで定植から収穫まで毎日照射してください。
- (2) ミナミキイロアザミウマが生息している苗を定植すると赤色光照射の効果が現れにくい
ため、できる限り害虫が生息しない苗を定植する必要があります。

目 次

はじめに	1
1 赤色光照射によるミナミキイロアザミウマの防除技術	1
(1) ミナミキイロアザミウマの光に対する反応	1
(2) 作物への赤色光照射によるミナミキイロアザミウマ抑制効果	2
(3) 赤色光照射によるミナミキイロアザミウマの行動制御	3
2 防除用赤色 LED 装置	4
(1) 装置の設置と稼働時刻	4
(2) 利用上の注意点	5
3 天敵カブリダニとの併用	5
(1) メロンに利用する天敵カブリダニ	5
(2) 赤色光照射と天敵カブリダニの併用について	5
おわりに	6
引用文献	7
用語解説	7

はじめに

ミナミキイロアザミウマ（図1）は、県内では1980年に初めて温室メロンで確認された侵入害虫です（池田，1981）。温室メロン栽培では、本害虫に対して薬剤中心の防除を行ってききましたが、最近では様々な殺虫剤に対して感受性が低下してきたため（石川，2016）、農薬に頼らない防除技術の開発が求められていました。そこで、2011年には、天敵カブリダニの一種スワルスキーカブリダニ（図2）を利用した防除技術が開発されました（あたらしい農業技術No.557を参照）。今回新たに、光を活用した防除技術を確立し、製品化しましたので、技術の概要と製品利用上のポイントを紹介します。

本技術の開発には農林水産省委託研究プロジェクト「生物の光応答メカニズムの解明と省エネルギー、コスト削減技術の開発」のうち「害虫の光応答メカニズムの解明と高度利用技術の開発」、製品化には内閣府戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）「次世代農林水産業創造技術」（管理人：生研支援センター）の助成を受けました。また、本技術の製品化には大阪府立環境農林水産総合研究所、国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構野菜花き研究部門および株式会社光波の協力により実施したものです。なお、赤色光照射による害虫防除法は静岡県と大阪府立環境農林水産総合研究所が共同で特許を取得しています（特許第 6540944 号「植物体の害虫抑制方法」）。



図1 ミナミキイロアザミウマ雌成虫
体長は1.3mmくらい、体色は橙黄色
メロンの他、キュウリ、ナス、ピーマン等の害虫



図2 スワルスキーカブリダニ雌成虫
雌成虫の体長は0.3mm、アザミウマ1齢幼虫や
コナジラミの卵や1齢幼虫を捕食する。

1 赤色光を活用したミナミキイロアザミウマの防除技術

(1) ミナミキイロアザミウマの光に対する反応

太陽光には、人間が感じることができる紫色～赤色の光や人間には感じることができない紫外光や赤外光が含まれています（図3）。昆虫一般は紫外光の一部や青～黄色の光に反応し、赤色光への反応性は低いことが知られています。作物を加害する害虫の中には、その種類によって感応する光が異なることも解ってきました（霜田，2018）。

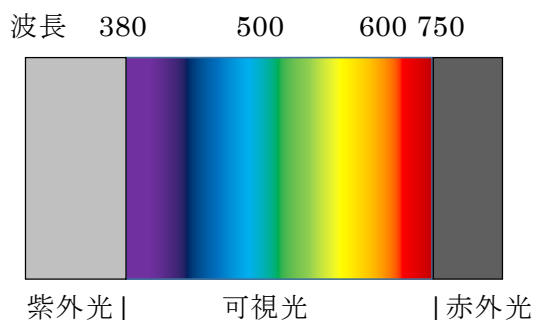


図3 光の色と波長の区分

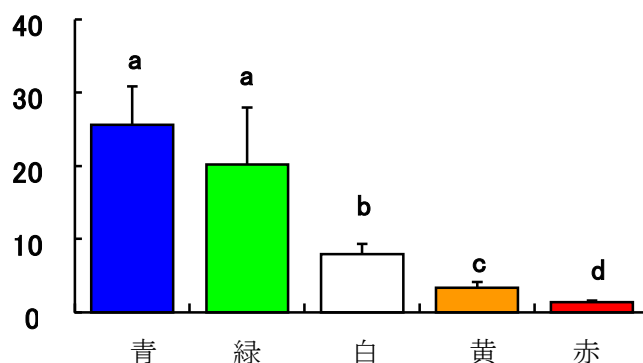


図4 各LED色によるミナミキイロアザミウマ成虫の48時間の捕獲数

※ 異なるアルファベット間において5%水準で有意差あり。
 ※ 試験は本種自然発生温室内で3反復実施した。

ミナミキイロアザミウマの光に対する反応を調べるため、メロン温室内で各色のフィルムやLEDを並べて、誘引実験を行いました(芳賀ら, 2014)。その結果、ミナミキイロアザミウマの成虫は青色から緑色の光(500~525nm)に最も誘引されました(図4)。この特性を活用して本種の発生予察や防除に青色粘着トラップが利用されています。一方で、赤色光(660nm)の誘引数は少ない結果となりました。また、透明な板と比較した試験では、捕獲数は赤色光の方が少なかったことから、赤色光に注目しました。

(2) 作物に対する赤色光照射によるミナミキイロアザミウマの抑制効果

次に、各種のLED光を植物に照射して、ミナミキイロアザミウマの食害程度を比較しました。すると、赤色光(620~660nm)を照射した植物は青色光照射や無照射に比べて食害が抑制される現象を発見しました。その光の強さは日中には全く目立たない程度の強さ(1×10^{18} photons/m²/秒 = $1.7 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{秒}$ *)でミナミキイロアザミウマの抑制効果が現れました(片井ら, 2015)。

*光の強さの比較

*真夏の直射日光 2,000 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{秒}$

教室の蛍光灯下 10 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{秒}$

そこで、定植直後からメロン株に赤色光(660nm)を日の出1時間前から日没1時間後まで毎日照射したところ(図5)、葉のミナミキイロアザミウマの成虫数を抑制することができました(図6)。同様の効果は大阪府で実施されたキュウリやナスの施設栽培の試験においても確認されています(柴尾, 2019)。

なお、赤色光は植物が光合成に利用する光で、生産場面では赤色光が補光に利用されています。実際、これまでの試験において、温室メロンへの生育への悪影響は確認されていません。

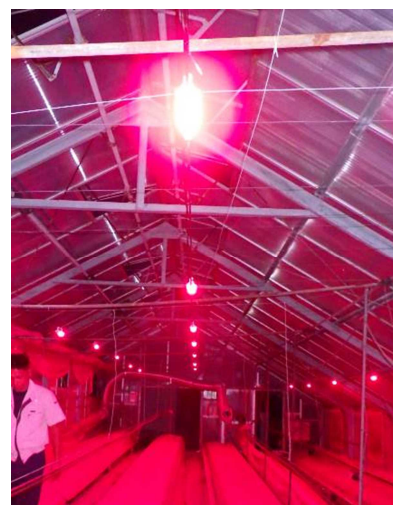


図5 赤色光照射の実験状況

夜間は赤色光が目立つが、日中には葉では目立たない程度の明るさ

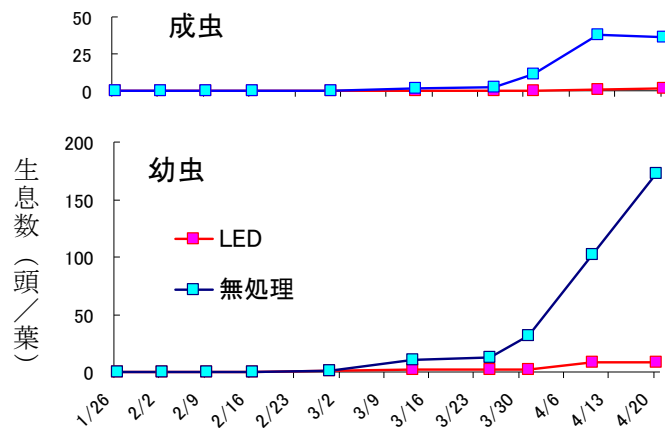


図6 赤色光がミナミキイロアザミウマの成幼虫抑制効果
定植日にミナミキイロアザミウマ成虫を放飼した。

(3) 赤色光照射によるミナミキイロアザミウマの行動制御

植物に対する赤色光照射はどのような作用でミナミキイロアザミウマを抑制しているのでしょうか。赤色光に殺虫活性があるのでしょうか、それとも赤色光を浴びた植物が体内に昆虫抑制物質を生成するのでしょうか？

残念ながら、これらの作用は今のところ確認されていません。

この作用について詳細な室内試験が実施され (Murata ら、2018)、赤色光を照射したキュウリの苗に対してミナミキイロアザミウマ成虫の定位・定着は抑制されました。ただし、すでにキュウリ苗に生息しているアザミウマを引き剥がす効果は認められませんでした。

しかし、成虫の定着を抑制できれば、幼虫の発生を抑制できます。また、蛹から羽化した新成虫の定着も抑制できると考えられ、温室内でのミナミキイロアザミウマの増殖サイクルを阻害する効果があると考えられます (図7)。

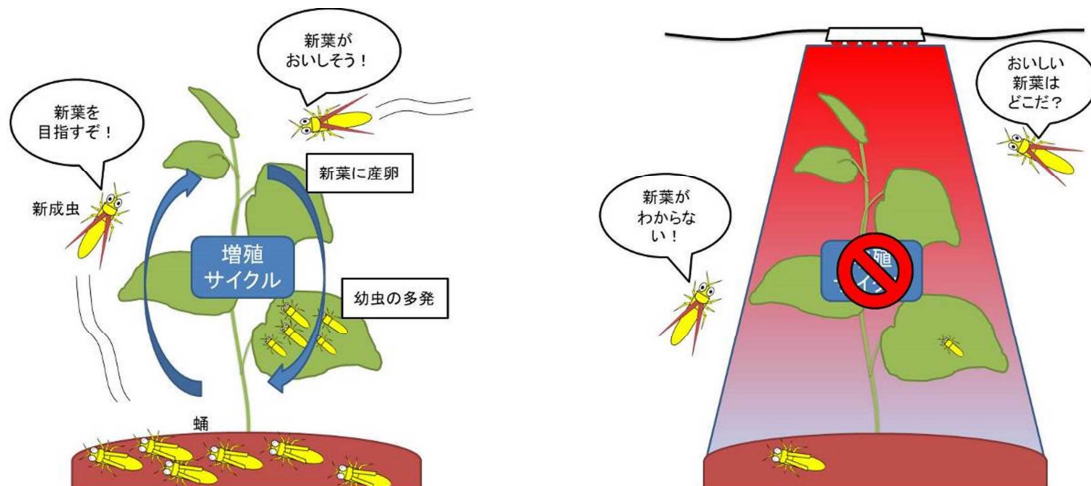


図7 赤色光照射によるミナミキイロアザミウマの増殖サイクル阻害効果

左：通常の光状態では外部から侵入した成虫や羽化した新成虫は葉へ飛来、産卵し増殖
右：赤色光照射下では成虫はメロンへ定位・定着できず、ミナミキイロアザミウマの増殖サイクルを阻害する。

以上のように、メロンへの赤色光照射はミナミキイロアザミウマの成虫の行動を攪乱しているのです。しかし、植物から虫を引きはがしたり、殺虫したりする強力な作用はありません。様々な対策を組合せて総合的にミナミキイロアザミウマの発生を抑制する必要があります。

2 防除用赤色 LED 装置

「SIP 新たな植物保護」の赤色 LED 害虫防除装置開発チームは、新たに防除用赤色 LED 装置（図 8）を開発しました。この装置を指定された方法で設置すれば、ミナミキイロアザミウマに対して抑制効果がある赤色光を照射することができます。



図 8 防除用赤色 LED 装置

(1) 装置の設置と稼働時刻

ア 防除用赤色 LED 装置

装置は赤色 LED 電球（ピーク波長 660nm）の発光部を 2～3 m 間隔に配列したコードと一体型の装置です。発光部にはワイヤー等に掛けるフックが付いており（図 8）、施設内にワイヤーや針金を張れば、簡単に設置できます。

電源には施設内の AC100V または 200V が必要です。発光部を 1 a あたり 16 個を設置し、消費電力は 1a 当たり約 90W、夏季は 1 日 16 時間点灯して 1 か月の電気代は 1 a 当たり約 900 円となります。

イ 設置方法

メロン温室内の通路にワイヤーや針金を張り、本装置のフックを掛けて、畝面から 1.5～1.7m の高さに LED 装置を設置します（図 9）。この設置方法により、ベット面上の光強度が目標値（ 1×10^{18} photons/s/m²）を得られます。

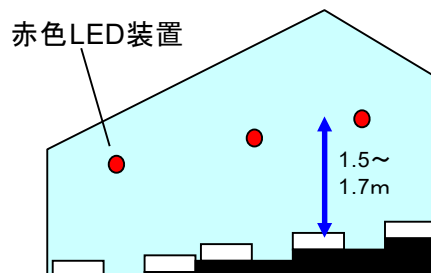


図 9 スリークォーター型温室における防除用赤色 LED 装置の設置事例

ウ 稼働時刻

ミナミキイロアザミウマは日中活動します。特に 20℃ 以上で活動が盛んになります。

メロン温室は冬でも夜間 20～22℃で管理されているため、日の出前や日の入後の薄明るい状態でもミナミキイロアザミウマは活動しています。そこで、赤色 LED はタイマー制御により、日の出 1 時間前から日の入 1 時間後まで点灯してください。

なお、日の出や日の入時刻は変化していくので、タイマーのセット時刻に注意ください。

(2) 利用上の注意点

- ミナミキイロアザミウマは、メロン施設内では 1 年中発生します。1 年を通して赤色光を使用すると良いです。
- ミナミキイロアザミウマは、6～9月に発生が最も多くなり、施設外から飛び込みやすくなります。施設開口部には赤色ネットを設置して飛び込みを減らすことも必要です。
- 育苗は専用の施設で行ってください。栽培温室で育苗した苗にはミナミキイロアザミウマが寄生している確率が高いです。赤色光照射はメロンに生息した本害虫を引き剥がす効果は期待できません。このため、本害虫が寄生しない苗を使う必要があります。
- 本装置は施設専用です。また、水や農薬が直接掛からないように管理してください。

3 天敵カブリダニとの併用

市販されている天敵カブリダニには、イチゴのハダニ防除に広く利用されているチリカブリダニやミヤコカブリダニが良く知られていますが、最近、アザミウマ防除の天敵資材として、スワルスキーカブリダニ（図 2）が登場しました。

(1) メロンに利用する天敵カブリダニ

スワルスキーカブリダニは雌成虫の胴長が 0.3 mm と微小なダニです。本天敵はアザミウマの 1 齢幼虫やコナジラミの卵や 1 齢幼虫を捕食します。その他にも、花粉や微小な昆虫・ダニ類を捕食できるため、害虫が発生する前から作物上に定着することができます。

最近では、餌となるダニとその餌の有機質を袋内に装備した天敵放飼装置が開発されました（図 10）。この装置により、農薬からカブリダニを保護するとともに、4 週間程度この装置内からカブリダニが徐々に出てきます。



図10 天敵放飼装置
株元に引っ掛けて設置する。

(2) 赤色光照射と天敵カブリダニの併用について

この天敵放飼装置を利用しているメロン温室において、防除用赤色 LED 装置を設置した温室と設置しない温室を対象に、7 月から翌年 3 月まで 3 作に渡ってミナミキイロアザミウマとカブリダニの発生を比較しました（図 11）。

天敵カブリダニは定植約 2 週間後に設置し、天敵に影響しない殺虫剤を 1 作あたり 2～3 回散布しました。

このようなメロン温室に赤色 LED を設置した LED 区では、頂芽 (図 11 の A) や展開葉 (図 11 の B) の成虫密度は赤色 LED を設置していない対照区より低く推移しました。また、展開葉の幼虫密度 (図 11 の C) も LED 区が対照区より少なく推移しました。なお、LED 区ではカブリダニ密度も少ない傾向でしたが (図 11 の D)、餌となるアザミウマ幼虫が少ないためと考えられ、赤色 LED の影響は少ないと考えています。

赤色 LED と天敵カブリダニの組合せは、赤色光で成虫の定着を抑制し、天敵カブリダニで残った幼虫を防除できるため、相性の良い組合せと考えられます。

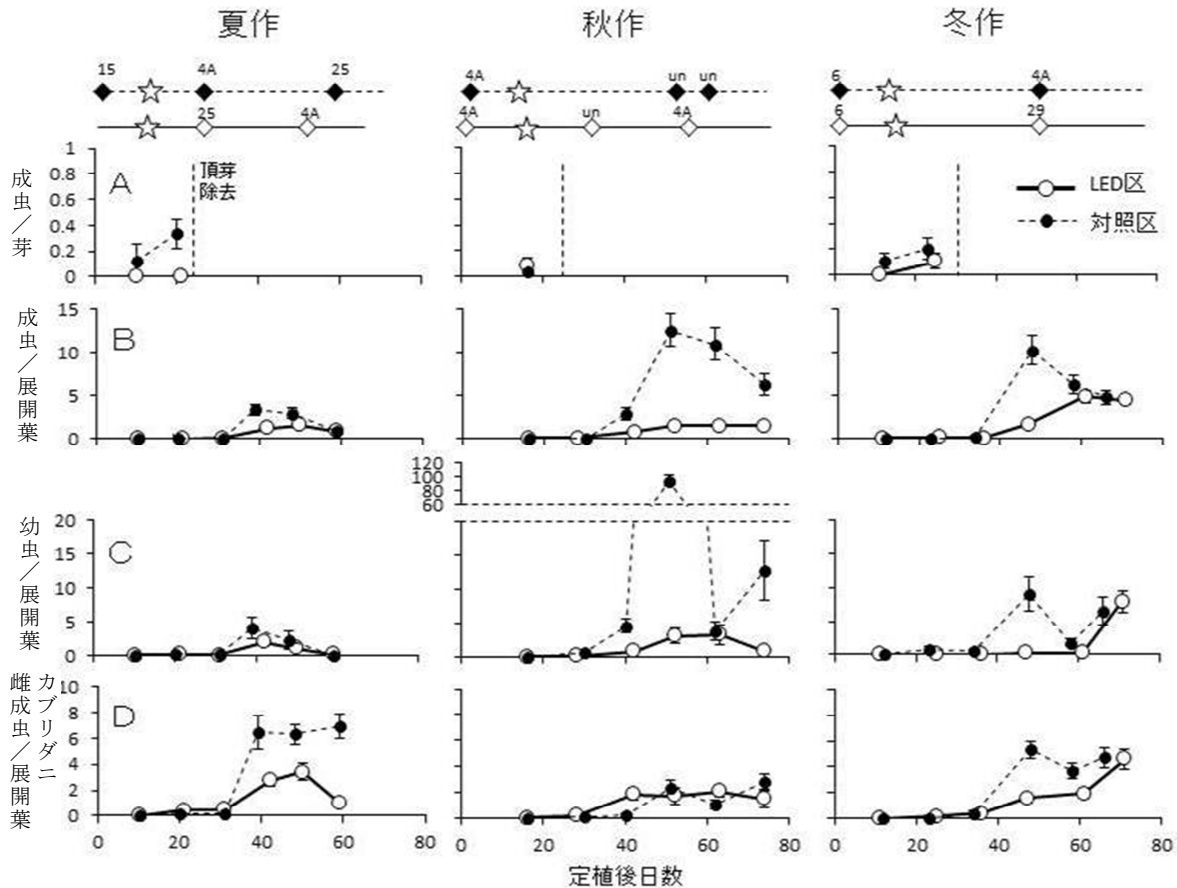


図 11 メロン 3 作における頂芽のミナミキイロアザミウマ成虫 (A), 展開葉の同成虫 (B) と幼虫 (C) およびカブリダニ雌成虫 (D) の密度推移に対する赤色 LED 装置の効果 (片山ら、2019) 最上段の実線は LED 区、点線は対照区の栽培期間を、◇は LED 区、◆は対照区の殺虫剤散布日 (上の数値は殺虫剤成分の IRAC コード), ☆はカブリダニ放飼日を示す. A の垂線 (点線) は頂芽除去日を、プロットの垂線は標準誤差を示す.

おわりに

温室メロンの栽培は 1 年を通して行われ、冬季でも施設内は高温に保たれるため、害虫ミナミキイロアザミウマは発生を繰り返します。本害虫は殺虫剤に対する抵抗性が発達しやすい種類のため、防除効果が高い殺虫剤でも使用を繰り返すことにより、やがて抵抗性が発達し、防除効果が低くなる可能性があります。

この抵抗性発達を食い止めるためには、使用する殺虫剤のローテーション散布とともに、農薬以外の防除技術を組み込み、同一系統の殺虫剤の使用回数を減らす必要があります。

今回紹介した赤色光照射は、ミナミキイロアザミウマを直接殺す技術ではないため、多発してからの防除効果は期待できません。しかし、抵抗性発達のリスクは低く、省力的な技術でもあります。また、天敵への影響も少なく、天敵と同時に利用できる技術です。

なお、前述の共同研究機関とともに取りまとめたマニュアル「赤色LEDによるアザミウマ類防除マニュアル」が農研機構のホームページに掲載されているのでご参照ください。

(https://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/pamphlet/tech-pamph/132807.html)

引用文献

- 1) 池田二三高, 1981. 静岡県におけるミナミキイロアザミウマの発生と温室メロンの被害. 植物防疫, 35, 289-290.
- 2) 石川隆輔, 中根 健, 土井 誠, 中野亮平, 2016. 静岡県の温室栽培メロンで発生したミナミキイロアザミウマに対する各種薬剤の殺虫効果. 関東東山病害虫研究会報, 63, 65-68.
- 3) 増井伸一, 芳賀 一, 杉山恵太郎, 多々良明夫, 万年潤哉, 2012. スワルスキーカブリダニを活用したメロンの IPM マニュアル. あたらしい農業技術, 557, pp 6.
- 4) 霜田政美, 2018. 光防除技術開発の最近の進展. 植物防疫, 72, 79-84.
- 5) 芳賀 一, 片井祐介, 万年潤哉, 増井伸一, 2014. カラーシート反射光、LED 照射光に対するミナミキイロアザミウマ *Thrips palmi* (Karny) の誘引特性. 応動昆, 58, 17-22.
- 6) 片井祐介, 石川隆輔, 土井 誠, 増井伸一, 2015. 温室メロン栽培における赤色 LED 光照射によるミナミキイロアザミウマの密度抑制. 応動昆, 59, 1-6.
- 7) Murata M., T. Hariyama, Y. Yamahara, M. Toyama and I. Ohta (2018) In the presence of red light, cucumber and possibly other host plants lose their attractability to the melon thrips *Thrips palmi* (Thysanoptera: Thripidae). Applied Entomology and Zoology 53: 117-128.
- 8) 柴尾 学, 2019. 赤色 LED によるナスのアザミウマ類の防除技術. 全国農業改良普及支援協会「技術と普及」, 6月号, 62-63.
- 9) 片山晴喜, 土井 誠, 斉藤千温, 岩崎大樹, 2019. メロン栽培温室における赤色 LED 照明装置の設置によるミナミキイロアザミウマの密度抑制効果. 関東東山病害虫研究会報告, 66, 77-80.

用語解説

1) 薬剤抵抗性

殺虫剤は生理活性作用によって殺虫効果が表れるが、同じ生理活性を示す殺虫剤を何度も使用すると、生理活性を解毒する作用が害虫内に発達する等、殺虫剤の効果が低下する。

2) 光の単位 photons/m²/秒

表面を照らす明るさを示す単位としてルクスがよく知られます。「photons/m²/秒」や「μmol/

㎡/秒」は1秒あたり1平方メートル当たりの光子の数として表した単位です。

農林技術研究所 企画調整部 専門官 片山晴喜
農林技術研究所 植物保護・環境保全科長 土井 誠
植物保護・環境保全科 主任研究員 石川隆輔
(現 経済産業部 地域農業課 主任)