

光で
振動で

害虫防除ロボット開発①

日本工業大学などの研究チームは、光や振動などを利用した施設園芸での害虫防除技術の開発を進めている。防除技術の仕組みやロボットへの実装、実用化に向けた展望について、平栗健史教授に紹介してもらう。

農業従事者の減少・高齢化が進む中、施設園芸では、授粉作業や高温下での農業散布の負担、薬剤抵抗性を持つ害虫への対応が課題である。そこで日本工業大学を代表機関とする研究グループは2025年度から3年間、農林水産省「スマート農業技術の開発・供給に関する事業」において、研究課題「受粉ドローンと害虫防除ロボットのための自動制御技術の開発と普及」を開始した。

大学、公的研究機関、企業が連携し、トマト、イチゴ、シヤタケを主な対象に研究開発を進めている。研究体制は①ドロー

防除と授粉の自動化のイメージ



ン(小型無人機)・ロボット本体と施設内ネットワーク・自動制御技術の開発②機体に搭載す

自動制御技術の実装に挑む

る授粉・防除技術の開発③市場導入に向けた経営評価と普及——を柱とする。

授粉ドローンは、AI(人工知能)カメラで受粉に適した花を識別し、施設内を自動飛行して振動や気流で授粉作業を行う。目標は授粉作業時間の80%削減である。害虫防除ロボットは施設内を自動走行し、振動や空気砲でコナジラミ類を葉から離脱させ、光で誘引して吸引・捕獲する。防除作業時間の70%削減を目指す。さらに、シヤタケのキノコバエ類を対象とする電気防除技術も開発する。ネットワークとデジタルツインで両機を遠隔・自動制御し、実用化を目指す。

本連載では、農業だけに頼らない害虫防除を中心に、その原理、ロボットへの実装、栽培施設での実証、今後の展望を紹介する。

(平栗 健史)日本工業大学 基幹工学部電気情報工学科教授

※掲載許可済み
無断転載・複製を禁じます



害虫防除ロボット開発②

施設トマトでは、コナジラミ類などの微小害虫が排せつ物による果実の汚れを生じさせ、ウイルス病も媒介するため、継続的な防除が欠かせない。現在は化学合成農薬による防除が中心だが、同じ系統の薬剤を使い続けると抵抗性が発達し、現場で大きな課題となっている。散布回数の増加は、農薬費に加え、高温の施設内で防除衣を着て作業する生産者の負担を大きくする。

持続的な防除には、侵入防止ネットや粘着板、抵抗性品種、被害株の除去などによる予防、害虫発生を観察と防除時期の判断、さらに耕種的、化学的、物理的、生物的方法の組み合わせ

コナジラミ 飛び立たせて誘引・捕獲

◆現行の防除手法の例

(農林水産省「総合防除実践マニュアル」から編集部作成)

耕種的防除	罹病株・枝の除去
物理的防除	粘着板
生物的防除	生物農薬/土着天敵
化学的防除	化学農薬(殺虫剤/殺菌剤/除草剤)。作用機構の異なる剤でのローテーション散布

(今回の連載で紹介する防除ロボットは物理的防除)

せが重要である。こうした考え方をIPM(総合的病害虫・雑草管理)という。

物理的防除には、光、熱、振動、水などを利用する方法があり、生物的防除では天敵昆虫などを活用する。害虫の発生状況に応じて手段を選び、農薬の使用回数や量を抑えることも大切である。求められているのは薬剤抵抗性や環境への負荷を抑えながら、安定した防除効果を得ることである。

私たちは、振動や空気砲でコナジラミ類を葉から飛び立たせ、緑色の光で誘引し、吸引して捕獲する物理的防除技術を開発している。これを自動走行ロボットに搭載し、捕獲数の計測による発生状況の把握と、天敵昆虫との併用を進め、施設園芸に適した新たなIPM体系を構築し、持続的な安定生産につなげる。

(平栗 健史 II 日本工業大学
基幹工学部電気情報工学科教授)

※掲載許可済み
無断転載・複製を禁じます

光で
振動で

害虫防除ロボット開発③

トマトが並ぶ温室では、畝間に設置したレールの上を害虫防除ロボットが走行する。台車には空気砲、緑色LED（発光ダイオード）、吸引フードが取り付けられている。



圃場での防除実証

実験では、秒速20センチで走行しながら、空気砲から1秒間に2・5回、直径10センチ程度の空気の渦輪を葉へ向けて発射する。葉にとまっていたコナジラミ類の成虫は、この気流を受けて飛び立ち、緑色の光に引き寄せられ、吸引ファンで回収される。捕獲虫は自動カウンターで数えることができ、防除と発生状況の把握を同時に行う仕組みである。

室内試験では、空気砲を10秒間照射すると、成虫のおよそ80%が葉から離脱した。トマト温室でロボットを1回走行させた試験では、施設内の成虫の2

吸引機 コナジラミ最大76%減

%弱を回収した。一度に全てを捕獲するのではなく、無人で毎日繰り返し運転し、害虫密度を徐々に抑える考え方である。

先行開発の初号機は、超音波集束装置で葉を非接触で揺らし、緑色LEDと吸引機で捕獲する方式で、週6回の運転により無処理区と比べて最大76%の成虫数の低減を確認した。初号機の超音波集束装置は出力が小さく、多数の超音波スピーカーを用いるため製作コストにも課題があった。

現在開発中の2号機では、追い出し装置を出力が大きく低コストな空気砲へ変更し、台車をレール走行式として安定性を高めた。今後は空気砲の高さや照射方向を作物の生育に合わせて調整できるよう改良し、天敵昆虫と組み合わせた防除効果も検証する。

（平栗 健史）日本工業大学
基幹工学部電気情報工学科教授

※掲載許可済み
無断転載・複製を禁じます

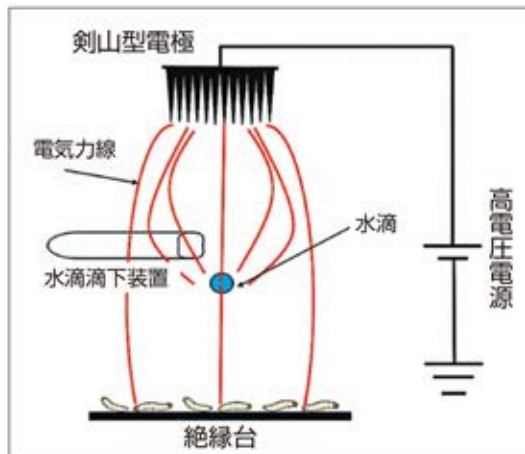


害虫防除ロボット開発 4

前回は、トマトの葉に付くコナシラミ類を空気砲で飛び立たせ、緑色の光で誘引し、吸引・捕獲する害虫防除ロボットを紹介した。これは害虫を「追い出して捕らえる」方法である。

しかし、害虫の種類や生息場所が変われば、適した防除方法も変わる。本プロジェクトでは、害虫の生態に合わせて複数の物理的防除技術を開発している。今回は、キノコバエ類を対象に、電気力を利用する方法を紹介する。

シイタケの菌床栽培は年間生産が可能な一方、高温多湿な環境はキノコバエ類に好都合



帯電水滴がキノコバエ抑制

ている。

私たちは、日常の散水に電気力を加える防除法を研究している。図のように、剣山型電極に負の高電圧を加え、その電界内を水滴が通過すると、静電誘導によって水滴が帯電する。害虫に電極を直接触れさせるのではなく、帯電水滴がつくる電気的刺激によって、幼虫を遠ざけたり、行動を抑えたりする考え方である。

寒天培地上で10匹を用いた予備試験では、マイナス50キボルトの条件で、ナガマドキノコバエ幼虫の約8割が水滴から離れる方向へ動き、その後は移動範囲が小さくなる傾向を確認した。今後は実験数を増やして効果を定量化し、電圧、水滴量、散水方法を最適化して、栽培施設で利用できる装置へ発展させる。

(平栗 健史) 日本工業大学
基幹工学部電気情報工学科教授

※掲載許可済み
無断転載・複製を禁じます



害虫防除ロボット開発⑤

これまで、トマトのコナジラミ類を空気砲と光で「追い出して捕らえる」ロボットと、シイタケのキノコバエ類の行動を帯電水滴で抑える技術を紹介した。近年は猛暑や豪雨などの異常気象が続き、作物の生育だけでなく、害虫の発生時期や発生量も従来とおりとは限らない。

生産者には、その変化を観察しながら、栽培管理と防除方法を調整することが一層求められている。こうした変動への一つの解が、外気の影響を受けにくい完全閉鎖型の植物工場である。

日本工業大学スマー



温度や光などを精密に制御して研究を進めている

技術開発進め安定生産実現へ

品のように品質と収量を安定させることが目標である。

栽培条件と作業位置が一定になれば、ロボットやドローン（小型無人機）による授粉、防除、収穫も行いやすくなる。将来は、外気変動に応じた人の判断を減らし、機械が栽培作業を担う自律型農業に近づいてくだろう。

ただし、設備費やエネルギー消費、長期栽培の安定性、故障時の対応、授粉・収穫の自動化など解決すべき課題は多い。現在進めている授粉ドローン、害虫防除ロボット、環境モニタリング、通信、デジタルツインの研究は、今の施設園芸を省力化するだけでなく、その未来を実現するための基盤技術でもある。今後、人と機械が役割を分担し、安定した食料生産を支える次世代農業の実現を目指している。

（平栗 健史）日本工業大学
基幹工学部電気情報工学科教授
〓おわり

※掲載許可済み
無断転載・複製を禁じます