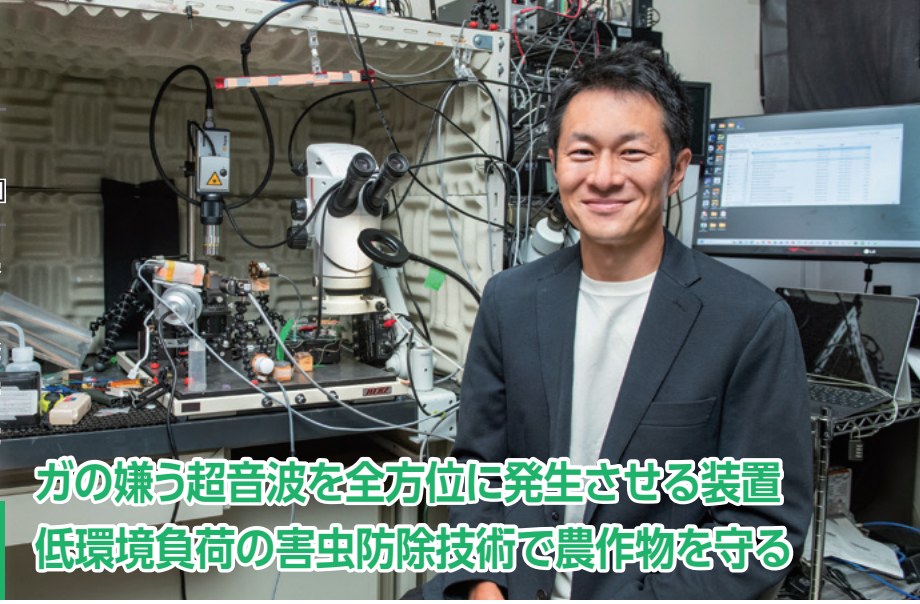
イノベ見て歩き 《連載》第35回

社会実装につながる研究開発現場を紹介する「イノベ見て歩き」。第35回は、果樹や野菜などの農作物をヤガ類などのガによる被害から守るため、害虫が嫌がる超音波発生装置の開発に取り組む農業・食品産業技術総合研究機構の中野亮上級研究員を訪ねた。化学農薬による防除法に比べて安全かつ環境への負荷が低く、コストが抑えられるというメリットもある。



ガの嫌う超音波を全方位に発生させる装置
低環境負荷の害虫防除技術で農作物を守る

中野 亮
Nakano Ryo
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
2024～26年 A-STEP研究責任者

多くのリスクを伴う殺虫剤 収穫直前に使えない欠点も

農業と食品産業分野の研究機関である農業・食品産業技術総合研究機構（農研機構）は、茨城県つくば市に広大な敷地があり、さまざまな研究棟の他、実験などのための圃場（ほじょう）も数多く保有している。植物防疫研究部門の中野亮上級研究員らは、そうした圃場の1つにガによる被害から農作物を守るための超音波発生装置を設置して、その効果を確かめている。

ハスモンヨトウやオオタバコガ、ヒメエグリバなど主にヤガ類のガは、野菜や果樹にとって厄介な害虫だ。例えば、ハスモンヨトウの幼虫は野菜類の葉を大量に食害し、生育不良を起こしてしまう**（図1左）**。また、オオタバコガはトマトなどに卵を産み付け、孵化（ふか）した幼虫が実を食べてしまう**（図1右）**。こうした被害を防ぐために、殺虫剤などの化学農薬がよく使われるが、殺虫剤を使い続けると害虫側に殺虫剤抵抗性が現れたり、水質汚染や生態系への影響が出たりするといったリスクがある。

中野さんが取り組んでいる防除法は、ガが嫌がる超音波を発生させて農作物からガを遠ざけるため、化学農薬に比べて安全性が高い。「桃などの果実では、農薬ごとに使用できる収穫前日数が定められているため、収穫直前に殺虫剤を使えない場合がありますが、ヒメエグリバなどの吸ガ類は収穫前夜でも果実に害を及ぼします。超音波による防除は収穫当日まで利用できるので、その点でも優れていると言えます」と中野さんは語る。さらに、超音波による防除の方がコストを抑えられるという試算結果も出ている。

実は、超音波による害虫防除の研究は、1960年代の米国ですでに行われていた。ただし、当時は「超音波を出したら害虫被害が減った」というレベルにとどまり、防除に有効なパルスの構造や装置の設置法などの詳細な解析には至っていなかったという。中野さんは、学生時代からガが交尾の際に発する超音波に関する研究をしていた。ガによる農作物被害が多い日本において、超音波による害虫防除技術に取り組むことは社会的に意義があると、害虫が嫌う超音波の研究をスタート。2024年には、新規性のある基礎研究成果を企業との共同研究につなげることを目指すJSTのA-STEP産学共同 ステージⅠ（育成フェーズ）に採択された。

図1　農作物に大きな被害を及ぼすヤガ類の例。（左）野菜類を食害するハスモンヨトウの幼虫、（右）トマトの実を食害するオオタバコガの幼虫。この他、シロイチモジヨトウによる野菜・花き類の被害も大きい。

超音波を発するキリギリス類 球状に超音波を出力する装置

超音波による害虫防除技術の研究では、ガが嫌がる周波数帯・パルスの形を特定するとともに、その超音波を広範囲に届ける超音波発生装置が必要だ。中野さんは、まずガの嫌がる周波数などを特定するために、捕食者であるアブラコウモリが虫を食べる時に発する超音波を野外で録音して解析。そこから代表的な8パターンの超音波パルスを抽出して合成し、ハスモンヨトウやオオタバコガ、ヒメエグリバなどさまざまな種類のガに超音波を聞かせて、逃避効果の高いものをスクリーニングしていった**（図2）**。

この方法で一定の忌避効果がみられる超音波のパターンを特定できたものの、ガの種類によって有効なパルスの形が大きく異なる点が課題だったという。この問題を解決するヒントは、歴史にあったと中野さん

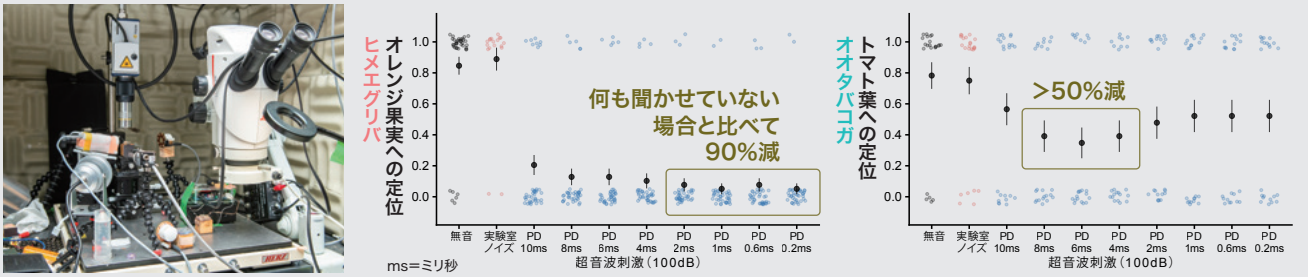


図2　実験スペースでは、微小ICクリップで固定したガにコウモリから抽出した8パターンの超音波を聞かせて行動反応を確認。種類ごとにどの超音波が効果的かを特定した。

は説明する。「米国の研究で、コウモリが誕生する前からヤガ類は耳を持っていたことが判明し、耳獲得に至る歴史的背景を調べたところ、キリギリス類にたどり着きました」。キリギリス類の多くは肉食性で、ガはキリギリス類から逃げるために、コウモリ以上にキリギリス類が発する超音波に反応することがわかったのだ。しかも、キリギリス類が発する超音波にはどのヤガ類も高確率で反応するため、1種類の超音波条件で対応できるようになったという。

一方、超音波発生装置については、2006年に徳島県でコウモリの超音波に似せた音をスピーカーから流して、果樹園の被害を最大で20分の1に減らせたという先行研究があった。ただ、「スピーカーの指向性の問題で、2.5m間隔に装置を並べる必要があり、社会実装には至らなかったようです」と中野さんは話す。そこで、全指向性、つまり360°方向に超音波を放射できる超音波発生装置の開発を目指した。当初は、電圧を加えると振動する有機圧電膜を使い、筒状に巻くことで横方向に360°超音波を広範囲に届けられる装置を開発した。

図3　農研機構の敷地内にある圃場に設置した、超音波発生装置の試作機（2号機）。現在開発を進める4号機では、超音波は半径40mの球状の範囲に届くため、80mごとに設置すれば効果を発揮できる。室内と圃場では実験結果が異なる場合もあり、圃場での実験は重要だ。

現在はNTKセラテック社（宮城県仙台市）、Niterra（ニテラ）アドバンスドセラミック社（三重県伊勢市）と共に、素材を変えて360°球状に超音波を発生させる装置の試作を重ねている**（図3）**。この方式はカバーできる範囲が広く、設置台数が少なくて済むのがメリットだ。初号機の音圧では防除に有効な超音波が届く範囲は半径25mほどだったが、電圧の増幅器を変えて、最新の4号機では半径40mにまで届くようになった。さらに、筒状では上方向からガが飛来するのを防げず、超音波を近距離で感知すると付近に落下して産卵するリスクがあるが、球状に超音波を発生する装置であればそのリスクも防げるという。

果樹のほか、野菜にも対応へ企業と早期の製品化を目指す

A-STEP最終年度となる2026年度は、忌避行動の誘起率が高かったキリギリス類の超音波を模した音響パラメーターを採用し、ヤガ類全般に対して高い防除効果を示す結果を得たいと、農研機構内や全国各地の圃場で、トマトやトウモロコシ、コマツナなどを植えて実験を繰り返している。また、これまでは果樹を想定して高い位置に超音波発生装置を設置していたが、キャベツなど背丈の低い作物でも安定した効果を得られるかを確認するため、地面から1.5mという低い位置に装置を設置した実験も行っている。

今後は、十分な再現性が確認できれば、装置の実製作を担う企業と共同研究を進めて、なるべく早期に製品化したいと中野さんは考えている。「早ければ、2027年には製品化したいですね。そして、より被害に困っていて、超音波による防除の必要性が高い果樹農家の方にまずは使ってもらいたいと思っています」。もちろん、その後は野菜を栽培する農家にも展開していく方針だ。

さらに、2024年に東京都の無花粉スギの育苗圃場で、オオタバコガが新芽を食べてしまうという被害があったため、超音波による防除が検討されているという。「他企業の筒形の超音波発生装置で一度実験したようですが、あまり良い結果は得られなかったとのことです。私たちの球状の超音波発生装置であらためて試験をしたいと考えています」と中野さんは語る。超音波による害虫の防除が広がっていけば、より安全で持続的な農業の発展が期待できそうだ。

（TEXT：肥後紀子、PHOTO：岩堀和彦）