

超音波を利用した果樹のヤガ類被害防止技術の開発

徳島県立農林水産総合技術支援センター果樹研究所 こ いけ あきら
池 明

はじめに

ヤガ類（吸蛾類）とはアケビコノハ、アカエグリバ等の果実を加害するガの総称であり、収穫直前の果樹園へ飛来して果実を吸汁加害し、大きな被害を与える。現在、ヤガ対策としては防蛾灯や防虫ネットが利用されているが、筆者らは超音波を利用した全く新しい方法によるヤガ類被害防止技術の開発に取り組んでおり、その成果の一部を紹介する。なお、この研究は2006～08年度にわたり「新たな農林水産施策を推進する実用技術開発事業」の委託により徳島県果樹研究所、山口大学、(独)農業・生物系特定産業研究機構生物系特定産業技術支援センター、ヤンマー農機(株)による共同研究として実施している。

I ヤガ類被害と対策の現状

果実を加害するヤガ類は、健全な果実に穿孔して吸汁する一次加害種と他の害虫の加害などによって軟化した果実から吸汁する二次加害種に分類される。重要なのは一次加害種であり、アケビコノハ、アカエグリバ、ヒメエグリバ、オオエグリバ、ウスエグリバ等が知られている。幼虫は雑木林などに自生するアケビ、アオツツラフジ等のつる性植物を食草とし、成虫になると果樹園へ飛来して収穫直前の果実を加害する。果樹園への飛来は7～9月に多く、この時期に成熟するスモモ、モモ、ナシ、早生りんご、早生温州等を加害する。ヤガ密度の高い地域では7月下旬～8月に成熟するモモが全滅することも珍しくなく、中山間地域の果樹園では最も重要な害虫の一つである。しかし、幼虫期や成虫期のほとんどを果樹園以外で過ごすため、発生源をコントロールすることが極めて難しく、収穫直前の果樹園に飛来することもあって薬剤防除が困難な、典型的な難防除害虫である(梅谷, 1981)。

ヤガ被害防止策として最も普及している防蛾灯は、明るい条件下では夜行性昆虫の複眼が明適応化して行動が抑制されるという習性を利用したものである。この反応には黄色光(波長580 nm前後)が最も効果が高く、黄

色蛍光灯や黄色ランプを用いて園全体を最低1ルクス以上の照度でカバーすればよいとされている(内田, 1978)。しかし、これは大規模な産地で集団的に防蛾灯を設置する場合の基準であり、小規模な園地やヤガ類密度の高い地域では最低5ルクスの照度を確保しても十分な効果が見られないことがある。特にヤガ類の発生源である雑木林の中に小規模果樹園が散在している中山間地域の果樹園でその傾向が強い。また、最近では周辺の自然環境に対する光の影響が指摘されたり、果樹園に住宅地が隣接していると、住民から安眠の妨害になるなどの苦情が寄せられることもある。

防虫ネットは被害防止効果が高く、ヤガ類以外のカメムシ類、鳥獣害などにも効果があり、環境に対する影響もない。しかし、ネット被覆によって総合的な光透過率が50%程度まで低下するため、長期間の被覆は作物の生育に影響を及ぼす。また、台風の強風や積雪によって容易に破損するため、必要な時期以外は外しておく必要があり、掛け外しに多大な労力を必要とするという大きな欠点を抱えている。

II 超音波の利用

天敵を利用した害虫防除は古くから取り組まれており、いくつかの害虫で成果を上げている。夜行性であるヤガ類の成虫を直接捕食する天敵として真っ先に思い浮かぶのがコウモリである。コウモリの大半の種は食虫性であり、ヤガ類をはじめとした夜行性昆虫を主に捕食している。その捕食圧はすさまじいものであり、海外のある洞窟の大規模なコロニーでは、食べ残された昆虫のキッチン質が丘状にたまり、時折洞口から崩れ出しているという(松村, 1988)。暗闇で活動するコウモリは自らエコーレーションサウンドと呼ばれる超音波のパルスを送信して飛行し、獲物から反射してくる反射(エコー)によってその位置、移動方向、速度などを検知して攻撃・捕食している。これに対し、ガも防御能力を進化させている。ヤガ科の多くの種類は超音波を感知する器官(鼓膜)をもっており、コウモリの発する超音波パルスを感じると、飛行コースを変えたり急旋回、急降下あるいは羽をたたんで落下するなどの逃避行動を示すことが知られている。

この習性を利用してヤガ類の被害を防止しようという

Control of Fruit Piercing Moth in Orchard with Ultrasonic Wave.

By Akira Koike

(キーワード: ヤガ, 防除, 超音波)

考えは容易に思いつくことができるが、過去に試みられた例では十分な成果を得るまでには至っていない(上宮, 1991; 森ら, 1994)。しかし、この方法による被害防止技術は従来にないメリットや他方面への波及効果も期待される。環境の面では、削減が求められている化学薬剤を使用しない。また、超音波は人間には聞こえず、空気中では距離の二乗に反比例して減衰するため環境に対する影響が極めて少ないなどメリットは多い。さらに、超音波に対して反応を示す昆虫はヤガ科のハスモンヨトウ、シヤクガ科、メイガ科やヒトリガ科、カゲロウ目さらにはバッタ目のコオロギ科などでも確認されていることから、ヤガ類以外の害虫や照明灯への虫の飛来防止などにも応用が期待できる。

筆者らのグループでは、2003年ごろから超音波を利用した研究に取り組み、06年度からは国の委託事業として研究を本格的にスタートさせている。研究項目は、1. ヤガ類を含む中～大型のガを捕食していると考えられるコウモリ種の発する超音波の収集と解析。2. 実験室内における超音波に対する反応試験により、ヤガ類忌避に最適な周波数、パルスパターンとの組み合わせの検討、3. 高出力超音波発信装置の開発、4. 果樹園における効果試験である。現在は研究年度の途中であるが、ある程度の成果を得たので、特に果樹園における効果試験の概要について紹介する。

III 超音波発振によるヤガ類被害防止効果

超音波の効果試験は果樹研究所県北分場内のモモ園に約200m²(6樹)の超音波試験園区を設定し、相互に影響がないように十分な距離をとって同規模の対照区を設けて比較した。供試する果実は別途購入したものを使用した。これは、1シーズンに何度も試験を行う必要があるためである。超音波の周波数は約40kHzを用い、これをパルス状にした信号をマイコンで生成し、パルストランスアンプで増幅して発振素子を駆動する装置を試作して用いている。圃場への設置は1台の発振装置に4基の発振素子を接続し、リレーで順次切り替えて発振するように設定して1グループとし、これを4グループ用い、合計16基の発振素子を試験圃場周囲の高さ約2mの位置に外側へ向けて設置した(口絵①)。超音波の発振は午後7時から午前5時までとした。

対照区におけるヤガ類飛来数の推移を見ると、8月10日前後にピークとなり、アケビコノハ、アカエグリバ、ヒメエグリバの合計で約100頭の飛来が見られた。その後は減少傾向となり、9月17日には10頭となった。種類別では、アケビコノハ、アカエグリバが8月10日前

後にピークとなり、ヒメエグリバはそれより遅れて飛来し、9月10日ごろに飛来がピークとなった(図-1)。超音波発振区への飛来数はアケビコノハ、アカエグリバ、ヒメエグリバともに対照区に比べて減少し、ヤガ類の合計で見ると対照区に比べて最大30分の1まで減少した(図-2)。この3種以外に過去2年間の調査で対象区にオオエグリバ、キマエコノハが各1頭飛来したが、超音波区への飛来は確認されなかった。これ以外にも数種の一次加害種が知られているが同様の効果が期待できるものと思われる。

発振素子からの出力音圧とモモ果実の被害痕数の関係では、音圧が大きいほど被害痕数は少なくなった。圃場の周囲から2mの位置における平均音圧が90dBのとき

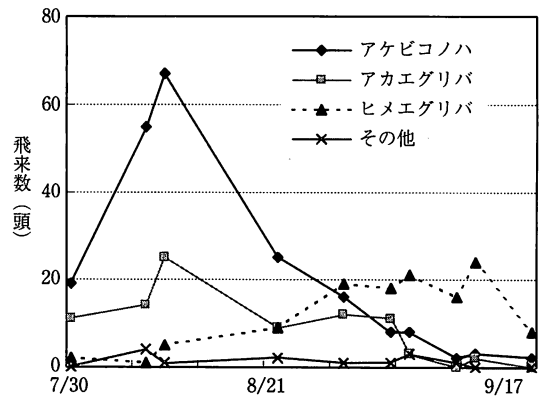


図-1 対照区における種別ヤガ類飛来数の推移(図-1, 2ともに飛来数は200果調査における値)

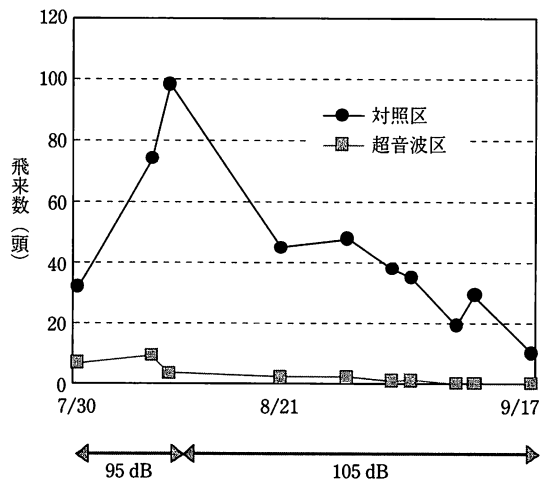


図-2 ヤガ飛来数に及ぼす超音波の効果(飛来数はヤガの全種類合計, 8/8までは音圧95dB, 以後105dB)

の被害痕数は対照区の約5分の1であるのに対し、平均音圧105 dBでは対照区の25分の1まで減少した(図-3)。このことから、ヤガの忌避には超音波の周波数やパルスパターンに加えて音圧も重要な条件であることが判明した。この数値は当初予想していたよりかなり大きな値であり、人に聞こえる周波数の音で比較すると電車通過中の鉄橋下の騒音に相当するものである。もちろん、実験に用いている40 kHzは人の耳には全く聞こえない。山口大学では、コウモリの発する超音波パルスの絶対音圧の測定を試みている。現在はまだ正確な値は得られていないが、圃場試験に用いている発振装置を数段上回る音圧であることは間違いないようである。

被害果率は試験時期によって大きく変動する。これはその時期のヤガ類密度との関係によるものであり、対照区への飛来数の多少と連動する。対照区の被害果率が90%以下のときには超音波区の被害果率は5%以下であり、実用的に十分な効果であるといえる。対照区の被害果率が100%(全滅)のときには超音波区でも20~25%に達した。これは、ヤガ類の飛来数が25~30分の1に減少してもヤガ類密度が極端に高い場合は、ある程度の被害を被ることを示している(図-4)。なお、このグラフは超音波発振装置を設置しようとする圃地の被害果率をあらかじめ調査することにより、設置後の効果のある程度予測可能であることを示している。1果当たりの被害痕数は、対照区では被害果率が100%の場合、1果当たり平均約10箇所近い被害が見られたのに対し、超音波区では被害果率20%で無被害果が80%、1果当たり2箇所以上の被害を受けた果実はほとんど見られなかった。

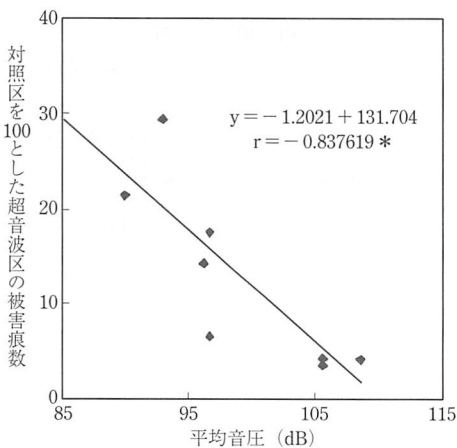


図-3 超音波音圧と被害痕数 (平均音圧は相対値であり絶対値ではない)

IV 防蟻灯との比較

200 m²の圃場の4隅に270 Wの防蟻灯を1灯ずつ合計4灯設置し、圃の外周の平均照度29ルクス、最低17ルクスの条件下で超音波と比較したところ、被害果率は防蟻灯が30%に対して超音波が19%であり超音波の効果が優れていた(図-5)。なお、このときの対照区の被害果率は100%であった。既に述べたように防蟻灯は小面積の圃地での効果が劣ることが指摘されている。暗適応したヤガ複眼が照明によって明適応化するためには20~40分の時間を要するとされており(野村, 1965)、果実の誘因物質に引き寄せられたヤガが明適応化する間もなく樹幹内の暗部に侵入して加害するためと考えられる。図-6は実験室内でアカエグリバを自由に羽ばたける状態で固定して超音波を聴かせ、そのときの反応を羽ばたき振動として記録したものである。グラフ下図の超音波信号が発せられるたびに、上図の羽ばたき振動が大きくなり、より強く羽ばたいていることを示している。

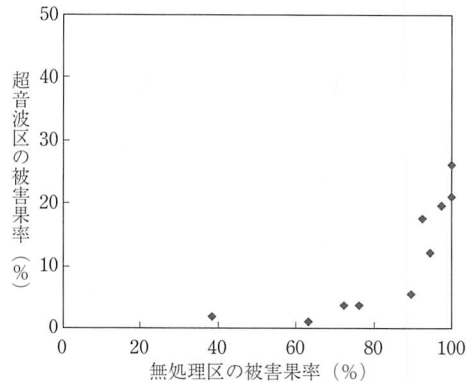


図-4 無処理区と超音波区の被害果率の相関

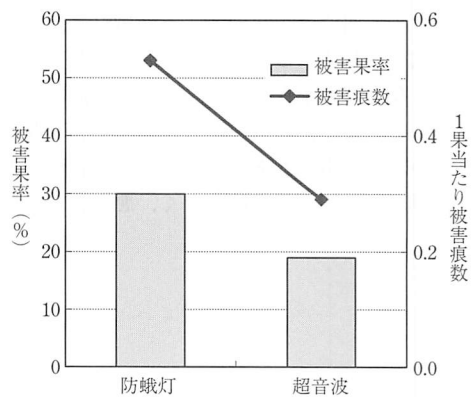


図-5 防蟻灯と超音波の比較

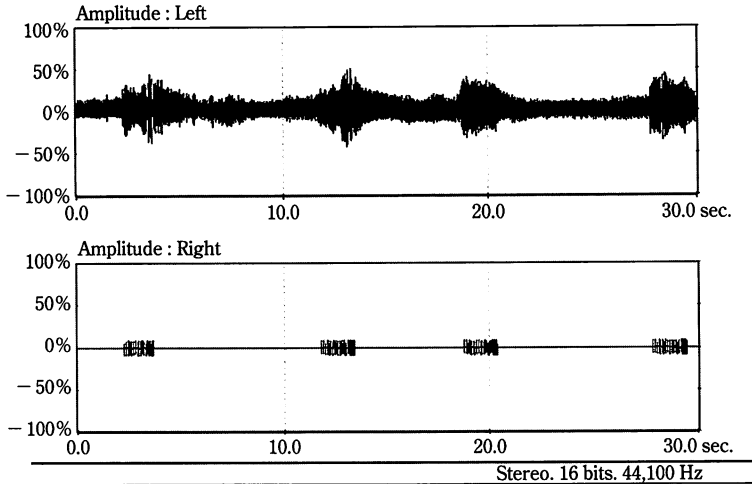


図-6 超音波パルスがアカエグリバの羽ばたき運動に及ぼす影響
上：羽ばたきの振動記録，下：超音波パルス。

つまり、ヤガは超音波に対して 100 ミリ秒単位の短い時間で反応するため、小規模の圃地でも高い効果が得られるものと思われる。

V 今後の課題

前章までに述べたように、超音波によるヤガ類防除は十分実用レベルの効果が確認された。しかし、装置の製品化にはいくつかの課題が残されている。実験に用いている発振素子は水中用に開発されたものであり、素子メーカーでは空中での使用は保証していないため、長期間の使用における耐久性については引き続き検討が必要である。防蛾灯は基本的に蛍光灯やランプであり、屋外用の照明器具に多少の改造を加えることで製造することができるためコスト的には大変有利である。これに対して超音波発振装置は今までにない新しい製品のため、コスト面では現在のところ防蛾灯に比べて割高になると試算されている。しかし、広く普及して大量生産が可能となれば大幅なコストダウンが可能であることは間違いない。また、超音波が人体に悪影響を及ぼすのではないかという指摘もある。しかし、超音波が人体に与える影響についての報告は少なく、悪影響を指摘した

ものはない。もっとも、ヤガ防止用の超音波は夜間の果樹園での利用であり、発信装置から 50 m も離れると測定マイクで感知できない程度まで減衰することから、人が高出力の超音波にさらされることはほとんどないと思われる。

おわりに

超音波を利用することにより、ヤガ類の被害を軽減可能であることが実証された。コスト面などいくつかの課題を解決する必要があるが、この技術が実用化されることにより中山間地域の果樹産地におけるヤガ被害軽減に貢献するものと考えられる。また、ヤガ類防除以外にも他の害虫被害防止などへの応用も期待できる。

引用文献

- 1) 松村澄子 (1988): コウモリの生活戦略序論, 東海大学出版会, 東京, p. 56 ~ 57.
- 2) 森 介計ら (1994): 果実吸蛾類の生態と防除法に関する研究, 指定試験第 20 号, 愛媛県立果樹試験場: 94 ~ 96.
- 3) 野村健一ら (1965): 応動昆 9: 179 ~ 186.
- 4) 内田正人ら (1978): 鳥取果試研報 8: 1 ~ 29.
- 5) 上宮健吉 (1991): 応動昆 (講要): 35.
- 6) 梅谷猷二 (1981): 植物防疫 35: 239 ~ 245.