

# 害虫の防除素材と防除戦略

農林水産省農業研究センター <sup>なか</sup>中 <sup>むら</sup>村 <sup>かず</sup>和 <sup>お</sup>雄

## はじめに

殺虫剤一辺倒の害虫防除への警告から、総合防除が提唱されて既に久しい。総合防除という、まるで同義語のように天敵による防除やフェロモンによる防除を思い浮かべる。これらによる防除は、室内実験や圃場での試験では有効性が示されてきたものの、実用化にはなかなか至らず、したがって、総合防除の確立には遠い道のりが残されていた。

しかし、ここ数年の間に状況は大きく変わりつつある。農薬として登録された天敵やフェロモン剤が増加し、IGRをはじめ新しい作用機作による殺虫剤の使用も増加している。これには様々な原因が関係しているであろうが、外的な要因として大きなものは、安全な食品を求める消費者の意向と環境保全を希求する世界的な動きであることは間違いないであろう。

本特集では、これらの新しい防除素材の特質とその利用法を概観する。新しい防除素材が開発されたとしても、それらは直ちに害虫防除のために使うことができるものではない。そのためには、その効果の判定法をまず確立し、現場に適用するための技術として確立する必要がある。さらに総合防除ないしは害虫個体群の管理のためには、それらはどういった場面でどのように適用できるのかが問題となる。こういった観点にこの特集が応えるものであれば幸いである。

## I 害虫防除法

害虫の防除法は、化学的、生物的などと分類されることが普通である。例えば、斎藤ら(1986)の「新応用昆虫学」では、(1)化学的防除、(2)機械的・物理的防除、(3)耕種的防除、(4)生物的防除に分けているが、これは「方法」によるもので、「目標」によって分けると、駆除と予防になるとしている。そして、例えば化学薬品を使用する方法を化学的防除、機械的あるいは物理的方法を用いるものを機械的・物理的防除と定義している。一見明りょうのようであるが、物理的な方法とは何を意味するのか、あるいはどこまでを耕種的な方法に含めるのかなど、必ずしも明確ではない。実際、この本

では、不妊化放飼法は放射線を用いるから物理的防除法ともいえるが、原理的には対象害虫の遺伝子を破壊するから遺伝的防除法であるといい、「方法」と「機能」の混乱を露呈している。放射線を用いる不妊化放飼法が物理的防除なら、不妊剤を用いる場合は化学的防除になる。

しかし、実際の防除を考える場合には、不妊化するために放射線を用いたか、化学薬品を用いたかは重要ではなく、重要なのは不妊化した雄を野外個体群に導入して密度低下をもくろむ方法なのである。

## II 被害回避のための方法

害虫防除というと、害虫を取り除いたり、発生を抑制したりというイメージを抱く。このため、殺虫剤によるものが防除法の中心で、他の方法はそのための補完に過ぎないと考えられることが少なくない(例えば、前記の「新応用昆虫学」)。しかし、われわれの目的は、害虫の個体数を減少させることではなく、害虫による作物の被害を回避して、作物の収量(品質も含めた)を増加させることである。そういった害虫管理の概念形成のためには、化学的、生物的、耕種的防除法といった分類とは異なった新しい分類が必要である。

菅原・進藤(1988)は、明治後期以降における焼畑で採られていた病害虫防除法を聞き取りやアンケート調査によって調査し、その結果を駆除、忌避、回避、祈願の四つに分けている。このうち、「回避」として分類されているものには、焼畑造成のための伐採や火入れを上げている。普通、山林の伐採は7~8月に行い、火入れは翌年の7~8月に行う。これは、病害虫が最も活発に活動している夏期にその生息場所を壊滅して、なお残存していたものの密度を火入れによって下げたから、作物を栽培するためであったという。そして、作付けされる作物は、病害虫の被害を蒙りやすいものを回避するように慎重に選定され、その上に立って、捕殺や誘殺、ヒ素やタバコ汁による殺虫、ウルシやアセビなどのくん煙による忌避が行われていた。これから、焼畑農法は病害虫による被害を回避するためのシステムということができる。

すなわち、森林の伐採と火入れによる焼畑造成は、新しいシステムの組立て(synthesis;以下、RUESINK

(1976) 参照) であり, 病虫害の被害の少ない作物の選定は, システムの設計 (design) に, 害虫の駆除や忌避はシステムへの入力 (control) とみることができるとされている。

こういった観点から, 現在採られている様々な被害回避法の分類を試みたのが表-1である。

まず, システムの組立てに関するものには, 上で見た焼畑の造成のための林の伐採と火入れの例があるが, 多くの場合, 既にある農地での害虫の管理が求められるのが普通であるから, システムを最適な害虫管理のために組み立て直す場面はほとんどない。しかし, 害虫個体群の環境容量を低下させるために, 畑の周辺における害虫の生息地を減少させたり, 害虫の越冬場所を破壊したりすることは普通に行われている (PEDIGO, 1996)。また, 外からの害虫の侵入を絶った施設や植物工場などは, 害虫の被害をまぬがれるための栽培システムと見ることができよう。

次に, システムの設計に関するものとして, 作物の被害感受性を低下させるものがある (PEDIGO, 1996)。このための最もよく知られたものは, 抵抗性品種の利用であるが, 害虫にとって好適ではない寄主植物を用いた輪作や, 加害適期をずらすようにした栽培法なども考えられる。ここで重要なことは, 採用される設計が経営上成り立つものであることである。主要な害虫の寄主植物でない作物が, 収益が小さく, 普通は選択されないものであったとしても, それを輪作に組み込むことによって害虫密度が減少し, システム全体としては経営上成り立つものであれば, 採用したほうが利益は大きい。埼玉県では, イネ縞葉枯病抵抗性品種を導入し, その作付けが最高時で75%までに達した結果, ヒメトビウンカの保毒虫率が急激に低下して, それ以後, 縞葉枯病の発生面積が大幅に減少し, 収量の増加をもたらした (神田, 1996)。

第三のシステムの制御に関するものは, 作物を加害する害虫個体数を減少させるものである。これは, 大きく三つのカテゴリーに分けることができる。第一は, 外から移入してくる個体数を減少させるもので, 続いて, 個体群の死亡率を高めるものと, 増殖率を減少させるものである。

畑に移入してくる害虫がいなければ害虫は発生しないし, したがって被害も生じない。このためには, 害虫を殺すことなく作物から隔離させればよく, 網や被覆資材で果樹園や施設の中への虫の侵入を阻止したり, 忌避剤や反射光によって虫を作物に寄せつけない方法などが採られる。トラップ作物に害虫を誘引する方法も作物から

表-1 害虫による作物の被害回避のための方法

1. システムの組立てに関するもの
害虫個体群の環境容量を低下させるもの
〔例〕 環境改変, 生息地・越冬場所の破壊, その他
2. システムの設計に関するもの
1) 作物の被害感受性を低下させるもの
〔例〕 抵抗性品種の利用, 適正な栽培法など
2) 被害発生が少ない作物を選択するもの
〔例〕 輪作, 加害適期の回避など
3. システムの制御に関するもの
1) 害虫の移入数を減少させるもの
〔例〕 防虫網や被覆資材による侵入阻止, 忌避, トラップ作物など
2) 害虫個体群の死亡率を増加させるもの
〔例〕 殺虫剤散布, 天敵の放飼, 誘引・捕殺など
3) 害虫個体群の増殖率を低下させるもの
〔例〕 交信かく乱法, 大量誘殺法, 不妊化放飼法, 遺伝的防除など

の隔離をねらったものである。

害虫個体群の死亡率を増加させるためには, 殺虫剤散布や天敵の放飼, 様々な誘引源を用いた誘引・捕殺などが行われる。これらの手段は, 殺虫剤のように, 加害ステージに適用されるか, 卵寄生蜂のように加害よりも前のステージで適用される (ここでの誘引・捕殺も, 加害ステージを対象としたもので, フェロモンによる大量誘殺などは考えない)。このため, これらの方法は, 主として害虫の個体数を一時的に減少させるものといえる。

それに対して, 害虫個体群の増殖率の減少のためには, IGR, フェロモンを用いた交信かく乱法, 大量誘殺法など成虫の捕獲, 不妊雄放飼, 遺伝的防除などが用いられる。当然のことながら, これらの方法は, 適用時よりも後の世代での個体数の減少をもくろむものである。したがって, これらの方法は, 害虫個体群の密度を長期にわたって低く保つためのものといえる。

### III 個体数減少のための防除素材の特質

上で考えた害虫の個体数を減少させるための方法 (表-1) は, それぞれの特質を持っている。これはいろいろな観点から考えることができるが, 害虫管理を行う上で重要な特質の一つは, それらの効果 (殺虫数) が害虫の密度に応じてどう変化するかということである。今, 防除素材の適用量を一定としたとき, 害虫の密度の変化に応じて殺虫数がどう変わるかを考えてみる (中村, 1983)。まず, 殺虫剤 (IGR を含む) は, 害虫の密度に関係なく常に一定の割合の死亡を引き起こすであろう (密度非依存)。作物から害虫を遮断する方法も, 密

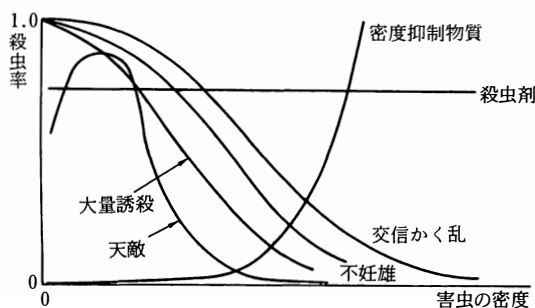


図-1 害虫の個体数を減少させるための方法の密度依存性（それぞれの適用量を一定としたとき、害虫密度の変化に対する殺虫率の変化）（中村，1983）

度に関係なく一定の割合の個体が侵入してくると考えられるから、密度非依存的に働く。一方、性フェロモンによる大量誘殺や交信かく乱法あるいは不妊雄放飼法などは、密度が増加するにつれて低下すると考えられる（密度逆依存）。天敵の効果は、一般に機能の反応の結果、ある点までは密度の上昇に伴って殺虫効果は上昇するが、それ以上の上昇に対しては逆依存的に働く（図-1）。

次に、害虫の密度が一定のときにそれぞれの防除素材の適用量を増加させていくと、殺虫効果はどう変化するであろうか。一般には、殺虫剤でもフェロモンあるいは天敵でも、適用量を増加させると殺虫数は増加するが、その増加率は徐々に減少していくと考えられる（中村，1983）。この場合、適用量の増加はコストを増加させるばかりでなく、環境汚染を増大させることになる。このため、密度非依存ないし逆依的に働く防除素材の量を害虫密度に応じて増加させることはもちろんできるが、それは必ずしも実行可能な方法とはいえない。不妊雄放飼法では、何らかの方法で害虫の密度を低下させた上で適用されるのが普通であるし、天敵の適用も害虫発生初期の密度が低いときに適用することが多い。

#### IV 害虫管理への適用

これらの密度依存性の異なる防除素材を、害虫の密度に応じていかに適用するかが害虫管理の重要なポイントになる。田中（1992）は、施設の中のクレスンに発生するコナガの防除手段として、電撃誘殺機、フェロモン剤、害虫吸引機の効果とその作用の仕方を検討した。このうち、電撃誘殺機はコナガの密度に関係なく常に一定の割合の成虫を殺すが、誘殺率が低すぎて実用的ではな

い。害虫吸引機の効果も密度非依存であるが、この場合は誘殺率は高く、作動回数を増加させることによってさらに誘殺数を高めることができる。しかし、吸引によって成虫密度が減少していくと、作動回数を増加させても密度の減少は少なくなっていく。フェロモン剤の効果（交信かく乱の効果）は、密度逆依存で、密度が低いほど効果が高い。

そこで、田中（1992）は、フェロモン剤を常設しておいて、コナガの密度が高まり交尾阻害を十分に維持できなくなったときは、害虫誘引機を作動させてその密度を下げることを提案している。これは、密度依存性の異なる防除手段をうまく組み合わせ、害虫密度を管理しようとした好例である。この例は、施設という閉鎖された空間内において、ただ二つの防除手段を組み合わせたものであるが、害虫管理のための基本を示すものである。

なお、上で示されていたように、殺虫率の低い防除手段では、適用量を増加させたとしても殺虫効率はそれほど上がらないから（田中，1993）、殺虫率が高いことも重要な要因であることがわかる。

#### おわりに

以上、害虫管理における防除素材の位置づけと、それぞれ異なった特質を持った防除素材の役割について概観してきた。我々の多くの研究勢力が、害虫の個体数を減少させるための防除素材の探索・開発とその適用法の開発に向けられるのは当然であるとしても、これらの素材は、個体群の環境容量を低下させたり、作物の被害感受性を低下させるなどして、設計されたシステムを制御するためのものであることを念頭においておく必要がある。

#### 引用文献

- 1) 神田 徹(1996)：平成8年度水稲・畑作物病害虫防除研究会現地検討会講演要旨，日本植物防疫協会，pp. 18～22.
- 2) 中村和雄(1983)：昭和58年度フェロモンに関するシンポジウム講演要旨，日本植物防疫協会，pp. 21～26.
- 3) Pedigo, L. P.(1996)：Entomology and Pest Management. 2nd Edition, Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ, 679pp.
- 4) RUESINK, W. G. (1976)：Ann. Rev. Entomol. 21: 27～44.
- 5) 斎藤哲夫ら(1986)：新応用昆虫学，朝倉書店，250 pp.
- 6) 菅原清康・進藤 隆(1988)：農作業研究 23: 189～195.
- 7) 田中 寛(1992)：植物防疫 46: 300～303.
- 8) ———(1993)：コナガ，おもしろ生態とかしこい防ぎ方. 農文協，118 pp.