



Title	害虫防除から害虫管理へ
Author(s)	杉本, 毅
Citation	makoto. 1986, 56, p. 2-6
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.18910/86010
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

害虫防除から害虫管理へ

近畿大学農学部教授

(昆虫学研究室) 杉 本 毅

戦後、農業害虫の防除のために殺虫剤が多用されて、種々の弊害が派生したことは周知の通りである。これを機に、害虫防除のありかたが根本的に問われ、従来の防除法の見直しがいろいろとなされてきた。そうした流れの中で、「害虫管理」とよばれる新しい考え方が芽生え、現在、その実用化を目指して研究が進められている。本稿では、こうした動向をご紹介します、ご参考に供したい。

害虫防除に内在する矛盾

従来、農業の目標は、数少ない種類の有用植物をひろい面積にわたって栽培し、反当収量を最大にすることであった。そのためには、施肥と並行して、それらの有用植物と競合関係にある雑草や、われわれ同様に一次消費者としてそれらの植物を利用する害虫などのような収量を損うものをすべて農生態系から排除しなければならない。農家が、日頃、口にする「消毒」という言葉は従来行われてきた害虫防除対策の本質をうまく言いあてている。この意味で、戦後に登場した合成殺虫剤は、「消毒」の手段として目覚ましく卓効があったので、一時は、害虫防除の万能選手とすら思われた。

上記のように、収量の最大化を志向して農業が営まれた結果、農地に築かれた農生態系は、多種の生物からなる自然生態系とちがって、少数の生物種からなる単純な構造に変形されがちであったのに、さらに合成殺虫剤の多用によってそれに拍車がかかった。こういう農法は害虫の種類数が減るので一見良さそうに見えるが、実は、大きな落とし穴が内在している。一般に、複雑な構造を持つシステムは緩衝力に富み安定であるが、単純なシステムは安定性に欠ける。ご多分にもれず、このようにしてつくられた農生態系は安定性に欠けるため、生残った害虫種の大発生に見舞われやすくなった。そこで、やむなく、より強力な防除手段に訴えたと、増々単純化が促されるという悪循環を招いた。これまで払われた防除努力の多くは、最大収量志向型の農業のもつこの矛

盾を、力で抑え込むためであったとも解釈できよう。その証拠に、たとえば、戦後、殺虫剤の多用によってイネの重要害虫であるウンカ類は減るどころか逆に増えたのに(表1)、それらによるコメの被害が減るという一見矛盾と思える現象が起こった。

殺虫剤多用による農業の限界

最大収量志向型農業の抱える矛盾を、より強力な殺虫剤を用いて抑え込むというやり方は、他に大した弊害を生じなければそれなりに是認されたかもしれない。ところが、1960年代になると事態は一変し、殺虫剤多用の限界が、当時予想だにされなかった形で明らかになった。その主な点を3つ、以下に要約する。

1) 潜在害虫の害虫化

表1は、殺虫剤多用にともなって密度が著しく増加または減少した水田害虫のリストである。上述したように、強力な殺虫剤の多用によって昆虫相の単純化が、かってなく進んだ。ある種類は絶滅に瀕し、ある種類は激減した。特にそれらの害虫の天敵類は大きなダメージを受けた。反面、生残った種類の中には、ウンカ類のように以前にもまして増加した種類もあった(表1)。

表1 殺虫剤の散布にともなって生息密度がいちじるしく変化したと思われる昆虫、ダニ、クモの類(水田のばあい)(小林, 1971)

	水 稲 害 虫	水稻害虫の天敵
減った種類	直翅目(イナゴの類)全種、クロカメムシ、イネカメムシ、イナズマヨコバイ、ニカメイチュウ、サンカメイチュウ、イネコミズメイガ、イネゾウムシ、イネドロオイムシ、イネハモグリバエ、キリウジガガンボ、タテハマキ	カマキリ科全種、トンボ目全種、カタビロアメンボ科全種、ヒメトビイロサシガメ、オサムシ科全種、膜翅目(ハチの類)全種
増えた種類	ツマグロヨコバイ、ヒメトビウンカ、トビイロウンカ、セジロウンカ	

殺虫剤散布によって増加したツマグロヨコバイ（表1）は戦前には発生量が少なく、農業上あまり重視されなかったといわれている。このように、それまで何等かの原因によって農生態系内で低い密度に抑えられていた、いわゆる潜在的害虫が殺虫剤散布を機に激発し害虫化した例は多数ある。戦後、DDTなど有機塩素剤の多用によってカイガラムシ類が、またそれを防除するために用いられた有機リン剤によってハダニ類が害虫化したし、近年害虫化してきたアザミウマ類はビレスロイド系殺虫剤の使用と深い係わりがあるといわれている。こうした害虫化は、主として、それらの害虫の自然制御要因として働いていた天敵類が殺虫剤散布によって激減したせいであろうと考えられている（表1、図1）。

2) 残留農薬

1962年にレーチェル・カーソンが、「沈黙の春」を著して農薬による環境汚染を警告し、各方面に衝撃を与えたことは記憶に新しい。わが国では、当時稲いもち病の特効薬として多用された有機水銀剤の一部が水銀として玄米中に発見されたのがきっかけとなって、食物に残留する農薬が問題化した。たと

えば、西日本で、イネの害虫であるウンカ、ニカメイガの防除に使用されたBHCが乳牛の飼料である稲わらに残留したため、牛乳から高濃度のBHCが検出された。またキュウリ、ジャガイモなどから多量のディルドリンが検出されたが、これは前作のタバコなどに使われたアルドリン（土壤中でディルドリンに変化する）が土壤中に残留し、キュウリ、ジャガイモがそれを吸収して汚染されたためであった（図2参照）。なお、食物汚染だけでなく、魚介類を含む他生物に対する農薬による環境汚染も周知のところである。

3) 抵抗性の発達

同じ殺虫剤を連用すると、昆虫によってはその殺虫剤に対して抵抗性が増し、かつて有効であった薬量では防除出来なくなることがある。この現象を抵抗性の発達とよんでいる。抵抗性の発達は、遺伝的現象と考えられ、その殺虫剤を散布する前には害虫個体群中にわずかだけ含まれていた抵抗性遺伝子をもつ個体が、殺虫剤が繰返し散布されると選択的に生残り、やがてその個体群の中に大きな割合を占めるに至る現象である。

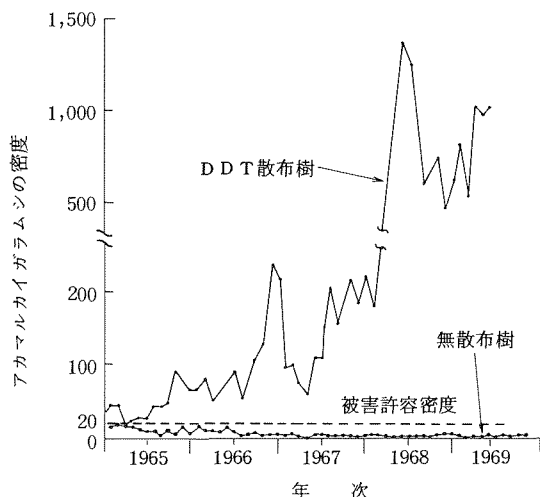


図1 DDT慣行防除樹と無防除樹におけるアカマルカイガラムシの密度（DeBach, Rosen and Kennett, 1971）無防除樹では天敵による防除が有効で密度が低い。

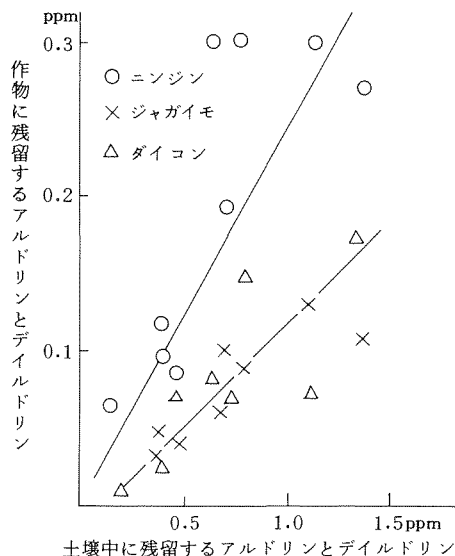


図2 土壤中ドリノ剤の作物への吸収（Lichtenstein 他, 1970）

表2は、抵抗性系統（中川原）と感受性系統（宮城）のツマグロヨコバイの各種殺虫剤に対する感受性の度合いをLD₅₀で表している（LD₅₀は、ある集団の50%の個体を致死さすのに必要な薬量）。たとえば、マラソンについてみると、中川原系統は宮城系統に比べ600倍近い抵抗性レベルに達している。これは、前者を後者と同じ程度に殺すには、600倍近くもの多くの薬量が必要なことを示している。ところで、抵抗性が発達したからといって、より多くの薬量を用いることは農薬の安全使用基準との関係からできない。結局、マラソンは中川原系統にはもはや使用できない。

表2 ツマグロヨコバイの各種カーパーメート剤および有機りん剤に対する感受性（LD₅₀ μg/g）（岩田・浜，1973）

殺 虫 剤 名	宮 城	中川原
MTMC（ツマサイド）	4.3	81
MPMC（メホパール）	2.6	62
XMC（ノックパール）	2.6	74
CPMC（ホップサイド）	3.8	52
カーパノレート	0.62	43
APC（ハイドロール）	0.62	23
MIPC（ミプシン）	2.3	220
PHC（サンサイド）	2.6	440
BPMC（バッサ）	1.6	200
NAC（	0.71	71
メソラル	0.29	3.8
マラソン	0.57	330

表3 1975年までに世界各国において抵抗性が認められた昆虫とダニの種類数（Georghiou and Taylor, 1977）

	農業昆虫 及びダニ	衛生昆虫 及びダニ	計
双 翅 目	23	110	133
鱗 翅 目	52	0	52
半 翅 目	51	4	55
鞘 翅 目	56	0	56
ダ ニ 目	33	10	43
そ の 他	10	15	25
計	225	139	364

表3は、1975年までに世界で各種殺虫剤に抵抗性が認められた昆虫とダニの種類数を示している。衛生害虫では、ハエ、カなど双翅目に偏在しているが、農業害虫では広範にわたっている。今日では、新しい殺虫剤の開発と抵抗性の発達はイタチごっこの感を呈している。

害虫管理の概念

害虫防除の決め手と見られた殺虫剤多用による防除法に多くの難点が露見し、その見直しを迫られることとなった。残留農薬と害虫化の問題は、技術的改良や法的規制によってある程度改善を期待できるが、抵抗性問題は同一殺虫剤の適用を避ける以外に、今のところ対策がないようである。

ところで、農生生態系から害虫を完全に排除しようというきびしい考え方は、特別な場合を除いて、果たして最善の策であろうか。仮に、ある害虫種を農生生態系から排除できたとしても競争関係の上から劣位にあるために、それまでその生態系内で低密度に抑えられたり、その生態系の外に排除された潜在的害虫が、置き換わって害虫化する可能性もあろう。この場合には、害虫を農生生態系から完全に排除するのではなく、むしろ、ある程度その存在を許して、生態系の複雑さを多少とも維持するほうが賢明との考え方も成立つであろう。これは、天敵類を保護する上でも有益である。

他方、農業は経済活動であるから、絶対的な食糧不足に見舞われないかぎり、過剰な投資は避けるべきであろう。多額の費用を要する害虫の完全排除は、経済的にみてたいい引合わない。費用と利益の関係からみて、ある程度の被害を受けても防除しないで放置するほうが経済的に引合う場合だってあろう。この経済的に引合うギリギリの被害レベルを「被害許容限界」とよび、それに対応する害虫密度を「被害許容密度」とよんでいる。

以上述べた考え方に立てば、強力な防除手段を用いて害虫を完全に排除しようとするよりも種々の防除技術を用いて、害虫密度を「被害許容密度」以下に維持管理したほうがメリットが大きいという考えが成立つ。このようにゆるく管理すれば、生態系の過度の単純化は避けられ、それに附随して起こる種類の弊害もある程度解消できるだろう。1970年代に、

以上のような趣旨に沿って「総合的害虫管理 (IPM)」略して「害虫管理」とよばれる考え方が世界的に広まった。一部重複するが、その要旨をつぎに紹介する。

- 1) 害虫管理は、害虫密度を被害許容水準以下に保つことが目的であって、害虫の絶滅が目的ではない。天敵を保護するためには害虫密度を許容できるレベルまで逆に高めることすら必要である。
- 2) どのように優れた防除手段でも、長所と短所があり万能でない。したがって防除手段を総合的に利用して相乗効果をあげるとともに、自然の死亡要因を最大限に利用する。
- 3) 特定の害虫だけに注目することなく、農生態系内に生息する潜在的害虫や天敵などの関係も考えて防除体系を立てる。
- 4) 防除体系をたてるに当たっては、殺虫剤抵抗性の発達や農薬の残留など長期的、広域的な問題にも注意を払う。短期対長期、農家対地域で利害得失に対立が生じる場合もあるが、その最適化を図る。
- 5) 最大収量を志向するのではなく、防除費用と利益、利益と危険率を考え、純益の最大化をもたらす最適収量志向型の防除体系とする。

害虫管理のシステム

害虫管理は、いったいどのような手順を経て行われるだろうか。害虫管理の核心の一つである防除の要・不要を決定する手順が図3に要約されている。防除の要・不要の決定は、害虫による被害発生時期でなく、できるだけ早い時期に行われるのが望ましい。

害虫管理は、害虫密度を正確に推定することから始まる。これは、一定のサンプリング理論に則して行われなければならない。つぎに、野外の害虫個体群の密度変動の特性を生命表研究などによって明らかにし、「個体群密度変動機構モデル」(個体群動態モデルともよぶ)を作り、それを用いて被害発生時期に発生量がどれだけのレベルに達するか予測する。ついで、作物の生育モデルと害虫の加害様式から作物の「被害形成過程モデル」を作り、害虫の発生量に対応する作物の被害量を予測する。そして、その予測値を被害許容限界と比較して、防除の要・不要を決定する。被害許容限界は、その時々防除費用や生産物の価格など経済的要因の影響を受けるから、これらの要因を考慮して作られた経済モデルによって導かれる。さらに、環境汚染や抵抗性の発

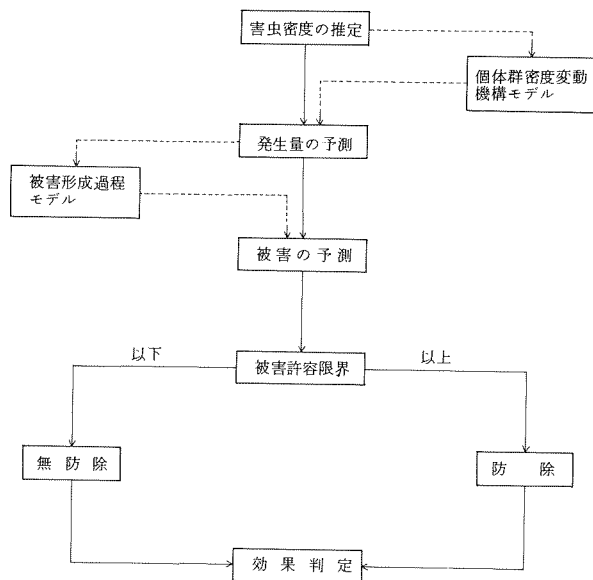


図3 害虫管理のシステム

(巖, 桐谷, 1973 ; 釜野, 1983によって一部改変)

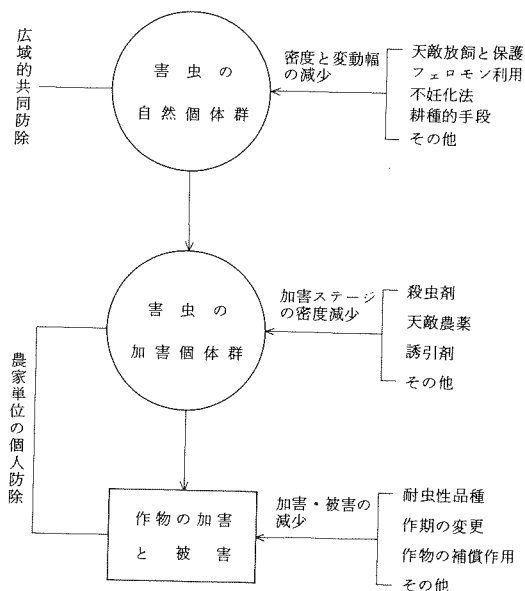


図4 害虫管理の実施態勢と各種防除手段の組入れ

(桐谷, 1981 ; 釜野, 1983によって一部変更)

達など防除にともなう悪影響も経済モデルに組込まれるのが望ましい。

害虫管理の実施態勢

図4は、害虫管理の実施態勢とそれぞれの段階において組込まれる防除手段を示している。害虫管理の実施に当たっては、広域的に地域全体として行う部分と農家が個別に行う部分とが考えられている。前者においては、地域に生息する害虫の自然個体群の密度や変動幅を抑える、いわゆる個体群制御が目的であり、これは害虫管理の核心をなす。この部分は、ある意味では予防措置に相当し、用いられる防除手段は予防的性格が強い。

ただし、この段階で被害許容密度以下に害虫密度を抑え込むことがむずかしい場合もあろうし、仮に抑え込めたとしても害虫は局所的に偏って分布するのが普通だから、この密度を越える田畑も一部にあらう。これを補うのに、従来からの農家単位の個人防除が不可欠である。個人防除の段階では、一方では、耐虫性品種の栽培や作期の変更などによって加害、被害の軽減対策を講じながら、他方では、田畑において現に加害している害虫に対して、必要に応じて殺虫剤などの応急的防除手段を適用する。このようにして、全体としての被害を被害許容限界以下に抑える。

おわりに

害虫管理という考え方は、環境汚染や殺虫剤抵抗性の発達など殺虫剤多用による弊害の発生をきっかけに登場したが、この考え方を生態学的にみると、農生態系の単純化のメリットとデメリットの調和点を考慮に入れて防除体系を作るとのことのようである。これは、とりもおさず、最大収量志向から

最適収益志向へという農業に対する根本的な発想の転換を意味する。最近では、この考えはさらに包括的に解釈され、害虫だけでなく作物の病気や雑草を含む有害生物すべてを一括して農生態系管理の中に位置づける方向にあるようである。

今日では、「害虫管理」の理論的枠組みは基本的には出来上がったと思われるが、世界を見渡して、それが本格的に実用化された例は残念ながら多くない。実用に耐えるだけの予測精度を備えた、管理に必要な諸モデルが得難いためのようである。複雑な生態的、生理的現象が対象であるから、精度の高いモデルの完成はむずかしく、多くの場合、今後に残された問題である。最近、次善の策として、経験的に得られた「要防除密度」(末尾の文献参照)を採用して害虫管理を行おうとの動きもある。

最後に、本文を執筆するに当たって下記の文献を参考にさせていただき、さらに図表も一部引用させていただいた。紙面を通じて、著者各位に御礼を申下げる。

参 考 文 献

- 大串龍一(1972)「農薬なき農業は可能か、研究者の発言」 農山漁村文化協会
深谷昌次・桐谷主治(1973)「総合防除」 講談社
湯島 健・桐谷主治・金沢 純(1973)「生態系と農薬」 岩波書店
桐谷主治・中筋房夫(1977)「害虫とたたかう」 NHKブックス
野村健一編(1980)「応用昆虫学総説」 養賢堂
「植物防疫講座」編集委員会(1982)「植物防疫講座、農薬・行政編」 日本植物防疫協会
「植物防疫講座」編集委員会(1983)「植物防疫講座、害虫編」 日本植物防疫協会

— 府 政 だ よ り —

大阪府衛生部では次の主な行事が行われる予定です。

- | | |
|--------------------------|------------------------------|
| ○ 腎移植月間 期間10月中 | ○ 覚せい剤等薬物撲滅運動 期間10月1日～11月30日 |
| ○ 薬と健康の週間 期間10月17日～23日 | ○ 犬による危害防止月間 期間10月中 |
| ○ 目の愛護週間 期間10月10日～16日 | ○ 精神衛生月間 期間11月中 |
| ○ 目の愛護デー 期間10月10日 | ○ 大阪府献血推進月間 期間12月 |
| ○ 40歳からの健康週間 期間10月10～16日 | ○ 食品添加等の年末一斉取締 期間12月 |