

# 新殺虫剤の特性と利用上の問題

農林水産省農業環境技術研究所 <sup>はま</sup> 浜 <sup>ひろ</sup> 弘 <sup>し</sup> 司

## はじめに

第二次世界大戦以降化学工業の発達により、有機合成農薬が安価で大量に生産供給されるようになり、病害虫による加害が回避され今日の高品質で多様な農作物の大量供給体制が確立した。一方、農産物の安全性や環境問題が大きな社会問題となり、農薬がその批判の対象とされるようになってきている。

こうした中で、農薬によらない環境にやさしい防除資材や防除法の開発が進められているが、作物を加害する主要害虫が複数種存在する温暖なわが国では、農薬以外の手段で高品質の農産物を大量に供給する体制の確立は難しいといえる。

農薬そのものもこの10年で大きく様変わりしており、さらに将来大きく変遷することが予想される。したがって、将来生物防除資材など農薬以外の防除法が導入されて、有機合成農薬への依存度は低下しても化学防除資材は病害虫防除の不可欠な基幹資材であると考えられる。

本報では、有機合成殺虫剤の変遷、比較的新しい殺虫剤の特性を概説し、有機合成殺虫剤の使用上の問題を整理した。

## I 殺虫剤の変遷と特徴

有機合成殺虫剤が大量に使用されるようになった1950年代の殺虫剤は、パラチオンなど人間に対しても毒性の高い薬剤や、DDT、ドリノ剤など環境中で分解されず生物体内で蓄積濃縮される薬剤が多かった。そのため有機塩素系薬剤の地球規模での汚染や、食物連鎖の上位に位置する水鳥や海洋の哺乳動物への影響など農薬は大きな社会問題となった。1960年代以降、哺乳動物に対する毒性の低いMEP(スミチオン)、マラソンなどの低毒性で環境中で容易に分解され、生物体内への濃縮性も小さな薬剤が開発され普及している。

さらに、これまでの殺虫剤は害虫の神経系に作用し殺滅するタイプのものが主流であったが、最近、昆虫に固有の脱皮・変態過程をかく乱して防除効果を発揮する成

長制御型タイプのものが開発され、普及している。こうした制御型タイプの薬剤は低薬量で高い効果を示すため、圃場に投下する有効成分量は従来の殺滅型の薬剤に比べて十分の一から百分の一以下と少なくなり、薬剤の環境に及ぼす影響は質量の両面で小さくなった。

殺虫剤の長所としては、害虫の個体群密度を短期間に大幅に下げる効果がある。その速効的で確実な防除効果は他の防除法では代替が難しい。一方、短所としては天敵生物や非標的生物への影響が大きくなり、薬剤の種類や環境条件により害虫の多発(リサージェンス)、潜在害虫種の害虫化、薬剤の連用による抵抗性害虫の出現が挙げられる。

## II 最近の殺虫剤の特徴(表-1)

### 1 神経系に作用する殺虫剤

#### (1) 有機リン系薬剤

有機リン系およびカーバメート系薬剤は、ともに神経系シナプスの刺激伝達の機能に関与する酵素アセチルコリンエステラーゼを阻害し、刺激伝達機能をかく乱し致死させる。本グループの薬剤は接触毒剤が多いが、食毒としても作用する。本グループの中には植物体内に浸透・移行して植物を吸汁加害するアブラムシ類などの害虫に殺虫効果を発現するジスルホトン(ダイシストン)、アセフェートなどの浸透移行性を有する薬剤もある。こうした薬剤をイネの育苗箱や土壌に施用し、地上部を加害する害虫を防除する方法が広く普及している。

多くの薬剤では、リン酸エステル結合はO, O-ジアルキル基の対称型であるが、非対称のリン酸エステル構造を有するものが開発されている。その中には難防除害虫ミナミキイロアザミウマに卓効を示すスルプロホス(ボルスター)、土壌線虫やミナミキイロアザミウマに効果を示すホスチアゼート(ネマトリン)、鱗翅目、半翅目害虫や土壌線虫に有効なピラクロホス(ボルテージ)など、特徴のある薬剤がある。

#### (2) カーバメート系薬剤

殺虫スペクトルの広いNAC、メソミル(ランネット)とウンカ・ヨコバイ類対象の各種の置換フェニルN-メチルカーバメート系薬剤が知られていたが、1980年代から毒性の高いカルボフランを低毒化したカルボスルファン(アドバンテージ)とベンフラカルブ(オンコ

本文の農薬名は一般名とし、( )内に代表的な商品名を示した。

Characteristics of Newly Developed Insecticides and Problems on Their Use. By Hiroshi HAMA

表-1 最近の殺虫剤の特性

薬剤〔ISO名〕(商品名)	化学構造, 毒性, 作用特性など
〔有機リン剤〕	
プロフェノホス(エンセダン)	非対称のリン酸エステル 魚毒性大(C類) 殺ダニ活性あり
ピラクロホス(ボルテージ)	非対称のリン酸エステル 劇物 魚毒性大(C類) 殺ダニ活性あり, 土壌害虫(キスジノミハムシ, ネダニ)および土壌線虫にも有効
スルプロホス(ボルスタール)	非対称のリン酸エステル 劇物 運動的, 残効性あり, 主に施設で使用, ミナミキイロアザミウマに有効
ホスチアゼート(ネマトリン)	リン酸アミド系 劇物 殺線虫剤であるがミナミキイロアザミウマにも有効
エトプロホス(モーキャップ)	毒物 殺線虫剤であるがミナミキイロアザミウマや土壌害虫にも有効
〔カーバメート剤〕	
カルボスルファン(アドバンテージ)	カルボフラン誘導体 劇物 魚毒性やや大(B-s類) 浸透移行性あり, イネ害虫(イネミズゾウムシ, イネドロオイムシ, ウンカ・ヨコバイ類など)の防除に育苗箱施用, 野菜害虫(アザミウマ目, 甲虫目, 双翅目, 半翅目, 鱗翅目)の防除に土壌処理, 土壌害虫にも有効
ベンフラカルブ(オンコル)	カルボフラン誘導体 劇物 魚毒性やや大(B-s類) 浸透移行性あり, イネ害虫(イネミズゾウムシ, イネドロオイムシ, ウンカ・ヨコバイ類など)の防除に育苗箱施用, 野菜害虫(アザミウマ目, 甲虫目, 双翅目, 半翅目, 鱗翅目)の防除に土壌処理, 土壌害虫にも有効
フラチオカルブ (デルタネット, リゲノン)	カルボフラン誘導体 劇物 浸透移行性あり, イネ害虫(イネミズゾウムシ, イネドロオイムシ, ウンカ・ヨコバイ類)の防除に育苗箱施用, 野菜害虫(鱗翅目, 半翅目, アザミウマ目)の防除に土壌処理, 土壌害虫にも有効
オキサミル(バイデート)	オキシムカーバメート 毒物 浸透移行性あり, 水に溶けやすく土壌移行性大, アザミウマ目, アブラムシ類に有効, 土壌線虫にも有効
チオジカルブ(ラービン)	オキシムカーバメート 劇物 イネ, 野菜, 茶, 果樹などの鱗翅目害虫の防除剤
アラニカルブ(オリオン)	オキシムカーバメート 浸透移行性あり, 野菜, 果樹などの鱗翅目害虫, アブラムシ類の防除剤
〔ピレスロイド剤〕(野菜, 果樹など広範な害虫に有効) (殺ダニ活性なし, 魚毒性大C類)	
エスフェンバレレート(スミアルファ)	フェンバレレートの光学異性体 A $\alpha$ 劇物 (殺ダニ活性あり, 魚毒性大C類)
ピフェントリン(テルスター)	劇物
ハルフェンプロックス(アニバース)	エーテル結合 劇物 殺ダニ剤であるが, 半翅目, アザミウマ目害虫に有効
アクリナトリン(アーデント)	ピレトリン酸構造 鱗翅目, 半翅目, アザミウマ目害虫に有効
(水田用防除剤, 魚毒性低いB類あるいはA類)	
シクロプロトリン(シクロサルU)	殺虫スペクトル狭い(イネミズゾウムシ, イネドロオイムシ, イナゴ類, ツマグロヨコバイに有効), ダイズ害虫(カメムシ類), ミカン, 茶の害虫(ハモグリガ, アザミウマ目)にも有効
エトフェンプロックス(トレボン)	エーテル結合 殺虫スペクトル広い(鱗翅目, 半翅目, 直翅目, 双翅目など), ムギ類, ダイズ, キャベツなどの害虫にも有効
シラフルオフエン(MR. ジョーカー)	有機ケイ素 殺虫スペクトル広い(鱗翅目, 半翅目, 甲虫目, 直翅目に有効), 茶, 果樹の害虫にも有効
(土壌害虫専用防除剤)	
テフルトリン(フォース)	毒物 魚毒性大C類 くん蒸作用あり
〔ネライストキシ系薬剤〕	
ベンスルタップ(ルーバン)	低魚毒性であるがドジョウに毒性大 イネ, 野菜, 茶の害虫(鱗翅目, 甲虫目, アザミウマ目)の防除剤
〔クロロニコチル系薬剤〕	
イミダクロプリド(アドマイヤー)	劇物 残効性大, 浸透移行性あり, イネ, 野菜, 果樹の害虫(鱗翅目, 甲虫目, 半翅目, アザミウマ目)の防除剤, イネ害虫の防除に育苗箱施用, 野菜害虫の防除に土壌処理
アセタミプリド(モスピラン)	劇物 残効性大, 浸透移行性あり, 野菜, 果樹, 茶の害虫(鱗翅目, 半翅目, アザミウマ目, 甲虫目)の防除剤, 特に鱗翅目に効果大, 野菜害虫の防除に土壌処理
ニテンピラム(ベストガード)	残効性大, 浸透移行性あり, イネ害虫(ウンカ・ヨコバイ類), 野菜, 果樹, 茶の害虫(半翅目, アザミウマ目)の防除剤, 野菜害虫の防除に土壌処理
〔ピラゾール系薬剤〕	
フィプロニル(プリンス)	劇物 やや遅効的, 残効性あり, 浸透移行性あり, イネ害虫(イネミズゾウムシ, イネドロオイムシ, ウンカ類, コブノメイガなど)の防除に育苗箱施用

## 〔昆虫成長制御剤〕

(キチン合成阻害剤, アブプロフェジン系)

アブプロフェジン(アブロード) イネ, 野菜, 果樹の害虫(ウンカ・ヨコバイ類, コナジラミ類など)の防除剤

(キチン合成阻害剤, ベンゾイルフェニル尿素系, その他)

テフルベンズロン(ノーモルト) 果樹, 野菜, 茶の害虫(鱗翅目, 甲虫目)の防除剤

クロルフルアズロン(アタブロン) 果樹, 野菜, 茶の害虫(鱗翅目), 野菜害虫(ミナミキイロアザミウマ)の防除剤

フルフェノクスロン(カスケード) 果樹, 野菜, 茶の害虫(鱗翅目, ヨコバイ類, アザミウマ目)の防除剤, ハダニ類にも有効

ヘキサフルムロン(コンセルト) 果樹, 茶の鱗翅目害虫の防除剤

シロマジン(トリガード) トリアジン系 浸透移行性あり, 花き害虫マメハモグリバエの防除剤

(昆虫ホルモン様活性剤, 幼若ホルモン様活性)

フェノキシカルブ(インセガー) カーバメート系 果樹, 茶の害虫(鱗翅目, カイガラムシ類)の防除剤

ピリプロキシフェン(ラノー) 野菜害虫(コナジラミ類, アザミウマ目)の防除剤(施設に限定)

(昆虫ホルモン様活性剤, 脱皮ホルモン様活性)

テアフェノジド(ロムダン) ベンゾイルヒドラジド系 イネの鱗翅目害虫の防除剤

〔その他の薬剤〕

ピリダベン(サンマイト) 劇物 魚毒性大C類 殺ダニ剤であるが果樹, 野菜, 茶の害虫(コナジラミ類, アザミウマ目, アブラムシ類)にも有効

ピリミジフェン(マイトクリーン) フェノキシエチルアミン系 劇物 殺ダニ剤であるが, コナガにも有効

クロルフェナピル(コテツ) ピロール系 劇物 魚毒性大C類, 残効性あり, 野菜, 果樹, 茶の害虫(鱗翅目, アザミウマ目)の防除剤 ハダニ類にも有効

オレイン酸ナトリウム(オレート) 界面活性剤 残効性なし, 野菜のアブラムシ類に有効

毒性の区分は原体を基準

ル)が, 1991年にはメソミルを低毒化したアラニカルブ(オリオン)が開発された。いずれの薬剤も浸透移行性を有し, カルボスルファンとベンフラカルブは, アザミウマ類, 半翅目, 甲虫目, 鱗翅目, 双翅目など広範な害虫に対し有効である。オキシム型のオキサミル(バイデート)はアザミウマ類, アブラムシ類や土壌線虫の防除に用いられる。

## (3) ピレスロイド系薬剤

哺乳動物に対する毒性が低い天然物質ピレトリン(除虫菊の殺虫成分)は, 太陽光に不安定で野外では使用できなかつたが, 1980年代前半に野外においても安定なピレスロイド剤が相次いで開発された。本剤は神経膜(興奮性膜)の刺激伝導に関与するナトリウムイオンチャンネルに作用する。本剤は一般に魚毒性が高く水田では使用できなかつたが, 魚毒性の低い, 水田で使用できるシクロプロトリン(シクロサルU), エトフェンプロックス(トレボン)などが開発された。さらに最近炭素原子をケイ素原子で置換した魚毒性の低いシラフルオフェン(MR.ジョーカー)が登録になった。

ピレスロイド剤は天敵昆虫に対する毒性が高いものが多いが, その上開発初期のものはハダニ類に活性がなかつたために, ピレスロイド剤の使用後にハダニ類が異常に多発する現象が問題となったが, その後, ハダニ類にも防除効果のあるフルバリネート(マブリック), フェンプロパトリン(ロディー), ビフェントリン(テルスタ

一)などが開発された。また, コガネムシ類, ネキリムシ類などの土壌害虫に有効なテフルトリン(フォース)が開発された。

## (4) ネライストキシン系薬剤

カルタップ(パダン)は神経シナプス後膜のアセチルコリン受容体に作用し, 鱗翅目害虫に対して特効的に作用する。本剤は既に1960年代後半からニカメイガ, コブノメイガなどイネ害虫の防除を中心に使用されてきた。現在でも, 本剤は各種の鱗翅目害虫や各種薬剤に高度の抵抗性が生じているコナガなどの防除剤として貴重な存在である。

## (5) クロロニコチル系薬剤

ニコチンはタバコから製剤化され急性毒性が高く従来注目されなかつたが, 1992年にニコチンと類似の作用性を有するイミダクロプリド(アドマイヤー)が開発された。本剤は神経シナプス後膜のアセチルコリン受容体に作用し, 致死させる。本剤は浸透移行性を有し, ウンカ・ヨコバイ類, アブラムシ類, コナジラミ類などの半翅目や, イネミズゾウムシ, コガネムシ類など甲虫目, ミナミキイロアザミウマなどの広範囲の害虫に卓効を示し, 粒剤の土壌処理では1か月あるいはそれ以上の長い残効性が確認されている。本剤には直接的な殺虫効果のほかに, 摂食, 交尾, 産卵, 飛翔行動などにも影響を及ぼし生育不良や産卵数の低下などを起こさせる生理作用が観察されている。本剤と類似の作用性をもつアセタミ

ブリド（モスピラン）とニテンピラム（ベストガード）の2剤が登録された。

#### (6) ピラゾール系薬剤

本年登録になったフィプロニル（プリンス）は、昆虫の抑制性神経シナプスのGABAレセプターに作用する。本剤は残効性が長く浸透移行性を有し、イネのほとんどすべての害虫に高い防除効果を示す。

### 2 昆虫成長制御剤

昆虫に固有の脱皮・変態の過程に作用し防除効果を示す殺虫剤を昆虫成長制御剤（IGR剤）という。皮膚の主成分であるキチンの生合成系を阻害し防除効果を示す薬剤にプロフェジン（アブロード）と、ベンゾイルフェニル尿素系薬剤が普及している。また、脱皮・変態に関与するホルモン系に作用するIGR剤が開発されている。この種の薬剤は、昆虫固有の生理機能に作用するため選択性がきわめて高く安全性が高い。一方、従来の神経系に作用する殺虫剤に比べて効果は遅効的で、害虫の種類によっては幼虫による食害が進行する。しかし、本グループの薬剤は産卵数の減少や産下卵のふ化率の低下など次世代の個体密度を抑制する作用をもつため、増殖の旺盛なウンカ・ヨコバイ類、アザミウマ目などの害虫に対しては顕著な防除効果を示す。

#### (1) キチン合成阻害剤

プロフェジン（アブロード）はウンカ・ヨコバイ類に対し長期間にわたり防除効果を示すほか、コナジラミ類、カイガラムシ類など半翅目害虫やホコリダニ類に対しても顕著な防除効果を示す。クロルフルアズロン（アタブロン）は鱗翅目害虫に効果があるほか、双翅目、甲虫目にも効果を有する。フルフェノクスロン（カスケード）は殺ダニ活性も有する。

#### (2) ホルモン様活性化剤

幼若ホルモン活性を有するカーバメート系のフェノキシカルブ（インセガー）は、鱗翅目害虫やカイガラムシ類に有効である。ピリプロキシフェン（ラノー）はコナジラミ類、アザミウマ目、カイガラムシ類に対し防除効果を有する。また、脱皮ホルモンはステロイド骨格を有しその農業としての利用は困難と考えられていたが、脱皮ホルモン様活性を有するベンゾイルヒドラジド系のテブフェノジド（ロムダン）が鱗翅目害虫の防除剤として開発された。

### 3 生物由来の殺虫剤など

芽胞形成細菌 *Bacillus thuringiensis* を製剤化したBT剤は、1981年に鱗翅目害虫の防除剤として登録された。最近コガネムシ類に防除効果のある菌株が見いだされ、製剤化に向けた試験が行われている。

土壌放線菌が産生する16員環マクロライド系物質を有効成分とする殺ダニ剤ミルベメクチン（ミルベノック）が登録になったが、同系統のエバメクチンなどが鱗翅目やアザミウマ目害虫の防除剤として試験中である。

木本植物（センダン属）から抽出したニームに対する関心が高い。本剤の殺虫成分アザディラクチンは、ジフイドロフラン環をもつ複雑な化学構造で摂食阻害作用のほかIGR剤様活性を示し、各種の害虫に対する防除効果が確認されている。

クロルフェナピルは本年登録された呼吸系（エネルギー生成系）を阻害する薬剤で、鱗翅目、アザミウマ目害虫やハダニ類に有効である。

昆虫の気管系を覆い窒息致死させる作用をもつ界面活性剤オレイン酸ナトリウム（オレート）が、アブラムシ類、コナジラミ類、アザミウマ目など微小な害虫の防除剤として1992年に登録された。

## III 殺虫剤の利用上の問題

### 1 天敵生物および生物防除資材との併用

農業を使用している農耕地においても、害虫を摂食する各種の天敵生物が息し害虫の個体密度を制御している。ピレスロイド剤が農耕地で使用され始めた当時、薬剤散布後数週間してハダニ類が異常に多発する現象（リサージェンス）が柑橘園、茶園などで観察されたが、その主因はピレスロイド剤の天敵に対する影響と殺ダニ活性がなかったことである。その後殺ダニ活性を有するピレスロイド剤が開発され、こうした薬剤を用いるか、残効性の長い殺ダニ剤を併用することでハダニ類の多発は回避されている（古橋・森本、1989）。

一般に神経系に作用する殺虫剤の天敵昆虫に及ぼす影響は大きく、天敵生物や生物防除資材の導入に伴い殺虫剤との共存が今後の大きな問題である。殺虫剤のこうした影響を回避・軽減する手段として四つほどのことが考えられる（表-2）。

第一は、天敵昆虫や生物防除資材に影響が少ない薬剤の使用である。プロフェジンやベンゾイルフェニル尿素系などのIGR剤は、寄生蜂、テントウムシ、ハナカメムシなどの天敵昆虫に対する影響はほとんどない。ミナミキイロアザミウマとその捕食性昆虫ヒメハナカメムシに対する各種薬剤による影響を調べた結果によると、従来の神経系に作用する薬剤は天敵昆虫に対する影響が大きく状況によってアザミウマが多発するが、IGR剤ピリプロキシフェンは天敵昆虫に影響が少なく、アザミウマを効果的に防除できる（永井、1991）。

なお、こうした選択性の高いIGR剤は、カイコや河

表-2 有機合成殺虫剤と天敵生物や生物防除剤との共存方法

共存方法	具体例
天敵生物や生物防除剤に対し影響の少ない薬剤の使用	昆虫成長制御剤(IGR), 微生物剤, 界面活性剤, ピリミカーブ
薬剤の天敵生物や生物防除剤との時間的な接触回避	残効性の短い薬剤(DDVP など)
薬剤の天敵生物や生物防除剤との空間的な接触回避	薬剤散布しない畦あるいは区の設定, スポット散布
薬剤の処理方法による天敵生物や生物防除剤に対する影響回避	浸透移行性薬剤(アセフェート, カルボスルファン, ベンフラカルブなど)の土壌処理や育苗箱施用

川に生息する水生昆虫やエビなど甲殻類に対する影響は無視できず、使用に当たっては十分配慮する必要がある。アブラムシ類専用防除剤であるカーバメート系のピリミカーブ(ピリマー)は、天敵昆虫に対する影響が比較的少ない薬剤として知られている。

わが国では殺虫剤の天敵生物や非標的生物に対する影響評価のガイドラインが整備されていないが、欧米では国際生物的防除機関(IOBC)や環境毒性学・化学学会(SETAC)を中心に検定法がマニュアル化され検定データが整理され、農薬登録時に関連資料の提出を義務づけることも検討されている(平井, 1996; 根本, 1995)。

第二, 三の手段は、天敵昆虫と殺虫剤との接触を時間的あるいは空間的に回避することである。天敵昆虫に多少の影響はあっても、DDVPなど残効性の短い殺虫剤を生物防除資材の放飼とずらして散布することで、薬剤の影響を回避することが可能である。薬剤との接触を空間的に断つ手段としては、殺虫剤散布をしない畦あるいは区画を設けたり、害虫が発生している箇所に集中的に散布するなどにより天敵昆虫を温存する方法がある。

もう一つの方法は農薬の処理方法である。製剤をフィルムで包装したパック剤などの使用もドリフトによる影響を軽減する手段となる。前述した浸透移行性を有する薬剤を土壌に施用する方法が普及しているが、こうした施用方法は地上部を吸収加害する害虫に対し効力を発揮し、その害虫の天敵昆虫に対する影響は少なく理に叶った合理的な方法といえる。最近、ピリプロキシフェン(ラノー)を付着した黄色テープを施設内の作物上部に設置し、コナジラミ類を誘引、接触させる資材が開発された。すなわち、テープに付着した薬剤に接触したコナジラミ類が産下する卵はふ化せず次世代の密度を低下させる効果がある。

## 2 薬剤抵抗性の管理(浜, 1996)

これまで害虫の防除が殺虫剤に大きく依存してきた結果として、薬剤抵抗性害虫が顕在化し大きな問題となっている。ハダニ類やコナガの抵抗性発達の経過から、薬剤抵抗性問題は新たな殺虫剤の開発で解決し得ないことが明らかになった。抵抗性発達を事前に予測することは難しいものの、過去の経験から抵抗性が生じにくい殺虫剤が明らかにされている。コナガのような抵抗性が発達しやすい種類でも、BT剤やネライストキシン系薬剤に対する抵抗性発達は他の薬剤に比べて遅いようである。また、マシン油や界面活性剤など、物理的作用で致死させる薬剤に対する抵抗性は報告されていない。

抵抗性発達は同じ薬剤を連用する場合が最も早いことが、経験的、あるいはシミュレーション予測により確認されている。作用性の異なる多様な薬剤が開発されており、これらの薬剤をローテーション使用することによって各薬剤に対する抵抗性発達を回避、あるいは抑制する抵抗性管理技術を確立する必要がある。

## おわりに

ガット・ウルグアイ・ラウンド対策の一つとして稲作の省力・大規模化栽培があるが、フィプロニルなど残効性の長く広範な害虫に有効な殺虫剤は省力化の有力な資材となる。一方、総合防除(IPM)システムを構築する際には、防除効力がそれ程高くなく殺虫スペクトルの狭い薬剤であっても天敵生物に影響の少ない薬剤や速効的で残効性の短い薬剤が必要である。すなわち、薬剤以外の防除資材や防除法と組み合わせ併用するには、多様な作用性をもつ各種の殺虫剤を用意する必要がある。

殺虫剤の天敵生物や防除対象外の生物に及ぼす影響評価は、急性毒性についての検討に限定され、薬剤の長期的な影響や食物連鎖による間接的な生態系に及ぼす影響についてはほとんど検討されていない。こうした影響評価は今後の重要な課題である。

本文の作成にあたり新薬剤の資料をご教示いただいた住友化学工業(株)笠松紀美博士にお礼申し上げます。

## 参考文献

- 1) 古橋嘉一・森本輝一(1989): 植物防疫 43: 375~379.
- 2) 浜 弘司(1996): 研究ジャーナル 19(11): 印刷中.
- 3) 林 直人・森田久孝(1996): 植物防疫 50: 81~92.
- 4) 平井一男(1996): 同上 50: 285~289.
- 5) 永井一哉(1991): 同上 45: 423~426.
- 6) 根本 久(1995): 天敵利用と害虫管理. 農山漁村文化協会, pp. 181.
- 7) 農薬工業会: 農薬時報. 最近号の新農薬情報.
- 8) 辰巳 勳(1996): 農薬 43(3): 9~11.
- 9) 上畠 完(1994): 同上 41(3): 38~42.