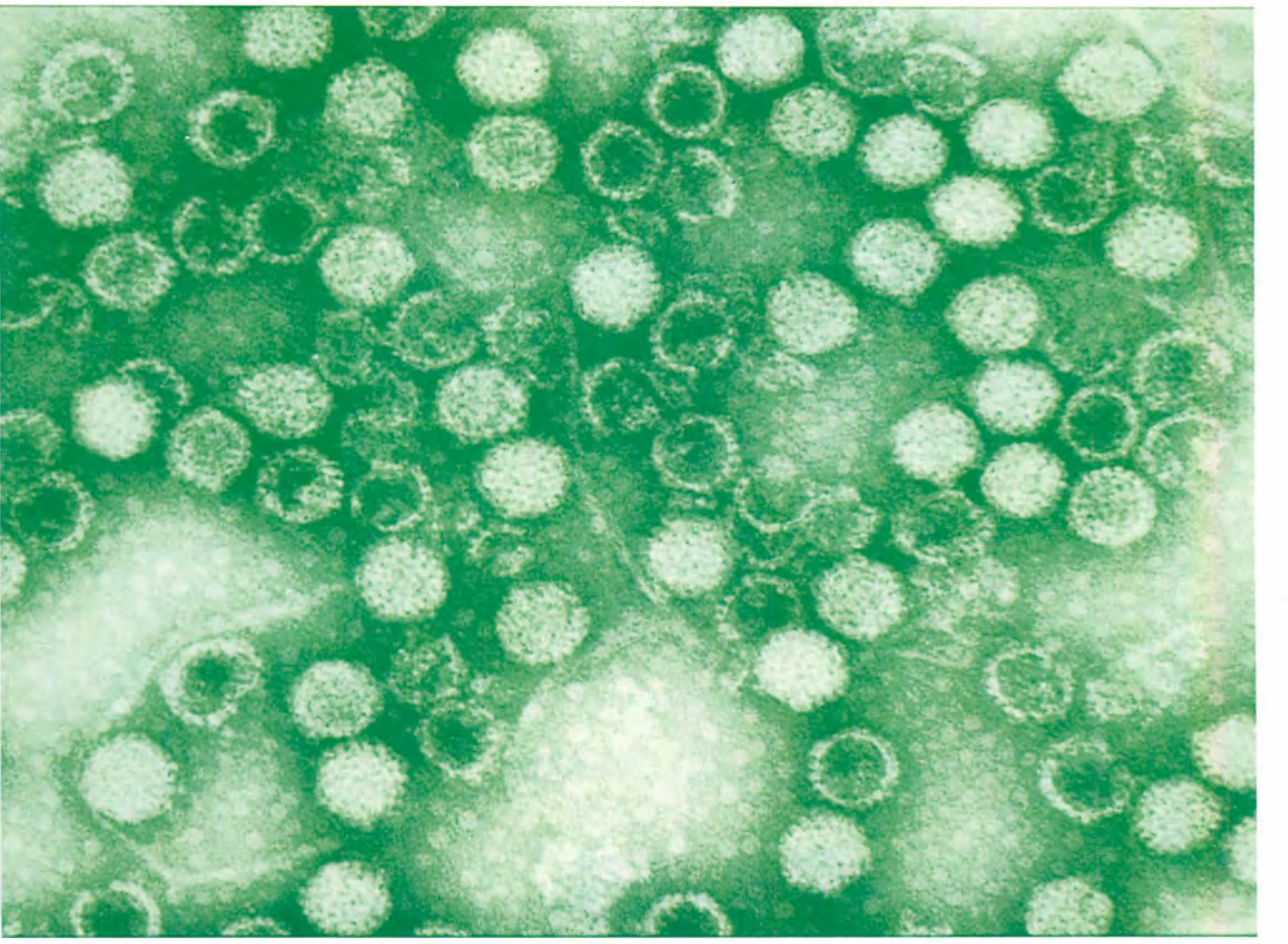
ISSN 0037-4091

植物防疫

平成八年十一月二十五日印刷
平成八年十二月一日発行
第五十巻第十二号
（毎月一回一日発行）



1996 12 VOL 50

畑のチャンピオン、ガゼットくん。

野菜・畑作害虫をノックアウト

- 抵抗性コナガ、キスジノミハムシ、ミナミキイロアザミウマなど難防除害虫に優れた効果を示します。
- かんしょやいちごのコガネムシ類（幼虫）、さとうきびのハリガネムシなど土壌害虫にすぐれた効果を示します。
- 優れた浸透移行性により、薬剤のかかりにくい部分でも十分な効果を示します。
- 優れた残効性により防除回数を減らすことが可能です。

適用作物

キャベツ、はくさい、ブロッコリー、だいこん、ねぎ、きゅうり、なす、ピーマン、メロン、すいか、かんしょ、ばれいしょ、とうがん、いちご、さとうきび、たばこ、きく、ストック、水稲

ガゼット®粒剤

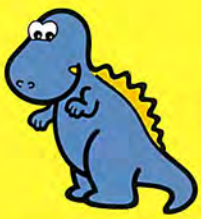
カルボスルファン…3.0%

®は米国FMC社の登録商標です。

日産化学　FMC 原体供給元 FMCコーポレーション

省力・経済防除。
水稲初期害虫を
同時にノックアウト。

★高い浸透移行作用により、イネミズゾウムシ成虫・幼虫を強力に防除します。
★初期害虫であるヒメトビウンカ、ツマグロヨヨコバイ、イネドロオイムシなどを同時に防除できます。
★残効が長いので薬剤の使用回数を減らすことができるので経済的です。
★箱施用なので省力的です。薬害が出にくいので田植3日前から直前まで使用できます。

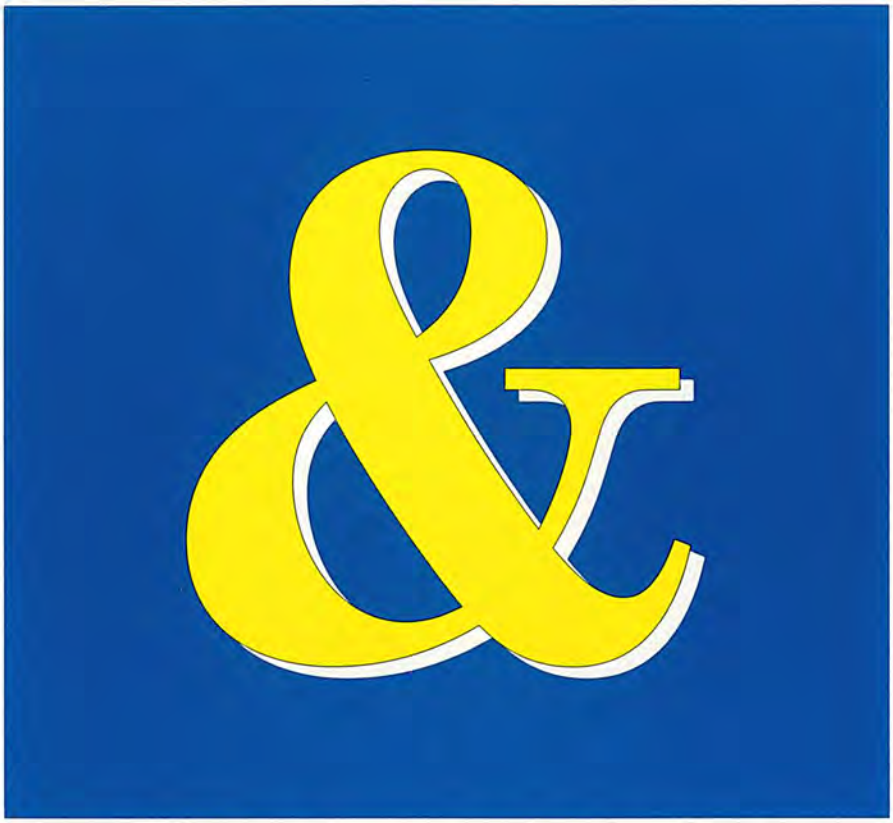


ガゼット®粒剤

カルボスルファン…3.0%

®は米国FMC社の登録商標です。

日産化学　FMC 原体供給元 FMCコーポレーション



夢結び。

人&技術&豊かさ&未来
三井東圧農薬株式会社。

切り拓くこと。イメージすること。創造すること。先へ進むこと。それが、私たちの姿勢です。
生産者の皆様が育む、日々のたゆまぬ努力と情熱の結晶である大地の実りに夢を託して。
三井東圧農薬はこれからも皆様とともに歩み続けます。

●主な取扱い品目●

園芸用ダニ剤
アニバース乳剤/MC

水稲用殺虫剤
なげこみトレボン

野菜用殺虫剤
ブイボン乳剤

水稲用殺虫剤
オフナック粉剤DL

野菜・水稲・花卉・樹木用殺虫剤
オフナック乳剤

水稲初中期一発処理剤
シンザン1キロ粒剤

土壌殺菌剤
ネビジン粉剤

土壌殺菌剤・殺虫・殺線虫剤
三井東圧クロールピクリン
ドロクロール

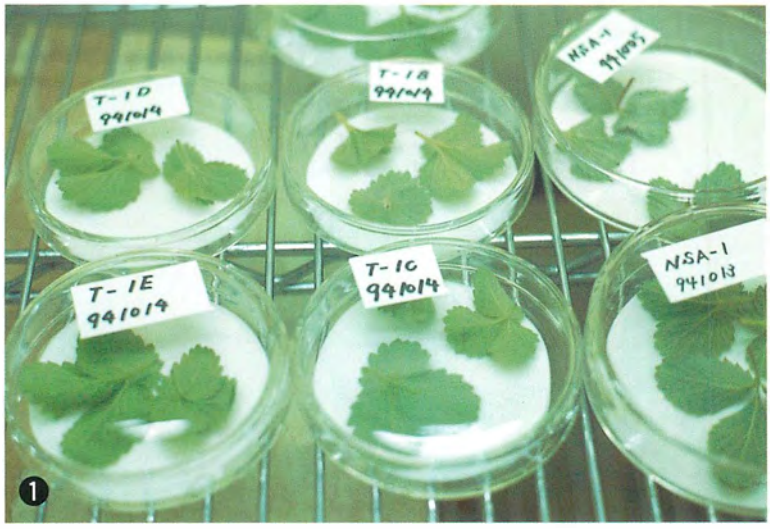
野菜・水稲・すぎ・ひのきの
植物成長調節剤
純グリーン乳剤

殺菌剤・殺虫剤用特殊展着剤
パンガードKS-20

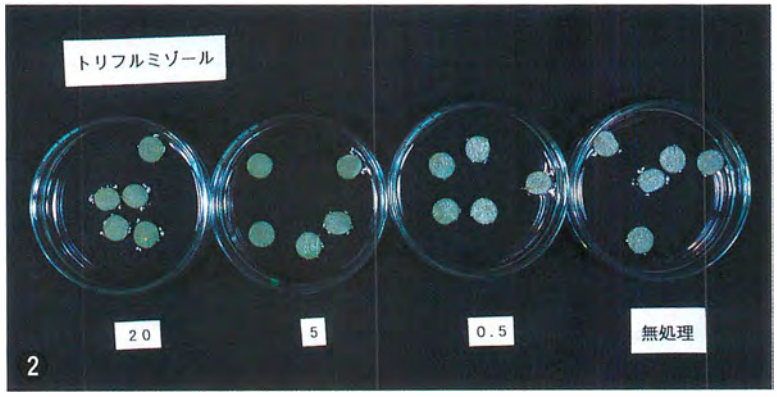
三井東圧農薬株式会社 東京都中央区日本橋1-12-8 第二柳屋ビル
TEL 03(3231)0666

植物病原菌の薬剤感受性検定マニュアル（22）
――イチゴうどんこ病菌――

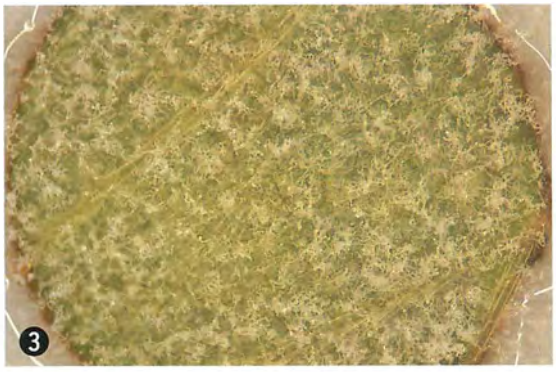
（武田敏幸氏原図、本文 41 ページ参照）



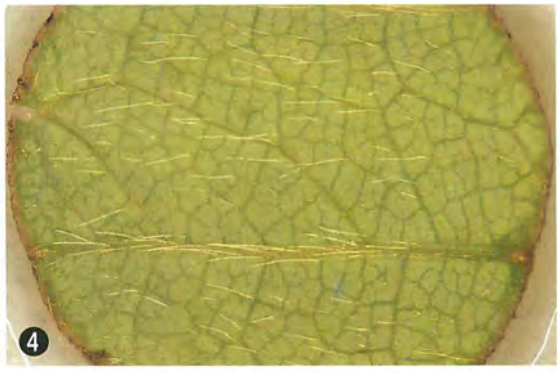
① イチゴうどんこ病菌の継代培養



② リーフディスク法による
薬剤感受性検定結果



● 接種リーフディスク上での発病



④ 無接種のリーフディスク

新しい防除シーン を提案します。

害虫の発生を予察する。
交信を攪乱して交尾を阻害する。
大量に誘引して防除する。
害虫の抵抗性を
発達させることがなく、
また殺虫剤の
散布回数を軽減する。

フェロモン製剤は
新しい防除シーンを
提案します。

サンケイ化学のフェロモン製剤

【交信攪乱用製剤】
- コナガコン®(コナガ用)
- ヨトウコン®-S
  (シロイチモジヨトウ用)

【大量誘殺用製剤】
- アリモドキコール®
  (アリモドキゾウムシ用)
- オキメラノコール®
  (オキナワカンシャクシコメツキ用)

【発生予察用製剤】
- コドリングコール®(コドリンガ用)
- SEルアー(ニカメイガ、コナガ、シロイチモジヨトウ、カブラヤガ、モモハモグリガ、キンモンホソガ、チャノホソガ、シバツトガ、スジキリヨトウ、ヒメコガネ、アリモドキゾウムシ用)

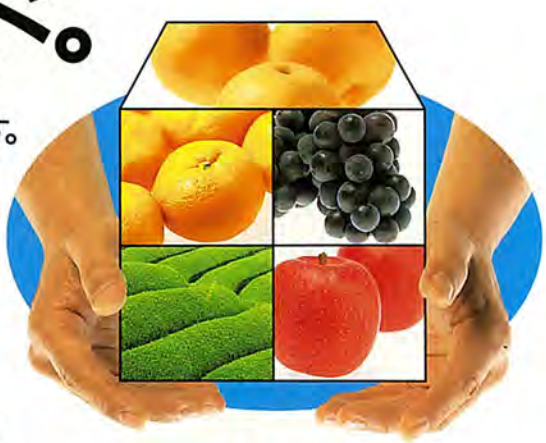
®は登録商標

サンケイ化学株式会社
本　社:〒890 鹿児島市唐湊4-17-6 ☎(0992)54-1161
東京本社:〒110 東京都台東区東上野6-2-1(都信上野ビル)☎(03)3845-7951

タフな効きめで、しっかりガード。

ぶどう、りんご、なしなどの病害に優れた
効果を示す、新しいタイプのEBI剤です。

●特　長
1. 広範な病害の防除
2. 優れた持続力
3. 安定した効果
4. 低薬量・低濃度
5. 難防除病害にも有効



ツイン・アクションの園芸用殺菌剤

マネージ® 水和剤

®は北興化学工業の登録商標

北興化学工業株式会社　〒103 東京都中央区日本橋本石町4-4-20

植物防疫

Shokubutsu bōeki
(Plant Protection)

第 50 巻 第 12 号
平 成 8 年 12 月 号

目　次

農薬の環境リスク評価に関する諸外国の現状と今後の動向……早川　泰弘…… 1
弱毒ウイルスの複合利用によるキュウリウイルス病の防除……小坂能尚・岩崎真人……13
イチモンジセセリの被害解析および要防除密度……吉沢　栄治……18
アブラナ科野菜根こぶ病菌の検出方法……折原　詳子……21
作物の害虫群集はいかに形成されるか……井村　　治……25
トレハラーゼ阻害剤の害虫制御への利用……河野　義明……30
(リレー随筆) 産地の研究室から――地域ブランドを育てる/(14)ゆり根……小田　義信……35
植物防疫基礎講座
　農業害虫および天敵昆虫等の薬剤感受性検定マニュアル(5)
　　イネ害虫：ニカメイガ……昆野安彦……37
　植物病原菌の薬剤感受性検定マニュアル(22)/イチゴうどんこ病菌 ……武田敏幸・中澤靖彦……41
新しく登録された農薬(8.12.1～12.31) ……44
農薬紹介 ……48
中央だより (病害虫発生予察ニュース) ……49　　人事消息 ……12,24,29,40,50
主な次号予告 ……50　　協会だより ……50

自然の恵みをより豊かにするために。
「確かさ」を追求…バイエルの農薬

バイエルの植物防疫世界三大研究開発拠点
食糧の安定供給のための植物防疫は、今や地球全体の問題であり、常に世界的視野に立って研究すべき時代。
当社は、バイエルの三大研究開発拠点の一つとして、ますます重要な役割を担っています。

新しい時代のニーズに合った 夢の新殺虫剤
アドマイヤー®

Bayer

日本バイエルアグロケム株式会社
東京都港区高輪4－10－8　〒108

美しい穂の仕上げをお手伝いします。

田植から収穫までにいろいろな病原菌が
イネの生育や米の品質に悪い影響を与えています。
ブラシン剤は、いもち病・ごま葉枯病をはじめ米の品質を低下させる
穂枯れ性病害に幅広く作用して美しい穂に仕上がります。

タケダ

●いもち病・ごま葉枯病・変色米・紅変米に

ブラシン® BLASIN

- いもち病菌
- ごま葉枯病菌
- すじ葉枯病菌
- アルタナリア菌（褐変穂起因菌）
- カーブラリア菌（変色米起因菌）
- エピコッカム菌（紅変米起因菌）
- すみ黒穂病菌

●殺虫剤・殺菌剤の混合剤も取り揃えています。

●農薬は正しく使いましょう.!

- ●使用前にはラベルをよく読んで下さい。
- ●ラベルの記載以外には使用しないで下さい。
- ●本剤は小児の手の届く所には置かないで下さい。

新発売

水稲の広域防除に空中散布専用剤

ブラシン®ゾル

武田薬品工業株式会社 アグロカンパニー 東京都中央区日本橋2丁目12番10号

農薬の環境リスク評価に関する諸外国の現状と今後の動向

農林水産省農産園芸局企画課　早川泰弘*

はじめに

農薬を含めた化学物質の安全管理については，1992年6月に開催された国連環境開発会議（地球サミット）で採択されたアジェンダ21第19章の中で，化学物質のリスクの評価，情報提供，リスク管理等に関して総合的で広範な課題が提示された。これを踏まえ，現在，OECD，UNEP，WHO，FAO等の国際機関では有機的な連携の下に，加盟国が効率的にこのような施策が推進できるよう積極的な活動が展開されている。農薬についても，特にOECDを中心としてリスク評価等，様々な分野での国際調和，国際協力に関する活動がなされている。

本稿では，農薬のリスク評価等の分野のうち，最近OECDにおいて国際調和に向けて精力的に活動しつつある環境リスク評価等の分野について，リスク評価の考え方，諸外国の現状を紹介するとともに，今後の動向について私見を含めて述べてみたい。

I　リスク評価の基本的考え方

環境リスクについて述べる前に，議論の出発点としてリスク，リスク評価等の考え方を整理しておきたい。

1　リスク（危険性），ハザード（有害性），毒性との関係

リスクという言葉は，危険性などを示す日常語として広く使用されているが，学術的には，例えばリスク研究学会では，「リスクとは，ある技術の採用とそれに付随する人の行為や活動によって，人の生命の安全や健康，資産並びにその環境（システム）に望ましくない結果をもたらす可能性」と定義している。化学物質のリスク評価等の分野ではもう少し限定的にとらえ，リスクとは，ある物質の持つ固有の有害的な性質（ハザード）（爆発性，引火性，毒性等）が発現する可能性，と考えている。農薬について言えば，有害性とは通常毒性（急性毒性，慢性毒性，生態毒性等）を意味し，リスクとは農薬が人または生物に暴露することによってその有害性が発現する可能性，を意味すると言える。したがって，毒性はその農薬固有の性質であり不変なものであるが，暴露量は，暴露の経路，方法等により変化するものであるため，その結果としてのリスクも暴露量の変化に対応して変化することになる（図-1）。

2　農薬のリスク評価の基本的考え方

農薬は農薬取締法に基づき，農林水産大臣の登録を受けなければ販売できないこととなっている。したがって，申請者はモデル的な管理試験を行い，申請データを作成し，国に登録申請する。国はそのデータを基に，もしその農薬が実際に現場で使用された場合のリスクがどうなるかを予測することにより評価し，適正な使用方法を定めた上で登録する。すなわち，農薬の登録時のリスク評価は上市前（事前）評価が基礎となる。これは例えば，水質汚濁防止法に基づく排水規制のように，化学物質を初めて製造する段階では排水基準の設定は行わず，その後実際の公共用水域でのモニタリングにより検出レ

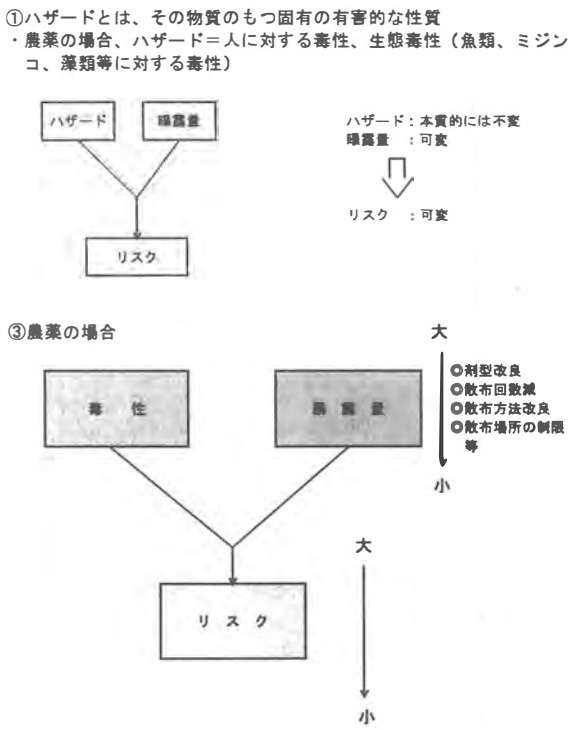
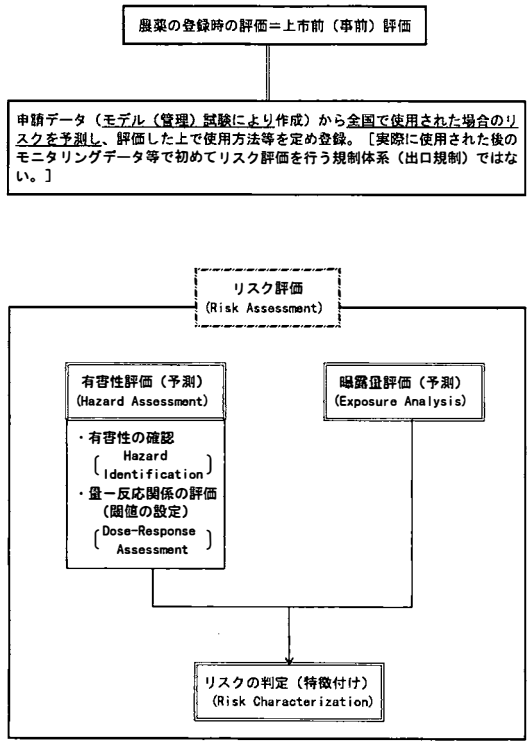


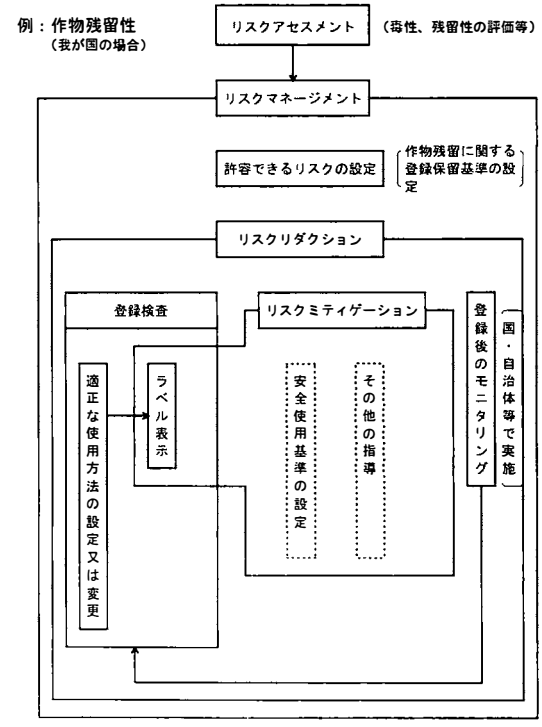
図-1　農薬のリスク（Risk：危険性）とハザード（Hazard：有害性），毒性の違い

*：前 環境庁水質保全局土壌農薬課

Environmental Risk Assessment of Pesticides in Major Countries and its Future Trend.　By Yasuhiro HAYAKAWA



図－2　農薬のリスク評価の基本認識



図－3　農薬のリスクアセスメント(リスク評価)，リスクマネージメント(リスク管理)，リスクリダクション(リスク削減)，リスクミティゲーション(リスク軽減)の関係

ベルが高まり，規制が必要になった段階で当該基準を設定するような規制方式とは異なる。したがって，農薬のリスク評価は，申請データから実際の使用場面を予測するという作業が伴う。

リスク評価は，①有害性（毒性）評価，②暴露量評価，③①，②を踏まえたリスクの判定，という 3 段階から構成される。①の有害性評価は，さらに有害性の確認，量－反応関係の評価（閾値（例えば最大無作用量）の設定等）から構成される（図-2)。農薬は，前述したように実際に現場で使用して得たモニタリングデータにより初めて評価するシステムではないので，①，②の評価もすべて申請データを基に実際に使用された場合はどのようになるかを予測することにより行っている。

3　リスクアセスメント（リスク評価），リスクマネージメント（リスク管理），リスクリダクション（リスク削減），リスクミティゲーション（リスク軽減）の関係

第 2 項で農薬の登録時のリスク評価は事前評価であり，予測に基づいて行い適正な使用方法を定めて登録すると述べたが，登録した後に実際の広範なモニタリング等により登録時に定められた適正な方法に基づいて使用した場合であっても実際のリスクが許容範囲を超える場合がある。このような場合には，登録後のモニタリングデータ等を基に使用方法を厳しい方向に変更し，改めてリスクを減少させる措置を講じる。このような措置はリスクリダクション（リスク削減），リスクミティゲーション（リスク軽減）と呼ばれている。また，リスク評価に基づき許容できるリスクのレベル（多くの場合基準等で表される）を決めたり，リスクリダクション等の措置をとることをリスクマネージメント（リスク管理）と呼んでいる。これらの相互関係は現在のところ必ずしも明確になっているわけではないが，誤解を恐れず図示すると図-3 のようになる。

II　環境リスクとは

環境リスクとは，環境基本法に基づき 1994 年 12 月に策定された環境基本計画では，「環境の保全上の支障を生じさせるおそれ」とされているが，1996 年 6 月に環境庁が公表した報告書「21 世紀における環境保健のあり方」では，さらに具体的に「人の活動によって環境に加えられる環境への負荷が環境中の経路を通じ，ある条件の下で，健康や生態系に影響を及ぼす可能性（おそ

れ)」と述べられている。環境中の経路としては，大気，水，土壌，食物等を想定している。農薬についてみた場合ほぼこの考え方はあてはまるが，OECDではこれまでのところ食物経由の暴露は環境リスクには含めていないようであるので，本稿においても農薬の環境リスクとは「農薬が水，土壌または大気を経由して人の健康または生態系に及ぼす影響」ととらえ，議論を進めることにする。なお，混乱を避けるため，以下，環境リスクのうち人の健康に関するものを健康リスク，生態系に関するものを生態リスクと呼ぶことにする。現在OECD加盟欧米主要国においては，農薬による環境リスクは現実的にはおおむね以下の4種類に分類されている。①水質汚濁による人の健康に及ぼす影響（地下水，表層水経由），②水系生態系に及ぼす影響，③陸系生態系に及ぼす影響，④生態内蓄積性（魚類，ミミズ，鳥類）

なお，ここで生態リスクのとらえ方について考えてみたい。生態リスクの定義としてこれまで諸外国等でも明確に示されたものはないが，「生態系」については，学術的にはオダム(1971)が定義したものがあり，また生態リスク（生態影響）の考え方については，OECDの化学品テストガイドラインに関する生態毒性グループの報告書考察要旨において述べられているので，若干長文ではあるが，参考になると思われるので紹介する。

（1） 生態系

「ある地域の全生物（つまり生物群集）と，これと相互に作用し合う物理的環境を含み，その系におけるエネルギーの流れが明らかに周囲と区別される栄養構造・種組成・物質循環（生物部分と非生物部分の間の物質交代）を成立させているような単位を生物学的系（ecological system）あるいは生態系（ecosystem）と呼ぶ。」(Odum, "Fundamentals of Ecology", 1971)。

（2） 生態リスク（生態影響）

「生態系を構成する生物へのダメージは，生態系の機能と構造の両方に影響を与えることが予想される。生態系の「機能」はエネルギー入力とともに地球化学的環境（geochemical cycling）の動力学に関係し，「構造」は共存する生物種の相互関係を通して相対的な生物量に関係する。環境の攪乱は，生物種の変化，生物量の変化，又は双方の変化として現れる。生物的な抑制効果（死亡，成長と繁殖の減少）及び促進効果（富栄養化，移住等）は，両方とも生態系に有害で望ましくないものとなりうるが，別なものとして区別される。環境に対する影響の事前評価に当たっては理想的には全生態系を考慮すべきであるが，実際的あるいは科学的な見地から一部の生物系への影響を解析するのに制限される。生態毒性学においては，観察された変化が生態学的に意味があるかどうかを判断するのが重要であるが，その現象を拡大適用するには難しい問題もある。生物は自身で損傷を修復したり，有害な条件に適応したりする能力もあるためにこの問題をさらに困難にしている。汚染による生態学的に不可逆的な変化は，好ましくない影響であると考えられるが，可逆的な影響である場合も生物にとって許容されるとはいえ，好ましいものとはいえない。生態毒性学では群集レベルに対する持続的又は不可逆的な影響が最も重要である。個々の生物に損傷を与える不可逆的な影響が群集レベルではあまり重要でないこともあり得る。生態学的な影響の重要性は，例えば繁殖率又は生活環の長さと寿命の差異のため種属間で異なる。重要な影響は，例えば，発芽と発生，成熟，繁殖及び死のような重要な生物学的事象に対するものであり，最終的に生物量を決定する。その他の影響，例えば呼吸系の損傷，酸化酵素系の増加，色素形成の変化，行動変化等は，生態学的に重要なパラメーターに間接的に関与する二次的な影響と考えられる。」(「OECDの化学品テストガイドライン，生態毒性グループの報告書考察要旨」，1981)。

このOECDの考え方に基づき，現在では生態リスクの評価は生態系を構成する生物のうち，代表的な生物種を選び，それらに対するリスクを評価することにより，生態系へのリスクを推定するという手法が広く用いられている。

Ⅲ 農薬の環境リスク評価の具体的評価スキーム

農薬の環境リスクの評価も基本的に前述のⅠの第2項「農薬のリスク評価の基本的考え方」の枠組みに沿って行われるが，より具体的に述べると以下のようになる。

1 有害性（毒性）評価

健康リスクについては，基本的には慢性毒性を想定しているので，毒性評価は食品の残留農薬の場合と同様，ある試験生物を用いた慢性毒性試験等から求めた無毒性量（NOAEL）に不確定係数（uncertainty factor）（安全係数）を乗じてADIを求める。

生態リスクの場合は，試験生物種（例えば魚類）を用いた試験で得られた毒性値（例えばLC_{50}値）に不確定係数（uncertainty factor）を乗じてその生物種に対して影響を及ぼさないと予測される無影響濃度（予測無影響濃度 PNEC: Predicted No Effect Concentration）を求める。

2 暴露量評価

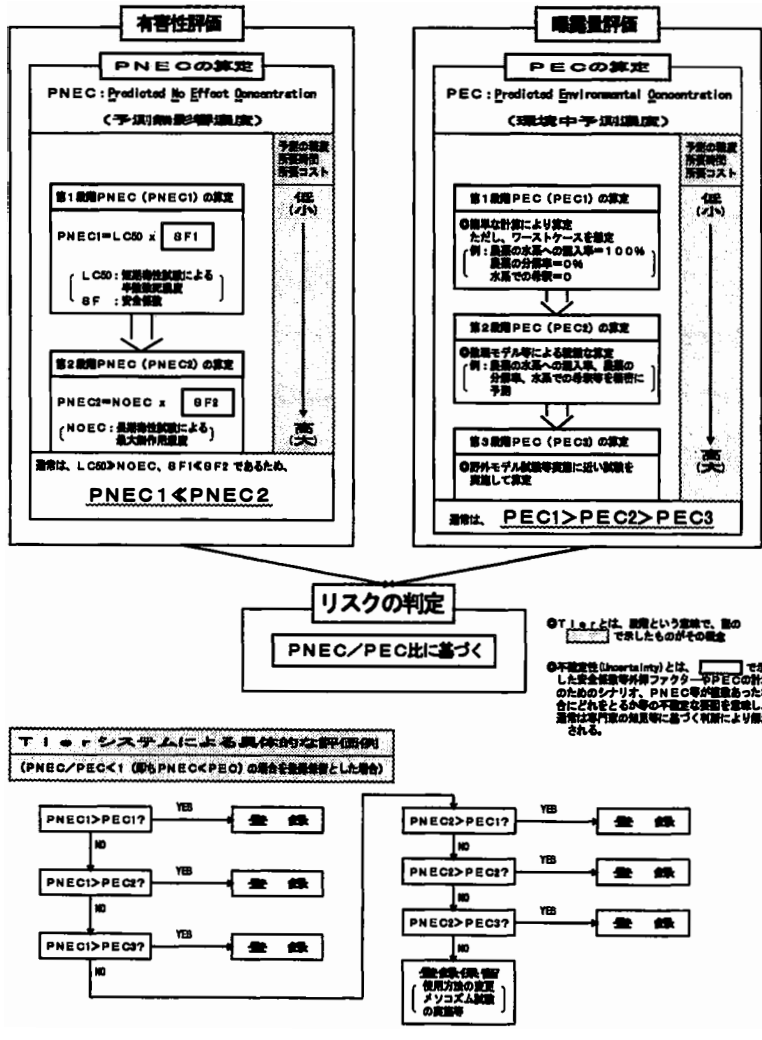
当該農薬について，ある暴露経路および散布方法を想

定し，人または環境生物が暴露すると予測される量（環境中予測濃度 PEC：Predicted Environmental Concentration）を求める。

3　リスクの判定

健康リスクについては，PEC が一定の濃度（カットオフ値：ADI の一定割合または固定値）を下回るか否かで登録するか否かを判定する。生態リスクについては，PNEC と PEC の比（PNEC/PEC）が当該農薬の当該生物種に対するリスクを表す指標となり，その値がある一定の値（カットオフ値）を下回るか否かで登録するか否かを判定する。

PNEC，PEC の算定またはリスクの判定については，主要国ではティア（tier：段階的）システムというシステムを採用している。このシステムは，当該農薬が実際に使用された場合に想定されるリスクを予測するための PNEC，PEC を求めるための試験を，最初の段階から高精度で予測できるようなコストや時間がかかる試験（長期試験）を申請者に対して要求するのではなく，最初の段階ではコストや時間はかからない（短期試験）ラフな試験を要求し，それにより得られた結果に厳しい不確定係数を乗じることにより PNEC，PEC を求め，リスク評価を行う（したがって，実際のリスクよりも相当厳しく評価されることになる）。その結果，カットオフ値をクリアできれば登録可とし，クリアできない場合に



図－4　生態リスク評価の基本的スキーム（例：魚類の生態毒性）
予測無影響濃度（PNEC），環境中予測濃度（PEC），ティアシステム，不確定性（uncertainty）の概念図

表－1　水系生態系に関する生態毒性試験の種類等

A：急性毒性試験
B：亜急性毒性試験
C：慢性毒性試験

国名		個別毒性試験					ミクロコズム試験	メソコズム試験	野外試験	モニタリング
		藻類	ミジンコ	魚類	底生生物	その他				
オーストリア	A		○	○			○ (21)	○ (21)	○ (21)	○ (21)
	C	○	○	○	○					
ベルギー	A	○	○	○	○(1)		○	○	○	
	C	○(2)	○(2)	○(2)						
カナダ	A	○	○	○	○(3)	○(4)	○ (3)	○ (3)	○ (3)	○ (3)
	C		○(5)	○(5)						
スイス	A	○	○	○	○(6)	○(6)	○(6)	○(6)	○(6)	○(6)
	B	○(7)	○(7)	○(7)	○(6)	○(6)				
	C	○(7)	○(7)	○(7)	○(6)	○(6)				
ドイツ	A		○	○			○ (22)	○ (22)	○ (22) (23)	○ (22)
	B			○	○(8)	○(9)				
	C	○	○	○(10)						
デンマーク	A	○	○	○	△	△				
フィンランド	A	△(11)	△(11)	△(11)	△(11)	△(11)	○ (21)	○ (21)	○ (21)	○ (21)
	C		○	△(11)						
日本	A		○	○						
ノルウェー	A	○(12)	○(12)	○(12)			○	○	○	○
	C		○(12)	○(12)						
オランダ	A	○(13)	○(13)	○(13)			○ (21)	○ (21)	○ (21)	○ (21)
	C		○(13)	○(13)	○(13)					
スウェーデン	A	○	○	○		○(14)	○ (21)	○ (21)	○ (21)	○ (21)
	C		○(15)							

国名		個別毒性試験					ミクロコズム試験	メソコズム試験	野外試験	モニタリング
		藻類	ミジンコ	魚類	底生生物	その他				
イギリス	A	○(16)	○(16)	○(16)	○(16)	○(16, 17)	○	○	○	○
	B				○(16)					
	C				○(16)					
アメリカ	A		○	○	○(18)	○(19)	○ (21)	○ (21)	○ (21)	○ (21)
	B				○(18)	○(19)				
	C	○(20)	○	○	○(18)	○(19)				

（注）
（1）影響があると思われる場合に要求
（2）有効成分を用いた急性毒性試験のリスク評価結果により要求
（3）ケースバイケースで要求
（4）維管束植物及び海洋生物
（5）水中残留生がある場合にケースバイケースで要求
（6）当該農薬の性質及び使用方法からみて必要と思われる場合
（7）亜急性毒性及び慢性毒性試験はケースバイケースで当該農薬の性質及び使用方法からみて必要と思われる場合
（8）有効成分又は代謝物のみ対象
（9）特別なケースにおいて水生植物に対して要求
（10）特別なケースにおいて有効成分と代謝物に対して要求
（11）必要性はケースバイケースで判断
（12）製剤には要求せず。代謝物が１０％以上生じる場合に当該代謝物に対して要求
（13）製剤には要求せず。水一底質試験で代謝物が１０％以上生じる場合に当該代謝物に対して要求
（14）除草剤について水生維管束植物のデータを要求
（15）製剤に対して要求
（16）試験は無条件で要求されるわけではなく、使用方法、剤型及び初期リスク評価により必要と思われる場合に要求される。
（17）他の水生無脊椎動物
（18）規制を目的として新たなデータ要求を検討中
（19）汽水性生物
（20）毒性的に問題があると思われる代謝物に対して慢性藻類試験を要求
（21）可能な場合
（22）可能な場合（追加情報として）
（23）池（pond）の試験

表－2　陸系生態系に関する生態毒性試験の種類等

A：急性毒性試験
B：亜急性毒性試験
C：慢性毒性試験

国名		個別毒性試験								ミクロコズム試験	メソコズム試験	野外・モニタリング
		土壌微生物	ミミズ	他の土壌生物	植物	他の有用節足動物	鳥類	哺乳動物	ミツバチ			
オーストリア	A		○	○		○	○(1)	○	○	○ (21)	○ (21)	○ (21)
	B		○(2)			○			○(3)			
	C	○(4)	○(5)		○	○(6)		○(7)				
ベルギー	A	○(8)	○(8)			○(8)	○(8)		○(8)	○ (22)	○ (23)	○ (24)
	B						○		○(9)			
	C	○					○		○(9)			
カナダ	A				○	○	○	○	○	○ (10)	○ (10)	○ (10)
	B							○				
	C	○	○		○(10)		○(10)	○	○(10)			
スイス	A	○	○	○	○	○	○	○	○	○ (11)	○ (11)	○ (11)
	B	△(11)	△(11)	△(11)	△(11)	△(11)	△(11)	△(11)	△(11)			
	C	△(11)	△(11)	△(11)	△(11)	△(11)	△(11)	△(11)	△(11)			
ドイツ	A		○(12) (13)			○(12) (14)	○(13)	○(12) (13)	○(12)			○ (25)
	B					○(12) (14)	○(13)	○(13)	○(12)			
	C	○(12)	○(12)			○(12) (14)	○(13)	○(13)				
デンマーク	A	○	○				○	○	○	○ (19)	○ (19)	○ (19)
	B	○	○				○	○				
	C						○	○				
フィンランド	A	△(15)	△(15)	△(15)	△(15)	△(15)	△(15)	△(15)	△(15)	○ (19)	○ (19)	○ (19)
	B	△(15)	△(15)	△(15)	△(15)	△(15)	△(15)	△(15)	△(15)			
日本	A				○	○			○			○ (26)
	B					△(16)			△(16)			

国名		個別毒性試験								ミクロコズム試験	メソコズム試験	野外・モニタリング
		土壌微生物	ミミズ	他の土壌生物	植物	他の有用節足動物	鳥類	哺乳動物	ミツバチ			
ノルウェー	A								○	○	○	○
オランダ	A					○				○ (19)	○ (19)	○ (19)
スウェーデン	A						○(17)		○(18)	○ (19)	○ (19)	○ (19)
	B						○(17)					
	C						○(19)					
イギリス	A		○	○		○	○	○	○			○
	B		○			○	○	○	○			
	C	○	○				○		○			
アメリカ	A		△(20)	△(20)		△(20)	○	○	○	○ (19)	○ (19)	○ (19)
	B		△(20)	△(20)	○	△(20)	○					
	C		△(20)	△(20)	○	△(20)	○	○	○			

（注）
（1）１０＜有効成分の毒性／暴露量比＜１００、又は製剤のＬＤ50（ラット）＜ＬＤ50（有効成分）の場合
（2）１（有効成分）＜毒性／暴露量比＜１００
（3）QHO/HC＞５０の場合
（4）ＤＴ90＞１００日の場合
（5）亜急性毒性／暴露量比＜５の場合
（6）亜急性影響が３０％を超える場合
（7）ＴＥＲ(toxicity/exposure ratio)a及びＴＥＲst≦１０又はＴＥＲst≦５の場合にケージ試験、又は野外試験を報告しなければならない。
（8）有効成分のＴＥＲ値による
（9）昆虫成長調節剤の場合には幼虫で実施
（10）ケースバイケースで要求
（11）亜急性毒性及び慢性毒性試験はケースバイケースで当該農薬の性質及び使用方法からみて必要と思われる場合
（12）製剤に対して要求
（13）有効成分又は代謝物のみ対象
（14）生物種及び可能な試験による
（15）ＥＵ加盟国になる前にはこのような情報は常に要求されたわけではなかった。製剤及び代謝物の陸系生態系への影響に関する情報は専門家の判断によりケースバイケースで評価されていた。
（16）ケースバイケースで要求
（17）粒剤、種子粉衣剤等の製剤に対して要求
（18）開花期の植物に使用される製剤に対して要求
（19）可能な場合
（20）ほとんど要求されることがないが、ミミズ、他の土壌生物及び他の有用節足動物に関するテストガイドラインは存在する。
（21）鳥類、他の有用節足動物及び水生動物を対象
（22）水生生物を対象
（23）鳥類、ハチ及び他の節足動物を対象
（24）野外試験は主にミツバチ、ミミズ及び有用節足動物を対象；モニタリングは主にミツバチを対象
（25）ミツバチとカイコに対してケースバイケースで要求

は，次の段階としてコストや時間はかかるものの，より実態に近いリスク評価ができるようなPNEC，PECを求める試験を申請者に要求し，その結果に基づき再度リスク評価を行い，カットオフ値をクリアーできれば登録可とするというものである。このシステムのメリットは，申請データの作成のために不必要な時間とコストを回避することができるというものである。概念図を図-4に示す。

Ⅳ　環境リスク評価の具体的手法

1　生態毒性試験（有害性評価試験）の種類およびPNECの求め方

健康リスクについては残留農薬の安全性評価と同一なので省略し，生態リスクの場合について述べる。生態リスク評価の第一ステップとして，生態毒性試験を行うことにより有害性評価を行い，PNECを求める。

（1）　生態毒性試験の種類

生態毒性試験の種類は，水系生態系に及ぼす影響および陸系生態系に及ぼす影響を見るための試験に大別される。それぞれについて具体的な対象生物等を表-1および表-2に示す。

（2）　PNECの求め方

PNECの算定は，必ずしも図-4に示したようなティアシステムをとっている国はそれほど多くなく，魚類等のLC_{50}またはNOEC（最大無作用濃度）をそのままPNECとして用いている国が多い。この中でオランダは甲殻類，魚類，藻類の$LC_{50}\times 0.01$または甲殻類，魚類，藻類のNOEC$\times 0.01$をPNECとしている。詳細は表-3に示す。

2　暴露経路の種類およびPECの求め方

環境リスク評価の第二ステップとして，暴露経路を想定し暴露量の評価を行いPECを求める。

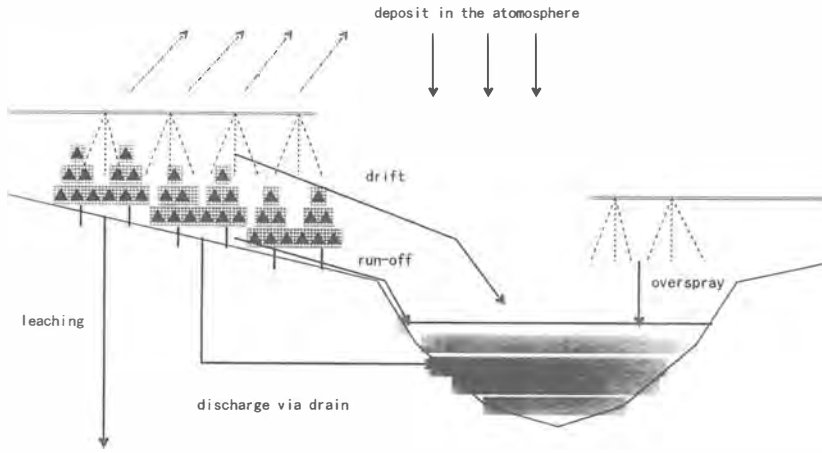
（1）　暴露経路の種類

OECD加盟主要国では，水質汚濁による人の健康に及ぼす影響，水系生態系に及ぼす影響，陸系生態系に及ぼす影響を評価するに当たって，農薬の暴露経路としては以下を想定している（模式図は図-5）。

leaching（リーチング：浸透）［ほとんどの国］；overspray（オーバースプレー：直接散布）［一部の国］；drift（ドリフト）［ほとんどの国］；run-off（ランオフ：表面流出）［一部の国］；discharge via drain（暗渠排水）［一部の国］；deposit in the atomosphere（大気からの沈降）［一部の国］

表－3　PNEC等の算定の実例(水系生態毒性の場合)

国　名	リスク評価を行うために最終的にＰＥＣと比較する毒性値	何をもってNOEC（無影響濃度）とするか	ＰＮＥＣの算定方法
オーストリア	藻類：EC50、ミジンコ：EC50, NOEC、魚類：LC50	延長又は長期NOEC	
ベルギー	最も感受性の高い生物種におけるEC50又はNOEC	長期NOECの最小値	
カナダ	LC50、EC50、NOEC	短期毒性及び長期毒性	
スイス	EC50、LC50	ケースバイケース	ケースバイケース
ドイツ	最も感受性の高い生物種におけるEC50/LC50又はNOEC	延長又は長期毒性NOEC	通常最も感受性の高い生物種におけるNOECをPNECとする
デンマーク	急性毒性：藻類、ミジンコ、魚類、長期毒性：ミジンコ他	ミジンコの長期毒性	
フィンランド	LC50/EC50の最小値	NOECの最小値	
ノルウェー	LC50、EC50、NOEC	NOECの最小値	
オランダ	藻類：EC50, NOEC、甲殻類：LC50, NOEC、魚類：LC50, NOEC	藻類、甲殻類、魚類のNOEC	甲殻類、魚類：0.01×LC50 甲殻類、魚類、藻類： 0.1×NOEC
スウェーデン	LC50又はNOECの最小値	無影響濃度	
イギリス	最悪のケースでの毒性値	魚類、ミジンコ、底生生物の長期試験によるNOEC	
アメリカ	全ての毒性値	亜急性及び長期毒性NOEC	通常は統計学を用いた外挿法により算定



図－5　暴露経路模式図

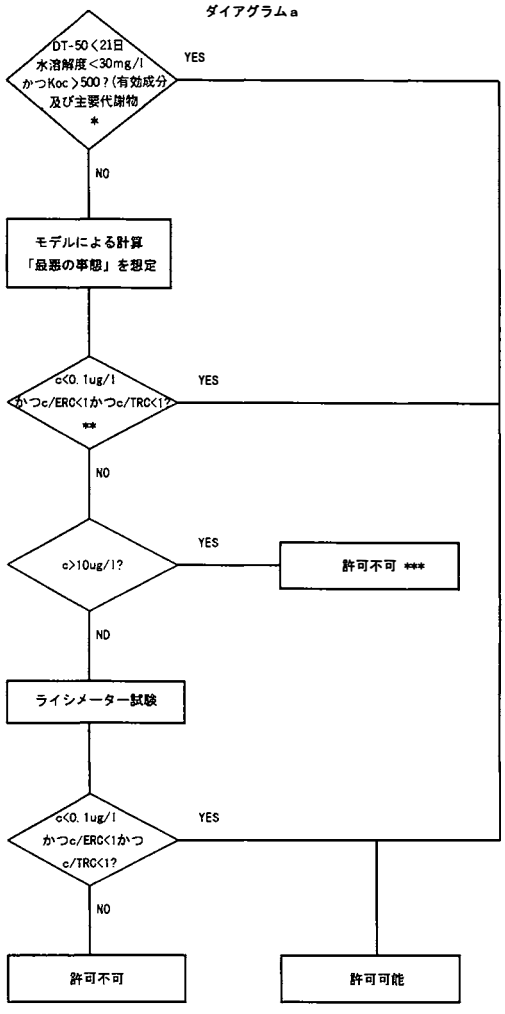
表－4　PEC 等の算定の実例(水系生態毒性の場合)

国　名		曝露経路	ＰＥＣの算定方法（算定のためのシナリオ）
カナダ		表面流出（ランオフ）	施用された農薬の０．５%が土壌とともに、また１%がエマルジョンとして100haの流域における1haの池へランオフにより流入。それらが水深１５ｃｍに溶けたと仮定してＰＥＣを算定。
		ドリフト (overspray)	ワーストケースのシナリオに基づき、散布された農薬の全てが水深１５ｃｍの水中に溶けたと仮定してＰＥＣを算定。
ドイツ		ドリフト (spraydrift)	作物を５分類（普通作物、ブドウ樹、果樹、ホップ、野菜・鑑賞植物）、散布時の生育段階を２段階（生育初期、生育後期）、散布地点からの距離を７段階（5, 10, 15, 20, 30, 40, 50m）に分け、それぞれについて、散布農薬の何%が水系に流入するかの標準表が作成済。流入水系の水深は30cmと仮定。
アメリカ	第１段階	表面流出（ランオフ）	施用された農薬の２%が10haの圃場から１ｈａ、水深２ｍの池にランオフにより流入と仮定してＰＥＣを算定。
		ドリフト (spraydrift)	施用された農薬の２%が同上の池に流入したと仮定してラフなＰＥＣを算定。
	第２段階	表面流出（ランオフ）＋ドリフト (spraydrift)	GENEEC（ラフなスクリーニング的数理モデル）による、より精密なＰＥＣ算定。 ＊シナリオ ・１年間に施用された農薬の総量１０%が10haの圃場から１ｈａ、水深２ｍの池にランオフにより流入。 ・風雨が発生する３日前に散布 ・ドリフト寄与分追加（全散布量のうち、空散５－９５%、地上散布１－９９%が水系に流入） ・Ｋｏｃによる土壌吸着性を考慮 ・加水分解性、光分解性を考慮
	第３段階	同　上	ＰＲＺＭ２によるさらに精密なＰＥＣの算定。

（２）　PEC の求め方

OECD 加盟主要国における PEC の算定は，①図-4 に示したように（図-4 では PEC 1 と表示），農薬の散布量，水系への混入率，水圏の深さ等について現実に起こり得るワーストケースを想定したシナリオを作成し，それに基づき簡単な手計算により PEC を計算する，②数理モデルを利用してより精度の高い PEC を計算する（図-4 では PEC 2 と表示），という方法が採られている（表-4）。現在ほとんどの国は①の方法を採っているが，今後 PRZM-2 や，EXAM II のような精度の高い数理モデルが実用化されるに従って，このような数理モデルにより PEC を算定する国が多くなろう。

(1) 水質汚濁による人の健康に及ぼす影響の評価 (地下水)

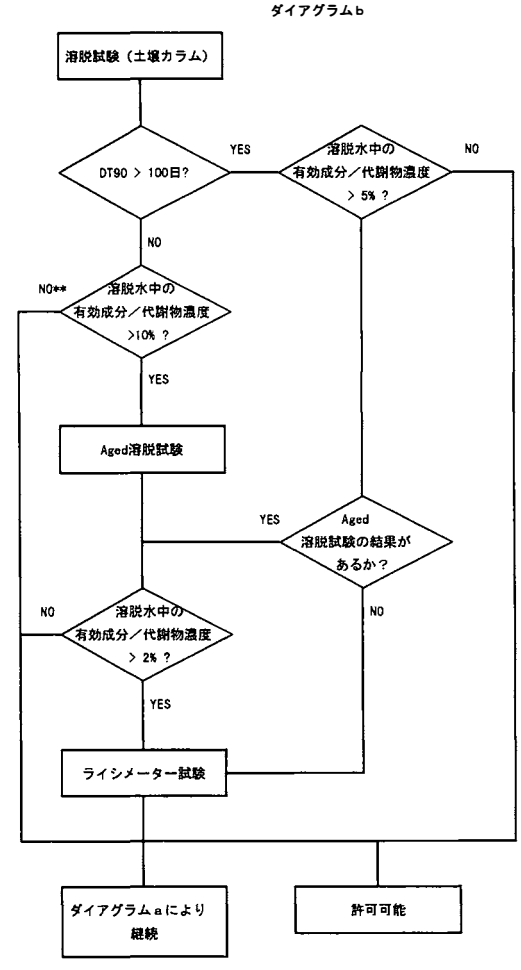


* 主要代謝物:(代謝試験期間中を通じて常に)親化合物の10%以上　DT-50:50%消失日数

** c:溶脱水中の農薬濃度　ERC:環境影響濃度　TRC:毒性影響濃度

*** 有効成分及び/又は代謝物が地下水に悪影響を与えないことを例えばライシメーターにより証明するかどうかは申請者次第である。

図-6 ドイツの環境リスク評価の例(1/5)



** 非常に薬効が高いために使用量がごくわずかな有効成分については、溶脱水中の濃度が10%以下であってもAged溶脱試験を要求されることがある。

DT90:90%消失日数

図-6 続き(2/5)

V 環境リスク評価の実際例

環境リスク評価の考え方についてこれまで述べてきたが，農薬の登録の場面でこれらの考え方に基づいて実際にどのようにリスク評価がなされているかについて，ドイツの例を図-6 に示す。

VI 農薬の環境リスク評価等に関する国際調和と今後の動向

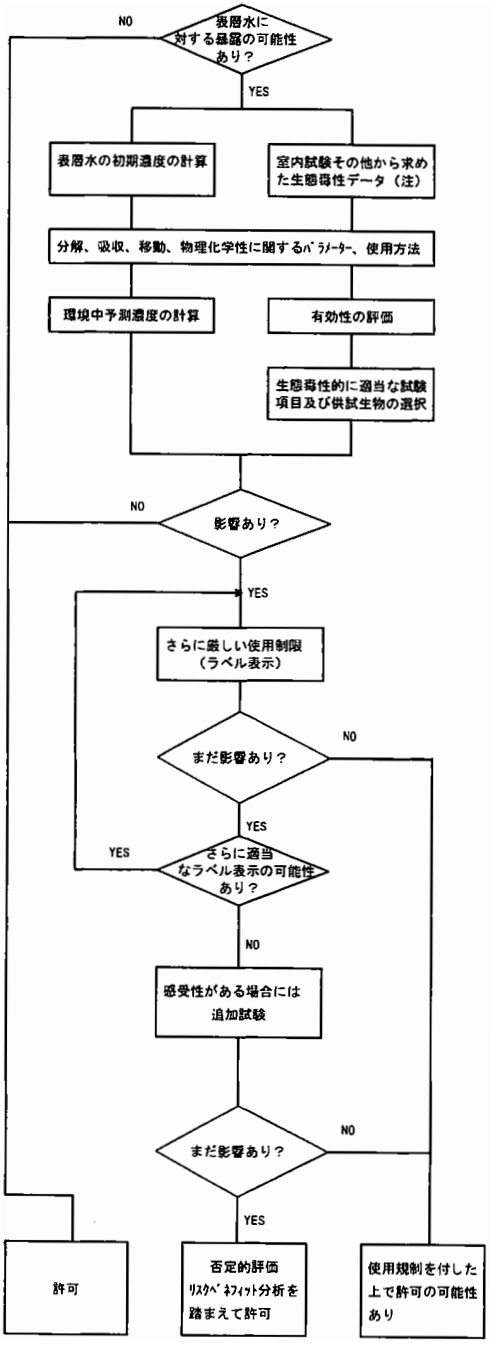
1 OECD を中心とした動き

農薬が国際商品であることから，できるだけ各国間で申請者および審査当局の重複作業，労力，経費等の軽減を図ることを目的として，OECD における化学品の安全性を検討する母体である化学品グループが 1992 年に農薬の登録要件，評価等の国際調和に関するプロジェクトを開始した。その後 1994 年 1 月に化学品プログラムの中に特別プロジェクトとして農薬プログラムを発足させ，その推進のために OECD 加盟国をメンバー，国際機関等をオブザーバーとする農薬フォーラムを設置した。

現在，農薬プログラムでは，

① 国際的に調和のとれた（申請データ作成のため

（2）水系生態系に及ぼす影響

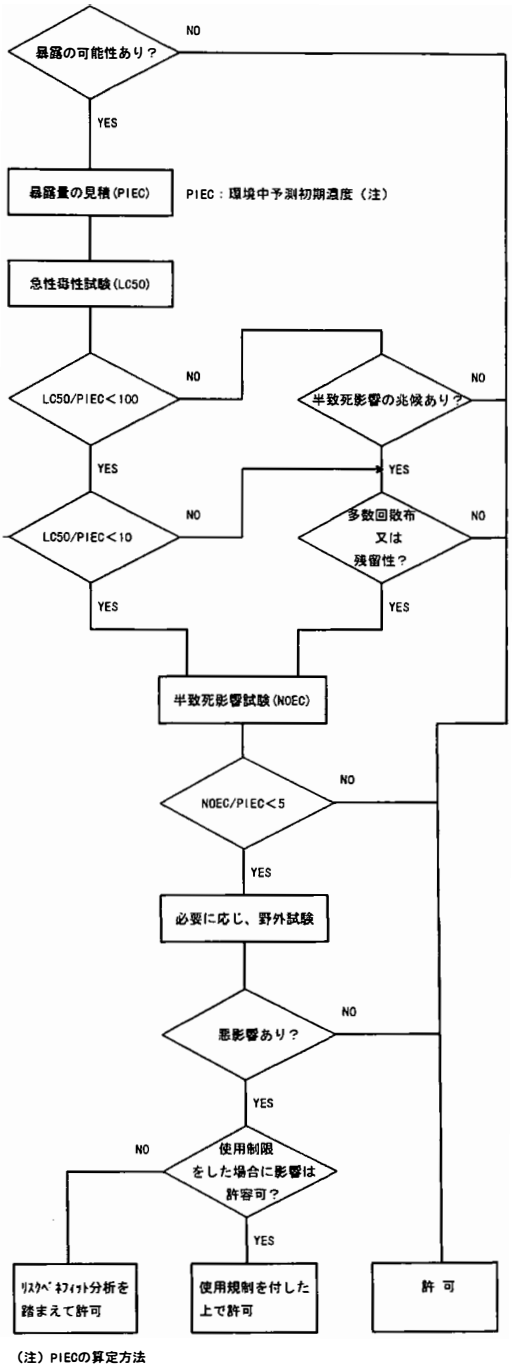


（注）生態毒性試験の種類

①藻類　：生長阻害試験（７２時間暴露）
②ミジンコ（*Daphnia magna*）：急性毒性試験（４８時間暴露）
　慢性毒性試験（２１日間暴露）
③魚類（ニジマス、コイ）：急性毒性試験（９６時間暴露）
　（ニジマス）：慢性毒性試験（２１日間暴露）

図－6　続き(3/5)

（3）陸系生態系に及ぼす影響（ミミズの例）



（注）PIECの算定方法

以下の仮定に基づき計算。

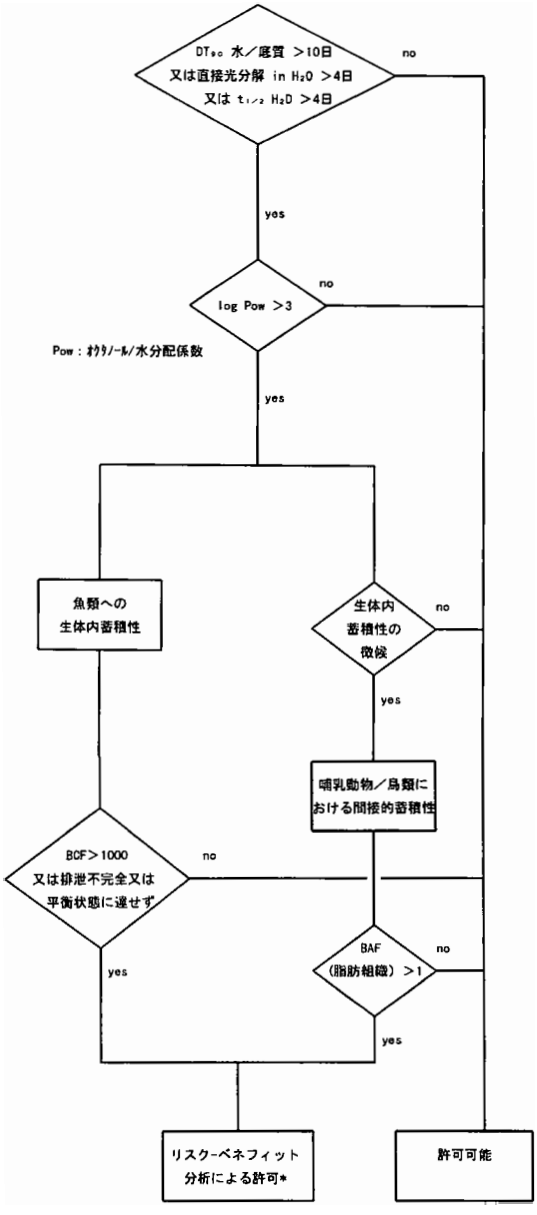
①農薬は土壌の上層2.5cmに均一に分布する。

②土壌に対する被覆率が小さい丈の作物の場合は、散布された薬量の全てが土壌に到達する。

③土壌に対する被覆率が大きい丈の低い作物及び丈の高い作物（果樹、ぶどう、ホップ）の場合にあっては、土壌に対する被覆率を考慮して補正する。丈の低い場合は散布された薬量は作物の生育ステージに応じて減ずる。丈の高い作物の場合は、散布薬量の50%が土壌表面に到達する。

図－6　続き(4/5)

（4）生物濃縮（生体内蓄積性）



*リスクアセスメントは、環境中での分解・運命、散布方法及び生物に対する起こり得る影響を考慮する。

BCF：BioConcentration Factor　BAF：BioAccumulation Factor

図－6　続き(5/5)

の）テストガイドラインの作成（化学品プログラムと共通）

② 国際的に調和のとれた有害性/リスク評価手法の策定

③ 申請データの種類の国際的な調和

④ 登録のための申請データの作成様式および審査当局の評価報告書の作成様式の統一

⑤ 各国の農薬の申請・登録状況等に関する情報交換

⑥ 国際的なリスク削減の推進

等を進めている。

なお，環境リスク評価を含めた環境リスク評価の分野について言えば，以下の活動を行ってきた。

① 農薬のデータ評価に関する OECD 再登録パイロットプロジェクト（1992 年 10 月～1994 年 10 月）

特定の農薬について，以下の観点からプロジェクト参加国間で具体的な比較を行った。

・どの試験の評価を行い，その試験がどのように記述され，評価されたか。

・評価に当たっては，エンドポイント（影響判定点）を何にとっているか，有害性の程度はどのように決定したか。

・全体の評価結果はどうなっているか。

② 農薬の環境評価に関するワークショップ（1993 年 3 月，シュマーレンベルグ（ドイツ）で開催）

主要国における既存の環境評価のスキームを詳細に検討し，各国の制度（スキーム）の調和の可能性を検討

③ 環境に係る有害性/リスク評価に関する OECD ワークショップ（1994 年 5 月，ロンドンで開催）

農薬および一般化学品の環境に係る有害性/リスクの評価に関する 13 例の制度（日本の化審法，農薬取締法も含まれている）を比較し，OECD 加盟国間で評価手法について制度的な面から理解を深めた。

④ 農薬の登録目的のための環境評価の調和に関する OECD ワークショップ（1995 年 11 月，シュマーレンベルグ（ドイツ）で開催）

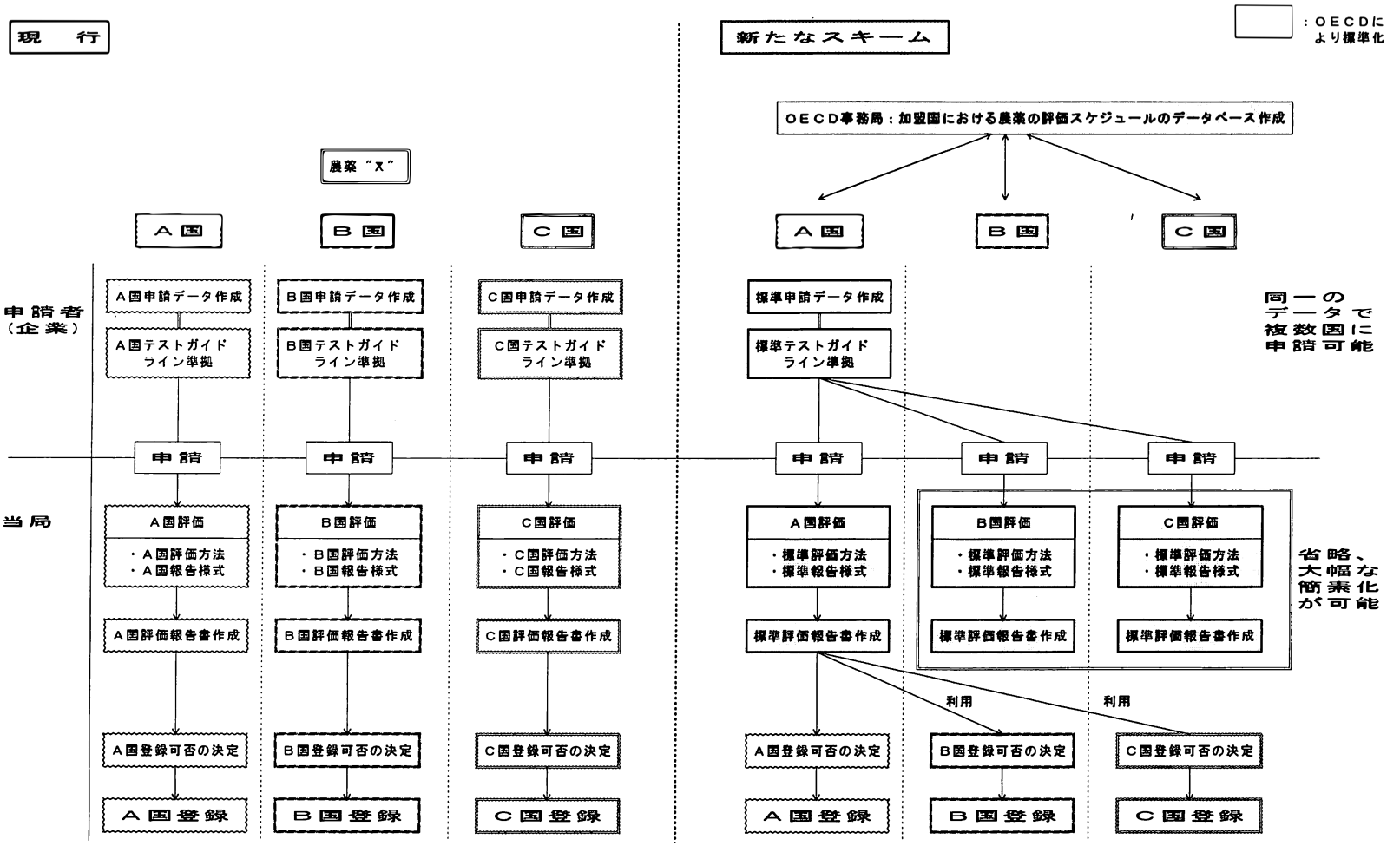
②，③のワークショップを踏まえ，さらに以下の観点から検討

・OECD 加盟主要国が環境リスクの評価を実際にどのように行っているか（特定の農薬について実際にどのような登録検査等を行っているかの事例紹介を含む）。

・OECD 加盟主要国特定のリスク管理に関する決定をどのように行っているか。

2　今後の動向

農薬に関して，OECD が中心となって進めている上記の各種分野の国際調和は，今後大きく進展していくものと思われる。OECD において目指している将来像は，テストガイドライン，申請書の様式，リスク評価手法，登録審査当局の審査（評価）報告書の様式等を国際的に標準化し，ある国において申請，登録された農薬のデータ，その他の資料を可能な限り他の国における申請，登



図－7　OECDで検討中の農薬の評価手続き等の国際調和(概念図)

録にも利用できるようにし，申請者および審査当局の双方の経費，労力等を大幅に軽減していこうというものである（図-7)。

環境リスクの分野でのデータ要求や評価手法の調和については，環境条件等が各国異なることからこれまで調和が遅れている分野であった。しかしながら，最近では前述のように各種ワークショップ等を開催し国際調和の推進を図るべく積極的に活動している。なお，環境リスク評価に関連するもので，現在農薬フォーラムで作業を行っているもの，または行おうとしているものとしては，以下が挙げられる。

① これまで各国であまり取り組んでこなかった底生生物（ユスリカ等）を対象としたテストガイドラインの作成

② 底生生物に係るPECの算定に関するガイダンスの作成

③ 水系環境リスク，陸系環境リスク評価に必要なPECを算定するための数理モデルを加盟国がどの程度利用しているかについての現状報告書の作成

④ 土壌中でのPECの算定のための標準的なシナリオの作成

環境リスクに関する国際的な検討はやっと本格化してきた段階であり，今後その対象分野および内容は一層拡大していくものと思われる。

おわりに

農薬の環境リスクの研究は明確な結論が得にくく，また時間と経費がかかる分野である。我が国もOECD農薬フォーラムの主要メンバー国として，我が国の環境条件も踏まえた，受け入れ可能な結論が得られるよう議論に積極的に参加していくためには，この分野において産・官・学が緊密な連携をとりつつ研究を推進する必要がある。筆者がこの2年余OECDの農薬フォーラムに出席した乏しい経験での感想ではあるが，欧米ではこのような連携が上手く機能しているやに思えた。我が国における農薬の環境関係の研究も，このような観点から今まで以上に積極的に推進されることを深く願う次第である。

参考文献

1) Biologische Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft (1993): Criteria for assessment of plant protection products in the registration procedure.
2) Council Directive 94/43/EC of 27 July 1994 establishing Annex VI to Directive 91/414/EEC concerning the placing of plant protection products on the market (Official Journal of the European Communities No L 227, 1. 9. 1994 p. 41).
3) 池田三郎・盛岡　通(1993): リスクの学際的定義，リスク学のアプローチ，日本リスク研究学会誌，5, (1).
4) 化学品審議会安全対策部会(通産省)(1996): 化学物質総合安全管理の推進のあり方(中間報告).
5) 環境基本計画(1994).
6) 21世紀における環境保健のあり方に関する懇談会（環境庁): 21世紀における環境保健のあり方.
7) E. P. オダム他(1971): 生態系の構造と機能(築地書館).
8) OECDテストガイドライン生態毒性グループ報告書考察要旨(1981).
9) OECD International Workshop on APPROACHES TO A HARMANIZATION OF ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF PLANT PROTECTION PRODUCTS FOR AUTHORIZATION PURPOSES (1995): Environmental Risk Assessment and Regulatory Decisions (Risk Mitigation Measures).
10) OECD (1996): DRAFT SUMMARY RECORD OF THE FOURTH MEETING OF THE PESTICIDE FORUM (ENV/MC/CHEM/PEST/M) (96)1.

人事消息

(10月1日付)（敬称略，カッコ内は旧職）（主任研究官は主研，研究室は研と省略，なお主任研究官は本来部の主任研究官であるが，便宜上所属研究室名の後に付けさせていただいた）

〔農業研究センター〕

高柳　繁―耕地利用部上席研究官（耕地利用部畑雑草研主研)，與語靖洋―耕地利用部雑草章研室長）（同部除草剤研室長)，本田要八郎―病害虫防除部上席研究官（同部ウイルス病診断研室長)，大村敏博―同部ウイルス病害研室長（同部ウイルス病防除研室長)，塩見敏樹―同部マイコプラズマ病害研室長（同部マイコプラズマ病防除研室長)，平井一男―同部虫害研室長(同部水田虫害研室長)，持田　作―同部主研（同部畑虫害研室長)，荻原　廣―同部畑病害研主研（同部土壌病害研室長)，御子柴義郎―同部ウイルス病害研主研（同部ウイルス病診断研主研)，柏崎　哲―同部ウイルス病害研主研（同部ウイルス病防除研主研)，石川浩一―同部ウイルス病害研主研（同部ウイルス病防除研主研)，菊池淳志―同部虫害研主研（同部畑虫害研主研)，後藤千枝―同部虫害研主研（同部水田虫害研主研)，西尾　隆―土壌肥料部畑土壌肥料研主研(技会事務局研究調査官（環境))，門間敏幸―経営管理部経営設計研室長（東北農試農村計画部地域計画研室長)，浅井元朗―耕地利用部畑雑草研（同部除草剤研)，竹原利明―病害虫防除部畑病研（同部土壌病害研)，中山尊登―同上（同上)，大平由紀―同部ウイルス病害研（同部ウイルス病診断研)，田中　穣―同部マイコプラズマ病害研（同部マイコプラズマ病防除研)，竹内博昭―同部虫害研（同部水田虫害研）

〔農業生物資源研究所〕

加来久敏―遺伝資源第一部上席研究官（遺伝資源第一部微生物探索評価研究チーム長)，長谷部　亮―同部微生物探索研究チーム長（機能開発部微生物機能利用研室長)，青木孝之―同部微生物探索研究チーム主研

(24ページに続く)

弱毒ウイルスの複合利用によるキュウリウイルス病の防除

京都府農業総合研究所環境部　小坂能尚（こさかよしたか）
農林水産省北海道農業試験場ウイルス病研究室　岩崎真人（いわさきまこと）

はじめに

ウイルス間の干渉作用を応用した弱毒ウイルスの利用技術は，これまでのいくつかの事例で示されているように，作物ウイルス病の防除に有効である。主な弱毒株の特性と最近の利用状況は，亀谷の総説（1994）に詳しい。本稿では，複数の弱毒ウイルスを同時に使う「複合利用技術」について，キュウリウイルス病を対象とした現在までの研究成果の概要を述べる。

なぜ，この技術の開発が必要となるのか。それは，露地栽培の作物などでは2種以上のウイルスが混合感染している場合が多く，その被害を回避するには単独の弱毒ウイルス接種だけでは不十分と考えられるためである。一般に，異種のウイルスに混合感染した植物はそれぞれが単独感染した場合よりも明瞭な病徴を現し，ウイルスの組み合わせによってはかなり激しい症状となるが，この現象はキュウリでも報告されている（山本ら，1984；Poolpol and Inoue, 1986；Iwasaki and Inaba, 1988）。このようなウイルス間の相互作用からすると，弱毒ウイルスといえども混合感染した場合には，作物の生育や収量への影響がかなり強くなることが懸念される。また，お互いの強毒ウイルスに対する干渉力にも影響するのではないかなど，未解明の点が多い。

農林水産省によって平成3年度から5年間実施された「地域バイテク事業」では，対象の作物やウイルスは異なるものの，県と国の研究機関が協力して弱毒ウイルスの「複合利用技術」の実用化を目指した。筆者らは，全国のキュウリ産地でまん延している3種類のウイルスを対象とした。なお，本稿の内容は京都農総研で行われた「複合利用技術」の実用性の検証を中心にした。弱毒株の改良の過程やその特性および検出手法などについては別の機会に報告したい。

I　キュウリのウイルス病と弱毒ウイルスの選定

我が国のキュウリに発生するウイルスは7種が報告されているが，このうち，キュウリモザイクウイルス（CMV），ズッキーニ黄斑モザイクウイルス（ZYMV）およびカボチャモザイクウイルス（WMV 2）は恒常的に発生の多いウイルスである。これらはともにアブラムシ伝染または各種の管理作業によってまん延し，混合感染の頻度も高く，特に露地の夏秋作型では被害が大きい。また，近年ブルームレスキュウリ栽培の進展により接木栽培の比率が高くなり，これら3種ウイルスによる萎ちょう症の発生も多くなっている（河野・善林，1988；Iwasaki and Inaba, 1988；岩崎，1991；小坂・福西，1991；岩崎ら，1993）。

そこで，弱毒ウイルス接種によってこれらウイルスの感染を同時に防ぐため，農林水産省や他府県の農業試験研究機関で既に作出されていた多くの弱毒株を一堂に集め，キュウリへの適合性を比較した。キュウリでの弱毒性，他種ウイルスとの混合感染での病徴発現や強毒ウイルスに対する干渉効果の検定結果から，WMV 2はWⅠ-9（亀谷ら，1992），ZYMVは2S142a6（外間ら，1989：この報告ではWMVとされ，後にZYMVに訂正）をいっそう弱毒化した20T6とこれから選抜したZY 95，CMVは2種CMV分離株の混合感染植物から得られたⅢ-19とこれから選抜したCM 95を選定し，防除試験に供試した。

II　3種弱毒ウイルスの複合接種方法

3種類の弱毒株の増殖用植物として，増殖の容易さとコンタミネーションの防止から，CMVには*Nicotiana rustica*，WMV 2にはインゲンマメ（本金時），ZYMVにはセイヨウカボチャ（えびす）を選んだ。これらの感染葉を15～20倍量のリン酸緩衝液（0.1 M，pH 7.2）で同時に磨砕し，2重ガーゼで沪過した汁液を接種源とした。接種直前に数%のカーボランダムを加え，この懸濁液に浸した綿棒でキュウリの子葉に接種した。キュウリ子葉への接種ではいずれのウイルスとも100%の感染率であったが，苗齢が進むとCMVの感染率は著しく低下した。この結果から，3種弱毒株の複合接種方法としては，3種ウイルスの感染葉の混合汁液を播種後7～8日のキュウリ子葉に接種する「混合接種」を選定した（以降，複合接種を混合接種という）。

Multiple Inoculation with Three Attenuated Viruses for the Control of Cucumber Virus Disease.　By Yoshitaka Kosaka and Mabito Iwasaki

Ⅲ 複合弱毒ウイルスのキュウリへの影響

1 生育・病徴発現・各ウイルスの増殖量

冒頭で述べたように，3 種弱毒ウイルスの混合接種によってキュウリの生育，病徴発現やウイルスの増殖量が大きく変動することが考えられたので，単独接種株と混合接種株で比較した。キュウリの品種はいずれのウイルスにも感受性の高い相模半白（山本ら，1984），弱毒株には CM 95，ZY 95 および W Ⅰ-9 を用いた。温室内のポットで育てた 7 日苗の子葉に単独，2 種混合あるいは 3 種混合接種した。接種後 12～20 日の第 1～3 本葉の病徴は，ZYMV 単独接種では無病徴，CMV と WMV 2 の単独接種および ZYMV＋WMV 2 混合接種ではごく軽いモザイク症状が生じた。CMV＋ZYMV または CMV＋WMV 2 混合接種では明らかに病徴は強まり，3 種混合接種では比較的明瞭な黄斑モザイク症状が認められた。

接種後 20 日の草丈と株重を調べたところ，CMV を単独または混合接種した株は無接種株よりも有意に劣った。ZYMV または WMV 2 の単独接種と両者の混合接種は，生育にはほとんど影響しなかった。

各弱毒株について，単独接種と混合接種での増殖量をエライザ法（2 重抗体法）によって比較した。接種後 20 日の第 1，2 本葉からウイルスを検出したところ，CMV はいずれのウイルスとの組み合わせでも単独感染よりも高く，WMV 2 は CMV との混合感染によって抑えられたが，ZYMV には影響されないようであった。ZYMV の増殖は他 2 種ウイルスによってかなり抑制された。

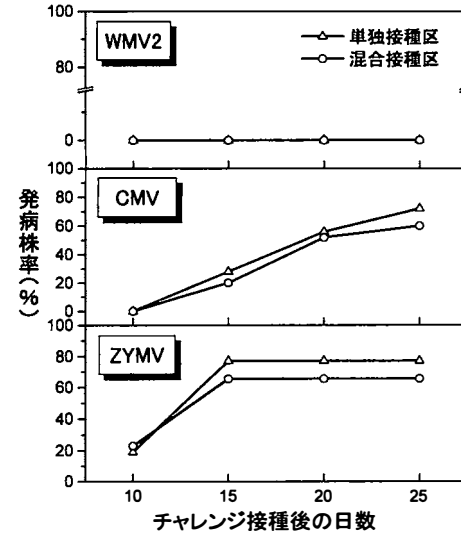
2 果実の収量・品質

1995 年と 96 年の 5～8 月，農総研内網室で栽培した接木キュウリ（穂木＝シャープ 5，台木＝ひかりパワー）において，3 種混合接種株と無接種株の果実の生産性を比較した。移植前の接種苗の生育は明らかに劣った。生育前半では，混合接種株の果実は無接種株のものとまったく変わらなかったが，葉には軽い黄斑モザイク症状が現れた。後半には，葉のモザイク症状が強まり，退緑斑と軽い奇形を現す果実が発生した。その結果，まったく病徴のない果実数は，無接種株よりも 25～30% 減少した。しかし，軽い退緑斑のみを示す果実は販売可能とされることから，可販物としては 10～15% の減少であった。なお，単独接種株のうち ZYMV 弱毒株は収穫後半には葉のモザイク症状が明瞭となったが，果実への影響は混合接種株よりも小さかった。CMV および WMV 2 弱毒株の単独接種株の果実には悪影響は認められなかった。

Ⅳ 混合接種株の強毒ウイルスに対する干渉効果

温室内において，8 日苗の相模半白の子葉に CM 95，ZY 95 および W Ⅰ-9 の感染葉汁液を単独あるいは 3 種混合接種した。いずれの場合も，各ウイルスの感染葉を 15 倍希釈汁液となるようにリン酸緩衝液で調製した。接種 15 日後の第 3 本葉に，強毒ウイルス（いずれもキュウリからの分離株）の感染葉汁液（50 倍希釈）をチャレンジ接種し，その後の病徴の発現を 25 日間観察した。

図-1 に示したように，いずれの弱毒株とも，単独接種と混合接種との間で，強毒ウイルスに対する干渉効果には差が認められなかった。CM 95 と ZY 95 は強毒ウイルスの病徴発現を明らかに遅らせたが，その干渉効果は不十分であった。WMV 2 は完全な干渉効果を示した。キュウリ品種は異なるものの，接木株でも比較したが，結果はほぼ同じであった。以上のことから，それぞれの弱毒株が示す干渉効果は，3 種類を混合接種してもお互いに影響しないことが検証された。



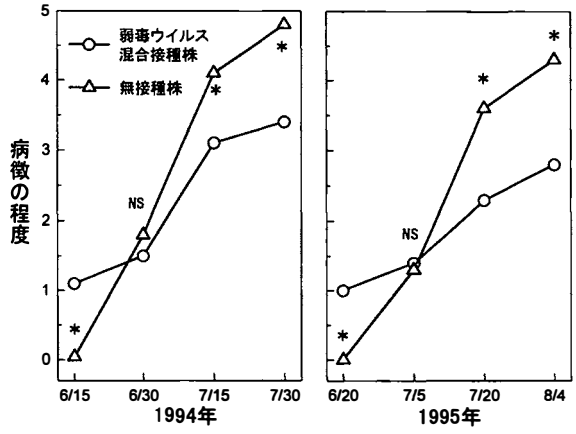
図－1 弱毒ウイルスの単独接種と混合接種の干渉効果
各区 24～26 株を供試した．弱毒ウイルス無接種株は，強毒ウイルスのチャレンジ接種後 8 日以内に全株発病した．調査最終時において無病徴株は生物検定またはエライザ法によって強毒ウイルス感染の有無を調べた．いずれのウイルスとも，2 区間には Fisher の正確確率検定あるいは χ^2 検定（5%）で有意差は認められない．

V　弱毒ウイルス複合利用技術の実用化試験

1　研究所内試験

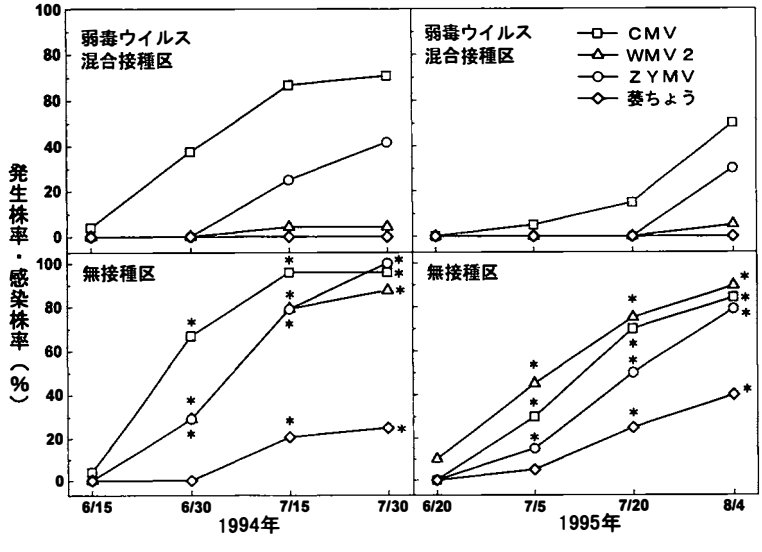
1994年と95年5～8月，3種強毒ウイルスの感染株を配置して多発条件にした農総研内圃場において，3種弱毒株を混合接種した接木苗（穂木＝シャープ5，台木＝ひかりパワー）の防除効果を調べた。1994年はⅢ-19，20T6およびWⅠ-9を供し，1区6株（4反復）とした。1995年は1区5株（4反復）で，CM 95，ZY 95およびWⅠ-9を供試した。

混合接種株では6月中旬（接種後40～50日）にはごく軽いモザイク症状が認められ，その後も症状は進展した。一方，無接種株では6月下旬～7月上旬ごろには軽いモザイク症状が見られる程度であったが，その後急激に病徴が激しくなった。この傾向は2年ともほぼ同じであった（図-2）。さらに各発病調査時に試料を採集し強毒ウイルスの感染株率を調べた。CMVはササゲ（黒種三尺）での接種葉のえそ斑点の発現，WMV 2ではインゲンマメ（本金時）にいったん戻し接種し，その上位葉を接種した新土佐カボチャに現れる病徴の激しさ，ZYMVでは，強毒ウイルスに特異的に反応するエライザ法（弱毒株との交差吸収抗体を用いた2重抗体法）の陽性反応により，強毒ウイルスの感染を判定した。無接種区（対照区）では6月中旬ごろから強毒ウイルスの感染が始まり，7月中・下旬には3種のウイルスとも極めて高率となった。一方，弱毒ウイルス混合接種区ではいずれも無接種区より明らかに低く推移した。CMVとZYMVに対する感染阻害効果はWMV 2のそれよりも劣り，生育後半には感染株は増加した。しかし，萎ちょう症状はまったく発生しなかった（図-3）。混合接種株の可販果実数は，収穫期の前半では無接種株とまったく



図－2　弱毒ウイルス混合接種株と無接種株における病徴の推移

1994年5月26日，1995年5月29日に，無接種苗と3種弱毒株混合接種苗を定植した．病徴の程度　0：無病徴～5：えそ・芯止まり・激しいモザイクまたは萎ちょう．＊はKolmogorov－Smirnovの検定（5%）での2区間の有意差を示す．



図－3　強毒ウイルスの感染株率と萎ちょう症状の発生株率の推移

耕種概要は図-2に準ずる．各調査時期の採集試料から，生物検定またはエライザ法によって各強毒ウイルスを検出した．＊はFisherの正確確率検定あるいはχ^2検定（5%）での2区間の有意差を示す．

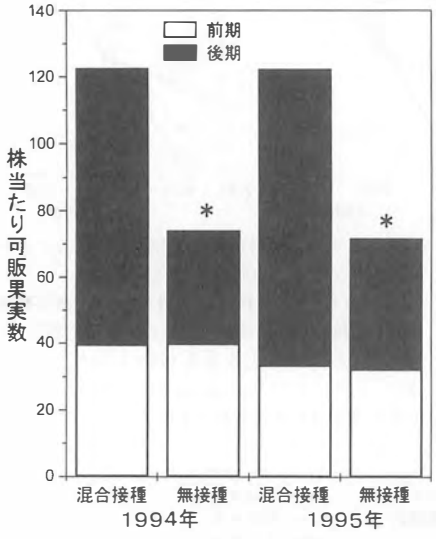
表－1　各作型における防除効果

作型	栽培期間	ウイルス病[a]		感染防止率(%)[b]			萎ちょう発生率(%)		市場出荷量
		発生時期	発生量	CMV	ZYMV	WMV 2	無接種区	混合接種区	(対無接種区比)
トンネル早熟	4～7 月	後期	多	33	85	26	0	0	90.6[NS c]
露地前進	5～8 月	後期	多	87	75	85	16.6	0	89.5*
露地夏秋	6～9 月	中期	多	69	88	47	51.7	0	160.6*
ハウス抑制	8～11 月	中期	少	100	80	100	14.7	0	94.2[NS]

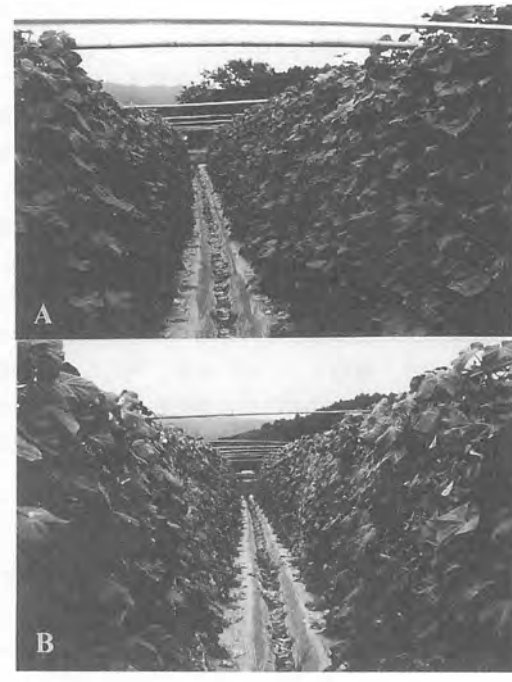
[a]：発生時期は収穫期間を 3 つに分けた．発生量は収穫後期～終期の状況．

[b]：強毒ウイルスの感染防止率：100－混合接種区感染株率/無接種区感染株率×100．強毒ウイルス感染の検定は図-3 に準ずる．

[c]：適合度検定(5%)で，それぞれの無接種区とは，＊，有意：NS，有意差なし．



図－4　弱毒ウイルス混合接種株と無接種株における 1 株当たりの収量
ごく軽いウイルス症状果実を含む販売可能な果実数の累計を示す．＊は t 検定（5%）での 2 区間の有意差を示す．



図－5　現地圃場における防除効果
1995 年 9 月 8 日の生育状況：A：3 種弱毒株混合接種区，B：無接種区．

差がなかったが，後半ではほぼ 2 倍となったため，2 年とも無接種区を約 7 割上回った（図-4)。

2　現地試験

表-1 に示すように，1994 年，京都府内のキュウリ産地の四つの作型に混合接種苗を導入して実用性を検証した。いずれの作型でも強毒系統の感染は抑制され，萎ちょう症状もまったく発生しなかった。しかし，この効果が収量（市場出荷量）に反映されたのは，収穫中期から萎ちょう症状が多発した露地夏秋栽培のみであった。ウイルス病の発生が遅かったトンネル早熟栽培と露地前進栽培，発生が少なかったハウス抑制栽培では，無接種区と同じかやや減収した（表-1)。

この結果を踏まえ，1995 年は露地夏秋栽培において同一圃場で実証試験を行った。その結果，明らかな被害回避効果が見られ，弱毒ウイルス混合接種の有効性が確認できた（図-5)。しかし，2 年とも一時的（8 月上旬ごろ）に接種の影響による果実品質の低下が認められた。なお，WI-9 の干渉効果は，温室や研究所内圃場での試験ほどには発揮されなかったが，所内で供試した WMV 2 強毒分離株と現地で発生している WMV 2 との性質の違いによるのかもしれない。

VI　弱毒ウイルス複合利用の技術的評価

以上のように，苗への弱毒ウイルス混合接種は，圃場レベルでも強毒ウイルスの重複感染をかなり抑えることができる。また，萎ちょう症状の発生もほぼ完全に防ぐことが可能になる。しかし，弱毒ウイルス接種そのものの生育への影響が強く，健全株と比べると生産性は明らかに低い。このことは，キュウリ緑斑モザイクウイルスとWMV 2の弱毒株を混合接種したユウガオでも認められている（中山ら，1994)。減収の要因には，着果数の減少と外観品質の低下による可販果実数の減少が挙げられる。京都府外を含めた各地の試験結果からすると，どちらが主因となるかは，品種や栽培・環境条件によって異なるように思われる。今後は，弱毒株そのものの改良はもちろんであるが，不良な特性ができるだけ現れないような品種の選定や栽培管理技術の検討が必要であろう。

現在のところ，本技術は，接種による減収率を大きく上回るだけのウイルス病の被害が発生しやすい露地夏秋栽培に適用するのが最も有効といえる。現地導入に当たっては，この点を生産農家に十分理解してもらうことが重要であろう。

おわりに

筆者らは，キュウリを対象として複数の弱毒ウイルスを同時に使う「複合利用技術」の開発を行い，実用化にかなり近い段階まで到達できたと思っている。この5年間の研究を通じて考えてきたことを以下に述べたい。

第一に，ZYMVを含む複数の弱毒株を混合接種した接木株では，弱毒ウイルスそのものによっても，また，干渉効果が打破されて強毒ウイルスが感染するに至っても，萎ちょう症状がまったく現れないか，極めて発生しにくくなる要因についてである。同じ現象はZYMV弱毒株を単独接種しても認められる。今のところ，ウイルスによる接木キュウリの萎ちょう症状は，接木接着部とキュウリ下胚軸の導管の閉塞によって生じた水の移行阻害に起因し，その後の導管の分化・発達の程度によって回復するか否かが決まると推察されている（岩崎，1996)。おそらく，ZYMV弱毒株が感染した場合でも，何らかの導管組織の異常は起こっているのではなかろうか。しかし，感染後は速やかに正常な導管が形成されるため，萎ちょうには至らないのであろう。そして，いったん生じたこの導管新生機能が維持されることによって，導管の閉塞が起こりにくくなるのではないかと思われる。

第二に，各弱毒株の強毒ウイルスに対する干渉効果は，混合接種すると他の弱毒株の影響によって増殖量が変動しているにもかかわらず，単独接種の場合と差が見られないことである。このことからすると，弱毒ウイルスがあるレベルにまで増殖すればその干渉効果は発揮され，他の弱毒ウイルスの存在も干渉効果にはほとんど影響しないものと推察される。なお，ここで述べた干渉効果とは，強毒ウイルスの病徴発現に対するものであり，強毒ウイルスの感染に対するものではない。本研究で開発したCMVとZYMVの弱毒株は強毒ウイルスの感染に対して強い干渉力を有しているとは思われないが，強毒ウイルスによる病徴発現と被害を実用的なレベルで阻止できる性質を有するものと思われる。

最後に，誰が弱毒ウイルスあるいは接種した苗を生産現場に供給していくのか，という問題がある。これは弱毒ウイルスの開発に携わる者は常に考えておかなくてはならない重要な課題といえる。ごく限られた使用量にとどまるものなら，開発者が増殖し，接種源あるいは接種苗を供給していくことは可能であるが，それには限界がある。一方，弱毒ウイルス利用技術はウイルス病の防除法の一つであり，どこでも，誰にでも使ってもらえるようにすべきものである。そういう意味で，現在，この技術の普及のため接種苗大量生産や製剤化による生物農薬登録を目指し，専門的な知識と技術が蓄積された民間企業との共同研究を実施している。

本研究では，おそらく混合接種によって生じるであろう細胞内あるいは植物体内での複数ウイルス間の遺伝的相互作用までは解析できなかった。この点は，今後の課題としたい。

本研究を進めるに当たり，弱毒株を分譲いただいた，山口大学農学部亀谷満朗教授，前沖縄農試外間也子，埼玉園試庄司俊彦の諸氏に感謝申し上げる。

引用文献

1) 外間也子ら（1989)：日植病報　55：534～535.
2) 岩崎真人（1991)：植物防疫　45：419～422.
3) IWASAKI, M. and T. INABA (1988): Ann. Phytopath. Soc. Japan 54: 584～592.
4) 岩崎真人ら（1993)：日植病報　59：481～484.
5) ――――ら（1996)：四国農試報　60：1～88.
6) 亀谷満朗（1994)：農及園　69：137～142.
7) ――――ら（1992)：日植病報　58：491～494.
8) 河野　勉・善林六朗（1988)：関東病虫研報　35：58～59.
9) 小坂能尚・福西　務（1991)：関西病虫研報　33：132.
10) 中山喜一ら（1994)：関東病虫研報　41：115～118.
11) POOLPOL, P. and T. INOUE (1986): Ann. Phytopath. Soc. Japan 52: 22～30.
12) 山本孝絒ら（1984)：四国農試報　44：26～140.

イチモンジセセリの被害解析および要防除密度

長野県農事試験場　吉沢栄治（よしざわえいじ）

イチモンジセセリ（イネツトムシ，*Parnara guttata*）はその生理生態的，行動的特性から数多くの研究者の注目を集め，興味ある成果が報告されている。水稲害虫としても，生命表，発生量の品種間差，多発条件，発生予察などについて，古くから研究されている（関谷，1955；江村，1992；松村，1992；高橋，1992）。反面，被害解析や要防除密度に関する試験報告はきわめて少ない。発生量の年次変動が大きいことや，圃場の一部に集中的に発生する場合が多いためと考えられる。

本稿では，長野県内の晩植地帯で調査したイチモンジセセリ第二世代幼虫の要防除密度（吉沢，1996）を中心に，他の報告も含めて被害解析，要防除密度について紹介したい。

本文に先立ち，文献や情報の収集に当たってお世話いただいた農業研究センター虫害研究室平井一男室長，竹内博昭主任研究員ならびに未発表の試験成績の引用を快諾いただいた埼玉県農業試験場江村　薫主任研究員に厚くお礼申し上げる。

I　長野県での発生概要

本種は長野県内ではほとんど越冬できず（関谷，1955），6 月上旬を中心に東海，西日本などから越冬世代成虫が飛来して発生源になると考えられている。成虫は田植後のイネに産卵し，ふ化幼虫は若いイネを摂食して生育する。第一世代成虫は 7 月中旬から羽化し，発生盛期は年によって異なるが，7 月下旬～8 月上旬である。成虫は 6 月中旬以降に移植する晩植地域などに移動して第二世代卵を産下する。早い年では 8 月中旬から第二世代成虫が発生し，8 月下旬から 9 月上旬ごろ，集団で南方や西方に向かって移動することが知られている。

II　加害様式

本種は年 2～3 世代発生する（城所，1992）が，防除の対象となるのは第二世代のみである。長野県では第二世代幼虫は 7 月下旬ごろから発生するが，生育の早晩は年によって大きく異なる。3 齢幼虫までの食害はほとんど問題なく，4 齢以降急激に摂食量が増加する。特に終齢幼虫は食欲おう盛で，多発すると上位葉を食べ尽くし，株間が透けて見える。葉身のみを摂食し，穂や稈を加害することはまれで，イネ葉を食べ尽くすと雑草も摂食する。数枚の葉を綴り合わせて巣（ツト）を作るため，穂の抽出が物理的に阻害される場合があるが，減収などの実害に結びつくことはないと考えられている。

III　要防除密度

1993～95 年に長野県更埴市および戸倉町の一般農家慣行晩植水田で，第二世代幼虫の発生密度と収量との関係を調査した（吉沢，1996）。試験場所は長野盆地南端の千曲川東岸で，標高は約 350 m である。タマネギ，ムギなどの冬作と水利の関係で 6 月中下旬移植の晩植地帯で，出穂期の平年値は 8 月 23～24 日である。第二世代幼虫が毎年多発し，作付面積に対する発生面積率の 1995 年までの過去 10 年間の平均は 34.1%に達する。県平均が 5%以下で推移していることから，多発地帯であることがうかがえる。

表－1　収量調査試験の概要および最多，最小収量区の玄米重，イチモンジセセリ発生密度(吉沢，1996)

項目	1993		1994		1995	
	最多収量	最少収量	最多収量	最少収量	最多収量	最少収量
試験場所	更埴市中		更埴市中		戸倉町内川	
移植月日	7 月 11 日		6 月 28 日		6 月 24 日	
出穂期	8 月 31 日		8 月 12 日		8 月 26 日	
発生密度調査日	8 月 31 日		8 月 11 日		8 月 24 日	
試験区数	2		6		4	
玄米重(kg/10 a)	324	292	597	420	454	422
発生密度(頭/株)	0.02	1.14	0.14	4.64	0.08	0.40

発生密度は株当たりの幼虫，蛹合計数．品種はいずれもコシヒカリ．

各年とも薬剤散布の時期および回数を変えて幼虫密度を調整し，幼虫および蛹合計寄生数が最高になる出穂直前ごろ（8 月中下旬）を各区の寄生密度とした。収量は精玄米重（以下，収量および減収量は精玄米重を差す）について，各年の最多収量区を 100 として各区の相対収量を算出した。各年の移植月日および出穂期などを表-1 に示した。

その結果，出穂直前の幼虫・蛹密度と，相対収量との間には明らかな相関関係が認められ，$Y=0.889X^2-10.52X$

The Loss Analysis and Control Threshold of Rice Skippers, *Parnara guttata*.　By Eiji Yoshizawa

＋99.95（Y；相対収量，X；株当たり幼虫・蛹合計数，$r^2=0.960$，$n=12$）の二次回帰式が得られた（図-1）。この回帰式によれば，株当たり0.5頭の寄生で5%の減収，同1.0頭で10%の減収が見込まれる。

呉羽（1972）は，関谷（1955）が長野県飯山市で1935～51年に実施した第二世代幼虫防除区と無防除区の収量調査をさらに1961年まで継続し，多発年の減収率は40%程度，中発生年では20%程度であったとしている。また，幼虫寄生数と減収量との間に相関関係を認めた。さらに，幼虫1頭当たりの減収量は，少発生年には33.6g，多発年には0.5g以下で，発生の多い年ほど1頭当たりの減収量が少なくなると報告している（図-2）。その原因として多発年は天敵が増加し，盛食期の食葉量が少なくなることや，多発年は天候が良好でイネの補償作用が強まることをあげている。また，1頭当たりの減収量の平年値は7.2gとしている。調査結果を基に，1頭当たりの減収量が10gを超える5か年を除いて計算し直すと，平年値は3.14gとなった。防除区の平均収量が10a当たり436.1kgであることから，5%減収の株当たり幼虫数を算出すると0.31頭となった。

Liu et al.（1990）は，1981～87年にhaanix省で第三世代幼虫の被害解析と要防除密度の算出を接種試験で実施した。20株のイネ（1.2m²プロット）に幼虫を2～120頭接種して収量調査をし，減収量が幼虫密度と正の相関関係にあると認め，株当たり1.0頭で10.6%減少したとしている。

江村（1989）は1986年から3年間，埼玉県熊谷市で接種および自然発生虫を用いて第二世代幼虫の被害解析を行った。60株のイネ（2.7m²プロット）に幼虫を株当たり1ないし2頭接種し，さらに自然産卵区，幼虫除去区を設けて収量調査を行った。水稲品種「むさしこがね」の試験結果では，減収率5%に相当する株当たり幼虫数は1986年が0.77頭，1987年が1.56頭，1988年が0.73頭となった。

ここに紹介した4試験の算出結果では，株当たり幼虫数がおおむね0.3～0.8頭で5%の減収，または約1.0頭で10%の減収が見込まれる結果となった。試験方法や栽培条件は異なるが，おおむね一致した値と考えられ，実用性があると判断できる。ただし，江村（私信）が指摘するように，予測値の信頼区間は広く，精度が低いため，目安程度の利用が望ましいと考えられる。

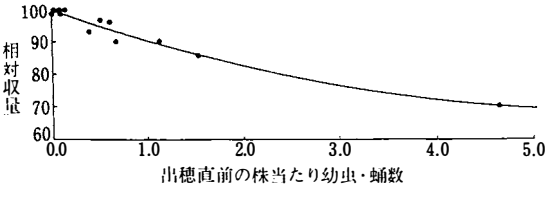


図-1　出穂直前のイチモンジセセリ第二世代幼虫，蛹発生密度と相対収量との関係（吉沢，1996）
1993～95年．各年の最多収量区を100とした．

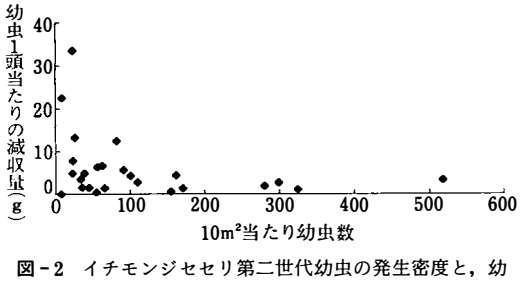


図-2　イチモンジセセリ第二世代幼虫の発生密度と，幼虫1頭当たりの減収量の関係（呉羽，1972を改変）

Ⅳ　被害予測

以上の要防除密度は，接種幼虫数あるいは最高密度時の幼虫数を基に算出した値であり，実際の防除を考慮した場合，その時点での防除要否の判定は防除適期を過ぎている。吉沢（1996）は図-1のデータに同地区の1989～90年の発生消長調査結果を加え，出穂直前の幼虫・蛹密度と出穂約2週間前（8月上旬）の幼虫密度の関係を調べたところ，$Y=1.39X+0.0808$（Y；出穂直前ごろの株当たり幼虫・蛹合計数，X；出穂約2週間前の株当たり幼虫数，$r^2=0.999$, $n=6$）の直線回帰式を得た（図-3）。この回帰式によれば，出穂約2週間前に株当たり0.3頭の発生密度ならば，出穂直前には株当たり0.5頭になると見込まれる。

図-1および3から，減収率5%を被害許容水準とした場合の第二世代幼虫の要防除密度は，出穂約2週間前で株当たり0.3頭と推定している。しかしこの要防除密度は2段階の推定であり，今後精度を高める必要がある。

実用場面を考えると，幼虫数しかも発見しにくい若齢幼虫を基準にするのは困難で，今後は，黄色粘着板（高橋，1992）やレッドクローバー（関谷，1955）への第一世代成虫飛来数で第二世代幼虫発生密度を予測し，防除要否を判定する技術などを開発する必要もある。

Ⅴ　要防除密度に影響する要因

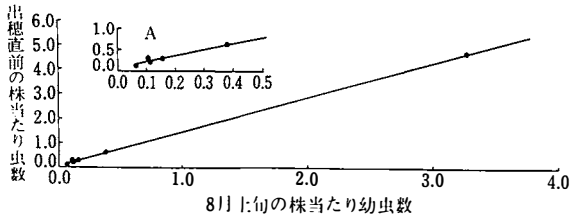
イチモンジセセリ幼虫の寄生密度は，移植時期が遅いほど，葉色が濃いほど多く，また，品種間差があり，その要因の一つにクロロフィル含有量が指摘されている（江村・村上，1989）。イネの生育状態や品種と要防除密度の関係についても報告がある。

Liu et al.（1990）は，減収量はイネの生育状態と幼虫の発生時期で異なり，1 mu.（約670 a）当たり500 kgの収穫のためには，ふ化盛期から穂ぞろい期までの期間

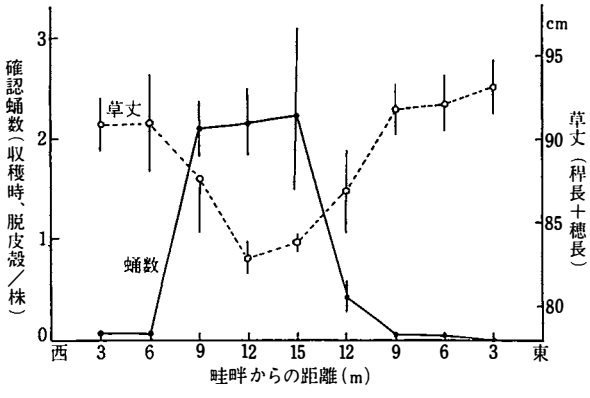
表－2　イチモンジセセリ幼虫多発圃場における収量調査(大友ら，1995)

程度	穂数 (本)	全重 (g)	籾重 (g)	わら重 (g)	粗玄米重 (g)	精玄米重 (g)	くず米 比率(%)	収量/10 a (kg)	収量比(%)
I	19.4(19.4)	2,105	1,109	890	741	490	33.9	164.6	38.7(50.4)
II	20.5(19.4)	2,524	1,382	1,057	1,020	777	23.8	261.1(247.1)	61.3(75.7)
III	25.3(19.4)	3,961	2,120	1,647	1,651	1,339	18.9	425.8(326.5)	100(100)

I 甚発生：葉脈のみ残っている
II 多発生：止葉，次葉にかなり食害あり
III 少発生：止葉，次葉にもやや食害あり
(　)内は補正穂数，補正収量および補正収量割合



図－3　8月上旬のイチモンジセセリ第二世代幼虫発生密度と出穂直前の幼虫・蛹発生密度との関係（吉沢，1996）．(1989～90，1993～95)
A は 8 月上旬の株当たり幼虫数が 0.5 頭までの部分の拡大図



図－4　畦畔からの距離と確認蛹数および草丈の関係（江村，1989)
中央部および前後 20 m 地点，計 3 地点調査の平均±SD を示した

が 5，10，15 日でそれぞれ株当たり幼虫(卵)数が 1.05，0.87，0.75 頭と算出し，この期間が長いほど，つまりイネの生育が遅いほど幼虫による被害が大きいと指摘している。江村（1989）は品種によって幼虫寄生密度に対する減収率が異なり，要防除密度が品種間で異なるとしている。

VI 被 害 解 析

江村（1989）は減収要因として登熟歩合の低下のほか，圃場周辺のみ薬剤防除した多発水田での調査で，発生密度の高い中央部では草丈（稈長＋穂長）が周辺部より 8～10%低くなったと報告している（図-4)。

Liu et al.（1990）の接種試験では，収量と 1,000 粒重は明らかに幼虫寄生数の影響を受けたのに対し，穂数および株当たり籾数は影響を受けなかった。これは，幼虫による激しい摂食が起こるのは出穂期のためであるとしている。

大友ら（1995）は，1994 年に岩手県内で広範囲でイチモンジセセリが発生したため，水沢市の多発圃場において被害解析と収量調査を行った。減収の主因は登熟阻害で，玄米の粒厚分布およびくず米率に顕著に現れたとしている（表-2)。

第二世代幼虫による減収要因は，加害時期のイネの生育状態によって異なると考えられる。4 齢以降の幼虫の発生時期が出穂期と重なるかそれ以降では，草丈，穂数，籾数が出穂期にはすでに決定しているため，葉面積の減少による登熟阻害が減収の主因になると考えられる。

お わ り に

出穂期以降にイネの葉を食害する主な害虫には，イチモンジセセリ以外にコバネイナゴやコブノメイガが知られている。これらの害虫に対しては詳しい被害解析，要防除密度の策定が行われているのに対し，イチモンジセセリではまだ十分な要防除密度の策定に至っていない。今後，さらにデータを蓄積して要防除水準の精度を高めるとともに，第一世代成虫数，ツト数など，幼虫以外の指標の利用も検討する必要がある。

引 用 文 献

1) 江村　薫（1989)：昭和 63 年度関東東海農業試験研究成績概要集（虫害関係)，農研センター．
2) ――――・村上正雄（1989)：関東病虫研報　36：130～131．
3) ――――（1992)：植物防疫　46(10)：12～14．
4) 城所　隆（1992)：植物防疫　46(10)：1～6．
5) 呉羽好三（1972)：長野県植物防疫史，長野県植防　pp. 349～362．
6) Liu, S. Y. et al.（1990)：Acta Phytophylacica Sinica/1990　17(3)：201～207．
7) 松村正哉（1992)：植物防疫　46(10)：7～11．
8) 大友令史ら（1995)：北日本病虫研報　46：123～126．
9) 関谷一郎（1955)：農及園　30：1076～1080．
10) 高橋章夫（1992)：植物防疫　46(10)：15～17．
11) 吉沢栄治（1996)：関東病虫研報（印刷中)．

アブラナ科野菜根こぶ病菌の検出方法

農林水産省中国農業試験場　折原詳子（おりはらしょうこ）

はじめに

アブラナ科野菜根こぶ病は，糸状菌 *Plasmodiophra brassicae* によって引き起こされる土壌伝染性病害であり，アブラナ科野菜類の最も重要な病害の一つである。伝染源は，耐久体として罹病組織から放出され，土壌中で長期間生存する休眠胞子である。このため，本病の防除対策を講じるうえから，土壌中の休眠胞子の密度や動態を把握することがきわめて重要な課題である。土壌中の休眠胞子数を調べる方法としては，大別して汚染圃場の土壌に感受性植物を栽培し，感染の程度から間接的に判断する方法および休眠胞子そのものの数を直接計数する方法の二つが用いられている。本稿ではこれら既報の検出手法を簡単に紹介するとともに，現在筆者らが行っている酵素抗体法による検出手法について述べ，参考に供したい。

なお，本稿執筆に際して，有益なご助言をいただいた当場地域基盤研究部上席研究官山本孝絎博士に厚くお礼申し上げる。

I　宿主植物の感染，発病から判定する間接法

Colhoun（1957）は，検定圃場の土壌をポットにつめ，指標植物を栽培する方法を開発し，人工汚染土壌との対比により汚染の程度を推定した。この方法は，簡易であるが，圃場からの土壌のサンプリング，指標植物の選定，試験環境の条件設定に十分注意する必要がある。これに対し，Samuel and Garrett（1945）は，第一次感染を受けている宿主根毛数を計数することにより間接的に汚染程度を知る方法を報告している。この方法は，こぶ形成に基づく発病調査に比べ主観が入りにくく，1週間程度の短期間で調査でき，実験場所も取らないという利点がある。しかし，土壌中の菌密度と根毛感染率との相関については報告によってその評価が異なり（Naiki et al., 1984），十分とはいえない。

その他，休眠胞子を直接計測するかわりに，休眠胞子の細胞壁成分であるキチンのキチナーゼ反応物質，*N*-アセチルグルコサミンの濃度を測定することにより土壌中の休眠胞子を定量する方法（Botz et al., 1988）も提案されている。

II　土壌中の休眠胞子数を直接数える方法

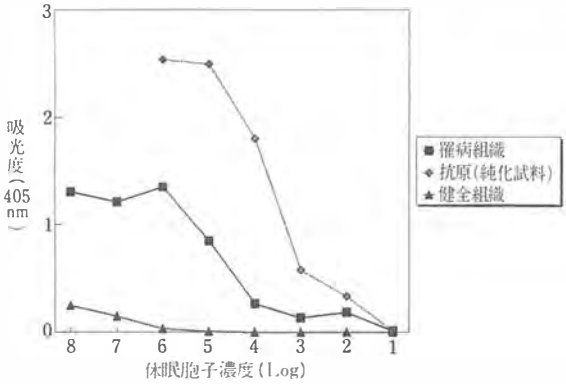
初期の方法は，汚染土壌を水に懸濁しそのまま検鏡するというものであったが（Colhoun, 1957），Buczacki and Ockendon（1978）は，微細土壌粒子と混在する休眠胞子を40%ショ糖溶液に懸濁させ，3℃に2日間保つと土壌粒子は沈殿するが，休眠胞子は浮遊したままであることに着目し，人工汚染土壌（10^6 spores/g 以上）から高率に休眠胞子を回収することに成功している。さらに，内記・北沢（1984）は，Buczacki and Ockendon（1978）の休眠胞子抽出方法の中で，回収のロスを生じている部分を洗い出し，粗砂等を取り除く過程を篩別法に変えることにより回収率を高めた。休眠胞子数を直接数える方法は，Takahashi and Yamaguchi（1987）が，蛍光色素（calcofluor white M 2 R）で染色した休眠胞子を，蛍光顕微鏡観察により定量する方法を確立したことによりいっそう簡便になった。Takahashi and Yamaguchi（1987）の方法については，その後各地の土壌特性等に合わせていくつかの改良法が報告されている。まず，笹谷ら（1991）は，土壌粒子の除去過程でショ糖溶液上への重層法を取り入れ検出精度を高め，続いて赤池・我孫子（1993）は，土壌粒子から休眠胞子をより効果的に遊離させるため超音波洗浄処理を行っている。これらの直接法は，休眠胞子を確認しながら計数でき，さらに染め分けにより病原性評価ができる（Takahashi and Yamaguchi, 1988）という点で，信頼が置けるが，休眠胞子と類似物との判別に多少の熟練が必要である。また，10^4 以下の低濃度の場合には，統計的に信頼性のある調査結果を得るために血球計算板上で多くの視野を観察しなければならず，試験者への肉体的負担が大きい。

III　酵素抗体法による罹病植物からの根こぶ病菌の検出

有江ら（1988）は，休眠胞子を抗原として抗血清を作成し，蛍光抗体法による植物中および土壌中の休眠胞子の検出を行っている。同様に，Lange et al.（1989），高橋（1996），Wakeham and White（1996）らも酵素抗体法を利用した検出法を試みている。

筆者ら（1996）は，アブラナ科野菜根こぶ病菌休眠胞

Ditection Method of *Plasmodiophora brassicae*.　by Shoko Orihara



図－1　ELISA 法による罹病組織からの根こぶ病菌の検出
(未発表)

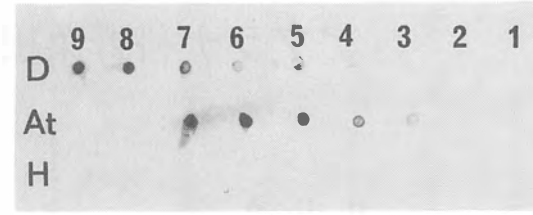
子の抗血清を作成し，酵素抗体反応を利用した ELISA 法，DIBA 法（Dot immunobinding assay）および TBIA 法（Tissue-blot immunoassay）の 3 法を用い，病原菌の検出を行っているのでその概略と操作手順を述べる。

1　ELISA 法

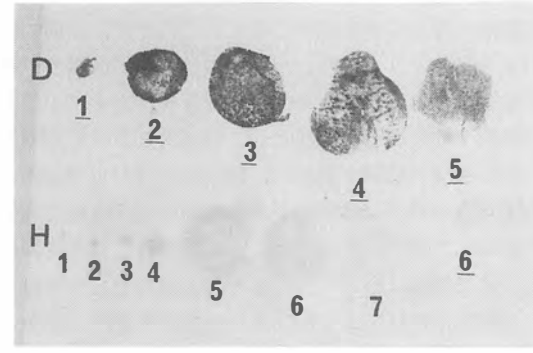
今回筆者らが用いた ELISA 法は，マイクロタイタープレートにコーティングバッファーに懸濁した試料を直接吸着させ，4℃で一晩静置したのち，ウサギ IgG 溶液，アルカリフォスファターゼ標識した抗ウサギ・ヤギ IgG 溶液を順に添加しそれぞれ 37℃で 4 時間もしくは，4℃で一晩反応させる方法である。早生大カブを用い，罹病組織および健全組織を磨砕し，粗大な植物組織をガーゼで沪過し軽く洗浄したものを使用して検定を行った結果，罹病組織で根こぶ病菌の存在が明瞭に確認できた。休眠胞子濃度が 10^4 個/ml まで，抗原に用いた休眠胞子の純化試料では 10^2 個/ml まで検出することができた（図-1)。

2　DIBA 法

操作の手順は，日比ら（1984）の方法に従い行った。適当な大きさに切ったニトロセルロースメンブレンに，試料を 2 μl ずつブロッティングし，アルカリフォスファターゼを標識酵素として反応を行った。プロティングの際，イムノドット（ATTO）を用いると，最高で 400 μl までブロッティングすることができる。早生大カブの罹病組織および健全組織を ELISA 法のときと同様に処理したものを供試したところ，ELISA 法と同じく休眠胞子濃度が 10^4 個/ml まで，抗原に用いた休眠胞子の純化試料では 10^2 個/ml まで検出することができた(図-2)。



図－2　DIBA 法による罹病組織からの根こぶ病菌の検出
(未発表)(数字は根こぶ病菌濃度（Log）を示す)．
D：罹病組織　At：抗原に用いた純化試料　H：健全組織



図－3　TBIA 法による罹病組織からの根こぶ病菌の検出
(未発表)（数字は根先端部から上方への切断面を示す)．
D：罹病組織（1～6　6 は薬身との境界部)
H：健全組織（1～7)

3　TBIA 法

この方法は，供試植物の切断面をニトロセルロースシートに押しつけスタンプされた跡から病原菌を検出するというものであり，貯蔵球根組織などからのウイルスの検出において実用化されている方法である。酵素抗体反応の手順は，DIBA 法の場合と同様である。

早生大カブの罹病組織を垂直方向に 1 cm 間隔に切断し，スタンプしたところ罹病組織内の根こぶ病菌を特異的に検出することができた（図-3)。罹病組織内では，維管束部が崩壊している様子が観察できた。また，奇形となった根部のみでなく胚軸が肥大した可食部にも，ほぼ均等に病原菌が存在していることが観察できた。罹病組織内の根こぶ病菌の存在部位，分布状況等の検診には適した方法である。

Ⅳ　モデル汚染土壌からの根こぶ病菌の検出

モデル汚染土壌は，市販の園芸培土（宇部粒状培土）を用い，高圧滅菌したものを 160℃で 10 時間乾燥させ，すり鉢で磨砕後，1 mm の篩(ふるい)を通した。これに罹病組織から調整した休眠胞子懸濁液を土壌 1 g 当たりの休眠胞

土壌2gを蒸留水に懸濁
↓
スターラで60分間かくはん
↓
60,200,635メッシュの篩でこす
↓
3,000 rpmで10分間遠心　上清を捨てる

図-4　検出に用いる際の土壌処理

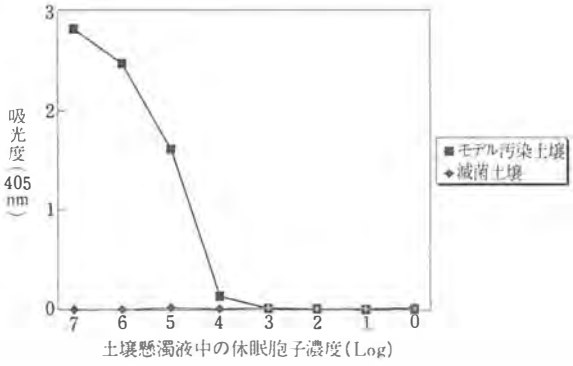


図-5　ELISA法によるモデル汚染土壌からの根こぶ病菌の検出（未発表）

子密度が10^8個になるように接種して作成した。検出に用いる際の土壌処理は，モデル汚染土壌2gを蒸留水40 m*l*に懸濁し，スターラーで60分間かくはん後，60,200,635メッシュの篩でこし，これを3,000 rpmで10分間遠心分離した沈殿を希釈して被検液とした（図-4）。

1　ELISA法

図-4で得た沈殿をコーティングバッファーに懸濁し，土屋ら（1991）の方法に従って100°Cで15分間加熱したものを供試したところ，モデル汚染土壌からは，土壌1g当たりの休眠胞子数が10^4個まで検出することができた（図-5）。土壌からの検出の際に起こる非特異的反応は2%牛血清アルブミン・2%PVP液でブロッキングすることにより抑えることができた。また，加熱操作も非特異的反応を抑え，反応を増幅させることに有効であった。

2　DIBA法

図-4の方法で調整した土壌を蒸留水に再懸濁し，前述のDIBA法で検出したところ，ELISA法と同様に土壌1g当たりの休眠胞子数10^4個まで検出することができた（図-6）。

V　今後の問題点

酵素抗体法は，感度が高く多数の検体を迅速かつ簡便

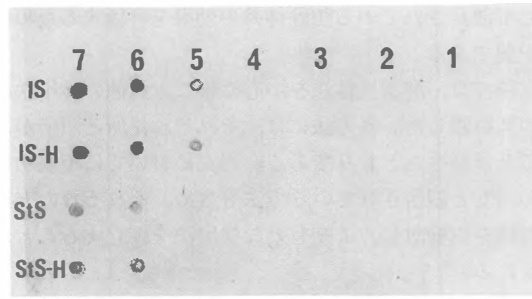


図-6　DIBA法によるモデル汚染土壌からの根こぶ病菌の検出（未発表）（数字は根こぶ病菌濃度（Log）を示す）。
IS：モデル汚染土壌，IS-H：モデル汚染土壌（加熱処理）
StS：滅菌土壌，StS-H：滅菌土壌（加熱処理）
（StS，StS-Hのスポットは土壌による汚れ）

に診断できる点ではきわめて優れた方法である。筆者らの根こぶ病菌の検出においても，罹病植物やモデル汚染土壌から胞子数10^4/m*l*，g程度まで可能である。この検出感度は，根こぶ病の被害が土壌中の休眠胞子数10^3から10^4/g以上で問題になることを考えると，十分圃場診断に耐えうるものと考える。今後，一般の汚染圃場の土壌からの根こぶ病菌休眠胞子の検出に適用し，実用的な診断法とするためには，さらにいくつかの改良が必要であると考えられる。特に，腐食等に起因すると思われる非特異的な反応をどのように除去し，精度を高めるかということが問題の鍵になっている。さらに，酵素抗体法などを用いた直接検出法に画像解析等の技術を組み合わせることにより，低濃度汚染土壌からも特異的な検出が可能になるであろう。このためには，休眠胞子の形態にかかわる詳細な情報が必要となる。最近，Narisawa et al.（1996）により根こぶの1菌系（個体群）において核数の異なる（核数に比例して胞子の大きさも異なる）胞子が存在することが報告され，栽培条件等により胞子の形態に奇形が生じる可能性が示唆されており，休眠胞子の形態について整理し直す必要があると思われる。また，酵素抗体法による方法は，胞子の活性については判断することができないため，活性が低くなった胞子の土壌中での保存期間等についても調査しなければならない。

おわりに

根こぶ病の発生は依然として拡大傾向にあり，アブラナ科野菜栽培農家にとって深刻な問題となっている。土壌中の菌の量や動態をつかむことは，少しずつ工夫を凝

らして改良されている防除体系の効果を評価するためにも重要である。

本稿では，酵素抗体法を中心に根こぶ病菌の検出法について概観した。各方法には，それぞれ長所と短所があることは述べたとおりである。過去においては不成功に終わったと報告されている方法も含め，それぞれの方法の特徴を再検討し，より有効な検出法を確立することが望まれる。

引用文献

1) 赤池良久・我孫子和雄 (1993)：日植病報 59：743 (講要).
2) 有江 力ら (1988)：日植病報 54：242～245.
3) Botz, T. et al. (1988)：J. Phytopathology 122：135～142.
4) Buczacki, S. T. and J. G. Ockendon (1978)：Ann. appl. Biol. 88：363～367.
5) Colhoun, J. (1957)：Ann. appl. Biol. 45：559～565.
6) 日比忠明 (1984)：植物防疫 38：380～384.
7) Lange, L. et al. (1989)：Phytopathology 79：1066～1071.
8) 内記 隆・北沢宗一 (1984)：関西病虫研報 26：9～14.
9) Naiki T. et al. (1984)：Ann. Phytopath. Soc. Japan 50：211～215.
10) Narisawa, K. et al. (1966)：Mycol. Res. 100：855～858.
11) 折原詳子・山本孝絋 (1996)：日植病報 62：276 (講要).
12) Samuel, G. and S. D. Garrett (1945)：Ann. appl. Biol. 32：96～101.
13) 笹谷孝英ら (1991)：関西植物防疫研究 26：39～47.
14) Takahashi, K. and T. Yamaguchi (1987)：Ann. Phytopath. Soc. Japan 53：507～515.
15) ――――・――――(1988)：Ann. Phytopath. Soc. Japan 54：466～475.
16) 高橋賢司 (1996)：平成7・8年度北海道農業試験場成績・計画概要集―病虫害―.
17) Tsuchiya, K. et al. (1991)：Ann. Phytopath. Soc. Japan 57：196～202.
18) Wakeham, A. J. and J. G. White (1996)：Physiological and Molecular Plant Pathology 48：289～303.

(12ページより続く)

(同部微生物探索評価研究チーム主研)，落合弘和―同上 (同上)，肥後健一―遺伝資源第二部上席研究官 (分子育種部遺伝子構造研究長)，土屋健一―同部微生物評価保存研究チーム長 (同部微生物保存研究チーム長)，横山 正―同部微生物評価保存研究チーム主研 (遺伝資源第一部微生物探索評価研究チーム主研)，野津祐三―分子遺伝部上席研究官 (分子育種部酵素化学研究室長)，大橋祐子―同上 (同上部抵抗性遺伝子研究室長)，西口正通―同部遺伝子応答研究室長 (同上部核外遺伝子研究室長)，門脇光一―同部遺伝子応答研主研 (同上部核外遺伝子研主研)，角谷徹仁―同部遺伝子修飾研主研 (同上部遺伝子構造研主研)，田中喜文―生理機能部耐病性研究室長 (機能開発部化学耐性研究室長)，川崎信二―同部耐病性研主研 (同上部特殊生理反応研主研)，宇垣正志―生物工学部遺伝子設計研究室長 (分子育種部適応性遺伝子研究室長)，冨山雅光―同部染色体操作研主研 (機能開発部微生物機能利用研主研)，市川裕章―同部遺伝子設計研主研 (分子育種部適応性遺伝子研主研)，西澤洋子―同上 (機能開発部微生物機能利用研主研)，門間 充―同部蛋白質工学研主研 (分子育種部酵素化学研主研)，北本宏子―遺伝資源第一部微生物探索研究チーム (同部微生物探索評価研究チーム)，西村麻里江―同上 (同上)，堀田光生―遺伝資源第二部微生物評価保存研究チーム (同部微生物保存研究チーム)，岩本政雄―同部DNA管理情報科 (同上)，望月淳子―分子遺伝部遺伝子応答研 (同核外遺伝子研)，光原一朗―同部遺伝子修飾研 (分子育種部抵抗性遺伝子研)，仁木智哉―同部 (同上)，福田篤徳―生理機能部耐病性研 (機能開発部化学耐性研)，梶原英之―生物工学部遺伝子設計研 (分子育種部適応性遺伝子研)

〔農業環境技術研究所〕

鳥山重光―環境生物部微生物管理科上席研究官 (同科土壌微生物分類研室長)，桑原信彦―資材動態部農薬動態科上席研究官 (同科殺虫剤動態研室長)，遠藤正造―同上科殺虫剤動態研室長 (同科薬剤耐性研室長)，鈴木健一同上研主研 (同上研主研)，高橋真美―環境生物部微生物管理科寄生菌動態研 (同科土壌微生物分類科)，岡部郁子―同上科土壌微生物生態研 (同上)

〔畜産試験場〕

天野和宏―育種部みつばち研室長 (同部育種第3研室長)，木村 澄―同上研主研 (同上研主研)

〔草地試験場〕

奥村隆史―環境部上席研究官 (放牧利用部家畜害虫研室長)，神田健一―環境部害虫制御研室長 (同部作物害虫研室長)，白石昭彦―同上研主研 (放牧利用部家畜害虫研主研)，吉松慎一―同上 (同部作物害虫研主研)，有村一弘―同上研 (同上研)

〔果樹試験場〕

足立 礎―企画連絡室企画科主研 (保護部虫害研主研)，大津善弘―保議部病害研室長 (同部病害第2研室長)，家城洋文―同部病原機能研室長 (同部病害第1研室長)，佐藤 威―同部天敵機能研室長 (同部天敵微生物研室長)，加納 健―同部病原機能研主研 (同部病害第1研主研)，山中正博―同部虫害研主研 (興津支場虫害研主研)，尾崎克巳―カンキツ部病害研 (口之津) 室長 (口之津支場病害研室長)，芦原 亘―同上部虫害研 (口之津) 室長 (同上支場虫害研室長)，岩波 徹―同部形質発現研主研 (興津支場病害研主研)，高梨祐明―同部虫害研主研 (口之津支場虫害研主研)，吉田幸二―リンゴ支場 (盛岡) 病害研室長 (盛岡支場病害研室長)，坂神泰輔―同上支場虫害研室長 (同上支場虫害研室長)，伊藤 伝―同支場病害研主研 (同上支場病害研主研)，馬渕正人―同支場虫害研主研 (同上支場虫害研主研)，柳沼勝彦―同上 (同上)，今田 準―カキ・ブドウ支場 (安芸津) 病害研室長 (安芸津支場病害研室長)，駒崎進吉―同上支場虫害研室長 (同上支場虫害研室長)，島根孝典―同支場病害研主研 (同上支場病害研主研)，刑部正博―同支場虫害研主研 (同上支場虫害研主研)，大崎秀樹―保護部病害研 (保護部病害第2研)，兼松聡子―

(29ページに続く)

作物の害虫群集はいかに形成されるか

農林水産省農業環境技術研究所　井村（いむら）　治（おさむ）

はじめに

現在，日本では豊富な種類の作物が栽培されているが，この中で日本原産の作物はほんの数種類しかなく，ほとんどの作物は農耕の歴史の中で，世界のいろいろな所から導入された外来の植物である（星川，1978）。また農耕地に生えるさまざまな雑草の大部分も過去に日本に侵入した外来の植物である。これらの外来植物を土着の植食性昆虫が利用するようになり，植物と相互作用を及ぼし合いながら，特有の昆虫群集が形成される。本稿では，種数や寄主範囲の異なる害虫群集がどのように作物上に形成されるのかを，作物の導入の歴史から考えてみた。

I　植食性昆虫の寄主範囲

本題に入る前に，害虫群集の寄主範囲を取り上げた背景に触れてみたい。植食性の昆虫群集は，主として単食性のスペシャリストから構成されていると考えられている（Bernays and Graham, 1988; Berenbaum, 1990; Futuyma, 1991; Berneys and Chapman, 1994）。ニューヨークの落葉樹林の食葉性昆虫57種のうち37%の種が1種の樹木だけを利用し，60%以上の種が1〜3種の寄主しか利用していない（Futuyma and Gould, 1979）。イギリスのハモグリバエも51.4%の種は1種だけの寄主植物を持ち，単食性の種が優占している（Price, 1983）。またイギリスの森林の樹冠に生息するヨコバイ類では，一つの樹種だけを寄主とする種は16種で，12種は数種の樹種だけを利用する狭食性の種で，広食性の種は3種だけである（Claridge and Wilson, 1976）。日本産チョウ類212種のうち，75%以上の種は一つの科の食物だけを寄主としており，三つ以上の科の植物を寄主としているチョウは7%しかいない（表-1）。これらの事実は，植食性の昆虫の大部分は単食性または狭食性であることを示している。しかし，ある寄主植物上での昆虫群集が必ずしも常に単食性または狭食性の種に優占されているわけではない。例えば，施設栽培での重要な害虫であるワタアブラムシやハスモンヨトウは，施設内で野菜，花き，果樹の20以上の作物を加害し，施設内の害虫群集は広食性の種が優占している（井村・Andow，未発表）。植食性昆虫の寄主範囲は植物と昆虫の関係を研究する上で重要なテーマとなっている（Strong, 1988）。

II　作物の害虫群集

Andow and Imura（1994）は，日本の作物の害虫群集の種数と寄主範囲を，以下のように分析した。

分析を行うために，①草本性で同じ科に二つ以上の作物がある，②ある年代を離して導入された作物がある，③作物には5種以上の害虫がいる，という条件で作物を探したところ，7科19種の作物が抽出された。作物ごとの害虫の種数と寄主範囲は，「農林有害動物・昆虫名鑑」（応動昆編，1987）を含む文献および何人かの専門家の意見を入れて決めた（表-2）。また作物の導入年代は星川（1978）によった。

1　種　数

害虫の種数では，ダイズが最も多く239種，次いでイネが多く127種，アオイ科やシソ科の作物では害虫の種数は少なかった。害虫の種数は何によって決まるのだろうか。図-1からわかるように，害虫の種数は作物の栽培面積と有意な相関があり（$r=0.56$），よく知られた面積—種数の関係があると見られる。栽培面積が大きくなるほど害虫の種数が増加する理由としては，大きな面積は，①その中により異質なハビタットが含まれる，②害虫がその植物に遭遇する機会が大きい，③島の生物の

表-1　日本産チョウ類の寄主範囲

寄主の数[a)]	種数
1	160
2	37
3	8
4	4
7	1
8	1
11	1
平均1.4	合計212

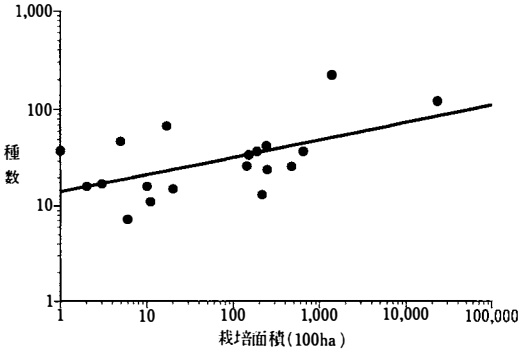
a)：植物の科の数
川副・若林（1976）より作成

How are the Arthropod Pest Communities Organized on Introduced Crops?　By Osamu Imura

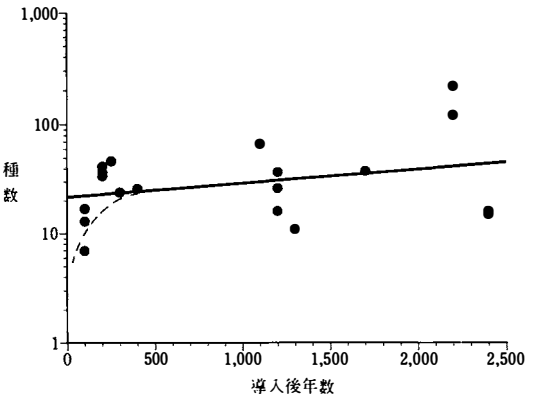
表－2　日本の草本性作物の害虫群集の寄主範囲

作　物	栽培面積 (千 ha)	導入時期 (世紀)	土着害虫[a] 群集の寄主範囲 加害する寄主の科数 1	2—3	4—6	7＋	総種数	S/G[c] 比	侵入害虫種数[d]
イネ科			%	%	%	% [b]			
イネ	2,280.0	−3	61.3	22.7	11.8	4.2	119	14.60	8
アワ・ヒエ・キビ	0.1	5〜10	44.7	18.4	21.1	15.8	38	2.83	6
トウモロコシ	0.5	16〜19	34.0	23.4	25.5	17.0	47	2.00	10
マメ科									
ダイズ	138.4	−3	26.2	32.6	20.6	20.6	218	1.27	21
エンドウ・ソラマメ	1.7	8〜10	13.4	29.9	29.9	26.9	67	0.50	3
ラッカセイ	24.3	18	4.8	33.3	28.6	33.3	42	0.14	7
キク科									
フキ	1.0	原産種	56.2	12.5	6.3	25.0	16	2.25	2
ゴボウ	14.4	8	46.2	19.2	7.7	26.9	26	1.71	6
レタス	21.3	19	30.8	7.7	23.1	38.5	13	0.80	8
アオイ科									
ワタ	0.2	8	43.7	25.0	12.5	18.8	16	2.33	3
オクラ	0.6	19	28.6	28.6	0.0	42.9	7	0.67	3
セリ科									
ウド・ミツバ	2.0	原産種	60.0	13.3	20.0	6.7	15	9.00	5
ニンジン	24.4	17	20.8	29.2	16.7	33.3	24	0.63	4
ナス科									
ナス	18.9	8	8.1	10.8	29.7	51.4	37	0.16	13
タバコ	47.4	16	7.7	30.8	26.9	34.6	26	0.22	10
ジャガイモ	65.0	17〜19	8.1	29.7	29.7	32.4	37	0.24	6
トマト	15.2	18	5.9	20.6	35.3	38.2	34	0.15	11
シソ科									
シソ	1.1	4〜10	18.2	9.1	45.5	27.3	11	0.67	2
ハッカ	0.3	19	29.4	5.9	17.6	47.1	17	0.62	0

[a]：過去 200〜300 年に日本に侵入したと考えられる害虫を除いた害虫.
[b]：その害虫群集全体に占める寄主範囲別の害虫グループの種数の割合.
[c]：S/G 比＝寄主の科数 1 の%÷寄主の科数 7＋の%
[d]：MORIMOTO and KIRITANI (1995)



図－1　作物の栽培面積と害虫の種数の関係



図－2　作物の導入後の年数と害虫の種数の関係

種数は定着種と絶滅種のバランスで決まるとする平衡理論（MacArthur and Wilson, 1967）に従えば面積が大きいほど平衡種数は多くなる，などが考えられる（Strong et al., 1984）。しかし種数を説明する面積の寄与率（r^2）は31%であり，他の要因も考えられる。

これらの作物は，原産種を除くと異なる年代に他の地域から日本に導入された作物である（表-2）。図-2は作物の導入後の時間と害虫の種数との関係を示しており（日本原産種の時間は2,400年を与えた），導入時期が古いほど，その作物の害虫種数が多い傾向が見られる。しかし導入後の時間と栽培面積を独立変数とした種数の重回帰式の時間の係数の有意水準は10%であり，導入後の長期的な時間が害虫の種数を決めている主な要因ではない。サトウキビはおそらくニューギニア原産の植物で，多くの低緯度の地域に導入されて栽培されている。その導入の歴史は古く，インド大陸には紀元前1千年ごろ，東南アジアやエジプトには紀元前5千年ごろ導入されたと推定されるが，ホンジュラスへは19世紀に導入された新しい作物である。Strong et al.（1977）は，導入された地域のサトウキビの害虫種数の面積一種数関係で説明されない変動部分と導入後の時間との間にやはり有意な相関を見いだせなかった。しかし図-2をよく見てみると導入後百年程度のオクラ，ハッカ，レタスはいずれも害虫種数が少なく，害虫群集がまだ十分形成されていない可能性を示している。

Goeden（1970, 1973）は，ヨーロッパから北アメリカのカリフォルニアに1854年と1930年代に侵入したアザミ2種の植食性昆虫を調べた。原産地ではそれぞれ115種と75種の昆虫が知られているが，カリフォルニアでは48種と40種の昆虫がすでに侵入後これらのアザミを寄主としていた。Banerjee（1981）は，アジアとアフリカの150年ぐらいの間にチャが導入された14の地域では，チャの栽培年数が長いほど害虫の種数が増加することを明らかにした。これらの事実から，作物導入後害虫の種数は比較的単時間の間に蓄積され，その期間は200年以内と見られる（図-2破線）。またその後の種数の増加はゆるやかなのであろう。

導入された作物を加害する昆虫は，導入された地域の土着の昆虫群集から移ってきたものである。作物の導入地でその作物と分類学的に近縁な植物が多くあれば，それらの植物を寄主とする昆虫群集が作物の害虫の給源となる可能性が高い（Lawton and MacGarvin, 1986）。Lawton（1982）は，ワラビの植食性昆虫をイギリス，パプアニューギニアとアメリカで調べたところ，地域間で共通の種はおらず，それぞれ21種，14種，3種が認められ，種数の違いはその地域での種の給源の違いと考えた。

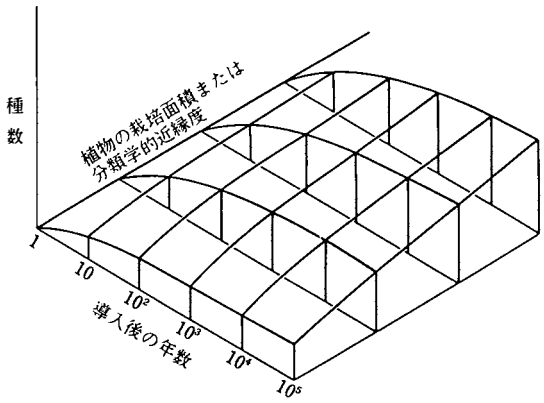
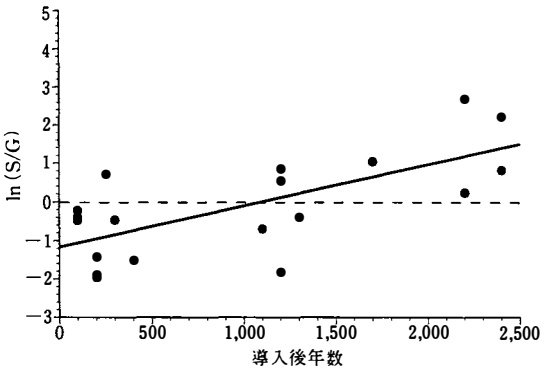


図-3　導入植物上の昆虫群集への種の加入曲線のモデル（Strong et al., 1984）

これらを総合して，Strong et al.（1984）は導入された植物上の昆虫群集への昆虫種の加入は図-3のようなモデルになると考えている。導入植物の昆虫群集の種数は，栽培面積と植物の導入地での他の植物との近縁度および導入後の時間の関数となっている。

それでは導入作物の分析結果からもわかるように，なぜ昆虫群集への種の加入は初期は急速だが，やがて頭打ちになるのだろう。植物上の昆虫が利用できるニッチが決まっているとすれば，群集に加入する種数が増加するに従ってニッチが飽和し加入曲線は頭打ちとなるだろう（ニッチ飽和説，MacArthur, 1972）。一方Lawton（1982）は，ワラビの植食性昆虫の研究結果からも，ニッチが飽和しているとは考えられず，種数の飽和は種間競争の結果ではないと主張した。しかしStrong et al.（1984）は植食性昆虫が天敵から逃れるためにニッチの分化やシフトが起こり（天敵解放説，Lawton and Strong, 1981）こうしたニッチは飽和しうると考えている。Lawton and Strong（1981）は，むしろ導入植物の昆虫群集に加入しうる給源が限られているため，加入種が増加するにつれて，給源の種数が枯渇するために加入曲線が頭打になる（給源枯渇説）と考えた。表-2から，土着種数に対する侵入害虫種数の比をとってみると，導入時期の古い作物ほど侵入害虫の割合が少ない。このことは加入曲線が飽和型であり，古い作物では作物上のニッチが競争力の強い種で飽和しているため新たな侵入害虫が加入できないか，海外からの侵入しうる害虫の給源が枯渇していることを示しているのかもしれない。いずれにしても，導入作物の害虫種数については，栽培面積



図－4　作物の導入後の年数と S/G 比の関係

と導入後の特に二百年くらいの時間が関与していることを示唆している。

2　寄主範囲

表-2 は，各作物ごとの害虫について，土着害虫（過去 200～300 年以内に侵入した害虫を除く種）の加害する寄主の科の数によってその害虫の寄主範囲を示している。例えば，イネの害虫で寄主の科数が 1 の種はイネ科だけを加害し，その種数はイネの害虫 119 種のうち 61%を占めている。また寄主の科数 2～3 の害虫は，イネ科以外の科の作物を 1～2 科にわたって寄主としている。ここでは寄主の科数が 1 のものをスペシャリスト (plant family specialist)，また 7 以上の植物の科を寄主とするものをジェネラリスト (plant family generalist) と定義した。スペシャリストは狭食性，ジェネラリストは広食性の害虫である。ここで上げた 462 種の害虫のうち，50%の種がスペシャリストであり，Bernays and Graham (1988) らの植食性昆虫群集はスペシャリストが多いという主張と一致している。しかしスペシャリストの比率は作物によって異なり，イネの 61.3%からラッカセイの 4.8%まで大きな幅がある。ジェネラリストについてみても，ナスの 51.4%からイネの 4.2%までの違いがある。そこでそれぞれの作物の害虫群集の寄主範囲の特徴を表す指標として S/G 比（スペシャリストの%÷ジェネラリストの%）を計算した（表-2）。S/G 比はその害虫群集がどの程度スペシャリスト（狭食）化しているかを表している。S/G 比もまたイネの 14.6 からトマトの 0.15 まで大きなばらつきがある。この違いは何によるのであろうか。S/G 比は栽培面積とは有意な相関はなく（$r=-0.08$），また害虫群集の種数とも有意な相関は見られなかった（$r=0.12$）。導入された作物と同属の植物の日本の固有種が多ければ，これらの植物に適応したスペシャリストが作物の害虫群集に参入してくる可能性がある。しかしやはり S/G 比と作物と同属の固有種の種数との間には有意な相関は見られず（$r=0.07$），導入作物の導入先での植物学的近縁度が害虫群集の寄主範囲に影響を与えることはないとみられる。

表-2 の S/G 比の欄を見ると，七つの作物の科のうちナス科を除いたすべての科の作物グループで，導入年代が古い作物ほどその害虫群集の S/G 比が大きく，害虫群集が狭食化しているいることがわかる。さらに作物の導入後の年数と S/G 比の相関を見ると有意な相関（$r=0.69$）が見られ（図-4），作物の導入後の時間が長くなるに従って害虫群集の狭食化が進んでいることを示している。また図から，害虫群集のスペシャリスト比率がジェネラリストのそれを超えるのに約千数百年を要することがわかる。マメ科とナス科の作物の害虫群集は，いずれも回帰直線より下に位置し，イネ科やキク科の作物よりジェネラリストの比率が高い。これらのジェネラリストの中にはマメ科では広食性のカメムシ科，ミノガ科，ヤガ科，コガネムシ科の種が含まれ，ナス科ではやはり広食性のハダニ科，アブラムシ科，コナジラミ科，ヤガ科，コガネムシ科の種が含まれている。Kogan (1977) によると，ナス科の植物は植食性昆虫がそれを摂食するのに特定の誘引物質を必要としないので，それを摂食する群集はより広食性の種が多いと述べている。

ナス科とシソ科の作物では，作物間の害虫群集の S/G 比の差は大きくなく，導入後の年数との関係は小さいか明瞭ではない。これらの科では，群集の狭食化が起こり難いか，他の科の作物に比べて狭食化するのにより長い時間を必要とするのかもしれない。

ここで見られた導入時期の古い作物ほどその害虫群集はスペシャリストが優先しているという事実は，植物とその植食性昆虫群集の関係を考える上で普遍的なのであろうか。前述の Goeden (1973, 1975) と Goeden and Ricker (1986) は，原産地のヨーロッパから北アメリカのカリフォルニアに百年ぐらいの間に持ち込まれた数種のアザミの植食性昆虫を原産地と比較したところ，原産地であるヨーロッパでの昆虫群集のうち，他の族や科の植物も食べる広食性の種は 51～27%であったが，カリフォルニアの群集は 94～76%の種が広食性の種で占められていた。Kogan (1981) は，中国原産で 19～20 世紀にアメリカに導入されたダイズの害虫群集を調べたところ，害虫 453 種のうち 9.8%の種がマメ科だけを食害する狭食性の害虫であった。これに対して，紀元前 3 世紀ごろ導入された日本のダイズの害虫群集のうち同じマメ科だけを寄主とするスペシャリストは 26.2%にも上

る（表-2）。これらの事実はやはり植食性の昆虫群集の狭食化が時間とともに進行することを支持している。

それではどのようにしてこの害虫群集の狭食化が起こるのであろうか。第一の可能性は，導入初期に群集に加入してきた広食性の種が時間とともに狭食性の種に進化することであろう（共進化説，Berembaum，1983）。第二に，食性の異なる害虫の作物への定着に要する時間が異なる可能性がある（特異的定着説，Turnipseed and Kogan, 1976）。Turnipseed と Kogan（1976）によると，ダイズが新たに導入された地域では，土着の昆虫群集の中から，直翅目，鱗翅目，半翅目などの広食性の昆虫のグループがまず定着してくる。次に野生のマメ科の植物に適応した狭食性の種のグループが定着する。最後に他の科の植物から寄主転換したと考えられる狭食性の種が定着する。導入初期の群集への急速な種の集積は第一と第二のグループにより行われる。第三のグループの定着はゆっくりとした進化を伴って起こり，狭食性のグループが広食性のグループに徐々に置き換わって優占する。彼らはこの最後のプロセスは数千年を要すると考えている。第三の可能性は，狭食性の侵入害虫が広食性の土着害虫群集に加入してきて狭食性化が進むことであろう。しかし表-2 に示した侵入害虫の食性範囲は土着害虫に比べて有意に広食性に偏っており，侵入害虫が害虫群集の狭食化に貢献することは考えられない。害虫群集の狭食化のメカニズムは，生態学的・進化学的研究によって明らかにされる必要がある。

お わ り に

農業は新たな作物の導入の歴史である。新たに導入した作物に在来の昆虫や海外から侵入してきた昆虫が定着してこれを加害し，害虫群集が形成される。作物の害虫群集は植物と昆虫の相互作用の研究に良い材料を与えてくれる。また害虫群集の種数やその食性は，害虫防除の上からも無視できない。多くの害虫に加害される作物は，害虫の種数が少ない作物とは異なる防除戦略を必要とするであろう。食性が異なればその害虫の発生も異なる。例えば，単食性の害虫種が優占する作物は大面積に単作すると害虫が大発生しやすい（Root，1973）。一方で，単食性の害虫は有効な防除手段が開発されれば，その個体数を減少させることも可能であろう（例えば，サンカメイガ）。作物の害虫群集の研究は，新たな作物を導入しようとする場合起こりうる害虫問題を予測し，これに対処する上でも有効であると考えられる。

引 用 文 献

1) Andow, D. A. and O. Imura (1994) : Ecology 75(2) : 296～300.
2) Berenbaum, M. (1983) : Evolution 37 : 163～179.
3) Berneys, E. A. and M. Graham (1988) : Ecology 69 : 886～892.
4) Berneys, E. A. and R. F. Chapman (1994) : Host-plant selection by phytophagous insects. Chapman & Hall, New York, 312 pp.
5) Futuyma, D. J. and F. Gould (1979) : Ecol. Monogr. 49 : 33～50.
6) Gooden, R. D. and D. W. Ricker (1986) : Ann. Entomol. Soc. Am. 79 : 945～952.
7) 星川清親 (1978) : 栽培植物の起源と伝播，二宮書店，東京，295 pp.
8) Kogan, M. (1981) : Environ. Entomol. 10 : 363～371.
9) Lawton, J. H. and D. R. Strong (1981) : Am. Nat. 118 : 317～338.
10) ――― (1982) : J. Anim. Ecol. 51 : 573～595.
11) 応動昆編 (1987) : 農林有害動物・昆虫名鑑，日植防，東京，379 pp.
12) Root, R. B. (1973) : Ecol. Mnogr. 43 : 95～124.
13) Strong, D. R. et al. (1977) : Ecology 58 : 167～175.
14) ――― et al. (1984) : Insects on plants, Blackwell Sci. Publ., Oxford, 313 pp.
15) ――― (editor) (1988) : Ecology 69(4) : 885～915.
16) Turnipseed, S. G. and M. Kogan (1976) : Ann. Rev. Ent. 21 : 247～282.

（24 ページより続く）

同上（同上），足立嘉彦―同部病原機能研（同上部病害第 1 研），三代浩二―同部天敵機能研（同上部天敵微生物研），塩谷　浩―カンキツ部病害研（口之津支場病害研），伊藤隆男―同上（興津支場病害研），新井朋徳―同部虫害研（同上支場虫害研），須崎浩一―リンゴ支場病害研（盛岡支場病害研），土田　聡―カキ・ブドウ支場虫害研（安芸津支場虫害研）

〔野菜・茶業試験場〕

浜村徹三―環境部上席研究官（環境部虫害第 1 研室長），我孫子和雄―環境部病害研室長（同部病害第 2 研室長），松井正春―同上部虫害研室長（同部虫害第 2 研室長），末永　博―同上研主研（同上部虫害第 1 研主研），小山健二―同上（同上部虫害第 2 研主研），篠田徹郎―同上（同上），堀内誠三―野菜育種部耐病性機構研（盛岡）室長（盛岡支場病害研室長），白川　隆―同上研主研（同上研主研），福本文良―花き部病害研室長（環境部病害第 1 研室長），柏尾貝俊―久留米支場上席研究官（久留米支場虫害研室長），西村範夫―同上支場病害虫研室長（同上支場病害研室長），河野勝行―同上研主研（同上支場虫害研主研），窪田昌春―環境部病害研（環境部病害第 2 研），山田憲吾―同上（同上），佐藤衛―野菜育種部耐病性機構研（同上部病害第 1 研），井智史―花き部病害研（北農試地域基盤研究部低温病理研），小枝橋基夫―久留米支場病害虫研（久留米支場病害研）

〔北海道農業試験場〕

寺見文宏―地域基盤研究部越冬ストレス研室長（地城基盤研究部低温病理研室長），高橋良二―同上研主研（同上部耐寒遺伝研主研），栗木みどり―同上（同上），森山真久―同上研（同上部適応生態研），川上　顕―同上（同上部低温病理研）

（40 ページに続く）

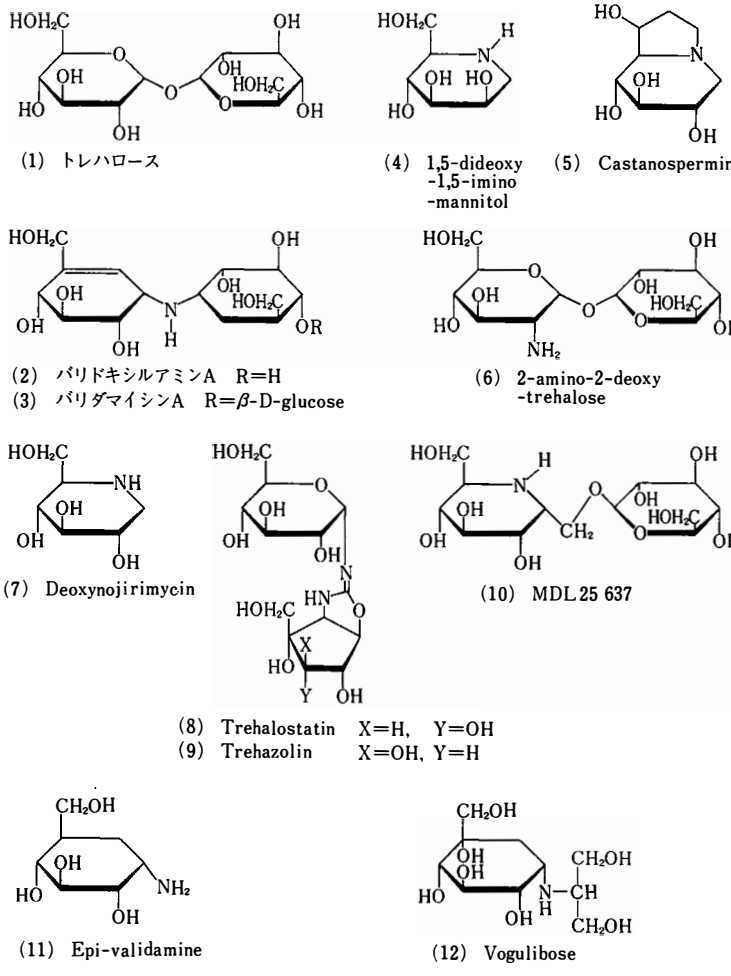
トレハラーゼ阻害剤の害虫制御への利用

国立予防衛生研究所昆虫医科学部　河野義明（こうのよしあき）

はじめに

筆者らは，特異的で高活性のトレハラーゼ阻害剤であるバリドキシルアミン A（VAA，2）を昆虫に処理してトレハロース(1)の利用を妨げたときに起きる異常について研究している。そしてこれまでいくつかの致命的影響が昆虫に出ることを明らかにしてきた。VAA のグルコシドであるバリダマイシン A(3)はイネ紋枯病の防除剤として長年使われ，その安全性のデータも多い。トレハロースは人間を含む哺乳動物には存在せず，これらに対するトレハラーゼ阻害剤の影響は小さいと考えられる。これらのことから，トレハラーゼ阻害化合物を昆虫に特異的に作用する害虫制御剤として利用できるのではないかと考えている。

ここでは，トレハロース，トレハラーゼについて言及しつつ，トレハラーゼ阻害剤の実際の作用とその利用に



図－1　主な化合物の化学構造

Prospects of Trehalase Inhibitor as an Insecticide.　By Yoshiaki KONO

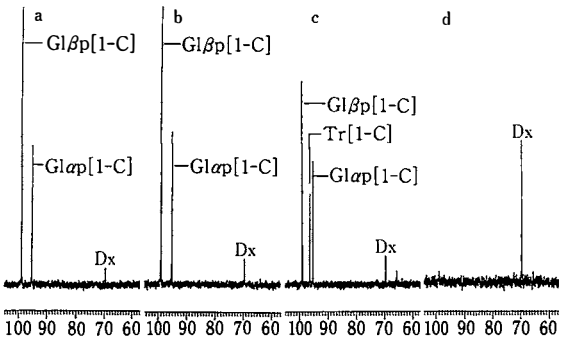


図-2　ワモンゴキブリ脂肪体によるトレハロースの合成
14 mM の [1-^{13}C] -グルコースを含む Locke 液 (a) 1 m*l* に雌成虫 1 頭分の脂肪体 (c)，中腸 (b) を入れ，25℃で 3 時間培養した後，培養液を ^{13}C-NMR で分析した．d は培養後の脂肪体のホモジェネート（1 頭分/1 m*l*）の上清，DXN は 10 mM ジオキサン（標準物質）．

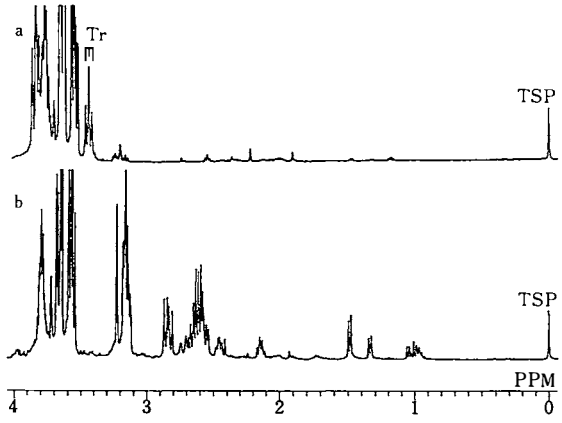


図-3　センチニクバエ幼虫 (b) と成虫 (a) の体液の 1 H-NMR スペクトル
a には 3.45 ppm にトレハロースの [6-C] プロトンのトリプレットシグナル（Tr）が検出されるが，b には検出されない．

際しての問題点について述べる。

I　トレハロース

トレハロース（D-glucosyl D-glucoside）はショ糖の 5〜6 割の甘味を有する二糖類である。トレハロースの glucosyl 基はピラノース型のみで，化学合成によれば *α*, *α* 体, *α*, *β* 体, *β*, *β* 体を作れるが，自然界では *α*, *α* 体（*α*-D-glucopyranosyl *α*-D-glucopyranoside）のみが広く存在する。トレハロースは藻類，細菌，真菌（マッシュルーム，シイタケなどキノコに多く含まれる），線虫や昆虫を含む無脊椎動物，シダ類および一部の高等植物から分離されている（Elbein, 1974）。哺乳動物にはトレハロースの合成，分解に関与する酵素は存在するが，この糖そのものの存在は確認されていない。微生物ではトレハロースは貯蔵エネルギー源としての役割をもつが，昆虫の体液中に高濃度に存在するものも同様な役割を果たしている。ポプラハバチの越冬蛹はその 5〜7%に当たる重量のトレハロースを含有し，−40℃の冷凍にも耐える（Asahina and Tanno, 1964）。ワラジムシでは越冬期にトレハロースの含量が高まる（Tanaka and Udagawa, 1993）。一方，酵母のトレハロース含量の高い株はストレス耐性を有する（特許，引用文献 26）。このように，トレハロースの存在は不適環境下での生物の生存にも寄与していると考えられる。実際，トレハロースはタンパク，核酸などの生体高分子の安定性を乾燥下でも保つ働きがあり，この場合，トレハロースは水と入れ替わって，水の作用を代替すると考えられている。

食物中の炭水化物が消化されてできる単糖類の主成分であるグルコースは，昆虫体内に吸収されると，直ちに脂肪体でトレハロースに合成され体液中に放出される。図-2 はワモンゴキブリ脂肪体のトレハロース合成能を *in vitro* で見たものである。天然には ^{12}C の百分の一程度しか存在しない ^{13}C でラベルした [1-^{13}C] グルコースを培養液に加え，脂肪体を入れて 3 時間後に培養液を ^{13}C-NMR で分析すると，[1,1-^{13}C] トレハロースが検出され，この組織でトレハロースが合成されることがわかる。中腸組織にはこの働きはない。また，組織ホモジェネート中にラベルされた糖が検出されないことから，どの組織にもトレハロース，グルコースは蓄積されないことも知られる。

筆者らは昆虫を含む節足動物の体液成分を NMR で分析しているが，Wyatt (1967) および Elbein (1974) がおのおの 30 余種昆虫におけるトレハロースの存在を挙げている以外に，分析した 30 種余の昆虫すべての体液中にこの糖を認めた。ただ，ハエの幼虫（センチニクバエ，イエバエ，オオクロバエ）にはトレハロースが検出されない（図-3）。昆虫以外では，ダニ（コナダニ，カズキダニ，*Amblyomma*），クモ（ジョロウグモ，ハエトリグモ），エビ（アメリカザリガニ，クルマエビ）およびダンゴムシの体液からはトレハロースは検出されず，ブタカイチュウからは高濃度検出された。このように，昆虫が節足動物の中でも特にトレハロースと密接に関係があり，エネルギーを使ってまで，グルコースをトレハロースに変えて蓄え，利用に当たっては，再びグルコースに戻すような系を維持していることは非常に興味深い。

II トレハラーゼ

トレハラーゼは，トレハロースを2分子のグルコースに加水分解する酵素である。この酵素は哺乳動物の小腸や腎臓などにも存在し，小腸上皮細胞刷子縁膜に存在するものは食物中のトレハロースの分解に働いているが，他の器官に存在するものの機能は明らかではない。体液中のトレハロースを利用する昆虫では，ほとんどの組織にトレハラーゼが存在する（Wyatt, 1967)。昆虫の消化管からは可溶型のトレハラーゼが得られるが，飛翔筋からはミトコンドリアやミクロソームの膜に結合したトレハラーゼが得られる。唾腺や生殖付属腺には多量の可溶型トレハラーゼが存在する例が多く，卵巣やマルピギー管では膜結合型が存在する。このように昆虫には2種類のトレハラーゼが存在し，種によっては酵素学的性質にも違いが見られる場合もある。しかし，キイロショウジョウバエの遺伝学的解析によると，両トレハラーゼは同一遺伝子によって支配されることが示されている(Oliver et al., 1978)。最近，カイコの中腸の可溶型トレハラーゼ，および卵巣の膜結合型トレハラーゼの遺伝子配列が明らかになり（Su et al., 1993, 1994)，同一性および，1個体1遺伝子座が確認された。昆虫トレハラーゼのアミノ酸配列は大腸菌，酵母やネズミのものとかなりの相同性を保っている（Su et al., 1993; Takiguchi et al., 1992)。

III トレハラーゼ阻害剤

家畜が特別な野草を食べて異常を起こす原因が糖分解酵素阻害化合物である例が多く知られている。そのようなマメ科植物から分離された化合物である1,5-dideoxy-1, 5-imino-D-mannitol(4)，castanospermine(5)や2-amino-2-deoxy-torehalose(6)は，トレハラーゼを含む糖分解酵素を阻害する作用を持ち，高濃度で昆虫に致死作用を示す。また，*Streptmyces, Bacillus* などの生産物である，nojirimycin, deoxynojirimycin(7)もトレハラーゼ阻害活性をもつ（Fellows, 1986)。しかし，これらの化合物はトレハラーゼに対する特異性は低く，他の糖分解酵素をも強く阻害する。

Streptmyces の1種から分離されたバリダマイシンAは1970年からイネ紋枯病の防除剤として使用されてきたが，1987年にその作用機作がそのもののアグリコンであるVAAのトレハラーゼ阻害作用に基づくものであることが示された（Asano et al., 1987)。VAAは構造がトレハロースとよく似ており，強力で特異性の高い阻害剤である。昆虫，酵母，哺乳動物のトレハラーゼに対するVAAのI_{50}値は10^{-8}-10^{-9}Mのレベルであるが，他の糖分解酵素である，α-およびβ-グルコシダーゼ，セルラーゼ，ペクチナーゼ，キチナーゼ，α-アミラーゼにはほとんど阻害活性を示さない（Asano et al., 1987)。最近，特異性，阻害活性ともにVAAに匹敵する化合物，trehalostatin (8, Nakayama et al., 1991) とtrehazolin (9, Ando et al., 1991) がそれぞれ *Amycolatopsis* と *Micromonospora* の培養沪液から分離され，両者が異性体の関係にあることが判明した（Ogawa et al., 1992)。

合成化合物としては，MDL-25637(10)が知られている（Salleh and Honek, 1990)。この化合物やVAAのようなトレハロースと構造が類似した含窒素疑似糖は，一般的には酵素に対して拮抗的阻害を示すが，酵素と阻害剤の共存する時間の経過に伴って'slow binding inhibition'と呼ぶ，不可逆的結合が進行することも指摘されている（Salleh and Honek, 1990)。

表-1 VAAの注射による昆虫組織トレハラーゼの阻害

昆虫種	発育段階	組織	薬量 μg/虫	測定時 注射後	阻害%
ワモンゴキブリ	雄成虫	飛翔筋	5	1日	70.7
			5	7日	77.4
			5	14日	48.9
			50	14日	93.1
	雌成虫	卵巣	5	1日	97.4
			5	7日	95.3
			5	14日	68.5
			50	14日	93.1
トノサマバッタ	雄成虫	飛翔筋	50	7日	86.4
ヨトウガ	6齢幼虫	中腸	10	1日	90.0
カイコ	蛹	卵巣	10	3時間	100.0

IV VAAの昆虫に及ぼす影響

1 飛翔に及ぼす影響

ゴキブリやクロキンバエの飛翔にはトレハロースがエネルギー源となるが，長距離飛翔するバッタや鱗翅目成虫では，飛び初めのみトレハロースが使われ，その後脂肪がエネルギー源となる。どちらのタイプの昆虫においても，VAAの注射により各組織のトレハラーゼが阻害され（表-1)，体液中のトレハロース濃度が極端に高まる（表-2)。ワモンゴキブリ雄成虫から選び出したよく飛ぶ個体は，胸背板を固定し前方から風を当てると約15分連続飛翔する。この間に体液トレハロースは飛翔のために消費され濃度は平常値の1/3に低下する（表-3)。このようなよく飛ぶ個体でもVAA (50 μg/虫) を

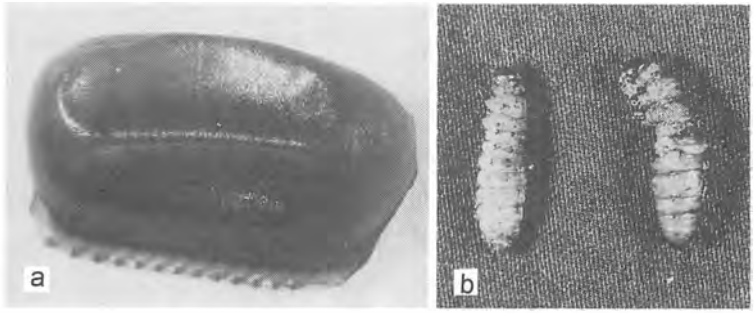
表－2　VAA 注射による体液トレハロース濃度の上昇

昆虫種	発育段階	薬量 μg/虫	トレハロース濃度 平常値	注射1日後
ワモンゴキブリ	雄成虫	5	37.5	84.7
	雌成虫	5	21.2	49.8
トノサマバッタ	雄成虫	50	83.9	202.3
ヨトウガ	6齢2日幼虫	10	21.6	35.8
カイコ	5齢2日幼虫	5	10.5	21.7
イエバエ	雄成虫	2.5	52.1	136.0
オオクロバエ	雄成虫	5	64.5	237.2
センチニクバエ	雄成虫	2	18.1	59.9
ミツバチ	働き蜂	5	60.4	182.2

表－3　よく飛ぶワモンゴキブリ雄成虫の飛翔と体液トレハロース濃度に及ぼす VAA の影響

処　理	体液トレハロース濃度 (mM)	飛翔時間 (分)
無処理		
未飛翔	25.0	—
飛翔直後	8.3	15.3
VAA 注射1日後		
未飛翔	71.9	—
飛翔直後	77.2	1.5

各処理3頭の平均値



図－4　(a)VAA 処理ワモンゴキブリから産まれたへこみのある卵鞘．(b)VAA 処理によるヨトウガの脱皮時の異常．前蛹状態で死亡する個体(左)と蛹化不全で死亡する個体(右)．

注射し1日経つと，2分以上飛び続けることができなくなる（表-3, Kono et al., 1994 b)。しかし，トノサマバッタでは，VAA 注射による飛翔筋トレハラーゼの阻害，体液トレハロース濃度の上昇は起こるものの，飛翔は影響を受けない。これまで，トレハロースから脂肪への飛翔エネルギー源の転換は飛翔初期のトレハロース消費による体液トレハロース濃度低下が原因となって起こると考えられていたが，この実験結果はトレハロース濃度が高くても，その代謝が妨げられると体液脂肪濃度も高まり，飛翔筋での脂肪代謝が始動すると考えたほうがよいことを示している。

イエバエ，センチニクバエ成虫は VAA 処理により活動全般が抑制されるが，オオクロバエの飛翔を含めた活動は VAA の影響を受けない。この種は夏期にかなりの距離を飛翔し山地へ移動するため，脂肪をそのエネルギー源として利用すると推測される（Takahashi et al., 1995)。

2　生殖への影響

VAA の1回の注射でワモンゴキブリ雌の卵巣トレハラーゼは2週間以上にわたって阻害される（表-1)。注射1週間前後に産まれる卵鞘は着色，硬化が不完全で(図-4 a)，そこから幼虫はほとんどふ化しない。その後は，卵巣の卵の発育が抑制され，卵鞘も産まれなくなる(Kono et al., 1996)。VAA による産卵抑制はトノサマバッタでも観察されている。

カイコの休眠卵産生蛹では，発育中の卵表面のトレハラーゼが休眠ホルモンの遺伝子転写増強作用により多数発現し，より多量の体液トレハロースをグルコースに分解しつつ取り込み，グリコーゲンとして卵内に蓄積する。このために，卵は産卵された後休眠に入る(Yamashita and Hasegawa, 1985)。蛹への適当量の VAA 処理はこの過程を抑制し，休眠卵から非休眠卵への転換を起こす（Takeda et al., 1988)。さらに，VAA によって雌の膠着腺のトレハラーゼが阻害され（姚ら，1991)，卵を固定する膠着物質が生産されず，いわゆるバラ種状態となる（竹田ら，1990)。

3　鱗翅目幼虫に対する致死作用

ヨトウガ終齢前期幼虫に VAA（1-10 μg/虫）を注射すると，1日後には筋肉の弛緩や背脈管拍動数の減少が観察されるが，発育には顕著な影響は認められない。し

かし，その後，前蛹から蛹に変態するときに異常が起き，脱肛やいろいろな程度の蛹化不全（図-4 b）が原因で虫は死亡する（Kono et al., 1994 a ; 1995)。VAA 処理による同様な異常による死亡はカイコ（Kono et al., 1993)，ハスモンヨトウ（Asano et al., 1991）においても観察される。Wyatt (1967) は中腸トレハラーゼの役割として，中腸壁を通してトレハロースが体外に流出するのを抑える働きを推測している。トレハラーゼ阻害剤により中腸トレハラーゼを阻害することは，ここにも致命的影響を現すと考えられた。しかし，実験結果は否定的で，中腸トレハラーゼが阻害されても腸管内にトレハロースは漏れ出てこなかった。二糖類はもともと消化管壁を通過できない化合物であって，トレハロースとして糖を体液中に蓄える一つの理由となっていると考えられる。

V トレハラーゼ阻害剤の利用

前項で述べたように，VAA はトレハラーゼ阻害作用によって昆虫に様々な影響を及ぼす。特に，変態時の異常，生殖の阻害，飛翔の抑制を対象とすれば，トレハラーゼ阻害化合物を害虫制御に利用できると考えられる。これまで各種昆虫に対して VAA の効果を調べてきたが，一般的処理によって有効な種は半翅目の一部に見られた。しかし，ヨトウガ幼虫，チカイエカ幼虫，ゴキブリを使った試験からは，経口，経皮投与による VAA の効力は十分ではなかった。表皮透過性を付与するために，アシル基，アリル基，スルフォニル基を VAA に導入したが，いまだ満足のいく化合物には到達していない。

バリドキシルアミン A の分解物の一つである epi-validamine(11)もトレハラーゼ阻害作用を備えた化合物である。このような化合物をリード化合物とし，これに化学的修飾を加え，α-グルコシダーゼ阻害活性が強く，消化管での炭水化物の分解を抑えて血糖の急激な上昇を抑制する医薬（voglibose, 12）もつくられている。害虫制御剤としての開発もこのあたりから考え直すのも一方法であろう。少しずつではあるがトレハロースの特異的阻害剤の種類も増えており，その中から有望な化合物が見つかることも期待できる。トレハラーゼ阻害剤が害虫制御に利用されるまでには，関係分野の成果などを取り入れた一層の研究が必要である。

引 用 文 献

1) Ando, O. et al. (1991) : J. Antibiotics 44 : 1165～1168.
2) Asahina, E. and K. Tanno (1964) : Nature 204 : 1222.
3) Asano, N. et al. (1987) : J. Antibiotics 40 : 526～532.
4) ――― et al. (1991) : J. Antibiotics 44 : 1417～1421.
5) Elbein, A. D. (1974) : Carbohydr. Chem. 30 : 227～254.
6) Fellows, L. F. (1986) : Pestic. Sci. 17 : 602～606.
7) Kono, Y. et al. (1993) : Appl. Entomol. Zool. 28 : 379～386.
8) ――― et al. (1994 a) : J. Pesticide Sci. 19 : 39～41.
9) ――― et al. (1994 b) : J. Insect Physiol. 40 : 455～461.
10) ――― et al. (1995) : J. Pesticide Sci. 20 : 83～91.
11) ――― et al. (1996) : Appl. Entomol. Zool. 31 : 印刷中
12) Nakayama, T. et al. (1991) : Chem. Commun. 1991 : 919～921.
13) Ogawa, S. et al. (1992) : Chem. Commun. 1992 : 886～888.
14) Oliver, M. J. et al. (1978) : Biochem. Genet. 16 : 927～940.
15) Salleh, H. M. and J. F. Honek (1990) : FEBS Letter 162 : 359～362.
16) Su, Z. -H. et al. (1993) : Biochem. Biophys. Acta 1173 : 217～224.
17) ――― et al. (1994) : Biochem. Biophys. Acta 1218 : 366～374.
18) Takahashi, M. et al. (1995) : Appl. Entomol. Zool. 30 : 231～239.
19) Takeda, S. et al. (1988) : Entomol. exp. appl. 46 : 291～294.
20) 竹田敏ら (1990) : 日雑誌 59 : 360～365.
21) Takiguchi, M. et al. (1992) : Biochem. J. 288 : 19～22.
22) Tanaka, K. and T. Udagawa (1993) : J. Comp. Physiol. B 163 : 439～444.
23) Wyatt, G. R. (1967) : Adv. Insect Physiol. 4 : 287～360.
24) Yamashita, O. and K. Hasegawa (1985) : 'Comprehensive Insect Physiology Biochemistry and Pharmacology' 1, 408～434.
25) 姚 祥ら (1991) : 日雑誌 60 : 296～301.
26) 特許 : 開 05-292986 (051109) : 出 05-23960 (050212).

産地の研究室から/地域ブランドを育てる(14)　リレー随筆

ゆ り 根

(北海道立花・野菜技術センター研究部
野菜第二科　小田義信(おだよしのぶ))

花・野菜技術センター庁舎

ユリの球根を食べる

'ゆり根'とは，食べることのできるユリの球根をいう。関西方面では，正月料理には欠かすことのできないものである。ユリを食べる習慣は日本のほか，中国の一部にわずかに存在する程度である。

ユリの球根は，葉や茎の変形したもので，植物学的には'鱗茎'といわれる。また，いくつもの鱗片が重なり合って球根を形成していることから，「百合」となったともいわれている。ユリは世界中に100種以上の仲間があるが，その中で食用に向く種類は，苦みが少なく，白色で大球性のものが適す。オニユリ，コオニユリ，ヤマユリなどが食用に向き，テッポウユリ，カノコユリなどは苦みが強く，食用には向かない。北海道で栽培されている種類はコオニユリの系統である。

食べ方としては，あえもの，あんかけ，三杯酢，きんとん，サラダやチップス風にして利用しているほか，乾燥粉末にし，漢方薬としても利用する。

ゆり根栽培の歴史

ユリは昔から山野に自生していたものを食べていたが，江戸時代前期頃から食用としてオニユリが栽培されていた。「農業全書」にも「茎高く，葉の間に黒き子を生じ，五六月紅黄花を開き，花の上に黒胡麻をまきたる如き黒点あり，是巻丹（オニユリ）なり」とし，「民家に必ずううべし，民の食を助けて飢餓を救う」と栽培を奨励している。

ゆり根の荷姿

明治時代後期の栽培面積は約700 haと記録されている。生産地は北海道のほか岩手，群馬，埼玉，静岡，京都，岡山など九州を除き全国に及んでいる。戦時中は食料事情や病害虫の被害のため栽培面積は激減した。戦後は京都，奈良，長野の山間地でわずかに栽培が見られる程度であった。昭和50年以降，府県でも栽培の機運があったが，元来冷涼な気候を好む植物であったことから，今ではわずか栽培されているにすぎない。

北海道では，大正初期から空知北部の多度志村（現深川市）などで栽培が始められ，大正末から昭和初めには豊平，琴似（現札幌市），角田村（現栗山町）などでも栽培されるようになった。昭和10年頃には栽培面積300～400 ha，生産量3,000～3,500 tに達した。

戦時中は「ゆり根はぜいたく品」とされ，また食糧事情の関係で栽培面積が激減した。戦後は周期的に栽培面積の増減を繰り返し，現在約200 haの作付けがある。この間，産地は全道的に拡大しながらも，主産地は移動している。輪作圃場の確保の困難性や，ウイルス病の感染による収量減が主要因として考えられる。

生産流通事情

全国的なゆり根生産の動向は不明だが，平成7年，北海道での栽培面積は約220 ha，生産量2,300 tとなっている。出荷先は大阪，京都を中心とした関西方面が生産量全体の77%を占めているが，生産者団体や百合根振興会の販路拡大の成果が実り，徐々にではあ

るが名古屋，東京，仙台などで消費が増えつつある。

バブル経済の崩壊による業務向け需要の減退，若年層の嗜好の変化などにより，厳しい販売環境におかれている。このような中にあって，球根から鱗片を剝がし，真空パック詰めされた，いわゆる'かきゆり'の消費が伸びている。

産地と試験研究

かつては交配実生による品種の育成に力を傾注し，一応の成果を上げたが，品種は常に変遷してきた。ゆり根の繁殖は栄養繁殖のため，一度ウイルス病に感染すると永久的に収量や品質に影響を与えるためで，新品種育成だけでは抜本的な解決にならなかった。

昭和50年台初め，道立農業試験場では，茎頂培養を利用したフリー球の作出と増殖体系の整備に着手し，一方ではウイルス病汚染の実態とその防除法，ウイルス病感染の診断法の開発などの取り組みを進めてきた。ユリを侵すウイルスは4種類あり，生産地に広く発生しており，アブラムシが媒介することが判明し，種球の生産栽培は寒冷紗被覆による隔離栽培を行う供給体系が確立した。

しかし，現在栽培されている品種は「白銀」1品種で，葉先枯れの多発や鱗茎さび症に弱い，品質が劣るなどの問題を抱えている。生産者からは耐病性を有した高品質の新品種育成を望む声が強くなっている。

今後の課題

北海道のゆり根生産は，全国シェアの90%以上を占めている。しかし，ゆり根生産においても生産者の高齢化や後継者不足など，生産状況には厳しいものがある。種球の入手から販売まで3～5年の年月を要するため，若手農業者が敬遠する傾向にある。

また，栽培技術が平準化されていないことから起こる収量・品質の低下が指摘されている。特に，肥培管理，病害虫防除の技術確立が急がれている。

ゆり根隔離網室と栽培圃場

出荷のピークは12月になるが，この時期に集中すると価格が低迷する。このため事前に出荷，販売計画を策定し，出荷調整を図る必要がある。また，下位等級品を加工向けに回すなど，単価アップを図る取り組みや，2月以降の販売を有利に展開するため，貯蔵法の検討が必要である。

おわりに

当花・野菜技術センターは，平成8年4月1日にオープンした11番目の道立農業試験場である。約62億円を投じて完成した同センターは，試験圃場18 ha，ハウス用地2.5 haの広さで，道立滝川畜産試験場に隣接している。新品種の開発，栽培技術の改善，生産物の流通・貯蔵などの試験研究のほか，新技術を地域に普及・定着させるため，生産者や指導者の研修事業も行い，総合的にレベルアップを図り，産地間競争に打ち勝てる基盤を確立することが当センターの使命である。

ゆり根では，耐病性，高品質を有した新品種を効率的に育成する準備を進めている。

植物防疫基礎講座
農業害虫および天敵昆虫等の薬剤感受性検定マニュアル(5)

イネ害虫：ニカメイガ

農林水産省農業環境技術研究所　昆野安彦（こんのやすひこ）

I　薬剤抵抗性の概況

ニカメイガの防除は，1950年代初めから西日本を中心にパラチオンとBHCによる防除が始まったが，1960年代に入ると早くも両薬剤の効力低下が問題となった（尾崎，1962；伊東・尾崎，1966；坪井，1970；上住ら，1970）。抵抗性が顕在化した地域では，代替薬剤としてダイアジノン，MEP（スミチオン），MPP（バイジット）などの有機リン剤や，ネライストキシン系化合物のカルタップ（パダン）が導入され，その後しばらくは本種の抵抗性問題は鎮静化した。また1970年ごろよりニカメイガの発生数が全国的に減少し，殺虫剤抵抗性問題のみならず，防除そのものもそれほど問題とされなくなった（永田，1983）。

ところが1978年，岡山県において大発生が見られ，しかもその個体群がMEPやMPPに著しい抵抗性を獲得していることが明らかになった（田中ら，1982）。同様の抵抗性個体群はその後も，兵庫県（足立，1987），新潟県（小山，1987），山形県（昆野・土門，投稿中）で確認されている。ニカメイガの抵抗性の現在の状況については，報告されることが少ないので確かなことは言えないが，各地の研究者の話を総合すると，抵抗性個体群は西日本から東北地方にかけての広い範囲で発生していると考えられる。

ニカメイガに対する現在の薬剤防除は，有機リン剤抵抗性が問題となっている地域ではMEPやMPPに代わる代替薬剤を基本に据えるのが主流である。特にネライストキシン系化合物のパダンは圃場で長い間使われているにもかかわらず，高度の抵抗性はいまだに確認されていないきわめて有用な殺虫剤である。また有機リン剤ではあるけれども，MEPやMPPとは化学構造が大きく異なるCVMP（ガードサイド），ジメチルビンホス（ランガード），モノクロトホス（アルフェート）も有効である。育苗箱処理剤として登録されているのは4薬剤で，内訳はカルタップ（パダン）粒剤，ダイアジノン（ダイアジノン）粒剤，エチルチオメトン・ダイアジノン（エチメトン）粒剤，フィプロニル（プリンス）粒剤である。また幼虫のふ化初期を中心に行われる本田防除には，ネライストキシン系化合物のカルタップ粒剤，ベンスルタップ（ルーバン）粒剤，チオシクラム（エビセクト）粉剤，それにCVMP（ガードサイド）粉剤，ジメチルビンホス粉剤，モノクロトホス粒剤などが選択されている。

II　薬剤感受性検定法

供試虫の入手：

幼虫がイネの茎に食い込むと中心葉が枯れる「心枯茎」となるので，そうした株から幼虫を採集することができる。一般的には第一世代よりも第二世代の幼虫のほうが，イネ株が大きいこともあって採集は容易である。第二世代幼虫の場合は，数が十分採れた場合はそのまま薬剤感受性検定を行ってもよいが，越冬後の休眠明けを待って累代飼育を行い，1～2世代室内で増殖させてから検定に供試してもよい。幼虫を越冬させるには，幼虫が潜む稲わらをダンボール箱などに入れて外気温とほぼ等しい場所に保管する。そして3月ごろに稲わらを温室内のポット植えのイネのあるケージなどに移して成虫を羽化させ，採卵を行う。

ところで，ニカメイガはイネのほかにイネ科植物であるマコモにも寄生する。従来，マコモにつくニカメイガ（マコモ系統と呼ぶ）はイネを加害するニカメイガ（イネ系統と呼ぶ）と同一種と思われてきたが，最近の研究により，二つの系統が生理・生態的に異なることが明らかになった（昆野・田中，1996；Konno and Tanaka, 1996）。マコモ系統のニカメイガはイネを加害しない可能性もあるので，マコモから得られたニカメイガについて薬剤感受性検定を行うと誤った結論を導く恐れがある（一般にマコモ系統の薬剤感受性はイネ系統よりも高い）。このことから，ニカメイガの薬剤感受性検定を行う場合は，あくまでイネを加害する個体群を用いることが原則である。供試虫を得る方法としては，ほかに灯火採集によって雌を得て採卵する方法もあるが，この方法を用いる場合には，水田の周囲にマコモが繁茂していな

Methods for the Measurement of Susceptibility of Agricultural Insect Pests to Insecticides. The Rice Stem Borer, *Chilo suppressalis*. By Yasuhiko Konno

いことが条件となる。

薬剤感受性系統は，試験研究機関や農薬メーカーから譲渡してもらう。なお，薬剤感受性系統で行った筆者のデータを比較のために利用するのもよい（Konno et al., 1987)。

供試虫の累代飼育：

採集した幼虫や採卵した卵からは，イネの芽出しを用いる累代飼育法により室内で大量飼育することができる。芽出しを育成する容器にはプラスチック製のふたのついた 300 cc ほどのマヨネーズ瓶（ガラス製）を用いる。プラスチック製のふたには通気孔としてカッターなどで径 3 cm ほどの穴を開け，メッシュの細かい金網を溶接法で接着させて使うか，あるいは使用時に脱脂綿でふたをする。

蛹化は幅 3 cm ほどのダンボールを芽出しの上部に設置して，ダンボールの穴の中で行わせる。蛹のたまったダンボールはポット植えのイネの入ったケージ内に置き，その中で自由に羽化させて交尾・産卵させる。累代飼育は 25℃前後の恒温室で行い，照明条件は 15 L 9 D から 16 L 8 D の範囲の長日条件に設定する。

検定法の種類と特徴：

本種の防除対象薬剤である有機リン剤やネライストキシン系殺虫剤はイネ茎内に食入した幼虫に作用する接触毒剤なので，薬剤の検定法には通常は 4〜5 齢幼虫を対象とした局所施用法が用いられる。なお，2 齢前後の若齢幼虫を検定に用いる場合には幼虫が小さすぎて局所施用法が適用できないので，その場合は若齢幼虫が食入したイネ株に薬剤を散布して調べる方法（尾崎，1962）や，回転式散布塔によって薬液を幼虫に直接噴霧する方法などの散布法が用いられる場合もある（金，1970)。

ニカメイガに対する薬剤の経口毒性を調べる方法に経口投与法がある（真鍋ら，1983；Konno and Kajihara, 1985)。経口投与法には 4〜5 齢幼虫を用いるが，薬剤を幼虫に飲下させるには細いガラス管や注射針を幼虫の口に挿入する。

以上の検定法のそれぞれの特徴を表-1 にまとめたが，現場サイドでの感受性モニタリングの目的には 5 齢幼虫を対象とした局所施用法が簡便かつ最も適当である。また，製剤の効力そのものを判定するには，若齢幼虫を対象としたイネ株散布法が適当である。そこで本稿では，局所施用法とイネ株散布法について以下に具体的に解説する。

III 局所施用法

供試虫：

病気に侵されていない健全な 5 齢幼虫を用いる。局所施用法では一般に薬剤の LD_{50} 値は幼虫の体重当たりの薬量で表示するので，検定前に体重を測定しておく。測定にはそのとき使用する幼虫すべてをまとめて秤量し，その値から幼虫 1 頭当たりの平均体重を算出する。5 齢幼虫 1 頭当たりの平均体重は飼育条件にもよるが，通常は 50 から 80 mg の範囲におさまる。

薬液の調製：

薬剤の原体あるいは純品を入手し，有機リン剤やピレスロイド剤の場合はアセトンで，またネライストキシン系化合物（カルタップなど）の場合はアセトン水溶液（アセトン：水＝7：3）で希釈して所定の有効成分を調製する。通常，10 mg/0.5 ml の薬液をまず調製し，これを順次アセトン，またはアセトン水溶液で希釈して所定の濃度を得る。例えば 2 倍ずつ希釈すれば，5，2.5，1.25，0.625 mg/mg…の希釈液が調製されるわけである。薬剤感受性の程度の予測がつかない場合は，10 mg/0.5 ml の薬液を 10 倍ずつ希釈した濃度で予備検定し，その結果から死亡率 50%前後に 4〜5 段階の希釈濃度を設定する。薬液はふた付きのガラス瓶に入れて冷凍庫で保管すれば，1 か月程度は続けて使用できる。なお，検定実施場所の温度は，アセトンの蒸発を防ぐために 20〜25℃くらいが望ましい。

検定器具：

薬液を幼虫に局所施用するには，通常，マイクロアプリケーターを用いる。すなわち薬液を吸入したマイクロシリンジをマイクロアプリケーターにセットし，微量の薬液を幼虫に塗布するわけである。市販のアプリケーターとしてはイギリスのバッカード社製品を葯心社（大阪

表-1　ニカメイガの幼虫を用いた薬剤感受性検定法の主な種類と特徴

検定手法	主な毒性評価	供試薬剤	供試ステージ	必要な機器	特徴	文献
局所施用法	接触毒性	原体	4〜5 齢幼虫	マイクロアプリケーター	接触毒性の検定に最適	1，11，12)
散布法　虫体噴霧法	接触毒性	製剤	1〜2 齢幼虫	噴霧装置	製剤の評価ができる	13)
イネ株噴霧法	接触毒性	製剤	1〜2 齢幼虫	噴霧装置		1)
経口投与法	経口毒性	原体	4〜5 齢幼虫	マイクロシリンジまたはガラス細管	経口毒性の評価ができる	14，15)

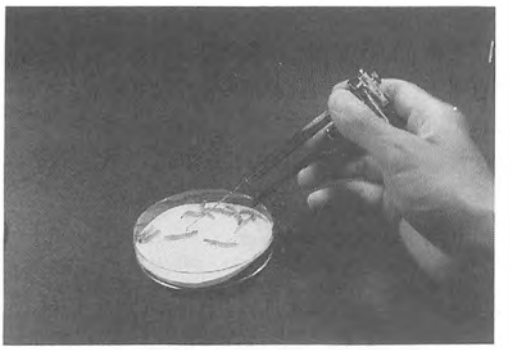


図-1　薬液の幼虫への局所施用

市中央区博労町1-2-8）が扱っている。ただし，バッカード社製はマイクロシリンジのアプリケーターへのセッティングがやや煩雑なので，筆者は井内盛栄堂（大阪市北区天満4-15-5）が扱っているアメリカのハミルトン社製のリピーティングディスペンサーを使用している(図-1)。これは一台およそ1万円と安価であることや，いったんディスペンサーにシリンジをセットすれば，ディスペンサーからシリンジを取り外すことなく何回でも使用できる簡便さが特徴である。図-1では25 μl のマイクロシリンジを使用しているが，この場合だとディスペンサーのボタンを1回押すごとに0.5 μl の薬液が塗布される。なお，シリンジの針の先端は図-1のように若干折り曲げてあるほうが幼虫への薬液の塗布は行いやすい。

検定手順：

①　直径9 cm，高さ15 mm程度のプラスチックシャーレ（ふた付き）の底に沪紙（東洋濾紙，直径9 cm）をひいた状態のものを必要の数だけ用意する。そろえ終わったら，シャーレ全体の重さを計っておく。あらかじめふたに薬剤名と塗布量を記入しておくと，検定中の間違いが少ない。

②　5齢幼虫を10頭ずつ上記のシャーレに入れる。幼虫は比較的おとなしいので二酸化炭素などによる麻酔などの処置は必要なく，飼育瓶から直接ピンセットでつまんで移すことができる。所定の数の幼虫が入った状態のシャーレ全体の重さを計り，この値から先ほどのシャーレだけの重さを差し引くことによって幼虫1頭当たりの平均体重を算出する。

③　シリンジに薬液を吸入する前にアセトン液でシリンジ内を十分に洗浄し，前回の試験薬剤がシリンジ内に残っていないようにする。

④　シリンジに薬液を吸入する。4～5段階の希釈濃度の薬液を用意している場合には，必ず濃度の薄い薬液から検定を行う。

⑤　沪紙上の幼虫の背面に，リピーティングディスペンサーにセットしたシリンジを用いて薬液0.5 μl を塗布する。確実な塗布を行うには，針先が若干幼虫の体表に触れるぐらいがよい。

⑥　10頭の幼虫に薬液を付け終わったら，シリンジに残った薬液を元のガラス瓶に戻し，次濃度の薬液を吸入する。薬液の種類を代える場合は，アセトン液でシリンジを十分に洗浄することを忘れてはならない。

⑦　薬剤を処理した幼虫の入ったプラスチックシャーレは25°C前後の部屋に置き，一定時間後の幼虫の生死を判定する。ニカメイガの場合，通常は24時間後に調査を行う。幼虫の餌をプラスチックシャーレに入れる必要は特にないが，48時間以上たってから生死の判定を行う場合にはイネの芽出しを少量入れる。

⑧　薬剤を処理した幼虫の生死を判定する際，正常な個体以外の幼虫，例えば苦悶したり正常に動けない個体は死亡したものと判定する。

⑨　薬剤の1濃度当たり10ないし20頭を供試し，3～5回以上繰り返す。また検定は日をかえて最低2回は繰り返す。本法により実施されたニカメイガの殺虫剤抵抗性個体群および感受性個体群の各種殺虫剤に対するLD_{50}値を表-2に示した。

表-2　ニカメイガの殺虫剤抵抗性系統と感受性系統の局所施用法によるLD_{50}値（$\mu g/g$）*

薬剤	感受性系統(理研)	抵抗性系統(岡山県産)
MEP	1.8	75
MPP	3.1	82
ダイアジノン	6.2	126
マラソン	1.5	1.7
PAP	3.1	2.3
EPN	0.7	23
ジメチルビンホス	0.3	0.6
CVMP	2.1	2.2
モノクロトホス	2.2	6.9
カルタップ	0.4	0.6

*：Konno et al.（1987）より引用.

Ⅳ　イネ株散布法

供試虫：

ふ化したばかりの1齢幼虫を一定数イネ株に接種してもよいが，この方法だと手間がかかるので，筆者はふ化直前の卵塊をイネ株に付け，ふ化した幼虫がイネ株に自由に食入できる方法を用いている（産みつけられたばかりの卵は最初は白いが，ふ化24時間前くらいになると

黒くなる)。

イネ株：

草丈 30～50 cm 前後のポット (1/5,000 a) 植えのイネ株を供試する。

薬剤の調製：

乳剤，水和剤などの液剤を供試する。液剤を展着剤 (0.01～0.03%) を添加した蒸留水で所定の濃度に希釈して用いる。希釈濃度は実用濃度を参考に，数段階の濃度の薬液で予備調査を行い，その結果を基に 4～5 段階の濃度で局所施用法の項に準じて本試験を行う。

検定手順：

① 黒くなった 100 卵程度の卵塊をイネ株の葉にクリップで留める。なお，卵塊の大きさにはばらつきがあるので，大きな卵塊の場合には 100 卵程度になるように鋏などで切って調製する。

② 薬剤の散布はふ化幼虫のイネ株侵入 5 日後くらいに行う。イネ株全体に一定量の薬液がかかるようにスプレー装置を用いて満遍なく散布する。なおスプレー装置は特別なものは必要なく，市販の台所用のものでもかまわない。

③ 散布 3 日ほど後に，株全体を分解して生・死虫数を調査する。昆虫成長制御剤のような遅効的な薬剤の場合には 10 日程度後に調査する。

④ 検定は最低，2 回は繰り返す。

引 用 文 献

1) 足立年一 (1987)：農薬通信　125：86～90.
2) 伊東　博・尾崎幸三郎 (1966)：四国植防　1：26～28.
3) 金　昌交ら (1970)：応動昆　14：149～152.
4) KONNO, T. and O. KAJIHARA (1985)：Appl. Entomol. Zool.　20：403～410.
5) 昆野安彦・田中福三郎 (1996)：応動昆　40：245～247.
6) KONNO, Y. and F. TANAKA (1996)：Appl. Entomol. Zool.　31：326～329.
7) ――― et al. (1987)：J. Pesticide Sci.　11：393～399.
8) 昆野安彦・土門　清：応動昆 (投稿中).
9) 小山正一ら (1987)：北陸病虫研報　35：43～46.
10) 真鍋幸明ら (1983)：武田研究所報　42：87～95.
11) 永田　徹 (1983)：薬剤抵抗性 (深見順一ら編)，ソフトサイエンス社, p. 9～30.
12) 尾崎幸三郎 (1962)：防虫科学　27：81～96.
13) 田中福三郎ら (1982)：近畿中国農研報　64：60～65.
14) 坪井昭正 (1970)：岡山農試時報　52：241～246.
15) 上住　泰ら (1970)：関西病虫研報　12：89～90.

(29 ページより続く)

〔東北農業試験場〕

山下伸夫一企画連絡室企画科主研 (畜産部家畜虫害研主研)，宍戸良洋一総合研究部総合研究第 3 チーム長 (福島) (企画連絡室総合研究第 3 チーム長 (福島))，對馬誠也一同上チーム主研 (同上チーム主研)，村上弘治一同上チーム (同上チーム)，菅野紘男一水田利用部上席研究官 (水田利用部水田虫害研室長)，望月　淳一同上部水田病虫害研主研 (同上部水田虫害研主研)，武田光能一同上 (同上)，園田亮一一同上 (同上部水田病害研主研)，芦澤武人一同上研 (同上研)，善林　薫一同上 (同上)

〔北陸農業試験場〕

該当なし

〔中国農業試験場〕

山本孝稀一地域基盤研究部上席研究官 (生産環境部発病機構研室長)，宮川久義一地域基盤研究部病害研室長 (生産環境部病害研室長)，小林正弘一同上部虫害研室長 (同上部虫害研室長)，三浦一芸一同上研主研 (同上研主研)，中保一浩一同上部病害研 (同上部病害研)，折原詳子一同上 (同上部発病機構研)，奥田　充一同上 (同上部病害研)，太田　泉一同上部虫害研 (同上部虫害研)，濱田しおり一同上 (同上)

〔四国農業試験場〕

後藤孝雄一企画連絡室業務第 1 科長 (企画連絡室業務科長)，岡田忠虎一作物開発部上席研究官 (生産環境部虫害研室長)，小金澤碩城一作物開発部病虫害研室長 (生産環境部病害研室長)，佐藤豊三一同上研主研 (同上研主研)，笹谷孝英一同上研 (同上研)，小林秀治一同上 (同上部虫害研)，高篠賢二一同上 (同上)

〔九州農業試験場〕

岩野正敬一地域基盤研究部上席研究官 (地域基盤研究部流行機構研室長)，西　和文一同上部病害生態制御研室長 (同上部微生物制御研室長)，花田　薫一同部病害遺伝子制御研室長 (同部ウイルス病研室長)，和田　節一同部害虫生態制御研室長 (同部害虫行動研室長)，鈴木芳人一同部害虫管理システム研室長 (同部情報処理研室長)，畔上耕兒一同部病害生態制御研主研 (同部流行機構研主研)，平八重一之一同上 (同上)，並木史郎一同上 (同上部微生物制御研主研)，大貫正俊一同上部病害遺伝子制御研主研 (同上部ウイルス病研主研)，宮本憲治一同部害虫管理システム研主研 (同部情報処理研主研)，渡辺朋也一同上 (同上)，田中幸一一同部害虫生態制御研 (同部害虫制御研主研)，樋口博也一同上 (同部害虫行動研主研)，鶴町昌市一水田利用部上席研究官 (同上部害虫制御研室長)，川瀬章夫一地域基盤研究部病害生態制御研 (同部微生物制御研)，水谷信夫一同上部害虫生態制御研 (同部害虫行動研)，酒井淳一同部病害遺伝子制御研 (同部ウイルス病研)，

〔蚕系・昆虫農業技術研究所〕

村路雅彦一遺伝育種部天敵育種研主研 (遺伝育種部適応遺伝研主研)，野田博明一生体情報部共生媒介機構研室長 (生体情報部共生機構研室長)，三橋　渡一同上研主研 (同上部媒介機能研主研)，塚田益裕一機能開発部上席研究官 (同部物質変換技術研室長)，佐藤　守一生体情報部上席研究官 (同部媒介機能研室長)，長谷川毅一遺伝育種部遺伝子工学研 (同部適応遺伝研)，安居拓恵一生体情報部選択情報研 (機能開発部物質変換技術研)，渡辺賢司一同上部共生媒介機構研 (同部媒介機能研)，渡辺裕文一同上 (同部共生機構研)，中島信彦一同上 (同上)

(50 ページに続く)

植物防疫基礎講座
植物病原菌の薬剤感受性検定マニュアル(22)

イチゴうどんこ病菌

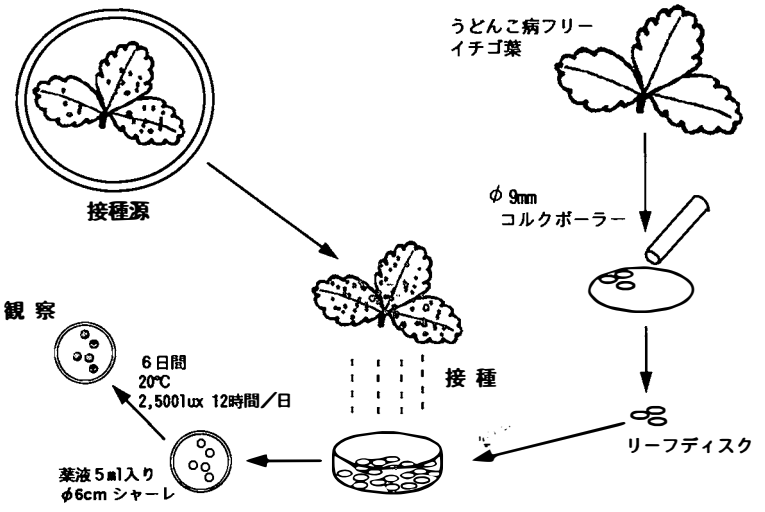
JA 全農営農・技術センター　武田（たけだ）　敏幸（としゆき）・中澤（なかざわ）　靖彦（やすひこ）

はじめに

イチゴうどんこ病（病原菌：*Sphaerotheca aphanis* var. *aphanis*）はイチゴ栽培における最も重要な病害であり，その薬剤防除は必須である。現在，防除薬剤としてDMI剤，キノキサリン系剤，イオウ剤などが散布されているが，最も効果が高く，頻繁に使用されているのがトリフルミゾールなどに代表されるDMI剤のグループである。しかし，DMI剤は耐性菌が出現しやすく，イチゴうどんこ病菌でも，1986年にベルギーにおいてDMI剤に対する感受性の低下と防除効果の低下が報告された（Bal and Gilles, 1986）。日本においても1992年に圃場レベルにおける防除効果の低下と，感受性低下菌の確認が報告されている（中野ら，1992）。現在，薬剤感受性のベースラインデータが存在しないためDMI剤に対する感受性低下の実態は明確ではない。しかし，感受性検定において50%阻止濃度（EC_{50}値）の分布が40倍程度の範囲に広がっており，また，防除効果が低下したといわれる圃場から採集された菌株は感受性が低い傾向が見られる。このため，既に防除効果の低下を招く程度の感受性低下が起こっている可能性が推測されている（武田ら，1996）。

イチゴうどんこ病菌のDMI剤に対する感受性検定方法としては，ランナー先端小葉を用いる方法（中野ら，1992）とリーフディスクを用いる方法（稲田・松崎，1994；岡山ら，1995）が報告されている。ランナー先端小葉を用いる方法はランナーの確保がやや難しく，かなりのイチゴ株を必要とする。稲田らのリーフディスク法は発病した葉をくりぬき，その再生によって判定する点で簡便であるが，菌叢の新しさによって再生の程度に違いが出ることが考えられ，多数の菌株の感受性を横並びで比較する場合には適用しにくいと思われる。

本稿では，比較的簡便で，適用範囲の広いと思われる岡山らのリーフディスク法を改良した感受性検定法について紹介したい。



図－1　イチゴうどんこ病菌のDMI剤に対する感受性検定方法

I　うどんこ病菌のサンプリング

サンプリングするには，分生胞子を十分に形成した新鮮な病斑を持つ罹病葉，あるいはまだ青い果実が好ましい。古く乾いた病斑からは分生胞子が取れない。成熟した果実は腐敗しやすく，他の菌の混入が起こりやすいため適していない。採集したサンプルはビニール袋に入れ，すぐに実験室に持ち帰るか郵送する。このとき，ビニール袋に空気を入れ，口を密閉すると病斑がつぶれない。

II　接種源の準備

採集したサンプルが新鮮で，病斑面積が十分ならば，そのまま湿った沪紙を敷いた大型シャーレ内で1週間程度静置し分生胞子が多量に形成された段階で検定してもよい。しかし，通常は

Methods for Monitoring Fungicide Resistance-Strawberry Powdery Mildew (*Sphaerotheca aphanis* var. *aphanis*). By Toshiyuki Takeda and Yasuhiko Nakazawa

圃場から採集した葉上では，感受性検定に供するには十分な分生胞子が得られない場合が多い。そのため，いったんうどんこ病フリーのイチゴ葉に接種，増殖してから検定に供試する。

（1） 供試植物：うどんこ病フリーの条件下で育成したイチゴ苗の展葉後間もない複葉を切り取り，湿った沪紙を敷いた大型シャーレ内に並べる。

（2） 接種方法：採集した罹病葉，罹病果上の病斑から分生胞子を滅菌した筆でかき取り，上記のイチゴ葉にはたき落として接種する。シャーレはパラフィルムで密閉し，水分を保つようにして維持する。

（3） 培養条件：20℃，蛍光灯照明下（12 時間/日照明）に置き，薬剤感受性検定に十分な量の分生胞子が得られるまで維持する。この段階で十分な量の分生胞子が得られない場合は，現れた病斑を新たに移植し直して，病原菌の増殖を図る。

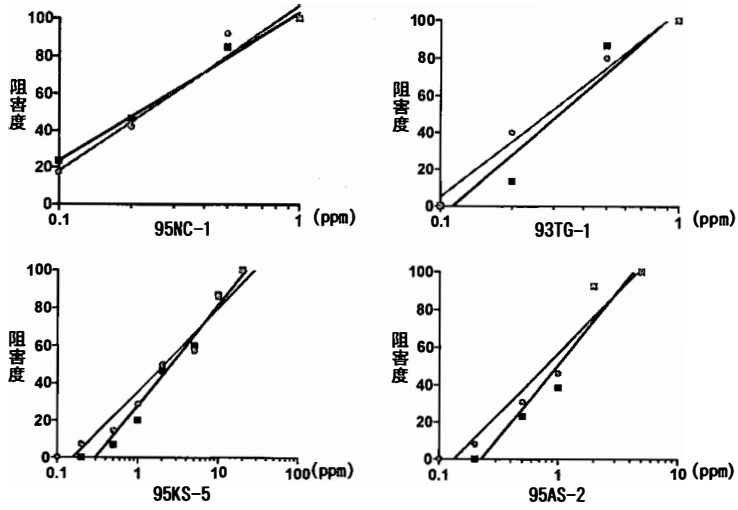
うどんこ病菌の移植作業は原則としてクリーンベンチ内で行う。移植には市販の絵筆を用いるが，サイズとしては 6 号の平筆が使いやすい。絵筆はエタノールに浸漬して滅菌し，クリーンベンチ内で一晩風乾する。

III　薬剤感受性の検定方法

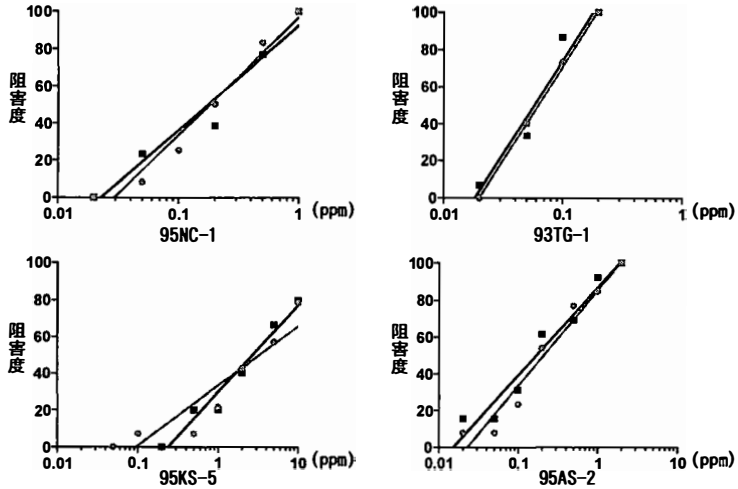
（1） 供試植物：うどんこ病フリーの条件で育成したイチゴ苗の展葉後間もない複葉を切り取り，径 9 mm のコルクボーラーでリーフディスクを打ち抜く。硬化した葉や傷の付いた葉ではうどんこ病菌が感染しにくく，ほとんど発病しないため検定できない。この段階で使用する葉を慎重に選ぶことが検定における最も重要な点である。ジベレリン 25～50 ppm をイチゴ苗に散布しておくと柔らかい葉が得やすくなる（岡山ら，1995）。

イチゴうどんこ病菌には，少なくとも「とよのか」および「女峰」に対して病原性を異にする二つのレースがあることが報告されている（内田ら，1996）。すなわち，「女峰」から採集した菌株の中には「とよのか」上で生育しないものがある。「とよのか」，「女峰」の両品種に病原性を示すうどんこ病菌株を用いた場合，どちらの品種を供試しても，DMI 剤に対して同様の薬量反応直線を示し，EC_{50} 値も大差はなかった（図-2，3）。したがって，検定に使用する品種は，菌株を採集したホストを考慮して，「とよのか」か「女峰」を用いるとよく，それによって得られた感受性値はどちらの品種を用いた場合でも同列に比較できると考えられる。

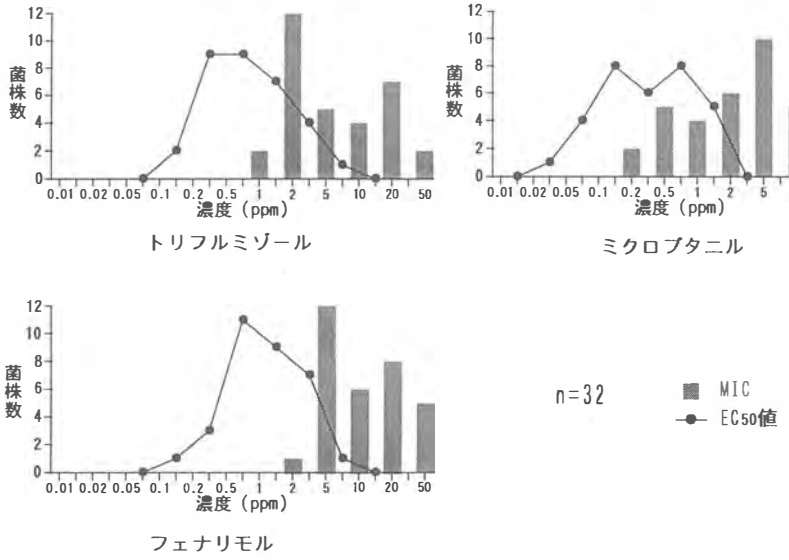
（2） 供試薬剤：原体をメタノールに溶解し（10,000 ppm），−30℃で保存したものを蒸留水で希釈して所定の濃度とする。メタノールの濃



図－2　イチゴうどんこ病菌 4 菌株の異なる品種上におけるトリフルミゾールに対する感受性



図－3　イチゴうどんこ病菌 4 菌株の異なる品種上におけるミクロブタニルに対する感受性



図－4　イチゴうどんこ病菌のDMI剤に対する感受性分布

度は0.1%を超えないようにする。濃度段階は薬剤および菌株により異なるが，例えば1 ppm，0.5 ppm，0.2 ppm，0.1 ppm……0.01 ppmのようにとる。

（3）　接種方法：リーフディスクを葉裏を上にして，湿った沪紙を敷いたシャーレに並べ，高さ20 cm程度，径がシャーレと同程度の塩化ビニル製の円筒内に置き，円筒の上から，うどんこ病菌の分生胞子を十分に形成しているイチゴの複葉を指で軽くたたいて均一に払い落とす。

（4）　薬剤処理方法：所定濃度に調整した薬液を径60 mmシャーレに5 m*l*ずつ分注し，これに接種したリーフディスク5枚を接種面を上にして浮遊させる。

（5）　培養条件：接種・薬剤処理後，20°C，2,000～2,500 lux，12時間照明下で6日間維持する。

（6）　調査方法：実体顕微鏡下で分生胞子形成を伴う病斑の面積率に下記の指数を与えて調査する。

指数0：無発病，指数1：病斑面積率5%以下，指数2：6～25%，指数3：26～50%，指数4：51～75%，指数5：76%以上。

（7）　データ解析：1濃度（1シャーレ）につき5枚のリーフディスクを供試しているので，五つの観測値が得られるが，そのうち最少と最大の値を除く中間の三つの値により，その濃度における発病度を求める。

発病度＝Σ（指数×該当リーフディスク数）/15×100

これによって，最少生育阻止濃度（MIC）を求め，さらに無処理区の発病度と比較した阻害度を算出して，EC_{50}値を求める。

また，それぞれの菌株のEC_{50}値と対照の感受性菌株のEC_{50}値との比を，その菌株の耐性度を表す指数Resistance factor（Rf）とする。

（8）　菌株の保存：第II章で述べた方法により，うどんこ病菌の継代保存を行える。イチゴうどんこ病菌は長時間培養すると雑菌が混入することが多いため，2週間に1回程度継代培養を行う。

IV　DMI剤に対する感受性分布

筆者らは日本各地（関東，東海，四国，九州）で採集されたイチゴうどんこ病菌32菌株について，トリフルミゾール，フェナリモル，ミクロブタニルの3種のDMI剤に対する感受性を検定した。3剤のEC_{50}値は，トリフルミゾールでは0.156～5.634 ppm，フェナリモルでは0.180～7.749 ppm，ミクロブタニルでは0.044～1.843 ppmの範囲内で一峰性の頻度分布を示した。また，3剤の感受性値間には高い相関が認められたことから，3剤に対する感受性は互いに交差するものと考えられる（図-4）。

V　留意点

（1）　イチゴうどんこ病菌については，現在，DMI剤に対するベースラインが存在しないため，感受性検定の結果は慎重に判断する必要がある。

（2）　本サンプリング法で得られた菌株は，個体群であり遺伝的に純系といえない。遺伝的に純系の個体を得るには単分生胞子分離を行う必要がある。

引用文献

1) Bal, E. and G. Gilles (1986)：Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent.　51/2b：707～714.
2) 稲田　稔・松崎正文（1994）：九州病害虫研究会報　40：147.
3) 中野智彦ら（1992）：奈良農試研報　23：27～32.
4) 岡山建夫ら（1995）：日植病報　61：215（講要）.
5) 武田敏幸ら（1996）：同上　62：282（講要）.
6) 内田景子ら（1996）：同上　62：271（講要）.

新しく登録された農薬 (8.10.1～8.10.31)

掲載は，種類名，有効成分および含有量，商品名（登録年月日），登録番号（製造業者又は輸入業者），対象作物：対象病害虫：使用時期および回数など。ただし，除草剤については，適用雑草：使用方法を記載。(…日…回は収穫何日前，何回以内散布の略)。(登録番号19349～19434までの86件，有効登録件数は5,474件)

なおアンダーラインのついた種類名は新規化合物で，〔 〕内は試験段階時の薬剤名である。

「殺虫剤」

エトフェンプロックスマイクロカプセル剤
エトフェンプロックス20.0%
トレボンMC (8.10.24)
19355 (三井東圧化学)
稲：ウンカ類・ツマグロヨコバイ・カメムシ類：21日3回

「殺菌剤」

バリダマイシン・フェリムゾン・フサライド水和剤
バリダマイシン5.0%，フェリムゾン15.0%，フサライド15.0%
ブラシンバリダフロアブル (8.10.24)
19352 (武田薬品)，19353 (北興化学)，19354 (サンケイ化学)
稲：いもち病・紋枯病・穂枯れ (ごま葉枯病菌)・変色米 (カーブラリア菌)・疑似紋枯症 (赤色菌核病菌) (褐色菌核病菌) (褐色紋枯病菌)：21日2回

フラメトピル粒剤〔S-658粒剤〕
フラメトピル1.5%
リンバー粒剤 (8.10.29)
19366 (住友化学)，19367 (武田薬品)，19368 (北興化学)，19369 (八洲化学)，19370 (アグロス)
稲：紋枯病：30日2回

フラメトピル粉剤〔S-658粒剤DL〕
フラメトピル0.50%
リンバー粉剤DL (8.10.29)
19371 (住友化学)，19372 (北興化学)，19373 (八洲化学)，19374 (アグロス)
稲：紋枯病：21日2回

フラメトピル水和剤〔S-658水和剤〕
フラメトピル15.0%
リンバー水和剤 (8.10.29)
19375 (住友化学)，19376 (北興化学)，19377 (八洲化学)，19378 (アグロス)
稲：紋枯病：45日2回

ピロキロン・フラメトピル粒剤〔S-826粒剤〕
ピロキロン5.0%，フラメトピル1.5%
コラトップリンバー粒剤 (8.10.29)
19379 (住友化学)，19380 (日本チバガイギー)，19381 (クミアイ化学)，19382 (三共)，19383 (八洲化学)，19384 (アグロス)
稲：いもち病・紋枯病：出穂30～5日前まで：2回以内：散布

フラメトピル・プロベナゾール粒剤〔MS-815粒剤〕
フラメトピル1.5%，プロベナゾール8.0%
オリゼメートリンバー粒剤 (8.10.29)
19385 (住友化学)，19386 (明治製菓)，19387 (北興化学)，19388 (サンケイ化学)
稲：いもち病・紋枯病：出穂3～4週間前：2回以内：散布

イソプロチオラン・フラメトピル粒剤〔NNF-9214粒剤〕
イソプロチオラン12.0%，フラメトピル1.5%
フジワンリンバー粒剤 (8.10.29)
19389 (日本農薬)
稲：いもち病・紋枯病：出穂30～10日前 (収穫30日前まで)：2回以内：散布

イソプロチオラン・フラメトピル・フルトラニル粒剤〔NNF-9320粒剤〕
イソプロチオラン12.0%，フラメトピル0.75%，フルトラニル4.0%
フジワンモンカットリンバー粒剤 (8.10.29)
19392 (日本農薬)
稲：いもち病・紋枯病：出穂30～10日前 (収穫45日前まで)：2回以内：散布

フルジオキソニル水和剤〔CG-173水和剤5 (水稲関係)，CG-182水和剤5 (畑作関係)〕
フルジオキソニル5.0%
ウイスペクト水和剤5 (8.10.29)
19425 (日本チバガイギー)
稲：ばか苗病・ごま葉枯病・いもち病：浸種前：1回：吹付け処理 (種子消毒機使用)・種子粉衣 (湿粉衣)・24時間種子浸漬，キャベツ・トマト・ほうれんそう：苗立枯病 (リゾクトニア菌)：播種前：1回：種子粉衣

フルジオキソニル水和剤〔CG-173フロアブル20〕
フルジオキソニル20.0%
セイビアーフロアブル20 (8.10.29)
19426 (日本チバガイギー)，19427 (クミアイ化学)
きゅうり・トマト・なす：灰色かび病：前日3回

オキソリニック酸・フルジオキソニル水和剤〔CGS-93〕
オキソリニック酸20.0%，フルジオキソニル2.5%
ウイスペクトスターナ水和剤 (8.10.29)
19428 (日本チバガイギー)，19429 (住友化学)
稲：ばか苗病・いもち病・ごま葉枯病・もみ枯細菌病・褐条病・苗立枯細菌病：浸種前：1回：吹付け処理 (種子消毒機使用)・塗沫処理・種子粉衣 (湿粉衣)

「殺虫殺菌剤」

テブフェノジド・ブプロフェジン・イソプロチオラン・フルトラニル粉剤
テブフェノジド0.75%，ブプロフェジン1.5%，イソプ

ロチオラン2.5%，フルトラニル2.0%
コルター1号F粉剤DL（8.10.24）
19359（日本農薬）
稲：ウンカ類・コブノメイガ・ツマグロヨコバイ・ニカメイチュウ・イネツトムシ・フタオビコヤガ・いもち病・紋枯病：14日2回

テブフェノジド・ブプロフェジン・フサライド・フルトラニル粉剤
テブフェノジド0.75%，ブプロフェジン1.5%，フサライド2.5%，フルトラニル2.0%
コルター2号F粉剤DL（8.10.24）
19360（日本農薬）
稲：ツマグロヨコバイ・ウンカ類・コブノメイガ・イネツトムシ・フタオビコヤガ・いもち病・紋枯病：21日2回

エトフェンプロックス・テブフェノジド・フサライド・フルトラニル粉剤
エトフェンプロックス0.50%，テブフェノジド0.75%，フサライド2.5%，フルトラニル2.0%
サスペンダーF粉剤DL（8.10.24）
19361（日本農薬）
稲：ツマグロヨコバイ・ウンカ類・カメムシ類・コブノメイガ・ニカメイチュウ・イネツトムシ・フタオビコヤガ・いもち病・紋枯病：21日2回

テブフェノジド・ブプロフェジン・フルトラニル粉剤
テブフェノジド0.75%，ブプロフェジン1.5%，フルトラニル2.0%
アプロードロムダンモンカットF粉剤DL（8.10.24）
19362（日本農薬）
稲：ツマグロヨコバイ・ウンカ類・コブノメイガ・ニカメイチュウ・イネツトムシ・フタオビコヤガ・紋枯病：14日2回

クロルピリホスメチル・ブプロフェジン・フルトラニル粉剤
クロルピリホスメチル2.0%，ブプロフェジン1.5%，フルトラニル2.0%
レルダンアプロードモンカットF粉剤DL（8.10.24）
19363（日本農薬）
稲：ウンカ類・ツマグロヨコバイ・ニカメイチュウ・コブノメイガ・イネツトムシ・紋枯病：45日2回

エトフェンプロックス・イソプロチオラン・フルトラニル粉剤
エトフェンプロックス0.50%，イソプロチオラン2.5%，フルトラニル2.0%
フジモントレボンF粉剤DL（8.10.24）
19364（日本農薬）
稲：ツマグロヨコバイ・ウンカ類・いもち病・イナゴ類・カメムシ類・紋枯病：14日3回

ブプロフェジン・フラメトピル粒剤〔NNIF-9215粒剤〕
ブプロフェジン2.0%，フラメトピル1.5%
アプロードリンバー粒剤（8.10.29）
19390（日本農薬）
稲：紋枯病・ウンカ類幼虫：出穂30～10日前（収穫30日前まで）：2回以内：散布

ブプロフェジン・イソプロチオラン・フラメトピル粒剤〔NNIF-9216粒剤〕
ブプロフェジン2.0%，イソプロチオラン12.0%，フラメトピル1.5%
フジワンアプロードリンバー粒剤（8.10.29）
19391（日本農薬）
稲：いもち病・紋枯病・ウンカ類幼虫：出穂30～10日前（収穫30日前まで）：2回以内：散布

カルタップ・フラメトピル粒剤〔S-658粒剤〕
カルタップ4.0%，フラメトピル1.5%
パダンリンバー粒剤（8.10.29）
19393（武田薬品），19394（アグロス）
稲：ニカメイチュウ・コブノメイガ・紋枯病：30日2回

「除草剤」

ピリブチカルブ水和剤
ピリブチカルブ12.0%
一振田助フロアブル（8.10.24）
19349（大日本インキ），19350（日産化学）
移植水稲：水田一年生雑草・マツバイ：移植直後～移植後10日（ノビエ1.5葉期まで）［移植後に使用する除草剤との体系で使用］：［北海道では砂壌土～埴土（減水深2cm/日以下，但し砂壌土は1.5cm/日以下）・北陸，関東・東山・東海の普通期栽培地帯では砂壌土～埴土（減水深2cm/日以下）・東北では壌土～埴土（減水深1.5cm/日以下）・関東・東山・東海の早期栽培地帯では壌土～埴土（減水深1cm/日以下）・近畿・中国・四国の普通期栽培地帯では砂壌土～埴土（減水深1.5cm/日以下）・九州の普通期栽培地帯では埴壌土～埴土（減水深1cm/日以下）］：1回：原液湛水散布

グリホサートアンモニウム塩水溶剤
グリホサートアンモニウム塩66.0%
ラウンドアップ ドライ（8.10.24）
19351（日本モンサント）
かんきつ・りんご・ぶどう・なし：一年生及び多年生雑草：雑草生育期（草丈30cm以下）但し収穫7日前まで：3回以内：雑草茎葉散布，水田畦畔：一年生及び多年生雑草：雑草生育期（草丈30cm以下）但し収穫14日前まで：2回以内：雑草茎葉散布，公園・堤とう・駐車場・道路・運動場・宅地・のり面等：一年生及び多年生雑草：雑草生育期（草丈100cm以下）：3回以内：雑草茎葉散布

ブタミホス・ブロモブチド粒剤
ブタミホス7.0%，ブロモブチド6.0%
シンエート1キロ粒剤（8.10.24）
19356（アグロス），19357（住友化学），19358（日産化学）
移植水稲：水田一年生雑草・マツバイ・ホタルイ・ヘラオモダカ（北海道，東北）：移植直後～移植後5日（ノビエ1.0葉期まで）［北海道，東北，北陸：壌土～埴土（減水深2cm/日以下），関東・東山・東海の普通期栽培地帯：砂壌土～埴土（減水深2cm/日以下），近畿・中国・四国，九州の普通期栽培地帯：壌土～埴土（減水深1.5cm/日以下）］：1回：湛水散布

カフェンストロール水和剤〔CH-900水和剤〕

カフェンストロール50.0%
ハイメドウ水和剤 (8.10.29)
19395 (中外製薬), 19396 (日産化学)
日本芝：一年生イネ科雑草：春期雑草発生前：1回：全面土壌散布

カフェンストロール・ブロモブチド粒剤〔CH-902 1キログラム粒剤〕
カフェンストロール2.1%, ブロモブチド9.0%
カルダ1キロ粒剤 (8.10.29)
19397 (中外製薬), 19398 (アグロス), 19399 (八洲化学)
移植水稲：水田一年生雑草・マツバイ・ホタルイ：移植後5～14日 (ノビエ1.5葉期まで) [北海道：壌土～埴土 (減水深2 cm/日以下)]・移植後3～10日 (ノビエ1.5葉期まで) [東北, 北陸, 関東・東山・東海の普通期栽培地帯：壌土～埴土 (減水深2 cm/日以下)・関東・東山・東海の早期栽培地帯：壌土～埴土 (減水深1 cm/日以下)]：1回：湛水散布

カフェンストロール・ピラゾスルフロンエチル粒剤〔NCH-903粒剤〕
カフェンストロール1.0%, ピラゾスルフロンエチル0.070%
テクノスター粒剤 (8.10.29)
19400 (中外製薬), 19401 (日産化学)
移植水稲：水田一年生雑草・マツバイ・ホタルイ・ウリカワ・ヒルムシロ・ヘラオモダカ・セリ・アオミドロ・藻類による表層はく離：移植後5～20日 (ノビエ2.5葉期まで) [北海道：壌土～埴土 (減水深2 cm/日以下)], 水田一年生雑草・マツバイ・ホタルイ・ウリカワ・ヒルムシロ・ヘラオモダカ：移植後5～15日 (ノビエ2.5葉期まで) [東北, 北陸：埴壌土～埴土 (減水深1.5 cm/日以下)], 水田一年生雑草・マツバイ・ホタルイ・ウリカワ・ヒルムシロ (近畿・中国・四国を除く)・ヘラオモダカ・セリ・アオミドロ・藻類による表層はく離：移植後5～15日 (ノビエ2.5葉期まで) [関東以西の普通期栽培地帯：壌土～埴土 (減水深2 cm/日以下)]：1回：湛水散布

カフェンストロール・ピラゾスルフロンエチル水和剤〔NCH-355顆粒水和剤〕
カフェンストロール50.0%, ピラゾスルフロンエチル3.5%
ダイハード顆粒 (8.10.29)
19402 (中外製薬), 19403 (日産化学), 19404 (塩野義), 19405 (八洲化学)
移植水稲：水田一年生雑草・マツバイ・ホタルイ・ウリカワ・ヒルムシロ・ヘラオモダカ・セリ・アオミドロ・藻類による表層はく離：移植後5～20日 (ノビエ2.5葉期まで) [北海道：壌土～埴土 (減水深2 cm/日以下)], 水田一年生雑草・マツバイ・ホタルイ・ウリカワ・ミズガヤツリ・ヒルムシロ (東北)・ヘラオモダカ・セリ：移植後5～15日 (ノビエ2.5葉期まで) [東北, 北陸：壌土～埴土 (減水深2 cm/日以下)], 水田一年生雑草・マツバイ・ホタルイ・ウリカワ・ミズガヤツリ・ヒルムシロ (九州)・セリ (関東・東山・東海, 九州の普通期を除く)・アオミドロ・藻類による表層はく離 (関東・東山・東海を除く)：移植後5～15日 (ノビエ2.5葉期まで) [関東・東山・東海の普通期栽培地帯では壌土～埴土 (減水深1.5 cm/日以下)・近畿・中国・四国の普通期栽培地帯, 九州では壌土～埴土 (減水深1 cm/日以下)]：1回：湛水散布

カフェンストロール・シハロホップブチル・ピラゾスルフロンエチル粒剤〔NCH-903 DEH 1キロ粒剤〕
カフェンストロール2.1%, シハロホップブチル1.8%, ピラゾスルフロンエチル0.30%
ストライカー1キロ粒剤 (8.10.29)
19406 (中外製薬), 19407 (日産化学), 19408 (八洲化学)
移植水稲：水田一年生雑草・マツバイ・ホタルイ・ウリカワ・ミズガヤツリ (北海道を除く)・ヒルムシロ (北陸を除く)・ヘラオモダカ・セリ・アオミドロ・藻類による表層はく離：移植後5～25日 (ノビエ3葉期まで) [北海道：壌土～埴土 (減水深1 cm/日以下)]・移植後5～20日 (ノビエ3葉期まで) [東北, 北陸では壌土～埴土 (減水深1 cm/日以下)], 水田一年生雑草・マツバイ・ホタルイ・ウリカワ・ミズガヤツリ・ヒルムシロ・セリ (九州を除く)・アオミドロ・藻類による表層はく離：移植後5～20日 (ノビエ3葉期まで) [関東・東山・東海, 近畿・中国・四国の普通期栽培地帯では壌土～埴土 (減水深1 cm/日以下)・九州の普通期栽培地帯では埴壌土～埴土 (減水深1 cm/日以下)]：1回：湛水散布

イマゾスルフロン・カフェンストロール・ダイムロン粒剤〔CH-907 1キロ粒剤〕
イマゾスルフロン0.90%, カフェンストロール3.0%, ダイムロン15.0%
クラッシュ1キロ粒剤 (8.10.29)
19409 (中外製薬), 19410 (エス・ディー・エス), 19411 (武田薬品), 19412 (アグロス)
移植水稲：水田一年生雑草・マツバイ・ホタルイ・ウリカワ・ミズガヤツリ (北海道を除く)・ヒルムシロ (北陸を除く)・ヘラオモダカ・セリ・アオミドロ・藻類による表層はく離 (北海道)：移植後5～20日 (ノビエ2.5葉期まで) [北海道：壌土～埴土 (減水深2 cm/日以下)]・移植後5～15日 (ノビエ2.5葉期まで) [東北, 北陸：壌土～埴土 (減水深2 cm/日以下)], 水田一年生雑草・マツバイ・ホタルイ・ウリカワ・ミズガヤツリ・ヒルムシロ・セリ・アオミドロ・藻類による表層はく離：移植後5～15日 (ノビエ2.5葉期まで) [関東・東山・東海, 近畿・中国・四国の普通期栽培地帯では砂壌土～埴土 (減水深2 cm/日以下)・近畿・中国・四国の早期栽培地帯では壌土～埴土 (減水深1 cm/日以下)], 水田一年生雑草・マツバイ・ホタルイ・ウリカワ・ミズガヤツリ：移植後5～15日 (ノビエ2.5葉期まで) [九州の普通期栽培地帯：埴壌土～埴土 (減水深1 cm/日以下)]：1回：湛水散布

カフェンストロール・ダイムロン・ベンスルフロンメチル粒剤〔CH-906 H粒剤〕
カフェンストロール1.0%, ダイムロン2.0%, ベンスルフロンメチル0.25%
ウィードレス粒剤25 (8.10.29)

19413（中外製薬）19414（デュポン）19415（三共）
移植水稲：水田一年生雑草・マツバイ・ホタルイ・ウリカワ・ミズガヤツリ（東北）・ヒルムシロ・ヘラオモダカ・セリ・アオミドロ・藻類による表層はく離（北海道）：移植後10～20日（ノビエ2.5葉期まで）［北海道：壌土～埴土（減水深2cm/日以下）］，移植後5～15日（ノビエ2.5葉期まで）［東北：壌土～埴土（減水深2cm/日以下）］：1回：湛水散布

カフェンストロール・ダイムロン・ベンスルフロンメチル粒剤〔CH-906 L粒剤〕
カフェンストロール1.0%，ダイムロン2.0%，ベンスルフロンメチル0.17%
ウィードレス粒剤17（8.10.29）
19416（中外製薬），19417（デュポン），19418（三共）
移植水稲：水田一年生雑草・マツバイ・ホタルイ・ウリカワ・ミズガヤツリ・ヒルムシロ（関東・東山・東海の普通期）・ヘラオモダカ（北陸）・セリ・アオミドロ・藻類による表層はく離：移植後5～15日（ノビエ2.5葉期まで）［北陸，関東・東山・東海：砂壌土～埴土（減水深2cm/日以下）］，水田一年生雑草・マツバイ・ホタルイ・ウリカワ・ミズガヤツリ・ヒルムシロ・セリ（九州の普通期を除く）・アオミドロ・藻類による表層はく離：移植後5～15日（ノビエ2.5葉期まで）［近畿・中国・四国では壌土～埴土（減水深1cm/日以下）・九州では砂壌土～埴土（減水深1.5cm/日以下）］：1回：湛水散布

カフェンストロール・シハロホップブチル・ダイムロン・ベンスルフロンメチル粒剤〔CH-904 H粒剤〕
カフェンストロール0.70%，シハロホップブチル0.40%，ダイムロン1.5%，ベンスルフロンメチル0.25%
ジョイスター粒剤25（8.10.29）
19419（中外製薬），19420（クミアイ化学），19421（デュポン）
移植水稲：水田一年生雑草・マツバイ・ホタルイ・ウリカワ・ミズガヤツリ（東北）・ヒルムシロ・ヘラオモダカ・セリ・アオミドロ・藻類による表層はく離（北海道）：移植後5～20日（ノビエ2.5葉期まで）［北海道：壌土～埴土（減水深2cm/日以下）］・移植後5～15日（ノビエ2.5葉期まで）［東北：壌土～埴土（減水深2cm/日以下）］：1回：湛水散布

カフェンストロール・シハロホップブチル・ダイムロン・ベンスルフロンメチル粒剤〔CH-904 L粒剤〕
カフェンストロール0.70%，シハロホップブチル0.40%，ダイムロン1.5%，ベンスルフロンメチル0.17%
ジョイスター粒剤17（8.10.29）
19422（中外製薬），19423（クミアイ化学），19424（デュポン）
移植水稲：水田一年生雑草・マツバイ・ホタルイ・ウリカワ・ミズガヤツリ・ヒルムシロ・セリ・アオミドロ・藻類による表層はく離：移植後5～15日（ノビエ2.5葉期まで）［関東・東山・東海，北陸，近畿・中国・四国の普通期栽培地帯では砂壌土～埴土（減水深2cm/日以下）・近畿・中国・四国の早期栽培地帯では壌土～埴土（減水深1cm/日以下）・九州では砂壌土～埴土（減水深1.5cm/日以下）］：1回：湛水散布

ピリミノバックメチル・ベンスルフロンメチル・メフェナセット粒剤〔KUH-936 B-1 kg粒剤〕
ピリミノバックメチル0.30%，ベンスルフロンメチル0.51%，メフェナセット2.25%
プロスパー1キロ粒剤51（8.10.29）
19430（クミアイ化学），19431（デュポン），19432（日本バイエル）
移植水稲：水田一年生雑草・マツバイ・ホタルイ・ウリカワ・ミズガヤツリ・ヘラオモダカ（北陸）・ヒルムシロ・セリ・アオミドロ・藻類による表層はく離：移植後5～20日（ノビエ3葉期まで）［北陸，関東・東山・東海，近畿・中国・四国の普通期栽培地帯：砂壌土～埴土（減水深2cm/日以下，但し関東・東山・東海の早期の砂壌土は減水深1cm/日以下）］，水田一年生雑草・マツバイ・ホタルイ・ウリカワ・ミズガヤツリ・ヒルムシロ・セリ・アオミドロ・藻類による表層はく離（九州の早期を除く）：移植後5～20日（ノビエ3葉期まで）［近畿・中国・四国，九州の早期栽培地帯では砂壌土～埴土（減水深1cm/日以下）・九州の普通期栽培地帯では砂壌土～埴土（減水深1.5cm/日以下）］：1回：湛水散布

ピリミノバックメチル・プレチラクロール・ベンスルフロンメチル粒剤〔KUH-936 C-1 kg粒剤〕
ピリミノバックメチル0.30%，プレチラクロール1.8%，ベンスルフロンメチル0.51%
プロスパーS1キロ粒剤51（8.10.29）
19433（クミアイ化学），19434（デュポン）
移植水稲：水田一年生雑草・マツバイ・ホタルイ・ウリカワ・ミズガヤツリ・ヘラオモダカ（北陸）・ヒルムシロ（関東・東山・東海，九州）・セリ・アオミドロ・藻類による表層はく離：移植後5～20日（ノビエ3葉期まで）［北陸，関東・東山・東海の普通期栽培地帯では砂壌土～埴土（減水深2cm/日以下）・近畿・中国・四国の普通期栽培地帯では砂壌土～埴土（減水深1.5cm/日以下）・九州の普通期栽培地帯では砂壌土～埴土（減水深1cm/日以下）］：1回：湛水散布

「その他」

チウラム水和剤
チウラム26.5%
キヒゲンディーフロアブル（8.10.24）
19365（米澤化学）
だいず：紫斑病・ハト：は種前：1回：塗沫処理，とうもろこし：カラス・キジ・ハト：は種前：1回：塗沫処理

農薬紹介

「殺虫剤」

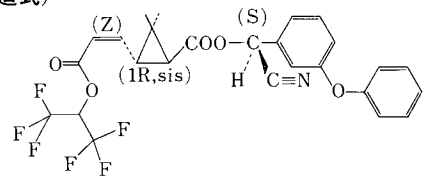
アクリナトリン水和剤（7.4.26）

本剤はフランスのルセフ・ユクラフ社により開発された，合成ピレイロイド系化合物である。鱗翅目・半翅目・アザミウマ目・ダニ目の害虫に殺虫力を持つスペクトラムの広い，速効性，残効性のある殺虫剤である。本剤は直接接触および経口摂取により活性を発現する。その作用機構は，神経膜のイオン透過性阻害を起こすことによるものである。

商品名：アーデント水和剤

成分・性状：製剤は，(S)-α-シアノ-3-フェノキシベンジル＝(Z)-(1R，3S)-2,2-ジメチル-3-[2-(2,2,2-トリフルオロ-1-トリフルオロメチルエトキシカルボニル)ビニル] シクロプロパンカルボキシラートを 3.0%含む類白色水和性粉末である。純品は白色粉末で，融点 81.5°C，蒸気圧 2.9×10^{-9} mmHg (25°C)，比重 1.37 (20°C)，溶解度 (25°C) は水 0.02 mg/l 以上，メタノール 50 g/l，酢酸エチル・アセトン・クロロホルム 500 g/l 以上，n-ヘキサン 10 g/l，エタノール 40 g/l である。安定性は熱に対して安定，酸性で安定である。

（構造式）



適用作物・使用目的および使用方法：表-1 参照。

① ハダニ類は薬剤抵抗性が発達しやすいので，本剤の連続使用は避け，作用性の異なる他の殺ダニ剤と輪番で使用すること。また，本剤の年間使用回数もできるだけ少なくするよう努めること。

② カイコに対しては長期間毒性があるので，近くにクワ園のある場合には絶対にかからないようにすること。

③ 散布量は，対象作物の生育段階，栽培形態および散布方法に合わせ調節すること。

④ 本剤の使用に当たっては，使用量，使用時期，使用方法を誤らないように注意し，特に初めて使用する場合には，病害虫防除所等関係機関の指導を受けること

表-1 アクリナトリン水和剤（アーデント水和剤）

作物名	適用害虫名	希釈倍数（倍）	10 アール当たり散布量（l）	使用時期	本剤およびアクリナトリンを含む農薬の総使用回数	使用方法
りんご	モモシンクイガ キンモンホソガ アブラムシ類	1,000	200～700	収穫 7 日前まで	3 回以内	散布
なし	シンクイムシ類 アブラムシ類 ハダニ類					
もも	モモハモグリガ			収穫前日まで		
ぶどう	チャノキイロアザミウマ			収穫 7 日前まで	4 回以内	
みかん	ミカンハモグリガ チャノキイロアザミウマ アブラムシ類	1,500～2,000			3 回以内	
きゅうり	アブラムシ類 オンシツコナジラミ ハダニ類	1,000	150～300	収穫前日まで	4 回以内	
なす	アブラムシ類 ハダニ類					
すいか メロン					5 回以内	
いちご					4 回以内	
茶	チャノキイロアザミウマ チャノミドリヒメヨコバイ チャノホソガ カンザワハダニ			摘採 14 日前まで	3 回以内	
きく	アブラムシ類			発生初期	5 回以内	

が望ましい。

毒性：（急性毒性）

① 粉末は眼に対して刺激性があるので，散布液調製時には保護眼鏡を着用して眼に入らないよう注意すること。
　眼に入った場合には直ちに水洗し，眼科医の手当を受けること。

② 本剤は皮膚に対して刺激性があるので，皮膚に付着しないよう注意すること。
　付着した場合には直ちに石けんでよく洗い落とすこと。

③ 本剤はのど，鼻，皮膚などを刺激する場合，また，かゆみを生じる場合があるので注意すること。

④ 散布および摘果等の作業の際は農業用マスク，手袋，長ズボン・長袖の作業衣などを着用すること。

（魚毒性）C類

① 本剤は水産動物に強い影響を及ぼすので，河川，湖沼，海域および養殖池に本剤が飛散・流入する恐れのある場所では使用しないこと。

② 散布器具・容器の洗浄水および残りの薬液は，河川等に流さず，周囲に影響のない地点を選定して，土壌表面に散布する等の処理を行い，容器，空き袋等は焼却等により，水産動物に影響を与えないよう安全に処理すること。

中央だより

/病/害/虫/発/生/予/察/ニ/ュ/ー/ス/

(8.9.11～11.7)

かんきつのミカンハダニの注意報が西日本で発表されています。秋の発生は増加が急で，果実にも加害することからもっとも被害が大きいため，発生の目立つ地域では特に各県の発生予察情報に留意し，適時適切な防除を行って下さい。

また，ミカンキイロアザミウマ等のアザミウマ類が媒介し，野菜で問題となっていたトマト黄化えそウイルスが愛知県で確認されています。

【注意報の一覧】 計12件

発表月日	県名	作物名	病害虫名	発生量
9／17	徳　島	ナシ	うどんこ病	
9／20	山　口	野菜	ハスモンヨトウ	
9／24	宮　崎	かんきつ	ミカンハダニ	
9／24	鹿児島	野菜，花き類	ハスモンヨトウ	
9／25	大　分	大豆，野菜，花き類	ハスモンヨトウ	
9／26	佐　賀	露地かんきつ	ミカンハダニ	
9／26	熊　本	かんきつ	ミカンハダニ	
10／02	高　知	果樹	カメムシ類	
10／03	香　川	かんきつ	ミカンハダニ	
10／25	宮　崎	施設野菜・花き	ハスモンヨトウ	
10／25	宮　崎	茶	カンザワハダニ	
11／07	徳　島	イチゴ	うどんこ病	

【特殊報の一覧】 4件

発表月日	県名	作物名	病害虫名	発生量
9／19	埼　玉	トマト	オオタバコガ	
10／11	北海道	カーネーション	カーネーションハモグリバエ	
10／29	長　野	レタス	レタス根腐病	
	定植後まもなく萎ちょう症状，比較的症状の軽いものは外葉が一部しおれる．			
10／31	愛　知	トマト	トマト黄化えそウイルス	
	トマト葉・茎えそ，枯死などの症状が見られ，DIBA法により検定．アザミウマ類防除と早期抜取り必要．			

(40 ページより続く)

〔食品総合研究所〕

一色賢司―流通保全部上席研究官(流通保全部微生物制御研室長),田中健治―同上部微生物・トキシン制御研室長(同部マイコトキシン研室長),川杉正一―同上研主研(同上研主研),町田幸子―同上(同部微生物制御研主研),小野裕嗣―同上研(同上部マイコトキシン研)

〔国際農林水産業研究センター〕

服部　誠―生産利用部主研・併任(蚕昆研生体情報部選択情報研室長)

〔農林水産技術会議事務局〕

梶　雄治―研究開発課課長補佐(開発第2班)(研究調査官(目標・評価)),竹中重仁―研究調査官(目標・評価))(北陸農試企画連絡室企画科主任),竹中　眞―研究調査官(環境)(農環研環境資源部土壌管理科土壌有機物研主研)

(CEO に係子併任)

鎮西康雄氏(三重大学医学部医動物学教室教授)は蚕糸・昆虫農業技術研究所・併任(平成9年1月31日まで)

(選考採用)

李　度鎮氏(筑波大学講師(応用生物化学系))は農業研究センター耕地利用部水田雑草研主研に

宮坂　篤氏(日本学術振興会特別研究員(東北大学))は農業研究センター病害虫防除部水田病害研へ

井原史雄氏(大阪大学助手(工学部))は果樹試験場保護部天敵機能研へ

遊佐陽一氏(京都大学理学部研修員)は九州農業試験場地域基盤研究部害虫生態制御研へ

○協会だより

○ JPP-NET の利用申し込み受付の開始について

JPP-NET は,社団法人日本植物防疫協会が運営する植物防疫に関する情報を幅広く取り扱うコンピューター通信ネットワークです。

JPP-NET は,平成8年4月から都道府県病害虫防除所を対象に暫定運用を行っています。当協会では,JPP-NET を植物防疫関係者に広く利用していただくために,各種メニューの開発とネットワーク運用体制の整備などを進めてまいりました。このたび,利用条件などの検討を終え,平成9年4月から利用対象を拡大し,正式運用を開始することとしました。

これに伴って,平成9年1月6日から JPP-NET の利用申し込みの受付を開始いたします。JPP-NET のご利用にあたっては,正式に加入される前に無料でお試しいただけるトライアル期間も設けています。無料トライアルの申し込みの受付も利用申し込みと同時に開始いたします。JPP-NET の内容・利用料金・申し込み方法など,詳細は下記にお問い合わせ下さい。

社団法人日本植物防疫協会　JPP-NET 事務局　Tel 03-3944-1561(担当:植野,吉田)

主 な 次 号 予 告

次1月号は,下記原稿を掲載する予定です。

新年を迎えて　古茶武男

平成8年の病害虫の発生と防除　農林水産省農産園芸局植物防疫課

アブラムシ類の増殖と光周反応　石谷正博

我が国のカンキツから検出されるウイロイドの特性と検出法　畑谷連児

日本に分布するコナガの寄生蜂の種類相と発生消長　野田隆志

沖縄県における *Oligonychus coffeae*(マンゴーハダニ)の存在　江原昭三・後藤哲雄・長嶺将昭

昆虫と植物:アレロケミカルの働き――物質を介した植物・害虫・天敵の関係(1)　溝井　喬

(国際会議報告)第20回国際昆虫学会議に出席して　大矢慎吾

(リレー随筆)産地の研究室から――地域ブランドを育てる(15)オリーブ　柴田英明

植物防疫基礎講座

農業害虫および天敵昆虫等の薬剤感受性検定マニュアル(6)イネ害虫:コブノメイガ　遠藤正造

定期購読者以外のお申込みは至急前金にて本会へ

定価1部800円　送料76円

植 物 防 疫

平成8年 12 月 号

(毎月1回1日発行)

＝禁転載＝

第 50 巻　平成 8 年 11 月 25 日印刷

第 12 号　平成 8 年 12 月 1 日発行

編 集 人　植物防疫編集委員会

発 行 人　岩 本　毅

印 刷 所　三 美 印 刷 (株)

東京都荒川区西日暮里 5-9-8

定価 800 円　送料 76 円

(本体 777 円)

平成8年分購読料
前金 9,000 円　後払 9,600 円
(共に〒サービス,消費税込み)

――発 行 所――

東京都豊島区駒込1丁目43番11号　郵便番号 170

社団法人　日 本 植 物 防 疫 協 会

電 話 (03) 3944―1561～6 番

FAX (03) 3944―2103(出版情報グループ)

振 替 00110-7-177867 番

「植物防疫」 第 50 巻

月別 総目次

1996 年(平成 8 年)1〜12 月号

1 月 号

新年を迎えて……坂野雅敏… 1
線虫をめぐる最近の話題……清水　啓… 2
ビワサビダニ（仮称）のビワへの加害過程
……大久保宣雄… 6
ピシウム属菌に関する最近の研究課題と将来への展望
……一谷多喜郎・東條元昭…10
果樹を加害するチャバネアオカメムシの個体数変動と移動……守屋成一…16
弱毒キュウリモザイクウイルスを利用したウイルス耐性トマトの苗生産……佐山春樹…20
植物ウイルスの新しい分類と命名—国際ウイルス分類委員会第 6 次報告，1995……都丸敬一…26
ハウスミカンに発生した *Aspergillus* 属菌による果実腐敗……田代暢哉…30
（リレー随筆）産地の研究室から—地域ブランドを育てる/(4)花き—ブーバルジア ……江森弘已…32
新しく登録された農薬（7.11.1〜11.30)……34

2 月 号

平成 7 年の病害虫の発生と防除
……農林水産省農産園芸局植物防疫課… 1
イネもみ枯細菌病の発生生態と防除……曳地康史…10
果樹園作業の改善を目指す新技術……小川幹雄…15
レタス腐敗病の発生生態と防除……白川　隆…21
チャノキイロアザミウマ卵へのアザミウマタマゴバチの寄生とその調査法
……高梨祐明・高木一夫・広瀬義躬…25
温州萎縮病をめぐる最近の話題……岩波　徹…29
（トピックス）臭化メチルの全廃決定—オゾン層を破壊する物質に関するモントリオール議定書第 7 回締約国会合—……楯谷昭夫…33
（リレー随筆）産地の研究室から—地域ブランドを育てる/(5)わさび— ……大谷清和…35
新しく登録された農薬（7.12.1〜12.31)……37
農薬紹介……39

3 月 号

平成 7 年度に注目された病害虫防除薬剤
……林　直人・森田久孝… 1
微生物を捕まえる高分子—新しい土壌病害防除法の可能性……川端成彬…13
ダイズアブラムシの生態と高密度発生の要因
……平野耕治…17
RT-PCR 法を利用したサツマイモウイルス病の高感度簡易診断……大貫正俊・花田　薫…22
メーティングテーブル法による交信かく乱効果の評価
……望月文昭…26
チャバネアオカメムシ—最近の研究から—(1)
……高木一夫・三代浩二…29
（海外ニュース）「大飢饉 150」—アイルランドを訪ねて—……高桑　亮…35
（リレー随筆）産地の研究室から—地域ブランドを育てる/(6)甘藷（鳴門金時)……金磯泰雄…37
新しく登録された農薬（8.1.1〜1.31)……39
農薬紹介……39

4 月 号

特集：フェロモントラップによるニカメイガの発生予察
平成 8 年度の植物防疫事業の進め方について
……坂野雅俊… 1
植物防疫研究課題の概要……西尾　隆… 3
特集：フェロモントラップによるニカメイガの発生予察
フェロモントラップによるモニタリング
……中村和雄… 7
ニカメイガの予察のためのフェロモントラップの誘引源と構造……桑澤久仁厚…10
ニカメイガの発生予察のためのフェロモントラップの有効範囲と設置場所……近藤　章…14
フェロモントラップによるニカメイガの発生時期の予察……神田　徹…19
性フェロモントラップによるニカメイガの発生量の予察……小嶋昭雄・山代千加子・有坂通展…23
MLO からファイトプラズマへ—ファイトプラズマの分類……難波成任…30
真空浸漬法によるイネもみ枯細菌病苗腐敗症の防除
……太田光輝…35
チャバネアオカメムシ—最近の研究から—(2)
……高木一夫・三代浩二…39
（リレー随筆）産地の研究室から—地域ブランドを育てる/(7)薬草センガ ……浜田憲一…45
新しく登録された農薬（8.2.1〜2.29)……47
農薬紹介……49

5 月 号

特集号：トランスジェニック植物と病害虫・雑草防除
トランスジェニック植物の病害虫防除への応用
……農林水産省農産園芸局植物防疫課… 1
トランスジェニック植物の商品化と安全性評価
……日野明寛… 2
芝草への Bt 遺伝子導入技術の開発
……藤家　梓・伊藤靖之・深見正信…10
ウイルス抵抗性植物の作出……大平和幸…14
抗菌性ペプチドを利用した細菌病抵抗性植物の作出
……大島正弘・大橋祐子…19
イチゴへのキチナーゼ遺伝子の導入
……浅尾浩史・西澤洋子・荒井　滋・平井正志・日比忠明……23
除草剤耐性作物の開発……與語靖洋…28
（リレー随筆）産地の研究室から—地域ブランドを育てる/(8)さんしょう ……坂本頼宣…33

新しく登録された農薬（8.3.1～3.31）……47

6 月 号

農薬の適正使用について―農薬危害防止運動月間にちなんで……大森正和… 1
スクミリンゴガイの生態と防除……菖蒲信一郎… 3
マレーシアとタイにおけるスクミリンゴガイの発生実態と防除対応……平井剛夫…10
東南アジアにおけるイネ紋枯病シミュレーション・モデル（BLIGHTASIRRI）の開発とモデルによる予測
…小林　隆・羽柴輝良・井尻　勉・T. W. Mew…14
灰色かび病菌の人工交配法と薬剤感受性の遺伝解析への応用……山田正和…18
果樹園における光反射シートマルチによるアザミウマ類の防除……土屋雅利・増井伸一…22
カンキツグリーニング病の病原体の研究の現状と課題
……大津善広…28
ネオニコチノイド―作用機構と創製研究…山本　出…32
新規殺虫剤ニテンピラムの生物活性……柏田雄三…38
新規殺虫剤アセタミプリドの生物活性
……松田達彦・高橋英光…40
（リレー随筆）産地の研究室から―地域ブランドを育てる/（9）ラッキョウ ……本多範行…42
新しい登録された農薬（8.4.1～4.30）……44

7 月 号

特集：昆虫の翅多型

ウンカ類における翅多型：その多様性と意義
……岸本良一… 1
翅多型の機能と進化……藤崎憲治… 7
飛翅多型の生理的特性：産卵と飛翔筋のトレードオフ……田中誠二…11
セイヨウナシの新病害“くもの巣病”
……那須英夫・金谷　元…15
炭疽病菌の分類の問題点と同定法……佐藤豊三…19
アブラナ科植物根こぶ病研究の最近の進歩
……田中秀平…27
非対象生物に及ぼす化学農薬の影響評価基準案―EUの例―……平井一男…31
灰色かび病菌（*Botrytis cinerea*）の選択分離培地を用いた空中胞子密度測定法……岡田清嗣…36
（リレー随筆）産地の研究室から―地域ブランドを育てる/（10）いぐさ（くまもと畳表）……梶原祐三…41
植物防疫基礎講座
農業害虫および天敵昆虫等の薬剤感受性検定マニュアル（1）連載にあたって……浜　弘司…43
新しく登録された農薬（8.5.1～5.31）……45
農薬紹介……47

8 月 号

特集：ウイルスの遺伝子解析

イネ縞葉枯ウイルスのゲノム構造と塩基配列からみたウイルスの起源……高橋真実・鳥山重光… 1
オオムギ縞萎縮ウイルスのゲノム構造と病原性
……柏崎　哲… 6
近年発見された小球形の１本鎖DNA植物ウイルス
―レンゲ萎縮ウイルス（MDV）を中心に―
……佐野義孝・小島　誠…10
非病原性トビイロウンカレオウイルスの伝搬様式とゲノム構造：病原レオウイルスとの比較
……中島信彦・野田博明…14
アブラムシ類の天敵・クサカゲロウ―日本産クサカゲロウの種類と同定―……塚口茂彦…18
感染予察機“METOS-D”による青森県でのリンゴ黒星病の感染予測……新谷潤一…23
トマトサビダニの関東地域での発生拡大について
……渡辺　守…27
殺ダニ剤の最近における開発動向
……瀬尾　明・山口力雄…29
果樹のワタアブラムシの薬剤抵抗性……早田栄一郎…33
植物防疫法改正の背景と概要……大村克己…37
植物防疫基礎講座
農業害虫および天敵昆虫等の薬剤感受性検定マニュアル（2）
農業害虫：薬剤感受性検定法の基礎…浜　弘司…41
新しく登録された農薬（8.6.1～6.30）……46
農薬紹介……26

9 月 号

特集：稲こうじ病

稲こうじ病の発生生態と防除法……園田亮一… 1
稲こうじ病特殊調査事業の実施と新・調査基準（案）……農林水産省農産園芸局植物防疫課… 5
稲こうじ病の発生生態と防除
…辻　英明・横須賀知之・天野昭子・中野理子・松本幸子…… 9
稲こうじ病の被害解析と発病に影響する要因
…横須賀知之・辻　英明・天野昭子・中野理子・松本幸子……14
吸穂性カメムシ類による被害と防除上の問題点
……下元満喜…18
1996年における果樹カメムシ類多発生の現状
……増井伸一…23
日本におけるナミハダニ黄緑型の遺伝的分化
……五箇公一…25
（国際会議報告）リゾクトニア菌に関する国際シンポジウムに参加して……本間善久…31
（リレー随筆）産地の研究室から―地域ブランドを育てる/（11）かんぴょう ……大野義文…33
植物防疫基礎講座
農業害虫および天敵昆虫等の薬剤感受性検定マニュアル（3）
イネ害虫：ツマグロヨコバイ……浜　弘司…35
新しく登録された農薬（8.7.1～7.31）……44
農薬紹介……45

10 月 号

イネドロオイムシの多発生と防除効果……平井一男… 1
イネドロオイムシの薬剤抵抗性と対策―北日本の場合―……佐藤正彦… 3
イネドロオイムシの薬剤抵抗性と対策―関東地方の場合―……大谷　徹・清水喜一… 8

ダイコン萎黄病菌の生態学的研究の現状と展望
……豊田剛己・木村眞人…13
ダイコンわっか症の発生実態と防除……金磯泰雄…19
植物病原細菌に対するバリダマイシンAの活性
……石川　亮…24
寄生性昆虫の寄主発見プロセスと信号物質
……木村雅行…28
(国際会議報告) 中国で開催された「国際カンキツウイルス学者研究集会」に参加して……塩谷　浩…32
(リレー随筆) 産地の研究室から—地域ブランドを育てる/(12)マンゴーほか熱帯果樹 ……串間新一…34
植物防疫基礎講座
農業害虫および天敵昆虫等の薬剤感受性検定マニュアル(4)
イネ害虫：ウンカ類……遠藤正造…36
新しく登録された農薬 (8.8.1～8.31)……41
農薬紹介……41

11 月 号

特集号：害虫防除新素材の特性と利用技術
害虫の防除素材と防除戦略……中村和雄… 1
新殺虫剤の特性と利用上の問題……浜　弘司… 4
線虫防除薬剤の特性と利用技術……清水　啓… 9
天敵の特性と利用技術……矢野栄二…13
昆虫病原糸状菌の特性と利用技術……行徳　裕…18
フェロモンの特性と利用技術……田付貞洋…22
施設野菜害虫の物理的防除法—被覆資材—
……上遠野冨士夫・河名利幸…26
物理的防除の特性と利用技術—昆虫の色覚の利用—
……河野　哲・八瀬順也…30
病害虫防除に関する農林水産省の新研究体制
……風野　光…34
(リレー随筆) 産地の研究室から—地域ブランドを育てる/(13)おかひじき ……川村啓造…38
新しく登録された農薬 (8.9.1～9.30)……43

12 月 号

農薬の環境リスク評価に関する諸外国の現状と今後の動向……早川泰弘… 1
弱毒ウイルスの複合利用によるキュウリウイルス病の防除……小坂能尚・岩崎真人…13
イチモンジセセリの被害解析および要防除密度
……吉沢栄治…18
アブラナ科野菜根こぶ病菌の検出方法……折原詳子…21
作物の害虫群集はいかに形成されるか……井村　治…25
トレハラーゼ阻害剤の害虫制御への利用…河野義明…30
(リレー随筆) 産地の研究室から—地域ブランドを育てる/(14)ゆり根 ……小田義信…35
植物防疫基礎講座
農業害虫および天敵昆虫等の薬剤感受性検定マニュアル(5)
イネ害虫：ニカメイガ……昆野安彦…37
植物病原菌の薬剤感受性検定マニュアル(22)
—イチゴうどんこ病菌—…武田敏幸・中澤靖彦…41
新しく登録された農薬 (8.10.1～10.31)……44
農薬紹介……48

本会発行のシリーズ図書：植物保護ライブラリー
各冊B6版　定価1,300円（本体価格　1,263円）

「イネいもち病を探る」—研究室から現場まで—　小野小三郎　著　送料240円
口絵カラー2頁　本文174頁

「作物の病気を防ぐくすりの話」　上杉　康彦　著
本文121頁　送料240円

「虫たちと不思議な匂いの世界」　玉木　佳男　著
本文187頁　送料240円

「日本ローカル昆虫記」—虫の心・人の心—　今村　和夫　著
本文220頁　送料310円

「ミクロの世界に魅せられて」—植物病原細菌の虚像と実像—　後藤　正夫　著
本文220頁　送料310円

お申し込みは，直接本会出版情報グループに申し込むか、お近くの書店で取り寄せて下さい
社団法人日本植物防疫協会　〒170 東京都豊島区駒込1-43-11　TEL：(03)3944-1561　FAX：(03)3944-2103

「植物防疫」　第 50 巻

項目別 総目次

1996 年(平成 8 年)1〜12 月号

植物防疫行政

平成 8 年度の植物防疫事業の進め方について
……坂野雅俊… 4-123
植物防疫研究課題の概要……西尾　隆… 4-125
病害虫防除に関する農林水産省の新研究体制
……風野　光…11-476

病害虫全般

平成 7 年の病害虫の発生と防除
……農林水産省農産園芸局植物防疫課… 2- 37
果樹園作業の改善を目指す新技術……小川幹雄… 2- 51
トランスジェニック植物の病害虫防除への応用
……農林水産省農産園芸局植物防疫課… 5-173
トランスジェニック植物の商品化と安全性評価
……日野明寛… 5-175

病　　理

ピシウム属菌に関する最近の研究課題と将来への展望
……一谷多喜郎・東條元昭… 1- 10
弱毒キュウリモザイクウイルスを利用したウイルス耐性トマトの苗生産……佐山春樹… 1- 20
植物ウイルスの新しい分類と命名—国際ウイルス分類委員会第 6 次報告，1995……都丸敬一… 1- 26
ハウスミカンに発生した *Aspergillus* 属菌による果実腐敗……田代暢哉… 1- 30
イネもみ枯細菌病の発生生態と防除…曳地康史… 2- 46
レタス腐敗病の発生生態と防除……白川　隆… 2- 57
温州萎縮病をめぐる最近の話題……岩波　徹… 2- 65
微生物を捕まえる高分子—新しい土壌病害防除法の可能性……川端成彬… 3- 93
RT-PCR 法を利用したサツマイモウイルス病の高感度簡易診断……大貫正俊・花田　薫… 3-102
MLO からファイトプラズマへ—ファイトプラズマの分類……難波成任… 4-152
真空浸漬法によるイネもみ枯細菌病苗腐敗症の防除
……太田光輝… 4-157
ウイルス抵抗性植物の作出……大平和幸… 5-186
抗菌性ペプチドを利用した細菌病抵抗性植物の作出
……大島正弘・大橋祐子… 5-191
イチゴへのキチナーゼ遺伝子の導入
…浅尾浩史・西澤洋子・荒井　滋・平井正志・日比忠明…… 5-195
東南アジアにおけるイネ紋枯病シミュレーション・モデル（BLIGHTASIRRI）の開発とモデルによる予測　…小林　隆・羽柴輝良・井尻　勉・T. W. Mew
…… 6-222
灰色かび病菌の人工交配法と薬剤感受性の遺伝解析への応用……山田正和… 6-226
カンキツグリーニング病の病原体の研究の現状と課題
……大津善広… 6-236
セイヨウナシの新病害“くもの巣病”
……那須英夫・金谷　元… 7-269
炭疽病菌の分類の問題点と同定法……佐藤豊三… 7-273
アブラナ科植物根こぶ病研究の最近の進歩
……田中秀平… 7-281
灰色かび病菌（*Botrytis cinerea*）の選択分離培地を用いた空中胞子密度測定法……岡田清嗣… 7-290
イネ縞葉枯ウイルスのゲノム構造と塩基配列からみたウイルスの起源……高橋真実・鳥山重光… 8-303
オオムギ縞萎縮ウイルスのゲノム構造と病原性
……柏崎　哲… 8-308
近年発見された小球形の 1 本鎖 DNA 植物ウイルス—レンゲ萎縮ウイルス（MDV）を中心に—
……佐野義孝・小島　誠… 8-312
非病原性トビイロウンカレオウイルスの伝搬様式とゲノム構造：病原レオウイルスとの比較
……中島信彦・野田博明… 8-316
感染予察機“METOS-D”による青森県でのリンゴ黒星病の感染予測……新谷潤一… 8-325
稲こうじ病の発生生態と防除法……園田亮一… 9-351
稲こうじ病特殊調査事業の実施と新・調査基準（案）
……農林水産省農産園芸局植物防疫課… 9-355
稲こうじ病の発生生態と防除
…辻　英明・横須賀知之・天野昭子・中野理子・松本幸子…… 9-359
稲こうじ病の被害解析と発病に影響する要因
…横須賀知之・辻　英明・天野昭子・中野理子・松本幸子…… 9-364
ダイコン萎黄病菌の生態学的研究の現状と展望
……豊田剛己・木村眞人…10-411
ダイコンわっか症の発生実態と防除…金磯泰雄…10-417
弱毒ウイルスの複合利用によるキュウリのウイルス病防除……小坂能尚・岩崎真人…12-499
アブラナ科野菜根こぶ病菌の検出方法
……折原詳子…12-507

昆　　虫

ビワサビダニ（仮称）のビワへの加害過程
……大久保宣雄… 1- 6
果樹を加害するチャバネアオカメムシの個体数変動と移動……守屋成一… 1- 16
チャノキイロアザミウマ卵へのアザミウマタマゴバチの寄生とその調査法
……高梨祐明・高木一夫・広瀬義躬… 2- 61
ダイズアブラムシの生態と高密度発生の要因
……平野耕治… 3- 97
メーティングテーブル法による交信かく乱効果の評価
……望月文昭… 3-106
チャバネアオカメムシ—最近の研究から—（1）
……高木一夫・三代浩二… 3-109
フェロモントラップによるモニタリング

……中村和雄… 4-129
ニカメイガの予察のためのフェロモントラップの誘引源と構造……桑澤久仁厚… 4-132
ニカメイガの発生予察のためのフェロモントラップの有効範囲と設置場所……近藤　章… 4-136
フェロモントラップによるニカメイガの発生時期の予察……神田　徹… 4-141
性フェロモントラップによるニカメイガの発生量の予察……小嶋昭雄・山代千加子・有坂通展… 4-145
チャバネアオカメムシ―最近の研究から―(2)……高木一夫・三代浩二… 4-161
芝草へのBt遺伝子導入技術の開発……藤家　梓・伊東靖之・深見正信… 5-182
スクミリンゴガイの生態と防除……菖蒲信一郎… 6-211
マレーシアとタイにおけるスクミリンゴガイの発生実態と防除対応……平井剛夫… 6-218
果樹園における光反射シートマルチによるアザミウマ類の防除……土屋雅利・増井伸一… 6-230
ウンカ類における翅多型：その多様性と意義……岸本良一… 7-254
翅多型の機能と進化……藤崎憲治… 7-261
飛翔多型の生理的特性：産卵と飛翔筋のトレードオフ……田中誠二… 7-265
アブラムシ類の天敵・クサカゲロウ―日本産クサカゲロウの種類と同定―……塚口茂彦… 8-320
トマトサビダニの関東地域での発生拡大について……渡辺　守… 8-329
果樹のワタアブラムシの薬剤抵抗性……早田栄一郎… 8-335
吸穂性カメムシ類による被害と防除上の問題点……下元満喜… 9-368
1996年における果樹カメムシ類多発生の現状……増井伸一… 9-373
日本におけるナミハダニ黄緑型の遺伝的分化……五箇公一… 9-375
イネドロオイムシの多発生と防除効果……平井一男…10-399
イネドロオイムシの薬剤抵抗性と対策―北日本の場合―……佐藤正彦…10-401
イネドロオイムシの薬剤抵抗性と対策―関東地方の場合―……大谷　徹・清水喜一…10-406
寄生性昆虫の寄主発見プロセスと信号物質……木村雅行…10-426
害虫の防除素材と防除戦略……中村和雄…11-443
天敵の特性と利用技術……矢野栄二…11-455
昆虫病原糸状菌の特性と利用技術……行徳　裕…11-460
フェロモンの特性と利用技術……田付貞洋…11-464
施設野菜害虫の物理的防除法―被覆資材―……上遠野冨士夫・河名利幸…11-468
物理的防除の特性と利用技術―昆虫の色覚の利用―……河野　哲・八瀬順也…11-472
イチモンジセセリの被害解析および要防除密度……吉沢栄治…12-504
作物の害虫群集はいかに形成されるか……井村　治…12-511

農薬・化学物質

平成7年度に注目された病害虫防除薬剤……林　直人・森田久孝… 3-81
除草剤耐性作物の開発……與語靖洋… 5-200
農薬の適正使用について―農薬危害防止運動月間にちなんで……大森正和… 6-209
ネオニコチノイド―作用機構と創製研究……山本　出… 6-240
新規殺虫剤ニテンピラムの生物活性…柏田雄三… 6-246
新規殺虫剤アセタミプリドの生物活性……松田達彦・高橋英光… 6-248
非対象生物に及ぼす化学農薬の影響評価基準案―EUの例―……平井一男… 7-285
殺ダニ剤の最近における開発動向……瀬尾　明・山口力雄… 8-331
植物病原細菌に対するバリダマイシンAの活性……石川　亮…10-422
新殺虫剤の特性と利用上の問題……浜　弘司…11-446
線虫防除薬剤の特性と利用技術……清水　啓…11-451
農薬の環境リスク評価に関する諸外国の現状と今後の動向……早川泰弘…12-487
トレハラーゼ阻害剤の害虫制御への利用……河野義明…12-516

線　虫

線虫をめぐる最近の話題……清水　啓… 1-2

検　疫

植物防疫法改正の背景と概要……大村克己… 8-339

植物防疫基礎講座

(農業害虫および天敵昆虫等の薬剤感受性検定マニュアル)
(1)連載にあたって……浜　弘司… 7-297
(2)農業害虫：薬剤感受性検定法の基礎……浜　弘司… 8-343
(3)イネ害虫：ツマグロヨコバイ……浜　弘司… 9-385
(4)イネ害虫：ウンカ類……遠藤正造…10-435
(5)イネ害虫：ニカメイガ……昆野安彦…12-523
(植物病原菌の薬剤感受性検定マニュアル)
(22)イチゴうどんこ病……武田敏幸・中澤靖彦…12-527

トピックス

臭化メチルの全廃決定―オゾン層を破壊する物質に関するモントリオール議定書第7回締約国会合―……楯谷昭夫… 2-69

海外ニュース

「大飢饉150」―アイルランドを訪ねて―……高桑　亮… 3-115

国際会議報告

リゾクトニア菌に関する国際シンポジウムに参加して……本間善久… 9-381
中国で開催された「国際カンキツウイルス学者研究集

会」に参加して……塩谷　浩…10-430

随想その他

新年を迎えて……坂野雅敏… 1- 1
(リレー随筆)
産地の研究室から―地域ブランドを育てる
(4)花き―ブーバルジア―……江森弘己… 1- 32
(5)わさび……大谷清和… 2- 71
(6)甘藷（鳴門金時）……金磯泰雄… 3-117
(7)薬草セネガ……浜田憲一… 4-167
(8)さんしょう……坂本頼宣… 5-205
(9)ラッキョウ……本多範行… 6-250
(10)いぐさ（くまもと畳表）……梶原祐三… 7-295
(11)かんぴょう……大野義文… 9-383
(12)マンゴーほか熱帯果樹……串間新一…10-432
(13)おかひじき……川村啓造…11-480
(14)ゆり根……小田義信…12-521

新登録農薬の紹介

農薬紹介
2-75，3-119，4-171，7-301，8-328，9-395，10-439，12-534

新しく登録された農薬

(7.11.1～11.30) …… 1- 34
(7.12.1～12.31) …… 2- 73
(8.1.1～1.31) …… 3-119
(8.2.1～2.29) …… 4-169
(8.3.1～3.31) …… 5-208
(8.4.1～4.30) …… 6-252
(8.5.1～5.31) …… 7-299
(8.6.1～6.30) …… 8-348
(8.7.1～7.31) …… 9-394
(8.8.1～8.31) ……10-439
(8.9.1～9.30) ……11-485
(8.10.1～10.31) ……12-530

日本植物防疫協会の生物農薬関連図書

「生物農薬開発の手引き」

B5判 111頁　定価 2,000円　送料 310円

生物農薬の実用化促進に社会的な期待が寄せられており，行政面でも農薬登録のガイドライン（微生物農薬検査基準）の検討が進められている。当協会でも「生物農薬検討委員会」を設置し，適切な試験研究をすすめるための諸問題の検討を始めた。本書はその事業の一環として作成されたもので，これまでの知見や議論を集約し，開発や試験研究の参考とするべく資料を集成し，解説を加えたものである。

雑誌「植物防疫」特別増刊号 No.2

「天敵微生物の研究手法」

B5判　222頁　定価 3,000円　送料 140円

生物農薬の中で一番研究開発の進んだ天敵微生物について，その採集から各種実験法までを詳しく解説。

「天敵農薬」

―チリカブリダニその生態と応用―

森　樊須（北海道大学名誉教授）編

A5判　130頁　定価　2,400円　送料 310円

ご利用下さい。「植物防疫」専用合本ファイル

本誌名金文字入・美麗　定価 720円　送料 390円

本誌B5判 12冊1年分が簡単にご自分で製本できます。

- 貴方の書棚を飾る美しい外観。
- 冊誌を傷めず保存できる。
- 製本費がはぶける。
- 穴もあけず糊も使わず合本できる。
- 中のいずれでも取外しが簡単。
- 表紙がビニールクロスで丈夫。

ご希望の方は現金・郵便振替で直接本会へお申し込み下さい。

広範囲の作物の病害虫防除に…農作物を守る！

日曹の農薬

新発売！

●害虫防除の新戦略!!
―効果が新鮮―
モスピラン®
水溶剤・粒剤・ジェット

○りんご・ふらん病防除に
農業用殺菌塗布剤
トップジンM オイルペースト

◆消泡性展着剤
ラビデン3S

●害虫発見、いざ出陣!!
難防除害虫に効く――
日曹コテツ®フロアブル

■ハダニ・アブラムシ・うどんこ病の防除に
殺虫・殺菌くん煙剤
日曹シーマー®ジェット

○落葉果樹の病害総合防除に
プルーグ®

○果樹・野菜の病害防除に
日曹ゲッター®

●ハダニ類の防除に
日曹ピラニカ®

好評発売中！

○広範囲の病害防除に
日曹フロンサイド®

○果樹・野菜の病害防除に種もみ消毒に
トリフミン®

○病害防除の基幹薬剤
トップジンM

○べと病・疫病の専門薬！
日曹アリエッティ

○きゅうりのべと病防除に、ぶどう・りんご・なしの病害防除に
日曹アリエッティC

○果樹の休眠期防除に
ホーマイコート

○芝・たばこ・花の病害防除に
日曹プレビクールN

○種もみ消毒に
日曹トリフミンスターナSE

★巨峰の着粒増加に
日曹フラスター®

★蚊餌・家周り・空き地・果樹園・桑園の雑草防除に
クサカットゾル

★イネ科雑草の除草に
生育期処理除草剤 **ナブ®**

★広葉雑草の除草に
日曹アクチノール

※ハウスの省力防除に
日曹のくん煙剤
殺菌剤 トリフミンジェット
殺菌剤 ロブラール®くん煙剤
殺虫・殺ダニ剤 日曹マブリックジェット
ニッソランVジェット
日曹マブリックVPジェット

●果樹・野菜のハダニ防除に
ニッソラン®

●菜・メロン・ずいか・さといも・花のハダニ・アブラムシ類防除に
ニッソランV®

●広範囲の害虫防除に
―合成ピレスロイド剤―
日曹スカウト®

●使用前にラベルをよく読んでください。
●ラベルの記載以外には使用しないでください。
●小児の手の届く所には置かないでください。

日本曹達株式会社
本社 〒100 東京都千代田区大手町2－2－1
支店 〒541 大阪市中央区北浜2－1－11
営業所 札幌・仙台・信越・新潟・東京・名古屋・福岡・四国

“箱でたたこう！イネミズゾウムシ”

イネミズゾウムシをはじめ、イネドロオイムシ・イネヒメハモグリバエ・ウンカ、
ヨコバイ類などの水稲初期害虫の同時防除が出来ます。

〈育苗箱専用〉

オンコル® 粒剤5

特長

1 浸透移行性：速やかに浸透移行し、植物全体を害虫から守ります。
2 残効性：残効期間が長いので、薬剤散布回数を減らすことが出来ます。
3 広い殺虫スペクトル：広範囲の害虫に効果を示し、一剤で同時防除が出来ます。

大塚化学株式会社
大阪市中央区大手通3-2-27
農薬部／Tel.06(946)6241

天敵をより効果的にご利用いただくために、皆様には調査票へのご記入をお願いしております。

1995年　　月　　日記入
販売店名：

（株）トーメン　アグロケミカル第1課　　行
FAX 03-3588-9930

天敵導入のための調査表

生産者氏名	
生産者住所	〒＿＿＿ 県　　市・郡　　町 TEL　　－（　　）－
作　　物	トマト　（品種　　）
	（合計　　棟）（約　　株栽植）
	使用の　有・無・・・（製品名　　）

農薬散布歴	葉面散布剤	収穫開始 月　日頃	収穫終了 月　日頃
	殺菌剤	剤名	（希釈倍数） （　倍） （　倍） （　倍） （　倍）
	殺虫剤	月　日	月　日 頭
コナジラミ密度調査	天敵導入前	月	月　日 頭
	コメント	月　日 頭	月　日 頭

株当り一匹以下がベスト。

Littlefarmer
リトルファーマー

リトルファーマーのマークは天敵を利用した作物に表示されます。

今年3月に登録以来、トマトやイチゴのハウス栽培農家の皆様をはじめ、マスコミなど各方面から高い評価を得ている天敵昆虫。人に、作物に、自然に優しいリトルファーマーの天敵昆虫シリーズを、より多くの皆様に、より上手にお使いいただくため、お客様に上記の様な調査表をお配りし、簡単な質問にご記入いただいております。詳しくは、販売店窓口又は株式会社トーメン生物産業部☎03-3588-7579までお問い合わせください。

TOMEN
株式会社 トーメン生物産業部
東京都港区赤坂二丁目14番27号（国際新赤坂ビル東館）
TEL.03-3588-7579

天敵利用のことを詳しく知りたい人のためのガイドブック
『天敵利用の基礎知識』定価2,600円　農文協 ☎3585-1141代

資料請求券
天敵
植物防疫

AgrEvo

アグレボ(AgrEvo)は、"Agriculture(農業)"と"Evolution(進化・発展)"が結び付いてできた名前です。

ジョーカーファミリーラインナップ。

有機ケイ素系殺虫剤

Joker
MR.ジョーカー®

新登場

***ブラシンジョーカー*粉剤DL**
***バリダジョーカー*粉剤DL**
***ルーバンジョーカー*粉剤DL**
***ルーバンバリダジョーカー*粉剤DL**
***カスラブジョーカー*粉剤DL/3DL**
***カスラブバリダジョーカー*粉剤DL/3DL**
***カスラブミミックジョーカー*粉剤DL/3DL**
***ミミックジョーカー*粉剤DL**
***ミミックジョーカーバリダ*粉剤DL**
***ラブサイドジョーカー*粉剤DL**
***エビセクトジョーカー*粉剤DL**
***カルホスジョーカー*粉剤DL**
***カルモンジョーカー*粉剤DL**
***モンガードジョーカー*粉剤DL**
***ラブエビジョーカー*粉剤DL**
***ラブカルジョーカー*粉剤DL**
***ラブモンカルジョーカー*粉剤DL**

●使用前にラベルをよく読んでください。●ラベルの記載以外には使用しないでください。●本剤は小児の手の届く所に置かないでください。

ヘキスト・シェーリング・アグレボ株式会社
〒107 東京都港区赤坂4-10-33 ☎03(3585)9534

資料請求券 No.8

雑誌「植物防疫」バックナンバーのお知らせ

月の後は特集号の題名，（　）内は特集の題名，価格は1部（送料・消費税込）の値段

購読者各位よりたびたびバックナンバーのお問い合わせがありますので，現在在庫しております巻号をお知らせいたします。この機会に是非お取り揃え下さい。

42巻（63年）〔全号揃〕
- 1，2，4，7，10，12月　566円
- 3月：（ネズミ）　566円
- 5月：微生物による病害防除　618円
- 6月：（寄生昆虫の生物学）　566円
- 8月：（動物のモニタリング）　566円
- 9月：（害虫・線虫と病害）　566円
- 11月：害虫管理　618円

43巻（平成元年）〔全号揃〕
- 2，3，10，12月　648円
- 1月：（植物病理学最近の進歩（ICPPシンポジウムより））　648円
- 4月：（熱帯の害虫獣）　648円
- 5月：植物ウイルス研究の進歩　669円
- 6月：（イネいもち病の多発生）　648円
- 7月：（ハダニ類）　648円
- 8月：（熱帯作物の病害（1））　648円
- 9月：（熱帯作物の病害（2））　648円
- 11月：新農薬の開発をめぐって　669円

44巻（平成2年）
- 1，2，10月　651円
- 3月：（アリモドキゾウムシとイモゾウムシ）　651円
- 4月：花と緑の病害虫　671円
- 5月：（ムギの病害）　651円
- 6月：（果樹コナカイガラムシ類）　651円
- 7月：（病原菌の病原性の分化）　651円
- 8月：（施設野菜栽培における害虫管理）　651円
- 9月：（薬剤抵抗性）　651円
- 12月：（線虫学）　651円

45巻（平成3年）
- 1，2，4月　651円
- 3月：（作物病害の生物防除）　651円
- 5月：病害虫発生予察　671円
- 6月：（シロイチモジョトウ）　651円
- 7月：（植物病原体の分子進化）　651円
- 8月：（果樹の根頭がんしゅ病）　651円
- 9月：（熱帯のイネウンカ類）　651円
- 10月：（ウリ類の病害）　651円
- 11月：高品質生産と病害虫防除　671円

46巻（平成4年）〔全号揃〕
- 2，3，7，10，12月　700円
- 1月：（フェロモンによる発生予察）　700円
- 4月：（平成3年のイネいもち病の発生状況）　700円
- 5月：イネウンカ類　700円
- 6月：（サツマイモのウイルス病）　700円
- 8月：（RFLP解析とその応用）　700円
- 9月：（イチモンジセセリ）　700円
- 11月：環境保全型農業と病害虫防除　700円

47巻（平成5年）〔全号揃〕
- 1，4，6，7，9月　700円
- 2月：（花の新病害）　700円
- 3月：（微小害虫の生態と防除）　700円
- 5月：新しい農薬創製をめざして　700円
- 8月：（土壌微生物と農薬）　700円
- 10月：（施設環境制御と病害防除）　700円
- 11月：性フェロモン　700円
- 12月：（ミバエ類の根絶）　700円

48巻（平成6年）〔全号揃〕
- 1，4，6，7，10，12月　800円
- 2月：（ニカメイチュウ）　800円
- 3月：（平成5年の異常気象といもち病）　800円
- 5月：農薬の新施用技術　800円
- 8月：（昆虫バイオ/イチゴ炭そ病）　800円
- 9月：（発生予察とシミュレーション）　800円
- 11月：害虫の微生物的防除　800円

49巻（平成7年）〔全号揃〕
- 1，2，3，5，9，10，12月　800円
- 4月：（昆虫ホルモン研究の現状と問題点）　800円
- 6月：（水稲の直播栽培と病害虫・雑草）　800円
- 7月：化学物質のリスク評価　800円
- 8月：（地域発生予察による病害虫防除）　800円
- 11月：昆虫産業　800円

50巻（平成8年）
- **1〜12月（前納）**　9,000円
- **（後納）**　9,600円

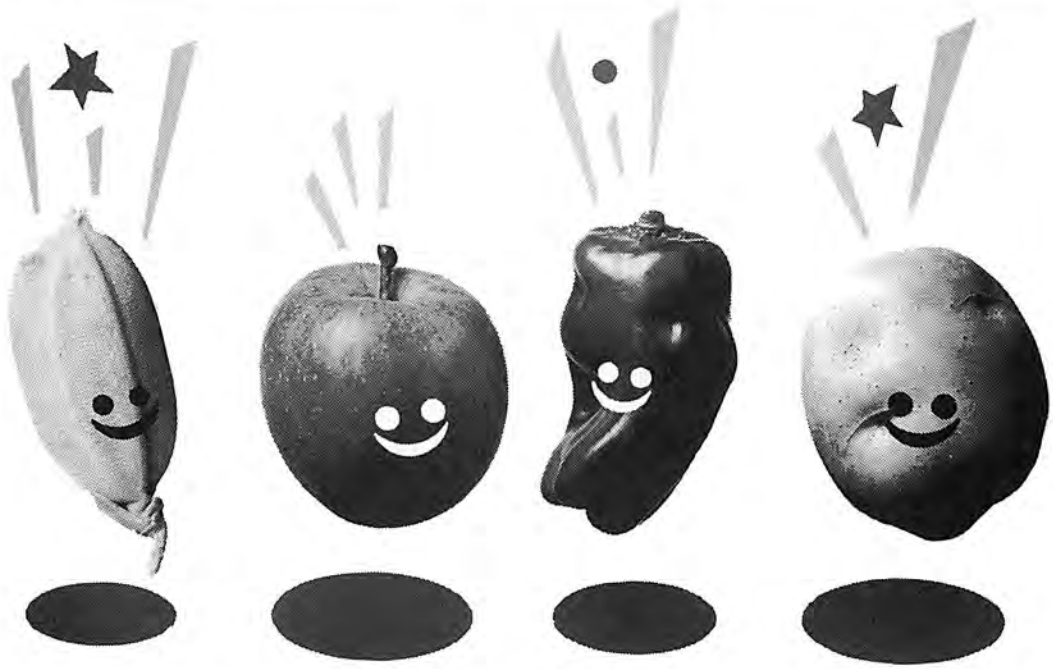
在庫僅少のものもありますので，ご希望の方はお早めに郵便振替・小為替・現金など（切手でも結構です）で直接本会へお申し込み下さい。42巻（63年）以前のものについては，出版部までお問い合わせ下さい。

上記の定価，送料につきましては，43巻3月以前発行のものについては，消費税導入以前の料金が印刷されておりますのでお含みおき下さい。

送料は実費となります。

作物名	適用病害名	希釈倍数	使用時期	本剤及びプロクロラズを含む農薬の総使用回数	使用方法
稲	いもち病 馬鹿苗病 ごま葉枯病	1000倍	浸種前	1回	24時間種子浸漬
		100倍			10分間種子浸漬
		40倍 乾燥種籾 1kg当り 希釈液30mℓ			吹付け処理 （種子消毒機使用） 又は塗沫処理
チューリップ	球根腐敗病	100倍	植付前		15分間球根浸漬
		200倍			30分間球根浸漬
		40倍 球根1kg 当り希釈 液30mℓ			球根塗沫

元気な作物、おいしい作物。
私たちも推薦！



水稲から園芸までの総合防除に

当社の主力ライン・ナップ

いもち病、登熟向上に
フジワン®

ウンカ・ヨコバイ類に
アプロード®

もんがれ病に
モンカット®

水田の一発除草に
フジクラス®

ダニ防除に
ダニトロン®

®は日本農薬㈱の登録商標です。

日本農薬株式会社
東京都中央区日本橋１丁目２番５号

おいしい笑顔の応援団

アグロ・カネショウがお手伝い。

連作障害に!!

刺激臭が少なく、散布が簡単。
使いやすい土壌消毒剤。

®バスアミド 微粒剤

®ドイツ国BASF社の登録商標で、
本剤は同社で製造されたものです。

バスアミドはオゾン層にやさしい土壌消毒剤です。

アグロ・カネショウ株式会社
〒107 東京都港区赤坂4-2-19

平成八年十一月二十五日印刷　植物防疫　第五十巻　第十二号
平成八年十二月一日発行（毎月一回一日発行）
昭和二十四年九月九日第三種郵便物認可

定価　八〇〇円（本体七七七円）（送料七六円）

やっかいな灰色かび病にフレッシュな効き目

新発売

薬剤耐性の灰色かび病にもきわだった効果があり、
果実の汚れの少ない製剤です。

特　長

1. まったく新しい作用性を有する新殺菌剤です。
2. 各種作物の灰色かび病に予防散布で安定した防除効果を発揮します。
3. 各種薬剤耐性灰色かび病にもすぐれた効果があります。
4. 果実や葉の汚れが少なく使いやすいフロアブル剤です。

待望の新規殺菌剤

フルピカ®フロアブル

®：クミアイ化学工業㈱登録商標

●使用前にはラベルをよく読んで下さい。　●ラベルの記載以外には使用しないで下さい。　●本剤は小児の手の届く所には置かないで下さい。

JAグループ
農　協　全農®　経済連
®は登録商標です。

自然に学び 自然を守る
クミアイ化学工業株式会社
本社：〒110-91 東京都台東区池之端1-4-26 ☎03(3822)5131

自然をみつめる殺虫剤

環境に対する影響が少ないトレボンは、広範囲の害虫に優れた効き目を発揮します。抵抗性害虫にも低薬量で優れた効果、しかも通常の使用方法では作物に薬害がありません。

ウンカ・ヨコバイからカメムシまで。害虫防除はまかせて！
トレボン®粉剤DL
（エトフェンプロックス0.5%）

イネミズ防除をはじめ幅広い害虫防除に
トレボン®粒剤
（エトフェンプロックス1.5%）

水稲をはじめ幅広い作物の害虫防除に
トレボン®乳剤
（エトフェンプロックス20%）

柿をはじめ果樹の害虫防除に
トレボン®水和剤
（エトフェンプロックス20%）

ウンカ・カメムシ防除に空散用殺虫剤
トレボン®エアー
（エトフェンプロックス10%）

水稲害虫防除に省力的な滴下式殺虫剤
トレボン®サーフ
（エトフェンプロックス4.0%）

水稲害虫防除に容器のまま投げ込む殺虫剤
なげこみトレボン
（エトフェンプロックス4.0%）

三井東圧農薬株式会社
東京都中央区日本橋室町2-1-1
☎03(3231)0666
®は三井東圧化学株式会社の登録商標です。