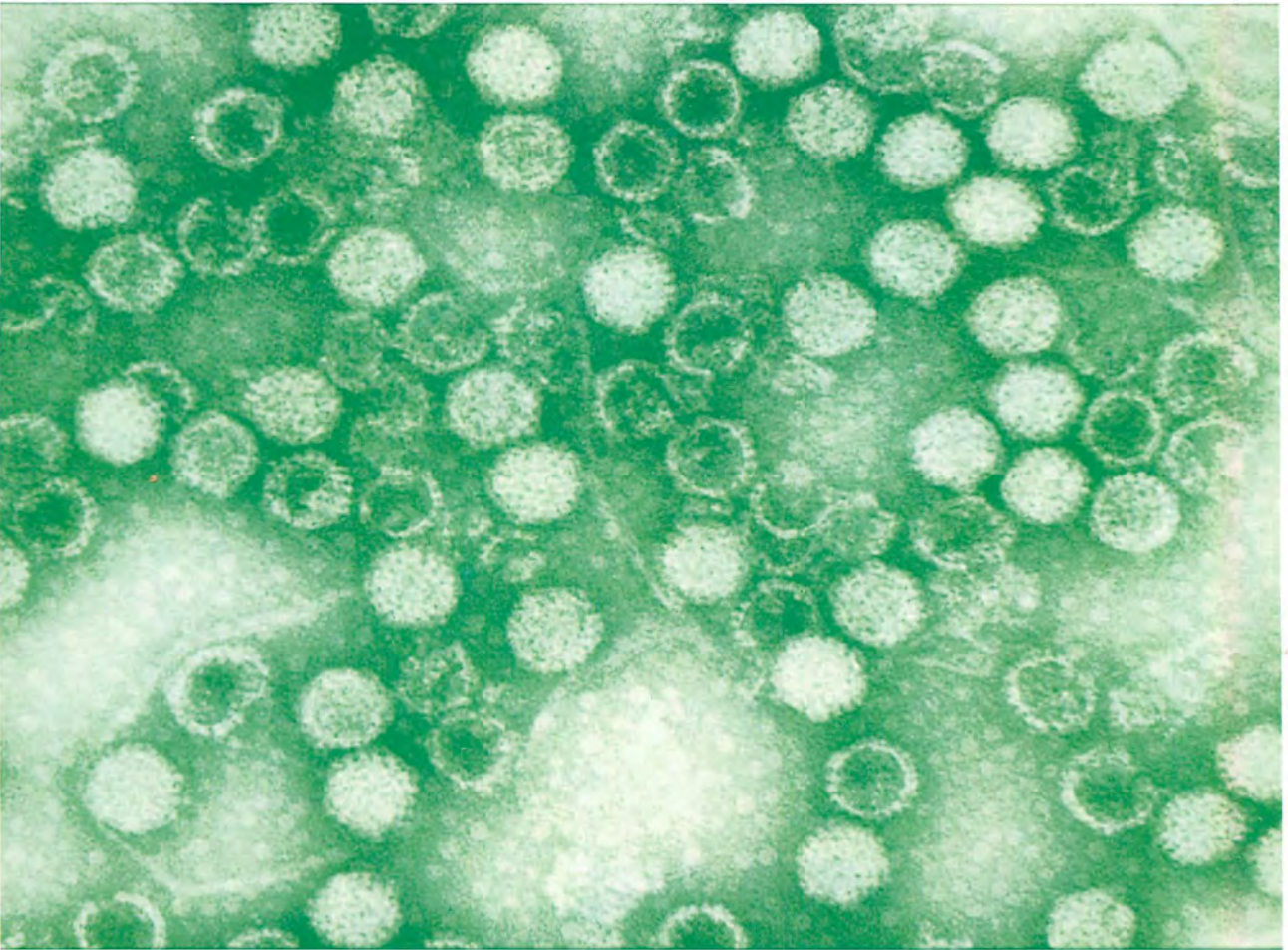


ISSN 0037-4091

植物防疫

平成
八
年
五
月
二
十
五
日
印
刷
第
五
十
卷
第
六
号



1996 **6** 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



原体供給元
FMCコーポレーション

省力・経済防除。
 水稻初期害虫を
 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。



ガゼットくん



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



原体供給元
FMCコーポレーション

あなたの喜びが、私たちの喜びです。



研究開発のいちばんの大きなテーマは、あなたの満足です。

効果、品質、安全。すべての面において最良の製品であること。

私たちの企業のテーマはここにあります。

そしてそれをよりレベルの高い次元で実現するために、絶え間ない研究開発を続けています。

生産から販売さらには消費という、私たちのお届けする製品が関わるあらゆる場に

喜びをもたらすために、笑顔をもたらすために、私たちは努力を惜しみません。

私たちは日本サイアナミッドです。

日本サイアナミッド株式会社

東京本社 東京都港区六本木1-4-30 六本木25森ビル 〒106 TEL.03-3586-9712
 田原研究所 愛知県渥美郡田原町大字六連字神ヶ谷16-1 〒441-34 TEL.05312-7-1630
 掛川工場 静岡県掛川市細谷字山合635-15 〒436-01 TEL.0537-26-3721

フリーダイヤル

0120-22-3388

●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。

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

(平井剛夫氏原図、本文 10 ページ参照)



スクミリンゴガイの発生が見られた用水路
(マレーシア・アロースター)



錫発掘跡池で発生しているスクミリンゴガイ
(マレーシア・ペラク)



スクミリンゴガイによる直播イネの被害
(タイ・スパンブリ)



ダムでのスクミリンゴガイの卵塊、幼貝
(タイ・ウドンタニ)



市場で売られているスクミリンゴガイ
(タイ・コンケン)



在来のリングガイ科の一種の卵塊
(マレーシア・アロースター)

新しい防除シーン を提案します。

フェロモン製剤は
新しい防除シーンを
提案します。

害虫の発生を予測する。
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。

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)

【発生予測用製剤】

●コドリングコール® (コドリング用)

●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、

チャノボンガ、シバツツガ、

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

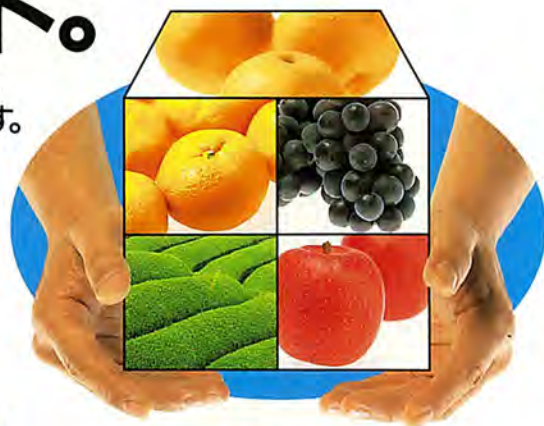
東京本社: ☎110 東京都台東区東上野6-2-1 (都信上野ビル) ☎(03)3845-7951

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



マネーヅ® 水和剤



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

®は北興化学工業の登録商標

植物防疫

Shokubutsu bōeki
(Plant Protection)

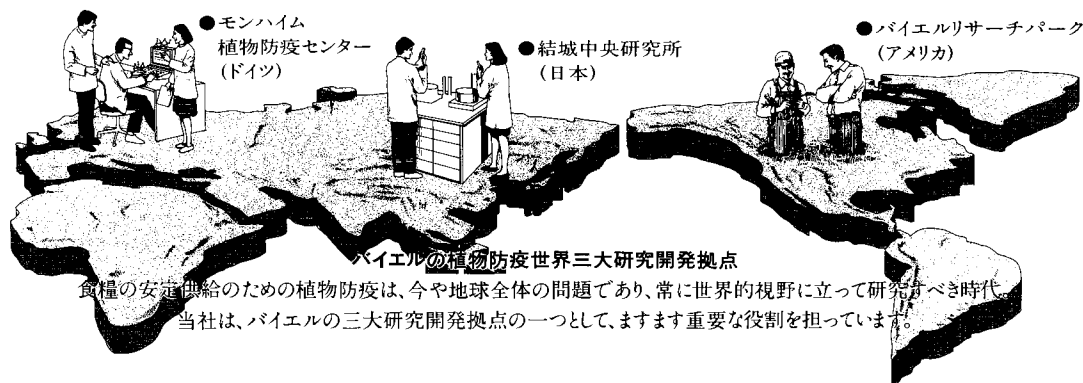
第 50 卷 第 6 号
平成 8 年 6 月 号

目 次

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	
スクミリングガイの生態と防除……………菅蒲信一郎………… 3	
マレーシアとタイにおけるスクミリング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	
新しく登録された農薬 (8.4.1~4.30)……………44	
中央だより (病害虫発生予察ニュース) ……………21	学界だより ……………37
協会だより ……………13	主な次号予告 ……………46

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



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

タケダが 作ると、



殺虫剤はこう
なります。...

ベストガードは野菜、茶、果樹、
水稻の新殺虫剤。

アブラムシ・アザミウマ・コナ
ジラミ類、ウンカ・ヨコバイ類
に優れた効果があります。

■ベストガードの特長■

- ユニークな殺虫作用を持ち、抵抗性害虫にも有効。
- 害虫の口、皮膚両方からの効果がある。
- 優れた浸透移行性とトランスラミナー効果。
- 処理適期幅が広く長く効く。
- 有用生物（天敵等）への影響が少ない。
- 水溶性顆粒でボトル入り。はかりやすく、溶けやすい。使いやすい。（水溶剤）
- キャップで計量できる。（水溶剤）



新 発 売

ベストガード®登場。

■ベストガードは水溶剤の他に ●粒剤（野菜定植時処理）●粉剤・混合粉剤（水稻用）があります。

武田薬品工業株式会社

アグロカンパニー 〒103 東京都中央区日本橋2丁目12番10号

- 農業は正しく
使いましょう！
- 使用前には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。
- 小児の手の届くところには置かないでください。

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——

農林水産省農産園芸局植物防疫課農薬対策室 お大 も森 ま正 か和

はじめに

農薬危害防止運動月間にちなんで、その概要を示すとともに、その背景である農薬の安全使用全般について、以下に述べる。

I 農薬危害防止運動とは

厚生省および都道府県との共催で、毎年6月1日から6月30日の1か月間を「農薬危害防止運動月間」として実施している。危害防止運動が開始された昭和28年当初は、有機リン剤等による散布中の中毒事故の防止のための運動であったが、現在では、農薬による中毒事故や無登録農薬の使用・販売等は、農薬の適正な使用および安全性に関する知識の欠如に起因しているケースがほとんどであることから、農薬の販売業者、防除業者その他の農薬使用者に対して、農薬の適正な取り扱いおよび農薬取締法を始めとする関係法令等の周知を図るとともに、農薬に関する正しい理解の普及を図ることを目的として、幅広い観点からの種々の取り組みがなされている。

すなわち、危被害事故や無登録農薬等の不法販売の防止に加え、農産物の安全性確保や生活環境の保全の観点からの農薬の適正使用指導の徹底、ゴルフ場等農耕地以外の場所での農薬使用の適正化、消費者等広く一般への農薬の正しい理解の普及等も目的として、テレビ、ラジオ等の放送、ポスターの掲示、新聞による広告などの活動が進められている。

このように農薬危害防止運動の幅が広がったことに伴い、特に各都道府県においては、農薬適正使用推進対策事業の中の農薬安全使用等対策事業、環境保全型防除システム確立事業等を積極的に活用し、農薬の適正な使用方法の指導、安全な農作物の生産に資するため、各地域の特性に応じた農作物・土壌残留実態の調査、農薬の危害防止のための各種資料の配布、販売業者等に対する研修および農業者等に対する農薬安全使用基準の周知徹底を実施する。また、本年度、新たに組み替えた農薬安全使用総合啓発事業では、食品衛生法に基づく残留農薬基

準の大幅な拡充に対応し農薬の安全使用基準の策定も余儀なくされており、農家自ら農薬の安全使用基準の厳守の重要性を認識し、国内農産物に対する確固たる信頼性を得ることにある。このため農産物安全対策業務と連携し前事業で整備されたオープンラボを核に有効活用を図り、生産サイドの関係者自らに農薬適正使用の重要性を認識してもらう。さらに、環境に配慮した防除を推進するため、水質モニタリングを行い、そのデータを活用した防除管理システムを構築する等といった事業に積極的に取り組むことが重要である。

II 使用者の安全確保について

毒性試験結果および作物ごとの使用方法での暴露量から農薬使用者の健康を保護するため、マスク、メガネ、防除衣等の防護器具およびその他の注意事項が、それぞれの農薬に応じてラベルに記載されている。また、周辺作物等の薬害、養蚕・養蜂・家屋・自動車の塗装等への危害防止についても配慮が必要であり、これらについてもそれぞれの農薬に応じた注意事項が記載されている。

使用者への安全確保および周辺環境に対する危害を防止するためにも、農薬のラベルをよく読み、注意事項を厳守することが重要である。

III 農作物の安全の確保について

残留農薬基準とは、厚生省が食品衛生法に基づいて定めた食品規格の一つであり、この規格に合わないこととされており、基準値をオーバーした農産物は販売できず、罰則が適用される場合がある。本基準は昭和53年までに26農薬について設定されて以降、平成3年までは改正はなかったが、平成8年4月現在で、合計108農薬、約130農作物について設定されている。

最近の残留農薬基準の大きな動きとしては、食と健康をめぐる問題を検討し、新しい食品保健対策のあり方について厚生省が開催した「食と健康を考える懇談会」の報告において、「残留農薬等の基準策定の推進」が提言されている。この中で、「現在108農薬についてのみ基準が策定されているが、約450の農薬が国内で登録されてい

ること等を考慮し、当面、少なくとも使用量の多いもの等 200 農薬程度まで基準を定めることを目標に、計画的に基準策定を進めるべきである」とされている。

農林水産省では、残留農薬基準の設定されたもので国内で登録のある農薬について、農薬の安全かつ適正な使用についての指導を一層進めるため、農薬取締法に基づき、農薬の使用の時期およびその方法等について使用に当たって指針とすべき「農薬残留に関する安全使用基準」を定め、公表している。本基準は昭和 53 年までに 20 農薬について設定されて以降、平成 3 年までは改正はなかったが、残留農薬基準の拡充に対応し平成 4 年 11 月に全部改正を行い、以後毎年 2 回のペースで追加設定、削除または一部改正を行っており、現在は合計 82 農薬について策定、公表している。

また、農薬登録にあたり環境庁長官が、農作物などの利用が原因となって人畜に被害を生ずるおそれがあるかどうかの基準を定めることとなっている。当該農薬を食用作物に使用する際、この基準を超えるような使用方法の申請は保留されることから、作物残留に係る農薬登録保留基準と呼ばれているが、上記の残留農薬基準が定められていれば、それが農薬登録保留基準になる。

なお、農薬登録保留基準を決めるときの毒性学的資料の評価などは、残留農薬基準の場合と同様である。ただし、これから使用される農薬なので野菜類や果実類といった、食品群ごとに定めるのが通例となっている。

安全使用基準や登録保留基準に定められた範囲での具体的な使用時期、回数等は農薬のラベルに表示されており、これに沿って適正に使用することが重要である。

Ⅳ 環境の保全について

平成 4 年 12 月には水道法に基づく水道水の水質基準が、平成 5 年 3 月には環境基本法（当時は公害対策基本法）に基づく水質汚濁に係る環境基準のうち人の健康の保護に関する環境基準が、それぞれ改正され、水質汚濁防止法に基づいて、公共用水域等の水質の汚濁状況の監視等が行われている。また、水田で使用する農薬については、登録検査段階で作物残留と同様に水質汚濁に関しても登録保留基準を設定することとなり、本基準を超える場合は登録が保留されることになる。

使用場面については、従来より「水産動物の被害の防止に関する安全使用基準」が設定されており、現在 46 農薬について公表している。また、平成 6 年 4 月に環境基準の適正使用の徹底を図るため 4 農薬について、「水質汚濁の防止に関する安全使用基準」が設定されている。

さらに、農薬取締法に基づき水質汚濁性農薬の指定が行われており、現在登録されている農薬としては、ベンゾエピン、ロテノンおよびシマジンがある。水質汚濁性農薬に指定されると、都道府県知事が必要に応じて規制により許可制とすることができるほか、販売店においては、より詳細な帳簿の記載が求められ、使用者においては、改良普及員や病虫害防除員または必要に応じて農薬管理指導士、緑の安全管理士等の、指導または講習会を受けるように努めなければならない。

なお、水道水質基準や環境基準は、生涯にわたる連続的な摂取をしても健康に影響が生じない水準を基とし、安全性を十分考慮して設定されており、公共用水域の水質の評価は年間平均値で行うべきものとされている。要監視項目や水質評価指針においても同様の考え方である。

空中散布については、従来より「農林水産航空事業実施指導要領」に基づき対策が講じられてきたが、危害防止を一層徹底するため、平成 6 年 4 月に「航空機を利用して行う農薬の散布に関する安全使用基準」が設定され、現在 44 農薬について公表している。

農薬の空中散布に当たっては、農林水産航空事業実施指導要領を遵守し、特に周辺の状況に応じた散布地域の点検・見直しを行うとともに、飛散の少ない剤型の農薬や散布技術を積極的に導入する必要がある。

また、水田において除草剤などの農薬を使用する際には、容器に表示されている止水期間中は水をかけ流ししないなど、十分な防除効果の発現を図りつつ水管理の適正化に努める必要がある。

ゴルフ場における農薬使用についても河川、湖沼などへの農薬の飛散・流入がないようにするとともに、ゴルフ場内の水質の監視および保全などに努める必要がある。

お わ り に

農薬の取り扱いに当たっては、登録された農薬を適正に取り扱うとともに、保管・管理を徹底すること。また、農薬の使用に当たっては、ラベルに表示されている適正な使用方法をよく読んで正しく使用すること、周辺環境へ十分配慮すること等、各段階で各関係者全員が真に農薬の取り扱い、使用の基本となる事項を着実に実施することが重要である。

農薬による中毒事故や危被害を未然に防止するため、また、消費者の農薬に関する漠然とした不安を解消するためにも農薬の危害防止運動を契機とし、今後とも基本に忠実な適正使用を推進していくことが最も重要なことと考える。

スクミリングガイの生態と防除

佐賀県植物病虫害防除所 ^{しょう} 菅 ^ぶ 蒲 ^{しん いち ろう} 信 一 郎

はじめに

スクミリングガイは、1981年に増殖を目的として人為的に外国から導入され、その後各地で野生化した貝である。本貝が1週間で最高100m以上遡行し、500m以上流下した放流追跡調査事例（小澤・牧野，1989）が示すとおり、貝は水路や河川に侵入すれば急速に生息域が拡大する。九州北部に位置する佐賀県においては、現在でも用排水路に沿って年々発生は拡大している（表-1）。貝が既に侵入した地域では、決め手となる防除対策に欠け、対応に苦慮している。本文では佐賀県で行った貝の生態調査、防除試験の結果を紹介し、現在までの知見をとり

まとめた。低コスト技術として期待されている湛水直播栽培では被害がきわめて大きく、現在のところ十分な防除対策が確立していないため、今回は通常の移植栽培下での貝の生態と防除を紹介する。

なお本稿をまとめるに当たり、ご助言と校閲を賜った熊本県農業試験場清田洋次部長、静岡県農業試験場小澤朗人副主任、海外の文献を送付いただいた九州農業試験場和田節博士の各位に厚くお礼申し上げる。

I スクミリングガイの生態

1 スクミリングガイの形態

スクミリングガイは、分類学上は軟体動物腹足類のリングガイ科に属し、日本在来の4種のタニシ(タニシ科)とは形態が大きく異なっている。広い殻口を有し、殻頂部はすくんでおり、全体にリング球状型をしている。水中では、えら呼吸および肺呼吸の両方を行い、水中に溶けている酸素量によって呼吸法を使い分けられていると思われる。落水中の乾燥した環境下では、口蓋を閉じて嫌気性呼吸を行う（張，1985）。

2 スクミリングガイの増殖

スクミリングガイは雌雄異体であり（兼島ら，1986），交尾は3～4時間続く（FAO and Department of Agriculture, 1989）。産卵可能な雌貝は殻高約2.5～3cm以上である（兼島ら，1986）。数十～数百の卵からなる鮮紅色の卵塊を水面より上の場所に産みつけ、8～9月の好適条件下では2～3日間隔で産卵し、年間総産卵数は2,400～

表-1 佐賀県におけるスクミリングガイの年次別発生の推移（7月上旬調査）

年次 (年)	発生市町村数		発生 水路の距離 (km)	発生 水田面積 (ha)
	水田内	被害発生		
1985	8	3	—	18
1986	—	—	—	5
1987	—	7	—	303
1988	—	5	—	834
1989	13	5	201	1,282
1990	13	5	313	1,982
1991	19	13	559	2,920
1992	20	13	664	4,762
1993	23	14	875	6,439
1994	28	15	1,184	8,885
1995	30	21	1,644	9,974

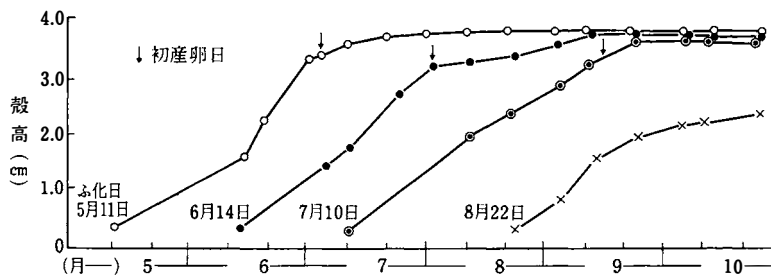


図-1 スクミリングガイの殻高の推移（清田，1986）。
コンクリート枠での野外飼育。

8,600 卵粒にもなる(宮原ら, 1986 b)。卵胎生(子は親の体内で稚貝にまで成長)である日本在来のマルタニシ(4~5年生)の, 年間50~60個(樽松, 1984)に比べ極端に繁殖力が高い。卵は約2~3週間でふ化, ふ化直後は殻高2~3 mmであるが, 温度条件等がよければ約2か月で殻高3 cmの成貝になる(宮原ら, 1986 a; 清田, 1986)(図-1)。さらに成長すると殻高5 cm以上にもなり, 用排水路では殻高7 cm近い大型の貝もみられる。張(1985)は貝の寿命を3~5年とし, ESTEBENET and CAZZANIGA(1992)は, 最高で49.5 か月生存したと報告している。

3 スクミリンゴガイの発育と温度

スクミリンゴガイが安定して生存できる水温は約10~35°Cの範囲といえる(表-2)。関東以南地域では, 気温域がこの水温域に比べて広いが, 貝が生息している。これは貝の生息場所である土中, 水中の温度が, 概して冬期は最低気温より高く, 夏期は最高気温より低いこと, あるいは1日のうち気温の極値は短時間であることなどの理由による。日本在来のタニシは15°C以下(特に10°C以下)または30°C以上になると土中に潜る(樽松, 1984)。スクミリンゴガイは日本在来のタニシ(ヒメタニシ)に比べると低温耐性は低い(小澤・牧野, 1988)が, 本貝も14°C以下になると泥中に潜る貝が増える傾向が見られる(大上, 1986)。また筆者は8月の日中の高温時の水田で, 貝が土中に潜っているのを観察している。

表-2 スクミリンゴガイと日本在来のタニシの各温度域での発育

スクミリンゴガイ	
すべて死亡する低温条件	-6°C(約1日) -3°C(約3日) 0°C(20~25日) 5°C(7日) ^{b)} 5°C(4日) ^{c)}
発育限界温度	約10°C ^{b)}
危険水温	約10°C ^{c)}
休眠状態	14°C以下 ^{c)}
活動停止	17°C以下 ^{d)}
発育適温	24~28°C ^{d)} 25~30°C ^{b)}
すべて死亡する高温条件	40°C(7日) ^{b)} 40°C(2日) ^{e)}
日本在来のタニシ	
土中に潜る温度	10~15°C以下 30°C以上
発育適温	25~26°C
死亡する気温条件	約40°C

a): 大矢ら(1987), b): 兼島ら(1987), c): 大上(1986), d): 張(1985), e): 西内(1984), f): 樽松(1984). a)は湿った土壌内での恒温条件. b)~f)は水中の温度。

4 スクミリンゴガイの摂食活動

張(1985)は, ふ化直後の幼貝は水中の浮遊生物を摂って成長するとし, FAO and Department of Agriculture(1989)は, 若い貝は藻, 水気が多い植物, 柔らかい葉を食べるとしている。本貝はイネ稚苗よりキャベツやジャガイモを好んで食べ, 柔らかい植物のほか魚やミズなどの死骸等の動物質のものも好む(大矢ら, 1986)。水田ではイネのほか餌がほとんどないため, 柔らかい苗が食害されるが, その期間は移植後から約3週間である。特に浸冠水を受けやすい水田や深水田では, 貝の発生が多く摂食活動も活発なため, 被害が多い。大矢ら(1986)によるとイネを加害するのは殻高1.5 cm以上の貝であり(表-3), 水温15~35°Cの範囲で摂食活動が可能で, 水温約30°Cで最も摂食量が多くなる。また摂食量は殻高の3乗に比例して増加するとし, 貝の殻高から稚苗食害本数を求める回帰式を設定している。矢野・中谷(1989)は, 殻高15~20 mmの貝を密度を変えて放飼し, その後のイネの収量との関係を調べ, 田植え直後の貝密度がm²当たり3個体以上になると収量に悪影響を及ぼすとしている。廣田・大木(1989)は, 殻高2~3 cmの貝がm²当たり2個体で, 稚苗の約60%の株が欠株となった被害事例を報告している。LITSINGER and ESTANO(1993)は, フィリピンにおける水田で, 貝(1.5 cm以上)がm²当たり2個体より多いか少ないかで, 被害を受ける危険度および防除対策が異なるとしている。

5 スクミリンゴガイの越冬

スクミリンゴガイは関東地方以南の多くの地域で越冬が認められている。越冬率は冬期の低温の程度により大きく異なるが, 落水後の水田ではわらの下や土中, 用排水路では橋の下, 土管の中, 生活排水や産業排水の温水が流れ込む場所等で越冬生貝が見られる。わらを除去した水田よりわらを放置した水田, 水のない用排水路より

表-3 殻高別スクミリンゴガイのイネ苗食害力
(大矢ら, 1986を一部改変)

殻 高 (cm)	供試イネの大きさ						
	葉齢	1	3	4	5	6	7
	莖数(本)	1	1	1	1	2.5	3.5
	草丈(cm)	9.5	17.0	23.2	30.3	38.7	47.6
0.9±0.1		×	×	×	×	—	—
1.3±0.1		□	□	□	×	—	—
1.6±0.1		○	○	○	×	—	—
2.1±0.1		○	○	○	○	—	—
2.6±0.1		○	○	○	○	—	—
3.2±0.1		○	○	○	○	○	○

×: 摂食不可, □: 一部摂食可, ○: 摂食可能

表-4 各地の水田内でのスクミリングガイの越冬状況

調査地	調査年次	越冬生貝率	備 考	引 用
福 岡 県	85～86	0～20 %	寒冬年，殻高 10～40 mm	大矢ら(1987)
栃 木 県	86～87	約 10 %		鈴木・福田(1988)
熊 本 県	85～86	約 30 %	寒冬年 2～3月の気温が低い	清田(1988)
〃	86～87	約 60 %		
〃	87～88	約 30 %		
静 岡 県	87～88	約 90 %	わら放置水田	小澤・牧野 (1988)
〃	〃	60～70 %	水田	
千 葉 県	87～88	20～30 %		廣田・大木(1989)
和歌山県	88～89	67～83 %	殻高 5.1～25 mm	矢野・中谷(1989)
佐 賀 県	94～95	約 75 %	わら放置水田，殻高 6 mm 以上	菖蒲(1995)

ほとんどの貝が死亡する土壌表面の貝は調査対象から除外。

表-5 殻高を異にするスクミリングガイの越冬生貝率

1995 年，佐賀県佐賀郡 ^{a)}			1989 年，和歌山県和歌山市 ^{b)}		
殻高 (mm)	2 月 22 日		殻高 (mm)	4 月	
	個体数 (個)	生貝率 (%)		個体数 (個)	生貝率 (%)
3.1～6	342	14	5 以下	47	0
6.1～10	113	73	5.1～10	59	27
10.1～20	33	100	10.1～15	49	67
20.1～30	6	17	15.1～20	42	83
30.1～40	2	0	20.1～25	9	67
			25.1 以上	15	47

^{a)}：冬期作付なし，わら放置田，^{b)}：矢野・中谷(1989)より引用。

水のある用排水路，硬い土壌より柔らかい土壌，土壌表面より深いところでそれぞれ貝の越冬率が高い（清田・奥原，1987）。気象条件や圃場条件によって多少の差はあるが，近年の暖冬傾向により，貝は水田でも高い生存率を保って越冬している（表-4）。ただし 1995～96 年は全国的に寒冬年であり，降水量も少なかったことから，越冬率はやや低いと予想される。さらに貝の大きさ別の越冬生貝率は，1～2 cm の貝と比較して，殻高 5～10 mm 未満の貝が低く（清田・奥原，1987；小澤・牧野，1988；矢野・中谷，1989；菖蒲，1995），約 3 cm 以上の貝の越冬生貝率も低い（清田・奥原，1987；大矢ら，1987；鈴木・福田，1988，廣田・大木，1989，矢野・中谷，1989）（表-5）。小澤・牧野（1988 b）は，積算温量から越冬貝の死貝率の推定を試みている。

6 スクミリングガイの水田での発生消長

スクミリングガイの水田での貝密度の推移を 1995 年に佐賀県で調査した結果，入水 3 日後から移植約 5～10 日後にかけて増加した（図-2）。さらに夏期には急激に貝

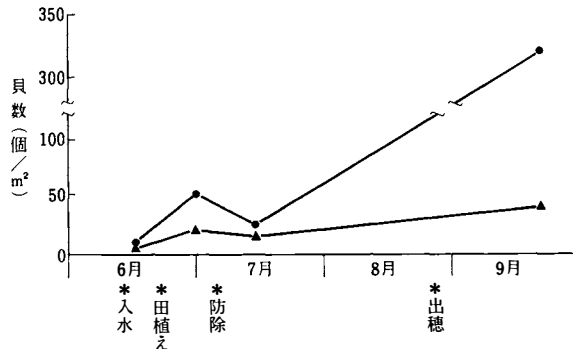


図-2 スクミリングガイの水田での貝密度の推移（1995 年，佐賀県鳥栖市）。

●：取水口周辺，▲：圃場全体。6月20日移植，品種ヒノヒカリ，7月6日にIBP粒剤を散布。2圃場を2地点ずつそれぞれ4 m²調査。

数が増加した。入水 3 日後からの増加については，調査圃場では取水口に網を設置しており，この期間の水田での増加は，土中での水田内越冬貝が少しずつ地表面へ浮上してきたためと考えられる。大矢ら（1987）は，移植約 30 日後まで貝が土中から経時的に水田内に現れてくるとし，清田（私信）は入水～入水 21 日後にかけて土中から貝が出現するとしている。貝が自力で土中へ潜る深さは比較的浅いが，裏作栽培時や田植え前の機械耕起により，貝が土中深くに埋め込まれ，田植え後の貝の地表への浮上が起こると思われる。夏期に貝数が急激に増加したのは，水田内で大量にふ化した稚貝によるものである。

水田での貝の活動期間は，水田内に水がある田植え期以降の約 3 か月間である。1994 年の佐賀県の水田内での調査結果を基に，貝をその大きさによって①～⑦に区分した（図-3）。6月15日は大きさ約 10 mm のグループ③

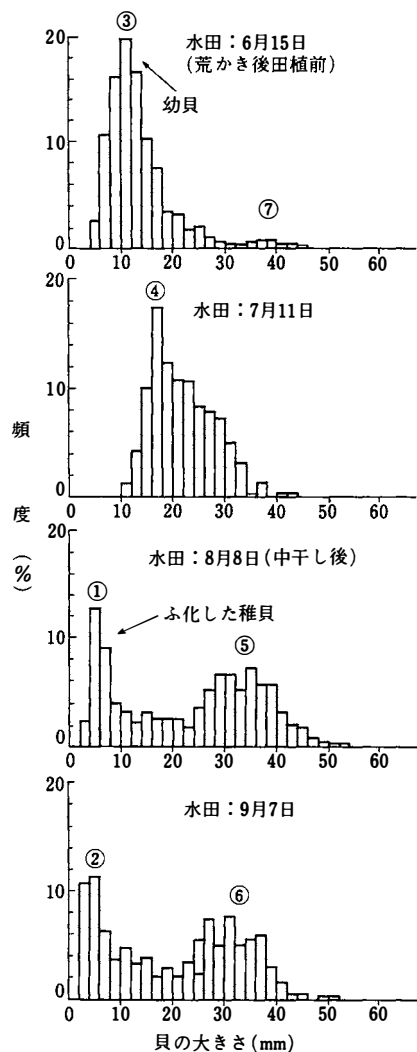


図-3 水田内での貝の大きさの消長
(1994 年, 佐賀郡川副町)

と約 40 mm のグループ⑦, 以下 7 月 11 日は約 20 mm の④, 8 月 8 日は約 6 mm の①と約 30 mm の⑤, 9 月 7 日は約 6 mm の②と約 30 mm の⑥のグループの大きさの貝がそれぞれ多かった。これは 1988 年に静岡県で行われた調査結果 (小澤・牧野, 1989) とほぼ一致した。これらの貝は「①夏に卵塊から大量ふ化した稚貝。②～③幼貝の状態越冬した一年越冬貝。④～⑤入水後活動を始めて夏に成貝に成長した一年越冬貝。⑥～⑦再び越冬して大型の貝に成長した二年越冬貝」とそれぞれ推定される。以上より外部侵入がない水田では, 貝の発生源は夏期に水田で大量にふ化する稚貝であり, これらの越冬貝が翌年以降被害を及ぼすと言える。また水田では用排水路に比べ貝の活動期間が短いことや, 耕起による物理的破壊のため, 大型の貝が少ないと思われる。

Ⅱ スクミリングガイの防除

1 耕種的防除法

(1) 侵入防止対策

スクミリングガイの発生源は主に水田での越冬貝であるが, 水路に隣接した一部の水田では, 取水口や畦からの侵入もみられる (小澤・牧野, 1989 a)。取水口に設置した網に貝が捕獲される水田では, 取水に伴う稚貝・幼貝の侵入が見られることを示すものであり, 侵入防止対策を十分に行う。方法の一つとして, 網目 5 mm 以下の網を取水口に設置し, できればゴミ詰まり防止のため水路側にもやや粗い網をはる。降雨などで浸水しやすい水田では, 畦をできるだけ高くして貝の水田への侵入を防止する。佐賀県で 1995 年に行った網 (約 5 mm 目) 設置の調査では, 生貝の水田への侵入はほとんどみられなかった (表-6)。ただし静岡県では, 取水口に設置した 6 mm 目の網に, 入水から落水までに 4,000 個体以上の貝が捕らえられた事例 (小澤・牧野, 1989) もあり, 取水口からの貝の侵入は, 地域 (水田) により大きく異なると思

表-6 取水口に設置した網にかかった貝数(1995 年, 佐賀県)

調査地区	網設置日	移植日	圃場 No.	設置網にかかった貝数 ^{a)}		
				6 月 15 日	7 月 12 日	9 月 8 日
東与賀町	6 月 6 日	6 月 20 日	圃場 1	0 個		
			圃場 2	127.5 個(死貝)	0 個	0 個
			圃場 3	1 個(死貝)		
				6 月 16 日	7 月 13 日	9 月 19 日
鳥栖市	6 月 12 日	6 月 20 日	圃場 1	11 個(死貝)		
			圃場 2	7.5 個(死貝)	0 個	0 個
			圃場 3	2 個(死貝)		

^{a)} : 7, 9 月の貝数は達観調査。

われる。台湾 (MOCHIDA, 1991) やフィリピン (FAO and Department of Agriculture, 1989) でも取水口等への網の設置は奨励されている。

(2) 食害防止対策

1) 移植時期

福岡県では、5月下旬、6月上旬に貝による被害をわずかに認めた事例を除くと、被害のほとんどは、6月後半移植の水稲で発生している (山中, 1988)。水温と貝の活動との関係から、苗の移植時期が早いほど貝の被害が少ないことから、被害が慢性化している水田では、移植時期を早めることが有効である (表-7)。

2) 移植苗の大きさ

昭和40年代から現在まで、稚苗による機械移植が主流であり、近年は箱育苗の省力化から乳苗移植の試みが一部で行われている。一方で貝による被害は移植苗が大きいくほど少ない。中苗、成苗では所要苗箱数が増えるが、貝の発生が多い水田では中成苗移植による被害回避に努める。

3) 水管理

小澤ら (1988a) は、水深が4cmを越えると急激に被害が進むため、圃場水深をこれ以下に保ち、畦畔板等を使用して水深が7cm以上の深水の場所を作らない浅水管理が有効としている。水管理を有効に実施するために、圃場を均平にし、作溝も有効である。溝の間隔は2~3m、深さ5cm、幅10cm程度とする。フィリピンでは貝を特定の場所に集めるため、水田内に深さ3~5cmの水平な溝をつくることを奨励している (FAO and Department of Agriculture, 1989)。ただし浅水もしくは落水管理を行うと、除草効果が劣る場合があるので、移植前後処理剤と後期剤を組み合わせた体系除草が必要である。

4) 貝、卵塊の捕殺

貝、卵塊の捕殺は確実ではあるが、労力の問題がある。フィリピンでは卵塊の捕殺を容易に行うために長さ1

m、幅2~3cmの棒を3~4m間隔で設置することを奨励している (FAO and Department of Agriculture, 1989)。日本では労力の問題があり、水田内の貝数の簡易推定としての利用を考えても、水田内の卵塊数と貝の個体数との間には明瞭な相関は見られない (平井ら, 1986) ため、本技術の日本での普及性は低いと思われる。

(3) 刈り取り後防除対策

稲刈り取り後は、冬季の耕起が有効である。裏作に作物の栽培をしない場合は、1月末から2月上旬を中心に浅く細かく耕して、越冬中の貝を寒波にさらし、殻に傷をつけ死亡率を高める。ただし耕起の時期が早いと地表面にいる貝を土中に埋め込むことになり、かえって越冬生存率を高める可能性がある。また耕起の時期が遅くなると気温の上昇のため効果が低下する。稲わらや切りわらの下は好適な越冬場所となるので早めに除去する。台湾では、貝の被害が深刻な水田での稲わら焼却を防除対策の一つにしている (MOCHIDA, 1991)。ただし山中 (1988) によると、稲わら焼却による地表面上の貝の死貝率は約35%と低く、さらに越冬源となる地表下の貝に対しては稲わら焼却の効果を全く認めていない。また土作り運動の一環として稲わらのすきこみを奨励している点からも、本防除法の日本での普及性は低いと思われる。

(4) 用排水路防除対策

発生源となる用排水路では、泥土あげや雑草除去を地域全体で行う。用排水路の壁面に産卵された卵塊の除去作業は、貝密度低減に有効である。ただし水田の排水時に圃場密度の約7%の貝が排水路に移動した事例もあり (清田, 1987)、水田から用排水路へ移動する貝にも注意が必要である。また越冬生貝率を低下させ、貝の成長と増殖 (産卵) を抑えるため、秋から春にかけての用排水路の不要水はできるだけ落水する。

2 化学的防除法

スクミリングガイに登録のある農薬は、石灰窒素、IBP

表-7 移植時期の違いによるスクミリングガイの被害 (1995年, 佐賀郡東与賀町)

試 験 圃 場		水田内の貝密度 (個/m ²) ^{a)}			苗の被害度 ^{c)}	
		6月8日	6月15日	9月8日	6月15日	7月12日
6月10日移植	圃場全体	0.5	0.2	138	0	0
	取水口周辺	1.6	6.8	350		
		6月15日	6月27日	9月8日	6月27日	7月12日
6月20日移植 ^{a)}	圃場全体	1	10	38.5	49.8	(補植)
	取水口周辺	3	10.5	450		

a) : 6月25日にIBP粒剤を散布 b) : それぞれ2地点の4m²を調査

c) : 水深が深い地点を調査。被害度 : (一部食害株数 + 半数食害株数 × 2 + 全部食害株数 × 4) ÷ 調査株数 (100株) ÷ 4 × 100

粒剤、カルタップ粒剤、ベンスルタップ粒剤、エチルチオメトン・チオシクロラム粒剤の 5 剤である。これら以外の未登録農薬、資材は環境保全の面からも絶対に使用してはならない。また登録薬剤であっても、魚貝類への影響等を考慮して、水田への施用後は用排水路への流亡を防ぐ。登録農薬の中で効果の高い殺貝性を示すのは石灰窒素である。田植え前処理の場合、水田に取水し約 3 日湛水を保った後、石灰窒素を散布し、その後 3 日以上湛水する。石灰窒素の施用の際は、手袋、マスク等を着用し、施用後約 10 日を経て田植えをしないと薬害の恐れがある。元肥以降の窒素施用量にも注意する。イネ刈り取り後処理の場合、水温 15℃以下で殺貝効果が低下する(牧野・小澤, 1987; 林ら, 1988) ため、10 月下旬までに処理を行う。佐賀県では、このイネ刈り取り後の石灰窒素の施用を乗用管理機等を用いて試験的にを行い、防除効果および実用性を、現在検討中である(表-8)。IBP 粒剤は、ある程度殺貝効果を示す。本剤は水温 20℃以上での施用が望ましく、効果を高めるため処理後水深を 3 cm 程度の浅水にする(林ら, 1990)。小澤ら(1990)によると、漏水田では殺貝効果が劣り、森ら(1990)は殺貝効果を得るためには、処理後 2 日以上、できれば 3 日間の湛水状態を保つことが必要としている。今後は移植直後～移植後 3 週間の中で最も効果的な処理時期を、除草剤の処理時期、貝の土中からの浮上時期など考慮したうえで詳細に検討する必要がある。参考までに本剤の夏期散布の防除効果が試験的に検討され(小澤ら, 1990; 菖蒲, 1995)、ある程度の殺貝効果は認めているが、翌年以降の被害軽減対策としてはさらに検討が必要である。カルタップ粒剤、ベンスルタップ粒剤、エチルチオメトン・チオシクロラム粒剤は食害防止効果を示すが、いずれも防除効果は不十分である。これらの粒剤を使用する場合は効果を高めるために、浅水管理を併せて行う。なお薬剤防除の基礎資料とする目的で、IBP 粒剤を用いて貝の大きさ別の防除効果の検討を行った結果、大型の貝に対する防除効果が高い傾向が見られた(表-9)。稚貝に対する防除効果は、小澤ら(1990)の報告とはやや異なり今後の

表-8 イネ刈り取り後のスクミリングガイに対する防除効果 (1995 年, 圃場試験^{a)})

薬剤	10 a 当たり 処理量	防除効果		
		個体数 (個)	死貝数 (個)	死貝率 (%)
粒状石灰窒素	20 kg/10 a	262	212	80.9

^{a)} : 佐賀県鳥栖市、イネ刈り取り後の 10 月 21 日に乗用管理機を用いて湛水状態で施用。

検討を要する。他の薬剤については、パダン粒剤とメタアルデヒド剤(農薬未登録剤)で、多少様相が異なるが、殻高 16 mm から 25 mm の貝で感受性が低く、殻高 30 mm 以上の貝で薬剤感受性がやや高い傾向にあった(宮原ら, 1987)。一般的に大型の貝は薬剤に対して相対的に弱いと思われる。

3 生物防除法

アヒルやスッポンはえづけを行うとスクミリングガイを食べるため、用排水路などで貝の密度低減対策のために利用された。佐賀県では、現在でも用排水路にスッポンを放流し、貝の密度低減を検討している地域がある。コイやフナなどの淡水魚も小さな貝を食べることができる。台湾では約 10 年前に Black carp と Common carp という 2 種類のコイのなかまを百万匹以上放流したが、実用性は認められていないらしい(MOCHIDA, 1991)。ヘイケボタルの幼虫は 1 cm 以下の貝を食べることができるため、岡山県ではホタルの幼虫を用水路へ放流して貝の密度低減が検討されたが、成功していない(近藤・田中, 1989)。静岡県では水田に生息する大型ヒル類の一種であるウマビルが成貝を食べるのが確認されている(小澤ら, 1989)。サギなどの水鳥やイタチが貝を食べるとの報告もある。FAO and Department of Agriculture (1989)によると、アリ、クモ、ネズミ、トカゲも天敵であり、特にアリの一種である Red ants は貝の卵の潜在的な天敵とされている。以上のような生物(天敵)により、ある程度貝の密度が抑制されると思われるが、いずれもそれだけでは実用的な防除技術としては確立していない。

4 物理防除法

銅資材は、スクミリングガイに対する産卵防止効果が

表-9 殻高を異にするスクミリングガイに対する IBP 粒剤の防除効果(菖蒲, 1995; 小澤ら, 1990)を一部改変

殻高 (mm)	死貝率(%) ^{a)}	殻高 (mm)	死貝率(%) ^{b)}		
	15,000 倍		4,000 倍	8,000 倍	16,000 倍
5~9	17.5	2	100	100	45
10~14	15.2	10±2	100	90	35
15~19	13.2				
20~24	25.0	20±2	85	20	10
25~29	95.7				
30~34	70.6	30±2	100	70	40
35~39	88.0				
40~44	84.6				

^{a)} : 1994 年, 9 月 4 日に野外でワグネルポットを用い、通常施用の半分の処理量で実施。

^{b)} : 1989 年, 6 月下旬に約 24℃の恒温条件でピーカーを用い実施。

あり、銅網、銅板、銅テープを設置した排水路では、産卵防止効果が認められている(清田, 1989)。佐藤ら(1995)は、電気工学の立場で、水中に交流電圧を瞬時に加えることにより貝の摂食活動、繁殖活動の抑制することを検討しており、さらにその他の電氣的駆除方法の研究を予定している。

おわりに

新たに貝が侵入した初発地では、徹底した防除による完全撲滅を目指す必要があるが、すでに分布が拡大し、撲滅が困難な地域では、撲滅より被害軽減のための密度管理を考えるほうが現実的と思われる。画期的な防除対策がない現在、必要と思われる耕種の防除法は確実に実施し、化学的防除法は安全使用基準を厳守し実施する。海外で行われたスクミリングガイのワークショップ(ICLARM and FAC/CLSU, 1989; RICE IPM NETWORK, 1991)でも総合的な防除方法が重要視されている。海外の一部ではスクミリングガイ等を雑草防除に利用している(CAZZANIGA and ESTEBENET, 1985)。日本でも同様の方法が検討されているが(大隈, 1992)、できるだけ大きな苗を移植するのが前提条件であり、省力栽培技術として期待されている直播栽培や乳苗移植栽培での貝の利用は望めない。九州、中国地方などでは、スクミリングガイの生態の解明と個々の防除方法の効果を再度検討中であるが、今後は天敵の探索を含めた、長期的展望に立った試験研究の推進が強く求められている。

引用文献

- 1) CAZZANIGA, N. J. and A. L. ESTEBENET (1985): *Malacologia* 13: 1, 23~39.
- 2) ESTEBENET, A. L. and N. J. CAZZANIGA (1992): *Malacological-Review* 25: 1~2, 1~12.
- 3) FAO(The Food Agriculture Organization of the United Nations) and Department of Agriculture (the Philippine Department of Agriculture) (1989): *Integrated "Golden" Kuhl management*, pp. 41.
- 4) 林 嘉孝ら (1988): 九病虫研会報 34: 121~123.
- 5) ———ら (1990): 同上 36: 113~115.
- 6) 平井剛夫ら (1986): 同上 32: 88~91.

- 7) 廣田龍司・大木 浩(1989): 関東病虫研報 36: 212~213.
- 8) ICLARM (INTERNATIONAL CENTER FOR LIVING AQUATIC RESOURCES MANAGEMENT) and FAC/CLSU (FRESH WATER AQUACULTURE CENTER) (1989): *Summary Report of Workshop on the Environmental Impact of the Golden Snail on Rice Farming Systems in the Philippines*, pp. 34.
- 9) 兼島盛吉ら (1986): 九病虫研会報 32: 101~103.
- 10) ———ら (1987): 同上 33: 110~112.
- 11) 清田洋次 (1986): 昭和 60 年度九州農業試験研究成績・虫害関係.
- 12) ———・奥原國英(1987): 九病虫研会報 33: 102~105.
- 13) ——— (1987): 昭和 61 年度九州農業試験研究成績・虫害関係.
- 14) ——— (1988): 昭和 63 年度水稻・畑作物病害虫防除研究会現地検討会講演要旨, pp. 18~24.
- 15) ——— (1989): 九州農業研究 51: 123.
- 16) 近藤 章・田中福三郎 (1989): 応動昆 33: 211~216.
- 17) 樽松文雄 (1984): タニシ, 農山漁村文化協会, pp. 110.
- 18) LITSINGER, J. A. and D. B. ESTANO (1993): *Crop-Protection* 12: 5, 363~370.
- 19) 牧野秋雄・小澤朗人(1987): 関東病虫研報 34: 208~210.
- 20) 宮原義男ら (1986 a): 植物防疫 40: 31~35.
- 21) ———ら (1986 b): 九病虫研会報 32: 96~100.
- 22) ———ら (1987): 同上 33: 106~109.
- 23) 森 充隆ら (1990): 四国植防 25: 69~76.
- 24) 西内康浩 (1984): 農業時代 150: 47~51.
- 25) 大上浩久 (1986): 静岡水試研報 21: 53~56.
- 26) 大隈光善 (1992): 雑草研究 37: 別号 1.
- 27) 大矢慎吾ら (1986): 九病虫研会報 32: 92~95.
- 28) ———ら (1987): 応動昆 31: 206~212.
- 29) MOCHIDA, O. (1991): *Micronesia Suppl.* 3: 51~62.
- 30) 小澤朗人ら (1988): 関東病虫研報 35: 221~222.
- 31) ———・牧野秋雄 (1988): 静岡農試研報 33: 65~77.
- 32) ———ら (1989): 関東病虫研報 36: 214.
- 33) ———・牧野秋雄 (1989): 植物防疫 43: 38~41.
- 34) ———ら (1990): 関東病虫研報 37: 249~251.
- 35) RICE IPM NETWORK (1991): *Report of a Workshop on the Management of Golden Snail in the Philippines*, the Philippine Rice Research institute (PhilRice) et al, Philippines, pp. 75.
- 36) 佐藤三郎ら (1995): 平成 7 年電気関係学会九州支部大会 No. 136.
- 37) 鈴木正光・福田 充 (1988): 関東病虫研報 35: 219~220.
- 38) 菖蒲信一郎 (1995): 平成 7 年度水稻・畑作物病害虫防除研究会シンポジウム講演要旨, pp. 42~48.
- 39) 張 寛敏 (1985): ちりばたん (日本貝類学会研究連絡誌) 16: 1~7.
- 40) 山中正博 (1988): 昭和 63 年度水稻・畑作物病害虫防除研究会現地検討会講演要旨, pp. 8~17.
- 41) 矢野貞彦・中谷政之 (1989): 関西病虫研報 31: 57.

マレーシアとタイにおけるスクミリングガイの発生実態と防除対応

農林水産省蚕糸・昆虫農業技術研究所 平 井 剛 夫

はじめに

スクミリングガイ (*Pomacea canaliculata* (LAMARK)) は淡水性の巻貝であるが、わが国へは今から15年前に食用のために海外から導入された。しかし、期待したほどの市場価格にならなかったため養殖対象から外され、放棄されたり養殖地から逃亡したものが野生化して、水稻を加害する重要な有害動物となった(宮原ら, 1986)。その後、薬剤を含め幾つかの有効な防除手法が開発され、移植苗についての対応策もほぼ整えられてきた(平井, 1987)。

ところが最近になって、稲作栽培でも省力化が必要とされ、移植から直播への試みが行われているなかで、発芽直後のイネ稚苗に被害をもたらすスクミリングガイは、従来の防除技術では対応が難しい新たな問題として浮かび上がってきている(KIYOTA and SOGAWA, 1995)。一方、直播栽培化が近年急速に進んだ東南アジア各地では、スクミリングガイの発生密度の増加とそれに伴う被害の対応が緊急の問題となっている。

筆者は1995年の9月10日から10月11日までの1か月間、JIRCAS(農水省国際農研センター)より派遣されて、マレーシアおよびタイにおけるスクミリングガイの発生実態と、防除対応を調査する機会に恵まれた。本稿は、現地の陸棲貝類の専門家や病害虫防除担当者から得た知見や資料と、現地での被害の実情とに基づいて、発生実態を取りまとめたものである。両国ともに、発生や被害は広い地域であるから、今回のような短かい滞在期間では全体をもれなく把握することはきわめて困難であるが、少しでも実態に近づくことができれば幸いである。

本稿を草するに当たり、両国調査出張中で現地の情報収集ならびに調査に種々の便宜を図って下さったJIRCAS派遣職員、ならびに関連する情報を提供して下さい下さった方々へ感謝申し上げる。

I マレーシアでのスクミリングガイの実態

1 ケダ州アロースター周辺

マレーシアに入国して、北部のケダ州でスクミリング

ガイの実態調査を開始した。ケダ州の州都であるアロースターにはマレーシアの国際機関であるMARDI(マレーシア農業開発研究所)のMADA(ムダ農業開発庁)の事務所があり、水稻栽培について、農水省の熱帯農業研究センター時代から長年にわたり共同研究を行っているところであるが、本出張でのいわばベースキャンプとなった。

経緯は不明であるが、スクミリングガイが持ち込まれて発生が起こったケダ州ムダ地区のワン・マッ・サマンで現地調査を行った。ここはアロースターの中心地から約10 km程離れている。しかし、用水路、隣接する水田において卵塊ならびに稚貝、成員のいずれも観察されなかった。MADAの作物保護対応の担当者のホー・ナイキン、ホイジー氏から概況説明を受けた。この地域には3年前の1992年に発生が認められ、以降約2 kmの用水路において継続的に調査がなされた。最も生息密度の高かった1992年8月には卵塊が380個、成貝が900匹という生息数の程度を示した(Fouzi et al., 1993)。しかし、本年の7月から3か月間この地域の個体数はゼロということであった(Ho et al., 1995)。MADAの害虫防除担当者らと農家の人々によって連続して行われた貝および卵塊の拾い採りと、2年前の乾期に用水路の水位が最も低い時期である2月に行ったティー・シード・ケーキの投与が効果を示しているものと思われる。この資材は中国から取り入れており、チャの実の果皮をフレーク状にしたもので、含まれているサポニンが殺貝成分としての効果をもつということであった。

今後も引き続いて、拾い採りを兼ねたパトロールがMADAのスタッフによって行われるという。拾い採りや薬剤による直接的な防除のほかに、農家に対してこの貝が有害であることを周知させたことと、被害防止策の積極的な普及活動が行われたことが、現在の生息数をゼロにしているものと思われた。本地域に侵入したスクミリングガイは貝殻ならびに筋肉の色が黄色～オレンジ色を呈しているタイプであったため(現地ではゴールデン・アップル・スネイルと呼んでいる)、目立ちやすく拾い採りが比較的容易であったことが幸いした。

さらに興味深く思えたのは、本地域の用水路のすぐ近くのアブラヤシの植えられている池に、スクミリングガイと同じリングガイ科に属する在来種のリングガイの一種

Occurring Status of the Apple Snail, *Pomacea canaliculata* (LAMARK), and the Management in Malaysia and Thai. By Yoshio HIRAI

(*Pila sculata*) が多数生息しているのが観察されたことであった。この貝は東南アジアからインドにかけて広く分布していて、従来から食用にされているが、イネなどの作物には被害を起こさない無害の種類といわれている。大きさはスクミリングガイとほぼ同じであるが、殻がスクミリングガイより硬く口蓋も厚く頑丈である。色は黒色で筋肉の色は淡い茶色であるが、水上に産みつけられる卵塊の色は白〜黄色である。同じ科の近似種による競合の効果も、今後の本種の防除法を考えていく際に、重要な示唆をあたえてくれよう。

2 マレーシア大学 (クアラ Lumpur)

マレーシア大学で、陸棲貝類の専門家であるジャンバリ・アリ教授の研究室を訪問した。マレーシアでのスクミリングガイの侵入は 1991 年から始まったとのことであった。さらにその後の防除対応の経過などについて説明を受けたあと、マレーシアでの天敵によるこの貝の効果的な防除法について討論した。水辺に棲む哺乳類、鳥類などのほかカニなどの節足動物、さらに天敵として有力な昆虫類についてその可能性を話し合った。貝類を捕食することで一般的に知られているホタルの仲間は天敵として挙げられようが、スクミリングガイは、この甲虫に対して口蓋を閉じて捕食から逃れるだろうから、この甲虫の幼虫による捕食は期待できないだろうと指摘された。スクミリングガイは在来種のリングガイと同様に水上に産卵するので、卵塊を捕食する昆虫類が天敵として働いている可能性はあるものと思われるが、現在のところ観察例は知られていない。その他微生物として、バクテリア、ウイルスなどについても討論した。在来種について検討するとしても、スクミリングガイの本来の発生地である南アメリカへの捕食性の貝などを含めて天敵の調査を試みる必要性を感じた。

3 タイピンおよびその周辺地域

北部マレーシアのセベランプライにある、MARDI のイネ研究所の作物保護の専門家であるチャン・ブン・ミン氏から、かつてのこの地域におけるスクミリングガイの侵入とその防除対応の説明を受けた。ケダ州との州境に近いプチョンというところの川の周辺には 1991 年に発生があった。付近に市場があるので、水辺に生育するカンコンという野菜についてタイから入ってきたものか、鑑賞用のペットとして入れたものが何らかのかたちで逃げたものと推定していた。川に赤い卵塊が目立ったため卵塊を採集し、貝も集めて殺したという。さらに、そこは海に近いので潮流で塩水が入ってくるので、スクミリングガイは生存できなくなった。それ以降タイからのカンコンの持ち込みは、法的に禁止されているという

ことであった。

説明を受けた後、チャン氏の案内により、この試験場から数 10 km 離れたタイピンおよびその周辺地域の水系におけるスクミリングガイの発生現場を訪れた。タイピンのペラクにある広さ約 10 ha の錫発掘跡地の池には、多数のスクミリングガイが生息しており、魚の死体に群がっているのが観察された。周辺の水草ならびに木杭などにこの貝特有の赤色の卵塊が多数付着していた。この池のスクミリングガイは、1〜2 年前から急激に増加したということであるが、周辺には流れ込む水系がない独立した池で、どこから導入されたかは不明であった。この池の付近には同様な広さの九つの池があって、いずれもスクミリングガイが生息しているということであった。この池の付近の灌漑用水路でも水生植物にスクミリングガイの卵塊が産みつけられていた。その用水路を上流にたどってゆくと、かなり大規模のゴミの集積地があった。そして付近の池には本種の卵塊が確認された。ゴミとして捨てられた個体が生き残って発生源となった可能性がある。

この地域は下流域がそのまま海に隣接しており、周辺は畑作地帯であって、水田地帯へは 30 km 程離れているため、水田へのスクミリングガイの侵入の危険性は当面は考えなくてもよさそうである。しかしながら、他地域への侵入を可能にさせる供給源としての潜在性はあるものと思われた。

4 マレーシアにおけるスクミリングガイの防除対策の試案

マレーシアを離れるに当たり、MADA において Apple snail: past and present status and their management in Japan, and survey in Muda and Taiping area in Malaysia と題したセミナーを行ったが、この貝に対する防除技術の研究に携わった者としての提言を求められたため、その席上、以下に述べるようなマレーシアでのスクミリングガイの防除に関する試案としての提案を行った。MARDI の作物保護の専門家によって既になされている提案については除外した。

① 侵入地域におけるスクミリングガイの個体数調査とモニターについては、現状を把握し今後の的確な防除を準備するために継続することが大切である。

② スクミリングガイのゴールドタイプとブラックタイプとの交配試験を含め、在来種のリングガイとの交雑化の可能性を知るため、これらリングガイの生物学を究めることが望まれる。

③ 現在スクミリングガイに対して緊急防除的に取られている農薬などの化学防除手段は、貝以外に同じ生態

系に生存する多くの魚類や甲殻類を死滅させる事例が多く報告されている。こういった欠点を避け総合防除への利用をはかるため、種内の行動や生理を制御するフェロモンや誘引物質などの、生理活性物質の研究を進めてゆく必要がある。

④ スクミリングガイに対して摂食を忌避したり、抑制させるイネの耐貝性の抵抗性品種の、選抜や育種を進める必要がある。

II タイにおける実態調査

1 DOA (タイ農業局) 昆虫・動物科におけるスクミリングガイの研究

マレーシアの滞在を終え、タイに入国して引き続き実態調査を行った。DOA においては、スクミリングガイの研究と防除対応を進めているチョンプーナット・ハシャニューアパテ氏より、タイの発生現状の概要が紹介された。水田地域を含め近年急速に分布域を拡大し、その個体数が増加しているが、その防除対応に決め手がなく苦慮していた。

DOA でのスクミリングガイの研究で興味深かったのは、捕食性天敵としてコイなどの魚類、サギなどの鳥類のほか、昆虫では半翅目コオイムシ科のある種についての検討がなされており、最近チョンプーヌット氏より筆者に届いた手紙によると、卵塊を捕食する何種かのクモ類を観察したとのことであったが、野外での生息密度への影響や実用的な防除効果については不明であった。

2 スパンブリでの調査

チョンプーヌット氏の案内により、バンコク郊外のスパンブリでスクミリングガイの発生現場を訪れた。そこではタイ農業局が3か所において農家の圃場を使ってスクミリングガイを防除する薬剤のスクリーニングテストを行っており、殺貝剤についての種類や剤型などの効果が検討されていた。スクミリングガイが発生している直播の水稲圃場では、播種前にベンゾエピン (エンドスルファン) (日本では魚毒指定) を1回散布し、播種後4~15日後に除草剤を散布し、その後湛水するというのである。ベンゾエピンの散布では、水田内の多くの魚類、カエルが死滅してしまう。タイ国政府はスクミリングガイに対する殺貝剤としてはニクロサマイド、メタアルデヒド、硫酸銅の使用を奨励しているが、同じ水系に生息する魚貝類に対する毒性が問題になる。

付近の水田には多数のスクミリングガイが生息しており、直播水稲、移植水稲のいずれにおいても被害が見られた。とりわけ直播田では圃場内が10か所近くの圃場で1m程の大きさに円形に欠株状態になっているのが観察

された。移植の行われている水田では水口付近での被害が見られており、補植がなされていた。これらの水田地帯ではヒシ、クワイが栽培され、これらの作物もスクミリングガイの被害を受けるということであった。

3 バンコクの市場調査

バンコク市内のバンカピという市場を訪れた。多くの種類の魚介類と共に、スクミリングガイも売られており、1kgが20パーツ (約100円) であった。数日前に別の市場では15パーツで売られていたという。タイ国では現在でも食用に供されていることを確かめることができた。食用として市場価値があることと有害動物として防除の対応とすることを、いかに位置づけてゆくかが今後問題となろう。

4 ウドンタニでの調査

東北タイのウドンタニにある作物保護事務所を訪れた。そこの担当官の説明によると、このウドンタニ県では数年前から発生数が急増しているようで、本年すでにこの県の34ある市町村のうち半数近くの15の市町村で発生が確認されたということである。本年既に2回の捕獲キャンペーンを行い、約56tの貝と55,000個の卵塊が集められたという。担当官の案内で事務所付近にあるホルアングムを調査した。取水口の建物の壁に多数のスクミリングガイの卵塊が産みつけられているのが観察された。数年前にこのダムに持ち込まれたそうである。このダムの水は灌漑用、飲料用のいずれにも使用されている。灌漑用水に使われているとしたら、ここが新たな発生源となって下流の水田地域に流入することは当然考えられよう。飲料水として使われているとすれば、防除の方法についても注意を払わねばならないだろう。

5 コンケンでの調査

東北タイのコンケン市内の市場で、殻なしのむき身で売られているスクミリングガイを観察した。価格は殻付きでは1kg5パーツ (換算で約20円) で、むき身では20パーツであった。売っている人の話では、市場から6km程離れているところから売りに来ていて、集めて売っているが毎日ではないそうであった。

次いで、コンケンの北西にある東北タイ最大の湖であるウボン・ラット・ダム湖では湖岸近くに係留してあるボートの船縁などに産み付けられているスクミリングガイの卵塊を多数観察した。ウドンタニのホルアングムと同様このダムの水は灌漑用、飲料用のいずれにも使用されているとのことである。さらに、近くにあるゴルフ場の池では、スクミリングガイの卵塊のほか成貝を多数観察した。

以上、タイ国では、すでにスクミリングガイが定着し

ている池や用水路での生息数が増加しており、それにもなって水田、とりわけ直播水田でのイネの被害が問題となって、防除対応が必要とされている。しかしながら、国内の未侵入地域への侵入阻止のための積極的な方策はとられていないように思えた。前述のようにタイではこの種の貝が食料として使われ、商品として市場で売買されているという現実があり、防除の難しさがうかがわれた。ちょうど滞在した折、タイは10数年ぶりという未曾有の水害に見舞われていて、多くの地域が洪水によって冠水していたということであったが、そのような大規模な洪水では、発生地域から未発生地域への侵入が当然懸念される。全国的な規模での発生状況の把握が必要と思われた。

おわりに

マレーシアに滞在中、MARDIの作物保護の専門家のチャン・ブン・ミン氏から、マレーシアのボルネオ島のサバ州にもスクミリングガイが持ち込まれ、水稻に被害が出ている、という最近の情報が発表された。さらにベトナムではメコン川流域で水稻に深刻な被害が出ていることも伝えられた。東南アジアではマレーシア、タイ以外でもすでに台湾のほかにフィリピン (ADALLA and MORALLO-REJESUSU, 1989)、インドネシアと、各国の広い範囲にわたって発生が確認され (MARTIN, 1991)、密度の増加に伴い被害の深刻さが報告されている。JICAの専門

家としてスリランカに滞在されている日高輝展氏から、同国でも本種の発生が確認され、水稻への被害が懸念されているという新聞記事が最近送付された。

これまで述べてきたマレーシアやタイでの現状に見られるように、東南アジアにおけるスクミリングガイの発生は、導入や持ち込みの時期やその後の侵入の過程の違いによって異なっており、生息域である水系や灌漑設備などが異なるため防除対応は国によって違う。しかし、多くの国では水稻の生産は移植から直播方式に移行しており、稚苗期に被害が集中するスクミリングガイの防除対応については共通してくる。冒頭で述べたように、わが国にこの貝が持ち込まれてからすでに15年以上経過しているが、直播栽培に対しての対応は今後にかかっている。各国間で相互に連絡をとりうるような組織づくりが早急に必要であることを強く感じた。

引用文献

- 1) ADALLA, C.B. and B. MORALLO-REJESUSU (1989): BCPC Monograph No. 41: 417~422.
- 2) 平井剛夫 (1987): 農及園 62: 612~616.
- 3) Ho, N-K. et al. (1995): Overview of farmer's pest management in the Muda area of Malaysia pp. 12.
- 4) KIYOTA, H. and K. SOGAWA (1995): Proceedings International Workshop on the Pestmanagement Strategies in Asian Monsoon Agrosystems pp. 237~253.
- 5) MARTIN, A. (1991): Outlook on Agriculture 20: 167~174.
- 6) 宮原義雄ら (1986): 植物防疫 40: 31~35.
- 7) FOUZI, A. et al. (1993): MAAPS Newsletter 17: 27~28.

協会だより

○平成8年度日本植物防疫協会調査研究事業等行事予定

1. 理事会・総会 (虎ノ門バストラル) (5月24日(金))
2. 地区植物防疫連絡協議会

北海道・東北地区	(山形県, 10月24~25日)
関東地区	(栃木県, 10月24~25日)
東海・北陸地区	(富山県, 10月15~16日)
近畿地区	(兵庫県, 10月8~9日)
中国・四国地区	(高知県, 10月17~18日)
九州地区	(熊本県, 未定)

3. 調査研究事業

(1) 現地検討会

野菜病害虫防除研究会 (島根県, 10月2~3日)
(テーマ: 山陰地域における野菜・花きの生産動向と病害虫防除対策の問題点)

果樹病害虫防除研究会 (山形県, 6月26~27日)
(テーマ: オウトウを中心とした病害虫防除の問題点)

水稻・畑作物病害虫防除研究会 (富山県, 9月4~5日)

(テーマ: 稲害虫管理の新展開)

(2) シンポジウム

野菜病害虫防除研究会 (レインボービル, 8月29

日)

(テーマ: 野菜の病原菌における系統分化と制御技術の展望 (仮題))

果樹病害虫防除研究会 (ラングウッド, 11月26日)

(テーマ: 果樹における性フェロモンの利用と今後の防除体系)

水稻・畑作物病害虫防除研究会 (レインボービル, 12月2日)

(テーマ: 長期残効性を有する新規開発薬剤の特徴と水稻病害虫の防除戦略 (仮題))

4. 一般委託試験成績検討会

北海道地域 (札幌市, 11月13~14日)

東北地域 (盛岡市, 11月7~8日)

北陸地域 (上越市, 10月31~11月1日)

関東・東山・東海地域 (東京都, 11月5~6日)

近畿・中国地域 (岡山市, 11月11~12日)

四国地域 (高松市, 11月21~22日)

九州地域 (福岡市, 11月18~19日)

リンゴ農薬連絡試験 (ラングウッド, 10月22日)

茶農薬連絡試験 (熊本県, 10月24~25日)

芝草農薬連絡試験 (レインボービル, 12月5~6日)

落葉果樹農薬連絡試験 (ラングウッド, 11月27~28日)

カンキツ農薬連絡試験 (ラングウッド, 11月29日)

生物農薬連絡試験 (東京都, 平成9年1月中旬)

総合判定会議 (ラングウッド, 12月12~13日)

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

東北大学農学部植物病理学講座 こばやし 小林 たかし 隆・羽柴 はしほ 輝良 てるよし 勉
農林水産省食品総合研究所流通工学研究室 い 井 尻 じり 勉 つとむ

国際イネ研究所昆虫・植物病理部 T. W. MEW

は じ め に

イネ紋枯病は、植物病原糸状菌 *Rhizoctonia solani* によって引き起こされる病気であり、世界のほとんどの稲作地帯で発病が報告されている。近年、特に中国や東南アジアの亜熱帯または熱帯地方で最も重要なイネの病害となっている。これらの地域では人口の増加に対応するため多収性品種が主に栽培され、特に、短稈、多げつの品種が密植、多肥条件下で栽培されている。イネ紋枯病菌は比較的高温、高湿度を好む菌であるが、これらの品種の特性、栽培条件はイネの株間の微気象を本菌の進展に最適なものとしており、肥料、特に窒素の施肥はイネ体の病原菌に対する感受性を高める (LEE and RUSH, 1983)。また、気候が1年を通じて高温、高湿度で推移するので発生の年次変動は比較的少なく、多発時には葉鞘の病斑部から倒伏して著しい被害を及ぼす。

イネ紋枯病に抵抗性を示すイネ品種はなく、効果的な耕種的防除法も見つかっていない (羽柴, 1984; HASHIBA, 1984)。したがって、本病の防除は薬剤の散布に頼らざるをえない。イネ紋枯病に対する薬剤は、比較的防除効果や安全性の高いものが多いことから、薬剤散布は本病の防除に最も効果的である。しかし、環境問題への関心の高まりや東南アジアなどの発展途上国での薬剤コストを考慮すると、薬剤の使用は効率的かつ効果的に行われるのが理想的である。そのためには現時点における発病状況から、その後の発病程度や被害の予測を行うことが必要であり、正確な予測ができればイネ紋枯病の防除の要否、散布回数、散布時期の判断が容易になるとともに、農業依存型農業からの脱却の一助ともなると考えられる。

イネ紋枯病の発生には、病原体、宿主および気象要因のそれぞれが組み合わさり、その結果として発病時期や病斑進展度が決定される。本病に関する多くの生態学的

研究が行われており、いくつかの発生要因が明らかにされている (羽柴, 1984)。本研究ではイネ紋枯病の病斑進展に関与するあらゆる要因を加味して、フィリピンにおけるコンピュータを利用したイネ紋枯病発生予測システムを開発した (HASHIBA and IJIRI, 1989; 羽柴ら, 1991; 井尻・羽柴, 1986; KOBAYASHI et al., 1995)。

I イネ紋枯病の病斑高率の算出法

イネ紋枯病の病斑進展は上位進展と水平進展の二つに大別される。上位進展は次の式に示した病斑高率 (X) で表すことができる。

$$X(\%) = (\text{最上位病斑高} / \text{草丈}) \times 100 \quad (1)$$

上位進展には気象要因として株間の気温と湿度、宿主すなわちイネ側の要因としてイネ体の病原菌に対する感受性が考えられた。そこでこれらの要因から、病斑高率の算出式を作成し次式で表した (羽柴, 1984; HASHIBA and IJIRI, 1989)。

$$X(\%) = ((\Sigma TH) / \text{草丈}) \times 100 \quad (2)$$

ΣTH は式(1)の最上位病斑高に相当する。 T は日平均湿度 100% 時の、日平均気温から推定される 1 日の病斑進展長 (cm) を表している。次に、 T は、日平均湿度から推定される病斑進展長の補正值 H を乗ずることにより補正する。すなわち、日平均気温と湿度から 1 日の進展長 TH が算出される。しかし、イネ体の病原体に対する感受性により、1 日に進展する病斑長には上限がある。 TH の値が上限値を上回ったとき、上限値が 1 日の進展長とみなされる。病斑高率は最終的に 1 日 1 日の進展長を積算した値 ΣTH を計算終了日の草丈で除した値で表される (式(2))。

II イネ紋枯病の発病株率の算出法

イネ紋枯病の水平進展は発病株率 (A) で表した。発病株率には気象要因として気温と湿度、病原体側の要因として浮遊菌核密度が主に影響を与えている。前作でイネ体上に形成された菌核は地面に落下し、代かき後水面に浮上、発芽してイネに感染する。そこで、これらの要因を加味して発病株率の算出式を作成した (羽柴, 1984;

Development of Forecasting System (BLIGHTASIRRI) for Rice Sheath Blight in Southeast Asia. By Takashi KOBAYASHI, Tsutomu IJIRI, Twng Wah Mew and Teruyoshi HASHIBA

HASHIBA and IJIRI, 1989)。

$$A(\%) = \Sigma T'FS \quad (3)$$

T' は日平均気温から推定される1日の水平進展度(%)を示している。 T' は F , すなわち1日における水平進展可能な時間の割合(%)を乗じて1日の水平進展度 $T'F$ を算出した。イネ紋枯病の水平進展は気温 22°C 以上、湿度 96%以上の両条件を満たしたときに起こるので、1日の内にどれだけ病斑進展に適した時間帯が存在するか、その日の日平均気温と湿度から推定した。これらの関係はイネの生育時期、株の繁茂程度によって変動すると考えられた。したがって、ここでは出穂期を基準とし、生育時期を6段階に分けて水平進展度を算出した。最後に、 $T'F$ の値を菌核数(S)で補正して、発病株率を算出した。すなわち、無菌核圃場に様々な量の菌核を投入して、その後の発病株率と菌核数との間に正の一次相関関係が認められたことから、菌核数に対する発病株率の補正は1 ha 当たりの菌核数が50万個のときを1.0として行った。

式(2)と(3)で使用される日平均気温と湿度は、株間のものである。しかし、株間の気象を実際に観測するのは圃場への観測装置の設置やデータの読み取りなど費用や手間がかかることから、実際に予測システムを使用するうえで大きな障害となると思われる。そこで本研究では簡便にシステムを運用するため気象観測所で発表されるデータをそのまま使用できるよう工夫した。本システムでは、入力された大気湿度を株間の湿度に変換後、式(2)、(3)に使用した。なお、気象観測所で発表された気温と圃場の株間で観測した気温との間に著しい相違は認められなかったので、入力された気温は変換せずに使用した。

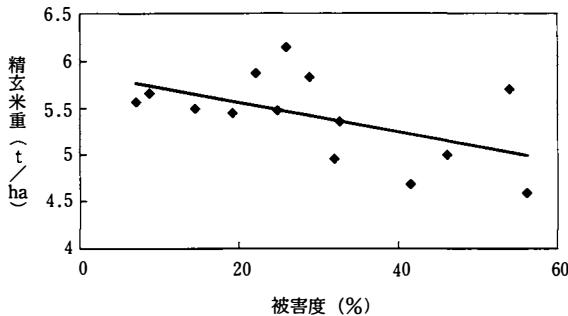


図-1 フィリピンにおけるイネ紋枯病の被害度と収量の関係

III イネ紋枯病の被害度から減収量の推定

イネ紋枯病による最終的な減収量を推定することは、薬剤散布の要否を決定するうえで重要である。すなわち、薬剤を散布するのに必要なコストとイネの減収による収入の減少の両方を考慮に入れて、薬剤散布の要否を決定しなければならないからである。観察された病斑高率と発病株率から羽柴の考案した式(4)を用いて、全体の被害度(D)を算出した。

$$D(\%) = (1.62X - 32.4) \times A/100 \quad (4)$$

図-1は被害度と収量(K)との関係を示した。両者の関係は高い負の一次相関を示し、以下の式で表された。

$$K(\text{kg}) = -16.14D + 5891.05 \quad (r = -0.70) \quad (5)$$

式(5)は、病斑高率と発病株率から1 ha 当たりの減収量を算出するために式(4)に代入し、1 ha 当たりの減収量(L)は次式で表された。

$$\begin{aligned} L(\text{kg}) &= ((1.62X - 32.4) \times A/100) \times 16.14 \\ &= (26.15X - 522.94) \times A/100 \quad (6) \end{aligned}$$

式(6)により、BLIGHTASIRRIで推定された発病株率と病斑高率から、最終的な減収量を予測することが可能となった。

IV BLIGHTASIRRI の構成

I～III章で作成した算出式をもとにして、プログラミングを行いイネ紋枯病発生予測システム(BLIGHTASIRRI)を作成した。図-2はBLIGHTASIRRIの構成を示した。本システムは大きく分けて3本のプログラムで構成されている。それぞれのプログラムは約30のサブルーチンで組み立てられ、プログラムの総ステップ数は約5,000である。

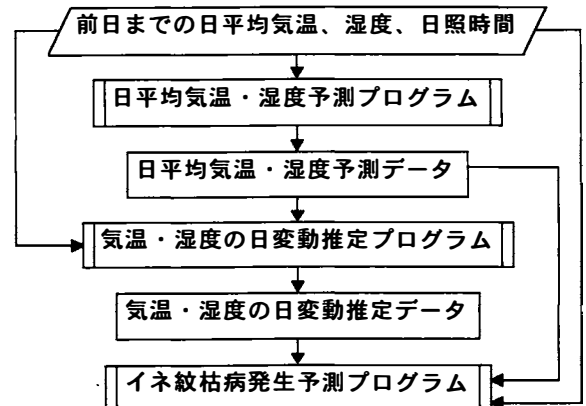


図-2 BLIGHTASIRRIの構成

1 日平均気温・湿度予測プログラム

式(2), (3)を用いて, 計算当日から将来の病斑進展を予測するには, 将来の日平均気温と湿度を予測する必要がある。たとえ精度の高い病斑進展の算出式を作成しても, 将来の病斑進展を正確に予測するためには, 病斑進展を算出するのに必要な気象データが正確に予測されなければ意味がない。BLIGHTASIRRI では, 最寄りの気象観測所で発表される長期予報の情報を考慮に入れて自分で入力する方法と, 本プログラムで予測する方法の両方で, 将来の気象が予測できる。本プログラムでは, 初めに現在までの気温と湿度および日照時間の推移から, 過去 30 年間の年度のうち予測を行う年度に最も近い推移を示す過去の年度を決定する。次に, 決定した年度の計算当日以降の気温と湿度の推移を読み取り, その推移を基に将来の気温と湿度を推定する。本プログラムの予測法に理論的な裏付けはないが, 異常気象にも比較的柔軟に対応して予測することが確かめられている。本研究では, 過去 30 年間のデータを BLIGHTASIRRI に格納して予測を行ったが, さらに多くの年度のデータを加えることにより精度が向上すると考えられる。

2 気温・湿度の日変動推定プログラム

本プログラムは, 入力または 1 のプログラムで予測された日平均気温と湿度から, その日の気温と湿度の日変動を推定する。具体的には, 発病株率を算出する際に必要な, 1 日のうちの水平進展可能な時間の割合を算出するのに利用する (式(3))。

イネの生育ステージによって草丈, 茎数が異なり, そのため日平均気温, 湿度の日変動とともに群落内の温度, 湿度も変動するが, 両者の変動速度は同じではなく, 生育ステージ, 日平均気温, 湿度によって異なる。したがって, これらの要因を加工し, 種々のパターンで重み付けをすることによって, 群落内の温度, 湿度の日変動をより正確に求められるように工夫してある。

以上の 1, 2 の 2 本のプログラムは, イネ紋枯病発生予測システムにおいて気象データを加工する前処理的なものである。

3 イネ紋枯病発生予測プログラム

本プログラムは時間を軸とした固定増分法によるモデル構成をとっており, 1 日ごとのシステムの状態を表示できるようにした。初めに, 入力または 1 のプログラムで予測された日平均気温と湿度, 2 のプログラムで推定された気温と湿度の日変動データと, 入力された病原体または植物側のパラメータから病斑高率と発病株率を算出する (式(2), (3))。さらに, 病斑高率と発病株率から被害度と減収量を算出する (式(4), (6))。1 日の計

算が終了したなら, さらに次の日の計算を行い, 計算終了日まで繰り返される。このように, 1 日 1 日の病斑進展の計算を行い, 積算していく。計算終了日まで計算が進んだなら, 20 回同じ手順で計算を繰り返す。これは, 将来の日平均気温と湿度を予測する際に乱数を使用していることや, 予測を行う年度の現在までの気象パターンを加味して予測しているため, 結果に幅をもたせるために行っている。20 回の繰り返し計算が終了したら, 予測値の評価を行い, 結果をプリンターまたはディスプレイに表示する。

V BLIGHTASIRRI で推定したモデル曲線とその精度

BLIGHTASIRRI で推定したモデル曲線と圃場で観察した病斑進展との比較を, 1993 年と 1994 年の雨季作期のイネ紋枯病の発病株率と病斑高率について行った。図-3 は, BLIGHTASIRRI に実測の日平均気温と湿度を入力して得た発病株率のモデル曲線と, フィリピンの国際イネ研究所で観察した実測値との推移を示した。圃場で観察した 1994 年の発病株率の推移は 1993 年に比べて高く推移した。このように, 1994 年はイネ紋枯病の被害が著しい年度であったが, これは調査期間中の湿度が高く推移したためと考えられた。また, 両年ともモデル曲

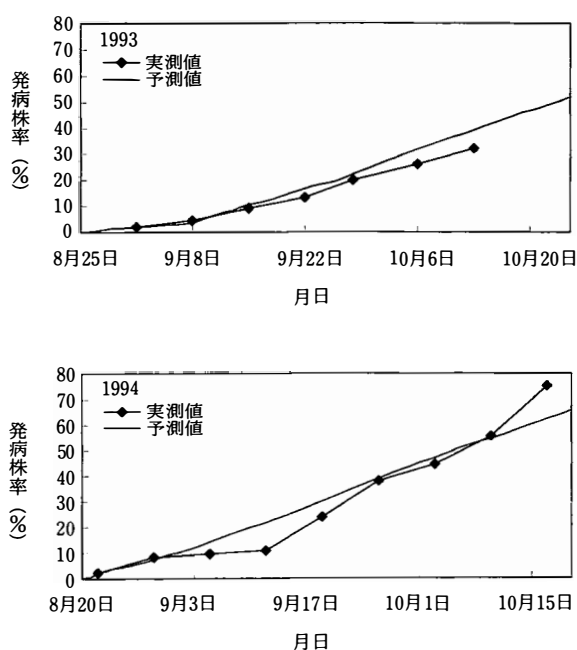


図-3 圃場で観察された雨季作期の発病株率の推移(1993年と1994年)とBLIGHTASIRRIで推定した発病株率のモデル曲線の比較

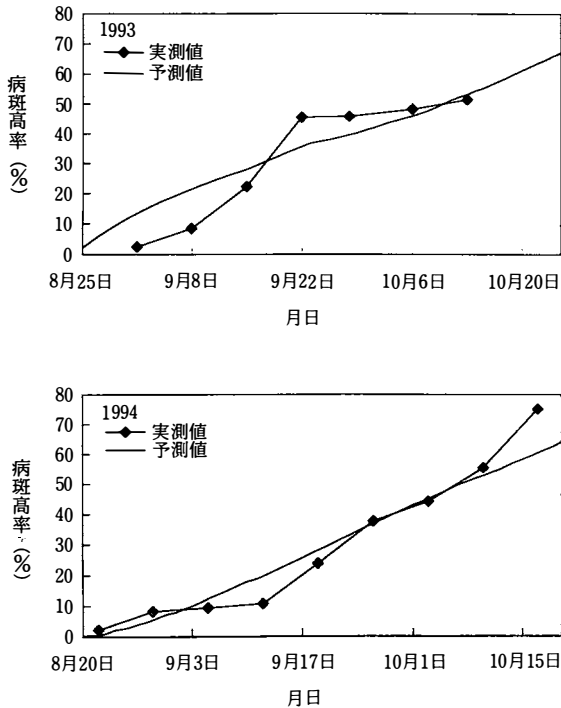


図-4 圃場で観察された雨季作期の病斑高率の推移(1993年と1994年)とBLIGHTASIRRIで推定した病斑高率のモデル曲線の比較

線と実測値の推移はよく一致していた。推移の異なる実測値に対応したモデル曲線が得られたことから、BLIGHTASIRRIにおける発病株率の算出法は高い精度を示すことが示唆された。一方、図-4は病斑高率のモデル曲線と実際圃場で観察した実測値の推移を示した。1994年の病斑高率のモデル曲線は1993年とよく類似していたが、これは病斑高率を算出する際、イネ体の感受性を考慮に入れて病斑の1日の上位進展に上限値を設けたためである。これらのモデル曲線は両年とも実測値とよく一致したことから、1日の病斑進展に上限を設けることの妥当性も確認された。以上のことから、BLIGHTASIRRIによる病斑高率および発病株率の算出法は、フィリピンで実際に使用できると考えられた。

おわりに

現在まで、植物の病気を予測する様々なシミュレーション・モデルが開発されているが、理解するのが複雑な

うえ、多くの微気象の気象データの測定を要するものが多かった。そこで本研究では、精度が高く、しかもその使用と理解が簡便な、フィリピンにおけるイネ紋枯病発生予測システムの構築を試みた。本システムはBLIGHTASIRRIと名付けた。BLIGHTASIRRIは気象データとして日平均気温と湿度の二つの気象要因を入力するだけでよい。また、入力する気象データは最寄りの気象観測所から発表されるデータをそのまま利用することが可能であり、しかも簡便である。BLIGHTASIRRIで推定した病斑高率と発病株率のモデル曲線は、実際圃場で観察した推移とよく一致していた。したがって、BLIGHTASIRRIにおける病斑高率と発病株率の算出法は、実際の使用に耐えうる精度をもっていると考えられた。最終的に薬剤散布の可否を決定するには、将来イネ紋枯病でどの程度の減収となるかを推定しなければならない。本研究では、病斑高率と発病株率から算出される被害度と、収量の間に高い相関が認められた。これより、病斑高率と発病株率から算出される減収量の推定式は精度が高いと考えられ、推定された最終的な減収量は、薬剤散布の可否を決定するいき値の設定に有用な情報をもたらすと思われる。紙面の都合上、減収量推定のシステムについてはふれなかったが、最終的な減収量も高い精度で予測できる。BLIGHTASIRRIによってもたらされる病斑進展の推移に関する情報は、使用する薬剤の適切な散布時期、安全使用基準、効果発現特性を加味することにより、その使用の可否、時期、回数などの決定に有効なものである。今後、BLIGHTASIRRIの精度を他の東南アジア諸国で検討することにより、本システムは東南アジアはもちろん、国際的にもイネ紋枯病の防除に役立つと考えられる。

引用文献

- 1) 羽柴輝良 (1984): 北陸農試報 26: 115~164.
- 2) HASHIBA, T. (1984): JARQ 18: 20~26.
- 3) ——— and T. IJIRI (1989): Trop. Agr. Res. Ser. 22: 163~171.
- 4) 羽柴輝良ら (1991): 植物防疫 45: 185~188.
- 5) 井尻 勉・羽柴輝良 (1986): 同上 40: 348~351.
- 6) KOBAYASHI, T. et al. (1995): Ann. Phytopathol. Soc. Jpn. 61: 562~568.
- 7) LEE, F. N. and M. C. RUSH (1983): Plant Dis. 67: 829~832.

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

JA 全農 営農・技術センター やま だ ま か ず
山 田 正 和

はじめに

灰色かび病は *Botrytis cinerea* Pers. (完全世代 *Botryotinia fuckeliana* (De Bary) Whetzel) によって引き起こされ、多くの作物に発生して世界的に重要な病害となっている。本病原菌ははまた、薬剤に対して次々に耐性を獲得してきたことから、薬剤耐性のリスクの大きなものとしてよく知られている。しかし、菌の形態的、生理的な性質を解析するうえで様々な情報を得ることのできる人工交配については、近年、ようやくその方法が確立されたばかりで (Farettra et al., 1988 a), 灰色かび病菌の薬剤感受性をはじめとした諸性質の遺伝に関する研究は、まだ緒についたところである。ここでは、灰色かび病菌の人工交配法とそれを用いた薬剤感受性の遺伝解析について紹介し、参考に供したい。

I 灰色かび病菌の交配型

灰色かび病菌はヘテロタリックであり、交配には MAT-1, MAT-2 の二つの交配型の菌株を準備することが必要である。遺伝子座 *MAT1* における複対立遺伝子 *MAT1-1*, *MAT1-2* がそれぞれ交配型 MAT-1, MAT-2 に対応する (Farettra et al., 1988 b)。灰色かび病菌を含む菌核菌科の交配では小型分生孢子 (図-1) が雄性機能を、菌核が雌性機能を果たしていると考えられている (Lorbeer, 1980)。基本的には MAT-1, MAT-2 いずれの交配型も♀親または♂親となることが可能であるが、菌株によっては培地上で小型分生孢子、菌核を容易には形成しにくい菌株もあり、そういった場合にはそれぞれの役割を果たすことはできない。また、これまで国内のキュウリ、イチゴ、トマト、ナス、ブドウ、シクラメンから分離した菌株間で交配を行ったが、宿主や分離地域間で生殖の隔離は見られず、交配型さえ合致すればおおむね良好な交配率を得ている。しかし、圃場から分離した菌株同士の交配よりも、少なくとも片親に子のう胞子分離株を用いた場合に交配率は高くなる傾向が見られた (表-1)。また、子のう胞子分離株であっても、菌株によ

っては培地上での継代培養を繰り返すと交配率が低くなる傾向が見られた。

II 人工交配法

Farettra and Antonacci (1987) は、本菌を麦芽エキス寒天培地上で培養して菌核、小型分生孢子を得ているが、筆者の経験では、麦芽エキス寒天培地上よりもむしろ PDA 培地上でこれらを良好に形成する傾向が見られたので、筆者らは PDA 培地を使用している。

♀親とする菌株を培地上で 20°C で 3 日間培養し、その後 15°C で 4 週間培養する。そうすると培地上に菌核が形成されるのでこれを取り出し、菌核に付着した培地や菌核以外の菌体を取り除き、滅菌水中で 0°C で 4 週間保持する。また、♂親とする菌株を PDA 培地上で 20°C, 3 日間、さらに 15°C で 4 週間培養した菌叢面から小型分生孢子、大型分生孢子、菌糸を滅菌水中で掻き取って、4 重ガーゼで濾過した懸濁液を得る。先にも述べたように小型分生孢子は交配において重要な役割を果たしているの、必ず懸濁液におけるその有無を確認する。これを♀

表-1 供試菌株の違いと人工交配率

供試菌株	交配率(%)*
両親とも圃場分離株	66.7
両親または片親が子のう胞子分離株	78.5

*: 標準菌株との交配により交配型が MAT-1 または MAT-2 であることを確認した菌株についての交配のみを計数した。



図-1 灰色かび病菌の大型分生孢子、小型分生孢子および菌糸

Method for mating of *Botryotinia fuckeliana* (teleomorph of *Botrytis cinerea*) and its application to genetic analysis of fungicide sensitivity. ■y Masakazu YAMADA

親の菌株の菌核を沈めた試験管内に注ぎ、蛍光灯と白熱電球照明下、10℃で培養する。そうすると1~3か月後に菌核上に子のう盤が形成され(図-2)、子のう盤上には子のう胞子を直線状に8個含む多数の子のうが形成される(図-3, 4)。形成した子のう盤を静かに取り出し、子のうをつぶした後、ガラス針や希積分離法を用いて子のう胞子を釣菌する。灰色かび病菌の場合は、8個の子のう胞子が子のう内で直線状に配列しているため、ランダム分析のほかに四分子分析を行うことも可能である。

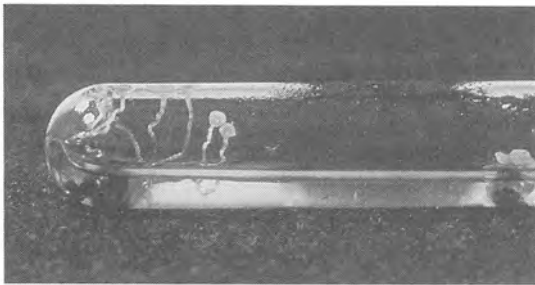


図-2 試験管内で形成した子のう盤

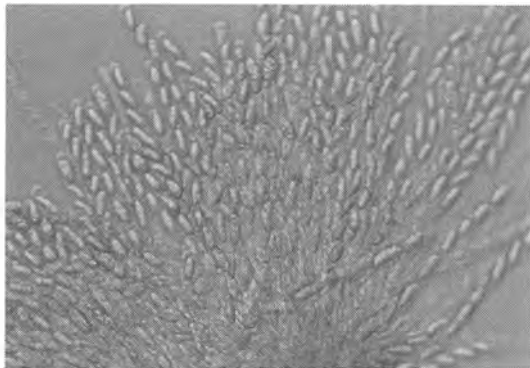


図-3 子のうと子のう胞子

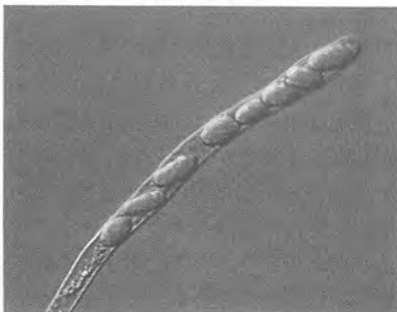


図-4 子のう内に直線状に形成された子のう胞子

III ベンズイミダゾール系薬剤およびジエトフェンカルブ感受性の遺伝

灰色かび病菌のベンズイミダゾール系薬剤およびジエトフェンカルブ感受性に関する4種類の表現型(ベンズイミダゾール感受性-ジエトフェンカルブ高度耐性、ベンズイミダゾール高度耐性-ジエトフェンカルブ感受性、ベンズイミダゾール中等度耐性-ジエトフェンカルブ高度耐性、ベンズイミダゾール高度耐性-ジエトフェンカルブ高度耐性)は POLLASTRO and FARETRA (1992) によって遺伝子座 *Mbc1* 上の複対立遺伝子の一つに支配されていることが示されている。しかし、上記の4種のほかにもベンズイミダゾール系薬剤およびジエトフェンカルブに対して感受性を異にする菌(ベンズイミダゾール高度耐性-ジエトフェンカルブ弱耐性)が存在することが報告されている(田中ら, 1994)。そこで筆者らは、この菌のベンズイミダゾール系薬剤およびジエトフェンカルブに対する感受性の遺伝様式を検討した(山田ら, 1995)。ベンズイミダゾール感受性-ジエトフェンカルブ高度耐性、ベンズイミダゾール高度耐性-ジエトフェンカルブ感受性、ベンズイミダゾール高度耐性-ジエトフェンカルブ弱耐性を示す菌株を交配し、得られた後代のベンズイミダゾール系薬剤およびジエトフェンカルブに対する感受性を調べた。ペノミル1および100 $\mu\text{g/ml}$ 、ジエトフェンカルブ0.3および10 $\mu\text{g/ml}$ をそれぞれ含む培地上での菌叢生育を調査し、ペノミル1 $\mu\text{g/ml}$ で生育できないものを感受性、1 $\mu\text{g/ml}$ では生育するが100 $\mu\text{g/ml}$ では生育できないものを中等度耐性、100 $\mu\text{g/ml}$ でも生育できるものを高度耐性とした。また、ジエトフェンカルブでは0.3 $\mu\text{g/ml}$ で生育できないものを感受性、0.3 $\mu\text{g/ml}$ では生育するが10 $\mu\text{g/ml}$ では生育できないものを弱耐性、10 $\mu\text{g/ml}$ でも生育できるものを高度耐性とした。その結果、感受性程度が同じ菌株同士の交配では子のう胞子分離株はすべて親株と同じ感受性程度に、また感受性の異なる菌株間の交配から得られた子のう胞子分離株は両親と同じ感受性程度にそれぞれ1:1に分離した(表-2)。また、組換え型株が得られなかったことから、灰色かび病菌におけるベンズイミダゾール系薬剤およびジエトフェンカルブに対する感受性の表現型、すなわちベンズイミダゾール感受性-ジエトフェンカルブ高度耐性、ベンズイミダゾール高度耐性-ジエトフェンカルブ感受性、ベンズイミダゾール高度耐性-ジエトフェンカルブ弱耐性は染色体上の1遺伝子座における複対立遺伝子の一つによって支配されていることが示唆された。POLLASTRO and FARETRA (1992) の報告と併せ

表-2 灰色かび病菌におけるベンズイミダゾール系薬剤およびジエトフェンカルブ感受性の遺伝 (ランダム子のう胞子分析)

交配組合せ (供試菌株)	供試子の う胞子数	子のう胞子数			×2(1:1)**
		S, HR*	HR, WR	HR, S	
S, HR × S, HR (SAS 56) (MA 101)	100	100	0	0	—
HR, WR × HR, WR (93 K 1020) (MA 405)	100	0	100	0	—
HR, S × HR, S (MAB 81) (SAS 405)	100	0	0	100	—
S, HR × HR, S (SAS 56) (SAS 405)	100	43	0	57	1.96
HR, S × HR, WR (MAB 81) (93 K 1020)	99	0	60	39	4.45
HR, WR × S, HR (93 K 1027) (SAS 56)	100	53	47	0	0.36

*: ベンズイミダゾール系薬剤あるいはジエトフェンカルブに対する感受性程度を示す。
S: 感受性, WR: 弱耐性, HR: 高度耐性

** : 期待値 ($p=0.05$) は 3.84

表-3 遺伝子座 *Mbc1* と *Daf1* の連鎖解析

交配組合せ	薬剤感受性に関する遺伝子型	子のう胞子分離菌株 の数
<i>Mbc1</i> -HR, <i>Daf1</i> -LR × <i>Mbc1</i> -S, <i>Daf1</i> -S	両親型	<i>Mbc1</i> -HR, <i>Daf1</i> -LR 38
		<i>Mbc1</i> -S, <i>Daf1</i> -S 33
	組み換え型	<i>Mbc1</i> -HR, <i>Daf1</i> -S 9
		<i>Mbc1</i> -S, <i>Daf1</i> -LR 20

組み換え率 (%) = $29/100 \times 100 = 29$

S=感受性, LR=低度耐性, HR=高度耐性

て考えてみると、ベンズイミダゾール系薬剤およびジエトフェンカルブに対する感受性に関してこれまでに報告されている 5 種類の表現型は、染色体上の遺伝子座 *Mbc1* 上の複対立遺伝子の一つによって支配されていることが示唆された。

このように、灰色かび病菌におけるベンズイミダゾール系薬剤およびジエトフェンカルブに対する感受性は 1 遺伝子によって支配されており、圃場における菌群の感受性が薬剤の散布により急速に耐性側へシフトする事実をよく説明している。これはコムギうどんこ病菌の DMI 剤感受性が複数の遺伝子によって支配されるとされ (HOLLAMON et al., 1984), 感受性に関する一つのピークが徐々に低感受性側にシフトするのと好対照をなしている。なお, FARETRA and POLLASTRO (1991) は灰色かび病菌のジカルボキシイミド系薬剤感受性の遺伝様式についても調べ、ベンズイミダゾール系薬剤およびジエトフェンカルブ感受性と同様に 1 遺伝子支配であることを報告しており、遺伝子座 *Daf1* が同定されている (FARETRA and POLLASTRO, 1991)。

IV 連鎖解析

ベンズイミダゾール系薬剤とジカルボキシイミド系薬剤に対する感受性をおのおの支配する遺伝子座 *Mbc1* と *Daf1* の連鎖解析を行ったところ、得られた組換え率は 29% と低く、*Mbc1* と *Daf1* には緩い連鎖があることが示唆された (表-3)。FARETRA and POLLASTRO (1991) も同様の結果を報告している。

V 灰色かび病菌の遺伝解析を行う上での留意点

灰色かび病菌の人工交配によって遺伝解析を行う際には、本菌のヘテロカリオシスに留意しなければならない。すなわち、灰色かび病菌では 1 細胞中に遺伝的に異質の複数の核が存在する場合があるので、特に組織分離株や単分生胞子分離株を交配に用いて理論どおりの分離比が得られなかった場合には、ヘテロカリオシスの影響も考慮にいれる必要があろう。一方、単子のう胞子分離株でも核が 1 細胞中に多数存在することが多いが、これらはもともと一つの核が子のう胞子の成熟過程で分裂したも

ので、ホモカリオンと考えられるので (FARETRA and ANTONACCI, 1987) ヘテロカリオシスを考慮する必要はない。

お わ り に

今後登場してくる灰色かび病の防除薬剤に対する菌の感受性の遺伝様式を人工支配によって明らかにし、実際圃場における菌群の薬剤感受性の推移を予測することによって、耐性菌が広がる前に、より速く有効な耐性菌対策を打ち出すことができると考えられる。また、薬剤感受性に限らず灰色かび病菌の形態的、生理的性質を解析するツールとしても人工交配法は非常に有効である。さらに、交配によって得られた単子のう胞子分離株は遺伝的に同質な核ばかりを持つホモカリオンであるため、標

準菌株として信頼性の高い菌株となると思われる。

参 考 文 献

- 1) FARETRA, F. and E. ANTONACCI (1987) : *Phytopathol. Mediterr.* 26 : 29~35.
- 2) ——— et al. (1988) : *Ann. Microbiol.* 38 : 29~40.
- 3) ——— et al. (1988) : *Journal of Microbiology.* 134 : 2543~2550.
- 4) ——— and Pollastro S. (1991) : *Mycol. Res.* 95 : 943~951.
- 5) ——— (1993) : *Plant Pathology* 42 : 48~57.
- 6) HOLLOMON, D. W. et al. (1984) : *Proc. Br. Conf.-Pests and Dis.* 2 : 477~482.
- 7) LORBEER, J. W. (1980) : *The Biology of Botrytis*, Academic Press, London : pp. 19~39.
- 8) POLLASTRO, S. and F. FARETRA (1992) : *Phytopathol. Mediterr.* 31 : 148~151.
- 9) 田中 薫ら (1994) : 日植病報 60 : 349 (講要).
- 10) 山田 正和ら (1995) : 同上 61 : 215 (講要).

中央だより

/病/害/虫/発/生/予/察/ニ/ュ/ー/ス/

(8.4.18~5.8)

◆果樹カメムシ類

4月に入り平均気温は全国的にかなり低い傾向が続いていましたが、ゴールデンウィーク前後から平年値を上回る暖かい日が続いています。今後の気温は平年並で推移するようですが、田植期までの気象推移には十分注意する必要があります。

前回以降発表された注意報、特殊報は以下のとおりですが、引き続き西日本では果樹カメムシに関して注意報が発表されています。また、南九州では茶のクワシロカイガラムシについて注意報が発表されています。

カメムシ類については、今後、果樹園への飛来に十分注意を払い、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。

【注意報の一覧】計6件

発表月日	県名	作物名	病害虫名	発生量
4/19	岩手	水稻	苗立枯病	多
24	宮崎	茶	クワシロカイガラムシ	やや多
26	神奈川	ウメ, ナシ, ブドウ等	カメムシ類(チャバネアオカメムシ)	多
越冬量は平年に比べ著しく多い。ウメでは5月中下旬の比較的早い時期に被害発生。				
5/01	鹿児島	茶	クワシロカイガラムシ	多
越冬成虫は多い。防除はふ化盛期に実施し、効果のある適期を逃さないよう注意。				
02	兵庫	ナシ	黒斑病	多
調査で花卉に病斑が多数確認された。薬剤散布は手散布で丁寧に行う。(特に果実)				
02	鳥取	ナシ, モモ	カメムシ類(クサギカメムシ)	多
山間地等のナシ園ではすでに寄生加害が認められている。被害園では早急に防除。				

【特殊報の一覧】計1件

発表月日	県名	作物名	病害虫名	発生量
5/01	鹿児島	インゲン	炭腐病	初確認
収穫期頃に葉が急にしおれて黄化して落ちる。病勢が進むと木炭粉状の菌核が露出。				

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

静岡県富士農林事務所
静岡県病害虫防除所

つち
土
ます
増

や
屋
い
井

まさ
雅
しん
伸

とし
利
いち
一

は じ め に

果樹園で防除が必要とされている主なアザミウマは、ウンシュウミカンではチャノキイロアザミウマとミカンキイロアザミウマ、カキではチャノキイロアザミウマとカキクダアザミウマ、イチジクではヒラズハナアザミウマ、ハナアザミウマおよびキイロハナアザミウマ、ブドウではチャノキイロアザミウマである。また、近年にはブドウやモモにもミカンキイロアザミウマによる被害が認められ、対策が求められている。果樹で問題になっているアザミウマ類は、一般に発生パターンや発生量の年次変動や園地間変動が大きく、薬剤による防除で果実被害を防ぐには、虫の発生が増加した時期に薬剤の散布を行う必要があるため、粘着トラップなどによる発生のモニタリングが必要とされるが、捕獲された虫の識別には専門的な知識が必要なことやトラップの交換には労力がかかるため、多くの生産者は暦日的な防除を行っている。しかし暦日的な防除では、防除の不要な園地へ防除が実施される場合や、防除回数が多くても防除適期を逸して十分な効果が得られない場合があるため、簡易な発生モニタリング方法や農薬以外の防除手段が必要と考えられてきた。

光反射シートマルチ（光反射シートを使用したマルチング）によるアザミウマ類の防除効果について、既に果樹類（高橋，1986；多々良，1992）や果菜類（牧野，1984；鈴木，1987）での報告があり、光反射シートマルチによって作物上の寄生数が低下するが、光反射シートマルチ単独では十分な防除効果がなく、農薬等による補完が必要と考えられてきたため、光反射シートは品質向上の目的以外にはほとんど普及しなかった。しかし、近年の研究により従来のシートに比べて光反射率が高いシートでは、マルチ単独でチャノキイロアザミウマに実用的な防除効果があることや、いままで作物への寄生数が減少する原因は、アザミウマがシートの反射光を忌避するためと考えられてきたが、これと矛盾する虫の行動が光反射シートマルチの環境で認められることなどが明らかにな

ってきた。そこで本稿では、果樹園における光反射シートマルチによるアザミウマ被害の防止効果やマルチ環境でのアザミウマの行動などについて述べて参考に供したい。

I ウンシュウミカン園における光反射シートマルチによるチャノキイロアザミウマ防除

ウンシュウミカン果実の、チャノキイロアザミウマによる被害の許容水準ならびにトラップ捕獲数による防除時期について、西野・小泊（1988）は、秀品のミカン生産には被害度（表-1 参照）を 10 以下に抑える必要があり、このためには寄生果率で 6～8 月は約 10%以下、9～10 月は約 15%以下に抑えることが必要で、黄色平板粘着トラップ（粘着面積 600 cm²）の成虫捕獲数が 1 日当たり 4～5 個体になったら防除する方法で被害を防いでいる実例が各産地にあると述べている。

土屋ら（1995 a）は、周辺をチャ園に囲まれチャノキイロアザミウマの密度が極めて高いウンシュウミカン園で、波長 290～800 nm における反射率が 84～94%の散乱反射特性をもつ白色の光反射シート（デュポン製 TYVEK）を、収穫期までの 4～7 か月間にわたり圃場の地面全面に被覆して、チャノキイロアザミウマに対する薬剤散布を一切省いた試験を実施した。供試した 3 圃場

表-1 ウンシュウミカン園における 4 月下旬からの光反射シートマルチによる収穫期での果実被害防止効果

区	被害	調査果数 ^{a)}	被害果率(%) ^{a)}	被害度 ^{a)}
マルチ区	果梗部	270	0.37	0.06
	果頂部前期	270	6.30	1.05
	果頂部後期	270	0.37	0.06
	果梗部	270	62.23	21.85
対照区	果頂部前期	270	80.73	25.99
	果頂部後期	270	83.37	52.47
有意差 ^{b)}	果梗部		*	*
	果頂部前期		**	*
	果頂部後期		**	*

^{a)}：調査果数は 3 樹の合計。被害果率，被害度は 3 樹の平均値。
被害度 = (被害程度が軽の果数 + 被害程度が中の果数 × 3 + 被害程度が甚の果数 × 6) × 100 / (調査果数 × 6)。

^{b)}：WELCH の方法による有意差。*：危険率 1%で有意差有り，
*：危険率 5%で有意差有り。

Control of Thrips by Reflective-Sheet Mulching in Fruit Tree Orchards. By Masatoshi TSUCHIYA and Shinichi MASUI

の樹冠占有面積率（樹が圃場を占有する面積率）は54～60%であった。

4月下旬から収穫までのマルチでは、マルチ区の寄生果率は、全期間にわたり1.7%以下になり西野・小泊（1988）の許容水準未満で推移したが、対照区では8月全期間と10月上旬から中旬に許容水準を超え（図-1）、収穫開始前日に調査したマルチ区の被害果率と被害度は、果梗部、果頂部とも対照区に比べて明らかに低く、その被害程度は西野・小泊（1988）の許容水準未満で、商品性に影響する被害は認められなかった（表-1）。さらに土屋ら（1995 a）は、6月中旬および7月下旬から収穫までのマルチの被害防止効果を検討し、同様の結果を得ている。

土屋ら（1995 a）のシートの反射率は、アルミ蒸着フィルム（多々良，1992）、シルバーシート（高橋，1986）、シルバープリントフィルム（鈴木，1987）およびミラー

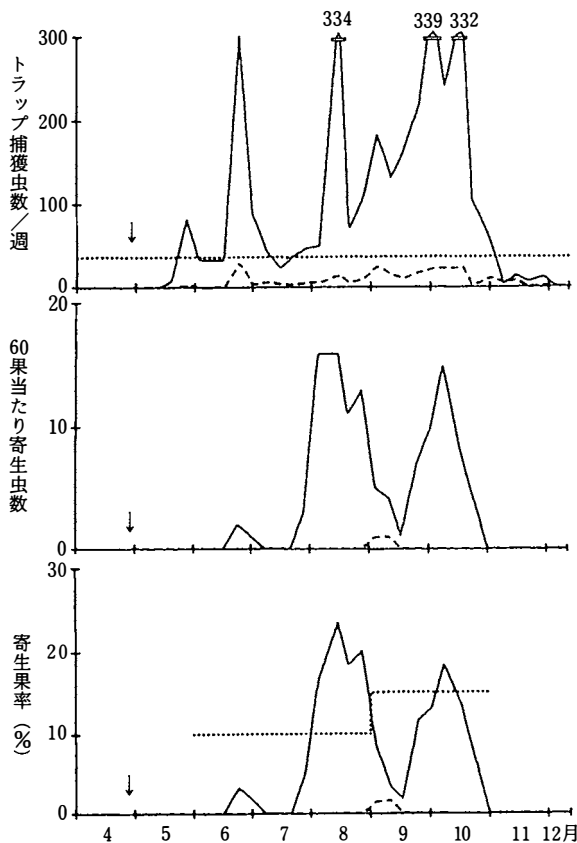


図-1 ウンシュウミカン園における4月下旬からの光反射シートマルチがチャノキイロアザミウマのトラップ捕獲虫数、寄生虫数、寄生果率に及ぼす影響
-----: マルチ区, —: 対照区,: 許容水準,
↓: マルチ開始日。

フィルム（牧野，1984）に比べて400 nm から700 nmまでの平均値で約8%高い。また、近紫外線反射フィルム（多々良，1992；鈴木，1987）は、波長370 nm付近に反射ピークのあるフィルムで、紫外線域から近紫外線域の290～360 nm および可視光線域の400～700 nmにおける反射率は土屋ら（1995 a）のシートより低い。したがって、シートの反射率の高さが防除効果に影響したものと考えられる。実際の栽培では、本種の果実寄生が始まる花卉落下期から収穫期までの光反射シートマルチにより本種に対する薬剤散布は不要になると考えられる。

II カキ園における光反射シートマルチによるチャノキイロアザミウマ防除

チャノキイロアザミウマの密度が高いカキ園（樹高約2.5 m，樹冠占有面積率72～74%）で、栽培者の慣行防除に加えて、1994年5月18日から10月3日まで光反射シート（デュポン製TYVEK）の被覆率を100%，80%，40%の3段階に変えて、地面に被覆して被害防止効果を比較検討した。慣行防除として散布された薬剤は、6月10日と7月2日にカルタップ剤、6月17日、7月10日、7月16日および8月10日に有機リン剤であった。この結果、マルチ区では果実への寄生率が減少し（図-2）、被害果率

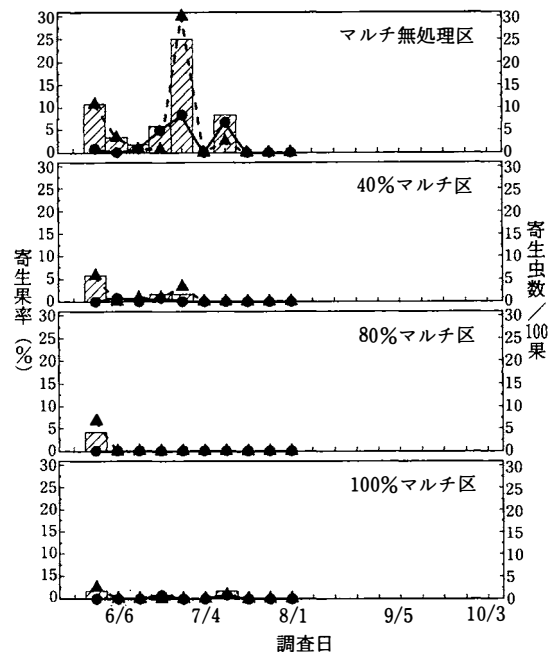


図-2 カキ園における光反射シートマルチがチャノキイロアザミウマの寄生果率、寄生虫数に及ぼす影響
▨: 寄生果率, —●—: 成虫数, ---▲---: 幼虫数

表-2 カキ園における光反射シートマルチによるチャノキロアザミウマ被害防止効果

区	区面積 (m ²)	調査果数	被害果率 (%) ^{a)}	被害度 ^{a)}
100%マルチ区	192	120	6.7 ab ^{b)}	2.2 a ^{b)}
80%マルチ区	308	120	1.7 a	0.3 a
40%マルチ区	183	120	10.8 b	3.1 ab
無処理区	522	120	32.5 c	11.4 b
F 検定 (危険率 5%)			*	*

^{a)} : 調査日は 9 月 26 日, 調査果数は 3 樹の合計。

^{b)} : 同一欄内の同一文字間には RYAN の多重比較検定 (危険率 5%) による有意差なし。

表-3 イチジク畑におけるシルバーシートマルチの被害防止効果 (被害果率%), 高橋 (1986)

処理区	場所 節位	豊田*	浜松**	豊田 A**	豊田 B**	富士***)	平 均		
		2 6	2 6 10	2 6 10	2 6 10	2 6 ^{b)}	2	6	10
シルバー マルチ		4 8	12 8 2	0 10 38	2 20 22	0 0	3.6 (2.0)	9.2 (12.7) ^{c)}	20.7
殺虫剤		18 2	— — —	8 20 —	12 18 —	— —	(12.7)	(13.3)	—
無処理		24 34	42 46 6	20 32 38	18 24 44	12 4	23.2 (20.7)	28.0 (30.0)	29.3

^{a)} : 調査年次 * : 1983 年, ** : 1984 年。

^{b)} : 着果位置 2 : 3~4 節果, 6 : 7~8 節果, 10 : 11~12 節果。

^{c)} : () 内は殺虫剤散布を行った 3 調査地の平均値。

と被害度は, マルチ無処理区に比べて 100% および 80% マルチ区では明らかに低くなった (表-2)。

6 月から 8 月まで 6 回も防除を行ったのに, マルチ無処理区の被害果率が 32.5% と高かったのは, 虫の発生をモニタリングせずに防除を行ったため, 防除時期が虫の発生の増加時期に合わず防除が失敗したためと考えられるが, マルチ区では薬剤による防除が失敗した時期でも, 虫の寄生が抑制され被害が防止されたものと考えられる。

Ⅲ イチジク園における光反射シートマルチによるハナアザミウマ類の防除効果

高橋 (1986) は, イチジクが植栽された畝 (幅は約 1.8 m) の両側にそれぞれ 63 cm 幅の光反射シートマルチを行い, 3~4 節果 (垂直に誘引された結果枝の下から数えて 3~4 番目の節の果実), 7~8 節果および 11~12 節果での被害の発生率を殺虫剤区および無処理区と比較した。なお, 供試したシートは本州製紙製太陽シート #65-S, 処理期間は 6 月中旬から収穫終了まで, 殺虫剤区での散布薬剤と回数は, 豊田 (表-3 参照) ではカルタップ剤を 4 回, 豊田 A ではカルタップ剤を 1 回および DMTP 剤を 2 回, 豊田 B ではカルタップ剤を 2 回および

DMTP 剤を 1 回であった。この結果, 無処理区に比べてマルチ区の被害果率は, 3~4 節果および 7~8 節果では低かったが, 11~12 節果では大差なかった (表-3)。また, 殺虫剤区に比べてマルチ区の被害果率は, 3~4 節果では低かったが 7~8 節果では大差なかった (表-3)。

高橋 (1986) の被害防止効果が, シートに近い 3~4 節果では極めて高かったのに, シートから離れた 11~12 節果では全く認められなかったのは, 各節に 1 葉ずつ付いている葉によって反射光が遮られたため, 上位の節の果実に反射光が十分に届かなかったことが原因と考えられる。イチジクでは, 高橋 (1986) の供試圃場と同様に 1.5~2 m の結果枝を 60 cm 程度の間隔で垂直に立てて単位面積当たりの高収量を得る栽培方法が普及しているが, 光反射シートマルチだけで全節の果実の防除を行うには, 樹形や植栽間隔などの変更が必要と思われる。

Ⅳ 光反射シートマルチの環境におけるチャノキロアザミウマの行動の変化

土屋ら (1995 b) は, 光反射シート (デュポン製 TYVEK) および黒ポリシート (みかど化工製白黒ダブルマルチの黒色面, 波長 200~700 nm における反射率は 8~5%) で地面を被覆し, それぞれの環境でのチャノキ

ロアザミウマの行動を比較した。

まず、樹の内部に成虫を放飼してシート面上への落下をみた。ウンシュウミカンの幼木（樹高 50 cm、樹幅 40 cm）から餌となる軟弱な新芽と果実をすべて摘除して、一辺 2 m の正方形の光反射シート（または黒ポリシート）で木を中心に地面を被覆した後、幼木の内部にチャ園から採取した成虫を放飼して、シート面上への落下数を調査した。落下数は、粘着剤の付いた一辺 1 m の正方形のシートをあらかじめ重ねて敷いておき、5 分ごとに交換して経時的に計数した。この試験は 8 月の晴天日に実施した。この結果、シートが黒ポリシートの場合には、シート面上に落下する虫はわずかなのに、光反射シートでは黒ポリシートの約 13 倍の落下数があった（表-4）。

次に、地面に敷いたシートの中央に虫を放飼する台を設け、そこから成虫を放飼してシート面上への落下をみた。地面に一辺 135 cm の正方形の光反射シート（または黒ポリシート）を敷き、その中央に黒ポリシートで表面を覆った円柱形の放飼台（直径 10.5 cm）を設置し、台の高さを 0.5～50 cm の範囲で変えて成虫を放飼してその行動をみた。この試験も 8 月の晴天日に実施した。この結果、どちらのシートの場合も、成虫は台の中央に差し込んだガラス管の中から放飼台上に歩行移動後、放飼台の縁に向かって歩行し、縁に達すると縁付近でとどまっており、そこから逆方向に歩行する行動や、放飼台の縁から地上に向かって歩行して下降する行動は観察されず、弱い風が吹き始めるとシートの敷かれた放飼台の外に向かって飛び立つ行動が観察され、飛翔した方向は、おおむね水平から斜め上方向の範囲であった。光反射シート面上への落下数は、黒ポリシートの場合より放飼高

0.5～24 cm では明らかに多く、放飼する高さが増すほど放飼台から離れた範囲への落下数が多くなった（表-5）。さらに、放飼台の上面を遮光すると、放飼高 0.5 cm と 24 cm で落下数の増加が認められた（表-6）。

土屋ら（1995 b）の結果から、反射光が虫の落下に影響したことは明らかで、放飼した高さによる落下数の違いについては、放飼台の周囲に広がるシートの大きさが一定であったため、反射光の虫への入射角度の違いが影響したと考えられる。俯角が -15° ～ -21° では影響があったが -30° ～ -39° ではなかった（表-5）ことから、成虫が樹頂の高さで反射光の影響を受けるためには、樹の根元から樹高の 2 倍以上離れた場所まで光反射シートマルチをする必要があると思われる。

さらに、土屋ら（1995 b）は、成虫の光反射シート面上での行動を見るため、1 辺 1 m の正方形の光反射シート（または黒ポリシート）を地面に敷き、全面に粘着剤を吹き付けた後、その中央に円形の光反射シート（直径 10 cm）を張りつけ、この中心に成虫を放飼した。円形の光反射シートの周囲が黒ポリシートの場合には、ほとんどの虫が黒ポリシート上の粘着剤には捕獲されずに分散したが、光反射シートの場合には、放飼後 20 分経過しても放飼虫の 69%が放飼した円形シート面上に残っており、このシートの外に飛翔した虫の約 3 分の 2 は放飼した位置から 5～10 cm の近い範囲に捕獲された（表-7）。したがって、光反射シートマルチ面上では成虫は飛び立ちにくいと考えられる。

また、土屋ら（1995 b）は、日中に成虫の入ったガラス管の底部を光反射シートマルチ面上に近づければ、管の内部に分散している成虫を底部に集められることや、ガ

表-4 シートをマルチしたウンシュウミカン幼木の内部に放飼したチャノキイロアザミウマ成虫のシート上への経時的落下位置別虫数^{a)}

落下位置 (cm) ^{b)}	樹冠下				樹冠外								合計	
	0～10		10～20		20～30		30～40		40～50		50～70		RS BS	
	RS	BS	RS	BS	RS	BS	RS	BS	RS	BS	RS	BS		
シートの種類 ^{c)}														
0～5分	11**	0	7**	0	6*	0	6	1	6	1	1	0	37**	2
放飼後時間														
5～10	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0
10～15	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
15～20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20～25	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
25～30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合計	11**	1	9*	0	6*	0	6	1	7*	1	1	0	40**	3

^{a)}：落下虫数は 140 頭ずつ放飼した 2 回の試験の合計値。数値右の印は FISHER の直接確率計算法によるシート間の有意差 (**：有意水準 1%，*：有意水準 5%) を示す。

^{b)}：放飼樹の株元からの距離。

^{c)}：RS：光反射シート、BS：黒ポリシート。

表-5 高さを変えて放飼したチャノキイロアザミウマ成虫のシート上への落下数^{a)}

放飼台 の高さ (cm)	俯 角 ^{b)} (度)	シート の種類	放飼成虫 数(頭)	落下位置 (cm) ^{c)}					
				0~10	0~20	0~30	0~40	0~50	0~62
0.5	-0.46	光反射	106	23**	32**	40**	46**	47**	48**
	~-0.33	黒	103	0	0	0	0	0	1
12.0	-10.91	光反射	102	2	7**	16**	25**	29**	32**
	~-7.76	黒	98	0	0	1	2	2	2
24.0	-21.08	光反射	97	1	4	11**	11**	11*	12*
	~-15.25	黒	98	0	0	0	0	2	3
50.0	-38.77	光反射	187	1	1	1	1	2	4
	~-29.59	黒	198	0	0	0	0	0	0

a): 数値右の印は FISHER の直接確率計算法によるシート間の有意差(**: 有意水準 1%, *: 有意水準 5%) を示す。

b): 放飼台縁におけるシート縁の俯角。

c): 放飼台縁からの水平距離 (cm)。

表-6 放飼台上面の遮光の有無によるチャノキイロアザミウマ成虫の落下位置の変化^{a)}

放飼台 の高さ (cm)	俯 角 ^{b)} (度)	放飼台 上面の 遮光	放飼成虫 数(頭)	落下位置 (cm) ^{c)}					
				0~10	0~20	0~30	0~40	0~50	0~62
0.5	-0.46	有	104	39*	44*	48	48	48	49
	~-0.33	無	106	23	32	40	46	47	48
24.0	-21.08	有	113	6	23**	29**	36**	43**	44**
	~-15.25	無	97	1	4	11	11	11	12
50.0	-38.77	有	118	1	2	3	3	3	6
	~-29.59	無	187	1	1	1	1	2	4

a): 数値右の印は FISHER の直接確率計算法によるシート間の有意差(**: 有意水準 1%, *: 有意水準 5%) を示す。

b): 放飼台縁におけるシート縁の俯角。

c): 放飼台縁からの水平距離 (cm)。

表-7 粘着剤付きシートの中央に放飼したチャノキイロアザミウマ成虫の移動位置別虫数^{a)}

シート の種類	放飼 虫数	放飼 円内	放飼点からの距離 (cm)							シート 内合計
			5〜10	5〜20	5〜30	5〜40	5〜50	5〜60	5〜70	
光反射 シート	100 (100)	69** (69.0)	21** (21.0)	26** (26.0)	27** (27.0)	29** (29.0)	31** (31.0)	31** (31.0)	31** (31.0)	100** (100)
黒ポリ シート	110 (100)	7 (6.4)	1 (0.9)	1 (0.9)	1 (0.9)	1 (0.9)	1 (0.9)	1 (0.9)	1 (0.9)	8 (7.3)

a): 数値右の印は FISHER の直接確率計算法によるシート間の有意差(**: 有意水準 1%, *: 有意水準 5%) を示す。() 内の数値は構成比。

ラス管を光反射シート面上に伏せるだけで管内に分散している成虫がシート面上に速やかに集まることを観察している。さらに、日中に水平に敷いた光反射シート面に遮光した部分を作り、遮光部と非遮光部に成虫を放飼した結果、遮光部に放飼すると非遮光部に移動するが、非遮光部に放飼すると遮光部に移動しないと述べてい

る。

土屋ら (1995 b) が認めたこれらの成虫の行動は、光反射シートの反射光を虫が忌避すると想定すると、明らかに矛盾する行動である。土屋ら (1995 b) の光反射シートの反射特性が、反射率では平均 90% 程度で太陽光を超える強さではなく、シートが白色で虫の可視波長域

(MENZEL, 1979)の特定の波長の光だけを強く反射する特性ではないことから、もしシートの反射光を成虫が忌避すると仮定すると、太陽光線も忌避することになり、本種の成虫が日中の明るい時刻にのみ活動すること(岡田ら, 1981)とも矛盾する。八木(1965)は、複眼のある昆虫は正確に光の来る方向を感受することができ、蟬は飛び立つときに明るい方向に向かうため、複眼の下面半分を黒く塗ると空中高く垂直に飛び去って見えなくなるし、逆に上半分を塗ると地面に衝突すると述べている。複眼をもつチャノキロアザミウマが光反射シートの反射光によって落下したのは、上空とシート面から同時に光が入射する環境において、上空方向だけでなく虫の前方向や斜め下方向にも飛翔した虫があったためと考えられ、シートの反射率が高いため上空からの光の強さと反射光の強さを区別できなかったことが、虫が上空以外の方向に飛翔した原因と思われる。光反射シートマルチによって作物上のアザミウマの寄生数が減少するのは、作物上から成虫がシート面上に落ちて作物上の寄生密度が減り、シート面上では成虫は飛び立ちにくいために作物上に戻ることができず、作物上の密度が回復しないことが原因と考えられる。

V 光反射シートマルチによる防除の得失

果樹園では、同時期に発生する複数の病害虫を一度に防除するため、複数の薬剤の混用散布が行われている。このため、光反射シートマルチによってアザミウマ類に対する薬剤がすべて省けても防除労力は減少しない。しかし、農薬による防除では、防除時期を判断するため粘着トラップなどで虫の発生をモニタリングする必要があるが、

光反射シートマルチによる防除ではこの必要がないのは大きなメリットである。一方、光反射シートのデメリットとしては、光反射が十分得られないような密植園では使えないことがあげられる。土屋ら(1995 a)は、樹冠占有面積率が約54～60%のミカン園で実用的な防除効果を得たが、これと同程度の環境を作るには、単位面積当たりの高収量を狙った密植園では、結果樹を間伐する必要がある、1樹当たりの高収量をねらった樹高の高い樹では枝が込み合って樹の内部に反射光が十分に入らないため、樹高の切り下げや結果枝を減らして枝を空かすが必要になる。

ウンシュウミカンでは、水を通さないシートを地面全面に被覆して高品質果実を生産する栽培方法が普及しているため、光反射シートマルチを導入しやすいが、他の果樹では作物の仕立て方や施肥方法などの変更が必要になる場合があり、経営面から総合的な検討が必要と考えられる。環境保全型農業における防除技術として、多くの果樹へ光反射シートマルチの応用が望まれる。

引用文献

- 1) 岡田利承ら(1981): 茶技研 60: 44～46.
- 2) 牧野 晋(1984): 九農研 46: 126～127.
- 3) MENZEL, R. (1979): Handbook of sensory physiology, vol 7/6 A, Springer-Verlag, Berlin, pp. 503～580.
- 4) 西野 操・小泊重洋(1988): 農作物のアザミウマ, 全国農村教育協会, 東京, pp. 223～233.
- 5) 鈴木 寛(1987): 沖縄農試研報 12: 29～35.
- 6) 高橋浅夫(1986): 静岡柑試研報 22: 33～40.
- 7) 多々良明夫(1992): 同上 24: 39～52.
- 8) 土屋雅利ら(1995 a): 応動昆 39(3): 219～225.
- 9) ————ら(1995 b): 同上 39(4): 289～297.
- 10) 八木誠政(1965): 昆虫学本論(第4版), 養賢堂, 東京, 493 pp.

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。
- ・穴もあけず糊も使わず合本できる。
- ・冊誌を傷めず保存できる。
- ・中のいずれでも取外しが簡単。
- ・製本費がはぶける。
- ・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。

カンキツグリーニング病の病原体の研究の現状と課題

農林水産省果樹試験場 おお つ よし ひろ
大 津 善 弘

はじめに

カンキツグリーニング病は、果実および樹体の損失をもたらす最も重大な病害であり、アフリカ南部および東部、パキスタンから中国にいたるアジア、アラビア半島の南西部に広く発生している。本病は中国で1919年にフアングルンピン(イエローシュート)の名前で初めて報告された。その後、南アフリカで1937年にグリーニング病の名で報告されて以来、多くの国で発生が報告された。台湾ではリクピン(デクライン)、インドではダイバック、フィリピンではリーフモットリング、インドネシアではペインフローエムディゼネレーションと呼ばれたが、その後、これらは同一の推定病原体が関与する病害であることが判明して、グリーニング病と呼ばれるようになった。わが国でも7年前に、沖縄県西表島のカンキツ品種シークワシャに本病の発生が確認された(MIYAKAWA and TSUNO, 1989)。

本病に関する文献は多く、OTAKE (1990) は本病の文献目録に556の論文を挙げた。DA GRACA (1991) はこのほかに86の論文を見だし、世界的視野で本病についての総説を書いている。本病の推定病原体(GO)は、その接ぎ木(LIN, 1956)および虫媒伝染性から、ウイルス説、マイコプラズマ様微生物(MLO)説(LAFLECHE and BOVE, 1970)を経てバクテリア様微生物(BLO)と呼ばれるに至った。しかし、GOはいまだ培養が困難であり、コッホの3原則が充たされていない。それにもかかわらず、1987年にGARNIERらがGOのインド系のBLOに対するモノクローナル抗体の作出に成功して以来、現在までの8年間に、GOの特性および分類学的位置が明らかになってきた。これらの経過を含めた総説をGARNIER and BOVE (1993)が書いている。筆者の引用文献リスト中になし論文は前出のDA GRACA (1991)か、このGARNIER and BOVE (1993)の総説に出ているので、ご参照いただきたい。

筆者は1994年7月から1995年7月まで国際農林水産業研究センターからタイ国農業局に派遣され、「タイにおけるカンキツグリーニング病の診断および防除法の開発」の共同研究を行った。本研究は1990年から実施されたプロジェクト研究「カンキツグリーニング病の生態お

よび防除に関する研究」の最後の1年に実施されたものである。

本稿では、現在までに明らかになっているGOの特性、分類学的位置の概要、診断法と、筆者らの研究の概要を述べる。

I グリーニング病推定病原体(GO)の性質

1 本病の病徴および媒介虫

罹病樹はわい化し、葉は黄化し、やがて小枝の枯死を生じて枝の枯死が広がり、ついには樹も枯れる。最も特徴ある病徴は葉の斑紋症状で、スイートオレンジで顕著に現れるが、マンダリンでは穏やかである。この斑紋は亜鉛欠乏症状にも似るが、本病の診断に最良の葉の病徴である。

媒介虫はアフリカのキジラミ *Trioza erythrae* (MCLEAN and OBERHO Iz, 1965) とアジアのミカンキジラミ *Diaphorina citri* (MARTINEZ and WALLACE, 1967) の2種である。両媒介虫の生物的防除が2種の天敵 *Tamarixia radiata* と *T. dryi* とを用いて、レユニオン島で成功した(AUBERT and QUILICI, 1984)。

2 GOのバクテリア様微生物(BLO)としての性質

GOのMLO説は発表後間もなく疑問視された。MLOの膜の厚さがおおよそ7~10 nmであるのに、GOのそれは約25 nmとほぼ倍であった(SAGLIO et al., 1971)からである。さらに、GOはグラム陰性で膜状のペプチドグリカンを含む細胞膜を持つことが示され(GARNIER et al., 1984 a, b)、ガラス室および果樹園の罹病樹にペニシリンを処理すると病徴が薄らぎ、篩部にGOも見られなくなった(AUBERT and BOVE, 1980; BOVE et al., 1980)ことから、GOはグラム陰性のBLOと認められた。BLOは培養が困難であるが、GOと同一の構造物はアフリカおよびインド(LAFLECHE and BOVE, 1970)、台湾(CHEN et al., 1971; TANAKA and DOI, 1976)、中国(ZAO, 1981)のグリーニング罹病樹の篩部、並びに伝搬力のある媒介虫 *T. erythrae* (MOLL and MARTIN, 1973) と *D. citri* (CHEN et al., 1973) の唾液腺および血リンパにも存在することが認められており、病原体としての推定度は高い。

3 BLOの寄主植物

植物種によって本病感受性に幅があるが、BLOはすべてのカンキツに感染する。一方 *Murraya paniculata* (ゲ

ツキツ), *Atalantia missiois*, *Swinglea glutinosa* などの他のミカン科植物は媒介虫キジラミのよい寄主植物であるが、これらの植物の中に BLO が存在する証拠はない (GARNIER and BOVE, 1993)。GARNIER and BOVE (1983) は BLO のインドおよび南アフリカ系統をネナシカズラを用いてニチニチソウに伝搬させることに成功した。ニチニチソウにおいて BLO はカンキツの中よりも高い濃度に達する。GARNIER (未発表) は同様な方法で BLO をタバコ (キサンチ) に伝搬させた。タバコ植物中の BLO の濃度は低いが、病徴は激しい (GARNIER and BOVE, 1993)。

4 BLO のタイプおよび系統

アジアにおけるグリーンング病の病徴はアフリカのものより激しいが、それらは温度耐性を基準にしても明らかに区別される。アフリカのグリーンング病の場合、涼しい温室条件 (夜 8 時間 22°C, 昼 16 時間 24°C) 下で激しい病徴が現れたが、27~30°C 下では現れなかった。一方、アジア (インド株, フィリピン株) のグリーンング病の病徴は両方の温度域で激しく発現した (BOVE et al., 1974)。

5 モノクローナル抗体と血清型

GARNIER et al. (1987) は、篩部局在の原核生物に対するモノクローナル抗体 (MA) を作出する手法を開発した。この手法を用いて、BLO のインド (プーナ) 株に対する MA を初めて作出した (GARNIER et al., 1987)。その後、中国 (フージャン) 株 (GARNIER et al., 1991) や南アフリカ (ネルスブルート) 株 (GARNIER et al., 未発表) の MA も作出された。現在では 10 種の異なる MA が GARNIER らの研究室で得られている。これらの MA を直接エライザや蛍光抗体法によるグリーンング BLO の検出に用いたところ、これらの MA は高い系統特異性があった。すなわち、免疫に用いた分離株とのみ反応した。このことは異なる血清型の存在を示した。これらの中で、インドのプーナ株の MA である MA 10 A 6 は数か国からの株と反応できる唯一のものであった。Gao et al. (1993) は免疫アフィニティークロマトグラフィーによってこの MA 10 A 6 の抗原タンパク (P 42 と呼ぶ) を純化した。脾臓細胞の試験管内免疫によって P 42 を MA の作出に用いたところ、3 種の新たな MA が得られた。これらはいずれも以前のものより多くの分離株と反応したが、その中の一つ MA 1 A 5 は中国株を除いて供試したすべてのアジア系統と反応した。一方アフリカ系統とは反応しなかった。

6 BLO の純化とその形態

VILLECHANOUX et al. (1990) はモノクローナル抗体 MA 10 A 6 を用いた免疫アフィニティークロマトグラ

フィーによって BLO の純化を行った。純化した BLO を電顕と蛍光抗体法によって調べているが、BLO は長さ 1~4 μm , 直径 0.15~0.3 μm のひも状の形態であった。また直径 1 μm の丸型構造物も観察された。これらの構造物は罹病したカンキツまたはニチニチソウの篩部組織中に見られる BLO の形態と一致している。この純化 BLO の蛍光抗体法および免疫金ラベル法による観察から、P 42 は BLO の表面タンパクであり、丸型およびひも状の構造物の表面に均等に分布していることがわかった。このことはまた、この二つの構造物が同じ BLO のものであることを示している。しかし、この論文の写真の BLO 像はかなり表面が痛んでいるように見える。彼らによる BLO の抗血清作製の論文がいまだ見られないことから、この純化法も改良を要するのかもしれない。

7 DNA プローブと系統

MA は特異性が高すぎて、すべての BLO 系統を検出できなかったため、VILLECHANOUX et al. (1992) は BLO の DNA プローブを開発した。BLO のインド (プーナ) 株に感染したニチニチソウの全篩部から DNA を純化し、この DNA を制限酵素 *Hind* III で消化して生じた DNA 断片を M 13 mp 18 ファージにクローニングした。グリーンングに罹病したニチニチソウの中肋から抽出した DNA と反応する 3 種の DNA インサートが選抜されたが、それらは 2.6 Kbp, 1.0 Kbp, 0.6 Kbp の長さがあり、それぞれ In 2.6, In 1.0, In 0.6 と名づけられた。サザンハイブリダイゼーションまたはドットハイブリダイゼーションのプローブとしてこれらを特異性を高める条件 (60°C, 0.1 $\times$ SSC) で用いると、In 0.6 は同じインド (プーナ) 株に感染したニチニチソウまたはカンキツの DNA とのみ反応した。In 1.0 は台湾株を除いて、供試したすべてのアジア系分離株と反応した。また、In 2.6 は供試したすべてのアジア系分離株と反応した。この条件下では、三つのプローブすべてが、健全植物から抽出した DNA 並びにアフリカ (ネルスブルート) 株から抽出した DNA と反応しなかった。

三つのインサートの性質を調べるために、VILLECHANOUX et al. (1993) はこれらの塩基配列を決定し、その推定される配列を既知遺伝子のそれと比較した。その結果、In 2.6 は nusG-rplKAJL-rpoBC オペロンの遺伝子を含んでいた。nusG は抗転写終結作用に関連するタンパクをコードしており、rplK, A, J, L, はリボゾームタンパク L 11, L 1, L 10, L 12 をそれぞれコードし、rpoB と C は RNA ポリメラーゼサブユニット β および β' をコードしている。グリーンング BLO の場合、これらの遺伝子は他の真正細菌目の種の場合と同じ順序に存

在している。この知見はグリーンング BLO が真正細菌であることを分子レベルで初めて確かめたものである。In 1.0 はバクテリオファージ DNA ポリメラーゼの遺伝子を含んでおり、In 0.6 は既知の遺伝子の中に同じものはなかった。

II BLO の分類学的位置

BLO の系統発生的位置並びに BLO のアフリカ系とアジア系間の進化上の距離を決めるために、JAGOEUX et al. (1994) はグリーンング BLO のアジア系統ブーナ株とアフリカ系統ネルスブルート株の 16 S rDNA を PCR 増幅後、クローニングし、塩基配列を決定した。用いたプライマーは WEISBURG et al. (1991) の原核生物の 16 S rDNA 用のユニバーサルプライマーで、一つは AGAGTTTGATCATGGCTCAG で他の一つは AAG GAGGTGATCCAGCCGC である。得られた塩基配列をジーンバンクのデータベースから得られたバクテリアの 16 S rDNA 配列と比較した。その結果、グリーンング BLO はプロテオバクテリアの α サブディビジョンの新しいメンバーであることが明らかになった。アジア系統とアフリカ系統との関係では、16 S rDNA の比較において 97.7% の同質性があった。一方で、In 2.6 に保存される rplKJL-rpoBC のオペロンの比較において 70% の同質性しかなかった (GARNIER et al., 未発表)。以上のことから、この新しいメンバーをリベロバクター (*Liberobacter*; ラテン語の liber [bark] と bacter [bacteria] から取った) と呼ぶことが提案された。最近 MURRAY and SCHLEIFER (1994) が提案した原核生物の推定分類群の記録法にしたがって、彼らはさらに、*Liberobacter* インド株を *L. asiaticum* とし、次のように表示した。“Candidatus *L. asiaticum*” [(α -Proteobacteria) NC; G-F; NAS (GenBank number L 22532), oligonucleotide sequence complementary to unique region of 16 S rRNA 5'-GCGCGTATGCAATACGAGCGGCA -3', S (*citrus*, phloem; *Diaphorina citri* (Psyllidae), hemolymph, salivary glands); M;] また、アフリカ由来の株を *L. africanum* とし次のように示した。“Candidatus *L. africanum*” [(α -Proteobacteria) NC; G-F; NAS (GenBank number L 22533), oligonucleotide sequence complementary to unique region of 16 S rRNA 5'-GCGCGTATTTATACGAGCGGCA -3', S (*Citrus*, phloem; *Trioza erythrae* (Psyllidae), hemolymph, salivary glands); M;]。

III グリーンング病の診断法

1 遺伝子診断法

VILLECHANOUX et al. (1992) は、DNA プローブ、In 2.6 が BLO のアフリカ系統を除いて、すべてのアジア系統を特異性を高める条件下で検出するのに使用できたことを報告した。これは I-7 にも述べた。II でも述べた二つのユニバーサルプライマーを用いた PCR 法 (JAGOEUX et al., 1994) によって、アジア系統とアフリカ系統の両方が検出・診断され得る。さらに GO の 16 S rDNA に特異的な二つのプライマー GCGCGTATGCAATACGAGCGCA と GCCTCGCGACTTCGCAACCAT を用いた PCR 法で約 1,160 bp の 16 S rDNA 断片を検出でき、両系統を検定できる。また JAGOEUX et al. (1995) は上記の方法に加えて、プローブ As 1.7 を用いた DNA-DNA ハイブリダイゼーションによって *L. africanum* を罹病カンキツから検出できること、16 S rDNA の塩基配列に由来する複数のプライマーを用いた PCR 検出法も開発したこと、これらのプライマーによって 2 種の *Liberobacter* の 16 S rDNA を増幅できるが、かいよう病菌・バリエゲイテッドクロロシス・スタボーン・ライムのウィッチーズブルームなどの病原または *Agrobacterium tumefaciens* や *Acinetobacter lwoffii* などのバクテリアは増幅されないこと、この PCR 増幅された rDNA を *Xba*I で消化すれば、*L. asiaticum* の DNA または *L. africanum* の DNA の特異的な泳動パターンが得られることを口頭発表した。以上で遺伝子診断法の形が整ったと思われる。しかし本法はまだ二、三の国の研究グループのものでしかない。GARNIER and BOVE (1995) は上記の方法を用いて、*L. asiaticum* のみが検出される国はインド、ネパール、スリランカ、ベトナム、カンボジア、マレーシア、インドネシア、タイ、フィリピン、台湾、中国で、*L. africanum* のみの国は南アフリカとジンバブエで、両 2 種が存在する国はレユニオンとモーリシャスであると報告した。

2 その他の診断法

電子顕微鏡による診断法は、病原バクテリアそのものを検出でき、信頼度のきわめて高い方法である。篩部組織中に、長さ 1~4 μ m、幅 0.2~0.3 μ m のひも状構造物および直径約 1 μ m の丸型構造物のバクテリアで、約 25 nm の三層の細胞膜をもつ構造物の存在を確認することで診断できる。本病菌では、現在のところ、その精度は遺伝子診断法と同じレベルとされている。モノクローナル抗体による診断では、ほとんどのアジア系統と反応する MAIA 5 を GARNIER et al. が所持しているが、その他の

ものはその高い特異性がかえって障害となっている。ポリクローナル抗体による血清診断も試みられてはいるが、成功したとする論文はまだ出ていない。カンキツのグリーンング病感受性品種（マダムバインスなど）を用いた接ぎ木による木本検定は日数がかかるものの安価で精度が高いので利用範囲がきわめて広い。組織化学的方法の報告もあるが、精度に問題がある。安価、簡易、迅速、高精度、そして多量処理性を備えた抗血清診断法の開発が期待される。

IV タイ国におけるグリーンング病診断法の開発

前出のプロジェクトの中で、筆者らはまずグリーンング推定病原体 (GO) が多量に存在する罹病葉を多量に得る方法を確立することから研究を始めた。GO のタイ株をネナシカズラで伝搬させたニチニチソウの穂木を用いて接ぎ木接種し、24～27℃に14日間置いて活着したニチニチソウを20～25℃と25～30℃に置いて病徴の進展を調べ、GOの所在を電顕観察した。その結果、接ぎ木接種後に生じた新しい枝の複数の葉は処理24日後に濃いオレンジ色 (20～25℃) ～黄色 (25～30℃) になること、両方の罹病葉でGOは増殖していることに加えて、接ぎ木接種時に既に展開していて、感染後にオレンジ色および黄色になった成熟葉の篩部細胞においても多数のGOが存在することが新たに明らかになった (大津ら, 1995 a)。これらの罹病葉約50gから中肋を取り、セルラーゼ・マセロザイムの処理をして篩部組織を採取した。0.6 M マンニトール等から成る抽出液で5回洗浄した篩部組織からGOを部分純化し、4%グルタルアルデヒドで固定した。このGO試料を5回家兎に注射後に得た抗血清は、微滴法で8倍の力価があった (大津ら, 1995 b)。今後、本抗血清の診断への利用を検討する。また筆者らのグループは、JAGOUÉIX et al. (1994) により開発されたPCRによるGOの16S rDNAの検出法に準じて、GO

のタイ株 (3株) の16S rDNAを検出することに成功した。さらにDNA抽出法を簡易化することにより、4.5時間以内にGOを検出することが可能になり、大幅に改良できた。またタイ株の一つ Nakorn Pathum 株の16S rDNAの塩基配列が決定され、本株がGOのアジア系インド株に極めて近いことも明らかになった (中島ら, 1995)。また話題は異なるが、KOIZUMI et al. (1995) はタイにおいてGOの媒介虫ミカンキジラミがよく繁殖し、GO感染により黄化し、篩部細胞中に多数のGOが存在する野生の寄主植物 *Limonia acidissima* (wood apple) を新たに報告した。

おわりに

今後の研究の課題としては、*L. asiaticum* と *L. africanum* がグリーンングの病原であることを証明するためにコッホの3原則を充たすこと、開発途上国や広い地域で簡易に使える診断法の開発、抵抗性品種の作出に向けた基礎的研究、媒介虫防除法の開発などがある。特にGOがプロテオバクテリアのαサブディビジョンに属することがわかったことから、今後、本菌の培養の研究に進展が見られるかもしれない。

引用文献

- 1) DA GRACA, J. V. (1991): Annu. Rev. Phytopathol. 29: 109～36.
- 2) GAO, S. J. et al. (1993): ibid. : 244～249.
- 3) ——— et al. (1995): Proc. 13th Conf. Int. Org. Citr. Virol.: 103 (abstract).
- 4) GARNIER, M. and J-M. BOVE (1993): Proc. 12th Conf. Int. Org. Citr. Virol.: 212～219.
- 5) JAGOUÉIX, S. et al. (1994): Int. J. Syst. Bacteriol. 44: 379～386.
- 6) ——— et al. (1995): Proc. 13th Conf. Int. Org. Citr. Virol.: 101 (abstract).
- 7) KOIZUMI, M. et al. (1995): ibid.: 108 (abstract).
- 8) 中島一雄ら (1995): 日植病報 61: 610 (講要).
- 9) 大津善弘ら (1995 a): 同上 61: 609～610 (講要).
- 10) 大津善弘ら (1995 b): 同上 61: 610 (講要).
- 11) VILLECHANOUX, S. et al. (1993): Cur. Microbiol. 26: 161～166.

ネオニコチノイド——作用機構と創製研究

東京農業大学農芸化学科 やま もと いづる
山 本 出

は じ め に

ニトロメチレン系殺虫剤として Shell 社が nithiazine (NMTHT と略記) を見いだしたのは、1978 年頃である (SOLOWAY et al., 1978)。本化合物は独特の殺虫活性を示し、これまでのどの殺虫剤のタイプにも属しないため期待され日本に導入が試みられたが、圃場安定性に向け、この点の改良を目指した *N*-ホルミル体も実用化に至らず、忘れられるところであった。ところが日本バイエルアグロケム社に入社したばかりの利部氏はこれをリードとする殺虫剤創製に取り組み、その後塩川、盛家両氏も加わり、イミダクロプリドが発明されるに至った (SHIOKAWA et al., 1986)。この経緯はすでに知られているところである (坪井, 1993)。イミダクロプリドは NMTHT に比べはるかに殺虫活性が大で、圃場安定性に優れており、従来型の殺虫剤との交差抵抗性も認められず、当初全く新しい型の殺虫剤と称せられた。イミダクロプリドに続いて、日本では武田薬品工業からニテンピラム (MINAMIDA et al., 1993)、日本曹達からアセタミプリドが開発された (石光ら, 1992; TAKAHASHI et al., 1992)。いずれも 6-クロロ-3-ピリジルメチル部分を共有し、このクロル基は殺虫活性に必須であることから、クロロニコチニル系殺虫剤の一般名が提唱された。

一方イギリスの SATTELE, アメリカの ELDEFRAWI, CASIDA ら、その他 (SATTELE et al., 1989; Bai et al., 1991; LEECH et al., 1991; CHEUNG et al., 1992; SCHROEDER and FLATTUM, 1984) は神経電気生理学、受容体結合の研究から NMTHT, イミダクロプリドが共にニコチン性アセチルコリン受容体へのアゴニストであることを示した。他方山本ら (TOMIZAWA and YAMAMOTO, 1993; YAMAMOTO and TOMIZAWA, 1993) はニコチンとイミダクロプリドがともに化学構造中に 3-ピリジルメチルアミノ部分を持つ点に着目し、ニコチン類縁体 (ニコチノイド) とイミダクロプリド類縁体の構造活性相関、作用機構を比較し、両方のグループが作用点、必須構造部分を同じくし、構造活性相関も酷似していることから、イミダクロプリドはニコチノイドの一種であると位置づけネオニコチノイド

の包括名を提唱している。さらにアメリカの CASIDA ら (Liu et al., 1993)、日本の西村ら (NISHIMURA et al., 1994) もイミダクロプリド類縁体の構造活性相関の研究を行った。以上の経緯からニコチン, NMTHT 化合物, ネオニコチノイドは同一の系列に属するといえる。

I 各種のネオニコチノイド

イミダクロプリド類縁体の中には、室内試験では殺虫効果がイミダクロプリドに勝るものはいくつかあるが、イミダクロプリドは圃場効果が他に優り、実用化合物として選抜された (岩谷, 1995)。利部 (1995) はその優位性が環境条件 (光, 加水分解条件, 酸素) 下でのイミダクロプリドの適度の安定性に基づくことを明らかにした。

ウンカ剤としてのイミダクロプリドの地位には揺るぎはないが、圃場安定性は散布剤としての利用に制約を加え、一方半翅目害虫などには卓効を示すが、鱗翅目害虫への効果は比較的弱い。有機化学的にはヘテロ環化合物である NMTHT から出発し、ヘテロ環上の置換基の変換からイミダクロプリドが生まれた経緯からか、特許上の穴があった。これらの点から新機軸を出す努力をし、成功したのがニテンピラム, アセタミプリドといえる。

武田薬品工業はカルタップという優れた鱗翅目害虫防除剤を持つが、これがカバーできないウンカ類害虫を狙った。ニテンピラムはイミダクロプリドのイミダゾリジン環が開いたような化学構造を持つ。イミダクロプリドの特色は、移植用イネ苗に箱施用し、田植え後長期間にわたってウンカ類を防除できる点にあるが、ニテンピラムはその優れた殺虫活性によって散布剤としての特色を発揮できる (赤山, 1995)。

一方日本曹達は鱗翅目害虫にも高い活性を持つものを求めた。ニテンピラムはイミダゾリジン環を開環した形で窒素原子を二つ持つが、アセタミプリドはその一個を除いた化学構造を持ち、さらにニトロイミノ、ニトロメチレン基の代わりにシアノイミノ基を持つ。殺虫スクリーニングの過程で、シアノメチレン系化合物が殺虫活性の割には強い興奮作用を示すことに注目し研究を進め、シアノ基で置換されたアミジン系化合物がワタアブラムシのみならず、アワヨトウにも強い殺虫力を有することを認め、ついにシアノアミジン誘導体の中から鱗翅目、

半翅目害虫に共に効くアセタミプリドに到達したものである(松田, 1995)。以上3化合物の殺虫スペクトル, 実用適用害虫, 施用法などは各社の資料などに詳述されているが, これらはかなり共通する性質を有している。

1. 作用機構: ニコチン同様, 昆虫中枢神経系のシナプス後膜のニコチン性アセチルコリン受容体にアゴニストとして作用し, 異常興奮を引き起こし, その後神経伝達を遮断する。
2. 疎水性が低く, 水溶性が大である。
3. 浸透性: 根部からの吸収移行性あり浸透殺虫力に優れている。
4. 浸達性: 葉の表面から裏面への移行性がある。
5. 接触毒としてより食毒の方が効く。
6. 半翅目害虫によく効く。
7. 低濃度で吸汁阻害・摂食防止効果がある。
8. 殺卵力がある。
9. 有機リン剤, カーバメート剤, ピレスロイド剤と交差抵抗性を示さない。
10. 温血動物への急性毒性が低い。
11. 水棲動物への毒性が低い。
12. 有用昆虫, 天敵への影響が低い。
13. 蒸気圧が低い。

親水性が大きなことは3, 4, 5に関係し, また吸汁性の昆虫に効く(6)原因かと思われる。一方, 化学構造の微細な差異から次のような点で異なる特性を示し, それぞれの特色を発揮している。

1. 光安定性。
2. 残効性・残留性。
3. 加水分解性。
4. 半翅目以外の害虫への効果。
5. 用途の狙い。
6. 分配係数。

アセタミプリドは疎水性が他の化合物より高く(n -オクタノール/水 $\log P$ 0.80; イミダクロプリド 0.57; ニテンピラム-0.64), これが昆虫の皮膚透過性を高め, 経皮的にも殺虫効果を発揮しえ, 鱗翅目にも効き殺虫スペクトルが幅広い原因かと思われる(斉藤, 1995)。

ニテンピラム, アセタミプリドについての詳細は本号, イミダクロプリドについては植物防疫第47巻第5号を参照されたい。

II 作用機構と選択毒性機構

ネオニコチノイドは, ニコチンと同じ部分構造(3-ピリジルメチルアミノ: 3-PMA)をもち, ニコチン性アセチルコリン(nAChR)の認識部位と相互作用する(TOMIZAWA and YAMAMOTO, 1992)。イミダクロプリド類縁体のツマグロヨコバイへの殺虫力とニコチノイドのイエバエへの殺虫力, また $[^3\text{H}]$ α -ブングロトキシン(α -BGT)をプローブとしたミツバチ頭部のnAChRへの結

合力を比較したところ, 両グループの構造活性相関は類似していた(TOMIZAWA and YAMAMOTO, 1993)。 $[^3\text{H}]$ フェンサイクリジンをプローブとしTorpedoのnAChRのイオンチャンネル開口への効果を見た結果, ネオニコチノイドはニコチン同様アゴニスト作用を呈した(TOMIZAWA et al., 1995)。このようにニコチノイドとネオニコチノイドは第一近似として同じカテゴリーの殺虫剤といえる。しかしニコチンは脊椎動物への毒性が強く, 殺虫効力は限られているのに反し, ネオニコチノイドは正に反対の特性を示し, ネオニコチノイドとニコチンとは選択毒性が大きく異なっている(表-1)。nAChRは脊

表-1 ニコチンとイミダクロプリドの選択毒性

殺虫剤	LD ₅₀ (mg/kg)	
	ラット	イエバエ
<i>l</i> -ニコチン	53	272
イミダクロプリド	450	22.3

表-2 脊椎動物, 昆虫のニコチン性アセチルコリン受容体認識部位へのニコチノイド, ネオニコチノイド, 関連化合物の結合親和性

リガンド/ プローブ	IC ₅₀ (μM)		
	ラット 脳	シビレエイ 電気器官	ミツバチ 頭
	$[^3\text{H}]$ Nicotine	$[^3\text{H}]$ α -BGT	$[^3\text{H}]$ α -BGT
<i>l</i> -Nicotine	0.01	23	1.3
<i>l</i> -Anabasine	0.29	193	2.0
Nicotyrine	>1,000	>1,000	>1,000
TMA	—	197	542
Imidacloprid	0.98	1,060	2.0
Nitenpyram	—	>300	61
Acetamiprid	—	>300	8.8
NMTHT	109	1,594	1,364

結合親和性: IC₅₀の逆数

表-3 化学構造と結合親和性

リガンド	3-PMA*	イオン化	結合親和性	
			脊椎動物	昆虫
<i>l</i> -Nicotine	あり	大	強い	強い
<i>l</i> -Anabasine	あり	大	強い	強い
Nicotyrine	あり	小	弱い	弱い
TMA	なし	大	強い	弱い
NMTHT	なし	なし**	弱い	弱い
Imidacloprid	あり	なし**	弱い	強い
Nitenpyram	あり	なし**	弱い	強い
Acetamiprid	あり	なし**	弱い	強い

*: 3-ピリジルメチルアミノ部分構造

** : 部分陽荷電を持つ

脊椎動物では中枢と末梢神経系にあるが、昆虫では中枢神経系にしかない。ニコチンの主な作用点である脊椎動物の神経筋接合部のモデルとして Torpedo の電気器官の nAChR を、またマウス脳、ミツバチ頭部から中枢神経系 nAChR を調製した。表-2, 3 に示すように nAChR への結合に関し、昆虫では 3-PMA 部分を持つこと、脊椎動物ではイオン化度の高いことが必要条件であった (YAMAMOTO et al., 1995)。このことはまたアゴニスト作用としての効果に反映し、Torpedo ではイミダグロブリンの効果は *l*-ニコチン、テトラメチルアンモニウム (TMA) に比べ弱かった (TOMIZAWA et al., 1995 a)。

問題は 3-PMA 部分を持つネオニコチノイドがなぜ脊椎動物で弱く、昆虫では強いのである。Beers and Reich (1970) は nAChR のリガンドの共通の特徴として、陽荷電の中心から 5.9 Å のところで水素結合を作る電子供与基があることを上げている。アセチルコリンでは 4 級窒素原子とカルボニル酸素がこの条件にかなう一方、4 級窒素原子とエーテル酸素はムスカリン性受容体との結合に必要とされている。脊椎動物の受容体との結合には 1 単位の陽荷電の方が重要らしく、簡単なテトラメチルアンモニウムイオンでもかなりの結合親和性があるが、昆虫の受容体との結合には両者が受容体との結合に関与

していると解せられる。ニコチノイドではイオン化したピロリジル窒素原子が陽荷電の中心となり、3-ピリジル窒素原子が電子供与基となり、上記の条件を満たしており、2-または 4-ピリジルではこの条件を満たさない。ニコチノイドのアミノ窒素原子とネオニコチノイドの構造上対応する窒素原子の ^{15}N -NMR を測定したところ、ネオニコチノイドの当該窒素原子上の非共有電子対がニトロメチレン、ニトロイミン、シアノイミン等の電子吸引性基により非局在化、すなわち部分陽荷電を帯びていることが示された (YAMAMOTO et al., 1995)。これが 3-ピリジル窒素原子と相まって、脊椎動物の nAChR との相互作用には不十分だが昆虫の nAChR との相互作用には

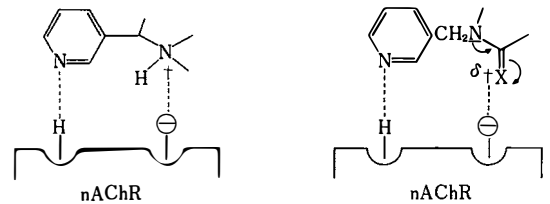


図-1 ニコチノイド、ネオニコチノイドと昆虫受容体との相互作用

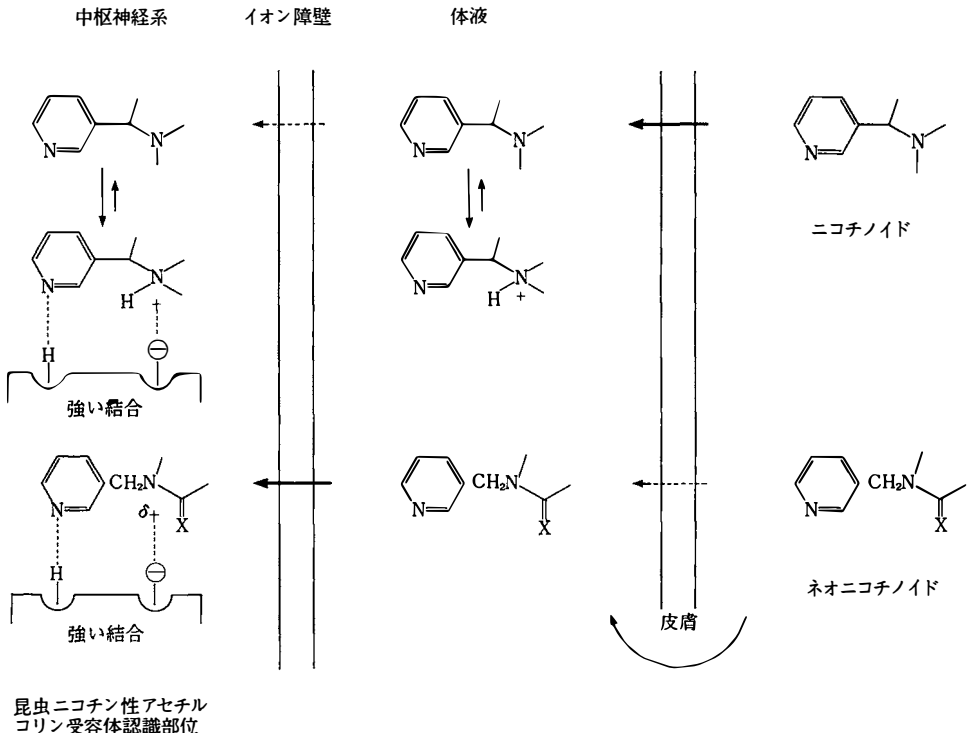


図-2 昆虫でのニコチノイド、ネオニコチノイドの作用

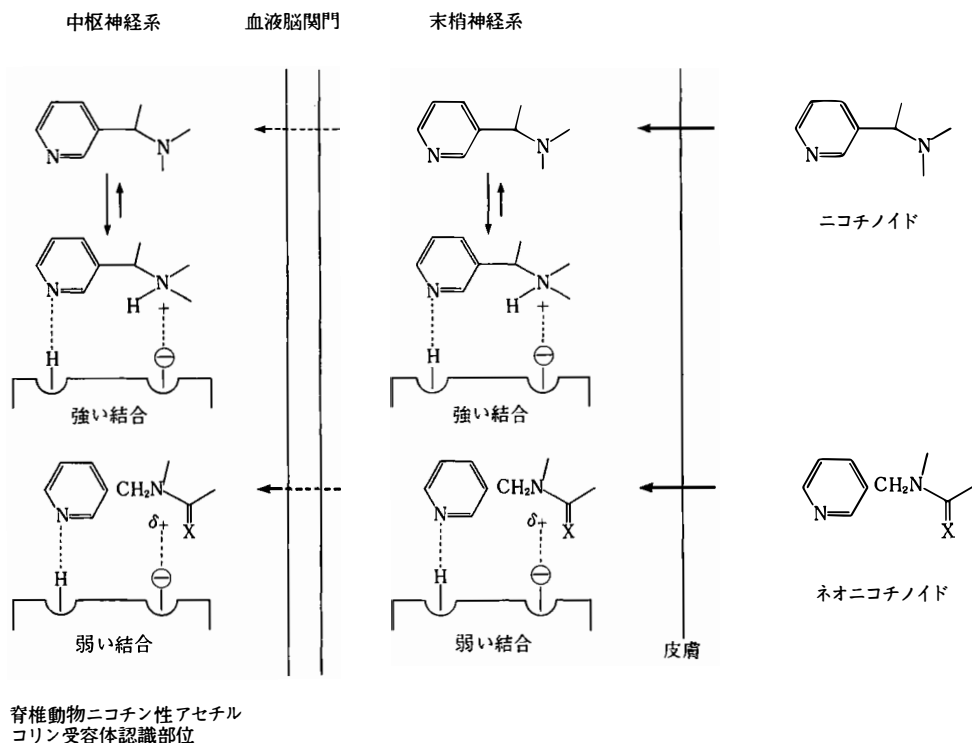


図-3 脊椎動物でのニコチノイド、ネオニコチノイドの作用

十分であるといえる(図-1)。なお電子吸引性基も結合に関係している証拠もある(YAMAMOTO, 1995)。NMTHTは3-ピリジル窒素原子を欠くため結合親和性が低い。しかしこの化合物は昆虫に強い興奮作用をもたらす、この理屈だけでは説明できない作用機構が推測される。

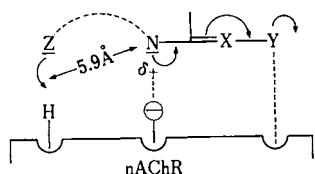
昆虫では、イミダクロプリドは体内に入るとイオン化していないので、中枢神経系内の作用点に到達しやすく、結合力、殺虫力は共に強い。ニコチンは結合力は強いがイオン化しているため到達性が悪く、殺虫力が限定される(図-2)。他方脊椎動物ではイオン化したニコチンは容易に神経筋接合部に到達し毒性を発揮するが、イミダクロプリドの結合力、毒性は共に弱い(図-3)。昆虫と脊椎動物(シビレエイ)とのニコチン性アセチルコリン受容体には若干の相違があり(TOMIZAWA et al., 1995 b)、イオン化により1単位の陽荷電を持つニコチノイドはこの相違を区別できないが、部分陽荷電を持つネオニコチノイドはこの相違を認識しているといえる。このように、ネオニコチノイドの特色は電子吸引性基により与えられた窒素原子上の部分陽荷電にあるといえよう。

おわりに

かつて山本らは、ニコチンの必須構造部分の認識に基

づいて3-ピリジルメチルアミン化合物をはじめ多数の化合物を合成したが、強力な殺虫剤をえることはできなかった(山本, 1977)。受容体との結合にはイオン化が必要であり、イオン化は受容体への到達を妨げるという二律背反を克服できなかったためと理解している。ネオニコチノイドはこの課題を見事に解くとともに低毒性も達成した。イミダクロプリド、ニテンピラム、アセタミプリドの開発はどちらかといえば Chemo-rational design によったといえるが、ネオニコチノイドの作用機構、選択毒性機構、その分子の基盤が明らかになった今日、Bio-rational design が可能となろう。上記の三つのネオニコチノイドはいずれも6-クロル-3-ピリジルメチル部分を持ち、このクロル原子を欠くと殺虫力は激減することから、クロルニコチル化合物と称せられたが、受容体への結合親和性はクロル原子のかわりにメチル基ないし無置換でも十分ある。またメチル置換化合物は、対応するクロル置換化合物に匹敵する室内殺虫力がある。これらを勘案しクロル原子やメチル基は代謝部位の隠蔽ではないかと推測されたが、むしろ疎水性の増大による作用部位への到達性の向上にあることが判った(斉藤, 1995)。これまでの知見を総合すると、昆虫ニコチン性アセチルコリン受容体に強い親和力を持つには、電子吸引

性基により与えられた部分陽荷電と、これから5.9Åの所で水素結合をつくれる電子供与基があることが必要条件である。これを図示すれば次のようになる。



実用殺虫効果にはこの他皮膚透過性、移行性、活性化・

解毒代謝、排泄、環境安定性などがからまり、また合成の難易、コストの要因も関係するが、すでに上記のネオニコチノイド以外にも上記必要条件を満たしたいくつかの殺虫化合物が現れつつある。

過去を顧み将来を展望すると、図-4のような系統発生が見てとれる。カルタップ類縁殺虫剤は、ネレリストキシニンに変換されて昆虫ニコチン性アセチルコリン受容体に作用し、クロルジメホルムはこれに似た作用点であるオクトパミン受容体に作用する。いずれも化学構造中に重要な機能を果たすと思われる窒素原子を持っており、

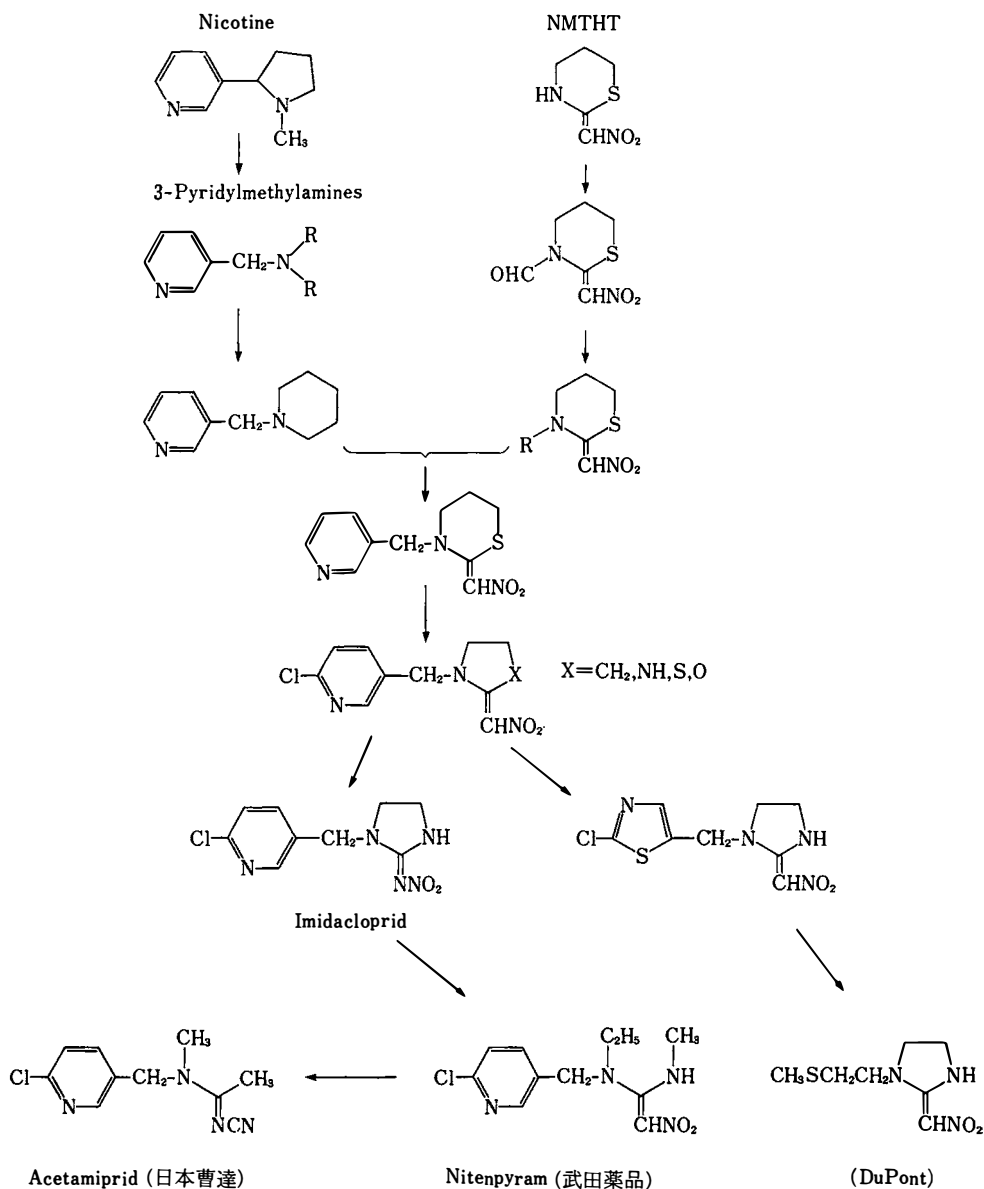


図-4 ネオニコチノイド展開の系統図

有機塩素、有機リン、カーバメート、ピレスロイドに続きネオニコチノイドを含む含窒素殺虫剤の将来が期待される。

引用文献

- 1) 赤山敦夫 (1995) : 日本農薬学会第 20 回大会講演要旨: 37.
- 2) BAI, D. et al. (1991) : Pestic. Sci. 33: 197.
- 3) BEERS, W. H. and E. REICH (1970) : Nature 228: 917.
- 4) CHEUNG, H. et al. (1992) : Pestic. Sci. 34: 187.
- 5) 石光圭一ら (1992) : 特公平 4-154741.
- 6) 岩谷宏司 (1995) : 日本農薬学会第 20 回大会講演要旨: 33.
- 7) 利部伸三 (1995) : 同上: 35.
- 8) LEECH, C. A. et al. (1991) : FEBS Lett. 290: 90.
- 9) LIU, M.-Y. et al. (1993) : Pestic. Biochem. Physiol. 46: 200.
- 10) 松田達彦 (1995) : 日本農薬学会第 20 回大会講演要旨: 39.
- 11) MINAMIDA, et al. (1993) : J. Pesticide Sci. 18: 41.
- 12) NISHIMURA, K. et al. (1994) : Pestic. Biochem. Physiol. 50: 51.
- 13) 斉藤隆行 (1995) : 博士学位論文.

- 14) SATTELE, D. B. et al. (1989) : Proc. R. Soc. Lond. B 237: 501.
- 15) SCHROEDER, M. E. and R. F. FLATTUM (1984) : Pestic. Biochem. Physiol. 22: 148.
- 16) SHIOKAWA, K. et al. (1986) : European Patent EP 0 192 060 A 1.
- 17) SOLOWAY, S. B. et al. (1978) : In Advances in Pesticide Science, Part 2. ed. GEISSBUEHLER, H. et al., pp. 206~217.
- 18) TAKAHASHI, H. et al. (1992) : Proc. Brit. Crop Protec. Conf.: 89.
- 19) 坪井真一 (1993) : 続医薬品の開発 18 巻農薬の開発(III) 矢島治明, 岩村 俊監修, pp. 629~648.
- 20) TOMIZAWA, M. and I. YAMAMOTO (1992) : J. Pesticide Sci. 17: 231.
- 21) ——— (1993) : ibid. 18: 91.
- 22) ——— et al. (1995 a) : ibid. 20: 49.
- 23) ——— et al. (1995 b) : ibid. 20: 57.
- 24) 山本 出 (1977) : 「農薬-デザインと開発指針」山本 出, 深見順一編, pp. 891~928.
- 25) YAMAMOTO, I. and M. TOMIZAWA (1993) : In Pesticides/ Environment: Molecular Biological Approaches, ed. Mitsui, T. et al., pp. 67~83.
- 26) ——— (1995) : 未発表.
- 27) ——— et al. (1995) : J. Pesticide Sci. 20: 33.

学 界 だ よ り

○日本植物病理学会平成 8 年度植物感染生理談話会のお知らせ

会 期: 平成 8 年 7 月 17 日(水)13 時~19 日(金)12 時まで

会 場: 宮城勤労総合福祉センター 蔵王ハイツ
(〒989-09 宮城県刈田郡蔵王町遠刈田温泉
上原 128 TEL 0224-34-2311)

テーマ: 植物感染生理学研究の現状と将来展望——若手研究者を中心として——

(7 月 17 日)

開会挨拶, 講演 (13:10~16:50), 懇親会 (18:00~)

I. 講演

Bymovirus の病原性に関与する遺伝子

(農研セ) 柏崎 哲氏

レタス腐敗病菌 *Pseudomonas cichorii* における
病徴発現物質について (野菜茶試盛岡) 白川隆氏

ハクサイ根こぶ病菌 *Plasmodiophora brassicae*
の病徴発現について (茨城生工研) 成澤一彦氏

植物感染の特異性: 宿主特異的毒素生成菌を例に
して (鳥取大農) 児玉基一郎氏

植物の病害抵抗性における細胞骨格の役割
(三重大生物資源) 小林一成氏

Pseudomonas syringae の非病原性遺伝子 *avr D* 由
来エリシター・シリノグライドに対するダイズ蛋

白の特異的結合 (北大大学院理学) 竹内洋二氏

大豆由来グルカンエリシター受容体の精製とクロ
ーニング (キリンビール基盤研) 柿谷 誠氏

(7 月 18 日)

特別講演, 親睦・登山等, 講演

II. 特別講演

細胞表層から核への情報伝達

(東北大医) 菅原和夫氏

プロテインホスファターゼと細胞機能の制御

(東北大加齢研) 田村真理氏

植物細胞におけるリン酸化によるタンパク質生合
成の制御 (岩手大農) 江尻慎一郎氏

III. 講演

キュウリモザイクウイルス RNA レプリコン発現タ
パコの作製と解析 (日本たばこ) 鈴木 匡氏

プロモウイルスの細胞間移行と宿主適応
(京大農) 三瀬和之氏

病害抵抗性におけるサリチル酸を介した情報伝達
機構 (農工大農) 高橋英樹氏

(7 月 19 日) 講演

IV. 講演

いもち病抵抗性誘導物質の作用機構の研究

(明治製菓薬総研) 御堂直樹氏

植物防御応答にかかわるシグナル伝達機構——病
原菌シグナルによる制御 (岡山大農) 豊田和弘氏

植物の感染応答における情報伝達とホスホリパー
ゼ (名大農) 川北一人氏

Rhizoctonia solani のヘアピン・ループ線状プラ
スミドと新規タンパク質 (東北大農) 宮坂 篤氏

イネいもち病菌 *Magnaporthe grisea* の高密度
RFLP 染色体地図の作製

(日本たばこ研) 新田直人氏

総括 (東北大農) 江原淑夫氏

申し込み

: 出席ご希望の方は、6 月 15 日までに下記宛ご連絡下
さい。詳しい案内と申し込み用紙が送られます。

申し込み多数の場合は 120 名まで。

〒997 山形県鶴岡市若葉町 1-23 山形大学農学部
生物生産学科 平成 8 年度植物感染生理談話会事務局

TEL 0235-28-2849(直通) FAX 0235-28-2812

新規殺虫剤ニテンピラムの生物活性

武田薬品工業株式会社アグロカンパニー農業開発部 かしわ だ ゆう ぞう
柏 田 雄 三

はじめに

ニテンピラムは武田薬品工業(株)によって開発された新規殺虫剤で、1995年11月28日にベストガード水溶剤、同粒剤、同粉剤 DL の単剤 3 剤およびカルタップとの混合粒剤、カルタップ、バリダマイシンとの混合粉剤 3 剤の合計 7 剤が農薬登録された。

I 開発の経緯

従来から、多数の合成化合物が農業用殺虫剤として使用されてきているが、その大部分のものは有機リン酸エステル、カルバミン酸エステル、ピレスロイド系化合物、ベンゾイル尿素系化合物などに属しており、このように限られた系統の化合物が多用されることによって、一部の殺虫剤に対し害虫の感受性が低下するといった弊害が起こっていた。

当社では、ウンカ、ヨコバイなど半翅目害虫を目標とし、新しい作用性を有する殺虫剤の創製を目指して研究を行っていたが、芳香族複素環メチルアミノ基、なかでも 6-クロロ-3-ピリジルメチルアミノ基を導入した化合物群(ネオニコチノイド)が農園芸上の害虫、特に半翅目害虫に高い殺虫活性を有することを見いだした。

これら一群の化合物から、1988年に哺乳動物および水産動植物に安全性が高く、害虫に対して優れた速効性、残効性を有し、作物に対しても安全なニテンピラムを選抜し、1989年から(社)日本植物防疫協会を通じて全国各地で、コード番号 TI-304 として公的試験を委託し本格的な試験を開始した。

その結果、所期の成績をおさめ、先に記した通り農薬登録されたものである。

II 名称および化学構造

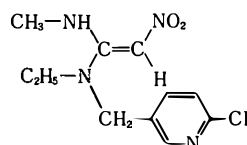
一般名：ニテンピラム (nitenpyram : ISO 申請中)

商品名：ベストガード® (BESTGUARD®)

試験名：TI-304

化学名：(E)-N-(6-chloro-3-pyridylmethyl)-N-ethyl-N'-methyl-2-nitrovinylidenediamine

構造式：



製剤：単剤は以下の三剤である。

ベストガード水溶剤 (10%)

ベストガード粒剤 (1%)

ベストガード粉剤 DL (0.25%)

III 原体の物理化学的性質

性状：微黄色結晶

融点：83~84°C

蒸気圧：8.3×10⁻¹² mmHg (20°C)

溶解度：水 840 g/l クロロホルム 700 g/l

メタノール 670 g/l アセトン 290 g/l

エタノール 89 g/l

IV 安全性

1 原体の毒性 (普通物, A 類)

急性経口毒性：ラット(雄) 1,680 mg/kg

ラット(雌) 1,575 mg/kg

マウス(雄) 867 mg/kg

マウス(雌) 1,281 mg/kg

急性経皮毒性：ラット(雄, 雌) > 2,000 mg/kg

魚毒性：マゴイ > 1,000 ppm

オオミジンコ > 10,000 ppm

2 有用生物に対する影響

カイコに対する安全給桑日数：15 日

ケシカタビロアメンボ：LC₅₀ 160 ppm (虫体散布)

キクズコモリグモ：100 ppm で死亡なし(処理葉放虫)

ツマグロヨコバイタマゴバチ：50 ppm で死亡なし

V 薬害

水稻, キュウリ, スイカ, メロン, ナス, トマト, ダイコン, ジャガイモ, モモ, リンゴ, ナシ, ブドウ, キャベツ, ハクサイ, レタス, ピーマン, イチゴ, タマネギ, ニンジン, ホウレンソウ, サトイモ, レンコン, ト

ウモロコシ、タバコ、ミカン、クワなどのいずれにも薬害は認められておらず植物に安全性の高い薬剤である。

VI 生物活性

1 活性の範囲

ニテンピラムは水稻、アブラナ科・ナス科・ウリ科・バラ科の野菜、ナシ・モモ・ブドウ・リンゴなどの果樹およびチャなどの作物を加害する半翅目害虫およびアザミウマ目害虫に対して高い活性を示す。

半翅目害虫のうち高活性を示す虫種は、トビイロウンカ、ヒメトビウンカ、ツマグロヨコバイなどのウンカ・ヨコバイの他、ワタアブラムシ、ムギクビレアブラムシ、モモアカアブラムシ、ミカンクロアブラムシ、チューリップヒゲナガアブラムシなどのアブラムシ類、タバココナジラミ、オンシツコナジラミなどのコナジラミ類などである。

アザミウマ目ではミナミキイロアザミウマ、チャノキイロアザミウマ、イネクダアザミウマ、ミカンキイロアザミウマへの高い活性が認められている。

その他、社内での試験ではイネミズゾウムシ（成虫）、ニジュウヤホシテントウムシ、コバネイナゴ、マメハモグリバエに対する活性も認められている。

2 作用特性

- (1) 特異な殺虫作用機作を持っている。
- (2) 既存の薬剤に抵抗性の害虫にも高い効果がある。
- (3) 害虫に対し強い食毒作用と接触毒作用を持っている。
- (4) 半翅目害虫に対し、齢期およびステージによる感受性の差が少ない。
- (5) 効果の持続性に富み長期間害虫の発生を抑制する。
- (6) 浸透移行性が高く、土壌処理によって地上部害虫の防除ができる。また処理葉から未処理葉への浸透移行

行があるため、処理部以外の害虫にも有効である。

(7) トランスラミナー効果が高く、葉の表面への散布により葉裏の害虫にも有効である。

3 作用機作

一对の尾毛および尾毛神経（N6）とともに、T3からA6まで摘出したワモンゴキブリ雄成虫の腹神経索を用いて、電気生理学的手法により、シナプス伝達および神経繊維伝達に対するニテンピラムの作用性について調べた。

その結果、ニテンピラムはシナプス伝達をブロックするが、神経繊維伝達はブロックしないこと、また、その作用性は、自発性放電が著しく、シナプス伝達のブロックが興奮促進後に起きるニコチンの作用に非常に類似しており、シナプス後膜遮断剤であることがわかった。

おわりに

ベストガードは水稻、果樹、野菜の半翅目害虫、アザミウマ目の各種害虫に効果が高く、他の系統の薬剤に感受性の低下した害虫にも有効である。

人畜・魚介類や有用昆虫への影響も比較的少なく、植物に対する汚れや薬害の恐れも少ない。

また水溶剤は薬剤の調製に便利な顆粒剤となっており、使用し易い容器に包装されている。

水稻用に、カルタップ、バリダマイシンとの混合剤も登録されており、引き続きフェリムゾンなどとの混合剤も開発中である。

これらの薬剤が病虫害防除に悩む農家の方々の期待にこたえ、植物防疫に貢献することを確信している。

引用文献

- 1) 赤山敦夫（1995）：日本農薬学会第20回大会講演要旨：37～38.
- 2) ————ら（1994）：日本農薬学会第19回大会講演要旨：73.
- 3) 松本建介ら（1994）：同上：74.
- 4) 南田 勲ら（1993）：日本農薬学会誌 18：31～40.
- 5) ————ら（1993）：同上 18：41～48.

新規殺虫剤アセタミプリドの生物活性

日本曹達株式会社 まつだ みちひこ たかはし ひでみつ
松田 達彦・高橋 英光

はじめに

アセタミプリドは、日本曹達(株)によって開発された新しいタイプに属する殺虫剤で、1995年11月28日にモスピラン水溶剤とモスピラン粒剤の2製剤が農林水産省より登録が認可されたので、その概要を紹介する。

I 開発の経緯

近年、コナガやアブラムシ類は有機リン剤や合成ピレスロイド剤に対する抵抗性発達が問題となっており、交差抵抗性がない新しい作用機作の殺虫剤の開発が望まれている。従来の殺虫剤とは異なる作用機作を示す新規骨格のニトロメチレン系化合物は、アブラムシ類やウンカ・ヨコバイ類の半翅目害虫に対し高い殺虫活性を示し、しかも、浸透性に優れるという特性を有する。そこで、鱗翅目害虫にも高活性を示す化合物を目標に合成展開を開始した。その殺虫スクリーニングの中で、シアノメチレン系化合物は、その殺虫活性に比して強い興奮症状を示すことを観察し、注目した。そして、シアノ基に置換されたアミジン系化合物はアブラムシに対し、低濃度で高い殺虫活性を示すばかりでなく、ヨトウ類に対しても殺虫力を有することがわかった。さらに、高活性な化合物を求めて、合成展開し、シアノアミジン誘導体の中から、半翅目、鱗翅目を中心に殺虫スペクトラムなどで特長を有するアセタミプリドを見いだした。

本剤の特長は下記のとおりであり、各種作物の害虫防除に優れた殺虫剤である。

(1) 殺虫スペクトラムが広く、半翅目、鱗翅目、アザミウマ目および甲虫目などの害虫に強い殺虫力を有する。

(2) 新しいタイプの殺虫剤で、有機リン剤、カーバメート剤および合成ピレスロイド剤に抵抗性の発達した害虫にも有効である。

(3) 浸透移行性に優れ、水溶剤の散布だけでなく、粒剤の土壌処理による地上部の害虫防除に使用できる。

(4) 速効性のみならず、残効性にも優れる。

(5) 有用昆虫であるミツバチやマルハナバチに対す

る影響が少ない。

(6) 作物に対する汚れが少なく、薬害の心配がほとんどない。

II 名称および化学構造

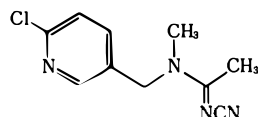
一般名：アセタミプリド (acetamiprid ISO 申請中)

商品名：モスピラン® (MOSPILAN)

試験番号：NI-25

化学名：(E) *N*¹-[(6-chloro-3-pyridyl)methyl]-*N*²-cyano-*N*¹-methylacetamidine

構造式：



製剤：モスピラン水溶剤：20% (w/w)

モスピラン粒剤：2% (w/w)

III 原体の物理化学的性質

性状：白色結晶

融点：98.9°C

蒸気圧：<1×10⁻⁶ Pa (25°C)

溶解度：水 4,250 mg/l (25°C)

アセトン、メタノール、エタノール、ジクロロメタン、クロロホルム、アセトニトリル、THFなどに易溶。

IV 安全性

1 原体の毒性

急性経口毒性：ラット (雄) 217 mg/kg, ラット (雌) 146 mg/kg, マウス (雄) 198 mg/kg, マウス (雌) 184 mg/kg

急性経皮毒性：ラット (雄, 雌) >2,000 mg/kg

刺激性：なし (皮膚, 眼; ウサギ)

魚毒性：コイ (LC₅₀) >100 mg/l

ミジンコ (LC₅₀) >1,000 mg/l

産地の研究室から/地域ブランドを育てる(9)

リレー随筆

ラッキョウ

(福井県農業試験場生産環境部 ほんだのりゆき 本多範行)

ラッキョウの昨今

ラッキョウの原産は中国で、北九州地方を起点に、全国に普及したとされている。奈良時代には、既に栽培の記録がある。当初は薬用植物(殺菌、利尿、発汗など)として利用され、食用作物となったのは江戸時代初期と考えられている。ラッキョウの語源はラツケウで、「辣菹」よりきている。菹に似て、それより辛いという意味のようである。味は辛いが臭味は少なく、コリコリとして歯切れが良く、漬物として愛好されている。また、深植えによって軟白化したラッキョウを、エシヤロットとして生のまま食されることもある。

ラッキョウは赤紫色の美しい花をつけるが、結実しない栄養繁殖性の野菜である。10月下旬から11月上旬にかけて花茎が抽出し、赤紫の花が一面に咲く風景は産地の風物詩となっている。花の可憐さはテレビドラマの題名にもなったほどである。

ラッキョウは栄養繁殖性の野菜であることから、品種の分化はあまり進んでいない。各地で栽培されているため福井在来というように土地の名前がついたものが多いが、これはほとんど「ラクダ」という品種で、このほかに「八房」、「玉ラッキョウ」等もある。ラクダは大球、長卵形、白色で品質がよく収量も多い。

通常ラッキョウは盛夏から初秋にかけて植え付け、翌年の6月から収穫を行う(一年掘り栽培と呼ぶ)。しかし、1か所に2球ずつ植え付け、その翌年に収穫せず、翌々年の6月から収穫する栽培法(三年子栽培と呼ぶ)では、作付期間中に分球を繰り返すことになり、1球の種ラッキョウが50~60球となり、小粒で実がし

まって歯切れの良い花ラッキョウの原料となる。福井県ではこの三年子栽培がほとんどで、小球のラッキョウの両端を切り取ってタイコ型にして加工している。端(ハナ)を切ることから花ラッキョウの名が生まれたとも言われている。

地元農試の生い立ち

福井県農業試験場は、明治33年に発足した福井県農会農事試験場が、大正9年に県へ移管され福井県農事試験場となり、今日に至っている。その間に蚕業部門の併合、廃止、試験地の統廃合など数回の組織機構改革が行われ、昭和40年に現在地へ移転している。周辺は田園地帯で、研究対象は水稻、畑作物、野菜、果樹、花き、食品加工等広い分野を受け持っている。育種部門では、水稻のホウネンワセ、コシヒカリ、ハナエチゼンなど幾多の品種を生み出している。ラッキョウにおいては、新品種の育成、ネグニ、白色疫病などの病害虫防除対策、加工品の安定化など広い範囲にわたって研究がなされ、多くの注目すべき成果が得られている。

産地のあれこれ

福井県におけるラッキョウ栽培は、九頭竜川左岸、日本海に面した三里浜砂丘地で177ha栽培されている。海岸線の長さが三里(約12km)あることから「三里浜」の地名ができたとされている。現在、ラッキョウのほかスイカ、ダイコン、メロンなどが栽培されているが、かつては干ばつと風害に悩まされ、砂丘地を畑地化し、農作物を定着させるまでに長い苦悩の歴史があった。

本地域におけるラッキョウ栽培は、明治初期に地元のでぐす商人が和歌山県から持ち帰ったラッキョウを少数の人が栽培したのが最初とされている。しだいに



場内に設置してある「コシヒカリの里」の碑

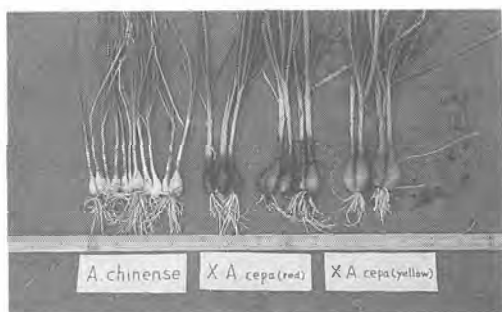


開花期のラッキョウ畑風景

その量が増え、大正10年頃には県外の青果市場に出荷し始めた。しかし、当時は生ラッキョウとして俵に詰めて出荷していたために、輸送中にむれて腐敗したり、変色したり、あるいは発芽するものもあり、その対応に大変苦慮した。そこで昭和2年頃、京阪の漬物商人の指導により塩漬加工を始め、これを「三里浜の花ラッキョウ」として出荷した。これが好評で全国的に販売するようになった。その後、特産農業協同組合が結成され、加工・貯蔵施設などを整備し、ラッキョウの瓶詰め、味付け小袋などの多くの加工品が販売されている。三里浜砂丘地で収穫されるラッキョウ約2,300tは、すべてこの特産農協に集荷され、生、塩漬け、味付けとして全国に出荷されている。

産地と試験研究

ラッキョウの病害には、冬季に腐敗を引き起こす白色疫病と、夏季に腐敗を引き起こす乾腐病(別名：夏腐れ病)がある。しかし、これらについては有効薬剤の使用や乾腐病は三年子栽培で発生が少ないことから、本県ではそれほど問題にならなくなった。害虫ではネダニが古くから重視されており、有機リン剤に対し抵抗性の個体群が出現し、防除を一層困難にしていた。しかし、近年、代替剤が開発され、現地では防除に新しい見通しが得られている。また、ラッキョウには明りょうな病徴の現れないニンニク潜在ウイルス(GLV)をはじめ、数種のウイルスが感染していることが明らかになっている。このため、茎頂培養によってフリー化すると共に、フリー球を大量増殖する技術が確立した。現地では隔離圃場を設置し、ウイルスフリー球の供給が行われている。しかし、フリー化に伴って乾腐病の発生が多く問題となっている。



ラッキョウ(左)、赤タマネギとの雑種(中央)、黄タマネギとの雑種(右)

ラッキョウからは非病原性のフザリウム菌がよく分離される。このフザリウム菌液にラッキョウ種球を浸漬して植え付けると、乾腐病の発病が抑制される。この非病原性フザリウム菌を用いた生物的防除法は、新たな防除法としてウイルスフリーラッキョウに対しても検討がなされている。

わが国の伝統的食品として安定していたラッキョウの消費も、近年若者を中心にラッキョウ離れが見られる。そこで新たな用途が開発され、これまでの甘酢漬のほかにはワイン漬、キムチ漬、花らっきょうラーメンなどが商品化されている。また、子房培養によって新しい作物を作り出す試みがなされている。ラッキョウとネギ、タマネギ、赤タマネギとの間で赤色のラッキョウなど種間雑種が作出され、新たなラッキョウとして研究の進展に期待がかかる。

以上のように、ラッキョウをめぐる情勢は厳しいが、研究機関は産地と協力し、生産の安定と一層の消費拡大に向けて努力を重ねる必要がある。

本会発行の最新刊図書：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) 送料 240 円

「イネいもち病を探る」 ー研究室から現場までー	小野小三郎 著 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
「虫たちと不思議な匂いの世界」	玉木 佳男 著 本文187頁
「日本ローカル昆虫記」 ー虫の心・人の心ー	今村 和夫 著 本文220頁

お申し込みは、直接本会出版部に申し込むか、お近くの書店で取り寄せて下さい(出版者コード:88926)

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)3944-1651 FAX:(03)3944-2103

新しく登録された農薬 (8.4.1~8.4.30)

掲載は、種類名、有効成分及び含有量、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：使用時期及び回数など、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 19171~19231 までの 61 件、有効登録件数は 5457 件)

なお、アンダーラインの付いたものは新規化合物で、〔 〕内は試験段階時の薬剤名である。

「殺虫剤」

ベルメトリン液剤

ベルメトリン 0.010%

ベジタメート AL (8.4.12)

19171 (北興化学)

トマト：アブラムシ類：収穫前日まで：3 回以内：希釈せずそのまま散布する、ピーマン：アブラムシ類：収穫前日まで：5 回以内：希釈せずそのまま散布する、キャベツ：アオムシ：収穫 3 日前まで：5 回以内：希釈せずそのまま散布する

BPMC・MEP マイクロカプセル剤

BPMC 10.0%，MEP 15.0%

スミバツサ MC (8.4.12)

19172 (住友化学)，19173 (北興化学)，19174 (八洲化学)，19175 (サンケイ化学)，19176 (クミアイ化学)

稲：ウンカ類・カメムシ類：収穫 21 日まで：4 回以内：空中散布

テブフェンピラド・BPMC くん煙剤

テブフェンピラド 10.0%，BPMC 4.0%

シーマージェット (8.4.12)

19177 (日本曹達)，19178 (三菱化学)，19179 (新富士化成薬)

いちご：うどんこ病・アブラムシ類・ハダニ類：収穫前日まで：1 回：くん煙，きゅうり：うどんこ病・アブラムシ類：収穫前日まで：1 回：くん煙，なす：アブラムシ類・ハダニ類：収穫前日まで：1 回：くん煙

クロルフェナビル水和剤 [MK-242 水和剤]

クロルフェナビル 10.0%

コテツフロアブル (8.4.25)

19184 (三菱化学)，19185 (クミアイ化学)，19186 (日本曹達)，19187 (三笠化学)

きゅうり：ミナミキイロアザミウマ：前日 2 回，なす：ハダニ類・ミナミキイロアザミウマ：前日 2 回，キャベツ・はくさい：コナガ・アオムシ：7 日 2 回，だいこん：コナガ・アオムシ：14 日 2 回，りんご：キンモンホソガ：21 日 2 回，茶：チャノミドリヒメヨコバイ・チャノキイロアザミウマ・カンザワハダニ：7 日 2 回

フィプロニル粒剤 [RPA-030 粒剤]

フィプロニル 1.0%

プリンス粒剤 (8.4.25)

19223 (ローヌ・プーラン油化アグロ)，19224 (日産化学)，19225 (日本農薬)，19226 (塩野義製薬)

稲 (箱育苗)：ウンカ類・イネミズゾウムシ・イネドロオイムシ・コブノメイガ・ニカメイチュウ：移植前 3 日～移植当日：1 回：本剤の所定量を育苗箱の上から均一に散布する

カルボスルファン・フィプロニル粒剤 [RPA-040 粒剤]

カルボスルファン 2.0%，フィプロニル 1.0%

ガゼットプリンス粒剤 (8.4.25)

19227 (ローヌ・プーラン油化アグロ)，19228 (日産化学)，19229 (アグロス)

稲 (箱育苗)：ウンカ類・イネミズゾウムシ・イネドロオイムシ・コブノメイガ・ニカメイチュウ：移植前 3 日～移植当日：1 回：本剤の所定量を育苗箱の上から均一に散布する

「殺菌剤」

シモキサニル・TPN 水和剤 [DS-9201 水和剤]

シモキサニル 12.0%，TPN 32.0%

ブリザードフロアブル (8.4.25)

19220 (デュボン)，19221 (エス・ディー・エス)，19222 (日本農薬)

ばれいしょ：疫病：7 日 3 回，トマト：疫病：前日 2 回，きゅうり：べと病：前日 3 回，ぶどう：べと病：60 日 3 回

「殺虫殺菌剤」

フィプロニル・イソプロチオラン粒剤 [NNIF-9312 粒剤]

フィプロニル 1.0%，イソプロチオラン 12.0%

フジワンプリンス粒剤 (8.4.25)

19230 (ローヌ・プーラン油化アグロ)，19231 (日本農薬)

稲 (箱育苗)：いもち病・ウンカ類・イネミズゾウムシ・イネドロオイムシ・コブノメイガ・ニカメイチュウ：移植前 3 日～移植当日：1 回：本剤の所定量を育苗箱の上から均一に散布する

「除草剤」

クミルロン粒剤 [JC-940 粒剤]

クミルロン 8.0%

ガミーラ粒剤 (8.4.25)

19180 (日本カーリット)，19181 (丸紅)，19182 (八洲化学)

移植水稻：水田一年生カヤツリグサ科雑草・マツバイ・ホタルイ・ミズガヤツリ・クログワイ・シズイ (東北)：移植後 1~12 日 (ホタルイ 1.5 葉期まで) [東北・北陸では壤土~埴土 (減水深 2 cm/日以下)]・移植後 1~10 日 (ホタルイ 1.5 葉期まで) [関東・東山・東海の普通期栽培地帯では砂壤土~埴土 (減水深 2 cm/日以下)]・移植後 1~7 日 (ホタルイ 1.5 葉期まで但し九州はホタルイ 1 葉期まで) [近畿以西の普通期栽培地帯では砂壤土~埴土 (減水深 1 cm/日以下但し九州は埴土~埴土)]：2 回以内：湛水散布

クミルロン・テニルクロール・ベンゾフェナップ粒剤

[NJM-754 粒剤]

クミロン 5.0%, テニクロール 0.70%, ベンゾフェ
ナップ 4.0%

ハピコラン粒剤 (8.4.25)

19183 (八洲化学)

移植水稻：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・ヘラオモダカ：移
植後 3～15 日 (ノビエ 1.5 葉期まで)：1 回：湛水散
布：北海道・東北・北陸では砂壤土～埴土 (減水深 2
cm/日以下但し、近畿・中国・四国の早期栽培では埴土
～埴土)、移植水稻：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・クログ
ワイ：移植後 3～15 日 (ノビエ 2 葉期まで)：1 回：湛
水散布：関東以西の普通期及び早期栽培地帯では砂壤
土～埴土 (減水深 2 cm/日以下但し、近畿・中国・四国
の早期栽培では埴土～埴土)

シハロホップブチル粒剤 [DEH-112 粒剤]

シハロホップブチル 0.60%

クリンチャー粒剤 (8.4.25)

19188 (ダウ・ケミカル), 19189 (日産化学)

移植水稻：ノビエ：移植後 7～25 日 (ノビエ 3 葉期まで)
但し収穫 70 日前まで：1 回：湛水散布：北海道・東北
では埴土～埴土 (減水深 2 cm/日以下)：北陸・関東以
西の普通期及び早期栽培地帯では砂壤土～埴土 (減水
深 2 cm/日以下)

シハロホップブチル粒剤 [DEH-112-1 キロ粒剤]

シハロホップブチル 1.8%

クリンチャー 1 キロ粒剤 (8.4.25)

19190 (ダウ・ケミカル), 19191 (日産化学), 19192 (北
興化学), 19193 (アグロス), 19194 (日本農薬) 移植
水稻：ノビエ：移植後 7～25 日 (ノビエ 3 葉期まで)
但し収穫 70 日前まで：2 回以内：湛水散布：全域の
普通期及び早期栽培地帯では砂壤土～埴土 (減水深 2
cm/日以下), 湛水直播水稻：ノビエ：は種後 10～25
日 (ノビエ 3 葉期まで) 但し収穫 70 日前まで：2 回以
内：湛水散布：北海道・東北・北陸では埴土～埴土 (減
水深 2 cm/日以下), 関東以西では砂壤土～埴土 (減水
深 2 cm/日以下)

シハロホップブチル乳剤 [DEH-112 乳剤(EW)]

シハロホップブチル 30.0%

クリンチャー EW (8.4.25)

19195 (ダウ・ケミカル), 19196 (日産化学), 19197 (北
興化学), 19198 (アグロス), 19199 (武田薬品)

移植水稻：ノビエ：移植後 20～40 日 (ノビエ 5 葉期ま
で) [但し収穫 60 日前まで (移植前後の初期除草剤と
の体系で使用)：1 回：湛水散布又は落水散布：全域
の普通期及び早期栽培地帯では砂壤土～埴土 (減水深
2 cm/日以下), 乾田直播水稻：水田一年生イネ科雑
草：は種後 10～40 日 (ノビエ 5 葉期まで) (入水前)
但し収穫 60 日前まで [東北・北陸では埴土～埴土,
近畿・中国・四国では埴土～埴土]・は種後 10～20 日
(ノビエ 3 葉期まで) (入水前) 但し収穫 60 日前まで [九
州では埴土]：1 回：雑草茎葉散布

**シハロホップブチル・ベンタゾン液剤 [DEH・BAS マイ
クロエマルジョン]**

シハロホップブチル 3.0%, ベンタゾン 20.0%

クリンチャーパス ME 液剤 (8.4.25)

19200 (ダウ・ケミカル), 19201 (日産化学), 19202 (北
興化学), 19203 (日本農薬)

移植水稻：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 (北海道・東北・
北陸)：移植後 15～40 日 (ノビエ 5 葉期まで) 但し収
穫 60 日前まで・移植後 25～40 日 (ノビエ 5 葉期まで)
但し収穫 60 日前まで (移植前後の初期除草剤との体系
で使用)：1 回：落水散布又はごく浅く湛水して散
布：全域の普通期及び早期栽培地帯では砂壤土～埴土
(減水深 2 cm/日以下, 但し近畿以西は 1.5 cm/日以
下), 乾田直播水稻：水田一年生雑草：は種後 10～40
日 (ノビエ 4.5 葉期まで) (入水前) 但し収穫 60 日前
まで [東北・北陸では埴土～埴土, 近畿・中国・四
国では埴土～埴土]・は種後 10～20 日 (ノビエ 3 葉期
まで) (入水前) 但し収穫 60 日前まで [九州では埴土]：
1 回：雑草茎葉散布

**シハロホップブチル・テニクロール・ベンスルフロン
メチル粒剤**

シハロホップブチル 0.60%, テニクロール 0.70%, ベ
ンスルフロンメチル 0.25%

パピカ粒剤 25 (8.4.25)

19204 (日本農薬), 19205 (北興化学), 19206 (トクヤ
マ), 19207 (デュポン)

移植水稻：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・ヒルムシロ・セ
リ・アオミドロ・藻類による表層はく離 (北海道)：移
植後 5～25 日 (ノビエ 3 葉期まで) [北海道では埴土
～埴土 (減水深 2 cm/日以下)]・移植後 5～20 日 (ノビ
エ 2.5 葉期まで) [東北では埴土～埴土 (減水深 2 cm/
日以下)]：1 回：湛水散布

**シハロホップブチル・テニクロール・ベンスルフロン
メチル粒剤**

シハロホップブチル 0.60%, テニクロール 0.70%, ベ
ンスルフロンメチル 0.17%

パピカ粒剤 17 (8.4.25)

19208 (日本農薬), 19209 (北興化学), 19210 (トクヤ
マ), 19211 (デュポン)

移植水稻：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 (関東・東山・東海)：移植後
5～20 日 (ノビエ 3 葉期まで)：1 回：湛水散布：北
陸・関東・東山・東海の普通期及び早期栽培地帯では
埴土～埴土 (減水深 2 cm/日以下), 近畿・中国・四国
の普通期栽培地帯では砂壤土～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埴土～埴
土 (減水深 1 cm/日以下), 九州の普通期栽培地帯では
砂壤土～埴土 (減水深 1.5 cm/日以下)

**イマゾスルフロン・シハロホップブチル・ジメタメトリ
ン・プレチラクロール粒剤 [TH-913 ADE 1 キロ粒剤]**

イマゾスルフロン 0.90%, シハロホップブチル 1.8%,
ジメタメトリン 0.60%, プレチラクロール 4.5%

シェリフ 1 キロ粒剤 (8.4.25)

19212 (武田薬品), 19213 (大塚化学)

移植水稻：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・クログワイ (東

北)・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)：[北海道では砂壤土～埴土(減水深2cm/日以下但し砂壤土では1.5cm/日以下)，東北では埴土～埴土(減水深1.5cm/日以下)，北陸では砂壤土～埴土(減水深2cm/日以下)]・移植後7～20日(ノビエ3葉期まで)[関東・東山・東海・近畿・中国・四国の普通期及び関東・東山・東海の早期栽培地帯では砂壤土～埴土(減水深2cm/日以下)，近畿・中国・四国の早期栽培地帯では埴土～埴土(減水深1cm/日以下)，九州の早期栽培地帯では砂壤土～埴土(減水深1cm/日以下)，九州の普通期栽培地帯では埴土～埴土(減水深1.5cm/日以下)]：1回：湛水散布

シハロホップブチル・ジメタメトリン・ピラゾスルフロンエチル・シハロホップブチル・ピレチラクロール粒剤〔NC-11 DCD 粒剤〕
シハロホップブチル0.60%，ジメタメトリン0.20%，ピラゾスルフロンエチル0.070%，ピレチラクロール1.5%

ホクト粒剤(8.4.25)

19214(日産化学)，19215(日本チバガイギー)

移植水稻：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(北海道・東北)・オモダカ(東北)・ヒルムシロ・セリ・クログワイ(北海道を除く)・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)：1回：湛水散布：

北海道・東北・北陸・関東・東山・東海の普通期及び早期栽培地帯では埴土～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埴土～埴土(減水深1.5cm/日以下)，九州の普通期栽培地帯では埴土～埴土(減水深1cm/日以下)

シハロホップブチル・ピラゾスルフロンエチル・ブタミホス粒剤〔AGH-925-1 キロ粒剤〕

シハロホップブチル1.8%，ピラゾスルフロンエチル0.30%，ブタミホス9.0%

アグロスター1キロ粒剤(8.4.25)

19216(アグロス)，19217(日産化学)

移植水稻：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)：移植後5～20日(ノビエ3葉期まで)：1回：湛水散布：近畿・中国の普通期栽培地帯では砂壤土～埴土(減水深1cm/日以下)，四国の普通期栽培地帯では埴土～埴土(減水深1cm/日以下)，九州の普通期栽培地帯では埴土～埴土(減水深1cm/日以下)

ジメテナミド乳剤〔SB-508 乳剤〕

ジメテナミド76.0%

フィールドスター乳剤(8.4.25)

19218(エス・ディー・エス)，19219(塩野義製薬)

だいでず・飼料用とうもろこし(北海道を除く)：畑地一年生イネ科雑草：は種後発芽前(雑草発生前)[砂壤土を除く全土壌]：1回：全面土壌散布

主 な 次 号 予 告

次7月号は，下記原稿を掲載する予定です。

特集：昆虫の翅多型

ウナカ類における翅多型——その多様性と意義——

岸本良一

翅多型の機能と進化

藤崎憲治

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

セイヨウナシの新病害“くもの巣病”

那須英夫・金谷 元

炭疽病菌の分類の問題点と同定法

佐藤豊三

アブラナ科植物根こぶ病研究の最近の進歩 田中秀平
欧州における非対象生物に及ぼす化学農薬の影響評価

基準案

平井一男

(リレー随筆)産地の研究室から——地域ブランドを

育てる(10)い草

梶原祐三

植物防疫基礎講座

灰色かび病菌(*Botrytis cinerea*)の選択分離培

地を用いた空中孢子密度測定法

岡田清嗣

農業害虫の薬剤感受性検定マニュアル

(1)連載にあたって

浜 弘司

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

第50巻

平成8年5月25日印刷

第6号

平成8年6月1日発行

平成8年

6月号

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

(毎月1回1日発行)

= 禁 転 載 =

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 (出版部)

振 替 00110-7-177867番

広範囲の作物の病虫害防除に…… 農作物を守る/ 日曹の農業

〈新発売〉

●害虫防除の新戦略!!
- 効果が新鮮 -

モスピラン

●害虫発見、いざ出陣!!
- 難防除害虫に効く -

日曹 **コデツ** フロアブル



○果樹・野菜の病害防除に

日曹 **ゲッター**

○落葉果樹の病害総合防除に

プルーク

○水稻の種子消毒に

日曹 **トリフミンスターナSE**

●ハダニ類の防除に

日曹 **ピラニカ**

◆消泡性展着剤

ラビデン3S

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 **プレクールN**

病虫害防除に 巧みなシュート!!



★巨峰の着粒増加に

日曹 **フラスター**

★畦畔・家周り・空き地・果樹園・桑園の
雑草防除に

クサカットソル

※果実土壌処理防草剤

★イネ科雑草の除草に

生草期処理
除草剤 **ナブ**

★広葉雑草の除草に

日曹 **アクチノール**

●果樹・野菜のハダニ防除に

ニッソラン

●菜・メロン・すいか・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**

※ハウスの省力防除に
日曹のくん煙剤

一段薬剤

トリフミン ジェット

トリアジン ジェット

一段薬剤

マブリック ジェット

二段薬剤

マブリックMP ジェット

ニッソランV ジェット

農薬は、適期・適量・安全使用



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

いのちの輝きを見つめる **Meiji**

備えあれば、憂い……。
予防にまさる防除なし!!



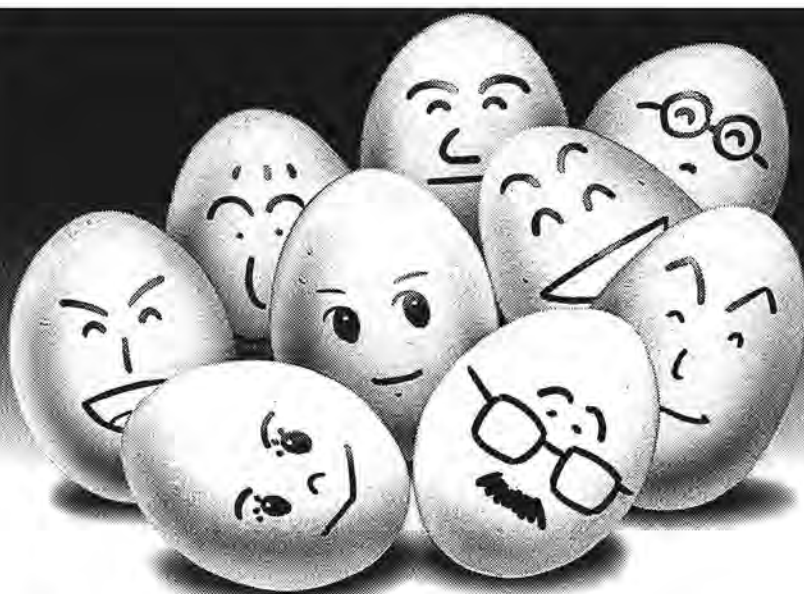
抵抗性誘導型殺菌剤

オリゼメート粒剤

■ '93いもち病警報発令府県
☒ '93いもち病注意報発令都県



明治製菓株式会社
104 東京都中央区京橋2-4-16



多様な個性。
多彩な発想。

●殺虫剤／トレボン・オフナック・アニバース ●除草剤／シンザン ●殺菌剤／ネビジン
●殺虫・殺菌剤／ドクロール・クロールピクリン ●植物生長調整剤／純グリーン



三井東圧化学

TEL 03-3592-4617
FAX 03-3592-4282



三井東圧農薬

TEL 03-3231-0666
FAX 03-3231-0699

“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稻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

全部まとめて、かかってきなさい。



有機ケイ素系殺虫剤

Joker

MR. ジョーカー

粉剤DL

EW

粒剤

水和剤

幅広い殺虫力

水稻、柿、茶の主要害虫をまとめて防除できます。従来の有機リン系・カーバメート系殺虫剤に抵抗性を示す害虫に対しても有効です。また、害虫の齢期や気温の高低などの影響を受けにくいため、安定した効果を発揮します。

ねばり強い効果

効果の持続性に優れるため、少ない散布回数で主要害虫を防除できます。

普通物、A類(原体)

人畜毒性は普通物、魚毒性はA類(原体)です。

(ただし、甲殻類に影響を及ぼすおそれがあるので注意してください。)

水稻の中・後期害虫防除

ウンカ・ヨコバイ類、コブノメイガ、カメムシ類、イナゴ類等中・後期害虫をまとめて防除。

柿の害虫防除

カメムシ類、スリップス、カキノヘタムシガ等を同時防除。

茶の害虫防除

ヨコバイ、スリップス、ハマキムシ類、チャノホソガ等の防除に。

●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。

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る	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:花と緑の害虫虫	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:高品質生産と病虫害防除	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:(イチモンジセリ)	700円
11月:環境保全型農業と病虫害防除	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:(水稻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虫害防除)	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。

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		収穫終了			
			月 日頃	月 日頃				
			剤名		(希釈倍数)			
コナジラミ 密度調査	殺菌剤		月 月		(倍)			
					(倍)			
			(倍)		(倍)			
コナジラミ 密度調査	殺虫剤		月 日		(倍)			
			月 日頃		月 日頃			
コナジラミ 密度調査	天敵 導入前		月 月		(倍)			
			月 日頃		月 日頃			
コメント								

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ドーメン生物産業部 ☎03-3588-7579 までお問い合わせください。



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

え!?

スギナも ラウンドアップ®



NEW

「ラウンドアップ、
スギナにも認可」

平成八年一月十九日、農林水産省農薬登録において、ラウンドアップのスギナへの適用範囲拡大が認可されました。

スギナさえ
根まで枯らします。
新ラウンドアップ。



雑草を根まで枯らすのが、
ラウンドアップです。
スギナを根まで枯らしてしまえば、
長期間抑えられます。

ラウンドアップでスギナを枯らす
4つのポイント。

- (1) 25倍液をしつとり濡れるように。
- (2) 春、目立ってきたら散布適期。
(草丈20cmぐらいが目安)
- (3) 他の草と混成しているところでは、
スギナに着くよう丁寧に。
- (4) 散布後の雨に注意。

葉から入って根まで枯らすので60日以上効果。

ラウンドアップ

©モンスターカンパニー登録商標

※詳しい資料をご希望の方は、ハガキに資料請求券を貼付して、〒101-91 千代田区神田郵便局私書箱195号「日本モンサントお客様係」までご請求ください。
TEL.03-3252-4225/FAX.03-3252-9081

資料請求券
R-補助券

★ 日産化学

奏でるのは、
実りの前奏曲。
プレリュード。



- 優れた抗菌力で、馬鹿苗病、ごま葉枯病、いもち病を同時に防除します。
- 低温時でも安定した消毒効果を示し、他剤の耐性菌にも高い効果があります。
- 乳剤なので薬剤の均一性が高く、攪拌の必要がありません。
- 種粒への吸着（浸透）に優れているので、消毒後は風乾せずに浸種できます。

適用病害と使用方法

作物名	適用病害名	希釈倍数	使用時期	本剤及びフ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	1000倍	浸種前	1回	24時間種子浸漬
	馬鹿苗病	100倍			10分間種子浸漬
	乾燥種粒	40倍			吹付け処理 (種子消毒機使用)
	ごま葉枯病	1kg当り 希釈液30ml			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

実りのプレリュード・種子消毒剤

スポルタック[®] 乳剤

●フロクロラズ25% SPORTAK[®]

®はアグレコUK社の登録商標

緑の鼓動——たくましく。

穂いもち防除
プラスアルファ
登熟歩合向上



フジワン[®]粒剤

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

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

アルヒカフロアブル

商：クミアイ化学工業株式会社登録商標

●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

店登録商標です。



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

使いやすさで考えてみよう

広く使えるダイアジノン粒剤は野菜畑 の常備薬です。



ダイアジノン粒剤は、畑作物で重要な
土壌害虫を中心に、各種作物の害虫
に対して幅広く利用できます。
それに、ダイアジノン粒剤は、適用作物
の種類が多く、使いやすい薬剤です。
害虫防除の常備薬として、いつも用意
しておきたい便利な殺虫剤です。

ダイアジノン[®] 粒剤

ダイアジノン普及会事務局 日本化薬株式会社
〒102 東京都千代田区富士見1-11-2 ☎03-3237-5223

定価 八〇〇円(本体七十七円)(送料七六円)