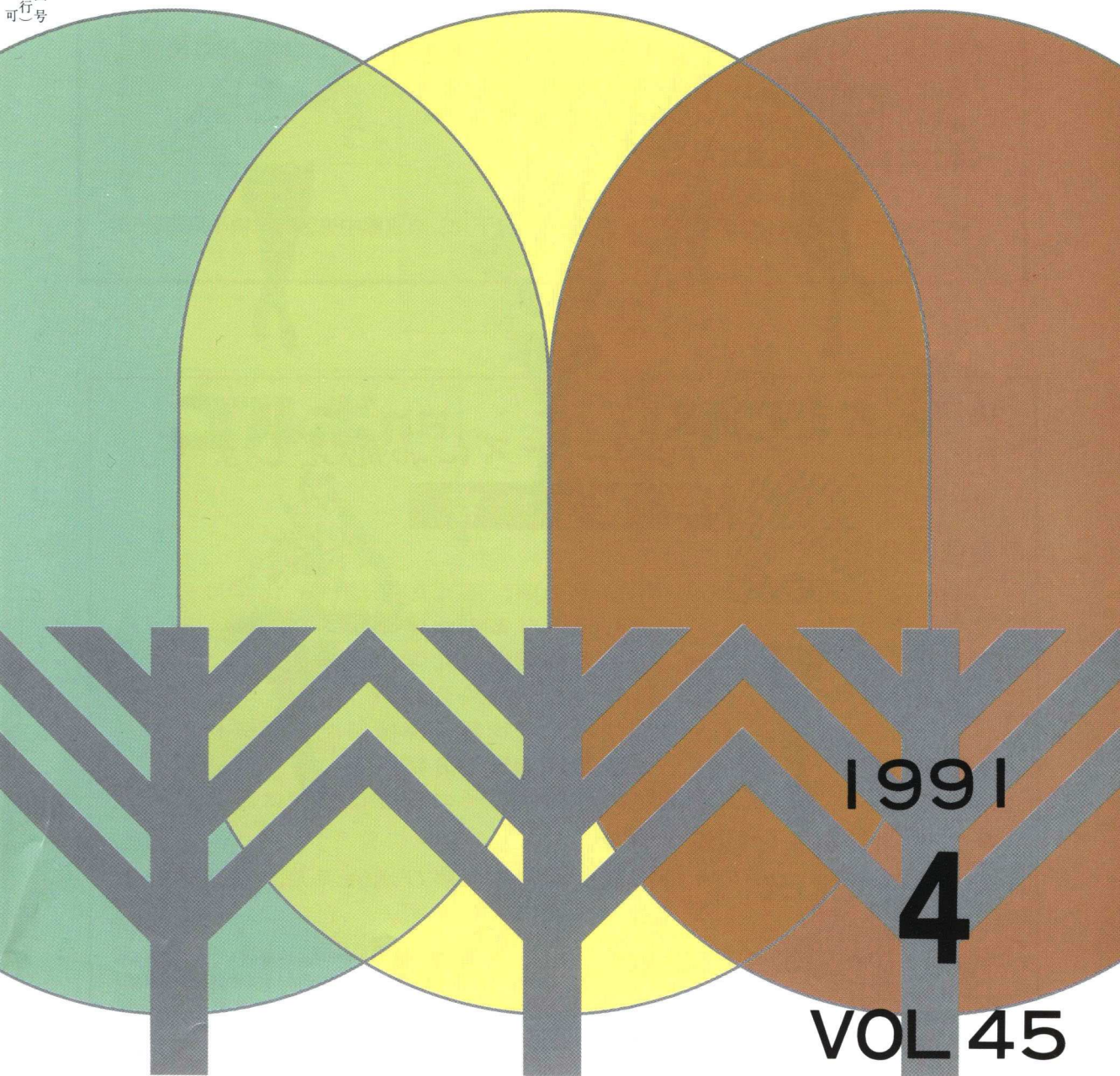


昭和四十四年三月二十五日
平成四年四月十五日
第三行印刷
第四卷
第四号
植物防疫
郵便物
種別
認可

植物防疫



1991

4

VOL 45

広に適用病害と優れた経済性

パルノックス 水和剤

- 普通物で安全。
- 薬剤費が安く経済的。
- 耐性菌の心配なし。

- りんご……黒星病、斑点落葉病、赤星病、黒点病、すす点病、すす斑病
- なし……黒星病、黒斑病、赤星病
- もも……縮葉病、黒星病、灰星病
- かき……円星落葉病



大内新興化学工業株式会社

〒103 東京都中央区日本橋小舟町7-4

正確・迅速をモットーに 時代のニーズにお応えします。

業 務 内 容

●依頼分析

植栽地、緑地-----植栽地土壌、客土の物理性、化学性分析
考古学分野-----遺跡土壌などの化学分析
農耕地・その他の土壌---土壌の物理性、化学性分析
植物体分析-----植物体の無機成分分析
肥料分析-----植物質、動物質、無機質肥料の分析
土壌汚染-----土壌汚染物質の分析
その他、水質、産業廃棄物の分析は、その都度ご相談に応じます。

●土壌調査および植生テスト

依頼分析のための土壌調査、採取、および活性汚泥、産業廃棄物に係わる植生テストなどもご相談に応じます。

パルノ・サーヴェイ株式会社

地質調査業者
計量証明事業

質 80-982
群馬県 環 第17号

本 社 〒103 東京都中央区日本橋室町2-1-1三井ビル
TEL 03(3241)4566 FAX 03(3241)4597
研究所 〒375 群馬県藤岡市岡之郷戸崎559-3
TEL 0274(42)8129 FAX 0274(42)7950

がんこな草に、今年も効きます。



水田除草に新しい時代をひらいたDPX-84^{*}剤

※DPX-84の一般名はペンシルフロンメチル



デュポン ジャパン



デュポン ジャパン リミテッド 農業事業部

〒105 東京都港区虎ノ門2-10-1 新日鉱ビル・デュポンタワー TEL.(03)3224-8683

ホクコーの主要防除剤

●いもち病防除剤

カスラフサイド 粉剤DL 水和剤

ヒノラフサイド 粉剤DL 水和剤

オリゼメート 粒剤

●イネミズソウムシ・いもち病・ウンカ類防除に／

オリゼメートトレボン 粒剤L

●紋枯病やっぱり決め手の

バリダシン 液剤5

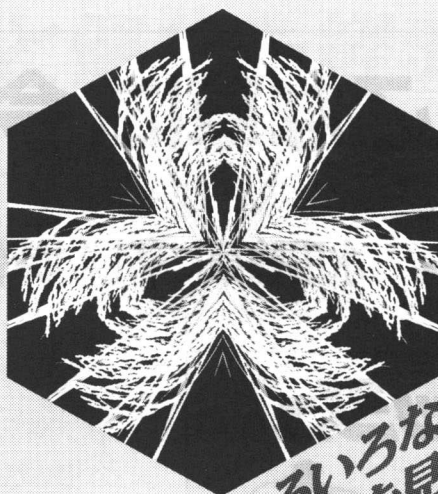
●水稻倒伏軽減剤

セリタード 粒剤5

●イネミズソウムシ・イネドロオイムシ防除剤

シクロサル 粒剤2

シクロサルナック 粒剤



いろいろな視点で
収穫を見つめて。

●果樹・畑作・その他除草剤

ポラリス 液剤

ハービエース 水溶剤

農薬会社は、日本農業の発展を願い、
安全で効果の高い農薬を創りおとどけています。



農協
経済連
全農



北興化学工業株式会社
東京都中央区日本橋本石町4-4-20

発生予察用フェロモン製剤

SEルアー

- ▶ニカメイガ用
- ▶シバツトガ用
- ▶シロイチモジヨトウ用
- ▶スジキリヨトウ用
- ▶チャノホソガ用
- ▶アリモドキゾウムシ用

発生予察用誘引剤

新
発
売

コガネコーⅡA

- ▶マメコガネ用

コガネコーⅡC

- ▶コアオハナムグリ、アシナガコガネ用

●発生予察用フェロモン製剤は、順次品目を追加していきます。



サンケイ化学株式会社

本社 ☎890 鹿児島市都元町880番地 ☎(0992)54-1161
東京本社 ☎101 東京都千代田区神田司町2-1 ☎(03)3294-6981

植物防疫

Shokubutsu bōeki
(Plant Protection)

第 45 卷 第 4 号
平成 3 年 4 月号

目 次

平成 3 年度の植物防疫関係事業の進め方について	関口 洋一	1
植物防疫研究課題の概要	鳥山 和伸	3
カルガモによる水稻の被害とその回避技術	石崎 久次	7
テンサイ根腐病菌にみる寒冷適応性	百町 満朗	12
合成ピレスロイド剤と有機リン剤との協力作用——特にハダニ類に対して——	佐藤 泰典	16
脱皮ホルモン様活性物質, RH-5849 の鱗翅目昆虫に対する作用	竹田 敏・立石 剣・木内 信	21
テンサイそう根病ウイルス (BNYVV) 遺伝子の生物学的機能	玉田 哲男	25
昆虫の大量細胞培養による天敵ウイルスの生産	小池 勝	29
マイクロカプセル化農薬	大坪 敏朗・澤田 重典・辻 孝三	33
海外ニュース: フィリピンにおけるマンゴー果実生産とマンゴーヨコバイ類の防除	坂神 泰輔	37
ファイトアレキシンに関する研究とその病害防除への貢献	真山 滋志	38
新しく登録された農薬 (3.2.1~2.28)		43
学界だより		36
協会だより		6
人事消息		6
新刊紹介		20
次号予告		36



「確かさ」で選ぶ…バイエルの農薬

●いもち病に理想の複合剤

ヒノラスサイド®

●いもち病の予防・治療効果が高い

ヒノザン®

●いもち・穂枯れ・カメムシなどに

ヒノバイジット®

●いもち・穂枯れ・カメムシ・ウンカなどに

ヒノラスバイパス®

●紋枯病に効果の高い

モンセレン®

●いもち・穂枯れ・紋枯病などに

ヒノラスモンセレン®

●イネミズ・カメムシ・メイチュウに

バイジット®

●イネミズ・ソウムシ・メイチュウに

バサジット®

●イネミズ・ドロオイ・ウンカなどに

サンサイド®

●イネミズ・ウンカ・ツマグロヨコバイに

D.S. アイスストン®

●イネミズ・ウンカ・ツマグロヨコバイに

●さび病・うどんこ病に

バイレトン®

●果樹の黒星病・赤星病・灰星病・

野菜のうどんこ病に

バイコラル®

●灰色かび病に

ユーパレン®

●うどんこ病・オンシツコナジラ

ミなどに

モレスタン®

●斑点落葉病・黒星病・黒斑病などに

アントラコール®

●コナガ・ヨトウ・アオムシ・

ハマキムシ・スリップスに

トクチオン®

●ミナミキイロアザミウマに

ホルスター®

●各種アブラムシに

アリルメート®

●ウンカ・ヨコバイ・アブラムシ・

ネダニなどに

アイシストン®

●新しい時代のヒエ齊り登場

ヒノクロア®

●初・中期一発処理除草剤

特農 **シンサン®**

●初・中期一発処理除草剤

特農 **ザーク®**

●初・中期一発処理除草剤

特農 **アクト®**

●中期除草剤

クロアSM®

●バレイシヨ・アスバラの除草剤

センコル®



®は登録商標

日本特殊農薬製造株式会社

東京都中央区日本橋本町2-7-1 ☎ 103

ガス抜きのない
殺センチュウ粒剤
キスジノミハムシにも著効!



新発売

●農薬は正しく使いましょう。

ボルテージ粒剤6

【使用方法】

- きゅうり、トマトのネコブセンチュウ防除には播種前または定植前に土壤に全面散布して土壤混和する。
- だいこんのネグサレセンチュウ防除には播種前に土壤に全面散布して土壤混和する。
- キスジノミハムシの防除には播溝処理して土壤混和する。

武田薬品工業株式会社

アグロ事業部 東京都中央区日本橋2丁目12番10号

平成3年度の植物防疫関係事業の進め方について

農林水産省農蚕園芸局植物防疫課 関 口 洋 一

ガット・ウルグアイ・ラウンド農業交渉の場において、米の国内自給問題がクローズアップされたことなどを大きな契機として、わが国において農業が果たすべき役割の整理が進みつつある。

その骨子は、

1. 農業は、国民生活にとって最も基礎的な食料の安定供給を図るという重大な使命を担っているほか、地域社会の活力の維持、国土・自然環境の保全など、わが国経済社会の発展と国民生活の安定を図る上で、不可欠な役割を果たしていること。

2. わが国は、国土が狭いという制約はあるものの、温暖多雨な気候に恵まれ、南北に長く変化に富んだ自然条件にあり、多様な農業の発展を図る上で有利な条件を備えていること。

3. このため、それぞれの地域が持つ自然・立地条件を活かし、より一層の生産性の向上を進め、国内での基本的な食料供給力の確保を図りつつ、良質かつ安全な食料の安定供給に努めるとともに、豊かな自然環境の積極的な保全に努めること。

とされている。

今後においては、このような基本的考え方のもとに諸施策が進められることとなるが、植物防疫分野においても、一層の病虫害や雑草の効率的防除や農薬の農作物への残留対策を進めるとともに、より環境に配慮した病虫害・雑草防除を進めることが必要となってきた。

このような最近の農業や病虫害・雑草防除を巡る複雑な情勢に配慮するとともに、これまで実施してきた植物防疫施策を整理して示したのが平成2年12月25日付けの「病虫害・雑草防除における農薬の適正使用の徹底について」の通達である。この通達の冒頭に述べられているように、病虫害や雑草の防除は農業生産の安定、生産性の向上、農作物の品質向上等の面で重要な役割を果たしており、その中であって、農薬は防除に不可欠の資材として広く用いられており、農薬のこのような位置は今後とも変わらないものと考えられる。また、水田や畑等の農耕地は全くの自然ではなく、農作物を生産する場であり、農作物に最適の条件をつくりだす必要があり、このために農薬は積極的な役割を果たすべきであるが、農

耕地以外の自然環境への影響については一層十分な配慮が必要となろう。また、防除コストや労働力に配慮しつつ、耕種的防除法や物理的防除法を活用することもより重要となろう。

平成3年度の予算もこのような状況を背景としており、新規事業としては、要防除水準の設定と活用を主要な事業内容とする「多様化防除推進事業」及び病虫害発生予察の拡充をめざす「花き類病虫害発生予察実験事業」が認められている。

以下、平成3年度における植物防疫事業の進め方について概要を説明する。

1 病虫害発生予察の拡充・強化

病虫害の発生状況を調査、予測し、その情報を関係者に提供する発生予察事業は、適正で効率的な病虫害防除を進めるための基本であり、今後においてはより一層重要な役割を果たすことが期待される。

このためには、発生予察技術の開発に努めるとともに、薬剤耐性菌や薬剤抵抗性害虫の発生の状況や防止策などをも含めた、現地で活用できる広範囲な植物防疫情報を迅速に関係者に提供する必要があり、そのための体制整備や予算の確保に努めていきたい。

また、農作物の種類や品種の変化に応じた発生予察を進めることも重要であり、平成3年度からは生産の増加が著しい花き類のうち、きく、ゆり、つつじ類など7種類の露地栽培花きの病虫害について、発生予察法を開発するための実験事業を開始する。

2 要防除水準の設定とその活用

病虫害の要防除水準については、主要なものについての設定が進みつつあるが、適正な病虫害防除を進めるに当たっては発生予察情報とともに要防除水準の活用が不可欠であるので、さらにその設定を推進するとともに、農家段階における積極的な活用を進めることも重要である。

また、要防除水準の設定に当たっては、病虫害の被害を最小限に抑えた高い要防除水準とともに、許容できる範囲内での若干の被害がでるような低い要防除水準をも設定することも必要な社会的情勢も生まれつつある。

このような考え方に基づいて平成3年度から新たに実施されるのが、「多様化ニーズ対応型防除推進事業」である。この事業は、主要14農作物のそれぞれの主要病虫害

についてニーズに応じた多段階の要防除水準を設定し、その活用を図ろうとするもので、平成3年度においては、水稻、みかん、はくさい等7作物の病害虫が対象とされる。

なお、この事業においては同時に効率的な農薬散布の観点から、額縁散布やスポット散布の実用化の可能性を検討することも事業内容である。

3 多様な防除方法の普及

病害虫や雑草の防除に当たっては、農薬の使用量を極力節減するなどの理由から、輪作、抵抗性品種の利用などの耕種的防除法、捕食性や寄生性の天敵昆虫利用による生物的防除法などの実用化について再検討することも必要となりつつある。

また、性フェロモンの利用による防除法や天敵微生物の利用による防除法など比較的近年に開発された技術についても、防除コストや労働力に与える影響について慎重に考慮しつつ、その確立や早急な普及を図る必要があり、「高度防除技術推進特別対策事業」、「病害虫総合制御技術推進特別対策事業」などの関連助成事業の積極的活用が望まれる。

なお、平成3年度からは新たに民間団体の参加する研究組合に助成し、病害虫に寄生するウイルス病などの実用化を推進することを目的とする「天敵生物利用円滑化推進事業」が新たに開始される。事業内容としては、微生物の効率的な大量増殖法や安定的な貯蔵、輸送技術などの開発を進め、これら微生物の早急な実用化を進めようとするものである。

さらに無人ヘリコプターについては、調査や展示事業の成果により水稻については実用化が可能であると判断されるので、使用される農薬の農薬取締法上の取扱い、無人ヘリコプターによる防除を実施する防除業者の届出の取扱い等を早急に整理し、できる限り早い機会に一般的使用が可能となるよう措置する考えであるので、他の防除法と組み合わせるなどその活用を図られたい。

4 農薬使用の一層の適正化

農薬の使用に当たっては、必ず農薬取締法に基づき登録された農薬を使用し、安全使用基準等に定められた適用病害虫、適用作物の範囲、使用回数、使用方法等を守るよう指導しているところであり、このような農薬の適

正な使用をより厳正に指導する必要が生じている。このためには、生産現場における農薬の使用状況についての実態把握を的確に行うことがまず必要であり、これらの結果に基づいて徹底した指導が必要となろう。

また、近年環境への配慮を要請されることが多くなってきているところから、農薬の河川や湖沼への流出により水生動物に影響が及んだり、周辺への飛散による被害が出ないように、地形や散布時の気象に十分配慮することも忘れてはならない。

このような観点から平成3年度から新たに実施されるのが、「残留農薬安全推進特別対策事業」の中に新たな事業メニューとして追加された「残留農薬安全啓発推進事業」であり、具体的には都道府県の病害虫防除所の中に残留農薬の相談窓口を設置して、情報の収集や提供にあたることとされる。

また、農薬検査所においては、適正な農薬の流通を図るため、「農薬類似品緊急対策事業」が新たに実施される。

なお、有人ヘリコプターによる農薬の空中散布については、農村における近年の混住化等周辺の状況に応じて散布地域の点検、見直しについて、指導するよう心がけたい。

5 輸出入植物検疫への対応

輸出入植物の検疫にあたる植物防疫所については、輸入植物類の増加が続いていることや、検疫の迅速化が強く要請されていることから、近年人員の増加が進められており、平成3年度においても成田空港や地方空港の整備などのため、22人の増員が認められている。

また、輸入禁止品目に関する解禁が順次行われてきており、海外派遣要員の養成が重要な課題となってきたことから、平成3年度においては海外研修の充実に努めることとしている。

植物検疫については、ガット・ウルグアイ・ラウンドの場においてその国際的調和や紛争処理の解決法などが議論されてきており、また、国内的には行政監察の対象とされるなど、周辺環境は厳しいものがあるが、これらの論議や結果を注視しつつ、これまでと同様に純技術的な立場から植物検疫上の課題について解決にあたることが重要であると考えている。

植物防疫研究課題の概要

農林水産省農林水産技術会議事務局
鳥 山 和 伸

はじめに

農林水産省の平成3年度予算要求（一般会計）は、対前年度比4.6%増の3兆2,658億円となり、その中で農林水産技術会議予算要求は、67,945百万円で5.05%増となった。今年度の農林水産技術会議関係予算要求の特徴を要約すると以下ようになる。

まず、近年における先端技術の著しい発展を踏まえ、農林水産業・食品産業等の生産性の飛躍的向上、農産物・食品の高付加価値化等を図るため、①イネ・ゲノム解析研究、糖質工学等の基礎的・先導的研究の強化を行う、②ファクトデータベース等の情報基盤の整備による研究開発の基盤の強化を図る、③官民交流共同研究、農林交流センターにおけるワークショップ等の開催、二国間研究交流の推進等の拡充により一層の研究交流の推進と民間等の研究開発に対する支援等を図ること、等に重点が置かれている。

つぎに、重要政策課題に対応した研究開発予算として、①農林水産物の新需要創出のための研究、②高度化・多様化する消費ニーズに対応した研究、③地球環境規模の環境問題等に対応した研究等が重点項目となっている。

さらに、研究助成関係では、①水田農業確立後期対策の趣旨等を踏まえて実施する地域水田農業技術確立のための試験研究、②地域バイオテクノロジー等新技術共同研究開発促進事業の実施、③指定試験事業における高品質品種の開発を一層推進するため、小麦及び大豆の育種について、品質検定の充実・強化を図ること等に重点が置かれている。

平成3年度に実施予定の試験研究の中で、植物防疫関係のプロジェクト研究は以下に述べるとおりである。

I 技術研究の強化経費

1 総合的開発研究

「小麦を主体とする水田畑作物の高品質化及び生産性向上技術の開発（水田畑作）」（平成3～8年度、376百万円）

わが国農産物の高品質化及び低コスト化を図るため、小麦については、外国産小麦の品質（ASW級）を超える

品種を育成するとともに、大豆等転作作物の生産性向上技術を開発し、これら技術を組み合わせた高位安定輪作技術体系を確立することを目指す。病害虫関係では、大豆主要病虫害の遺伝的・環境的制御技術の開発に2場所が参画している（表-1参照）。

2 大型別枠研究

（1）「生物情報の解明と制御による新農林水産技術の開発に関する総合研究（生物情報）」（昭和63年度～平成9年度、451百万円）

生物体内の刺激や情報の伝達機構を、ホルモン、酵素のレベルで解明及び制御することにより、次世代の高水準農林水産技術につなげることを目指す。第2期（平成3年度～）では、これら生体内情報の発現機構の解明に向けて研究の展開が図られ、第3期の発現制御研究へとつなげる予定である。なお、参画場所は、表-1に示す以外に委託先として埼玉医大、筑波大、東京学芸大、東京大、神戸大、佐賀大、大阪大、東北大の協力を得て実施している。

（2）「農林水産系生態秩序の解明と最適制御に関する総合研究（生態秩序）」（平成元年度～平成10年度、426百万円）

個体群、群集、群落等各レベルにおける生物個体間の相互作用にかかわる諸因子を明らかにし、それを積極的に利用することにより農林水産生物の資源管理、生産技術、生産環境の最適制御技術の開発を目指す。参画場所は、表-1以外に委託先として北海道大、北海道東海大、京都大、島根大、岡山大、及び国立遺伝研究所の協力を得ている。

（3）「新需要創出のための生物機能の開発・利用技術の開発に関する総合研究（新需要創出）」（平成3年度～平成12年度、438百万円）

農林水産物の従来の用途を一層拡大するとともに、新たな需要を喚起し、新しい形質や機能を備えた産業用素材等（生分解性プラスチック等）を開発するため、南北に長いわが国の多様な生物資源の有する機能に着目し、それらの持つ新たな特性の解明・評価及び変換技術等の開発を目指す。なお、病害虫関係の研究室は、森林総研の1研究室のみである。

3 一般別枠研究

（1）「地球環境変化に伴う農林水産生態系の動態解

明と予測技術の開発(地球環境)」(平成2～7年度, 146百万円)

地球環境の変化(温暖化)が, ①農林水産生物の成長・生理(生産量, 肥料・水分の吸収効率等), ②農業環境(害虫の分布と多発化, 雑草の繁茂, 共生微生物等), ③農林漁業生産(栽培適地の移動, 栽培可能期間等)に及ぼす影響について, 既存データと環境調節装置を用いたモデル実験等により予測し, 気候変動シナリオをもとに日本及び世界における農林漁業生産の量的変動や生産地域の変動を予測する。また, 温暖化が炭酸ガス循環に及ぼす影響についても検討し, 対策技術の開発に資する。参画場所は表-1に示した(以下同様)。

(2) 「植物免疫作用等の生物機能を活用した農産物の安全性向上技術の開発(安全性農産物)」(平成3～7年度, 84百万円)

農産物の健全性の向上に資する観点から, 主要穀物(米, 麦, 大豆)及び飼料作物を対象として, 植物免疫作用及び微生物機能を利用した病害抑制技術の開発, フェ

ロモン等の生理活性物質及び天敵を利用した害虫の抑制技術, 微生物による農薬分解機構の解明等を行い, 化学資材の投入を抑える技術を開発するとともに農産物中の微生物産生毒素を低減化する技術を開発する。本研究では病虫害関係研究室の参画が多い。また, 植物免疫作用を利用した病害抑制技術の開発等では, 茨城大と京都府立大に, 微生物毒素関連では千葉大に一部研究を委託し, プロジェクト研究としての実効を挙げようとしている。

4 特別研究

平成3年度の総予算額は466百万円, 実施課題数は23である。病虫害関係では, 新たに「きのこ病害虫の発生機構の解明と生態的防除技術の開発(きのこ病害虫)」(平成3～6年度)に着手する。この課題では, きのこの菌床栽培が増加する中で, 防除薬剤の残留期間が長くなる傾向があるので, シイタケ, ヒラタケ等を対象に生態的防除技術の確立を目指す。

継続課題は, 「微生物利用土壌改良資材の効果判定技術の開発(微生物資材)」(平成元～3年度), 「マージ土壌地

表-1 作物及び樹木に関する病虫害分野の農水省プロジェクト研究と参画農水省場所一覧(平成3年度実施分)

プロジェクト名(略称)	農セ	生物	環境	草地	果樹	野茶	北海	東北	北陸	中国	四国	九州	蚕昆	食総	熱帯	森林
【総合的開発研究】																
1 水田畑作	○										○					
2 新形質米								○								
【大型別枠研究】																
3 生物情報	○	○	○		○			○		○			○			
4 生態秩序	○		○		○	○	○		○	○		○	○			○
5 新需要創出																○
【一般別枠研究】																
6 地球環境			○									○				
7 安全性農産物	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○		
【特別研究】																
8 マメ科樹木																○
9 微生物資材			○									○			○	
10 マージ土壌																
11 スギ・ヒノキ穿孔害虫																○
12 実験昆虫					○								○			
13 きのこと病害虫																○
【侵入病虫害研究】						○				○	○					
14 タバココナジラミ防除																
【熱帯農業プロジェクト】																
15 熱帯果樹ウイルス病害															○	
16 東南ア水稻移動害虫															○	
17 マイコプラズマ様病原															○	
【バイオテック先端技術開発】																
18 バイオテック育種	○	○		○	○		○	○				○				
19 組換え体安全性評価		○	○													

注: 研究委託先の大学等については, 本文中に示した。

帯における新規作物の導入・定着技術の開発（マージ土壤）」（平成元～3年度）,「スギ・ヒノキ穿孔性害虫の生物的防除技術の開発（スギヒノキ）」（平成元～4年度）,「昆虫機能実験系及び昆虫細胞培養系の開発（実験昆虫）」（平成2～4年度）である。

5 侵入害虫研究

「シロイチモジヨトウの防除に関する研究」（昭和63～平成2年度）が終了し、新たに「タバコナジラミの防除に関する研究」（平成3年度～, 314百万円）が開始される。本研究では、施設野菜等で発生が目立ち、薬剤抵抗性が強く、黄化萎縮病等のウイルス病を媒介するおそれのあるタバコナジラミについて、生理・生態、寄主選好性、天敵等の調査・解明を行い、総合的防除法の策定を行う。

6 熱帯農業プロジェクト研究

平成3年度予算の総予算は716百万円である。病害虫関係の新規課題として、「東南アジアにおけるマイコプラズマ様病原体による病害の実態の解明と防除法の確立」（平成3～7年度, 13百万, タイ, 熱帯農業研究センター）が開始される。

7 バイテク先端技術開発研究

（1）「バイテク植物育種に関する総合研究」（昭和61年度～平成12年度, 460百万）

飛躍的な生産性を持ち、劣悪環境にも適応できる新資源作物及び多様化する消費者ニーズに対応した画期的な形質を持つ新資源作物を作出するため、バイテク手法を活用した総合研究を実施している。

（2）「組換え体の生態系導入のためのアセスメント手法の開発」（平成2～4年度, 91百万）

組換え体の野外利用に伴う科学的かつ簡便な影響評価基準を早急に策定することを目的として、組換え体の高速・高感度検出手法、導入遺伝子の環境への影響評価、開放系における組換え微生物の安全管理手法等を開発す

る。

8 民間技術開発研究

「農薬生産の効率化のための高度生合成系利用技術の開発」（平成元～5年度：農薬バイオテクノロジー開発技術研究組合）を実施中である。

II 他省庁計上予算

科学技術庁、環境庁の一括計上予算の中で関連した試験研究を行っている。本年度は、技術会議のプロジェクト研究総予算（総額54億円）の中で他省庁計上分は6億円（11%）に昇る。このうち、科学技術庁の原子力関係経費として337百万円、地球科学技術関係経費として90百万円、環境庁の公害防止等試験研究経費として132百万円が予定されている。

1 科学技術庁関係

科学技術振興調整費については、現段階では未定であるが、個別重要国際共同研究、重点基礎研究では病害虫

表-2 病害虫分野の指定試験

試験研究機関名	試験課題名
福島農試	不良環境下におけるいもち病の生態的防除法
富山農技センター 野菜花き試	チューリップなど球根類のウイルス病の生態的防除法
茨城農試	畑土壌病害（フザリウム、リゾクトニア）の生態的防除法
愛知農総試山間技術 実験農場	いもち病抵抗性検定と菌の変異
静岡農試	水田高度利用における施設果菜の病害防除法
山口農試	牧草飼料作物の病害防除法
長崎農試愛野 ばれいしょ支場	暖地ばれいしょ主要病害の基礎生態の解明と制御技術の開発
鹿児島農試大隅支場	暖地畑作物の害虫防除法
沖縄農試	サトウキビ害虫防除法
沖縄農試	ミバエ類防除法

表-3 地域重要新技術開発促進研究

研究課題名	年度	参加都道府県名
ブドウ枝彫病の複合的防除法の開発	元～4年度	佐賀, 福岡, 大分
水稻の生態系活用型生産技術の確立	元～3年度	新潟, 宮城, 長野, 鳥取, 佐賀
拮抗植物を利用した野菜・花きの有害土壌線虫の制御技術の開発	元～3年度	三重, 神奈川, 愛知
大規模産地における露地野菜の生態系活用型生産技術の開発	元～3年度	千葉, 北海道, 山形, 岐阜
西南暖地における野菜の生態系活用型生産技術の確立	元～3年度	奈良, 高知, 宮崎
根圏効果に基づく施設果菜類の好適土壌環境の解明と土壌管理技術の確立	元～3年度	長崎, 宮崎, 鹿児島
育苗期に発生する種子伝染性イネ細菌病の制御技術の開発	2～4年度	宮城, 岩手, 山形
地域特産畑豆類の高位安定生産のための土壌害虫の生態的制御技術の開発	2～4年度	茨城, 栃木, 埼玉
果菜類の好湿性病害・灰色かび病の複合管理による防除法の確立	2～4年度	兵庫, 大阪, 和歌山, 鳥取
広食性新発害虫シロイチモジヨトウの発生態の解明と総合防除法の確立	2～4年度	大分, 長崎, 鹿児島

関係はかなりの数の課題が提案されており、現在科学技術庁で検討中である。

原子力試験研究費については「遺伝子操作によるサツマイモのウイルス病抵抗性向上のための RI 利用研究」(平成 2～4 年度, 1 百万円, 九州農試)が推進され, 新たに「バイオテクノロジーによる立体異性農薬の特異的標識化技術の開発とその利用」(平成 3～6 年度, 12 百万円, 農業環境技術研究所)が開始される。

地域流動研究では, 「マングローブ林を中心とした生態系解明に関する研究」(平成 2～4 年度, 森林総研)が, 実施されている。

2 環境庁関係

公害防止等試験研究として, 「野生鳥獣による農林産物被害防止等を目的とした個体群管理手法及び防止技術に関する研究」(平成 2～6 年度, 森林総研, 農環研, 農研センター)が, 実施されている。なお, 平成 2 年度から発足した地球環境研究総合推進費の平成 3 年度予算については, 現在環境庁で課題選定中である。

Ⅲ 指 定 試 験

病害虫試験は, 平成 2 年度実施課題のうち所定の成果をおさめた「暖地果樹吸蛾の防除法に関する試験(愛媛果樹試験場)」を平成 2 年度一杯で終了し, 平成 3 年度は 10 課題(表-2 参照), 事業費 30 百万円で委託実施する。

Ⅳ 都道府県の試験研究の助成

「農業関係特定研究開発促進費(地域水田農業確立試験研究)」(昭和 63 年度～平成 5 年度, 233 百万円)が実施されている。

「地域バイオテクノロジー実用化技術研究開発促進費(地域バイオテク)」(平成 3～7 年度, 154 百万円)の課題については, 「複数のウイルスに対する高度防除技術の確立」の課題が平成 3 年度から実施予定であるが, 参加都道府県については現在選定中である。

「地域重要新技術開発促進費」(昭和 61 年度～, 314 百万円)では, 病害虫関連として, 継続課題が 10 課題(表-3)で, 平成 3 年度からの新規課題については現在検討中である。

Ⅴ 国と都道府県との共同研究

都道府県との共同試験研究を推進するため 29 百万円が計上されている。病害虫関係の課題として「中山間地域の難防除病害虫の発生生態の解明と生態系活用型等新制御法の開発」(平成 2～4 年度, 農業研究センター, 長野県)が実施されている。

Ⅵ 官民交流共同研究

「植物寄生細菌の細胞壁分解酵素遺伝子の発現とその利用に関する研究」(平成元～3 年度, 農業生物資源研究所, ヤクルト本社(株))が実施されている。

人 事 消 息

(2 月 10 日付)

佐藤章夫氏(北海道農試生産環境部病害研究室主研)は CIP 派遣職員に

(3 月 1 日付)

飯野久栄氏(食総研食品保全部長)は農研センター併任に
三輪睿太郎氏(技会事務局研究管理官〔体制担当〕)は技会事務局開発課長に

中島征夫氏(技会事務局研究管理官〔運営担当〕)は技会

事務局研究管理官〔体制担当〕に

梅川 学氏(九州農試地域基盤研究部微生物制御研究室長)は中国農試企画連絡室企画科長に

ダウ・ケミカル日本株式会社コントローラー一部は 2 月 12 日付けで下記の住所に移転した。

住 所: 〒105 港区芝浦 1-2-1 シーバンス N 館

電 話: 03-5440-3450 (代表)

FAX: 03-5440-3530

協 会 だ よ り

○植物ウイルス検定用抗血清の配布(平成 3 年度)について

当協会では, 植物ウイルス診断用抗血清を作製し, 各

種血清試験法用に調製し, 実費配布しておりますが, 平成 3 年度に配布可能な種類が決まりましたので, お知らせいたします。

なお, 配布可能な抗血清の一覧表は, 後付広告中に掲載しておりますので, ご覧下さい。

カルガモによる水稻の被害とその回避技術

社団法人石川県植物防疫協会 いし ぎき ひき つぐ
石 崎 久 次

はじめに

石川県内の潟や河川の流域に生息しているカルガモは、古くから水稻の害鳥として知られている。県自然保護課(1987～90)の調査によると、県内10か所では、毎年ほぼ5,000羽を記録し、カモ類20種のうち生息数が第3位にランクされている。

このカルガモは、春と秋には水田へ飛来して田植直後の稲や登熟もみを、また最近では年中レンコン田に飛来して被害を与えている。水稻の移植期では、植えたばかりの稲を引き抜いて、根に残っている種もみをついばんだり、遊泳・歩行中に稲を踏み倒したりするため、欠株を生じ、甚だしいときは3～4回植えかえる水田もある。特に直播栽培田では、芽が3～5cm程度伸びたころの被害が甚だしく、この対策として水田全体に網かけを余儀なくされている。

一方、秋季では稲実途上のもみが被害され、丸坊主になるため、移植期をも含めて農家は、いろいろな手段を講じてその対策に苦慮しているのが現状である。

農作物の害鳥防止については、中村・松岡(1981)による総説はあるが、カルガモ対策の事例は概して少ない。

筆者の手許では、成沢・國武(1961)、城所(1984)、環境庁(1984)があるにすぎない。それらによると、種々の防鳥器具を用いているが、必ずしも十分な成果は上がっていない。

そこで、筆者は1984年以来、農業を用いないカルガモ対策を検討して、若干の知見を得たので、その概要を述べる。報告するに当たって、有益な文献を恵与していただき、さらに本稿の執筆を進めていただいた農林水産省農業研究センター鳥害研究室の中村和雄室長並びに調査にご援助を賜った石川県病害虫防除所及び石川県自然保護課の三國秀雄主査に対して厚くお礼を申し上げる。

I 加賀地域におけるカルガモの被害地分布

カルガモは毎年ほぼ同じ地帯で、しかも同じ水田へ飛来するといわれている。そこで被害の無い地帯や集落を調べることは、直播栽培の適地を模索することにもなる。1984～87年の間、病害虫防除所の協力を得て、石川県高松町以南の加賀地域の1,039集落を対象に実態調査を行

った。

調査は、全集落20,312haに及び、移植期と登熟期に分け過去から現在まで、水稻に対してカルガモの被害の有無を集落単位で聞き取りにより記録した。

調査の結果は表-1にまとめた。それによると、カルガモによる稲の被害は、移植期では全集落の33.3%、登熟期では20.6%、全期34.1%を占め、秋より春が広範囲に被害を受けていることがわかった。

これを地帯別にみると、能美、小松が49.4%で最も多く、次いで加賀45.9%、河北32.6%、金沢30.4%と続き、石川・松任が20.2%で最も少なかった。

被害を受けているところは、日本海に面した潟や河川の流域周辺で、山沿い、山間部では一度も被害はなかった。総じて石川・松任の平たん部地帯に直播の安全地帯があることが示唆された。

II 水田における被害の分布

水田へカルガモが飛来するのは、代かき期から始まり、田植期と同時に多くなる。移植の7日後あたりがピークで、稲が活着して分けつが始まると減少し、25日後、まれには1か月後でも飛来を観察している。

飛来時刻は一般に夕刻から夜間といわれているが、成沢・國武(1961)によると、早朝5時ごろから始まり、6～7時ごろが摂食活動が最も活発で、12時ごろに減少する。さらに15時ごろから再び飛来し、18時～21時ごろピークとなって、24時ごろ再び減少するという。すなわち、2山型の活動を示すが、狩猟期では夜間行動になるなど一定していない。

1 移植期における被害の分布

一枚の水田で、カルガモの被害はどのように分布しているかを知るとは、対策上重要なポイントとなる。

表-1 水田におけるカルガモの被害実態(1984～1986)

郡 市 別	調 査 集 落 数	対 水 面 (ha)	被 害 集 落				無 被 害 集 落			
			移 植 期	成 熟 期	全 期	比 率 (%)	移 植 期	成 熟 期	全 期	比 率 (%)
加 賀	98	2,675	39	19	45	45.9	59	79	53	54.1
能美・小松	239	5,939	118	78	118	49.4	121	161	121	50.6
石川・松任	238	5,125	48	25	48	20.2	190	213	190	79.8
金 沢	326	3,990	96	58	99	30.4	230	268	227	69.6
河 北	138	2,583	45	35	45	32.6	93	103	93	67.5
計	1,039	20,312	355(34.1)				684(65.9)			

計の()内は%。

そこで、1987 年 5 月毎年多発する根上町と津幡町の水田 (20~30 a 田) をそれぞれ連続して 1 地区 20 筆あて選び、全株について、移植 7 日後の被害の有無を記録した。その結果は図-1 のとおりである。

筆者らはカルガモは畦畔から水田に入ったり、直接水田内へ飛来することを観察している。しかし、被害調査の結果では、被害は例外なく排水路側、すなわち水尻周辺に集中していた。この様相は 2 地区とも同様であった。この要因は判然としないが、どの水田でも排水路側が用水路側や中央より、水の深さが、1~2 cm 多かったことから、水の深さとの関係が推察された。

2 登熟期における被害の分布

登熟期ごろのカルガモは昼は湖沼や河川で休息しているが、夕刻から水田に飛来し、もみを食害する。稲が出穂すると胚子が发育して、乳熟から糊熟、そして黄熟期を経て成熟期となる。この成熟過程のどの時期に被害を受けるかを食害度 (表-2) を調べたところ表-3 の結果を得た。

それによると、カルガモは乳熟期では全く食害しないが、糊熟期になると一部に食害が始まり、黄熟期つまり玄米が緑色から黄緑色に変化するもみでは急増する。そして成熟期になると、わずかに加害がみられるだけとな

表-2 カルガモによる稲穂の食害度

	無	微	少	中	多	甚
指 数	0	0.5	1	2	3	4
被害穂率 (%)	0	1~5	6~15	16~30	31~60	61~

表-3 稲の熟期とカルガモの食害度

品 種	出 穂	乳 熟	糊 熟	黄 熟	成 熟	過 熟
加賀ひかり	0	0	0.03	2.23	0.07	0
コシヒカリ	0	0	0.02	1.83	0.27	0
日 本 晴	0	—	0	0.15	0.32	0

注：30 株平均値

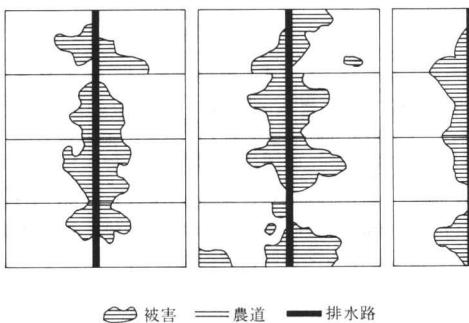


図-1 稚苗機械移植田におけるカルガモの被害分布

る。

従来、カルガモは成熟もみを好んで食害するといわれてきたが、この調査によって、ここで調査の対象とした 3 品種とも黄熟期に集中することがわかった。このことから以下の調査は、すべて黄熟期以降を対象とした。

(1) 生息地からの距離と被害

津幡町に位置する河北潟の生息地を起点として、2 地点 (A, B) を選び、500 m ごとに各 20 筆ずつの被害株率を調べた。

結果は表-4 に示すごとく、A, B 両地点とも生息地から 500 m までは、ほとんどの水田が被害の対象となっている。しかし 1,000 m 離れると、20~55 % に急減した。そして、B 地点では 1,500 m まで、A 地点では 2,500 m まで食害が確認され、3,000 m 以上離れると、全くみられなかった。このことから、カルガモの行動範囲は概して、狭く、生息地周辺に限られているようである。

(2) 一筆の水田における被害の分布

カルガモの行動範囲の輪かくがわかったので、一枚の水田における被害の分布調査を立毛稲の場合と倒伏田の場合について、1989 年 8~9 月、金沢市才田町で行った。

水田 5 筆を選んで、全株を調べたところ、表-5、図-2 の結果を得た。

これによると被害は、すべて水田の畦畔ぶちに限られ、決して中央部はみられず、移植期の場合と大いに異なった。しかも排水路側とか、用水路側あるいは、農道ぶちのみで、水田と水田に挟まれた畦畔ぶちには全くみられなかった。

これは稲が、生い茂っているため、カルガモの歩行に障害となっているためと推察された。

次に倒伏田の被害分布を調べた。城所 (1984) によると倒伏した水田ではカルガモの被害が発生しやすく、一般農家でも古くからそのように言い伝えられている。

1989 年 9 月は雨が多かったため、河北潟周辺でも稲

表-4 カルガモの生息地からの距離と被害水田率

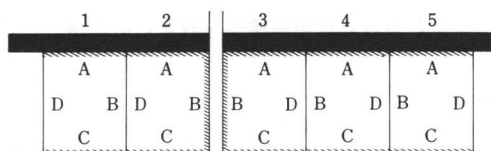
生息地からの距離 (m ²)	A 地		B 地	
	被害田 (筆)	被害田率 (%)	被害田 (筆)	被害田率 (%)
0	20	100	20	100
250	20	100	20	100
500	20	100	20	100
1,000	11	55	4	20
1,500	3	11	2	10
2,000	1	10	0	0
2,500	2	10	0	0
3,000	0	0	0	0
3,500	0	0	—	—

注：各 20 筆調査

表-5 登熟期の立毛田におけるカルガモの被害分布

水田no.	畦畔A	畦畔B	畦畔C	畦畔D
1	1.53	0	0.95	0
2	1.75	1.53	0.78	0
3	2.12	2.05	1.13	0
4	1.07	0	1.05	0
5	1.10	0	0.75	0

水田no., 畦畔A~Dは、図-2参照.



A~D: 調査箇所 1~5: 調査田no.

——: 被害を受けたところ ■■■: 排水溝

——: 農道

図-2 調査田の概要

が、かなり倒伏した。範囲は全面的なものもあり、局部的なものもあって、一様ではなかった。

倒伏は草高で示すと、最低 15 cm, 最高 40 cm の範囲であった。

調査の対象は金沢市才田町と河北郡津幡町の倒伏田 150 筆を選び、全株調査により被害株率を調べた。

その結果 149 筆、すなわちほとんどの水田では被害がなかった。被害のみられた水田ではすべて 8 月中に食害され、被害は畦畔ぶちに限られていた。

この要因は明らかではないが、倒伏の時期に関係していたのではないかと想像している。すなわち、黄熟期はカルガモの食害対象になるが、倒伏は成熟期に起こったため、食害の対象とならなかったと思われる。

河北潟ぶちで一筆のみが被害を受けたところでは、熟期が遅かったことからこのことが推定される。

(3) 畦畔からの距離と被害

前述のごとく、カルガモは畦畔ぶちのみ食害することがわかったので、畦畔から 1 列ごとの食害程度を稲の早晩別に 100 株調査した。また畦畔に垂れていた穂を 0 として、そこから 10 cm 単位に被害穂率を 100 穂調査した。

まず畦畔から数えた株の列数との関係を見ると、表-6 に示ごとく、カルガモは稲の早晩に関係なく、畦畔ぶち 1 列のみを食害の対象としたが、決して 2 列目の株は食害しなかった。

さらに畦畔からの距離についてみると、表-7 のごとく、畦畔に垂れている穂はすべて食害の対象としているが、畦畔より 10 cm 離れると 80 %, 20 cm では急減して

表-6 畦畔からの株とカルガモの食害度

	早生(8/23)			中生(9/1)			晩生(9/25)		
	1列	2	3	1列	2	3	1列	2	3
農 試	0.8	0	0	1.1	0	0	2.1	0	0
	1.2	0	0	1.2	0	0	2.3	0	0
	1.1	0	0	1.5	0	0	2.2	0	0
	1.5	0	0	1.3	0	0	1.5	0	0

注: 1筆100株調査

表-7 畦畔からの距離とカルガモの被害率の関係

水田no.	0	~10	~20	~30	~40	~50cm
1	99	48	21	6	0	0
2	70	97	40	6	0	0
3	100	100	45	5	0	0
平均被害穂率	99.6	80.0	34.8	5.6	0	0

注: 1筆連続して50株

34.8 %となり、30 cm ではわずかに 5.6 %の穂が食害されたに過ぎなかった。さらに 40~50 cm では全くみられず、カルガモは背伸びして加害しないもののようである。

このことは、畦畔ぶち 1 列を欠植した水田では食害が全くみられなかったことから証明できよう。

III 被害回避技術

カルガモによる稲の被害を防止するため、農家は、移植期と登熟期に共通した、あらゆる手法を講じている。

その方法は、聴覚刺激と視覚刺激による追い払いをねらったものが主で、ネット、糸、テープ張りや黒、赤、白、銀などの様々な布切れを竹棒につるしたり、カシなどを用いているものが多い。

また最近では、夜光色紙あるいは、爆音器、ラゾーミサイル、フラッシュナルコなどの防鳥器具が用いられるようになったが、その効力の真意は明らかにされていない。

成沢・国武(1961)は網かけ栽培が有効なことを報じ、城所(1984)は、ラゾーミサイルや爆音器が有効といい、湛水直播での防鳥事例は多いが、その成果についての報告は全くない。

そこで、筆者は1986年から90年にかけて、水稻の移植期と登熟期に分けて、水田における被害の分布を参考に二、三の対策を試みた。

1 移植期における対策の実態

農家によると、カルガモは毎年同じ水田へ、しかも同じ場所へ飛来して被害を及ぼすという経験から、いろいろの布切れを竹の先端に吊るして、水田に立てたり、カシやアイテルバルーンなどを局部的に設置している。

そこで水田のどこに設置してあるかを3地区計90筆

の実態を1990年に記録した。その結果は表-8のとおりである。この結果が示すごとく、3地区とも設置が所が、水田のどちらかに偏っていることがわかる。すなわち、水田の排水路側に設置してあるのが、全水田の70~90%を占め、全面や中央部あるいは、周辺部のみの水田は少なかった。

この結果は、筆者が調べた被害の分布(図-1)と傾向的に一致していることから、農家も体験的に水田排水路側に被害が集中していることを証明しているものと考察できよう。

2 移植期におけるネット及びテープ張りの効果

以上のように、カルガモの被害は、排水路周辺に集中することが、筆者の調査と、農家の害鳥防止のためのオドシの設置から考えられたので、この点を参考に次の試験を1986年、一筆30aの水田を用いて実施した。

ネットは5cm角、太さ1mmの魚網を高さ1.7mの高さに張った。赤銀色の防雀テープは高さ50cmに張った。このほか、カルガモは浅水田に入らないといわれているので、深さ1cmの浅水管理田も設けた。

試験はすべて一筆20aの水田を用い、各区3~4反復とした。また、一部参考までに湛水直播田も用いた。調

査は田植7日~14日後に被害株数を計数し、面積に換算した。結果は表-9に示すとおりである。

この結果によると、排水路側の畦畔沿いにネットを一面に張ったところは、3筆とも被害は皆無で、顕著な効果が認められた。これに対して水田を対角線上に一面張ったところは4筆とも被害がみられ、平均32.8m²が被害された。

また直播田を用いて、用水路と排水路側の畦畔上にネットをあわせて2面張ったところも、被害は全く認められなかった。さらに稚苗移植田を対象に用水路と排水路側、さらに中央に合わせて3面張ったところも、3筆とも被害はなかった。

次に水田の周囲に赤と銀色の防雀テープを張ったところは、4筆のうち、1筆のみが、わずかに被害がみられ、かなり期待できる結果を得た。このほか、浅水管理の水田も期間中、全く被害がでなかった。しかし、対照の深水移植田では、排水路側は甚だしい被害がみられ、1週間で平均152.8mの被害を受けた。

このような結果から、カルガモの被害を回避するのには、ネットを用いるのが、最も安定した手段と考えられる。中でも排水路側に張ることがポイントとなろう。また、浅水管理は、被害を回避するのに最も良いが、雑草の生長が早いことや、除草剤の効力持続が短くなることなどが問題点となろう。

3 登熟期におけるネット及びテープ張りの効果

移植期と同様な試験を、1989年の登熟期に金沢市才田町で行った。結果は表-10に示すとおりである。これによると排水路側の畦畔にネットを一面に張ったところは、そののみ全く被害はなかったが、反対の用水路側では、多くの被害が現れ、結果は期待できなかった。

次に赤・銀色テープを水田の周囲に張ったところは、無処理より少ないものの、これも移植期と違って効かなかった。ただ、この試験田で、排水路側の畦畔に雑草が多く草生していたので、その影響で被害が少なかったこ

表-8 水田におけるカルガモの被害回避策の分布(一般田)

調 査 項 目	能 美 郡 根上地区	金 沢 市 才田地区	河 北 郡 津幡地区
調 査 月 日	5月25日	5月23日	5月24日
1筆の面積(a)	30	20	20
調 査 筆 数	30	30	30
資料の設置場所と筆数			
排水路側のみ	22	16	18
用水路側のみ	0	2	1
排水路と用水路側	5	6	3
周辺部のみ	1	1	4
中央部のみ	0	2	1
周辺と中央部	0	2	3
全 面	2	1	0

表-9 水稲移植時におけるカルガモの被害防止効果

防 鳥 方 法	カルガモによる被害面積(m ²)					栽 培 条 件
	1	2	3	4	平均	
1.排水路側一面ネット張り	0	0	0	—	0	稚苗移植
2.角から角へ斜めに一面ネット張り	26	49	33	23	32.8	〃
3.用水路側と排水路側2面ネット張り	0	0	—	—	0	湛水直播
4.用水路側と排水路側と中央3面ネット張り	0	0	0	—	0	稚苗移植
5.用水路側と排水路側と中央3か所白糸張り	20	17	33	13	20.8	〃
6.水田の周囲に赤銀色のテープ張り	0	0	0	2	0.5	〃
7.全面ネット張り	0	0	0	—	0	湛水直播
8.浅水管理(水深1cm程度)	0	0	0	—	0	稚苗移植
9.深水管理(水深3~5cm程度)	50	330	66	165	152.8	〃

1~4は反復した水田番号。

表-10 登熟期におけるカルガモの被害防止効果

防 鳥 方 法	カルガモの食害度	
	排水路側	用水路側
排水路側一面ネット張り	0	0.43
水田周囲に赤銀色テープ張り	0.06	0.24
無処理	1.38	0.54

注：5筆の平均値。

とを後で知った。

登熟期のカルガモは、移植期のように直接水田の中央に飛来するのではなく、農道に飛来して、畦畔を歩行するので、防除方法を変えなければ目的を達成することができないことを、この試験が示唆したものと思われる。

4 畦畔雑草の放任による効果

河北潟周辺の農家では、古くから稲の登熟期に畦畔雑草を処理すると、カルガモの被害を受けるといわれている。城所（1984）は宮城で、畦畔雑草を放任したところと処理したところを比較して、前者での被害株率が、明らかに低いと報じている。

そこで、1989年、河北潟周辺の早生稲（8月23日）と中生稲（9月2日）で比較的隣接した水田を用いて、畦畔雑草の草生程度を、無、短（草丈10cm）、中（20cm）、長（30cm）に分けてカルガモの食害度を調べた。結果は表-11に示すとおりである。

これによると、雑草の草丈が無や短の場合は、カルガモの食害度がきわめて甚だしいが、中になると、急減し、30cm以上では全くみられなくなった。

また、チガヤ、ヨシなどでは15～20cm程度でも食害が皆無に等しく、クサヨシ、ヒエでは25cm程度でも被害があった。この現象は十数筆観察したが、同じ傾向であった。

以上のごとく、この畦畔雑草の放任はカルガモの被害防止に役立つと思われるが、斑点米を起こすカメムシとの関連も十分検討して、対応しなければならない。

5 稲穂を畦畔から離れた場合の効果

さきに述べたごとく、登熟期におけるカルガモの被害は、畦畔からの稲穂の位置によって被害程度が異なるので、1989年9月コシヒカリを用いて縄で稲穂を畦畔から離してみた。この試験は、畦畔雑草も取り除きカルガモが食害しやすい条件下で行った。その結果が表-12である。この結果によると畦畔上では良く食害されたが、それより30cm離れたところではきわめて少なく、40cmでは皆無となって、優れた成果を収めた。これは杭を打ち込んで縄を1本張るだけで事足りるので簡便な回避技術と思われる。

なお、縄を張る時期は、出穂後、糊熟期までに実施す

表-11 畦畔雑草の長短とそこに垂れる稲穂の食害度

場 所	稲早晚	無	短	中	長
才 田	早生	1.98	1.75	0.35	0.03
	中生	0.62	0.72	0.19	0
津 幡	早生	1.74	0.94	0.51	0.01
	中生	1.78	0.64	0.09	0

注：雑草の長短は、無(0)、短(草丈10cm)、中(20cm)、(30cm)、1地点6筆調査。

表-12 稲穂を畦畔から離れた場合の効果

畦畔からの距離	0	30cm	35cm	40cm
被 害 度	1.44	0.08	0	0

ることが望ましい。

お わ り に

以上のように、カルガモは県内の潟や河川の流域に生息し、水稻の移植期と登熟期に水田へ飛来してもみを食害する。移植期の被害は、水田の排水路よりに集中し、登熟期では、周辺の畦畔ぶちに限られる加害様相であった。

被害回避の方法は、一般的に千差万別であるが、その効果についての報告事例は、概して少ない。そこで被害の分布を応用して、移植期では、ネットを排水路側の畦畔に一面のみ張ることで、被害が皆無となり効果的であった。また、赤と銀の防雀テープを周囲に張るだけでもこと足りた。

この結果は、稚苗移植田に適用できるが、省力栽培として開発された湛水直播では、試験例数が少ないので、なお、検討の余地がある。

次に登熟期の被害回避技術を検討したところ、移植期と異なり、排水路側のみの処置や、テープ張りでは、期待できなかった。むしろ食害の分布を参考に、稲を畦畔から40cm離すことで、完全に回避することができた。この処置は、畦畔ぶちに縄を1本張ることでこと足りるから、有効な防止法として期待できよう。

カルガモの日周性や加害生態などは不明の点が多いので、さらに検討を加えなければ問題解決とはならない。ここでは、習性の一部を応用した被害回避技術を中心に、最近の知見を述べたつもりである。

引 用 文 献

- 1) 城所 隆 (1984)：応用鳥学 4：31～36.
- 2) 環境庁 (1984)：鳥獣害性対策調査報告書 1～70.
- 3) 中村和雄・松岡 茂 (1981)：農業技術 36：481～486.
- 4) 成沢多美也・國武正彦 (1961)：新潟農試研報 11：49～57.

テンサイ根腐病菌にみる寒冷適応性

岐阜大学農学部植物生産遺伝学講座 ひやくまちみつろう
百 町 満 朗

はじめに

植物病原菌を死滅させる方法として、高温下での種々の熱処理法が研究されているが、凍結や凍結・融解の繰り返しなどの低温処理によっても病原菌の死滅が促進される。*Sclerotinia sclerotiorum* の菌核を 0°C (照井・原田, 1966) で、*Cylindrocadium crotalariae* の微小菌核を -10°C (ROTH et al., 1979) で、また *Macrophomina phaseolina* の菌核を -5°C (PAPAVIZAS, 1977) で長期に保存すると、菌核の発芽能力は著しく低下し、死滅する。*Fusarium sulphreum* の厚膜胞子は -50°C と 25°C で凍結・融解を繰り返すと死滅し (BARRAN, 1980), *Macrophomina phaseolina* の菌核は -5°C で 3 週間凍結後、26°C で 1 週間融解することを繰り返すと急速に死滅する (PAPAVIZAS, 1977)。このように、凍結や凍結・融解の繰り返しにより植物病原菌は死滅する例が多い。しかし、自然界では過酷な環境ストレスに耐えて病原菌は生存し、実際に病気を引き起こしている。例えば、テンサイ根腐病菌 (*Rhizoctonia solani* AG2-2) は、冬期間に 5 か月近くも地表下 60 cm まで土壤凍結する北海道のテンサイ栽培地帯で、菌核の形で越冬生存し主要な感染源となっている。一方、テンサイ根腐病菌の菌核も、実験室で凍結条件下に置くと速やかに死滅する。このような圃場と実験室でみられる生存の違いはどうして生ずるのだろうか。植物では変温処理を繰り返すことで低温下での生存が可能となる現象が知られている。また、植物病原菌の *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* の菌糸は、あらかじめ 25°C から 7°C の変温処理を行うことにより、-2°C の凍結に対し耐性を持つようになるとの報告もある (ROBINSON and MORRIS, 1984)。植物病原菌も低温ストレスに対し、うまく適応する能力を備えているに違いない。テンサイ根腐病菌の菌核が圃場において長期の土壤凍結下でも生存しうるのは、完全な凍結に入る前の凍結・融解の繰り返しにより、寒冷適応が増したことによるのではないだろうか。ここでは、この仮定のもとに行った実験結果を中心に記すとともに、凍結・融解処理による寒冷適応の機構についての考察を行った。

I 凍結・融解処理の実験条件

主にテンサイ根腐病菌である *R. solani* AG2-2 に属す菌株を用いたが、比較のために他の *R. solani* 菌糸融合群の AG1 (1A), AG1 (1B), AG1 (1C), AG2-1, AG3, AG4 及び AG5 に属す菌株も用いた。これらの菌株を、ペトリ皿内で酵母エキス加用 Czapek 液体培地を加えた川砂に 25°C で 4 週間培養し、菌核を形成させた。殺菌水を加えて水分含量を 17~25% に設定後、凍結・融解処理を行った。凍結温度は -20°C、融解温度は 25°C とした。凍結と融解の周期はおもに 12-12 時間で行ったが、比較のために 18-6 時間と 6-18 時間も行った。凍結・融解処理の期間は 30 日としたが、比較のため期間を 10 日、5 日、3 日、1 日と短縮したものも行った。処理後は凍結条件下におき、所定期間ごとに菌核浮上法 (宇井ら, 1976) を用いて砂から菌核を回収し、素寒天培地上にのせ菌核の発芽率 (生存率) を調べた。対照として、凍結・融解処理せずに初めから凍結条件下においた菌核の生存率を調べた。凍結・融解処理した菌核の生存率が処理しなかった菌核の生存率よりも高い場合、凍結・融解処理により寒冷適応能力が増したと評価した。

II 凍結・融解処理によるテンサイ根腐病菌の寒冷適応

AG2-2 に属す数菌株を用い、凍結・融解処理した菌核と無処理の菌核を所定期間凍結下におき、生存を比較した。凍結・融解時間の周期は 12-12 時間、処理期間は 30 日、水分含量を 19% で行った。その結果、いずれの菌株も凍結・融解処理した菌核は無処理の菌核よりも常に高い生存率を示した (表-1)。菌株によっては、凍結・融解処理すると 160 日目でもほとんど死滅しないものもあった。このように、AG2-2 の菌核では凍結・融解処理による寒冷適応能力の著しい増加が認められた。

III 寒冷適応に及ぼす凍結・融解処理条件の影響

1 凍結・融解時間の周期

凍結・融解処理の期間を 30 日、水分含量を 19% とし、凍結・融解時間の周期を 18-6, 12-12, 6-18 時間と変えたときの菌核の生存率を比較すると、50 日以降の生存率に凍結・融解時間の周期の違いにより顕著な差が生

表-1 凍結・融解処理によるテンサイ根腐病菌 (*R. solani* AG2-2) の寒冷適応

菌株	凍結・融解処理 ^{a)}	処理後の菌核の生存率(%)			
		30 日目	50 日目	80 日目	160 日目
RH 65	無	28 a ^{b)}	7 a	0 a	0 a
	有	86 b	67 b	59 b	84 b
GU 1	無	21 a	3 a	10 a	0 a
	有	98 b	97 b	92 b	89 b
A 153	無	25 a	5 a	15 a	12 a
	有	94 b	80 b	58 b	38 b
SS1-1	無	59 a	25 a	8 a	ND ^{c)}
	有	98 b	92 b	86 b	ND

a) 凍結・融解処理は 30 日行い、それ以後は凍結した。

b) 同一英文字を付けた数値間には 5 % 水準で有意差がないことを示す。

c) 未検定。

表-2 凍結・融解時間の周期がテンサイ根腐病菌 (*R. solani* AG2-2) RH 65 株の寒冷適応に及ぼす影響

凍結時間—融解時間 ^{a)}	処理後の菌核の生存率(%)		
	30 日	50 日	70 日
24～0	26 a ^{b)}	7 a	0 a
18～6	70 b	70 b	50 b
12～12	86 b	67 b	71 b
6～18	46 ab	13 a	29 ab

a) 凍結・融解処理は 30 日行い、それ以後は凍結した。

b) 同一英文字を付けた数値間にはダンカンの多重検定にて 5 % 水準で有意差がないことを示す。

じ、12-12 時間の周期で処理した菌核の生存率が最も高く、次いで 18-6、6-18 時間の順であった (表-2)。

2 凍結・融解処理の期間

これまでの実験結果から、凍結・融解処理の期間が 30 日あれば、テンサイ根腐病菌の菌核は十分に寒冷適応能力が増すことが判明した。そこで、寒冷適応能力が増加するためには凍結・融解処理の日数がどれくらい必要であるかを検討した。凍結・融解時間の周期は 12-12 時間、水分含量は 19%で行った。その結果、凍結・融解処理の期間を 10 日、5 日、3 日、あるいは 1 日と短くするにつれ、しだいに寒冷適応能力の増加が認められなくなる傾向を示した (表-3)。寒冷適応に必要な凍結・融解処理の期間は菌株によって異なるが、表に挙げた RH 65 菌株を含め他の菌株においても、おおそ 5～10 日であった。

3 水分

菌核を含む砂の水分含量の違いが寒冷適応に及ぼす影響を、前項の凍結・融解の処理期間との関連で検討した。実験は、水分含量を 17%、21%、25%の 3 段階、凍結・融解処理の日数を 1 日、3 日、5 日及び 10 日、凍結・融

表-3 凍結・融解処理の期間(日)がテンサイ根腐病 (*R. solani* AG2-2) RH 65 株の寒冷適応に及ぼす影響

凍結・融解の処理日数 ^{a)}	処理後の菌核の生存率(%)		
	10 日	30 日	50 日
0	22 a ^{b)}	26 a	7 a
1	30 ab	45 ab	0 a
3	50 abc	40 ab	9 a
5	78 bc	66 b	67 b
10	88 c	66 b	65 b

a) 凍結・融解処理後は凍結した。

b) 同一英文字を付けた数値間にはダンカンの多重検定にて 5 % 水準で有意差がないことを示す。

表-4 凍結・融解処理するときの水分含量がテンサイ根腐病菌 (*R. solani* AG2-2) RH 65 株の寒冷適応に及ぼす影響

凍結・融解の処理日数 ^{a)}	水分含量 (%)	処理後の菌核の生存率(%)	
		30 日	50 日
0	17	26 abc ^{b)}	7 ab
	21	0 a	0 a
	25	10 a	0 a
1	17	45 cd	0 a
	21	0 a	3 a
	25	16 ab	4 a
3	17	40 bcd	9 a
	21	ND ^{c)}	ND
	25	ND	ND
5	17	66 d	67 d
	21	5 a	15 b
	25	12 a	0 a
10	17	66 d	65 d
	21	65 d	40 c
	25	17 ab	0 a
30	17	86 e	67 d
	21	20 ab	45 c
	25	17 ab	0 a

a) 凍結・融解処理後は凍結した。

b) 同一英文字を付けた数値間にはダンカンの多重検定にて 5 % 水準で有意差がないことを示す。

c) 未検定。

解時間の周期は 12-12 時間で行った。10 日目の結果を表-4 に示した。表からわかるように、水分含量が低いほど、また、前項の結果と同様に凍結・融解の処理期間が増すにつれ寒冷適応能力が増す傾向がみられた。この傾向は処理後の凍結日数が増しても同様であった。また、水分含量が 25%の場合は凍結・融解処理した菌核と無処理の菌核のいずれの生存率も低く、両者の間に差が認められなかった。このことは、水分含量が高いと寒冷適応が生じないことを示唆する。

IV 凍結・融解処理による *R. solani* 各菌糸融合群の寒冷適応

凍結・融解処理が *R. solani* AG 2-2 以外の各菌糸融合群に属す菌株の寒冷適応に及ぼす影響を表-5 に示した。このときの凍結・融解処理の条件は、処理時間の周期を 12-12 時間、処理期間は 30 日、水分含量は 19%で行った。その結果、AG 1 (1 A, 1 B, 1 C) と AG 2-1 に属す菌株は、凍結・融解処理の有無にかかわらず長期間高い生存率を示し、処理した菌核との間に各期間を通して有意差はみられなかった。一方、AG 3, AG 4 及び AG 5 に属す各菌株は凍結・融解処理したとき菌核は高い生存率を示したのに対し、無処理の菌核は生存率が低く、両者の間に有意差がみられた。AG 1 と AG 2-1 の菌株も 160 日以

表-5 凍結・融解処理による *R. solani* 各菌糸融合群に属す菌株の寒冷適応

菌糸融合群	菌株	凍結・融解処理 ^{a)}	処理後の菌核の生存率(%)	
			80 日	160 日
AG1(1A)	67	無	95 a ^{b)}	90 a
		有	100 a	95 a
	C54	無	98 a	88 a
AG1(1B)	82	無	100 a	95 a
		有	90 a	86 a
	472	無	92 a	92 a
AG1(1C)	RH28	無	93 a	95 a
		有	94 a	100 a
	F1	無	96 a	98 a
AG2-1	SH3	無	100 a	96 a
		有	100 a	100 a
	SH8	無	100 a	100 a
AG3	R404	無	96 a	100 a
		有	100 a	100 a
	R526	無	100 a	100 a
AG4	H76	無	96 a	100 a
		有	100 a	96 a
	A8530	無	100 a	ND ^{c)}
AG5	SH4	無	100 a	ND
		有	42 a	38 a
	KF722	無	98 b	94 b
		無	ND	18 a
		有	ND	100 b
		無	43 a	27 a
		無	67 a	90 b
		有	39 a	ND
		無	92 b	ND
		無	ND	42 a
		有	ND	100 b
		無	57 a	50 a
		無	100 b	95 b
		有		

^{a)} 凍結・融解処理は 30 日行い、それ以後は凍結した。

^{b)} 同一英文字をつけた数値間には 5%水準で有意差がないことを示す。

^{c)} 未検定。

上調べれば、両者の間に差がでてくるものと思われる。すなわち、凍結・融解処理に伴う寒冷適応能力の増加は、*R. solani* AG 2-2 のみに特異的なものではなく、*R. solani* 一般にわたってみられる現象と思われる。

V 寒冷適応の機構

テンサイ根腐病菌の菌核を殺菌した土壌と無殺菌の土壌に埋設して、25°Cと-20°Cで保存すると、殺菌した土壌に 25°Cで保存したもの以外は、比較的短期間のうちに死滅する。これは、温度が高いときは拮抗微生物の攻撃によって、また、0°C以下の低温条件下では土壤微生物の有無にかかわらず菌核細胞の凍結によって死滅が促進されることによる。しかし、実際の圃場ではテンサイの生育期間中に形成された菌核は、その約 3 割が地表面近くの土壌中で、あるいは、罹病植物根に付着して越冬生存している。積雪量が多い地帯では、積もった雪が断熱材としての効力を示し土壤凍結は生じない。しかしテンサイの主要な栽培地帯である北海道東部や北部では積雪量が少なく、11 月後半から 3 月中旬近くまで土壤凍結がみられる。年によっては凍土層が完全になくなるのに 5 月中旬までかかることすらある。テンサイ根腐病菌がこのように長期の凍結に耐えて高率に生存することは驚きであった。どのようにして本菌は凍結に対する適応能力を獲得したのだろうか。完全な土壤凍結が始まる前に、ある期間土壌は凍結・融解を繰り返していることに着目し、実験的に凍結・融解を繰り返した後で凍結条件に移したときの本菌の生存を調べてみた。その結果、凍結・融解処理した菌核は長期の凍結下でも生存しうることが明らかになった。しかも、本文で記したように凍結・融解処理の期間はわずか 5 日でも十分であった。このような寒冷適応はどのように考えればよいのだろうか。

凍結が細胞に与える傷害として、生体膜の損傷が重要視されている。それゆえ植物などの寒冷適応に関する研究の多くは生体膜の構造やその組成の変化に集中している。生育温度より低い温度に適応する機構として、生体膜の流動性を一定に保つ機構 (homeoviscous adaptation) が関係するとされる (SINENSKY, 1974)。低温下で生育できる植物は膜の転移温度が低く、低温下でも膜の流動性が保持されている (PIKE and BERRY, 1980)。生体膜の主要な構成成分はタンパク質及び脂質であり、特にリン脂質が大きな比率を占めている (僧都, 1969)。例えば、*Sclerotium rolfii* の成熟した菌核では全脂質に占めるリン脂質の割合は 60%と報告されている (SHAPIRA et al., 1984)。ところで、*Mucor* 属の好冷菌では、中温菌や好熱菌よりも生体膜中のリン脂質の不飽和度が高いとされ、

これが低温適応性と関連するとされている (HAMMONDS and SMITH, 1986)。 *Pseudomonas fluorescens* では生育温度が低下するに伴い生体膜中の不飽和脂肪酸が増加する (CULLEN et al., 1971)。耐寒性品種のアルファルファの根には、変温処理 (ハードニング) を行うと非耐寒性品種より 2 倍以上の脂質が含まれるとされ (GERLOFF, 1966)、さらに、冬コムギの根部で不飽和脂肪酸であるリノレン酸の合成を抑制するとハードニングしても寒冷に対する適応能力を獲得できないとされる (WILLEMOT, 1977)。このことは、不飽和脂肪酸が寒冷適応の機構に不可欠であることを示唆する。

凍結・融解によるテンサイ根腐病菌の寒冷適応の機構については現在研究中であるが、凍結・融解処理に伴う脂質の変化、特に不飽和度の割合とリン脂質量の変化、についてこれまでに得られた結果は以下のとおりである。①テンサイ根腐病菌の菌糸体及び菌核の主要な構成脂肪酸はパルミチン酸、オレイン酸、及びリノール酸であった。これらは稲垣・安達 (1987) により報告された *Rhizoctonia* 属菌及び *Sclerotium* 属菌の構成脂肪酸と同じである。②凍結・融解処理して寒冷適応能力が増加するに伴い、脂肪酸の不飽和度が増すことはなかったが、無処理の菌核より不飽和度は高い傾向があった。これは、凍結により無処理の菌核の生存率が低下するに伴い、パルミチン酸の割合が増加し、逆にオレイン酸とリノール酸の割合が減少した結果、不飽和度が低下したことによる。③全脂質に占めるリン脂質の割合は 43~50% であり、その割合は凍結・融解処理した菌核のほうが無処理の菌核より高い傾向があった。しかし、凍結・融解処理によりリン脂質が増加する傾向はみられなかった。

このように、テンサイ根腐病菌では今のところ凍結・融解処理することで、これまで寒冷適応の機構として知られている脂肪酸の不飽和度の増加やリン脂質の割合の増加は認められていない。むしろ、凍結・融解処理することにより、その後の凍結条件下においても脂肪酸の不

飽和度やリン脂質含量が一定に推移する結果となっている。推測にしかすぎないが、脂肪酸の不飽和度やリン脂質含量を一定に保つことが本菌の寒冷適応に重要なものかもしれない。*R. solani* の菌糸のリン脂質の構成成分はおもにフォスファチジルコリン、フォスファチジルエタノールアミン及びフォスファチジルイノシトールとされる (REDDY and SUJAHAMMA, 1988)。今後は凍結・融解に伴う菌核の寒冷適応を、これらリン脂質の構成成分の量的・質的側面から検討を加える予定でいる。

寒冷地帯で発生する病原菌の種類は、テンサイ根腐病菌以外にも数多くある。これら病原菌もなんらかの方法で寒冷に適応しているはずである。凍結・融解の繰り返しによって、テンサイ根腐病菌以外の *R. solani* 各菌糸融合群でも寒冷適応能力の増加が認められることから、あるいは *R. solani* 以外の病原菌も凍結・融解により寒冷適応力が増すのかもしれない。

引用文献

- 1) BARRAN, L. R. (1980) : Trans. Br. mycol. Soc. 75: 425~427.
- 2) CULLEN, J. et al (1971) : Biochem. J. 125: 733~742.
- 3) GERLOFF, E. D. (1966) : Plant Physiol. 41: 1280~1284.
- 4) HAMMONDS, P. and S. N. SMITH (1986) : Trans. Br. mycol. Soc. 86: 551~560.
- 5) 稲垣公治・安達卓夫 (1987) : 名城大農報 17: 45~49.
- 6) PAPAIVIZAS, G. C (1977) : Soil Biol. Biochem. 9: 337~341.
- 7) PIKE, C. S. and J. A. BERRY (1980) : Plant Physiol. 66: 238~241.
- 8) REDDY, M. N. and P. SUJATHAMMA (1988) : J. Phytopathology 123: 1~5.
- 9) ROBINSON, P. M. and G. M. MORRIS (1984) : Trans. Br. mycol. Soc. 83: 569~573.
- 10) ROTH, D. A. et al. (1979) : Can. J. Microbiol. 25: 157~162.
- 11) SHAPIRA, R. et al. (1983) : J. gen. Microbiol. 130: 1183~1191.
- 12) SINENSKY, M. (1974) : Proc. Nat. Acad. Sci. USA. 71: 522~525.
- 13) 僧都 博 (1969) : 低温科学 生物編 27: 23~30.
- 14) 照井陸奥生・原田幸雄 (1966) : 弘大農報 12: 24~29.
- 15) 宇井格生ら (1976) : 日格病報 42: 46~48.
- 16) WILLEMOT, C. (1987) : Plant Physiol. 60: 1~4.

合成ピレスロイド剤と有機リン剤との協力作用

——特にハダニ類に対して——

北興化学工業株式会社 さ とう やす のり
佐 藤 泰 典

は じ め に

殺虫剤、殺ダニ剤に対する抵抗性虫出現は、今や世界各地で恒常的な問題となっている。薬剤抵抗性の問題は、果樹、野菜の重要害虫であるハダニ類においては特に深刻であり、国内ではヘキシチアゾクス抵抗性ミカンハダニの出現により、新規殺ダニ剤の農薬登録認可までの間、その防除対策には既存剤の再評価や、混用による効果増強試験など、各種の研究が進められてきた。

これらの研究により、合成ピレスロイド剤（以下、合ピレ剤と記す）と有機リン系殺虫剤（以下、有機リン剤と記す）の混用によるハダニ防除方法が見いだされ、その一部は一般農家においても活用されている。

合ピレ剤と協力剤に関する研究は古くから行われ、その作用機構については多くの報告がある (CASIDA, et al., 1977: 藤田, 1979 など)。詳細なメカニズムについてはこれらの報告を参考にさせていただきたく、本文では、筆者が行っているハダニ防除剤としての合ピレ剤と有機リン剤との混用効果について述べてみたい。

I 協力作用の事例

合ピレ剤の多くは、ハダニ類に対して殺ダニ作用、忌避作用を示すが、一般的に基礎活性はメインターゲットである昆虫類に対するより低く (表-1)、昆虫類をターゲットとした場合の薬量では、ハダニ類を十分に防除することはできない。しかし、近年フェンプロパトリン、フルバリネート、ピフェントリンなどのハダニ類に対して基礎活性の高い合ピレ剤が出現し、果樹を中心にハダニ類の防除に用いられている。

しかし、これらの合ピレ剤は従来の殺ダニ剤と比較して、効果持続期間が短いという欠点がある。そこで協力作用を利用した殺ダニ活性の改善により、持続期間の向上が試みられた。また、国外ではハダニ類の合ピレ剤抵抗性が顕在化し、抵抗性打破の目的で協力作用の研究が進められている。以下に、各種の合ピレ剤と有機リン剤との混用処理による協力作用の事例について示す。

1 殺成虫効果

ミカンハダニに対して、フェンプロパトリンとアセフェートとの混用散布は、フェンプロパトリン単用の2～3倍の相乗効果を示した (表-2)。供試したミカンハダニは

表-1 各種ピレスロイド系化合物の殺虫力 (藤田, 1979)

対象虫効力 薬 剤	殺虫力相対有効度					
	イエ バエ ^{a)}	ツマグロ ヨコバイ ^{b)}	ハスモン ヨトウ ^{b)}	コナガ ^{b)}	ニカメ イガ ^{b)}	ミカン ハダニ ^{c)}
レスメトリン	35.5	—	0.2	7.0	<0.1	—
フェノトリン	11.0	2.0	4.0	5.0	<0.1	<0.1
ペルメトリン	18.2	5.0	10.0	59.0	3.0	0.1
シベルメトリン	36.0	35.0	25.0	57.0	—	1.0
フェンバレレート	13.2	14.0	24.0	49.0	5.0	1.0
フェンプロパトリン	13.2	13.0	40.0	30.0	4.0	3.0
ピレトリン	1.0	—	0.6	<0.1	<0.1	<0.1
MEP	6.0	<0.1	<0.1	—	1.0	<0.1
ダイアジノン	5.0	3.0	<0.1	—	1.0	<0.1
MPMC	—	1.0	—	—	<0.1	<0.1
メソミル	4.0	—	1.0	1.0	<0.1	—
ケルセン (ディコホル)	—	—	—	—	—	1.0

^{a)} 局所施用法 LD₅₀値を基とし、1.0=0.78 µg/雌

^{b)} 食薬法 散布液 LC₅₀値を基とし、1.0=70 ppm/ツマグロヨコバイ (中川原系), 31 ppm/ハスモンヨトウ, 500 ppm/コナガ, 2 ppm/ニカメイガ。

^{c)} ポットテスト (ミカン幼木) における防除効果を基とし、1.0=200 ppm。

表-2 合ピレ剤+有機リン剤のミカンハダニ雌成虫に対する虫体散布効果

薬 剤	混合比	LC50値 (ppm)	協力作用係数
フェンプロパトリン+アセフェート	1:6	26	280
+MEP	1:6	67	>150
+ジメトエート	1:6	44	160
+イソキサチオン	1:6	52	100
フルバリネート+アセフェート	1:6	167	180
フルシトリネート+アセフェート	1:6	71	670
フェンプロパトリン	—	11	—
フルバリネート	—	45	—
フルシトリネート	—	76	—
アセフェート	—	3,200	—
MEP	—	>2,400	—
ジメトエート	—	3,600	—
イソキサチオン	—	1,300	—

協力作用係数: SUN and JOHNSON (1960)の式より算出

Joint Action of Pyrethroids with Organophosphorous Insecticides on Spider Mites. By Yasunori SATO

合ピレ剤感受性であることより、供試虫が本来有しているフェンプロパトリンの代謝機構に作用し、殺ダニ活性を高めたものと考えられる。一方、有機リン剤であっても、MEP(フェニトロチオン)、ジメトエート、イソキサチオンとの混用による協力作用係数は200以下であり、協力作用の程度は低いか、または認められなかった。また、合ピレ剤としてフルバリネート、フルシトリネートを供し、フェンプロパトリンとの混用で相乗効果を示した有機リン剤のアセフェートを混用した場合は、フルシトリネートとの間で高い相乗効果を示したが、フルバリネートとの混用ではその程度は低かった。しかし、後述するように、フルバリネートとアセフェートとの混用散布圃場で高い防除効果を示したことから、供試虫の薬剤に対する感受性や生理的な違いにより、協力作用の発現に差があるものと思われる。ナミハダニに対しても、アセフェートは合ピレ剤ペルメトリンとの混用で協力作用を示した(表-3)。BYNUM et al. (1990)の実験では、ジメトエートはペルメトリン、ピフェントリン、フェンバレーレートとの混用で高い相乗効果を示したが、佐藤ら(1986)の実験では、ミカンハダニの場合と同じく、相乗作用は認められなかった。ハダニ類のピレスロイド抵抗性機構は明らかになっていないが、BYNUM et al.は、「供試したナミハダニの合ピレ剤に対する感受性は低下しているといっている」ことより、これが協力作用に影響している可能性がある。

表-3 合ピレ剤+有機リン剤のナミハダニ雌成虫に対する混合効果

薬 剤	混合比	LC ₅₀ 値(ppm)	協力作用係数	引用
ペルメトリン+アセフェート	1:3	190	220	a
+MEP	1:3	360	>160	a
+ジメトエート	1:3	240	93	a
	1:1	57	429	b
+マラソン	1:3	630	>92	a
+ピリダフェンチオン	1:3	96	92	a
フェンバレーレート+ジメトエート	1:1	37	695	b
ピフェントリン+ジメトエート	1:1	5	2,770	b
ペルメトリン	—	145	—	a
	—	2,152	—	b
フェンバレーレート	—	13,630	—	b
ピフェントリン	—	120	—	b
アセフェート	—	1,100	—	a
MEP	—	>1,000	—	a
ジメトエート	—	270	0	a
	—	130	0	b
マラソン	—	>1,000	—	a
ピリダフェンチオン	—	78	—	a

a: 佐藤ら(1986), 虫体直接散布法

b: BYNUM et al. (1990), ドライフィルム法

協力作用係数: SUN and JOHNSON (1960)の式より算出

2 殺卵効果

合ピレ剤のハダニ類に対する殺卵活性は一般的に低く、常用農度での殺卵効果はほとんど期待できない。しかし、橋元ら(1989)の報告によれば、フルバリネートと数種有機リン剤との混用で、ふ化直前のミカンハダニ卵に対して、殺卵活性の増大が認められた(表-4)。これは、フルバリネートと有機リン剤との協力作用がふ化直前の胚に対しても作用していることを示しているが、その詳細については、さらに検討を要する。

II 作用機構

合ピレ剤の昆虫体内での代謝経路については、多く報告されているところであるが(吉岡ら, 1976: MIYAMOTO, 1976: CASIDA et al., 1977), ハダニ体内での代謝経路についてはほとんど解明されていない。昆虫体内では、ペルメトリンやフェノトリンなどの1級アルコールエステルピレスロイドは、加水分解酵素の影響を強く受け、フェンプロパトリンやフェンバレーレートなどの2級アルコールエステルのピレスロイドは、加水分解も受けるが、より強く酸化的に代謝分解されることが知られている。

フェンプロパトリンとアセフェート、MFO阻害剤であるピペロニルブトキシド、ないし特異的エステラーゼ阻害剤であるTOCPの混用による、合ピレ剤感受性ミカンハダニに対する殺成虫効果を表-5に示す。ピペロニルブトキシド、TOCPいずれの混用においても相乗的に作用していることより、昆虫体内での代謝と同じく酸化的分解及び加水分解の両方が代謝に関与していることが推測される。アセフェートとの混用では、ピペロニルブト

表-4 合成ピレスロイド剤と有機リン剤との混用処理がミカンハダニ卵に及ぼす影響(橋元ら, 1989より一部引用)

薬 剤	処理濃度 (ppm)	卵齢及びふ化率(%)		
		1日齢	4日齢	7日齢
フルバリネート水和剤				
+アセフェート水和剤	13+333	69.8	68.9	28.8
+ジメトエート乳剤	13+430	72.9	66.2	52.1
+MEP乳剤	13+500	73.3	70.8	24.1
+メチダチオン乳剤	13+400	90.0	72.7	45.2
+ジクロロボス乳剤	13+500	91.2	47.8	15.5
フルバリネート水和剤	13	91.9	92.3	78.9
アセフェート水和剤	333	94.0	90.1	90.3
ジメトエート乳剤	430	95.5	96.8	94.0
MEP乳剤	500	81.4	92.9	85.3
メチダチオン乳剤	400	65.8	91.0	86.7
ジクロロボス乳剤	500	89.1	97.0	78.1
水処理	—	94.0	87.7	89.5

キシド, ないし TOCP との混用を上回る相乗作用を示し, より強い代謝阻害の存在が示唆された。

Ⅲ 圃場防除効果

ミカンハダニに対する, 合ピレ剤と有機リン剤との混用による防除効果試験は国内各地で実施され, ハダニ防除技術として有効性が確認されている。

それらの試験の結果, 混用散布による防除効果の向上の程度は, 合ピレ剤, 有機リン剤の種類によって大きく異なることが確認された。以下に, これらの試験例のいくつかを挙げる。

合ピレ剤と有機リン剤の混用によるハダニに対する効果の向上は, 圃場防除試験の中で見いだされた。古橋・

西野 (1984) は, 合ピレ剤フルシトリネートと有機リン剤アセフェートとの混合製剤 (CYT-335) をミカンハダニに対して散布したところ, 他の合ピレ剤より顕著にハダニ密度を抑制したことを報告した (表-6)。この後, 各種の合ピレ剤と有機リン剤との混用試験が行われるようになった。

関 (1989) は, 1984 年以降ミカンハダニを対象に各種の混合組み合わせによる防除効果試験を行った。その結果, ハダニ類に活性の高い合ピレ剤フルバリネートと各種有機リン剤との混用試験では, 有機リン剤の中でアセフェートとの混用のみが顕著に高い防除効果を示したとしている (表-7)。また, このアセフェートを合ピレ剤フェンプロパトリン, フルバリネート及びフルシトリネートと混用した結果, いずれの混用も合ピレ剤単用より高い防除効果を示したことより, アセフェートの効果増強作用が高いことが確認された (図-1)。アセフェートとの混用による効果向上の程度は, 合ピレ剤のミカンハダニに対する殺ダニ活性の違いによって左右され, 単用での効果が最も高いフェンプロパトリンとの混用が最も高い防除効果を示すとしている。

合ピレ剤とアセフェートとの混用のミカンハダニに対する防除効果に注目してみると, 橋元ら (1989) の試験結果においても防除効果の向上が認められた (表-8)。しかし, 上述した関 (1989) の試験と比較すると, フェン

表-5 フェンプロパトリン+アセフェート/協力剤のミカンハダニ雌成虫に対する虫体散布効果

薬 剤	濃度 (ppm)	死亡率 (%)
フェンプロパトリン+アセフェート	5+50	79.6
+ピペロニルブトキシド	5+50	55.1
+TOCP	5+50	67.3
フェンプロパトリン	5	24.5
アセフェート	500	12.2
ピペロニルブトキシド	500	30.6
TOCP	500	24.8

表-6 ミカンハダニの殺虫剤散布後の発生消長 (古橋・西野, 1984)

供試薬剤及び希釈倍率		100 葉当たり個体数					防除 効率
		散布前 (8/22)	散布後の期日				
			8/22	9/5	9/14	9/28	
CYT-355 水和剤 (フルシトリネート 3 % + アセフェート 35 %)	1,000 倍	52.2	0	0	21.1	453.3	90
ミカントップ乳剤 (フェンバレーレート 10 % + ジメトエート 30 %)	1,000 倍	31.1	6.6	53.3	886.7	3683.3	－53
NU-861 フロアブル (合成ピレスロイド系化合物 1.5 %)	1,000 倍	33.3	94.4	392.2	2191.1	5644.4	－160
ミクロデナボン水和剤 (NAC 75 %)	1,000 倍	7.7	67.7	287.8	1016.6	951.1	－211
無散布		22.2	96.7	238.9	397.8	1411.1	－

表-7 フルバリネートに各種有機リン系殺虫剤を加用した場合のミカンハダニに対する効果 (1986 年 7 月 25 日散布) (関, 1989)

薬 剤	散布濃度 (ppm)	1 葉当たり雌成虫数				
		散布前	2 日後	10 日後	20 日後	30 日後
フルバリネート単用	100	2.9	0.1	0.4	0.8	9.9
フルバリネート+アセフェート	100+500	2.9	0.1	0.1	0.1	1.2
+オキシデプロホス	100+450	3.0	0.1	0.2	0.3	5.1
+プロチオホス	100+450	2.5	0.1	0.2	0.2	5.0
+イソキサチオン	100+500	2.3	0.1	0.2	0.2	5.0
+メチダチオン	100+400	2.3	0.1	0.1	0.2	5.9
+ジメトエート	100+430	2.3	0.1	0.7	1.5	8.7
無 処 理	—	2.1	1.2	2.4	1.2	3.2

表-8 合成ピレスロイド剤とアセフェート水和剤との混用散布下におけるミカンハダニの発生 (橋元ら, 1989)

薬 剤	希釈倍率	散布前 (5/27)	薬剤散布後の経過日数									防除 効率
			3 日	12 日	20 日	30 日	40 日	52 日	61 日	69 日	79 日	
フェンプロパトリン乳剤	2,000	63	0	1	34	386	503	296	78	49	2	88
＋アセフェート水和剤	1,500	51	0	0	13	209	850	174	88	58	0	92
フルバリネット水和剤	2,000	47	4	2	23	253	1,583	270	63	84	1	90
＋アセフェート水和剤	1,500	48	3	0	9	132	1,192	858	60	69	1	95
フェンバレーレート・ジメトエート乳剤	2,000	48	10	0	74	608	1,133	648	117	66	1	75
＋アセフェート水和剤	1,500	47	3	1	30	399	1,339	482	100	50	0	84
ペルメトリン乳剤	2,000	44	87	56	667	1,567	281	360	106	50	0	8
＋アセフェート水和剤	1,500	52	1	0	51	246	832	316	53	57	0	90
フルシトリネット・PAP 乳剤	1,000	53	21	32	226	1,084	793	281	124	67	1	55
＋アセフェート水和剤	1,500	46	0	1	14	212	1,240	206	51	61	0	91
シフルトリン液剤	1,000	43	60	39	511	2,111	409	112	71	57	1	-10
＋アセフェート水和剤	1,500	43	6	0	12	153	949	800	101	78	0	93
アセフェート水和剤	1,500	42	42	39	239	1,726	389	290	107	53	2	16
酸化フェンタスズ水和剤	2,000	44	38	1	39	151	314	107	48	63	0	92
無 散 布	—	42	174	330	1,010	1,031	173	154	44	67	0	—

防除効率：30 日目の防除効率

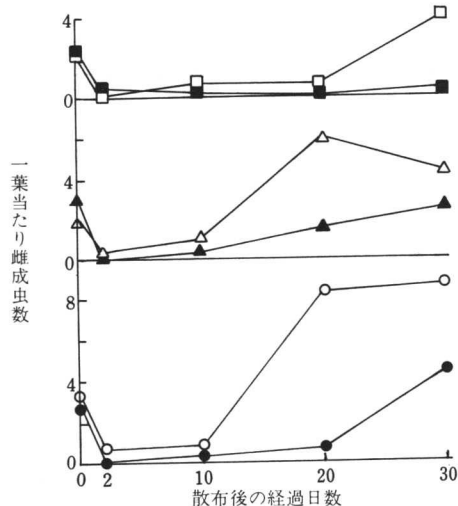


図-1 合成ピレスロイド剤＋アセフェート混用散布後のミカンのミカンハダニ密度推移 (関, 1989)

- ：フェンプロパトリン単用 (50 ppm)
- ：フェンプロパトリン＋アセフェート (50＋333 ppm)
- △：フルバリネット単用 (50 ppm)
- ▲：フルバリネット＋アセフェート (50＋333 ppm)
- ：フルシトリネット単用 (50 ppm)
- ：フルシトリネット＋アセフェート (50＋333 ppm)

プロパトリン、フルバリネットとの混用では見かけ上顕著な防除効率の向上はみられなかった。これは、これらの合ピレ剤が単用でもミカンハダニに対して高い効果を示したため、混用による効果の向上がマスクされたもの

と考えられる。また、この試験例では、ペルメトリン、シフルトリンなどの単用での効果がほとんど認められない合ピレ剤との混用散布の効果もきわめて高かった。ハダニに対して殺ダニ活性が低い合ピレ剤とアセフェートとの混用による防除効果の向上は、この試験例にあるように、顕著な効果を示す例もあるが、通常は実用レベルでの効果は期待できない場合が多い。

合ピレ剤と混用してミカンハダニに高い効果をあげる有機リン剤は、アセフェートのほかにエチオンが一部地域で用いられ、良好な効果を得ている。

これらの試験例の積み重ねより判断すると、安定したハダニ防除のためには、フェンプロパトリン、フルバリネットなどの殺ダニ活性が高い合ピレ剤と、アセフェートやエチオンなどの合ピレ剤と高い協力作用を示す有機リン剤との混用が有効と考えられる。

IV 今後の課題

合ピレ剤と有機リン剤との混用によるハダニ類に対する効果の向上は、協力作用に基づく殺ダニ活性の向上によると考えられるが、ハダニの種類・系統（特に合ピレ剤に対する感受性の違い）との関係や作用機構については詳細に検討されていない。また、国内での研究結果では、合ピレ剤との混用でミカンハダニに対して実用的な防除効果が得られる有機リン剤は、アセフェートやエチオンなど少ないが、国外の研究では種々の有機リン剤と合ピレ剤との混用散布で、ハダニ類に対する顕著な協力作用が認められている (BYNUM et al., 1990)。また、合ピレ剤と有機リン剤との混用による協力作用は、ハダニ類のほかに、タバココナジラミ (ISHAAYA et al., 1987)、

Trichoplusia ni やイエバエ (GAUGHAN et al., 1980) に対しても示すことが報告されている。これらのことより、ミカンハダニ以外のハダニ類や昆虫類に対しても、合ピレ剤との混用で高い防除効果を示す薬剤が潜在していると考えられ、さらに有効剤の検索を進める必要があるとともに、作用機構からのアプローチも重要と考えられる。また、この混用は協力作用による効果向上とともに、作用の異なる薬剤の散布により、殺虫スペクトラが広がることが考えられる。殺虫スペクトラの拡大は、複数害虫の同時防除が可能になるというメリットとともに、防除不要の昆虫まで撲滅したり、さらに有益虫への影響というデメリット面での危惧も生じる。このようなマイナス要因を最小に押さえる施用方法や、有益虫に対する影響についても検討する必要がある。

お わ り に

殺虫剤どうしの協力作用については種々の報告がある

が、実用場面での活用例は意外に少ない。合ピレ剤＋有機リン剤のハダニに対する協力作用は、ハダニに高い活性を示す合ピレ剤の登場によって実用場面で活用されるに至った。今後、この防除技術の中で、さらに新しい適用場面が見いだされるなど、有効な活用が期待される。

引 用 文 献

- 1) BYNUM, E. D. et al. (1990): J. Econ. Entomol. 83 (4): 1236~1242.
- 2) CASIDA, J. E. et al. (1977): Advances in Pesticide Science. 2: 182~189.
- 3) 藤田義雄 (1979): 植物防疫 33(8): 28~35.
- 4) 古橋嘉一・西野 操 (1984): 関西病虫研報 26: 69.
- 5) 橋元祥一ら (1989): 九病虫研会報 35: 145~153.
- 6) MIYAMOTO, J. (1976): Environ. Health Persp. 14: 15~28.
- 7) 佐藤泰典ら (1986): 第 30 回応動昆大会講演要旨
- 8) 関 道生 (1989): 九病虫研会報 35: 146~148
- 9) 吉岡宏輔・宮本純之 (1976): 化学と生物 14(7): 427~434.

新 刊 紹 介

「動物たちの生き残り戦略」(NHK ブックス No. 612)

伊藤嘉昭・藤崎憲治・齋藤 隆 著
定価 780 円 (税込), B6 判, 229 ページ
日本放送出版協会 (1990 年 12 月)

ここ 20 余年余りの間の行動生態学あるいは進化生態学の目ざましい発展の中、個体群動態の研究は大きく変わろうとしている。過去において、生態学者の多くは、個体群密度の調節を引き起こす繁殖抑制あるいは移動・分散などの形質は、種の維持または種全体としての繁栄のために、進化してきたと考えていた。しかし、現在、各個体は、自分の能力と自分がおかれた環境下で自分の子孫を最大限残そうとする戦略(厳密には、自分が持っている遺伝子のコピーをより多く残そうとする戦略)に従っていることだけであり、密度調節をするために自分を犠牲にすることはなく、密度調節は各個体の子孫を最大にする戦略の結果にしか過ぎないという見方が支配的である。著者達は、密度調節に関与した形質の進化の見方におけるこのようなコペルニクスの転回を踏まえて、桐谷圭治氏と伊藤嘉昭氏との旧著である「動物の数は何でできるか」を全面的に書き改め、新しい個体群動態学を描こうとしている。

本書は、6 章から成っている。第 1, 2 章は齋藤氏が担当し、第 1 章で野ネズミの個体群動態の総説、第 2 章で、野ネズミの繁殖戦略について彼自身が行ったフィールドでの仕事を述べている。第 3, 4 章では藤崎氏が、トビバツとヨトウの相変異、及びウンカとナガカメムシの翅多型を新しい見地から解説している。ナガカメムシの研究は彼自身による最近のものである。第 5 章では、伊藤氏によってニジュウヤホシテントウムシ類の個体群動態と成虫の繁殖戦略との関係が説明されている。最後の第 6 章はおまけ的な章で、種間競争と生物群集の安定性の問題が、伊藤氏によって簡潔に述べられている。

専門的な用語については、ボックスで詳しい説明がされ、また、難しい数式、繁雑な記述が避けられているため、専門外の読者にも分かりやすい内容となっている。ただ、扱っているテーマが新しすぎてデータ不足のためか、個体群動態研究における生き残り戦略の研究の重要性は分かるが、戦略と個体群動態との繋がりが、野ネズミ以外で具体的に明らかにされたとはいいい難い。そうは言うものの、新しい生態学の流れを分かりやすく伝えることには、十分成功している。最近の生態学の変化が気になるが、専門書を読むのはおっくうだと感じている向きに勧めたい本である。また、野ネズミの個体群動態、及び相変異・翅多型についての最近の研究の動向を知る上で、非常に役立つと思われる。この方面に関心のある向きにも勧めたい。

(山田佳廣)

脱皮ホルモン様活性物質, RH-5849の鱗翅目昆虫に対する作用

農林水産省蚕糸・昆虫農業技術研究所

北興化学工業株式会社開発研究所

農林水産省蚕糸・昆虫農業技術研究所

たけ
竹
たて
立
き
木

だ
田
いし
石
うち
内

さとし
敏
けん
剣
まこと
信

はじめに

天然有機殺虫剤, 無機殺虫剤に代表される第一世代の殺虫剤, DDT, 有機リン剤にはじまる有機合成殺虫剤の第二世代に続く, 第三世代の殺虫剤として昆虫ホルモンの一種である幼若ホルモンが注目され始めたのは, 1967年のことである(WILLIAMS, 1967)。以来, 20年余が経過したが, 昆虫ホルモン剤が実際, 農薬として使用され, 成功している例は数える程である。しかしながら, 近年, 昆虫ホルモンやその関連物質及びキチン合成阻害剤などの昆虫成長制御剤(IGR)が再び見直されている。

IGRが見直されてきた主な原因としては, ①これまで殺虫剤の主力として使われてきた有機リン剤, ピレスロイド剤などに対して, 害虫側に抵抗性が発達したこと, ②害虫と同じ生態系に生息している天敵生物を含めて, 皆殺的に制御するということに対する反省から, 特定の害虫種だけに作用するという選択性の高い農薬が要請されたこと, さらに, ③昆虫に作用が限られるIGRは人間を含めた生物環境に対して安全性が高いこと, などが挙げられる。

本稿は, 2年前に発見された脱皮ホルモン様活性物質, RH-5849の作用並びにIGRとしての可能性について鱗翅目昆虫における実験結果を中心に紹介するものである。

なお, RH-5849はK. D. WING博士(当時, Rohm and Hass Co.)から学術研究用として譲り受けたものを使用した。

I 昆虫ホルモン

発育, 変態, 休眠など, 昆虫における主要な生理現象の多くはホルモンによって支配されている。そのため, 昆虫体内のホルモンのバランスをかく乱させたり, あるいは外からホルモンまたはその活性物質を投与することは, 昆虫のプログラムされた生活史を改変することにつながり, 効果的な害虫防除法となりうる。上記生理現象

に密接に関連している主要な昆虫ホルモンとして, 前胸腺から分泌されるステロイド系の脱皮ホルモン, アラタ体からのセスキテルペン, 幼若ホルモン, さらにそれらの活性をつかさどるペプチド性の脳ホルモンとして, 前胸腺刺激ホルモン, アラタ体刺激ホルモンがある。

これらの昆虫ホルモンは, いずれも単離・精製され分子構造が決定されている。年代順に挙げるならば, 脱皮ホルモン(HÜBER and HOPPE, 1965), 幼若ホルモン(RÖLLER, 1967), 前胸腺刺激ホルモン:PTTH(鈴木, 1988), アラタ体刺激ホルモン(KATAOKA et al., 1989)となっている。

II IGRとしての脱皮ホルモンの限界

IGRとは農薬としての利用を前提に, 昆虫における正常な成長・発育を妨げる化合物の総称であり, 実際に利用されている化合物は, ①昆虫の正常な変態を阻害する幼若ホルモン活性物質, ②脱皮阻害を引き起こすキチン合成阻害剤, の二つのグループに分けられている(RETNAKARAN et al., 1985)。IGRとしての幼若ホルモン関連合成化合物は利用価値の高いものであるが, この総説で触れることは省略する。

脱皮ホルモンが, 精製・分離されたのは, 1954年のこと(BUTENANDT and KARLSON, 1954), この脱皮ホルモン, ecdysone(当時は α -ecdysoneといっていた)の最終的な構造, 2β , 3β , 14α , $22R$, 25 -pentahydroxy- 5β cholest- 7 -en- 6 -oneが決定されたのは, 1965年(HÜBER and HOPPE, 1965)であった(図-1)。

図-1から明らかなように, 脱皮ホルモンの基本構造は哺乳類における性ホルモンと同様にステロイドである。コレステロール環を生合成できない昆虫では, 脱皮ホルモンは食物からとり入れたステロール類からつくられる。

現在までに, 昆虫から15種以上の脱皮ホルモン類似物質(エクジステロイド)が同定されており(HORN and BERGAMASCO, 1985), 節足動物と同じく脱皮や変態を行う甲殻類をはじめとする無脊椎動物にも広くエクジステロイドは存在する。また植物からは多種多様な脱皮ホルモン活性物質, いわゆるファイトエクダイソンが見いださ

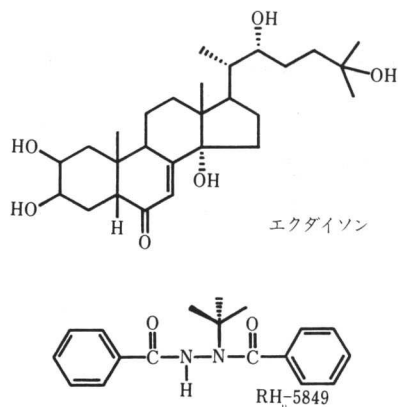


図-1 脱皮ホルモン(エクダイソン)とRH-5849の構造

れており、これらを合わせると、100種以上にのぼっている(HORN and BERGAMASCO, 1985)。ところが、テルペノイドの一種である幼若ホルモンでは多くの強力な活性物質が合成されているのに対し、脱皮ホルモン活性を持った合成化合物は知られていなかった。このため、IGRとして、害虫防除等に脱皮ホルモンを商業ベースで用いる場合、価格の点で折り合いがつかなかった。また、昆虫自身高いエクジステロイド分解能力を持っていることもあって、IGRとして脱皮ホルモン活性物質を利用することは長いあいだ顧みられなかった。

最近、脱皮ホルモンをIGRとして用いた唯一の例として、カイコの繭づくりの開始を斉一化させる薬剤(上簇促進剤)としての利用があるが(水澤, 1989)、これには、エクジステロイドを大量に含むアフリカ原産のクマツヅラ科の木本植物が発見され、比較的安価なホルモンが入手できるようになったという点と、養蚕業という特殊な産業背景があったためだといえる。

Ⅲ 非ステロイド系脱皮ホルモン活性物質、RH-5849

ステロイド骨格を持っていることが、脱皮ホルモンをIGRとして用いる際のネックとなっていたが、1988年になって、ステロイド骨格を持たない脱皮ホルモン活性物質RH-5849(1, 2-dibenzoyl-1-*tert*-butylhydrazine, 図-1)が発見された(WING, 1988; WING et al., 1988)。この化合物、RH-5849はタバコスズメガ(*Manduca sexta*)に対して、幼虫のすべての時期で脱皮を誘導するが、血中の脱皮ホルモン濃度を高めなかったし、遊離腹部で効果があったことから、エクジステロイドの分泌器官である前胸腺に作用したことは考えられなかった。さらに、キイロショウジョウバエ(*Drosophila melanogaster*)の

表-1 ハスモンヨトウ終齢幼虫におけるRH-5849局所投与と死亡率

RH-5849 投与量 (μ g/個体)	投与時期				
	0日齢	1日齢	2日齢	ワンダリング期	前蛹期
0.1	0(0)	0(0)	0(6)	0(0)	19(25)
1	0(0)	0(0)	0(0)	0(0)	50(62)
10	0(0)	0(0)	0(12)	0(0)	94(100)
100	100(100)	87(94)	50(50)	37(50)	100(100)
対象区	0(0)	0(0)	0(0)	6(6)	0(0)

()内は羽化時における死亡率

表-2 ハスモンヨトウ終齢幼虫へのRH-5849あるいは20-OH-エクダイソンの局所投与による症状

化合物	投与量 (μ g/ 個体)	症状	投与時期					
			0日齢	1日齢	2日齢	ワンダリング期	前蛹前期	前蛹後期
RH-5849	100	頭蓋剝離	100%	0%	0%	0%	0%	0%
		脱腸	0	36	0	0	0	0
		部分蛹	0	0	21	71	93	93
		蛹形態異常	0	0	7	7	7	0
		正常	0	64	72	22	0	7
20-OH-ecdysone	50	部分蛹	7	0	0	21	14	93
		蛹形態異常	7	0	0	14	7	0
		正常	86	100	100	65	79	7

Kc培養細胞でも、脱皮ホルモンと同様の効果があったが、ボナステロンAと競合的であったことから、エクジステロイドのレセプターに作用するものと考えられている(WING, 1988; WING et al., 1988)。

筆者らはハスモンヨトウ(*Spodoptera litura*)とカイコ(*Bombyx mori*)を用いて、RH-5849の鱗翅目昆虫に対する作用について若干の検討を行ったので(立石ら, 1990)、それを紹介するとともに、RH-5849の可能性について考察してみる。

まず、RH-5849の最も顕著な作用としては脱皮ホルモンの作用と同じように、新しいクチクルの形成を誘導することである。ハスモンヨトウにおける場合では(表-1)、アセトンに溶解した100 μ gのRH-5849を終齢の様々な時期に局所施用すると、脱皮ホルモンを処理した場合と同様な効果が引き起こされるが、多くの個体は死亡した。死亡率は齢の初期で高く、中期でいったん下がるものの、前蛹期に再び高まった。死亡する原因についてみると(表-2)、いずれの時期でも新しい皮膚が不完全に形成されることによるもので、終齢当日における処理では、新しい頭蓋ができていたにもかかわらず脱皮が不完全で

次齢になれないものが多かった。また、脱腸を起こす個体もみられ、齢の後半では体の一部分が蛹になるもの、あるいは明らかに形態の異常な蛹になるものがみられた(図-2, 3)。また、カイコの幼虫期においてもまったく同様に新クチクルの形成並びに脱皮行動らしきものは誘導されるが、脱皮ホルモンそのものを処理したときにみられるような正常な脱皮は幼虫、蛹とも得られなかった。

このように、ハスモンヨトウ並びにカイコで RH-5849 は不完全な脱皮を誘導するが、アワノメイガ (*Ostrinia nubilalis*) では、終齢の初期に処理すると、完全な過剰幼虫脱皮が誘導されるし、時期によっては幼虫-蛹中間体や健全な蛹も得られている (GADENNE et al., 1990)。このことから考えると、ハスモンヨトウ並びにカイコにおいても、条件さえそろえばエクジステロイドと同様に完全な幼虫あるいは蛹脱皮が誘導される可能性も捨て切れないのかもしれない。

タバコスズメガの場合、RH-5849 は新クチクルの合成を促すものの、血液中のエクジステロイド量は増加していないが (WING et al., 1988)、ハスモンヨトウでも、

処理を施してもエクジステロイド量は増加しない。すなわち、終齢の前、中、後期いずれの時期に RH-5849 を処理しても、血中のエクジステロイド量は対照区とまったく違わなかった(図-4)。このことは、RH-5849 が前胸腺などのエクジステロイド分泌系に作用したのではなく、エクジステロイドアゴニストとして作用したことを示している。

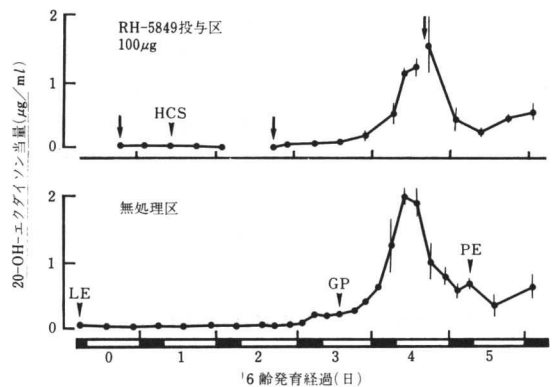


図-4 ハスモンヨトウ終齢幼虫における RH-5849 投与と血中エクジステロイド量の消長

↓: RH-5849 投与, HCS: 頭蓋剝離, LE: 幼虫脱皮, GP: ガット・パーージ, PE: 蛹脱皮

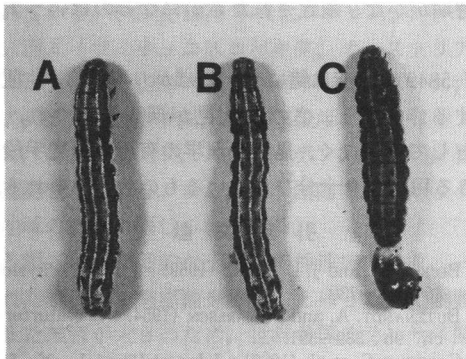


図-2 ハスモンヨトウ終齢幼虫に対する RH-5849 の影響

A: 正常終齢幼虫, B: 頭蓋剝離, C: 脱腸

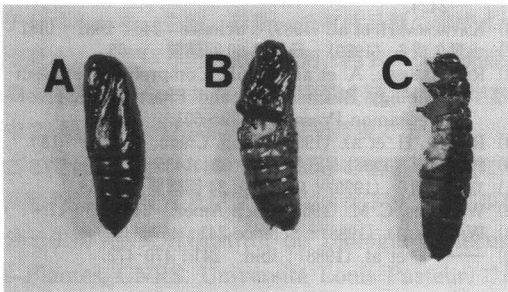


図-3 ハスモンヨトウの終齢幼虫への RH-5849 投与による蛹の形態異常

A: 正常蛹, B: 異常形態蛹, C: 部分蛹

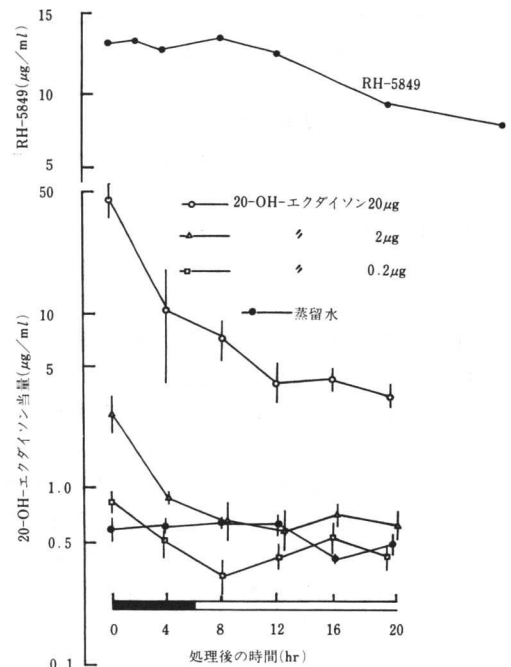


図-5 ハスモンヨトウに注射した RH-5849 (上図) 並びに 20-OH-エクダイソンの血液中の濃度の変動

ハスモンヨトウに注射した RH-5849 の分解についてみると、脱皮ホルモン的一种である 20-OH-エクダイソンの分解速度が速やかであるのと対照的で非常に遅く(図-5)、このことはタバコスズメガの場合と同様である。これは天然物である脱皮ホルモンの分解とは大きく異なる点である。

脱皮の誘導以外の RH-5849 の作用として、アワノメイガにおける休眠の覚醒がある。アワノメイガは幼虫態で休眠するが、休眠幼虫に RH-5849 を $1\mu\text{g}$ 局所施用することによって、低率ではあるが、蛹脱皮が誘導され、あたかも休眠が破れた状態になる(GADENNE et al., 1990)。この昆虫に脱皮ホルモンを注射しても、正常な蛹は得られていないので(Beck and SHANE, 1969)、幼虫休眠の誘導・維持に幼若ホルモンが関与していることと関連して、RH-5849 の脱皮ホルモン様作用が脱皮ホルモンそのものと違いがあるのかなど、興味深い点である。

IV IGR としての RH-5849 の可能性

「IGR としての脱皮ホルモン」の項で既に述べたように、合成幼若ホルモンと並んで IGR として利用されている大きな柱が脱皮阻害剤である。しかしながら、脱皮阻害剤の多くは脱皮ホルモン活性物質ではなく、昆虫の表皮の主要成分であるキチンの合成阻害剤である(RETNAKARAN et al., 1985)。現在、農薬として実用化されているキチン合成阻害剤 benzoylphenyl urea 類には、ジフルベンズロン(diflubenzuron)、クロルフルアズロン(chlorfluazuron)、テフルベンズロン(teflubenzuron)などがあり、これらの薬剤は有機リン剤などの神経薬剤と異なり、遅効性であるが、主に鱗翅目害虫に対して選択性が高いという特徴を持っている。

RH-5849 は脱皮阻害作用を持っているものの、キチン合成阻害剤とは異なるカテゴリーにはいるものである。WING (1988a), WING et al. (1988b) も報告しているように、RH-5849 は脱皮ホルモンの受容体に結合すると考えられている。この受容体に結合するという RH-5849 の性質は、脱皮ホルモンとは若干異なった作用を発現する点で興味深い。すなわち、血中に脱皮ホルモン量が少ないような場合、RH-5849 が受容体に結合し、脱皮ホルモン様の作用を発現する。しかしながら、脱皮ホルモンが多いときには逆に脱皮ホルモンと競合することになる。RH-5849 のこの特性は、クチクル形成作用並びにその阻害作用の両面を持つことを示唆しており、昆虫の発

育時期にあまり影響されることがなく、幼虫のいずれの時期にも作用を引き起こすことが可能であるという、今までの IGR にはなかった利点がある。

また、RH-5849 は脱皮ホルモンに比べて分解が遅いため、生体にとっては必要以上に長く受容体に留まるといふ利点がある。ホルモンは普通、一定期間作用したあとは、速やかに分解されることが、正常な発育を保証しているものであって、RH-5849 の分解が脱皮ホルモンに比べて格段に遅いことは、IGR として用いる場合に有利な点である。

お わ り に

IGR にも、農薬としての限界がある。まず、IGR といえども、本質的には従来の農薬と変わらない。そのため、抵抗性の発達の有無、他の生物に対する安全性などに関して十分な検討が必要で、膨大な開発コストが必要とされる。さらに IGR の場合他の農薬と違い一番重要なことは、施用時期の検討である。RH-5849 の鱗翅目幼虫に対する効果から明らかなように、発育の制御・改変、脱皮の阻害などという IGR の特質から考えて、施用の方法、施用時期がかなり限定されたものになるのはいうまでもない。

RH-5849 の研究は緒についたばかりである。他種昆虫に対する作用など、さらに知見が深まるにつれ、単に IGR としてではなく、昆虫生理学の有用な研究手段にもなりうる可能性を十分ひめているものと考えられる。

引 用 文 献

- 1) BECK, S. D. and J. L. SHANE (1969): J. Insect Physiol. 15: 721~730.
- 2) BUTENANDT, A. and P. KARLSON (1954): Z. Naturforsch. 9b: 389~391.
- 3) GADENNE, C. et al. (1990): J. Insect Physiol. 36: 555~559.
- 4) HORN, D. H. S. and R. BERGAMASCO (1985): Comprehensive Insect Physiology Biochemistry and Pharmacology vol. 7 Pergamon Press, pp. 215~248.
- 5) HÜBER, R. and W. HOPPE (1965): Chem. Ber. 98: 2403~2424.
- 6) KATAOKA, H. et al. (1989): Science 243: 1481~1482.
- 7) 水澤久成ら (1989): 日蚕第 60 回講要 p. 65
- 8) RETNAKARAN, A. et al. (1985): Comprehensive Insect Physiology Biochemistry and Pharmacology vol. 12 Pergamon Press, pp. 529~601.
- 9) RÖLLER, H. et al. (1967): Ang. Chem. 6: 179~180.
- 10) 鈴木昭憲 (1988): 日農化誌 62: 1435~1442.
- 11) 立石 剣ら (1990): 応動昆第 34 回講要 p. 168.
- 12) WILLIAMS, C. M. (1967): Sci. Amer. 217: 13~17.
- 13) WING, K. D. (1988): Science 241: 467~469.
- 14) ——— et al. (1988): ibid. 241: 470~472.

テンサイそう根病ウイルス (BNYVV) 遺伝子の生物学的機能

北海道立中央農業試験場 ^{たま}玉 ^だ田 ^{てつ}哲 ^お男

はじめに

テンサイそう根病は、Rhizomania と呼ばれ、根に異常を起こすウイルス病である (神沢・宇井, 1972: TAMADA and BABA, 1973)。テンサイの根の細根が異常に増加し、叢生するのが特徴であり、激しい場合には、根は肥大せず奇形となり、先端からえ死を起こす。そのため地上部の葉は退緑・黄化する。発病すると被害が大きく、特に根中糖分を低下させる。

北海道では、1965 年ごろから発生が認められ、現在ではテンサイ作付圃場 (72,000ha) の約 20%以上が、そう根病に汚染されている (玉田ら, 1983; 阿部, 1987)。テンサイ栽培農家に大きな経済的損失をもたらしており、その損失は少なく見積っても 20 億円以上と推定される。

そう根病は、1950 年代にイタリアで発生したのが最初とされている。その後 1970 年代にフランス、ユーゴスラビア、西ドイツ、チェコスロバキア、オーストリア、ルーマニア、ソ連、1980 年代前半オランダ、スイス、ブルガリア、アメリカ、中国、1980 年後半にはスペイン、イギリス、フィンランド、スウェーデン、ポーランドに発生が確認されている。また、同一国内でも毎年のように発生地域の拡大が報じられている。

そう根病は、典型的な土壤伝染性病害であり、一度汚染された圃場から病原菌を除くことはきわめて困難である。また被害が大きいため、世界各国のテンサイ関係者は、深刻な問題として受け止め、早期発見と病原の侵入、発生拡大の防止に最大の注意を払っている。既に発生地域ではテンサイの栽培を中止しているところも少なくない。そのため、そう根病についての研究も、ウイルスの分子レベルから、生態、診断、抵抗性品種の育成まで幅広く進められている。1990 年 8 月、西ドイツで開催された第 1 回菌類媒介のウイルス病国際会議では、約半数 (55 題中 22 題) がそう根病関連の研究発表であった。

ここでは、病原ウイルスの遺伝子の構造と機能について、私たちの研究室及びフランス・ストラスブールの植物分子生物学研究所 (Institut de Biologie Moléculaire des Plantes, CNRS, Université Louis Pasteur) で最近得られた知見を紹介したい。

I 病原ウイルス BNYVV

そう根病の病原ウイルスは、Beet necrotic yellow vein virus (BNYVV) であり、便宜上そう根病ウイルスとも呼ばれている。ウイルスは、ネコブカビ科の 1 種 *Polymyxa betae* によって永続的に伝搬される。汁液接種によっても感染するが、寄主範囲は狭く、主としてアカザ科の植物に限られる。自然では、*P. betae* の遊走子によって運ばれたウイルスが、テンサイの根に感染、増殖し、病気を起こす。ウイルスは根に局在することが多く、全身に移行することはほとんどないが、しかし、地上部に症状が現れると、葉の葉脈が黄化し、え死を伴うため、上記のウイルス名が付けられた (TAMADA and BABA, 1973)。

ウイルス粒子は、TMV のように桿状で 21K の外被タンパク質と (+) 鎖の 1 本鎖 RNA からなる。粒子の幅は 20nm、長さ 60~390nm で、粒子の長さは RNA のサイズによって決められる (TAMADA et al., 1989)。ウイルス粒子の形態、媒介菌、伝染方法から Furovirus group に仮に含まれているが、ゲノムの構造や機能からタイプメンバーの Soil-borne wheat mosaic virus と異なる点もある。

BNYVV には、ゲノムのサイズによって RNA-1 から RNA-5 まで 5 種の RNA がみつまっている (図-1)。RNA-1 から RNA-4 の 4 種は、圃場分離株に常に存在し、発病、伝搬に必要なものである (KOENIG et al., 1986; TAMADA et al., 1989)。5 番目の RNA-5 は、今のところ日本の分離株からのみみつまっているが、機能は明らかではない (TAMADA et al., 1989)。5 種の RNA のすべての塩基配列が決定され (BOUZOUBA et al., 1987; 木口ら, 1989)、その遺伝子地図を図-2 に示す。これらの RNA ゲノムは、いずれも 5'末端がキャップ構造、3'末端がポリ (A) 配列である。5'末端の数塩基と 3'末端の約 70 塩基に高い相同性が認められている。この相同性の高い領域は、多分ウイルス RNA の複製開始域、ウイルス粒子の形態形成開始部位として重要な役目を果たしていると推定される。

II BNYVV 遺伝子の構造

1 RNA-1

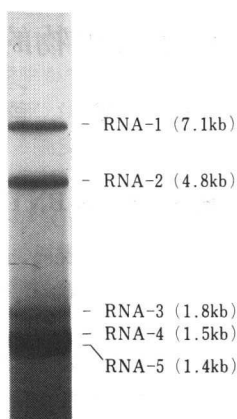


図-1 BNYVV RNAのアガロースゲル電気泳動パターン

サンプルはRNA-1～5を含む野生株。
カッコ内はRNA分子のサイズを示す。

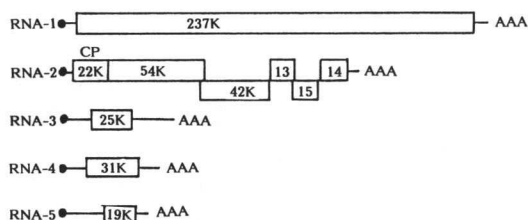


図-2 BNYVV RNAの遺伝子地図(BOUZUBAA et al., 1987; 木口ら, 1989)

白枠はORF(解読枠)を示し、数字はコードされているタンパク質の分子量を示す。

●は5'末端のキャップ構造、AAAは3'末端のポリ(A)鎖を示す。

RNA-1 (7.1Kb) は、1個のORF(解読枠)を有し、237Kのタンパク質をコードしている(図-2)。このタンパク質にはnucleotide triphosphate binding siteとhelicaseとGDDで示されるpolymerase siteと一致する配列が存在し、RNA複製のための情報が含まれていると考えられる。

2 RNA-2

RNA-2 (4.8Kb) には、6個のORFが認められている(図-2)。5'末端から最初のORF Iには、21K外被タンパク質、さらにORF IIには、その外被タンパクシストロンから読みすぎ(リードスルー)産物として54Kのタンパク質が含まれている。これは外被タンパク質のN'末端を含み、75Kタンパク質として翻訳され(75Kリードスルータンパク質と呼ぶ)、ウイルス粒子から作製した抗血清と強く反応する。このタンパク質は、21Kの外被タン

パク質とともに感染した植物の細胞質内に大量に存在する(NIESBACH-KLÖSGEN et al., 1990)。つづいて、ORF IIIには42K、ORF IVには13K、ORF Vには15Kのタンパク質が含まれる。このうち42Kと15Kタンパク質は、主に膜分画に含まれるという。これら3個の遺伝子は、triple block ジーンとして、barley strip mosaic virus, potexviruses 及び carlaviruses と類似した点がある。3'末端側にあるORF VIには、14Kのシステインリッチなタンパク質がコードされており、Zn-finger motif と関連があるらしい。

3 RNA-3, RNA-4及びRNA-5

これら3種のRNAは、サテライト様で、いずれもウイルスの感染に必要なではない。すなわち、これらのRNAの複製と増殖は、RNA-1とRNA-2に依存する。RNA-3 (1.8Kb) には25K、RNA-4 (1.5Kb) には31K、RNA-5 (1.4Kb) には19Kのタンパク質をコードするORFが確認されている(図-2)。最近の知見によれば、RNA-3から3'末端に0.6KのサブゲノムRNA、RNA-4では31KORFの上流に6.5KのORFの存在がみついているが、*in vitro* で発現するかどうか不明である(JUPIN et al., 1991)。

III BNYVV 遺伝子の生物学的機能

1 感染性

最近の情報によると、RNA-1のみによってプロトプラストへの感染が成立するらしい(BOUZUBAA, S. 未発表)。すなわち、RNA-1には複製のためのすべての情報が含まれていると思われる。しかし、植物にウイルスが感染し、細胞間を移行し、肉眼で感染したと判断できる局部病斑が形成されるためには、RNA-1とRNA-2が必須である(TAMADA et al., 1989)。RNA-3, -4, -5はいずれも感染に必要なではない。

2 病原性

TAMADA (1975) は、BNYVV 分離株をツルナ(検定植物)の接種葉に現れる病斑型により、YS(黄色斑)型、NS(えそ斑)型、CS(退緑斑)型及びCR(同心輪紋)型に分け、この病斑型と短粒子(60~110nm)の長さの間に密接な関係があることをみつけた。特に105nm粒子を含む分離株は、テンサイに葉脈黄化症状、*Beta macrocarpa* に強いモザイクと萎縮症状を示した。これらの初期の実験結果は、病徴出現を左右する遺伝情報が短粒子に存在していることを示唆している。

最近、電気泳動によるRNAの解析(TAMADA et al., 1989)とcDNAプローブを用いた解析(RICHARDS et al., 1985; Kuszala et al., 1986; 斉藤ら, 1990)により、YS

型は RNA-3 (105 nm 粒子に相当) を含む分離株によって起こることが示された。一方, RNA-4 や RNA-5 を含む分離株, どの RNA も含まない分離株 (RNA-1 と 2 のみ) は, CS 型または CR 型の病斑型を示した。さらに機械的に汁液接種を繰り返すと, YS 型は CS 型に変わり, RNA-3 の塩基の一部が欠失する現象が認められている。すなわち, 完全長の RNA-3 は, BNYVV の病原性に関与する遺伝子であることが明らかにされた。では, RNA-3 のどこが YS 型病斑を決定するのであろうか? JUPIN et al. (1991) は, RNA-3 の完全長の cDNA から, 試験管内で感染性のある RNA を転写できる実験系 (reverse genetics という) を用いて, cDNA レベルで人為的に欠失させて得られた変異株をツルナに接種を行い, 解析を行った。その結果, RNA-3 にコードされている ORF (25K タンパク質) の発現と YS 表現型とが密接に関連していることが示された。しかし 25K タンパク質が, なぜ黄色斑を形成するかは明らかではなく, 今後の課題である。

次に大切なことは, RNA-3 がテンサイの根の病徴にどのようにかかわっているかである。筆者らは, RNA 組成の異なるウイルス分離株を人為的に作出し, ウィルス・フリーの *P. betae* にそれらを獲得させ, ウィルス保有菌によるテンサイへの接種試験を行った。その結果, RNA-3 をもつ分離株のみが, 典型的なそう根症状, 細根の異常増加と葉の黄化症状を示した。他の組み合わせをもつ分離株では, 全く病徴が認められなかった (TAMADA et al., 1990)。また, ウィルス接種苗を圃場で栽培しても, 根は健全と変わらず, 糖分の低下は認められなかった。すなわち, テンサイのそう根症状は, BNYVV RNA-3 によって決定されることが証明された。多分, RNA-3 にコードされている 25K タンパク質が, 根の細根を増生させる働きをもつと推定されるが, その機作については, 今後の興味ある課題である。

3 Polymyxa 伝搬性

筆者らは, RNA 組成の異なるウイルスを持った *P. betae* を用いて接種試験を行い, RNA-3 と RNA-4 の菌伝搬に及ぼす影響について調べた。その結果, RNA-4 をもつ分離株 (RNA1+2+4) は, RNA-3 をもつ分離株 (RNA1+2+3) より 100 倍, いずれの RNA ももたない分離株 (RNA1+2) より 1,000 倍も効率よく菌によってうつされた。また, RNA-3 と RNA-4 をもつ分離株 (RNA1+2+3+4) は, さらに効率よく伝搬された。以上の実験から, RNA-4 は菌の伝搬効率を高める役割を果たしていると結論された (TAMADA and ABE, 1989)。

しかしながら, RNA-4 をもたないウイルス分離株で

も, *P. betae* によって伝搬されるため, 本質的には, RNA-1 または RNA-2 に菌伝搬性の機能をもつ遺伝子が存在する可能性がある。そこで, RNA-2 の欠失変異株を用いて, さらに伝搬試験を行った。作出した欠失 RNA-2 は, RNA-2 の 5' 末端にコードされている外被タンパク質からその読みすごしとして合成される 54K タンパク質 (ORF II, 図-2) のうち約半分の 20~25K が欠失したものである。外被タンパク質は正常である。この変異株に野生株の RNA-3 と RNA-4 を加えて接種試験を行った結果, *P. betae* は欠失 RNA-2 をもつ変異株を全くうつすことができなかった。すなわち, RNA-2 にコードされている外被タンパク質を含む 75K リードスルータンパク質が, *P. betae* のウィルス伝搬に必須であることが明らかにされた (TAMADA and KUSUME, 1991)。

植物ウィルスをコントロールする上で, ウィルスの伝搬機構を明らかにすることは, 病原性の解明とともに, きわめて大切である。BNYVV が *P. betae* によってうつされる場合, ウィルスは菌の休眠孢子の中に存在する必要があるが, 菌体内では増殖しないと考えられている (ABE and TAMADA, 1986)。われわれの実験から, 休眠孢子から生じる遊走子でも, 遊走子嚢から生じる遊走子でも, ウィルスが菌体内に入ることが重要であり, その場合, 75K リードスルータンパク質が重要なカギを握っているようである。一般にこの種のウィルスでは, ウィルスは未成熟の菌体を含む根の細胞で増殖し, その過程で菌体の膜を通過し, 蓄積し, その後成熟した菌体から生じる遊走子によって運ばれるとされている。もしこの仮説が正しいとすれば, 75K タンパク質は, どの過程でどのような役割を担っているのであろうか? さらに RNA-4 にコードされている 31K タンパク質は, なぜ菌の伝搬効率を高めるのであろうか? これらの興味ある疑問についての解答は, 今後の研究に待ちたい。

IV 研究の応用と発展

1 遺伝子診断

そう根病は, 典型的な土壤伝染性病害であるため, 個々の圃場の土壤診断は, 防除対策上非常に大切である。この診断作業によって, 発病圃場の早期発見, 病土対策, 抵抗性品種作付の指導などが可能となる。現在, 収穫期のテンサイ細根をエライザ法で検定する手法がルーティーンの診断法として実施されているが, トラップ植物を用いた土壤診断も開発され, 実用化されようとしている。

さらに, われわれの研究室では, ウィルス RNA から cDNA を作成し, cDNA をプローブとした RNA の識別, 検出法を検討している。その結果, 非放射性核酸標

識法(ジコキシゲニン法)により、5種のRNAの識別が可能となった(斉藤ら, 1990)。機能の異なる分節ゲノムをおのおの検出できる利点は大きく、今後ウイルスの系統識別、土壌診断に応用していきたいと考えている。

2 弱毒ウイルス

筆者らは、ウイルス遺伝子の解析に基づいて、そう根症状を発現するゲノム RNA-3 を取り除いた弱毒ウイルスの作出に成功した。しかし、この弱毒ウイルスは全身に移行できないため、通常の汁液接種でテンサイの幼苗に感染させることができない。そこで RNA-4 が菌伝搬性を向上させる役割をもつことに着目し、RNA-4 を付与した弱毒ウイルス保有 *P. betae* を作出し、この菌の大量増殖法を確立した。現在、弱毒ウイルスの効果について検討しているが、媒介菌を拡散する恐れもあるため、実用上の問題点も少なくない。もし、他の方法でテンサイに弱毒ウイルスを接種できれば、病原性のない、しかも菌伝搬性を失った理想的な弱毒ウイルスの作出が十分可能である。これらの点については、さらに検討する必要がある。

3 抵抗性品種の作出

弱毒ウイルスが干渉作用によって、強毒ウイルスの感染と増殖を抑えることができる。この現象を利用して、ウイルス遺伝子の一部、例えば外被タンパク質遺伝子を Ti プラスミドベクターを用いて、また直接植物体に導入して、その情報が発現できるように工夫できれば、植物自体に干渉能、すなわち抵抗性を付与できる可能性が示されている。このような目標に向かって、現在世界中の多くの研究者が、いろいろなウイルスと植物の組み合わせについて活発に研究を進めている。

そう根病についても、ごく最近、フランスのバイオゼム研究所とデンマークのダニスコ研究所のグループがおのおの独自に BNYVV の外被タンパク質遺伝子を導入したテンサイの作出に成功している。プロトプラストのレベルで抵抗性が発現したとのことであるが、圃場でどの程度の抵抗性をもつか、結果が楽しみである。

おわりに

以上、テンサイそう根病ウイルス BNYVV の遺伝子の構造と機能について、最近得られた知見と今後の研究の応用と発展について述べた。

ウイルスが、なぜ、どのようにして感染し、複製し、

病気を起こすのか? なぜそう根症状になるのか? なぜ寄主域がアカザ科に限られるのか? なぜ特定のかびによってのみうつされるのか? またそのしくみは? 今まで現象としてのみとらえられていたこれらの疑問が、最近の分子生物学の技術を用いることにより、分子レベルで解明されつつある。このようにウイルス本体のペールはがされるにつれて、つぎに「ウイルスのコントロール」という応用面での解答を与えてくれるものと信じる。

特に応用面で興味があるのは、ウイルス遺伝子の一部を植物体に組み込み、抵抗性植物が得られるという事実である(外被タンパク質遺伝子以外でも抵抗性が発現されている。)そのためには、さらにウイルス、媒介菌及び寄主植物間の相互関係について基礎的な研究が必要に思われる。特に reverse genetics (RNA → cDNA → 変異 cDNA → 転写)の実験系と transgenic plant (形質転換植物)の実験系が、発展のための有力な武器であることは、述べるまでもない。

引用文献

- 1) 阿部秀夫 (1987): 北海道立農試報告 60: 1~99.
- 2) ABE, H. and T. TAMADA: Ann. Phytopath. Soc. Japan 52: 235~247.
- 3) BOUZOUBA, S. et al. (1987): J. gen. Virol. 68: 615~626.
- 4) JUPIN, L. et al. (1991): Seminars in Virology (in press).
- 5) 神沢克一・宇井格生 (1972): 日植病報 38: 343~345.
- 6) 木口忠彦ら (1989): 同上 55: 547 (講要).
- 7) KOENIG, R. et al. (1986): J. gen. Virol. 67: 2043~2046.
- 8) KUSZALA, M. et al. (1986): Ann. Appl. Biol. 109: 155~162.
- 9) NIESBACH-KLÖSGEN, U. et al. (1990): Virology 178: 52~61.
- 10) RICHARDS, K. et al. (1985): J. gen. Virol. 66: 345~350.
- 11) 斉藤美奈子ら (1990): 日植病報 56: 137-138 (講要).
- 12) TAMADA, T. (1975): CMI/AAB Descriptions of Plant viruses 144: 1~4.
- 13) ——— and H. ABE (1989): J. gen. Virol. 70: 3391~3398.
- 14) ——— and T. BABA (1973): Ann. Phytopath. Soc. Japan 39: 325~332.
- 15) ——— and T. KUSUME (1991): J. gen. Virol. (in press).
- 16) 玉田哲男ら (1983): 日植病報 49: 440 (講要).
- 17) TAMADA, T. et al. (1989): J. gen. Virol. 70: 3399~3409.
- 18) ——— et al. (1990): Proceedings of the First Symposium of the International Working Group on Plant Viruses with Fungal Vectors PP.41~44. Eugen ulmer Gmb H, stuttgart.

昆虫の大量細胞培養による天敵ウイルスの生産

北興化学工業株式会社開発研究所 小 池 まさる 勝

はじめに

昆虫ウイルスを害虫防除に利用する試みは欧米で早くから検討されている。FAO と WHO の合同会議 (1972) においても、約 40 種の害虫に対する防除例を示し、さらに、約 300 種の害虫に対して利用可能と思われるウイルスを挙げている。アメリカでは、1975 年までに 17 種のウイルスで商品化が検討され、四種のウイルス剤 (多角体病ウイルス) が農薬登録された。日本では、かつてマツカレハ CPV 剤としてマツケミンが農薬登録された。また、ハスモンヨトウ (岡田, 1977), チャコカクモンハマキ (小泊, 1980), リンゴコカクモンハマキ (佐藤, 1981), クワゴマダラヒトリ (国見, 1986) で実用化のための検討がなされた。近年、農林水産省の高度防除技術推進特別対策事業として、ハスモンヨトウ核多角体病ウイルス、コカクモンハマキ顆粒病ウイルス、チャハマキ顆粒病ウイルスについて、実用化の検討がなされ、それらの有効性が示された。

ウイルスの殺虫剤としての利用上最も大きな問題点は、大量生産の方法である。現在、ウイルスの生産は、飼育した宿主昆虫にウイルスを接種し、虫体内で増殖したウイルスを回収するという方法で行われている。この方法では機械化される工程が少なく、ほとんどが手作業であるため、コストが高く、国見 (1986) の試算によれば生産コストの 73% が労賃であるという。昆虫の大量飼育の手段に加え、製品の均一性、衛生管理等、量産化における生産管理が複雑となる。これに対して、培養細胞系によりウイルスを生産するならば、培養タンクを用い機械化、省力化が行え、季節に関係なく安定して、均一なウイルスを大量に生産することができることになる。しかも、宿主昆虫による生産で問題となる雑菌の混入がなく、昆虫由来のアレルギー源、毒性タンパク等の除去も容易である。

昆虫細胞の継代培養が行われるようになったのは、動植物のそれと比べてかなり遅く、1962 年に、GRACE が *Antheraea eucalypti* (野蚕) から培養細胞株を樹立したのが初めてである。昆虫培養細胞株を用いた主たる研究には、ショウジョウバエ由来細胞の遺伝解析、ゴキブリ

の細胞を用いた昆虫ガン細胞の研究、カ細胞によるカ媒介性のヒトウイルスの解析、鱗翅目昆虫細胞における昆虫ウイルスの感染・増殖過程の解析等がある。昆虫ウイルスの感染増殖については、*Trichoplusia ni* (TN-368) 細胞や、*Spodoptera frugiperda* (IPL-Sf-21 AE) 細胞を用いた *Autographa californica* (キンウワバの一種) の核多角体病ウイルス (AcNPV) に関する研究が主である。

さて、現在培養されている昆虫細胞系のほとんどは、ウシ胎児血清 (FBS) を 3~20% 含む培地で培養されている。FBS は高価で供給が不安定であり、さらに胎児より分取することから動物愛護にも反するため、これにかわる無血清培地の開発が望まれていた。無血清の完全合成培地は、生化学的研究に有利であり、また、天然物を含む培地でもコストが低ければ細胞の大量培養やその産業利用等に有利である。そこで本稿では、私たちが行っている天然物を含む無血清培地での、ヨトウガ由来細胞の大量培養、及びこの培養系を用いた核多角体病ウイルスの生産法検討の現状を中心に紹介し、これらにおける問題点ならびに今後の展望を概略して述べてみたい。

I 昆虫の大量細胞培養技術

1 廉価培地での培養検討

私たちは、昆虫特有のウイルスである核多角体病ウイルスの培養細胞での生産を目的として、安く、調製の簡単な培地による昆虫細胞の培養法を検討した。細胞系としては、農工大三橋教授より分与されたヨトウガ脂肪体由来の SES-MaBr-4 株 (MB-4 と略)、血球由来の NIAS-MaBr-93 株 (MB-93) を用いた。これらの細胞株は、3%FBS 含有 MITSUHASHI and MARAMOROSCH 培地 (3%FBS-MM 培地) (MITSUHASHI and MARAMOROSCH, 1964) で継代している。

FBS は培養に有用な種々の物質を含み、培地成分としてきわめて重要であるため、前述したように、現在、ほとんどの細胞株が FBS を含む培地で培養されている。しかし、高価であるうえに安定した供給が得られないため、大量培養には不向きである。3%FBS 含有 MM 培地は、その組成が他の培地に比べ簡単ではあるが、培地コストに占める FBS の割合は 90% を超えている。三橋 (1982) は、3%FBS 含有 MM 培地から FBS を取り除いた無血清 MM 培地 (MM-SF 培地) でも、各種細胞株の

培養が可能なことを示した。MM-SF 培地は廉価で、培地組成の成分である天然物の入手も容易であり、有望な培地の一つである。しかし、その調製時にメンブレンフィルター (0.2 μm ポアサイズ) による汙過滅菌を行う必要がある。これは操作上煩雑であるだけでなく、大量の使用にあたって、大型の無菌汙過装置が必要となる。そこで、汙過滅菌よりも操作性・確実性の点で有利なオートクレーブ滅菌で調製した無血清培地に対して、上記細胞株の順化を試みた。その結果、これらの細胞株は、MM-SF 培地をオートクレーブ滅菌した培地 (MM-SFH 培地) あるいは MM-SFH 培地の改良培地 No. 8 (表-1) に対して順化し、継代培養が可能となった (ウイルス感染性試験に供試している SES-MaBr-4 株の順化細胞株 (4H) は、1990 年 12 月末現在で 260 代継代)。この No. 8 培地は、培地コストが 3%FBS 含有 MM 培地に比べ 1/15 以下 (試薬価格で約 200 円/l) となった。さらに、オートクレーブ滅菌が可能なことから、メンブレンフィルターの必要がなく調製も容易であり、調製コストも低下した。No. 8 培地で培養した細胞は、3%FBS 含有 MM 培地での増殖と比較して、順化初期ではやや増殖速度が劣ったが、順化後は、ほぼ同様の速度で増殖することが認められた (KOIKE and SATO, 1987)。

2 大量培養の検討

昆虫ウイルス、とりわけ多角体病や顆粒病の病原であるバキュロウイルスの大量生産を目的とした昆虫細胞の大量培養に関する検討は、主として HINK ら一派が *Trichoplusia ni* (TN-368) 細胞で、VAUGHN ら一派が *Spodoptera frugiperda* (IPL-Sf-21 AE) 細胞で、それぞれ精力的に行っている。さらに MILTENBURGER らも *Mamestra brassicae* (IZD-MBO 503) 細胞で試みている。彼らの用いた細胞はそれぞれ異なるが、いずれも血清含有培地による培養法を検討している。HINK and STRAUS (1980) は、3 l のジャーファーマンター培養で、酸素量、pH を制御し、メチルセルロースを培地に添加して細胞の clumping を抑え、さらに消泡剤としてシリコンを添加することによって、初発濃度 2×10^5 cells/ml から $3 \times$

10^6 cells/ml の終濃度を得た。WEISS and VAUGHN (1986) は、1.7 l ボトル内に、渦巻き状にシートを入れ表面積を 9,500 cm^2 とした Dyna Cell Propagator を用いて、培地量 1.6 l を仕込み、酸素量と pH を調整した新しい培地を 25 ml/hr の割合で交換する perfusion system で 4 日間培養 (培地総量 4 l) することによって、細胞数を 5 倍まで増殖させた。MILTENBURGER and DAVID (1980) は 12 l サイズのジャーファーマンターを用いた 9~9.5 l のバッチ培養を行い、初濃度 $1 \sim 2 \times 10^5$ cells/ml から終濃度 3×10^6 cells/ml 量を得た。

私たちは、細胞の大量培養にはかくはん培養が有利と考え、浮遊性の細胞を用いて、No. 8 培地での培養条件の検討を行った。細胞株は、MB-93 株の No. 8 培地への順化株である 93 H 株を用いた。最初に振とう培養法を試みたが、この方法では培養が不可能であった。また、エアリフター (柴田ハリオ製) による 1 l 量の培養では、通気により生じた培養液の泡によって細胞が死滅するため、やはり培養できなかった。TRAMPER et al. (1986) によれば *S. frugiperda* 由来の細胞は、培養液中の気泡によりダメージを受けるという。動物細胞の大量培養で行っているように、吹き込む気泡の量及びサイズをコンピュータ制御する培養が必要と思われるが、以後の検討は行っていない。次に試験したスピナーフラスコによる培養で細胞の増殖が良好であったので、この方法についてさらに検討することとし、血清含有培地と No. 8 培地とにおける細胞の増殖を比較したところ、100 ml 量、500 ml 量どちらの培養量でも、初発 $1 \sim 2 \times 10^5$ cells/ml から終濃度 1×10^6 cells/ml 以上の細胞が得られ、培地による増殖量の差は認められなかった。最高濃度に達したのは、100 ml 量では 7 日、500 ml 量では 12 日であった。続いて、5 l サイズのミニジャー (いわしや製) を用い、液表面通気で 1 l 及び 3 l 量の培養を行った。その結果、1 l 量では 7 日目、3 l 量では 12 日目に最高濃度 (1×10^6 cells/ml) に達した。

この培養の際の細胞の酸素消費量を測定したところ、動物細胞で一般的に示されている量よりも多くの酸素を

表-1 無血清培地組成 (No. 8)

NaCl	7.0 g/l
KCl	0.2
MgCl ₂ 6 H ₂ O	0.1
CaCl ₂ 2 H ₂ O	0.2
Glucose	4.0
Lactalbumin hydrolyzate	6.5
Yeast extract	5.0
pH adjust to 6.5	

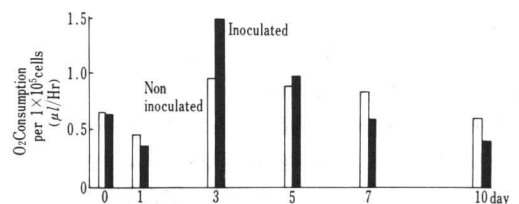


図-1 ヨトウガ培養細胞のヨトウガ核多角体病ウイルス感染による酸素消費量の変動

消費することが認められた(図-1)。この結果から、細胞の増殖には溶存酸素量が大きく影響すると考えられたことから、ミニジャー培養(3 l)で、テフロン多孔質チューブ、脱気用チューブ、液表面通気の三種の方法によりそれぞれ1 l/min量の無菌空気を流し、溶存酸素の供給法について比較した結果、テフロン多孔質チューブ、液表面通気では、細胞の増殖が良好であったが、脱気用チューブの効果は低いことが示された。HINK and STRAUS (1980)は培養液内にチューブを入れ、チューブ内通気(5 cm³/min)で酸素供給をしている。しかしながら、液表面通気による供給は他の方法より効率性は低い、装置として簡単であり、より実用性があると考え、この方法による培養をミニジャー(4 l)で行ったところ、終濃度 6×10^6 cells/mlという高濃度の細胞増殖を得ることができた。培養中のpH値は、あまり変化せず、初発値6.5より徐々に低下し最終5.8~6.0になるが、培養中のpH調整は細胞の増殖に対してそれほど有効ではなかった。HINK (1982)は、pH値が増加するため、培養中のpH調整が細胞増殖に有効と報告しており、われわれの結果とは異なるが、これは供試細胞の違いによるものと考えられる。

最後に、容量65 lの細菌培養に用いているステンレスジャー(小松川製)を用い、40 l量の培養を行った。その結果、初発 1.5×10^5 cells/mlより培養7日目に約 7×10^5 cells/mlまでの細胞増殖が認められた(KOIKE and SATO, 1987)。回転速度と通気量、細胞濃度と酸素量など、さらに細かく培養条件を検討することにより、より高濃度の増殖が得られるものと考えられる。

以上にみられるように、細菌培養用ステンレスジャーを用いて、ジャー内で培地の調整、滅菌、細胞の培養と一貫した操作を行うことによって、これまでの培養法に比べ、非常に簡単に無血清培地による昆虫細胞の大量培養ができるようになった。これによって、ヨトウガ細胞株の実用的な大量培養法はほぼ確立したと考えられる。

II 培養細胞による核多角体病ウイルスの生産

現在、培養細胞を用いた昆虫ウイルスの実用的大量生産は行われていないが、前述のHINKら、及びVAUGHNらが、それぞれの装置で多角体病ウイルス(NPV)の大量生産条件を検討している。HINK (1982)は、TN-368株とAcNPVの系を用いて、ウイルス接種時の細胞濃度により、感染細胞(多角体生産細胞)当たりの多角体生産量に差がでることを示した。接種細胞濃度 7.65×10^5 cells/mlのときの生産量が最も多く、感染細胞当たり142個の多角体を生産するが、生産効率の点では、 3.8×10^6 cells/mlの濃度が良く、 2.2×10^8 PIB/ml量の多角

体(PIB)が生産された。また、細胞培養用ジャー(3 l培養)とウイルス感染細胞培養用ジャー(0.5 l培養)4基を連結し、4回のバッチ培養6日で、97~89%の感染率と 10^8 PIB/mlの生産量が得られたが、5回目、6回目の培養では収量が低下したという。WEISS and VAUGHN (1986)は、IPL-SF-21 AE株とAcNPVの系でローラーボトル培養によって、合計6.4 l量から 1.5×10^{11} PIB (2.34×10^7 PIB/ml)を生産させた。また、対数増殖期の細胞ではウイルスの増殖が盛んであるが、定常期の細胞では全く多角体が生産されないと報告している。培養細胞で生産された多角体と幼虫で生産された多角体とは病原性が同じであるという例(IGNOFFO et al., 1974; SUMMERS and VOLKMAN, 1976)と、培養細胞で10回以上継代したウイルスは病原性が低下するという例(POTTER et al., 1976)とがある。HINKらは接種ウイルスの継代を4回までとしており、VAUGHNらは6~10回以内にしている。

私たちは、オートクレーブ滅菌した無血清培地を用いて培養したヨトウガの細胞へ、ヨトウガ核多角体病ウイルス(MbNPV)を接種したところ、ウイルスの感染増殖が認められた。ウイルス感受性の高い4H細胞株の場合、多角体を生産した細胞の率(感染率)は最高80~90%に達した。大型フラスコ(底面積150 cm²)を用いた50 mlの静置培養実験では、4H細胞の感染率は20~50%であったが、感染細胞当たりの多角体生産数は約100個であった(表-2)。この値はWEISS and VAUGHN (1986)の血清含有培地での細胞の多角体生産率とほぼ同等である。多角体が細胞内に出現するのはウイルス接種後4~5日であり、その後10~14日まで増え続ける。多角体の最終的な収量は 1×10^7 個/mlであった。ウイルスを接種した細胞をミニジャーで4 lのかくはん培養した場合には、ウイルスの二次感染が抑えられ、感染率が静置培養に比べ低くなるとともに、多角体の収量も 2×10^6 個/mlに低下した。培地量により酸素供給効率が異なり、それが感染率に影響しているように思われる。ウイルス感染

表-2 ヨトウガ培養細胞によるヨトウガ核多角体病ウイルスの生産量

実験	細胞収量 ($\times 10^7$ 個)	感染率 (%)	感染細胞量 ($\times 10^6$ 個)	多角体量 ($\times 10^8$ 個)	感染細胞当たり多角体量
1	2.0	23	4.6	5.4	117.4
2	2.3	45	10.4	8.2	78.8
3	2.6	33	8.6	10.4	120.9
4	2.7	28	7.6	6.0	78.9
5	2.2	54	11.9	12.7	106.7

底面積150 cm²のプラスチックフラスコで培養、接種14日後に測定。

細胞の酸素消費量は、一時的ではあるが非感染細胞のそれよりも多くなり、その時期はウイルスの増殖期と一致することから、ウイルス感染により細胞が一時的に活性化されることを示唆している (図-1)。

私たちの実験で培養細胞を用いて生産された多角体は、幼虫で生産された多角体より病原性が低下していた。この原因を検討中であるが、ウイルス継代過程における病原性低下の傾向は HINK (1982), WEISS and VAUGHN (1986) の報告と同様であった。WATANABE (1987) は、カイコ由来細胞で培地の血清含量を下げると、細胞のウイルス感受性が低下すること、さらに、渡辺ら (1988) は培地の種類により多角体の生産量がきわめて少なくなることを報告している。佐藤 (1988) も、カブラヤガ由来細胞株で無血清培地を用いた場合に、細胞のウイルス感受性及び、多角体生産量が低下することを認めている。これらの結果からみて、無血清培地で培養した細胞ではウイルスの感染増殖が、血清含有培地の場合より低下すると考えられるが、私たちの用いている培地と血清含有培地との比較では血清を含まないほうが感染率は高く、病原性低下の直接的な原因とは考えにくい。私たちの培地は、培地成分として血清を含まず、オートクレーブ滅菌可能などコスト面、操作面において十分なメリットがあるので、今後、さらに培地成分の検討や培養方法の改善を重ねることにより、病原性の高い多角体を多量に生産する方法を確立したいと考えている。

お わ り に

以上、多角体病ウイルスの培養細胞による生産の現状について述べてみたが、現在のところ、商品化生産しているものはない。昆虫培養細胞を用いたウイルス生産法での最大の問題点は、病原性の安定化と生産コストである。病原性の安定化については、幼虫による生産での安定化とは別の技術的問題と思うが、培養上のなんらかの工夫で解決できるものと考えられる。無血清培地によりウイルス生産コストは下がったが、商品として実用化するにはもう一段のコスト低下が必要である。最後に指摘すべき問題点として、設備投資とマーケットサイズのバランスがある。生産設備に要する費用は、規模にあまりかわりなく高額である。生産量と消費量とを推計したうえで培養タンクの容量や、その稼働率が決められるが、

生産量が少ないと投資効率は悪くなる。この点で商品化の対象となるウイルスの種類は限られたものになると思われる。

しかしながら、社会の環境保全に対する動き、特に植物保護剤がこれまで合成化合物に多く依存しすぎたことへの反省から、今後、微生物農薬への要求が高まることは明らかである。既に圃場レベルで実用性の確かめられているウイルスについて、その実用開発を図る必要性はますます高まりつつあると考えられる。

引 用 文 献

- 1) GRACE, T. D. C. (1962): *Nature* 195: 788~789.
- 2) HINK, W. F. (1982): *Microbial and Viral Pesticides*. KURSTAK, E. ed. MARCEL DEKKER, N. Y. pp. 493~506.
- 3) ——— and E. M. STRAUSS (1980): *Invertebrate Systems in Vitro*. KURSTAK, E., K. MARAMOROSCH and A. DUBENDORFER eds. Elsevier, Amsterdam. pp. 27~33.
- 4) IGNOFFO, C. M. et al. (1974): *J. Invertebr. Pathol.* 24: 184~187.
- 5) 小泊重洋 (1980): *植物防疫* 34: 462~466.
- 6) KOIKE, M. and K. SATO (1987): *Invertebrate and Fish Tissue Culture*. KURODA, Y., E. KURSTAK and K. MARAMOROSCH eds. Japan Sci. Soc. Press and Springer-Verlag. pp. 7~10.
- 7) 国見裕久 (1986): *東京都蚕指所報告* 2: 1~93.
- 8) MILTENBURGER, H. G. and P. DAVID (1980): *Develop. Biol. Standard.* 46: 183~186.
- 9) MITSUHASHI, J. (1982): *Appl. Ent. Zool.* 17: 575~581.
- 10) ——— and K. MARAMOROSCH (1964): *Contrib. Boyce Thompson Inst.* 22: 435~460.
- 11) 岡田齊夫 (1977): *中国農試報* E12.1~66.
- 12) POTTER, K. N. et al. (1976): *J. Virol.* 18: 1040~1050.
- 13) 佐藤 威 (1981): *植物防疫* 35: 233~237.
- 14) ——— (1988): *農業バイオテクノロジー関連技術情報調査報告書* 73~87.
- 15) SUMMERS, M. D. and L. E. VOLKMAN (1976): *J. Virol.* 17: 962~972.
- 16) TRAMPER, J. et al. (1986): *Enzyme Microb. Technol.* 8: 33~36.
- 17) WATANABE, H. (1987): *Appl. Ent. Zool.* 22: 397~398.
- 18) 渡辺泰光ら (1988): *日蚕雑* 57: 227~231.
- 19) WEISS, S. A. and J. L. VAUGHN (1986): *Biology of Baculoviruses II. Practical Application for Insect Control*. GRANADOS R. R., and B. A. FEDERICI eds. CRC Press, Florida. pp. 63~87.
- 20) ——— et al. (1986): *Techniques in Setting Up and Maintenance of Tissue and Cell Cultures Vol. C1*. KURSTAK, E. ed. Elsevier Biochemical, Ireland, C110/1.
- 21) Report of a Joint FAO/WHO Meeting on Insect Virus (1973): WHO Tech. Rept. No 531. FAO Agr. Studies No 91.

マイクロカプセル化農薬

住友化学工業株式会社宝塚総合研究所農業科学研究所

おおつば としろう つだ しげのり つじ こうぞう
大坪 敏朗・津田 重典・辻 孝三

はじめに

近年、農薬の安全性に対する規制が厳しくなるとともに、より高性能な薬剤の開発が求められているため、新しい農薬を発明する確率が低下しつつある。また同時に、新しい農薬を上市するまでに要する開発費用が著しく増加し、開発に要する期間も長期化していることも否めない。このような状況下、製剤研究に対する期待はかつてないほど高まっており、新薬剤の欠点をカバーしたり既存薬剤に新しい特徴を付与するために、既存製剤の改良研究や新規製剤の開発研究が盛んに行われている。

筆者らも数年来、薬剤の長所を最大限に生かし、短所を補いうる製剤の開発を目的として研究を続けている。その中でも、マイクロカプセルは他の剤型では発現困難な種々の特徴を有しており、特に興味深い剤型である。そこで本報告においては、筆者らが今までの研究を通して得たマイクロカプセル化農薬に関する知見を簡単に紹介したい。

I 特徴及び性能

マイクロカプセルとは、図-1に示すように有効成分(芯物質)を膜物質中に内包した、粒径が数 μm から数百 μm の微小球をさす。本技術は1950年代にアメリカのNCR社により感圧複写紙用として初めて開発された。その後、医薬、化粧品、香料、食品、記録表示材料等の

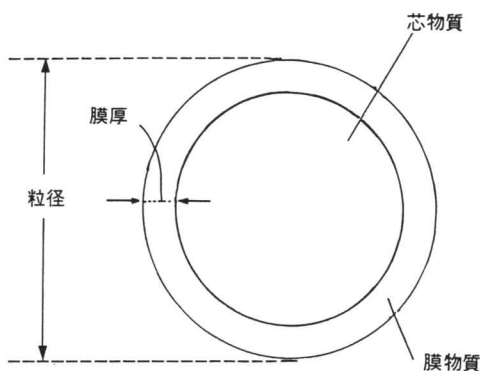


図-1 マイクロカプセルの構造

Microencapsulated Pesticide. By Toshiro OHTSUBO,
Shigenori TSUDA and Kozo TSUJI

分野において盛んに応用開発が進められてきている。農薬分野においては、アメリカの PENN WALT 社が有機リン系殺虫剤であるメチルパラチオンをマイクロカプセル化し、“PENNCAP® M”として発売したのが最初である。この剤は、メチルパラチオンの毒性を軽減することを目的として開発された(Ivy, 1972)。以後現在までに、殺虫剤を中心として世界で40点近くのマイクロカプセル化製剤の開発・上市がなされている。このように、近年マイクロカプセル化農薬の研究開発が盛んになったのは、マイクロカプセル化により、以下のような種々の特徴を薬剤に付与することができるからである。

- (1) 残効性の向上
- (2) 人畜に対する毒性、刺激性の軽減
- (3) 魚毒性の軽減
- (4) 薬害の軽減
- (5) 原体の安定化
- (6) 揮散による原体消失の抑制
- (7) 臭気のマスキング
- (8) 液体の固型化、等

このように多くの利点を有するマイクロカプセル化は、例えばコアセルベーション法、界面重合法、In Situ法、液中乾燥法等、多くの方法によって行うことが可能である(近藤ら, 1977)。しかし工業的生産を考えると、①粒径、膜厚の制御が容易、②膜物質である合成高分子の選択の自由度が高い、などの理由により、界面重合法が有利と考えられる。

製造されたマイクロカプセルは、粉末として利用することも可能である。しかし、通常は得られたカプセル懸濁液にカプセル粒子の沈降を防止するための増粘剤、凍結防止剤、防腐剤等を添加した懸濁型製剤として利用されている。

II マイクロカプセルの効果を制御する要因

上述のように、薬剤をマイクロカプセル化することにより、種々の効果や特徴の獲得が期待される。しかし、これらすべての効果が1種のマイクロカプセルで得られるわけではない。すなわち、それぞれの効果に対し最も適した粒子設計を実施することが、期待する効果を得る上で重要となる。

マイクロカプセルの特性を変える主な要因としては、

製法、膜物質の種類、粒径、膜厚が挙げられるが、中でも粒径と膜厚がその機能に及ぼす影響は大きい。そこで以下に、マイクロカプセルの代表的な効果と粒径、膜厚の関係について筆者らの行った結果を述べる。

1 効力について

図-2は、フェンバレーレート(スミサイジン®)10%マイクロカプセルのコナガに対する殺虫効力を示す。LC₅₀値と(粒径/膜厚)値の間には直線関係が得られ、粒径が大きかつ膜の薄いマイクロカプセルほどLC₅₀値が小さくなり、初期効力が向上した(OHTSUBO et al., 1989)。またMEP(スミチオン®)20%マイクロカプセルのハスモンヨトウに対する残効性について検討した結果、(粒径/膜厚)値が大きい場合、小さい場合いずれも残効性は短く、より長期間効力を維持するためには、最適な(粒径/膜厚)値範囲があることが判明している(津田ら, 1988)。その他、ゴキブリに対する効力についても、同値が関係することを既に報告している(OHTSUBO et al., 1987)。(粒径/膜厚)値が効力と関係するのは、同値がマイクロカプセルの破壊強度を示すパラメータであり(OHTSUBO et al., in press), その効力が対象害虫による破壊により発現するためと考えられる。破壊が効力発現に関与するマイクロカプセルにおいては、マイクロカプセル強度が強すぎると対象虫による破壊は困難となり、効力は低下する。一方、(粒径/膜厚)値が大きく、すなわちカプセル強度が弱すぎる場合には、対象虫との一度の接触により必要以上のカプセルが破壊を受ける。この場合、初期には致死に十分な量の薬剤が膜外に放出され、優れた効力が期待される。しかし、接触回数の増加とともに破壊を受けるべきマイクロカプセルが減少し、その効果は急速に低下する。破壊型マイクロカプセルの効力を長期間維持す

るために(粒径/膜厚)値の最適化が重要なのは、このような理由による。なお接触時にマイクロカプセルに加えられる力は対象虫により異なるため、(粒径/膜厚)値の最適領域は虫の種類に応じて変化すると考えられる。

2 魚毒性について

一般にマイクロカプセル化農薬の魚毒軽減効果は、芯物質である薬剤の水中への溶出が膜の存在により抑制されるため発現すると考えられる。そこで筆者らは、マイクロカプセルからの薬剤の溶出について理論的に検討し、薬剤のマイクロカプセル膜を通しての溶出速度が(粒径×膜厚)値に反比例することをFickの法則より導きだした。

図-3には、フェンバレーレート10%マイクロカプセルのヒメダカに対する魚毒性を示す。魚毒はマイクロカプセル化により明らかに低下した。また魚毒軽減率(マイクロカプセルLC₅₀/原体LC₅₀)と(粒径×膜厚)値の間には直線関係が成立し、(粒径×膜厚)値が大きくなるほど、すなわち粒径、膜厚ともに増加するほど軽減効果が大きくなった。この結果より、実験的にも膜を通しての拡散による薬剤の溶出が、マイクロカプセルの魚毒発現の機構であり、(粒径×膜厚)値がそれを制御するパラメータであることが証明された(OHTSUBO et al., 1989)。

3 急性経口毒性について

図-4にフェンプロパトリン(ロディー®)10%マイクロカプセルのラットに対する急性経口毒性を示す。マイクロカプセル化によりその毒性はフェンプロパトリン乳剤よりも低下し、マイクロカプセル化が毒性の軽減に優れた効果を発揮することが確認された。また、毒性軽減の程度は、粒径が大きく、膜が厚いほど、すなわち(粒径×膜厚)値が大きくなるほど向上した。マイクロカプ

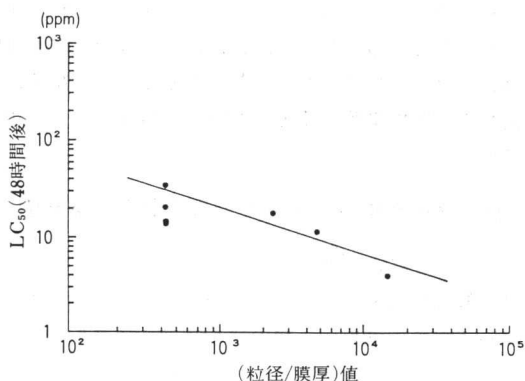


図-2 フェンバレーレート10%マイクロカプセルの(粒径/膜厚)値とコナガ(*Plutella xylostella*)に対する効力の関係

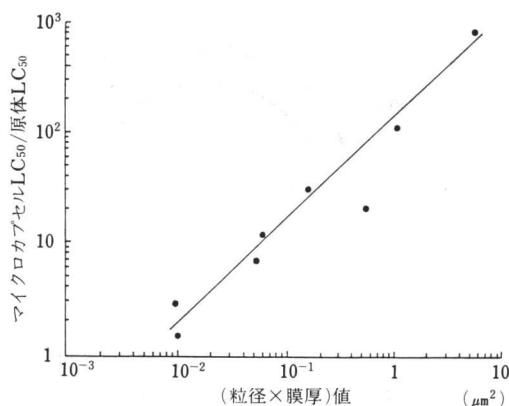


図-3 フェンバレーレート10%マイクロカプセルの(粒径×膜厚)値とヒメダカに対する魚毒性の関係

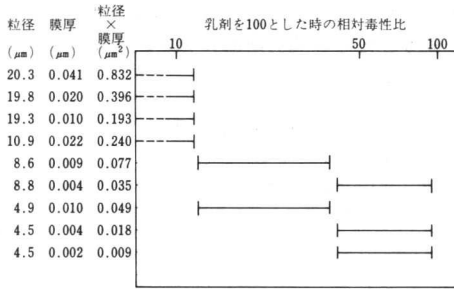


図-4 フェンプロバトリン 10%マイクロカプセルの(粒径×膜厚)値とラット急性経口毒性の関係

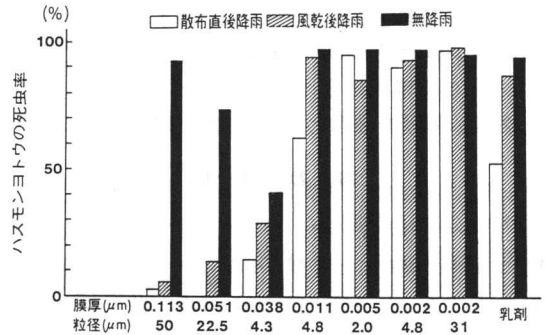


図-5 フェンバレーレート 10%マイクロカプセルの耐雨性

セル化農薬の毒性発現には薬剤の膜外への放出が必須であるが、その放出機構としては膜を通しての拡散、及び膜破壊に伴う放出の二種が考えられる。しかし、(粒径×膜厚)値がその毒性軽減効果に関与した事実より、急性経口毒性の発現にも魚毒の場合と同様に、膜を通しての薬剤の溶出速度が関与していることが示唆される(竹田ら, 1988)。

4 耐雨性について

薬剤を実際に圃場に施用した際、散布直後に降雨が発生する可能性もあり、耐雨性は安定に効力を発揮する製剤を設計する上で重要な問題となる。薬剤をマイクロカプセル化した場合にもこの問題は残るため、耐雨性に関する基礎的検討を実施した。その結果、図-5に示すように、フェンバレーレート 10%マイクロカプセルの耐雨性には、主に膜厚が影響し、膜厚が薄いほど耐雨性は向上した。またマイクロカプセルの膜厚が 0.01 μm 以下になると、その耐雨性がフェンバレーレート乳剤よりも優れることは注目値する。すなわちマイクロカプセル化により、薬剤に乳剤より優れた耐雨性を付与できる場合があることが判明した (Tsuji et al., 1988)。

5 薬害について

薬害が発生するとその薬剤は使用できなくなるため、製剤的にその発生を抑制する意義は大きい。薬害が発生するためには、薬剤が植物と接触することが必要であるので、マイクロカプセル化により薬害を軽減するには、薬剤の膜外への放出量を抑えることが前提条件となる。マイクロカプセルからの薬剤放出機構については、前述のように、拡散による放出及び破壊による放出が考えられ、前者の場合には(粒径×膜厚)値が大きいほど、後者の場合には(粒径/膜厚)値が小さいほど放出が抑制される。したがって、いずれの場合にも膜が厚いほど薬剤放出量が少なくなり薬害の発生が抑制されることが予測される。

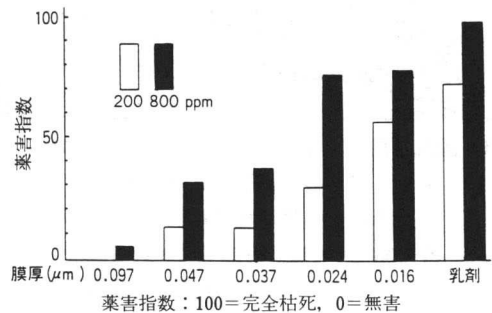


図-6 膜厚の異なる MEP20%マイクロカプセルのハクサイ幼苗に対する薬害

表-1 マイクロカプセルの効果を制御する要因

効果	要因
効力	(粒径/膜厚)値
魚毒	(粒径×膜厚)値
毒性	(粒径×膜厚)値
耐雨性	主に膜厚
薬害	主に膜厚

図-6には MEP20%マイクロカプセルのハクサイ幼苗に対する薬害試験結果を示す。マイクロカプセル化によりその薬害は乳剤より軽減された。また予測どおり膜が厚いマイクロカプセルほど軽減効果が大きくなることが確認された。またフェンバレーレート 10%マイクロカプセルのキャベツ、ハクサイ、キュウリ幼苗に対する薬害の程度を検討した結果においても、やはりマイクロカプセルの膜厚が厚いほど薬害軽減効果が大きくなることが判明している (Tsuji et al., 1988)。

以上の結果をまとめると、表-1のようになる。すなわちマイクロカプセルの効力、魚毒、急性経口毒性、耐雨

性、薬害を制御するパラメータはそれぞれ異なる。そのためマイクロカプセルの粒子設計をする際には、その用途あるいは発現させるべき効果を十分に考慮したうえで、粒径、膜厚を最適化することが必須となる。

お わ り に

以上述べてきたように、マイクロカプセル化技術は、薬剤に従来の製剤では発揮させることが困難な各種の効果を付与することが可能である。また、今後より一層環境及び作業者に対する安全性の向上した、かつ少量の散布で安定した効力を発揮する農薬の開発が要望されると考えられるので、その応用範囲は広い。しかし、その機

能を十分に発揮させるためには最適な粒子設計が必要であり、今後も各種要因の解明及びその効果に関する一層の研究が望まれる。

引 用 文 献

- 1) Ivy, E. E. (1972): J. Econ. Entomol. 65: 473.
- 2) 近藤 保・小石真純 (1977): マイクロカプセル—その製法・性質・応用, 三共出版, 東京
- 3) OHTSUBO, T. et al. (1989): J. Pesticide Sci. 14: 235.
- 4) ——— et al. (1987): ibid. 12: 43.
- 5) ——— et al.: Polymer (in press)
- 6) 津田重典ら (1988): 日本農薬学会第 13 回大会講演要旨集: C112.
- 7) 竹田久巳ら (1988): 同上: C113.
- 8) TSUJI, K. et al. (1988): 15th Int. Sympo. Cont. Release Bioactive materials, Paper 170, Proc.: 293.



○第 8 回筑波昆虫科学シンポジウムのお知らせ

日 時: 平成 3 年 5 月 17 日 (金) 10:00~17:00

場 所: 農林水産省農業環境技術研究所 2 階大会議室

〒305 つくば市観音台 3-1-1

講演: テーマ“これからの昆虫制御剤と薬剤抵抗性問題”

(1) 昆虫制御剤の現状と将来

(農環研) 穴戸 孝氏

(2) 幼若ホルモン活性化化合物ピリプロキシフェンの効力と作用性

(住友化学) 波多腰 信氏

(3) 微生物殺虫剤(BT トキシン)の生化学的分子生物

学的背景 (クボタ) 堀 秀隆氏

微生物殺虫剤(BT)の現状と実用化の問題点

(SDS バイオテック) 安田 誠氏

薬剤抵抗性問題の現状と将来

(農環研) 浜 弘司氏

薬剤抵抗性の発現の生理的機構

(筑波大) 正野俊夫氏

薬剤抵抗性に関する分子生物学的研究の現状

(予研) 河野義明氏

殺虫剤抵抗性の克服——毒をもって毒を制す——

(千葉大) 本山直樹氏

主催: 筑波昆虫科学研究所

問い合わせ先: 農業環境技術研究会

薬剤耐性研究室 電話: 0398-38-8325

次 号 予 告

次 5 月号は「病害虫発生予察」の特集号です。

予定される原稿は下記のとおりです。

1 病害虫発生予察事業の変遷と現状

農林水産省農蚕園芸局植物防疫課

2 発生予察——今後の方向——

岡田 利承

3 発生予察へのシミュレーションモデル導入の実際——イネ紋枯病の場合——

羽柴 輝良・井尻 勉・藤巻 雄一

井口 慶三・横山 克至・辻 英明

4 近年におけるウンカ類発生予察の実際

寒川 一成

5 リモートセンシング技術の発生予察への導入

小川 奎

6 これからの病害虫管理と発生予察

——カンキツの病害虫を中心として——

古橋 嘉一

7 多様化する気象情報と発生予察への活用

木村 利朗・酒井 重典

8 発生予察の現場から——宮城県—— 高野 俊昭

〃 ——青森県—— 小山 信行

〃 ——福岡県—— 高橋 気

9 海外における発生予察 日高 輝展

定期購読者以外のお申込みは至急前金で本会へ

定価 1 部 620 円 送料 51 円

フィリピンにおけるマンゴー果実生産とマンゴーヨコバイ類の防除

フィリピン産マンゴーは、近年わが国のスーパー等でもよくみかける。政府は生産増強と輸出振興を図り、これを受けて National Plant Protection Center (NCPC) はマンゴー生産強化のプロジェクトを計画中である。

筆者は昨年 10 月中旬～12 月上旬の約 2 か月間熱帯農業研究センターの短期派遣海外研究員として NCPC でマンゴーのヨコバイの生態調査を行ったが、ここではあまり知られていないマンゴー生産も含めて述べてみたい。

1 マンゴーの栽培

マンゴー栽培は初収穫まで 7 年かかるため、ある程度以上の資本金が必要なので、プランテーション栽培が主力である。40 年生以上では数本～十数本の園も少なくない。栽植本数は 10 年生以下で 250 本/ha、40 年生以上では 60～52 本/ha である。これからわかるとおりマンゴーは大木になり、12～15 年生で幹の直径は 30 cm 以上、樹高 6 m 強、樹冠直径 10 m 弱である。60 年生以上の樹では胸高直径 70 cm～1 m、樹高 15～20 m となり、防除はもちろん、さまざまな調査を行うにも非常に困難が伴う。

果実生産には古くから、くん煙 (Smudging) による花成誘導が行われていたが、最近では KNO_3 1% 水溶液の散布が一般的である。花芽形成が完了した結果母枝は、誘導剤散布後 10～14 日で開花するので、計画的果実生産ができる。しかし、開花後収穫までに約 120 日、新梢が充実し、結実可能な状態になるには 6～8 か月が必要なので、ほぼ年 1 回の結実となる。

2 マンゴーのヨコバイ

フィリピンにおけるマンゴー害虫には、ミカンコミバエをはじめさまざまな虫がいるが、現在最も問題になっているのは、ヨコバイとシンクイ (Twig borer) である。

マンゴーには 3 種のヨコバイが寄生し、いずれも他の植物には寄生しない。東南アジア全域に分布し、どこでも重要害虫となっている。特に *Idioscopus clypealis* は、蕾、穂軸、幼果を吸汁加害し、直接産卵するため、落蕾・落果の要因になっている。*I. niveosparsus* も同様な加害をするが、フィリピンでは寄生密度がきわめて低いので重要視されてはいない。*Typhlocyba nigrobilineata* は、新葉でも成熟した葉で繁殖し、蕾、果実への直接加害がないので防除対象になっていない。

防除は花穂発芽～幼果期の約 1 か月間に通常 3 回、多い場合は 6 回、有機リン剤、カーバメート剤、合成ピレスロイド剤などを散布するが、同一剤を連用する傾向が強く、特に大規模園でそれが顕著である。一部で有機リ

ン剤抵抗性が問題となっているのは、これが原因であろう。

I. clypealis は花穂以外では繁殖しないので、花・幼果期以外は全く防除されない。この期間が雨季に当たするためか、寄生菌による死亡が多いが、過去の発生消長調査をみると、収穫期以降もこのヨコバイの密度はあまり低下せず、在来天敵類が有効に働いてはいないようである。

花期防除によって増収となることは試験で実証されており、それにしがたい普及指導が行われている。しかし、大規模園では、この防除で花粉媒介虫が減るので無核果が増加し、むしろ落果が増えるともいわれている。

マンゴーの花穂には千数百もの花がつくが、着果率は 0.8% 以下との報告もあり、1 花房の着果数が 5 果を超える品種はまれである。育種や栽培面から着果数を増やす研究もされているが、マンゴー樹自身に自己防衛による着果阻害があるともいわれ、成功していない。したがって、今より効果的にヨコバイを防除したとしても、現在の収量を大幅に上回ることを期待するのは無理であろう。

防除の現状をみると、まず収穫後の防除と薬剤のローテーションが必須であろう。これにより花期防除の回数も減少し、低抗性もある程度回避できると思われる。そのためには基礎的な生態と発生予察の研究が必要である。

ヨコバイの生態調査では、まず、従来の文献にみられる 1 m～目の高さでの Sweeping による消長調査が、寄生密度を知るために有効か否か、層別の Sampling を行った。80 年生と 12～15 年生の樹を用い、1, 2, 3 m の長さの柄のネットで採集した。樹高に対し十分な高さでの Sampling ではなかったが、従来の高さでは寄生密度を正しく反映しているとは思えず、樹のサイズにより Sampling の位置を変える必要があることが明らかであった。

Sweeping はマンゴーのような大木に対しては、効率的な調査法でないことは明白であるので、トラップによる発生消長調査を試みた。これも樹に対し有効な高さに設定されたとはいえないが、黄色平板粘着トラップは、ヨコバイを比較的良好に誘引した。濡れているトラップを持ち帰ると、短時間に虫が腐敗するのは予想外であった。

今回は採集やトラップの設定位置などに不備な点もあり、Sweeping による捕獲虫数と Trapping のそれとは相関が低かった。

短期間で不十分な結果しか得られなかったが、マンゴーのヨコバイにはまだいろいろな問題が残されている。

(農林水産省果樹試験場芸芸津支場 坂村泰輔)

ファイトアレキシンに関する研究とその病害防除への貢献

神戸大学農学部植物防疫学科植物病理学講座 ま 真 やま 山 しげ 滋 ゆき 志

植物の病害防除を目標とする植物病理学分野の大きな研究課題の一つは、病原体と植物の相互関係にみられる特異的寄生性あるいは抵抗性発現を始動する認識及び制御機構の解明である。図-1に示すように、植物の病害発生には植物と病原菌の種間及び品種—レース間の相互認識に特異性がみられる。植物病原菌は多くの植物と遭遇するが、ある特定の植物にのみ寄生力を発揮し病原体となる。その他の植物には非特異的な認識反応によって侵入は許されない。また、病原菌の宿主となる個々の栽培植物種では病原菌を認識する抵抗性遺伝子が導入される結果、植物品種と病原菌レース間に品種特異的抵抗性が発生する。このような抵抗性発現機構の解明の第一ステップとして、抗菌性物質であるファイトアレキシンの生産が誘導抵抗性に関与することが明らかにされている (BAILEY & MANSFIELD, 1982)。病害発生におけるこの特異性現象の実体を明らかにすることは合理的防除法の創出のみならず、異生物間の相互認識機構解明という生命科学の興味ある問題でもある。多くの植物感染生理学的研究が行われ、本質に迫る事実が明らかにされてきている (富山, 1979; ASADA et al., 1982; NISHIMURA et al., 1987)。

本稿では病原菌に対する植物の防御反応の誘導におけ

る認識とその情報伝達機構についてファイトアレキシンの生成蓄積を指標にした最近の研究動向を紹介し、ファイトアレキシンに関する研究の病害防除における意義について考察したい。

I ファイトアレキシン生成と細胞反応

病害抵抗性発現には多様な防御反応が関係している。特異的抵抗性発現には多くの場合、病原菌が最初に侵入する植物細胞では最終的には細胞死に至る過敏反応と呼ばれる動的な細胞反応が起こる。この急激な細胞反応の過程で誘導される抗菌性物質がファイトアレキシンであり、その生成誘導機構がよく研究されている (富山, 1979)。ファイトアレキシンは非宿主抵抗性あるいは特異的抵抗性の区別なく (図-1)、植物細胞が病原菌を認識後に生成する抗菌性の二次代謝物質であり、侵入時の激しい異物認識の結果生じる過敏細胞傷害が新たな刺激となって感染部位に大量に蓄積する。ファイトアレキシンは侵入菌糸と近接の細胞で活発に生合成され、さらに隣接の正常細胞になるほどファイトアレキシン分解能が高くなる。すなわち、その合成と分解の差し引きの結果、感染部に蓄積が起こる。過敏死細胞はファイトアレキシンの大量蓄積の場となる。ファイトアレキシン以外の先天性抗菌性物質の活性化やリグニン等の誘導も生体防御反応の一貫として起こる。罹病性植物では、このような抵抗反応が起こらないか、起こっても感染後期に遅延して起こる。

II ファイトアレキシン生産の抵抗性における役割

ファイトアレキシンの抵抗性発現に対する役割は、その蓄積の早さ、感染部位での蓄積量等によって評価される。ファイトアレキシンが病原体の侵入部の表皮細胞や組織に速やかに、かつ抗菌力の発揮に十分な濃度に蓄積することは多くの病害で明らかにされている (BAILEY and MANSFIELD, 1982)。また、ファイトアレキシンの生合成阻害剤である α -アミノオキシ酢酸、タンパク質合成阻害剤や温度変換処理によって、感染葉のファイトアレキシン蓄積量を人為的に減少させると抵抗性が減少する。一方、ファイトアレキシンに対する耐性と病原体の病原性獲得との関係を明確に示す遺伝的証拠も得られている。VAN ETEN (1982) はエンドウの根腐病菌 (*Nectria*

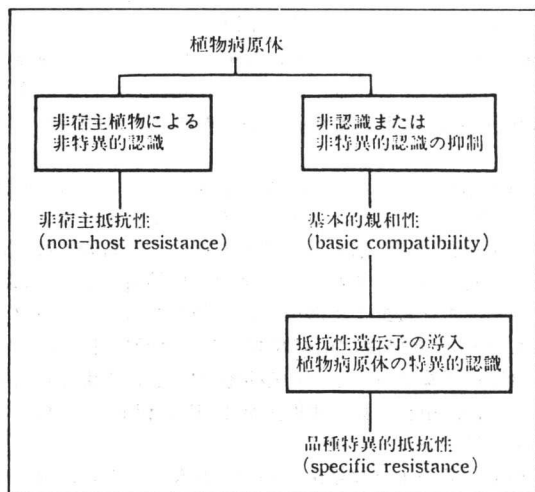


図-1 植物病原体—植物相互間における寄生関係

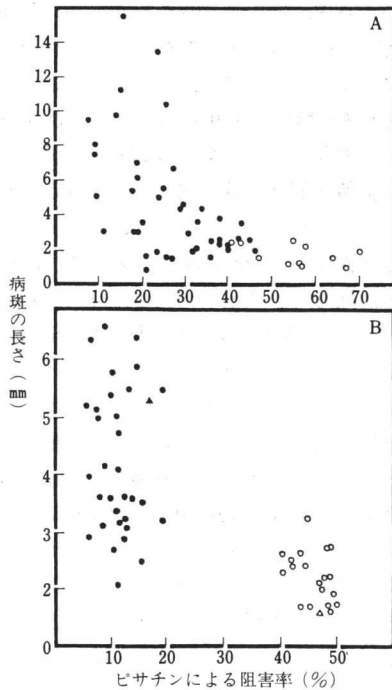


図-2 *Nectoria haematococca* のピサチン感受性、デメチル化能及びエンドウへの病原性との関係

A: ピサチンデメチル化能保持株(●), 同非保持株(○). 各点は分離株.

B: ピサチンデメチル化能保持(▲)及び非保持(△)株間の交雑後代におけるピサチン感受性, デメチル化能および病原性の分離. デメチル化能及び病原性保持(●)及び非保持(○)菌株.

haematococca) のエンドウに対する病原性とファイトアレキシン・ピサチンに対する耐性との相関性について圃場より分離した病原性の異なる約 200 菌株を用いて調べたところ, 病原性の高いすべての分離株はピサチンをデメチル化して解毒する能力があることが発見された(図-2 A). デメチル化能力のない株はピサチンに感受性で病原性も低かった. さらに病原性が高く, ピサチンのデメチル化による解毒能力をもつ菌株と病原性の低い菌株を交配してその後代で調べたところ, 病原性が高い菌株ではピサチン感受性で, かつ, デメチル化能のないものは検出されなかった(図-2 B). これらの事実はファイトアレキシンに対する耐性や解毒能力が病原菌の病原性発現の主要因子であることを示すものであり, 同菌に対する抵抗性発現がファイトアレキシンによることを示すものである.

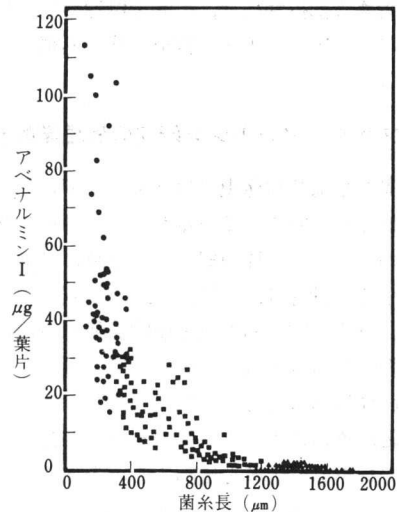


図-3 勝冠1号×Pc-38のF₂個体の冠さび菌レース226に対する抵抗性とアベナルミン蓄積の分離
●: 強抵抗性型, ■: 中間型, ▲: 罹病型

III ファイトアレキシン生産と抵抗性発現の遺伝解析

ファイトアレキシンに関する研究は多い. しかし, ファイトアレキシン生産と抵抗性遺伝子発現について雑種後代の分離など遺伝解析を行ったものは少ない. 最近, 筆者らはオートムギ(エンバク)のファイトアレキシン生産と冠さび病抵抗性発現との関係について詳細な遺伝解析を行い両形質が強く連鎖することを明らかにした(MAYAMA et al., 1991). オートムギのファイトアレキシンであるアベナルミン生産の分離を冠さび菌レース226に対する強抵抗性品種(勝冠1号, Victoria)と罹病性品種(Pc-38)のF₁及びF₂世代で調べたところ, 各品種間F₁代ではアベナルミン生産は中間型を示し, 感染菌糸もやや伸長したが, 最終病徴は抵抗性であった. F₂集団の個々の植物個体におけるレース226の感染初期の菌糸長及び最終病徴の感染型とアベナルミン蓄積を調べると, 抵抗性と罹病性個体が理論比に適合する3:1に分離することが判明した. 勝冠1号×Pc-38のF₂194個体についてアベナルミン量と感染菌糸長の詳細な比較を行った結果, 抵抗性個体ではアベナルミンが生産され, 罹病性個体ではその蓄積は認められなかった. 胞子形成等の最終病徴から抵抗性139個体, 罹病性55個体に分離し, そのうち, 親型に近い強抵抗性と中間型抵抗性の分離を認めた. また, 感染菌糸生長の程度とアベナルミン量は, ほぼ完全に一致した(図-3). 以上から, 勝冠1号のレー

ス 226 に対する抵抗性には、不完全優性の単一の主動遺伝子が関与し、アベナルミン蓄積と強く連鎖していることが判明した。

IV ファイトアレキシン研究の病理学的意義

品種特異的な抵抗性発現にはファイトアレキシン産生が関与することが明らかであるが、その問題の核心は、なぜ特定のレースと品種の組み合わせ時にファイトアレキシンが生成し、抵抗性が発現するかということである。すなわち、感染初期の病原菌と植物品種間の相互認識機構が病害発生における特異性決定に最も重要と考えられる。各種の作物病害における抵抗性及び罹病性品種もこの相互認識の違いによっている。KEEN (1975) は植物のファイトアレキシン生産を始動する認識物質が病原体に存在することを指摘し、エリシター (Elicitor) と呼称した。以後、多くのエリシター活性物質が調べられており、特異性発現に関与する物質の実体を明らかにすべく研究が続けられている。

病原菌の宿主植物の識別に関与する認識物質には、エリシター以外に、品種特異的な親和性樹立に関与する過敏反応やファイトアレキシン誘導の抑制物質、及び腐生性病原菌が植物のファイトアレキシン生産を伴う非宿主抵抗性を打破して病原性を発現する物質の存在が確認されており、いずれもサプレッサーといわれている (奥, 1979; DOKE, 1983)。これらは病原体と植物間の種一種、品種—レースレベルにおける病原性発現因子と考えられる。また、病原性決定因子として知られる宿主特異的毒素はある特定品種の抵抗性発現を抑制すると考えられている。ファイトアレキシンに関する研究は、その発見の歴史からも理解できるように、植物病原菌の寄生やそれに対する植物の抵抗性現象がなぜ特定の種や品種で発生するのかという素朴な興味から起因していることを忘れてはならない。すなわち、その植物病理学的意義は植物病害発生にみられる特異性発現機構の解明のための第一段階を上がったということであろう。

V アベナルミンの特異的エリシターと Pc-2 遺伝子

オートムギ冠さび病菌に対する抵抗性を支配し、かつ、ビクトリア葉枯病菌 (*Helminthosporium victoriae*) と同菌の分泌する宿主特異的毒素ピクトリンに対する感受性も支配する多面発現遺伝子と言われている Pc-2 について遺伝解析を行ったところ、Pc-2 遺伝子発現に伴うピクトリン感受性、さび病抵抗性及びアベナルミン産生には相互に高い相関性が認められた。ピクトリンに対する感

受性の違いから Pc-2 遺伝子のホモ、ヘテロ及び劣性ホモ型を識別することが可能である。感受性品種では 1 ng/ml でクロロシスが起これアベナルミンが生成されるが、抵抗性品種では 1,000 ng/ml でも異常はなくアベナルミンは蓄積しない。レース 226 の接種に対してアベナルミン蓄積が冠さび病抵抗性遺伝子 Pc-2 発現と強く連鎖することが判明した。さらに、ピクトリンは他の菌体壁成分と異なって Pc-2 遺伝子保有品種に特異的なエリシター活性を示すことが判明した (MAYAMA et al., 1986)。ピクトリン感受性及び抵抗性品種間の F₁ と F₂ 個体におけるピクトリンに対する感受性とアベナルミン産生を調べたところ、F₁ (ヘテロ) のアベナルミン誘導は親型 (ホモ) に比べて、約 5~10 倍低く定量的に区別でき、ピクトリンのアベナルミン誘導能に Pc-2 遺伝子の遺伝子量効果 (gene-dosage effect) が認められた (図-4)。また、F₂ 個体で判別されたホモ型、ヘテロ型においても同効果が確認された。このことはピクトリンが特異的エリシターとして作用するとともに Pc-2 遺伝子発現を始動するピクトリンのレセプターに遺伝子量効果が反映することを示唆するものである (MAYAMA et al., 1991)。

最近、ピクトリンのレセプター様タンパク質が検出されたが (WALPERT and MACKO, 1989)、遺伝子量効果が確認できるか否か興味深い。また、このレセプター分子をコードする遺伝子がピクトリン感受性遺伝子と考えられると同時に、同遺伝子が多面発現性であるとなれば冠さび病抵抗性遺伝子 Pc-2 の遺伝子コードが明らかになることを意味するものであり、病害抵抗性遺伝子の最初のクローニング例となる意義ある研究課題と考えられている。

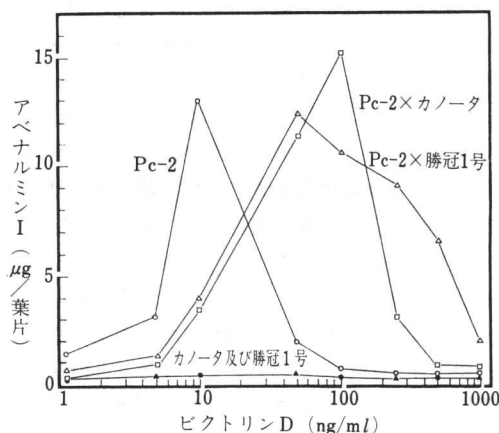


図-4 ビクトリア (Pc-2) 品種とその F₁ 雑種におけるピクトリンによるアベナルミン誘導

Pc-2: ピクトリン感受性, カノータ, 勝冠 1 号: ピクトリン抵抗性

る。さらに、さび菌レースとオートムギ品種間の特異的抵抗性の相互認識においても、ビクトリンとそのレセプターのように相互認識にかかわる物質の介在があることを示唆するものであり、育種によって明らかにされてきたオートムギの品種特異的抵抗性遺伝子は、さび菌レースとの相補的な相互認識を規定する遺伝子と考えられる。

VI ファイトアレキシンのエリシター

病原菌体や植物の細胞壁成分からエリシター活性を示す物質が明らかにされつつある（表-1）。ALBERSHEIM ら（1984）は活性のある最も小さなグルカンを調べた結果、多数のグルコース 7 量体のうちエリシター活性を持つ 8 個の hepta- β -glucoside-alditol 異性体を単離した。いずれも 10^{-9} ~ 10^{-10} モルオーダーで活性を示すものが検出されている。これらのエリシターは品種非特異的であるが、菌体壁成分にファイトアレキシンを誘導する生理活性の高い糖成分が存在することを示すもので興味深

表-1 糸状菌及び植物より分離された各種エリシター

生物試料	活性物質	ファイトアレキシン/植物
<i>Monilinia fructicola</i>	ポリペプチド	ファゼオリン/インゲンマメ
<i>Colletotrichum lindemuthianum</i>	グルカン	ファゼオリン/インゲンマメ
<i>Phytophthora megasperma</i>	分枝 β -グルカン (3-あるいは 3,6-結合側鎖) hepta- β -グルコシド グリコプロテイン グルコマンナン	グリセオリン/ダイズ グリセオリン/ダイズ グリセオリン/ダイズ
<i>Phytophthora infestans</i>	グルカンセルロース グルカン (18-23 グルコース)* エイコサペンタエン酸 アラキドン酸	リシチン/ジャガイモ リシチン/ジャガイモ リシチン/ジャガイモ
<i>Mycosphaerella pinodes</i>	グルカン ペプチド*	ビスチン/エンドウ ビスチン/エンドウ
<i>Rhizopus stolonifer</i>	グリコプロテイン (エンドポリガラクトチュロナーゼ)	カスベン/トウモロコシ
<i>Cladosporium fulvum</i>	ペプチドガラクトグルコマンナン	リシチン/トマト
<i>Fusarium oxysporum</i>	キトサン	ビスチン/エンドウ
<i>Agaricus bisporus</i>	キチン, キトサン	リグニン/ムギ
レモン・ミカン	dodeca- α -1,4-D-ガラクトチュロニド	カスベン/トウモロコシ
トウモロコシ	ペクチンフラグメント	カスベン/トウモロコシ
キュウリ	グリコペプチド ポリガラクトチュロン酸	リグニン/キュウリ リグニン/キュウリ

*サプレッサー

い。一方、ダイズ細胞壁に存在する β -1, 3-エンドグルカナナーゼによって菌体細胞壁から遊離される分子量約 40,000 のグルコマンナンにエリシター活性があり部分精製したものは品種間差を示したという。また、糖タンパクにも品種特異的エリシター活性があるといわれている（吉川, 1990）。多くの病原糸状菌の壁成分であるキチン、キトサンにも活性が認められている。オートムギのアベナルミンに対してはグルカンのエリシター活性は低く、分子量約 6,000 のキチン・キトサン複合体が強いエリシター活性を示した。一方、ジャガイモと疫病菌細胞壁成分からグルカンセルロース及び不飽和脂肪酸エイコサペンタエン酸とアラキドン酸がエリシターとして、 β -1,3 と β -1,6 結合を持つグルカン (17~23 糖) がエリシター抑制因子（サプレッサー）として単離されている。これらのエリシターはいずれも非特異的であるが、サプレッサー・グルカンには特異的な抑制効果があるといわれ、ジャガイモ疫病における品種特異的寄生性にはサプレッサーが重要視されている（DOKE, 1983; 古市, 1989）。エンドウ褐紋病菌の孢子発芽液中のペプチド画分にも抵抗性発現を抑制するサプレッサー物質が病原性発現に関与するといわれており、サプレッサーはエリシターによるビスチン合成の転写活性の時期を遅延させる（YAMADA, 1989）。菌体壁成分のグルカンやキチンのエリシターは感染の場で菌体壁表層に結合しているか、あるいは菌体外に分泌されて作用するほか、ダイズ疫病菌の場合には、宿主植物の β -1,3-グルカナナーゼによって疫病菌細胞壁から可溶性の分子量 10 万以上のグルコース多糖エリシターが遊離することが明らかにされている（吉川, 1990）。 β -1,6 結合のグルカンを主鎖として、 β -1, 3 の側鎖を持つグルカンで、ALBERSHEIM らの 7 量体より約 50 倍の高い活性を示すといわれている。このように、病原体と植物の相互認識物質に関する研究が進んでいる。

VII ファイトアレキシン生成誘導の情報伝達

エリシターあるいはサプレッサーのレセプターの検出と作用機構については、いまだ不明な点が多いが、分子間による相互認識の本質の解明が非常に重要である。 ^{14}C でラベルした疫病菌の遊離エリシターはダイズ原形質膜の ATPase 活性の高い分画に結合し、タンパク分解酵素で結合活性が消失することから、レセプターは膜上のタンパク質であると考えられている。また、ジャガイモの疫病菌の場合、エリシターとは異なる抵抗性発現抑制物質であるグルカン・サプレッサーをリガンドとしたアフニティークロマトグラフィーにより結合タンパク質を検

出し、数種のタンパク質が膜レクチンとの抗原抗体反応を示したことから、疫病菌サプレッサー・グルカンの作用部位として、細胞膜のレクチンが作用するものと推定されている(古市, 1989)。これらの認識機構の研究には、アーティファクトのないエリシター分子の単離精製が必須であり、今後解決すべき重要な課題である。つぎに、植物細胞はエリシターの認識後いかなる情報が発生しそれがファイトアレキシン生成酵素の転写誘導へと伝達するのであろうか? ジャガイモ疫病の系ではエリシターの認識直後に発生する活性酸素が新たなエリシターとして情報発生に重要であることが指摘されている。認識後の情報伝達物質として、動物細胞でセカンドメッセンジャーとしてよく知られているカルシウムイオンやサイクリック AMP の関与について検討された結果(KUROSAKI, 1987)、ニンジンファイトアレキシンである 6-メトキシメレインの誘導調節にはサイクリック AMP が関与するといわれている。また、カルシウムイオンがファイトアレキシンの誘導に重要な役割を持つことが明らかにされている。エリシターの認識から遺伝子の転写までの情報伝達機構については、いまだ不明な点が多いが、植物細胞の情報伝達機構としてその説明が重要である。RNA プロットハイブリダイゼーション法により、エリシターによるファイトアレキシン合成酵素遺伝子の転写増高が確認されている。ダイズのグリセオリン、インゲンマメのファゼオリン及びパセリのクマリンの生合成酵素であるフェニールアラニン・アンモニリアーゼ、カルコンシンターゼ及びカルコンイソメラーゼなどの mRNA の転写活性が、エリシター処理後 1~2 時間以内に顕著に誘導されることが明らかにされ、遺伝子の活性化がファイトアレキシンによる抵抗性誘導の調節に重要であることが明確にされている。今後、より詳細な遺伝子発現の調節機構が明らかにされるであろう。また、これらの生合成酵素のクローニングも可能になるにしたがって、ファイトアレキシンの生合成酵素を明らかにする生化学的研究の重要性が再認識される。

Ⅷ ファイトアレキシン研究の病害防除における意義

抗菌性物質ファイトアレキシンは当然、防除薬剤としての利用が可能か否か検討されている。しかし、ファイトアレキシンの農薬としての利用には限界があるとの認識に至っている。いくつかの理由は、まず、ファイトアレキシンの抗菌性は浸透性殺菌剤のそれに比べてかなり低いこと、局在性のため浸透性がなく、また、植物毒性のものが多いため薬害の可能性があることなどである。

ファイトアレキシンの検出、単離、構造決定は植物の能動的抵抗性発現に関与する抗菌性物質を明らかにした重要な出来事であることはいうまでもない。しかし、その最たる重要性は、特異的な抵抗性あるいは罹病性発現という、いわゆる特異性発現の最終産物としての抵抗性発現物質を明らかにしたことであり、その結果、抵抗反応を始動する認識機構あるいは遺伝子の転写活性に至る情報伝達の調節機構解明の生化学的マーカーを得たことであろう。宿主特異的毒素等と同様に病害発生にかかわるエリシターやサプレッサーが検出され、ファイトアレキシン生成の誘導及び抑制の分子機構の解明を通じて、病害発生における植物細胞の異物認識機構と生体防御のための情報伝達の調節機構の解明が進展中である。これらの研究内容の病害防除への貢献にはいろいろなことが考えられるであろう。ファイトアレキシン生産は認識の結果であり一般に植物が細胞障害を受けるときに生成蓄積するものであるため、植物の病原体感染に対する異物認識能を高揚して、局部的あるいは全身的な生体防御反応を始動しやすくする生理活性物質などの創出が期待できる。事実、無公害性のいくつかの農薬の作用には、宿主植物のファイトアレキシン誘導を伴う生体防御反応を高揚することが知られている(奥, 1979; 西村・大内, 1990)。

また、Pc-2 遺伝子発現の例のように、抵抗性遺伝子が病原体のエリシターを認識するレセプターを規定する遺伝子(認識遺伝子)であると考えられるので、近い将来、これらの抵抗性遺伝子の同定も行われるであろう。細菌病においては、既に遺伝子工学的手法によりダイズの病原細菌(*Pseudomonas syringae* pv. *glycinea*)から特異的なエリシター活性タンパクを生産する非病原性遺伝子がクローニングされ、得られた四種の非病原性遺伝子はそれぞれ相補的な抵抗性遺伝子と対応した特異的抵抗反応を始動することが明らかにされている(KEEN et al., 1990)。すなわち、抵抗性を始動する特異的エリシターの遺伝子がクローニングされたのであり、他の細菌種でもエリシター遺伝子や植物の抵抗性反応誘導遺伝子が明らかにされている。現在、これらの非病原性遺伝子をマーカーにして、それと反応する植物の認識遺伝子、すなわち、抵抗性遺伝子のクローニングが志向されている。近い将来、植物病害防除にファイトアレキシン等の生産誘導を始動する生理活性物質や抵抗性遺伝子の遺伝子工学的利用も不可能ではなくなるであろう(大内・豊田, 1989)。

生命科学の産業としての農学への貢献は大きい。ファイトアレキシンに関する基礎研究から病害防除へと展望

して、植物-病原菌相互関係における特異的ファイトアレキシン合成と抵抗性誘導を始動する認識機構、及びそれを規定する遺伝子、情報伝達そしてその制御機構を明らかにする研究が進められている。

引用文献

- 1) ASADA, Y. et al. (1982): Plant Infection, Japan Sci. Soc. Press & Springer-Verlag, Tokyo & Berlin, 362pp.
- 2) BAILEY, J. A. and J. W. MANSFIELD (1982): Phytoalexins, Blakie, London, 334pp.
- 3) DARVILL, A. G. and P. ALBERSHEIM (1984): Ann. Rev. Plant Physiol., 35: 243.
- 4) DOKE, N. (1983): Physiol. Plant Pathol. 23: 345~357.
- 5) 古市尚高 (1989): 植物疾病における情報伝達防御の分子機構, 日植病学会植物感染生理談話会要旨, 57
- 6) KEEN, N. T. (1975): Science 187: 74~75.
- 7) ——— N. T. et al. (1990): Mol. Plant-Microbe Inter. 3: 112.
- 8) KUROSAKI, F. et al. (1987): Phytochemistry 26: 1919.
- 9) MAYAMA, S. (1986): Physiol. Mol. Plant Pathol. 29: 1~18.

- 10) ——— et al. (1991): Molecular strategies of plant and pathogens (ed. S. PATIL et al.) Springer-Verlag, New York, (in press).
- 11) NISHIMURA, S. et al. (1987): Molecular Determinants of Plant Diseases, Japan Sci. Soc. Press & Springer-Verlag, Tokyo & Berlin, 293pp.
- 12) 西村正暘・大内成志 (1990): 植物感染生理学, 文永堂, 東京, 342 pp.
- 13) 奥 八郎 (1979): 植物病原微生物・ウイルスの制御と管理, 学会出版センター, 196 pp.
- 14) OUCHI, S. (1983): Ann. Rev. Phytopathol. 21: 289~315.
- 15) 大内成志・豊田秀吉 (1989): 植物病害と遺伝子工学, 朝日出版社, 東京,
- 16) 富山宏平 (1979): 植物の感染生理, 東大出版会, 149 pp.
- 17) VAN ET TEN, H. D. (1982): Plant Infection (ed. Y. ASADA et al.,) Japan Sci. Soc. Press & Springer-Verlag, Tokyo & Berlin. p. 315~328.
- 18) WALPERT, T. J. and V. MACKO (1989): Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 86: 4092.
- 19) YAMADA, T. et al. (1989): Mol. Plant-Microbe Inter. 2: 256.
- 20) 吉川正明 (1990): 植物感染生理学 (西村正暘・大内成志編) 文永堂, p. 134~171

新しく登録された農薬 (3.2.1~3.2.28)

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 [登録業者 (会社) 名], 対象作物: 対象病害虫: 使用時期及び回数などの順。(…日…回は、収穫何日前まで何回以内散布の略。)(登録番号 17781~17797 までの計 17 件)

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

『殺虫剤』

BPMC・MEP 乳剤

BPMC 30.0%, MEP 45.0%

スミバッサ乳剤 75 (3.2.13)

17783 (アグロス)

稲: ニカメイチュウ・ツマグロヨコバイ・カメムシ類・ウンカ類・イネミズゾウムシ (成虫): 21 日 5 回: 空中散布, 麦類: ヒメトビウンカ: 7 日 1 回: 空中散布, 稲: ニカメイチュウ第一世代・ツマグロヨコバイ・ウンカ類・カメムシ類・イネドロオイムシ: 21 日 5 回

MEP 粉剤

MEP 20%

スミチオン粉剤 2 DL (3.2.13)

17784 (アグロス)

稲: ニカメイチュウ・ウンカ類・カメムシ類: 14 日 7 回

MEP 粉剤

MEP 3.0%

スミチオン粉剤 3 DL (3.2.13)

17785 (アグロス)

稲: ニカメイチュウ・ウンカ類・コブノメイガ・カメムシ類・イネドロオイムシ: 14 日 7 回

MEP 乳剤

MEP 70.0%

スミチオン乳剤 70 (3.2.13)

17786 (アグロス)

茶: コカクモンハマキ・ウスミドリメクラガメ: 摘採 20 日前まで 2 回以内, 茶: ナガチャコガネ (幼虫): 10 月 ~11 月 2 回以内: 土壤灌注

マラソン乳剤

マラソン 50.0%

マラソン乳剤 (3.2.13)

17787 (アグロス)

稲: ウンカ類・ツマグロヨコバイ: 7 日 6 回, りんご: ハダニ類・リンゴワタムシ・アブラムシ類・ナシヒメシンクイ・ハマキムシ類・カイガラムシ類・モモシンクイガ: 収穫 7 日前まで, なし: ハダニ類・アブラムシ類・ハマキムシ類・カイガラムシ類・ナシヒメシンクイ: 収穫 7 日前まで, もも: ハダニ類・アブラムシ類・ナシヒメシンクイ・カイガラムシ類・モモシンクイガ: 収穫 7 日前まで, かき: ハマキムシ類・カイガラムシ類・イラガ類: 30 日 4 回, かんきつ: ハダニ類・アブラムシ類・カイガラムシ類・ハマキムシ類・ヤノネカイガラムシ (若令)・アオバハゴロモ: 収穫 14 日前まで, ぶどう: ハダニ類・アブラムシ類・ハマキムシ類・カイガラムシ類: 収穫 7 日前まで, おうとう: ハマキムシ類・ハダニ類・アブラムシ類: 収穫 7 日前まで, びわ: アブラムシ類: 収穫 7 日前まで, うめ: アブラムシ類・ハマキムシ類・カイガラムシ類: 収穫

7日前まで、いちご：ハダニ類・アブラムシ類：収穫
3日前まで、キャベツ・はくさい・はなやさい：ア
ブラムシ類・スリップス類・カブラハバチ・アオムシ：
収穫3日前まで、だいこん：アブラムシ類・ナモグリ
バエ・カブラハバチ・アオムシ：7日6回、かぶ：ア
ブラムシ類・ナモグリバエ・カブラハバチ・アオムシ：
7日4回、セルリー・レタス：アブラムシ類：収穫3
日前まで、ほうれんそう：アブラムシ類：14日4回、
ねぎ・たまねぎ：ネギハモグリバエ・アブラムシ類・
スリップス類：7日6回、トマト・なす・ピーマン：
ハダニ類・アブラムシ類：収穫前日まで、きゅうり・
すいか・メロン・しろうり・かぼちゃ：ハダニ類・ア
ブラムシ類・ウリハムシ：収穫前日まで、豆類：ハダ
ニ類・アブラムシ類・スリップス類・コガネムシ類・
マメシンクイガ・ハモグリバエ：7日3回、にんじん：
アブラムシ類：14日4回、ごぼう：アブラムシ類：7
日5回、花き：ハダニ類・アブラムシ類・スリップス
類、たばこ：アブラムシ類・ヤサイゾウムシ

BPMC・MEP 粉剤

BPMC 2.0%, MEP 3.0%

スミバッサ粉剤 50 DL (3.2.13)

17788 (アグロス)

稲：ニカメイチュウ・ツマグロヨコバイ・ウンカ類・カ
メムシ類：14日5回

BPMC 粉剤

BPMC 3.0%

バッサ粉剤 30 DL (3.2.13)

17790 (アグロス)

稲：ツマグロヨコバイ・ウンカ類

ピラクロホス粒剤

ピラクロホス 6.0%

ボルテージ粒剤 6 (3.2.20)

17791 (武田薬品工業), 17792 (明治製薬), 17793 (サン
ケイ化学)

きゅうり・トマト：ネコブセンチュウ：播種前又は定植
前1回：全面散布土壌混和、だいこん：ネグサレセン
チュウ：播種前1回：全面散布土壌混和、だいこん：
キスジノミハムシ：播種前1回：播溝処理土壌混和

PAP 乳剤

PAP 50.0%

エルサンエアー (3.2.20)

17794 (日産化学工業)

稲：ニカメイチュウ第一世代：7日4回：空中散布、く
り：モモノゴマダラノメイガ：裂果前：4回以内：空
中散布

『殺菌剤』

フサライド水和剤

フサライド 50.0%

ラブサイド水和剤 (3.2.13)

17781 (アグロス)

稲：いもち病：収穫21日前まで：穂ばらみ期以降は4
回以内

トルクロホスメチル水和剤

トルクロホスメチル 50.0%

リゾレックス水和剤 (3.2.13)

17782 (アグロス)

てんさい：根腐病・葉腐病：30日4回（但し移植後は3
回以内）、てんさい：苗立枯病（リゾクトニア菌）：育
苗中期4回（但し移植後は3回以内）：土壌灌注（3 l/
m²）、ばれいしょ：黒あざ病：貯蔵前または植付け前
1回、種いも浸漬（10分以内）、麦類：雪腐小粒菌核
病：根雪前2回、レタス：すす枯病：は種時3回：土
壌灌注（3 l/m²）、レタス：すす枯病：7日3回、トマ
ト・きゅうり・なす：苗立枯病（リゾクトニア菌）：は
種時1回：土壌灌注（3 l/m²）・種子粉衣、ふき：白絹
病：21日2回：株元灌注（3 l/m²）、きく：白絹病：株
元灌注（3 l/m²）

フェリムゾン水和剤〔TF-164 ゴル〕

フェリムゾン 20.0%

タケヒットゴル (3.2.20)

17797 (武田薬品工業)

つつじ・つばき・うつぎ：白紋羽病：植付前1回：苗木
根部30分間浸漬

『殺虫殺菌剤』

ジメチルビンホス・XMC・ジクロメジン粉剤

ジメチルビンホス 2.0%, XMC 2.0%, ジクロメジン
1.2%

モンガードランガードマクパール粉剤 DL (3.2.20)

17795 (三共), 17796 (九州三共)

稲：ニカメイチュウ・ツマグロヨコバイ・ウンカ類・コ
ブノメイガ・紋枯病：14日3回

植物防疫

平成3年

4月号

(毎月1回1日発行)

＝ 禁 転 載 ＝

第45巻
第4号

平成3年3月25日印刷

平成3年4月1日発行

編集人 植物防疫編集委員会

発行人 岩 本 毅

印刷所 三美印刷(株)

東京都荒川区西日暮里5-9-8

定価 600 円 送料 51 円
(本体 583 円)

平成3年分
前金購読料 6,720 円
後払購読料 7,240 円
(共に千サービス、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・東京 (03) 3944-1561～6 番
振替 東京 1 - 1 7 7 8 6 7 番

広範囲の作物の病虫害防除に 農作物を守る! 日曹の農薬

新発売

●トマト・みかんの病虫害防除に
日曹ゲッター

●広範囲の病虫害防除に
日曹フロンサイド

●水稻用新種子消毒剤
トリフミン乳剤

●べと病・疫病・細菌病の防除に
日曹アリエッティボルドー

●芝・たばこ・花の病虫害防除に
日曹プレビクルN

●落葉果樹の病虫害総合防除に
ルミライト

●ハダニ・アブラムシ防除に
日曹プロカーブ

●ハダニ・スリップス防除に
日曹ノンマイト

好評発売中!

○果樹・野菜の病虫害防除に
トリフミン

○病虫害防除の基幹薬剤
トップジンM

○桃・おうとう・すももの灰星病、
野菜・豆類の菌核病・灰色かび病の防除に
日曹ロニラン

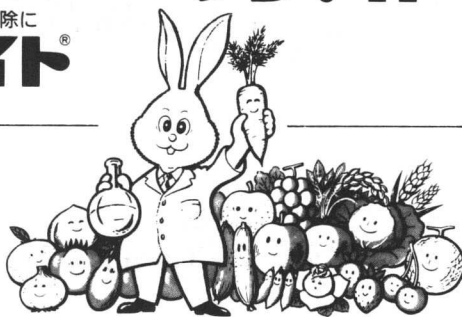
○べと病・疫病の専門薬/
日曹アリエッティ

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

○広範囲の害虫防除に
—合成ピレスロイド剤—
日曹スカウト

○果樹・野菜のハダニ防除に
ニッソラン

○畑作イネ科雑草の除草に
生草期処理
除草剤 **ナブ**



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 大阪府中央区北浜2-1-11
営業所 札幌・仙台・信越・新潟・東京・名古屋・福岡・四国・高岡

ゆたかな実り——明治の農薬

稲・いもち病、白葉枯病、もみ枯細菌病、
きゅうり・斑点細菌病、
レタス・腐敗病、斑点細菌病、
キャベツ・黒腐病の防除に



オリゼメート粒剤

きゅうり、すいか、メロン、トマト、ピーマン、
キャベツ、レタス、たまねぎ、かんきつ、稲、茶、
てんさい、いんげんまめ、ばら、キウイフルーツ、
びわの病虫害防除に

カッパーシン水和剤



明治製菓株式会社
104 東京都中央区京橋2-4-16



チョットつけるだけ。 タツプリかける時代の終りです。

小沢昭一



ラウンドアップ®の特徴を活かした 新しい除草法です。(少量散布技術)

これまでの除草の散布は、雑草にタツプリと丹念にかける。
10アール(1反歩)当り100リットルあるいは200リットルの散布
水量が常識でした。

ところが、この常識をやぶり、10アール当り25リットルの水量で
雑草にボツボツとチョットつくだけで雑草全体をしっかりと枯
らす新しい除草法が出現しました。

これは、雑草の一部につくだけで雑草の体内のすみず
みにまで行き渡る特性と、同じ薬量なら濃度が高い
(少ない水で希釈する)ほど効果が増すという性
質を持つラウンドアップだからできる新しい
除草法です。

水量が少なければ、散布がらくな
でなく、水の運搬、薬剤の調合
の回数を少なくできます。

多量散布から少量散布
へ。時代は、資源節減、
省力化に向っています。
ぜひ、試して、効果と
労力の差を実感
してください。

●薬量が250mlと少なく経済的。

通常の散布方法で10アール当り500mlの薬量が必要な場面でも、
250mlで同じ効果を出すことができ経済的です。

●散布水量が25ℓ(今までの $\frac{1}{4}$ ～ $\frac{1}{2}$)と少なく省力的。

除草剤の散布は薬剤によって10アール当り100ℓあるいは200ℓの散
布水量が必要でしたが、専用ノズルを取り替えるだけでわずか25ℓ
で済み散布、準備、水の運搬、薬剤の調合が楽になり省力的です。

●ノズルは、ラウンドノズル25を必ず使用。

少量散布専用ノズルを必ずご使用ください。このノズルは、

- 従来の散布歩行スピード、散布要領を変えることなく10アールに
25ℓの水量を散布できます。
- 散布した所が白く見え重複やかけ残しがなく確実です。
- 飛散が極めて少ないので大切な作物にも安心です。

●ラウンドアップを詳しく説明したパンフレットを
差しあげております。右記の住所までお申し込みください。

ラウンドアップ普及会
クミアイ化学工業株式会社

ラウンドアップ®は、安全性が高いので 取扱いが容易です。

- 大切な作物の根からは、吸収されません。
- 土の活力を守ります。
- アミノ酸系の除草剤です。(人畜毒性/普通物 | 魚毒性/A類)

しっかり枯らす。
長〜く抑える。

ラウンドアップ®

登録商標



事務局 日本モンサント株式会社 アグロサイエンス事業部
〒100 東京都千代田区丸の内3-1-1 国際ビル Tel. (03) 3287-1251

CIBA-GEIGY 研究の伝統に生きる



水稻殺菌剤

- コラトップ®粒剤5
- フジトップ®粒剤

園芸殺菌剤

- リドミル®MZ水和剤
- リドミル®銅水和剤
- リドミル®粒剤2
- リミドル®モンカット®粉剤

水稻除草剤

- ソルネット®粒剤
- バレージ®粒剤
- クサホープ®D粒剤
- ワンオール®粒剤
- ゴルボ®粒剤
- センテ®粒剤
- イナズマ®粒剤
- ライザー粒剤
- アピロサン®粒剤
- ワイダー®粒剤
- クサノック®粒剤
- シメトリン混合剤

畑作除草剤

- デュアル®乳剤
- ゲザノン®フロアブル
- コダール®水和剤
- コダール®細粒剤F
- シマジン®水和剤・粒剤
- ゲザプリム®水和剤・フロアブル
- ゲザバックス®乳剤・粒剤
- ゲザガード®粒剤・水和剤

殺虫剤

- エンセダン®乳剤
- スプラサイド®乳剤・水和剤
- エイカロール®乳剤
- ダイアジノン®乳剤・粒剤・水和剤

日本チバガイギー株式会社

アグロテック本部 〒105 東京都港区浜松町2-4-1 (世界貿易センタービル34F) ☎03-3435-5252

®=登録商標

“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。



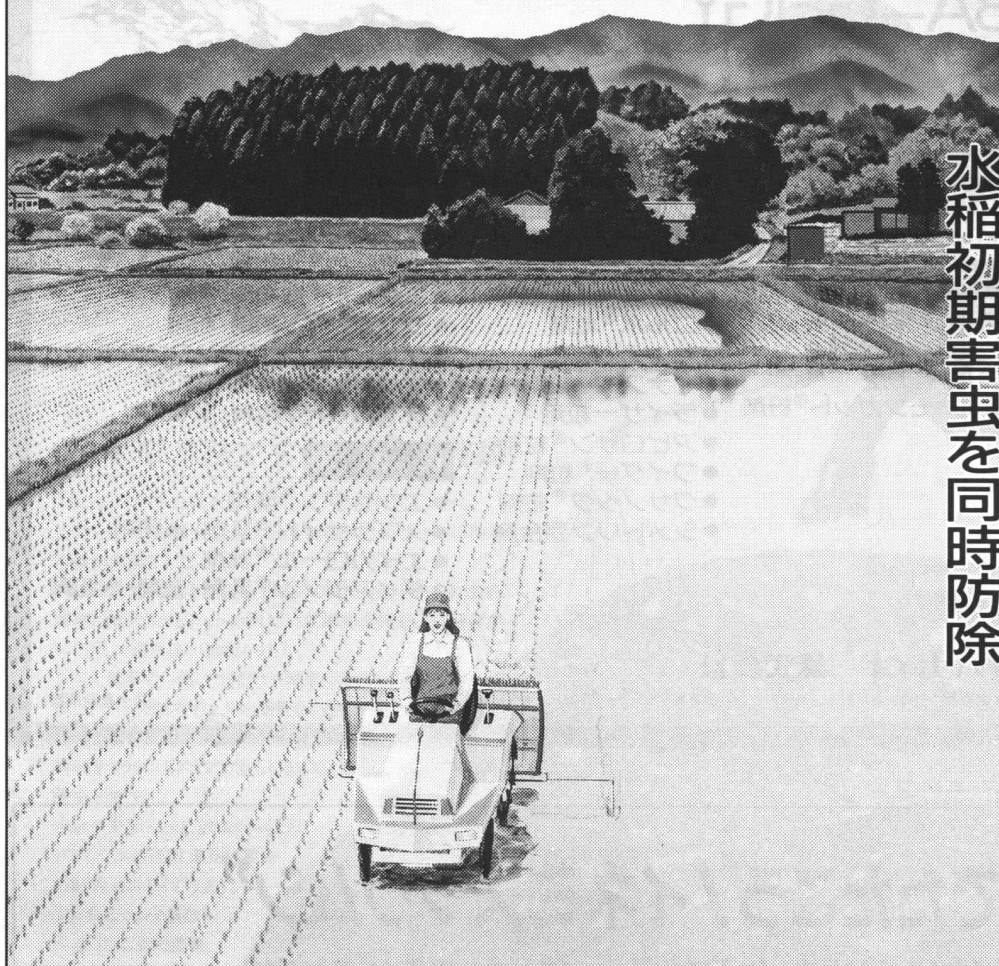
大塚化学株式会社

大阪市中央区大手通3-2-27
農薬部 / Tel.06(946)6241

〈農薬は正しく使しましょう〉

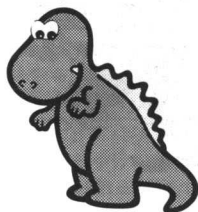
箱で余裕、イネミズ防除。

水稻初期害虫を同時防除



- ★高い浸透移行作用により、イネミズソウムシ成虫・幼虫を強力に防除します。
- ★残効が長いので薬剤の使用回数を減らすことができますので経済的です。
- ★初期害虫であるイネドロオイムシ、ヒメトビウンカなどを同時に防除できます。
- ★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。

作物名	適用害虫名	10アール当り使用量	使用時期	本剤及びカルボスルファンを含む農業の総使用回数	使用方法
水 稻 (育苗箱)	イネミズソウムシ	育苗箱 (30×60×3cm) 使用土壌 約5Q 1箱当り 40～70g	移植前 3日～ 移植当日	1回	本剤の所定量を育苗箱の苗の上から均一に散布する
	ヒメトビウンカ ツマグロヨコバイ イネヒメハモグリバエ イネドロオイムシ イネソウムシ	育苗箱 (30×60×3cm) 使用土壌 約5Q 1箱当り 50～70g			



ガゼット[®]粒剤

カルボスルファン…3.0%

新登場

®は米国FMC社の登録商標です。



日産化学

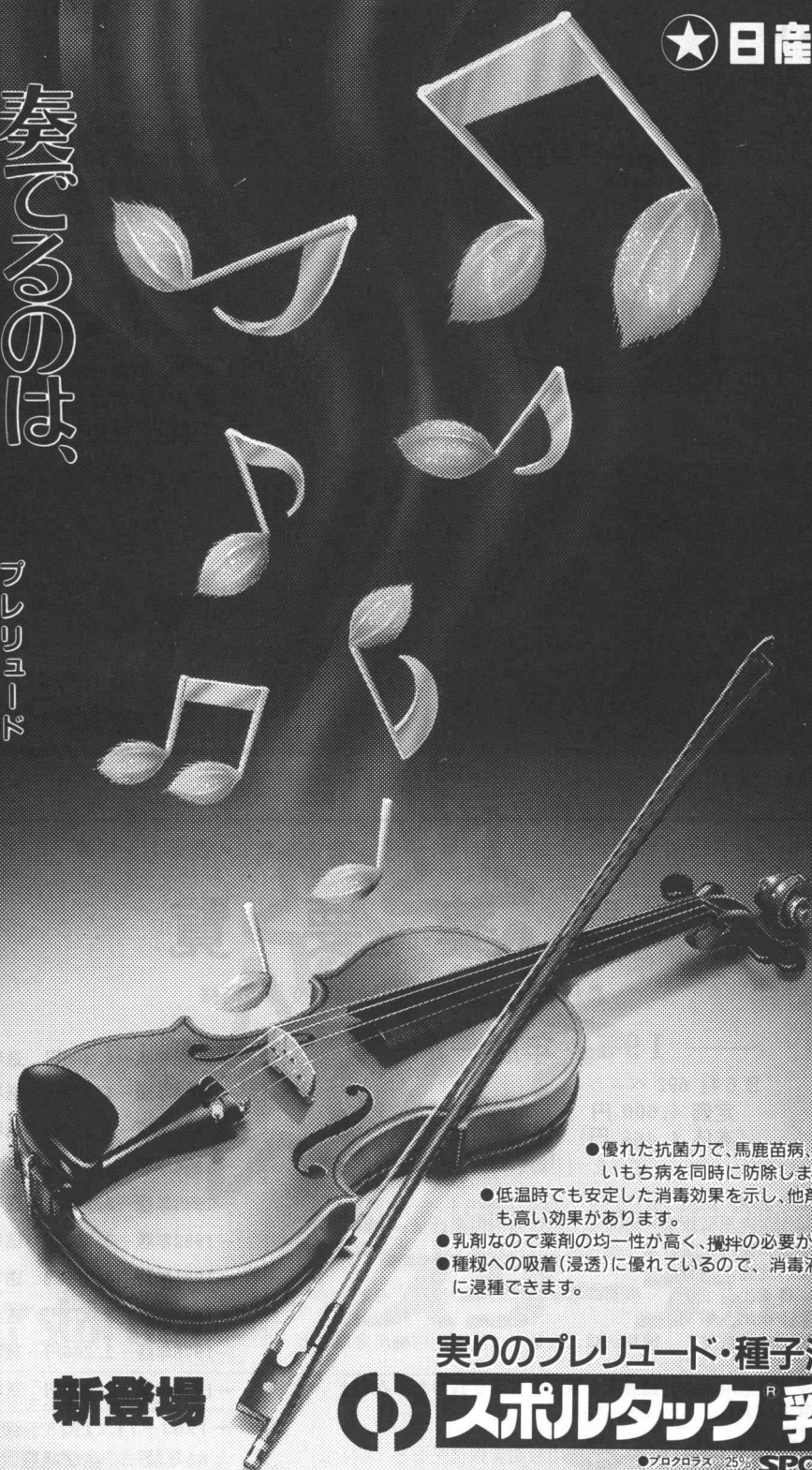


原体供給元

FMCコーポレーション

★ 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、こま葉枯病、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、消毒液は風乾せずに浸種できます。

新登場

実りのプレリュード・種子消毒剤
スポルタック[®] 乳剤

●ブコロラス 25% **SPORTAK[®]**

®は独ニューリンクAGの商標登録

「現在」に答え、「未来」を創る、
ヘキスト農薬。



Hoechst

Hoechst High Chem

ヘキスト ハイ・ケム——化学の新しい道

総合化学品メーカーとして世界で活躍するヘキストは、農業場面においても、今日、そして明日へと、つねに経験豊富な技術力で、時代の要請にお応えいたします。

除草剤、選ぶなら。
バスタ 液剤

除草剤：フローレ®

殺菌剤：アフガン®・水和硫黄 コーサン

殺虫剤：マリックス

ヘキストジャパン株式会社

農薬本部

〒107 東京都港区赤坂4-10-33 ヘキストビル6F

☎03(3584)7521(代)

農薬に関する唯一の統計資料集！ 登録のある全ての農薬名を掲載！

農 薬 要 覧

農林水産省農蚕園芸局植物防疫課 監修

—— 1990 年版 ——

B 6 判 692 ページ

定価 4,600 円

(本体 4,466 円)

送料 310 円

— 主 な 目 次 —

- I 農薬の生産、出荷
種類別生産出荷数量・金額 製剤形態別生産数量・金額
主要農薬原体生産数量 種類別会社別農薬生産・出荷数量など
- II 農薬の流通、消費
県別農薬出荷金額 農薬の農家購入価格の推移 など
- III 農薬の輸出、輸入
種類別輸出数量 種類別輸入数量 仕向地別輸出金額など
- IV 登録農薬
元年9月末現在の登録農薬一覧 農薬登録のしくみなど
- V 新農薬解説
- VI 関連資料
農作物作付(栽培)面積 空中散布実施状況など
- VII 付 録
農薬の毒性及び魚毒性一覧表 名簿 登録農薬索引など

—1989年版—4,400円 送料310円

—1988年版—4,429円 送料310円

—1987年版—4,223円 送料310円

—1986年版—4,223円 送料310円

—1983年版—3,296円 送料260円

—1982年版—3,708円 送料310円

—1981年版—3,708円 送料310円

—1977年版—2,472円 送料260円

—1976年版—2,266円 送料260円

—1975年版—2,060円 送料260円

—1963~74, 1978~80, 84,

85年版— 品切絶版

※定価は税込価格です。

お申込みは前金(現金・小為替・振替)で本会へ

スター誕生！

米づくりは、
スタートで決める。



稲もみ枯細菌病(苗腐敗症)の防除に



スターナ[®] 水和剤
S0208

スターナ水和剤普及会
株式会社アグロス
八洲化学工業株式会社

効きめと安全の信頼にこたえる



事務局 住友化学工業㈱ 第一農薬事業部
〒103 東京都中央区日本橋2-7-9 TEL.03(3287)7330

発生予察用調査資材の斡旋品目追加について

当協会では、農林水産省が行う病虫害発生予察事業の円滑な推進に協力するという趣旨から、発生予察用性フェロモン剤等の調査資材の斡旋を行ってまいりました。

このたび、その追加品目として下記の誘引剤とトラップを取り扱うこととなりましたので、お知らせいたします。

なお、当協会で行う発生予察用調査資材は、発生を調査・研究用のモニタリングに使用することはできませんが、防除用（交信攪乱・大量誘殺）には流用できません。また、発生の調査データを利用して防除適期を判断する場合は、病虫害防除所等の専門家にご相談下さい。

斡旋開始：平成3年4月1日

販売会社：サンケイ化学株式会社

種 類	価 格	内 容	有効期間	適用トラップ	備 考
ニカメイガ用	7,700 円	1 箱 12 個入り	1 か月	D, W, S	
シロイチモジヨトウ用	7,700 円	1 箱 12 個入り	1 か月	W, S	
チャノホソガ用	7,700 円	1 箱 12 個入り	1 か月	D, W	
シバツトガ用	7,700 円	1 箱 12 個入り	1 か月	S, W	
スジキリヨトウ用	7,700 円	1 箱 12 個入り	1 か月	S, W	
アリモドキゾウムシ用	7,700 円	1 箱 12 個入り	2 か月	—	
マメコガネ用	4,800 円	誘引剤 30 ml, 空カップ 3 個入り	1 か月 × 3	黄色	コガネコール A
シロテンハナムグリ・ア シナガコガネ・ヒラタ アオコガネ用	4,800 円	誘引剤 30 ml, 空カップ 3 個入り	1 か月 × 3	白色	コガネコール C
デルタトラップ：D	8,200 円	24 台			
ウィング トラップ：W	セット	2,700 円	屋根 3 台, 粘着板 6 枚		
	粘着板	6,400 円	粘着板 24 枚		
SE トラップ ：S	セット	3,800 円	屋根 1 台, 粘着板 12 枚		
	粘着板	3,200 円	粘着板 12 枚		
コガネコール 用誘引器	黄色	6,800 円	1 台		
	白色	6,800 円	1 台		

(価格は消費税別です)

申し込み先：社団法人 日本植物防疫協会 出版部

Tel 03(3944)1561～6 Fax 03(3944)1399

個人での申し込みの場合は前金にてお願いいたします。

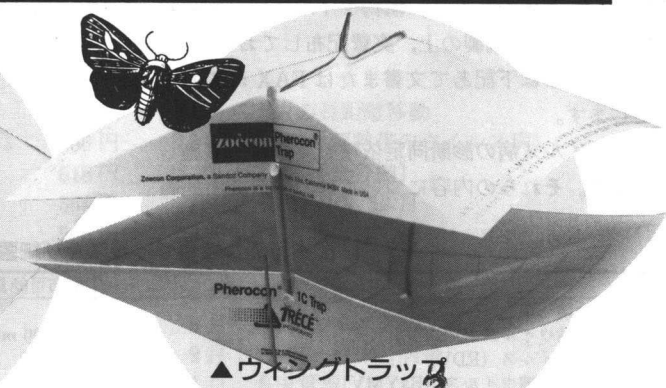
〒170 東京都豊島区駒込 1-43-11

昆虫捕獲用トラップ

4種類のトラップを用意しています。使用目的、場面に併せてお選び下さい。



▲デルタトラップ



▲ウイングトラップ



▲SEトラップ



▲サンケイ式トラップ

各種トラップの仕様

トラップの種類	大きさ(最大幅)			色	材 質	トラップ形式	対 応 昆 虫
	高さ cm	縦 cm	横 cm				
デルタトラップ	10	15	15	白	防 水 紙	粘着板式 使い捨てタイプ	小蛾類、ハエ類
ウイングトラップ	14	26	23	白	防 水 紙	粘着板式 粘着板交換タイプ	蛾 類 一 般
SEトラップ	9	40	28	白、緑	プラスチック段ボール	粘着板式 粘着板交換タイプ	蛾 類 一 般
サンケイ式トラップ	43	30(円筒形)		白、黒、黄	ポリプロピレン	湿式、乾式 耐久性高い	甲虫類、ハチ類

* 既販品以外の予察用フェロモン製剤についても商品化を検討中のものがあります。
下記にお問い合わせ下さい。



サンケイ化学株式会社

東京本社 ☎101 東京都千代田区神田司町2-1 ☎(03) 3294-6981

植物ウイルス・細菌診断用抗血清の配布のお知らせ

当協会では、植物防疫上重要な病原の診断及び免疫研究用として下表のように、植物ウイルス及び細菌診断用抗血清を作製・調製の上、実費配布しております。なお、申し込みは下記あて文書または FAX にてお願いいたします。

また、ウイルス病の診断同定依頼も実費にて実施しております。それらの内容については、当研究所病害

研究室（電話 0298—72—5172）までご相談下さい。（申し込み先）

社団法人日本植物防疫協会研究所 総務係

住 所 〒300-12 茨城県牛久市結束町

535 番地

電 話 0298-72-5172

FAX 0298-74-2294

配布可能な植物ウイルス及び細菌抗血清

抗 血 清 の 種 類	配布可能量 ¹⁾	区 分 ²⁾	利用できる血清試験法
ウイルス抗血清			
1 イネ縞葉枯ウイルス (RSV)	100 ml	C	ラテックス凝集, エライザ
2 イネ萎縮ウイルス (RDV)	70	C	赤血球凝集, ラテックス凝集
3 オオムギ縞萎縮ウイルス (BaYMV)	10	D	エライザ
4 ダイズモザイクウイルス (SMV)	5	B	微量沈降, 重層, 二重拡散, エライザ
5 インゲン黄斑モザイクウイルス えそ系 (BYMV-N)	25	B	微量沈降, 重層, 二重拡散
6 ジャガイモ X ウイルス (PVX)	95	A	〃
7 ジャガイモ Y ウイルス えそ系 (PVY-T)	10	D	エライザ
8 タバコモザイクウイルス 普通系 (TMV-OM)	120	A	微量沈降, 二重拡散, エライザ
9 〃 トマト系 (TMV-L)	20	A	〃
10 〃 トウガラシ系 (TMV-P)	45	A	〃
11 〃 ワサビ系 (TMV-W)	75	A	〃
12 キュウリモザイクウイルス (CMV)	45	B	〃
13 キュウリ緑斑モザイクウイルス スイカ系 (CGMMV-Wa)	50	A	〃
14 〃 キュウリ系 (CGMMV-C)	55	A	〃
15 ズッキーニイエローモザイクウイルス (ZYMV)	40	B	微量沈降, 重層, 二重拡散
16 カボチャモザイクウイルス (WMV)	10	B	〃
17 カブモザイクウイルス (TuMV)	30	A	〃
18 ユリ潜在ウイルス (LSV)	30	E	エライザ
19 オドントグロッサムリングスポットウイルス (ORSV)	5	E	〃
20 温州萎縮ウイルス (SDV)	50	D	〃
21 カンキツモザイクウイルス (CiMV)	5	D	〃
22 カンキツトリステザウイルス (CTV)	20	D	〃
23 ブドウファンリーフウイルス (GFV)	15	D	〃
細菌抗血清			
1 <i>Pseudomonas glumae</i> (PG)	60	A	重層, エライザ
2 <i>Pseudomonas cepacia</i> (PC)	60	A	〃
モノクローナル抗体			
1 イネ縞葉枯ウイルス (RSV)	80	F	エライザ
2 キュウリ緑斑モザイクウイルス スイカ系 (CGMMV-Wa)	80	F	〃
3 〃 キュウリ系 (CGMMV-C)	80	F	〃
4 タバコモザイクウイルス 普通系 (TMV-OM)	80	F	〃
5 〃 トマト系 (TMV-L)	80	F	〃
6 〃 トウガラシ系 (TMV-P)	80	F	〃

1) 平成 3 年 2 月 18 日現在。 2) 抗血清作製・調整の難易及び所要経費の多少に応じて A～F に区分した。

各種試験用抗血清配布単価 (実費)

区 分	抗 血 清 (1 ml)		感 作 赤 血 球 (500 検体)	感 作 ラ テ ッ ク ス (500 検体)	エ ラ イ ザ 用 セ ッ ト (1500 検体)
	一 般	国公立機関			
	円	円	円	円	円
A	18,000	10,800	29,500	28,500	39,000
B	22,500	13,500			40,500
C					42,000
D					47,500
E	56,000	33,600		31,500	50,500
F	50,500	30,300			49,000

消費税 (3%) が加算されます。

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。

37 巻 (58 年) [全号揃]

1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12 月	566 円
3 月: 作物のバーティシリウム病	618 円
6 月: (リンゴ腐らん病)	566 円
7 月: (ミナミキイロアザミウマ)	566 円
8 月: (野菜類の根こぶ病)	566 円
10 月: 発生予察の新技术	618 円

38 巻 (59 年)

1, 2, 6, 7, 8, 10, 12 月	566 円
3 月: 線虫	618 円
5 月: ピシウム菌による病害	618 円
6 月: (導入天敵)	566 円
8 月: (弱毒ウイルス)	566 円

39 巻 (60 年) [全号揃]

1, 2, 3, 6, 7, 12 月	566 円
4 月: (カメムシ)	566 円
5 月: 植物検疫	618 円
8 月: (ウイロイド)	566 円
9 月: (イネもみ枯細菌病)	566 円
10 月: (害虫防除と生態学)	566 円
11 月: イネ縞葉枯病	618 円

40 巻 (61 年) [全号揃]

1, 6, 7, 9, 10 月	566 円
2 月: (性フェロモンによる交信かく乱)	566 円
3 月: (農薬の付着性)	566 円
4 月: (ムギの病害)	566 円
5 月: 昆虫の神経制御	618 円
8 月: (コナガ)	566 円
11 月: 先端技術と病害防除	618 円
12 月: (野菜ハダニ類の発生予察法)	566 円

41 巻 (62 年) [全号揃]

1, 2, 6, 7, 8, 10 月	566 円
3 月: (永年作物の紋羽病)	566 円
4 月: (アブラムシ)	566 円
5 月: 微生物の分類と保存	618 円
9 月: (茎頂培養とウイルスフリー化)	566 円

11 月: 害虫の長距離移動	618 円
12 月: (暖地・亜熱帯のウイルス病)	566 円

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) [全号揃]

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

45 巻 (平成3年)

1~12 月 (前納)	6,720 円
(後納)	7,240 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。36 巻 (57 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 月号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1部につき51円です。2部以上は実費となります。

紋枯病に効きめが長く、使いやすい

モンカット[®]粒剤



特長

- ① 粒剤なので手軽で省力的です。
- ② 残効性が長く、散布回数が軽減できます。
- ③ 天候に左右されず、余裕をもって使えます。
- ④ ドリフトがなく、安全性の高い薬剤です。

●使用量：10アール当り4kg ●使用適期：出穂20日前中心に使用

いもち・紋枯病の同時防除に
姉妹品＝ **フジワン[®]**
モンカット[®]粒剤

ウンカ・ヨコバイと紋枯病の同時防除に
アプロード[®]
モンカット[®]粒剤

Ⓒ：「モンカット」は日本農薬株式会社の登録商標

手まきで
紋枯病が
防げると
粒剤



日本農薬株式会社

〒103 東京都中央区日本橋1-2-5 栄太楼ビル

ニコッ。ハハッ。ウフフッめ明日へ。



除草剤

MO粒剤・9・ショウロンM粒剤・シンザン粒剤

殺虫剤

トレボン粒剤・トレボン粉剤DL・トレボン乳剤
トレボン水和剤・トレボンエア
オフナックM粉剤DL

殺虫・殺菌剤

トクロロール



地球サイズで考えて

三井東圧化学

東京都千代田区霞が関3-2-5

TEL 03 (3592) 4616

“殺虫剤の概念を変えた
注目の脱皮阻害剤”

- 1ヵ月以上の長い効き目。他の殺虫剤に抵抗性の害虫にも効く。人畜・有益昆虫に安全。薬害の心配がない。殆どの薬剤と混用出来る。(ボルドーにも混ぜられます。)

- ウキクサ・アオミドロ・表層ハクリの防除に最適の専用剤です。
初期・中期・一発剤との混合散布は大好評!!

モゲトン[®] 粒 剤

- 各種ハダニの卵・幼虫・成虫に有効でボルドー液にも混用できるシャープな効きめのダニ剤。

バイデン 乳 剤

- 晩柑類のへた落ち防止剤。
速効的に効くりんご・梨の落果防止剤。

マデック 乳 剤

メロンのミナミキイロアザミウマにも
適用拡大

今話題の

デミリブ[®] 水和剤

- 花・タバコ・桑の土壌消毒剤。刺激臭がなく安心して使えます。

バスアミド[®] 微粒剤

- ボルドー液の幅広い効果に安全性がプラスされた
果樹・野菜の殺菌剤。

キノンドー[®] 水和剤
80・40

- ヨモギ・ギンギシ・スギナには特によく効きます。
粒剤タイプで果樹園、空地、駐車場、墓地等に最適です。

カソロン 粒 剤 6.7
4.5



アグロ・カネショウ株式会社

東京都千代田区丸の内3-1-1 国際ビル4階

力と技の ウルフ イース

頑固な雑草に必殺一発パンチ!

これぞ
水田除草剤の
定番!!



農協・経済連・全農



自然に学び 自然を守る

クミアイ化学工業株式会社



こんどのEBI剤はどこがちがうぞ



ポジグロール普及会

三共(株) / 北海三共(株) / 九州三共(株) / トモノ農薬(株) / 日本ロシュ(株)

NEW



新 殺 菌 剤

ポジグロール 水和剤5

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	使用回数	使用方法
りんご	黒星病	1,000~1,500倍	収穫30日前まで	3回以内	散布
	うどんこ病	1,000倍			
ぶどう	うどんこ病	1,000倍		4回以内	
	褐斑病	500倍			
ばら	黒星病	1,000~1,500倍			
	うどんこ病	1,000~1,500倍			

●本剤およびピリフェノックスを含む農薬の総使用回数

●使用にあたってはラベルをよくお読み下さい。

事務局 日本化薬株式会社

東京都千代田区神田鍛冶町3-6-3 ☎03-3252-3124