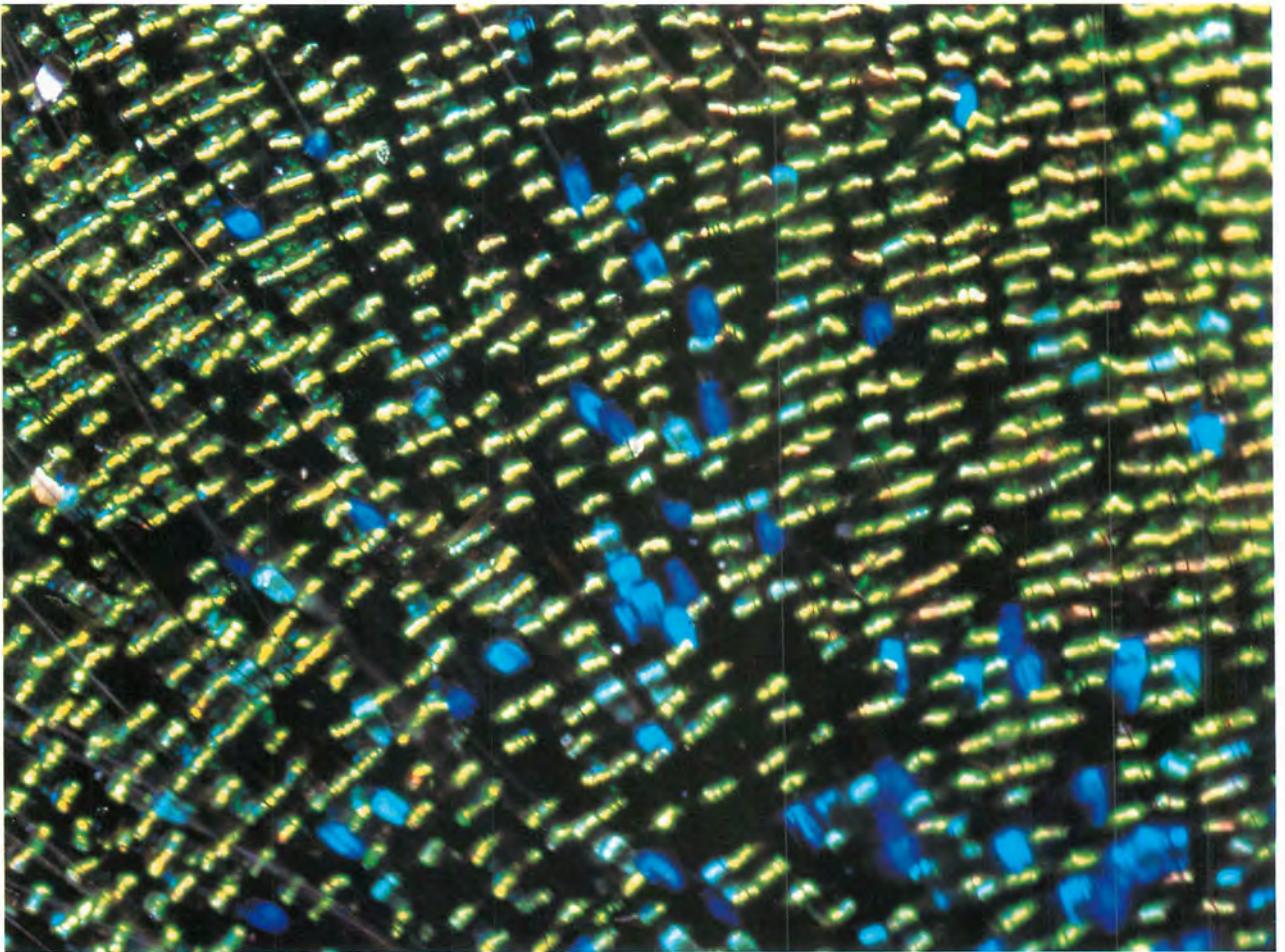


植物防疫

特集

昆虫ホルモン研究の現状と問題点



1995 **4** VOL 49

畑のチャンピオン、 ガゼットくん。

野菜・畑作害虫をノックアウト

特 長

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



ガゼット® 粒剤

カルボスルファン…3.0%

®は米国FMC社の登録商標です。



日産化学



原体供給元

FMCコーポレーション

★ 日産化学



果樹、野菜、茶のダニ・害虫防除に…



殺ダニ・殺虫剤

サンマイト® 水和剤
フロアブル

®は日産化学工業(株)の登録商標

- サンマイト水和剤……かんきつ、りんご、なし、もも、おうとう、ぶどう、びわ
- サンマイトフロアブル……茶、すいか、メロン、いちご、あずき、きく、カーネーション、トマト、ポインセチア



あなたの喜びが、私たちの喜びです。



研究開発のいちばんの大きなテーマは、あなたの満足です。

効果、品質、安全。すべての面において最良の製品であること。

私たちの企業のテーマはここにあります。

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

生産から販売さらには消費という、私たちのお届けする製品に関わるあらゆる場に

喜びをもたらすために、笑顔をもたらすために、私たちは努力を惜しみません。

私たちは日本サイアナミッドです。

日本サイアナミッド株式会社

東京本社 東京都港区六本木1-4-30 六本木25森ビル 〒106 TEL.03-3586-9712

田原研究所 愛知県渥美郡田原町緑ヶ浜1-1 〒441-34 TEL.05312-2-3141

掛川工場 静岡県掛川市細谷字山合635-15 〒436-01 TEL.0537-26-3721

フリーダイヤル

0120-22-3388

※弊社の製品をお使いの際は、①使用前にはラベルをよく読んでください。②ラベルの記載以外には使用しないでください。③小児の手の届く所には置かないでください。

異常気象に伴うイネ白葉枯病の多発生とその要因について

加来久敏氏原図（本文27ページ参照）

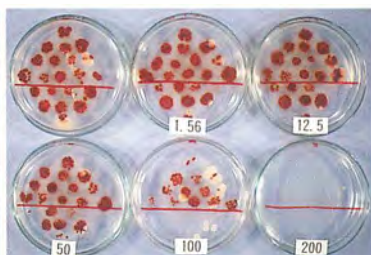
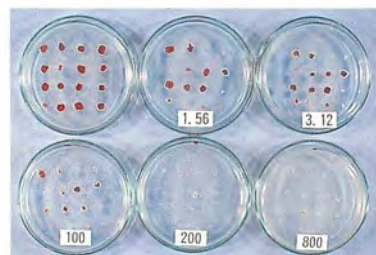


- ①イネ白葉枯病の典型的病徴
- ②熊本県菊池郡におけるイネ白葉枯病の発生
- 熊本県阿蘇郡におけるイネ白葉枯病の坪枯状発生
- ④岡山県総社市におけるイネ白葉枯病の激発
- ⑤畦畔のサヤマカグサでのイネ白葉枯病の発生（宮崎県五ヶ瀬町）

植物病原菌の薬剤感受性検定マニュアル(18)

ブドウ黒とう病菌のチオファネートメチル耐性の検定

田代暢哉氏原図（本文35ページ参照）

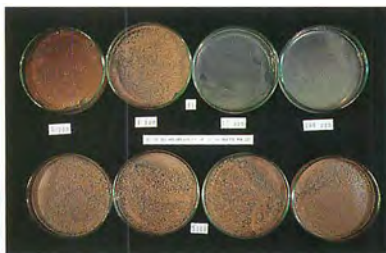


左：菌そう接種法（生育の認められる菌そうは赤変している）

右：簡易検定法（一部に細菌の汚染がみられるが、激しい場合を除き検定に支障はきたさない、線の上と下は異なる菌地）

カンキツそうか病菌

家城洋之氏原図（本文37ページ参照）



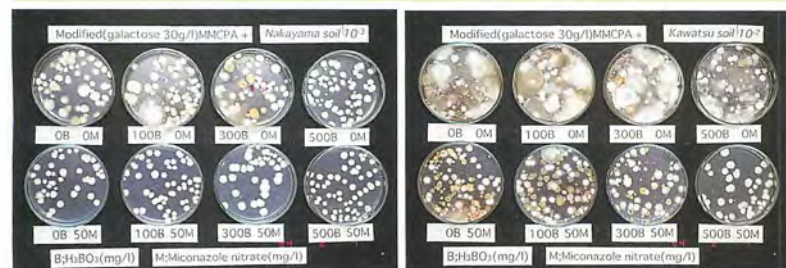
果実のそうか型病斑

懸滴培養の水滴中に形成された分生胞子

ベノミル添加 (0, 1, 10, 100 µg/ml) 培地でのそうか病菌の生育(上：弱耐性菌、下：強耐性菌)

フザリウム菌の硝酸塩利用能欠損変異株分離培地の選択性の向上

駒田 旦氏原図（本文31ページ参照）



川津土壌 10^{-3}

川津土壌 10^{-2}

改変（ガラクトース30 g/l）MMCPA培地に対する、硝酸マイコナゾールと H_3BO_3 添加の効果

新しい防除シーン：を提案します。

フェロモン製剤は
新しい防除シーンを
提案します。

害虫の発生を予察する。
交信を攪乱して交尾を阻害する。
大量に誘引して防除する。

害虫の抵抗性を
発達させることがなく、
また殺虫剤の
散布回数を軽減する。

サンケイ化学のフェロモン製剤

【交信攪乱用製剤】

- コナガコン®(コナガ用)
- ヨトウコン®-S
(シロイチモジヨトウ用)

【大量誘殺用製剤】

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

【発生予察用製剤】

- コドリグコール®(コドリグ用)
- SEルアー(ニカメイガ、コナガ、
シロイチモジヨトウ、カブラヤガ、
モモハモグリガ、キンモンホソガ、
チャノホソガ、シバツトガ、
スズキリヨトウ、ヒメコガネ、
アリモドキゾウムシ用)

※登録商標



サンケイ化学株式会社

本社：〒890 鹿児島市唐湊4-17-6

☎(0992)54-1161

東京本社：〒110 東京都台東区東上野6-1-7(MSKビル) ☎(03)3845-7951

地球の仲間

ホフコ

仮面



《人の心の中に》
その頃宇宙では、
ホフコ仮面の大活躍の
噂でもちきりでした。
その噂は「病
気になつてはと
んど助かりそ
うなホフコエ
イリアン星が、
ホフコ仮面の
リフレシジャ
ワーでウツのよ
うに元気になつた……」というもの。
一方地球では、人々が、このごろ地球は
今までよりも何故か元気をなくして
いる、と感じるようになっていました。
でも、地球はそれまでのペースを変え
ようとはしませんでした。



そこには「まだ大丈夫」、そして「イザ
となつたらさうと」、ホフコ仮面が助け
に来てくれるという安心感があつたの
です。安心感は、甘えだつたかも知れ
ません。元気をなくしていた地球は、
やがて本当に疲れきり、倒れる寸前に
まてなりました。
地球の人々は、今こそホフコ仮面の助
けを願い、求めました。しかし、1カ月
待ち、1年待ち、2年、3年待つても、
宇宙の彼方から、あのホフコ仮面の
やつて来る気配さえあ
りません。
地球が重体となり、人
々はかけがえのない自
分たちの
宇宙船地
球号を死
なせる寸
前になつて、ようやく気が付いたの
です。ホフコ仮面は決して宇宙
からの使者ではなく、地球の一人
一人の心の中にいるのだ、というこ
とを。リフレシジャワーは宇宙
から降ってくるのではなく、地球
の知恵を集めて作り出すのだと
いうことを。すべての人々がそう
気付いた日、それが元氣な地球を
取り戻すスタートの日となつたの
だ、ということでした。



北興化学工業株式会社

〒103 東京都中央区日本橋本石町4-4-20

農業会社は、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。

植物防疫

Shokubutu boeki
(Plant Protection)

第 49 卷 第 4 号

平成 7 年 4 月号

目 次

特集：昆虫ホルモン研究の現状と問題点

平成 7 年度の植物防疫事業の進め方について……………吉村 正機…… 1

植物防疫研究課題の概要……………西尾 隆…… 3

特集：昆虫ホルモン研究の現状と問題点

昆虫ホルモンの働きと昆虫成育制御剤 (IGR) ……………竹田 敏…… 7

神経ペプチドホルモンの研究の現状……………片岡 宏志……11

エクジステロイドの研究の現状……………田中 良明……15

幼若ホルモンの活性発現機構に関する最近の研究動向……………塩月 孝博……19

酵素活性を指標とした土壌伝染性病害診断の試み……………瓦谷 光男……23

異常気象に伴うイネ白葉枯病の多発生とその要因について……………加来久敏・落合弘和・野田孝人……27

(リレー随筆) 植物検疫の現場から(10)——輸入種苗の隔離検疫……………栗原 金光……30

植物防疫基礎講座

Fusarium 菌の硝酸塩利用能欠損変異株分離培地の選択性の向上……………駒田 且・上田真也・山本広基……31

植物病原菌の薬剤感受性検定マニュアル(18)

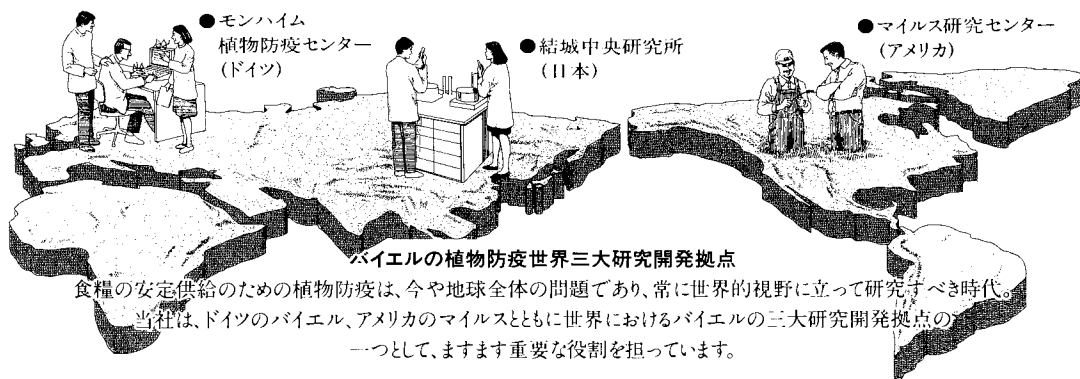
——ブドウ黒とう病菌, カンキツそうか病菌——……………田代暢哉・家城洋之……35

新しく登録された農薬 (7.2.1~2.28) …………… 39

人事消息……………22 主な次号予告…………… 40

自然の恵みをより豊かにするために。

「確かさ」を追求…バイエル農薬



新しい時代のニーズに合った 夢の新殺虫剤

アドマイヤー®

Bayer 

日本バイエルアグロケム株式会社
東京都港区高輪4-10-8 ☎108

美しい穂の仕上げをお手伝いします。

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

●いもち病・ごま葉枯病・変色米・紅変米に



BLASIN
農業は正しく使いましょう。



いもち病菌

ごま葉枯病菌

すじ葉枯病菌

アルタナリア菌 (褐変穂起因菌)

カーブラリア菌 (変色米起因菌)

エピコッカム菌 (紅変米起因菌)

すみ黒穂病菌

●殺虫剤・殺菌剤の混合剤も取り揃えています。



新発売

水稻の広域防除に空中散布専用剤

ブラシンゾル



武田薬品工業株式会社 アグロ事業部 〒103 東京都中央区日本橋2丁目12番10号

平成7年度の植物防疫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 ^{よし}吉 ^{むら}村 ^{まさ}正 ^き機

日本農業を取りまく社会、経済情勢は非常に大きく変化しつつある。言うまでもなくガット・ウルグアイラウンド合意を受けたWTO協定の批准である。

そして、今後の施策の重点事項、21世紀に向けた農業構造の早期実現と、新たな国境措置の下での生産・流通体制の整備、農業体質強化、地域活性化等ラウンド合意の実施期間を通じた所要の対策の具体化とその推進においては、農業生産技術の一つとしての植物防疫には一層の貢献が期待されているところであり、また課せられた責務にも大きなものがある。

最近の植物防疫関係の案件は多岐にわたり、それぞれが現在そして今後の植物防疫事業の推進方向に大きな意味を持っているものばかりであるが、そのうちいくつかを紹介する。

1 環境保全型農業の推進

まず、当面する課題の一つは、環境保全型農業と植物防疫事業の調和ある推進である。

平成5、6年と連続した正反対の異常気象下での経験は、農業の適正使用による防除が農業の安定生産にとって不可欠であることを、農業者のみならず多くの一般国民に広く知らしめることとなったが、一方、水田初期除草剤問題や水道水源問題に端を発した水を巡る議論や臭化メチルのオゾン層破壊問題でも明らかのように、社会的に環境問題についての関心が極めて高くなってきていることも事実である。

環境保全型農業というのは、単純に肥料や農薬の投入を減らすことで実現するものではなく、農業の産出する農産物の価値と、そこで安定的、継続的に農業が営まれる結果生ずる多面的な環境保全効果と農業が環境に及ぼす負荷を総合的に評価し、トータルのプラスをいかに高めるかという視点に立って、地域の条件に応じて農法そのものを再構築することによって成り立つものであると考える。今後、そのような環境保全型農業の推進に配慮した植物防疫事業のあり方に具体的イメージを明確化することに取り組む必要がある。

2 防除体制の再整備

二つ目の課題は、平成5年のいもち病の全国的な大発生要因を分析する過程で明らかとなってきた防除体制

の再点検と整備である。いもち病そのものは、発生予察情報に基づく適期の農薬散布により防除可能な体系ができ上がっており、実際の大発生時にもこの防除体系が極めて有効であることが全国各地で立証された。しかし、一方では発病の地域間差、圃場間差が今までの多発生時にはなく顕著であったとの指摘がある。航空防除等共同防除の威力が再認識された反面、個人防除に頼らざるをえない地域では高齢化、兼業化の深化による労力不足等から防除適期を逃し、被害を大きくした例も多数報告されている。

今後、発生予察情報の一層の精度向上、よりきめ細かく対応できる予察システムの確立と情報伝達の迅速化等が大きな課題である。また、航空防除や無人ヘリコプターによる共同防除などの充実、普及を図ることが急務である。さらに兼業化や高齢化の進んだ地域では受託防除組織の整備についても検討が必要である。今後農業の国際化が一段と進展すると予想される状況においては、先に取りまとめられた「新政策」で示された活力ある農業構造を早期に実現することが、今後の農政の基本であることは疑いのない事実であり、このためにも防除体制の再整備は極めて重要な課題であるといえるであろう。

3 植物検疫の国際調和

農産物の輸入量は増大する一方であるが、わが国からの農産物の輸出についても関心は高い。これら、国際間の農産物貿易に伴う病害虫の伝搬・まん延を防止するため、植物検疫の業務はますます増大するとともにその責務も大きくなっている。

ラウンドにおいて議論されてきた「衛生及び植物検疫措置の適用に関する協定」が最終合意されたところであるが、この合意を受けてFAOは植物検疫の国際的調和を図ることとし、このための専門家委員会を設置した。今後国際基準が作成されれば、病害虫の侵入を防止することによりわが国農業生産の安全を図るという植物検疫の本来の目的を堅持しつつ、国際基準との調和を図るための検討を進めなければならない。

わが国としてもこのFAOの専門家委員会に専門家を派遣しわが国の立場を主張していくとともに、今後植物検疫の国際的調和を進める上でのキーテクノロジーとしての「病害虫の危険度評価」の日本型手法の開発を急がなければならない。

4 平成7年度事業の推進

以上のような諸情勢を踏まえて平成7年度の植物防疫事業は次のように推進する。

平成7年度予算の編成においては、従来の植物防疫に関する補助事業を全面的に見直し、発生予察、防除、農薬対策の各事業を従来にも増して総合的に推進する整備・拡充を行った。

① 総合的な防除の推進

一般病害虫及び難防除病害虫の防除対策を総合的に進める「総合防除技術確立推進事業」と、農業現場において自ら予察し、防除の意志決定をして先進的防除機器による防除を推進していくシステムの実証展示を行う「革新的防除システム確立実証事業」を新たに実施することとした。

病害虫や雑草の防除手段としては、昔から色々な手法が、各作物、各病害虫・雑草に対して試みられてきた。しかし、化学農薬以外の防除手法については、効果が今一つであったり、コストや労力がかさんだり、流通・消費者の高品質ニーズに対応できなかったり、あるいは個々の技術の体系化が困難であったりして生産現場への普及定着が大変難しい状況にあった。これらの背景には、農業者の高齢化、兼業化のますますの進行や、生産現場が中山間地へ追われていったなど、農業の構造的な変化も大きく影響している。しかし、近年、環境保全に対する意識の高まり、化学農薬以外の防除方法への関心の高まり、多様な消費者ニーズの顕在化など、社会的な背景も大きく変わってきていることから、病害虫防除の対策を総合的に体系付けるとともに、実際の現場において発生予察と防除の有機的な連動を持ったモデル地域の実証展示を行い、今後の病害虫防除のあり方を示していくというものである。これら事業の精力的な推進が期待される。

② 情報の高度化

高度情報化社会の成熟という中で注目を受けている発

生予察事業であるが、今後の病害虫・雑草防除を進めていく上で迅速で的確な情報の伝達と利用は極めて重要なポイントであると考えられる。発生予察情報そのものばかりでなく、情報作成の根拠となった膨大な調査データ、予察に欠かせない各種気象観測データ、膨大に頻繁に更新される農薬登録情報等の情報の有効活用や、関係者が情報交換できるコミュニケーション型のネットワーク作りを目指し、従来の発生予察事業関係者のみならず、行政、国公立試験場、団体、資材メーカー等植物防疫関係者はもとより、改良普及員や農協の営農指導員、市町村の関係者など現場の防除指導者をも巻き込んだ、植物防疫の総合的な情報ネットワークシステムを構築するための予算も要求しているところである。

③ 農薬の適正使用・水質保全関係

昨年来の水道水源を初めとする水質保全に対する関心の高まりを背景に、生活排水、下水道等の整備の推進や、水道消毒副生成物であるトリハロメタン対策が講じられつつある。これら水質保全関連対策については、昨年12月の中央環境審議会で検討されたが、この中で農薬についても、農薬取締法等による対策の強化について検討があったところである。

これらの動きを踏まえ、農薬関係の諸対策が講じられているが、CNP問題にみられるように、今後も水質問題は社会的関心も非常に高く、今後の状況如何ではさらなる規制の強化が実施される様相にあることから、特に農薬による水質汚濁の防止のための取り組みの徹底が必要である。

このため、「農薬適正使用推進対策事業」において農作物・土壌中での農薬残留の調査、危害防止対策、消費者等への啓発のための体制整備を行うとともに、環境とりわけ水質影響に配慮した防除が実施できるよう、農地等で使用される農薬の水質影響に関するモニタリングを行い、その流出を積極的にコントロールする総合的な管理システムを構築することとしている。

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 にし お たかし
西 尾 隆

はじめに

農林水産省の平成7年度予算要求総額（概算決定額）は対前年度比3.5%増の3兆5,400億円であり、その中で農林水産技術会議の予算要求は、61,555百万円で4.3%増となっている。今年度の農林水産技術会議関係の予算要求の特徴を要約すると以下ようになる。

まず、重要政策課題に対応した研究開発予算として、

（1）生産現場に直結した新技術の開発

「地域先導技術総合研究」（新規）、「地域基幹農業技術体系化促進研究」（新規）、「実用化促進支援研究」（新規）、「実用化促進指導等」（新規）。

（2）生産性の飛躍的向上のための基盤技術の開発

「画期的新品種の創出等による次世代稲作技術構築のための基盤的総合研究」（新規）、「繁殖技術の高度化に基づく新乳肉複合子牛生産技術の開発」（新規）、「水稻主要品種同質遺伝子系統緊急作出事業」（新規）、「畑作物の高収益・安定生産のための基盤技術の開発」（継続）、「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」（継続）、「中山間地域の活性化条件の解明に関する研究」（継続）等。

（3）環境に対応した研究開発

「環境調和型水田雑草制御技術の開発」（新規）、「環境保全のための家畜排泄物高度処理・利用技術の確立」（継続）、「農林水産生態系を利用した地球環境変動要因の制御技術の開発」（継続）、「物質循環の高度化に基づく生態系調和型次世代農業システムの開発」（継続）。

（4）国際研究協力の強化

「タイ東北部における持続的農業技術確立のための開発研究」（新規）、「熱帯・亜熱帯汽水域における生物生産機能の解明と持続的利用のための基準化」（新規）等、が重点項目となっている。

次に、基礎的・先導的研究の強化として、「病原性微生物の遺伝子解析と利用技術の開発」（新規）、「イネ・ゲノムの効率的解析手法及び遺伝子分子地図の利用技術の開発」（継続）、「イネ・ゲノム遺伝子分子地図の作成」（継続）、「動物ゲノムの効率的解析手法及び有用遺伝子の利用技術の開発」（継続）、「園芸作物の開花・結実過程にお

ける生理活性物質の動態解明と制御技術の開発」（新規）、「動植物における可動性遺伝子の動態解明」（新規）、「魚介類の初期生態解明のための種判別技術の開発」（新規）、「未来型軽労化農業技術確立のための基盤技術開発に関する総合研究」（継続）等に重点が置かれている。

都道府県・民間等の研究開発に対する支援等については、「地域基幹農業技術体系実用化研究」（新規）、「水稻主要品種同質遺伝子系統緊急作出事業」（新規）等を追加して積極的に行う。また、研究開発基盤・情報システムの高度化の強化を、「農林水産業における高度情報システムの開発に関する調査」（新規）、「DNAバンク事業」（継続）、「農林水産ジーンバンク事業」（継続）等により図る。

次に、平成7年度に実施予定の試験研究の中で、植物防疫関係の（課題が含まれている）プロジェクト研究の概要は以下のとおりである。

I 技術研究の強化経費

1 総合的開発研究

総合的開発的研究とは行政上の緊急な要請に対応し、広範な分野にわたる技術開発を一体的に行うとともに、これらを総合的・体系的な技術に組み立てることを目指し、大規模な組織的共同体制の下で実施する研究である。現在、平成7年度に開始されるものを含めると全部で6課題あるが、そのうち次の3課題が病害虫に関係している。

「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、377百万円）。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1場所が参画している。

「畑作物の高収益・安定生産のための基盤技術の開発（高収益畑作）」（平成4～9年度、127百万円）。わが国の主要畑作物を対象に、畑作経営の高収益化、安定的発展を目的として、甘しょ等主要畑作物の高品質化及び生産性向上技術の開発、新規導入作物を組み込んだ高度土地

利用技術の開発及び大規模畑作経営の展開方式の解明に関する総合開発研究を実施する。病虫害関係では3研究室が参加している。

「画期的新品種の創出等による次世代稲作技術構築のための基盤的総合研究」(平成7～16年度, 332百万円)。わが国の稲作の高品質化や大幅な低コスト化を図り農薬等化学資材の使用量を合理的に減じた低投入型栽培を目指すため、複数の病虫害や冷害に強く、雑草耐性を有し、直播適性が高く、高品質多収な品種などの画期的新品種の創出及び水稻の生理生態やストレス耐性・病虫害抵抗性の解明等により次世代稲作生産の基盤となる技術の開発を行う。病虫害関係課題としては、同質遺伝子系統における病害発生抑止機構の解明やウンカ類等の害虫に対する水稻の自己防御機能の解明などを行う。

2 大型別枠研究

21世紀を見通した長期的な視点からの重要問題の解決に必要な新しい技術の確立ならびに研究水準の飛躍的向上を目指し、都道府県、大学、民間等との組織的共同体制の下で大規模に実施する研究であり、現在次の3プロジェクトが進行中である。

(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～平成9年度, 402百万円)

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、次世代の高水準な農林水産技術につなげることを目指す。第2期(平成3～5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たが、昨年度からの第3期では発現制御研究へとつなげる研究を行っている。本プロジェクトでは病虫害防除を直接目的とした課題はないが、昆虫の休眠、変態、生体防御、植物の環境適応及び共生などの基礎研究を行っている。

(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～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。本プロジェクトでは、耕地生態系チームの中に雑草制御サブチーム、昆虫等制御サブチーム及び耕地微生物制御サブチームの3チームがあり、多くの研究室が植物防疫にかかわる研究に参加している。

(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3～12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生物分解性プラスチック等の産業用素材等を開発するため、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。病虫害関係の研究室は、森林総研の1研究室のみである。

3 一般別枠研究

次の特別研究とほぼ同様の性格を持つが、特に規模が大きく、その波及効果が大きいことから、研究を強力に推進することが必要なものである。平成7年度からの新規課題を含めて5課題があるが、そのうち植物防疫に関係のある課題は次の2課題である。

(1) 「農林水産生態系を利用した地球環境変動要因の制御技術の開発(地球環境)」(平成2～8年度, 204百万円)

地球規模の環境変化をもたらす二酸化炭素、メタン、亜酸化窒素の動態を解明するとともに、これら温室効果ガスの農林水産生態系を利用した循環制御・低減化技術を開発する。あわせて、地球環境変化の農林水産生態系に与える影響の解明と主要農産物の生産力変動予測技術の開発を行い、対策技術の開発に資する。病虫害関係では、環境変化に伴う昆虫個体群や植物病原個体群の動態の解析、害虫のバイオタイプ出現機構の解明、いもち病の発生动態・変動機構の解明等の研究課題がある。

(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, 70百万円)

農産物の安全性の向上に資する観点から、主要穀物(コメ、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。

4 特別研究

経常研究では対処し得ない規模で、行政上の要請が強いもの及び新研究分野もしくは新技術の開発を急速に促進する必要があるため行うプロジェクト研究であり、平成6年度の総予算は431百万円、実施課題は18である。

病虫害関係の課題は「ヒノキ漏脂病の発現機構の解明と被害軽減技術の開発」(平成6～9年度)がある。また、今年度から、雑草の繁殖特性、休眠特性等を標的と

した新雑草制御技術及び雑草の発生・生育予測等に対応した除草剤低減技術を目指した「環境調和型水田雑草制御技術の開発」(平成7～9年度)が始まる。

5 侵入病害虫の防除に関する研究

海外から侵入した害虫やその害虫が媒介する微生物やウイルスによって引き起こされる病気であって、放置すると急速に国内でまん延し、農作物に多大な被害を及ぼすことが懸念されるもののうち、薬剤による防除が困難なもの、当該病害虫に関する知見が不足しているため有効な防除対策が取り得ないものを対象として、既に被害が発生している都道府県の試験研究機関の協力のもとに、当該病害虫の生理、生態の解明ならびに耕種的防除を中心とした防除体系の確立に関する研究を緊急に行うためのものである。

昨年度から、「マメモグリバエの防除に関する研究」(平成6～8年度、320万円)が開始された。本研究では、薬剤に対する感受性が低く国内外で防除法が確立されていないマメハモグリバエについて生理・生態の解明を行い、防除法の確立を図る(農業環境技術研究所、野菜・茶業試験場)。

6 国際農林水産業プロジェクト研究

開発途上国において、わが国が進める農林技術協力に必要な技術の開発に関する試験研究ならびに農林業の研究領域の拡大と研究水準の向上に役立つ試験研究のうち組織的に実施するものであり、熱帯農業研究センターが担当している。平成7年度予算の実施課題数は18、総予算は405百万円である。

植物防疫関係の課題としては、「熱帯二期作地帯における水稻生物害総合防除技術体系の確立」(平成5～9年度、マレーシア)、「北及び東アフリカ地域におけるバッタ類の生合理的害虫管理法の開発」(平成7～11年度、ケニア)、「中国における果菜類等の耐病性優良系統の育成」(平成4～8年度、中国)、「熱帯・亜熱帯地域特有の植物、微生物による効率的環境管理技術の開発」(平成4～13年度、招へい共同研究)がある。

7 バイオテクノロジー先端技術研究

バイオテクノロジー分野における画期的な新技術の開発を図るため、長期的視点にたったこの分野の基幹的課題に取り組むプロジェクト研究である。

「バイテク植物育種に関する総合研究」(昭和61～平成12年度、413百万円)：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おり、耐病性、耐虫性の付与も重要な課題となっている。

「昆虫の機能利用と資源化に関する基礎研究」(平成5～12年度、110百万円)：近年の基礎生物学の成果の応用により昆虫が持つ特異機能の解明、昆虫が生産する有用物質の特性解明に着手するとともにこれらの機能や有用物質を利用するための基盤となる技術としての昆虫及び昆虫培養細胞の大量増殖技術等を開発し、農林水産業に新しい技術分野を確立するための基礎的研究を行う。病害虫関係では、昆虫病原微生物の特性解明及び利用技術の開発、昆虫病原微生物等の評価及び利用技術の開発、といった課題がある。

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。このうち、科学技術庁の国立機関原子力試験研究費として297百万円、環境庁の国立機関公害防止等試験研究費として130百万円が予定されている。

1 科学技術庁関係

原子力試験研究費については、直接に関連する課題はない。

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-1 病害虫分野の指定試験

単 位	試験研究機関名	試験課題名
いもち病	福 島 農 試	いもち病の省農薬防除体系確率のための高精度発生予察システムの開発
球根類病害	富山農技センター野菜花き試	花き球根類主要病害の制御技術及び抵抗性検定法の開発
いもち病	愛知農総試山間技術実験農場	いもち病菌変異機構の解明と抵抗性検定法の開発
牧草病害	山 口 農 試	暖地ライグラス類及び飼料作物主要病害の発生機作の解明と抵抗性検定法の開発
果樹カメムシ類	福岡農総試生産環境研究所	果樹類に発生するカメムシ類の生態解明と総合的防除技術の開発
馬鈴薯病害	長崎総農林試愛野馬鈴薯支場	暖地ばれいしょ主要病害・線虫の生態解明と抵抗性検定法の開発
畑作病害虫	鹿児島農試大隅支 場	暖地畑作物の害虫防除法
サトウキビ病虫害	沖 縄 農 試	さとうきび病虫害制御技術及び抵抗性検定法の開発
南方系侵入害虫	〃	南方系侵入害虫まん延防止のための最適防除技術の開発

関係はかなりの数の課題が提案されており、科学技術庁で検討中である。

2 環境庁関係

公害防止等試験研究として、「小笠原森林生態系の修復・管理技術に関する研究」(平成7～11年度, 1442万円, 森林総研)が今年度から実施される。

III 指定試験

指定試験事業とは国が行う必要がある試験研究のうち、国の試験研究機関の置かれている立地条件から、これを行ない得ないものについて、立地条件が適当であり、かつ研究員、施設等の整っている都道府県の試験研究機関を指定し、委託実施するものである。

平成7年度に委託実施される病虫害分野の指定試験は、9課題である(表-1参照)。

IV 都道府県の試験研究への助成

植物防疫関連課題を含む都道府県の試験研究に対する

助成としては次の2事業がある。

「地域バイオテクノロジー実用化技術研究開発促進事業(地域バイオテク)」(農業関係154百万円)の植物防疫関連課題としては、「複数のウイルスに対する高度防除技術の確立」(平成3～7年度)、北海道、栃木、埼玉、京都、大分、沖縄、北海道農業試験場、東北農業試験場、四国農業試験場、農研センターを実施中である。また、「地域基幹農業技術体系化促進研究」(平7概算決定額415百万円, 24課題:平成7～11年度)では、「III. 環境保全型農業技術体系の確立」において「生物的防除を基幹とする省農薬病害虫制御技術」(茨城、静岡、兵庫、宮崎)、「耐病性強化と発生予察の高度化による水稻病害の総合防除技術」(宮城、新潟、埼玉)などを行う。

「地域重要新技術開発促進事業」(農業関係280百万円)の課題は未定であるが、病虫害関連課題もいくつか実施される見込みである。

発行

日本植物防疫協会

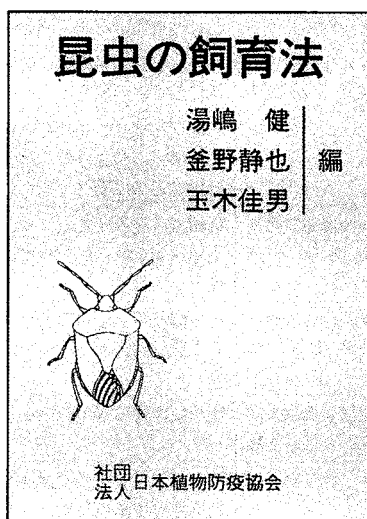
「昆虫の飼育法」

湯嶋 健・釜野静也・玉木佳男 共編

収録種(項目)数 126種

B5判 400ページ

定価 12,000円(本体 11,650円) 送料サービス



昆虫の飼育法について、実際に飼育に従事されている方に、独特のコツを含めて詳述していただいた。総論では、共通性のある、餌の種類／人工飼料の調整／飼育虫の病気対策／虫質管理／飼育環境／飼育施設／飼育計画と作業計画などを、各論では、126種(項目)の虫につき、材料の採集／餌／飼育法／作業計画／注意事項と問題点／参考文献などを詳述。付録に、ビタミン混合とその作り方、無機塩混合物とその作り方、昆虫用市販人工飼料リストを付す。

〈お申し込みは前金(現金書留・郵便振替)で本会まで〉

特集：昆虫ホルモン研究の現状と問題点〔1〕

昆虫ホルモンの働きと昆虫成育制御剤 (IGR)

農林水産省蚕糸・昆虫農業技術研究所 竹 田 さとし 敏

少し古い本になるが、「ホルモンとホメオスタシス」(現代の生物学7, 岩波書店)に、ホルモンの定義として、イギリスの生理学者、W. M. BaylissとE. H. Starlingの以下のような文章がある(竹脇・宇井, 1966)。この文章はA. GornbmanとH. A. Bernによって“Textbook of Comparative Endocrinology”(1962)に引用されているものである。

「腺がそれに特有の物質を形成して血液中に分泌し、その物質がその腺から遠く離れた体内の場所において、ある器官または過程に特殊な影響を及ぼすならば、その腺を内分泌器官と考え、それがつくりだす特殊な物質、すなわちホルモンを、その標的器官(target organ)あるいは過程への化学的伝令(messenger)とみなす。」ホルモンのこの定義は、その後の研究により、いくつかの矛盾点を持つようになってきているが、少なくともホルモンの概念を考える上での基本となるものである。

昆虫ホルモンの研究は、多くの成書にみられるように、1917年のポーランド人Kopećの脳ホルモンの研究に端を発しているとされる。以来、80年近く経った現在、脱皮ホルモン、幼若ホルモンをはじめ数多くのペプチドホルモンが単離、精製され、その分子構造も明らかにされているが(竹田・木内, 1989参照)、昆虫ホルモン学は、依然昆虫生理学の最も興味深く、かつ重要な学問分野の一つで、多くの研究者が今も精力的に研究を進めている。

本総説では、昆虫ホルモンの相互作用と昆虫発育制御、特に脱皮・変態の基本的メカニズムについてまず述べ、害虫制御を含めた昆虫成育制御へのこれらホルモンの応用の現状と可能性について概観的に述べる。

1 主要な昆虫ホルモン

発育、脱皮、変態、休眠、相変異など昆虫における重要な生理現象のほとんどはホルモンによって支配されている。そのような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(エクジステロイド)、アラタ体から分泌される幼若ホルモン(JH)、さらにこれら両ホルモンの分泌活性の支配に関与する脳から分泌されるペプチド系

のホルモン(いわゆる脳ホルモン)がある。これらのホルモンの最近の研究現状については、本号の他著者の総説を参照されたい。

2 脱皮・変態にかかわるクラシカル・スキーム

昆虫の後胚子発生における脱皮・変態の制御は上記3種のホルモンの相互作用として理解されてきた(図-1)。図-1は、1940年代までの主として実験形態学的手法による研究成果を統合したもので、いわゆるクラシカル・スキームと呼ばれている。すなわち、昆虫の脱皮、変態の決定は以下のようなホルモン機構によってなされると考えられてきた。脱皮は前胸腺から分泌されるエクジステロイドによって誘導される。エクジステロイドの分泌には、脳の神経分泌細胞から分泌される前胸腺刺激ホルモン(ずっと脳ホルモンといわれてきた)による前

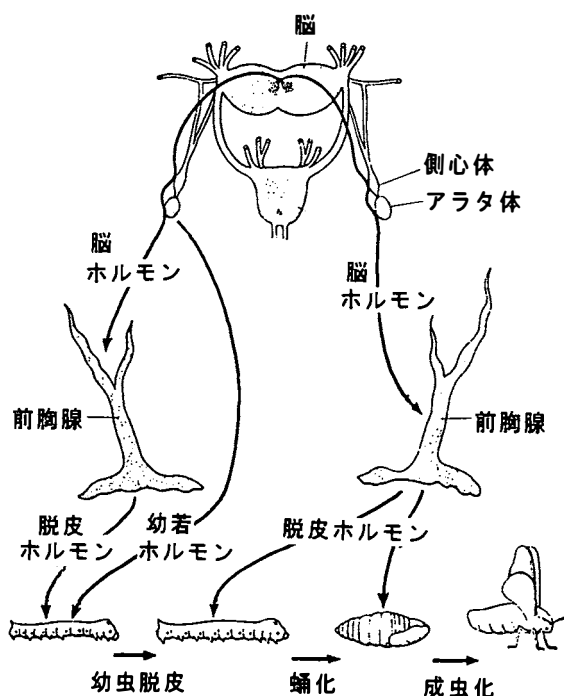


図-1 昆虫の脱皮及び変態を決定するホルモン機構を示す模式図(福田宗一:ホルモンとホメオスタシス, 現代の生物学7, 岩波書店(1966)を一部改変)

胸腺の活性化が必要である。エクジステロイドによる脱皮誘導の際、JH が十分分泌されている状態では幼虫脱皮が、JH が欠如した状態であれば、カイコなどの完全変態昆虫においては蛹へ、サシガメなどの不完全変態昆虫では成虫への脱皮 (変態脱皮) が誘導される。

このクラシカル・スキームには、その後、個々のホルモンの精製、構造決定により、(1)エクジステロイドと脳、エクジステロイドとアラタ体、JH と前胸腺など、脳、前胸腺、アラタ体相互のホルモンを介したフィードバック作用の証明、(2)アラタ体での JH 分泌活性を刺激する脳ホルモン、アラトトロピン、逆に活性を抑制するアラトスタチンなどの発見、さらには(3)卵巣におけるエクダイソンの合成や、卵におけるエクジステロイドの存在のような内分泌器官以外のホルモン生産の証明など、おびただしい知見が加えられてきた。しかしながら、いまだに昆虫の後胚子発生におけるホルモン制御を個体レベルで考える上での基本となっている。

3 第3世代の農薬、昆虫成育制御剤 (IGR)

上記のような昆虫の発育制御機構の理解のもとに、外部からホルモンまたはその活性物質、阻害物質を投与することによって、昆虫の体内のホルモンバランスをかく乱させ、厳密にプログラムされている昆虫の成育を改変・致死させる効果的な害虫防除技術、すなわち IGR としての昆虫ホルモンの利用、を最初に提唱したのが WILLIAMS である。彼は天然有機・無機殺虫剤の第1世代

農薬、有機リン剤、有機塩素剤などの有機合成殺虫剤の第2世代農薬に続く、第3世代の殺虫剤として JH に対して世間の注目を喚起した (WILLIAMS, 1967)。その理由として、(1)昆虫に特異的なホルモンであるから、人や他の生態系に安全であること、(2)昆虫自身の生体物質であるホルモンに対しては抵抗性が発達し得ないなどの利点をあげた。JH より以前に化学構造が決定されていたもう一つの昆虫ホルモンである脱皮ホルモンが水溶性であり、クチクルで覆われた昆虫表皮は浸透しないのに対し、JH は脂溶性で容易に昆虫体表から体内に到達し、作用を及ぼす点でも着目された。

IGR とは、現在では、農薬としての使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、(1)昆虫の正常な変態を阻害する昆虫ホルモン活性物質あるいはその類縁化合物と(2)脱皮阻害作用を引き起こすキチン阻害剤などの脱皮阻害物質とに大別されている (RETNAKARAN et al., 1985)。

昆虫ホルモン活性物質という前者のカテゴリーに入るものとして、近年発見された合成脱皮ホルモン RH-5849 があるが、その作用と問題点については前稿でまとめているので (竹田ら, 1991)、以下では、わが国で既に農薬登録されている、あるいは農薬登録が間近い主要な幼若ホルモン類縁体 (JHA) について紹介したい。

4 IGR としての JH 活性物質

(1) メトプレン (methoprene)

多くの化学合成 JHA の中で商業的に重要なものはメトプレン (methoprene)、トリプレン (triprene)、ハイ

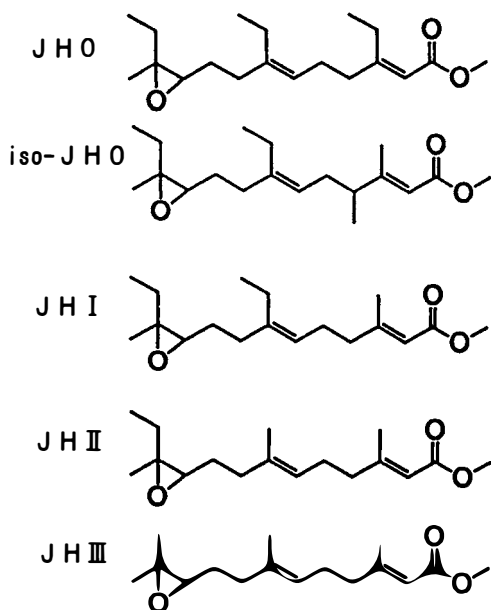


図-2 5種の幼若ホルモン

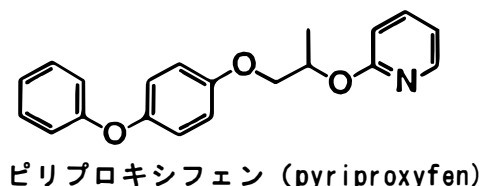
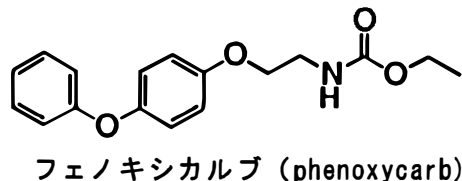
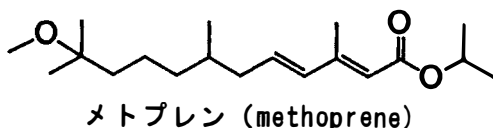


図-3 主要幼若ホルモン類縁体 (JHA) の構造

ドロブレン (hydroprene), キノブレン (kinoprene), epofenonane, フェノキシカルブ (phenoxycarb), phenylgeranyl ether, などがあげられる (RETNAKARAN et al., 1985)。メトブレンは JH 系殺虫剤のリード化合物として、多くの昆虫種でもっとも詳細に作用機構が調べられているが、衛生害虫であるカ、ハエなどの双翅目昆虫の防除、特に幼虫に対して高い変態阻害・致死効果を持っている。種々の害虫、各種発育ステージにおける作用については、波多腰・中山 (1987) の総説に詳しく報告されているので省略し、メトブレンが IGR として有用昆虫に対する用途の一つとして実用化されたカイコの増繭効果について若干触れてみる。

増繭剤としてのメトブレンは「マンタ」という商品名で 1978 年に大塚化学薬品から売り出された。5 齢 (終齢) に脱皮して 48~60 時間後に「マンタ」の 500 倍液をカイコの体表に噴霧することによって吐糸の開始が一日遅れ、5 齢期間が約一日延長する。結果として食べる桑の量は増えるが、幼虫の巨大化が起こり繭重も 10% 前後増大し、生糸量もそれに従って 2% ほど増える。「マンタ」は一時は、IGR として農家におけるカイコ総飼育量の 5~6.5% 程度まで普及したが (農蚕園芸局, 1980~1985), 養蚕業の衰退とともに、試験研究用の使用にとどまってきている。

(2) フェノキシカルブ (phenoxycarb)

フェノキシカルブはロッシュ・グループのスイス、トクダー・アールマーグ社が 1977 年に開発した JHA で、その 25% 水和剤がインセガー剤である。わが国では、平成 2 年 11 月に農薬登録され、ナシのシンクイムシ類や茶のチャノホソガ等の鱗翅目害虫さらにはカンキツのヤノネカイガラ等カイガラムシ類を選択的に殺し、多くの天敵類には安全性が高いとされている。

依然、養蚕業が根強いわが国でのインセガー剤の使用は思いがけない波紋を引き起こした。1992 年、群馬、長野、山形、福島各県の養蚕農家において、5 齢の熟蚕期になっても吐糸を開始せず、2 週間以上餌を食べ、しかも一向に繭を作らない蚕、いわゆる不吐糸蚕、が出現し農家に打撃を与えた。この原因としてインセガー剤が疑われた。その背景には、1986 年から 88 年にかけて北イタリア、南フランスの養蚕農家で、農薬として使用されたフェノキシカルブ剤が原因と思われる不吐糸蚕が多発し、その地域の養蚕業は壊滅的被害を受けたという事実があった。

蚕糸・昆虫農業技術研究所では、1992 年と 1993 年にインセガー剤のカイコに対する作用を県と共同で全国規模で試験し、蚕の不吐糸蚕の出現におけるインセガー剤

の影響を検討した。その結果、(1) 終齢期である 5 齢期がもっとも感受性が高いこと、(2) 10^{-12} ~ 10^{-10} という極端ともいえる低濃度のインセガー液でも、これに浸した桑葉を 5 齢期前半に給与すると変態が阻害され不吐糸蚕が誘導されること、などが明らかになった。これらの結果から養蚕農家で発生した不吐糸蚕の原因がインセガー剤によるものであるとは断定できなかったが、1992 年 11 月、行政指導により製造業者がインセガー剤の販売を自粛してからは、不吐糸蚕の被害は発生していない。

(3) ラノール乳剤 (ピリプロキシフェン: pyriproxyfen) とピリダジノン系 JHA

① ラノール乳剤

ラノール乳剤は住友化学工業 (株) で開発された JHA ピリプロキシフェンを 10% 含む薬剤で、わが国における農薬登録も間近い段階になっている。ピリプロキシフェンの鱗翅目昆虫ハチミツガに対する変態阻害活性をメトブレンに比較すると、 10^5 のオーダーで強い。対象害虫としては、ミナミキイロアザミウマ、カイガラムシ類、キンモンホソガ、オンシツコナジラミが挙げられている。このうちでも、ミナミキイロアザミウマは露地栽培ナスの難防除害虫であるが、ラノール乳剤はミナミキイロアザミウマに対して強い羽化阻害、殺卵作用を示すのに対

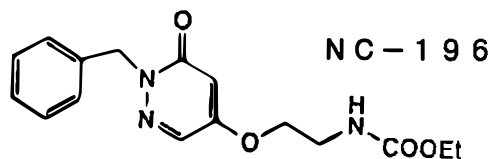
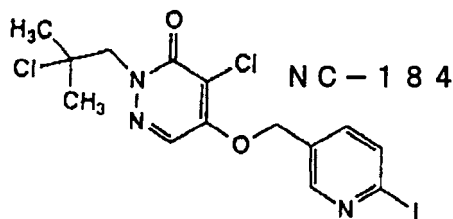
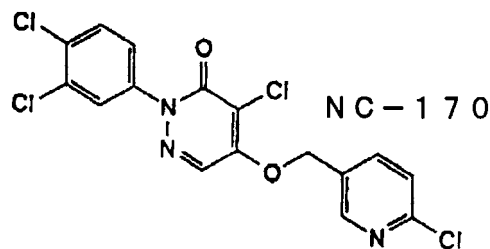


図-4 ピリダジノン系幼若ホルモン活性物質

し、その重要天敵であるヒメハナカメムシには悪影響を及ぼさない(永井, 1991)。この結果は、さらに大規模な圃場試験でも確認され(日本植物防疫協会, 1993), JHA の特徴の一つである高い選択性を利用した総合防除体系の構築が期待されている。

② ピリダジノン系 JHA

日産化学工業(株)がピリダジノン系除草剤であるノルフラゾンにリード化合物として構造変換したものから発見した。これまでの JHA とは異なる, 新規の化学構造を持っている点で興味深い。当初発見された NC-170, NC-184 は半翅目昆虫, ウンカ, ヨコバイ類に対し, 選択的に表皮のメラニン化とともに, 過剰脱皮幼虫の出現などの変態阻害・致死作用を引き起こした(三宅・小倉, 1992)。さらに, 新しい化合物, NC-196 ではウンカ, ヨコバイ類だけでなく, 鱗翅目昆虫にも強い変態阻害作用を示し, 同時にトビロウンカに対しては殺卵作用も持っていた(MIYAKE et al., 1994)。これらのピリダジノン系 JHA には, 野外における残効性が長いという特徴があり, 海外から飛来した次々世代が大きな被害をもたらすトビロウンカに対し効果のある薬剤と期待されている。

ラノー乳剤, ピリダジノン系 JHA とも予備的試験においてはカイコに対する比較的強い変態阻害作用を持っていると聞いている。カイコは絹生産を高める方向で,

2000 年以上という長期間にわたって人為的とうたされてきた家畜の昆虫であるため, 農薬等の薬物や不良環境に対し感受性が非常に高い。今後 JHA を農薬として用いようとする場合, 天敵など有用動物に対する作用も十分に調査・把握する必要があることを示唆している。

ともあれ, わが国においても難防除害虫をターゲットに JHA はこれから大いに囑望されている。

WILLIAMS の提起から既に 4 半世紀が経過した。

引 用 文 献

- 1) 波多腰信・中山 勇 (1987): 植物防疫 41: 339~347
- 2) 三宅敏郎・小倉友幸 (1992): 農薬学雑誌 17: S 231~240
- 3) MIYAKE T. et al. (1994): Abst. Brighton Crop protection Conference. 59~66.
- 4) 永井一哉 (1991): 応動昆 35: 283~289.
- 5) 日本植物防疫協会 (1993): ラノー乳剤特別連絡試験成績 89 pp.
- 6) 農林水産省農蚕園芸局 (1980~1986): 蚕業に関する統計.
- 7) 農林水産省蚕糸・昆虫農業技術研究所 (1992): 蚕桑術協力試験成績集 pp 273~310.
- 8) ——— (1993): 同上 pp 101~121.
- 9) RETNAKARAN A. et al. (1985): Comprehensive Insect Physiology Biochemistry and Pharmacology vol. 12, Pergamon Press. pp. 529-601.
- 10) 竹田 敏ら (1991): 植物防疫 45: 153~156.
- 11) ———・木内 信 (1989): 蚕糸技術 138: 20~26.
- 12) 竹脇 潔・宇井信生 (1966): 現代の生物学 7「ホルモンとホメオスタシス」(岩波書店) pp. 1~21.
- 13) WILLIAMS C. M. (1967): Sci. Am. 217: 13~17.

日本植物防疫協会の生物農薬関連図書

「生物農薬開発の手引き」

B5 判 111 頁 定価 2,000 円 送料 310 円

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

雑誌「植物防疫」特別増刊号 No.2

「天敵微生物の研究手法」

B5 判 222 頁 定価 3,000 円 送料 140 円

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

「天敵農薬」

—チリカブリダニその生態と応用—

森 樊須(北海道大学名誉教授) 編

A5 判 130 頁 定価 2,400 円 送料 310 円

特集：昆虫ホルモン研究の現状と問題点〔2〕

神経ペプチドホルモンの研究の現状

東京大学農学部応用生命工学専攻 ^{かた}片 ^{おか}岡 ^{ひろ}宏 ^し誌

はじめに

昆虫の内分泌、特に神経ペプチドホルモンの研究はいわゆる実験形態学的研究を中心に発展してきたが、ここ4, 5年の間に他の研究分野同様、分子レベルでの研究へと大きく変化した。10年前には抽出、精製すらままならなかった神経ペプチドホルモンの多くが、今ではその遺伝子構造までも明らかにになっている。本解説では最近特に研究が進んだ前胸腺刺激ホルモン (PTTH) に焦点を当て、我々の研究を中心にこれまでの研究を振り返りながら昆虫神経ペプチドホルモン研究の現在の問題点や将来の展望について述べたいと思う。

I 前胸腺刺激ホルモン研究の歴史と現状

PTTH の発見は昆虫ホルモンのうちでも最も古く、1922年にポーランド人の KOPEC が終齢幼虫が蛹になるために脳から液性の因子が分泌されていることを示唆したことに始まる。その後、WILLIAMS (1947) によってこの脳からの液性因子が前胸腺に作用し、脱皮ホルモンの分泌を促進することで脱皮・変態を誘導すること、つまり、前胸腺の活性化ホルモンであることが証明された。さらに、1960年代には石崎ら及び他の研究者によって PTTH がタンパク性の物質であることが明らかとなった。その後、数多くの研究者によって PTTH の精製が試みられたが、いずれの研究者も単離には至らず、1980年になってもその化学構造は不明のままであった。こうしたなか、筆者の所属している鈴木研究室では1970年頃より名古屋大学の石崎と共同でカイコからの PTTH の精製を開始した。我々が PTTH の精製を行うにあたってカイコを選んだ最大の理由は大量の材料の確保が可能であることが挙げられる。カイコの場合養蚕業を背景として大量飼育系が確立されており、何十万、何百万頭のスケーラで抽出材料としての確保が可能である。PTTH の脳内の含量はきわめて微量であると考えられたため構造を明らかにするためには材料の確保は最大の問題であった。一方、生物検定法としては石崎が開発したエリ蚕除脳休眠蛹 (蛹となった直後に脳を摘出し、人工的に休眠

状態にした蛹) の成虫化を指標とした。今考えるとなぜ抽出材料と同じカイコを用いた生物検定法を使わなかったのか不思議に思われるが、PTTH のような昆虫にとって基本的なホルモンは同じ鱗翅目間で特異性はないと考えていたためである。事実、脳の移植や脳抽出物の注射といった実験形態学的な実験では、カイコの脳はカイコ及びエリ蚕両方の除脳蛹の成虫化を引き起こす活性があることが確かめられていた。約10年間の努力の結果、1982年にエリ蚕除脳蛹に対して PTTH 活性を示す物質が世界に先駆けて単離された (SUZUKI et al., 1982)。しかしながら、この物質はエリ蚕除脳蛹の成虫化や、培養系でエリ蚕前胸腺からのエクジソン分泌を促進するものの、カイコ除脳蛹やカイコ除脳幼虫に対しては PTTH 活性を持たないことが明らかになった。

さらに、カイコ脳抽出物中にカイコ除脳蛹に対して PTTH 活性を示す物質が存在していて、この物質の分子量や等電点は既に単離したエリ蚕除脳蛹に対して PTTH 活性を持つ物質とは明らかに異なっていることが明らかとなってきた。そこで、再びカイコ本来の PTTH と考えられる物質の単離を目指して、カイコ除脳蛹を用いた生物検定法によりカイコ頭部からの精製を進めた。その結果、1987年に単離に成功し、その部分配列を明らかにすることができた (KATAOKA et al., 1987)。さらに、部分アミノ酸配列決定後、抗体の作製、その抗体を用いた産生細胞の同定、また、抗体を用いた cDNA のクローニングへと研究を進める一方、さらに大量の材料から単離した PTTH のペプチド側からの解析も進め、これまでに以下のことが明らかになっている (KAWAKAMI et al., 1990, MIZOGUCHI et al., 1990, KATAOKA et al., 1991, ADACHI-YAMADA et al., 1994)。(1) PTTH は脳の側方部2対の神経分泌細胞で産生され、中央部で反対側の脳半球に入る軸索を経由して、反対側のアラタ体から分泌される。(2) PTTH は224残基のペプチドとして翻訳された後、N末端部分に存在するシグナルペプチドおよび二つのペプチド部分がプロセッシングを受け除去された109残基のペプチドである。(3) PTTH は109残基の同一なペプチド (PTTH サブユニット) 2本がジスルフィド結合で架橋したダイマー構造をとっている。(4) 41残基目のアスパラギンには糖鎖が付加している。(5)

ステイン残基の位置などは保存されていたが、PTTH 部分のアミノ酸配列の相同性は約 50%であった。このペプチドの PTTH 活性を調べる目的で、大腸菌を用いた発現系によりこのペプチドを合成したところ、カイコ PTTH がカイコ除脳蛹に対して活性を示すのとはほぼ同程度の濃度でこの物質がエリ蚕除脳蛹に対して活性を示した。以上の結果からエリ蚕本来の PTTH はボンピキシン様ペプチドではなく、カイコ PTTH 様物質であると考えている。しかしながら、なぜボンピキシンやエリ蚕ボンピキシン様ペプチドがエリ蚕除脳蛹に対して PTTH 様活性を示すのか、実際に生理的に機能しているのかは依然として不明のままである。また、カイコ体内でのボンピキシンの機能についてはまだ明らかになっていない。

ところで最近、アメリカの BOLLENBACHERらにより、タバコスズメガの PTTH の単離とその部分配列が報告された (GRAY et al., 1993)。彼らはまず、タバコスズメガの脳から PTTH を部分精製し、この部分精製 PTTH に対するモノクローナル抗体を作製した。次に、作製したモノクローナル抗体を用いたイムノアフィニティー精製により脳から PTTH を精製し、SDS-PAGE、ニトロセルロースへのブロッティング後、配列分析を行ったが、N 末端がブロックされていたために配列が読めなかった。そこで、膜にブロッティングした PTTH をそのままトリプシンで消化し、生じたフラグメントペプチドを HPLC で分取後、配列分析を行った。その結果、三つのフラグメントペプチドの配列が明らかとなったが、いずれもカイコ PTTH とは相同性を有していなかった。しかし、この三つのフラグメントのうち一つは哺乳類のレチノイド結合タンパク質と高い相同性を有していた。

また、彼らはカイコ PTTH と相同性のある遺伝子をタバコスズメガのなかに見つける目的でカイコ PTTH 遺伝子の配列から予想されるプライマーを合成し、ゲノム DNA を用いて PCR による増幅を試みた。その結果、311 bp の PCR 産物が得られ、その塩基配列はカイコの cDNA と比べると途中 2 塩基のみが異なっているだけであった。さらに PTTH を分泌している神経分泌細胞から調製した cDNA を用いて、同様に PCR による増幅を試みたところ、同じ塩基配列を持った 311 bp の PCR 産物が得られた。これらの結果、およびタバコスズメガ PTTH は等電点電気泳動で酸性の画分に生物活性が見いだされるのに対し、カイコ PTTH は塩基性物質であることなどから、彼らはタバコスズメガ脳 (正確には PTTH 産生神経分泌細胞中) にはカイコ PTTH と高い相同性があるペプチドも存在するが、タバコスズメ

ガ PTTH はこのペプチドとは別のレチノイド結合タンパク質と相同性を持つ酸性のペプチドであると結論している (GRAY et al., 1994)。この結果は、我々のこれまでの結果と矛盾しており、その原因がどこにあるかはっきりとしたことは言えないが、いくつかの点で、彼らの実験結果に疑問が残る。先に述べたようにエリ蚕の PTTH 遺伝子はカイコのものと相同性は約 50%程度であった。また、最近別の鱗翅目昆虫からの PTTH 遺伝子のクローニングを試みているが、いずれもカイコ PTTH と 90%以上の相同性を有するものは見いだされていない。さらに、最近明らかになったカイコ PTTH のゲノム遺伝子は五つのエクソンからなり、彼らが PCR で増幅したゲノム DNA 中には少なくとも二つのイントロンが存在しているはずである。したがって、ゲノム DNA を鋳型とした場合は 311 bp よりかなり大きな PCR 産物が得られるはずである。確かに、カイコとタバコスズメガではその遺伝子の構造 (イントロンの部位) が異なっている可能性はあるが、塩基配列が 99%一致しているにもかかわらず、イントロンの部位が全く違うというのは奇妙である。この問題について明確な回答を得るためにも、もう少し他の昆虫の PTTH 遺伝子の構造を明らかにしておく必要があると思われる。

II 神経ペプチドホルモン研究の問題点と展望

これまで我々の研究を中心に PTTH 研究の歴史と現状について概説したが、残された紙面を使って、他のペプチドホルモンのことも含めて、現在の神経ペプチドホルモン研究の問題点及び将来の展望について述べたいと思う。

まず、生物検定法であるが、PTTH をはじめ多くの神経ペプチドホルモンの精製に *in vivo*、つまり個体全体を用いた生物検定法が使われてきた。この検定法はあるペプチドホルモンが個体レベルでの現象を引き起こす作用があることを見るには良いが、予想している標的器官以外に作用し、同じ現象を引き起こしている場合もある。例えば除脳蛹による PTTH の生物検定法ではエクジソン様の作用を持つ物質も PTTH として見いだされる可能性がある。一方、BOLLENBACHERらによる前胸腺の培養系を用いた PTTH の生物検定法やアラタ体の培養系を用いたアラトロピンやアラタスタチンなどの生物検定法のように、*in vitro* の生物検定法も最近多く使われるようになってきた。この検定系では標的器官やその作用が一義的に決められることになるが、個体レベルでの現象には関係のない物質を検出する可能性もある。事実、これまで見いだされてきたアラタ体での幼若ホルモ

ンの生合成を調節しているアラトトロピン, アラトスタチンの多くは個体に注射した場合はその作用が見いだされないものが多い。したがって, *in vivo* 及び *in vitro* どちらかの生物検定系を用いて単離されたペプチドホルモンは単離後, 別の検定系でその生物活性を調べる必要があると思われる。我々は PTTH を単離後, 除脳幼虫の幼虫脱皮誘導活性や培養系での前胸腺からのエクジソン分泌促進活性など除脳蛹以外の生物検定法を用いて, カイコ PTTH がすべての検定法で PTTH 活性を持つことを確かめた。

また, 新たな神経ペプチドホルモンの構造を明らかにする場合, まず, 精製が必要となるが, 筆者が PTTH を精製していた当時に比べると, その分析技術は格段に進歩した。また, アミノ酸の部分配列から遺伝子をクローニングする分子生物学的手法もかなり一般的となった。そのため, 精製において最も手間と時間のかかる生物検定を最小限にし, 部分配列を明らかにすることに重点を置いて, 材料は頭部より脳を, もし可能であれば, その一部を集めることを考えたほうが効率良く研究が進められると思われる。PTTH の場合, その構造決定に数百万頭の頭部を用いたが, もしこれから精製を開始するのであれば, 1 万頭の脳を実体顕微鏡下で集め, その脳から精製を始めたほうが, 最終的には早いと思われる。その成功例として, 山下らによる休眠ホルモンの単離と構造決定が挙げられる。

ところで, 昆虫は 200 万種とも推定されているにもかかわらず, PTTH をはじめ多くの神経ペプチドの構造がある特定の昆虫種のものしか決定されていない。その原因は神経ペプチドホルモンの生体内での含量が, 極微量であり, その精製には大量の材料が必要であることが挙げられる。そのため, これまでの神経ペプチドホルモンの研究には大量飼育可能なカイコなどの昆虫に限られていた。しかし, 現在では遺伝子の相同性を利用して, 比較的簡単にしかも少量の材料で他の昆虫の相同遺伝子をクローニングすることができるようになった。今後はこのような手法を用いて様々な昆虫から神経ペプチドホルモンの構造が明らかになるものと思われる。しかし, 遺伝子がクローニングできたとしても, それは単なる相同

遺伝子であり, 最終的には化学合成, 遺伝子工学的手法を用いて合成し, ペプチドホルモンとしての活性をきちんと確認しておく必要があると思われる。

今後の課題としては受容体の問題が考えられる。これまで神経ペプチドホルモンの研究はどちらかといえば構造の解明に主眼がおかれてきたが, 今後は神経ペプチドホルモンの機能を分子レベルで解析することが必要であると思われる。そのためには受容体の同定は避けては通れない課題である。例えば, PTTH の場合を考えると, 脱皮ホルモンのエクジソンの場合どんな時期の虫に対しても脱皮を誘導することができるが, PTTH の場合はある限られた時期 (本来の PTTH 放出時期の直前) でないと作用を示さない。このことは受容体側で PTTH の作用を調節している機構が存在していることを示唆していると思われる。また, PTTH の作用としてはエクジソンの分泌を促進することであるが, 実際にエクジソン合成のどの段階をどのように調節しているのか受容体以降のシグナル伝達を考える上でも受容体の同定は必須である。

あまり, まとまりのない文章になってしまったが, PTTH をはじめとする昆虫神経ペプチドホルモンの研究はその化学構造や遺伝子構造が明らかになったことで, 次のステップに踏み出す時期にきている。今後, 少しでも多くの研究者がこの分野の研究に興味を持ってもらえれば幸いである。

引 用 文 献

- 1) ADACHI-YAMADA, T. et al. (1994): Eur. J. Biochem. 220: 633~643.
- 2) GRAY, R. S. et al. (1993): Peptides 14: 531~541.
- 3) ——— et al. (1994): ibid. 15: 777~782.
- 4) ISHIBASHI, J. et al. (1994): Biochemistry 33: 5912~5919.
- 5) KATAOKA, H. et al. (1987): Agric. Biol. Chem. 51: 1067~1076.
- 6) ——— H. et al. (1991): ibid. 55: 73~86.
- 7) KAWAKAMI, A. et al. (1990): Science 247: 1333~1335.
- 8) MIZOGUCHI, A. et al. (1987): Mol. Cell. Endocrinol. 51: 227~235.
- 9) ——— A. et al. (1990): Develop. Growth & Differ. 32: 591~598.
- 10) NAGASAWA, H. et al. (1986): Proc. Natl. Acad. Sci. USA 83: 5840~5843.
- 11) SUZUKI, A. et al. (1982): Agric. Biol. Chem. 46: 1107~1109.

特集：昆虫ホルモン研究の現状と問題点〔3〕

エクジステロイド研究の現状

農林水産省蚕糸・昆虫農業技術研究所 たなか よし あき
田 中 良 明

はじめに

昆虫の脱皮、変態は前胸腺から分泌される脱皮ホルモンによって引き起こされる。このホルモンはエクダイソン（エクジソン）というステロイドホルモンであり、1953年にKARLSONとBUTENANDTによってカイコ蛹から単離、構造決定された最初の昆虫ホルモンである。その後エクダイソンより極性の高い20-ヒドロキシエクダイソンをはじめとして様々な脱皮ホルモン活性物質及びその類似化合物が発見され、これらを総称してエクジステロイドと呼んでいる。エクジステロイドは昆虫のみならず無脊椎動物に広くその存在が確認されているが、植物からも昆虫と同じエクジステロイドばかりでなくポナステロン、イノコステロンなど植物特有のエクジステロイドが発見され、現在のところ、動物からは60種類以上（REES, 1989）、植物からは70種類以上（LAFONT and HORN, 1989）発見されている。

多くの昆虫では、エクダイソンと20-ヒドロキシエクダイソンの二つが主要なエクジステロイドである。ところが、エクダイソンは培養系における実験で20-ヒドロキシエクダイソンよりも生物活性が低く、また体内で20-ヒドロキシエクダイソンに速やかに変換されることから、エクダイソンはホルモンとしての作用を持たないプロホルモンであり、20-ヒドロキシエクダイソンがホルモンとして作用するという説が今のところ支配的である。したがって、エクジステロイドの作用に関する研究では、20-ヒドロキシエクダイソンのみが使われている場合が多い。しかしながら、後述するようにエクダイソンが特異的な作用を持つという報告もしばしばなされている。

エクジステロイドの作用機構は、脊椎動物のステロイドホルモンとほぼ同じである。エクジステロイドは細胞膜を通過して細胞質から核内に入ってエクダイソンリセプター（EcR）と複合体を形成し、Ecdysone response element（EcRE）と呼ばれるDNA上の特定領域に結合して遺伝子の転写を調節する。EcRは昆虫のホルモンリセプターとしてはショウジョウバエから初めて単離さ

れ、その後カヤタバコスズメガ、ハチミツガ、チャイロコメゴミムシダマシ、カイコなどいくつかの昆虫でもEcRが単離されている。また、最近ではEcREの解析も盛んに行われており、分子レベルでの作用機構の解析は昆虫ホルモンの中でもエクジステロイドが最も進んでいるといえる。

しかしながら、脊椎動物と昆虫ではその作用に大きな違いがある。脊椎動物の場合、性ホルモンやコルチコイド、ビタミンDなど様々なステロイドホルモンがあり、それぞれが特異的な作用を担っている。一方、昆虫の場合、エクジステロイドが脱皮、変態のみならず生殖器官の発育などあらゆる形質の発現を調節している。しかも、エクジステロイドの作用は器官や発育時期によって異なっており、複雑である。なぜ1種類のホルモンがこのように多彩で複雑な作用を示すのであろうか？最近の分子生物学的手法を用いた研究によって、この疑問が明らかになりつつある。

I エクジステロイド作用の分子機構

1 ASHBURNERのモデル

エクジステロイドが脱皮、変態を制御する分子機構は、1974年にASHBURNERらが行ったショウジョウバエの唾腺染色体のパフの誘導に関する研究が基になっている（ASHBURNER et al., 1974）。幼虫の唾腺染色体をエクジステロイドと培養すると直ちにいくつかのパフ（early パフ）が誘導される。さらに4～5時間培養を続けるとearly パフは退化し、別のパフ（late パフ）が誘導される。このときタンパク合成阻害剤を加えるとearly パフの誘導は阻害されないがlate パフの誘導は阻害される。こうした結果から彼らは以下のようなモデルを提唱した。エクジステロイドが分泌されると、エクジステロイドはEcRと結合してエクジステロイド-EcR複合体を形成し、early パフを誘導する。このパフの産物はDNA結合因子であり、late パフを活性化させるとともに自身に対し負のフィードバック効果を示す。一方、late パフは変態・脱皮に直接関連する遺伝子をコードしており、エクジステロイドによって抑制されるがearly パフの産物によって活性化され、late パフの産物が脱皮・変態を引き起こす（図-1）。

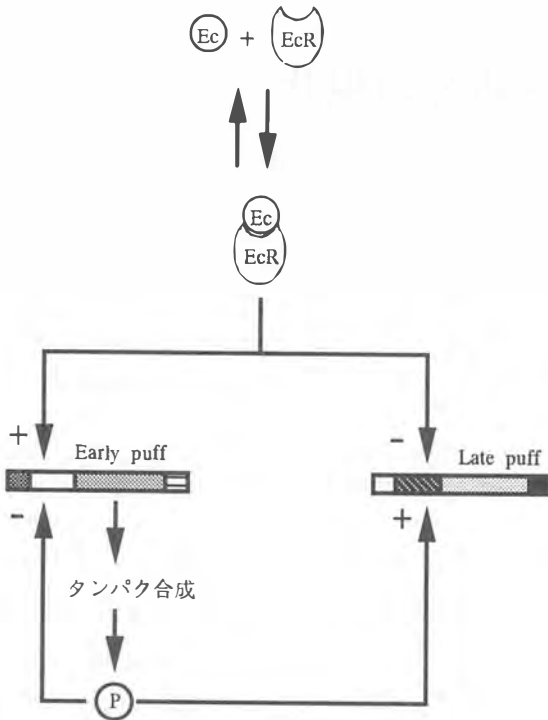


図-1 エクジステロイドの作用の古典的モデル
(ASHBURNER et al., 1974 より改変)

Ec: エクジステロイド, EcR: エクダイソンリセプター, P: early 遺伝子の転写産物。

現在では分子生物学的手法により、early パフに属する遺伝子のうち特に BR-C, E 74, E 75 などが詳しく研究され、それらが実際に DNA 結合因子をコードしている early パフや late パフに結合することが明らかになった。これら early パフ遺伝子は複数のプロモーターを持ち、また、スプライシングの違いによって複数の mRNA が生じ異なる遺伝子産物ができる。異なるプロモーターはエクダイソン濃度に対する反応が異なっている場合があり、また、プロモーターから転写される転写物の長さの違いにより転写産物が生ずるタイミングが微妙にずれる。したがって、エクジステロイド濃度の上昇に伴って様々な転写調節因子が、しかも時間的ずれを持って発現することによりきわめて微妙で複雑な遺伝子制御が行われていると考えられる (林・上田, 1993)。

ところで、ショウジョウバエでは蛹への変態期には終齢幼虫後期と前蛹後期に二度エクジステロイドが分泌される。この時期に特異的に誘導されるパフがあり、前蛹後期のエクジステロイド分泌直前に誘導されるパフを mid prepupal パフ、分泌とともに誘導されるパフを late prepupal パフと呼んでいる。mid prepupal パフの中に

は FTZ-F 1 などステロイドホルモンスーパーファミリーに属する DNA 結合因子をコードしている遺伝子があり、また late prepupal パフの一部は early パフと同一である。mid prepupal パフは、終齢幼虫の唾腺をエクジステロイド存在下で培養した後、次に非エクジステロイド存在下で培養すると誘導される。そして、これらのパフの誘導がないと late prepupal パフはエクジステロイドに反応しない。これらのことは、この時期には ASH-BURNER の提唱したモデルよりさらに複雑な遺伝子発現機構が存在し、それがエクジステロイド濃度の変化によって綿密に制御されていることを示唆している (林・上田, 1993)。

2 リセプターレベルでの多様性

エクジステロイドは EcR と複合体を形成して DNA 上の EcRE に結合すると考えられていたが、最近の研究からエクジステロイド-EcR 複合体が EcRE に結合するには別の因子が必要であることが明らかになってきた。脊椎動物の場合、性ホルモンや副腎皮質ホルモンなどのステロイドホルモンリセプターはホモ 2 量体を形成して DNA 上の応答配列に結合するが、ビタミン D リセプターや非ステロイドであるレチノイン酸や甲状腺ホルモンのリセプターは他のステロイドホルモンリセプターとヘテロ 2 量体を形成する (梅園, 1993)。特に重要なのはレチノイド x リセプター (RXR) で α , β , γ の三つのタイプがあり、これらのリセプターは RXR との組み合わせを変えることによって DNA 上の異なった応答配列を認識することができ、多様な作用を引き起こすと考えられている。最近昆虫でも RXR と同じタイプのステロイドホルモンリセプターである ultraspiracle (usp) が単離され、これが EcR とヘテロ 2 量体を形成することが DNA やエクジステロイドに結合するために必要であることが明らかにされた。ステロイドホルモンリセプタースーパーファミリーに属する因子は、他にも early 遺伝子である E 75 の産物や、early 遺伝子の発現直後に誘導される early-late 遺伝子に属する DHR 3 などがある。これらが何をリガンド (特異的に結合する物質) としているかは現在のところ不明であるが、EcR とヘテロ 2 量体を形成する、あるいは EcR 以外の因子と 2 量体を形成することによって多様な作用を発現する可能性が考えられる (図-2) (RICHARDS, 1992)。しかしながら、FTZ-F 1 のように単量体として応答配列に結合することができる因子もあるため、昆虫でも脊椎動物でみられるようなリセプターの組み合わせに多様性があるかどうかは今後の研究の進展を待つ必要がある。

一方、EcR 自体の多様性がエクジステロイドの発育時

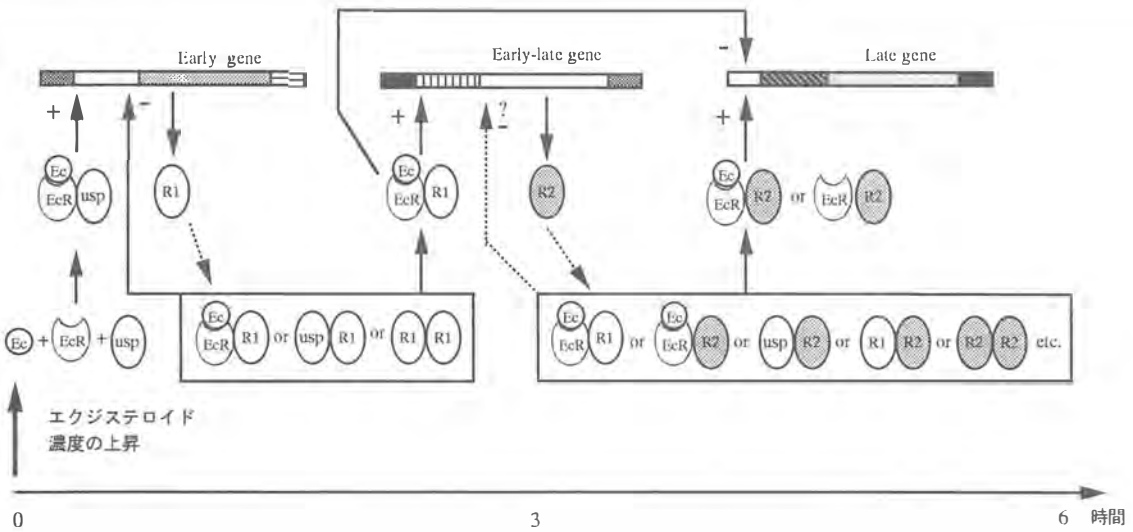


図-2 新しいエクジステロイドの作用モデル (RICHARDS, 1992 より改変) usp: ultraspiracle, R1・R2: ステロイドホルモンリセプター

期特異的、器官特異的作用の発現に関与することが推測されている。例えば、変態期における神経細胞死は細胞選択的に起こるが、こうした選択的細胞死には EcR のタイプ (アイソフォーム) の違いによっておこることが示唆されている。ショウジョウバエの EcR は A, B1, B2 の3種類のアイソフォームが存在する。これらのリセプターは一つの EcR 遺伝子から作られ、共通する DNA 結合領域とリガンド結合領域を持つが、遺伝子活性化領域が異なっている。蛹化前の幼虫の神経細胞では A と B1 のタイプが発現しているが、蛹化後は A の発現を示すようになる。特に幼虫由来の細胞のうち約 300 の細胞は A タイプの非常に強い発現を示すようになり、その発現は蛹期間中続き、それらの細胞のほとんどは羽化後細胞死を起こして死ぬ。したがって、細胞死を起こすかどうかという選択が、発現する EcR のタイプの違いにより調節されている可能性が考えられる (ROBINOW et al., 1993)。

このように、エクジステロイドはそのリセプター自身の多様性、またリセプターとパートナーを形成する因子との多様な組み合わせにより、一つのホルモンの作用を増幅し多彩な作用を引き起こしていることが現在明らかにされつつある。

II エクダイソンはホルモンとして作用するか?

一方、EcR のリガンドになるエクジステロイドの多様性、例えばエクダイソンの特異的な作用については、現

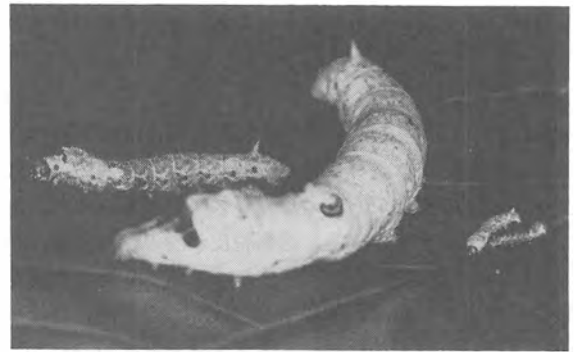


図-3 エクダイソンにより誘導された超過脱皮カイコ幼虫

左: エクダイソン処理された 10 齢幼虫 (孵化後 25 日)、中央: 無処理の 5 齢幼虫 (孵化後 25 日)、右: エクダイソン処理された 5 齢幼虫 (孵化後 10 日)。

在ののところあまり調べられていない。特にショウジョウバエではエクダイソンは EcR に結合しないことから、エクダイソンの作用はほとんど無視されており、論文でもエクダイソンを 20-ハイドロキシエクダイソンの略称、あるいはエクジステロイドの総称として誤って用いている場合が多い。しかし、1960 年代からいくつかの昆虫でエクダイソンが特異的な作用を持つという報告がなされている。例えばハエの一種の唾腺染色体ではエクダイソンと 20-ハイドロキシエクダイソンで誘導されるパフが異なるし、チャイロコメゴミムシダマシの蛹表皮を培養すると、エクダイソンや 20-ハイドロキシエクダイソン

単独ではなく、両方投与した場合にのみ正常に成虫表皮が形成される。また、オオモンシロチョウでは、20-ハイドロキシエクダイソンのピークではなくエクダイソンのピークに一致していくつかの特異的な生理現象がおこる。これらの結果はエクダイソンもホルモンとして作用し、また 20-ハイドロキシエクダイソンとは異なった作用を持つことを示唆するものであるが、残念なことにこれらはごく一部の虫でしか起こらない特殊な現象とみなされてしまっていた。

ところが、最近になって我々の研究室でもこの二つのホルモンの異なった作用が発見された。エクダイソンや 20-ハイドロキシエクダイソンを人工飼料に混ぜてカイコ幼虫に食べさせた場合、エクダイソンを食べたカイコ幼虫は 10 回以上もの幼虫脱皮 (超過剰幼虫脱皮, 図-3) を繰り返す (TANAKA and TAKEDA, 1993 a)。一方、20-ハイドロキシエクダイソンを食べさせた場合、1 回目の脱皮は正常に誘導されるが、脱皮後も続けて食べさせると、体液中に高濃度の 20-ハイドロキシエクダイソンが存在するにもかかわらず、もはや新しい皮膚を形成することなく死亡してしまう (TANAKA and TAKEDA, 1993 b)。しかし、エクダイソン、あるいはエクダイソンと 20-ハイドロキシエクダイソンの両方を餌に混ぜて食べさせればまた脱皮は誘導される。似たような作用の違いはサツマイモの害虫であるエビガラスズメでもみられ、エクダイソンを食べさせると過剰脱皮が誘導されるが、20-ハイドロキシエクダイソンを食べさせても発育に全く影響を及ぼさない (TANAKA and NAVA, 印刷中)。これらの結果は、20-ハイドロキシエクダイソンのみが脱皮を誘導しているのではなく、エクダイソン、あるいはその代謝物も重要な役割を果たしている可能性を強く示唆するものであり、現在、作用するエクジステロイドや標的器官などについて解明を進めているところである。

また、分子レベルでもエクダイソンの作用の特異性を示唆する結果が最近になって得られている。ショウジョウバエでは EcR の遺伝子発現は 20-ハイドロキシエクダイソンによって誘導されると考えられているが、タバ

コスズメガでは蛹期においてエクダイソンのピークにも一致して EcR の発現がみられる (藤原・RIDDIFORD, 1993)。この時期の EcR の発現が、エクダイソンの特異的な作用を意味するのかどうか興味深い。

このように様々な昆虫から報告されていることから、エクダイソンの特異的な作用は多くの昆虫に共通した現象であることが推測される。今までに 20-ハイドロキシエクダイソンで明らかになっている制御機構にさらに複雑な機構が加わるのか、今後の研究の進展が待たれるところである。

お わ り に

以上、エクジステロイド作用の分子機構を中心にしてエクジステロイド研究の現状について述べてきた。現在のところ、皮膚透過性が低いこと、また昆虫の体内における不活化機構が強力であることなどの理由から、エクジステロイド自体は農薬として実用化されていない。しかし、EcR や usp の構造からアゴニストやアンタゴニストの研究が進むなど、エクジステロイドの作用機構が明らかになるにつれて利用できる道も開けてくると考えられる。

引 用 文 献

- 1) ASHBURNER, M. et al. (1974): Cold Spring Harbor Symp. Quant. Biol. 38: 655~662.
- 2) 藤原晴彦・RIDDIFORD, L. M. (1993): 日本動物学会第 64 回大会講演要旨集: pp. 25
- 3) 林 茂生・上田 均 (1993): 実験医学 11: 983~991.
- 4) LAFONT, R. and D. H. S. HORN (1989): Ecdysone (KOOLMAN J. ed.), pp. 39~64.
- 5) REES, H. H. (1989): Ecdysone (Koolman, J. ed.): pp. 28~38.
- 6) RICHARDS, G. (1992): Cur. Biol. 2: 657~659.
- 7) ROBINOW, S. et al. (1993): Development 119: 1251~1259.
- 8) TANAKA, Y. and S. NAVA (1995): Appl. Entomol. Zool., 30 (印刷中)
- 9) ——— and S. TAKEDA, (1993 a): Naturwissenschaften 80: 131~132.
- 10) ——— (1993 b): J. Insect Physiol. 39: 805~809.
- 11) 梅園和彦 (1993): 実験医学 11: 1065~1072.

特集：昆虫ホルモン研究の現状と問題点〔4〕

幼若ホルモンの活性発現機構に関する最近の研究動向

農林水産省蚕糸・昆虫農業技術研究所 しお つき たか ひろ
塩 月 孝 博

はじめに

昆虫内分泌学は、昆虫生理学のなかでも最も歴史のある分野の一つで多岐にわたる研究が行われてきた。しかし未解明部分も多く、特に昆虫の脱皮・変態については、低分子の幼若ホルモン（JH）とエクダイソンの発育時期に応じた適度な濃度バランスによって惹起されることが示されているものの、その機構の詳細や制御系など十分には明らかにされていない。昆虫ホルモン全般に関しては、Nijhout (1994) の成書を参照していただきたい。エクダイソンは構造がステロイド骨格であることから、研究手法を同じくする哺乳動物のステロイドホルモン研究と協調して進んでいる。一方、JH は昆虫に特異である、ガラスやプラスチック等の器具に吸着しやすい、酵素による分解を受けやすい、などの理由で研究が遅れている。脱皮・変態に加えて生殖、休眠、相変異、階級分化などの JH の持つ様々な生理作用については別の機会に譲り、ここでは JH の活性発現機構に絞って、生合成、分解、レセプターの三つに関する最近の研究動向をとらえてみたい。

I JH の生合成

JH は、エポキシセスキテルペノイドのメチルエステルで、昆虫からは JH 0~III と 4-メチル JH I、JH III ビスエポキシドの 6 種が単離されている (図-1)。他のテルペノイドと同様にメバロン酸経路によって生合成され、側鎖がメチル基のものはメバロン酸、エチル基のものはホモメバロン酸由来である。このユニットが三つ重合しカルボン酸に変換され、さらに S-アデノシルメチオニンのメチル基転移酵素によりメチルエステルとなる。最後に炭素 10 位と 11 位間の二重結合に酸素添加酵素によりエポキシ環が生成し JH が完成する (Schooley and Baker, 1985)。この最後の過程はチトクローム P-450 によるもので、イミダゾール系化合物で阻害されることが分かった (Pratt et al., 1990)。さらに、1-isobutyl-5-(3-benzoyloxyphenyl) imidazole のアジリジン誘導体を設計・合成し、これを光アフィニティーリガンドとして、

JH のエポキシ化に関与する P-450 の精製を試みた最近の研究もある (Anderson et al., 1994)。害虫制御の観点に立つと、動植物に普遍的なメバロン酸経路における阻害よりもこの例のように JH 生合成経路の終点に近い部分を阻害する物質のほうが、昆虫に対する選択性や種特異性などの観点から優れた昆虫生育制御剤になり得ると考えられる。

生合成はアラタ体で行われ、アラトトロピン（促進）、アラトスタチン（抑制）などのペプチドホルモンと神経系によって制御されている。また、ペプチドホルモンの他にオクトパミン等の生体アミンが *in vitro* でのアラタ体における JH 合成に影響を与えることも報告されている。例えばバッタ *Locusta migratoria* (Lafon-Cazal and Baeher, 1988) とゴキブリ *Diploptera punctata* (Thompson et al., 1990) のアラタ体を用いた研究では、オ

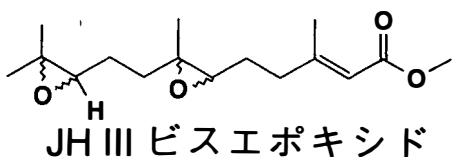
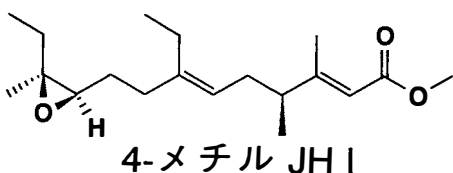
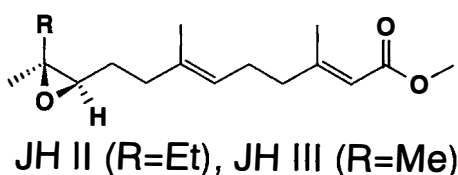
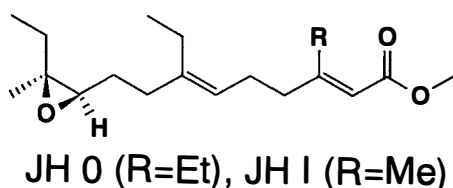


図-1 昆虫由来の幼若ホルモン (JH) の構造

クトパミンがサイクリック AMP 濃度の上昇を誘導し、この濃度上昇と JH 分泌量との間に前者では正、後者では負の相関があるとされている。ミツバチ (*Apis mellifera*) のアラタ体では、オクトパミンが JH 合成を促進する例が示されている (RACHINSKY, 1994; KAATZ et al., 1994)。一方で、コオログ *Gryllus bimaculatus* のアラタ体における JH 合成をオクトパミンが阻害し、その阻害様式はアラトスタチンの場合と異なるという報告もあり (WOODRING and HOFFMAN, 1994)、成長の時期によってもアミン類の作用は異なるようである。ペプチドホルモンとの相互作用など、*in vivo* での制御の実際についての解明は今後の課題である。

II JH の 分 解

情報が伝えられた後のホルモンは速やかに分解されなければならない。特に昆虫の脱皮変態過程では、伝達される情報が短時間の内に大きく変化するので、生合成とともに分解も精密に制御されていると考えられる。JH の分解には、エポキシドヒドラーゼとエステラーゼの二つの酵素が関与している (HAMMOCK, 1985)。

エポキシドヒドラーゼは、PRESTWICH等のグループによる近年の研究成果が目覚ましい (東原, 1994)。エポキシドヒドラーゼの JH 分解活性は、エステラーゼのものに比べると小さいため、これまであまり重要視されなかった。しかし、JH 結合タンパク存在下でエステラーゼにより分解された JH 酸をさらに JH 酸のジオール体へ変換することに関与していることが明らかとなった。これ

は、JH 酸が前述のメチル基転移酵素の働きで活性な JH に戻るのを防ぎ、不可逆的に分解しているものと推測されている。彼らは、JH のメチルエステル部分をジアゾケトンに変換したトリチウムラベルの光アフィニティーリガンド (図-2) を合成した (PRESTWICH, 1987)。生理的条件下で、このリガンドをサンプルとともにインキュベートし、UV を照射すると JH に高い親和性を持つタンパクのみが共有結合的に放射標識されるものである。この方法を用いて、タバコスズメガ *Manduca sexta* の卵よりエポキシドヒドラーゼが単離された (TOUHARA et al., 1993 a)。さらに同様の方法により、タバコスズメガ終齢幼虫から血液性の JH 結合タンパクも単離・クローニングされている (TOUHARA et al., 1993 b)。

一方、JH エステラーゼは、哺乳動物のカルボキシルエステラーゼと合わせて、HAMMOCK等のグループにより、有機化学、生化学、分子生物学といった様々な角度から研究されている (塩月, 1995)。まず、タバコガの一種 *Heliothis virescens* の JH エステラーゼをコードする cDNA の配列が決定され、バキュロウイルスをベクターとする発現系が確立された (HAMMOCK et al., 1990)。続いて、本酵素の部位特異的塩基置換により、セリンプロテアーゼの活性部位に存在する触媒官能基系(セリン-ヒスチジン-アスパラギン酸)に相同する官能基系[セリン(201)-ヒスチジン(446)-グルタミン酸(332)]の存在が示唆された (WARD et al., 1992)。同時に、放射標識 JHIII の代わりに簡便に酵素活性測定を行うため、比色定量の可能な代替基質の開発 [Mc CUTCHEN et al., 1993, 図-3 (a)] や、遷移状態アナログの阻害剤構造 [図-3 (b)] をリガンドとしたアフィニティークロマトグラフィーによる酵素の精製が行われている [ABDEL-AAL and HAMMOCK, 1986; SHIOTSUKI et al., 1994, 図-3 (c)]。もし、JH エステラーゼを昆虫の幼虫期に投与すると、体内の JH を分解することで抗 JH 活性を持つと考えられた。しかし、タバコスズメガに JH エステラーゼを注射投与しても、囲心細胞に吸収され、速やかに分解されることが分かった (ICHINOSE, 1992)。外来タンパクは、表面に存在する PEST 配列と呼ばれるプロリン (P)、グルタミン酸 (E)、セリン (S)、スレオニン (T) に富む部分のグルタミン酸がユビキチンによる分解を受けると考えられている。そこで、この標的になると考えられる二つのグルタミン酸を部位特異的塩基置換によりそれぞれリシンに変換した変異体を作出し、生体安定性を改良した (HAMMOCK et al., 1993)。このように昆虫でのみ特異的に活性を示すタンパクを、バキュロウイルスに組み込んだ微生物農業への期待は大きい。しかし、組換えウイル

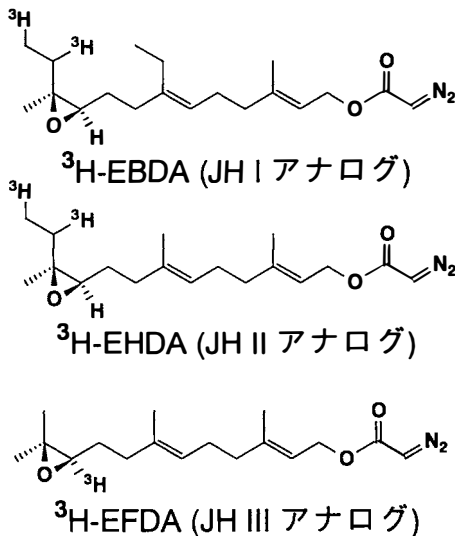


図-2 JH 結合タンパクやレセプター研究のための光アフィニティーリガンドの構造

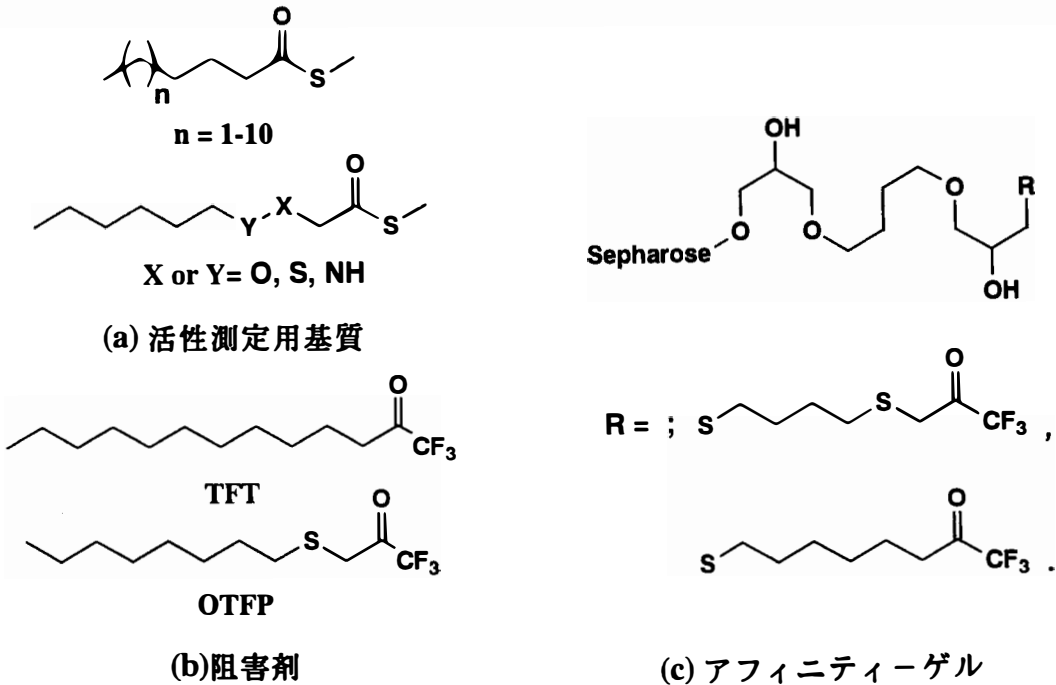


図-3 JH エステラーゼ研究のための (a) 活性測定用基質, (b) 阻害剤, (c) アフィニティーゲルの構造

スを野外に放出することに対する社会的不安が残っており、その実用化までには時間がかかりそうである。

Ⅲ JH レセプター

JH が生理作用を示すためには、血液中に分泌されたホルモンが運搬され、標的細胞のレセプターに結合する必要がある。この情報伝達が引き金となって昆虫の脱皮・変態などにかかわる特定の遺伝子発現が制御されるのである。したがって、JH の生理活性発現機構を解明する上でこのレセプターは重要な研究対象である。JH レセプター研究は、PRESTWICH, HAMMOCK, RIDDIFORD らのバックグラウンドの異なる研究者による規模の大きな共同研究で進展した (RIDDIFORD, 1994; 東原, 1994)。まず、前述の光アフィニティーリガンドを用いて、種々の昆虫のレセプターが検索された。そのなかで、タバコスズメガ表皮細胞の核内から JH レセプターと考えられる 29kD のタンパクの存在が示された (PALLI et al., 1990)。続いて、これが単離・精製され、さらに、このタンパクをコードする cDNA の配列決定、クローニングが行われた (PALLI et al., 1994)。得られたタンパクは JH I, II に高い親和性を示したが、ステロイドレセプターにみられるような DNA 結合領域と相同性の高い領域を持っていない

いなどの特徴を持っており、新しいタイプのレセプターであることが示唆されている。

JH はテルペノイド、すなわち、脂質の一種であるので、細胞膜を透過・移行すると考えられるが、ショウジョウバエ *Drosophila melanogaster* の雄の生殖腺附属腺の細胞 (YAMAMOTO et al., 1988) や、サシガメ *Rhodnius prolixus* の濾胞細胞 (SEVALA and DAVEY, 1989) の表面にホスファチジルイノシトールを構成因子として含むセカンドメッセンジャー系を活性化するレセプターの存在も示唆されている。情報が伝えられる器官や時期により、機能しているレセプター分子も異なることが考えられ、個々の性質や役割を検討することで JH の持つ多様性が明らかになるであろう。

お わ り に

JH に関連した研究を行う上で大きな障害となっている原因の一つに、JH タイター測定が容易でないことが挙げられる。現在、タバコスズメガの幼虫体色変化を指標とした生物検定法、JH のエポキシドを重水素ラベルメタノールで誘導後に GC-MS で分析する機器分析法、JH のエポキシド、あるいはエステル部分を利用して得られる抗体を用いたラジオイムノアッセイ法の三つが

主に用いられている。しかし、血液中に脂質が高濃度に存在する鱗翅目昆虫などでは、JH とそれら脂質との分離が困難であり、精製の過程が長くなる。結合タンパクから遊離した JH は、広く存在する非特異的エステラーゼにより分解され、加えて微量の JH は精製の際に用いるガラス器具等に吸着しやすいため、取り扱いがたいへん厄介である。前に述べたように、JH に高い親和性を持つ JH 結合タンパクやレセプターがクローニングされているので、筆者らはそれらの特異的親和性を応用して簡便な JH の精製法と、分子認識による定量法の検討を行っている。

昆虫の脱皮・変態のみならず、昆虫生理に広くかかわる JH の研究は、近年進歩のめざましい生化学・分子生物学の研究手法が取り入れられ、ずいぶん進展した。しかし、基本的な作用発現や制御の機構はまだ十分には解明されておらず、これからの研究に期待がかけられている。

引 用 文 献

- 1) ABDEL-AAL, Y. A. I. and B. D. HAMMOCK (1986): Science 233: 1073~1076.
- 2) ANDERSEN, J. F. et al. (1994): Abstr. 207 th Am. Chem. Soc. Natl. Meeting, San Diego, AGRO-47.
- 3) GOODMAN, W. G. and E. S. CHANG (1985): Comprehensive Insect Physiology, Biochemistry, and Pharmacology (KERKUT G. A. and GILBERT L. I. eds.), vol. 7, pp. 491~510.
- 4) HAMMOCK, B. D. (1985): Comprehensive Insect Physiology, Biochemistry, and Pharmacology (KERKUT G. A. and L. I. GILBERT eds.), vol. 7, pp. 431~472.
- 5) ——— et al. (1990): Nature 344: 458~461.
- 6) ——— et al. (1993): Arch. Insect Biochem. Physiol. 22: 315~344.
- 7) ICHINOSE, R. et al. (1992): Insect Biochem. Mol. Biol. 22: 893~904.
- 8) KAAZ, H. et al. (1994): J. Insect Physiol. 40: 865~872.
- 9) LAFON-CAZAL, M. and J. C. BAEHR (1988): Experientia 44: 895~896.
- 10) MCGCHEN, B. F. et al. (1993): Arch. Biochem. Biophys. 307: 231~241.
- 11) NIJHOUT, H. F. (1994): Insect Hormones, Princeton University Press, Princeton.
- 12) PALLI, S. R. et al. (1990): Proc. Natl. Acad. Sci. USA 87: 796~800.
- 13) ——— et al. (1994): Proc. Natl. Acad. Sci. USA 91: 6191~6195.
- 14) PRATT, G. E. et al. (1990): Pestic. Biochem. Physiol. 38: 223~230.
- 15) PRESTWICH, G. D. (1987): Science 237: 999~1006.
- 16) RACHINSKY, A. (1994): J. Insect Physiol. 40: 549~554.
- 17) RIDDIFORD, L. M. (1994): Adv. Insect Physiol. 24: 213~274.
- 18) SCHOOLEY, D. A. and F. C. BAKER (1985): Comprehensive Insect Physiology, Biochemistry, and Pharmacology (KERKUT G. A. and L. I. GILBERT eds.), vol. 7, pp. 363~389.
- 19) SEVALA, V. L. and K. G. DAVEY (1989): Experientia 45: 355~356.
- 20) 塩月孝博 (1995): 日本農薬学会誌 20 (in press).
- 21) SHIOTSUKI, T. et al. (1994): Protein Express. Purif. 5: 296~306.
- 22) THOMPSON, C. S. et al. (1990): J. Comp. Physiol. B 160: 241~249.
- 23) TOUHARA, K. and G. D. Prestwich (1993 a): J. Biol. Chem. 268: 19604~19609.
- 24) ——— et al. (1993 b): Biochemistry 32: 2068~2075.
- 25) 東原和成 (1994): 化学と生物 32 (1): 13~22.
- 26) WARD, V. K. et al. (1992): Int. J. Biochem. 24: 1933~1941.
- 27) WOODRING, J. and K. H. HOFFMAN (1994): J. Insect Physiol. 40: 797~802.
- 28) YAMAMOTO, K. et al. (1988): Science 239: 916~919.

人 事 消 息

(3月1日付)

加藤邦彦氏 (国際農林水産業研究センター環境資源部主任研究官) は農業生物資源研究所遺伝資源第一部長に
美濃部侑三氏 (生物研遺伝資源第一部長) は農業生物資源研究所分子育種部長に
大内 昭氏 (中国農試生産環境部長) は農業環境技術研究所環境生物部長に
宮崎昌久氏 (蚕昆研生産技術部虫害研究室長) は農業環境技術研究所環境生物部昆虫管理科長に
眞弓洋一氏 (東北農試地域基盤研究部長) は農業環境技術研究所資材動態部長に
河部 通氏 (蚕昆研生体情報部長) は東北農業試験場地域基盤研究部長に
日比野啓行氏 (農研センター病害虫防除部ウイルス病防除研究室長) は中国農業試験場生産環境部長に
飯塚隆治氏 (四国農試企画連絡室企画科長) は四国農業試験場生産環境部長に
井上 齊氏 (四国農試生産環境部長) は蚕糸・昆虫農業

技術研究所昆虫機能研究官に

志賀正和氏 (農環研環境生物部昆虫管理科長) は蚕糸・昆虫農業技術研究所生体情報部長に
横内圀生氏 (農林水産技術会議事務局研究管理官) は農林水産技術会議事務局研究開発課長に
吉野嶺一氏 (農環研環境生物部長) は退職
越野正義氏 (農環研資材動態部長) は退職
高宮邦夫氏 (蚕昆研昆虫機能研究官) は退職
宮下清貴氏 (農環研環境生物部主任研究官 (微生物管理科土壤微生物利用研究室)) は農業環境技術研究所環境生物部微生物管理科土壤微生物利用研究室長に
木村龍介氏 (農環研環境生物部微生物管理科土壤微生物利用研究室長) は農業環境技術研究所資材動態部肥料動態科廃棄物利用研究室長に
佐藤 威氏 (蚕昆研生産技術部蚕病害研究室長) は果樹試験場保護部天敵微生物研究室長に
古田要二氏 (蚕昆研生産技術部主任研究官 (蚕栄養生理研究室)) は蚕糸・昆虫農業技術研究所生産技術部蚕病害研究室長に

酵素活性を指標とした土壌伝染性病害診断の試み

大阪府立農林技術センター ^{かわら} 瓦 ^{だに} 谷 ^{みつ} 光 ^お 勇

はじめに

植物の病害を早期に的確に診断することは、病害防除にとって重要である。病害の中でも、地上部に特徴的な病斑を形成するものは比較的診断が容易であるが、全身的な症状を示す土壌伝染性病害、なかでも導管病は相互に区別の困難なものが多い。これら土壌伝染性病害の診断は、普通罹病組織を培養して病原菌を検出することにより行われるが、この方法では培養のために時間を要する。最近では、抗原抗体反応（木曾・峰，1992）を利用したり、菌の遺伝子を検出（高橋，1986）したりすることにより病害を診断する方法が試みられているが、これらの方法は非特異的反応が生じたり、試薬が高価であるなどの欠点があり、より安価で迅速な方法の開発が求められている。

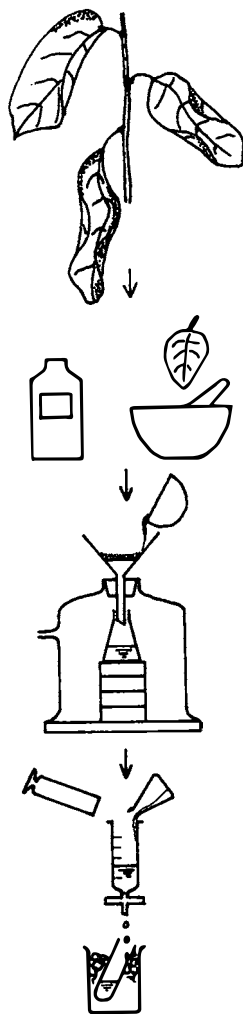
植物は病原菌の感染を受けると、種々の代謝的な変化を示すが、それらの中にはその病害に特有のものがあることも考えられ、それを検出することができれば、病害診断に利用できる。このような考えのもとに、ナスの主要な土壌伝染性病害3種について、罹病植物中の数種の酵素活性の変化を調べた。病原菌の感染時には、ファイトアレキシン生成やリグニン化に関わりの深いペルオキシダーゼ、ポリフェノールオキシダーゼ、フェニルアラニンアンモニアリアーゼ、 β -1, 3-グルカナーゼ等の活性が高まることや、抵抗性反応の引き金となるスーパーオキシドの代謝酵素スーパーオキシドジスムターゼ活性の高まることが知られている。また罹病組織ではペクチン分解酵素（ポリガラクトツロナーゼ、ペクチン酸リアーゼ、ペクチンメチルエステラーゼ等）やデンプン分解酵素（アミラーゼ）等の活性が上昇することも知られている。今回人工的に病原菌を接種して、ナス半身萎ちょう病、半枯病、青枯病を起こさせ、その罹病株の葉における上記8種の酵素活性を測定したところ、5種類に活性上昇がみられたので、これらの酵素活性の測定から病害を診断する方法について紹介する。

I 罹病植物

本葉が5〜7枚展開した高さ30〜40cmのナス苗（品

Attempt on the Diagnosis of Soilborne Diseases by the Enzyme Activities. By Mitsuo KAWARADANI

種千両二号）の根を洗浄後、軽く断根して各病原菌の懸濁液に浸した。病原菌を接種したナスの苗は、室温25〜35℃の温室内で栽培した。本条件下では青枯病なら1〜2週間、半枯病と半身萎ちょう病は2〜4週間後に病徴が現れるので、罹病株から症状の激しい葉、軽い葉、症状のほとんどみられない葉をそれぞれ採取した。これらをリン酸緩衝液（pH 5.5）中で磨砕し、メンブランフィルターでろ過した液を酵素活性測定用の試料とした（図-1）。本試験では、簡便性を優先するため、すべての酵素活性の測定に同一の抽出法で得られた磨砕液を供試し



採取した葉を、氷冷した乳鉢を用い、50mMリン酸緩衝液 pH5.5（葉1g当り5ml）中で磨砕する。

吸引ろ過により残渣を除く。

孔径0.8 μ mのメンブランフィルターでろ過後、氷水中に保存しただちに、酵素活性を測定する。

図-1 酵素活性測定用試料の調製方法

た。いくつかの酵素にとってはこの pH 5.5 のリン酸緩衝液は、抽出効率や安定性の点でやや不安は残るが、酵素反応の際には文献記載の緩衝液と同じになるように pH を調整した。

II 酵素活性の測定とその結果

1 ペルオキシダーゼ (POX)

試料液 5 μ l を VETTER ら (1958) の方法に準じて、 α -フ

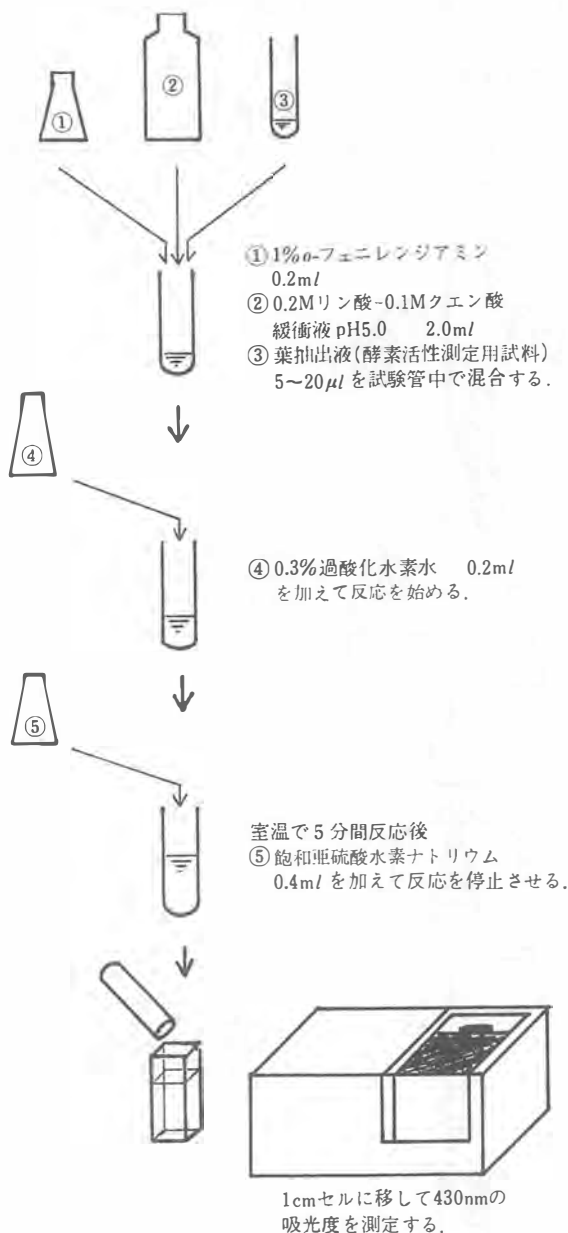


図-2 ペルオキシダーゼ活性測定の手順

フェニレンジアミン、過酸化水素と反応させ、430 nm の吸光度を測定した (図-2)。図-3 に示したように、健全株に比べて、青枯病罹病株から採取した葉は有意に POX の活性が増加した。また、半身萎ちょう病、半枯病罹病株も健全株に比べて活性が高い傾向がみられたが明らかな差とはいえなかった。それゆえ、供試葉、特に無症葉の POX 活性が健全株より高ければ青枯病の可能性が高いが、半枯病、半身萎ちょう病の可能性も否定できないので、本酵素の活性だけで判定することはできない。ペルオキシダーゼは基質特異性が低く、生体内で種々の化合物の酸化を行う。なかでもフェニル化合物の水酸化とモノフェノールの酸化は、病原菌の感染時にフェノール物質を蓄積したり、それらのラジカル重合によってリグニンを生成することにより、植物の抵抗反応に密接に関わっている。病原菌感染時に POX が増加する例は、サツマイモ黒斑病、トウモロコシごま葉枯病等多くの例で知られており、このときの POX は非感染時とは違ったアイソザイム組成を持つことも報告されている。またジャガイモ疫病やウリ類炭そ病においては、病原菌の感染部位から離れた部位で POX 活性が増加し、これが全身的誘導抵抗性に関与していると考えられている。

2 β -1, 3-グルカナーゼ (Glc)

試料液 5 μ l を ABELES and FORRENCE (1970) の方法に準じてラミナリンと反応させ、生じた還元糖を DNS 試薬によって定量することにより本酵素の活性を測定した。図-4 に示したように、半身萎ちょう病株では、どの症状程度の葉においても健全株に比べて本酵素活性の明らかな増加がみられた。特に、無・軽症葉での活性の高さは、Glc が半身萎ちょう病の判定に有用な酵素であることを示している。半枯病、青枯病罹病株においてもやや活性が高い傾向はみられたが、判別に有効とは思われなかった。本酵素は、感染初期に菌の細胞壁に作用してエリッターを遊離させる因子として、植物の抵抗反応に密接に関与している。そのためこれら病原菌の感染時にも活性が高まることが予想されたが、半枯病、青枯病では明らかな増加はみられなかった。これには、感染から発病までの時間経過や葉における菌密度等が関係していると思われる。

3 スーパーオキシドジスムターゼ (SOD)

キサンチン-キサンチンオキシダーゼ系で生成されたスーパーオキシドによるチトクロム C の還元に対する阻害率として、SOD の活性を測定した (浅田, 1976)。図-5 には、標準の SOD 1 単位の活性 (阻害率) を基準にした単位で表示した。青枯病株の軽症葉と重症葉で SOD 活性の顕著な上昇が認められた。これは青枯病に特徴的

ペルオキシダーゼ

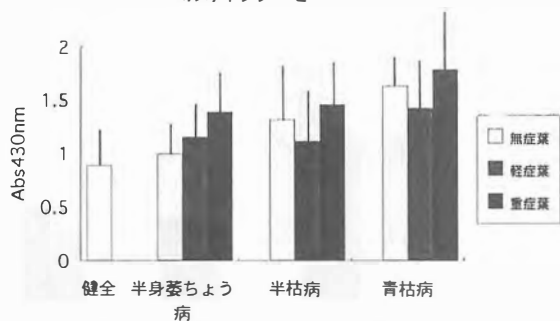


図-3 健全株及び罹病株から採取した葉のペルオキシダーゼ活性
各カラム上の棒線は標準偏差を表す (以下の各図とも同じ)

β -1,3-グルカナーゼ

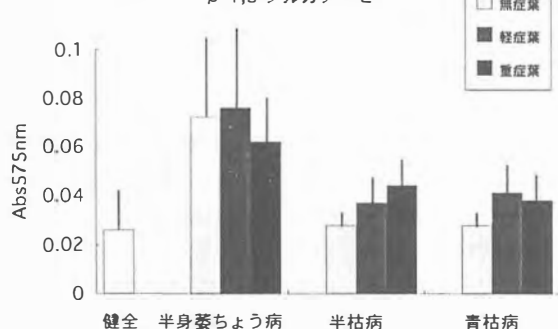


図-4 健全株及び罹病株から採取した葉の β -1, 3-グルカナーゼ活性

スーパーオキシジスムターゼ

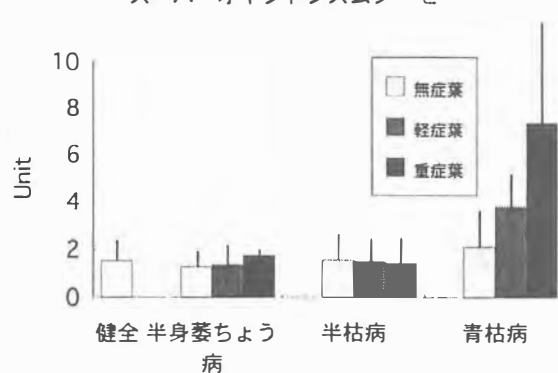


図-5 健全株及び罹病株から採取した葉のスーパーオキシジスムターゼ活性

SOD は活性酸素の一つであるスーパーオキシドを H_2O_2 と O_2 に不均化する酵素である (H_2O_2 はカタラーゼ、ペルオキシダーゼにより分解される)。スーパーオキシドは脂質酸化により膜透過性を変化させ電解質漏失等を起こさせる原因となり、生体にとって毒性が高い。スーパーオキシドは通常、細胞内器官で種々の反応により作られているが、病原菌の感染時には、初期に NADPH 酸化酵素系によるスーパーオキシドの産生が増え、これが過敏反応の引き金になるといわれている。この早い時期のスーパーオキシドの産生に続いて、SOD の活性の上昇がみられ、イネいもち病やインゲンマメさび病では数日間高い活性が続くことが知られている。また、この SOD 活性の上昇から少し遅れて POX 活性の上昇が起こることも知られている。青枯病の場合、感染後早いもので 1 週間程度で病徴(しおれ)が現れ、この時期に採取した葉で高い活性がみられたことは上記の SOD 活性の継続期間を支持していると思われる。一方、半身萎ちょう病と半枯病では病徴発現まで 2 週間以上かかることが多いため、SOD の活性がすでに平常値に戻っていたと考えられる。

4 ポリガラクトツロナーゼ (PG)

HANCOCK and MILLAR (1965) の方法に準じ、ペクチン酸と試料液を反応させ、生じた還元糖を DNS 試薬により定量した。図-6 に示したように、半身萎ちょう病株の軽症葉と重症葉で本酵素の顕著な活性増加がみられた。半枯病と青枯病においても活性が高い場合がみられたので、本酵素の活性が高いことだけで半身萎ちょう病と判定することはできないが、十分高い活性は本病に特徴的である。菌類は植物に感染し増殖する際に、細胞間接着物質であるペクチン質を分解する。この分解に関与する酵素には、ポリガラクトツロナーゼ (PG)、ペクチン酸リアーゼ (PL)、ペクチンリナーゼ (PNL)、ペクチンメチルエステラーゼ (PME) 等が知られている。Erwinia 属菌による軟腐は PL が主因といわれており、糸状菌では PG と PNL を産生するものが多い。本試験においては、PG のほかに PL と PME の活性も測定したが、PL はほとんど活性がみられず、PME は健全株と罹病株の間に活性の差がみられなかった。半身萎ちょう病株にみられた PG 活性の増加は、他の 2 病害に比べて本病で葉の部分的なえ死が起こりやすいことと関係があると思われる。

5 アミラーゼ (Amy)

試料液 0.1 ml をデンプン溶液と反応させ、生じた還元糖を OKAMOTO and AKAZAWA (1978) の方法で定量した。図-7 に示したように、各罹病株とも、症状が激しくなるに従って本酵素活性も増加する傾向がみられた。また、病徴の現れている葉はどれも健全株に比べて高い活

で、他の 2 病害においては活性増加はみられなかったの
で、本酵素は単独でも青枯病の判定に有効と思われる。

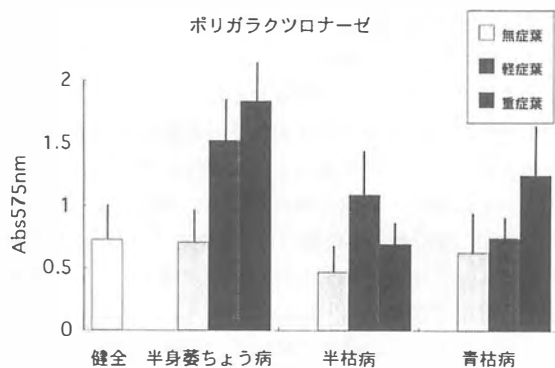


図-6 健全株及び罹病株から採取した葉のポリガラクトンナーゼ活性

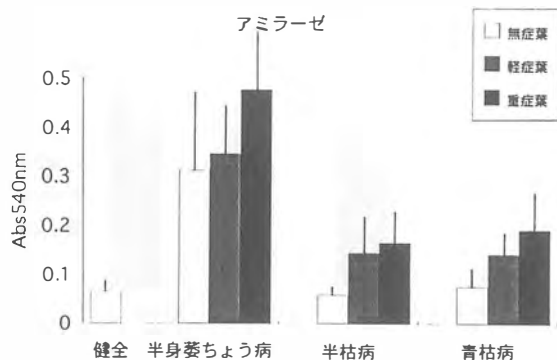


図-7 健全株及び罹病株から採取した葉のアミラーゼ活性

性を示した。アミラーゼはデンプンを加水分解する酵素であり、 α -アミラーゼ、 β -アミラーゼ、グルコアミラーゼ等がある。植物では α -アミラーゼと枝切り酵素、 α -グルコシダーゼによってデンプンがグルコースにまで分解されエネルギー源として利用される。菌類ではグルコアミラーゼによってデンプンが分解されることが多い。本試験では酵素活性を、反応生成物の還元力で測定しているので、これらアミラーゼの種類は区別できない。アミラーゼは直接病原性には関与しないが、感染組織での呼吸量の増大に伴う基質の供給に関与しているといわれている。本試験において、どの病害でもアミラーゼの高い活性がみられたのは、アミラーゼの上記のような性質によると思われる。この中で、半身萎ちょう病株における活性はほかの病害に比べて際立って高く、本病の判定に Amy 活性測定が有用な手段となることを示唆している。この傾向は PG の場合と同様、半身萎ちょう病罹病株においては他 2 病害に比べてしばしば組織のえ死がみられることと関係があると思われる。

III 病害診断への適用

これらをまとめると、罹病株から採取した葉の Glc, PG, Amy の活性が健全株に比べて高い場合は半身萎ちょう病, Amy の活性のみ高いと半枯病, POX, SOD, Amy の活性が高いものは青枯病と推定することができる。また、POX 以外の酵素活性は軽症葉でも無症葉とは十分差が認められるので、発病初期でも確認でき、早期判定が可能となる。ただここで述べた 5 種類の酵素は、それぞれ単独では病害以外の原因によっても活性変化が起こるので、正確な判定には同程度の病徴を示す葉数枚について、複数の酵素活性の変化を測定することが必要である。今回測定した残りの 3 種の酵素には、健全株や罹病株間に明りょうな活性の差がみられなかったで、

判定に利用することはできなかったが、これら以外にも感染や病徴発現に関与する酵素は多く知られており、その中にはさらに病害判定に有効なものもあると思われる、今後の検討課題としたい。

おわりに

土壌伝染性病害の診断法として、植物の地上部の酵素活性を調べる方法について述べた。土壌伝染性病害は本来、第一次感染部位が根表面または傷口であり、その場所ですまず最初の病原-宿主間相互作用が起こり、代謝活性に変化が生じると考えられる。地上部組織の酵素活性の変化は、組織内への侵入に成功した菌またはその分泌物が導管を通過して地上部に移動して、多くの細胞と相互作用するか、根部の感染時に全身的な反応が誘導されるかに起因して生じると考えられる。前者の場合には、感染から葉の酵素活性の変化までに時間がかかり、後者の場合には早い時期（病徴発現以前）に変化が現れると予想される。本試験は、発病した株から葉を採取しているため、主に前者の変化をとらえていると思われる。より早期の診断のためには、後者の全身的に誘導される反応に関する詳細な知見が必要である。

引用文献

- 1) ABELES, F. B. and L. E. FORRENCE (1970): Plant Physiol. 45: 395~400.
- 2) 浅田浩二 (香川靖雄ら編) (1976): 生化学実験講座 12 エネルギー代謝と生体酸化 (下). 東京化学同人, 東京. pp. 734~744.
- 3) HANCOCK, J. G. and R. L. MILLAR (1965): Phytopathology 55: 346~355.
- 4) 木曾 皓・山岸久芳 (1992): 日植防研報 6: 35~48.
- 5) OKAMOTO, K. and T. AKAZAWA (1978): Agric. Biol. Chem. 42: 1379~1384.
- 6) 高橋 壮 (1986): 植物防疫 40 (11): 531~539.
- 7) VETTER, J. L. et al. (1958): J. Agric. Food Chem. 6: 39~41.

異常気象に伴うイネ白葉枯病の多発生とその要因について

農林水産省農業生物資源研究所 加来^{かく}久敏^{ひさとし}・落合^{おちあい}弘和^{ひろかず}
農林水産省国際農林水産業研究センター 野^の田^だ孝^{たか}人^{ひと}

はじめに

イネ白葉枯病は昭和40年をピークに、その後発生は激減し、ここ数年間全国における発生面積は3万ha前後にとどまっていた。このようなイネ白葉枯病の発生の減少には種々の要因が関与していると考えられているが、その主なものを挙げると、(1)病原細菌の越冬源であるサヤヌカグサが水田の基盤整備によって減少したこと、(2)機械移植の普及により稚苗移植が一般的となり、苗代での冠水による感染の機会が減ったこと、などがある。ところが、平成5年の多雨、低温といった夏から秋にかけての異常気象によるイネいもち病の多発生は予測されたとおりであるが、イネ白葉枯病も全国各地で発生し、特に九州地域での発生は著しく平年の全国発生に匹敵するほどであった(加来ら, 1994)。筆者は平成5年9月及び10月に九州各県及び岡山県においてイネ白葉枯病の発生状況を視察する機会を得、さらに採集した罹病標本から病原細菌を分離し、それらの病原性の検定を行った。また、国際農林水産業研究センターでは全国より送付された罹病葉からの分離菌株を用いて、レース判別試験を行い、平成5年度のレース分布の調査を行った。そこで、平成5年におけるイネ白葉枯病の多発生と発生要因、さらにレース分布、特に九州地域を主体とした病原細菌のレース分布について述べてみたい。

なお、イネ白葉枯病の発生調査及び罹病標本採集に協力いただいた九州農業試験場・岩野正敬・西和文両室長、長崎、宮崎、岡山各県の関係者の方々、また、罹病標本をお送りいただいた各県の関係各位に厚くお礼申し上げる。

I 平成5年度におけるイネ白葉枯病の発生状況

平成5年におけるイネ白葉枯病の発生面積は全国で8万haであり、これは過去5年間の平均発生面積の約2.5倍である(図-1)。特に、九州6県の発生面積は3.5万haで、過去5年間の年平均発生面積に匹敵する。このほか、中国・四国地域で1.4万ha、近畿で7,500ha、東海

で1.1万ha、関東・東山1万ha、北陸で1,600ha、東北で1,440haの発生をみている。これらの数値は例年の発生面積を大きく上回っているうえ、東北地域などこれまで本病害がほとんど問題にならなかった地域での発生が一つの特徴といえる。

このような数字の上での発生の増加もさることながら、平成5年における発生で目立ったのは坪枯れ状発生の増加である。筆者は九州地域を中心として本病の発生状況を観察する機会があったが、かなり詳細にわたって発生を視察した長崎県、熊本県及び宮崎県五ヶ瀬町のいづれにおいても、このような坪枯れ状発生が目についた。また、移動でのバスあるいは新幹線などからの観察でも、このような発生が著しく多かった。これまで少発が続いたイネ白葉枯病が本年多発したことから、坪枯れ状発生との関係は今後の研究を待ちたい。

II 病原細菌のレース分布

平成5年におけるイネ白葉枯病の多発生で最も関心をもたれるのは病原細菌の生態とレース分布であろう。

1958年における抵抗性品種アサカゼの罹病化以来、イネ白葉枯病の病原性の研究が重要視されるようになり、また、各地域におけるレース分布の調査が行われてきた(EZUKA et al., 1974; 堀野, 1978, 1981; 久原ら, 1958; 守中ら, 1978; 佐藤ら, 1976a, 1976b)。特に、北陸農業試験場では1973年より1年おきに全国的なレベルでのレース分布の調査が行われてきた。

そこで、本病の多発生がみられた平成5年におけるレ

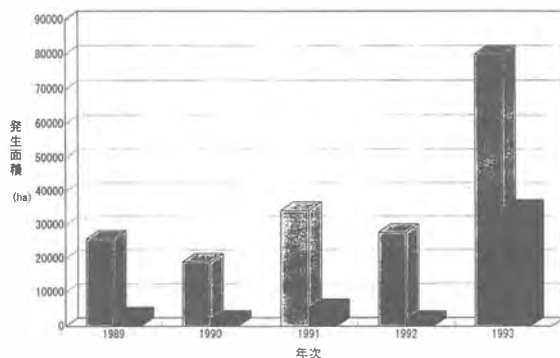


図-1 わが国における過去5年間のイネ白葉枯病の発生 (■: 全国, ▨: 九州地域)

Severe Occurrence of Bacterial Leaf Blight of Rice Caused by *Xanthomonas campestris* pv. *oryzae* with Abnormal Weather Conditions. By Hisatoshi KAKU, Hirokazu OCHIAI and Takahito NODA

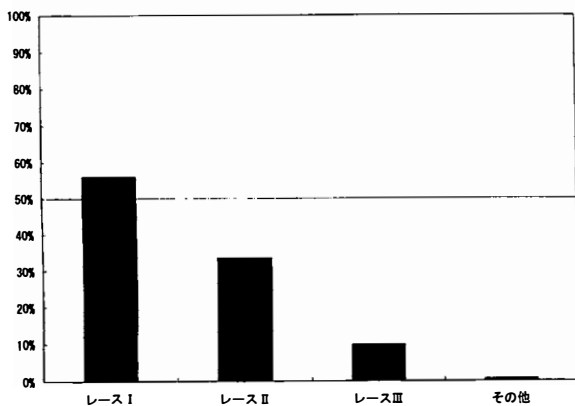


図-2 平成5年におけるイネ白葉枯病菌のレース分布

ース分布を明らかにするため、全国各地より送付された罹病葉182点から単コロニー分離を試み、164菌株を得た。これらの分離菌株について、圃場において各抵抗性遺伝子を有する準同質遺伝子系統に剪葉接種し、病原性の検定を行った。

その結果を示したのが図-2である。この図から明らかなように、平成5年はレース I の分布は平成並みで56.1% (92 菌株) であったが、レース II がやや減少し33.5% (55 菌株)、そしてレース III が9.8% (16 菌株) 分離されたことがその特徴である。また、鹿児島県で採集された1菌株は、これまで未報告の新しい反応型を示した。

さらに、現地調査を行った長崎県および熊本県各地、宮崎県五ヶ瀬町で採集した罹病葉を中心として、九州各県より送付された罹病葉を加え、とくに本病の発生が著しかった九州地域におけるレース分布を検討した。判別品種としてはこれまでの調査からレース分布は単純であることが予想されたため、トヨニシキ及びトヨニシキを反復親とする準同質遺伝子系統 IR-BB 101, IR-BB 102 を用い、温室条件下で予備試験を行った結果、予想以上に病原力が強い菌株が多かったため、病原性をさらに詳細に検討した。試験は圃場で栽培した判別品種、金南風、黄玉、Te-tep、中国 45 号およびジャワ No.14 を用いて行った。

接種試験の結果を示したのが表-1 である。

この表から明らかなように、九州地域ではレース II が優勢で、レース I がそれに続き、また、レース III の頻度が著しく高いことが特徴であった。

県別にみると、長崎県ではレース III またはレース IV が優勢であるという予期せぬ結果が得られた。長崎県各地から分離された菌株の大多数は予備試験において IR-BB-102 に対して病原性を示し、レース III もしくは IV であることが予測されたが、これらの菌株はすべて判別品種 Te-tep に対して病原性を示した。また、中には中国

表-1 九州地域における平成5年のイネ白葉枯病菌レース分布

県	レース I	レース II	レース III	計
長崎	6	2	18	26
熊本	6	16	1	23
宮崎	6	8	0	14
佐賀	3	19	2	24
鹿児島	7	0	2	9
大分	5	0	0	5
福岡	3	3	0	6
	36(34%)	48(45%)	23(21%)	107(100%)

45 号に対して 10 cm 近い病斑を形成する菌株もあり、特に、供試したイネが圃場で栽培した成稲であることを考えると罹病型の病斑である可能性が高い。したがって、これらはレース IV もしくは未報告のレースに属すると考えられる。いずれにしても、これらの地域において金南風群、黄玉群及び Rantai Emas 群品種に対して病原性を有するレースが優勢であるということは、日本稲に由来する抵抗性遺伝子のほとんどは効果がないということであり、これからの抵抗性品種栽培における大きな問題である。

次に、熊本県から採集した 23 菌株は、レース III が 1 菌株分離されたものの、レース II その他のレースは得られなかった。宮崎県からの分離株はレース I とレース II がほぼ同数で熊本県の結果と同様であった。また、佐賀県からの分離株はレース II が最も多く、少数ながらもレース III が分離された。その他の県については、分離菌株の数が少ないため、レース分布を推定するのは困難であるが、鹿児島県からの 9 分離株のうち、2 株がレース III であった。宮崎県では五ヶ瀬町を中心に調査を行ったが、当地区でもイネ白葉枯病は多発生していたにもかかわらず、かつて多数分離されたレース V はまったく分離されなかった。

先に述べたように、これまで北陸農業試験場病害第一研究室（現病害研究室）によって全国的な規模でイネ白葉枯病菌のレース分布の調査が行われてきた（掘野, 1978, 1981; 野田, 1989）。その結果をまとめたのが表-2 である。

この表から明らかなように、この 1980 年代のレース分布はきわめて単純であり、レース I が優勢で全体の 50~60% を占め、それにレース II が全体の 40~50% で続くというパターンであった。さらにさかのぼると、1970 年代ではレース III が 10% 近く分離されており、平成5年のレース分布パターンは 1970 年代のレース分布にきわめて似通っている。

以上のように、全体としてはレース分布が単純ではな

表-2 わが国におけるイネ白葉枯病菌レース分布の推移 (%)

年	レースⅠ	レースⅡ	レースⅢ	その他
1973	57.0	34.4	8.6	0
1975	62.2	28.1	8.4	1.3
1977	59.3	29.4	9.8	1.5
1979	58.0	33.5	8.0	0.5
1983	60.7	39.3	0	0
1985	61.7	37.1	0	1.2
1987	52.0	44.0	4.0	0
1989	50.0	49.4	0	0
1991	62.4	37.1	0.5	0

いことと、レースⅢ以上の病原性の幅が広いレースが多数分離されたことが平成5年度の調査の結果の特徴といえる。また、このようなレース分布の変化にどのような要因が関与しているのか今後検討を要する。

Ⅲ 平成5年度の多発生の要因解析

平成5年における多発生の第一の要因は気象要因であり、長雨及び台風がその主たるものである。長雨は各地でイネの冠水をもたらした。岡山県総社市における数haにわたっての発生はそのことを端的に物語っている。これは本病が水媒伝染することと関連している。しかし、問題は病原細菌のかんがい水中における密度であろう。これまで、本病原細菌の伝染経路の主要な部分はサヤヌカグサや被害わらで越冬した病原細菌がかんがい水中で増殖するというものであった(井上ら, 1957)。しかしながら、今回の調査において、サヤヌカグサが見いだされたのは宮崎県五ヶ瀬町の一部の畦畔のみであった。さらに詳細な調査が必要であるが、平成5年の広範囲にわたるイネ白葉枯病の発生はサヤヌカグサなどとは別の経路による伝染環が存在していることを示唆している。その一つの可能性は種子伝染、もう一つはサヤヌカグサ、エゾサヤヌカグサ、マコモ以外のイネ科雑草を経由する伝染環である。

前者の可能性を示唆するものは坪枯れ状発生の頻発である。種子伝染により、イネの成長とともにイネ体上で病原細菌が徐々に増殖してゆき生育後期に発病が起きる。そこで、台風や長雨で周囲に伝染するが、種子伝染の頻度が低いために坪枯れ状発生となる。この場合、種子伝染ではなく、単に感染源の密度が低いためである可能性もある。

今一つは、サヤヌカグサ、エゾサヤヌカグサ、マコモ以外のイネ科植物を経由する伝染環であるが、本病の発生の減少は水田の基盤整備によるサヤヌカグサの減少のためであるといわれてきた。それにもかかわらず、本病が多発した要因はサヤヌカグサ以外の越冬植物の存在の

可能性もある。

おわりに

過去の病害と考えられていたイネ白葉枯病も、病原細菌の増殖や感染に好適な環境条件が整えばかなりの被害をもたらす病害であることを平成5年の多発生は示唆している。

長雨による冠水と台風が多かったことが主要な発生要因であるが、坪状発生が各県で頻発したことは上述したように本病原細菌の伝染環について種子伝染を含めて再検討が必要と考えられる。さらに、長崎県のようにレースⅢが優勢であることなど、病原細菌のレース分布は決して単純なものではないことを示している。レースⅢは佐賀、熊本、鹿児島県からも分離されており、同レースに対して抵抗性を示す品種は早稲愛国群もしくはジャワ群に属する品種のみである。しかしながら、在来稲でこれら2品種群に属する品種はきわめて少なく、このような観点から、圃場抵抗性のような非特異的抵抗性を有する品種の栽培も常発地などでは重要であろう。また、高品質米の栽培が一般的になっている現今、いずれのレースに対しても罹病性という品種が多数を占めると考えられる。岡山県総社市の激発地で栽培されていた品種はアケボノである。長雨による冠水が長期にわたり、感染の機会が多く、しかも感染源の量も多かったものであろうが、本品種の圃場抵抗性が極端に弱かったものと推定される。不稔が生じた穂も多く観察され、病斑も葉全体に及ぶ場合が多かった。したがって、常発地においてはレース分布を明らかにするとともに抵抗性品種の選択等の対策が必要である。

いずれにしても、平成5年のイネ白葉枯病菌の多発生は平年時の少発生が感染源の低下のみによるものではなく、気象条件等の誘因がそろえば広く発生する可能性があることを示している。したがって、今後サヤヌカグサなどイネ科雑草を中心とした経路以外の伝染環を解明するとともに、過去に行われていたファージによる発生予察など病原細菌の動態を明らかにするとともに、気象条件を鑑みて総合的な見地から今後発生予察を行うことが必要であろう。

参考文献

- 1) EZUKA, A. et al. (1974): Bull. Tokai-Kinki Natl. Agric. Exp. Stn. 27: 1-19.
- 2) 堀野 修 (1978): 日植病報 44: 297~304
- 3) ——— (1981): 同上 47: 50~57
- 4) 井上ら (1957): 東海近畿農研報 4: 74~82.
- 5) 加来久敏ら (1994): 日植病報 60: 367
- 6) 久原重松ら (1958): 九州農試彙報 11: 263~312
- 7) 守中 正ら (1978): 中国農試報 E 14: 1~6
- 8) 野田孝人 (1989): 植物防疫 43: 152~156.
- 9) 佐藤 徹ら (1976): 日植病報 42: 357
- 10) ——— (1976): 同上 42: 358

植物検疫の現場から(10)

リレー随筆

輸 入 種 苗 の 隔 離 検 疫

春になると木々の芽が膨らみ、庭でチューリップ、ヒヤシンス、クロッカスなどの花が咲き、私たちの生活空間に潤いと安らぎを与えてくれる。また、四季折々に顔を見せてくれるさまざまな色や形の果物が、私たちにすばらしい味覚の世界を提供してくれる。

このような花き球根類や果樹苗木等は、栄養繁殖によって増殖することから、いったんウイルス等に罹病した種苗類は病害まん延の元となるので、植物防疫所では海外から輸入される種苗類については、国の圃場で一定期間預り、隔離栽培して行う植物検疫、つまり隔離検疫を実施している。今回は、その概要を紹介したい。

まず、わが国が隔離検疫の対象としている種苗は、①ユリ、チューリップ、ヒヤシンス等の球根類、②ばれいしょ及びさつまいも類、③カンキツ類、りんご、なし、くり等の果樹類、④さとうきび及びパイナップル類、などである。これらの種苗が諸外国から輸入されると、海空港にある植物防疫所で、当該品に付着・寄生している病害虫を対象とした輸入検査を行い、その検査に合格したものを植物防疫所の隔離圃場に運び、一定期間栽培し生育期間中にウイルス病等を主体とした隔離検査を行うことになる。しかし、オランダ産のユリやチューリップなどのように大量に輸入される球根については、国の圃場に収容できないため、新潟県や富山県などにおいて、植物防疫所長が指定した圃場で隔離栽培及び検疫が行われる。

近年のオランダ産花き球根については、同国の植物検疫機関によって栽培地検査が実施され、かつ、日本から派遣された植物防疫官によって証明された球根については、隔離栽培が免除される制度が導入されている。

横浜植物防疫所の隔離施設大和圃場は、神奈川県大和市にあり、面積は約 19 千 m² に、ガラス温室、ビニールハウス、検定棟、消毒施設、事務棟等が配置されている。

最近、大和圃場に持ち込まれる種苗類の傾向は、遺伝資源・育種用としてばれいしょや果樹類のほか、品種見本として花き球根類が増加している。これら種苗類は球根、苗木、穂木、培養植物体、挿し穂等の状態で輸入されている。持ち込まれた種苗は、穂木であれば台木に接木し、苗木や球根であれば鉢植えして圃場施設内で栽培管理を行っている。輸入時期は、接木や植替えの関係で、晩秋から早春にかけて多く輸入されているが、輸送に時間がかかり、活力の弱ったものや、季節が

反対の南半球からの輸入もあり、これら貴重な材料を何とか活着させるよう努力しているところである。

検査は、種苗の茎葉等に見れる病徴の検査、電子顕微鏡を使用した検査、草本・木本の検定植物を用いた汁液・接木接種等により検査を行っている。

接木検定には、種苗の種類にもよるが、1 個体の種苗に検定植物 2~6 種類を必要とする。病徴観察期間は、汁液接種で約 1 か月、接木検定で約 8~9 か月間必要とし、まれに病徴を現すまでに数年必要とする病気もある。隔離検査の担当者としては、汁液・接木接種をして病徴が現れるまでの期間、当該種苗がウイルス等に侵されていない健全なものであってほしいと願いつつ、わが国未発生 of 病害が検疫から洩れないよう緊張感をもって毎日の病徴観察にあたっている。

このような検査を的確、円滑に行うためには、ウイルス等の検査検定技術のほか、多種の検定植物が必要である。これらの検定植物を適期に効率的に接種できるまでに準備・育成することも大切で、例えば、タバコは播種してから接種できるまでに約 1~3 か月必要で、マメ類は約 1~2 週間で使用できるまでに大きくなる。このように生育の違いを知った上で、検定期間に間に合うように均一に育てたり、接種後に発病しやすい条件で温度管理する等、基礎的な栽培管理が重要である。また、隔離している植物の種類が多く、乾燥を好むものと多湿を好むもの、用土の材料の違い、植物の生育段階・状態、温室の温度条件等の違いに応じて、水管理の仕方が変わる。水は、多すぎても少なすぎても良くないのである。このようにしながら、大和圃場では種苗の隔離栽培、検査・検定、検出されたウイルス等の同定、新しい検査・検定技法の導入・開発等の仕事を行っている。最近では、カンキツ類やばれいしょのウイロイドの検査には、植物体から核酸を抽出し電気泳動法による検査や病原体の遺伝子構造を基に合成された cDNA プローブを用いた遺伝子診断法による検査、果樹類については接種検定のほか、抗血清を用いた血清学的診断等、数種の技法を組み合わせ、検査を実施している。

隔離検疫の基礎となる植物病理、植物、園芸等の関連分野の情報を常に目を向け耳を傾け、諸外国から種苗と一緒に病害虫が侵入することのないように、隔離検疫を的確に行うことが私たちの重要な役割と信じている。(横浜植物防疫所業務部国際第二課 栗原金光)

Fusarium 菌の硝酸塩利用能欠損変異株分離培地の選択性の向上

島根大学農学部 駒田 亘^{こまだ ひろき}・上田 真也^{はじむ まこと}・山本 広基^{やまもと ひろき}

はじめに

Fusarium 菌の硝酸塩利用能欠損変異株 (PUHALLA, 1985, 以下, *nit* 変異株) は, その生態学的研究や防除技術の研究において, 特定の菌株の土壤中や宿主植物体上からの検出, 定量に有用である。しかし, *nit* 変異株選択培地 (HARDAR et al., 1989, 以下, MMCPA 培地) の選択性が不十分なため, この培地を用いて希釈平板法を行った場合, 目的の菌株の密度が低いと, 多くの雑菌が出現し, 支障をきたすことが多い。そこで, MMCPA 培地の選択性の向上を試みた。

本稿の一部は, 平成6年度日本植物病理学会関西部会で講演した (上田ら, 1994)。

I 選択性の評価方法

この研究では, *Fusarium oxysporum* f. sp. *raphani* の *nit* 変異株 (以下, FOR *nit*) を用い, 選択性評価の手順は図-1に示した。1週間, 振とう培養して得られた FOR *nit* の bud cell を滅菌土壌に接種して, 25°Cの恒温室内で数週間培養して厚膜胞子を形成させ, 常に一定の菌密度の土壌希釈液を得られるようにした。この菌密度をあらかじめ PSA 培地で把握し, プレート当たり, 30~50 のコロニーが出現するよう希釈段階を決定した。PSA 培地上に出現したコロニー数は回収率評価の比較対照として用いた。

自然土壌からの本菌の選択分離性を, 島根大学内の圃場 (沖積土壌, 以下, 川津土) と鳥取県西伯郡中山町の土壌 (火山灰土壌, 以下, 中山土) の 10² 倍希釈懸濁液を用いて検討した。両土壌の 10 倍希釈懸濁液と, 上記の方法に従って作成した *nit* 変異株を接種した滅菌土壌の希釈懸濁液とを 1 ml ずつ, 8 ml の滅菌水に加えて目的の希釈懸濁液を得, それをショ糖をガラクトースに置換した MMCPA 培地を基本培地として, H₃BO₃ のみを加えたもの, 草刈ら (1993) が用いた硝酸マイコナゾールのみを加えたもの, そして, この両物質を加えた培地の平板上に 1 ml ずつ広げた。

PSA 培地は 4 日間, MMCPA 培地は 10 日間, 25°Cの恒温室内で培養した。

予備試験として, 硝酸マイコナゾールを 10 mg/l, 20 mg/l, 50 mg/l 添加した MMCPA 培地平板上に, 川津土, 中山土の 10³ 倍希釈懸濁液と, 滅菌土壌中の FOR *nit* を所定菌密度にした土壌懸濁液とを混合したものを 1 ml 広げたところ, FOR *nit* の回収率及び雑菌のコロニー形成に対する抑制力, 共に 50 mg/l が優れていた。そこで, 硝酸マイコナゾールを 50 mg/l に絞り, H₃BO₃ の添加量を 100 mg/l, 300 mg/l, 500 mg/l にし, 本試験を行った。

II 改変 MMCPA 培地の選択性

両物質を加えて改変した MMCPA 培地の平板上に, FOR *nit* 変異株の懸濁液のみを広げたものを図-2に示した。H₃BO₃ とマイコナゾールの添加によって, コロニー数が抑えられることはなく, この両物質の添加は FOR *nit* の生育を阻害することはないと判断された。また, 両物質を組み合わせる場合も同様であった。

川津土の 10² 倍希釈懸濁液と FOR *nit* を所定菌密度にした土壌懸濁液とを混合したものを 1 ml ずつ MMCPA 培地平板上に広げたものを図-3と口絵写真に示した。両物質を添加しない MMCPA 培地上では, 多数の雑菌のコロニーが出現し, ほとんど FOR *nit* のコロニーは識別できなかった。H₃BO₃ の添加量が増加するにつれ, *Trichoderma* 菌などのように, コロニーが拡大しやすい菌のコロニー生長が抑えられたが, 他の雑菌のコロニー形成に対する抑制力は不十分であった。硝酸マイコナゾールの添加は, 大幅に雑菌を抑えることができたが, *Penicilium* 菌などのような, 胞子多産生の菌のコロニー形成を抑えることはできなかった。しかし, 両物質を添加した MMCPA 培地では, 雑菌に対する抑制力が相乗的に高くなり, それに伴い, FOR *nit* のコロニー数が増加して, PSA 培地上の菌数と変わらなくなった。中山土でも, 同様の傾向がみられた。

以上の結果から, 最も FOR *nit* の選択性の高かった H₃BO₃ 500 mg/l, マイコナゾール 50 mg/l を添加した MMCPA 培地の処方を変更 MMCPA 培地として提唱する (表-1)。

Improvement on Selectivity of Nitrate Non-utilizing Mutant Selective Medium for *Fusarium*. By Hajimu KOMADA, Shinya UEDA and Hiroki YAMAMOTO

III 他の *Fusarium* 菌の *nit* 変異株に対する 改変 MMCPA 培地の選択性

FOR *nit* 以外の *Fusarium* 菌の *nit* 変異株に対する, 改変 MMCPA 培地の適用性を検討した。供試菌は表-2 に示すような 7 菌株を用いた。結果を図-4 に示した。ここで, *nit* 変異株のコロニー数は, PSA 培地に出現したコロニー数に対する割合で表現した。KA-3 N3 (カボチャ立枯病菌, *Fusarium solani* f. *cucurbitae*) は駒

田培地 (駒田, 1975) で分離できないことが, 既に報告されている (渡辺ら, 1991) ので, 改変 MMCPA 培地でも分離できないことが予想されたが, やはり, 全くコロニーの形成はみられなかった。I-1 N1 は *Fusarium oxysporum* であるが, なぜかコロニーの形成がみられなかった。それ以外の菌株では, 図-4 にみられるように PSA 培地上とほぼ同等の菌数が得られた。また, 雑菌のコロニー数が少なく, かつ, コロニー直径が小さく, 雑菌に対する抑制力が高かった。しかし, KA-3 N3, I

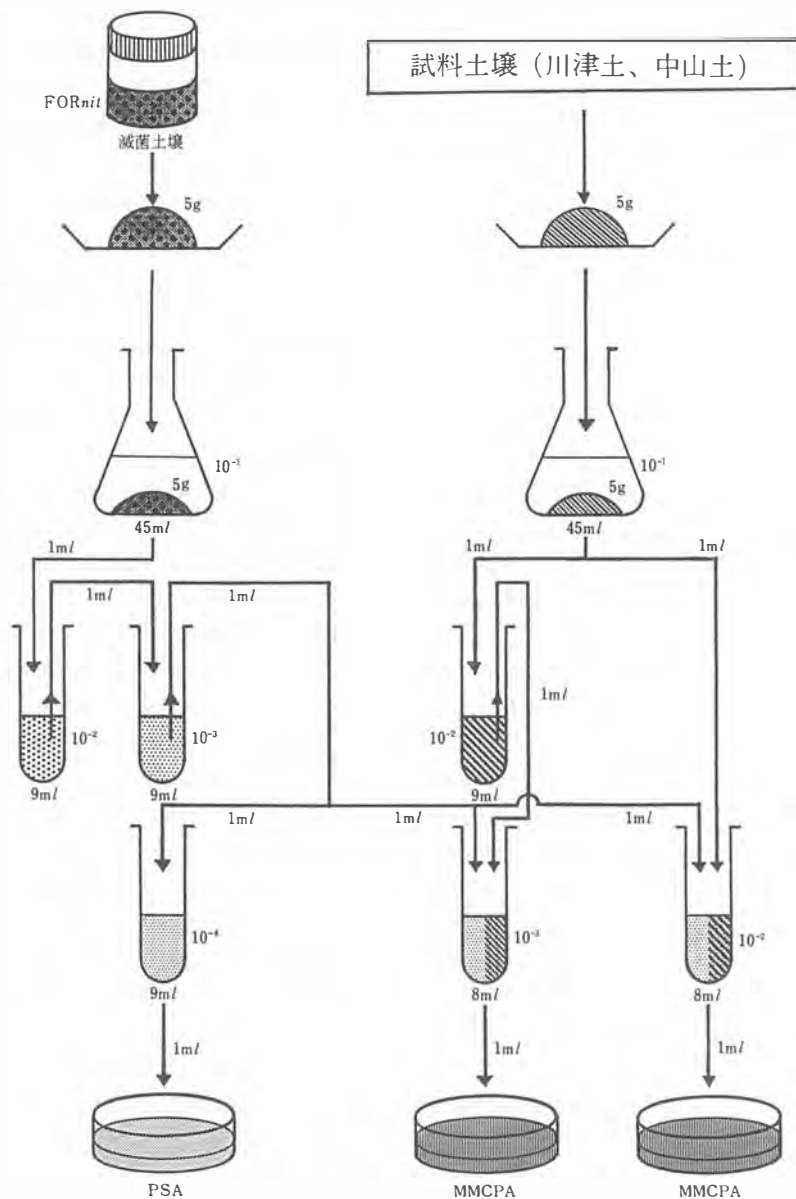


図-1 改変 (ガラクトース 30 g/l) MMCPA 培地の選択性評価の手順

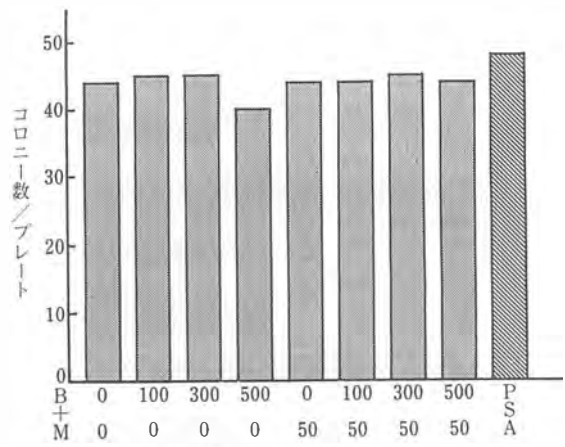


図-2 改変（ガラクトース 30 g/l）MMCPA 培地に硝酸マイコナゾール及び H_3BO_3 を添加したときの FOR nit の回収

表-1 改変 MMCPA 培地の処方

ガラクトース	30 g	KClO ₃	10 g
NaNO ₃	2 g	PCNB(75%WP)	670 mg
L-アスパラギン	1.6 g	H ₃ BO ₃	500 mg
KH ₂ PO ₄	1 g	硝酸マイコナゾール	50 mg
MgSO ₄ · 7 H ₂ O	0.5 g	クロラムフェニコール	250 mg
KCl	0.5 g	pH	3.8
微量要素液*	0.2 ml		
寒天	15 g		
蒸留水	1 l		

— : 改変箇所

*		CuSO ₄ ・5 H ₂ O	250 mg
クエン酸	5 g	MnSO ₄ ・H ₂ O	50 mg
ZnSO ₄ ・7 H ₂ O	5 g	H ₃ BO ₃	50 mg
FeSO ₄ ・7 H ₂ O	4.75 g	Na ₂ MoO ₄ ・H ₂ O	50 mg
Fe(NH ₄) ₂ (SO ₄)・7 H ₂ O	1 g	蒸留水	95 ml

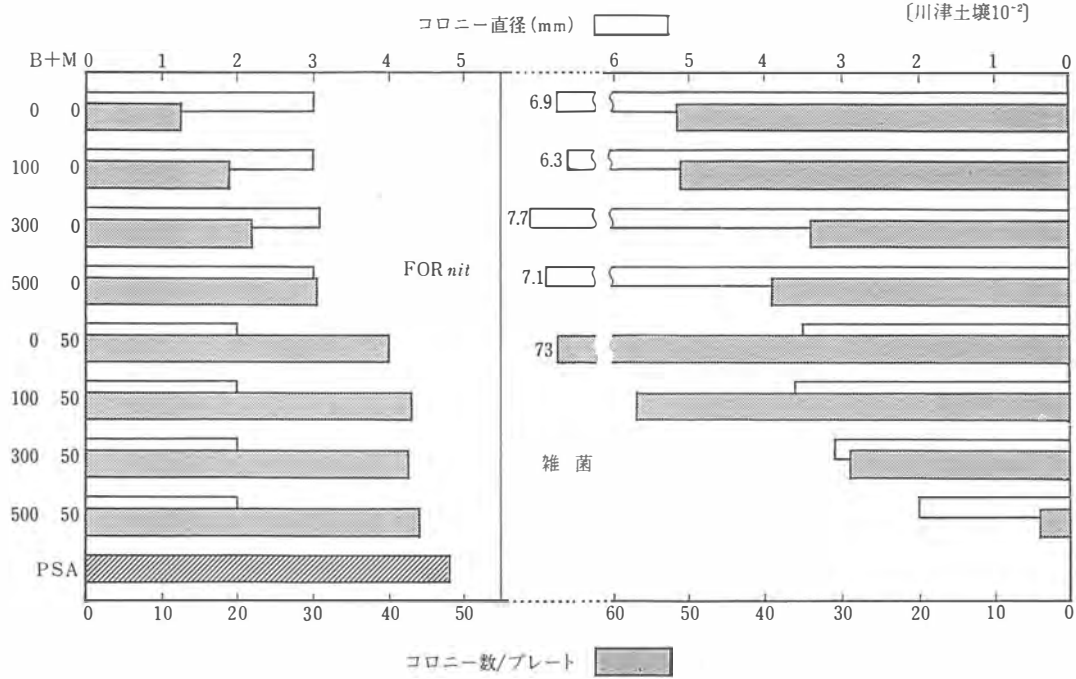


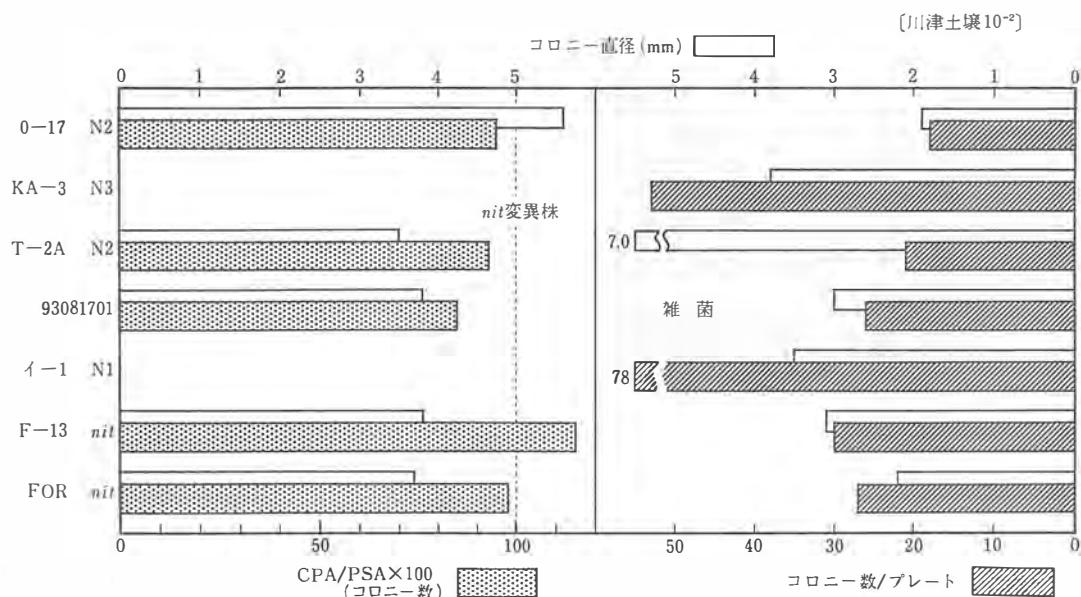
図-3 改変（ガラクトース 30 g/l）MMCPA 培地に対する、硝酸マイコナゾールと H_3BO_3 添加の効果

-1 N1 を接種したプレートでは、雑菌に対する抑制力が低かった。

この結果、*Fusarium solani* とイ-1 N1 以外の 5 菌株については、改変 MMCPA 培地は有効であることが示唆された。

おわりに

今日まで、*Fusarium* 菌の検出、定量のために様々な選択培地が考案され、開発されてきた。しかし、最も性能の優れている駒田培地を用いても、種の識別までしかできず、よほどの習練を重ねないと特定の分化型の識別は不可能である。そのため、特定の菌株の自然土壌におけ

図-4 改変 MMCPA 培地の様々な *nit* 変異株に対する適用表-2 FOR *nit* 以外の *Fusarium* 菌の *nit* 変異株に対する MMCPA 培地の選択性評価に用いた菌株

記号	供試菌株	由来
0-17 N2	サツマイモつる割病菌 <i>nit</i> 変異株	茨城県農業総合センター
KA-3 N3	カボチャ立枯病菌 <i>nit</i> 変異株	〃
T-2 A N2	非病原性 <i>F. oxysporum nit</i> 変異株	〃
イー-1 N1	非病原性 <i>F. oxysporum nit</i> 変異株	〃
93081701	トマト根腐萎ちょう病菌 <i>nit</i> 変異株	三重県農業技術センター
F-13 <i>nit</i>	非病原性 <i>F. oxysporum nit</i> 変異株	島大耕地環境保全学研究室
FOR <i>nit</i>	ダイコン萎黄病菌 <i>nit</i> 変異株	〃

る動態を把握しようとするときなど、もともと生息する *Fusarium* 菌をはるかに上回る高濃度の接種を行う。しかし、目的とする菌株の菌密度が低くなった場合、多数の雑菌と、もともと生息していた *Fusarium* 菌のコロニーが多数プレート上に出現し、特定の菌株のコロニーを識別して定量するのは不可能となってしまう。*nit* 変異株をマーカーとして用いれば、この問題は一度に解決する訳で、その生態、防除の研究に寄与するところはきわめて大きい。ところが、既報の *nit* 変異株用の選択培地の選択性は不満足で、この期待に十分にこたえられないので、その改良を行った。その結果、ほぼ満足すべきもの

が得られたが、*F. oxysporum* であっても、改良処方による培地で全く分離されない菌株があった。一般に、選択培地には、種々の抗生物質や殺菌剤が添加されるが、これら物質に対する耐性は、基本的には菌株によって異なると考えるべきである。したがって、実験に当たって、本培地への適合性を検討したうえで用いるべきであろう。なお本培地の選択性を向上するうえで、効果的であった硝酸マイコナゾールは医療用の合成イミダゾール系抗真菌剤（抗水虫剤）の主成分である。数社から本剤の近縁化合物が同様の目的で市販されており、これらを本剤の代わりに特定の菌株に対する適応性と選択性の向上のために添加を試みるのも一案であろう。

本研究を行うに当たり、種々ご協力賜った農水省農業研究センター土壌病害研究室国安克人、竹原利明両氏ならびに菌株の分譲を賜った茨城県農業総合センター渡辺健氏、三重県農業技術センター黒田克利氏に深甚な謝意を表する。

引用文献

- 1) PUHALLA, J. E. (1985): Can. J. Bot. 63: 179~183.
- 2) 上田真也 (1994): 日植病報 60: 771.
- 3) HADAR, E. and J. KATAN (1989): Plant Disease Res. 73: 800~803.
- 4) 草刈真一・岡田清嗣 (1993): 日植病報 59: 75.
- 5) KOMADA, H. (1975): Rev. Plant Protec. Res. 8: 114~125.
- 6) 渡辺 健ら (1991): 日植病報 57: 3.

植物防疫基礎講座

植物病原菌の薬剤感受性検定マニュアル(18)

ブドウ黒とう病菌, カンキツそうか病菌

佐賀県果樹試験場 田代暢哉
果樹試験場興津支場 いえ家 き城 ひろ洋 ゆき之

——ブドウ黒とう病菌——

はじめに

ブドウ黒とう病に対して優れた防除効果を示す PCP 剤が環境汚染などの問題で生産中止になったため、代替薬剤について検討された結果、ベンズイミダゾール系薬剤の高濃度萌芽直前散布(ベノミル水和剤 500 倍)の効果が明らかにされ、1980 年頃から広く使用されるようになった。また、ベンズイミダゾール系薬剤は枝膨病に対しても卓効を有することから、本病の発生地域を中心にベノミル水和剤 200 倍やチオフアネートメチル水和剤 50 倍が黒とう病との同時防除を兼ねて 1985 年頃から使用されてきた。ところが、1988 年頃から黒とう病に対するベンズイミダゾール系薬剤の効果が以前に比べて低下しているとの指摘が各地でなされるようになり、耐性菌が出現したのではないかの疑いがもたれた。しかし、ブドウ黒とう病菌(*Elsinoe ampelina*)の薬剤耐性についてはそれまで報告されておらず、同属菌ではカンキツそうか病菌(*E. fawcetti fawcetti*)のベノミル剤耐性についての報告(WHITESIDE, 1980)があるのみであった。一方、本菌は菌そうの生育がきわめて遅く、さらに培地上における孢子形成が困難なことから、取り扱いが難しいとされてきた。

ここでは筆者が考案したベンズイミダゾール系薬剤に対するブドウ黒とう病菌の感受性検定法(田代・口木, 1992)について紹介することにする。

I 菌の分離方法

(1) 検定用標本の採集

採集する樹が 1 か所に偏らないように樹園地全体からまんべんなく罹病葉・枝を採集する。本病はブドウの萌芽直後から新梢に発生するので、この時期に材料を採集すると新鮮な病斑を得ることができる。形成された直後

のでできるだけ新しい病斑を分離に用いるのがコツで、病斑が古くなると病原菌の孢子形成能が低下するばかりでなく、細菌や糸状菌(*Colletotrichum* spp., *Pestalotia* spp. など)の汚染が激しくなり、分離が困難となる。さらに、後述する薬剤感受性の簡易検定にも使用できなくなる。

(2) 菌の分離

葉または枝の病斑部をハサミやメスで約 2 mm 角の大きさに切り出して、流水で 1~2 時間洗浄し表面の雑菌等を除去する。洗浄後、水滴を殺菌ろ紙で除去する。殺菌カバーガラスの中央部に殺菌水を 20 μ l 滴下し、病斑をその中に沈める。このカバーガラスを水滴が下になるようにガラスリング(径 15 mm)に逆さまにかぶせ、25°C・湿室条件下に保持する。数時間で水滴中に多数の分生孢子が形成されるので、検鏡によって孢子形成を確認する。孢子の形成がみられる場合は水滴をマイクロピペットで吸い取り、ストレプトマイシン硫酸塩及びペニシリン G カリウム塩を各々 100 μ g/ml 含む殺菌水 100 μ l に混和し、孢子懸濁液(孢子濃度は任意)を作製する。この懸濁液を 1 白金耳取り、PDA 培地上で画線培養する。25°C で 5~7 日間培養すると白色の細菌様コロニーが出現してくるので、単コロニーを保存用培地(PDA)に移植する。

II 検定方法

1 菌そう接種法

(1) 検定用培地の調製

ベンズイミダゾール系薬剤として、市販のチオフアネートメチル水和剤かベノミル水和剤を用いるが、両薬剤間では交差耐性が認められるのでいずれか一つの薬剤を用いだけで十分である。筆者は通常チオフアネートメチル水和剤を使用している。この場合、チオフアネートメチルの濃度が 800 μ g/ml から 1.56 μ g/ml になるように 2 倍段階希釈法で PDA に添加し、15 分間オートクレーブ処理を行った後に平板培地とする。

(2) 供試菌の前培養

本菌の PDA 上での菌そう生育はきわめて遅く、また

Methods for Monitoring Fungicide Resistance—Grapevine anthracnose (*Elsinoe ampelina*). By Nobuya TASHIRO; — Citrus Scab (*Elsinoe fawcetti*) By Hiroyuki Ieki

菌そうの中央部は盛り上がって厚くなり周囲と厚さが不均一となる。このため検定に用いる均一な菌そう切片を得ることが困難である。そこで、均一な菌そうディスクを得るために、検定のための前培養は保存培地から切り出した菌そう片を2%素寒天培地に接種し、25°Cで7日間行う。本培地上では菌そうはPDAの場合よりもきわめて薄く、均一に、かつ速く生育する利点がある。

(3) 供試菌の接種と培養

菌そう先端部から菌そう片 (3 mm×3 mm) を切り出し、検定用培地に菌そう面を下にして接種し、25°C・7日間培養する。

(4) 耐性菌の判定方法

本菌の菌糸生育はきわめて遅いことから薬剤感受性程度の判定にはMAC (最大生育許容濃度) よりもMIC (最小生育阻止濃度) が適している。さらに、本検定法では接種源の素寒天片は最初、透明であるが、菌そうの生育が認められる場合には乳白色になり日数の経過とともに赤褐色に変化することから生育の有無が明らかで、

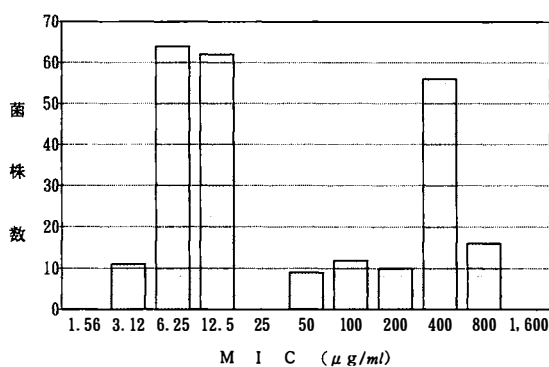


図-1 ブドウ黒とう病菌のチオファネートメチルに対する感受性頻度分布 (菌そう接種法)

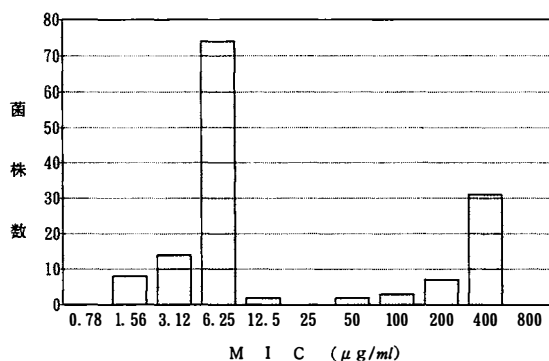


図-2 ブドウ黒とう病菌のチオファネートメチルに対する感受性頻度分布 (簡易検定法)

MICの判定が容易である。ただし、薬剤添加培地の表面に菌そうが広がらずに接種源の上部のみで菌そうが生育している場合がまれにあるので注意が必要である。

これまでの筆者の検定結果では、本菌のチオファネートメチルに対する感受性の頻度分布は図-1に示すように2峰性となることから、MIC 12.5 μg/ml以下を感受性菌、同 50 μg/ml以上を耐性菌とみなしている。さらに便宜上、耐性菌の中でMIC 50 μg/ml～200 μg/mlの菌を中等度耐性菌、同 400 μg/ml以上のものを高度耐性菌としている。

2 簡易検定法

菌の分離 (I (2)) のところで調整した孢子懸濁液を、検定用培地に 5 μl～10 μl ずつ接種し、25°C・7日間培養後にMICを求める方法である。細菌の混入が激しい場合にはMICを判定できない場合もあるが、先に述べたように新しい病斑を用いれば細菌及びその他の雑菌の混入はきわめて少なく、さらに本菌は赤色のコロニーとなるので判定に困るようなことはほとんどない。

本法では、菌は図-2に示すようにMIC 12.5 μg/ml以下のグループとMIC 50 μg/ml以上のグループに大別されることから、前者を感受性菌、後者を耐性菌とみなしている。菌そう接種法に比べてMIC値は低くなる傾向にあるが、これは接種源が菌そうと孢子というように違うことによるものではないかと考えられる。

本法は菌を分離、保存、前培養する必要がなくきわめて簡便であるが、病斑上に形成される多数の孢子の薬剤

表-1 同一病斑から分離したブドウ黒とう病菌株のチオファネートメチルに対する感受性 (田代ほか, 未発表)

		MIC (μg/ml)									
採取場所	病斑No.	1.56	3.12	6.25	12.5	25	50	100	200	400	
A	1								15	5	
	2			20 ^{a)}							
	3								15	5	
	4				20						
	5				20						
B	1				17	3					
	2				19	1					
	3				20						
	4				20						
	5				20						
C	1								20		
	2							16	4		
	3							16	4		
	4								20		
	5							15	5		

a) 菌株数

感受性が同一であることを前提条件としている。しかし、この点については明らかでなかったため、単一病斑から得られる菌株の薬剤感受性について検討した。すなわち、一病斑あたり 20 菌株を単孢子分離し、計 15 病斑から得られた 300 菌株の薬剤感受性を調べた。その結果、表-1 に示すように同一病斑から得られた 20 菌株の薬剤感受性程度は 15 病斑中 8 病斑ですべて同一の値を示した。残りの 7 病斑については MIC で 2 倍程度の感受性の違いが 1~5 菌株で認められたが、感受性菌か耐性菌かを判定する際の妨げにはならないと判断された。

以上のように、本病の単一病斑には薬剤感受性の異なる菌株の混在はないものと考えられることから、本簡易検定法の実用性は高いものと思われる。

III 残された問題点

今後の課題として、ブドウの生育が始まる前に病原菌の薬剤感受性を知ることが効率的な防除につながることから、冬季に結果母枝の病斑部及び無病徴感染部に存在する病原菌の薬剤感受性を検定する方法を開発する必要がある。また、ベンゾイミダゾール系薬剤耐性ブドウ黒とう病菌が存在する園地での当該薬剤の効果は著しく低下しており、初期の防除がうまくいかず大きな問題となっている。しかし、どの程度の耐性レベル及び耐性菌密度から防除効果の低下が始まるのかについての詳細は不明で、今後さらに検討を加えることにしている。

(田代暢哉)

引用文献

- 1) 田代暢哉・口本文孝 (1992) : 日植病報 58 : 609-610.
- 2) WHITESIDE, J. O. (1980) : Plant Diseases 64 : 871-872.

——カンキツそうか病菌——

は じ め に

カンキツそうか病菌 (*Elsinoë fawcetti*) は葉、枝、果実に感染し、生育初期で未熟な若い組織に感染すると“いぼ型”病斑となるが、成熟するにつれて“そうか型”病斑となる。ウンシュウミカン、レモン、カボス、ミネオラなどは罹病性であるため、本病防除のため、発芽直後の新梢及び幼果期にベンゾイミダゾール系のペノミル水和剤及びチオファネートメチル水和剤、ジチアノン水和剤、ジェットフェンカルブ・チオファネートメチル水和剤、フルアジナム水和剤、イミベンユナゾール水和剤などが年間 2~3 回散布されている。しかし、数年前からベンゾイミダゾール系薬剤を散布したが防除効果が低いという声が聞かれるようになった。本剤がそうか病防除剤

として登録されてから約 20 年を経過しており、耐性菌が出現して効果の低下を起こしていることが示唆された。一方、本病原菌のベンゾイミダゾール耐性菌については、WHITESIDE (1980) がフロリダでの発生を報告したのが最初である。

本病原菌は培地上での生育が遅いため通常の方法では分離が難しく、かつ薬剤耐性検定も困難である。そこで筆者は、本病原菌の耐性検定法を考案するとともに、各地のカンキツ園から分離した菌株についてベンゾイミダゾールならびにジェットフェンカルブ剤に対する耐性検定を行った (家城, 1994) ので、それらについて紹介する。

1 病原菌の分離法

葉や果実の病斑 (新しい病斑ほど分離が容易) を水道水で軽く洗った後、徒手切片を作製し、これをカバーガラス上に点滴した滅菌水に浮かべる。これをスライドガラス上に接着したガラスリングに逆向きに接着 (接着面にワセリンを塗布) し、過湿状態 (ガラスリング内に水を少し入れておく) にして懸滴培養した。これを約 25°C に一昼夜置き、顕微鏡で孢子が形成されていることを確認 (細菌の混入が少ないものを選ぶ) した後、細菌移植用の白金耳で孢子を含んだ滅菌水を吊り上げ、乳酸添加 PDA 平板培地 (25% 乳酸液を直径 9 cm のペトリ皿に 1 滴滴下後培地を分注する) に画線した。25°C で 7~10 日後に形成された淡黄色の単一菌そう (直径約 1 mm) を拾い上げて分離菌株とした。なお、1 園当たり数樹から罹病葉数枚を採取し、1 葉 1 病斑から 1 菌株を分離した。

2 耐性検定方法

検定方法として以下の方法を考案した。PDA 斜面培地で約 1 か月間培養して形成させた菌そうの一部をかき取って、滅菌した乳鉢で菌体磨砕液を調製し、これを滅菌したガーゼ 4~6 枚でろ過したものを接種源とした。薬剤耐性検定用培地の調製法として、PDA 培地をペトリ皿に流し込む直前に所定濃度の薬剤を添加した。分注した培地が固化後に病菌菌体磨砕懸濁液を培地表面の全体に広げた後余分な菌液を除去した。この培地を約 25°C、約 1 週間保った後にそうか病菌菌そう生育の有無と培地全面の菌そうの密度について調査を行った。菌そうの密度調査基準は、培地表面の 2 分の 1 以上が菌そうで覆われている場合は+++、2 分の 1 以下から菌そう 10 数個の場合が++、10 数個から数個が+、生育がみられないものを-とした。

3 ベンゾイミダゾール耐性の検定

最近、ペノミル水和剤の防除効果が低下したといわれている愛媛県下 7 つのカンキツ園から分離した 43 菌

表-1 各地から採取したそうか病菌のベンゾイミダゾール耐性の検定 (第1次検定)

採取地	園 数	分 離 菌株数	ベノミル濃度 ($\mu\text{g}/\text{ml}$) ^b			
			0	1	10	100
大分県	2 ^a	13		11+++ ^c		2+
愛媛県	7 ^a	43	4+++		2++	37+
宮崎県	1 ^a	3		3++		
静岡, 高知県	2	2	2+++			
合 計	12	61	6	14	2	39

^a ベノミルの防除効果が低下しているカンキツ園^b ベノミル 50%水和剤を PDA 培地に添加^c PDA 培地上での供試菌の生育程度

+++ : 培地表面の半分以上に菌そうが生育

++ : 培地表面の半分以下から十数個の菌そうが生育

+ : 培地表面に十数個から数個の菌そう生育が見られる

株, 大分県下 2 園からの 13 菌株, 宮崎県下 1 園からの 3 菌株及び本研究室保存の静岡及び高知県からの 2 菌株, 合計 61 菌株について耐性検定を行った。ベノミル 50% 水和剤を有効成分で PDA 培地 1 ml 当たり 1 μg , 10 μg , 100 μg 添加した培地上での菌の生育の有無及び菌そう密度は表-1 のとおりである。この結果から供試した菌は 1 $\mu\text{g}/\text{ml}$ で生育しない菌, 1 $\mu\text{g}/\text{ml}$ まで生育する菌, 10 $\mu\text{g}/\text{ml}$ まで生育する菌, 100 $\mu\text{g}/\text{ml}$ まで生育する菌の四つに分けられた。各濃度での生育程度は, 1 μg では+++~++, 10 μg では++, 100 μg では+であった。さらにベノミルの濃度を高めて詳細に検定した結果は表-2 のように, 1 μg で生育しない感性菌, 1 μg まで生育する弱耐性菌, 50 μg まで生育する中等度耐性菌, 500~1000 μg まで生育する強耐性菌の 4 種類に分けられた。

以上の結果, 表-1 の薬剤無添加培地でのみ生育した菌は感性菌, 1 $\mu\text{g}/\text{ml}$ まで生育した菌は弱耐性菌, 10 μg まで生育した菌は中等度耐性菌, 100 μg まで生育した菌は強耐性菌に相当しており, 耐性検定には薬剤無添加培地と培地 1 ml 当たり薬剤をおのおの 1 μg , 10 μg , 100 μg 添加した 4 種類の培地を準備すれば, 耐性菌を分類することが可能である。

4 ジェトフェンカルブ感受性の検定

ベンゾイミダゾール剤に対する代表的な弱, 中等度及び強耐性菌ならびに感性菌について, ジェトフェンカルブを 1~500 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 添加した PDA 培地上での生育を調べた結果, ベンゾイミダゾール感性菌, 弱及び中等度耐性菌はジェトフェンカルブ 1, 10, 50, 100, 250, 500 $\mu\text{g}/\text{ml}$ を添加したいずれの培地でも無添加培地におけるのと同様の生育を示した。しかし, ベンゾイミダゾール強耐性菌はジェトフェンカルブを 1 μg 添加した培地

表-2 各地から採取したそうか病菌のベンゾイミダゾール耐性検定 (第2次検定)

ベノミル 耐性程度 ^a	供 試 菌株数	ベノミル濃度 (μg/ml) ^b									
		0	1	5	10	50	100	250	500	1000	
感性菌(B0)	4	4									
弱耐性菌(B1)	5		5								
中等度耐性菌 (B10)	2					2					
強耐性菌(B100)	9								1	8	
合 計	20	4	5	0	0	2	0	0	1	8	

^a B0 : 第1次検定でベノミル 1 $\mu\text{g}/\text{ml}$ 添加培地で生育が見られなかった菌株, B1 : ベノミル 1 $\mu\text{g}/\text{ml}$ まで生育, B10 : ベノミル 10 $\mu\text{g}/\text{ml}$ まで生育, B100 : ベノミル 100 $\mu\text{g}/\text{ml}$ まで生育した菌株。

^b 表-1 参照。

表-3 ベンゾイミダゾール耐性そうか病菌に対するベノミルの防除効果

ベノミル 耐性程度	薬剤処理	発病率 ^a	発病度 ^a
感性菌 (B0)	—	79.0	32.8
	ベノミル ^b	10.5	1.7
弱耐性菌 (B1)	—	97.6	42.7
	ベノミル ^b	52.8	12.8
中等度 耐性菌 (B10)	—	90.7	54.9
	ベノミル ^b	93.5	48.1
強耐性菌 (B100)	—	96.8	61.1
	ベノミル ^c	93.4	46.3

1 処理区当りユーレカレモン苗木 2 本 (調査葉数 60 ~160) を供試した。

^a 発生予察基準により調査。^b ベノミル水和剤 2,000 倍 (有効成分 250 $\mu\text{g}/\text{ml}$) 液を散布。

でも生育は認められず, 本剤に負相関交差耐性を示した。

5 耐性菌に対するベンゾイミダゾール剤の防除効果

弱, 中等度及び強耐性菌, 感性菌に対するベノミル水和剤 2,000 倍 (有効成分 250 $\mu\text{g}/\text{ml}$: 実用散布濃度) の防除効果を検討した結果 (表-3), 感性菌に対しては優れた防除効果を示した。一方, 弱耐性菌には若干効果の低下がみられたが, 中等度及び強耐性菌には全く効果が見られず, 無散布区同様激しい発病を示した。

愛媛県下の七つのカンキツ園からは, 強耐性菌が約 85%, 弱耐性菌が 5%, 感性菌が 10% 分離されている。愛媛県果樹試験場がこの圃場を使ってベノミル水和剤及び他薬剤の防除試験を行ったところ, ベノミル水和剤の防除効果がほとんど認められなかった。このように, 今

回確認された耐性菌とベノミル水和剤の圃場での防除効果の低下との因果関係は明らかである。

6 残された問題点

薬剤耐性菌の存在がこうに確認されたが、今後は現地圃場での分布状況を正確に把握できる簡易な検定方法の開発を行う必要がある。現在、各県の試験場では耐性菌検定が行われており、耐性菌の存在が確認されたのはカンキツの主産県を含め十数県に及び、その分布は点状である。また、耐性菌の大部分は強耐性菌であり、今

後カンキツ栽培地でベンゾイミダゾール剤の使用がなくなる可能性がある。そこで耐性菌に効果のあるジチアノン、フルアジナム、イミペンコナゾール剤などを組み合わせ、耐性菌の出現を阻止、あるいは遅らせる防除法を採用する必要がある。

引用文献

- 1) 家城洋之 (1994) : 日植病報 60 : 501-506.
- 2) WHITESIDE, J. O. (1980) : Plant Disease 64 : 871-872. (家城洋之)

新しく登録された農薬 (7.2.1~7.2.28)

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 (製造業者又は輸入業者)、対象作物 : 対象病害虫 : 使用時期及び回数など。ただし、除草剤については、適用雑草 : 使用方法を記載。(…日…回は、収穫何日前何回以内散布の略。)(登録番号 18903~18918 までの 16 件、有効登録件数は 5742 件)

「殺虫剤」

CVP 乳剤

CVP 24.0%

ビニフェート乳剤 (7.2.28)

18903 (日本サイアナミッド)

かんきつ : ヤノネカイガラムシ・サンホーゼカイガラムシ・ユキヤナギアブラムシ・ハマキムシ類・アカマルカイガラムシ (幼虫) : 14 日 5 回, みかん : クワゴマダラヒトリ : 14 日 5 回, 日本なし : ハマキムシ類 : 45 日 2 回, うめ : ウメシロカイガラムシ : 30 日 1 回, かき : カキノヘタムシガ : 60 日 3 回, くり : モモノゴマダラノメイガ・カイガラムシ類 幼虫・ネスジキノカワガ : 裂果前まで : 4 回以内 : 散布, キヤベツ : アオムシ・コナガ : 14 日 4 回, ねぎ : ネギハモグリバエ : 21 日 5 回, たまねぎ : タマネギバエ : 7 日 5 回, なす : ジャガイモガ : 7 日 4 回, ばれいしょ : ジャガイモガ・ナストビハムシ : 7 日 5 回, たばこ : ジャガイモガ (若令幼虫)・ヨトウムシ : 2 回以内 : 散布, 芝 : スジキリヨトウ・シバツツガ : 発生初期 : 4 回以内 : 1 m² 当り 1~21 散布

CVP 粉剤

CVP 1.5%

ビニフェート粉剤 (7.2.28)

18904 (日本サイアナミッド)

キャベツ : アオムシ・コナガ・アブラムシ類 : 14 日 4 回, ばれいしょ : ニジユウヤホシテントウ・ジャガイモガ : 7 日 5 回, かんしょ : ヒルガオハモグリガ : 7 日 5 回 : アリモドキゾウムシ・ハリガネムシ : 植付前 : 5 回以内 : 作条土壌混和, だいこん : ダイコンシンクイムシ : 60 日 2 回 : タネバエ・ネキリムシ・キスジノミハムシ・ダイコンバエ : は種前 : 2 回以内 : 作条土壌混和 : ダイコンバエ : 60 日 2 回, ねぎ・たまねぎ : タマネギバエ・タネバエ : は種前又は移植前 : 5 回以内 : 作条土壌混和, 陸稲 : ネアブラムシ・タネバエ・ケラ : は種前 : 1 回 : 作条土壌混和, いんげんまめ・だいず・きゅうり : タネバエ : は種前又は移植前 : 1 回 : 作条土壌混和, たばこ : ジャガイモガ・ヨトウムシ・タバコアオムシ : 2 回以内 : 散布, なす : ニジユウヤホシテントウ : 7 日 4 回, くり : モモノゴマダラノメイガ・カツラマルカイガラムシ (幼虫) : 裂果前まで : 4 回以内 : 散布

テブフェノジド・ブプロフェジン水和剤

テブフェノジド 5.0%, ブプロフェジン 10.0%

アブロードロムゲン水和剤 (7.2.28)

18905 (日本農薬)

稲 : コブノメイガ・ウンカ類・ツマグロヨコバイ・ニカメイチュウ : 21 日 2 回

アラニカルブ・フェンプロパトリン水和剤

アラニカルブ 30.0%, フェンプロパトリン 5.0%

バンダリー水和剤 (7.2.28)

18906 (住友化学), 18907 (大塚化学), 18908 (アグロス)

りんご : アブラムシ類・モモシンクイガ : 14 日 4 回, なし : アブラムシ類・シンクイムシ類 : 14 日 3 回, もも : アブラムシ類・シンクイムシ類・モモハモグリガ : 7 日 5 回, かんきつ : アブラムシ類・コナカイガラムシ類・ミカンハモグリガ・チャノキイロアザミウマ : 14 日 4 回

ビリダフェンチオン・MEP 乳剤

ビリダフェンチオン 10.0%, MEP 40.0%

スミグリーン乳剤 (7.2.28)

18909 (井筒屋化学)

まつ (生立木) : マツノマダラカミキリ (成虫) : 成虫発生期 : 3 回以内 : 散布

「除草剤」

ダイムロン・テニルクロール粒剤

ダイムロン 21.0% テニルクロール 2.0%

ショッカー1 キロ粒剤 (7.2.28)

18910 (エス・ディー・エス), 18911 (トクヤマ), 18912 (クミアイ化学)

移植水稻 : 水田一年生雑草及びマツバイ・ホタルイ・ヘラオモダカ (北海道, 東北)・ミズガヤツリ (北海道, 九州を除く) : 移植直後~移植後 5 日 (ノビエ 1 葉期まで)・移植後 3~5 日 (ノビエ 1 葉期まで) : 1 回 : 湛水散布

ダイムロン・プレチラクロール粒剤

ダイムロン 15.0%, プレチラクロール 3.0%

パデホープ1 キロ粒剤 (7.2.28)

18913 (クミアイ化学), 18914 (エス・ディー・エス)

18915 (日本チバガイギー)

移植水稻 : 水田一年生雑草及びマツバイ・ホタルイ・ミズガヤツリ・ヘラオモダカ (北海道, 東北, 北陸) : 植代後~移植前 4 日または移植直後~移植後 7 日 (ノビエの 1 葉期まで)・植代後~移植前 4 日または移植直後~移植後 5 日 (ノビエの 1 葉期まで) : 1 回 : 湛水散布

ブタミホス粒剤

ブタミホス 5.0%

ヒエトップ粒剤 (7.2.28)

18916 (住友化学), 18917 (日本農薬)

移植水稻 : 水田一年生雑草・マツバイ : 移植直後~移植後 8 日 (ノビエ 1 葉期まで)・移植直後~移植後 6 日 (ノビエ 1 葉期まで) : 1 回 : 湛水散布

ビアラホス・DCMU 水和剤

ビアラホス 12.0%, DCMU 18.0%

サポート水和剤 (7.2.28)

18918 (明治製菓)

かんきつ：畑地一年生雑草・畑地多年生雑草：雑草生育期（草丈 30 cm 以下）収穫 60 日前まで：1 回：雑草茎葉散布，りんご・もも：畑地一年生雑草・畑地多年生雑草：雑草生育期（草丈 30 cm 以下）収穫 90 日前まで：1 回：雑草茎葉散布，ぶどう・なし：畑地一年生雑草・畑地多年生雑草：雑草生育期（草丈 30 cm 以下）収穫 60 日前まで：1 回：雑草茎葉散布，うめ：畑地一年生雑草・畑地多年生雑草：雑草生育期（草丈 30 cm 以下）収穫 30 日前まで：1

回：雑草茎葉散布，かき：畑地一年生雑草・畑地多年生雑草：雑草生育期（草丈 30 cm 以下）収穫 150 日前まで：1 回：雑草茎葉散布，桑：畑地一年生雑草：春期萌芽前又は夏切り後・雑草生育期：1 回：雑草茎葉散布，花木：畑地一年生雑草：雑草生育期（草丈 20 cm 以下）：3 回以内：雑草茎葉散布，ばれいしょ：畑地一年生雑草：雑草生育期・萌芽前処理：1 回：雑草茎葉散布，だいず・えだまめ（不耕起栽培）：畑地一年生雑草：雑草生育期（草丈 20 cm 以下）・播種前処理：1 回：雑草茎葉散布，公園・庭園・堤とう・駐車場・道路・運動場・宅地・のり面等：一年生雑草・多年生雑草：雑草生育期（草丈 30 cm 以下）：3 回以内：雑草茎葉散布

主な次号予告

次 5 月号は，下記原稿を掲載する予定です。

コナガ防除の現状と問題点 足立年一
枯草菌による生物防除のメカニズム 正田 誠
Rhizoctonia solani による園芸作物の新病害 堀江博道・竹内 純
微孢子虫類の生物学的諸性状と害虫防除に向けての 安永智佐
問題点 長尾英幸
シドニー大学フザリウムワークショップ 飯塚敏彦
第 6 回無脊椎動物病理学ならびに微生物的防除国際
会議に参加して

ブラジル・アマゾン農業研究協力計画プロジェクト

に参加して

米山伸吾

ブドウ輪紋病菌の学名とその著者

畑本 求・勝本 謙

(リレー随筆) 植物検疫の現場から (11)

(植物防疫基礎講座)

植物病原菌の薬剤感受性検定マニュアル (19)

——テンサイ褐斑病菌・マメ類灰色かび病菌・

ダイズ紫斑病菌——

築尾嘉章・谷井昭夫・福西 務

定期購読者以外のお申込みは至急前金にて本会へ

定価 1 部 800 円 送料 76 円

新しい「植物防疫」専用合本ファイル

本誌名金文字入・美麗装幀

本誌 B5 判 12 冊 1 年分が簡単にご自分で製本できる。

- ①貴方の書棚を飾る美しい外観。 ②穴もあけず糊も使わず合本できる。
③冊誌を傷めず保存できる。 ④中のいずれでも取外しが簡単にできる。
⑤製本費がはぶける。 ⑥表紙がビニールクロスになり丈夫になった。

改訂定価 1 部 720 円 送料 390 円

ご希望の方は現金・振替で直接本会へお申込み下さい。



植物防疫

第 49 巻 平成 7 年 3 月 25 日印刷

第 4 号 平成 7 年 4 月 1 日発行

平成 7 年

4 月号

(毎月 1 回 1 日発行)

= 禁 転 載 =

編 集 人 植物防疫編集委員会

発 行 人 岩 本 毅

印 刷 所 三 美 印 刷 (株)

東京都荒川区西日暮里 5-9-8

定価 800 円 送料 76 円
(本体 777 円)平成 7 年分
前金購読料 9,000 円
後払購読料 9,600 円
(共にサービス、消費税込み)

— 発 行 所 —

東京都豊島区駒込 1 丁目 43 番 11 号 郵便番号 170
社団法人 日本植物防疫協会電 話・東京 (03) 3944-1561~6 番
振 替 00110-7-177867 番

広範囲の作物の病害虫防除に…… 農作物を守る！

日曹の農薬

○落葉果樹の病害総合防除に

ブルーウ

●ハダニ類の防除に

ピラニカ

○果樹・野菜の病害防除に

ゲッター

●ハダニ・スリップス防除に

ノンマイト

★巨峰の着粒増加に

フラスター

—植物成長調整剤—

★畦畔・家周り・空き地・果樹園・菜園の雑草防除に

クサカットゾル

—茎葉兼土壌処理除草剤—

好評発売中！

○広範囲の病害防除に

フロンサイド

○果樹・野菜の病害防除に
種もみ消毒に

トリフミン

○病害防除の基幹薬剤

トップジンM

○果樹の休眠期防除に

ホーマイコート

○柿・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

ロニラン

○落葉果樹の病害総合防除に

ルミライト

○芝・たばこ・花の病害防除に

プレビクルN

○べと病・疫病の専門薬！

アリエッティ

○きゅうりのべと病防除に、
ぶどう・りんご・なしの病害防除に

アリエッティC

※ハウスの省力防除に
日曹のくん煙剤

—殺菌剤—
トリフミンジェット

—殺菌剤—
ロニランジェット

—殺菌剤—
マブリックジェット

—殺菌剤—
ニッソランVジェット

●果樹・野菜のハダニ防除に

ニッソラン

●茶・メロン・すいか・さといも・花の
ハダニ・アブラムシ類防除に

ニッソランV

★イネ科雑草の除草に

生育期処理
除草剤 **ナブ**

●ハダニ・アブラムシ防除に

プロカーブ

●広範囲の害虫防除に
—合成ピレスロイド剤—

スカウト

★広葉雑草の除草に

日曹 **アクチノール**

病害虫防除に 巧みなシュート!!



日本曹達株式会社

本社 〒100 東京都千代田区大手町2-2-1

支店 〒541 大阪市中央区北浜2-1-11

営業所 札幌・仙台・信越・新潟・東京・名古屋・福岡・四国・高岡

いのちの輝きを見つめる **Meiji**

備えあれば、憂い……。
予防にまさる 防除なし!!



抵抗性誘導型殺菌剤

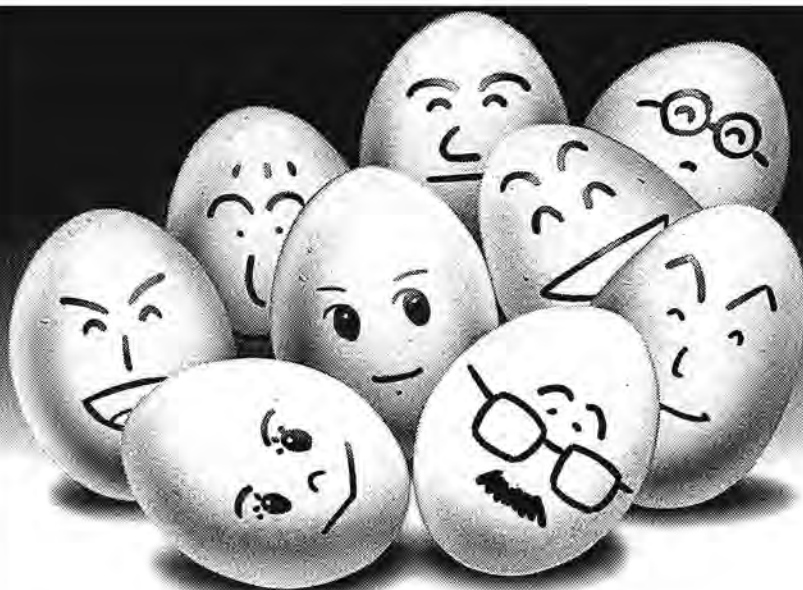
オリゼメート粒剤

■ '93いもち病警報発令府県
☐ '93いもち病注意報発令都県



明治製菓株式会社

104 東京都中央区京橋2-4-16



多様な個性。 多彩な発想。

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



三井東圧化学

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



三井東圧農薬

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



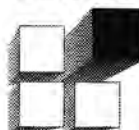
Hoechst Schering AgrEvo KK



**速くて、
しっかり**

**ダブル
W効果の除草剤**

- 速く効く、長く効くバスタ
- 人、作物、土、環境に優しいバスタ
- なんでも枯らすバスタ ●使いやすいバスタ



バスタ[®]液剤

®：ドイツ ヘキスト・シェーリング・アグレボ社の登録商標

バスタ普及会 石原産業／日本農薬／日産化学

〈事務局〉ヘキスト・シェーリング・アグレボ株式会社 〒107 東京都港区赤坂4-10-33 ☎03(3585) 9539

“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



時代の先取り 1kg除草剤対応機！

ハイパワー58.2cc 軽量11.5kg

共立背負動力散布機DMC6101はセレクトシャッターの採用で、1キロ除草剤の少量散布から粉剤・粒剤・肥料等の散布まで安定した吐出量が得られます。またリコイル引き力が従来機の半分以下に低減された「オートデコンプ機構」によりケッチンがなく、らくらくエンジン始動ができます。効率と作業性で選ぶなら共立背負動散です。是非、使い比べてください。

共立背負動力散布機

DMC6101-F26S

仕様 ●エンジン排気量：58.2cc ●薬剤タンク容量：26ℓ ●重量：11.5kg



株式
会社

共立



共立エコ物産株式会社

〒198 東京都青梅市末広町1-7-2
☎0428-32-6181(代)



苦勞話を聞かせてください。

栽培管理、病害虫・雑草対策、後継者問題……。

農業生産者の苦勞話は絶えません。

ゼネカは、限られた大地からより多くの作物を収穫する

世界中の、そして日本の農業生産者を

農業を通じてバックアップしています。

農作物の安定多収に貢献するゼネカ農薬。

除草剤

【水稲用】フジガラス粒剤
コントラクト粒剤／スパークスター粒剤
ゴースサイン粒剤／マメットSM粒剤
マメット粒剤／ペルーフ粒剤
オードラム粒剤
【果樹・野菜・非農耕地用】ブリグロックス
マイゼット／タッチダウン／レグロックス
【芝用】クサレス水和剤
ローンベスト水和剤
殺虫剤
【果樹・野菜用】フォース粒剤
アクテリック乳剤／サイハロン水和剤
サイハロン乳剤／ビリープ水和剤
ビリマー水和剤／ビリマーナック水和剤

殺菌剤

【水稲用】ケス水和剤
【果樹・野菜用】アンビルフロアブル
アリエッティC水和剤／キャプタン水和剤
ロブキャプタン水和剤／ミルカーブ液剤
植物成長調整剤
【水稲用】
スマレクト粒剤／イネピタン粒剤
【果樹・緑花木用】
バウンティフロアブル
【非農耕地用】
トリミッドフロアブル
【花き・花木用】
ボンザイフロアブル

ZENECA

ゼネカ株式会社 農業事業部
〒107 東京都港区赤坂8-1-22 赤坂王子ビル

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

—— 1994 年版 ——

B 6 判 680 ページ

定価 5,200 円 送料 サービス
(本体 5,049 円)

— 主 な 目 次 —

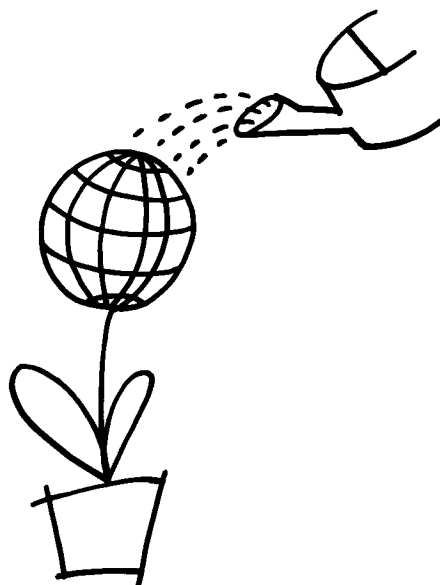
- I 農薬の生産、出荷
種類別生産出荷数量・金額 製剤形態別生産数量・金額
主要農薬原体生産数量 種類別会社別農薬生産・出荷数量など
- II 農薬の流通、消費
県別農薬出荷金額 農薬の農家購入価格の推移 など
- III 農薬の輸出、輸入
種類別輸出数量 種類別輸入数量 仕向地別輸出金額など
- IV 登録農薬
5 年 9 月末現在の登録農薬一覧 農薬登録のしくみなど
- V 新農薬解説
- VI 関連資料
農作物作付（栽培）面積 空中散布実施状況など
- VII 付 録
農薬の毒性及び魚毒性一覧表 名簿 登録農薬索引など

- 1993年版—5,200 円 送料380 円
- 1992年版—5,200 円 送料380 円
- 1991年版—5,000 円 送料380 円
- 1990年版—4,600 円 送料380 円
- 1989年版—4,400 円 送料380 円
- 1988年版—4,429 円 送料380 円
- 1987年版—4,223 円 送料380 円
- 1986年版—4,223 円 送料380 円
- 1985年版—4,017 円 送料380 円
- 1983年版—3,296 円 送料310 円
- 1963～82, 84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

自然の恵み。この言葉のもつ意味を
大切にしたい。デュポン



“自然は祖先から譲り受けたものではなく、子孫から借り受けたものである”。自然と生きてきたアメリカ先住民ナバホ族に伝わるこの言葉こそ、デュポンが地球環境を考えていくうえでの原点です。グローバル企業として環境問題に取り組むことは当然の義務、そして早くからその実践に努めてきたデュポン。1990年には一企業として初めて「地球環境保護主義」を提唱しました。こうした姿勢はアグリ事業にも貫かれています。何よりも人や環境に対する安全を重視した製品開発、それにともなう高度な技術の提供…。自然との調和をぬぎに、豊かな実りはありません。デュポンはこれからも環境保護を基本にし、皆さまの収穫をサポートしてまいります。



デュポン 農業製品

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・調整の上、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。なお、見積・請求書等指定用紙がある場合はお知らせ下さい。

また、ウイルス病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までご相談下さい。

(申込み先)

(社)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	区 分	利用できる血清試験方法
ウイルス抗血清		
1 イネ縞葉枯ウイルス (RSV)	C	ラテックス凝集, エライザ
2 イネ萎縮ウイルス (RDV)	C	赤血球凝集, ラテックス凝集, エライザ
3 オオムギ縞萎縮ウイルス (BaYMV)	D	エライザ
4 クローバー葉脈黄化ウイルス (CYVV)	B	〃
5 ラッカセイわい化ウイルス (PSV)	B	〃
6 アズキモザイクウイルス (ABMV)	C	〃
7 ジャガイモ X ウイルス (PVX)	A	微量沈降, 二重拡散, エライザ
8 ジャガイモ Y ウイルス (PVY)	D	エライザ
9 タバコモザイクウイルス 普通系 (TMV-OM)	A	微量沈降, 二重拡散, エライザ
10 タバコモザイクウイルス トマト系 (TMV-L)	A	〃
11 タバコモザイクウイルス トウガラシ系 (TMV-P)	A	〃
12 タバコモザイクウイルス ワサビ系 (TMV-W)	A	〃
13 キュウリモザイクウイルス 普通系 (CMV)	B	〃
14 キュウリ緑斑モザイクウイルス スイカ系 (CGMMV-Wa)	A	〃
15 キュウリ緑斑モザイクウイルス キュウリ系 (CGMMV-C)	A	〃
16 メロンえそ斑点ウイルス (MNSV)	C	エライザ
17 カブモザイクウイルス (TuMV)	A	微量沈降, 二重拡散, エライザ
18 カボチャモザイクウイルス (WMV)	B	〃
19 ズッキーニイエローモザイクウイルス (ZYMV)	B	〃
20 ユリ潜在ウイルス (LSV)	E	エライザ
21 オドントグロッサムリングスポットウイルス (ORSV)	E	〃
22 シンビジウムモザイクウイルス (CyMV)	E	〃
23 カーネーション斑紋ウイルス (CarMV)	B	〃
24 温州萎縮ウイルス (SDV)	D	〃
25 柑橘トリステザイルス (CTV)	D	〃
26 柑橘タターリーフウイルス (CTLV)	E	〃
27 リングステムグルーピングウイルス (ASGV)	E	〃
28 ブドウファンリーウイルス (CFV)	D	〃
細菌抗血清		
1 シュードモナス・グルメ (PG)	A	エライザ
2 シュードモナス・セバシア (PC)	A	〃
モノクローナル抗体		
1 イネ縞葉枯ウイルス (RSV)	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)	F	〃
3 タバコモザイクウイルス 普通系 (TMV-OM)	F	〃
4 タバコモザイクウイルス トマト系 (TMV-L)	F	〃
5 タバコモザイクウイルス ワサビ系 (TMV-W)	F	〃
6 キュウリモザイクウイルス (CMV)	F	〃
7 シュードモナス・セバシア (PC)	F	〃

1) 平成7年4月1日現在。 2) 抗血清作製・調製の難易と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 (1ml)		感作赤血球 15 ml : 500 検体	感性ラテックス 25 ml : 500 検体	エライザ用セット 1 ml : 500～3,000 検体
	一般	国公立機関			
A	18,000 円	10,800 円	円	円	39,000 円
B	22,500	13,500			40,500
C					42,000
D					47,500
E					50,500
F					49,000

消費税 (3%) が加算されます。

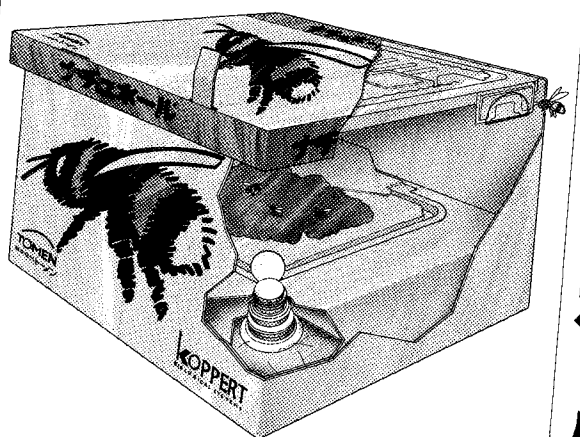
ライバルには教えたくない 新ナチュポール登場。

ご予約は
お早めに

蜂新聞

1994（平成6年）10月26日（水曜日）

第390878号



ナチュポール

品質が高い！寿命が長い！
マルハナバチ愛好家から
感謝の声、続々。

スクーゾ！新型巣箱！

蜂

新聞

夕刊

発行所：株式会社 トーメン
〒100 東京都千代田区千代田 1-14-15
1400 東京都千代田区千代田 1-14-15
TEL: 03-3588-7572

やっぱり
ナチュポール



ハウス栽培も、もっと豊かに、便利に
ナチュポール

TOMEN

株式会社 トーメン 生物産業部
〒100 東京都千代田区千代田 1-14-15
TEL: 03-3588-7572

NEW

ハウス栽培を、もっと豊かに、便利に

ナチュポール®

- トマト、ナス、イチゴの自然受粉にだんぜん頼れる新巣箱！
- 品質が高く、寿命が長いトーメンのマルハナバチだから安心！

TOMEN

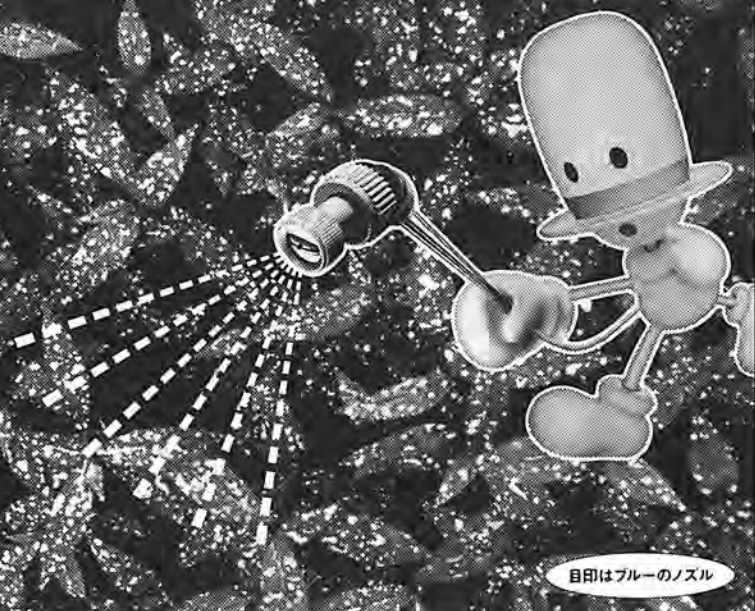
株式会社 トーメン 生物産業部

東京都港区赤坂二丁目14番27号（国際新赤坂ビル東館）TEL: 03-3588-7572

資料請求券
ナチュポール
植物防疫



飛散のない少量散布技術



目印はブルーのノズル

えっ、

「20アールをボトル1本で？
そりゃあ経済的だ！」
ラウンドアップの少量散布ならできます。

少量散布の決め手はラウンドノズル25です。

ラウンドアップを10アールの面積に25リットル程度の散布液を無理なく全面に散布できるように開発されたのがラウンドノズル25です。歩くスピードも腕を振る動作もすべて今までと同じように散布するだけで500mlボトル1本を20アールに撒けます。特に難しい技術は必要ありません。ノズルに工夫がされているからです。目印はブルーのノズルです。

白いポツポツでも十分枯らせます。

少量散布は100倍液100度の噴出角度。



少しの量で根までしっかり枯らせます。



葉から入って根まで枯らすので60日以上効果。

ラウンドアップ

© 米国モンサント社登録商標

●お問い合わせは最寄の農協(JA)、または農薬販売店へ。

少量散布の手引きをさしあげています。ご希望の方は氏名、年齢、住所、電話番号、職業、性別を明記の上、資料請求券を添付して右記宛先までご請求ください。〒101-91 千代田区神田郵便局私書箱195号「日本モンサントお客様係」TEL.03-3252-4225/FAX.03-3252-9081

資料請求券
R-103A

★ 日産化学

奏でるのは、
実りの前奏曲。
プレリュード



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

適用病害と使用方法

作物名	適用病害虫	希釈倍数	使用時期	本剤及びブクロラズを含む農薬の総使用回数	使用方法
稲	いもち病	1,000倍	浸種前	1回	24時間 種子浸漬
	ばか苗病	100倍			10分間 種子浸漬
	ごま葉枯病	40倍 乾燥種粒1kg当り希釈液30ml			吹付け処理(種子消毒機使用)又は塗抹処理

実りのプレリュード・種子消毒剤



スポルタック® 乳剤

●ブクロラズ25% SPOR-TAK®

R はシェーリングアジプロクミカルズリミテッド(英国)の登録商標

これより三役

日本のみのりに



日本農薬株式会社
東京都中央区日本橋1丁目2番5号



おいしい笑顔の応援団
 人と畑と安心農薬。アグロ・カネショウがお手伝い。



連作障害を

シャット・アウト!!

刺激が少なく、安心して使用できる
 土壌消毒剤



® バスアミド 微粒剤

®ドイツ国BASF社の登録商標で、
 本剤は同社で製造されたものです。

バスアミドはオゾン層にやさしい土壌消毒剤です。



アグロ・カネショウ株式会社
 東京都港区赤坂4-2-19

長い効きめ、高い効果

クミアイ

アドマイヤー®

箱粒剤 水和剤

①粒剤 粉剤DL



アドマイヤーは、まったく新しい系統の殺虫剤で、水稻の初期害虫～ウンカ類まで、長期間防除効果を持続します。野菜・果樹ではアブラムシ類やスリップス類などの難防除害虫にも高い効果を発揮します。



JAグループ

農協

全農®

経済連

商標登録済み

自然に学び 自然を守る



クミアイ化学工業株式会社

本社：東京都台東区池之端1-4-26 ☎(10-9) TEL.03-3822-5131

平成二十七年三月二十五日
昭和二十四年九月十一日
印刷
発行
植物防疫
第四十九卷第四号
（毎月一回）
（郵便物）
（認行）

アルチな効きめが、
ヒメトウモロコシ、
などの総合防除に
有効です。

- イネミズゾウムシ幼虫・イネドロオイムシを確実に長期間防除します。
- 適用害虫の範囲が広く、同時防除に最適です。経済的で省力的です。

苗箱施用で同時防除

カヤフォス普及会

事務局 日本化薬株式会社

〒100 東京都千代田区富士見1-11-2

Tel. 03-3237-5223

カヤフォス®

粒剤5

定価 八〇〇円（本体七十七円）（送料七六円）