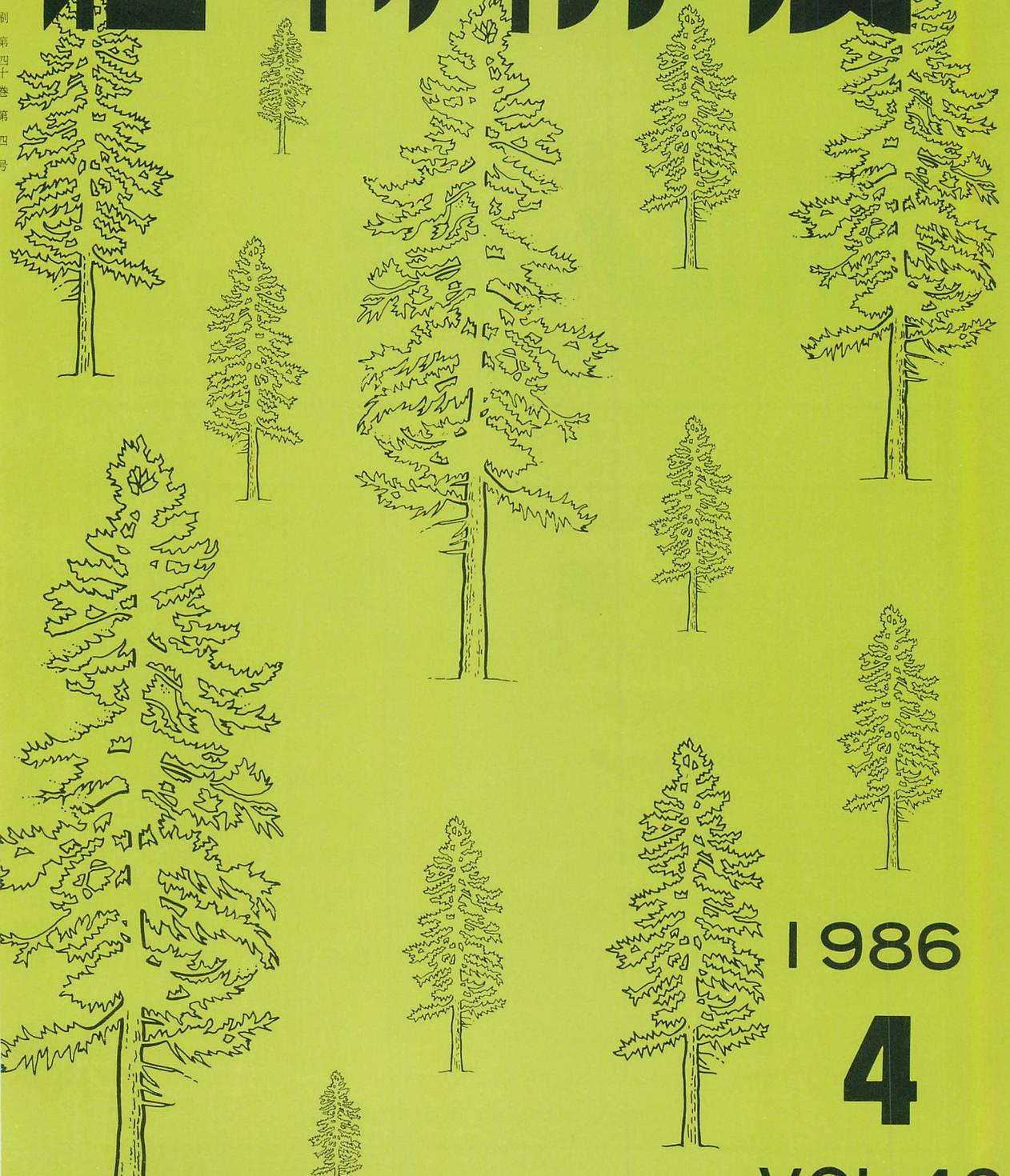


ISSN 0037-4091

植物防疫

昭和六十二年三月二十五日印刷 第四十卷 第四号



特集 ムギの病害

1986

4

VOL 40

りんごの病害防除に!

*適用拡大になりました。

*赤星病 / 黒点病 / *黒星病
 斑点落葉病 / *すす点病 / *すす斑病

ピルノックス 水和剤



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

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

— 1985年版 —

B6判 619 ページ タイプオフセット印刷
 3,900 円 送料 300 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
 59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

—1983年版— 3,200円 送料250円

—1982年版— 3,600円 送料300円

—1981年版— 3,600円 送料300円

—1977年版— 2,400円 送料250円

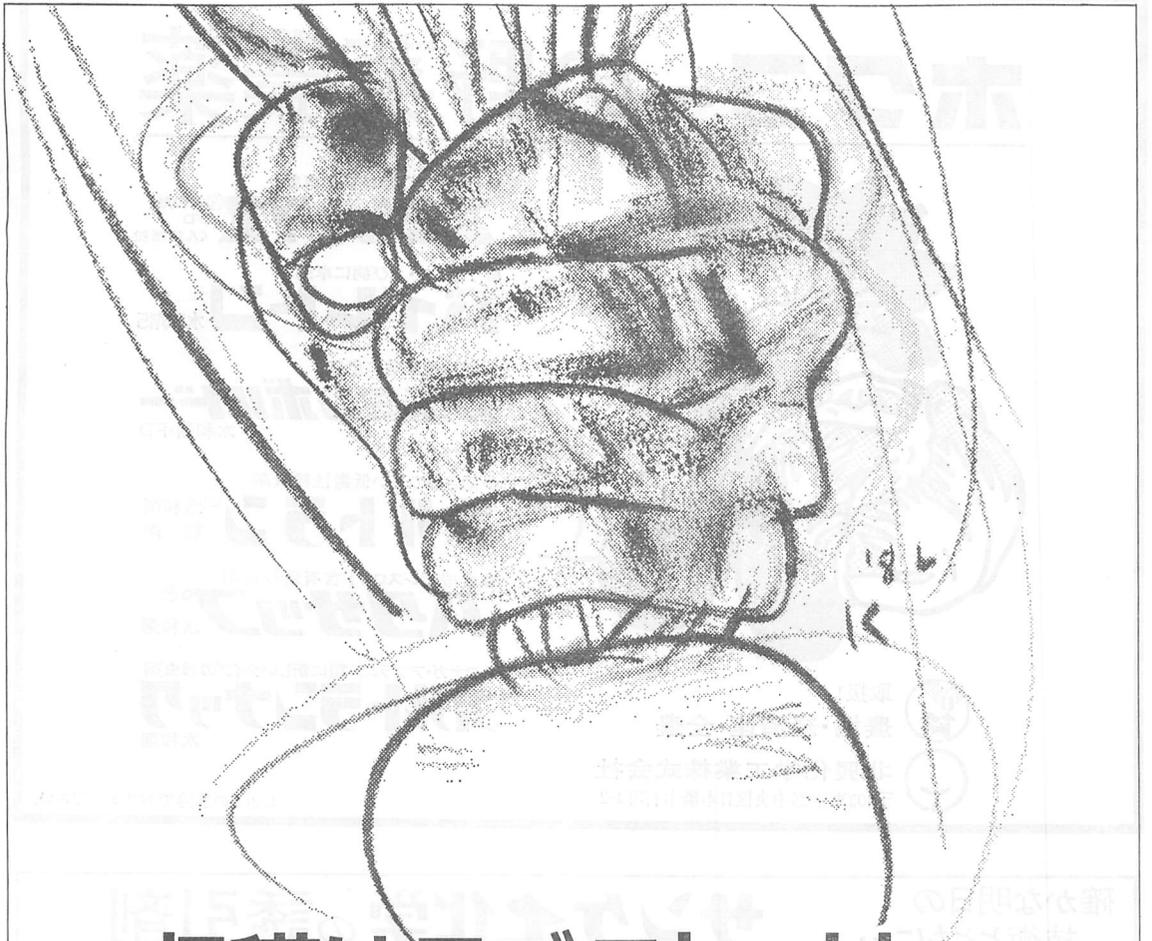
—1976年版— 2,200円 送料250円

—1975年版— 2,000円 送料250円

—1963~74, 1978~80, 84年版—

品切絶版

お申込みは前金(現金・小為替・振替)で本会へ



収穫はラブ・ストーリー。

大きく育てほしい。大きな姿で応えたい。
人と作物、ふたつの心が通いあい、ひとつになって実りに結びます。
すばらしい愛のストーリー、デュボンジャパンは技術で応援します。

豊かな収穫に貢献するデュボン農薬

殺菌剤——ベンレート* / ベンレート*T / ダコレート / スバグリン
殺虫剤——ランネード*45 / ホスクリン
除草剤——ロロックス* / レナパック / ハイバー*X / ソーバー*

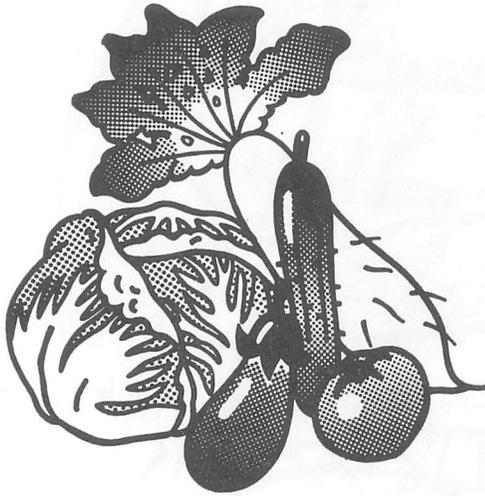
デュボン ジャパン リミテッド 農薬事業部
〒107 東京都港区赤坂1丁目11番39号 第2興和ビル

●デュボン農薬のお問い合わせは……
Tel.(03)585-9101

デュボン ジャパン



ホクコーの野菜農薬



取扱い
農協・経済連・全農



北興化学工業株式会社
〒103東京都中央区日本橋本石町4-2

●灰色かび・菌核病に卓効

スミレックス®
水和剤 FD
くん煙顆粒

●うどんこ・さび病に卓効

® **バイレトン** 水和剤5

●細菌性病害に卓効

カスミンボルドー
水和剤・FD

●効きめの長い低毒性殺虫剤

オルトラン®
水和剤 粒剤

●合成ピレスロイド含有新殺虫剤

® **ハクザップ** 水和剤

●コナガ・アブラムシ類に新しいタイプの殺虫剤

オルトランナック
水和剤

お近くの農協でお求めください。

確かな明日の
技術とともに...

サンケイ化学の誘引剤

ミバエ用誘引剤

サンケイ
プロテイン20

適用害虫

ミバエ類

ガードベイト水和剤

ミカンコミバエ

ユーケ"サイド"

ミカンコミバエ

ユーゲサイドD

ミカンコミバエ

キュウルアD8

ウリミバエ

侵入警戒用誘引剤

ユーゲルアD8

ミカンコミバエ・
ウリミバエ

サンケイ
ゴドリングコール

コドリング

メドフライコール

チチュウカイミバエ

ベイト剤

サンケイ
デナホン5%ベイト

適用害虫

ネキリムシ・
ダンゴムシ・コオロギ

ナメクジ・カタツムリ用誘引剤

ナメトックス

ナメクジ・カタツムリ類
アフリカマイマイ

スネール粉剤

ウスカワマイマイ・
ナメクジ類

ナメクジ・カタツムリ誘引剤兼ベイト剤

クリーンベイト

ネキリムシ・ダンゴムシ・コオロギ
ナメクジ・カタツムリ類



サンケイ化学株式会社

鹿児島・東京・大阪・福岡・宮崎

本社 鹿児島市郡元町880 TEL.0992(54)1161(代表)
東京事業所 千代田区神田司町2-1 TEL. 03(294)6981(代表)

植物防疫

Shokubutsu bōeki
(Plant Protection)

第 40 卷 第 4 号
昭和 61 年 4 月号

目次

特集：ムギの病害

昭和 61 年度植物防疫事業の概要	岩本 毅	1
植物防疫研究課題の概要	梅川 学	3

特集：ムギの病害

コムギ立枯病の発生生態と防除	宮島 邦之	5	
ムギ類赤かび病——病原菌・発生生態・防除	小泉信三・吉野嶺一・駒田 且・加藤 肇・一戸正勝	9	
ムギ類赤かび病——西日本における発生と防除対策	茂木 静夫	14	
ムギ類の土壌伝染性ウイルス病の発生生態と防除対策	小川 奎	20	
寄生蜂の寄主選好性とカイロモン	高林純示・羽鹿牧太・高橋正三	26	
リンドウ褐色根腐病の生態と防除	今村昭二・斎藤栄成	31	
総合的有害生物管理 (IPM) を考える——特に果樹園での IPM について——	大竹 昭郎	35	
植物防疫基礎講座			
チャバネアオカメムシの累代飼育法とその問題点	守屋 成一	41	
作物保護におけるマイコン利用 (4)			
カンキツ黒点病の薬剤効果シミュレーション	中西静雄・小泉銘冊	46	
新しく登録された農薬 (61.2.1~2.28)		19	
中央だより	52	協会だより	51
次号予告	30	出版部より	52



「確かさ」で選ぶ…バイエルの農薬

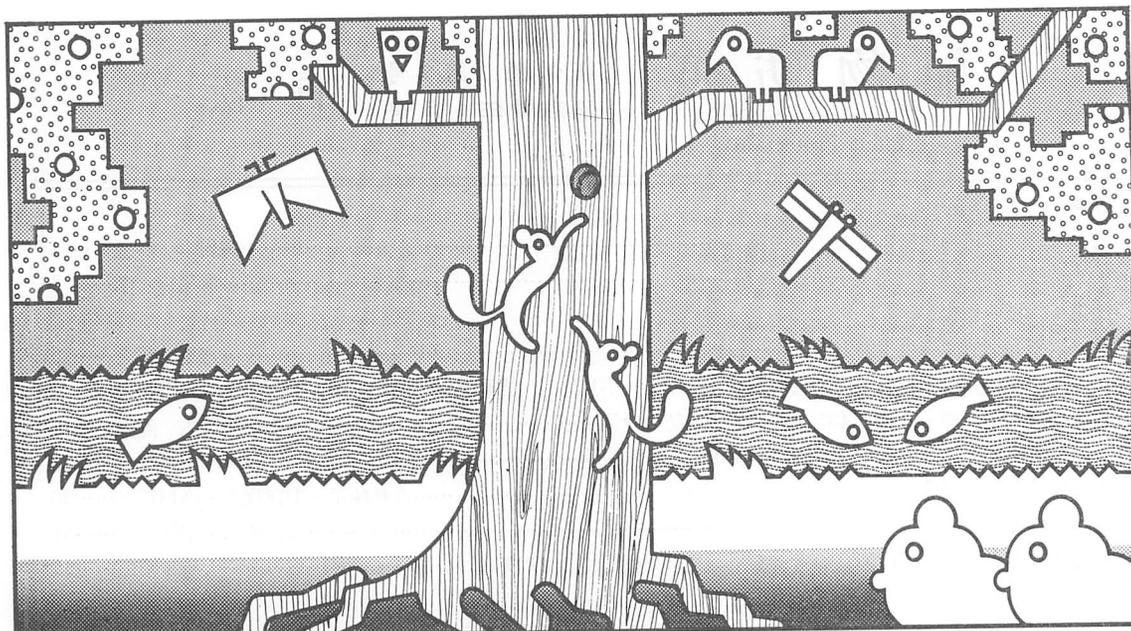
- いもち病に理想の複合剤
ヒノラフサイド®
- いもち病の予防・治療効果が高い
ヒノザン®
- いもち・穂枯れ・カメムシなどに
ヒノバイジット®
- いもち・穂枯れ・カメムシ・ウンカなどに
ヒノラスバイバッサ®
- 紋枯病に効果の高い
モンセレン®
- いもち・穂枯れ・紋枯病などに
ヒノラスモンセレン®
- イネミス・カメムシ・メイチュウに
バイジット®
- イネミスゾウムシ・メイチュウに
バサジット®
- イネミス・ドロオイ・ウンカなどに
ザンサイド®
- イネミス・ウンカ・ツマグロヨコバイに
DS ゴキシストンザンサイド®

- さび病・うどんこ病に
® バイレトン
- 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
- もち病・網もち病・炭そ病などに
® バイエルホルドゥ®
[クスラセットホルテ]
- 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
® ホルスタール
- 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
® ゴキシストン
- アスパラガス・馬鈴しょの雑草防除に
® 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2-4 ☎ 103



"HUMANS & NATURE" FIRST

自然の恵みと、

人間の愛情が

農作物を育てます



武田農業30年

●稲害虫の防除に **パダン**[®] ●稲もんがれ病防除に **バリダシン**[®]



タケダ

武田薬品工業株式会社
農薬事業部 東京都中央区日本橋2丁目12番10

農薬は正しく使いましょう。

昭和 61 年度植物防疫事業の概要

農林水産省農蚕園芸局植物防疫課 **いわもと** **たけし**
岩 本 毅

昭和 61 年度予算編成の焦点は、植物防疫事業交付金の一般財源化と補助率の引き下げの二点であった。

植物防疫事業交付金は、昭和 60 年度に補助金から交付金に改められたばかりであるが、今般すべての交付金を対象として一般財源化問題が検討され、結果的には現行制度が維持されることとなった。

また、補助率の引き下げについては、60 年度予算では 1/2 を超えるものだけが検討の対象であったが、61 年度予算ではすべての補助率が対象となった。これも結果的には、60 年度予算で 2/3 から 6/10 に引き下げられたものが、さらに 1/2 に引き下げられたものの、金額的に大部分を占める他の補助率は従前どおり維持されることとなった。

このほか、植物防疫関係では新規予算も認められ、厳しい財政事情の下で比較的歩どまりが高いが、これも安全な食料を安定的に供給するという植物防疫事業の使命が評価された証左と言えよう。病虫害防除所の統合整備を基礎として活発な事業を展開し、生産者、消費者の期待にこたえていく必要がある。

I 病虫害防除所の統合整備

「行政改革の推進に関する当面の実施方針について」(昭和 59 年 12 月 29 日閣議決定)において、「病虫害防除所については、1 県 1 所を目途にその整理統合を推進する。」こととされ、これを受けて「病虫害防除所の統合整備について」(昭和 60 年 3 月 30 日付け農林水産事務次官依命通達)に基づき、①統合整備に際しては地理的条件等を勘案するとともに、支所等の設置、病虫害防除員制度の活用等により業務の効率化を図ること、②発生予察事業、農薬の販売業者、防除業者等に対する取り締まり等植物防疫事業全般の業務を病虫害防除所が中心となって実施する体制を整備することとし、必要に応じ農業試験場、農林事務所等関係機関との業務の分担、協力関係を見直すこと、③調査、試験、検査および指導に要する施設を整備すること等に留意して、1 県 1 所を目途に統合整備を推進している。

この通達を受けて、昭和 59 年度までに 1 所に統合していた群馬、埼玉、神奈川、山梨、岐阜、大阪、島根、

山口、香川、佐賀に加えて、60 年度には滋賀、長崎が統合し、12 府県で 1 所となった。さらに、未統合の都道府県から提出された統合整備計画等によれば、61 年度には約半数の県で 1 所となる見通しであり、残されたところにおいても可及的速やかな統合整備が望まれる。

II 専任職員の確保

病虫害防除所の職員、その他発生予察事業に従事する農業試験場等の職員に要する経費等は昭和 60 年度から交付金化され、このためこれら専任職員の確保が問題となっているが、60 年度における交付金対象職員数は、病虫害防除所の職員 464 名(59 年度補助金対象職員数 453 名)、農業試験場等の職員 168 名(同 171 名)となっている。

増減の内訳は、病虫害防除所の統合整備に伴う農業試験場から病虫害防除所への振り替え 3 名、県単設置の病虫害防除所の職員の交付金対象化 10 名、臨時に設置していた病虫害防除所の職員の削減 1 名、補助定数削減年次計画による病虫害防除所の職員の削減 1 名となっており、60 年度に病虫害防除所を統合した滋賀、長崎においても実質的な削減はなく、補助定数削減年次計画による 60 年度削減予定数 7 名も計画中止により実際には 1 名の削減にとどまった。

61 年度においても、引き続き専任職員の確保に努める必要がある。

III 病虫害発生予察

人件費補助等の交付金化および病虫害防除所の統合整備に伴う所要の制度改正は昨年 8 月に行われ、その要点は、①植物防疫法第 23 条第 2 項の規定に基づく指定有害動植物発生予察事業計画を明確に策定するようにしたこと、②指定有害動植物と指定外有害動植物の事業実施要領等が別立てとなったこと、③情報提供責任者は、従来原則として主管部長であったが、原則として病虫害防除所長としたこと、④月報、地区報、年報に関する規定を廃止したこと等である。

調査実施基準は、各論については従来から関係者による検討を積み重ね、総論については昨年 8 月に必要最少限の改正を行ったが、61 年度からは新たな基準(ただし、各論の野菜病虫害関係は改正しない)を適用して事

業を実施する。各論では、対象作物としてダイズ、サトウキビ、パイナップル、オウトウ、クリが追加され、対象病害虫は100種類以上が追加される予定である。

新規事業としては、DRESS 通信網により統合病害虫防除所のオンライン化等を行う情報収集・伝達迅速化事業を実施する。61年度は15県が対象であるが、63年度には全国のオンライン化を完成させる計画である。

また、能率向上機器等整備費およびウイルス病診断機器導入費が60年度限りとなったので、61年度から新たに統合病害虫防除所の診断室整備および性フェロモンを利用した自動計数害虫誘殺器の導入を行う迅速・高度診断機器導入事業を実施する。61年度は15県が対象となる。

防除要否予測技術導入事業は、年次計画に基づき新規3県、継続12県で事業を実施する。新規県採択は61年度が最終である。

広域特殊調査では、「野菜ハダニ類の発生予察方法の確立」が60年度限りで終了したので、新たに「イネ擬似紋枯病の発生予察方法の確立」を5か年計画、6県で実施する。

このほか、昨年のイネのウンカ類および縞葉枯病の多発にかんがみ、薬剤抵抗性の検定、保毒虫率の検定、巡回による発生状況調査等の強化を図る。

IV 病害虫防除対策

新規事業としては、高度防除技術利用促進事業を実施する。毎年度3技術を新規に取り上げ、1技術5県で2年間継続実施、61年度の対象技術は、ウリ類 CGMMV の弱毒ウイルス、サツマイモつる割病の非病原性フザリウムおよびハマキ類の交信かく乱性フェロモンである。

高度防除技術確立事業は、難防除病害虫特別対策事業の組み替えで、毎年度2技術を新規に取り上げ、1技術3県で3年間継続実施、61年度の新規技術は、パーティシリウム病の拮抗微生物およびオンシツコナジラムの天敵エンカルシアフォルモサである。

イネミズゾウムシ特別防除事業は、防除事業（農薬費の助成）を実施する県の採択基準を見直す。従来は特別防除事業を5年以上実施し、かつ防除事業をおおむね1/2以上の市町村で実施した県を防除事業の対象外としていたが、61年度は60年の発生面積率がおおむね1/3以上の県および一般防除化促進事業を2年以上実施した県も原則として防除事業の対象外とする。

農林水産航空事業は、省力的かつ効果的な防除としてだけでなく、厳重な管理の下で実施される安全な防除と

しての評価も高まり、水稻を中心に利用が増加している。今後も安全性の確保に重点を置いて事業を推進する。

土壌くん蒸安全推進緊急特別対策事業、温州みかん対米輸出地域拡大特別対策事業、さとうきび病害虫総合防除対策事業等は、年次計画等に基づき引き続き実施する。

このほか、マイナー作物病害虫等に対する農薬の適用拡大およびラブラタリンゴガイの防除対策の推進を図るとともに、特に水稻において病害虫防除所を中心とした防除推進体制の点検も重要な課題である。

V 特殊病害虫防除事業

南西諸島におけるミバエ類の根絶防除事業は、ミカンコミバエについてはわが国からの根絶に成功し、2月6日からこれにかかわる植物の移動制限が解除された。ウリミバエについては、徳之島、沖永良部島、与論島、沖縄群島において根絶防除に着手するなど、事業の拡充強化を図る。

ミバエ類侵入警戒調査事業は、チチュウカイミバエ、ミカンコミバエ、ウリミバエ、コドリガを对象として、引き続き全国のネットワークをもって調査を実施する。

このほか、緊急に問題となった病害虫については、特殊病害虫緊急防除事業の適切な運用を図る。

VI 農薬対策

農薬危被害防止等対策事業では、都道府県において農薬販売業者、防除業者に対し特別研修を実施し、農薬指導士（仮称）を認定する事業を新たに実施する。

このほか、農薬安全使用対策としては、農薬残留安全追跡調査事業、農薬土壌残留調査事業、農薬残留特殊調査事業、農薬安全使用技術向上対策事業等を年次計画等に基づき引き続き実施する。

農薬そのものの安全性については、(財)残留農薬研究所において引き続き農薬慢性毒性試験事業を実施し、新農薬等の開発については、新農薬開発のための細胞培養等共通基盤技術開発事業を引き続き実施するとともに、新農薬開発促進事業の適切な運用を図る。

さらに、パラコート剤の安全対策の推進が61年度の重大な課題である。

VII 農薬検査所および植物防疫所

農薬検査所においては、GLP 制度実施体制を強化するため、農薬審査官1名を増員する。

植物防疫所においては、輸入検疫の円滑化を図るとともに、コンテナ検疫および隔離検疫体制の強化、精密検定体制の整備のため、植物防疫官5名を増員する。

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 うめ かわ まなぶ
梅 川 学

農林水産省の昭和 61 年度予算は、年々厳しさを増す行財政事情の下で、当初から対前年度伸び率マイナスを前提に編成作業が進められたが、農林水産技術会議と試験研究機関を合わせた予算額は 61,530 百万円（対前年度比102）となった。試験研究体制関係では、作目別試験場の見直しが行われてきたが、61 年度には野菜試験場と茶業試験場が統合されて新たに「野菜・茶業試験場（仮称）」が発足する。農業生物資源研究所には、ジーンバンク事業に対する各界の要請の拡大に対応して遺伝資源研究を強化するため、遺伝資源第二部が新設される。また、民間におけるバイオテクノロジーなどを中心とした技術開発を促進するため、農業機械化研究所を改組し、「生物系特定産業技術研究推進機構（仮称）」を設立する。

昭和 61 年度に植物防疫関係で推進しようとしている試験研究は以下に示すとおりである。（ ）内の数字は研究実施年度、昭和 61 年度予算額を示す。

1 プロジェクト研究

(1) 「転換畑を主体とする 高度畑作技術の確立に関する総合的開発研究」(54~63 年度, 312 百万円, 別途都道府県補助金 137 百万円)

生産性の高い土地利用型農業の展開、水田利用再編対策の円滑な推進に資するために、都道府県との連携の下に進めている。60 年度で第 II 期が終了し、61 年度から第 III 期がスタートする。研究推進体制は 9 部会・分科会から成るが、病害虫関係の研究室は、大豆部会に農業研究センター、北海道農業試験場、東北農業試験場、中国農業試験場、四国農業試験場、九州農業試験場、林業試験場が、麦部会に農業研究センター、中国農業試験場、九州農業試験場が、総合防除分科会に農業研究センター、野菜試験場がそれぞれ参加している。

(2) 「超多収作物の開発と栽培技術の確立」(57~63 年度, 302 百万円, 別途都道府県指定試験委託費 20 百万円)

水田の有効利用の促進および穀物自給率の向上などを図る観点から、超多収稲の品種の開発、安定多収栽培法の確立、超多収稲による飼養法の確立などのために推進している。病害虫関係の研究室は、超多収稲のいもち病

抵抗性の関連で、農業研究センター、農業環境技術研究所、東北農業試験場が参加している。

(3) 「細胞融合・核移植による新生物資源の開発」(57~61 年度, 112 百万円)

異種細胞の融合、細胞核移植などにより、モノクローナル抗体など有用物質の大量生産、家畜の優良系統個体と同一形質を持った別個体の作出などを行うための技術開発を推進している。病害虫関係の研究室は、農業生物資源研究所、農業環境技術研究所、果樹試験場、北海道農業試験場、林業試験場が参加している。

(4) 「長距離移動性害虫の移動予知技術の開発」(58~62 年度, 93 百万円)

従来の方法では発生予測がきわめて困難な長距離移動性害虫（アワヨトウ、ハスモンヨトウ、コナガなど）の移動要因、移動経路、移動時期などを明らかにし、的確な防除を可能とするための移動予知技術の開発を図るために実施しており、農業研究センター、農業環境技術研究所、草地試験場、野菜試験場、北海道農業試験場、東北農業試験場、中国農業試験場、四国農業試験場、九州農業試験場、熱帯農業研究センターが参加している。

(5) 「農業生産管理システム構築のための情報処理技術の開発」(60~64 年度, 131 百万円)

近年の情報関連技術の急速な発達に対応して、知的集約的な高度情報型エキスパート農業の展開を旨とし、作物・家畜の生体情報や環境情報の的確かつ迅速な把握法を開発し、栽培・飼養管理を支援する情報システムモデルおよび作物の生体・環境診断法の開発を推進する。病害虫関係の研究室は、病害虫発生生態情報の把握・推定法に関連して、農業研究センター、農業環境技術研究所、果樹試験場、九州農業試験場が参加している。

(6) 「根圏環境の動態解明と制御技術の開発」(61~65 年度, 95 百万円)

地力の維持・向上によって作物生産の安定・向上を図るため、根圏環境における作物根、土壌微生物、土壌の三者の相互作用を解明するとともに、土壌微生物の拮抗作用およびバイオリアクターの機能の活用による根圏環境の制御技術を開発するために、61 年度から新たに実施する。病害虫関係の研究室は、農業研究センター、農業環境技術研究所、果樹試験場、野菜試験場、北海道農業試験場、蚕糸試験場、林業試験場が参加する。

(7) 「バイオテク植物育種に関する総合研究」(61~75年度, 445百万円)

西暦2000年を目途に、細胞融合や組み換えDNAなどの先端技術を活用し、具体的な育種目標の達成を旨としたバイオテク植物育種に関する総合開発プロジェクトとして、61年度から新たに実施する。病害虫関係の研究室は、病害抵抗性の機作の解明に関連して、農業研究センター、農業生物資源研究所、草地試験場、果樹試験場、北海道農業試験場、東北農業試験場が参加する。

2 地域農業開発プロジェクト研究

病害虫関係の研究室は、継続中の「関東・東海集約畑作地帯における高収益安定生産技術の確立」(59~61年度)に農業研究センターが参加しており、新規に発足する「高速輸送体系に適合する四国集約型園芸のための技術開発」(61~63年度)に四国農業試験場が参加する。

3 特別研究

病害虫関係の研究室が参加している継続中の課題としては、「スギ・ヒノキ穿孔性害虫による加害・材質劣化機構の解明」(58~61年度)林業試験場、「微生物の長期保存法に関する研究」(59~61年度)農業研究センター、農業環境技術研究所、「牧草類のエコタイプ利用による環境適応性導入方法の開発」(59~62年度)草地試験場、北海道農業試験場、「施設園芸における湿度等最適制御システムの開発」(59~62年度)野菜試験場、「果樹のウイルス様症状の病原究明と診断法の確立」(59~62年度)農業研究センター、農業環境技術研究所、果樹試験場、「低位生産地帯のマツ枯損跡地におけるヒノキ人工林育成技術の確立」(60~63年度)林業試験場がある。新規に発足する「動物遺伝資源の長期保存法に関する研究」(61~63年度)では、蜜蜂を畜産試験場が、線虫を農業研究センターが担当する。

4 侵入病害虫研究

「トマト黄化えそ病の防除に関する研究」(60~62年度, 3百万円)が継続中で、農業環境技術研究所、野菜試験場が参加している。

5 熱帯農業プロジェクト研究

熱帯における稲の二期作化に伴って発生する病害虫に対する対策を確立し、稲作生産の安定化を図るために、「熱帯における稲の二期作化に伴う病害虫対策」(60~64年度)熱帯農業研究センターが継続中である。

6 他省庁計上予算

(1) 科学技術振興調整費については「新共生微生物の生産する生理活性物質の探索・利用技術に関する研

究」(59~61年度)が継続中で、病害虫関係の研究室は生物資源研究所、農業環境技術研究所が参加している。

(2) 原子力試験研究費については「放射線利用による農作害虫の防除に関する基礎的研究」(58~61年度)農業環境技術研究所、「西南暖地農業害虫防除への放射線の利用に関する研究」(58~61年度)九州農業試験場が継続中である。

(3) 公害防止等試験研究費については「農業環境系におけるダイオキシン等芳香族塩素化合物の分解促進技術の開発」(60~64年度, 27百万円)が継続中で、農業環境技術研究所の農業関係の研究室が参加している。

7 指定試験

病害虫関係の指定試験は11か所の試験地で実施することとしており、61年度の事業費は41百万円である。

8 都道府県等試験研究の助成

(1) 都道府県の助成に関しては、これまで行ってきた総合助成試験事業を廃止して、61年度から新たに「地域バイオテクノロジー研究開発促進事業」および「地域重要新技術開発促進事業」を実施する。助成額は「中核研究促進費」(95百万円)、「農業関係特定研究開発促進費」(287百万円)、「地域バイオテクノロジー研究開発促進費」(180百万円)、「地域重要新技術開発促進費」(311百万円)である。

(2) 病害虫関係の中核研究としては、「北関東麦作地帯における麦類の萎縮病の総合防除法の確立」(59~62年度, 中核県茨城)、「加工用トマトのCMVに起因する異常果防除対策技術の確立と低品質果の有効利用技術の開発」(60~62年度, 中核県栃木)、「九州地域におけるイネもみ枯細菌病の総合防除法」(60~62年度, 中核県福岡)、「チャ新梢枯死症の発生機構の解明と防止技術の確立」(60~63年度, 中核県静岡)、「リンゴわい化栽培における紋羽病の総合防除法」(60~64年度, 中核県青森)が継続中である。

9 国と都道府県との共同研究

病害虫関係の課題としては、「イネ縞葉枯病の緊急防除対策」(59~61年度)農業研究センター、埼玉県、「とうもろこしの萎凋症の原因の究明」(59~61年度)草地試験場、神奈川県、「ナス青枯病の生物学的制御技術に関する研究」(59~61年度)中国農業試験場、岡山県、「スイカ灰白色斑紋病の発生生態の解明と防除技術の確立」(59~61年度)九州農業試験場、農業研究センター、沖縄県が継続中である。

特集：ムギの病害〔1〕

コムギ立枯病の発生生態と防除

北海道立北見農業試験場 みや
宮 じま
島 くに
邦 ゆき
之

コムギ立枯病菌 (*Gaeumannomyces graminis* var. *tritici*) は、現在では世界各地に広く分布し (WALKER, 1975)、幼苗期から根を黒変腐敗するばかりでなく、成熟期に白穂を生じ、著しい減収をもたらす。

わが国において立枯病は 1940~50 年代ごろ本州各地で発生したが、その後肥料事情の好転などによって消滅した (鈴木ら, 1957)。ところが、最近、北海道において秋播コムギに発生し、安定生産上大きな障害となっている (宮島・坪木, 1981)。

立枯病菌は根圏や根面で土壤微生物による拮抗作用、交差防衛など発病抑制の現象を生じる。

立枯病の防除は輪作や耕種的技術などに依存しているが、最近、発病衰退現象の研究が精力的に進み、生物的防除の基礎および応用研究が世界各地で行われている。

I 発生概況

北海道における発生は、1979 年に網走および空知管内で認められたが、1981 年には全道各地でも観察され、1983 年には作付面積の 29% に達した。連作と発病の関係を見ると、連作 1~2 年目で発病し、3~4 年目では病莖率が 44~47% になり、連作病害であることがわかる。

秋播コムギにおける発病推移を見ると、播種 2 か月後の 11 月下旬に幼苗の根の一部が黒変し、激しい場合には葉しょうの地際部も黒変して、下葉が先端部から黄変枯死する。病根数は漸次増加し、翌年 5、6 月に地際の葉しょう、稈も黒色になり、後子のう殻が生ずる。6 月下旬の穂ぞろい期以降、緑色の穂の間に白穂が発生する。罹病株は草丈、莖数、穂数、1 穂粒数および千粒重がいずれも減少するので著しい減収になる。

II 発生生態

1 病原菌の腐生生活

立枯病菌は罹病植物の残渣中で生存する。菌は子のう殻、偽柔組織様の菌糸塊、褐色菌糸がやや耐久的であるが、菌核や厚膜胞子のような耐久生存器官は形成しない。菌の生存には基質、土壌など多数の要因が影響を及

ぼしている。

基質との関係を見ると、罹病麦稈を裸地に埋めた場合、菌は 1~3 年間、オオムギの跡地で 4~5 年間生存するとされる。非宿主作物のジャガイモあるいはインゲンマメを 2~3 年栽培すると菌密度はきわめて低下するが死滅するには至らなかった。イネ科植物、特にシバムギ、ブロムグラス類は本菌に感受性が高く、生存に適している。また抵抗性のフェスク類、チモシー、オーチャードグラスも保菌植物であり、菌の生存期間は長いとされる (NILSSON, 1969)。

窒素濃度と生存の関係について見ると、麦稈に窒素を高濃度で加えたとき、麦稈の分解が抑制されて菌の生存率は 20 週間後でもきわめて高いが、一方、低濃度では窒素不足により基質を利用できなくなるので短期間で死滅するとされる (SHIPTON, 1981)。このことはクローバの後作で菌密度が窒素欠乏土壌よりも高いことから裏づけられる。

温度と土壌に埋めた罹病根における生存について見ると、8 週間後に 10°C で 84%、15~20°C で 48~55%、25°C で 10% の生存率であった。低温では土壤微生物の活性が低く、基質の分解が遅いので長期間生存しうると考えられる。

温度、湿度と生存期間の関係は、低温・乾燥でもっとも生存期間が長く、次いで低温・多湿および高温・乾燥で長く、高温・多湿ではもっとも短く 4 週間で死滅するとされる (MAC NISH, 1973)。

湛水との関係について見ると、ほ場において 12~15 日間の湛水で 92~100% の生存率であったが、'23~32 日間の湛水では 0~9% の生存率になり、湛水期間が長いほど生存率は低下した。また、水温との関係は、10°C で 8 週間後に 29% の生存率であったが、15°C では死滅し、さらに 25°C では 4 週間後に死滅した。

土壌との関係について見ると、重粘土および酸性土で死滅しやすいが、軽しょう土およびアルカリ土では長期間生存するとされる (SHIPTON, 1981)。

2 病原菌の寄生生活

立枯病菌は、宿主の根の分泌物に反応して罹病残渣から土壌中を数 mm 伸長して根に接する。菌糸の伸長しうる距離は罹病残渣が大きく (WILKINSON et al.,

1985), 土壌水分が高い (COOK and CHRISTEN, 1976) とき長い, 土壌微生物の活性が高い (WILDERMUTH et al., 1985) ときには短いとされる。

コムギの根の感受性は生育時期によって変わり, 出根まもない若い根ほど罹病性であるとされる (DEACON and CHRISTINE, 1978)。

病原菌は根に接すると根面で伸長し, 褐色で太い褐色菌糸, 円〜円柱形の菌足および偽柔組織様の菌糸塊を形成する。褐色菌糸および菌足から無色で細い感染菌糸が分岐し, 侵入糸が出て根毛や表皮の細胞壁を溶解, 貫通する (Skou, 1981)。

侵入糸は細胞内を伸長し, 次いで皮層, 内皮および中心柱を侵す。中心柱が侵されると根は急速に活性を失い, 道管閉そくや中心柱組織の崩壊が起こる。菌は維管束内あるいは根面を伸長し, 他の部位に病斑を新たに形成する。冠部は地中茎と冠根に次いで侵害を受け, 葉しょう部は根面を伸長した菌糸により感染する (鈴木ら, 1957)。

罹病組織内には菌糸が充満し, 根および葉しょう基部の組織内に子のう殻を形成する。組織の死後も菌糸は組織内で生育を続けて腐生生活に入り, これが再び感染源となり, 生活史が繰り返される。

III 防除対策

1 輪作

罹病残渣での立枯病菌の腐生的生存期間は短いので, 非宿主作物と輪作することによる防除は昔から知られている。本病の激発畑でコムギ連作区とジャガイモ輪作区を比べると, 発病は連作畑でコムギ 1〜3 作目に増大したが, 4〜5 作目になると減少し, 発病衰退現象が観察された。ジャガイモを 1 作栽培すると発病はやや減少したが, その後コムギを連作すると 2 作目で激発した。しかし, 3 作目になると連作区と同様に発病が衰退した。ジャガイモを 2 作栽培すると初年目は発病が顕著に減少したが, 2 年目になると激発し, 収量はもっとも低下した。ジャガイモを 3 作栽培すると初年目は発病が減少し, 収量をもっとも多かった。これらのことはインゲンマメ輪作区でも同様に認められた。さらにテンサイ, アブラナ科作物を伴付けた場合も同じとされる (Cook, 1981)。

連作すると発病が多発したのち減少する衰退現象の原因は, コムギの根面に定着して立枯病菌に寄生する特異的な拮抗微生物である蛍光色素産生性の *Pseudomonas fluorescens* が増加するためであり, 一方, 短期輪作で発病が増大することは, コムギの連作により立枯病菌の密

度が高まったことに加えて, 非寄主作物が拮抗菌の密度を減少することにより発病促進土壌に変わったこととよるとされる (COOK and ROVIRA, 1976)。したがって, 輪作による防除は非寄主作物との長期輪作が望ましく, 交互作や短期輪作は避けるべきである。

2 耕種法

(1) 土壌 pH

立枯病菌は培養基上で pH 4〜8 の範囲で活発に生育する。しかし, 銅, 亜鉛, アルミニウムなどの金属を添加すると生育は抑制される。ほ場で硫黄粉末あるいは炭酸カルシウムを土壌混和して根圏 pH と発病の関係を見ると, pH 5.0 以下で発病は抑制されたが, pH 5.5 以上のとき pH が高いほど発病は増加した。土壌 pH の低下による発病の減少は, 土壌中の金属が溶出することや酸性に耐性の拮抗微生物が増加することなどによって, 立枯病菌の根面での生育が抑制されるためと考えられる (REIS et al., 1983; SMILEY, 1978)。土壌 pH が異常に低い場合には, コムギの根の生育が阻害され, 減収になるので, pH の調整にあたっては注意を要する。

(2) 耕起

畑の立枯病菌の垂直分布を見ると, 菌は表層土に多いので, 密度の希薄な下層土と入れ換え, さらに有機物のすき込みによる土壌微生物との競争とによって, 病原菌の密度を減少させ発病を軽減させようとした。耕深を 25 cm および 35 cm とした後, 堆肥, 麦稈, 緑肥 (トウモロコシ, アルファルファ) をロータリーテイラーで土壌混和し, 発病との関係を比較した。有機物の施用量が多いほど発病は減少し, 特に C/N 比の低いトウモロコシ, アルファルファでその効果は顕著であった。また深耕は浅耕よりも発病が軽減した。C/N 比の低い有機物をすき込むと, 土壌微生物の活性が短期間で急速に高まり, 競争, 抗菌作用などによって立枯病菌の生育を抑制すると考えられる。

(3) 施肥

やせ地で本病が多発することは昔から知られているので, 窒素肥料の形態, 用量について調べた。硫酸, 塩安などアンモニウム態窒素の作条施用区では硝酸態窒素, 尿素, 石灰窒素施用区のいずれよりも発病が減少し, さらに前者は施用量を増すほど発病を抑制した。しかし, 炭酸カルシウムを加えた場合にはその効果は消滅した。アンモニウム態窒素施用区の根圏 pH は 5.2〜5.5 と低下したが, 他の窒素施用区では 5.7〜5.8 と高かった。また, 鉢試験で窒素の施用量を増すと, 根数および根重が増加した。したがって, アンモニウム態窒素の多施用による発病軽減は, コムギの根の根量の増加および根圏 pH

の低下と密接な関係があり、また拮抗微生物の増加による発病抑制によるとされる (SMILEY, 1978)。

(4) 湛水

罹病麦稈で腐生的に生存している立枯病菌は湛水下で短期間に死滅し、菌量が減少することが認められたので、コムギ収穫から播種までの期間にかんがい水を利用できる転換田において、汚染畑を湛水することによる被害軽減の効果を検討した。非湛水区では発病度が 97、白穂率が 47% と激発した。7 および 15 日間の湛水では発病度が 70~96 と高かったが、31 日間の湛水で発病度が 30 と減少し、白穂は発生せず、また根重、草丈および穂数は非湛水に比べてそれぞれ 5.1、1.3 および 2.4 倍増加した。湛水下では、酸素不足および嫌気性細菌によって産生されたエチレンなどによって立枯病菌の生育が抑制、阻害されるという (COOK and BAKER, 1983)。エチレンは高温、アンモニア態窒素および有機物の添加によって生産が増加され、さらに寄生相の病原菌の生育を 2~5 ppm で抑制するとされ、GERLAGH のいう一般的抑制に関与すると考えられている (COOK and ROVIRA, 1976)。

3 生物的防除

コムギ立枯病衰退の現象と機構についての研究が近年世界各地で盛んに行われており、これらについては本間 (1983) が詳細に紹介している。

北見農試の連作は場においても衰退現象が近年認められた。成田 (1983) は、根面から高頻度に検出される sterile dark (胞子非形成で菌糸が褐色の糸状菌) が鉢および鉢試験で発病を抑制することを明らかにしている。また、この菌は、空知地方で 27 年間コムギを連作しても立枯病が発生しない農家は場にも存在するとされる。今後、本菌による発病抑制機構の解明が望まれる。

蛍光色素産生性の *Pseudomonas* 属菌もまた根面から分離された。これらの菌株は輪作畑のコムギ根面から検出された蛍光性 *Pseudomonads* よりも培基上で抗菌力が強かった。コムギ種子に塗抹すると 100 日後でも根面に 10^6 CFU/g の菌量で定着、増殖しており、根の発病および白穂の発生が減少してコムギの草勢も良好であった。

COOK and ROVIRA (1976) は次のことから蛍光性 *Pseudomonads* が拮抗微生物であるとした。①発病抑止作用は $60^{\circ}\text{C} \cdot 30$ 分湿熱で除去される、②コムギ根面の常在菌であり、病斑部では健全部に比して 100~1,000 倍多い、③70% 以上の菌株が抗菌性を示す、④抑止土壌では発病促進土壌よりも 100 倍多い、⑤コムギ根面や根圏土壌から分離した細菌、放線菌の中で蛍光性

Pseudomonads のみが発病を抑制し、立枯病菌を溶菌した。

WELLER (1983) は発病衰退土壌のコムギ根面から検出した *Pseudomonas fluorescens* 2-79 菌株を種子に塗抹すると、鉢やは場試験において発病が軽減されることを明らかにし、この菌株は以下の性質があることを報告している。①抗菌性がある、②鉄イオンとキレート結合する蛍光性のシデロホア (シュードバクティン) (KLOEPPER et al., 1980; SCHER and BAKER, 1982) を産生する、③コムギ根面に定着して、病斑部で増殖する、④根面の立枯病菌の菌糸伸長を抑制する。

WONG and BAKER (1984) もフザリウム病抑止土壌から分離した蛍光性 *Pseudomonads* が土壌接種で立枯病を抑制することを認め、これらの菌株も上記の性質を有することを明らかにしている。

発病衰退現象の解明が進み、*Pseudomonas fluorescens* を用いた種子塗抹法による本病防除に展望が開かれてきた。しかし、この発病抑制効果は地域によって異なることがあり、例えば土壌水分の低い場合には導入菌が十分に根面に定着できないため効果が劣るとされる (DUPLER and BAKER, 1984)。また、鉄イオンの多い土壌ではシデロホアの産生が抑制されるであろう。さらに、根面で定着できるが非抗菌性である菌株が発病を抑制することやその逆の事例も明らかにされており (WELLER, 1983; WONG and BAKER, 1984)、抑止機構を単純な 1~2 の機作で説明することは難しい。

したがって、今後とも衰退現象の解明と発病抑止力の強い菌株の探索が必要である。自然に発生している生物防除の好例である発病衰退が種子塗抹法により単年で再現させることが可能ならば、環境汚染や経済性の面から見ても望ましいことであろう。

引用文献

- 1) COOK, R. J. (1981) : *Phytopathology* 71 : 189~192.
- 2) ——— and K. F. BAKER (1983) : The nature and practice of biological control of plant pathogens, American phytopathological society, Minnesota.
- 3) ——— and A. A. CHRISTEN (1976) : *Phytopathology* 66 : 193~197.
- 4) ——— and A. D. ROVIRA (1976) : *Soil Biol. Biochem.* 8 : 269~273.
- 5) DEACON, J. W. and M. H. CHRISTINE (1978) : *Ann. Appl. Biol.* 89 : 401~409.
- 6) DUPLER, M. and R. BAKER (1984) : *Phytopathology* 74 : 195~200.
- 7) 本間善久 (1983) : 北海道畑作物の土壌病害, 文栄堂, pp. 117~126.
- 8) KLOEPPER, J. W. et al. (1980) : *Curr. Microbiol.* 4 : 317~320.
- 9) MAC NISH, G. C. (1973) : *Aust. J. Biol. Sci.* 26 : 1319~1325.
- 10) 宮島邦之・坪木和男 (1981) : 北海道立農試集報 45 : 38~46.

- 11) 成田保三郎 (1983) : 土肥誌 54 : 15~24.
 12) NILSSON, H. E. (1969) : Ann. Agr. Coll. Swed. 35 : 275~809.
 13) REIS, E. M. et al. (1983) : Phytopathology 73 : 411~413.
 14) SCHER, F. M. and R. BAKER (1982) : ibid. 72 : 1567~1573.
 15) SHIPTON, P. J. (1981) : Biology and control of take-all, Acad. press., pp. 295~316.
 16) SKOU, J. P. (1981) : ibid. 175~197.
 17) SMILEY, R. W. (1978) : Soil Biol. Biochem. 10 : 169~174.
 18) 鈴木直治ら (1957) : 農技研報 C7 : 1~63.
 19) WALKER, J. (1975) : Rev. Plant. Pathol. 54 : 113~144.
 20) WELLER, D. M. (1983) : Phytopathology 73 : 1548~1553.
 21) WILDERMUTH, G. B. et al. (1985) : Trans. Brit. mycol. Soc. 84 : 3~10.
 22) WILKINSON, H. T. et al. (1985) : Phytopathology 75 : 557~559.
 23) WONG, P. T. W. and R. BAKER (1984) : Soil Biol. Biochem. 16 : 397~403.

本会発行図書

植物防疫講座

病害編, 害虫編, 農薬・行政編 全3巻

B5判 各巻約 210 ページ 上製本 定価各 2,500 円 全3巻セット 7,000 円

植物防疫に関する専門的な知識を分かりやすく解説した指導書。講習会や研修会などのテキストとして最適な書。

各巻内容目次

病害編

I 総論

- 1 植物の病気
- 2 病原の種類と性質
- 3 病気の診断法
- 4 病気の発生生態
- 5 病気に対する作物の抵抗性
- 6 病気の防除

II 各論

- 1 水稻主要病害とその防除
- 2 果樹主要病害とその防除
- 3 野菜主要病害とその防除
- 4 チャ主要病害とその防除
- 5 クワ主要病害とその防除
- 6 畑作物主要病害とその防除

害虫編

I 総論

- 1 害虫とは何か
- 2 昆虫の形態と分類
- 3 害虫の生態
- 4 害虫の生理
- 5 害虫による作物の被害
- 6 害虫の発生予察
- 7 害虫の防除

II 各論

- 1 水稻主要害虫とその防除
- 2 畑作物主要害虫とその防除
- 3 果樹主要害虫とその防除
- 4 野菜主要害虫とその防除
- 5 茶樹主要害虫とその防除
- 6 桑樹主要害虫とその防除
- 7 有害線虫とその防除
- 8 野そとその防除

農薬・行政編

農薬編

I 総論

II 農薬の作用特性と利用

- 1 病害防除剤
- 2 害虫防除剤
- 3 雑草防除剤
- 4 その他の農薬

III 農薬の施用技術

- 1 農薬製剤と施用法
- 2 防除機

IV 農薬の安全使用

- 1 農薬の人畜に対する毒性
- 2 農薬の作物残留と安全使用
- 3 魚介類, 有用昆虫に対する影響
- 4 作物に対する薬害と対策

行政編

I 植物検疫

II 農薬行政

III 防除組織

特集：ムギの病害〔2〕

ムギ類赤かび病——病原菌・発生生態・防除

農林水産省農業研究センター 小泉信三・吉野嶺一*・駒田 旦・加藤 肇

厚生省国立衛生試験所 一 戸 正 勝

はじめに

1963年、九州地域を中心に大発生したムギ類赤かび病は、その後のムギ類作付け衰退に拍車をかけたといわれている(富永, 1964~66)。それ以降、わが国における本病に関する植物病理学的研究は空白期を生じたが、本病原菌の属する *Fusarium* の研究は内外で急速な進歩を遂げた。また、本菌が穀粒に寄生すると、人畜に有害な、いわゆるマイコトキシンを産生することが知られており、この分野の研究も進んだ(一戸, 1978)。

Fusarium の分類については、現在 WOLLENWEBER と REINKING の伝統を継ぐ BOOTH (BOOTH, 1971; NELSON et al., 1983) と SNYDER と HANSEN (松尾, 1969; SNYDER and HANSEN, 1940; SNYDER et al., 1957; SNYDER and TOUSSOUN, 1965) による二つの流れがある。前者は細分化された分類方式で赤かび病を起こすとされている各菌種は、いずれも“種”とされている。後者は統合化され、病理学的見地が加味されており、赤かび病を起こす菌種の大半は同一種、同一“forma specialis”の“cultivar”とされている。ここでは後者に基づいた分類法をとったが、いずれによっても、国外では赤かび病は数種類の形態を異にする菌種によって発生することが知られている。すなわち、*Fusarium roseum* f. sp. *cerealis* (CKE.) SNYD. & HANS. cv. ‘Graminearum’, ‘Avenaceum’, ‘Culmorum’ と *F. nivale* f. sp. *graminicola* (BERK. & BRME.) SNYD. & HANS. (= *Gerlachia nivalis* (CES. ex SACC.) GAMS & MÜLLER) が関与するものとされている。しかし、わが国ではこれらの菌種につき、その分布や病原性、生態、防除などに関する最近の研究は十分でなかった。1979年、水田転換畑におけるムギ類の作付面積増加に伴い、これらの研究の推進が急務とされ、旧農事試験場時代から引き続き研究を行ってきたので、以下にその結果の一端を紹介したい。

* 現在 北陸農業試験場

Biology and Control of the Causal Fungi of Wheat and Barley Scab in Japan. By Shinzo KOIZUMI, Reiichi YOSHINO, Hajimu KOMADA, Masakatsu ICHINOE and Hajime KATO

I 病原性・病原力の検定法

本病は穂に病徴を現すため、まず大量の菌株を供試し、できるだけ自然界での多発時に近い条件を与えて、正常な穂で病原性や病原力を確認したいと考え以下の方法で検討した。

1 ムギの育生

秋季に 15×5m のパイプハウスの骨組内の露地にムギを点播し、春季、節間伸長終期にハウスをビニルで被覆し、必要に応じ黒色寒冷しゃで覆った。これらの開閉によって気温を調節した結果、埼玉県鴻巣市、茨城県谷田部町で、オマセコムギ、フジコムギを用いた実験例では、開花期の5月初旬の気温はビニル被覆区で 18~37°C、ビニルと寒冷しゃ被覆区で 15~31°C の範囲となり、赤かび病の発生に必要な十分な条件となった。また1棟につき三研製 MG 型加湿器 (3.5 l/h) 3台を設置し、目的に応じて加湿を行った。

2 接種菌の調整

接種に用いた菌株は、ショ糖減量のオートミール培地(オートミール粉末 50g, ショ糖 5g, 粉末寒天 20g, 純水 1l)に1週間培養後、殺菌水を加え、滅菌した画筆で気中菌糸を除去してから、BLB ランプ(最大有効波長 360nm)の近紫外線光を照射し、25°C で分生胞子を形成させた。水を加えて分生胞子を画筆で洗い落とし、Tween 20 (1万倍)を加えた懸濁液(孢子数 10⁵/ml)を接種源とした。

3 接種法

(1) 噴霧接種法

接種は育生ムギについて1株おきに行い、対象株の穂約 10本にビニル袋(45×65cm, 20号)をかぶせ、下側より前記孢子懸濁液 50ml を小型コンプレッサーを用い、ガラス製ノズルで噴霧した。2日間湿度飽和状態を保持するために加湿器を利用した。接種 10日後および 15日後に穂の症状を調査した。品種抵抗性と薬剤効果の検定を目的に同一菌株を用いて、一様に全株に発病させるには、1棟につき 2l の孢子懸濁液を手じやく式噴霧器により穂に噴霧接種した。接種は夕方に行い、接種

直後と夜間、早朝に数回、10分間程度加湿器を運転した。各種の菌を接種した場合は発病後再分離を行い、互いに汚染のないことを確認した。

(2) 葉しょう内注射接種法

穂ばらみ期に葉しょう内へ孢子懸濁液 1 ml をディスポーザブル注射器を用いて注入した。2日間湿度飽和状態を保持するよう加湿器を運転し、接種7日後に葉しょうの病徴を、15日後に穂の病徴を調査した。

II 菌種と発病

1 標準菌株による症状

信州大学 松尾卓見博士と旧農業技術研究所 故伊藤征男博士より分譲を受けた菌株に国立衛生試験所保存株を加え、これらによって起こる症状を観察した。

(1) 穂の症状

自然状態に近いと思われる噴霧接種法による罹病穂の観察結果から、症状を次の4型に分類した。

① 最初、穎(苞穎,内外穎)に紫褐色の条斑を生じ、後に穎が白変する。周縁に紫褐色の変色部を伴うことが多い。穎の間げきあるいは穂全体に菌層が現れる(A型)。

② 最初、穎に紫褐色の条斑を生じ、後に穎の一部が白変ないし褐変する。穎の間げきに菌糸が認められる(B型)。

③ 穎に紫褐色の条線を生じる(C型)。

④ 症状が現れない(D型)。

A型は典型的な赤かび症状で、B型も軽度の赤かび症状といえる。*Gibberella zeae* (Schw.) PETCH. ('Graminearum'の子のう孢子分離株), 'Graminearum', 'Avenaceum', 'Culmorum', 'Acuminatum', *F. nivale*, *F. tricinctum* (CDA.) SACC. によってAおよびB型症状が見られた。'Graminearum', 'Culmorum', 'Acuminatum', *F. tricinctum*の中にはCまたはD型の反応を示す株もあり、菌株間に病原力の差があることをうかがわせた。

(2) 葉しょうの症状

イネいもち病菌を穂ばらみ期のイネの止葉葉しょう内に注入すると、もみいもちの発生を再現できることから、赤かび病の検定にも他菌の汚染を防いでこの方法が適用できるのでないかと考えた。ところが、葉しょうに激しい症状が現れ、この反応を穂の反応と対比させてみると両者が密接に関係していることがわかった(第1表)。葉しょうの症状は次の4型に類別できた。

① 周縁が紫褐色で中央部が灰白色ないし黄白色の大型病斑を生じる(PWL型)。

② 紫褐色の斑紋ないし斑点を生じる(PS型)。

③ 紫褐色の条斑を生じる(PL型)。

④ 病斑を生じない(NL型)。

穂に赤かび症状を生じない菌株は、いずれも葉しょうにPLまたはNL型の反応を示した。赤かび症状を呈する菌株はPWLまたはPS型の反応を表した。PWLまたはPS型の反応を示すものの中に、一部穂に症状を現さないものがあったが、それは、'Acuminatum', 'Sambucinum', *F. tricinctum*, *F. oxysporum*に属する菌株であった。したがって、'Graminearum', 'Avenaceum', 'Culmorum', *F. nivale*はいずれも葉しょうにPWLまたはPSの反応を示し選別できる。穂に病原力のない'Graminearum', 'Culmorum'は葉しょうにも病原力を示さなかった。したがって、この方法によれば、他菌による汚染なしに数本の穂で病原性や病原力の選別が可能である。

2 分離菌株による発病

(1) 'Graminearum', 'Avenaceum', 'Culmorum'

罹病穂や収穫物選別時に2番口から取れるくず粒から分離した菌株について見ると'Graminearum'は全国的に分布し、分布頻度はずっとも高く、病原力も強い。'Avenaceum'は板内・杉本(1953)により報告されているが、'Culmorum'によっても赤かび症状が再現できた。両菌種の発生の実態には不明な点が多い。また、これら菌種の発生時の相互関係も不明である。

(2) *F. nivale*

昭和58年の冷害年に北海道32地点より、選別時2番口採取のくず粒の送付を受け、各地点30粒について菌の分離を行ったところ、全道23地点から*F. nivale*が得られた。'Graminearum'は17地点、'Avenaceum'は5地点、*F. tricinctum*は10地点から得られた。これらの菌種と*F. nivale*が同一地点で採取された例もあった。採取された*F. nivale*には穂に対する病原力が強いものと弱いものの2群があった。新潟産紅色雪腐病菌は後者に属した。同年、宮島・斉藤(1984)は網走支庁管内のコムギ・オオコムギで、坪木(1984)は十勝管内のコムギで*F. nivale*による赤かび病を報告している。

開花期の穂に接種したときに葉身にも接種が行われたが、その結果、全葉が枯死した。葉身に対するこのような病原力は本菌種以外では見られなかった。明日山(1940)、山本(1956)、西原(1958)がそれぞれ葉身で*F. nivale*による発病を報告しており、イネ褐色葉枯病菌も含め、葉身での発病の問題を再検討する必要がある。

第1表 標準菌株におけるコムギの葉しょうと穂での症状の対応

葉しょうの症状 (注射接種法)		穂の症状 (噴霧接種法)	
反応型	反応別標準菌株	反応型	反応別標準菌株
PWL (周辺紫褐色で 中央灰白～黄白色) 大型病斑, 後期胞子形成)	<i>F. roseum</i> 'Graminearum' (信 ^{a)} 554・1161; 衛 ^{b)} 747・748・749) <i>F. roseum</i> 'Avenaceum' (信 1121) <i>F. roseum</i> 'Acuminatum' (衛 755・756・760・ 761・762・778・779・780・782) <i>F. roseum</i> 'Culmorum' (衛 783・784) <i>G. zae</i> (衛 751・752・754) <i>F. tricinatum</i> (信 1139, 衛 759) <i>F. nivale</i> (研 ^{c)} 744)	A	衛 747・748・749・756・760・761・780・784; 衛 751・752・754; 研 744
		B	信 554・1161・1121・1139; 衛 755・778・ 779・783
		C	衛 759・782
		D	衛 762
PS (紫褐色斑紋)	<i>G. zae</i> (衛 753) <i>F. roseum</i> 'Sambucinum' (信 952) <i>F. tricinatum</i> (衛 757・758) <i>F. nivale</i> (研 745) <i>F. oxysporum</i> (信 1269・1270)	A	研 745
		B	衛 753・757
		C	衛 758; 信 1269・1270
		D	信 952
PL (紫褐色条線)	<i>F. roseum</i> 'Graminearum' (衛 750) <i>F. roseum</i> 'Heterosporum' (信 950) <i>F. solani</i> (信 1058) <i>F. rigidiusculum</i> (信 813)	C	衛 750; 信 813
		D	信 950・1058
NL (病斑なし)	<i>F. roseum</i> 'Equiseti' (信 550) <i>F. roseum</i> 'Graminearum' (信 572) <i>F. roseum</i> 'Culmorum' (信 570・996) <i>F. roseum</i> 'Semitectum' (信 782) <i>F. episphearia</i> (信 218—3) <i>F. solani</i> (信 386・1086) <i>F. lateritium</i> (信 1083) <i>F. moniliforme</i> (信 999・1000)	C	信 1000
		D	信 550・572・570・996・782・218—3 386・1086・1083・999

A: 穎に紫褐色条斑ができ、後白変する。穎間げき～穂全体に菌層。

B: 穎に紫褐色条斑ができ、一部白変～褐変、穎間げきに白色菌糸。C: 穎に紫褐色条線。

D: 反応なし; *Fusarium roseum* の病原性を有する菌はいずれも *f. sp. cerealis* を省略した。

研 744 はイネ褐色葉枯病菌, 研 745 は紅色雪腐病菌。

a): 信州大学よりの分譲菌 b): 国立衛生試験所保存菌 c): 旧農業技術研究所よりの分譲菌

北海道では紅色雪腐病菌にチオファネートメチルに対する耐性菌の存在が報じられている(田中ら, 1983)。そこで、上記分離菌株の本剤耐性を調べた(日本曹達株式会社・榛原農場との共同研究)。穂に病原力の強い菌株13中8株が耐性菌(最低生育阻止濃度1,000ppm以上)、病原力弱の25菌株中16株が耐性菌であった。これらの結果は、穂を侵した *F. nivale* の一部は紅色雪腐病菌であったと推論する根拠となる。また、冷害年の赤かび病防除にはチオファネートメチル剤が無効となることを示唆している。

(3) 'Acuminatum'

分布はかなり広く、穂に接種すると症状は他菌種による赤かび症状と区別がつかない。さらに、本菌に侵された粒から T-2, HT-2 トキシン, ジアセトキシンシルベノール, ネオソラニオールが確認されたことから(一戸

ら, 1985), 赤かび病を起こす菌の一種と認める必要があると考え検討中である。

(4) *F. tricinatum*

分離頻度は高い。葉しょうに激しい症状を現し、穎の白変を起こす菌株がある。赤かび病菌とすべきかどうか検討中である。北海道、宮城、埼玉、石川産 *F. tricinatum* f. sp. *poae* 17 株は病原力が弱かった。

III 土壌中での生存

昭和55年、九州、中国、四国農業試験場のムギ作ほ場で採取された土壌の植物残渣および土壌から、接種試験で穂に赤かび症状を起こす菌株の存在を認めた。そこで、昭和56年春、出穂前に北海道(十勝)、福島、茨城、千葉、群馬、愛知、岡山(北部支場)、山口、香川、徳島、佐賀、宮城、鹿児島(大隅)の各県農業試験場内

のムギ系統適応検定は場内各3か所から、それぞれ 500 g の土壌の送付を受けた。16 メッシュのふるいを通し、植物残渣は 15 回滅菌水で洗浄し、駒田選択培地に着床、土壌は平板希釈法（駒田培地使用）で *Fusarium* を分離した。群馬、山口、香川、佐賀は3か所、千葉、岡山は2か所、北海道、福島、愛知、徳島、宮城は1か所から *F. roseum* が分離され、分離地点の多い所ほど菌密度の高い傾向があった ($0.25\sim 3.00 \times 10^8$ /土壌 1g)。茨城、鹿児島からは *F. oxysporum*, *F. solani* などは分離されたが、*F. roseum* は見いだせなかった。分離菌の代表株について昭和 56, 57 年に穂に対する病原性を検定した (第2表)。*'Graminearum'* は各地の植物残渣・土壌から採取され、24 株中 22 株は穂に病原性を示し、2 株は穎に若干の変色を起こしたのみであった。*'Avenaceum'* は広島採取の残渣・土壌から分離され、4 株中 2 株は穂に病原力があつた。*'Acuminatum'* は香川、福岡、宮崎の残渣・土壌から分離され 3 株中 1 株は病原力があつた。

IV 空気中の飛散

昭和 54~56 年は埼玉県鴻巣市で、昭和 58 年は茨城県谷田部町のムギ作は場で空中飛散菌を捕捉し、その消長を調べた。直径 9 cm のシャーレに 1/2 希釈した駒田培地を入れ、地上 80 cm の台の上に固定し、1日ごとに取り換えた。採集菌は分離を行い、その一部について穂に対する病原性を調べた。4月上旬、ムギ類の出穂前より病原力のある菌株が採集された。昭和 58 年筑波では2月15日、強い南風の吹いた日に病原力のある *'Graminearum'* が捕捉された。当日は最低気温 -2.7°C 、最高気温 11.7°C を示し、分生胞子の形成温度範囲 $15\sim 32^\circ\text{C}$ 、子のう胞子のその $15\sim 33^\circ\text{C}$ には達しておらず、前項の結果と合わせて考えると、土壌中の菌が飛散したものと推察された。ムギの出穂が始まると、経時的に捕捉数は増加した。早生種が晩生種の伝染源になるものと察せられる。昭和 56 年は5月第4~5半旬のピーク後、一時減少し、5月中旬以降の捕捉数は昭和 54, 55 年より少なく、この時期の低温が影響したと判断された。また、捕捉日前日と当日の結露計のぬれ時間が長いとき、捕捉数も多い傾向があつた。

V 感染時期

'Graminearum' の感染はムギの開花盛期にもっとも多いことが明らかにされている。他の菌種についてはどうなのかを検討した (第1図) と、*'Avenaceum'*, *'Culmorum'*, *'Acuminatum'*, *F. nivale*, *F. tricinctum* は

第2表 ムギ作は場の土壌より分離した菌の種類と病原力

菌株番号	採取地	菌名	穂に対する病原力
ARC			
931 S	千葉・大膳野	<i>F. roseum</i> <i>'Graminearum'</i>	A
934 S	群馬・前橋	〃 <i>'Graminearum'</i>	B
936 S	〃	〃 <i>'Graminearum'</i>	A
937 S	〃	〃 <i>'Graminearum'</i>	A
958 S	愛知・長久手	〃 <i>'Graminearum'</i>	A
906 R	広島・福山	〃 <i>'Avenaceum'</i>	B
912 S	〃	〃 <i>'Avenaceum'</i>	C
915 R	〃	<i>F. moniliforme</i>	D
916 S	〃	<i>F. roseum</i> <i>'Graminearum'</i>	C
918 S	〃	〃 <i>'Graminearum'</i>	B
922 R	〃	〃 <i>'Avenaceum'</i>	B
926 R	〃	〃 <i>'Avenaceum'</i>	C
929 R	〃	〃 <i>'Avenaceum'</i>	D
930 S	〃	〃 <i>'Avenaceum'</i>	D
940 S	岡山・久米	〃 <i>'Graminearum'</i>	A
942 S	〃	〃 <i>'Graminearum'</i>	A
944 S	〃	〃 <i>'Graminearum'</i>	A
950 S	山口・大内御堀	〃 <i>'Graminearum'</i>	B
952 S	〃	〃 <i>'Graminearum'</i>	B
954 S	〃	〃 <i>'Graminearum'</i>	B
956 S	〃	〃 <i>'Graminearum'</i>	B
959 S	徳島・石井	〃 <i>'Graminearum'</i>	A
902 R	香川・普通寺	〃 <i>'Acuminatum'</i>	B
947 S	香川・高松	〃 <i>'Graminearum'</i>	A
948 S	〃	〃 <i>'Graminearum'</i>	A
949 S	〃	〃 <i>'Graminearum'</i>	A
907 R	福岡・筑後	〃 <i>'Graminearum'</i>	C
909 R	〃	〃 <i>'Acuminatum'</i>	C
910 R	〃	〃 <i>'Graminearum'</i>	A
960 S	佐賀・川副	〃 <i>'Graminearum'</i>	A
962 S	〃	〃 <i>'Graminearum'</i>	A
966 S	〃	〃 <i>'Graminearum'</i>	A
967 S	〃	〃 <i>'Graminearum'</i>	A
938 S	宮崎・佐土原	〃 <i>'Acuminatum'</i>	D

A : 穎に紫褐色条斑ができ、後白変する。穎間げき〜穂全体に菌層。

B : 穎に紫褐色条斑ができ、一部白変〜褐変する。穎間げきに菌層。

C : 穎に紫褐色条線。

D : 反応なし。

菌株番号に付したRは植物残渣、Sは土壌から分離したことを示す。

いずれも、*'Graminearum'* と同様に、開花前よりも開花盛期に感染しやすいことが明らかとなった。

VI 減収・品質への影響

各菌種による発病度と減収・品質への影響を調べた (第3表)。発病度は発病穎花率で示した。品種はオマセコムギで、穂ばらみ期にビニルで覆った。供試菌株はそれぞれ病原力の強いものを選び、分生胞子の濃度を $10^6\sim 10^8$ 個/ml に調整した。*'Graminearum'* による減収がもっとも多く、発病穎花率 78% で約 70% の減収、*'Avenaceum'*, *'Culmorum'*, *'Acuminatum'* はそれぞれ

第3表 菌種による被害と薬剤による防除効果

薬剤の散布	菌種	発病率 ^{a)} 顕花率	株当たり ^{b)} 子実重	子実 千粒重	株当たり くず粒数	くず粒 千粒重
無 散 布	<i>F. roseum</i> 'Graminearum' (ARC 748)	78.2%	20.6 g (29.5)	29.8 g	396.0個	4.9 g
	〃 'Avenaceum' (信 1121)	23.0	55.1 (78.9)	36.9	76.8	6.4
	〃 'Culmorum' (ARC 783)	20.0	50.8 (72.8)	37.8	50.4	5.4
	〃 'Acuminatum' (ARC 780)	18.2	69.2 (99.1)	37.1	11.8	5.3
	<i>F. nivale</i> (ARC 744)	4.4	71.7 (102.7)	37.1	9.8	5.9
	対 照 ^{e)}	4.2	69.8 (100)	36.9	—	—
チト ^{c)} オメ フチ アル ネ散 し布	<i>F. roseum</i> 'Graminearum' (ARC 748)	8.3	71.0	38.5	30.0	5.7
	〃 'Avenaceum' (信 1121)	9.0	68.0	36.3	57.0	6.0
	〃 'Culmorum' (ARC 783)	3.6	65.1	40.8	28.2	6.2
	〃 'Acuminatum' (ARC 780)	5.4	72.6	40.5	1.0	5.2
	<i>F. nivale</i> (ARC 744)	0.6	63.5	36.6	4.8	6.5
	対 照	0.5	66.1	39.6	0.4	6.5

a) 各区 100 顕花を調査.

b) 水分含量 12.5% として換算. () は対照に対する%.

c) チオファネートメチル水和剤 1,000 倍液を接種 4 日前に 120 l/10a 相当量散布.

d) イネ褐色葉枯病菌.

e) 対照区は無接種.

発病顕花率 23, 20, 18% に対し減収率 21, 27, 1% であった。北海道産 *F. nivale* の病原力強の菌株で発病顕花率 34%, 減収率 27%, 新潟産紅色雪腐病菌はそれぞれ 20%, 9% であった。'Graminearum' の減収率に比し、他菌ではその 2~4 割の減収にとどまり、'Acuminatum' はほとんど実害を生じなかった。しかし、粒径 2.2 mm 以上の粒を見ると、褐変があったり、表面にしわのある粒が、それぞれ 70, 58, 50, 52, 60% 程度あり、いずれも品質への悪影響が見られた。特に 'Acuminatum' による褐変粒が目だった (30%)。'Acuminatum' 以外の接種穂からの粒中のトキシンについては目下検討中である。

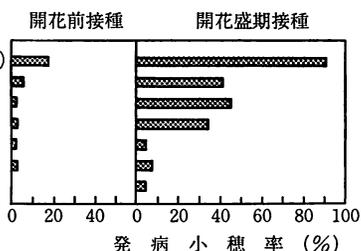
VII 防 除

本病の防除剤にはチオファネートメチルがある。予防散布が有効であり、発病してから散布では遅すぎる。本剤は 'Graminearum', 'Avenaceum', 'Culmorum', 'Acuminatum' のいずれにも有効であることが確認された (第3表)。

チアベンダゾール、キャプタンと 8-ヒドロキシキノリン銅も予防効果がある。これらの薬剤を土壌処理してみたが効果は不十分であった。

本研究を遂行するにあたり、松尾卓見博士にはご助言を賜り、貴重な菌株を分譲していただいた。また、国公立農業試験場、病害虫防除所、農家の皆様には標本採取のご協力をいただいた。ご厚意に御礼を申し上げる。

F. roseum 'Graminearum' (ARC748)
F. roseum 'Avenaceum' (信1121)
F. roseum 'Culmorum' (ARC783)
F. roseum 'Acuminatum' (ARC780)
F. nivale (ARC744)
F. tricinctum (ARC766)
 対 照



第1図 接種時期と各菌種による発病

各区いずれも接種 13 日後の調査値.

引用文献

- 1) 明日山秀文 (1940): 日植病報 10: 51~54.
- 2) BOOTH, C. (1971): The genus *Fusarium*, Commonwealth Mycol. Inst., Kew, UK, pp. 238.
- 3) 一戸正勝 (1978): 植物防疫 32: 417~421.
- 4) ——— (1985): 日本菌学会講演要旨.
- 5) 松尾卓見 (1969): 植物防疫 23: 473~480.
- 6) 宮島邦之・斉藤 泉 (1984): 日植病報 50: 97.
- 7) NELSON, P. E. et al. (1983): *Fusarium species: An Illustrated Manual for Identification*, The Penn. State Univ. Press, USA, pp. 193.
- 8) 西原夏樹 (1958): 日植病報 23: 33.
- 9) SNYDER, W. C. and H. N. HANSEN (1940): *Am. J. Botany* 27: 64~67.
- 10) ——— et al. (1957): *J. Madras Univ. B* 27: 185~192.
- 11) ——— and T. A. TOUSSOUN (1965): *Phytopathology* 55: 833~837.
- 12) 田中丈夫ら (1983): 日植病報 49: 565~566.
- 13) 堀内吉彦・杉本利哉 (1953): 同上 17 (3~4): 182.
- 14) 富永時任 (1964~1966): 農林省農技研病昆部病理科昭. 38 成績 1~10, 昭. 39 成績 68~69, 昭. 40 成績 43~44.
- 15) 坪木和男 (1984): 日植病報 50: 97.
- 16) 山本 勉 (1956): 中国農業研究 2: 33~35.

特集：ムギの病害〔3〕

ムギ類赤かび病——西日本における発生と防除対策

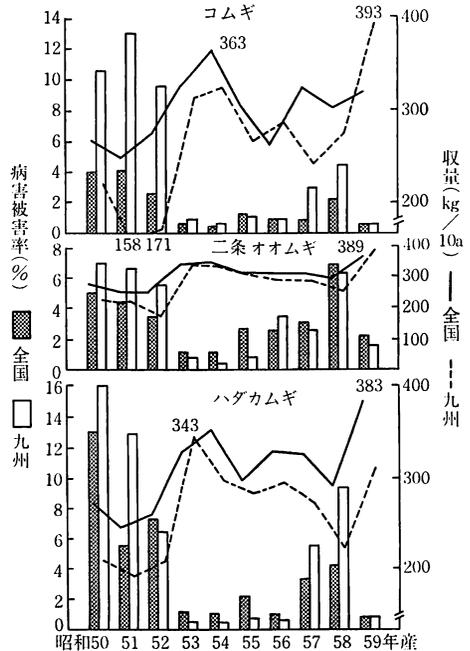
農林水産省九州農業試験場 も ぎ し ず お
夫

わが国におけるムギ類の栽培面積がもっとも多かったのは昭和 25 年産で 178 万 4,000 ha であったが、その後年々減少し、48 年産の作付面積がもっとも少なく 15 万 4,800 ha、25 年作付のわずか 8.7% までに激減した。しかし麦生産振興対策の実施と水田利用再編対策等によって、昭和 49 年から作付け増加に転じ、50 年産約 17 万 ha、53 年産 20 万 ha を突破し、55 年産 30 万 ha を超え、59 年産は 35 万 ha 台までに復活した。4 麦合計の収穫量が 100 万 t を超えたのが 57 年産からで 113 万 2,000 t、46 年以来 12 年ぶりのことであった。59 年産ムギ類は大豊作となり、4 麦合計収穫量が 113 万 6,000 t を記録し、45 年以来の最高収量となった。

I 西日本における赤かび病の発生概況

近畿以西（近畿・中国・四国・九州各地域）の西日本におけるムギ類の作付け動向を昭和 50 年産から 59 年までの 10 年について見ると、4 麦合計で、50 年産 17 万 ha から 59 年産 35 万 ha の約 2 倍に増加した。その内訳はコムギが 2.5 倍、二条オオムギが 1.6 倍、六条オオムギが 2 倍、ハダカムギが 0.6 倍で、コムギの作付け増加が顕著である。西日本における 4 麦作付面積の全国に占める割合は 10 年平均で約 40% とかなり高く、特にハダカムギは四国地域を主体に 94% を占め、次いで二条オオムギの 62%、コムギの 28% となっている。コムギと二条オオムギの作付けは九州地域に多く、59 年産でコムギ 5 万 3,000 ha、二条オオムギ 4 万 1,000 ha で、コムギは全国作付面積の約 1/3、二条オオムギは 2/3 の割合となっている。

全国および西日本で特にムギ類の作付けが多い九州地域を代表させて、病害による被害率と 10 a 当たり収量の推移をコムギ、二条オオムギ、ハダカムギについて第 1 図に示した。病害による被害率は 3 麦とも九州地域が全国と較べて圧倒的に高いことがわかる。年次別に見ると、昭和 50、51、52、57 および 58 年産の被害が高く、53、54、55、56 および 59 年産の被害が低い。10 a 当たり収量は被害とはほぼ逆の関係が顕著で、病害被害率の高い年次は低収年となっている。この経過をさらに詳しく

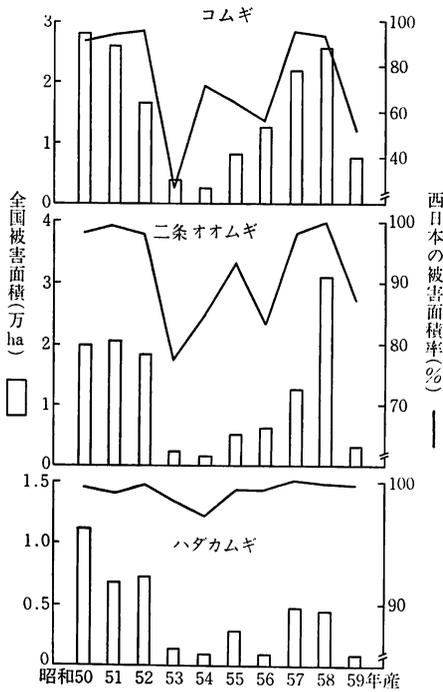


第 1 図 全国、九州地域における病害被害率と収量 (作物統計による)

見ると、被害様相は麦種によって異なり、コムギ、ハダカムギの変動が大きく、二条オオムギの変動は比較的少ない。全国と九州地域の収量推移を見ると、59 年産九州地域のコムギ収量 393 kg/10 a と二条オオムギ 389 kg/10 a の多収年を除くと、いずれの年次も全国平均より低収年に経過していることがわかる。

被害は主として気象被害（湿害、風水害、雪害、凍霜害など）がもっとも高いが、次は病害特に赤かび病の被害が高率である。第 2 図に全国と西日本における赤かび病の被害状況を示した。赤かび病による被害は発生面積、被害量ともにコムギがもっとも高く、過去 10 年では昭和 50 年産の被害面積 2 万 8,000 ha、被害量 8,000 t、51 年産では被害面積 2 万 5,600 ha、被害量 8,930 t を記録した。それぞれの年次における西日本の被害面積は 50 年 2 万 5,500 ha、51 年 2 万 4,800 ha で面積率が 91.1 と 96.8% を占めた。被害量は 50 年 7,700 t、51 年 8,800 t でその率が 96.0 と 98.5% となった。このように、西日本における赤かび病の被害が著

Occurrence of Wheat and Barley Scab in the Western Part of Japan, and Their Control. By Shizuo Mouri



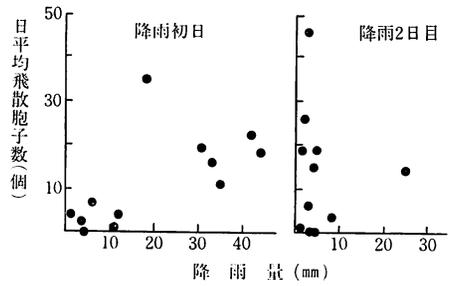
第2図 赤かび病の全国，西日本における被害（作物統計による）

しく高率であり，50～59年産10か年の被害面積率の平均がコムギ75%，二条オオムギ92%，ハダカムギでは実に99%の高率となった。従前から言われているように，ムギ類赤かび病の発生は出穂期以降の高温と降雨とされているが，西日本における出穂時の温度条件は発生に好適であり，より制限要因として働いているのは降雨条件であることはすでに指摘されているところである。以下西日本における発生要因について検討してみたい。

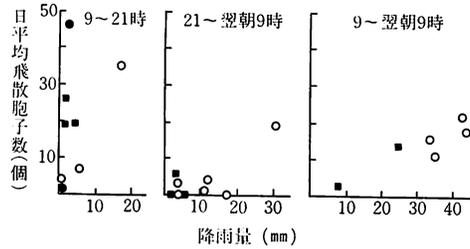
II 西日本における発生要因

1 気象条件

本病原菌の子のう胞子，分生胞子の飛散機構や環境条件についてはすでに井上（1960，1965），西門（1958），石井（1961）の詳細な研究があり，特に降雨と胞子飛散が密接な関係にあることが知られている。筆者らが昭和54年に行った胞子飛散と降雨との関係を検討した結果を第3，4図に示した（茂木・内藤，1980；内藤，1980）。連続して降雨がある場合，雨のある初日より2～3日目により多くの胞子飛散が見られ，連続降雨の初日あるいは1日だけの降雨の場合は降雨量が多いほうが飛散数も増加する。一方，連続降雨の2日目あるいは3日目では降雨量が少量でも多数の胞子飛散が生ずる傾向が顕著



第3図 降雨日の連続と赤かび病菌胞子の飛散



第4図 降雨時間帯と赤かび病菌胞子の飛散

- 単一降雨日，連続降雨日の初日
- 連続降雨日の2日目
- 連続降雨日の3日目

である。図に示した降雨2日目の例をとると，降雨量が10mm以下の場合でも，降雨初日あるいは1日だけの降雨日の20～40mm以上の降雨量の場合と同等かそれ以上の胞子数が飛散する。また1日24時間（午前9時～翌朝午前9時）の降雨のあった時間帯と胞子飛散数との関係を見ると第4図に示したとおり，朝9時から21時までの夜早い時間帯に降雨があり，飛散がよく生ずる夜間に降雨のないことが飛散数を多くする。さらに降雨が連続するとこの傾向はますます顕著となり，連続降雨日の2～3日目では9時～21時の間のきわめて少量の雨でも多数の胞子飛散が起こることが明らかとなった。九州地域ではコムギ赤かび病の発生要因として，20か年の統計を基にして，4月下旬～5月上旬に降水日数10日，降水量120mm以上，5月上旬ではそれぞれ7日，50mm以上で被害歩合5%以上となる出現頻度が86～100%で高いことが知られている。この事実と前述の降雨時間帯と降雨日数との関係から，さらに精度の高い情報が得られるものと考えられる。

2 伝染源の分布

本病原菌は多犯性で腐生栄養繁殖が盛んであるため，野外のいろいろなところで生存しこれが伝染源となっている。イネ刈り株，雑草など広範囲に本病の伝染源が分布しているため，伝染源の撲滅は容易ではない。九州で

子のう胞子の飛散が見られ始めるのは3月中旬ごろからで、4月に入って飛散数が急増する。一方、分生胞子の飛散は3月中には見られず、恒常的に飛散し始めるのは4月下旬以降であり、5月中旬以降は分生胞子の飛散が主体を占めるようになる。従来から言われているとおり、初期感染は子のう胞子によって、その後は分生胞子の感染と見られるが、伝染源の再検討と子のう胞子、分生胞子のより簡便な検出法の開発が必要と考えられる。

3 品種耐病性

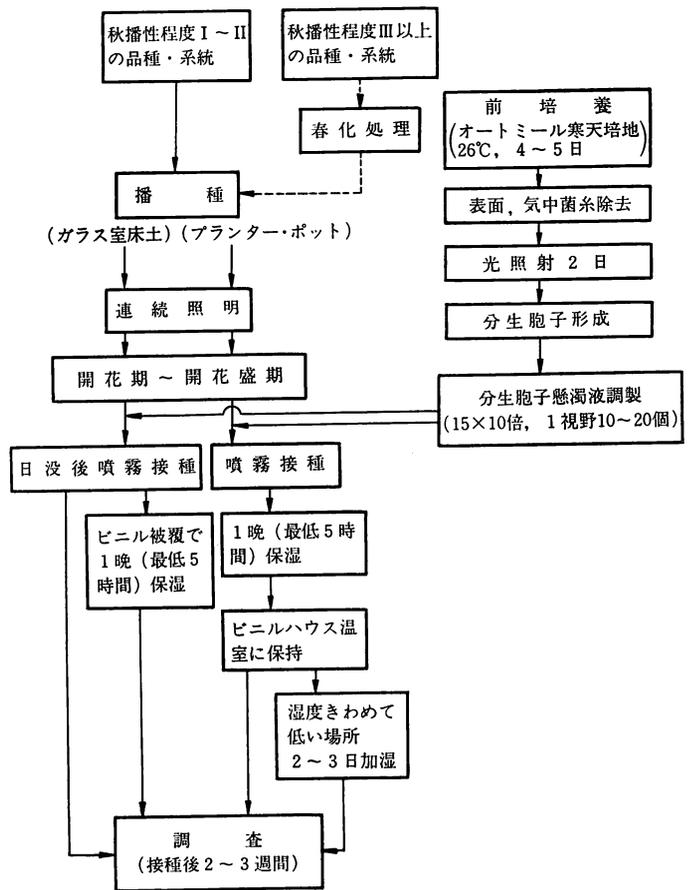
本病に対する品種の耐病性について従前より広く検討されてきたところであるが、これまで本病に罹病しない品種は見いだされていない。主働遺伝子支配による真性抵抗性は現在のところ想定し難く本病に対する抵抗性は量的なものと考えられている。本病発生の特徴は出穂後に穂部の感染・発病・被害が主となるため、直接被害が著しいことはもちろんのこと、開花最盛期を中心とする侵入感染時の気象条件の影響を強く受けることとなる。前述の子のう胞子、分生胞子の飛散もこの時期の気象条件特に降雨の影響を強く受ける。また有効薬剤の散布はムギ作の経済性から見て実際的にはほとんど使用されていない現状にある。ここで強く要望されているのが、もっとも経済的な耐病性品種の利用である。現在、主要栽培品種である農林 61 号は赤かび病耐病性が中程度であり、最近九州農試で育成された有望品種アサカゼコムギも農林 61 号と同程度かやや勝る耐病性を有している。しかし、農林 61 号、アサカゼコムギ程度の耐病性では昭和 38 年のような大流行年には耐病性はほとんど働かないものと見られていて、これらの品種より数ランク強い、例えば蘇麦 3 号と同等かそれ以上の強さが望まれ、これが当面の赤かび病耐病性品種育成の目標とされている。本病に対する耐病性は環境条件によって大きく変動する不安定性も見られ、耐病性検定の精度の向上、的確な耐病性指標を見出すことが何にもまして必要かつ重要となった。

III 防除対策

1 耐病性検定法

(1) 出穂促進栽培による耐病性簡易検定法

長日処理により出穂を促進したコムギ品種を用いた検定法の概要を第 5 図に示した。接種源分生胞子の大量形成法としてオートミール寒天培地を用い赤かび病菌を培養し、気中菌糸除去後、照射下に約 2 日間胞子形成する方法が良く、簡便で短期間に大量の分生胞子を得ることができる。また分生胞子を形成したオートミール寒天培地を完全に乾燥し、吸湿剤を入れて冷蔵庫に保存することで 1 年以上も病原力が低下せず保存できる利点もある。検定用コムギの栽培は、育苗用ビニルポット、ミニプランター、ガラス室床土のいずれも有効で、ガラス室内床土の栽培がもっともムギの生育が良好であり管理も容易である。播種後連続照明して、出穂までに要する日



第 5 図 コムギ品種の赤かび病に対する耐病性出穂促進簡易検定法の手順

数は供試品種の秋播性程度、栽培期間中の温度によって異なるが、早い品種で 21~32 日、遅い品種で 36~43 日を要した。秋播性の高い品種は出穂しないので春化処理が必要である。1 穂当たりの形成小穂数は、出穂までの日数と栽培条件に影響されるが、育苗用小ビニルポット播種で平均 5 個、ガラス室内床土播種で平均 7~14 個であった。接種源の分生孢子濃度は 150 倍 1 視野 10~20 個程度がもっとも適当であり、湿室内保持時間は最短 5 時間でも十分な発病が得られる。平均気温 15.9~19°C でも 5~10 時間穂上に水滴が存在すれば十分な発病が見られる。ガラス室内床土栽培の場合は、日没後接種すれば特別に保湿処理をしなくても十分発病が見られた。しかし接種温度 28°C 以上の高温は本病の侵入を抑制する傾向が見られるので注意が必要である。

出穂促進コムギおよびほ場の普通栽培コムギに接種し、耐病性を比較検討した結果、出穂促進コムギを用いた耐病性検定が可能であると判断された。さらに的確な検定を行うために、種々の環境条件によって変動の少ない安定した耐病性評価指標と調査時期について検討した結果、後述するように、穂軸病変小穂率または穂軸病変穂率が大変に優れた耐病性評価指標であり、穂の黄化が始まる直前ごろの、接種後 2~3 週間の調査がもっとも適切であることを明らかにした(内藤, 1981; 内藤ら, 1984; 内藤・茂木, 1983)。

(2) ほ場における耐病性検定法

従来から自然発病によるほ場検定は年次による発生変動が大きく、少発生年次にはまったく成果が得られないか、得られてもごく偏った成果しか得られなかった。逆に多発生年次では発病が多すぎて品種間差異を見いだすことが困難となる例も多かった。年次間変動が比較的少なく、安定してしかも長い期間をカバーできる検定法の確立が強く要望されていた。これを目的に九州農試は場で昭和 54 年から 57 年までの 4 年検定した。54 年は自然発病による検定を、55 年から 57 年までは耐病性極弱で早生品種であるゴガツコムギを用い、検定品種を伝染源品種ゴガツコムギで挟み伝染源品種のみに接種し、二次伝染による接種、すなわち間接接種による検定法について検討した。

耐病性程度がすでに明らかにされている 6~12 品種を供試し比較検討した結果、罹病穂率、罹病小穂率および罹病穂での罹病小穂率による耐病性評価は試験時、場所、年次によって大きく変動し、品種の耐病性を示す正確な指標とはなりえないことが明らかとなった。赤かび病の発病は最初小穂に現れ、次いで穂軸へ病変が伸展し品種間で穂軸への病変拡大程度に差異の見られることは

第 1 表 出穂促進コムギの穂軸病変小穂率^{a)}、穂軸病変穂率^{b)}と品種耐病性

供試品種 ^{c)}	穂軸病変小穂率(%)		穂軸病変穂率(%)	
	接種後 2週間	接種後 3週間	接種後 2週間	接種後 3週間
農林 26 号	62.9	94.8 a	83.7 a	95.2 a
ゴガツコムギ	82.2	81.3 a	90.7 a	93.0 a
ジュンレイコムギ	46.3 a ^{d)}	75.3 a	64.0	93.0 a
農林 61 号	47.5 a	75.3 a	42.3 bc	85.6 a
新中長	20.3 b	47.8 b	28.9 cd	63.6 b
ダンチコムギ	22.6 b	45.0 b	46.0 b	82.1 a
東海 63 号	17.5 b	26.8 bc	18.1 d	47.1 bc
入梅	13.3 b	25.6 bc	17.6 d	42.0 b
延岡坊主小麦	20.3 b	40.4 bc	25.9 d	62.9 b
蘇麦 3 号	10.9 b	19.3 c	15.8 d	36.4 c

a) 穂軸へ病斑が伸展した罹病小穂数/全罹病小穂数×100

b) 穂軸が病変した罹病穂数/全罹病穂数×100

c) 耐病性程度……弱：農林 26 号，ゴガツコムギ，中：ジュンレイコムギ，農林 61 号，やや強：ダンチコムギ，新中長，強：蘇麦 3 号，延岡坊主小麦，東海 63 号，入梅。

d) 同一英小文字を付した値間にはダンカン多重検定による 5% 有意差がないことを示す。

知られていた(竹上, 1963)。筆者は穂軸の病変頻度、程度が品種間で異なること、穂軸病変は罹病小穂から穂軸への病変拡大によるもので、小穂より先に穂軸に病変が生ずることはないことを確認した。このことから穂軸への病斑拡大抵抗による耐病性評価について検討し、穂軸病変小穂率で評価した結果、接種後 2~3 週間の調査によって、出穂促進コムギ(第 1 表)、ほ場普通栽培コムギ(第 2 表)ともに、的確な耐病性評価ができ、また環境条件の変動にも比較的安定した評価指標であることが明らかとなった。穂軸病変は多くの場合に穂を外から見ただけでは確認できないが、穂部の一部分または全体が枯死している場合の多くは穂軸病変によるものである。穂軸病変の病徴は品種によってかなりの変動があり、耐病性弱の品種ほど病変の拡大が速やかであり、その色調も淡黄色~淡褐色に変色する例が多い。耐病性強品種になると小穂が罹病しても穂軸に病変が拡大しない例が多く、伸展しても褐色~濃褐色を呈し、局部的に停滞した病斑を作る例が多い。穂軸病変の伸展度を耐病性の異なる品種別に、栽培条件を変えてみたのが第 3 表の結果である。耐病性の弱い品種ほど伸展度の高い穂が多くなり、健全小穂の着いている穂軸部まで病変の進んだ罹病穂や穂軸病変部より上の小穂が枯死する罹病穂が多くなる。概して穂軸病変小穂率が穂軸病変穂率よりも精度は高くなるが、より簡便な穂軸病変穂率でも十分に耐病性評価は可能である(茂木, 1985; 内藤・茂木,

第2表 ほ場普通栽培コムギの穂軸病変小穂率^{a)}、穂軸病変穂率^{b)}と品種耐病性

供試品種 ^{c)}	穂軸病変小穂率 (%)				穂軸病変穂率 (%)	
	接種後2週間		接種後3週間		接種後3週間	
	1 ^{d)}	2	1	2	1	2
農林12号	82.7	85.8	96.3	99.0	98.4	98.1
農林26号	12.3 ab ^{e)}	14.1 a	61.2	62.4 a	56.6 a	44.4 a
ゴガンコムギ	15.7 a	16.9 a	44.6 a	57.1 a	54.5 ab	56.2 a
農林61号	3.9 bc	6.3 ab	30.9 bc	31.3 b	34.3 c	30.3
ダンチコムギ	0 c	0 b	26.5 c	31.1 b	24.6 d	15.5
蘇麦3号	0 c	0 b	1.4 d	2.2	1.6	3.1

a), b) は第1表に同じ, c) は第1表^{e)}に同じ, d) 試験番号, 試験1は供試12品種中6品種のみ記載, e) は第1表^{d)}に同じ.

第3表 各種穂軸病変伸展度の穂率 (%) と品種耐病性

供試品種 ^{c)}	出穂促進コムギ ^{a)}				ほ場普通栽培コムギ ^{b)}			
	1 ^{d)}	2	3	4	1	2	3	4
農林12号	— ^{e)}	—	—	—	1.6	1.8	24.3	72.3
農林26号	32.4	39.0	24.5	4.0	43.4	17.2	26.6	12.9
農林61号	25.7	55.9	17.1	1.3	65.7	14.4	17.9	2.0
ダンチコムギ	54.4	36.5	9.1	0	75.4	14.3	8.2	2.1
蘇麦3号	64.2	30.9	4.9	0	98.4	1.1	0.5	0

a) 接種後10日に調査, b) 接種(開花盛期)後3週間に調査, c) は第1表^{e)}に同じ, d) 穂軸病変伸展度… 1: 穂軸病変なし, 2: 罹病小穂付着部の穂軸のみ病変, 3: 穂軸病変が健全小穂付着部まで伸展, 4: 穂軸病変部より上位小穂枯死の各穂数/全罹病穂数×100, e) 調査欠

1983)。

出穂促進簡易検定および間接接種によるほ場検定によって、品種・系統の耐病性程度を判定するには、耐病性中からやや強の農林61号と強品種の蘇麦3号を基準品種として必ず供試し、穂軸病変小穂率または穂軸病変穂率が農林61号より低く、蘇麦3号より高いものを耐病性やや強、蘇麦3号と同程度かまたはそれより低いものを耐病性強とするのが妥当と考えられる。

以上から、ムギ類赤かび病の品種耐病性検定法として次の二段階方式をとることがより正確な方法である。第一段階は出穂促進栽培による簡易検定法によって多数の系統を効率よく検定する。この方法によって選ばれた強い耐病性を持ち、形質ともに有望と考えられる系統について、さらに第二段階の間接接種ほ場検定法を用い検定することによって、より正確な判定が可能となった。ムギ類赤かび病耐病性検定には上記の二段階選抜法がもっとも優れた検定法であることが明らかとなった。

2 薬剤防除

前述のとおり、西日本におけるムギ類総被害のうち気象被害を除くと他の被害の大部分は赤かび病発生に帰因し、その被害率もきわめて大きいことは明らかである。また最近、本病原菌の産生するマイコトキシンの人畜に

対する毒性が問題となり、ヒト、家畜の赤かび中毒症がトリコテセン系マイコトキシンに基因することが明らかにされ、西日本では本病の大発生時のみならず、平年作時でも汚染の頻度が高く、その汚染レベルは罹病程度におおむね比例しているとされている(芳沢, 1985)。このことから、本病に有効な薬剤、チオファネートメチル剤、ペノミル剤などの開花盛期散布は地上防除、空中防除ともに優れた防除効果、増収効果、品質向上が見られ、十分な効果が期待できる(豊田ら, 1976)ので、必ず防除するようにしたいものである。これらの薬剤はいずれも進展阻止効果よりも侵入防止効果が優れているため、なるべく早めに防除をするよう心がけるとともに、効力の持続期間はほぼ5~10日間くらいと見られ(堀, 1985)、多発生が予想される場合は散布回数を多くし、早めに防除することが肝要である。今後は持続性の優れた薬剤で、また進展阻止効果も優れた薬剤の開発が望まれる。

西日本特に九州地域では10a当たり水稻収量600kg、ムギ類収量400kgの合計1,000kgが安定的に収穫できれば経営的にもかなり安定すると言われている。西日本におけるムギ類の安定多収を阻害している大きな要因の一つが赤かび病の常時発生によることは前述のとおり

であるが、ムギ作に薬剤散布を実施する積極的取り組みは依然として低調であり、昭和59年産のように400kg近い多収が得られることはきわめてまれなことである。

このことから、薬剤の開花盛期とその後7~10日目の2回散布は安定多収とマイコトキシン汚染防止の面から必ず実施されることを望みたい。

引用文献

- 1) 堀 真雄 (1985) : 農及園 60 : 431~436.
- 2) 井上成信 (1960) : 農学研究 47 : 230~236.
- 3) ——— (1965) : 同上 50 : 159~166.

- 4) 石井 博 (1961) : 病害虫発生予察特別報告第8号 : 56~77.
- 5) 茂木静夫・内藤秀樹 (1980) : 九州病虫研報 26 : 28~30.
- 6) ——— (1985) : 今月の農薬 29 (1) : 1~7.
- 7) 内藤秀樹 (1980) : 同上 24 (13) : 17~20.
- 8) ——— (1981) : 同上 25 (9) : 20~23.
- 9) ———ら (1984) : 九州農試報 23 : 355~386.
- 10) ———・茂木静夫 (1983) : 転換畑研究成果集報 1 : 239~247.
- 11) 西門義一 (1958) : 農業改良技術資料 第97号 : 70~96.
- 12) 竹上静夫 (1963) : 農及園 38 : 311~314.
- 13) 豊田久蔵ら (1976) : 九州病虫研報 22 : 32~35.
- 14) 芳沢宅美 (1985) : 日本植物病理学会植物感染生理談話会昭和60年度 pp. 23~32.

新しく登録された農薬 (61.2.1~2.28)

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 16262~16272 まで計 11 件)

なお、アンダーラインのついた種類名は新規のもので [] 内は試験段階時の薬剤名である。

『殺虫剤』

塩酸レバミゾール液剤 [MTS 液剤]

塩酸レバミゾール 4.0%

センチュリー注入剤 (61.2.7)

16262 (保土谷化学工業), 16263 (三菱油化ファイブ)

まつ (生立木): マツノザイセンチュウ

『殺菌剤』

チアベンダゾール・ポリオキシシン水和剤

チアベンダゾール 60.0%, ポリオキシシン複合体 10.0%

ポリナーゼン水和剤 (61.2.27)

16268 (科研製薬)

たばこ: 赤星病・うどんこ病・菌核病

トリシクラゾール水和剤

トリシクラゾール 75.0%

ビーム顆粒水和剤 (61.2.27)

16271 (クミアイ化学工業), 16272 (武田薬品工業)

稲: いもち病: 21 日 4 回 (但し, 本田期 3 回以内)

『殺虫殺菌剤』

カルタップ・BPMC・トリシクラゾール・バリダマイシン粉剤

カルタップ 2.0%, BPMC 2.0%, トリシクラゾール 1.0%, バリダマイシンA 0.30%

パダンバッサバリダビーム粉剤 DL (61.2.27)

16264 (武田薬品工業)

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・イネツトムシ・いもち病・紋枯病: 21 日 3 回

カルタップ・BPMC・トリシクラゾール粉剤

カルタップ 2.0%, BPMC 2.0%, トリシクラゾール 1.0%

パダンバッサビーム粉剤 DL (61.2.27)

16265 (武田薬品工業)

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・イネツトムシ・いもち病: 21 日 3 回

BPMC・フルトラニル粉剤

BPMC 3.0%, フルトラニル 1.5%

モンカットバッサ粉剤 30 DL (61.2.27)

16266 (日産化学工業), 16267 (日本農薬)

稲: 紋枯病・ウンカ類・ツマグロヨコバイ: 14 日 3 回

BPMC・トリシクラゾール・バリダマイシン粉剤

BPMC 2.0%, トリシクラゾール 1.0%, バリダマイシンA 0.30%

ビームバッサバリダ粉剤 DL (61.2.27)

16269 (武田薬品工業)

稲: ツマグロヨコバイ・ウンカ類・いもち病・紋枯病: 21 日 3 回

クロルピリホスメチル・BPMC・トリシクラゾール粉剤

クロルピリホスメチル 2.0%, BPMC 2.0%, トリシクラゾール 1.0%

ビームレルダンバッサ粉剤 DL (61.2.27)

16270 (クミアイ化学工業)

稲: いもち病・ニカメイチュウ・イネツトムシ・ツマグロヨコバイ・ウンカ類・コブノメイガ: 45 日 2 回

特集：ムギの病害〔4〕

ムギ類の土壌伝染性ウイルス病の発生生態と防除対策

茨城県農業試験場 お がわ 川 けい 奎

昭和40年代の後半、15万ha台に落ち込んだムギ類の作付けは、生産奨励金への麦価の繰り入れ、水田再編特定作物への指定などによって、53年以降再び増え始め、現在53万ha台に回復した。ところが、作付けの増加とともにオオムギ縞萎縮病が全国的に発生し、防除が難しいため、麦作生産の大きな障害となっている。本病は大正年間より発生の認められていた(和田ら、1937)古い病害であるが、近年は大型機械の利用による病土の広域的な移動や、加工業界の指定による罹病性品種の連作で、廃作に追い込まれるなど被害の激しさが目だっている。

そこで、昭和59年度から北関東の茨城・栃木・群馬三県による中核研究が組織され、総合防除法の確立に取り組んでいる(61年から転換畑研究に編入)。本稿では、既往の知見と合わせて、研究の一端を紹介する。

I 病原ウイルスと系統

1 病原ウイルスの種類

わが国におけるムギ類の土壌伝染性ウイルス病にはオオムギを侵すオオムギ縞萎縮病(BYMV)(銚方ら、1940)、コムギを侵すコムギ縞萎縮病(WYMV)(和田ら、1937)やオオムギ、コムギ、ライムギ、スズメノカタビラ、イタリアンライグラスなど広くイネ科を侵すムギ類萎縮病(SBWMV)(和田ら、1937)がある。

病徴は3ウイルス病ともよく似ている。BYMVでは、初め茎葉に黄緑色の細長いかすり状の斑点が生じ

る。発病最盛期には、株が萎縮し、葉身全面にモザイクが現れ、黄化が甚だしくなる。WYMVの病徴はBYMVに比べて不鮮明である。SBWMVは前二者に比べて、萎縮の程度が激しく、黄緑色のモザイクが長く、緑の部分がやや濃い傾向にある。SBWMVとBYMVあるいはWYMVとの重複感染も多く、病徴からウイルス病を診断することは難しい。

これらウイルス病の診断には三つの方法がある。まず、手軽な方法として、薄くはいた葉裏の表皮細胞中のX体を観察する。BYMVおよびWYMVのX体はほぼ円形、SBWMVは棒状である(和田ら、1937;安ら、1964)。電顕によるウイルス粒子の観察はより正確である。BYMVおよびWYMVはひも状、SBWMVは棒状である(井上、1969)。一度に多数の試料の診断には、ELISA法が有効である(宇杉ら、1984)。

2 茨城県におけるウイルス病の分布

茨城県の各地から病害虫防除所が採集した149の試料をELISA法で診断した結果を第1表に示した。二条オオムギではBYMVが大半であったが、六条オオムギではBYMVとSBWMVの重複感染の割合が増え、コムギではWYMVよりもSBWMVの単独感染が多かった。これらウイルスの分布は、その地帯の麦種と関係が深かった。二条オオムギはBYMVに弱く、SBWMVに強い。これに対して、六条オオムギはBYMVとSBWMVにともなう弱いため、重複感染が多かった。

第1表 麦種別のウイルスの種類と栽培地帯別の分布状況 (1985)

ムギ類栽培地帯	二条オオムギ			六条オオムギ			コムギ		
	BY	BY·SB	SB	BY	BY·SB	SB	WY	WY·SB	SB
二条オオムギ主体地帯	14	0	0	7	0	0	1	0	0
コムギ	3	0	0	2	2	0	5	0	2
六条オオムギ	6	0	1	5	5	1	0	0	6
六条 + [コムギ 二条] 地帯	20	0	1	17	11	1	12	1	16
合計	43	0	2	31	28	2	18	1	24
比率	96	0	4	51	46	3	42	2	56

Outbreak of Soil-borne Virus Diseases of Barley and Wheat, and Their Control. By Kei OGAWA

このような地帯ではコムギに SBWMV が受渡され、SBWMV が目だつと思われる。このような3ウイルスの混在は茨城県独特の現象で、カシマムギ（六条オオムギ）の特産地である本県では、六条オオムギの作付けが他県に比べて多く、SBWMV が増える機会が多いためであろう。

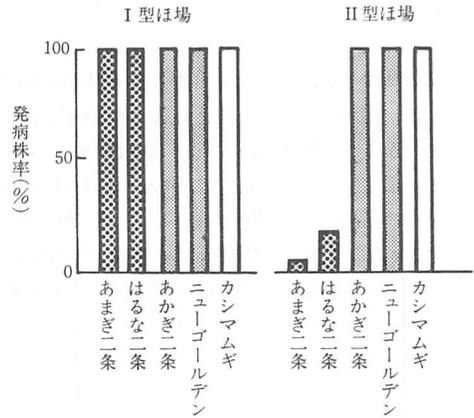
3 BYMV の系統

BYMV の系統について、斉藤ら (1964)、安ら (1964)、草葉ら (1971) はその存在を認め、最近宇杉ら (1985) は汁液接種によって第2表のような系統を認めた。I型はニューゴールデン、あかぎ二条、あまぎ二条、はるな二条、ヤシオゴールデンなど罹病性二条オオムギのすべてに感染する。II型は上記品種のうちあまぎ二条、はるな二条、ヤシオゴールデンなど比較的新しい品種に感染しない。さらに、II型をカシマムギに感染しないII-1、感染するII-2に分けている。これらのウイルス粒子の形態および血清学的な差は認められていない。I型は栃木、九州、岡山、山口、鹿児島各農試および茨城県では勝田市から、II-1は農研センター保存株、II-2は茨城県の下館市および茨城町の罹病株から分離されている。筆者らも、現地ほ場の間で品種抵抗性に違いがあり、その差はIおよびII型系統による反応と一致することを見いだした。すなわち、I型ほ場に比べてII型ほ場では、ニューゴールデン、あまぎ二条が100%発病するが、あまぎ二条、はるな二条の発病率は10数%にとどまり、収量にも大きな差があった(第1, 2図)。カシマムギはI, II型ほ場で100%発病し、汁液接種とは異なる反応を示した。しかし、II型ほ場では、I型ほ場に比べて稈長が短く、その発病程度が激しかった。汁液接種では感染効率が低く、土壤伝染との差が生じ、土壤伝染ではカシマムギはI, II型に感染するものと思われる。しかし、その親和性はII-2型が高い。

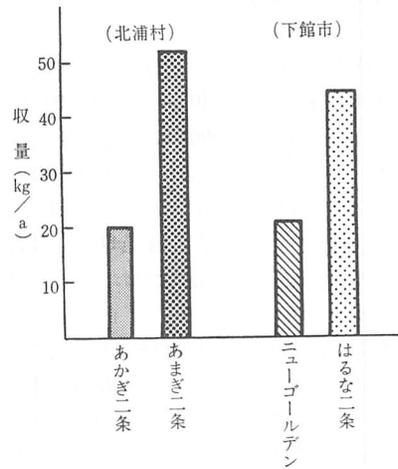
二条オオムギ地帯である栃木、群馬県では、II型は確認されず、I型が分布し、あまぎ二条、はるな二条の被害が甚大である。一方、II型は茨城県のカシマムギ地

第2表 汁液接種によるBYMVに対するオオムギ各品種の反応 (宇杉ら, 1985)

品 種	I	II-1	II-2
ニューゴールデン	+	+	+
あかぎ二条	+	+	+
あまぎ二条	+	-	-
はるな二条	+	-	-
ヤシオゴールデン	+	-	-
ミサトゴールデン	-	-	-
カシマムギ	-	-	+



第1図 オオムギ縞萎縮病に対する品種抵抗性 (下館市, 1985)



第2図 オオムギ縞萎縮病II型ほ場における品種の収量比較 (1985)

帯に広く分布している。このように、二条オオムギの連作地帯ではI型、一方、六条オオムギの連作地帯では六条オオムギに親和性の高いII型が優先的に増えるため、地域的なウイルスの系統分化が生じると考えられる。

4 媒介菌

本病は種子感染せず、土壤伝染するが、罹病茎葉を土壤に埋め込んでも伝染しない(鏝方ら, 1940; MCKINNY, 1923)。健全株の根から採集した *Polymyxa graminis* の休眠胞子を滅菌土に接種し、ここに栽培した株の地上部にウイルスを接種すると、その根部は病原性を持つことから、*P. graminis* がウイルスを媒介していることが証明された (ESTES et al., 1966; 草葉ら, 1971)。

ウイルスはこの休眠胞子中に安定した状態で保持されていると考えられている。

本菌は変形菌門に属する純寄生菌 (LEDINGHAM, 1939) で、土壌中では休眠胞子で過ごす。病根中の休眠胞子の放出は 8~10 日で起こり、病根を水に浸漬すると 4~15 日で感染性が高まる (BRASSE et al., 1967) ことから、感染は播種 10 日後から生じ、30~40 日後に最高になる (草葉ら, 1971)。ムギの根で増殖した菌は 8~10 日後に再び遊走子のうを形成し、二次感染する (RAO, 1968)。休眠胞子は病徴の見られる時期には未熟なものが多く、病徴のマスクする 4 月中旬以降から増える。そのため、病根の病原性は、病徴最盛期には低く、4 月中旬以降に高まる (草葉ら, 1971)。

II 被 害

1 関東における発生状況

二条オオムギでの縞萎縮病の被害が著しく、関東 4 県の昭和 60 年産の発生状況を見ると、発生面積は茨城県 2,585 ha, 栃木県 3,610 ha, 群馬県 957 ha, 埼玉県 938 ha となり、合計 8,090 ha で過去最高の発生面積を記録した (第 5 表)。これは作付面積 23,843 ha の 31.6% に及ぶ。茨城県の試算によるとムギ類の被害面積は 4,050 ha (22.6%) で、被害量約 3,900 t, 被害額 7 億円となる。その他佐賀, 福岡, 大分および岡山県など全国的に被害が生じている。

茨城県の二条オオムギ地帯であった結城市下り松地区と、六条オオムギ地帯である下館市伊譚美地区を航空写真にとり、地上調査と平行して、麦種と被害状況を調べた (第 3 表)。結城地区では栽培歴の長い二条オオムギの被害が顕著で、無発生のは場はなく、6 割以上のは場が発生面積 60% 以上の多発生であった。このため、こ

第 3 表 航空写真から判読したムギ類土壌伝染性ウイルス病の発生状況 (1985)

地 区	発生程度	二 条 オオムギ	六 条 オオムギ	コ ム ギ
結城市 下り松	無	0%	12.7%	33.8%
	少	6.3	23.2	14.3
	中	31.7	37.5	31.6
	多	62.0	26.8	20.3
	調査筆数	79筆	168筆	133筆
下館市 伊譚美	無	32.3%	20.7%	56.9%
	少	11.4	5.2	7.3
	中	15.6	14.0	11.0
	多	40.7	60.1	24.8
	調査筆数	167筆	193筆	109筆

第 4 表 ムギ類の縞萎縮病の田畑別の発生状況 (60 年産三麦合計, 茨城県西地域)

田畑の別	作付面積	被害面積	割 合
田	3,630 ha	1,728 ha	47.2%
畑	2,500	572	22.9

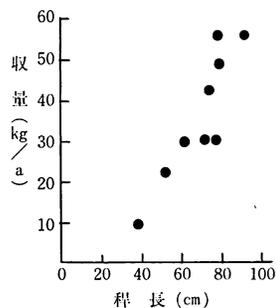
の地区では、二条オオムギの衰退が著しく、やや抵抗性のある六条オオムギあるいはコムギへ転換を余儀なくされている。一方、下館地区では主産の六条オオムギでの発生が多く、六条・二条オオムギ作付けは減り、コムギが増加している。このように、主な麦作地帯では本病の汚染が想像以上に進んでいる。

2 畑と水田における発生の違い

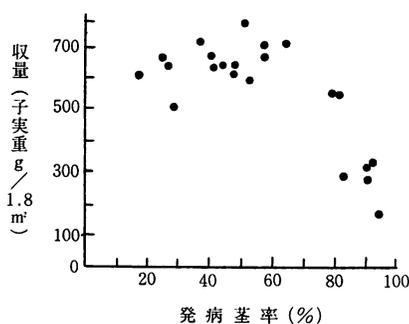
畑では、発病の激しい部分を中心にほぼ同心円状に発生し、全面に広がりにくい。しかし、トラクタ耕起によって病土が移動するため、畝方向に汚染が広がる傾向にある。一方、水田裏作では田植え時の代かきによって汚染がより広げられ、全面に発生する例が多い。したがって、被害は第 4 表に示すように水田のほうが激しい。

3 発病による減収

症状の激しい株は茎立ち後に黄枯れ症状を呈し枯死するため、収穫皆無になることもある。気温の上昇とともに病徴が回復した株では、分げつが減るので、穂数が著しく減少する。根の伸長や新根の発生が劣るため、草丈が低く、出穂が不ぞろいとなり、不稔粒が多くなる。このため、二条オオムギでは 40~80% の減収が生じる。収量と稈長の高い相関が認められている (草葉ら, 1971) が、筆者らの農家ほ場における坪刈りの結果によると、二条オオムギでは、稈長 80 cm 以上の場合は 50 kg/a 以上であったが、70 cm で 30 kg, 40 cm で 10 kg となった (第 3 図)。六条オオムギでは 80 cm で 45 kg 水準に対し、70 cm で 35 kg, 50 cm で 10 kg であっ



第 3 図 オオムギ縞萎縮病に罹病したあかぎ二条における稈長と収量との関係 (1985)



第4図 オオムギ縞萎縮病における発病率と収量との関係 (1983)

た。次に、発病率と収量との関係を二条オオムギについて第4図に示した。4月以降に生育が回復するので、発病率 60% までははっきりした減収傾向が認められないが、70% 以上では発病率の増加につれて収量は直線的に減少する。また、ビール醸造用の二条オオムギの罹病株では、粒の粗タンパク含量が2~3%上昇し、麦芽エキスが1.5~2.2%低下するため、品質に悪影響を及ぼす。六条オオムギでは、発病の増加に伴う減収は二条オオムギよりも緩やかであるが、BYMVとSBWMVに重複感染すると、稈長が短くなり、より減収する。コムギでの減収は20%前後でオオムギに比べて被害は軽い。

III 発生生態

1 気象条件と発病

草葉ら (1971) は、温度の影響を感染期、潜伏期、発病期に分けて検討した。播種 10~40 日後の感染期の適温は 10~16°C で、最適は 13°C 前後である。20°C 以上および 5°C 以下ではほとんど感染は起こらない。潜伏期の低温は発病を助長し、0~2°C・5日間、4°C・15日間が必要で、12月後半の低温が発病を増加させる。春先に病徴が現れる発病適温は 10~15°C で、5°C でもわずかに発病する。したがって、平均気温 5°C 以上の日が続くと、1~2月でも徐々に病徴が現れ始める。20°C 以上では病徴がマスクするので、平均気温が 13°C 以上になると症状は回復に向かう。

関東4県における昭和54~59年間の縞萎縮病の発生面積の推移と感染期(11月1日~12月10日)の気象条件との関係を第5表に示した。発生は年々拡大傾向にあるが、これは連作の影響がある。しかし、年次変動も大きい。昭和56, 58年は少発生であるが、感染期の平均気温は、多発生年に比べて低く、降水量も少ない。このように、播種後30~40日間の気温と降雨は発病に

第5表 北関東4県における二条オオムギ縞萎縮病の発生変動と感染期の気象条件

播種年度	縞萎縮病発生面積	11月上旬~12月10日		
		平均気温 ^{b)}	総降水量 ^{b)}	感染好適 ^{a)} 日数
54	4,943ha	10.6°C	164.5mm	12日
55	4,443	8.9	94.5	8
56	2,280	6.4	59.0	1
57	7,841	9.9	105.0	9
58	2,810	7.7	65.0	6
59	8,090	8.2	88.0	6
60	?	9.2	75.0	5

a) 5mm以上の降雨があって、平均気温が9.5°C以上あった当日および翌日の日数を合計した数字。

b) 水戸気象台の観測値。

大きな影響を与えている。ちなみに、この期間中に5mm以上の降雨があり、平均気温が10°C以上あった日を翌日も含めて感染好適日数として数えた。感染好適日数は昭和54, 57, 55年が多く激発年であり、昭和56年がもっとも少なく、少発年であった。昭和59年播の発生面積は過去最高を示しているが、気象的には平年並であり、さらに発生が広がりつつあることを示している。

2 連輪作と発病

現地に定点は場を設け、昭和59~60年の2年間、同一場所の発病の推移を調べた。同一麦種の連作では発病が増加する例が多く、発病株率10%台から翌年一挙に80~90%に急激に増える例が多く見られた。これに対して、二条オオムギからコムギへの麦種転換では発病が回避されていた。しかし、麦種転換にも問題があり、コムギは二条オオムギより収穫が2週間ほど遅いために、稲作をはじめとする後作への影響が大きく、コムギへの転換も地域によっては容易ではない。

3 土壌条件と発病

同一は場でも発病個所の土壌pHは7.0以上で、発病を認めない所は6.0と低いは場が多いという例が報告されている(安ら, 1964)が、明りょうでない。

本病は、くぼ地や排水の悪い場所に発生しやすいといわれている。また、筆者らは土壌硬度の硬い畝(10~14kg/cm², 山中式硬度計)で発病が少なく、軟かい畝(3~6kg/cm²)で発病が多い現象を認めた(1984)が、多発年ではこのような現象は認められなかった。

このように土壌条件と発病、特に *Polymyxa* の生態との関係については未解明のところが多く、今後の課題として残っている。

IV 防除対策

1 抵抗性品種

現在、茨城県の奨励・準奨励品種である二条オオムギ (ニューゴールドン, あかぎ二条, あまぎ二条, はるな二条), 六条オオムギ (カシマムギ, 竹林茨城2号), コムギ (農林61号, フクホコムギ) は, すべて罹病性である。このため, 現地では抵抗性品種の出現を待望している。

もっとも被害の大きい二条オオムギで, この期待にこたえて登場したのが, ミサトゴールデン (関東二条22号) である。これは, 高橋ら (1968) が見いだした高度抵抗性木石港3の血を受け継いでいる。木石港3の抵抗性遺伝子は, 草葉ら (1971) のウイルスの系統にも, また宇杉ら (1985) のI型およびII型系統にも侵されず, 安定している。ところが, 筆者らは昭和60年に, ミサトゴールデンが17% 発病している現地ほ場を発見した。幸いなことに発病程度は軽く, 実害はなかったが, 本品種が罹病化する否かについて今後継続して調査を進める予定である。現在, 次々に育成されている抵抗性系統 (関東二条23号, 九州二条7号, きぬ二条1号) も, すべて木石港3由来の抵抗性遺伝子に基づいているので, ミサトゴールデンが罹病化すると, 抵抗性の育種は再び振り出しに戻ることになる。したがって, 広く抵抗性遺伝子を導入する必要がある。木石港3 (Ym) と異なる抵抗性遺伝子を持つ品種として, はがねむぎ (Ym5), 横綱 (Ym4?) および竹林茨城 Ea 52 (Ym3) がある。

六条オオムギでは, BYMV および SBWMV の双方に実用的な抵抗性を示す品種は, ドリルムギ, イシユクシラス, サナダムギ, ミノリムギ, 竹林茨城 Ea 52, アサマムギ, 東山皮 81 号などがあり, 前二者は飼料用麦として, アサマムギなど後二者は食用麦として栽培できる可能性がある。

コムギではニシカゼコムギ, アサカゼコムギ, 西海155号, 関東100号などが WYMV および SBWMV の双方に抵抗性を持っている。

2 麦種転換

BYMV および WYMV の発生地では, コムギあるいはオオムギへの麦種転換がきわめて有効な発病回避対策となっている。ところが, SBWMV が混在している地域での麦種転換は簡単にはいかない。そこで, ウイルスの種類・系統に応じた有効な麦種転換の一覧表を第6表に示した。この表によると罹病性品種も有効に生かすことができる。ウイルスの種類と系統は, 指標品種 (第6表) を現地の汚染ほ場の一角に少量播種し, その発病状況から判定する。茨城県は本年度300か所の現地にこのような指標品種を播種した。

次に, 麦種転換した跡地の発病軽減効果を第7表に示した。連作区の二条オオムギの発病株率が80% に対して, コムギ転換1年目の跡地では50%, 同じく抵抗性品種跡地では60% と発病が明らかに軽減した。しかし, 収量は同一ほ場の抵抗性品種の約70% にとどまり, 転換1年目の効果は十分とは言えない。

3 晩播による発病回避

感染期の温度が10°C 以下では, 発病は非常に少なく

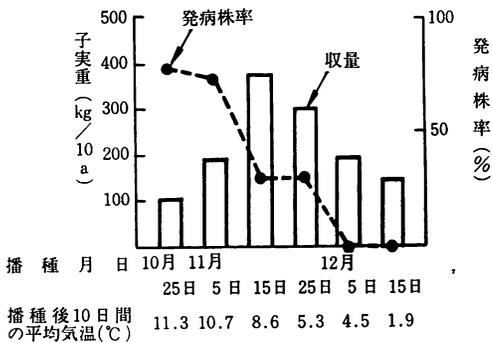
第6表 ムギ類土壌伝染性ウイルス病の種類・系統に対する有効な麦種転換

縞萎縮病	萎縮病	過去の栽培歴	二条オオムギ		六条オオムギ	コムギ	
			あかぎ二条 ニューゴールドン	あまぎ二条 はるな二条	カシマムギ	農林61号 フクホコムギ	
BY	I	—	二条オオムギ	×	×	△~×	○
		SB	二条・六条オオムギ	×	×	×	×
	II	—	六条オオムギ (二条オオムギ)	×	△	×	○
		SB	六条オオムギ	×	△	×	×
—	SB	〃	○	○	×	×	
WY	—	コムギ	○	○	○	×	
	SB	六条オオムギ コムギ	○	○	×	×	

○: 発病しない △: 発病するが被害は軽 ×: 発病し, 被害は重

第7表 オオムギ萎縮病に対する麦種転換跡地における発病軽減効果 (1985)

前年	本年	処 理	発病株率(%)	稈長 (cm)	穂数 (本/m ²)	収量 (kg/a)
あかぎ二条 (罹病性)	あまぎ二条 (罹病性)	無 処 理 TPN 粉剤20 kg/10a	80.3 53.9	77.6 82.4	240 301	13.9 33.1
ミサトゴールデン (抵抗性)	あまぎ二条 (罹病性)	無 処 理 TPN 粉剤20 kg/10a	59.2 44.5	84.4 89.1	290 290	37.7 37.1
農林61号 (免疫性)	あまぎ二条 (罹病性)	無 処 理 TPN 粉剤20 kg/10a	47.7 32.7	88.7 92.2	338 368	34.0 45.6
ミサトゴールデン	同 左	無 処 理	0	95.3	470	51.0



第5図 オオムギ萎縮病激発ほ場における播種時期と発病および収量との関係 (1984産あかぎ二条)

なるため、播種期を遅らせることが有効とされている(日岡ら, 1964; 池野, 1955; 草葉ら, 1971; 領家ら, 1962)。昭和58年播きの結果を第5図に示した(千葉ら, 1985)。播種適期にあたる10月25日および11月5日は、播種後10日間の平均気温が10°C以上と高いため、早播きするほど発病が激しく、収量も低かった。しかし、播種後10日間の平均気温が10°C以下となった11月15日以降の播種では、発病は著しく減少し、5°C以下となった12月5日以降の播種ではほとんど発病は見られなかった。しかし、収量は遅く播くほど減収し、もっとも収量が高かったのは11月15日播きで、10月25日播きの約3.8倍増となった。したがって、晩播きの適期は一般の播種適期から10~15日遅く、平均気温が10°Cになった時期と言える。しかし、この時期の晩播きは、無病地の適期播きに比べて約2~3割の減収となる。また、激発年には10日程度の晩播きではあまり発病は減少しないとも言われている(草葉ら, 1971)。

4 深耕

本病の汚染は、深さ15cm以内の部分がかっとも高く、30cm以下では低下し、病土を種子から12.5cm下方に離すと発病がきわめて少なくなる(安ら, 1964)。草葉ら(1971)は30cmのプラウ反転深耕によって、発病が無処理区の93.3%に対して28.0%と軽減し、反転後3年間その効果が持続することを認めた。

5 薬剤防除

薬剤による防除効果はD-D油剤20l/10aの被覆処理が安定して高い(祝迫ら, 1983)。また、TPN粉剤20kg/10aの溝施用および30kg/10aの全面施用の防除効果も認められているが、第7表に示すように耕種の防除効果と同じ水準にとどまり、物足りなさは否めない。麦作は収益性が低いため、安価で効果的な土壌および種子処理剤の開発が望まれる。

引用文献

- 1) BRAKKE, M. K. et al. (1967): Plant Disease Repr. 51: 1005~1008.
- 2) 千葉恒夫ら (1985): 関東東山病虫研報 32: 52.
- 3) ESTES, A. et al. (1966): Virology 28: 772~774.
- 4) 日岡登治ら (1964): 滋賀農試研報 7: 29~34.
- 5) 鏑方末彦ら (1940): 農林省農事改良資料 154: 1~123.
- 6) 池野早苗 (1955): 農及園 30: 583~585.
- 7) 井上忠男 (1969): 農学研究 53: 61~68.
- 8) 祝迫親志ら (1983): 茨城農試研報 23: 143~166.
- 9) 草葉敏彦ら (1971): 鳥取農試特別研報 2: 208.
- 10) LEDINGHAM, G. A. (1939): Can. J. Res. 17, C: 38~51.
- 11) MCKINNEY, H. H. (1923): J. Agri. Res. 23: 771~800.
- 12) RAO, A. S. (1968): Phytopathology 58: 1516~1521.
- 13) 領家武房ら (1962): 中国農業研究 25: 32~35.
- 14) 斉藤康夫ら (1965): 日植病報 30: 86.
- 15) ———ら (1964): 農技研報 C17: 1~102.
- 16) 高橋隆平ら (1968): 農学研究 52: 65~78.
- 17) 宇杉富雄ら (1985): 関東東山病虫研報 32: 53~55.
- 18) ———ら (1984): 日植病報 50: 63~68.
- 19) 和田栄太郎ら (1937): 農事試験報 3: 93~128.
- 20) 安正純ら (1964): 埼玉農試研報 25: 1~115.

寄生蜂の寄主選好性とカイロモン

京都大学農学部付属農薬研究施設 たかばやしじゆんじ はじかまた たかはししょうぞう
高林純示・羽鹿牧太・高橋正三

寄生蜂が寄主発見に至るまでの過程は普通大きく分けて①寄生生息場所の発見, ②寄主の発見, ③寄主の容認, ④寄主の適合という4段階になる (DOUTT, 1959)。寄生蜂が寄主を発見するこれらの過程には, 寄主および寄生生息域からのさまざまな情報が行動解発の手がかりになっており, 特に化学的刺激が重要な要因であると考えられている。寄主が生産し, 寄主にとって不利益をもたらすこのような化学物質はカイロモンの一種である。カイロモンに関する総説は本田 (1978), 戒能 (1980), VINSON (1984) らによって詳しく述べられている。ここでは②, ③の過程について最近われわれの研究室で明らかになった事象を中心に寄生蜂とカイロモンについてまとめてみた。

いったん寄生生息域内に入った寄生蜂が寄主を発見するのに利用するカイロモンの存在およびその機能についての報告は多いが, 化学的な同定にまで至っているのは少ない。そのいくつかの例をあげてみる。1971年 JONES らによって 13-メチルヘントリアコンタンがタバコガ (*Heliothis zea*) 幼虫に寄生するコマユバチ科の *Microplitis croceipes* の寄主探索行動を解発する物質として寄主の糞より抽出された。HENDRY らは, ジャガイモガ (*Phthorimaea operculella*) の寄生蜂 (*Orgilus lepidus*) が寄主幼虫の糞の中に含まれるヘプタン酸によって探索行動を刺激されると報告している (1973)。スジコナマダラメイガ (*Anagasta kuehniella*) 幼虫は大あご腺からの分泌物によってその個体数を調節しているが, それと同時に, その寄生蜂ヒメバチ科の *Venturia canescens* の産卵行動を解発することが知られている (CORBET, 1971)。カイロモン活性を持つこの化合物はその後 2-アシルシクロヘキサン-1,3-ジオン および 4-ヒドロキサン-2-アシルシクロヘキサン-1,3-ジオン化合物群であると同定された (MUDD and CORBET, 1981)。

われわれの研究室ではルビーアカヤドリコバチ (*Ceroplastes rubens*) に寄生するルビーアカヤドリコバチ (*Anicetus beneficus*), ヤノネカイガラムシ (*Unaspis yanonensis*) に寄生するヤノネカイコバチ (*Aphytis yanonensis*) の寄主選好性および産卵行動を解発する刺激物質について研

究を行ってきた。引き続き鱗翅目のアワヨトウ (*Pseudaletia separata*) 幼虫に寄生するカリヤサムライコバチ (*Apanteles kariyai*) の寄主発見に関与する化学的刺激も研究してきたのでそれらの結果をまとめて述べることにする。

I ルビーアカヤドリコバチの寄主選好性と産卵行動解発刺激物質

ルビーロウムシはカキ, ミカン, チャその他 200 種近くの植物に寄生してその汁液を吸う害虫であり, この害虫の有力な天敵がルビーアカヤドリコバチである。この蜂の放飼によって一時期柑橘園からルビーロウムシがまったく姿を消すほどであった。この蜂の発見および放飼に関する経緯は安松の総説 (1970) に詳しく述べられている。日本ではルビーロウムシ以外に 2 種の *Ceroplastes* 属のカイガラムシ, ツノロウムシ (*Ceroplastes ceriferus*) およびカメノコロウムシ (*Ceroplastes japonicus*) が生息している。そしてそのおのおの, *Anicetus* 属のツノロウアカヤドリコバチ (*Anicetus ceroplastis*) とカメノコロウアカヤドリコバチ (*Anicetus ohgushii*) が寄生している。しかしこれら 2 種の寄生蜂の寄生率はルビーアカヤドリコバチほどには高くなく寄主カイガラムシ個体数を減少させるまでには至っていない。

われわれはカイロモンの面からルビーアカヤドリコバチの 3 種ロウムシに対する寄主選好性を検討し, 産卵行動を解発する刺激物質の検索を行った。この蜂は触角の接触によって寄主を認知するとドラミング行動を行いながら寄主上をなごか往復して転回した後産卵管を挿入し産卵する。この一連の行動から体表ワックスの接触化学物質により産卵行動が解発されるものと思われる。そこでルビーロウムシの体表ワックスをクロロホルムで抽出し, 溶媒をとばした後半球状に整形し (直径 3 mm), ロウムシのダミーとした。このダミーをルビーアカヤドリコバチに与えその行動を観察したところ, 天然の寄主に対するのと同じくドラミング行動を繰り返した後に産卵管を挿入した。しかし卵は産下されなかった。卵の産下すなわち寄主の容認には産卵管に対する体内の化学刺激が必要と思われる。他の 2 種ロウムシについても同じダミーを作りおのおのをルビーアカヤドリコバチに与えその行動を観察した。また生きた 3 種ロウムシに対する

Function of Kairomones in Host Selection Behavior of Parasitoid Wasps. By Junji TAKABAYASHI, Makita HAJIKA and Shozo TAKAHASHI

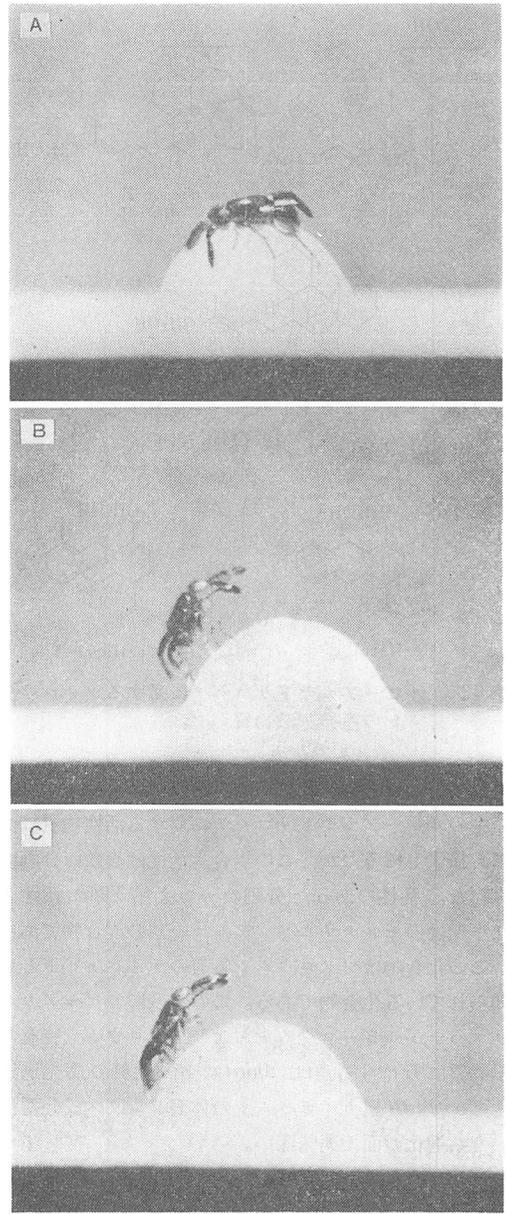
第1表 ルビーアカヤドリコバチの産卵行動における寄主選好性

	天然寄主 ^{a)}	粗抽出物 ^{b)}
ルビーロウムシ	100	100
ツノロウムシ	80	35
カメノコロウムシ	0	0

a) 体長 3 mm の 3 寄主をそれぞれ直径 8 mm × 60 mm の試験管に入れた時の産卵率 (%)

b) カイガラムシ 虫体被覆物を直径 3 mm の半球体にして与えた時の産卵率 (%)

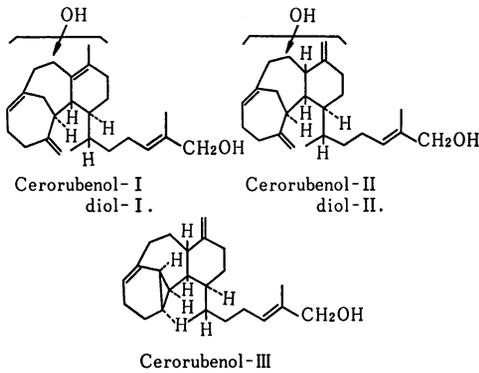
行動も観察し比較を行った(第1表)。その結果、この蜂は①ルビーロウムシの体表ワックスによって産卵行動が解発され産卵管挿入にまで至る。②本来の寄主以外のツノロウムシ(生きているものおよびその抽出物)に対しても産卵行動を示すが、その割合は本来の寄主に対するより低い。しかしツノロウムシに産卵されたルビーアカヤドリコバチが羽化するかどうかは確認していない。またカメノコロウムシに対しては、生きているものおよびその抽出物に対してまったく反応しなかった(TAKABAYASHI and TAKAHASHI, 1985a)。これらのことよりルビーアカヤドリコバチは寄主体表ワックス中の産卵刺激物質によって寄主を認知し産卵管挿入に至る。またその物質の活性の違いによって他の2種のカイガラムシと本来の寄主であるルビーロウムシを区別していると考えられる。カイガラムシのワックスは本来防御物質として体表に蓄えられているものであるが、この蜂はそのワックスをカイロモンとして利用している。またワックスを半球状に整形せず、沔紙に直径 3 mm の大きさにしみこませた場合、蜂はドラミング行動はするが産卵管の挿入は認められなかった。このことは、ある程度の立体性も産卵行動の解発に必要なことを示している。次にルビーロウムシに含まれている産卵刺激物質の検索を行った。生物検定の方法としては、パラフィン半球(3 mm)に整形し、その表面にサンプルを塗布したものを用いた(TAKAHASHI and TAKABAYASHI, 1984)。ルビーロウムシワックスを塗布した場合、生きたルビーロウムシに対するのと同じ産卵行動を示した(第1図 A~C)。さらに抽出物を分画して生物検定すると、活性物質は複数存在したが、その中でもっとも活性の高かった分画から第2図に示すような三環性のセスタテルペンアルコールが確認された(TAKABAYASHI and TAKAHASHI, 1985a)。個々の化合物について生物検定したところどれも活性が50%を越えず、クロロホルム粗抽出物の活性まで回復しなかった。活性の発現には複数の成分が協力的に働いているものと考えられた。またワックスの混合物として



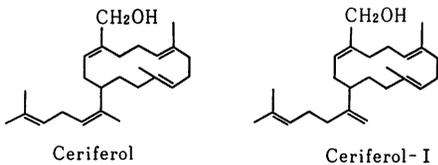
第1図 ルビーアカヤドリコバチのパラフィンダミを用いた生物検定方法

- A : ルビーロウムシワックスを塗布したパラフィン半球(直径 3 mm)に対してルビーアカヤドリコバチがドラミング行動をとっているところ。
 B : 産卵管を挿入しているところ。
 C : 産卵管を完全に挿入し終わったところ。

の物理性も活性に関与しているのかもしれない。このような多環性のセスタテルペンはルビーロウムシ特有のテルペノイドでありツノロウムシやカメノコロウムシには



第2図 ルビーアカヤドリコバチに対するルビーロウムシの産卵刺激物質



第3図 ルビーアカヤドリコバチに対するツノロウムシの産卵刺激物質

含まれていないといわれている。またツノロウムシワックス中のルビーアカヤドリコバチに対する活性物質についても検索してみたが、この場合も活性は複数の分画に存在した。活性のあった分画の一つは第3図に示すような単環性のセスタテルペンアルコールの混合物であった。この化合物はツノロウムシ特有のテルペノイドとして知られている化合物である。このようにルビーアカヤドリコバチがルビーロウムシおよびツノロウムシ特有の化学物質に反応する点は *Anicetus* 属寄生蜂の寄主選好性と *Ceroplastes* 属カイガラムシの体表ワックス成分蓄積という共進化の面で興味深い。

II ヤノネキイロコバチの寄主選好性と産卵行動解発刺激物質

ヤノネカイガラムシは明治の中ごろに中国から侵入した柑橘類の害虫で、これまで国内土着種の中に有効な天敵は見つからなかった。そのような状況の中で 1980 年に中国からヤノネキイロコバチが導入された。この蜂の導入経緯については西野 (1983) によって詳しく述べられており、現在各地で放飼実験が行われている。

実験室内でのヤノネキイロコバチのヤノネカイガラムシ雄成虫に対する産卵行動は、まず蜂が寄主と遭遇し接触することから始まる。このときに寄主上で蜂は触角の先端で表面をドラミングしながら、行きつ戻りつしている。ドラミングの方向は一定していないが、常に寄主の中央部から周辺部へ向かい、寄主体からはずれると方向転換せずにそのまま後戻りして別の方向へ進む。このようなドラミング行動を数回行った後、この蜂は寄主の周辺部から産卵管を挿入し、虫体の存在を確認し虫体と殻の間に卵を産下する。もし虫体がなければ卵の産下は行われぬ。寄主体の容認の可否によって産卵が決定されている。

ヤノネキイロコバチは、カボチャに着生させたヤンシロマルカイガラムシ (*Hemikerlesia lataniae*) を代用寄主として一世代およそ 15 日で累代飼育できる。行成 (1984) は、ヤノネキイロコバチにマサキナガカイガラムシ、カキノキカキカイガラムシをそれぞれ与え、10 日後にカイガラムシを解剖して寄生状況を調査した。それによると、ヤノネカイガラムシほど寄生率は高くなかったが、この2種のカイガラムシも寄主となりうることが判明した。これらの種以外にも、実験室内でヤノネキイロコバチが産卵行動を示した種は、累代飼育のための代用寄主であるヤンシロマルカイガラムシを含め9種である(第2表)。これらの種に対する産卵行動はすべて類似しているが、ヤンシロマルカイガラムシに対してはド

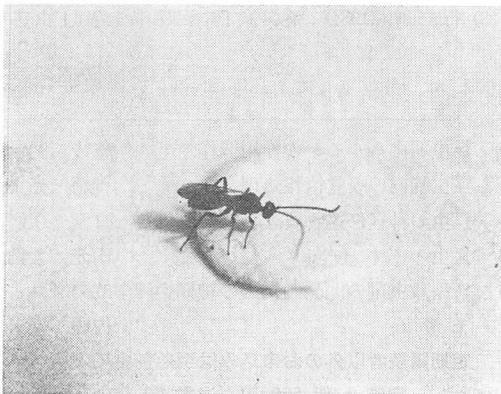
第2表 ヤノネキイロコバチが産卵行動を示したカイガラムシ

マルカイガラムシ科 シロカイガラムシ族	ヤノネカイガラムシ マサキナガカイガラムシ ウメシロカイガラムシ カキノキカキカイガラムシ ヤンシロマルカイガラムシ ナシマルカイガラムシ ナンシロナガカイガラムシ	<i>Unaspis yanonensis</i> <i>Unaspis euonymi</i> <i>Pseudaulacaspis prunicola</i> <i>Lepidasaphes cupressi</i> <i>Hemikerlesia lataniae</i> <i>Comstockaspis pernicioso</i> <i>Lopholeucaspis japonica</i>
カタカイガラムシ科 イボタロウムシ属	イボタロウムシ	<i>Ericerys pella</i>
ワタフキカイガラムシ科 ワタフキカイガラムシ属	イセリアカイガラムシ	<i>Icerya purchasi</i>

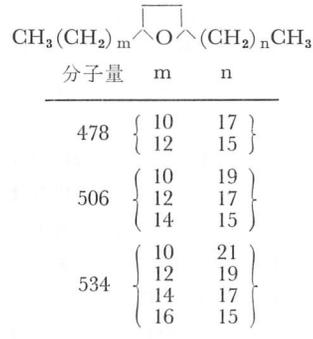
ラミング行動がやや長い。カイガラムンの殻の大きさ、表面の構造はさまざまなので、蜂の産卵行動解発には、殻の形状よりも殻の化学成分が刺激になっていることは想像できる。ワックス成分の組成の類似性については現在分析を進めている。

III カリヤサムライコムバチの寄主発見 に關する化学的剌激

カリヤサムライコムバチはアワヨトウ幼虫内部に寄生する多寄生蜂である。この蜂の寄主発見行動については SATO ら (1983), TAKABAYASHI ら (1985b) の報告がある。カリヤサムライコムバチの寄主生息域内での寄主の発見には寄主の糞、脱皮殻、かみ跡が重要な手がかりになっている。この蜂は糞、脱皮殻、かみ跡に触角で触れると、それらに対して強いアンテナのこすりつけ行動をとり、それらの周囲にとどまり寄主探索行動を始める。カリヤサムライコムバチは昼行性で、日中活発に飛しょうして寄主を探索する。一方アワヨトウは夜行性であり、若齢のときは葉上にいることが多いが、成長するにつれて摂食時以外、特に昼間は葉しょうに潜ったり、地上に降りて休息するようになる。しかし地上には大量の糞が散乱しており、これらを発見した蜂は地上での探索行動を起こし、休息しているアワヨトウを発見することができる。糞、脱皮殻、かみ跡には寄主生息域内に蜂をとどめておくいわゆる定着因子が含まれていると考えられたので、その検索を行った。糞、脱皮殻、かみ跡をそれぞれへキサンで抽出し、適量円形沱紙(直径6mm)にしみこませてこの蜂に与えると、上述のアンテナの強いこすりつけ行動を示しその周辺に定着した(第4図)。これを生物検定の指標として定着因子の精製を進めた(TAKABAYASHI et al., 1985b)。定着因子



第4図 カリヤサムライコムバチの円形沱紙を用いた生物検定法



第5図 アワヨトウが生産するカリヤサムライコムバチの定着因子

は2, 5位にアルキル側鎖を持つテトラヒドロフラン化合物の同族体で炭素数31から39であることがわかった。第5図に同族体の主成分である三つの化合物についてその構造を示した(TAKABAYASHI and TAKAHASHI, 1986)。このように各化合物は同じ分子量を持つが、2, 5位のメチレンの長さの違う構造異性体の混合物であり、合成したそれぞれの化合物にも活性が認められた。

次に、この蜂の寄主選好性について調べてみた。アワヨトウと同じ環境に生息しているクサンロヨトウに対するカリヤサムライコムバチの行動を実験室内で観察した。クサンロヨトウの糞、脱皮殻、かみ跡に対してもこの蜂はアンテナのこすりつけ行動を示し、クサンロヨトウ幼虫に対してもアワヨトウ幼虫に対するのと同じ産卵行動をとった。しかし次世代は得られず、幼虫のほとんどが蛹化した。この場合は、先述のルビーアカヤドリコバチの場合と異なり、蜂が寄主発見から産卵管挿入に至るまでアワヨトウとクサンロヨトウを区別できない。実際、クサンロヨトウの糞、脱皮殻、かみ跡よりアワヨトウ糞、脱皮殻、かみ跡に含まれているのと同じ化合物を定着因子として単離することができた。産卵管挿入後の寄主の容認の段階でなんらかの寄主選択が行われていると考えられる。

IV 寄生蜂およびそのカイロモンの 害虫防除への利用の展望

寄生蜂およびそのカイロモンの利用について LEWIS らは卵寄生蜂である *Trichogramma* 属を用いて研究を行っている(GROSS, 1981)。彼らはヨトウタマゴバチ(*Trichogramma evanescens*)の寄主であるタバコガ成虫の鱗粉中に含まれる炭化水素トリコサンを寄主探索行動剌激物質として同定した(JONES et al., 1973)。そしてこの化合物の野外における散布によって寄生率の向上が報

告されている (LEWIS et al., 1975a, b)。またこのタバコガの性フェロモンが *Trichogramma* 属の数種の寄生率を向上させることを野外での実験で証明している (LEWIS et al., 1982)。

いままで述べてきた 1, 2, 3 のわれわれの研究の中で、第一のルビーアカヤドリコバチの場合は、侵入後土着害虫となったルビーロウムシの寄生蜂として偶然に中国より日本に侵入し、積極的な放飼活動によって成功した例である (立川, 1983)。第二のヤノネキヒロコバチの場合は同じように土着害虫化したヤノネカイガラムシの天敵として人為的に中国から導入し成果をあげつつある例である。いずれも、これまで寄生蜂の生息していなかった地域に導入され、そこでその寄生能力を発揮し、標的となる害虫駆除に貢献したと考えられる。

第三のカリヤサムライコバチの場合は、土着害虫のアヨトウに対し寄生蜂も土着天敵である。アヨトウはしばしば大発生して作物に大きな被害をもたらす。平井 (1984) によると、カリヤサムライコバチは小発生時におけるアヨトウの密度抑制要因として重要な役割を果たしていると推定している。しかし大発生時に寄生率が非常に低いのはアヨトウ成虫群が大量に侵入、増殖したために土着の天敵が対抗しえなかったためと考えている。

アヨトウの密度抑制のためにカリヤサムライコバチを人為的に放飼することにより寄生率の向上を図ることは有効な手段であろう。われわれは放飼した蜂が寄主生息域内に定着するようにカイロモンを利用することを考え、網室内での定着因子の作用を調べた。単離した定着因子を散布した区では、アヨトウ幼虫に対するカリヤサムライコバチの寄生率が向上した。今後さらにこの試験を拡大するとともに野外における寄主-寄生蜂の関係を行動、生態の面から追求することによってカイロモンの害虫防除への利用の道が開けるものと考えて

いる。

おわりに

寄生蜂の寄主選好性の研究を行うにあたり、協力していただいた果樹試験場口之津支場虫害研究室、静岡県柑橘試験場、徳島県果樹試験場、サントリー生物有機科学研究所の皆様に感謝いたします。

引用文献

- 1) CORBET, S. A. (1971): *Nature* 232: 481~484.
- 2) DOUTT, R. L. (1959): *Ann. Rev. Entomol.* 4: 161~182.
- 3) GROSS, H. R., Jr. (1981): *Semiochemicals, Their Role in Pest Control*, D. A. NORDLUND et al. eds., Chapman & Hall, London, pp. 137.
- 4) HENDRY, L. B. et al. (1973): *Ent. exp. & appl.* 16: 471~477.
- 5) 平井一男 (1984): *北日本病虫研報* 35: 154~156.
- 6) 本田 洋 (1978): *植物防疫* 32: 9~14.
- 7) JONES, R. L. et al. (1971): *Science* 173: 842~843.
- 8) ——— et al. (1973): *Environ. Entomol.* 2: 593~596.
- 9) 戒能洋一 (1980): *植物防疫* 34: 204~209.
- 10) LEWIS, W. J. et al. (1975a): *J. Chem. Ecol.* 1: 343~347.
- 11) ——— et al. (1975b): *ibid.* 1: 349~360.
- 12) ——— et al. (1982): *ibid.* 8: 1323~1331.
- 13) MUDD, A. and S. A. CORBET (1982): *ibid.* 8: 843~850.
- 14) 西野 操 (1983): *農薬* 30 (7).
- 15) SATO, Y. et al. (1983): *Kontyû* 51: 128~139.
- 16) 立川哲三郎 (1983): *農及園* 58: 1514~1515.
- 17) TAKABAYASHI, J. and S. TAKAHASHI (1985a): *Appl. Ent. Zool.* 20: 173~178.
- 18) ——— et al. (1985b): *ibid.* 20: 484~489.
- 19) ——— and S. TAKAHASHI (1986): *ibid.* 21: 114~118.
- 20) TAKAHASHI, S. and J. TAKABAYASHI (1984): *ibid.* 19: 117~119.
- 21) VINSON, S. B. (1984): *Insect Communication*, T. LEWIS, ed. Academic press, London, pp. 325.
- 22) 安松京三 (1970): 天敵, 生物制御へのアプローチ, 日本放送出版協会, 東京, pp. 87.
- 23) 行成正昭 (1984): 果樹試「常緑果樹特定課題」虫害資料.

次号予告

次5月号は「昆虫の神経制御」の特集を行います。予定されている原稿は下記のとおりです。

- 1 昆虫における神経生理学——今後の展望——
八木繁実・池本 始
- 2 昆虫神経系の変態
辻村 秀信
- 3 昆虫の脳——中腸内分泌系
宇尾 淳子
- 4 昆虫前胸腺刺激ホルモンの化学
鈴木 昭憲

- 5 昆虫羽化ホルモンの作用機作
普後 一
- 6 昆虫脳内の嗅覚情報処理
神崎 亮平
- 7 昆虫の神経伝達物質と神経修飾物質
日堂 修
- 8 昆虫のイオンチャネル
山元 大輔
- 9 新型殺虫剤の開発のための神経生理学的アプローチ
佐藤 安夫

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 550円 送料 50円

リンドウ褐色根腐病の生態と防除

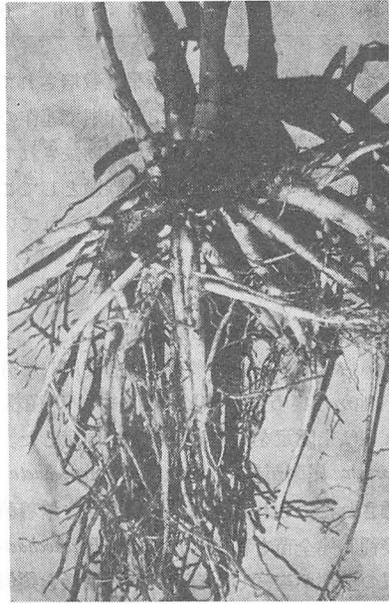
長野県南信農業試験場 いま ひら しょう じ さい とう よし なり
 今 村 昭 二・斎 藤 栄 成

はじめに

昭和 23 年、茅野市において、霧ヶ峰高原産のリンドウを出荷したのが長野県でのリンドウ出荷の始まりである。その後リンドウの需要増加に伴い、25 年ごろから八ヶ岳山ろくらの山採り株を栽培し、28 年ごろから北海道、東北地方の株の導入が始まり、夏季冷涼な気象条件を活用し県内各地で産地化が図られるようになった。35 年ごろには念願であった実生苗技術が確立され、続いて白色種の育成、促成栽培技術の確立などで生産拡大が図られ、作付面積や生産量の伸びを見たが、47 年ごろから根腐れを伴う生育不良株が発生した。その後被害が拡大し生産上大きな問題となったので発生原因の究明を行った。その結果、*Pyrenochaeta* 属菌に起因するわが国未記載の新病害と判明したので、52 年より褐色根腐病と呼称することにした。以下に本病の生態および対策について現在までに得られた成果について紹介する。病原菌の同定などを賜った現農水省林業試験場 渡辺恒雄博士に深く感謝の意を表する。

I 病 徴

本病はリンドウの発芽 2 か月後ごろより根に淡褐色から褐色の小斑点として現れ、やがて病斑が広がりやや陥没したえ死部を生じ、根の一部が腐敗変色して細くなったり、病斑が根の周囲を取り巻きコルク化するようになる。定植後根部の増加に伴って根の大部分が罹病し、支



第 2 図 被害根
根が褐変し腐敗

根の発生も減少し全体に褐変腐敗して枯死する。このように根の病斑が拡大するにつれて、地上部では初めは下葉から葉色が不良となり、しだいに葉がしおれ黄化し生育が不良となる(第 1, 2 図)。

II 発生状況

長野県では主に南信と東信地方で栽培され、ハウスと露地栽培が行われている。この中で本病の発生は 52 年に褐色根腐病と同定したのが最初である。以来発生状況を観察した結果、被害は露地栽培で全体に多発し、開花に至らない不良株が続出し、栽培を途中で断念した事例

第 1 表 分離菌の病原性

接 種 苗	主 根		支 根	
	根 数	病根数	根 数	病斑数
1 <i>Fusarium</i> ・O	32	0	92	0
2 "・S	23	0	123	0
3 <i>Rhizoctonia</i>	14	0	37	0
4 <i>Pyrenochaeta</i> (G-2)	8	4	16	3
5 <i>Trichoderma</i>	36	0	72	0
6 無 接 種	12	0	37	0



第 1 図 被害ほ場

Occurrence and Control of Gentiana Brown Root Rot. By Shyoji IMAMURA and Yoshinari SAITO

第 2 表 リンドウ根の切片上での病原性

供 試 菌	16°C				20°C				26°C			
	1	2	3	計	1	2	3	計	1	2	3	計
<i>Pyrenochaeta</i> {G-1 菌	—	11/12	3/6	14/18	4/4	9/12	4/6	17/22	—	7/12	3/6	10/18
{G-2 菌	—	1/2	0/6	1/18	3/4	3/12	1/6	7/22	—	5/12	3/6	8/18
無 接 種	—	0/8	0/6	0/14	0/8	1/8	0/6	1/22	—	0/8	2/6	2/14

が多かった。発生地を調査した結果、栽培されている6系統はいずれも発生し、特に水田転作畑で連作の地帯や生わらを施用しているところで発生が助長されている傾向が見られた。55年より総合助成課題としてこの対策に取り組み、現在では発生もかなり抑えられている。

III 病 原 菌

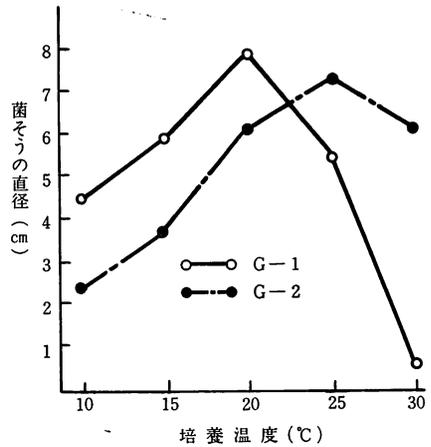
1 被害根からの検出菌の病原性

被害根からジャガイモ素寒天培地を使用して分離した結果、各地から集めた約30株から約440菌株を分離し、これらは未同定を除き約40属に同定した。この中で、*Fusarium* 属菌が多く、次いで *Pyrenochaeta* 属菌がよく分離された。これらの菌の土壌ふすま培養菌を殺菌土壌に接種し健全苗を移植した結果、*Pyrenochaeta* (G-2) 接種で根の一部が褐変し、自然発病の病徴と類似し、再分離の結果でも同属の菌を分離することができた。

さらに *Pyrenochaeta* 属菌について、リンドウの健全根の切片表皮上において接種菌周囲に生じた淡褐色の病斑形成の検討からも明らかに病原性が認められた。

2 形態および発育温度

本菌はPDA培地上で、黄緑色を示すG-1菌と、灰色のG-2菌に大別される。G-1菌は培地上のリンドウ組織片上に柄子殻、菌核を形成し、柄子殻にはいずれも長いピークがありその周辺部に剛毛が認められる。分生子こうは枝分かれがなく、柄胞子は無色の長円形で、大きさは長さ4μm、幅は2μmで、内部に2個の眼点が見られる。発育温度は20°Cが生育適温である。G-2菌ではリンドウの組織上で柄子殻、菌核を形成し、柄子殻は



第 3 図 菌株の生育に対する温度の影響 (移植後 14 日)

ピークはないが孔口がありその周辺に剛毛が見られる。分生子こうは枝分かれし、柄胞子は無色で大きさは長さが5μm、幅は2.5μmで、内部に3個以上の眼点が見られ、発育温度は25°C前後が生育適温である。なお種名については検討中である。

IV 発 生 生 態

1 寄生性

Pyrenochaeta 属菌の寄生性を 知るために、リンドウ褐色根腐病菌 (*Pyrenochaeta* spp.), トマト褐色根腐病菌 (*P. lycopersici*), タマネギ紅色根腐病菌 (*P. terrestris*) の培養菌を各作物の組織切片に接種し、接種部周辺に生

第 3 表 *Pyrenochaeta* 属菌の寄生性

供 試 菌 株	リンドウ	トマト	タマネギ	
リンドウ褐色根腐病菌 (<i>Pyrenochaeta</i> sp.)	{G-1	9/9	0/9	0/9
	{G-2	8/9	0/9	9/9
	{R2-8-1 (熊本県分譲菌)	9/9	0/9	1/9
トマト褐色根腐病菌 (<i>P. lycopersici</i>)	{R-5	0/9	3/9	0/9
	{R13-1	0/9	7/9	0/9
タマネギ紅色根腐病菌 (<i>P. terrestris</i>)	Pyr-30173	1/9	0/9	6/9

第4表 発病と系統間差異

供試系統	開花時期	根重 (g)	発病度	供試系統	開花時期	根重 (g)	発病度
北海道系	7 下	11.7	50.0	秋田系	9 下	62.8	27.5
	8 上	2.8	43.8		9 上	36.2	25.0
	8 上	6.3	25.0		8 下	19.0	30.0
	8 中	19.8	45.0		9 中	18.8	20.0
	9 中	23.3	40.0		10 上	25.1	22.5
秋田系	8 中	15.7	37.5	八ヶ岳系	9 上	67.7	11.1
	9 上	41.0	22.5		10 上	42.3	17.5
	9 中	25.0	38.9		9 中	25.3	22.5
	9 下	40.2	22.5		9 下	60.8	20.0

じた淡褐色病斑の有無により各作物相互間の寄生性を検討した結果、リンドウ褐色根腐病菌 (G-2) はタマネギに寄生性が認められた。

2 発病の系統間差異

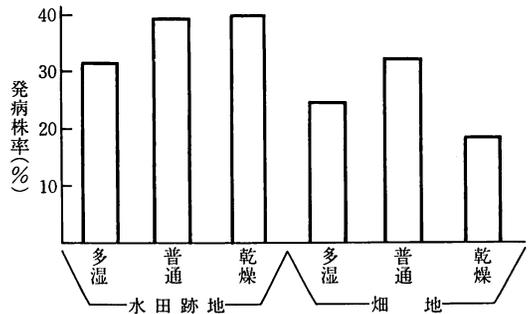
リンドウは各地産の系統が入り栽培が続けられ、最近では登録品種も栽培されるようになってきている。これらの系統間での発病の差異を知るため同一育苗ほで育苗した北海道系、秋田系、福島系、八ヶ岳系、佐久系、赤沼系の苗を発病は場に定植しその差異を調査した。供試した系統間では発病差はあるが抵抗性を持つ系統は見られなかった。八ヶ岳系は比較的发病が少なかった。なお同一系統の中で開花の早晚との関係は認められず、この程度の差異では実用的に利用するまでには至らない。

3 施肥量と発病

リンドウに対して必要な3要素では、茎の太さ、葉の大きさ、葉の垂れなどから、窒素、リン酸、カリは各10~20 kg が適量とされており、施肥量は前作目や地力などでおおの異なるが、基肥として萌芽前に予定量の70~80% を施用し、残りは次年度の株の充実を目安に開花のおよそ50~60 日前に株間に施用するのが一般である。この施肥量の各要素と発病との関係について試験した。10 a 当たり成分量で窒素 10 kg, リン酸 15 kg, カリ 10 kg を標準とし、窒素3倍量、リン酸3倍量、カリ3倍量、窒素、カリは5月、6月、7月に分施した。その結果、生育は窒素、リン酸の施肥量の増加によって伸長し、一見伸びすぎの傾向が見られたが、発病では明らかな差は認められなく3要素の施肥量の違いが直接には影響することはないようであった。このことが累年施肥でも同様であるかどうか今後の検討を待ちたい。

4 土壌条件と発病

リンドウは一般に根が非常に弱く、細根は地表面近くに多く分布し、酸素要求度の高い花である。したがって、土壌は墾壤土で耕土が深く有機質に富み、保水性、排水性の良い所が生育には適地とされている。栽培面積の拡大に伴って諏訪地方を中心に水田転作地に栽培が盛



第4図 土壌条件と発病

んとなっているのが現状である。条件がよければ水田、畑とも栽培が可能であるが、所によっては排水が悪く、特に夏期に滞水するような場所では生育阻害などの症状が発生している。水田跡地栽培と畑栽培の褐色根腐病の発生について、各46ほ場について調査した結果、水田跡地で発病が多く、また多湿、乾燥状態の間に発病差は見られなかった。

これらは本質的に根の発育をおう盛にさせる土壌、つまり耕土が深く、土壌中に十分酸素供給のできている土壌で、有機物の施用による保水性、排水性のよい土壌が根の活性を高めることが本病の感染防止に役だっているものといえよう。

V 防 除 法

1 耕種的防除

本病原菌は20~25°Cの範囲で生育が良好となる。一方リンドウの発芽、生育には比較的低い20°C前後がよく、25°Cを越える高温で生育障害が見られる場合が多い。現在は露地栽培、ハウス栽培が行われているが、作期移動や、地温上昇防止策は非常に困難を伴うが、ハウス栽培では十分換気するなどして地温上昇防止を図ることが大切である。

本病菌は被害根が越冬伝染源となり土壌から健全根への感染が起きるので、苗床での無病苗確保が大切であ

第 5 表 土 壌 消 毒 による 防 除 効 果

項目 薬剂名	施用量	8 月 5 日			12 月 5 日			葉 色
		調 査 主根数	病根率 (%)	被害度 (%)	調 査 主根数	病根率 (%)	被害度 (%)	
ベノミル水和剤	500 倍 3l/m	135	24.1	6.2	168	28.8	7.4	淡 緑 濃 緑 淡 緑 淡 緑
エクロメゾール粉剤	20 kg/10a	138	8.8	2.1	135	33.5	9.0	
PCNB 粉剤	30 kg/10a	163	33.7	8.5	157	39.2	12.3	
クロロピクリン	30 l/10a	126	5.7	1.4	178	10.2	2.6	
無 処 理		139	46.6	14.5	124	59.9	17.2	

第 6 表 苗 の 薬 液 浸 根 処 理 効 果

供 試 薬 剂	使用倍数	生 育		乾物重 (20 株)		発病度	防除価	葉 害
		草 丈 (cm)	茎 数 (本)	茎葉重 (g)	根 重 (g)			
ポリオキシン AL	1,000	24.2	2.7	15.1	61.9	6.3	61	—
イプロジオン	1,000	22.4	2.4	17.3	79.2	8.8	46	—
プロシミドン	1,000	22.1	2.4	20.8	67.8	12.5	23	—
ベノミル	2,000	23.8	2.4	15.5	53.9	1.3	92	—
キャプタン	600	23.6	2.0	7.4	49.5	5.0	69	—
無 処 理		23.4	2.3	11.5	44.4	16.3	0	—

る。苗床用の場所は発病のない土壌を確保するのももちろん、既存発病土壌では被害根を完全に処理することが重要な防除作業である。なお、育苗中は定期に根の観察を続け発病苗は抜き取り無病苗を定植するよう心がける。その他本ぼでは水田跡地で発病が多くなるので、極端な過乾、過湿を避け、有機物を十分施用し、深耕などによってリンドウの根の活性を図るような土壌改良も大切である。定植後は発病を観察し確認しだい抜き取り、被害株をほ場に放置しないよう心がける。

2 薬剂防除

本病の伝染は被害根による土壌伝染であることが明らかにされたので、発病ほ場で定植前の土壌消毒試験を実施した結果、クロロピクリン剤による土壌消毒が発病防止に有効であった。処理方法として、クロロピクリン剤を 3 ml/(30×30 cm) 注入してポリエチレンフィルムで被覆し、1週間後にガス抜きをし、注入後1か月経過して定植するようにする。なおこの場合、注入ガス抜き後早めの定植は葉害の発生があるので注意する。一方定植後の発病に対しては、発病初期にキャプタン水和剤 500 倍液 3 l/m² の株元かん注も防除効果が認められる。しかしこの処理はほ場全面に行うにはきわめて多量の水と労力を必要とし、実用場面では問題がある。初期発病株から周辺へのまん延を防止するための応急的、局所的処理法として考えるべきである。

一方リンドウは育苗床に播種し約1年くらいの育成期

間がある。この育成期間中に苗への感染が見られ罹病苗による定植後のほ場内伝染が大きい。また一見健全に見られる苗株でも菌の存在が見られるので、罹病苗を定植しない処置が大切である。しかし苗に保菌している場合が多いので、表面汚染を対象にした薬剤の浸根処理で効果が見られている。この方法は、ベノミル水和剤 2,000 倍液またはキャプタン水和剤 600 倍液で苗根を 30 分間浸根し直ちに定植する。さらに鳥取県野菜試の結果によれば、キャプタン水和剤、ポリオキシン水和剤等による浸根処理効果が高い。この方法は実用的には労力的にも十分利用できる対策である。

お わ り に

リンドウ褐色根腐病は、産地の存亡に大きな影響を与える病害である。これまでの試験研究の結果、その生態と防除については、その骨子がほぼ明らかになったと考えられる。

リンドウは一度定植すると 3~4 年の長期にわたって切花として継続されるので、生育中における防除対策なども今後の課題として研究が期待されている。

引 用 文 献

- 1) 森田 儼ら (1974): 植物防疫 27: 15~17.
- 2) 渡辺恒雄ら (1977): 日植病報 43: 136.
- 3) 今村昭二 (1974): 今月の農業 9: 69~71.
- 4) 田上俊太郎 (1983): 同上 11: 64~67.

総合的有害生物管理 (IPM) を考える

——特に果樹園での IPM について——

農林水産省果樹試験場 おお
大 たけ
竹 あき
昭 お
郎

わが国では、総合防除 (integrated pest control ; IPC) という用語ほどには、総合的有害生物管理 (integrated pest management : IPM) という用語は一般的ではない。しかし、アメリカ合衆国などでは、1960年代の終わりごろから pest management を主題とした文献が現れており (例えば RABB and GUTHRIE, eds., 1970), 近ごろでは、英文の図書や資料の標題に関する限り、IPM の使用が圧倒的である。

IPC と IPM の間には決定的な差異はないと思う。integrated control といえば、management の要素は当然入ってくるからである。もっとも、management のほうが生態系への全面的な働きかけという人間の意思を強く感じさせるので、これが IPM を専門家の間で一種の流行語にさせているのであろう。

pest という用語を害虫などの有害動物に限定する研究者もあるが、FAO の定義には、作物病害の病原体や雑草なども含まれるので、日本応用動物昆虫学会の学術用語集第2版 (1982) では、pest は有害生物とされ、IPM には標記のようにやや堅苦しい訳語が与えられている。したがって、IPC にしても IPM にしても、害虫関係者だけの関心事でないことはいうまでもない。今のところ、この課題は害虫およびハダニについてのものが多いが、後ほど触れるように病害でも取り組まれており、雑草についても究明されている (例えば、FRYER and MATSUNAKA, eds., 1977)。

IPM, 特に果樹園での問題については、筑波地区昆虫研究者の会の例会および農水省農業環境技術研究所昆虫管理科のセミナーで話題提供した。その際、貴重な意見をいただいた出席者のかたがたに厚くお礼申し上げたい。また、この論文の原稿は、農業環境技術研究所桐谷圭治博士、農業研究センター中村和雄博士および静岡県柑橘試験場古橋嘉一博士に目を通していただき、批判を仰いだことを記して、感謝の意を表したい。

I IPM の認識と周辺事情

IPC の概念の発達と内容については、深谷・桐谷(編

Problems of Integrated Pest Management, Particularly Those of Orchards and Vineyards IPM. By Akio ÔTAKE

著, 1973, 特に pp. 29~37) によって理解が得られよう。また、中村 (1980) は、“害虫管理” という視点であるが、IPM を論じている。

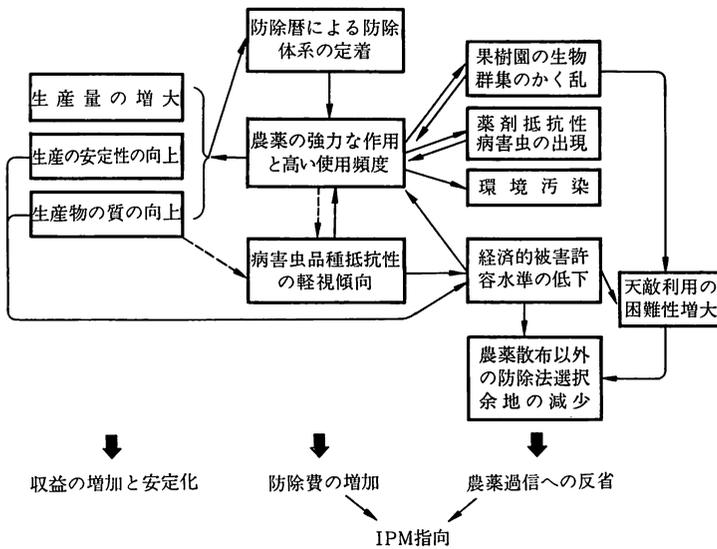
ほ場には多種多様な有害生物がいるのであるから、IPC あるいは IPM が害虫とハダニの分野に偏るのはおかしなことであるが、研究の現段階では最重要な1種か2種の有害生物に焦点が当てられる場合が多い。そもそも IPC という考えが害虫・ハダニの化学的防除 (薬剤散布) と生物的防除 (天敵利用) をいかに両立させるかという問題から出発したという事情もあって、害虫やハダニの専門家が自分たちの扱い慣れた種類の有害生物に目を向けて研究を始めたことが、上述の偏りの主な原因なのである。

研究の経過の中で個々の研究者が研究対象を絞る傾向が強かったためであろうが、IPC での integration は有害生物の特定な種に対するいろいろな防除法の統合であるとする解釈が一部に生まれている。しかし、ここでの本当の意味は、全有害生物の制御のための integration である。もっとも、複雑な農生態系への働きかけの統合は、IPM がにぎやかな現在でも、まだ完成にはほど遠い状態にあることは否定できない。理論的には多くの見解が発表されているので、一例として BARFIELD and STIMAC (1980) が紹介している BOTTRELL の“IPM に関する5原則”を次に掲げよう。すなわち、

- ① 有害種は、人間が許容しうる程度の密度で生存を続けるだろう。
- ② 生態系が単位となって管理が行われる。
- ③ 自然制御要素 (natural control agents) は最大限に活用される。
- ④ どのような防除手段にも、予期しないマイナスの効果をもたらす可能性があるものと思われる。
- ⑤ システムの学際的な解明を必須とする。

いささか漠然としているが、IPM に関する多くの議論の共通項を整理すれば、上のようなことになるわけである。現在 IPM の事例とされるものがこれら5原則をすべて満たしているとは限らないし、原則そのものも IPM の今後の展開の中でより深められると思われる。

IPM の対象となる生態系は、農生態系に限らない。それは、都会にも人畜の生活環境に有害な生物が多数い



第1図 農薬使用と果実生産の相互作用およびそれにかかわる諸要因

ることからも明らかである。しかし、ここでは農生態系を念頭に置き、具体的事例では果樹園での IPM を主に扱うことにしたい。

現在、果樹園での病害虫への対応は、防除暦による薬剤散布が主体となっている。そこで、薬剤防除を中心に置いて、現在の果実生産の図式化を試みたのが、第1図である。もっとも、この図には農業に共通した部分が多いが、果樹産業では特に生産の安定化と生産物の質の向上に果たした農薬の役割は大きい。しかしこれは、決められた時期が来れば決められた薬剤を散布するという防除暦による防除体系を根づかせる要因の一つとなり、それによって農薬への依存度をさらに高める結果となった。これはわが国に限らず、先進工業国一般にいえることで、主として石油を原料とする有機合成農薬の膨大な量の生産と消費が毎年繰り返されている。

果実の品質向上への育種家の努力は並々ならないものであるが、病害虫品種抵抗性の強化面での立ち遅れは否定できない。育種家はこの問題に無関心ではないし、事実、病害虫抵抗性品種もなくはないが、果樹のような多年生作物では、品質と病害虫抵抗性を平行して高めることは、育種技術上一般に困難が多いので、とかく品質向上が先行してしまう。その結果、現在の優良品種の多くでは、薬剤によって病害虫の発生を強く規制して初めて、高い品質の果実生産が保証されるというのが実態である。ただし、生産物の質の向上にしても、強力な薬剤の頻繁な使用にしても、必然的に病害虫品種抵抗性の軽視傾向を導くわけではないので、第1図の関係部分の矢印

は破線で示した。

II ハダニ防除への薬剤抵抗性天敵の利用

農薬の大量使用による防除費の増加と第1図に示したような弊害の発生は、人々に農薬への依存度を下げ、他の防除手法の利用度を上げうる防除体系の必要性を感じさせ、IPMへの関心を高めてはいる。しかし、果樹産業に関しては、流通販売機構からの生産物の質への要求が非常に厳しいために、生産者は瞬発力と作用力に優れた薬剤への依存から脱却しにくいのである。例えば、果実の外観価値がやかましくいわれるので、味に影響しなくても果皮に損傷を

与える病害虫は徹底的に防除しなければ、果実は高い値で売れない現実がある。そこで、それら病害虫の防除にも、相当量の薬剤が使われることになる。

リンゴ栽培に IPM の思想がかなり広がっている北アメリカでも、第1表が示すように、薬剤防除が主体の重要害虫がいくつもある。しかし、ダニ類で生物的防除の比重が高いことは注目に値する。これは、IPMを指向する研究の成果だからである。

第二次大戦後、先進工業国の果樹産業はハダニ問題に悩まされている。その主な原因の一つに、果樹園で頻繁に使われる殺虫剤および殺菌剤の多くがハダニの天敵類に強い毒性を持ち、天敵相を破壊するため、生物的防除要因の制御力が著しく弱められてハダニが多発生しやすいことがあげられる。ところが、1961年、アメリカ合衆国ワシントン州の慣行防除リンゴ園で、カブリダニの一種 *Metaseiulus* (= *Typhlodromus*) *occidentalis* の活動が観察された。これは、コドリンガ *Cydia pomonella* の防除に azinphosmethyl という有機リン剤が頻繁に使われているうちに、*M. occidentalis* がこの薬剤に抵抗性を発達させたためである。そこで、Hoyt (1969) は、ハダニ類 (*Tetranychus mcDanieli* とリンゴハダニ *Panonychus ulmi*) は主として *M. occidentalis* で抑え、その他の病害虫はこの捕食ダニに影響の少ない薬剤を使って防除するという手法を開発した。その後、有機リン剤抵抗性の *M. occidentalis* は西部の他の州にも分布していることがわかり、Hoyt の手法は周囲に広がった (Whalon and Croft, 1984)。

第1表 北アメリカのリンゴでの有害節足動物 (昆虫とダニ) に対する防除手段の概況^{a)}
(CROFT and BODE, 1983 による)

有害節足動物	防 除 手 法 ^{b)}											
	化学的		生物的		品 種 的		フェロモン用		自 滅 的		耕 種 的	
	西部	東部	西部	東部	西部	東部	西部	東部	西部	東部	西部	東部
コドリンガ	4	4	1	2	0	0	1	1	1	1	2	2
リンゴミバエ		4		2		2		1		1		2
スモゾウムシ		4		0		0		0		1		2
ナシマルカイガラムシ	4	3	2	3	0	0	1	1	0	0	2	2
ハマキムシ類	3	3	2	3	0	0	1	1	0	0	2	2
ヤガの1種	2	2	1	2	0	0	1	1	0	0	0	0
ノコメハマキガの1種	2	2	2	3	0	0	1	1	0	0	2	0
リンゴワタムシ	3	2	3	4	1	3	0	0	0	0	3	2
アブラムシの1種 A	3	2	3	3	0	0	0	0	0	0	2	2
B	2	3	2	2	0	0	0	0	0	0	2	2
C	2	0	4	4	0	0	0	0	0	0	2	2
ハモグリガの1種	3	3	2	2	0	0	1	1	0	0	2	2
メクラカメムシ類	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3
ヨトウムシ類	2		2		0		0		0		3	
アザミウマ類	2		0		0		0		0		2	
カメムシ類	2		0		0		0		0		2	
ヨコバイの1種	3	3	1	2	0	0	0	0	0	0	0	2
リンゴハダニ	3	3	4	3	0	1	0	0	0	0	2	0
ナミハダニ	2	3	3	4	0	0	0	1	0	0	2	2
ハダニの1種 <i>T. medanieli</i>	2		4		0		0		0		2	
サビダニの1種	2	2	3	2	0	0	0	0	0	0	2	0

a) 西部と東部で種類相や対応策が異なるので、両地域に分けられている。

b) 0:使われていない, 1:使用の可能性はある, 2:すこし使われている, 3:かなり使われている, 4:盛んに使われている。

ミシガン州のリンゴ園では、別種のカブリダニ *Amblyseius fallacis* に薬剤抵抗性の発達が認められた。そこでの優占種であるリンゴハダニは、この捕食ダニの密度が高い園では多発しにくい。そこで CROFT (1975) は、両種の密度比から生物的防除への期待度 (経験的に得られたもの) が分かるような図を作り、期待度に応じた殺ダニ剤の使用指針を示した。期待度の高い園では、1週間ようすを見て、期待どおりにならない場合のみ薬剤を使うことになっている。また、DOVER et al. (1979) は、*A. fallacis* の影響下でのリンゴハダニの個体群変動モデルを作った。そして、これらの成果 (捕食者に毒性の低い薬剤の選別を含め) を基礎に、ミシガン州ではバン (箱型自動車) とコンピュータを利用した mobile mite monitoring system (CROFT et al., 1979) が 1970 年代に機能し始めた。すなわち、このシステムに参加している農家から申し込みがあれば、調査員がバンで現場へ出かけてハダニと捕食ダニを調べ、データが処理されてその農家に対応策が通知されるのである。このシステムには、シミュレーションのためのプログラムが組み込まれていて、ハダニと捕食ダニの密度変動をはじめ、バンの効率的運行、推定の精度と待ち時間の関係、システムの

経済性などが検討される。

わが国では、チャ園でハダニの天敵に薬剤抵抗性の発達が認められている (浜村, 1985) が、果樹園ではその記録がまだない。これに対して北アメリカのリンゴ園では、カブリダニ科、テントウムシ科などに発達事例が認められ (CROFT, 1982)、それらの積極的利用によるハダニ防除が効果をあげ (第1表)、一部ではコンピュータ利用のシステムに組み込まれているのである。

III システムとしての IPM, 特に コンピュータ利用システム

ミシガン州のリンゴでは、上述のリンゴハダニと *A. fallacis* の関係をシミュレートするモデル MITEMDL あるいはコドリンガに関する生物季節学的モデル MOTHMDL を中核とするシステム Pest Management Executive System (PMEX; CROFT et al., 1976) が 1974 年に動き始めた (CROFT et al., 1979)。この MOTHMDL の理論は、RIEDL et al. (1976) の研究に基づいている。すなわち、フェロモントラップへの雄の誘殺データと 1月1日以後の有効積算温度とを組み合わせて、卵の 50% ふ化など防除適期の決定に役だつ現象

の発現日を予察するための研究である。ミシガン州のリンゴ栽培地に配置された 37 の気象観測点からの気象データと農家や普及員からのフェロモントラップ誘殺データとがコンピュータに入力され、有効温量の積算過程がシミュレートされる結果、必要な予察情報が出力される (RIEDL and CROFT, 1978)。

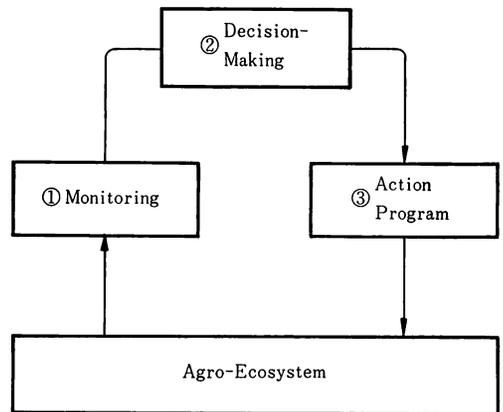
PMEX では、計算センターが普及機関を通じて現場と通信網で結ばれていて、現場からセンターへ入力情報が送られるばかりでなく、センターから現場へ出力情報が伝達され、それが防除の指針として生かされるのである。次いで開発されたシステム Predictive Extension Timing Estimator (PETE; WELCH et al., 1978) は、複数の種類の有害生物を同時に扱う機能を持つので、これに連結された PMEX の情報提供能力は、いっそう高められた。

ミシガン州のリンゴで初めに PETE 内で実用化されたのは、リンゴ黒星病 *Venturia inaequalis*, 3種の鱗翅目害虫 (コドリंगाを含む) およびリンゴハマダニであった (WELCH et al., 1978)。その後、このシステムはアメリカ合衆国内外で、リンゴを含む果樹ならびにその他作物の有害生物に適用されているが、組み込まれたモデルの大部分は生物季節学上のものなので、システムは発生時期の予察には使えても、発生量の予察には今のところほとんど役だっていない (CROFT and KNIGHT, 1983)。

PMEX の最大の欠陥は、データがすべて中央の大型コンピュータで処理されるため、費用がかかること、およびコンピュータにその信頼性と利用性を損なうような障害が起こりやすいことなので、データ処理機能の一部を下部に分散させたシステムへの改善が望まれる (CROFT et al., 1979)。そこで、リンゴ黒星病について開発された発生予察用のマイコンが目され、その方式を他のリンゴ病害虫に拡張することが検討されている (JONES et al., 1980; JONES and CROFT, 1981)。

IPM をシステムとして規定づけると、それは“環境条件ならびに生物的条件のモニタリング、有害生物の発生に関するモデルおよび通信網に基礎を置き、フィードバックとフィードフォワードの機能を持つ一連の処理過程”となる (WHALON and CROFT, 1984)。その過程は、大筋として第2図の①、②および③を順次経過して進行する。

第2図の①では、有害生物ばかりでなく、気象、天敵、作物の生育などがモニタリングの対象になる。モニタリング地点は多いに越したことはないので、フェロモントラップのように簡便で数多く設置できる用具は利用価値が高い (ただし、フェロモントラップのデータの信頼性



第2図 IPM での管理システムの骨組み (WELCH and CROFT, 1979 による)

については問題もある (大竹, 1985))。

第2図の②では、有害生物の発生に関するモデルなどによって①からの情報が処理され、発生の予測から何らかの決定が下される。すなわち、いつ防除するかとか、経済的被害許容水準などとの比較によって、防除するかしないか、するならばどのような手段をとるかなどの決定である。決定には経済的要因が重要な働きをすることはいうまでもない (MUMFORD and NORTON, 1984)。経済的被害許容水準も原理的には経済の問題である (足立・中筋, 1985) が、実際の行動の基準は、必ずしもこの水準のみで定まらない。例えば、リンゴでのコドリंगाに対する薬剤散布は、カナダでの大規模な野外試験の成果 (VAKENTJ and MADSEN, 1976) に基づき、アメリカ合衆国の多くの州でフェロモントラップに1週間に2頭以上の雄が誘殺されれば実施することになっているが、ニューヨーク州の14頭のようにかけ離れた数値を基準にしているところもある (WHALON and CROFT, 1984)。この州では、スモモゾウムシ *Conotrachelus nuphar* とリンゴミバエ *Rhagoletis pomonella* の薬剤防除のときにコドリंगाも防除されるので、このガのみを対象とする追加散布は、相当な多発生のとき以外は必要ないというのがその主な理由である (LEEPER, 1981)。

第2図の③で、②の決定が実行に移される。当面行動を起こさず、新たなモニタリング情報を待つというのも、実行の一形態である。

IV IPM の歩み

PETE=PMEX のシステムの骨組みは、まさに第2図のようなものといえよう。しかし、PETE=PMEX のように整然としていれば、それでよいというわけではな

い。先に述べたように、PETE は複数の有害生物に対応しうるシステムであるが、内容としては、個々の種に関するモデルが並存しているのであって、種間の相互関係が意思決定 (第2図の②) に反映されるようになっていない。

先にあげた有機リン剤抵抗性捕食ダニの利用体系にしても、かれらに毒性の強い薬剤 (例えば、合成ピレスロイド剤) を使わなければ防げないような病害虫が多発すれば、その体系の採用は困難になる。逆の例として、わが国の施設栽培ブドウでのカンザワハダニ *Tetranychus kanzawai* の発生は、殺菌剤や殺虫剤の選択を再検討して天敵類への農薬の影響を小さくすれば、それら天敵類によって (かれらは薬剤抵抗性は獲得していないが) 効果的に抑えられる可能性が示されている (井上ら, 1986)。また、ニュージーランドの輸出用リンゴでは、コドリング防除のための薬剤散布回数を減らすことは、同じ薬剤で防除されるハマキムシ類の生存率を高めてその被害を生じさせるために実施できない (WEARING and CHARLES, 1978)。

以上のような有害生物の種間関係に加えて、作物と有害生物との相互関係の解明も、IPM の完成度を高めるためにぜひ必要である。それらの関係に気象など無機的要因の及ぼす影響が大きいことはいうまでもない。したがって、BOTTRELL の第5原則のとおり学際的研究の必要度は高い。そして、問題解明の主要な手法としては、今後ともシステム分析であるとする考えが一般的である。しかし、中には、農生態系内部の複雑な関係は、システム分析では処理しきれないとして、知識工学的解明を主張する人たちもいる (ARGENTESI and CAVALLORO, 1983; ARGENTESI, 1984)。いずれにせよ、農生態系の全面的解明を可能にする方法論は未確立であり、したがって IPM の高度な展開への具体的見通しはまだ立っていない。今のところ、作物別に主要有害生物を中心とする防除システムの確立が射程内にあり、さしあたり種間関係に関する知識は、システム内に生じるかもしれない矛盾の回避に役だつ程度のものであればよいといえそうである。

現在、IPM と称しているシステムには、素朴なものが多い。例えば、アメリカ合衆国カリフォルニア州の Fillmore Citrus Protective District という防除組合では、難問であったアカマルカイガラムシ *Aonidiella aurantii* の防除を薬剤から *Aphytis melinus* というツヤコバチの利用に全面的に切り替えて病害虫問題を基本的に解決し、IPM に成功したという (GRAEBNER et al., 1984)。南西ドイツのリンゴでは、1960年代から指導員

が農家を回って病害虫の発生を調べ、不必要な薬剤散布を避ける指導が行われており (STEINER and BOSCH, 1968)、最近では農家の教育にも力が入られている (STEINER, 1982)。IPM の成功例の一つにあげられるアメリカ合衆国ウィスコンシン州のジャガイモの IPM では、よく訓練された監視員がほ場を巡回して集める有害生物 (雑草を含む) の発生情報がきわめて重要な役割を果たしている (疫病 *Phytophthora infestans* については、コンピュータ利用の予察プログラム BLITECAST も使われる) (SHIELDS et al., 1984)。

中村 (1980) も指摘するように、素朴な IPM ならばわが国でも可能と思われるのだが、現実には今のところそれはない。なぜだろうか? 未知の危険を覚悟で社会が新しいシステムを受け入れるには、理念だけではだめであり、既存のシステムの変更を迫る強い社会的動機を必要とし、それにはふつう経済事情が深くかかわるものと思われる。IPM の場合には、薬剤防除費軽減の要求が社会的にどの程度切実であるかが影響する (もっとも、IPM 的防除体系の採用で直ちに薬剤防除費が大幅に減るとは限らないが)。わが国の果樹産業でも、この種の要求はあるし、農業従事者の高齢化などで省力化のため薬剤散布回数の削減を求める声もある。しかし、これらの要求の切実度は、経営規模が大きく労賃も高い北アメリカやヨーロッパほど高くない。換金性の高い果樹の集約経営では、次の例のように、防除費を増せば収益が大幅に上がることも起こりうるのである。

静岡県のある地域では、以前にはウンシュウミカンの栽培に用いる農薬の量が比較的少なかったが、果実の市場での評価は、“優” 止まりであった。そこで、品質向上のため、1984年には薬剤散布頻度を県の防除暦程度に高めた。特にチャノキイロアザミウマ *Scirtothrips dorsalis* や黒点病 *Diaporthe citri* のように外観を損う病害虫の防除に重点を置いたところ、出荷した果実はすべて“秀” となった。そこで、“秀” は“優” より kg 当たり 70 円程度の高値と見て、10 a 当たり 3 t の収量があれば約 20 万円の得となる。ところが、薬剤費の増加は 10 a 当たり約 2 万円にすぎなかった (散布は自家労働で行われるので、労賃はゼロ)。古橋 (私信) による以上の例は、やや特異ではあるが、わが国の現在の流通機構の中では、品質向上 (見かけ偏重の傾向がある) のためには防除暦に逆らわないほうが無難とも、IPM に関する BOTTRELL の第一原則を農民に理解させることは至難とも語っているように思われる。

わが国で IPM 構築の素材となる研究は少なくない。果樹病害虫では、加藤 (1984, 1985)、藤家 (1984)、井

上ら (1986), 塩見ら (1983), 小泉 (1980) などがあげられる。また, 農林水産省の研究プロジェクトの中には, 果樹を含む作物の病害虫の総合防除に関するものがあり, プロジェクト内の個別の課題では見るべき研究成果があった。しかし, それらを体系化し, IPM として実用化の見通しを得るための実証試験となると, 少なくとも果樹関係では, 試験研究体制の問題や試験地の確保などに困難があって, 今のところ手がつけられていない。ただし, 現実的対応を迫られて実施されている次の運動は, IPM の観点からも示唆に富むものである。

すなわち, 鳥取県の二十世紀ナンは, 1983, 1984年に連続して黒斑病 *Alternaria kikuchiana* の大きな被害を受けた。そこで, 1984 年秋から県をあげてナン園のクリーン運動 (内田, 1985) が始まった。同県では, ナンの生産組織を通じて農家への啓発指導が徹底して行われ, 剪定期での病芽や病斑部の除去などの黒斑病対策ならびにその他の病害虫に対する耕種防除 (特に, 粗皮削りやバンド殺殺などの越冬期対策) が二十世紀ナン生産農家の積極的参加で実施されたのである。その努力が実って, 1985 年には黒斑病の多発は抑えられ, 他の病害虫の発生抑制にも運動の効果が認められた。同県の二十世紀ナンは 1984 年からアメリカ合衆国へ輸出を始めていて, 農家の生産意欲は高いとのことなので, この運動への現場の協力は今後とも得られるであろう。この種の運動が直ちに防除暦からの脱却を導くものではないが, 病害虫の激発条件下では薬剤は無効であり, そのような状態を作らないために果樹園の環境整備がいかに必要かを農家が学び, 農家への啓発指導がいかに強力な運動に実を結ぶかを県や生産団体の関係者が学んだ点で, 鳥取県の経験は貴重なものといえよう。

わが国で IPM が現実的な社会的課題となるには, 研究・行政・普及の分野が提携して, 技術面とともに, 流通機構など社会的・経済的側面についても問題の解決策を探り, 同時に実証試験の成果などによって農民の啓発に努め, IPM 認知の社会的動機の生成に有利な条件を整えてゆくことが肝心なのではないだろうか。

引用文献

- 1) 足立 礎・中筋房夫 (1985) : 植物防疫 39 : 301~307.
- 2) ARGENTSI, F. (1984) : In "Statistical and mathematical methods in population dynamics and pest control." (R. CAVALLO, ed.) A. A. Balkema, Rotterdam, pp. 236~238.
- 3) ——— and R. CAVALLO (1983) : In "Fruit flies of economic importance." (R. CAVALLO, ed.), A. A. Balkema, Rotterdam, pp. 297~306.
- 4) BARFIELD, C. S. and J. L. STIMAC (1980) : Bio-Science 30 : 683~689.
- 5) CROFT, B. A. (1975) : Coop. Ext. Serv., Mich. State Univ., Ext. Bull., E-825, 12 p.
- 6) ——— (1982) : Ent. exp. & appl. 31 : 88~110.
- 7) ——— and W. M. BODE (1983) : In "Integrated management of insect pests of pome and stone fruits." (B. A. CROFT and S. C. HOYT, eds.), John Wiley & Sons, New York et al., pp. 219~270.
- 8) ——— and A. L. KNIGHT (1983) : Bull. Entomol. Soc. Am. 29(3) : 37~42.
- 9) ——— et al. (1976) : Environ. Entomol. 5 : 20~34.
- 10) ——— et al. (1979) : In "Pest management programs for deciduous tree fruits and nuts." (D. J. BOETHEL and R. D. EIKENBARY, eds.) Plenum Press, New York and London, pp. 223~250.
- 11) DOVER, M. J. et al. (1979) : Environ. Entomol. 8 : 282~292.
- 12) FRYER, J. D. and S. MATSUNAKA, eds. (1977) : "Integrated control of weeds." Japan Scientific Societies Press, Tokyo, 262 p.
- 13) FUJIE, A. (1984) : Spec. Bull. Chiba Agric. Exp. Stn., No. 13, 55 p.
- 14) 深谷昌次・桐谷圭治, 編著 (1973) : "総合防除." 講談社, 東京, 415 p.
- 15) GRAEBNER, L. et al. (1984) : Bull. Entomol. Soc. Am. 30(4) : 27~33.
- 16) 浜村徹三 (1985) : 植物防疫 39 : 252~257.
- 17) HOYT, S. C. (1969) : J. Econ. Entomol. 62 : 74~86.
- 18) 井上兎一ら (1986) : 果樹試報, E, No. 6 (印刷中).
- 19) JONES, A. L. and B. A. CROFT (1981) : Plant Dis. 65 : 223~229.
- 20) ——— et al. (1980) : ibid. 64 : 69~72.
- 21) 加藤 勉 (1984) : 山口農試特報, No. 28, 86 p.
- 22) ——— (1985) : 植物防疫 39 : 2~7.
- 23) 小泉銘冊 (1980) : 果樹試報, D, No. 2 : 39~82.
- 24) LEEPER, J. R. (1981) : N. Y. Food Life Sci. Bull., No. 88, 19 p.
- 25) MUMFORD, J. D. and G. A. NORTON (1984) : Ann. Rev. Entomol. 29 : 157~174.
- 26) 中村和雄 (1980) : 植物防疫 34 : 9~16.
- 27) 大竹昭郎 (1985) : "果樹害虫の分布と発生調査への性フェロモンの利用." 果樹試報保護部虫害研, 筑波, 49 p.
- 28) RABB, R. L. and F. E. GUTHRIE, eds. (1970) : "Concepts of pest management." North Carolina State University RALEIGH, 242 p.
- 29) RIEDL, H. and B. A. CROFT (1978) : Mich. State Univ. Agric. Exp. Stn. Res. Rep. (Farm Sci.), No. 337, 19 p.
- 30) ——— et al. (1976) : Can. Ent. 108 : 449~460.
- 31) SHIELDS, E. J. et al. (1984) : Am. Potato J. 61 : 508~516.
- 32) 塩見正衛ら (1983) : 植物防疫 37 : 448~453.
- 33) STEINER, H. (1982) : In "Integrated crop protection." (P. GRAFFIN, ed.) A. A. Balkema, Rotterdam, pp. 163~173.
- 34) ——— and J. BOSCH (1968) : Anz. Schädlingssk. 41 : 135~139.
- 35) 内田正人 (1985) : 農業ととり, No. 248 : 7~13.
- 36) VAKENTI, J. M. and H. F. MADSEN (1976) : Can. Ent. 108 : 433~438.
- 37) WEARING, C. H. and J. G. CHARLES (1978) : Proc. 31st N. Z. Weed and Pest Control Conf., pp. 229~235.
- 38) WELCH, S. M. and B. A. CROFT (1979) : "The design of biological monitoring systems for pest management." Pudoc, Wageningen, 77 p.
- 39) ——— et al. (1978) : Environ. Entomol. 7 : 487~494.
- 40) WHALON, M. E. and B. A. CROFT (1984) : Ann. Rev. Entomol. 29 : 435~470.

植物防疫基礎講座

チャバネアオカメムシの累代飼育法とその問題点

農林水産省果樹試験場 ^{もり} 守 ^や 屋 ^{せい} 成 ^{いち} 一

研究対象とする昆虫を飼育することは、すべての研究分野のもっとも基礎的な課題であり、その重要性をあらためて強調するまでもない。カメムシ類は本来の寄主植物以外の代替餌、特にさまざまな植物種子で成育の可能なことが知られており、その飼育法には共通点が多い (SWEET, 1960; 清水, 1976; 小林, 1976)。一般に植物種子は入手、保存が簡単であるので、新鮮植物を必要とする他の食植性昆虫に比べて、これらのカメムシ類は2, 3世代以内ならば飼育は容易であるといえる。一方、累代飼育の場合は、同系交配や餌の選定などに新たな問題点が生じるために、長期にわたって飼育個体群を維持した例は少ない。

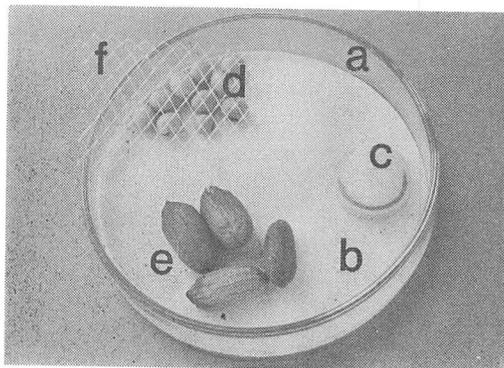
筆者らは、果樹の主要害虫であるチャバネアオカメムシ *Plautia stali* SCOTT について、実験供試個体を通年安定供給するために、本種の累代飼育法を開発し、安定した実験室内系統の樹立に成功した (守屋ら, 1985)。この系統は 1981 年 5 月の飼育開始以来、すでに 30 世代を経過し (1986 年 1 月現在)、なお安定した飼育状況下にある。本種の累代飼育法は近縁のカメムシ類にも応用可能な面が多いと考えられるので、ここでは飼育方法の概略を紹介しつつ、飼育技術に関連した留意事項や問題点を中心として述べてみたい。なお、本種の飼育データに関しては、志賀・守屋 (1984)、守屋ら (1985) を参照されたい。

本文に先立ち、有益な助言や討論をしていただいた沖縄県農業試験場 志賀正和博士に厚く御礼申し上げる。

I 飼育法

1 飼育容器

飼育容器は、幼虫、成虫とも径 9 cm、高さ 2 cm のガラスシャーレを用いた。シャーレ内には沓紙を敷き、給水源として、サンプル瓶のふたの突出部分を L 字形に切り取り、脱脂綿を詰めて蒸留水を含ませたもの (給水用具) を置いた (第 1 図)。シャーレは 110°C で乾熱滅菌し、その他の飼育器材は次亜塩素酸ナトリウム水溶液



第 1 図 チャバネアオカメムシ飼育容器

a : ガラスシャーレ (径 9 cm, 高さ 2 cm), b : 沓紙, c : 給水用具, d : 乾燥ダイズ種子, e : 生ラッカセイ, f : プラスチック製ネット. シャーレのふたは除いてある (守屋ら, 1985)。

に浸漬後、水洗、風乾して使用した。飼育容器は手近に多数あるものであれば、材質、形は問わないが、容器を大型にすると若齢幼虫期の生存率が低下するようである。また、シャーレの身とふたは、すき間があるとそこから若齢幼虫が逃亡してしまうので、組み合わせの良いものを選ぶ必要がある。

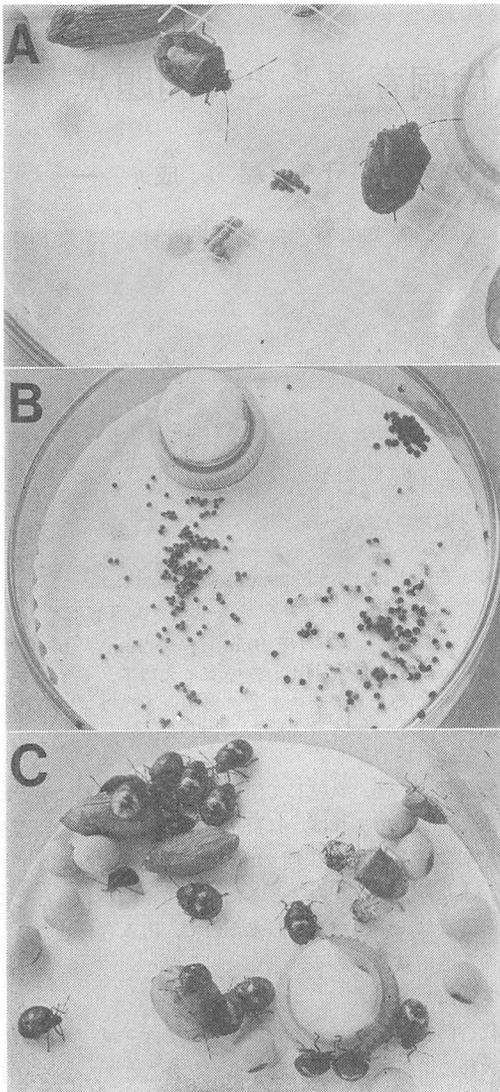
2 餌

代替餌を用いたカメムシ類の飼育では、単一の餌より複数種の給餌によって成育が良好となることがある (小林, 1976; MAU and MITCHELL, 1978; HARRIS and TODD, 1981; 小田ら, 1981)。そこで、本種の場合、乾燥ダイズ種子と生ラッカセイを代替餌とした。これらの種子は、市販品を一括購入し、約 5°C の冷蔵暗室に保存して適宜使用した。

3 採卵

本種は特定の産卵部位を必要とせず、飼育容器内で容易に産卵する。したがって、室内で卵を得ることに問題はなく、効率良く採卵できる方法を考えるだけでよい。予備調査からプラスチック製ネット (シイタケ袋として市販されている) によく産卵することがわかり、産下された卵塊の取り扱いが容易であるので、約 3×5 cm に切った上記ネットを飼育容器に入れた (第 1 図、第 2 図 A)。ネットに産下された卵塊 (通常 14 卵内外)

A Method for Successive Rearing of *Plautia stali* SCOTT and Its Technical Problems. By Seiichi MORIYA



第2図 飼育中のチャバネアオカメムシ

A: 成虫とプラスチック製ネットに産まれた卵塊,
B: 採卵後の卵と初齢幼虫集団, C: 終齢幼虫と羽化直後の成虫 (守屋ら, 1985)。

は、指先で簡単にネットからはずすことができる。卵塊を卵粒に分離してもその後の発育状態に影響は認められないため、複数雌の産下卵を混合し、1容器当たり200~400卵とした(第2図B)。採卵間隔は卵期間を上回らない日数まであけることができるが、一般には2~4日おき程度が、作業手順上好ましい。

4 幼虫期の飼育

ふ化した初齢幼虫は摂食せず、吸水のみで2齢に至るので、初齢までは給水だけでよい。ただし、初齢を含む

若齢幼虫は水分の欠乏に弱いため、水分を十分に補給する必要がある。2齢脱皮後は給餌を開始し、餌量は容器当たりダイズ10粒、ラッカセイ4粒を標準とした。以後、給水、給餌を2~5日間隔で行った。この間吸湿して膨潤した餌にかびが生ずることがあったが、虫の成育には支障なかった。本種の飼育では、食葉性昆虫の場合などと異なり、与えた餌に外見上顕著な変化が生じないので、適量の餌がどの程度であるか判断するのは難しい。したがって、餌不足回避のために十分量の給餌を行うことになり、上記の餌量は過剰であるかもしれない。

幼虫期間中、飼育個体の分割を2,3回行い、終齢(5齢)幼虫時に容器当たりの個体数が20頭前後になるようにした(第2図C)。この操作を行わないと、虫の発育に伴って過密となり、死亡率の上昇、虫体の小型化などの悪影響が生じる。一方、初齢幼虫時から容器当たりの個体数を少なくすると、多数の容器が必要となり、給水、給餌作業に余分な時間を費やさねばならなくなる。

給水用具や紙絨は、虫の排泄物によって汚されるので、適宜交換した。ただし、2齢幼虫は活動性が高く、容器のふたとっただけでも一斉に動き始め、收拾がつかなくなるおそれがある。このため、2齢脱皮開始直前に十分給水、給餌し、2齢期間中、飼育容器のふたの開閉は避けたほうがよい。

5 成虫期の飼育

羽化成虫は2,3日ごとに飼育容器より取り出し、新しい容器へ10頭ずつ移した。この操作時に、雌雄の組み合わせを考慮せず、機械的に10頭ずつの分離を行っても性比が極端に偏ることはないようであった。給水、給餌などは幼虫期に準じて行った。容器当たりの個体数は経験的に求めたものであるが、10頭を越えて成虫を収容すると死亡率が高まるようであった。交尾は各容器内の個体間で行われ、羽化後10~14日で産卵を開始する。そこで、前項3で述べた産卵基材を同時期に投入した。

以上の飼育は、卵、幼虫期を含めて、すべて22.5°C、50~80%RH、16時間照明の恒温室内で行った。22.5°Cより高温で飼育すれば、発育速度は当然早まり、短期間で成虫が得られるが、かびの発生による餌の劣化が早まり、給餌に要する手間が増える。一方、低温での飼育は、飼育期間が相当長くなるものの、給水、給餌間隔を長くすることができる。したがって、1日当たりの作業時間は少なく済む。なお、本種は短日条件下では産卵を停止するので、自然日長の室内などで飼育する場合には、季節により補助照明がないと卵が得られなくなる。

II 累代飼育

前項 3~5 を繰り返せば累代飼育が可能となる。しかし、良好な累代飼育個体群を維持するためには、①同系交配の回避、②飼育個体の小型化防止、および③適正な飼育個体数の保持、を図る必要がある。

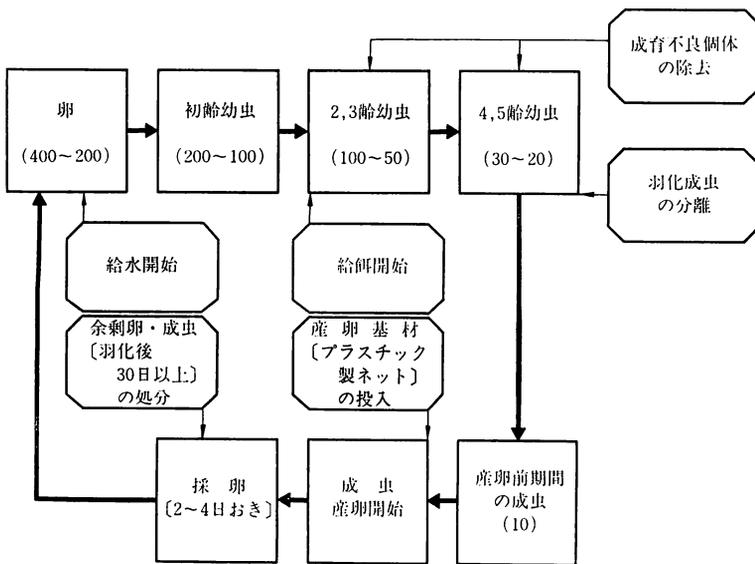
①について、本種の場合、循環交配は行わず、交尾は各飼育容器内の任意の個体間で行われた。しかしながら、採卵時に複数雌の産下卵を混合しており、この操作によって同系交配の起こる確率は低くなったと考えられ

る。実験的に同系交配を行うと、本種は次世代ですでにふ化率や幼虫生存率が著しく低下し、4世代目の若齢幼虫期にすべて死亡した。ホソヘリカメムシ(釜野, 1978)やミナミアオカメムシ(桐谷・法橋, 1970)でも同系交配を行うと、3世代前後で羽化成虫が得られなくなっており、①の条件は累代飼育においては必須である。

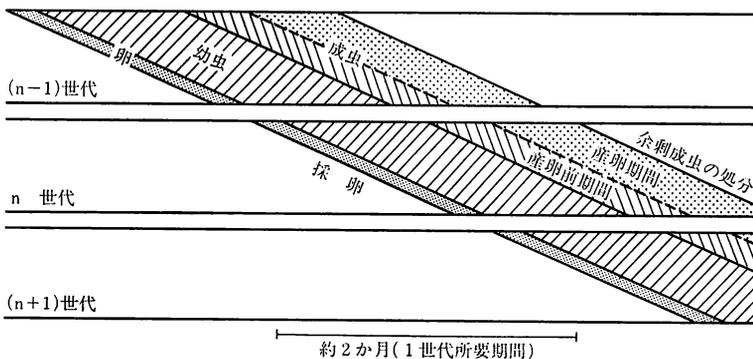
②は前項4の飼育個体数の分割によってある程度その目的が達せられたが、さらに3~5 齢幼虫期に小型で成育が不良な個体の除去を行った。幼虫個体数が十分あればこの操作を厳密に行うことができ、大型の成虫が得られる。また、代替餌を用いる場合には、餌として何を選定するかが生存率ばかりでなく、羽化体重にも影響を及ぼすことになり(小滝ら, 1983)、②に対する重要な要因となる。本種の場合、ダイズ種子単独給餌では、長期の累代飼育が困難であった。そのため、生ラッカセイを餌として選定したことが、混合給餌とあいまって良好な結果をもたらしたと言える。

③に関しては、採卵時に一定量以上の卵は廃棄し、また羽化後1か月以上経過した成虫を処分することにより幼虫、成虫個体数を一定水準に保った。この操作は累代飼育のためには必ずしも必要ではないが、労力的に無理のない範囲に個体数をとどめておかないと、虫の扱いが粗雑になり、累代飼育に悪影響を及ぼすことになる。

以上の累代飼育に関する方法と手順を第3図に示した。本種の雌成虫は長期にわたり産卵するため、飼育個体の世代更新は、当該世代の新成虫が次世代卵を産下し始めた時点で、前世代成虫によって産下されていた当該世代卵の採卵を中止するという手順で行った(第4図)。これによ



第3図 チャバネアオカメムシ累代飼育の作業手順
 図中の数字は飼育容器当たりの個体数を示す(守屋ら, 1985を一部改変)。



第4図 チャバネアオカメムシ累代飼育における世代間の時間的関係
 どの時点においても全発育ステージの個体が一定の比率で存在する(守屋ら, 1985)。

り、1世代更新の所要日数は約2か月となった。定期的に採卵および余剰成虫の処分を行った結果(第3図)、卵から老齢成虫まで全発育ステージの個体が随時存在し、かつそれらの比率がほぼ一定に保たれた。第4図は、時間的経過に伴う各発育ステージの世代間の変化を模式的に示したものである。このように齢構成が安定し、かつ一定個体数に保たれると、飼育個体群の維持、管理のための作業手順(第3図)はほぼルーチン化することができ、累代飼育が長期にわたっても良好な飼育条件が保たれた。

III 累代飼育上の問題点

1 飼育作業計画

累代飼育は多くの場合、何らかの実験に供試する個体を得るために行われる。したがって飼育のための作業は他の実験と並行して行うことになり、労力配分を考慮する必要がある。本種は飼育作業手順が前述のように定型化されているため、研究補助面での労力があれば飼育個体群の維持は比較的容易である。しかし、飼育が通年にわたると、労力確保が困難となるときもありうる。この際には、作業間隔を長くすることで対応せざるをえないが、その間隔が卵期間を上回るとふ化幼虫の処理が困難となってくるために、7日間程度が作業間隔の限界である。

2 餌の確保

代替餌として何を選定するかが重要なことは前記のとおりであり、さらには、それら代替餌の品質が一定で、かつ入手が容易であることが望まれる。乾燥ダイズ種子は時期を問わず入手でき、品質も比較的均一である。一方、生ラッカセイは入手がやや困難かと思われ、また入手可能期間も限られている。このため、生ラッカセイについては、給餌必要量に相当な安全度を見込んで一括大量購入しているのが現状である。

3 防衛分泌物の放出

カメムシ類は防衛分泌物を放出し、それがカメムシ自身に対しても毒性を持つことが観察されている(例えば、平野, 1969)。本種も例外ではなく、採集したばかりの野生虫を飼育容器に入ると、何らかの刺激によって容器内の個体が次々と防衛分泌物を放出し、多数の個体が死亡することがある。しかしながら、これらの個体もしばらく容器内で飼育すると、わずかの刺激で防衛分泌物を放出することは少なくなるようである(同様の現象はミナミアオカメムシでも知られている(HARRIS and TODD, 1981)が、その機構は不明である)。したがって、防衛分泌物の放出は累代飼育に際してほとんど問題

とはならないものの、その発生頻度を低くするため、各個体の取り扱いには筆を用いて慎重に行う必要があろう。

4 病気の発生

4年以上にわたる本種の累代飼育の過程で、明らかに病気に起因したと思われる死亡個体の発生は認められなかった。これは、飼育器具の乾熱滅菌や次亜塩素酸ナトリウム水溶液浸漬によって病気の発生が防がれていたと見ることもできる。しかし、一度病気がまん延すれば、飼育を継続することはきわめて困難となるので、成育状況を常に観察し、万一病気が発生してもその影響を最小限にとどめることが重要と思われる。

IV 他種カメムシへの応用

チャパネアオカメムシの累代飼育法を他のカメムシ類に転用するためには、飼育容器、代替餌、産卵基材などに若干の変更が必要かもしれない。このうち代替餌の選定は、チャパネアオカメムシの場合から明らかなように、もっとも重要な項目の一つである。どのような種類の餌を選定するかによって累代飼育の成否が決定されると言っても過言ではない。

乾燥ダイズ種子と生ラッカセイの混合代替餌は、チャパネアオカメムシの良好な発育をもたらしたが、さらにクサギカメムシやアカスジキンカメムシにも適用可能である(筆者ら、未発表)。また、ミナミアオカメムシでも生ラッカセイを混合餌のメニューに取り入れて累代飼育に成功している(MITCHELL and MAU, 1969; HARRIS and TODD, 1981)。以上の結果から見て、ダイズ、ラッカセイの組み合わせは上記以外のカメムシに対して好適な代替餌となる可能性が大であると思われる。

おわりに

累代飼育による本種の1日当たりの平均羽化成虫総数は、現在のところ10~40頭の範囲にある。飼育に関する専門要員が配置できるならば、第3図に示した手順に従い、羽化個体は1日当たり数百頭まで増加させることが可能であろう。ただし、この累代飼育法は、大量飼育を旨としたものではないので、労力面から見た虫の生産効率や飼育に要する経費には改善の余地があり、飼育規模をさらに増大させる場合には飼育方法の根本的な改良の必要が生じるとと思われる。

今回の累代飼育では、飼育期間中に野生虫の新規導入を行わなかった。現在までのところ、世代の経過に伴って幼虫期間の短縮、延長などの変化は認められず(守屋ら, 1985)、また、累代飼育個体の飛ばし能力についてもフライトミルによる測定結果によれば、野生個体と

の間に差異はないと見なされている(筆者、未発表)。したがって、飼育個体の性質は野生個体のそれと大差ない状態に保たれていると考えられる。しかし、今後、世代を重ねるにつれて、飼育個体の性質が変化する可能性も残されており、累代飼育の当初の目的からすれば、虫質管理の問題も無視できなくなろう。反面、もしそのような変化が生ずれば、本種の累代飼育が各種の実験に興味ある材料を提供することになるかもしれない。

引用文献

1) HARRIS, V. E. and J. W. TODD (1981): J. Georgia Entomol. Soc. 16: 203~211.

2) 平野千里 (1969): 植物防疫 23: 143~149.
 3) 釜野静也 (1978): 応動昆 22: 285~286.
 4) 桐谷圭治・法橋信彦 (1970): 病害虫関係指定試験成果 9: 1~259.
 5) 小林 尚 (1976): 農薬 23(3): 44~48.
 6) 小滝豊美ら (1983): 応動昆 27: 63~68.
 7) MAU, R. F. L. and W. C. MITCHELL (1978): Ann. Entomol. Soc. Am. 71: 756~757.
 8) MITCHELL, W. C. and R. F. L. MAU (1969): ibid. 62: 1246~1247.
 9) 守屋成一ら (1985): 果樹試報 A12: 133~143.
 10) 小田道宏ら (1981): 奈良農試研報 12: 131~140.
 11) 志賀正和・守屋成一 (1984): 果樹試報 A11: 107~121.
 12) 清水喜一 (1976): 植物防疫 30: 142~146.
 13) SWEET, M. H. (1960): Ann. Entomol. Soc. Am. 53: 317~320.

本会発行図書

農薬用語辞典(改訂版)

日本農薬学会 監修

「農薬用語辞典」(改訂版)編集委員会 編

B 6判 112 ページ 1,400 円 送料 200 円

農薬関係用語 714 用語をよみ方、用語、英訳、解説、慣用語の順に収録。他に英語索引、農薬の製剤形態および使用形態、固形剤の粒度、液剤散布の種類、人畜毒性の分類、魚毒性の分類、農薬の残留基準の設定方法、農薬希釈液中の有効成分濃度表、主な常用単位換算表、濃度単位記号、農薬関係機関・団体などの名称の英名を付録とした必携書。講習会のテキスト、海外出張者の手引に好適。

お申込みは前金(現金・振替・小為替)で本会へ

本会発行図書

作物保護の新分野

理化学研究所 見里朝正 編

A 5判 235 ページ 定価 2,200 円 送料 250 円

昭和 56 年から始まった理化学研究所主催のシンポジウム「科学的総合防除」の講演内容を加筆してとりまとめた好著。我が国の先端に行く研究者が化学的、生物的防除はもちろん、光・音・遺伝子工学等を駆使して作物保護の新分野にいちばん最新技術を紹介する。

内容目次

- I. 「科学的総合防除」とは
- II. 光の利用
光の昆虫誘引作用の利用/光の昆虫忌避作用の利用/紫外線除去フィルムによる植物病原糸状菌の孢子形成阻害/雑草防除における光質の活用
- III. 環境制御
湿度環境制御によるハウス野菜病害の防除/環境制御による雑草防除/太陽熱利用による土壤消毒/水の利用による病害防除
- IV. 音の利用
音と昆虫/鳥と音/動物と音/魚と音
- V. 生物的防除
作物病害の生物的防除/生物的防除と害虫管理/雑草の多様性とその生物的防除/生物的防除への遺伝子工学応用の可能性
- VI. ソフト農業の開発
ソフト農業開発の現状/大豆レシチン・重曹農薬の開発/過酸化カルシウム剤の開発/フェロモンの利用・開発
- VII. 外国の現状
ヨーロッパにおける科学的総合防除/ソビエトの現状/東南アジアにおける作物保護の現状/アメリカにおける病害虫の総合防除の現状

植物防疫基礎講座

作物保護におけるマイコン利用 (4)

カンキツ黒点病の薬剤効果シミュレーション

熊本三角農業協同組合 なか にし しず お
 中 西 静 雄
 農林水産省果樹試験場興津支場 こ いずみ めい さく
 小 泉 銘 冊

はじめに

カンキツ黒点病はカンキツにおける三大病害の一つでこれに感染すると果実表面に小さな黒点が発生し、外観を損なう。この防除には、ジチオカーパーメート系のジネブ剤、マンネブ剤、マンゼブ剤のほか、プロピネブ剤、チアジアジン剤、ジチアノン剤、オキシキノリン銅剤などの保護的殺菌剤が用いられている。そのため予防的に散布しなければならず、熱心な農家はともすると過剰散布をしがちになる一方、一般農家では防除適期を逸してしまふという問題があった。適正な薬剤防除を行うためには、発生予察と薬剤効果の消長を把握し、それに基づいて防除時期を決めることが重要である。そこで、黒点病の発生機構と防除薬剤の消長をコンピュータで模擬(シミュレート)させるシミュレーションモデルを開発した。

I 経 緯

カンキツ黒点病のシミュレーションモデルが開発されてすでに10年が過ぎた。開発当時はコンピュータが普及しておらず、計算センターのマシンにプログラムとデータを持ち込んで計算するバッチ処理が主流であった。特にシミュレーションの活用が期待される農業協同組合には、コンピュータを持たない場合がほとんどであった。その後、いわゆるコンピュータの普及期を迎えるわけであるが、それに伴って単位農協でも小型機を設置するところが出てきた。そのような状況を踏まえて、全国農業協同組合連合会(全農)が、安全防除運動の一環として本シミュレーションを単協レベルで実用化できないかと小泉のところに打診してきた。これをきっかけにして、全農は柑橘生産を中心にし、かつコンピュータ既設農協である佐賀県松浦東部農協、熊本県熊本三角農協に

協力を要請し、それぞれの果樹試験場、経済連をメンバーとした「カンキツ黒点病シミュレーション実用化検討会」(主催全農、昭和54年5月)を発足させ、単協でのシミュレーションとその活用法について検討した。

本シミュレーションは、Fortranで記述されている。これは当初、大型計算機専用の言語であるため、小型機しか持たない農協への普及には問題があると考えていた。この点について熊本三角農協では言語変換、パソコンの利用と積極的に対応してきたので、その事例を紹介する。

II 記述プログラムの変換とコンピュータ

昭和54年当時、熊本三角農協で設置していたコンピュータは、電算室に「TOSBAC 1350/V」(主記憶64kB)、分析室(地帯分級施設)に「NOVA 01」(主記憶16kB)であった。TOSBACはオフコンであり、主に貯金オンライン業務に、NOVAはミニコンであり、分析機器のプロセスコントローラに使用されていた。TOSBACは、Fortranコンパイラを持っていなかった。またNOVAも、アセンブラとBasicの二つの言語しか持ち合わせていなかった。前述したように、シミュレーションプログラムはFortranであったから、当然これらのマシンに合うように書き直さなくてはならない。そこで、浮動小数点演算を考慮して、NOVA上のBasicで実行させることにし、プログラムの変換に取り組んだ。

主記憶16kBという制約の下で変換を終え、シミュレーションを実行してみると、3か月分の計算に4時間もかかってしまった。当時はそれが精いっぱいであり、実用化試験に活用していた。

その後パソコンが急速に普及しはじめ、折しもそれらはBasicマシンがほとんどであったから、NOVAからパソコンへ移行していった。しかし、初期の8bitパソコンは16bitのNOVAより遅く、本格的にパソコンへ移行したのはPC9800登場後になる。

PC9800シリーズは、Basic以外にFortranコンパ

The Use of Personal Computers in Plant Protection
(4) Simulation of Spray Program for the Control of Citrus Melanose. By Shizuo NAKANISHI and Meisaku KOIZUMI

第1表 熊本三角農協におけるコンピュータ設置状況

昭和 52 年	TOSBAC1350/V	導入 (電算室)
〃	NOVA-01	〃 (分析室)
昭和 54 年	実用化試験検討会	
昭和 57 年	PC8001	導入 (分析室)
昭和 58 年	PC9801	〃 (分析室)
昭和 59 年	ACOS410/10	〃 (電算室)
〃	PC9801/E	〃 (分析室)

イラを持っているため、わざわざ遅い Basic インタープリターを使って計算させることはない。現在では、オリジナルの Fortran プログラムを用いて、それをコンパイルして使っている。使用スペックは、PC 9801/E(640 kB) に浮動小数点演算 LSI を装着し、コンパイルには CP/M 86 上の ai-Fortran を用いた。3か月間のシミュレーションの計算は、出力時間を含めて 10 分程度である。

その間、当農協電算室のコンピュータも更新され、日電の ACOS 410/10 (主記憶 2MB) になった。これには科学演算処理機構を付け、Fortran 77 が使用できるようになっている。ACOS を使うとシミュレーションの計算時間は CPU タイムで約 1 分である。現在当農協では小型汎用機とパソコンの双方でシミュレーションができるようになった。黒点病シミュレーションのユーザーは柑橘生産指導員であるため、彼らのデスクサイドのパソコンの利用がほとんどである。これらの経緯を第 1 表に示した。

III シミュレーションの概要

カンキツ黒点病シミュレーションは、黒点病の発生生態および薬剤の効果、消長に関してのシステム解析を基にして小泉 (1980) によって開発されたものである。

黒点病の発生は、果実ができたときから始まるが、本モデルでは落花日を基点とし、生育後期の 10 月 31 日を終点として計算を実行する。モデル内では 1 時間ごとに、気象データを基に黒点病と薬剤について特性値を計算し、1 日ごとにその日の黒点病感染数および残留農薬濃度を出力する。薬剤の効果については、モデル内で散布区、無散布区を設定しており、それぞれの感染数を比較することで把握される。

入力データとしては次のものが必要である。

①初期値

- タイトル
- 樹冠容積
- 落花日
- 変温点時刻
- バリアブルフォーマット

②気象データ

- 月・日
- 日降雨量
- 午前 9 時気温
- 日最高気温
- 日最低気温
- 午前 9 時湿度
- 降雨時間帯 (1 日当たり最大 3 組)

③薬剤データ

- 散布月・日
- 薬剤コード
- 混用コード
- 薬剤名
- 希釈倍率

初期値のうち「樹冠容積」は、計算の対象となる立木についての値であるが、実際の果樹園では個々に大きさが異なるので、標準値として 15 m³ を用いることが多い。「変温点時刻」とは、1 日のうちで、最高気温および最低気温の出現時刻および両者の中間点に下がる時刻である。厳密に言えば、年間を通じて一定したものではないが、その地域ごとの平均的な値を用いればよい。この値を基に、1 日の変温パターンを発生させる。毎日の気象データと、この変温パターンとにより、1 時間ごとの気温を近似する。また、「バリアブルフォーマット」は、気象データの入力フォーマットを指定するものである。

気象データのうち「降雨時間帯」とは、雨が降り始めた時刻と止んだ時刻からなる。1 日のうち何回も降ったり止んだりした場合、最大 3 組までに集約して入力する必要がある。

薬剤データのうち「薬剤コード」と「混用コード」は

第 2 表 薬剤コード表

薬剤コード	薬剤名
1	ダイセン・ダイファー
2	マンゼブ剤
3	マンネブ剤
4	ラビライト
5	オキシ銅 75
6	デラン

第 3 表 混用コード表

混用コード	混用
1	単用
2	乳剤または展着剤
3	マシン油または TSS

第2表および第3表のとおりである。

IV シミュレーションのやりかた

1 データの収集

入力データの中で収集がもっとも煩わしいのが気象データである。これは1週間巻の自記温湿度計と雨量計を用いれば十分である。記録紙から必要データを読み取ればよい。ただし、記録紙を交換するまで待つと最大1週間のタイムラグになるので、毎日読み取ることが必要である。熊本三角農協では、分析室に設置してある気象観測装置が出力するレポートを利用している。

2 データの入力

入力データは、初期値と気象データを合わせた「気象

ファイル」と、薬剤データのみからなる「薬剤ファイル」とに保存される。データの入力、エディターを用いて行う。

3 計算

シミュレーションプログラムを実行させると、気象ファイル名、次に薬剤ファイル名を要求してくる。入力が終わると、当該ファイルを読み込み計算結果を出力する。同一地域内(同一気象)で、多種類の散布パターンをシミュレートする場合は、パターンごとの薬剤ファイルを用意しておき、実行時にひとつひとつ指定すればよい。

4 出力

出力結果を第4表および第1図に示す。第4表には初期値の後に1日ごとの気象データと計算結果を出力している。「結果」の項目には、無散布区、散布区ごとに、それぞれ1日の「感染数」、「累計斑点数」がある。感染数は、1日ごとの黒点の発生量を、また斑点数は果実上に集積された黒点の量を知る目安になる。また、散布区と無散布区の感染数の比較により、薬剤効果が把握される。

初期値

第4表 シミュレーション結果の出力

```

***** 1985 SIMULATION *****

シミュレーション = 15.00M*3

シミュレーションの条件
TEMP. CHANGE POINT P1= 5.0 P2= 12.0 P3= 21.0 ...変温点時刻(午前9時基準)
RELATIVE VALUES OF ALTERNATE TEMPERATURE AT EACH HOUR ...変温パターン
10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 1 2 3 4 5 6 7 8 9
.31 .59 .81 .95 1.00 .97 .90 .78 .62 .43 .22 .00 -.17 -.34 -.50 -.64 -.77 -.87 -.94 -.96-1.00 .00 .00 .00
(12,213,FG.1,10FS.1) ...バリアアブルフォーマット

シミュレーションの条件
シミュレーション = KISHO
シミュレーション = YAKUZA1

***** シミュレーション結果の出力 *****

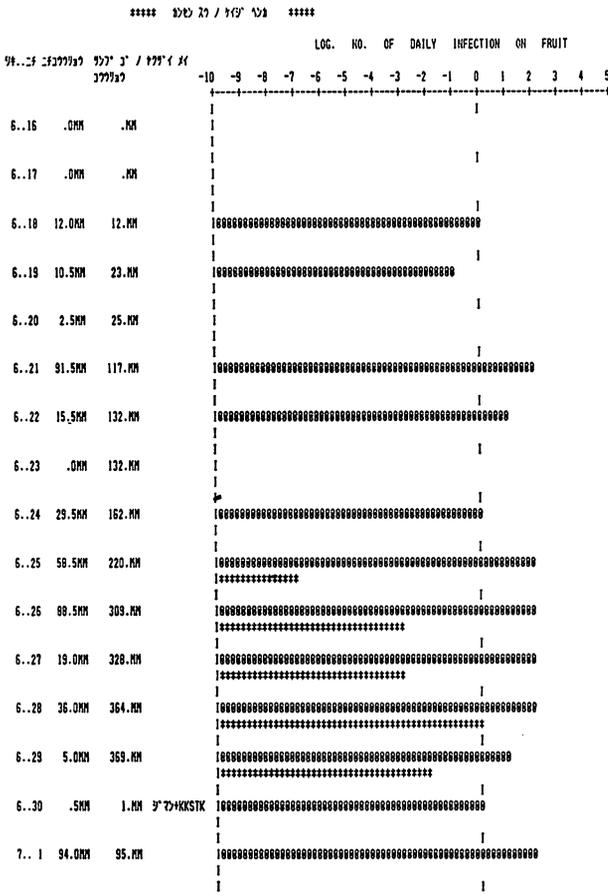
NO. 日付 散布回数 散布区 感染数 累計斑点数 感染率 散布回数 散布区 感染数 累計斑点数 感染率
1 5.16 .0 21.7 28.3 11.6 53.1 0-0 0-0 0-0 .0E+00 .0E+00 .0E+00 .0E+00 5.54 0 0 0 .0
*** FUNGICIDE SPRAY (1) *** シミュレーション結果
2 5.17 .0 22.3 28.1 12.9 67.6 0-0 0-0 0-0 .0E+00 .0E+00 .0E+00 .0E+00 .36 0 0 0 1000.0
3 5.18 .0 23.9 28.4 18.2 50.3 0-0 0-0 0-0 .0E+00 .0E+00 .0E+00 .0E+00 .37 76 25 0 897.7
4 5.19 13.0 21.0 22.7 20.3 83.2 9-14 15-17 5-9 .4E-02 .0E+00 .7E-37 .0E+00 .39 68 108 45 675.0
5 5.20 17.5 20.0 20.0 13.6 97.5 9-13 14-17 0-0 .7E-01 .0E+00 .2E-33 .0E+00 .41 51 73 24 524.2
6 5.21 .0 19.4 22.0 14.2 76.7 0-0 0-0 0-0 .0E+00 .0E+00 .0E+00 .0E+00 .42 39 0 0 484.5
7 5.22 .0 17.9 23.1 14.4 77.5 0-0 0-0 0-0 .0E+00 .4E-02 .0E+00 .7E-37 .44 36 0 0 448.0
8 5.23 .0 20.5 25.1 17.9 72.5 0-0 0-0 0-0 .0E+00 .7E-01 .0E+00 .2E-33 .46 33 9 0 404.6
9 5.24 5.5 20.4 20.4 16.7 88.2 10-11 13-18 19-20 .0E+00 .7E-01 .0E+00 .2E-33 .47 30 32 4 337.1
10 5.25 .0 20.8 25.5 18.0 86.7 0-0 0-0 0-0 .0E+00 .7E-01 .0E+00 .2E-33 .49 25 0 0 311.9
11 5.26 .0 21.5 27.2 18.1 77.1 0-0 0-0 0-0 .0E+00 .7E-01 .0E+00 .2E-33 .51 23 14 0 274.3
12 5.27 28.0 20.4 25.4 17.7 90.0 18-24 24-1 5-9 .3E-02 .7E-01 .2E-15 .2E-33 .53 20 14 216.9
13 5.28 8.5 19.3 20.4 19.1 96.3 9-14 15-16 0-0 .7E+00 .7E-01 .1E-10 .2E-33 .55 16 23 6 169.9
*** FUNGICIDE SPRAY (2) *** シミュレーション結果
14 5.29 .0 20.4 24.4 17.2 86.1 0-0 0-0 0-0 .0E+00 .8E-01 .0E+00 .2E-15 .57 12 0 0 1282.4
15 5.30 .0 19.3 26.8 18.0 74.2 0-0 0-0 0-0 .0E+00 .8E+00 .0E+00 .1E-10 .60 93 31 0 1156.4
16 5.31 1.0 21.9 26.2 19.4 83.3 5-6 8-9 0-0 .0E+00 .8E+00 .0E+00 .1E-10 .62 84 62 5 1003.9
17 6.1 1.5 20.3 22.8 15.0 65.5 5-10 12-14 0-0 .1E-01 .8E+00 .2E-35 .1E-10 .64 72 51 7 651.9
18 6.2 .0 21.4 23.4 17.5 81.8 0-0 0-0 0-0 .0E+00 .8E+00 .0E+00 .1E-10 .66 59 0 0 771.7
19 6.3 .0 21.6 28.5 18.0 77.2 0-0 0-0 0-0 .0E+00 .8E+00 .0E+00 .1E-10 .69 54 18 0 697.7
20 6.4 .0 21.8 26.3 18.3 85.3 0-0 0-0 0-0 .0E+00 .8E+00 .0E+00 .1E-10 .72 49 0 0 647.7
21 6.5 .0 21.6 27.7 16.8 78.7 0-0 0-0 0-0 .0E+00 .8E+00 .0E+00 .1E-10 .75 45 0 0 601.5
22 6.6 .0 24.0 29.6 19.9 68.7 0-0 0-0 0-0 .0E+00 .8E+00 .0E+00 .1E-10 .78 42 0 0 558.8
23 6.7 18.0 21.2 21.2 16.9 64.5 11-23 0-0 0-0 .3E+00 .8E+00 .1E-26 .1E-10 .81 38 60 26 431.7
24 6.8 .0 19.6 24.2 18.8 90.2 0-0 0-0 0-0 .1E-01 .8E+00 .2E-25 .1E-10 .84 29 10 0 391.1
25 6.9 .0 22.1 26.2 18.5 82.4 0-0 0-0 0-0 .0E+00 .1E+01 .0E+00 .1E-10 .87 26 0 0 363.8
26 6.10 .0 24.2 29.7 20.4 70.9 0-0 0-0 0-0 .0E+00 .1E+01 .0E+00 .1E-10 90 25 9 328.2
27 6.11 .0 24.0 29.0 20.0 80.5 0-0 0-0 0-0 .0E+00 .1E+01 .0E+00 .1E-10 .93 21 7 0 298.7
28 6.12 12.0 22.2 18.2 64.5 12-9 0-0 0-0 .2E+00 .1E+01 .1E-14 .1E-10 .96 19 22 12 232.6
29 6.13 5.5 19.0 24.0 17.8 93.1 9-11 0-0 0-0 .1E+01 .1E+01 .2E-12 .1E-10 1.00 14 6 2 208.2

```

さらに、右側に「ヨコケイ」(横径)、「キシヤク」(希釈)、「ブンカイ」(分解)、「リュボウ」(流亡)、「ザンリュウ」(残留)は、薬剤の消長をつかむために出力してある。横径は果実赤道面上の半径を意味している。「希釈」とは、果実が肥大するに伴って、果皮上の残留農薬が減少する分である。

毎日の結果の出力途中に、***FUNGICIDE SPRAY (1)*** とあるのは、直下の気象データの日付で薬剤が散布されたことを示す。かっこ内の数字は散布回数であり、その右側は薬剤名、散布倍率である。

第1図は、薬剤効果と黒点病発生の状況を判断しやすいようにしたグラフである。「@」は無散布区の感染数を示しており、「*」は散布区のものである。第4表の対応する値の常用対数を取り棒グラフ化してある。その左側は散布後の降雨量と、散布



第1図 感染数の経時変化

し、黒点病の発生状況および薬剤の効果についての情報を流布している。

1 体制

シミュレーションの担当は、分析室である。この室は主に柑橘類の生態調査、気象観測、葉土壌分析を行っている。業務の一環としてシミュレーションおよびその情報の伝達をしている。ほかに、柑橘生産指導員が4名おり彼らにもパソコン操作の教育をしてあり、必要に応じて使用している。

2 タイミング

シミュレーションは毎日する必要はない。農家が知りたがっているのは、「①梅雨期の合間に晴れの日があったときに、散布すべきかどうか」、「②盛夏期に晴天が続くとき、いつまで薬効があるかどうか」が主である。だから、①については2~3日おきに計算して状況を把握しておき、晴れた日があればサッと計算して、散布の要不要を流布している。②については4~5日おきに、1週間先の降雨パターンを仮定して計算している。

3 利用状況

シミュレーションは、灰色かび病防除剤のラビライトの残効把握から始まる。しかし熊本三角農協では、主に黒点病の第1回防除(通常5月30日ころ)から使っている。実際にコンピュータを動かすのは6月10日ころからであるが、その理由はそれまでは残効

日には薬剤名が出力される。

5 結果の解釈

以上の出力結果を基に、黒点病発生の状況、薬剤の残効をつかむ。実用化試験の中で、日感染数が 10^{-2} を越すと被害になりやすいことがわかっているので、これを要防除水準としている。すなわち、第1図の6月27日あたりがそうなる。翌日の28日は防除水準を越えている。また、薬剤の残効が気がかりになるが、これは将来の気象によるから予測しにくい。それまでの薬剤消長を第4表の各項目でつかみ、目安を立てている。

V 運用

本モデルの有効性は、散布パターンごとに薬剤の消長を把握できるところにある。それを基に、適期防除を推進することが目的である。熊本三角農協では、個々の園地のシミュレーションは行っていない。農家の薬散日はある程度把握できるので、数種類の散布パターンを設定

があることは明らかだからである。

シミュレーションの利用状況は以下のとおりである。利用は梅雨期に集中し、夏期および秋期の利用は週1回程度である。

4 情報の伝達

シミュレーション結果を農家にいかに伝達するか、これも実用化上の問題であった。当初は、第1図のグラフとそのコメントを各支所掲示板に掲げていたが、農家がグラフを理解できず不評だった。その後、以下の様なメッセージに替えている。散布パターンは、いろいろ存在するが、薬剤の残効は主に最後に散布したものによるの

第5表 シミュレーション利用回数

月	利用回数	月	利用回数
6	9	9	5
7	15	10	0
8	7		

で、簡略化した表現をとっている。最近、この情報への農家の信頼度はあがってきているようである。

『黒点病発生予察情報 昭和60年7月10日

①6月27日ころ散布された園では薬剤効果がなくなっています。早急に散布してください。

②6月30日ころ散布された園では今後60mmの雨までは薬剤効果があります。次回の情報にご注意ください。

※降雨量の推移

7/1 2 3 4 5 6 7 8 9
22.0 130.5 17.5 2.0 0.0 0.0 0.0 0.0 96.0』

おわりに

熊本三角農協でのシミュレーションの利用は、標準園

についての情報を一方向的に流しているにすぎない。シミュレーションに基づく薬剤散布は、通常管理園ではうまくいくことを試験期間を通じて確認しているが、管理不良園では合わないこともわかっている。コンピュータの出力に頼りきらず、それを現場に応じて解釈することが必要である。それは、要防除水準をいかに設定するかということである。果樹園の立地条件を数量化して、それを決定するという試みもあるが、当農協では防除結果の追跡によりシミュレーションの効果的活用を図りたいと考えている。

参考文献

- 1) 小泉銘冊 (1980): 果樹試報 D (口之津) 2: 39~82.
- 2) 橋本裕信 (1981): 熊本の果樹 1981: 21~25.
- 3) 熊本三角農業協同組合分析実績書 (1981): 21~44.

「植物防疫」専用合本ファイル

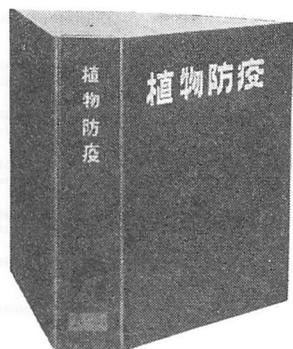
本誌名金文字入・美麗装幀

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ができる。
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。

定価 1部 500円 送料 350円

御希望の方は現金・振替・小為替で直接本会へお申込み下さい。



新刊!!

本会発行図書

農薬ハンドブック1985年版

農業環境技術研究所 農薬動態科等担当官執筆

定価 4,200円 送料 300円 B6判 682ページ 美装幀 ビニールカバー付

現在市販されている農薬を殺虫剤、殺菌剤、殺虫殺菌剤、除草剤、殺そ剤、植物成長調整剤、忌避剤、誘引剤、展着剤などに分け、各薬剤の作用特性、使用上の注意、製剤（主な商品名を入れた剤型別薬剤の紹介）、適用病害虫などの解説を中心とし、ほかに一般名・商品名、化学名・化学構造式・物理化学的性質、毒性・魚毒性を表とした農薬成分一覧表、農薬残留基準・農薬登録保留基準・農薬安全使用基準の解説、毒性の分類、農薬中毒の治療法、薬剤名・商品名・一般名・化学名よりひける索引を付した植物防疫関係者座右の書!!

お申込みは前金（現金・振替・小為替）で本会へ

協 会 だ よ り

○昭和 61 年新稲作運動の推進方針決まる

昭和 60 年の稲作は 59 年から農林水産省および本会を含む関係団体などを中心として展開した本運動が、官民一体で取り組まれた結果、指導者および生産者の間で稲作改善に関する気運の高まりを見せ、基本技術の励行に努めたこともあって、2年連続の豊作となった。

しかしながら、昨年是一部地域で作柄が著しく不良となり、また、今後とも気象変動が大きいいことが予想されていることから、本年もこれまでの成果を踏まえつつ、取り組みをいっそう強化するなど、次の進めかたにより新稲作運動を推進することとなった。

(要 旨)

〔基本的考えかた〕 農業者、指導者などの稲作改善に関する気運の醸成と作柄の安定を主眼として 59 年から推進されている新稲作運動（以下「運動」という）は、関係機関、団体の密接な連携および創意くふうにより積極的な推進に努めた結果、好気象とも相まって2年連続の豊作に寄与することができた。

しかしながら、昨年は全国的には豊作となったものの、一部地域では著しい不良となり、安定稲作の難しさを再認識させられる結果となった。今後とも気象変動が大きいいことが予想されていることから、本年の運動は、前年までの成果および反省点を踏まえつつ、稲作改善への気運のいっそうの定着化を図り、基本技術の徹底による作柄安定への取り組みを強化することおよび稲作の緊要の課題である生産コストの低減、地域条件と需要動向に適合した良質米の安定生産をいっそう推進することを目標に進めるものとする。

〔運動の内容および推進体制〕 関係機関、団体および地域における都道府県、市町村、農協などの各段階の運動の内容および推進体制については、前年までの推進状況を十分検討し、必要に応じて見直し・改善を行うとともに、特に現場における活動のいっそうの活性化、定着化に努め、運動の実効の確保を図るものとする。

〔当面の重点課題〕

1. 稲作改善課題のうち作柄の安定については、2年間の作柄の向上には基本技術の励行に努めたことが大きく寄与しているものの、一方では昨年一部地域で作柄が低下した背景には基本技術が必ずしも徹底していない面があることも否定できない状況であるので、引き続き作柄の安定に向けて、特に次の点に留意し、今後改善が必要な具体的項目と改善目標を明確化したうえで効果的な

稲作指導に努めるものとする。

- (1) 基本技術の励行については、改善の程度および作柄との関係を十分検討し、本年重点的に指導すべき事項を鮮明にしたうえで指導に取り組む。特に、昨年一部地域で多発した病害虫については、その対策の確立、指導に努める。
- (2) 気象、水稲生育の状況に応じた適時的確な技術対策が講じられるよう生育診断・予測方法の改善、情報機器などの活用による情報伝達の迅速化に努める。
- (3) 担い手の兼業化、高齢化などに対応した稲作指導は、前年までの指導効果を十分確認し、地域の生産条件に応じたきめ細かな指導が行いやすいよう指導方法のくふうに努める。特に技術水準の高い中核農家などを中心とした生産組織の整備により効果的な指導に努める。

2. 生産コストの低減および地域条件に適合した良質米の生産を図る観点からの課題については、実現に長期間を要するものが多く、日々、年々を通じた稲作改善への取り組みの積み重ねがきわめて重要であるので、特に次の点に留意し、引き続き地域ごとの稲作の実態を点検し、立地・営農条件を勘案した具体的な改善目標と基本的な指導方針を明らかにするほか、モデル的な拠点集団の育成などにより効果的な指導に努めることが必要である。

- (1) 高生産性稲作技術体系の確立と経営・作業規模の確保：生産性の高い稲作を実現しうる技術体系を確立するとともに、これを適用しうる経営・作業規模を確保するため農地流動化、作業受委託を促進するほか、農業生産組織を育成する。
- (2) 機械・施設の効率的利用：農業生産組織における機械の共同導入・共同利用の促進、農業機械銀行方式の推進、共同利用施設の積極的導入と運営の改善などによる機械・施設の効率的利用を図る。また農業機械高度利用による生産コスト低減を主眼として昨年から全国的に展開している「農業機械高度利用推進運動」とも密接な関係をもちつつ推進する。
- (3) 水田高度利用と複合化の促進：転作の計画的実施、田畑輪換、裏作の積極的導入、畜産部門との連携など地域全体として水田高度利用と複合化の利点をいかすように努める中で水稲の生産性の改善を図る。
- (4) 消費動向に即した良質米の安定生産：栽培適地を十分踏まえた良質米品種の作付け、的確な栽培管理、収穫・乾燥・調製などによる産米の品質向上などにより、最近の需要動向に即した良質米の生産に努める。

中 央 だ よ り

—農林水産省—

○ミバエ類等特殊病害虫防除に関する検討会開催さる

ミバエ類等特殊病害虫防除に関する検討会が、3月7日横浜植物防疫所会議室において、鹿児島県、沖縄県、東京都、農業環境技術研究所、果樹試験場、横浜・門司・那覇植物防疫所、九州農政局、沖縄総合事務局、国土庁、(社)農林水産航空協会及び植物防疫課の担当者が参集し開催された。

会議では、各都県から、①昭和60年度特殊病害虫特別防除事業の実施状況、②昭和61年度特殊病害虫特別防除事業の実施計画について説明があり、奄美大島及び

宮古群島におけるウリミバエの不妊虫放飼を中心に検討が行われた。

○出版部より

☆「イネミズゾウムシの防除—被害ゼロをめざして—」が出来上がりました。本書は、初発見以来国、県を挙げて実施された長期間にわたる特別防除対策や、生態・防除に関する調査・研究の概要を取りまとめたもので、特に防除対策の項に力点が置かれています。読みやすく書かれていますので、イネミズゾウムシについて概観を知るためには、格好の手引書です。侵入病害虫に対してとられる国の施策も述べられていますので、植物防疫に関係する幅広い層の方に御愛読いただきたいと存じます。下記の広告もご参照下さい。

(A5判 175 ページ、カラー口絵 4 ページ、定価 2,800 円、送料 250 円)

本会発行新刊図書

イ ネ ミ ズ ゾ ウ ム シ の 防 除

—被害ゼロをめざして—

「イネミズゾウムシの防除」編集委員会 編

A 5 判 175 ページ カラー口絵 4 ページ 2,800 円 〒 250 円

初発見以来国・県を挙げて実施された特別防除対策や、生態・防除に関する調査・研究の概要を取り括めた書。第1章—わが国における初発見と分布拡大—日本での初発見/わが国への侵入経路/分布拡大。第2章—形態生態および被害—形態の特徴と見分けかた/原産地における生態/わが国における生態/被害。第3章—防除方法—防除の考えかた/耕種的対策/農薬による防除/防除要否の基準。第4章—防除対策の実施—イネミズゾウムシ以外の侵入害虫に対する防除対策/イネミズゾウムシの防除対策/病害虫の侵入防止の備え/地域における防除対策。英文要約。

お申込みは前金(現金・振替・小為替)で本会へ

植 物 防 疫

第 40 卷 昭和 61 年 3 月 25 日印刷
第 4 号 昭和 61 年 4 月 1 日発行

定価 500 円 送料 50 円 1 か年 6,100 円
(送料共概算)

昭和 61 年

編 集 人 植物防疫編集委員会

— 発 行 所 —

4 月 号

発 行 人 遠 藤 武 雄

東京都豊島区駒込 1 丁目 43 番 11 号 郵便番号 170

(毎月 1 回 1 日発行)

印 刷 所 株式会社 双文社印刷所
東京都板橋区熊野町 13-11

社 団 日 本 植 物 防 疫 協 会
法 人
電 話 東 京 (03) 944-1561~6 番
振 替 東 京 1-177867 番

— 禁 転 載 —

新発売

一発殺卵!

新強力殺ダニ剤

ニッソラン

水和剤

みかん-3,000倍

りんご・なし・もも・ぶどう・おうとう-2,000倍

茶のハダニ防除に

ニッソランV 乳剤

使用濃度=1,000倍



日本曹達株式会社

本社 千100 東京都千代田区大手町2-2-1
支店 千541 大阪市東区北浜2-90
営業所 札幌・仙台・信越・名古屋・福岡・四国・高岡

1年1回散布を守ってください!

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・斑点細菌病防除に……………



オリゼメート粒剤

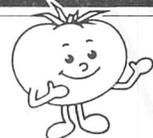
きゅうり、トマト、てんさい、かんきつ、ピーマン、すいか
メロン、茶、ばら、たまねぎ、稲、レタス、キャベツの
病害防除に……………

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



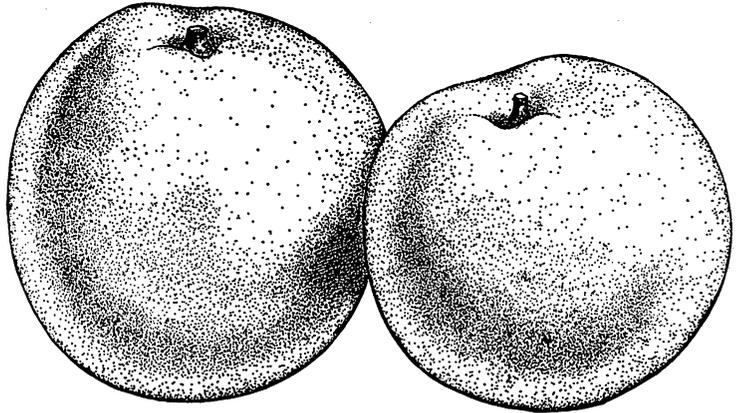
梨の白紋羽病に！

水稲農薬として、ご愛顧頂いていますフジワン粒剤が、この程、梨の白紋羽病に適用が拡大されました。

フジワン[®]粒剤

®は日本農薬の登録商標です

紋羽病の防除は、早期発見・早期防除が基本です。



特長

- 梨の白紋羽病にすぐれた効果を示します。
- 発根をうながし、樹勢の回復を早めます。
- 粒剤のため、処理作業が簡便です。
- 効果の持続性にすぐれています。

使い方

- ① 樹のまわりを半径1～1.5m掘り上げ、根を露出する。
- ② 腐敗根を切りとり、病患部の削りとりをする。
- ③ ジョロで水をまき、根をぬらす。
- ④ フジワン粒剤半量をまき、根にこすりつける。
- ⑤ 掘り上げた土に残りの半量を混和しながらうめもどす。

薬量：1樹当り3～5kg

時期：3月上旬～4月上旬が最適



日本農薬株式会社
東京都中央区日本橋1丁目2番5号

Pesticides



クミカの農薬

先手が萬事
効率防除!!

●いもちに

●葉いもち、穂いもちに
ビーム 粉剤 DL **コラトックス** 粒剤 5

●果菜類 灰色かび病・うどんこ病・ぶどう灰色かび病に

ポリベリン 水和剤

●ツマグロヨコバイ・ウンカ類特效薬

ホップメイト 粉剤 DL



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

本社 / 〒110-91 東京都台東区池之端1-4-26
TEL 03-823-1701

— 連作障害を抑え健康な土壌をつくる! —

花・タバコ・桑の土壌消毒剤

パスアミド

微粒剤

- ❖いやな刺激臭がなく、民家の近くでも安心して使えます。
- ❖作物の初期生育が旺盛になります。
- 安全性が確認された使い易い殺虫剤

- ❖広範囲の土壌病害、センチュウに高い効果があります。
- ❖粒剤なので簡単に散布できます。
- 各種ハダニにシャープな効きめのダニ剤

マリックス 乳剤
水和剤

- ボルドーの幅広い効果に安全性がプラスされた有機銅殺菌剤

バイデン 乳剤

- 澄んだ水が太陽の光をまねく / 水田の中期除草剤

キノンドー 水和剤80
水和剤40

モゲブロン 粒剤



アグロ・カネショウ株式会社

東京都千代田区丸の内2-4-1

イネミズゾウムシの特効薬！

育苗箱専用強力防除剤

アドバンテージ[®]

粒剤



®: アドバンテージは米国 FMC社の登録商標です。

特長

1. イネミズゾウムシの成虫・幼虫にすぐれた防除効果を示します。
2. ドロオイ・ハモグリ・ヒメハモグリ・イネゾウ・ヒメトビ・ツマグロなどの水稲初期害虫を同時防除できます。
3. 残効性にすぐれ、イネミズゾウムシの幼虫を長期間、きわめて低密度に抑えて、稲の根を食害から守ります。
4. イネミズゾウムシに対しては1回の箱施用で従来の体系処理(箱処理+本田処理)より高い防除効果が期待できます。
5. 稲への安全性が高く、田植3日前から直前までの施用ができます。

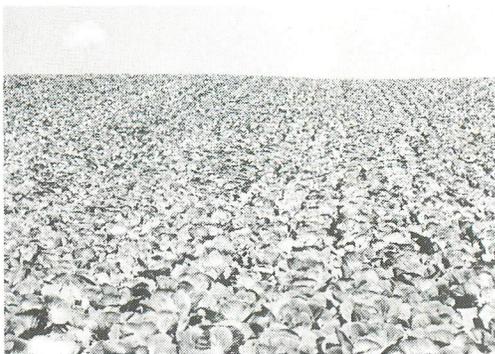
アドバンテージ粒剤は

- 果菜類のミナキイロアザミウマ防除に抜群の効果を示します。
- いちご、きくのネグサレセンチュウを強力に防除できます。
- いちご、かんしょ、だいこん、さとうきびのコガネムシ類・キスジノミハムシ・ハリガネムシに高い効果があります。
- ねぎのネギハモグリバエ・ネギアザミウマにもすぐれた効果を発揮します。

販売元

日産化学 **FMC** 原体供給元 FMCコーポレーション

稲と畑作物に強力な「新殺菌剤」



■イネ苗立枯病・ムレ苗防止・健苗育苗に

カヤベスト

粉剤10

■アブラナ科野菜のネコブ病等、気になる土壌病害に

ハタケリン

粉剤10

普及会事務局 **日本化薬株式会社**

〒102 東京都千代田区富士見1-11-2
TEL. 03-237-5185