

植物防疫

昭和六十二年三月二十五日
印刷
第四卷第四号



1987

4

VOL 41

特集 アブラムシ

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

パルノックス 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

土壌調査、植害テストおよび土壌・肥料・植物などの依頼分析 〈正確・迅速〉

●土壌調査、植害テスト

開発地などの土壌調査、土壌図作成および
汚泥など産業廃棄物の植害テスト

●依頼分析

植栽地・緑地の土壌や客土の物理性・化学性分析
農耕地やその他土壌の物理性・化学性分析
および粘土鉱物の同定
考古学分野における遺跡土壌の化学分析
植物体の無機成分分析
各種肥料の分析
土壌汚染物質の分析
水質および産業廃棄物の分析

●モノリス(土壌断面標本)の作成

特殊樹脂加工による永久保存標本の作成

●花粉・微化石分析調査

古環境、地質時代の解明に顕著な実績をあげています

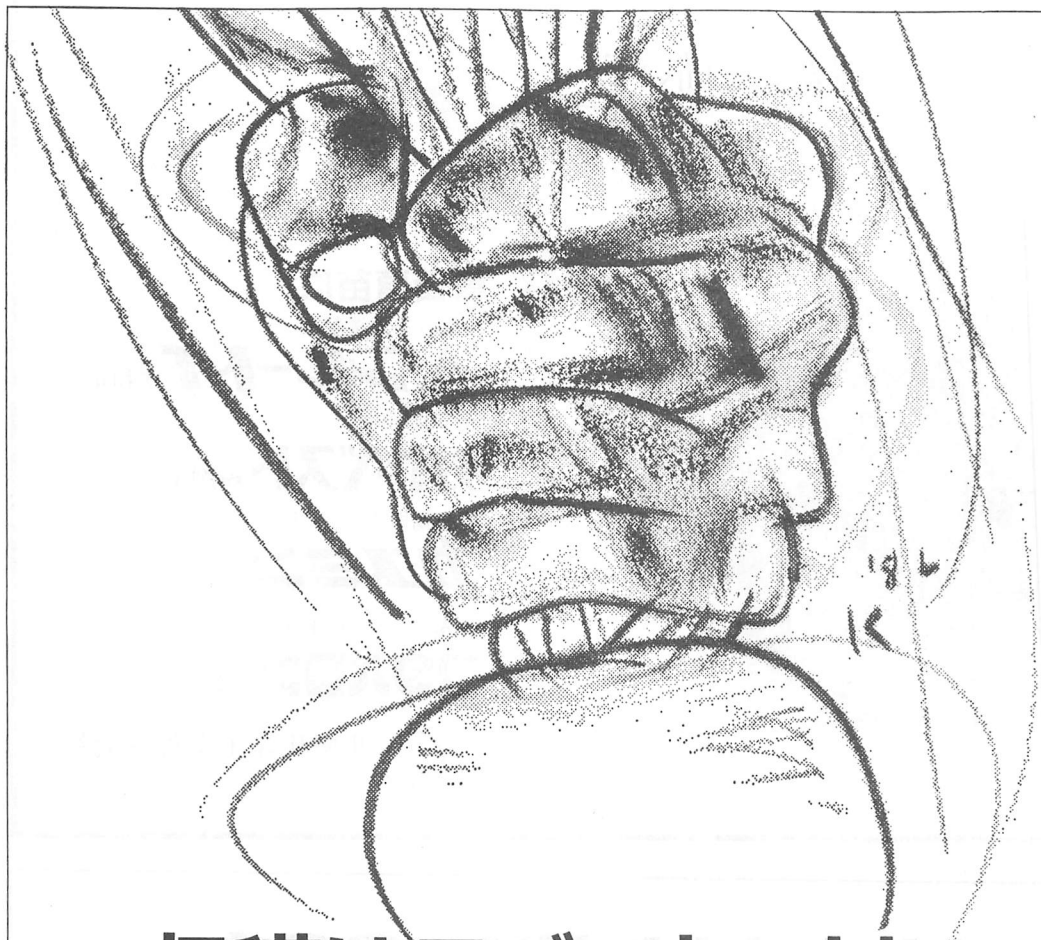
●骨材の岩石・品質鑑定(薄片作製)

パリノ・サーヴェイ株式会社

地質調査業者
計量証明事業

群馬県 質60-982
環 第17号

本社 〒103 東京都中央区日本橋室町2-1 三井中3号館
TEL 03(241)4566(代) FAX 241-4597
土壌研究センター 〒375 群馬県藤岡市岡之郷字戸崎559-3
TEL 0274(42)8129 FAX 0274-42-7950



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、デュポ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ポン農薬

殺菌剤——ベンレート*／ベンレート-T／ダコレート／スパグリ
殺虫剤——ランネート*45／ホスクリン
除草剤——ロロックス*／レナバック／ハイバー*X／ゾーバー*

デュポン 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

●デュポン農薬のお問い合わせは……
Tel.(03)585-9101

デュポン ジャパン



豊かさを描いて。

豊かさに、確かさをプラスして、
さらに美しさを求める。
ホフコーは、より質の高い
実りの世界を、今日も
描き続けます。

健苗育苗に

総合種子消毒剤

デュボン

ベンレート* 水和剤20

苗立枯病に

カヤベスト[®] 粉剤10

幼苗腐敗症・褐条病に

カスミン[®] 粒剤

新発売 苗立枯病・褐条病に

フタバロン 粉剤



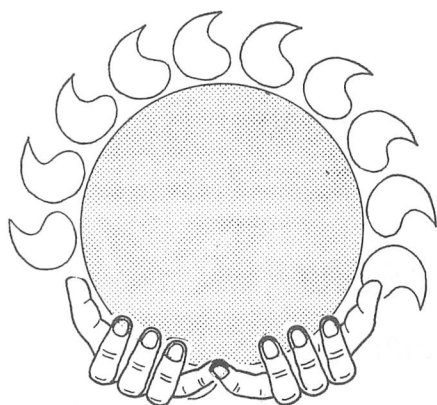
農協
経済連
全農



北興化学工業株式会社

〒103 東京都中央区日本橋本石町4-4-20

線虫剤と伴に30年



線虫剤の
トップブランド

テロン*₉₂



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 41 卷 第 4 号
昭和 62 年 4 月号

目次

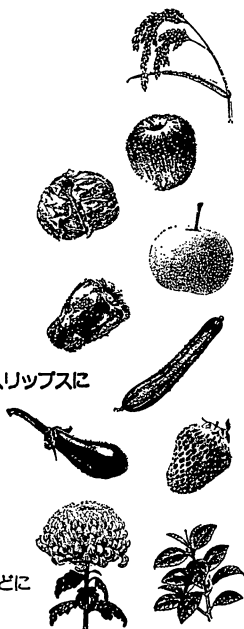
昭和 62 年度植物防疫事業の概要……………	岩本 毅………… 1
植物防疫研究課題の概要……………	河部 遼………… 3
特集：アブラムシ	
アブラムシのモルフとその発現決定機構……………	河田 和雄………… 5
電気泳動法によるアブラムシの遺伝的変異の検出—モモアカアブラムシを中心に—……………	高田 肇…………10
アブラムシの薬剤抵抗性……………	浜 弘司…………15
野菜アブラムシ類防除の現状と問題点……………	谷口 達雄…………21
アブラムシのプレバート作製法——新しい、PVA 法の紹介——……………	宮崎 昌久…………26
ブドウ芽枯病（新称）の発生とその病原菌……………	深谷雅子・工藤 晟・加藤作美・田中寛康…………30
岡山県の促成栽培ナスにおける青枯病の発生実態と防除法……………	伊達寛敏・那須英夫・畑本 求…………35
ヨーロッパにおける土壌病害の生物的防除に関する研究現状……………	内記 隆…………40
ボルドウ液 100 年の足跡（4）——戦後の足跡——……………	向 秀夫…………43
植物防疫基礎講座	
病害虫防除のための統計学（3）……………	塩見 正衛…………50
分布様式とサンプリング（2）……………	塩見 正衛…………50
新しく登録された農薬（62.2.1～2.28）……………	57
中央日より……………	39 学界日より…………49
人事消息……………	25, 56, 58 次号予告…………58



「確かさ」で選ぶ…バイエルの農薬

- いもち病に理想の複合剤
ヒノフラサイド®
- 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
ヒノフラズバイパス®
- 紋枯病に効果の高い
モンセレン®
- いもち・穂枯れ・紋枯病などに
ヒノフラズモンセレン®
- イネミズ・カメムシ・メイチュウに
バイジット®
- イネミズ・ソウムシ・メイチュウに
バサジット®
- イネミズ・ドロオイ・ウンカなどに
サンサイド®
- イネミズ・ウンカ・ツマグロヨコバイに
D・S・サイストンサンサイド®

- 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
® バイエリホルドゥ®
[クスラビットホルテ]
- 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
® タイシストン
- アスバラガス・馬鈴しよの雑草防除に
® センコル

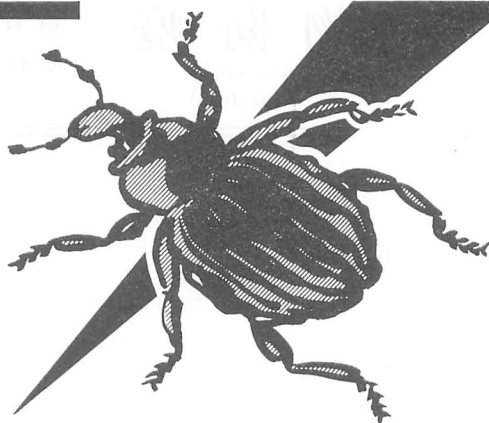


®は登録商標

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



* 農薬は正しく使いましょう。



低コスト稲作に最適！

薬剤費が安く、 イネミズゾウムシを 経済的に防除できます。

■育苗箱施用及び床土混和に

パダン[®]粒剤4

- 田植当日、育苗箱施用あるいは床土混和处理により越冬成虫の産卵数の減少および幼虫の防除ができます。
- イネミズゾウムシとニカメイチュウ、イネドロオイムシ、イネハモグリバエ、ツマグロヨコバイ等にも防除効果があります。

■本田の防除には

パダン[®]バッサ[®]粒剤

- パダン粒剤4の箱施用とパダンバッサ粒剤の本田施用との体系防除により、イネミズゾウムシ防除が一段と効果的にできます。
- イネミズゾウムシとコブノメイガ、ニカメイチュウ、イネドロオイムシ、イネツトムシ、ウンカ類等の同時防除にも最適です。

昭和 62 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
岩 本
たけし
毅

昭和 62 年度予算編成の焦点は、植物防疫関係では植物防疫事業交付金の一般財源化問題と新規事業の要求であった。

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、61 年度予算編成に続き今般も一般財源化問題が検討され、最終的には現行制度が維持され前年度と同額が交付されることで結着をみた。

また、新規事業の要求は、農業安全使用技術向上特別対策事業の終了、イネミズゾウムシ特別防除事業の要求減等を背景としたもので、金額は査定されたものの、その構想は実現することとなった。

予算以外では、61 年 11 月に農政審議会から「21 世紀へ向けての農政の基本方向」が答申され、また、ポスト三期対策が「水田農業確立対策」としてスタートすることとなった。

このような情勢を背景とした昭和 62 年度植物防疫事業の概要を説明することとした。

I 基本的方向

水田農業確立対策も植物防疫対策も前述の基本方向の枠組みの中で展開される。また、水田農業確立対策は農政のもっとも重要な柱であり、植物防疫対策の分野においても十分配慮しなければならない。

このような枠組みの中での植物防疫事業の推進にあたって、目新しいことではないが特に次の二つに焦点を合わせていく必要がある。

1 生産性および品質向上対策の推進

農産物全般についてのいっそうの生産性の向上と特にムギ、ダイズ等の品質の向上を図る必要がある。水田農業確立対策では、水田利用の高度化のみならず、稲作・転作作物を通ずる水田農業全体の生産性の向上を図ることとしているが、具体的手法として地域輪作農法の確立を梃子とすることとしているので、植物防疫対策上のメリットとして土壌病害虫および雑草の発生量の減少が考えられる。しかしながら、より直接的に的確な薬剤防除を通じて目標を達成することを忘れてはならない。特に品質にも関連して、ムギの赤かび病防除の徹底が課題で

ある。

2 安全性の確保

食品の安全性の確保にいっそう万全を期す必要があるが、植物防疫対策上は農薬の安全使用基準等を遵守することに尽きると言っても過言ではない。

なお、植物防疫対策は優れて技術対策であり、生産性および品質向上対策の推進にしても安全性の確保にしても、農薬を含む新技術の開発とその円滑な導入、定着によって支えられることに留意すべきである。

II 病害虫防除所の統合整備

「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、「病害虫防除所については、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「病害虫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、病害虫防除所の統合整備を推進している。

この通達により、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、佐賀に続いて、60 年度には滋賀、長崎が、61 年度には岩手、福島、富山、福井、愛知、三重、京都、奈良、鳥取、広島、熊本が統合し、23 県で 1 所となった。さらに、62 年度には計約 30 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。なお、病害虫防除所の職員等に要する経費が交付金化され、専任職員の確保が問題となっているが、補助金時代の 59 年度 624 人、交付金化された 60 年度 631 人、62 年度 635 人となっており、病害虫防除所の統合に伴う削減は少なく、従来県単で設置していた職員の交付金対象化により名目的にはむしろ増加している。

また、統合した病害虫防除所においては、植物防疫の中枢機関として十分機能するよう内容の充実を進める必要がある。

III 病害虫発生予察

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・伝達迅速化事業は昭和 61 年度に 15 県で実施しているが、年度末までには NTT におい

て所要のプログラムを開発しシステム実証テストを行うとともに、4月からは本格的に移動させる予定である。また、62、63年度にそれぞれ16県で事業を実施し、全国のオンライン化を完成させる計画である。なお、本システムで伝達する情報は、①病害虫発生状況等調査結果(現在の病害虫発生予察現況報告で、ウンカ類の日別飛来状況を含む)、②病害虫発生予察情報(文書情報であり、他の情報でも利用可能)を予定している。

広域特殊調査では、「誘引剤の利用方法の改善」が終了したので、新たに「ニカメイチュウの発生予察方法の改善」を5か年計画、6県で実施し、きめ細かな防除要否の指導を目指す。

このほか、迅速・高度診断機器を年次計画により16県で導入するとともに、他の発生予察関係事業を継続実施する。

IV 病害虫防除対策

1 病害虫総合制御技術推進特別対策事業(新規)

昭和61年度に拡充強化された高度防除技術推進特別対策事業は弱毒ウイルス、天敵微生物等の新防除技術を対象とする事業であるが、本事業は薬剤防除を含む総合的な制御技術の実用化と定着を図る必要がある病害虫・雑草を対象とする事業であり、実用化のための調査、定着促進のためのモデル地区の設置等を行う。事業実施主体は都道府県。毎年度50地区で事業を開始し、6か年で300地区採択、1地区3か年継続実施の予定。主な対象病害虫として、スクミリンゴガイ、土壌病害虫、露地野菜のミナミキイロアザミウマ、たばこの黄斑えそ病等が考えられている。

2 検疫対象重要病害虫特別対策事業(新規)

諸外国でわが国農産物の輸入禁止原因となっている植物検疫上の重要病害虫の新たな防除体系を確立し、解禁を求めるための実証データを作成する。対象病害虫と実施県数は、カンキツ類のかいよう病3県、ミカンバエ1県、無袋ナン、ブドウおよびカキの病害虫各1県で、それぞれ3か年継続実施の予定である。

3 その他

高度防除技術確立事業では、CMVの弱毒系統と果樹ハダニ類の天敵ティフドロムス属の利用、高度防除技術利用促進事業では、カンキツトリステザウイルスの弱毒系統、ハスモンヨトウの核多角体ウイルスおよびモモンクイガの性フェロモンの利用をそれぞれ新規技術として取り上げ、前者は1技術3県で3か年継続、後者は同じく5県で2か年継続実施の予定である。

イネミズゾウムシ特別防除事業は、防除技術の定着に

伴い予算額が大幅に減少しているが、採択基準等事業の考えかたは前年度と同じである。

農林水産航空事業は、低コストかつ省力的な防除として水稻を中心に利用が増加しており、今後とも安全性の確保に重点を置いて事業を推進する。

南西諸島におけるウリミバエの根絶防除事業は、奄美大島、宮古群島および沖縄群島(沖縄本島および周辺諸島)において引き続き不妊虫放飼を実施するとともに、徳之島、沖永良部島、与論島においても密度抑圧防除に引き続き不妊虫放飼を開始する。

このほか、土壌くん蒸安全推進緊急特別対策事業、ミバエ類等侵入警戒調査事業等を引き続き実施するとともに、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。

V 農 薬 対 策

1 農薬安全使用推進特別対策事業(新規)

安全な農産物の生産、散布作業者の事故防止等をいっそう強力に推進するため、農薬残留、使用者安全等の面で優れた新使用技術等の定着を図るもので、野菜、果樹の産地および航空防除実施地区にモデル地区を設置し実証展示を行うとともに、指導地区において濃密な指導を行う。事業実施主体は都道府県。初年度は10県で事業を開始し、5年で全県開始、1県では3か年継続実施の予定である。

2 その他

農薬安全使用対策として農薬残留安全追跡調査、農薬土壌残留調査、農薬残留特殊調査、農薬危害防止等対策を引き続き実施するとともに、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農薬慢性毒性試験事業を引き続き実施し、最新の科学技術水準に即応した安全性評価技術の確立を図る。

新農薬の開発については、新農薬開発のための細胞培養等共通基盤技術の開発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、マイナー作物病害虫等に対する農薬の適用拡大を進める。

VI 農薬検査所および植物防疫所

農薬検査所では、農薬増強成分検査特別対策事業を実施するとともに、魚介類安全検査室を有用生物安全検査課として拡充整備する。

植物防疫所では、輸出植物高度検疫条件特別対策事業を実施するとともに、鹿児島県下の志布志出張所の開設、空港検疫体制の強化等で8名を増員する。また、横浜の調査研究部庁舎の増改築に着手する。

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 かわ べ すすむ
河 部 通

農林水産省の昭和 62 年度予算（一般会計）は、厳しい行財政事情の下で、対前年比 96.4% に押さえられ 3 兆 286 億円となったが、農林水産技術会議関係予算は 61,838 百万円で、昨年度に比較し 100.5% となり（昨年度は 102.3%）、わずかとはいえ増加した。これは農林水産業がさまざまな問題に直面する中で、技術開発に対する各般の要請が強まっていることの反映 と言えよう。

今年度農林水産技術会議予算の要点は、①生産性の飛躍的向上のため、産・学・官の連携強化による総合的なバイオテクノロジー先端技術の開発を図り、21 世紀を見通すバイオ育種を推進し、その基盤としてジーンバンクの整備等を行い、②長期的視点に立つ革新的技術の確立を目指す大型プロジェクト研究等を実施し、③海外農業研究について、体制の拡充整備と中長期的視点に立つ基盤技術の開発研究を推進し、④都道府県試験研究機関への助成等や、生物系特定産業技術研究推進機構への出・融資を継続することとされている。

試験研究体制については、①に関して農林水産技術会議事務局のバイオテクノロジー室が充実され課となり、③の関係では熱帯農業研究センターの調査情報部が強化され、基盤技術研究部が新設される。また生物系特定産業技術研究推進機構は 61 年度に出資 5 億円、融資 13 億円で事業を開始したが、62 年度はそれぞれ 8 億円と 20 億円へ拡充される。

昭和 62 年度に推進される試験研究の中で、植物防疫関係は以下に述べるとおりである。（ ）内にプロジェクト研究実施年度および 62 年度予算額を示す。

1 総合的開発研究

（1）「水田利用高度化のための高品質・高収量 畑作物の開発と高位安定生産技術の確立」（61～71 年度、328 百万円、別途都道府県補助金 98 百万円）

水田利用再編対策を技術面から後押しするため、「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」（当初計画では 54～63 年度）が実施されたが、水田利用再編次期対策（ポスト三期）が 62 年から始まり、減反強化のため転作面積の大幅な増大が必要となるため、これを全面的に組替え新規 10 年計画として出発

する。水田機能を活用したムギ・ダイズ・飼料作物を中心とする合理的作付体系と、画期的な高品質・高収量品種の育成により、安定高収益営農の実現を図る。病害虫関係の研究室は、北海道農業試験場、東北農業試験場、北陸農業試験場、中国農業試験場、四国農業試験場、九州農業試験場、農業研究センターが参加する。

（2）「超多収作物の開発と栽培技術の確立」（57～63 年度、263 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推進している。病害虫関係の研究室は、超多収稲の病害抵抗性と病害虫発生生態と防除に関する研究で、東北農業試験場、北陸農業試験場、中国農業試験場、九州農業試験場、農業環境技術研究所、農業研究センターが参加している。

2 一般別枠研究

（1）「長距離移動性害虫の移動予知技術の開発」（58～62 年度、72 百万円）

海外等から飛来して日本を縦断的に移動し、発生予測がきわめて困難な長距離移動性害虫（アヲヨトウ、ハスモンヨトウ、コナガ、ウンカ類、コブノメイガなど）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、移動予知技術の開発を目指して実施されている。害虫分野だけの本プロジェクトも最終年度となった。参加は北海道農業試験場、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、野菜・茶業試験場、草地試験場、農業環境技術研究所、農業研究センターであり、その他委託先は 9 県、4 大学に及ぶ。

（2）「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、151 百万円）

近年の情報関連技術の急速な発達に対応して、知識集約的な高度情報型エキスパート農業の展開を目指し、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・環境診断法を開発する。また人工知能を応用したエキスパートシステムの開発と地域農業情報システムのモデル構築を図る。病害虫発生生態情報の把握・推定法の研究で、九州農業試験場、果樹試験

場、農業環境技術研究所、農業研究センターが参加している。

(3) 「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・向上により作物生産の安定・向上に資するため、根圏環境における作物根、土壤微生物、土壤の三者の相互作用を解明し、土壤微生物の拮抗作用やバイオリアクター的機能の活用による根圏環境の制御技術を開発するため推進中である。病害虫関係は、北海道農業試験場、蚕糸試験場、林業試験場、野菜・茶業試験場、果樹試験場、農業環境技術研究所、農業研究センターが参加している。

3 バイオテクノロジー先端技術開発研究

(1) 「バイテク植物育種に関する総合研究」(61～75 年度, 449 百万円)

飛躍的な生産性を持ち、劣悪環境に適応し、さらに多様化する消費者ニーズに対応する画期的な形質を持つ新資源作物を作出するため、西暦 2,000 年を 目 途 に、バイテク手法等を活用する植物育種に関する総合研究を実施している。病害虫関係では、病害抵抗性機作の解明に関連して北海道農業試験場、東北農業試験場、草地試験場、果樹試験場、農業生物資源研究所、農業研究センターが参加している。

(2) 「組換え体の野外環境下での安全性評価手法の開発」(62～64 年度, 22 百万円) が始まり、農業環境技術研究所が参加する。

4 地域農業開発プロジェクト研究

62 年度総予算額は 55 百万円で、病害虫関係では「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している。

5 特別研究

62 年度の総予算額は 447 百万円、実施課題数は 28 である。病害虫関係では、「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) 北海道農業試験場、草地試験場、「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) 果樹試験場、農業環境技術研究所、農業研究センター、「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、「動物遺伝資源の長期保存法に関する研究」(61～63 年度) 畜産試験場、農業研究センターが推進中である。新規課題としては「病害虫の薬剤抵抗性獲得機作の解明と対抗技術

の開発」(昭和 62～64 年度) 中国農業試験場、九州農業試験場、野菜・茶業試験場、果樹試験場、農業環境技術研究所、「果樹の根部寄生性病害抵抗性台木育成のための抵抗性検定法の開発」(62～64 年度) 果樹試験場、が始まる。

6 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) が継続しており、野菜試験場、農業環境技術研究所が担当している。

7 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, 23 百万円, マレーシア) 熱帯農業研究センターが実施中である。

8 他省庁計上予算

(1) 科学技術振興調整費については「化学物質設計等支援のための知識ベースシステムに関する研究」(61～63 年度) が継続中で、農業環境技術研究所が担当している。

(2) 原子力試験研究費については「アイソトープ利用による難防除有害生物制御技術の開発に関する基礎的研究」(62～65 年度, 16 百万円) 農業環境技術研究所、「植物寄生性有害線虫防除技術開発のための RI 利用研究」(62～65 年度, 1 百万円) 九州農業試験場が新規に始まる。

(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, 17 百万円) 農業環境技術研究所が継続中である。

9 指定試験

病害虫試験は 11 か所の試験地で実施され、事業費は 39 百万円である。

10 都道府県等試験研究の助成

62 年度の助成は「中核研究促進費」(93 百万円)、「農業関係特定研究開発促進費」(216 百万円)、「地域バイオテクノロジー研究開発促進費」(200 百万円)、「地域重要新技術開発促進費」(302 百万円) である。

11 国と都道府県との共同研究

62～64 年度の新規課題は検討中で、現在継続中のものはない。

注) 予算の金額は国会へ提出した数値。

特集：アブラムシ〔1〕

アブラムシのモルフとその発現決定機構

岡山大学農業生物研究所 かわ 河 田 和 雄

はじめに

昆虫の多型現象はシロアリ、ミツバチ、アリなどのカストやアブラムシ、ウンカの翅型、チョウの季節型およびバッタ、ヨトウムシの相変異などによってよく知られている。

なかでも、アブラムシの多型は複雑な生活環を反映して非常に多彩である。多型の出現する生態的意義は、究極的には自己繁栄のためにとる適応戦略の一つと見られるが、農業上の立場から見ると、有翅アブラムシは飛しょうによって広い地域に分散し、作物の汁液を吸って加害するばかりでなく、所かまわずウイルス病を伝搬するため、非常にやっかいな存在である。多型の出現機構を解明することは、作物保護対策上の重要課題の一つと言っても過言ではない。

I アブラムシの生活環

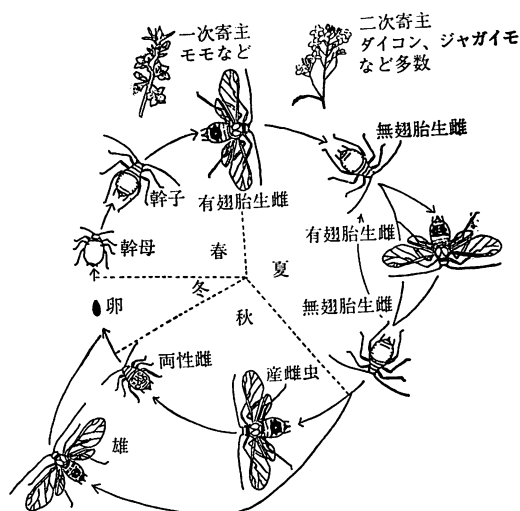
アブラムシの生活環は非常に複雑であるが、有性生殖世代の有無により、完全生活環 (holocycle) と不完全生活環 (anholocycle) の二つに大別できる。

ニセダイコンアブラムシ (*Lipaphis erysimi*) は北海道などの寒冷地では、春に卵からふ化した第一世代の幹母 (fundatrix) が単性生殖によって世代を重ね、晩秋になって雄と卵を産む雌の両性雌 (ovipara) が出現する。この雌雄が交尾してハクサイやダイコンなどのアブラナ科植物の葉裏に産卵し、卵態で越冬する。このように、有性生殖世代の出現する生活環を完全生活環と呼ぶ。これに対して、岡山県南部などの温暖地では、本種は有性生殖世代を持つことなく、単性生殖のみで周年経過するが、このような生活環を不完全生活環と呼ぶ。完全生活環は寒冷地で、不完全生活環は温暖地で一般的であるが、両方の生活環が混在する中間地帯もある (河田・村井, 1979)。

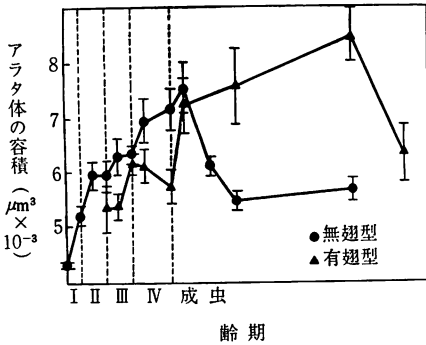
生活環に見られるもう一つの特徴に、移住がある。モモアカアブラムシ (*Myzus persicae*) は、主にサクラ属のモモなど、ごく少数の本木性植物で秋から春まで過ごす。春、モモが萌芽するころ、越冬卵からふ化した幼虫が発

育して第一世代の幹母となる。第二世代の幹子 (fundatrigenia) は、ほとんど無翅型であるが、ごく少数が有翅型となる。有翅型幹子と有翅型の第三世代虫がジャガイモ、キャベツ、ダイコンなど数多くの草本性二次寄主に移住する。そこで数世代を経過後、秋に産雌虫 (gynopara) が出現し、再び一次寄主のモモなどに戻り、両性雌を産む (第1図)。これに対して、不移住型のニセダイコンアブラムシは、アブラナ科植物のみで生活するので、移住型のように二次寄主から一次寄主に戻る必要がないため、産雌虫は存在しない (第2図)。

樹木に寄生する不移住型アブラムシは、晩春から夏にかけて起こる寄主植物の栄養状態の悪化に伴って、いろいろな形で対応する。モミジを寄主とするニタイケアブラ類は、モミジの新芽のでるころには正常型、その後は奇妙な形をした幼虫を産むようになる。この幼虫は越冬型とも呼ばれ、1齢のままモミジの葉裏でほとんど動くことなく夏を過ごす。秋になってモミジの栄養が回復するころになると、夏眠からさめて再び発育を開始する。アブラムシの生活環のなかで、有翅胎生雌 (alate virginopara)、産雌虫およびほとんどの雌は翅を持っているが、なかでも、有翅胎生雌は移動分散と繁殖能力を兼ね



第1図 モモアカアブラムシの生活環
右円は不完全生活環を示す。



第3図 ダイコンアブラムシの発育とアラタ体の容積との関係 (HALES, 1976 より)

繁殖戦略にとって得策ではない。HALES (1976) はダイコンアブラムシ (*Brevicoryne brassicae*) の有翅母虫のアラタ体は羽化直後から大きくなることを見つけた (第3図)。また核の直径も同じように大きくなることから、この時期アラタ体の活動が活発になると推定した。幼若ホルモン (JH) の分泌器官であるアラタ体の活動がおう盛な時期には、高濃度の JH の影響によって、翅芽の発達に阻止され無翅になると考えられている。有翅母虫のアラタ体は成虫末期には急激に縮小する。このころ生まれてくる子虫は生後の生息環境によって、有翅型になることもできる。

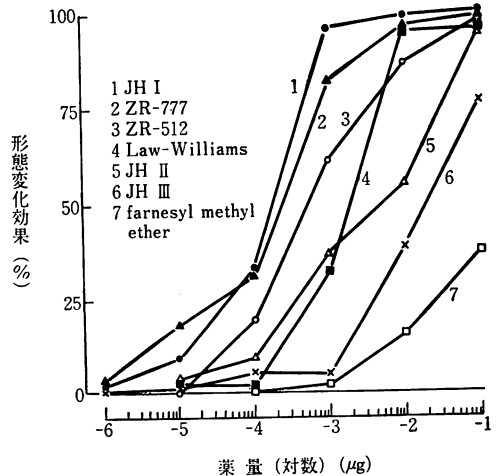
寄生と共生：寄生蜂も翅型決定に関与している。寄生数や寄生時期によって、翅型にいろいろな影響が現れる (JOHNSON, 1959)。あらかじめ有翅型になるよう条件づけられたマメアブラムシ (*Aphis craccivora*) の子虫に対して、寄生蜂が 1~2 齢期間に寄生すると無翅型、3~4 齢期間に寄生すれば無翅と有翅の中間型となる。また KLEINJAN と MITTLER (1975) は、クロヤマアリと共生している black bean aphid のコロニーでは、アリのいないコロニーに比べ、有翅型の出現率が若干低下することを明らかにした。そして、アリの大顎腺から放出されるフェロモン的一种 dendrolasin に JH 類似効果のあることも確認している。アリとアブラムシの長い間にわたる共生関係の末、アリが甘露を確保するためにアブラムシの移動分散を防止する手段を獲得したとしても不思議ではないが、実際には、大顎腺から放出される dendrolasin の量はきわめて少量であり、その効果にも限度があるものと思われる。

外科手術：アブラムシは体が小さいうに皮膚が軟弱であるため、他の昆虫のように外科手術をすることが非常に難しい。もっとも簡単な手法を使って頭や肢の切断手術をすると、これまで有翅型を産んでいた虫が無翅型

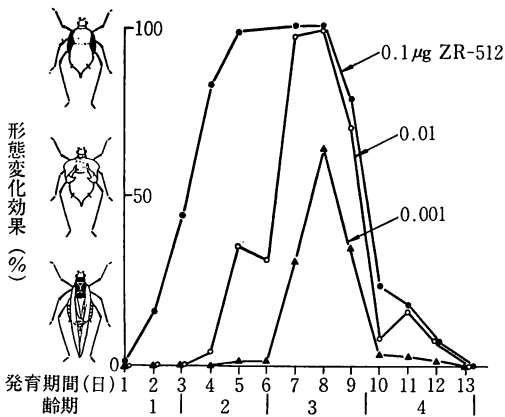
を産むようになる。肢の切断手術をすると、産子が一定期間止まるが、産子の中断が原因で体内の内分泌系にある種の変化が生じたものと理解されている。

アラタ体：アブラムシのアラタ体は脳の後方に 1 個存在するが、発生学的には、左右 2 個のものが癒着して 1 個になったものである。ダイコンアブラムシを集合飼育して、将来、有翅型になるよう条件づけた幼虫と、単独飼育して無翅型になる幼虫のアラタ体の核の大きさには差があり、無翅型のほうが大きい。また、ELLIOT (1975) は、マメアブラムシのアラタ体の大きさを調べ、発育途上にある無翅型の活発なアラタ体活動は、翅型よりも卵巣の発育に影響することを明らかにした。一方、vetch aphid のアラタ体の構造と翅型決定との間には関連が認められないとする報告もある (LECKSTEIN, 1976)。アラタ体は JH 分泌器官として知られているが、その構造と翅型決定との関係については、未知の部分も残されている。

幼若ホルモン (JH) とその関連物質 (JHA)：JH ないし JHA を有翅型幼虫に処理すると、翅芽の発達抑制をはじめ、皮膚のメラニン形成阻害などにより、幼虫形質を若干残した有翅虫になる。vetch aphid は、JH I と JHA の kinoprene (ZR-777), hydroprene (ZR-512) などに対して、3 齢幼虫がもっとも感受性があり、敏感に反応し、種々の幼若化効果を示す。特に、JH I の効果が大きい (第4図)。1 齢と 4 齢幼虫は感受性が低く、効果は低調となる (第5図)。成虫形質の発達は 3 齢期間中の内生ホルモンの消失によって誘導されるが、外部処理の JH と JHA は内生ホルモンに代わって、幼虫



第4図 vetch aphid 3 齢幼虫に対する JH と JHA の効果 (LEES, 1980 より)



第5図 ZR-512 の処理時期と vetch aphid の幼若化効果との関係 (LEES and HARDIE, 1981 より)

形質維持に利用されるものと思われる。母虫に JH と JHA を処理しても、生まれてくる子虫の翅型を自由に調節することはできない。内生ホルモンがなんらかの形で関与している可能性が高い。最近 vetch aphid と black bean aphid から JH III がごく微量ながら検出された (HARDIE et al., 1985)。内生ホルモンの動向を詳細に把握することは、翅型を解明するために是非とも必要であり、今後の研究成果が期待されている。

precocene : 抗 JH 活性物質である precocene II をエンドウヒゲナガアブラムシ (*Acyrtosiphon pisum*) およびチューリップヒゲナガアブラムシ (*Macrosiphum euphorbiae*) に処理すると、有翅型の出現が誘導される (MACKUER et al., 1979 ; DELISLE and CLOUTIER, 1980)。また、precocene III はモモアカアブラムシの早熟成虫を誘導するが、有翅型出現には関与していないとする報告もある (HALES and MITTLER, 1981)。

III 生殖型決定要因とその機構

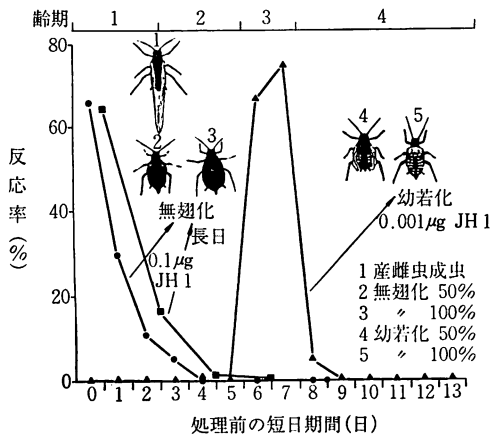
温帯地方では、アブラムシの有性虫は、普通秋に出現する。秋は日長が短くなるにつれて、温度も低くなるという気候の特徴がある。MARCOVITCH (1923, 24) はイチゴネアブラムシ (*Aphis forbesi*) を使って、自然の日長を調節することにより、両性雌の出現を早めたり、遅らせることに成功した。有性虫の出現には、日長のほか、温度、餌、生息密度および内的要因などが関与する。

日長 : 移住型アブラムシは、秋に産雌虫が二次寄主から一次寄主に戻り両性雌を産む。短日条件に置かれたモモアカアブラムシは、まず最初に産雌虫を産む。その後雄を産むようになり、雄が生まれてくるころ、先に産ん

だ産雌虫が両性雌を産む。雄産出の臨界日長は 14 時間 30 分であり、日長時間の短縮に伴って雄の産出率も増加する。また、雌の有性世代である両性雌は有翅の産雌虫から生まれるが、産雌虫の出現も短日によって誘導される。日長が 14 時間以下になるとすべて産雌虫、14 時間 30 分以上では胎生雌、その中間日長では両方が得られる (松香, 1980)。雄と産雌虫では臨界日長に 30 分の差がある。LEES (1966) は vetch aphid の有性虫出現と日長との関係を詳しく調べた。そして、長日条件で胎生雌、短日条件で両性雌が誘導され、両性雌出現の臨界日長は、温度が 15°C のとき、13 時間 55 分であり、温度 5°C につき、15 分ずつ変化することを明らかにした。また、光周受容器は複眼を除く、頭部中央の前大脳背面に存在することも確かめた。その周辺に分布する 5 種類の神経分泌細胞群のうち、脳中央前縁部にある左右 5 個ずつからなるグループ I の細胞の数個を破壊すると、光周とは無関係に、常時両性雌を産むようになることを突き止めた。この神経分泌細胞は、短日条件下で分泌物が増加することも確認されている。分泌物は軸索によって直接腹部まで運ばれ、卵巣付近で放出されて、胎児の型決定を支配するものと考えられている。日長を計る測時機構についても詳しく調べられており、夜の長さを 1 回だけ測定することのできる砂時計 (hour-glass type) であることも確認している。体内時計の位置については、まだ明らかにされていないが、グループ I の神経細胞がある付近と推定されている。

温度 : 温度も有性虫出現に関与する。アブラムシの多くは、秋の短日と低温によって有性虫が誘導される。気温が高い年には有性虫の出現が遅れる。温度が高くなると、有性虫出現に必要な日長時間が短縮されるためである。それに 25°C 以上の高温では、日長と無関係に胎生雌だけが出現する。松香 (1980) によれば、高温 (25~28°C) は短日で誘導されるモモアカアブラムシ雄の産出を抑制する効果があり、高温の主な作用は測時機構に関係するものらしい。非移住型のクリヒゲマダラアブラムシ (*Nippocallis kuricola*) は日長に関係なく、温度処理だけで有性虫が出現するといわれているが、このような例は非常に珍しい。温度は直接、または日長と関連して間接的に有性虫の出現に関与している。

餌 : 寄主植物の栄養条件が有性虫出現に関係しているという例もある。特に、地下生活を営むネアブラムシ類は日長の影響を直接受けることはない。wolly pear aphid (*Eriosoma pyricola*) の有性虫は寄主植物の生長停止が刺激となって有性虫が誘導されるが (SETHI and SWENSON, 1967)、その理由は明らかにされていない。



第6図 black bean aphid の無翅化と幼若化に及ぼす JHI の影響 (HARDIE and LEES, 1985 より)

生息密度: black bean aphid は、短日条件でも低密度では、産雌虫の出現するまでに2世代かかる。高密度に置くと産雌虫が直接出現する。このような例はオオバコアブラムシ (*Dysaphis plantaginea*) でも認められている。また、非移住型のダイコンアブラムシでも、高密度短日条件で両性雌の出現率が增加する (KAWADA, 1967)。

幼若ホルモン (JH) とその関連物質 (JHA): JH のアブラムシ多型に及ぼす影響は非常に複雑であり、その効果も特異的である。JH の種類、濃度、処理時期、およびアブラムシの種類によって、効果に差が見られる。MITTLER ら (1979) は、モモアカアブラムシを使って、短日条件で誘導される雄の出限が、kinoprene によって抑制されることを明らかにした。これは kinoprene が直接または間接に性決定機構に関与するものとして注目されている。また、black bean aphid の産雌虫の1齢と3齢幼虫は、JH I に対してきわめて感受性が強く顕著な反応を示す。1齢幼虫では 10~65% の無翅化効果

を現す。効果は齢期の進行とともに低下し、2齢中期になると消失する。この期間に2日間の長日処理を行うと、JH I を処理した場合とほぼ同じ程度の効果が得られる。JH I は短日刺激を感受する過程に作用していることが考えられる。それは、vetch aphid の両性雌産出虫および black bean aphid の4齢産雌虫に JH と JHA を処理することにより、胎児と卵を持った胎生型と両生型の中間型が誘導されることから推定できる。2齢末期から3齢期間中、特に3齢末期に処理すると、今度は顕著な幼若化効果を示す。そして、この効果は4齢初期まで続く (第6図)。JH は神経分泌物とともに、翅型および生殖型決定機構のかぎを握るものとして、近年、にわかに注目されてきた。

おわりに

アブラムシのモルフとその発現機構について、最近の研究成果を紹介しながら、解説を試みたが、アブラムシの多型は、非常に複雑な要素を含んでいるため、まだ多くの未解決の問題が残されている。最近 JH III がアブラムシ体内から初めて検出され、新しい展開が見え始めているなかで、タマワタムシとヒラタアブラムシ亜科で見られるような、攻撃を専門とする兵隊アブラムシが発見され、幼虫多型に新しい問題を提示した。これら難問の完全解明に向けて、今後の研究が期待されるであろう。

主な参考文献

- 1) HALES, D. F. (1976): Phase and Caste Determination in Insect. Pergamon, Oxford, 130 pp.
- 2) HARDIE, J. and A. D. LEES (1985): Comprehensive Insect Physiology Biochemistry and Pharmacology, Pergamon, Oxford 8: 411~490.
- 3) LEES, A. D. (1966): Adv. Insect Physiol. 3: 207~277.
- 4) ——— and J. HARDIE (1981): Biological Clock in Seasonal Reproductive Cycles. John Wright & Sons, Bristol, 292 pp.
- 5) 松香光夫 (1980): 玉川学園創立 50 周年記念論文集 II: 121~141.
- 6) 高岡市郎 (1973): 岡山たばこ試報 32: 101~135.

「植物防疫」総目次

B 5 判 63 ページ 定価 1,200 円 送料 200 円

昭和 22 年 4 月に創刊された雑誌「農薬」(農薬協会発行) から「農薬と病虫」へと経てきた雑誌「植物防疫」の創刊号から第 36 巻 (昭和 57 年 12 月号) までの総目次。項目別に見やすく編集。植物防疫研究者の必読雑誌である「植物防疫」の総目次をという御要望にこたえて発行!

お申込みは前金 (現金・振替・小為替) で本会へ

特集：アブラムシ〔2〕

電気泳動法によるアブラムシの遺伝的変異の検出

——モモアカアブラムシを中心にして——

京都府立大学農学部昆虫学研究室 たか だ はじむ
高 田 肇

これまでに、アブラムシ研究の次のような局面で、電気泳動法が応用されてきた。①分類 (TOMIUK et al., 1979; ODERMATT, 1981; SINGH and CUNNINGHAM, 1981; LOXDALE et al., 1983; TOMIUK and WÖHRMANN, 1983), ②クローン間の遺伝的差異の検出 (MAY and HOLBROOK, 1978; WOOL et al., 1978a; BLACKMAN, 1979; SUOMALAINEN et al., 1980; TOMIUK and WÖHRMANN, 1984), ③殺虫剤抵抗性発達程度の把握およびその遺伝的、生化学的機構の解明 (BERANEK, 1974; BAKER, 1977~79; DEVONSHIRE, 1977; BLACKMAN and DEVONSHIRE, 1978; SAWICKI et al., 1978; BÜCHI and HÄNI, 1984; FURK, 1986), ④寄生蜂による被寄生個体の検出 (WOOL et al., 1978b; TOMIUK and WÖHRMANN, 1980; CASTAÑERA et al., 1983)。本稿では、モモアカアブラムシ *Myzus persicae* (SULZER) を中心に、日本と欧米個体群とを対比しつつ、②と③について述べたい。

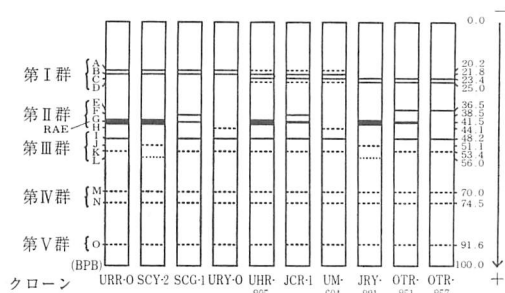
I エステラーゼ変異の検出

電気泳動法を用いて MACK と SMILOWITZ (1980) は、モモアカアブラムシの可溶性タンパクの変異を、WOOL ら (1978a) は 26 種類、MAY と HOLBROOK (1978) は 14 種類の酵素の変異を調べた。

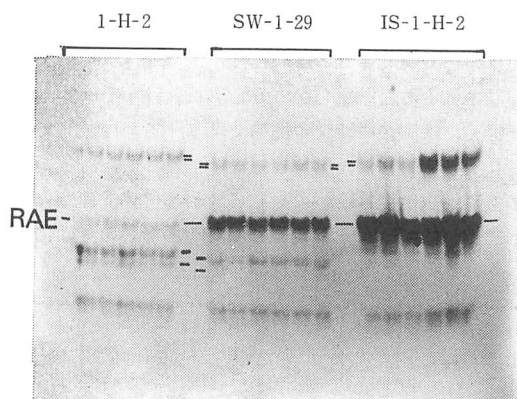
筆者は日本産モモアカアブラムシについて、エステラーゼの変異を調べた (TAKADA, 1986)。この研究で供試した合計 1,503 クローンは、1978 年から 1983 年までの 6 年間に、北海道から沖縄にわたる日本国内 26 地域で、アブラナ科、ナス科など 12 科 23 種の植物からサンプリングした。サンプリングは、少なくとも 5 m 離れた株から、クローンの創設者となる 1 匹の無翅胎生雌成虫 (産子中のもの) をランダムに選んで行った。この創設雌に由来する各クローンは、20°C, 15L9D の室内で、ダイコンで累代飼育し、その 2 世代目以降の胎生雌を供試した。エステラーゼ活性は、ポリアクリルアミ

ド・ゲル電気泳動法 (基質: 1-および 2-ナフチルアセテート) によって検出した (TAKADA, 1979)。

泳動帯は 5 群 (I~V) 15 本 (A~O) 検出された (第 1 図)。このうち、次の三つの泳動帯 (群) に多型が認められた。①第 I 群泳動帯: (AB), (BC), (CD), ②E・F 泳動帯: (EF), (E), (F), (—)。③第 III 群泳動帯:



第 1 図 モモアカアブラムシの“URR-O”など 10 クローンのエステラーゼ電気泳動像の模式図 (TAKADA, 1979)



第 2 図 モモアカアブラムシのエステラーゼ電気泳動像

3 クローン、各 6 個体。第 I 群、E・F、G (RAE) および第 III 群泳動帯の各変異型は、クローン“1-H-2”では、順に (AB)/(—)/(+) / (IK), “SW-1-29”: (CD)/(—)/(+4) / (JL), “IS-1-H-2”: (BC)/(—)/(+6)/(—)。

Detection of Genetic Variability in Aphids by Electrophoresis, with Special Reference to *Myzus persicae* (SULZER). By Hajimu TAKADA

第1表 モモアカアブラムシの多型を示すエステラーゼの変異型別クローン数 (%)

個 体 群	調 査 クローン数	第 I 群			E・F				第 III 群		
		(A B)	(B C)	(C D)	(E F)	(E)	(F)	(-)	(I K)	(J L)	(-)
日 本 (TAKADA, 1986)	1,503	596 (40)	453 (30)	454 (30)	8 (1)	249 (17)	292 (19)	954 (63)	1,145 (76)	234 (16)	124 (8)
イギリス・フランス (WOOL et al., 1978a)	35*	1 (3)	32 (91)	2 (6)		3 (9)		32 (91)	34 (97)	1 (3)	0 (0)

* できるだけ広い地域、多くの寄主植物から集められた。

(IK), (JL), (-)。また, G(=RAE) 泳動帯には活性度の差異があり, 第 I 群泳動帯に対する染色度により, (-), (±), (+2), …… , (+6) の 7 段階に類別した(第 2 図)。

多型を示す三つの泳動帯(群)の変異型別クローン数比率(第 1 表)を見ると, 第 I 群では各変異型がほぼ等しい割合で出現しているが, E・F と第 III 群では, それぞれ (-) と (IK) が突出している。WOOL ら(1978a) のイギリスとフランス産のものについての結果と比較すると, 変異型の散布度は, 日本産のもののはうがはるかに大きい(第 1 表)。

第 I 群泳動帯の変異は, 単一遺伝子座の s と f の二つの対立遺伝子によって支配されることが, イギリスの材料を使った交雑実験によって示された(BAKER, 1977; BLACKMAN, 1979)。日本の個体群には, さらに o 遺伝子が含まれている。(AB) の遺伝子型は ss か so, (BC) は sf, (CD) は ff か fo である(高田, 未発表データ)。

これらのエステラーゼは虫体内のどの部分に存在するかを調べるため, 1 匹の無翅胎生雌成虫を, ①気管, 神経系を含む外皮, ②消化管, ③卵巣, ④残りの体液成分に分けて泳動させた。その結果, 第 I 群泳動帯は卵巣と体液のみから, G(RAE) はどの部分からも検出されたが主として卵巣と体液から, E, F と第 III 群泳動帯は消化管のみから検出された。最後のグループに属するエステラーゼは, 消化に関与する酵素かもしれない(TAKADA, 1979)。

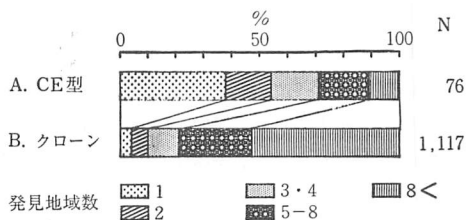
II 野外個体群のクローン構成

動物の単性生殖にはいろいろなタイプがあるが, アブラムシでは, 倍数の染色体を持つ卵が, ただ 1 回の均等分裂を経て発生する非減数性単性生殖(amiotic parthenogenesis)である。このような還元分裂を欠く生殖過程には, 相同染色体が対合する場面がないので, 染色体の構造変異による遺伝子の組み換えさえも起こり得ない。したがって, 突然変異がないかぎり, 親と同じ遺伝

子型が子孫に伝えられる。すなわち, 1 匹の胎生雌から単性生殖的に由来する子孫はクローンである。

アブラムシの単性生殖世代の野外個体群は, 遺伝的には決して相交わることのない, いくつかのクローンの混合体であると考えられる。しかし, その遺伝的構造や動態を実際に把握することはきわめて難しい。その困難は, クローンを容易に識別同定する適当な形質がないことに起因する。両性型産出の光周反応能力(BLACKMAN, 1971, 72), 寄主選好性(MÜLLER, 1980), ウイルス媒介能力(CLARK and ROSS, 1964; SINGH et al., 1983)などの生理生態的形質や染色体(核型)(BLACKMAN and TAKADA, 1975; LAURITZEN, 1982)は, クローンを識別する形質となりうる。しかし, これらの形質は形質状態を明らかにするのに, 時間と手間がかかりすぎる難点がある。酵素の変異は, 電気泳動法によって比較的容易に検出できるので, クローンを識別同定する有力な手がかりとなる。

モモアカアブラムシの場合, 前述の四つのエステラーゼ(群)の各変異型が, 互いにまったく連関せず遺伝するとすれば, 理論的には 252 種類($3 \times 4 \times 7 \times 3 = 252$)の異なる組み合わせができることになる。さらに, 体色の変異(黄, 緑, 紅色, 本種の場合遺伝的に決まる)を



第3図 モモアカアブラムシの発見地域数別 CE 型数比率(A) およびクローン数比率(B) (実験場でサンプリングしたクローンは除く) (TAKADA, 1986)

少数の優占型と多数のまれな型が存在する点に注目。

第2表 モモアカアブラムシの第Ⅰ群エステラーゼ変異型 (AB, BC, CD) と RAE 活性度 (－・±, +2・+3・+4) の組み合わせによってできる6種類の型に属するクローン数 (%)

個 体 群	調 査 クローン数	A B		B C		C D	
		(－)・(±)	(+2)・(+3) ・(+4)	(－)・(±)	(+2)・(+3) ・(+4)	(－)・(±)	(+2)・(+3) ・(+4)
日 本 (TAKADA, 1986)	1,462	203 (14)	384 (26)	156 (11)	265 (18)	80 (5)	374 (26)
イ ギ リ ス (BAKER, 1977～79)	1,863	368 (20)	494 (27)	568 (30)	45 (2)	388 (21)	0 (0)

第3表 モモアカアブラムシのエステラーゼ型の種類数

個 体 群	調 査 ク ロ ー ン 数	エ ス テ ラ ー ゼ 型 の 種 類 数
日 本 (TAKADA, 1986)	1,503	51
イギリス, オランダ, フランス (BERANEK, 1974)	30	9
イギリス, スペイン (DEVONSHIRE, 1975)	10	4
アメリカ合衆国東北部 (MAY and HOLBROOK, 1978)	“9 個体群” (約 20 クローン/個体群)	1

加えると、その数は 756 に達する。したがって、エステラーゼと体色の変異の組み合わせによって、クローンをかなり多くの型 (以下、CE 型と記載) に類別できることになる。実際、本研究で供試した 1,503 クローンのなかには、76 種類の CE 型が見いだされた (TAKADA, 1986)。この結果に基づいて、野外個体群の遺伝的構造や動態について考察したい。

結果は次のように要約できる。①発見された 76 種類の CE 型は、出現頻度の高い少数の優占型と多数のまれな型に分けることができる (第3図)。②優占型の多くは、いくつかの地域ブロックにまたがって広く分布する。③同一地域内、同一寄主植物上の CE 型構成は、年によって大きく変動しない。④各 CE 型の寄主植物は、本種の寄主範囲の一部に限定される。⑤優占型は、すべて非完全生活環型 (=産雄、中間および不完全生活環型) クローンを含む。

同じ CE 型に属するクローンは、遺伝的に必ずしも均質ではないが、これらの結果から、本種の野外個体群は、両性型産出能力の低い、寄主選好性が互いに少し異なる少数の優占クローンと、多数のまれなクローンとによって構成されていると推測される。優占クローンは両性型産出能力が低いので、温暖な地域では胎生世代を繰り返して越冬し、年を隔てて生存が可能である。また、それぞれ少しずつ寄主選好性が異なるので、複数の優占クローンが共存可能である。おそらく、これらのクローンは、長年にわたって選択されてきているので、適応度はきわめて高いと思われる。一方、まれなクローン群に

は、完全生活環型のクローンと、適応度のあまり高くない非完全生活環型のクローンとが含まれると考えられる。完全生活環型のクローンは適応度が高くても、秋になると両性型産出に伴って崩壊してしまうので、永続性がなく、分布も狭い範囲に限定されるであろう。多数のまれな非完全生活環型クローンは、長期的に見れば、遺伝子型プールとして大きな存在意義を持つと思われる。

このように、今回の調査結果から、モモアカアブラムシの日本個体群は、かなり豊富な遺伝的変異を包含していると推測される。この結果を欧米個体群についての結果と対比すると、著しい違いが見られる。

BAKER (1977～79) は、イギリス各地から得た 1,863 クローンのエステラーゼ・パターンを調べ、第Ⅰ群エステラーゼと RAE の変異型の組み合わせによってできる六つの型のうち、sf/+ はまれにしか出現せず、ff/+ はまったく出現しなかったという。しかし、今回の調査では、これらの型に該当するクローンが高頻度で出現した (第2表)。

BERANEK (1974) は、ヨーロッパ産の 30 クローンについてエステラーゼ・パターンを調べ、9 種類のエステラーゼ型を見いだした。DEVONSHIRE (1975) は、10 クローン中に 4 種類の型を見いだした。しかし MAY と HOLBROOK (1978) は、アメリカ合衆国東北部の九つの個体群には、エステラーゼを含む 19 の酵素遺伝子座すべてに、変異はまったく認められなかったという。彼らはこれを創設者効果によって説明した。今回の調査では、51 種類のエステラーゼ型が見いだされた (第3表)。

III 殺虫剤抵抗性発達程度の把握

モモアカアブラムシの電気泳動法によって検出される各エステラーゼが、どのような生理的機能を持っているかは明らかではない。唯一の例外は RAE である。RAE は体内に入った殺虫剤を分解・解毒することができる。したがって、その活性が高くなると、殺虫剤に対する抵抗性水準が上昇する (DEVONSHIRE, 1977)。RAE 活性度 (+2) のクローンは、マラソンに対して 10 倍前後、(+4) のクローンは約 100 倍の抵抗性を示す (BLACKMAN et al., 1978; TAKADA, 1979)。RAE (+6) のクローンでは、抵抗性比は 1,000 倍を超える (高田, 未発表データ)。RAE (+6) のあるクローンは、有機リン剤やカーバメート剤だけではなく、ピレスロイド剤に対しても抵抗性であるという (本山, 私信)。

このように RAE 活性度と抵抗性水準との間に平行関係が認められるので、野外個体群の抵抗性発達程度が、煩雑な生物検定によらず電気泳動法によって、比較的容易に把握することができる。

供試クローンの地域・RAE 活性度別数 (比率) を第 4 表に示した。このデータは、サンプリング時期、寄主植物、サンプリングしたほ場の殺虫剤散布歴が一定していないので、必ずしも各地域個体群を代表しているとは

いえないが、大多数の地域で RAE 活性度 (+3)・(+4) のクローンが優勢である。特に、北海道、山形、沖縄でその比率が高く、倉敷で低くなっている。RAE (+5)・(+6) のクローンは、北海道から沖縄にわたる 9 地域から発見されたが、その比率は低く、いずれも 15% 以下である。

イギリスでは、SAWICKI ら (1978) が 1976 年に行った調査によると、弱い抵抗性の R₁ クローンが優占的であったという。273 の調査地点のうち、感受性の S クローンのみが見いだされたのは 6 か所にすぎず、強い抵抗性の R₂ クローンは、分布が一部地域に限定されていた。DEVONSHIRE ら (1977) が、1976 年にスコットランドの殺虫剤散布直後のジャガイモほ場から得たサンプルについても、R₁ が R₂ より優勢であった。1980~84 年にウェールズ、イングランドで行われた調査でも、全体の RAE 水準は変わらず、1976 年以降抵抗性が発達したという証拠は得られなかったという (FURK, 1986)。また、スイス (1977, 78, 82 年) でも、R₁ クローンが優占的であったという (BÜCHI and HÄNI, 1984) (第 4 表)。

SAWICKI らの R₁, R₂ の RAE 活性度は、電気泳動像から判断すると、本研究の (+2), (+4) にそれぞれ相当する。したがって、日本個体群 (1978~83 年) は、

第 4 表 モモアカアブラムシの RAE 活性度別クローン数または相対量

個体群 : 調査年	調 査 クローン数	RAE 活性度			
		(-)・(±) ("S"感受性)	(+2) ("R ₁ "弱抵抗性)	(+3)・(+4) ("R ₂ "強抵抗性)	(+5)・(+6) (高度抵抗性)
日本 : 1978~83 (TAKADA, 1986)	1,503	439 (29%)	284 (19%)	739 (49%)	41 (3%)
北海道	189	4 (2%)	31 (16%)	132 (70%)	22 (12%)
山形	126	3 (2)	20 (16)	103 (82)	0 (0)
三浦	36	6 (17)	2 (6)	23 (64)	5 (14)
京都	137	31 (23)	18 (13)	85 (62)	3 (2)
倉敷	48	33 (69)	3 (6)	12 (25)	0 (0)
九州	78	18 (23)	12 (15)	47 (60)	1 (1)
沖縄	170	12 (7)	8 (5)	141 (83)	9 (5)
イギリス : 1976 ^{a)} (SAWICKI et al., 1978)	4,199	+	卅	+ ^{b)}	—
イギリス : 1976 ^{c)} (DEVONSHIRE et al., 1977)	171	7 (4%)	111 (65%)	53 (31%)	0 (0%)
イギリス : 1980~84 ^{d)} (FURK, 1986)	2,603	740 (28)	1,705 (66)	158 (6)	0 (0)
スイス : 1977~82 (BÜCHI and HÄNI, 1984)	約 400	卅 ^{e)} (3~53%) ^{e)}	卅 ^{e)} (47~86%) ^{e)}	+ ^{e)} 5~18%) ^{e)}	—

a) スコットランド、ウェールズ、イングランドの 273 地点

b) 西スコットランド、北イングランドに限定

c) スコットランドの 6 地点。殺虫剤散布直後

d) ウェールズ、イングランド、266 サンプル

e) サンプル別構成比率の範囲 (1982)

イギリス (1976~84 年) やスイス個体群 (1977~82 年) より 1 段階高い抵抗性水準に達しているといえる。

RAE 活性度 (+5), (+6) は, 電気泳動像および各種殺虫剤に対する感受性試験結果から判断して, イギリスの高度抵抗性クローン の 活性 度 “V₃₂”, “V₆₄” (DEVONSHIRE and SAWICKI, 1979) にそれぞれ匹敵する。しかし, 日本のものは, イギリスのものとは次の点で異なる。イギリスの “V₃₂”, “V₆₄” 水準のクローンは, ふつう殺虫剤が頻繁に散布される温室にしか生息せず, RAE 活性が不安定であるという (DEVONSHIRE and SAWICKI, 1979; SAWICKI et al., 1980)。すなわち, RAE 活性の個体間差がきわめて大きく, また, 殺虫剤による選択圧のない条件下では, 数世代後に活性が低下してしまうという。一方, 日本の RAE (+5), (+6) のクローンは, 温室だけではなく, 野外個体群のなかにも見いだされる。RAE 活性の個体間差異は, 電気泳動像から判断する限り, 小さい。また, 筆者は RAE (+5) や (+6) のいくつかのクローンを, 殺虫剤選択圧のない前述の条件下で, 5 年以上にわたって累代飼育してきたが, この間に活性水準の低下が見られたことはない。

なお, 松本・辻 (1979) は, モモアカブラムシの黄・緑色型は殺虫剤に対する感受性が, 紅色型より低いと述べている。本研究では, 黄, 緑, 紅色型のいずれにも, RAE 活性度 (-) から (+6) までのクローンが見いだされた。したがって, 体色と殺虫剤抵抗性水準との間には, 特定の関係はないと思われる。

IV 日本と欧米個体群間の遺伝的組成の差異

これまでの項では, モモアカブラムシの電気泳動法によって検出されるエステラーゼの変異について, 日本と欧米個体群とを対比しながら述べてきた。これらの比較から, 次の二つのことが示唆される。①第 I 群エステラーゼの変異型を決める遺伝子の種類や RAE 高活性型の性質に見られるように, 日本個体群は欧米個体群とは遺伝的組成がやや異なる。②エステラーゼ変異型の散布度やそれらの組み合わせの種類数に見られるように, 日本個体群は欧米個体群より変異幅が広い。また, 日本に分布する三つの色彩型のうち, 紅色型は欧米には分布しない。

日本個体群は, なぜ欧米個体群より豊富な変異を包含しているのであろうか。日本は地理的に, モモアカブラムシの起源と想定される中国南部 (BLACKMAN, 1981) により近いことと, 関連があるのかもしれない。

引用文献

- 1) BAKER, J. P. (1977) : Ann. Appl. Biol. 86 : 1~9.
- 2) ——— (1978) : ibid. 88 : 1~11.
- 3) ——— (1979) : ibid. 91 : 159~164.
- 4) BERANEK, A. P. (1974) : Ent. Exp. & Appl. 17 : 129~142.
- 5) BLACKMAN, R. L. (1971) : Bull. Entomol. Res. 60 : 533~546.
- 6) ——— (1972) : ibid. 62 : 281~294.
- 7) ——— (1979) : Biol. J. Linn. Soc., Lond. 11 : 259~277.
- 8) ——— (1981) : “The Evolving Biosphere” (ed. by P. L. FOREY), pp. 75~85, Cambridge Univ. Press, Cambridge, England.
- 9) ——— and A. L. DEVONSHIRE (1978) : Pestic. Sci. 9 : 517~521.
- 10) ——— and H. TAKADA (1975) : J. Ent. (A) 50 : 147~156.
- 11) ——— et al. (1978) : Nature 271 : 450~452.
- 12) BÜCHI, R. and A. HÄNI (1984) : Z. Angew. Entomol. 98 : 239~246.
- 13) CASTAÑERA, P. et al. (1983) : Bull. Entomol. Res. 73 : 659~665.
- 14) CLARK, M. F. and A. F. ROSS (1964) : Phytopathology 54 : 199~204.
- 15) DEVONSHIRE, A. L. (1975) : Proc. 8th Brit. Insect. and Fungic. Conf. 1 : 15~19.
- 16) ——— (1977) : Biochem. J. 167 : 675~683.
- 17) ——— and R. M. SAWICKI (1979) : Nature 280 : 140~141.
- 18) ——— et al. (1977) : Plant Pathol. 26 : 60~62.
- 19) FURK, C. (1986) : Bull. Entomol. Res. 76 : 53~58.
- 20) LAURITZEN, M. (1982) : Hereditas 97 : 95~102.
- 21) LOXDALE, H. D. et al. (1983) : Bull. Entomol. Res. 73 : 645~657.
- 22) MACK, T. P. and Z. SMILOWITZ (1980) : Am. Potato J. 57 : 365~369.
- 23) 松本奎吾・辻 英明 (1979) : 応動昆 23 : 92~99.
- 24) MAY, B. and F. R. HOLBROOK (1978) : Ann. Entomol. Soc. Am. 71 : 809~812.
- 25) MÜLLER, F. P. (1980) : Ent. Exp. & Appl. 28 : 145~157.
- 26) ODERMATT, F. (1981) : Z. Angew. Entomol. 92 : 398~408.
- 27) SAWICKI, R. M. et al. (1978) : Pestic. Sci. 9 : 189~201.
- 28) ——— et al. (1980) : ibid. 11 : 33~42.
- 29) SINGH, M. N. et al. (1983) : Z. Pflanzenkr. Pflanzenschutz 90 : 345~351.
- 30) SINGH, S. M. et al. (1981) : Can. Entomol. 113 : 539~550.
- 31) SUOMALAINEN, E. et al. (1980) : Theor. Appl. Genet. 57 : 129~132.
- 32) TAKADA, H. (1979) : Appl. Entomol. Zool. 14 : 245~255.
- 33) ——— (1986) : Z. Angew. Entomol. 102 : 19~38.
- 34) TOMIUK, J. and K. WÖHRMANN (1980) : Theor. Appl. Genet. 57 : 125~127.
- 35) ——— (1983) : Z. Zool. Syst. Evolutionsforsch. 21 : 266~274.
- 36) ——— (1984) : Biol. Zbl. 103 : 113~122.
- 37) ——— et al. (1979) : Z. Angew. Entomol. 440~446.
- 38) WOOL, D. et al. (1978a) : Biochem. Genet. 16 : 987~1006.
- 39) ——— et al. (1978b) : Ann. Appl. Biol. 90 : 21~26.

特集：アブラムシ〔3〕

アブラムシの薬剤抵抗性

農林水産省中国農業試験場 ^{はま} 浜 ^{ひろ} 弘 ^し 司

農林害虫に限っても約 200 種類にのぼるアブラムシは各種作物や花木を吸汁加害し、各種ウイルス病を媒介する重要害虫である。その防除は薬剤に大きく依存しているが、一般的にアブラムシは各種薬剤に感受性が高いため、従来防除にはあまり問題がなかった。

しかし、近年広食性のモモアカアブラムシとワタアブラムシで有機リン剤に対する抵抗性が顕在化し、野菜や果樹におけるこれらのアブラムシの防除は年々難しくなっている。アブラムシの抵抗性問題は野菜病害虫研究会（日本植物防疫協会）で 1984 年に取り上げられているが、その実態は不明りょうで、関連する試験・研究はわが国ではあまり進んでいない。

その原因の一つは、薬剤感受性の検定方法が統一されていないことである。いくつかの試験場で虫体（葉片）浸漬法や散布法などで薬剤感受性が検定されていても、比較する感受性系統がなかったり、方法の不統一からデータの相互比較ができず、抵抗性発達の有無の判定が難しい状況である。そこで、1985 年に筆者は FAO で標準化している虫体浸漬法を検討し、若干の改良を加え具体化した。この手法は中国、近畿地域の農業試験場を中心に採用され、アブラムシの薬剤抵抗性の実態調査が開始されている。

アブラムシの薬剤抵抗性問題を複雑にしているもう一つの原因に、その特異な生活史や生態がある。アブラムシは①単為生殖で増殖しクローン集団を形成する、②長翅型は各種植物へ飛来・分散する、③秋季に両性生殖を行う完全生活環のものと周年草本で単為生殖を繰り返す不完全生活環のものが存在する、④寄主選好性の異なるいくつかのバイオタイプが存在するなどである。したがって、ほ場では薬剤感受性の異なるクローン集団がモザイク的に分布していたり、異なるバイオタイプのクローンが混在していたり、他のほ場で増殖したものが二次的に飛来・侵入するなどして、ほ場の個体群は発生量とともに質的にも変動していることが予想される。こうしたアブラムシの薬剤抵抗性の動態を究明するには、抵抗性発達の程度を個体ごと検定できる生化学や免疫的手法の導入が不可欠である。このことは、イギリスを中心に展

開されているモモアカアブラムシの有機リン剤抵抗性の発現機構に関する研究から開発された生化学的手法の導入によって、その後の抵抗性研究が大きく進展したことでわかる。

モモアカアブラムシの薬剤抵抗性の発現機構についてはすでに筆者が本誌（35：21-26, 1981）に紹介したので、この小文ではアブラムシの薬剤抵抗性の実態、抵抗性発現機構に関するその後の成果および虫体浸漬による検定法を紹介することにした。

I 薬剤抵抗性の実態

1 モモアカアブラムシ

モモアカアブラムシの ESP、マラソンなど有機リン剤に対する感受性低下は野村と市村により 1965 年に確認されている。その後、野村と船城（1977）は東北、関東地域 6 か所の個体群の ESP 感受性を虫体・葉片浸漬法で検定し、個体群間で最大 8.3 倍の違いを検出している。また、浅野（1979）は神奈川県平塚市でモモアカアブラムシの有機リン系 8 薬剤に対する感受性をパラフィルム膜を用いた経口投与法で検定し、第 1 表の結果を得ている。8 薬剤に対する感受性は検定年次ごとに明らかに低下している。

京都、兵庫、鳥取の 3 府県の農業試験場で 1985～86 年に計 14 個体群（大部分がナスから採集）のモモアカアブラムシの薬剤感受性が虫体浸漬法（後述）によって検定されている。その結果、①液剤の常用濃度（1,000

第 1 表 神奈川県平塚産モモアカアブラムシの有機リン系 8 薬剤に対する感受性の年次変化（パラフィルム膜経口投与法による）

薬 剤	LC ₅₀ (ppm)		
	1965～66年	1971～72年	1975～76年
チ オ メ ト ン	0.06	0.56	2.16
ダ イ ア ジ ノ ン	0.23	0.77	1.44
メ ナ ゾ ン	0.29	5.41	19.95
M E P	0.41	9.09	>200.0
P A P	1.69	6.96	>200.0
E S P	5.34	14.15	>200.0
マ ラ ソ ン	4.88	30.08	>200.0
D D V P	11.21	12.85	34.02

浅野（1979）

Insecticide Resistance in Aphids. By Hiroshi HAMA

第 2 表 モモアカアブラムシの各変異体のジメトエートに対する抵抗性比, アリエステラーゼ活性およびアリエステラーゼ E4 濃度

変異体	クローン	ジメトエートに対する抵抗性比 ^{a)}	アリエステラーゼ活性 ^{b)}	アリエステラーゼ E4 濃度 ^{c)}
V1(S)	US1L	1	0.21(1) ^{d)}	0.37(1) ^{d)}
V2	240N	—	—	0.85(2)
V4	MS1G	8	0.42(2)	1.78(5)
V8	French R	15	0.96(6)	4.80(13)
V16	T1V	100	1.85(9)	6.70(18)
V32	Pir R	250	3.87(18)	11.80(32)
V64	G6	500	7.13(34)	24.70(67)

a) 局所施用法による LD₅₀ 値の対 S 比
b) l-ナフチルアセテート μ mol/hr/mg
c) p mol/mg, d) 対 S 比
DEVONSHIRE(1977), DEVONSHIRE and SAWICKI(1979)より抜粋.

倍希釈) 処理で 24 時間後の死亡率が個体群間で 20% 以下から 100% の違いが認められた薬剤は DDVP, ESP, チオメトン, アセフェートの有機リン剤とカーバメート剤ビリミカールであった, ②これらのいずれかの薬剤で死亡率が 20% 以下であった個体群は京都で 9 個体群中 3 個体群, 兵庫で 4 個体群中 2 個体群, 鳥取で 1 個体群中 0 個体群であった。

モモアカアブラムシの有機リン剤抵抗性はアリエステラーゼ活性の増大により発現し, アリエステラーゼ活性の異なる六つのクローンが確認されている (第 2 表)。アリエステラーゼ活性は有機リン剤に対する抵抗性比と平行するため, アリエステラーゼ活性値から逆に抵抗性発達の程度が判別できるわけである。この生化学的手法によって有機リン剤抵抗性の実態調査が各地で実施されている。ヨーロッパにおける 1976 年から 1984 年の調査では抵抗性レベル “R1” (第 2 表の変異体 “V4” に相当する) が各地で優占し, “R2” (第 2 表の “V16” に相

当する) の分布は一部の地域に限られており, こうした傾向は比較的安定しているようである (SAWICKI et al., 1978; BÜCHI and HÄNI, 1984; FURK, 1986)。一方, 抵抗性発達の著しい “V32”, “V64” は野外では検出されておらず, 薬剤散布の頻繁な温室にいる不完全生活環のものに限られているという (DEVONSHIRE and SAWICKI, 1979)。

一方, わが国では TAKADA (1986) の調査結果 (第 3 表) によると, “R2” に相当すると思われる RAE(+4) クローンが倉敷を除く北海道から沖縄の各地で優占し, “V32, V64” に相当すると思われる RAE (+5), (+6) クローンが野外で検出されている。RAE (+5), (+6) クローンは検出率 15% 以下ながらかなり広範囲に及んでいることは注目される。ちなみに, この RAE (+5), (+6) クローンは不完全生活環のものであるという。

この RAE (+6) に相当する 1 クローンは, 局所施用法による検定結果によると, マラソン, MEP に対し 15,000 倍以上の高い抵抗性比を示したほか, ジメトエートに 600 倍, ダイアジノンに 50 倍, NAC に 310 倍, フェンバレレートに 440 倍と各種薬剤に高い抵抗性を示すことが判明している (地主・本山, 1981)。

こうした結果から, モモアカアブラムシでは有機リン剤, カーバメート剤および合成ピレスロイド剤に高い抵抗性を示すクローンが低頻度ながらかなり広範囲に分布しているものと推定される。

モモアカアブラムシの有機リン剤抵抗性は不安定で比較的短期間に低下してしまうこと, ヨーロッパの温室で見られる 高度の抵抗性クローンは薬剤淘汰なしでは高度の抵抗性の維持が難しいことを前回本誌に紹介したが, 最近の TAKADA (1986) の研究によると, わが国の RAE (+6) クローンでは, アリエステラーゼ活性のクローン内変異は小さく, 薬剤淘汰なしで 3 年間, 100 世代以上継代してもアリエステラーゼは高活性であったと

第 3 表 モモアカアブラムシの各アリエステラーゼ (RAE) 活性を示すクローン数と割合 (%)

採 集 地	採 集 日	RAE の 変 異				計
		-, ±	+, +2	+3, +4	+5, +6	
北海道	1982. 8~9	4 (2)	31 (16)	132 (70)	22 (12)	189 (100)
	1980. 8	3 (7)	5 (11)	38 (83)	0 (0)	46 (101)
山 形	1980. 3	6 (17)	2 (6)	23 (64)	5 (14)	36 (101)
	1978. 1~3	11 (25)	3 (7)	30 (68)	0 (0)	44 (100)
三 浦 (神奈川)	1980. 1	9 (21)	2 (5)	30 (71)	1 (2)	42 (99)
	1983. 1	11 (22)	13 (25)	25 (49)	2 (4)	51 (100)
京 都	1980. 2	22 (63)	1 (3)	12 (34)	0 (0)	35 (100)
	1979. 10	18 (23)	12 (15)	47 (60)	1 (1)	78 (99)
倉 敷 (岡山)	1981. 4	2 (2)	0 (0)	74 (88)	8 (10)	84 (100)

TAKADA (1986) からタバコ以外の植物から採集したものを抜粋.

いう。わが国のモモアカアブラムシは、ヨーロッパや北アメリカのものに比べて体色やアリエステラーゼのアイソザイムの変異が大きいなど、いくつかの違いが見られるという (TAKADA, 1986)。高度の抵抗性の安定性の相違がこうした性質の違いと関連するものかどうか、さらに検討する必要がある。

2 ワタアブラムシ

ワタアブラムシの薬剤抵抗性発達を検定によって確認した報告はないが、野外における薬剤の効力試験結果の地域差や年次変動から、ワタアブラムシの有機リン剤抵抗性は関東、東海、近畿を中心にかなり進行しているようである (杉浦, 1984; 谷口, 1984 など)。

近畿、中国地域を中心とする 8 府県の農業試験場で、ワタアブラムシの薬剤感受性を虫体浸漬法により 1985 年より 2 年間に約 50 個体群 (主にナス、ウリ類から採集) が検定されている。その結果の概要は、①液剤の常用濃度 (1,000 倍希釈) 処理で 24 時間後の死亡率が個体群間で 20% 以下から 100% の違いが見られた薬剤は DDVP, バミドチオン, ESP, MEP, ダイアジノン, マラソン, PAP, チオメトンの各種有機リン剤とカーバメート剤エチオフェンカルブであった、②これらのいずれかの薬剤で死亡率が 20% 以下であった個体群は検定を実施された静岡、滋賀、京都、兵庫、奈良、和歌山、鳥取、島根の全府県で検出され、その検出頻度は各府県 2~10 数個体群中 2~3 個体群であった、③ピレトリンや合成ピレスロイド製剤 (ハクサップ、ペルメトリン) の 1,000 倍希釈液の検定ではこれらの薬剤に対する感受性低下は確認されなかった。

以上のように、ワタアブラムシの各種有機リン剤やカーバメート剤エチオフェンカルブに対する抵抗性クローンは、低頻度ながらかなり広範囲に分布していることが確認されている。

II アリエステラーゼ

1 モモアカアブラムシ

モモアカアブラムシの有機リン剤抵抗性の発現は、すでに述べたようにアリエステラーゼ活性の増大によるが、正確には、そのアイソザイムの一つ E4 (文献によっては E2, RAE と呼称) が抵抗性発達に伴いほぼ倍々に増加する (第 2 表)。

この E4 酵素は有機リン剤だけでなくカーバメート剤や合成ピレスロイドなども加水分解するが、その触媒作用はそれほど高くない (DEVONSHIRE, 1977; DEVONSHIRE and MOORES, 1982)。しかし、この酵素は有機リン剤やカーバメート剤に対する親和性が高く、総タンパク量の 3% にも及ぶため、体内に侵入した薬剤はこの酵素に捕そくされ薬剤の体内濃度を低下させる作用を持つ (DEVONSHIRE and MOORES, 1982)。すなわち、この E4 酵素は触媒作用と捕そくタンパク質としての作用を合わせ持っているわけである。これらの作用は、第 4 表のように薬剤によって異なり、触媒作用はジメチル系有機リン剤に対しもっとも大きくジエチル系有機リン剤に対する作用はジメチル系の 1/10 にすぎず、さらにカーバメート剤に対する作用は非常に小さくなっている。捕そくタンパク質としての作用は薬剤間で差がないから、この E4 酵素はメチル系有機リン剤に対する抵抗性にもっとも大きく関与し、カーバメート剤に対する関与は小さい。このことは、モモアカアブラムシの抵抗性は有機リン剤に対して顕著で、カーバメート剤に対する抵抗性は概して低い点と符合している (DEVONSHIRE and MOORES, 1982)。

最近、この E4 酵素の複対立遺伝子として FE4 酵素が発見されている。この酵素も有機リン剤、カーバメート剤および合成ピレスロイド剤を分解するが、その活

第 4 表 モモアカアブラムシの感受性クローン (S) と抵抗性クローン (R1, R2, G6) におけるアリエステラーゼ E4 の各阻害剤に対する加水分解 (Hyd.) と捕そくタンパク質 (Seq.) としての作用

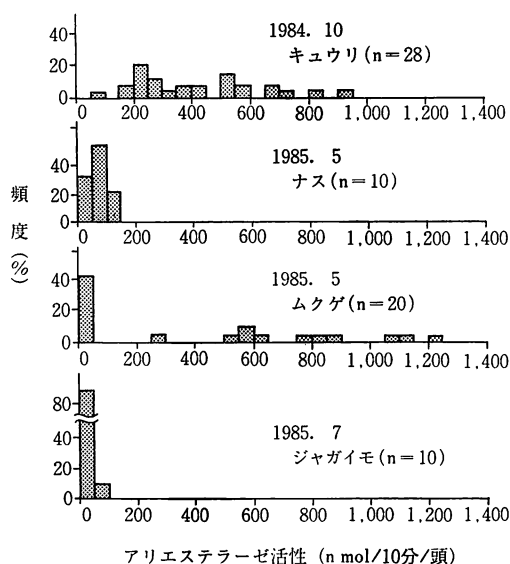
阻 害 剤 ^{a)}	S (0.15) ^{b)}		R1 (0.7)		R2 (2.7)		G6 (10)	
	Seq. ^{c)}	Hyd. ^{d)}	Seq.	Hyd.	Seq.	Hyd.	Seq.	Hyd.
ジメチルリン酸	0.04	0.12	0.18	0.56	0.68	2.1	2.5	7.8
ジエチルリン酸	0.04	0.01	0.18	0.06	0.68	0.22	2.5	0.83
モノ-, ジメチルカルバミン酸	0.04	0.004	0.18	0.02	0.68	0.07	2.5	0.25

a) 阻害剤の分子量 250 として計算, b) () 内は E4 濃度, p mol/400 μ g aphid

c) ng sequestered (n mol E4 $\times$ MW of inhibitor)

d) ng hydrolyzed/hr (ng sequestered $\times k_3$ for each inhibitor class)

DEVONSHIRE and MOORES (1982)



第1図 広島県農試ほ場(東広島市)で各植物から採集したワタアブラムシのアリエステラーゼ活性の個体変異

性は E4 酵素より 1.5 倍ほど高いという (DEVONSHIRE et al., 1983)。

また、最近モモアカアブラムシのピリミカーブ抵抗性クローンが発見され、このクローンでアセチルコリンエステラーゼの薬剤感受性低下の関与が示唆されている (藤田ら, 1986)。

2 ワタアブラムシ

ワタアブラムシの薬剤抵抗性とアリエステラーゼの関係はピリミカーブ抵抗性個体群で検討されているが、感受性個体群と比較してアイソザイムの移動度に若干の違いが認められるものの、酵素活性の顕著な違いは確認されていない (FURK et al., 1980)。

最近、高田 (1986) と筆者ら (1986) はワタアブラムシのアリエステラーゼ活性が個体間で大きく異なることを別個に確認している。高田はアリエステラーゼ活性の高いクローンはマラソンに高度の抵抗性を示すこと、モモアカアブラムシの E4 酵素のような特定のアイソザイムは検出されないことを報告している。

筆者らはワタアブラムシのアリエステラーゼ活性を個体別に測定し、酵素活性値は個体間で最大 50 倍以上の違いを確認している。広島県農試(東広島市)のほ場で採集したワタアブラムシの酵素活性を見ると(第1図)、1984 年秋にキュウリから採集した個体群は高活性の個体が多かったが、このほ場はチオメトンが 2 回散布され、その効果が低かった所である。翌年ナスとジャガイ

モで採集した個体群では高活性の個体が検出されていないが、同時期にムクゲで採集したものは酵素活性の低いものと高いものとが検出されている。その後の調査でも、ナス、サトイモ、ジャガイモの個体群では高活性の個体は少なく、ウリ類、ムクゲで高活性の個体が多い傾向であった。また、アリエステラーゼ活性の高い個体は近畿、中国地域に広く分布していることが確認されている。

このように、ワタアブラムシでも有機リン剤抵抗性とアリエステラーゼの関連が見られるようであるが、両者が平行しない場合もあって、さらに詳しく検討する必要がある。

III 薬剤感受性検定法

1 虫体浸漬法

FAO では、アブラムシの薬剤感受性検定法として局所施用法を 1970 年に暫定的に定めたが、その後虫体浸漬と葉片散布の二つの簡便法が設定されている (FAO, 1979)。そこで、筆者はその虫体浸漬法を若干改良し、次のように具体化した。

(1) 検定容器と材料

ガラス円筒 (虫体浸漬用容器) : 内径 21 mm, 外径 25 mm, 高さ 25 mm, 厚さ 2 mm。ガラス管を切断し、両端の切り口を平らにしたもの。

ガラスシャーレ (薬剤処理容器) : 内径 45 mm, 高さ 18 mm 程度のもの。

三角フラスコ、メスシリンダー、ビペットなど (薬剤の希釈、調製用)。

テトロンゴース (虫体浸漬用)

ビニルチューブ (テトロンゴースをガラス円筒に留めるのに使用) : 内径 25 mm, 外径 29 mm のチューブを約 5 mm に切断したもの。

テフロンスプレー (虫の脱出防止用) : ガラス円筒の内壁にスプレーする。テフロンスプレーとして井内盛栄堂、サンコープラスチックより市販。

ショ糖水溶液 (モモアカアブラムシには 10% 溶液を、ワタアブラムシには 20% 溶液を使用、餌の代用)。

その他、パラフィルム、細筆など。

(2) 供試虫の採集

ほ場から無翅胎生雌成虫を採集し直接供試するか、無翅胎生雌幼虫を室内で成虫化させたものを用いる。一ほ場 (施設) 5~10 か所 (互いに 5 m 程度間隔をとる) より別々に採集する。各地点の植物よりアブラムシを葉片ごとベーパータオルを軽くまるめて入れた(過湿防止)

ポリエチレン袋に入れて持ち帰る。検定には数か所から採集した集団を別々に供試する。個体数が少ない場合はバットなどへ集めて、一集団として供試する。

注) 夏季の採集には、ポリエチレン袋をクーラーに収容するなりテトロンゴース袋を利用するなどの、過熱防止が必要である。

採集虫はポリエチレン袋に入れたまま 15°C で 2～3 日の保存が可能である。

(3) 薬剤の調製

市販の液剤（乳剤，水和剤）を使用する。供試薬剤は地域の使用状況を参考とするが，次の標準検定用薬剤を含める。供試状況のメーカー，成分量を明記する。製剤の希釈および対照区の処理には Triton X-100（＝ポリオキシエチレン（10）オクチルフェニルエーテル）加溶蒸留水（0.02% 含）を使用する。薬剤の調製はそのとど行う。

標準検定用薬剤：DDVP，ESP，MEP，ダイアジノン，マラソン，PAP，チオメトン，アセフェート，エチオフェンカルブ，ピリミカープ。

(4) 虫体浸漬の手順

(イ) ガラス円筒の内壁をテフロンで薄くスプレーし被膜を作る。

注) テフロン処理によるアブラムシの脱出防止効果はほとんど期待できないが，浸漬後管壁から処理虫を落下させやすい。

処理したテフロンの除去は難しく，この操作は除いてもよい。

(ロ) 円筒の一端をテトロンゴースで覆い切断したビニルチューブで留める。

(ハ) テトロンゴースで覆った側を下にし各円筒にアブラムシを 10 頭ずつ細筆を用いて入れ，他端をテトロンゴースで覆い切断したビニルチューブで留める。

(ニ) 調製した薬液をガラスシャーレに 5 mm 程度の深さに満たし，円筒を軽くたたき虫を下面ゴースへ落とし，円筒を左右に振とうしながら薬液に 10 秒間浸漬する。次いで付着している薬液を濾紙上で除去する。

(ホ) 円筒を逆にし軽くたたいて処理虫をテトロンゴース上に落とし，薬液の付着したテトロンゴースを除去し，パラフィルムを約 4 倍に引き延ばして張り付ける。次いでシロ糖水溶液をパラフィルム上へ適量落とし，その上をパラフィルムで同様引き延ばして封をする。

注) シロ糖液の代わりに適当な植物の葉片を与

えてもよい。与えかたは葉片の裏面を内側に向け，その上をパラフィルムで覆ったり，テトロンゴースで覆い切断チューブで留める。

(ヘ) 処理虫の入った円筒は塩化アンモニウム飽和水溶液を入れ関係湿度 79% (20°C) に調整した密閉容器（スチロール角型ケース，サンコー No. 7, 19×11×7 cm）に収容する。これを 23°C の定温器に入れ，24 時間後に処理虫の生死を調査する。

注) 要は処理虫に餌を与え，一定の温度（20～25°C），湿度（70～80%）の条件で保持する。

密閉容器に収容する場合，一容器には同一薬剤で処理したものだけを収容する。

抵抗性のモニタリングとしては，餌なしで処理後 2～3 時間で生死を調査する方法もある。

(5) 生死の判定

実体顕微鏡下で処理虫を微針か細筆で軽くつつき正常に反応する個体を生虫とし，仰転，歩行不能な個体を死虫とする。

注) マミーが生じたり，過って死亡させた場合，それらは供試虫数から除外する。

(6) 試験の手順

(イ) モニタリング濃度の設定

薬剤散布の少ない地域の個体群を用い，各薬剤の実用濃度を目安に 2～3 段階の濃度につき，各濃度当たり 2～3 回反復で 50 頭以上の個体を検定する。各濃度の死亡率は対照区の死亡率（20% 以上の場合，そのデータは棄却する）で補正する。その結果から，死亡率 90% 前後の薬液濃度をモニタリング濃度とする。

ただし，現在感受性個体群の入手が困難で，基礎データがないため，各薬剤の常用濃度（1,000 倍希釈）をモニタリング濃度とする。

(ロ) モニタリング

一は場 5～10 か所（互いに 5 m 程度の間隔をとる）から別々に採集した集団を各薬剤のモニタリング濃度で検定する。検定は最低 2～3 回反復とし，一集団 50 頭以上を供試する。各集団の補正死亡率から，そのは場の薬剤感受性の程度とは場内変異を知る。

(ハ) 抵抗性レベルの判定

モニタリング濃度で死亡率が低い場合には，その 2 倍，4 倍……の濃度で検定し，濃度と死亡率の関係から常法によって LC_{50} (ppm) 値を算出

する。

注) 市販の製剤の場合、高濃度では乳化剤などの影響があるので、250 倍希釈程度が限界と思われる。

2 検定を巡る問題点

薬剤感受性検定で問題になるのはサンプリングである。アブラムシでは抵抗性発達の異なるクローンがモザイク的に分布している場合、サンプリングによっては検定結果に大きな違いを生ずることになる。

中須賀 (1979) は、10 a のジャガイモ畑から均一に採集し、増殖させた 25 クローンのモモアカアブラムシのアセフェート感受性を葉片浸漬法によって検定し、クローン間で LC_{50} 値が 5.7~273.5 ppm と、大きな違いがあることを認めている。

東 (私信) は、和歌山県下 10 か所 (キュウリが主体) のワタアブラムシの薬剤感受性を虫体浸漬法により検定し、DDVP, ESP, エチオフェンカルブ感受性は地域間で異なったものの、各地域内の変異は比較的小さいこと、それに反し施設内の変異は大きいことを確認している。また、西東 (私信) も静岡県下数か所のワタアブラムシで同様な検定を実施し、キク、メロンの個体群の DDVP, マラソン, PAP 感受性は、ジャガイモの個体群より著しく低いものの、同じ植物であれば場や地域間の変異は小さいことを認めている。

このように、薬剤感受性は地域、ほ場あるいは寄主植物で異なるものの、地域や寄主植物によって一定の傾向が見られる場合もあるようである。

もう一つの重要な点は、バイオタイプの問題である。わが国のワタアブラムシでは四つのバイオタイプが確認されている (稲泉, 1985)。ヨーロッパのキクで発見されたピリミカープ抵抗性のワタアブラムシは、キュウリ

には寄生できず、この抵抗性はバイオタイプの一つと考えられている (FURK et al., 1980)。したがって、薬剤感受性が寄主植物間で異なる場合にはバイオタイプとの関連も検討する必要がある。

おわりに、虫体浸漬法を具体化するにあたって、貴重なご意見をいただいた近畿、中国地域の農業試験場の方々にお礼申し上げる。

引 用 文 献

- 1) 浅野勝司 (1979) : 野菜害虫の殺虫剤抵抗性に関するシンポジウム, 日本植物防疫協会, 53~56 (講要)。
- 2) BÜCHI, von R. and A. HÄNI (1984) : Z. Angew. Entomol. 98 : 239~246.
- 3) DEVONSHIRE, A. L. (1977) : Biochem. J. 167 : 675~683.
- 4) ——— and G. D. MOORES (1982) : Pestic. Biochem. Physiol. 18 : 235~246.
- 5) ——— and R. M. SAWICKI (1979) : Nature 280 : 140~141.
- 6) ——— et al. (1983) : Pesticide Chemistry : Human Welfare and the Environment Vol. 3 : 191~196.
- 7) FAO (1970) : FAO Plant Protec. Bull. 18 : 16~18.
- 8) ——— (1979) : ibid. 27 : 29~32.
- 9) 藤田祐輔ら (1986) : 日本農薬学会大会 (講要) A203.
- 10) FURK, C. (1986) : Bull. Entomol. Res. 76 : 53~58.
- 11) ——— et al. (1980) : Pl. Path. 29 : 191~196.
- 12) 浜 弘司・細田昭男 (1986) : 日本応用動物昆虫学会大会 (講要), 210.
- 13) 稲泉三九 (1985) : 植物防疫 39 : 426~430.
- 14) 地主 勉・本山直樹 (1981) : 日本農薬学会大会 (講要), 133.
- 15) 中須賀孝正 (1979) : 九病虫研会報 25 : 122~125.
- 16) 野村健一・船城衛介 (1977) : 千葉大園芸学部学術報告 25 : 83~87.
- 17) ———・市村 皓 (1965) : 農薬 12 (3) : 36~39.
- 18) SAWICKI, R. M. et al. (1978) : Pestic. Sci. 9 : 189~201.
- 19) 杉浦哲也 (1984) : 野菜病害虫防除現地検討会, 日本植物防疫協会, 17~23 (講要)。
- 20) 谷口達雄 (1984) : 同上, 24~30 (講要)。
- 21) TAKADA, H. (1986) : Z. Angew. Entomol. 102 : 19~38.
- 22) 高田 肇 (1986) : 日本応用動物昆虫学会大会 (講要), 209.

新しい「植物防疫」専用合本ファイル

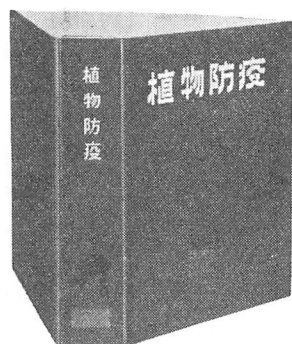
本誌名金文字入・美麗装幀

本誌 B 5 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。 ⑥ 表紙がビニールクロスになり丈夫になった。

改訂定価 1 部 600 円 送料 350 円

ご希望の方は現金・振替・小為替で直接本会へお申込み下さい。



特集：アブラムシ〔4〕

野菜アブラムシ類防除の現状と問題点

鳥取県園芸試験場 たに ぐち たつ お
谷 口 達 雄

はじめに

野菜のアブラムシ類は、各種病原ウイルスを媒介するとともに、生育初期には吸汁による捲葉ならびに生育抑制を、生育後期には収穫物への甘露堆積、すす病の誘発などをもたらし、野菜の安定生産に大きな障害となっている。とりわけ、ワタアブラムシとモモアカアブラムシの2種は寄主範囲が広く、前者はウリ科、ナス、サトイモ、後者はナス科、アブラナ科を中心に各種の野菜に発生し、被害が大きい。そのため、この2種のアブラムシの防除には薬剤が頻繁に使用された。加えて、近年における野菜の多品目化、作型の多様化がいつそう淘汰回数を増加させており、アブラムシ類の薬剤抵抗性の発達に懸念されていた。

わが国でアブラムシ類の殺虫剤に対する感受性低下が報告されたのは、野村と市村（1965）による有機リン剤抵抗性のモモアカアブラムシが最初である。しかしながら、当時は多くの有効な代替薬剤があり、さらに1970年代には新規殺虫剤も数種類開発されて、アブラムシ類は、“ハダニと異なり何をかけても効く”という安易な風潮があった。

ところが1980年代に入ると、それまで報告のなかったワタアブラムシの薬剤感受性低下が全国的に農家から指摘されるようになった。そこで、鳥取県をはじめいくつかの県で防除試験が実施された結果、各種有機リン剤の効力低下が確認された。さらに、鳥取県ではモモアカアブラムシについても検討した結果、有効な薬剤はワタアブラムシ以上に少なく、その種類もワタアブラムシと大きく異なることが明らかとなった。ここでは、鳥取県におけるアブラムシ類の薬剤抵抗性の実態を中心に対策と問題点を取りまとめ、参考に供したい。

I 薬剤抵抗性の実態

1 ワタアブラムシ

ワタアブラムシは比較的高温を好み、6～8月に多発する。このため、スイカ、メロンでは1作当たり5～7

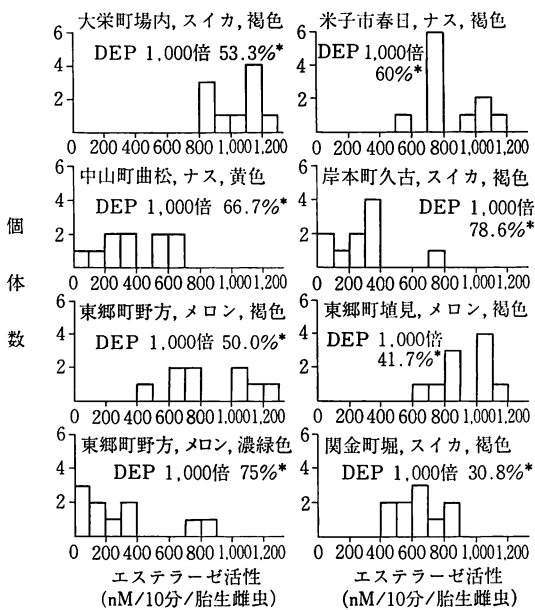
第1表 ワタアブラムシに対する各種薬剤の殺虫効果（1982～83）

殺虫剤成分の種類	供試薬剤	希釈倍数(倍)	1982	1983
有機リン剤 ホスフェート型	ジメチルビンホスP	1,000	—	1.4
	D D V	1,000	2.9	18.2
	C V P	1,000	6.5	—
	B P R	1,000	—	5.2
チオノ型	C Y A P	1,000	5.8	5.2
	M P P	1,000	—	2.0
	M E P	1,000	0.4	6.2
	ピリミホスメチル	1,000	2.1	—
	ダイアジノン	1,000	3.9	14.2
	イソキサチオン	1,000	1.8	—
	ピリダフェンチオン	1,000	4.4	13.6
	サリチオン	1,000	1.1	7.8
チオール型	E S P	1,000	20.6	22.1
	バミドチオン	1,000	49.9	59.9
ジチオ型	マラソン	1,000	25.9	23.1
	ホルモチオン	1,000	23.2	6.4 ^{a)}
	チオメトン	1,000	28.6	62.3
	ジメトエート	1,000	3.7	—
	ホサロ	1,000	7.1	—
	P A P	1,000	1.4	8.0
	D M T	1,000	1.2	—
ホスホネート型	D E P	500	24.1	58.5
	C Y P	1,000	—	49.0
	E P N	1,000	—	52.8
アミデート型	アセフェート	1,000	6.9	56.4
カーバメート剤	N A C (50%)	1,000	1.3	2.2
	エチオフェンカルブ	1,000	7.0	6.6
	メソミル	1,000	0	0.1
	ピリミカーブ	1,000	51.9	—
有機塩素剤	ベンゾエビン	1,000	0.1	0.9

散布2日後の補正密度指数を示す。 ^{a)} 500倍液散布。

回の薬剤散布を行うが、作型の多様化もあって、産地全体としては通算して年10回以上の淘汰圧がかかっている。このような状況の中で、1981年には現地でワタアブラムシに対するチオメトンの効力低下の疑いが持たれるようになり、翌82年には防除試験を実施した。その結果、チオメトンの効果が著しく低下していることが確認され、他剤の効力についても検討を迫られた。そこで、30数種の有機リン剤のうち20種を供試しては場試験を行った結果、第1表に示すようにチオール型の

Present Situation of Chemical Control on the Aphids of Vegetable Crops. By Tatsuo TANIGUCHI



第 1 図 ワタアブラムシのエステラーゼ活性と薬剤感受性 (1985)

ESP, バミドチオン, ジチオ型のチオメトン, マラソン, ホルモチオンならびにホスホネート型の DEP の 6 剤に効力低下が認められた。さらに翌 83 年の追跡, 追加調査の結果, ホスホネート型の CYP, EPN とともにアミデート型のアセフェートにも効力低下が認められた (谷口, 1984)。この時点では, ホスフェート型の DDVP, チオノ型の MEP, ダイアジノンなどは汎用されていたわりには効果が強く, ワタアブラムシでは比較的抵抗性の発達しにくい構造かと思われた。ワタアブラムシの薬剤抵抗性は, 杉浦 (1984), 佐々木 (1984), 合田 (1984) も報告しており, 既往の使用薬剤の相違のためか効力低下が見られた薬剤の種類に多少の違いはあるが, 有機リン剤の基本的構造を見ると, 同一の傾向が認められる。ところで, アセフェートなどは元来ワタアブラムシに効かなかったのではないかという声もある。しかし, これらの有機リン剤は開発当初から殺虫活性ははずば抜けて高くはなかったが, 1972~73 年度の実用濃度による防除試験結果を見ると, 十分な効果を示していた。また, 佐々木 (1984) が報告しているワタアブラムシに対する各種殺虫剤の 8,000~32,000 倍の殺虫力と, 現在鳥取県におけるそれらの 1,000~2,000 倍の殺虫力とがほぼ一致している。したがって, 1970 年代初期と現在を比較すれば, 30 数種個々の有機リン剤に対する抵抗性というよりは, むしろ有機リン剤全体に対する抵抗性レベ

第 2 表 ワタアブラムシの各種薬剤に対する感受性 (1985)

供試薬剤	倉吉市	大 栄 町	
	ナス (5.11)	オクラ (6.1)	スイカ (7.13)
バミドチオン	586 ppm	822 ppm	1,422 ppm
D E P	224	378	—
D D V P	17	169	216
ダイアジノン	26	111	187
ホ サ ロ ン	—	90	182

LC₅₀ 値 (24 時間後)

ルが上がってきていると言えるのではないか。
モモアカアブラムシでは, 有機リン剤抵抗性レベルとアリエステラーゼ活性には高い相関が認められている (NEEDHAM ら, 1971; 浜, 1981)。そこで, ワタアブラムシでも両者の関連が高いかどうか検討した。スイカ, メロンの大規模産地や栽培歴の古い産地ほど有機リン剤抵抗性が発達している傾向が認められ (第 1 図), DEP に対する感受性の低下した個体群ではアリエステラーゼ活性の高い個体が多い傾向が認められた。このことから, ワタアブラムシでもエステラーゼ活性の測定により個体群ならびに個体ごとの抵抗性レベルをある程度把握できると思われた。

次に, 薬剤感受性の季節変動を見ると, 1984 年 6 月には PAP を除く 8 剤の効力が低かったが, 翌年 5 月には前年初めて効力低下の認められた DDVP, ホサロンおよびダイアジノンの効力が再び高くなっており, その後は薬剤淘汰によって再度効力が低下した (第 2 表)。この現象は 86 年にも確認された。鳥取県は 11 月の平均気温が 10~11℃ であることから, 完全生活環のタイプと不完全生活環のタイプの両方が存在すると思われるが (稲泉, 1985), 完全生活環のタイプは両性生殖によって薬剤感受性がある程度復活するのかもしれない。

また, ワタアブラムシの体色は濃緑色から褐色, 黄色と多様であるが, 野外では春先に濃緑色のものが多く, 気温が上昇するにつれて褐色, 次いで黄色が優占するようになる。これはバイオタイプ (稲泉, 1985) によるものもあると思われるが, 無翅胎性雌虫が産仔した幼虫を 18, 23, 27℃ の各温度条件下でメロン葉を餌に飼育した結果, 18℃ では濃緑色, 23℃ では褐色, 27℃ では黄色の成虫となった。この場合, 薬剤感受性には変化がなかったため, 体色は抵抗性と直接には関係ないと思われるが, さらに検討が必要である。

その他, 現地試験では 6 月の施設内と露地のワタアブラムシを比較すると施設内のほうが感受性が高いとか, ウリ科の中でも, スイカ, メロンに比べキュウリに寄生

第3表 ワタアブラムシとモモアカアブラムシに対する各種殺虫剤の防除効果 (1984)

殺虫成分の種類	薬 剤 名	希釈倍数 (倍)	ワタアブラムシ		モモアカアブラムシ	
			'83 年 スイカ	'84 年 スイカ	甘長 トウガラシ	キャベツ
有機リン剤 ホスフェート型	ジメチルビンホス WP	1,000	1.4	13.0	—	31.4
	D D V P EC	1,000	2.9	27.3	15.8	16.3
チ オ ノ 型	C Y A P EC	1,000	5.8	2.4	32.7	93.5
	ピリミホスメチル EC	1,000	2.1	6.9	—	14.8
	ダイアジノ EC	1,000	3.9	26.5	72.7	20.0
	M E P EC	1,000	0.4	7.6	28.6	—
	サリチオン EC	1,000	1.1	1.2	46.4	—
チ オ ー ル 型	E S P EC	1,000	20.6	27.8	—	1.3
	バミドチオン L	1,000	44.9	—	—	5.6
ジ チ オ 型	チオメトン EC	1,000	28.6	93.6	33.9	—
	マラソン EC	1,000	25.9	22.0	69.4	24.7
	ホサロトン EC	1,000	3.7	52.9	6.2	2.6
	ホルモチオン EC	500	6.4	20.1	8.8	2.9
	P A P EC	1,000	1.4	8.6	43.3	88.4
	ジメトエート EC	1,000	7.1	7.7	—	13.5
ホスフォネート型	D P E EC	500	24.1	20.8	44.0	—
アミデート型	アセフェート WP	1,000	56.4	17.2	0	0
カーバメート剤	N A C WP	1,000	1.3	8.0	52.4	18.3
	B P M C EC	1,000	—	8.7	—	37.5
	エチオフェンカルブ EC	1,000	7.0	31.7	0	0
	ピリミカーブ WP	1,000	51.9	40.4	3.1	0
	メソミル WP	1,000	0	0.9	3.1	—
有機塩素剤	ベンゾエビン EC	1,000	0.1	0.6	5.4	—

散布2日後の補正密度指数を示す。 指数 10 以下：有効，10～20：やや効力不足，20 以上：効力不足

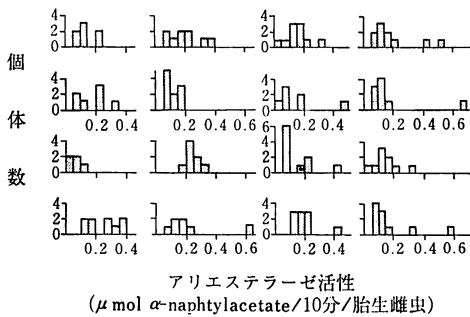
しているワタアブラムシのほうが感受性が高いことなどを経験しているので、これらについても今後検討が必要である。

2 モモアカアブラムシ

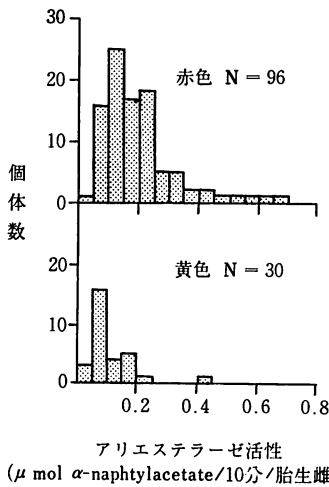
モモアカアブラムシの薬剤抵抗性は、ワタアブラムシより早く発達したにもかかわらず、全国的には最近まではほとんど問題になっていなかった。鳥取県では甘長トウガラシの産地育成に資するため、1984年に各種薬剤に対する感受性を調べた結果、有効薬剤がかなり少なくなっていた(第3表)。これはアブラナ科野菜などにおける薬剤淘汰による結果であろうが、ワタアブラムシに対する有効薬剤の中にもモモアカアブラムシには効力の低下しているものが多く認められた。同年の防除試験でモモアカアブラムシに有効であったのは、有機リン剤ではチオール型の ESP、バミドチオン、ジチオ型のホサロン、ホルモチオン、アミデート型のアセフェートならびにカーバメート剤のエチオフェンカルブ、ピリミカーブ、メソミルであったが、これらのうちワタアブラムシにも有効な薬剤はメソミルだけであり、薬剤感受性スベ

クトラムが明らかに異なることから、両種の薬剤抵抗性機作は少し異なると思われた(谷口, 1985)。翌85年には、有機リン剤の中でアセフェート以外の薬剤には効力低下が認められ、カーバメート剤のピリミカーブにも効力低下が認められた。ちなみに、ピリミカーブに対する抵抗性は分解酵素の活性化によるものではなく、アセチルコリンエステラーゼの感受性低下によることが明らかにされている(藤田ら, 1986)。

次に、ダイコンは場に発生したモモアカアブラムシのアリエステラーゼ活性の測定によって感受性の個体変異を調査した。その結果、ほ場内各地点のモモアカアブラムシ個体群のエステラーゼ活性はほとんど同じ程度であったが、一部に高い活性の個体も認められた(第2図)。このような場合、見かけ上の防除効果が得られても、次世代には効力が低下する危険性がある。また、このエステラーゼ活性を体色別に見ると、第3図のように赤色のほうが黄色のものよりエステラーゼ活性の高い個体が多くなり多く認められた。松本ら(1979)によると、緑色のほうが赤色より感受性が低いとされているが、その逆の



第 2 図 ダイコンほ場 (4 a, 16地点) に発生したモモアカアブラムシのアリエステラーゼ活性 (1986)



第 3 図 ダイコンほ場に発生したモモアカアブラムシの体色とエステラーゼ活性 (1986)

場合や同程度の場合もあるので、体色と抵抗性の関係については、ワタアブラムシと同様にさらに検討が必要である。

なお、野菜には、果樹で薬効低下が問題とされているユキヤナギアブラムシや *Ovatus* sp. の寄生 (内田, 1986) はなく、ワタアブラムシ、モモアカアブラムシ以外のアブラムシ類の薬剤感受性はかなり高いようである。

Ⅱ 防 除 対 策

以上述べてきたように、アブラムシの防除は薬剤抵抗性により甚だ難しい現状にあり、現在のような薬剤の使用では今後ますます防除が困難になろう。抵抗性が発達している現状でも、有効な登録農薬が比較的多いナスやキュウリでは、有機リン剤、カーバメート剤、有機塩素

第 4 表 ワタアブラムシに対する有機リン剤と NAC 剤との混用効果 (1984)

供 試 薬 剤					散布 2 日後 補正密度指数
ホ	サ	ロ	ン	EC 1,000 倍	41.5
ア	セ	フ	ェ	WP 1,000 倍	91.6
D	D	V	P	EC 1,000 倍	38.6
D	E	P		EC 500 倍	63.3
N	A	C	WP 1,000 倍		4.9
			2,000 倍		9.5
ホ	サ	ロ	ン	EC 2,000 倍	
				+NAC WP 2,000倍	1.5
ア	セ	フ	ェ	WP 2,000倍+	2.6
D	D	V	P	EC 2,000倍+	4.7
D	E	P		EC 1,000倍+	1.6
無	処	理			100

第 5 表 ワタアブラムシに対する有機リン剤と NAC の混用効果 (1984)

混 用 希 釈 倍 数		N A C WP (倍)				
		1,000	2,000	4,000	6,000	—
ダイア	1,000倍	0.9	1.3	2.2	9.1	18.0
	2,000倍	1.0	1.8	5.6	12.1	36.9
ジノン	4,000倍	1.9	5.3	8.3	11.1	54.3
	6,000倍	11.1	11.6	20.4	32.8	84.6
EC	—	9.1	13.3	30.4	57.0	100

散布 2 日後の補正密度指数を示す。

第 6 表 ワタアブラムシに対する有機リン剤と BPMC の混用効果 (1984)

供 試 薬 剤					散布 3 日後 補正密度指数
B	P	M	C	EC 1,000倍	8.7
				1,500倍	19.1
ホ	サ	ロ	ン	EC 1,500倍+	3.6
				BPMC EC 1,500倍	
マ	ラ	ソ	ン	EC 1,500倍+	5.3
無	処	理			100

剤、合成ピレスロイド剤によるローテーション散布の体系が望まれる。登録薬剤の少ない作物では有機リン剤の基本骨格を認識してローテーション散布を行わなければならないが、登録が有機リン剤に限られている場合は DDVP、ダイアジノン、ホサロンに例を見るような急激な感受性の低下につながる可能性がある。そのため、新規格化合物の早期登録と既存薬剤の適切な登録拡大が是非必要である。

そのほかの対策としては、協力作用が認められる薬剤を組み合わせるのも有効な方法である。有機リン剤抵抗性ツマグロヨコバイに対して、有機リン剤とカーバメート剤の混合剤が協力作用を示すが (浜ら, 1973; 尾崎ら,

1981), アブラムシ類でも両剤の協力作用が認められる(第4~6表)。この場合, 防除の対象となる個体群に対しておのおのの薬剤の淘汰回数はやや多くなるとしても, 淘汰圧は小さくできると考えられる。

III 防除上の問題点

現在, アブラムシ類の薬剤抵抗性問題をより大きくしている点は, まずセミマイナーの野菜(スイカ, メロン, ジャガイモ, ピーマンなど)は登録農薬の種類が少なく, その中に有効薬剤がほとんどないことである。次いで, アブラムシの防除薬剤は比較的残効が短く, いったんアブラムシを防除しても短期間で密度が回復するため, ややもすると限られた薬剤によって頻繁に防除が行われることである。これには, 野菜の安定生産上, 害虫は完全に撲滅しなければならないという防除感覚も影響している。さらに, 野菜は施設, 露地あるいは立ち, 地這いなどの栽培様式を問わず比較的茎葉繁茂型のものが多く, 薬剤の散布むらが生じやすいため, 十分な殺虫効果が上がらず, 防除回数が増える傾向も認められている。

一方, 最近の野菜栽培は作型がかなり分化しており, 収穫が完了した作型の茎葉を片付けずに次の作型の収穫へと向かう場合が多く, このようなほ場で増殖した有翅成虫は周辺は場に飛来して, さらに急激な密度上昇につながっている。このような点は, 地域ぐるみでは場管理の徹底が図られなければならない。また, アブラムシ類の有翅成虫は, 数多い野菜のみならず果樹も含めて比較的広範囲に飛しょう活動していると考えられるので,

基礎的な生態調査を基に, 地域全体でアブラムシの防除体系を考え, 一斉防除を徹底させることが重要である。

おわりに

野菜のアブラムシ類では, 最近の薬剤抵抗性の発達により有効薬剤が減少し, 防除がますます困難になっている。このため, アブラムシ類の生態的特性と関連づけた抵抗性の動態を明らかにし, これらの知見に基づいて, 有効薬剤に対する抵抗性の発達を抑制する体系防除を確立する必要がある。防除の基本は, 化学防除のみに依存するのではなく, 被害解析による要防除密度の設定と管理型防除の意識の啓発が大切であり, 忌避資材の有効利用や天敵の導入などを組み入れた総合的な防除体系の確立が重要である。

引用文献

- 1) 合田健二(1984): 野菜病害虫防除現地検討会, 講要, 日本植物防疫協会, 1~10.
- 2) 藤田祐輔ら(1986): 第11回農薬学会講要: 70.
- 3) 浜 弘司(1981): 植物防疫 35: 21~26.
- 4) ———・岩田俊一(1973): 応動昆 17: 181~186.
- 5) 稲泉三丸(1985): 植物防疫 39: 426~430.
- 6) 松本奎吾・辻 英明(1979): 応動昆 23: 92~99.
- 7) NEEDHAM, P. H. and R. M. SAWICKI(1971): Nature 230: 125~126.
- 8) 野村健一・市村 皓(1965): 農薬 12(3): 36~39.
- 9) 尾崎幸三郎・佐々木善隆(1981): ツマグロヨコバエの殺虫剤抵抗性に関する研究, 日本植物防疫協会, 75~86.
- 10) 佐々木善隆(1984): 今月の農薬 28(10): 91~95.
- 11) 杉浦哲也(1984): 野菜病害虫防除現地検討会, 講要, 日本植物防疫協会, 17~23.
- 12) 谷口達雄(1984): 同上, 日本植物防疫協会, 24~30.
- 13) ———(1985): 関西病虫研報 27: 56.
- 14) 内田正人(1986): 今月の農薬 30(1): 54~59.

人 事 消 息

(4月1日付)

速水昭彦氏(農業研究センター企画連絡室長)は農業環境技術研究所長に

姫田正美氏(北陸農業試験場長)は東北農業試験場長に
武井 昭氏(農業研究センター総合研究官)は北陸農業試験場長に

堀江保宏氏(蚕糸試験場企画連絡室長)は蚕糸試験場長に
浅賀宏一氏(技会事務局研究開発課長)は農研センター企画室長に

田中弘敬氏(畜試育種部育種2研究室長)は生物研遺伝資源二部長に

小谷 晃氏(四国農試土地利用部野菜畑作研究室長)は熱研センター沖縄支所長に

渡辺康正氏(熱研センター沖縄支所長)は熱研センター主研に

吉野嶺一氏(北陸農試環境部病害2研究室長)は農研センター病害虫防除部水田病害研究室長に

日比忠明氏(生物研機能開発部微生物機能利用研主研)

は同研究室長に

玉木佳男氏(環境研環境生物部昆虫管理科生理活性物質研究室長)は環境研企画連絡室長に

本間健平氏(北海道農試畑作部畑虫害研主研)は野菜・茶試茶栽培部虫害研究室長に

北村実彬氏(九州農試環境一部虫害1研主研)は北海道農試病理昆虫部虫害1研究室長に

樋口昭則氏(農研センタープロジェクト研6チーム主研)は北海道農試農業経営部経営1研究室長に

八重樫博志氏(環境研環境生物部微生物管理科寄生菌動態研主研)は東北農試栽培一部病害2研究室長に

門間敏幸氏(農研センタープロジェクト研2チーム主研)は東北農試農業経営部経営1研究室長に

鈴木穂積氏(東北農試栽培一部病害2研究室長)は北陸農試環境部病害2研究室長に

寒川一成氏(北陸農試環境部派遣職員)は九州農試環境一部虫害3研究室長に

宮崎昌久氏(環境研環境生物部昆虫管理科昆虫分類研主研)は蚕試栽培部桑虫害研究室長に

特集：アブラムシ〔5〕

アブラムシのプレパレート作成法

——新しい PVA 法の紹介——

農林水産省農業環境技術研究所 ^{みや}宮 ^{ざき}崎 ^{まさ}昌 ^{ひさ}久

はじめに

昆虫の標本は、虫体をそのまま針刺しにして乾燥した乾燥標本と呼ばれるものももっとも一般的であるが、蝶蛾の幼虫など、風乾では自然な形を保つことができないものは、アルコールなどに浸漬したいわゆる液浸標本にするし、アブラムシやカイガラムシなどの微小昆虫は、生物顕微鏡による観察が不可欠なため、プレパレート標本を作成する必要がある。いずれの場合も形態の特徴を観察するのに適した状態に標本を整えること、そしてそのように作られた標本が永久的に保存できることが必要である。乾燥標本では、観察しやすい標本にするために針の刺しかた、翅や脚の整えかた、小型なものでは台紙などへのはりつけかたにくふうが凝らされるし、保存のためには腐敗を避けて速やかに乾燥させること、カビや虫による食害から守ることに細心の注意が払われる。

プレパレート標本では、乾燥標本と同じように、形の整えかたも一つの大切なポイントではあるが、それ以上に虫体の内容物が光をむらなくよく通す状態にすることが不可欠である。体の内容物が不透明で、光源装置から送られてくる光を透過しないのでは、顕微鏡でのぞいても虫は真っ黒に見えるだけで、表皮の構造を観察することはできない。また一見光をよく通り、透明に見えていても、油滴や体内の組織の残骸によって透過光が複雑に屈折するようでは、やはり表皮構造の観察は困難である。このため、封入剤への封埋に先立って、光の透過性を良好な状態にする前処理が必要になる。

でき上がった標本の保存に関しては、プレパレート標本では虫体そのものに対するカビや虫の害はあまり問題にならない。しかし封入剤の曇りやひび割れ、封入後の虫体の過度の透明化（甚だしい場合には何も見えないほどに「透明」になってしまう）、といった難しい問題がある。

言うまでもなく、標本を作ること、保存すること自体が最終的な目的ではないので、それに割かなければならない時間と労力ができる限り少なくて済むような方法がくふうされてきた。プレパレート標本の作成はことに手間と熟練を要求されるため、封入剤とそれになじむ前処理についていろいろな方法が考案、試行され、本誌上でもすでにいくつかの方法が紹介されている。

ここで述べる方法は、PVA 法、つまりポリビニルアルコール (PVA) を封入剤として用いる方法の一種である。PVA の利用は古くから試されていて、その意味では目新しい方法ではないが、従来の処方では標本の変形を生じやすかったり、封入剤の変質が生じやすかったりして、必ずしも満足すべきものではなかった。最近スウェーデンの DANIELSSON (1984) は 2 種類の PVA を組み合わせた“polyviol”と呼ばれる封入剤による方法を紹介した。この方法は、初めてプレパレートを作ろうとする人にも容易に習熟できると思われ、良質で保存性の良いプレパレートが手軽に得られるので、以下に紹介する次第である。大要は DANIELSSON (1984) の処理・処方に従ったが、筆者なりに改変したところもある。

I プレパレート作成手順

プレパレートの作成手順を要約して表示すれば、下記のようなになる。以下に手順を追って説明を加えることにしよう。

1. 脱脂
2. 98% エタノールによるリンス
3. 10% KOH 処理
4. 水洗
5. 50% 乳酸処理
6. PVA 封入
7. 乾燥およびラベル貼付

1 脱脂

PVA 法の封入液（以下、単に PVA と記す）は親水性であり、昆虫体内の脂肪は油滴となって残る。この油滴が多いと甚だ観察しにくい標本となるため、あらかじめ脱脂しておくことが望ましい。脱脂液の組成は下表の

How to Make Aphid Preparates. Introduction
to a Modified Procedure with Polyvinyl Alcohol.
By Masahisa MIYAZAKI

とおりである。

〔脱脂液〕	キシロール	2 容
	酢酸エチル	2 容
	98% エタノール	1 容

野外で採集したアブラムシは、通常 70～80% エタノールに保存するが、これを上記の脱脂液に移し、室温で数日放置する。保存用管瓶のアルコールをスポイトで除き、一度 98% エタノールでリンスした後、脱脂液を注ぐとよいであろう。小型の種類では半日～1 日で十分脱脂できることが多いようである。

2 98 %エタノールリンス

脱脂完了後（といっても外見上はほとんど何の変化もないことが多い）、脱脂液を除去するために 98% エタノールでリンスする。スポイトで脱脂液を除き、一度 98% エタノールですすぎ、新しいエタノールに替えて 10～20 分放置する。この処理の後、余分な標本は 70～80% エタノールに移して、長期間保存することが可能である。

3 KOH 処理

体の内容物を溶かすため、10% KOH 溶液に浸漬する。処理容器は容量 5 ml 程度の磁製るつばか、ガラス製秤量瓶のようなものが手ごろであるが、管瓶や小型の試験管などでもよいであろう。室温下でも構わないが、50～90°C 程度に加温できれば処理が早く済む。加温には恒温器やホットプレートを利用する。処理時間は虫の大きさや状態によって異なり、50°C で 30 分ないし 2 時間程度。内容物が透き通ってくればそれでよい。処理が強すぎると表皮に沈着した黒褐色の色素が退色したり、さらには刺毛や表皮まで侵されるので、処理しすぎないように気をつける。実体顕微鏡下で観察して、程よい処理の状態を会得するのは、さして難しいことではない。体の内容物、特に胚子が多すぎると、表皮構造観察の妨げになるので、そのような場合には少し内容物を取り去ってやる。それには KOH 溶液の中で虫体の腹部後方の腹面、臀板と生殖板の間を針先で切り裂き、ピンセットで静かに体を圧して内容物を押し出すとよい。このような解剖には微小昆虫の針刺し標本に用いる「微針」を、マッチの軸木または割ばしの先に植え込んだものが便利である。またこの処理は透過光用の鏡台にセットした実体顕微鏡下で行うが、容器は時計皿をシャーレで安定させて用いるか、厚さ 10 mm ほどのガラスブロックの中央に直径 35～40 mm のくぼみをうがったものがあると便利である。

なお、胚子もまた分類学上重要な情報を提供してくれる場合があるので、胚子すべてを除去するのは必ずしも

望ましいことではない。十分発達した胚子の若干を体内に残すか、胚子の取り出しを最後の封入液の中で行い、取り出した胚子を一緒に封じるのも一つの方法である。

4 水洗

KOH が残ると標本を傷めることになるので、水で洗って除去する。KOH 溶液から標本を水に移し、かくはんした後新しい水に替え、50°C で数時間放置する。急ぐ場合は処理時間はもっと短くしてもよく、逆に翌日以降に持ち越しても構わない。水洗には KOH に溶けた内容物を溶出し、標本をきれいにする効果もある。

5 乳酸処理

標本を 50% 乳酸に移し、50°C で 20～30 分放置する。体の柔らかい種類では、乳酸に入れると体や脚、触角がつぶれることがある。このような標本は室温で数時間放置すると元の状態に戻ることが多い。

なお、乳酸の中に標本を数日以上放置しても傷むことはないで、ここで一時作業を中断しても支障はない。

6 封入

汚れやほこりのないスライドガラスの中央に封入液を一滴取り、これに標本を移す。マッチの軸木や割りばしに植え込んだ微針の先を L 字型に曲げ、曲げた先をさらに輪にしたものを用意すると、標本をすくって封入液に移すのに便利である。封入液の中で体や脚などの形を整え、カバーガラスをかける。液が少ないと標本が過度にへん平に押しつぶされるので、封入液はたっぷり使い、封入後に脚、角状管、尾片などが自然な太さを保つようにするのがよい。一枚のプレパラートに多数の個体を封入して差し支えはないが、標本の利用と保管上の安全面からは、なるべく標本を分散して、複数のプレパラートにしておくことが望ましい。

体の柔らかい標本は、封入後に変形を起こすことがある。このような標本は小さな容器に封入液を取り、この中に室温で 1～2 日置くと変形の回復することが多いので、その後に封入するとよい。

DANIELSSON による封入液 (polyviol) の処方下記のとおりである。

〔封入液〕	Mowiol N4-98	25 g
	Mowiol N56-98	5 g
	96%エタノール	30 ml
	蒸留水	105 ml
	乳酸 (局方)	上記混合物と同容

Mowiol はヘキスト社製 PVA の商品名で、数字は重合度とけん化度を表している。2 種類の PVA はいずれもけん化度が高いこと、そして重合度が互いに大きく異

なることがポイントである。筆者は上記処方の代わりに分子量 14,000—けん化度 100%, および分子量 126,000—けん化度 98% の 2 種類の PVA を用い, polyviol と同様の良好な結果を得た。エタノールは 98% でも構わない。

まず水とエタノールを合わせ、これに 2 種類の PVA をかき回しながら加える。さらにこの混合物と同容積の局方乳酸を加える。この混合物を 60°C で時折かくはんしながら加熱し続けると、数時間で透明で粘ちょうな溶液になる。このままでは透明ではあるが、ゼリー状の微粒子がたくさん懸濁しているので、これを汨し去ることが望ましい。しかし液が粘ちょうなため、汨過は容易ではない。超遠心分離器を用いると、30,000 rpm, 30 分で完全に分離することができた。

7 乾燥とラベル貼付

封入を終えたプレパラートは、封入液が十分固化するまで水平に保たなければならない。木枠に紙をはった、マップと呼ばれる障子状のものと便利である。50°C で 4~5 日置くと、ガラス表面のはこりを軽く払ったり、顕微鏡にかけたりする、通常の扱いには支障のない程度に周辺が固化する。プレパラートボックスに移すことも可能である。しかしこの程度では中央部がまだ十分固化しておらず、長時間プレパラートを垂直な状態にすると徐々に流れることがあるので、使用しないときは箱を本のように立てて保存し、プレパラート自体は水平になるように配慮する。DANIELSSON はプレパラートを垂直な状態で安全に保存するには、70°C で 1 週間以上乾燥することを勧めている。

以上で、標本の封入は完了する。しかしまだラベリングという作業が残っている。標本は採集データを示すラベルが無ければ、標本としての役割が果たせない。ラベルの添付はきちんとしていたものである。

標本はスライドガラスの中央に封入してあるので、両側が空いている。片側にデータを、他の側に同定ラベルをはりつけるのがよいであろう。データラベルは右なら右、と決めておくと、プレパラートボックスに整理したときに、必要な標本を捜し出すのに具合がよい。ラベル用紙はプレパラート用のりつきラベル (23×23 mm) が市販されている。文字は黒インクを使うのがよい。水性インクのフェルトペンは便利であるが、退色しやすく、年月を経ると読めなくなる可能性が大きいので避けたい。データラベルには採集地、採集年月日、寄主植物、採集者名を書き込む。採集地など、だれでもわかるように、略記を避け、きちんとしたラベルを与えておきたい。

II 他の方法との比較

この方法は、アブラムシだけではなく、カイガラムシ、コナジラミ、アザミウマなど微小昆虫に広く適用可能である。同じように種々の昆虫のプレパラート作成に広く用いられているバルサム法やガム・クロラル法と比較して、長所、短所がそれぞれにあるようなので、主な点を述べて参考に供したい。バルサム法、ガム・クロラル法ともいろいろな処方がある。そのいくつかを参考文献に挙げたが、筆者自身はバルサム法は RICHARDS (1964)、ガム・クロラル法は EASTOP et van EMDEN (1972) になじんでいるので、これらを念頭において比較してみたい。

1 処理の簡便性

バルサム法ではバルサムが親水性に乏しいため、封入前に脱水を完全にせねばならず、このため体の内容物が観察の妨げとならないような、きれいな標本を作るには、手間と技術の習熟が必要である。これに対し、PVA やガム・クロラルは親水性であるため、光の透過性のよい標本を得るのにほとんど熟練を要しない。ただし、この利点を十分に引き出すためには、あらかじめ脱脂処理をきちんとしておくことがポイントである。特にガム・クロラルは封入剤自体に標本の内容物を透明化する力があるので、脱脂処理さえしてあれば、他の前処理を省略してアルコール液浸から直接封入しても、ごく小型の種類であれば数日後には観察が可能になるという手軽さがある。PVA 法でも封入剤に透明化の作用はあるが、その程度はガム・クロラルより弱い。

2 標本のコントラスト

標本と封入剤それぞれの持つ光の屈折率の関係によって、同じ種類の標本でも、顕微鏡にかけたときの見えかたはかなり違う。バルサム封入標本では標本のコントラストは比較的弱く、標本の輪郭や表面構造の見えかたはマイルド、ないしはやや眠い。PVA とガム・クロラルではバルサムよりもコントラストが強く、輪郭がよりくっきりと見える。したがって微細な形質や角質化の弱い特徴の観察には、このほうが有利である。

3 標本の保存性

100 年後の標本の状態は、100 年後になってみないとわからない。新しい方法を試みるとき、標本の保存性についてはいつもこの種の不安がつきまとう。polyviol に関しては DANIELSSON 自身による 10 数年間の使用実績があり、もっとも古い標本で 20 年を経過したものがあって、どれも標本の劣化は認められないという。筆者は PVA のプレパラートを試みに 50°C の恒温器に入

れ、乾燥処理を続けているが、10 か月経った現在も標本に変化らしい変化は出ていない。ガム・クロラルのプレバラートで、カバーガラスの周囲をシールしていないものは、同様の処理で4~5 日後に周辺から白濁が始まり、1 週間ほどで全面が観察不能の状態になった。ガム・クロラル法のプレバラートにとって、空調の効いた部屋は乾燥が強くなりやすいので、あまり住み心地の良い場所ではないのであろう。バルサム法はもっとも長い使用実績を持ち、保存性に対する信頼度は高い。ただし、長い間に標本のコントラストが低下する傾向のあることが知られており、これとても完璧な方法ではない。polyviol では20 年前の標本もコントラストは良好であるという。

4 その他

バルサムの場合封入時の標本は脱水の際に硬化して、形を整えにくいことがある。PVA とガム・クロラルでは体は柔らかい。特に PVA ではきわめて柔らかく、

むしろ正体の無い扱いにくさを感じるかもしれない。

PVA、ガム・クロラルはバルサムに比べてカバーガラスの下で標本が過度にへん平になる傾向が強いので、封入液をたっぷり使うよう配慮する必要がある。

このほかにもそれぞれの個性があるが、ここに紹介した PVA 法は簡便さにおいてガム・クロラル法に近く、保存性においてはそれより優れる。またバルサム法に比べて簡便さとコントラストで優れる、と言えそうである。

参 考 文 献

- 1) DANIELSSON, R. (1984) : Entomol. Scand. 15 : 383~385.
- 2) EASTOP, V. F. et al. (1972) : H. F. van EMDEN (ed.), Aphid Technology, p. 1~45.
- 3) RICHARDS, W. R. (1964) : Can. Entomol. 96 : 963~966.
- 4) 高木貞夫 (1970) : 植物防疫 24 : 393~396.
- 5) 田中 正 (1967) : 同 上 21 : 373~378.
- 6) ——— (1983) : 昆虫と自然 18 (7) : 26~28.

本 会 発 行 図 書

新 版 土 壌 病 害 の 手 引

「新版土壌病害の手引」編集委員会 編

B5 判 349 ページ 上製本

定価 6,000 円 送料 350 円

長く親しまれてきた「土壌病害の手引」旧版を新しく書き直し、全面的に改訂しました。

土壌病害全搬にわたって、基礎から応用までを詳しく解説しております。

土壌病害研究の専門家はもちろん、学生、普及所、試験場など幅広い方々にご利用いただけます。

内 容 目 次

第1章 土壌病害とは

土壌病害と病原／土壌病害の特色／土壌病菌の特色／防除の特殊性

第2章 土壌病害の診断

土壌病害の見分けかた／種々の土壌病害の見分けかた／病原の分離から同定まで（一般的手法）／種々の病原の分離と同定

第3章 病原の生態と発病のしくみ

病原の生活環／土壌病害の発病環境／病原菌と土壌微生物、宿主植物との間の相互関係／土壌伝染性ウイルス病／線虫病

第4章 土壌病害の防ぎかた

薬剤防除／物理的防除／生態的防除／抵抗性品種（台木）の利用

第5章 土壌病害の実験法

接種試験法（接種法と調査法）／病原の検出と定量／病原の培養と保存／薬剤試験法／品種抵抗性検定法／生態実験法

付 録

文献／培地組成と作りかた／土壌病害用語解説／病名・病原名索引

お申込みは前金（現金・振替・小為替）で本会へ

ブドウ芽枯病 (新称) の発生とその病原菌

秋田県果樹試験場天王分場	ふか 深	や 谷	まさ 雅	こ 子
農林水産省果樹試験場盛岡支場	く 工	どう 藤		あきら 晟
秋田県果樹試験場天王分場	か 加	とう 藤	さく 作	み 美
農林水産省果樹試験場安芸津支場	た 田	なか 中	ひろ 寛	やす 康

はじめに

秋田県南部の平鹿地方のブドウ園で、1970 年代の初めから発生している発芽障害は、通称「ねむり病」(柴, 1981)と呼ばれ、寒さによって引き起こされる生理的な障害とみなされてきた。近年、筆者らは、被害枝上に *Phomopsis* 属菌の柄子殻が多数形成されていることに注目し、本菌と発芽障害の関連を検討したところ、ブドウ枝への接種試験により本菌の病原性を確認した。その後、さらに被害枝上に *Diaporthe* 型の子のう菌を見だし、分類学的位置関係を検討した結果、本菌は *Diaporthe medusaea* NITSCHKE であり、同被害枝上に生ずる *Phomopsis* 属菌とは同根関係にあることが明らかとなった。*Phomopsis* 属菌によるブドウの病害としては、つる割病や最近報告された枝ぶくれ病などが知られているが、これらと症状ならびに病原菌が異なることから、本病を新たにブドウ芽枯病と称した(深谷ら, 1986)。現在、まだ本病の生態については不明な点が多いが、これまでに得られた知見を紹介したい。

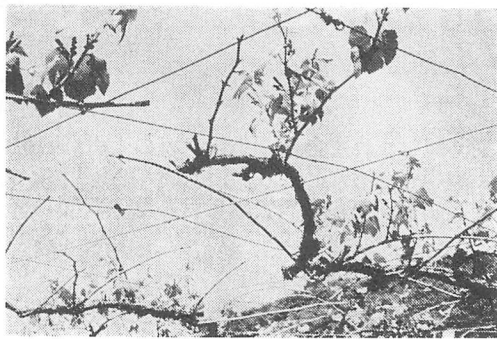
I 発生状況

遅伸びをした軟弱な枝ばかりでなく、よく充実した枝(結果母枝)で被害が見られ、着生芽が発芽期を過ぎてもまったく発芽せず、不発芽となる。不発芽の発生は、主枝あるいは亜主枝単位といった部分的なものではなく、樹全体に見られる。同じ太枝から派生する結果母枝には発病している枝と健全な枝が混在していることが多い(第1図)。

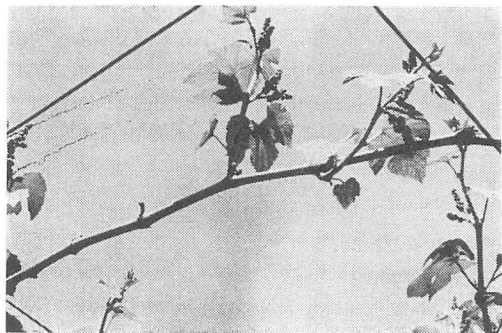
結果母枝の発病程度は、着生芽のすべてが不発芽を示す症状の激しいものから、数芽だけが不発芽となって、他は良好に発芽する軽いものなどさまざまである(第2図)。そこで、結果母枝における不発芽の発生様相を明

らかにするため、3園地からおのおの50本の結果母枝を抽出し、それらのすべての着生芽について発芽の有無を調査し、各節位における不発芽発生率を求めた。その結果は第1表に示すとおりで、不発芽の発生は枝の先端部や基部に偏らず、いずれの節位でもほぼ均一に認められた。このように芽枯れの発生の現れかたには一定の傾向は見られず、個々の芽がそれぞれ被害を受けているものと考えられる。

次に、1985年5月から6月初めにかけて、秋田県内の主なブドウ栽培地帯において、本症状の発生状況を調査した。



第1図 芽枯病による被害状況



第2図 結果母枝上の本病による不発芽と発芽伸長した新梢の混在

Occurrence of Bud Blight on Grapevine and Its Causal Fungus. By Masako FUKAYA, Akira KUDO, Sakumi KATO and Hiroyasu TANAKA

第1表 結果母枝の各節位における不発芽発生分布

園地名	節位										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
A	40.0 ^{a)}	62.0	72.0	74.0	71.4	68.9	70.6	76.9	88.2	81.8	75.0
B	40.0	52.0	52.0	48.0	52.0	50.0	50.0	47.7	37.8	39.1	16.7
C	44.0	58.0	58.0	60.0	56.0	63.0	56.4	65.6	72.0	66.7	72.7

^{a)} 数字は 50 芽当たりの不発芽発生率 (%)。

第2表 秋田県内における発芽障害の発生分布と発生品種

地域名	園地名	品種 ^{a)}	調査枝数	不発芽発生枝率 (%)	調査芽数	不発芽率 (%)	地域名	園地名	品種 ^{a)}	調査枝数	不発芽発生枝率 (%)	調査芽数	不発芽率 (%)
山内村	ア ク イ ウ ク	C	60	93.3	405	77.8	平鹿町	ス セ ク ク Ne	C	100	20.0	637	4.2
		K	60	23.3	446	7.6			C	100	10.0	807	2.7
		S	62	69.4	367	26.7			H	50	26.0	408	8.3
		C	60	100	541	92.8			Ne	50	54.0	459	12.4
		K	60	96.7	676	49.6							
横手市大沢	エ ク オ	C	60	81.7	449	86.0	若美町	ソ タ チ ク ク ク Ne K	C	60	31.7	402	5.5
		K	60	25.0	555	6.1			C	50	20.0	283	3.5
		C	200	96.5	1,775	65.7			C	50	32.0	345	5.8
横手市岡	カ キ ク ケ ク	C	100	93.0	771	70.3			D	50	38.0	335	13.4
		K	100	79.0	976	34.6			Ne	50	68.0	404	15.1
		C	100	100	994	92.1			K	50	18.0	234	4.3
		Ni	100	92.0	789	62.6	大潟村	ツ ク ク	D	50	30.0	364	7.4
横手市大堤	コ	C	100	88.0	571	68.5			S	50	16.0	295	4.4
									C	50	12.0	272	2.6
十文字町	サ シ	C	100	77.0	803	38.7	天王分場	テ ク ク	D	50	82.0	393	38.4
		C	100	86.0	720	68.1			H	60	91.7	440	38.9
									L	40	97.5	326	68.7

^{a)} 品種名: C: キャンベル・アーリー, K: 巨峰, S: スチューベン, Ni: ナイアガラ, Ne: ネオ・マスカット, D: デラウェア, H: ヒムロッド・シードレス, L: リースリング・リヨン

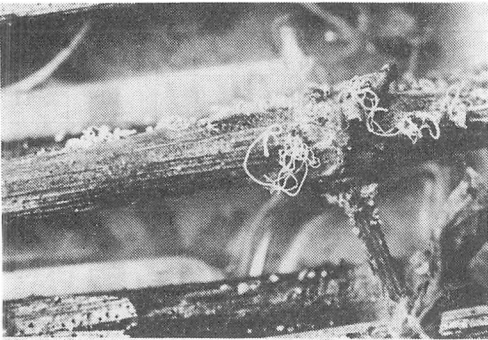
結果は第2表に示すとおりで、発生は横手市を中心に山内村、十文字町など県南部の内陸地域で多く見られ、県中央部の若美町や大潟村などでは少なく、地域差が認められた。

現在、発生を確認している品種は、キャンベル・アーリー、巨峰、スチューベン、デラウェア、ネオ・マスカット、ヒムロッド・シードレス、リースリング・リヨンで、いずれの品種とも 20 年生から 30 年生の樹である。ただし、若木については調査を行っていないので、樹齢と発病の関係についてはまだ明らかになっていない。これらの発生品種のうち、キャンベル・アーリーは特に被害が著しく、同一ほ場に植えられた巨峰と比較すると発生量に大きな違いが認められ、本病に品種間差異があるように思われる。また、耐寒性の弱いスチューベンで発生が少なく、強いキャンベル・アーリーで発生が多い点では、ねむり病と称される症状とは相反する発生様相を示している。

II 病 徴

発芽期に不発芽を持つ結果母枝の表面には、まったく病斑の形成が認められない。しかし、不発芽部位の表皮を削ると、芽の着生側の一部に、皮層から木質部にかけて褐変が認められる。これは、節部だけにとどまっている場合がほとんどである。したがって、発芽したものは大部分は正常な生育を示し、ねむり病で見られるような萎縮症状は認められない。

5 月中旬ごろには、不発芽を示す節部の表皮面に縦方向に小さな亀裂が入り、その間げきに黒色小粒状の柄子殻が突出し始める。6 月には、亀裂がさらに多くなり、柄子殻が密生し、降雨に遭うと乳白色で糸状の胞子角が多量に噴出してくる（第3図）。胞子角には α 胞子と β 胞子が含まれ、*Phomopsis* 属菌の形態を示すが、新梢や葉、および花（果）軸などのいずれにも病斑は形成されず、つる割病（矢野、1986）とは病徴が異なっている。



第3図 被害枝上での胞子角の噴出

7月以降には、亀裂がさらに広がり、節間にも達し、柄子殻が表皮下に多数形成されて、結果母枝の表面はザラザラとさめ肌状となる。しかし、本症状を生じた結果母枝で発芽伸長した新梢の生育はその後も正常で、葉の萎ちょうや枯死などの症状はまったく認められない。

III 病原菌

1 病原性

(1) 有傷接種によるブドウへの病原性

キャンベル・アーリーの発病枝上に噴出した胞子角の柄孢子を単孢子分離して得た菌株を供試し、PDA 培地上で生育した菌そうの周縁部を径 6 mm のコルクボーラーで打ち抜いて接種源とした。キャンベル・アーリーの結果枝 (30 cm の切り枝) の節部皮層部を径 6 mm のコルクボーラーでくり抜いて、培養菌そう片を接種し、シーロンフィルムで覆い、20°C、加湿条件下に保った。その結果は第3表に示すとおりで、接種した節部には、約8週間後に小黑点病斑の形成が認められた。

(2) 無傷接種によるブドウへの病原性

キャンベル・アーリーの発病枝を殺菌水で洗浄後 20°C 湿室下に5日間保ち、枝上に形成された柄孢子を集めて懸濁液を調製し、接種源とした。ほ場において、キャンベル・アーリーの若木に対し、6月14日に新梢の節部に胞子懸濁液を含んだ綿球を付着させ、ラップフィルムで覆い、15日間保った後に綿球を除去した。

その結果は第4表に示すとおりで、約1か月後に小斑

第3表 有傷接種によるキャンベル・アーリーへの病原性

処理区	供試枝数	供試節数	黒点病斑形成率(%)
接種	15	15	73.3
無接種	15	15	0

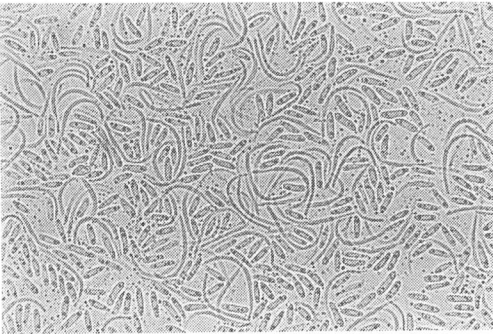
第4表 無傷接種によるキャンベル・アーリーへの病原性

処理区	供試枝数	接種1か月後 黒点病斑形成率(%)	接種4か月後病斑 進展状況 ^{a)} (%)			
			—	+	++	+++
接種	20	90	10	40	25	25
無接種	20	0	100	0	0	0

a) 病斑進展状況 —: 健全。
+: 小黑斑のままで拡大は認められない。
++: 病斑は拡大しさめ肌状を呈する。
+++: 病斑上に柄子殻が現れる。

第5表 柄孢子の大きさ

由来	α 孢子(平均値) (μm)	β 孢子(平均値) (μm)
自然産生	6.6~12.5×2.2~3.3 (9.7±0.2×2.6±0.1)	19.8~39.6×2.3 (25.6±1.3×2.3)
培地上	6.6~12.2×2.3~3.3 (9.2±0.2×3.2±0.1)	19.8~44.6×2.3~3.0 (29.8±1.1×2.6)



第4図 Phomopsis 属菌, α, β 孢子

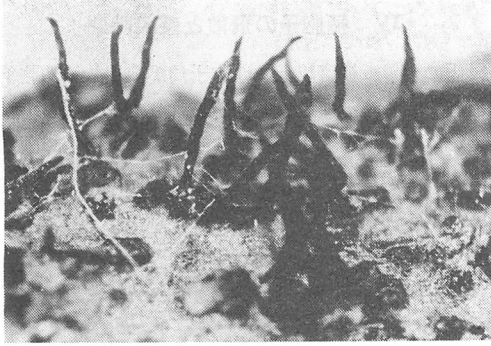
点を生じ、表皮がユズ肌状となった。その後、病斑は徐々に拡大し、おのおのが癒合し、4か月後には健全部との境が黒色となり、病斑の中央部が赤みを帯びて黒色小粒状の柄子殻が突出してきた。秋季に枝が登熟するにつれ、病斑は目立たなくなった。接種部の芽は、翌春発芽せず芽枯れ症状を呈した。

2 病原菌の形態

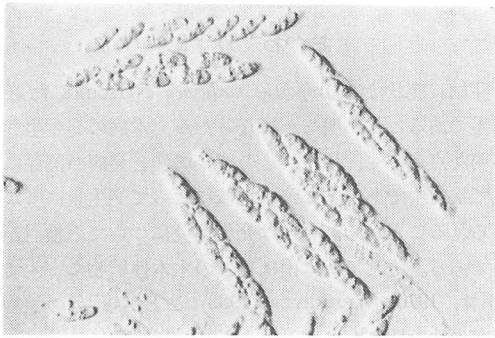
柄子殻は黒色、乳頭状で、表皮下に群生、ときには孤立している。柄子殻内には α, β の両柄孢子を生ずる(第4図)。α 孢子は無色、長だ円形ないし紡錘形で、2個の油球を有する。大きさは、6.6~12.5×2.2~3.3 μm (平均 9.7×2.6 μm) である。β 孢子は、無色、糸状で大部分は湾曲し、両端が細くつながっている。大きさは、19.8~39.6×2.3 μm (平均 25.6×2.3 μm) である(第5表)。

第6表 子のうならびに子のう胞子の大きさ

	長さ	幅	(平均値)
子のう	47.5~60.0	7.5~10.0	μm (54.6 × 8.1)
子のう胞子	10.5~13.8	2.4~4.5	μm (12.2 × 3.3)



第5図 被害枝上の beak

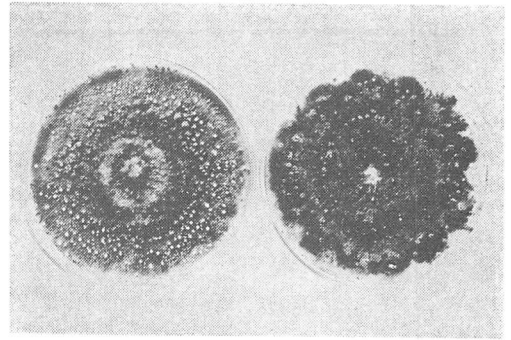


第6図 子のう内子のう胞子

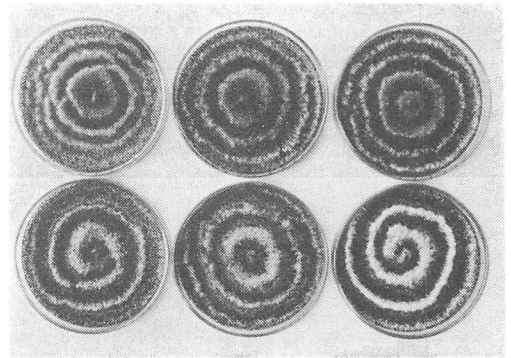
被害枝を切り取り、温室に保つと、低頻度ではあるが黒色、毛状の beak が枝表面に群生してくる（第5図）。beak の長さは 1~2mm で、その直下には木質部に埋没して子のう殻の形成が認められる。子のう殻は黒色で孤生または群生している。子のうは頂端に2個の apical ring を有し、大きさが $47.5\sim 60\times 7.5\sim 10\mu\text{m}$ （平均 $54.6\times 8.1\mu\text{m}$ ）のこん棒状で、8個の子のう胞子を内包する。子のう胞子は無色で、大きさが $10.5\sim 13.8\times 2.5\sim 4.5\mu\text{m}$ （平均 $12.2\times 3.3\mu\text{m}$ ）の紡錘形で、中央部の隔膜で二分されている（第6図）。

3 培養菌そうの性状

被害枝上に形成された胞子角ならびに子のう殻内から、それぞれ単胞子分離して得られた柄胞子分離株と子のう胞子分離株を用い、PDA 培地ならびに PO (PDA と Oat meal agar の等量混合) 培地で、両分離株を培養し、 25°C 、白色蛍光灯照射下 ($20,000\text{ Lx}$) に保ち、



第7図 PDA 培地上での性状
左側：柄胞子分離株
右側：子のう胞子分離株



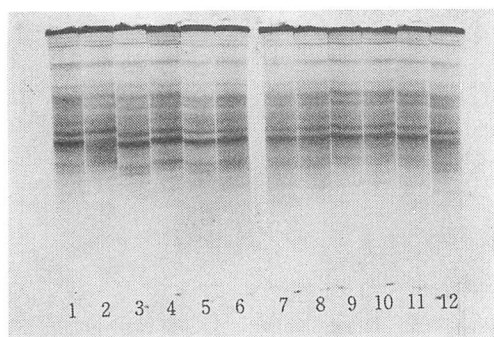
第8図 PO 培地上での性状
上段：柄胞子分離株
下段：子のう胞子分離株

両者の菌そうの性状を比較した。

その結果、両分離株の PDA 培地上での菌そうの生育状態はやや異なり、柄胞子分離株よりも子のう胞子分離株で多少遅い傾向が認められた。しかし、柄子殻ならびに柄胞子の形成は両者ともに良好で、しかもそれぞれの柄胞子の形状はほぼ同様であった（第7図）。また PO 培地上では両者ともに同心円状または渦巻き状に気中菌糸を派生させた。両分離株とも無数の柄子殻を形成したが、PDA 培地の場合に比較すると小型であり、柄胞子の形成は不良であった（第8図）。

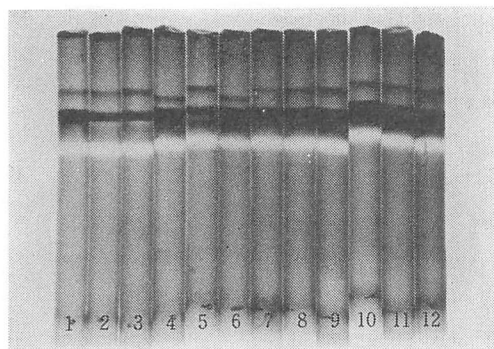
4 菌体内タンパクの電気泳動像

前述の柄胞子分離株と子のう胞子分離株の各6菌株を供試した。GYP 液体培地（主要成分として、グルコース、イーストエキストラクト、ペプトンを含む）で4日間振とう培養して得られた菌体から、菌体内可溶性タンパクを抽出した。各抽出試料液中に含まれるタンパク約 $150\mu\text{g}$ を 7% ディスクゲルで電気泳動し、全タンパクの泳動パターンならびにアルコール脱水素酵素 (ADH) のアイソザイムパターンを両菌株間で比較した。



第9図 全可溶性タンパクの泳動パターン

1～6：子のう胞子分離株
7～12：柄胞子分離株



第10図 ADH アイソザイムパターン

1～6：子のう胞子分離株
7～12：柄胞子分離株

その結果、第9図に示すように両分離株の全可溶性タンパクの泳動パターンは、子のう胞子分離株の1株で多少異なった以外、ほかではまったく一致した。また、ADH アイソザイムのパターンは、子のう胞子分離株間において反応帯の移動度に若干の違いが認められたが、すべての供試株で、1本の酸化帯と推定される透明帯と2本の明りょうな反応帯を示した(第10図)。

5 対峙培養による完全世代の形成

さらに、各6分離株を供試して、すべての組み合わせによる対峙培養を試みた。デラウェアならびにキャンベル・アーリーの切り枝(約10cm)を加圧滅菌し、その上下端に異なる2菌株の菌そう片を接種して、滅菌水0.5mlとともに試験管内に保ち、10～20℃、15時間白色蛍光灯照明下で培養した。その結果、5～6か月を経過して、1子のう胞子分離株と他の全供試株との組み合わせにおいて、それぞれ毛状のbeakが形成され、子のう胞子も確認された。

以上の結果により、柄胞子分離株と子のう胞子分離株

は、ともに同様の培養性質ならびに菌体内タンパクを有し、さらに対峙培養によって完全世代を形成したことから、同根関係にあると考えられた。そして、子のう胞子の形態および子のうの頂端に apical ring を有していること、さらに beak が長く樹皮上に突出している点から、本菌は *Diaporthe medusaea* NITSCHKE と考えられた。

IV 柄胞子の飛散と感染時期

降雨によって被害枝上には胞子角が噴出し、柄胞子の飛散が起こる。そこで、柄胞子の飛散消長を明らかにするため、樹上の不発芽部に試験管を取り付け、降雨ごとに被害部を伝って流れ込んだ雨水を採集し、遠心分離して、柄胞子数を顕微鏡下で調べた。

1985年の調査では、飛散は5月下旬ごろから10月末まで続き、特に、5月下旬から6月上旬に胞子量が多く認められた。年間を通して、 α 胞子量は β 胞子量よりも多かった。 β 胞子は、高温を経過した後に他の時期よりも多く見られるようになった。

おわりに

芽枯れ症状は、*Diaporthe medusaea* NITSCHKE による病害であることが明らかになったが、本病の発生生態は不明な点が多く、現在、その感染機作と発病の関係について検討中である。また、地域によって発生量に差が認められることから、今後は発生環境についての検討が必要である。そして、本菌は種々の木本性植物に寄生する(小林, 1970; WEHMEYER, 1933)ことから、他の植物への寄生性を明らかにするとともに、伝染源についての検討も必要である。被害枝上には柄胞子が生育全期間にわたって存在しているが、芽枯れの原因となる感染がいつごろ成立するのか、まだ明らかではない。これまでに実施した時期別の接種試験では、緑枝の場合は芽枯れ発生率が高いが、枝の登熟が進むにつれて低くなる傾向が認められている。

なお、*in vitro* において、数種の有望な薬剤がスクリーニングされているので、今後はほ場試験によってそれらの効果の検討を行い、耕種的な方法も含めて、防除法を確立することにした。

引用文献

- 1) KOBAYASHI, T. (1970): 林試研報 No. 226: 62-99.
- 2) 深谷雅子ら (1986): 日植病報 52: 538.
- 3) 柴 寿 (1981): 農業技術体系 果樹編2, ブドウ, 農山漁村文化協会, 東京, pp. 309-315.
- 4) WEHMEYER, L. E. (1933): The genus *Diaporthe* NITSCHKE and its segregates. Univ. Michig. Stud. Sci. Ser., vol IX: 14-110.
- 5) 矢野 龍 (1986): 果樹の病害虫, 全国農村教育協会, 東京, pp. 422-424.

岡山県の促成栽培ナスにおける青枯病の発生実態と防除法

岡山県立農業試験場 伊達寛敬・那須英夫・畑本 求

はじめに

岡山県のナスの栽培面積および生産量は 1984 年には約 330 ha, 12,500 t であった。作型としては施設の促成栽培 (50 ha), 半促成栽培 (20 ha) と露地のトンネル早熟・普通栽培 (260 ha) があるが, 促成栽培が全生産量の約 40%, 粗生産額の約 80% を占めている。

促成栽培は 1965 年ごろから行われており, 児島湾干拓の水田転換畑に集中している。しかし, 長期間の連作が続いたため 1979 年ごろから青枯病の被害が目立つようになり, 一時は産地の崩壊につながりかねない状況であった。

そこで, 筆者らは 1983 年から 86 年の 4 か年, 現地の普及所, 農協などの協力を得て, 発生実態調査, 抵抗性台木の検索, 太陽熱利用による土壌消毒の効果などを検討し, 若干の知見を得た (伊達ら, 1986) のでその概要を紹介し, 参考に供したい。

本試験の遂行に当たり, ご指導いただいた農林水産省農業環境技術研究所江塚昭典博士, 同中国農業試験場木村俊彦氏, 尾崎克己氏, 日本たばこ産業株式会社岡山試験場小野邦明博士, 原 秀紀氏, また, 実態調査や現地試験などにご協力いただいた関係機関の方々に厚く御礼申し上げる。

I 病徴および発生状況

本県における促成栽培ナスは 8 月下旬～9 月下旬に定植され, 9 月下旬から翌年の 6 月末日まで収穫される。1984 年から 86 年までの調査から, 本病の病徴は時期によって異なることがわかった。

すなわち, 10 月ごろまでに発病する株は露地栽培のように急激な萎ちょうを伴って青枯状態となる。11 月から 12 月までに発病する株は多くの場合, 下葉の黄化や中位葉に葉縁の黄化が見られる程度で, 栽培期間の後半まで収穫できる。しかし, 3 月ごろになると, それらの発病株は葉の黄化とともに曇雨天後の晴天日に上位葉の萎ちょうが見られ, 激しい場合は青枯状態となって枯死する。1 月に発病する株はきわめて少ない。

2 月から 4 月までに発病する株の中には, 最初一部の側枝の葉だけが萎ちょうして黄化するものがかかりあった。この側枝の維管束部は褐変していたが, 地際付近の茎の維管束部は褐変していなかった。これらの褐変部からは本菌が分離されたことから, 収穫や剪定に用いるハサミなどでの伝染が示唆された。

5 月から 6 月までに発病する株は病勢の進展が露地栽培より遅いが, 4 本主枝のうち, はじめ 1 本に萎ちょうが見られ, 次いでその他の主枝も萎ちょうして青枯状態となることが多かった。

1984 年から 86 年に県下 5 産地の本病の発生状況を調査した結果, いずれの産地でも発生が見られ, 特に干拓地の A 産地では発生は場率が 63～76% で, 発生程度も 1984, 85 年は高かった (第 1 表)。しかし, 1986 年にはいずれの産地も後述する防除対策が徹底されたためか, 発生は場率は前年とあまり差がないものの, 発生程度は全般に軽かった。ただし, 多発する場では連年発生していた。

第 1 表 産地別の青枯病発生状況^{a)}

産地	調査ほ場数			発生ほ場率 (%)		
	1984	1985	1986	1984	1985	1986
A	150	145	144	63	76	69
B	22	22	22	32	5	14
C	27	27	27	19	19	7
D	17	17	17	6	6	6
E	6	2	—	50	0	—

^{a)} 調査は 3～6 月に行った。

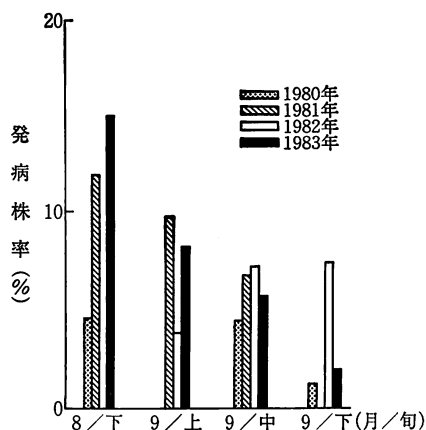
1984 年の A 産地の多発は場では, 定植後 1 か月ごろから発生して年内は発病株が急増し続けて 4 月から 6 月までには全滅状態となった場合 (I 型) と, 初発生は I 型と同様であるが, 年内は少発生にとどまり, 3 月下旬ごろから発病株が急増して 6 月には多発生となった場合 (II 型) とに分かれた。いずれの産地も II 型が多く, I 型のような激発型は少なかった。この傾向は 1985 年も同様であった。

ほ場内の発病株は畦に沿って発生することが多く, 特にハサミなどによる伝染と考えられる場合はこの傾向が顕著であった。

Occurrence and Control of Eggplant Bacterial Wilt in Vinyl Houses in Okayama Prefecture. By Hiroataka DATE, Hideo NASU and Motomu HATAMOTO

II 多発生の要因

促成栽培で多発した要因を知るために、アンケート調査やほ場の調査などを行った。その結果、育苗はA産地のよう一括して農協が管理し、その他の産地でも指導が徹底していたので、苗には問題がなかったが、本段階で主に以下の問題点があった。



第1図 定植時期と発病 (3月調査, A産地)

1 定植時期の早期化

栽培開始の1965年ごろから1978年ごろまでは定植時期が10月上旬であったものが、1979年ごろから早期出荷が望まれて定植時期が8月下旬～9月下旬と早くなったほ場で本病が多発した(第1図)。これには地温が関係しているのではないかと考えられたので、1984、85年にA産地で8月下旬(定植直後)から10月下旬までの地温を測定した結果、8月下旬の最低地温は地表下10～15 cmにおいても30℃強で、10月上旬に比べて10℃前後も高く、8月下旬の最高地温は地表下5 cmで40℃以上にも達した。その後も1か月にわたって25℃以上の地温が地表下10～15 cmで続いていたので、本病の感染や発病に好適と考えられた。また、この時期にナスを定植すると根傷みなどがひどく、発病を助長しやすくなると考えられた。

2 土壌消毒の不徹底

本病が少発生であった1978年以前は、クロルピクリン剤などによる土壌消毒が一部の発生ほ場で行われていただけであった。しかし、干拓地の重粘土壌ではクロルピクリン剤のようなガス剤は効果が低かったり、施設内で高温期に作業するのは非常に困難であった。

1979年ごろから連作や多肥栽培による塩類集積を緩

和するため、収穫終了後湛水して暗きょから排水する除塩処理とともに、本病が多発したほ場では太陽熱利用による土壌消毒が除塩処理の前後に広く行われるようになった。その当時の太陽熱消毒は多くの場合、除塩処理の延長のようなもので、土壌表面のビニルフィルム被覆をしなかったり、一週間に一度湛水するため地温が上昇しなかったり、不備な点が多かった。タバコ立枯病の耕種防除で言われているように、湛水したり耕耘によって土壌を乾燥させたりして菌密度の低下を図っていたほ場も見られた。

1984年に収穫末期の多発した4ほ場について本菌の土壌中での存在を深度別に100 cmまで調査した結果、本菌はいずれも0～40 cmの深さで多く検出され、2ほ場では100 cmまでも検出された。このことから、太陽熱消毒やクロルピクリン剤処理などでは深さ100 cmまで消毒することは不可能であり、これまで行われてきたような不十分な太陽熱消毒では本菌が拡散し、被害がむしろ大きくなると考えられた。

3 地上部からの侵入感染

現地の発生状況から、収穫や剪定に用いるハサミなどによって地上部から侵入感染したと考えられる株がかなりあった。本病の地上部からの侵入感染は橋本と沢川(1984)によって示唆されるまで、あまり問題にされていなかった。現地でも1984年以前は地上部からの侵入感染に注意していなかった農家がほとんどであった。そこで、ハサミによる伝染の有無について1986年の1月と3月に試験した。

現地はほ場の発病株を供試して、側枝や果柄別に1か所5回ハサミで切断し、直ちにポット植えた健全なナスの苗(品種:千両, 本葉5～6葉期)の葉柄を3回切断して接種した。その操作を5回繰り返し、1か所5株を供試した。その後はナスの苗は場内に持ち帰り、30℃の人工気象室で管理し、発病の有無を調査した。

その結果、1月の試験では8か所の側枝のうち7か所で伝染が認められ、果柄では14か所中1か所で認められた。3月の試験では24か所の側枝のうち6か所で伝染が認められた。なお、試験ほ場では地上部からの侵入感染と考えられる株が多く見られた。このことから、ハサミによる伝染が明らかとなり、土壌伝染だけでなく、地上部からの侵入感染もかなりあったものと考えられた。

4 台木の罹病化

本県の促成栽培ナスは開始当初からヒラナス台に接ぎ木していた。その後も青枯病はほとんど発生せず、ヒラナス台は全栽培ほ場で使用されていた。しかし、前述し

たように、1979 年ごろから本病の発生が激しくなり、ヒラナス台は罹病化するようになった。尾崎と木村(1984)は、ナス科野菜の青枯病菌には系統分化があることを明らかにし、当時は六つの菌群に分けられることを報告している。それによると、ヒラナスは III, IV, V 菌群に罹病性であることから、本県の多発ほ場ではそれらに属する菌が多く存在するのではないかと考えられた。

そこで、各産地の菌群分布を把握するため、1984 年に各産地の菌株について菌群を調査した。その結果、A, B 産地ではほとんどが III 菌群であり、その他の産地では各菌株が異なる菌群に分かれた(第2表)。菌群分布の年次変動を知るため、1986 年にも同様の調査をした結果、III 菌群が多く検出された。これらのことから、近年ヒラナスが罹病化しているのは、各産地に III 菌群が多く分布しているためと考えられた。

第2表 産地別の青枯病菌の菌群分布 (1984)

産 地	発 生 ほ場数	供 試 菌株数	菌 群					
			I	II	III	IV	V	不明
A	95	16			15			1
B	7	4			3			1
C	5	3		1	1			1
D	1	1		1				
E	3	3	1		1	1		
合 計	111	27	1	2	20	1	0	3

その他の要因として、連作に伴う塩類の集積や元肥や家畜ふん尿の多量施用によって根の障害が起りやすかったこと、ほ場周囲の排水が不十分で台風時の大雨によっては場内が浸水したこと、定植直後からハウスの両サイドに防虫寒冷しゃを張ったため、ハウス内の地気温が上昇して感染や発病に好適となったことなどが考えられた。

III 防 除 法

前述したような要因で多発したと考えられるので、それらに対する防除対策を組み合わせれば発生は少なくなるであろう。しかし、定植時期を以前のように 10 月上旬にすることは市場との関係や収益の低下などからできないのが実情である。そのため、現地に対応した防除手段について試験し、それらを含めて現地での防除法を考えてみた。

1 太陽熱利用による土壌消毒

現地で行っている太陽熱消毒では、ビニルフィルム被覆をしなかったり、途中で湛水したりして地温上昇が不十分と考えられた。

そこで、小玉ら(1979)が行ったハウス密閉処理法に準じて、1986 年に農試内の本菌汚染ほ場で同一ハウス内に稲わら 1 t 施用と土壌表面のビニルフィルム被覆の有無を組み合わせた 4 試験区を設け、1 区 22.5 m²、1 連制で行った。ハウス密閉処理期間は 7 月 24 日から 8 月 17 日までの 25 日間で、湛水は 7 月 24 日の 1 回とした。処理終了後は 8 月 27 日にヒラナスを定植して発病の有無を経時的に観察し、11 月 8 日に主茎部を切断して発病の有無を確認した。また、被覆区と無処理区に発病株の株元土壌を充てんした塩化ビニル製の直径 10 cm、長さ 100 cm の管を埋没し、ハウス密閉処理後 7, 13, 20 日目に取り出し、10 cm ごとに切断してトマト幼苗の移植による生物検定と選択培地(原・小野, 1984)で本菌の深度別の存否を調査した。地温は被覆、無被覆のそれぞれ中央で地表下 10, 50, 90 cm の地点を自記温度計で測定した。

その結果、発病株率は無処理区 75%, 稲わら単用区 85% に比べ、被覆単用区は 9%, 被覆+稲わら区は 4.5 % ときわめて低く、被覆の効果は認められたが、稲わら施用の効果は判然としなかった。また、菌が検出されなかったのは無処理区で 20 日後でも 20 cm までであったのに対し、被覆区では 7 日後の 60 cm まで、20 日後には 90 cm までであった。なお、本菌の検出には生物検定と選択培地の併用が良かった。地温は最高地温が被覆の 10, 50, 90 cm でそれぞれ 52.2, 39.9, 33.8°C であったのに対し、無被覆の 10, 50, 90 cm ではそれぞれ 40.1, 31.0, 27.9°C であった。

1985 年に現地の発生ほ場で太陽熱消毒とダゾメット剤処理の効果について検討した。1 ほ場で前作の発生が少~多のハウス 6 棟を供試し、太陽熱消毒は 7 月 29 日から 8 月 15 日までの 18 日間処理し、ダゾメット剤 40, 60 kg/10 a は 8 月 6 日に処理して 8 月 17, 19 日の 2 回ガス抜きした。処理終了後いずれのハウスも 8 月 24 日にヒラナス台あるいはトルバム・ビガー 台の千両を定植し、その後の発病を約 7 日ごとに調査した。

その結果、4 月以降急激に発生したハウスが 4 棟見られたが、この主な原因は地上部からの侵入感染と考えられた。このことから、3 月 31 日までの結果から効果を判断すると、太陽熱消毒処理した 3 ほ場は安定して高い効果が認められたが、ダゾメット剤を処理したほ場では効果にふれがあった(第3表)。

これらのことから、太陽熱消毒法は本病に有効であり、高い効果が期待できると考えられた。また、土壌消毒にあたっては発病株を含むすべての株をハウス外に搬出し処分することや、除塩処理の後であることを指導し

第 3 表 太陽熱消毒およびダゾメット剤処理と発病 (1985)

ハウス No.	処 理 名	台木の種類	調査株数	調 査 月 日			前作の最終 発病株率(%)
				12 月 20 日	3 月 31 日	6 月 17 日 ^{b)}	
1	太陽熱消毒	ヒラナス	294	1.7 ^{a)}	1.7	32.7	9.8
2	〃	トルバム・ ビガー	296	0	0.1	50.3	84.2
3	〃	ヒラナス	296	0	0	0	14.5
4	ダゾメット剤 40 kg/10a	ヒラナス	291	2.1	5.5	59.1	56.1
5	〃	ヒラナス	298	0.1	0.1	1.3	11.1
6	タゾメット剤 60 kg/10a	トルバム・ ビガー	295	5.8	30.8	87.8	63.8

a) 発病株率 (%)。
b) 地上部からの侵入感染株を含む。

ており、再汚染防止のためにハウスの外側に深い明きょを掘ることが望ましい。

2 抵抗性台木の利用

前述したように、III 群菌の頻度が高くなっているため、ヒラナスが罹病化していることを明らかにし、III 群菌に抵抗性のある台木としてトルバム・ビガーを1984年から積極的に普及に移した結果、1985年には作付面積の30%程度になった。また、栽培面については当初冬季の収量性を心配したが、収量はヒラナス台に比べてほとんど変わらず、全体では多い傾向であった。ただし、ヒラナス台に比べ、摘葉や整枝に手間がかかり、冬季の不良果がやや多かった。

しかし、1986年の調査でトルバム・ビガーを侵すIV群菌が1984年の調査より多く検出された。このように、台木が実用化されてもすぐにこれを侵す菌が増加するため、絶えず新しい台木を検索する必要がある。そこで、1985年に農試内にIII群菌とIV群菌の汚染は場

を設け、7種の台木について抵抗性を検討した。

その結果、III群菌ではMT-7が無発病で、トルバム・ビガーとハリナスビがわずかに発病したが、いずれも抵抗性を示した。一方、IV群菌ではMT-7、MI-6など数種の台木がヒラナス台に比べ発病が少なく、有望と考えられた(第4表)。

今後も継続して菌群分布を調査し、それに対応した抵抗性台木を検索するとともに、栽培面を含め、実用的な台木を選抜していく必要がある。

3 地上部からの侵入感染防止

ハサミなどによる地上部からの侵入感染がかなりあると考えられたことから、発生は場では年内は発病株を抜き取り、その後は抜き取るか地際から30cmぐらいのところで地上部だけ切り取るよう指導している。また、ケミクロンGによるハサミの消毒効果を試験した結果、ケミクロンGの100倍液に1秒間浸漬するだけで、発病株の茎を切断したハサミでもまったく伝染しなかった。そこで、やむをえず発病株を残す場合は1株収穫ごとに使用したハサミをケミクロンGの50~100倍液に浸漬消毒することを普及した。ただし、ケミクロンGは果実に付着すると脱色したり、液を新しいものに毎日取り換える必要があるなど弱点もあるが、消毒効果は高く、現地で消毒開始後はほとんど発病しなかった事例がある。これら発病株の抜き取りあるいは切除、ハサミの消毒の徹底により、1986年は後期の発病がかなり減少した。

おわりに

岡山県の促成栽培ナスにおける青枯病の発生実態と防除法について述べたが、1987年1月現在、本病の発生は数年前に比べ、1/5程度に減少している。これは、前述

第 4 表 各種台木と発病 (1985)

供試台木	導 入 先	発 病 株 率 (%)	
		III 群 菌 汚染は場	IV 群 菌 汚染は場
ハリナスビ (YH-5)	野菜試 (岡山農試産)	13	93
トルバム・ ビガー	サ カ タ	13	100
ミ ー ト	タ キ イ	73	100
アシスト	野菜試	67	67
MT-7	岡山農試 導 入	0	40
MI-6	〃	27	47
ヒラナス	タ キ イ	67	100

の対策を組み合わせる普及に移した技術に関係機関が十分理解し指導したことや、栽培者の努力が実を結んだ成果であると考えてよい。しかし、病原菌の系統分化や多肥栽培による土壌の悪化、防除の手抜きなどにより、再び多発する危険性がある。今後も病原菌の菌群分布調査を継続し、それに対応した抵抗性台木の検索、適正な施肥や有機物施用の解明などを行い、より安定した防除体系を確立したい。

引用文献

- 1) 伊達寛敬ら (1986) : 日植病報 52 : 503.
- 2) ———ら (1986) : 同上 52 : 503~504.
- 3) 橋本光司・渋川三郎 (1984) : 関東東山病虫研報 31 : 41~43.
- 4) 原 秀紀・小野邦明 (1984) : 植物防疫 38 : 76~79.
- 5) 小玉孝司ら (1979) : 奈良農試研報 10 : 83~92.
- 6) 尾崎克己・木村俊彦 (1984) : 近畿中国農業試験研究成績.

中央だより

○誘引剤の利用方法の改善に関する特殊調査成績検討会開催さる

上記会議が 3 月 11 日、農水省共用第 3 会議室において、担当県（青森・長野＝リンゴコカクモンハマキ、静岡＝チャノコカクモンハマキ及びチャハマキ、岡山・長崎＝ナシヒメシンクイ、群馬・岐阜・島根・大分＝コナガ）、農業環境技術研究所、果樹試験場、野菜・茶業試験場、植物防疫課の担当者ら約 20 名が参集し開催された。

○イネ疑似紋枯病の発生予察方法の確立に関する特殊調査成績検討及び計画打合せ会開催さる

上記会議が 3 月 13 日、農水省共用第 6 会議室において、担当県（宮城、山形、栃木、富山、岐阜、兵庫、島根）、佐賀大学、農業環境技術研究所、植物防疫課の担

当者ら約 20 名が参集し開催された。

○情報収集・伝達迅速化事業検討会開催さる

上記会議が 3 月 17 日、農水省共用第 5 会議室において、61 年度事業実施県（岩手、福島、群馬、埼玉、神奈川、東京、福井、滋賀、大阪、広島、香川、愛媛、佐賀、長崎、沖縄）、その他関係県（宮城、山梨、愛知、京都、兵庫、鳥取、島根）、NTT、植物防疫課の担当者ら約 50 名が参集し開催された。

○果樹アザミウマ類の発生予察方法の確立に関する特殊調査成績検討及び計画打合せ会開催さる

上記会議が 3 月 19 日、農水省農蚕園芸局第 3 会議室において、担当県（静岡・和歌山・佐賀・長崎＝かんきつ、山形・山梨＝ぶどう、福島・新潟・奈良・広島＝かき）、果樹試験場、植物防疫課の担当者ら約 20 名が参集し開催された。

本会発行図書

侵入を警戒する病害虫と早期発見の手引

A 5 判, 126 ページ 口絵カラー 8 ページ

定価 2,600 円 送料 250 円

監修 農林水産省横浜植物防疫所

海外からの病害虫の侵入・定着を阻止するには、港での検疫とともに、不法持ち込み等による侵入病害虫の早期発見が極めて重要です。

本書は、この観点から多くの人に侵入病害虫に対する警戒心と目による協力をお願いするため、横浜植物防疫所が中心になってまとめた、当面我が国への侵入が警戒される 54 病害虫の解説書で、それぞれの、既発生病害虫との相違点を述べた“発見のポイント”を中心に、図録を付して、1 病害虫で見開き 2 ページとし、図鑑としても、第一線での検索用としても使いやすいように工夫した書です。

お申込みは前金（現金・振替・小為替）で本会へ

ヨーロッパにおける土壌病害の生物的防除に関する研究現状

岐阜大学農学部植物病理学研究室 ない 隆*
内 記

1986 年 10 月 27 日から 4 日間、フランスの Dijon において EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization) 主催の “Strategies and Achievements in the Microbial Control of Plant and Disease” が開催され、それに出席の機会があったので、その概要とヨーロッパにおける土壌病害の生物的防除の現状について紹介したい。本会議の第一回目は 1984 年 9 月 12~13 日、イギリスの Rothamsted Experimental Station において British Society for Plant Pathology (BSPP) 主催、Dr. David HORNBY により Anglo-French Workshop として企画され、“Methods for Studying Biological Control of Diseases Caused by Soil-borne Plant Pathogens” をテーマに、両国から 28 人参加して非公開で行われた。筆者はその折、日本学術振興会の長期特定国派遣研究員として University of Aberdeen (スコットランド) に滞在しており、出席の機会に恵まれた。第一回目のときは発表者以外の参加は認められず、必ず講演またはポスターによる発表が条件とされ、2 日間、三つのグループに別れ、それぞれ討論を深めるように計画された。その折、今回は 2 年後フランスで開催することが約束され、Dr. Daniel BOUHOT が企画を担当し、今回の会議が開催されるに至っている。フランスには全国 22 か所に INRA (Institut National de la Recherche Agronomique) が存在する。今回の Conference 開催地の Dijon にも INRA があり、そこの植物病理部門に所属するスタッフを中心に、会の準備が進められていた。

本題に入る前に Dijon について若干紹介しておこう。パリから南東およそ 300 km、フランスの誇る超特急 TGV で 1 時間 40 分のところにある人口 16 万の街である。Dijon は 14~15 世紀の Bourgogne (ブルゴーニュ) 独立公国の首都として繁栄し、今でも当時の古い建物や旧市街が良く保存されている。Dijon でもっとも古いストリートであるフォルジュ通りの散策や、現在市庁舎と美術館になっている旧ブルゴーニュ大公宮殿の塔からの晩秋の街並みの眺めは実に印象的であった。エ

クスカーションで出かけた Dijon から南に広がる起伏の多い斜面には、フランス特有の丈の低いブドウの木が植えられ、所々に古城や城址が点在する歴史ある実り豊かな農村地帯であり、フランスの食糧庫とも云われていた。フランスワインの二大産地はボルドウとブルゴーニュと言われている。当地域はブルゴーニュワインの本場であり、ワイン試飲会に参加した全員が本場ワインを満喫した。また Dijon はフランス料理の代表とも云われるカタツムリ、つまりエスカルゴ発祥の地としても知られている。さらに古くからマスタードの産地としても有名であり、街中のレストランや店頭に辛子壺が並べられ、またマスタード専門店が多いのも印象深い。

さて、今回の Conference のほうは EPPO 主催となつたこともあり、前回とまったく異なった一般講演形式で行われた。参加者はフランス (41 人)、イギリス (9 人)、ベルギー (7 人)、イタリア (6 人)、オランダ (5 人)、モロッコ (5 人)、スイス (4 人)、西ドイツ (4 人)、ギリシャ (3 人)、フィンランド (3 人)、スウェーデン、デンマークのおのおの 2 人、その他アルジェリア、オーストリア、ハンガリー、ノルウェー、ポーランド、ポルトガル、アメリカ、アルゼンチン各 1 名と、日本からは筆者のほかに農水省から FAO/IAEA (オーストリア) に派遣されている村田伸夫氏が出席し、22 か国 102 名の参加者があった。講演題数は全部で 51、うちポスターセッションが 11 題であった。国別の発表題数は開催国のフランスが 22 題、次いでイギリス (7)、イタリア (5)、ベルギー (4)、ギリシャ (3)、フィン



EPPO-Conference が開催された Dijon の国際会議場 (Palais des Congrès)

* 著者は、本年 3 月 24 日 16 時 22 分、急性心筋梗塞のため急逝されました。公表されたものとしてはこの論文が遺稿になりました。謹んで御冥福をお祈りいたします。

Recent Status of Research on Biological Control of Soilborne Diseases in Europe. By Takashi NAIKI

ランド(2), オランダ(2), スイス(2), それにポーランド, デンマーク, モロッコ, 日本が各1題の順であった。発表内容について Biocontrol agents ごとに見ると, 蛍光性 *Pseudomonas* (6題), *Trichoderma* species (5), 非病原性の *Fusarium* の利用(4), その他 Protozoa, Rhizobacteria, *Streptomyces* などを用いた生物的防除が紹介された。蛍光性 *Pseudomonas* については生物的防除に有望な菌株の選抜方法(フランス), ジャガイモの生育促進が Siderophore 生産菌株による証明(オランダ), コムギ立枯病(フランス), ホウレンソウ立枯病(日本)の防除の可能性について報告があった。このうちオランダから報告された *Pseudomonas* によるジャガイモの生育促進効果は, siderophore negative mutant を利用し, ほ場レベルで見事に証明された研究成果であった。その他の研究は筆者らの成果も含めて, ほ場レベルの実用化についてはさらに検討が必要であろう。*Trichoderma* 菌の利用についてはフランスの INRA 所属の9人のスタッフから成るワーキンググループができていたことが紹介された。その他, ベルギー, イギリスからも *Trichoderma* 菌を用いた *Rhizoctonia*, *Botrytis*, *Pyrenochaeta* による病気の生物的防除が紹介されたが, いずれも最近研究に着手し, *in vitro* における評価, 使用方法の検討あるいはポットレベルの防除試験が主であり, 実用化の段階に至っていないのが現状であった。INRA のワーキンググループは *Trichoderma* 菌の生態, 拮抗作用の機作などの基礎研究のほかに, Strain の改良, 大量培養と施用技術の開発に力を注いでおり, さらに土壌病害だけではなく空気伝染性の病害防除(特にブドウ)への利用も試験段階にあった。広大な面積を有し, 畑作中心の EC 諸国がどのようにして *Trichoderma* 菌を利用した生物的防除の実用化を図るかは今後の課題のように思える。わが国ではすでに 1960 年代に大島らによる *Trichoderma* 菌を用いた白絹病の生物的防除が報告されており, この関連の歴史は古い。わが国は欧州諸国より土壌 pH も低く, 施設園芸や各種栽培方法が発達しており, それら栽培方法との関連において *Trichoderma* 菌を用いた生物的防除の可能性について再検討が必要ではなからうか。非病原性の *Fusarium* を利用した生物的防除は交差防御として知られている。今回の Conference ではフランスの Dr. ALABOUVETTE のグループを中心に, その効果が明確にされた。先に述べた *Trichoderma* ワーキンググループに対する一方の生物的防除グループとの印象を受けた。特に *Fusarium* 抑止土壌の機作を非病原性の *Fusarium* による競合により説明し話題となった。抑止土壌から分離した非病原性の *Fusarium* はトマト萎ちょう

病, キュウリつる割病, カーネーション萎ちょう病, その他 *Fusarium* 病の防除にも卓効を示し, その効果は非特異的であるとされ, 実用的レベルで普及しているとのことであった。Dijon の INRA 見学の際, 非病原性 *Fusarium* の大量培養装置, 温室における大規模なトマト萎ちょう病の防除効果が披露された。本防除法はフランスを中心に, イタリアその他 EC 諸国に普及しつつある現状であった。発病抑止機作の説明としての“競合”とは何か?, *Fusarium* の病原性とは?, 非病原性の *Fusarium* を接種し, 病原性を示すことはないか? など, 活発な論議がなされた。しかし, 発病抑止機作を説明する“競合”の内容についてまだ検討不足の印象を受けた。また, 誘導抵抗性の観点から説明がなされないのも物足りなかった。フランスにおける *Fusarium* 抑止土壌の機作について, この 10 年間の研究成果を *Agro-nomie* 6(3): 273~284 (1986) に Review として珍しく英文で公表されていたので, 参考までに紹介しておきたい。非病原性の *Fusarium* を利用した防除例として, わが国におけるサツマイモつる割病(小川ら)の防除が高く評価され, 話題に挙がっていた。今回の報告のなかで *Pseudomonas*, *Trichoderma*, *Fusarium* とともに抗生物質や殺菌剤に耐性な変異株を利用し, 土壌中の菌の生態を知ろうとする方法がとられていたのが特色であった。また, ベルギーから *Rhizobacteria* から生産される抗菌性物質を“Natural fungicide”と位置づけ, 各種作物根圏からの分離を試み, さらに Pyrrolnitrin, Phenazines などの抽出, 同定, それに抗菌性物質生産に関与する遺伝子は隣接し, 集団化して配列しているか, またはプラスミドにリンクしているとの報告があった。このグループは Plant Genetic Systems に属し, 最近組織的に研究を開始したとのことで, 新しい生物防除資材の作出に向けて期待が大との評判であった。フィンランドからは *Streptomyces* sp. による *Rhizoctonia* 立枯病, *Fusarium* 萎ちょう病, 種子伝染性の *Alternaria brassicicola* の防除効果について報告があったが, なぜフィンランドだけで効果があるのか疑問視する質問も出されていた。

以上, Biocontrol agents ごとに印象に残った発表について述べたが, 非病原性の *Fusarium* を利用した病害防除以外は各国とも同じ研究レベルにあり, 今後の発展に期待するところが大きかった。

その他, ギリシャから Soil-solarization についての報告があったが, 北欧諸国の人々は地理的理由から興味を示さなかった。研究内容について見ると, わが国の太陽熱利用による土壌消毒のほうがきめが細かく, 効果的と思った。Solarization と Heat resistant な *Talanomyces*

flavus の変異株を利用し、*Verticillium* 病の防除効果を高めるとの発想が紹介された。また、スイスからは各種拮抗菌の種子処理による立枯病の防除効果について検討した結果、*Chaetomium globosum* が、は場試験でテンサイの *Aphanomyces* による立枯病に効果があるとの報告があった。実用的防除方法としてギリシャからは Strain K-84 を用いた根頭がんしゅ病の防除方法が紹介された。ここでは Biovar の差異による防除効果の違いが話題になった。土壌病害以外では、オランダから蛍光性 *Pseudomonas* を用いた Dutch elm disease、イタリアから Hypovirulent strain を用いた Chestnut blight の防除が紹介された。各国独自の病害とその対策の検討がうかがわれたが、いずれも目新しい報告ではなく、実用化に向けての技術的検討が多かった。ベルギーからテンサイの線虫の生物的防除方法として、日本から輸入したペーパーポットの利用が紹介されたが、コストが高く実用化が難しいとの結論であった。しかし、ペーパーポットを利用し、根圏環境の改変を図り、線虫だけでなく、他の土壌病害の防除も同時にできないかとの提案もあった。また、各国とも遺伝子工学的手法により新しい Biocontrol agents の作出と探索を試みているが、それらの使用にあたって、実用上の安全性についてのガイドラインができていないことが話題になった。生物的防除は環境汚染などの危険が少なく、もっとも理想的防除方法とされてきたが、最近遺伝子操作などにより新生物防除資材の作出が可能となり、その使用については一歩誤ると環境汚染など取り返しのつかない危険性が潜んでいることも話題となった。生物的防除の意義が変化しつつある現在、新生物素材の使用は慎重でなければいけないことを痛感した。また、多くの人はアメリカで現在は場試験が中止になっている遺伝子組換えによる氷核細菌について今後どうなるのか興味津々であることがうかがわれた。わが国でもこの 10 月初め、山口市において土壌病談話会が開催され、そのメインテーマは生物的防除にあった。今回の EPPO-Conference の内容と比較し、わが国の研究レベルも同等に近いという印象を受けた。ただ、わが国には常時生物的防除だけにかかわっている研究者が少ないことは明確である。フランスのように特定のワ

ーキンググループを作り論議を深め、研究を発展させるのも一つの方法であろう。

以上、今回の EPPO-Conference における印象について述べたが、今回の目標は “Strategies and Achievements” にあったことが主催者側から強調された。しかし、同じ EC 諸国といっても国により対象作物が異なり、病害防除の重要性も違ってくるため、全体的に熱の入った討論が少ない印象を受けた。お互い病害防除の現状と問題点を認識し、効果的防除方法はおのの導入しようとする姿勢がうかがわれた。この種の Conference は情報交換に好都合であり、今後の運営について各国代表が半日間論議したと聞いている。2 年ごとを原則としながら、1988 年には日本において国際植物病理学会議 (ICPP) が開催されることもあり、1988 年以降に開くことになったが、場所は未定とのことであった。

今回はフランス語と英語による発表が原則とされた。フランスの大部分の研究者はフランス語で発表し、討論のときだけ英語に通訳された。フランス語が理解できる一部の人を除き、フランス語による発表は不評であった。EC 諸国には英、仏、独語のほかにオランダ、スペイン、ポルトガル、デンマーク語など多くの言葉があり、一人で母国語に加えて、英、仏、独語も話し、自由に討論できる語学の天才のような人が多いのには驚いた。しかし、英語を常用語としていないフランスでの会議は、英語を母国語とする人も比較的ゆっくりとわかりやすく話してくれたので、筆者は英語圏での国際会議より内容が理解できたように思う。ヨーロッパから見ると日本は遠い、東方の小さな不思議な国であり、円高ドル安の現象などから “Everything expensive” と思っている人が多い。彼らにとって、不思議な国、日本への興味が 1988 年に開催される ICPP の際に満たされること、また、それまで、今回の EPPO-Conference を機会に新しい研究の発展が見られることを期待したい。

なお、本会議の Proceedings は 1987 年に EPPO Bulletin に掲載される予定である。また本稿は、“土壌微生物通信 (終刊号)” に「EPPO-Conference に出席して」と題して掲載した内容にかなりの部分を加筆したものである。

ボルドウ液 100 年の足跡 (4)

—戦後の足跡—

ひと
向ひで
秀お
夫

Ⅱ 戦後におけるボルドウ液と銅製剤

終戦直後の食糧不足時代には、資材その他の不足を克服して発生予察を活用し、市町村が主力となって共同防除が行われるようになり、薬剤の共同防除が定着した。終戦後数年間に使用された薬剤はボルドウ液や銅製剤が主力であった。1949 年 (昭和 24) ごろには殺虫剤の DDT や BHC 粉剤の登場とともに銅製剤も銅粉剤が使用されるようになった。1950 年 (昭和 25) 農林省はいもち病防除補助金を計上して食糧増産を推進し、ボルドウ液、銅製剤、特に銅粉剤の利用を推奨した。

翌 1951 年 (昭和 26) 2 月、農林省農政局に植物防疫課が設置され、課長に堀 正侃氏が就任し、4 月には農薬取締法の一部が改正され、6 月には植物防疫法の改正が行われた。この年には高知県農業試験場の小川正行技師により、セレサンを消石灰で薄めた混合粉剤がいもち病防除に特効のあることが確認された。さらにこの年には農林省四国農試の石倉秀次技官および静岡県農試病虫主任の弥富喜三技師によって、ホリドールがニカメイチュウの成・幼虫の防除に特効があることが認められ、この年の 9 月にはサンフランシスコ市で平和条約が調印されるなど、この年は農薬についても記念すべき年であった。このホリドールによるニカメイチュウ防除の完成とセレサン石灰によるいもち病の防除の完成によって、農林省は稲作の早期栽培や早植栽培を断行した。早期栽培によるイネの紋枯病の激発が懸念されたが、幸運にも翌 1953 年 (昭和 28)、果樹の菌核病の防除殺菌剤としてドイツで開発された TUZ (後のモンゼット) が紋枯病の特効薬として著効が確認され、また寒冷な地方で早春の種もみの播種が心配されたが、ビニルフィルムの出現により、保温折衷苗代の普及によってこの問題も落ち着いた。これらの薬剤の出現によって、農薬が単に減損防止のみにとどまらず、多肥栽培による増収に伴ういもち病の激発を、未然に防ぐことができるようになり、栽培時期に関係なく、積極的に増収に努力することができるようになったのである。しかし、これらの農薬は数 10 年後にはまったく姿を消すことになるのであるが、いずれ

も日本の独立後の食糧増産に大きく貢献した。

1953 年 (昭和 28) には 1,000 ha 当たり水稲は 8,038 千 t、陸稲は 201 千 t で 水・陸合計 8,239 千 t であったのが、ホリドールや有機水銀剤が軌道に乗った 1955 年 (昭和 30) には、水稲は 12,073 千 t、陸稲は 312 千 t で 水・陸稲合計 12,385 千 t の収量を示した。かくして、その後収量に多少の起伏があったが増収を続け、これが平年作となった。1949 年 (昭和 24) ごろには散粉用の銅製剤が大量に製造市販された。このころの銅粉剤は塩基性硫酸銅が多く、散粉サンボルドウ (主剤 37%, 日本農薬)、三笠銅粉剤 (主剤 15%, 三笠)、三共散粉ボルドウ (主剤 27%, 三共)、庵原散粉ボルドウ (主剤 23%, 庵原)、玉印散粉ボルドウ (主剤 11%, 新潟硫酸)、日産散粉ボルドウ (主剤 23%, 日産)、散粉ボルドウ (主剤 23%, 北興)、散粉ボルドウ (主剤 36%, 脂肪酸銅 0.36%, 東亜) いずれも銅 6~7% の粉剤で、王銅粉剤 (塩基性塩化銅に無機ケイ酸塩類で希釈、主剤 10%, 日産)、黄色亜酸化銅粉剤 (酸化銅 9%, 銅 8%, 東北共同)、コロイド銅粉剤 (主剤同じ、磐城セメント) などの 10 種であったが、有機水銀剤が軌道に乗った 1957 年 (昭和 32) ごろにはいずれも姿を消し、銅粉剤は特製王銅のみとなった。

1953 年 (昭和 28)、有機水銀剤の出現後のボルドウ液をはじめ銅製剤は水・陸稲の病害防除薬から急速に後退したが、その後の有機水銀剤はいもち病防除特効薬として、手動から動力散粉機の登場とともに散粉能力を高め、さらにヘリコプタなどによる広域での殺菌、殺虫剤の散布が行われるなど、ほ場における病害虫の発生を減少させた。その後有機水銀剤は粉剤から水和剤、乳剤などが市販された。

1956 年 (昭和 31)、農業技術研究所の富沢長次郎技官はアイソトープによるイネ体内における水銀の追跡を行い、水銀が米粒中に侵入することを確認した。翌年農林省は当時農技研病理昆虫部長であった加藤静夫技官を委員長とする対策委員会を組織し、直ちに各県農事試験場に依頼して、有機水銀剤を散布した稲株と米粒を送付してもらい、イネ体内での水銀の移動、米粒への移行部位、量、土壌中の残留とイネ体内移動の有無、速度などを検査することになった。試験の結果は水銀が米ぬか層

に多く蓄積することが判明し、1965 年 (昭和 40) 6 月に至ってその全様が公表された。農林省は 1966 年 (昭和 41) に散布用水銀剤の 1/3 を、42 年には 2/3 を非水銀剤に置き換え、43 年度には全面的に水銀剤の使用を禁止した。しかし、銅水銀剤や銅水銀粉剤など当分の間、細菌病などの防除に使用された。

次にボルドウ液の原料である硫酸銅は、昭和 49 年度 (1974) の登録は 13 社で、年間各県使用量はリンゴ産地青森県や長野県が群を抜いて多量で、全国総合計 8,767.6 t であり、昭和 59 年度 (1984) の登録は 20 社となり、年間各県の使用量は上記の県のほか、秋田、山形、福島、栃木、群馬、東京、山梨、岐阜、新潟、福井各都県が多く、全国総合計 7,534.6 t で、園芸や林業などにボルドウ液が大量に使用されていることを示している。

昭和 40 年度 (1965) の銅剤は、銅粉剤 17 種、銅水和剤 24 種合計 41 種で、有機銅水和剤は 1 種であった。その約 10 年後の昭和 49 年度 (1974) には銅粉剤は 8 種、銅水和剤は 19 種で銅製剤の合計は 27 種で、さらに 10 年後昭和 59 年度 (1984) には銅粉剤 8 種 (塩基性硫酸銅 6、塩基性塩化銅 2)、銅水和剤 29 種 (塩基性塩化銅 12、塩基性硫酸銅 4、水酸化第 2 銅 10、塩基性リン酸・硫酸銅 1、無水硫酸銅・無水炭酸ソーダ 1) で、有機銅水和剤 4 種、他剤との混合剤 8 種である。すなわち 40 年度は銅製剤 41 種で、49 年度は 27 種に減少したが、その約 10 年後には再び増加して 38 種となった (『農薬要覧』による)。ボルドウ液は粒子による噴霧口の拡大や調製に人手を要するにもかかわらず、大量に使用する場合は安価なので使用が多く、銅製剤はボルドウ液とともに細菌病や疫病などの防除に使用されている。

次に、日本でまだ盛んに有機水銀剤が使用されていた 1962 年 (昭和 37) ごろの殺菌剤の各国使用状況を示すと次のようである。銅剤の使用量は日本は 7,350 t で世界の 9 番目でドイツの次であり、イタリア、ポーランドの順に多く、フランス、ハンガリー、スペイン、アメリカがこれに次いでいる。水銀剤は日本が群を抜いて多く、次いでソ連、西ドイツ、韓国の順である。有機硫黄剤 (Dithiocarbamates) はイタリアが多く、アメリカ、ギリシャ、日本の順で、硫黄はイタリア、アメリカがもっとも多く、スペイン、ポルトガル、ギリシャ、アルジェリアの順である (ORDISH, G. · J. F. MITCHELL, 1967)。

XIII 有機水銀剤の使用禁止後のボルドウ液と銅製剤

昭和 28 年、いもち病の特効薬として実用化された有

機水銀剤は、その殺菌作用は予防的にも治療的にも効果がありその威力は絶大であったため、直ちにこれを凌駕する効力を有する保護殺菌剤の開発は困難であった。

わが国農業の支柱とさえ言われた有機水銀剤 (種子殺菌剤を含む) が、殺菌剤、特にいもち病防除特効薬の王座から去ったころの 1969 年 (昭和 44) には、わが国の殺虫剤の支柱であったパラチオン剤、BHC、DDT、リンデンなども製造中止が発表され、2 年後の 1971 年 (昭和 46) には改正農薬取締法によって全面的に使用禁止となった。1953 年 (昭和 28) 以来わが国の食糧増産のため大きな貢献をしてきたこれらの殺菌および殺虫剤が、時を同じくして消えると同時に、1971 年 (昭和 46) から実施された米の生産調整政策は、米の生産農家はもちろん、農学方面の研究者に大きな打撃を与え、農家の生産意欲、特に米麦の研究所として発展してきた農事試験場における技術者の研究意欲を低下させた。ただ優秀な浸透殺菌剤である有機水銀剤の出現は、その後の優秀ないもち病防除剤の開発に寄与し、1962 年 (昭和 37) ブラストサイジン S、3 年後のカサガマイシン、キタジン、プラスチン、1967 年 (昭和 42) にはヒノザンなどが続いて実用化され、遂にボルドウ液はいもち病の防除剤としての役目を終えた。なおボルドウ液の主原料である硫酸銅の県別出荷数量を、1963 年 (昭和 38) から出版されている農薬要覧についてみると、水銀剤の全面禁止後の昭和 49 年度 (1974) は、全国総計 8,228.7 t で、同じく約 10 年後の昭和 59 年度 (1984) には多少減少したが、依然として大量の硫酸銅が農協系で出荷されており、全国総計で 75,346 t で、最高は長野県で 21,011 t、次いで青森県が 17,329 t で、山形、群馬、東京、山梨、新潟、岐阜などで、最低の京都でも 1.7 t である。このようにボルドウ液は現在でも果樹園芸、樹苗や特用作物などの病害防除に使用されている。果樹栽培は病虫害との戦いの歴史であるが、銅剤はリンゴ、ミカン、ナシ、ブドウ、モモなどの主要果樹類に使用されている。

例えば、リンゴ栽培にはボルドウ液がなお利用されているが、本剤は幅広い各種病害の防除に有効であり、シンクイムシなどの産卵忌避効果や果実の貯蔵性などの利点があるといわれている。なお近ごろ青森県などで 60 数年に及ぶボルドウ液の散布による銅の蓄積が問題となっているようであるが、昭和 58 年銅塩、昭和 60 年塩基性炭酸銅、緑青などの有毒説が否定されている (降矢強 (1985), 食品衛生研究 34(1): 225.)。なおリンゴ園における銅の蓄積は表層土壌に多く、葉や果実に移行するものはきわめて少ないという。

1969 年 (昭和 44) ごろから、関東を中心と主として

第3表 キュウリ斑点細菌病防除連絡試験使用薬剤 (昭和 49~54 年 (1974~79))

番号	薬 剤 名	有 効 成 分 名
1.	ボルドウ液	硫酸銅, 生石灰 3-2 式
2.	クラビットホルテ水和剤	塩基性塩化銅 73.5%, Cu 44%
3.	Z ボルドー水和剤	塩基性硫酸銅 58.0%, Cu 32%
	Z ボルドウ粉剤	塩基性硫酸銅 9.0%, Cu 5%
4.	コサイド水和剤	水酸化第二銅 83.0%, Cu 54%
5.	FT-2 水和剤	塩基性硫酸銅 Cu 13.8%
6.	オキシボルドー	塩基性硫酸銅 29 %, 8-ヒドロキシキノリン銅 10 %
7.	サンヨール乳剤	ドデシルベンゼンスルホン酸ビスエチレンアミノ銅酢塩 (II) 20%
8.	キノンドー水和剤	8-ヒドロキシキノリン銅, 40.0%
9.	ヨネボン乳剤	ノニルフェノールスルホン酸銅, 30.0%
10.	ミノルゲン水和剤	2-オキシ 1,4-ナフトキノン銅, 50.0%
11.	ミノルゲンC水和剤	2-オキシ-3-クロル-1, 4-ナフトキノン銅, 50.0%
12.	カブレチン水和剤	塩基性塩化銅 64%, 水酸化トリフェニル錫 5%
13.	メルクデランK	デチアノン 13%, 塩基性塩化銅, 42%
14.	ダコニール水和剤	テトラクロロイソフタロニトリル 75.0%
15.	カスミン液剤	カスガマイシン硫酸塩 2%
16.	アグレプト水和剤	ストレプトマイシン硫酸塩 25%, ストレプトマイシン 20%
17.	カスミン液剤	カスガマイシン塩酸塩 2.3%, カスガマイシン 2.0%
18.	ダイセンスステンレス	エチレンビスジチオカルバミン酸アンモニウム 50.0%

ビニールハウスなど施設栽培のキュウリに斑点細菌病が激発し始め、その後急速に全国各地に拡大し大きな被害をもたらした。本病発生以来、各種の薬剤を散布し防除に努めたが、栽培者はもちろん、技術普及者・指導者の懸命の努力にもかかわらず被害は拡大するのみであった。1974 年 (昭和 49)、日本植物防疫協会はキュウリ斑点細菌病防除連絡試験成績を発表し、連絡試験の検討会を開催した。基礎研究を農研、野菜試 (本場、盛岡、久留米) のほか県農試 4、園試 3、薬剤防除連絡試験を野菜試ほか 18 県の農試、園試で分担試験が行われた。そのうちボルドウ液については、野菜試、岩手、宮城、群馬、埼玉、福岡の園試、長野農試が散布試験を分担した。茨城県 (関口、米山) は供試殺菌剤の殺菌力の比較試験を行い、ボルドウ液はクラビットホルテ、コサイド、Z ボルドー、FT-2、オキシボルドー (無機)、キノンドー (有機) と共に殺菌力が強くいずれも銅含有の殺菌剤であることを示した。また散布試験では、対照薬剤として用いられたボルドウ液 (3-2, 4-2 式) はいずれの試験でも効果は良好で、埼玉園試 (吉野ら)、長野農試 (今村ら) によると銅剤はいずれも良い成績で、無機銅のうちではボルドウ液に優れた効果が認められ、初期散布で軽い葉害を示したが、その後の散布では影響はなく収量には関係がないことを示した。防除連絡試験で試験された供試殺菌剤の種類は第3表のとおりである。有効な薬剤はボルドウ液をはじめ銅含有の無機殺菌剤で、ダイセン、サンヨールなどは効力少なく、カスミンは散布時には有効であるが持続性がなかった。

この連絡試験研究は細菌病の防除にはボルドウ液をは

じめ銅製剤が有効であることを再認識させた。

1980 年 (昭和 54) 農林省農林水産技術会議は、本病防除の重要性を認め、キュウリ斑点細菌病をはじめ緑枯細菌病、アレチウリなどの細菌病およびメロン褐色斑点細菌病について関係大学、場所および県農試、園試を動員して伝染経路の解明、伝染源の撲滅など数年にわたる実験的研究を行わせた。キュウリ斑点細菌病は第一次石油ショックをはさんで激発し、その後手の施しようのないほどの被害を与え、数年で露地栽培のキュウリにも発生し、その後全国的に激発し大きな被害をもたらした。本病の防除はきわめて困難と思われたが、発生以来栽培者はもちろん、防除技術の普及者・指導者の懸命の努力によって、さしもの難病であったキュウリ斑点細菌病をはじめその他の細菌病も数年で減少し始めた。この官民技術者の努力によって防除の困難であった細菌病の防除に成功したが、多湿下の畑作や施設栽培における細菌病防除の困難性を体験させた。これまで水稻作、特に白葉枯病などの防除対策のみを経験してきた全国各地の技術者に、施設栽培を中心にそ菜に発生した細菌病防除の困難性を知る機会を与えたことは大きな収穫であった。この細菌病防除の成功は往年のジャガイモ輪腐病の撲滅対策の成功とともに、植物防疫史上に残る出来事であった。

次に樹木の病害で防除の困難な杉苗の赤枯病の防除について、1962~67 年 (昭和 37~42) ごろに農林省林業試験場の伊藤一雄部長はボルドウ液での防除について、特にスギ赤枯病のような猛烈な伝染力を有する病害では、少なくとも赤枯病に関する限り、ボルドウ液よりも効果の大きな薬剤はまだ現れていない。続々と現れる新

しい殺菌剤をおいて、ボルドウ液が赤枯病の防除薬としての王座を確保していることはいかにも不思議であるが真実である、と述べ、林業では今日でもボルドウ液の健全性を証した。

果樹栽培は病虫害防除との戦いであり、ボルドウ液は、前述のようにリンゴやミカンなどに使用されているが、例えばリンゴ栽培には昭和初期からボルドウ液が利用されており、シンクイムシなどの産卵忌避、果実の品質保持や貯蔵性などの作用があり、また本剤は保護殺菌剤として幅広い殺菌作用を有し、適当な持続性があり捨て難い多くの利点を持っている。

お わ り に

1985 年 (昭和 60) でボルドウ液が創製されてから 100 年になり、フランスのボルドウ市において同年秋ボルドウ液発見 100 周年記念集会在開催され、日本植物病理学会および農薬学会を代表して、前会長の吉村彰治氏がこの集会の正式招待者として、また当時の農薬検査所長中村廣明氏ほか、日本から 10 数名の方々が出席され、集会は盛大であったという。研究集会は、フランス植物病理学会 (SFP)、英国植物病理学会 (BSPP)、フランス植物防疫協会 (ANPP)、英国植物保護会議 (BCPC) および欧州、地中海域植物防疫機構 (EPPO) の共同主催のもとで行われ、組織委員長はボルドウ農業試験場 (INRA) の植物病理部長 R. LAFON 氏が務められ、3 日間の集会を通じて快晴で、招待講演 18 題、ポスターセッション 68 題でところ狭しと展示された図表、写真、標本などは色彩豊かで図解もスマートであったという。日本からの講演は 5 編で、それぞれ粒よりで注目を集めたということである。その他、活性化化合物 1 編、殺菌剤、作物の環境相互作用 1 編、殺菌剤耐性が 10 編、米穀類と殺菌剤 10 編、ブドウと殺菌剤 17 編、その他 10 編の発表があり、薬剤耐性に関する講演が多かったという。

昭和 60 年 11 月 13 日、日本農薬学会、日本植物病理学会協賛で農大総合研究所農薬部会の主催により、ボルドウ液 100 年祭記念講演会が行われ、「銅剤の歴史と今後の展望」という課題で講演が行われた。演題は吉村彰治氏の「ボルドウ液発見 100 周年記念研究集会に出席して」ほか向 秀夫、本田 博、本間保男、太田舜三、山村堯比呂、磯 毅、和田拓雄各氏など 8 題の講演が行われた。講演会出席者一同の記念写真の撮影が行われ、この写真はフランスの前記集会の組織委員長あてに中村廣明氏を通じて贈与されたという。

ミヤルデ教授がボルドウ液を発見した当時は普仏戦争

の直後で、フランスとドイツは科学的に内心先陣争いをしていた時代であった。当時ドイツのコッホ研究班とフランスのパスツール研究班とがコレラ菌発見の先陣争いをしていたが、ついに 1884~85 年にコッホによってコレラ菌が発見された。その 1 年後の 1885 年フランスのミヤルデによって、農作物の病害防除の万能薬ボルドウ液が発見された。当時欧州では 10 数年にわたりジャガイモの疫病が激発して食糧不安が続いていたので、ボルドウ液の発見は食糧確保に大きな希望を与えた。フランス国家はこの功績により、1888 年 (明治 21) にミヤルデ教授に国家最高の勲章レジオン・ドヌール章を授与した。

その後ボルドウ液は欧州全土に広がり、数年後にはアメリカに伝わり、農務省は本格的なボルドウ液の研究を始めた。

わが国では 1888 年 (明治 21)、東京農科大学玉利喜造教授がキュウリべと病の防除に硫酸銅と石灰液の混合液の散布を指示し、1896 年 (明治 29) 同じく白井光太郎教授がいもち病の防除にボルドウ液の散布を指示し、1899 年 (明治 32) に農商務省農事試験場の堀正太郎技師は日本式のボルドウ液の処方を発表した。実際には場で散布したのは 1897 年 (明治 30) で、べと病の防除のため、現在の牛久市のブドウ園で散布したのが最初である。その後農事試験場の努力によって日本全土に広がり、果樹の病害について水稲病害防除にも広く使用された。このようにしてボルドウ液はその発見以来わが国独特の発達を遂げ、食糧増産のため大きな足跡を残した。戦前の不良天候によるいもち病の激発、真夏の太陽の下での薬剤散布などの重労働は、保護殺菌剤ボルドウ液の名と共に永く語りつがれるであろう。

ボルドウ液は、ミヤルデ教授により創製されてから 100 年後の今日、わが国の食糧増産の一線から退いたが、無機保護殺菌剤として各種病原菌に対し広範な殺菌作用を有し、数 10 年の使用に対しても強力な薬剤耐性菌の出現もなく、多少の土壌残留が考えられるとしても人畜に対する中毒問題もなく、原料は保存性があり、安価であるので、今後も農家において、手軽で各種病害に対して効果のある作物保護殺菌剤として、細く永く愛用されることと思われる。

(おわり)

引 用 文 献

- 1) 安部卓爾・岡村英二 (1931): 植病研究 1: 54-70.
- 2) ——— (1940): (I~III), 農及園 15: 1459~1464, 1649~1653, 1837~1842.
- 3) 青柳寅雄 (1936): 新潟農報 410: 21~22.
- 4) 明日山秀文 (1947): 農薬 1 (3): 1.
- 5) 鑑谷大節 (1939): 農及園 14: 1312~1314.
- 6) BENIGNUS, P. G. (1948): Ind. Eng. Chem. 40: 1426.

- 7) ト蔵梅之丞 (1931): 病虫雑 18: 292~293, (1934): 21: 811~816, (1935): 22: 590~598, (1936): 23: 610~617, 659~671, 763~790, 836~844, (1940): 27: 465~469, (1941): 29: 336~339, 429~438, 512~523, 584~592.
- 8) ——— (1911): 帝国農会報 29: 10~11.
- 9) ——— (1934): 実用農作物病害要説, 西ヶ原刊行会, 東京, 730 pp.
- 10) ——— (1953): 日本農作物病害防除史, 産業図書, 東京, 302 pp.
- 11) 道家剛三郎・宇都完務 (1951): 日植病報 13(3. 4): 163.
- 12) 藤井 薄 (1949): 九州農研 5: 17.
- 13) 福永一夫 (1969): 植物防疫 23(10): 413.
- 14) 後藤和夫・鈴木方正・宮島美知男・深津量栄・大畑貫一・寺中理明 (1954): 日植病報 18 (3. 4): 179., (1955): 19 (1. 2): 84~86.
- 15) 原田太郎・高橋清興・大島恭平 (1949): 農薬 1(3): 9.
- 16) 原 攝祐 (1937): 作物病理学, 養賢堂, 1001 pp.
- 17) ——— (1932): 農及園 7: 2423~2426.
- 18) 浜田重造・末永好規 (1941): 病虫雑 28(7): 496.
- 19) 日野 巖 (1949): 植物病理学発達史, 朝倉書店, 東京, 312 pp.
- 20) 橋岡良夫 (1961): 植物防疫 5(7): 236.
- 21) 造見武雄 (1942): 農事改良資料, 農林省農政局, 159: 94 pp.
- 22) 堀 正太郎 (1903): 農作物病学, 成美堂, 東京, 297 pp.
- 23) ——— (1940, 41): 日植病報 10(2. 3): 73~75, (4): 317~325, 11 (1): 11~14.
- 24) 堀 正侃 (1973): 日本新農薬物語, 日本植物防疫協会, 662 pp.
- 25) 鐙方末彦 (1929): 農及園 4: 1422.
- 26) ——— (1935): 病虫雑 22: 445~450.
- 27) ———・松浦 義・田口重良 (1931): 農政局農事改良資料, 農林省農務局 20: 140 pp.
- 28) ———・田口重良・吉田政治・井口 匠 (1938): 同上 130: 91 pp.
- 29) ——— (1947): 農学 1(5): 47.
- 30) ———・安尾 俊・堀 真雄 (1949): 農林省農試中国支場研究速報 16: 31.
- 31) ——— (1950): 日植病報 15(1): 39.
- 32) 飯田 格・古山 清・綾 正弘 (1950): 防疫時報 (19): 74.
- 33) ———・——— (1951): 農薬検報 (2): 101.
- 34) ———・——— (1952): 日植病報 16(2): 85, 17(1): 43.
- 35) ———・綾 正弘・元橋 頭 (1950): 15 (1): 46, (1951): 同 15(2): 106~107.
- 36) ——— (1953): 同上 17(3. 4): 189~110, 同 (1954): 19(1. 2): 75~76.
- 37) ———・上達 章・佐藤六郎・山崎輝男編著 (1946): 現代農薬講座 I~V., 朝倉書店, I. 232 pp., II. 219 pp., III. 232 pp., IV. 195 pp., V. 235 pp.
- 38) 伊藤誠哉 (1932): 北海道農試報 28: 204 pp.
- 39) ——— (1940): 日本学術協会報告 15: 151~156.
- 40) ——— (1943): 稲熱病並に稲熱病文献抄録集, 養賢堂, 253 pp.
- 41) 伊藤一雄 (1967): 樹病学新講, 地球出版, 344 pp.
- 42) ——— (1935): 病虫雑 22: 974~981.
- 43) ———・紺谷修治 (1951): 林試研集 60: 65, 79.
- 44) 井上義孝・後藤和夫・深津量栄・寺中理明 (1954): 日植病報 18: (3. 4): 179~180.
- 45) 出田 新 (1912): 日本植物病理学, 装華房, 935 pp.
- 46) 泉 正六・武長富量 (1941): 農及園 16(5): 883, (6): 1101.
- 47) 岩瀬茂基・都築 仁 (1953): 植物防疫 7: 159~162.
- 48) ——— (1954): 愛知農試集報 9: 163~171.
- 49) 石崎 寛 (1958): 植物防疫 12(1): 27.
- 50) 岩山新二 (1933): 農林時報 (富山) 増刊号, 50~55.
- 51) 糸井節美 (1952): 日植病報 16(2): 83.
- 52) キュウリ斑点細菌病防除連絡試験成績 (1974): 日本植物防疫協会, 137 pp.
- 53) ウリ類細菌病の総合的防除連絡試験成績 (1976): 168 pp., (1977): 256 pp., (1978): 235 pp., (1979): 82 pp. 特別研究, 農林水産省技術会議.
- 54) 梶原敏宏・水沢芳名 (1954): 日植病報 18 (3.4): 175~176, 19 (1. 2): 74.
- 55) 上達 章 (1934): 病虫害の防除法, 朝倉書店, 144 pp.
- 56) ——— (1953): 植物防疫 8(11): 474.
- 57) ———編 (1954): 農薬綜典, 朝倉書店, 370 pp.
- 58) 古山 清・綾 正弘・中村広明 (1954): 日植病報 18(3. 4): 176, 19(1. 2): 75.
- 59) 金子悖吉 (1935): 同上 4(3. 4): 224.
- 60) 梶 村二・伊藤 建・田口三好 (1943): 農業薬剤に関する研究 (3. 4) 日農化学誌 19(10): 729~76.
- 61) 河合一郎・荻谷正次郎 (1961): 農薬ガイド, 富民協会, 434 pp.
- 62) ———・森 喜作・松田 明 (1970): 指定試験 10号, 農林水産技術会議, 67 pp.
- 63) 小宮康平 (1964): 日植病報 19: 189~198.
- 64) 小林 章 (1944): 農及園 19(6): 585, (8): 751. 園学雑 15(1): 41.
- 65) ——— (1944): 園芸学研究集録 4(176): 333~335.
- 66) 川口邦男・和田拓雄 (1985): 日植病報 51: 33.
- 67) 久原重松 (1983): 農薬春秋 47: 2~7.
- 68) 木谷清美・井上好之利 (1952): 四国農試病研成績, 5.
- 69) 栗林数衛 (1928): 日植病報 2: 99~117.
- 70) ———・河合一郎 (1931~34): 長野農試報 39 pp., 53 pp., 63 pp., 69 pp.
- 71) ———・——— (1932): 稲熱病の防除に関する試験研究成績 2報 農務局農事改良資料, 43.
- 72) ——— (1939~44): 長野農試報 61 pp., 55 pp., 67 pp., 45 pp., 65 pp., 65 pp.
- 73) ———・市川久雄 (1943): 稲熱病防除応用試験成績, 1~64. 病虫雑 30: 191~193.
- 74) ——— (1951): 農及園 26: 14~18. 日植病報 15 (2): 98.
- 75) ———・市川久雄 (1952): 農業改良技術資料, 農林省改良局研究部 24: 229 pp.
- 76) ——— (1951): 日植病報 15(2): 98.
- 77) 三橋八次郎 (1930): 愛媛農研 6(2): 47~51.
- 78) 正垣 優 (1976): 農薬検報 16: 26~29.
- 79) 水沢芳名・高梨和雄 (1953): 日植病報 16(1): 38~39, 16(3. 4): 144~188.
- 80) ———・梶原敏宏・高梨和雄 (1953): 同上 17(3.4): 162~163, 189, 同 (1954): 18(1. 2): 85~86.
- 81) 村田寿太郎・栗林数衛・河合一郎 (1932): いもち病の防除に関する試験研究成績, 農林省農政局 64: 138 pp.
- 82) ——— (1933): 病虫雑 20: 578, 661, 746.
- 83) 宮原泰幸 (1441, 42): 同上 28(2): 835, 29(7): 327.
- 84) ——— (1944): 満鉄中央試報 2(2): 1.
- 85) 向 秀夫 (1947~49): 農薬 1(3): 36~37, 2(1): 37~41, 2(2): 32~36, 2(4): 37~40, 2(5. 6): 66~69, 2 (7. 8): 39~42, 2(9): 51~53, 2(10): 39~42, 創刊号: 25~29.
- 86) ——— (1952): 農技研報告 C. (1): 184 pp.
- 87) ——— (1966): 農薬とはじめ, 全国農村教育協会, 67~69.
- 88) 日産化学工業 (1969): 日産化学 80 年史, 619 pp.
- 89) 長野県植物防疫協会 (1972): 長野県植物防疫史, 1207 pp.
- 90) 中沢雅典 (1939): 朝鮮農報 13(10): 45~52, 13(11): 33~40, 13(12): 61~65.
- 91) ——— (1941): 日植病報 10(4): 349~350.
- 92) ——— (1941, 42): 農及園 16(4): 635~638, 16(8): 1333, 17(2): 173.
- 93) ——— (1955): 東海近畿農研 6: 39 pp.
- 94) 水野俊一・杉本 平・石崎 寛・岩田吉人 (1953): 日植病報 17 (3. 4): 191.
- 95) 永田利美 (1953): 農業技術 8: 31~33.
- 96) 長沢正雄・石井義男 (1971): 農業化学, 227 pp.

- 97) 農薬(薬害)に関するシンポジウム (1954): 日植病報 17(1. 2): 73~87, (1961): 同 26(4): 170~191.
- 98) 野原勇太・伊藤勝夫 (1955): 同上 20(2. 3): 116, 20(4): 178~179.
- 99) 野津六兵衛 (1928~35): 農用薬剤の話 1~13版, 島根農会 (1928): 389 pp., (1935): 522 pp.
- 100) 日本植物防疫協会 (1981): カンキツ農薬連絡試験成績, 17: 36~63.
- 101) 長井武雄・古賀英明 (1975): 鳥取大農研報 27: 34~41.
- 102) 日本植物防疫協会 (1963~84): 農薬要覧
西門義一・中山隆夫・宮脇雪夫 (1943): 農学研究 35: 155.
- 103) ———— (1947): 同上 37(1): 16, 37(4): 137.
- 104) 農林省農務局 (1935): 協議要録, 農事改良資料 103: 118 pp.
- 105) ———— (1936): 試験研究成績並に事業報告, 農事改良資料 108: 17 pp.
- 106) 農林省農政局 (1941): 石灰ボルドウ液と市販農薬との効果, 比較試験成績(謄写), 96 pp.
- 107) 農林省農政局農産課 (1941): 銅粉剤に関する試験成績, 防疫時報 20: 66 pp.
- 108) 農林省農業改良局研究部 (1951): 病害虫の薬剤防除試験成績概要(謄写), 81 pp.
- 109) 農林省農務局 (1935): 農事改良資料 103: 118 pp.
- 110) 農林省農業改良局研究部 (1951): 病害虫の薬剤防除に関する試験成績, 84 pp.
- 111) 農林省防疫課監修 (1966): 農薬と防除の知識, 全購連 352 pp.
- 112) 農林水産省技術会議事務局 (1979): ウリ類細菌病の総合的防除に関する研究, 82 pp.
- 113) 岡本 弘・斎藤康夫 (1953): 日植病報 17(3. 4): 156~159.
- 114) 太田敏輝ら (1965): 福岡農試園芸分場研報 4: 11~18.
- 115) 太田孝彦 (1952): 九州病害虫研究会報 28: 82~85.
- 116) 佐藤庄太郎 (1980): 農薬と病虫 4(3. 4): 58.
- 117) 佐藤久隆 (1961): 日農化誌 35: 548~557, 628~636, (1962): 同 36: 596~599.
- 118) 佐藤弘毅 (1930): 農及園 5(5): 608~613.
- 119) 佐藤克己 (1981): 農薬実験法2. 殺菌剤編, 327 pp.
- 120) 佐藤一雄・維谷修治 (1951): 林試研集 15(2): 98.
- 121) 佐々木三男 (1942): 満洲農試時報 39: 67.
- 122) 佐藤公一 (1944): 農及園 19(12): 1065.
- 123) 佐藤邦彦ら (1958): 植物防疫 12(12): 552.
- 124) 佐藤久雄ら (1964): 農薬生産技術 10: 27~32.
- 125) 白井光太郎 (1896): 稲のいもち病菌 植物学雑誌 10: 69~71, 111~113.
- 126) ———— (1896): 稲病防除法調査, 官報 3785号, 333~335.
- 127) ———— (1903): 最新植物病理学提要, 東京出版社, 267 pp.
- 128) ———— (1914): 最新植物病理学, 東京出版社, 498 pp.
- 129) 志方益三ら (1934): 日農化誌 10: 368~373.
- 130) 新農薬 (1959): 三共農薬の沿革 16~17. 同 (1961): 40 年記念特集号 2: 28 pp.
- 131) 斉 伴男 (1941): 満洲農 2(4): 519.
- 132) 志村 喬 (1941): 日作記 12(4): 315.
- 133) 島根県植防協会 (1961): 島根県植物防疫史, 825 pp.
- 134) 杉山直義 (1941~44): 園芸学雑誌 12(1): 24, 13(1): 46, 13(2): 155, 13(3): 252, 14(4): 277, 15(1): 36, 15(2. 3. 4): 231.
- 135) ———— (1942): 園芸研究 36: 189.
- 136) ———— (1947): 作物の薬害, 河出書房, 160 pp.
- 137) 末松直次・鉦塚喜久治 (1920): 農商務省病害虫彙報 8: 301 pp.
- 138) 島田昌一 (1942): 日植病報 12: 38~47.
- 139) 菅原友太 (1947): 農及園 22(9): 459.
- 140) 鈴木照磨・滝田 清 (1952): 日植病報 16(3. 4): 149.
- 141) 田杉平司・田部 真 (1952): 同上 17(1): 31.
- 142) ————・森 寛一 (1953): 同上 17(2): 86.
- 143) ————・荒木昭介・百足泰守 (1956): 北日本農薬研報 5: 19 pp.
- 144) 高梨和雄・水沢芳名 (1954): 日植病報 18(3. 4): 140~141.
- 145) 高橋清興 (1939): 農薬発達史 1~3. 新農薬 2: 19~23, 3: 2629, 4: 65~69.
- 146) ———— (1951): 農薬の物理化学的研究, 三共農薬部, 170 pp.
- 147) 田口三好・萩原和夫 (1941): 新農薬 10: 48.
- 148) 田中彰一 (1930): 青果時報 117: 37~39 静岡農会報 12(469): 14~17.
- 149) ———— (1937): 実用農薬薬剤要論, 養賢堂, 139 pp.
- 150) ———— (1954~56): 日植病報 9(2): 126~129, 10(4): 345~349, 11(1): 47~49, 12(1): 65~66.
- 151) ———— (1942): 農及園 17(10): 1239.
- 152) ———— (1948): 農学 14: 11, 15.
- 153) ———— (1951): 日植病報 15(2): 81~82.
- 154) ———— (1951): 東海近畿農試研報 1号: 1~105.
- 155) ———— (1952): 東海近畿農試園芸部 1: 105~127.
- 156) ———— (1954): 日植病報 18(3. 4): 176, 19(1.2): 74.
- 157) 田中一郎・佐々木三男 (1937): 札幌農林学会報 26(124): 520~535.
- 158) ———— (1941): 北農 8(8): 296, 日植病報 15(2): 81.
- 159) 田中弥平 (1986): 農薬 33(3): 20~25.
- 160) 竹田美文・神中 寛 (1984): Robert Koch によるコレラ菌発見 100 年. 日細菌誌 39(4): 709~712.
- 161) 玉利喜造 (1888): 大日本農会報 85: 11~16.
- 162) 高宗房男 (1985): 農薬研究のしるべ, 三星社, 273 pp.
- 163) 豊田 栄・鈴木直治 (1957): 日植病報 22: 173, 177.
- 164) ———— (1958): 植物防疫 12: 346, 348.
- 165) ———— (1961): 日植病学会シンポジウム pp.15, 16.
- 166) ———— (1965): 農技研報 C. 18: 59~124.
- 167) 寺沢 粗・飯島章彦 (1983): いもち病に関する指定試験研究 50 年のあゆみ, 長野県農試, 228 pp.
- 168) 富沢長次郎 (1956): 農及園 31: 1533~1534.
- 169) TOMONO, K., ARIMOTO, Y., HOMMA, Y. and T. MITSATO (1981): J. Pesticide Sci. 6: 337~340.
- 170) 伴野広太郎・有本 裕・本間保男・見里朝正 (1981): 日農薬学誌 6: 25~29.
- 171) 内田郁大・野口徳二 (1929): 改訂農用薬剤学, 676 pp.
- 172) 徳山竜明ら (1974): 日大農獣医研報 31: 191~202.
- 173) 柄内吉彦 (1926): 農及園 1~4. 植物病理学通論, 464 pp.
- 174) ————・中野富雄 (1941): 日植病報 10: 363.
- 175) 山本 磐ら (1975): 四国植物防研 10: 29~33.
- 176) 山本 亮 (1941): 農薬学, 養賢堂, 298 pp.
- 177) 山西清平 (1924): 病虫雑 21: 752.
- 178) 山本隆司 (1951): 日植病報 16(1): 37.
- 179) 山本 滋・岩崎守光 (1960): 植物防疫 14(6): 258.
- 180) 山中 達 (1984): 日本いもち病文獻集, 90 pp.
- 181) 吉田政治 (1943): 日植病報 12: 167~180.
- 182) 渡辺幸吉 (1933): 農薬薬剤提要, 養賢堂, 317 pp.
- 183) ADAMS, J. P. and A. A. NIKITIN (1935): Trans. Peninsula Hort. Soc. 25: 73~80.
- 184) AKAI, S. and S. ITOI (1951): Botanical Mag. 67: 1~5.
- 185) BEDFORD, D. and S. U. PICKERING (1910): Woburn Expt. Fruit Farm Reot. 11: 16~19.
- 186) BUTLER, O. (1917): Phytopathology 7: 235~268, (1922): ibid 12: 279~289.
- 187) DARNELL SMITH, G. P., (1915): Agr. Gaz. N.S.W. 26: 242~243.
- 188) DREISCH, F. E. (1873): Dresden. Inaug. Diss. Rostock, 50 pp.
- 189) FRANTON, V. and P. MARSH (1941): Phytopathology 31: 9.
- 190) GOLDOSWORTHY, M. C., CARTER, R. H. and E. L.

- GREEN (1942) : *ibid.* 32 : 497~594.
 191) ———— and E. L. GREEN (1933) : *ibid.* 23 : 561~562.
 192) ———— (1936) : *J. Agr. Res.* 52 : 517~533.
 193) ———— (1938) : *Phytopathology* 29 : 700~716.
 194) HARRISON, D. C. (1927) : *Biochem. J.* 21 : 335~346.
 195) HEUBERGER, J. W. and J. G. HORSFALL (1939) : *Phytopathology* 29 : 9~10, 303~321.
 196) HOLLAND, E. B., DUNBER, C. O. and C. M. GILLIGAN (1927) : *J. Agr. Res.* 34 : 677~686.
 197) ———— (1929) : *Massachusetts Agr. Exp. Sta. Bull.* 252 : 94~112.
 198) HOOKER, H. D. (1923) : *Ind. Eng. Chem.* 15 : 1177~1178.
 199) HORSFALL, J. G., MARSH, R. W. and H. MARTIN (1937) : *Ann. Appl. Biol.* 24 : 867~882.
 200) LARGE, E. C. (1943) : *Nature* 151 : 80~81.
 201) LIN, C. K. (1940) : *Cornell. Agr. Exp. Sta. Mem.* 233 : 33 pp.
 202) LYMAN, C. M. and E. M. BARRON (1956) : *J. Biol. Chem.* 121 : 277~284.
 203) MARSH, R. W., MARTIN, H. and R. G. MUNSON (1937) : *Ann. Appl. Biol.* 24 : 853~866.
 204) MARSH, P. B. (1945) : *Phytopathology* 35 : 54~61.
 205) MARTIN, H. (1932) : *Ann. Appl. Biol.* 19 : 98~120.
 206) MARTIN, H., WAIN, R. L. and E. H. WILKINSON (1942) : *ibid.* 29 : 412~438.
 207) MCCALLAN, S. E. A., LAWRENCE, P. M. and M. W. RICHARD (1954) : *Contr. Boyce Thompson Inst.* 3 : 13~38.
 208) ———— (1957) : *ibid.* 18 : 483~496.
 209) MILLER, H. J. (1950) : *Phytopathology* 40 : 326~332.
 210) DE ONG, E. R. (1935) : *ibid.* 25 : 368~370.
 211) OWENS, R. G. (1953) : *Contr. Boyce Thompson Inst.* 17 : 221~242., (1954) : *ibid.* 18 : 125~144.
 212) PIRRIE, P. W. (1931) : *Biochem. J.* 25 : 1565~1579.
 213) PICKERRING, S. U. (1909) : *J. Chem. Soc.* 95 : 1400~1425.
 214) POWELL, D. (1946) : *Phytopathology* 36 : 572~573.
 215) RECKENDORFER, P. (1936) : *Zeischr. Pflanzenkrankh.* 46 : 418~438.
 216) ROBINSON, R. H. (1923) : *Ind. Eng. Chem.* 15 : 941~942.
 217) SCOTT, D. B. M. and S. S. COCHEN (1951) : *J. Biol. Chem.* 188 : 509~529.
 218) ———— (1953) : *Biochem. J.* 55 : 23~33.
 219) SHEPHERD, C. G. (1951) : *ibid.* 48 : 483~486.
 220) SWINGLE, W. T. (1896) : *U. S. D. A. Veg. Phys. and Path. Bull.* 9 : 37 pp.
 221) WAIN, R. L. and E. H. WILKINSON (1943) : *Ann. Appl. Biol.* 30 : 379~391.
 222) ———— (1945) : *ibid.* 32 : 240~243.
 223) YOUNG, H. C. and J. R. BECKENBACH (1935) : *Phytopathology* 25 : 40.

〔付記〕 本誌 40 巻 9 号 4 ページ目の「第 2 表 ミヤルデ教授の略歴」中、上より 9 行目以下の年号を下記のように訂正願います。“1869 (ク 2)”は“1879 (ク 12)”に、“1870 (ク 3)”は“1880 (ク 13)”に、“1872 (ク 5)”は“1882 (ク 15)”に、“1876 (ク 9)”は“1886 (ク 19)”に。



○日米セミナー「信号物質：昆虫行動における機能と化学」開催のお知らせ

日本学術振興会日米科学協力事業に基づく表記のセミナーが、下記のとおり開催される。本セミナーは公開であり、一般参加者のほかにポスターセッションへの参加者が歓迎されている。

開催期間：昭和 62 年 7 月 5 日(日)～7 月 8 日(水)

会場*：京都会館会議場(京都市左京区岡崎公園内)

内容：①行動、②フェロモン、③アロモン、④カイロモン、⑤寄主選択(産卵刺激物質)、⑥食物選択(摂食刺激物質)

米国側演者：M. S. BLUM (ジョージア大)、R. T. CARDÉ(マサチューセッツ大)、S. S. DUFFERY (カリフォルニア大)、P. FEENY(コーネル大)、W. ROELOFS(コーネル大)、D. L. WOOD(カ

ルフォルニア大)

日本側演者：高橋正三、日高敏隆、平野千里、兼久勝夫、桑原保正、松田一寛、松本義明、小野知洋、玉木佳男、田村貞洋、山岡亮平、山本出、本田 洋、石川幸男、川崎建次郎、西田律夫、若村定男

ポスターセッション参加締切：5 月 30 日(土)

参加登録料(懇親会費を含む)：

大学・国立研究機関職員：6,000円

学生・大学院生・研修員：3,000円

民間企業等所属者：30,000円

問合せ先：

〒606 京都市左京区北白川

京都大学農学部農薬研究施設

高橋正三 (Tel. 075-751-2111)

* 7 月 5 日(日) 午後 4 時からの登録、同午後 6 時からの懇親会、および 7 月 7 日(火) 午後 6 時からのポスター発表は、ホテルサンフレーザー(〒606 京都市左京区東天王町、Tel. 075-761-9111)にて行われる。

植物防疫基礎講座

病虫害防除のための統計学 (3)

分布様式とサンプリング (2)

農林水産省草地試験場 しよ み まき え
塩 見 正 衛

前号では、昆虫や被害植物個体の空間分布を表す六つのモデルと、空間分布の解析方法について解説した。今回は、生息する害虫個体数や密度の推定方法について概略を示す。

III 個体数 (密度) の簡易推定の方法

個体数の推定方法に関しては、1986 年の末に久野英二氏による「動物の個体群動態研究法 I—個体数推定法—」が出版された。この著作は、個体数推定の統計学的基礎、個体数推定の諸方法、個体数推定のためのサンプリング計画、個体数に関する仮説検定と意志決定、の 4 章から構成されていて、きわめて広い範囲をカバーしている。個体数の推定方法をこのように総合的に論じた書物が出版された直後に、紙数に限度のある小論を著すこと自体その目的に疑問が持たれかねない。当然、本小論では個体数推定の方法全体について触れることは不可能であるから、以下では個体数あるいは密度の簡易推定法 (敏速計測法) に限って述べたい。標識再捕法 (capture-and-recapture method) やライントランセクト法など、ここに解説する方法以外にも、研究・調査にとっては欠くことのできない多くの個体数推定の方法があるが、それは久野 (1986) や伊藤と村井 (1977) を参照していただきたい。

個体数や密度の簡易推定の方法は、次のように二つの規準で四つに分類することができる。第一は、その推定方法が前号で述べたようななんらかの統計学上の分布を基礎に置いているかどうかの規準である。第二は、個体数推定の調査の前になんらかの予備的な調査を必要とするかどうかの規準である。これら二つの規準による分類に従って以下に順次、いくつかの方法を述べていきたい。

1 予備調査を必要とするが、統計学上の分布に依存しない方法

p を 1 個体以上の個体がいる区画数の割合、 m を 1 区画当たりの個体数の平均値とすると、河野と杉野 (1958) は p と m の間に経験的に次の関係式が成り立

つことを見いだした：

$$p = 1 - e^{-am^b} \text{ あるいは } 1 - p = e^{-am^b}$$

ここに、 a と b はその個体群に固有の常数である。もし、常数 a と b が既知なら、上の式から区画当たりの平均個体数 m は、1 個体以上の個体がいる区画数の割合 p だけを用いて、

$$\hat{m} = \left\{ -\frac{1}{a} \ln(1-p) \right\}^{\frac{1}{b}}$$

により推定できる (矢野, 1987 も参照のこと)。

さて、多くの場合常数 a , b は既知ではないから、予備調査を行って前もって推定しておかなければならない。第 5 表に示すような 10 組のデータ (架空) が得られたとしよう。あるミカン園の 10 本のそれぞれの樹から 100 枚ずつの葉をランダムに抽出して、その葉にいるヤノネカイガラムシの個体数を数えた。それらから樹ごとに個体数の度数分布表を作り、樹ごとの 1 葉当たりのヤノネカイガラムシの平均個体数と、1 個体以上が寄生している葉の数の割合を計算して記録したものが第 5 表である。このような予備調査に当てる樹は小さな平均個体数から大きな平均個体数までの広い範囲の樹を 10 本程度選ぶのが好ましい。

上の m と p の関係式は、

$$\log_{10}[-\ln(1-p)] = b \log_{10} m + \log_{10} a$$

と書き改められ、左辺を y , $\log_{10} m$ を x , $\log_{10} a$ を a'

第 5 表 ミカン園における 10 本の樹におけるヤノネカイガラムシのデータ (架空)

樹 No.	1 葉当たり平均個体数 m^a	1 個体以上の葉の割合 p	分散	$\log_{10} m$	$\log_{10} \{-\ln(1-p)\}$
1	0.2	0.17	0.2500	-0.6990	-0.7297
2	0.4	0.28	0.5822	-0.3979	-0.4835
3	1.0	0.48	2.2195	0.0000	-0.1845
4	1.2	0.53	2.8000	0.0792	-0.1220
5	1.5	0.56	4.5000	0.1761	-0.0857
6	2.1	0.64	7.7538	0.3222	0.0093
7	4.0	0.74	26.8571	0.6021	0.1294
8	4.2	0.77	26.2500	0.6232	0.1672
9	6.8	0.84	62.5108	0.8325	0.2631
10	8.4	0.85	100.0364	0.9243	0.2781

^{a)} 各樹ごとに 100 枚のランダム抽出された葉の調査を行った。

Statistics for Pest and Disease Control (3) Spatial Pattern of Organisms and Sampling Methods (2).
By Masae SHIYOMI

とおくと、 $y = bx + a'$ と書けるから、1 葉当たりの平均個体数 m の対数によって $1-p$ (すなわち 1 頭もない葉の割合) の二重対数の値を決める単回帰式となる。第 5 表にそれらの値を示したが、その回帰式の計算から、 $b = 0.6154$, $a' = \log_{10} a = -0.2274 \rightarrow a = 0.5924$ を得る。結局、1 葉当たり平均個体数の推定値 $\hat{m}$ は、

$$\hat{m} = \{-1.6881 \ln(1-p)\}^{1.6250}$$

n を調査区画数 (ここでは葉の枚数) とすると、 $\hat{m}$ の分散 $V(\hat{m})$ と偏り $B(\hat{m})$ は KUNO (1986) によって次式で与えられている:

$$V(\hat{m}) = \frac{p}{n} a^{-\frac{2}{b}} b^{-2} (1-p)^{-1} \{-\ln(1-p)\}^{\frac{2}{b}-2}$$

$$B(\hat{m}) = \frac{p}{2n} a^{-\frac{1}{b}} b^{-1} (1-p)^{-1} \{-\ln(1-p)\}^{\frac{1}{b}-1} \times$$

$$\{1 + (b^{-1} - 1) \{-\ln(1-p)\}^{-1}\}$$

以上から、もし 100 葉中の 50 葉にヤノネカイガラムシが 1 頭以上発見されたとすると、 $n = 100$, $p = 50$ であるから、

$$\hat{m} = \{-1.6881 \ln(1-0.5)\}^{1.6250} = 1.2907 \text{ (頭/葉)}$$

$$V(\hat{m}) = \frac{0.5}{100} \times 0.5924^{-\frac{2}{0.6154}} \times 0.6154^{-2} \times (1-0.5)^{-1}$$

$$\times \{-\ln(1-0.5)\}^{\frac{2}{0.6154}-2} = 0.0916$$

$$B(\hat{m}) = \frac{0.5}{2 \times 100} \times 0.5924^{-\frac{1}{0.6154}} \times 0.6154^{-1} (1-0.5)^{-1} \{-\ln(1-0.5)\}^{\frac{1}{0.6154}-1} \\ \times [1 + (0.6154^{-1} - 1) \times \{-\ln(1-0.5)\}^{-1}] \\ = 0.0144$$

これらの数字から、1 葉当たり平均個体数の 95% 信頼区間は、 $1.29 \pm 1.96 \times \sqrt{0.0916} = 1.29 \pm 0.59 = 0.7 \sim 1.88$ (頭/葉)、不偏推定値は、 $1.29 - 0.01 = 1.28$ (頭/葉) となる。ここに、1.96 は正規分布の両側 5% 点の値である。

平均個体数 m の推定値の精度を推定値の標準誤差 $\sqrt{V(\hat{m})}$ と平均個体数 m の比、すなわち変動係数 $D = \sqrt{V(\hat{m})}/m$ で表すと、要求される変動係数 D に対する必要標本 (区画) 数 n_D は KUNO (1986) により、次式で与えられている:

$$n_D = \frac{1}{D^2 b^2} p(1-p)^{-1} \{-\ln(1-p)\}^{-2}$$

例えば、上の例で $D = 0.2$ としたときには、

$$n_D = \frac{1}{(0.2)^2 (0.6154)^2} \times 0.5 \times 0.5^{-1} \\ \times \{-\ln(1-0.5)\}^{-2} = 138$$

の区画数 (葉の枚数) を調査しなければならない。

2 予備調査を必要とし、統計学上の分布を仮定する方法

前号の空間分布の項ですでに述べたように、区画当たりの昆虫個体数の分布は負の二項分布に従うことが多い。このとき、上と同様に p を 1 個体以上の個体がいる区画数の割合、 m を 1 区画当たりの平均個体数とすると、

$$p = 1 - \left(1 + \frac{m}{\alpha}\right)^{-\alpha}$$

と表すことができる。ここに、 α は前述のように空間分布における個体の集中度を表すパラメータで、大きい値はランダム分布を、0 に近い値は高い集中度を意味している。 α は一般に k と書かれていることが多い。

上の式は次のように変形でき、 α が既知なら実測した p に対して m の推定値 $\hat{m}$ が推定できる。

$$\hat{m} = [(1-p)^{-\frac{1}{\alpha}} - 1] \alpha$$

また KUNO (1986) は、 $\hat{m}$ の分散と偏りを次式で与えている:

$$V(\hat{m}) = \frac{1}{n} p(1-p)^{-\frac{2}{\alpha}-1}$$

$$B(\hat{m}) = \frac{p}{2n} \left(1 + \frac{1}{\alpha}\right) (1-p)^{-\frac{1}{\alpha}-1}$$

ここに n は調査した区画の全数である。

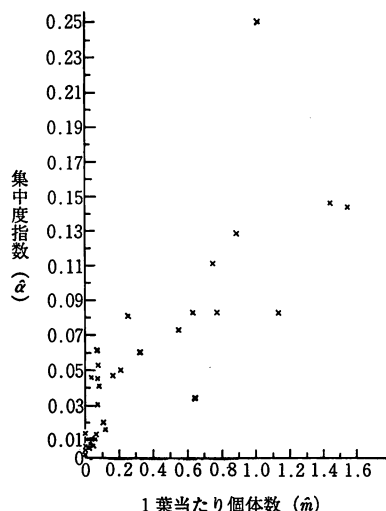
さて、第 5 表に示した例に戻ろう。予備調査で得た 10 本の樹のデータから α を求めておけば、本調査においては、任意の樹の 1 個体以上いる葉数の割合 p から、その樹の 1 葉当たりのヤノネカイガラムシの平均個体数 m を推定することができる。第 5 表から α を推定するには、 $\hat{m}_i$, s_i^2 , n_i をそれぞれ i 番目のミカン樹の 1 葉平均個体数、分散、調査した葉数とすると、

$$\hat{\alpha} = \frac{\sum_i (\hat{m}_i^2 - s_i^2 / n_i)}{\sum_i (s_i^2 - \hat{m}_i)}$$

により計算できる。第 5 表においては、 $\sum \hat{m}_i^2 = 159.74$ 、すべての $n_i = 100$, $\sum s_i^2 / n_i = 2.34$, $\sum \hat{m}_i = 29.8$ であるから、 $\hat{\alpha} = 0.7717$ となる。この α を一般には k と書いて、この 10 本の樹に対する「共通の k 」と呼ぶ。以上の計算から、1 葉当たりのカイガラムシの平均個体数 $\hat{m}$ は、 $\hat{m} = 0.7717 \times [(1-p)^{-1.2958}]$ によって求めることができる。今仮に、1 頭以上の葉の枚数が 50% であったとすれば、 $\hat{m} = 0.7717 \times [(1-0.5)^{-1.2958}] = 1.89$ (頭/葉) で、かつ、

$$V(\hat{m}) = \frac{1}{100} \times 0.5 \times (1-0.5)^{-\frac{2}{0.7717}-1} = 0.0603$$

$$B(\hat{m}) = \frac{0.5}{2 \times 100} \times \left(1 + \frac{1}{0.7717}\right) (1-0.5)^{-\frac{1}{0.7717}-1} \\ = 0.0282$$



第8図 ヤノネカイガラムシの密度($\hat{m}$)と集中度指数($\hat{\alpha}$)の関係(熊本県果試, 上村・塩見, 1975)

となるから, $\hat{m}$ の 95% 信頼区間は, $1.89 \pm 1.96\sqrt{0.0603} = 1.89 \pm 0.48 = 1.41 \sim 2.37$ (頭/葉), 不偏推定値は $1.89 - 0.03 = 1.86$ (頭/葉) となる。

前節と同様, 推定値 $\hat{m}$ の精度を $D = \sqrt{V(\hat{m})}/m$ で表すとき, 必要標本 (区画) 数 n_D は KUNO (1986) によって次式で与えられている:

$$n_D = \frac{1}{D^2} p(1-p)^{-\frac{2}{\alpha}-1} [\alpha \{(1-p)^{-\frac{1}{\alpha}-1}\} - 2]$$

ここの例では, もし $D=0.2$ とすると,

$$n_D = \frac{1}{(0.2)^2} \times 0.5 \times (1-0.5)^{-\frac{2}{0.7717}-1} \times [0.7717 \times \{(1-0.5)^{-\frac{1}{0.7717}-1}\} - 2] = 191$$

となる。

以上述べた昆虫個体数 (密度) を推定する二つの方法では, いずれも本調査の前にいくつかの樹に対して予備調査を行い, その調査結果から推定した常数を用いて本調査における個体数 (密度) の推定を行った。このように 2 段階の調査を必要とする標本調査の方法を double sampling と呼んでいるが, 予備調査で求めた常数 a, b, α が, 本調査における樹に対して不変 (共通) であるかどうかには疑問の余地がある。事実, 筆者が過去に得た熊本県のヤノネカイガラムシのデータでは, α の値は密度 m が大きくなると直線的に大きくなった (第8図, 上村・塩見, 1975), またオオムギにつくアブラムシのデータでも α は m とともに大きくなった (SHIYOMI et al., 1976)。このように, これらの常数が密度 m と独立ではなくなんらかの依存性を示す場合が多いため,

a, b, α を常数とおくことが不自然な場合も多いのではないだろうか。もし, a, b, α が常数でないときは, これらを常数とおくことによって推定値に偏りがもたらされるから, この点の吟味は是非追究しておかなければならない。さらに, a, b, α の推定値自体が推定値としてのバラツキを持つことにも注意を払う必要があるが, 上に述べた方法はこの点を考慮していない。

さて, 第8図は1葉当たり個体数と α の推定値が直線的な関係にあることを示している。ヤノネカイガラムシの1葉当たりの分布は負の二項分布になることは古くからよく知られているから, 1葉当たりの個体数 m は $m = \alpha q$ と表すことができ, 第8図から $q = \text{一定}$ なる結果が得られる。久野 (1986) が扱っている「共通の k 」とは異なり, このように「共通の q 」が成り立つ場合があることに注意しなければならない。

$q = \text{一定}$ の場合には, 予備調査で得られた第8図の横軸を x , 縦軸を y とするとき, $y = qx$ の単回帰式が成り立つから, 第8図のデータを使って q の推定ができる。このようにして q が既知のときは, 1頭以上いる葉の割合 p に対して,

$$p = 1 - (1+q)^{-\alpha}, \quad \alpha q = m$$

を変形して, 1葉当たり平均個体数 m の推定値 $\hat{m}$ は,

$$= \frac{q \log_{10}(1-p)}{\log_{10}(1+q)}$$

によって計算できる。 $q = \text{一定}$ の例と, この性質を利用した個体数推定の例は上村と塩見 (1975) と SHIYOMI ら (1976) に示してある。

3 予備調査を必要としないが, 統計学上の分布には依存する方法

前節で述べたように, 予備調査を必要とする方法は, そのための労力を余分に必要とするだけでなく, 予備調査で求めた常数が本調査でも有効かどうかの疑問が残ることがある。このよ

うな難点を超える目的で, 予備調査をいっさい含まない方法が開発されている。以下に述べる二つの方法は昆虫個体数の区画当たりの度数分布がポアソンか負の二項分布に従うことを前提にしている。

オオムギにつくアブラムシの株ごとの

第6表 アブラムシのオオムギの株当たりの分布(塩見, 1974a)

級 i	観察値	負の二項分布のあてはめ
0	47	47.4
1	30	28.3
2	20	21.4
3 以上	137	136.9

(推定値)

$$\hat{q} = 10.490$$

$$\hat{\alpha} = 0.654$$

$$\hat{m} = 6.859$$

$$\hat{m} \text{ の漸近分散} = 7.104$$

個体数を調べたところ第6表のような度数分布が得られた。この調査においては、それぞれの株に0頭、1頭、2頭いる株数は正確に数え、3頭以上いる株の数は「3頭以上」として、四つのクラスにまとめた。

すでに過去の研究で、アブラムシの分布は負の二項分布でよく近似できることがわかっているが、このアブラムシは不変な a, b や α, q を持っているかどうかはわかっていないし、また不変であったとしてもそれらの値は未知であるとする。

(1) 第一の方法

ここでは、1株平均個体数 m を推定するための式は複雑であるから省略するけれども、第6表の例に対しては、負の二項分布の一般式として、ある株に i 個体いる確率 π_i の $i=0, 1, 2$ と $\sum_{i=0}^{\infty} \pi_i$ の四つの項から最尤法によって $\hat{m}$ を推定した。ここに π_i は、

$$\pi_i = (1+q)^{-\alpha} \frac{\Gamma(\alpha+i)}{\Gamma(\alpha)! i!} \left(\frac{q}{1+q} \right)^i, \quad i=0, 1, 2, \dots$$

ただし、 $q\alpha=m$, $\Gamma(x) = \int_0^{\infty} u^{x-1} e^{-u} du$

m を推定するための計算は FORTRAN で塩見 (1974 b) に与えられている。第6表の度数分布は四つのクラスにまとめられているが、塩見のプログラムでは、3以上なら任意の数のクラスの度数分布に対して計算が可能

である。

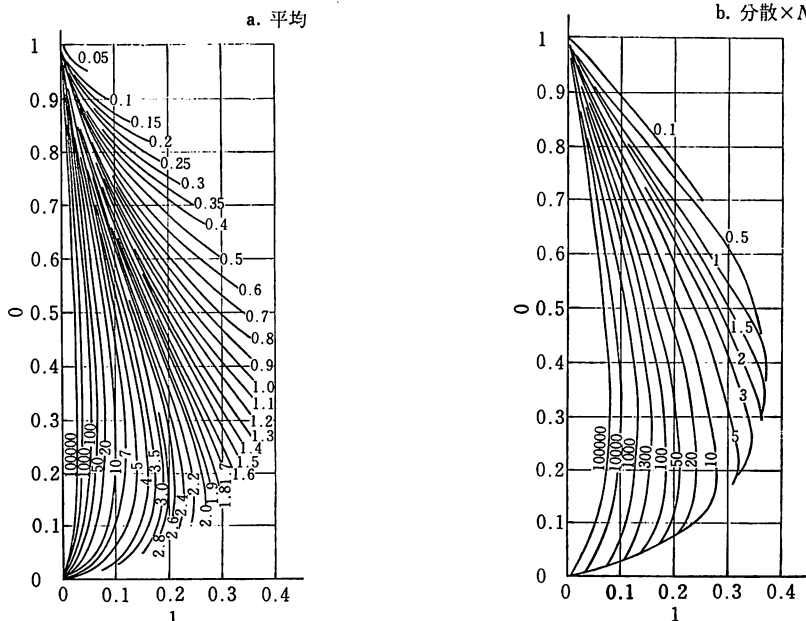
第6表から、推定した1株平均個体数 $\hat{m}$ は 6.859 (頭/株)、 $\hat{m}$ の分散は 7.104 であることがわかったから、その 95% 信頼区間は $6.859 \pm 1.96\sqrt{7.104} = 1.63 \sim 12.08$ (頭/株) となる。

この方法を用いる場合の必要標本数 (調査区画数) の決定は塩見 (1974a) の表を利用して行うことができる。

(2) 第二の方法

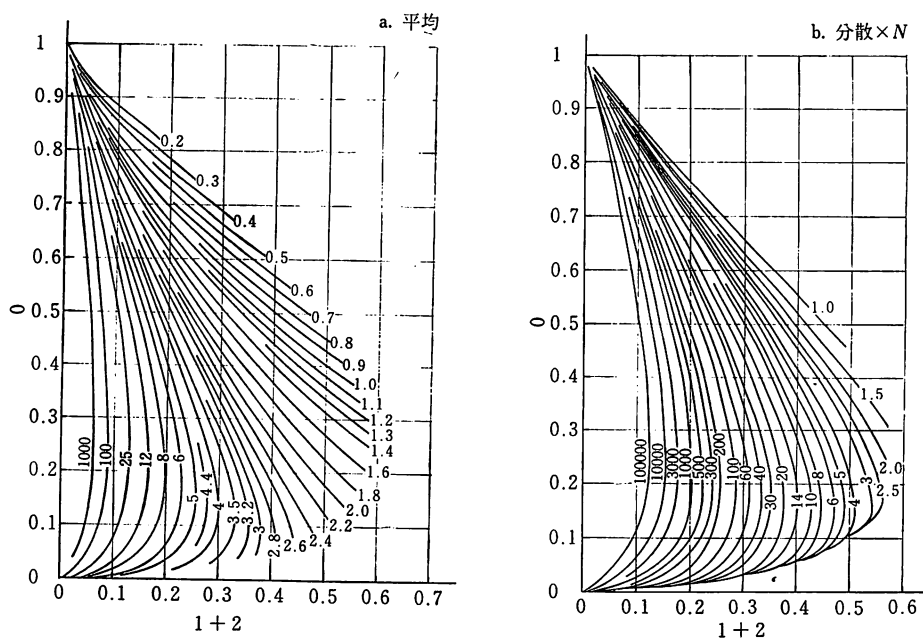
上に示した方法は、予備調査は必要としないけれども、コンピュータによる計算を要するから、現場ですぐに m の推定値を得ることはできない。この難点を克服する目的で、塩見 (1978) は現場ですぐに個体数の推定値 $\hat{m}$ とその信頼区間が求められる「グラフによる推定方法」を開発した。これらのグラフはすでに本誌に紹介されているので、その概要だけを以下に示す。

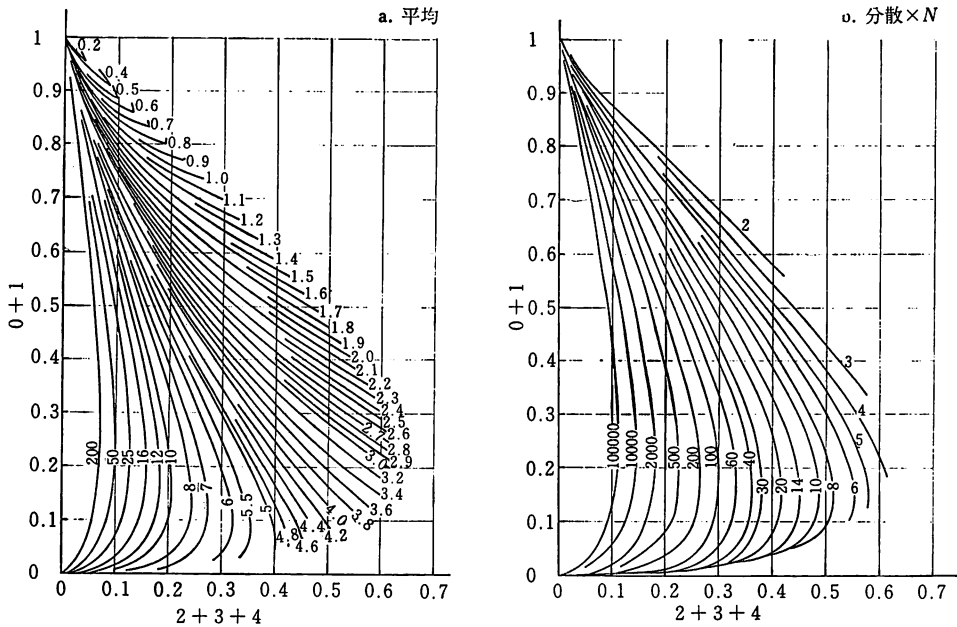
第9図は a と b の二つのプレートから構成されていて、a は区画当たりの平均個体数 $\hat{m}$ を、b は $\hat{m}$ の分散を推定するためのプレートである。第6表の、オオムギにつくアブラムシの例を再び取り上げよう。ここでは0頭の株の度数が47、1頭の度数が30、2頭以上の度数が $20+137=157$ で、その合計は234である。これを第9図のプレート (0, 1) を利用するために相対度数に直すと、0が20.1%、1が12.8%、2以上が67.1



第9図 プレート (0, 1)

縦軸に0の相対度数、横軸に1の相対度数を取る
 N は調査した区画数





第9図(つづき) プレート (1, 4)

縦軸に 0+1 の相対度数, 横軸に 2+3+4 の相対度数を取る

% の三つの数字が得られる。プレート (0, 1)a の縦軸の目盛に 0.201 を、横軸に 0.128 を取ってプレート内のグラフを読むと約 8.0 で、これはオオムギ1株当たりのアブラムシの平均個体数の推定値 $\hat{m}$ に当たる。同様に (0, 1)b 内のグラフを読むと約 1,000 となっているから、 $\hat{m}$ の 95% 信頼区間は $8.0 \pm 1.96\sqrt{1,000/234} = 3.95 \sim 12.05$ (頭/株) である。ここに平方根の中の 234 は調査した株数の合計である。もしこの信頼区間が広すぎるとして不満があるときには、さらに調査を継続しなければならない。234 株に加えて 150 株の調査を追加して、アブラムシの個体数が 0 の株数が 77, 1 の株数が 50, 2 以上の株数が 257 になったとしよう。このとき相対度数は 0 が 20.1%, 1 が 13.0%, 2 以上が 66.9% であるから、第9図のプレート (0, 1)a の縦軸が 0.201, 横軸が 0.130 のグラフを読んで再び約 8.0, (0, 1)b を同様に読んで 1,000 を得る。これら二つの数字から、 $\hat{m} = 8$ (頭/株) と 95% 信頼区間 $8.0 \pm 1.96\sqrt{1,000/(234+150)} = 4.84 \sim 11.16$ (頭/株) を得る。この信頼区間は、234 株だけの調査の場合より狭くなっている。

この例題ではプレート (0, 1) を利用したけれども、第9図には、もっと平均個体数が多い場合にも利用しやすいように、(0, 2) や (0, 3), (1, 4) のプレートも掲

第7表 個体数 (密度) の簡易推定の方法

	統計的分布に依存せず	統計的分布に依存
予備調査を必要	河野・杉野 (1958) GERRARD and CHIANG (1970)	WILSON and GERRARD (1971) SHIYOMI <i>et al.</i> (1976)
予備調査を必要とせず	—	塩見 (1974a) 塩見 (1978)

げておく。ここに (i, j) とは、グラフの縦軸に 0, 1, ..., i 個体いる区画数の相対度数を、横軸に $i+1, i+2, \dots, j$ 個体いる区画数の相対度数を取っていることを意味している。塩見 (1978) はより多くのプレートを掲げて利用に供している。

このグラフによる方法はすでに本文中の手順に示したとおり、逐次推定の性質を持っているから、 $\hat{m}$ の推定精度も調査中に現場で逐次改善でき、また満足のいく精度が得られた時点で調査を打ち切ることができる。

4 予備調査も統計学上の分布も必要としない方法

現在のところ、このような便利な方法は存在しない。将来、光学など物理学的な方法で害虫数や病気の斑点数を計測する方法が開発できれば、その方法はこのカテゴリーに属するであろう。

5 まとめ

以上、個体数 (密度) 調査の方法の二つの規準：①本

調査の前に予備調査を必要とするかどうか、および②統計学的な分布に依存しているかどうか、で個体数調査の方法を四つに分類した。それらをまとめると第7表のとおりである。

予備調査の有無についての長所・短所についてはすでに述べたので、最後に、統計学上の分布を仮定する場合とそうでない場合の長所・短所を論じておこう。分布を仮定していない§1の方法には二つの常数 a, b が含まれていたが、負の2項分布を前提とした§2の方法では常数はただ1個 α のみであった。このように分布を仮定することによって常数の数を減らすことが可能であり、分布の仮定が正しく行われておれば、分布を仮定したほうが高い個体数の推定精度が得られる。しかしながら、分布がポアソンや負の二項分布に従っていないと予想されるときには§1の方法に頼らなくてはならない。さら

に、規則的な分布に従う昆虫の個体数の簡易推定法は存在しないことにも注意を要する。

引用文献

- 1) GERRARD, D. J. and H. C. CHIANG (1970): Ecology 51: 237~245.
- 2) 伊藤嘉昭・村井 実 (1977): 動物生態学研究法(上), 古今書院, 東京, 268 pp.
- 3) 河野達郎・杉野多万司 (1958): 応動昆 2: 184~188.
- 4) 久野英二 (1986): 動物の個体群動態研究法 I—個体数推定法—, 共立出版, 東京, 114 pp.
- 5) KUNO, E. (1986): Res. Popul. Ecol. 28 (2): 305~320.
- 6) 塩見正衛 (1974a): 応用統計 3 (2): 75~84.
- 7) ——— (1974b): 農林研究計算センター報告 A 10: 143~158.
- 8) ——— (1978): 植物防疫 32 (7): 277~282.
- 9) SHIYOMI, M. et al. (1976): Res. Popul. Ecol. 18(1): 28~38.
- 10) 上村道雄・塩見正衛 (1975): 応動昆 19(2): 97~104.
- 11) WILSON, L. F. and D. J. GERRARD (1971): Can. Entomol. 103: 1315~1322.
- 12) 矢野栄二 (1987): 植物防疫 41 (2): 50~55.

人事消息

(4月1日付)

橋本純治氏 (生物研分子育種部酵素化学研主研) は家畜飼料安全性研究部がん原性研究室に
森田弘彦氏 (熱研センター研究一部主研) は農研センター耕地利用部水田雑草研主研に
松井武彦氏 (茨城県農試病虫部主研) は農研センター病害虫防除部水田虫害研主研に
小川 奎氏 (同上試畑土壌病害指定試験地主任) は農研センター病害虫防除部土壌病害研主研に
仙北俊弘氏 (熱研センター研究一部主研) は農研センター病害虫防除部ウイルス病診断研主研に
久保村安衛氏 (蚕試松本支場蚕品種改良1研主研) は生物研遺伝資源二部微生物保存研チーム主研に
西山幸司氏 (環境研環境生物部微生物管理科細菌分類研主研・技会事務局併任) は併任解除
志賀正和氏 (沖縄県農試ミバエ類指定試験地主研) は環境研環境生物部昆虫管理科天敵生物研主研に
行本峰子氏 (農研センター企連室研究企画科主研) は環境研資材動態部農業動態科殺菌剤動態研主研に
本田要八郎氏 (農研センター病害虫防除部ウイルス病診断研主研) は北海道農試病理昆虫部病害2研主研に
安藤幸夫氏 (熱研センター研究一部主研) は中国農試環境部虫害研主研に
内藤秀樹氏 (愛知県農総試山間実験農場いもち病指定試験地主任) は九州農試環境一部病害1研主研に
岩野正敬氏 (東北農試栽培一部病害1研主研) は熱研センター研究一部主研に
伊藤一幸氏 (農研センター耕地利用部水田雑草研) は農研センタープロジェクト研1チームへ
天野哲郎氏 (北海道農試畑作部機械化経営研) は農研センタープロジェクト研2チームへ
山田一茂氏 (北陸農試環境部農業気象研) は農研センタープロジェクト研6チームへ
富山雅光氏 (生物研企連室兼分子育種部遺伝子発現調節研) は生物研分子育種部抵抗性遺伝子研へ

平八重一之氏 (生物研企連室兼食総研応用微生物部微生物機能工学研) は生物研機能開発部微生物機能利用研へ

佐藤豊三氏 (東京都総務局小笠原支庁産業課農業センター) は環境研環境生物部微生物管理科糸状菌分類研へ
南 栄一氏 (環境研企連室兼食総研応用微生物部微生物機能工学研) は環境研資材動態部農業動態科殺菌剤動態研へ

藤井 浩氏 (果樹試口之津支場虫害研) は果樹試企連室企画科へ

佐藤姚子氏 (農研センター耕地利用部除草剤研主研) は林試保護部林業薬剤科林業薬剤1研主研に

松浦博一氏 (農研センター病害虫防除部畑虫害研主研) は石川県農試環境部発生予察科長に

斎藤初雄氏 (九州農試環境一部病害1研主研) は愛知県農総試山間実験農場いもち病指定試験地主任に

植松 勉氏 (農研センター病害虫防除部マイコプラズマ研主研) は長崎県農試愛野馬鈴しょ病害指定試験地主任に

松井正春氏 (農研センター病害虫防除部水田虫害研主研) は沖縄県農試ミバエ類指定試験地主任に

稲垣春郎氏 (技会事務局研究管理官) は技会事務局研究開発課長に

岩崎 尚氏 (環境研企連室企画科長) は技会事務局研究管理官に

小川 奎氏 (農研センター病害虫防除部土壌病害研主研) は技会事務局研究調査官併任に

池橋 宏氏 (生物研遺伝資源二部長) は出向 (千葉大学園芸学部教授)

久保祐雄氏 (農業環境技術研究所長) は退職

田中市郎氏 (東北農業試験場長) は退職

間 和夫氏 (蚕糸試験場長) は退職

(4月1日付) (選考採用)

土屋健一氏 (九州大学農学部助手) は環境研環境生物部微生物管理科土壌微生物生態研主研に

新しく登録された農薬 (62.2.1~62.2.28)

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。但し除草剤については適用雑草：使用方法を記載。（…日…回は、収穫何日前まで何回以内散布の略）（登録番号 16656~16672 まで計 17 件）

『殺虫剤』

アレスリン・マシン油エアゾル

アレスリン 0.050%, マシン油 1.0%

マシン油Aスプレー (62.2.24)

16656 (北興産業)

もちのき・さざんか・さわぐるみ：ツノロウムシ、アカシヤ：イセリアカイガラムシ、かなめもち・いぬまき・きょうちくとう・さくら：アブラムシ類

レスメトリンエアゾル

レスメトリン 0.02%

ベニカソフト (62.2.24)

16659 (武田薬品工業)

ばら・きく：アブラムシ類

アレスリン・マラソンエアゾル

アレスリン 0.050%, マラソン 0.10%

ホクチオンM (62.2.24)

16660 (北興産業)

ばら・きく：アブラムシ類

レスメトリンエアゾル

レスメトリン 0.15%

カダンC (62.2.24)

16661 (フマキラー)

庭木：ケムシ類

『殺虫殺菌剤』

BPMC・PAP・EDDP 粉剤

BPMC 3.0%, PAP 2.0%, EDDP 2.5%

ヒノエルサンバッサ粉剤 DL, ヒノバブバッサ粉剤 DL (62.2.24)

16657 (日産化学工業), 16658 (日本特殊農薬製造)

稲：いもち病・穂枯れ（ごま葉枯病菌）・ニカメイチュウ・ツマグロヨコバイ・カメムシ類・ウンカ類・イネツトムシ：21 日 4 回

『除草剤』

グルホシネート液剤

グルホシネート 18.5%

バスタ液剤 (62.2.24)

16662 (日産化学工業)

桑：一年生雑草：春期萌芽前及び夏切後萌芽前雑草生育期、鉄道・公園・庭園・堤とう・駐車場・道路・運動場・宅地・のり面等：一年生雑草・多年生雑草：雑草生育期、花木：一年生雑草：雑草生育期

ビアラホス水溶剤

ビアラホス 20.0%

ハービエース水溶剤 (62.2.24)

16663 (武田薬品工業)

ぶどう：畑地一年生雑草：雑草生育期（草丈 30 cm 以下）：30 日 3 回、りんご：畑地一年生雑草：雑草生育期（草丈 30 cm 以下）：21 日 2 回、キャベツ・はくさい：畑地一年生雑草：定植前雑草生育期（草丈 20 cm 以下）：1 回、トマト：畑地一年生雑草：雑草生育期・定植前又は定植後畔間処理 4 回、きゅうり：畑地一年生雑草：雑草生育期・定植前又は定植後畔間処理 3 回、すいか：畑地一年生雑草：定植後畔間処理：60 日 1 回、花木：畑地一年生雑草：雑草生育期（草丈 20 cm 以下）、桑：畑地一年生雑草：春期萌芽前及び夏切後（雑草生育期）

ジメタメトリン・ピラゾレート・プレチラクロール粒剤
ジメタメトリン 0.20%, ピラゾレート 6.0%, プレチラクロール 1.5%

クサホープD粒剤 (62.2.24)

16664 (三共), 16665 (九州三共), 16666 (日本チバガイギー), 16667 (クミアイ化学工業)

移植水稻：水田一年生雑草及びマツバイ・ホタルイ・ウリカワ・ヘラオモダカ・ミズガヤツリ・ヒルムシロ・アオミドロ・藻類による表層はく離・オモダカ（東北・北陸・九州）・ウキクサ（近畿・中国・四国）：移植後 3 日~移植後 10 日（ノビエ 2 葉期まで）1 回

ジメタメトリン・プレチラクロール粒剤

ジメタメトリン 0.10%, プレチラクロール 2.0%

バレージ粒剤 (62.2.24)

16668 (武田薬品工業), 16669 (日本チバガイギー)

移植水稻：水田一年生雑草及びマツバイ・ホタルイ・ヘラオモダカ・ミズガヤツリ・アオミドロ・藻類による表層はく離：移植後 3 日~10 日（ノビエの 1.5 葉期まで）：東北・北陸以北、移植後 3 日~7 日（ノビエの 1.5 葉期まで）：関東以西の普通期栽培地帯及び九州・南西国などの暖地の早期栽培地帯

ジメタメトリン・ナプロアニリド・プレチラクロール粒剤

ジメタメトリン 0.10%, ナプロアニリド 7.0%, プレチラクロール 2.0%

ヨートルD粒剤 (62.2.24)

16670 (武田薬品工業), 16671 (日本チバガイギー),

16672 (三井東洋化学)

移植水稻：水田一年生雑草及びマツバイ・ホタルイ・ヘラオモダカ・ウリカワ・ミズガヤツリ・アオミドロ・藻類による表層はく離：移植後 3 日~10 日（ノビエの 1.5 葉期まで）：東北・北陸以北、移植後 3 日~7 日（ノビエの 1.5 葉期まで）：関東以西の普通期栽培地帯

人事消息

(3月1日付)

吉田雅夫氏(果樹試育種部育種3研究室長)は果樹試盛岡支場長に
速水和彦氏(環境研環境資源部土壌管理科長)は野菜・茶試環境部長に
木村 宏氏(四国農試企連室長)は北海道農試病理昆虫部長に
片岡孝義氏(北陸農試企連室長)は東北農試畑地利用部長に
小山重郎氏(四国農試企連室企画科長)は四国農試企連室長に
河本征臣氏(農研センター病害虫防除部土壌病害研主研)は技会事務局併任に
関谷宏三氏(果樹試盛岡支場長)は退職
下村 徹氏(野菜・茶試環境部長)は退職
一戸 稔氏(北海道農試病理昆虫部長)は退職
上田金時氏(東北農試畑地利用部長)は退職
柚木利文氏(九州農試畑作部長)は退職
(3月31日付)
土屋行夫氏(環境研環境生物部微生物管理科土壌微生物分類研主研)は退職
刑部 勝氏(野菜・茶試茶栽培部虫害研究室長)は退職
堀口治夫氏(北海道農試病理昆虫部虫害1研究室長)は退職
堤 正明氏(同上試同上部虫害2研主研)は退職
宮原義雄氏(九州農試環境一部虫害3研究室長)は退職
西崎泰博氏(同上試同上部病害3研主研)は退職
菊地 実氏(蚕試栽培部桑虫害研究室長)は退職
中村茂子氏(同上研主研)は退職
三井英三氏(食総研食品保全部貯蔵害虫研究室長)は退職
後藤 昭氏(熱研センター研究一部主研)は退職
小林 尚氏(同上部主研)は退職

百足幸一郎氏(東北農試栽培二部作物2研究室長)は退職

(4月1日付)

吉田尚美氏(農蚕園芸局植物防疫課庶務班場所庶務係長)は植物防疫課庶務班総務係長に
大出恵司氏(同上局総務課)は同上課庶務班場所庶務係長に
早川泰弘氏(同上局植物防疫課農業第一班安全指導係長)は同上課農業第一班企画調査係長に
牛谷勝則氏(農業検査所検査第二部生物課生物農薬係長)は同上課農業第一班安全指導係長に
酒井 進氏(植物防疫課農業航空班指導係長)は同上課農業第二班生産係長に
君島悦夫氏(同上課)は同上課検疫第一班国際検疫係長・横浜植物防疫所調査研究部病菌課病菌第二係長に
松浦克浩氏(横浜植物防疫所業務部国内課兼農蚕園芸局植物防疫課)は植物防疫課検疫第一班輸入検疫係長に
大村敬二氏(沖縄総合事務局農林水産部農産園芸課植物防疫係長)は同上課農業航空班指導係長に
松本信弘氏(植物防疫課)は同上課農業航空班技術係長に
岩本紀代史氏(同上課庶務班総務係長)は畑作振興課総務班会計係長に
水野明文氏(横浜植物防疫所調査研究部病菌課)は植物防疫課併任に
谷内純一氏(農業検査所検査第二部農薬残留検査課(採用))は植物防疫課併任に
増山 勇氏(横浜植物防疫所業務部国際第一課(採用))は植物防疫課併任に
長尾雄一郎氏(植物防疫課農業第一班企画調査係長)は防衛庁出向(防衛研究所へ)
今村清昭氏(同上課農業第二班生産係長)は関東農政局出向(山梨統計情報事務所作物統計課作況調査係長へ)

次号予告

次5月号は「微生物の分類と保存」の特集号です。
予定されている原稿は下記のとおりです。

- | | |
|----------------------|-------|
| 1 農業微生物の分類と保存 | 大畑 貫一 |
| 2 菌類の分類研究の現状と問題点 | 椿 啓介 |
| 3 植物病原糸状菌の簡易検索法 | 浜屋 悦次 |
| 4 植物ウイルス分類研究の現状と将来展望 | 栃原比呂志 |
| 5 土壌細菌の分類・同定法 | 加藤 邦彦 |

- | | |
|----------------------|-------|
| 6 放線菌の分類研究の現状と問題点 | 宮下 清貴 |
| 7 植物寄生性線虫の種をめぐる問題 | 皆川 望 |
| 8 農林水産省微生物ジーンバンクについて | 松本 和夫 |
| 9 植物病原細菌・糸状菌の保存法 | 土屋 行夫 |
| 10 植物ウイルスの保存法 | 福本 文良 |

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

植物防疫

第41巻 昭和62年3月25日印刷
第4号 昭和62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62年

4月号

(毎月1回1日発行)

編集人 植物防疫編集委員会

発行人 遠藤武雄

印刷所 株式会社 双文社印刷所
東京都板橋区熊野町13-11

—発行所—

東京都豊島区駒込1丁目43番11号 郵便番号 170

社団法人 日本植物防疫協会

電話 東京 (03) 944-1561~6番

振替 東京 1-177867番

—禁 転 載—

日本曹達が 独自の技術で開発した新農薬!

増収を約束する

日曹の農薬

黒星病・赤星病・うどんこ病などの防除に
—強力殺菌剤—

トリブミン®

水和剤

果樹・いちごのダニ防除に
—強力殺ダニ剤—

ニッソラン®

水和剤

茶・メロン・すいか・花のハダニ防除に
—強力殺虫・殺ダニ剤—

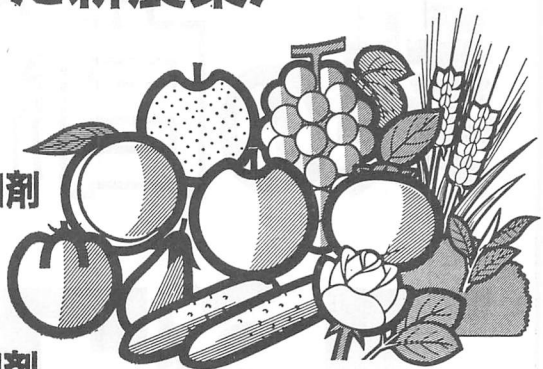
ニッソランV®

乳剤

畑作イネ科雑草の除草に
—生育期処理除草剤—

ナブ®

乳剤



日本曹達株式会社

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

ゆたかな実り—明治の農薬

稲・いもち病、白葉枯病、もみ枯細菌病、
きゅうり・斑点細菌病防除に……………



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



明治製薬株式会社
104 東京都中央区京橋2-4-16



難防除病害

梨の白紋羽病に

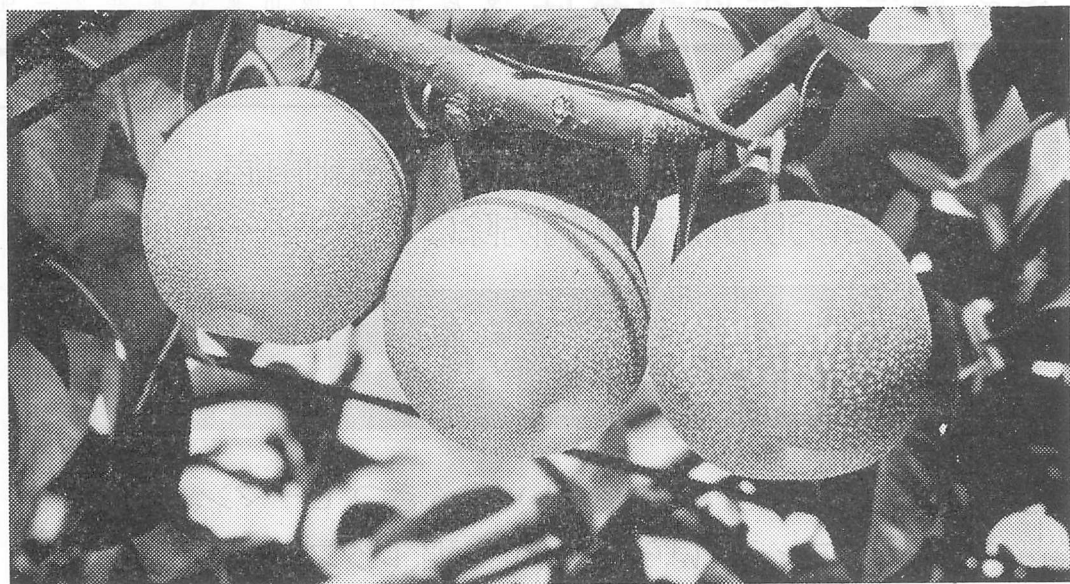
フジワン[®] 粒 剤

®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。
- 効果の持続性にすぐれています。
- 粒剤のため、水を必要とせず処理作業が簡便です。



使用時期：収穫後から翌年の落花直後まで。 使用薬量：1樹当り3～5kg

使い方

- ① 樹のまわりを半径1～1.5m、深さ30cm程度掘り上げ、根を露出する。
- ② 腐敗根を切りとり、病患部を削り取る。

- ③ 乾燥している時は、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埋めもどす。



日本農薬株式会社
東京都中央区日本橋1丁目2番5号

資料請求券
フジワン



とびきりの効きめと



農協・経済連・全農

安全性を 追求したい

●稲もんがれ病に

バンタック[®]

粉剤DL、ゾル、水和剤75

●葉いもち、穂いもち

ビーム[®]

粉剤DL、粒剤
水和剤、ゾル

●ツマグロヨコバイ

ウンカ類に

ホップメート[®] 粉剤DL

●いもち防除と良質米作りに

キタジンP[®]

粒 剤

コラトックス[®]

粒 剤

●確かな一発、初期一発処理水田除草剤

クサホープ[®] 粒 剤

●体系除草に

初期

ソルネット[®] 粒 剤

中期

クミリード[®]SM 粒 剤

またほ
サターンS 粒 剤

●園芸作物重要病害防除に

ポリベリッ[®], **アリジマン**[®]

●園芸作物重要害虫防除に

ペイオフ[®], **アグロスリン**[®]



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

＜農薬は正しく使いましょう。＞

- イネミズゾウムシの成虫にも幼虫にも拔群の効果を示し、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。
- 残効性にすぐれ、稲の根を食害からよく守ります。
- 水稻初期害虫(ドロオイ・ハモグリ・イネゾウ・ヒメトビ・ツマグロなど)を同時防除できます。
- 稲に安全、田植3日前から直前までの施用ができます。

育苗箱専用強力防除剤

アドバンテージ[®]
粒剤 注：アドバンテージは米国
FMC社の登録商標です



®:アドバンテージは米国FMC社の登録商標です。

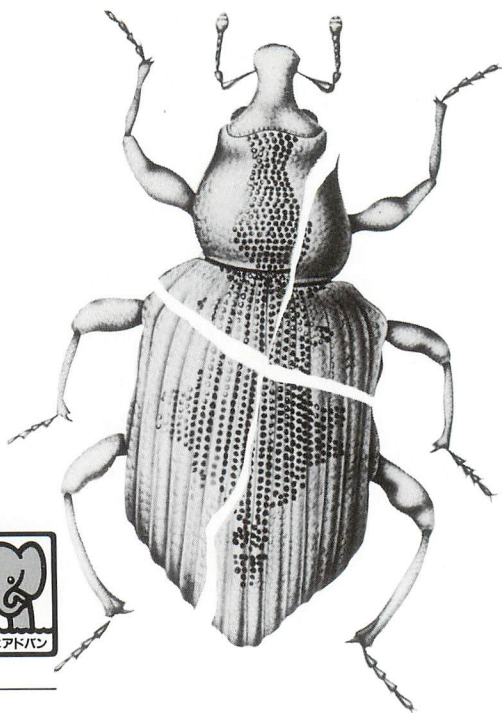
あ り が と う 100年
——明日を拓く100年——



日産化学

原傳供給元

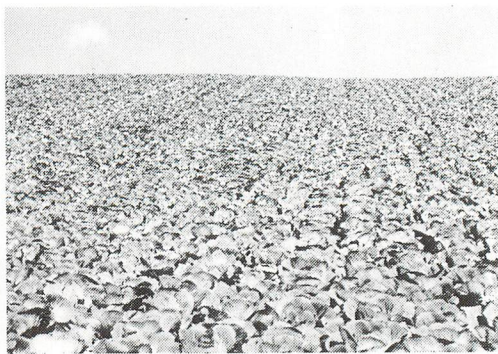
FMCコーポレーション



イネミズ防除の特効薬！

昭和六十二年四月一日発行（毎月一回一日発行）
昭和二十四年九月九日第三種郵便物認可

稲と畑作物に強力な「新殺菌剤」



■アブラナ科野菜のネコブ病等、気になる土壌病害に



■イネ苗立枯病・ムシ苗防止・健苗育苗に

カヤベスト

粉劑 10

ニクハ

粉劑 10

普及会事務局



 日本化薬株式会社

〒100 東京都千代田区丸の内1-2-1
TEL. 03-212-4360

雜誌 04497-4

定価 五〇〇円 (送料 五〇円)