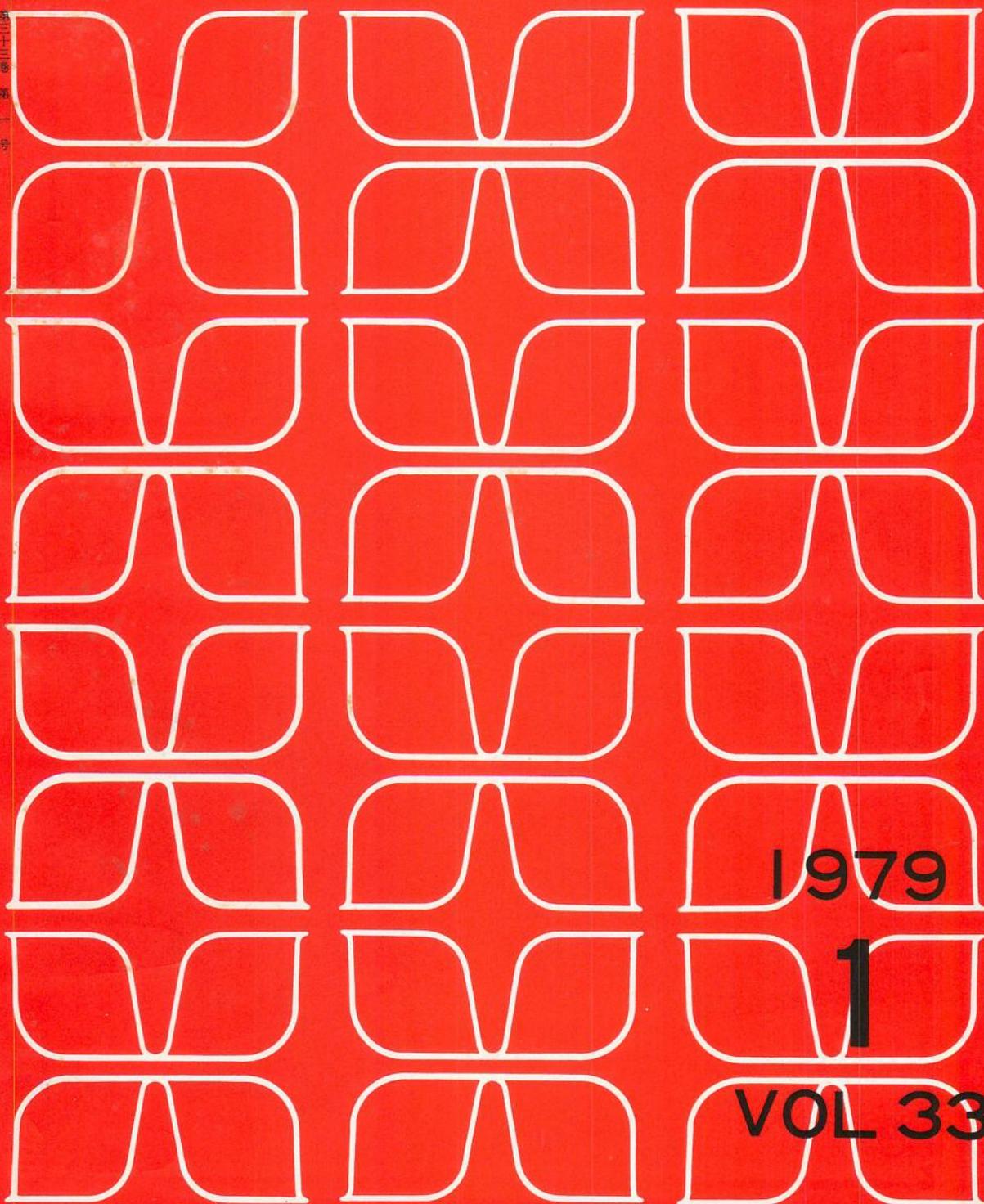


# 植物防疫

昭和五十四年 十一月二十五日 印刷  
昭和二十四年 九月九日 第三種郵便物認可  
第三十三卷 第一号  
（毎月）一回（三日発行）



1979

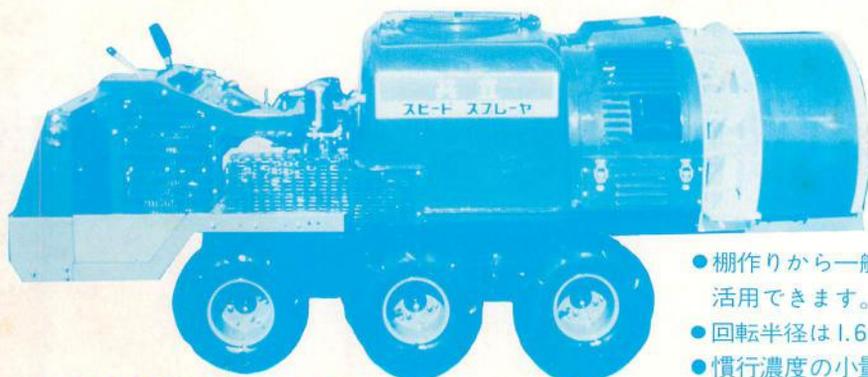
1

VOL 33

# 共立のSSは整流式!

貫通性に優れ、圧展固着も確実、強力エンジンと高圧ポンプ  
それにSSに最も適した軸流式ファンが決め手です。

**共立スピードスプレーヤ**



**SSV-500SA**

- 棚作りから一般果樹園まで幅広く活用できます。
- 回転半径は1.6mとコンパクトです。
- 慣行濃度の小量散布や濃厚小量散布も可能です。

豊かな農業をめざす……



株式  
会社

**共立**



**共立エコー物産株式会社**

〒160 東京都新宿区西新宿 1-11-3 (新宿Kビル) ☎03-343-3231 (代表)

黒点病、斑点落葉病防除に

## パルノックス



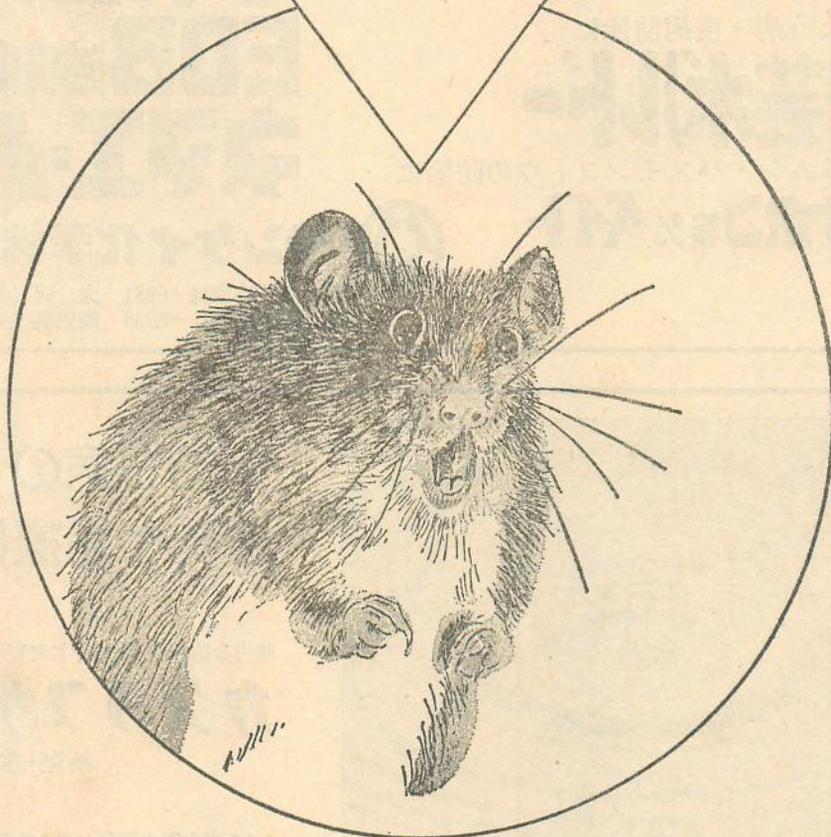
**大内新興化学工業株式会社**

〒103 東京都中央区日本橋小舟町1-3-7

# クミアイ 鼠とり

雨雪に耐えられる防水性小袋完成

ラテミン小袋  
タリウム小袋



クマリン剤  
固形ラテミンS=家鼠用  
水溶性ラテミン錠=農業倉庫用  
ラテミンコンク=飼料倉庫用  
粉末ラテミン=鶏畜舎用

燐化亜鉛剤  
強力ラテミン=農耕地用  
ラテミン小袋=農耕地用

タリウム剤  
液剤タリウム=農耕地用  
固形タリウム=農耕地用  
タリウム小袋=農耕地用

モノフルオール酢酸塩剤(1080)  
液剤テンエイテイ=農耕地用  
固形テンエイテイ=農耕地用



取扱 全 農・経済連・農業協同組合  
製造 大塚薬品工業株式会社

本社：東京都豊島区西池袋3-25-15 1Bビル TEL 03(986)3791  
工場：埼玉県川越市下小坂304 TEL 0492(31)1235

# きれいで安全な農産物作りのために！

 マークでおなじみのサンケイ農薬

★水田の多年生雑草の防除に

## バサグラン<sup>粒剤</sup>水和剤

★果樹園・桑園の害虫防除に  
穿孔性害虫に卓効を示す

## トラサイド<sup>乳剤</sup>

★かいよう病・疫病防除に

## 園芸ポルドー

★ネキリムシ・ハスモンヨトウの防除に

## デナボン5%ベイト



★ナメクジ・カタツムリ類の防除に

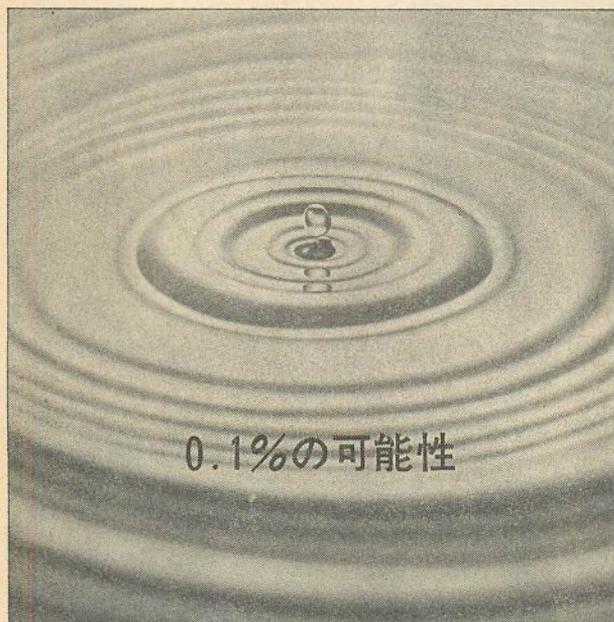
## ナメトックス

★線虫防除に

## ネマホルン EDB<sup>油剤</sup>30 ネマエイト

### サンケイ化学株式会社

東京 (03)294-6981 大阪 (06) 473-2010  
福岡 (092)771-8988 鹿児島 (0992) 54-1161



0.1%の可能性

いっけん完成品に見えるものでも、まだ検討の余地があるのではないかと。北興化学工業は、残り0.1%の可能性を大切にします。創業以来、こうした妥協を許さない厳しい姿勢で農薬づくりに取り組んできました。例えば、安全性についても、考えられるあらゆる角度から厳密なチェックを加えます。作物や、使う人だけでなく、食べる人に対してはどうか……。もちろん、効力の面はおろそかにできません。皆さまの信頼に応えるため、これからも北興化学工業はあらゆる可能性にチャレンジしていきます。

## いもち病の 予防と治療に！

強力な防除効果とすぐれた安全性

## カスラフサイド<sup>®</sup>

粉剤・水和剤・ゾル

いもち病の省力防除に効きめのなが〜い  
ホクコー

## オリゼメート<sup>®</sup>粒剤



取扱い

農協 / 経済連 / 全農



北興化学工業株式会社

〒103 東京都中央区日本橋本石町4-2  
支店：札幌・東京・名古屋・大阪・福岡

# アメリカにおける天敵の大量増殖とその利用

静岡県柑橘試験場 古橋嘉一 (原図)



## <写真説明>

- ① Ricon-Vitova Insectaries, Inc. の本社
- ② バクガ *Sitotroga cerealella* 成虫の採集
- ③ *Aphytis melinus* の増殖に必要なシロマルカイガラムシ *Aspidiotus hederæ* の飼育状況
- ④ *Aphytis melinus* の採集
- ⑤ 捕食性ダニの飼育に必要な餌ハダニの発育段階別の分離器
- ⑥ 捕食性ダニの大量増殖
- ⑦ ⑥の拡大図

— 本文 17 ページ参照 —

# 走査電顕によるボトリティス属菌の見分け方

農林水産省中国農業試験場 堀内 誠三 (原図)



## <写真説明>

- ①～⑥ 走査電顕で観察した大型分生孢子 (スケールは各図に共通)  
 ①～③ いぼ状表面構造の分生孢子  
 ① *B. cinerea*      ② *B. fabae*      ③ *B. squamosa*  
 ④～⑥ 毛状表面構造の分生孢子  
 ④ *B. allii*      ⑤ *B. byssoidea*      ⑥ *B. tulipae*

# 植物防疫

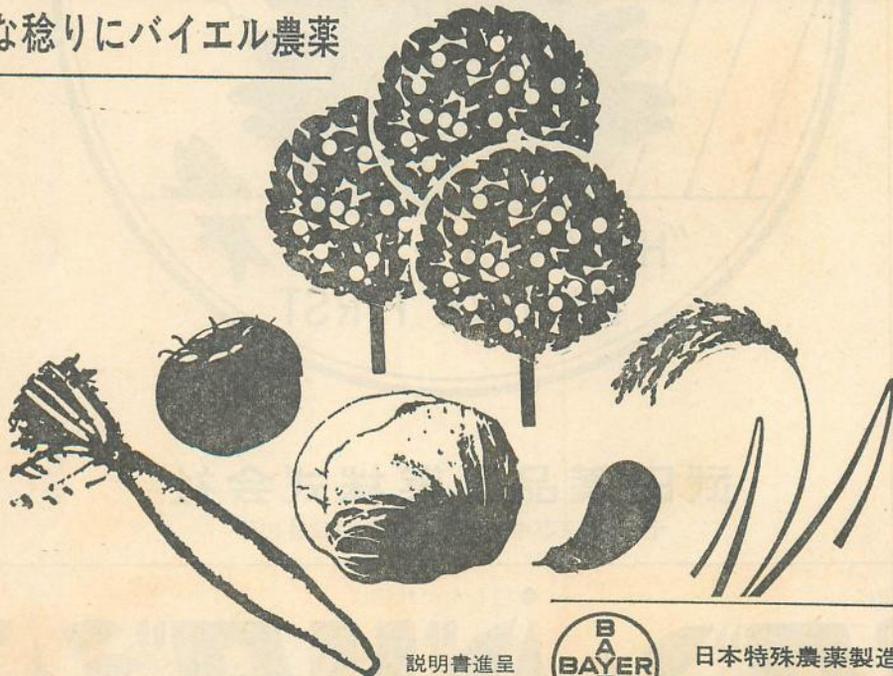
第 33 卷 第 1 号  
昭和 54 年 1 月号

## 目次

新年を迎えて.....	栗田 年代.....	1
植物病原菌の薬剤耐性の遺伝.....	{多賀正節・津田盛也..... {上山昭則	2
カンキツ類の腐敗防止剤をめぐる諸問題.....	倉本 孟.....	9
アメリカにおける天敵の大量増殖とその利用.....	古橋 嘉一.....	17
茨城県におけるシロスジカミキリの多発生とその対策.....	中垣至郎・関口計主.....	23
昆虫の定位飛しょう.....	川崎建次郎.....	27
植物防疫基礎講座		
走査電顕によるボトリティス属菌の見分け方.....	堀内 誠三.....	34
昭和 53 年度に試験された病害虫防除薬剤		
リンゴ殺虫剤.....	刑部 勝.....	38
殺菌剤.....	佐久間 勉.....	38
茶樹殺虫剤.....	金子 武.....	39
殺菌剤.....	高屋 茂雄.....	41
中央だより.....	42 協会だより.....	44
人事消息.....	41	

表紙デザイン 笹井昇一

## 豊かな稔りにバイエル農薬



説明書進呈



日本特殊農薬製造株式会社  
東京都中央区日本橋室町2-8 ☎ 103

'79あけまして おめでとう ございます



自然の恵みと  
人間の愛情が  
農作物を育てます



武田薬品工業株式会社

〒103東京都中央区日本橋2丁目12番10号

● 稲の害虫に

● 稲もんがれ病に

**パダン<sup>®</sup> バリダシン<sup>®</sup>**

## 新 年 を 迎 え て

—新しいニーズに即応する植物防疫を—

農林水産省農蚕園芸局植物防疫課 栗 田 年 代

新年を迎えて、過ぎし1年をしのび、これからの1年を思う時、「方丈記」の冒頭の「行く河のながれは絶えずして、しかも、もとの水にあらず」という有名な一文が頭に浮んでくる。新しい年といっても、物理的な時間の経過の一時期にすぎないが、年頭に当たって、広い視野から長期的に将来を展望し今後の植物防疫を考えるよすがとすることもあながち意味のないことではないだろう。

長期的にみると、いろいろな意味において、世界的規模で各種の再編成、不均衡は正が続けられる中で我が国の産業構造も変化して行くこととなる。通産省が今年の夏にまとめた産業構造の長期ビジョンによれば、今後の安定成長下における産業構造は、国民の福祉・生活の充実、国際協調、省資源・省エネルギー、技術集約化、低い立地・環境負荷などの要請にこたえる方向での高度化を図ることが望ましいとされている。また、高度成長メカニズムの変化による成長率期待の低下、石油価格の高騰に伴うコストの大幅上昇、発展途上国の工業化による比較優位の喪失などの要因の影響を大きく受ける業種は、今後そのウエートが低くならざるを得ないだろう。

世界全体の食糧需給については、各種の予測が行われニュアンスの違いはあるが、要約すると発展途上国では大量の不足が発生すると思われるもの世界全体としては需給がバランスすると考えられている。そして、これからの10年ぐらいは不安定で、異常気象や国際政治に左右されやすい体質といえよう。我が国における農産物の需給については、農林水産省が発表した「農産物の需給と生産の長期見通し」によれば、我が国の食生活の推移、今後の我が国経済の安定成長への移行、穀物などの国際需給の不安定と価格の割高推移の見通しなどを踏まえば、今後の需要の伸びは全体としては鈍化すると考えられる。また、供給については、安定供給を確保するため、今日の我が国の社会経済状況からみて、土地、水資源の整備確保、土地利用の高度化、担い手の育成などを総合的に進め、可能な限り生産を拡大することを見込んでいる。

このような環境の中で、日本の農業は兼業化の深化、中核的農家及び農業就業人口の減少、作期の多様化、栽培作物や品種の変せん、栽培方法の変化、機械化・施設化の進展など著しく変ぼうしている。このような内外の厳

しい諸情勢に対処し、将来にわたる食糧の安定供給の確保と農業の健全な発展を図るためには、需要の動向に即応した生産体制の整備など長期的視点に立った総合的施策の展開が必要である。そこで、近年における農業生産の跋行的推移にかんがみ、農用地の利用増進と重点作物の生産拡大とを一体的に推進する施策、水田利用再編対策、地域農業の振興と農業改善などを進めることにより地域農業生産体制の総合整備を図ることが緊要である。

以上述べたことは、今後の植物防疫の展開に極めて重大な影響を及ぼす要因を含んでいると思う。そして、これらの情勢の変化に対応して植物防疫の体質も変化して行くべきであろう。新しい時代における植物防疫に対するニーズは何か。その新しいニーズに答える手段、手順、仕組みは何か。全体の体制整備はどうあるべきか。要するに新しいニーズに即応した植物防疫の展開が緊要である。新しいニーズは、農業をめぐる情勢変化、農業の変ぼう及び新しい社会経済的条件下における農業の将来などの分析検討の中から把握される。とりわけ、農業の地域性からみて、混住社会の進行など地域の実態の変化に即応し、地域農業に密着した検討が重要である。また、新しいニーズと一口に言っても長期的展望に立った対応と当面の対策との整理が必要となろう。更に、植物防疫以外の行政分野などとの協調、協同に十分配慮し、関係分野が斉合性を保って施策を展開することが大切である。特に、農業の第一線においては、その地域の生産体制、生産組織、農業協同組合など多くの関係者の協力の中で、新しいニーズに答える植物防疫を地域の実態に適合したやり方で展開することが重要である。

多くの新しいニーズの中で、ここで当面次の二つについて言及しておきたい。その一つは、国際化時代における植物検疫のあり方である。既に各種の検討をすすめているが、国内検疫及び国内の病害虫防除などとの関連をも含めて対策の具体化が必要である。次は、53年から開始された水田利用再編対策の推進に伴う新しいニーズへの対応である。今年の経験を踏まえ、将来を見通し、先取的に植物防疫を展開することが緊要である。

おわりに、新しいニーズに即応した植物防疫の展開について、全国の植物防疫関係者のなおい層の協力を期待してやまない。

# 植物病原菌の薬剤耐性の遺伝

—いもち病菌のカスガマイシン耐性を中心として—

京都大学農学部農薬研究施設 た がまさとき つ だみつや う えやまあきのり  
多賀正節・津田盛也・上山昭則

## はじめに

医薬用抗生物質に対する動物病原細菌の耐性獲得や殺虫剤に対する抵抗性昆虫の出現例から考えて、植物病原糸状菌防除用薬剤に対しても、糸状菌が早晚耐性化するものと考えられていた。しかし、糸状菌の薬剤耐性化が防除現場で問題となってきたのはごく最近のことである。この理由の一つには、植物疾病防除に用いられる薬剤が非選択性のものから、高度の選択性を持つものへと切り換えられたことがあるだろう。今日のように選択性の高い殺菌剤が主流を占めると、植物疾病の化学的防除を行うに当たって、その使用方法いかんによっては耐性菌が出現する可能性を秘めている。したがって、殺菌剤の開発や使用に際して、耐性菌対策が欠かせないことは既に常識とさえなってきた。

イネいもち病防除剤については、1971年山形県庄内地方からカスガマイシン（以下、KSMと略記）耐性菌が報告された<sup>1)</sup>のに引き続き、新潟、長野でも耐性菌が分離され<sup>2)</sup>、耐性菌問題が大きくクローズアップされてきた。最近、KSMに加え、プラストサイジンS（以下、Bc-Sと略記）、IBPにも同時に耐性化した3剤耐性菌の出現が新潟から報告された<sup>3)</sup>。片桐・上杉<sup>4)</sup>らによる室内研究の結果からは予測されていたこととはいえ、改めて問題の深刻さが浮き彫りにされた。ポリオキシン剤に対する *Alternaria*、ペノミル、チオファネートメチル剤に対する *Botrytis*、*Venturia* の耐性などの事例を含む耐性菌問題の重要性は明らかであるが、耐性菌対策に関連する薬理、遺伝、生態・疫学などの分野において研究課題が山積みしているのが現状である。

本稿で取り上げる耐性菌の遺伝学的研究の分野でも、多くの病原菌で耐性菌が出現しているのにもかかわらず、耐性遺伝子の解析がなされた事例はまれである。我が国で最も重要ないもち病菌もその例外ではない。

筆者らは、1976年以來、いもち病菌の薬剤耐性の遺伝学的研究に着手した。今後、解明すべき点が多いが、以下にこれまでの研究結果と問題点を紹介したい。

## I 糸状菌の薬剤耐性遺伝

植物病原菌を含めた糸状菌の薬剤に対する耐性は、ほ

場で耐性菌が出現する以前から実験室的な現象としてよく知られていたので、耐性の遺伝に関する研究も主として非病原菌の人工耐性株を用いて行われている。

これまでに報告された結果から、糸状菌の薬剤耐性は細菌においてみられるようなプラスミド性のものではないことが明らかになっている。細胞質遺伝をする例が *Saccharomyces cerevisiae* の triethyltin 耐性<sup>5)</sup>などの場合について示されているが、それらは例外的であって、大半の薬剤耐性が染色体上の遺伝子によって支配されている。

更に、特定の薬剤に対する耐性遺伝子の数は、1遺伝子というのではなく、複数個存在するのが普通であり、*Aspergillus nidulans* の *p*-fluorophenylalanine 耐性遺伝子のように10個も同定されている例<sup>6,7)</sup>がある。

耐性遺伝子が複数個存在するときの耐性遺伝子間の相互作用は、*Nectria haematococca* や *Neurospora crassa* で調べられている。*N. haematococca* の場合、dodine 耐性遺伝子間では相加的な作用がある<sup>8)</sup>のに対し、芳香族炭化水素系殺菌剤耐性遺伝子間では相加的な作用は認められていない<sup>9)</sup>。また、*N. crassa* の cycloheximide 耐性遺伝子間では相加作用が認められている<sup>10)</sup>。このように、相互作用の有無については、耐性遺伝子の種類で異なるようである。

糸状菌では、普通、菌糸体の核相は半数体 (haploid) であるが、2倍体 (diploid) のものや、半数体の核を持つが、ヘテロカリオンの状態にある菌などがある。そういう場合には、耐性遺伝子と野生型遺伝子の優劣関係が問題となる。*A. nidulans* の2倍体を用いた実験によると、benzimidazole 耐性遺伝子<sup>11)</sup>や PCNB 耐性遺伝子<sup>12)</sup>は野生型遺伝子に対して劣性であり、一方、同菌の *p*-fluorophenylalanine 耐性遺伝子では優性のものも見つかっている<sup>7)</sup>。また、同菌の carboxin 耐性遺伝子は野生型遺伝子に対し半優性である<sup>13)</sup>。他の菌における実験結果でも、耐性遺伝子の種類によって、野生型遺伝子との優劣関係は異なることが示されている。菌糸体が2倍体の場合、交配による分離比は高等植物と同じメンデル比に従うが、薬剤耐性に関する分離比から、逆に菌糸体の核相が2倍体であると推定された *Phytophthora drechsleri* の例<sup>14)</sup>もある。なお、耐性遺伝子が劣性の場合

は、その遺伝子がホモの状態にあるか、あるいは核相が半数体になったときのみ耐性が発現されることになる。ヘテロカリオンの場合は、耐性遺伝子を有する核数と野生型遺伝子をもつ核数の比が問題となるので、もう少し複雑なようである。特異な例として、*Tanathephorus cucumeris* の場合、耐性でない二つのホモカリオンから生じたヘテロカリオンが PCNB に対して耐性になったという報告<sup>15)</sup>がある。

耐性菌の出現頻度は、耐性となるのに必要な突然変異の数とその突然変異率、耐性遺伝子あるいは遺伝子座の数などで規定される。従来の非選択性殺菌剤では、その作用点が多岐にわたるので耐性となるのに多くの突然変異が必要とされ、耐性菌が出現しにくいと考えられる。一方、抗生物質剤をはじめとする現在の殺菌剤では、作用点の特異的であるから、1個の突然変異でも耐性化する可能性がある。糸状菌の薬剤耐性菌出現頻度は、一般的に野生型株の分生子中に含まれる耐性分生子数の比率で表されるが、その頻度は用いる殺菌剤と菌の種類で大きく異なる。イネいもち病菌では、ベノミル耐性株  $1.1 \times 10^{-7}$ 、IBP 耐性株  $3.4 \times 10^{-6}$ 、KSM 耐性株  $1 \times 10^{-5}$  という出現頻度であることが報告されている<sup>4)</sup>。なお、このような実験室での出現頻度とは場における耐性菌出現頻度の相関については疑問視するむきもある。

以上のように、糸状菌一般の薬剤耐性を考えた場合にある程度の知識は集積されているが、これらの知見の多くが *Neurospora*, *Aspergillus*, *Saccharomyces* など非植物病原菌と農薬としては使用されていない化学物質での実験から得られたものである。第1表には、農薬として使用されている薬剤に対する耐性植物病原菌の遺伝子解析が行われた例を示した。この表から明らかなように、解

析がなされた事例は植物病原菌全体からみれば非常に少ない。

## II いもち病菌の KSM 耐性の遺伝

### 1 いもち病菌の完全世代の利用

生物のある形質について遺伝的な解析を行う場合、その生物が有性世代もしくはそれに準ずる世代を持つことが不可欠である。*Alternaria* をはじめとして、*Penicillium*, *Botrytis* などの薬剤耐性菌で遺伝子解析が行われていないのも、有性世代の欠如、あるいはその利用の困難さに第一の原因がある。

いもち病菌は、その有性世代が未確認であったため病原性をはじめとする諸形質の遺伝様式については不明のままであった。山崎・新関<sup>16)</sup>は細胞遺伝学的観察及び準有性生殖環 (parasexual cycle) を利用した遺伝子解析を試み、いもち病菌の遺伝学に新しい知見を加えたが、残念ながら遺伝子の同定や遺伝様式の解析といった段階には至らなかった。

1971年 HEBERT<sup>17)</sup> がメヒンバいもち病菌の完全世代形成に成功してのち、各種イネ科植物からの分離菌についても完全世代が発見され<sup>18,19,20)</sup>、ようやく、いもち病菌の遺伝子解析への途が開けてきた。しかし、いもち病菌のうち最も重要なイネいもち病菌 (以下、イネ分離株) については、シコクビエいもち病菌 (以下、シコクビエ分離株) との交雑で完全世代が形成されるものの、イネ分離株同士で形成されたとする報告はなく、レースの解析などは依然として不可能というのが実状である。

いもち病菌はヘテロタリックな菌であり、二つの交配型を有している。交配型は A と a で示され、通常イネ分離株に見いだされるほうを A としている。完全世代を形

第1表 植物病原菌の農薬耐性に関する遺伝子解析例

薬	剤	病 原 菌	遺 伝 子 座 数
Aromatic hydrocarbons		<i>Nectria haematococca</i>	5
		( <i>Aspergillus nidulans</i> )	2
Dodine		<i>Nectria haematococca</i>	4
		<i>Venturia inaequalis</i>	2
Benzimidazoles		<i>Ustilago maydis</i>	1
		<i>Ceratocystis ulmi</i>	1
		( <i>Aspergillus nidulans</i> )	2
		( <i>Neurospora crassa</i> )	1
Carboxamides		<i>Ustilago maydis</i>	3
		( <i>Aspergillus nidulans</i> )	3
Cycloheximide (Actidione)		( <i>Saccharomyces cerevisiae</i> )	8
		( <i>Neurospora crassa</i> )	3
Imazalil		( <i>Aspergillus nidulans</i> )	8

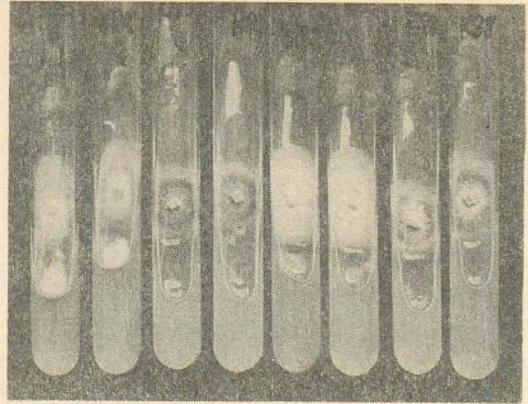
GEORGOPOULOS<sup>22)</sup> から改変。( ) は非植物病原菌

成させるには、交配型の異なる2菌株をイネわら置床 Sachs 培地に接種して、24°C 付近で約1か月培養すればよい。成熟した子のう殻には多くの子のうが入っており、正常な子のうの中には8個の子のう胞子が含まれている(第1図)。これら8個の子のう胞子は、*Neurospora*などで観察された原則に従って、減数分裂とそれに続く体細胞分裂で形成されるものと考えられる。しかし、完全世代の細胞遺伝学的研究は、YAEGASHI & HEBERT<sup>21)</sup>が *Pyricularia grisea* を用いて観察したものが唯一であり、染色体数などは今後十分検討する必要がある。



第1図 8個の子のう胞子を含む子のう

子のう胞子分析は、子のう殻を水中で破碎し、放出された子のう胞子をマイクロビュレーターを用いて単離して行っている。分析方法には、子のう胞子を無差別に単離するランダム子のう胞子分析、各子のうからそれぞれ8個の子のう胞子を単離する四分子分析の二つを行った。なお、四分子分析においては、子のう中の子のう胞子の配列に従って単離していないので、正確には un-ordered tetrad analysis である。第2図は1個の子のうから単離した8個の子のう胞子を培養したものであるが、菌そうの形態で8個の子のう胞子が4対に分かれている。これは減数分裂で8個の子のう胞子が形成されたことを物語っている。



第2図 1個の子のうから単離した8個の子のう胞子の示す菌そう

## 2 KSM 自然耐性菌

ほ場で発生した KSM 耐性もち病菌 (KSM 自然耐性菌) は、KSM を含有しない培地上で継代培養しても耐性が消失しないことから、耐性が遺伝的なものであると推測されてきた。そこで、耐性が遺伝的なものであることを証明し、その遺伝様式を明らかにするために自然耐性菌株と KSM に感性的なシコクビエ分離株とを交配し、子のう胞子分析を試みた(第2表)。

その結果、2組の交配において、それぞれ耐性と感性的の子のう胞子が得られ、その耐性度は親株とほぼ同じで、中間の値は示さなかった。耐性が親株から子のう胞子に伝達されることは、耐性が一時的な適応ではなく、遺伝子による支配であることを示している。更に、子のう胞子の耐性度から考えると、その遺伝子は polygene 的なものではなく、少数個(恐らく1個)であろう。

現在のところ、耐性菌の集団内に何種類の耐性遺伝子

第2表 KSM 自然耐性菌(イネ分離株)とシコクビエ感性的菌との交配で得られた子のう胞子の耐性度

T-4×K-8			T-6×K-8		
MIC*	菌そう生育度**		MIC*	菌そう生育度**	
	4日目	6日目		4日目	6日目
T-4 >200	78	78	T-6 >200	91	94
K-8 <20	0	0	K-8 <20	0	0
子のう胞子			子のう胞子		
1 >200	74	55	1 >200	93	92
2 <20	0	0	2 <20	0	0
3 <20	0	0	3 >200	—	—
4 <20	0	0	4 >200	95	95
5 <20	0	0			

\* 最小生育阻止濃度 (ppm). 接種後2日目で測定.

\*\* (薬剤含有培地上での菌そう生育量/対照培地上での菌そう生育量)×100. KSM 100 ppm で測定.

が存在するのかは不明であるが、伊藤・山口の報告<sup>2)</sup>によれば自然耐性菌に高度及び中等度の耐性菌が存在するとのことであり、少なくとも2種類の耐性遺伝子が存在するものと思われる。

3 KSM 人工耐性菌

いもち病菌の KSM 人工耐性菌は、実験的に容易に得られるが、イネ分離株を材料とした場合には、交配による解析が困難なので、筆者らはシコクビエ分離株を用いて分析を行った。KSM 人工耐性菌を得る方法としては、大量の分生子を KSM 含有培地上で淘汰する方法と、KSM 含有培地上に感性菌の菌そうを接種し、生じたセクターから耐性株を分離する方法を用いた。

(1) 耐性の遺伝子支配

人工耐性菌の耐性の遺伝様式を知るために、まず感性株と交配してランダム子の子のう胞子分析を行った(第3表)。同表において、Ta-1-5 は大量の分生子を KSM 100ppm 含有培地上で淘汰して得た耐性株、SC-2 は KSM 100ppm 含有培地上に感性菌を接種して生じたセクターからの分離株、Bl-100-4 は同じく Bc-S 100ppm 含有培地上に生じたセクターからの分離株である。3 菌

第3表 耐性株と感性株の交配で得られた子のう胞子のランダム分析結果

耐性株*×感性株	子のう胞子数 耐性:感性	$\chi^2$ (1:1) 値
Ta-1-5 × K-7	24:32	1.14
SC-2 × C-42	58:64	0.30
Bl-100-4 × C-41	26:21	0.53

\* 各耐性株の分離方法については本文参照

株とも、子のう胞子における耐性と感性の分離比は 1:1 であり、これら3菌株の耐性がそれぞれ1個の主働遺伝子による支配であることが示された。

ランダム子の子のう胞子分析以外に、Ta-1-5×K-7 で9個、Bl-100-4×C-41 で14個の子のうを分析したところ、いずれの子のうも8個の子のう胞子中、耐性と感性の子のう胞子がそれぞれ4個ずつで、上記の結論が裏付けられた(第3図)。

更に、Ta-1-5×K-7 と Bl-100-4×C-41 で親株と子のう胞子との耐性度を比較して第4、5表の結果を得た。親株及び子のう胞子の示す耐性度から、各耐性子のう胞子は、耐性親株の持つ主働遺伝子を遺伝しているの

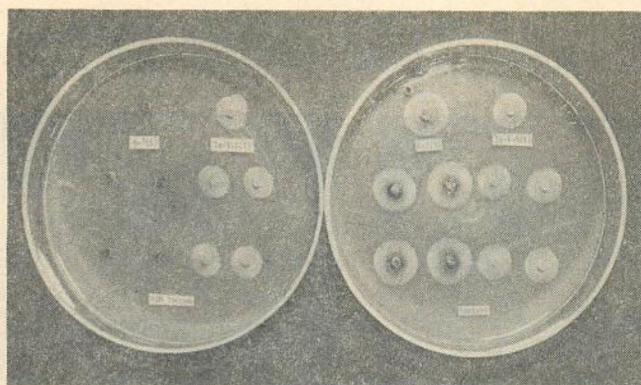
第4表 KSM 耐性株 (Ta-1-5) と感性株 (K-7) の交配で得られた子のう胞子の耐性度

MIC*	菌そう生育度**	
	20 ppm	100 ppm
Ta-1-5 >200	—	91
K-7 <20	—	6

1子の子のうから単離した8個の子のう胞子

1	>200	92	84
2	>200	98	84
3	>200	97	93
4	>200	100	94
5	<20	3	3
6	<20	4	4
7	<20	3	0
8	<20	3	0

\*, \*\* 第2表参照



第3図 耐性株×感性株の交配で得られた子のう胞子における耐性と感性の分離

上段:親株(左:K-7, 右:Ta-1-5), 中・下段:1子の子のうから単離した8個の子のう胞子株  
左のシャーレは KSM 100 ppm 含有培地, 右は control.

第5表 耐性株 (Bl-100-4) と感性株 (C-41) の交配で得られた子のう胞子の KSM と Bc-S に対する耐性度

	KSM		Bc-S	
	100ppm	50ppm	100ppm	50ppm
Bl-100-4	59*	65	42	52
C-41	0	1	1	3

1子の子のうから単離した8個の子のう胞子

1	64	77	39	46
2	67	81	46	52
3	57	62	40	49
4	86	87	43	56
5	1	3	6	9
6	3	2	9	6
7	1	4	11	9
8	3	1	10	2

\* 耐性度, 第2表参照

は明らかである。子のう胞子間の数値に多少の変動がみられるが、これが実験誤差によるのか、あるいは耐性度に微小に影響を及ぼす遺伝子が存在するのかは今後の検討を要する。

ところで、BI-100-4 は第5表に示したように KSM と Bc-S の両方に耐性を示す (KSM に対する耐性度が、Bc-S に対する耐性度よりも高い) が、C-41 との交配で得られたすべての子のう胞子について KSM 耐性と Bc-S 耐性が連鎖していた。このことは、1 遺伝子が KSM と Bc-S 両剤に対する耐性を支配していることを示しており、真の意味での交差耐性であると考えられる。

#### (2) 耐性遺伝子の座位

上記3株 (Ta-1-5, SC-2, BI-100-4) の耐性は、それぞれ1個の主働遺伝子による支配であることが明らかとなったが、次にそれらの遺伝子が染色体上の同じ座位にあるか否かが問題となる。座位の異同は、耐性株同士を相互交配する、いわゆる対立性検定 (allelism test) を

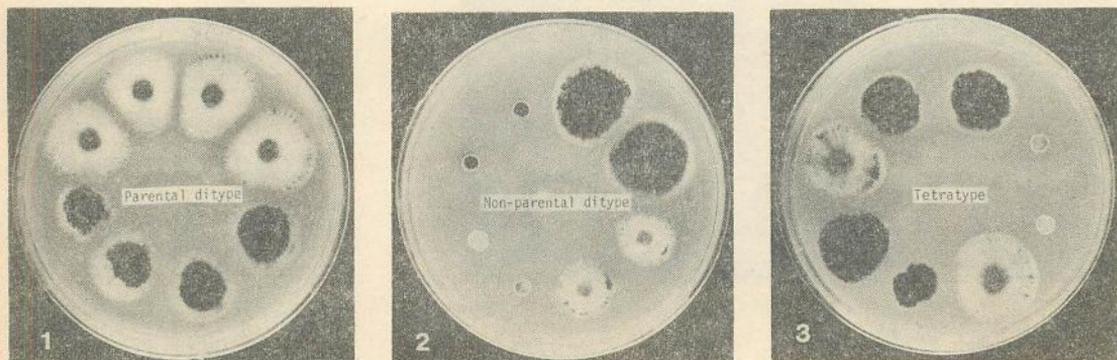
行って、感性子のう胞子が出現するかどうかをみればよい。交配の結果、感性株が出現すれば互いの遺伝子は異なる座位にあり、感性株は出現せず耐性株しか得られない場合には同じ遺伝子座にあると考えられる。この原則に従って上記3株の相互交配を行ったところ、第6表に示す結果を得た。なお、本菌は長期間培養すると徐々に交配能が低下する傾向があり、上記3株の場合も例外ではなかった。そのため、実際の相互交配に当たっては、それらと感性株との交配で得られた子のう胞子単離株のうち、交配能の強い耐性株を選んで親株の代わりに用いた。

分析は、ランダム子のう胞子及び四分分子分析の両方を用いて行ったが、3組のどの相互交配においても感性子のう胞子が出現し、これら3菌株の耐性遺伝子の座位は互いに異なることが明らかとなった。ランダム子のう胞子分析における耐性と感性の分離比をみると、SC-2×BI-100-4 (E-80) と BI-100-4 (E-135) × Ta-1-5 (D-11) では 3:1 によく適合していた。このことは、それぞれ

第6表 耐性3菌株 (Ta-1-5, SC-2, BI-100-4) の持つ耐性遺伝子の対立性検定結果

交配	ランダム子のう胞子分析		四分分子分析		
	耐性:感性	$\chi^2$ (3:1) 値	PD 型	NPD 型	T 型
SC-2 × BI-100-4 (E-80)*	56:21	0.28	4	0	3
Ta-1-5 (B-26) × SC-2 (G-46)	88:40	2.67	2	7	8
BI-100-4 (E-135) × Ta-1-5 (D-11)	82:30	0.19	4	5	0

\* BI-100-4 の代わりに同じ耐性遺伝子を持つ E-80 を用いた。以下同様。



第4図 耐性株×耐性株の交配で得られた三つの子のう胞子

1: PD 型, 2: NPD 型, 3: T 型, 各々, 8 個の子のう胞子を KSM 100ppm で検定。

の交配に用いた耐性株の耐性遺伝子の連鎖群が互いに異なること（あるいは、異なる染色体上にあること）を示している。また、Ta-1-5 (B-26) × SC-2 (G-46) の場合も、感性株の出現頻度から考えて、異なる連鎖群にあると考えるのが妥当であろう。

四分子分析では、分析数が少ないためランダム子のう胞子分析ほどの情報は得られなかったが、PD型（子のう中の8個の子のう胞子がすべて耐性、第4図1）以外に、NPD型（同じく、4個が耐性で4個が感性、同図2）、T型（同じく、6個が耐性で2個が感性、同図3）の子のうが出現することは、交配に供した株の耐性遺伝子座が異なることを示している。

これまでの結果で、耐性3菌株の持つ耐性遺伝子はそれぞれ単一の主働遺伝子であり、互いに異なる連鎖群に属することが明らかとなったが、筆者らは Ta-1-5, SC-2, BI-100-4 の各々の遺伝子を *kas-1*, *kas-2*, *kas-3* と名付けた。これらの遺伝子に関しては、現在までに *kas-1* と *kas-3* はそれぞれ交配型の遺伝子とは異なる連鎖群にあること、更に *kas-1* は菌そうの生育を低下させる形質と密接に連鎖していることが明らかとなっている。

### (3) 耐性遺伝子間の相互作用

同定された3遺伝子 (*kas-1*, *kas-2*, *kas-3*) 間の相互作用については、まだ十分な結果は得られていないが、*kas-2* と *kas-3* 間について菌そう生育度を調べたところ、相加的な関係は認められず、効果の大きい *kas-2* が表現型として発現しているようであった(第7表)。胞子発芽率や最小生育阻止濃度を含めた耐性度に及ぼすこれら3遺伝子間の相互作用は現在検討中である。

第7表 耐性遺伝子 *kas-2* 及び *kas-3* の KSM と Bc-S に対する効果

子のう胞子**	遺伝子型	KSM (100ppm)	Bc-S (100ppm)
1	(+, +*)	0***	7
2	(+, +)	2	8
3	( <i>kas-2</i> , +)	74	34
4	( <i>kas-2</i> , +)	78	35
5	(+, <i>kas-3</i> )	56	34
6	(+, <i>kas-3</i> )	54	31
7	( <i>kas-2</i> , <i>kas-3</i> )	80	35
8	( <i>kas-2</i> , <i>kas-3</i> )	80	36

\* 野生型遺伝子記号

\*\* 遺伝子型 (*kas-2*, +) の耐性株と (+, *kas-3*) の耐性株の交配で得られたT型子のうから単離した8個の子のう胞子

\*\*\* 第2表参照

## おわりに

ここに紹介した筆者らの実験は、いもち病菌の薬剤耐性について人工耐性菌が培地上で示す性質に限定して行ったものである。以下に、今後解明しなければならない点を含めて問題点を少し紹介したい。

薬剤耐性菌の基礎的研究の多くは、人工耐性菌を用いて行われたものであるが、得られた結果がほ場で発生した自然耐性菌の示す性質を反映しているかどうかについては疑問が持たれてきた。確かに、人工耐性菌は、薬剤耐性という性質のみに限定して淘汰しているため、自然界での種々の淘汰圧下では生存に不利となる耐性突然変異までも含めて選抜している。したがって、自然耐性菌と人工耐性菌では耐性遺伝子が異なる可能性がある。細菌の場合にみられるプラスミド性と染色体性という本質的な差はないであろうが、耐性遺伝子や耐性機作の異同については今後慎重な比較検討が必要である。

現在、耐性菌の耐性機作としては、膜透過性の低下や作用点の変異をはじめとして幾つかの機作が考えられている。耐性遺伝子座を異にしたものや、任意の遺伝子の組み合わせを持った菌株を用いて耐性機作を調べてゆくことは、耐性菌の本質の理解に大きく貢献するものと思われる。

KSM耐性菌やポリオキシン耐性菌の場合、農業散布の中止後、耐性菌の分離頻度は低下するが、この理由として感性菌との競合能力の差が示唆されている。このような場合、耐性菌の競合能力の低下が、耐性機作を支配している耐性遺伝子そのものの発現による(多面発現; pleiotrophy)のか、耐性遺伝子とは異なった遺伝子座での変異によるのかを解明することは重要である。GEORGIOPOULOS<sup>22)</sup> が指摘しているように、耐性遺伝子と競合能力を支配する遺伝子間での組み換えが、準有性生殖環などのなんらかの要因で生ずれば、競合能力の優れた耐性菌が新たに出現する可能性も否定できない。

植物病原菌における耐性菌の問題は、ほ場で耐性菌が出現して以来日が浅く、解決すべき課題は山積みしている。幸い、いもち病菌では実験室内で形成させた完全世代を用いて遺伝子分析が可能となった。現在重要な問題となっている *Alternaria*, *Botrytis*, *Penicillium* などでも、完全世代の発見や、その制御環境下における簡便な形成法の開発などの基礎的研究の発展が望まれる。

薬剤耐性菌の問題は、農業薬理学や、植物病原菌の生態・疫学、遺伝学などの各分野の研究者間の相互協力の必要性を示すとともに、植物病原菌の生物学的研究の欠かせぬことを教えている。

## 引用文献

- 1) 三浦春夫ら (1975) : 日植病報 41 : 415~417.
- 2) 伊藤征男・山口富夫 (1977) : 同上 43 : 301~303.
- 3) 矢尾板恒雄 (1978) : 薬剤耐性菌に関するシンポジウム講演要旨 : 1~7. 日本植物防疫協会(東京).
- 4) 片桐政子・上杉康彦 (1978) : 日植病報 44 : 218~219.
- 5) LANCASHIRE, W. E. and D. E. GRIFFITHS (1971) : FEBS Lett. 17 : 209.
- 6) SHINHA, U. (1972) : Beitr. Biol. Pflanzen. 48 : 171~180.
- 7) SRIVASTAVA, S. and U. SHINHA (1975) : Genet. Res. Camb. 25 : 29~38.
- 8) KAPPAS, A. and S. G. GEORGOPOULOS (1970) : Genetics 66 : 617~622.
- 9) GEORGOPOULOS, S. G. (1963) : Phytopathology 53 : 1086~1093.
- 10) Hsu, K. S. (1963) : J. Gen. Microbiol. 32 : 341~347.
- 11) HASTIE, A. C. and S. G. GEORGOPOULOS (1971) : *ibid.* 67 : 371~373.
- 12) THRELFALL, R. J. (1968) : *ibid.* 52 : 35~44.
- 13) GUNATILLEKE, I. A. U. N. et al. (1976) : Genet. Res. Camb. 26 : 297~305.
- 14) KHAKI, I. A. and D. S. SHAW (1974) : *ibid.* 23 : 75~86.
- 15) MEYER, R. W. and J. R. PARMETER, JR. (1968) : Phytopathology 58 : 472~475.
- 16) 山崎義人・新関宏夫 (1965) : 農技研報告 D-13 : 231~273.
- 17) HEBERT, T. T. (1971) : Phytopathology 61 : 83~87.
- 18) 上山昭則・津田盛也 (1975) : 日菌報 16 : 420~422.
- 19) 加藤 肇ら (1976) : 日植病報 42 : 507~510.
- 20) 八重樫博志・西原夏樹 (1976) : 同上 42 : 511~515.
- 21) YAEGASHI, H. and T. T. HEBERT (1976) : Phytopathology 66 : 122~126.
- 22) GEORGOPOULOS, S. G. (1977) : Antifungal compound Vol. II p. 439~495. Marcel Dekker, Inc., New York.

### 本会発行新刊資料

#### 昭和53年度“主要病害虫(除草剤は主要作物)に適用のある登録農薬一覧表”

農林水産省農薬検査所 監修

800円 送料300円

B4判 105ページ

昭和53年9月30日現在、当該病害虫(除草剤は主要作物)に適用のある登録農薬をすべて網羅した一覧表で、殺菌剤は索引と稲、麦類、雑穀・豆類、芋類、果樹、野菜、特用作物、花卉、芝・林木について17表、殺虫剤は索引と稲、麦類・雑穀、芋類、豆類、うり科野菜、なす科野菜、あぶらな科野菜、他の野菜、果樹、特用作物、花卉・芝、林木・樹木、牧草について47表、除草剤は索引と水稲、陸稲・麦類・雑穀・豆類・芋類・特用作物・芝・牧草、野菜・花卉、果樹、林業について5表にまとめたもの。

### 「植物防疫」専用合本ファイル

本誌名金文字入・美麗装幀

本誌B5判12冊1年分が簡単にご自分で製本できる。

- ①貴方の書棚を飾る美しい外観。 ②穴もあけず糊も使わず合本ができる。  
 ③冊誌を傷めず保存できる。 ④中のいづれでも取外しが簡単にできる。  
 ⑤製本費がはぶける。

頒価 1部 400円 送料 200円

御希望の方は現金・振替・小為替で直接本会へお申込み下さい。



# カンキツ類の腐敗防止剤をめぐる諸問題

—外国における薬剤耐性問題を中心として—

農林水産省果樹試験場興津支場 くらもと 倉本 つとむ 孟

## はじめに

レモン、グレープフルーツ、オレンジなど外国産の輸入カンキツにおけるジフェニール、OPP、TBZの使用については食品添加物としての許可をめぐって近年いずれも話題になり、新聞などにも大きく取り上げられてきた。そのためにこれらの薬剤は一般的に耳馴れたものとなったが、実際に我が国のカンキツには使用がみられない。しかし、我が国でも外国における研究にやや遅れてウンシュウミカンを対象として詳細な試験がなされてきた<sup>1)</sup>。外国におけるカンキツ類の腐敗に対する薬剤防除の歴史は古く、例えば OPP の場合そのナトリウム塩の SOPP の使用は 1950 年代に始まり、しかもそれが現在まで続いている。これらの薬剤に対する耐性菌出現もかなり古く、ジフェニールについてはその使用に先立って 1940 年に既に実験的に得た耐性菌の報告がある<sup>2)</sup>。また、実際の使用場面でも OPP とジフェニールに対して 1958 年から 61 年にかけて耐性菌のために腐敗防止に失敗したことが記録されている<sup>3,13)</sup>。これらの例はおそらく現在使用されている殺菌剤耐性の最も古い例と思われる。その後カンキツ類の腐敗防止剤として登場してきた 2-Aminobutane (2-AB)、チアベンダゾール(TBZ)、ベノミルなどでも次々に耐性菌の出現が認められ、現在カンキツ類の腐敗防止では耐性問題は中心的な課題となっている。一方、我が国のカンキツ類の薬剤による腐敗

防止対策は外国の場合とはかなり異なっているが、それは後に述べるように経営形態や流通規模の相違によるところが大きい。外国では腐敗防止剤の使用がもっぱら収穫後の果実に対して行われてきたのに対し、我が国では収穫前の果実に対していわゆる立木散布が勧められてきた。そして現在ベノミル剤とチオファネートメチル剤が立木散布剤として広く用いられているが、この場合もやはり耐性菌出現の報告がなされており薬剤の効果に及ぼす影響が懸念されている<sup>10)</sup>。

ここでは我が国と外国におけるカンキツ類腐敗の発生の実態を紹介するとともに、薬剤耐性問題を中心とする腐敗防止剤をめぐる種々の問題について概観してみたい。

## I 腐敗の種類と病原菌

薬剤によるカンキツ類果実の腐敗防止について述べる前に腐敗の種類とその病原菌についてふれておきたい。

カンキツ類果実の腐敗としては *Penicillium* によるものが良く知られているが、第 1 表に示すようにその他にも重要なものがあり、それらは気象条件や栽培環境、貯蔵輸送条件あるいは品種の相違などによって発生の多少が左右される。これらは病原菌の性質によって非潜伏型と潜伏型に分けられる。非潜伏型では病原菌が主に果皮の傷などから侵入後間もなく発病する。一方、潜伏型ではは場において生育中の果実に対して病原菌の感染が行

第 1 表 カンキツ類果実の主な腐敗を起こす病原菌と発生の特徴

腐敗名		病原菌	発生の特徴
非潜伏型	緑かび病	<i>Penicillium digitatum</i> SACCARDO	最も普遍的に発生する 緑かび病よりも発生時期が遅い 日本では少ない、接触伝染する
	青かび病	<i>P. italicum</i> WEHMER	
	白かび病	<i>Geotrichum candidum</i> FERRARIS var. <i>citri-aurantii</i> R. CIFERRI et F. CIFERRI	
非潜伏型	灰色かび病	<i>Botrytis cinerea</i> PERSOON	低温貯蔵で多い、接触伝染する 収穫前に雨の多い年に多い
	褐色腐敗病	<i>Phytophthora citrophthora</i> LEONIAN	
潜伏型	軸腐病	<i>Diplodia natalensis</i> P. EVANS <sup>1)</sup>	日本では見られないが、外国では多い <i>Diplodia</i> によるものより発生時期が遅い マンダリン類、ネーブル、レモンに多い レモンなど催色処理された果実に発生
	黒腐病	<i>Phomopsis citri</i> FAWCETT <sup>2)</sup>	
	炭そ病	<i>Alternaria citri</i> PIERCE <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> PENZ <sup>3)</sup>	

完全時代の学名は次のとおりである。

- 1) *Physalospora rhodine* (BERK. and CURT.) CKE., 2) *Diaporthe citri* WOLF
- 3) *Glomerella cingulata* (STON.) SPAULD and SCHRENK

われるが直ちに発病には至らず果皮や果梗部分に潜伏して貯蔵や催色 (degreening) 処理などによる果実の生理的な消耗を待って果実を侵食し腐敗に至る。

緑かび病 (Green mold) はこれら各種の腐敗のなかで最も普遍的に発生し Common green mold とも呼ばれる。腐敗の進展が早く病果上に多量の胞子が形成される。これらの胞子は他の健全果を汚染しその商品価値を低下させるので二重に問題となる。カンキツ類の腐敗防止ではどの地域でも、また、いずれの品種に対してもまず本病を防ぐことがその基本になっている。

青かび病 (Blue mold) は普通は緑かび病よりも発生が少なく腐敗の進展も遅いが、7°C以下の低温になるとむしろ本病のほうが多い。また、貯蔵期間が長くなると発生が多くなる。本病は病果に隣接した健全な果実に傷がなくても接触伝染する場合があります。そのため Contact blue mold とも呼ばれる。緑かび病と同様に他の健全果への胞子汚染も問題になる。

軸腐病 (Stem end rot) は第1表のように2種類の病原菌によって起こるが、それらの病徴には大きな違いがない。そのうち *Diplodia natalensis* によるものは我が国には見られない。病原菌はいずれもカンキツ園の果梗枝などの枯枝に腐生的に生息しており、そこで形成された胞子は雨媒によって果実に感染するが、果実が生理的に消耗するまでは果梗やがく片などの部分に潜伏して果実内部への侵入の機会を待っている。イスラエルやカリフォルニアなど寡雨地域では本病の発生は問題にならないが、我が国やフロリダのように雨の多い地域では多く、特にフロリダでは最も重要な腐敗になっている。フロリダでは10月から1月ころまでに収穫される早生系のオレンジ (ハムリン、ネーブル)、タンゼリン、タンゴールなどは果皮に緑色が残るためにエチレンガスで催色処理される。この処理が果実の生理に変化を起こすためか軸腐病の発生を著しく促進する。我が国のウンシュウミカンや南アフリカ連邦のグレープフルーツは数か月間貯蔵されることが多いが、この場合も本病の発生が問題になる。

白かび病 (Sour rot) は軸腐病とは逆にカリフォルニアやイスラエルでその被害が大きい。病原菌は土壤菌としてカンキツ園に普遍的なもので、初め比較的大きな傷から病原菌が侵入して発病する 경우가多いが、果実の輸送中や貯蔵中には病果から健全果に次々と接触伝染し大きな被害をもたらすようになる。一般に夏期に輸送されるカンキツに発生が多く、我が国では今まではほとんど問題になっていないが、日本向けのカリフォルニア産レモンやグレープフルーツでは船荷のなかでその発生が多

い。

黒腐病 (Black rot または *Alternaria rot*) は世界のカンキツ産地のいずれの地域でもみられるが、特にアジア地域で多いように思われる。また、マンダリン類 (ウンシュウミカンを含む) やネーブルオレンジ、レモン、ライムに多い。低温貯蔵では多発することがありその普及上の障害の一つになっている。

炭そ病 (Anthracnose decay) は普通、長く貯蔵された果実に発生するものであり、また、本来マイナーなものと考えられてきた。ところが近年フロリダなどで催色処理されたマンダリン類に発生が多く問題になっている。

灰色かび病 (Gray mold) は多湿条件での貯蔵、輸送あるいは低温貯蔵で黒腐病とともにその発生が多い。本病は隣接した健全果に容易に接触伝染するので腐敗果の点検を怠ると大きな被害を受けることがある。

その他、褐色腐敗病 (Brown rot)、くもの巣かび病 (*Rhizopus rot*)、*Trichoderma rot*、*Fusarium rot*、黒斑病 (*Phoma rot*)、*Penicillium spp.* による腐敗が時に認められるが、普通いずれもマイナーなものである。これらのうち褐色腐敗病は収穫前に降雨の多い年に発生が多く、輸送中に接触伝染する。また、*Trichoderma rot* は南ア連邦でその発生がかなり多く、果実の包み紙を越えて接触伝染すると伝えられている。以上のほか、いわゆる腐敗ではないが、黒星病 (Black spot) 及びさび果 (Anthracnose tear stain) は貯蔵病害として地域によってあるいはカンキツの種類によっては非常に重要である。

外国ではカリフォルニアのレモン、フロリダのパレンシアオレンジとグレープフルーツ、南ア連邦のグレープフルーツなどの例を除くと果実が貯蔵されることは比較的少なく、その代わり輸送中の腐敗が問題になる。南ア連邦、アメリカ、ブラジル、イスラエル産のカンキツは輸送期間が長く南ア連邦→ヨーロッパ、フロリダ→日本への輸送では収穫から消費者に渡るまでの期間は少なくとも2~3か月に及ぶ。腐敗果の発生はそれ自体が損失であるが、荷物の中に腐敗果の混入があると荷全体あるいは更に産地全体の評価を落とし値崩れを引き起こす危険がありこのような間接的な被害は無視できないと言われている。

## II 外国における薬剤処理の例

外国における薬剤処理の方法は地域や品種によって多少異なるが、いずれも収穫後処理である点で共通している。ただ、フロリダでは催色処理されるカンキツに対し

て軸腐病の発生防止のために我が国と同様立木散布“grove spray”が行われることがある。ここでは近年のカリフォルニア海岸沿い地域のレモンの場合を一つの例として紹介する。

### 1 洗浄と消毒

収穫後まず炭酸ソーダまたは次亜塩素酸ソーダ液に漬けられた果実は 32~48°C に調節された 1.5~3% の炭酸ソーダ液に再び 2~3 分浸漬され洗浄と同時に腐敗防止のための最初の処理を受ける。炭酸ソーダの代わりに SOPP が使われることもあり、これらはいずれも緑かび病や青かび病の防止に役立っている。処理後果実は水洗される。

### 2 貯蔵前ワックス処理

通常水溶性のワックスが用いられ、これには SOPP, TBZ, 2-AB, ベノミルのいずれかの薬剤が添加されている。どの薬剤を用いるかについては貯蔵施設中に存在する薬剤耐性菌の種類や後に輸送用ワックスに添加される薬剤と同じものを用いないことを基準にして決められる。ワックス処理後、傷果が取り除かれ、着色程度による区分け (colour sorting) がなされる。レモンは年に数回の開花期があり、1本の樹に常時種々の生育段階の果実が着いている。これらの果実の収穫は、熟度とは無関係に適当な大きさになったものから行われるので熟度の異なるものが含まれることになり、熟度を揃えるために着色程度による区分けが必要になる。この場合、黄色の“tree ripe”, 少し黄色がかった“silver”, 緑色がかなり残っている“light green”及び緑色の“dark green”の4段階に分けられる。その結果“tree ripe”はすぐに出荷されるが、“dark green”は約 100 日間貯蔵される。両者の中間の“silver”及び“light green”もその着色度に応じてそれぞれ適当な期間貯蔵される。colour sorting の正確さは腐敗防止にも重要な意味を持つと考えられている。すなわち、もし“light green”の区分に“silver”のものが混在していると“silver”のレモンは本来貯蔵に耐える期間よりも長く貯蔵されることになるのでその分だけ品質が低下し、また、腐りやすくなる。

### 3 泡立て洗浄

貯蔵施設から出された果実は腐敗したものが取り除かれた後水洗される。一方、貯蔵に用いられた箱はホウ砂を溶かした熱湯で消毒されて戻される。果実はその後泡立て洗浄 (foam washing) される。泡の中には SOPP が 1~3% の割合で添加されていて、白かび病の防除のために欠くことができない処理であると考えられている。

### 4 輸送用ワックス処理

続いて果実は水洗し乾かされた後出荷のために再びワ

ックス処理が施されるが、ワックスには SOPP, 2-AB, TBZ, ベノミルのうちいずれかの薬剤が添加されている。この場合前記のように耐性菌が発生した場合に対する考慮から貯蔵ワックスに用いられなかった薬剤が用いられる。TBZ とベノミルの場合は交差耐性菌の出現に注意することになっているが、この両薬剤については耐性菌がいつも交差耐性を示すとは限らず、特に TBZ 耐性菌はベノミルに耐性を示さない場合が多いといわれている。

### 5 箱詰め

最後に果実は箱詰めされるが、この際ダンボール箱内の上下にジフェニールを浸みこませた紙が 1 枚ずつ挿入される。浸み込ませる薬剤の量は 20kg 箱について 2 枚の合計で 5g で、この量は輸出先である日本やヨーロッパでの残留許容量 70 ppm を越えないように計算して決められている。この処理はもし緑かび病などの腐敗果が発生しても昇華した薬剤によって孢子形成が抑えられ商品価値を著しく低下させないことを主目的としている。

以上の処理のうち、貯蔵されないオレンジなどや“tree ripe”レモンでは当然貯蔵ワックス処理がないが、それにしても収穫後には腐敗防止のための薬剤処理が全くなされていない我が国のカンキツ類に比べると随分その回数が多いのに驚かされる。収穫後処理の場合、薬剤処理は選果場における流れ作業の一環のなかで行われ、また、これらの処理では立木散布に比べて薬剤の無駄がはるかに少ないので薬剤費は大した額にならない。以上の事情が薬剤処理の回数を多くしている理由と考えられるが、根本的には我が国の場合よりも腐敗の発生が多くその防除が重要であるためと考えられる。我が国では収穫から出荷まで果実をていねいに扱う習慣がついているが、栽植面積が大きいアメリカなどでは果実の取り扱いが粗雑にならざるを得ない。アメリカ、ブラジル、南ア連邦、オーストラリアなどでは近年レモンやマンダリン類などの一部を除いて収穫は鋏を使わず“引きもぎ”でなされるようになってきている。また、我が国では鋏で切り取られた果実は収穫袋に必ずいったん入れられてコンテナに集められるが、上記の国々では直接地面に落とされ、後で拾い集められることも少なくないようである。このように収穫時の取り扱いが粗雑なために果皮面に傷が多く、そのために収穫後の薬剤処理を徹底しなければならないのが実情ではないかと考えられる。

## III 各種腐敗防止剤の特徴

カンキツ類の腐敗防止剤として用いられているものは数種類であるが、これらは互いにその性質を異にしてい

第2表 主な腐敗防止剤の各種腐敗に対する効果と薬剤耐性菌の相互関係

薬 剤	主な腐敗に対する効果				Penicilliumにおける 交差耐性関係	備 考 (我が国における) 使用状況
	Penicillia rot	Stem end rot	Alternaria rot	Sour rot		
Biphenyl	○	△	×	×	} 交差耐性 単 独	} 食品添加物として許可されているが、実際の使用はない 登録も使用もない
SOPP	○	△	△	○		
2-AB	○	×	×	×	} 交差耐性? 耐 性	} 食品添加物として許可されたが、実際の使用はない 立木散布剤として登録され、広く使用されている
チアベンダゾール	◎	○	×	×		
ベノミル	◎	◎	×	×	} 交 差 耐 性 —	} 腐敗防止剤としての登録はなく、使用されていない
チオファネートメチル	◎	○	×	×		
2,4-PA	×	○	◎	×		
Imazalil	◎	△	△	×	} 単 独 ベノミルなどとの 関係検討を要する	} 試験段階
Guazatine	◎	△	△	◎		

◎：高い効果がある，○：かなり効果がある，△：少し効果がある，×：効果なし。

る。第2表に主な薬剤の各種腐敗に対する効果と耐性菌の交差耐性関係を示した。

### 1 ホウ砂と炭酸ソーダ

カンキツ類の腐敗防止に最初に用いられた薬剤はホウ砂 (borax) である<sup>2)</sup>。ホウ砂は 43~44°C の温湯のなかに溶かして用いられ、青かび病、緑かび病及び軸腐病にかなりの効果がある。ホウ砂は単独でまたはホウ酸 (boric acid) と混ぜてアメリカで一時広く用いられた。現在も一部で使用されているが、残液の処理が問題になり使用は著しく減っている。炭酸ソーダも古くから用いられやはり温湯に溶かして用いる。本剤は緑かび病、青かび病に効果があるが、その作用は病原菌に対する直接的なものではなく、感染の起こる果実表面の微細な傷の部分の pH をアルカリ側に保たせることによって間接的に病原菌の感染に作用している面が大きい。炭酸ソーダの効果はホウ砂には劣るが、この液で果実を洗浄する方法はカリフォルニアなどでなお広く行われている。ジフェニール以前の薬剤としてはこのほか 1940 年代に一時アメリカで使われた重そう液があるが、その作用は炭酸ソーダ液と同様のものと考えられ効果が安定しない欠点がある。また、南ア連邦などでは果実の洗浄に次亜塩素酸カルシウムが現在も用いられており、遊離した塩素によって病原菌胞子の殺菌を行っている。これらの薬剤は耐性菌の出現の可能性がない利点があるが、いずれも持続的な効果は期待できない。

### 2 ジフェニール

ジフェニール (biphenyl) は常温で徐々に昇華する薬剤で緑かび病、青かび病や軸腐病の発生を抑制し、更に特徴的なことは病原菌胞子の形成を阻害し胞子による果実の汚染を防ぐ。最初果実の包み紙に薬剤を浸み込ませ

て用いられたが、現在ではクラフト紙に浸み込ませて果実の輸送に際してダンボール箱の上下にこの紙を 1 枚ずつ挿入して用いられている。アメリカやイスラエルで本剤の使用がかなり広く行われており、日本では主として輸入カンキツであるレモン、オレンジ、グレープフルーツについて 1971 年にその使用が許可されている。南ア連邦などでは過去に広く使用されたが効果が不十分であることと、軽い特有の臭いがあるために流通段階で評判が良くなく現在使用されていない。また、本剤は果実のへたや果盤の部分が褐変するのを早め黒腐病の発生を多くする欠点もあるといわれている。

本剤に対する緑かび病菌の耐性は 1940 年に報告があり<sup>3)</sup>、また、軸腐病菌 (*Diplodia natalensis*) についても 1953 年に報告されている<sup>12)</sup>。これらは薬剤の使用に先立って耐性菌の報告がなされたものであるが、実際の使用場面でも 1958~59 年と 1959~60 年にはカリフォルニアのレモンで耐性の緑かび病菌が多く認められ、そのために本病が多発して腐敗防止に失敗した<sup>4,6)</sup>。また、フロリダでもレモンの催色に際して本剤によるくん蒸が行われていたが、耐性菌の増加のためにその使用が以後中止された<sup>14)</sup>。青かび病菌に対する耐性は自然条件下では発達しないといわれているが<sup>6)</sup>、これは大いに疑問である。

### 3 SOPP

OPP はナトリウム塩、SOPP (sodium o-phenylphenate) として浸漬処理、泡立て装置による洗浄あるいはワックス処理の際ワックスに混ぜるなどの方法で用いられる。SOPP 液のなかの解離していない OPP は果実に薬害を生じるため SOPP 液には水酸化ナトリウムなどのアルカリを加えて pH を高くするか、またはヘキサ

ミンなどの高分子の塩基を加えて用いられ、また、果実の浸漬に際して 38°C または 43.5°C の温湯にして処理されることが多い。pH の調節は薬害の防止のために非常に重要で厳密になされており SOPP 0.5% のときには pH 11.5~11.8 に、2% のときには pH 11.8~12.2 に調整されるが、その煩わしさが使用上の欠点になっている。本剤の緑かび病、青かび病や軸腐病に対する効果は TBZ などに比して劣るが白かび病に効果があり、アメリカ、イスラエルなど多くの国で使用されている。日本では収穫後処理剤（食品添加物）として 1977 年にその使用が許可されたが、実際に日本産のカンキツには使用されていない。

HARDING は SOPP とジフェニールの間に病原菌の交差耐性関係があることを見だし<sup>5)</sup>、レモンの貯蔵に際して数年間 SOPP が使用されてきた選果場ではジフェニール耐性菌の率が多いのに対し、SOPP を使用していない選果場ではジフェニール耐性菌が非常に少ないことを報告した<sup>4,6)</sup>。ジフェニール耐性菌のために手痛い打撃を受けたカリフォルニアのレモン産地では 1961 年に SOPP による貯蔵前果実の洗浄を中止している。筆者の実験では OPP—ジフェニール耐性菌は青かび病菌でも緑かび病菌でもベノミルやチオファネートメチル耐性の場合に比べると実験的に発生頻度が高く、はるかに容易に得られる。

#### 4 2-AB

2-Aminobutane (sec-butylamine) は中性の揮発性脂肪族アミンであるが、アメリカで 1972 年に使用が許可されリン酸塩または炭酸塩として比較的最近使われ始めた。果実の洗浄用やワックスに混ぜて処理されている。緑かび病や青かび病に対して効果が高いが、軸腐病に対する効果はかなり劣るという報告が多い。本剤はヨーロッパ諸国でその使用が許可されておらず、カリフォルニアなどに使用が限られているが、TBZ やベノミルの耐性菌対策の上からその価値が見直されている。ヨーロッパ諸国では 2-AB の使用を許可する動きがあると伝えられている。一方、本剤にも耐性菌の存在が確認されており<sup>8)</sup>、しかも 2-AB 耐性は TBZ 耐性よりも発達の速度が早く 2~3 か月の使用で耐性菌が顕在化するといわれている<sup>9)</sup>。

#### 5 TBZ

チアベンダゾール (TBZ) は最初家畜の駆虫剤として用いられていたが、広い抗菌スペクトラムを示すことが明らかになり殺菌剤としても用いられるようになった。カンキツ類の腐敗防止剤としては最初のベンズイミダゾール系の薬剤で水和剤または乳酸溶剤として用いられ

る。アメリカでは 1969 年に使用が許可され現在では世界中で最も多く使用されている。我が国では昨年 8 月に食品添加物として収穫後の使用が許可された。処理の方法は果実を懸濁液に浸漬したり、洗浄または散布剤とし、あるいは貯蔵用や輸送用のワックスに混ぜて使われている。青かび病、緑かび病、軸腐病に効果があるが、白かび病や黒腐病には効果がない。果実の残留許容量は 10 ppm であり、普通 1,000 ppm 以上の濃度で使われる。ワックスに混ぜた場合は直接薬液に浸漬する場合よりも効果が低くなるといわれている。

耐性菌が実際に問題になったのは 1970 年でカリフォルニアのレモンの貯蔵ワックスに添加して使用されてから 15 か月後であった<sup>7)</sup>。その後、TBZ が連続して使われてきた選果場では高い頻度で耐性の青かび病菌、緑かび病菌が存在することが明らかになった。しかし、同時に、TBZ が全く使用されていない選果場あるいはカンキツ園でもわずかではあるが既に耐性菌が存在していることが報告されている。これらの耐性菌の一部はベノミルにも耐性であった。TBZ 耐性はベノミル耐性よりも一般にその耐性程度が低いといわれている。しかし、ベノミル耐性菌は TBZ にも高い耐性を示すことが分かっており両者の関係についてはベノミル耐性菌が必ず TBZ 耐性かどうかなどを含めてなお不明確な部分があるように思われる。

#### 6 ベノミルとチオファネートメチル

アメリカでカンキツ類の腐敗防止剤としてベノミルの使用が許可されたのは比較的新しく 1974 年である。ベノミルの各種の腐敗に対する効果や使用法は TBZ の場合と同様であるが、TBZ よりも更に低濃度で有効であり（フロリダでは 600ppm で使用されている）、また、ワックスに混ぜて使用してもほとんど効果が落ちないといわれている。アメリカやオーストラリアではその使用が急速に増加している。日本ではチオファネート（後にチオファネートメチルに置き換えられた）とともに 1971 年に収穫前の立木散布剤として登録され、現在広く使われている。また、フロリダでも催成処理される果実の軸腐病の発生を予防するために立木散布されることがある。チオファネートメチルは水中でベノミルの場合と同様に MBC (methyl benzimidazolecarbamate) に変化して効果を表すとされており、効果を示す病原菌の範囲はベノミルと一致し、また、耐性菌の耐性程度も両者の間には比例関係があるが、MBC への変化の様子はベノミルとかなり異なっているといわれている。その使用は我が国で立木散布に限られているが、薬剤散布を行ったウンシュウミカンの輸出はカナダやアメリカで合法的に

受け入れられている。ペノミルはアルカリ状態では不安定でMBC以外の弱い殺菌力しか持たない数種の物質に変化するといわれているが、腐敗防止の効果のうえではアルカリ性の有機溶媒型のワックスのなかでも有効である。また、ペノミルやチオファネートメチルは立木散布剤としてアルカリ性の石灰硫黄合剤と混合して散布されるが、その際も効果に全く影響がない。

ペノミル耐性菌の存在はTBZとの関係でその使用が始まる前からアメリカで知られていたが、使用後オーストラリアでペノミル耐性菌の増加が報じられている<sup>16)</sup>。我が国でもペノミルーチオファネートメチル耐性菌の存在が明らかにされているが<sup>10)</sup>、耐性菌の存在率は現在までのところ果実の収穫時から1月ころまでは低く効果には大きな影響を与えていないようである。しかし、貯蔵庫によっては最終的に耐性菌の存在率がかなりの高率になる場合がみられている。筆者の実験ではこれらの耐性菌は感染能力、腐敗の進展速度、胞子の形成能力とも感性菌のそれとほとんど変わらない。TBZ感性の菌株と同耐性の菌株から実験的に得た倍数性の青かび病菌はすべて耐性菌であったとする情報があり<sup>9)</sup>、これが事実とするとベンズイミダゾール系の薬剤の耐性は遺伝的に優性であることになる。耐性菌の薬剤耐性程度には種々の段階のものがみられるが、我が国での調査ではそれらのうち高度耐性のものが多数を占めている<sup>10)</sup>。

ペノミルやチオファネートメチルの使用に伴うもう一つの問題はこれらの薬剤が緑かび病や青かび病に高い効果を示す半面、全く効果を示さない腐敗が逆に多くなる傾向がみられることである。この問題は生態学的に耐性菌の発達と同一基盤の問題ではないかと考えられる。我が国でもこれらの薬剤の使用後、黒腐病が増加し、また、使用以前にはほとんど問題にならなかったもの巢かび病の発生が問題になったり白かび病の発生が報告されたりしている。

## 7 2,4-PA

2,4-PA (2,4-dichlorophenoxyacetic acid) は除草剤として著名なものであるが、また、数種類のカンキツには落果防止の効果が顕著である。更にレモンの貯蔵ワックスのなかにイソプロピルエステル形で500 ppmの割合で混ぜられることがあり、黒腐病や軸腐病の防除に効果がある。2,4-PAの効果は他の薬剤の場合と著しく異なり直接の殺菌作用によるものではなく、薬剤処理によって貯蔵中の果実の果盤部の生理的な活力の減退を遅らせ“へた枯れ”を防ぐことによって間接的に菌の侵入を防ぐものである。我が国のカンキツ類では時々黒腐病の多発が問題になる伊予柑への適用が期待されている。

## IV 外国における耐性菌対策

耐性菌の存在自体はもしそれが非常に低率であればそれほど問題にする必要はない。防除上耐性菌が大きな問題になるのは耐性菌の発達である。耐性菌が多くなる場面はそれが選択的に繁殖する場合であり、カンキツ類の腐敗防止では薬剤処理自体が問題なのではなく、処理された果実が長く保たれ、その間に耐性菌が選択的に増加することが最も問題であることが経験的に知られてきた。このような場面は果実が貯蔵されるときや催色処理される時に限られ、薬剤処理を受けた果実が直ちに出荷される場合には問題にならない。したがって、カリフォルニアでは貯蔵用レモン以外では耐性菌が被害に結びついていない。ただし、他のカンキツでもレモンと同じ選果場で処理される場合は問題になっている。以上の理由から、耐性菌対策としては当然のことながら耐性菌の繁殖(recycling)及び選択淘汰を避けるための方策がとられている。それには傷果などをできるだけ取り除き、健全な果実のみが貯蔵されるように努力されている。着色度の区分けで見られるように果実の貯蔵期間を適切にすることも重要と考えられている。また、適切な殺菌剤処理のプログラムを組むようになっており、特に貯蔵ワックスと輸送ワックスには別の薬剤が使われている。カリフォルニアでは耐性菌の調査が定期的になされており必要があれば殺菌剤処理のプログラムが変更される。この調査は選果場や貯蔵施設の特定の場所に殺菌剤を添加した培地をペトリ皿に入れて暴露する簡単な方法でなされている。選果場の衛生には非常に注意が払われており、例えば貯蔵施設から運び出された果実には腐敗果が混じっており健全果にも病原菌の胞子が多く付着している可能性があるために、貯蔵前や輸送直前の果実への感染を防ぐ目的でこれらの果実とは別の場所に壁で隔てられて置かれ、また、フードが取り付けられている。また、貯蔵用の容器は果実の貯蔵が終わるごとに消毒され貯蔵施設内の室内も時々ホルマリンで消毒されている。腐敗果の除去にも細心の注意が払われ、なるべく早く処分するようにされ、処分するまでの間一時的に集めておくときも風下の位置が選ばれる。このように選果場や貯蔵施設の衛生に注意が払われるようになったのはカンキツ類の日本への輸出が多くなってからのことであり、我が国が腐敗防止剤の多くに使用許可を与えていなかった事情によっているといわれている。

耐性菌としてはカリフォルニアでは既に2-AB, TBZ, ペノミルに対する多剤耐性の緑かび病菌が分離されている<sup>9)</sup>。それらは現在のところ非常に低率に存在するもの

であろうが、根本的に薬剤の組み合わせで解決できない問題を提起しており、選果場の衛生のように耐性菌対策というよりも腐敗自体を減らす努力が今後も続けられるものと考えられる。

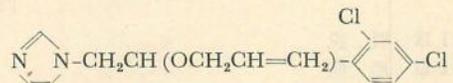
### V 我が国のカンキツをめぐる今後の問題

ウンシュウミカンを中心とする我が国のカンキツでは1971年以後、ベノミルまたはチオファネートメチルの立木散布が広く普及してきた。立木散布は収穫後処理に比べて薬剤の無駄が多いが、収穫時あるいは選果場まで運ばれる過程に生じる傷への病原菌の感染防止にも有効であり、また、労力的にも収穫前に着色促進と貯蔵性の向上を目的として散布される石灰硫黄合剤との混用が可能のため腐敗防止として新たに作業が加わることがない利点を持っている。ところで、我が国で収穫後処理が現在まで普及しなかった原因は、①収穫後処理では食品添加物としての薬剤に対する規制が厳しく、使用の許可が得られなかったこと、②外国では選果場へ果実が運ばれて薬剤処理をし貯蔵されるが、我が国では著しく経営規模が小さいにもかかわらず個々の農家がミカン園の近くに貯蔵庫を持ち収穫後直ちに貯蔵されること、③ウンシュウミカンが経営の大部分を占め、また、ほとんど家族労働によっているため収穫時は多忙を極め薬剤処理のための時間的余裕がない、④ウンシュウミカンは他のカンキツよりも薬液に浸漬することによって生理的に変化をきたしやすく品質劣化の原因になること、⑤農家で貯蔵し出荷する前の選果場へ運ばれてからの薬剤処理では輸送期間が短いのでその必要性が低い、など外国とは事情が大きく相違していることによっている。ところが最近OPPやTBZの食品添加物(収穫後処理)としての許可によってこれらの薬剤を選果場でのワックス処理時に使用しようとする動きがみられる。その場合、貯蔵ミカンと収穫後直に出荷されるミカンではやや事情が異なるが、少なくとも選果以後の腐敗が防げることから市場で腐敗果の発生による産地の評判を落とす危険性がより少なくなり、また、OPPの使用が成功すればベノミルやチオファネートメチルの耐性菌対策にも役立つ。ただし、輸送期間が短い我が国のウンシュウミカンでは立木散布が実施されている限り収穫後処理の利点はあまり大きくないように思われる。一方、近年生産量が著しく増加しているいわゆる中晩生カンキツ類(ネーブル、甘夏、ハッサク、伊予柑など)ではウンシュウミカンの場合と少し事情を異にしている。これらのカンキツでは浸漬処理による果実の品質劣化の危険は少なく、また、ウンシュウミカンに比べて個々の果実の価格がかなり高く、そ

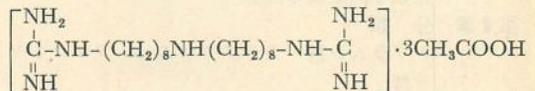
のために農家の腐敗防止意欲も高い。そのうえ、現在では甘夏などのいわゆる“ナツミカン類”に対する腐敗防止剤の立木散布は許可されていない(近い将来改正されて、許可される見通しである)。これらのカンキツでは、どのような処理法が適当か検討の余地があるが、収穫後処理がかなり普及し成功するのではないかと考えられる。

### VI 近年注目されている新しい腐敗防止剤

最後に新しい腐敗防止剤として世界的に注目されている Imazalil と Guazatine についてふれておきたい。これらの薬剤はいずれもムギ類などの種子消毒用として開発されてきたもので、カンキツ類の腐敗防止剤としては試験段階のものであるが、そのなかで特に Imazalil は外国での実用化の目が近いように考えられる。Imazalil (1-(2-(2,4-dichlorophenyl)-2-(2-propenyloxy)ethyl)-1H-imidazole ; R 23979 など) は緑かび病や青かび病に対して高い効果があり、胞子形成抑制作用も大きい。しかし、紫外線による分解に弱いために立木散布剤としてはあまり期待できない。一方、Guazatine (9-aza-1,17-diguanidino heptadecane triacetate ; DF-125 など) は緑かび病や青かび病に高い効果を示すとともに特徴的なことは白かび病にも効果があることが確かめられている。立木散布剤としても効果が高い。ただし、緑色の濃い果実では薬害を生ずる欠点がある。なお、種子消毒用に開発された Panoctine は一般名として Guazatine を採用しているが、実際には Panoctine は Guazatine 関連化合物を多く含んでいるが、Guazatine 自体の含量は低い。また、その腐敗防止効果は Guazatine に劣り薬害も生じやすい。



Imazalil



Guazatine

さて、これらの薬剤に対してもやはり耐性菌が生ずる可能性があり、筆者は実験的に両剤に対する耐性菌をそれぞれ得ている。また、ベノミル耐性菌のうちには少数であるが、Guazatine 耐性を示すものがあり、その機作を今後よく検討してみる必要がある。Imazalil 耐性は *Aspergillus nidurans* で報告されており、この菌では6個の染色体上の八つの位置にある 21 の遺伝子が関与し

ている polygenic なものであるとされている<sup>15)</sup>。ただ、これらの薬剤の耐性菌の出現頻度は低く、その耐性程度も低いようなので現在のところ実用場面で問題になるかどうか疑問である。

## 引用文献

- 1) DAWSON, A. J. 氏 (1977) : Proc. Int. Soc. Citriculture 1 : 255~259.
- 2) ECKERT, J. W. 氏 (1967) : Ann. Rev. Phytopath. 5 : 391~432.
- 3) FARKAS, A. 氏 (1940) : Palestine J. Bot., Series J. 2 : 38~45.
- 4) HARDING, P. R. JR. 氏 (1961) : Calif. Citrogragh 46(9) : 280, 306, 308.
- 5) ——— (1962) : Plant Dis. Repr. 46 (2) : 100~104.
- 6) ——— (1964) : ibid. 48(1) : 43~46.
- 7) ——— (1972) : ibid. 56(3) : 256~260.
- 8) ——— (1976) : ibid. 60(8) : 643~646.
- 9) HOUCK, L. G. (1977) : Proc. Int. Soc. Citriculture 1 : 263~269.
- 10) KURAMOTO, T. (1976) : Plant Dis. Repr. 60 (2) : 168~172.
- 11) ——— 氏 (1976) : ibid 60 : 809~812.
- 12) LITTAUER, F. 氏 (1953) : Palestine J. Bot. Rehovot Series 8 : 185~189.
- 13) RUBEN, D. 氏 (1961) : Plant Dis. Repr. 45(6) : 475~480.
- 14) SMOOT, J. J. 氏 (1967) : ibid. 51(8) : 700.
- 15) TUYL, J. M. VAN (1977) : Neth. J. Pl. Path. 83 (Suppl. 1) : 169~176.
- 16) WILD, B. L. 氏 (1975) : Phytopath. 65 (10) : 1176~1177.
- 17) 山田駿一氏 (1972) : 園試報 B 12 : 207~228.

## 本会発行図書

## 野菜のアブラムシ

宇都宮大学農学部教授 田中正 著

1,800円 送料160円

A5判 口絵カラー写真 4ページ, 本文 220ページ 上製本 カバー付き

野菜のアブラムシについて関係事項をすべてとりまとめた手引書

## 内容目次

- |                         |  |
|-------------------------|--|
| 第I章 概説                  | 第VII章 被害                                     |
| 第II章 形態                 | 被害の様相 口器 植物ウイルス病の媒介                          |
| 体色 体形 頭部 胸部 腹部 変異 幼虫    | 第VIII章 防除                                    |
| 分類や同定上の注意               | 農業的防除 物理的防除 殺虫剤による防除                         |
| 第III章 分類                | 第IX章 発生予察                                    |
| アブラムシ群 カサアブラムシ・フィロキセラ群  | 有翅型の飛来調査 寄主選択性の差異の利用                         |
| 第IV章 生活史                | 統計的予察法 採集と標本作製法                              |
| 生活型 寄主範囲 生活史 越冬 両性個体の出現 | 第X章 野菜のアブラムシの種類とその見分け方, 生活史, 防除              |
| 第V章 生態                  | 果菜類(マメ類など) 葉菜類(アブラナ科野菜など) 根菜類(ダイコンなど)        |
| 有翅型 両性個体の生態 個体群の変動      | 主要参考文献                                       |
| 第VI章 天敵                 | 索引(アブラムシの和名, 昆虫・動物名, 植物名, 植物ウイルス病名, 術語, 農薬名) |
| 捕食虫 寄生虫 微生物 天敵の相互関係     |  |
| 天敵利用をとり入れた総合防除          |  |

お申込みは前金(現金・振替・小為替)で本会へ

# アメリカにおける天敵の大量増殖とその利用

静岡県柑橘試験場 <sup>ふる</sup>古 <sup>はし</sup>橋 <sup>か</sup>嘉 <sup>いち</sup>一

## はじめに

移住者によって、建国されたアメリカには、多くの国から移住者とともに、種々の農作物が持ち込まれたが、同時にそれらに寄生する病害虫も持ち込まれた。アメリカにおける主要農作物の重要害虫は約 700 種であるが、そのうち 212 種は、外国からの侵入害虫であるとされている (HAGAN and FRANZ, 1973)。

このように侵入害虫の多いアメリカで、1888 年にカンキツ類の害虫イセリアカイガラムシに天敵のベダリアテントウムシをオーストラリアから導入し、大成功を収めて以来、天敵の導入と大量増殖、放飼による害虫防除がカリフォルニア州を中心として盛んに行われた。天敵の大量増殖施設が最初に設立されたのは、1916 年にコナカイガラムシ類に対しオーストラリアから導入されたクリプトテントウムシ *Cryptolaemus montrouzieri* MULSANT のためのものであり、カリフォルニア州内に 16 か所設置され、有力な寄生蜂が定着する 1930 年代中期まで続けられた。現在、アメリカにおける天敵の大量増殖施設は共同組織のものとして、Associates Insectary, Santa Paula と Fillmore Citrus Protective District (我が国における共同防除組合の性格の組織であるので、以下、前者をサンタポーラ共同防除組合、後者をフィルモア共同防除組合と呼ぶことにする) などがあり、その他に営利会社として Ricon-Vitova Insectaries Inc. (以下リコン・バイトバ天敵販売会社とする) がある。これらの組合及び会社における天敵の大量増殖とその利用、組合及び会社の運営などについて紹介することにする (天敵類個々の詳しい大量増殖方法については、DEBACH

(1964), NEEDHAM (1937), SCRIVEN (1971), FISHER (1963) などを参照されたい)。

## I 共同防除組合における天敵の大量増殖と利用及び組合の運営

### 1 サンタポーラ共同防除組合

カンキツ生産者により、1927 年に設立され、当初は、コナカイガラムシ類の防除のためにオーストラリアから導入されたクリプトテントウムシとトビコバチの 1 種 *Leptomastix dactylopii* HOWARD が大量増殖され組合管内のカンキツ園に放飼された。1935 年から農薬散布部門も設立され、天敵と農薬との併用による防除が実施されるようになった。現在 (1976 年) では、天敵の大量増殖はクリプトテントウのみについて行われている。組合を構成している組合員数は 275 名、管理しているカンキツ園の面積は 4,800 ha である。組合における天敵の大量飼育と放飼のための運営費は、組合管内のカンキツ園で、樹令 4 年生以上の園については 10 ドル/エーカー、4 年生以下については 2.5 ドル/エーカーが徴収され、天敵の生産費に当てられる。農薬散布部門では、組合員のカンキツ園の農薬散布を実費で行っており、その散布は、組合員が行い、散布に従事した組合員には労賃が支払われる仕組みとなっている。

天敵の放飼や農薬散布の必要性の有無については、組合の職員 3 名が管内のカンキツ園を巡回観察し、病害虫の発生状況を調査して、クリプトテントウの防除対象となるコナカイガラムシ類が発生している園については、クリプトテントウを放飼して防除する。それ以外の病害虫については、生産者に連絡するが、防除を実施するか

第 1 表 サンタポーラ共同防除組合における年次別天敵 (クリプトテントウ) 生産数\*

年次	項目	生産数 (匹)	対飼対象樹数	生産費 (ドル)	組合員の所有樹数
1965 ~ 66		26,700,000	1,241,585	82,656.52	1,180,900
66 ~ 67		29,300,000	1,333,178	83,903.32	1,241,630
67 ~ 68		27,000,000	1,224,336	74,370.44	1,317,500
68 ~ 69		21,468,000	1,017,124	95,931.86	1,379,600
69 ~ 70		22,579,000	821,271	103,217.35	1,375,789
71 ~ 72		26,066,000	953,458	121,315.74	1,379,022
72 ~ 73		23,447,000	993,783	132,627.00	1,420,368
73 ~ 74		23,760,000	1,030,733	142,615.00	1,439,329
74 ~ 75		24,235,000	1,001,313	140,519.91	1,468,104

\* Annual Report of Santa Paula Associate Insectary の 1965~75 年より作製。

どうかの決定は、生産者の要請によって行われる。

天敵は、コナカイガラムシの発生が多い園に重点的に放飼されるが、あまった天敵は、管内のは場に均等に放飼されている。1965～75年までの組合管内のカンキツ園に放飼されたクリプトテントウの放飼数、生産費などについて示すと第1表のとおりである。天敵の生産数は、10年間の間にほとんど変わっていないが、生産費は約1.7倍となっており、1975年の1,000匹当たり生産費は約5ドルとなる。生産費の内訳についてみると第2表のとおりで労賃が最も多い。

一方、農薬散布部門における最近の最も大きな変化は、オイルショック後における農薬代の急激な上昇であ

第2表 サンタポーラ共同防除組合の生物防除部門の収支\* (単位：ドル)

年次	1974～75	1973～74
収入の部		
組合員費	140,519.91	142,615.00
天敵販売代	17,720.56	—
	158,240.47	142,615.00
支出の部		
自動車代	5,809.85	6,763.32
寄生バチ	12,016.09	9,118.99
事務費	10,576.60	8,961.04
償却	3,851.58	4,505.62
保険	6,263.59	7,001.86
所得税	—	—
労務管理費	66,214.45	62,536.59
材料費など	16,611.90	13,077.03
事務費	4,298.07	550.61
	1,701.52	2,101.60
ジャガイモ	12,774.02	9,948.38
退職金・健康保険	12,381.73	10,131.07
修理代	331.82	2,011.85
固定資産	3,472.97	3,249.46
光熱費	3,153.61	3,027.77
小計	160,146.76	143,434.86
還元金	(1,906.29)	(819.86)
支出合計	158,240.47	142,615.00

\* Annual Report Santa Paula Associate Insectary (1975) より。

った。1968～69年と1974～75年とでエーカー当たり経費を比較すると、第3表に示したように2倍以上の増加となっており、これは天敵の生産費の上昇に比べ更に大きい。このような農薬代の急上昇は、改めて天敵による生物防除の重要性を認識させることになり、散布部門では、天敵に影響の少ない農薬の使用や散布方法の改善のための新しい散布機械などの導入を行っている。

## 2 フィルモア共同防除組合

カンキツ生産者により1922年にアカマルカイガラムシの青酸ガスくん蒸防除を目的として設立された。1927年にクリプトテントウの大量飼育のための天敵飼育所が設立され、その後24年間にわたってクリプトテントウの大量飼育と放飼が続けられた。コナカイガラムシ類は *Leptmastex* sp. などの導入寄生蜂が定着したため、ほとんど防除上の問題はなくなったが、アカマルカイガラムシは依然として防除上重要な害虫であった。1959年ころよりアカマルカイガラムシの防除は、青酸ガスくん蒸から有機リン製剤のパラチオンに変更されたが、その結果、ミカンハダニの増加がパラチオンの散布ほ場に多くみられるようになった。そのため、1961年の組合総会でカリフォルニア大学がインド、パキスタンより導入した *Aphytis melinus* を利用したアカマルカイガラムシの防除の決定がなされ、直ちに *A. melinus* の大量増殖と放飼が開始された。現在(1976年)、*A. melinus* のほかにカリフォルニア大学が、1937年に南アフリカ連邦より導入したオリーブカタカイガラシの寄生蜂 *Metaphycus helvolus* も大量増殖し放飼している。ミカンハダニの天敵である捕食性ダニ *Amblyseius hibisci* CHANT の増殖も1967年から開始されたが、放飼効果があまり有効でなかったことと、生産費の高額なことなどから2年間で中止された。

現在の組合員数は350名、組合の管理している面積は約3,600haである。天敵の大量増殖と放飼のための費用として1エーカーにつき10ドルが徴収されている。天敵飼育所は、3名の職員(必要に応じてパートタイマーが雇われる)によって運営されており、運営費の約55

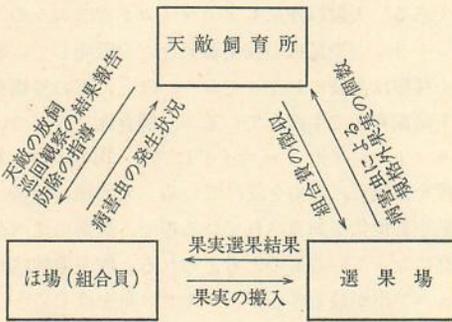
第3表 農薬散布経費の1968～69年と1974～75年の比較\*

項目	年次	1968～69 ドル/エーカー	1974～75 ドル/エーカー	増加額 (ドル)	増加率 (%)
機械油乳剤		10.22	33.00	22.78	223
微量要素		11.03	26.31	15.28	139
税金		0.87	2.74	1.87	215
労賃及び機		19.29	22.50	3.21	16.27
エーカー当たり経費		41.41	84.55	43.14	104.2

\* Annual Report Santa Paula Associate Insectary (1975) より。

% は人件費で占められる。天敵の生産費は *A. melinus* が約 40 セント/1,000, *M. helvolus* が約 60 セント/1,000 で後者のほうが高い。前者は寄主カイガラムシがカボチャで大量飼育が可能なのに対し、後者はキョウチクトウの苗木を利用しての寄主カイガラ飼育のため大量飼育が容易でないためである。

この組合では、農業散布部門をもたず、天敵放飼による生物防除が中心であるので、下図のような天敵飼育所、選果場、生産者が一体となった各ほ場の病害虫の発生状況の把握とそれに対する次のような対策が行われている。



フィルモア共同防除組合管内の防除体制

(1) 天敵飼育所の職員は、1週間のうち、土、日曜日と雨天の日を除いた毎日、ほ場に天敵の放飼を行っているが、それと同時に組合管内のほ場における病害虫の発生状況を巡回観察し、天敵の寄生率なども調べて防除の必要性の有無を組合員に報告している。組合員も自分のほ場の病害虫発生状況を天敵飼育所に報告し、防除の必要性の有無の判定を依頼している。選果場には、ほ場ごとに果実が搬入され、選果行程で、果実のサイズ別、品質別の個数のほかに規格外の果実についてはその原因別(病害虫別)の個数が選果機と直結したコンピューターによって打ち出されるようになっている。この結果は、天敵飼育所と生産者に報告され、オリーブカタカイガラやアカマルカイガラの被害が多いほ場については、天敵類の寄生率が調べられ、寄生率が低い場合には、それらのほ場に天敵の放飼を重点的に行うようにしている。

(2) 天敵に影響の少ない農薬の選択と散布: カイガラムシ類、ミカンハダニの防除には、天敵類に対し、影響の少ない機械油乳剤が主として使用されている。その結果、放飼している天敵類のみでなく土着天敵類も保護することになり、それらの天敵の活動で、全体の害虫類の発生を少なくしている。

(3) 土ぼこりの防止: 寄生蜂や捕食性ダニなど天敵類は一般に微小な個体のものが多く、カンキツ葉上の細

かなゴミや土砂などが天敵類の死亡率を高めたり、活動を不活発にすることが知られており (BARTLETT, 1951; HOLLWAY, 1942)、道路際などのカンキツ園で、天敵類の働きが不十分で、害虫が多く発生することがたびたび観察されている。組合管内のほ場に面した道路は、アスファルト舗装が行われ、土ぼこりの防止が企てられている。また、天敵による防除に熱心な農家では、ほ場内の道路に早朝、散水車で散水し土ぼこりの防止を行い効果をあげている例もある。

(4) ほ場内のアリの防除: アリがカイガラムシ類やアブラムシ類などと共生関係にあることはよく知られていることであり、アリがそれらの天敵類の活動に大きく影響し、アリの生息数が多いと、天敵の活動は抑制され、害虫類の発生量が多くなることが知られている (DEBACH, 1964)。組合管内のほ場内におけるアリの巣は、見つけしだいクロルデン粒剤、ダイアジノン粒剤のいずれかをアリの巣に散粒し、アリの防除が行われている。

以上述べてきたように、フィルモア共同防除組合管内のカンキツ園の害虫防除は、天敵の放飼による防除が中心であるものの、いろいろの防除手法を防除体系の中に取り入れた総合防除 (Integrated Control) であるといつてよいであろう。1974年と1975年の組合管内の管理ほ場面積と害虫別延べ薬剤散布面積、天敵3種の放飼数の推移などについて示すと第4表のとおりである。ミカンハダニに対する散布面積が最も多く、次いでスリップスで、天敵の放飼が実施されているアカマルカイガラの1975年における散布面積は216エーカーで全体の面積の2.4%であった。オリーブカタカイガラに対し

第4表 フィルモア共同防除組合における農業の散布面積と天敵放飼数\*

年次	1974	1975
管理ほ場面積 (エーカー)	8,811	9,009
害虫別農業散布面積 (エーカー)		
オリーブカタカイガラ	117	0
アカマルカイガラ	325	216
スリップス	992	389
ミカンハダニ, アブラムシ (春)	1,058	1,496
ミカンハダニ (秋)	3,041	2,491
計	5,533	4,592
天敵放飼数 (匹)		
<i>Metaphycus helvolus</i>	7,197,500	7,114,000
<i>Aphytis melinus</i>	137,580,000	142,554,000
<i>Cryptolaemus</i> sp.	702,000	644,000

\* Filmore Citrus Protective District, Manager's Report (1975) より作製。

ては全く散布がなされていない。全体の延べ薬剤散布面積は 1974 年が 5,533 エーカーで、全体の管理面積に対し 62.7%、1975 年が 4,592 エーカーで 50.9% となっている。カリフォルニア州のカンキツ園における平均防除回数は、2~3 回であるのでこの防除組合管内の防除回数は天敵の放飼により著しく少なくなっている。

### 3 天敵の大量増殖と利用における問題点

フィルモアやサンタポーラ共同防除組合で生物防除を取り入れた総合防除が成功している原因として第5表に示したようにこの地域の気象条件が他のカンキツ栽培地帯に比べて、温暖であることが最大の原因と考えられる。それ以外に組合員の生物防除に対する理解の深さや優れた指導者の存在なども大きな理由としてあげられる。対象作物が永年作物のカンキツで病害虫相が比較的安定している作物であることも原因の一つと考えてよいであろう。しかし、天敵の大量増殖とその利用面から考えてみると、これらの大量増殖されて放飼されている天敵は、既に定着してカンキツ園内で増殖している天敵である。定着した天敵がいるカンキツ園に、更に定期的に天敵を放飼することがどのような効果をもたらしているかについては明らかにされていないが、これらの点を明らかにすることにより、更に効率的な天敵の放飼を中心とした総合防除が実施されるものと考えられる。

また、天敵による生物防除の場合、天敵の種類によって気象条件の変化などにより、その活動が制限されるため、その天敵の対象害虫の発生も変化する。今後、気象条件の変化に対し適応力のある天敵の導入などについても考えてゆく必要がある。

## II リンカン・バイトバ天敵販売会社

### 1 天敵生産の現状

第5表 カリフォルニア州のカンキツ栽培地帯別の月別温度と湿度の比較\*

月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年間平均
月最高気温	32.2	31.1	33.3	34.4	34.4	36.1	34.4	37.2	36.1	40.5	37.2	32.2	40.5
平均最高気温	22.8	28.9	30.5	38.3	43.3	44.4	46.1	45.0	43.9	37.8	31.6	24.4	46.1
平均最低気温	18.6	20.7	20.7	22.4	23.6	24.6	27.4	27.1	27.4	27.1	24.3	20.3	23.7
平均気温	12.5	16.2	19.1	23.5	27.8	32.7	37.2	36.1	32.0	26.0	19.1	12.8	24.6
月最低気温	4.3	3.8	4.1	7.4	8.1	9.8	11.6	10.9	11.0	9.0	6.6	4.8	7.6
平均湿度	3.1	5.0	7.2	8.9	11.7	15.1	18.2	17.2	14.4	10.4	6.0	3.5	10.0
月最低湿度	11.5	12.2	12.4	15.0	15.9	17.2	19.5	19.0	19.2	18.0	15.5	12.6	16.1
	7.8	10.6	12.9	16.2	19.8	23.9	27.7	26.7	23.2	18.2	12.6	8.1	17.3
	-2.7	-2.2	-2.2	-1.1	2.2	2.7	6.1	6.6	4.4	3.3	-2.2	-2.2	-2.7
	-8.3	-4.4	-3.3	0.0	3.3	5.5	10.0	10.5	2.7	-1.1	-2.7	-7.7	-8.3
湿度 (PM 4:30)	62	62	60	62	60	63	65	64	66	66	60	63	63
	67	56	47	35	27	20	16	18	23	34	50	69	39

\* FELTON, E. L. (1968) : California's Many Climates より作製。

上段：フィルモア・サンタポーラ (南カリフォルニアの海岸地帯)、下段：フレズノ (中央部地帯)

リンカン天敵販売会社とバイトバ天敵販売会社が1960年に合併し設立された。カリフォルニア州内に三つの天敵飼育所を設立し、天敵を大量増殖し販売するほかにカンキツ園、ブドウ園、ワタ畑などの害虫防除の請負いが会社の主な事業内容である。資本金は 216,900 ドル、社長を含めた従業員数は 10 名、その他にパートタイマーを仕事の量に応じて雇っているが、年間のピーク時には約 10 名ほどになる。

この会社で生産している天敵の種類や価格などは第6表のとおりである。これらの天敵の中で販売量の多い天敵は *Tricogramma* sp., ハエの寄生蜂類, *Aphytis melinus* の順である。天敵以外にもアカマルカイガラムシのフェロモントラップや昆虫の採集器具などを販売している。天敵の種類は多岐にわたっており、ほとんどの種類を会社の天敵飼育所で生産しているが、捕食性ダニについてはカリフォルニア州リバサイドにある Biotactics Inc. に生産を依頼し、供給を受けている。天敵類の価格には更に航空郵便代が加算されているので、農業に比べかなり割高になっているものと考えられる。販売地域はカリフォルニア州が最も多いが、テキサス州をはじめとしてアメリカ全土に及び、ソビエト連邦やオーストラリアにも出荷した実績もある。1974 年と 1975 年の決算収支は第7表のとおりである。両年次を比較してみると 1975 年に販売金額は増加しているものの、それ以上に経費の増加が大きく粗収入は減少している。その結果、純利益は、1974 年は黒字であったものが、1975 年に赤字となっている。人件費を中心とした生産、販売費の上昇が大きな原因であった。

### 2 天敵の商品化成功の原因

この会社はおそらく世界で最大の天敵生産販売会社であろう。農業万能主義の中で、商品化の難しい天敵を商

第6表 リンカン・バイトバ天敵販売会社における天敵類の価格表

天 敵 名		対 象 害 虫 名	小 売 価 格	
学 名	和 名		金 額 (ドル)	単 位 (匹)
捕食虫類				
<i>Crysopea carnea</i> (卵)	ヒメクサカゲロウ	アブラムシ、カイガラ類	7.5	5,000
〃 (蛹)	〃	〃	10.0	33
<i>Cryptolaemus montrouzieri</i>	クリプトテントウ	コナカイガラムシ類	5.0	100
<i>Phytoseiulus persimilis</i>	チリカブリダニ	ハダニ類	25.0	500
<i>Amblyseius californicus</i>	カブリダニの1種	〃	25.0	500
<i>Amblyseius hibisci</i>	〃	〃	25.0	500
<i>Metaseiulus occidentalis</i>	〃	〃	25.0	500
<i>Hippodamia convergens</i>	テントウムシの1種	アブラムシ類	5.0	500
寄生蜂類				
<i>Trichogramma</i> sp.	タマゴヤドリコバチの1種	鱗翅目類	12.5	1枚
<i>Tachinaephagus zealandicus</i>	—	ハエ類	5.0	4,000
<i>Muscidi furax raptor</i>	—	〃	5.0	4,000
<i>Spalangia endius</i>	コガネコバチ科の1種	〃	5.0	4,000
<i>Pachyerepoides vindemiae</i>	—	〃	5.0	4,000
<i>Aphytis melinus</i>	ツヤコバチの1種	アカマルカイガラ	5.0	4,000
<i>Apanteles scutellaris</i>	コマコバチ科の1種	〃	5.0	500
<i>Microchelonus blackburni</i>	—	ワタアカミムシ	5.0	500
<i>Chelonus texanus</i>	コマコバチ科の1種	アワヨトウ	5.0	500
<i>Metaphycus helvolus</i>	トビコバチ科の1種	オリブカタカイガラ	5.0	100
<i>Comperiella bifasciata</i>	フタスジコバチ	アカマルカイガラ	10.0	500

第7表 リンカン・バイトバ天敵販売会社の年次別収支 (単位:ドル)

費目	年次		
	1974	1975	
販売金額	410,311.06	434,265.70	
経費	生産費	105,551.84	156,553.87
	販売費	116,305.31	119,365.59
	経租	221,857.91	276,117.77
事務経費	188,453.91	158,147.94	
減価償却	給料	33,750.00	30,000.00
	他の経費	114,617.44	116,940.00
	支出	148,367.47	146,940.00
減価償却前利益	40,086.47	11,207.00	
減価償却	32,288.00	38,812.00	
純利益	7,798.47	(-22,606.00)	

品化し、営利的に成り立っている原因を次にあげてみると、

(1) 1962年に出版された RACHEL CARSON の「SILENT SPRING」により、農業による自然生態系の破壊、残留農薬の生物濃縮の危険性などが、論議されるようになり、それ以後、天敵に対する関心が高まり、天敵を生物農薬として、利用する考え方が盛んになった。

(2) 社長のディートリック氏は、会社を設立するまで、カリフォルニア大学の昆虫学部生物防除学科でテクニシャンとして働いていたので、天敵や昆虫の飼育に関する知識や飼育上の技術については、精通している。天敵や天敵の餌である昆虫の飼育にも自ら考案した機械機

具が使用され、合理的な飼育方法が確立されている。

(3) カリフォルニア大学の生物防除学科と常に密接な関係をもち、天敵の飼育方法、新しい天敵の商品化などを検討してきている。以上のような点が、営利的に難しい天敵の製造販売を成功させているといえる。

### 3 問題点と将来

天敵の商品化が難しいことは、我が国において、最初に商品化された「クワコナカイガラヤドリバチ」が企業的には成功しなかったことから明らかである。天敵を商品化し企業化するためには天敵の生産によって一定の利益が確保できることが必須条件であり、また、農家は、その天敵の利用が農業より有利かどうかによってその利用を決定する。リンカン・バイトバ天敵販売会社における天敵の生産上の問題点として、天敵の需要は季節的な片寄りが大きいことがあげられる。アメリカのように広大な農地をもつ国では、種々の農作物が栽培されているはずであるが、天敵に対する需要は冬になるとほとんどなくなる。第8表は *Trichogramma* とヒメクサカゲロウの月別生産量について示したものであるが、冬季は需要がないためほとんど生産されていない。冬季における従業員の作業は、翌年の生産に必要な天敵の維持管理と機械器具の整備などが主なものになってしまう。仕事の内容が、昆虫の飼育を中心としたものであるため、従業員の確保が難しいことなども経営上の問題点としてあげられる。将来、商品としての天敵がどのように農家に受

第8表 リンカン・バイトバ天敵製造販売会社における天敵2種の月別生産量

月	天敵名	<i>Trichogramma</i> sp.*	<i>Crysopea carnea</i> **
1		2,012	65
2		1,019	111
3		576	565
4		489	842
5		1,064	0
6		4,224	1,822
7		6,414	392
8		8,270	214
9		4,782	59
10		988	78
11		172	130
12		0	167

\* カード数, 1枚のカード当たりの寄生卵数は約10万個

\*\* 袋数, 1袋当たりの成虫数は500匹

け入れられてゆくかの予想は難しい。しかし、ハダニ類などのように抵抗性ハダニの出現によって既存の農業では、防除が難しくなっている例などからみて、すべての害虫は無理にしても一部のものには受け入れられる気運が高まってきていることも否定できない。また、社会の多様化とともに農業においても農業万能主義者から農業無用論者まで多岐にわたっており、天敵を積極的に取り入れた害虫防除を旨ざしている人たちも少なからず存在している。今後、天敵が商品化され、その利用が一般化するためには、商品化された天敵の利用効果が常に普遍的な防除効果をあげることが必要であり、そのための技術開発に関する研究が強く望まれる。

### おわりに

筆者は、科学技術庁の地方科学技術振興事業により、1976年1月より1か年間カリフォルニア大学生物防除

学科において研修する機会を得た。本文は、研修中にこれらの天敵飼育施設に滞在した体験をもとにまとめたものである。我が国における天敵の大量増殖とその利用はベダリアテントウムシなどで行われており、チリカブリダニなどについても進行中である。しかし、いずれも公共機関が増殖配布を行っており、利用者側である農業者によるものはない。天敵を定着させるための事業は公共機関がその責任をもって遂行すべきであろうが、天敵の生物農学的な利用については、利用者である農業者が共同防除組合的な組織を作り、その組織に対し国や県などが資金、技術的な援助を行う方式にするのが適当ではないだろうか。農業者による天敵の生産は単に天敵に対する認識を高めるのみでなく防除体系全体に対しても認識を高める役割を果たす可能性が大きいと考えられる。

最後に、研修に際し、科学技術庁国際課、農林水産省農林水産技術会議からは多大の御助言と協力をいただいた。ここに深く感謝する次第である。

### 引用文献

- BARTLETT, B. R. (1951) : J. econ. Ent. 6 : 891~896.  
 DEBACH, P. (1964) : Biological control of Insect Pest and Weeds. Reinhold publ. Corp. New York 844 pp.  
 FISHER, T. W. (1963) : Calif. Agr. Exp. Bull. 797, 38 pp.  
 HOLLOWAY, J. K. et al. (1942) : J. econ. Ent. 35 : 348~350.  
 HAGEN, K. S. and J. M. FRANZ (1973) : A History of Biological Control, In History of Entomology (ed. R. F. SMITH) E. S. A : 433~476.  
 NEEDHAM, J. G. (1937) : Culture Methods for Invertebrate Animals. Dover Publ. Inc. New York, 590 pp.  
 SCRIVEN, G. T. and J. A. McMURTRY (1971) : J. econ. Ent. 5 : 1255~1257.

### 次号予告

次2月号は下記原稿を掲載する予定です。

植物ウイルス病の熱治療法とその応用

本田要八郎・日比忠明・小室康雄

果実吸蛾類の果樹への飛来と加害行動 荻原 洋品

モモアカアブラムシ生活環の光周期による制御

松香 光

マレーシアにおけるカンキツの病害虫 田中 寛康

植物防疫基礎講座

昆虫の吸汁行動の電気的測定法 河部 暹

昭和53年度に試験された病害虫防除薬剤

(1) イネ 守谷茂雄・山口富夫

(2) 野菜・花き 腰原達雄・西 泰道・飯田 格

(3) 落葉果樹(リンゴを除く) 大竹昭郎・田中寛康

(4) カンキツ 是永龍二・山田駿一

(5) クワ 菊地 実・高橋幸吉

昭和53年度に行われた農業散布法に関する試験

於保 信彦

定期購読者以外の申込みは至急前金で本会へ

頒価改訂 1部 400円 送料 29円

# 茨城県におけるシロスジカミキリの多発生とその対策

茨城県園芸試験場 なか がき し ろう せき ぐち かつ い  
中 垣 至 郎・関 口 計 主

## はじめに

シロスジカミキリはカン、シイ、ヤシャブシ、クリなどの成木を好んで加害し、地上1m以下の範囲の平滑な樹皮下に1卵ずつ環状に数卵産み付けるとされてきた。しかし、茨城県では発生の増加とともに1樹当たりの産卵加工痕（以下、加工痕とする）がしだいに増加し、産卵部位も1m以上に多く見られるようになり必ずしも平滑な樹皮下に環状に産卵するとはいえなくなってきた。

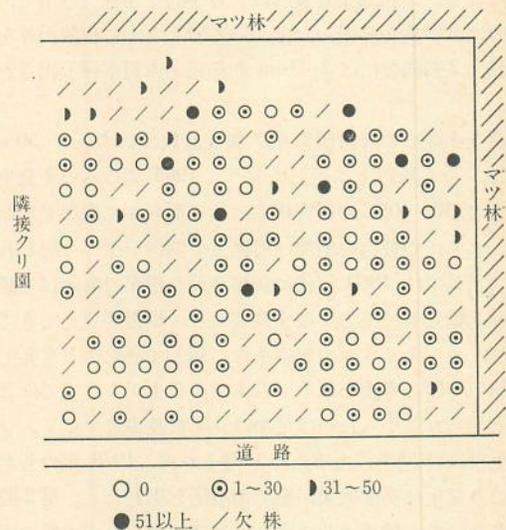
クリの経済的な防除水準から見ると果実の病害虫の問題は被害果率で10~20%程度では行えないのが現状である。しかし、近年のようにクリの成木園での立枯れが広範囲に見られ、しかも原因としてカミキリムシが大きく関与していることが明らかにされてから防除の徹底が急務となってきた。特に1978年は草生園を中心に発生が急増し、産卵部位、加害習性などに大きな変化が見られた。特にナンへの産卵は注目され、今後更に密度が高まればナン園の立地条件（クリ栽培地に近接する場合が多い）から更に問題化するおそれが出てきた。

## I 発生経過

クリを加害するシロスジカミキリの多発生園は周囲の環境条件としてクスギやマツ林などにかこまれている場合が多く、被害の発生も第2図の園のように園中心部よりマツ林に接する周辺部に多い。茨城県のクリの生産地が平坦地に集中しているとはいえ周辺をマツ林などにかこまれた点在地も多い。これらの点在地ではこれまでもカミキリムシ、コウモリガの被害は害虫の中では最も致命的となり産卵期の防除や夏場の草刈りは重要な防除手段となっていた。特に最近ではシロスジカミキリが年々増加の傾向にあり1回の防除では食入する幼虫が多くこのため枯死する樹が増加していた。第2図の園もその例外ではなく約30%の樹がカミキリムシ及びその加害部に寄生する病害虫のため枯死した。そのうえ、カミキリムシ産卵後の防除が徹底した場合でもその加害痕は樹の生長とともにき裂を生じ2次的に胴枯病やフタモンマダラメイガの寄生を誘発し荒廃園の最大の原因となってきた。特に若木での被害がここ数年多くなり、樹の生長とともに主幹部の産卵部位が肥大し樹の寿命にも影響する



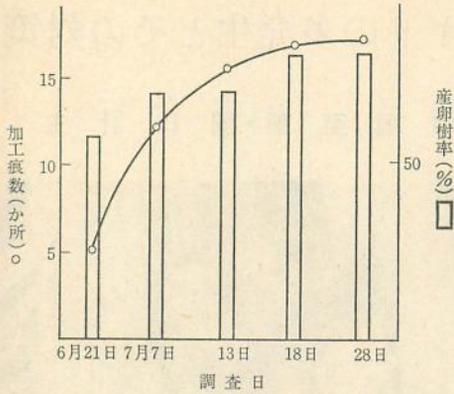
第1図 シロスジカミキリの裸蛹（クリ）



第2図 多発生園での加工痕数（1978年新加害のみ）

傾向が見られている。

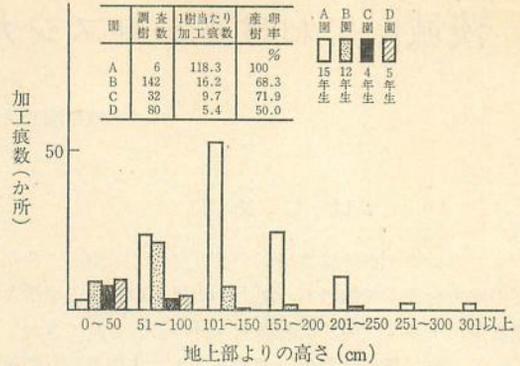
1978年はこうした園を含めてこれまで発生の少なかった園や3~4年生の若木にも多数産卵が見られ、しかも園試験場内の多発生園に隣接したナン園ではナンの成木にも多数産卵し、それに続く幼虫の加害を認めた。過去の発生量を示す数字には欠けるが、同年の産卵経過及び産卵部位の調査資料を基に発生経過と防除試験を概略記しておく。



第3図 1 樹当たり加工痕数と産卵樹率の経過

第3図に示すように加工痕の調査から発生経過をたどると、産卵最盛期は7月上旬と思われ、ほぼ平年並であった。成虫の脱出は5月中旬には観察されたが、脱出後の後食期間を経てクリへの産卵は6月上旬から見られた。6月中旬以降の増加は第3図のとおりで7月下旬まで加工痕が増加したので、産卵期間は2か月に及んだことになる。ふ化幼虫の食入は7月中旬をすぎて急増し、初めは食害痕から湿った細かい木屑とともに樹液が幹を流れ、2週間後には2~3cmの細長い木屑が押し出された。

調査4園での被害樹率及び加工痕数はいずれも50~70%、5か所以上に達しており、1965年ごろの多発生園での30~40%の被害樹率に比べ明らかに増加している。クリでの被害の増加は樹齢とも関係が深いと思われる。当県では1960年代に新植された樹が15年以上経過し品種として主力をなす筑波などの樹勢が衰えてきており、カミキリムシの加害条件に適してきたことも発生増加の一因と考えられる。若木での発生がこれまでほとんど見られなかったのは足かけ3年に及ぶカミキリムシの生育に不適當であるためと考えれば、1978年の若木での多発生は密度効果が働く前段階と思われる。第2図の多発生園でも枯死寸前の樹には産卵が見られず本種の産卵選択は巧妙に働いているようである。この産卵選択は産卵部位についてもいえることで、前年までの加工痕が少ない樹や若木では地上1m以下に集中してリング状に産卵する傾向が強い。しかし、前年までに多くの加工痕が見られる樹や、主幹部の表面にき裂を生じている老齢樹では年々産卵部位が高まり、極端な場合は加工痕が地上1~1.5mに最も多く分布し、3~4mの部位に産卵されたものも見られた。また、1978年の最高加工痕数は1樹当たり110か所に達した。更に、加工痕は直径



第4図 高さ別1樹当たり加工痕数分布

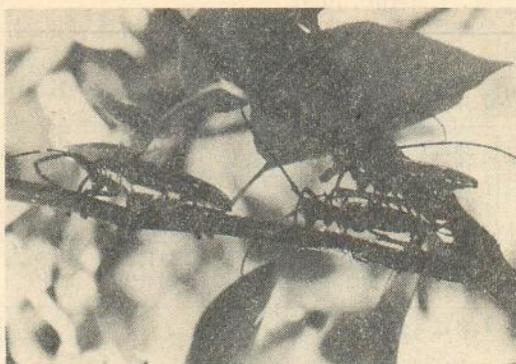
2~3cmの円型のものから0.5~1.0cm程度のき裂状に加害するものまであり、加工痕の位置も極めて不規則になる場合が多い。加工痕の小さいものは卵のない場合が多く後食跡とも見られた。また、確実に産卵された痕でもふ化食入する比率が低い現象が第2表上の防除試験園で見られた。これは卵寄生蜂の寄生蜂率が高かったためと思われる、この事実は無処理区の試験結果からも推察された。



第5図 地上3~4mの加工痕

## II ナシでの加害

カミキリムシ多発クリ園に隣接するナン園ではこれまでも6~7月に羽化直後の成虫が飛来し、第6図のように1~2年枝を中心に篩管部まで食害するため枝が枯れ込む後食による被害が見られていた。交尾もこのナン園で多く観察され、交尾後クリ園に戻って産卵していたが、



第6図 ナシの1~2年枝を後食するシロスジカミキリ

第1表 シロスジカミキリのナン樹での加害  
(茨城園試場内)

品種	調査樹数	被害樹数	加工痕総数	加工痕部の内分け		1樹当たり	
				主幹	主枝	加工痕数	最高
長十郎	16	8	179	113	66	11.2	65
幸水	8	3	119	117	2	14.9	97

両品種とも13年生、隣接の4年生新水、豊水には加害なし。



第7図 ナシへの産卵(8月上旬)

1978年はクリでの産卵が終わりに近づいた7月下旬にナン園に集中して飛来し、15年生の幸水、長十郎の主幹部に多数産卵する現象が見られた。これまでもナンへの産卵は一部でみられていたが、同年のように1樹に5~6頭が集中して飛来し多数の加工痕を残すようなことはなかった。第7図に示すように成虫は雌雄が各樹に分散して環状主幹部の地上50cm以下に加工痕を残した。これらは、押し潰した範囲ではすべての加工痕には卵は産み付けられてはいないようであった。しかし、クリと

同様、円い大型のやや陥没した加工痕では産卵されているものが多く、卵はふ化後形成層と木質部の間で成長し、10月の中旬まで無処理樹で被害の進行が確認されている。なお、1977年加害したコウモリガの幼虫は幸水の木質部に達するまで被害し、著しく生育を阻害した。第1表に示した調査園は第4図に示したクリ調査樹A園に隣接しており、クリでの産卵場所がなくなり集団で移動してきたものと思われるが、40~50m離れた被害の少ないクリ園には移動していないことから産卵末期の一時的な現象と考えられ、産卵は7~10日の短期間に集中し、産卵後は間もなく死亡する成虫が目立った。



第8図 ナシでの食害(10月中旬)

### III 防 除

成虫の産卵最盛期に樹幹用殺虫剤を1頭孔の噴霧機で加工痕部にふき付けるか油さしなどで注入する方法が普及しており、防除効果も認められてきた。また、1978年のように多発すると防除に時間を要するので広面積栽培農家ではポータブルの電動式噴霧機を使用して防除する方法がとられた。同年も6月21日の産卵初期に防除試験を行ったが、先に述べたように産卵期間が長く、産卵量が多く見られたので7月18日に第2回の防除を行った。その結果は第2表のとおりであった。9月中旬現在防除樹での食入虫は加工痕数に対して10%以下であるが、1樹当たりの加工痕が最高100か所以上に達する園では少なくとも2回以上の防除の必要がある。特に若木

第2表 シロスジカミキリ防除試験 (谷田部町・1978)

薬剤名	散布倍率	処理回数*	処理樹数	1樹当たり散布前加工痕数 (6月21日)	処理後の加工痕の増加比				食害痕率 9月14日
					7月7日	7月13日	7月18日	7月28日	
MEP・EDB 剤	100	2	19	5.4	251.9	361.1	400	416.7	3.2%
〃	〃	3	35	7.8	176.9	220.5	228.2	233.3	1.5
{MEP (15) DMTP 剤	50	1	31	2.8	257.1	332.1	335.7	357.1	6.2
〃	50	1	31	2.8	257.1	332.1	335.7	357.1	6.2
MEP・マラソン剤	100	2	25	7.0	232.9	307.1	310	325.7	0.7
〃	200	2	32	4.5	215.6	277.8	304.4	311.1	7.5
無処理	—	—	30	4.1	182.9	202.4	224.4	243.9	34.8

\* 2回処理は6月21日, 7月18日, 3回処理は7月7日にも処理.

ではふ化後間もない幼虫の被害が大きいので食入初期に防除することが大切である。また、前年樹内に食入した2年めの幼虫に対しては本試験のような幹の上からの散布では効果が不十分なので、ある程度木屑を掘り出して薬液を穴の中にふき付ける必要がある。2年めの幼虫に対しては春先活動が始まり新しい木屑の出る時期の防除も可能である。6~7月の防除を行えなかった所ではこの木屑をていねいに掘り出して薬液を注入するとよい。本試験で用いた薬剤では産卵忌避効果は認められなかったが、MEP・EDB剤の3回処理は処理前に対して産卵加工痕の増加比は小さかった。無処理樹での増加比が少ないのは第2図に示した園の一番左側に位置しており、環境条件の影響が大きいと思われる。加工痕数に対する食入痕数の増加は無処理においても約35%どまりであったのは産卵されない加工痕があることのほかに卵寄生蜂によるものと思われ、事実調査園では寄生を受けた卵が多数見られた。なお、山下(1974)の提案した新聞紙などによる主幹部被覆を第4図に示したC園で一部実施

した結果、第3表のように少なくとも若木では効果が十分認められた。しかし、園全樹の主幹部を被覆したりA園のような高密度園での被覆は被覆樹以外の樹や被覆部分より上部に産卵痕を増加させる可能性があり試験樹でも一部その傾向が見られたので今後の検討を要する。

#### IV 今後の対策

これまでの発生経過から見ても本種の発生は今後増加していく可能性が十分考えられる。クリでの防除は現在のところ産卵後の薬剤処理に頼っているが、樹幹保護のためには産卵忌避を目的とした防除方法の検討が重要と思われる。今後若木での被害が増加していくと思われるので、当面新聞紙や肥料袋などで主幹部を被覆する方法は十分効果があると思われる。しかし、多発時には産卵部位が高まり防除を困難にすることも予想されるので、密度を下げる努力が必要である。現在でも清耕園や周囲の環境条件によっては発生が少ないのは前述のとおりで耕種的な対策が重要であることを示している。そのためにも現在食入中の幼虫を対象に春先の活動開始時の防除の徹底が望まれる。クリでの密度が高まった時寄生範囲が広がり他の果樹などへの被害が1978年のようにおこる可能性もあるのでナンなどでの幼虫の成長の可能性も検討課題となる。

#### 引用文献

山下優勝(1974): 植物防疫 28: 287~288.

第3表 C園での新聞紙被覆処理効果 (1978)

新聞紙	調査樹数	被害率	1樹当たり食害痕数	加害部位
処理	11	18.2%	2.8	80cm以上
無処理	32	71.9	9.7	80cm以下

注 新聞紙地上 80cm 被覆

# 昆虫の定位飛しょう

—におい物質に対する定位飛しょう—

農林水産省農業技術研究所 <sup>かわ</sup>川 <sup>さき</sup>崎 <sup>けん</sup>建 <sup>じ</sup>次 <sup>ろう</sup>郎

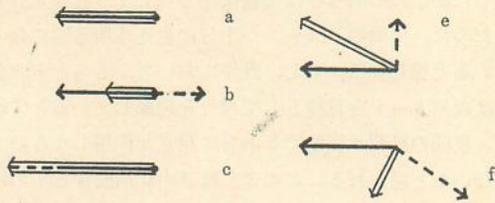
## はじめに

昆虫の多くの種は翅を持ち、空を飛ぶことができる。飛しょう能力の大きいものから小さいもの、また、昼間飛ぶものと夜飛ぶものなどさまざまであるが、飛べるといふことにより、昆虫は空間的な自由度を大きくしている。人間は飛行機などによらなければ空を飛ぶことができないので、飛ぶということがどういうことであるかを知ることにはあまりない。しかし、空を飛ぶときには人間が歩行するとき以上に風の影響を受けるために、目的地に着くためには進行方向を常に補正しなければ正しく進むことができない。昆虫がにおい物質に誘引されて飛んで行くときにも、風という要因の影響を受けながら誘引源に向かって飛行して行くことになる。

### I 飛しょうに対する風の影響

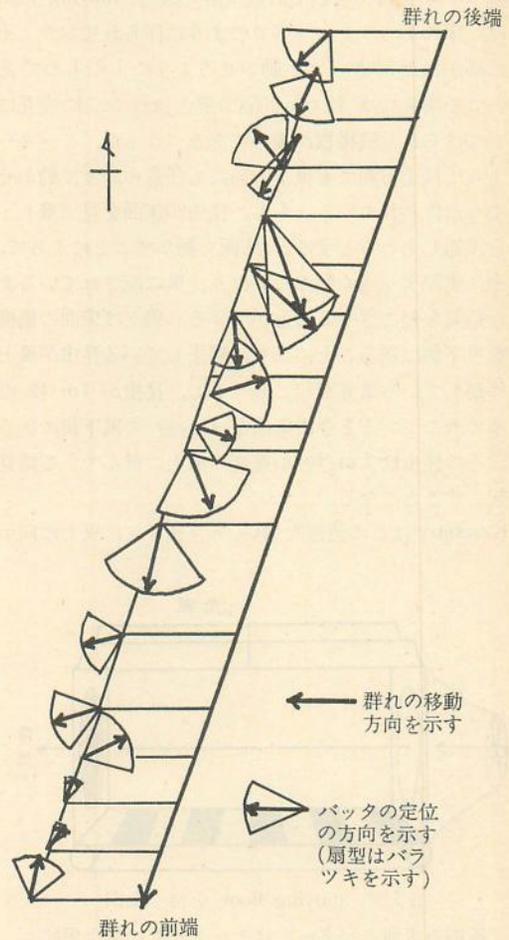
ある昆虫が無風状態で1 m/秒の速さで飛しょうしていたとする。この昆虫が0.5 m/秒の風に逆らって風上に飛ぶとすると、0.5 m/秒の速度でしか前進できないが、風に乗れば1.5 m/秒で進むことになる。また、1.5 m/秒の風に逆らって飛べば0.5 m/秒で後退することになる。横から風を受けた場合には、昆虫と風の速度及び方向によって進行方向が変わることになる(第1図)。

このように風によって大きく飛行方向は影響を受け



第1図 昆虫の飛行に対する風の影響  
 —→ 昆虫の飛行方向及び速度を示す。  
 ...→ 風の方向及び速度を示す。  
 ⇨ 昆虫が実際に進む方向及び速度を示す。  
 a : 無風時, b : 向かい風, c : 追い風,  
 d : 向かい風で風に流されている, e・f : 横風

る。もし、昆虫がなんらかの方向性の手掛かりを全く得ていないときには、昆虫はただ成り行きまかせで飛んでいることになるから、ある目的地に到達することはできない。しかし、昆虫の中にはサバクトビバッタのように風に乗って流されて目的地まで到達するものもある。この場合は個々の昆虫が目的地の方向に頭を向けて一団となって定位飛行をしているわけではない(第2図)。これに対して、昆虫がある方向性を持って飛しょうしようとする場合には、地面に対してどちらの方向に、どのくらいの速度で飛んでいるのかを知らなければならない。そ



第2図 サバクトビバッタの群れの移動方向と群れの構成員の移動方向 (WALLOFF, 1972)

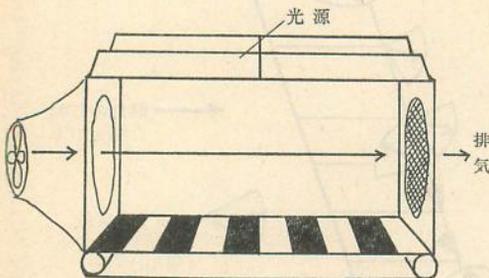
れらの手掛かりは何によって得ているのであろうか。

## II 飛しょう時の視覚の重要性

昆虫が飛しょうをするときに、視覚はただ単に目的物を視野の中に到達目標として認知するというだけでなく、ほかにも重要な役割を持っている。昆虫はただ単に翅を動かしているということや、風によって引き起こされる感覚的な手掛かりだけでは、地表面に対してどちらの方向に自分が動いているのかを知ることはできないが、昆虫が眼下に見える地表面の動きを見ながら飛しょうしていれば、どちらの方向にどのくらいの速度で動いているのかを知ることができる。

KENNEDY and THOMAS (1974) はアブラムシの風上に向かう飛しょうが、視覚によって調節されていることを示すために、巧妙な装置を用いた。この装置は任意の速度の風の流れを作り出すことができる風洞の床面に moving floor を持つものである (第3図)。moving floor とは、床面がベルトコンベアのように作られており、そこに描かれたパターンを動かせるようにしたものである。この場合には 15 cm 間隔で黒とオレンジに交互に色をつけられた縞模様を描いてあるベルトが、モーターによって風上方向にも風下方向にも任意の速度で動かせるように作られている。もし、昆虫が床面を見て飛しょうを調節しているとすると、床面を動かすことによって、昆虫に実際より速く飛んでいたり、風に流されているような錯覚を起こさせることができる。例えば床面の縞模様を風下側に送ることにより、静止している昆虫が風上に移動している錯覚を起こしうるし、昆虫が 1m/秒 の速度で飛んでいるときに床面を 1m/秒 で風下側に送ると、その昆虫は 2 m/秒 の速度で風上に飛んでいる錯覚を起こすことになる。

KENNEDY はこの装置を用い、アブラムシに風上に向か



第3図 moving floor を持つ風洞

風洞の床面のパターンはモーターで、風上側にも風下側にも任意の速度で動かすことができる。(KENNEDY and THOMAS, 1974 より描く)

う飛しょう行動を引き起こす風速と等しい速度で床面の模様を動かすことにより、実際には風がない条件下でアブラムシが床面の動きの速度に合わせて飛んで行くことを見いだした。これは床面の動きをアブラムシが見ることにより、風に流されているという錯覚を起こし、風に流されない (床面のパターンに合わせて動くことに等しい) ように飛んだ結果である。また、一定の風の流れを作っておいてアブラムシを風上に定位飛しょうさせておいたときに、床面のパターンを動かす方向や速さを変えることによって、アブラムシを風上に飛ばせることも風下に飛ばせることもできることを示した。

このことはアブラムシ自身の飛しょうによる移動でも、風によって移動させられるときでも、地面のパターンの視覚的な動きが、飛しょうの方向とアブラムシの飛しょう速度の決定に重要であるということを示している。このことから推察できるように、実際に床面からの高さが高くなればなるほど視覚の影響は弱くなり、ついには全く作用を持たなくなってしまうことも示されている。また、明るい場所でフェロモンに対して定位飛行をして誘引源に集まっているノシメダラメイガの雌は、消燈してしまおうと分散してしまい、多くの個体が風に流されてしまう (DAHME et al., 1971)。これもおそらく、消燈によって視覚的な手掛かりが失われたために、飛しょう行動が正常に保てなくなった結果と思われる。

昆虫においては一般的に視覚的な情報により、地面に対してどちらの方向にどのくらいの速度で飛んでいるかを知るといえることが、飛しょうをする場合に重要な要素となっていると考えられる。MILLER and ROELOFS (1978) は夜間に活動するタマナヤガにおいても moving floor を持つ風洞を用いることにより、フェロモンに対して定位して風上に向かう雄成虫の飛行をコントロールすることに成功している。この場合の照度は 0.05 lux であったが、この明るさは実験条件で飛しょうを安定させるために、床面のパターンが十分に見える明るさになっていると思われる。もし、野外において、もっとおおざっぱなパターンを目標として飛行を調節しているとすれば、夜間の星明り程度でも十分に視覚が作用しうるのではないかと思われる。このように日中に活動するものばかりでなく、夜間に活動する昆虫類においても、一般に飛行に対して視覚が重要な役割を持っているのではないかと推測される。

## III 定位飛しょうとは

昆虫は風の影響を受け、それを視覚的にとらえながら飛しょうをしているわけであるが、昆虫が飛んでいるの

を見ると、ある一定方向を目指して飛んでいるように見えるときと、そうでないときがある。この二つの行動の区別をすることは、飛しょう能力の大きい昆虫では広い空間を取って見なければ分からない場合もあるが、明らかに異なった行動である。この飛しょうの方向性の有無を表現するときに、定位飛しょうとランダム飛しょうという言葉が使われる。定位飛しょうという場合には、昆虫がある目標物(刺激源)に向かうか、風などの要因に反応して持続的に一定方向に飛ぶことを示す。これに対してランダム飛しょうは、特にある一つの要因に対する反応がはっきりせず、方向変更がしばしば起こる場合を示している。

昆虫の定位飛しょうは、一定方向に移動するとき、フェロモンなどの化学物質に対して反応するとき、餌を取るために目標物に向かって行くとき、そして風に反応して風上に飛ぶときなどに見られる。このような定位飛しょうは、ある刺激に対する方向性を持った反応である走性(タクシス)によって説明されている。

昆虫が飛しょうの方向を決定し、一定方向に飛んで行く手掛かりとなるものとしては、視覚的なものや嗅覚によるものが代表的である。また、風の流れは、それ自体が方向性の手掛かりになることや、におい物質の媒体として作用することから重要な要因の一つになっている。ここでは以下に、におい物質に対する昆虫の定位飛しょうについて述べる。

#### IV おい物質に対する定位飛しょう

昆虫がある目標物に向かって飛んで行き、そこに到達しようとするときに、におい物質は視覚よりも強力な手段となりうる。昆虫が既知の場所へ向かって飛んで行くときは、ミツバチが行っているように太陽コンパスを用いて、現在いる場所から見えない所に到達することができる。しかし、全く未知の場所へ導く手掛かりとして視覚が作用できる範囲は限られたものになってしまう。それに対してにおい物質を手掛かりとすれば、その物質に

対する昆虫の感度が十分に高いときには非常に大きな空間的広がりを持ちうるし、障害物によって目標物が視界の中に入っていない場合でも、におい物質はその発生源に昆虫を導くことができる。このようなことから、視覚的手掛かりの少ない夜間に活動する昆虫が強力な性フェロモンを持つことは非常に有効なことといえる。

昆虫がにおい物質を手掛かりとして定位飛しょうを行い、そこへ到達する行動は幾つか考えられる。すなわち、食物のにおいに誘引される場合、雌が産卵のための寄主植物のにおいに誘引される場合、そして性フェロモンによって昆虫の一方の性が他方の性に誘引される場合である。ここでは、このうち性フェロモンを取り上げて、昆虫がどのように定位飛しょうを行って誘引源に到達するのかという過程を追ってみる。

##### 1 おいの気流の性質

雌から放出されている性フェロモンに対して雄がどのくらい離れた所から飛んでくるのかという疑問が起こる。以前は何 km も先から雄が誘引されてくるように考えられていたが、ハスモンヨトウの例では風下側 60 m くらいがフェロモンの有効範囲であろうと推定されている(NAKAMURA and KAWASAKI, 1977)。しかし、ハスモンヨトウは 60 m 先から一直線にフェロモン源に到達するのであろうか。それとも定位しているとは思えないような飛び方をした末にフェロモン源に近づいてくるのであろうか。

におい物質が風に乗って流れて行くときに、物質はそれほど均等に空中に分布し、流れているわけでない。実際にゆるい風の流れの中でのタバコの煙の動きを見ると、煙はうずを巻くようにして糸のように長く伸びて風に乗って行くことが見られる(第4図)。この煙の毛状の集合はブルームと呼ばれるが、におい物質が風に乗って行くときも同様のブルームが形成されていると考えられている。当然このブルームの動きは風速によって変化するし、風の息によっても乱れるであろう。このような一様に分布していない乱れたにおいの分布を手掛かりに



第4図 風に乗った煙の動き

煙は均一に流れて行くわけではなく、ブルームと呼ばれる煙の固まりができる。  
(ライト：匂いの化学より描く)

するときには、太陽コンパスを用いて定位飛しょうをするように一定の方向のみに飛ぶことによって、においの流れを追跡して誘引源に到達することはできないと考えられる。しかし、そのような状況下においても、誘引源に近づくほどブルームに含まれている物質の濃度は高まるし、ブルームの空間的な広がり小さくなる。この誘引源の近くでは物質の濃度が高く、幅の狭いブルームが存在するのに対して、遠くでは濃度は低くなるが、ブルームは広がり、それに対して昆虫が出会う機会が多くなっているということが、昆虫に対して誘引源までの距離の情報となっている可能性もある。

## 2 におい物質の媒体としての風の役割

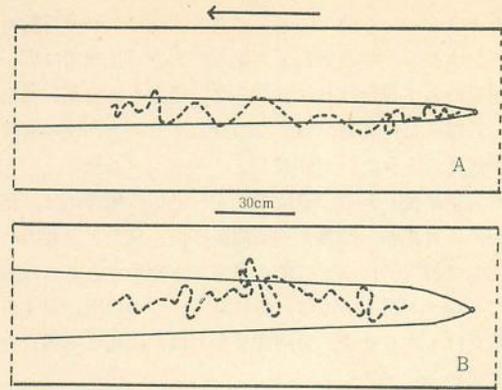
野外でフェロモントラップに誘引されるハスモンヨトウが飛んでくる方向を見ていると、風下側から飛んでくる個体がほとんどであることに気がつく。このことは風がにおいを運ぶとともに、方向性の手掛かりも与えていることを想像させる。

におい物質はもしも風がなかったら、非常にゆっくりと分子運動に基づいて拡散していくほかはない。しかし、野外条件では無風ということはほとんどなく、風はにおい物質を遠方に有効に運んで行く作用を持っている。1点から放出されたにおい物質が風に乗り、近い所では濃度が高く広がりが小さく、遠くに行くに従って薄く広く広がっているブルームになって流れて行く。このように、風に乗って流れて行く場合においても、空中におけるブルームの分布は均一になっていないが、におい物質の濃度勾配は存在するはずである。

この濃度勾配自体が誘引源に向かって飛んで行く方向を知る手掛かりとなっていると考えることもできる。また、一方では、物質を運んでくる風の方向に、濃度は問題とせずににおい物質を見失わないように飛んで行っても誘引源に到達することはできるはずである。

FARKAS and SHORY (1972) は風洞を用い、ワタアカミムシを風下側から放して、風上にあるフェロモン源に対する定位飛しょうを調べた。この風洞は風の動きを瞬間的に止められるようになっており、彼らは風を流しているときと、風を流しておいてワタアカミムシがにおいのブルームの中に飛び込んだ瞬間に風を止めたときの飛行のパターンを調べた。第5図に示されているように、風を止めたときでもにおいのブルームはそのまま存在していることが確かめられていた。その結果、風を流したときに20匹中17匹がフェロモン源に向かって飛んで行き、風を止めてしまっても20匹中16匹が同様に飛んで行くことが観察された。

このことは、風の流れを手掛かりとしなくても、フェ



第5図 ワタアカミムシのフェロモン源に対する定位飛しょう

A: 風が流れているとき, B: 風を止めたとき  
実線はフェロモンブルームの広がりを示す。  
(FARKAS and SHORY, 1972)

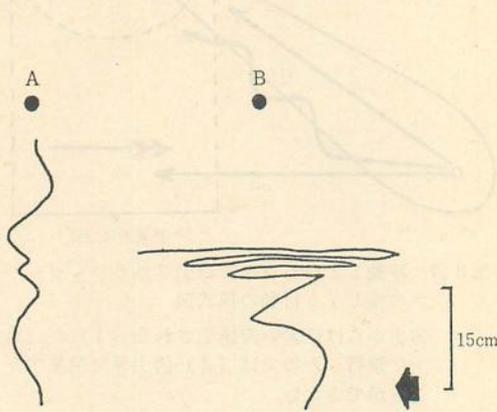
ロモンのみの作用によって誘引源の方向を知り、到達できる可能性を示しているが、それが空中のフェロモンの濃度勾配によって飛行方向が決定されたのか、それとも飛び立ったときに得ていた風による方向性の手掛かりが作用して、フェロモンから離れないように飛んで誘引源に向かうことができたのか、あるいはほかの要因があったのかは不明である。

このように風の作用なしに、フェロモンの濃度勾配によって誘引源に到達することも考えられるが、それはもし可能であるとしても誘引源の至近距離に限られると考えるのが妥当であろう。一般的に誘引源から離れた所では、濃度勾配を感知するには物質の濃度が低すぎることから、風が方向性の手掛かりとして重要な要因となっていると考えられている。昆虫がある一定濃度のフェロモンを感知することにより、走風性 (anemotaxis) が引き起こされ、風に定位した風上に向かう飛しょうを行えば、風の動きがひどく乱れていない限りは、かなり誘引源の近くまで飛んで行くことができるはずである。

## 3 誘引源に到達する過程

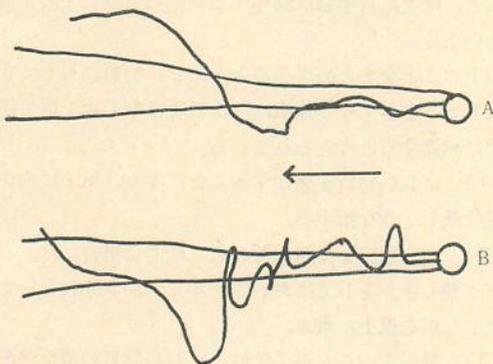
昆虫はにおいという刺激に対する反応の幾つかを組み合わせ合わせた結果として、ある離れた地点から誘引源に到達する。現在のところにおい物質に対する定位飛しょうに関しては不明の点が多いが、フェロモンによって風上に向かう走風性が引き起こされることにより、誘引源の近くまで到達することができると考えられている。しかし、空中に不均等に分布しているにおい物質を追跡して行くためには、においの流れを見失わないためのメカニズムが作用しているはずである。

KENNEDY and MARSH (1974) は風洞の中でフェロモンに対してスジマダラメイガを定位飛しょうをさせ、急にフェロモン源を取り除いてしまったときにどのような行動が見られるかを観察した。第6図に示されているように、フェロモンが存在しているときには、雄はゆるやかに蛇行しながらフェロモン源に接近して行く。これに対し、急にフェロモン源を除いてしまうと風を横切って大きく左右に振れて飛び、前進しなくなる。このような



第6図 フェロモンに対して誘引されたスジマダラメイガの飛跡

- A : フェロモン源を除かなかったとき
  - B : フェロモン源を除いたとき
  - : フェロモン源を示す.
  - ← : フェロモン源を除いたときの飛しょう地点を示す.
- (KENNEDY and MARSH, 1974)



第7図 フェロモンに定位飛しょうをするスジコナマダラメイガの飛跡

- A : 側面より見た飛跡
  - B : 同じものを上面から見た飛跡
  - ← : 風向を示す.
  - 扇形はフェロモンの広がりを示す.
- (TRAYNIER, 1968)

行動はフェロモンが急に感知できなくなったときに再びフェロモンを見出すためのものであり、遺伝的に組み込まれたプログラムによっていると考えられている (WRIGHT, 1958)。実際にフェロモンのブルームをたどって飛行しているコナマダラメイガにおいてもこのような行動が観察されている。雄はフェロモンのブルームの中を風上に向かって飛んでいるときにはあまり大きく方向を変えることはないが、ブルームから外れてしまった場合には、Uターンを繰り返しながらフェロモン源に到達する (TRAYNIER, 1968)。

このようなジグザグ飛行によってブルームを見失わないようにしながら風上に進んで行けば、フェロモン源まで到達することも可能である。実際にフェロモンに定位飛行してくる場合に、誘引源の近くでジグザグ飛行が起きていることが観察されている。しかし、誘引源から遠くフェロモン濃度が低くブルームも広がっている地点でも、同様な行動が起きているのかどうかは不明である。

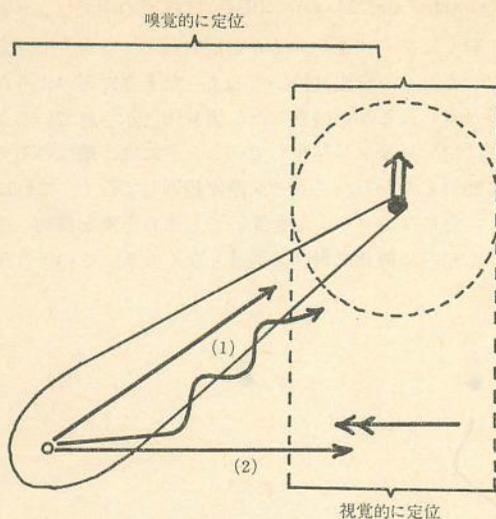
KENNEDY (1977, 1978) は、におい物質に対する定位飛しょうのメカニズムを詳細に検討している。ある刺激に対して昆虫が取る反応としては、刺激源に対して方向性を示さないキネシス (kinesis) と方向性を有するタキシス (taxis) があるが、彼らにはにおい物質に反応して誘引源に到達する過程の中には、キネシスも含まれることを指摘している。キネシスの中には、におい物質を感知すると飛しょう方向の変化の頻度が高くなる場合 (klinokinesis) と飛しょう速度が変化する場合 (orthokinesis) があるが、両者とも誘引の過程に作用し、特に orthokinesis に相当するものとして、フェロモンを感知することによって飛しょう行動が活発になることや、誘引源の近くで飛しょう速度が遅くなることをあげているし、klinokinesis は空気の流れがほとんどないときに有効であろうとしている。

タキシスのうちで、におい物質に関して作用するものとして、体の位置を左右に動かして左右の地点でのにおいの濃度を比較することにより、刺激源の方向を知る方法 (klinotaxis) をあげている。しかし、におい物質のブルームの空中での分布は不均一であるため、風の方向に対して直角に体を動かすこと (transverse klinotaxis) によっては十分な方向性は得られないので、もし klinotaxis を用いているとすると、においのブルームの方向に体を動かすこと (longitudinal klinotaxis) によって濃度勾配を知り、刺激源の方向を知るのであろうと述べている。

彼は誘引のメカニズムとして、におい物質によって引

き起こされる風に対する定位飛しょう (anemotaxis) が重要であるとしている。風に対する定位としては、風上に向かう定位飛しょう (upwind anemotaxis) のほかに、風の方角に対して一定の角度を保つ飛しょう (anemomenotaxis) も重要であるとしている。例えばにおい物質を含む風に対して右に 50 度の方向に飛んでいた昆虫は、においのブルームから飛び出してしまったときには、風に対して左に 50 度の方向に飛ぶ (reversing anemomenotaxis) というパターンを繰り返してジグザグに飛しょうして誘引源に接近するわけである。このように風に対して右から左へと方向を変える要因としては、におい物質の濃度が減少することがあげられ、完全ににおいのブルームから外れる必要はない。彼はにおい物質の濃度が低くならない限り昆虫は風上に向かって飛び、におい物質の濃度の減少を感知すると、風に対してある角度を持ったジグザグ飛行をして誘引源に近づいて行くが、もし、このように左右に方向変更をしても、においのブルームに戻れなかった場合には、第 6 図に示されたような左右に大きくふれる飛行をして、においのブルームに戻ろうとするとしている。

におい物質に対する定位から外れるが、におい物質に対して定位してきた昆虫が、誘引源からある一定の距離の所までくると、視覚による定位に行動のパターンを変える場合がある。アメリカンロヒトリは薄明時に交尾を行うが、雌の近くまでフェロモンによって誘引されてきた雄は、近距離において視覚により雌に対して定位することが確かめられている (HIDAKA, 1972)。BRADBURY (1974) は  $\text{CO}_2$  に誘引されてくるブユが色彩に対して選択性を示すことを見いだした。彼は青と黄色の円盤を目標物に用い、円盤の所から等しい量の  $\text{CO}_2$  ガスを放出したときにどちらの色により多く集まるかを調べたところ、青色の円盤は黄色よりも常に多くのブユを用いた。次に二つの青色の円盤からそれぞれ毎分  $10 \text{ cm}^3$  と  $1,480 \text{ cm}^3$  の  $\text{CO}_2$  ガスを放出しておき、円盤の間隔を変えたときに誘引されるブユの数がどのように変わるかを調べた。 $\text{CO}_2$  のみによって定位してくるならば、常に  $1,480 \text{ cm}^3/\text{分}$  で  $\text{CO}_2$  を放出しているほうに集まるはずであるが、二つの円盤の間隔が  $152.5 \text{ cm}$  まではどちらにもブユはほぼ等しく誘引された。また、間隔を  $213.5 \text{ cm}$  以上離すと、はっきりと多量に  $\text{CO}_2$  を放出しているほうに多く集まる事が明らかとなった。以上の結果からブユは遠距離からは  $\text{CO}_2$  によって誘引されるが、ある程度まで近づくと視覚的に対象物を捕らえ、定位して誘引源に到達すると結論した。このような視覚への切り替えは、移動している対象物に定位をする場合には特に有効



第 8 図 移動しているウシに誘引されるツェツェバエの飛しょう行動の模式図

遠方からはにおいで誘引される (1) が、風上に飛行したのでは (2) 誘引源を発見することができない。

⇒: ウシの移動方向 →→: 風向

→: ハエの飛行コース

(VALE, 1974 より描く)

であると考えられる。VALE (1974) は動いているウシに定位して飛んでくるツェツェバエにおいても近距離では視覚が重要であると述べている。

このような視覚的な定位飛しょうへの切り替えは、風によって運ばれてくるにおいのブルームの不連続性を考えると、確実に対象物に到達するための有効な手段であるといえる。

以上のことをまとめてみると、におい物質に対して定位飛しょうをしてくる昆虫は、次のような過程を経て誘引源に到達すると考えられている。

(1) におい物質を感知することにより、風上に向かう定位飛しょうを始める。

(2) ある程度まで誘引源の近くにきた場合には、ジグザグ飛しょうをしてにおいのブルームから外れないようにしながら風上に飛ぶ。

(3) 誘引源のごく近くでは、におい物質の濃度勾配を感知して定位する可能性もある。

(4) 誘引源の近くでは、においに対する定位から、対象物への視覚的定位に切り替わる場合がある。

## おわりに

におい物質に対する定位飛しょうの機構については、

このような大まかなことが分かっているだけである。その理由としては、におい物質は常に風を媒体として昆虫に作用するために、風の作用とにおい物質の作用を切り離すことが難しいことや、においのブルームの空中分布が一定しないことがあげられる。また、実験室内で飛しょうをコントロールすることが難しいことも原因となっている。しかし、におい物質に対する定位飛しょう行動の解析は、フェロモンによるより効率的な誘殺や、交尾阻害や、その他のにおい物質を用いた害虫防除の基礎となる部分であり、解明されなければならない課題である。

なお、農業技術研究所玉木佳男、中村和雄の両氏には本文の内容について意見をいただいた。厚くお礼を申し上げます。

## 引用文献

- BRADBURY, W. C. and G. F. BENNETT (1974) : Can. J. Zool. 52 : 1355~1364.
- DAHM, K. H. et al. (1971) : Life Science 10 : 531~539.
- FARKAS, S. R. and H. H. SHORY (1972) : Science 178 : 67~68.
- HIDAKA, T. (1972) : Appl. Ent. Zool. 7 : 116~132.
- KENNEDY, J. S. and A. A. G. THOMAS (1974) : Ann. Appl. Biol. 76 : 143~159.
- and D. MARSH (1974) : Science 184 : 999~1001.
- (1977) : H. H. SHORY and J. J. Mc KELVEY, JR eds Chemical Control of Insect Behavior Willey-Interscience p. 67~91.
- (1978) : Physiol. Entomol. 3 : 91~98.
- MILLER, J. R. and W. L. ROELOFS (1978) : J. Chem. Ecol. 4 : 187~198.
- NAKAMURA, K. and K. KAWASAKI (1977) : Appl. Ent. Zool. 12 : 162~177.
- TRAYNIER, R. M. M. (1968) : Can. Entomol. 100 : 5~10.
- VALE, G. A. (1974) : Bull. ent. Res. 64 : 545~588.
- WALLOFF, Z. (1972) : ibid. 62 : 1~72.
- ライト : 匂いの化学 (菊地俊英訳) みすず書房.
- WRIGHT, R. H. (1958) : Can. Entomol. 90 : 81~89.

## 本会発行図書

## チリカブリダニによるハダニ類の生物的防除

森 樊須・真梶徳純 編

2,000円 送料120円 B5判 89ページ

## 内容目次

- |  |  |
|--|--|
| <p>I 総説・基礎的研究</p> <p>1 チリカブリダニ研究会の活動経過 (真梶徳純・森 樊須)</p> <p>2 チリカブリダニの研究史 (森 樊須)</p> <p>3 チリカブリダニの生活史 (浜村徹三・真梶徳純)</p> <p>4 チリカブリダニの増殖と捕食に及ぼす温湿度条件 (芦原 亘・真梶徳純)</p> <p>5 チリカブリダニの捕食者としての特性 (高藤晃雄)</p> <p>6 チリカブリダニの分散 (高藤晃雄・浜村徹三)</p> <p>7 チリカブリダニと土着カブリダニ類との競合 (森 樊須・斎藤 裕)</p> <p>8 チリカブリダニの大量飼育と貯蔵 (浜村徹三・真梶徳純)</p> <p>9 チリカブリダニに対する農薬の影響 (芦原 亘・真梶徳純)</p> | <p>II 農生態系における放飼事例</p> <p>施設内作物へのチリカブリダニの放飼</p> <p>1 促成及び半促成栽培イチゴ (深沢永光)</p> <p>2 ハウス内キュウリ (森 樊須・今林俊一)</p> <p>3 ハウス内ナス (松崎征美)</p> <p>4 ハウス内カーネーション及びバラ (藤本 清・広瀬敏晴・足立年一・伊東祐孝)</p> <p>5 ガラス室ブドウ (逸見 尚)</p> <p>野外作物へのチリカブリダニの放飼</p> <p>6 ダイズ及び小果樹類 (今林俊一・森 樊須)</p> <p>7 チャ (刑部 勝)</p> <p>III 総括 (森 樊須・真梶徳純)</p> <p>和文及び英文摘要</p> |
|--|--|

お申込みは前金 (現金・振替・小為替) で本会へ

## 植物防疫基礎講座

## 走査電顕によるボトリティス属菌の見分け方

農林水産省中国農業試験場 ほり  
堀 うち  
内 せい  
誠 ぞう  
三

## はじめに

野菜類の重要病害である灰色かび病をはじめ、タマネギの葉枯れ、鱗茎腐敗などボトリティス属菌の関与する病害は幾つか知られている。これらのボトリティス属菌の同定は病原性、培養型及び光学顕微鏡で観察した大型分生胞子の形態などで行われているが、本属菌は多犯性であり培養型にも変異が多いこと、また、光学顕微鏡下での形態に区別のつきにくいことなどから種の判定が困難な場合がある。筆者は、近年急速に普及してきた走査型電子顕微鏡（以下、走査電顕と略す）を用いて数種の本属菌を観察したところ、大型分生胞子及び菌核の表面構造に種間差を認めた。これらの微細構造は光学顕微鏡では観察できないかもしくは観察困難なものであり、本属菌を同定する上で利用可能な特徴と考えられる。このように走査電顕を用いて微細な形態の差異を同定に利用することは、ボトリティス属菌のみならず広く一般の菌類に応用できるものと考えられ、今後この方面での走査電顕の活用が期待される。

本文では走査電顕観察によるボトリティス属菌の種間の特徴を述べるとともに走査電顕試料作製上の問題点もあわせて記し、他属菌への応用の参考に供したい。なお、実験法その他の詳細については筆者らの報文<sup>3)</sup>を参照いただければ幸いである。

## I 大型分生胞子

光学顕微鏡によってもさび病菌、黒穂病菌あるいは帽菌類など幾つかの菌類の胞子表面に特徴的な構造が観察されることは既に知られていた。しかし、ボトリティス属菌のような不完全菌の分生胞子に表面の特殊な構造が存在することを発表した例はなく、走査電顕のみで観察しうるものと考えられる。以下に筆者が観察し得たボトリティス属菌大型分生胞子（一般に分生胞子と呼ばれているもの）の種別の特徴と観察上の留意点を具体的に述べたい。

## 1 大型分生胞子の表面構造

供試したボトリティス属菌はイチゴ灰色かび病菌 (*Botrytis cinerea*)、ソラマメ赤色斑点病菌 (*B. fabae*)、タマネギ小菌核性腐敗病菌 (*B. squamosa*)、タマネギ

灰色腐敗病菌 (*B. allii*)、タマネギ菌糸性腐敗病菌 (*B. byssoidea*) 及びチューリップ褐色斑点病菌 (*B. tulipae*) の6種である。これらの菌を培養して得られた大型分生胞子を走査電顕で観察したところ、胞子表面が微小ないぼ状を呈するものと毛状構造で覆われるものの2群に分けることができた（口絵写真参照）。*B. cinerea*（口絵写真①）、*B. fabae*（②）及び *B. squamosa*（③）の3種はいぼ状の構造をもち、*B. allii*（④）、*B. byssoidea*（⑤）及び *B. tulipae*（⑥）の3種では毛状の構造が観察された。また、前3種のいぼ状構造は互いに差異がなかったが、後3種のうち *B. allii* の毛状構造は長さ  $1\mu\text{m}$  以上にも及び分生胞子の大きさに対比して非常に長く、*B. byssoidea* 及び *B. tulipae* では  $0.5\mu\text{m}$  程度の長さであった。更に、口絵写真でも明らかのように供試したボトリティス属菌分生胞子は大きさがそれぞれ異なるので、表面構造と大きさを比べることによって種間の区別がある程度可能であった（ただし、この方法では *B. cinerea* と *B. fabae* は区別できず、培養型など他の方法によらなければならない）。なお、分生胞子表面の構造はいぼ状、毛状を問わず光学顕微鏡で観察することはできなかった。

## 2 分生胞子表面構造を観察する際の留意点

## (1) 分生胞子試料の作製法

走査電顕用試料の作製法は固定剤、脱水剤の溶液に試料を浸漬する方法（一般の浸漬固定法、導電染色法など）と溶液への浸漬手順を経ない方法（蒸気固定法<sup>8)</sup>、凍結乾燥法、凍結走査電顕法など）に大別される。筆者は浸漬固定法について固定剤、脱水剤、乾燥法を変えて実験したが、分生胞子の表面構造は試みたどの方法でも保持されず、特に *B. allii* 胞子の毛状構造は集菌のため水中で遠沈するだけで脱落することが判明した。このように、ボトリティス属菌では同法は不適当と考えられるが、子のう胞子<sup>5,9,10)</sup>、担子胞子<sup>5,7)</sup> や酵母類<sup>1,6)</sup> では浸漬固定が利用され、好結果を得たとする報告がある。これは WILLIAMS and VELDkamp<sup>11)</sup> の報じたように胞子の水に対する反応性の差異によるものと考えられ、親水性の小さい胞子では浸漬固定は避けるべきである。一方、オスミウム酸、グルタルアルデヒドなどを用いた蒸気固定では胞子全体の歪みが生ずることはあっても表面

構造が破壊されることはなく、表面構造観察にはこの方法が適当と考えられる。なお、供試した固定剤の中ではオスミウム酸が孢子全体の形もよく保持し、最適であった。

筆者が行った蒸気固定の方法を具体的に述べると、まず走査電顕用試料台（真鍮製、直径 10mm、高さ 5 から 10mm の円柱形）の底面に両面粘着テープを貼付し、あらかじめペトリ皿に培養し孢子形成させておいた菌そうに軽く接触させる。他方、小型容器（密封できるものであれば何でもよい）にろ紙を敷き、固定剤を少量加えたものを用意し、分生孢子を付着させた試料台を入れて密封する。このとき、形の歪みのない孢子を採取するため形成後あまり時間が経過していないものを選ぶとともに固定用容器に移す際できるだけ手早く操作する必要がある。一定時間（例えばオスミウム酸のとき氷室内で 1 ないし 3 日間）固定後取り出し、真空蒸着あるいはイオンスパッタリングによって表面に金属をコーティングして作製した試料を走査電顕で観察する。なお、分生孢子の形成過程などできるだけ自然な構造のまま観察したい場合には、ペトリ皿の培地に接種源を置床する際 5 × 5 mm 程度の大きさの硫酸紙を培地上に適当に配置して培養し、適当な時期に硫酸紙を剝離すれば菌そうの損傷が少ないので試料台に接着して蒸気固定以下の操作を行えばよい。

### (2) 分生孢子の生育度

*B. cinerea* 及び *B. allii* で分生孢子形成過程を観察したところ、いぼ状あるいは毛状の表面構造は非常に若い段階の孢子には認められず、孢子の成熟に従って発達してくることが明らかとなった。*B. cinerea* を例にとると、分生子梗の先端に小胞が形成され、小胞にはやがて小突起が生じるがそれらははだいに伸長、膨張して球形に発達する。この段階までの未熟分生孢子表面は平滑であるが、更に生長して長球形となったものや十分に成熟したものでは微小ないぼ状構造が認められる。これらのことから、表面構造を比較する際には成熟した分生孢子を選ぶ必要がある。

### (3) 分生孢子形成時の温度条件

*B. cinerea* の生育適温は 20~23°C とされているが、菌株によって大型分生孢子の形成可能最高温度が異なる。比較的高温 (29°C) まで孢子形成が可能な菌株を用いて低温域 (5°C) から高温域 (29°C) まで温度を変えて培養し、形成させた分生孢子の形態及び表面構造を比較した。その結果、20°C で形成させた分生孢子に比べ 10°C や 5°C の低温域ではいぼ状突起がやや拡大しているのが認められ、特に 5°C で著しかった。15 及び

23°C では 20°C のものと大差なかったが、26°C ではいぼ状構造が伸長して毛状に近くなり、29°C では分生孢子全体が長軸方向に伸長する異常が認められるとともに表面も微細な毛状構造が密生するようになった。このような変化は *B. fabae* でも同様に観察され、実験を行っていない他の 4 種でも同様の可能性が考えられる。このように、分生孢子の形態、表面構造は形成時の温度によって変化することが判明したので、比較観察する際は培養条件を揃える必要がある。筆者が行ったボトリティス属菌の場合は、*B. squamosa*、*B. byssoidea* 及び *B. tulipae* の 3 種がほぼ 10°C 以下の低温でのみ孢子形成が可能であることから、供試した 6 種とも 10°C で形成させた分生孢子を用いた。

## II 菌 核

ボトリティス属菌を培養するとおのおの種に特徴的な菌核を生じ、培養型で種を区別するときの指標となっている。PSA 培地上では *B. cinerea*、*B. squamosa*、*B. byssoidea* (ただし、まれ) 及び *B. tulipae* が菌核を形成したので、これらの菌核を走査電顕で観察して微細構造を比較した。

### 1 菌核試料の作製法

分生孢子の固定には蒸気固定法が好適であったのに対し、菌核の場合は試料の大きさが大きいこと、構造の損傷が少ないと考えられることから浸漬固定法が適する。筆者が用いた方法は 2.5% グルタルアルデヒド溶液 (pH 7.2, 0.2M リン酸緩衝液に溶解) に 6~12 日間浸漬して固定し、エタノール系列で脱水して臨界点乾燥<sup>2,6,7)</sup> するものである。また、発達程度の異なる菌核の内部構造を観察するため、固定後の試料をカミソリで縦断して以後の処理を同様に行った。なお、菌核試料には KUNOH et al.<sup>4)</sup> による導電染色法が最適であり、広く浸漬固定に適する試料に推奨したい。

### 2 菌核の形成過程

菌核の発達段階ごとに菌核表面及び切断面を観察した結果、菌核の形成過程には *B. cinerea* 及び *B. squamosa* にそれぞれ代表される 2 型があることが明らかになった。

#### (1) *B. cinerea* 菌核の形成過程

*B. cinerea* を 9 cm ペトリ皿の PSA 培地で培養すると移植後 4~5 日で菌そうが培地全面に広がり、7~8 日目には白色の菌糸体の集合が認められ、その大きさは成熟菌核とほぼ同程度となるまですみやかに発達する (この時期の菌核を白色菌核と仮称)。走査電顕で観察すると大きさの定まる時期以前に菌糸束の融合によって菌

核表面が形成され、白色菌核の時期には融合した菌糸束から長さが制限された突出菌糸群がそう生ずる。移植後11日めごろには菌核表面は色素の分泌によって肉眼的には灰色を呈するようになる(灰色菌核と仮称)が、走査電顕で観察すると菌核表面は突出した菌糸が分岐し隔壁形成してできた球状細胞によって覆われる。また、この時期の菌核の内部組織は未分化の状態である。移植後14日めごろには着色が進んで肉眼的には黒色となるが、走査電顕によれば菌核表面の細胞はやや膨張し、半球状に突出した構造として観察される。この時期の菌核の切断面には、最外層に表面の球状細胞を含み2~3細胞層からなる肥厚化・空胞化した細胞が認められ、菌核組織である rind 層の分化が観察できる。以後日数が経過しても表面及び内部構造に大きな変化は認められない。

### (2) *B. squamosa* 菌核の形成過程

*B. squamosa* の菌核形成は、菌糸が緩やかに絡み合い塊状に発達することから始まり、白色菌核の時期の最外層では菌糸融合による菌糸束の形成が行われる。同じ時期に、表層のやや深部では菌糸束相互の融合が行われ漸次表層へと進行する。灰色菌核の時期には菌核の上部表面に菌糸束が少数認められるが、ほとんどの菌糸束は互いに融合して原形を止めなくなりやや平滑な菌核表面を構成する。しかし、これらからは *B. cinerea* に見られたような菌糸の突出は全く認められないまま、色素分泌が進んで菌核は黒色となる。移植後約90日の古い菌核では表面は厚い粘質膜に覆われてほとんど平滑で、一部に rind 細胞の存在を示す緩やかな突出が観察される。このとき菌核の切断面をみると rind 層の発達は貧弱である。このような経過からみて、この菌では rind 層は融合菌糸による表面組織の下部で比較的遅い時期に分化す

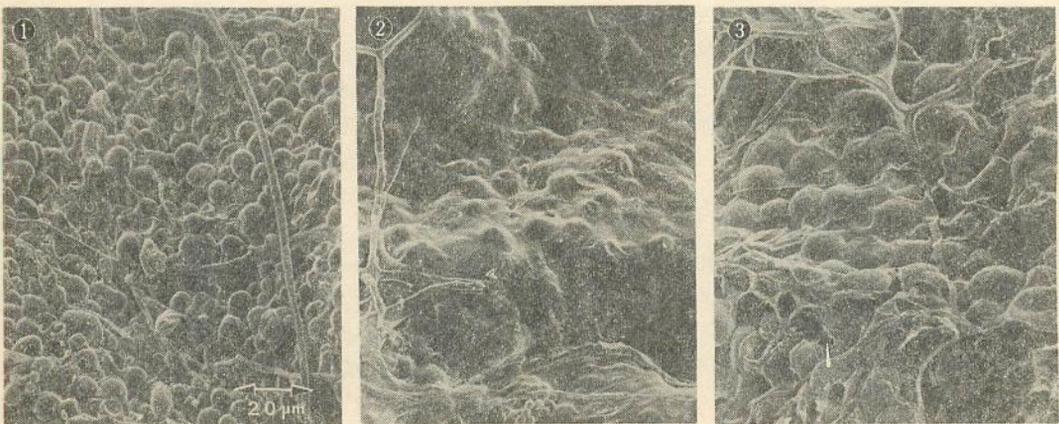
るものと考えられる。

### 3 菌核表面構造の差異

前述のようにボトリティス属菌の中でも *B. cinerea* と *B. squamosa* の菌核形成は全く経過を異にし、その結果成熟した菌核の表面構造も全く異なる。すなわち、*B. cinerea* ではよく発達した半球状突出で構成され(下図①参照)、*B. squamosa* では突出がほとんど認められず厚い粘質膜に覆われて平滑であった(図②)。また、*B. byssoidea* は PSA 培地地上では極めてまれにしか菌核を形成せず、その経過を観察し得なかったが、古い菌核の表面には *B. cinerea* より緩やかではあるがやや発達した突出が認められた(図③)。一方、*B. tulipae* は PSA 培地に培養すると小型の菌核を寒天層内に形成する。このため菌核表面構造は観察しにくかったが、古い培養菌そう中に寒天層から裸出していると思われるものを見いだしその上部表面を観察したところ、やや緩やかな突出が認められた。これら4種の菌核表面構造の差異は内部組織の rind 層の発達程度に起因するものと考えられ、このことは菌核切断面の走査電顕観察及びパラフィン切片の光学顕微鏡観察でも確かめられた。

### おわりに

以上に述べてきたように、筆者は走査電顕によってボトリティス属菌器官の微細な形態の差異を求めてきたが、大型分生孢子、菌核のほかは種間の区別に利用しうる器官があるかどうか検討した。その一つはボトリティス属菌が完全時代をつくるための授精に関係するといわれる小型分生孢子である。しかし、観察の結果、供試した6種の菌に形態的な差異は認められなかった。このほか、担子梗、栄養菌糸にも差異はないように思われる。



成熟菌核の表面。(スケールは各図共通)

① *B. cinerea* (40日間培養)、② *B. squamosa* (95日間培養)、③ *B. byssoidea* (90日間培養)

走査電顕観察によるボトリティス属菌の区別点

種 別	大 型 分 生 胞 子			菌核表面の外観 (PSA 培地)	小 型 分 生 胞 子	
	表面構造 <sup>1)</sup>	大きさ <sup>2)</sup> (μm) (l) × (b) (l/b)			表面構造	大きさ(μm)
<i>B. cinerea</i>	いぼ状	9.3 × 5.4	1.75	球状細胞が突出	いぼ状	3 × 3
<i>B. fabae</i>	いぼ状	9.3 × 5.3	1.77	————— <sup>3)</sup>	いぼ状	3 × 3
<i>B. squamosa</i>	いぼ状	20.5 × 11.3	1.83	ほとんど平滑	いぼ状	3 × 3
<i>B. allii</i>	毛状 (1 μm以上)	7.3 × 5.3	2.13	————— <sup>3)</sup>	いぼ状	3 × 3
<i>B. byssoidea</i>	毛状 (0.5 μm)	9.9 × 4.8	2.09	球状細胞が緩やかに突出	いぼ状	3 × 3
<i>B. tulipae</i>	毛状 (0.5 μm)	13.1 × 7.1	1.84	球状細胞が緩やかに突出	いぼ状	3 × 3

1) 10°Cで培養, 2) 代表的菌株での測定値, l:長軸の長さ, b:幅, 3) 菌核は形成されなかった。

したがって現在までのところ, 種間の区別に利用できるのは大型分生胞子と菌核のみと考えられる。以上の結果のまとめとして, 各種の大型分生胞子の表面構造と大きさ, 菌核の表面構造(外観)及び小型分生胞子の形態をも付記して一覧とした(上表参照)。

## 引用文献

- 1) BARNES, W. G. et al. (1971): Journal of Bacteriology 106: 276~280.
- 2) COLOTELO, N. (1974): Can. J. Bot. 52: 1127~1130.
- 3) 堀内誠三ら (1978): 中国農試報 E13: 53~87.
- 4) KUNOH, H. et al. (1975): Trans. Mycol. Soc. Japan 16: 361~365.

- 5) NICKERSON, A. W. et al. (1974): Principles and techniques of scanning electron microscopy, Van Nostrand Reinhold Co., New York: 160~180.
- 6) 大隅正子 (1975): 細胞 7: 99~117.
- 7) PEGLER, D. N. and T. W. K. YOUNG (1974): Trans. Brit. mycol. Soc. 63: 175~179.
- 8) 高橋広治 (1972): 植物防疫 26: 87~90.
- 9) UDAGAWA, S. and Y. HORIE (1973): Trans. Mycol. Soc. Japan 14: 370~387.
- 10) ————— (1973): Antonie van Leeuwenhoek 39: 313~319.
- 11) WILLIAMS, S. T. and C. J. VELDKAMP (1974): Trans. Brit. mycol. Soc. 63: 408~413.

## 本会発行新刊資料

## 農薬安全使用基準のしおり

昭和54年版

A 5判 42 ページ 300 円 送料 120 円

農薬残留に関する安全使用基準, 農薬の残留基準及び登録保留基準, 作物残留性農薬及び土壌残留性農薬の使用基準, 水産動物の被害の防止に関する安全使用基準, 特定毒物農薬の使用基準, 参考資料(農薬安全使用に関する法令及び対策関係図, 農薬の登録及び安全評価のしくみ)を1冊にまとめた書

## 本会発行新刊資料

フェロモン・シンポジウム—1978—

講演要旨集

## 昆虫フェロモンとその利用

—特に開発システムを中心として—

B 5判 194 ページ 1600 円 送料 200 円

## 本会発行新刊図書

昆虫フェロモン関係文献集(II) B 5判 46 ページ 400 円 送料 120 円

同 上 (III) 〃 59 〃 530 円 〃 120 円

(II) は (I) 以外の 1970~73 年の追加と 1976 年 3 月までに発表された昆虫の性フェロモンの一覧表及び INDEX と関連文献を付表として併録

(III) は 1970~73 年の追加と 1974~76 年の論文文献を併録

## 昭和53年度に試験された病害虫防除薬剤

### リンゴ 殺虫剤

試験薬剤数は42品目で前年度に比べて4品目ほど多くなっている。対象害虫別ではモモシクイガ7、ハマキムシ類5、キンモンホソガ4、リンゴハダニ26、ナミハダニ19、その他13(カイガラムシ1、アブラムシ4、カメムシ1、ケムシ1、通年防除1、葉害5)で、ハダニ類の試験が圧倒的に多い。本年度はこのほかにブリクトランとボルドー液との関係についての特別連絡試験も行われた。以下、試験結果の概要を好結果をおさめた薬剤を中心として対象害虫別に示す。

#### 1 モモシクイガ

オフナック水和剤(1,000倍, 14日間隔5回散布), UC 51762水和剤(1,000倍), YI-405水和剤(1,000倍)がよい結果を示し期待された。また, PN水和剤(1,000倍), AC 705乳剤(1,000倍)も試験例は少ないが好結果を示した。

#### 2 ハマキムシ類

試験例は少ないがミダレカクモンハマキに対して UC 51762水和剤(1,000倍)が好結果を示した。リンゴコカクモンハマキに対しては試験されたが、有効な薬剤は見いだされなかった。

#### 3 キンモンホソガ

デミリン水和剤(2,000倍, 4,000倍)がよい結果を示し期待された。

#### 4 リンゴハダニ

PP 199水和剤(1,000倍), クミアイアタックオイル(50倍), SI-7812ゾル(600倍), KI-19フロアブル(60倍), スビンドロン乳剤(50倍, 100倍), テーオイル乳剤(100倍), S-3206水和剤(500倍, 1,000倍), DPX3792乳剤(700倍), カヤホープ FL(1,000倍), NNA-756乳剤(400倍), HI-78水和剤(1,000倍), サンスプレー7E(50倍, 75倍), YI-403乳剤(50倍), サマーマシム乳剤(50倍), ACIN-19乳剤(50倍)などがよい結果を示し期待された。しかし, クミアイアタックオイル(50倍, 100倍)とスビンドロン乳剤(50倍, 100倍)はともに芽出し当時, 芽出し10日後散布で葉に軽い葉害が生じ, YI-403乳剤(100倍)は芽出し前散布で軽い芽焼けを生じた。また, KI-19フロアブルについては, 単用では葉害が認められなかったが, 本剤散布後にキャプタン剤を近接散布したところ葉に黄変, 落葉の葉害を

生じた。

#### 5 ナミハダニ

PP 199水和剤(1,000倍), SI-7812ゾル(600倍, 800倍), S-3206水和剤(500倍), 改良ブリクトラン水和剤(1,500倍), カヤホープ FL(1,000倍)がよい結果を示し期待された。

#### 6 その他

その他の害虫: 試験例は少ないがツマジロカメムシに対してエルサン水和剤(800倍, 2回散布)が, オビカレハなどケムシ類に対してトクチオン水和剤(800倍)が好結果をおさめた。アブラムシ類やカイガラムシ類に対しては特筆すべき好結果をおさめた薬剤はなかった。

通年防除: パーマチオン(SS-62)水和剤(1,000倍)が5~8月, 3~5回散布でシクイムシ類, ハマキムシ類, キンモンホソガ及びユキヤナギアブラムシの発生をよく抑えた。

葉害: ZARDEX水和剤(250倍, 500倍, 落花直後~10日後, 単用), SI-7812ゾル(600倍, 6~7月, 単用)ランガード水和剤(1,000倍, 2,000倍, 落花直後, 6~7月, 各種殺菌剤混用), オフナック水和剤(1,000倍, 7月, 各種殺菌剤混用)は, いずれもリンゴの主要品種の葉に対して葉害を認めなかった。また, アディオソ(S-3151)水和剤(2,000倍)は落花12~14日後(果実のサビ発生危険期)散布でゴールデンデリシャス, ふじ, 紅玉の果実のサビ発生を助長しなかった。

#### 7 ブリクトラン水和剤と石灰ボルドー液との関係に関する特別連絡試験

リンゴ園では近年ブリクトラン水和剤と石灰ボルドー液との近接散布によるブリクトランの効力低下が問題となっているが, ここでは両薬剤の適正散布間隔の検討を中心として試験が行われ, その結果, ブリクトランの効果を十分発揮させるためには, 過去の成績も含めて, ブリクトランを石灰ボルドー液より前に散布する場合は10日以上, ブリクトランをあとに散布する場合は, 対象害虫がリンゴハダニのときは20~30日以上, ナミハダニが対象のときは30~40日以上間隔をあけて散布することが望ましいとされた。

(果樹試験場盛岡支場 刑部 勝)

### 殺菌剤

昭和53年度に委託された農薬は52点, 試験の件数は77件であった(黒星病17, 斑点落葉病14, 腐らん

病 19, その他 27)。これは前年に比べ農薬点数で 10% 増であったが、試験の件数で約 20% 減であった。試験件数減は試験研究者側の事情により消化出来なかったためである。

委託農薬の傾向としては、新規開発農薬は少なく既知農薬の混合したものが多かった。新農薬開発の困難さを物語っている。

本年の試験結果で特徴的な点は、赤星病やモニリア病に感染してから農薬を散布し、その治療効果を評価しようとする試みが多かった。また、黒星病関係の農薬が多数実用性ありとされた点も本年の特徴である。

本年度実施した効果試験のうち、比較的よい効果をおさめたものについて簡単にまとめてみた。

### 1 黒星病

本年は比較的発生が多く効果判定は容易な条件下で実施された試験結果である。

ポリキャプタン (500倍), NF-94 60%水和剤 (1,500倍), NF-111 70% 水和剤 (700倍), デラン T 水和剤 (1,500倍), アントラコール水和剤 (500倍), キャププレート (800倍), P-242 水和剤 (1,000倍), 以上は実用性ありとされた。

NF-109 30% 水和剤 (1,000倍), サンアップ水和剤 (600倍), TF-139 水和剤 (500倍), NNF-142 水和剤 (500倍), EL-222 12% 水和剤 (3,000倍), SYF-02 (500倍) は対照薬剤に同等の効果を示したが、実用化に当たっては更に試験が必要とされたものである。

### 2 斑点落葉病

初発期に多発の様相を呈したが、最終的には平年並の発生下での試験であった。

ビスダイセン水和剤 (600倍), NRC-462 水和剤 (800倍), NRC-747 水和剤 (800倍) は実用性ありとされた。

FU-147 水和剤 (600倍), サンアップ水和剤 (600倍), TF-139 水和剤 (500倍), アントラコール水和剤 (500倍), NNF-142 水和剤 (500倍) は対照薬剤に同等の効果を示したが、実用化に当たっては更に試験が必要とされたものである。

### 3 赤星病

今までは供試農薬を散布したが、発生少なくデータがとれない年があったが、今年は感染しているビャクシン類を持ち込むなどして良いデータがとれた。

サニパー (600倍), W-551 水和剤 (500倍), バイレトン水和剤 (2,000倍, 3,000倍) は実用性ありと認められた。

サブロール水和剤 (1,000倍), バイレトン水和剤

(5,000倍, 10,000倍) は対照薬剤と同等の効果を示したが、更に試験が必要とされた。

### 4 うどんこ病

委託農薬はたくさんあるが試験者側の事情により消化出来なく困っている部分である。苗木による試験で消化する必要がある。

バイレトン水和剤 (5,000倍, 10,000倍) は実用性ありと認められた。P-242 水和剤 (1,000倍), TF-138 水和剤 (1,000倍, 2,000倍), TF-139 水和剤 (500倍), W-551 水和剤 (500倍), サンアップ水和剤 (600倍) は実用性ありと思われるが、更に試験が必要とされた。

### 5 モニリア病

毎年平均して発生しないため、ほ場試験が困難な病気である。散布してもデータがとれない例があった。

スパットサイド (1,000倍) は実用性ありとされた。ロニラン水和剤 (1,000倍, 1,500倍), NNF-142 水和剤 (500倍), NF-111 70% 水和剤 (700倍), W-551 水和剤 (500倍), サブロール水和剤 (1,000倍), スパットサイド (1,500倍, 2,000倍) は実用性ありと思われるが、更に試験が必要とされた。

### 6 腐らん病

散布剤としてはアビトン 50 (200倍) のみが実用性ありとされた。ほかに数点試験したが、来春でなければ効果判定は出来ない。

塗布剤としては MSS-77, ベノミル加用バルコートが実用性ありとされた。

### 7 すず点, すず斑病

ダイカモン水和剤 (500倍) は実用性ありとされた。ダイボルト水和剤 (600倍, 800倍), Zボルドー (500倍) は対照薬剤と同等の効果を示すが、実用化に当たっては更に試験が必要とされた。

以上が本年度委託された農薬効果試験の概略である。紙面を借りて試験者側からメーカーへお願いだが、委託する農薬は前もって薬効、薬害について苗木試験で確かめ有望なものを委託して欲しい。年に 1~2 点は薬害の大きいもの、また、ほとんど効果の無いものが委託されている。

(果樹試験場盛岡支場 佐久間 勉)

## 茶 樹 殺 虫 剤

1 チャノコカクモンハマキ (対照薬剤 エルサン乳剤 1,000倍)

KI 28 乳剤 1,000倍, 1,500倍は試験数不足により結論を保留, カラクロン乳剤 1,000倍, 1,500倍の効果は昨年と同様に対照薬剤エルサン乳剤 1,000倍より優れ

ている。アディオソ水和剤 2,000 倍の効果は対照薬剤より優れている。

**2 チャハマキ** (対照薬剤 ランネット水和剤 1,500 倍)

カラクロン乳剤 1,000 倍の効果は対照薬剤のランネット水和剤 1,500 倍より優れている。カラクロン乳剤 1,500 倍は対照薬剤と同等かやや優れている。ダズバン乳剤 1,000 倍の効果は昨年と同様に対照薬剤より優れている。ダズバン乳剤 1,500 倍は同等かやや劣る。SI 7601 水和剤 1,000 倍は対照薬剤より劣る。

**3 チャノホソガ** (対照薬剤ビニフェート乳剤 1,000 倍)

KI 28 乳剤 1,000 倍, 1,500 倍は試験数不足により結論を保留, カラクロン乳剤 1,000 倍の効果は対照薬剤ビニフェート乳剤 1,000 倍と同等, 1,500 倍の効果はやや劣る。SI 7609 水和剤 1,000 倍の効果は対照薬剤と同等, アディオソ水和剤 2,000 倍の効果は対照薬剤と同等以上。パダン水溶剤 1,000 倍のフォームスプレーによる効果は昨年の結果とあわせ対照薬剤のビニフェート乳剤と同等のようである。

**4 ヨモギエダシヤク** (対照薬剤 除虫菊乳剤 1,000 倍)

ほ場試験が 1 例しかないが, ビレトリン CD 水和剤 500 倍の効果は対照薬剤の除虫菊乳剤 1,000 倍と同等と思われる。ビレトリン CD 水和剤 1,000 倍は対照薬剤より劣る。

**5 ミドリヒメヨコバイ** (対照薬剤 メオバール水和剤 1,000 倍)

ビレトリン CD 水和剤 500 倍, 1,000 倍の効果は対照薬剤のメオバール水和剤 1,000 倍と同等のようであるが, 効果が不安定なため再検討を要する。カラクロン乳剤 1,000 倍は昨年の結果とあわせ対照薬剤と同等, カラクロン乳剤 1,500 倍は劣る。SI 7719 乳剤 1,000 倍は試験数不足のため結論を保留, SI 7609 水和剤 1,000 倍は対照薬剤と同等かやや優れているようであるが, 対象害虫密度の低い例があり再検討の必要がある。アディオソ水和剤 2,000 倍は対照薬剤より優れている。

**6 コミカンアブラムシ** (対照薬剤 DDVP 乳剤 1,000 倍)

KP 1070 100 倍, 150 倍は試験数不足により結論を保留, スプラサイド乳剤 1,500 倍は対照薬剤 DDVP 乳剤 1,000 倍と同等のようであるが, 試験数不足により結論を保留, ジブロム乳剤 1,000 倍, 1,500 倍は対照薬剤と同等か優れているようであるが, 試験数不足により結論を保留する。

**7 クワシロカイガラ** (対照薬剤 ペスタン乳剤 1,000 倍)

SI 7719 乳剤 1,000 倍は試験数不足により結論を保留する。

**8 ウスミドリメクラガメ** (対照薬剤 DDVP 乳剤 1,000 倍)

ランガード水和剤 1,000 倍, 1,500 倍の効果は対照薬剤 DDVP 乳剤 1,000 倍と同等であると思われるが, 再検討の必要がある。スミチオン乳剤 1,000 倍の効果は対照薬剤と同等である。

**9 チャノキイロアザミウマ** (対照薬剤 パダン水溶剤 1,000 倍)

カラクロン乳剤 1,000 倍の効果は対照薬剤パダン水溶剤 1,000 倍より優れており, 1,500 倍の効果は同等である。SI 7609 水和剤 1,000 倍の効果は対照薬剤よりやや劣る。スミチオン乳剤 1,000 倍の効果は対照薬剤より劣る。SI 7601 水和剤 1,000 倍の効果は前年同等対照薬剤より劣る。

**10 カンザワハダニ** (対照薬剤 ケルセン乳剤 1,500 倍, ブリクトラン水和剤 3,000 倍)

7861 乳剤 1,000 倍の効果は対照薬剤ケルセン乳剤 1,500 倍, ブリクトラン水和剤 3,000 倍の効果よりも優れている。KUI 178 水和剤 1,000 倍の効果は対照薬剤ケルセンの効果と同等である。PP 199 水和剤 750 倍, 1,000 倍, 1,500 倍の効果は対照薬剤ブリクトランの効果と同等であり薬害については更に検討を要する。カヤホープ FL 1,000 倍, 2,000 倍は対照薬剤に比べ効果劣る。S-3206 水和剤 500 倍, 1,000 倍の効果は対照薬剤ケルセンと同等の効果と思われるが, 忌避効果については再検討を要する。DPX 3792 700 倍, 1,500 倍の効果は対照薬剤ケルセンの効果と同等と思われるが, 結論は出せない。TAI 32S 水和剤 1,000 倍は対照薬剤に比べ効果劣る。KP 1070 100 倍, 150 倍の効果は結論は出せない。UC 55304 1,000 倍, 2,000 倍, 3,000 倍の効果は対照薬剤ケルセンの効果よりも優れているようであるが結論は出せない。

クミアイアタックオイル 50 倍の効果は対照薬剤ブリクトランと同等かやや劣る。100 倍の効果は劣る。YI 404 乳剤 100 倍の効果は対照薬剤ケルセンの効果と同等かそれ以上の効果あり 200 倍の効果は劣ると思われるが, 試験数不足により結論を保留。ZARDEX 水和剤 800 倍の効果は対照薬剤に比べ効果劣る。

**残臭試験**

ビレトリン CD 水和剤 500 倍の残臭期間 1 週間, カラクロン乳剤 1,000 倍の残臭期間 3 週間, Z ボルドー水

和剤 350 倍の残臭期間 1 週間, ヨネボン乳剤 500 倍の残臭期間 1 週間, コサイド水和剤 500 倍の残臭期間 2 週間, SI 7609 水和剤 1,000 倍の残臭期間 1 週間, アディオン水和剤 2,000 倍の残臭期間 1 週間, UC 51762 1,000 倍の残臭期間 1 週間, カヤホープ FL 1,000 倍の残臭期間 1 週間, FU 137 水和剤 200 倍の残臭期間 1 週間。

(茶業試験場 金子 武)

## 殺 菌 剤

### 1 炭そ病 (対照薬剤 ダコニール水和剤 600 倍, 800 倍)

ダコニール 500F 500 倍及び 700 倍は少発条件下の結果であるが、両濃度とも対照薬剤とほぼ同等の効果が期待できる。デュボンベンレート水和剤 1,500 倍, 2,000 倍は萌芽前 1 回のみの散布では両濃度とも多少力不足であるが、生育期の散布が加われば高い防除効果が得られ実用性がある。トップジンM銅水和剤 600 倍は顕著な防除効果を示した。

### 2 もち病 (対照薬剤 塩基性塩化銅水和剤 500 倍)

パンタック水和剤 500 倍はかなり有効な場合もあるが、少発条件下の試験が多かったので再検討が望ましい。

ビスダイセン水和剤 400 倍, 600 倍とも 52 年度の結果と考えあわせると実用性が認められる。パイレトン水和剤 1,000 倍, 2,000 倍の両濃度とも高い効果が認められたが、1 場所のみの試験結果であるので更に検討が望まれる。サンボルドー水和剤 500 倍及び Z ボルドー水和剤 500 倍ともに、対照薬剤とほぼ同等の効果が期待できる。

### 3 輪斑病 (対照薬剤 塩基性塩化銅水和剤 500 倍)

トップジンM水和剤 1,500 倍, 2,000 倍両濃度とも顕著な防除効果を示したが、少発条件下の試験では効果が判然としなかったので更に検討が望まれる。

### 4 網もち病 (対照薬剤 塩基性塩化銅水和剤 500 倍)

(昭和 52 年度試験分)

TAF-37H 水和剤 500 倍は顕著な効果を示し、51 年度の試験結果と考えあわせて実用性が認められる。ヨネボン水和剤 500 倍はほぼ実用的な効果をもつが、対照薬剤に比べてやや劣る。パンタック水和剤 500 倍, 1,000 倍は有効な場合もあったが、結果が不安定で実用性は期待できない。NF-94 水和剤 1,500 倍の防除効果は低く実用性は期待できない。FU-137 水和剤は多少水に溶けにくい難点はあるが、200 倍, 300 倍とも顕著な防除効果を示し、実用性が期待できる。コサイド水和剤は 1,000 倍でも実用性がある。(茶業試験場 浜屋悦次)

## 人 事 消 息

丸山恵三氏 (農蚕園芸果樹花き課種苗対策室長) は東北農政局生産流通部長に

迫本 大氏 (東北農政局生産流通部長) は北海道開発局農業水産部農業調査課長に

関根秋男氏 (国土庁長官官房審議官) は近畿農政局長に

森 宏太郎氏 (近畿農政局長) は退職

吉村彰治氏 (農技研病理昆虫部病理科長) は農業技術研究所病理昆虫部長に

山口富夫氏 (農技研病理昆虫部病理科糸状菌病第 2 研究室長) は農業技術研究所病理昆虫部病理科長に

河野達郎氏 (同上所病理昆虫部長・本誌編集委員長) は農業技術研究所を退職, 54 年 1 月 1 日付けで本会へ

伊東正夫氏 (蚕糸試付) は蚕糸試験場九州支場長に

森 信行氏 (同上試九州支場長) は退職

日本モンサント株式会社は東京都千代田区丸の内 3 の 1 の 1 (国際ビル 5 階) [郵便番号 100] へ移転。電話は 03-287-1251 と変更

## 本 会 発 行 図 書

### 土 壌 病 害 に 関 す る 国 内 文 献 集 (II)

北海道大学農学部 宇井格生 編

A 5 判 166 ページ 1,200 円 送料 160 円

昭和 41 年に発行した同書 (I) に続いて 41 年から 50 年までの 10 年間に主要学術雑誌などに掲載された文献をすべて網羅して 1 冊にまとめたもの。内容は、I ウィルス, II 細菌, III 菌類の各々による病害, IV 各種病害, V その他, VI 土壌処理, 薬剤防除の分類によって掲載してある。

## 中央だより

### —農林水産省—

#### ○昭和 54 年度果樹関係防除暦編成連絡会議開催さる

植物防疫課は、りんご、落葉果樹(なし、もも)、かんきつの各樹種の昭和 54 年度防除暦についての検討会を家の光会館において開催した。

各検討会は、関係県、果樹試験場、農業検査所などの関係者約 200 名の参集を得て行われた。

各樹種とも一般に今年の病害虫の発生が少なめで問題となったものも少ないことから昭和 54 年度防除暦は、53 年防除暦を基本としており大幅な改正を考えている県はみられなかった。

りんご	53 年 11 月 2 日	参集県	15 道県
落葉果樹	11 月 22 日	"	39 道県
かんきつ	12 月 14 日	"	23 道県

#### ○農業残留特殊調査事業成績検討会開催さる

11 月 8、9 日の両日、農業技術研究所講堂において、関係府県の農業残留分析担当者ら約 40 名の出席のもとに、農業残留特殊調査事業成績検討会が開催された。

農業残留特殊調査事業は、安全な農産物の生産確保を図るため、農業残留に関する調査が実施されていない地域的な作物について緊急に残留性に関する調査を行い、作物の安全性を確認するとともに農業の適正使用の推進に資することを目的として昭和 48 年度から実施されてきた。

本検討会においては、昭和 52 年度に調査された 32 組み合わせ(農業×作物)の残留分析結果及びその分析法についてそれぞれ個別に検討が加えられた。

本事業でこれまで調査された組み合わせは約 150 ぐらいあるが、これらデータのうち農業登録における適用拡大などに利用できるものについては今後その活用を図っていくこととしている。

#### ○発生予察職員中央研修会開催さる

11 月 13 日から 17 日まで(A班)及び 11 月 27 日から 12 月 1 日まで(B班)の 2 回、それぞれ 5 日間にわたって、農業技術研究所講堂を主会場として標記研修会が開催された。

A 班は経験 3 年未満の予察職員を対象として各種作物の病害虫について予察方法の基本的な考え方を中心に、B 班は経験 3 年以上の予察職員を対象として果樹病害虫を中心に研修が行われた。

研修内容と講師は次のとおりである。

#### ☆A 班(受講者 65 名)

11 月 13 日

稲害虫の発生予察 農事試 岸本良一技官

11 月 14 日

稲病害の発生予察 農技研 山口富夫技官  
野菜害虫の発生予察 野菜試 腰原達雄技官

11 月 15 日

果樹害虫の発生予察 果樹試 奥代重敬技官  
野菜病害の発生予察 野菜試 竹内昭士郎技官

11 月 16 日

果樹病害の発生予察 果樹試 山口 昭技官  
発生予察技術について 静岡農試 村松義司技師

11 月 17 日

農業取締法運用上の諸問題と安全使用対策  
植防課 橋本 康技官

#### ☆B 班(受講者 55 名)

11 月 27 日

果樹ハダニ類をめぐる諸問題 千葉大 真梶徳純助教授  
性フェロモンと発生予察への利用 農技研 杉江 元技官

天敵微生物の利用 果樹試 佐藤 威技官

11 月 28 日

最近の果樹害虫をめぐる諸問題 果樹試 大竹昭郎技官

カンキツのウイルス病について 果樹試興津支場 山田駿一技官

ブドウさび病について 果樹試 工藤 晟技官

11 月 29 日

(発生予察体験発表会)  
最近の果樹病害をめぐる諸問題 果樹試 田中寛康技官

12 月 1 日

リンゴ腐らん病について 果樹試盛岡支場 佐久間 勉技官

昆虫個体群の密度推定法 京都大 久野英二助教授

#### ○昭和 53 年度都道府県植物防疫対策会議開催さる

11 月 30 日～12 月 1 日の 2 日間、関東農政局第 1 講堂において、昭和 53 年度都道府県植物防疫対策会議を開催した。

当日は、都道府県の植物防疫担当者及び農林水産航空事業担当者、環境庁、厚生省、運輸省、農林水産省畜産局、農林水産技術会議事務局、農業技術研究所、農業検査所、地方農政局、林野庁、水産庁及び沖縄総合事務局、農蚕園芸局植物防疫課の担当官、農林水産航空協会、日本植物防疫協会、日本植物調節剤研究協会及び残留農薬研究所の担当者が出席した。

議題は次のとおりである。

- (1) 昭和 53 年度農林水産航空事業実施状況について
- (2) 昭和 53 年度農林水産航空技術合理化試験実施状況について
- (3) 昭和 54 年度農林水産航空事業の推進方針について
- (4) 農業指導取締対策について
  - ① 農業残留対策調査事業
  - ② 生産農産物農業安全使用推進対策事業
- (5) 病害虫発生予察事業及び病害虫防除組織について

## 一 団 体

### ○植物防疫全国協議会創立 20 周年記念大会開催さる

昨 53 年 11 月 29 日、東京都港区の東京農林年金会館において農林水産省後援で開催された。

午後 1 時、小森 昇植物防疫全国協議会会長、栗田年代農林水産省農蚕園芸局植物防疫課長の挨拶ののち、下記 9 ブロック 11 題の体験発表が行われた。

馬鈴薯主産地としての防疫〔北海道〕

北海道立中央農業試験場 高桑 亮氏  
りんご病害虫防除の課題〔東北〕

青森県津軽地域病害虫防除所 神山 彰氏  
長野県における航空防除の経緯と問題点〔関東東山〕

長野県松筑病害虫防除所 藤沢恒夫氏  
病害虫発生予察事業における予察技法ととりくみ方〔関東東山〕

静岡県農業試験場 村松義司氏  
いもち病の大発生と防除の問題点〔北陸〕

新潟県農業試験場 青柳和雄氏  
イネミズゾウムシの侵入と対策〔東海〕

愛知県知多病害虫防除所 五十川是治氏  
カンキツの病害虫防除と問題点〔近畿〕

和歌山県果樹園芸試験場 山本省二氏  
オンシツコナジラミ防除対策の経験から〔中国〕

広島県広島病害虫防除所 梅田公治氏  
病害虫防除所の現状とあり方〔四国〕

愛媛県南予病害虫防除所 河野 弘氏  
防除所のブロック交流について〔九州〕

熊本県北部病害虫防除所 宮本国弘氏  
不妊虫放飼によるウリミバエ根絶実験事業について〔九州〕

沖縄県 瑞慶山 浩氏  
〔 〕はブロック名

終了後同所において記念パーティーが開かれ、二瓶 博農林水産省農蚕園芸局長、亀長友義参議院議員、石倉秀次元植物防疫課長（現残留農薬研究所理事長）より挨拶があり、体験発表を行った 11 名の人々に対して遠藤武雄日本植物防疫協会常務理事及び上田浩二農林水産航空協会常務理事から記念品の贈呈が行われた。参加者は約

350 名で盛会であった。

なお、創立 20 周年を記念して、『植物防疫全国協議会 20 年のあゆみ』（B 5 判 19 ページ）と『創立 20 周年記念大会体験発表要旨』（B 5 判 33 ページ）とが刊行され、参加者らに贈呈配布された。

### ○農業工業会 25 周年記念祝賀会開催さる

農業工業会の創立 25 周年を記念して、12 月 5 日、東京農林年金会館（前出）において祝賀会が開催された。菊池浦治農業工業会会長の挨拶があり、盛会であった。参加者は約 230 名。

なお、25 周年を記念して、『25 年の歩み』（B 5 判 72 ページ）が刊行され、参加者らに贈呈配布された。

### ○昭和 53 年度農業技術功労者表彰さる

農業技術協会では毎年農業技術功労者を表彰しているが、昭和 53 年度（第 34 回）の表彰式を 12 月 6 日に農業技術研究所中会議室で挙行了。

受賞者及び業績は

上原 等氏（香川県農業試験場長）

レタス萎黄病等虫媒伝染性病害の防除方法の確立

前田正男氏（大阪府農林技術センター環境部長）

水稲・野菜・果樹の栄養診断に基づく施肥技術の確立

山賀一郎氏（群馬県農業試験場長）

コンニャク新品種「はるなくる」「あかぎおおだま」

の育成と安定多収技術の確立

山村 颯氏（鹿児島県農業試験場研究参事兼農産加工部長）

甘藷澱粉製造技術の合理化と排水処理法の確立

横溝 剛氏（三浦市農業協同組合農業経営部長）

三浦ダイコンの生産予測方式確立による出荷の計画化

であり、上原 等氏は

香川県農業試験場において多年にわたり作物の病害虫に関する試験研究に従事して幾多の業績を挙げたが、中でもレタスの萎黄病など虫媒伝染性病害の同定やその媒介昆虫を究明し、それらの防除方法を確立して野菜、特用作物、水稲などの生産の安定と向上に貢献した。

#### ① レタス萎黄病の防除法の確立

香川県の各地で、年内に収穫する早採りレタスが、生育途中で株全体が黄化して心止まりになり、葉が巻き込まずに叢生に近い症状を呈するほ場が 6 割にも達し、多大の被害を被るに至った。その対策を見いだすため病株の超薄切片を電子顕微鏡で観察し、それがマイコプラズマ様微生物によるレタス萎黄病であることを確認するとともに本病がヒメフタテンヨコバイによって媒介されることを突きとめ、その発消長を調査して有効な殺虫剤

を究明し、本病の防除法を確立して生産の安定化に寄与した。

### ② 香料ゼラニウムてんぐ巢病の防除法の確立

ゼラニウム油の採油原料となる香料ゼラニウムに、小枝が叢生して生育が劣り、やがて枯死する奇病が発生し、栽培農家に多大な被害を与えた。本病は奥田らの協力によってマイコプラズマ様微生物による病害であることが明らかにされ、香料ゼラニウムのてんぐ巢病と命名されたが媒介昆虫は明らかでなかった。氏は本病がキマダラヒロヨコバイによって媒介されることを突きとめ、殺虫剤の散布による防除法を確立した。

### ③ その他の虫媒伝染性病害の防除法の確立

昭和46年、小豆島のタバコに発生し、その後県下にまん延して甚大な被害を与えたタバコの黄斑えそ病は、ジャガイモYウイルスT系統によって発生するものであるが、この病害はジャガイモYウイルスT系統によって汚染されている自家採種の種ジャガイモが伝染源であることを究明し、ジャガイモの種子更新(無病種ジャガイモの植え付け)を指導して急速に発生被害を低下させた。

その他、シルバーボリマルチとシルバーテープの併用による野菜類のウイルス病の生態的防除、約15年にわたるイネ縞葉枯病に関する研究など、各種作物の虫媒伝染性病害に関する研究と防除指導を行い、虫媒伝染性病害の防除技術の確立と普及に寄与した。

## 協会だより

### 一本 会

#### ○病害虫緊急対策研究会発足す

我が国の農業をめぐる諸情勢の変化の中で植物防疫上緊急に対策を要する問題として、

①海外から侵入し、一部地方で急激なまん延をしているイネミズゾウムシ対策

②異常気象などに伴って突発したリンゴ腐らん病、イネ変色玄米対策

③水田利用再編対策に伴う転換作物及び青刈イネの病害虫対策などの課題がある。

このような事態に対応するため研究会を設置して、植物防疫上の重要な諸問題について緊急にその調査研究を推進し、防除対策の確立をはかるとともに効率的な新農薬の開発の促進をはかりたいと考えている。

研究会の事業内容は、農林水産省の関係事業に対する協力、研究会、講演会、現地検討会などの開催ならびに農薬の効果試験の受諾及び幹旋、成績検討会の開催などである。

なお、これら事業の計画立案ならびに実施に当たっては、問題ごとに専門委員会をつくる予定である。

#### ○各種成績検討会を開催す

農林水産省関係官、関係都道府県病害虫試験担当者、専門技術員、行政担当者、本会試験研究委員会委員、関係団体、関係農薬会社技術者ら関係者が参会してそれぞれ下記のように開催した。

#### ☆一般農薬委託試験成績検討会

イネ関係は12月4~5日の2日間、野菜関係は12月7~8日の2日間、東京都新宿区の家光会館及び家の光ビルにおいて開催。

イネ、野菜とも殺虫剤分科会(家の光会館7階大講堂)、殺菌剤分科会(家の光ビル7階大会議室)に分かれ、殺虫剤分科会はイネ関係299品目(うち殺虫殺菌混合剤119品目)、野菜関係102品目、殺菌剤分科会はイネ関係91品目、野菜関係126品目、52年度秋冬作イネ関係10品目、野菜関係7品目についての成績検討を行った。

なお、53年度に試験された殺虫剤、殺菌剤についての紹介は次2月号で詳述される予定である。

#### ☆カンキツ農薬連絡試験成績検討会

12月12~13日の2日間、家の光会館において開催。

1日目は午前10時より合同会議において試験実施状況の説明があったのち、殺虫剤分科会(7階大講堂)、殺菌剤分科会(1階講習会室)に分かれ、成績の検討を行った。殺虫剤は是永龍二委員、殺菌剤は山田駿一委員(両委員とも果樹試興津支場)がそれぞれ座長となり進行した。

2日間にわたり殺虫剤42品目、殺菌剤27品目の検討を行い、それぞれの薬剤について考察を行った。

なお、53年度に試験されたカンキツ病害虫防除薬剤についての紹介は次2月号で詳述される予定である。

#### ☆桑農薬連絡試験成績検討会

12月18日、家の光会館1階講習会室において開催。

小林勝利委員(蚕糸試)が座長となり、殺虫剤5品目、殺菌剤5品目、カイコへの残毒試験4品目についての試

験成績が試験担当者より発表されたのち、殺虫剤及びカイコへの残毒については菊地 実委員(蚕糸試)、殺菌剤については高橋幸吉委員(蚕糸試)がそれぞれの薬剤の総合考察を発表した。

なお、53年度に試験された桑農薬についての紹介は次2月号で詳述される予定である。

☆農薬散布法に関する試験成績検討会

12月19日、農業技術研究所講堂において開催。午前10時より於保信彦農薬散布法研究会委員長(果樹試)が座長となり、下記各試験場で実施した試験結果について試験担当者より説明があり、それぞれ検討を行った。

北海道農業試験場

広域ほ場における散布薬液の付着分布と飛散性  
噴霧粒子の粒径分布と漂流飛散性に関する調査  
少量散布における殺虫剤、殺菌剤の濃厚混用可否検  
定試験

岩手果園芸試験場

わい性リンゴ園における害虫防除に関する農薬散布  
試験

地上少量散布機における薬剤の気中濃度

山形果園芸試験場

棚作り果樹用スピードスプレーヤマウント少量散布  
機によるブドウ病害虫の防除試験

愛媛果園芸試験場

トマトのアブラムシに対するアンチオ 36 乳剤の少  
量散布による防除効果

トマト疫病に対する三共ボルドウの少量散布による  
防除効果

茨城県園芸試験場及び農林水産省果樹試験場

スミチオン微粒剤Fのクリシギゾウムシに対する防  
除効果

大阪府農林技術センター

マイクロジエン RSIW-5E の性能試験

ナスのモモアカアブラムシ、ナミハダニに対する防  
除効果試験

なお、53年度に行われた農薬散布法に関する試験につ  
いての紹介は次2月号で詳述される予定である。

○2シンポジウムを開催す

☆「昆虫フェロモンとその利用 — 特に開発システムを中心として—」シンポジウム

シンポジウム世話人会主催、本会フェロモン研究会後  
援で、11月30日～12月2日の3日間、愛知県瀬戸  
市の愛知県労働者研修センターにおいて関係者約120名  
参集のもとにシンポジウムを開催し、下記22題の講演  
が行われた。

11月30日

開会の挨拶と序説 京都大 石井象二郎氏

座長 湯嶋 健・岩田俊一両氏

1 こん虫の行動制御—その考え方と可能性—

京都大 日高敏隆氏

2 フェロモン利用における対象害虫の選択

—今後望まれるべき方向—九州農試 湯嶋 健氏

3 害虫の大量飼育システムをめぐる諸問題

—今後の課題— 農技研 釜野静也氏

討 論 (1~3)

12月1日

座長 高橋信孝・桑原保正両氏

4 フェロモンの抽出・捕集をめぐる諸問題

筑波大 桑原保正氏

5 フェロモンの精製における高速液体クロマト

の利用—その可能性と限界— 京都大 北村実彬氏

6 構造決定におけるキャピラリーカラム GC の

利用—その可能性と限界—(その1)

京都大 山岡亮平氏

7 同上(その2)

農技研 杉江 元氏

8 超微量物質の構造決定と機器分析

—その可能性と限界— 名古屋大 丸茂晋吾氏

討 論 (4~8)

座長 深海 浩・森 謙治両氏

9 アルケニル・アセタートの合成法における 2,

3 の問題 高知大 堀池道郎氏

10 光学活性フェロモンとその合成法をめぐる諸問

題 京都大 森 謙治氏

討 論 (9~10)

座長 玉木佳男・田付貞洋両氏

11 性フェロモンの生物検定における EAG 法の

評価 理化学研 田付貞洋氏

12 複数成分系性フェロモンの生物検定をめぐる

諸問題 農技研 玉木佳男氏

13 野外スクリーニングによる性誘引物質の開発

—その可能性と限界—

理化学研 安藤 哲氏・京都大 高橋信孝氏

討 論 (11~13)

座長 日高敏隆・平野千里両氏

14 フェロモンの拡散—その理論と測定法—

農技研 井上君夫氏

15 誘引行動の解析—とくにフェロモン成分の機能

の解析— 農技研 川崎建次郎氏

16 フェロモンの蒸散制御とトラップの構造をめ

ぐる諸問題 武田薬品 佐藤安夫氏

討 論 (14~16)

座長 釜野静也・中筋房夫両氏

17 フェロモン・トラップによる昆虫個体群のモ

ニタリング—その有効性と限界—

農技研 中村和雄氏

18 フェロモン利用による害虫防除

—実際の防除例とその問題点—

名古屋大 中筋房夫氏・藤田和幸氏

19 マス・トラッピングによる害虫防除とその限界

大塚製薬 根岸 務氏

12月2日

座長 釜野静也・中筋房夫両氏

20 性フェロモンによる交信攪乱

—その考え方と問題点—

四国農試 小山光男氏・若村定男氏

- 21 性フェロモンによる交信かく乱とマス・トラッピングの相互関係 高知大 平野千里氏
  - 22 害虫管理体系の一部としてのフェロモン利用
    - その未来像— 農技研 中村和雄氏
- 座長 湯嶋 健・深海 浩・宮下和喜3氏  
 総合討論 (フェロモン開発システムに関する重点課題について)

☆「ダイコン根部表面の異状」に関するシンポジウム

野菜病害虫研究会の53年度の事業の一つとして12月6日家の光ビル7階大会議室において関係者約240名参集のもとに標記シンポジウムを開催し、下記5題の講演が行われた。

- 座長 農技研 吉村彰治氏
- 1 ダイコン根部表面の異状に関するアンケートのまとめ 野菜試 竹内昭士郎氏
  - 2 アファノミセス・ピシウム菌によるダイコン根部の異状について 福島県園試 林 重昭氏
  - 3 リゾクトニア菌によるダイコン根部の異状について 徳島県農試 山本 勉氏
- 座長 農事試 駒田 且氏
- 4 べと病菌によるダイコン根部の異状について 愛媛県農試 重松喜昭氏
  - 5 栽培の面より見たダイコン根部黒変症状について 野菜試 飛驒健一氏
- 座長 吉村彰治氏(前出)、渡辺文吉郎氏(農事試)、竹内昭士郎氏(前出)  
 総合討論

なお、会場ロビーには14県より持ち寄られたダイコン根部表面異状の被害標本が展示され、参会者の目をひいていた。

○編集部より

新年あけましておめでとうございます。

新しい衣裳を身にまとった第33巻1月号をお届けします。

本号は農林水産省農蚕園芸局植物防疫課栗田年代課長の新年の御挨拶と5論文及び基礎講座1論文、ほかに昭和53年度に試験されたリング・茶樹の病害虫防除薬剤の解説を併録してあります。

上記2種の試験薬剤以外のイネ、野菜・花き、落葉果樹(リングを除く)、カンキツ、桑用薬剤の解説と昭和53年度に行われた農薬散布法に関する試験についての解説は22ページの次号予告に記載のように次2月号に掲載の予定です。

昨53年11月に登録された農薬は本号の記事が多いので、次号回しとしました。御了承下さい。

# 謹賀新年

社団法人 日本植物防疫協会

理事長 堀 正 侃  
 常務理事 遠 藤 武 雄  
 役員 一 同

東京都豊島区駒込1丁目43番11号  
 電話 東京(03)944-1561~4番

研究所 東京都小平市鈴木町2丁目772番地  
 電話 小金井(0423)81-1632番

試験研究農場 茨城県稲敷郡牛久町結束535番地  
 電話 02987-2-5172番

### 本誌頒価改訂について

諸経費の値上がりなどにより下記のように頒価を改訂させていただきます。

54年1月号より 1部 普通号 400円、特集号 450円、送料29円

54年1~12月号(12冊)5,000円(送料サービス)。ただし、外国へ郵送の場合は、5,840円(誌代5,000円+送料840円)です。

## 植物防疫

昭和54年  
 1月号  
 (毎月1回30日発行)

—禁 転 載—

第33巻 昭和54年1月25日印刷  
 第1号 昭和54年1月30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

実費400円 送料29円 1か年5,000円  
 (送料共概算)

— 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)944-1561~4番  
 振替 東京 1-177867番

殺菌剤

トップジンM  
ラピライト  
アタッキン  
トリアジン  
ホーマイ  
日曹有機銅  
日曹プラントバックス

殺ダニ剤

シトラゾン  
マイトラン  
クイックロン  
ダニマイト

殺虫剤

ホスピット75  
ジェットVP  
ガードサイド

増収を約束する

日曹の農薬

その他

アンレス  
ビーナイン  
カルクロン  
ラビデンSS  
ケミクロンG



日本曹達株式会社

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

## 農薬要覧

農林水産省農蚕園芸局植物防疫課監修

農薬要覧編集委員会編集

好評発売中！ 御注文はお早目に！

— 1978年版 —

B6判 530 ページ タイプオフセット印刷

2,600 円 送料 160 円

— 主な目次 —

- I 農薬の生産、出荷  
品目別生産、出荷数量、金額 製剤形態別生産数量、金額  
主要農薬原体生産数量 52年度会社別農薬出荷数量 など
- II 農薬の輸入、輸出  
品目別輸入数量 品目別輸出数量 仕向地別輸出金額など
- III 農薬の流通、消費  
果別農薬出荷金額 52年度農薬品目別、果別出荷数量 など
- IV 登録農薬  
52年9月末現在の登録農薬一覧
- V 新農薬解説  
関連資料
- VI 農作物作付(栽培)面積 水稲主要病害虫の発生・防除面積  
空中散布実施状況 防除機械設置台数 など
- VII 付録  
法律 名簿 年表 登録農薬索引

—1977年版— 2,400円 送料160円

—1976年版— 2,200円 送料160円

—1975年版— 2,000円 送料160円

—1974年版— 1,700円 送料160円

—1973年版— 1,400円 送料160円

—1972年版— 1,300円 送料160円

—1971年版— 1,100円 送料160円

—1970年版— 850円 送料160円

—1966年版— 480円 送料160円

—1965年版— 400円 送料160円

—1964年版— 340円 送料160円

—1963, 1967, 1968, 1969年版—  
品切絶版

お申込みは前金(現金・小為替・振替)で本会へ

こんないもち剤をお探しではありませんか？

手でパツとまけて  
効きめが長〜い

# いもちに フジワン®粒剤

- 散布適期幅が広く、散布にゆとりがもてます。
- すぐれた効果が長期間(約50日)持続します。
- 粉剤2~3回分に相当する効果を発揮します。
- 育苗箱施薬により葉いもちが防げます。
- イネや他の作物に葉害を起こす心配がありません。
- 人畜、魚介類に高い安全性があります。

育苗箱での使い方	本田葉いもち防除	本田穂いもち防除
使用薬量：育苗箱当り50~75gを均一に散粒	使用薬量：10アール当り3kg	使用薬量：10アール当り4kg
使用時期：緑化期から硬化初期が最適	使用時期：初発の7~10日前が最適	使用時期：出穂10~30日前(20日前が最適)
使用地域：田植後6週間以内に葉いもち防除を必要とする地域		

予防と治療のダブル効果

フジワン®乳剤  
●空中散布(LVC)にも最適の薬剤です。

フジワンのシンボルマークです。  
®は日本農業の登録商標です。



日本農業株式会社  
〒103 東京都中央区日本橋1-2-5 栄太楼ビル



資料請求券  
フジワン  
植物防疫

北條良夫・星川清親 共編

# 作物—その形態と機能—

## 上 巻

A 5 判 上製箱入 定価 3,200円 千 200円

—主 内 容—

第1編 作物の種子／第1章 作物の受精と胚発生（星川清親） 第2章 種子の発芽（高橋成人） 第3章 種子の休眠（太田保夫）

第2編 作物の花成／第1章 作物の播性と品種生態（川口敦美） 第2章 春化現象（中條博良） 第3章 作物における花成現象（菅 洋） 第4章 野菜の抽臺現象（鈴木芳夫）

第3編 作物の栄養体とその形成／第1章 作物の葉（長南信雄） 第2章 作物の茎（長南信雄） 第3章 作物の根（田中典幸） 第4章 作物におけるエージング（折谷隆志）

第4編 作物の生産過程—その1—／第1章 光合成と物質生産（泉 和一） 第2章  $C_3$ 、 $C_4$  植物と光呼吸（秋田重誠） 第3章 光合成産物の転流（山本友英） 第4章 光合成産物の供与と受容（北條良夫） 第5章 草姿、草型と光合成産物の配分（小野信一）

## 下 巻

A 5 判 上製箱入 定価 2,700円 千 200円

—主 内 容—

第5編 作物の生産過程—その2—／第1章 サツマイモ塊茎の肥大（国分楨二） 第2章 牧草の物質生産（泉和一） 第3章 葉菜類の結球現象（加藤 徹） 第4章 果樹の接木不親和性（仁藤伸昌）

第6編 作物の登熟／第1章 マメ類の登熟（昆野昭長） 第2章 穀粒の登熟（星川清親） 第3章 穀粒の品質（平 宏和） 第4章 登熟と多収性（松崎昭夫）

第7編 作物の生育と障害／第1章 作物の倒伏と強靱性（北條良夫） 第2章 作物の倒伏と根（宮坂 昭） 第3章 イネの冷害（佐竹徹夫） 第4章 作物の大気汚染障害（白鳥孝治）

〈お申込みは最寄りの書店、または直接本会へ〉

東京都北区西ヶ原 1丁目26番3号 農業技術協会 振替 東京8-176531 千114 TEL (910) 3787



は信頼のマーク



予防に優る防除なし  
果樹・そ菜病害防除の基幹薬剤

**キノバード**® 水和剤 40

殺虫・殺ダニ 1剤で数種の剤の効力を併せ持つ

**トーラック** 乳剤

宿根草の省力防除に好評！粒状除草剤

**カソロン** 粒剤 6.7

人畜・作物・天敵・魚に安全  
理想のダニ剤

**テデオ** 乳剤 水和剤

**兼商株式会社**

東京都千代田区丸の内2-4-1

展着剤はグラミンS・泡のたたないグラミンS・展着剤はグラミンS・泡のたたないグラミンS・展着剤はグラミンS

展着剤はグラミンS・泡のたたないグラミンS・展着剤はグラミンS・泡のたたないグラミンS・展着剤はグラミンS

# あけまして おめでとう ございます



展着剤はグラミンS・泡のたたないグラミンS・展着剤はグラミンS・泡のたたないグラミンS

\* 苗立枯病防除、健苗育成に  
**タチガレン<sup>®</sup> 液剤 粉剤**

\* 茎葉害虫、土壌害虫の防除にノ  
**カルホス<sup>®</sup> 乳剤 粉剤**

\* コナガ・ヨトウ・ウワバなど害虫防除に  
**ホスパー<sup>®</sup> 乳剤**

\* みかん・梨・柿など果樹の諸病害に  
**サニパー<sup>®</sup> (水和剤)**

\* きゅうり・とまとなどの病気に  
**三共 オキシボルドウ**

\* 稲・野菜の総合殺虫剤  
**エチナトン<sup>®</sup> 粒剤**

\* ウンカ・ウイルスの防除に  
**エカチン<sup>®</sup> TD 粒剤**

水田初期除草剤の決め手  
\* ヒエに抜群、ホタルイ、ミスガヤツリにも  
**マーシート<sup>®</sup> 粒剤 S**



**三共株式会社**  
農業営業部 東京都中央区銀座2-7-12  
支店 仙台・名古屋・大阪・広島・高松

**北海三共株式会社**  
**九州三共株式会社**

昭和五十四年 一月二十五日 印刷  
昭和五十四年 一月三十日 発行  
昭和二十四年 九月九日 第三種郵便物認可  
植物防疫 第三十三卷第一号  
(毎月一回三十日発行)

# ゆたかな実り＝明治の農薬

強い力がなが～くつづく  
サッとひとまき  
いもち病に！ **オリゼメート粒剤**

野菜・かんきつ・もの  
細菌性病害防除に **アグレプト** 水和剤・液剤

イネしらはがれ病防除に **フェナジン** 水和剤・粉剤

デラウェアの種なしと熟期促進に  
野菜の成長促進・早出しに **ジベレリン明治**

 **明治製薬株式会社**  
東京都中央区京橋 2-4-16

実費四〇〇円 (送料二九円)