

ISSN 0037-4091

植物防疫

昭和六十三年五月二十五日印刷 第四十二卷 第六号

1988

6

VOL 42

特集 寄生昆虫の生物学

りんごの病害防除に！

＊適用拡大になりました。

＊赤星病／黒点病／＊黒星病
斑点落葉病／＊すす点病／＊すす斑病

パルノックス 水和剤



大内新興化学工業株式会社
〒103 東京都中央区日本橋小舟町 7 - 4

土壌調査、植害テストおよび土壌・肥料・植物などの依頼分析 〈正確・迅速〉

●土壌調査、植害テスト

開発地などの土壌調査、土壌図作成および
汚泥など産業廃棄物の植害テスト

●依頼分析

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

●花粉・微化石分析調査

古環境、地質時代の解明に顕著な実績を
あげています

●岩石薄片作製・顕微鏡鑑定・X線回折

●岩石切断・整形・特殊加工

パリノ・サーヴェイ株式会社

地質調査業者 質 0-982
計量証明事業 群馬県 環 第17号

本 社 〒103 東京都中央区日本橋室町 2 - 1 三井ビル本館増築部 5 F
TEL 03-241-4566 FAX 03-241-4597
研究所 〒375 群馬県 藤岡市 岡之郷 戸崎 559 - 3
TEL 0274-42-8129 FAX 0274-42-7950

除草剤イノベーション。



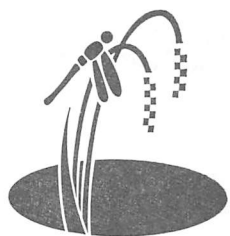
水田除草剤の歴史に新しい1ページがひらかれた。

デュポン社が開発した画期的な水田除草剤、スルホニル尿素系除草剤DPX-84※
をベースに、いま「プッシュ」「ウルフ」「ザーク」「ゴルボ」「フジガラス」誕生。

※DPX-84の一般名はベンスルフロメチル。

新発売

(登録番号順)



水田除草、新時代。

プッシュ® 粒剤

ザーク® 粒剤

フジガラス® 粒剤

ウルフ 粒剤

ゴルボ® 粒剤

- 豊富な適用雑草
- 散布に余裕がもてる広い処理適期幅
- 長期間にわたる抑草効果
- 水稲、環境に高い安全性

デュポン ジャパン



デュポン ジャパン リミテッド 農薬事業部

〒107 東京都港区赤坂1丁目11番39号 第2興和ビル TEL(03)585-9101



ホクコーの主要いもち防除剤

カスラフサイド® 粉剤DL 水和剤

オリゼメート® 粒剤

ヒノラフサイド® 粉剤DL 水和剤

いもち病・籾枯細菌病・ウンカ類・
カメムシ類防除に！

カスラフトレボン® 混合粉剤DL

イネミズゾウムシ防除剤

シクロサル® 粒剤2

水稻倒伏軽減剤

セリタード® 粒剤

農薬会社は“農家”“農作物”“環境”の
安全を第一に心がけています。

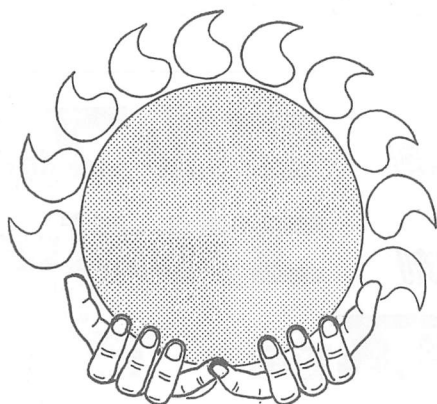


農協
経済連
全農



北興化学工業株式会社
東京都中央区日本橋本石町4-4-20

線虫剤と伴に30年



線虫剤の
トップブランド

テロン*₉₂



サンケイ化学株式会社

鹿児島・東京・大阪・福岡・宮崎

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

植物防疫

Shokubutsu bōeki
(Plant Protection)

第 42 卷 第 6 号

昭和 63 年 6 月 号

目 次

特集：寄生昆虫の生物学

捕食寄生昆虫——最近の研究——	北野日出男・八木 繁実	1
カイコノウジバエ由来物質による寄主脂質輸送の阻害	早川 洋一	2
カリヤコマユバチの寄主制御	田中 利治	7
カリヤコマユバチの寄主制御にかかわる因子	松本 正吾・磯貝 彰・鈴木 昭憲	13
ハマキコウラコマユバチの寄主体液カイロモン	戒能 洋一	17
卵寄生蜂の性比調節	野田 隆志	22
施設園芸における液剤少量散布法——常温煙霧法——	守谷 茂雄	26
ジャガイモ青枯病の発生生態と防除	片山 克己	31
ダイズ紫斑病の発生生態と薬剤防除の適期	酒井 泰文	36
台湾におけるフェロモン研究の現状	北村 実彬	41
紹介 新登録農薬		46
新しく登録された農薬 (63.4.1~4.30)		47
協会だより	52	人事消息 6, 21, 25, 45, 48
次号予告	52	



「確かさ」で選ぶ…バイエルの農薬

- いもち病に理想の複合剤
⑧ ヒノラフサイド®
- いもち病の予防・治療効果が高い
⑧ ヒノザン®
- いもち・穂枯れ・カメムシなどに
⑧ ヒノバイジット®
- いもち・穂枯れ・カメムシ・ウンカなどに
⑧ ヒノラスバイバッサ®
- 紋枯病に効果の高い
⑧ モンセレン®
- いもち・穂枯れ・紋枯病などに
⑧ ヒノラスモンセレン®
- イネミズ・カメムシ・メイチュウに
⑧ バイジット®
- イネミズ・ソウムシ・メイチュウに
⑧ バサジット®
- イネミズ・ドロオイ・ウンカなどに
⑧ サンサイド®
- イネミズ・ウンカ・ツマグロヨコバイに
⑧ D.S. サイストンサンサイド®
- さび病・うどんこ病に
⑧ バイレトン®
- 灰色かび病に
⑧ ユーパレン®
- うどんこ病・オンシツコナジラミなどに
⑧ モレスタン®
- 斑点落葉病・黒星病・黒斑病などに
⑧ アントラコール®
- もち病・網もち病・炭そ病などに
⑧ バイエルホルドワ® (クスラビットホルデ®)
- コナガ・ヨトウ・アオムシ・ハマキムシ・スリップスに
⑧ トクチオン®
- ミナミキイロアザミウマに
⑧ ホルスター®
- 各種アブラムシに
⑧ アリルメート®
- ウンカ・ヨコバイ・アブラムシ・ネダニなどに
⑧ タイシストン®
- アスバラガス・馬鈴しよの雑草防除に
⑧ センコル®



®は登録商標

日本特殊農薬製造株式会社

東京都中央区日本橋本町2-7-1 ☎ 103

●農薬は正しく使いましょう！

微粒子が
効きめを
発揮！

バリダシン

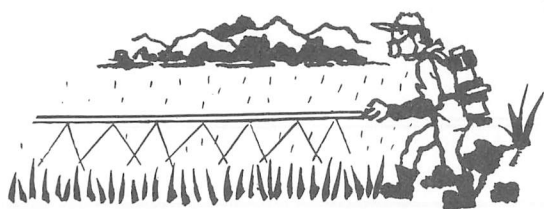
粉剤は



原体を微粒子に

揃えた
ことで

稲葉鞘部への付着性が向上し



紋枯病防除に
一段と優れた
効果を
発揮します。



紋枯病やつぱり決め手の



粉剤・粉剤DL



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

特集：寄生昆虫の生物学〔1〕

捕食寄生昆虫——最近の研究——

東京学芸大学教育学部生物学教室 ^{きた}北 ^の野 ^ひ日 ^で出 ^お男
 農林水産省農業環境技術研究所 ^や八 ^ぎ木 ^{しげ}繁 ^み実

今回の特集は、1987年11月21～22日筑波大学生物農林学系研究棟で開催された、第1回寄生蜂談話会の発表内容を中心にまとめられたものである。この談話会は、同年4月ワシントンD.C.で開催された第7回国際食虫性昆虫研究集会に参加し、日本におけるこの分野の研究の立ち遅れと同学の士が集まる機会の少ないことを痛感した、戒能洋一、田中利治、早川洋一の若手研究者により企画されたものであり、今後1年おきにその開催が予定されている。かねがね、九州大学農学部の高瀬義躬、高木正見や筆者らも、日本における“Parasitoidology”研究者の層の薄さというよりも、研究者相互間の情報交換の場の少なさ、難しさを思い、応動昆大会(1984, 1986年)などのワークショップで、この分野の基礎的研究の重要性を強調してきたが、今回、若手研究者のエネルギーが結集し燃え上がり始めたのはすばらしいことである。

この特集の内容が示すように、第1回の談話会では生理関係分野の研究報告が多くなった。生物が生物をコントロールする現象で、特に捕食寄生昆虫による寄主の制御は大変複雑であり興味深い、その生理的側面の一端がここに示されている。しかし本来、この談話会では“Parasitoidology”を構築するであろう様々な研究分野の研究者たちが集い、相互に理解し合うことばで、より学際的な視野での議論が展開されることが望ましいと考えられる。ところで、今夏7月上旬にカナダのバンクーバーで開催される第18回国際昆虫学会議のシンポジウムを調べると、その内容は従来になく“Parasitoidology”関係のテーマが多いことに気がつく。発表テーマはそのまま最近の捕食寄生昆虫研究の動向を知る上で有益な情報源になるものと考え、以下、限られた紙面ではあるが主な発表予定内容について紹介したい。

セクションⅠ：分類学・動物地理学・古生物学部門では、捕食寄生昆虫関係のシンポジウムは、系統・進化学的な視点を軸として捕食寄生昆虫の生物学を論じようとするものである。その主な内容は、系統・進

化に関する発表が、コマユバチ亜科、キマダラハナバチ亜科、オナガコバチ科、セイボウ科、ヒメバチ科など。さらに進化と配偶行動、寄生様式、寄主特異性・寄主範囲などとの関連で、コバチ上科、マルハラコバチ科、クロタマゴバチ亜科、コマユバチ亜科、ヒメバチ科などがあげられている。また、生活史や寄主利用などの観点から、捕食寄生性膜翅目、ツヤコバチ科あるいはヤドリバエ科における寄主利用・生殖戦略についての発表が予定されている。

セクションⅣ：遺伝学・種分化部門では、寄生性膜翅目の性比に関するシンポジウムが予定され、性比と関連しての群淘汰、1腹卵数、寄主の大きさなどのほか、性決定をかく乱する核外要因、タマゴヤドリコバチ属にみられる局所的配偶者争奪競争と配偶構造などの発表が予定されている。

セクションⅤ：生態学部門の七つのシンポジウムのうち、次の二つのシンポジウムが企画されている。①昆虫の進化や生態において淘汰圧として機能する捕食寄生昆虫について——寄主との関係の発達と共進化説、寄主の防御行動と形態など、淘汰圧としての捕食寄生昆虫が中心テーマとなっている。②捕食者及び寄生者集合と個体群動態について。

セクションⅢ：細胞生物学・生理学・生化学部門では、昆虫の寄主—寄生者システムの生化学・内分泌学・生理生態学というシンポジウムが予定されており、今回の特集にも関連の深いテーマが並んでいる。すなわち、寄生蜂由来のカリックス液中に含まれるポリドナウイルス、あるいは毒液の寄主への影響に関するジーンレベルでの研究、培養系を用いての内部寄生蜂の飼育、寄生による寄主の内分泌制御機構、寄生蜂由来の巨大細胞・テラトサイトの役割、生体防御に関する発表など、多岐にわたっており、今夏には、“Parasitoidology”に関するおびただしい新知見が、バンクーバーより得られることが期待されるのである。

Up to Date of Insect Parasitoidology. By
 Hideo KITANO and Shigemi YAGI

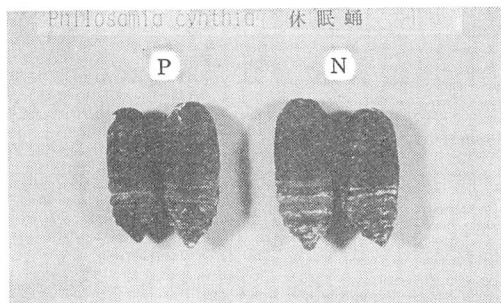
特集：寄生昆虫の生物学〔2〕

カイコノウジバエ由来物質による寄主脂質輸送の阻害

北海道大学低温科学研究所 早 川 洋 一

札幌市内では、昭和 27 年よりシンジュ（神樹）が市内数か所に街路樹として植生されている。このため、これを食草とするシンジュサンは、減りつつはあるものの市内でも採集することができる。今回ここに紹介するカイコノウジバエは、このシンジュサンに寄生しているヤドリバエである。このカイコノウジバエの生活史を簡単に紹介すると次のようになる。まず、シンジュの葉に産み付けられた卵は、寄主であるシンジュサン幼虫によって消化管内に取り込まれ、直ちにふ化する。ふ化した 1 齢幼虫は、寄主の第 2～第 5 神経節に入り、さらに 2 齢への脱皮とともに寄主体内の他の部分へ移動し、翌春までそこに落ち着いているものと考えられる。そして、春、気温の上昇とともに寄主の体を食い破って外へは出す。その後は土に潜って蛹化し、初夏、再び成虫が発生することになる。

シンジュサンを実験材料として使い始めて 7 年になるが、多い年は野外で採集される蛹の約 6 割以上がこのカイコノウジバエによって寄生されている。この時期（9 月中下旬）に観察されるのはほとんどが 2 齢幼虫である。当時、このシンジュサン蛹を使い休眠時の昆虫の代謝調節について調べていたため、寄生された蛹は実験に使うわけにはいかなかった。毎年せっかく採集したシンジュサン蛹の約半数をむだにしながら、なんとかしてこのヤドリバエによって寄生された蛹も利用できないものかと考えるのはごく自然の成り行きと筆者は思う。代謝調節の仕事が一段落した翌年、何となくこれはおもしろそうだということに気付いた。それは、寄生された蛹とされていない蛹では、体表のワックス層の厚さに違いがあるということである。一般に、昆虫体表には水分の蒸散を防ぐためのワックス層があり、蛹の時期は特にそれが観察しやすい。シンジュサン休眠蛹も例外ではなく、通常、蛹表面をつめを立てて少々ひっかくだけで体表ワックス層は簡単に白くはがれてくる。しかし、奇妙なことに、ヤドリバエによって寄生されている蛹では、いくらひっかいても健康な蛹ほど白くはならなかった（第 1 図）。つまり、寄生された蛹表面のワックス層は、明ら



第 1 図 カイコノウジバエに寄生されたシンジュサン蛹（P）とされていない健康な蛹（N）

白く見えるのが、体表のワックスであり、寄生されたほうは、いくらつめでひっかいてもあまり白くならない。

かに寄生されていない健康な蛹のそれよりも薄いわけである。

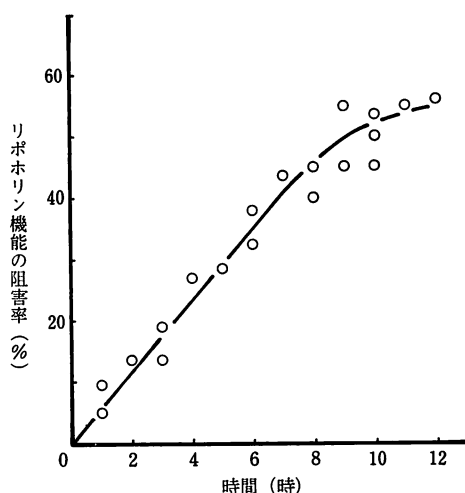
それでは、なぜ体表ワックス層に差が生じるのであろうか？ その時、思い付いた原因は二つあった。体表ワックス成分である炭化水素の生合成が阻害されているか、あるいは、寄主体内での脂質輸送能が損われているかである。私たちの研究室の主要テーマの一つが昆虫の血清脂質輸送タンパク質であるリポホリンの研究ということもあって、後者の可能性から確かめることにした。まず、ここで説明しておかねばならないのは、リポホリンとリポホリンによる脂質輸送活性の測定法である。リポホリンとは、昆虫血清中に存在するただ 1 種類の脂質輸送タンパク質で、主要中性脂質はジアシルグリセロール、ほかに、リン脂質、コレステロール、炭化水素などが含まれている。哺乳類の血清リポタンパク質と比較してユニークな点は、リポホリンが脂質供給器官（脂肪体、消化管、エノサイトなど）から各種脂質成分を積み込み、そして、脂質受容器官（筋肉、脂肪体、表皮など）でおおの必要とされる脂質を下ろし、再び血流に乗って同じことを繰り返す、いわば、シャトルのように何度でも同じリポホリン分子が脂質輸送可能であるということにある（CHINO, 1985）。さて、測定方法であるが、ここではラジオアイソトープを使う最もオーソドックスな方法を用いた。まず、寄生されていない蛹（実験によってはバタも用いた）から摘出した脂肪体

Inhibition of Lipid Transport in Insects by a Factor Secreted by the Parasitoid, *Blepharipa sericariae*. By Yoichi HAYAKAWA

を ^{14}C -パルミチン酸とインキュベーションすることによって脂肪体内のジアシルグリセロールを ^{14}C でラベルし、この脂肪体（以下、プリラベル脂肪体と呼ぶ）と精製したリポホリン、あるいは、リポホリンを含む血清（この血清も寄生されていない蛹、あるいは、バッタから採血したもの）とさらにインキュベーションする。一定時間のインキュベーションの後、溶液中に放出された ^{14}C -ジアシルグリセロール（これは脂肪体表面からリポホリンによって積み込まれた ^{14}C -ジアシルグリセロールになる）の量を測定する。そして、このリポホリンによって脂肪体から取り込まれた ^{14}C -ジアシルグリセロール量をリポホリンによる脂質輸送活性ということにする。

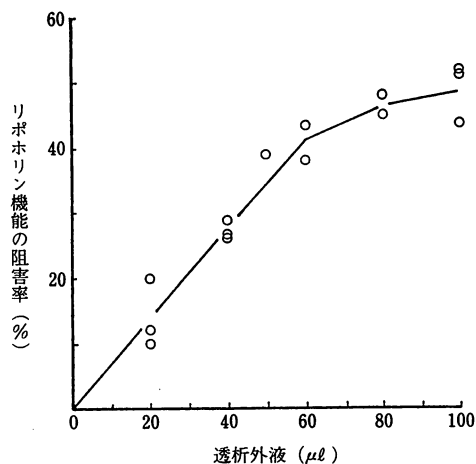
まず、最初にヤドリバエによって寄生された蛹と寄生されていない蛹から血清を取り、プリラベル脂肪体とインキュベーションすることによって、その脂質輸送（積み込み）活性に差があるかどうかを確かめた。その結果、4～6 頭のヤドリバエによって寄生されている蛹血清では約 40%，9～12 頭のヤドリバエによって寄生されている場合には 50% 以上もその脂質輸送活性が低下していることがわかった。次に、プリラベル脂肪体と精製したリポホリンをインキュベーションする際に、蛹体内から取り出したヤドリバエ 2 齢幼虫そのものを入れ、この幼虫がリポホリン脂質輸送活性になんらかの影響を及ぼすかどうかをみた。結果は非常に明確で、共存させるヤドリバエ幼虫の数を増やしていくと、リポホリンによる脂肪体からの ^{14}C -ジアシルグリセロールの積み込みは徐々に低下した。やはり、ヤドリバエ幼虫がなんらかの方法でリポホリンによる脂質の積み込みを抑えているに違いない。

それでは、一体どのようにしてヤドリバエ幼虫はリポホリンの脂質積み込み活性を抑制しているのでしょうか？ 考えられる可能性は二つある。血清中リポホリン濃度が低下しているか、あるいは、ヤドリバエ幼虫由来のリポホリン機能抑制因子が存在するかである。前者の可能性を正確に確かめるのは、そう容易なことではないので、まず、後者の可能性を検討することにした。そこで、蛹体内から取り出したヤドリバエ幼虫をよく洗い、リンゲル溶液中でインキュベーションを行った。そして、一定時間ごとに採取した一定少量のリンゲル液をリポホリンの脂質輸送活性測定系に添加し、その活性変化を追っていった（ちなみに、ヤドリバエ 2 齢幼虫は一昼夜リンゲル液中でインキュベーションを行っても生死に別状のないことが確認できた）。結果は、第 2 図に示したとおりで、ヤドリバエ幼虫のインキュベーション溶液は、明らかにリポホリン機能を阻害するような効果を持



第 2 図 ヤドリバエ幼虫からリンゲル液中へのリポホリン機能阻害因子の分泌 (HAYAKAWA, 1987)

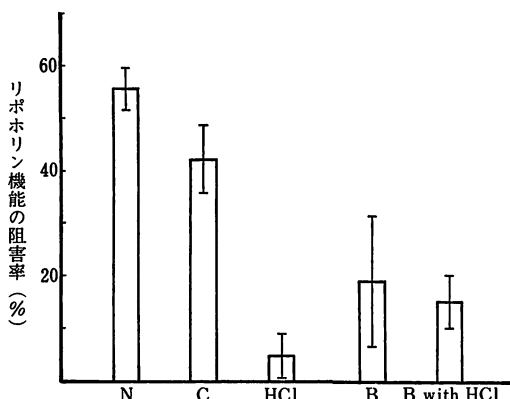
時間の経過とともに、インキュベーション溶液のリポホリン機能阻害効果は高まっている。



第 3 図 透析外液によるリポホリン機能の阻害 (HAYAKAWA, 1986)

っており、その抑制効果は時間とともに上昇している。つまり、ヤドリバエ幼虫は、インキュベーション溶液中にリポホリンの機能を低下させるようななんらかの物質を分泌しているに違いない。

そこで、次に、このインヒビターのおおよその大きさを調べるために、ヤドリバエ幼虫を分子量 3,500 を排除限界とする透析チューブの中にリンゲル液と共に入れ、同じ成分のリンゲル液に対し約 10 時間透析を行った。そして、この透析外液をリポホリンの脂質輸送測定



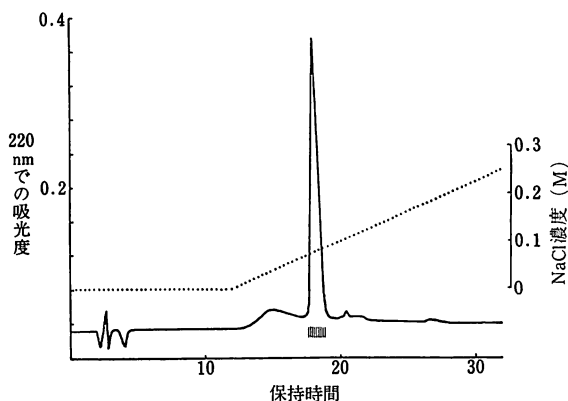
第4図 リボホリンインヒターに対する塩酸加水分解及び加熱の影響 (HAYAKAWA, 1987)

N: 無処理の透析外液, C: 透析外液を 30°C に 10 時間置いた場合, HCl: 0.2N HCl とともに 30°C で 10 時間反応させた場合, B: 透析外液を 100°C で 45 分間加熱した場合, B with HCl: 0.2N HCl とともに 100°C で 30 分間加熱した場合。

系に添加しその影響をみた結果, 第3図に示したような透析外液濃度に依存する顕著なリボホリン機能阻害効果が観察された。やはり, ヤドリバエ幼虫はリボホリンの機能を阻害するような物質を分泌していて, それは透析膜を素通りできるような分子量の小さな物質であることがわかった。

さらに, もう少し詳しく物理的性質を調べることにした。まず, この透析外液を 0.2N HCl と共に 30°C で 10 時間反応させてみる。その結果, 第4図に示したように, リボホリンに対する阻害効果は明らかに失活してしまった。温度に対する抵抗性はどうか? 数分間 100°C で熱した程度ではなんの影響もみられなかったが, 45 分間熱した場合には 60~70% の失活をみた。このとき, 0.2N HCl と共に 100°C で熱すると, やはり, より早く失活することがわかる (第4図)。

次に, 化学的性質はどうだろうか? この透析外液を種々のプロテアーゼで処理した結果, ただ一種, プロナーゼのみ有効で, ほかのプロテアーゼ (トリプシン, ペプシン, パパイン, サーマライシン, アミノペプチダーゼM) は全く効果がないことがわかった。これらの結果より, このリボホリンインヒターは, おそらく, 分子量の小さなペプチド様物質であろうという予測がついた。そこで, 次に, この物質の精製を試みた。まず, 透析外液を 200,000 g で 3 時間超遠心し, この上清を Bio-Gel P-6 カラムによってゲル濾過を行った。分取した活性分画を窒素エバポレーターで濃縮した後,

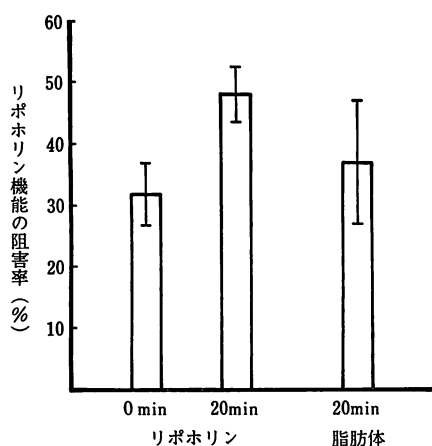


第5図 DEAE-5PW カラムによるリボホリンインヒターのイオン交換クロマトグラム (HAYAKAWA, 1986)

実線が 220nm における吸光度, 点線は, 溶出に用いた NaCl の濃度。

DEAE-5PW (Toyo Soda) カラムを用いた高速液体クロマトグラフィーシステムによってさらに精製した。溶出曲線は第5図のようになり, 主要ピークは1本で, ここに生理活性を検出することができた。ただ, このピーク分画を電気泳動した結果, 主要バンドが2本 (分子量 3,100, 4,200) とマイナーバンドが1本 (7,300) 検出されたが, 今のところどのバンドが真の阻害物質であるかはまだわかっていない。いずれにせよ完全精製まで持っていくには, 出発材料の量と精製ステップの再検討が必要のようである。

ところで, このインヒターが本来の寄主であるシンジュサンのリボホリン-脂肪体間の脂質の受け渡しのみを阻害するものなのか, あるいは, ほかの昆虫の同じ系でも阻害効果を発揮しうるものなのか興味あるところである。このことをトノサマバッタの脂肪体とリボホリンの系にインヒターを入れて確かめた。その結果, リボホリンによる脂肪体からのジアシルグリセロールの積み込みは, 約 50% 抑えられることがわかった。すなわち, このインヒターの作用には種特異性がないらしい。この結果は, ある意味で予想どおりであった。というのは, リボホリンはほとんどの昆虫血液に存在していて, その分子量, 成分ともそれほど大きな違いがないように考えられているからである。例えば, トノサマバッタのリボホリン分子量は 580,000, 脂質成分は全体の 41% であるのに対し, ゴキブリでは分子量 600,000, 脂質が 50% と大変よく似ている。また, バッタリボホリンの抗血清はゴキブリリボホリンに対し交差反応を示さないものの, 機能的には互換性を持っている。すなわ



第6図 リポホリンまたは脂肪体とリポホリンインヒビターとのブリンキュベーションの影響 (HAYAKAWA, 1987)

0 min はブリンキュベーションを行っていない場合。

ち、ゴキブリリポホリンはバッタの脂肪体から脂質の積み込みを行うし、バッタのリポホリンはゴキブリ脂肪体から脂質を積み込みうるわけである。このような異種昆虫間でのリポホリン分子の類似性が先の予想の要因となった。つまり、もしヤドリバエ由来のインヒビターがリポホリンそのものに直接作用するとしたら、このインヒビターは、シンジュサン以外の昆虫リポホリン—脂肪体間での脂質の受け渡しをも当然抑えうるであろうと考えられる。結果は、上述のように予想どおりであったが、かといって、これがこのインヒビターがリポホリンに直接作用しているという直接証拠にはならない。そこで、この点についてもう少し詳しく調べてみた。

まず、ブリラベル脂肪体とリポホリンを一緒にインキュベーションする前に、リポホリンのほうをインヒビターとともに 20 分間ブリンキュベーションを行い、その効果の有無をみた。また、ブリラベル脂肪体のほうもリポホリンとインキュベーションし始める前に、インヒビターとブリンキュベーションを行ってその影響を見た。結果は、第6図のようにリポホリンの場合では、そのブリンキュベーションの効果は明りょうで約 20% の阻害効果上昇が認められた。一方、脂肪体の場合でもブリンキュベーションによってわずか (10%以下) に阻害効果が上昇しているようであるが、リポホリンの場合ほどではない。すなわち、インヒビターは、やはり、ある程度リポホリンに直接親和性のある物質かもしれない。もちろん、脂肪体のほうに作用している可能性も決して否定はできない。ただ、これまで報告されているリ

ポホリン機能を阻害する物質としてアザイドや青酸カリなどがあるが (CHINO and GILBERT, 1965), このヤドリバエ由来のインヒビターはそういった呼吸毒ではなさそうである。今のところ想像の域を出るものではないが、このインヒビターの存在によってリポホリンと脂肪体は直接接触することができず、脂質のやり取りが阻害されるのではないかと推測している。いずれにせよ、分子レベルでの阻害機構の解明も今後の重要な課題である。

最も興味ある問題は、やはり、このインヒビターの本来の生理的意義ということになる。もちろん、ヤドリバエにとって寄主の体表ワックス層を薄くすることなど重要なメリットになるとは考えにくい。そうすると、ほかに考えられる可能性は二つある。一つは、エネルギー源としてのジアシルグリセロール輸送の阻害である。このヤドリバエの主な栄養源は寄主の脂肪体であるから、寄生した翌春、気温の上昇とともに寄主体内で脂肪体からリポホリンによってジアシルグリセロールがどんどん運び出されると、ヤドリバエにとってその貴重なエネルギー源を失うことになる。もし、そのとき、リポホリンの機能が阻害されていたならば、少なくとも脂肪体内の脂質成分は、春、休眠が開けたとしてもそのまま残っていることになる。また、逆説的には、リポホリンによって寄主体内でジアシルグリセロールが正常に運搬されなければ、寄主は休眠から覚めても本来の発生を開始できないともいえるかもしれない。もう一つの可能性とは、コレステロール輸送の阻害である。いうまでもなく、コレステロールはエクダイソン生合成の出発物質であり、これもリポホリンによって消化管や脂肪体から前胸腺へ輸送されていると考えられる。したがって、もし前胸腺でコレステロールが不足すれば、他の内分泌系が正常であってもエクダイソンの生合成に支障をきたすはずであり、変態の遅延か消失が当然予想される。これは、取りも直さず、ヤドリバエにとっては大変都合となる。なぜなら、翌春、寄主の脂肪体を摂取する前に寄主の蛹から成虫への変態が起ってしまえば、ヤドリバエは寄主体外への脱出の時期を逸し、3 齢幼虫のまま死に絶えるかもしれない。以上二つの生理的意義の可能性を証明する直接証拠はまだ得られていない。しかし、リポホリンとの関係からインヒビターの生理的意義を考えると、上記二つの可能性はいかにも現実的なことのように思えてくる。

昆虫の寄主—寄生虫間での生理・生態学的研究は、すでに 1930 年代から、ケンブリッジ大学の Dr. George SALT によって始められたが、生理・生化学的研究とな

ると、1970年代に入ってようやくぼつぼつ報告されるようになった。しかし、これまでのこの分野での研究は、ほとんどが寄生バチに関したもののばかりで、寄生バエでの報告は皆無に等しい。寄生バチも寄生バエも幼虫期を寄主体内で過ごすという点では共通しているが、最も大きな違いは、寄生バエ成虫の雌には産卵管がないという点にあるかもしれない。これは、すなわち、産卵時に寄主体内へカリックス液も毒液も注入しえない(田中・北野, 1987)ということになる。しかし、寄生バエ幼虫も寄生バチ幼虫同様、寄主の防護反応をかいくぐり寄主の養分を吸収して寄生生活を成立させているわけであるから、その寄主-寄生虫間の生理・生化学的解析という観点では、ハチよりもハエのほうがやや単純な系といえなくもなさそうである。また、寄生バチの寄主は昆虫と限定されているのに対し、寄生バエのほうは、馬、牛、羊といった哺乳類にまでその寄主選択が広がっている。この点も興味をそそられる事実である。色々な要因が想像されようが、その中で上述のような両者の生理的戦略の違いも重要なウエートをしめるような気がする。

今や膨大な数の報告によって着実に進歩しつつある昆虫の生理・生化学の分野にも、当然のことながら、その解明を待つ疑問がまだまだ数限りない。研究材料の大き

さの制限はこの分野の宿命としても、材料の選択の自由度という点では、おそらく、どの分野にも引けをとらないはずである。そういう意味で、寄生性昆虫とは、まさにその利点を最大限活用しうる研究材料という気がする。なぜなら、昆虫の寄主-寄生虫の組み合わせは取り留めもなく膨大な数に上り、そして、何よりも異種の昆虫が同じ空間で必死にせめぎ合うとき、ただ1種類の昆虫を見ているときには想像もできなかったような大胆でかつ密な両者の営みに遭遇できるような気がしてならない。そして、その営みこそ昆虫の生理・生化学の研究対象そのものにほかならないからである。

最後に、本稿を執筆するにあたり、寄生性昆虫を含めハチ・ハエ一般について興味深いお話をお聞かせ下さった低温科学研究所教授・坂上昭一博士に心からお礼申し上げる。

引 用 文 献

- 1) CHINO, H. (1985): *Comprehensive Insect Physiol. Biochem. Pharmacol.* 10: 115~134.
- 2) ————・L. I. GILBERT (1965): *Biochim. Biophys. Acta.* 98: 94~110.
- 3) HAYAKAWA, Y. (1986): *FEBS Letter* 195: 122~124.
- 4) ———— (1987): *Comp. Biochem. Physiol.* 87B: 279~283.
- 5) 田中利治・北野日出男 (1987): *遺伝* 41: 21~27.

人 事 消 息

(5月16日付)

関口洋一氏(農林水産省大臣官房参事官)は農林水産省農蚕園芸局植物防疫課長に
岩本 毅氏(農林水産省農蚕園芸局植物防疫課長)は退職

(4月2日付)

勝部利弘氏(四国農業試験場栽培部派遣職員)は熱帯農業研究センター研究第一部主任研究官に

(4月22日付)

中島一雄氏(農業生物資源研究所企画連絡室)は農業生物資源研究所分子育種部遺伝子構造研究室・併任に
大崎秀樹氏(果樹試験場企画連絡室)は農業生物資源研究所分子育種部抗性遺伝子研究室・併任に
望月 淳氏(農業環境技術研究所企画連絡室)は農業環境技術研究所環境管理部計測情報科数理解析研究室・併任に

山形県では組織改正(4月1日付)を行い、病虫害防除所(県内3か所)を下記のとおり統合した。

本所: 山形県病虫害防除所

〒990-02 山形市みのりが丘 6060-27

電話 (0236) 44-4241 FAX (0236) 44-4746

支所: 山形県病虫害防除所庄内支所

〒997-13 東田川郡三川町大字横山字袖東 19-1

電話 (0235) 66-2111 内線 551

岩手県では下記の異動(4月1日付)があった。

小川勝美氏(農業試験場環境部病虫害科長)は県立農業短期大学校へ

武田真一氏(農業試験場環境部病虫害科研究員)は農業試験場環境部病虫害科長に

群馬県農業総合試験場北部分場は下記へ移転(4月1日付)した。

〒378 沼田市井土上町 1278

電話 (0278) 22-3358

長野県では下記の異動(4月1日付)があった。

植田稔昌氏(農政部農業技術課長)は農政部長に

丸山和雄氏(農政部農政課)は農政部農業技術課長に
寺沢 粗氏(農事試験場病虫害部長)は退職(長野県植物防疫協会松代研究所長に)

高沼重義氏(農事試験場病虫害部主任研究員)は農事試験場病虫害部長に

伊藤栄治氏(南信農業試験場長)は農業総合試験場長に

楠 種臣氏(農政部長)は退職

関口昭良氏(農業総合試験場長)は退職

特集：寄生昆虫の生物学〔3〕

カリヤコマユバチの寄主制御

テキサス農工大学昆虫学教室 田中利治

はじめに

寄生蜂の魅力にとりつかれてもうなん年にもなる。寄主-寄生蜂間関係の生理的な面からの追求を行っている人が、どういうわけか日本には少ない。アメリカの寄生蜂研究者たちは、2年ごとではあるが Workshop をひらき、仲間同志情報交換を行い活気がある。日本でも何か中心となる会を、と思っていたところ、筑波で寄生蜂談話会が開かれた。生理面ではアメリカと比べると、日本は少し活気が不足しているような気がしていたが、少しははづみがついたのではないかとと思っている。

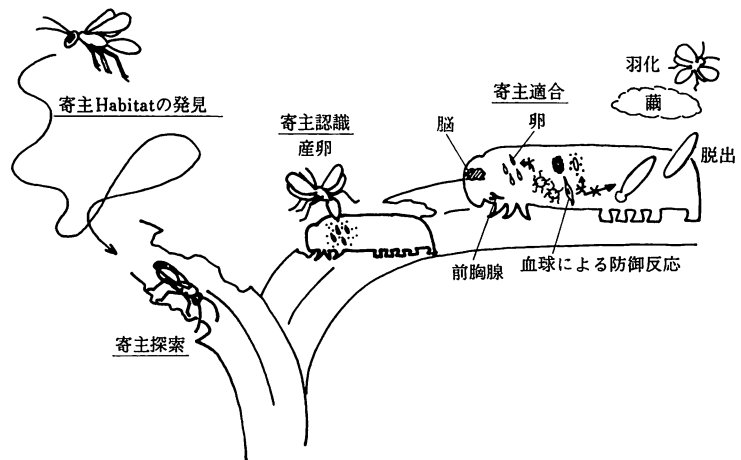
種と種が非常に密接な関係を持つ場合、特に分類群が離れている場合は、非常におもしろい魅力を秘めている。例えば、詳しいことは後述するが、寄生蜂が行っている寄主の制御は、もしこの制御系が明らかになれば、複雑な寄主の生理的一面を別の面からみることができ、いままでわからなかったことの解決の糸口を見つけることができる可能性を持つため、ますます興味を引く。

I 寄主適合 (Host suitability) ととしての寄主制御 (Host regulation)

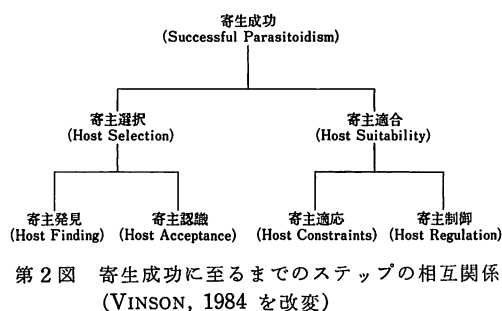
寄生性膜翅類 (寄生蜂) は非常に多様性を持ち、10 万種以上存在しているといわれている (ASKEW, 1971)。事実、1 寄主に対し非常に多くの寄生蜂が存在する。寄生蜂と寄主の間には、複雑な関係が存在することは当然のことかもしれない。寄生蜂は様々な strategy を持って寄主に対し、寄生を成功させようとしている。

寄生蜂が寄生成功に至るまでのステップは、DOUTT (1959) が SALT (1935) と FLANDERS (1953) によって提唱された概念を組み合わせ、①寄主 habitat の発見 (host habitat location)、②寄主探索 (host location)、③寄主認識 (host acceptance)、④寄主

適合 (host suitability) という、四つのステップに整理した。この四つのステップすべてに合格した寄生蜂が、寄主を利用して発育できる。つまり、寄生蜂が寄主のいる habitat をみつけ、habitat 中の寄主を捜し出し、それが適当な寄主かどうかを認識し産卵し、卵が寄主の養分を利用して、はじめて発生できることを示している (第1図)。しかし、VINSON (1975) は、寄生蜂が自分の都合のいいように寄主を変えている現象を見つけだし、これらのステップにさらに五番目のステップとして、寄主制御 (host regulation) を加えて、1980 年に IWANTSCH とともに Review を書いた。しかしこれは、寄主適合の次のステップとして考えるには、その境がはっきりせず、非常に理解しにくい概念であった。そこで VINSON (1984) は、寄生成功までのステップを全面的に見直し、前の三つのステップについても組み直したが、今回は述べることに直接関係ないので触れずにおく。後の二つのステップである寄主適合と寄主制御という概念も組み直した。SALT (1938) のいていた寄主適合というのは、寄主の持つ限られた環境内で、寄生蜂の発育や発生に対し適当な環境を提供することなので、寄主適応 (host constraints) とした。これに対し、VINSON (1975) が提唱した寄主制御というのは、寄生蜂が自分の都合のいいように寄主を変えることなので、両方とも寄主への適合性についての考えとして、寄主適



第1図 寄生蜂が寄生成功に至るまでのステップ



合という概念の中に含めて第2図のようにまとめている。この考えは、今までの混乱をすっきりさせたものとして評価できる。現在、研究面で注目を集め研究が進んでいるのは、寄主を自分の都合のいいように調節してしまうタイプの蜂のほうであり、寄主によってつくられている体内環境に自分からあわせて生活するタイプは、(寄生蜂では少ないとされているが)あまり研究されていない。今後が期待される。

II カリヤコマユバチによる寄主制御

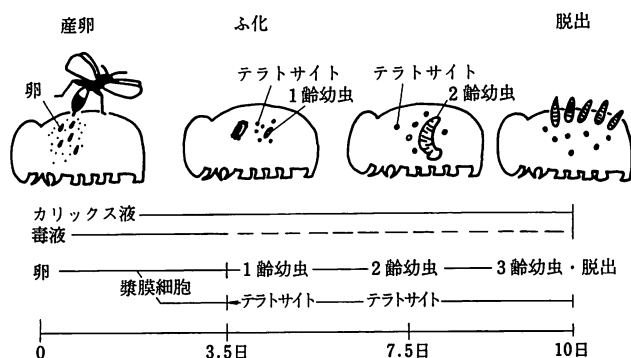
カリヤコマユバチは、アワヨトウに寄生する多寄生蜂で、寄主制御を行うタイプの蜂である。では、カリヤコマユバチは寄主をどのように制御して、寄生を成功させているのだろうか。カリヤコマユバチがアワヨトウの体内に卵を産み付け、卵は寄主からの防御反応を受けずに発育することができる。これは寄主の防御反応を巧みに逃れているからである。さらにカリヤコマユバチは、終齢2日目までは寄生可能であるので (TANAKA et al., 1987), 寄生後すぐに寄主が蛹化する時期になる。この蜂は寄主が幼虫ならば発育できるが、蛹になるとうまく発育できない。そこで蛹化を阻止する必要がある。大きくみても寄主からの防御反応の制御、蛹化の阻止といったことを行わなければ、寄生は成功しない。

では、これらを制御している物質はいったいなんなのであろうか。寄生蜂と寄主の関係はかなり複雑であり、単純なものとはいえない。産卵時から発生の順を追って考える必要がある。すなわち、まずはじめに卵自身と、同時に寄主体腔内に注入されるカリックス液と毒液、その後卵の発生が進み、その漿膜細胞が分化、産卵後3.5日で寄生蜂のふ化が起こる。このとき、漿膜細胞はバラバラになり、寄主体腔中に分散して、テラトサイト (teratocytes) と呼ばれる細胞になる。この時期のテラトサイトから

何か分泌されているが (TANAKA, 1987), この物質がどんな働きを持っているかはわかっていない。テラトサイトは、aging によって形態的にも機能的にも変化する (VINSON, 1970; VINSON and SCOTT, 1974; ST-RAND et al., 1986) ので、寄生後の時期によって異なった作用を寄主に及ぼしているだろう。蜂は産卵後約7日で1齢幼虫が2齢になる。寄生蜂幼虫の唾液腺から、タンパク質性の物質が分泌されているという報告もある (IWANTSCH and SMILOWITZ, 1976)。これも何をやっている物質なのかはわかっていないが、幼虫の作用により寄主がなんらかの制御を受けている可能性は十分考えられる。蜂は10日目には3齢となって寄主から脱出をする (第3図)。すべてのステージを一つあるいは二つの物質が制御すると考えていると、思わぬ落とし穴にはまりそうである。

III 寄主の細胞性防御反応の阻止

寄主の防御反応は、産卵直後から逃れなければならない。寄主体内に微妙な異物が侵入した場合は、血球による phagocytosis が異物が大きく単独でそれを血球が取り込むことができない場合は細胞性防御反応である包囲化 (encapsulation) が起こることが知られている (SALT, 1970)。もしある寄主に適当でない寄生蜂の卵を人工的に注入した場合は、包囲化が起こる。このようなとき、卵のような異物に対する包囲化に必要な時間は25°C 条件下で24時間以内で十分で、異物は完全に厚い細胞層に取り囲まれてしまう (LYNN and VINSON, 1977; TANAKA, 1987)。ということは、寄主の防御反応を逃れる物質は、産卵直後から存在していなければならない。産卵時に寄主体内に注入される物質は、カリックス液と毒液である。このカリックス液は卵巣のカリックス部で生産される共生ウイルスを含んだ液で、中に存在するウイルスが寄主に対し、いろいろなことをやって



第3図 カリヤコマユバチの産卵～寄主からの脱出の経過

いて、くせ者である。このウイルスは現在ポリドナウイルス科に分類されている。カリックス・ウイルスについては、田中・北野 (1987) にもう少し詳しいことが紹介してあるので参考にさせていただきたい。

DAVIES and VINSON (1986) は、卵の初期の時期の包囲化を阻止する要因としては、卵表面が重要であると報告している。卵巣内の卵を取り出し、未寄生寄主に注入すると数日間は包囲化されずに体腔中に存在している。卵表面を酵素処理したり、寄生できない寄主の体液中につけたりした卵は、すべて 24 時間で包囲化されてしまう。しかしそれ以上の期間は、包囲化を避けるためにカリックス・ウイルスが必要であるというのである。カリックス・ウイルスは寄主体内に注入されてから、ど

のような機構で細胞性防御反応を阻止しているのかはまだわからない。注入実験によりカリックス液や毒液の効果を調べた報告は第 1 表にあげてある。寄生蜂の種類の違いによるとばかりは考えにくいのだが、どういうわけかほとんどの研究がカリックス液のみの注入で検討されていて、毒液が無視されがちである。ほとんどすべての種は毒腺を持ち、毒液を生産し、産卵時に寄主体内に注入するものと思われるが、まったくなんの機能も果たしていないのだろうか。寄生蜂の毒腺器官については、北野 (1982) が紹介しているので参考にさせていただきたい。筆者の扱っているカリヤコマユバチでは、カリックス液を人工的に少し多めに注入すると、カリックス液のみでも効果を持つことがわかっている (第 2 表)。カリ

第 1 表 カリックス液 (C) 及び毒液 (V) を実験的に寄主に注入してその機能を調べた研究

A. 寄主の細胞性防御反応の阻止

機 能	寄 生 蜂	寄 主	注 入 物 質	著 者 (年号)
卵と Sephadex 粒子への包囲化の阻止	<i>M. croceipes</i>	<i>H. zea</i>	C でコート	VINSON (1974)
卵の包囲化の阻止	<i>C. nigriceps</i>	<i>H. virescens</i>	C (0.2gl)	VINSON (1977)
卵の包囲化の阻止	<i>M. croceipes</i>	<i>H. zea</i>		
卵の包囲化の阻止	<i>C. nigriceps</i>	<i>E. kuehniella</i>	C でコート	BEDWIN (1979)
卵の包囲化の阻止	<i>N. canescens</i>	<i>H. virescens</i>	C (0.17gl)	EDSON et al. (1980)
卵の包囲化の阻止	<i>C. sonorensis</i>	<i>H. virescens</i>	C (0.3mg/ml)	VINSON and STOLTZ (1986)
卵の包囲化の阻止	<i>C. sonorensis</i>			
卵の包囲化の阻止	<i>H. exiguae</i>			
卵と Sephadex 粒子への包囲化の阻止	<i>H. fugitivus</i>	<i>M. disstria</i>	C (0.2mg/ml)	STOLTZ and GUZO (1986)
総血球数の減少	<i>C. melanoscella</i>	<i>O. leucostigma</i>	C+V (5 μ l)	GUZO and STOLTZ (1987)
血球数の変化	<i>C. sonorensis</i>	<i>H. virescens</i>	C (4gl)	DAVIES et al. (1987)
血球の形態変化	<i>A. kariyai</i>	<i>P. separata</i>	C+V (0.3gl ずつ)	TANAKA (1987)

B. 寄主の成長・发育及び蛹化の阻止

機 能	寄 生 蜂	寄 主	注 入 物 質 (gl/larva)	著 者 (年号)
体重の増加抑制	<i>M. croceipes</i>	<i>H. zea</i>	C (0.5gl)	JONES and LEWIS (1971)
发育の阻止	<i>C. sonorensis</i>	<i>H. virescens</i>	C (0.1gl)	VINSON (1972)
体重の増加抑制	<i>C. nigriceps</i>	<i>H. virescens</i>	C+V (0.04gl ずつ)	GUILLOT and VINSON (1972)
体重の増加抑制	<i>C. sonorensis</i>	<i>H. virescens</i>	C (0.04gl)	VINSON et al. (1979)
成長の抑制	<i>C. insularis</i>	<i>H. virescens</i> (egg)	C (0.015gl)	ABLES and VINSON (1981)
蛹化の阻止		<i>S. ornithogalli</i>		
蛹化の阻止	<i>A. kariyai</i>	<i>P. separata</i>	C+V (0.3gl ずつ)	TANAKA (1987)
蛹化の阻止	<i>C. sonorensis</i>	<i>H. virescens</i>	C (4gl)	DOVER et al. (1987)
脱皮の阻止	<i>E. kuwanae</i>	<i>A. albostriata</i>	V (0.5gl~0.025gl)	UEMATSU et al. (1987)

C. 寄主の生理状態を制御

機 能	寄 生 蜂	寄 主	注 入 物 質	著 者 (年号)
血中トレハロースレベルの上昇	<i>M. croceipes</i>	<i>H. virescens</i>	C (0.1gl)	DAHLMAN and VINSON (1977)
PO 活性の阻害	<i>H. exiguae</i>	<i>T. ni</i>	C (0.0006mg)	STOLTZ and COOK (1983)
血中のポリペプチドの変化	<i>C. sonorensis</i>	<i>H. virescens</i>	C (0.0006mg)	COOK et al. (1984)
		<i>H. zea</i>		
		<i>S. exiguae</i>		
		<i>S. frugiperda</i>		
		<i>T. ni</i>		

第 2 表 セファデックス粒子に対する寄主アワヨトウの包囲化に及ぼすカリックス液の影響

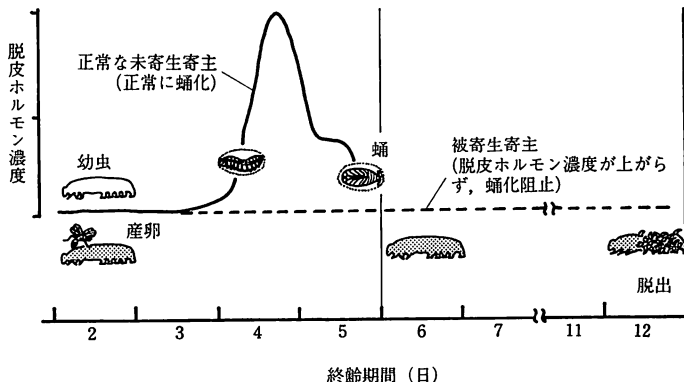
注入されたカリックス液量	セファデックス粒子を注入された寄主個体数	セファデックス粒子に対する包囲化の程度			血球層の厚さ (平均値±S. D.)
		—	+	++	
3	10	0	2	8	$1.9 \pm 0.6 \times 10^{-2} \text{mm}$
6	9	2	5	2	1.0

ヤコマユバチの場合、1 回の産卵にどのくらいの毒液を注入しているのだろうか。約 100 卵を 1 寄主に産卵した場合、毒液の注入量は $0.002 \mu\text{l}$ で、約 0.2 毒腺当量となる。かなり少なく十分機能を果たしているものと思われる。これらの論文からは正確な量が計算できず、お互いの結果が検討しにくくなっているが、かなり不自然な量を注入して効果を述べているものもあり、ほんとうにカリックス・ウイルスのみの作用によるものか注意を要する。

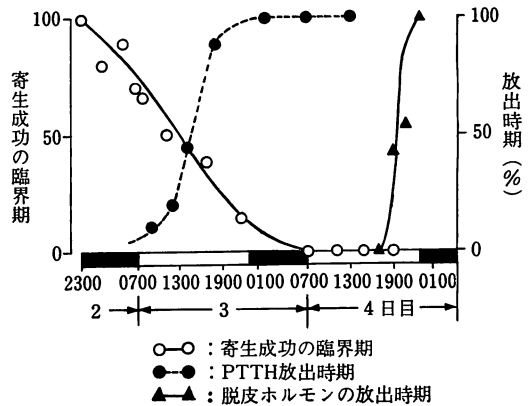
IV 寄主の蛹化の阻止

カリヤコマユバチは、6 齢（終齢）のアワヨトウにも寄生可能である。しかし、寄主が蛹化してしまうと、この寄生蜂にとって非常に都合が悪く、蛹化を阻止する必要があることは既に述べた。寄生された寄主が蛹化できない原因は、前胸腺（PG）の活性化が抑えられて体液中の脱皮ホルモン濃度（ecdysteroid titre）が上昇しないためであった（TANAKA et al., 1987）（第 4 図）。脱皮ホルモン濃度が上昇しない原因としては、

- ① 寄生蜂により、前胸腺刺激ホルモン（PTTH）の分泌が抑制されているか、分泌しても前胸腺が受け取れないために、前胸腺が活性化されない。
- ② 寄生蜂の作用により、前胸腺が壊れる（JOHNSON, 1965）。
- ③ 寄生蜂の作用により、前胸腺の活性化が抑制され



第 4 図 カリヤコマユバチの蛹化と脱皮ホルモン濃度



第 5 図 寄生成功の臨界期と蛹化のための PTTH 及び脱皮ホルモンの放出時期

る (IWANTSCH and SMILOWITZ, 1975; WEBB and DAHLMAN, 1986; DOVER et al., 1987)。

④ 寄生された寄主が、未寄生寄主と比べて低い栄養状態にあるので、PTTH が受け取れない (DAHLMAN and VINSON, 1979)。

⑤ 寄生蜂の寄生後寄主の体液中における幼若ホルモン濃度 (JH titre) が上昇することにより、PTTH の放出が抑えられる (BECKAGE and RIDDIFORD, 1978, 1982)。

⑥ JH 合成の抑制が、前蛹段階の発生を遅らせ、脱皮ホルモンである ecdysone から 20-hydroxyecdysone (20HE) への変換を減らす (JONES, 1986)。

などの考えがある。

終齢のいったいどこまで寄生可能なかを調べれば、寄生蜂が寄主のホルモン状態をどのように制御しているかわかるのではないだろうか。調べてみると、カリヤコマユバチの寄主アワヨトウへの寄生成功率は、終齢の 3 日目に時間とともに下がっていった。これと相交差して寄主の PTTH 活性が高まってきた (第 5 図)。つまり、前胸腺が PTTH によって活性化されてしまうと、もう寄生蜂には抑えられなくなるのである。となると、カリヤコマユバチの場合は、寄生蜂が前胸腺の活性化を抑えているか、寄生蜂が PTTH の分泌を抑制しているか、PTTH は正常に分泌されたとしても前胸腺がそれを受け取れない状態に、寄生蜂が寄主を制御している可能性が考えられる。寄生された前胸腺だけを遊離腹部に移植すると、遊離腹部に移植された前胸腺は何の刺激も受けないとその遊離腹

部を蛹化させる能力がかなり落ちていた（第3表）。さらに、PTTHを分泌する直前と思われる脳（Br）やPTTH（アワヨトウの crude PTTH）を同時に移植すると、前胸腺が活性化され、蛹化する遊離腹部が増えた。どうやら前胸腺は、寄生蜂により活性化が抑制されてい

第3表 寄主アワヨトウの脳（Brain）及び前胸腺（Prothoracic glands）の活性化に対する寄生の効果（TANAKA et al., 1987）

移植された器管のステージ		用いた寄主数	蛹化した寄主 (%)	蛹化までの平均日数 (平均値±S.D.)
脳	前胸腺			
—	—	17	0	—
—	4日目	19	16 (84.4)	4.8±1.8 a
—	2日目	10	9 (90.0)	7.9±1.2 b
—	Pa-4日目	32	14 (43.8)	10.4±2.1 b
2日目	Pa-4日目	11	9 (81.8)	5.6±1.7 a
c-PTTH	Pa-4日目	5	5 (100.0)	6.8±1.8 a

6齢3日目の遊離腹部に各器官を移植した。寄生は6齢2日目。

Pa：被寄生寄主の器官， c-PTTH：粗抽出の前胸腺刺激ホルモン

DUNCAN の多重検定 ($p>0.01$) の結果を示した。

第4表 カリックス液及び毒液が寄主アワヨトウの前胸腺に及ぼす影響（TANAKA, 1987）

注入した物質	寄主数	蛹化までの日数 (平均値±S.D.)
—	9	7.9±1.2A
PTTH	10	6.3±1.1B
C+V+PTTH	13	9.2±2.1A
C+V	16	9.9±3.8A

6齢2日目の前胸腺を遊離腹部に移植後、前胸腺刺激ホルモン（PTTH）、カリックス液（C）、毒液（V）を注入した。

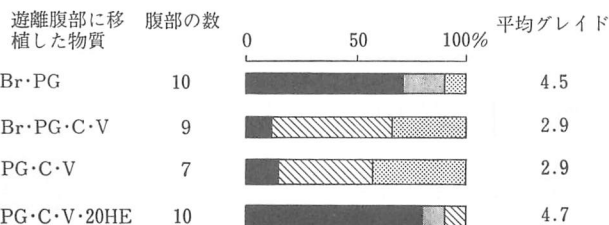
有意差検定は DUNCAN の多重検定 ($p<0.01$) による。

るようであるが、寄生された寄主の脳からの PTTH の分泌が抑制されているかどうかはもう一つははっきりしなかった。

次に、蛹化を阻止する因子はいったい何なのだろうかという疑問に挑戦した。寄主の蛹化直前まで寄生可能となると、すぐに効くものでなければならない。またカリックス液と毒液に白羽の矢が立った。遊離腹部に前胸腺を移植しておいて、カリックス液や毒液、PTTHなどを注入すると、PTTHが存在してもカリックス液や毒液が同時に存在するとPTTHの活性が失われた（第4表）。さらに、PTTHを分泌する直前と思われる脳（Br）、前胸腺（PG）とカリックス液、毒液とを移植・注入すると、遊離腹部は、完全な蛹になるものが少なくなり、脳のPTTH分泌活性が抑制されていることがわかった（第6図）。さらにおもしろいことに、カリックス液と毒液を終齢前（5齢）に注入すると、寄生された場合と同様に終齢期間のみの延長がみられた（第5表）。カリックス・ウイルスはいったいどのようにして作用しているのであろうか。この先の実験は、現在テキサス農工大、農林水産省農業環境技術研究所と東京農工大で進行中である。

おわりに

寄主—寄生蜂間相互関係は、非常に複雑である。複雑だからこそおもしろいのかもしれない。従来寄生蜂というと、天敵生物の立場からだけ取り扱われてきた傾向がある。生理的な面からのおもしろさも少しは見直していただけたらどうか。私のような若輩ものに、このおもしろさを十分紹介できるようなものではないことはわかっているが、カリヤコマユバチのような寄生蜂の寄生が成功するには、共生ウイルスが非常に大きな役目を持って



第6図 カリックス液（C）及び毒液（V）が寄主アワヨトウの脳活性化に及ぼす影響（TANAKA et al., 1987 を改変）

黒い部分は完全な蛹化を行ったもので、その程度を四つのグレードに分けてパーセンテージで示してある。

Br：脳， PG：前胸腺， C：カリックス液， V：毒液， 20HE：脱皮ホルモン

第5表 カリックス液及び毒液が寄主アワヨトウの蛹化の遅延に及ぼす影響
(平均日数±S.D.) (TANAKA, 1987)

注入した物質	注 入 時 の ス テ ー ジ				5 齢
	6 齢				
	3 日 目	2	1	0	0
コントロール	3.0±0.0 (10)	4.0±0.0 (10)	5.0±0.0 (10)	6.8±1.0 (15)	7.8±0.4 (5)
毒 液	3.1±0.3 (10)	4.2±1.2 (9)	5.5±0.5 (10)	6.4±0.5 (9)	7.7±0.7 (10)
カリックス液	4.8±1.1 (18)	6.2±2.1 (18)	6.9±1.9 (19)	7.8±1.4 (9)	8.5±0.7 (10)
カリックス液＋毒液	5.4±1.2 (18)	7.7±2.4 (17)	9.1±1.1 (14)	9.5±0.9 (15)	10.8±1.7 (8)

いる。日本では全くといっていいほど、この共生ウイルスに関する研究は進んでいない。今回の寄生蜂談話会も、今後寄主の立場からものをみるような研究者も加われば、さらに魅力的な分野へと発展するのではないだろうか。

参考文献

- 1) ASKEW, R. R. (1971): Parasitic Insect. Heinemann Education Books, London.
- 2) BECKAGE, N. E. and L. M. RIDDIFORD (1978): Ent. exp. appl. 23: 139~151.
- 3) ——— (1982): Gen. Comp. Endocri. 47: 308~322.
- 4) DAHLMAN, D. L. and S. B. VINSON (1979): Comp. Biochem. Physiol. 66A: 625~630.
- 5) DAVIES, H. D. and ——— (1986): J. Insect Physiol. 32: 1003~1010.
- 6) DOUTT, R. L. (1959): Annu. Rev. Entomol. 4: 161~182.
- 7) DOVER, B. A. et al. (1987): J. Insect Physiol. 33: 333~338.
- 8) FLANDERS, S. E. (1953): J. Econ. Entomol. 46: 266~269.
- 9) IWANTSCH, G. F. and Z. SMILOWITZ (1975): J. Insect Physiol. 21: 1151~1157.
- 10) JOHNSON, B. (1965): Nature 206: 958~959.
- 11) JONES, D. (1986): Experiment. Parasitol. 61: 10~17.
- 12) 北野日出男 (1982): 昆虫と自然 17: 18~22.
- 13) LYNN, D. C. and S. B. VINSON (1977): J. Invertebr. Pathol. 29: 50~55.
- 14) SALT, G. (1935): Proc. R. Soc. London, Ser. B. 117: 413~435.
- 15) ——— (1938): Bull. Entomol. Res. 29: 223~246.
- 16) ——— (1970): The Cellular Defence Reactions of Insects, Cambridge Univ. Press, London.
- 17) STRAND, M. R. et al. (1986): J. Insect Physiol. 32: 389~402.
- 18) TANAKA, T. (1987): Entomophaga 32: 9~17.
- 19) ——— et al. (1987): Gen. Comp. Endocri. 67: 364~374.
- 20) 田中利治・北野日出男 (1987): 遺伝 41: 21~27.
- 21) VINSON, S. B. (1970): J. Invertebr. Pathol. 16: 93~101.
- 22) ——— and J. R. SCOTT (1974): J. Insect Morphol. and Embryol. 3: 293~304.
- 23) ——— (1975): Evolutionary strategies of Parasitic Insects and Mites pp.14~48.
- 24) ——— and G. F. IWANTSCH (1980): Q. Rev. Biol. 55: 143~165.
- 25) ——— (1984): Insect Communication 325~345.
- 26) WEBB, B. A. and D. L. DAHLMAN (1986): J. Insect Physiol. 32: 339~345.

新しい [植物防疫] 専用合本ファイル

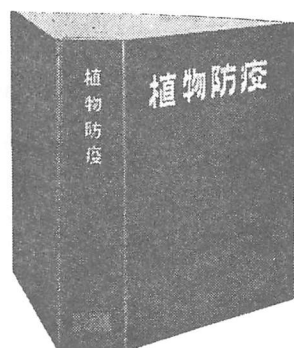
本誌名金文字入・美麗装幀

本誌B5判 12冊1年分が簡単にご自分で製本できる。

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

改訂定価 1部 600円 送料 350円

ご希望の方は現金・振替・小為替で直接本会へお申込み下さい。



特集：寄生昆虫の生物学〔4〕

カリヤコマユバチの寄主制御にかかわる因子

東京大学農学部生物有機化学研究室 ^{まつもとしょうご いそがい あきら すずき あきのり}
松本正吾・磯貝 彰・鈴木昭憲

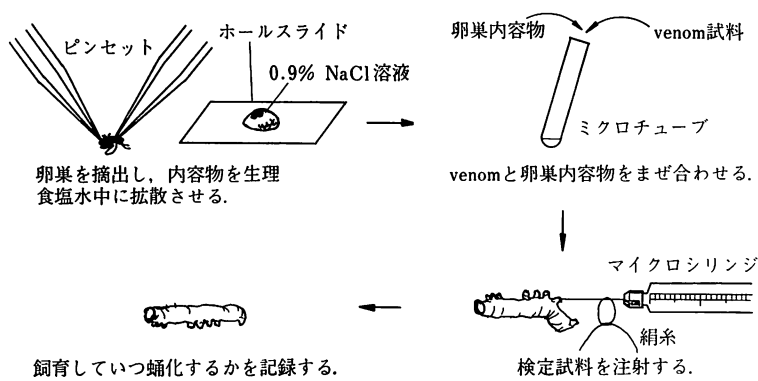
寄生の成り立ちにおいて、寄生者と寄主との間には複雑多岐な、かつ、きわめて精妙な相互作用が存在する。それらのうち、いくつかの事象は科学者にとって興味ある研究対象となっている。ある種の寄生蜂は寄生を成し遂げる過程で、寄主の成長、発育、行動、形態などを積極的にみずからの発育に都合よく変化させる。これはまさしく、VINSON (1975) により提唱された host regulation であるが、このような寄主における変則 (anomaly) は物理的あるいは栄養的なことよりもむしろ、内分泌的なインバランスに起因していることが多い (BECKAGE, 1985)。例えば、多寄生性内部寄生蜂 *Apanteles congregatus* に寄生されたタバコスズメガ (*Manduca sexta*) の終齢幼虫は、決して変態へ移行、すなわち蛹化することはない。BECKAGE and RIDDIFORD (1982) 及び BECKAGE and TEMPLETON (1986) は、寄生された終齢幼虫の体液中の JH 濃度が非寄生の幼虫とは異なり、高レベルのまま維持されていること、さらに、エクジソンから 20-ヒドロキシエクジソンへの変換が抑えられることを見だし、こうした生理的状況下では変態が起こりえないことを示した。つまり、この場合、寄生蜂は寄生成立を確実なものとするために、寄主の変態のプロセスにおける内分泌支配の1ステップを抑えるのではなく、幾重にもわたって統合的に制御する、という巧妙な操作 (manipulation) を行っていると考えられる。では、一体、寄生蜂はこのような寄主の内分泌的インバランスをどのような因子により、どうやって引き起こすのであろうか。残念ながら、そのメカニズムは全くといってよいほど何もわかっていない。VINSON and IWANTSCH (1980) はその総説の中で、寄主制御物質の由来として母蜂、卵、幼虫、そしてテラトサイトを挙げた。これらのうち、後三者に由来するもので確実なものは、幼虫が分泌し寄主が病原菌に冒されるのを防ぐ機能を持つと考えられている抗菌性物質 (FUHRER and WILLERS, 1986) のみであるが、幼虫あるいはテラトサイト由来の JH 様物質の存在も推測さ

れている (JOINER et al., 1973; BECKAGE and RIDDIFORD, 1982)。一方、母蜂由来の寄主制御物質として、産卵の際に注入されるカリックス液あるいは毒液中の成分が知られている。本号、田中によりまとめられているように、カリックス液あるいは毒液は卵が寄主による細胞性防御反応を受けるのを妨げる作用を持ったり、寄主の発育などを制御する作用をもつことが明らかにされてきている。コマユバチ科及びヒメバチ科に属する寄生蜂のカリックス液には、以前 Baculovirus のサブグループ D₁ として分類され、現在では Polydnavirus と分類されている一群のウイルスが存在する (STOLTZ and VINSON, 1979)。EDSON et al. (1980) は精製した *Campoletis sonorensis* の Calyx virus を寄主 *Heliothis virescens* に注入することにより、卵の包圍化が阻止されることを見いだした。以来、Calyx virus の寄生蜂における重要性が注目されている。では、寄主の内分泌的インバランスに起因する発育遅延や蛹化阻止にも寄主制御因子の本体として Calyx virus が働いているのだろうか。また、カリヤコマユバチ (*Apanteles kariyai*) の寄主制御にはカリックス液のみならず毒液が重要な役割を果たしている (田中、本号)。では、毒液中の活性の本体は何であり、おのおのの因子がどのように結び付いて寄主制御をするのであろうか。こうした観点に基づいて開始された筆者らの研究について、以下に述べてみたい (MATSUMOTO et al., 投稿中)。

I 蛹化阻止因子の生物検定法

カリヤコマユバチによる寄生は、寄主であるアワヨトウ (*Pseudaletia* (= *Leucania*) *separata*) の終齢2日目まで成立し、寄生されたアワヨトウは、前胸腺の活性化が抑えられるために蛹化することができない (田中、本号)。いわゆる“モノとり”を目的として活性成分を追求する場合、簡便かつ再現性ある生物検定法が必要とされる。カリヤコマユバチのカリックス液及び毒液は、脳の PTTH 分泌活性を抑制し、両者をアワヨトウに注入すると終齢期間の延長が引き起こされる (田中、本号)。そこで、蛹化阻止因子の精製にあたり、筆者らは寄生成立の臨界期に近い終齢2日目のアワヨトウに検定試料を注射し、寄主の成育遅延を引き起こす活性を指

Purification and Characterization of the Factors Regulating Host Development in the Parasitoid, *Apanteles kariyai*. By Shogo MATSUMOTO, Akira ISOGAI and Akinori SUZUKI



第1図 蛹化阻止因子の生物検定法

第1表 毒液及び卵巣内容物の注射がアヲヨトウ幼虫の成育に及ぼす効果

注 射 物	使用虫数	終 齢 脱 皮 後 の 日 数 (日)						
		5	6	7	8	9	10	11
1V	8	8L	8PP	6PP2P	8P			
1(C+E)	8	8L	8PP	4PP4P	8P			
1V+1(C+E)	8	8L	7L1D	6L1D	5L1PP	5L1PP	5L1PP	5L1P
生理食塩水	9	9L	2L7PP	9PP	9P			
1V+1/2(C+E)	4	4L	4PP	4PP	4P			
1V+2(C+E)	4	4L	3L1PP	3L1PP	2L1P1D	2L1P	2L1P	2L1P
1/4V+2(C+E)	4	4L	4L	4L	2D2PP	2PP	2PP	2P
1/8V+2(C+E)	4	4L	3L1PP	3L1PP	1L2PP1P	1L2PP1P	1D2PP1P	3P
1/16V+2(C+E)	4	4L	1L3PP	4PP	1PP3P	4P		

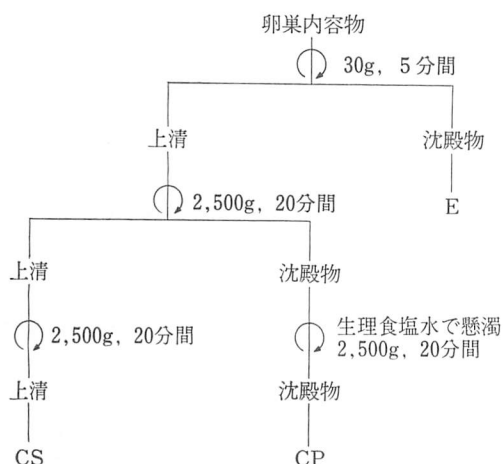
V：毒液，(C+E)：卵巣内容物，L：幼虫，PP：前蛹，P：蛹，D：死亡

標とする検定法を確立した (第 1 図)。この検定法において、操作を簡単にするためにカリックス液として卵巣内容物全体を用い、検定試料液は生理食塩水にて 10μl に希釈して注射した。第 1 表から明らかなように、毒液あるいは卵巣内容物単独では無効であるが、両者を同時に注射すると毒液は 1/8 毒囊相当量で、卵巣内容物は卵巣 1 対相当量で成育遅延作用を示した。また、毒液は凍結乾燥を行っても活性が維持されるのに対し、卵巣内容物は凍結によって失活するため、活性因子の精製において、卵巣内容物は生物検定直前に調製した。なお、卵巣内容物が卵巣 1 対相当量を注射しないと成育遅延を引き起こさないのは、活性本体の失活しやすさに起因しているのかもしれない。

II カリックス液に含まれる蛹化阻止因子

第 1 表において、卵巣内容物が成育遅延作用を持つことが示されたが、これは田中 (本号) によって示されたカリックス液に由来するものと考えられる。EDSON et al. (1980) は *Camponotus sonorensis* のカリックス液が寄主 *Heliothis virescens* における産下卵の包囲化作用を抑えることを示したが、その活性の本体が Calyx

virus であることを、精製することによって証明した。その論文の中で、彼らはカリックス液中のウイルス以外の成分が活性の本体である可能性を考慮して、カリックス液を crude calyx fluid と呼んだ。彼らのこうした配慮は、ともすればカリックス液の作用はウイルス由来であると決めつけられがちな傾向に対し、また、将来、その作用機構を解明するうえからも大切であると思われる。では、カリヤコマユバチの場合はどうなのだろうか。私たちは先入観を持たずに、卵巣内容物からその活性の本体を探ることを試みた。生理食塩水で希釈した卵巣内容物を緩やかに遠心すると、まず寄生蜂の卵やカリックス細胞が沈むが、上清には乳白色の“もやもや”が残っていた。次いで、少し強く遠心すると“もやもや”が沈み、上清は透明になった。各分画を生物検定すると CP と名付けた (第 2 図)、いわゆる“もやもや”の分画のみ成育遅延活性を示した。さらに、この CP 分画は生理食塩水で洗った後にも活性を維持した。以上の結果は、カリックス液に含まれる蛹化阻止因子がカリックス液に溶解している物質ではなく、不溶性のいわゆる Calyx fluid particles であることを示唆した。このことは電子顕微鏡観察により明らかとなった。卵巣内

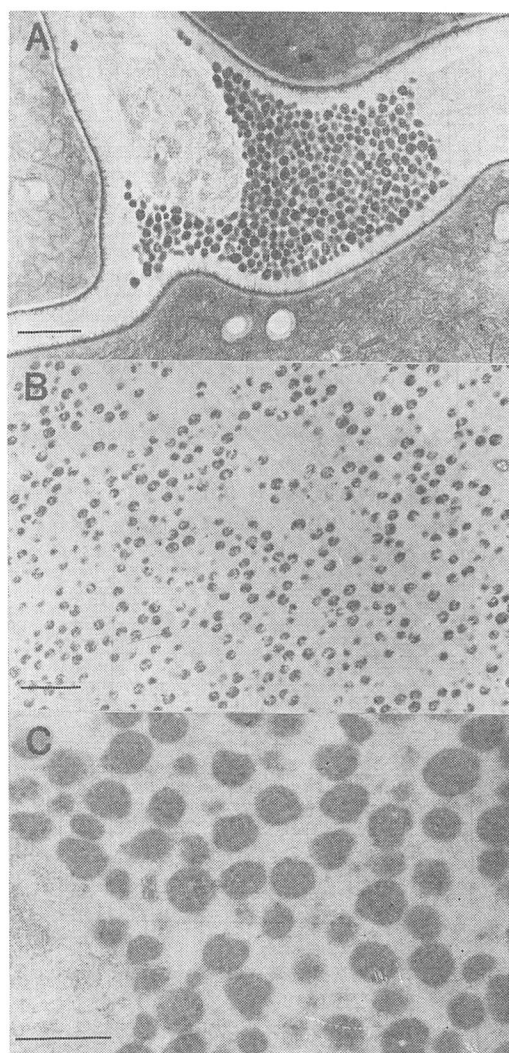


第2図 卵巣内容物の遠心分画

Calyx fluid particles は側輪卵管に存在し、ときとして蜂の卵と卵の間をぎっしりと埋めている(第3図A)が、遠心分画により調製した CP 分画は、この Calyx fluid particles のみを含む均一な分画であった(第3図B)。その形態からみて、Calyx fluid particles はコマユバチ科のカリックス液に共通してみられる(Polydna) virus (STOLTZ and VINSON, 1979) と類似し、棒状のヌクレオキャプシド数個が一つの封入体(200~400nm)におさまっている(第3図C)カリヤコマユバチの Calyx virus と判断してよさそうである。CP 分画における Calyx fluid particles は、遠心分画の過程で受けたと思われる損傷を受けているが、ショ糖密度勾配遠心法などにより調製すれば無傷の均一な粒子が得られ、ウイルスとしての characterization に供給できると考えられる。

III 毒液に含まれる蛹化阻止因子

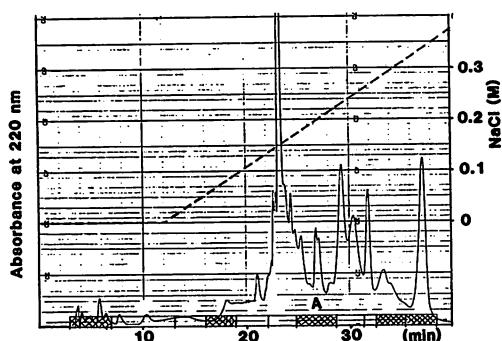
KITANO (1982) は、アオムシコマユバチ(*Apanteles glomeratus*)の毒囊摘出手術を行うことにより、産卵時に注入される毒液が卵の包囲化阻止に決定的な役割を果たしていることを鮮やかに証明した。また、UEMATSU and SAKANOSHITA (1987)は、外部寄生蜂 *Euplectrus kuwanae* の毒液が寄主の脱皮を阻止することを示した。カリヤコマユバチの毒液も寄主の蛹化阻止や細胞性防御反応阻止に重要な役割を果たしている(田中, 本号)。しかし、VINSON らにより精力的に研究の進められている *Camptopletis sonorensis* において、包囲化阻止や生育遅延に毒液は関係していないものと考えられている(DOVER et al., 1987)。BEARD (1978) は、その総説



第3図 カリヤコマユバチの Calyx virus (本文参照)
各図左下のバーは A, B が $1\mu\text{m}$, C が $0.5\mu\text{m}$ であることを示す。

の中で、寄生蜂の毒液成分についても言及しているが、これまで生物活性という点で追究された例はない。では、第1表に示された毒液成分の本体は何であろうか。

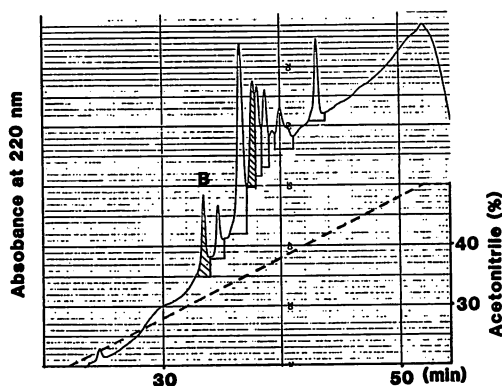
毒液中の活性は卵巣内容物のそれと違って凍結乾燥や 100°C 10 分間の熱処理を行っても活性が維持され、比較的安定な物質が活性の本体と考えられた。毒液をブローナーゼで処理すると活性が失われ、また、セントリコン 10 を用いた限外濾過において、活性は保持された。これらの事実は、毒液中の活性本体が分子量 10,000 以上のペプチドあるいはタンパク性物質であることを示している。以上の性質を踏まえ、毒液中の活性成分の単離を



第 4 図 毒液 (95 毒囊相当量) の DEAE-5PW によるイオン交換 HPLC

斜線部のフラクションが成育遅延活性を示した。

溶媒: NaCl を含む 0.02M トリス塩酸緩衝液 (pH8.2)/10% アセトニトリル



第 5 図 A 分画 (第 4 図) の Phenyl-5PW による逆相 HPLC

斜線部のフラクションが成育遅延活性を示した。

溶媒: アセトニトリルを含む 0.1% トリフルオロ酢酸

試みた。第 4 図は 95 毒囊相当量を用い、DEAE-5PW によるイオン交換 HPLC を行ったものである。大変興味深いことに、寄主の成育遅延活性は分離した四つの分画に認められた。次いで、分画 A を用い Phenyl-5PW による逆相 HPLC を行くと (第 5 図)、活性はさらに二つの分画に分離され、これらの事実より毒液中の活性成分は複数の分子種より成ることが明らかとなった。第 5 図の分画 B は 10 ng で寄主の成育遅延を引き起こし、そのピークの形から単一であると判断された。しかし、アミノ酸配列などの分析を行うためには、スケールアップして活性成分の単離を行うことが必要であると考

えられた。

以上に述べてきたように、カリヤコミュバチによる寄主アワヨトウの蛹化阻止において、Calyx virus と複数の毒液タンパク性物質が、母蜂由来の因子として重要な役割を演じていることが明らかとなった。では、それらがどうからんで蛹化阻止を引き起こすのであろうか。そのメカニズムを解明するためには、今後、Calyx virus のウイルスとしての characterization をしなければならないだろうし、生化学的アプローチのためにも毒液タンパク性物質のアミノ酸配列を知る必要がある。複数のタンパク成分はすべて同じ所で作用しているのだろうか。それとも、個々が異なった作用を持つにもかかわらず、結果的にわれわれが成育遅延という一つの作用でみているのだろうか。カリックス液と毒液を注入すると、寄主の前胸腺の活性化が抑えられる (田中, 本号) が、両者の人為的注入のみでは結局は寄主は蛹化してしまう。このことは、カリヤコミュバチの寄生に伴う蛹化阻止には、寄生成立初期に作用する母蜂由来の両因子以外に、もっと後の時期に作用する幼虫あるいはテラトサイト由来の新たな因子の存在を暗示する。考えれば考えるほど、寄生蜂の寄主制御は複雑でなぞに満ちている。一体、寄生蜂はどうやってこんな知恵を身につけたのだろうか。興味は尽きない。

最後に、今回紹介した内容の多くは当研究室を出られた平澤和明君の努力によるものである。また、電子顕微鏡観察においてご協力をいただいた東京大学農学部、小林正彦博士に深く感謝する。

引用文献

- 1) BEARD, R. L. (1978): Handbuch der Experimentellen Pharmakologie, Vol. 48 (Arthropod Venoms), Bettini, S. ed. Springer-Verlag, Berlin, pp. 773~800.
- 2) BECKAGE, N. E. and L. M. RIDDIFORD (1982): Gen. Comp. Endocri. 47: 308~322.
- 3) — (1985): Ann. Rev. Entomol. 30: 371~413.
- 4) — and T. J. TEMPLETON (1986): J. Insect Physiol. 32: 299~314.
- 5) DOVER, B. A. et al. (1987): ibid. 33: 333~338.
- 6) EDSON, K. M. et al. (1981): Science 211: 582~583.
- 7) FUHRER, E. and D. WILLERS (1986): J. Insect Physiol. 32: 361~367.
- 8) JOINER, R. L. et al. (1973): Nature New Biol. 246: 120~121.
- 9) KITANO, H. (1982): J. Invertebr. Pathol. 40: 61~67.
- 10) STOLTZ, S. B. and S. B. VINSON (1979): Adv. Virus Res. 24: 125~171.
- 11) UEMATSU, H. and A. SAKANOSHITA (1987): Appl. Ent. Zool. 22: 139~144.
- 12) VINSON, S. B. and G. F. IWANTSCH (1980): Q. Rev. Biol. 55: 143~165.

特集：寄生昆虫の生物学〔5〕

ハマキコウラコマユバチの寄主体液カイロモン

筑波大学農林学系 ^{かい}戒 ^{のう}能 ^{よう}洋 ^{いち}一

はじめに

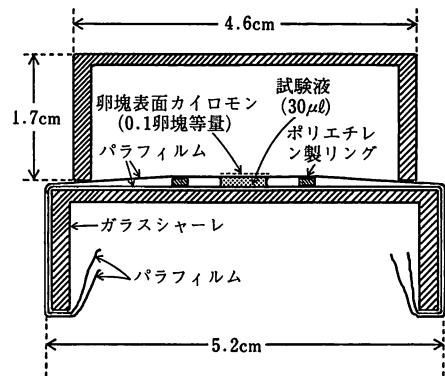
寄生蜂のカイロモン研究で最も進展が見られるのは、寄主発見・産卵プロセスの中でも、寄主認知から寄主発見の段階での刺激に関するものであろう。この理由の一つとして、これらの行動の手掛かりとなる刺激が、多くの場合接触化学刺激であるため、容易に行動の観察ができ、したがって再現性の高い生物検定法を確立しやすいたことがあげられる。これに対して、寄主の生息場所発見の手掛かりとしている揮発性物質を実験で扱う場合には、定位行動を扱うための適当な生物検定の装置 (olfactometer) を工夫しなくてはならず、また、寄主の容認 (host acceptance) における刺激物質を扱う場合には、卵を産み込ませるための人工寄主を工夫しなくてはならない。これらのうち、寄主容認における産卵刺激物質についての研究は、わずかにヒメバチ科の *Itoplectis conquisitor* (ARTHUR et al. 1969, 1972; HEGDEKAR and ARTHUR, 1973) とタマゴヤドリコバチ科の *Trichogramma* 属 (RAJENDRAM and HAGEN, 1973; RAJENDRAM, 1978; LU et al., 1979; NETTLES, 1982, 1983, 1985) で行われているのみである。チャノコカクモンハマキ (以下、ハマキガ) の卵・幼虫寄生蜂、ハマキコウラコマユバチ (*Ascogaster reticulatus* Watanabe, コマユバチ科) の寄主発見・産卵行動全般については既に解説したが (戒能, 1987), その中でも特に寄主容認に関する部分を取り上げ、より詳しく述べてみたい。

I 生物検定法の確立

1 人工卵

ハマキコウラコマユバチ (以下、コマユバチ) がハマキガの卵塊に産卵する場合には、卵塊に対する触角での探索行動に続き、産卵管での探索行動がみられる (戒能, 1987 参照)。これらの一連の行動は、寄主卵塊を 70% エタノールに数日間浸漬して得られる抽出物 (以下、卵塊表面カイロモン) を円形の沓紙 (直径 6mm) に処

理したものを雌蜂に与えることにより再現できる。しかし、この行動は長くて数分間しか続かず、雌蜂はじきに立ち去る。寄主卵塊上では雌蜂は約 45 分間産卵を継続するのである。これは、卵塊表面カイロモンの刺激のみでは雌蜂の卵の産下を引き起こすには至らず、そのために産卵行動が継続しないことを示している。実際に雌蜂の産卵を引き起こすためには、産卵が可能な人工卵を工夫する必要があった。幸い、ヒメバチ科の *I. conquisitor* でパラフィルムを人工寄主として用いた例 (ARTHUR et al. 1969, 1972; HEGDEKAR and ARTHUR, 1973) があり、コマユバチの場合もパラフィルム膜を利用して第 1 図に示すような人工卵を考案した。直径 5.2cm のガラスシャーレの蓋を伏せて置き、その上にパラフィルムを張り、次に厚さ 1mm のポリエチレン製のリング (内径: 1.5 cm, 外径: 1.9 cm) を中央に置いた。このリングの中央に 30 μ l の試験液を滴下し、さらにパラフィルムを 4~5 倍に伸ばして張り、試験液を 2 枚のパラフィルムで挟んだ。そして、中央の試験液の上のパラフィルムに卵塊表面カイロモン (20 μ l, 約 0.1 卵塊等量) を滴下し風乾させた。このような人工卵の上に雌蜂を放すと、蜂は卵塊表面カイロモンに反応してパラフィルムに産卵管を突き立てて探索し、内部の試験液に刺激活性があれば卵を産下することがわかった。実際の生物検定にはこの人工卵の上にシャーレの身をかぶせ、この中に羽化後 3 日齢の雌蜂を 1 頭導入し、30 分間放置した後、



第 1 図 ハマキコウラコマユバチの寄主体液カイロモンの生物検定に用いた人工卵

Internal Kairomone for the Egg-Larval Parasitoid, *Ascogaster reticulatus* Watanabe. By Yooichi KAINOH

第 1 表 チャノコカクモンハマキ卵塊磨砕に用いた生理的塩類溶液の組成 (g/l)

塩 類	シ ョ ウ ジ ョ ウ バ エ用 ^{a)}	Neisenheimer's saline ^{b)}	NaCl
NaCl	7.5	7.5	8.5
KCl	0.35	0.1	—
CaCl ₂	0.21	0.2	—
NaHCO ₃	—	0.2	—
pH	5.5	7.7	5.7

^{a)} EPHRUSSI and BEADLE (1936)^{b)} RAJENDRAM and HAGEN (1974)

第 2 表 チャノコカクモンハマキ卵塊磨砕液の産卵刺激活性に及ぼす生理的塩類溶液の影響

生理的塩類溶液 または蒸留水	産卵率 ^{a)}	平均産卵数 ($\bar{x} \pm S. E.$) ^{b)}
NaCl	9/25	10.3 $\pm$ 3.8 c
シ ョ ウ ジ ョ ウ バ エ用	12/20	22.0 $\pm$ 5.7 bc
Neisenheimer's saline	16/20	33.5 $\pm$ 5.7 b
蒸留水	35/35	56.9 $\pm$ 4.7 a

^{a)} 産卵の認められた人工卵数/全供試人工卵数^{b)} 同一文字間では有意差がないことを示す ($p < 0.05$). ダンカンの多重検定による。

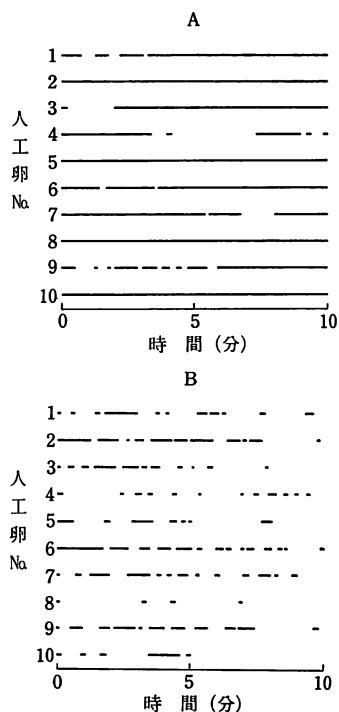
暗視野双眼実体顕微鏡下で試験液中に産み込まれた卵数を数えた。

2 生理的塩類溶液の検討

まず、人工卵の試験液に用いる生理的塩類溶液の検討を行った。第 1 表にそれぞれの塩類溶液の組成を示した。1 ml の塩類溶液とともに寄主卵塊 50 個をガラス乳鉢で磨砕し、これをプラスチックの遠心管に入れて、遠心分離 (7000×g, 10 分間)、この上清を試験液とした。生物検定の結果、意外にもコントロールとして用いた蒸留水の場合が最も活性が高く、シ ョ ウ ジ ョ ウ バ エに用いられた塩類溶液や *Trichogramma* 属で産卵活性のあった Neisenheimer 液 (RAJENDRAM and HAGEN, 1974) ではより活性が低かった (第 2 表)。このことから、生理的塩類溶液を卵塊などの磨砕に用いる必要はないことがわかったので、以後の実験では蒸留水を用いることにした。

3 人工卵上での産卵行動

人工卵上で雌蜂の産卵行動がどのように行われるかを調べるために、卵塊磨砕液を入れた人工卵上での行動を観察した。活性のある試験液として、ハマキガ卵塊 50 個を 1 ml の蒸留水とともに磨砕し、遠心分離した上清を用いた。コントロールとして、蒸留水を試験液として用いた。雌蜂にこれらの人工卵を与え、10 分間観察した。シャーレ内部を歩き回っていた雌蜂は、卵塊表面カ



第 2 図 卵塊磨砕液 (A), 蒸留水 (B) を入れた人工卵に対するプロービング行動

イロモンを処理した部分にさしかかると触角での寄主探索に続いて、立ち止まって産卵管を突き立てて寄主を探索する、プロービング (probing) を行った。ここでは、卵塊上でプロービングを始めてから卵塊から離れるまでを 1 回のプロービングと見なした。卵塊磨砕液の場合は、1 か所でしばらく止まってプロービングを行ったあとわずかに移動し、再び止まってプロービングするという連続した行動がみられた (第 2 図 A)。蒸留水の場合は、しばらくプロービングした後、その場所から立ち去り、歩き回ったあとに再び卵塊表面カイロモンを処理した部分でプロービングを始める、という断続的な行動の繰り返しであった (第 2 図 B)。プロービングの合計時間では 2 種の人工卵で有意な差があり、卵塊磨砕液の場合には連続してプロービングを行いながら産卵するのに対して、蒸留水の場合には何度もプロービングは行いが産卵はしていないことがわかった (第 3 表)。この結果から、プロービングが産卵には不可欠であるが卵の産下には直接関係しない行動であることがわかった。これは、雌蜂が産卵管を寄主に刺入しながら体液中の産卵刺激物質 (= 寄主体液カイロモン) を確認する行動であろうと思われる。もしそうであれば、いくつかの寄生蜂で知られているように (GANESALINGAM, 1972; GREANY,

第3表 人工卵上での産卵行動（産卵管でのプロービングと産卵数）

項 目 (1雌当たり)	人工卵内容物		t 検 定
	卵塊磨砕液	蒸 留 水	
全 probing 時間 (分) ^{a)}	8.8±0.5	3.3±0.5	t=8.0 (p<0.001)
probing 数 ^{a)}	3.0±0.8	10.0±1.1	t=5.3 (p<0.001)
probing 1 回当た りの時間(分) ^{a)}	5.4±1.3	0.3±0.1	t=4.0 (p<0.005)
産下卵数 ^{a)}	11.6±1.8	0	

a) $\bar{x} \pm S. E.$ (n=10)

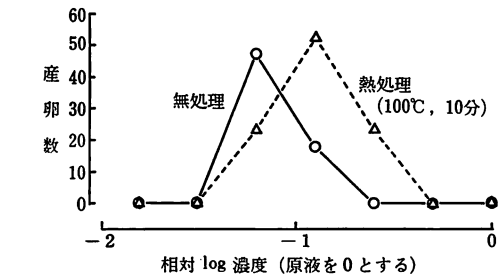
1977; GUTIERREZ, 1970; HAWKE, 1973), 産卵管に化学感覚器が存在するのであろう。

II 寄主体液カイロモンの分析と同定

人工卵を用いた一連の実験において、コムバチの寄主であるハマキガの卵塊だけでなく、その幼虫、蛹の磨砕液にも産卵刺激活性がみられ、さらに、非寄生昆虫であるモンシロチョウ、カイコガ、チャイロコメノゴミムシダマシの幼虫にも活性がみられた(戒能, 1987)。そこで寄主体液カイロモンの分析には、生物検定法として人工卵を用い、体液を容易に集めることができる材料としてハマキガの蛹を用いることにした。

1 体液カイロモンの熱安定性

人工飼育で得られたハマキガの蛹を冷凍し、カッターナイフで切断したものを、中ほどにメッシュを施した遠心管に入れ、遠心分離機にかけた(7000×g, 30分間)。集まった体液の上清を2本の試験管に分けた。一方を沸騰水中で10分間加熱し、これを再び遠心分離した(7000×g, 30分間)。この上清を無処理の体液と同様に、2倍から64倍に蒸留水で希釈し、試験液とした。生物検定の結果、無処理の体液は原液から4倍希釈までは活性はみられなかったが、8倍希釈で活性がみられ、16倍希釈で活性はピークとなった(第3図)。熱処理し



第3図 チャノコカクモンハマキ蛹体液の産卵刺激活性と熱処理の影響

た体液の活性ピークは8倍希釈であった。この結果から、活性物質は比較的熱に安定な物質であることがわかった。また、蛹体液原液で活性がみられないことは、成分組成あるいはその濃度が卵塊の体液のそれと異なることを思わせるが、この点は今後に残されたテーマである。

2 ゲル濾過法による精製

ゲル濾過に用いるサンプルとして、熱処理した蛹体液を遠心分離した上清を用いた。2mlのサンプルをセファデックス G-25 カラム(15×970mm)にかけ、蒸留水で溶出し、5mlずつに分画した。各フラクションを生物検定した結果、フラクション No. 29, 30, 31 に産卵刺激活性がみられた(戒能, 投稿中)。標準物質として流した L-アラニン(分子量=89.1)の溶出位置が No. 28, 29 付近であったことから、この活性物質の分子量は100前後であることが推定できた。

3 アミノ酸分析

上記の結果から、活性物質の候補としてアミノ酸が考えられたので、各フラクションのニンヒドリン反応を調べると、No. 28 をピークとする溶出曲線が得られた。続いて、各フラクションをアミノ酸分析計にかけた結果、No. 30, 31 に多くのアミノ酸が含まれており、これが産卵刺激活性と重なることから、活性物質はアミノ酸である可能性がより高まった。

4 合成アミノ酸の活性

第4表 各合成アミノ酸(0.1M)の産卵刺激活性

アミノ酸 ^{a)}	産 卵 活 性 (平均産卵数)			
	n	pH未調整	(pH)	pH 7 ^{b)}
*α-Ala	6	79.7	(6.1)	45.7
β-Ala	6	0	(6.8)	9.7
*Arg(0.01M)	6	0	(10.0)	55.0
Asn	6	0	(4.3)	0
Cys	6	0	(5.2)	1.7
Gln	6	0	(5.3)	0
*Gly	6	0	(6.1)	29.2
*His	5	89.4	(7.6)	82.8
*Ile	6	28.5	(6.6)	6.3
*Leu	6	61.0	(6.9)	64.2
Lys	6	0	(9.4)	0.2
*Met	6	92.7	(5.9)	64.2
Phe	6	0	(5.8)	9.7
*Pro	6	33.5	(6.2)	18.8
*Ser	6	8.5	(5.3)	53.3
Thr	6	0	(6.4)	0
*Trp (0.01M)	6	27.3	(7.0)	—
*Val	6	32.8	(6.4)	56.0

a) すべてL型アミノ酸を用いた。*印は活性のあるアミノ酸とみなした。

b) pHの調整には0.01～0.1N-NaOH またはHClを用いた。

L型の合成アミノ酸の活性を単独で調べてみると、第4表のように α -アラニン、アルギニン、グリシン、ヒスチジン、イソロイシン、ロイシン、メチオニン、プロリン、セリン、トリプトファン、バリンに明らかな活性がみられた。このなかでも、 α -アラニン、ヒスチジン、ロイシン、メチオニンの活性は特に高く、アルギニン、グリシン、セリン、バリンの場合には、pH を7に調整することにより活性が上昇した。コマユバチで産卵刺激活性の高かったアミノ酸の大部分が、多くの昆虫の栄養要求としての必須アミノ酸に含まれていることは興味深い。

ハマキ卵塊磨砕液をアミノ酸分析計にかけアミノ酸組成を調べると、活性のあったアミノ酸の含有量が多いわけではなく、 α -アラニン、メチオニンなどの量はむしろ少ないほうであった (第5表)。このアミノ酸組成どおりに合成アミノ酸を混合し、卵塊磨砕液と同じ濃度で活性を比較したところ、単独で活性のあった11種類のアミノ酸の混合液でも、システイン、シスチンを除く全アミノ酸20種類の混合液でも、pH 7に調整した場合には元の卵塊磨砕液と同等の活性があった (戒能, 投稿中)。このことは、寄主卵塊の体液カイロモンが複数のアミノ酸であることを示している。

Ⅲ 他の寄生蜂での寄主体液カイロモンの例

まず、寄生蜂がアミノ酸を利用している例として、I.

第5表 チャノコカクモンハマキ卵塊磨砕液のアミノ酸組成

アミノ酸	濃度 (mM) ^{a)}
Asp	0.39±0.05
Thr	0.38±0.07
Ser	0.62±0.12
Asn	0.74±0.25
Glu	1.99±0.36
Gln	2.83±1.47
Pro	0.81±0.07
Gly	0.60±0.05
α -Ala	0.39±0.09
Val	0.70±0.12
Cys+(Cys) ₂	0.01±0.01
Met	0.30±0.07
Ile	0.27±0.06
Leu	0.47±0.10
Tyr	0.81±0.09
Phe	0.24±0.06
β -Ala	0.08±0.01
Trp	0.04±0.02
Lys	0.75±0.04
His	1.38±0.01
Arg	1.61±0.35
合 計	15.41

a) $\bar{x} \pm S. E. (n=3)$

conquisitor の場合は、パラフィルムの人工寄主を用いた生物検定から、アラニン (0.5M)、セリン (0.5M)、プロリン (0.5M)、グリシン (0.38M)、スレオニン (0.25M) に単独で活性があった (ARTHUR et al., 1972)。しかし、これらの産卵刺激活性は寄主体液に比べて劣り、数種類のアミノ酸、無機塩 (MgCl₂) を加えることで活性は上昇した。また、*Trichogramma dendrolimi* では、ロイシン、フェニルアラニン、イソロイシン、ヒスチジンに 0.01 M から 0.1 M の範囲で活性があった (WU and QIN, 1982)。一方、同属の *T. pretiosum* や *T. minutum* では、アミノ酸は利用されず、KCl, MgSO₄ を 83mM, 24mM の濃度で混合したものに、強力な産卵刺激活性がみられた (NETTLES et al., 1982)。このように、寄生蜂が利用している寄主体液カイロモンは、寄主表面のカイロモンにみられるような寄主特異性 (KAWAKAMI and KAINOH, 1986) はみられず、アミノ酸や塩類のような寄主特異性の低い一般的な物質が多いようである。しかし、ごく近縁種でも異なった物質を利用している例もあり、このような種による違いは、これまでの進化の過程で寄生蜂がいかにしてカイロモンを選択し利用してきたかを考えると興味深い。

お わ り に

ハマキコウラコマユバチでは、雌蜂が寄主を最終的に認知して産卵する際の手掛かりは、アミノ酸というごくありふれた物質であった。この発見により、人工卵の内部にアミノ酸を入れるだけで、雌蜂から容易に効率よく採卵できるようになった。次には人工卵を利用して幼虫の栄養要求を調べることにより、重要課題の一つである寄生蜂の人工飼育への道が開けてくるものと期待される。最も研究の進んでいる *T. pretiosum* では、産卵刺激物質と人工培地を組み合わせ、すでに飼育が試みられている (XIE et al., 1986)。人工飼育が可能になれば、寄生蜂と寄主との関係を培養系で観察できることになり、寄主の生体防御反応をいかに寄生蜂が回避するか？、寄主のホルモンの影響は？ といったこれまでは解析が困難であった重要な問題も調べやすくなるだろう。このような見地からも、寄生蜂の生育を可能にする人工寄主開発の今後の発展が望まれる。

最後に、本稿を読み貴重なご意見をいただいた当学系の田付貞洋助教授に感謝の意を表する。

引 用 文 献

1) ARTHUR, A. P. et al (1969): Nature 223: 966~967.

- 2) ——— et al. (1972) : Can. Ent. 104 : 1251~1258.
- 3) EPHRUSSI, B. and G. W. BEADLE (1936) : Amer. Nat. 70 : 218~225.
- 4) GANESALINGAM, V. K. (1972) : J. Insect Physiol. 18 : 1857~1867.
- 5) GREANY, P. D. et al. (1977) : Ann. Ent. Soc. Am. 70 : 319~321.
- 6) GUTIERREZ, A. P. (1970) : ibid. 63 : 1705~1709.
- 7) HAWKE, S. D. et al. (1973) : Tissue and Cell 5 : 171~184.
- 8) HEGDEKAR, B. M. and A. P. ARTHUR (1973) : Can. Ent. 105 : 787~793.
- 9) 戒能洋一 (1987) : 植物防疫 41 : 31~35.
- 10) KAWAKAMI, T. and Y. KAINOH (1986) : Appl. Ent. Zool. 21 : 8~14.
- 11) LU, W. Q. et al. (1979) : Acta Ent. Sinica 22 : 361~363.
- 12) NETTLES, W. C., Jr. et al. (1982) : Science 218 : 164~166.
- 13) ——— et al. (1983) : Ent. Exp. Appl. 33 : 283~289.
- 14) ——— et al. (1985) : ibid. 38 : 121~129.
- 15) RAJENDRAM, G. F. (1978) : Can. Ent. 110 : 345~352.
- 16) ——— and K. S. HAGEN (1973) : Env. Ent. 3 : 399~401.
- 17) WU, Z. X. and J. QIN (1982) : Acta Ent. Sinica 25 : 363~372.
- 18) XIE, Z. N. et al. (1986) : Ent. Exp. Appl. 42 : 119~124.

人 事 消 息

神奈川県では下記の異動 (4 月 1 日付) があった。

鎌田春海氏 (農業総合研究所技術研究部長) は農業総合研究所長に

竹澤秀夫氏 (農業総合研究所長) は退職

鳥取県では下記の異動 (4 月 1 日付) があった。

西向幸雄氏 (農林水産部農業改良課長) は倉吉地方農林振興局長に

三好武満氏 (農業改良普及所長) は農林水産部農業改良課長に

川上一郎氏 (農業大学校) は農業改良普及所長に

島根県では下記の異動 (4 月 1 日付) があった。

山根国男氏 (農業試験場次長) は農業試験場長に

北井三喜雄氏 (農業試験場長) は退職

福岡県では下記の異動があった。

坂田寿生氏 (農業総合試験場茶業指導所) は退職
宮崎県では下記の異動 (4 月 1 日付) があった。

岩橋哲彦氏 (県営農指導課専門技術員班班長) は総合農業試験場長に

重永 隆氏 (総合農業試験場長) は退職

和歌山県では下記の異動 (4 月 1 日付) があった。

山下重良氏 (農林水産部農林水産企画課長補佐事務取扱) は果樹園芸試験場長に

山田寛司氏 (果樹園芸試験場次長) は有田県事務所県民主幹に

中西慶一氏 (有田県事務所会計課長) は果樹園芸試験場次長に

山本省三氏 (果樹園芸試験場病虫部長) は農業大学校長に

小川正毅氏 (果樹園芸試験場紀北分場長) は果樹園芸試験場病虫部長に

富田栄一氏 (果樹園芸試験場施設営農部長) は果樹園芸試験場紀北分場長に

中屋英治氏 (果樹園芸試験場栽培部主任研究員) は果樹園芸試験場施設営農部長に

山村文三氏 (果樹園芸試験場長) は退職

新潟県では下記の名称変更 (4 月 1 日付) があった。

(旧称) 新潟県離島農業技術センター

(新称) 新潟県佐渡農業技術センター

なお、住所・電話番号は従来どおり。

武田薬品工業株式会社は、4 月 1 日付けで農業事業部と畜産事業部を統合し、アグロ事業部とした。

デュポン・ジャパン・リミテッド農業科学研究所は、4 月 1 日付けで下記へ移転した。

〒305 茨城県つくば市観音台 1-25-2

電話 (02975) 6-1313 (代表)

FAX (02975) 6-1843

アイ・シー・アイ・ジャパン株式会社は、5 月 16 日付けでダイヤル・イン方式採用により下記のとおり電話番号を変更した。

農業部開発担当 (03) 211-4820~4822, 4829

植調担当 (03) 211-4823, 4826~4828

植防担当 (03) 211-4824, 4825

FAX (03) 213-7175

三菱化成工業株式会社は、6 月 1 日付けで下記のとおり社名を変更した。

(新社名) 三菱化成株式会社

(新英文呼称) Mitsubishi Kasei Corporation

クミアイ化学工業株式会社は、3 月 28 日よりダイヤル・イン方式採用により下記のとおり電話番号を変更した。

国外部 (03) 822

開発課 5065, 輸出課 5070

研究開発部

情報管理室 5180, 企画課 5165

開発課 5181, 登録課 5170

日本農業株式会社は、4 月 4 日付けでダイヤル・イン方式採用により下記のとおり電話番号を変更した。

開発部・研究企画部 (03) 271-8645

登録センター (03) 274-3383

日本たばこ産業株式会社は、4 月 1 日付けで下記のとおり組織の再編成を行った。

鹿児島試験場は鹿児島葉たばこ技術センターとして発足した。

宇都宮試験場及び宇都宮研修所は、葉たばこ研究所、植物開発研究所として発足した。

盛岡試験場は盛岡葉たばこ技術センターとして発足した。

特集：寄生昆虫の生物学〔6〕

卵 寄 生 蜂 の 性 比 調 節

農林水産省農業環境技術研究所 ^の野 ^だ田 ^た隆 ^し志

は じ め に

集団内の雌雄が自由に交配し、かつ雌雄を生み出すための親の投資量がそれほど異ならない昆虫では、一般に性比（雄の割合）は2分の1である（FISHER, 1930）。この FISHER の理論から、雌雄の大きさが違うなどして上記の仮定が崩れるような種では、性比の偏りが起こることが予想される。また HAMILTON (1967) は、同系交配を行う種に対しては、FISHER の理論の仮定が当てはまらないことを示した。彼は一つの繁殖場所で n 頭の雌が産卵し、それらの子孫が羽化した場所でランダムに交配する、いわゆる局地的配偶者争奪戦 (local mate competition, LMC) と呼ばれる状況をモデル化し、このような状況下では n が小さいほど雌に偏った性比が有利になることを示した。実際に同系交配を通常に行う寄生蜂では、極端に雌に偏った性比が報告されている (GREEN et al., 1982 など)。

卵寄生蜂を含む膜翅類昆虫は、半数倍数性性決定様式を持っている。すなわち半数体の未受精卵は雄になり、倍数体の受精卵は雌になる。したがって、もし既交尾の雌成虫が産卵時の受精、未受精を決定する能力を持っていれば、子孫の性比を自由に調節することが可能になる。前述の LMC の最も極端な場合、すなわち 1 頭の雌が産む少数の雄がすべての自分の姉妹と交尾でき、さらに同系交配による生存率の低下や発育の遅延が全くないならば、雌に偏った性比は繁殖に非常に有利である。この場合に重要なことは、雄の交尾能力も考慮に入れて、必要最小限の雄を一連の産卵の中でどのように配置するかという、性比調節の問題である。

性比に関しては、進化生態学の一領域として興味のある現象が数多く知られており、異系交配をする生物の問題も含めて活発な理論的・実験的研究がなされている (巖佐, 1981; KREBS and DAVIES, 1981; CHARNOV, 1982 など)。ここでは雌蜂が子孫の性比を調節する機構に的を絞って、卵寄生蜂を中心にこれまでの研究を紹介する。なお寄生蜂の繁殖戦略を考えるうえでの基本的な機構や理論は、卵寄生、幼虫寄生を問わず共通のものな

ので、必要に応じて幼虫あるいは蛹寄生蜂の研究についても触れることにする。

原稿を読んで有益なコメントをいただいた、農業環境技術研究所個体群動態研究室長釜野静也博士に厚くお礼申し上げる。

I 一次性比と二次性比

寄主に産み込まれる卵が雌卵か雄卵かは、産卵時の受精の有無で決まる。しかし雌蜂が産卵のときに決定した性比は、そのまま実現するとは限らない。なぜなら、もし雌と雄の発育中の生存率に違いがあれば、羽化してくる雌と雄の比率は最初とは違ったものになるからである。この最初の性比を一次性比、実際に羽化してくる蜂の性比を二次性比という。しかし実際に一次性比を調べることは容易ではない。産卵行動の違いによって雌卵を産んだか雄卵を産んだかを識別できる *Trichogramma* 属の蜂のような例 (SUZUKI et al., 1984)、幼虫に性的二型が存在する場合、あるいは卵や幼虫の染色体を数える方法などを除いて、一般には一次性比は知ることができない。しかし幼虫死亡率の雌雄の違いをあらかじめ実験的に測定しておけば、二次性比から一次性比を推定することは可能である (WELLINGS et al., 1986)。また卵寄生蜂の場合、寄主の状態が良ければ羽化率はかなり高いので、既に寄生された寄主に対する重複産卵などによるかく乱を考慮に入れなければ、一次性比と二次性比には大きな差はないと考えられる。したがって実際の研究では、性比調節の問題を考えるのに二次性比を用いることが多い。重複産卵とそれによる種内競争の結果そのものを考察するときには、もちろん一次性比を問題としなければならない。

II 性比調節の基本機構

雌蜂が子孫の性比を決定する方法にはどのようなものがあるだろうか。一度の産卵で寄主に多数の卵を産み込む蜂では、卵が輸卵管を通過するときに、貯精嚢から放出された精子とどのくらいの率で受精するかで性比が決定されるものと思われる。もし精子の放出速度が一定ならば、卵の輸卵管通過速度を変えることで受精率を変えることができるだろう。例えばハマキガ類の

Sex Allocation by Hymenopteran Egg Parasitoids. By Takashi NODA

卵・幼虫寄生蜂ハマキコウロコマユバチでは、精子を貯精嚢から放出する一方、卵が輸卵管を通過する速さを変化させることにより、受精を調節しているという (KANO, 1988)。つまり卵がゆっくり通過するときには高い率で受精されるが、速く通過するときには受精が間に合わず、未受精卵すなわち雄卵が増えるのである。また KING (1961) は、クロバエなどの蛹に寄生するコガネコバチ科の多寄生蜂 *Nasonia vitripennis* が、約4分の1の卵を受精孔（受精のために精子が侵入する卵殻上の穴）が隠れるような向きで産卵して未受精卵（雄卵）とし、残りを受精卵（雌卵）とすることによって、雌に偏った性比を作り出していることを示唆した。これらの方式では個々の卵が受精するかどうかは偶然であり、厳密に正確な性比は決定されない。

一方、単寄生性の寄生蜂、及び多寄生であっても時間をかけて1個ずつ産卵する蜂では、特定の順序で雌卵と雄卵を産むことにより非常に正確な性比を達成できる。WAAGE (1982) は、カメムシの卵塊に寄生するクロタマゴバチの一種 *Gryon atriscaps* の雌が、一連の産卵の最初に雄卵を産むことを発見した。同様の性比調節の例は卵塊産卵をする寄主に寄生する他のクロタマゴバチでもみられる (SAFAVI, 1968; HOKYO et al., 1966)。これは寄主卵塊のサイズにかかわらず最低1頭の雄を保証する戦略ではないかと考えられている (WAAGE and NG, 1984)。(可能かどうかは別として)最初にパッチ内の寄主数をカウントし、それに合わせて最適性比となるように雌卵と雄卵の配分方法を計算するよりも、まず最初に雄卵を産み、その雄が交尾できるだけの雌卵を続けて産み、また雄卵を産むというやり方のほうが、どこで産卵が中断されても最終的に最も適切な数の雄を配分できるであろう (WAAGE, 1986)。

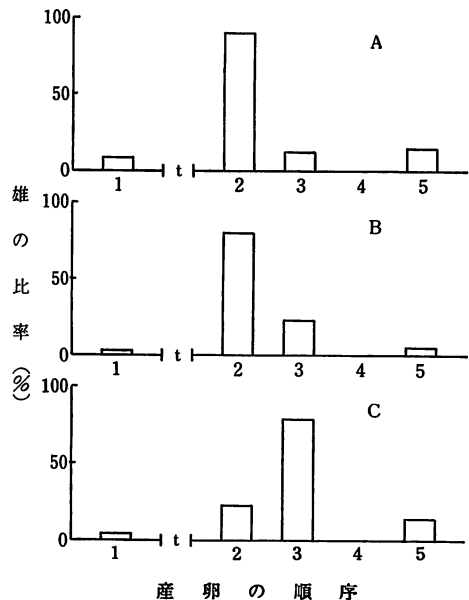
III 性比調節の適応的意義

1 最初に産卵する蜂の性比調節

親蜂が性比調節を行う理由は、限られた繁殖能力を最大限に生かして、できるだけ多くの自分の子孫を残そうとするためであると思われる。しかし資源としての寄主の量が限られている以上、これを巡って同種個体間にさまざまな干渉が生じる。ある蜂では自分が産卵中あるいは産卵を終えた寄主卵塊上にとどまって、雌雄を問わず接近する蜂を追い払う攻撃行動がみられるし (大野, 1983 の総説に詳しい)、また同種の別個体が既に寄生している寄主に重複して、しかも性比を変えて産卵する蜂もいる (後述)。しかし未寄生寄主に最初に産卵する雌蜂にとって、まず重要なことは、すべての雌の子孫と交

尾可能なできるだけ少数の雄を確保するために、雄卵を一連の産卵のどこで産むかという産卵の順序である。

前節で述べたように、卵塊性の寄主に寄生するクロタマゴバチは、一連の産卵の最初に雄を産む。この性質は寄主が卵塊性でかつ蜂が単寄生であることと関連していた。WAAGE and NG (1984) はこの性質を “males first” strategy と呼んでいる。筆者らの研究 (NODA and HIROSE, 投稿中) で、ホソヘリカメムシの卵に寄生するヘリカメクロタマゴバチの雌は、2個以上の寄主卵を同時に与えると、二番目に雄を産む傾向が非常に強いことがわかった。また連続して産卵させると次の雄は六番目に産まれる傾向が強かったが、個体によっては七番目に産むものもあり、全体としてははっきりした周期はみられなかった。しかし寄主卵が野外で10卵以上の卵塊で存在することはまれであり、特にダイズ畑においてはほとんど1個ずつ産卵されていることを考慮にいと、一連の産卵で2頭以上の雄を産むことはほとんどないと考えられる。二番目に雄を産むことに関しては、寄主卵が卵塊ではなく1個ずつ存在することが多いことと関連がある。1個の寄主卵に産卵させた後、さまざまな時間間隔で次の寄主を雌蜂に与えたところ、3時間以上の間隔ではまた雌卵を産んだ (第1図)。つまり寄主



第1図 最初の産卵の後さまざまな時間間隔において4個の寄主卵を与えた場合に、ヘリカメクロタマゴバチの雌蜂が雄卵と雌卵を産む順序

A : 0 hr < t < 2 hr, B : 2 hr < t < 3 hr, C : 3 hr < t < 6 hr (t = 産卵を中断させた時間)。

が低密度で1個ずつばらばらに存在していて、寄主探索に長時間を必要とするような条件下では、性比調節の機構がリセットされて雌卵を産み続けることになる。もし2個以上の寄主を短い時間間隔で見発することができたなら、そのときは二番目に雄を産む。本種がもし *G. atriscaps* のように最初に雄を産む性質を持っていたとしたら、上のような条件下では雄が大半を占めることになり、繁殖の面からは明らかに不利である。一連の産卵の二番目に雄を産む性比調節のパターンは、*Trichogramma evanescens* (WAAGE, 1986) や *T. chilonis* (SUZUKI et al., 1984) のような多寄生性の卵寄生蜂でも報告されている。これらの種の雌蜂は、一度に産む卵の数(クラッチサイズ)にかかわらず、二番目か三番目に雄卵を産む。クラッチサイズは、寄主の大きさに応じて1寄主卵当たり1個から数個に変化する。つまり小さな寄主には1個しか産卵できないので雌卵を産み、2個以上産卵できる大きさの寄主に対しては二番目に雄を産むのである。これはヘリカメクロタマゴバチの場合の寄主の卵塊サイズが、寄主の大きさに置き代わっているだけで、基本的には同じ戦略と考えることができる。

特定の順序で雄卵を産む例は、ほかにもいくつかの例が知られている。PUTTERS and ASSEM (1985) は、ツェツェバエの多寄生蜂である *Nesolynx albiclavus* は、一連の産卵において六番目に雄卵を産むと報告している。さらに連続して産卵を続けさせると、クラッチサイズにかかわらず次の雄卵が産まれるのは、産初の雄から10~20番目である。なぜ六番目が雄でなければならないのかについて、彼らは明確な説明をしていないが、もしツェツェバエのほかにも好適な寄主がいるとすれば、それらの寄主のサイズの違いが説明を与えるかもしれないと述べている。彼らはまた、この蜂もヘリカメクロタマゴバチと同じような性比調節システムのリセット機構を持っており、それが働く時間間隔は12時間であることを示唆している。このようなメカニズムが何に支配されているのか、また3時間や12時間といった間隔にどういう意味があるのかは不明であるが、昆虫の記憶能力の問題として、非常に興味のある性質である。

DIJKSTRA (1986) は、ハマキガ類の幼虫の多寄生蜂である *Colpoclypeus florus* は、クラッチサイズにかかわらず1回の産卵の最後に数個の雄卵を産むことを発見した。彼はおそらく *C. florus* のような幼虫寄生蜂は、産卵を始める時点で資源としての寄主の大きさに関して多くの情報を得ることができるので、こういう産み方が可能なのであろうと結論づけている。また、カツオブシムシの一種の幼虫に寄生する、多寄生性でかつ外部

寄生性のアリガタバチの一種 *Anthrenus verbasci* は、必ず一連の産卵の最後に雄を産むという (MERTINS, 1980)。卵寄生蜂でも、卵塊性の寄主に寄生する単寄生蜂、あるいは1寄主卵に多数の卵を産む蜂では同様のことが可能と思われるが、まだ報告例はない。

2 既寄生寄主に重複産卵する蜂の性比調節

卵寄生蜂には、既寄生寄主にマーキングを施して重複産卵を避ける機構を持つものが多く (LENTEREN, 1981)、寄主が低密度の場合を除けば重複産卵はそれほど問題にならない。しかし既寄生寄主を識別しない蜂もあり、また識別機構を持つ蜂でも重複産卵する場合があることが知られている。重複寄生が起こると、最初の産卵だけのときと比べて性比が変わってくる可能性がある。*Trichogramma* 属の蜂は、前述のように産卵行動の違いによって雌卵を産んだか雄卵を産んだかが識別できる。この性質を利用して SUZUKI et al. (1984) は、*T. chilonis* が既寄生寄主に対して重複産卵した場合、一次性比と二次性比がどうなるかを調べた。その結果、一次性比は最初に産卵した蜂と後から産卵した蜂とで有為な差はなかったが、雌幼虫の死亡率のほうが雄幼虫より高く、このため全体の二次性比は一次性比よりやや雄に偏ることがわかった。後から寄生する蜂が性比を変えて産卵する例も知られている。前出の *N. vitripennis* の雌は、既寄生寄主に重複産卵する場合、未寄生寄主に産卵する場合より雄卵を多く産む (WYLIE, 1966; HOLMES, 1972; WERREN, 1980)。WERREN (1984) はさらに、この蜂が最初に産卵するときの性比は産卵数とは無関係であるが、後から重複産卵する場合には産卵数が増加するにつれて雌の割合が増えることを発見し、重複寄生する蜂は雄を産卵の初めのほうで産むのではないかと推測している。

おわりに——応用への展望

性比調節は、産卵数(クラッチサイズ)の調節とともに、寄生蜂の繁殖戦略そのものを考えるうえで最も重要な性質である。また害虫の天敵としての寄生蜂の役割を考えた場合には、寄生率を上げようとするれば性比の高低が大きな影響を持ってくだらう。導入天敵として寄生蜂を利用する場合でも、その蜂の性比調節を含めた繁殖戦略が、寄主の分布様式や密度に適応できるものであるかどうかは、あらかじめ調べておく必要があるものと思われる。これは接種の放飼を行う場合には、季節的同調性や越冬の可否などと並んで重要な問題である。室内実験で解析された寄生蜂の性比調節が、実際に野外で実現するものかどうかを確かめることも必要であらう。

性比の野外データと室内実験とを結び付けた研究はまだ少ない。FEIJEN and SCHULTEN (1981) は、マラウイにおいて *Trichogramma* 属に属する 3 種の寄生蜂の野外性比を調べ、さらに室内実験を行ってこれらの蜂の性比調節機構を考察しているが、雌雄を産む順序そのものについては調べていない。また WAAGE (1982) は、ヘリカメムシの一種の卵塊を野外から採集し、羽化した *G. atriscapus* の性比を調べて、それが室内実験で明らかになった雄卵と雌卵を産む特定の順序で説明できることを報告している。筆者らもヘリカメクロタマゴバチについて、室内で調べた性比調節機構が野外でも働いていることを実証するため、ダイズ畑から採集した寄主卵塊（実際はほとんど 1 卵ずつ産卵されている）から羽化した蜂の性比を調べて、解析を試みた (NODA and HIROSE, 投稿中)。

大量放飼を行おうとする場合にも、性比調節機構は大きな意味を持ってくる。室内で寄生蜂を大量増殖しようとした場合、性比が雄に偏ることがある。これは、重複産卵を行う蜂が最初に産卵する蜂よりも雄に偏った性比で産卵する性質と関係があるものと思われる。このことは、飼育の効率や放飼虫の“虫質”を考えた場合、無視できない問題である (WAAGE, 1986)。

以上のように、卵寄生蜂の性比調節は、進化生態学的観点から最適戦略を考えるうえで非常に興味深いテーマであると同時に、応用的にも重要な課題を多く含んでいる。今後の研究蓄積が望まれるところである。

引用文献

- 1) CHARNOV, E. L. (1982): The Theory of Sex allo-

- cation, Princeton, New Jersey, 355pp.
- 2) DIJKSTRA, L. J. (1986): Neth. J. Zool. 36: 177~301.
- 3) FISHER, R. A. (1930): The Genetical Theory of Natural Selection, 2nd ed. (1958), Dover, New York, 291pp.
- 4) FEIJEN, H. R. and G. G. M. SCHULTEN (1981): Neth. J. Zool. 31: 381~417.
- 5) GREEN, R. F. et al. (1982): Amer. Natur. 120: 653~665.
- 6) HAMILTON, W. D. (1967): Science 156: 477~488.
- 7) HOKYO, N. et al. (1961): Appl. Ent. Zool. 1: 94~102.
- 8) HOLMES, H. B. (1972): Entomophaga 17: 79~88.
- 9) 巖佐庸 (1981): 生物の適応戦略, サイエンス社, 229pp.
- 10) KAINOH, Y. (1988): Appl. Ent. Zool. 23: 37~42.
- 11) KING, P. E. (1961): Nature 189: 330~331.
- 12) KREBS, J. R. and N. B. DAVIES (1981): An Introduction to Behavioral Ecology, Blackwell, (城田ら共訳): 行動生態学を学ぶ人に, 蒼樹書房, 400pp.
- 13) van LENTEREN, J. C. (1981): Semiochemicals: their role in pest control (Eds. NORDLUND, D. et al.), Wiley and Sons, pp.153~179.
- 14) MERTINS, J. W. (1980): Ann. Entomol. Soc. Am. 73: 686~693.
- 15) 大野和朗 (1983): 植物防疫 37: 45~49.
- 16) PUTTERS, F. A. and J. van den ASSEM (1985): Behav. Ecol. Sociobiol. 17: 265~270.
- 17) SAFARI, M. (1968): Entomophaga 13: 381~495.
- 18) SUZUKI, Y. et al. (1984): Anim. Behav. 32: 478~484.
- 19) WAAGE, J. K. (1982): Ecol. Entomol. 7: 103~112.
- 20) ——— (1986): Insect Parasitoids (Eds. J. WAAGE and D. GREATHEAD), Academic Press, London, pp.63~95.
- 21) ——— and Ng Sook MING (1984): J. Anim. Ecol. 53: 401~415.
- 22) WELLINGS, P. W. et al. (1986): Ecol. Entomol. 11: 341~348.
- 23) WERREN, J. H. (1980): Science 208: 1157~1159.
- 24) ——— (1984): Neth. J. Zool. 34: 123~143.
- 25) WYLIE, H. G. (1966): Can. Entomol. 98: 645~653.

人事消息

(研究職 OB = ユース 昭和 63 年 1~4 月)
市島紀郎氏 (果樹試験場口之津支場長) は株式会社協和コンサルタンツ総合研究所研究員〔技術顧問〕に
大畑貫一氏 (農業環境技術研究所環境生物部微生物管理科長) は三菱化成工業株式会社総合研究所第二研究部門農化研究所に
井上英男氏 (農業生物資源研究所分子育種部遺伝子構造研究室長) は島津製作所技術研究本部常勤嘱託参事に
川出武夫氏 (野菜・茶業試験場企画連絡室業務科長) は株式会社アサヒ農園研究農場〔技術顧問〕に
孫玉彌壽雄氏 (野菜・茶業試験場久留米支場病害研究室長) は株式会社生科研究開発部付〔技術顧問〕に
安田莊平氏 (東北農業試験場環境部虫害第 2 研究室長)

は株式会社協和コンサルタンツ総合研究所研究員〔技術顧問〕に
中村茂子氏 (蚕糸試験場栽培部主任研究官) はエステー化学株式会社研究部研究顧問〔非常勤〕に
後藤 昭氏 (熱帯農業研究センター研究第一部主任研究官) は JICA〔グアテマラ, ジャガイモ害虫駆除〕に
窪谷順次氏 (農業総合研究所総合研究官) は岩手大学農学部教授に
栗原 淳氏 (農業環境技術研究所資材動態部長) は日本大学短期大学教授に
草薙得一氏 (農業研究センター耕地利用部畑雑草研究室長) は京都大学農学部教授に
土崎常男氏 (農業研究センター病害虫防除部ウイルス病防除研究室長) は東京大学農学部教授に

施設園芸における液剤少量散布法

——常 温 煙 霧 法——

農業環境技術研究所 ^{もり} 守 ^や 谷 ^{しげ} 茂 ^お 雄

は じ め に

わが国における野菜生産のおよそ半分は施設栽培物で占められており、この栽培法が野菜の供給源として果たしている役割は非常に大きいことがわかる。しかし、施設栽培は高温多湿条件下で行われるので、作物は一般に軟弱になりやすく、また病害虫も発生しやすい環境となっている。したがって、施設園芸において、安定した生産を確保するためには、病害虫防除が欠くことのできない作業となっている。この防除は、露地栽培に準じて、動力噴霧機による液剤散布が慣行となっているが、多量の水を用いる液剤散布はハウス内の湿度上昇という問題のほかに、労力や散布作業者の安全性などの面で好ましくない問題を持っている。そこで、動噴散布に代わる方法として、くん煙法、蒸散法、煙霧機法（フォグマシン法—プルスフォグなど）、微粉少量散布法（FD、フロダスト法）などが導入されてきた。これらの方法はいずれも密閉されたハウスの条件を利用して、微粒化した薬剤をハウス内に拡散、分布させるもので、作業者がハウス内に立ち入らずに防除できる利点がある。しかし、加熱による有効成分の分解、特殊な製剤を要するなどの難点があり、使用できる農薬が限定されることがある。そのため、普及度は比較的低く、施設における薬剤防除の主流は依然として動噴による液剤散布にあった。

液剤散布の長所を生かしながら、安全かつ効率的にハウス内防除を行えるようにという目的で、熱を加えない煙霧化方式の液剤少量散布機が農業機械化研究所（現在、生研機構農業機械化研究所）によって、開発された。行政、試験研究各方面の協力の下にいろいろの試験が行われた結果、この少量散布機を用いる技術が実用化され、施設園芸における薬剤防除に一つの役割を果たせるようになってきた。ここにその経過と現状を述べる。

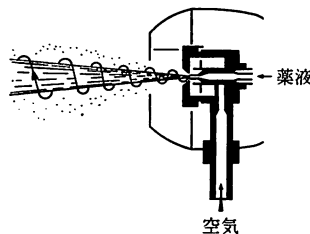
I 少量散布とは

農薬の散布量は作物の種類、生育状況、対象病害虫によって異なることは当然である。しかし、わが国におけ

る液剤の慣行散布量は、イネで 10 a 当たり 70~150 l、畑作物で 100~300 l、果樹では 300~500 l、時にはそれ以上であり、諸外国と比べるとかなり多い。このような多量散布は水の供給や薬液の調製に多くの労力と時間を要し、作業効率の低いことが問題である。したがって、省力的、効率的な防除法を求めて液剤散布の少量化——少量散布への道は世界的な傾向といえよう。少量散布の定義についてはいくつかの提案（液剤散布の散布量による分類規準）があるが、わが国では、10 a 当たりの散布量が 3~50 l の範囲を少量散布とすることにしている（農薬散布法研究会）。この散布量の幅はかなり広いが、施設園芸から果樹栽培にわたって適用できるようにしたもので、慣行散布量の 1/10 程度を目安としている。

薬剤散布の目的は広い面積に薬剤をむらなく分布させることであり、薬剤の粒子を対象部位に到達、付着させることによって防除効果が発揮される。少量散布で薬液を広く均一に分布させるためには、噴霧粒子を慣行より小さくし、粒子数を多くする必要がある。粒子径を $\frac{1}{2}$ にすれば、単純計算では $\frac{1}{8}$ の液量で同数の粒子が得られることになり、少液量でも広い範囲に分布させることが可能になる。

従来の動力噴霧機は薬液を加圧してノズルの細口から吹き出して霧状にする、無気噴霧方式とよばれるもので、圧力を高めれば微粒子が得られるが、加圧には限度があるため、粒径は普通 200~300 μm 程度以上である。これに対し、いわゆる霧吹き原理を応用した、有気噴霧方式のほうが微粒化が容易であり、少量散布にはこの方法が用いられている。第 1 図に示したような 2 流体ノズルに高速空気流を送ると、先端部で生ずる負圧によって薬液が吸い出され、空気流で薬液が破碎されて微粒子



第 1 図 2 流体ノズル模式図

Low Volume Spraying for Pest Control in the Horticulture under Structure. By Shigeo MO-RIYA

が生成される。液を加圧することなく、空気の量と速度を増すことによって粒子が細くなる。粒子は小さすぎると対象物に付着しにくくなったり、ドリフトの原因になったりするので、海外で使用されている露地用少量散布機では $100\mu\text{m}$ 程度になるよう調節されている。

空気の比率を高めてゆくとさらに微粒化が進み、農薬・防除機関係用語でいう“煙霧”という状態になる。この煙霧という言葉は“fog”の訳としてわが国の農業関係で用いられているもので、[$15\mu\text{m}$ 程度以下の微粒子が空气中にエロゾル状に浮遊している状態]を指している。元来気象用語である煙霧(haze または smog)とは異なった使い方であるが、煙霧質(コロイド)やくん煙などの言葉に連想したものかもしれない。このように、2流体ノズルを用いれば数 $100\mu\text{m}$ の霧から数 μm の煙霧まで生成することができる。粒径が小さくなるほど、空気の比率や圧力を高める必要があるので、単位時間当たりの吐き出し量が少なくなり、少量散布となる。

II ハウス用煙霧機の開発

農薬散布のために煙霧を発生させる装置を一般に煙霧機(fogging machine)といい、従来熱を利用する方式が一般的であった。少量散布の原理を応用すれば、熱を要せずに微粒子の煙霧が得られるはずである。こうしてハウス用少量散布機が農業機械化研究所によって開発され、熱を加えないという意味から、常温煙霧機と名付けられた。この原型が発表されたのは 1975 年ころである。その後、この方式による煙霧機が防除機メーカーによって製品化され、市販されるようになり、常温煙霧法という言葉もしだいに定着しつつある。

農業機械化研究所試作の常温煙霧機の構造概要を第 2 図に示す。その基本構造は噴頭(2流体ノズル)、薬液タンク、かくはん機、軸流送風機、空気圧縮機、電動機またはエンジンなどからなっている。圧縮空気が噴頭に送られ、ノズル内でうず運動を起こし噴出する際に生ずる負圧によって薬液が吸引され、ノズル先端で薬液が破碎され、微粒化される。ノズルから吐き出された粒子は

平均粒径 $5\sim 10\mu\text{m}$ 程度で、煙霧状となる。生成した煙霧粒子は煙霧機に付属する送風機あるいは別途設置する送風装置の助けも受けながらハウス内に広がってゆく。

粒子の浮遊沈降は温度など施設内の気象条件によって影響を受けるため、温度変化が小さく、比較的低温となる夕方から散布を行うことにしている。低温であっても、粒子の中には浮遊拡散中に希釈水が蒸発してやせ細り、水和剤のキャリアや乳剤の油滴に水分を含んだ程度の微粒となるものも多いと考えられている。一方、粗大粒子は浮遊拡散に不適當であり、散布ムラの原因となる。そこで農業機械化研究所が行うハウス用少量散布機の試験規定では、調査紙上に落下した粒子の液斑直径 $50\mu\text{m}$ 以上の発生割合を性能鑑定の一つの目安としている。

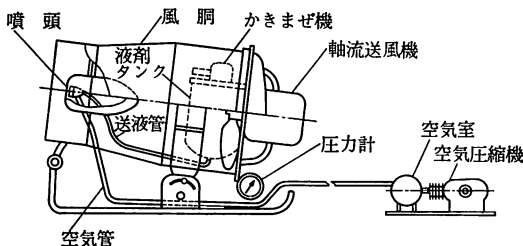
10a 当たりの散布量は $3\sim 6\text{l}$ を標準とし、1~2 時間かけて散布する。空気の比率を落とせば同量でも短時間で済むが、粒子が粗く、煙霧状とはならない。慣行散布に用いる製剤を $3\sim 6\text{l}$ という少量の水で希釈するので、慣行の 10 倍程度の濃厚散布となる。わが国では液剤の場合、農薬の使用条件の中に希釈倍率が定められている。したがって、既登録農薬であっても少量散布に用いる条件を追加するためには、適用拡大の登録が必要となる。そのため、常温煙霧法の実用化にあたっては、それぞれの農薬について防除効果、安全性の試験が行われたし、今後の適用拡大にもこれらの試験を行う必要がある。

植物体への粒子の付着は直接の衝突によることもあるが、大部分は煙霧粒子の浮遊沈降の過程で起こる。したがって、大型ハウス内の 1 か所から散布を行って、ハウス内の作物全体に均一に付着させることは必ずしも容易ではない。ハウス内では作物が繁茂、密生している場合が多いので、煙霧の拡散をうまく行わないと付着ムラが起こりやすい。特に煙霧機から遠い地点での付着が問題である。宮城園試が市販煙霧機を用いて行った防除効果試験(1986)の際、キュウリ葉面への薬剤付着量を宮城農業センターが分析した結果を第 1 表に示した。その結果、煙霧機との位置関係によって付着量の変動が認められた。また高さ別の部位によっても、葉の表裏の付着割合がかなり異なることがわかる。

このような付着の変動は、後で示すように、防除効果に影響を与える。したがって、最近の市販煙霧機の中にはハウスの中央部に置いた煙霧機から所定薬量の半量を散布した後、噴頭を回転して反対方向に向け残りの半量を散布するという形のものも現れている。

III 防除効果

慣行散布で有効と認められている農薬であるが、無人

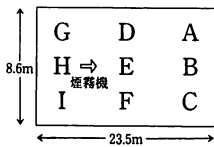


第 2 図 常温煙霧機の構造概要(津賀, 1984)

第 1 表 キュウリ葉面への薬剤付着量 (μg/cm²) (宮城園試, 1986)

調査地点	上位葉 (2.0m)		中位葉 (1.3m)		下位葉 (0.3m)	
	表	裏	表	裏	表	裏
A	0.27	0.11	0.27	0.22	0.32	0.10
B	0.28	0.01	0.39	0.02	0.25	0.14
C	0.33	0.06	0.23	0.06	0.27	0.15
D	4.41	0.76	4.71	0.28	3.82	0.25
E	2.40	3.54	0.84	9.96	4.89	0.90
F	1.89	0.57	0.18	4.77	0.14	0.35
G	3.48	3.92	2.33	0.18	1.75	0.18
H	4.05	0.57	1.70	0.16	1.62	0.60
I	2.56	0.41	1.99	0.08	0.89	0.51

スルフェン酸系水和剤を散布



の散布を行う新しい方法であるから、適用拡大を図るためには、実際に煙霧機を使って散布を行い、効果を調べることが必要である。これまでに、キュウリ、トマト、ナス、ピーマン、メロンなどについて、うどんこ病、灰色かび病、べと病、アブラムシ類、オンシツコナジラミ、ミナミキイロアザミウマなどを対象とした試験が行われ、おおむね良好な結果が得られている。ここでは若干の例をあげてみよう。

キュウリのうどんこ病に対しキノキサリン系 (モレスタン) 水和剤を 7 日ごとに 5 回散布した試験の結果を第 2 表に示す。ハウス栽培ではハウスごとに病害の発生程度が異なることがあり、この試験でもそれぞれ発病度の異なるハウスを用いているが、少量散布区は慣行散布区とはほぼ同程度に発病を抑えていると認められた。ハウス内の各地点における発病状況も調査したところ、地点間でも若干の変動があったが、第 2 表では各地点の平均値を示してある。この試験で用いられたキノキサリン系水和剤はその後少量散布の適用登録第 1 号となった。

第 2 表 キュウリのうどんこ病に対する試験 (埼玉園試, 1981)

散布法 (成分量 g/ 液量 l/10a)	病 葉 率 (%)			発 病 度 (%)		
	9.18	10.13	10.29	9.18	10.13	10.29
少量散布 (25/5)	3.0	2.6	4.5 (3.6)	0.8	0.7	1.3 (1.0)
慣行散布 (25/200)	33	33	26 (2)	8.1	8.5	7.5 (0.6)
無散布	28	85	99 (87)	7.3	38.1	66.7 (41.7)

9 月 22 日から 10 月 20 日まで 7 日ごとに 5 回キノキサリン系水和剤を散布。

病葉率、発病度の () 内数値は葉裏の調査結果。

キュウリ灰色かび病に対するプロシミドン (スミレックス) 水和剤の試験では、第 3 表に示すように、ハウス内調査地点における防除価の平均は少量散布と慣行散布とで同等であった。調査地点間で発病度に差が認められるが、これはハウス内の位置によって発病環境の違いがあったためと考察されている。一方、第 1 表に示した付着量測定地点のうち E 地点と I 地点の近辺で灰色かび病の発病度を宮城園試が調べたところ、付着の少ない I 地点では E 地点より発病が多く、付着ムラが効果の変動に影響していることを示唆した。

ピーマンのミナミキイロアザミウマに対するスルプロホス (ボルスタール) 乳剤の試験結果を第 4 表に示した。少量散布の効果は煙霧機に近い地点 2 で慣行と同等であるが、離れている地点 1 及び 3 で劣っており、全体として慣行散布よりやや劣る結果を示した。この場合も煙霧機からの距離によって付着分布にムラがあったために地点間に効果の変動を生じたと考察されている。

温室栽培メロンのうどんこ病に対する試験結果を第 5 表に示した。スリークォーターガラス室に鉢栽培のメロンを入れた試験であるが、慣行と同等の効果があると認められた。温室メロンでは水を多くかけると裂果が出や

第 3 表 キュウリの灰色かび病に対する試験 (埼玉園試, 1985)

散 布 法 (成分量 g/液量 l/10a)	3 回 散 7 布 日 後				収 穫 果 実	
	調査地点	調 査 個 数	病果率 (%)	病雌花率 (%)	調 査 個 数	病果率 (%)
少 量 散 布 (120/12)	A	173	3.5	39.3	1,083	16.7
	B	154	3.3	28.6		
	C	170	9.4	30.0		
	D	154	18.8	22.1		
	E	193	18.1	25.4		
慣 行 散 布 (120/240)	平均	(計 844)	10.8	29.2	955	14.9
	平均	(計 809)	13.7	29.1		

プロシミドン水和剤を散布

第4表 ビーマンのミナミキイロアザミウマに対する試験（日植防研高知，1987）

散布法 (成分量 g/液量 l/10a)		散布前		第1回散布10日後			第2回散布7日後		
		成虫数/ 幼虫数	被害度	成虫数/ 幼虫数	C.R.I.	被害度	成虫数/ 幼虫数	C.R.I.	被害度
少量散布 (100/7.5)	地点1	0.2/3.1	61.7	0.2/0.9		41.7	0/0.9		30.0
	地点2	0.2/3.2	58.3	0.1/1.0		35.0	0/0.5		16.7
	地点3	0.1/2.5	48.3	0.3/1.1		40.0	0.1/0.9		30.0
	平均	0.2/2.9	56.1	0.2/1.0	17.4	38.9	0/0.8	50.0	25.6
慣行散布 (100/300)		0/3.0	57.8	0.1/0.9	15.0	33.3	0/0.5	32.4	11.7
無散布		0.1/3.4	54.4	0.2/7.6	100	92.8	0.1/1.7	100	63.9

成虫数／幼虫数：1 幼果当たりの平均生虫数 C.R.I.：成・幼虫数合計の補正密度指数
散布薬剤：スルプロホス乳剤

第5表 メロンのうどんこ病に対する試験（静岡農試，1986）

散布法 (成分量 g/液量 l/10a)	3回散布7日後調査		
	調査葉数	発病葉率 (%)	発病度
少量散布 (300/10)	160	23	5.6
慣行散布 (315/250)	160	14	3.4
無散布	160	100	75.3

TPN 水和剤を散布

すいといわれる。少量散布では水の問題がないこと、温室が小型なので付着分布に有利であり、散布作業によりメロンを傷つけるおそれもないなどの利点があり、早急な適用拡大が要望されている。

以上のように、少量散布によって慣行散布とほぼ同等の効果が期待できるが、同一薬剤でも効果の変動が大きい場合もある。原因は明らかではないが、効果の劣る場合には葉裏などへの付着量不足も一因と考えられる。この対策として機械の面で均一な付着分布を図ること、薬剤の面では浸透性薬剤の利用などが検討されている。

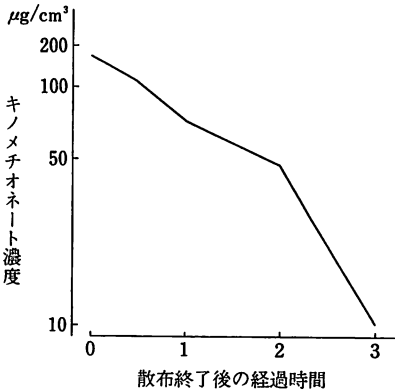
IV 安全使用

濃厚液を散布するということから、安全な防除技術として確立するための検討が行われた。

濃度の高い薬液を散布する場合、一般に作物に対する薬害が懸念される。しかし、噴霧粒子が微粒化され、比較的均一に付着した場合には薬害はほとんど認められなかった。薬害が発生した例をみると、部分的に多量の薬液が付着した場合、特に新芽の部分などにみられるようであった。ハウス内に二重カーテンを張った場合、粒子の拡散が妨げられ、さらにカーテンに衝突した粒子が凝集して粗大粒子となって作物体に過剰に付着することが

ある。また、煙霧機から粗大粒子が吐き出されて噴頭近くの作物体に付着した例もある。したがって、煙霧の微粒化を図り粗大粒子の発生を抑えること、吐き出された粒子が直接作物体に触れないよう浮遊拡散させるなど、煙霧機の改良とその使い方によって薬害の発生は避けることが可能である。

施設内に煙霧機を設置して散布する方法は、散布中施設内に立ち入らなくてよいため、慣行散布のように作業者が噴霧粒子を浴びたり、吸い込んだりする危険性がない。しかし、散布終了直後にはハウス内に煙霧が漂っており、作業のために入室する——いわゆる reentry——ときの安全を確保するため、気中濃度の推移が調査された。キュウリを栽培している約 10a のハウスにおいて、キノキサリン系水和剤 50 倍液 5l を夕刻散布し、終了直後から経時的に空気の一部量を採取して、キノメチオネート含量を測定した。その結果、第3図に示すように、キノメチオネートの気中濃度は散布直後にはかなり高かったが、その後はほぼ指数曲線的に減少し、3時



第3図 ハウス内気中濃度の推移（農技研・日特農研，1982）

第 6 表 キュウリ果実中のキノメチオネート残留量 (ppm) の推移 (埼玉園試, 1981)

散 布 法 (成分量 g/ 液量 l/10a)	散 布 後 経 過 日 数				
	0	1	3	5	7
少 量 散 布 (25/5)	0.14	0.03	0.02	<0.01	<0.01
慣 行 散 布 (25/200)	0.18	0.09	0.12	0.04	0.02

間後には約 1/20 に低下した。この調査はハウス内 2 地点で行ったが、両地点とも類似の傾向が得られたので、ここにはその平均値で示してある。キノメチオネートの蒸気圧を考慮すると、検出値の大部分は浮遊粒子に由来すると推定された。したがって、初期の浮遊粒子の 95 % 以上は 3 時間後に沈降していることになり、翌朝までにはほとんどの粒子が沈降しきっていると考えられる。このほか植物防疫課事業による都道府県の試験でも多くの薬剤について同様の結果が得られている。これらの結果から、夕方散布を行ってハウスを閉め切ったまま放置し、翌朝ハウスを開放すれば、その後のハウス内作業は安全に行えることがわかった。

作物残留性についてキノメチオネートの例を第 6 表に示した。キュウリに対し 7 日ごとに 5 回キノキサリン系水和剤を散布し、経時的にキュウリ果実を収穫し、キノメチオネート濃度が調べられた。残留消長は慣行散布と同程度であり、5 回散布直後でもキノメチオネートの登録保留基準 0.5 ppm を下回った。これによって常温煙霧法によるキノキサリン系水和剤のキュウリに対する施用は、慣行散布と同様、散布 1 日後に収穫しても残留に関して安全であると認められた。その他多くの農薬についての残留調査が、気中濃度の調査と同様に、植物防疫課事業として都道府県によって行われ、慣行と同等か、慣行を下回る結果が得られている。したがって、一般に作物残留の面でもハウス内少量散布は安全であると考えられる。

V 常温煙霧法で使える農薬

少量散布に必要な試験成績がそろい、常温煙霧への適

第 7 表 常温煙霧法の適用のある薬剤 (昭和 63 年 2 月現在)

作 物 名	適 用 病 害 名	モレスタン 水 和 剤	ベンレート 水 和 剤	トップジンM 水 和 剤	ロブラーール 水 和 剤	スミレックス 水 和 剤
キ ャ ウ リ キ ャ ウ リ ト マ ト ナ ス	灰色かび病	50~100 g/5 l	150 g/5 l	100~200 g/5 l	200 g/5 l	200 g/10 l
	うどんこ病		150 g/5 l		200 g/5 l	
	灰色かび病					250 g/5 l

数字は 10a 当たりの製剤量/液量を表す。

用が認められた農薬とその対象を第 7 表に示す。現在適用のある薬剤は 5 種の殺菌剤のみで、対象作物、対象病害も限定されている。適用拡大にあたっては、防除効果、安全性 (作物残留) の試験成績が 2 例以上必要である。このほかにいくつかの薬剤については登録に必要な成績が既にそろっているとみられるので、殺虫剤を含めた登録農薬の追加も比較的早く実現するものと考えられる。

お わ り に

常温煙霧法は施設園芸の特徴をうまく利用した防除法の一つである。間接的な効用も少なくない。メロンやブドウなど市場価格の高い果実の生産地帯では、裂果や薬斑などによる商品価値を損うおそれが少ない防除法として、少量散布の導入が期待されている。適用薬剤が増えれば、安全かつ効率的な防除法として、一般の野菜地帯でも大幅な普及の伸びが見込まれている。

病害虫防除が必須の施設園芸において、適用薬剤の限られている常温煙霧法だけで防除を行うことができないのが現状である。そこで、慣行防除体系の中で 2~3 の防除を常温煙霧で置き換える方法が現在推奨されている。農薬の適用拡大を早く進めることによって、施設園芸の病害虫防除に安心して使える技術として育つことを期待したい。

常温煙霧機の構造概要についてご教示いただいた、生研機構農業機械化研究所津賀幸之介主任研究員にお礼申し上げます。

引 用 文 献

1) 宮城園試 (1986) : 農薬散布法に関する試験成績 昭和 60 年度 : 3.
2) 日植防研高知 (1987) : 同上 昭和 61 年度 : 51.
3) 農技研・日特農研 (1983) : 同上 昭和 56 年度 : 13.
4) 埼玉園試 (1981) : 同上 昭和 55 年度 : 1.
5) ——— (1985) : 同上 昭和 59 年度 : 7.
6) 静岡農試 (1986) : 同上 昭和 60 年度 : 10.
7) 津賀幸之介 (1984) : 農及園 59 : 1155.

ジャガイモ青枯病の発生生態と防除

長崎県総合農林試験場愛野馬鈴薯支場 片 山 克 己

ジャガイモは、ほかのナス科作物に比較して低温条件下での生育がおう盛であり、ヨーロッパやソ連の冷涼な地帯において栽培が盛んである。また熱帯から亜熱帯では、標高の高い地域で栽培されている。わが国においては、北海道では夏作として年1回、長崎のような西南暖地では春と秋、年2回作られる。これらの中で気温の高いところでは、青枯病の発生がジャガイモ生産の大きな障害となっている。本病は土壌伝染性で、病原細菌 *Pseudomonas solanacearum* は、ジャガイモのほかトマト、ナス、タバコ、ラッカセイ、バナナなど各種の重要作物を侵す。同時に、青枯病菌は多くの系統に分化しており、それぞれの特徴に基づいた防除対策が必要である。ここではジャガイモ青枯病について、近年長崎県で明らかにされたこと（片山・木村、1986、1987）も含めて、その生態と防除法を紹介したい。

I 被害及び病原細菌の系統と生態

1 被害と病徴

ジャガイモ青枯病は、わが国では北海道から九州まで、各地で発生している。全国的な被害程度は明らかではないが、第1表に示したように長崎県では、近年栽培面積の約20%で発生し、大きな被害を受けている。この傾向は、栽培体系や品種の面からみて、長崎県のみならず暖地全体に共通するものと考えられる。

一般に病徴は、まず頂葉が垂れ下がった後全葉が急激にしおれ、葉色が淡緑に色あせて葉は内側に巻く。しかし、気温が低くなる秋作後期には、上位葉からの急激な萎ちょうがなく、中位葉の葉縁の褐変と部分的な退色を特徴とする病徴も認められる。この病徴の相違は、後に述べる病原細菌の系統との関係が深いようである。青枯病にかかったジャガイモは通常枯死する。また、ある程度大きくなったジャガイモ塊茎（イモ）は青枯病菌に感

染している。この塊茎は多くの場合維管束が褐変しており、塊茎を横に割ると、内側5mmほどのところがうりと褐変している。

なおジャガイモ青枯病の簡易診断は、①萎ちょう初期の発病株は、根部には異常がなく、圃場で引き抜くときに健全株と同様の抵抗がある、②通常、茎・塊茎の横断面の褐変部は明りょうで、汚白色の粘液（細菌塊）が自然に流れ出ることが多い、③塊茎表面に亀裂を生じることではない、などをポイントとしている。

2 病原細菌とその系統

病原細菌 *P. solanacearum* は、グラム陰性で大きさ $1.6 \times 0.6 \mu\text{m}$ 程度の好気性桿菌である。本菌は、塩化2, 3, 5-トリフェニルテトラゾリウムを約50ppmの濃度で添加した培地（ペプトン10g、カサミノ酸1g、ブドウ糖5g、寒天18g、蒸留水1,000ml）（JENKINS and KELMAN, 1976）平板上で、 $32^{\circ}\text{C} \cdot 48$ 時間培養後に、大きさ2~5mm、白色で中心部紅色の不正円形・流動性集落を作り、比較的容易に他の細菌と識別できる。

先に述べたように、本細菌は多犯性であると同時に、多くの系統に分化している。BUDDENHAGEN et al. (1962) は、主に宿主範囲の相違から本菌の系統をレースとして大きく三つに分けた。レース1はタバコ、トマトなどのナス科作物や雑草、一部の二倍体バナナを、レース2は主に三倍体バナナやヘリコニアを侵す。これに対してレース3は、主にジャガイモ及びトマトに病原性を有する。また、青枯病菌は細菌学的性質からも類別されている。すなわち HAYWARD (1964) は、ラクトースなどの二糖類及びマンニトールなどの糖アルコールからの酸の産生に基づいて、本細菌を四つの生理型（biovar）に分類した（第2表）。

一般に青枯病菌の生理型とレースとは一致せず、互いに無関係である。しかしジャガイモから分離される

第1表 ジャガイモ青枯病発生面積の年次別推移（長崎県/単位：ha）

年次	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985
作付面積	7,230	7,300	7,830	8,600	8,050	8,300	8,170	7,990	8,010	8,060
発生面積	1,200	1,100	200	300	600	1,000	1,200	1,800	1,500	2,000
面積率(%)	16.5	15.1	2.6	3.5	7.5	12.0	14.7	22.5	18.7	24.8

第 2 表 HAYWARD による青枯病菌の生理型 (biovar)

糖 類	biovar			
	I	II	III	IV
ラクトース	—	+	+	—
マルトース	—	+	+	—
セロビオース	—	+	+	—
モンニット	—	—	+	+
ソルビット	—	—	+	+
ガラクトール	—	—	+	+

十はこれらの糖からの酸の産生を、一は産生のないことを示す。

biovar II はレース 3 に相当すると報告されている (BUDDENHAGEN and KELMAN, 1964)。このレース 3 の最も顕著な特徴は、宿主範囲の特異性ととともに、レース 1 に比較して最適増殖温度が低い点である (THURSTON, 1963)。これまでの調査によって、長崎県に分布するジャガイモ青枯病菌は、糖類からの酸の産生からは主に biovar II と IV 系統に、宿主範囲からはレース 3 と 1 に相当することが明らかになっている。前項で述べた、急激な萎ちょう症状の罹病植物からは、biovar II 系統または IV 系統が分離される。これに対して中位葉の葉縁の褐変と部分的な退色を特徴とする罹病株からは、biovar II 系統だけが分離され、両系統で生態的な相違があることが示唆された。

青枯病菌の類別方法には、宿主範囲に基づくレース及び糖分解能に基づく生理型のほかに、血清型、バクテリオシン産生能、バクテリオファージ寄生性などがある。これらによる類別が宿主特異性に基づくレース分類と一致する場合は、それらを簡便に同定類別するのに用いることができる。

3 系統あるいはレースと生態

ジャガイモ青枯病菌の主要な伝染経路は、種イモ伝染と土壌伝染である。種イモ伝染は、青枯病の無発生地帯で採種が行われている場合には問題にならないが、そうでない場合は、広い範囲に本病を広げる原因となる (KELMAN, 1953)。土壌伝染については、本細菌の土壌中における生存の場と期間について多くの研究が行われてきた。一般的には、本細菌は地表数 cm から 30 cm 付近までに多く分布し (MCCATER et al., 1969), 1 m 前後の深さでも低密度ながら検出される。オーストラリアのレース 3 は、15~75 cm の深さに生存し、人工的に汚染した土壌では深層から多く検出された (GRAHAM and LLOYD, 1979)。また、レース 3 はジャガイモ残渣のなかで 26~32 週間、掘り残した塊茎で 26 週間生存し、残渣と掘り残した塊茎が、青枯病菌の生存の場になっ

ていることが明らかになった (GRAHAM et al., 1979)。

この生存期間については、生理型あるいはレースによる差異がかなりはっきりしている。ケニアでは、biovar III 系統に比べて biovar II 系統は土壌中での密度の低下が早い (RAMOS, 1976)。スリランカでも同様の傾向が認められ、biovar III 系統は、宿主植物のない条件下で 24 か月以上生存した (SENEVIRATNE, 1978)。一方、レース 1 の生存の可否に生物的要因が関与していることが、滅菌土壌を用いた試験によって示唆されている (NESMITH and JENKINS, 1983)。なお、病原細菌の生存に関連して、雑草の宿主としての役割、あるいは雑草の根圏における生存に対して、さらに検討が必要であると指摘されている (HAYWARD, 1978)。

青枯病の発病を助長する環境条件として、土壌の湿度と温度が挙げられる。土壌水分の高い圃場で青枯病の発生が多いことは古くから知られている。土壌の過湿が発病に及ぼす影響には、①土壌中での病原細菌の生存が長くなる、②感染が多くなる、③感染後の進展が速くなる、④宿主からの病原細菌の流出と土壌への拡散が助長される、の 4 点が考えられている (BUDDENHAGEN and KELMAN, 1964)。また、青枯病菌は純水中でも増殖することが知られている (WAKIMOTO et al., 1982)。

発病と温度との関係については、ジャガイモ青枯病では特にレース 1 とレース 3 との比較が行われてきた。わが国に分布する青枯病菌の増殖最適温度は 34°C (岡部, 1965) で、長崎県内でジャガイモから分離される biovar II 及び IV 系統もこの温度での増殖が最も盛んである。けれども、病原細菌の増殖適温に近い高温と、発病限界に近い低温とでは、両系統の増殖の優劣が逆転する。biovar II 系統の増殖量は、35°C 下で biovar IV 系統に比べて劣るのに対して、16.5°C 下では優る。圃場でも高温時には biovar IV 系統が、低温時には biovar II 系統が多く分離される。気温の高い秋作前期には高温で増殖の速い biovar IV 系統がジャガイモを侵すことが多く、気温の低くなる秋作後期及び栽培期間を通して温度の低い春作では、低温でもある程度増殖する biovar II 系統による発病が多くなる。両系統の混発によって発病期間が長くなり、青枯病による被害が大きくなっているといえよう。

熱帯地方の標高の低い地帯では、トマト、ナス、トウガラシが biovar III または IV 系統によって侵されるのに対して、高地では biovar II 系統がジャガイモ及びトマトを侵すことが知られている (HARRIS, 1976)。またオーストラリアでは、ジャガイモ栽培の多い地帯には biovar II 系統が、その他のところには主に biovar

Ⅲ 系統が分布している (HAYWARD, 1978)。これらはその環境で生存に適した系統が分布している例である。長崎県には, biovar II 系統と IV 系統とが同時に存在する圃場があり, そのときの温度環境により適合したほうがジャガイモを侵していると考えられる。

Ⅱ 防 除

1 品種の抵抗性

NIELSEN and HAYNES (1960) 及び JAWORSKI et al. (1980) は, アメリカで栽培されているジャガイモ (*Solanum tuberosum*) の青枯病抵抗性を調べ, 品種間差を明らかにした。しかし, これらの中に免疫的な抵抗性を有する品種は見いだされなかった。わが国においても同様で, 比較的青枯病に強い品種として, 農林 1 号・メイホウ・タチバナなどがあるが, 完全な抵抗性ではない。なお, これまでの試験結果では, これら *S. tuberosum* の青枯病抵抗性はポリゾーンによって支配されているようである。

一方, *Solanum* 属は約 2,000 の種を含み, このうち 150 種ほどが塊茎を形成する (HOWARD, 1970)。THURSTON and LOZANO (1968) は, *Solanum tuberosum*, *S. andigenum* 及び *S. phureja* 計 1,061 系統の中から, 青枯病に強い *S. phureja* 6 系統を見いだした。そして, これらと *S. tuberosum* との交配による, 抵抗性品種育成の試みが SEQUEIRA and ROWE (1969) によって行われた。その後, *S. phureja* と *S. tuberosum* との交配による品種育成は国際ペレイショ研究所 (CIP) を中心に続けられ, CIP における最初の抵抗性品種として Molinera が育成された。ROWE and SEQUEIRA (1970) 及び ROWE et al. (1972) は, *S. phureja* では少なくとも三つの独立した主働遺伝子が抵抗性に関与していることを示唆した。さらに FRENCH and LINDO (1982) はジャガイモの野生種を含む 7 品種と, 地点を異にして採取された青枯病菌 7 菌株を供試して発病程度を比較した。その結果, 品種と菌株との間に特異的な関係が認められ, 地域によって品種の抵抗性程度が異なる原因を確かめている。また JAWORSKI et al. (1984) は, *S. tuberosum* “Noordeling” とともに *S. suurense* が耐病性品種の育成上有用であると報告した。現在も世界各地で, 青枯病抵抗性ジャガイモ品種育成の研究が行われている。

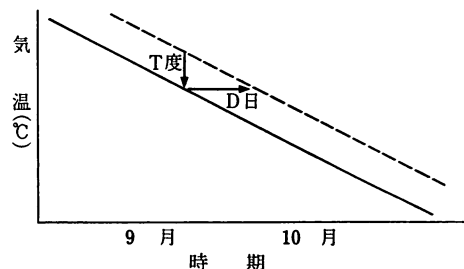
2 防除方法

どんな病害の防除にもいえることであるが, まず圃場に病原菌を持ち込まないことが重要である。例えば耕起などの作業は, 発生のない圃場から順に行い, 農機具に

付着した病土の移動を極力少なくする。また排水路の整備によって圃場への土砂の流入をなくすことなどが基本である。種イモ伝染に関連して注意すべきことは, 維管束が褐変していない塊茎でも青枯病菌を保菌していることがあり, 種イモ切断面の外見からは, そのような塊茎と健全なものとの区別がつかない点である。したがって本病の伝播と大発生を防ぐには, 無発生圃場から種イモを採種することが必要である。

圃場の青枯病菌密度を一定水準以下に保つ方法の一つとして, 輪作がある。しかし, トウモロコシ, サツマイモ, クズ, カウピー, 抵抗性トマトの輪作では, レース 1 の菌密度を下げることはできず, バラコート剤による除草の効果がわずかに認められたにすぎなかった (JACKSON and GONZALEZ, 1981)。これに対して, 土壌中での生存期間の短いレース 3 では, 2~2.5 年間休耕するかあるいは牧草を作ることによって, 発病をごく少なくすることが可能であるとされている (LLOYD, 1976; HARRIS, 1976)。これを基にしてオーストラリアでは, レース 3 による青枯病発生後の, 種イモ生産圃場の休作必要期間を 5 年としている (HARRISON, 1976)。なお, 発病圃場の青枯病菌密度をできる限り低くするためには, 圃場衛生に注意し, 罹病植物は速やかに抜き取って圃場外に運び出す。この場合, 新塊茎を残さぬように鋤などで完全に掘り取るが必要である。

青枯病は, 栽培期間中の高温を避けることによって発生を回避できる。HARRIS (1976) によると, レース 3 (biovar II) の分布するケニアでは, 地温 15°C を目安にジャガイモ栽培地帯を地域区分している。biovar II 系統と IV 系統の両者が分布する長崎県では, 気温の高い秋作前期に biovar IV 系統による被害が大きいため, これによる発病を回避するため, 秋作ジャガイモの植付適期を推定した。



第 1 図 予報値と平年値との差から植え付け日を補正する方法

実線は平年値を, 破線は予報値を示す。T 度高いと予想されるときは植え付けを D 日遅らせる。

その結果、植え付け後 30 日間の日平均気温が 23°C 未満になるように植え付ければ、遅植の効果が十分認められることを明らかにした。平年気温から植付適期を逆算すると、青枯病の発生を十分に抑えることが可能な植え付け日は、長崎県諫早市では 9 月 5 日以降と計算される。一方、当地方の毎年の 9 月平均気温には年次変動の幅が約 5 度もあるので、気象予報に基づいて、その年ごとの植え付け日の補正が必要である。補正には、8 月下旬に気象台から発表される、1 か月・3 か月予報を利用する。この予報では、予想平均気温の最大値 (MX) と最小値 (MI) 及び平年値 (AV) が示される。まず、以下のように予想気温 (最大値と最小値との平均) と平年値との差 (T) を求める。

$$T = (MX + MI) / 2 - AV$$

この時期の、長崎県地方の日平均気温は 1 日につき約 0.2°C ずつ低下するので、補正を要する日数 (D) は、

$$D = T / 0.2$$

となった (第 1 図)。したがって、 $D > 0$ のとき、平年植え付け日より D 日遅く植える必要があると判断する。以上の植付適期は長崎県におけるものである。他の

地域においても、同様の方法で推定できるかどうか、現在検証を進めている。

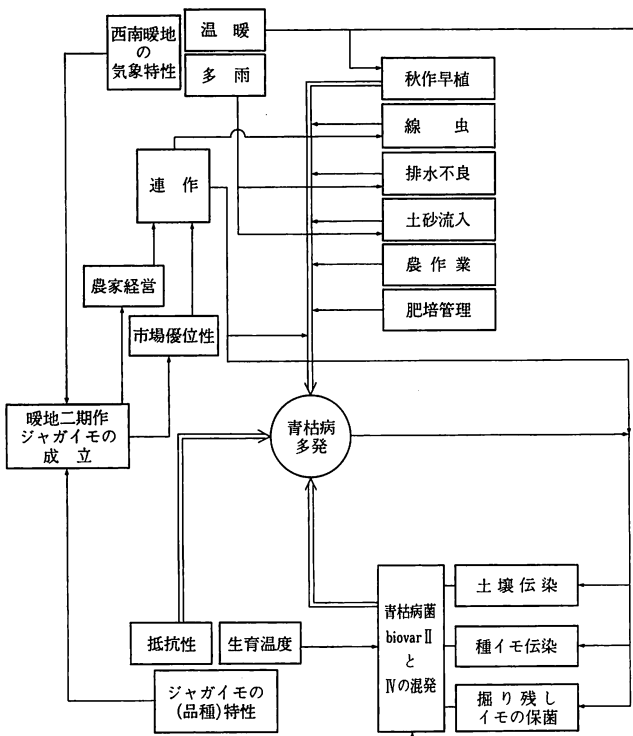
青枯病菌による汚染の進んだ圃場では、土壌中の菌密度を積極的に下げるための土壌消毒が、防除法として考えられる。長崎農試では、その一つとして近年注目されている太陽熱処理の効果を検討した。その結果、本処理法は biovar IV 系統の分布する圃場では有効であったが、biovar II 系統の分布する圃場では効果が認められなかった。これには両系統の耐熱性の相違が関係していると推定された。土壌くん蒸剤の使用では、クロルピクリン剤の 10a 当たり 10~20l かん注は、青枯病の発生をかなり抑えた。しかし、粉剤タイプの土壌くん蒸剤である、ダゾメット剤の 10a 当たり 30kg 混和処理の効果は不十分で、多発圃場では実用性が低いと判断された。

おわりに

近年、ジャガイモを侵す青枯病菌の系統とその生態に関する知見が充実しつつある。そのなかには、熱帯の高地とオーストラリアにおいて明らかにされたものがかなり

ある。特に熱帯高地での研究の進展には目を見張るものがあり、CIP を中心とする国際的な研究協力体制の成果が実りつつあるといえる。これらの知見を直ちにわが国の青枯病防除に結び付けることはできないが、それらも参考にして、現時点で考えうる長崎県におけるジャガイモ青枯病の発生要因を第 2 図に示した。

この図でも明らかなように、本病の防除法を確立する上で不可欠な病原細菌の基礎生態に関しては、土壌中の密度変動要因の解明など、今後に残された課題が多い。そのなかで、特に研究を急ぐ必要があるのは、生物的要因すなわち土壌微生物とのかかわりあいの解明である。一方、抵抗性品種の育成には長い年月を要する。最近、ジャガイモでも青枯病などの抵抗性付与を目的として、体細胞雑种植物の作出が試みられている (岡村, 1987)。抵抗性品種については、バイオテクノロジー分野における研究の進展が期待される。



第 2 図 長崎県におけるジャガイモ青枯病多発要因の解析図

種々の要素の中で、biovar II・IV 系統の混発、品種の抵抗性、秋作早植の影響が大きい。

引用文献

- 1) BUDDENHAGEN, I. et al. (1962) : *Phytopathology* 52 : 726.
- 2) ——— and A. KELMAN (1964) : *Annu. Rev. Phytopath.* 2 : 203~230.
- 3) FRENCH, E. R. and L. De LINDO (1982) : *Phytopathology* 72 : 1, 408~1, 412.
- 4) GRAHAM, J. et al. (1979) : *ibid.* 69 : 1, 100~1, 103.
- 5) ——— and A. B. LLOYD (1979) : *Aust. J. Agric. Res.* 30 : 489~496.
- 6) HARRIS, D. C. (1976) : *Proc. 1st Int. Planning Conf. and Workshop on the Ecology and Control of Bacterial Wilt Caused by Pseudomonas solanacearum*, North Carolina, p. 84~88.
- 7) HARRISON, D. E. (1976) : *ibid.* p. 136.
- 8) HAYWARD, A. C. (1964) : *J. Appl. Bact.* 27 : 265~277.
- 9) ——— (1978) : *Proc. 2nd regional symposium on potato production Southeast asia and the pacific Pathogens and pests of the potato in the tropics*, Laguna, Philippines.
- 10) HOWARD, H. W. (1970) : *Genetics of the potato*, Logos Press, London.
- 11) JACKSON, M. T. and L. C. GONZALEZ (1981) : *Phytopathology* 71 : 690~693.
- 12) JAWORSKI, C. A. et al. (1980) : *Am. Potato J.* 57 : 159~165.
- 13) ——— et al. (1984) : *Hort Science* 19 : 312~313.
- 14) JENKINS, S. F. and A. KELMAN (1976) : *Proc. 1st Int. Planning Conf. and Workshop on the Ecology and Control of Bacterial Wilt Caused by Pseudomonas solanacearum*, North Carolina, p. 143~147.
- 15) 片山克己・木村貞夫 (1986) : 長崎総農林試研報 (農業部 門) 14 : 1~30.
- 16) ———・——— (1987) : 同上 15 : 29~57.
- 17) KELMAN, A. (1953) : *North Carolina Agric. Expt. Station Tech. Bul. No. 99.*
- 18) LLOYD, A. B. (1976) : *Proc. 1st Int. Planning Conf. and Workshop on the Ecology and Control of Bacterial Wilt Caused by Pseudomonas solanacearum*, North Carolina, p. 134~135.
- 19) MCCARTER, S. M. et al. (1969) : *Phytopathology* 59 : 1, 675~1, 677.
- 20) NESMITH, W. C. and S. F. JENKINS (1983) : *ibid.* 73 : 1, 300~1, 304.
- 21) NIELSEN, L. W. and F. L. HAYNES (1960) : *Am. Potato J.* 37 : 260~267.
- 22) 岡部徳夫 (1965) : 日植病報 31 : 152~158.
- 23) 岡村正愛 (1987) : 第 10 回植物組織培養シンポジウム講演要旨集, 日本植物組織培養学会.
- 24) RAMOS, A. H. (1976) : *Proc. 1st Int. Planning Conf. and Workshop on the Ecology and Control of Bacterial Wilt Caused by Pseudomonas solanacearum*, North Carolina, p. 123~131.
- 25) ROWE, P. R. and L. SEQUEIRA (1970) : *Phytopathology* 60 : 1, 499~1, 501.
- 26) ——— et al. (1972) : *ibid.* 62 : 1, 093~1, 094.
- 27) SENEVIRATNE, S. N. de S. (1978) : *Proc. 2nd regional symposium on potato production Southeast asia and the pacific Pathogens and pests of the potato in the tropics*, Laguna, Philippines.
- 28) SEQUEIRA, L. and P. R. ROWE (1969) : *Am. Potato J.* 46 : 451~462.
- 29) THURSTON, H. D. (1963) : *ibid.* 40 : 381~390.
- 30) ——— and J. C. LOZANO (1968) : *ibid.* 45 : 51~55.
- 31) WAKIMOTO, S. et al. (1982) : *Ann. Phytopath. Soc. Japan* 48 : 620~627.

本会発行図書

農薬ハンドブック 1985 年版

農業環境技術研究所 農薬動態科等担当官執筆

定価 4,200 円 送料 300 円 B 6 判 682 ページ 美装幀 ビニールカバー付

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

お申込みは前金 (現金・振替・小為替) で本会へ

ダイズ紫斑病の発生生態と薬剤防除の適期

広島県立農業試験場 ^さ酒 ^い井 ^{やす}泰 ^{ふみ}文

転換畑へのダイズ栽培の増加に伴って、紫斑病による被害が各地で問題になった。本病の発生生態や防除方法についての研究は数多く発表されているが、なかでも鈴木 (1980) の報告は今後の研究に有益な示唆を与えるばかりでなく、防除指導を行ううえで大いに参考になっている。

筆者は、1979 年以降広島県下でダイズ病害の発生状況調査を実施し、紫斑病による被害が最も大きいことを明らかにするとともに、本病に優れた防除効果を持つ薬剤とその処理時期を明らかにし、防除指導を行った結果、被害の程度は年々減少する傾向にある。しかし、防除を怠れば多発する事例が多く、注意を要する病害である。

本病の防除方法として、抵抗性品種の利用が考えられるが、抵抗性の程度は栽培期間の気象条件に影響されるところが大きく (小山ら, 1977), その評価は必ずしも一致していない。したがって、現状では薬剤防除が最も有効であるが、健全種子の播種や本病に強いとされる品種の選定など、耕種的な方法も合わせて考えることが、本病防除の基本といえよう。

本稿では、紫斑種子を圃場に播種した場合の発病の進展過程 (酒井, 1982~85) について述べるとともに、種子の発病阻止を目的とした合理的な薬剤防除方法 (酒井, 1983) について検討を加えた。

I ダイズ紫斑病の発病過程

1 茎葉の発病

茎葉や莢の病徴は他の病害と区別することが困難なため、調査は病斑に形成される紫斑病菌の分生孢子 (以下、孢子と記述) を顕微鏡で確認しながら実施した。

アキシロメ (中生種) の紫斑種子を 6 月中旬 (早播区) 及び 7 月中旬 (遅播区) に圃場に播き、出芽時から成熟期までの発病状況を調べた (第 1 表)。

発病は出芽まもない子葉に始まり (播種後 10~15 日)、子葉の病斑に形成される孢子が初生葉などの初期の発病の伝染源となった。本葉の発病は主茎第 1 葉から始まり、逐次上位葉へと進展した。ダイズの生育がおう



第 1 図 本葉の病斑 (黄莢期)

第 1 表 ダイズ生育期の紫斑病の発生状況 (1981)

生育ステージ	発病部位	早播区	遅播区
初生葉展開期	子葉	8	24
第 4 本葉展開期	初生葉	56	72
第 5 本葉展開期	第 1~2 本葉	48	40
第 7 本葉展開期	第 1~2 葉柄	40	40
莢伸長期	落葉葉柄	100	76
子実肥大初期	上位 1~4 本葉	84	52
子実肥大中期	上位 1~4 葉柄	100	60
子実肥大後期	緑色莢	20	12
黄成期	莢	80	56
成熟期	種子	30	12

種子は紫斑粒率 (%), その他は調査した病斑のうち、紫斑病菌の確認できた病斑率 (%).

盛な時期には、主茎葉は 4~5 日ごとに 1 葉の割合で出葉し、出葉後 12~17 日経過 (分枝葉を含む) すると発病した。そして子実肥大初期には最頂葉にも病斑が形成され、黄莢期以降の発病はきわめて激しくなった。

葉柄の発病は同じ葉位の葉身に比べ 5~7 日遅れた。しかし、上位葉柄 (分枝葉柄を含む) への発病の進展状況は葉身の場合と変わらなかった。

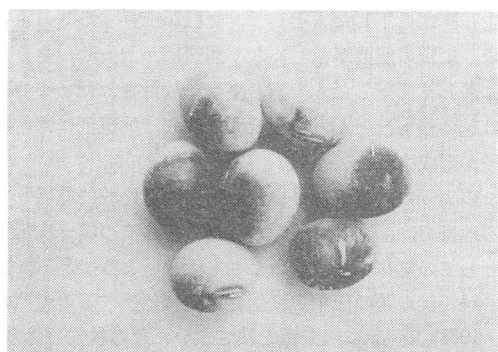
茎の発病は初生葉展開時に既に子葉付着部付近に認められ、ダイズの生育に伴って上部組織 (分枝を含む) も発病した。子実肥大期に子葉脱落跡の表皮組織を調べると紫斑病菌の生育がみられ、本菌は初期侵入部で長期間生存していることがわかった。

遅播き栽培や早生種のエンレイではダイズの生育が早く進むため、各部位の発病時期が早くなった。しかし、各年度ともアキシロメの遅播き栽培では早播き栽培に比べ発病の程度が低かった。

Timing for Chemical Application to Control Purple Seed Stain of Soybeans. By Yasufumi SAKAI



第2図 莢・葉柄の病斑



第3図 紫斑粒

2 莢の発病及び種子の感染、発病状況

莢の発病は開花後 50～60 日（子実肥大中期）から始まり、黄莢期になると急増し、成熟期にかけて漸増した。不稔莢は早くから黄化し発病も稔実莢より早くから始まった。

種子の発病（紫斑発現）については、種子の肥大が始まる開花後 20 日ごろから莢を採集し、乾燥後種子を取り出して調べた。

種子の感染及び発病が始まる時期は、年度間や播種時期の違いあるいは品種により遅早があった。第3表（無散布区参照）にはアキシロメを供試した 1982 年の結果を示した。各試験の結果から判断すると、発病は開花後 35～40 日から始まり、同 50 日ごろから目立ち始めた。開花後 70～80 日（成熟前 10～20 日）に発病粒率は最高になり、以後成熟期を過ぎても発病種子の顕著な増加はなかった。

一方、調査時に無病徴であった種子を培地に置床し、その保菌状況から感染時期を判断した。感染は開花後 30～35 日から始まり、同 40 日ごろから増え始め、同 60～75 日の感染率は高かった。しかし、この時期を過ぎると感染率の増加が見られなくなった。

早生種のエンレイや遅播き栽培のアキシロメでは、結実期間（開花期～成熟期）が短く種子の発育が早く進むため、種子の感染や発病時期も早くなったが、アキシロメの遅播き栽培では茎葉の発病程度が低いため、種子の発病も早播き栽培より低率であった。

しかしこの調査方法では、莢採集時に既に感染していた種子と、莢や種子の乾燥中に莢から侵入した菌に感染した種子を区別することができない。このため、アキシロメを供試して、莢採集時に種子を取り出し発病状況を調査するとともに、無病徴種子については乾燥後に再び発病の有無を調べ、その状況から感染時期を判断した。

その結果、感染は開花後 50 日ごろから始まり、同 70～75 日の期間内に頻繁に起こった。開花後 80 日を過ぎると種子の乾燥前後の発病率や紫斑面積率に差がなくなることから、この時期以降、新たな感染はないものと考えた。

一方、発病は開花後 70 日ごろから始まり、その後短期間に急増した。そして開花後 80～85 日（成熟前 10～15 日）に発病粒率は最高に達した。

以上のように、莢への菌の侵入はダイズ開花後 30 日ごろには既に認められ、莢から種子への感染は開花後 50 日ごろから始まり、種子の水分含有量が菌の侵入を妨げる程度にまで減少する黄莢期ごろまで続く。一方、感染した種子が発病するためには水分含有量の減少が必要条件となるので、発病は感染後一定の潜伏期間を経た後逐次みられるのではなく、感染時期の早晚にかかわらず、種子の水分含有量が減少し始める黄莢期以降に集中するようである。

II 罹病落葉の伝染源としての重要性

罹病落葉の病斑に形成される胞子の伝染源としての重要性を明らかにするため、アキシロメとエンレイの紫斑種子を圃場に播き、子葉落葉期から毎日落葉を圃場内から除去する栽培区と、落葉を放置したままの栽培（慣行栽培）区を設け、茎葉、莢及び種子の発病状況を調べた。

罹病子葉は播種後 15 日ごろから落葉し始め、落葉後も病斑部に多数の胞子を形成した。初生葉や本葉の落葉は発病時期の早晚や発病程度にも影響されるが、通常は出葉後 25～30 日（発病後 15～20 日）経過すると始まった。葉身は雨などで吸湿すると短期間に腐敗したが、葉柄は腐敗せずに残り、降雨後罹病葉柄の病斑を調べると胞子の形成がみられ、落葉後間もない葉柄の病斑ほど胞子形成量が多かった。第2表にはアキシロメを供試した結果を示したが、両品種とも罹病落葉を除去すると病

第 2 表 ダイズ茎葉における紫斑病の発生状況 (1983)

調査月日	生育ステージ	主茎葉発病葉位 ^{a)}	
		除去区	慣行区
6. 30	第 2 本葉展開期	0.63	0.87
7. 5	" 3 "	0.80	0.90
8	" 4 "	1.13	1.37
13	" 5 "	2.10	2.63
19	" 7 "	2.50	4.43
23	" 8 "	3.10	5.10
29	" 10 "	3.53	6.43
8. 6	" 13 "	4.30	7.57
13	" 15 "	4.87	9.87
20	" 15~18 "	5.13	10.33
26	莢 伸 長 期	5.32	10.53
9. 3	子実肥大 初 期	5.34	10.47
10	" "	8.13	11.20
17	" 中 期	8.87	11.63
24	" "	12.10	13.20
10. 3	" 後 期	12.97	16.13
11	" 終 期	16.40	—

成熟期 (11 月 4 日) における種子の発病率 (紫斑粒率) は除去区 7.8%, 慣行区 22.4%.

^{a)}: 最上発病葉位の平均.

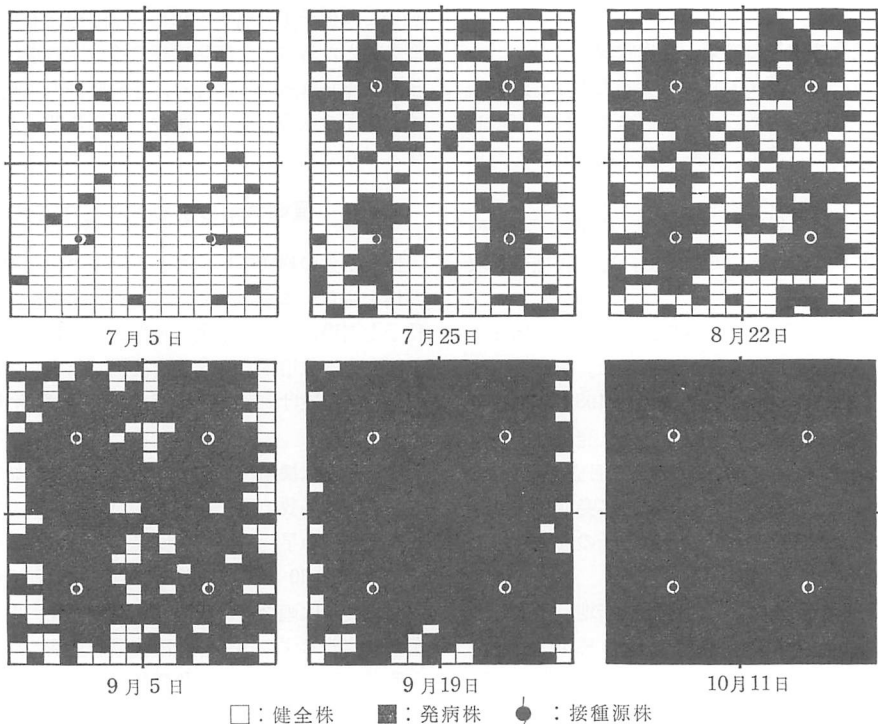
勢の進展が遅れるだけでなく発病の程度も低くなり、その結果、種子の発病も抑えられた。落葉は着莢期以降に多くなるので、これらの病斑に形成される胞子は特に莢や種子の発病の重要な伝染源になるようである。

このような茎葉などの被害残渣は、翌年のダイズ播種

時期まで圃場に放置されるのが現状である。被害残渣での紫斑病菌の越冬状況については、鈴木ら (1981) が東北地方で行った試験例がある。それによると、罹病組織が風雨にさらされていても組織が腐敗しなければ菌は容易に越冬するが、罹病組織を圃場に放置しておく土に接した組織は積雪期間中に腐敗し、その結果、越冬する菌の密度は著しく低下するとしている。

西日本のように降雪量が少ない地帯での紫斑病菌の越冬状況を明らかにするため、アキシロメの被害残渣を供試し、冬期における菌の生存状況を経時的に調べた。秋期に圃場を耕耘し、被害残渣を土壌中 (地表面下 5~10 cm) にすき込むと、処理後日数が経過するに従って菌の生存率は低下した。そして、気温が上昇する 3 月下旬以降、組織の腐敗が激しくなり病斑部が消失し、生存菌量は著しく低下した。一方、圃場に放置されたままの残渣は越冬後もほとんど腐敗せずに残り、病斑部には常に胞子が形成された。

このように、降雪量が少なく地表面が比較的乾燥している地帯では、圃場に放置された被害残渣の第一次伝染源としての意味は積雪地帯よりも大きいようである。また、越冬後の菌の伝染力は生存菌量に比例するので (鈴木, 1981)、翌年に伝染源を残さないための秋耕 (鈴木, 1981) の効果は、積雪量の少ない地帯ほど大きいようである。



第 4 図 茎葉に病斑が形成される発病株の分布状況 (1984)

ある。

Ⅲ 紫斑病の伝染まん延に及ぼす罹病種子の影響

アキシロメの健全種子と紫斑種子を 120 対 1 の割合で圃場に播種し、紫斑種子から発育する罹病株を接種源とし、発病の広がる様子を罹病株の増加状況で調べた。また、成熟期には株ごとに種子の発病状況を調べ、発病に及ぼす接種源の影響をみた。

第 4 図に示すように、接種源から周囲に生育する株への発病の広がりとは、第 2 本葉展開期（7 月 5 日）から始まった。初発時の罹病株（初発部位、初生葉）は圃場全体に散在したが、発病程度の高い株は接種源の周辺部に多かった。開花期～子実肥大初期（7 月下旬～8 月下旬）に罹病株の増加速度が遅くなったが、この期間も接種源の周辺部に生育する株では、発病の上位葉への進展が続いた。その結果、接種源を中心に発病程度の特により高い株の集団（坪：Focus）ができた。坪が形成されると発病は圃場の周辺部へ向かって急速に広がり、種子の感染や莢の発病が始まる時期に相当する子実肥大中・後期（開花後 50～60 日）には、圃場全体の茎葉が激しく発病した。これらの病斑（落葉を含む）に形成される胞子が莢や種子の発病の直接の伝染源になるため、莢の発病は初発時から接種源からの距離に関係なくみられ、また、成熟期にはすべての株の種子（罹病率：13～15%）が同じ程度に発病した。

このように、紫斑種子が 1% 以下のわずかな混入であっても、これが伝染源となって成熟期の種子に大きな被害を及ぼすことがわかった。

Ⅳ 種子の発病阻止を目的とした薬剤散布適期

外見上健全な種子でも紫斑病菌を保菌している場合があること、種子消毒で保菌率を完全に抑えることが困難

なことから、成熟期の種子の発病阻止を目的とした薬剤防除は、種子消毒よりもダイズ生育期の散布のほうが有効であろうと考えられる。

そこで、アキシロメの紫斑種子を圃場に播き、開花期（8 月 10 日）、開花後 30 日（9 月 7 日）、同 50 日（9 月 27 日）、同 70 日（10 月 16 日：黄莢期）のいずれかの時期に、チオファネートメチル水和剤（1,000 倍液、200～300 l/10a）を 1 回散布し、散布後の種子の感染及び発病状況調査から散布適期を判断した。調査は種子の肥大初期から莢を採集し、乾燥後種子を取り出す方法に準じた。また、薬剤散布後、葉柄の病斑に形成される胞子の生育状況から、本剤の効果持続期間を推定した。

散布時の発病程度にも左右されるが、本剤の防除効果は散布後 30～40 日間は持続し、特に同 20 日間はきわめて高かった。

第 3 表に示すように、無散布区では開花後 30 日ごろから種子の感染が始まった。開花期の散布は種子の感染時期を若干遅らせはしたが、本剤の効果が無くなる散布後 40 日ごろになると感染を防ぐことができず、成熟期の種子の発病は無散布区と変わらなかった。開花後 30 日及び 50 日の散布は、散布時既に種子の感染が始まっていたにもかかわらず、散布後から成熟期にかけての感染はほとんどなかった。したがって、この時期の散布は種子の感染時期全般にわたって薬剤の効果が持続し、感染を予防するとともに、既に感染した種子に対しては内在する菌の生育を妨げ、発病を阻止するようである。一方、黄莢期（開花後 70 日）の散布では、散布時既に一部の種子が発病しており、散布時期としては遅すぎた。

本剤や同じような作用機作を持つベノミル剤の散布適期が、おおむね開花後 30～50 日の範囲にあることは多くの試験でも実証され、開花後の日数で示されている。

第 3 表 チオファネートメチル水和剤の散布時期と紫斑病による種子の感染及び発病時期（1982）

調査 月日	開花 後日 数	種子 発育 程度	感 染 粒 率 ^{a)} (%)					発 病 粒 率 ^{b)} (%)				
			無散布	薬 剤 散 布 月 日 (月/日)				無散布	薬 剤 散 布 月 日 (月/日)			
				8/10	9/7	9/27	10/16		8/10	9/7	9/27	10/16
8.21	14	0.3%	0	0	— ^{c)}	—	—	0	0	—	—	—
9. 1	25	5.6	0	0	—	—	—	0	0	—	—	—
7	31	10.0	1.0	0	(2.0)	—	—	0	0	(0) ^{d)}	—	—
17	41	37.5	3.7	3.3	0	—	—	2.7	0.6	0	—	—
27	51	64.5	3.3	3.0	0	(5.0)	—	6.4	5.4	0.3	(5.5)	—
10. 4	58	81.4	4.7	4.7	0	0	—	3.3	7.1	0.2	0	—
16	70	97.3	5.0	2.0	0	0.7	(3.0)	8.8	6.1	0	0	(3.6)
23	77	96.0	5.3	2.3	0	0.3	7.0	8.3	3.9	0.1	0.6	5.4
30	84	100	5.0	2.3	0.3	0	4.3	9.6	4.7	0	0.2	6.4

^{a)} : 300 粒調査, ^{b)} : 500～700 粒調査. ^{c)} : 調査実施せず. ^{d)} : () 内数値は薬剤散布前の調査.

しかし、ダイズ開花後の経過日数が同じでも品種や播種時期などの栽培条件が異なれば、当然種子の発育程度にも差が出てくる。先に述べたように、種子の感染や発病時期は発育程度に関係するので、開花後の日数だけで散布適期を示すと実情に合わない場面もでてくる。このことから、鈴木 (1980) は開花後日数のほかに補足的に莢の生育程度、登熟期間、収穫期を付記することを提唱している。筆者もこの考えに基づいて、今までに得られた試験結果を考慮にいれて散布適期の基準を検討した。その結果、薬剤の散布適期の表現は種子の発育程度で示すことが適切であろうと考えられた。

筆者のこれまでの試験結果から判断すると、チオファネートメチル剤の散布適期は、種子が 10% (種子発育程度：対成熟期の子実乾物重比) 程度に発育した時期から 50~60% に発育した時期までの期間で、これを生育中の種子の大きさで表現すると、キュウリの種子程度に発育した時期から枝豆に利用できる程度に発育した時期までといえる。

おわりに

ダイズの生育中にチオファネートメチル水和剤を意図的に 6 回以上散布した莢葉の病斑から分離した菌株の中には、本剤を 700 ppm 添加した培地上で生育するもの

があった。また、これらの菌に汚染された莢葉などの被害残渣を接種源にして、発病したダイズにチオファネートメチル水和剤を 1 回、適期内に散布したところ、種子の発病を全く抑えることができなかった。このことは、本剤やベノミル剤は紫斑病に優れた防除効果を示すが、耐性菌を出現させる可能性を持つことが考えられる。したがって、必要以上に本剤の散布回数を増やすことは避けたい。幸い、チオファネートメチル剤は適期内の 1 回散布で種子の発病を十分抑えることができ、必要以上に散布回数を増やしてもそれに見合うだけの効果がないこともわかっている。

このようなことから、広島県では種子の発病阻止を目的にした場合の紫斑病の防除には、種子消毒の必要はなく、チオファネートメチル剤やベノミル剤の適期内 1 回散布を防除の基本として指導している。

引用文献

- 1) 小山隆光ら (1977): 東北農試研報 55: 235~239.
- 2) 酒井泰文 (1982): 広島農試報告 45: 43~52.
- 3) ———— ら (1983): 同上 46: 33~40.
- 4) ———— (1984): 同上 48: 67~74.
- 5) ———— (1985): 同上 49: 31~38.
- 6) 鈴木穂積 (1980): 植物防疫 34 (6): 257~262.
- 7) ———— ら (1981): 北日本病虫研報 32: 122~124.

本会発行図書

作物保護の新分野

理化学研究所 見里朝正 編

A 5 判 235 ページ 定価 2,200 円 送料 250 円

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

内容目次

I. 「科学的総合防除」とは

II. 光の利用

光の昆虫誘引作用の利用／光の昆虫忌避作用の利用／紫外線除去フィルムによる植物病原糸状菌の胞子形成阻害／雑草防除における光質の活用

III. 環境制御

湿度環境制御によるハウス野菜病害の防除／環境制御による雑草防除／太陽熱利用による土壌消毒／水の利用による病害防除

IV. 音の利用

音と昆虫／鳥と音／動物と音／魚と音

V. 生物的防除

作物病害の生物的防除／生物的防除と害虫管理／雑草の多様性とその生物的防除／生物的防除への遺伝子工学応用の可能性

VI. ソフト農薬の開発

ソフト農薬開発の現状／大豆レシチン・重曹農薬の開発／過酸化カルシウム剤の開発／フェロモンの利用・開発

VII. 外国の現状

ヨーロッパにおける科学的総合防除／ソビエトの現状／東南アジアにおける作物保護の現状／アメリカにおける病害虫の総合防除の現状

台湾におけるフェロモン研究の現状

農林水産省北海道農業試験場 きた 北 むら 村 ちか 實 よし 彬

はじめに

筆者は、1987年10月1日から21日までの約3週間、中華民国行政院農業委員会の招待で台湾を訪れ、台北から台南までのフェロモン研究に携わっている各地の研究機関を見学する機会に恵まれた（第1図）。間に双十節（国慶節）などの休みをはさみ駆け足の見学であったが、台湾におけるフェロモン研究*の現状と問題点について、感じたことを報告して参考としたい。もとより限られた時間の中での感想であるので、きわめて主観的見聞録であると思うし、多くの誤りを含んでいる可能性もあることをお断りしておきたい。

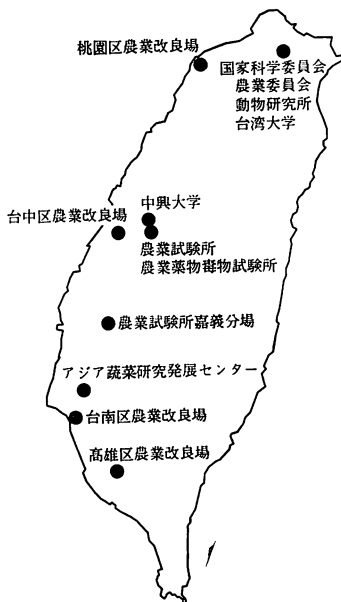
本論に入る前に、台湾における研究体制について述べる。現在の体制では、中華民国は大きく分けて三つの部分から成っている。浙江省 馬祖島、福建省 金門島及び台湾省台湾島である（したがって、台湾＝中華民国ではないのである）。今回見学する機会を得たのは、台湾省の研究施設ということになる。中華民国の最高機関である総統府のもとに第2図のような研究機関がフェロモン研究に携わっている。台湾にはそのほかに、台南市から東北に約15kmほど離れた善化にアジア蔬菜研究発展センター（AVRDC）という国際研究機関があり、インド人の TALEKAR 博士が害虫研究を担当している。それぞれの研究機関での研究の概要については後で触れたい。

I フェロモン研究の国家プロジェクト

台湾では、1984年から行政院国家科学委員会主導で「昆虫性フェロモンに関するビッグプロジェクト」が組織されており、1986年までで第一段階を終了し、1987年から3年計画で第二段階に入っている。第一期及び第二期の研究体制組織図を第1表に示した。このプロジェクトの中で取り上げられている主な害虫は、コブノメイガ、ハイマダラノメイガ、アワノメイガ、オオタバコガ、

* フェロモンに相当する漢字に対して、中華人民共和国では、意味を表す「外激素」の字を当てているが、中華民国では音を表す「費洛蒙」の字を用いている。

Current Topics on Insect Sex Pheromone Studies in Republic of China (Taiwan). By Chikayoshi KITAMURA



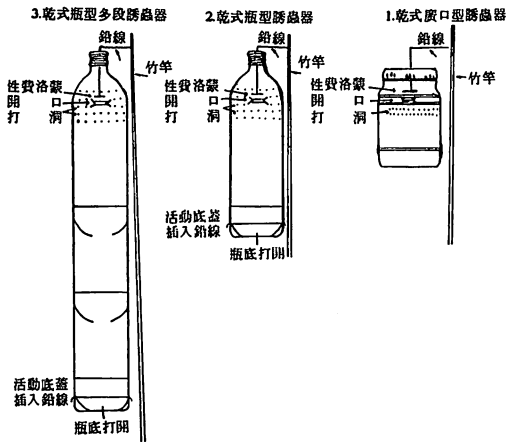
第1図 フェロモン研究を行っている主な試験研究機関の所在場所

コカクモンハマキ、ミカンコナカイガラムシ、ハスモンヨトウなどである。このプロジェクトを主催している国家科学委員会の魏良栄女史の説明によると、このプロジェクトの発端としては、①台湾においても農業問題が起こっており、安全な食品に対する関心が高まりつつあること、②諸外国で研究されているフェロモンなるものについて台湾としても研究しておく必要があること、の二点があるようだ。

第二期1年目の成績検討会が1987年10月13日に国家科学委員会で開かれた。会議では、第1表にあげた害虫のほかにもアリモドキゾウムシなどの害虫についても説明があった。筆者も出席したが、使用言語が中国語のみであったため、細部にわたって理解することはとうてい不可能であったが、朱教授の手助けによりおおまかな概要はつかむことができた。

II プロジェクト研究の概要

トラップの種類：本プロジェクトの中で使用されているフェロモントラップの主なものとしては、
湿式トラップ



第3図 ボトル型トラップの構造 (李, 1987)

- ① 武田薬品工業製の湿式トラップの簡略型
- ② 黄色水盤の利用

乾式トラップ

- ① 武田薬品工業製のハスモンヨトウ用のトラップ
- ② ボトル型トラップとその改良品

がある。ボトル型トラップは、高雄区農業改良場の李さんが開発したもので、第3図のような構造をしている。このトラップは、市販の清涼飲料水のポリ瓶を加工したもので、①近年、このような空瓶の処理に困っていること、②農民が簡単に作って使用できること、③値段が安いこと、から考案したとのことであった。

コブノメイガ：台湾省農業薬物毒物試験所が大量飼育を担当している。飼育は10cmほどに切ったイネ葉を用いており、1986年8月から1987年8月までに合計6万頭の蛹を月平均5千頭のペースで生産した。それらは176回に分けて（毎回50~3,000, 平均267頭）農業試験所嘉義分場、陽明医学院、中興大学に分譲された。

国立中興大学の侯教授の研究室では、配偶行動の観察を行っており、本種が羽化後2日間は交尾をせず3日目から交尾率が増加すること、配偶行動の開始される時間は日齢が増すにつれてだんだん早くなることなどを明らかにするとともに、一連の配偶行動の観察と写真撮影に成功した（現在, Appl. Ent. Zool. に投稿中）。

農業試験所嘉義分場では、処女雌を誘引源とした水盤式トラップ（VFT）とサクシジョンライトトラップ（SLT）を利用して発生消長調査を行っている。研究を担当している鄭さんの話によると、VFTで成虫がうまく捕獲されるかどうかは、ひとえにそのサイズにかかっているそうである。SLTは、傘をつけた円形の蛍光灯の下

に吸引式のファンを取り付け、ファンにはゴースの袋を取り付けた構造をしている。本種の飛しょう行動は、日没後すぐに始まり、1時間後に大変活発になる。SLTでの捕獲のピークは、日没後2~4時間目に最高になり、深夜以前に全体の77%が捕獲されるという。一方、VFTに対する飛しょうは、日没後7時間目から始まり、これは実験室での結果とよく一致した。SLTとVFTの捕獲数を比較したところ、野外密度が低いときにはSLTのほうが多くの成虫を捕獲したが、密度が高くなるとほぼ同じくらいになった。

陽明医学院では、葉女史が性フェロモンの単離・構造決定を試みている。GCのピークごとに分画し生物検定を行っているが、いまだ単離には至っていない。EAGといったテクニックは使っていないように思われた。

オオタバコガ：竹の支柱を植物体に沿わせて果実が汚れないようにしている生果用の畑と、支柱を使わず地上で自由生長させている加工用のトマト畑とを使って、交信かく乱実験を行った。それぞれの畑にフェロモン処理区と対象区を設けた（各区0.2ha）。処理区には開花初期に、地上1mの位置にフェロモンディスペンサを5m間隔で設置した。効果は、各区の中央に設置した処女雌トラップの捕獲数の比較、果実の被害率の比較によって行った。果実の被害率には、処理区と対象区、処理区の周辺と中心とで差が認められなかった。トラップの捕獲虫数にも差がみられなかった。圃場の周辺から既交尾雌が試験区の中に移入してくることがうまくゆかなかった原因と考えられる（アジア蔬菜研究発展センター）。

ボトル型トラップの下に、円形の粘着板をおいて捕獲虫数を調査したところ、直径が大きくなるほど捕獲虫数が多くなった。このことから着地場所が必要なのではないかと思われた（台南区農業改良場）。

アワノメイガ：Z12-14:Ac:E12-14:Ac:14:Ac:16:Ac=38:27:33:2の混合物が用いられている。理由はわからないが、国外から購入した化合物のほうが、国内で合成した化合物より誘引力が強いといわれている。ボトル型のトラップでは入口を上にするよりも下に作ったほうが捕獲数は多かった。しかし、その場合でも粘着トラップよりは劣った（台南区農業改良場）。

コクモンハマキ：第一期の研究ではフェロモンの構造は、Z9-10:Ac:Z11-14:Ac:E11-14:Ac:10Me-12:Ac=45:52:0:2（玉木らの報告は、63:31:4:2）と報告されているが、今回2,500頭の*Adoxophyes* sp.を用いて調べた結果では、Z11-14:Acのみが検出された。そのほかに3種類の酢酸エステルが検出されているが、それらは上記の3種類のエステルとは違う。こ

のような結果から、台湾のコカクモンハマキは日本のものとは異なるのではないかと考えられている (淡江大学)。

ミカンコナカイガラムシ：ウリ科の果実を用いて大量増殖させ、約 39 万頭を陽明医学院及び TACTRI へ送った。生物検定法としては、ターンテーブル型嗅覚計がもっともよかった (農業試験所)。

抽出物を GC-MS 分析したところ、すでに報告されている化合物、2, 2-dimethyl-3(isopropenyl) cyclobutanemethanol acetate と一致した (陽明医学院)。

III 試験研究機関を訪ねて

台北市の東端の南港にある中央研究院動物研究所では、冠女史が、キマダラカメムシ (*Erthesina fullo*) の腹部分泌腺の分泌物とその機能に関する研究を行っている。研究としてはまだ始まったばかりという感じを受けた。

桃園区農業改良場は台北の西にあり、近くに中正国際空港がある。一帯はネギの主産地の一つで (耕作面積 400ha のうちネギの栽培が 120ha)、近年シロイチモジヨトウの被害が目立っている。ここでは、発生消長の把握に性フェロモントラップを利用している。農業試験所においても、ha 当たり 27 個のトラップを用いて大量誘殺法を検討している。

台中市の西南の大村にある台中区農業改良試験場では、性フェロモンを利用してハスモンヨトウの発生消長調査を行っている。それによると、フェロモントラップとライトトラップの誘殺消長はよく似ており、捕獲のピークは 11 月中旬～12 月初旬にあるが、卵塊は 8～10 月に多いという。台湾大学では、ハスモンヨトウの成虫の日齢と翅の破損度との間に一定の関係があることを見いだしている、その点について調査したところ、完全な翅は夏に、破損した翅は冬に多く見られた。大村近郷は野菜・ブドウなどの産地であり、台中区農業改良場では、ブドウの害虫の *Zenzero coffeae* (ボクトウガの一種) の発生消長調査に処女雌トラップを利用している。

台中の南約 10 km の霧峯には、台湾省農業試験所 (TARI) があり、同じ敷地内に台湾省農業薬物毒物試験所 (Taiwan Agricultural Chemicals and Toxic Substances Research Institute) がある。TACTRI には、農業製剤、安全性評価、環境汚染、生理活性物質、薬剤抵抗性、防除技術開発の六つのグループと技術サービス部門があるが、実際の研究は複数の部門にまたがる研究グループを単位として行われている。ここに

は、農業化学系の羅致述主任を代表とする有機合成グループがあり、フェロモンの合成を行っている。合成されたフェロモンは、キャピラリーに入れたり、ゴムセプタムに含浸させたり、粘着物と一緒にチューブに入れたりといったさまざまな製剤化を行って、各地での試験に供している。ここで行ったセミナーの後で、若い研究員から「日本では、だれがフェロモンを合成して、提供しているのか」と聞かれた。「メーカーが事業として成り立つと判断すると合成して売るのが、そうではなくて研究に使うという場合には、研究者の努力でどこからかもらってくる」と答えておいたが、日本においても国の機関で合成を行い、研究者の需要に答えられるようにしておくことが必要ではないかと感じた。

TARI の嘉義分場では、コブノメイガのフェロモンのほかに、水稻のトビイロウンカ抵抗性の研究なども精力的に行っている。

AVRDC は、熱帯湿潤及び準湿潤地域における蔬菜栽培の研究、開発を目的として 1971 年に各国の援助により設立された国際研究機関であり、「野菜分野の IRRI」を目指している。これまでに、コナガの寄生性天敵の導入・利用、ダイズ及び緑豆の bean fly 抵抗性、トマトの抵抗性研究などを行ってきた。アリモドキゾウムシに対する抵抗性品種がないとのことなので、現在、防除法の開発、とりわけフェロモンの利用を精力的に行っている。1区 10a ほどの圃場で 1mg の合成フェロモンディスペンサを用いて、発信かく乱法 (5 m 間隔) と大量誘殺法 (10 m 間隔) を実施しフェロモントラップの捕獲数と被害で効果判定を行っている。大量誘殺区ではモニータトラップに捕獲される虫はいないのに対し、発信かく乱区では何頭かの雄が捕獲されており、アリモドキゾウムシに対しては、大量誘殺法のほうが有効と考えているようである。AVRDC には 16 名の研究員がいるが、日本と西独の研究者だけが政府派遣で、他は契約制になっている。日本からは、野菜・茶業試験場の太田保夫さんが研究監として出向いておられる。このような国際研究機関があることは、日本国内ではあまり知られていないようであるが、今後ますます研究需要が高まると考えられるので、もっと注目して欲しいし、もっと流動研究員として訪台して欲しい、というのが太田さんの希望であった。

台南区農業改良場、高雄区農業改良場も訪問したが、そこでの研究内容については既に述べたので省略する (本論とは関係ないが、台南の屋台で食べたタイワンオオコオロギのおいしかったことと、高雄郊外にある風光明媚な澄清湖で見た“ジャンボタニシ”の真っ赤な卵塊

とが印象的であった)。

IV 台湾で感じたこと

3週間にわたる研究機関訪問の中で、日本のフェロモン研究との対比で感じたことをいくつか述べてみたい。一つは、あまり手間をかけていないように見えることである。例えば、配偶行動を観察し、それに基づいてトラップを改良するというよりも、やってみて駄目なら次の改良をするというやり方や、トラップの捕獲虫の比較による効果判定はやるけれども、つなぎ雌はしていない、といったことである(これは、フェロモン研究開始の動機が必ずしも研究者あるいは農民の必要性から出ていないことからくるのかもしれない)。

先にも述べたが、国の機関の中に、フェロモンを合成する部門があって、研究者が必要とする化合物を必要な形に製剤化してくれるというシステムはうらやましいと

思った。

研究体制として、比較的一元化が図られているように思えた。現場で研究を推進してゆくうえでは、朱教授が指導力を発揮しているし、制度的には国家科学委員会あるいは農業委員会が全体を把握しているという体制は、研究効率という観点からは望ましい体制である。国の規模の問題はあるかもしれないが、わが国の研究体制の現状に照らしてみたとき、考えさせられる問題ではあると思った。

いずれにせよ、台湾におけるフェロモン研究は、まだ始まったばかりというのが率直な感じであった。

最後に、今回の訪台に際してお世話になった中華民国行政院農業委員会及び交流協会、滞在中のアレンジをしてくださった農業委員会張藏福氏、公私にわたりサポートしてくださった台湾大学の朱耀沂教授に厚くお礼申し上げる。

人 事 消 息

北海道立中央農業試験場では3月28日より下記のように電話番号を変更した。

(病虫部) 01237-2-4220

山形県では下記の異動があった。

井澤弘一氏(農業試験場生物工学部長)は園芸試験場長に(4月1日付)

鈴木正八氏(園芸試験場長)は退職(3月31日付)

長野県では下記の異動があった。

小林祐造氏(果樹試験場栽培部長)は果樹試験場長に(4月1日付)

柳 武氏(果樹試験場長)は退職(3月31日付)
三重県では下記の異動があった。

伊藤 孝氏(農業技術センター農林水産部次長)は農業技術センター所長に(4月1日付)

片岡一男氏(農業技術センター所長)は退職(3月31日付)

鳥取県では下記の異動があった。

吉田浩之氏(農業試験場病虫科研究員)は農業試験場病虫科長に(4月1日付)

千代西尾伊彦氏(農業試験場病虫科長)は退職(3月31日付)

広島県では下記の異動(4月1日付)があった。

竹中美晴氏(農政部次長)は農政部長に

野中和雄氏(農政部長)は農林水産省農林水産技術会議事務局総務課長に

三由 健氏(農産課長)は農政部次長に

山本吾郎氏(農業振興課長)は農産課長に

前重道雄氏(農業試験場次長)は農業試験場長に

山口昌己氏(畜産試験場次長)は畜産試験場長に

鬼塚逸夫氏(畜産試験場長)は社団法人広島県畜産会

へ

後藤 亮氏(林業試験場林業振興課長)は林業試験場長に

黒木富生氏(林業試験場長)は広島県森林組合連合会常務理事に

島生久嘉氏(農業試験場長)は退職(3月31日付)

山口県では下記の異動(4月1日付)があった。

加藤 勉氏(大島柑きつ試験場環境研究室長)は大島柑きつ試験場長に

本田郁二氏(大島柑きつ試験場長)は農業試験場園芸部長に

徳島県では下記の異動(4月1日付)があった。

坂尾治雄氏(農林水産部農林企画課主幹)は農林水産部農業改良課長に

中川正視氏(農林水産部農業改良課長)は退職〔農業大学校長に〕

愛媛県では下記の組織改正と異動(4月1日付)があった。

県内3か所の病害虫防除所を統合して下記のように設置した。

(名称) 本所: 愛媛県病害虫防除所(旧中予防除所)

支所: 愛媛県病害虫防除所東予支所

: 愛媛県病害虫防除所南予支所

なお、住所・電話番号は従来どおり。

松浦利雄氏(南予病害虫防除所)は病害虫防除所長に
松本益美氏(中予病害虫防除所)は愛媛県工業技術センター嘱託に

森 介計氏(果樹試験場病害虫主席研究員)は果樹試験場長に

大和田厚氏(果樹試験場長)は退職〔農業大学校へ〕

紹介

新登録農薬

『除草剤』

フェノキサプロップエチル乳剤 (63.3.24 登録)

本剤は西ドイツのヘキスト社により 1976 年に合成されたイネ科雑草に有効な茎葉処理型選択性除草剤である。

作用機構は生化学的一次作用として脂質合成阻害が考えられている。

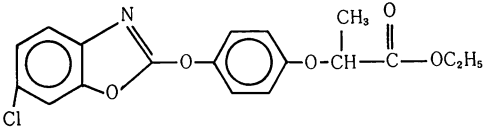
なお、二次作用として、植物体の生育停止ないし枯死に伴う遅効的な光合成阻害等が考えられている。

商品名：フローレ乳剤

成分・性状：製剤はエチル＝(RS)‑2‑[4‑(6‑クロロ‑1,3‑ベンゾオキサゾール‑2‑イルオキシ)フェノキシ]プロピオナート 9.0% を含有する淡黄色澄明可乳化油状液体である。フェノキサプロップエチル純品は無色粉末で、融点 85～87℃、蒸気圧 1.4×10^{-8} mmHg (20℃) 溶解度 (20℃) 水 0.9mg/l (pH7, 25℃)、アセトン約

510g/l, トルエン 340g/l, エチルアセテート 240g/l, メタノール約 46g/l, ゴマ油約 25g/l, 1‑オクタール約 20g/l, エタノール約 20g/l, シクロヘキサン約 15g/l, ヘキサン約 5g/l である。

(構造式)



適用作物、適用雑草名及び使用方法：第 1 表参照。

使用上の注意：

① 広葉およびカヤツリグサ科雑草には効果が期待できないので、イネ科雑草 (スズメノカタビラを除く) 優占圃場で使用すること。なお、広葉雑草が混在する場合には、これらの雑草に有効な除草剤との体系で使用すること。

② イネ科雑草の生育期に有効であるが、雑草が大きくなりすぎると効果が劣るので、時期を失しないよう均一に散布すること。

③ 本剤はイネ科雑草を完全に枯殺するまでに 7～10 日を要するので誤ってまき直しなどしないように注意す

第 1 表 フェノキサプロップエチル乳剤 (フローレ乳剤)

作物名	適用雑草名	使用時期	10アール当り使用量		使用回数	使用方法	適用地帯
			薬量	希釈水量			
てんさい	畑地一年生イネ科雑草〔スズメノカタビラを除く〕	雑草生育期 〔イネ科雑草 3～5 葉期〕 但し、定植後 2 カ月まで	75～150 ml	100 l	1 回	雑草茎葉散	北海道
大豆 枝豆 小豆 さやいんげん		雑草生育期 〔イネ科雑草 3～5 葉期〕 但し、播種後 1 カ月まで					全 域
にんじん		雑草生育期 〔イネ科雑草 3～5 葉期〕 但し、挿苗後 1 カ月まで					
かんしょ		雑草生育期 〔イネ科雑草 3～5 葉期〕 但し、定植後 2 カ月まで					
キャベツ		雑草生育期 〔イネ科雑草 3～5 葉期〕 但し、定植後 1 カ月まで					
いちご (親株床)		雑草生育期 〔イネ科雑草 3～5 葉期〕					
たまねぎ		雑草生育期 〔イネ科雑草 3～5 葉期〕 但し、定植後 2 カ月まで					

ること。

④ イネ科作物には薬害がみられるので、周囲にイネ科作物がある場合には、薬液が飛散しないように注意して散布すること。

⑤ 本剤の使用に当っては、使用量、使用時期、使用方法を誤らないように注意し、特に初めて使用する場合は、病害虫防除所等関係機関の指導を受けることが望ましい。

毒性：（急性毒性）普通物。

① 誤飲などのないように注意すること。

② 原液は眼に対して強い刺激性があるので、散布液

調製時には保護眼鏡を着用して薬剤が眼に入らないよう注意すること。眼に入った場合には直ちに水洗いし、眼科医の手当てを受けること。

③ 本剤は皮膚に対して刺激性があるので皮膚に付着しないよう注意すること。付着した場合には直ちに石けんでよく洗い落とすこと。

④ 散布の際は手袋、長ズボン・長袖の作業衣などを着用すること。作業後は洗眼すること。

（魚毒性）A 類。本剤は魚介類に影響を及ぼすが通常の使用方法では問題はない。

新しく登録された農薬 (63. 4. 1～63. 4. 30)

掲載は、種類名、有効成分及び含有量、商品名（登録年月日）、登録番号〔登録業者（会社）名〕、対象作物：対象病害虫：使用時期及び回数などの順。但し、除草剤については適用雑草：使用方法を記載。（…日…回は、収穫何日前まで何回以内散布の略。）（登録番号 17030～17043 まで計 14件）

『殺虫剤』

テトラセニルアセテート剤

テトラセニルアセテート 1.0mg/cm²

ニトセーフハマキ (63.4.6)

17030（日東電気工業）

茶：チャノコカクモンハマキ（雄成虫）・チャノハマキ（雄成虫）：発生初期から発生終期

MEP 粉剤

MEP 3.0%

スミチオン粉剤 3DL (63.4.6)

17031（八洲化学工業）

稲：ニカメイチュウ・ウンカ類・コブノメイガ・カメムシ類：14 日 7 回

XMC 粉剤

XMC 3.0%

マクパール粉剤 3DL (63.4.6)

17033（北興化学工業）

稲：ツマグロヨコバイ・ウンカ類：7 日 5 回

『殺虫殺菌剤』

MEP・フサライド・FDDP 粉剤

MEP 2.0%，フサライド 1.5%，EDDP 2.0%

ヒノラブバイジェット粉剤 35 (63.4.6)

17032（大日本除虫菊）

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

クロルピクリンくん蒸剤

クロルピクリン 70.0%

クロルピクリン錠剤 (63.4.26)

17034（南海化学工業）

あぶらな科野菜・うり科野菜・トマト・ピーマン・いちご・なす・ほうれんそう・レタス・セルリー・アスパラガス・にんじん・ごぼう・ねぎ・陸稲・麦類・豆類・とうもろこし・ばれいしょ・かんしょ・さといも・やまのいも・こんにゃく・あま・てんさい・たばこ・カーネーション・きく：立枯病・つる割病・萎ち

よう病・青枯病・疫病・紋羽病・黒根病・白絹病・センチュウ類・ハリガネムシ・ネキリムシ・ケラ、あぶらな科野菜・いちご：萎黄病、たばこ：わい化病

CVMP・フサライド水和剤

CVMP 20.0%，フサライド 12.0%

ラブガードゾル (63.4.26)

17035（北興化学工業）

稲：いもち病・ニカメイチュウ：21 日 2 回

ベンスルタップ・BPMC・バリダマイシン・フサライド粉剤

ベンスルタップ 2.0%，BPMC 3.0%，バリダマイシン A 0.30%，フサライド 2.5%

ラブバリダルーバンバッサ粉剤 DL (63.4.26)

17040（北興化学工業），17041（武田薬品工業）

稲：いもち病・紋枯病・ニカメイチュウ・ツマグロヨコバイ・ウンカ類・イネツトムシ・コブノメイガ・フタオビコヤガ：21 日 4 回

ベンスルタップ・BPMC・フサライド粉剤

ベンスルタップ 2.0%，BPMC 3.0%，フサライド 2.5%

ラブルーバンバッサ粉剤 DL (63.4.26)

17042（北興化学工業），17043（武田薬品工業）

稲：いもち病・ニカメイチュウ・ツマグロヨコバイ・ウンカ類・イネツトムシ・コブノメイガ・フタオビコヤガ：21 日 4 回

『除草剤』

ジメタメトリン・ピラゾレート・プレチラクロール粒剤
ジメタメトリン 0.20%，ピラゾレート 8.0%，プレチラクロール 1.5%

クサホープ 95D 粒剤 (63.4.26)

17036（三共），17037（北海三共），17038（日本チバガイギー），17039（クミアイ化学工業）

移植水稻：水田一年生雑草及びマツバイ・ホタルイ・ウリカワ・ヘラオモダカ・ヒルムシロ・アオミドロ・藻類による表層はく離：移植後 3 日～15 日（ノビエ 1.5 葉期まで）：1 回

人 事 消 息

○植物防疫所(4月 1 日付) 新 職 名

旧 職 名

☆横浜植物防疫所

田村 誠康氏	本所研修指導官	農林水産研修所教務指導官
村岡 力氏	“ 業務部国際第一課防疫管理官	横浜植物防疫所新潟支所防疫管理官
岩本 清氏	“ “ “ “	“ 東京支所国際第一係長
大城 成良氏	“ “ 国際第二課防疫管理官	“ 成田支所業務部第一課防疫管理官
小林 儀信氏	“ “ “ 第一係長	“ 新潟支所
藤原 裕治氏	“ “ “ 大和圃場駐在	“ 東京支所
竹知 孝典氏	“ “ 国内課防疫管理官	“ 札幌支所留萌出張所長
大久保邦彦氏	“ “ “ “	“ 業務部国内課防疫係長
桜井 寿氏	“ 調査研究部長	“ 種子管理センター胆振農場長
剣持 秀禮氏	“ “ 調査課長	“ 横浜植物防疫所調査研究部害虫課防疫管理官
吉田美和子氏	“ “ “ 研修係長	“ 総務部会計課用度係主任
小田 義勝氏	“ “ 害虫課防疫管理官	“ 成田支所業務第二課貨物第四係長
北川 憲一氏	“ “ “ 害虫第一係長	“ 国土庁小笠原総合事務所防疫主査
相原 孝雄氏	“ “ “ 線虫係長	“ 横浜植物防疫所札幌支所
高野 歩氏	“ 川崎出張所	“ 成田支所業務第一課
藁谷 一馬氏	“ 横須賀出張所併任	“ 業務部国際第一課
新国 忠氏	札幌支所防疫管理官	“ 札幌支所国内係長
田中 健氏	“ “	“ 業務部国内課
佐伯 勇氏	“ 留萌出張所長	“ 成田支所業務第二課貨物第二係長
佐々木 等氏	“ 小樽出張所	“ 塩釜支所石巻出張所
渡辺 忠之氏	“ 釧路出張所	“ 成田支所業務第一課
伊藤喜美男氏	塩釜支所防疫管理官	“ 東京支所国内係長
釣谷 信雄氏	“ 青森出張所長	“ “ 鹿島出張所長
鈴木 秀昭氏	“ 大船渡出張所長	“ 塩釜支所防疫管理官
富樫 安栄氏	“ 石巻出張所	“ 新潟支所酒田出張所
佐藤 清彦氏	“ “	“ 成田支所業務第一課
堀内 義久氏	新潟支所防疫管理官	“ 塩釜支所青森出張所
中澤 郁夫氏	“ “	“ 成田支所業務第一課
佐々木 努氏	“ 酒田出張所	“ “ “
青地 茂夫氏	“ 直江津出張所長	“ 業務部国際第二課第一係長
吉岡健一郎氏	東京支所防疫管理官	“ 成田支所業務第一課防疫管理官
鎌倉 正好氏	“ 国際第一係長	“ 東京支所国際第二係長
北 直行氏	“ 国際第二係長	“ 川崎出張所
村木 寛志氏	“ 国内係長	“ 業務部国内課
糸畑 利視氏	“ 鹿島出張所長	“ 塩釜支所大船渡出張所長
大木 章男氏	“ “	“ 成田支所業務第一課
坂元 哲郎氏	“ 大井出張所	“ “ 業務第二課
根津 篤志氏	“ 晴海出張所	“ 東京支所大井出張所
大沼 正明氏	“ “	“ 札幌支所小樽出張所
高田 光弘氏	“ 千葉出張所	“ “ 釧路出張所
黒木 光男氏	成田支所業務第一課防疫管理官	“ 新潟支所直江津出張所長
後藤 文男氏	“ “ “	“ 成田支所業務第二課防疫管理官
唐沢 祐雄氏	“ “ 携帯品第二係長	“ 神戸植物防疫所業務部国際第二課調査第一係長
浅野 和也氏	“ “	“ 横浜植物防疫所成田支所業務第二課
樋口 健一氏	“ “	“ “ “
諸星 達雄氏	“ “	“ 川崎出張所
伊藤 久也氏	“ 業務第二課防疫管理官	“ 東京支所防疫管理官
佐藤 肅也氏	“ “ 貨物第二係長	“ “ 晴海出張所
小西 富夫氏	“ “ 貨物第四係長	“ 成田支所業務第一課携帯品第二係長
和田 英男氏	“ “	“ 業務部国際第一課
渡邊 弘行氏	“ “	“ 東京支所千葉出張所
吉田 優二氏	“ “	“ “ “

浩明氏	“	“	那覇植物防疫事務所国内課
永井 宏志氏	“	“	横浜植物防疫所調査研究部害虫課
納富 秀文氏	“	羽田出張所	神戸植物防疫所伊丹支所
森田 富幸氏	本所業務部国際第一課（採用）		
岸野 秀昭氏	“	“	“（ “ ）
山口 紀生氏	“	“	“（ “ ）
新居 威行氏	“	“	“（ “ ）
宮崎 博氏	“	“	“（ “ ）
畔上 慶一氏	“	“	“（ “ ）
橋本 博明氏	“	“	“（ “ ）
成田 裕昭氏	“	“	“（ “ ）
川崎 和実氏	“	“	国際第二課（ “ ）
桃原 健氏	“	“	国内課（ “ ）
塚本 貴敬氏	“	“	“（ “ ）
有田 武志氏	“	調査研究部調査課	（ “ ）
大堀 克己氏	成田支所業務第一課（ “ ）		
白岩 信二氏	“	“	（ “ ）
真田 卓也氏	“	“	（ “ ）
岡田 秀樹氏	“	業務第二課	（ “ ）
岡 辰男氏	“	“	（ “ ）
小川 雅憲氏	“	“	（ “ ）
角田 幸司氏	農蚕園芸局植物防疫課併任		横浜植物防疫所業務部国際第一課
川上 清隆氏	“	“	農蚕園芸専門官 “ 国際第二課防疫管理官
大友 哲也氏	“	“	防除班発生予察係長 “ 国際第一課
大戸 謙二氏	“	“	検疫第二班国内検疫係長 “ 調査研究部害虫課
峰岸 雄幸氏	農業者大学校教務課教材係長		“ 調査研究部調査課研修係長
氏家 吉夫氏	東北農政局出向		“ 塩釜支所石巻出張所
戸谷 研二氏	国土庁小笠原総合事務所出向業務部国内課併任		“ 業務部国内課
徳永 太蔵氏	退職		“ 調査研究部調査課
谷 隆之氏	“	“	“ 札幌支所小牧出張所
北島 克己氏	“	“	“ 調査研究部長
川原 哲城氏	“	“	“ 研修指導官
小田 保氏	“	“	“ 調査研究部調査課長
（4 月 12 日付）			
福沢 系司氏	成田支所業務第二防疫管理官		“ 業務部国際第一課第一係長
中島 三康氏	本所業務部国際第一課第一係長		“ “ “ 第三係長
大田原正直氏	“	“	“ “ “ 第二係長
狩野 久雄氏	成田支所業務第二課貨物第五係長		“ 成田支所業務第二課
高山 睦雄氏	農蚕園芸局植物防疫課検疫第一班種苗検疫係長		“ 業務部国際第二課
☆名古屋植物防疫所			
渡邊 泰孝氏	本所国際課長		農蚕園芸局植物防疫課農蚕園芸専門官
勅使川原伸氏	“	“	防疫管理官 名古屋植物防疫所国際課調査係長
松田 勝氏	“	“	輸入第二係長 “ 衣浦出張所
清水 直樹氏	“	“	“ “ 小牧出張所
村田 哲夫氏	“	“	神戸植物防疫所伊丹支所
細川 隆彦氏	“	“	名古屋植物防疫所清水支所
久米 勝美氏	“	国内課防疫管理官	“ 国内課指定種苗係長
永木 寿氏	“	“	“ 指定種苗係長 “ 四日市出張所
香川 正明氏	“	小牧出張所長	“ 国内課防疫管理官
水谷 幸一氏	“	“	“ 南部出張所
松永 辰己氏	“	“	“ 国際課
村上 豊氏	“	南部出張所長	“ “ 防疫管理官
西尾 正一氏	“	“	“ “ 小牧出張所
米山 幸一氏	“	衣浦出張所	“ 西部出張所
高橋 俊史氏	“	豊橋出張所	“ 蒲郡出張所

酒井 秀紀氏	〃 蒲郡出張所	〃 豊橋出張所
内山 亙氏	〃 西部出張所	〃 国際課
雄谷 隆氏	〃 〃	〃 〃
新名 輝彦氏	〃 〃	京都大学農学部附属農場
碓井 正昭氏	〃 四日市出張所	名古屋植物防疫所清水支所
牧田 繁夫氏	〃 〃	〃 国内課
泉 卓夫氏	伏木支所防疫管理官	〃 伏木支所内浦出張所長
石谷 義明氏	〃 国内係長	〃 〃 敦賀出張所
藤井 伸泰氏	〃 富山出張所長	〃 〃 防疫管理官
小倉 明弘氏	〃 七尾出張所	〃 伏木支所
木戸 悦昌氏	〃 金沢出張所	〃 〃 七尾出張所
小川 清悦氏	〃 敦賀出張所	〃 四日市出張所
今村 博氏	〃 内浦出張所長	〃 清水支所国内係長
西脇 義和氏	清水支所防疫管理官	〃 伏木支所国内係長
東 好廣氏	〃 国内係長	〃 〃 金沢出張所
河野 真治氏	本所国際課 (採用)	
岡田三十四氏	〃 〃 (〃)	
倉橋 裕人氏	〃 国内課 (〃)	
富田 勇氏	〃 伏木支所 (〃)	
高松 輝治氏	〃 清水支所 (〃)	
吉岡幸太郎氏	北陸農政局出向	名古屋植物防疫所西部出張所
梅山 富雄氏	三重食糧事務所出向	〃 国際課輸入第二係長
山下 光生氏	退職	〃 国際課長
野田 武馬氏	〃	〃 南部出張所長
西尾 清氏	〃	〃 伏木支所富山出張所長
☆神戸植物防疫所		
小西池英身氏	本所業務部国際第一課防疫管理官	神戸植物防疫所業務部国内課防疫管理官
堀田 公生氏	〃 〃 国際第二課調査第一係長	〃 広島支所
佐伯 政裕氏	〃 〃 〃	那覇植物防疫事務所国内課防除第二係長
溝渕 崇生氏	〃 〃 国際第三課防疫管理官	農蚕園芸局植物防疫課防除係長
愛原 悦二氏	〃 〃 国内課防疫管理官	神戸植物防疫所伊丹支所国際第一係長
池原 秀幸氏	〃 尼崎出張所長	〃 広島支所具出張所長
額田 寿之氏	〃 〃 併任	〃 業務部国際第一課
小林 貴芳氏	〃 姫路出張所	〃 業務部国際第一課
向野瀬 健氏	大阪支所次長	〃 〃 国内課防疫管理官
松下 康夫氏	〃 国内係長	〃 〃 国際第一課
上甲 義文氏	伊丹支所国際第一係長	〃 坂出支所高知出張所
木村 洋二氏	〃	〃 姫路出張所
村上 輝義氏	〃	〃 広島支所水島出張所
榊田 博幸氏	〃	〃 業務部国際第三課
松本 工氏	〃	〃 〃 国内第二課
佐々木 晃氏	〃	〃 〃 国内課
山下 均氏	〃	横浜植物防疫所成田支所羽田出張所
三島 重治氏	〃	門司植物防疫所国際課
黒谷 博史氏	広島支所境港出張所	神戸植物防疫所大阪支所
長崎 浩人氏	〃 〃	〃 伊丹支所
松本 一寿氏	〃 水島出張所	〃 広島支所境港出張所
中田 明浩氏	〃 〃	〃 坂出支所小松島出張所
片岡 多聞氏	〃 呉出張所長	〃 〃 防疫管理官
中芝 清張氏	〃 浜田出張所	〃 広島支所岩国出張所
山内 勘司氏	坂出支所長	〃 大阪支所次長
守長 節男氏	〃 防疫管理官	〃 坂出支所須崎出張所長
藤澤 隆紀氏	〃 高松出張所	〃 広島支所水島出張所
藤島 隆雄氏	〃 小松島出張所	〃 坂出支所高松出張所
宇都宮靖太郎氏	〃 詫間出張所	〃 業務部国際第三課

藤本富士吉氏 " 高知出張所
 中崎 国一氏 " 須崎出張所長
 土手二己一氏 本所業務部国際第一課 (採用)
 内藤 浩光氏 " " " (")
 吉田 陽一氏 " " " (")
 前川 晃演氏 " " 国際第二課 (")
 水田 啓之氏 " " 国際第三課 (")
 木村 光一氏 " " " (")
 松田 辰雄氏 " " 国内課 (")
 松井 衛氏 大阪支所 (")
 兵頭 薫氏 広島支所 (")
 香川 博美氏 香川食糧事務所出向
 谷田 義弘氏 退職
 友田 辰雄氏 "
 ☆門司植物防疫所

佐々木 隆氏 本所国際課長
 馬場 興市氏 " 防疫管理官
 太田 正穂氏 " 輸入第一係長
 大平 隆満氏 " 輸入第二係長
 甲斐 基功氏 " 輸入第三係長
 小野 泰樹氏 " "
 俣木 利昭氏 " 国内課防疫管理官
 山口 憲一氏 " 輸出係長
 河野 正直氏 " 若松出張所所
 花岡 清和氏 " 苅田出張所長
 中野 實氏 福岡支所長
 坂之内踐行氏 " 防疫管理官
 田代 好氏 " 国際第二係長
 三宅 宣弘氏 " 板付出張所長
 崎尾 繁雄氏 " "
 亀田 尚司氏 " 板付出張所
 岡村 稔浩氏 " 佐世保出張所
 中原眞木男氏 " 長崎出張所
 中里 清氏 鹿児島支所長
 坂本 富氏 " 大分出張所
 阿南 浩氏 " 細島出張所長
 西田 稔氏 " 志布志出張所長
 伊藤 登氏 名瀬支所国内係長
 濱砂 武久氏 " 調査係長
 羽生 道則氏 " "
 永山 才朗氏 " "
 角屋 竜雄氏 本所国際課 (採用)
 佐野 進一氏 " 国内課 (")
 佐藤 哲二氏 " 下関出張所 (")
 吉岡 謙吾氏 退職
 坂田卯三隆氏 "
 堂元 邦典氏 "
 ☆那覇植物防疫事務所

津止 健市氏 所長
 澤木 雅之氏 本所国内課防除第二係長
 島袋 智志氏 " " (採用)
 久保 博之氏 " " (")
 和氣 彰氏 退職

門司植物防疫所鹿児島支所大分出張所
 神戸植物防疫所大阪支所国内係長

神戸植物防疫所坂出支所詫間出張所
 " " 長
 " 尼崎出張所長

神戸植物防疫所業務部国際第一課防疫管理官
 門司植物防疫所若松出張所長

" 名瀬支所国内係長
 " 国際課調査係長
 " 国内課輸出係長
 " "
 " " 種苗器具係長
 " 福岡支所板付出張所
 " 苅田出張所長
 " 国際課輸入第二係長
 " 福岡支所板付出張所長
 " 国際課輸入第一係長
 " 名瀬支所調査係
 " 福岡支所防疫管理官
 " 名瀬支所
 " 下関出張所
 " 福岡支所
 " 国際課輸入第三係長

名古屋植物防疫所業務部国際第一課防疫管理官
 神戸植物防疫所広島支所浜田出張所
 門司植物防疫所鹿児島支所志布志出張所長
 " " 細島出張所長
 " 福岡支所佐世保出張所
 " 名瀬支所
 " 福岡支所板付出張所
 " 国際課

門司植物防疫所福岡支所長
 " 長崎出張所長
 " 鹿児島支所長

門司植物防疫所国際課長
 横浜植物防疫所業務部国際第二課

那覇植物防疫事務所長

協 会 だ よ り

第 44 回通常総会、第 63 回理事会を開催

5 月 20 日、午後 1 時 30 分から家の光ビルにおいて第 63 回理事会及び第 44 回通常総会が開催された。出席者は 123 名であった。

定刻、栗田常務理事が開会を宣し、石倉理事長が開会の挨拶を行った。

【通常総会議事内容】

石倉理事長が議長となり、遠藤常務理事が提出議案の説明を行い、審議が行われた結果、昭和 62 年度事業報告及び収支決算並びに損益計算報告案、63 年度事業計画及び収支予算案等はすべて原案どおり議決された。

役員改選については、5 月 22 日の任期満了を控え、全理事、監事、評議員の改選が行われた。また、今回退任することとなった石倉理事長は会長に推戴された。なお、同日開催された第 63 回理事会では、新理事間で常勤理事の互選により理事長には栗田年代氏が、常務理事には岩本 毅氏が選出され、さらに顧問人事として議長から三坂顧問から辞任の申し入れがあった旨の報告がなされたほか、今回退任することとなった遠藤常務理事が顧問に推薦された。

新役員は次のとおり。

〔会 長〕 石倉秀次

〔理事長〕 栗田年代

〔常務理事〕 岩本 毅

〔理 事〕 麻生軍廣、飯田 格、石井象二郎、宇井格生、内山良治、大沼茂三、大森 主、岸明正、小平 祐、鈴木照麿、清 哲也、戸川武志、中村房一、浜 宏幸、福田秀夫、古田 好、弥永一進、山瀬 博、吉沢長人、與良 清、渡辺一夫

〔監 事〕 岩田俊一、斎藤喜久雄、佐々木亨

〔評議員〕 各都府県植物防疫協会長（理事・監事道県を除く）

〔顧 問〕 上遠 章、明日山秀文、遠藤武雄

〔参 与〕 向 秀夫、岩田吉人

なお、理事会の第 8 号議案では、今回退任することとなった三坂顧問が名誉会員に推薦された。

昭和 63 年度収支予算は次のとおり（単位：千円）。

	予算額	前年度予算額	増減
公益一般会計	393,500	271,730	121,770
公益委託試験会計	2,119,700	2,023,003	96,697
収益事業会計	131,544	129,520	2,024
国際会議会計	※123,600	※113,600	10,000
		(12,750)	
国庫委託費会計	17,094	2,895	14,199
計	2,785,438	2,540,748	244,690

※国際会議会計の予算額は 62、63 の 2 ケ年度のもの。

() 内は 62 年度分

次 号 予 告

次 7 月号は下記原稿を掲載する予定です。

イネばか苗病の発生現況と防除対策 吉野 嶺一
イネばか苗病菌のベノミル耐性検定方法—MIC の判定時期と耐性菌の判定濃度について— 入江 和己
キンモンホソガの休眠性 氏家 武
ブドウ枝膨病の病原菌と発生生態 貞松 光男
隔離検疫で発見されるウイルス 後藤 正昭
ホウレンソウベと病の発生生態と防除 嶋崎 豊

多処理実験における対比較——各手法の特徴と適用上の問題点——

三輪 哲久・佐々木昭博・大塚 雅雄

ICTV 植物ウイルス分類分科会 (PVS) 報告

四方英四郎

植物防疫基礎講座

野菜に寄生するアザミウマ類の見分け方

采川 昌昭

定期購読者以外のお申込みは至急前金で本会へ

定価 1 部 500 円 送料 50 円

植 物 防 疫

昭 和 63 年

6 月 号

(毎月 1 回 1 日発行)

—禁 転 載—

第 42 巻 昭和 63 年 5 月 25 日印刷

第 6 号 昭和 63 年 6 月 1 日発行

編 集 人 植物防疫編集委員会

発 行 人 遠 藤 武 雄

印 刷 所 ㈱ 廣 濟 堂

東京都港区芝 3-24-5

定価 500 円 送料 50 円

1 か年 6,100 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 日 本 植 物 防 疫 協 会

法 人 電 話 東 京 (03) 944-1561~6 番
振 替 東 京 1-177867 番



果樹の黒星病・赤星病に、
野菜のうどんこ病に、
稲・麦類の種子消毒に
—新タイプの強力殺菌剤—



増収を約束する

日曹の農薬



トリフミン® 水和剤

果樹・野菜の広範囲の病害防除に

トップジンM® 水和剤

べと病の専門薬！

アリエッティ 水和剤

果樹・野菜の広範囲の害虫防除に

日曹 **スカウト** フロアブル乳剤

果樹・いちごのハダニ防除に

ニッソラン® 水和剤

畑作イネ科雑草の除草に
—生育期処理除草剤—

ナブ® 乳剤



日本曹達株式会社

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

ゆたかな実り—明治の農薬

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



オリゼメート粒剤

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

カッパーシン 水和剤



明治製薬株式会社
104 東京都中央区京橋2-4-16



発生予察用 性フェロモン製剤

発生予察用性フェロモン製剤につきましては昭和 51 年から当協会が一括斡旋しておりますが、58 年より下記のとおり取り扱い品目及び単価が変更となっております。なお、お申し込みは文書または葉書にて、送付先・購入者名及び御注文の製剤害虫名・製造社名・数量を明記のうえ、直接本会へ御注文下さい。

種 類		会 社	単 価	使用期間	内 容
野	フェロディン®SL (ハスモンヨトウ用)	武田	11,000円	1 か月	1 箱 8 個
	コ ナ ガ 用	武田	7,200円	1 か月	1 箱 12個
		大塚	7,200円	1 か月	1 箱 12個
菜	ネ ギ コ ガ 用	武田	12,000円	1 か月	1 箱 12個
		大塚	12,000円	1 か月	1 箱 12個
茶	チャノコカクモンハマキ用	武田	7,200円	1 か月	1 箱 12個
		大塚	7,200円	1 か月	1 箱 12個
	チ ャ ハ マ キ 用	武田	7,200円	1 か月	1 箱 12個
		大塚	7,200円	1 か月	1 箱 12個
果 樹	モ モ シ ン ク イ ガ 用	武田	9,600円	2 か月	1 箱 12個
		大塚	7,200円	1 か月	1 箱 12個
	リンゴコカクモンハマキ用	武田	7,200円	1 か月	1 箱 12個
		大塚	7,200円	1 か月	1 箱 12個
	コ ス カ シ パ 用	大塚	7,200円	1 か月	1 箱 12個
	リンゴモンハマキ用	大塚	7,200円	1 か月	1 箱 12個
フェロコン® ナシヒメシンクイ	大塚	7,200円	1 か月	1 箱製剤 9 個入り、 トラップ 3 台、 粘着板 6 枚	
粘 着 ト ラ ッ プ セ ッ ト		武田	3,500円		1 セット トラップ 1 台、 粘着板 12 枚
		大塚	2,500円		1 セット トラップ 3 台、 粘着板 6 枚
ト ラ ッ プ の み		武田	3,000円		1 箱 トラッ プ 6 台
粘 着 板 の み		武田	3,000円		1 箱 粘着板 12 枚
		大塚	6,000円		1 箱 粘着板 24 枚

使用に当たっては、農林水産省の「農作物有害動植物発生予察事業調査実施基準」に従って下さい。

製造：武田薬品工業株式会社

斡旋：社団法人 日本植物防疫協会

：大塚製薬株式会社（発売元）

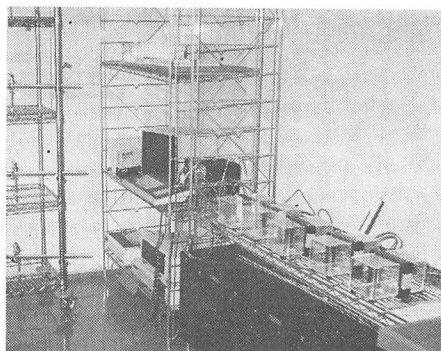
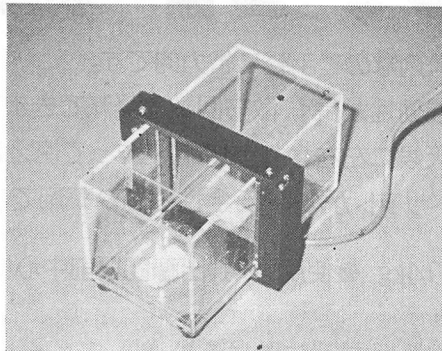
〒 170 東京都豊島区駒込 1 の 43 の 11

アース製薬株式会社

電話 03 (944) 1564～6 出版部

タートル工業の実験用センサー、計測システムを御存知でしょうか。

例えば
光学式アクトグラフ



TURTLE

TURTLE INDUSTRY Co., Ltd.

株式会社 タートル工業

コンピュータシステムの
ハード・ソフト、計測、
制御、通信、エレクトロ
ニクス、メカトロニクス
応用機器の開発、設計・
製作販売。

学園営業所 〒305 茨城県つくば市東新井18-12
グローバルマンション206
TEL 0298-52-0730(代)
FAX 0298-51-9477
本社 〒300 茨城県土浦市小松ヶ丘3-11
東京営業所 〒151 東京都渋谷区笹塚2-22-2
サンダローリー
TEL 03-373-7497(代)

月刊雑誌「植物防疫」

B5判 48~56ページ
年間前金購読料 昭和63年1~12月号 6,000円
普通号(10回) 500円 特集号(2回) 550円

植物防疫に関する試験研究及び植物防疫行政面における
諸問題を専門家が幅広く解説した雑誌。

植物防疫講座

(全3巻)

B5判 上製本 各定価 2,500円
セット価格 7,000円(直販のみ)

病害編 281ページ

害虫編 256ページ

農薬・行政編 259ページ

植物防疫に関する専門的な知識を
その分野の一流の専門家が分かり
やすく解説した指導書。農業大学
校の教科書として、また講習会や
研修会のテキストとして好評。

茶樹の害虫

A5判 322ページ 箱入り
定価 5,000円 送料 550円

野菜のアブラムシ

A5判 220ページ
定価 1,800円 送料 250円

イネミズゾウムシの防除

A5判 175ページ
定価 2,800円 送料 250円

社団法人
日本植物防疫協会

〒170
東京都豊島区駒込1-43-11
電話 03(944)1561~6番
振替 東京1-177867番

お申し込みは現金・小為替
・振替などで直接本会へ

農林有害動物・昆虫名鑑

A5判 379ページ 定価 3,300円 送料 300円

日本における農作物の有害動物・昆虫2,450種を分類表に従って
収録。前版を全面的に改訂し、新たに哺乳類・鳥類を加えた。第2
部に作物別有害動物・昆虫名、第3部に学名・和名・英名索引を付す。



おかげさまで60年

紋枯病に効きめが長く、使いやすい

モンカット[®]粒剤



特長

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

●使用量：10アール当り4kg ●使用適期：出穂20日前中心に使用

いもち・紋枯病が同時に防げる粒剤

姉妹品＝

フジワンモンカット[®]粒剤

(注)：「モンカット」「フジワン」は日本農薬㈱の登録商標

「新発売」
手い？
紋枯病が
防げる
粒剤
まきで
登場



日本農薬株式会社

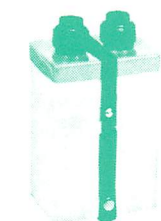
東京都中央区日本橋1丁目2番5号

きれいな空気吸いたいですね

農薬散布作業に 涼風が気持ちいい シゲマツのPAPR

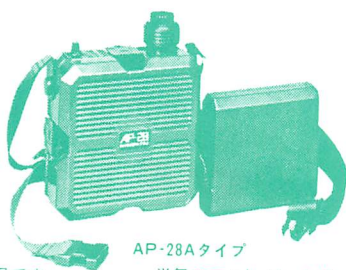
PAPR〈電動ファン付呼吸用保護具〉は、農薬散布作業におけるダスト・ミスト・臭いのある空気を、浄化し爽やかな風にして、スッポリかぶったフードの中に送り込みます。
だから、作業は安全そして快適です。

EBフード



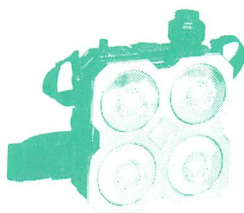
クールバル

送風空気を冷却する器具です。
高温・高温作業での使用に適しています。



AP-28Aタイプ

送気ユニット・バッテリー



AP-28Cタイプ送気ユニット



- くん蒸作業には防毒マスクGM-13Iをお使いください。
- 詳細については、カタログを御請求ください。



株式
会社

重松製作所

本

社 〒101-91 東京都千代田区外神田3-13-8

☎ 03 (255) 0255 (代表) FAX. 03 (255) 1030

“殺虫剤の革命”

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

新発売

害虫の脱皮阻害剤

デミリン® 水和剤

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

バイデン® 乳剤

- 花・タバコ・桑の土壤消毒剤。刺激臭がなく安心して使えます。

パスアミド® 微粒剤

- 速効的に効くりんご・梨の落果防止剤。伊予柑のへた落ち防止剤。

マデック® 乳剤

- ボルドー液の幅広い効果に安全性がプラスされた果樹・野菜の殺菌剤。

キノンドー® 水和剤
80・40

- 澄んだ水が太陽の光をまねく、水田の中期除草剤。

モゲブロン® 粒剤

- ヨモギ・ギシギシ・スギナ等にもよく効く、手まきのできる果樹園・桑園の除草剤。

カソロン® 粒剤 6.7
4.5



アグロ・カネショウ株式会社

東京都千代田区丸の内2-4-1

昭和二十三年
九月
月
九
日
第
三
種
郵
便
物
認
可

チカラのウルコ

頑固な雑草に必殺一発パンチ!
今年本格販売

62年の結果は、
大好評!!

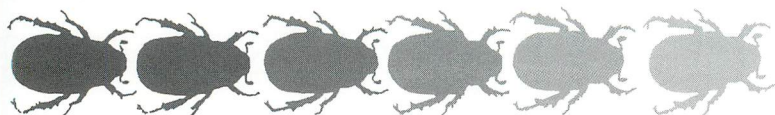
話題の低コスト除草
一発処理除草剤



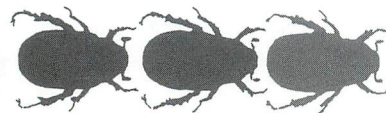
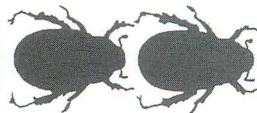
農協・経済連・全農



クミアイ化学工業株式会社



ほおっておけない畑のゲリラ。



広く使える土壌害虫防除剤

ダイアジーン® 粒剤

- コガネムシ類をはじめ多くの土壌害虫にすぐれた殺虫効果を発揮します。
- 適用作物の範囲が広く、使いやすい薬剤です。
- いろいろな処理方法で使えます。
- 土壌中の残留が少なく、作物に安全です。
- 薬害がなく、安心して散布できます。

普及会事務局



日本化薬株式会社

〒100 東京都千代田区丸の内1-2-1
TEL. 03-212-4360