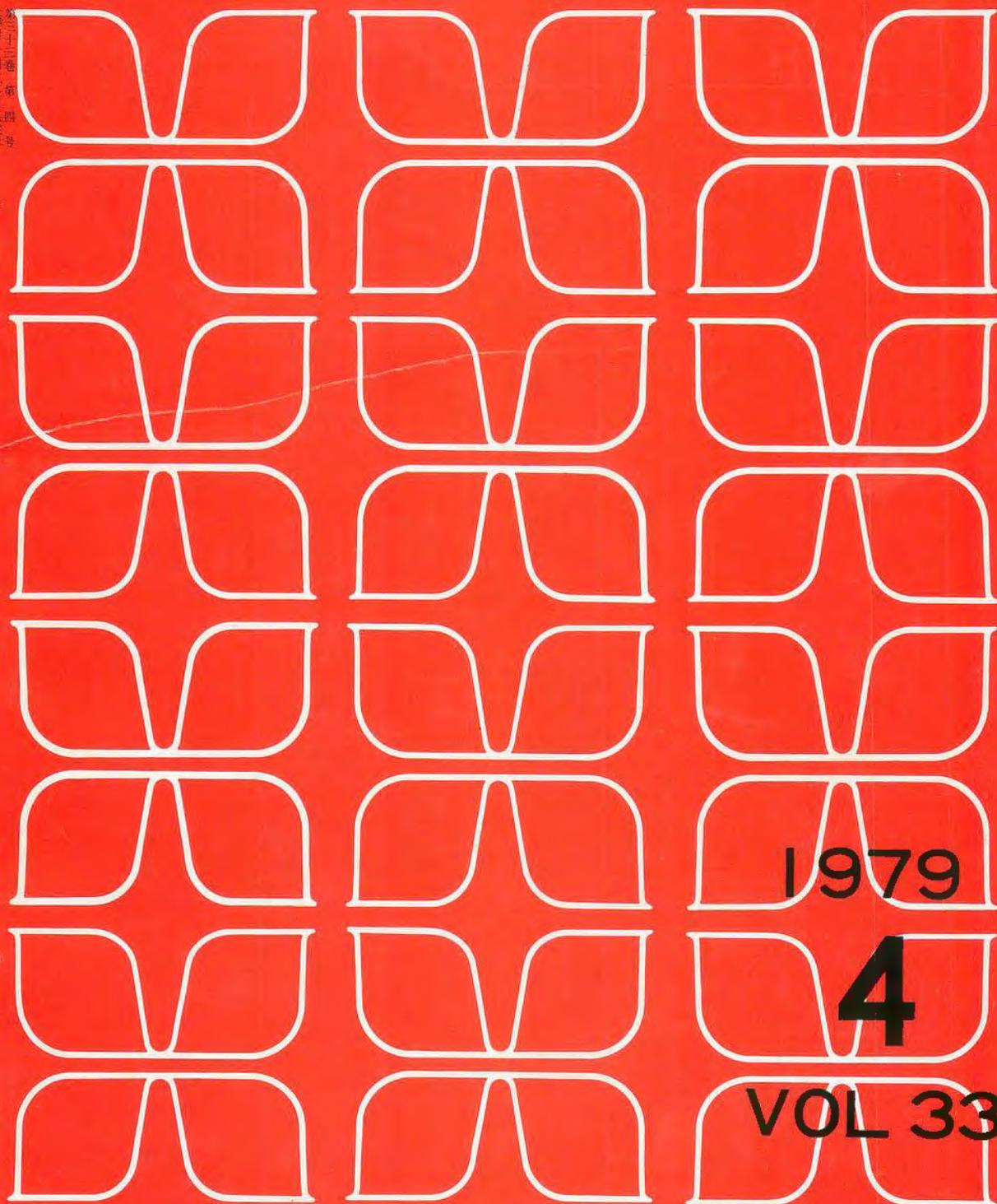


植物防疫

昭和五十四年四月二十五日
昭和二十四年九月九日
第三種郵便物認可
第三行編
第一卷
第一号



1979

4

VOL 33

黒点病、斑点落葉病防除に

パルノックス



大内新興化学工業株式会社
〒103 東京都中央区日本橋小舟町1-3-7



豊かな農業をめざす……



株式会社 共立

散布の万能機
電子エンジン付



共立背負動力散布機
DM-9AE

除草剤の散布から、肥料、薬剤散布
までラクラク作業ができます。

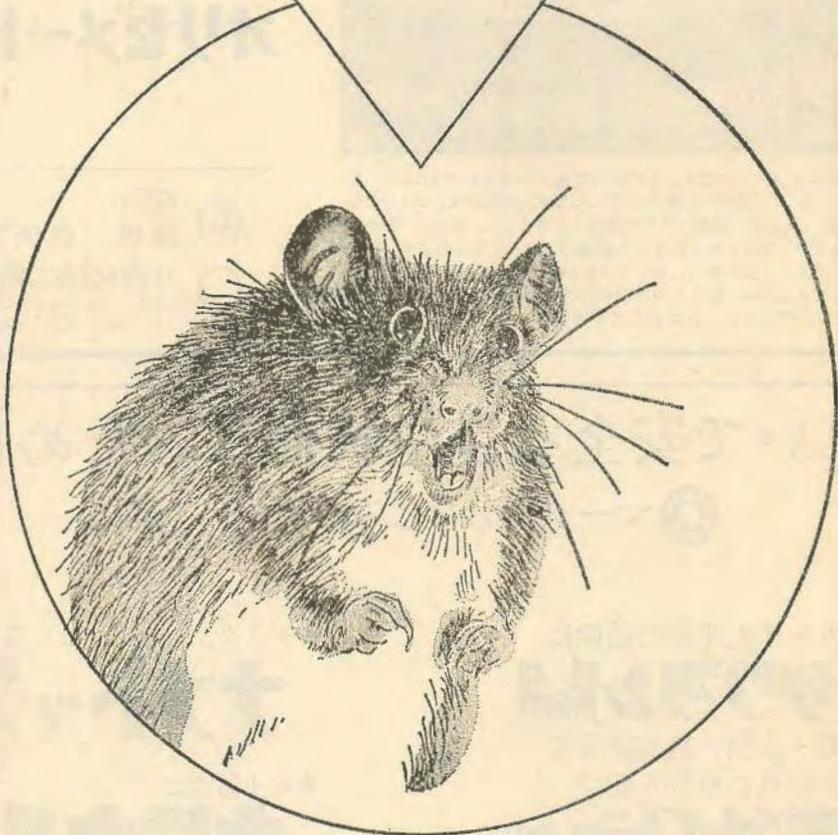


共立エコー物産株式会社
〒160 東京都新宿区西新宿1-11-3 (新宿Kビル) ☎03-343-3231 (代表)

クマリン剤

雨雪に耐えられる防水性小袋完成

ラテミン小袋
タリウム小袋



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

燐化亜鉛剤
強力ラテミン=農耕地用
ラテミン小袋=農耕地用

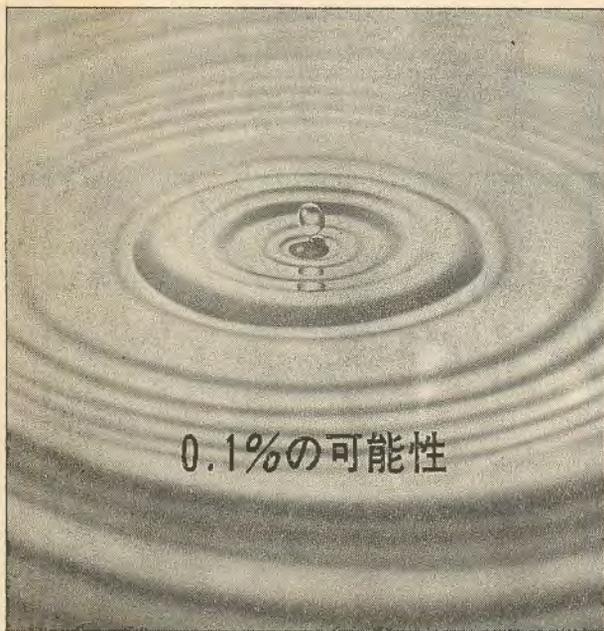
タリウム剤
液剤タリウム=農耕地用
固形タリウム=農耕地用
タリウム小袋=農耕地用

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

取扱 全 農・経済連・農業協同組合
製造 大塚薬品工業株式会社



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



0.1%の可能性

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

いもち病の 予防と治療に！

強力な防除効果とすぐれた安全性

カスラフサイド[®]
粉剤・水和剤・ゾル

いもち病の省力防除に効きめのなが〜い
ホクコー

オリゼメート[®]粒剤



取扱い

農協／経済連／全農



北興化学工業株式会社

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

きれいで安全な農産物作りのために！

 マークでおなじみのサンケイ農薬

★水田の多年生雑草の防除に

バサゲラン^{粒剤}
水和剤

★果樹園・桑園の害虫防除に
穿孔性害虫に卓効を示す

トラサイド^{乳剤}

★かいよう病・疫病防除に

園芸ボルドー

★ネキリムシ・ハスモンヨトウの防除に

デナボン5%ベイト



★ナメクジ・カタツムリ類の防除に

ナメトックス

★線虫防除に

ネマホロン
EDB^{油剤}30
ネマエイト

サンケイ化学株式会社

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



昭和 54 年 3 月 9 日午後 4 時、当協会堀 正侃理事長には忽然として逝去されました。まことに哀悼の至りに堪えません。

堀理事長は初代植物防疫課長として、植物防疫法を制定され、戦後の食糧増産には、植物防疫事業を推進することこそ、早急かつ確実な最上の手段であることを力説され、DDT、BHC、パラチオン剤、水銀剤粉剤をはじめ農薬による植物防疫思想を津々浦々まで普及され、現在の食糧安定生産の基礎を築かれました。

一方、防除技術の行政への具現に尽力され、発生予察をはじめ畑作振興の担い手としての土壌線虫、土壌病害対策など積極的に導入され、研究をリードする立場すらとられ、植物防疫技術の発展に尽くされました。

また、新農薬の開発・研究には農薬検査所長以来終始努力され、その熱意の程は著書「新農薬物語」の中にその片鱗を伺うことができます。

退官後は当協会理事長をはじめ、植物防疫関係の多くの団体の理事、顧問として植物防疫一筋に一生を捧げられ、植物防疫の分野を大きく育成・確立されました。

享年 74 才、まだまだこれから大所高所からの御指導を大いに期待されておりましたのに、もはや幽明境を異にすることになりました。

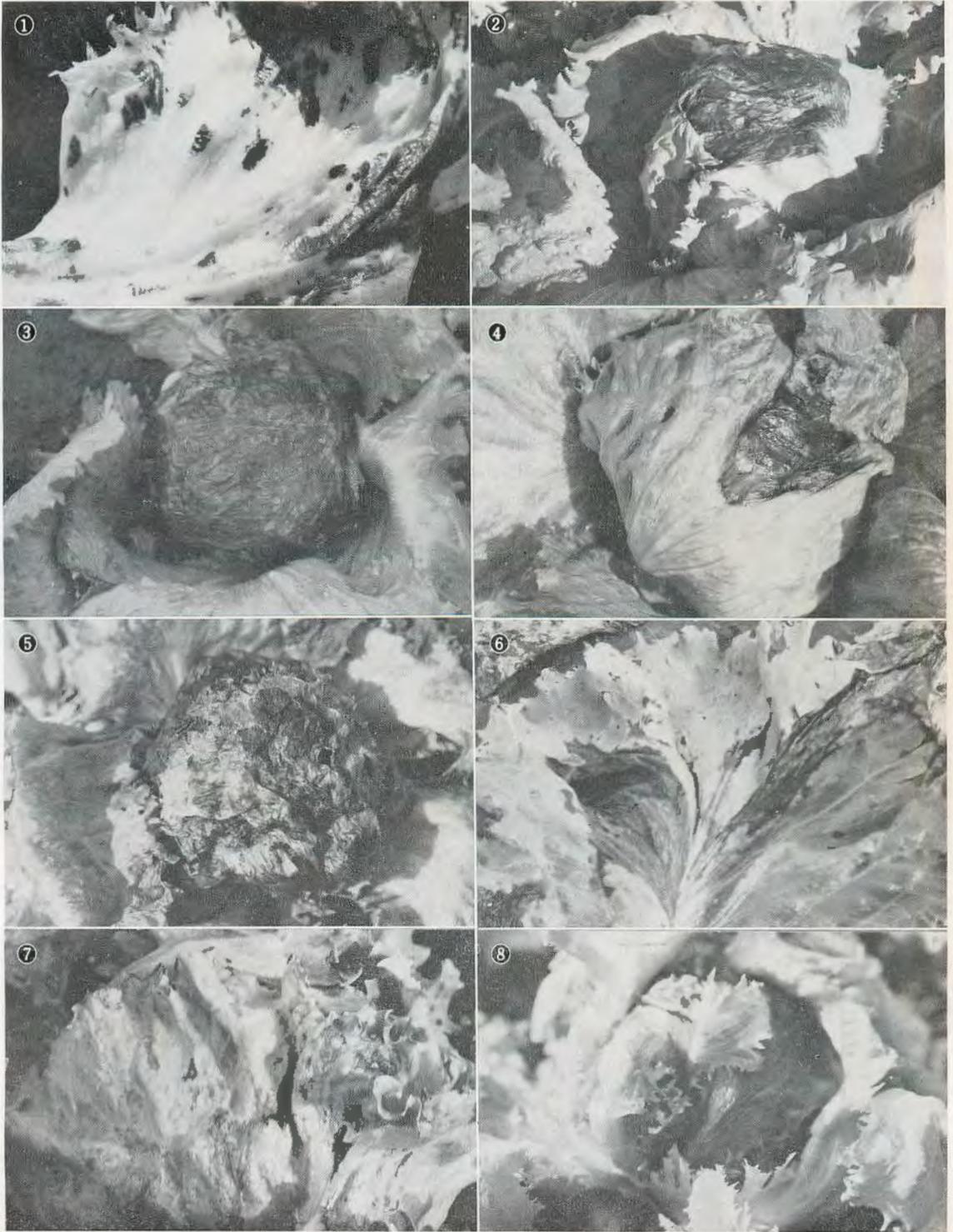
ここに関係者一同とともに御冥福をお祈り申し上げ、生前の御指導を拝謝し、併せて本協会の発展を末永く御護り下さるようお願い申し上げます。

故堀 正侃 理事長 略歴

明治37年 5月21日	和歌山県那賀郡那賀町に生る		
大正11年 3月	和歌山県粉河中学校卒業		
大正15年 3月	浦和高等学校, 理科乙類卒業		
昭和 5年 3月31日	東京帝国大学農学部農学科卒業		
昭和 8年 2月28日	東京帝国大学大学院満期		
昭和 7年 4月 1日	東京帝国大学農学部副手 (昭和 9年 5月まで)		
昭和 9年 5月31日	農林省嘱託農務局農産課勤務		
昭和11年 4月30日	任農林技手		
昭和16年 5月22日	任農林技師		
昭和24年12月 1日	農業改良局研究部勤務 (研究企画官) 兼務農政局		
昭和26年 2月10日	農政局植物防疫課長		
昭和35年 4月16日	農薬検査所長		
昭和36年12月22日	馬鈴薯疫病菌の伝染環に関する研究により東北大学より農学博士の学位をうく		
昭和39年 4月 1日	日本植物病理学会会長 (昭和40年 3月31日まで)		
昭和40年 5月16日	農林省退官		
" 5月17日	防除機械協合理事長に就任		
" 5月17日	農業工業会顧問に就任		
" 5月19日	社団法人日本植物防疫協会理事に就任		
" 5月20日	全国農業商業協同組合連合会顧問に就任		
" 5月21日	社団法人農林水産航空協会理事に就任		
" 5月31日	財団法人日本植物調節剤研究協会理事に就任		
" 7月29日	農業資材審議委員 (農林大臣)		
昭和41年 3月27日	社団法人農作業安全協会理事に就任		
" 6月 1日	日米科学協力事業委員会農薬研究会委員		
" 6月15日	植物保護研究連絡委員辞任し農薬研		
		究特別委員会委員に就任 (日本学術会議)	
		昭和42年 3月 1日	農業機械化審議会委員に任命さる (農林大臣)
		" 12月20日	農業資材審議委員会委員に任命さる (農林大臣)
		" 5月15日	日本抗生物質学術協議会理事に就任
		昭和43年 4月 1日	植物化学調節研究会評議員 (昭和46年 3月 31日まで)
		昭和44年 2月27日	大日本農会委員を委嘱さる
		" 8月 1日	植物保護農薬研究連絡委員 (日本学術会議会長)
		昭和45年 3月25日	理化学研究所農薬研究推進委員に委嘱さる
		" 4月 6日	日本植物病理学会名誉会員に推せる
		" 7月29日	財団法人残留農薬研究所理事長に就任
		昭和46年 4月15日	農業機械化審議会委員任期満了
		昭和47年 8月17日	植物保護・農薬研究連絡委員を解く (日本学術会議)
		昭和48年 1月17日	農業資材審議委員に任命さる (農林大臣)
		昭和49年 4月 1日	植物化学調節研究会顧問に就任
		" 7月 1日	評議員を委嘱さる (財・日本物産農作物種苗協会)
		昭和50年 4月10日	農業資材審議会 (農薬部会) 委員任期満了
		昭和52年 5月 4日	社団法人日本くん蒸技術協会会長に就任
		昭和53年 2月 1日	財団法人残留農薬研究所理事長を辞任し, 顧問に就任
		昭和49年11月 3日	勲 3 等瑞宝章を授章
		昭和54年 3月 9日	心不全のため逝去 享年 74 才
		昭和54年 3月 9日	正四位に叙せらる

レタスを侵す各種病原細菌による病徴

農林水産省農業技術研究所 大畑 貫一 (原図)

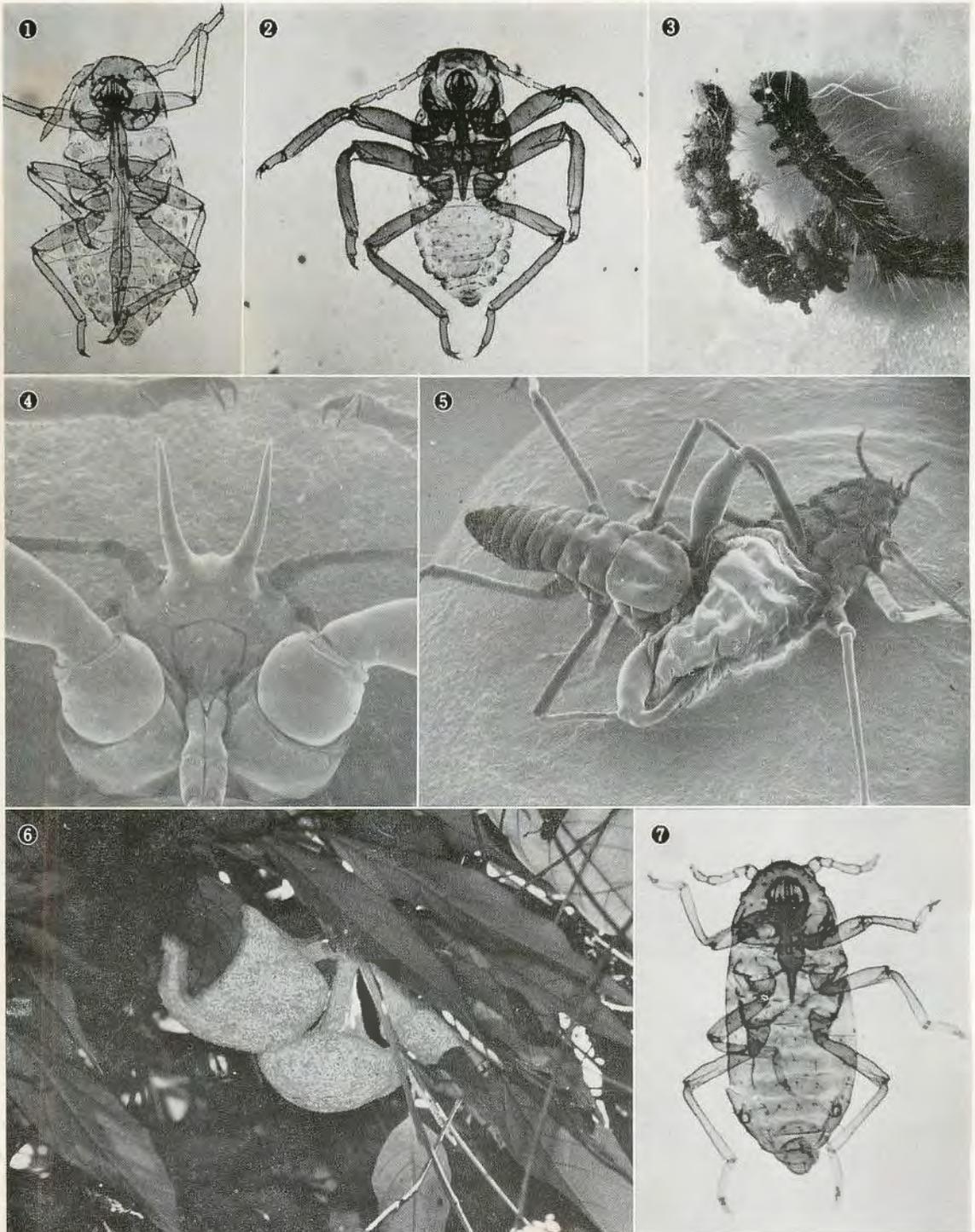


<写真説明>

- ①, ② *Pseudomonas cichorii* ③ *P. marginalis* ④, ⑤ *P. viridiflava*
⑥, ⑦ *Xanthomonas vitians* ⑧ *Erwinia carotovora*

攻撃性のあるアブラムシ

北海道大学農学部昆虫学教室 青木重幸(原図)



<写真説明> 一本文17ページ参照一

- ① ボタンヅルワタムシ通常型1令幼虫 ② 同兵個体
- ③ ガの幼虫に付着したボタンヅルワタムシ兵個体
- ④ アレクサンダーツノアブラムシ、カニムシ型幼虫頭部下面
- ⑤ 同種個体を攻撃したアレクサンダーツノアブラムシのカニムシ型幼虫
- ⑥ ウラジロエゴノキアブラムシのゴール ⑦ 同兵個体

植物防疫

第 33 卷 第 4 号
昭和 54 年 4 月号

目次

堀理事長への追憶	石倉 秀次	1	
昭和 54 年度植物防疫事業の概要	栗田 年代	2	
レタス細菌病の病原細菌と病徴	大畑 貫一	6	
昆虫の抗幼若ホルモン活性物質	八木 繁実	12	
攻撃性のあるアブラムシ	青木 重幸	17	
ハダニ類の天敵微生物	根本 久	23	
植物防疫基礎講座			
薬剤試験成績における効果(処理平均値)の多重比較	松本 和夫	30	
耐さびコムギ育種における抵抗性検定技術	百足幸一郎	36	
中央だより	44	協会だより	44
人事消息	5, 16, 42, 43		

緑ゆたかな自然環境を

「確かさ」で選ぶ……バイエルの農薬



●いもち病・穂枯れを防いでうまい米を作る

® **ヒノガン**

●カメムシ・メイチュウなど稲作害虫に

® **バイジット**

●アブラムシ・ウンカなど吸汁性害虫を省力防除する

® **タイシストン**

●ドロオイ・ハモグリ・ミズゾウムシなどに

® **ガンサイド**

●各種作物のアブラムシに

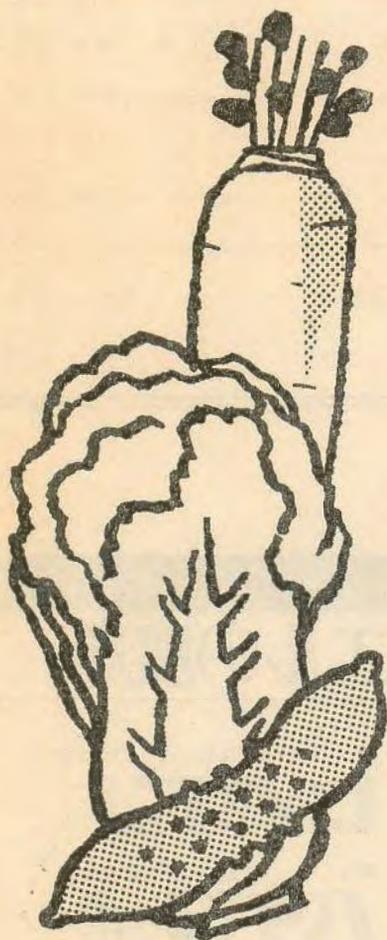
® **エストックス**

日本特殊農薬製造株式会社

東京都中央区日本橋室町 2-2 ☎ 103



武田の野菜農薬



- キャベツ・はくさいのコナガ防除に

パダン[®] 水溶剤

- 園芸作物害虫の基幹防除に

武田オルトラン[®] 水和剤
粒剤

- キャベツのハスモンヨトウに

ランネート^{*} 水和剤
「タケダ」

- 速効性のアブラムシ防除剤

武田ピリマー^{*} 水和剤

- 新しい園芸作物殺虫剤

武田アクテリック^{*} 乳剤

- 園芸作物病害の基幹防除に

武田ダゴニール[®]

- 園芸作物の病害に

デュボン **ベンレート**[®] 水和剤

- メロン・きゅうりのうどんこ病防除に

武田ミルカーブ^{*} 液剤

- 畑の雑草防除に

トリアキサイド[®] 乳剤

堀理事長への追憶

日本植物防疫協会の理事長を昭和40年来勤められてきた堀さんが、昨年夏以来の療養も空しく、また、今年の年賀状では再起を宣言されていたにもかかわらず、さる3月9日永眠された。戦後、農林技術行政の一分野として勃興した植物防疫の開拓者であり、私にとっては植物防疫課長としての先任者であった堀さんが遂に亡くなられたことは生者必滅がこの世の常理とは言え、まことに痛恨と哀悼の至りに堪えない。

明治37年、和歌山県那賀郡に故堀正寿、だい御夫妻の三男として生を享けた堀さんは昭和5年東京帝国大学農学部農学科を卒業されたのち、大学院で植物病理学を専攻された。そして昭和9年農林省に入り、農作物病害虫駆除予防事務取扱を嘱託されてから、堀さんの45年に及ぶ植物防疫に捧げた生涯が始まった。もともと堀さんは戦前、日支事変や大東亜戦争にしばしば従軍されたので、農林省の仕事にはあまり係われなかった。しかし、戦後、昭和24年、農業改良局と農政局の仕事を兼務するようになると、堀さんの周辺は俄かに忙しくなった。ことに植物防疫法制定の機運が高まるや、寝食を忘れてその成立に奔走し、その成立後は初代の植物防疫課長に就任して植物防疫行政の推進に当たった。これによって、それまでは作物や土壌肥料の後塵を拝していた病害虫防除を、新しい農林技術行政分野として、それらに対応する地位まで高めた貢献は後世にのこる。

植物防疫課長在任中、堀さんは新技術の行政への導入に極めて積極的であった。当時、我が国には新農薬が相次いで導入され、効果判定試験が実施されていたが、堀さんはその判定に鋭い勘を持っており、昭和27年にはホリドールをメイチュウの防除に、昭和28年にはセレンサン石灰をいもち病の防除に奨励した。そして稲作の生産が高まり、安定し、農政が畑作振興を指向するようになると、昭和34年には土壌線虫対策事業を打ち出した。堀さんの植物防疫行政は、発生予察、防除組織、防除資材の生産と流通を3本柱として展開された。堀さんが植物防疫課長の在任中に発生予察と防除の組織は強化され、農業、防除機具の生産と供給体制は確立した。

堀さんの植物防疫課長在任は10年に及んだ。その間に昇任の話も再々あったが、堀さんはそれを断って、熱情を植物防疫に傾注した。これは単に行政に限らず研究にも及び、行政の激務のかたわら自宅で馬鈴薯疫病菌の伝染環について研究を続け、この研究によって、昭和36年には東北大学から農学博士の称号を授けられた。

昭和35年、植物防疫課長を私に譲られた堀さんは、農業検査所長に移られた。ここで堀さんは農業検査所の仕事が農業業界いぢめになることを戒められ、農業の開発について、業界に多くの示唆を与えられた。また、このころから我が国における農業開発の裏面史についての執筆に油がのり、この執筆はのちに昭和48年、『日本新農薬物語』に集大成されることとなった。

昭和40年、農業検査所長を最後に退官された堀さんには日本植物防疫協会、防除機械協会の理事長、農業工業会、全国農業商業協同組合連合会の顧問、農林水産航空協会、日本植物調節剤研究協会の理事など、植物防疫関係諸団体の要職が待ち受けていた。堀さんは精力的にこれらの職務につかされるとともに、更に昭和45年には残留農薬研究所の理事長、昭和47年には日本くん蒸技術協会の会長にも就任された。ことに日本植物防疫協会の経営には意を注がれ、特に植物防疫資料館と研究農場の整備を推進された。

堀さんは意志の強かった人で、御自身の信念には忠実であった。これが植物防疫課長として10年、日本植物防疫協会の理事長として14年という長い年月、同じ仕事に打ち込まれた素地をなすものであろう。常人の真似出来ることではない。それだけに堀さんは影響力の大きな人でもあった。

堀さんは高等学校の時代から酒を友としていたようで、晩年、医者に節酒を命ぜられたのちも、家人の眼を盗んで酒を嗜まれていた。病状が重くなり、お見舞に参上したとき、肝臓をやられたのでもう酒は飲めないと言われた言葉が未だに耳に残っている。謹んで堀さんの御冥福を祈り上げる。(残留農薬研究所 石倉秀次)

昭和54年度植物防疫事業の概要

農林水産省農蚕園芸局植物防疫課 ^{くり} 栗 ^た 田 ^{とし} 年 ^{しろ} 代

はじめに

今や、世界的規模における各種の再編成、不均衡は正の進行に伴い日本の産業構造も好むと好まざるとにかかわらず多様な影響を受け、その中で、日本の農業は極めて厳しい情勢下にさらされている。

植物防疫も、国際情勢と国内情勢の影響を直接的、間接的に受け激動する日本農業の中で多くの問題をかかえている。すなわち、国際化時代の進展に伴い海外から病虫害が侵入する可能性が益々高まっているので、海外からの病虫害侵入阻止方策と併せて国内検疫及び国内防除の充実強化を図ることが肝要である。更に、我が国の農業をめぐる社会的経済的条件及び生産条件の変化などの影響を受けて病虫害の発生様相の多様化、複雑化が顕著となってきた。あるいは、従来は病虫害とは考えられていなかったものが病虫害として登場してきた事例もある。また、薬剤に対する耐性菌や抵抗性害虫の出現などの要因もからんで、現実的に防除しにくい病虫害が話題となっている。そこで、的確な防除を行うことと農業の適正使用を推進するために発生予察の重要性が益々増大してきた。

一方、防除態勢は、農業をとりまく情勢変化に伴い弱体化の傾向をたどっており、特に、末端防除組織は多くの問題をかかえている。空中散布についても、農村地域社会の変ぼう特に混住化社会の進行、水田利用再編対策の進展などに伴い問題が提起されている。

農業については、各種の安全性確保対策が実施されてきたが、今後も、農業の有用性の発揮と安全性の確保をより一層図って行くことが必要である。

このような情勢の中で、54年度の植物防疫事業が展開されることとなるが、54年度予算のうち、新規事業を中心とし、主な事項についてその概要を述べてみよう。

I 発生予察

近年の病虫害の発生様相の変化、耐性菌や抵抗性害虫の出現、地域における作物、作期、栽培方法の変せん、末端における防除体制の実態及び水田利用再編対策の推進に伴う病虫害問題など発生予察を行うには厳しい環境におかれているが、一方では的確な病虫害防除の技術的基盤としての発生予察の重要性は益々増大している。

そこで、発生予察事業推進上、当面の技術的隘路を解決するために行っている特殊調査については、従来から計画的に行っている課題に加えて、54年度から新たに、果樹カメムシの発生予察方法の確立を目指して調査を行うこととしている。これは、果実を吸汁して落果、奇形果の原因となる果樹カメムシの発生予察方法の手法を確立するため、モモ、リンゴ、カキ、ナシ、ミカンについて、チャバネアオカメムシ、クサギカメムシ、ツヤアオカメムシ、アオクサカメムシなどを対象に調査を行うこととしている。

なお、最近の防除実態からみると必ずしも適正な防除が行われていないきらいもあると思われるので、可能な限り防除の要否を明確に示すなど適正な防除の基盤となる発生予察を行う必要がある。

II 防除対策

病虫害の防除を実施する末端防除組織が弱体化している現状にかんがみ、50年度から広域適正防除合理化推進パイロット事業を開始した。これは、労働力の量的質的低下、防除機の小型軽量化などによる末端防除組織の弱体化に対応し、適時適切な効果的防除を推進するため、市町村を単位とする広域に管理された防除組織体制の整備、強化を図ろうとするものである。54年度は水田地帯において、水田利用再編対策の推進に伴う転作作物の導入地域における適正な病虫害防除組織体制の育成に特段の配慮をされたい。

また、鳥獣類被害防止技術確立については、53年度から日本植物防疫協会に委託して事業を行っているが、53年度に行った鳥獣の生態、被害防止などに関する調査をふまえ、54年度においては事業を拡大し現地で各種被害防止装置などの効果確認試験を行う計画である。

サトウキビ病虫害総合防除対策については、サトウキビ振興上特に問題になっている黒穂病とアオドウガネの総合的な防除対策を54年度から新たに開始することとしている。これら病虫害対策としては既に、黒穂病については51年度から緊急的な対策事業として、また、アオドウガネについては沖縄開発庁計上予算の中で対策を講じてきた。54年度においては、従来の事業成果をふまえ総合的に対策を実施して防除効果の向上を図ることが重要である。

新農業開発促進事業は、53年度から始めたが54年度は、前年から実施している2農業については引き続き実施するほか、新たに1農業を加えて拡充することとしている。新規農業としては、ダイズシンクイ類、ムギ赤かび病などの防除薬剤を検討対象として考えている。

イネミズゾウムシ特別防除事業については、51年愛知県の一部で初発生が認められ、53年には東海4県に発生分布が拡大したイネミズゾウムシの経済的被害の防止及びまん延防止を図るため、54年度から新たに特別防除事業を開始する。まず、既発生地においては、幼虫を対象とする育苗箱施薬による防除を実施し、越冬成虫の食害のはなはだしい地域では散布剤による防除を行うこととしている。また、新たに発生が確認された地域においては、直ちに成虫を対象として散布剤による防除を行うこととしている。未発生地における発生調査は、既発生県内の未発生地域及び既発生県に隣接する10府県において、本虫の発生地との位置関係などからみて、発生が懸念される地域で実施することとしている。

以上のほか、病害虫防除所は、県内の地方における病害虫防除にかかわる行政・技術のセンター的役割を果たす重要な機関であるので、現在における問題点などを早い時期に整理し、病害虫防除所の今後における位置づけ、運営の基本などについて関係者の意見を十分聞きながら慎重に検討して行きたい。

また、54年度は、水田利用再編対策の第2年目になるが、53年における病害虫発生状況からみて、54年度における転作物の適切な防除対策の徹底が重要な課題である。特に、ダイズなどの病害虫については、地域ごとの発生生態、被害様相など発生実態を的確に把握するほか、発生予察技術の確立に必要な資料の集積に努めるとともに、発生予察組織、病害虫防除所、病害虫防除員の利・活用により、早期発見、適期防除の徹底を図ることが極めて肝要である。その際、特に、転作に関係のある各種指導機関などとの連携を密接にし、栽培管理などと病害虫防除が統一的な指導のもとに実施されるよう配慮することが大切である。更に、転作物の病害虫防除と水稲の病害虫防除との整合性を保つなど地域内の病害虫防除対策全体が統一的な計画のもとに円滑に実施されるよう特段の配慮をする必要がある。

III 農林水産航空総合対策

空中散布については、近年の農村地域社会の変ぼう、特に混住化社会の進行、水田利用再編対策の推進、防除対象作物以外の作物や養蚕などの危被害の発生などにかんがみ、本来の目的を達成するための対策の一層の充実

とともに、各種事業の実施に伴い派生する問題対応策や安全対策をも併せ充実することが重要である。

農林水産航空安全対策推進事業については、52年度からモデル地域の推進を図り、53年度からは安全対策指導事業を始めてきたが、54年度には、これら従来から行っている事業の効果を更に高めるとともに安全の点検などを行う点検調査を新たに加え、事業全体の拡充強化を図ることとしている。54年度から新たに開始する点検調査については、農村地域への住宅の進出などにより農業の空中散布にかかわる環境が著しく変化しており、散布された農薬が、地形、気象、農薬の剤型などの条件によっては散布除外地域に飛散することもありうるので、散布された農薬のこれら除外地域への飛散の有無などを調査し、資料の集積と解析を行い空中散布の安全性を確保するとともに、今後、地域環境条件に適合した散布除外地域の設定などに利用することとしている。この点検調査は、54年度については6県で実施し、3か年で20県に拡大する予定である。

農林水産航空技術合理化試験事業については、かねてから、基礎試験と現地適応化試験を実施してきたが、54年度には、従来から継続して行っている合理化試験に加えて、農林水産航空協会の農林航空技術センターの試験施設を更に充実することとしている。

IV 農業安全対策

農業については、近年、その安全性について社会の関心が高く、46年の農薬取締法改正後は特に厳しい基準によって農薬の登録が行われ、更に、農薬の販売、使用などについても各種の安全対策が実施されてきた。今後も更に、農薬の適正使用を徹底し、農薬使用時及び農産物の消費段階などにおける安全を確保するとともに、環境保全のうえからも万全を期することが重要である。

また、一方では、農業の生産構造の変化、農村地域社会の変ぼう及び内水面漁業の振興などから、農薬の使用をめぐる環境は次第に複雑かつ厳しさを増して行くものと考えられる。

このような状況の中で、農薬の適正な流通及び使用の確保を図り、的確な病害虫防除に万全を期する観点から、今後における農薬の規制及び使用にかかわる諸制度や仕組みなどについて検討するための調査を始める予定である。

吸着型除毒装置実用化事業については、52年度から検疫くん蒸ガス除毒装置開発試験を行った結果、吸着方法によって除毒できるメドが立ったので、54年度からは吸着された薬剤の無毒化方法の解明を行い、吸着型除毒装

置の実用化を図るための事業を日本植物防疫協会に委託して実施することとしている。

また、農薬の安全性を確保するための毒性試験体制の整備については、残留農薬研究所を設立し、毒性試験施設の整備と安全性評価技術の確立について助成してきたところである。54年度には、前年度から継続して行う農薬生体内突然変異性試験技術検索に加えて、新たに、農薬急性吸入毒性試験など技術の検索について助成することとしている。この技術検索は、農薬散布者の労働安全性を一層高めるために、農薬の急性吸入毒性試験技術の改良を目指すもので、粉体、気体など各種の形状の農薬を実験的に確実に吸入させる試験装置及びより実用的な試験方式の改良、更に、試験条件及び結果の評価基準などの検討を行うものである。

中動物魚類毒性試験施設整備事業については、残留農薬研究所に農薬の慢性毒性試験施設として中動物(イヌ)を供試できる試験施設と魚類に対する毒性試験を行う施設とを整備する必要があるので、53年度から事業を開始し、既に、茨城県水海道市内に施設の建設を行っているが、54年度は事業の第2年次として予算を増額することとしている。なお、この事業は、事業費の2分の1を国から助成し、残余については農薬企業に負担願うこととなっている。

V 特殊病害虫対策

沖縄県及び鹿児島県奄美群島などには、本土などに発生していないミカンコミバエ、ウリミバエなどの特殊な病害虫が発生しており、カンキツ類、ウリ類などの農作物に重大な被害を与え、これら地方の農業振興上重大な障害となっているばかりでなく、未発生地域への侵入、まん延の危険性が高い状況にある。そこで、植物防疫法に基づき、発生地域からこれら害虫の寄主植物などの移動を規制している。このため、当該地方にはこれら特殊な害虫の特別対策事業を行っている。

奄美群島などのミカンコミバエについては、従来から実施している誘殺紐をヘリコプタによって散布する方法で防除を行うこととしている。ウリミバエについては、従来からの被害軽減防除のほか、沖縄県久米島において成功した不妊虫放飼による防除を行うこととし、これに必要なウリミバエの大量増殖施設及び不妊虫放飼施設を設置する。なお、アフリカマイマイについては、従来どおりの方法で防除を行うこととしている。

沖縄県のミカンコミバエについては、前年に引き続き沖縄群島一円にわたって誘殺紐の散布による防除を実施する。ウリミバエについては、前年に引き続き慶良間諸

島などにおいて不妊虫放飼による防除を実施するとともに、その他の地域では被害を軽減するため散布剤などによる防除を実施する。また、沖縄本島などにおける不妊虫放飼による防除を実施するために必要な調査を行うこととしている。なお、アフリカマイマイについては、従来どおりの方法で防除を行うこととしている。

VI 農薬検査所

最近における農薬検査所は、農薬の安全性の一層の確保のため、品質、薬効、薬害、有用動植物に対する影響などの検査とともに、農薬の使用に伴う農作物や土壌への残留及び水質汚濁の防止などに関する検査を実施している。また、登録農薬の製造及び流通段階での収集検査ならびに各種検査に必要な調査研究を実施し、不良農薬の出回り防止、農薬の品質適正化などに務めている。これらの業務は、時代の要請もあって近年増加の一途をたどっている。

54年度は、従来からの検査業務の充実強化を図るため、53年度から始めている水産動物毒性検査試験施設の設置の予算を増額し、施設を完成することとしている。また、54年度から、新たに水産動物毒性検査対策事業を実施する。これは、農薬の魚介類に対する影響については各種安全対策を講じてきたが、近年、農薬が関与していると思われる魚介類の被害が問題視されていることにかんがみ、従来急性毒性試験に併せ長期の毒性試験を実施して一層の安全性を確保しようとするものである。

更に、この事業を円滑に実施するとともに検査業務体制を整備強化するため、魚介類安全検査室を新設することとし、海水魚類係長として定員が1名増加されることとなった。

VII 植物防疫所

最近における国際化時代の進展に伴い、農産物の輸入量の増大、種類の多様化、輸送方法の変化、海外への旅行者の増加、植物検疫問題の国際化などにより、植物検疫をめぐる情勢は極めて厳しくなっている。

一方、諸外国には、我が国に分布していない多くの病害虫が存在して、これら病害虫が我が国に侵入し、まん延した場合には、農業生産に重大な被害を与える危険性があるので、これら病害虫の侵入を防止し、我が国の農業生産の安全を確保することが緊要であり、植物検疫の重要性は益々重大である。しかし、前述のような状況下にあるので、増加する検疫業務を円滑に遂行する検疫体制の整備が課題である。

このため、従来から行っている検疫業務を厳正に行う

とともに、我が国へ侵入した場合、極めて甚大な被害を及ぼす可能性が高い種子伝染性病害、生果実のミバエ類、重要なゾウムシ類などについては、重点的な検疫を実施することが重要である。そこで、54年度から、新たに特定重要病害虫検疫対策を実施することとしている。そのほか、植物防疫所の庁舎施設の整備などについて予算が新たに計上されている。

更に、検疫体制の整備強化を図るため、定員が4名増加されるほか、横浜植物防疫所に調査研究部を、神戸植物防疫所に国際第2課を新設することとしている。

おわりに

以上、54年度の新規予算を重点として主な事項について概要を述べたので、予算のすべてにわたってふれることができなかったが、前年から引き続いて実施する事業もこれら新規事業とともに重要であり、また、予算とは

直接関係のない数多くの重要な行政事務があることはいうまでもない。したがって、これらすべてを含めて、植物防疫行政全体が有機的関連を保ちつつ円滑に遂行されることが肝要である。

また、最近の植物防疫をめぐる情勢にかんがみ、植物防疫と直接的、間接的に関係のある諸施策や各種事業と有機的関連を一層緊密にしなが植物防疫行政を展開することが重要である。

更に、重点をしぼれば、当面の課題として、いろいろな意味における国際化時代への対応、水田利用再編対策への対応、そして、異常気象などに伴う病害虫異常発生への対応などについて特段の配慮をすることが緊要である。

いずれにしても、厳しい情勢下において、植物防疫の果たすべき責務を全うするために、多くの関係者のより一層の協力を願ってやまない。

人事消息

中村芳郎氏（横浜生糸検査所総務部庶務課長）は農蚕園芸局植物防疫課課長補佐（庶務班担当）に
石井康雄氏（農業検査所農業残留検査課検査管理官）は同上（農業第1班担当）に
百弘氏（農蚕園芸局植物防疫課農業第1班安全指導係長）は同上課農業第2班取締役係長に
山内淳司氏（横浜植物防疫所病菌課病菌第2係長）は同上課防除班発生予察係長に
工藤則栄氏（農蚕園芸局植物防疫課検疫第2班国内検疫係）は同上課防除班防除係へ
工藤浩平氏（同上局同上課検疫第2班輸出検疫係長）は同上課検疫第1班輸入検疫係長に
西俣功氏（名古屋植物防疫所伏木支所国内係長）は同上課検疫第2班輸出検疫係長に
宮本一良氏（農蚕園芸局総務課）は同上課併任に
根岸寛光氏（横浜植物防疫所本所業務部国際第1課）は同上に
長尾雄一郎氏（農業検査所化学課）は同上に
橋本康氏（農蚕園芸局植物防疫課課長補佐（農業第1班担当））は水産庁東海区水産研究所陸水部漁場研究室長に
周防一夫氏（同上局同上課課長補佐（庶務班担当））は神戸生糸検査所総務部長に
池本寅夫氏（関東農政局次長）は中国四国農政局長に
木村勇氏（中国四国農政局長）は退職
小山義夫氏（農業者大学校長）は農業総合研究所長を兼務
並木正吉氏（農業総合研究所長）は退職
三浦洋氏（食品総研所食品流通部長）は食品総合研究所長に

鈴木繁男氏（食品総合研究所長）は退職
土屋平四郎氏（九州農試次長）は東北農業試験場次長に
中澤秋雄氏（同上場畑作部長）は九州農業試験場次長に
越水幸男氏（東北農試栽培第1部病害第2研究室長）は草地試験場環境部長に
一戸稔氏（農技研病理昆虫部付）は北海道農業試験場病理昆虫部長に
長谷川仁氏（北海道農試病理昆虫部長）は退職
山田昌雄氏（同上場環境部病害第1研究室長）は農業技術研究所病理昆虫部病理科糸状菌病第2研究室長に
加藤肇氏（農技研病理昆虫部病理科糸状菌病第2研究室主任研究官）は農事試験場環境部病害第1研究室長に
鈴木穂積氏（東北農試栽培第1部病害第1研究室長）は東北農業試験場栽培第1部病害第2研究室長に
羽柴輝良氏（北陸農試環境部病害第2研究室主任研究官）は農業技術研究所病理昆虫部病理科糸状菌病第2研究室主任研究官に
稲垣春郎氏（北海道農試病理昆虫部虫害第2研究室主任研究官）は農事試験場環境部虫害第2研究室主任研究官に
清水啓氏（農事試環境部虫害第2研究室主任研究官）は北海道農業試験場病理昆虫部虫害第2研究室主任研究官に
松井正春氏（農蚕園芸局蠶糸課企画係長）は農事試験場環境部虫害第1研究室に
藤田佳克氏（東北農試栽培第1部病害第1研究室）は東北農業試験場栽培第1部病害第2研究室へ
狩野広美氏（野菜試施設栽培部栽培第2研究室）は植物ウイルス研究所研究第2部治療研究室へ
木内知美氏（草地試環境部長）は東京学芸大学教授に

レタス細菌病の病原細菌と病徴

農林水産省農業技術研究所 おお
大 はた
畑 かん
貫 いら
一

消費の拡大にこたえてレタスの栽培面積は年々増加し、昭和52年には14,000 haを超えるに至った。一方、ビニールをはじめとする農用資材の開発ならびにそれを利用した栽培技術の確立によって、周年栽培が可能となったが、作型の分化と過度の人為的環境下の栽培は、病害の多発を招く結果となった。また、野菜産地指定制度の浸透、流通手段の発達に農家の経営意欲の向上と相まって、レタス栽培の特産地化傾向を強め、産地では連作が一般化し、病害の多発に拍車をかけることになった。とりわけ、収穫間際に細菌による球の腐敗が増え、安定生産の重大な障害となり、その原因の究明と防除対策の確立が急務となってきた。筆者らは、昭和50年度から原因の究明と発生生態の解明を手がけてきた。まだ研究の途上で未解決の問題が多いが、既往の研究成果をも交え、現状と問題点を紹介したい。

I レタスを侵す病原細菌と病名

レタスを侵す病原細菌については、アメリカにおいて BROWN (1915, 1918) が *Pseudomonas viridilivida*, *P. marginalis* 及び *Xanthomonas vitians* を記載したのが最初である。その後、レタス及びチコリー、エンダイブなどのレタス近縁作物を侵す細菌として、*P. rhizoctoniae* (THOMAS, 1922), *P. aptata* (PAINE and BRANFORD, 1924), *P. cichorii* (SWINGLE, 1925), *P. intybi* (SWINGLE, 1925), *Phytomonas endiviae* (KOTTE, 1930), *Bacterium formosanum* (OKABE, 1935), *X. lactucae* (山本, 1934) 及び *X. lactucae-scariolae* (THRONBERRY and ANDERSON, 1937) が記載された。ELLIOTT (1951) によれば、*P. syringae* がレタスに病原性を示し、WILKIE ら (1973) によれば *P. viridiflava* が人工接種によりレタスに病原性を示す。*Erwinia carotovora* がレタスを含む多種類の野菜に軟腐病を起こす (SMITH, 1920) ことは周知のとおりである。上記の細菌のうち、*P. rhizoctoniae* 及び *P. intybi* は Bergey's manual 7版では正当名とは認められていないし、OKABE (1935) の *Bact. formosanum*, KOTTE (1930) の *Phyto. endiviae* は Bergey's manual 6版で *P. cichorii* の異名とされている。*X. lactucae* 及び *X. lactucae-scariolae* は、BURKHOLDER (1954) により、*X. vitians* の異名であるとされた。ところで、BURKHOLDER (1954) は *P. viridiflava* と *P. cichorii* との間に

は、細菌学的性質において差異を見だし得ないとしたが、LELLIOTT ら (1966) は両者は別種であるとした。以上を一応 Bergey's manual 7版によって整理すると、レタスを侵す病原細菌は、*P. aptata*, *P. cichorii*, *P. marginalis*, *P. syringae*, *P. viridiflava*, *P. viridilivida*, *X. vitians* 及び *E. carotovora* の3属8種となる。

我が国におけるレタス及びその近縁作物を侵す病原細菌としては次のものが記載されている。戦前には滝元 (1921) の朝鮮における *E. carotovora* (チンジャ腐敗病)、OKABE の台湾における *P. cichorii* (チコリー葉枯細菌病)、滝元 (1937) の九州における *X. vitians* (チンジャ斑点細菌病)、中田・明日山 (1938) の満洲における *P. marginalis* (緑枯病) がある。戦後、富永・土屋 (1960) は結球不全の原因として *P. marginalis* をあげ、北島・梶原 (1961~62) は原色作物病害図説の中で *E. carotovora* による軟腐病を記載した。昭和35年ごろからクリスプヘッド型レタス (玉チンジャ) が本格的に栽培されるようになり、40年代後半から従来の軟腐病とは異なる球の腐敗が各地で発生し始めた。長井・梅本 (1975) は千葉県の水田裏作レタスで、初め葉縁が褐色水浸状になり、結球期には中肋から褐変し、のちに球の表面全体が暗褐変腐敗する病気が我が国では未記載の *Pseudomonas* 属細菌によるとし、本病を腐敗病と命名した。同じ年に孫工ら (1975) は、九州各地の秋冬作レタスで凍害雪後に球が浸潤状に褐変する原因として *Pseudomonas* 属細菌をあげ、本病を細菌性腐敗病と呼んだ。土屋ら (1976, 1977, 1978) は一連の研究の結果、葉枯症状あるいは腐敗症状に *P. cichorii*, *P. marginalis* 及び *P. viridiflava* が関与していることを明らかにした。中村ら (1976) は、水田転換畑における立枯腐敗性病害には *P. marginalis* のほか、数種の細菌が関与していると述べている。関口ら (1977) 及び向ら (1977) は、長野県下の高冷地で栽培されているレタスで球が褐色に腐敗する、いわゆる褐色腐敗症の原因として *P. cichorii* を報告した。一方、家村ら (1976) は、和歌山・千葉両県下で猛威を振るった斑点性病害を *X. vitians* による斑点細菌病と同定した。以上から、現在、我が国で発生が確認され、同定された病原細菌は *P. cichorii*, *P. marginalis*, *P. viridiflava*, *X. vitians* 及び *E. carotovora* の5種である。

上記のように *Pseudomonas* 属細菌によるレタス及びレ

タス近縁作物病害に対しては、幾つかの病名あるいは呼称が与えられている。OKABE の *P. cichorii* による葉枯細菌病は、チコリーの病気として付けられたものであり、中田・明日山の *P. marginalis* による緑枯病は、従来のチンヤに与えられたもので、現在のビニールトンネル栽培のクリスプヘッド型では、*P. marginalis* に侵されると球が腐敗する場合が多く、*P. viridiflava* による腐敗とはほとんど区別できない。*P. cichorii* による病徴は、初期には中肋に光沢のある褐色病斑となり、*P. marginalis* あるいは *P. viridiflava* と区別できるが、発病の後期になると、球全面が褐変あるいは暗褐変して三者を区別することは困難となる。また、腐敗性病害の場合、品種、環境、生育ステージなどによって病徴は変化し、現地は場に立って病徴のみで診断するのはかなり難しい。そこで、筆者ら (1979) は、上記 *Pseudomonas* 属細菌3種による病気を一括して「腐敗病」と呼ぶことを提唱した。

しかし、*P. cichorii* と *P. marginalis*, *P. viridiflava* とでは発生生態にかなりの差異もあり、問題がないわけではない。

II 作型と腐敗を起こす病原細菌との関係

現在のレタス作型は複雑に分化し、類別の仕方にも人によって異なるが、菅原 (1972) は第1表に示すように春作型、夏作型、秋作型、冬作型の4型に大別している。各作型の中は地域及び播種期によって幾つかに細分化されている。

長井・梅本 (1975) は、千葉県の水田裏作の1~3月収穫 (冬作型) で *Pseudomonas* 属菌による腐敗病が多発することを報じ、孫工ら (1975) は、九州各地の秋冬作レタスで凍霜害後に *Pseudomonas* 属細菌による細菌性腐敗病の発生を報告している。関口ら (1977) によると、長野県の高原地帯の8、9月収穫レタス (夏作型) では *P. cichorii* による褐色腐敗症の発生が激しい。家村ら (1976) は、千葉県及び和歌山県下で10月から翌年4月 (秋作型、冬作型) に *X. vitians* による斑点細菌病が激発することを報告している。孫工ら (1975) は、九州の4~6月収穫レタス (春作型) に *E. carotovora* による軟腐病が多発することを報告しているが、静岡県では秋作型、長野県では夏作型にも軟腐病が発生している。

筆者らは、全国の主要レタス産地52か所から腐敗標本を採取し、病原細菌を同定した。その結果は第2表のようである。すなわち、春作型では *E. carotovora* 及び *P. cichorii*, 夏作型では *P. cichorii* と *X. vitians* が高率に分離された。秋作型では *P. cichorii* が最も高率に分離され、次いで *X. vitians*, *P. viridiflava*, *P. marginalis*

筆者らは、全国の主要レタス産地52か所から腐敗標本を採取し、病原細菌を同定した。その結果は第2表のようである。すなわち、春作型では *E. carotovora* 及び *P. cichorii*, 夏作型では *P. cichorii* と *X. vitians* が高率に分離された。秋作型では *P. cichorii* が最も高率に分離され、次いで *X. vitians*, *P. viridiflava*, *P. marginalis*

第1表 レタスの作型 (菅原, 1972 より一部改変)

作 型	区 分	播 種 期	収 穫 期	備 考	
春作型	平地	冬まき・春どり	12~2月	4~5月	温床育苗, トンネル 露地
	冷涼地	春まき・初夏どり	2~3月	5~7月	
夏作型	高冷地	春まき・夏どり	4月	7月	直まき, 露地 直まき, 露地 直まき, 露地
		春まき・夏どり	5月	7月	
		夏まき・初夏どり	6月	8月	
秋作型	平地	夏まき・年内どり	8・上~中	11~12月	催芽, 露地 露地, トンネル
		秋まき・新年どり	8・下~9・上	12~1月	
	暖地	秋まき・新年どり	9・上	12・下~1・上	露地
冬作型	平地	秋まき・冬どり	9・中	1・下~2・中	ハウス トンネル ハウス トンネル 露地育苗, 積雪下越冬
	暖地	秋まき・冬どり	9・中~下	1・下~2	
	暖地	秋まき・冬どり	9・下~10・上	2~3月	
	積雪地	秋まき・春どり	10~11月	3~4月	
			9・下	5~6月	

第2表 レタスの作型と腐敗に関する病原細菌

作 型	採取月	調 査 か所数	調 査 標本数	検 出 標 本 率					
				<i>P. cich.</i>	<i>P. marg.</i>	<i>P. virid.</i>	<i>X. vit.</i>	<i>E. carot.</i>	未同定
春 作	7	3	5	40	0	0	0	80	0
夏 作	7~11	8	27	52	0	11	37	19	0
秋 作	11~12	9	21	52	19	24	24	5	10
冬 作	1~4	32	86	2	24	49	30	1	7

の順であったが、冬作型では *P. viridiflava* の分離率が最も高く、次いで *X. vitians*, *P. marginalis* で、*P. cichorii* の分離率は著しく低下した。*E. carotovora* の分離率は秋作型、冬作型では著しく低かった。また、*P. viridiflava* 及び *P. marginalis* の分離率は春作型及び夏作型では著しく低かった。春作型の標本数が少ない弱点はあるが、この調査結果は既報の結果とよく一致した。

III 病徴と診断

腐敗を起こす細菌病の診断は、発病後期になると困難な場合が多いので、簡易な補助的診断法があれば便利である。そこで、自然発病の病徴と、診断の一便法として、レタス切葉中肋への針接種による病徴とを記述する。

1 自然発病の病徴

P. cichorii : 本細菌による腐敗病は、主に春作型、夏作型、秋作型に発生する。結球始めごろから発生し、収穫期が近づくにつれて病勢が激しくなる。初め下葉から数枚内側の葉の中肋付近に褐色不整形で光沢のある病斑が現れ、しだいに拡大するとともに他の葉へも広がる。また、球の表面数葉の中肋にも同様な病斑が多数現れ、拡大して全面が暗褐色に腐敗し、ノリを巻いたおにぎりのようになる。葉縁が褐変したり、葉身に暗褐色不整形の斑点を生ずることもある。球全面が腐敗すると他の病原細菌による場合と区別が困難であるが、発病初期には中肋に光沢ある褐色病斑を作る点で、後述の *P. marginalis* 及び *P. viridiflava* とは区別できる。球全面が腐敗しても内部はほとんど健全で悪臭もない点で、*E. carotovora* による軟腐病とは容易に区別できる。

P. marginalis 及び *P. viridiflava* : 両細菌による腐敗病は秋作型、冬作型のビニールトンネル栽培で1~3月に多発する。*P. viridiflava* は単独に発生することが多いが、*P. marginalis* は *P. viridiflava* あるいは *X. vitians* と併発することが多い。両細菌とも病原性は弱く、凍霜害などで傷害を受けた場合に激しく発生する。下葉や結球外囲葉の葉縁や凍霜害などを受けた場所から褐変し、その周辺は黄化し、しだいに拡大して褐変腐敗する。球表面の若い葉の葉縁から暗緑色あるいは暗緑褐色水浸状に腐敗し、のちに全面を覆い、球は暗褐変し、*P. cichorii* の場合のようになる。球の表面葉がわずかに腐敗している株でも、2枚はぐと全面淡褐色ないし褐色にどろどろに腐敗していることがある。一般に、球の心部まで軟化・腐敗することはなく、悪臭もないので *E. carotovora* による軟腐病と区別できる。

X. vitians : 本細菌による斑点細菌病の発生を筆者は春作型では確認していないが、本細菌は他のいずれの作型でも発生する。定植後間もなくから発生するが、どの作型でも結球期ごろから目立つようになる。初め下葉から発生し、のちに全葉に及ぶ。葉縁が波状に褐変し、あるいは葉の先端に近い部分に暗褐色水浸状で、やや円味を帯び、のちに葉脈に囲まれた褐色不整形斑点となる。褐色斑点が多数形成されると葉は褐変枯死する。葉縁の病斑は基部に向かって進展して大型の帯状あるいはV字型の病斑となる。激しい場合には下葉全葉が褐変枯死し、結球葉にも多数の斑点が形成されることもあるが、他の病原菌による場合のように球表面葉が水浸状に腐敗することはない。本細菌による病徴の特徴は、褐色の斑点と帯状あるいはV字型の大型病斑である。

E. carotovora : 本細菌による軟腐病は、春作型、夏作型あるいは一部の秋作型など比較的高温時に収穫される作型に発生する。結球初期から収穫期にかけて、下葉が萎ちようして垂れ、球も生気を失う。このような株の茎の地際部あるいは下葉の中肋、基部は淡褐色水浸状に腐敗している。この部分から病斑は急速に拡大し、球は灰緑色、のちに淡緑褐色に軟腐する。球を切断すると心部まで腐敗し、茎の髓部は淡緑色ないし淡緑褐色に腐敗し、空洞化していることもある。軟腐病特有の悪臭を放つので、他の細菌による場合とは容易に区別できる。ただ、立毛の場合、菌核病による腐敗と見分けが難しいが、株元を見ると菌核病の場合、必ず白色のかびが生え、黒褐色のネズミのふんのような菌核が生着しているので区別できる。

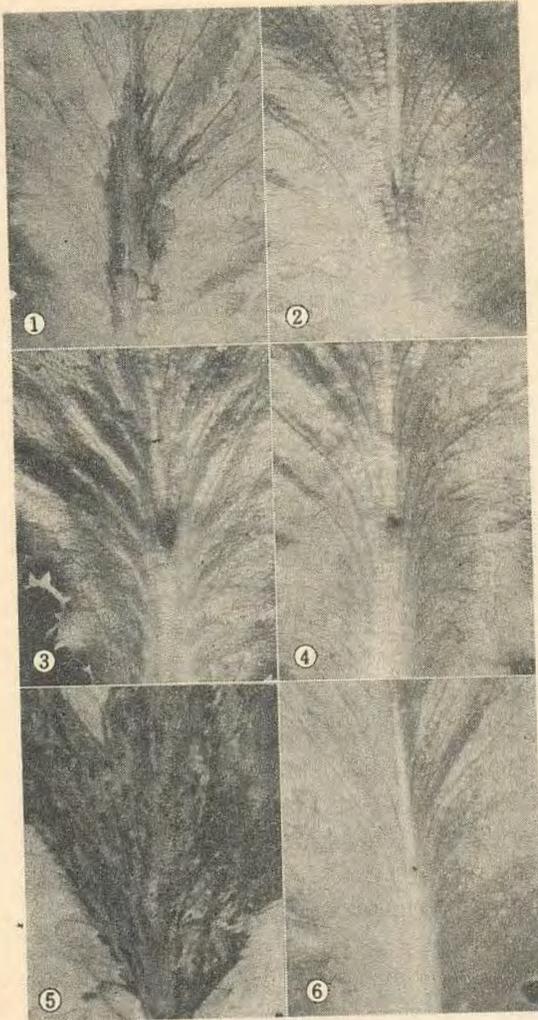
2 針接種による病徴

レタス切葉の中肋に、病変部から分離された細菌を針束(5針)で刺針接種し、湿室にしたプラスチック箱に入れて室温に2、3日間おいて病徴を調べる。

P. cichorii : 刺傷部を中心に褐色で光沢のある大型の不整形病斑が現れ、ときに葉脈にそって葉身部まで拡大する。中肋組織は崩壊しない(次ページ写真1)。

P. marginalis : 刺傷部から上下に幅5~8mmで淡紫褐色の周縁不鮮明な長い病斑が伸びる。接種後数日間は組織は崩壊することなく、葉身部へ病斑が拡大することもない(同写真2)。

P. viridiflava : 刺傷部を中心に長さ数cm、幅0.5~1cmの長楕円形あるいは紡錘形の淡褐色あるいは褐色の病斑が現れ、病斑の中心部は水浸状に崩壊し陥没する。病斑の大きさは、菌株によって異なり、病原力の強い菌株では淡褐色水浸状で周縁がやや不鮮明の大型病斑となる。病原力の弱い菌株では褐色の小型病斑となる(同写



レタスを侵す病原細菌のレタス切葉中肋への針接種による病徴

- | | |
|--------------------------|-------------------------|
| 1: <i>P. cichorii</i> | 2: <i>P. marginalis</i> |
| 3: <i>P. viridiflava</i> | 4: <i>X. vitians</i> |
| 5: <i>E. carotovora</i> | 6: 無接種 (針刺傷) |

真3)。

X. vitians : 刺傷部のまわりが長さ5~8mm, 幅3~5mmで淡褐色の楕円形あるいは円形の病斑となり, 中心部は崩壊して陥没する。*P. viridiflava* の場合と区別しにくいこともあるが, 本細菌の場合病斑が小さい。また, 本細菌は培地上で黄色の集落を作るので, *Pseudomonas* 属細菌とは容易に区別できる (同写真4)。

E. carotovora : 刺傷部から中肋は淡褐色水浸状に軟腐し, 病斑は速やかに葉身へも拡大し, 暗緑色水浸状に軟腐する。のちに病斑部は崩壊・消失する。特有の悪臭を放つので容易に他の細菌とは区別できる (同写真5)。

IV 発生と気象

細菌病の発生は, 気象条件, とりわけ湿度 (降雨) 及び気温と密接な関係がある。レタスを侵す上記5種の場合も例外ではない。

牧野ら (1978) の調査によると, 昭和50年の静岡県下の秋作型レタスに斑点細菌病が多発した原因として10, 11月の多雨をあげている。昭和53年の夏は異常な高温と乾燥が続いたため, 長野県及び群馬県下の高原の夏作型レタスには, *P. cichorii* による腐敗も *X. vitians* による斑点細菌病も例年になく少発生に終わった。孫工ら (1975) は, 九州地方の秋冬作レタスにおいて, 凍霜害後の降雨は *Pseudomonas* 属細菌による腐敗を著しく促進すると指摘している。上原 (1976) によると *E. carotovora* による軟腐病も多湿, 降雨によって多発する。

作型と病原細菌の種類で記述したように, 気温は発生する病気の種類及びその程度を大きく左右する。*P. cichorii* による腐敗は, 15°C から 30°C まで発生するが, 20~25°C が適温であるとされている (関口, 1977) ように, 春作型, 夏作型及び秋作型など比較的高温時に多発する。

これに反し, *P. marginalis* 及び *P. viridiflava* による腐敗は, 秋作型の新年採り, あるいは冬作型など低温時に多発し, 春作型, 夏作型にはほとんど発生しない (第2表)。特に両菌による腐敗は凍霜害後に多発する。孫工ら (1975) 及び牧野ら (1978) も, 凍霜害後に腐敗が増加することを報告している。両氏は病原細菌を同定していないが, 病原細菌は, *P. marginalis* か *P. viridiflava* ではないかと推定される。一方, 筆者らの接種試験結果でも, 凍霜害処理したレタスでは *P. viridiflava* による発病が著しく促進された。凍霜害の程度はレタスの生育ステージとも関連する。10葉期以下の幼苗期には耐寒性が強く凍霜害を受けにくい, 結球期になると耐寒性が低下し, 凍霜害を受けやすくなる。これは結球期には糖分濃度が低下し, 浸透圧が下がるためとされている。一方, 凍霜害は土壌湿度が低い場合に現れやすい (孫工, 1976)。また, 耐寒性は品種によって異なり, グレートレークス系品種は, カルマーやクライマックスに比べて強く, 腐敗にも強いとされている (牧野ら, 1978)。

X. vitians による斑点細菌病は, BROWN (1918) によると2月中旬の急激な気温の低下によって誘発されるとされているが, 家村ら (1977) の報告によると10月から翌年4月まで発生する。筆者の調査 (第2表) でも, 長野県下の高原では8月, 群馬県の高原では11月, 千葉県平坦地では12月及び2月, 和歌山県の平坦地で

は3月に多発を認めている。しかし、千葉県下の冬作型レタスでは2月に激発していることから、低温が発病を助長することは間違いないようである。なお、現地調査の結果によると風、特に砂地での風もまた発病を助長しているようである。

E. carotovora による軟腐病は、孫工 (1976) によると4~6月収穫の春作型に、筆者らの調査では7~9月収穫の北日本の春作型、高冷地の夏作型で発生が見られた。牧野ら (1978) は、静岡県の水田裏作の秋作型レタスで気温が高い年には多発すると述べている。以上の例が示すように、本病は気温の高い時期に発生する。

V 防 除 法

レタスを侵す細菌病については、発生生態について不明な点が多く、耐病性品種の育成も他の野菜に比べて著しく遅れ、更に、細菌病に共通していることではあるが、効果の高い防除薬剤がない。したがって、ここでは的確な防除方法を示すことはできないので、既往の試験成績の紹介と私見を交えながら現在考えられる防除法について述べてみたい。

P. cichorii : 本細菌は土壌伝染することが指摘されており (GROGAN ら, 1977), 輪作が有効な防除手段と考えられるが、本細菌は寄生性が広いので、輪作体系を組み立てるに当たっては作物の感受性を事前に十分調べておく必要がある。関口 (1977) によると、クロロピクリン及び臭化メチルによる土壌くん蒸の防除効果は全く見られなかった。むしろ立毛中の薬剤散布の効果が高かった (第3表)。すなわち、オキシ銅水和剤 800 倍液、塩基性塩化銅水和剤 500 倍液、水酸化第2銅水和剤 500 倍液の播種 30 日後から1週間おき5回散布が比較的高い防除効果を示した。これらの薬剤は同時に発生していた *X. vitians* による斑点細菌病及び *E. carotovora* による軟腐病にも優れた防除効果を示した。これらの銅剤のうち、オキシ銅水和剤は *X. vitians* に対して効果が劣った。塩基性塩化銅水和剤及び水酸化第2銅水和剤にはさび斑状の薬害が見られたが、薬害は炭酸カルシウム

水和剤を薬液に100倍液になるように添加することで、実用上支障のないまでに軽減された。また、菅ら (1978) は、ポリカーバメート水和剤 600 倍液、同 800 倍液及びポリカーバメート粉剤の 10a 当たり 3 kg, 4 回散布は効果も比較的高く薬害もないことを報告している。

P. marginalis 及び *P. viridiflava* : 両菌による腐敗は、凍霜害のあと発生する傾向が強いので、防除の主眼はレタスを凍霜害から守ることにある。千葉県農業試験場南総園芸研究室 (私信) によれば、グレートレックス 54, カルマー系品種, グリーンペーなどの品種は耐寒性が強く、ベンレック系品種は弱い。牧野ら (1978) の調査でもグレートレックス 366, 同 54 は耐寒性が強く腐敗も少なかった。クライマックスは耐寒性が弱く、腐敗も多かった。したがって、1~3月に収穫する冬作型では耐寒性の強い品種を選ぶことが肝心である。一般に秋作型の年末から新年採り及び冬作型ではビニールを被覆するが、被覆時期が遅れて凍霜害に遭わないように心がける。ビニールトンネル内では外側の列が凍霜害を受けやすいので、畦数を減らすことも一案として考えられる。また、ハイエスフィルムでは発病が少ないことが経験されており (千葉県農業試験場南総園芸研究室私信), 検討課題のように思われる。一般に寒気の強かった朝は早く換気すると凍霜害が少ないとされており、環境管理にも十分気を配ることが望まれる。薬剤散布の効果については、データに乏しいが、ビニール被覆前及び被覆後の1, 2回の銅剤散布については検討しておく必要があるように思われる。

X. vitians : 現在のところ品種の抵抗性は不明で、防除法としては連作の回避と薬剤散布に頼らざるを得ない。薬剤防除については、前記第3表に示すように、直播栽培では播種 30 日後、移植栽培では十分活着後1週間おき5回ぐらゐの銅剤散布が有効である。

E. carotovora : 本細菌は土壌伝染性で輪作が有効と考えられるが、極めて多犯性であるため輪作体系を組むに当たっては作物の選択に十分配慮する必要がある。ハワイにおける最近の研究 (Cho, 1977) によると、抵抗性

第3表 レタス細菌病の薬剤防除試験結果 (関口, 1977)

薬 剤	希釈倍数	発 病 株 率 (%)			
		<i>P. cichorii</i>	<i>X. vitians</i>	<i>E. carotovora</i>	薬 斑
オキシ銅水和剤	800	4.3	15.7	1.7	0.5
塩基性塩化銅水和剤	500	3.0	3.1	1.1	20.8
水酸化第2銅水和剤	500	1.8	3.4	1.3	19.8
ストレプトマイシン	1,000	1.4	3.5	1.6	1.4
オキシテトラサイクリン					
無 散 布		10.9	22.2	8.8	0.1

にかなり品種間差が見られる。すなわち、キングクラウン、フルトン、パンマックス、ミネト、パンガード、イサカ、ウエスレックなどは抵抗性が強く、グレートレックス系品種やカルマー、メサ659などは感受性である。高温時に収穫される作型では、品種の採用に当たって抵抗性を考慮しておく必要がある。前述のように本細菌は土壌伝染性であるが、CHO (1977) によると、D-D+クロロピクリンのくん蒸では全く防除効果は認められないどころか発病が助長された。これに対し、塩基性硫酸銅剤及び水酸化銅剤の結球期1週間おき散布は優れた防除効果を示した。前記関口 (1977) の試験でも銅剤の散布が有効であった。また、牧野ら (1978) の試験でも塩基性硫酸銅水和剤500倍液、同800倍液及びオキシン銅水和剤600倍液の定植後3回散布は優れた防除効果を示した。

おわりに

我が国のレタスの細菌病については、最近ようやく病原細菌の種類が明らかにされた段階である。各病原細菌の発生生態、特に伝染経路、各種作物及び雑草などに対する病原性、あるいは品種の抵抗性、病原細菌の寄生性の分化などについては不明な点が多く、速やかな解明が望まれる。一方、防除については、病原細菌によっては抵抗性品種の栽培あるいは栽培環境の改善なども期待できるが、現状では薬剤散布に頼らざるを得ない。各病原細菌に対して銅剤散布が比較的高い防除効果を示すが、病原細菌によって発生生態が異なるので、散布適期及び必要最少限度の散布回数決定が最も緊急を要する検討課題である。

筆をおくに当たり共同研究者の土屋行夫技官、白田昭枝官及び罹病標本を送付され、あるいは標本採集に多大な便宜を与えられた関係各県の病害関係研究者に心からお礼を述べる。

引用文献

BREED, R. S. and W. A. BURKHOLDER (1948) : Genus *Pseudomonas* in Bergey's manual of determinative bacteriology 6th ed. 82~150.
 BROWN, NELLIE, A. (1915) : J. Agr. Res. 4 : 475~478.
 ——— (1918) : ibid. 13 : 367~388.
 BURKHOLDER, W. H. (1954) : Phytopathology 44 : 592~596.

CHO, G. G. (1977) : Pl. Dis. Rept. 61 : 783~787.
 ELLIOTT, C. (1951) : Manual of bacterial plant pathogens 186 pp.
 GROGAN, R. G. et al. (1977) : Phytopathology 67 : 957~960.
 HAYNES, WM. C. and W. H. BURKHOLDER (1957) : Genus *Pseudomonas* in Bergey's manual of determinative bacteriology 7th ed. : 89~152.
 家村浩海ら (1976) : 日植病報 42 : 364~365.
 菅 正道ら (1978) : 九病虫研会報 24 : 48~51.
 北島 博・梶原敏宏 (1961~62) : 原色作物病害図説 p. 94.
 KOTTE, W. (1930) : Phytopath. Z. 1 : 605~613.
 LELLIOTT, R. A. et al. (1966) : J. Appl. Bact. 29 : 470~489.
 牧野秋雄ら (1978) : 昭和52年度植物防疫関係試験成績書 p. 171, 172, 196, 327. 静岡農試.
 向 秀夫ら (1977) : 日植病報 43 : 123.
 長井雄治・梅本清作 (1975) : 同上 41 : 277.
 中村元彦ら (1976) : 福島農試研報 15 : 1~89.
 中田覺五郎・明日山秀文 (1935) : 満洲国主要病害調査報告書 p. 128.
 OKABE, N. (1935) : J. Soc. Trop. Agric. (Formosa) 7 : 57~66.
 PAINE, S. G. and J. M. BRANFOOT (1924) : Ann. Appl. Biol. 11 : 312~317.
 関口昭良 (1977) : 今月の農薬 21(5) : 90~93.
 ———ら (1977) : 日植病報 43 : 123.
 SMITH, E. F. (1920) : An introduction to bacterial diseases of plants 688 pp.
 孫小弥寿雄 (1976) : 今月の農薬 20(1) : 40~43.
 ———ら (1975) : 日植病報 41 : 277.
 菅原祐幸 (1972) : 清水茂編著, 野菜の生態と作型 579~598.
 SWINGLE, D. B. (1925) : Phytopathology 15 : 730.
 滝元清透 (1921) : 病虫雑 8 : 344~353.
 ——— (1937) : 同上 22 : 836~840.
 THOMAS, B. C. (1922) : Ohio Agr. Exp. Sta. Bull. 359 : 197~214.
 THORNBERRY, H. H. and H. W. ANDERSON (1937) : Phytopathology 27 : 109~110.
 富永時任・土屋行夫 (1960) : 関東東山病虫研報 7 : 33.
 土屋行夫ら (1976) : 日植病報 42 : 365.
 ———・大畑貫一 (1977) : 同上 43 : 351.
 ———ら (1978) : 同上 44 : 379.
 上原 等 (1976) : 野菜の病害虫一診断と防除一(岸 国平編) pp. 265~275.
 WILKIE, J. P. et al. (1973) : N. Z. J. Agr. Res. 16 : 315~323.
 山本重雄 (1934) : 病虫雑 21 : 530~533.

昆虫の抗幼若ホルモン活性物質

東京農工大学農学部害虫学教室 **や** **さ** **しげ** **み**
八 **木** **繁** **実**

はじめに

脱皮・変態などの特徴を示す昆虫の成長・発育をコントロールしている昆虫ホルモンは、それ自身昆虫の成長・発育を制御する生理活性物質として、応用的にも極めて重要であることは古くからよく言われて来た。今から約20年前、アメリカ産の野生の絹糸虫の1種であるセクロピア蚕の抽出物から、かなり多量の幼若ホルモン活性を持つ油が見付けられ、これが将来殺虫剤として利用できる可能性を持つことが示唆されてから、1967年著名な昆虫生理学者である、ハーバード大学ウィリアムス教授は特に幼若ホルモン (JH) を第3の農薬と呼び、これら昆虫ホルモンこそこれからの新しい農薬として重要であり、毒性が低く、抵抗性がつかず、非常に微量で有効であるなどの特徴を持つことになろうと述べている。そして、ちょうどこの時期より JH の化学構造が徐々に決定されるとともに、JH 活性を持つ化合物が数多く合成され、より安全な農薬として害虫防除への利用が検討され、期待されてきた。

JH は胚発育抑制、生殖腺刺激などの効果を持ち、ほかに休眠・相変異に及ぼす影響など多岐にわたる作用を持つが、最も重要な働きとして変態の抑制作用がある。そして、実際殺虫剤として JH を利用する場合も、この抑制作用が主になる。しかし、従来の有機合成殺虫剤に比べ、JH は以下のような幾つかの欠点を持つことが分かってきた。①作用するまでの時間が長くかかり、幼虫期の害が防ぎ難い、②作用時期が限られる、③適用害虫の範囲が比較的狭い、④一般には成虫には有効でない、⑤生産コストが高くつく、⑥殺卵作用が弱い、⑦ゴキブリ、バッタ、ゾウムシなどに感受性が低い。しかし、これらの短所は見方によっては長所にもなるわけである。

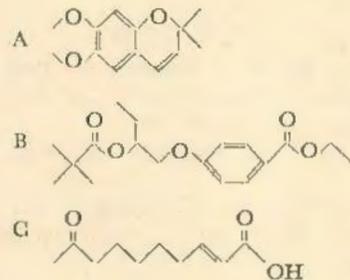
現在まで幾つかの成功例を除けば、第3の農薬としての JH の利用は、やや行きづまりの傾向にあり、3年前、第4の農薬として華々しくデビューした Precocene に代表される抗幼若ホルモン活性物質がますます注目されるようになってきた。この物質は JH-antagonist, anti-JH, anti-allatotropin などと呼ばれ、幼虫期に特に効果を持つ一方、成虫においても卵巣の発達を抑えるなど、理論的には JH にはないメリットを持つと考えられ

る。作用機構がまだあまり分かっていないこともあり、抗幼若ホルモン活性物質の定義を厳密にすることは現在のところ困難である。そこで、ここでは JH の働きと現象的に拮抗的な作用をする物質として取り扱うことにし、これに関するまだ発表されていない最新の知見もできるだけ触れることにした。なお、この文をまとめるに当たり、情報収集でお世話になった東北大学薬学部の太田富久博士、予防衛生研究所の安居院宜昭博士、蚕糸試験場の大口憲爾博士に感謝したい。

I Precocene

1 Precocene の発見

BOWERS らは数年間にわたり抗幼若ホルモン活性を持つ物質の探索を続けていたが、これは植物体内に幼若ホルモンや脱皮ホルモン活性を持つ物質が含まれていることから、やはり抗幼若ホルモン活性物質も植物由来のものが存在するのではないかという考えが基本となっており、また、幾つかの農薬が植物由来であることも参考となっていた。そして、彼らは主にエーテルとアセトンを溶媒として用い、数多くの植物種からの抽出物の生物検定を繰り返して行い、ついに、ムラサキカッコウアザミ *Ageratum houstonianum* という、ごくありふれた園芸植物からの抽出物に抗幼若ホルモン活性があることを見付けたのである (BOWERS et al., 1976; BOWERS, 1976)。この抽出物を滴下した紙上でナガカメムシ *Oncopeltus fasciatus* 2令若虫を飼育すると、3~4令へと正常な幼虫脱皮をした後、5令を飛び越して早熟な成虫になるこ



第1図 抗幼若ホルモン活性物質の構造式 (STAAL, 1978より)

A: Precocene II, B: ETB, C: ミツバチの女王物質

とが分かった。そこで、早熟変態 precocious metamorphosis という意味から Precocene と名付けられ、I と II とが分離・精製され、合成されたが、これらは既に知られた化合物であった (第1図A)。

2 Precocene の生物活性

Precocene II は I より約 10 倍活性が高く、以下のような幾つかの作用が知られている (BOWERS et al., 1976; BOWERS, 1976)。

(1) 早熟変態の誘起

前述したように、ナガカメムシを Precocene II を処理したシャーレで飼育すると、2~4 令から早熟成虫が得られ、その最少量は $0.4\sim 0.7 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ であった。早熟成虫かどうかは体色や他の外部形態、特に附節などから容易に判断できた (第2図)。また、卵の時期の処理も効果があり、3 令までは正常に発育してきた若虫もその後早熟変態を起こすことが分かった。更にナガカメムシ以外にも *Dysdercus cingulatus*, *Lygaeus kalmii* などのカメムシにも効果を持つことが認められた。

(2) 抗生殖腺刺激作用

Precocene により早熟変態を起こした雌の卵巣は正常な雌のそれに比べて発育が遅れ、また、成虫への処理によっても卵巣の発育はある程度抑制された。

(3) 性フェロモン産生の抑制

ワモンゴキブリ *Periplaneta americana* の処女雌成虫に Precocene II を処理すると、その後、性フェロモンの産生が5日間起こらなかった。ゴキブリの性フェロモン産生には生殖腺刺激ホルモンが必要であることは既に知られており、この結果からも JH がフェロモン産生に関与していることが示唆された。

(4) 休眠誘起

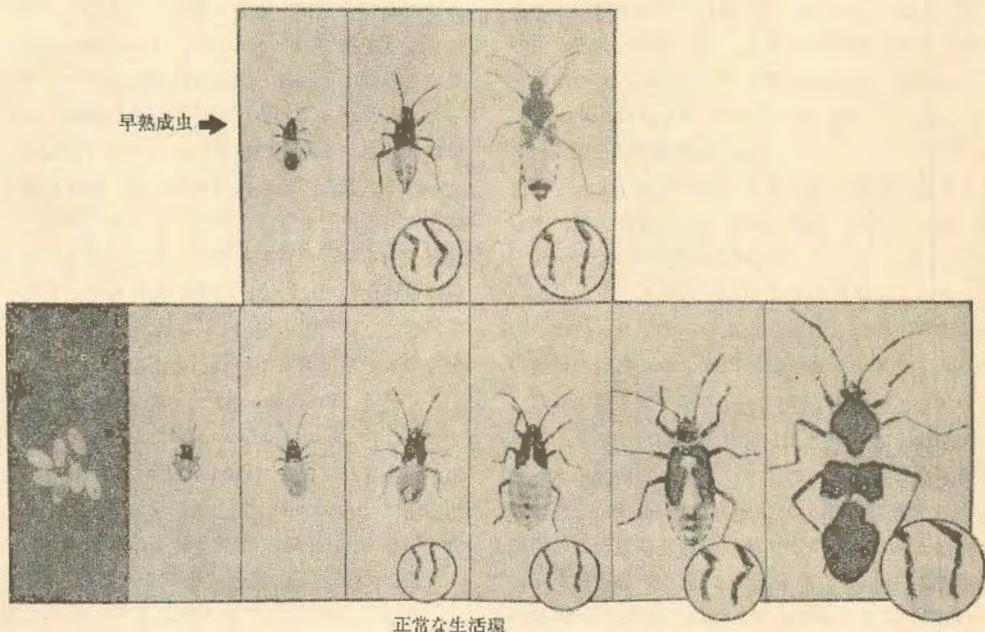
一般に、成虫休眠は JH の欠如により起こることがよく知られている。Precocene II をコロラドハムシ *Leptinotarsa decemlineata* の非休眠成虫に $100 \mu\text{g}$ 局所施用すると、短日日長で飼育してきた休眠成虫と同様、土に潜る行動を示すようになった。

(5) 殺卵作用

JH が殺卵効果を持つことはよく知られているが、Precocene もナガカメムシのほか、テントウムシの1種 *Epilachna varietis* に対しても殺卵作用を持つことが分かった。

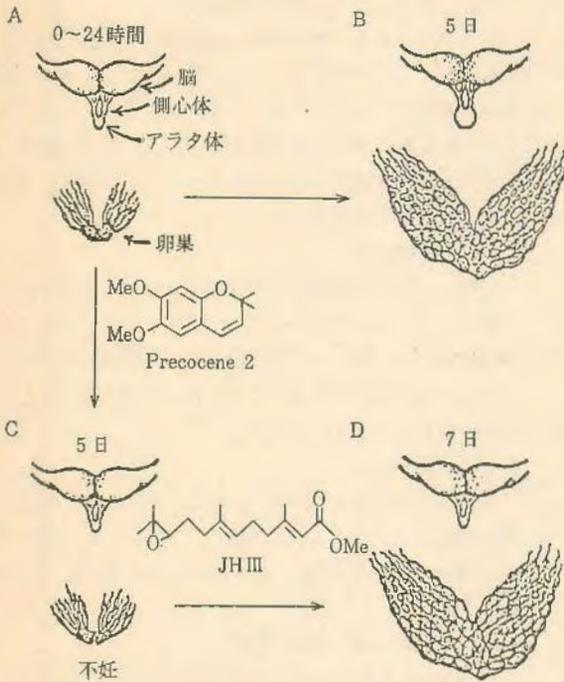
3 Precocene の作用機構

Precocene の作用発現にはある程度時間的な遅れが必要であり、また、JH 処理により Precocene で抑えられていた卵巣の発育が再び起こることなどから、Preco-



第2図 Precocene II により引き起こされたナガカメムシの早熟変態 (BOWERS, 1976)

下段は正常な生活環 (Normal Life Stages) を示し、左から卵~若虫 (1~5 令)~成虫と続く。上段はそれぞれ下段の令から引き越こされた早熟成虫 (Precocious Adults) を示す。なお、丸内はそれぞれの附節の拡大。



第3図 ナガカメムシ雌成虫のアラタ体と卵巣の発育に及ぼす Precocene II の影響 (BOWERS and MARTINEZ-PARDO, 1977). 詳細は本文.

cene の作用はなんらかの形で JH のアラタ体からの分泌を抑制することが考えられる。ナガカメムシ雌成虫のアラタ体と卵巣の発育に対する Precocene II の作用を第3図に示した (BOWERS and MARTINEZ-PARDO, 1977)。すなわち、このカメムシでは羽化後5日以内にアラタ体の容積は急激に増大するが、これは JH 分泌活性の増加とよく一致し、卵巣の発育もこの時期急激に進む (第3図A→B)。そこで、羽化直後の雌に Precocene を処理すると、アラタ体の発達が抑えられることが分かった (第3図A→C)。このような未発達のアラタ体はその分泌能が低下していることは、Precocene 処理の卵巣が未発達であることから予想されるが (第3図A→C)、このような状態の成虫に JH III を局所施用すると、卵巣の発育は促進されるものの、アラタ体の容積は小さいままであった (第3図C→D)。更に、Precocene を処理されたナガカメムシのアラタ体の光顕及び電顕での組織学的な観察からも、この化合物が直接アラタ体からの JH の分泌能を低下させるものと結論されている (UNNITHAN et al., 1977)。一方、Precocene を用いての *in vitro* の実験も盛んに行われており、培養されたナガカメムシのアラタ体の分泌活性が Precocene II を培地に入れることにより抑制されるという結果 (MÜLLER, 私信)

のほか、やはり、培養条件下においてワモンゴキブリ雌成虫のアラタ体からの JH 産生が Precocene により抑えられることが知られている (PRATT and BOWERS, 1977)。この場合、主にフェルネッセン酸から JH 生合成過程の中間段階であるメチルエステルへの変換が抑えられるという。

Precocene の作用機作については、①アラタ体の生合成に直接影響を与える、②アラタ体を制御する脳の機能を乱す、③ JH あるいはその前駆体の代謝に関係する酵素に関与する、④ホルモンに結合しているタンパクを壊すかそれと競合する、⑤アラタ体からの分泌制御に関与するなんらかのホルモン代謝物と類似の作用を示す、⑥ JH の標的組織における JH との競合、などが考えられる (BOWERS, 1976)。②についてはナガカメムシにおいて、アラタ体の分泌活性を制御している脳の神経分泌細胞の A 細胞の合成能が Precocene 処理により抑制され、また、JH III 施用で回復することが最近報告されている (UNNITHAN et al., 1978)。しかし、Precocene の作用が直接的なものかどうかはこのような結果からは明らかでない。

太田ら (OHTA and BOWERS, 1977; OHTA et al., 1977) は Precocene の昆虫体内での不活性化過程について9種の昆虫を用いて検討したところ、Precocene に感受性を持つ *Oncopeltus* や *Dysdercus* とそうでない昆虫との間にそれほど顕著な代謝速度の差は見られなかった。したがって、Precocene の種特異性については、単に代謝される速度の相違によるものではないことが考えられる。また、彼らは Precocene 関連化合物の構造活性相関の検討も行っており、化合物の物理的・化学的性質やある特定の官能基だけが抗幼若ホルモン活性の発現に重要なのではなく、分子の全体像そのものが高度な幾何学的立体環境の規則のもとにあることが大きな意味を持つものと推論している (太田, 1979)。

ごく最近、Precocene はカメムシ類ばかりでなくトノサマバッタ *Locusta migratoria* においても効果を持つことが報告されている (PENER et al., 1978)。すなわち、幼虫期に Precocene II を処理すると、4令あるいは5令で早熟成虫 (正確には擬成虫 *adultoid*) になり、また、5令若虫に処理した場合、雌成虫はその卵巣が未発達で、しかもそれらのアラタ体は非常に小さく退化の徴候を示したという。しかしながら、これら一連の実験での Precocene II の局所施用の最小量は 100 µg/頭という高濃度であった。

H E T B

既に述べたように、Precocene はかなり狭い範囲の昆虫にしか有効ではなく、カメムシ類と同じ半翅目でも特に農作物害虫として重要なウンカ・ヨコバイ類や鱗翅目幼虫にはほとんどといってよいほど効果がないことから(八木, 1977)、鱗翅目昆虫にも有効な抗幼若ホルモン活性物質の探索が積極的になされ、その一つとして、ETB なる化合物がタバコスズメガ *Manduca sexta* 幼虫に対して抗幼若ホルモン活性を持つことが分かった(第1図B)。この物質をタバコスズメガ3令幼虫に処理すると、4令でJH 欠如で見られる体色の黒化が起こり、5令脱皮の際皮膚の一部が早熟蛹になっていた。ETB により起こる早熟蛹は狭い範囲の濃度で起こり、3令幼虫への局所施用では30~100 µg、また、4令以前に経口的に与えた場合は10 ppm で効果を持つが、奇妙なことにはこれより3~10倍の濃度では逆にJH 活性を持つという(STAAL, 1978)。元来この物質がJH 活性を持つことは、ハチミツガ *Galleria mellonella* やその他の鱗翅目昆虫で報告されており、この近縁化合物もJH 活性を持つものが多い。これらのことから、ETB の作用は昆虫体内のJH と、ホルモンの受容器レベルで競合するのではないかと考えられている(STAAL, 1978)。

ETB の作用機構に関しても、Precocene と同様かなり多くの研究が現在行われ、ラジオアイソトープでラベルされたETB や培養系での仕事も行われている。昨1978年秋ヒューストンで開かれたアメリカ昆虫学会のAnti-Juvenile Hormones のシンポジウムでカリフォルニア大学のスパークス博士は、ETB の抗幼若ホルモン作用はアラタ体に直接働いてJH の合成を抑えるのではなく、JH 分解酵素の一つであるJH エステラーゼに働いてJH 効果を低下させると報告している(安居院, 私信)。

ETB も Precocene と同様、有効な種の範囲は非常に狭く、タバコスズメガ以外にはほとんど抗幼若ホルモンの効果がないという(STAAL, 私信)。筆者もハスモンヨトウ *Spodoptera litura* に対しては効果が認められないという結果を得ている(八木, 未発表)。しかしながら、カイコ *Bombyx mori* にはある程度活性を持つという(木口, 私信)。

III カイコにおける抗幼若ホルモン活性物質

カイコでは、4眠蚕(4回の幼虫脱皮を行い、5令が最終令幼虫となる)から3眠蚕が出現することはよく知られており、遺伝的要因のほかに、温度・光・栄養条件などが関係していると言われている。3眠蚕出現は言い

換えれば早熟変態であり、人工的にアラタ体を除去する方法以外に、化学物質によっても3眠蚕が出現することが分かってきた。村越ら(村越, 1972; 村越・樺木, 1972; 村越ら, 1975, 1976, 1977)は人工飼料にこれらの物質を混入して経口的に幼虫に摂食させることにより、コウジ酸をはじめ、アビエチン酸、キノンアルカロイドなど多くの物質が効果を持つことを明らかにしている。この場合、最小有効濃度はほぼ100 ppm とかなり高く、また、すべてが早熟蛹になるわけではないが、鱗翅目幼虫に効果を持つ点で注目される結果であろう。しかし、これらの物質はカイコ以外にはほとんど有効ではなく、わずかにオオスカシバ *Cephonodes hylas* 幼虫の体色に影響を与えることが知られているにすぎない(IKEMOTO, 1976)。筆者もニカメイガ、ヨトウガ幼虫にこれらの物質のうち2, 3の化合物を経口的に与えて抗幼若ホルモン活性を調べてみたが、あまりはっきりした作用は認められなかった(八木, 未発表)。これらの仕事はすべてカイコのみを材料とし、しかも経口投与だけの手法である点に問題があり、今後、これらの物質が局所施用など別の方法で、しかもカイコ以外の鱗翅目幼虫に有効かどうかを詳しく検討する必要がある。

3眠蚕を出現させる他の物質として、緑きょう菌の培養液があり、この場合はかなり高率で、しかもこのろ液を幼虫に注射することにより3眠蚕が出現する。この培養液の簡単な分析から、タンパク性の物質の存在が示唆されている(三國・河上, 1975)。

IV そ の 他

抗幼若ホルモン活性を示すと考えられる物質として、ミツバチの女王物質(queen substance)があり(第1図C)、双翅目の卵発育に関してJH と拮抗的に働くことが以前から知られている(NAYAR, 1963; SANNASI, 1969)。しかし、イエバエ *Musca domestica* その他に対して効果がないとの報告もあるので(STAAL, 1978)、今後再検討する必要がある。

おわりに

今まで述べてきた抗幼若ホルモン活性物質のほとんどは、昆虫由来のものではないが、一方、昆虫体内にもアラタ体の分泌活性を抑えるホルモン(allatohibin, アラタ体抑制ホルモン)の存在が示唆されている(WILLIAMS, 1976)。このように、昆虫の成長・発育の生理的な制御機構を明らかにしていく中で、生理活性物質による新しい害虫防除技術の開発が望まれる。そして、幼若ホルモン、抗幼若ホルモン活性物質に限らず、キチン合成阻害

剤 (小池, 1978) など昆虫の生長制御物質 (IGR) の研究は今後ますます盛んになることが期待される。

引用文献

BOWERS, W. S. (1976) : In "The Juvenile Hormones" (ed. L. I. GILBERT) pp. 394~408, Plenum Press.
 ——— et al. (1976) : Science 193 : 542~547.
 ——— and MARTINEZ-PARDO (1977) : ibid. 197 : 1369~1371.
 IKEMOTO, H. (1976) : Bōtū-Kagaku 41 : 192~195.
 小池久義 (1978) : 植物防疫 32 : 447~454.
 三国辰男・河上 清 (1975) : 応動昆 19 : 203~207.
 村越重雄 (1972) : 同上 16 : 111~113.
 ———・榎本五男 (1972) : 同上 16 : 159~161.
 ———ら (1975) : 同上 19 : 267.
 ———ら (1976) : 同上 20 : 87~91.
 ———ら (1977) : 同上 21 : 230~232.
 NAYAR, J. K. (1963) : Nature 197 : 923~924.
 OHTA, T. and W. S. BOWERS (1977) : Chem. Pharm.

Bull. 25 : 2788~2789.
 ——— et al. (1977) : J. Agric. Food Chem. 25 : 478~481.
 太田富久 (1979) : "昆虫の生理と化学" 第5章 喜多見書房 350 pp. (日高敏隆・高橋正三・磯江幸彦・中西香爾編)
 PENER, M. P. et al. (1978) : Nature 272 : 350~353.
 PRATT, G. E. and W. S. BOWERS (1977) : ibid. 265 : 548~550.
 SANNASI, A. (1969) : Life Sci 8 : 785~789.
 STAAL, G. B. (1978) : Pontificae Academiae Scientiarum Varia 41 : 353~383.
 UNNITHAN, G. C. et al. (1977) : J. Insect Physiol. 23 : 1081~1094.
 ——— (1978) : Experientia 34 : 411.
 WILLIAMS, C. M. (1976) : In "The Juvenile Hormones" (ed. L. I. GILBERT) pp. 1~14, Plenum Press.
 八木繁実 (1977) : 今月の農薬 21 : 36~40.

人事消息

宮坂初男氏 (農蚕園芸局植物防疫課農薬第2班取締係長) は関東農政局計画部資源課土地資源開発調査係長に
 石井 裕氏 (同上局同上課) は国土庁水資源局水資源政策課総務係長に
 森田健二氏 (同上局同上課防除班発生予察係長) は大臣官房秘書課企画調査班調整係長に
 間中 茂氏 (大臣官房経理課監査官) は農薬検査所総務課長に
 越中俊夫氏 (同上所技術調査課長) は同上所調整指導官に
 村川 昇氏 (神戸植物防疫所国際課) は同上所生物課生物農薬係長に
 坂本 剛氏 (同上所技術調査課) は同上所技術調査課動物汚染調査係長に
 上垣隆夫氏 (同上所調整指導官) は同上所魚介類安全検査室長に

鈴木重夫氏 (同上所技術調査課検査管理官) は同上所技術調査課長に
 行本峰子氏 (同上所生物課検査管理官) は同上所技術調査課検査管理官に
 近藤 晃氏 (農薬検査所総務課用度係長) は農蚕園芸局果樹花き課庶務班会計係長に
 永井里理氏 (神戸植物防疫所本所庶務課長) は横浜生糸検査所総務部庶務課長に
 助友 正氏 (神戸植物防疫所広島支所庶務係長) は中国農業試験場総務部会計課監査係長に
 前田繁雄氏 (名古屋植物防疫所伏木支所庶務係長) は北陸農政局関川農業水利事業所庶務係長に
 窪田幹史氏 (門司植物防疫所三角出張所) は九州農政局生産流通部野菜課計画係長に
 合田俊彦氏 (横浜植物防疫所本所業務部国内課防除機具係長) は国土庁小笠原総合事務所専門調査官に
 石川保男氏 (横浜植物防疫所成田支所庶務課会計係長) は食糧庁へ

次号予告

次5月号は「ウンカ・ヨコバイ類」の特集を行います。

予定されている原稿は下記のとおりです。

- 1 ウンカ・ヨコバイ類研究における最近の話題の幾つか 岩田 俊一
- 2 トビロウンカの吸汁習性とイネの抵抗性 寒川 一成
- 3 ツマグロヨコバイの吸汁行動とイネの抵抗性 河部 運
- 4 ツマグロヨコバイの吸汁による被害の地域差 那波 邦彦

- 5 トビロウンカとセジロウンカの交尾システムと増殖 呉 澹盡
- 6 ヒメトビウンカとイネ縞葉枯病をめぐる最近の動向 岸本 良一
- 7 ツマグロヨコバイ類とイネのわい化病, トランジトリーイエローイング 井上 斉
- 8 ヒメトビウンカの細胞内共生微生物 野田 博明
- 9 トビロウンカの薬剤抵抗性 永田 徹

定期購読者以外の申込みは至急前金で本会へ
 1部 450円 送料 29円

攻撃性のあるアブラムシ

北海道大学農学部昆虫学教室 ^{あお}青 ^き木 ^{しげ}重 ^{ゆき}幸

アブラムシといえば従来、無抵抗な昆虫の代表的なものと考えられてきた。DIXON (1958) の先駆的な研究が、アブラムシが捕食性のテントウムシ幼虫から、けりや角状管からのワックスの噴射、あるいは植物からの落下によって、なかなか巧みに逃れることを示してはいたが、「せいぜいその程度」というのが一般的イメージであったことは確かである。そのかわりに、アブラムシはアリからかなりの保護を受けている。そして、アブラムシは単為生殖と急速な成熟によって高い増殖率を得た、典型的な r 戦略者と考えられてきた (例えば GOULD, 1977)。このような「アブラムシ像」は多くのアブラムシに当てはまるかもしれない。しかし、近年少なくとも何種かのアブラムシは、これと対照的な戦略を採っていることが分かってきた。彼らは、自ら捕食者を攻撃し、撃退するのである。以下、不明の点は多いが、これまでに見付かった攻撃性のあるアブラムシを紹介し、幾つかの問題点を指摘したい。下表はそれらのアブラムシの系統関係の概略を示す簡単な分類表である。

I 兵個体を有するアブラムシ

外敵を攻撃する不妊の兵個体 soldier の分化はタマワタムシ亜科のボタンヅルワタムシ属 *Colophina*、ヒラタアブラムシ亜科のツノアブラ属 *Pseudoregma*—コナフキツノアブラ属 *Ceratovacuna*、同じくヒラタアブラムシ亜科のエゴアブラ属 *Astegopteryx* でそれぞれ独立に、アブ

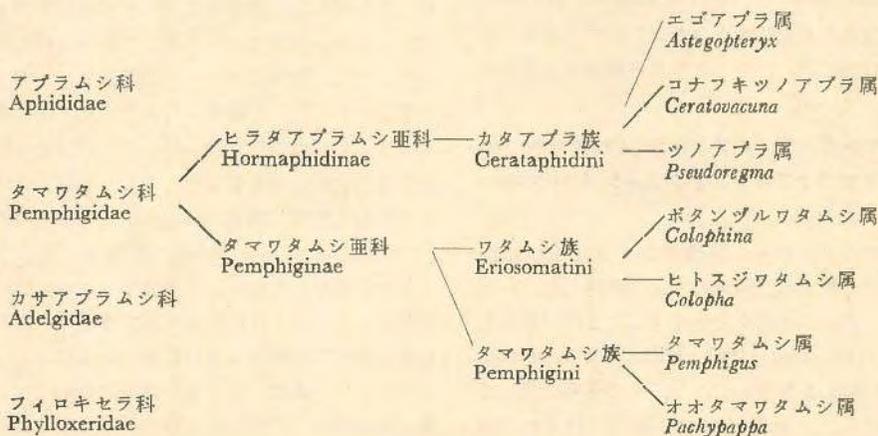
ラムシ上科で少なくとも3度生じたと考えられる。エゴアブラ属はツノアブラ属やコナフキツノアブラ属に近縁だが、全くタイプの異なる兵個体を生産する。

1 ボタンヅルワタムシ (ボタンヅルメンチュウ)

Colophina clematis

ボタンヅルワタムシは、ボタンヅル *Clematis apiifolia* の根際、密な、綿で覆われたようなコロニーを形成するアブラムシで、1令のステージに顕著な2型がある (口絵写真参照)。口絵写真①の口吻の長い型が通常の1令幼虫であり、②の口吻が短く、前・中脚の肥大しているのが兵個体である。兵個体は非常に攻撃的で、ピンなどで頭部付近を軽く刺激すると、前脚を持ち上げ、それを素早く開閉し、ピンにつかみかかってくる。また、ガヤヒラタアブの幼虫をボタンヅルワタムシのコロニーに付けてやると、兵個体は飛びかかり、肥大した前・中脚でがっしりと幼虫にしがみつぎ、口針で刺す (口絵写真③)。兵個体の前・中脚には、大きな、強く曲がったツメが付いているが、これらはしがみつくに役立っていると考えられる。ボタンヅルワタムシの兵個体による防御は、ヒラタアブ幼虫のような捕食者に対して極めて効果的である。筆者はミズキから得た7個体のヒラタアブ幼虫を1匹ずつ鉢植えにしたボタンヅル上のコロニーに付けてみたが、いずれの場合にもヒラタアブ幼虫は兵個体に攻撃され、コロニーから落下し、更に地上を歩いていた兵個体に襲われて、結局は死んでしまった。

攻撃性のあるアブラムシの分類上の位置 (EASTOP (1966) に基づく)



兵個体は1令であり、無翅胎生虫を解剖すれば通常の1令幼虫とともに卵巣小管内より現れる。すなわち、1匹の無翅胎生虫が兩型を産む。どのような機構で兩型が分化するのかわかりませんが、このような現象はアブラムシではさほど驚くべきものではない。ドロオオタマワタムシ *Pachypappa marsupialis* の幹母 (第1世代) はやはり形態の非常に異なった2型の1令幼虫を産むし (AOKI, 投稿中)、胎生虫と両性虫をとともに産む個体—いわゆる *virginosexupara*—はいろいろな分類群で生じている (LAMPEL, 1968)。

兵個体は、また脱皮せず、1令のまま死んでしまうと考えられる。これまでにポタンヅルワタムシの兵個体の脱皮殻は全く発見されていないし、通常のアブラムシの幼虫なら、KOH 処理してプレパラート標本にすれば必ず次令の皮膚を体内に形成した個体が混じっているのがあるが、ポタンヅルワタムシの兵個体は200個体以上のプレパラート標本を調べたが、このような個体は見いだされなかった。これらはもちろん、いわゆる「否定的証拠」である。しかし、多数の生殖個体が存在するのであるから、あえて兵個体を生殖に再利用する戦略を採っているとは考え難い。

ポタンヅルワタムシのポタンヅルにおける生活史は単純で、無翅胎生虫が世代を繰り返す、通常型の1令幼虫で越冬する。兵個体はコロニーが大きくなる秋口には多数が見られるが、東京付近では11月ごろには全く生産されなくなる。有翅型は秋のみ現れ、すべて有性世代を産む産性虫で1次寄主へ飛んでいく。ポタンヅルは2次寄主であり、ここでは有性生殖は行われない。最近、1次寄主はケヤキであることが分かった (AOKI, 準備中)。

ポタンヅルワタムシ属はポタンヅルワタムシのほか、クサボタン *Clematis stans* に寄生するクサボタンワタムシ *Colophina arma* と、台湾の *Clematis floribunda* に寄生する大型の1未記載種を含むが、いずれも前・中脚が肥大し、口吻の短い、同じような兵個体 (と思われるもの) を持っている。

2 アレクサンダーツノアブラムシ *Pseudoregma alexanderi*, ササコナフキツノアブラムシ *Ceratovacuna japonica*

ツノアブラ属のアブラムシが通常の1令幼虫のほかに、前脚が著しく肥大し、頭部のツノの発達した、いわゆる「カニムシ型」1令幼虫を生産することは以前から知られていた (CALILUNG, 1967; HILLE RIS LAMBERS, 1966) (図録写真④, ⑤参照)。しかし、その機能に関しては全く不明であった。筆者 (AOKI, 1977) はそれらが

ポタンヅルワタムシに見られるような、子孫を残さない兵個体ではないかと予想したが、その後のアレクサンダーツノアブラ (AOKI and MIYAZAKI, 1978) とササコナフキツノアブラ (AOKI, 準備中) における観察はこのことを裏付けた。

アレクサンダーツノアブラのカニムシ型幼虫の行動については、山根正気・木内 信両君による台湾・日月潭での観察によると以下のとおりである。この種はタケに寄生する。そのカニムシ型幼虫はピンセットなどで前方を刺激すると、肥大した前脚を持ち上げ、それを素早く開閉し、ピンセットにつかみかかってくる。オオテントウの幼虫を若干弱らせてコロニーに付けてみたところ、1匹のカニムシ型幼虫がこれに飛びかかり、ともにコロニーから落下した。これらの行動は餌料を異にするポタンヅルワタムシの兵個体の行動とよく似ている。また、ポタンヅルワタムシの兵個体と同様にカニムシ型幼虫の脱皮殻は出てこないし、100個体以上をプレパラート標本にして調べてみたが、やはり2令の皮膚を形成した個体は見いだせなかった。このカニムシ型幼虫の攻撃行動で面白いのは、ツノを使って敵を刺し殺すことである。このアブラムシをアルコールに漬ける前にポリ袋に入れ、しばらくの間生かしておいたところ、カニムシ型幼虫は同種の個体を攻撃し、そのツノを他個体の体内に挿入した個体が20以上も見いだされた (図録写真⑥)。

ササコナフキツノアブラはササの葉裏に寄生し、ゴイシンジミ *Takara hamada* の prey として割合知られている。無翅の胎生虫が周年世代を繰り返す、有翅型は散発的に現れるにすぎない (TAKAHASHI, 1958)。このアブラムシのカニムシ型幼虫は春から秋まで見られるが、個体数はあまり多くならないようである。シャーレ中でコロニーにヒラタアブ幼虫とヒメテントウ幼虫を付けてやったところ、カニムシ型幼虫は飛びかかり、「頭突き行動」を反復した。大型のヒラタアブ幼虫にツノは刺さらなかったが、小型のヒメテントウ幼虫は刺し殺してしまった。また、野外でカニムシ型幼虫がゴイシンジミ幼虫に飛びかかったのを観察したが、すぐ、逆に食べ殺されてしまった。ゴイシンジミはこのアブラムシに対してかなり特殊化した捕食者なのかもしれない。ただし、30年以上も前に磐瀬 (1948) が、ゴイシンジミの若令幼虫が「アブラムシにしがみつかれて相討ちとなって死んでいる」のを観察している。この種のカニムシ型幼虫も100個体以上プレパラート標本にして調べてみたが、2令の皮膚を形成した個体は見いだせなかった。

ツノアブラ属は、かなりの種が知られており、HILLE RIS LAMBERS (1966) によれば「調べることでできたす

すべての種」がカニムシ型幼虫を有していたという。筆者もタケツノアブラムシ *Pseudoregma bambucicola* とヒエツノアブラムシ *P. panicola* でカニムシ型幼虫を確認した。ササコナフキツノアブラの属するコナフキツノアブラ属とツノアブラ属は非常に近縁で、分類は再検討を要する。サトウキビやススキに寄生するサトウキビコナフキツノアブラムシ (カンシャワタアブラムシ) *Ceratovacuna lanigera* 及びエゴノネコアツアブラムシ *C. nekoashi* のアシボツ上の世代はよく似たコロニーを形成するが、これまでカニムシ型幼虫は見付かっていない。

3 ウラジロエゴノキアブラムシ *Astegopteryx styracicola*

この台湾に産するアブラムシは、非常に特異な習性を持つ。この種はウラジロエゴノキ *Styrax suberifolia* に白粉で覆われた非常に大きなゴール (虫癭) を形成し (口絵写真⑥, ゴールの表面にゴミのように見えるのはアブラムシである), これを軽くゆすただけで無翅の個体がたやすくゴールから落下する。もし、これらが手の上などに落ちると、口針で皮膚を刺し、かなりのいたがゆさを与える。この習性を最初に報告したのは高橋 (1930) であるが、彼はなぜこのアブラムシは人を刺すのか、なぜたやすく落下するのか、という問題を説明できなかった (高橋, 1928; TAKAHASHI, 1931), 筆者ら (AOKI ら, 1977; AOKI, 1979) の調査によると、このアブラムシは2令のステージに2型があり、キチン化が強く、角状管と剛毛がよく発達した型 (口絵写真⑦) が兵個体であることが判明した。ゴールを軽くゆすって落ちてくるのは、ほとんどすべて兵個体であり、これが人を刺す (他の型の個体も全く刺さないわけではないが、少なくとも程度は異なる)。また、ゴールにヒラタアブ幼虫を乗せたところ、多くの兵個体が飛びかかり、口針でこれを刺した。筆者は10回繰り返したが、いずれの場合にもヒラタアブ幼虫はゴールから落下するか、多くの兵個体に覆われて動けなくなってしまった。重要なことは、ヒラタアブ幼虫のような小型の捕食者がゴールを振動させることはないであろうから、このアブラムシの落下習性の進化をそのような小型捕食者との関連では説明できないということである。筆者はゴールを食う大型動物、おそらく樹上性の哺乳類に対する防御として、この習性が進化したのであろうと考えている。兵個体はやはりそれ以上成長せず、2令のまま死んでしまうようで (ゴールから落下すれば死ぬとしか考えられないが), 100個体以上ブレバート標本にして調べてみたが、次令の皮膚を形成した個体は見いだせなかった。1令には2型はなく、2とおりの2令に発育する。ラフな推定ではあるが、大き

なゴールでは10万以上の個体数に達するものがあり、かなりの兵個体が落下しても大丈夫なのではあろうが、経費のかかる防衛体制を採っているものである。高橋 (1930) によれば有翅型は11月下旬ごろから現れるというが、これが産性虫か、2次寄主へ移住する胎生虫であるかは不明である。

この種のほかに、同属の *Astegopteryx jamuritsu* が同じような落下習性と人を刺す習性を持っているという (TAKAHASHI, 1931)。また、落下習性を持たないで、人を刺す習性のみを持つ種もあるらしい。

エゴアブラ属はコナフキツノアブラ属及びツノアブラ属に近縁で、もっと多くの種において1次寄主上の世代と2次寄主上の世代との関係が明らかになれば、分類もかなり変わることが予想される。

II 特別な兵個体は持たないが攻撃性のあるアブラムシ

系統的な観点からすれば、兵個体と生殖個体が分化しているボタンヅルワタムシなどの「真性社会性」アブラムシは、ある令期に攻撃性はあるが、兵個体と生殖個体が分化していないような段階を経過したであろうと考えられる。タマワタムシ亜科のケヤキワタムシとドロエダタマワタムシはこのような段階に対応する現存種である (AOKI, 1978)。

1 ケヤキワタムシ (ケヤキメンチュウ) *Colopha* sp. near *caucasica*

ケヤキワタムシはケヤキの葉を巻いて、いわゆる擬虫癭 (pseudogall) を形成し、その中で世代を繰り返す。札幌付近では7月ごろから有翅型が現れ、これらはみな2次寄主 (未知) へ移住するが、コロニーは10月ごろまで継続する。多くの1令幼虫が擬虫癭の外面に現れており、微針の先端で頭部付近を刺激すると、飛びかかってくる。ヒラタアブ幼虫をシャーレ中で付けてみたところ、多くの1令幼虫が攻撃し、口針で刺し、ヒラタアブ幼虫は擬虫癭から落下するか、動かなくなってしまった。1令期に2型は生じておらず、これらは特別な不妊の兵個体ではない。もちろん、野外では捕食者とともに擬虫癭から落下したアブラムシは死ぬであろう。2令以上の個体は擬虫癭の内側で吸汁しており、有翅型を除いては通常外側には現れない。1令幼虫の腹部背面をピンなどで突つくと、角状管から黄色の液を分泌するが、これによって付近の他の1令幼虫は興奮し、激しく歩き回る。おそらく警報フェロモンが関与していると思われる。

2 ドロエダタマワタムシ *Pemphigus dorocola*

ドロエダタマワタムシはドロノキの若枝に小袋状のゴールを形成するアブラムシで、ゴールの先端が小さく開口しており、ここから2次寄主(未知)へ有翅型を分散させる。札幌付近では、7月から10~11月ごろまで分散期が続く。ケヤキワタムシとともにゴールの継続期間は非常に長い。この種の1令幼虫はやや発達した後脚を持っている。採集してきたゴールを分解し、その中にガの幼虫を入れたところ、かなりの若令幼虫が飛びかかり、口針でこれを刺した。これらはほとんどが1令であったが、2, 3の2令幼虫も攻撃行動を示した。1令幼虫の発達した後脚は、外敵に強くしがみつくの役に立っているようである。ヨーロッパに産する同属の *Pemphigus spirothecae* の1令幼虫は異常に肥大した後脚を持っている (LAMPPEL, 1968~69)。この種に攻撃性があるかどうかはまだ調べられていないが、同じように捕食性侵入者を攻撃する可能性がある。

上述した種のほかにも、捕食者あるいは競争者を攻撃するアブラムシは、もっといろいろなグループで生じているのではないだろうか。古く VOGELWEID (1921, 1922) は、ホップに寄生するハダニ *Tetranychus telarius* と *T. althaeae* はアブラムシの1種(種名不詳)が存在するところには発生しないことを報告している。彼はアブラムシがハダニを攻撃し、体液を吸収するのを観察しているのである (BANKS ら, 1968 による)。

III 捕食者の卵を攻撃するアブラムシ

卵は無抵抗なステージであり、アブラムシが捕食者を殺すとすれば、卵をねらうのが最も無難である。ただし、発見が難しいということはあるかもしれない。

GIRAULT (1908) は飼育下でブラムのアブラムシ(種名不詳)が捕食性テントウムシ *Megilla maculata* の卵を攻撃し、内容物を吸収するのを観察している。また、栗崎 (1920 a, b) はミカンに寄生するアブラムシ(種名不詳)が、野外でヨツボシクサカゲロウ *Chrysopa septempunctata* とカオマダラクサカゲロウ *Anisochrysa boninensis* の卵の内容物を吸収するのを観察した。ヨツボシクサカゲロウの場合、8月に約30%の卵がアブラムシによって食害されたという。筆者(AOKI, 投稿中)も野外でドロオオタマワタムシの1令幼虫が、ゴール付近に産み付けられたヒラタアの卵に口針を挿し込んでいるのを観察している。しかし、このアブラムシが卵の内容物を吸っていたのか、また、ヒラタアの卵を殺しうるのでどうかは確かでない。

栗崎 (1920 a) の論文を読んだ限りにおいては、彼が

観察ミスをしたとはとても思えないのだが、アブラムシが卵の内容物など動物質の食物を吸収しようということに対し、少なくとも何人かのアブラムシ学者は懐疑的である(例えば EASTOP, 1977)。

IV アブラムシの防御と捕食者

ボタンヅルワタムシ、アレクサンダーツノアブラムシ、ウラジオエゴノキアブラムシなどは、かなり強力なコーン防御を行ってはいるが、何種類かの捕食者が見付かっている。もちろん、すべての捕食者に対する完璧な防御などあり得ない。一般的捕食者を効果的に撃退すれば、それに代わる特殊な捕食者を進化させる資源を用意することになる。我々が現在見ているものは、アブラムシと捕食者の相互作用の結果なのであって、アブラムシが一般的捕食者を撃退するところに出会うより、むしろ特殊な捕食者に食われているところを観察するチャンスのほうが大きいかもしれない。多分これが「攻撃性アブラムシ」が今まで見逃されてきた理由であろう。

防御のためには、アブラムシは「外敵」と守るべき同種個体を識別しなければならない。したがって、捕食者の側からすれば、識別されないようにするのが有効な戦略となる。この戦略は、もちろん餌となるアブラムシに対する特殊化を伴う。ボタンヅルワタムシを食うオオヒメテントウ *Pseudoscyrnus pilicrepus* 及びツノアブラ属を食うアブラムシに似た幼虫を持つテントウムシの1種は、このタイプの捕食者の可能性があるが、詳しい研究はまだなされていない。

捕食者のもう一つの戦略は、攻撃性のある個体に「勝負」ことである。筆者(AOKI, 1978)は野外でクサカゲロウの幼虫がケヤキワタムシを捕食しているのを観察した。アブラムシの1令幼虫は盛んにクサカゲロウ幼虫を攻撃したが、クサカゲロウ幼虫は素早い動きでこれをかわし、1令幼虫を捕食していた。このタイプの捕食者は、特定のアブラムシにのみ依存しているという必然性はない。

V なぜ戦うのか?

捕食者あるいは競争者を殺したり、追い払ったりすることによって、アブラムシの得る利益は自明のことのように思われる。しかし、ではなぜすべてのアブラムシがそうしないのであろうか? 武器に関する前適応は問題となりそうもない。ツノアブラムシのツノは系統発生上特別かもしれないが、食物をとらないタマワタムシ亜科とフィロキセラ科の有性世代を除いて、すべてのアブラムシは容易に武器に転用しうる口針を持っている。おそ

らくその理由は、アブラムシ自身による防御はかなりの経費がかかるからなのであろう。ウラジオエゴノキアブラムシのような明らかな浪費型防御を別格としても、アブラムシの防御は損失なしでは不可能である。ツノアブラムシの場合などは敵をツノで刺し、ともにコロニーから落下するのであるから、たやすく防御できたとしても、ある程度の損失は避けられない。

アブラムシ自身による防御が生じにくい三つの状況が考えられる。まず第1に、アリとの共生関係が生じている場合には、アブラムシ自身による防御は単に余分なだけでなく、有害であるかもしれない。というのは、アリは攻撃行動を示すアブラムシを除去してしまふ可能性があるからである。HERZIG (1938) は異常行動を示すアブラムシがそのコロニーを訪れているアリ (*Lasius niger*) によって攻撃され、殺されるのをしばしば観察している (WAY, 1963 による)。第2に、逃げうる状況にあるアブラムシは、逃げるにこしたことはない。寄主植物からの落下は有効な逃避の方法だが、再び寄主にもどれるということが条件となる。背丈の低い草本で、辺りに多くの同種の植物があるようなものに寄生するアブラムシは、警報フェロモンなどを利用すれば落下によって効率よく逃避できる。また、高木の葉などに寄生するものでも、有翅型であればたやすく「アブラムシ用」捕食者から逃れることができる。マダラアブラムシ亜科 Drepanosiphinae には有翅型世代の多い種が多いが、別に「原始的」であるからそうなのではなくて、このような戦略と関連しているのであろう。第3に、コロニーを支えている植物が長期間安定して食物を供給しなければ、アブラムシはコロニーを守って見たところで多くを得ない。ゴールを形成するアブラムシは、第2の意味でほとんど逃げることでできないアブラムシである。しかし、すべてのゴールを形成するアブラムシが攻撃行動を示すわけではない。このようなアブラムシは、相対的に長期間の食物の供給が保証されない状況にあり、防御に時間や経費をかけるよりは、できるだけ速く増殖し2次寄主へ逃げるといふ「アブラムシらしい」戦略を採っているのではないだろうか。防衛のためには、多くの個体をアクティブな若令の状態で温存しなければならず、これは増殖のスピードを低下させる。また、外敵の攻撃に直ちに反応しうる体制をとることは、摂食効率を低下させるかもしれない。

このほかに、血縁選択 (kin selection) の観点から攻撃性を考える。外敵に対する攻撃は攻撃個体の死を伴うことがほとんどであるから、いわゆる「利他的」行動である (例えば WILSON, 1975 参照)。もし、利他者と

受益者が血縁関係にあれば、利他的行動は進化しうる。ゴールは通常1個体の幹母によって作られるから、ゴール内のメンバーはすべて遺伝的に同一であり、攻撃性の進化になんら問題はない。しかし、複数の幹母によって形成されるコロニーにおいては、利他者と受益者の間に複雑な利害関係が生ずるのであろう。

VI 分業の有利性

ポタンヅルワタムシなど、不妊の兵個体を有するアブラムシは、「防御」と「生殖」の分業を行っていると思なすことができる。前に述べたように、このような兵個体を持ったアブラムシは、現在ケヤキワタムシやドロエダマワタムシに見られるような、ある特定のステージに攻撃性はあるけれども、そのステージに2型は生じていないようなアブラムシから進化してきたものと考えられる。では分業の有利性は何か。現在見られる兵個体は形態的に特殊化しており、もちろん通常の個体よりも防衛能力において勝っている。しかし、行動がまず進化し形態がそれを後から追いかける (MAYR, 1976; ポパー, 1974) という一般に支持されている進化のモデルによれば、このことは分業が生じた時点での分業の有利性の説明とはならない。一つの明白な分業の有利性は、時間のロスが減らすということである (GHISELIN, 1974)。WOOD-BAKER (1968) が何種類かのアブラムシで観察したように、長い口針を持ったアブラムシは、それを引き抜くのにかなりの困難が伴う。したがって、例えばポタンヅルワタムシの通常型の1令幼虫のような、口針の長いアブラムシの各々が、食物の摂取と防御の両方をしなければならぬとしたら、多くの時間が浪費されることは明らかである。兵個体はツノアブラ属のような、さほど口針の長くないアブラムシにおいても生じているが、このような種においても分業はかなりの時間の節約になるであろう。

ケヤキワタムシとドロエダマワタムシにおいては、1令幼虫とそれ以後のステージの間で時間的分業は生じている。しかし、1令幼虫の間で形態的分化を伴わない分業が生じているかどうかは残念ながら分かっていない。全くのスペキュレーションであるが、これらのアブラムシで不妊の兵個体が生じなかったのは、相対的に不安定な環境がこのようなスペシャリスト所有に有利に働かなかつたからなのかもしれない。

VII アブラムシの兵個体と血縁選択説

アブラムシのコロニーは、単為生殖の結果、しばしば遺伝的に均一となる。HAMILTON は既に 1972 年に、後

生動物の体細胞とのアナロジーから、アブラムシの不妊個体の存在を強く示唆していた。不妊個体の進化を単に「種にとっての」有利性、「集団にとっての」有利性で説明する粗野なレベルでのグループ選択説は、現在ほとんど問題にされないと言ってよいだろう (WILLIAMS, 1966; GHISELIN, 1974; MAYNARD SMITH, 1978; HULL, 1978)。論争になっているのは、HAMILTON (1964) の血縁選択説と ALEXANDER (1974) によって強く主張された「親による子の操作」説である。この二つは必ずしも両立しないわけではなく、大抵の場合は両方の説明が成立する。周知のように HAMILTON (1964) は真性社会性が膜翅目に集中していることの説明として、このグループが haplo-diploid の性決定システムを持つことに着目した。母親が1回交尾の、ある雌を考えた場合、姉妹に対する血縁係数 (3/4) と子供に対する血縁係数 (1/2) に差があることから、このグループの雌に姉妹に対する利他性が進化しやすいと論じたのである。真性社会性の膜翅目への集中は、確かに「親による子の操作」では説明困難かもしれない (WILSON, 1975; CROZIER, 1977)。ではアブラムシの不妊個体の存在は血縁選択説を支持するの

か、しないのか。これは血縁選択説のとらえ方による。もし、姉妹と親子の間の血縁係数の非対称性に力点を置くなら (TRIVERS and HARE, 1976) 不利になるし、単に血縁係数の値の大きさを問題にするなら有利になる。いずれにせよ、動物学者は本当に真性社会性が他の分類群で生じていないのか、もう1度自然を見直す必要があるのではないだろうか。

原稿にコメントいただいた山根正気氏、口絵写真 (④、⑤) を撮ってくださった宮崎昌久氏にお礼申し上げます。

主な引用文献

- 1) ALEXANDER, R. D. (1974): *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 5: 325~383.
- 2) AOKI, S. (1977): *Kontyû* 45: 276~282.
- 3) ——— (1978): *New Entomol.* 27: 67~72.
- 4) GHISELIN, M. T. (1974): *The Economy of Nature and the Evolution of Sex.* Calif. Univ.
- 5) HAMILTON, W. D. (1972): *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 3: 193~232.
- 6) WILSON, E. O. (1975): *Sociobiology.* Harvard Univ.

本会発行新刊資料

農薬安全使用基準のしおり

昭和54年版

A5判 42 ページ 300 円 送料 120 円

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

本会発行新刊資料

フェロモン・シンポジウム—1978—

講演要旨集

昆虫フェロモンとその利用

—特に開発システムを中心として—

B5判 194 ページ 1600 円 送料 200 円

本会発行新刊図書

昆虫フェロモン関係文献集 (II) B5判 46 ページ 400 円 送料 120 円

同 上 (III) // 59 // 530 円 // 120 円

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

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

ハダニ類*の天敵微生物

埼玉果園芸試験場 ね もと ひまし
根 本 久

はじめに

一般にダニ類に寄生する微生物としてはウイルス、リケッチア、原生動物、糸状菌が知られているが、ハダニ類では封入体非形成のウイルス (noninclusion virus) が、また、接合菌類 (Zygomycetes) 及び線菌類 (Hyphomycetes) の糸状菌が知られているに過ぎない (第1表)。

しかし、これらの微生物の寄主は農業に有害なダニ類であり、かつ、ダニの農業に対する抵抗性の発達の問題などから、その天敵としての役割が注目されている。以下に我が国と外国におけるハダニ類の天敵微生物の研究の結果を紹介したい。

なお、天敵微生物を含めたハダニ類の天敵の総説には江原・真梶 (1975) や森 (1977) があり、また、ダニ類全体の微生物を扱ったものには LIPA (1971) や根本 (1975) があるので参照されたい。

I ウイルス

1 ミカンハダニ (CRM) ウイルス

(1) 病徴

このウイルスによる病気は 1958 年にカリフォルニアの USDA の実験室内でミカンハダニ *Panonychus citri* の研究中に発見された。この病気は卵を除く全发育ステージに感染性がある。病気にかかって死んだハダニの付いたレモンで健全なハダニを飼うとこのハダニが感染すること、また、病気のダニを磨碎して水に懸濁し、そのろ液を健全なハダニにスプレーすると発病することから感染性が証明された (MUNGER et al., 1959)。病徴としては麻痺し、脚を腹側に曲げて硬直させ、しばしば下痢を起こし、肛門を葉に固着させて死亡する (SMITH et al., 1959)。罹病虫は、健全虫に見られない birefringent crystal を含む。この crystal は数 μ の不整形をしたものから 50 μ の球形をしたものまであり、偏光下で観察すると明るく輝いて見える。この crystal を切片にし、電子顕微鏡下で観察したところ、ウイルス粒子は含まれておらず、ウイルス病にかかったダニの代謝産物と考えられた。Crystal はウイルス接種後 7~8 日目から観察され、麻痺するか死んだばかりの雌成虫の 84% に、また、動ける罹病虫の 59% に存在する (SMITH and

CRESSMAN, 1962)。罹病虫を 27°C, 70% RH の条件下で飼育するとウイルス接種後 12 日目には 95~100% のダニの中腸に birefringent crystal があり、crystal が現れないダニは他の健全虫への感染力はないという (REED et al., 1972)。しかし、ウイルス接種後 5~6 日以内に罹病虫が 85~95% RH の高湿度にさらされると crystal の形成は抑制され、罹病虫の 41.8% にしか見られないので、高い湿度下で実験する場合は結果が変わることが指摘されたが、カリフォルニアの気象条件からはこの点は問題ないという (REED et al., 1974)。

(2) 電子顕微鏡による観察

SMITH ら (1959) はウイルスに罹病したダニから直径約 35 nm の球形の粒子を分離し、これをウイルス粒子と考えた。しかし、REED 及び HALL (1972) により桿状のウイルス粒子が発見され、球形粒子はこのウイルス病とは無関係であることが分かった (REED and DESJARDINS, 1978)。

REED 及び HALL (1972) によると、ウイルス粒子は桿状で、多くは中腸上皮細胞の細胞核で見付かる。ウイルス接種後 18 時間後のものではウイルス粒子は細胞核で見られず、24 時間経過したもので見られることから、このウイルス粒子が形成されるには 18 時間以上は必要である。細胞核内のウイルス粒子は $194.2 \pm 16.3 \times 58.3 \pm 7.2$ nm の core があり、この core は $265.9 \pm 28.6 \times 110.8 \pm 11.45$ nm の一重の膜で包まれている。ウイルス粒子は 48 時間後には核膜 (nuclear membrane) に集まり、そして、核膜由来のもう 1 枚の膜を持った多くのウイルス粒子が中腸上皮細胞の細胞質内で観察される。また、REED ら (1975) は後腸においても同様にウイルス粒子を発見した。ウイルス粒子は後腸上皮細胞中のミトコンドリアとともに後腸管腔内に脱落する。

(3) 基礎的感染実験

ウイルスを生物的防除に利用しようという考えはこの病気の発見当初からあり (MUNGER et al., 1959)、多くの室内実験が行われている。これらの実験が可能となった背景にはミカンハダニの大量飼育の成功 (MUNGER and GILMORE, 1960, 1963) があることはいうまでもない。

ウイルスの保存：罹病虫をグリセリンに懸濁し凍結する方法、凍結乾燥する方法、排気乾燥する方法が保存に

* フシダニ科、ホコリハダニ科のダニを含める。

第1表 主なハダニ類の天敵微生物

微生物	ダニ	場所	研究者 (記載年)
ウイルス*			
ミカンハダニ (CRM) ウイルス	ミカンハダニ	カリフォルニア (米)	MUNGER et al. (1959), REED and HALL (1972)
リンゴハダニ球状 ウイルス	ニセナミハダニ	(接種)	BEAVERS and REED (1972)
リンゴハダニ棒状 ウイルス	リンゴハダニ	カリフォルニア (米)	STEINHAUS (1959)
ニセナミハダニの ウイルス (?)	リンゴハダニ	オンタリオ (加)	PUTMAN and HERNE (1966), BIRD (1967)
	ニセナミハダニ	ルイジアナ (米)	BOUDREAUX (1959)
糸状菌			
接合菌綱 Zygomycetes			
<i>Entomophthora</i> sp. (not <i>floridana</i>)	ミカンハダニ	フロリダ (米)	FISHER (1951)
<i>E. floridana</i>	<i>Eutetranychus banksi</i>	フロリダ (米)	FISHER (1954), WEISER and MUMA (1966)
	ミカンハダニ, コウノシロハダニ	(接種)	SELHIME and MUMA (1966)
	ニセナミハダニ	イスラエル	KENNETH et al. (1972)
	スギノハダニ	日本	根本ら (1974), NEMOTO and AOKI (1975)
	<i>Eutetranychus orientalis</i>	(接種)	KENNETH and OLMERT (1975)
<i>E. sp.</i>	<i>Tetranychus pacificus</i>	カリフォルニア (米)	STEINHAUS and MARSH (1962)
<i>E. sp. near floridana</i>	ナミハダニ, ニセナミハダニ	アラバマ (米)	CARNER and CANERDAY (1968), CARNER (1976)
<i>E. tetranychii</i>	ナミハダニ	チェコスロバキア	WEISER (1968)
<i>E. sp.</i>	アシブトホコリダニ	日本	根本 (1975)
<i>E. sp. near floridana</i>	<i>Tetranychus</i> spp.	インド	KAMASESHAH (1971)
<i>E. sp.</i>	<i>Tetranychus tumidus</i>	フロリダ (米)	SABA (1974)
<i>E. sp.</i>	ナミハダニ, ニセナミハダニ	ミシシッピ (米)	SMITH and FURR (1975)
<i>E. adjarica</i>	ナミハダニ	ソ連	TSINTSADZE and VARTAPETOV (1976)
線菌綱 Hyphomycetes			
<i>Hirsutella thompsonii</i>	<i>Phyllocoptruta oleivora</i>	フロリダ (米)	SPEARE and YOTHERS (1924), FISHER (1950)
	<i>Aceria vaccinii</i>	ノースカロライナ (米)	BAKER and NEUNZIG (1968)
	ニセナミハダニ, <i>Eutetranychus orientalis</i>	(接種)	KENNETH and OLMERT (1975)
<i>Hirsutella</i> sp.	<i>Hemitarsonemus</i> sp.	フロリダ (米)	FISHER (1954)
<i>Hirsutella</i> spp.	<i>Eutetranychus banksi</i>	—	MUMA et al. (1960)**
<i>Hirsutella</i> sp.	チャノサビダニ	インド	RAO et al. (1970)**
<i>Paecilomyces eriophytis</i>	<i>Cecidophyopsis ribis</i>	イギリス	TAYLOR (1909)**
	<i>Phytoptus avellanae</i>	イタリヤ	DEL GUERCIO (1911)**
	<i>Aceria hippocastanii</i> , <i>Eriophyes padi</i> , リンゴハダニ	(接種)	LEATHERDALE (1965)
<i>Beauveria bassiana</i>	<i>Tarsonemus spirifex</i>	—	OUDEMANS (1915)**
	ナミハダニ	—	DRESNER (1949)**
	ニセクロバハダニ	—	DYADECHO (1958, 1959)**
<i>Cladosporium</i> sp.	ナミハダニ	(接種)	ECEVIT (1976)
<i>Aspergillus ochraceus</i>	〃	(〃)	〃
<i>A. niger</i>	〃	(〃)	〃

* ウイルス名は保坂・川瀬・松井 (1972) を参考にした。 ** 原著を読んでいない。

有効なことが立証された (GILMORE and MUNGER, 1963) が, SHAW ら (1972) は若虫にウイルスを接種し, 病徴を示した成虫を容器に入れ, -5°C で乾燥保存したところ, 6年7か月 (79.5 か月) の保存が可能なることを示した。

接種法: 二つの方法があるが, 一つは罹病虫を磨碎し

水に懸濁して接種材料とする方法で, 水の最適 pH は 5.6~6.6 であり, 緩衝液の塩類濃度, 貯蔵温度により感染能力を保持する期間が異なる (CHAMBERS, 1968)。もう一つは, ミカンハダニにウイルスを接種し, 罹病したハダニを直接ハダニ個体群に導入する方法である。第1若虫雌にウイルスを接種し, 5日間飼育した場合, 健全

虫と比べ産卵量は 1/20、産卵期間は 1/10、寿命は 1/3 ~ 1/2 に減少した。成虫においても程度に差はあっても、ほぼ同様な結果になることから、罹病虫をハダニ個体群に導入しても、導入したダニが増殖する問題はない。また、ウイルスを接種された導入用のダニは 24~48 時間後には他のダニへの感染が可能になる (GILMORE and TASHIRO, 1966)。

環境条件：ウイルスの熱に対する安定性は磨砕した罹病虫を水に懸濁した場合 25°C で 2 週間、40°C で 6 時間感染力を保持するが、50°C で 2 時間、65°C では 30 分で不活化される (GILMORE and MUNGER, 1963)。罹病虫を磨砕せずそのまま異なった温度下においた場合 40.5°C で 24 時間感染性があるが、46°C で 6 時間、60°C では 1 時間で不活化される (REED, 1974)。このことは、野外調査の結果を裏付けており、カリフォルニア沿岸の Chula Vista (気温 60~80°F) と内陸の Riverside (気温 80~90°F) の二つの温室で、所定の方法で調製したウイルス懸濁液を 2 週間ごとに散布したところ、Chula Vista では 1 葉当たり 0.25 匹と減少したが、Riverside ではミカンハダニの個体群を抑える効果が低かった (SHAW et al., 1969)。また、ミカンハダニの密度がウイルスの罹病率に影響することは実験的に確かめられた (GILMORE and MUNGER, 1965) が、野外の個体群の調査からも同様の結果が得られ (SHAW et al., 1968)、このウイルスの効果は密度依存的な (density-dependent) ものと考えられた (SHAW and BEAVERS, 1970)。

罹病虫から健全虫への感染機構：REED ら (1975) は伝染源がダニの排泄物であることを証明した (第 2 表)。すなわち、罹病虫により汚染されたレモンの果実上で健全虫を 24 時間飼育した場合 73% が感染し、汚染されたレモンをパラフィルムで包んでその上で飼育した場合にも 75% のダニが感染した。ところが、パラフィルムで包んだレモンの上で 3 日間罹病虫を飼い、ウイルスで汚

染した後にパラフィルムを取り除いて健全虫を飼った場合感染は起こらなかった。また、罹病虫の後腸に多くのウイルス粒子が発見されたことから、ダニの排泄物が伝染源であることが証明された。

他のハダニへの感染性：桿状のウイルスはリンゴハダニでも見付かっており (BIRD, 1967)、類似性が指摘された (REED and HALL, 1972)。そこで、ミカンハダニウイルスの他のハダニへの接種試験が行われた (BEAVERS and REED, 1972)。それによると、リンゴハダニ、ナミハダニ、*Oligonychus punicae* (HIRST), *Tetranychus pacificus* MCGREGOR, コウノシロハダニ, *Tetranychus evansi* BAKER and PRITCHARD には感染性は認められず、ニセナミハダニでは体内に birefringent crystal が観察され感染性が認められた。更に、ニセナミハダニで増殖したウイルスはミカンハダニへの感染性を示した。

(4) 野外調査

野外の個体群へのウイルスの導入は GILMORE (1965) によってなされたが、自然状態でのウイルスの流行病が 1965 年にカリフォルニアで発見され、ハダニ個体群を減少させる重要な要因であることが示された (TASHIRO and BEAVERS, 1966)。SHAW 一派の一連の研究により、野外個体群へのウイルスの導入が行われているが、その方法には二つある (SHAW et al., 1968 a)。一つは罹病したダニを磨砕して pH 6.0, 0.017 M Na-K リン酸緩衝液に 0.01% の濃度で懸濁した液をスプレーする方法で (SHAW et al., 1968 a, 1968 b, 1969)、もう一つは野外で集めた罹病虫を目的の個体群に放す方法である (SHAW et al., 1968 a)。後者は密度の高い大きな個体群に対して有効な方法であることが示された (SHAW and BEAVERS, 1970)。また、罹病虫を大量に集める方法としては、実験室内で増殖する方法とは別に、野外の感染個体群から Back-pack suction machine (電気掃除機のようなもの) で採集したハダニを室内で飼育し感染率を上げて使用した場合、生産費はグラム当たり 1~2.5 ドルとなり、室内でウイルスを増殖する場合の 1/100~1/40 で済む (SHAW et al., 1971)。

一方、ウイルスに感染したダニ個体群にクロロベンジレート、CPCBS、アラマイト、エチオンなどの殺ダニ剤を処理しても、ダニ剤処理後 2~8 か月後にも罹病虫が見付かり、低密度の個体群の中でもウイルス感染が持続していることが示された (SHAW and PIERCE, 1972)。

今後、生物的防除の可能性を含め日本での研究も期待したい。

2 リンゴハダニ球状ウイルス

罹病したリンゴハダニ *Panonychus ulmi* は暗黒色で、

第 2 表 ミカンハダニのウイルス感染における接種とパラフィルムの影響 (REED et al., 1975 を改変)

接 種 法	罹病率 (%)	
	試験 1	試験 2
1 (前)罹病虫(フィルムなし) (後)健全虫(フィルムなし)	73	65
2 (前)罹病虫(フィルムなし) (後)健全虫(フィルムあり)	75	55
3 (前)罹病虫(フィルムあり) (後)健全虫(フィルムなし)	0	0
4 対照:(前)健全虫(フィルムなし) (後)健全虫(フィルムなし)	0	0

震えた動作を示し、肛門を葉に付着させて死ぬ (STEINHAUS, 1959)。ウイルスと思われる粒子は球状で直径 40~60 m μ であるが、感染実験に失敗したため証拠はない。封入体は形成しない。

3 リンゴハダニ棒状ウイルス

(1) 病徴

1963年に流行病が発見された (PUTMAN and HERNE, 1966)。罹病した幼虫や若虫は体色が赤褐色となり膨れて、光沢があり、脚を伸ばして硬直して死ぬ。雌成虫では産卵が止まり、早く死ぬ。罹病虫には偏光下で明るく輝いて見える birefringent inclusion が中腸内に形成されるが、後腸に形成されることはまれである。この inclusion は 0.1 N NaOH, 0.1 N HCl に可溶であり (PUTMAN, 1970)、1種の代謝産物と考えられる。

(2) 電子顕微鏡による観察

ウイルス粒子は桿状で脂肪細胞の細胞核で見付かる。細胞核内のウイルス粒子は全長 200×90 m μ で 150×38 m μ の core を含む。ウイルス粒子は細胞核を出るときに核膜由来の膜に包まれる (BIRD, 1967)。

(3) 感染実験

このウイルスをモモ園のリンゴハダニ個体群に導入したところ、流行病を起こしダニの密度を下げる事が出来た。また、自然の状態での流行病はダニ密度の高い個体群においてのみ発見された (PUTMAN, 1970)。

4 ニセナミハダニのウイルス (?)

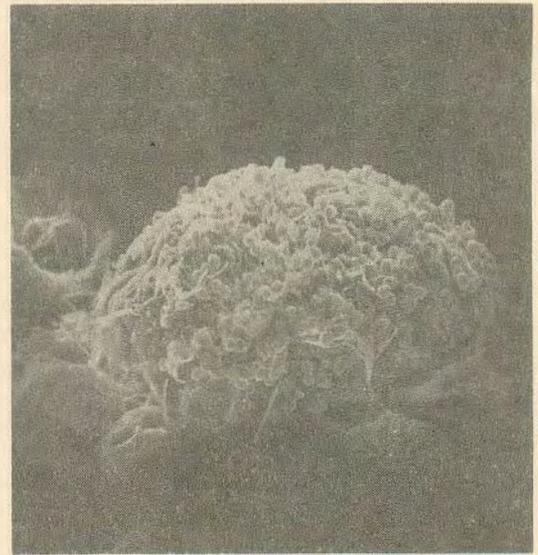
ニセナミハダニの雌の第1脚附節及び脛節の化学感受毛の発育の抑制に関与する因子で、卵細胞の細胞質を通して次代に経卵伝達する。この因子は、確証は得られていないがウイルスの可能性があるといる (BOUDREAUX, 1959)。

II 糸状菌

I 接合菌綱 Zygomycetes

ハダニ類に寄生が知られているのはハエカビ *Entomophthora* で、既知の *E. floridana* WEISER and MUMA, *E. sp. near floridana* (CARNER, 1976), *E. tetraanychii* (WEISER), *E. sp. near floridana* (RAMASESHIAH, 1971), *E. adjarica* TSINTSADZE and VARTAPETOV はすべてこの属の *Triplosporium* 亜属に含まれ、付着胞子 (almond-shaped secondary conidium) を持ち、この付着胞子とその感染に重要な役割を果たしている (NEMOTO et al., 投稿中)。

FISHER (1951) は *Entomophthora sp.* のミカンハダニへの寄生を報告したが、ハエカビ属菌のハダニ寄生の初めての例である。長卵形の分節菌体 (hyphal bodies) を



第1図 スギノハダニの体表面に形成された *Entomophthora floridana* の分生子 (SEM) (根本, 原図)

体内に持ったダニは歩行が不整となり活動が鈍くなる。分生子段階の感染ステージではいくぶん体が膨張し、チーズ質の堅さで、暗赤色から暗紫色になる。分生子が形成されるようになると体色が灰色がかる。更にダニの体内に休眠胞子が形成されるステージになると体色は暗紫色から黒色になる。ダニの発育段階別の感染率は成虫において高く、若いダニでは低い。各季節を通じての死亡率は 32~95% で、死亡率の高い時期ではダニが葉上にいる率も低い。

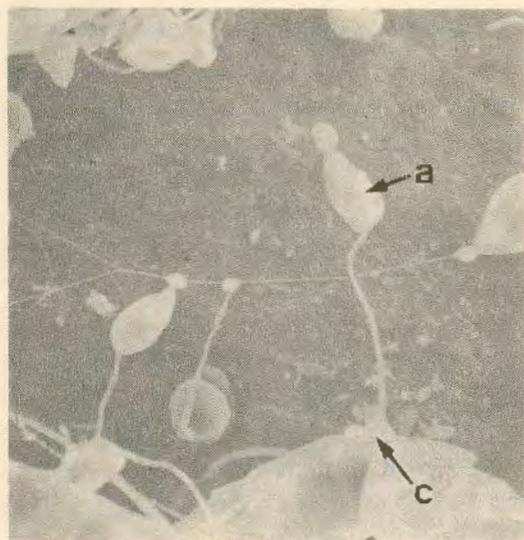
FISHER (1954) により *Eutetranychus banksi* (McG.) から発見された別のハエカビは、*Entomophthora floridana* と命名された (WEISER and MUMA, 1966)。*E. floridana* に感染して死んだハダニはその周囲に分生子を飛散させて“かさ (haloes)”を形成する。この“かさ”

第3表 異なった湿度条件と分生子及び付着胞子による *Eutetranychus banksi* の罹病率 (SELHIME and MUMA, 1966 を改変)

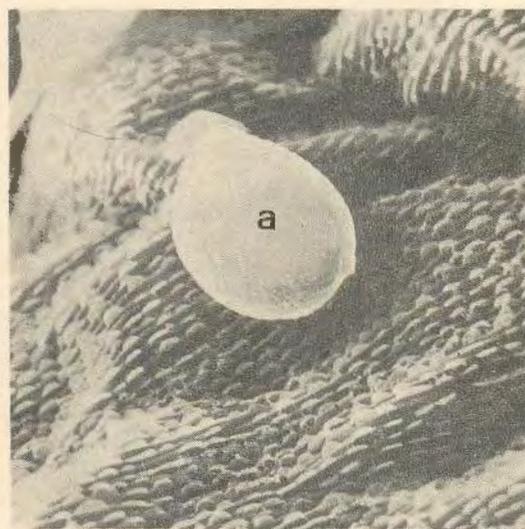
胞子	湿度条件	接種後の各時間の罹病率 (%)						供試虫数
		24	48	72	96	120	144	
付着胞子	低湿度	—	0	—	0	—	0	120
	低湿度	3	5	5	11	—	—	129
	高湿度	50	80	20	—	—	—	26
	濃い水蒸気	83	60	—	—	81	—	75
分生子	低湿度	0	0	—	—	—	—	30
	高湿度	—	0.05	—	—	—	—	40
	濃い水蒸気	—	0.04	—	—	—	—	35

の上に健全なハダニを歩かせて感染実験を行ったところ、高湿度のほうが感染率は高く、また、“かさ”を形成している分生子が付着胞子を形成している場合と付着胞子を形成していない場合とでは、後者では感染がほとんど起きないのに対し、前者では高率の感染が見られる(第3表)(SELHIME and MUMA, 1966)。

このことから、ダニが付着胞子に接触して感染が起ると考えられた。このことは *E. floridana* に感染したス



第2図 スギノハダニの脚に付着した *E. floridana* の分生子(c)から形成された付着胞子(a) (almond-shaped secondary conidium) (SEM) (根本, 原図)



第3図 スギノハダニの体表面に付着した *E. floridana* の付着胞子(a) (SEM) (根本, 原図)

ギノハダニの走査型電子顕微鏡による観察結果からも支持されている (NEMOTO et al., 投稿中)。

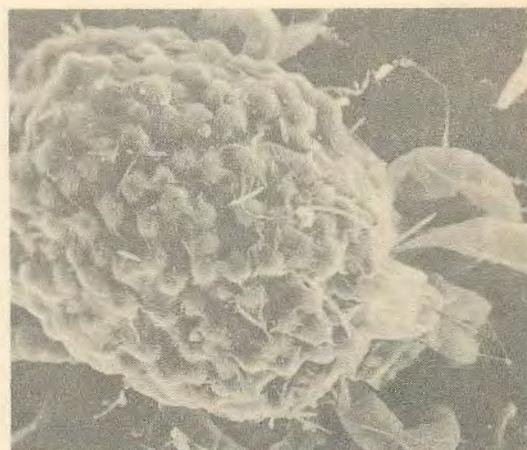
SELHIME and MUMA (1966) の感染実験により *E. floridana* の life cycle が明らかになった。脚やダニの体の低い部分に付着した付着胞子 (an adhesive spore) は発芽して表皮を貫通して伸び、体腔の低部に広がる。この菌はちぎれて分節菌体 (hyphal bodies) となり、体腔内いっばいに広がる。この時に分生子柄 (conidiophores) が形成され、その先端に1個の西洋ナシ型をした分生子 (conidium) を作る。この分生子は射出により死虫の周りに飛散する。射出された分生子は付着胞子を形成し、この胞子が感染源になる。この菌をミカンハダニとコウノシロハダニに接種したところ感染性が認められた。MUMA (1969) はフロリダで *E. floridana* とダニの関係を調査したところ、発育ステージが高くなるほど罹病率が高くなることを発見した。雌雄間の差は認められない。こうした傾向はスギノハダニでも確かめられている(第4表)(NEMOTO and AOKI, 1975)。また、フロリダにおけるこの菌によるダニの罹病率は場所や季節、降雨、ダニの密度により影響を受けるといい、降

第4表 *Entomophthora floridana* によるスギノハダニの発育ステージ別感染率 (NEMOTO and AOKI, 1975)

発育ステージ	調査数	罹病虫数	罹病率
幼虫	419	9	2.1%
若虫*	1365	285	20.9
成虫**	1385	854	61.7

* 第1若虫と第2若虫を含む。

** 大部分は雌成虫。



第4図 体内に *E. floridana* の休眠胞子が形成されているスギノハダニ雌成虫 (SEM) (根本, 原図)

雨, 湿度, 温度が特に重要な要因と考えられた。1968年のフロリダのミカン園では 36.8~86.3% の罹病率を示し, 罹病率の増加はダニ個体数の減少を伴った (MUMA, 1969)。この菌は日本では休眠胞子の形態で越冬することが分かっている (根本ら, 1974; NEMOTO and AOKI, 1975) のに対し, イスラエルでは冬期に休眠胞子は発見されていない (KENNETH et al., 1972)。

CARNER and CANERDY (1968, 1970) や CARNER (1975) は *E. sp. near floridana* において, *E. floridana* における一連の研究と同様の試験を行っている。CARNER との私信によると, この菌はインドで発見された *E. sp. near floridana* (RAMASESHAH, 1971) と似るが新種の可能性もあるという。

WEISER (1968) はチェコスロバキアにおいて *E. tetrazychi* がナミハダニ (= *Tetranychus althaeae* (H.)) に感染しているのを発見し, この流行病による死亡率が 80~85% に達したことを報告した。

2 線菌綱 Hyphomycetes

ハダニ類に寄生する線菌類のカビは *Hirsutella*, *Paecilomyces*, *Beauveria*, *Cladsporium*, *Aspergillus* などである。

カンキツ類に寄生するサビダニ *Phyllocoptruta oleivora* (ASHM.) 個体群に, 大量に液体培養した *Hirsutella thompsonii* を散布したところ, 葉上の菌糸体は 48 時間後に胞子を形成した。処理 1 週間後にはダニの減少が認められ, 10~14 週間は低い個体群レベルに抑えられた (McCoy et al., 1971)。また, DMTP の使用は *H. thompsonii* の効果を下げる (McCoy, 1977)。

フンダニ科の寄生菌については LEATHERDALE (1965) に詳しい。

おわりに

最近, 静岡県においてウイルス病らしいミカンハダニが発見された (古橋・西野, 1978)。その記述からすると, ダニはミカンハダニウイルスやリンゴハダニ棒状ウイルスに罹病したハダニと同様の症状を示すようである。アメリカで発見されたミカンハダニウイルスと同一のものかどうかも含めウイルスの同定が期待される。罹病したダニの結晶体 (= birefringent crystal) の形成率は低く, 最高 4% である (古橋・西野, 1978)。しかし, このことは REED ら (1974) の研究によって明らかかなように, ダニのウイルスに対する罹病率が低いことを意味しない。すなわち, 日本のような湿度の高い環境では, 罹病虫における crystal 形成が抑制される可能性がある。そうした意味で, 別に罹病率を検定する方法が

必要となるかもしれない。いずれにしても, 研究は始まったばかりであり, 今後の研究を注目したい。更に, アメリカにおいてミカンハダニの有力な天敵となっているミカンハダニウイルスの導入を含め, 総合防除の一環としてこのウイルスを用いた生物的防除の可能性を調査する必要がある。

糸状菌では根本らの一連の研究があり, スギノハダニに寄生する *Entomophthora floridana* は天敵として重要な働きをしていると思われる。また, イネに寄生したアシトホコリダニから *Entomophthora sp.* が (根本, 1975), メタセコイアに寄生したチャノヒメハダニから *Hirsutella sp.* が発見されている (根本, 未発表)。こうした糸状菌類は natural control においても重要な働きをしていると思われるが, 農薬の使用が糸状菌の天敵としての効果を下げる例も知られており (McCoy, 1977), ハダニ類の天敵微生物の検索の必要性とともに天敵微生物が有効に働く環境の調査も必要であると考えられる。

最後に, 文献で豊富な知見をお寄せいただいた, 東京大学農学部渡部 仁博士, 果樹試験場保信彦博士及び志賀正和博士, 草地試験場伊戸泰博博士, 東京農工大学農学部青木襄児教授, 農業技術研究所川崎健次郎技官, 九州大学理学部鈴木信彦氏に感謝する。また, 御指導, 御協力いただいた, 当场病虫部長洪川三郎氏をはじめ同部研究員の方々に対し感謝する。

主な引用文献

- 1) 江原昭三・真梶徳純 (1975) : 天敵, 防除. 農業ダニ学. 全国農村教育協会, 東京: 187~200, 213~240.
- 2) BIRD, F. T. (1967) : Can. J. Microbiol. 13 : 1131.
- 3) FISHER, F. E. (1951) : Fla. Ent. 34 : 83~88.
- 4) 保坂康弘ら (1972) : 無脊椎動物ウイルス. ウイルス図鑑. 講談社, 東京: 331~408.
- 5) 古橋嘉一・西野 操 (1978) : 昭和 52 年度常緑果樹試験研究打合せ会議病虫害部会資料—虫害—: 226~227.
- 6) KENNETH, R. et al. (1972) : J. Invertebr. Pathol. 19 : 366~369.
- 7) LEATHERDALE, D. (1965) : ibid. 7 : 325~328.
- 8) LIPA, J. J. (1971) : Microbial control of mites and ticks. in "Microbial control of insect and mites. (H. D. BURGESS and N. W. HUSSEY ed., Academic Press, New York)" : 357~373.
- 9) McCoy, C. W. (1977) : J. Econ. Ent. 70 : 748~752.
- 10) ——— et al. (1971) : J. Invertebr. Pathol. 17 : 270~276.
- 11) 森 樊須 (1977) : ハダニ類の生物的防除 (総説). ダニ学の進歩, 図鑑の北陸館, 東京: 279~310.

- 12) MUNGER, F. et al. (1959) : Calif. Citrograph. 44 : 190, 216.
 13) 根本 久 (1975) : ダニ類研究会々報 2 : 16.
 14) ————ら (1974) : 同上 1 : 20.
 15) NEMOTO, H. and J. AOKI (1975) : Appl. Ent. Zool. 10 : 90~95.
 16) ———— et al. : (投稿中).
 17) PUTMAN, W. L. (1970) : Can. Entmol. 102 : 305~321.
 18) REED, D. K. and I. M. HALL (1972) : J. Invertebr. Pathol. 20 : 272~278.
 19) ———— et al. (1975) : ibid. 26 : 239~246.
 20) SELHIME, A. G. and M. H. MUMA (1966) : Fla. Ent. 49 : 161~198.
 21) WEISER, J. (1968) : Folia Parasitol. (Praha) 15 : 115~122.
 22) ———— and M. H. MUMA (1966) : Fla. Ent. 49 : 155~159.

本会発行図書

チリカブリダニによるハダニ類の生物的防除

森 樊須・真梶徳純 編

2,000 円 送料 120 円 B 5 判 89 ページ

内容目次

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

お申込みは前金 (現金・振替・小為替) で本会へ

「植物防疫」専用合本ファイル

本誌名金文字入・美麗装幀

本誌 B 5 判 12 冊 1 年分が簡単にご自分で製本できる。

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

頒価 1 部 400 円 送料 200 円

御希望の方は現金・振替・小為替で直接本会へお申込み下さい。



植物防疫基礎講座

薬剤試験成績における効果(処理平均値)の多重比較

—DUNCAN's multiple range test について—

福島県農業試験場 ^{まつ}松 ^{もと}本 ^{かず}和 ^お夫

新規に開発された農薬の効果の検定,あるいは新たな適用場面や適用方法の確立のために,ほ場や実験室などで病虫害防除試験が実施されている。

効果検定試験の多くは,防除試験検討会議や研究誌などで報告され,無処理及び標準(対照)薬剤に対して効果の比較検討がなされる。しかし,試験データの統計的検討や有意性の表示が不十分で,得られた情報の一部しか利用できない例も多いようである。無処理に対して効果が認められても対照薬剤に対して差があると言えるかどうか分からない例や,濃度段階を設けた試験では無処理や対照薬剤に比べて効果があり,どの濃度を採用したらよいかを検討しようとしても濃度間に有意差があるか分からない例もある。また,最小有意差(Least significant difference, LSD と略す)を用いた方法の利用もあるが,比較する平均値が多い場合(3個以上)は誤った判断が入る危険が多くなる。

そこで,各処理間に見られた差が有意であるか否かを知るため,多重検定(多重比較)を行って有意性を表示するのがよいように思われる。我が国ではあまり利用されていないが,アメリカの専門誌 *Phytopathology* や *Plant disease reporter* などを見ると薬剤処理による効果の比較あるいは各種試験結果の平均値の比較は,そのほとんどが DUNCAN's multiple range test で検討されていることに気付くのである。そこで,この検定方法について紹介しておきたい。本法は薬剤試験結果の比較にとどまらず,各種の試験結果に広く利用できることはもちろんである。

種々御教示いただいた東京大学工学部奥野忠一教授に感謝します。

I DUNCAN の multiple range test について

試験データの取りまとめに当たって,まず最初に要求されるのは試験精度の検討である。そのうえで分散分析によって処理の F 検定が行われ,有意であれば処理平均値間の差の有意性の検定に移ることになる。F 検定で有意差が認められないときは,多重比較の意味がないので行わない。

この平均値の比較には幾多の方法が提唱されており,例えば最小有意差(LSD)による方法, DUNCAN の multiple range test, NEWMAN-KEULS の方法, TUKEY の方法などがある。第1表にこれらの方法で平均値の間の差が有意となるための係数(これに σ をかけた値が有意範囲となる)を示した。平均値が二つのときは LSD, NEWMAN-KEULS, DUNCAN の方法ともその係数は 2.77 で同じであり,どの方法を用いても同じ結果になるが,平均値が三つ以上になると LSD では有意範囲が狭くなるので,第一種の誤差(有意でないものを有意とする誤り)が大きくなる。NEWMAN-KEULS, TUKEY の方法はあまり厳格で保守的であり, DUNCAN の方法はその中間にある。DUNCAN が multiple range test を発表したのは 1951 年であったが,計算が簡単な新しい方法を 1955 年に発表¹⁾して広く利用されるようになった。更に HARTER²⁾が DUNCAN の スチューデント化された範囲の表の誤りを正した。

第1表 20個までの平均値に対する有意範囲を与える係数¹⁾

方 法	平均値の個数						
	2	4	6	8	10	14	20
Least significant difference (LSD)	2.77	2.77	2.77	2.77	2.77	2.77	2.77
TUKEY's 1953 test	3.89	4.32	4.52	4.65	4.74	4.88	5.01
NEWMAN-KEULS test	2.77	3.63	4.03	4.29	4.47	4.74	5.01
DUNCAN's new multiple range test	2.77	3.02	3.15	3.23	3.29	3.38	3.47

¹⁾ 5% 有意水準, 誤差の自由度 ∞ のときを示す。

II 計算方法

〔例1〕 薬剤散布によって葉いもち病防除効果を調査し、第2表に示す結果 (病斑面積率) を得た。分散分

第2表 散布薬剤の葉いもち病防除効果¹⁾

薬剤区	濃度 (ppm)	区			平均 ²⁾	
		I	II	III		
A ₁	400	34.1	27.5	35.8	32.5	
A ₂	200	58.0	51.8	61.0	56.9	c
A ₃	100	73.5	79.5	75.5	76.2	b
B ₁	1,500	60.8	53.7	61.0	58.5	c
B ₂	750	75.8	70.5	71.0	72.4	b
B ₃	375	81.3	83.3	88.2	84.3	a
M ₁	水和剤	14.8	27.6	26.2	22.9	
M ₂	粉剤	7.1	6.2	5.8	6.4	
C	(無散布)	89.8	95.2	89.2	91.4	a

1) 細菌代試験, 病斑面積率 (%) を示す。

2) 同一英字を付した平均値間には DUNCAN's multiple range test による有意差 (5%) がないことを示す。

析したところ、第3表に示すように薬剤散布区間に有意差 (1%) が得られた。

そこで薬剤散布区間の効果の比較に移る。まず、薬剤散布区 (平均値) の標準誤差 $s_{\bar{x}}$ を求める。

$$s_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{s^2}{n}} = \sqrt{\frac{\text{誤差の不偏分散}}{\text{繰り返し回数}}} = \sqrt{\frac{17.1}{3}} = 2.387$$

n は繰り返しの数 (平均値の有効反復数—ここではブロック数) であるが、

$$n = \frac{\text{データの総数}}{(\text{無視しない要因の自由度の和}) + 1} = \frac{27}{9} = 3$$

第3表 分散分析表

	d. f. (自由度)	ss (平方和)	m. s. (平均平方 (不偏分散))	F _{0.01} ¹⁾
全体	26	20,850.5		
薬剤区間	8	20,551.2	2,568.9	149.9**
ブロック間	2	25.2	12.6	0.7 NS
誤差	16	274.2	17.1	

1) ** 1% 有意, NS: 有意差なし

計 算 手 順 (1)

p (平均値の個数)	9	8	7	6	5	4	3	2
(0.05) 表より r_p ¹⁾	3.422	3.402	3.376	3.343	3.298	3.235	3.144	2.998
$R_p = r_p \times s_{\bar{x}} = r_p \times 2.387$	8.2	8.1	8.1	8.0	7.9	7.7	7.5	7.2

1) DUNCAN の係数 r 表 (附表) より読みとる。

計 算 手 順 (2)

\bar{x}	R _p	小 → 大								表示 ¹⁾
		6.4	22.9	32.5	56.9	58.5	72.4	76.2	84.3	
91.4	R ₉	85.0*	68.5*	58.9*	34.5*	32.9*	19.0*	15.2*	7.1 _a	a
84.3	R ₈	77.9*	61.4*	51.8*	27.4*	25.8*	11.9*	8.1*		a
76.2	R ₇	69.8*	53.3*	43.7*	19.3*	17.7*	3.8 _b			b
72.4	R ₆	66.0*	49.5*	39.9*	15.5*	13.9*				b
58.5	R ₅	52.1*	35.6*	26.0*	1.6 _c					c
56.9	R ₄	50.5*	34.0*	24.4*						c
32.5	R ₃	26.1*	9.6*							
22.9	R ₂	16.5*								

(左欄の \bar{x}) - (右上欄の \bar{x}) を計算し、対応する R_p の値より大きければ有意 (本例は 5% 有意, * で示す)。

1) 英字 (または傍線) を付した平均値間には DUNCAN's multiple range test による 5% 有意水準の差がないことを示す (英小文字または線のいずれかで表示する)。

と田口⁴⁾の式(特性に影響を及ぼす要因の自由度の和+1と言ってもよい)で求めてもよい。

誤差項の自由度 (n_2) は 16 であるから, DUNCAN の係数の表 (0.05 または 0.01, 付表に示す) より, $n_2=16$ の欄から平均値の個数 9 までの係数 r (本例では $p=2$ から 9) を求め, これに標準偏差 ($s_{\bar{x}}=2.387$) をかけ, 最短有意範囲 (Shortest significant range, R_p) を求める。すなわち, p 個の平均値に対する R_p (5% 有意水準の場合) は,

$$R_p = s_{\bar{x}} \times r_p = 2.387 \times (2.998, 3.144, 3.235, \dots, 3.402, 3.422) = 7.2, 7.5, 7.7, \dots, 8.1, 8.2$$

次にデータを平均値の大きさの順に並べ, 最大平均値から最小平均値, 次の大きさの最小平均値……を引き, それぞれ対応する R_p 値より大きければ有意差 (5%) がある。例えば 91.4-6.4 の間は9個の平均値の範囲であるから, $R_9=8.2$ より大きいと有意である。これを繰り返す。

- C-M₂=91.4-6.4=85.0>R₉=8.2(5% 有意)
 - C-M₁=91.4-22.9=68.5>R₈=8.1(")
 - C-A₁=91.4-32.5=58.9>R₇=8.1(")
 - ……………省略……………
 - C-A₃=91.4-76.2=15.2>R₃=7.5(")
 - C-B₃=91.4-84.3=7.1<R₂=7.2(5% 有意差なし)
- 91.4 と 84.3 の間には有意差がないから, 英小文字 a または下 (傍) 線を引く。同様にして B₃-M₂, B₃-M₁, ……B₃-A₃, A₃-M₂, A₃-M₁, …… M₁-M₂ を求め

て有意差の判定をする。これらの計算は煩雑であるので, 前ページに示す手順 (1, 2) で計算するとよい。

また, 次のような簡便法もある。平均値の数 (p) が多いときに便利である。91.4(C)-6.4(M₂) と差を求める代わりに 91.4-7.2(R₂)=84.2, この 84.2 より大きい平均値は 91.4 に対して有意 (5%) でない。すなわち, R_p は p が大きくなるにつれて大きい値となるから, 84.2 より小さくなる。したがって, 84.2 より大きい平均値の検定は省略でき, 84.2 より小さい平均値について検定すればよい。本例では 76.2(A₃) であるが, 91.4-76.2=15.2>R₃=7.5 で有意であり, 58.5(B₁) 以下は有意となる。これを各値について 84.3-7.2(R₂), 76.2-7.2(R₂) ……として繰り返せばよい。

検定結果は第 2 表または計算手順 (2) に示した英小文字または傍 (下) 線のいずれかで表示する。

〔例 2〕 リンゴを温度を変えた薬液に浸漬して貯蔵中の青かび病の防除効果を試験した結果, 第 4 表の成績を得た。分散分析の結果は第 5 表に示したが, 薬剤間に 1% の有意差が得られた。

平均値の標準誤差を求めるため, 誤差項の不偏分散 (s_2), その自由度 (n_2), 各平均値を求めるとき平均した項の数 (n) が必要である。誤差の不偏分散 (error variance, V) は, 誤差の平均平方 (error mean square, m. s.) と呼ばれることもあり, 標準誤差 s の 2 乗 s^2 で表すこともある。その自由度は df と表示されるが, DUNCAN は n_2 と表したので n と混同しやすいので計算

第 4 表 薬液浸漬温度別の貯蔵中のリンゴ青かび病の防除効果 (HRUSCHKA³⁾ による)

処 理		F (薬 剤 番 号)								平均
		1	2	3	4	5	6	7	8	
浸温 漬度	1 低 温 (21°C)	85.0	8.3	9.3	12.7	13.3	3.3	10.0	15.3	19.7
	2 高 温 (45°C)	89.0	5.3	9.0	9.3	13.0	1.0	2.3	13.7	17.8
	平 均	87.0	6.8	9.2	11.0	13.2	2.2	6.2	14.5	18.8

100 果実供試, 腐敗果の % (3 区平均値) を示す。

第 5 表 分散分析表 (HRUSCHKA³⁾ による)

	2 乗した数	2 乗した項の数 (n)	自由度 (n_2)	V (s_2)	F _{0.1} ¹⁾
全 体	48	1	47	728.02	
反 覆 (R)	3	16	2	210.50	6.11**
浸漬薬剤 (F)	8	6	7	4,658.14	135.18**
浸漬温度 (T)	2	24	1	40.00	1.16 NS
薬剤×温度 (F×T)	16	3	7	16.43	0.48 NS
誤 差	—	—	30	34.46	

1) **: 1% 有意, NS: 有意差なし

式がどちらを必要としているか注意を要する。

平均値の標準誤差 ($s_{\bar{x}}$) は、

$$s_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{s^2}{n}} = \sqrt{\frac{\text{誤差の不偏分散}}{\text{平均に用いた項の数}}}$$
 で求める。

平均に用いた項の数 (n) は、有効反復数 (平均した項の数) であるが、田口⁴⁾の式を用いてもよい。

薬剤については、その平均値は六つのデータの平均である ($n=48/8=6$ として求めてもよい) から、

$$s_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{s^2}{n}} = \sqrt{\frac{34.46}{6}} = \sqrt{5.743} = 2.397$$

温度、薬剤×温度の交互作用は有意でないので求めないが、手順としては温度では、

$$n = 48/2 = 24$$

$$s_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{s^2}{n}} = \sqrt{\frac{34.46}{24}} = \sqrt{1.436} = 1.198$$

交互作用では、

$$n = 48/(2 \times 8) = 48/16 = 3$$

$$s_{\bar{x}} = \sqrt{\frac{s^2}{n}} = \sqrt{\frac{34.46}{3}} = \sqrt{11.487} = 3.389$$

次に、DUNCAN の r (0.05) 表の n_2 (誤差項の自由度) = 30 の欄より p に対応した r_p を読みとり、 R_p を計算する。

p	8	7	6	5	4	3	2
r_p	3.322	3.290	3.250	3.199	3.131	3.035	2.888
薬剤; R_p ¹⁾	7.96	7.89	7.79	7.67	7.50	7.27	6.92

¹⁾ $R_p = s_{\bar{x}} \times r_p = 2.397 \times r_p$ で求める。

もし、温度、薬剤×温度の F 検定が有意なら、それぞれ上述した $s_{\bar{x}}$ を用いて R_p を求める。

次いで 5% 有意水準の差を求める。薬剤間では、 $87.0(F_1) - 6.92(R_2) = 80.08$ 、他の平均値は 80.08 より

薬剤番号	1	8	5	4	3	2	7	6
平均値 ¹⁾	87.0	14.5	13.2	11.0	9.2	6.8	6.2	2.2
	a	b	b	b	b	c	c	c
		c	c	d	d	d	d	d
(-)	-----							

¹⁾ 同一英小文字 (または下線) を付した平均値間には、DUNCAN's multiple range test による 5% 有意差がないことを示す。

小さいので有意差があり、87.0 に a もしくは何も付けない。次に $14.5(F_8) - 6.92(R_2) = 7.58$ 、これより小さい平均値すなわち 6.8 (F_2) 以下は 5% 有意である。大きい平均値 9.2 までは 5% 有意差がないので、その表示として英小文字 b を付ける。6.8 は 14.5 から数えて 5 個目の平均値であるから、 $14.5 - 6.8 = 7.7$ で、7.7 (R_5) と同じとなり有意としてもよい。このように繰り返すと次 (左欄の下表) のとおりとなる。

温度間は無意味差がないから DUNCAN の検定をしない。

また、例 1 のように引算表によるのも有意差の発見が早いし、間違いも少ない。

III 有意性の表示

既に述べたように有意差のない平均値は同じ英小文字を付したり、あるいは線で結んで表示する。データが大きい順に表せない場合は、英小文字によって表示し、また、行を違えて a, b……と書くのが見やすい。更に例示したように、DUNCAN's multiple range test で有意差 (5% または 1%) がいないことを付記しておく。

このように計算が簡単で有意性の表示も分かりやすく、試験結果の検討が容易に正しく行われるから、薬剤試験データには本法による検定結果を付けることが望ましい。本例はすべて 5% 有意水準の検定結果を示したが、付表に示す DUNCAN の r 表から 1% の数値 (r_p) を用いて計算すれば、1% 有意水準の検定結果が得られる。ステューデント化された DUNCAN の表は、付表に示した。なお、10%、0.5%、0.1% の表は HARTER²⁾ の論文に出ている。

引用文献

- 1) DUNCAN, D. B. (1955): Multiple range and multiple F tests. *Biometrics* 11: 1~42.
- 2) HARTER, H. L. (1960): Critical values for Duncan's new multiple range test. *Biometrics* 16: 671~685.
- 3) HRUSCHKA, H. W. (1973): Systemic application of Duncan's multiple range test to biological research data. *Agricultural Research Service, U. S. Department of Agriculture, ARS-NE* 6: 1~13.
- 4) 田口玄一 (1962): 実験計画法 (上), 369 p, 東京.

付表 DUNCAN の係数 r

(太字: 1%, 細字: 5%)

P	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	30	50
1	90.03 17.97															
2	14.04 6.085															
3	8.261 4.501	8.321 4.516														
4	6.512 3.927	6.677 4.013	6.740 4.033	6.756 4.033												
5	5.702 3.635	5.893 3.749	5.989 3.797	6.040 3.814	6.065 3.814	6.074 3.814										
6	5.243 3.461	5.439 3.587	5.549 3.649	5.614 3.680	5.655 3.694	5.680 3.697	5.694 3.697	5.701 3.697	5.703 3.697							
7	4.949 3.344	5.145 3.477	5.260 3.548	5.334 3.588	5.383 3.611	5.416 3.622	5.439 3.626	5.454 3.626	5.464 3.626	5.472 3.626						
8	4.746 3.261	4.939 3.399	5.057 3.475	5.135 3.521	5.189 3.549	5.227 3.566	5.256 3.575	5.276 3.579	5.291 3.579	5.309 3.579	5.316 3.579	5.317 3.579	5.317 3.579	5.317 3.579	5.317 3.579	5.317 3.579
9	4.596 3.199	4.787 3.339	4.906 3.420	4.986 3.470	5.043 3.502	5.086 3.523	5.118 3.536	5.142 3.544	5.160 3.547	5.185 3.547	5.199 3.547	5.205 3.547	5.206 3.547	5.206 3.547	5.206 3.547	5.206 3.547
10	4.482 3.151	4.671 3.293	4.790 3.376	4.871 3.430	4.931 3.465	4.975 3.489	5.010 3.505	5.037 3.516	5.058 3.522	5.088 3.526	5.106 3.526	5.117 3.526	5.122 3.526	5.124 3.526	5.124 3.526	5.124 3.526
11	4.392 3.113	4.579 3.256	4.697 3.342	4.780 3.397	4.841 3.435	4.887 3.462	4.924 3.480	4.952 3.493	4.975 3.501	5.009 3.509	5.031 3.510	5.045 3.510	5.054 3.510	5.059 3.510	5.061 3.510	5.061 3.510
12	4.320 3.082	4.504 3.225	4.622 3.313	4.706 3.370	4.767 3.410	4.815 3.439	4.852 3.459	4.883 3.474	4.907 3.484	4.944 3.496	4.969 3.499	4.986 3.499	4.998 3.499	5.006 3.499	5.011 3.499	5.011 3.499
13	4.260 3.055	4.442 3.200	4.560 3.289	4.644 3.348	4.706 3.389	4.755 3.419	4.793 3.442	4.824 3.458	4.850 3.470	4.889 3.484	4.917 3.490	4.937 3.490	4.950 3.490	4.960 3.490	4.972 3.490	4.972 3.490

P	n ₂																			
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20	30	50				
14	4.210	4.391	4.508	4.591	4.654	4.704	4.743	4.775	4.802	4.843	4.872	4.894	4.910	4.921	4.940	4.940				
	3.033	3.178	3.268	3.329	3.372	3.403	3.426	3.444	3.457	3.474	3.482	3.484	3.485	3.485	3.485	3.485				
15	4.168	4.347	4.463	4.547	4.610	4.660	4.700	4.733	4.760	4.803	4.834	4.857	4.874	4.887	4.914	4.914				
	3.014	3.160	3.250	3.312	3.356	3.389	3.413	3.432	3.446	3.465	3.476	3.480	3.481	3.481	3.481	3.481				
16	4.131	4.309	4.425	4.509	4.572	4.622	4.663	4.696	4.724	4.768	4.800	4.825	4.844	4.858	4.890	4.892				
	2.998	3.144	3.235	3.298	3.343	3.376	3.402	3.422	3.437	3.458	3.470	3.477	3.478	3.478	3.478	3.478				
17	4.099	4.275	4.391	4.475	4.539	4.589	4.630	4.664	4.693	4.738	4.771	4.797	4.816	4.832	4.869	4.874				
	2.984	3.130	3.222	3.285	3.331	3.366	3.392	3.412	3.429	3.451	3.465	3.473	3.476	3.476	3.476	3.476				
18	4.071	4.246	4.362	4.445	4.509	4.560	4.601	4.635	4.664	4.711	4.745	4.772	4.792	4.806	4.850	4.858				
	2.971	3.118	3.210	3.274	3.321	3.356	3.383	3.405	3.421	3.445	3.460	3.470	3.474	3.474	3.474	3.474				
19	4.046	4.220	4.335	4.419	4.483	4.534	4.575	4.610	4.639	4.686	4.722	4.749	4.771	4.788	4.833	4.845				
	2.960	3.107	3.199	3.264	3.311	3.347	3.375	3.397	3.415	3.440	3.456	3.467	3.472	3.474	3.474	3.474				
20	4.024	4.197	4.312	4.395	4.459	4.510	4.552	4.587	4.617	4.664	4.701	4.729	4.751	4.769	4.818	4.833				
	2.950	3.097	3.190	3.255	3.303	3.339	3.368	3.391	3.409	3.436	3.453	3.464	3.470	3.473	3.474	3.474				
24	3.956	4.126	4.239	4.322	4.386	4.437	4.480	4.516	4.546	4.596	4.634	4.665	4.690	4.710	4.770	4.802				
	2.919	3.066	3.160	3.226	3.276	3.315	3.345	3.370	3.390	3.420	3.441	3.456	3.465	3.471	3.477	3.477				
30	3.889	4.056	4.168	4.250	4.314	4.366	4.409	4.445	4.477	4.528	4.569	4.601	4.628	4.650	4.721	4.772				
	2.888	3.035	3.131	3.199	3.250	3.290	3.322	3.349	3.371	3.405	3.430	3.447	3.460	3.470	3.486	3.486				
40	3.825	3.988	4.098	4.180	4.244	4.296	4.339	4.376	4.408	4.461	4.503	4.537	4.566	4.591	4.671	4.740				
	2.858	3.006	3.102	3.171	3.224	3.266	3.300	3.328	3.352	3.390	3.418	3.439	3.456	3.469	3.500	3.504				
60	3.762	3.922	4.031	4.111	4.174	4.226	4.270	4.307	4.340	4.394	4.438	4.474	4.504	4.530	4.620	4.707				
	2.829	2.976	3.073	3.143	3.198	3.241	3.277	3.307	3.333	3.374	3.406	3.431	3.451	3.467	3.515	3.537				
120	3.702	3.858	3.965	4.044	4.107	4.158	4.202	4.239	4.272	4.327	4.372	4.410	4.442	4.469	4.568	4.673				
	2.800	2.947	3.045	3.116	3.172	3.217	3.254	3.287	3.314	3.359	3.394	3.423	3.446	3.466	3.532	3.585				
∞	3.643	3.796	3.900	3.978	4.040	4.091	4.135	4.172	4.205	4.261	4.307	4.345	4.379	4.408	4.514	4.635				
	2.772	2.918	3.017	3.089	3.146	3.193	3.232	3.265	3.294	3.343	3.382	3.414	3.442	3.466	3.550	3.640				

注) P: 比較される平均値の個数, n₂: F検定で用いた誤差の自由度, HARTER²⁾より作製.

植物防疫基礎講座

耐さびコムギ育種における抵抗性検定技術

農林水産省東北農業試験場 ^{ひか}百 ^で足 ^{こう}幸 ^{いら}一 ^{ろう}郎

はじめに

我が国のコムギ育種分野では赤さび病抵抗性が重要目標とされ、当研究室では赤さび病菌レースの病原性やその地域分布と対応しながら、特に種属間交雑による育種研究を続け、抵抗性コムギ系統を育成してきた。

作物の耐病性育種では省力、効率的な抵抗性検定技術が基本となり、それが育種成果を左右する。

耐さびコムギ育種における抵抗性検定法としては幼苗接種が常法とされ、古くはブラッシング法（赤さび病菌を増殖したコムギ幼苗を接種源として苗床に養成した育種材料の幼苗にブラッシュする）がとられていたが、筆者らは孢子の液体窒素貯蔵法¹⁾や鉱油（mobilsol-100）の孢子懸濁液噴霧法²⁾などを積極的に育種技術としてとり入れ、幼苗接種技術を改善し、抵抗性選抜を効率化しようとした。

本稿では育種研究室の立場で進めた赤さび病抵抗性検定技術の改善経過を概説し、その現状を紹介する。

I 抵抗性検定技術改善の背景とその検討経過

抵抗性検定技術の改善経過を第1表に総括して示した。1965年以前の育成試験では9月下旬から10月上旬・中旬にわたり（盛岡の平均気温は13~16°Cになる）、ほ場苗床で、赤さび病菌21B単一レースによる幼苗接種（ブラッシング法）を行い、抵抗性個体（以下、R個体と略記）を本ほに移植したが、成体の自然感染調査では各種の交配組み合わせ、世代を通じ毎年X型及び罹病性個体（以下、S個体と略記）が現れ、幼苗検定を効率化するためにはこのような反応変動の原因究明が望まれた。

さび病反応が温度条件によって変動することが知られているので、従来の幼苗検定条件下でレース21BにR反応を示した二粒系コムギ（二粒白小麦、チモフェービコムギ）と普通系コムギ8系統（当研究室育成の1次系統と外国導入系統）及びそれらと栽培コムギ品種とのF₁を供試し、接種検定時の温度条件（20°C、27°C）と赤さび病菌レース別（6A、9B、37B、21B）接種による幼苗反応の変動を調査した。その結果、温度条件の高

温化に伴い、50検定区中9検定区が罹病性に傾き、F₁でも21Bに対し、22組み合わせ中10組み合わせに幼苗反応の変動が見られ、接種検定時における高温条件の重要性が再確認された（神尾ら³⁾）。

それまでの育成試験で、幼苗接種源として21B単一レースが用いられてきた理由は我が国の赤さび病菌レースの分布同定調査（1952~58年）の結果、各種レース中21Bが最強病原性を示し、これに抵抗性のものは他のレースのすべてに抵抗性であると見なされ、耐さびコムギ育種の目標レースとされていたことによるものであった（山田ら⁴⁾）。

しかし、その後、北日本に発生した赤さび病菌レースから新たな強病原性菌株が同定され、最強病原性の21Bを含む全レースに高度な抵抗性を示していたチモフェービコムギやそれに由来する耐さび育成系統FTFに対し孢子堆を生ずる37B菌株が岩手及び北海道から分型されている。また、FTFを交配親とする品種・系統間雑種で、21Bに対し幼苗R反応を示した個体の成体罹病率について、その自然感染源となったレースの同定を行ったところ、10培養中7培養が21B、1培養が不明確であったほか各1培養が37Bと5Aであることが知られた。

このように21B以外に37Bや5Aなどの病原性も問題視され、また、21Bによる幼苗R個体が成体で更に同じレースに罹病化していたことも示されたが、これは秋季ほ場苗床における幼苗接種検定時の低温条件によるものと見なされた。

以上の結果から、従来の幼苗検定法ではR個体の選抜効果が不十分であると見なされ、その改善対策として高温条件下における混合レース接種検定法の検討が望まれた。

このような研究段階の好機に当研究室専用の温室1棟を新設（1965年）することができた。そこで、2交配組み合わせの品種・系統間雑種F₂個体群を供試し、単一レース（21B）の低温（平均14.5°C）及び混合レース（21B+37B）の高温（平均27.4°C）条件下における幼苗反応の変動実態を実験的に調査した。この結果（第1図）、幼苗検定期間の高低温条件の差は各検定試験区とも

第1表 抵抗性検定技術の検討・改善経過

技術段階	年次	供 試		接 種 法	苗床条件	問 題 点	対 応 策 検 討 事 項
		レ ー ス	育種材料の世代				
1	1965 以前	1) 単一レース (21B) 2) 各レース別	各世代 後期世代 (系統)	ブラッシング法	本ほ	1) 幼苗接種と成体自然感染との反応変動 2) 接種源の増殖準備作業の困難性(8月上旬から9月下旬にわたり作業競合) 3) 接種期間の外気の低温性 4) レース混合接種の困難性 5) レース保存の困難性(年1回の植え接ぎ作業)	1) 混合レース・高温条件下の幼苗検定 2) 胞子の大量採集と貯蔵法 3) 噴霧接種法
2	1966	1) 混合レース (21B+37B+6A) 2) 各レース別	初期・中期世代 後期世代 (系統)	噴霧法 (手押噴霧機) tween-20 0.1%液 胞子懸濁	1) 温室内地床 2) 本ほ 3) 温室内パット	1) 温室内地床幼苗の生育徒長 2) tween-20液の胞子懸濁性不良 3) 噴霧機の低性能	1) プラントベットの栽培 接種後温室養成 2) 高能率噴霧機
3	1967	同 上	同 上	噴霧法 (スプレーガン及びビースコンスプレーヤー) 鉱油(モービルソル-100) 胞子懸濁	1) 温室内プラントベット(接種後) 2) 本ほ 3) 温室内パット	1) 3レース胞子増殖(早春温室内)の困難性 2) 幼苗検定作業の困難性	1) 鉱油の輸入 胞子貯蔵・液体窒素法の導入 3) 自然胞子の利用 4) 幼苗検定作業の省力化(集団法)
4	1968 ~ 1973	1) 混合レース (自然胞子+37B+6A) 2) 21B 3) 各レース別	初期・中期世代 特殊系統 後期系統	同 上	同 上	同 上	1) 1970年より集団育種の本格的採用 初期・中期世代の幼苗接種省略
5	1974 以降	1) 自然胞子 2) 21B 3) 各レース別	中期世代 特殊系統 後期世代	同 上	本ほ 同上 温室内パット	1) 集団育種後期世代・種まき系統の抵抗性検定	1) 早春ほ場材料への人為接種 2) 胞子の簡易貯蔵

R、X及びS個体の出現頻度に明らかな影響を示した。高温区は低温区よりR個体の出現頻度を減少させ、それと反対にX型反応個体の出現頻度を著しく高めた。

このように、低温条件下ではR反応を示している個体の中に、高温条件下で罹病化する個体が含まれており、選抜効果を高めるためには検定期間の高温条件が不可欠であることを再確認した。

更に単一レースに対し、混合レース接種の場合には高低温条件のいずれでもR個体数が著しく減少し、X型個体が激増する結果を示した。この21B単一レース区と混合レース区とのR個体出現頻度の差が37Bの影響であることはもちろんである。

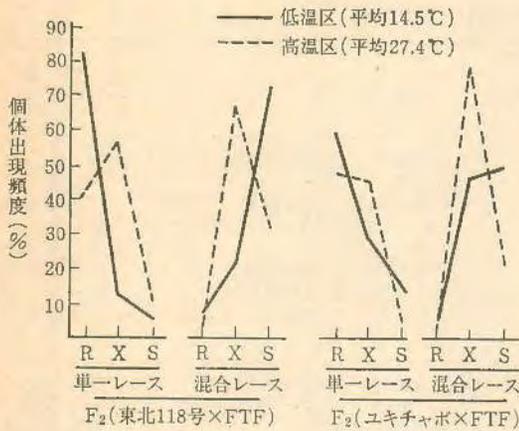
本供試材料の交配親であるFTF系統は高低温条件のいずれでも21Bに対しR反応を示すが、37Bに対し

てはX型反応であり、また、東北118号とユキチャボは両レースにS反応となっている。

このような交配母本のレース別検定結果からすれば、その雑種世代における幼苗検定に当たって21B単一レースのみの接種選抜では不十分であることが首肯され、交配組み合わせ母本のレース別抵抗性反応の特性に従って混合レースを検討することの必要性が認められた(百足ら⁶⁾)。

以上の検定試験に基づき、育種現場の実状に則した混合レース接種検定法の具体策を検討し、1966年の育成試験から新たに温室内高温条件下で、3レース混合(21B+37B+6A)の胞子懸濁液噴霧法に切り替え幼苗接種検定を始めた(第1表:技術段階2)。

なお、混合レースの種類を検討も極めて重要な問題で



第1図 高低温条件下の単一及び混合レース接種による品種・系統間雑種 F₂ 世代の幼苗反応の変動 (百足ら, 1967)



第2図 レース別大量胞子の採集状況 (温室内)

あったが、差し当たり3レース(21B, 37B, 6A)を供試した。これらは北日本において最も分布頻度の高いレースであることが知られており、また、胞子採取作業上の制約条件からこれが限界と考えられた。

幼苗接種時の高温条件の付与は1965年に新設した温室の使用により解決されたが、混合レースによる幼苗接種については多くの問題を打開しなければならなかった。

従来からとられていたブラッシング法には第1表に示したような問題点が含まれ、その対応策として、①接種源胞子(3レース)を早春温室内で大量に採集し、接種時(9月下旬)まで簡易に貯蔵する方法、②省力的な噴霧接種法の検討が必要とされた。

そのため、1966~68年にわたり、第1表に示したようにいろいろな検定法関連技術の検討を集中して行った。

以下に個別技術の検討経過を紹介する。

II 赤さび病菌各レースの胞子採集法について

諸外国でも古くから多数のさび病菌レースを混合して接種検定を行っているが、そのための胞子採集法の研究もなされている。

当研究室ではシードリングケース(大きさ、15×10×5cm, プラスチック製)を用い、コムギ農林16号を2列に20個体養成し、その第1葉にレース21Bをブラッシング法で接種した。接種後5日目(胞子堆が現れ始めたころ)に土壌表面を硬化させるためポリプロピレンで被膜処理を行った。これは胞子を採集する場合に土壌表面から土片の落下を防止するための措置である。

一方、温室内ベンチ上に大判のパラフィン紙を敷き、

その上にシードリングケースを傾斜させて並べ、胞子の完熟(接種後12日)とともに紙上に胞子を静かに落下させて採集した。この結果、シードリングケース5個分から0.217gの胞子を得ることができた。具体的には胞子の必要量に応じてシードリングケースの数を増やし、また、異なるレースの胞子採集はそれぞれ時期をずらし、温室内小室を別にして採集作業を実施した(第2図)。

なお、現在は好性能のオートクリーナー(後述)があるので3葉程度まで接種対象として、更に能率的な胞子採集法を検討する必要があると考えている。

III 育成試験ほ場の自然発生赤さび病菌胞子の利用について

上述のように3レースの大量胞子を採集するためにはその増殖作業に相当の労力と時間を要することになった。また、後述するように胞子の長期貯蔵のため1967年から液体窒素の超低温法をとり入れたので、育成試験ほ場の感染源コムギに激発する自然胞子の利用に着目した。

育成試験ほ場に発生しているレースの種類については従来の調査で21Bが優勢に分布するほか他レースの発生も認められている。

そこで、採集に多くの手数を要する特定の3レース(21B, 37B, 6A)混合胞子と比較的に採集可能な自然発生胞子を対比し、幼苗接種による抵抗性の選抜効果を調査した。

東北 116 号、東北 118 号及びピンモフサコムギと AR-1 (当研究室育成の耐さび一次系統) との F_2 個体群を供試し、温室内の高温条件下で胞子を tween-20 の 0.1% 液に懸濁し幼苗噴霧接種を行った。その結果、各交配組み合わせ別の R、X 及び S 個体の出現頻度は混合胞子、自然胞子の両区ともほとんど差異が見られず、同様な幼苗選抜効果が認められた。しかし、幼苗接種検定で R 反応を示した個体を本ぼに養成し、成体の自然感染を調査したところ、3 レース混合区より自然レース区が高い罹病率を示した。

このような結果から幼苗検定用レースとしては 37B、6A を人為増殖し、21B を自然採集胞子で代替すれば、それだけ省力化することができ、しかも、実質的には 37B、6A、21B のほか幾つかの自然発生レースも混合されているものと推測され、1968 年以降は自然胞子、37B 及び 6A の混合胞子を幼苗接種源として供試してきた (第 1 表: 技術段階 4)。

このような混合レースによる幼苗接種は雑種初期世代からの強選抜に効果を発揮してきた。しかし、例年 10 月上・中旬に行われる幼苗検定作業では多数の育種材料について研究員自身が幼苗ごとに抵抗性反応を判定する必要があり、一方、日ごとの気温下降とともに選抜幼苗の移植適期を確保するためには幼苗選抜作業自体の効率化をはかることが緊要であった。

この研究段階では幼苗検定の主対象が品種・系統間交雑材料におかれ、系統法を基本とする育種操作をとっていたため初期世代の強選抜が不可欠の育種条件であった。

このような問題への技術対応として育成試験の進展と平行させながら、従来から主流としてきた系統法を集団育種法へ切り替えをはかった。育種材料は数年間、両育種法で操作し、1970 年より本格的に集団育種を開始した。この場合のねらいは異種属植物に由来する異なる抵抗性遺伝子をもつ系統間の交雑により抵抗性遺伝子の集積をはかることにおくとともに、初期世代の抵抗性検定作業を省略し、後期世代で選抜される多数の系統について抵抗性検定を実施することにした。

このように基本的な育種法の切り替えとその後の育種材料の種類に応じ、1974 年以降の苗床では接種源として自然胞子だけを供試する場合と特異な属間交雑材料では特定の 21B を用いる場合に区分するとともに後期系統については各レース別の抵抗性検定をはかってきた (第 1 表: 技術段階 5)

以上の経過をたどり、自然発生胞子の大量採集が例年の業務となり、15g 以上が活用されている。そのための



第 3 図 UN オートクリーナーによる自然発生胞子の採集状況

胞子採集用具として古くは衣料用の乾電池式吸塵器を改良して用いたが、現在は UN オートクリーナー (写真機レンズ清掃用の電池式小型器) に着目し、その性能調査 (1 人当たり 5 時間の作業で 17g 以上採集可能) を行って広い利用性を確認した (第 3 図)。

IV 噴霧接種法について

さび病菌の接種法については多くの研究者が報告しており、例えば胞子の鉱油懸濁液噴霧法、タルク混入散布法あるいはフロンガス混入噴霧法などがある。

当研究室では 1966 年のほ場苗床で、初めて噴霧法を実施したが、その場合、tween-20 の 0.1% 液に胞子を懸濁し手押小型噴霧機で接種作業を行った。幼苗接種結果は十分満足されたが、胞子を懸濁すると泡立ちがはなはだしく、胞子が機壁に付着するなど懸濁性が不良であったので、ROWELL らの方法に注目し、1967 年に鉱油 (mobilsol-100) をアメリカから輸入してその利用性を検討した。

赤さび病菌胞子は鉱油に極めて良く懸濁することが知られ、噴霧操作を更に省力化するため、育成試験の苗床



第 4 図 スプレーガンによる鉱油懸濁胞子の幼苗接種状況 (本ぼ苗床)

接種用としてスプレーガン（塗装用，ワイダースプレーガン，口径 1mm，コンプレッサーの圧力は 2kg が適当）を新たに使用した（第4図）。

一方，コムギ幼苗は鉱油の過剰な噴霧により油やけを起こし枯死する場合も見られたので，その適量調査を行った結果，苗床 1m² 当たり 8cc の噴霧が限度と分かった。また，スプレー器具として規模の大きい苗床では上述のスプレーガンが好適したが，小規模用としてはピースコン噴霧器（圧さく空気の小型ポンペ付き）を便利に用いている（第5図）。



第5図 ピースコン噴霧機による鉱油懸濁胞子の幼苗接種状況（温室内プラントベット栽培の世代促進材料）

ほ場苗床あるいは床箱材料に対する鉱油の噴霧要領として一切の前作業（従来のブラッシング法では接種前に十分な苗床灌水と接種後の水噴霧をした後，ビニールテントを1晩張る。もちろん，多数の接種源小鉢の準備とその管理，更に日照を避け午後おそく行う接種作業は多くの労力と時間を要した）が不要であり，直接噴霧後，直ちにビニールテントを張るだけで良く，接種作業は非常に省力，簡易化された。

なお，混合レースや 21B 単一レースを接種源とする場合は接種苗床を隔離するうえからビニールテント張りが必要とするが，実験的にはビニールテント張りを省略しても接種は可能であることが知られている。

ただし，温室内で苗箱材料に接種する場合は噴霧後，接種用恒温器に入れるか，または水噴霧を十分にし，ビニールテントで1晩被覆する必要があり，当然，乾燥条件は不発病の原因となる。

また，現在，噴霧機については，コンプレッサーや長いエアホースを必要とするスプレーガンに対し，完全なポータブルスプレーヤ（商品名：シュアショット）を前年度に探し求め，その利用性を検討している。

V 胞子の貯蔵法について

胞子の採集作業を合理化するため，大量胞子の長期貯蔵技術を必要とした好機に LOEGERING らの液体窒素法の研究成果を知り，1967 年から直ちに技術導入をはかった。

本法を実施した当初は LOEGERING らの方法に従い，ガラスアンプルを用いたが，その報告でも指摘されているように封げんが不完全な場合，ガラスアンプルが破裂する危険性が認められた。そのため，畜産用品の精液貯蔵用プラスチック小管を使用することに改善し，好結果を得ている。

その貯蔵法としては採集胞子をプラスチック小管につめ，上下を小管に付帯する封げん材でとじた後，電気ゴテにより更に両端を密封し，液体窒素容器の小筒に入れるだけで特別の操作を必要としない。また，接種のため液体窒素容器から取り出したプラスチック小管は 40～45°C の温湯に 2～5 分間つけた後，胞子を鉱油に適宜懸濁して噴霧すれば良い。

液体窒素による超低温（-196°C）処理は胞子の半永久的貯蔵法として大きな利用効果があり，接種源として常用する大量胞子とともに，レース保存用として現在，9 レース群，15 レース，25 培養（isolate）の貯蔵を続けている。

レース保存は当研究室にとって極めて重要な研究業務であり，その多くは山田ら¹⁰⁾ の研究成果を基礎としており，その後は神尾ら⁴⁾ が行った北日本におけるレースの動向調査（1966～73）で得られたレースも含まれている。

上述のように 1967 年来，液体窒素法を取り入れてきたが，これより安価で更に簡易な胞子の長期貯蔵法を検討するため，普通の冷蔵庫やデープリーザーを用いて試験を行った。また，岩波²⁾ は有機溶媒による花粉貯蔵について興味ある報告を行っているので，赤さび病菌胞子に対する適用性を検討した。

液体窒素区を対照として，第 2 表のように 56 処理（7 胞子処理，1°C 及び -20°C，150～650 日貯蔵）を行い胞子の発芽率を調査した。この予備試験の結果，-20°C 区は液体窒素区と同様に貯蔵終了後，温湯処理（45°C：5 分）を行うことにより発芽率が著しく高まることが分かった。

150 日区ではアセトン浸漬，-20°C 区が液体窒素区に次ぐ高発芽率を示し，300 日区では真空処理効果が注目された。この 300 日貯蔵胞子を供試して実際に幼苗接種を行った結果，抵抗性判定を容易にする胞子発芽率は

第2表 胞子の貯蔵法と発芽率 (百足ら, 1978)

処理区	胞子貯蔵法	期間 温度 (°C)	発芽率 (%)			
			150日	300日	450日	650日
1	乾燥胞子を試験管に普通密封	1	42.8	0.5	0	0
		-20	21.8	21.6	5.2	5.1
2	真空処理 (ガラスアンブル使用)	1	81.0	62.6	0	0
		-20	80.4	63.3	65.0	61.3
3	鉱油 (mobilsol-100) に浸漬	1	65.8	11.8	0	0
		-20	68.7	28.9	12.6	11.5
4	ブチルアルコールに浸漬	1	1.1	0	0	0
		-20	13.3	7.0	1.4	0.9
5	酢酸エチルに浸漬	1	8.7	0	0	0
		-20	44.2	4.1	0.2	0.2
6	アセトンに浸漬	1	19.5	0	0	0
		-20	90.1	29.0	25.6	13.2
7	ベンゼンに浸漬	1	68.6	2.1	0	0
		-20	26.9	8.3	7.7	4.7
8	液体窒素 (対照)	-196	94.4	85.9	86.7	81.0

20% 以上と見なされ、このことから、処理区 1 (無処理), 2 (真空), 3 (鉱油浸漬) 及び 6 (アセトン浸漬) は有効な貯蔵法であることが知られた。450~650 日区では真空処理のほか、アセトン浸漬、450 日区の発芽率 (25.6%) が注目された。

この研究から液体窒素法に勝る方法は認められなかったが、実際育種上の有効期間として 300 日貯蔵を満足させる簡便法としては、試験管を用い、乾燥胞子を入れて、そのままか、鉱油あるいはアセトンを注入密封し、 -20°C のデープフリーザーに貯蔵する。接種前操作としてアセトン浸漬胞子はろ紙でろ過し、真空乾燥を行って生胞子状態に復元させる。これらの胞子を上述のように湯温処理した後、噴霧操作を行えば良いことが分かった (百足ら⁸⁾)。

また、接種試験において胞子の鉱油懸濁液があまった場合にはそのまま冷蔵庫かデープフリーザーに保存することにより表示どおりの相当期間随時に接種源として使用できることが知られ非常に便宜となっている。

なお、胞子の発芽率算定に当たっては固定びんに鉱油懸濁液をつくり、つまようじを浸して寒天ブロック面に塗りつけ、シャーレ内湿室条件におくことにより、多数処理区の調査を容易にすることができた。

おわりに

耐病性育種は常に病原菌レースと対応して進められるが、抵抗性検定技術も当然レースの寄生性分化に注目しながら検討しなければならない。一方、対象作物の育種

の進展と相まち、育種研究室がおかれている研究環境諸条件の中で、病理学的な問題点の把握につとめ、可能な限り省力、効率的な抵抗性検定法の検討を普段に重ねることが肝要である。

本稿では耐さびコムギ育種分野において抵抗性検定技術改善のために行った 10 数年前からの試験経過をあえて紹介した。

我が国の麦作が衰退の一途をたどったこの年代には病理専門分野でもさび病に関する研究はほとんど取り上げられることなく経過した。しかし、耐病性育種はたゆまず続けられ、その基本技術としての抵抗性検定法についても細々ながらたゆまず改善が続けられた結果、筆者らは年間いつでも省力的に赤さび病菌の幼苗接種をはかることができるようになった。

その後、筆者らは耐さびコムギ育種における育種年限短縮の緊要性を認め、1968~73 年にわたり、コムギの新しい世代促進技術の開発研究を行った。その結果、品種の播種程度に応じ、年間 4.5~6 世代の促進が可能となった (百足ら⁷⁾)。

この場合、特に連続戻し交雑材料は世代ごとに抵抗性検定を行って交配親個体を選抜するが、そのため、年間を通じ省力的に幼苗接種を図る必要があった。これに先立ち接種技術は既に習得されていたので直ちに世代促進技術に直結することができた。

もし、このような前段の技術検討が行われなかったならば、いかに世代促進技術が進歩しても耐さびコムギ育種上、決して満足される育種技術とはなり得なかったことを強調したい。

なお、抵抗性検定と関連する技術の検討は今後も続ける必要があり、残されている問題に単胞子堆分離がある。レース同定に当たり、これまでは希釈接種法ととられていたが、その能率化技術として Dry twist 法⁹⁾ を検討している。昆虫用微針を用い解剖顕微鏡下で胞子 1 個をすくい取ることができるので、それを接種源とする。また、Benzimidazol 液を用いた葉片接種も多くの研究者が実行済であるが、その関連技術の習得も緊要と考えている現状である。

引用文献

- 1) FLEISCHMANN, G. et al. (1966) : Can. J. Botany 44 : 1009~1013.
- 2) 岩波洋造 (1971) : 花粉誌 8 : 39~43.
- 3) 神尾正義・百足幸一郎 (1969) : 東北農試研究速報 10 : 1~6.
- 4) 神尾正義ら (1975) : 同上 19 : 1~7.
- 5) LOEGERING, W. Y. et al. (1961) : Plant Dis. Repr. 45 : 384~385.

- 6) 百足幸一郎ら (1967) : 東北農試研究速報 9 : 31~36.
 7) ———ら (1975) : 東北農試研究報告 51 : 1~50.
 8) ———ら (1978) : 育種 28, 別冊 2 : 72~73.

- 9) ROWELL, J. B. and C. R. OLIEN (1957) : Phytopathology 47 : 650~655.
 10) 山田昌雄ら (1960) : 東北農試研究報告 20 : 42~69.

中央だより

○病害虫発生予察事業特殊調査成績検討及び計画打合せ会開催さる

昭和 53 年度発生予察特殊調査成績検討及び計画打合せ会が次のとおり開催された。

- 1 果樹ハモグリガ類の発生予察方法の確立に関する特殊調査
 - (1) 日時 昭和 54 年 2 月 6 日 10 時から 17 時
 - (2) 場所 農林水産省共用 3 号会議室
 - (3) 担当県 青森, 山形, 千葉, 長野, 富山, 広島
- 2 斑点米カメムシ類の発生予察方法の確立に関する特殊調査 (昭和 53 年度で終了。)
 - (1) 日時 昭和 54 年 2 月 27 日 10 時から 17 時
 - (2) 場所 農林水産省三番町分庁舎 3 号会議室
 - (3) 担当県 山形, 千葉, 福井, 岐阜, 滋賀, 鳥根, 広島, 宮崎
- 3 ミカンハダニのシミュレーションによる発生予察方法の確立に関する特殊調査
 - (1) 日時 昭和 54 年 2 月 26 日 10 時から 17 時

(2) 場所 農林水産省農蚕園芸局第 2 会議室

(3) 担当県 静岡, 広島, 愛媛, 佐賀

4 いもち病のシミュレーションによる発生予察方法の確立に関する特殊調査

(1) 日時 昭和 54 年 3 月 2 日 10 時から 17 時

(2) 場所 農林水産省農蚕園芸局第 2 会議室

(3) 担当県 青森, 福島, 茨城, 福岡

なお, 昭和 53 年度で終了した斑点米カメムシ類については農作物有害動物発生予察特別報告として今後取りまとめられる予定である。

訂正

前号 3 月号の『飼料作物病害の現状と問題点—特に寒冷地を中心にして—』33~37 ページ中 36 ページの右段上から 2 行目に下記のとおり誤りがありました。訂正します。

F. roseum f. sp. *cerealis* による根頭根腐病 を

F. roseum f. sp. *cerealis* による根頭腐敗病 に

(荒木隆男)

協会だより

一本 会

○堀理事長葬儀の御会葬御礼について

前 3 月号 52 ページで既報のように堀理事長は 3 月 9 日に逝去されました。謹んで御哀悼の意を表します。

なお, 3 月 12 日の自宅における密葬及び 3 月 26 日

の青山葬儀所における午後 1~2 時葬儀, 2~3 時告別式には多数の会員の御会葬, 御厚志をいただき誌上にて厚く御礼申し上げます。

○編集部より

54 年 2 月に登録された農業はありませんので, 本号は休載です。

人 事 消 息

○植物防疫所

新 職 名

旧 職 名

☆横浜植物防疫所

佐藤 正志氏 本所総務部長
 稲葉 和男氏 “ “ 庶務課人事係長
 志字知孝敏氏 “ “ “ 庶務係長
 三井 孝氏 “ “ “ 管理係長
 兼高 勇氏 “ “ 会計課予算決算係長
 五百沢仁也氏 “ “ “ 経理係長
 永野弥三郎氏 “ “ “ 用度係長
 東条 栄氏 “ “ “ 営繕係長
 池上 雍春氏 “ 調査研究部長
 西尾 健氏 “ “ 病菌課病菌第2係長
 一戸 文彦氏 “ “ 害虫課害虫第1係長
 寺口 睦雄氏 “ 業務部国内課防疫管理官
 合田 俊彦氏 “ “ “ 防除機具係長
 帯田 則義氏 “ “ “ 指定種苗係長
 江口 寛明氏 “ “ “ 防除係長

蔵 松男氏 “ “ 国際第1課第1係長
 加藤 宏氏 “ “ “ 第3係長
 細川 延英氏 “ “ 国際第2課防疫管理官
 元島 俊治氏 “ “ “ 第3係長
 山本 典男氏 “ “ 調査課統計資料係長
 日下部 久氏 “ “ “ 研修係長
 南 国衛氏 “ 川崎出張所長
 横井 博氏 “ 横須賀出張所長
 剣持 秀禧氏 札幌支所防疫管理官
 佐藤 輝男氏 “ 国際係長
 池知 宏氏 “ 国内係長
 石井 泰明氏 “ 小樽出張所長
 及川 巖氏 塩釜支所国際係長
 片岡 昇氏 “ 青森出張所長
 池田 正幸氏 “ 小名浜出張所長
 糸畑 利視氏 新潟支所酒田出張所長
 佐藤与四郎氏 成田支所庶務課会計係長
 堤 泰幸氏 “ 業務課防疫管理官
 長嶺 和亘氏 “ “ “
 伊藤 久也氏 “ “ 調査係長
 釣谷 信雄氏 “ “ 貨物係長
 山辺 順孝氏 “ “ 携帯品第3係長
 西川 勉氏 東京支所国際第2係長
 伊藤 信一氏 “ 千葉出張所長
 良知 昭久氏 “ 晴海出張所長
 小野間倉三氏 “ 大井出張所長

宗像 秀雄氏 退職
 三枝 敏郎氏 “
 藤崎 一馬氏 “

☆名古屋植物防疫所

福寿 俊明氏 本所庶務課長
 中里 諭氏 “ 付き
 中野 満夫氏 “ 国際課輸入第2係長
 多木 毅氏 “ “ 輸入第3係長
 牧 顕夫氏 “ 国内課輸出係長

北海道農業試験場総務部次長
 横浜植物防疫所本所総務部庶務課管理係長
 “ “ “ 会計課予算決算係長
 “ “ “ “ 営繕係長
 “ “ “ “ 経理係長
 “ “ “ “ 業務部調査課研修係長
 “ “ “ “ 総務部庶務課人事係長

北海道食糧事務所北見支所
 横浜植物防疫所本所業務部国際第2課長
 “ “ “ “ “ 第3係長

那覇植物防疫事務所国内課調査係長
 横浜植物防疫所本所業務部調査課防疫管理官
 神戸植物防疫所坂支所国際係長
 横浜植物防疫所札幌支所国内係長
 農蚕園芸局農産課計画班生産指導係長
 (植物防疫課併任)

横浜植物防疫所東京支所国際第2係長
 “ 本所業務部国内課防除係長
 農蚕園芸局植物防疫課検査第1班輸入検査係長
 横浜植物防疫所本所千葉出張所
 “ 札幌支所国際係長
 “ 本所総務部庶務課庶務係長
 “ 札幌支所小樽出張所長
 “ 塩釜支所小名浜出張所長
 “ 本所業務部国内課指定種苗係長
 “ 東京支所晴海出張所
 “ 本所川崎出張所
 “ 本所横須賀出張所長
 “ 札幌支所小樽出張所
 “ 塩釜支所国際係長
 “ 新潟支所酒田出張所長
 “ 塩釜支所青森出張所長
 “ 本所総務部会計課用度係長
 “ 本所業務部国際第1課第1係長

国土庁小笠原総合事務所専門調査官
 横浜植物防疫所成田支所業務課貨物係長
 “ “ “ 携帯品第3係長
 “ 本所業務部国際第1課
 “ 成田支所業務課調査係長
 “ 東京支所大井出張所長
 “ “ 千葉出張所長

神戸植物防疫所大阪支所防疫管理官
 横浜植物防疫所本所総務部長
 “ “ “ 業務部国内課防疫管理官
 “ “ “ 東京支所晴海出張所長

神戸生糸検査所総務部会計課課長補佐
 名古屋植物防疫所本所庶務課長
 “ “ “ 国内課輸出係長
 “ “ “ 清水支所国際係長
 “ “ “ 清水支所国内係長

村上 豊氏 本所四日市出張所長
 小幡 道子氏 伏木支所庶務係長
 和田 淳三氏 // 国内係長
 高野 忠雄氏 // 七尾出張所長
 小田 利勝氏 清水支所国際係長
 守長 節男氏 // 国内係長
 飯田 平治氏 // 御前崎出張所長

☆神戸植物防疫所

藤原 俊光氏 本所庶務課長
 石田 里司氏 // 国際第1課長
 皆吉 隆秀氏 // 防疫管理官
 細川 一伍氏 // //
 日野 隆之氏 // 国際第2課長
 上原久八郎氏 // 防疫管理官
 安部 凱裕氏 // //
 向井 清博氏 // 国内課輸出係長
 深町 十吾氏 // ポートアイランド出張所長
 西畑 弘氏 // 兵庫出張所長
 青木 文人氏 伊丹支所国内係長
 藤井 富男氏 大阪支所長
 野田 武馬氏 // 防疫管理官
 太田 庸氏 大阪支所岸和田出張所長
 水田 隼人氏 広島支所長
 山名 勝氏 // 庶務係長
 伊達 幸人氏 // 防疫管理官
 下良 房夫氏 坂出支所長
 森 章氏 // 国際係長
 長井 一治氏 // 国内係長
 木下 末雄氏 // 小松島出張所長
 小林 寛氏 退職
 中屋 完氏 //
 中村 寛氏 //

☆門司植物防疫所

高田 昌稔氏 本所調整指導官
 西平 良雄氏 // 国際課防疫管理官
 諸橋 公穂氏 // 国内課防疫管理官
 西本 正子氏 // 国際課輸入第1係長
 馬場 興市氏 // 輸入第2係長
 三宅 雄氏 福岡支所長崎出張所長
 中村 浩氏 // 佐世保出張所長
 安部 春吉氏 鹿児島支所長
 西田 稔氏 // 国内係長
 上田 信次氏 名瀬支所庶務課長
 岡本 敏治氏 // 調査係長
 佐藤 稔氏 退職

横浜植物防疫所成田支所業務課防疫管理官
 北陸農政局水見農業水利事業所庶務課主任
 神戸植物防疫所大阪支所岸和田出張所
 名古屋植物防疫所清水支所御前崎出張所長
 // 本所南部出張所
 神戸植物防疫所本所ポートアイランド出張所
 名古屋植物防疫所本所国際課輸入第3係長

農業検査所総務課長

神戸植物防疫所本所国際課長
 // 防疫管理官
 // //
 門司植物防疫所本所調整指導官
 神戸植物防疫所本所国際課防疫管理官
 // //
 門司植物防疫所本所国際課輸入第2係長
 神戸植物防疫所坂出支所小松島出張所長
 横浜植物防疫所成田支所業務課防疫管理官
 神戸植物防疫所大阪支所
 // 広島支所長
 名古屋植物防疫所本所四日市出張所長
 神戸植物防疫所本所国内課防疫管理官
 横浜植物防疫所本所川崎出張所長
 神戸生糸検査所検査第2部
 神戸植物防疫所本所国内課輸出係長
 // ポートアイランド出張所長
 // 坂出支所国内係長
 // 伊丹支所国内係長
 門司植物防疫所福岡支所長崎出張所長
 神戸植物防疫所大阪支所長
 // 坂出支所長
 // 本所兵庫出張所長

横浜植物防疫所本所業務部国際第2課防疫管理官
 那覇植物防疫事務所国際課輸入第1係長
 横浜植物防疫所本所業務部国際第1課第3係長
 門司植物防疫所本所庶務課經理主任
 // 鹿児島支所国内係長
 // 福岡支所佐世保出張所長
 名古屋植物防疫所伏木支所七尾出張所長
 神戸植物防疫所大阪支所岸和田出張所長
 門司植物防疫所名瀬支所調査係長
 農蚕園芸局繭糸課
 門司植物防疫所鹿児島支所大分出張所
 // 鹿児島支所長

植物防疫

第33卷 昭和54年4月25日印刷
 第4号 昭和54年4月30日発行

実費400円 送料29円 1か年5,000円
 (送料共概算)

昭和54年

編集人 植物防疫編集委員会

—発行所—

4月号

発行人 遠藤武雄

東京都豊島区駒込1丁目43番11号 郵便番号 170

(毎月1回30日発行)

印刷所 株式会社 双文社印刷所

社団法人 日本植物防疫協会

—禁転載—

東京都板橋区熊野町13-11

電話 東京(03)944-1561~4番
 銀座 東京1-177867番

新発売!

増収を約束する

日曹の農薬

98% マシン油乳剤 ラビサンスプレー

- カイガラムシ類，ハダニ類の防除に，冬はもちろん夏も使えます。
- 高度精製マシン油乳剤で植物への薬害の心配が少なく展着剤としても有効です。



日本曹達株式会社

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

新刊

原色図鑑

細辻豊二・吉田正義／共著

芝生の病虫害と雑草

B6判/296頁/カラー95頁(240点)/定価3000円(〒160円)

芝生に発生する病害，害虫，雑草の防除対策の確立が急がれている。本書は，その病徴，生態，被害状況，見分け方から防除までをカラー写真をふんだんに使って解説する。研究者，芝生管理者のための本格的指導書。

●第1部各論／病害編・害虫編・雑草編●第2部総論／I. 芝草病害の病原菌と同定，II. 芝草害虫とその概要，III. 芝草害虫の被害と見分け方，IV. 栽培条件と病虫害・雑草，V. 病虫害・雑草の発生時期，VI. 芝草害虫の発生予察，VII. コガネムシ類の分類，VIII. 芝草害虫の防除，IX. 農薬による病害，害虫，雑草の防除。

野菜の病虫害—診断と防除—

岸 国平編

A5判 606頁(カラー32頁) 定価5800円(送料280円)

野菜抵抗性品種とその利用

山川邦夫著

A5判 136頁(カラー4頁) 定価1900円(送料160円)

農業ダニ学

江原昭三・真梶徳純 共著

A5判 328頁 定価4000円(送料200円)

改訂 新版日本原色雑草図鑑

沼田 真・吉沢長人編集

B5判 420頁 上製本箱入り

定価9800円(送料280円)

全国農村教育協会

東京都港区愛宕1-2-2 第9森ビル
電話 03 (436)3388 振替東京1-97736

いもち キラール

長い確実な効果を発揮。
さすがのいもちも手が出ません。

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

フジワン[®]粒剤

育苗箱での使い方

使用薬量：育苗箱当たり50~75gを均一に散布
使用時期：緑化期から硬化初期が最適
選用地域：田植後6週間以内に葉いもち防除を必要とする地域

本田穂いもち防除

使用薬量：10アール当たり4kg
使用時期：出穂10~30日前
(20日前が最適)

予防と治療のダブル効果

フジワン[®]乳剤
粉剤

●他作物への薬害の心配がありません。



フジワンのシンボルマークです。®は日本農薬の登録商標です。



日本農薬株式会社

〒103 東京都中央区日本橋1-2-5 栄人楼ビル

資料請求券

フジワン

植物防除



は信頼のマーク



予防に優る防除なし
果樹・そ菜病害防除の基幹薬剤

キノゾール® 水和剤
40

殺虫・殺ダニ 1剤で数種の剤
の効力を併せ持つ

トーラック 乳剤

宿根草の省力防除に
好評! 粒状除草剤

カソロン 粒剤
6.7

人畜・作物・天敵・魚に安全
理想のダニ剤

デデオ 乳剤
水和剤

兼商株式会社

東京都千代田区丸の内2-4-1

〈ご案内〉

第9回国際植物保護会議及び米国農薬研究所視察団

昭和54年8月4日(土)~8月20日(月)〈17日間〉

会議: 8月5日~8月11日(於: ワシントン)

● 旅行費用 565,000円(30名様以上基準の料金です)

第8回のもスクワでの会議にひき続き日本交通公社では経験と国内外のネットワークを生かし会議参加と米国農薬研究所視察団を募集しております。学会御参加の皆様を少しでも軽減できるよう航空運賃・ホテル代に団体割引費用を適用しております。会議登録・査証申請代行もしております。ぜひ御参加下さい。

● 視察農業研究所(予定)

- US Department of Agriculture (USDA)
National Agricultural Research Center
- University of Maryland
- Department of Entomology, State University
of New York (Syracuse)
- Pesticide Research Center Michigan State
University, (East Lansing)
- Dow Chemical USA Walnut Creek Center
(Walnut Creek,)
- Department of Entomology, University
of California (Berkeley)
- Department of Plant Pathology, University
of California (Davis)

週末を利用し、ナイアガラ、サンフランシスコの観光も予定しております。

● 締切日: 昭和54年6月30日(土)

● お問合せ・お申込み先

(株)日本交通公社団体旅行池袋支店

(運輸大臣登録一般旅行業第64号)

「国際植物保護会議」係

〒170 東京都豊島区東池袋1-25-6 信友ビル8階
旅行取扱主任者: 阿久津崇郎 担当者: 大東・水見・長谷
Tel: 03-989-0935

* 会議及び訪問地に関する資料はお気軽に
係宛ご請求下さい。

協賛: 日本農業学会
日本植物病理学会

ゆたかな実り＝明治の農薬

サッとひとまき

強い力がなが～くつづく

いもち病に！オリゼメート粒剤

野菜・かんきつ・ももの
細菌性病害防除に

アグレプト 水和剤・液剤

イネしらはがれ病防除に

フェナジン 水和剤・粉剤

デラウェアの種なしと熟期促進に
野菜の成長促進・早出しに

ジベレリン 明治



明治製薬株式会社
東京都中央区京橋 2-4-16

昭和五十四年四月二十五日
昭和五十四年四月三十日
昭和二十四年九月九日
印刷
植物防疫
第三十三卷第四号
發行
（毎月一回三十日發行）
郵便
物認
可

水田の体系除草…
生かすも殺すも
パートナーしだいです。



いい初期除草剤 を選んだら、

移植された苗が、これから養分をたっぷりとって大きく育とうとする大切な時期。それだけに初期除草剤は、ちょっとしたミスも許されません。ショウロンMはノビエ、マツダイなどのほか、各地でふえているホタルイにも卓効。確実におさえて、中期除草に上手につなぎます。

ノビエからホタルイまで

ショウロンM 粒剤

いい中期除草剤 で引きつごう

ショウロンMがおさえこんだものを、それに負けない効きめで確実に引きつぐのがクミリードSM。1年草はもちろん、ますます旺盛になる中期の多年草もまるで苦にしません。——ことしも水田の除草プランは、クミカの息のあった名コンビでお立てください。

1年生雑草から多年生雑草まで

クミリードSM 粒剤



農協・経済連・全農

自然に学び自然を守る



クミアイ化学

■お問合せは…
東京都台東区池之端1-4-26

実費 四〇〇円（送料 二九円）