

りんごの病害防除に!

黒点病・斑点落葉病

パール・ウツクス 水和剤

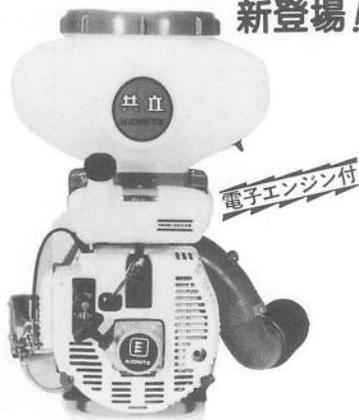


大内新興化学工業株式会社
〒103 東京都中央区日本橋小舟町 7-4

防除機の原点

追求すればする程、やはり共立になる。

農家のニーズを満載して——。
新登場!!



●農薬袋がスッポリ……
使ってうれしい大径投入口の共立動散
共立背負動力散布機
DMD-350AE

■良質米の安定増収・粒剤肥料の発達・DL粉剤の開発・フローダストの開発、さらに昨年の異常気象と、防除機見直しの気運が高まっています。ただ「農業をまく」から、いかに省エネ時代にふさわしく作業をするかが問われる時代です。

共立は昭和30年、動散を世に送り出して以来、高性能小型2サイクルエンジンと、防除理論で日本の防除機の歴史をつくってきました。農家のニーズを適確に動散に反映させる——それが「防除機の共立」の使命と考えています。



株式 共立
会社



共立エコー物産株式会社

〒181 東京都三鷹市下連雀 7-5-1

☎ 0422 (49) 5941

選ばれた信頼 デュポンの責任

自然を尊重し、自然との調和を大切にするデュポン。

豊かな自然から豊かな実りが生まれます。

デュポンは、一世紀にわたって

自然から学んだ貴重な経験を、

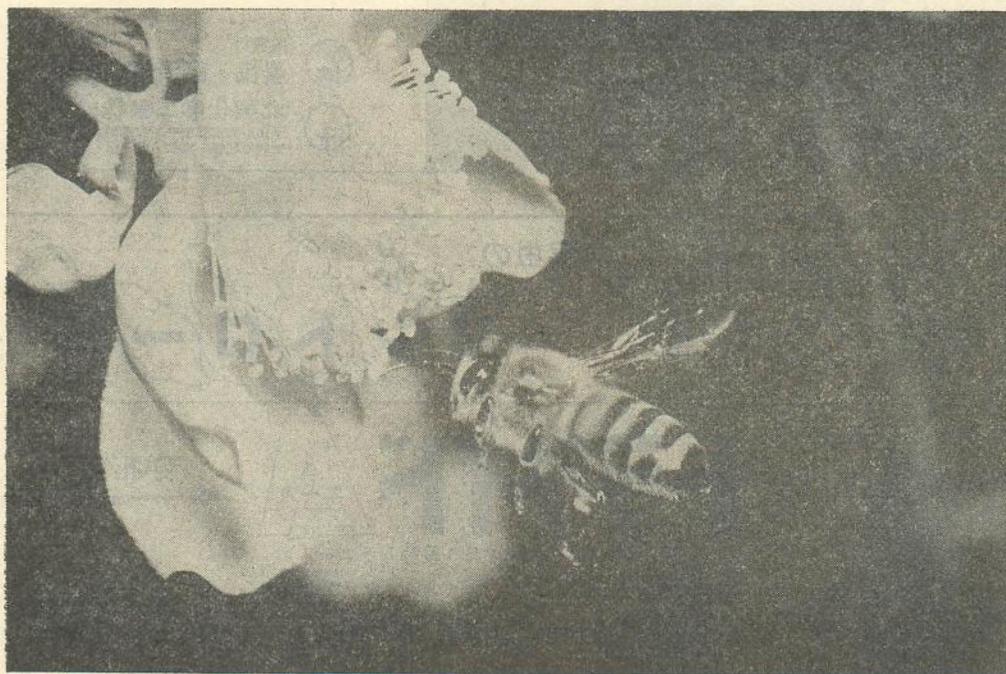
農薬づくりに生かしてまいりました。

そして、現在世界82カ国で愛用され、

収穫を見守っています。

デュポンを選ばれること、

それは、信頼を選ぶことです。



殺菌剤……ベンレート水和剤 ベンレートT水和剤20 殺虫剤……ランネート水和剤 ランネート微粒剤F
除草剤……ハイバーX カーメックスD ロロックス ソーバー レンザー デュバサン ベルパー
デュポン ファー イースト 日本支社 農薬事業部 〒107 東京都港区赤坂1丁目11番39号 第2興和ビル

DU PONT デュポン農薬

挑戦が進歩をうむ。

よりよい農業を求めて、ホクコーはあらゆる可能性に挑みます。

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



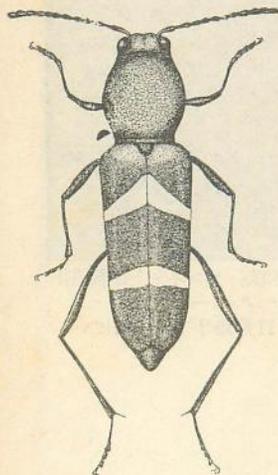
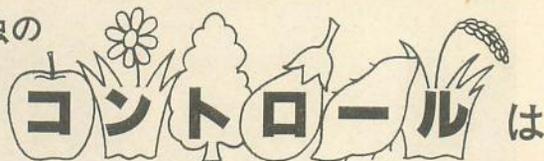
北興化学工業株式会社

〒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

お近くの農協でお求めください。

確かな明日の
技術とともに...

病害虫の



トラサイド A

(カミキリムシ類防除剤 愛称トラエース)

○コオロギ、ダンゴムシ、ナメクジ、カタツムリに

グリーンベイト

○水稲病害虫防除に新登場

オスメート 粉剤
ラスサイド オフナックM 粉剤

○水ですめられる線虫剤

ネマエイト

穿孔性害虫

誘引殺虫剤

水稲農薬

土壌消毒剤



サンケイ化学株式会社

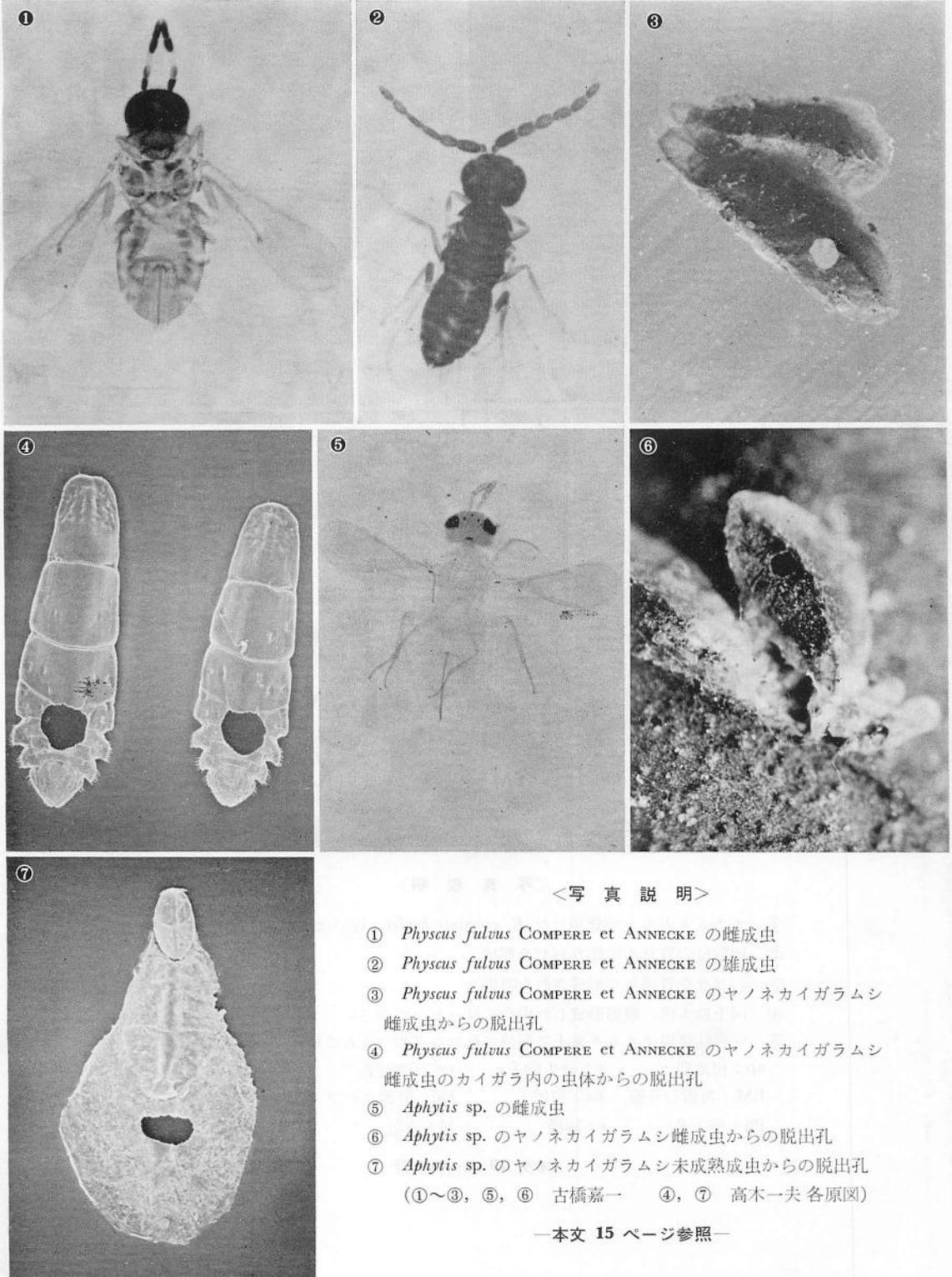
東京・大阪・福岡・宮崎・鹿児島

本社・鹿児島市郡元町880
東京事業所・東京都千代田区神田司町2-1

中国から導入したヤノネカイガラムシの寄生蜂

静岡県柑橘試験場 西野 操

農林水産省果樹試験場口之津支場 高木 一夫

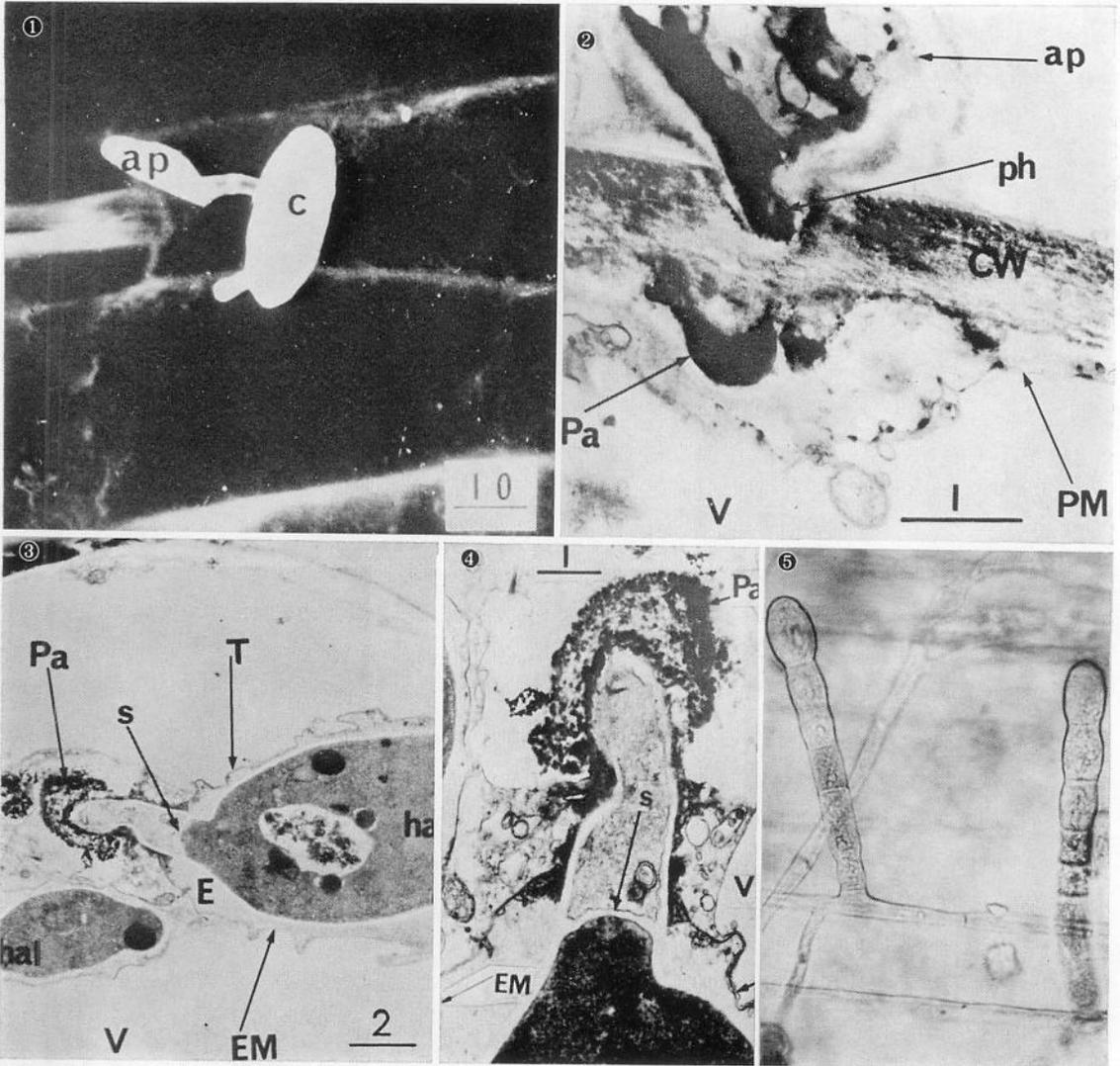


<写真説明>

- ① *Physcus fulvus* COMPERE et ANNECKE の雌成虫
 - ② *Physcus fulvus* COMPERE et ANNECKE の雄成虫
 - ③ *Physcus fulvus* COMPERE et ANNECKE のヤノネカイガラムシ雌成虫からの脱出孔
 - ④ *Physcus fulvus* COMPERE et ANNECKE のヤノネカイガラムシ雌成虫のカイガラ内の虫体からの脱出孔
 - ⑤ *Aphytis* sp. の雌成虫
 - ⑥ *Aphytis* sp. のヤノネカイガラムシ雌成虫からの脱出孔
 - ⑦ *Aphytis* sp. のヤノネカイガラムシ未成熟成虫からの脱出孔
- (①～③, ⑤, ⑥ 古橋嘉一 ④, ⑦ 高木一夫各原図)

うどんこ病菌感染の過程

岡山大学農学部植物病理学研究室 大内成志(原図)



<写真説明>

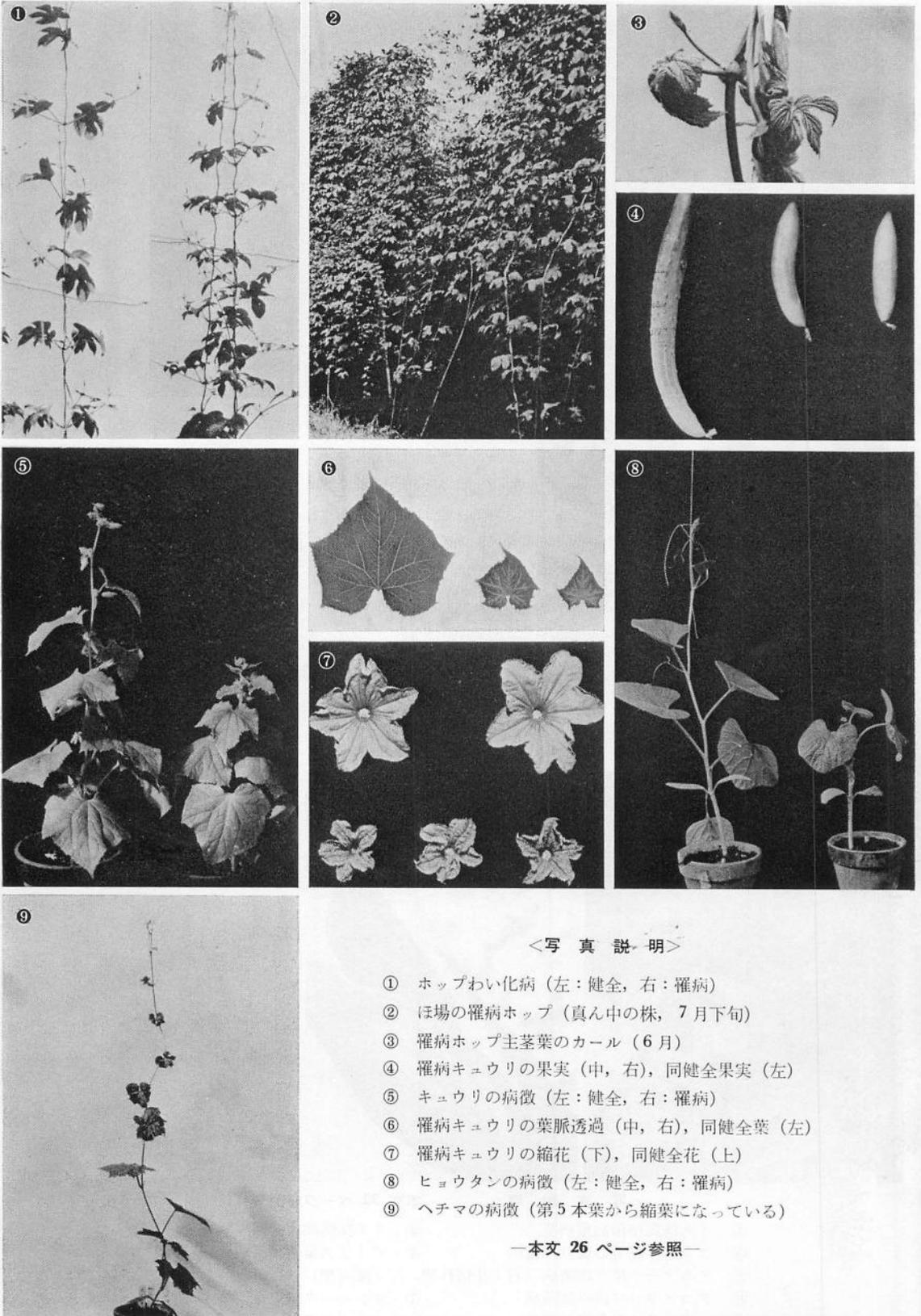
- ① オオムギ表皮上で発芽した *E. graminis hordei*, 短いほうが第一次発芽管
- ② 細胞壁の貫せんに伴うパピラ形成
- ③ パピラを貫通して形成された吸器
- ④ 同上拡大図, 吸器形成した場合にはパピラが小さい
- ⑤ 受容性誘導オオムギ葉上に形成されたウリ類うどんこ病

ap: 付着器 c: 分生胞子 cw: 細胞壁 E: 吸器のう
 EM: 吸器のう膜 ha: 吸器 hal: 吸器ローブ Pa: パピラ
 Ph: 侵入糸 s: 隔膜 V: 液胞 単位: μm

—本文 19 ページ参照—

ホップのわい化病

麒麟麦酒株式会社総合研究所 佐々木 真津生 (原 図)

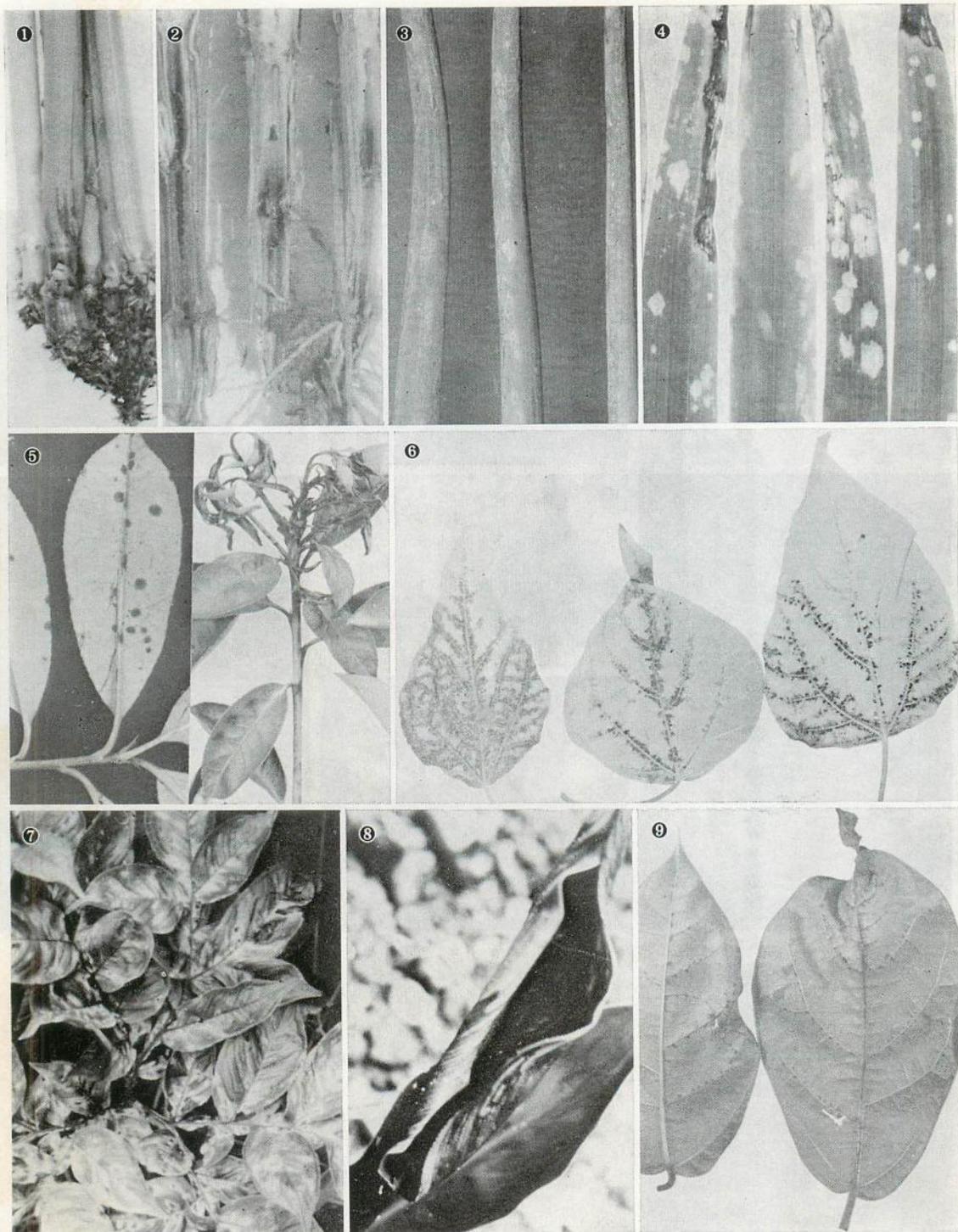


<写 真 説 明>

- ① ホップわい化病 (左:健全, 右:罹病)
- ② ほ場の罹病ホップ (真ん中の株, 7月下旬)
- ③ 罹病ホップ主茎葉のカール (6月)
- ④ 罹病キュウリの果実 (中, 右), 同健全果実 (左)
- ⑤ キュウリの病徴 (左:健全, 右:罹病)
- ⑥ 罹病キュウリの葉脈透過 (中, 右), 同健全葉 (左)
- ⑦ 罹病キュウリの縮花 (下), 同健全花 (上)
- ⑧ ヒョウタンの病徴 (左:健全, 右:罹病)
- ⑨ ヘチマの病徴 (第5本葉から縮葉になっている)

我が国で最近発見された細菌病

静岡大学農学部植物病理学教室 後藤正夫 (原図)



<写真説明>

—本文 32 ページ参照—

- | | |
|--------------------------------|-----------------|
| ① イネ株腐細菌病罹病茎 | ② イネ株腐細菌病罹病茎縦断面 |
| ③ タマネギ花茎の斑点細菌病 | ④ アイリス葉枯細菌病 |
| ⑤ アカメモチ斑点細菌病 (右: 芽枯れ型, 左: 斑点型) | |
| ⑥ アカメガシワ斑点細菌病 | ⑦ コンニャク斑点細菌病 |
| ⑧ ストレリチア条斑細菌病 | ⑨ イヌビワ斑点細菌病 |

植物防疫

Shokubutsu Bōeki
(Plant Protection)

第 35 卷 第 6 号
昭和 56 年 6 月号

目次

難防除病虫害をめぐる諸問題—害虫—	梅谷 献二	1
—病害—	山口 富夫	8
中国から導入したヤノネカイガラムシの寄生蜂	西野 操・高木一夫	15
オオムギうどんこ病における感染機構	大内 成志	19
ホップのわい化病	佐々木真津生	26
我が国で最近発見された細菌病	{ 後藤正夫・市川一行 { 牧野孝宏	32
植物防疫基礎講座		
発生予察におけるコンピューター利用 (1)		
—コンピューター利用入門—	広崎昭太・中村和雄	37
新しく登録された農薬 (56.3.1~3.31)		42
中央だより		41
学界だより		25, 31
人事消息		7, 46

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

® **ヒノザン**

●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

® **ダイシストン**

●ドロオイ・ハモグリ・ミズゾウムシなどに

® **サンサイド**

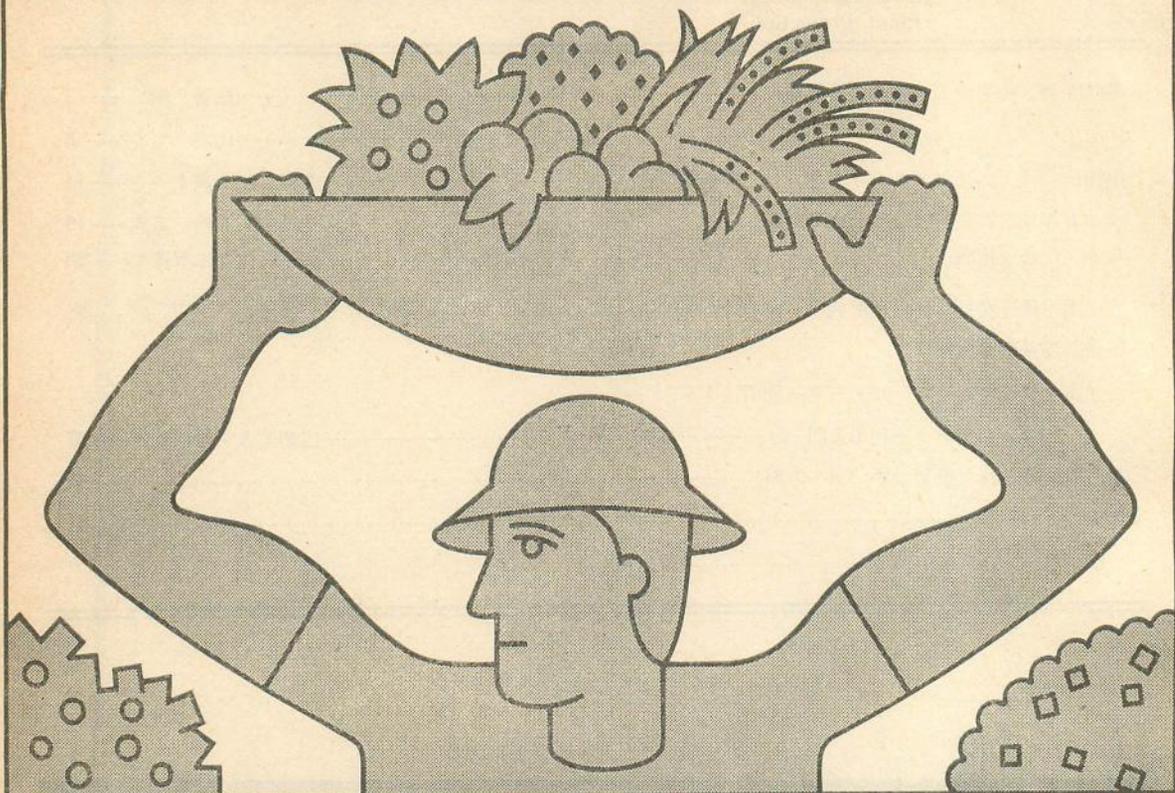
●各種作物のアブラムシに

® **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 2-8 番 103

"HUMANS & NATURE" FIRST



自然の恵みと
人間の愛情が
農作物を育てます

● 稲害虫の防除に
パダン[®]
● 稲もんがれ病防除に
バリダシン[®]



武田薬品工業株式会社
農業事業部 東京都中央区日本橋2丁目12番10

難防除病害虫をめぐる諸問題

—害 虫—

農林水産省農業技術研究所 ^{うめ}梅 ^や谷 ^{けん}献 ^じ二

I 難防除害虫の出現の背景

戦後登場した有機合成殺虫剤は、それまでの害虫防除体系を一変させ、一時は、これによってすべての害虫問題が終結するかもしれないとまで、絶大な期待が寄せられた。これによってほ場から姿を消した大害虫が多く数えられた反面、ほ場生態系の単純化に伴い、微害虫の大害虫化という新たな事態も生じ、ここに歴史的にはほぼ安定していたほ場の害虫相は、大きな変換を迎えるに至った。

その後、農業の食物連鎖系を通しての濃縮や、残留による環境汚染などの問題が明らかにされるに従って、これが社会的な問題として発展した。そして、世界的なすう勢に呼応して日本でも、農業の規制と、登録制度の強化が始まる。すなわち、人畜に対する毒性の強い農業、生物濃縮性の高い農業、残効が長く、土壌・水系を中心とした環境汚染を起こしやすい農業が相次いで使用禁止され、再登録された農業も、使用回数の制限と収穫前散布日数などが規制されるようになった。また、新たに開発された農業も登録のためには、慢性毒性の試験をはじめその条件が強化され、よほど大量消費が見込まれない限り、メーカーが新登録を控えるという形で、結果的に大幅に制約を受けることとなった。

一方、有機合成殺虫剤の登場以来、徐々に頭在化し始めた害虫の殺虫剤抵抗性の発達と、それによる殺虫剤の効力低下または無力化は、近年ますます深刻な問題を提起し始めている。

このような農業をめぐる情勢の変化は、害虫の防除体系のうえに大きな波紋を投じることとなった。農業の登録制度の強化によってふるいにかけられた農業及びその後開発された農業は、おしなべて残効が短く、いわゆる低毒性であるという二面の特徴を持つ。また、これによって環境汚染の防止や人畜への事故の防止などの目的は達成されつつあるものの、殺虫剤の本来の目的である害虫の強制排除が、その毒性の大きさと残効の長さによくの部分を依存していた点とは明らかに矛盾することとな

った。前者については枝幹部害虫や土壌害虫など、ある種の重要害虫について特效薬を失い、後者については多数回散布による防除費の増加と、使用回数の規制による防除の不徹底という困難な問題を残した。一方、農業登録制度の強化と新農業の開発費の高騰は、必然的に“使える農業”の数を少なくし、害虫の抵抗性発達に対処する代替農業の不足もまた問題を複雑にしている。

以上のような背景のうえに、ほ場の害虫相は有機合成農業の登場時と同様に、現在第二の大きな変換期を迎えつつある。そして、ここで取り上げる難防除害虫の増加もまたその一環として位置付ける必要がある。

II 難防除害虫とは何か

“難防除害虫”という呼び名は、近年日常的に使われ始めるようになったが、その概念は極めてばく然としている。難防除害虫と呼ばれる一群の昆虫類は、生物学的な相互関係はなく、便宜上の人為的区分にすぎず、そのボーダーラインもあいまいであるが、一応ここで次のように定義しておきたい。

難防除害虫—農作物に実害を与える害虫のうち、現在の技術による防除が不可能または困難なもの

このような観点から、難防除害虫の一応の選択を行ったとしても、その範囲は極めて流動的である。防除手段の開発により、防除が可能になれば当然それはその座を失うし、逆に従来の方法では防除が困難になった害虫が出現すれば、代わって新たにその座を占めることになる。そして、その範囲は年単位で変化していくに違いないが、現在難防除害虫が重視されているのは、防除法が確立してこの範ちゅうから出ていく種類よりも、新たに加入する種類のほうが明らかに多く、その質的・量的増加に加速度がつくことが予測されるからである。

第1表は、日本植物防疫協会が昭和54(1979)年に行った難防除害虫に関する全国アンケート調査の結果のうち、特に防除の困難性を指摘した県数の多かった害虫名と作物名を取りまとめたものである。同様の調査は昭和53(1978)年に全農によっても行われたが、作物も害虫も極めて多岐にわたり、問題の深刻さを裏付けた。ここに示した例はまさに氷山の一角で、たとえ普遍的な作物

Current Problems of Insect Pests Difficult to Control
By Kenji UMEYA

第1表 全国アンケート調査 (日植防, 1979) による主な難防除害虫 (抜すい)

害虫名	対象作物	指摘県数	難防除の要因
イネゾウムシ カメムシ類 イミズトゲミギワバエ	イネ	23 6 4	防除適期の把握困難 薬剤効果不足 登録農薬なし
コナガ ヨトウガ コガネムシ類 オンシツコナジラミ ハダニ類	キャベツ ハダイコン キヤクベツイ ハレタス イサチゴ サツマイモ キユウリ トナリス ナスカン スイロチ インゲン	26 17 11 14 14 6 24 11 23 13 6 28 26 18 14 11	薬剤抵抗性 薬剤効果不足 生育時の有効薬剤なし 薬剤効果不足 使用規制のため 収穫時の有効農薬なし 薬剤抵抗性
果実吸蛾類 ミカンハモグリガ ゴマダラカミキリ キボシカミキリほか クリタマバチ カメムシ類 チャノキイロアザミウマ ハダニ類	モクシツク カキジ ククリ カキシ カナブドウ ナリンゴ	10 10 13 13 16 26 21 20 17 21 11	登録薬剤なし 薬剤効果不足 薬剤効果不足 登録薬剤なし 薬剤効果不足 登録薬剤なし 薬剤効果不足 薬剤効果不足 薬剤効果不足 薬剤抵抗性

や害虫ではなくとも、特定地域の農家にとっては死活問題となっている難防除害虫も極めて多い。

III 難防除害虫の成因

一口に難防除害虫と言っても、その成因は多様である。以下にそれらを整理し、簡単に説明を加えることにするが、これらの成因は単一なものではなく、複数の原因が相乗されて難防除となっている害虫が多いことをお断りしておきたい。

(要因1) 殺虫剤抵抗性に由来するもの：すべての難防除害虫のうち、これに由来するものが最も問題が大きく、かつ今後ともその対策には最も苦慮することが予測される。自然界には存在しなかった有機合成殺虫剤のような化学物質に対して、耐性を発達させるという適応能力が害虫にあったことは驚異に価するが、この事実が判明してからの日は浅く、現在これを完全に回避した農薬の開発はおろか、あらかじめそれを予測する検定法すらも十分確立されていない。すなわち、新殺虫剤が開発されても、それには対象害虫に抵抗性が発達して無力化するまでという“寿命”があることが運命付けられているといっても過言ではない。現在、その“延命”について

の研究が各方面で精力的に行われているものの、現実の対応としては他の農薬に置き換えることが最上の方法であった。しかし、現在のように農薬の種類が限定されつつあるときに、この方策は長期的に見れば、おのずと限度がある。また、以下の各要因についても、たとえ個々に問題が解決されたとしても、防除を殺虫剤のみに依存する限り、これは避けて通れない問題として残されよう。

(要因2) 登録農薬の欠除に由来するもの：現在農生懸念保全の観点からも、特定の害虫のみを選択的に除去する、種特異性のある農薬が開発されることが望まれている。しかし、このような農薬は汎用性を欠き、経済性がなく、まずメーカーは開発意欲を持たない。そのため既存の農薬では効果の薄い特定の害虫に対しては、それがよほどの広域多発型の害虫でない限り、そのための新農薬の開発は期待できない現状にある。また、同様のことが生産量の少ないマイナークロップの害虫についても言える。このような害虫の多くは、既存の農薬の中で高い効果を示すものが発見はされていても、それを登録するに足る経済性がなく、事実上難防除害虫としていつまでも取り残されることとなる。

多くの飼料作物・牧草の害虫もこのような社会・経済的要因に基づく難防除害虫と言える。現在、農薬の登録に際しての毒性検定は、農薬と人体との直接的な関係を主眼として行われている。しかし、農薬の畜体を經由しての人体への影響ということになると、公的にはその検定手法すらまだ確立されていない。

(要因 3) 侵入害虫：他国から侵入して新天地で定着を果たした侵入害虫は、発見が早く侵入初期の完全制圧が成功した場合を除いて、要因 2 の登録農薬の欠除の点だけでも、直ちに難防除害虫となりうる。これらの害虫の侵入後の経過は、分布の拡大と併行して爆発的に多発するケースが多く、各国とも植物検疫制度を強化してその防止に当たっている。しかし、近年の交通機関の発達と輸出入植物の激増は、しばしば人力による検疫の限界を超え、侵入害虫が増加する傾向にある。

侵入した害虫がその土地に定着を果たすためには厳しい制約がある。しかし、これらの条件をすべて乗り越え、一度定着を果たした害虫にとっては、その原産地において長い歴史的な過程の中で成立していた天敵との関係から開放され、そこは文字どおりの新天地となる。このため、日本で大害虫となった侵入種は、必ずしも原産地において大害虫であったものとは限らない。

侵入害虫の中には定着後数年で自然消滅したり、微害虫としての位置に安定するものもある。しかし、逆に大害虫の地位を確保した場合は、登録農薬の欠除のほかに、防除適期の把握、防除法の開発など、ほとんどの研究がゼロから出発せねばならないことと、拡大防止のための措置に追われる両面の対応を余儀なくされ、いわゆる難防除害虫になりやすい特性が潜在していると言える。

(要因 4) 習性に由来するもの：一般に土壌害虫や、枝幹部を加害する食材性の害虫など、直接目に触れにくい害虫には防除が困難なものが多い。発見が遅れ防除適期を逃しやすいことと、これらに卓効を持つ浸透性と残効性に優れた農薬が相次いで規制され、同等の効果を持つ代替農薬が極めて少ないためである。

また成虫期加害性の害虫も、一般に防除が困難である。果樹における吸蛾類やカメムシ類のように、これらの害虫は幼虫期を農作物以外の植物で経過し、成虫期にのみほ場に飛来するものが多く、その発生源をコントロールすることが極めて難しい。更に、作目にもよるが、一般に加害期が長く、防除の適期が絞りにくい。特効的な農薬が少なく、被害の予測も立てにくい。収穫期の加害が大きいにもかかわらず、農薬の使用規制によってこの時期の防除がしにくいなどの原因が重なり、現状では

対策の立てにくい難防除害虫になっている。なお、これらの害虫に限らず収穫期に好んで収穫物を直接加害する害虫は、一般に使用農薬のないことから、やはり難防除害虫となっている。

(要因 5) 作付け体系の変化に由来するもの：増収と品質向上のために、これまで多くの農作物は時代とともに耕種技術が変化してきた。中には最初から害虫の被害回避を目的として耕種法が改変されたものもあるが、他の目的の場合でも、これは害虫の発生に直接・間接の影響を与えてきた。こうして作為・無作為によらず、耕種技術の改変がある種の害虫の密度低下に働いた例がある一方では、このことが新たな難防除害虫を作出する主因となった場合もある。例えば後述のように、野菜のハウス栽培の急速な普及は、野菜の周年供給を可能にした反面、害虫に対しても周年的に餌を保証し、微害虫を常発型の大害虫に作り変えるひずみを残した。また多くの場合、省力を目的とした耕種技術の改変は害虫の発生に対しては悪影響を与える場合が多いと言える。

(要因 6) 主要大害虫：主要な作物のキー・ベストと呼ばれる大害虫は一般的にすべて難防除害虫とすることができる。これらの害虫の多くは、かなりの研究蓄積もあり、一応の防除策もあり、また多くの有効な登録農薬を持っている場合が多いが、なおかつ多発による壊滅的な被害が後を断たない。これらの害虫の被害防止は正確な被害予測と防除のタイミングがそろったときに初めて可能であり、言い換えればこのことがいかに難しいかを物語っている。ある作物ではこのため、発生量のいかに問わず、定められた時期に必ず所定の農薬を散布する、いわゆる防除暦を作って対応している。しかし、これは明らかに過剰防衛であり、たとえ生産物に対する保険的意味から経済的に見合ったとしても、前記要因 1 の抵抗性発達の観点ひとつとっても好ましくない方策と言えよう。まして、低収益作物の場合は、大害虫の防除には常に経済上の判断が加わることになる。

(要因 7) その他：以上挙げたほかにも、難防除害虫の成因は色々ある。例えば、クリにおけるカツラマルカイガラムシのごとく、微害虫または未知の害虫の大害虫化は、その原因が解明しにくいまま、侵入害虫の場合と同じ理由で防除が困難な害虫になりやすい。

耐虫性品種の普及を最大の防除対策としていた害虫は、バイオタイプの出現によって耐虫性が崩壊すると、直ちに難防除害虫になりやすい。耐虫性品種の効果が大きいほど、他の防除法の研究はほとんどされていないケースが多いためである。

また、研究が不十分で生活史が不明であったり、予察

法の未開発による難防除害虫も少なくない。

IV 最近の主な難防除害虫

以上のように、難防除害虫の成因には社会・経済的側面と生物的側面が複雑にからみ合い、これらを一元化して考えることは困難である。また、その範囲は地域や、作付け体系によっても異なり、ある面では研究者や生産者の考え方によっても異なってくる。ここでは、現段階で問題となっている難防除害虫の幾つかを取り挙げて、簡単にその成因などに触れておくこととしたい。

1 イネの難防除害虫

ツマグロヨコバイ：西・南日本各地で抵抗性の発達による農業効果の低下が問題となっている。本種は直接の吸汁害よりも、その媒介するイネ萎縮病やイネ黄萎病の被害が問題となるが、低密度下でも保毒虫率のいかによっては大害を受けることがある。また、裏日本各地ではしばしば吸汁による直接の大害を受け、西・南日本各地のそれとの比較研究が急がれている。南日本で年4～5世代、中部日本で3～4世代を経過し、残効の長い農業を欠く点も本種の防除を困難にしている。

トビイロウンカ：近年、本種は海外より飛来して被害をもたらすことが明らかになり、6月下旬より7月中旬にかけての飛来時の密度が、その後の被害に大きく関与する。このころ1回の飛来で直径1mのネットトラップで10頭以上が捕獲されればその後の被害は要注意となるが、時期と量の把握が難しく、しばしば大きな坪枯れ被害を生じる。また、九州では本種に薬剤抵抗性の発達が記録され、この現象が世界的な規模で起こりつつあることを示唆している。いわゆる大害虫はすべて難防除害虫であるという前述の考え方のほかに、本種の場合は抵抗性という新たな要因が加わる可能性もある。

カメムシ類：稲穂を吸汁し、斑点米の原因となるクモヘリカメムシ・ホソヘリカメムシなどのカメムシ類は、出穂期から収穫時までほぼ40日間にわたって加害する。これに対応するための残効の長い農薬がない。特に収穫直前の被害は、農薬の散布規制によって免れ得ない。また、成虫期になってからの飛来種も多く、防除を困難なものにしている。

イネゾウムシ：成虫が茎葉を食害し、特に北日本で被害が重視されている。また、近年早生品種で成虫によるせん孔米も問題となっている。年1回の発生で、主として成虫で越冬し、長期にわたってイネを加害する。現在効果的な薬剤が乏しいことに加えて防除の的が絞りにくく、また年や場所によっても発生変動が大きく、防除を困難にしている。成虫は水に潜り、根際部や土中に産卵

するが、幼虫は腐植質などを食し、イネの根を食害することもあるものの、実害はほとんどない。

イネミズゾウムシ：本種は昭和51(1976)年に愛知県下で初めて発見されたアメリカ原産の単為生殖の侵入害虫である。大部分は年1回の発生と目され、越冬成虫が田植え直後の水田に飛来して葉を食害する。幼虫は根部を食害し、密度が高いときは苗が枯死する。現在、10府県に分布が拡大し、今後の動向が心配されている。成虫は水田を離れて周辺山林地で越冬するため、この時期の防除が難しく、越冬後の水田への飛来もかなりの期間にわたるため、田植え時期に防除が左右され、急速なまん延とともに防除を困難なものとしている。

その他：イネの難防除害虫としては以上のほか、トビムシモドキ、アブラムシ類、ケラ、コバネイナゴ、アワヨトウ、コブノメイガ、イミズトゲミギワバエ、イネクイハムシなどが有効農薬や登録農薬欠除によって地域的に難防除害虫として注目されている。

2 野菜・畑作物の難防除害虫

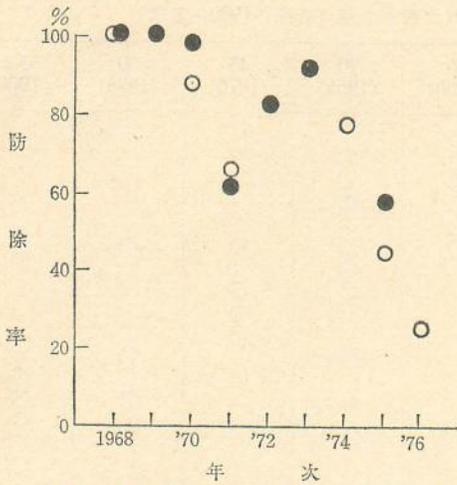
ハダニ類：ナミハダニ、カンザワハダニ、ニセナミハダニなど、多食性ハダニ類の各種野菜への被害が急増しつつある。その理由としては、施設栽培の普及による多発化と、殺虫剤抵抗性の発達の二つが考えられている。

第2表は、最近の果菜類の生産に占める施設栽培の比率を示したもので、いずれも栽培面積の比率に対して、収穫量の比率は大幅に上回り、ハウスなどの施設がいかに効率的に利用されているかが分かる。中でもイチゴの場合は60%以上の面積が施設で占められ、実に76%の量をここで生産している。そして、施設の年間を通じての高温条件は、世代間隔の短いハダニ類に対して絶好の条件を与えることとなり、特にハウスにおける恒常的な大害虫として登場することとなった。一方、ハダニ類の殺虫剤抵抗性の発達も著しく、特にイチゴ、スイカ、メロン、ナス、インゲンなどにおいて、最も防除の困難な害虫となりつつある。またその産地による差も著しく、今後の殺虫剤の選択と施用法のいかによってはすべてが抵抗性個体群となる可能性がある。

コナガ：本種が害虫として問題になり始めたのは昭和

第2表 果菜類の生産に占める施設栽培 (1978)

作物	作付け面積	収穫量
ナス	7.7%	19.6%
トマト	24.5	32.9
ピーマン	28.0	59.8
キュウリ	26.7	44.2
スイカ	11.4	14.4
イチゴ	60.8	76.1



DDVP 50% 乳剤 (1,000 倍) のコナガ防除効果の年次的推移 (●: 愛知県総農試, ○: 三重県農技センターの資料による)。

35 (1960) 年ころからのことである。その原因については定かではないが、当時の有機合成殺虫剤の多用と平行して起こったのは場害虫相の変化の一例としてとらえることができる。その後、コナガはアブラナ科野菜の周年栽培化と作付け面積の増大に伴って常発型の大害虫にのし上がり、同時に抵抗性の発達によって、徐々に防除効果が悪化し始め、現在では最も防除困難な害虫の一つとなっている (上図)。

オンシツコナジラミ: 本種は昭和 49 (1974) 年広島県で初めて発見された単為生殖の侵入害虫で、欧米では既に温室植物の著名な害虫として知られていた。日本においても主として温室やハウスで多発し、侵入後数年間で全国に分布を拡大した。寄主範囲は極めて広いが、日本において被害が大きいのはハウス栽培のキュウリ、トマト、ナス及び各種花卉である。1世代を経過するのに 21~24°C で3週間内外を要し、温室のような高温・閉塞環境下で著しく増殖する。被害は幼虫・成虫の吸汁による被害とすす病の併発である。高密度下で被害が顕在化するの、露地野菜ではそれほど問題とはならない。本種の防除が困難なのは、2令幼虫期以降にカラで覆れ葉裏に定着し、農薬の効果が悪くなるうえに、使用規制によって、収穫前に使用できる農薬を欠くためである。

その他の鱗翅目幼虫: 野菜と畑作物の場合、中~大型の鱗翅目幼虫は多くのものが防除困難となっている。例えば、各種野菜・畑作物におけるハスモンヨトウ、キャベツ、ハクサイ、レタス、イチゴにおけるヨトウガ、ピーマンにおけるタバコガなどで、いずれも老令幼虫に対する有効な農薬を欠くことが主な原因である。また、

薬剤防除のしやすい若令幼虫期には一般に被害が目立たず、防除適期を逃しやすい点にも問題がある。また、ハスモンヨトウなどはハウスの普及による越冬源の増加がその一因と言われている。

コガネムシ類: 幼虫が根を加害する各種のコガネムシ類幼虫は、いわゆる土壌害虫の中で、最も防除が困難なものの一つである。特に被害が大きいのはドウガネブイブイの幼虫を主体とするイチゴと、ヒメコガネなど各種の幼虫が加害するサツマイモの場合である。いずれも効果的な農薬を欠き、前者は生育期に使用可能な農薬もなく、後者は今後有効な農薬が出現しても、経済的な面から多用できない難点がある。また、沖縄県におけるアオドウガネの幼虫によるサトウキビの被害も大きく、適切な防除法もないため問題となっている。

線虫類: 土壌中に生息する線虫類もまた防除が困難なものが多い。昭和 47 (1972) 年、北海道で発見されたジャガイモシストセンチュウは、世界的に知られた有害線虫だけに目下その対策研究が集中的に行われている。イギリスにおける調査例 (第3表) によると、9年間にわたって寄主のジャガイモを休作しても、なおシスト内に卵が残存するという。この強力な耐久生存性によって、短年間の休作は防除上ほとんど意味をなさないうえに、不本意な休作それ自体が“被害”とも言える。また薬剤防除も、ジャガイモという作物から見た経済性や、多薬量を要すること、薬害問題、密度復活の速度の面から大きな困難性がある。現在、抵抗性品種が実用化されているものの、これも本種のレース (パソタイプ) の問題と対応して対処しないと無意味である。

在来種では、ダイズやアズキで被害が大きいダイズシストセンチュウが、上記と同様の理由で防除が困難である。またキタネグサレセンチュウは、その寄主範囲がほとんどすべての野菜をはじめ、畑作物、雑草など 350種以上に及ぶため、輪作体系が立てられず、薬剤感受性も低い、防除が困難な線虫の一つとなっている。

第3表 ジャガイモの休作とジャガイモシストセンチュウのシスト蔵卵数の減少 (WINSLOW and WILLIS, 1972)

ジャガイモ休作年次	1	2	3	4	5	6	7	8	9
シスト内の卵残存率 (%)	70	49	34	24	17	12	8	6	4
	67	45	30	20	14	9	6	4	3

平均年間減少率 30~33%, ジャガイモ1作当たり線虫増加率 13~25 倍 8~9 年目の1作で密度は復元する。

第4表 青森県においてリンゴ防除剤に採用された殺ダニ剤 (菅原, 1980—私信)

殺ダニ剤	昭和25 (1950)	30 (1955)	35 (1960)	40 (1965)	45 (1970)	50 (1975)	55年 (1980)
CPCBS 剤		○	○				
テトラジホン剤			○				
CMP 剤			○				
CPAS・BCPE 剤			○				
ケルセン剤			○	○			
クロルベンジレート剤			○	○	○	○	○
バミドチオン剤				○			
PMP 剤				○			
MNFA 剤					○		
クロルフェナミジン剤					○	○	
ポリナクチン混合剤						○	
フェニソプロモレート剤						○	○
水酸化トリシクロヘキシルスズ剤						○	○
ベンゾメート剤							○
BCPE 剤							○
BPPS 剤							○

3 果樹の難防除害虫

ハダニ類：ナミハダニ、カンザワハダニなど、各種の果樹の葉を吸汁加害するハダニ類は、農薬を多用するため、ハダニ類自体の性質もあって、抵抗性が発達しやすく、相次いで殺ダニ剤の効果が低下し、特にリンゴにおいては深刻な問題となりつつある (第4表)。

カメムシ類：昭和 48 (1973) 年、全国的に各種の果樹果実がカメムシ類によって大害を受け、続いて昭和 50 年にも前回に勝る被害が生じ大きな問題となった。主な種類はクサギカメムシ、チャバネアオカメムシ、ツヤアオカメムシなどで、それまで果実では実害が少なかっただけに、突然の大害虫化と言える現象であった。以来、今日では普遍的な果樹害虫としての地位を確保している。本種の防除が困難なのは、成虫の加害期が長いこと、移動性の大きいことなどに加えて、幼虫の発生源がスギ・ヒノキなど、果樹園外の植物であるため、いまだ的確な防除法は確立されていない。

果実吸蛾類：成虫が果樹園に飛来して果実を吸汁する鱗翅目昆虫の総称で、アケビコノハ、アカエグリバ、ヒメエグリバなど多くの種類を含む。発生地が山林原野であるため、上記のカメムシ類と同様の理由で果樹では最大の難防除害虫の一つに数えられている。

クリタマバチ：昭和 19 (1944) 年、岡山県下で初めて発見され、たちまち日本中に広がり、各地の栽培グリを壊滅させた。その後、耐虫性品種の発見と普及によって被害は収まったものの、近年、再び被害率が高まりつつあり (第5表)、ほかに有効な防除手段もなく問題となっている。春、幼虫が寄生した芽を虫こぶに変え、芽の伸長を止めてその部分を枯死させる。この害虫の由来についてはなぞとされていたが、最近中国大陸原産であるこ

第5表 クリのクリタマバチ抵抗性主要品種と抵抗性の変化 (志村, 1980—私信)

品 種*	昭和 34 年 (1959)	昭和 44 年 (1969)	昭和 54 年 (1979)
石 づ ち	0%	10%以下	10%以下
豊多摩早生	0	10 %	10 %
森 早 生	0	10 %	10 %
銀 2 鈴	0	10 %	30~40%
銀岸寄	0	10 %	30~40
筑波根	0	10 %	30~40
伊丹吹	0	30~40%	30~40
丹 沢	0	30~40	40~60

* いずれも 8 年以上の成木で観察、数値は被害芽率

とが判明し、中国よりの有効天敵の導入と防除への利用が期待されている。

その他：果樹においてはカミキリムシ類をはじめ、多くの枝幹部せん孔性の害虫も、前述の (要因 4) の理由によって難防除害虫となっている。また、ミカンにおけるミカンハモグリガも効果的な農薬の不足が問題になっており、リンゴではリンゴコカクモンハマキの薬剤効果の低下が一部の県で目立ち始めている。

V 難防除害虫対策

広域に発生し、生産高、生産量の大きい作物の難防除害虫や、農業抵抗性由来の難防除害虫の場合は、新開発または適用拡大によって代替農薬が現れる可能性が期待できる。しかし、こうして現れた農薬は、それらの害虫に関しては競争相手がなく市場を独占し、待ち望んでいた生産者はこの特定の農薬を繰り返し使用することになる。この用法は害虫と農薬の関係においても最も好まし

くないパターンである。新たな抵抗性の発達によって、この農業にとって長い寿命は期待できない。このような特定の害虫に有効な農薬は、その効果が高いほど、防除の最後の決め手として長命化による温存を図っていかなければならない。このためには、使用時期の検討による散布回数の軽減と、代替手段の開発による新たな害虫管理技術の確立が必要であろう。

一方、局地的または栽培面積の少ない作物の難防除害虫の場合は、今後も新農薬登場の期待は薄い。このような害虫に対しては、やはり公的な視点からしかるべき機関によって道が開かれるべきであろう。この点に関しては最近の動きもあり、その成果に期待したい。

いずれにしても、難防除害虫の当面の対策として農業開発に期待するところが大きいものの、他の手段をも加えた総合的な防除体系を確立することが将来的には大き

な課題と言える。このような意味で、昨年度から農林水産省で予算化され発足した別枠研究「生物学的手法による病虫害新防除技術の確立に関する総合研究」(5年間、初年度予算 2.7 億円、参加研究室約 80、通称 CCP)についても、限られた年限の中で、一つでも多く実用性のある素材が開発されることを念じている。また、これによって更に「体系化技術」を目指して次のステップに踏み出したいと考えている。生物学的手法と化学的手法が病虫害防除の場において、いかに手を取り合うかを追究することが、難防除害虫対策を含めてこれからの時代のための大きな課題と言えよう。

なお、末尾ながら資料を提供された野菜試験場腰原達雄博士、日本植物防疫協会菅原寛夫博士、東京農工大学志村 勲博士、三重大学岸本良一博士、農業技術研究所西沢 務氏に厚く御礼申し上げるしだいである。

人 事 消 息

○植物防疫所

新 職 名

旧 職 名

☆横浜植物防疫所

垣花 忠明氏 本所業務部国際第一課防疫管理官
 清水 四郎氏 “ “ 国際第二課長
 上水 清登氏 “ 本牧出張所長
 北島 克己氏 札幌支所長
 荘司 宏明氏 新潟支所国際係長
 鈴木 秀昭氏 成田支所業務第一課国内係長
 石井 頼治氏 “ 業務第二課長
 向井 清博氏 東京支所防疫管理官
 竹知 孝典氏 “ 国際第 1 係長

横浜植物防疫所業務部国際第二課第 2 係長
 “ 札幌支所長
 神戸植物防疫所広島支所境港出張所長
 横浜植物防疫所本牧出張所長
 “ 札幌支所函館出張所
 “ “ 釧路出張所
 “ 業務部国際第一課防疫管理官
 神戸植物防疫所業務部国内課輸出係長
 横浜植物防疫所業務部国内課

☆名古屋植物防疫所

藤原 史郎氏 伏木支所国内係長
 有田 昭治氏 清水支所防疫管理官

神戸植物防疫所大阪支所
 “ 広島支所防疫管理官

☆神戸植物防疫所

関塚 昭明氏 本所業務部長
 大藤 和之氏 “ “ 国際第三課防疫管理官
 泉 卓夫氏 “ “ 国内課輸出係長
 西畑 弘氏 伊丹支所防疫管理官
 山本 正宗氏 大阪支所防疫管理官
 渡邊 洸氏 “ 舞鶴出張所長
 山内 勘司氏 “ 和歌山出張所長
 森 章氏 “ 田辺出張所長
 佐々木 隆氏 広島支所防疫管理官
 井上 茂氏 “ 境港出張所長
 和田 淳三氏 坂出支所国内係長

横浜植物防疫所業務部国際第二課長
 神戸植物防疫所大阪支所防疫管理官
 横浜植物防疫所新潟支所国際係長
 神戸植物防疫所業務部国際第三課防疫管理官
 “ 大阪支所舞鶴出張所長
 “ “ 和歌山出張所長
 “ “ 田辺出張所長
 “ 坂出支所国際係長
 那覇植物防疫所国際課防疫管理官
 神戸植物防疫所坂出支所詫間出張所長
 名古屋植物防疫所伏木支所国内係長

☆門司植物防疫所

外間 忠守氏 名瀬支所防疫管理官

那覇植物防疫所那覇空港出張所

☆那覇植物防疫所

多良間恵栄氏 本所国際課防疫管理官
 砂川 邦男氏 “ “ 輸入第 3 係長
 上地 穰氏 “ 那覇空港出張所長
 友松 重光氏 中国四国農政局生産流通部農産普及課植物防疫係長

那覇植物防疫所那覇空港出張所長
 “ “ “
 横浜植物防疫所東京支所防疫管理官
 神戸植物防疫所業務部国内課

難防除病害虫をめぐる諸問題

—病 害—

農林水産省農業技術研究所 ^{やま}山 ^{ぐら}口 ^{とみ}富 ^お夫

はじめに

難防除病害虫という言葉が使われ出したのは 10 年くらい前からだと思うが、その発端は主として農業使用規制の強化、登録農薬の減少に伴う防除の困難化であろう。1950 年以降の目覚ましい農業開発は次々と強力な合成化合物と抗生物質の実用化に成功し、作物病害はすべて農業によって防除可能との期待を抱かせるに十分なほど発達した。農家はもとより、研究者・技術者のなかにも防除は農業によるものという考えが定着し、イネ・果樹・野菜にあっては農薬の大量施用が慣行になっていた。しかし、1965 年以降は高度な工業化社会のもたらす公害への批判が起こるとともに、農薬の毒性に対する厳しい評価が行われ、まず効果が高く、対象病害が多く、安価であった水銀剤の使用が禁止され、これを契機として多くの登録農薬が姿を消した。また、登録に必要な毒性試験が厳格になったことから、従来のように 2～3 年の効果試験による実用化は不可能となり、毒性試験に要する巨額な費用のためにメーカー側の開発意欲は著しく減退した。一方、農業事情も戦後の増産を目標とした生産主導型から流通主導型に移行し、農産物の周年供給、品質重視が要求され、それぞれの作物の産地形成、施設栽培が普及してきた。そのため特定品種の連作、人工的環境下における作物栽培が定着し、従来は問題とされなかった病害の多発や、多くの新病害の多発を招いた。これらの病害の中には、現在の農薬やその他の防除法では防除できないものが多く、いわゆる難防除として全国的に問題になってきた。病害防除の歴史を振り返ると、戦前はすべての病害が難防除と言っても過言ではなかった。戦前の農薬と言えば、ホルデー液と石灰硫黄合剤だけで、効力は現在の農薬に比し、著しく低かった。それに代わる抵抗性品種の育成もほとんど行われず、耕種的対策もなく、難防除とならざるを得なかった。現状は、戦前と異なるが、農薬による防除がしだいに困難になっていることは否定できない。そして、一方では新しい栽培技術の導入に伴い、病害発生相は大きく変化している。

Current Problems of Diseases Difficult to Control
By Tomio YAMAGUCHI

これに対処するためには単に昔に帰って抵抗性品種の利用、耕種的防除技術の見直しを行うだけでは不十分であり、最近における各分野の革新技術や研究手法を導入して、農薬を含めた総合防除技術の開発が必要であろう。

I 難防除病害に関するアンケート結果

昭和 53 年日本植物防疫協会に病害虫緊急防除対策研究会が設置され、その事業の一つとして、全国都道府県研究機関を対象に、難防除病害虫に関するアンケートが行われた。リストアップされた病害は非常に多く、難防除とする理由も多岐にわたるが、重要な病害についてのみ第 1 表に要約した。難防除の理由としては、①研究の成果が十分でなく、技術的に防除が困難、②農薬の規制強化のため、十分に使用できない、③農業をめぐる社会経済的理由によって病害が多発したり、防除困難になっている、の三つに大別できる。このアンケートでは有効農薬がない、農薬の効果不足という欄を設け、他の理由は一括してその他としたために、難防除の理由として前二者に偏った感じはあるが、現場ではいかに農業防除が重視されているかを再認識した。第 1 表には記載しなかったが、アンケートでは対策の現状と要望が述べられており、その結果は後述する。

II 難防除病害の発生要因

I 病原の未確定

現在全国的に問題になっていて、まだその病原が明確に解明されていない病害として、イチゴ根腐萎ちょう症(すくみ症も含む)、スイカ急性萎ちょう症、ダイコン根部異常症がある。

イチゴすくみ症は昭和 45 年ごろから神奈川県下で発生し、その後全国の促成栽培に発生した。神奈川県農業試験場によれば病株から TMV, TNV が、また根からはネグサレセンチュウや *Pythium* が分離されるが、接種による病徴再現が不安定で、各種要因の複合によって発生するのではないかと考えている。農業技術研究所の渡辺は根から分離される菌類の病原性を追究し、*Pythium ultimum* とその他の *Pythium* spp. の complex によりすくみ症は再現できるとしている。根腐萎ちょう症につ

第1表 主要な難防除病害と防除困難な理由

(日植防協, アンケート調査結果より)

防除困難な理由	病害名	作物名と果数
A 研究的・技術的要因		
1 病原の未確定	根部異常症 根腐萎ちょう症 (すくみ症も含む) 急性萎ちょう症	ダイコン(37) イチゴ(8) スイカ(25)
2 有効農薬がない	ウイルス病* もみ枯細菌病 かいよう病 青枯病 軟腐病 黒腐病 せうか病 紋羽病 胴枯病 フザリウム病 半身萎ちょう病	イネ(36) トマト(38) トマト(41)・ナス(26) ハクサイ(40)・ダイコン(31)・レタス(23)・ニンジン(16) キャベツ(24)・ダイコン(20) ジャガイモ(19) ナシ(25)・ブドウ(16)・カンキツ(13)・リンゴ(12) ナシ(27)・クリ(18) トマト(24)・イチゴ(24)・ダイコン(22)・ウリ(19)・キャベツ(11) ナス(26)・トマト(16)
3 農薬の効果不足	かいよう病 せん孔性細菌病 斑点細菌病 穂枯れ 腐らん病 べ立枯性疫 根こぶ病	カンキツ(14) モモ(20) キュウリ(37) イネ(24) リンゴ(8) ブドウ(13) ピーマン(13)・ウリ(6) ハクサイ(32)・キャベツ(23)・カリフラワー(4)
4 耐性菌の発生	灰色かび病	ブドウ(20)・トマト(33)・キュウリ(32)・ナス(27)・イチゴ(9)
5 伝染環・発生生態不明	もみ枯細菌病 胴枯病	イネ ナシ・クリ
6 抵抗性品種・台木を侵す新系統の発生	萎ちょう病 青枯病 つる割病	トマト ナス・トマト ウリ
7 効果・残留試験の欠落	各種病害*	マイナークropp (オクラ・ショウガ・ニンニク・ミツバ・パセリ・シソ)
B 農薬の使用規制強化		
1 市街化地域における土壌くん蒸剤の使用困難	土壌病害	
2 農薬の使用時期・回数 の制限	晩腐病 と病 せん孔性細菌病	ブドウ(15) ブドウ(13) モモ(20)
3 有効農薬の登録失効	さび病 かいよう病	ネギ(28) トマト(38)
C 社会・経済的要因		
1 産地形成 (連作・良質品種)	土壌病害	野菜
2 水田転作 (低湿地栽培)	立枯性疫 青枯病 軟腐病	野菜 ク ク
3 石油価格の高騰 (ハウス内の低温多湿)	斑点細菌病 疫	キュウリ(37) トマト(3)
4 防除労働力の不足	紋羽 腐らん病 胴枯病	

注：* はアンケート結果に出てこなかったもの

いては長崎県で *Cylindrocarpon*, *Rhizoctonia*, *Fusarium*, *Pythium* など数種の菌類が関与することを示唆しているが、病徴の再現には成功していない。静岡、愛媛両県ではイチゴの生理的衰弱が誘因で、上記菌類の侵害が起こるのではないかと推定している。本病に対しては、クロルピクリンや DBCP による土壌消毒が有効なので、病原として土壌中の微生物が関与することは確実であろう。

ダイコン根部異常も昭和 48 年ごろから全国的に問題となり、昭和 52 年に日本植物防疫協会主催のシンポジウムが持たれた。病徴が多様で、横縞症・亀裂褐変症・黒変症・肌荒れ症・根くびれ症・入れ墨症などがある。横縞症の病原としては *Rhizoctonia* を挙げている県が多く、その中の 5 県では病徴の再現に成功している。しかし、他の症状との関係は明らかではなく、また種名も同定されていない。根くびれ症からは *Aphanomyces* が分離される例が多く、東京都 飯嶋は接種試験に成功し、*A. raphani* と同定した。亀裂褐変症からはしばしば *Rhizoctonia* と *Aphanomyces* の両者が分離されるのでどちらも関与するのか、一方が主因なのか分かっていない。入れ墨症は大部分 *Peronospora brassicae* によるものと考えられる。これに対し横縞症、肌荒れ症など症状の軽いものは高温、高湿あるいはなんらかの生理的要因によって発生すると考えている県もあり、病徴が多様のため、病原の確定がはなはだ困難のようである。クロルピクリンによる土壌くん蒸が有効との県が多く、PCNB, TPN, ベノミル, バリダマイシン, メプロニルが有効とする県もある。したがって土壌微生物が原因となっていることは確実であろう。

スイカ急性萎ちょう症は昭和 50 年ごろから全国的に発生した。ユウガオに接ぎ木したスイカに発生し、カボチャ台には発生しなかった。昭和 51 年に日本植物防疫協会主催のシンポジウムが持たれ、その結果によると、①地上部の莖葉では萎ちょう以外の症状は見られない、②ユウガオ台根部の細根に褐変が多い、③接ぎ木部直上のスイカ導管部にチロースや黄変、導管閉塞が見られる、の三点が共通した特徴である。新潟大学 富永らは病原として *Pythium* を分離し、接種による病徴再現に成功した。しかし、最近の青森県や野菜試験場の報告では、ユウガオつる割病菌が根に顕著な病変を伴わずに穂木スイカを萎ちょうさせることがあることを認めた。発症株ではユウガオ茎にほとんど異常がなく、スイカにチロースや褐色粒状物質の充てんを認め、いわゆる急性萎ちょう症と同一の症状が観察された。したがって *Pythium* によるもの以外に、*Fusarium oxysporum* f. sp. *lagenariae*

によるものもあるようである。

その他、昭和 53 年に発生した変色米も地域により病原菌が異なり、まだ病原未定のところが多い。北海道の茶米はムギ斑点病菌によることが確定し、北陸の暗色米は *Curularia* によることが明らかとなった。しかし、茨城、岡山、鳥取、島根各県などの茶米はなお病原未定である。

2 有効農薬がない

農薬がない最大の病害はウイルス病である。抗ウイルス剤は医薬でもほとんど開発に成功していないが、植物ウイルスに対しては、感染防止剤として昭和 50 年にアルギン酸ソーダが初めて登録され、タバコの TMV 防除に使用されているが、効果は高いとは言えないようである。外国ではミルクが TMV, ジャガイモ X ウイルス, CMV などの感染阻害に役立っているとの報告があるが、我が国では利用されていない。富山県農業試験場では鉱物油の葉面散布により、アブラムシ伝搬によるウイルス感染を物理的に阻止できる可能性を示した。ウイルスの増殖を阻害する抗ウイルス物質として、古くから核酸塩基類似物質、プラストサイジン S, アーボマイシンなどの抗生物質、マラカイトグリーンなどの色素類が報告されているが、いずれも宿主植物の代謝系を阻害するために薬害も激しく、実用化は困難であった。最近、動物ウイルスに対してはインターフェロンの研究が盛んであり、植物ウイルスでも今後の研究が期待される。

細菌病にも効果の高い薬剤は少ない。土壌伝染性細菌病となると、更に薬剤の効果は期待できない。青枯病・軟腐病菌は、①多犯性で雑草にも寄生できる、②罹病根導管組織内に入り込んでいる、③根圏での腐生生活が可能である、などの特徴があり、土壌中の深いところまで生息し、長期間生存できる。病原菌は薬剤くん蒸でも及ばないところにまで生息しているので、薬剤防除は困難である。

土壌病害で最も発生が多いフザリウム病もまた薬剤の効かせにくい病気である。くん蒸が比較的效果が高いが、土壌を均一に細かく碎土しておかなければ効果が挙げられない。もし病原菌が残存すると、拮抗菌がいなくなった土壌中で容易に増殖し、かえって発病を助長することがある。ベンツイミダゾール系薬剤を根から吸収させて、本菌の侵入、増殖を防止する方法もあるが、効果は不安定である。果樹紋羽病、ジャガイモそうか病、野菜半萎ちょう病などの土壌病害も同様な理由で薬剤防除が困難である。

もみ枯細菌病は昭和 53 年に全国的に発生して問題となったが、登録農薬はない。種子伝染するので、まず種

子消毒剤が必要であるが、昨年の試験ではカスガマイシンが有効で、箱育苗の立枯病に対しては灌注で効果がある。もみ枯れに対してはプロベナゾールの水面施用、カスガマイシンとニッケル混合剤の散布が有効であった。

3 農薬の効果不足

細菌病に対しては現在、銅剤、ジチアノン、ストレプトマイシンなどが使用されているが、効果不足は明らかである。抗細菌剤の開発は長年の懸案ではあるが、まだ強力な薬剤は出ていない。抗生物質の探索が効果の点では近道と考えられるが、価格、毒性の点で農薬としての実用は困難と言われる。細菌病はほとんどが導管内組織で増殖するので、薬剤は強い浸透力を持つことが望まれる。

イネの穂枯れに対しては、現在 EDDP が唯一の登録剤である。しかし、穂枯れの病原はごま葉枯病菌、すじ葉枯病菌、褐色葉枯病菌などがあるので、もっと抗菌性に幅があり効果の強いものが必要である。最近試験中の薬剤に有望なものがみられる。

べと病、疫病など藻菌類に対してはジネブ、マンネブ、TPN、ダイホルタン、スルフェン酸系剤、銅剤などが使用されているが、効果不足である。これらの病原菌は多湿条件下では多量に胞子を形成し、速やかに伝染するので、薬剤の効果は挙がりにくい。最近、藻菌類に卓効のある浸透性抗菌剤メタラキシルが開発され、既にヨーロッパで実用化されている。

根こぶ病は PCNB の施用によって、土壤病害としては比較的防除しやすかった。しかし、最近では連作によって発病が激化し、PCNB を 50 kg/10 a 以上施用しても十分な効果が挙がらないところが多くなってきた。石灰や石灰窒素との併用によって PCNB の効果増進を図っている。

4 耐性菌の発生

昭和 46 年山形県でいもち病菌のカスガマイシン耐性菌、鳥取県でナシ黒斑病菌のポリオキシン耐性菌が発生して以来、野菜、果樹を中心に多くの耐性菌が発見されている。その現状については本誌第 33 巻第 11 号に掲載されているので参照されたい。今回のアンケートで多くの県から指摘されたのは灰色かび病だけで、耐性菌問題も各県のモニタリングと指導によって小康状態を保っている。灰色かび病に対しては、ペンツイミダゾール系薬剤が卓効を示すので、その耐性菌の発生は本病の防除を困難にした。しかし、54 年末ペンツイミダゾールとはほぼ同等の効果を示し、しかも作用機作の異なるイプロジオン(ロブラール)、今年 3 月にプロシミドン(スマレックス)、ピンクロゾリン(ロニラン)が登録されたので、

灰色かび病の防除はやりやすくなった。野菜試験場、愛知県農業総合試験場の試験ではプロシミドンに対し、*in vivo* では耐性菌を得ることができなかった。しかし、千葉、高知両県などのハウスではイプロジオンの効果が挙がらない事例が発生している。上記 3 剤は同一の作用機作を持つので、もしどれか 1 剤に耐性菌が発生すれば、3 剤耐性となるので、偏用、過用をしないよう注意しなければならない。

5 伝染環・発生生態不明

もみ枯細菌病の防除剤は現在試験中で、有効薬剤が出る可能性がある。しかし、本病の伝染環や生態ははっきりしないと有効な防除は実施できない。今のところ種子伝染することは確実であるが、汚染もみを播種しても箱育苗に立枯れを起こすことと起こさないことがあり、また立枯れの程度ともみの発病との相関も明らかではない。病原菌がどのような生態を持ち、えいあるいはもみに侵入発病する過程が明確にならないと薬剤の使用法は確立できない。胴枯病も菌の生態が不明で、もみ枯細菌病と同様に薬剤の使用を困難にしている。

6 抵抗性品種・台木を侵す新系統の発生

青枯病防除は薬剤では困難であるから、抵抗性台木に接ぎ木する方法が採られている。トマトでは BF 興津 101 号、LS 89 号などの抵抗性品種が、ナスでは台湾長、興津 1 号などの抵抗性品種のほか、ツノナスなどが台木に使用されている。しかし、は場によっては高率に発病する場合もある。野菜試験場 山川、静岡大学 後藤により青枯病菌には病原性の異なる幾つかの系統の存在が指摘されており、抵抗性の罹病化も起こりうると思われる。

トマト萎ちょう病に対する抵抗性品種は野菜試験場などで育成され、形質も優良で実用化されている。しかし、この抵抗性はレース J₁ に対するものであり、各地でレース J₃ により抵抗性品種が罹病化したことは周知の事実である。

スイカつる割病に対しては、ユウガオ台木が用いられていたが、ユウガオを侵すつる割病菌 *F. oxy. f. sp. lagenariae* が発生した。鳥取県では急性萎ちょうを回避するためトウガン台木に切り替えたが、これにもつる割病が発生し、*F. oxy. f. sp. niveum* と同定された。抵抗性品種の罹病化や台木の発病は起こりうる現象であるから、常に警戒の必要がある。

7 農薬の使用規制強化

土壤病害に対する最も効果的な薬剤処理はクロルピクリン、臭化メチルのくん蒸であるが、民家の近くではくん蒸の実施は禁止されている。また、各種作物のべと

病、疫病などに用いられるジネブ、マンネブ、TPN、あるいはブドウ晩腐病に使用される有機ヒ素剤は最近使用回数、収穫前の使用可能時期が厳しく規制されている。細菌病に対し効果の高いストレプトマイシンの使用規制も厳しく、キュウリやレタスの細菌病には使用できない。トマト細菌病で全国的に発生が激化しているかいよう病に対しては抗生物質ノボピオンが卓効を示すが、採種用トマトにしか使用できない。ネギさび病も重要病害であるが、卓効のあったシクロヘキシミドが登録失効し、ジネブ、マンネブで防除しているが効果は不十分である。

8 社会・経済的要因

難防除として最も問題となる土壤病害は連作が大きな誘因となる。したがって非宿主植物との輪作によって発生を軽減させることが可能であるが、流通上の理由から他の作物に変換することは困難なことが多い。連作によって土壤病害が激化することは分かっているが作らざるを得ない。抵抗性品種の利用が普及しないのも、流通上の理由が大きい。米の生産過剰により水田転作が義務付けられたが、低湿地で発生しやすい難防除病害、立枯性疫病、軟腐病などが問題になっている。施設栽培では石油価格の高騰により暖房の節約を行わざるを得なくなり、それがハウス内部の低温、多湿を助長し、斑点細菌病、べと病、疫病、灰色かび病などの難防除病害を誘発している。果樹の胴枯性病害の防除には、冬期に発病部位を削り取り、薬剤を施用することが不可欠である。また紋羽病の発生初期には根圏を掘り起こし、有機物の施用や薬剤処理によって治療も可能である。しかしこれら

の防除作業は労力が掛かり、兼業農家では実施ができない。マイナークロップに登録農薬がなく困っている。薬剤の有効性は分かっているが、メーカーは登録に必要な色々の経費を考え、登録に積極的でない場合も多い。

III 難防除病害に対する対策

第1表に示すように、難防除の理由として、①農薬がない、②効果不足、③農薬の使用規制が圧倒的に多い。そのことはまた安全で効果が高く、使いやすい農薬への渴望が極めて強いことを示している。しかし、新規化合物を登録するための毒性関係データの要求はますます厳しくなっており、それに要するばく大な費用のために、農業開発は極めて困難な情勢にある。したがって難防除病害に対する新しい農薬が登場する期待は薄く、総合的防除を工夫せざるを得ないと考えられる。その柱となるべき生物学的防除法とその問題点を第2表に示した。

1 抵抗性品種・台木の利用

難防除病害を対象とした抵抗性育種では、トマトが最も進んでいる。TMV・萎ちょう病・半身萎ちょう病・葉かび病・斑点病・輪紋病・ネコブセンチュウなどが対象になっており、抵抗性で良質な品種が育成されている。最も防除しにくい萎ちょう病については、前述のようにレースJ₁に対する抵抗性しか持たないので、レースJ₂の発生が問題になっている。そこでJ₂に対する抵抗性系統を利用して実用品種の育成も行われている。しかし市販の抵抗性品種と称するものの中には、種苗会社で育成し、十分抵抗性が検定されていないものもあるので、注意しなければならない。今後は幾つかの病害に抵抗性を示す複合抵抗性品種が実用化される必要がある。

ナスではトマトに比べ抵抗性育種が遅れ、ほとんどが抵抗性台木の利用である。青枯病に対し抵抗性品種として興津1号があるが、形質に難点があり、実用されていない。台木としてツノナスが利用されているが、罹病化する場合もある。半枯病、半身萎ちょう病には耐病VFナスという種間雑種があり、台木として利用できるが、やはり罹病化することがある。

キュウリではまだ抵抗性品種が育成されていない。ようやくつる割病、べと病、斑点細菌病で育種素材になりうる系統が発見された段階である。

スイカでも抵抗性実用品種はほとんどなく、台木の利用が盛んである。ユウガオ台が普及したが、ユウガオつる割病あるいは原因不明の急性萎ちょう症が発生した。また、カボチャ台木の利用も行われているが、つるぼけや果肉劣化を起こしやすい。

キャベツでは萎黄病抵抗性品種が育成されているが、

第2表 生物学的防除法とその問題点

防 除 法	問 題 点
1 品種抵抗性の利用 TMV, 青枯病, 萎ちょう病など	(1) 品質, 収量 (2) レース
2 抵抗性台木の利用 フザリウム病, 青 枯病など	(1) 台木を侵すレース (2) 品質の劣化
3 生態的防除 作期移動, 輪作, 施肥, 環境条件	(1) 栽培上困難 (2) 経済的困難
4 生物的防除 弱毒ウイルス・拮 抗微生物の利用	(1) 利用生物の大量増 殖, 施用法 (2) 経済的困難
5 物理的防除 光質利用, 熱処理	(1) 紫外線カットフィ ルム—品質劣化 (2) 太陽熱利用—露地 では困難

結球性、品質に難点がある。黒腐病、根こぶ病に対する育種はまだ進んでいない。

ハクサイでは 1950 年に軟腐病とモザイク病に強い平塚 1 号が育成され、その後この品種を親として多くの抵抗性品種が育成利用されている。しかし、最大の病害根こぶ病にはまだ抵抗性品種が見いだされていない。

ダイコンでは萎黄病、モザイク病に対しみの早生系に強い品種があり、これを親として抵抗性品種の育成が進められている。

2 生態的防除

アブラナ科野菜のウイルス病防除に、作期を遅らせてアブラムシの加害を回避することは既に利用されている。最近根こぶ病についても、遅まきが発生を抑えることが分かった。滋賀県農業試験場ではこれを利用し、人工光下で短日育苗することにより、カブ根こぶ病の発生を著しく軽減させることに成功した。

ほとんどの病気は多肥栽培で多発するので、多肥は避けたほうがよい。有機物の施用は概して土壤病害を軽減させる。茨城県農業試験場は豚糞の 2~10 t/10 a の施用により、キュウリつる割病を防除できることを明らかにした。しかし、ダイコン萎黄病、ジャガイモそうか病では効果がなかった。有機物、作物、病害の種類によって効果が異なるので、更に研究を行う必要がある。

輪作もまた土壤病害防除には有効な手段である。しかしその効果は作物の組み合わせ、病気の種類によって異なるので十分な検討が必要である。

最近、施設栽培における環境条件と病害発生との関係が野菜試験場で検討され、キュウリ斑点細菌病・べと病、トマト疫病などの好湿性病害は通風と暖房によってハウス内の湿度を 90% 以下に制御できれば多発を回避できることを実証した。

3 生物的防除

最近、弱毒ウイルス利用によるウイルス病防除の研究が盛んである。トマトの TMV については既に数県で実用化試験が行われている。この方法は植物があるウイルスに感染していると、後から感染しようとする近縁ウイルスの感染・増殖が抑制される現象を利用している。専用の増殖施設にトマトを栽培し、これに弱毒ウイルスを接種増殖させ、その磨砕る過汁液にカーボランダムを混ぜ、高圧噴霧機で栽培トマトに噴霧接種を行う。現在実用化の段階にあるのはトマト TMV だけであるが、カンキツトリステザウイルス、カボチャモザイクウイルス、スイカ緑斑ウイルスでも弱毒株が得られている。生きているウイルスを利用するだけに実用化のためには、①弱毒株が強毒株に変化することはないか、②弱毒株が他の

作物に入った場合の影響、③弱毒株と他のウイルスとの混合感染で病徴が激化しないか、④弱毒株を大量に増殖できるか、などについて精細な研究が必要である。

拮抗微生物の利用による病害防除も古くて新しい問題である。昭和 40 年ごろタバコ試験場 大島によって *Trichoderma lignorum* がタバコ白絹病の防除に利用できることが明らかとなり、胞子の乾燥粉末剤が市販された。しかし、土壤条件により効果が不安定なことから、岡山県内の一部を除きほとんど使用されていない。最近イスラエルなどで、*Trichoderma harzianum* を菌核病やリゾクトニア病の防除に実用化しようとする試験が行われている。この方法は拮抗菌の大量培養、拮抗菌を対象は場に長く定着させられるかなどが問題である。四国農業試験場 本間らはトマト萎ちょう病に対し、*F. oxysporum* のトマトを侵さない分化型菌の前接種によって、防除できるという実験結果を発表した。更に最近農事試験場 小川らはサツマイモつる割病菌の中から非病原性の菌株を発見し、その胞子懸濁液に定植前の苗を浸漬させ、つる割病に対する効果を認めている。これらの方法は拮抗菌を土壤に投入するよりも実用性が高い。カンキツかいよう病やネオ白菜枯病のような地上病害でも拮抗菌の利用による防除が研究されているが、まだ実験の範囲を出ない。

4 物理的防除

糸状菌の胞子形成が、光の影響を強く受けることは昔から分かっていた。最近、光の波長と胞子形成について世界的に研究が進み、日本においても東北農業試験場 本田らにより新しい知見が得られている。野菜の菌核病菌は発芽すると柱状体を生じて子のう盤を形成するが、370 nm 以上の長波長域の照射では子のう盤を形成しない。また灰色かび病菌は、355 nm 以上の長波長域では胞子形成が阻害される。そこで 370 nm 以下の紫外光は透過しないような塩化ビニルフィルムの被覆下でキュウリを栽培したところ、菌核病も灰色かび病も著しく減少した。このほか、*Alternaria*、*Peronospora* などの胞子形成も光の制御によって抑制することができる。最近は光源開発技術が進み、また光質を変えるフィルムも開発されているので、光による病害防除の実用化も可能性が高い。

物理的防除のうち最も実用化が期待できるのは、太陽熱利用による土壤消毒である。昭和 49 年奈良県農業試験場で始められ、その後全国的に試験が行われるようになった。既にかなりの県で実用化されている。昭和 53、54 年に行われた関東東山東海地区の連絡試験では、稲わら 1~2 t/10 a、石灰窒素 100~150 kg/10 a、灌水 1 回、7~8 月に処理、期間 20~30 日、ポリエチマルチなどの

第3表 太陽熱利用による土壌病害防除に関する関東東山東海地域連絡試験結果 (1980, 加藤)

病名	県名										
	埼玉	神奈川	千葉	茨城	栃木	群馬	長野	愛知	三重	岐阜	
トマト萎ちょう病			△			○		○	×	◎	
トマト褐色根腐病			○		○	○					
トマト軟腐病								△			
トマト青枯病		?		○		?	×	×			
ナス半身萎ちょう病	◎										
キュウリつる割病				◎						◎	
イチゴ萎黄病								○	△		
イチゴすくみ症		○									
ピーマン疫病				◎							
エンドウ立枯病				◎							

注 昭和 53, 54 年度試験, ◎: 効果高い, ○: 効果かなり高い, △: 効果低い, ×: 効果なし

処理でハウス外の平均気温が 25°C 以上あれば、ハウス内の 30 cm までの地温は 40°C 以上に達する。その積算時間は茨城、埼玉両県で 500~700 時間、愛知、三重両県で 200~400 時間であった。このようなハウスの蒸し込みによる防除効果を要約したものが第3表である。

- ① ほぼ完全に防除できる: キュウリつる割病, ナス半身萎ちょう病, ピーマン疫病, エンドウ立枯病
- ② 発病抑制効果の高いもの: トマト褐色根腐病, イチゴ萎黄病
- ③ 初期発病を抑制するが後半ひどくなるもの: トマト萎ちょう病
- ④ 効果の期待できないもの: トマト青枯病, 軟腐病となっている。露地については試験例が少なく, 明らかではないが, ネギ黒腐菌核病には顕著な効果が認めら

れ, 石灰窒素と灌水を併用すれば, 根こぶ病にも効果がある。しかし, ダイコン萎黄病では効果が認められなかった。

おわりに

難防除の主たる原因として, 農薬がない, 効果不足, その使用規制が挙げられている。これらの問題は早急に解決の見通しが無い以上, 生物学的防除法に頼らざるを得ない。これらの方法は単独では不十分な効果しか挙げられないか, あるいはデメリットの多い方法である。したがって個々の方法を組み合わせ, 結果として十分な効果を挙げ, デメリットを減らすような工夫をしなければならぬ。そのためには, 総合的防除法確立のための組み立て試験, 実証試験が必要であろう。

次号予告

次7月号は下記原稿を掲載する予定です。

- 野菜類を加害するミナミキイロアザミウマ 工藤 巖
- 静岡県におけるミナミキイロアザミウマの発生と温室メロンの被害 池田二三高
- 高知県におけるミナミキイロアザミウマの発生と果菜類の被害 松崎 征美
- 鹿児島県におけるミナミキイロアザミウマの発生と野菜類の被害 堀切 正俊
- ハトムギの病害虫 出射 立・坪井昭正
- 植物ウイルスの感染部位と組織内伝播 江原 淑夫
- 血清学的検出手法による CMV 野外保毒植物の探索 大木 理・匠原監一郎・前田豊美・井上忠男

アメリカカリフォルニアにおけるチチュウカイミバエの発生

- 梅谷献二・尊田望之・石田里司
- 北海道におけるジャガイモ半身萎ちょう病の発生 齊藤 泉・高桑 亮・山田英一・高倉重義
- 植物防疫基礎講座
- 農作物に被害を与える変形菌の見分け方 中川 九一
- 変法山中氏法による細菌のべん毛染色 白田 昭・後藤正夫
- 発生予察へのコンピューター利用(2) 一電卓・マイコンの利用一 野田 博明
- 定期購読者以外の申込みは至急前金で本会へ
- 1部 400円 送料 45円

中国から導入したヤノネカイガラムシの寄生蜂

静岡県柑橘試験場 にし西 の野 みさお操
 農林水産省果樹試験場口之津支場 たか高 き木 かず一 お夫

我が国のカンキツ類の重要害虫であるヤノネカイガラムシは、桑名(1923)によると1907年に長崎県で初発見された。桑名(1931)は、本種の原産地は中国揚子江上流のカンキツ生育地帯と推定している。本種が日本で発見されてから、既に70年余り経過しているが、有力な天敵は発見されていない。このようなわけで、戦前から戦後にかけて本種の寄生蜂を、その原産地と思われる中国から日本に導入しようということを、柑橘業界をはじめ多くの有識者が渴望してきたが、現在まで実現しなかった。

静岡県柑橘試験場では、ヤノネカイガラムシの天敵を中国で探索し、導入しようという計画を具体化し、静岡県の昭和55年度事業として今回実現した。

中国での天敵の探索と導入は静岡県と日中経済協会との共同事業とし、中国側との折衝は、日中経済協会が窓口になって中国国務院農業部と折衝した。昭和55年3月より中国側との折衝に入り、訪中の日程、天敵採集地、技術交流方法、静岡県より中国に提供する天敵などについて中国側に要請した。更に昭和55年の5月、静岡県の山本知事が訪中した際に、静岡県と中国とのカンキツ害虫の天敵利用技術交流について余秋里副首相との間に基本的合意が得られた。このような経過を経て、中国農業部が深い理解を示されて、中国での天敵の探索と採集、導入が許可された。

訪中団の名称を、“静岡県、柑橘害虫天敵利用技術交流団”とした。訪中団のメンバーは静岡県から西野操(団長)、増田勇(副団長、みかん園芸課)、松本周治(団員、静岡連)、杉山晴信(団員、農業経営士)の4人と静岡県のこの事業に農林水産省農林水産技術会議も協力することになり、訪中団の顧問として、筆者の一人高木一夫が加わった。訪中日程は中国側の指示で、昭和55年9月16日から10月5日までの20日間であった。中国現地での天敵採集、技術交流には、増田、松本、杉山の各氏の協力に負うところが大きかった。

今回の訪中は、日中経済協会、農林水産省国際部企画

Parasites of Arrowhead Scale, *Unaspis yanonensis*
 KUWANA Introduced from People's Republic of China
 By Misao NISHINO and Kazuo TAKAGI

課中尾昭義氏、農事試験場長岸国平博士、農業技術研究所昆虫科長梅谷猷二博士、果樹試験場保護部長奥代重敬氏、同口之津支場長山田駿一博士、前静岡県農林水産部長石川博司氏、前みかん園芸課長沢井毅氏、静岡県柑橘試験場長野呂徳男氏、静岡県柑橘農業協同組合連合会など多くの方々の協力と援助によって実現したことを記して感謝の意を表する。

中国での天敵の探索と日本への導入については、中国農業部植物保護局副局長裴温氏、農業部外事局時輝女史、農業科学院生物防治研究室 柑橘研究所、四川、広東、浙江の各省の農業庁、各省農業科学院、研究所の方々の献身的な協力によって成功したことに感謝する所である。

I 中国におけるヤノネカイガラムシの 生息分布と寄生蜂の採集地

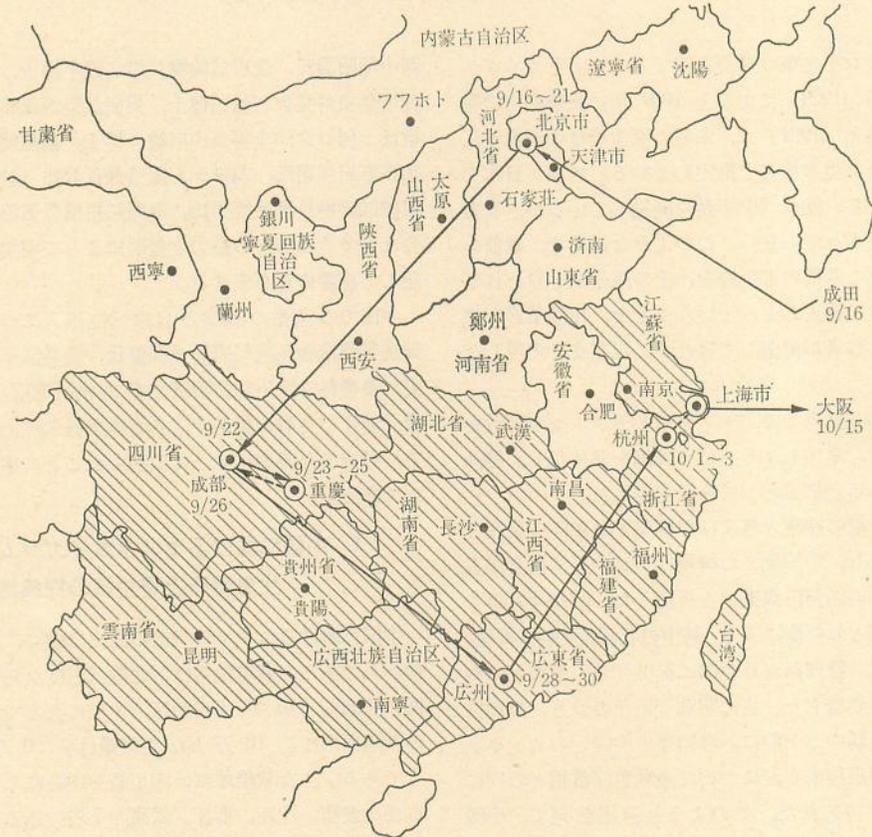
中国におけるカンキツ栽培の歴史は古く、約4,000年前からである。栽培地帯は、北緯19度から37度の範囲に分布し、16省、1自治区、1市に及んでいる。現在の栽培面積は約18万ha、生産量は約50万tのことである。主な栽培地は、四川省を中心にして、福建、広西、湖南、江西、浙江、広東の7省である。

訪中前に静岡県から中国に要請した天敵採集地は、静岡県の気象条件と、立川(1964)などの天敵に関する資料から、四川省を重点にして、浙江省、広東省、広西壮族自治区、湖南省であったが、北京到着後、農業部との折衝の結果、四川省重慶市、成都市、広東省広州市、浙江省建德県、上海市などの国营農場、市営農場、人民公社のカンキツ園で採集を行った(第1図、第3表)。

中国のヤノネカイガラムシ生息地域は、農業科学院柑桔研究所(重慶市)王代武氏の説明では第1図のように、カンキツ類の栽培地のほぼ全域に生息している。本種の生息分布は広いが、重要害虫になっていない。各地のカンキツ園を観察したが、本種によって、葉、枝、幹の枯死などの被害は認められなかった。また本種に対する殺虫剤の散布もほとんど行われていない。このことは、後で述べる寄生蜂によって発生密度が相当抑圧されている可能性を示唆する。

中国における本種の発生時期、世代数について、柑桔研究所の黄良焄氏らの研究結果を示すと第1表のとおりである。甘肅省、陝西省は年2世代で、神奈川県に似ている。四川省から貴州省では、2~3世代で、静岡県から鹿児島県とはほぼ同じである。福建省から雲南省は3~

4世代で、日本ではこのような地域はない。本種が2~3世代繰り返す地帯の年平均気温は日本の当該地域のそれよりやや高いが、この原因は冬の温度よりも夏期の高温によるものである。導入した寄生蜂を多数採集した重慶市におけるヤノネカイガラムシの発生消長は第2図の

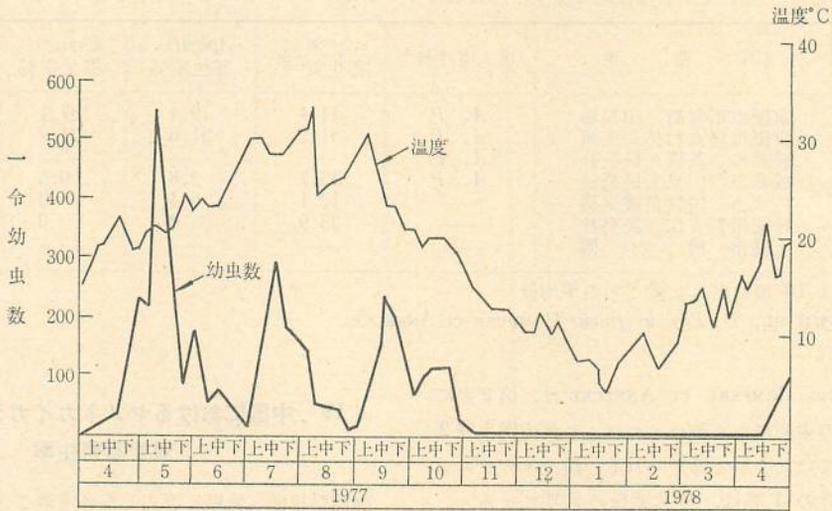


第1図 中国におけるヤノネカイガラムシの生息地域（斜線）ならびに寄生蜂の採集地

第1表 中国各地におけるヤノネカイガラムシの繁殖期と世代数

地 区	緯 度 (北緯)	平 均 温 度			繁 殖 期	世 代 数
		年	1月	7月		
甘 肅 武 都 陝 西 漢 中 湖 北 重 慶 湖 南 宜 昌	33° 23'	14.9	3.0	25.2	5~9	二世代
	33° 00'	14.4	1.9	25.9	5~9	〃
	29° 00'	18.1	7.5	28.6	4/下~10/上	二~三世代
	30° 42'	16.9	4.7	28.3	〃	〃
江 浙 西 新 貴 州 貴 州 廣 東 廣 州	28° 15'	17.2	4.6	29.5	〃	〃
	27° 64'	17.9	5.1	29.6	〃	〃
	28° 40'	17.2	6.0	27.9	〃	〃
	26° 10'	15.8	5.4	24.0	〃	〃
雲 南 靈 山 廣 西 普 寧 雲 南 景 洪	23° 64'	21.3	12.9	28.4	3~11	三~四世代
	22° 16'	21.7	12.9	28.4	〃	〃
	23° 18'	21.3	12.9	28.3	〃	〃
	21° 50'	21.7	15.5	25.1	〃	〃

(黄ら, 1980)



第2図 ヤノネカイガラムシ1令幼虫の発生消長 (黄ら, 1980)

とおりである。1令幼虫の発生は静岡県よりやや1か月早く、各世代のピークも早い、発生型はほぼ同じである。したがって、導入した寄生蜂は、日本のヤノネカイガラムシの発生型に十分同調できるものと考えられる。

II 中国におけるヤノネカイガラムシの天敵

中国における本種の天敵相については、訪中前から大変興味のある問題であった。柑桔研究所の王代武氏によると、既知の天敵としては、第2表に示した捕食虫3種、寄生蜂4種であることが明らかにされた。現在これらの天敵利用の研究が進められていた。

III 中国での採集と導入した2種の寄生蜂

第3表に示してある各地の人民公社のカンキツ園に入り、ヤノネカイガラムシの発生の有無や多少を観察し、払い落とし法によって寄生蜂生息の有無を調べるとともに、ヤノネカイガラムシ成虫の寄生蜂脱出孔などを観察して、寄生蜂の存在の有無、多少を調査した。

中国に渡って初めて飛び込んだ重慶市の国营農場カンキツ園で *Aphytis* 属と *Phycsus* 属の2種の寄生蜂を多数発見し、採集できたことは大変幸運であった。このカンキツ園は、農業科学院柑桔研究所の保護研究室で、既に寄生蜂が生息していることを確認していた園であった。

現地で採集したヤノネカイガラムシ寄生葉の一部は、本種の寄生部位のみを切り抜き、1日風乾して、蜂蜜を含ませた木綿を入れた羽化びんに収納して導入した。採集した大量のヤノネカイガラムシ寄生葉は、2日間風乾して、紙袋に収納し、更にビニール袋に入れて密閉し

て、日本に空輸したり、筆者らが持参した。この二つの方法のうち、寄生葉のままを多量に導入した方法のほうが多数の寄生蜂を羽化させることができた。中国各地での寄生蜂の採集地及び導入した寄生蜂は第3表のとおりである。

静岡県柑橋試験場へ輸入したヤノネカイガラムシは、43,485頭、このヤノネカイガラムシから羽化した寄生蜂は、*Aphytis* sp. 735頭、*Phycsus* sp. 569頭であった。果樹試験場口之津支場へは、ヤノネカイガラムシ1,327頭、これより羽化した *Aphytis* sp. 35頭、*Phycsus* sp. 163頭である。

導入した寄生蜂について、愛媛大学助教授、立川哲三郎博士に同定を依頼した結果、*Phycsus* については、*Phycsus fulvus* COMPERE et ANNECKE であることが確認され、同博士によって和名は、ヤノネツヤコバチ(新称)と命名された。*Aphytis* については、第2表に示してある *Aphytis chrysomphali* MERCET ではないかと思われるが、現在同定中である。

第2表 中国におけるヤノネカイガラムシの天敵

中国種名	学名
整胸寡節瓢虫	<i>Telesimia emarginata</i> CHAPIN
湖北紅点唇瓢虫	<i>Chilocorus hupohanus</i> MIYATAKE
日本方頭甲	<i>Cybocephalus nipponienus</i> ENDRODY-YOUNGA
黄金蚜小蜂	<i>Aphytis chrysomphali</i> MERCET
雌蚧体内寄生蜂二種	(学名待定)
雄蚧寄生蜂	(学名待定)

中国農業科学院柑桔研究所 (1977~1978) の調査結果による。

第3表 中国各地で採集、導入したヤノネカイガラムシの寄生蜂と寄生率

採集月日	採集地	導入寄生蜂*	ヤノネ 寄生数/葉	<i>Aphytis</i> 寄生率%	<i>Phycus</i> 寄生率%	<i>A. P</i> 寄生率%
9/24	重慶市市営縉之山農場	<i>A. P</i>	44.4	19.4	37.1	57.1
9/25	重慶市国立柑桔研究所	<i>A. P</i>	51.2	31.6	21.7	53.2
9/27	成都市茶店人民公社	<i>A. P</i>	—	—	—	—
9/27	成都市山泉人民公社	<i>A. P</i>	43.7	2.8	0.5	2.8
9/30	広州市国营黄陂果園	—	12.1	6.4	0	6.4
10/3	建徳県新安江人民公社	—	33.9	0	0	0
10/4	上海市植物園	—	—	—	—	—

注 寄生率は 10 葉抽出した葉ごとの平均値

* *A*: *Aphytis* sp., *P*: *Phycus fulvus* COMPERE et ANNECKE

Phycus fulvus COMPERE et ANNECKE は、第2表に示した中国側の説明による雌カイガラムシ体内寄生蜂2種の中の1種ではないかと考えられる。雌カイガラムシ体内寄生蜂の他の1種は、王代武氏の説明によると、*Cocophagoides* sp. または *Cocophagus* sp. ではないかと思われたが、今回導入したヤノネカイガラムシからは、この属の寄生蜂の羽化はなかった。次の機会に再び調査したい。

導入した寄生蜂は、現在静岡県柑橘試験場と、農林水産省果樹試験場口之津支場の隔離飼育室にて、日本のヤノネカイガラムシを餌として累代飼育を実施しながら、個生態学的な諸調査を実施している。

Aphytis sp. は静岡県柑橘試験場での調査では、25°Cで1世代に15~20日を要し、1980年10月から現在(3月)までに約8世代を経過している。雄成虫は極めて少なく、主として産雌性単為生殖を行っているものと考えられる。本種は、ヤノネカイガラムシの未成熟成虫や成虫のカイガラ内の虫体の腹面に産卵し、ふ化した幼虫は、虫体の下部からヤノネカイガラムシの体液を吸汁し死亡させる。成虫の寿命は約20日で産卵数も多く、寄生率も高い。

P. fulvus は、25°Cで1世代に約30日を要し、現在(3月)までに約6世代を経過している。本種はヤノネカイガラムシの未成熟成虫、成虫のカイガラの外から直接体内に産卵し、体内でふ化した幼虫は、虫体内で発育し羽化脱出する。成虫の寿命は約30日であり、寄生率も高い。

この2種の寄生蜂が、我が国のヤノネカイガラムシ生息地帯で越冬が可能か否かが重要な問題であるが、静岡県柑橘試験場での隔離室内での低温実験では相当低温でも生在している。また寄生蜂の採集地は冬の最低気温が-2~3°Cに低下する重慶市、成都市であることから、日本でも十分越冬できるものと思う。

IV 中国におけるヤノネカイガラムシに対する寄生率

静岡県柑橘試験場に導入した各産地ごとのヤノネカイガラムシに対する2種の寄生蜂の寄生率は第3表のとおりである。重慶市での寄生率が高く、*Aphytis* sp. の最大寄生率は65.5%、平均19~30%、*P. fulvus* の最大58.7%、平均20~37%であった。成都市、広州市のものは寄生率が低かった。現地では、2種の寄生蜂が共存しているため、2種合計の寄生率は、最大約80%、平均50~60%であった。*Aphytis* sp. では寄主に対するfeedingによる寄主体の死亡もあるので更に天敵としての力は大きいものと考えられる。

これらの結果と、現地でのカンキツ園の観察調査からみて、2種の寄生蜂は、ヤノネカイガラムシに対する大きな生物的環境抵抗になっていると考えられた。今回筆者らが導入した2種の寄生蜂が我が国に定着すれば、ヤノネカイガラムシの生物的防除も極めて有望になるものと期待している。

V 中国との天敵交流の問題

北京での中国農業部植物保護局、中国農業科学院生物防治研究室との技術交流の際に、中国側が天敵交流の問題について明らかにした点は次のとおりである。

中国は1980年に資源保護と四つの近代化を進めるために、中国農業科学院に生物防治研究室(室長 邱式邱氏)を設立した。天敵の諸外国との交流を統一的行うために、三つの原則を決めた。①中国での天敵の採集や中国からの導入は、農業科学院生物防治研究室を窓口にする、②天敵の交流は科学的で互いに交換するようになりたい、③中国から天敵を導入する場合、中国国务院農業部の許可が必要である、というものである。今後中国との天敵の交流は以上の3原則に従うことが必要である。

オオムギうどんこ病における感染機構

岡山大学農学部植物病理学研究室 大 内 成 志

はじめに

自然の植物は進化の過程で環境に適応するとともに、病原菌や害虫に対する色々な物理的・化学的抵抗機構を獲得してきた。病原菌はこのような宿主の抵抗機構を避け、または打破するような特別なしくみを持つことによって病原菌として機能し、種として存続しているのである。

あらかじめ非親和性菌や弱毒株を接種した植物には抵抗性が誘導されて、後に接種した親和性菌や強病原力株の感染が妨げられるという事実は今世紀初頭から知られており、その生化学的機序についても過去 20 年ほどの間にかなり明らかにされてきた。このような抵抗性誘導は、主動・微動を問わず抵抗性にかかわる遺伝子のかなりの部分が誘導的に作動することを示唆するのであって、病原菌はそのような遺伝子の作動を抑制するようななんらかのしくみを持たなければならないことを意味する。そして親和性菌によって抵抗反応が抑制された宿主細胞には、非親和性菌が感染できるはずである。この仮説を証明するにはオオムギうどんこ病は好個の材料であった。それはこの病原菌が純寄生性であって、前接種菌によって細胞が殺されることがないという利点もしかることながら、遺伝子構成の明確な宿主品種・病原菌レースの組み合わせを用いて感染相互反応が観察できるからである。

ここではオオムギうどんこ病の感染機構研究の最近の動向を、病原性機構に重点を置いた筆者らの研究も交えながら紹介してみたい。

I 病原菌—分化型とレース

イネ科植物を侵すうどんこ病菌 *Erysiphe graminis* DC. (以下、*E. g.* と略す) はその寄生する宿主によって、コムギにつく *E. g. f. sp. tritici*, オオムギに寄生する *E. g. f. sp. hordei*, エンバクの *E. g. f. sp. avenae*, ライムギの *E. g. f. sp. secalis* などの分化型 (*forma specialis*) に分けられる。そしてそれら分化型の中に品種によって病原力を異にする多数のレースが存在することは周知のとおりである。事実 ml-O 遺伝子を持つ品種に病

原性のあるレースが発見されていないと言う例外を除けば、今まで育種に利用されてきたすべての抵抗性遺伝子に対して病原性を示すレースが見いだされている。日本においても例外ではなく、日浦は栽培されている 146 品種の中に 17 の抵抗性遺伝子を同定するとともに、それら品種を侵す 11 のレースがあることを明らかにした⁴⁾。そしてこれら品種とレースの間には遺伝子対遺伝子 (*gene-for-gene*) の関係が成り立ち、両者の遺伝子組成によって親和性が決定されるのである。

それでは、このような分化型やレースはどのようにして出現するのであろうか。日浦は極めて長期間にわたって成し遂げられたであろう分化型の確立過程をほうふつとさせるような見事な実験をした⁵⁾。まず上述の諸分化型の交配を試み、*E. g. tritici*, *E. g. secalis* 及び *E. g. agropyri* (カモジグサうどんこ病菌) は相互に交雑して成熟胞子を形成するが、*E. g. hordei* とこれら 3 菌の交配では子のうが成熟しないなど、分化型間には色々な段階の生殖的隔離があることを明らかにした。そして *E. g. tritici* と *E. g. agropyri* の交配によって得られた雑種分離株を、多くのコムギ品種、カモジグサ系統に接種し、特定の品種または系統に対する病原性株と非病原性株の分離比を調べた結果から、これら分化型の病原性には多くの遺伝子が関与していることを明らかにし、また雑種菌をコムギまたはカモジグサ上で継代培養すると、それぞれコムギまたはカモジグサにだけ病原性を示す菌系が優勢となり、両植物に病原性を持つ菌系は生き残らないことを見いだした。これは例えば、コムギに対する病原性遺伝子を多く持つと、それに相当する量のカモジグサに対する非病原性遺伝子を持つことになるといった宿命的な結果であって、雑種の低適応性の実証にほかならない。コムギ農林 4 号のように多くのレースに侵される品種でも、雑種の持つ非病原性遺伝子で探索してみると、実に多くの共通した抵抗性遺伝子を持っていることが分かる。すなわち *E. g. tritici* は突然変異や組み換えなどととも、そのような抵抗性遺伝子による選択を受けながらコムギに適応したものである。

これら一連の研究から、日浦は "*E. graminis* の野性型はもともとメンデル型の集団であって自由に交雑していたが、特定の宿主に寄生するのに有利な突然変異株の出現、それらの交雑と超越分離、宿主による選択などを

通じて寄生性が分化するとともに、生殖的隔離が野性型への復帰を妨げ、分化型が確立した。そしてレースは分化型間の生態種であって、遺伝子交換によって新レースが形成される”と結論している。ちなみに通常の突然変異率は 10^{-6} ~ 10^{-7} のレベルであるが、うどんこ病菌のように流行すると極めて多量の胞子を形成し、純寄生性の菌では変異の蓄積も速やかであると考えられる。例えば LEIJERSTAM (1972) の計算によると、中程度罹病畑におけるコムギうどんこ病菌の突然変異量は $1,000 \sim 2,000 \text{ lows}^{-1} \text{ha}^{-1} \text{day}^{-1}$ である¹¹⁾。

II 病原菌の感染行動と宿主の反応

1 胞子発芽と付着器形成

感染の第一段階は病原菌胞子の発芽であるが、*E. graminis* で発芽能力のあるのは、鎖状に形成された胞子のうち下部成熟胞子に限られているので、発芽率は低い。しかし、接種後 7~8 日の菌叢上胞子をいったん吹き飛ばし、12時間ほど置いて形成された新しい胞子を接種すると 80~90% の発芽率を示す。うどんこ病菌は水に懸濁できないので、通常は筆、脱脂綿球などを用いて乾いた状態で接種するが、まれには perfluorotributylamine のような液化不活性ガスに懸濁して接種することもある。

接種胞子はやがて発芽するが、発芽の様相、例えば発芽管の数、形態、発芽の速度などは諸種環境条件によってずいぶん異なる。例えば高湿度下では発芽管を多数出して伸ばすが、典型的な付着器を形成しない。ムギ類うどんこ病菌では、まず第一次発芽管を出して発芽した後付着器を形成するための発芽管(付着器発芽管)を形成する。第一次発芽管の出る位置は必ずしも一定していないが、付着器発芽管は胞子の一端から出る場合が多い。胞子発芽や付着器形成は同調が難しく、かなり変動する。

一般的には発芽は2時間くらいで始まり、10時間くらいでほとんどの胞子が発芽する。付着器形成は6時間くらいで原基が固められるようになり15時間くらいで終えるが、8~10時間で成熟するものが最も多い。付着器形成も種々の要因により影響され、自然発芽においてはオオムギ葉上のワックスの物理化学的性質が重要な役割を演じている。例えば、うどんこ病抵抗性遺伝子を異にするオオムギ品種(M1-a, M1-g, M1-p, M1-k など)、コムギ品種(Pm1, Pm2, Pm3, Pm4 など)の葉上、はく離表皮、分離クチクラ上の付着器形成についてみると、品種間差異はもちろんのこと、種間差異すら認められない²⁵⁾。オオムギ菌がコムギ葉上で、またコムギ菌がオオ

ムギ葉上で同じ程度に付着器を形成するのである。したがって抵抗性遺伝子の作用は付着器形成阻害ではない。しかしながらワックスの化学的組成や物理的構造の変わった突然変異株(ecceriferum mutants)の葉上ではオオムギ菌の付着器が異常形態を示したり、成熟しないものが多いから、ワックスの質や分布状態が付着器形成に影響することは明らかである²⁵⁾。ただ、これら突然変異株に侵入した菌はコロニーを形成し、その感染型は変わらないから、ワックスそのものは抵抗反応には直接関係していないと言える。

付着器発芽管の機能が判然としているのに対して、第一次発芽管の意義については未知の部分が多い。接種後2~3時間で、細く短い発芽管が出てくるが、これが第一次発芽管*である(口絵写真①)。接種5時間でこの発芽管の下に halo が形成されることから、侵入が示唆されてはいたが、走査電子顕微鏡による観察でそれが確認された¹⁰⁾。

この発芽管を形成するのは *E. graminis* に限られるが、その感染への関与についても興味ある知見が得られている。X線マイクロアナライザーによる分析から、この発芽管が形成されると、胞子中にそれまで検出されなかった Ca が検出されるようになり、付着器からの侵入が完了するころにはそれが消失することが明らかになったのである¹⁰⁾。⁴⁵Ca を吸収させたオオムギ葉に胞子を接種し、経時的に宿主から胞子への放射能の移行を調べた筆者らの結果もこの観察を支持しているので、第一次発芽管は感染確立になんらかの役割を果たしているものと考えられる。

2 侵入

付着器を形成した胞子の大部分は、その下部より侵入糸を伸ばして侵入する。侵入部位の微細構造は、侵入糸が酵素的に細胞壁を変性させるとともに、機械的に貫せんすることを示唆している(口絵写真②)。侵入前後の宿主反応を顕微鏡下で観察すると、宿主細胞と菌は動的に攻防を展開し、感染の成否を決定することが分かる。

3 ハロー形成

病原菌侵入の指標としてハロー形成が挙げられる。罹病葉を lactophenol などで脱色した後に cotton blue や trypan blue などで染色すると円形に染まる部分で、最初は単純に菌由来の酵素による壁成分の変性に基づくも

* 機能的観点から付着器発芽管を第一発芽管とし、この発芽管を第二発芽管と名付ける人もある。しかし時間的にはこのほうが先に見られるし、その機能も無視できないと思われるので、ここには久能らの呼称¹⁰⁾に従った。

のと考えられたが、Tween 20 や glycerin などでもそれを誘導できる²⁰⁾ので、そのような考えは再検討を要することとなった。なおハローには Ca, Mn, Si などの無機イオンや蛍光物質の蓄積が認められる。いずれにしても、侵入糸がクチクラやセルロースを酵素的に分解して貫せんする過程で形成されることは確かである。種々の遺伝的背景を持ったオオムギ品種についてハロー形成率を計算してみると、いずれも 80~90% の付着器下に形成されているから、これが感染の成否に関係しているとは考えられない。

4 細胞質集積とパピラ (papilla) 形成

付着器が成熟し侵入を開始するころ (接種後 10~11 時間) に、被侵入細胞の細胞質が侵入部位に集積し、激しい原形質運動を展開する²⁾。接種後 12 時間くらい経過するとパピラと呼ばれる電子密度の高い物質が、侵入糸を取り囲むようにして沈着してくる (口絵写真③~④)。親和性菌で付着器を形成した胞子の 80~90% は侵入するが、吸器を形成するのは 50~60% にすぎない。したがって、パピラが侵入糸に対する物理的障壁として機能している可能性は高い。ただ、非親和性の組み合わせにおいても、このパピラを貫通して吸器原基を形成 (接種後 12~13 時間) しているものもあるし、感染不成功に終わる胞子でもあるものは細胞質集積とパピラ形成を、あるものは細胞質集積だけを誘導し、またなかには宿主反応を全く誘導しないものもあるなど、このパピラが絶対的障壁というわけではない。抵抗機構におけるパピラの役割については、子葉しょうと葉の場合で分けて考えなければならないが、結局その形成速度が問題なのであって、速やかに反応する遺伝子組成を持つ品種とか、同じ品種でも気孔列から離れた細胞では、統計的にパピラ形成が速やかであって、それが感染阻止に決定的役割を果たすものと考えられる。事実、あらかじめ人為的にパピラを形成させたオオムギ子葉しょうに親和性菌を接種すると、菌は侵入が妨げられ感染しないから、パピラが一般的抵抗障壁として機能することは間違いのないようである。物質の粘弾性とか密度を測定できる音響顕微鏡 (acoustic microscope) を用いて、*E. g. hordei* が貫通できる通常のパピラと、貫通できない人為的に形成させたパピラを比較した結果によると、後者は明らかに密度が高く、菌糸の機械的侵入力に対して弾性障壁として役立っていることがうかがわれた。このような物理的障壁としての意義付けもさることながら、パピラは化学的にも雑多な成分から成り、カロース、セルロース、リグニン、ズベリン、タンパク、酵素、ポリフェノールなどの有機物質とともに Ca, Si, P, Zn, Mn などの無

機物も蓄積している。これらの蓄積過程を X 線マイクロアナライザーで分析した結果によると、まず集積し始めた細胞質に Ca や P を含む小胞が現れ、それらが蓄積してパピラが形成されるようである¹⁾。

更に菌の侵入が阻止されているパピラや表皮細胞には蛍光物質が蓄積しており、その蛍光強度と品種抵抗性の間には明確な正の相関が認められる。これは主動遺伝子の機能が、パピラ形成促進を通じた貫せん阻止にあることを示した例である^{8,9)}。この蛍光物質は、その蛍光特性や組織化学反応からポリフェノールであると考えられている。

5 葉肉細胞の崩壊

さび病やうどんこ病で、非親和性レースに対する宿主反応の一つに、葉肉組織細胞の崩壊があることは古くから知られているが、最近になって抵抗反応の一つとして、葉肉細胞の蛍光反応が研究されるようになった²⁰⁾。先の表皮細胞の蛍光は接種 12 時間で観察できるが、この葉肉細胞での蛍光反応は接種 2 日後に現れ 3 日で最も強く、以後低下してくる。グルコースを与えたり温度処理 (25°C) をすると葉肉細胞の崩壊はみられず、菌の生育が促進される^{21,22)}。温度処理の実験によると、表皮細胞によく見られる弱い蛍光は、菌の生育の悪い 20°C と生育が比較的良い 25°C で同じ程度である。ところが、葉肉組織における蛍光物質の蓄積は 25°C で抑制される。これらのことから表皮細胞の蛍光よりは、葉肉組織に蓄積する蛍光物質のほうが、菌の生育阻害、つまり拡大抵抗に関係しているとされた²²⁾。

6 吸器形成

先に述べたように、親和・非親和の関係は品種とレースの遺伝子構成によって規定される。色々な品種とレースの組み合わせについて感染過程を観察すると、主動遺伝子型の感染の成否は、侵入の段階から吸器形成まで種の段階で決定されることが分かる。吸器原基の認められるのは接種後 10~12 時間であるから、感染の成否はそれ以前に決定されることになるが、事実重複接種法によって解析すると、抵抗反応は接種 6 時間で既に確立されていることが明らかになった。感染確立に成功した吸器はしだいに発達し、侵入糸との隔膜が形成されるに及んで独立した器官となる (口絵写真③, ④)。やがて特徴のある指状突起を持った成熟吸器に発達するとともに、感染成立の指標ともなる第二次菌糸を伸ばしてくる。この第二次菌糸の伸長もまた両者の遺伝子構成によってかなり厳密に支配されている。どの程度伸びたときに菌が認識され、抵抗反応を誘導するかによって感染型が決まるのである。

III 抵抗性と抗菌性物質

植物にはフェノール化合物、サポニンなどをはじめとして非常に多くの抗菌性物質が含まれており、それぞれ異なった器官で異なった機構で病原菌に対する抵抗に参与している。そしてこれらの物質は、①感染前から存在して菌の生育を阻止する *prohibitins*、②感染後量的に増加して抗菌性を発揮する *inhibitins*、③抗菌性のなかった化合物が感染・傷害などによって変化して抗菌的となる *post-inhibitins*、④感染後初めて生成される *phytoalexins*、に分けて考えられるが⁶⁾、ここでは奥の分け方¹⁴⁾に従い、先在抗菌性物質とファイトアレキシンにまとめることとした。

1 先在抗菌性物質

イネ科の作物においても、病原抵抗性に関係するとされている先在抗菌性物質 (*preformed antifungal compounds*) があって、ライムギの 2-benzoxazolinone (これは実際には分解産物であって、自然に存在するのは 2-glucosyloxy-4-hydroxy-1,4-benzoxazin-3-one の形であることが後に明らかにされた)、同じような形でコムギやトウモロコシに見いだされる 6-methoxy-2-benzoxazolinone、エンバクの *avenacin* などは古くから知られている¹⁷⁾。また最近エンバク葉から *avenacosid A* 及び *avenacosid B* が単離されている¹⁹⁾。これらの化合物は β 結合を持った配糖体として存在しており傷害の結果、出てくる β -glucosidase によって糖部分が離れ、アグリコンが抗菌性を示す。2-benzoxazolinone がコムギとともに *Hordeae* に属するライムギにあり、紅色雪腐病を原因する *Fusarium nivale* の生育を阻害する物質として分離されたのに対して、分類学的には遠いコムギとトウモロコシが 6-methoxy-2-benzoxazolinone を生産することは化学的進化の道筋として面白い。この二つの化合物が KLÖPPING をして benzimidazole の研究をさせ、1968 年に浸透性殺菌剤として現在最も広く使われているベノミルの開発へとつながったことは余りにも有名である。自然に隠された神秘を捜し当てることから防除につながった一つの例である。

オオムギについても同様な先在抗菌性物質があることが LUDWIG (1960) によって示された。播種 5 日後の子葉しょうは *Helminthosporium sativum* (斑点病) に抵抗性であるが、播種 6 日の苗は感受性になる。これらの子葉しょうを熱水抽出すると 5 日目の子葉しょうからは *Monilinia fruticola* の孢子発芽を完全に阻害する抽出液が得られたのに、6 日目の子葉しょう抽出液は阻害率 0% であった。ところがこれらの抽出液をブタノールで抽出

すると、6 日目の子葉しょうにもこの抗菌性物質が含まれていることが分かった。結局 6 日目の子葉しょうが感受性になるのは、その子葉しょう中にこの抗菌性物質の抑制物質として Ca, Mg, Mn などが含まれており、抗菌力が中和されることによることが明らかになった。*H. sativum*, *M. fruticola*, *Alternaria solani*, *Colletotrichum atramentarium* の 4 種の菌を用いた抗菌力検定から、Ca の場合には抗菌物質と 2:1 の割合で混合すると完全に中和することが示された。結局このオオムギの抗菌性物質は構造が決定され、*hordatine A*, *hordatine B* ならびにそれぞれの *glucoside* であることが分かった¹⁸⁾。

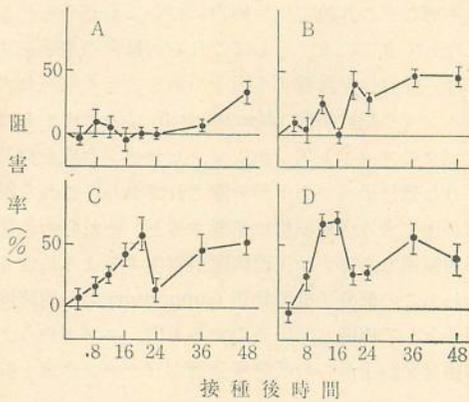
自然にみられるフェノール配糖体は通常は糖が β 結合しているのに、この *hordatine* の場合には核磁気共鳴による分析から α 結合していると考えられている。これらの化合物は *glucose* が結合しているいらないに関係なく非常に抗菌性が強い。*Botrytis cinerea*, *Colletotrichum coccodes*, *Glomerella cingulata*, *H. sativum*, *M. fruticola*, *Fusarium solani* などを用いて抗菌性を調べた結果では、大体 10 ppm 程度で孢子発芽を阻害している。この分子のうち *cinnamic acid* 部分が *trans* 型になったもののほうが活性が強く、またこれらの抗菌力は Ca, Mn, Mg などの 2 価のイオン、特に Ca で中和されるようである。*hordatines* の抗菌性の機構は明らかにされていないが、それがオオムギ、コムギ、トウモロコシなどのタンパク合成は 15% 阻害するにすぎないが、エンドウやエンバクのタンパク合成を 45~50% も阻害することは興味深い。オオムギうどんこ病菌はまず第一にこの *hordatines* のような抗菌性物質の攻撃から逃れなければならない。

2 ファイトアレキシン

植物の積極的な病害抵抗性の化学的表現型の一つにファイトアレキシンと呼ぶ一群の化合物がある。しかし、ファイトアレキシンはマメ科植物など双子葉植物において多く研究されており、イネ科において余り知られていない。水上 (1953) は *F. solani* を接種したオオムギ葉に抗菌性の検出できることを報告し¹³⁾、MILLERD ら (1955) はうどんこ病感染オオムギ葉に抗菌性物質の生成を認めている¹²⁾。

奥ら (1975) はうどんこ病菌接種オオムギ葉に明らかなファイトアレキシン活性を認め、その生成パターンは菌のレースと品種の組み合わせによって規定される抵抗性の程度を反映していることを明らかにし、うどんこ病菌感染の成否に非常に初期に生成される第一相のファイトアレキシンが重要な役割を演じているとした (第 1 図)¹⁴⁾。

EVANS らはオオムギ角斑病菌 (*Selenophoma donacis*)



第1図 うどんこ病罹病オオムギ葉中の Phgtoalexin 活性

- A: コピンカタギーレース I (感染型 4),
- B: No. 21-レース I (感染型 3),
- C: No. 241-レース I (感染型 2),
- D: H. E. S. 4-レース I (感染型 0)

を接種した抵抗性品種葉上に健全よりはるかに強い抗菌活性を認めた。薄層クロマト展開によって4種の抗菌性物質を得ている。そのうち二つは *p*-1,4-hydroxybenzoquinone 及びその酸化物 *p*-1,4-benzoquinone であり、胞子懸濁液中の濃度に換算すると、*S. donacis* の胞子発芽を前者は 15%、後者は 100% 阻害したという³⁾。他の二つの構造は未知である。

このほかに、イネ科のファイトアレキシンとしては、イネから momilactones A, B が、またエンバクから avenalumin I, II, III が純化され構造が決定されているにすぎない。avenalumin については、谷ら (1981) がエンバクさび病抵抗性の原因となりうることを明らかにしている¹⁹⁾。

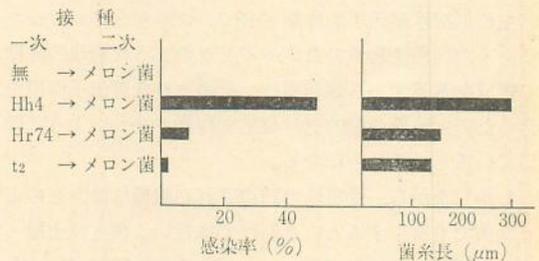
いずれにしてもオオムギうどんこ病菌は、このような先在抗菌物質の作用を受けずに、ファイトアレキシン合成を抑制するように工夫して感染を確立するのである。

IV 受容性の誘導

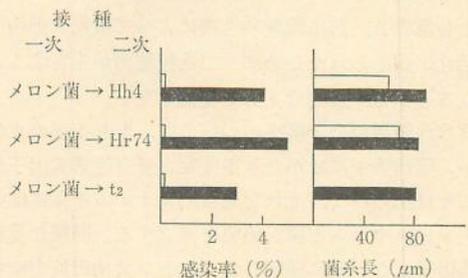
先に述べたようにムギ類うどんこ病菌の色々なレースは、特定の品種の持つ幾つかの抵抗性遺伝子を無効にするような病原性遺伝子を蓄積して、その品種に最も適したものと考えられる。すなわち、病原性レースはその品種の抵抗誘導を阻害するような遺伝子支配の巧妙なしくみを獲得しているのである。例えば、上述の抗菌性物質には感受性が低くなっているであろうし、また宿主細胞の認識を妨害してファイトアレキシン合成を抑制しているに違いない。したがって、病原性レースにより抵抗

反応を抑制した細胞には、非病原性レースが生育するようになるはずである。この考え方に立って、筆者らの受容性誘導の研究が始められた¹⁶⁾。

まずオオムギ葉に親和性のレースを接種し、48時間後にぬれた綿球で接種菌を取り除き、同じ場所に非親和菌を重複接種し、その感染率と菌糸の伸長度を調べた。その結果、二次接種した非親和性レースの感染率が有意に高くなった。この同じ部位に、普通オオムギ葉にはほとんど吸器を作らないコムギ菌や全く感染しないウリ類うどんこ病菌 (*Sphaerotheca fuliginea*) を接種しても、それらの菌が感染を成立させるのみならず、分生胞子を形成するようになる (口絵写真⑥, 第2図)。同様の結果はメロンに *S. fuliginea* を接種した後に、ムギ類うどんこ病菌を接種しても認められ (第3図), メロン上にオオムギうどんこ病菌が胞子を形成する。土屋・平田 (1973) はオオムギ葉上に形成された若いコロニーをふき取り、コムギ菌, カモジグサ菌をはじめ、49種類の双子葉植物に寄生しているうどんこ病菌を接種して、それらのオオムギ葉上での生育を調べた。その結果、30種類(種数では19)は分生胞子を形成するに至り、15種類が菌糸を伸長し、6種類の菌は生育できなかった。更にうどんこ病に



第2図 親和性うどんこ病菌により受容性を誘導したオオムギ葉上におけるウリ類うどんこ病菌の感染と菌糸の伸長
Hh4: 親和性 (感染型 4), Hr74: 非親和性 (感染型 0), t₂: コムギ菌。



第3図 ウリ類うどんこ病菌接種葉上におけるムギ類うどんこ病菌の生育

自然感染したオオバコ、クコ、ソバなどのコロニー跡に多くのうどんこ病菌を接種したところ、かなりの数の菌が、本来宿主でないこれらの植物上に寄生することが分かった²³⁾。

このようにあらかじめ親和菌が感染した葉には、非親和菌や非病原菌が生育するようになるのは、親和菌の寄生した組織細胞においては、本来異質として認識され拒否されるべき菌が許容されるように細胞調節がなされることによると考え、このような現象を受容性の誘導と呼ぶこととした。前接種から後接種までの時間を変えて、この受容性が不可逆的に確立される時間を調べてみると、15~18時間くらいであった。またこの受容性の誘導は、初期には親和菌が侵入し吸器を形成している細胞、またはその近隣細胞に限られているが、時間が経過すると葉の裏面から表面に広がり、表面表皮におけるエンドウうどんこ病菌 (*E. pisi*) の生育で検定した限りでは、7日で受容性が最高となっている。そして三重接種の結果から、受容性の誘導された細胞は、後に接種した菌を異質として認識しないことが明らかになった。

一方、非親和性菌を前接種したオオムギ葉に一定時間後に親和性菌を接種してみると、親和性菌の感染率は低下し、菌糸の伸長も抑制される。すなわち非親和性菌は宿主の抵抗性遺伝子を作動させて、ファイトアレキシンのような抗菌性物質の合成やペペラののような物理的障壁の形成を誘導する。親和菌は、そのような遺伝子作用を含めた宿主組織の動的抵抗反応を作動させないように働いているということになる。

しかしながら、受容性の誘導された組織には、どのような菌でも寄生するというわけではない。例えば土屋・平田 (1973) の結果が示しているように、同じ *Erysiphe polygoni* でも、ミヤマニガウリに寄生していたものは、受容性を誘導したオオムギ葉上で分生胞子まで形成するが、ソバからの菌は菌糸を伸ばしたにすぎず、ニワナギからの菌は菌糸すら伸ばさない²³⁾。このことは、受容性誘導細胞においてもなお異物認識能力は保持していることを意味し、前接種親和性菌によって被侵入細胞の代謝活性が弱められたために、二次接種菌が生育するようになるとする一般的考え方を支持しない。

受容性誘導の分子機序については、なお不明の点が多いが、罹病葉中にはかなり不安定な受容性誘導因子があることは明らかで、それを処理したオオムギ葉には非親和性レースやコムギ菌が感染を確立する。同様な受容性誘導因子はさび病に罹病したインゲン葉抽出液中にも見いだされており、うどんこ病に特異的な現象ではない。

また受容性の誘導については、エンドウ褐紋病、イネ

いもち病などの非純寄生性病害についても認められるようになってきている。そしてこれら病原菌の胞子発芽液中には、受容性を誘導する因子があることも知られている。エンドウ褐紋病菌 (*Mycosphaerella pinodes*) からは、エンドウのファイトアレキシン、ピサチン合成を抑制するような低分子ペプチドが分離されており、これを褐紋病菌が寄生する各種植物に処理すると、それらの植物には非病原菌であるナン黒斑病菌が寄生するようになる。すなわちこの低分子抑制物質 (suppressor) は、病原性決定因子として機能しているのである¹⁵⁾。エンドウうどんこ病菌発芽胞子からの低分子分画もピサチン合成を抑制する。

このように受容性誘導は広く認められる現象であって、感染確立の基本機構であると考えられる。

おわりに

動植物を問わず、自然においては抵抗性が原則であり、罹病性が例外である。どの特定の植物をとってみても、それを侵す病原体の数は少なく限られている。

うどんこ菌のように純寄生菌においては、寄生した細胞を殺さないで、一種の共生的関係 (偽共生) を保つような特別な生体制御機構を通じて、その例外的寄生を確立するのである。すなわち親和性のレースは、上述の受容性の誘導現象や受容性誘導因子の検出・分離によって明らかにされたように、宿主細胞の異物認識機構の作動を阻止する積極的なしくみをもって感染を確立するのである。したがって、病原菌は宿主が進化の過程で獲得してきた抵抗性の機構を無効にするような多くの遺伝子を蓄積してきたと考えることができる。そして宿主細胞と病原菌の間に確立される偽共生的関係にこそ、寄生性の本質が秘められているのである。その機序解明は単に植物病理学的興味と対称にとどまらず、新しい病害防除法確立に貢献するものと考えられる。筆者らの提唱してきた受容性の概念とその実証が、なんらかの形でこれからの病原性理論や防除理論の発展に寄与できれば幸いである。

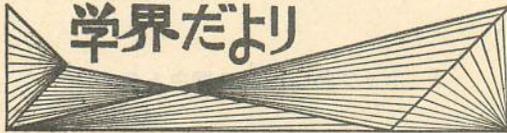
筆者らがオオムギうどんこ病を研究材料として選んだのは、平田 (天野) 幸治博士 (元新潟大学教授) によりその感染行動と宿主反応が、また日浦運治博士 (岡山大学農業生物研究所教授) によって宿主と病原菌の遺伝子相互反応がつぶさに研究されており、感染機構研究に最も適していると考えられたからである。ここに両先生に感謝をこめて、この拙稿を捧げるしだいである。

本稿を草するにあたり、本学日浦運治教授、奥 八郎教授には多くの御教示をいただき、白石友紀博士には種

種御援助をいただいた。ここに記して感謝するしだいである。

主な引用文献

- 1) AKUTSU, K. et al. (1980) : Ann. Phytopathol. Soc. Japan 46 : 667~671.
- 2) BUSHNELL, W. R. and S. E. BERGQUIST (1975) : Phytopathology 65 : 310~318.
- 3) EVANS, R. L. and D. J. PLUCK (1978) : Ann. appl. Biol. 89 : 332~336.
- 4) HIURA, U. (1960) : Ber. Ohara Inst. Landwirtschaft. Biol. 11 : 235~300.
- 5) ——— (1978) : The powdery mildews (D. M. SPENCER ed.), 101~128, Academic Press, New York.
- 6) INGHAM, J. L. (1973) : Phytopathol. Z. 78 : 314~335.
- 7) ISRAEL, H. W. et al. (1980) : Proc. Natl. Acad. Sci., U. S. A. 77 : 2046~2049.
- 8) JOHNSON, L. E. B. et al. (1979) : Can. J. Botany 57 : 497~511.
- 9) KOGA, H. et al. (1980) : Can. J. Botany 58 : 536~541.
- 10) 久能 均 (1979) : 感染機作・植物病理化学談話会 (植物感染における制御機構) 資料 : 17~24.
- 11) LEIJERSTAM, B. (1972) : Meddn. Stat. Växtskyddsanstalt 15 : 231~248.
- 12) MILLER, A. and K. SCOTT (1955) : Austr. J. Sci. 18 : 63~64.
- 13) 水上武幸 (1953) : 日植病報 17 : 57~60, 141~143.
- 14) 奥 八郎 (1978) : 植物病理化学最近の進歩 : 115~126.
- 15) OKU, H. et al. (1980) : Naturwissenschaften 67 : 310.
- 16) 大内成志 (1978) : 植物病理化学最近の進歩 : 51~61.
- 17) OVEREEM, J. C. (1975) : Biochemical aspects of plant-parasite relationships (J. FRIEND and D. R. THRELFALL, eds.), 195~206, Academic Press, London.
- 18) STOESSL, A. and C. H. UNWIN (1970) : Can. J. Botany 48 : 465~470.
- 19) 谷 利一・真山滋志 (1981) : 昭和 56 年度日本農芸化学会大会講演要旨, 583.
- 20) 豊田秀吉ら (1979) : 感染機作・病理化学談話会 (植物感染における制御機構) 資料, 35~40.
- 21) TOYODA, H. et al. (1978) : Phytopathol. Z. 92 : 359~367.
- 22) ——— et al. (1979) : Can. J. Botany 57 : 1414~1417.
- 23) TSUCHIYA, K. and K. HIRATA (1973) : Ann. Phytopathol. Soc. Japan 39 : 396~403.
- 24) TSUZUKI, T. et al. (1977) : ibid. 46 : 667~671. 43 : 202~206.
- 25) Yang, S. L. and A. H. ELLINGBOE (1972) : Phytopathology 62 : 708~714.



○1981 国際柑橘学会議のご案内

(1981 International Citrus Congress)

主 催 : 日本学術会議, 園芸学会, 国際柑橘学会日本支部, 日本植物調節剤研究協会
 日 時 : 昭和 56 年 11 月 9~14 日 (9 日—受付, 10~12 日—講演, 13 日—シンポジウム「世界のカンキツ産業」, 14 日—静岡県下カンキツ園見学)
 場 所 : 経団連会館 (東京都千代田区大手町 1-9-4,

Tel. 03-279-1411)

部 会 : ①育種・遺伝・繁殖, ②生理, ③栽培, ④病害 (部会長 宮川経邦氏), ⑤虫害 (部会長 是永龍二氏), ⑥貯蔵, ⑦加工

参加費 : 22,000 円

参加申し込み期限 : 昭和 56 年 9 月 1 日

講演申し込み期限 : 昭和 56 年 6 月 1 日

お問い合わせは : 〒110 東京都台東区台東 1-26-6 日本植物調節剤研究協会内 1981 国際柑橘学会議事務局 (Tel. 03-832-4188) または 〒424-02 清水市興津中町果樹試験場興津支場内同事務局総務部 (Tel. 03-0543-69-2111) へ

お詫びと訂正

4 月号の「タイで発生するイネ・ウイルス病」(5~10 ページ) 中, 6 ページの第 1 図, 7 ページの第 2 図の地図をそれぞれ取り違えて掲載しました。したがって, 第 1 図には第 2 図の地図が, 第 2 図には第 1 図の地図が入ります。

また, 同論文の引用文献で, 上から 6 行目, ——— et al. (1974) とありますのは, HINO, T. et al. (1974) の誤りです。

お詫びするとともに訂正いたします。

(出版部)

ホップのわい化病

麒麟麦酒株式会社総合研究所 佐々木 真津生

ホップわい化病の紹介の前に、ホップについて簡単に触れたい。ホップ (*Humulus lupulus* L.) はクワ科の多年草で雌雄異株であるが、作物として栽培されているのは雌株である。ビール醸造の原料となる穂花は未受精の雌花の集中花序で、開花後内苞及び外苞が発達し松かさを小さくしたような形をしている。ビールの苦味成分となるアルファ酸 (α 酸)、ベータ酸 (β 酸) などの樹脂成分は、苞の根元にあるルプリン腺に含まれている。ホップはつる性植物のため、高さ約 5m の棚から下げたひもにつるをからませて生育させる(口絵写真①)。冬は地上部が枯れ、地中に越冬芽を持った根(株)だけとなる。つるの生育は旺盛で、春先き伸び始めたつるが6月ごろになると1日に30cm以上伸びることもあり、7月には棚の上部に届く。一方、主茎の伸長に伴い5月末ごろから主茎の節から側枝が伸び出し、側枝から更に孫側枝が分生する。そしてこれらの枝に花芽が付き7月に開花する。花といっても花弁がなく、集中花序のため柱頭だけが多数目立つので毛花と呼ばれている。その後、苞が発達し8月中、下旬に穂花となり収穫される。ホップの栽培は冷涼な気候が適しており、世界では広く6大州、20か国以上で栽培されている⁸⁾。そのうち主産国は西ドイツ、アメリカ、チェコスロバキア、ソ連、イギリスで世界の約80%のホップを生産している。日本ではビール会社とホップ農業協同組合との契約で、北海道、東北6県、長野、山梨の1道8県で栽培されている。ホップにも栽培品種があり、我が国では主に“キリン2号種”、“信州早生種”が栽培されている。これらの品種はもともとヨーロッパの品種に由来している。

ホップにはべと病、灰色かび病、ダニなどの病虫害があり、穂花の収量低下の原因となっている。しかし、本稿で紹介するわい化病は、穂花収量を低下させるばかりではなく、ビール醸造上最も重要な苦味成分の主体となる穂花中の α 酸含量を低下させ、ホップにとって重大な病害である^{23,24)}。本病は初め病徴、伝染性、発生実態などからウイルス病と考えられていた^{23,24)}。井上ら^{5,6)}は罹病ホップからウイルスの検出を試み、インゲン初生葉に褐色えそ斑点を生じる棒状のウイルスを分離した。しかし、同様のウイルスは本病にかかっているホップからも検出され、このウイルスはホップに無病徴感染して

いるホップ潜在ウイルスであった。また、わい化病がカナムグラムに接ぎ木伝染することが分かっていたが、ほかに適当な検定植物が見付からなかったため、長い間わい化病の病原は不明のままであった^{23,24)}。その後の研究で、キュウリなど新たな宿主植物が発見されたことが契機となって急速に研究が進み、病原検出も可能となった。その結果、本病原はタンパク外被を持たない低分子リボ核酸(RNA)病原体、すなわちウイロイド(Viroid)⁹⁾であることが明らかとなった¹⁴⁻¹⁷⁾。ウイロイドはホップわい化ウイロイド(Hop stunt viroid)のほかジャガイモやせいもウイロイド(Potato spindle tuber viroid)、カンキツエクソコーティスウイロイド(Citrus exocortis viroid)、キクわい化ウイロイド(Chrysanthemum stunt viroid)、キク退緑斑紋ウイロイド(Chrysanthemum chlorotic mottle viroid)、キュウリパールフルーツウイロイド(Cucumber pale fruit viroid)、ココヤシカダンカダンウイロイド(Coconut cadang-cadang viroid)及びアボカドサンブロッチウイロイド(Avocado sunblotch viroid)の7種が報告されている。これらについてはDIENERの著書²⁾とその和訳¹²⁾、高橋の総説²¹⁾などを参照されたい。

I ホップわい化病の歴史と分布

ホップわい化病は、昭和45年山本ら²³⁾によって最初に報告された。それによると本病は昭和27年ごろ既に福島県下の栽培地で散見されていたらしい。その後昭和35年ごろから発生が目立ち始め、わい生ホップもしくは杉の木型ホップと呼ばれていた^{23,24)}。また同じころ、長野県でも同様の症状のホップが観察され、外様病と呼ばれていた。昭和41年、山本ら^{23,24)}は本病が苗で伝染することを発見し、ほ場内でも発病株が年々増加することから一種の伝染病と考え、伝染性、発生実態調査、収量及び品質への影響などの詳細な試験、調査を開始した。その結果、本病が接ぎ木及び汁液で伝染することを明らかにし、病徴などからも本病はウイルス病であると考え、昭和45年ホップわい化病(Hop stunt disease)と命名した²³⁾。

先に述べたように、日本のホップはヨーロッパの品種に由来し、また、ホップは世界各地で栽培されているにもかかわらず、これまで海外に本病発生の報告はない。

我が国では北海道、山梨県を除いた栽培地で発生が認められていたが、現在は防除対策も進み、本病がほとんど認められなくなった地域が増えてきている。

II ホップの病徴と被害

ホップの生育時期別にみたわい化病の病徴を第1表に示した。重症株の場合は4、5月の早い時期でもつる色の違い、節間の短縮などの病徴が認められる場合もあるが、普通この時期では健全ホップ*と区別できない。6、7月は病徴が最も見やすく、上部の主茎葉が下方にカールする(口絵写真⑧)。また、節間長が短くなり、摘心しなければ健全ホップでは8mぐらい伸長するのに対し、罹病ホップは高さ5mの棚によろやく到達するか、しないかである(口絵写真①)。罹病株は側枝の伸長が上部にいくほど悪く、「杉の木」型になる。8月になる

* 本稿では我が国で主に栽培されているキリン2号種、もしくは信州早生種を対象に記した。また、これらのホップはホップ潜在ウイルス⁶⁾、球状ウイルス(Prunus necrotic ringspot virus)¹³⁾に感染しており、正確には健全ホップとは言えないが、本稿ではわい化病に感染していないという意味で健全と記した。

と健全ホップは株全体が密に繁茂するが、罹病株は繁茂しないため罹病株のところだけ透けて見えたり、棚上部の繁茂が落ち込んだようになる(口絵写真②)。罹病ホップの毬花はやや小型で先細りとなり、罹病株の着花数は少ない。しかし、このような顕著な病徴の場合だけでなく、不明瞭な症状の場合も多い。また、病徴の程度は気象による影響を受けやすく、生育期が低温の年は特に不明瞭で、逆に高温少雨の年は顕著である。病徴は品種によってもその程度が異なり、キリン2号種もしくは信州早生種より顕著な症状を示す品種もあるが、逆にほとんど病徴を示さない品種もある。

罹病株の毬花収量は毬花数の減少と、毬花の小型化のため半減する。そのうえ毬花中の樹脂成分のうちβ酸含量はほとんど差がないが、α酸含量は健全毬花の1/2~1/3に低下する。これらの苦味成分にはそれぞれ三つの同族体があり、同族体の組成は健全なホップの場合は品種に特有であるが、罹病毬花ではα酸、β酸とも同族体の組成に変化が起きている(第2表)²³⁾。更に毬花の精油含量、精油組成にも健病間に差が生じ、本病がホップの外面的な病徴のみならず内面的な諸成分にまで影響を与えていることは興味深い。

第1表 罹病ホップの生育時期別地上部の病徴 (山本ら, 1970 に加筆)

生育期	健全ホップ	重症の罹病ホップ
萌芽期 (4月)	幼芽は赤みを帯びる	幼芽は赤みが淡く、生育が進むにつれて緑色となる
幼蔓期 (5月)	つるは赤みを帯びた緑色である	つるは緑色で細く、葉は早くから展開する。草丈1mぐらいから節間がつまり、主茎葉は小さい
伸長期 (6月)	主茎、側枝は赤みを帯びた緑色で、登はん毛が密生した六角形である	主茎、側枝とも退緑色で円みを帯び、登はん毛、稜線がはっきりしない 主茎葉が下方にカールする。上部側枝の伸長が悪く『杉の木型』になる
架線到達期 開花期 (7月)	主茎は収穫線に到達し、側枝の伸長もよく、繁茂し始める	主茎は収穫線に到達しない。主茎葉は正常なものより濃緑色で下方に巻き、葉身が厚くなる
成熟期 (8月)	よく繁茂し、毬花を着生する	繁茂が少なく、毬花数も少ない 毬花はやや小型となる

注 軽症株では4、5月は健全株とほぼ同じである。しかし、6月以降は重症株より軽い症状を示す。

第2表 健・病毬花の苦味酸同族体組成の比較 (山本ら, 1970)

試料	α 酸				β 酸			
	含量 (%)	組成			含量 (%)	組成		
		フムロン (%)	コフムロン (%)	アドフムロン (%)		ルブロン (%)	コルブロン (%)	アドルブロン (%)
罹病	1.8	55.5	32.6	11.9	3.2	34.9	56.9	8.2
健全	5.3	46.3	41.1	12.6	3.7	20.2	69.0	10.8

III 宿主範囲

わい化病の病原 (以下、ホップわい化ウイルスを略して HSV と記す) の自然宿主は、ホップしか知られていない。しかし、汁液接種ではクワ科 1 種、ウリ科 9 種、ナス科 1 種の計 3 科 11 種の植物が HSV に感染する^{14, 16, 19}。

クワ科ではホップ以外にカナムグラ *Humulus japonicus* が感染する。カナムグラの病徴はわい化症状、葉のカーブルで、潜伏期間は長く 3 か月であった。カナムグラもホップと同様雌雄異株であるが、雌株の病徴は雄株より顕著であった。

ウリ科ではキュウリ *Cucumis sativus*, メロン *C. melo*, シロウリ・シマウリ *C. melo* var. *conomon*, ヒョウタン *Lagenaria siceraria* var. *gourda*, センナリヒョウタン *L. s.* var. *microcarpa*, ユウガオ *L. s.* var. *clavata*, トウガン *Benincasa hispida* 及びヘチマ *Luffa cylindrica* の 9 種が感染する。これらの植物は主にわい化症状を示し、潜伏期間は子葉に接種した場合 17~40 日ぐらいである。キュウリでの潜伏期間は生育温度が高いほど短く、30°C では 17 日、21°C では 38 日であった。また、キュウリではわい化症状のほか縮葉、縮花 (花卉にしが寄り花が小型になる)、葉脈透過などの病徴が現れる (口絵写真⑤, ⑥, ⑦)。罹病キュウリではほとんど果実は成熟しないが、まれに成熟したものは退緑しており、長さも健全果実の約半分であった (口絵写真④)。メロン、ヒョウタン、トウガンなどではえそ症状が現れ、植物が枯れる場合もある (口絵写真⑧)。ヘチマではキュウリと同様縮葉、縮花、葉脈透過などが現れる (口絵写真⑨)。

ナス科ではトマト *Lycopersicon esculentum* の 1 種が感染するが、供試した 15 品種 (福寿 2 号, Rutgers など) はすべて無病徴感染であった^{14, 16, 18, 19}。

IV 伝染性

HSV は接ぎ木及び汁液で伝染する^{23, 24}。土壌伝染、モモアカアブラムシ (*Myzus persicae* SULZ.) による虫媒伝染は認められていない^{16, 23}。また、罹病トマトでの種子伝染は認められなかった (佐野ら, 未発表)。ほ場内では栽培管理に用いるカマやハサミ、手などについた病汁液、つるとつとの接触で伝染し、発病株は主に畝なりに広がっていく^{23, 24}。また、防除対策 (後述) が適切に行われている場合はほとんど発生がないことから、虫媒伝染の可能性はないように思われる。

V 病原

罹病キュウリ粗汁液中の HSV の安定性は、希釈限度が $10^3 \sim 10^5$ 、保存限度が 20°C で 12~24 時間、4°C で 3 日以上であった^{14, 16}。耐熱限度は 84°C、10 分以上であり、熱に対して安定な病原である^{14, 16}。また、HSV は次のような性質を有している^{15, 17, 19}。

- ① 超遠心分離 (113,000 g, 2 時間) で沈殿しない。
- ② 高モル濃度 (0.5 M K_2HPO_4) の緩衝液で罹病植物からよく抽出される。
- ③ フェノール処理は HSV の感染性に影響せず、水相に抽出される。
- ④ HSV はエタノールで沈殿する。
- ⑤ リボ核酸分解酵素 (RNase) 処理で失活するが、デオキシリボ核酸分解酵素 (DNase) 処理は感染性に影響しない。
- ⑥ ショ糖密度こう配遠心分離で 6~9 S の位置に高い感染性が検出される。
- ⑦ 5% ポリアクリルアミドゲル電気泳動で 7S-rRNA の位置に高い感染性が検出される。

以上の性質は HSV がウイルスより低分子の裸のリボ核酸病原体、ウイルスであることを明確に示している^{2, 12}。

高橋らは罹病キュウリの葉を材料として、ジャガイモやせいもウイルスの精製法にはほぼ準拠して HSV の精製を試み、罹病葉 1 kg 当たり 40~60 μ g の HSV を精製している²¹。また、佐野らは SÄNGER ら¹²の方法に基づいて罹病トマトから核酸を抽出し、ポリアクリルアミドゲル電気泳動によって、HSV の純化に成功している (四方, 私信)。最近、樋口ら⁴は HSV を電子顕微鏡で観察し、HSV は長さ約 86 \pm 3 nm の環状形であると報告している。

VI 診断

I 診断法

現在、わい化病の診断は、①ホップの病徴、②穂花樹脂分析、及び③キュウリ検定の 3 方法で行われている。ジャガイモやせいもウイルス (PSTV) ではジャガイモから核酸を抽出し、ポリアクリルアミドゲルで電気泳動後、核酸を染色して直接 PSTV をバンドとして検出する診断法がある¹¹。罹病ホップ葉を用いてこの簡便法を検討しているが、現在のところ罹病ホップ葉の核酸に HSV の特異的なバンドが観察されず実用化されていない。

(1) 病徴診断

病徴診断の最適期は 6 月及び 7 月前半である。それ以

前では病徴はほとんどの場合分かりにくく、それ以後になると植物体が繁茂して、節間の短縮が判別しづらくなる。6月には上部主茎葉が特徴的に下にカールするので、節間短縮の判別と併せ分かりやすい。しかし、病徴は気象条件によってその程度が変わるので、病徴診断には相当の熟練を要する。

(2) 毬花樹脂分析による診断

これまでに得られている結果では、病徴の認められたホップの毬花中のα酸含量は必ず低下しており、毬花樹脂分析は診断上有効に用いられている。毬花樹脂分析は樹脂をトルエン、石油エーテル、ベンゼンなどで抽出し、電導度滴定法、分光光度法によりα酸及びβ酸を定量して行う^{9,10)}。α酸含量は健全毬花では6~8%であるのに対し、罹病毬花では2~3%と少ない^{23,24)}。また、分光光度法により簡易にα酸とβ酸含量の比率を測定し、その値で診断する簡易法も確立され利用されている。

(3) キュウリ検定

HSVの宿主植物3科11種のうち、キュウリは罹病率が強く病徴も明瞭なことからHSVの検定植物に最適である^{14,16)}。供試した日本の栽培品種19品種ではすべて同じ病徴であったが、外国の3品種では病徴が不明瞭であった^{14,16,19)}。筆者らはキュウリ品種として四葉を用いている。検定は次のように行う^{14,16,22)}。検定しようとするホップの茎葉など1gに対して3mlの緩衝液(0.1Mリン酸緩衝液、pH 7.5もしくは0.5M K₂HPO₄)を加えながら乳鉢で磨砕し、粗汁液を調製する。子葉展開時の子葉もしくは展開した第1本葉にカーボラダム(600メッシュ)を散布し、粗汁液を指またはガーゼなどで摩擦接種する。水で接種葉を洗い、約30°Cの温室で栽培し発病を観察する。病徴は20日前後で現れてくるが、病原濃度が低い場合は30日ぐらいかかることもあるので、念のため接種後40日間観察する。また、栽培温度は

約30°Cがよく、それよりも低いと潜伏期間が長くなり、罹病率も低下するので注意を要する。

罹病ホップからHSVの検出率は4月の芽、地下茎、葉では低く、その後葉では8月まで高まり、10月になると低下する^{18,19)}。検定材料としてはつるの先端や若い葉が適している³⁾。検定試料から有機溶媒処理、フェノール抽出、エタノール沈殿によりHSVを濃縮してキュウリに接種するのも良いが、筆者らのこれまでの結果では粗汁液のみで十分検定できる。

ホップは10a当たり約200株栽培されており、1株ずつ検定していたのでは温室が幾つあっても足りない。そこで筆者ら^{18,19)}は、検定ホップを何株分かまとめて1つの試料としてキュウリで検定する集団検診法について検討した。すなわち、ホップの葉のディスク(径10mmもしくは18mm)を用い、罹病葉のディスク1枚を健全葉のディスク10, 50, 100及び200枚にそれぞれ混合して試料とし、それらをキュウリで検定した。その結果、6, 7, 8月の試料ならば200株中1株の罹病株の存在が容易に検出された。

2 診断法の比較

わい化病の検定植物としてキュウリが発見される以前は、本病の診断は病徴と毬花樹脂分析で行われていた。一方、病徴診断には熟練が必要で、病徴診断で見落とした罹病株も毬花樹脂分析で検出されるので毬花樹脂分析は有力な診断法であった。その後、キュウリ診断法が開発され、HSVの感染と病徴発現及びα酸含量の低下の関係も十分に明らかにされつつある。これらの3方法で本病発生は場のホップを診断すると、病徴診断、毬花樹脂分析では検出されなかった潜伏感染株がキュウリ検定で検出される(第3表)^{18,20)}。すなわち、現在のところキュウリ検定が最も精度の高い診断法である。

本病の潜伏期間について調べるため、ナイフカット法

第3表 病徴、α酸及びキュウリ検定による診断結果の比較(佐々木ら, 1979)

診断年月日 ^{a)}	診断方法	供試株 ^{b)}				
		A	B	C	D	E
昭和52年6月	病徴 キュウリ(罹病率) 7月 8月 9月 α酸(%) キュウリ(罹病率)	+	-	-	-	-
53年5月		+(4/4)	+(4/4)	-(0/4)	-(0/4)	-(0/4)
7月		+	+	-	-	-
8月		+(1.8)	+(2.9)	-(6.2)	-(5.5)	-(7.3)
9月		+(4/4)	+(4/4)	+(4/4)	-(0/4)	-(0/4)
54年7月	53年5月に採取した苗の病徴 53年9月に採取した苗の病徴	+ NT ^{c)}	+ NT	- +	- -	- +

注 a) キュウリ検定及びα酸検定は試料採取年月である。
 b) 供試株はA株からE株に敵なりに栽培されている。
 c) not tested.

で罹病ホップの粗汁液を5, 6月もしくは8月にホップに接種した場合, 9月ではいずれの接種株からもキュウリ検定でHSVは回収できなかったが, 翌年5月に6月及び8月にそれぞれ接種した株からHSVが回収され, その後6月にHSVが回収された株だけに病徴が現れたという報告がある³⁾。しかし, 自然状態での潜伏期間については, まだはっきりしない点が多い。したがって, 本病の診断には病徴診断, 穂花樹脂分析及びキュウリ検定を併用して数年間にわたって診断を行う慎重な対応が必要であろう。

VII 防 除 対 策

ホップの増殖は苗で行われている。本病が伝染性の病気であると分かるまでは, 新植されたときに既に苗が感染していた場合が多かったようである^{23, 24)}。その後, 苗の自由な移動を禁止するようになったので, 新たな発生が抑えられてきた。本病の治ゆ剤は現在のところないため, 防除対策はまず健全株, 健全ほ場を維持(発生の防止)し, 罹病株, 罹病ほ場を隔離(伝染の防止)することである。そして, 本病をなくすため罹病株を除去して健全苗と植え変え(改植)しなければならない。

1 発生及び伝染の防止

新植及び改植には素性のはっきりしている, あるいは無病検定を行った健全苗を植え, 苗の来歴などを記したほ場台帳を作成する。新たな発生を未然に防止するため, また伝染を防止するために株ごしらえ, 選芽, 摘心などの栽培管理, 収穫の際のつるの切断などは株単位, 畝単位更にはほ場単位で行わなければならない。作業に用いるカマやハサミなどの農器具類, 手(手袋)などをその都度水洗, 消毒あるいは交換し, 常に健全株(部分), 健全ほ場の作業を先に行う。健全ほ場と罹病ほ場ではカマやハサミなどを使い分ける細心の注意が必要である。また, トラクタなどの大型農機具は罹病ほ場で使用した後よく水洗する。農器具類の消毒にはHSVが1%ホルマリンあるいは1%カセイソーダで失活することが知られているので, それらを利用することができる²²⁾。しかし, 実際に使用するとすれば人体への付着及び薬液の廃棄には十分注意しなくてはならない。

2 改 植

本病発生ほ場では潜伏感染株が存在するため, 発病株を除去しただけでは完全防除はできない。改植方法には発生状況により二つの方法がある。一つは本病がほ場のごく限られた一部分に発生している場合に, 部分的に改植(部分改植)をする方法である。改植範囲は潜伏感染株を考慮してできるだけ広く取る。しかし, 改植範囲外

に更に潜伏感染株が存在することもあって失敗する場合も時にはあり, 特に栽培管理が適切ではない場合に多い。ほ場内管理はどこから始め, どのような順序で進めるかきちんと決めておき, 前記したように発生, 伝染の防止法を順守することが部分改植成功の決め手となる。もう一つの方法は全株の改植(全面改植)で, 本病をなくする最良の方法である。ほ場内に罹病株が散在もしくはまん延している場合は, いずれ全株が罹病することは明らかであり, 全面改植しか方法はない。

3 改植方法

改植は部分改植でも全面改植でも, 除去しようとする株を完全に取り除くことが重要である。特にホップは根が深く, また地下茎もあり, それらの取り残しは再発生の原因となることが多い。株の除去手順⁷⁾は生育期間中もしくは秋に芽床部を切り取り, そこに尿素をかけ株を腐敗させる。また, 秋に株の周りにクロロピクリンを灌注し, 根の腐敗を促進する。翌年春に腐った株を丁寧に掘り取り, ほ場外に出し焼却するか更に完全に腐敗させる。ホップの根は地中1m以上伸長しており, また残根は1年以上生存しているので改植後は3年間ぐらい深耕を避ける。また, 改植後は注意深くホップを観察し, 栽培管理も丁寧に行い再発防止, 再発早期発見に努めなければならない。

お わ り に

ホップわい化病が山本ら²⁵⁾によって発表された当時は, 罹病株が枯死や収穫皆無ということもないため, 発生の少ない栽培地ではあまり注意が払われなかったようである。しかし, 本病がホップ栽培にとって重大な病害であること, すなわち本病は伝染性の不治の病であり, 収量のみならず品質をも低下させることが認識され, 今日まで関係者の協力によって防除対策も推進されてきた。その結果, 麒麟麦酒株式会社との契約栽培地では昭和56年に至って, 本病がほとんど見られなくなるまでになった。しかし, 病気を完全に絶滅させるのは容易なことではなく, 特にあと少しのところを最も難しいように思われる。幸い本病の自然宿主は現在のところホップだけであり, また土壤伝染せず虫媒伝染もしないので, 本病絶滅の可能性は十分あると期待している。今後更に関係者各位の理解と協力を得, なお一層の努力によって本病を根絶したいと願っている。

紙数の関係で, 本稿ではホップわい化病の紹介に終始し, ウイロイドについて触れることができなかった。ウイロイドはこれまでに知られている最小の病原体であり, 生化学的, 分子生物学的にも興味ある存在として研

究されており、多くの知見が得られている^{2,12)}。特にジャガイモやせいもウイロイドではRNAの全塩基配列が明らかにされている。しかし、ウイロイドの複製、病原性発現機構などはまだ解明されておらず、今後の研究が待たれる。

引用文献

- 1) DIENER, T. O. (1971) : *Virology* 45 : 411~428.
- 2) ——— (1979) : "Viroids and viroid diseases", A Wiley-Interscience Pub., USA.
- 3) 深水孝明ら (1981) : 昭和 56 年日植病学会大会予稿集 : 4~34.
- 4) 樋口昌宏ら (1980) : *生化学* 52 : 879.
- 5) 井上正保 (1972) : "ホップのウイルス病に関する研究", 北海道大学農学部博士論文.
- 6) ———ら (1973) : *日植病報* 39 : 220.
- 7) 麒麟麦酒(株)原料部 (1979) : "ホップ矮化病防除の手引き", 第3版.
- 8) 北島 親 (1979) : "世界のビール", (朝日新聞社) : 218.
- 9) *Methods of analysis of the A. S. B. C.* (1976) : Hops 6.
- 10) *Methods of analysis-A. O. A. C.* (1980) : 179.
- 11) MORRIS, T. J. and E. M. SMITH (1977) : *Phytopathology* 67 : 145~150.
- 12) 岡田吉美監訳 (1980) : "ウイロイド—その病理と生化学—" (共立出版).
- 13) 佐野輝男ら (1981) : 昭和 56 年日植病学会大会予稿集 : 4~11.
- 14) SASAKI, M. and E. SHIKATA (1977) : *Proc. Japan Acad.* 53B : 103~108.
- 15) ———・———— (1977) : *ibid.* 53B : 109~112.
- 16) 佐々木真津生・四方英四郎 (1978) : *日植病報* 44 : 465~477.
- 17) ———・———— (1978) : 同上 44 : 570~577.
- 18) ———ら (1979) : 同上 45 : 570~571.
- 19) ———ら (1980) : 同上 46 : 418.
- 20) ———ら (1981) : 昭和 56 年日植病学会大会予稿集 : 4~33.
- 21) 高橋 壮 (1979) : *蛋白質 核酸 酵素* 24 : 1147~1157.
- 22) ——— (1979) : *農及園* 54 : 893~900, 1031~1034.
- 23) 山本初美ら (1970) : 北海道大学農邦紀要 7 : 491~515.
- 24) YAMAMOTO, H. et al. (1973) : *Rept. Res. Lab. Kirin Brewery Co., Ltd.* 16 : 49~62.



○昭和 56 年植物細菌病談話会の開催

日時 昭和 56 年 10 月 5 日 (月), 午前 9 時~午後 5 時まで

場所 静岡大学農学部 (〒 422 静岡市大谷 836)

参加費 1,500 円 (講演要旨集代金を含む)

プログラム

- (1) 大宜見朝栄 (琉球大)
「二、三樹木のこぶ病について」
座長 大畑貫一 (農技研)
- (2) 上運天 博 (九大)
「イネ白葉枯病菌の産生するセンイ状ファージ」
座長 高橋幸吉 (蚕試)
- (3) 佐藤 守 (蚕試)
「植物病原 *Pseudomonas* 属細菌におけるプラ

ズミッドの検出と機能」

座長 藤井 溥 (東農大)

- (4) 芹澤拙夫 (静岡試)
「カンキツかいよう病菌の生態と防除」
座長 脇本 哲 (九大)
- (5) 富樫二郎 (山形大)
「ハクサイ体内での軟腐病菌の移動と増殖」
座長 津山博之 (岩手大)
- (6) 堀野 修 (北陸農試)
「日本および東南アジアのイネ白葉枯病菌レースと品種抵抗性」
座長 江塚昭典 (中国農試)

- (7) 演者未定
「第 5 回国際植物病原細菌学会に出席して」

懇親会 10 月 5 日 (月) 講演終了後、静岡大学農学部
第三食堂 会費 2,500 円

参加希望者は、8 月 1 日 (土) までに下記事務局に申し込むこと。

〒 422 静岡市大谷 836, 静岡大学農学部
昭和 56 年植物細菌病談話会事務局
電話 (0542) 37-1111 (内線 826)

我が国で最近発見された細菌病

静岡大学農学部植物病理学教室 後藤正夫・市川一行
 静岡県中遠病害虫防除所 牧野孝宏

1980年1月1日付の細菌の学名改訂に伴って、日本の研究者により命名された植物病原細菌の学名が、多数無効になった経過は既に紹介した^{7,8)}。筆者らは1970年代の初めから、このような事例を一つでも少なくしようと、保存菌株を欠く細菌病について調査を続けてきたが、結果的にはマオラン条斑細菌病 (*Xanthomonas campestris* pv. *phormicola*) とヤブガラシ斑点細菌病 (*Pseudomonas cissicola*) の2病害を再発見し得たとどまった。しかし、その代わりにこの調査の過程で、幾つかの新しい細菌病が発見されるという意外な副産物が生まれた。

本稿は主にこのような経過で、当研究室においてこれまでに調査した細菌病11種について、発生状況と病徴を中心に記述したものである。その一部は1970年代の初めに研究したもので、“最近”というには時間がたち過ぎてはいるが、外国雑誌に発表したままで、国内では一度も紹介したことがないため、特にここで取り上げることにした。

新しい細菌病が発見される頻度は樹木で多い。これは樹木の細菌病についてこれまで系統的な調査がほとんど行われていなかったことに原因するが、最近では緑化樹の苗ほで細菌病の発生が目立つほか、林地でも広葉樹を中心に各種の細菌病が次々と発見されている。中でも樹木こぶ病の病徴は、crown gall やフジこぶ病に代表される細菌性こぶ病の概念を大きく変えるほど激しいものが多いだけに、興味深い。

本稿で取り上げた細菌病には、病原の学名(特に pathovar names) について明記してないものが多い。これらについては後日改めて正式に学術誌に発表する予定である。

I イネ株腐細菌病 Bacterial foot rot of rice⁹⁾

1977年7月に国立遺伝学研究所の研究ほ場で、イネ品種台中65号の系統 T65 (nbcx1, F₃) に、特異的に大発生した病気である。並列して栽培された他の品種及び系統にはほとんど発生が見られなかった。この病気は

筆者が1964年にインドネシアで採取し、IRRIに持ち帰って研究した葉しょう腐敗性の細菌病と同じものである¹⁾。最近ではフィリピンでも散発的に発生が確認されているほか、未確認情報によると韓国、インド、アメリカ(ルイジアナ)でも過去に発生した可能性が考えられている。しかし、現在までのところ遺伝学研究所のほ場でみられたような激しい発生の例は報告されていない。本病による葉しょう腐敗は葉舌部から始まることが多く、この部分が自然感染における有力な病菌侵入部位と考えられる。したがって、感染適期(分けつ期)に灌漑水の水位を地表面まで下げることで、発病を低く抑えることができる。実際に遺伝研のほ場ではこの浅水灌漑と刈り株の掘り取り焼却だけで、2年目からは発病をほぼ完全に抑えることに成功した。

病徴：自然発病個体の病徴は、葉しょうの暗褐色腐敗と葉身の萎ちょう枯死に特徴がある。茎の節、稈、茎基部が腐敗するために、葉を握って引っ張ると、株元から簡単に引き抜くことができる。発病初期の茎では、葉しょうをはぎ取ると、節を中心に上下数cmにわたって稈が黒変し、これを縦断すると内部に細菌粘液が見られる(口絵写真②)。腐敗茎はニカメイチュウの被害茎に似た強い臭気を例外なく発する。病斑はこの部分から更に上下に進展し、生長点に近い若い組織を軟腐する。一方、下降した細菌は茎基部で次々と隣接茎に移行し、最後には全茎を腐敗させる(口絵写真①)。葉身は初め黄変し、萎ちょうするがやがて枯死する。遺伝研実験ほ場では1977年度は本病発生のため、台中65号の上記系統は全株枯死し、全く採種できなかった。

病原細菌：筆者は病原細菌を *Erwinia chrysanthemi* の一系統によると報告したが、その後発表された *E. chrysanthemi* の pathovar 分類によると、pv. *zeae* に最も近い。トウモロコシに強い病原性を有し、接種後2~3日で茎腐れを起こしてこれを倒伏させる。この細菌は宿主範囲が広く、アヤメ、ハナショウブなどに寄生して発病し、病菌を灌漑水に供給する。一方、フィリピンでは茎腐細菌病に罹病したトウモロコシを伝染源と考えている。このほかにも多数の植物が本菌に感染して軟腐症状や葉枯れ症状を起こすため、これらがイネへの伝染源に

New Bacterial Diseases of Plants Found in Japan
 By Masao GORO, Kazuyuki ICHIKAWA and Takahiro MAKINO

なる可能性は十分考えられる。本菌に対するイネ品種の抵抗性の差は、感染菌量に依存したものであることが明らかになった。病菌密度が 10^7 /ml の高いレベルでは、抵抗性の品種間差異はほとんどみられないが、 $10^3 \sim 10^4$ /ml 程度になると台中 65 号を除く他のイネ品種では、明瞭な抵抗性が現れる⁶⁾。

2 ネギ斑点性細菌病 Bacterial leaf spot of onions²⁾

1969 年春、静岡県浜松市と磐田市周辺のネギ苗と、採種用のタマネギ花茎に激しい斑点性の病気が発生した。この病気はその病徴及び発生パターンから、スリップスなど小昆虫の食害によって誘発される複合病の可能性が考えられたが、解明するまでに至らなかった。今後本病が問題となった場合は、この面からの検討が必要であろうと考えている。なお本病の調査には、静岡県農業試験場の古木市重郎氏に大変お世話になった。改めて同氏に謝意を表す。本病に類似した病徴を示す病気としては、1952 年にコロラド州で発生が記録された Bacterial leaf streak があるが、病徴記載のみで病原細菌の同定を行っていないため比較ができない。

病徴：初め葉身や花茎の表面に、スリップスの食痕とおぼしいわずかにへこんだ、紡錘形、灰白色の微細なえ死斑点を生じ、その周りに暗緑色、水浸状の病斑を生ずる。更にその外側には、しばしば幅の狭い黄色のカサ (halo) を形成する。その後病斑は拡大して、大きさ $5 \sim 10 \times 3 \sim 5$ mm の眼状斑点 (eye-spots) になる (口絵写真 ③)。病斑の表面は油浸状を呈し、多湿な条件では細い繊維状または小さなビーズ状の細菌粘液を多数生ずる。葉しょうから伸びた直後の若い葉身や花茎がしばしば激しく感染する。この場合は小病斑が多数ゆ合して大病斑を形成し、組織を破壊するため、葉や花茎はこの部分でねじれて奇型となる。被害が激しい場合はネギの花球は腐敗枯死する。また葉身の病斑がゆ合し、タマネギの鱗茎に下降すると、罹病葉に直接連なる鱗片の褐変え死を起こす。この場合、鱗茎を縦断すると単層腐敗 (褐変) が見られるが、軟腐症状を呈することはない。

病原細菌：細菌学的性質から *Pseudomonas syringae* と報告した。寄生性はネギ及びタマネギに限定されており、他の野菜類には見られない。*P. syringae* にはこれに相当する pathovar はまだ報告されていない。ネギ及びタマネギの葉に病原性を示す pseudomonads には、イスラエルから発表された *P. syringae* (腐敗病)、インドから発表された *P. siccatum** (葉枯病)、アメリカから発表された *P. cepacia*, *P. alliicola* (腐敗病)、日本で発表された *P. marginalis* (春腐病) などがあるが、いずれも本項

で紹介した斑点性細菌病とは、病徴及び病原細菌で異なる。

3 コンニャク斑点細菌病 Bacterial leaf spot of Konjac

コンニャクには従来、腐敗病 (*E. carotovora* subsp. *carotovora*) と葉枯病 (*X. conjac**) が記録されている。葉枯病の原記載をみると、病原細菌の性質には、植物病原細菌として幾つか疑問点があるほか、*Xanthomonas* に移したことが適切でなかったことが分かる。葉枯病については、病気の存在そのものについて今後検討を加えていく必要があるが、ここで述べる斑点性細菌病はこれとは異なった新しい細菌病である。

コンニャクの生育期を通じて発生がみられるが、特に梅雨期から盛夏にかけて多くみられる。

病徴：この病気の特徴は、初め幅 2~3 mm、長さ 1~2 cm の葉脈に限られた、カサを伴う長方形の暗褐色病斑を形成する点にある。病斑の拡大が緩慢な場合は小型で、直径数 mm の不整形の暗緑色、水浸状病斑にとどまるが、多湿な条件では急速に拡大する。降雨にあうと病斑は拡大して類円形となり、また相互にゆ合して大病斑を形成する。乾燥すると病斑中心部が羊皮紙状となり、しばしば抜け落ちることがある。激しく発生すると葉枯状になる (口絵写真 ⑦)。

病原細菌：コンニャクにししか病原性を示さない宿主特異性の高い細菌で、増殖に利用しうる炭水化物の種類が著しく限られている点で特徴がある。その他の細菌学的性質からも、既知細菌の中に一致するものを見いだすことはできない。*P. pseudoalcaligenes* に類似した点もあるが、正式な分類学的所属は今後の比較研究によって明らかにしていきたい。

4 アイリス葉枯細菌病 Bacterial blight of Iris spp.⁴⁾

本病は日本有用植物病名目録第 II 巻 (1965) では、立枯細菌病の名で、国内発生未詳病害として記載されているが、その病徴から病名は葉枯細菌病が適当と考える。アメリカで、McCULLOCH (1937, 1938) 及び BURKHOLDER (1937) によってそれぞれ独立に研究された病気で、病菌は前者により *Bacterium tardicrescens* と命名された。しかしその後、DOWSON (1943) によって *Xanthomonas* 属に移されたほかは、この病気及び細菌に関する研究報告は全くない。国際的な培養保存機関にも菌株の保存がなかったため、*X. tardicrescens* の学名は廃棄寸前の状態にあった。筆者は滝元 (1931) が発表した別の病気、アイリス斑点細菌病 (*P. iridicola*) を再発見すべく、イ

* Approved Lists に掲載されていない invalid name.

リス病害の調査を続けているうち、1974年の初夏から盛夏にかけて静岡県各地で本病の発生を認めた。この研究によって *X. tardiorescens* の学名は保持されたが、*P. iridicola* はついに発見できずに終わった。ちなみに、斑点細菌病は気温の低い早春に発生する病気であり、葉枯細菌病は夏の高温時に多い病気である。

病徴：病斑は初め直径1mm前後の角型、淡緑色病斑として現れる。これは反射光では不明瞭であるが、光に透かしてみると、明瞭な半透明、黄色斑点として認められる。多湿な環境下では病斑は急速に拡大して不規則形、直径2~20mmの黄色ないし淡緑色の汚斑となる。降雨にあたり、切葉して水上げすると病斑部は明瞭な水浸状を呈するが、天候が回復したり乾いた状態に置くと、再び不鮮明な汚斑になる点が大きな特徴である。激しく発病すると、病斑は互いにゆかし、5~10cmに及ぶ長い条斑となる。この部分の組織はやがて死し、暗褐色の葉枯れ状となる。これらの病徴は接種試験でも再現することができ、McCULLOCHによって記載されたところと一致した(口絵写真④)。

病原細菌：増殖の緩慢な細菌で、合成培地では増殖できないが、これに0.01%のペプトンを添加すると増殖可能になる。0.2%のアスパラギン、グルタミン酸またはメチオニンを加えても増殖はできない。細菌学的性質は、McCULLOCHの記載と一致する。この細菌は多くの性質で *X. campestris* pv. *campestris* とは異なった特徴がみられるが、現在のところ pv. *tardiorescens* として取り扱われている。

5 ストレリチア条斑細菌病 *Bacterial stripe of strelitzia*

静岡県と八丈島で発生が確認されている。6月から8月の高温期に発生し、8月に最も被害が著しい。ハウス栽培では梅雨が明け、高温になってビニールを除去する7月下旬ごろから発生が著しくなる。定植後2~3年まで発生がみられるが、その後切り花を生産するようになると目立たなくなる。

病徴：葉及び葉柄に発生する。葉の病斑は初め暗緑色水浸状の小点であるが、しだいに葉脈に沿って拡大し、幅1~2mm、長さ数mm~10mmの小条斑となる。これはしだいに褐色ないし黒褐色に変色するとともに、個々の条斑がゆかし長さ数cmの条斑に発達する。多数生ずると幅の広い大型病斑になり、葉枯れ症状を起こす(口絵写真⑤)。葉柄に発生した場合は、病斑が縦に長く拡大し、不規則な形の大型病斑となることがある。葉柄基部まで病斑が拡大すると生育が著しく抑制され、伸長中の新葉が黒変枯死することがある。また葉柄は大型

病斑部でわん曲して奇形となり、折れやすくなる。

病原細菌：この細菌はモロコシにも病原性を有し、赤褐色の典型的な条斑を形成する。細菌学的性質は *P. andropogonis* に完全に一致する。この細菌は初めモロコシ及びトウモロコシの条斑細菌病として報告されたが、その後マオラン、クローバー、ブーゲンビリヤ、カーネーションなど類縁関係を異にする多数の植物に寄生性を示す、宿主範囲の広い細菌であることが分かってきた。本菌による病気は今後も種々の植物で見つかる可能性がある。発育が比較的遅い pseudomonad で、培地上の集落が数日で著しい粘性を示す場合は、一応本菌の可能性を疑ってみる必要がある。その場合はモロコシ幼苗に傷接種してみるのが、最も簡単な同定のアプローチである。

6 アカメモチ(カナメモチ)斑点細菌病 *Bacterial leaf spot of Photinia glabra* MAXIM.

生垣や庭木に利用するアカメモチには春の萌芽期から生長期を通じて斑点細菌病の発生がみられる。この病気は普通は葉に斑点を作るが、春先新芽が感染して芽枯れ症状を呈すると被害が大きくなる。植え付け直後の生垣にししばしば激しい発生をみることがある。このような幼木は毎年発生を繰り返すため、遂には枯れ込んで生垣の用を果たさなくなる。

病徴：斑点型——葉身に針頭大から直径約5mmの赤褐色水浸状の円形病斑を形成する。葉の生長段階に応じて赤色または黄色のカサを形成する。病斑中央のえ死部は暗褐色で、灰白色になることはない。芽枯型——春先に新芽の基部が侵されるとこの部分が黒変して芽枯れ症状となる。芽は萎ちようして黒変枯死する(口絵写真⑥)。生長点を侵された茎は多数の側芽を発生してテングス状やホウキ状を呈する。

病原細菌：この病原細菌はアカメモチにのみ病原性を示す宿主特異性の高い細菌である。細菌学的性質は *P. syringae* に類似しており、これの新しい pathovar と考えられるが、学名は別の機会に発表したい。

7 イヌビワ斑点細菌病 *Bacterial leaf spot of Ficus erecta* THUNB.

緑化樹として利用されるイヌビワには春から夏にかけて本病の発生が多い。

病徴：葉の主脈付近に、直径2~3mmの細脈に囲まれた多角形の、暗緑色ないし暗褐色水浸状病斑を形成する(口絵写真⑦)。この病斑は黄色のカサを伴う場合もある。この斑点状病斑はゆかし拡大して不定形の褐色ないし暗褐色の大病斑を形成する。大病斑は顕著なカサを伴うことが多い。激しく感染した場合は落葉する。新芽に発生すると、これを芽枯れ状に萎ちよう枯死せしめる。

この場合はまた病斑が枝にまで伸び、皮層及び木部にあめ色～褐色の条斑を作る。

病原細菌：イヌビワにのみ病原性を示す。細菌学的性質から、アーモンドかいよう病菌 (*P. amygdali*) に近縁な細菌であることが明らかになった。分類学的所属については別の機会に発表したい。

8 アカメガシワ斑点細菌病 Bacterial leaf spot of *Mallotus japonicus* Muell. Arg.³⁾

アカメガシワ斑点細菌病は滝元(1930)¹²⁾によって研究され、その病菌は *Aplanobacter mollatii* と命名された。この学名は宿主植物の属名 (*Mallotus*) に由来してつけられたが、つづりを誤っており、非合法名として Index Bergeyana に掲載された。岡部(1949)¹¹⁾は著書の中でこれを *Aplanobacter mallotii* ТАКИМОТО, 1930 と訂正したが、この学名も命名法の立場からは承認されない。この病気は滝元の原著論文以外に全く報告がなく、更に我が国の植物細菌病関係の文献以外には引用例もなく、その存在は疑問視されてきた。しかし、1975年に静岡県西部で発生が認められ、病原細菌の再検査を行ったところ、*Erwinia* 属細菌によることが明らかになった。

病徴：5月から6月にかけて展開する若葉に発生し、小型の病斑を多数形成する。初期病斑は直径0.5～1.0 mmの暗緑色、水浸状小斑点で、葉身の全面に散生するが、葉脈に沿って集中的に形成されることが多い(口絵写真⑥)。このような病徴は新葉が完全に伸展する前に感染した場合に起こりやすい。個々の病斑は徐々に拡大し、直径2～3 mmの細脈に囲まれた多角形の暗褐色病斑に発達する。激しく発病するとゆがした病斑が葉身を覆い、これがため罹病葉は初め萎ちようし、次いで乾枯する。しばしば芽枯れ状になることもある。分離した病斑の周りには、黄色のカサを形成する。多湿な条件では、葉の病斑裏面や芽枯れ状の枝の表面に多量の細菌粘液を生ずる。

病原細菌：この細菌は *Erwinia amylovora* に細菌学的性質が極めて類似しており、ゼラチン溶解性のほか、マンニット、キシロース、セロビオース、グリセリン、マンノース、及びギ酸の利用性で異なるにすぎない。しかし病原性はアカメガシワにのみ認められ、ナン、リンゴ、モモなどの果樹には全く寄生性を示さない。

9 クズかさ枯病 Halo blight of *Pueraria hirsuta* MATSUM.

日本有用植物病名目録第II巻(1965)には、我が国発生未詳病害として記載されているが、最近各地で発生が目立つ。静岡県及び福島県産の罹病標本について、病原細菌を分離し病原性と細菌学的性質を調べた結果、*P.*

syringae pv. *phaseolicola* による病害であることが確認された。成葉の病徴はインゲンかさ枯病のそれと同じであるが、インゲンの幼苗が感染した場合のように、全身萎黄(systemic chlorosis)を呈することはない。病原細菌は病原性の点でも、細菌学的性質の点でもインゲンかさ枯病と全く区別がつかない。

10 シイタケ細菌病 Bacterial disease of Shiitake mushroom¹⁰⁾

1972年及び1973年の10～11月に、愛媛県、福岡県、熊本県及び大分県の一部地域で、ほだ木に発生したシイタケ子実体に、細菌性の腐敗病が発生した。この細菌病について、日本きのこセンター菌茸研究所の小松光雄博士が研究をはじめ、病徴記載、病菌分離、及び接種試験を完了した段階で筆者に細菌の同定を依頼してこられた。1974年に小松博士との共同研究として発表した論文はこの結果をまとめたものである。

病徴：感染した子実体は生長を停止し、菌柄、菌傘組織ならびに菌褶が褐色または暗褐色に変色し、やがて腐敗して悪臭を放つ。子実体の発生部位によって病徴には差が認められ、ほだ木の肉表皮層部から生じた子実体では、生長停止と子実体褐変が認められる。これに対しほだ木形成層から生じた子実体では、完全に生長した子実体をも含めて、種々の生長段階の菌柄基部、あるいは菌褶に褐変が観察される。また高含水ほだ木ほど病徴は顕著に現れる。

病原細菌：本細菌は細菌学的性質から、*P. fluorescens* の biovar C に極めて近縁の細菌と同定された。

この後もシイタケの細菌病は各地で発生して被害を与えているが、これらがすべて上記細菌と同一細菌によるかどうかは明らかでない。シイタケは子実体原基の分化期から子実体の老熟期まで、すべての過程で細菌と密接な相互作用の下に置かれることが、最近の筆者らの研究で明らかになってきた。この細菌には居住型と通過型があり、原基や菌柄基部における相互作用には、ごく限られた種類の居住型細菌が、また菌傘特に菌褶上における相互作用には通過型細菌が主に関係するようである。居住型細菌はシイタケ子実体の正常な発生と発達を助けている可能性が考えられており、このような正常な微生物環境が壊れたとき、本来腐生的な性格の細菌によって子実体の腐敗が誘発されるという推測が成り立つ。これが事実であるか否かは今後の研究に待たねばならないが、子実体を腐敗させる細菌が、地域、環境、シイタケ品種などによって異なった場合、高等植物の細菌病のようにそれぞれ個々の病名を付ける必要があるか否か、検討の余地が残されているように考える。

11 オオムギ穂焼病 Ear-burn of Barley

1979年、新潟県豊栄市周辺で採集されたオオムギ穂焼病標本について、病原細菌の同定を依頼された。この病気は1951年に後藤・中西⁹⁾によって報告されたオオムギ及びハダカムギの細菌病で、病菌は *Aplanobacter hordei* (後に *P. hordei* と改名) と命名された。その後この細菌または病害に関する研究報告はなく、病原細菌の保存培養も欠くため Approved Lists から除かれて、現在は無効名になっている。しかし最近麦作の復活に伴って再び各地で発生が認められており、上記の標本はその一つである。

病徴：穂ばらみ期から発生が目立ってくる。葉しょうの基部を長さ4~5mmの褐色ないし暗褐色病斑が環状に取り巻く。内部の稈には長さ10~20cmの褐色条斑が形成される。しばしば稈の基部がくびれて長さ数mmの縦の亀裂や、直径0.5~1.0mmの不定形の穴を生ずることがある。このような稈は生長が著しく抑制されている。穎は、芒の基部に淡褐色ないし灰白色の条斑が形成され、これらがゆ合すると長さ5mm前後の長だ円形ないし不定形の病斑を形成する。この部分の組織がえ死すると芒は灰白色に変色して枯死する。

病原細菌：穂焼病菌9菌株と黒節病菌 *P. syringae* pv. *striafaciens* 10菌株を使って、病原性と細菌学的性質を比較した。この結果、両菌の間に全く差は認められず、わずかにマンニット利用性で異なるにすぎなかった。したがって、オオムギ穂焼病は黒節病の一つの病徴型であると結論された。しかし両細菌とも接種試験における病原性は著しく軽微で、自然感染でみられるような激しい病徴を再現することはできなかった。本病の発生生態についてはまだ我々の知り得ない問題が幾つかありそうである。

おわりに

ここに記述した細菌病は、既に学術雑誌に報告したもののほか、昭和55年度日本植物病理学会秋季関東部会で講演発表したもの、及び未発表のものなどを含んでいる。新しい病気が発生するたびに、それが在来の未記録病害か、外国からの侵入病害かが問題になる。本稿で記述した細菌病は外国でも知られていないものが多く、明らかに以前から我が国で発生しており、単に我々の関心がそれらに及ばなかったというケースに該当する。イネ株腐細菌病の場合は、その発生が突発的であり、しかもたまたま外国品種の実験ほ場に発生したため、植物防疫所の調査対象になったが、この病気についても筆者が発表した後、各国から本病の発生を示唆する情報が寄せら

れた。このことは、本病が古くから世界の稲作地帯に minor disease として、散発的に発生していたことを意味し、筆者が既に1964年にインドネシアで発見していることによっても裏付けられる。当時これに病名を付けなかった理由は、水田でわずか1株の、しかも数茎に発病を認めたのみで、病状 (syndrome) は新しく激しいが、発生量あまりにも小さかったためである。このような発生状況は多分、世界の稲作地帯に共通のもので、栽培品種や環境の変化に応じて時々流行するものと考えられる。

農作物や園芸作物の細菌病については、これまで先人が高い密度の調査を重ねてこられたために、新しい細菌病が見付かる頻度は比較的少ない。これらの作物では、むしろハウス栽培のような特殊な環境条件や、連作障害、生理障害が誘因となって発生し、被害を増幅するような型の細菌病に注意する必要がある。この場合はほ場の被害様相は激しく厳しいものであっても、病原細菌を分離して、健康な植物に接種すると意外に病原性が弱いことが多い。

これに対し樹木・緑化木の細菌病は、今後調査を開始しなければならぬ領域である。実質的な被害が軽微な場合が多いため、これまでほとんど注意を払ってこなかったのが実情である。しかしアカメモチの斑点細菌病や、沖縄における種々の樹木のこぶ病の被害は激しいもので、注目に値する。樹幹に発生する細菌性こぶ病が、なぜ沖縄の森林で特に高い頻度で発生するかは、病原細菌の生態的行動をも含めて、大変興味ある今後の研究課題である。またこれら樹木細菌病では、病原細菌が新種と推定されるものが多い点でも、今後密度の高い調査研究が行われることを期待したい。

引用文献

- 1) Goto, M. (1964) : Ann. Phytopath. Soc. Japan 44 : 646~651.
- 2) ——— (1972) : Plant Dis. Repr. 6 : 490~493.
- 3) ——— (1976) : Int. J. Syst. Bact. 26 : 467~473.
- 4) ——— (1977) : Phytopath. Z. 88 : 97~105.
- 5) ——— (1978) : Ann. Phytopath. Soc. Japan 44 : 646~651.
- 6) ——— (1979) : Phytopathology 69 : 213~216.
- 7) 後藤正夫 (1977) : 植物防疫 31 : 2~6.
- 8) ——— (1980) : 同上 34 : 27~34.
- 9) 後藤和夫・中西 勇 (1951) : 日植病報 15 : 117~120.
- 10) 小松光雄・後藤正夫 (1974) : 菌草研究所研究報告 11 : 69~82.
- 11) 岡部徳夫 (1949) : 植物細菌病学, 朝倉書店.
- 12) 滝元清透 (1930) : 病虫害雑誌 17 : 513~515.

植物防疫基礎講座

発生予察におけるコンピューター利用 (1)

—コンピューター利用入門—

環境庁国立公害研究所	ひろ	さき	しょう	た
	廣	崎	昭	太
農林水産省農事試験場	なか	むら	かず	お
	中	村	和	雄

はじめに

昭和 16 年、病害虫の発生予察事業が開始されてから、今年がちょうど 40 年目に当たる。この間、急速に変化する社会・経済環境の中で、予察事業は着実に発展してきた。発生予察を行うためには、データの収集とそれに基づく予測が基本となるが、この間、計算手段も著しく進歩した。当初のソロバンと手回しの計算機の時代から卓上計算機の時代を経て、現在は電子計算機の時代を迎えている。電子計算機も一昔前は、特定のセンターにある大型計算機を使うか、高い経費を払って業者の計算機を使うかしていたものが、ミニコン、マイコンの登場によって、計算機も研究所から研究室のレベルにまで下りてきて、今や誰でも手軽に扱えるようになった。

しかし、一方データの収集とその加工・集積、それに基づく予測方法については、当初据えられた基本からさほど大きな変化が見られない。このうち、データの加工・集積は、計算機の発達と並行して進展が可能な場面であるし、予測方法についても周辺科学、例えば生態学や生理学の進展によるところが大きいにしても、計算機の利用によって新しい予測方法が編み出される可能性を十分に持っている。このように計算機利用がさほど進展していない原因の一つは、恐らく計算機がまだまだ一般になじみの薄いもので、とかく「難しい」ものと受け取られていることにある。確かに計算機は、単に「計算する」機械にとどまらず、一定の命令どおりに動き、あるいは判断し、またその大きな記憶量と高速な処理時間によって、データを加工し、集積し、あるいは思いどおりに出力させようという非常に広範囲な機能を持つものであるから、それに対応した広い知識を必要とする。それに加えて、使われる用語が大部分カタカナのこともあって、なかなかとっつきにくいことも事実である。

The Use of Computers in Forecasting of Pest Occurrence(1) An Introduction to Computer Using By Shota HIROSAKI and Kazuo NAKAMURA

しかし、一部の県では、データのファイル化とそれを基にした予察システムの開発が行われ、既に完成している。また、農林水産省植物防疫課では、発生予察の特殊調査として「電子計算機利用方法の確立」(昭和 47~49 年)が生まれ、現在「シミュレーションによる発生予察方法の確立」(昭和 52~56 年)が進行中である。これらの調査では、特定の病害虫について計算機を利用した予測方法が研究され、既に実用に供されているものもある。こうして、徐々にではあっても発生予察に計算機を利用していく土壌が培われつつあると言えよう。

そこで、計算機を更に我々の身近なものとし、少しでも計算機アレルギーをなくして、予察における利用場面を今後一層広めていくことを願って、この基礎講座を設けてもらうことにした。この講座は本号を含めて 5 回が予定されており、計算機を利用するための平易な解説を考えている。第 1 回(本号)は計算機の入門で、続いて 2 回目(7月号)は電卓・マイコンを使ってのデータ処理の解説、3 回目以降(9, 11, 12月号)は予測のために使われる手法に当てられ、重回帰分析、数量化、システム・モデル、時系列分析などが解説される予定である。

なお、予察データのデータ・ベース化も重要な利用場面であるが、これについては既に本誌において、村松・小柳(1977)と河野(1981)によって解説されているので割愛した。また、計算機を用いた予測法の実例については、将来、本講座とは別に特集などで扱われることを希望して、やはり取り扱わないことにした。

I 発生予察とコンピューター

発生予察を情報処理の観点から見ると、作物の病気や害虫の発生及び被害状況に関する過去の情報を使って、将来のある時点におけるその病害虫の発生状態を予測し、病害虫制御のための判断の資料を提供するという、判断支援システム(decision support system)と考えられる。

病害虫の発生と被害に関する情報は、農業技術がいわ

ゆる“農書”として記述され始めて以来、膨大な量が蓄積されている。特に発生予察事業が開始されてからは、これらの情報は、データとして記録され保存されている。更に、発生予察に必要な情報として、気象データ、防除技術の発展過程、施肥量や品種などの栽培技術に関する情報などの環境条件も記録されている。また、発生予察に関係する生態学的、生理学的研究成果の蓄積も著しい。

これらの情報を整理し、目的とする病害虫の予測に必要な情報を選別し、因果関係を推定するためには、予測方法に関する方法論の確立とともに、上述のように多量に蓄積されたデータを処理する手段が必要である。言い換えれば、大型コンピュータを利用して、多量のデータを処理することが可能になったので、方法論が議論できるようになったのである。

発生予察のためのコンピュータ利用には二つの段階がある。第一は対象病害虫について、予測モデル(重回帰式やシミュレーションモデル、または因果関係を積み上げた論理モデルなど)を構築するために、多くの情報の中から必要な情報を抽出し、それらの情報の間の因果関係を推定し、発生量や被害程度を定量的(それが不可能な場合は定性的)に推定できるように情報を要約する段階である。第二の段階は、作成されたモデルに、原因系に関するデータを代入して予測値を得る段階であり、このときはマイコンまたは卓上カリキュレーターで十分である。

一度モデルが構築されれば、それで大型コンピュータの用がなくなるのではなく、後の号で詳しく論じられるように、モデルは常に改良する必要がある、そのためには一定期間ごとに大型コンピュータを使って、再検討を繰り返さなければならない。過去の情報に基づいて予測モデルを作る場合、生態学的、生理学的研究成果との整合性を検討することはもちろんであるが、モデルの持つパラメーターは、生産現場の情報から要約されねばならない。そのパラメーターを使って予測することは、過去に存在した因果関係のパターン(統計的には、平均値と分散、及び相関係数行列で表される)が、将来も継続するという前提に立っていることになる。したがって、作物生産構造や病害虫発生機構の変化により因果関係が影響を受けることが予想されるので、これらの変化をできるだけ早くモデルに取り入れるため、モデルの改良は絶えず続けなければならない。

II ハードウェアの概要

コンピュータを利用する場合、コンピュータの物

理的な構造(ハードウェア)について特別な知識は必要がない。これは自動車に乗るのに、エンジンの詳しい構造や爆発の原理を知らなくても、運転技術(ソフトウェア)を習得していれば、目的地に到達できることと同じである。しかし、その自動車がガソリン車であるかディーゼル車であるかの区別くらいは知っていたほうが、運転する際に都合が良いことが多いので、その程度でハードウェアについて概説する。

通常、コンピュータは五つの部分から成り立っていると言われる。入力装置、制御装置、演算装置、(主)記憶装置、及び出力装置である。制御装置と演算装置を中央処理装置(CPU)と呼ぶ。最近の大型コンピュータは、図に示すように、入出力装置や通信制御にそれぞれ制御装置を持ち、CPUとは独立に入出力が実行できるようになっている。

入力装置はプログラムやデータを主記憶装置に記録する部分であり、キーボード、紙テープ読み取り機、カード読み取り機、フロッピーディスク(制御装置)、磁気テープ(制御装置)などが用いられる。入力の方法は後のものほど速い。キーボードはタイプライター型やディスプレイと一緒に使ったものがあり、会話型の利用やマイコンなどの入力に用いる。その他は一括(バッチ)処理に用いる。

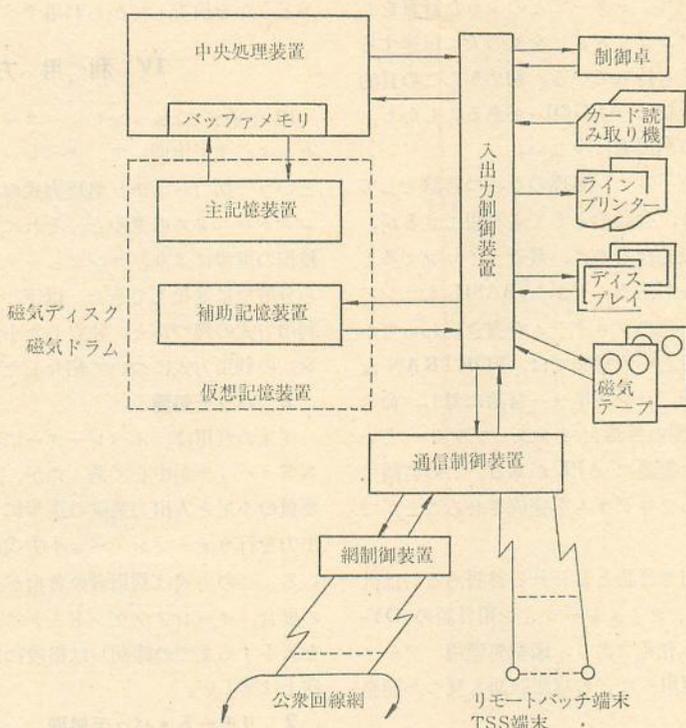
主記憶装置はすべて2値(+、-やON、OFFなど二つの値しかとらない値)で表現されており、その一つ一つをbit(binary digit)と呼ぶ。一つの語(一つのデータ)は16~64bitで表わされ、1語を構成する。この語ごとに番地が付けられている。

制御装置は、主記憶装置より一つずつ命令を取り出しコンピュータ全体の動作を制御する。演算装置は制御装置の指令に基づき、指定された番地に記録されているデータを呼び出して、演算や比較を行う。

出力装置は計算結果を利用者に返すための装置であり、入力装置として用いるもののほか、ディスプレイやラインプリンターがあり、図型表示用として、X-Yプロッターやグラフィック・ディスプレイがある。

主記憶装置は、語ごとに番地を持つので、制御装置で制御できる数には限度がある。このため、大量のデータを処理するためには、補助記憶装置が必要である。補助記憶装置として通常磁気ディスクが用いられるが、マイコンではフロッピーディスクが用いられることが多く、磁気テープも補助記憶となることがある。磁気ドラムも高速の補助記憶として用いられることがある。

最近の大型コンピュータでは、利用者は主記憶装置の容量を意識しなくてもよいように、主記憶装置と補助



大型電子計算機システムの構成概念

記憶装置をコンピューター側で制御して、見掛け上大容量の記憶装置が使えるようになっている。また、最近の大型コンピューターは通信制御装置を持ち、コンピューターを設置してあるセンターまで出かけなくても、電話回線などを使って、端末機を接続して、利用者のいる場所から利用できるようになっているものが多い。

III ソフトウェア

1 プログラム言語

コンピューターによる計算や比較は、基本的には ON, OFF 動作の組み合わせであり、複雑なシミュレーションの計算もその例外ではない。基本的な演算は、

- ① 指定した番地よりデータを演算装置に移動する (LOAD)
- ② 指定した番地のデータを加える (ADD) または引く (SUBtract)
- ③ 結果を指定した番地に移す (STORE)

である。積算は加算の、除算は減算の繰り返しにより可能であり、比較は減算の結果が正、0、負ならば、より大、等しい、より小さいと判定できる (最近のコンピューターではハード的にこれらの演算を行っている)。

これらの演算をコンピューターに行わせるためには、

命令を 0, 1 の数字で表した機械語 (例えば、LOAD は 0001, ADD は 0010 など) で与えなければならない。命令の一連のつながりをプログラムという。しかし、この番号は機種により異なり、かつ、長いプログラムであれば誤りを発見するのも大変である。そこで命令を記号にし、番地も記号で表現して、例えば、

LOAD A

と書けば、コンピューターで 0001 0001 と解釈することにすれば便利になる。このレベルの言語をアセンブラという。アセンブラも機種により異なり、かつ、コンピューターの内部の機能 (命令の数や番地の指定方法など) を考慮しなければならないので、通常の利用者がプログラムを書くことは極めて困難である。そのため、高級言語 (自動プログラミング言語) が開発され、通常の高級言語に近い形で一連の命令を与えれば、それを機械語に翻訳するプログラム (コンパイラー) が開発された。

コンパイラー言語には、技術計算 (入出力が比較的少なく計算内容が複雑な計算) 用言語として FORTRAN があり、事務計算 (入出力が多量で計算は比較的簡単) 用言語に COBOL がある。PL/I は両者の特長を併せ持っている。高級言語は単にコンピューターに命令を与

えるだけでなく、コンピューターでどのような計算をしたのか、その算法(アルゴリズム)を他の人に伝達するという言語本来の機能も持っている。初めからこの目的のために開発された言語に ALGOL がある。しかし、最近では ALGOL の利用者は少ない。

以上の言語は一括(バッチ)処理のための言語として開発されたものであり、会話型としても利用できるが、会話型言語として一般的なものに、最近マイコンで多く使われている BASIC がある。しかし、BASIC もコンパイラー言語であり、一連のプログラムを書き終わってから、翻訳、実行に移るという意味では、FORTRAN などと本質的な差はない。コンパイラー言語に対し、命令を1行ずつ実行する型の言語をインタープリターという。この型の代表的な言語に APL がある。この言語では計算結果を見ながらプログラムを完成させることができる。

以上のほか、問題向き言語と言われる言語あるいは汎用プログラムがあり、シミュレーション用言語の DYNAMO や CSMP が有名であり、図型処理用、データ編集用(ファイル処理用)などの専用言語も幾つか開発されている。

2 アプリケーションプログラム

コンパイラー言語は、利用者が自分の仕事のためにプログラムを作成する場合に利用するが、FORTRANなどでプログラムを作成することは、やはりかなりの時間と労力が必要である。その最も大きな理由は、人間の作業には誤りが多い(10⁻³程度で誤りが発生すると言われる)ことである。人間と人間との情報の交換では、少しの誤りであれば、前後関係や過去の情報などを利用して、情報の伝達はスムーズに行われるが、コンピューターは入力された情報のみで処理を実行するものであるから、少しの誤りも許されない。コンピューター化の初期には以前より人手が余計に必要となると言われるゆえである。

したがって、同じ問題であれば、利用者は共通のプログラムを使い、プログラムで定められた約束に従ってデータを入力すれば、直ちに結果が得られることが望ましい。このために、一般的な問題についてはプログラム・パッケージが開発され、多くの計算センターでは、プログラム・ライブラリーに幾つかの完成プログラムを持っている。代表的なプログラム・パッケージとして、BMD や SPSS などがあり、農林水産研究計算センターも、多くのプログラムを保有している。ただし、既存のプログラムを利用する場合は、あらかじめテストデータを使って、そのプログラムが必要な計算を誤りなく実行できる

かどうかを検査してから利用すべきである。

IV 利用方式

10年前までは、コンピューターを使うためには、計算センターまで出向いて、オペレーターに処理を依頼するという一括(バッチ)処理方式のみであった。最近のエレクトロニクスの進歩と、それに支えられたデータ通信技術の進歩により、コンピューターの利用はバッチ型から分散型に変化してきた。以下、大型コンピューターの利用方式の幾つかと、独立した小型(マイコン、ミニコン)の利用方式について紹介したい。

1 バッチ処理

従来利用は、オペレーターに処理を依頼するクローズド・バッチが中心であったが、最近ではオペレーター要員の不足と入出力装置の進歩により、利用者が自ら入出力を行うオープン・バッチ方式のセンターが増加している。この方式は利用者の負担が若干多くなるが、多くの場合、ターンアラウンド・タイム(入力してから結果を入手するまでの時間)は格段に短縮され、利用効率の向上は著しい。

2 リモート・バッチ処理

オープン・バッチ処理では、センターまで出向かなければならないので、センターから離れた利用者にとっては不便である。そこで入出力装置のみを通信回線を介して、必要な場所まで持って来れば、研究室の近くから大型コンピューターを自由に利用できる。通信回線のデータ伝送速度も信頼性も向上してきたので、ミニコンを購入するよりも少ない経費で大型コンピューターが利用できる。

3 TSS 処理

リモート・バッチ処理によりターンアラウンド・タイムは大幅に短縮されるが、発生予察モデルの開発や、予測結果を直ちに入手したい場合には TSS(時分割)処理が効率的である。TSS 処理では、タイプライター型やディスプレイ・キーボード型端末を電話回線を介して、センターの大型コンピューターに接続し、会話的にコンピューターとやりとりを繰り返して、必要な情報を得ることができる。この場合、多量のデータの入出力は無理であるので、それらのデータはリモート・バッチなどでセンターの磁気ディスクなどに保存しておき、それを短いコマンドで処理して、情報のエッセンスのみ取り出すことが効率的である。

以上の三つの利用方式は、農林水産研究計算センターの利用者はすべて利用できるが、市販されているものに電電公社の DEMOS システムがあり、IBM をはじめ幾

つかの計算センターでも類似のサービスを販売している。

4 ミニコン、マイコンの利用

前述のように、発生予察の研究や事業の中では、必ずしも大型コンピューターでなくても十分役に立つ場合がある。ミニコンは既に主メモリーが 64 KB 以上のものが一般であり、昭和 30 年代の大一中型に匹敵する性能を持っている。一方、マイコンは 4~64 KB 程度であるが、価格も 10~200 万円程度で入手できるので、データ量が少ない場合は利用価値が大きい。更に、大型コンピューターに接続できるよう配慮すれば、多量データを処理する計算は大型機で行い、簡単な推定などはオフラインでマイコンのみで行うという方式が可能であり、効率的な利用が低コストでできる。しかし、大型コンピューターとの接続は色々の制約があるので、このようなシ

ステムを考えるときは、専門家とよく相談することが望ましい。

V 発生予察のためのデータベース

前述のように発生予察に関連のある情報は極めて多く、かつ毎年の発生予察事業の中で、データは次々に生産されている。このようなデータを体系的に整理し、重回帰式や判別関数のモデル作成やシミュレーション用のデータとして利用するとともに、毎年発生するデータを直ちに端末などから追加できるようなデータベース・システムを構築することにより、定量的な発生予察は飛躍的に前進するであろう。

引用文献

- 河野富香 (1981): 植物防疫 35(1): 14~20.
村松義司・小柳徳二 (1977): 同上 31(2): 59~63.

中央だより

—農林水産省—

○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

病害虫発生予察事業特殊調査のうち、「果樹のカメムシ類の発生予察方法の確立に関する特殊調査」の昭和 55 年度事業成績検討及び昭和 56 年度事業計画打合せ会が次のとおり開催された。

日時 昭和 56 年 4 月 7 日 10 時から 17 時

場所 農林水産省農蚕園芸局第 1 会議室

出席者 担当県 (福島, 千葉, 長野, 奈良, 鳥取, 福岡) 果樹試, 農技研, 農事試, ウイルス研, 農工大, 東京農大, 静岡, 植物防疫課

○昭和 56 年度病害虫発生予報第 1 号発表さる

農蚕園芸局は昭和 56 年 4 月 24 日付け 56 農蚕第 2925 号昭和 56 年度病害虫発生予報第 1 号でもって、向こう約 1 か月間の主要病害虫発生動向の予想を発表した。

イネ: ヒメトビウカの密度は、並以下です。しかし関東北部では縞葉枯病ウイルスを保毒しているヒメトビウカの割合が上昇しており、又、本虫の増殖に好適なムギの作付面積が増加しているため、6 月に本田に飛び込む第 2 回成虫の防除に留意して下さい。今後、黄萎病の発生は並以下と予想されます。ニカメイチュウの発生は並以下ですが、近畿、中国の一部では越冬密度がやや高いので、6 月下旬の第 1 世代幼虫の防除に留意して下さい。

ムギ: 赤かび病は並以下と予想されますが、出穂期前後に高温多雨に遭遇すると急激にまん延しますので十分

警戒して下さい。

サトウキビ: カンショコバネナガカメムシの発生は並と予想されます。黒穂病の発生時期になってきていますので、まん延防止のため、罹病株の抜取りを徹底して下さい。

カンキツ: そうか病の葉での発病は西日本でやや多くなっています。黒点病は寒害により本病の伝染源である枯死が増加していますので、その除去に努めて下さい。かいよう病の発生はやや多ないし多と予想されますので、特に本病に弱いネーブル、夏みかん、伊予かん等を中心に防除に努めて下さい。ミカンハダニは並と予想されます。

リンゴ: リンゴハダニの越冬密度は福島、長野で高くなっています。モニリア病、うどんこ病の発生は並以下と予想されます。

ナシ: 黒星病は並ないしやや多と予想されます。黒斑病、赤星病の発生は並と予想されます。

モモ: 黒星病の感染は岡山、香川でやや多と予想されます。せん孔細菌病の発生は並ないしやや多と予想されます。罹病枝の除去、薬剤散布により防除に努めて下さい。

チャ: チャノホソガの飛来は静岡で多、京都でやや多と予想されます。チャノミドリヒメヨコバイの発生は静岡でやや多と予想されます。カンザワハダニの発生は三重、奈良、熊本、宮崎でやや多と予想されます。チャノコカクモンハマキチャハマキの発生は並以下と予想されます。

野菜: 夏秋トマト、夏秋キュウリの疫病の発生は並ないしやや多と予想されます。気象情報に注意し初期防除に努めて下さい。

新しく登録された農薬 (56.3.1~3.31)

掲載は、種類名、有効成分及び含有量、商品名、登録番号(登録業者(社)名)、対象作物・病害虫・使用時期及び回数などの順。ただし、除草剤は、適用雑草・適用地帯も記載。(…日…回は、収穫何日前まで何回以内散布の略)(登録番号 14454~14555号まで、計 102件)

なお、アンダーラインのついた種類名は新規のもの。

『殺虫剤』

DEP 乳剤

DEP 50%

ディブテレックス水和剤

14455 (塩野義製薬)

稲：ニカメイチュウ第1, 第2世代・サンカメイチュウ第3世代・イネアオムシ・イネツトムシ・イネドロオイムシ・ウンカ類・アワヨトウ・イネクロカメムシ・イネヒメハモグリバエ：14日4回, みかん：カメムシ類：30日5回, りんご：ハマキムシ類・マイマイガ：7日10回, かき：カメムシ類・イラガ類・ミノガ類：14日, なし：ハマキムシ類：7日10回, ぶどう：コガネムシ類(成虫)：14日3回, だいこん・かぶ・はくさい・キャベツ・はなやさい：コナガ・ヨトウムシ・アオムシ・キスジノミハムシ(成虫)・ハイマダラノメイガ・アブラムシ類：7日6回, なす：テントウムシダマシ・ヨトウムシ・アブラムシ類：3日8回, きゅうり：ウリハムシ(成虫)・アブラムシ類：3日8回, メロン・すいか・かぼちゃ・まくわうり：ウリハムシ(成虫)・アブラムシ類：7日6回, いちご：イチゴメセンチュウ・アブラムシ類：30日3回; ドウガネブイブイ(幼虫)：移植活着後(仮植床)3回, にんじん：キアゲハ(幼虫)：14日3回, ばれいしょ：テントウムシダマシ・ヨトウムシ・アブラムシ類：14日6回, かんしょ：ナカジロシタバ・ハスモンヨトウ・イモコガ・アカビロウドコガネ(成虫)：14日6回, てんさい：ハスモンヨトウ・ヨトウムシ：14日6回, 茶：コカクモンハマキ・チャドクガ・チャノホソガ：14日6回, たばこ：ハスモンヨトウ・ヨトウムシ・タバコアオムシ, 芝：ヨトウムシ, いね科牧草：アワヨトウ, まめ科牧草：ハスモンヨトウ, 桑：クワノメイガ・アメリカシロヒトリ・ヒンモンヨコバイ：14日, 街路樹：アメリカシロヒトリ, 樹木：マツケムシ・ウメケムシ・マイマイガ, 松：マツカレハ(空中散布), 稲：ニカメイチュウ・イネアオムシ・イネツトムシ・ウンカ類・アワヨトウ・イネクロカメムシ・イネドロオイムシ・イネヒメハモグリバエ：14日4回(空中散布)

DEP 粉剤

DEP 4%

ディブテレックス粉剤

14456 (塩野義製薬)

稲：ニカメイチュウ第1, 第2世代・ミナミアオカメムシ・イネツトムシ・コブノメイガ・アワヨトウ：14日4回, とうもろこし：アワヨトウ：14日4回, だいこん・かぶ・はくさい・キャベツ・はなやさい：アオムシ：7日6回, きゅうり：ウリハムシ(成虫)：3日8

回, メロン・すいか・かぼちゃ・まくわうり：ウリハムシ(成虫)：7日6回, ばれいしょ：テントウムシダマシ：14日6回, かんしょ：ナカジロシタバ・ハスモンヨトウ・イモコガ：14日6回, たばこ：ハスモンヨトウ・タバコアオムシ, くり：クリミガ・クリンギゾウムシ・モモノゴマダラノメイガ：裂果前, 桑：クワノメイガ・ヒンモンヨコバイ・アメリカシロヒトリ：14日, みかん：コアオハナムグリ：30日5回, なら・くぬぎ・さくら：ドクガ・マイマイガ, まつ類：マツケムシ・ハラアカマイマイ, いね科牧草：アワヨトウ, からまつ：カラマツマダラメイガ(若令幼虫)・ハマキガ類・ハラアカマイマイ, ぶどう：コガネムシ類(成虫)：14日3回, にんじん：キアゲハ(幼虫)：14日3回, いちご：コガネムシ類(幼虫)：移植時(仮植床)3回

BT 水和剤

バチルス・チューリンゲンシス菌の産生する結晶毒素(力価として 70 B.m.t.x 単位/mg)7%

トアロー水和剤 CT

14459 (東亜合成化学工業)

あぶらな科野菜：アオムシ・コナガ・ヨトウムシ, りんご：ハマキムシ類・ヒメシロモンドクガ, ちゃ・コカクモンハマキ, さくら・プラタナス：アメリカシロヒトリ

ジメトエート乳剤

ジメトエート 20%

カミキリン

14460 (トモノ農薬)

かんぎつ：カミキリンシムシ類幼虫：産卵時期~幼虫食入初期但し収穫 30日2回・樹幹部及び主枝に散布

PMP 粉剤

PMP 3%

PMP 粉剤 3 DL

14472 (三共), 14473 (日本化学), 14474 (サンケイ), 14475 (武田薬品工業), 14476 (中外製薬), 14477 (トモノ農薬), 14478 (北興化学工業), 14479 (三笠化学工業), 14480 (八洲化学工業), 14481 (山本農薬)

アッパ粉剤 3 DL

14482 (日本農薬), 14483 (クミアイ化学工業)

稲：ニカメイチュウ・イネドロオイムシ：21日3回

PAP・MTMC 粉剤

PAP 2%, MTMC 1.5%

エルツマサイド粉剤 DL

14484 (日産化学工業)

稲：ニカメイチュウ・ツマグロヨコバイ・ウンカ類：7日4回

マラソン・MTMC 粉剤

マラソン 1.5%, MTMC 1.5%

ツマウンカレス粉剤 30 DL

14485 (日本農薬), 14486 (三笠化学工業)

稲: ツマグロヨコバイ・ヒメトビウンカ: 7日5回

ダイアジノン・NAC 粉剤

ダイアジノン 3%, NAC 1.5%

ND 粉剤 30 DL

14487 (日本化薬), 14488 (北興化学工業), 14489 (三笠化学工業), 14490 (日本農薬)

稲: ニカメイチュウ・ツマグロヨコバイ・ウンカ類・コブノメイガ: 21日4回

チオシクラム粉剤

チオシクラム 2%

エビセクト粉剤

14505 (三共), 14506 (北海三共), 14507 (九州三共), 14508 (サンド薬品)

稲: ニカメイチュウ・イネツトムシ・コブノメイガ: 21日4回

チオシクラム粒剤

チオシクラム 4%

エビセクト粒剤

14509 (三共), 14510 (北海三共), 14511 (九州三共), 14512 (サンド薬品)

稲: ニカメイチュウ・コブノメイガ: 45日4回(湛水散布), 稲(箱育苗): ツマグロヨコバイ・イネドロオイムシ・イネハモグリバエ: 移植直前4回(本剤の所定量を育苗箱中の苗の上から均一に散粒する)

チオシクラム水和剤

チオシクラム 50%

エビセクト水和剤

14513 (三共), 14514 (北海三共), 14515 (九州三共), 14516 (サンド薬品)

稲: イネシンガレセンチュウ: 浸種前4回(24時間種もみ浸漬), 茶(覆下栽培を除く): チャノホソガ・チャノキイロアザミウマ・チャノミドリヒメヨコバイ: 14日2回, かき: カキミガ: 30日4回

オキサミル粒剤

オキサミル 1%

バイデート粒剤

14519 (三共)

ばれいしょ: ジャガイモシストセンチュウ: 植付前1回(全面散布・土壌混和処理)

DEP・BPMC 乳剤

DEP 35%, BPMC 30%

ディップササ乳剤

14520 (八洲化学工業), 14521 (日本特殊農薬製造)

稲: ツマグロヨコバイ・ヒメトビウンカ・カメムシ類: 14日4回(散布・空中散布)

NAC・カルタップ粉剤

NAC 2%, カルタップ 2%

パダンナック粉剤 2 DL

14523 (武田薬品工業)

稲: ニカメイチュウ・ツマグロヨコバイ・ウンカ類・コブノメイガ: 21日5回

マラソン・XMC 粉剤

マラソン 2%, XMC 2%

フォスマク粉剤 DL

14541 (三笠化学工業), 14542 (北興化学工業), 14543 (保土谷化学工業)

稲: ツマグロヨコバイ・ウンカ類: 7日5回

『殺菌剤』

ベンチアゾール

ベンチアゾール 30%

カビサイド

14454 (三共)

稲: ごま葉枯病: 浸種前1回(6~12時間種粒浸漬)

TPN・チオファネートメチル水和剤

TPN 50%, チオファネートメチル 20%

ダコトップ水和剤

14461 (クミアイ化学工業), 14462 (日本曹達)

もも: 灰星病・黒星病・フォモプシス腐敗病: 前日7回, カーネーション: 斑点病

IBP・ポリオキシシン粉剤

IBP 3%, ポリオキシシンD 亜鉛塩 0.09%

キタポリZ粉剤 30

14464 (クミアイ化学工業)

稲: いもち病・紋枯病: 21日3回

銅・ストレプトマイシン水和剤

塩基性塩化銅 58.8% (銅として 35%), ストレプトマイシン硫酸塩 12.5% (ストレプトマイシンとして 10%)

銅ストマイ水和剤

14470 (日本農薬), 14471 (明治製菓)

こんにゃく: 腐敗病・葉枯病: 30日6回, たまねぎ: 軟腐病: 7日5回, かんきつ: かいよう病: 21日5回

TPN・ベノミル水和剤

TPN 50%, ベノミル 20%

ダコレート水和剤

14491 (武田薬品工業), 14492 (昭和ダイヤモンド化学), 14493 (クミアイ化学工業)

稲(箱育苗): 苗立枯病(リゾープス菌, フザリウム菌, トリコデルマ菌): 播種時1回, もも: 灰星病・フォモプシス腐敗病: 3日3回

ピンクロゾリン水和剤

ピンクロゾリン 50%

ロニラン水和剤

14494 (三共), 14495 (北海三共), 14496 (九州三共), 14497 (日本曹達)

きゅうり・トマト: 灰色かび病・菌核病: 前日5回, ピーマン: 灰色かび病・菌核病: 7日5回, なす: 灰色かび病・菌核病: 前日3回, レタス: 灰色かび病: 7日5回, いちご: 灰色かび病: 3日3回, 大豆・小豆・いんげんまめ: 灰色かび病・菌核病: 21日5回, りんご: モニリア病: 21日5回, もも: 灰星病: 3日5回, おうとう: 灰星病: 14日3回, シクラメン: 灰色かび病

プロシミドン水和剤

プロシミドン 50%

スミレックス水和剤

14498 (住友化学工業), 14499 (北興化学工業), 14500 (日

本農薬)

きゅうり・なす：菌核病・灰色かび病：前日6回，ピーマン・レタス：菌核病・灰色かび病：7日5回，セルリー：菌核病：14日5回，トマト：灰色かび病：3日3回，たまねぎ：灰色腐敗病・灰色かび病：前日5回，いちご：灰色かび病：3日3回，もも：灰星病：3日3回，おうとう：灰星病：14日3回，いんげんまめ・だいず：菌核病：21日4回，あずき：菌核病・灰色かび病：21日4回，ばれいしょ：菌核病：21日4回，ばら：灰色かび病

プロシミドンくん煙剤

プロシミドン 30%

スミレックスくん煙顆粒

14501 (中外製薬)，14502 (住友化学工業)

きゅうり：菌核病・灰色かび病：前日6回，なす：灰色かび病：前日6回，いちご・トマト：灰色かび病：3日3回，ピーマン：灰色かび病：7日5回

プロシミドン粉剤

プロシミドン 25%

スミレックス FD

14503 (北興化学工業)，14504 (住友化学工業)

きゅうり：灰色かび病・菌核病：前日6回，なす：灰色かび病：前日6回，トマト：灰色かび病：3日3回，いちご：灰色かび病：7日3回

フサライド・バリダマイシン粉剤

フサライド 2.5%，バリダマイシン A0.3%

ラブサイドバリダシン粉剤 DL

14544 (武田薬品工業)，14545 (北興化学工業)，14546 (八洲化学工業)

稲：いもち病・紋枯病：21日 (穂ばらみ期以降4回)

臭化メチルくん蒸剤

臭化メチル 99%

アサヒヒューム

14549 (洞海化学工業)

うり類・あぶらな科野菜・レタス・トマト・ピーマン・なす・いちご・ばれいしょ・かんしょ・さといも・やまのいも・しょうが・こんにゃく・豆類・たばこ・花き類・林木苗：苗立枯病・白絹病・黒腐病・青枯病・萎凋病・つる割病・疫病・根腐病・センチュウ類・ケラ・ネキリムシ・畑地1年生雑草，こんにゃく：乾腐病，きゅうり・すいか：きゅうり緑斑モザイクウイルス (土中のウイルス粒子の不活性化)

フサライド・カスガマイシン粉剤

フサライド 1.5%，カスガマイシン—塩酸塩 0.11% (カスガマイシンとして 0.1%)

カスラブサイド粉剤 DL

14550 (北興化学工業)

稲：いもち病：21日5回 (穂ばらみ期以降4回)

水和硫黄剤

硫黄 75%

サルート

14553 (三明ケミカル)

りんご：うどんこ病，果樹類：ハダニ類，そ菜類：うどんこ病・ハダニ類，麦類：さび病・赤かび病・うどんこ病，もも：黒星病，かんきつ：ミカンサビダニ，ば

ら：うどんこ病，きく：白さび病，ホップ：べと病，いちご：うどんこ病，芝：さび病

キャプタン粉剤

キャプタン 4%

F.G.キャプタン粉剤 4

14554 (富士グリーン)

たばこ：疫病：大土寄せ時及び芯止時に土壌処理・土壌混和

キャプタン水和剤

キャプタン 80%

F.G.キャプタン水和剤 80

14555 (富士グリーン)

りんご：斑点落葉病・黒星病・黒点病：3日，なし：赤星病・黒星病：3日，ぶどう：晩腐病・褐斑病：14日5回，おうとう：せん孔褐斑病：14日5回，うめ：黒星病：14日5回，はくさい：黒斑病・白斑病：7日，トマト：疫病：前日，きゅうり：炭そ病・べと病：前日，メロン・まくわうり・すいか・しろうり・かぼちゃ：炭そ病・べと病：14日5回，たまねぎ：灰色かび病：7日，セルリー：葉枯病：21日3回，いちご：灰色かび病：30日2回，いんげん：炭そ病：45日1回，ばら：黒点病，りんどう：葉枯病，芝類：ブラウンパッチ (リゾクトニア菌)・ピシウムパッチ，たばこ：赤星病，トマト・きゅうり・ピーマン・なす：苗立枯病：播種時・播種後 2~3 葉期 (粉衣，ジョロまたは噴霧機で全面に散布)，メロン・まくわうり・すいか・しろうり・かぼちゃ：苗立枯病：播種時・播種後 2~3 葉期 5回 (粉衣・ジョロまたは噴霧機で全面に散布)，稲 (畑苗代)：苗立枯病：播種直前・播種 11~14 日後 1回 (灌注)，チューリップ球根：球根腐敗病：球根堀取時 (浸漬)

『殺虫殺菌剤』

BPMC・IBP 粉剤

BPMC 2%，IBP 3%

キタバッサ粉剤 32

14465 (クミアイ化学工業)

稲：いもち病・ウンカ類・ツマグロヨコバイ：21日4回

MEP・BPMC・IBP 粉剤

MEP 2%，BPMC 2%，IBP 3%

キタスマッサ粉剤 30

14466 (クミアイ化学工業)

稲：いもち病・ニカメイチュウ・ツマグロヨコバイ・ウンカ類：21日4回

MEP・IBP・有機ヒ素粉剤

MEP 2%，IBP 3%，有機ヒ素 0.4%

キタセット粉剤 30

14467 (クミアイ化学工業)

稲：いもち病・紋枯病・ニカメイチュウ・ツマグロヨコバイ・ウンカ類：穂ばらみ期まで 2回

MPP・BPMC・IBP 粉剤

MPP 2%，BPMC 2%，IBP 3%

キタバイバッサ粉剤 30

14468 (クミアイ化学工業)

稲：いもち病・ニカメイチュウ・ツマグロヨコバイ・ウ

ンカ類：21日4回
BPMC・IBP 粒剤
 BPMC 3%, IBP 17%
 キタバッサ粒剤
 14469 (クミアイ化学工業)
 稲：いもち病・ツマグロヨコバイ・ウンカ類：出穂7日4回
ダイアジノン・IBP 粉剤
 ダイアジノン 2%, IBP 2%
 ダイアジノンキタジンP粉剤 DL
 14522 (クミアイ化学工業)
 稲：いもち病・ニカメイチュウ・ツマグロヨコバイ・ウンカ類：21日4回
MEP・MTMC・有機ひ素粉剤
 MEP 2%, MTMC 1.5%, 有機ひ素 0.4%
 アソツマスミ粉剤 DL
 14524 (クミアイ化学工業), 14525 (三共), 14526 (日本農業), 14527 (三笠化学工業), 14528 (九州三共)
 稲：紋枯病・ニカメイチュウ・ツマグロヨコバイ・ウンカ類：穂ばらみ期まで2回
MPP・EDDP 粉剤
 MPP 2%, EDDP 2.5%
 ヒノバイジット粉剤 25 DL
 14529 (日本特殊農業製造), 14530 (八洲化学工業), 14531 (サンケイ化学), 14532 (九州三共), 14533 (三笠化学工業), 14534 (大日本除虫菊), 14535 (クミアイ化学工業)
 稲：いもち病・穂枯れ (ごま葉枯病菌)・ニカメイチュウ・ツマグロヨコバイ・ウンカ類：21日4回
MPP・BPMC・EDDP 粉剤
 MPP 2%, BPMC 2%, EDDP 2.5%
 ヒノバイジットバッサ粉剤 25 DL
 14536 (日本特殊農業製造), 14537 (大日本除虫菊), 14538 (クミアイ化学工業)
 稲：いもち病・穂枯れ (ごま葉枯病菌)・ニカメイチュウ・ツマグロヨコバイ・ウンカ類：21日4回
MEP・フサライド・カスガマイシン・バリダマイシン粉剤
 MEP 3%, フサライド 1.5%, カスガマイシン 0.11% (カスガマイシンとして 0.1%), バリダマイシン 0.3%
 カスラプバリダスミ粉剤 3 DL
 14539 (北興化学工業), 14540 (武田薬品工業)
 稲：いもち病・紋枯病・ニカメイチュウ・ウンカ類：21日5回 (穂ばらみ期以降4回)
BPMC・カルタップ・バリダマイシン粉剤
 BPMC 2%, カルタップ 2%, バリダマイシン 0.3%
 パダンバッサバリダ粉剤 DL
 14547 (武田薬品工業)
 稲：ニカメイチュウ・ツマグロヨコバイ・ウンカ類・紋枯病：21日5回

MTMC・有機ひ素粉剤

MTMC 2%, 有機ひ素 0.4%

アソツマサイド粉剤 DL

14548 (クミアイ化学工業)

稲：紋枯病・ツマグロヨコバイ・ウンカ類：穂ばらみ期まで2回

MEP・フサライド・カスガマイシン粉剤

MEP 3%, フサライド 1.5%, カスガマイシン 0.11%

(カスガマイシンとして 0.1%)

カスラプサイドスミ粉剤 3 DL

14551 (北興化学工業)

稲：いもち病・ニカメイチュウ・ウンカ類：21日5回 (穂ばらみ期以降4回)

MEP・BPMC・フサライド・カスガマイシン粉剤

MEP 2%, BPMC 2%, フサライド 1.5%, カスガマイ

シン 0.11% (カスガマイシンとして 0.1%)

カスラプスミバッサ粉剤 DL

14552 (北興化学工業)

稲：いもち病・ニカメイチュウ・ウンカ類・ツマグロヨコバイ：21日5回 (穂ばらみ期以降4回)

『除草剤』

CAT・アトラジン除草剤

CAT 40%, アトラジン 4%

ロンクリーナー

14463 (中外製薬)

芝 (こうらいしば, のしば)：畑地一年生広葉雑草及びカタバミ・クローバー・チドメグサ・ジンバリ等の畑地多年生広葉雑草：春季雑草生育初期

『植物成長調整剤』

5-クロル-3 (1H)-インダゾリル酢酸エチル 20%

フィガロン乳剤

14517 (日産化学工業), 14518 (藤沢薬品工業)

温州みかん：全摘果：満開 10~20 日後の生理落果最盛期 1 回・摘果したい部分に散布, 間引摘果：満開 35~50 日後で果径 20~25 mm の時期 1 回・立木全面散布, 熟期促進：間引摘果をかねて使用する場合 (1 回目・間引摘果用として使用 (満開 35~50 日後), 2 回目・満開 70~80 日後) 2 回・立木全面散布, 熟期促進だけに使用する場合 (1 回目・満開 50~60 日後, 2 回目・満開 70~80 日後) 2 回・立木全面散布

『その他』

MEP・キュウルアマイクロナプセル剤

MEP 50 ppm 以下, キュウルア 1,500 ppm 以下 (温度 20°C)

スミキュウルアマイクロナプセルゾル

14457 (サンケイ化学), 14458 (東亜合成化学工業)

ウリミバエ発生地域の敷地：ウリミバエ：ヘリコプター等によりスポット散布

人事消息

溝淵崇生氏 (中国四国農政局生産流通部農産普及課植物防疫係長) は農蚕園芸局植物防疫課防除班防除係長に
 遠藤 混氏 (農蚕園芸局植物防疫課付) は同上課農蚕園芸専門官 (防除) に
 柳沢興一郎氏 (同上課防除班防除係長) は関東農政局企画調整室企画官に
 浅川 勝氏 (農業技術研究所病理昆虫部農薬科農薬化学第一研究室長) は農業技術研究所企画連絡室企画調査科長 (新設) に
 安田壮平氏 (同上所経営土地利用部農村生活科生活環境第二研究室長) は同上所病理昆虫部昆虫科昆虫行動研究室長 (新設) に
 池内まき子氏 (同上所経営土地利用部農村生活科生活環境第二研究室主任研究官) は同上部昆虫科昆虫行動研究室主任研究官 (新設) に
 渡辺康正氏 (野菜試験場環境部病害第一研究室長) は同上部病理科細菌病第一研究室長に
 岸野賢一氏 (東北農業試験場栽培第一部虫害研究室主任研究官) は同上部昆虫科昆虫発生子察研究室長に
 岡田利承氏 (茶業試験場栽培部虫害研究室主任研究官) は同上部昆虫科主任研究官に
 皆川 望氏 (九州農業試験場環境第一部線虫研究室) は同上部昆虫科線虫研究室へ
 吉田 充氏 は農業技術研究所病理昆虫部農薬科農薬物理化学研究室へ
 奈須壮兆氏 (農業技術研究所病理昆虫部昆虫科昆虫発生子察研究室長) は派遣職員 (インドネシア) に
 岡田斉夫氏 (中国農業試験場環境部付) は農事試験場環境部虫害第一研究室長に
 高屋茂雄氏 (熱帯農業研究センター研究第一部主任研究官) は果樹試験場安芸津支場病害研究室長に
 石井正義氏 (四国農業試験場栽培部病害研究室長) は野菜試験場環境部病害第一研究室長に
 浜村徹三氏 (果樹試験場安芸津支場虫害研究室主任研究官) は茶業試験場栽培部虫害研究室主任研究官に
 岩野正敬氏 (北陸農業試験場環境部病害第一研究室主任研究官) は東北農業試験場栽培第一部病害第一研究室主任研究官に
 成沢信吉氏 (果樹試験場安芸津支場病害研究室長) は熱帯農業研究センター研究第一部主任研究官に
 齋藤 修氏 (東北農業試験場環境部虫害第一研究室) は北海道農業試験場病理昆虫部虫害第一研究室へ
 林 健一氏 (北陸農業試験場長) は熱帯農業研究センター所長に

鈴木 皓氏 (農林水産技術会議事務局研究管理官) は九州農業試験場環境第二部長に
 小林勝利氏 (蚕糸試験場病理部長) は蚕糸試験場企画連絡室長に
 石家達爾氏 (同上場病理部主任研究官) は同上場病理部長に
 宮井俊一氏 (高知県農林技術研究所指定研究室) は農業技術研究所病理昆虫部昆虫科害虫防除第二研究室へ
 北村實彬氏 (京都大学農学部農業研究施設) は九州農業試験場環境第一部虫害第一研究室へ
 仙北俊弘氏 (北海道大学農学部植物学教室) は熱帯農業研究センター研究第一部へ
 柳沼勝彦氏 は果樹試験場保護部天敵微生物研究室へ
 加納 健氏 は同上場興津支場病害研究室へ
 刑部正博氏 は同上場安芸津支場虫害研究室へ
 門田育生氏 は北陸農業試験場環境部病害第二研究室へ
 荒城雅昭氏 は九州農業試験場環境第一部線虫研究室へ
 川崎信二氏 は植物ウイルス研究所研究第一部血清研究室へ
 福田紀文氏 (蚕糸試験場長) は退職
 岡部四郎氏 (熱帯農業研究センター所長) は退職
 坂井 弘氏 (農事試験場環境部付) は退職
 倉本 孟氏 (果樹試験場興津支場病害研究室主任研究官) は退職
 木方行郎氏 (植物ウイルス研究所研究第一部物理化学研究室長) は植物ウイルス研究所研究第一部長に
 井上英男氏 (同上部血清研究室長) は同上部物理化学研究室長に
 野津祐三氏 (同上部血清研究室主任研究官) は同上部血清研究室長に
 川崎信二氏 (同上部血清研究室) は農蚕園芸局植物防疫課 (併任) へ
 徳永美治氏 (農事試験場畑作研究センター長) は農業技術研究所化学部長に
 守中 正氏 (熱帯農業研究センター研究第一部主任研究官) は同上所病理昆虫部病理科糸状菌第一研究室長に
 横井 肇氏 (農業技術研究所化学部土壌第二科長) は農事試験場環境部長に
 渡辺文吉郎氏 (農事試験場環境部長) は同上場畑作研究センター長に
 勝部利弘氏 (東北農業試験場栽培第一部病害第二研究室主任研究官) は四国農業試験場栽培部病害研究室長に
 志賀正和氏 (果樹試験場保護部虫害研究室主任研究官) は農林水産技術会議事務局筑波事務所電子計算課 (併任) に

植物防疫	第 35 卷 昭和 56 年 5 月 25 日印刷	定価 400 円 送料 45 円	1 半年 5,000 円
	第 6 号 昭和 56 年 6 月 1 日発行		(送料共概算)
昭和 56 年	編集人 植物防疫編集委員会	— 発行所 —	
6 月号	発行人 遠藤 武雄	東京都豊島区駒込 1 丁目 49 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) 944-1561~6 番 振替 東京 1-177867 番	

増収を約束する

日曹の農薬

殺菌剤

トップジンM

水和剤・粉剤・ペースト・ゾル

日曹ロニラン 水和剤

ホーマイ 水和剤

アタッキン 水和剤

ラビライト 水和剤

殺虫剤

ホスピット75 乳剤

ガードサイド 水和剤

殺ダニ剤

シトラゾン 乳剤

ダニマイト 水和剤
乳剤

日曹トルピラン 乳剤

植物成長調整剤

ビーナイン 水溶液

除草剤

クサガード

展着剤

ラビデンSS

くん煙剤

ジェットVP

トリアジン ジェット

ダン スモレート



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2-9-0 〒541
営業所 札幌・仙台・信越・高岡・名古屋・福岡

本会発行新刊図書

農林害虫名鑑

日本応用動物昆虫学会 監修

3,000円 送料 300円

A5判 本文 307ページ ビニール表紙

日本応用動物昆虫学会の企画により、45名の専門家が分担精検して、農林関係の重要害虫2,215種を収録した名鑑である。既刊の「農林病害虫名鑑(昭和40年)」を改訂し、編集に新しい工夫がこらされている。第1部では系統分類的に重要害虫(学名・和名・英名)がリストされ、第2部では農作物・果樹・花卉・林木・養蚕・貯蔵食品・繊維など225に分けそれぞれの害虫が示され、第3部は完璧な索引である。簡明、便利、かつ信頼して使える害虫名鑑であり、植物防疫の関係者にとって必携の書籍である。

内容目次

第1部 害虫分類表

線形動物門(幻器綱、尾線綱)、軟体動物門(腹足綱)、節足動物門(甲殻綱、クモ綱、昆虫綱)

第2部 作物別害虫名

I 食用作物・野菜、II 果樹、III 特用作物、IV 牧草・飼料作物、V 観賞用植物、VI 林木、VII 乾材
VIII 養蚕、IX 養蜂、X 貯穀・貯蔵食品、XI 繊維・毛皮・皮革・生葉・動植物標本、XII 書籍

第3部 索引(学名索引・英名索引・和名索引)

お申込みは前金(現金・振替・小為替)で本会へ

雑誌「植物防疫」バックナンバーのお知らせ

月の後は特集号の題名、価額は各1部（送料とも）の値段

購読者各位よりたびたびバックナンバーのお問い合わせがありますので、現在在庫しております巻号をお知らせいたします。欠号をこの機会にお取り揃え下さい。

13 巻 (34 年) 4 月	105円	5 月	195円	32 巻 (53 年) 1, 2, 4, 6, 7, 9, 11, 12 月	345円
14 巻 (35 年) 6, 7, 9, 10, 12 月	105円	5 月: カンキツの病害虫		3, 5, 8, 10 月	445円
15 巻 (36 年) 11, 12 月	125円	25 巻 (46 年) 1, 2, 4, 6, 7, 9, 10, 12 月	225円	3 月: 農薬の安全性	
11 月: 植物検疫		11 月	245円	5 月: 作物の細菌病抵抗性	
16 巻 (37 年) 1~12 月	125円	11 月: 沖縄の病害虫		8 月: 害虫の要防除密度	
1 月: 新農薬		26 巻 (47 年) 2, 4, 6, 7, 9, 11, 12 月	225円	10 月: マイコトキシン	
3 月: ヘリコプタによる農薬の 空中散布		10 月	295円	33 巻 (54 年) 1, 2, 4, 6, 7, 9, 11, 12 月	445円
6 月: 果樹のウイルス病		10 月: 糸状菌の感染機作		3, 5, 8, 10 月	495円
10 月: 農薬の作用機作		27 巻 (48 年) 2, 4, 5, 7, 9, 11, 12 月	225円	3 月: 畑作物の病害虫	
17 巻 (38 年) 1~5 月	125円	8, 10 月	245円	5 月: ウンカ・ヨコバイ類	
7, 12 月	145円	8 月: スプリンクラによる防除		8 月: 農薬の作用機構	
1 月: 病害虫研究の展望		10 月: 農薬残留		10 月: 糸状菌の胞子形成	
3 月: 農薬空中散布の新技术		28 巻 (49 年) 3, 5, 8, 10 月	365円	34 巻 (55 年) 1, 2, 4, 6, 7, 9, 11, 12 月	445円
4 月: 土壌施肥		3 月: ダニ類		3, 5, 10 月	495円
7 月: 省力栽培と病害虫防除		5 月: 微生物源農薬		3 月: ウイルス病の抗血清診断	
18 巻 (39 年) 11, 12 月	145円	8 月: 生体外培養		5 月: 昆虫の行動制御物質	
19 巻 (40 年) 1~6, 8~12 月	145円	10 月: 作物の耐害虫性		10 月: 天敵ウイルス	
3 月: 農薬の混用		29 巻 (50 年) 3, 5, 8, 10 月	365円	35 巻 (56 年) 1~12 月 (年間)	5,000円
5 月: 農薬の安全使用		6 月	305円		
10 月: 果樹共同防除の実態と 防除施設		3 月: 昆虫の休眠			
20 巻 (41 年) 7 月	145円	5 月: 薬剤耐性菌			
21 巻 (42 年) 1~5, 7, 9, 11, 12 月	175円	8 月: 緑化樹木の病害			
4 月: いもち病		10 月: 種子伝染性病害			
22 巻 (43 年) 1~4, 7, 9, 12 月	175円	30 巻 (51 年) 3 月	365円		
3 月: イネ白葉枯病		5, 8 月	445円		
23 巻 (44 年) 3 月	195円	3 月: 線虫			
3 月: リンゴ病害虫防除		5 月: 土壌伝染性ウイルス			
24 巻 (45 年) 1, 2, 4, 6, 7, 9, 10, 12 月	175円	8 月: 農薬の環境動態			
		31 巻 (52 年) 3, 5, 8, 10 月	445円		
		4, 6, 7, 9, 11, 12 月	345円		
		3 月: 農薬の施用技術			
		5 月: 露地野菜の病害虫			
		8 月: 昆虫のホルモン			
		10 月: 果樹のウイルス病			

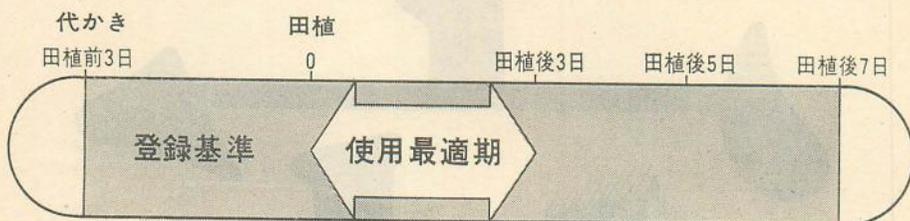
在庫僅少のものもありますので、御希望の方はお早目に振替・小為替・現金など（切手でも結構です）で直接本会へお申込み下さい。

56 年 1 月 20 日よりの郵便料金改訂に伴い、本誌の郵便料金が 1 部 45 円になりました。雑誌には旧郵便料金が印刷されておりますが、お含みおき下さい。なお、2 部は 55 円、3 部では 65 円です。

上手に使用して大きな効果を。

すぐれた効果をフルに発揮させるために、
サンバード粒剤は正しく上手に使いましょう。

使用適期幅



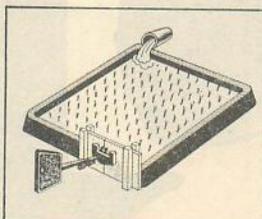
使用量: 3~4kg/10a均一散布

1 田植がすんだら すぐまく



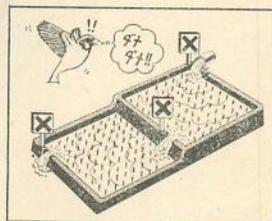
田植直後(湛水直後)~田植
後3日まで、できるだけ早め
に散布してください。

2 水をしっかり 保つ



散布後5日間は湛水(3~5cm)
を保ち、水の補給は水尻を
止めてゆっくり差し水をして
ください。

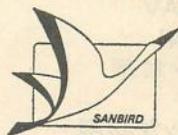
3 かけ流しを しない



途中で水を切らしたり、田
面を露出させたりしないで
ください。

ウリカワなど

稲に安全、多年生雑草にも効く水田用初期除草剤



サンバード®粒剤

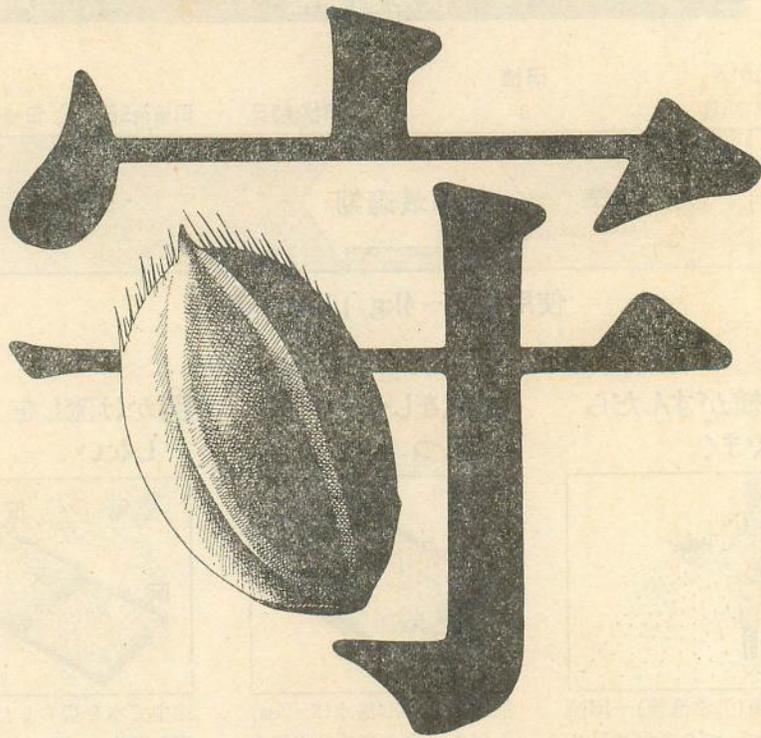


三共株式会社

農業営業部 東京都中央区銀座2-7-12
支店 東京・仙台・名古屋・大阪・広島・高松

資料請求券
植物防疫
56-5-6

穂もち対策は、 予防第一主義。



より確実に防がなければならない今年…効きめの長いフジワンで。

- 散布適期幅が広く散布にゆとりがもてる
- 効果が長期間(約6週間)持続する
- 粉剤2~3回分に相当する効果がある
- 稲や他作物に薬害を起こす心配がない
- 人畜、魚介類に安全性が高い

《本田穂いもち防除》

使用薬量：10アール当り4kg

使用時期：出穂10~30日前(20日前を中心に)

フジワン[®]粒剤

®は日本農薬の登録商標です

あなたの稲を守る《フジワン》グループ

フジワン粉剤・乳剤・AV

フジワンブラエス粉剤

フジワンダイアジノン粒剤

フジワンミブ粒剤

フジワンエルサンバッサ粉剤

フジワンスミチオン粉剤・乳剤

フジワンツマサイド粉剤



フジワンのシンボルマークです



日本農薬株式会社

〒103 東京都中央区日本橋1-2-5 栄太楼ビル

資料請求券
フジワン
植物防除

連作障害を抑え、健康な土壌をつくる！
花(カーネーション・菊)の土壌消毒剤

パスアミド[®] 微粒剤

- 刺激臭がなく、民家の近くでも安全に使えます。
- 広範囲の土壌病害、線虫に効果が高く、また雑草にも有効です。
- 作物の初期生育が旺盛になります。
- 粒剤なので簡単に散布できます。



兼商株式会社

東京都千代田区丸の内 2-4-1

トーラック[®] 乳剤

- コナガ・アオムシ・ハダニ・カイガラ…用途の広がる殺虫・殺ダニ剤

ブテン[®] 乳剤

- ボルドー液に混用できるダニ剤

マリックス[®]

- 安全性が確認された使い易い殺虫剤

キノゾドー[®] 水和剤80 水和剤40

- ボルドーの幅広い効果に安全性がプラスされた有機銅殺菌剤

新刊

北條良夫・星川清親 共編

作物—その形態と機能—

上巻

A 5判 上製箱入 定価 3,200円 円 300円

—主 内 容—

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

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

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

第4編 作物の生産過程—その1—／第1章 光合成と物質生産(梶 和一) 第2章 C₃、C₄植物と光呼吸(秋田重誠) 第3章 光合成産物の転流(山本友英) 第4章 光合成産物の供与と受容(北條良夫) 第5章 草姿、草型と光合成産物の配分(小野信一)

下巻

A 5判 上製箱入 定価 2,700円 円 300円

—主 内 容—

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

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

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

《お申込みは最寄りの書店、または直接本会へ》

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

昭和五十六年六月二十五日
 昭和五十六年六月三十日
 昭和二十四年九月三日
 印刷
 第三十五卷第六号
 植物防疫
 回三十日発行
 認
 可

いもち病 同時防除に……
 白葉枯病

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 **ジベレリン** 明治
 野菜の成長促進・早出しに

 **明治製菓株式会社**
 東京都中央区京橋2-4-16

定価 四〇〇円 (送料 四五円)

倒伏軽減
 品質向上

異常天候下でのいもち
 防除にも
 稲の根の生育をよくし、
 新葉の発生を促します。

プラス
 α

アルファ

倒伏軽減に…
 〔日植調「実用化基準」昭和46年〕

いもち剤の主役

いもち・もんがれ・小粒きんかく病に

キタジン[®]P 粒剤


 農協・経済連・全農
 自然に学ぶ自然を守る

クミアイ化学
 お問い合わせ…
 東京都台東区池之端1-4-26

品質を高める
 の魅力
 いもち
 剤