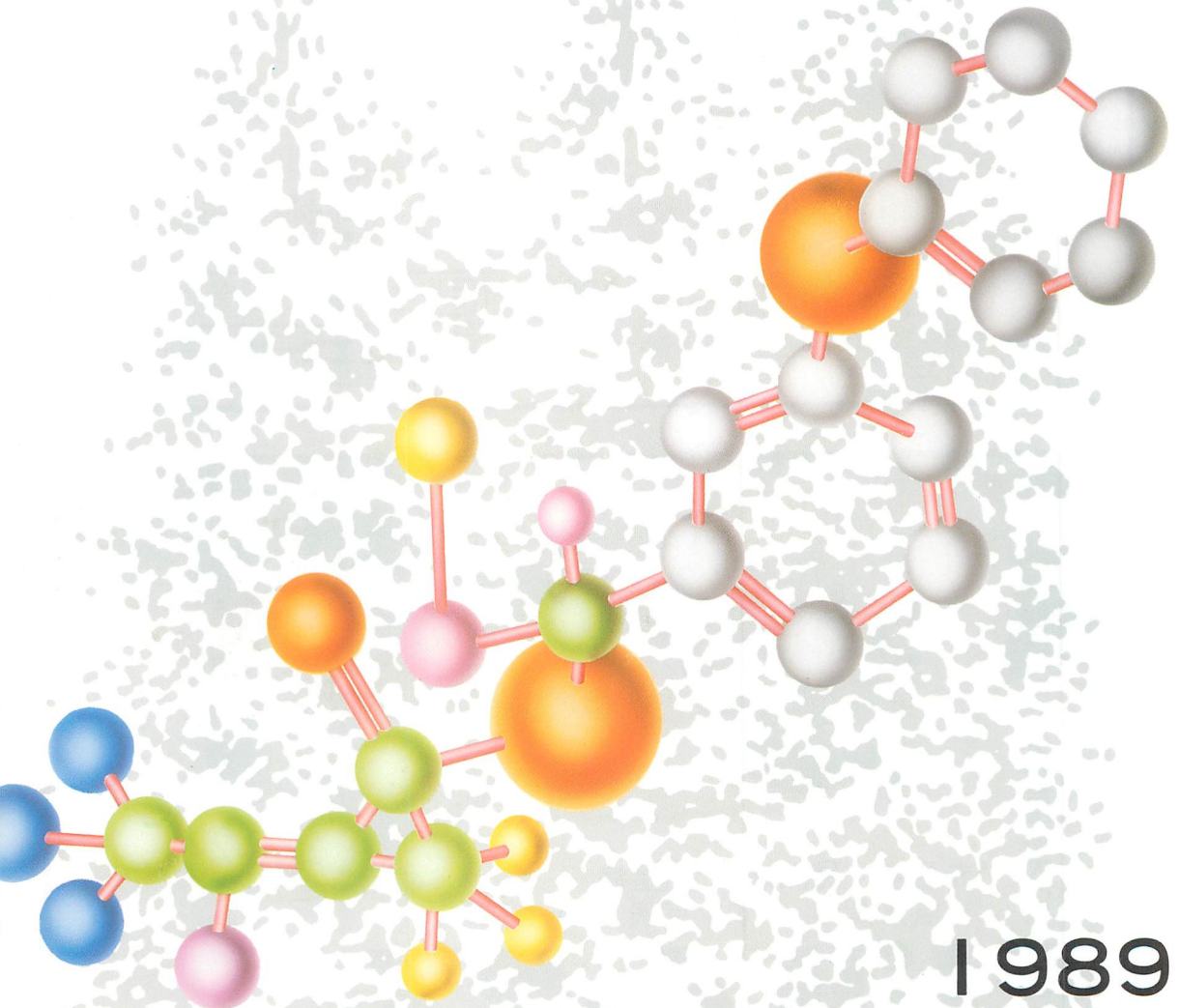


ISSN 0037-4091

# 植物防疫



1989

1

VOL 43

# 強力4駆に実力派新登場

共立スピードスプレーヤ

SSV-660F



苛酷な作業もバリバリこなす待望のSSV-660F。荷重バランスの優れた登坂性能とビッグサイズのタイヤで悪条件の場所でも安定走行を可能にしました。共立独自の整流機構から生まれる微粒子化された薬液は徒長枝まで確実に圧展固着。防除効果も一段とアップしました。広範囲な変速段数もメリット。作業に合せた車速が選択できます。SSV-660FはSSのパイオニア共立ならではの高性能スピードスプレーヤです。

〈仕様〉 ●寸法/3,300(全長)×1,320(全幅)×1,235(全高)mm ●重量/1,005kg ●走行用エンジン排気量/600cc ●送風用エンジン排気量/952cc ●走行部形式/4輪-4駆 ●薬液タンク容量/600ℓ ●噴霧用ポンプ吐出量/80ℓ/min ●送風機風量/550m<sup>3</sup>/min ●ノズル个数/16



株式会社 共立



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(代表)

## りんごの病害防除に!

\*適用拡大になりました。

\*赤星病/黒点病/\*黒星病  
斑点落葉病/\*すす点病/\*すす斑病

# ピルノックス 水和剤



大内新興化学工業株式会社

〒103 東京都中央区日本橋小舟町7-4

# 除草剤イノベーション。



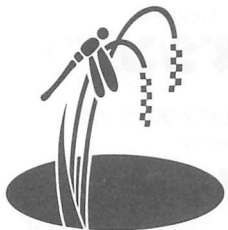
## 水田除草剤の歴史に新しいページがひらかれた。

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

\*DPX-84の一般名はペンシルフロンメチル。

新発売

(登録番号順)



水田除草、新時代。

**ブッシュ<sup>®</sup> 粒剤**

**ウルフ 粒剤**

**ザーク<sup>®</sup> 粒剤**

**ゴルボ<sup>®</sup> 粒剤**

**フジガラス<sup>®</sup> 粒剤**

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

デュポン ジャパン



デュポン ジャパン リミテッド 農薬事業部

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

エロモン<sup>®</sup>剤

安全性に優れた  
新しい防除資材を!/?  
提供します!

殺菌剤

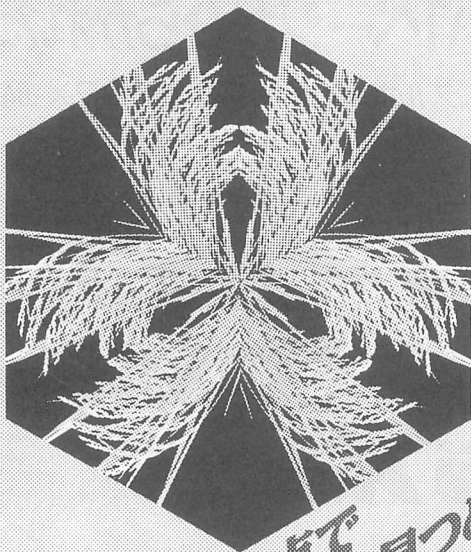
誘引剤



**サンケイ化学株式会社**

本社 〒890 鹿児島市郡元町880 ☎ 0992(54)1161(代) ・ 東京本社 〒101 千代田区神田司町2-1 ☎ 03(294)6981(代)  
盛岡・東京・名古屋・大阪・福岡・宮崎・鹿児島

農業会社は、日本農業の発展を願い、安全で効果の高い農薬を創りおとどけています。



いろいろな視点で  
収穫を見つめて。

ホクコーの主要いもち防除剤

**カスラフサイド<sup>®</sup>** 粉剤DL剤  
水剤

**オリゼメート<sup>®</sup>粒剤**

紋枯病やっぱり決め手の

**バリダシン<sup>®</sup>** 粉剤DL剤  
液剤

いもち病・籾枯細菌病・ウンカ類・  
カメムシ類防除に/

**カスラフトレボン<sup>®</sup>**  
混合粉剤DL

イネミズゾウムシ防除剤

**シクロサル<sup>®</sup>U<sup>®</sup> 剤2**

水稻倒伏軽減剤

**セリタード<sup>®</sup>粒剤**



農協  
経済連  
全農



**北興化学工業株式会社**  
東京都中央区日本橋本石町4-4-20

# 植物病理学最近の進歩(ICPPシンポジウムより)

## イネの病害



①イネ自葉枯病の自然発病写真(野田孝人氏原図)  
②イネもみ枯細菌病発病穂、穂は白色となり直立する(松田泉氏原図)

## 東南アジアに発生するイネウイルス病

④以外は日比野啓行氏原図

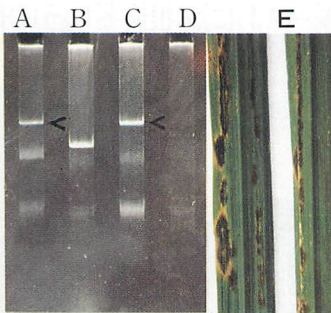


③イネ・オーハ・ブランカ罹病イネ  
④イネ・ツングロ病の発生した圃場  
⑤イネ・ゴール・ドワーフ罹病イネ葉上のゴール  
⑥イネ・トランジトリー・イエローイング(黄葉病)罹病イネ(井上齊氏原図)  
⑦イネ・グラッシー・スタント(褐穂黄化病)罹病イネ  
⑧イネ・ラギッド・スタント(せん葉萎縮病)罹病イネに生じた異常葉

## 植物保護におけるバイオテクノロジー



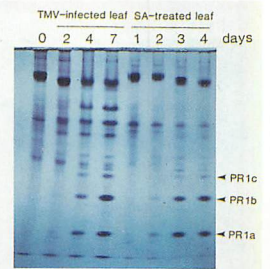
カナマイシンを含む培地上でカルスから再生した形質転換トマト外来遺伝子としてカナマイシン耐性遺伝子とTMV外被タンパク遺伝子を含む(本吉総男氏原図)



*Pseudomonas syringae* Dv. *atropurpurea* のコロナチン産生を支配するプラスミド(佐藤守氏原図)  
A,C: コロナチン産生株(矢印がpCOR1プラスミド) B,D: 非産生株, E: イタリアンライグラスにおける病徴



左図: TMV感染によりサムスンNNタバコ葉に形成された壊死斑(接種6日後)



右図: TMV接種後2, 4, 7日の壊死斑形成葉及びサリチル酸(SA)処理して1, 2, 3, 4日おいた健全タバコ葉からの粗タンパク質抽出液の電気泳動図(大橋祐子氏原図)

# 植物病害の生物的防除

## CGMMVの弱毒ウイルスによる防除

大沢高志氏原図



▲弱毒ウイルスの接種(なすりつけ)作業

## TMVトマト系の弱毒ウイルスによる防除

長井雄治氏原図



▲接種の効果  
左:接種 右:無接種



▲弱毒ウイルスL11Aの接種(噴霧)作業

## 非病原性フザリウム菌によるサツマイモつる割病の生物的防除

小川奎氏原図



▲左:無接種区 右と後方:接種区



▲非病原性フザリウム菌液への苗の浸漬



▲処理区の収量  
左:接種区、中:無接種区、右:ペノミル剤



◀接種した苗の基部の局部感染の症状

## 親和性植物(ニラ)との混植によるトマト萎ちょう病(レースJ<sub>3</sub>による根腐萎ちょう)の防除

木嶋利男氏原図



▲無接種区



ニラの根とトマトの根のからみ合い▶



▲ニラ混植区

# 植物防疫

Shokubutsu bōeki  
(Plant Protection)

第 43 卷 第 1 号  
昭和 64 年 1 月号

## 目次

特集：植物病理学最近の進歩（ICPP シンポジウムより）

新年を迎えて.....	栗田 年代.....	1	
“イネの病害”シンポジウム.....	山田 昌雄.....	2	
植物保護におけるバイオテクノロジー.....	本吉 総男・佐藤 守.....	6	
植物病害の生物的防除、現状と将来展望.....	駒田 且.....	11	
殺菌剤研究の最近の進歩.....	関沢 泰治・加藤 寿郎・高野 仁敏.....	16	
ウリミバエの大量増殖——週2億頭生産の達成——.....	垣花 廣幸・山岸 正明・村上 昭人.....	20	
カンキツの周縁キメラ個体の作出とその病害抵抗性.....	久原 重松.....	25	
トマト半身萎ちょう病に対する抵抗性の誘導.....	雨宮 良幹.....	30	
農耕地におけるクモ類の働き.....	田中 幸一.....	34	
昭和 63 年の病害虫の発生と防除.....	農林水産省農蚕園芸局植物防疫課.....	40	
海外ニュース：インドネシア作物保護強化計画.....	日高 輝展.....	49	
植物防疫基礎講座			
果樹類に寄生するカイガラムシ類の見分け方（3）.....	河合 省三.....	50	
紹介 新登録農薬.....		57	
新しく登録された農薬（63. 11. 1～11. 30）.....		56	
学界だより.....	48	新刊紹介.....	10
人事消息.....	48	次号予告.....	10
出版部より.....	62		



## 「確かさ」で選ぶ…バイエルの農薬

- いもち病に理想の複合剤  
**ヒノラフサイド®**
- いもち病の予防・治療効果が高い  
**ヒノザン®**
- いもち・穂枯れ・カメムシなどに  
**ヒノバイジット®**
- いもち・穂枯れ・カメムシ・ウンカなどに  
**ヒノラスバイバッサ®**
- 紋枯病に効果の高い  
**モンセレン®**
- いもち・穂枯れ・紋枯病などに  
**ヒノラスモンセレン®**
- イネミズ・カメムシ・メイチュウに  
**バイジット®**
- イネミスソウムシ・メイチュウに  
**バサジット®**
- イネミス・ドロオイ・ウンカなどに  
**サンサイド®**
- イネミス・ウンカ・ツマグロヨコバイに  
**D.S. 21 イシストンサンサイド®**

- さび病・うどんこ病に  
**® バイレト**
- 灰色かび病に  
**® ユーパレン**
- うどんこ病・オンシツコナジラミなどに  
**® モレスタン**
- 斑点落葉病・黒星病・黒斑病などに  
**® アントラコール**
- もち病・網もち病・炭そ病などに  
**® バイエルホルドワ®**  
〔クズラヒットホルテ〕
- コナガ・ヨトウ・アオムシ・ハマキムシ・スリップスに  
**® トクチオン**
- ミナミキイロアザミウマに  
**® ホルスターール**
- 各種アブラムシに  
**® アリルメート**
- ウンカ・ヨコバイ・アブラムシ・ネタニなどに  
**® タイジストン**
- アスパラガス・馬鈴しょの雑草防除に  
**® センコル**



®は登録商標

日本特殊農薬製造株式会社  
東京都中央区日本橋本町2-7-1 ☎ 103



タケダ



ゆきかきお総りに……

今年も  
**武田の農薬**

稲の害虫防除に

**パダン**

稲の紋枯病防除に

**バリダシン**

稲・野菜の害虫防除に

**ルーバン**

水田雑草の一発除草に

**武田 ゴルボ** 粒17 剤25

迎春

1989



# 新年を迎えて

——転換期と技術革新——

日本植物防疫協会 葉 田 年 代

1988年は“戊辰の年”であった。古来、戊辰の年は天変地異とか大事件などが起こると伝えられているようだ。わが国では、前々回は明治維新に当たり戊辰戦争が始まった。前回の戊辰である昭和3年には張作霖爆殺事件、治安維持法改正緊急勅令などがあり、そして、翌年は世界経済大恐慌となった。

今、そのような観点で1988年の農業関係について概観すると、やはり大転換期であったと考えられる。

まず、国際的視点からみると、牛肉、かんきつならびに12品目の大部分について輸入数量制限の撤廃が決定された年である。また、ウルグアイ・ラウンドにおけるガットの中間見直し閣僚会議が1988年12月5日からモントリオールで始まった。ウルグアイ・ラウンドは、世界におけるアメリカの経済的地位の相対的低下に伴うアメリカ国内の矛盾解決の糸口をさぐる当面の場として考えられているのではないと思われる。さらに、象徴的なこととして、アメリカのわが国に対する米市場開放要求が挙げられる。

次に、国内的視点からみると、一言でいえば、経済構造調整の中で農業分野についてはこれまでの農業や農政の枠組みの変更が要求され、国内の農業の転換路線も前述したような国際化と効率化の方向に強く向けられた感がある。このことは、1988年5月に閣議決定された経済構造調整（新経済運営5か年計画）の中にいみじくも現れている。この中で、農業分野の転換は、国際化を促進するためにコストダウンによる農産物の内外価格差の縮小、農産物輸入アクセスの改善、米は国内自給とするがその他の農産物は生産性の向上などを図り、輸入関税などは最小限度にとどめること、さらに、食糧制度の運営の弾力化を進めることなどが要求されている。これらの調整路線によって1989年には当面どのような影響が出てくるのであろうか。わが国の農業をめぐる内外の情勢

変化の動向から察するに、今年も昨年に引き続き大転換の様相を一層深めるものと思われる。

このような情勢に対応して、わが国の農業を内面から体質改善し、一言でいえば、足腰の強い農業を確立することが急務である。そのためには、多くの方策が有機的な連携をもって行われることが必要であるが、その根底において技術革新が極めて大きな役割を果たすであろう。

若干飛躍するが、人類発展の歴史は技術革新の歴史に支えられている。近世以降の世界歴史を概観しても、技術革新が人類社会の多様な分野において、社会・経済の発展の基盤となっている。今や、21世紀へ向けて、食糧、資源・エネルギー、環境などの地球的課題の解決を図り、世界の社会・経済の一層の発展を推進するために、21世紀を支える技術革新が渴望されている。

このような状況の中で、最近になって新素材、エレクトロニクス、バイオテクノロジーなどの分野の中で、広範な波及効果の可能性を秘めた技術革新の萌芽がみられている。これらの萌芽を成長させ分野を越えて結合させ、コンパウンド・テクノロジーに仕立てることが21世紀への技術革新のポイントであろう。

農業関係においても、革新的な技術開発をテコにして時代の要請に適合した体質改善を図ることが重要である。農林水産省の1989年度行政重点施策の中にも、新技術の開発については、近年におけるバイオテクノロジーなど先端的科学技術の著しい進展をふまえ、農林水産業、食品産業などの生産性の飛躍的向上を図るため、バイオテクノロジーなどの基礎的、先導的研究を推進することが盛られている。

技術自体も大きな転換期を迎えているといわれているが、技術革新によって飛躍的な技術進歩が図られ、一日も早く農業の体質改善が進むことを大いに期待する次第である。

特集：植物病理学最近の進歩 (ICPP シンポジウムより) [1]

## イ ネ の 病 害

農林水産省農業環境技術研究所 <sup>やま</sup>山 <sup>た</sup>田 <sup>まさ</sup>昌 <sup>お</sup>雄

### I シンポジウムを組織するまで

日本植物病理学会は、1979年3月の総会で第5回国際植物病理学会議 (5th ICPP) の招致を決議し、翌年4月に、当時の興良東大教授を長とする国際会議対応小委員会を設けて直ちに活動を開始した。その当初より、アジアで開かれる最初の会議として、アジアの主要作物であるイネの病害に重点を置きたいとの意見が関係者の中にあり、そのことは、のちに日本開催への支援を訴えて国際植物病理学会 (ISPP) の全カウンスルメンバーへ送った文書にも明記された。

筆者は当時、農技研にいて前記興良小委員会の幹事を勤めていたが、1983年7月の日本開催決定の飛電を受ける直前に北陸農試へ移り、5th ICPP とはいったん全く縁が切れた。

ところが、1985年4月になって、後藤プログラム委員長よりイネ病害シンポジウムの組織を要請された。長く離れていたのでちゅうちょしたが、結局このことの意義を考えて引き受けた。当初、イネの糸状菌病、細菌病というように病原別のセッションを設け、それぞれの中で最近の重要成果を扱うことを考え、まずどのような課題を取り上げるか、国内のイネ病理研究者の意見を求めた。しかし他のセッションのコーディネーターの方々から、イネの病害だけを取り出しては討論が成立しないという意見があった。例えば、イネのウイルス病のウイルス粒子の論議は広く関連ウイルス粒子の問題と同じ場で行ってはじめて意味がある、ということになるほどと思った。一方では、ISPP 幹部からシンポジウムはレビューでなく新しい進歩を示すものを、との要望もあったと聞き、大変困った。結局、一般部会における招待講演との調和を考え、このシンポジウムはレビューでいくことに決め、二つのセッションとして実施することにした。

### II 第1セッション：世界のイネ病害の現状とその研究の最近の進歩

第1セッションは初日の開会式が終わったあと、同じメインホールで開会式の出席者をそのまま聴衆として開

かれた。座長はアメリカ農務省の海外病害研究部を退職して間もない、女性の Dr. Frances M. LATTERELL と筆者である。LATTERELL 座長が遅刻するハプニングもあったが、なんとか無事に始まった。後藤プログラム委員長の挨拶と、LATTERELL 座長のいもち病菌レースの国際判別種に関する 25 年前の日本との共同研究の回顧に触れた挨拶のあと、4 題の講演が行われた。

#### 1 イネ病害の世界的情勢：国際稲研究所病理部長 苗 東華博士 (Dr. T. W. MEW)

近年、長稈少げつで感光性の高い在来型の品種が新しい型の品種に置き換えられ、またかんがい、施肥栽培の普及に伴い、各種病害の発生様相が世界的に変化しつつある。虫媒性の各種ウイルス病が南・東南アジアに広く発生し、ツングロは現在もこの地域の脅威である。白葉枯病、条斑細菌病、葉しょう褐変病、もみ枯細菌病などの細菌病の発生が多くなっている。糸状菌病では、紋枯病が世界的に重要性を増している。葉しょう腐敗病も重要になっており、また白色の菌糸にまとわれて棒状の穂が出てくるウドバツタ病が熱帯アジア、華南地域で問題になっている。線虫病では葉のねじれや変色、穂のねじれ、不稔が起るウフラ病がビルマ、バングラデシュ、西インドなどで問題となっていることなどを述べ、抵抗性品種によるイネ病害対策の重要性を強調した。

イネの線虫病については、世界的にみて特に重要なものはない、ということでこのシンポジウムでは特に取り上げなかったが、ウフラ病についてはこの講演のほか、第2セッションでも、パキスタン、バングラデシュなどから質問が出、地域的な重要性を認識させられた。

#### 2 イネウイルス病研究の最近の進歩：国際稲研究所病理部 日比野啓行博士

イネウイルス病は現在 15 病害が記載されており、うち 13 が昆虫、2 がポリミキサにより伝染する。最近 10 年間の研究の進歩として、縞葉枯病、オーハブランカ、グラッシースタントが新しいウイルスグループとして認識されたこと、ゴールドワーフとラギッドスタントを起す新しいレオウイルスが同定されたこと、ツングロが稈状ウイルスと球状ウイルスとによる複合病害と認められたことなどをあげ、また血清学や DNA 組換え技術などがイネウイルスの研究に効果的に用いられていること

を例示した。イネウイルス病が熱帯で特に重要性を増しており、その問題の解決に国際協力による新しい技術の普及が重要であるとした。

### 3 イネ細菌病——世界の情勢と最近の研究の進歩： 熱帯農業研究センター 加来久敏博士

イネ細菌病で最も広く発生し被害の大きい白葉枯病についての最近の研究成果が総括され、次に重要なものとして熱帯に発生する条斑細菌病があげられた。どちらもザントモナス菌によるものであるが、シュードモナス菌にもイネの病原細菌として7種が報告されており、地域的に重要なものがある。葉しょう褐変病は全世界で大きな被害を起こしており、もみ枯細菌病もいくつかの国で発生し、特に日本で箱育苗の普及以来、重要病害になっている。さらに苗やもみの病気として最近報告されたものとして、内穎褐変病、立枯細菌病、ハローブライト、フットブライトなどの説明も行われた。

### 4 イネ糸状菌病研究の最近の進歩：韓国ソウル大学 校農科大学教授 鄭 厚燮博士 (Dr. H. S. CHUNG)

まずイネ糸状菌病に関する最近の論文を、国、病害、内容別に分類して数を比較したのは興味深かった。最近の研究成果については、いもち病菌・紋枯病菌の遺伝・変異性、葉いもちと穂いもちとの関連、葉いもちに対する成熟抵抗性、いもち病菌・ごま葉枯病菌と宿主との相互関係、酵素、薬剤防除、生物防除の問題まで広範に触れた。韓国品種の密陽 23 号に葉いもちが少なく穂いもちが多いことをあげて、両者に対する抵抗性が異なることを強調したが、われわれの経験では例外的な事例と考えられる。またトリコデルマ菌によるいもち病、紋枯病の生物防除にも触れた。

## Ⅲ 第2セッション：イネ病害の現状と 防除についての地域からの報告

第2セッションは2日目の朝から、メインホールに次いで大きいルーム A で、昼休みをはさんで午後3時近くまで、7題の講演が行われた。座長は前出の鄭 厚燮教授と農業研究センターの病害虫防除部長 加藤 肇博士である。

### 1 東南アジアにおけるイネウイルス病の管理：タイ 国農業組合省農業局 Dr. Somkid DISTHAPORN

東南アジアに発生するウイルス病、ゴールドワーフ、ラギッドスタント、ツングロ、グラッシースタント、トランジトリーイエローイング、及びマイコプラズマ病であるイエロードワーフ、オレンジリーフの分布が説明され、また最も被害の大きいツングロによるマレーシア、インドネシア、タイにおける被害状況が説明された。各

国で実施されている総合防除法は、①抵抗性品種の栽培、②媒介虫の防除、③耕種的方法、であるが、①については媒介虫の新しいバイオタイプの出現の問題がある。例えば Ptb 21 は 1983 年以降、ラギッドスタントとトビロウカカの両者に高度に抵抗性であったが、現在では両者に感受性になっている。抵抗性検定法及び各ウイルス病の被害解析についても述べられた。イネの RSV 感受性はイネの齢により異なり、また RSV による病徴と被害は生殖生長開始期に当たる播種 60 日後に感染したときに最も大きい。

抵抗性品種は、最も簡易、安価でかつ効果的なウイルス病防除手段である。しかし媒介虫への抵抗性により病害抵抗性を示す品種は、媒介虫がこれらの品種に適應したときには罹病性になる。さらにウイルスに高度抵抗性の品種の栽培は、より病原力の強いウイルス系統の生成を起こすかもしれない。耐性の品種を用いるほうがウイルス病問題の解決に役立つことになろう。ウイルス耐性と媒介虫抵抗性を一品種に組み合わせることができれば、ウイルス病の総合防除はきわめて容易となろう。

### 2 ラテンアメリカにおけるイネ病害の総合管理の概 念の発展——オーハブランカといもち病について： コロンビア CIAT 稲プログラムリーダー Dr. R. S. Z EIGLER

オーハブランカ病は、アメリカ大陸、特にラテンアメリカに発生する、ウンカの一種 *Sogatodes oryricola* により伝播されるウイルス病で、縞葉枯病に似た病徴を呈する。近年新品種の普及に伴い広くまん延して重要病害となっている。本病は抵抗性品種と媒介虫の総合管理とを組み合わせる防除されている。圃場における品種抵抗性検定法についても説明された。接種後 42 日で判定可能である。

いもち病には抵抗性品種、栽培法、薬剤施用を総合して対応している。品種抵抗性は、ホット・スポットと称する常発地に弱品種のスプレッダーを入れて、葉・穂いもちの検定を行っており、そこで抵抗性とされた系統の 90% 以上が中米全体で抵抗性とされている。適切な水管理が重視され、また浸透性薬剤による種子粉衣も行われている。

### 3 インドにおける変色米の病原菌と防除：インド農 業局 T & V システム Mr. V. S. DURAISAMY

わが国で 1978 年に全国で種々の変色米が多発し大きな問題になったことは記憶に新しい。日本の変色米の混入率は多くとも 1% 程度であるが、インドでは数十%の発生があると聞いていた。そこで IRRI の News Letter に変色米の論文を出していた DURAISAMY 氏に

報告を願った。なお同氏の所属する T & V システムの T は Training, V は Visiting である由。すなわち農家を訪れて技術指導をする, 日本でいえば普及員のような仕事らしい。

インドは世界の米生産の 1/5 を占め, 4,280 万 ha から 9,100 万 t の収量をあげているが, 収穫前・後の病原菌感染によってしばしば変色米が生じ, 商品価値を低下させる。早生品種では冷涼多雨の気象下で出穂する晩生品種よりも著しく発病が多い。主要な病原菌はごま葉枯病菌, *Alternaria padwickii* 菌 (日本では田村実氏が石川県で腹黒米の病原として報告) 及び *Curvularia lunata* 菌 (1978 年に北陸地方の変色米の主要病原であった) であるが, そのほか, *Phoma* sp. *Fusarium semi-tectum*, ばか苗病菌, いもち病菌も変色米を生ずると報告されている。開花期と乳熟期に, 日中の気温 29.6~30.9℃, 夜間の最低温 19.0~20.3℃, 湿度が 88~90% の気象条件の下で, 10 品種で 61~88% の変色米が生じた。

ごま葉枯病菌, *A. padwickii*, *C. lunata* の 3 菌を乳熟期に接種したところ, どの菌でも約 98% の変色米が生じ, 褐色のものが 86%, 緑色のものが 12% で, 病原菌の間の差はなかった。日本の状況と比較して変色米の発生が, 接種でも自然条件下でも著しく多いことが目に着くが, 気象条件のほかに, 菌の病原力が強いことも考えられる。7 種の殺菌剤を乳熟期に施用した圃場試験では, IBP, マンゼブ, グアザチンが有効であった。

#### 4 中国におけるイネ病害の現状と防除: 中国作物品種資源研究所所長 章一華博士 (Dr. Yi-Hua ZHANG)

中国はイネの原産国の一つであり, 7 千年の稲作の歴史を持つ。世界のイネ病害は中国の情勢を除いては語れないが, 今まで中国のイネ病害については断片的な情報しか得られなかった。章博士は杭州市にある中国水稻研究所の副所長のときに講演をお願いしたが, その後, 北京の作物品種資源研究所の所長に栄転された。章博士の講演から, 中国の情勢に少し詳しく触れることとする。

中国では 50 の糸状菌病, 4 細菌病, 10 ウイルス病, 2 線虫病, その他 4 の計 70 のイネの病気が知られている。その中で重要なものは, いもち病, 紋枯病, 白葉枯病, 萎縮病, トランジトリーイエローイングで, これらにより年々 10~20% の減収がある。

いもち病は, 1697 年に最初の記録がある。一般に, 平地より山地に, 一期作より二期作に, *indica* よりも *japonica* に多い。また北部と東北部では苗・葉いもちより穂いもちが多く, 南部と東部では一期作に苗・葉い

もちが, 二期作では穂いもちが多い。研究としては 1950 年代には薬剤防除に関心が払われ, '50 年代末には耕種の防除法 (施肥, かんがいの合理化など) に重点が置かれた。'60 年代に総合防除の研究が始まり, また '70 年代中ごろに抵抗性品種のスクリーニングが全国規模で行われるようになった。しかし抵抗性品種の罹病化が相次いだことから, レースの研究が '70 年代中期に全国の共同研究で実施され, 7 判別品種が選ばれ, 7 群 43 レースが判別されたが, なお改善の必要がある。

薬剤防除は, 現在 IBP (キタジン P), EDDP (ヒノザン), Bavistin, トリシクラゾール (ピーム), フサライド (ラブサイド) などが用いられ, また '70 年代に中国で開発された Chunleimycin, Qingfengmycin も実用されてきた。

気象要素によるいもち病の発生予察の研究も盛んに行われており, 浙江省における長期予測式は次式である。  

$$Y = 1.84702 - 0.01263Xa - 0.13599Xb + 0.01514Xc - 0.20819Xd + 0.04267Xe$$

ここで Xa…前年の 12 月下旬の日照時間

Xb…4 月下旬の平均相対湿度

Xc…3 月下旬の降水量

Xd…7 月下旬の平均風速

Xe…7 月の降水日数

この式で Y = 1 のときは, いもち病少発年

Y = 2 のときは, いもち病中発年

Y = 3 のときは, いもち病多発年

紋枯病は, 最近新品種の普及に伴い重要性を増した。抵抗性品種の探索は成功しなかったが, 抵抗性の品種差は明らかで, 中程度の抵抗性は利用できる。防除薬剤も検討され, Calcium acid methyl arsonate と Ammonium iron methanearsonate が有効で薬害もないことが見いだされた。また, 1970 年代に中国で開発された 2 種の抗生物質, Jिंगgangmycin, Chingfengmycin が有効で, 前者は今も広く用いられ, 紋枯病防除に重要な役割を果たしている。水面の浮遊菌核を除去する方法も強調されている。

白葉枯病は数世紀前から発生しているが, 最近特に増加し, 全土に拡大した。特に海南島の三毛作地帯, 南部の二毛作地帯及び中央部と東部の一毛作地帯に多発している。主要な発生源は罹病もみ・わら・株・圃場で再生した若い分けつ, イネ科雑草などであるが, 地域によって大きな差がある。このような発生源の多様性から総合防除が進められていて, その主要点は抵抗性品種の栽培, 乾田苗代, N の適量施肥, 幼穂形成期の中干し, 殺菌剤の散布などである。多数の内外の品種系統が全国的にス

クリーニングされ、多くの抵抗性品種が選ばれている。薬剤防除にはフェナジノキシド（フェナジン）とセロサイジンが用いられており、最近さらに有効で安全なチオジアゾール系の Chuanhua 018 が中国で開発された。これは静菌作用を示し、葉に噴霧すると容易に吸収され、予防・治療両効果を示すが、水面施用では効果が不十分である。本剤はフェナジノキシドよりも効果が高く、15～20 日間効果が持続する。

ウイルス病、マイコプラズマ病については、現在次の 11 種が中国で発生している。黄萎病、萎縮病、トランジトリーイエローイング、黒すじ萎縮病、縞葉枯病、グラッシースタント、パンキースタント、ラギッドスタント、オレンジリーフ、ツングロ、ゴールドワーフで、トランジトリーイエローイングと萎縮病が最も重要である。これら 2 病害は 1964 年に広東省で初めて大面積に発生し、以来、揚子江以南の各省に見いだされている。中国でハイブリッドライスが普及してからさらに発生が広がり、大きな被害を生じている。次の 4 項目の総合防除が奨励されている。①抵抗性品種の栽培、②播種・移植期を調節して媒介虫の移動のピークを避ける、③一つの品種は集めて栽培し、栽培法を改良する、④必要に応じ媒介虫の薬剤防除。

近年、イネ病害防除に総合防除の戦略が用いられており、多くの地域で大きな成果をあげている。しかしなお、多くの改善すべき点を今後に残している。

#### 5 アフリカにおけるイネ病害の現状と問題点：フランス CIRAD/IRAT Dr. J. L. NOTTEGHEM

アフリカの稲作も近年脚光を浴びつつあるが、われわれの知識はきわめて少ない。フランスの国際機関 IRAT でいもち病を担当している NOTTEGHEM 博士に講演を願った。

アフリカには *Oryza sativa* のほか、*O. glaberrima* が栽培されており、また、*O. breviligulata*、*O. longistaminata* などの野生稲がある。これら野生種はイネの各種病害の媒介に関係している。

最近 10 年間にアフリカでは種々の新病害が記録された。いもち病は水・陸稲ともに最も被害が大きい。褐色葉枯病、ごま葉枯病、紋枯病、変色米も重要病害である。西アフリカ 3 国には *Corallocytostroma oryzae* による奇病が、まれではあるが観察されている。そのうち 2 国では黄化萎縮病が存在する。細菌病では 3 種が知られている。条斑細菌病は広く発生しており、白葉枯病は 1970 年にマリで初めて発見され、現在ではサヘリアン地方全体に発生している。葉しょう褐変病は 1983 年にブルンジに、'86 年にはマダガスカルの高地の水田に認

められている。アフリカに特有の 2 種のウイルス病がある。Rice yellow mottle virus はケニアで発見され、現在では西アフリカの主要病害となっている。また象牙海岸で記載された土壌伝染性の Rice stripe necrosis virus は二、三の地域に局限して残っている。

#### 6 韓国における統一系品種のいもち病激発への対応：韓国農業技術研究所病理科長 李 銀鍾博士 (Dr. E. J. LEE)

韓国で *indica*、*japonica* 両系統の交配により多取でいもち病に高度抵抗性の統一系品種を育成し、1972 年から広く普及されたが、'76～'78 年に激しい罹病化が起こったことは、世界のいもち病研究史でも特筆すべき事件であった。韓国の技術陣は全力をあげて対処したが、李博士は終始その中心にあってその対応にあたった人で、その貴重な経験を聞いた。

統一系品種の激発に次の諸対策が実施された。①品種対策：栽培品種を多様にして、いもち病菌に対応する遺伝子の幅を広くした。②薬剤散布：幼苗期から出穂期後まで広汎な薬剤防除を行い、政府機関は十分量の殺菌剤を供給した。③発生予察：病勢進展とレースの変動を地方予察組織を通してモニターした。その組織数は 93 から 1979 年には 150 に増加した。初発の予測が重視された。④耕種法：N 施用を抑制し、15kg 以内とさせた。⑤研究計画：長・短期の研究計画が ASPAC lecture meeting で討議され、1978 年には IRRI との共同研究が始まった。また、日本との共同研究も '75 年より '87 年まで実施された。⑥育種計画：抵抗性の量的評価を多様な遺伝的背景を持った品種について、多くの時期、地域、生育ステージで繰り返して行い、より安定した抵抗性の探索に努めた。これらの対策が奏効して 1979 年に葉いもち発生面積が 792,000ha であったのが、'87 年には 94,000ha に激減したのである。

#### 7 日本におけるいもち病研究の現状と問題点：東北農試 八重樫博志博士

いもち病シンポジウムの掉尾を飾って、ホスト国を代表して八重樫博士が、世界に誇るわが国のいもち病研究について報告した。内容は病原菌、その病原性、ならびに品種抵抗性の三つの話題に大別されるが、残念ながら与えられた紙面が尽きた。本誌の読者は十分にご存じの話と思われるので、申し訳ないが省略させていただく。

全体としてこのシンポジウムの目的は達成されたと思いい、コーディネーターとして満足しているが、残念だったのは日本人研究者からの突っ込んだ質問がほとんどなかったことである。筆者自身も含めて、言葉の壁は厳しかったと感じた方が多かったのではなかろうか。

特集：植物病理学最近の進歩 (ICPP シンポジウムより) [2]

## 植物保護におけるバイオテクノロジー

農林水産省農業生物資源研究所  
農林水産省農業環境技術研究所

もと 吉 ぶさ お  
本 藤 総 男  
佐 藤 守

過去数年間、植物における遺伝子の構造や機能に関する分子生物学的研究は非常に盛んになり、多くのことがわかってきた。これには、微生物や動物における先進的な研究から得られた情報も大きく貢献している。また、遺伝子を扱い、構造や制御機能を研究する実験システムが新しいバイオテクノロジーとして開発され、改良されてきたことが、その進展を著しく促進したといえよう。

植物病理学は、従来から分子レベルで解析が行われてきた研究が多く、これらの研究は遺伝子の構造や機能まで掘り下げることによって、さらに新しい展開が期待される。遺伝子の分子生物学における知識や技術が植物病理学に取り込まれ、その中から生まれてくる研究成果や技術は、次の段階で植物保護や抵抗性育種などの応用分野に対して大きな役割を担うことになるであろう。

第5回国際植物病理学会のなかで企画されたシンポジウム「植物保護におけるバイオテクノロジー」は、8月22日午前・午後と23日午前にわたり、20名の講演者による発表が行われ、またこのシンポジウムとの関連において、五つのセッションで分子生物学に基づくバイオテクノロジーに関係する研究発表があった。本シンポジウムは、植物病理学及びその周辺でのバイオテクノロジーの土台がある程度まで築かれたといえる時期において、その発展を総括し、今後の見通しを立てるために、意義深いものになったと思う。以下、本シンポジウムでのそれぞれの講演内容を概括する。

### I 植物病原細菌及び糸状菌の分子生物学

植物病原細菌の、特に病原性に関する分子生物学は、*Agrobacterium tumefaciens* を中心に、近年急速な進歩をみせている。本シンポジウムにおいても、*Agrobacterium* のほか *Xanthomonas*, *Pseudomonas*, *Erwinia* 属の主要な植物病原細菌についての最新の研究情報が発表された。さらに、宿主特異性にかかわる非病原性遺伝子、組換え細菌の野外利用、糸状菌の線状プラスミドと、現在最も注目を集めている分野の報告も行われた。

C. I. KADO 博士 (カリフォルニア大 (UC) デービス校) は、植物からのシグナルによる病原性遺伝子の発現制御について報告した。*A. tumefaciens* の Ti プラスミド中の *vir* 領域は、T-DNA の切り出しなどの植物形質転換能に関与する遺伝子を有しているが、この遺伝子群のうち *virG* 遺伝子がアセトシリシリンゴンなどの植物物質により活性化されることを示した。さらに、その遺伝子産物が *virE* など他の遺伝子の発現を誘導し、T-DNA の植物への形質転換が起こることを明らかにした。一方、*X. campestris* pv. *campestris* の一連の病原性発現の過程には、常に新鮮な宿主中の栄養源を必要とすることから、この“病原性遺伝子”もおそらく *vir* と同様にその遺伝子発現には植物側のシグナルが必要ではないかという考えを示した。これらの研究には、海洋細菌 *Vibrio fischeri* の生物発光遺伝子 (*lux*) が用いられ注目を集めた。*lux* 遺伝子のプロモーター部分を除いて構築したプロモーター活性検定用のプラスミド、あるいは *lux* 遺伝子を組み込んだ広宿主域プラスミドは、それぞれ病原性遺伝子の解析、病原細菌の植物内での侵入過程の解明に威力を発揮した。

F. ROBERTO 博士 (UC, デービス校) は、故 KOSUGE 博士の研究室で行われてきたオリーブのがんしゅ病菌 *P. syringae* pv. *savastanoi* の病原性因子であるオーキシシン (IAA) とサイトカイニン (tZR) についての一連の分子生物学的研究を紹介した。IAA 合成に関与する *iaaM*, *iaaH* の両遺伝子の全塩基配列が決定されたが、それは Ti プラスミドの T-DNA 中の *tms-1* と *tms-2* と高い相同性を持っていた。また、tZR 合成遺伝子 (*ptz*) も T-DNA 中の *tmr* と高い相同性が認められた。一方、両遺伝子の発現調節に関して最近の研究成果が報告された。細菌を培養すると IAA レベルは細菌の生育と平行的であるのに対し、tZR は生育完了後にだけ蓄積する。リポーター遺伝子を用いた実験でも、両遺伝子の発現調節の差異が認められた。両遺伝子のプロモーター部位の塩基配列も決定されたが、その配列は、既に報告されている *Pseudomonas* のものよりむしろ *E. coli* のプロモーター配列に似ていた。

筆者 (佐藤) は、*P. syringae* pv. *atropurpurea* の病原性発現に不可欠なコロナチン産生が、約 58Mdal の

プラスミド (pCOR1) の支配を受けることを明らかにしたが、今回は特に pCOR1 プラスミドの植物内のユニークな挙動を中心に報告した。NIAES 1309 株をイタリアンライグラスとタバコに接種すると、植物内で高頻度に pCOR1 を離脱し、非病原性株になった。この現象は、タバコ細胞との共存培養においても再現され、この結果から pCOR1 離脱を誘導するなんらかの物質が植物細胞から産生されているものと考えた。一方、NIAES 1309 株に *P. syringae* pv. *tabaci* 由来の伝達性プラスミド pBPW1 を導入すると、伝達能を有するようになった。この菌株と植物内増殖能のみ有する非病原性株を同時にライグラスに接種し、一定期間後、選択培地で再分離すると、pBPW1 のみならず、pBPW1 により可動化された pCOR1 を含む受容菌が検出された。これらは病原性も確認され、病原性 (遺伝子) の非病原性株への植物内移行が *Pseudomonas* では初めて確認された。

A. K. CHATTERJEE 博士 (ミズリー大) は、*Erwinia* 属細菌の分子遺伝学、特に病原性因子であるペクチン分解酵素産生にかかわる遺伝子とその発現調節を中心に講演を行った。ペクチン酸リアーゼ (*pel*) 遺伝子は、*E. chrysanthemi* などで単離され、その遺伝子構造の比較検討がなされた。また、ペクチンリアーゼは、DNA 損傷物質によって、ファージ誘発を伴い誘導されること、そしてその植物との防御反応との関連が述べられた。さらに、これら酵素の export システムの分子レベルの解析、特に export 遺伝子と酵素産生遺伝子とのリンクの有無の種間、系統間による差異など興味深い知見が紹介された。

N. T. KEEN 博士 (UC, リバーサイド校) は、植物病原の宿主特異性に関連する分子遺伝学について述べた。特に最近の植物病理分野で最も重要な発見の一つと思われる、STASKAWICZ 博士 (UC, パークレー校) との共同研究である *P. syringae* pv. *glycinea* の非病原性遺伝子 (*arv*) のクローニングの研究が詳細に紹介された。病原菌の非病原性遺伝子と植物側の抵抗性遺伝子が対応したときにのみ抵抗性が発現するという遺伝子対遺伝子説が、ダイズと pv. *glycinea* の系で見事に証明された。最初に単離された *arvA* は 2721 塩基の ORF を有していた。また、ダイズで唯一マップされている抵抗性遺伝子 (Rpg1) に対応する *arvB1* などのいくつかの *arv* 遺伝子がクローニングされた。さらに、*P. syringae* pv. *tomato* のプラスミド上の *arv* も単離され、今後、様々な系での *arv* 遺伝子の研究の進展を予想させた。

N. J. PANOPOULOS 博士 (UC, パークレー校) は、同僚の LINDOW 博士とともに霜害防除用に遺伝子操作

した *P. syringae* の野外散布を世界で最初に実行した人であるが、その実施に至るまでの経過についての詳細な報告があった。1982 年 9 月に NIH に許可申請をして以来、環境保護団体の反対などにより実際の散布が行われたのは 1987 年 4 月であった。実際の散布風景が写し出され、宇宙服のようなものをまとった作業姿が印象的であった。散布した組換え細菌は比較的短期間に減少し、拡散もほとんどしないこともデータとして示された。これに利用された組換え細菌は、氷核活性細菌の氷核活性遺伝子 *ice* を次のような方法で除去したものである。まず、*ice* 遺伝子をクローニングし、次にこの *ice* の一部を欠失させ非氷核活性にする、そしてそれを野生株に戻し、欠失部位と *ice* 遺伝子を交換させるという手法である。この有害遺伝子除去の方法は、標的遺伝子の単離ができていれば何にでも利用できる。病原性遺伝子 (*hrp*) の単離が最近 *P. syringae* 群細菌で行われたことを紹介し、例えば、病原性遺伝子除去によるバイオコントロール用微生物の作出も可能な時代がきたことを示した。

羽柴輝良博士 (東北大) は、病原糸状菌で見いだされたユニークな構造を持つ線状プラスミドについて発表した。*Rhizoctonia solani* の六つの菌糸融合群の 84 菌株中 29 菌株からいずれも線状のプラスミド DNA が検出された。各プラスミドは、同一の菌糸融合群内のプラスミドと DNA の相同性を示した。第 2 群の菌株は、DNA 相同性から二つに分けられ、この群内の宿主範囲とも一致した。さらに病原性の弱い第 4 群には pRS64-1, 2, 3 と命名した 3 種のプラスミドが存在し、いずれも 2.7kb であった。従来報告されている線状プラスミドのほとんどは 5' 末端にタンパク質を持つものであるが、これらは、両末端がヘアピン・ループ構造をとり、しかも末端部約 500 塩基の部分が 3 種類とも同一塩基配列という全く新しい形の線状プラスミドであった。他の菌糸融合群のプラスミドも同様の形態をとっているものと推定された。また二量体の形成も確認され、このプラスミドの複製機構も解明されつつある。プラスミドと病原性の関係については直接的な証明はまだ得られていないが、プラスミドの構造解析の結果や菌糸融合群間におけるプラスミド DNA の相同性の結果などから、近い将来明らかになるであろうと結んだ。

## II ウイルスの分子生物学

植物ウイルスの大部分は RNA ウイルスであるが、カリフラワーモザイクウイルス (CaMV) やジェミニウイルスの仲間は DNA ウイルスである。これらのウイルスは外来遺伝子のプロモーターまたはベクターの素材とし

て有用である。

CaMV はそのゲノム DNA を鋳型として、35S と 19S の 2 種類の RNA 転写産物を生ずる。35SRNA は逆転写によるゲノム DNA 生産の鋳型としての役割を持つ。また 35SRNA 上には 5' リーダー配列と CaMV のすべての遺伝子に対応するコーディング領域 (I~VI) が存在するが、ポリシストロニック mRNA として働くかどうかは不明である。19SRNA はコーディング領域 VI の mRNA と考えられている。T. HOHN 博士 (フリートリヒ ミーシャー研究所) は、DNA 上の 35S 及び 19SRNA のリーダー配列または特定のコーディング領域の下流のいろいろな位置にレポーター遺伝子として CAT 遺伝子を接続し、エレクトロポレーションによっていくつかの植物のプロトプラストにそれらを導入し、CAT 遺伝子の発現を調べた。これにより、35SRNA のリーダー配列は発現促進及び抑制のための領域を含み、下流の遺伝子にシス型に作用すること、ポリシストロニック転写の可能性はあるが、それには遺伝子間のトランス型の作用が必要であること、転写終結のためのポリアデニレーションシグナルの認識は、植物の種や組織によって異なるなどの新見を示した。

CaMV 粒子に含まれるゲノム DNA は 2 本鎖であるが、複製の様式は DNA→RNA→DNA である。CaMV は外来遺伝子のベクターとしては不向きであるが、35S RNA 転写のためのプロモーターは遺伝子操作に大いに役立っている。これとは対照的に、ジェミニウイルスは粒子中に 1 本鎖 DNA を持ち、細胞内で 2 本鎖 DNA を経て子孫の 1 本鎖 DNA を作る。ジェミニウイルスをベクターとして利用できる可能性は大きく、既に成功例もある。

池上正人博士 (東京農大) は、同様の気候条件下に分布し、同様の宿主域を持つ 2 成分型ジェミニウイルスの一種マングビーニエローモザイクウイルス (MYMV) と、ピーンゴールデンモザイクウイルス (BGMV) のゲノムの塩基配列やコーディング領域に対応するアミノ酸配列を比較し、これら 2 種は近縁であるが別種であることを示すと同時に、ジェミニウイルスゲノムの保存性と分化に関する知見を述べた。特に、それぞれの 2 成分間で共通の約 200 塩基から成る領域の塩基配列は、ウイルス間では異なっているが、その中の一部の、安定なヘアピンループを想定させる部分のみは、ウイルス間で共通性を持つことを指摘した。

ウイルス病の生物防除の手段として、弱毒ウイルスが利用されていることはよく知られている。それらの遺伝子構造及び機能の解明は、今後弱毒ウイルスの改良や適

正利用を進めていくために必要になってくるであろう。西口正通博士 (九州農試) は、RNA ウイルスの一つ、キュウリ緑斑モザイクウイルス (CGMMV) によるマスクメロンの玉えそ症の防除に有効な、弱毒株 SH33b の RNA の 3' 側の約 2,000 の塩基配列を親強毒株 SH と比較し、外被タンパク遺伝子上に 1 個のアミノ酸を置換する塩基置換が生じていることを示した。それより上流の配列はまだ比較されていないので、上記の置換が弱毒性と関係があるか否かは不明であるが、外被タンパクの二次構造に変化を与えることが推定される点で興味深い。

### Ⅲ 植物における形質転換手法の開発と利用

植物の形質転換法には、アグロバクテリウムのプラスミドをベクターとして利用する方法と、外来遺伝子を直接植物細胞に注入する方法がある。前者はナス科やほかの一部双子葉植物の形質転換にきわめて有効な手段であるが、イネ科植物には現在のところ不適であり、直接導入法の改良が期待されている。

日比忠明博士 (農生研) は、開発に携わった連続型電気的プロトプラスト融合及び遺伝子導入装置の非対称細胞融合や、遺伝子直接導入による抵抗性育種やウイルス研究への有用性を示唆する研究結果を報告した。また、E. W. NESTER 博士 (ワシントン大、シアトル) は、アグロバクテリウムによる形質転換機構研究の現状と展望を述べるとともに、直接導入法の有用性についても言及し、特に、DNA をコーティングしたタングステン粒子を小さな銃によって細胞内に撃ち込む手法の有効性も付言した。

形質転換によるウイルス抵抗性植物作出に関して、3 名の研究者からの発表があったが、いずれもウイルス側の遺伝子を外来遺伝子として導入するものであった。

R. N. BEACHY 博士 (ワシントン大、セントルイス) は、タバコモザイクウイルス (TMV) 外被タンパク遺伝子を導入した形質転換植物は、TMV の感染、増殖や病徴発現に対する抑制作用 (干渉作用) を持つようになることを示し、この干渉作用は、導入遺伝子を鋳型として生産される遊離の外被タンパクが侵入した TMV の脱外被を抑制するか、または TMV 複製開始に必要な細胞内の部位を遊離外被タンパクが占有し、TMV の機能を妨げるかどうかの機構によるであろうと説明した。次に、アルファルファモザイクウイルス、ジャガイモ X ウイルス、またはキュウリモザイクウイルスの外被タンパク遺伝子を導入したタバコはそれぞれのウイルスに、また、TMV 外被タンパク遺伝子を導入したトマトは TMV に



干渉を示すこと、異なるウイルスでも近縁であれば（例えばタバコ系 TMV 外被タンパクに対するトマト系 T-MV）干渉が発揮されることなどについても述べ、ウイルス抵抗性素材を得るための応用範囲の広い手法であることに言及した。また、一部野外実験の状況についても報告した。

トマトの育種にはいくつかの TMV 抵抗性遺伝子が利用されている。これらの遺伝子はいずれも TMV に強い抵抗性作用を発揮するが、ときにそれらの作用のうちかって、植物を侵す TMV 系統を淘汰圧によって自然選択してしまうことが最大の欠点である。筆者（本吉）は、形質転換植物内の外被タンパク遺伝子による抵抗性作用は、トマトの抵抗性遺伝子のそれより弱いのではないかと考えており、むしろ外被タンパク遺伝子は抵抗性遺伝子と共存させることによって、抵抗性遺伝子作用のうちかつ TMV 変異体の増殖を低下させて、抵抗性の崩壊を保護するために役立つほうがよいのではないかとと思う。筆者は抵抗性遺伝子を持つ野生種との雑種トマトに、トマト系 TMV の外被タンパク遺伝子を導入することにより、抵抗性にうちかつ TMV 変異体の増殖がかなり抑制されるといふ実験例を報告した。

D. C. BAULCOMBE 博士（プラントサイエンス研究所、ケンブリッジ）は、キュウリモザイクウイルス（CMV）のサテライト RNA の cDNA をタバコに導入して、CMV に対する抵抗性を付与する研究について報告した。この場合、形質転換植物はみずからサテライト RNA を体内に生産するようになる。博士らが使ったサテライト RNA は、もともと CMV とともに増殖し、CMV による病徴を抑制する作用を持っている。しかしサテライト RNA のなかには、強い病徴発現に関係するものもあり、形質転換体の抵抗性植物としての利用には、サテライト RNA の増殖、伝搬、病徴発現などにかかわる諸機能の解明が必要である。今回の発表は、そのような観点から、異なるサテライト RNA 間の組換え体を利用してサテライト RNA の機能を解明することに重点を置いたものであった。

#### IV 有用遺伝子の探索、単離と育種における新技術

A. H. ELLINGBOE 博士（ウイスコンシン大）は、遺伝子対遺伝子の関係に従う宿主と病原微生物における遺伝子相互作用の種々の場合についての機構を、微生物側の突然変異の種々の型を分析することによって説明した。しかしまだそれらの説明に対して、分子レベルでのアプローチは依然として困難な段階にあるように思われた。

植物側の抵抗性遺伝子を単離する試みも、まだ成功した例はない。しかし、その最も有力な方法は、おそらくトランスポゾンタギング（transposon-tagging）であろう。J. L. BENNETZEN 博士（パーデュー大）は、トランスポゾン *Mu1* を利用して、トウモロコシのさび病菌 *Puccinia sorghi* に対する抵抗性遺伝子 *Rp1* を単離する試みについて報告した。*Mu1* は他のトランスポゾンよりも高頻度で染色体上の位置を変える特性を持っている。また、*Rp1* 座位にはかなり多くの複対立遺伝子が同定されている。BENNETZEN 博士らは、多くの交雑実験個体の中から複対立遺伝子の一つ *Rp1<sup>F</sup>* と *Mu1* を持つさび病抵抗性トウモロコシ系統から感受性での変異を生じたものを選抜し、この変異が子孫に伝わることを確かめた。これらの突然変異は *Rp1<sup>F</sup>* 遺伝子の中または近傍に *Mu1* が挿入され、*Rp1<sup>F</sup>* の不活性化によって引き起こされたものと推定した。博士らは、クローン化した *Mu1* をプローブとして利用し、変異個体内の *Mu1* とそれに近接する DNA 領域を取り出し、DNA 配列の分析を行っており、今後の成果が期待される。

植物の特異的な耐性反応と遺伝子との関与に関する二つの研究発表があった。一つは古沢 巖博士（京大）の、除草剤パラコート耐性を示すタバコカルスとそれから還元された植物における耐性の遺伝的支配に関する分子生物学的なアプローチ、もう一つは大橋祐子博士（農生研）の、ウイルスの感染などの刺激によって生じる感染特異的タンパク（PR タンパク）に関するものである。

パラコートは、光合成で生じる  $e^-$  を受けて  $O_2$  を還元し、有毒な  $O_2^-$  を発生させ、細胞を殺す。植物側は、 $O_2^-$  2分子を還元して  $H_2O_2$  と  $O_2$  を生じる不均化反応を触媒して無毒化する酵素スーパーオキシドディスムターゼ（SOD）を持ち、その活性が高ければパラコート耐性を示すと考えられる。古沢博士らは、タバコ葉プロトプラスト由来のカルスから培地中のパラコート濃度を漸次増加させることによって耐性コロニーを得、またそれらから耐性植物を再生させ、耐性が後代に遺伝することを確かめた。これらの耐性カルスは、カルスのみに特異的な SOD アイソザイムをもち、一方、耐性植物は白星病菌毒素サーコスポリン、 $SO_2$  ガスなどにも耐性であった。博士らの研究は、細胞選抜育種の有用性を示すのみならず、植物の耐性機構や耐性獲得機構の研究や、耐性関与遺伝子の単離のための素材開発などへの発展を示唆するものである。

大橋博士らの研究で特筆すべきものは、TMV 感染やサリチル酸などの処理によって誘導されるタンパクの一つ PR1a に対応する遺伝子の単離と構造、機能の解析

であった。特に、その遺伝子から単離したプロモーターをレポーター遺伝子と接続させ、細胞に導入してプロモーター活性がサリチル酸によって誘導されることを確かめ、この種の遺伝子の制御機構の解明へと研究を進めつつある。

最近、従来の交雑による育種の中にも分子生物学を基礎とするバイオテクノロジーの活用がはかられるようになってきた。その一つに、制限断片長多型 (RFLP) の利用が挙げられる。すなわち、植物の DNA 断片をプロ

ーブとして、品種間または近縁種間に存在する DNA 塩基配列の差異を検出し、その差異をそれに連鎖する有用遺伝子のマーカーとして利用し、交雑育種の効率を高めようとするものである。B. BURR 博士 (ブルックヘブン国立研究所) は、RFLP の育種における利用に関し、みずからの研究経験に基づき、理論的解説を行った。その中で RFLP の量的形質のマーカーとしての使用の可能性についても述べた。

## 新刊紹介

### 『昆虫学セミナー I 進化と生活史戦略』

中筋房夫 編

254 ページ、定価 1,800 円

冬樹社 1988 年 9 月刊

本書は、中国・北四国地域の様々な機関に属している昆虫学研究者が集まって、1985 年 5 月から 3 年間 32 回にわたって持たれてきた、「昆虫学土曜セミナー」での話題提供の内容を中心に編まれた 3 巻からなるシリーズの第 I 巻である。この「勉強会」には、この地域のみならず、折にふれて手弁当で参加した他の地域の研究者も含むそれぞれの話題提供者が、自らの最新のデータと自発的な考えを提示している様が本書からも読みとれ、そこでどのような討論がなされただろうかと想像をたくましくするのは楽しくさえある。編者が記しているように、「分野の日常あたり程度に関係なく、いろいろな専門で昆

虫学を支える、とくに若手の研究者の業績を分り易く紹介する」ことを第一の目的としているが、日本における昆虫学研究の具体的内容と問題意識の一端を知るのにも手頃な本になっている。「政治・経済の中心地」からも、「科学の中心地」からも離れた「一地方都市」で着実に発展しつつあるセミナーの内容を、本シリーズの刊行によってより広範囲の研究者や学生が共有しうることがは歓迎される。

第 I 巻の内容は以下のとおりである。

昆虫学は今 (中筋房夫) / 種分化のめばえ—ヒメトビウカの細胞質不適合性 (野田博明) / 同所性種分化—ハバチ類の適応進化の一断面 (内藤親彦) / 飛ぶ戦略と飛ばない戦略—アブラムシ翅型多型の意味 (河田和雄) / 生活史戦略と害虫化—貯蔵穀物に適應した昆虫 (津田良夫) / 共通化はあるか—セセリチョウとガラスの進化的かけひき (中筋房夫)。なお、II. 生活史と行動、III. 個体群動態と害虫防除は、それぞれ 11 月上旬及び下旬出版予定である。(各予価 1,900 円) (志賀正和)

### 次号予告

次 2 月号は下記原稿を掲載する予定です。

アワメノメイガの個体群動態 齊藤 修  
 ピーマン斑点病の発生生態と防除 川越 仁・三浦 猛夫・日高 透  
 メロンを加害するナスハモグリバエの発生生態と防除 西東 力  
 病原菌による水田雑草クログワイの防除 鈴木 穂積  
 アシビロヘリカメムシによるウリ科野菜の被害 安田 耕司  
 リゾキシンの微小管タンパクに対する作用機構 岩崎 成夫・高橋 正明  
 第 18 回国際昆虫学会議に出席して 菊地 淳志・村井 保  
 リモートセンシングによる土壌病害の発症程度な

らびに発生関連要因の把握 駒田 旦  
 鳥獣害による農作物被害調査概要 農林水産省農蚕園芸局植物防疫課  
 昭和 63 年度に試験された病害虫防除薬剤  
 (1) イネ・ムギ 藤村俊彦・吉野嶺一  
 (2) 野菜・花きなど 田中 清・竹内昭士郎・荒木隆男  
 (3) カンキツ 是永龍二・小泉銘冊  
 (4) 落葉果樹 (リンゴ・オウトウを除く) 井上晃一・佐久間勉  
 (5) リンゴ・オウトウ 奥 俊夫・工藤 晟  
 (6) 茶樹 本間健平・成澤信吉  
 (7) クワ 宮崎昌久・高橋幸吉

定期購読者以外のお申込みは至急前金で本会へ  
 定価 1 部 580 円 送料 50 円

特集：植物病理学最近の進歩 (ICPP シンポジウムより) [3]

# 植物病害の生物的防除, 現状と将来展望

農林水産省農業研究センター 駒 田 旦

## はじめに

農作物の病害, 線虫害あるいは雑草の防除は, いままで農業に大きく依存してきた。その結果として, 世界的に農作物の生産性は飛躍的に向上したが, 一方で, 農業による河川・湖沼・地下水の汚染, 自然生態系のかく乱, 人・畜への悪影響に対する配慮から, 農業に対する依存度を軽減し, 生態系との調和を目指した生物的防除の必要性が唱えられるようになってきた。作物保護が化学的手段から生物的手段にとって代わる時代は, 好むと好まざるとにかかわらず, さほど遠くない将来必ず来るに違いない。そのような見通しから, 近年この分野の研究は目覚ましい発展を遂げた。第5回国際植物病理学会議の会期中(8月25日), 丸1日(2セッション)を費して, 約300名が参加して, 斯界の権威者の話題提供のもとに, 病害, 線虫害, 雑草の生物的防除について考える機会を得た。

話題提供の演題と演者は次のとおりであった。(1) 弱毒ウイルスによるウイルス病の防除……本吉総男(日本), (2) 細菌による病害の生物的防除……A. KERR (オーストラリア), (3) 莖葉糸状菌病の生物的防除……N. J. FOKKEMA (オランダ), (4) 植物病原菌による雑草防除……R. CHARUDATTAN (アメリカ), (5) 土壌病害の生物的防除……R. J. COOK (アメリカ), (6) 線虫害の生物的防除……R. MANKAU (アメリカ), (7) 日本における植物病害の生物的防除の現状……駒田 旦(日本)。座長は T. KOMMEDAHL 教授(アメリカ)が, 副座長は筆者がつとめた。

なお, 本シンポジウムの基本的な構成は, 会議のほぼ2年前までに, 故内記 隆氏とサブコミティメンバーの寺中理明・本間善久両氏, 鈴木孝仁氏, それに筆者らが, 宇井格生・R. J. COOK 両氏の助言を参考に協議, 成案を得ていたもので, 内記氏の急逝の後, 筆者がその遺志を継ぎ, コーディネータとして実行を担当した。

本稿では, それぞれの話題提供の要旨を紹介するとともに, 日本におけるこれら分野の研究と実用化の現状を, それと対比させて, その将来方向につき私見を述べる。

Biological Control of Plant Diseases, Its Current Status and Prospects. By Hajimu KOMADA

## I 集約農業における生物的防除の将来性

わが国における生物的防除の将来性を論じる場合, その農業の特殊性を無視する訳にはいかない。いうまでもなく, わが国の農家1戸当たりの耕地面積は, 北海道を除けば1ha以下と, 諸外国に比べて極端に狭小である。この狭い耕地から高い収益を得るため, わが国の農業は過去には専ら労働集約的な, また近年は資材多投型の資本集約的な道を歩んできた。そのうえ, わが国では, 消費者が味や日持ちといった実質の品質ばかりでなく, 色や形のような外観の品質にまで高度なものを求めるばかりか, 野菜・花などでは本来の「旬」がわからなくなるほど, 周年, 鮮度の高い商品を求め, このような志向がさらに集約化傾向に拍車をかけることになっている。

他方欧米諸国では, 経営は広大な耕地を抱えるが故に粗放にならざるを得ない。このような条件下では, すべての技術は「広さ」に耐えなければならず, 生物的防除も例外ではあり得ない。生物的防除にとってこの制約は厳しい。これに対して, 見方によっては異常ともとれるわが国の集約農業のもとにおいては, 多くの労力や経費を要する手段であっても, 十分実用に供しようという有利さがあるといえる。後述するように, わが国における生物的防除の研究は, 欧米諸国に比べかなり水を空けられている。それにもかかわらず多くの実用化例がみられることは, その有利さの現れということができよう。

## II 弱毒ウイルスによるウイルス病の防除

本吉は, 強毒ウイルスに対する弱毒ウイルスの前接種による交差防御を利用した防除について, TMV-Tの弱毒系統 L<sub>11</sub>A, CGMMVの弱毒系統 SH33b, ならびに TMV-Pの弱毒系統 Pa18 及び C-1421の作出・選抜の経過とそれらを用いたトマト, 温室メロン及びピーマンのウイルス病防除の実例を紹介した。また近い将来に実用化の可能性のあるものとして, CMV 及び CTV についても簡単に紹介した。

弱毒ウイルスによるウイルス病の防除は, 誘導と選抜の困難さの故に, まだ一部のウイルスで利用されているにすぎないとはいえ, わが国が生物的防除の分野で欧米よりも優位に立っている例ということができる。ただし

弱毒ウイルスの増殖や接種にかなりの労力を要するところから、やはり日本的な技術であるというべきかもしれない。また、トマトにおける  $L_{11}A$  の利用の例にみられるように、その利用は市場の主導品種の TMV 抵抗性いかに大きく影響されるという不安定さに問題がある。

弱毒ウイルスの研究は、粗放農業のもとにおける利用を考えれば、植物の遺伝子の中に TMV の外被タンパクの遺伝子の導入の事例で一部成功をみたように、将来は弱毒ウイルス遺伝子の植物への導入の方向へ進むであろう。ただし当面は、できるだけ多くの種類・系統のウイルスに対する弱毒系統を作出することが求められよう。

### Ⅲ 細菌病の生物的防除

KERR は、細菌病の生物的防除の最近の事例として、*Erwinia amylovora* による fire blight, *Pseudomonas solanacearum* による青枯病, *Pseudomonas syringae* などによる氷霜害, *Agrobacterium tumefaciens* による根頭がんしゅ病などを挙げ、その防除機作、有効菌株の検定と野外放出の問題、特に組換え DNA 技術の利用に伴った問題点を紹介した。これらの中には、氷核活性細菌の防除と根頭がんしゅ病の防除という二つの実用化例が知られている。

種々の作物の凍霜害の防除は、*P. syringae* の氷核活性部位を遺伝子操作によって除去した菌株を作出し、それを茎葉面に散布することにより成功したが、組換え体の野外放出の最初の例として論議的となった。それと同時に、生物的防除の分野における遺伝子工学の応用の好例ともなった。

根頭がんしゅ病に対して、10 年以上もの間実用的防除に供されてきた *Agrobacterium radiobacter* strain K84 の防除機作は、主としてこの菌株の持っているプラスミド pAgK84 による抗菌物質 agrocin 84 によることが明らかになっているが、この技術は pAgK84 の病原性 *Agrobacterium* への転移による抵抗性の獲得に絶えず脅かされてきた。そこで、組換え DNA 技術によって、そのおそれのないプラスミド pAgK1026 を持つ系統 K1026 が作出され、オーストラリアで農薬として登録された経過が紹介された。

わが国では、細菌病は薬剤防除が困難で、種々の作物で深刻な問題となっているにもかかわらず、その生物的防除については今までほとんど研究蓄積がなかった。ただ、今回の国際会議に、青枯病(トマト、タバコ)、ジャガイモそうか病、根頭がんしゅ病(バラ、キク K84 による)などに対する若干の成果が報告され、一部は実用化の可能性もある。また氷核活性細菌について、チャ、

クワ、一部野菜について研究が行われつつある。

この分野は、上記 2 例にみられるように遺伝子工学的手法の応用の可能性の最も高いところであり、今後の飛躍的發展が期待される。

### Ⅳ 茎葉糸状菌病の生物的防除

FOKKEMA によると、葉圏における生物的防除は、病原菌の侵入前における microbial antagonism か、感染後における hyperparasitism による。生物的防除に用いられる微生物は、細菌、イースト、糸状菌であり、necrotrophic な病原菌に対してはこれら微生物との栄養の競合によるところが大きく、抗生物質の生産と hyperparasitism がこれに加わる。biotrophic な病原菌に対しては、抗生物質生産と hyperparasitism による。

病原菌の侵入前における生物的防除にとっては、前もって安定した拮抗微生物相を形成しておく必要がある。また hyperparasitism の利用にとっては、hyperparasite の生存や寄生に対して厳密な微気象の制御が必要となるが、これは接種の回数を増やしたり、agent の改良で克服しうる。

茎葉病害の生物的防除の困難なところは、葉圏における拮抗微生物相の維持のための環境制御である。これに対して、収穫物を拮抗微生物で処理する貯蔵病害の生物的防除は、環境制御が容易という利点があるといえる。

わが国でもかつて葉圏微生物に興味を持った研究者がなかったわけではないが、なぜかそれが葉圏微生物の相互関係を利用した生物的防除の研究へと発展せず、この分野の研究蓄積は皆無である。細菌による茎葉病害と同様、遺伝子工学的手法の導入による飛躍的發展の期待される分野である。今後ともこの状態で良いとは思えない。

### Ⅴ 植物病原菌による雑草防除

CHARUDATTAN によると、植物病原菌による雑草防除は、対象とする雑草に対する適当な防除法がないとき、すなわち安全性、特異性、コスト、環境問題などからみて生物的防除が好適であったり、ある雑草に対する除草剤が環境に対する危険のために使えなくなった場合に特に意義がある。この目的に使われる病原菌は、その侵害力の故に現在は糸状菌が多い。細菌とウイルスは、今後、生物工学がその安全性と効力の向上を可能にし、かつ生物工学によって加工された病原菌の使用についてのコンセプトが社会に受け入れられたとき、その利用が増加するかもしれない。

アメリカで既に“mycoherbicide”として農薬登録されている二つの事例のほか、2, 3 の実用化の可能性の

ある例について紹介された。

わが国では、莖葉病害の生物的防除と同様、この分野について全く研究蓄積がなかった。この分野が雑草防除と植物病理のはざまにあったため、いずれの分野からも興味を持たれなかったのか、それとも後述する理由からか理由はわからない。ただ最近、鈴木によって難防除水田雑草クログワイを不完全菌の一種によって防除する試みが成功したのは、この分野における最初で唯一の成果として高く評価できる。

## VI 土壌病害の生物的防除

土壌病害の研究者は、既に第1回国際植物病理学会議の5年前(1963年)に、パークレーで大規模な国際シンポジウムを開催しているが、そのときのテーマは、Ecology of Soilborne Plant Pathogens, Prelude to Biological Controlであった。これ以来、土壌病害の研究者(もちろんわが国でも)は生物的防除を常に念頭において研究を行ってきた。生物的防除の研究は、常に土壌病害研究者によってリードされてきたといっても過言ではない。今年はそのから数えて25周年に当たるので、それを記念する意味から、今回の国際会議のSection V(土壌病原菌)では、八つのセッションのうち三つを生物的防除に当てた。本シンポジウムにおけるCOOKの話題提供はその序論に相当するものであった。

COOKは、生物的防除とは病原菌を制御する目的で、生物あるいは遺伝子、遺伝子生産物を利用することと定義したうえで、土壌病害の生物的防除を、strategy, agent, methodの三つの視点から次のように整理し、実例を挙げて解説した。

### Strategy :

- ①共存する微生物相により、病原菌を弱らせたり死滅させるなどして、病原菌の密度を経済的に問題にならない程度に低く保つ。
- ②根圏微生物などにより、病原菌の感染を排除したり遅延させる。
- ③宿主の抵抗性などにより、植物体の病気に対する自己防御機構を強化する。

### Agent :

- ①病原菌の非病原性あるいは弱病原性系統。
- ②拮抗微生物。
- ③自己防御のために操作を加えたり、遺伝的に改変された植物。

### Method :

- ①輪作や抑止土壌、素因を形成させるようなストレ

スを小さくする手段(いわば自然の生物的防除の構成要素)によって保護されたり高められた background に、

- ②菌核寄生性微生物や抵抗性遺伝子のように、self-maintaining 機能のある生物や遺伝子を1回ないし数回導入したり、
- ③病原菌を阻害する root colonizing bacteria や抵抗性を誘導する微生物(microbial pesticide)を繰り返し導入する。

土壌病害は薬剤防除が困難なので止むを得ずという事情はあるにせよ、生物的防除はわが国の土壌病害研究者の最大の関心事であった。最近数年のバイオテクノロジーに対する関心の高まりと相まって、土壌病害の生物的防除の研究勢力はにわか増大し、今回の国際会議にもかなりの報告が提出された。それらのなかには、冒頭に述べたような理由から、欧米諸国では到底応用できそうにない、しかし着想の優れた生物的防除の実用化例、あるいは実用化の可能性の高い事例が少なくない。その主なものを紹介する。

### 1 抵抗性台木の利用

わが国では、果菜類の多くは接ぎ木が普通の栽培法になっている。その多くは低温など不良環境に対する耐性と土壌病害に対する抵抗性の賦与を主たる目的としている。この方法は手先の器用なわが国の農家の特性を生かし、しかも品質への影響をさほど考慮する必要のない、わが国特有の技術といえる。今後とも、この技術はわが国の果菜栽培を支える重要な技術であり続けるであろうし、消費者の品質に対する欲求が厳しければ厳しいほど、接ぎ木への依存度が高くなるだろう。

### 2 交差防御(誘導抵抗性)の利用

小川・駒田により発見され、その後小川により技術化された、非病原性 *Fusarium oxysporum* の前接種による誘導抵抗性を利用したサツマイモつる割病防除の例は、操作が容易で、薬剤防除と同等の高い効果とその安定性において、世界でも数少ない土壌病害の生物的防除の実用化例の一つといえることができる。

このほかに、イチゴ(フザリウム病)、トマト(フザリウム病、パーティシリウム病)、ナス(フザリウム病、パーティシリウム病)などの非病原性菌株による交差防御(誘導抵抗性)の成功例が、今回の国際会議に報告された。サツマイモの場合は挿し木が通常の栽培法であり、植え付け後しばらくの間保護すれば実用上十分な防除効果が得られる利点がある。他の作物の場合に、これほどの効果を期待するのは困難かもしれないが、交差防御はわが国における生物的防除の一つの戦略になり得よう。

### 3 拮抗微生物の利用

わが国には、1960年代に大島によるトリコデルマ菌による白絹病防除の記念碑的業績がある。これはおそらく世界中で微生物農薬として登録（現在も登録は生きている）された第1号であろう。しかしその後、拮抗微生物利用の研究はほとんど見向きもされない時期がかなり長く続いた。70年から80年代初頭にかけて、わが国では、未分解の有機物施用による土壌微生物の活性化を土壌病害防除に利用しようという意図を持った研究にかなりの精力が傾注され、この間、微生物と土壌病原菌との間の特定の拮抗関係の利用研究はなおざりにされた感がある。数年前にようやく、バイオテクノロジーへの関心の高まりに触発されて、この分野の研究がにわかには活発化した。それに伴い、防除のターゲットも、非根圏土壌中の病原菌（休眠器官）から根圏、根面へと変化し、拮抗微生物探索の場も微妙な変化をみせてきた。

短期間の研究にもかかわらず、今回の国際会議では、谷井らによるジャガイモの種いもバクテリアゼーションによるそうか病、黒あざ病などの防除を初め、多くの成果が報告された。ただし圃場規模での成果は一部にすぎず、その実用化の可能性は未知数のものが多い。現在、国公立試験研究機関、農業・肥料メーカーにより、この種研究が積極的に行われており、近い将来、多くの生物的防除資材が登場することが期待される。

ところで、10数年以前からわが国では、連作障害あるいは土壌病害の被害軽減効果ありとした、いわゆる微生物資材が、さまざまな経路で流通して農家や現場指導者を悩ませている。その数、百数十種とも、もっと多いともいわれ、多くはなんらかの有効微生物を含むとされ、土壌改良剤や特殊肥料として販売されている。効能の表現はかなり具体的であるが、内容（キャリアや微生物の種類、性状）については抽象的であるが、しかし素人には魅力的である。効果について、農薬や肥料のように公的機関による評価が全くなされておらず、まさに野放しの状態である。問題は、近い将来世に出るであろう生物的防除資材を、これら資材とどう区別するかである。その取り扱いを誤ると、生物的防除資材の発展を阻害することにもなりかねまい。

### 4 拮抗微生物親和性植物との混植

木島らは、ネギとの混植あるいはタマネギとの輪作という伝統農法を行っているユウガオ畑では、つる割病の発生がみられないことに着眼して、ネギ属植物の根には強い抗菌活性を示す細菌が生息していることを突き止めた。そこでネギ属植物（ネギ、ニラなど）の根によく定着し、しかも高い抗菌活性を示す細菌を選抜して、本細

菌を接種したネギ属植物と種々の野菜を混植し、ユウガオのほか、トマト、イチゴ、キュウリ、スイカなどのフザリウム病、コンニャク白絹病の防除に成功した。前項と同様の拮抗微生物の利用であっても、対象作物それ自身ではなく、他種の作物根に拮抗微生物を定植させ、混植によってその抗菌活性を利用するというユニークな着想を高く評価したい。また農家の長年の経験に基づく伝統農法の再評価の必要性という一石を投じた成果ともいえよう。

### 5 罹病残渣の嫌気発酵

集約的農業のもと、収益性の高い作物の専作化が進むわが国では、前作物の残渣処理いかんは土壌中の病原菌密度を支配する重要な要因である。それにもかかわらず、残渣の処理（収集、処理）は全くなおざりにされていて、それが連作障害の進行を加速しているともいえる。しかも集約農業のもとでは、単位面積当たりの作付個体数が非常に多いので、一作ごとの病原菌密度の増幅度は粗放な管理の場合よりはるかに大きいといえる。ただし問題は、いかにして残渣を収集しそして処理するかである。

萩原らは、ダイコン、ハクサイ、キャベツなど多汁質の野菜残渣を大型のプラスチック袋につめ、密封することにより、常温で嫌気発酵を行わせ、土壌病原菌を死滅させる方法を開発した。収穫物と同量ないしそれ以上の多量の収穫残渣を生む葉菜類の残渣処理方法として実用的価値は高い。

### 6 抑止土壌

抑止土壌は自然の生物的防除と位置づけられる。土壌病害に対する抑止土壌について、わが国での研究歴は古く1950年代に開始されている。土壌本来の性状を覆い隠すほどの資材を多投し、連作が一般化しているわが国で、抑止土壌を発見するのは至難ではあるが、偶然の機会に各地でフザリウム病に対する抑止土壌が見いだされ、また最近、根こぶ病に対する抑止土壌の存在も確認された。その一部については抑止機構の解明も行われた。

抑止性が生物的要因によることが明らかにされると、欧米諸国で例をみるように、生物的防除への発展の可能性が考えられる。さらに土壌の種類による抑止性の差異が明らかになることにより、土壌病害発生の視点よりみた適地適作の類型化が可能となる。

### 7 太陽熱土壌消毒

晴天が続く、強い太陽光の得られるカリフォルニアやイスラエルのような半砂漠地帯では、露地畑にプラスチックフィルムで被覆しただけで、土壌のかなり深くまで地温が上がり、十分な土壌消毒効果が期待できる。ところがわが国では、夏季にも割合雲が多く、湿度が高いた

めに熱線の強さが減殺される。したがって露地はもちろん、施設内であっても単なる被覆のみでは高い消毒効果は期待し難い。奈良県の開発による、粗大有機物投入（必要に応じ石灰窒素を施用）と、一時湛水後に被覆し、ハウスを密閉して地温の上昇を図る方法は、単なる地温上昇による物理的防除以外に、大量の有機物の急激な分解による生物的防除効果をも高く評価すべきであろう。

### 8 土壌病害の生物的防除のむすび

わが国では、非常に多くの作物、特に野菜では根菜を除く主要なものはすべて、苗床で育苗され本圃に定植される。このことは生物的防除にとっては非常に大きな利点となる。育苗中はきわめて集約的な管理が可能であり、さまざまな生物的防除の処理を施した苗を本圃に植え付けることが可能であり、種苗を対象として処理がなすいうすべになるような粗放栽培に比べれば、きわめて有利ということが出来る。もちろん、前述のように本圃管理の集約度もきわめて高い。その意味から、上に紹介した以外に、さらにユニークなきめ細かな生物的防除の試みが、今後、登場する可能性に期待したい。

## VII 線虫害の生物的防除

MANKAU によると、外部寄生性細菌、*Pasteuria* は線虫の生物的防除にとって最も有効かつ有望な agent といえる。本菌はネコブセンチュウとシストセンチュウに対して高度の宿主特異性を有し、産卵を阻止する。また除草剤、殺虫・殺菌剤、不良環境に対して強い耐性を有する点は、生物的防除の研究と実用化に対する興味をそそられる。しかし、本菌は絶対寄生性なので人工培養・増殖の企てはことごとく失敗に終わった。

線虫に対する拮抗糸状菌は非常に多く知られてはいるが、生物的防除活性について十分な試験がなされていない。特に植物寄生性線虫に対する高度の宿主特異性の検討が欠けている。線虫捕そく菌は、土壤への定着性、腐生性、効果が定まらない。捕食能を促進する要因が最近明らかになったが、まだ利用されるに至っていない。植物寄生性線虫の生活史の最も弱い時期に影響を与えるので、最近、線虫卵寄生性糸状菌に注意が払われている。

わが国では、線虫捕そく菌の記載的、生理・生態学的研究が三井によってなされた。またさまざまな有機物の添加によって線虫捕そく菌の活性の増大を、ポット試験で認めたが、圃場試験では再現できなかった。*Pasteuria penetrans* について、西沢はその寄生によるダイズシストセンチュウとリクトウシストセンチュウの密度低下を認めた。人工増殖ができないので、宿主線虫を用いた増殖による実用化を企てている。石橋は、3種の異なった

機能を有する線虫の混合により、土壌害虫と土壌病害、寄生性線虫の総合防除について、実用化が有望な成果を報告した。

キタネグサレセンチュウに対してマリーゴールドの輪作による防除対策が各地の野菜産地で行われている。また前述のいわゆる微生物資材のなかに、線虫害に対する防除効果ありとしたものも少なくない。

## おわりに

本稿の冒頭で、筆者は植物病害の生物的防除の発展にとって、わが国の集約農業はきわめて有利な環境である、と述べた。また、わが国の消費者の農産物の品質に対して完全を求める性質が、集約農業を支える1要因となっているとも述べた。

消費者の完全な品質への欲求を満たすため、農家が完全を追求するのは止むを得ぬことと一応理解できる。しかし、農家の完全さの追求は、必ずしもその範囲にとどまらず、病虫害や雑草を完全に防除しなければ納得しないところがうかがわれる。その程度はしばしば経済性を無視して高度となる。日本人の完全主義は消費者にとどまらず、農家の完全防除への欲求となって現れる。

細菌・糸状菌による地上部病害の生物的防除、植物病原菌による雑草の生物的防除に対する、わが国の研究蓄積がほとんど皆無であったときに述べた。これらの研究がなぜわが国では育たなかったのか。基礎研究の軽視、それも理由の一つには違いない。雑草の生物的防除の場合、それが学問領域のはざまにあったことも理由の一つであったろう。しかし、もっと大きな理由があったように思う。それは、完全な品質の商品を作るためには、薬剤防除（完全防除が果たして必要かどうか疑問だが）以外には不可能であったということではなからうか。また農業はおおむねそれにこたえてきたともいうことができる。ことばを換えていえば、生物的防除で果たしてそれほど完全な品質の商品が生産できるであろうか、ということである。

最近、消費者は新たな欲求、すなわち農業に対する嫌悪感を持ち始めた（その多くが薬剤防除に対する無理解に発するとはいえ、無視する訳にはいかない）。ただ、科学の進歩した遠い将来は別として、現在、このような消費者の欲求（おいしくて美しく、無農薬）はまさに、ないものねだりとしかしいようがない。ところで、このように限りなく完全を求める日本人の性癖は、生物的防除の発展にとって大きな障害となるような気がしてならない。生物的防除の発展を望むなら、研究と同時に、啓蒙活動も必要なのかもしれない。

特集：植物病理学最近の進歩 (ICPPシンポジウムより) [4]

## 殺菌剤研究の最近の進歩

玉川大学農学部農芸化学科

関 沢 泰 治

住友化学工業株式会社

加藤 寿郎・高野 仁孝

セッション1では担子菌類に対して防除効果のある新殺菌剤について、セッション2ではトリアゾール類及びその他の、ステロール生合成を阻害し、広い抗菌スペクトルを持つ殺菌剤の生物学と生化学について、セッションⅨ「病害防除」との密接な連携のもとシンポジウムが持たれた。セッション1の座長は S. G. GEORGOPOULOS (ギリシャ) が務め、セッション2の座長は B. C. BALDWIN (UK) が務めた。

セッション1では初頭、S. G. GEORGOPOULOS が開会挨拶を行い、引き続きカルボキシアミド殺菌剤 (carboxamide fungicides) について、その歴史、作用点 (G. A. WHITE によって解明されたミトコンドリア電子伝報系の Complex II, b type cytochrome より coenzyme Q への電子伝達阻害)、多種の糸状菌から得た Complex II の薬剤感受性の違い、変異による Complex II の感受性の違い、用法及び薬剤耐性などをまとめて報告した。なお、S. G. GEORGOPOULOS はカナダで G. A. WHITE とともに、この系統の薬剤の作用機構研究に従事した研究者である。

次いで、廣岡ら (日本農業) は新しいカルボキシアミド誘導体としてのフルトラニル (flutolanil) について報告した。本化合物は *Rhizoctonia solani* によるイネ紋枯病だけでなく、*Rhizoctonia*, *Corticium*, *Typhula* 及びさび病菌類による他の植物病にも防除効果がある。その作用様式は、担子菌類ではコハク酸脱水素酵素複合体 (Complex II) の阻害によるものであるとされた。わが国におけるイネ紋枯病の防除では、本剤は葉面散布または粒剤による水面施用のいずれによっても防除の目的を達することができる。さらに筆者らは、フルトラニルの *R. solani* の侵入過程に与える効果の詳細を調べている。イネ葉鞘上の本菌糸上に直接散布すると菌糸及び侵入菌糸塊の崩壊といった著しい形態変化が観察された。コハク酸の酸化反応の阻害による ATP 供給減少の結果として生じたものと考えられる。また水面施用あるいはイネ葉鞘上への散布によって、フルトラニルはイネ

体に吸収され、広く移行し、優れた効果を発揮することを分析的に確かめている。

次に、松浦ら (武田薬品) によりバリダマイシン (validamycin A) のイネ紋枯病に対する防除機構が明らかにされた。バリダマイシン A は放線菌の産生するシウドオリゴ糖であり、*R. solani* (AG-1) によるイネ紋枯病の防除に広く用いられてきているが、*R. solani* によるジャガイモ、テンサイ、野菜類の病害、さらにイネの菌核病にも有効である。*R. solani* の菌糸は生長とともに多くの分枝を生じる。それらの分枝は局所ごとにさらに生長し、侵入菌糸塊を生じ、そこから侵入する。バリダマイシン A は菌糸の伸長を阻害し、侵入菌糸塊の形成を阻害した。バリダマイシン A は *R. solani* (AG-1) 及び *R. solani* (AG-2-2), *R. oryzae*, *Sclerotium fumigatum*, *S. hydrophilum* 及び *S. oryzaesativae* のような菌核病菌類のトレハラーゼを著しく阻害した。これらのトレハラーゼに対するバリダマイシン A の阻害の型は競争阻害であった。元来、これら菌類の菌体内貯蔵型である二糖類トレハロースよりのグルコースの供給を抑制することによって、バリダマイシン A は菌糸の伸長と侵入菌糸塊の形成を阻害し、病害の伸展を止めるのが、防除の機構であることが示されたこととなる。本研究は、これら菌類でのトレハロース及びトレハラーゼの生理学的重要性を明確にし、今後の新殺菌剤探索にも一指針を示したものと考えられる。

次に、KUCK ら (バイエル、西ドイツ) 及び上山ら (日本特殊農業) の合同研究グループにより、イネ及びジャガイモなどの重要作物を侵す *Rhizoctonia* による植物病に対して強い防除効果を持つペンシクロン (pencycuron) の開発が報告された。*Rhizoctonia solani* は菌糸融合型によりいくつかの群に分けられるが、それぞれの群の間でペンシクロンに対する選択性が異なり、ほとんどの病原性菌株は高度に感受性であった。ペンシクロンは浸透移行性が少なく、葉鞘施用では徐々に組織内に浸透するが、大部分は処理部に長期間保持され、またイネ体での代謝もほとんど進行しない。したがって防除効果は親化合物の低濃度の菌体への直接接触によって発揮され



るものとされる。施用されたペンシクロンは長期間効力を持続することも明らかにされた。ペンシクロンの作用様式の解析では、代謝されていない親化合物が、殺菌性を示す本態であることも分析的に確かめられた。ペンシクロンで処理した菌体では、無処理対照に比べて、呼吸、核酸代謝、ステロール生合成、及び遊離脂肪酸生合成にはなんらの効果も認め難かった。しかし、処理区では菌体中のトレハロース貯蔵量の著しい減少が認められた。今後の研究を要するが、グルコースの経膜輸送系とリンクしたトレハロース生合成系にペンシクロンの作用サイトがあることが示唆されたこととなる。本シンポジウムでは、バリダマイシン A とペンシクロンによって、本菌におけるトレハロースの生理学的機能の重要さが重ねて強調されることとなった。

次に、中西ら（三共）により新規殺菌剤ジクロメジン (diclomezine) について報告があった。*Rhizoctonia solani* (AG-1), *R. solani* (AG-2-2), *R. oryzae*, *Sclerotium fumigatum* 及び *S. oryzae-sativae* などによる数種の菌核病に優れた効果がある。本殺菌剤はポテト-デキストローズ寒天 (PDA) 上でこれら菌類の菌糸伸長を  $1 \mu\text{g/ml}$  で強く阻止する。ジクロメジンの主な作用様式はまだ明らかにされていないが、*R. solani* の分枝した菌糸では、 $1 \mu\text{g/ml}$  の濃度で隔壁 (septum) の形成阻害と細胞内成分の漏出が引き起こされる。ガラス室効果試験では、ジクロメジンは強い予防効果と治療効果を示された。圃場効果試験では  $160\sim 480 \text{ g a. i./ha}$  のジクロメジンの葉鞘散布で優れたイネ紋枯病の防除が達せられている。ジクロメジンはイネの葉鞘の表面によく付着し、長期間保持される。

最後に、井上ら（住友化学）によって、新規殺菌剤トルクロホス-メチル (tolclofos-methyl) の開発が報告された。本殺菌剤は *Rhizoctonia*, *Corticium* 及び *Typhula* などの土壤伝染病菌に起因する植物病に有効である。これら植物病に低濃度の土壤施用で高い予防効果と治療効果があり、長期間有効性が認められた。本殺菌剤で処理した土壤で、汚染土壤を覆っておくと、本化合物が酸化することによって、汚染土壤中の *R. solani* の菌糸伸長はほとんど完全に阻害された。圃場試験での優れた効果は、本化合物そのものの殺菌効果とともにガス作用が相まって寄与しているものと考えられる。*Ustilago maydis* の液体培養に  $4 \mu\text{g/ml}$  にトルクロホス-メチルを添加すると、胞子の増加が直ちに停止した。続く数時間で胞子細胞の分裂は停止し、細胞は破裂し始めた。次いで 24 時間以内で、多くの細胞は細胞質を失った。一方、RNA, DNA 及びタンパク合成は  $4 \mu\text{g/}$

ml のトルクロホス-メチルでは阻害されなかった。現在の知見では、トルクロホス-メチルは細胞質分裂 (cytokinesis) に影響を与え、*U. maydis* の芽形成を阻害するものと考えている。(関沢泰治)

セッション 2 では、ステロール生合成阻害剤 (SBI) についての研究の現状について 7 題の口頭発表がなされた。

SBI は、1970 年代初頭に発見されて以来、次々と新たな化合物が開発され、今日の農業用殺菌剤分野において重要な地位を占めているものである。

Dr. R. J. WILLIAMS (チバガイギー社) は、世界における SBI の使用状況について、以下の報告をした。SBI の優れた特性には、①比較的低濃度で広範囲の菌に対して抗菌力を示す、②植物体内への優れた浸透性に基づいた、強い治療効果ならびに残効性を有する、③茎葉処理のみならず種子処理でも用いられる、④対象となる病原菌に対して、急激な感受性低下を引き起こさない、⑤多くの作物に対して薬害がなく安全である、などがあり、1987 年までに世界で 20 種類以上の SBI が登録されている。また、それらの SBI の多くは単剤で用いられているが、殺菌スペクトルの補強や耐性菌対策のために、ベンズイミダゾール系、フタルイミド系、クロロタロニル剤、モルホリン系殺菌剤などと 2 種あるいは 3 種混合剤としても用いられている。SBI が最も多く用いられているのはムギ分野であり、次いでブドウ、さらにそ菜、果樹分野の順で、バナナやコーヒーなどの熱帯作物の分野でも使用されている。以上のように SBI は今日、作物保護分野において多大な貢献をしており、今後更なる新規 SBI の発見が期待される。

数ある SBI の中でも、ムギの重要病害の一つである眼紋病に対する活性で知られる、fulusirazole の発明者、Dr. W. K. MOBERG (du Pont 社) は、SBI の構造活性相関について fulusirazole の発明過程もまじえて次のように報告した。SBI の構造活性相関を考えるためには、菌のステロール代謝経路、化合物の立体構造、供試菌や評価方法の違いによる活性の変化などに着目することが必要である。SBI を作用点で分類すると、14-demethylase 阻害型と  $\delta$ -14-reductase,  $\delta$ -8- $\delta$ -7-isomerase 阻害型の二つに分けられ、前者には、トリアゾール系、イミダゾール系、ピリジン系、ピリミジン系、ピペラジン系などが企まれ、後者にはモルホリン系、ピペラジン系が含まれる。14-demethylase 阻害型の場合、窒素原子を含むヘテロ環が活性には必須で、ピペラジン系を除いて、それらヘテロ環の窒素原子がメタ位にあるときに抗菌活性が最大となる。

また、それらの化学構造中には、ヘテロ環の親水性部位に対応してベンゼン環に代表される疎水性部位を有することが活性発現に必要である。トリアゾール系やイミダゾール系の場合、ベンゼン環とアゾール基との間に、炭素あるいはそれにあわる原子が二つある場合が最も高活性を示し、それ以上、あるいはそれ以下では活性は低下する。トリアゾール系殺菌剤では、アゾール基の4位の窒素原子がラノステロール14位脱メチル反応に関与しているチトクローム P-450 のヘム-イオンに配位結合することによって酵素活性を阻害し抗菌活性を発揮することが証明されている。一方、モルホリン系化合物では、イオン化したアミン部分が環元反応の途中で生じる陽イオン化した中間体と取り違えられることによって還元反応を阻害していると考えられる。構造活性相関の研究から、薬剤の活性中心部分の阻害メカニズムが明らかになりつつあり、酵素側の活性部位周辺周辺の構造を知るうえで構造活性相関は、有力な手段となりうるものと考えられる。

スクリーニング段階で、数多く合成される新規化合物をどのように評価するかは大変重要な問題で、一般に *in vitro* の抗菌力のみからその化合物の実用場面での活性を予測することは困難である。抗菌スペクトルの比較的広い SBI の中でも、あるものはムギ分野、あるものは果樹分野といったように使用分野が分かれており、さらに同じムギ分野でもうどんこ病に優れているもの、さび病に優れているものなどさまざまである。殺菌剤において、抗菌力以外に実用場面での活性を左右する要因には化合物の物理化学的性質が大きく関与していると考えられる。H. C. SHEPARD (ICI 社) は、SBI の活性を化合物の物理化学的性質と病害の発生態との両面から検討し、以下の報告をした。圃場場面での薬効に影響を与える化合物の性質の一つに、植物体内への浸透移行性がある。例えば、トリアゾール系化合物である SAN 619F や hexaconazole は、同系統の diclodutrazol や triadimenol に比べて浸透移行性が優れており、それが実用レベルでの適応病害の幅を広げる要因の一つとなっているものと考えられる。また、ムギのうどんこ病では、その発生態からいかに下葉の発病を抑えるかが防除のうえで重要であるが、モルホリン系の SBI, fenpuropimorph は適度な蒸気圧を有しており、気化した薬剤がムギの株元付近に漂うため、比較的表層寄生性の高いうどんこ病菌を効果的に防除できるものと考えられる。

Dr. K. H. KUCK (バイエル社) は、病原菌が宿主に感染していく過程で SBI がどのように菌の伸長を抑えるかについて、宿主植物と病原菌の両面から形態観察を中心

に次のような報告をした。SBI は一般に菌の孢子発芽や附着器の形成はほとんど阻害したい(おそらく菌体内に既にある程度の量のエルゴステロールが存在しており、SBI によってその生合成が阻害されても、しばらくの間菌体は生長できるための思われる)。したがって、SBI では薬剤処理から病原菌の伸長が完全に止まるまで、ある一定の時間が必要である。このようなことから、SBI の病害防除機構を考えるためには、剤の持つ本来の殺菌活性のみならず、宿主側の病原菌に対する生理的な反応の関与も併せて考える必要があると思われる。SBI を絶対寄生菌であるうどんこ病菌やさび病菌に処理した場合、その感染過程において、まず吸器の形態異常が起こる。さらに、細胞内顆粒による吸器の包みこみや、宿主細胞の過敏反応様変化なども認められ、不親和性の病原菌と宿主との間でみられる現象に酷似しており、病害防除過程における宿主植物側の関与を示唆している。黒穂病菌やリンゴの黒星病菌などについても同様の研究がされており、上記の絶対寄生菌でみられたように、SBI は病原菌の感染過程における比較的後の段階で菌の伸長を阻害する傾向が認められており、それが SBI の一つの特徴ともいえる。

SBI の作用機構は、現在分子レベルで解明されてきている。Dr. E. I. MERCER (Wales 大学) は、エルゴステロール生合成阻害から、菌の死滅に至るまでの過程について以下の報告をした。SBI の一つ、14位脱メチル反応阻害剤(DMI)は、薬剤のヘテロ環中のメタ位の窒素原子が14位脱メチル反応に関与しているチトクローム P-450 のヘムイオンに配位することによって酵素活性を阻害する。その結果、細胞内には14-メチルステロールの蓄積が起こる。モルホリン系 SBI は、 $\delta$ -14位還元反応または  $\delta$ -8- $\delta$ -7異性化反応を特異的に阻害し、 $\delta$ -14位や  $\delta$ -8位に二重結合を持ったステロールの蓄積をもたらす。このメカニズムとしては、モルホリン系 SBI が、構造的、電子的に上記の二反応の途中で生じる高エネルギー中間体と似ており、酵素の活性部位に強く結合することによってその後の反応を阻害するものと考えられる。一方、SBI によって菌体内に蓄積した異常ステロールは、原形質膜中に取り込まれ、水素イオンやアミノ酸などの膜透過や細胞壁の構成成分として重要なキチンの生合成に影響を与え、他の膜中のタンパク質の機能にも影響を及ぼしているものと思われる。その結果菌糸伸長が停止し、最終的に菌が死滅するものと考えられる。

吉田教授(武庫川女子大)は、*Saccharomyces cerevisiae* から純化したラノステロールの14位脱メチル

反応に関与しているチトクローム P-450 (P450/14 DM) を用いて、種々の DMI の阻害様式を酵素レベルで究明しており、以下の発表を行った。アゾール系殺菌剤において、アゾール基の窒素原子が P450/14DM のヘムイオンに配位結合することは、チトクロームの特徴的なスペクトル変化によって確認されるが、薬剤と酵素の結合のみで、酵素活性の阻害を説明することはできない、なぜならば、チトクロームの酵素活性を阻害しないようなアゾール誘導体であっても、両者の結合を裏づける同様のスペクトル変化を引き起こすからである。したがってチトクローム活性の阻害には、アゾール基のヘムイオンへの配位だけでなく、薬剤のアゾール基以外の部分と酵素との間の相互関係も重要であるものと考えられる。トリアジメノールやジニコナゾールには、光学異性体が存在し、それらのチトクロームの酵素活性に対する阻害の強さは、前者では 1S2R)1R2R)1R2S)1S2S、後者では 2R)2S の順である。これは、純化した P450/14DM と各異性体との間の親和性と一致する。両化合物とも C-2 位の不斉炭素原子周辺の構造が同一であり、アゾール基がヘムイオンに配位したとき、C-2 位

の立体配置が R の状態で、R450/14DM の活性部位により合致するコンフォメーションとなりうるものと考えられ、それによって酵素活性のより強い阻害が起こるものと思われる。

SBI によるエルゴステロール阻害がどのように抗菌力に結び付くのかを解明するうえで、ステロールの機能を知ることは必須である。Dr. J. D. WETTE (Auburn 大) は、ステロールの機能面に着目し、以下のような発表をした。SBI によって原形質膜中に C-14 ステロールが蓄積すると、リン脂質中の脂肪酸の不飽和化が進み、細胞膜の透過性に変化を引き起こしたり、細胞壁の厚化をもたらす。このような事実は、ステロールが脂肪酸や細胞壁の生合成に対してなんらかの調節機能を持っていることをあらわしている。ステロールの調節機能は、イーストにおいて明らかにされてきており、今後糸状菌においても解明されていくことが期待される。

以上のように、SBI については実用レベルから、分子レベルに至るまで幅広い研究が続けられており、今後新規 SBI の発見とともに、SBI を利用したステロールの機能解明などにも興味を持たれる。(高野仁孝)

農薬に関する唯一の統計資料集 / 登録のある全ての農薬名を掲載 /

# 農 薬 要 覧

農林水産省農蚕園芸局植物防疫課 監修

—— 1988 年版 ——

B 6 判 700 ページ オフセット印刷

4,300 円 送料 300 円

— 主 な 目 次 —

- I 農薬の生産、出荷  
種類別生産出荷数量・金額 製剤形態別生産数量・金額  
主要農薬原体生産数量 種類別会社別農薬生産・出荷数量など
- II 農薬の流通、消費  
県別農薬出荷金額 農薬の農家購入価格の推移 など
- III 農薬の輸出、輸入  
種類別輸出数量 種類別輸入数量 仕向地別輸出金額など
- IV 登録農薬  
62年9月末現在の登録農薬一覧 農薬登録のしくみなど
- V 新農薬解説
- VI 関連資料  
農作物作付(栽培)面積 空中散布実施状況など
- VII 付録  
農薬の毒性及び魚毒性一覧表 名簿 登録農薬索引など

—1987年版—4,100円 送料300円

—1986年版—4,100円 送料300円

—1983年版—3,200円 送料250円

—1982年版—3,600円 送料300円

—1981年版—3,600円 送料300円

—1977年版—2,400円 送料250円

—1976年版—2,200円 送料250円

—1975年版—2,000円 送料250円

—1963~74, 1978~80, 84,

85年版—

品切絶版

お申込みは前金(現金・小為替・振替)で本会へ

# ウリミバエの大量増殖——週2億頭生産の達成——

沖縄県ミバエ対策事業所

垣花 廣幸・山岸 正明・村上 昭人

## はじめに

昆虫を使って害虫防除を行う一手法として、不妊化法 (Sterile Insect Technique) がある。この原理は次のとおりである。昆虫を大量増殖し、放射線照射や化学不妊剤などを使って不妊化する。この不妊虫を野生虫より多数野外に放飼すると、正常な野生虫間での交尾頻度が少なくなり次世代の数が減少する。そこへさらに同数の不妊虫を放飼し続けると、正常に繁殖できる子孫の数はしだいに減少し、遂には根絶に至る。この技術が成立するためには、対象昆虫を大量増殖できることが基本となる。

## I 超大量増殖へ

不妊化法を使って、沖縄県久米島からウリミバエ (*Dacus cucurbitae* Coq.) を根絶することを目標にして、大量増殖に関する基礎研究が1973年から農林水産省熱帯農業研究センターで始まり、1974年からは沖縄県農業試験場八重山支場のウリミバエ大量増殖施設 (以後、旧施設と呼ぶ) で大量増殖が実施された。大量増殖開始直後の生産規模は週100万頭程度であったが、飼育法の改善を重ねた結果、1976年には週400万頭以上の生産を達成した (NAKAMORI and KAKINOHANA, 1980)。生産増加に伴い、久米島への不妊虫放飼数も週100万頭から400万頭へと順次増加され、1978年久米島のウリミバエ根絶が達成された (岩橋, 1977)。

久米島での根絶達成後、沖縄県全域からウリミバエを根絶する計画が検討され、最大の沖縄群島 (約14万ha) では、少なくとも週1億頭以上 (久米島の約25倍) の不妊虫放飼が必要であると考えられた。このため、週1億頭以上の生産能力を持つ新大量増殖施設の建設案が作成された。建設案作成の過程で基本的に考えたことは、飼育作業のルーチン化や機械化によって生産効率を高めること、生産された虫の品質管理に配慮すること、大量増殖虫の施設からの逃亡防止、大量増殖によって生じる公

害対策などである。新施設建設計画の概要は仲盛・垣花 (1981)、KAKINOHANA (1982) を参照していただきたい。

われわれにとって、週1億頭以上の大量増殖は未経験の領域であり、施設そのものも旧施設の単純な規模拡大ではなく、技術的に未知な部分が多くあると思われた。しかし、この計画が事業として実施されれば絶対に失敗は許されない。旧施設での増殖経験から、大量増殖が安定した状態でも生産量にはかなりの変動があることがわかっていたので、多少飼育状態が悪くても最低必要な放飼数は確保できる生産体制を持つ必要がある。また、仮に1億頭の生産が達成されても、久米島の根絶事例と同様、沖縄群島のようなさらに複雑な環境を持つ大地域では、放飼数不足という事態が生じる可能性もある。ITÔ (1977) は、性成熟した不妊虫と野生虫の比 (S/N) が2以上であれば根絶し、その比が高ければ高いほど根絶に至る時間は速まるというモデルを提案した。事業実施者としてこのモデルを大胆に読めば、野外の複雑な条件下でこのモデルの仮定が多少変動しても、放飼された不妊虫数が野生虫の根絶に必要なある閾値を上回るためには、生産可能なかぎり1頭でも多くの不妊虫を放飼すべきであるということが出来る。これらのことから、新增殖施設の実産能力にどの程度の余力を考えるかということは非常に重要な問題である。この問題に対処するための試験が実施され、山岸 (未発表) は幼虫飼育バット当たりの培地量と接種卵量を1.5倍にしても、幼虫発育に伴う代謝熱を制御すれば問題は生じないとの結果を得た。この結果から、例えば放飼虫数不足の事態が起こっても、1億5千万頭までなら増産可能であるとの見通しを胸に秘めて、設計案を提案した。後の話ではあるが、この問題は宮古群島根絶の過程で現実のものとなった。宮古群島 (約2.3万ha) では、不妊虫放飼開始時の週3,000万頭から最大放飼時は4,800万頭まで放飼数を増加させ、根絶を達成したのである (前田ら, 1988)。

## II 新施設における大量増殖

1980年、農林水産省と沖縄県は年次計画で県全域からのウリミバエ根絶事業をスタートさせ、新增殖施設が建設された (図-1)。新施設での大量増殖は1983年から開始され、その増殖経過は次の3段階に大別できる。

The Mass Production of the Melon Fly, *Dacus cucurbitae* COQUILLET, in Okinawa, Japan.: Realization of 200 Millions Pupae Production per Week. By Hiroyuki KAKINOHANA, Masaaki YAMAGISHI and Akito MURAKAMI.



図-1 建設された施設全景  
右：大量増殖施設，左：不妊化施設

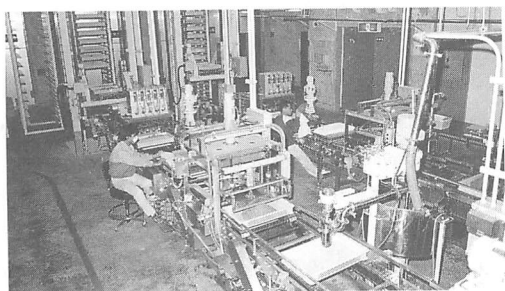


図-2 幼虫飼育ライン  
手前から、培地供給、培地ならし、紙敷き(人力)、卵接種、バット積み込み装置。

### 1 第1期

新施設の慣らし運転ともいえる段階で、旧施設から大量増殖系統のウリミバエを導入し、1983年5月、新施設での蛹生産を開始した。生産量は週500万頭とし、飼育作業は、旧施設での生産工程を基本とした。最初に、図-2のような大型幼虫飼育ラインを使って、旧施設と同様の生産性が達成されるかどうかを確認するため、機器の性能と、機械によるハンドリングが虫質に及ぼす影響を調査した。また、以下のような新施設に合った作業工程などの再検討も実施された。

(1) 大量の卵を幼虫培地上に均一に接種するため、容量50lの大型タンクに卵とトマトジュースの混合液を入れ、ファンでかくはんしながら5連の自動分注器で帯状に接種する。この場合、ファンのかくはんによる卵への影響はないが、幼虫培地上に卵をうまく拡散させるためには分注器のノズルを改善する必要がある。

(2) 図-3は幼虫飼育室の内部である。老熟幼虫は蛹化のため最高3.5mの高さから床面に落下する。この落下による障害は床面に5cmの水を張ることで回避できた。幼虫飼育の最終日に幼虫培地に散水し、幼虫の跳び出しを刺激する。この散水をバルブ操作で自動的に行うが、飼育室が大きいので配管圧力が不均一になり、改善



図-3 幼虫室内部  
中央と壁面のノズルから各バットに散水し、老熟幼虫の跳び出しを刺激する。跳び出した幼虫は床面に水を張って受ける。

を要する。また、幼虫回収工程の各段階で幼虫をサンプリングし、羽化率に及ぼす影響を調べたが、悪影響はみられなかった。

(3) 成虫の過齢別産卵量と採卵器の最適使用数を調査し、羽化後2～6週目採卵、採卵器最大8本使用に改め、より短期間に、かつ少ない採卵器数で同じ採卵数を得た。

この段階では、蛹化せずに幼虫が培地内に残る培地残存虫率が高く、蛹歩留まりは良くなく、変動が大きかった。仲盛ら(1975)は、幼虫発育に伴う代謝熱で培地温が上昇し虫に悪影響を及ぼすため、飼育室温度を下げ培地の過熱を防いだ。ところが、新施設の飼育では培地温の上昇がみられなかったため27°Cの定温で飼育した。培地温が上昇しないのは、幼虫飼育室(約幅3.5×奥行20×高さ5.5m)の空調器能力が飼育室の体積、外気温及び最大飼育時の倍地発熱などを計算して設置されているのに対し、実際に飼育されたのはその1/5以下であるためと考えられた。また、一定程度の培地温上昇は幼虫発育促進のため、むしろ好影響を及ぼしているという可能性も考えられた。一方、さらに効率的な飼育容器の探索が継続的に実施された。その結果、市販の桃用輸送箱(600×368×114mm)で約4万の幼虫を蛹化させることが可能となった。この容器は通気性を良くするため側面フランジに段差が設けられており、積み重ねが可能のため蛹化室空間の利用効率が倍増した。図-4は蛹化室の状

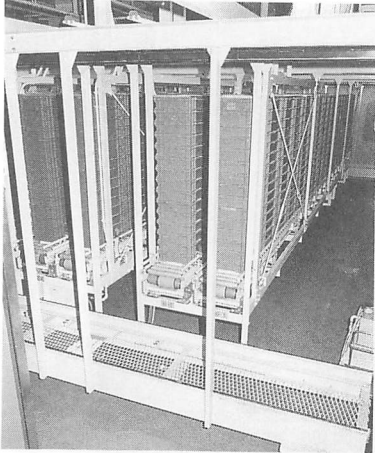


図 - 4 蛹化室内部(本文参照)

況を示している。この改善で、蛹化室の収容能力は5,400バット×40,000=21,600万頭となった。

## 2 第2期

1984年8月以降、宮古群島の不妊虫放飼へ向けて3,000万頭規模の飼育がなされた。飼育規模が増加し、幼虫培地の発熱が起こってきたため、仲盛ら(1975)と同様、飼育室温度を調節し培地温上昇を制御した。また、新垣ら(1984)に基づき卵を水中保存し、採卵作業の省力化を図った。飼育規模の増加に伴い、生産量の少ない培地原料のフスマとビール酵母の供給が不安定になってきた。垣花ら(1975)はカナダ産No.1 Canadian Wheatからのフスマを使用してきたが、安定供給が可能なNo.1 Canadian Wheat 80%、米国産Hard Red Wheat 20%から製造されるフスマに変更し、最適pH値が再検討された。また、ビール酵母は、供給量を確保する必要から従来のオリオンビール社からキリンビール社の製品に切り換えた。

この飼育の過程で、接種した卵量より回収される蛹の量が多いという奇妙な現象がみられた。そのため、計量容器による卵量の違いが検討された結果、小規模飼育時に使用していた100cc以下のメスシリンダーで計量すると9,600卵/ccであるのに対して、500cc以上の大型メスシリンダーを使うと12,000卵/ccであることが判明した。また、新幼虫飼育バット(350×600×70mm)の最適幼虫培地量と最適卵接種密度を明らかにして、バット当たり6lの培地に7.4ccの卵を接種する飼育工程を組み立てた。これによって、1幼虫飼育室の飼育能力は週3,000万頭(KAKINOHANA, 1982)から5,000万頭以上と増加した。この時期の飼育で最も大きな問題は、宮古群島に放飼する不妊虫の羽化率が70%台で、放飼までの生存率も

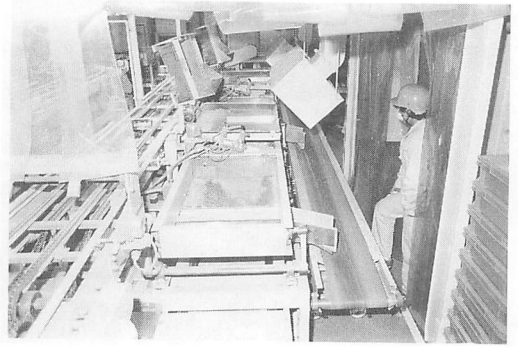


図 - 5 蛹篩別装置  
蛹化バットを反転させ、連続的に蛹を篩い分ける。

40~60%と低いことであった。これらの主要な原因は、蛹の機械篩別(図-5)による飛しょう筋の損傷(droopy-wing syndrome)であった。調査の結果、この障害は、機械篩別時期を蛹化後3日目から5~6日目に遅らすと回避できることが判明した。そして1985年3月以降は、照屋・西村(1986)の手法で、増殖から放飼の各段階の羽化率だけでなく、飛しょう虫率や生存率も検査されるようになった。また、この時期に週1億頭以上の飼育へ向けて飼育機器の増設と、これまでに検出された機械的な問題点の改善工事がなされた。

この間飼育されてきた虫は旧施設で育成された系統で、野外から導入後6年の累代飼育を経過していた。この長期間累代飼育のため、種々の遺伝的形質が野生虫と異なっており(仲盛, 1988)、野生虫との性的競争力が劣っていることが示唆された。このため、最大の沖縄群島防除に向けて新増殖系統が育成された(山岸, 未発表)。

## 3 第3期

1986年11月、沖縄群島の中南部地域における不妊虫放飼が開始された。大面積の沖縄群島では、宮古群島防除の進捗状況と増殖量を勘案しながらしだいに放飼地域を拡大する方法が取られた。一方、増殖サイドではこれまで述べた採卵、幼虫飼育、蛹飼育の効率化を図り、表-1の増殖から放飼までの作業工程が細かく組み立てられた。この表で示すように、1週間に幼虫飼育の4シリーズが平行して進められ、定められた飼育室温で管理される。それぞれのシリーズから2~3日にわたり回収した老熟幼虫は、パーミキュライトを入れた容器で蛹化させ(図-4)、蛹化後5~6日目に篩別される。蛹は放飼地域、放飼量、放飼日程によって細かく温度管理され、羽化日が調整される。なお、表中の数値は飼育温度を示し、同一数字の温度管理は同一管理パターンである



ことを示す。また、輸送先の「南部強化」、「中部強化」は沖縄本島中南部地域の野生虫多発地域への上乗せ放飼である。現在、飼育が順調な場合は21,400万頭の蛹生産が可能であるが、歩留まり低下で蛹が不足するときは表-1の予備や強化放飼を省略することで対応している。

### Ⅲ 今後の問題点

図-6に最近の幼虫飼育状況を示した。上段のふ化率(目標値90%)、中段の培地残存虫率(目標値5%)はかなり目標値に近い値で良好に推移している。下段は蛹歩留まりである。歩留まり60%以上でないと2億頭の生産は確保できないので、週平均65%以上を目標に進めているが、いまだに目標値以上で安定しているとはいえない。また、時として極端に歩留まり低下が起こるが、このことの原因究明と歩留まり安定化が図られねばならない。経験的にいって、大量増殖時の虫質が悪いと、その後の取り扱いによるダメージは累積的に大きくなる。このため、大量増殖で質の良い虫を安定的に生産することは最も重要な課題である。不妊化法では、野生虫より多数の

不妊虫を定期的に放飼し続けなければならないため、大量増殖はルーチン化された工場の感覚で実施されねばならない。このためには、野生虫を淘汰し、大量増殖に適した系統を育成する必要がある。このようにして長期間累代飼育された増殖系統は、早熟、多産、短命化の方向へ進む(仲盛, 1988)。大量増殖にとって有利なこれらの形質が野外における性的競争力とどのように相関しているかという課題は、大量増殖虫の質的劣化を早期に検出するためばかりではなく、不妊化法の成否を左右する問題として、今後さらに研究されなければならない。

沖縄県ミバエ対策事業所では、各生産コードごとに、大量増殖から放飼まで200項目以上の詳細な品質管理データがコンピュータに打ち込まれている。これらのデータを基に、毎月1回、研究者と行政担当者からなるQC(Quality Control)会議がもたれ、討論が繰り返される。この会議をとおして、現状と将来の方向を共通認識し、必要な改善が図られるのである。現在の週2億頭生産は、この会議における討論なしには達成されなかったであろう。

### おわりに

現在の増殖能力は、多くの人々の、そしてもっと泥臭い努力の積み重ねによって達成されたものであるが、この点での報告不足をお詫びしなければならない。

新施設の建設及び増殖などのウリミバエ根絶事業は、農林水産省植物防疫課、沖縄開発庁、沖縄県関係者の全面的なバックアップによってなされているものであり、心から感謝申し上げる。

主要引用文献 (他の引用文献は筆者に問い合わせられたい)

- 1) NAKAMORI, H. and H. KAKINOHANA (1980) : Rev. Plant Protect. Res. 13 : 37~53.
- 2) 仲盛広明・垣花廣幸(1981) : 植物防疫 35 : 196~201.

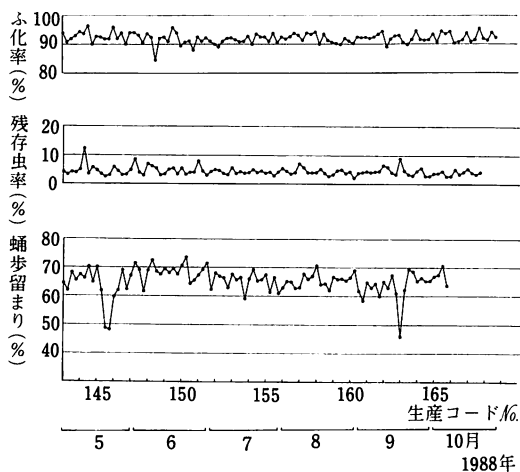


図-6 週2億頭生産体制下における幼虫飼育状況

上段: 卵のふ化率, 中段: 培地残存虫率, 下段: 蛹歩留まり

新刊!!

本会発行図書

昭和63年度“主要病害虫に適用のある登録農薬一覧表”(除草剤は主要作物)

農林水産省農薬検査所 監修

定価 2,300円 送料 300円

B5判 367ページ

昭和63年9月30日現在、当該病害虫(除草剤は主要作物)に適用のある登録農薬をすべて網羅した一覧表で殺菌剤、殺虫剤、除草剤、植物成長調整剤に分け、各作物ごとに適用のある農薬名とその使用時期、使用回数を分かりやすく一覧表としてまとめ、毒性及び魚毒性一覧表を付した。農薬取扱業者の方はもちろんのこと病害虫防除に関係する方の必携書として好評です。



# カンキツの周縁キメラ個体の作出とその病害抵抗性

農林水産省果樹試験場口之津支場 久原重松

## はじめに

遺伝的に異なる細胞または組織から構成されている個体をキメラといい、植物キメラには区分キメラと周縁キメラがある。また周縁キメラは、区分キメラに比べて一般に著しく安定である(加藤ら, 1982)。

ここでは、カンキツ重要病害の解決に合成周縁キメラの利用を考える端緒となった小林ミカンと金柑子ウンシュウの示す病害抵抗性と、これまでに達成された合成周縁キメラの人為的作出法について概要を述べる。

## I カンキツの莖頂起原層と分担器官

植物の莖頂は起原層と呼ばれる(増淵, 1977)数層から構成され、それぞれの層から作られる器官がほぼ決まっています、これらの器官をその起原層の分担器官という。カンキツの莖頂は3層から構成され(CAMERON et al., 1968; FROST et al., 1942)、その主な分担器官をみると、第1層(L-I)は、莖、葉の表皮、及び果皮の表皮と果肉である。第2層(L-II)は、莖の外皮、葉の棚状組織及び海綿状組織、果皮のフラベド及びアルベドの大部分、珠心胚である。第3層(L-III)は、莖の内皮(維管束を含む)及び木部、葉の葉脈、果実の維管束である。

周縁キメラには、莖頂起原層の突然変異に基づくキメラ、莖頂起原層の染色体の倍数性に基づく倍数性キメラ、莖頂起原層が遺伝的に異なる植物の組織で構成されている合成周縁キメラがある(加藤ら, 1982; TILNEY-BASSETT, 1988)。カンキツの突然変異によるキメラでは、色素の生成能における突然変異が変異組織とそうでない組織との識別が容易であるため、キメラの研究で大きな役割を果たしてきた(CAMERON et al., 1964, 1968)。

また倍数性キメラでは、倍数性細胞が正常細胞より大きいため、植物組織の観察で両者を区別でき、色素の有無で判別できない器官での両者の組織構成を知るのに用いられた(FROST et al., 1942)。

カンキツの合成周縁キメラについては、ピザリア(TANAKA, 1927)が有名で、外層はサワーオレンジで内層が

シトロンであるとされている。またわが国では小林ミカン(佐村ら, 1928)、金柑子ウンシュウ(田中, 1980; 岩政, 1976)が知られている。小林ミカンでは葉と果皮がナツダイダイに酷似し、果肉がウンシュウミカンであることなどから、L-Iがウンシュウミカン、L-IIとL-IIIがナツダイダイであるとされている。金柑子ウンシュウでは葉と果皮が金柑子に酷似し、果肉がウンシュウミカンであるため、L-Iがウンシュウミカン、L-IIとL-IIIが金柑子であるとされている。このほか、カンキツの合成周縁キメラにはカラタチとウンシュウミカンの場合がある(マンポーリヤ, 1958)。

## II カンキツの合成周縁キメラにおける病害抵抗性

晩生カンキツには、かいよう病、そうか病及びトリステザウイルス(CTV)に罹病性のものが多く、国内のカンキツ生産の多様化を達成するうえで大きな障壁となっている。

これらの重要病害に対し、周縁キメラの利用という新しい防除法を検討してみるため、既存の周縁キメラである小林ミカンと金柑子ウンシュウについて、母品種の病害抵抗性が周縁キメラ上でどのように発現されるかを調査した(久原ら, 1987)。

その結果は、表-1と表-2にみるとおり、まず、①

表-1 小林ミカン及び構成母品種の接種におけるかいよう病、そうか病の発生(ポット苗木, 3年生)

	かいよう病 病 葉 率 (%)	そうか病 病 葉 率 (%)
ウンシュウ (今村)	0.0	9.1
ウミカン (今村)	0.0	56.5
(林)	0.0	66.7
(林)	0.0	55.6
(三保)	0.0	26.7
ナツダ (川野)	5.9	0.0
イダイ (川野)	80.7	0.0
(川野)	15.3	0.0
(川野)	8.8	0.0
小林 (1)	0.0	0.0
ミカン (2)	0.0	0.0
(3)	0.0	0.0
(4)	0.4	0.0

Artificial Production of Citrus Pericrinal Chimera and Disease Resistance of those Plants. By Shigematsu KUHARA

表-2 小林ミカン、金柑子ウンシュウ及び  
これらの構成母品種における、かいよう  
病、そうか病、CTV (SP) の発生  
(圃場)

	かいよう病(%)		そうか病(%)		CTV	
	春葉	果実	春葉	果実	pitting	樹勢
ナツダイダイ(川野)	39.5	68.3	0.0	0.0	14.3	強
小林ミカン*	0.4	2.4	0.0	0.0	4.8	やや強
ウンシュウミカン(林)	0.1	0.0	10.9	60.6	0.0	強
金柑子ウンシュウ*	0.0	0.0	27.6	95.1	96.4	極弱
金柑子	0.0	0.0	48.7	16.7	61.9	弱

\* : 周縁キメラである。

かいよう病、そうか病及び CTV に対して、母品種の両方が抵抗性であるとき、周縁キメラは抵抗性を示し、母品種の両方が罹病性のとき周縁キメラは罹病性を示すと考えることができた。さらに、②かいよう病とそうか病については、母品種の一方が抵抗性であれば他方が罹病性であっても周縁キメラは抵抗性を示すのが認められた。しかし、③金柑子ウンシュウでみられるように、CTV に対しては上記②のようなことが成り立たず、母品種の一方が抵抗性であっても周縁キメラが抵抗性を示すとはいえなかった。ここで、CTV は篩管部局在であるので、篩管部を分担器官とする L-III の構成に留意すると、CTV 抵抗性の小林ミカンでは L-III が抵抗性のナツダイダイで、CTV 罹病性の金柑子ウンシュウでは L-III が罹病性の金柑子である。すなわち、病原で侵される組織が抵抗性であるか罹病性であるかということで、この二つの周縁キメラが CTV に抵抗性であるか罹病性であるかを説明することができる。そこで、かいよう病とそうか病についても、この両病害が主として L-I, L-II の分担器官を侵害することを考慮しながら、個体としての抵抗性の発現と侵害される器官の抵抗性との関係を次のように整理してみた。①周縁キメラにおける構成母品種の遺伝形質は、他の形質の場合と同様に病害抵抗性についても、それぞれの母品種の分担器官上で発現される。②植物の個体としての抵抗性の発現は、病原によって侵害される組織の抵抗性に依存し、③侵害される組織を分担器官とする起原層が一つの起原層の分担器官に限られている場合は、その起原層が抵抗性のとき個体は抵抗性を、罹病性のとき個体は罹病性を示す。また、④侵害される組織が二つの起原層の分担器官にまたがるときは、関連する起原層の両方または少なくとも一つが抵抗性であるとき個体は抵抗性であり、両方が罹病性のとき罹病性を示すと考えた。またこの考え方で、これら二つの周縁キメラ品種とその母品種がかいよう病、そうか病及び CTV に対して示す抵抗性と罹病性を説明することがで

きた。

現在このような考え方は、L-III が CTV 抵抗性で、L-I, L-II が罹病性であるという周縁キメラが、CTV 抵抗性であるかどうかを明らかにできるキメラが知られていないことにもみられるように、十分な実証に支えられているわけではない。しかし、抵抗性品種を構成に加えた周縁キメラを人為的に作出することで、母品種の優れた形質と重要病害に対する抵抗性とを合わせ持つ優良品種の育成ができ、それによって重要病害を防除できるという大きな可能性を示している。

### III 合成周縁キメラの作出

合成周縁キメラにおいても、抵抗性品種由来の組織は抵抗性を示すこと、したがって、抵抗性品種由来の組織を含む合成周縁キメラはその抵抗性組織を侵害する病害に対して抵抗性を示すという考えを述べた。ここでは、このような考え方を確かめていくために試みた人為的合成周縁キメラの作出 (久原, 1988a, b) について述べる。

合成周縁キメラの人為的作出については、接ぎ木によるトマトとイヌホオズキの場合が知られている (増淵, 1977; CAMERON et al., 1968)。カンキツの場合、わが国では小林ミカン、金柑子ウンシュウが接ぎ木後の接ぎ木部での切断とそこから萌芽によって偶発的に得られているが、人為的作出では成功が認められていない。

#### 1 合成周縁キメラ候補樹の作出

キメラ候補樹の作出には、切断面に生ずるカルスからの不定芽の発生が容易な幼苗を用いた。母品種は珠心胚の得られる川野ナツダイダイと福原オレンジとした。

##### (1) 播種・育苗

両品種いずれも、種子を剥皮して、27°C の温室において根長を 1cm 程度に伸長させたのち、殺菌土または鹿沼土に 15mm の間隔で播種覆土し、25°C 前後の多湿暗黒下に約 10 日間置き発芽伸長させた。芽の伸長が 8cm

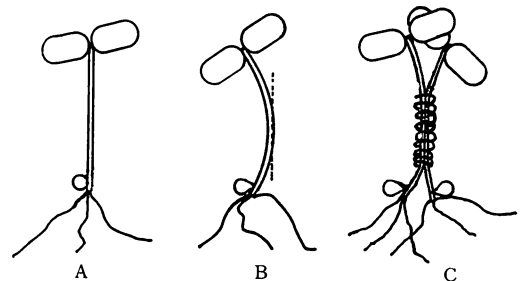


図-1 珠心胚実生苗の寄せ接ぎ

A: 実生苗 B: 湾曲による基部の削り取り

C: 削り取り部での接着と固定

程度に達したとき、散光下に5~7日置き、苗を緑化させた。

## (2) 寄せ接ぎ

一方の品種について、苗をわずかに湾曲させ茎の側面を削り取り(図-1)これに、同様にして削り取った他方の品種の苗を削り取り部分で密着させ、パラフィルムを巻きつけて固定し、殺菌土または鹿沼土に植え付けた。

## (3) 接ぎ木部の切断と形成芽の選択

約10~15日後接ぎ木部を横に切断し、両品種の接合部がやや高くなるように削り、パラフィルムで覆い、25~28°Cの散光下に置いた。これらの苗は切断10日後から、切断面にカルス由来の不定芽が発生しパラフィルムを破って伸長したので、切断後20~30日の間で両品種の接着部付近の1~2芽を残して他を除去した。その後、温室または網室で育苗した。その苗数は約600本であった。

こうして得た苗は切断3か月後からキメラ選抜の検定に供しうる大きさに生長した。

## 2 周縁キメラ個体の選抜

### (1) キメラ個体の第一次検定

前述によって得られたキメラ候補樹について、以下によりキメラ個体の選抜を行った。

#### 1) マーカー物質

川野ナツダイダイと福原オレンジ及び両者のキメラを判別するためのマーカー物質は、ナリンジン、ヘスペリジン、ネオヘスペリジンの三つ(ALBACH et al., 1969; NISHIURA et al., 1967)とした。ナリンジンとネオヘスペリジンはナツダイダイに存在し、福原オレンジに存在せず、またヘスペリジンは福原オレンジに多量に存在しナツダイダイにはわずかにしか存在しないので、ナリンジンとネオヘスペリジンの両方または一方が検出され、ヘスペリジンがわずかにしか検出されないものをナツダイダイ、多量のヘスペリジンが検出されナリンジンとネオヘスペリジンのいずれもが検出されないものを福原オレンジとした。また、比較的多量のヘスペリジンとナリンジン及びネオヘスペリジンを含むものをキメラ植物とした。

#### 2) 抗血清による検出

候補樹の選抜では部分的に抗血清を用いて、マーカー物質の検出を行った。そのためにまずナリンジンとヘスペリジンの抗血清を作成した。抗血清はナリンジンまたはヘスペリジンの水酸基の部分に臭化シアンにより(AXEN, 1967)牛血清アルブミンに結合させた後、家兎に注射して作成した。次いで、アルカリホスファターゼを用いて酵素標識ナリンジン及び酵素標識ヘスペリジンを作成し、エライザの競合法によりナリンジンまたは

ヘスペリジンの検出を試みた。結果はそれぞれ0.1ppmまで検出が可能であった(久原, 1984)。ナリンジン抗血清はネオヘスペリジンに交差反応を示したが、ナツダイダイにはナリンジンとネオヘスペリジンが含まれており、他方福原オレンジにはこのいずれも含まれないので、ナツダイダイ及びナツダイダイの組織を含むキメラの検出には、この抗体で陽性の結果が得られることで十分であった。検出では、パンチで径5mmの葉片を1枚採集し、0.5mlの80%のエタノールを入れ16時間室温に置き、葉片を除いて0.5mlの四塩化炭素と0.2mlの水を加えて振とうし、上澄部を0.3ml取り、これに0.7mlの水を加えて90°Cで10分間加熱した後、室温に戻し、これの50 $\mu$ lずつをマイクロプレートに注入した。

候補樹について、まずナリンジンの検出を行いナリンジンの検出されないものを除く、これによってキメラ個体と川野ナツダイダイの実生が残る。次にこの残りの候補樹についてヘスペリジン抗血清を用い、ナリンジンの場合に準じてエライザ法により川野ナツダイダイとキメラの両者を区別することとした。このためには作製したヘスペリジン抗血清がナリルチンと交差反応を示したことから、川野ナツダイダイに含まれるナリルチンと少量のヘスペリジンの両方をエライザの検出限界以下にするための、ジメチルホルムアミドによる処理などを加えることが必要であった。

#### 3) 液体クロマトグラフによる検出

マーカー物質の検出は、液体クロマトグラフによっても実施した。1日当たりの検出サンプル数はやや少ないが、1回の検出操作でナツダイダイ、福原オレンジ及び両品種の周縁キメラを区別でき、さらにヘスペリジン抗血清の交差反応に基づく検定上での問題がなく、また、サンプル中に含まれるマーカー物質の量についても知りうるという利点があった。液体クロマトグラフによる試料調整はパンチで、径5mmの葉片を4片採集し、80%エタノール2mlを加えて、室温に16時間置か、または55°Cで4~6時間で抽出し、これを蒸留水で2倍に希釈し20 $\mu$ l当て注入した。

候補樹の検定では、まず候補樹の100本についてエライザでナリンジンとヘスペリジンの両方を検査した。次の400本の候補樹については、エライザによりナリンジンの検出を行い、ナリンジンを含む候補樹だけについて液体クロマトグラフによる検査を行った。残りの100樹については液体クロマトグラフにより選抜を行った。検定を始めてから205本目に、次いでその後の314本目に、ナリンジン、ネオヘスペリジン及び比較的多量のヘスペリジンを含む個体が得られ、これをNF-1と

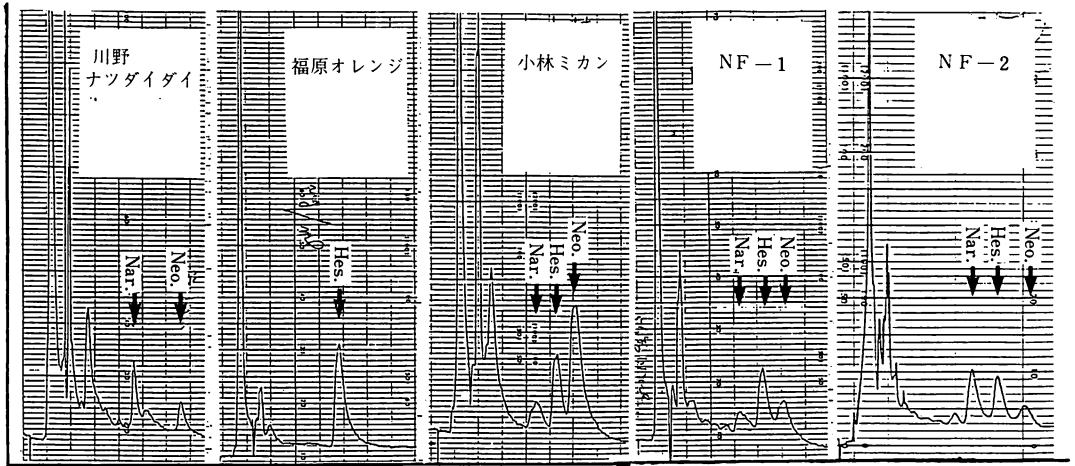


図-2 液体クロマトグラフによるマーカー物質の検出

NF-1とNF-2は川野ナツダイダイと福原オレンジのキメラとして選抜したものである。

小林ミカンはナツダイダイとウンシュウミカンのキメラである。

Nar.: ナリンジン, Hes.: ヘスペリディン, Neo.: ネオヘスペリディン

NF-2とした(図-2)。

### (2) 第二次検定

第一次検定で得られた個体の中には、キメラ個体のほかに、交雑実生胚と同じようなマーカー物質の構成を示すものが含まれている可能性がある。そのため第一次検定で得られた個体について、次のような第二次検定を行った。①まず寄せ接ぎ部位より下方から発生した枝、または第一次検定で選抜された枝以外で接ぎ木後切断した部分から伸長している枝について、第一次検定と同様な検定を行い、それらが母品種の珠心胚実生であることを確かめた。②このような伸長枝がないか、あっても母品種の片方のものに限られた場合では、選抜された枝の穂を別の台木に接ぎ木して、活着を確かめた後、接ぎ木部より下方の実生部分を約1cm切り取って1年生のラフレモンに腹接ぎし、活着後接ぎ木部で切断し、切断部の接ぎ穂の部分から伸長した枝について検定を行った。

検定の結果NF-1, NF-2, いずれの場合でも両母品種が珠心胚由来であることが示された。

### (3) 第三次検定

第二次検定を終わった時点で得られた候補樹は、明らかに合成周縁キメラ植物である。

次にこれらのキメラ植物について、起原層における母品種の組織構成を幼苗の時点で明らかにできることは、母品種の組織構成がキメラ植物の果実の形質、病害抵抗性に密接な関係があるためきわめて重要である。

周縁キメラの起原層における母品種の組織構成は次の二つの方法で調べた。

#### 1) ナリンジン抗血清による組織染色

ナリンジン抗血清を用いて、ナリンジンを含む母品種由来の組織を染色し、染色される組織から起原層構成を知る方法である。染色を行う組織としてはL-Iの分担器官として葉裏の孔辺細胞を、L-IIの分担器官として、葉の柔組織を、L-IIIのそれとして茎の内皮を選んだ。検定では若い葉または茎を採集し、これをエタノールに、次いで四塩化炭素に浸漬し、次に、パラホルムアルデヒドによる固定を行った(東海大医, 1981)。こうして固定した材料は凍結させて、葉の孔辺細胞をみる場合は葉裏の平皮切片を、葉の柔組織をみる場合は葉の横断切片を、茎の内皮をみる場合は三角枝の樹皮を剥いで縦断切片を作った。これらの切片はスライドガラス上に固定し、50°Cの80%エタノールに浸漬し、未固定のナリンジンを除去した。次いで切片はナリンジン抗血清で第一次抗体処理を行い、洗浄後、パーオキシダーゼ標識の抗家兎IgG山羊抗体を用いて第二次抗体処理を行った(東海大医, 1981)。洗浄後、切片は4-クロロ-1-ナフトールと過酸化水素を含むトリス緩衝液に2~3分浸漬して発色させ顕微鏡で染色状況を検査した。

この方法により、小林ミカンではL-Iがナリンジンを含まないウンシュウミカンで、L-II, L-IIIがナリンジンを含むナツダイダイであること、金柑子ウンシュウではL-IがウンシュウミカンでL-II, L-IIIが金柑子であることが示された。また、NF-1, NF-2ともL-Iが川野ナツダイダイで、L-II, L-IIIが福原オレンジであることが示された。

#### 2) 液体クロマトグラフによるマーカー物質の検出

液体クロマトグラフを用いる場合は、①葉の表皮、②

葉の表皮を除いた柔組織, ③葉の中肋基部, ④若い樹皮の表皮, ⑤樹皮の表皮を含まない緑色部, ⑥剥皮した樹皮の内側部, ⑦剥皮後の木部側表面の別に試料を採集し, これらでのマーカー物質を検出し, 検出されるマーカー物質の種類と量の多少を, 試料採集の倍位間で比較することにより周縁キメラである小林ミカン, 金柑子ウンシュウの起原層における母品種の組織構成を推定できることがわかった。試料の採集では, 沓紙に接着剤を塗り 200 または 400 メッシュのカーボラダムで作製したサンドペーパーで組織をこすり, それを試験管に入れ 80% エタノールで抽出した。

第二次検定を終わった NF-1 について, 液体クロマトグラフを用いる検定を試みた結果は, L-I がナツダイダイ, L-II, L-III が福原オレンジであると推定された。以上, 第一次検定, 第二次検定, 第三次検定によって, 合成周縁キメラ個体の選抜と起原層における母品種の組織構成の判別を短期間に実施できるようになった。

これまでに得られた周縁キメラのうち, NF-1 は 1988 年ガラス室で開花結実し, 果皮は福原オレンジ, 果肉はナツダイダイであり, 第一～三次検定の結果と一致した。

### 3 今後の検討事項

以上により, 一部のカンキツで合成周縁キメラを人為的に作出することが可能となったが, カンキツ全般にわたる品種の間で合成周縁キメラを作出できるためには, なお解決すべき問題が残されている。

そのうちの一つは, 珠心胚実生の得られない品種を母品種とする場合のキメラ作出方法の開発である。これには, いずれか一方の品種で珠心胚実生が得られる場合, 両方の品種で珠心胚実生が得られない場合があり, 前者では珠心胚実生の幼苗に他方の品種の緑枝から取った側芽を接ぎ木し活着後切断する方法によって, また後者ではカラタチの実生幼苗に一方の品種の側芽を接ぎ, 活着後これにもう一方の品種の側芽を割り接ぎし, それ活着した時点で両方の組織の一部を残して切断する方法により, 容易にキメラ候補樹が得られている。また, 珠心胚実生の幼苗にもう一方の母品種のカルスを移植し, 移植したカルスからの不定芽の形成によってもキメラ候補樹が得られている。したがって, 当面これらの方法による合成周縁キメラ作出の実証が必要である。また, 候補樹の中からキメラ個体を選別する方法に関しても, 望ま

しいマーカー物質の探索と検出法の開発が母品種の組み合わせに対応して進められなければならない。これらのほか, 候補樹におけるキメラ個体の割合を向上させる手法の開発など, 今後効率的な合成周縁キメラの作出方法についての技術開発が望まれる。

## おわりに

カンキツ合成周縁キメラの人為的作出が比較的容易に行えるようになったことから, 合成周縁キメラを利用して病害抵抗性と優良形質の両方を備えた品種を育成することにより, カンキツの重要病害の問題を解決するという新しい技術分野が開かれたとすることができる。また, 合成周縁キメラの人為的作出を利用する病害防除や優良品種育成への利用は, カンキツに限らず, 他の多くの栄養繁殖作物の場合でも役立つものと思われる。

## 引用文献

- 1) ALBACH, R. E. and G. H. REDMAN (1969): *Phytochemistry*, pp. 127-143
- 2) AXEN, P. et al. (1967): *Nature* 214: 1302-1304.
- 3) CAMERON, J. W. et al. (1964): *J. Heredity* 55 (1): 23-28.
- 4) ——— and H. B. FROST (1968): *Citrus Industry* 2, Univ. California, Berkeley, 344-357.
- 5) FROST, H. B. and C. A. KRUG (1942): *Genetics* 27: 619-634.
- 6) 岩政正男 (1976): 柑橘の品種, 静柑連, 清水, pp. 78-81.
- 7) 加藤 裕・御子柴克彦 (1982): キメラの細胞社会学, 講談社, 東京, pp. 54-61.
- 8) 久原重松 (1984): 九州農業研究 46: 237.
- 9) ——— (1988a): 同上 50: 222.
- 10) ——— (1988b): *Brain Techno News* 4: 10-12.
- 11) ———・田中篤哉 (1987): 日植病会報 53 (1) 要旨: 82-83.
- 12) マンボーリヤ (1958): ソ連における動植物の栄養交雑に関する研究 [笠原潤次郎訳], 岩手大農, 農業生物研究会, pp. 93-102.
- 13) 増淵法之 (1977): 形態形成と突然変異, 裳華房, 東京, pp. 287-321.
- 14) NISHIURA, M. et al. (1969): *Agric. & Biol. Chemistry* 33 (8): 1109-1118.
- 15) 佐村利兵衛・中原 清 (1928): 農及園 3 (9): 1044-1047.
- 16) TANAKA, T. (1927): *J. Genetics* 18 (1) 7: 77-85.
- 17) 田中論一郎 (1980): 日本柑橘図譜, 養賢堂, 東京, pp. 142-144.
- 18) TILNEY-BASSETT R. A. E. (1988): *Plant Chimeras*, Edward Arnold, London, pp. 1-25.
- 19) 東海大医学部 (1981): 酵素抗体法, 学際企画, 東京, pp. 33-118.

# トマト半身萎ちよう病に対する抵抗性の誘導

千葉大学園芸学部植物病理学研究室 あめ みや よし みき  
雨 宮 良 幹

## はじめに

土壌病害の生物的防除に用いられる微生物の中には、病原菌に対して寄生や抗生などの作用を示す、いわゆる拮抗微生物のほかに、植物に作用することによって病害抵抗性を誘導し、発病を抑制するものがある。この誘導抵抗性の現象は交差防衛 (cross protection) とも呼ばれ、主としてフザリウム菌やパーティシリウム菌によって起こる導管病の防除に試みられてきた。しかしこれによる防除効果は一般に持続性に乏しく、圃場レベルで顕著な効果をあげた例はきわめて少ないのが現状である。どういふところに原因があるのかは今後の検討課題であるが、この誘導抵抗性を病害防除戦略の一環に組み入れるためには、優れた防除効果を示す菌の探索もさることながら、その発病抑制機構の具体的な解明が望まれる。

筆者ら (1985, 1988) は、トマト半身萎ちよう病を対象にして、誘導抵抗性を利用した防除に関する研究を行ってきた。まだ十分な結果は得られていないが、本稿では有効菌の探索も含めて、抵抗性の誘導及び発現に関するこれまでの知見を述べることにした。

## I 交差防衛による発病抑制効果

交差防衛の前接種に用いる菌は、病原菌の他の分化型やレース、弱毒系統、非病原系統など、病原菌に近縁なものの方が発病抑制効果が高いとされている (DAVISら, 1967)。本試験では、トマトに病原性のない *Verticillium dahliae* の普通系 (Chr - 208) を前接種菌として用い、その発病抑制効果をみた。図 - 1は、本菌の孢子懸濁液 ( $10^7$  個/ml) で浸根接種したとマト (品種: 米寿) を、病原菌汚染土に移植した後の発病経過を示したものである。この場合、前接種しなかった対照区の苗は移植後 7 日ごろから発病が認められたのに対し、前接種区では移植 11 日後から病徴が出現し始めた。そのために移植初期では両区の発病程度に顕著な差異が認められるが、前接種区でもその後発病が進み、日数を経るに従ってそれほど高い抑制効果は認められなくなる。すなわち前接種によるこの発病抑制はむしろ、発病遅延効果を

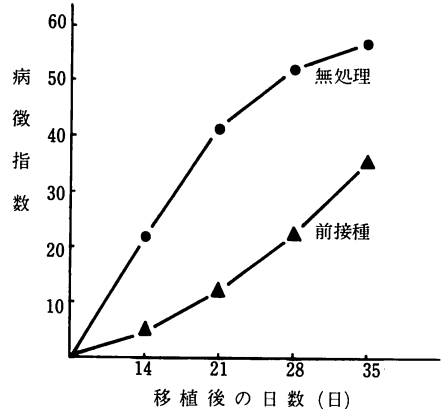


図 - 1 *V. dahliae* (Chr - 208) の前接種がトマト半身萎ちよう病の発病に及ぼす影響

反映したものと見なされる。このように、交差防衛による発病抑制の効果はあまり長続きしないのが欠点である。植物の抵抗性は、誘導菌を接種してから 24~72 時間で最も強くなるとされている (BELL and MACE, 1981)。したがって、この期間以降に病原菌の感染を受けた植物では発病がほとんど抑制されないであろう。

以上、交差防衛の一例を示したが、この効果を持続させるためには、本間 (1980) も指摘しているように、植物に対する定着性が高く、かつ植物に絶えず作用して抵抗性を誘導しうることが、用いる菌の条件として望まれる。

## II 誘導菌の探索

自然土で育てた植物は、殺菌土で育てたものに比べてより抵抗的であるとされている。これは、発病抑制にかかわる微生物が土壌中に存在することを暗示するもので、筆者ら (1984) も菌の探索に先立ち、トマトにおいて同様な現象を確認している (図 - 2)。自然土で育てた植物の根からは、種々の微生物が分離されるが、ここでは特に糸状菌について、それらの発病に及ぼす影響を調査した。植物体への菌の処理は、その定着性を考慮して、各フスマ培養菌を混和 (3%) した土壌でトマトを栽培する方法を用いた。育苗期間は約 3 週間である。このようにして菌を処理した苗を汚染土に移植したところ、菌によってはかえって発病を助長するものもみられたが、ほとんどは抑制する傾向にあり、中でもフザリウム菌を

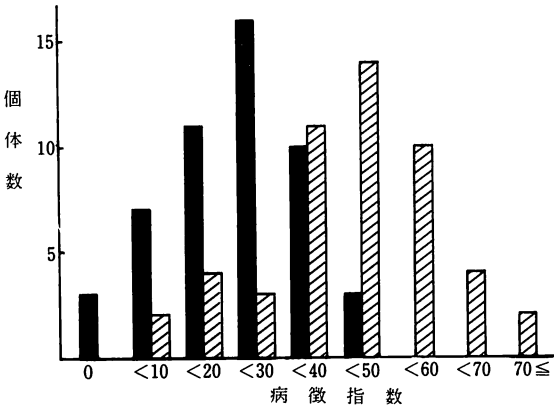


図-2 自然土 (■) 及び殺菌土 (▨) で育苗したトマトを病原菌 (*V. dahliae*) 汚染土に移植した場合の発病状況  
発病調査は移植後 30 日目に行った。

処理したグループに発病程度の低い試験区が多く認められた。第3図はフザリウム菌に関して得られた結果を示したものである。発病抑制効果の高かった3菌株 (F-15, 16, 18) はいずれも *Fusarium oxysporum* で、病原菌に対する拮抗性のないことから、これによる発病抑制は、誘導抵抗性に基づくものと考えている。またこれらの菌は、その存在下で育てたトマトの根から高頻度で検出されるので、定着性は高いものと考えられる。トマト以外の主要作物に対する病原性も今のところ認められていない。

一方、これら *F. oxysporum* の処理方法として上記以外に、汚染土に移植する直前に浸根接種する方法と、汚染土に直接添加する方法も試みた。その結果、いずれの方法によっても発病は抑制されたが、後者の場合には病原菌よりも高密度になるように菌を加える必要があった。したがって、菌は、植物体に優先的に作用することにより発病を抑制するものと考えられる。

菌を育苗土に添加する方法は、植物体への定着を安定化させることを期待しているが、比較のために *V. dahliae* (Chr-208) をこの方法で処理したところ、*F. oxysporum* ほど高い効果は得られなかった (図-3)。植物に対する定着の程度が、あるいは抵抗性の誘導メカニズムに差異があるのかもしれないが、この点に関してはまだ検討していない。

### III 抵抗性の誘導因子

一般に、植物に作用して過敏反応やファイトアレキシンの生産などの抵抗反応を誘導する物質はエリシター (elicitor) と呼ばれ、微生物由来のものとしてこれまでに、多糖類、糖タンパク、ペプチド、不飽和脂肪酸など

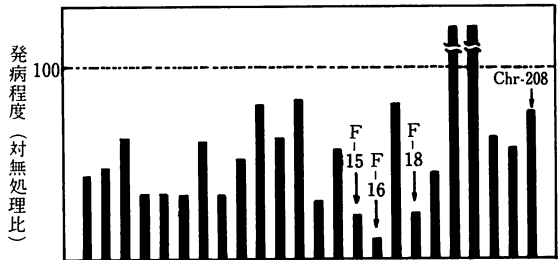


図-3 根から分離されたフザリウム菌のトマト半身萎ちょう病の発病に及ぼす影響

が分離されている (DE WIT, 1987)。導管病における抵抗性の誘導因子はまだ明らかにされていないが、TJAMOS (1979) はキュウリのパーティシリウム病において、病原菌の培養液に誘導活性があることを認めている。

本試験では、トマトに対する *V. dahliae* の病原性と抵抗性の誘導活性との関係を解析する目的で、病原性の異なる *V. dahliae* を5菌株用い、その培養液が発病に及ぼす影響を調査した。培養液は、ショ糖加用ジャガイモ煎汁培地での振とう培養から得たもので、メンブランフィルターで除菌後、これにトマトの根を30分間浸漬した。処理した植物は直ちに汚染土に移植し、20日後に発病調査を行った。その結果、非病原菌株の培養液を処理した試験区ではいずれも発病抑制効果が認められたが、病原菌株の培養液にはほとんど効果は認められなかった (図-4)。

次に、病原菌株 (TV-103) と非病原菌株 (Chr-208) の培養液をそれぞれ蒸留水中で透析し、得られた高分子画分 (内液) と低分子画分 (外液: 減圧下 40°C でもとの体積にまで濃縮) について、発病に及ぼす影響を比較した。その結果、いずれの菌株においても、高分子画分のほうに発病抑制効果が認められた (第5図)。

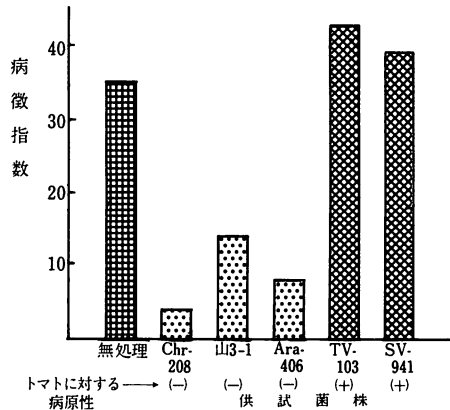


図-4 トマト半身萎ちょう病の発病に及ぼす *V. dahliae* の培養液の影響。

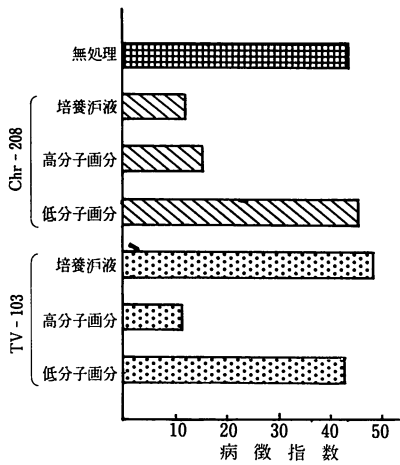


図 - 5 *V. dahliae* 培養濾液の透析によって得た高分子及び低分子画分の発病に及ぼす影響

このことは、菌はその病原性とは関係なく抵抗性誘導因子を産生することを示している。病原菌株の培養濾液に誘導活性が認められなかったのは、共存する低分子の成分によって誘導因子の作用が打ち消されたものと考えられ、病原菌の宿主特異性の面からも興味を持たれるところである。一方、発病抑制効果の高かった *F. oxysporum* についても、最近その胞子発芽液の高分子画分に誘導活性のあることを認めている (未発表)。以上の結果から、抵抗性の誘導には菌の生産する高分子の成分が関与していることが示唆されたが、その性状や作用機構については現在検討中である。

#### IV 抵抗性の発現

抵抗性が誘導された植物では、ファイトアレキシンの生産、フェノール成分の増加、パーオキシダーゼやポリフェノールオキシダーゼ活性の増大、チロースの形成など様々な抵抗反応が認められており、それぞれ抵抗性の発現に重要な役割を演ずるものと考えられている (BELL and MACE, 1981)。

筆者らは、*V. dahliae* (Chr - 208) や前述の *F. oxysporum* に対するトマトの反応をみるため、これらの菌を接種したのち、経時的に胚軸部の導管を観察してチロースの形成の有無を調べるとともに、根の抽出液の病原菌に対する抗菌性について調査した。しかし、いずれについてもほとんどネガティブな結果しか得られなかった。おそらくこれらの菌の感染を受けたトマトでは、それほど強い抵抗反応が生じていないのではないかと考えられる。では菌の感染によって抵抗的になった植物は病原菌に対してどのように反応するのか。ここでは最も発

病抑制効果の高かった *F. oxysporum* (F - 16 菌) を用いて次の試験を行った。すなわち、本菌を添加した土壌で3週間育苗したトマトに病原菌を接種し、上記と同様の調査を行った。それによると、殺菌土で育てたトマトに病原菌を接種しただけではいずれもほとんど変化は認められなかったが、F - 16 菌の存在下で育てた苗では、接種後の日数を経るに従ってチロースを含む導管の割合が増加し (表 - 1)、同時に根の抽出液の抗菌性も高まる (表 - 2) という結果が得られた。これらの現象は、抵抗性品種 (Tropic) に病原菌を接種した場合に認められた反応にきわめて類似しており、*F. oxysporum* の作用を受けたトマトでは、病原菌の感染に対して抵抗反応を示すようななんらかの生理的变化が生じているものと推察される。

KÚC 一派の研究によると、炭そ病菌を接種して全身的に抵抗性が誘導されたキュウリの葉では、パーオキシダ

表 - 1 *F. oxysporum* の存在下で育苗したトマトに病原菌を接種した場合のチロースの形成状態<sup>a)</sup>

処 理	病原菌接種後の日数					
	0	1	3	5	7	9
無 処 理 <i>F. oxysporum</i> (F - 16)	0	0	0	0	0.9	1.4
	0	0.6	2.7	6.6	8.1	14.4
抵抗性品種 <sup>b)</sup> (Tropic)	0	0	4.2	11.9	9.6	22.0

a) 胚軸中央部の切片を観察し、チロースの認められる導管の%を求めた。数値は5個体の平均値を示す。  
b) 抵抗性品種は殺菌土で育苗した。

表 - 2 *F. oxysporum* の存在下で育苗したトマトに病原菌を接種した場合の、根の抽出液の抗菌性<sup>a)</sup>

処 理	病原菌接種後の日数					
	0	1	3	5	7	9
無 処 理 <i>F. oxysporum</i> (F - 16)	発芽率 (%)					
	98.3	89.0	92.8	88.6	88.3	83.3
抵抗性品種 (Tropic)	94.9	89.1	91.8	67.0	47.9	75.5
	発芽管長 (μm)					
無 処 理 <i>F. oxysporum</i> (F - 16)	18.3	18.0	14.0	13.9	13.5	13.0
	15.0	12.4	11.4	11.1	5.8	9.5
抵抗性品種 (Tropic)	15.8	13.3	11.1	9.2	6.9	9.9

a) 根の70%エタノール抽出液を減圧乾燥後、残渣を生重と同量の5%エタノールに溶解し、*V. dahliae* の胞子発芽に及ぼす影響を調査した。



ーゼ活性が著しく増高する (HAMMERSCHMIDT ら, 1982)。本酵素はリグニンの合成に関与するとされ (GROSS, 1979), この抵抗的になった葉に病原菌を接種すると, 速やかにリグニン化が起こり, 菌の侵入やまん延が阻止されるという (HAMMERSCHMIDT and KÚC, 1982)。一方, トマト萎ちよう病において, *F. oxysporum* の分化型菌の接種によって抵抗性が誘導された植物では, フェノールの急激な増加 (MATTA, 1969) や, 木部柔組織でのパーオキシダーゼ反応の増高 (本間ら, 1978) が認められている。パーオキシダーゼやポリフェノールオキシダーゼなどによるフェノールの酸化生成物には抗菌性があることも知られており (PATIL ら, 1964), これらのことは, 抵抗性の発現におけるフェノール代謝の重要性を示唆するものである。しかし, 筆者らの分離した *F. oxysporum* を長期間作用させたトマトでは, これまでのところパーオキシダーゼ活性の高まりや, フェノール含量の増加は認められていない (未発表)。

### おわりに

交差防御においては, 誘導菌の感染に伴って宿主植物に様々な抵抗反応が生じ, それによって病原菌の侵入あるいはまん延が抑えられ発病が軽減する, というのが一般的な考えである。しかし, この抵抗性は持続性がなく, 誘導菌と病原菌の接種間隔が長くなると, 発病抑制効果はほとんど認められなくなる (本間・大畑, 1977)。キュウリ炭そ病の場合, 誘導菌を接種して 3~6 週間後に同じ菌で “booster” 接種を行うと, 植物体に誘導された抵抗性は, 開花・結実期まで持続するという (KÚC and RICHMOND, 1977)。この “booster” 接種は, すなわち, 導管病における誘導菌の定着 (絶えず植物体に作用している状態で存在すること) を意味しているように思われる。

したがって誘導菌の性質として, この定着性が望まれるのであるが, 菌の定着性をどのように評価するのか, 定着性があれば抵抗性を持続しうなのか, など検討すべき点は多い。

最後に, 微生物を利用した病害防除は, 化学的防除法の抱える諸問題やバイオテクノロジーの発展の影響もあって, 近年注目される分野である。しかし一方では, 用いる微生物の環境への影響や変異による病原性の獲得などの危険性も指摘されている。それを回避するためには, この発病抑制の機構を解明して, 人為的に病害発生を制御する手段を開発する必要もあろう。

### 引用文献

- 1) 兩宮良幹 (1984) : 日植病報 50 : 138.
- 2) ————ら (1985) : 千葉大園学報 36 : 135~139.
- 3) ————ら (1988) : 土と微生物 (投稿中)
- 4) BELL, A. A. and M. E. MACE (1981) : Fungal Wilt Disease of Plants, edited by Mace, M. E. et al., Academic Press, pp. 431~486.
- 5) DAVIS, D. (1967) : Phytopathology 57 : 311~314.
- 6) DE WIT, P. J. G. M. (1987) : Fungal Infection of Plants, edited by Pegg, G. et al., Cambridge University Press, pp. 1~24.
- 7) GROSS, G. G. (1979) : Biochemistry of Plant Phenolics, Recent Advances in Phytochemistry, Vol. 12, edited by Swain, T. et al. Plenum press, New York, pp. 177~220.
- 8) HAMMERSCHMIDT, R. and J. KÚC (1982) : Physiol. Pl. Pathol. 20 : 61~71.
- 9) ———— et al. (1982) : ibid. 20 : 73~82.
- 10) 本間善久・大畑貫一 (1977) : 四国農試報 30 : 103~114.
- 11) ————ら (1978) : 同上 31 : 71~86.
- 12) ————・大畑貫一 (1980) : 農及園 55 : 1009~1012.
- 13) KÚC, J. and S. RICHMOND (1977) : Phytopathology 67 : 533~536.
- 14) MATTA, A. et al. (1969) : ibid. 59 : 521~513.
- 15) PATIL, S. S. et al. (1964) : idid. 54 : 531~535.
- 16) TJAMOS, E. G. (1979) : Physiol. Pl. Pathol. 15 : 223~227.

### 本会発行図書

## 農林有害動物・昆虫名鑑

日本応用動物昆虫学会 編

定価 3,300 円 送料 300 円 A 5 判 本文 379 ページ 並製

日本応用動物昆虫学会の創立 30 周年記念出版として刊行されたもので, 害虫名の指針として広く利用されてきた, 前版「農林害虫名鑑」を全面的に改訂した名鑑である。新たに哺乳類・鳥類が加わり, 収録種数も, 2,450 種と大幅に増補され, 一層充実した内容となっている。全体の構成は前版と同様に, 第 1 部—有害動物・昆虫分類表, 第 2 部—作物別有害動物・昆虫名, 第 3 部—学名・和名・英名索引となっている。簡明, 便利, かつ信頼して使える有害動物・昆虫名鑑であり, 植物防疫関係者にとって必携の書である。

# 農耕地におけるクモ類の働き

農林水産省九州農業試験場 た  
なか  
こう  
いう  
田 中 幸 一

## はじめに

クモ類は、陸上のほとんどあらゆる生態系にみられ、北極圏や砂漠のような厳しい環境にも生息している。その種数は世界で 40,000 種近いといわれ、日本でも 1,000 種以上が記録されている (八木沼, 1986)。クモ類は全種が捕食者であるという異なるグループであり、顕著な広食性を示すものが多い (RIECHERT and LUCZAK, 1982)。近年、昆虫個体群の自然制御において、土着の捕食性天敵、特に広食性捕食者が重要な役割を果たしていることが認識されるようになり、今後の天敵利用にあたっては、土着の広食性天敵に目を向ける必要のあることが強調されている (桐谷, 1981)。このような関係から、農生態系あるいは自然生態系において、捕食者としてクモ類の果たす役割がますます重視されるようになってきた。この一つの現れとして、農生態系におけるクモの個体群や群集について多数の研究が行われ、過去 20 年間に 200 以上の論文が発表された (NYFFELER and BENTZ, 1987)。しかし、多くは野外で種構成や発生消長を調査しただけであったり、実験室で發育や摂食量を調べただけの断片的な報告であり、クモ類が害虫個体群の制御にどの程度寄与しているかを評価した研究はごく限られている。

本稿では、この問題に関するこれまでの研究をレビューし、併わせて今後研究を進めるうえで特に留意すべき点を指摘したい。本論に入るに先立ち、本稿の執筆を助めていただいた農業研究センターの中村和雄博士に厚くお礼申し上げる。

## I 農生態系におけるクモ類の密度と捕食量

クモ類は、昆虫の捕食者として最も個体数の多いものの一つで、種々の生態系においてしばしば高密度になり、1 m<sup>2</sup> 当たり 1,000 頭近くに達することもある (TURNBULL, 1973)。このように密度が高いことから、クモ類が陸上生態系において捕食者として重要な地位を占めていることが想像される。そこで、本章では、NYFFELER and BENTZ (1987) のレビューを中心に、種々の生態系

特に農生態系におけるクモ類の密度と捕食量について述べる。

人為的かく乱のない草地では、大型の網を張るコガネグモ科やタナグモ科のクモがしばしば高密度に達する。これらのクモは大型のため捕食量が多いと思われ、相当量の昆虫を捕食すると考えられる。事実、草地の造網性クモ類がそこに生息する双翅目昆虫の 25~40% を捕食するという推定値が得られている (KAJAK and OLECHOWICZ, 1970)。また、草地では、はいかい性のクモも捕食者として重要であると思われ、例えば Van HOOK (1971) は、コモリグモ科のクモ群集が草地の第二次生産の 21% を消費すると推定している。

一方、一年生作物や牧草を栽培する耕地は、人為的かく乱の影響が大きいので、植物上で生活するクモにとっては好適なハビタットではなく、その密度は低い。しかし、地上で生活するクモの密度は比較的高く、他のはいかい性捕食者 (オサムシなど) とともに、捕食者として重要な役割を果たしている可能性がある。

森林生態系においても、地上で生活するクモが重要であることが示唆されている。例えば MOULDER and REICHLER (1972) の推定によると、森林のはいかい性クモ類群集が、節足動物の年間の現存量の 44% を消費するという。果樹園は、森林と同様に樹木から成り立っており、少なくとも薬剤無散布園においてはクモが高密度となることから、重要な捕食者であると想像される。しかし、果樹園ではクモの捕食量に関する詳しいデータは得られていない。

自然生態系同様、農生態系においてもクモ類は高密度で生息しており、クモ類群集全体としてみると捕食量も相当に大きいようである。しかし、これが害虫個体群を制限するほど高い密度であるかという点では、もっと詳しい解析をしなければ結論はでない。またクモ類が高密度で生息していても、必ずしも害虫個体群の制御に役立っているとはいえない。例えば、テキサス州の綿花畑ではササグモの一種 *Oxyopes salticus* が、全クモ個体数の 68% を占める優占種であるが、本種が捕食した餌の 42% までが捕食者で占められているため、このクモは害虫制御にあまり寄与していないかもしれない (NYFFELER et al., 1987)。

Role of Spiders as Pest Control Agents in Agroecosystem. By Koichi TANAKA

## II 殺虫剤を用いたクモ類の働きの評価

害虫制御においてクモ類の役割が重要であることは、別の面からも示唆されている。殺虫剤を散布することによってかえって害虫密度が増加する現象をリサージェンスというが、この原因として殺虫剤の直接的・間接的作用による害虫の増殖率の増大や競争種の排除のほかに天敵密度の減少が考えられる (RIPPER, 1956)。そこで、殺虫剤を散布することによって害虫と天敵の個体数のバランスを変え、その後の両者の個体数変化を追跡して天敵の働きを評価することが可能である。

ITÔ et al. (1962), KAJAK et al. (1968), 川原ら (1971) の研究は、殺虫剤によるクモ類の個体数の減少がある種の害虫のリサージェンスの原因である可能性を示唆している。それによると、殺虫剤を散布すると対象害虫とクモの密度はともに低下するが、しばらくすると害虫密度は増加し始め、無散布圃場より密度は高くなった。しかし、このときになってもクモの密度は低下したままであった。これは殺虫剤の残効がなくなると害虫個体数は再び増加するが、害虫に比べて世代期間の長いクモ類は個体数の回復が遅れるため、この結果、クモによる捕食圧がなくなった害虫個体群は、急激に増殖するためであると解釈されている。一方、クモに対する毒性の低い選択性殺虫剤を使用すると、害虫に比べてクモの密度低下は小さく、そのためクモの捕食によって害虫個体数の再度の増加が効果的に抑制され、害虫個体群は長期間低密度に保たれる (川原ら, 1971)。

これらの結果は、クモ類が害虫個体群の増殖を抑制する働きを持つことを示唆している。しかし、ここで注意しなければならないのは、クモ以外の天敵が全く考慮されていないことである。他の天敵もクモと同様に殺虫剤によって減少し、その天敵による死亡がなくなったことが害虫密度の上昇をもたらした本当の原因かもしれないのである。害虫に対する天敵の役割を正しく評価するには、両者の個体数変化を追跡するだけでは限界がある。生活史、個体群動態、相互作用、採餌行動など多面的な研究が必要であることはいうまでもないが、餌密度の時間的・空間的变化に対する天敵の反応を明らかにすることが最も重要であろう。

## III 餌密度の変化に対する捕食者の反応

SOLOMON (1949) は、餌密度の変化に対する捕食者 (便宜上、寄生者も含めて捕食者として扱う) の反応を、数の反応と機能の反応という二つのカテゴリーに分けた。数の反応は餌密度の変化に対する捕食者密度の変化を、

機能の反応は餌密度の変化に対する捕食者 1 個体当たりの捕食数の変化の関係を示し、両者をかけ合わせると、餌密度が変化したとき個体群全体として捕食数がどう変化するかを知ることができる。捕食者によって餌個体群が安定化されるかどうかは、少なくとも餌 1 種と捕食者 1 種 (またはどちらかが 2 種) を想定した単純なモデルによると、餌個体群の死亡率 (捕食率) が餌密度に対して密度依存的に上昇するかどうかにかかっている (HASSELL, 1978 参照)。本章では、この密度依存性を中心として機能の反応と数の反応について概観する。

### 1 機能の反応

HOLLING (1959) は、機能の反応を三つのタイプに分けた (図 - 1)。タイプ I : 単位時間当たり、捕食者 1 頭当たりの捕食数は餌密度に比例して直線的に増加し最大値に達する。タイプ II : 餌密度が高くなるほど捕食数は増加するが、増加率はしだいに低下し飽和型曲線を描く。タイプ III : S 字型の反応曲線を描く。タイプ III の反応の場合、ある餌密度以下では餌密度の増加とともに捕食率が増す。これは、餌密度が増して餌との遭遇頻度が高くなると、捕食者が餌を捕獲・処理する能力が高まるためか (HOLLING, 1965)、あるいは複数種の餌を食う捕食者がある餌種の相対頻度が高くなるとその餌種を集中的に攻撃するようになるため (スイッチング; MURDOCH and OATEN, 1975) だと考えられる。そのため、一般にタイプ III の反応は学習能力の高い脊椎動物の捕食者にみられ、一方、無脊椎動物の捕食者はタイプ II の反応を示すと考えられる (HOLLING, 1965)。タイプ III の反応では、餌密度がある値以下の範囲にあるときには、密度依存的な死亡率の増加が起こる。この密度依存性はタイプ III の反応だけにみられ、したがって単純に機能の反応だけを考えた場合には、タイプ III の反応を示す捕食者だけが、餌個体群の増殖を抑制し安定化させる可能性がある (MURDOCH and OATEN, 1975)。

無脊椎動物でもタイプ III の機能の反応を示す捕食者・

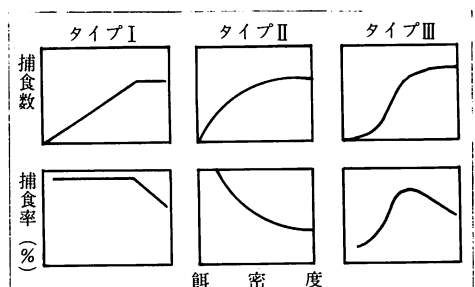


図 - 1 三つのタイプの機能の反応

餌密度の変化に伴う単位時間当たり捕食者 1 頭当たりの捕食数及び捕食率の変化を示す。

寄生者が、昆虫 (EMBREE, 1966; TAKAHASHI, 1968; HASSELL et al., 1977; AKRE and JOHNSON, 1979) やクモ類 (HAYNES and SISOJEVIC, 1966; 中村, 1972; PROVENCHER and CODERRE, 1987) で報告されている。クモの場合、密度依存性はクモ自身の行動が変化するためではなく、餌密度の増加に伴って餌昆虫の活動性が高まり、それによって餌との遭遇頻度が増すことによるようである。しかし、これらの実験はすべて実験室でしかも比較的狭い容器内で行ったものであるから、野外においても同様の密度依存性を示すかは、今後明らかにしなければならないこととして残されている。

集合性昆虫に対しては、クモ類が特殊な機能の反応を示すことがある。NAKASUJI et al. (1973) は、コサラグモ類が夜間にサトイモ葉上のハスモンヨトウのふ化幼虫集団を攻撃するのを観察し、その死亡率を調べた。攻撃は各集団につき1頭のクモによって行われ、幼虫の死亡の大部分は集団をかく乱された幼虫が地上に落下するためであり、直接の捕食数はわずかであった。クモに攻撃された集団は、1齢期間(3日間)に約2%まで個体数が減少したが、調査した集団サイズの範囲(900頭以下)では、集団サイズによらず生存率はほぼ一定であった。この場合の機能の反応はタイプI同様直線となるが、少なくとも調査した密度範囲内では死亡数が頭打ちとならない特殊なものである。このように害虫個体群に高い死亡率を与え、しかも捕食者1頭当たりの捕食数(死亡数)に上限がないか、または極端に高い上限値を持つ場合、その捕食者は天敵として非常に有効である。このような集合性昆虫の集合に対するかく乱効果は、他のクモでも報告されている(銅谷・法橋, 1970; MANSOUR et al., 1981)。

## 2 数の反応

クモ類でもタイプIIIの機能の反応を示すものがあるが、一般には密度依存性を示さないものが多いと考えられる。したがって、クモの捕食によって害虫個体群が抑制あるいは安定化できるかという問題にとって、より重要なのは数の反応である。

餌密度の増加に伴って捕食者密度も増加する場合、それには二つの現象が関係している。一つは餌密度の高い場所に捕食者が集中することであり、もう一つは捕食量の増大によって捕食者の増殖率が高まることである。クモ類においても両方の現象が報告されている。前者に関しては、餌密度の高いパッチにクモが集まるのが野外で観察され、また実験的に示されている(TURNBULL, 1964; RIECHERT, 1976; GILLESPIE, 1981; MORSE and FRITZ, 1982; OLIVE, 1982)。これは、造網性の

クモでは餌捕獲量の低い造網場所は放棄して別の場所に移動し新たな網を造るため(TURNBULL, 1964; OLIVE, 1982; 田中, 1987)、また、はいかい性のクモでもおそらく同様に餌捕獲量に応じて採餌場所を変えるため、結果的に餌の多いパッチに集まるものと思われる。増殖率については、摂食量が大きいほど、あるいは大型の個体ほど産卵数が多くなることが多くのクモで報告されている(PETERSEN, 1950; KESSLER, 1971; 鈴木・桐谷, 1974; RIECHERT and TRACY, 1975; WISE, 1979; MIYASHITA, 1986; 田中, 1987)。

このように、クモ類は高密度餌パッチへの集中性と増殖率の二つの面で数の反応を示す。それにもかかわらず、クモ類の示す数の反応が害虫個体群を安定化させるほど効果的に働くか疑問視する研究者もいる(RIECHERT and LOCKLEY, 1984)。この理由として、まず産卵数の増加による増殖率の上昇は遅れの密度依存性を示すが、一般にクモ類は餌昆虫に比べて世代期間が長い遅れの影響が大きくなることがあげられる。また、高密度餌パッチへの集中性もそれほどうまく機能しているとは思われない。なぜなら、前述したようにこれは餌密度の低い場所を放棄する結果として生じるものであり、餌密度の高い場所へ向かった方向性のある移動ではないこと、さらにこのような移動にはエネルギーコストがかかるため、移動のエネルギーコストの大きなクモでは餌捕獲量がかなり小さくならないと移動しないからである(田中, 1987)。また、同種・異種個体間の干渉(なわばり制、攻撃性、共食い)によって、パッチ内やハビタット内の個体群密度が制限されている(RIECHERT, 1981)ことも、高密度餌パッチへの集中性を弱める原因となるだろう。

機能の反応と数の反応がどちらも飽和型(タイプII)であっても、条件によっては個体群全体の捕食率が密度依存的になることが示されている(HASSELL, 1987)。おそらくクモ類は密度依存的な機能の反応を持つものが少ないと思われ、したがってクモ類によって餌の捕食率が密度依存的となるかどうかは、数の反応の現れ方にかかっている。ただここで注意しなければならないのは、数の反応が餌と捕食者の個体群全体の平均密度で考えられがちなことである。ハビタット内部での餌と捕食者の分布の重なり具合によって、両者の個体数変動の様相はかなり違ったものになるであろう。したがって、両者の分布特に捕食者の分布に影響を及ぼす採餌行動や個体間干渉を明らかにする研究が特に必要とされる。

## IV 水田のウンカ・ヨコバイ類とクモ類の相互作用

前述したように、害虫個体群の制御におけるクモ類の役割を評価した研究はきわめて限られている。その中で、1960年代後半から桐谷圭治をはじめとする高知県農林技術研究所のグループによって行われたツマグロヨコバイとクモ類の相互作用に関する一連の研究は、最も優れたものである。本章では、彼らの研究結果を中心に、水田におけるウンカ・ヨコバイ類とクモ類の相互作用について検討する。

### 1 水田に生息するクモ

わが国の水田からは77種のクモが記録されているが(八木沼, 1965), 同一地域の水田に生息するクモは20~40種程度である(小林, 1961; 浜村, 1969; 小林・紫田, 1973; 大熊, 1977; 富樫・高, 1988)。この中で個体数の多いクモとして、ヒメグモ科(ヤマトコノハグモ *Enoplognatha japonica*, ヤホシヒメグモ *Coleosoma octomaculatum*), サラグモ科のコサラグモ類(セズアカムネグモ *Ummeliata insecticeps*, ニセアカムネグモ *Gnathonarium exsiccatum*), アシナガモ科(ヤサガタアシナガモ *Tetragnatha maxillosa*), コモリグモ科(キクツキコモリグモ *Pardosa pseudoannulata*, キバラコモリグモ *Pirata subpiraticus*)などがあげられる。特にキクツキコモリグモとコサラグモ類がウンカ・ヨコバイ類の天敵として重要であると考えられている。

### 2 水田に生息するクモの個体数変動

川原ら(1974), 川原(1975)はそれぞれキクツキコモリグモ及びコサラグモ類について、6~7年間にわたって個体数変動の調査を行った。冬期の休閑田に生息していたクモの個体群は、水田の耕起及び代かきによって著しいかく乱を受け、個体数は激減する。その後新たに水田に侵入する個体によって個体群は再形成され、収穫までに1~2世代(キクツキコモリグモ)または2~3世代(コサラグモ)を経過するが、その間個体数はしだいに増加する。

キクツキコモリグモの増殖パターンは、いずれの年も侵入期、増殖期、安定期の三つに分けられ、それをもとにSASABA et al. (1973)は増殖過程を侵入期密度と安定期密度をパラメータとしたロジスティック式で近似できることを示した。このことは、密度依存的要因によって個体数の増加が抑制されていることを示唆している。密度依存過程として餌不足による産卵数、産卵回数減少やクモ自身の密度効果(共食い、個体間干渉)が考えられ(SASABA and KIRITANI, 1974), クモの消失率(季節変化)がクモ1頭当たりのウンカ・ヨコバイ類密度と負の相関を、またクモ密度と正の相関を持つことが示

されている(KIRITANI and KAKIYA, 1975)。

しかしながら、安定期密度の年次変動をみると、年々高くなる傾向を示しており、これとウンカ・ヨコバイ類密度の年次変動(川原, 1975 参照)とは無関係であるようにみえる。したがって、確かに増殖率は餌密度やクモ自身の密度効果の影響を受けるかもしれないが、安定期密度もこの二つの要因によって決まっていると結論するには問題がある。本種の死亡要因として、共食いがあげられるが、最も頻度の高い時期でも1%以下であり、それ以外の死亡要因について定量的データは得られていない。今後、クモ自身の天敵を含めた死亡要因の定量化及び密度効果の具体的内容を解明することが必要である。

コサラグモの場合も、増殖過程をロジスティック式で近似できる年もあったが(SASABA and KIRITANI, 1975), そうでない年もあり、また個体数のピークが現れる時期も年によって異なった。水稲収穫後の個体数の増加及び冬期の生存率は、気温と降水量の影響を強く受けた。一方、水稲栽培期の密度はウンカ・ヨコバイ類密度、コモリグモ密度、気温、降水量のいずれとも相関がなく、天敵として最も重要な時期の個体数の決定要因は何か、また密度依存過程は働いているのかについては全く明らかになっていない。

### 3 ツマグロヨコバイの個体数変動機構とクモ類の役割

久野と法橋は、九州農業試験場においてツマグロヨコバイの個体数変動機構の解明を試みた(久野, 1968; KUNO and HOKYO, 1970; HOKYO and KUNO, 1977)。その結果、本種はピーク世代密度の年次変動幅が著しく小さいが、それは成虫の密度依存的分散及び実現産卵数の減少という安定化機構が働くためであることが明らかになった。彼らはまた、ウンカ・ヨコバイ類の密度安定化における天敵の役割を評価する中で、ウンカ・ヨコバイ類の密度とクモ(全種)の密度の関係について検討した。両者には飽和型の数の反応が存在するため、クモの捕食によるウンカ・ヨコバイ類の死亡率は密度逆依存的になると考えられること、またクモの密度とウンカ・ヨコバイ類の世代間増殖率に負の相関がないことから、クモ類はウンカ・ヨコバイ類の有力な密度制限要因として働いてはいないと結論した。しかし、Ⅲで述べたように、数の反応が飽和型であっても機能の反応との組み合わせによっては捕食率が密度依存的となりうるので、密度制限要因として捕食者の役割を正しく評価するためには、機能の反応も合わせて考慮し、餌動物の密度変化に応じて捕食率がどう変化するか詳しく検討する必要がある。

一方、KIRITANI et al. (1970)の解析によると、ツ

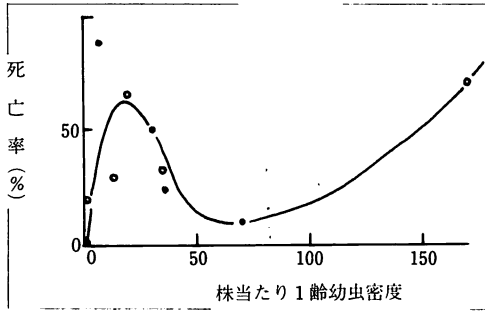


図-2 ツマグロヨコバイ1齢幼虫の密度と幼虫期の死亡率の関係 (KIRITANI et al., 1970より変写)  
横軸は各世代の株当たり総ふ化幼虫数を表す。  
●: 1966年, ○: 1967年

マグロヨコバイの幼虫期の死亡率は、低密度では密度とともに高くなるが、ある密度以上では低下し、高密度になると再び上昇した (図-2)。彼らは、低密度における密度依存性及びそれに続く死亡率の低下は、クモ類を主体とした死亡要因の働きによるものであり、一方高密度における密度依存性は、ツマグロヨコバイの種内競争が重要な役割を果たしていると考えた。もし低・中密度における死亡率の増減がクモの捕食によるものだとすると、これはどんなメカニズムによって成り立っているのだろうか。笹波ら (1970) によると、キクヅキコモリグモ、コサラグモなど水田で優占するクモは、ツマグロヨコバイに対しタイプⅡの機能の反応を示す。したがって、上述のような密度依存性は数の反応に起因していると考えざるを得ない (ただし中村 (1972) は、ハリゲコモリグモでは、タイプⅢの機能の反応のあることを示唆している)。キクヅキコモリグモについては、数の反応が解析されていないが、前述したように少なくとも年次変動をみるかぎり、ウンカ・ヨコバイ類の密度とクモの密度に明らかな関係は見いだせない。また、コサラグモについても両者に相関はなかった (川原, 1975)。結局、今のところ低密度におけるツマグロヨコバイの死亡率の密度依存性が、クモの捕食によるものであることを示す証拠は得られていない。

今後この問題を解析する際には、水田全体での両者の平均密度の関係を調べるだけでなく、水田内での分布、例えば餌密度の高い区域や株にクモが集中するかという点にも留意して調査する必要がある (久野 (1968) は、ウンカ・ヨコバイ類とクモ類の株ごとの個体数の相関を調べ、両者に弱い正の相関があることを見いだしている)。

KIRITANI et al. (1972) は、直接観察法を用いて4種のクモの餌捕獲量を推定し、それによってツマグロヨコバイの個体数変動におけるクモの捕食の役割を評価す

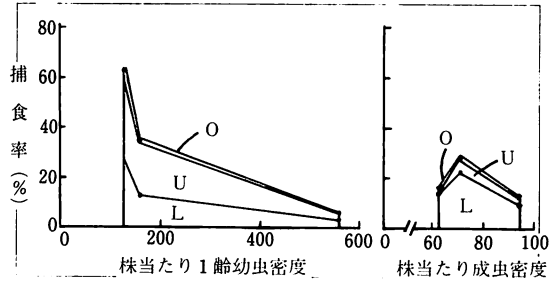


図-3 クモ類によるツマグロヨコバイ幼虫及び成虫の捕食率

“肉だんご”を摂食中の頻度から推定した値のみ描く。横軸は株当たり総ふ化幼虫数及び総羽化成虫数を表す。L: キクヅキコモリグモ, U: セスジアカムネグモ, O: その他 (詳細は KIRITANI et al., 1972 を参照)

ることを試みた (図-3)。ツマグロヨコバイ幼虫に対する捕食率には、密度逆依存性がみられるが、低密度時にはツマグロヨコバイ個体群の50%以上をクモ類が捕食し、重要な死亡要因であることを示している。一方、成虫に対しては低密度時に捕食率の密度依存的増加のことが示唆され興味深い。また、調査したクモの中でツマグロヨコバイの捕食者として特に重要なのは、キクヅキコモリグモとセスジアカムネグモであることが明らかになった。

以上述べたことは、西日本のツマグロヨコバイ個体群で調査された結果に基づいている。ところで、北日本ではツマグロヨコバイ個体群の年次変動が大きく、ときに西日本ではみられないほどの高密度に達するが、この原因として気候の影響や平衡密度の違いが示唆されている (平野, 1988)。北日本の水田では、キクヅキコモリグモがほとんどみられず、それに代わって西日本の低地では個体数の少ないキバラコモリグモが優占種となる (小林・柴田, 1973; 富樫・高, 1988)。キバラコモリグモはイネの株元に、しばしば株の内部に簡単な管状の住居を造って生活しており、キクヅキコモリグモと違って植物体の上・中位に上がることはほとんどない (浜村, 1971)。したがって、植物体のやや上部に生息するツマグロヨコバイに対する捕食者としての役割がそれほど大きくない可能性がある。西日本と北日本のツマグロヨコバイの個体群動態を比較するとき、クモ類を含めた天敵の働きについても再検討する必要があるであろう。

#### 4 クモはウンカ類の増殖を抑制するか

現在、西日本の水稻ではツマグロヨコバイ及びそれが媒介するウイルス病による被害はそれほど問題になっていない。水稻害虫として最も大きな被害を与えているのはトビイロウンカであり、一部地域ではセジロウンカの

被害も発生している(野田, 1987)。前述したように、クモ類はツマグロヨコバイの天敵としてはその個体数を制限するうえで何らかの寄与をしていることがわかってきた。それでは、クモ類はこれらの海外飛来性ウンカに対して、その増殖を抑制する働きを持っているのであろうか。セジロウんカはトビイロウんカに比べて飛来個体数が多く、第一世代の幼虫によって被害が生じる(野田, 1987)。この時期の水田では、クモ類はまだ密度が高くなっておらず、したがって少なくとも現在の水稲栽培体系のもとでは、クモ類がセジロウんカの増殖を抑制することはほとんど期待できない。

一方、トビイロウんカは秋に個体数がピークに達して被害をもたらすので、クモ類によって増殖が抑制される可能性がある。残念ながらウんカとクモ類の相互作用については、まだ研究が進んでいないが、ポイントになりそうな問題に触れておく。トビイロウんカは分布集中度が高く、極度の高密度になって長翅型を生じるまで移動分散しないなど、ツマグロヨコバイとは異なる生態的特性を持っている(岸本, 1965; 久野, 1968)。この点を考慮すると、トビイロウんカの場合には餌の空間分布に対するクモの反応のしかたが特別重要であることがわかる。もう一つ注目すべき点は、トビイロウんカの活動性の低さである。これによってクモと餌との遭遇頻度が低くなるばかりでなく、クモがトビイロウんカを餌であると認知しにくいのではないだろうか。なぜなら、クモは餌そのものより餌の動きに反応することが多いからである。キクヅキコモリグモによる捕食頻度が、トビイロウんカよりツマグロヨコバイに偏る(笹波ら, 1973)一因は、餌の活動性の違いによってクモの攻撃反応を引き起こす程度が異なるためかもしれない。ウんカとクモ類の関係については多数の未解決の問題が残されている。

## おわりに

本稿で強調したように、土着性捕食者を利用した害虫制御を目的として、餌と捕食者の相互作用を解明するには、まず餌の密度変化に対する捕食者の反応、特に餌密度の上昇とともに捕食率が密度依存的に高くなるか否かを解析することが重要である。もし密度依存性が存在すれば、密度依存的過程が作用するような餌と捕食者の個体数のバランスを、いかにして維持するか、あるいはなんらかの手段で作り出すかに、焦点を絞ることができる。

クモ類と餌の間の密度依存性に関して詳しいことは明

らかではないが、もし密度依存性が存在するとしても、餌密度が比較的低い範囲に限られるようである。しかし広食性捕食者の場合には、仮に密度依存的死亡率の増加をもたらさなくても、害虫制御において重要な役割を果たしている可能性がある。RIECHERT and LOCKLEY (1984) は、ある1種のクモによって害虫個体群が制限される可能性はあまりないが、群集レベルでみるとクモ類全体の密度が比較的一定に保たれていることから、クモ類が特定の害虫の初期の増殖を抑制するバッファーになると考え、バッファーとしてのクモ類の働きを特に重視している。例えば、害虫個体群がある密度以下の範囲にあるときに密度依存的死亡をもたらすAという要因があるとしよう。このときクモ類の捕食によって要因Aが密度依存性を表すレベルまで害虫密度が下がれば、結果的に害虫個体群が安定化することもありうる。しかし、多種の餌と多種の天敵の相互作用を扱った研究は、理論的なものも実証研究も決定的に不足しており、今後このような群集レベルでのアプローチも不可欠となるであろう。

## 主な引用文献

- 1) HASSELL, M. P. (1978) : The Dynamics of Arthropod Predator-prey Systems. Princeton Univ. Press.
- 2) 平野耕治 (1988) : 植物防疫 42 : 2~8.
- 3) HOLLING, C. S. (1959) : Can. Ent. 91 : 293~320.
- 4) ——— (1965) : Mem. entomol. Soc. Can. 45 : 1~60.
- 5) HOKYO, N. and E. KUNO (1977) : Res. Popul. Ecol. 19 : 107~124.
- 6) ITO, Y. et al. (1962) : Jap. J. Ecol. 12 : 1~11.
- 7) KAJAK, A. et al. (1968) : Ekol. Pol. A 16 : 1~10.
- 8) 川原幸夫 (1975) : 高知農林研報 No. 7 : 53~64.
- 9) ———ら (1974) : 同上 No. 6 : 7~22.
- 10) ———ら (1971) : 防虫科学 36 : 121~128.
- 11) 桐谷圭治 (1981) : 植物防疫 35 : 372~376.
- 12) KIRITANI, K. et al. (1970) : Res. Popul. Ecol. 12 : 137~153.
- 13) ——— et al. (1972) : ibid. 13 : 187~200.
- 14) KUNO, E. and N. HOKYO (1970) : ibid. 12 : 154~184.
- 15) MURDOCH, W. W. and A. OATEN (1975) : Adv. Ecol. Res. 9 : 1~131.
- 16) 中村和雄 (1972) : 応動昆 16 : 113~114.
- 17) NAKASUJI, F. et al. (1973) : Kontyû 41 : 220~227.
- 18) 野田博明 (1987) : 植物防疫 41 : 249~254.
- 19) NYFFELER, M. and G. BENTZ (1987) : J. Appl. Ent. 103 : 321~339.
- 20) RIECHERT, S. E. and T. LOCKLEY (1984) : Ann. Rev. Entomol. 29 : 299~320.
- 21) 田中幸一 (1987) : 名古屋大学博士学位論文.
- 22) TURNBULL, A. L. (1973) : Ann. Rev. Entomol. 18 : 305~348.

# 昭和 63 年の病虫害の発生と防除

## 農林水産省農蚕園芸局植物防疫課

### I 夏作期間の気象経過の概要と農作物被害

4月 は北日本で多雨, 5月 は全国的に低温, 日本海側で多雨, 6月 は全国的に高温, 西日本で多雨, 北日本及び北陸で寡照, 7月 は全国的に低温, 寡照, 特に北日本及び東日本で強い低温, 本州で極端な寡照, 8月 は北日本, 東日本で高温, 北日本から東日本の太平洋側でかなりの多雨, 全国的に寡照, 特に, 東南北部及び関東で寡照であった。夏作期間の気象は北日本から東日本の太平洋側の多雨寡照が特徴的であり, 梅雨については, 梅雨入りは平年並みであったが, 梅雨明けは遅れて7月末になった。

このほか, 5月3, 4日及び7日の九州における集中豪雨, 5月26~30日の関東における降ひょうなどで農作物に被害を及ぼしたほか, イネにおいて, 東北から関東にかけて, 7月下旬の極度の低温による障害不稔, 7月以降の不順な天候により穂もちの被害が発生した。

10月15日現在の水稲の作柄は, 東北及び関東・東山では低温・寡照の影響により東北では「著しい不良」, 関東・東山では「やや不良」, 天候に恵まれた北海道, 中国, 四国及び九州が「やや良」で全国平均では作況指数97の「やや不良」であり, 10a当たり収量は473kgが見込まれている。

### II 病虫害の発生と防除の概要

#### 1 イネ

葉いもちは7月の低温寡照により, イネの体質が弱かったことから, 九州を除く各地で平年並みからやや多の発生となり, その後, 東北太平洋側, 関東北部を中心に多雨寡照が続いた地域で穂もちが多発した。防除については, 注意報, 警報が数次にわたり発表されたが, 連続降雨などにより一部で順調に進まなかった地域もみられた。紋枯病は8月以降気温がやや高めに推移した東北, 全国的に天気よかった九州でやや多く発生した。稲こじ病は本年全国的に多発し, 特に東北, 関東北部で多発した。

害虫では, セジロウンカが平年並みの発生, トビイロ

ウンカ, コブノメイガは九州を除いて少ない発生であった。スクミリンゴガイは, 20県, 約937haで被害が発生した。

#### 2 水稲以外の作物

果樹の病害, 特にカンキツ類の黒点病, かいよう病, リンゴ, ナシの黒星病の発生が目立った。また, 野菜などのミナミキイロアザミウマは新たに群馬で発生が確認され, 現在までに31県で発生が確認されている。

なお, 全般的に各種作物を通じて害虫の発生の少ない年であった。

### III 病虫害防除事業

#### 1 イネミズゾウムシ

2,598市町村, 1,371,637haで発生し, 116市町村, 面積で8.9%の拡大となった。

これに対処するため, 育苗箱施肥, 粒剤の水面施用などを内容とする防除事業を実施した。

#### 2 ウリミバエ

奄美群島: 徳之島, 沖永良部島, 与論島における根絶防除は, 61年12月から密度抑圧防除を実施し, 引き続き62年5月から不妊虫放飼(毎週3,200万頭)を行っており, 顕著な防除効果をあげている。また, 60年10月根絶に成功した喜界島及び62年11月根絶に成功した奄美大島については, 前年に引き続き侵入警戒調査及び不妊虫放飼による侵入警戒防除を実施した。

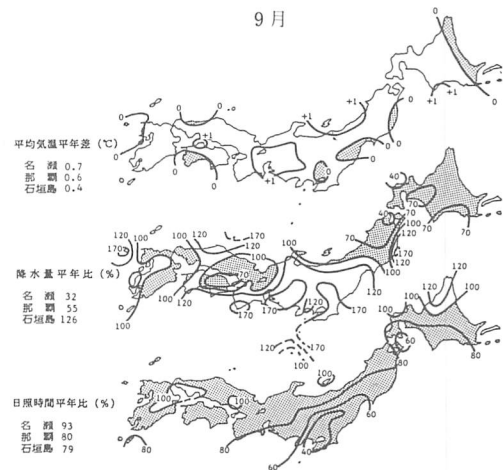
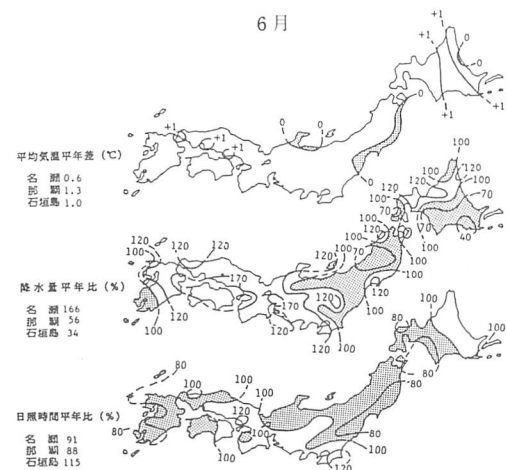
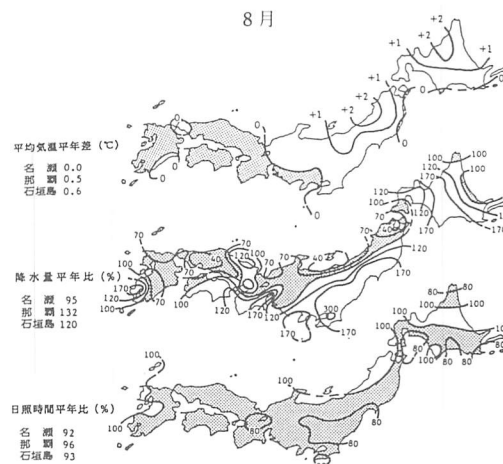
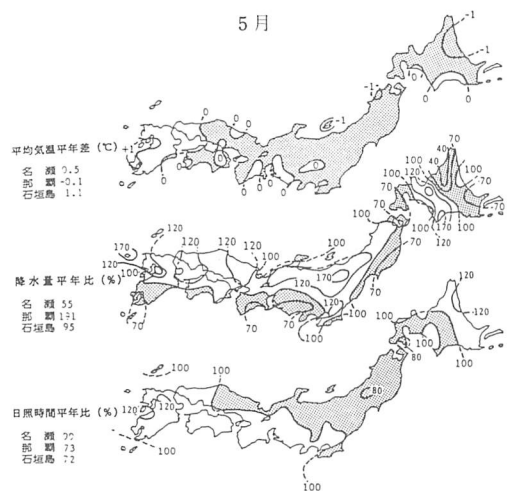
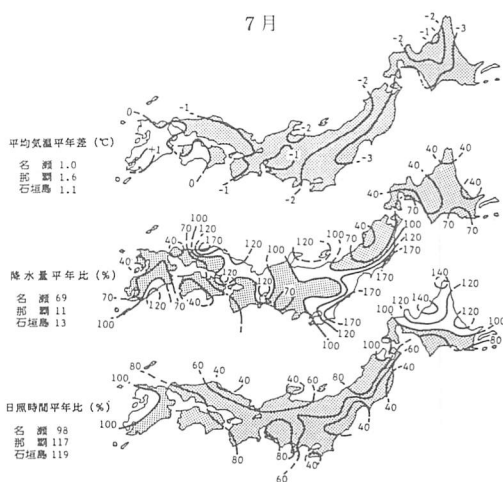
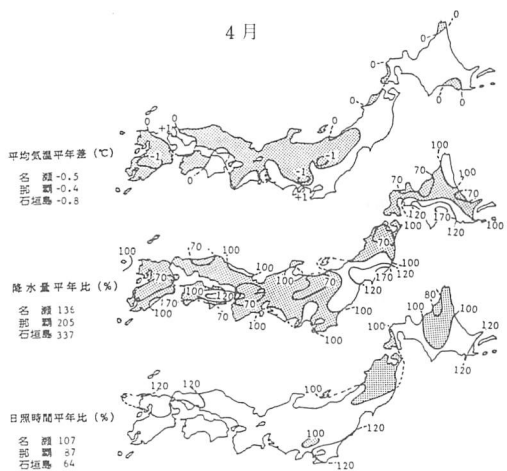
沖縄県: 沖縄群島(沖縄本島及び周辺諸島)における根絶防除は, 61年5月から密度抑圧防除を実施し, 引き続き61年11月から沖縄本島中・南部(毎週8,800万頭), 62年3月から沖縄本島北部(毎週6,000万頭),

梅雨入りと梅雨明け

地域名	梅雨入り	梅雨明け
東北 北部	6. 9 (6. 15)	7. 31 (7. 26)
〃 南部	6. 9 (6. 11)	7. 31 (7. 21)
北 陸	6. 23 (6. 9)	7. 31 (7. 20)
関東 甲信	6. 8 (6. 9)	7. 31 (7. 18)
東 海	6. 8 (6. 9)	7. 30 (7. 17)
近 畿	6. 8 (6. 8)	7. 31 (7. 17)
中 国	6. 8 (6. 7)	7. 31 (7. 18)
四 国	6. 1 (6. 5)	7. 31 (7. 16)
九州 北部	6. 7 (6. 6)	7. 6 (7. 18)
〃 南部	6. 1 (6. 1)	7. 5 (7. 15)
沖 縄	5. 10 (5. 11)	6. 28 (6. 22)

数字は月, 日, ( )内は平年





月別・要素別気象経過 (気象庁産業気象課資料)

病害虫別発生・防除状況 (63年10月1日現在)

(単位:千 ha, %)

病害虫名	概 評	発生面積 (前年比)	延べ防除面積 (前年比)	備 考
(イネ)				
葉いもち	九州を除き、一部でやや多～多	487 (165)	1,909 (105)	7月の天候不順
穂いもち	東北太平洋側、北関東で多	522 (193)	3,266 (108)	
紋枯病	九州でやや多	997 (94)	2,020 (106)	8～9日の日照不足、多雨
白葉枯病	少	29 (71)	46 (98)	
縞葉枯病	やや少～少、九州でやや多	169 (79)	— (—)	種子消毒
馬鹿苗病	東北、関東、東海、中国、九州 でやや多～多	104 (93)	1,811 (108)	
もみ枯細菌病	少	74 (101)	168 (157)	※は種子消毒
			※ 144 (272)	
稲こうじ病	やや多～多	165 (240)	16 (233)	
ニカメイガ	少	257 (92)	1,187 (102)	
セジロウンカ	東北、中国、四国で平均並み～多	1,048 (83)	1,696 (90)	
トビイロウンカ	少、九州で平年並み	304 (40)	1,328 (76)	少飛来
ヒメトビウンカ	平年並み以下	725 (80)	1,375 (90)	
ツマグロヨコバイ	平年並み以下	945 (98)	1,323 (91)	
イネハモグリバエ	少	30 (138)	110 (55)	
イネドロオイムシ	少	344 (85)	787 (98)	
斑点米カメムシ類	東北、中国で平年並み～やや多	234 (100)	1,266 (119)	
コブノメイガ	平年並みからやや少、九州でやや多～多	333 (50)	667 (82)	※被害面積、20県で被害発生
スクミリンゴガイ		※ 1 (—)	(—) (—)	
(ムギ)				
さび病類	一部でやや多～多	60 (130)	120 (216)	暖冬 増加傾向
うどんこ病	一部でやや多～多、北海道で多	119 (105)	170 (199)	
赤かび病	東北、九州の一部でやや多	120 (99)	143 (276)	
縞萎縮病	やや少～少、一部で多	17 (81)	0 (—)	
雪腐病	少	60 (78)	95 (116)	
雲形病	北陸でやや多～多	7 (132)	2 (145)	
(ジャガイモ)				
疫病	東北、北陸、中国、四国、九州 の一部でやや多～多	38 (80)	249 (82)	
(ダイズ)				
紫斑病	やや少～少	6 (87)	78 (106)	飛来数：平年並み～やや少
ハスモンヨトウ	平年並み～やや少	32 (138)	56 (138)	
ハダニ類	平年並み～やや少	28 (98)	5 (57)	
カメムシ類	中国、四国、九州の一部でやや多	24 (79)	81 (113)	
アブラムシ類	平年並み	40 (108)	85 (158)	
(サトウキビ)				
黒穂病	鹿児島で多	12 (106)	7 (53)	
カンシャコバネナガカ メムシ類	平年並み	42 (102)	49 (108)	
アオドウガネ	平年並み～やや多	17 (111)	23 (194)	
カンシャクシコメツキ	平年並み～やや多	20 (99)	27 (190)	
(カンキツ類)				
そうか病	九州でやや多～多	24 (112)	112 (86)	夏期の多雨 越冬病斑が多、強風雨
黒点病	平年並み～やや多	108 (99)	397 (104)	
かいよう病	平年並み～やや多	23 (150)	81 (116)	
ヤノネカイガラムシ	平年並み～やや少	15 (84)	130 (87)	
ミカンハダニ	平年並み～やや多	105 (98)	345 (110)	
(リンゴ)				
腐らん病	平年並み～やや多	13 (98)	84 (126)	落花後の低温、多雨
モニリア病	平年並み	3 (314)	70 (106)	
斑点落葉病	平年並み	22 (92)	354 (99)	
黒星病	やや多～多	23 (167)	262 (118)	

病害虫名	概 評	発生面積 (前年比)	延べ防除面積 (前年比)	備 考
キンモンホソガ	平年並み以下	24 (121)	147 (105)	
ハマキムシ類	平年並み以下	6 (106)	209 (102)	
ハダニ類	少	9 (61)	127 (84)	
クワコナカイガラムシ	少	1 (66)	55 (97)	
(ナシ)				
黒斑病	平年並み～やや多	5 (66)	109 (94)	果実で発病多
黒星病	平年並み～やや多, 東北, 関東の一部で多	6 (111)	148 (134)	
ナシヒメシンクイ	平年並み～やや少	1 (67)	60 (108)	
ハダニ類	東北, 北陸で少, 九州で平年並み～やや多	8 (86)	46 (92)	
カイガラムシ類	平年並み～やや少	2 (131)	26 (107)	
(モモ)				
せん孔細菌病	中国, 四国, 九州で平年並み～やや多	2 (131)	17 (100)	夏期の多雨
灰星病	東北, 関東で平年並み～やや多	4 (203)	59 (132)	
コスカシバ	平年並み	3 (76)	10 (86)	
(ブドウ)				
晩腐病	東北, 関東で平年並み～やや少	3 (104)	66 (101)	
べと病	平年並み～やや多	7 (121)	84 (109)	
チャノキイロアザミウマ	平年並み～やや少, 近畿, 九州の一部でやや多	6 (106)	32 (92)	
(カキ)				
うどんこ病	平年並み～やや少, 北陸, 近畿, 九州の一部でやや多	9 (99)	51 (114)	福島, 長野, 静岡, 鹿児島で新発生
落葉病	平年並み	5 (109)	41 (84)	
カキノヘタムシガ	平年並み	4 (86)	32 (105)	
カキクダアザミウマ	平年並み～やや少	7 (100)	23 (123)	
(パインアップル)				
パインアップルコナカイガラムシ	平年並み	1 (89)	2 (84)	
果樹共通)				
カメムシ類	平年並み以下	10 (45)	71 (88)	
(チャ)				
炭そ病	平年並み～やや多	33 (119)	119 (142)	
チャノコカクモンハマキ	平年並み～やや多	21 (96)	60 (78)	
チャノミドリヒメヨコバイ	平年並み, 一部で多	33 (103)	109 (94)	
カンザワハダニ	平年並み, 一部で多	28 (79)	102 (96)	
(キュウリ)				
べと病	平年並み～やや多	10 (103)	80 (104)	
うどんこ病	平年並み	8 (101)	45 (95)	
斑点細菌病	平年並み～やや少	5 (106)	42 (91)	
モザイク病	平年並み～やや少	2 (93)	— (—)	
(スイカ)				
つる枯病	平年並み	8 (127)	63 (109)	
炭そ病	平年並み～やや少	4 (79)	60 (108)	
(ダイコン)				
モザイク病	平年並み～やや少	9 (83)	— (—)	
(ハクサイ)				
軟腐病	平年並み	6 (181)	39 (121)	

病虫害名	概評	発生面積 (前年比)	延べ防除面積 (前年比)	備考
(キャベツ) 黒腐病	平年並み～やや少	6 (110)	36 (114)	
コナガ	平年並み～やや多	18 (98)	94 (104)	
(レタス) 菌核病	平年並み～やや少	2 (93)	35 (135)	
(野菜共通) 疫病 <sup>2)</sup>	平年並み～やや少	11 (150)	166 (153)	
灰色かび病 <sup>3)</sup>	平年並み	10 (101)	100 (111)	
アブラムシ類 <sup>4)</sup>	やや少	82 (88)	382 (94)	
ハダニ類 <sup>5)</sup>	平年並み～やや少	28 (93)	108 (96)	
ハスモンヨトウ <sup>6)</sup>	やや少	5 (113)	18 (64)	
ヨトウガ <sup>7)</sup>	やや少	15 (92)	108 (94)	
ミナミキイロアザミウマ		20 (102)	— (—)	群馬で新発生

1):カンキツ, ナシ, カキ 2):トマト, ピーマン, キュウリ, スイカ, タマネギ 3):トマト, レタス, イチゴ 4):トマト, ナス, ピーマン, キュウリ, スイカ, ダイコン, ハクサイ, ネギ, レタス, ホウレンソウ, サトイモ, イチゴ 5):ナス, スイカ, サトイモ, イチゴ 6):ナス, レタス, サトイモ, イチゴ 7):ハクサイ, キャベツ, ニンジン, ホウレンソウ 8):発生作物(野菜, 花き)全部.

63年1月から南・北大東島(毎週600万頭), 同年7月から北部離島(毎週700万頭)において不妊虫放飼を行っている。53年9月根絶に成功した久米島及び62年11月根絶に成功した宮古群島については, 侵入警戒調査及び不妊虫放飼による侵入警戒防除を実施した。八重山群島では, 前年に引き続きウリ類栽培圃場において誘殺剤散布による被害軽減防除を実施するとともに, 石垣島において宮古群島への侵入阻止防除を実施した。

### 3 ミカンコミバエ

沖縄県:前年に引き続き侵入警戒調査を実施するとともに, 八重山群島において誘殺剤散布による侵入警戒防除を実施した。

小笠原諸島:前年に引き続き侵入警戒調査を実施した。

### 4 アフリカマイマイ

奄美, 沖縄及び小笠原諸島の被害の著しい野菜圃場などにおいて, マイマイ駆除剤散布による被害軽減防除を実施した。

### 5 フザリウム病

沖縄, 岡山両県の一部地域で確認されているウリ科作物のフザリウム病について, 薬剤による土壌消毒を実施するとともに, ウリ科作物の栽培規制などを行った。

### 6 キンケクチプトゾウムシ

静岡, 長野両県の一部地域で確認されているキンケクチプトゾウムシについて, 薬剤散布による防除などを実施した。

### 7 天敵増殖配布

果樹の重要害虫であるイセリアカイガラムシ, ルビーロウムシ, ミカントゲコナジラミのそれぞれの天敵であ

るベダリアテントウムシ, ルビーアカヤドリコバチ, シルベストリコバチの増殖配布を前年に引き続き静岡, 岡山, 長崎の各県でそれぞれ実施した。

## IV 農林水産航空事業

本年の農林水産航空事業の実施面積は, 農業関係では前年に比べ1,824千ha増(55%増)の10,936千haと事業発足以来初めて一千万haを超えた。

増加の大部分は, ミバエ部門の1,822千ha増で, これを除くとほぼ前年並みであった。

本事業の基幹である水稻部門は, 5千ha, 0.3%増の1,741千haで, 道県別では宮城, 秋田, 福島, 石川などで増加が見られた。一方, 散布対象外作物や宅地の混在化などにより減少した県も多い。

特に本年は, いもち病の多発に伴い, 9月に約2万haの防除が緊急的に実施された。

剤型別, 散布方法別には, 年々ドリフトの少ない液剤への転換が図られており, 本年は液剤の通常散布42.7%, 同じく微量散布40.3%, 同じく少量散布13.0%, 粉剤3.2%, 粉剤0.6%, 粒剤0.1%の割合となった。

果樹部門は, リンゴの野そ駆除, ミカン, クリの害虫防除など, 10.1千ha(5.9%減)であった。

畑作部門は, クワ, ムギ, キャベツ, ダイズ, イグサなどの病虫害防除など38.7千haで前年並み(0.5%減)であった。

畜産部門は, 牧野の施肥, 衛生害虫のダニ駆除など, 8.0千haで, 前年より14.7%減であった。

ミバエ部門は, ウリミバエ防除が徳之島, 沖永良部島,

昭和 63 年発表予報警報・注意報の発表状況 (昭和 63 年 10 月 1 日現在)

(1) イ ネ

		葉いもち	穂いもち	紋枯病	セジロウンカ	トビイロウンカ	コブメガイ	ヒメトンビウカと縞葉枯病	斑点カメムシ類	イネミズウムシ	その他の病害虫
北海道									8.2		4.1-馬鹿苗病, 6.21-イネクビホソハムシ
東北	青森	7.12, 7.22	8.12,							6.2	7.25-コバネイナゴ
	岩手	7.20, 7.28	7.28, 8.11, 9.7							6.1	
	宮城	7.16	7.27		7.20, 8.25					5.26	
	秋田	7.26								5.27	
関東	山形	7.20	7.29, 8.23, 9.3							6.1	
	福島										
	茨城		7.28							5.23	
	栃木		8.5							5.30	
東海	群馬		8.19							5.10	
	埼玉		7.25	8.9							
	千葉	7.29	7.29								
北陸	神奈川	7.25	7.25								
	長野										
	新潟	7.16	7.16, 7.23							5.25	
近畿	富山		7.28						7.11		
	石川		7.28						7.22		
	福井	7.14	7.18, 7.26							5.19	
中国	岐阜		7.21								
	愛知		8.1								
	三重		7.20						8.10		
四国	滋賀		7.30								
	京都		7.21								
	大阪	7.26	7.27								
	兵庫		7.25					6.15			
九州	奈良		8.3								
	和歌山										
	鳥取	7.25	7.25								
中国	岡山		7.27		8.2						
	広島		7.21		7.29					5.24	
	山口					7.29			7.29		3.1-馬鹿苗病
九州	高知										
	佐賀	7.1	7.1	7.26	7.20	9.7	7.20			5.9	
	熊本			8.9						6.3	
九州	大分				7.16					5.23	
	鹿児島									6.1	
沖縄	縄				8.31						

注 ゴシックは警報, 他は注意報, 数字は発表月日.

		(2) 畑作物 (牧草を含む)	(3) 果樹 (チャを含む)	(4) 野菜
北海道		5.12 - コムギうどんこ病, 6.27 - オオムギ赤かび病, 7.26 - ジャガイモ疫病		
東 北	青森 岩手 山形 福島		6.2 - リンゴ黒星病 5.13 - リンゴ黒星病 6.7 - リンゴ黒星病 7.22 - モモ灰星病, ナシ黒星病, リンゴ黒星病	7.23 - すいか疫病, 褐色腐敗病
関東	神奈川 長野		5.28 - ナシ黒斑病, 6.3 - リンゴ黒星病, 6.21 - リンゴ黒星病	4.4 - アブラナ科野菜のコナガ 7.8 - アブラナ科野菜のコナガ
北陸	新潟 福井	4.14 - オオムギ雲形病		7.14 - スイカつる枯病, 炭そ病
東 海	岐阜 愛知  三重		6.6 - カキのカキクダアザミウマ 5.25 - カキのカキクダアザミウマ  8.24 - カンキツ黒点病	8.19 - キャベツ, ハクサイのコナガ, 9.13 - キャベツ, サヤエンドウのシロイチモジヨトウ
近 畿	滋賀  京都  大阪 和歌山		7.25 - ブドウべと病	5.2 - キュウリ, ナス, キクなどの ミナミキイロアザミウマ 7.18 - ナスのミナミキイロアザミウマ  8.12 - エンドウ, シュッココンカスミソウ, カーネーションのシロイチモジヨトウ
中国 四 国	鳥取  山口 香川	5.24 - ジャガイモのアブラムシ類  5.14 - ムギ類の赤かび病		5.24 - スイカ, メロン, ナス, キュウリ, 甘長トウガラシのアブラムシ類  3.28 - タマネギべと病
九 州	佐賀  長崎  熊本  宮崎  鹿児島	4.12 - ムギうどんこ病, 9.14 - ダイズのハスモンヨトウ 5.10 - ジャガイモ疫病, 9.13 - ダイズのハスモンヨトウ, ウワバ類 4.12 - イグサシンムシガ	7.11 - カンキツのミカンハダニ  5.16 - カンキツそうか病, 7.4 - カンキツかいよう病 6.22 - チャのチャノキイロアザミウマ 2.23 - チャのカンザワハダニ, 5.30 - カンキツそうか病	
	沖縄	5.18 - サトウキビの葉枯病, さび病, 7.7 - サツマイモのエビガラスズメ, イモコガ, ナカジロシタバ	8.2 - マンゴウの吸ガ類	

特殊報の発表状況（昭和 63 年 10 月 1 日現在）

		(1) イネ	(2) 果 樹	(3) 野 菜 (畑作物, 花きを含む)
北 海 道				9.1 - グラジオラスアザミウマ初確認
東 北	山形 福島		6.7 - カキクダアザミウマ初確認	7.15 - イネ苗立枯細菌病
関 東	群馬 千葉 長野 静岡		7.22 - ギンモンハモグリバ 7.1 - カキクダアザミウマ初確認 5.25 - カキクダアザミウマ初確認	7.22 - ミナミキイロアザミウマ初確認 8.9 - シロイチモジヨトウ初確認
北 陸	新 潟	6.15 - 葉いもちの本田初発		
近 畿	兵 庫			5.24 - アルファルファタコゾウムシ初確認
中 国 四 国	香 川			5.20 - オオムギ雲形病
九 州	福 岡 佐 賀 長 崎 大 分 鹿 児 島	9.1 - イネ黄化萎縮病再発生	8.11 - リンゴハダニ初確認 9.20 - 赤衣病再発生	5.23 - アルファルファタコゾウムシ初確認 3.10 - グラジオラスアザミウマ初確認 5.11 - アルファルファタコゾウムシ初確認, 6.7 - カキクダアザミウマ初確認
沖 縄				8.10 - ビーマン葉脈黄化病初確認

63 農業年度農薬出荷状況 (推定)

(単位: t, kL, 百万円, %)

用 途		62 年度出荷 (実績)	63 年 度 (推定)	
			出 荷	対 前 年 比
殺 虫 剤	数	214,577	195,000	91
	金 量 額	141,824	139,000	98
殺 菌 剤	数	104,178	99,000	95
	金 量 額	92,060	89,000	97
殺 虫 殺 菌 剤	数	71,012	66,000	93
	金 量 額	28,795	27,000	94
除 草 剤	数	153,507	150,000	98
	金 量 額	117,395	121,000	103
そ の 他	数	25,236	30,000	119
	金 量 額	12,467	14,000	109
合 計	数	568,510	540,000	95
	金 量 額	392,541	390,000	99

与論島及び沖縄本島で 62 年より本格化しており、本年は、さらに沖縄本島周辺諸島の防除が本格化したことにより増加となった。

なお、本年事業に参加したヘリコプターは、8月の最大需要期に 259 機で、前年より 3 機減少したが、能力的には小型機から作業効率の高い中型機への転換が進められており、本年は 25 機増の 159 機と、全機数の 6 割を占めた。

### 人 事 消 息

○横浜植物防疫所 (10月1日付)

千葉隆雄氏 (業務部国際第一課第4係長) は横須賀出張所長に

伊藤久也氏 (成田支所業務第二課防疫管理官) は成田支所業務第二課精密同定官に

佐野恵則氏 (横須賀出張所長) は成田支所業務第二課防疫管理官に

時広五朗氏 (東京支所) は業務部国際第一課第4係長に (12月1日付)

岡田利承氏 (野菜・茶業試験場企画連絡室企画科長兼環境部虫害1研究室長) は野菜・茶業試験場環境部虫害1研究室長に

宮井俊一氏 (農業環境技術研究所環境管理部計測情報科数理解析研主研) は農業環境技術研究所企画連絡室企画科主研に

野田博明氏 (農業研究センター病害虫防除部水田虫害研主研) は蚕糸・昆虫農業技術研究所生体情報部共生機構研主研に

(研究職OBニュース 昭和63年6~11月)

西山保直氏 (果樹試験場長) は農林漁業金融公庫技術参与に

本多藤雄氏 (野菜・茶業試験場長) は全国農業協同組合連合会福岡支所技術主管に

西部慎三氏 (北海道農業試験場長) はホクレン農業協同

### V 農薬の出荷状況

63 農業年度 (62.10~63.9) における農薬の出荷は前年度に比べ減少し、数量では 5% 減の 54 万 t・kl、金額では 1% 減の 3,900 億円程度と推定される。

対象病害虫別には、水稲用農薬のうちいもち病、紋枯病及びイネミズゾウムシ防除用農薬が増加したものの、その他はほとんど減少した。また、水稲用除草剤では単剤が減少し、一発処理剤への移行が進んだ。

組合連合会酪農畜産推進部技監に  
中山 仰氏 (野菜・茶業試験場茶栽培部長) はコウノシマ化成株式会社技術顧問に  
片山 脩氏 (食品総合研究所食品保全部長) はすかいらく株式会社社長室嘱託に  
小林尚志氏 (北海道農業試験場病理昆虫部病害第一研究室長) は呉羽化学工業株式会社薬品・農材事業部営業企画室嘱託に  
渡辺昭三氏 (畜産試験場長) は鹿児島大学農学部教授に  
熊野誠一氏 (九州農業試験場長) は岡山大学農学部教授に  
太田保夫氏 (野菜・茶業試験場派遣職員) は東京農業大学教授に

北海道植物防疫協会では、10月13日付けでファクシミリを設置した。

(FAX) 011-271-5116

三井東圧化学株式会社は、11月13日付けで下記の部署のファクシミリ番号を変更した。

精密化学品事業部

(新番号) 03-592-4282

大日本除中菊株式会社は、社屋移転に伴いダイヤルイン方式を採用し、下記のとおり電話番号を変更した。

農薬部 06-441-1119

なお、住所は従来どおり。



○第5回国際無脊椎動物生殖学会議開催と登録のお知らせ

下記により、第5回国際無脊椎動物生殖学会議が開催されます。この国際会議は狭い意味での生殖ではなくて、無脊椎動物の生活全般を討論の対象にしております。また、これまでの会議では昆虫に関する発表が半数以上を占めていました。今回も害虫防除に関するシンポジウムがいくつか計画されています。セカンドサーキュラをご覧のうえ奮ってご参加下さい。

記

日時：昭和64年7月23~28日

場所：名古屋市 (中小企業振興会館, その他)

内容：記念講演 (2題), シンポジウム (15題), 一般講演, ポスター講演, ワークショップ, フィルム講演, その他

参加登録締切：昭和64年3月31日

セカンドサーキュラ申し込み (問い合わせ) 先:

〒152 東京都目黒区大岡山

東京工業大学理学部 星 元紀氏

または

〒464-01 名古屋市千種区不老町

名古屋大学農学部 山下興亜氏



## 海外ニュース

## インドネシア作物保護強化計画

1980年6月から1987年3月まで、水稻の主要病害虫の発生予察とそれに基づく効果的な防除技術の確立を目的とした、作物保護強化計画フェーズⅠが実施された。その成果を高く評価したインドネシア政府は、対象作物を水稻及びパラヴィジャ作物（ダイズを主体とするマメ科作物）に拡大し、作物保護活動の改善を図る、包括的な新規計画の実施をわが国に要請した。

フェーズⅠの成果を発展的に踏まえ、インドネシアにおけるイネ及びダイズなどパラヴィジャの生物的生産阻害要因の対策技術を策定することを目的に研究・調査を行い、その発生予測技術及び効率的防除システムを確立する。併せて、これら作物の安定生産及び多収技術の向上に資することを目的としたフェーズⅡが、1987年4月1日から1992年3月31日までを協力期間としてスタートした。主な活動項目は次のとおりである。

① 食用作物保護に関する年間作業計画の策定及びデータの収集と解析、② イネ及びダイズを中心とするパラヴィジャの病害虫や野その発生生態と防除に関する圃場と室内調査研究、③ 農薬の分析と品質管理技術の確立、④ 本計画にかかわる職員の訓練に関する助言と指導、などである。

本計画の研究場所は、ジャカルタの食用作物保護局（中央事務所と農薬課）、ジャチサリ発生予察センター（研究と訓練）、ボゴールの食用作物研究所病害虫部、バリ州デンパサールの第Ⅶ作物保護センター（ツマグロとツングロ病）、北スマトラ州メダンの第Ⅰ作物保護センター（トビイロ）である。これらのほかに、中部ジャワ州ブクロンガン発生予察実験所（トビイロ）及び西部ジャワ州チレボンの種子生産試験場（ダイズ病害虫）においても調査が実施されている。

対象病害虫研究は、各研究グループを組織し、専門家、若手職員及び予察員から成る。研究対象とされた病害虫は、トビイロウンカ、タイワンツマグロヨコバイとツングロ病、サンカメイガ、イネノシントメタマエ、いもち病など、アゼネズミ、ハスモンヨトウなどのダイズ病害虫である。さらに、コンピュータシステム利用及び農薬分析が行われている。

研究成果の概要は次のとおりである。

① トビイロウンカ：予察は移植後水田における本害虫の発生経過を解析することにより明確にされた。要防

除密度を設定し、制虫剤による新防除技術が開発された。さらに、バイオタイプ発達のシミュレーション結果から、品種ローテーションの実用的計画が示唆された。バイオタイプの遺伝的性質や加害性を基にした新しい類分けを行い、各品種の抵抗性を再検討し、抵抗性品種を類別した。本害虫の常発地域において、大発生の原因、被害経過、空間分布、個体群発生の基本パターン、変動要因分析、天敵類の作用機構などを明らかにした。今後は、予察モデルの構築が必要である。

② タマバエ：フェーズⅠで終了した。本害虫はイネの栄養成長期に主に加害することから、苗代及び移植後水田30日以内を殺虫剤の防除適期とし、要防除密度は被害率5%と定めた。予察のため巡回調査を実施し、被害の早期発見と予防効果を挙げることができた。さらに、早期移植（12月）による被害軽減、天敵昆虫による抑圧作用は効果的であった。

③ ツマグロとツングロ病：発病株は媒介虫の侵入世代による伝播により生じる。侵入虫は水田では速やかに他の区画へ分散する。移植後35日以内に発症した株は75～90%の減収率であった。媒介虫の個体群動態、ツングロ病の圃場間伝播過程を解析し、ウイルスソースの量、媒介虫密度、品種、生育時期、栽培面積の調査から大発生地を特定予防対策に役立てられた。

④ 病害：いもち病は海拔100m以上のところで多発し、スマトラとジャワに局地的な多発地があった。苗代ではIR系とインドネシア品種を侵害するレースが認められた。このほか、紋枯病、赤枯病、未知の病害があった。

⑤ その他：ダイズでは、ハスモンヨトウの個体群生態学、農薬分析では、製剤の化学分析及び残留分析、アゼネズミでは増殖過程、巣の構造、生息場所条件などの研究が実施されている。また、コンピュータ利用では、NEC system 100/85を用いて、予察データや気象データのファイル化が行われている。

本計画では、1990～92年にかけて、今まで得られた成果・技術を結集したIPMの圃場展示を計画している。

最後に、無償援助により、作物保護センター、発生予察センター、天敵生物研究室などの建設が行われた。また、基盤技術整備援助により、試験圃場や野そ実験圃場が整えられ、作物保護強化計画は着実に進行している。また、本計画発展のため国内支援委員会が協力している。

（熱研センター 日高輝展）

植物防疫基礎講座

# 果樹類に寄生するカイガラムシ類の見分け方(3)

東京農業大学農業拓殖学科熱帯作物保護研究室 <sup>かわ</sup>河 <sup>い</sup>合 <sup>しよ</sup>省 <sup>そ</sup>三

## 2 種の検索表\*

### コナカイガラムシ科

- ① 少なくとも体後部数節の体側にロウ質分泌物の突起がある。〈触角は 8~9 環節。少なくとも体後部数節にロウ座があり、腹弁ロウ座には 2 本の円錐形刺毛を有する。〉…………… ②
  - 体側にロウ質分泌物の突起を欠く。〈触角は 6 環節以下。体節にロウ座を欠く。〉…………… ⑩
- ② 〈触角は 9 環節。爪の内側に微小な歯状突起がある (図-6)\*\*。体前部腹面に 5 眼円形分泌孔を有する。〉…………… ③
  - 〈触角は 8 環節。爪に歯状微小突起を欠く。5 眼円形分泌孔を欠く。〉…………… ⑤

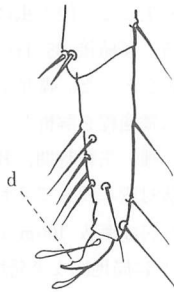


図-6 ワタカイガラムシ属の脚末端部; d: 歯状突起

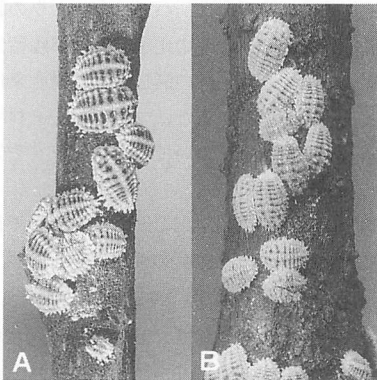


図-7 A: オオワタコナカイガラムシ, B: ガマズミワタカイガラムシ; 雌成虫

- ③ 成熟すると 1cm 以上の細長い卵囊を形成し、産卵後の成虫は卵囊の一端に縮む。……………④
  - 成熟すると体下にクッション状の卵囊を形成し、背面は硬化してドーム状となり白粉を装う。……………スワコワタカイガラモドキ
- ④ 背面を覆うロウ質物は背中線の両側で体節が露出して、肋骨様の模様を現す (図-7A)。卵囊は長さ 1~3 cm。〈円板は 3~4 個、通常 4 個、第 2, 3 腹節間には常に存在する (図-8A)。〉……………オオワタコナカイガラムシ
  - 背面は白色粉状のロウ質物で肋骨様の模様を現すが体表はほとんど露出しない (図-7B)。卵囊は長さ 1~2 cm。〈円板は 2~3 個、通常 3 個、2, 3 腹節間には存在しない (図-8B)。〉……………ガマズミワタカイガラモドキ
- ⑤ 〈腹弁ロウ座は卵形にやや硬皮し、三角形分泌孔が密に集中する (図-10)。腹弁に線状硬化部を欠く。〉……………⑥
  - 〈腹弁ロウ座は硬皮せず、三角形分泌孔は密に集中しない。腹弁に線状硬化部がある (図-9)。〉……………⑧
- ⑥ 〈体表には口わく型分泌管 (図-10) がある。〉……………⑦

### 第II腹節

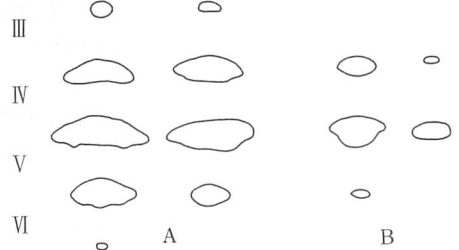


図-8 A: オオワタコナカイガラムシ, B: ガマズミワタカイガラモドキ; 雌成虫の円板

\* 雌成虫の色彩・体形、分泌物・卵囊の形状などは、成熟の程度や状況によって変わりやすく、本来、検索表にはなじまないが、一定の条件下で示す典型的な特徴を採用した。

\*\* 図 1~5 は連載の 1, 2 回目 (42 巻 10, 12 号) に取載。

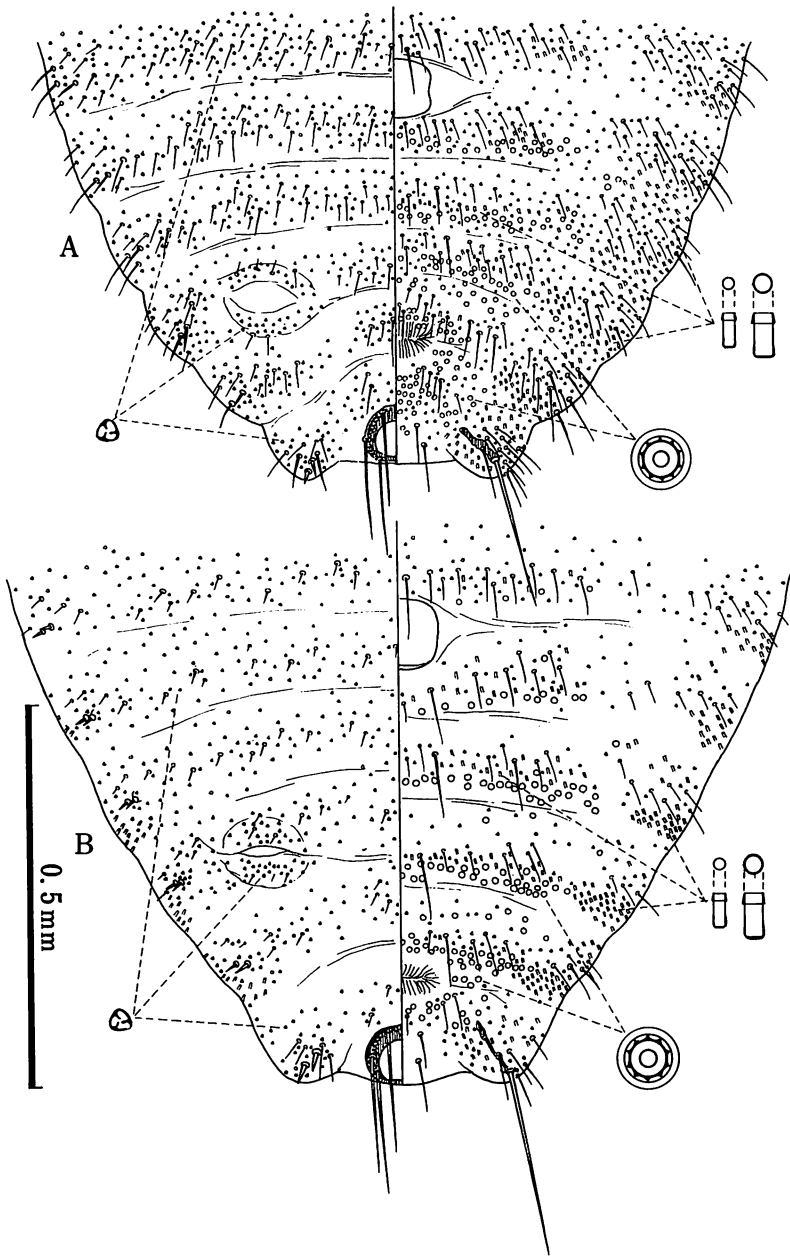


図-9 A:マツモトコナカイガラムシ, B:アザレア  
コナカイガラムシ; 雌成虫の体後部

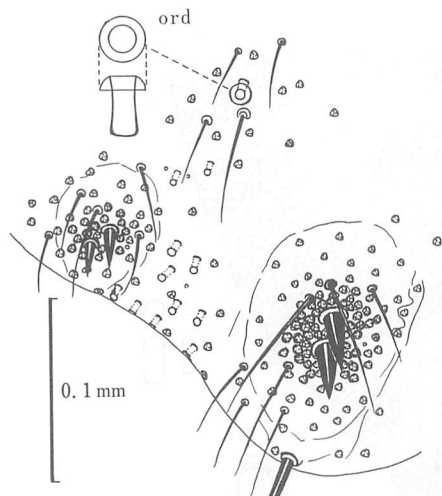


図-10 クワコナカイガラムシ；腹弁及び腹弁前節の口座；ord：口わく型分泌管

— 〈体表に口わく型分泌管を欠く〉……………セスジコナカイガラムシ

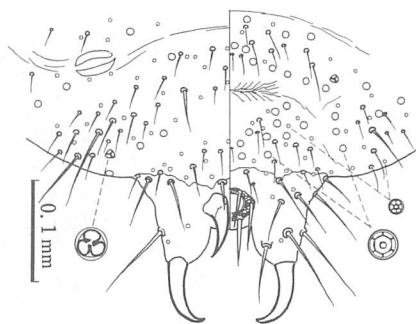


図-11 ジモグリコナカイガラムシ；雌成虫体後部

- ⑦ 〈背面の口わく型分泌管は合計約 20 個，腹部背面垂中央部には存在しない。口器（下唇）は長さ 95 ~ 105  $\mu\text{m}$ 〉……………ミカンヒメコナカイガラムシ
- 〈背面の口わく型分泌管は合計 28 個以上，腹部背面垂中央部にも存在する。口器は長さ 160 ~ 180  $\mu\text{m}$ 〉……………クワコナカイガラムシ
- ⑧ KOH 水溶液で加熱すると橙赤色となる。〈口座

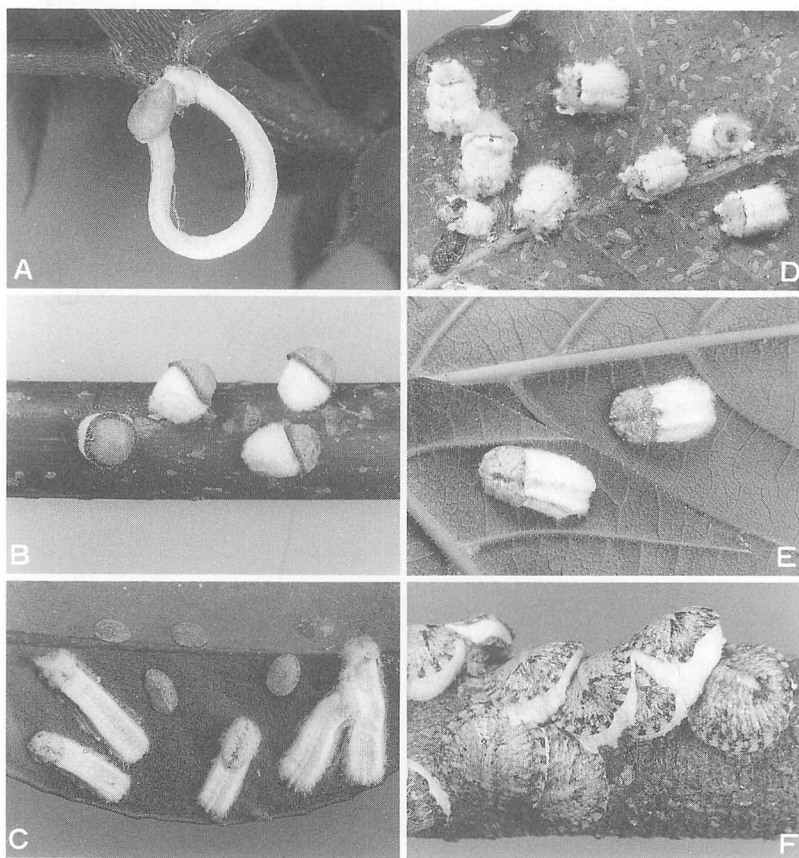


図-12 A：ヒモワタカイガラムシ，B：ミカンヒモワタカイガラムシ，C：オキツワタカイガラムシ，D：ミカンワタカイガラムシ，E：クワワタカイガラムシ，F：モミワタカイガラムシ；雌成虫と卵囊

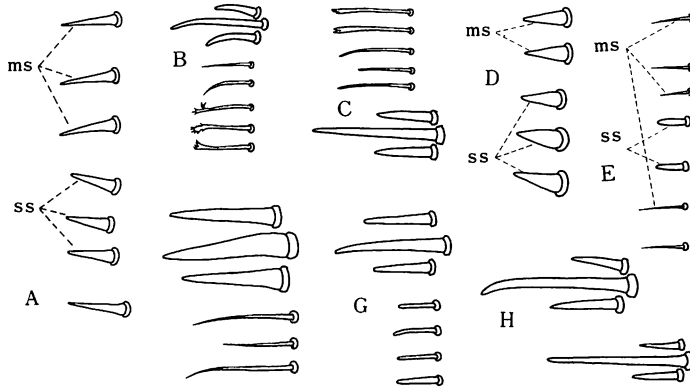


図-13 A：ヒモワタカイガラムシ，B：オキツワタカイガラムシ，C：ミカンワタカイガラムシ，D：サラサカタカイガラムシ，E：タマカタカイガラムシ，F：チャノカタカイガラムシ，G：ミズキカタカイガラムシ，H：カンキツカタカイガラムシ，I：ヒラタカタカイガラムシ；ss：気門刺毛，ms：体周縁刺毛

- は 18 対。) …………… フジコナカイガラムシ
- KOH 水溶液で加熱すると濃紺～濃緑色となる。  
〈ロウ座は7対以下で，胸部にはない。〉……………⑨
- ⑨ 〈腹部ロウ座に副刺毛を有し，各腹節背面の刺毛は顕著で，大部分ロウ座の円錐形刺毛よりも長い(図-9 A)。頭部腹面側に多眼円形分泌孔を欠く。〉……………マツモトコナカイガラムシ
- 〈腹弁ロウ座を除いて腹節のロウ座に副刺毛を欠き，各腹節背面の刺毛はまばらで，ロウ座の円錐形刺毛と同長か短い(図-9 B)。頭部腹面側に多眼円形分泌孔を有する。〉…アザレアコナカイガラムシ
- ⑩ 虫体は球形。〈腹弁は顕著に突出して硬皮し，腹弁刺毛は太く，鈎状となる。東状分泌管を欠き，大型の三角形分泌孔を有する。(図-11)〉……………ジモグリコナカイガラムシ
- 〈虫体はだ円～長卵形。腹弁は突出せず，硬皮しない。腹弁刺毛は針毛状。東状分泌管を有し，大型の三角形分泌孔を欠く。〉……………ミカンネコナカイガラムシ

**カタカイガラムシ科**

- ① 背面には分泌物を認めないか，粉状のロウ質物を装う。……………②
- 背面は粘土状のロウ質物で厚く覆われる。……………⑩
- ② 成熟すると体下に白色・綿状の分泌物で卵囊を形成する。……………③
- 成熟しても卵囊を形成しない。……………⑩
- ③ 卵囊はきわめて長く，リング状となる(図-12 A)〈跗節は固定型(図-2)。体周縁刺毛は太く，円錐形で，気門刺毛とほぼ同形(図-13 A)。〉……………

- ……………ヒモワタカイガラムシ
- 卵囊は体長の4倍を超えない。〈跗節は可動型(図-2)(モミジワタカイガラを除く)。体周縁刺毛は円錐形とならず，気門刺毛とは顕著に異なる。〉……………④
- ④ 成熟成虫はほぼ円形，大きさ4～5 mm，背面はやや半球状に隆起し，赤褐色で周縁部は黒く縁取られる。虫体は卵囊によって上方に持ち上げられる(図-12 B)。〈体周縁刺毛は先端分岐しない。肛門板に背刺毛を有する(図-14 A)。〉……………ミカンヒモワタカイガラムシ
- 虫体の大きさ，形状は様々であるが，成熟しても赤褐色とはならない。〈体周縁刺毛は様々。肛門板

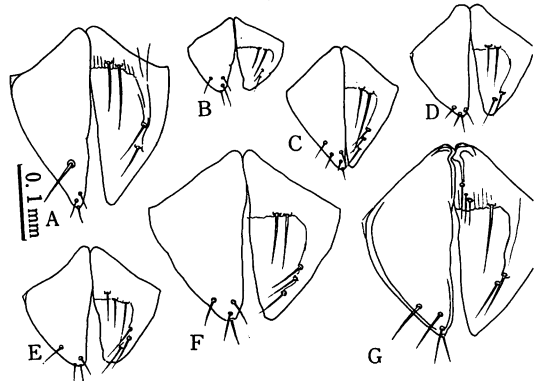


図-14 A：ミカンヒモワタカイガラムシ，B：オキツワタカイガラムシ，C：ミカンワタカイガラムシ，D：ミカンヒメワタカイガラムシ，E：クワワタカイガラムシ，F：イイギリワタカイガラムシ，G：モミジワタカイガラムシ；肛門板

- に背刺毛を欠く。) …………… ⑤
- ⑤ 〈体周縁刺毛は大部分先端太まるか、ヘラ状に広がりフサ状に分岐する (図-13B, C)。背面垂周縁部に数個の腺瘤を有する。) …………… ⑥
- 〈体周縁刺毛は先端尖り、分岐しない。背面に腺瘤を欠く。) …………… ⑦
- ⑥ 虫体は大きさ 3mm 以下。淡黄緑色で斑紋を欠く。卵囊は細長く扁平で両側並行し、体長の2倍を超える (図-12C)。〈肛門板は長さ約 100 μm (図-14B)〉 …………… オキツワタカイガラムシ
- 虫体は大きさ 4~5 mm, 淡黄褐色で周縁部は暗色に縁取られ、背中線は茶褐色を呈する。卵囊は太く、虫体は後部が持ち上げられて反り返る (図-12D)。〈肛門板は長さ約 150 μm (図-12C)。〉 …………… ミカンワタカイガラムシ
- ⑦ 体長は 7mm 以下。卵囊は体長と同長か、より長く、稜線を有する (図-12E)。〈肛門板は 150 μm 内外 (図-14D, E)〉 …………… ⑧
- 卵囊は体長よりはるかに短く、体下にクッション状に形成される (図-12F)。〈肛門板は 200 μm 以上 (図-14F, G)〉 …………… ⑨
- ⑧ 体長は 3~3.5 mm。〈肛門板内側の縁刺毛は各側2本 (図-14D)。肛門板の前方に背面微小円板孔を欠く。) …………… ミカンヒメワタカイガラムシ
- 体長は 6~7mm。〈肛門板内側の縁刺毛は各側通常3本 (図-14E)。肛門板の前方に背面微小円板孔を有する。) …………… クワワタカイガラムシ
- ⑨ 背面の地色は黄褐色。卵は淡黄色。〈脚は可動型。脛節は肛門板の長さよりはるかに長い。〉 …………… イイギリワタカイガラムシ
- 背面の地色は灰褐色。卵は紫赤色。〈脚は固定型。脛節は肛門板の長さより短い。〉 …………… モミジワタカイガラムシ
- ⑩ 成熟成虫の背面は硬皮して著しく隆起し、ほぼ球形となる (図-15A~C)。〈気門刺毛は体周縁刺毛とほぼ同長・同形 (図-13D, E)。背面に腺瘤を欠く。5眼円形分泌孔は少数で、気門付近にのみ存在する。〉 …………… ⑪

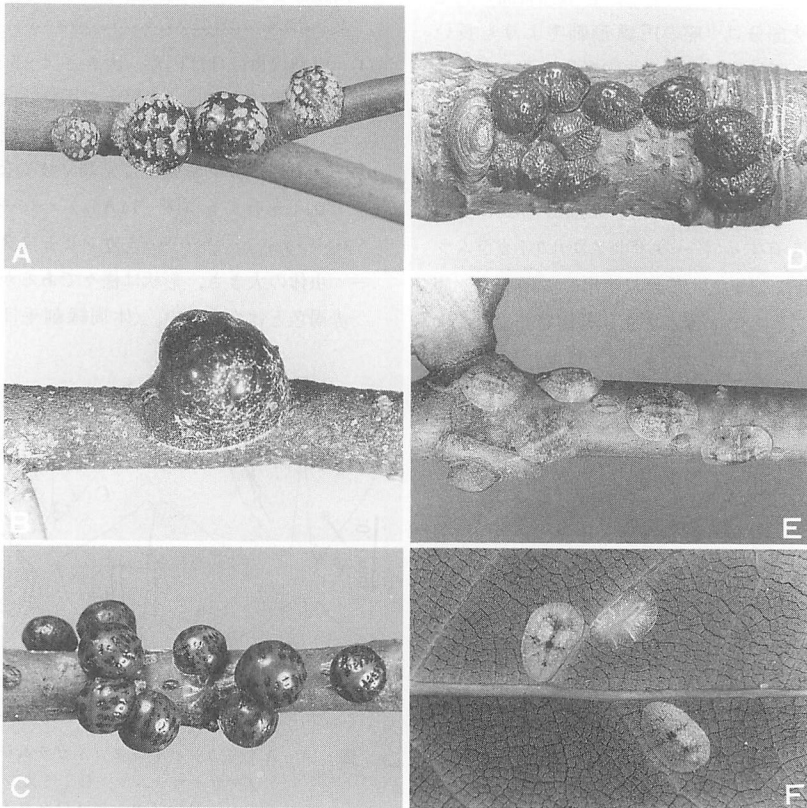


図-15 A: サラサカタカイガラムシ, B: オオカタカイガラムシ, C: タマカタカイガラムシ, D: ミズキカタカイガラムシ, E: ヒラタカタカイガラムシ, F: カンキツカタカイガラムシ; 成熟雌成虫

- 成熟成虫の背面は弱く隆起し、球形とはならない。〈気門刺毛は3本で、体周縁刺毛より明らかに大きい。背面垂周縁部に数個の腺瘤を有する。5眼円形分泌孔は気門溝に沿って配列する。〉……………⑬
- ⑪ 背面に白色の斑紋を有する(図-15A)。……………サラサカタカイガラムシ
- 背面に白色の斑紋を欠く。……………⑭
- ⑫ 虫体は大きさ 8~10mm, 帯緑黒色~漆黒色で光沢があるが、淡く白粉を装う(死後は暗赤褐色となる)(図-15B)。……………オオカタカイガラムシ
- 虫体は大きさ 4~5mm, 赤褐色~暗褐色の地に横斑があり、光沢を有する(死後は斑紋を失う)(図-15C)。……………タマカタカイガラムシ
- ⑬ 未成熟のうち体周縁近くから数本の絹糸状の長い分泌物を放射状に分泌する。〈3本の気門刺毛のうち、中央の一本の長さは他の2倍以下(図-13F, G)。腹面垂周縁部に管状分泌管を有する。〉……………⑭
- 絹糸状の分泌物は認められない。〈3本の気門刺毛のうち、中央の一本は顕著に長く、他の2倍以上(図-13H, I)。腹面管状分泌管を欠くか、中脚基部付近にのみ少数存在する。〉……………⑮
- ⑭ 成熟成虫の背面は弱く硬皮し、淡茶褐色、滑らかで粉状の分泌物を認めない。〈背面垂周縁部の腺瘤は径約 30 $\mu$ m(図-16A)で各側 14~17個。腹面垂周縁部の管状分泌管は密に配列し、分泌管の付属腺は太く膨らむ(図-16A)。脚は可動型。気門口の直径は後脚附節の長さよりも短い。〉……………チャノカタカイガラムシ
- 成熟成虫の背面は硬皮し、暗赤褐色~紫褐色でしわ状の凹凸があり、淡く白粉を装う(図-15D)。〈背面垂周縁部の腺瘤は径約 20 $\mu$ m(図-16B)で各側 5~6個内外。腹面垂周縁部の管状分泌管は多くなく、分泌管の付属腺は膨らまない(図-16)。

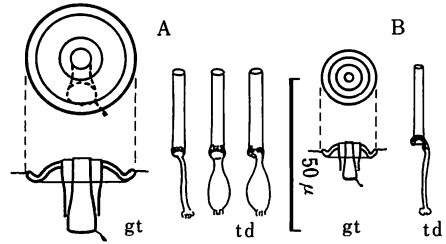


図-16 A:チャノカタカイガラムシ, B:ミズキカタカイガラムシ; gt:腺瘤, td:管状分泌管

- 脚は固定型。気門口の直径は後脚附節の長さよりもはるかに大きい)……………ミズキカタカイガラムシ
- ⑮ 背面は灰色を帯びる。〈触角は8環節。附節は固定型で基部に硬化部を欠く。腹面管状分泌管及び背面垂周縁部の腺瘤を欠く。〉……………カンキツカタカイガラムシ
- 背面は灰色を帯びない。〈触角は7環節。附節は固定型であるが基部に通常硬化部を有する。少数の管状分泌管が腹面中脚基部付近に、また 10個内外の腺瘤が背面垂周縁部にある。〉……………ヒラタカタカイガラムシ
- ⑯ ロウ質物は白色または淡いピンク色を帯びた白色。〈脛節と附節は癒合しない。気門刺毛は円錐形で先端尖る。〉……………⑰
- ロウ質物はアズキ色。〈脛節と附節は癒合する。気門刺毛は1本の大型の円錐形刺毛と多数の小型の半球形刺毛からなる。〉……………ルビーロウムシ
- ⑰ ロウ質物はやや硬く、背面は亀甲状に隆起する。〈体周縁刺毛は多く、大部分は円錐形で、前・後部気門刺毛間には連続して並ぶ。〉……………カメノコロウムシ
- ロウ質物はやわらかく、背面は角状に突出する(老熟するとドーム状となる)。〈体周縁刺毛は少数で、いずれも針毛状。〉……………ツノロウムシ (つづく)

## 新しく登録された農薬 (63. 11. 1~63. 11. 30)

掲載は、種類名、有効成分及び含有量、商品名(登録年月日)、登録番号〔登録業者(会社)名〕、対象作物:対象病害虫:使用時期及び回数などの順。(…日…回は、収穫何日前まで何回以内散布の略。)(登録番号 17028~17141 までの計 14 件)

### 〔殺虫剤〕

#### CVMP 水和剤

CVMP 50.0%

ガードサイド水和剤 (63. 11. 8)

17140 (北興化学工業)

稲:ニカメイチュウ:14 日 5 回、はくさい:アオムシ・コナガ・ヨトウムシ:21 日 3 回、キャベツ:アオムシ・コナガ・ハスモンヨトウ(若令幼虫):7 日 4 回、ピーマン:タバコガ:7 日 2 回、さくら・プラタナス(街路樹・庭木):アメリカシロヒトリ(老熟幼虫を除く)、きく・ばら:アブラムシ類、たばこ:タバコガ・ヨトウムシ・スリップス類、芝:スジキリヨトウ・シバツトガ、稲:ニカメイチュウ:14 日 2 回(空中散布)

#### MEP 乳剤

MEP 80.0%

スミパイン乳剤 (63. 11. 8)

17141 (井筒屋化学産業)

松類:ハバチ類・ハマキガ類・マツバノタマバエ・シンクイムシ類・キクイムシ類・ミスジツマキリエダシヤク、松類(風倒木):キクイムシ類、まつ(生立木):マツノマダラカミキリ(成虫)、まつ(枯損立木):マツノマダラカミキリ(幼虫)・マツノマダラカミキリ(材内生息虫)、まつ(衰弱木・枯損立木):キクイムシ類・ゾウムシ類・まつ:マツカレハ、一般樹木(倒木・伐倒木):カミキリムシ類・ゾウムシ類・キクイムシ類・スギザイノタマバエ・スギカミキリ、一般樹木(林木):スギカミキリ・カミキリムシ類・ゾウムシ類・キクイムシ類・ヤマダカレハ・エダシヤク類・マイマイガ・ドクガ類・スギタマバエ、さくら:コスカシバ、ほだ木・ほだ木用笠木:カミキリムシ類

### 〔殺菌剤〕

#### カスガマイシン・フサライド水和剤

カスガマイシン 4.8%, フサライド 70.0%

カスラブサイド水和顆粒 (63. 11. 8)

17128 (北興化学工業)

稲:いもち病:21 日 5 回(但し、穂ばらみ期以降は 4 回)

#### チウラム・ベンシクロン水和剤

チウラム 40.0%, ベンシクロン 20.0%

ティービック水和剤 (63. 11. 8)

17136 (日本特殊農薬製造)

芝(ペントグラス):ブラウンパッチ, チューリップ:  
葉腐病:植付前(球根粉衣)

#### ジクロメジン水和剤

ジクロメジン 20.0%

モンガード水和剤 (63. 11. 8)

17137 (三共), 17138 (北海三共), 17139 (九州三共)

稲:紋枯病・疑似紋枯症(褐色紋枯病菌・赤色菌核病菌・褐色菌核病菌):14 日 3 回

### 〔殺虫殺菌剤〕

#### ベンスルタップ・カスガマイシン・バリダマイシン・フサライド粉剤

ベンスルタップ 2.0%, カスガマイシン 0.11%, バリダマイシン 0.30%, フサライド 1.5%

カスラブバリダルーバン粉剤 DL (63. 11. 8)

17129 (北興化学工業)

稲:いもち病・紋枯病・ニカメイチュウ・イネツトムシ・フタオビコヤガ・コブノメイガ:21 日 4 回

#### プロバホス・プロベナゾール粒剤

プロバホス 4.0%, プロベナゾール 4.0%

オリゼメートカヤフォス粒剤 (63. 11. 8)

17133 (北興化学工業), 17134 (日本化薬), 17135 (明治製薬)

稲(箱育苗):ツマグロヨコバイ・ウンカ類・イネドロオイムシ・イネヒメハモグリバエ・イネハモグリバエ・いもち病:移植当日 1 回

### 〔除草剤〕

#### フェノチオール粒剤

フェノチオール 1.4%

ゼロワン粒剤 (63. 11. 8)

17130 (北興化学工業)

移植水稻:水田一年生広葉雑草:有効分けつ終止期~幼穂形成始期 1 回:砂壤土~埴土:北海道を除く全域の普通期栽培地帯

#### シメトリン・ニトラリン・フェノチオール粒剤

シメトリン 1.5%, ニトラリン 3.0%, フェノチオール 0.70%

ウィードナックス粒剤 (63. 11. 8)

17131 (北興化学工業), 17132 (シェル化学)

移植水稻:水田一年生雑草及びマツバイ・ホタルイ・ハラオモダカ・ウリカワ・ヒルムシロ:移植後 20~25 日(ノビエ 2 葉期まで)1 回:壤土~埴土(減水深 1.5 cm/日以下):北海道及び九州, 南四国などの暖地を除く全域の普通期栽培地帯



紹介 **新登録農薬**

『殺虫剤』

ケイソウ土粉剤 (63. 10. 12 登録)

本剤は米国のインセクトプロダクツ社によって開発された貯殺害虫を対象とする殺虫剤である。

本剤は殺類に混和することにより、貯殺害虫が接触し、表皮にできた擦過傷から及び経口的に摂取し、消化管内部にできた傷から貯殺害虫の体内水分をうばい致死にいたらせる。

商品名：コクゾール

成分・性状：製剤は有効成分 ケイソウ土 90% を含有する類白色粉末である。

適用作物、適用害虫名及び使用方法：表 - 1 参照。

表 - 1 ケイソウ土粉剤 (コクゾール)

作物名	適用害虫名	使用量	使用時期	使用方法
米	コクゾウムシ	玄米重量の0.1%	貯蔵直前	玄米に混和

使用上の注意：

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

毒性：

(急性毒性) 普通物。

本剤の処理及び処理穀物の取扱いの際はマスクを着用すること。

(魚毒性) A類。

チオジカルブ水和剤 (63. 10. 25 登録)

表 - 2 チオジカルブ水和剤 (ラービン水和剤 75)

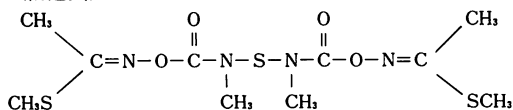
作物名	適用害虫名	希釈倍数(倍)	使用時期	本剤及びチオジカルブを含む農薬の総使用回数	使用方法
りんご	ハマキムシ類 シンクイムシ類	1000~1500	収穫 21 日前まで	3 回以内	散布
もも	シンクイムシ類		収穫 7 日前まで	5 回以内	
なし	ナシチビガ シンクイムシ類		収穫 14 日前まで	3 回以内	
茶	チャノホソガ チャノコカクモンハマキ		摘採 21 日前まで	2 回以内	
キャベツ はくさい	アオムシ ヨトウムシ ハスモンヨトウ		収穫 7 日前まで	4 回以内	
ばれいしょ	ジャガイモガ		収穫 7 日前まで	5 回以内	
てんさい	ヨトウムシ		収穫 30 日前まで	3 回以内	
たばこ	タバコガ ヨトウムシ	2000~3000	—	—	

チオジカルブは米国ユニオンカーバイドアグリカルチュラルプロダクツ社によって開発されたカーバメイト系殺虫剤である。作用機構は昆虫のコリンエステラーゼ活性を阻害することが認められている。

商品名：ラービン水和剤 75

成分・性状：製剤は、3, 7, 9, 13, -テトラメチル-5, 11-ジオキサ-2, 8, 14-トリチア-4, 7, 9, 12-テトラアザペンタデカ-3, 12-ジエン-6, 10-ジオン 75.0% 含有する類白色水和性粉末である。チオジカルブ純品は白色結晶性粉末で、比重 1.442 (20℃), 融点 173~174℃, 蒸気圧  $4.3 \times 10^{-3}$  mmHg (20℃), 溶解度水 0.035 g/l, アセトン 8g/l, メタノール 5g/l, キシレン 3g/l, ジクロロメタン 150g/l である。

(構造式)



適用作物、適用害虫名及び使用方法：表 - 2 参照。

使用上の注意：

① 石灰硫黄合剤、ボルドー液及び重金属系薬剤との混用はさけること。

② 蚕に対して長期間毒性があるので、桑葉にかからないように注意すること。

③ 本剤の使用にあたっては、使用量、使用時期、使用方法を誤らないように注意し、特に初めて使用する場合は、病虫害防除所等関係機関の指導を受けることが望ましい。

毒性：

(急性毒性) 医薬用外劇物。

① 取扱いには十分注意すること。誤って飲み込んだ場合には吐き出させ、直ちに医師の手当を受けさせること。本剤使用中に身体に異常を感じた場合には直ちに医

表 - 3 チオジカルブ粉剤 (ラービン粉剤 3DL)

作物名	適用害虫名	10 アール 当り使用量	使用時期	本剤及びチオジ カルブを含む農 薬の総使用回数	使用方法
稲	コブノメイガ イネツトムシ ニカメイチュウ (第2世代)	4kg	収穫 30 日前 まで	3 回以内	散布
	ニカメイチュウ (第1世代)	3~4kg			

表 - 4 チオジカルブ粒剤 (ラービント 2)

作物名	適用害虫名	10 アール 当り 使用 量	使用時期	本剤のみを 使用する場 合の 使用回数	使用方法	チオジカルブ を含む農薬 の総使用回数
キャベツ はくさい	ネキリムシ類	3~4kg	収穫 45 日前 まで	2 回以内	株元散布	4 回以内
レタス だいこん						2 回以内

師の手当を受けること。

② 本剤は皮膚に対して弱い刺激性があるので皮膚に付着しないよう注意すること。付着した場合には直ちに石けんでよく洗い落とすこと。

③ 散布の際は保護眼鏡、防護マスク、手袋、不浸透性防除衣などを着用すること。また散布液を吸い込んだり浴びたりしないよう注意し、作業後は手足、顔などを石けんでよく洗い、うがいをすること。

④ 本剤による中毒の治療法としては、動物実験で硫酸アトロピン製剤の投与が有効であると報告されている。

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

なお、チオジカルブ粉剤 (ラービン粉剤 3DL) とチオジカルブ粒剤 (ラービント 2) が同時に登録された。

各々の適用作物、適用害虫名及び使用方法：表 - 3 ~ 表 - 4 参照。

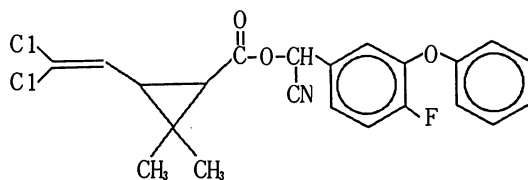
#### シフルトリン乳剤 (63. 10. 25 登録)

本剤は西ドイツのバイエル社により開発された合成ピレスロイド剤である。作用機構は他のピレスロイドと同様に神経毒として作用する。中枢神経系あるいは末梢神経系の軸索に働き、神経線維でのインパルス伝導が阻害されて昆虫は麻痺し、死に至ると考えられる。

商品名：パイソロイド乳剤

成分・性状：製剤は (RS) -  $\alpha$  - シアノ - 4 - フルオロ - 3 - フェノキシベンジル = (1RS, 3RS) - (1RS, 3SR) - 3 - (2, 2 - ジクロロビニル) - 2, 2 - ジメチルシクロプロパンカルボキシラート 5.0% を含有する淡黄色澄明液体である。純品は粘稠性黄褐色液体、又は塊で無臭である。溶解度 (g/l, 20°C) は水 0.000002, ヘキサン 10~20, 2 - プロパノール 20~30, メタノール 50~70, アセトニトリル 500~1000 である。酸に対しては安定であり、熱・光に対しては比較的安定であり、アルカリ性に対して不安定である。

(構造式)



適用作物、適用害虫名及び使用方法：表 - 5 参照。

使用上の注意：

- ① ボルドー液との混用はさけること。
- ② 蚕に長期間毒性があるので、散布された薬剤が飛散し、付近の桑に付着するおそれのある場所では使用しないこと。
- ③ 本剤の茶での散布は、場合によりハダニ類が増えることがあるので注意すること。
- ④ 本剤の使用に当たっては、使用量、使用時期、使用方法を誤らないように注意し、特に初めて使用する場合には病害虫防除所等関係機関の指導を受けることが望ましい。

毒性：

(急性毒性) 医薬用外劇物。

- ① 取扱いは十分注意すること。誤って飲み込んだ場合には吐き出させ、直ちに医師の手当を受けさせること。本剤使用中に身体に異常を感じた場合には直ちに医師の手当を受けること。
- ② 原液は眼に対して強い刺激性があるので、散布液調整時には保護眼鏡を着用して薬剤が眼に入らないよう注意すること。眼に入った場合には直ちに十分に水洗し、眼科医の手当を受けること。
- ③ 原液は皮膚に対して刺激性があるので皮膚に付着しないよう注意すること。付着した場合には直ちに石けんでよく洗い落とすこと。
- ④ 本剤はのど、鼻、皮膚などを刺激する場合、また、

表-5 シフルトリン乳剤 (バイスロイド乳剤)

作物名	適用害虫名	希釈倍数 (倍)	使用時期	本剤及びシフル トリンを含む農 薬の総使用回数	使用方法
キャベツ	アオムシ コナガ ヨトウムシ タマナギンウワバ アブラムシ類	1000~2000	収穫7日前まで	4回以内	散布
はくさい	アオムシ コナガ ヨトウムシ アブラムシ類		収穫7日前まで		
だいこん	アオムシ コナガ ヨトウムシ アブラムシ類	2000	収穫14日前まで		
えだまめ	マメシンクイガ カメムシ類	1000	収穫14日前まで	3回以内	
だ い ず	マメシンクイガ カメムシ類		収穫7日前まで		
かんしょ	イモコガ ナカジロシタバ	1000~2000	収穫14日前まで	1回	
茶	チャノコカクモンハマキ チャハマキ チャノホソガ チャノミドリヒメヨコバイ チャノキイロアザミウマ		摘採7日前まで		
てんさい	ヨトウムシ		収穫14日前まで	4回以内	

表-6 シフルトリン乳剤 (バイスロイド EW)

作物名	適用害虫名	希釈倍数 (倍)	使用時期	本剤及びシフル トリンを含む農 薬の総使用回数	使用方法
りんご	キンモンホソガ アブラムシ類 ハマキムシ類 モモシンクイガ	2000	収穫14日前まで	2回以内	散布
も も	モモハモグリガ アブラムシ類 シンクイムシ類		収穫7日前まで	3回以内	
か き	チャノキイロアザミウマ カキクダアザミウマ カキノヘタムシガ		収穫14日前まで	3回以内	
ぶ どう	チャノキイロアザミウマ		収穫21日前まで	3回以内	
かんきつ	ミカンハモグリガ		収穫14日前まで	5回以内	
たばこ	タバコガ ヨトウムシ アブラムシ類	2000~3000	—	—	

かゆみを生じる場合があるので注意すること。

⑤ 散布の際は防護マスク、手袋、不浸透性防除衣などを着用すること。また散布液を吸い込んだり浴びたりしないよう注意し、作業後は直ちに手足、顔などを石けんでよく洗い、うがいをするとともに衣服を交換すること。

⑥ 作業時に着用していた衣服等は他のものとは分けて洗濯すること。

⑦ かぶれやすい体質の人は取扱いに十分注意すること。

⑧ 本剤による中毒の治療法としては、動物実験で硫酸アトロピン製剤とメトカルバモール製剤の併用投与が有効であると報告されている。

(魚毒性) C 類。

① 本剤はごく低濃度でも魚介類に強い影響を及ぼすので特に注意すること。

② 河川、湖沼、海域及び養魚池等に本剤が飛散、流入する恐れのある場所では使用しないこと。

③ 散布器具、容器の洗浄水及び残りの薬液は河川等に流さず、容器、空き袋等は焼却等により魚介類に影響を与えないよう安全に処理すること。

また、本剤の他、シフルトリン乳剤(バイスロイド E W)、シフルトリン液剤(バイスロイド液剤 0.5)が同時に登録された。

各々の適用作物、適用害虫名及び使用方法：表-6～表-7 参照。

表-7 シフルトリン液剤(バイスロイド液剤 0.5)

作物名	適用害虫名	希釈倍数	使用時期(倍)	本剤及びシフルトリンを含む農薬の総使用回数	使用方法
ばらきく(露地)	アブラムシ類	100	—	—	散布

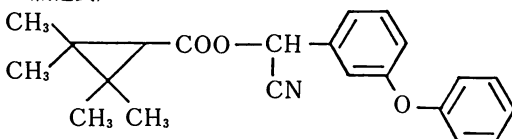
#### フェンプロパトリン乳剤 (63. 10. 25 登録)

本剤は住友化学工業(株)によって開発された合成ピレスロイド剤である。作用機構は天然のピレトリンや他のピレスロイドと同様と考えられる。主として気門や関節間膜等から虫体内に侵入し、末梢または中枢神経の軸索あるいはシナプスに働き、けいれんや興奮症状をおこし、ついで麻痺し、死に至る接触毒による殺虫作用を示すものと考えられる。

商品名：ロディー乳剤

成分・性状：製剤は(RS)- $\alpha$ -シアノ-3-フェノキシベンジル=2, 2, 3, 3-テトラメチルシクロプロパンカルボキシラート 10.0% を含有する淡黄色澄明可乳化油状液体である。純品は白色結晶性粉末で、融点 51.4℃、比重 1.18 (24℃)、蒸気圧  $5.5 \times 10^{-6}$  mmHg (20℃)、溶解度 (g/l, 25℃) で n-ヘキサン 97, メタノール 173, キシレン, アセトン, クロロホルム 500 以上, 水 14.1  $\mu$ g/l である。熱、酸性で安定、アルカリ性に不安定、紫外線により分解される。

(構造式)



適用作物、適用害虫及び使用方法：表-8 参照。

使用上の注意：

① ボルドー液と混用する場合は使用直前に混合すること。

② 蚕に長期間毒性があるので、散布された薬剤が飛散し、桑に付着するおそれのある場所では使用しないこと。

③ 本剤の使用に当たっては、使用量、使用時期、使用方法などを誤らないように注意し、とくに初めて使用する場合には、病害虫防除所等関係機関の指導を受けることが望ましい。

毒性：(急性毒性) 医薬用外劇物。

① 取扱いには十分注意すること。誤って飲み込んだ場合には吐き出させ、直ちに医師の手当を受けさせること。本剤使用中に身体に異常を感じた場合には直ちに医師の手当を受けること。

② 原液は眼に對して刺激性があるので、散布液調製時には保護眼鏡を着用して薬剤が眼に入らないよう注意すること。眼に入った場合には直ちに水洗し、眼科医の手当を受けること。

③ 原液は皮膚に對して刺激性があるので、散布液調製時には不浸透性手袋を着用して薬剤が皮膚に付着しないよう注意すること。付着した場合には直ちに石けんでよく洗い落とすこと。

④ 本剤はのど、鼻、皮膚などを刺激する場合、また、かゆみを生じる場合があるので注意すること。

⑤ 散布の際は防護マスク、手袋、不浸透性防除衣などを着用すること。また、散布液を吸い込んだり浴びたりしないよう注意し、作業後は手足、顔などを石けんでよく洗い、うがいをすること。

⑥ 摘果等の作業の際は、マスク、手袋、長ズボン・長袖の作業衣などを着用すること。

⑦ 本剤による中毒の治療法としては、動物実験でメトカルバモール製剤の投与が有効であると報告されている。

(魚毒性) C 類。

① 本剤はごく低濃度でも魚介類に強い影響を及ぼすので特に注意すること。

② 河川、湖沼、海域および養魚池等に本剤が飛散、流入するおそれのある場所では使用しないこと。

③ 散布器具、容器の洗浄水及び残りの薬液は河川等に流さず、容器等は焼却等により魚介類に影響を与えないよう安全に処理すること。

なお、本剤の他、フェンプロパトリン水和剤・くん煙剤(ロディー水和剤・くん煙顆粒)が同時に登録された。

ロディー水和剤及びくん煙顆粒の適用作物、適用害虫名及び使用方法：表-9～表-10 参照。

#### クロルフルアズロン乳剤 (63. 10. 25 登録)

本剤は石原産業(株)によって開発されたキチン形成阻害による殺虫作用を有する化合物である。本剤を幼虫ステージに処理すると、キチンを含む表皮形成を阻害し、脱皮・変態に異常を生じさせ、最終的に黒化・ミイラ状にして死に至らしめる。

商品名：アタブロン乳剤

成分・性状：製剤は 1- [3, 5-ジクロロ-4-(3-

表-8 フェンプロパトリン乳剤 (ロディー乳剤)

作物名	適用害虫名	希釈倍数 (倍)	使用時期	本剤及びフェンプロパトリンを含む農薬の総使用回数	使用方法
茶	チャノコカクモンハマキ チャノミドリヒメヨコバイ チャノキイロアザミウマ	1000	摘採7日前まで	1回	散布
もも	アブラムシ類 シンクイムシ類		収穫前日まで	5回以内	
かんきつ	ミカンハモグリガ チャノキイロアザミウマ カメムシ類 アブラムシ類	2000	収穫7日前まで	4回以内	
なす	アブラムシ類	1000~2000	収穫前日まで	5回以内	

表-9 フェンプロパトリン水和剤 (ロディー水和剤)

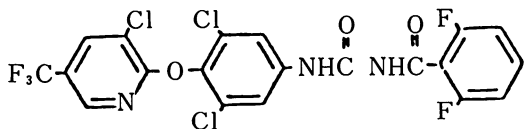
作物名	適用害虫名	希釈倍数 (倍)	使用時期	本剤及びフェンプロパトリンを含む農薬の総使用回数	使用方法
りんご	モモシンクイガ キンモンホソガ	1000	収穫14日前まで	2回以内	散布

表-10 フェンプロパトリンくん煙剤 (ロディーくん煙顆粒)

適用場所	作物名	適用害虫名	使用量	使用時期	本剤及びフェンプロパトリンを含む農薬の総使用回数	くん煙時間	使用方法
温室, ビニールハウス等密閉できる場所	なす	ハダニ類	くん煙室容積 100m <sup>3</sup> (床面積 50m <sup>2</sup> ×高さ2m) 当り 20g	収穫前日まで	5回以内	通常 10~15 時間	くん煙
	いちご				3回以内		
	かんきつ	ミカンハダニ		収穫7日前まで	4回以内		

クロロ-5-トリフルオロメチル-2-ピリジリオキシ)フェニル]-3-(2,6-ジフルオロベンゾイル)尿素5.0%を含有する褐色澄明可乳化油状液体である。純品は白色の結晶粉末で、比重1.4977 (20℃), 融点 222.0~223.3℃, 溶解度 (g/100ml, 25℃) は水 0.016ppm, メタノール 0.22, エタノール 0.17, アセトニトリル 0.30, クロロホルム 2.09, アセトン 5.21, キシレン 0.3, n-ヘキサン 3ppm である。

(構造式)



適用作物, 適用害虫及び使用方法: 表-11 参照。

使用上の注意:

- ① 本剤は植物体上での移行性がないため、茎葉部表裏に対し均一に散布すること。
- ② 本剤は幼虫の脱皮を阻害してやがて死亡させる性質をもつ薬で、通常、死亡するまでに7~10日以上を要するので幼虫期になるべく早く散布すること。
- ③ はくさいに使用する場合、幼苗期の新展開葉に散

布すると白化などの葉斑を生ずることがあるので、幼虫期、特に軟弱徒長苗や活着不良苗には使用をさけること。

④ 茶に使用する場合、新展開葉に散布すると白化などの葉斑を生ずることがあるので注意すること。

⑤ 蚕に長期間毒性があるので散布された薬液が飛散し、桑に付着するおそれがある場所では使用しないこと。

⑥ 本剤の使用に当っては使用量, 使用時期, 使用方法などを誤らないよう注意し、特に初めて使用する場合は、病害虫防除所等関係機関の指導を受けることが望ましい。

毒性: (急性毒性) 普通物。

① 原液は眼に対して強い刺激性があるので、散布液調製時には保護眼鏡を着用して薬剤が眼に入らないよう注意すること。眼に入った場合には直ちに十分に水洗し、眼科医の手当を受けること。

② 原液は皮膚に対して刺激性があるので、散布液調製時には不浸透性手袋を着用して薬剤が皮膚に付着しないように注意すること。付着した場合には直ちに石けんよく洗い落とすこと。

(魚毒性) A 類。

本剤は魚介類、特に甲殻類に影響を及ぼすので養魚池等周辺での使用には十分注意すること。

表-11 クロロフルアズロン乳剤 (アタブロン乳剤)

作物名	適用害虫名	希釈倍数(倍)	使用時期	本剤及びクロロフルアズロンを含む農業の総使用回数	使用方法
キャベツ はくさい	アオムシ コナガ ヨトウムシ ハスモンヨトウ タマナギンウワバ	2000	収穫7日前まで	4回以内	散布
	りんご		ハマキムシ類		
茶	チャノコカクモンハマキ チャハマキ		摘採14日前まで	2回以内	

## ○出版部より

新年あけましておめでとうございます。

昨年は夏場の異常気象、農産物の輸入自由化問題等、農業をめぐる環境が一段と厳しさを増し、また社会的にも何かと変動の多い1年でしたが、今年は陽射しに明るさが加わるよう祈り、第43巻の1号をお届けします。本号は、本会理事長の栗田年代氏の新年のご挨拶と、11編の論文を掲載しております。

年の初めにあたり皆様方のご健闘をお祈り致します。

なお、皆様お気づきの事と存じますが、本誌は、本号より誌面の刷新を図り、カラー口絵を2ページ設けました。永年の懸案でありましたが、カラーでなければわかりにくい被害写真等に威力を発揮することと存じます。本号はICPPシンポジウム特集に対応した写真でまとめました。今後ともご期待下さい。また、“海外ニュース”欄を設けました。日本の援助計画、海外の事情等を今後掲載していく方針です。

最後になりましたが、本誌は、印刷誌面の誌質向上、雑誌製作の一層のスピードアップ化を図るため、活版印刷から全ページオフセット印刷になりました。その関係上、本文文字が幾分小さめになっておりますが、事情ご賢察の上、何卒ご寛容下さい。誌面の活性化、誌質の向上に、より一層意を用いてゆく所存ですので、変わらぬご愛読をよろしくお願い致します。旧に倍したご声援、ご叱声、また、種々ご意見・ご要望をいただければ幸いです。

☆昭和62農薬年度分をまとめた『農薬要覧1987年版』

(農林水産省農蚕園芸局植物防疫課 監修)が出来上がりました。例年と同じく、農業の生産・出荷、流通・消費、輸出・輸入についての統計表、全登録農薬リスト、新農薬の解説、関連資料として主要病害虫の発生面積・防除面積などの表、また付録として、広範な関係場所・会社を記した名簿をつけております。農業に携わっておられる方の基本資料として、88年版も是非お手元に置いてご利用下さい。19ページに広告を掲載しております。(B6判、700ページ、定価4,300円、送料300円)

## 謹賀新年

社団法人 日本植物防疫協会

理事長 栗田年代  
常務理事 岩本毅  
役員 職員 一同

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

研究所・資料館 東京都小平市鈴木町2丁目772番地  
〒187 電話 (0423)81-1632番

研究所(研究部・茨城県牛久市結束町535番地  
研究調整室) 〒300-12 電話 (0298)72-5172番

高知試験農場 高知県香美郡野市町深淵下  
スミヤシキ 473

〒781-52 電話 (08875)6-1414番

宮崎試験農場 宮崎県宮崎郡仕土原町大字  
下那珂字城ヶ峰11813番地  
〒880-02 電話 (0985)73-4198番

## 植物防疫

昭和64年

1月号

(毎月1回1日発行)

—禁 載—

第43巻 昭和63年12月25日印刷  
第1号 昭和64年1月1日発行

編集人 植物防疫編集委員会

発行人 岩本毅

印刷所 (株)廣濟堂  
東京都港区芝3-24-5

定価580円 送料50円 1年分6,500円  
(下共 本会前金直接)  
定価合計7,000円

—発行所—

東京都豊島区駒込1丁目43番11号 郵便番号 170  
社団法人 日本植物防疫協会  
電話 東京 (03) 944-1561~6番  
振替 東京 1-177867番

日本の実りに



日本の効きめ

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



増収を約束する

日曹の農薬



**トリフミン**® 水和剤

果樹・野菜の広範囲の病害防除に

**トップジンM**® 水和剤

べと病の専門薬！

**アリエツテイ** 水和剤

果樹・野菜の広範囲の害虫防除に

日曹 **スカウト** フロアブル乳剤

果樹・いちごのハダニ防除に

**ニッソラン**® 水和剤

畑作イネ科雑草の除草に  
—生育期処理除草剤—

**ナブ**® 乳剤



日本曹達株式会社

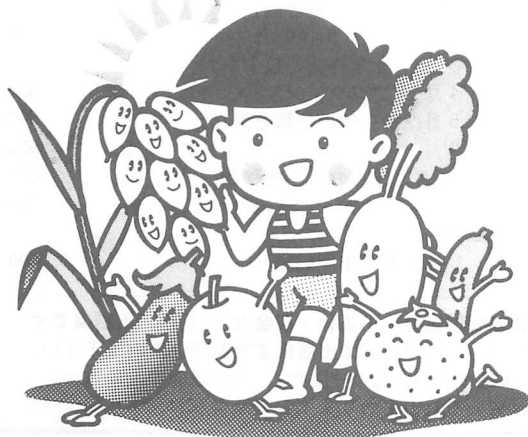
本社 〒100 東京都千代田区大手町2-2-1  
支店 〒541 大阪市東区北浜2-90  
営業所 札幌・仙台・信越・東京・名古屋・福岡・四国・高岡

豊かな収穫が見えてくる。



使って安心・三共の農薬

三 共 の 農 薬



●ムレ苗、苗立枯病を防いで健苗をつくる

**タチガレエース** 粉剤 液剤

●灰色かび病、菌核病防除に

三共 **ロニラン**® 水和剤



三共株式会社 北海道三共株式会社 九州三共株式会社

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、( )内は特集の題名、価格は各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。この機会にお取り揃え下さい。

<b>29 巻 (50 年)</b>		8 月：(侵入が警戒される病害)	550 円
5 月：薬剤耐性菌	365 円	10 月：物理的防除法	600 円
6 月	305 円	<b>37 巻 (58 年) [全号揃]</b>	
8 月：緑化樹木の病害	365 円	1, 2, 4, 5, 9, 11, 12 月	550 円
10 月：種子伝染性病害	365 円	3 月：作物のパーティシリウム病	600 円
<b>30 巻 (51 年)</b>		6 月：(リンゴ腐らん病)	550 円
3 月：線虫	365 円	7 月：(ミナミキイロアザミウマ)	550 円
5 月：土壌伝染性ウイルス	445 円	8 月：(野菜類の根こぶ病)	550 円
8 月：農薬の環境動態	445 円	10 月：発生予察の新技術	600 円
<b>31 巻 (52 年)</b>		<b>38 巻 (59 年)</b>	
3 月：農薬の施用技術	445 円	1, 2, 7, 10, 12 月	550 円
4, 6, 7, 9, 11, 12 月	345 円	3 月：線虫	600 円
5 月：露地野菜の病害虫	445 円	5 月：ピシウム菌による病害	600 円
8 月：昆虫のホルモン	445 円	6 月：(導入天敵)	550 円
10 月：果樹のウイルス病	445 円	8 月：(弱毒ウイルス)	550 円
<b>32 巻 (53 年)</b>		11 月：鳥害	600 円
1, 4, 6, 7, 9, 11, 12 月	345 円	<b>39 巻 (60 年) [全号揃]</b>	
3 月：農薬の安全性	445 円	1, 2, 3, 6, 7, 12 月	550 円
5 月：作物の細菌病抵抗性	445 円	4 月：(カメムシ)	550 円
8 月：害虫の要防除密度	445 円	5 月：植物検疫	600 円
10 月：マイコトキシン	445 円	8 月：(ウイロイド)	550 円
<b>33 巻 (54 年) [全号揃]</b>		9 月：(イネもみ枯細菌病)	550 円
1, 2, 4, 6, 7, 9, 11, 12 月	445 円	10 月：(害虫防除と生態学)	550 円
3 月：畑作物の病害虫	495 円	11 月：イネ縞葉枯病	600 円
5 月：ウンカ・ヨコバイ類	495 円	<b>40 巻 (61 年) [全号揃]</b>	
8 月：農薬の作用機構	495 円	1, 6, 7, 9, 10 月	550 円
10 月：糸状菌の胞子形成	495 円	2 月：(性フェロモンによる交信かく乱)	550 円
<b>34 巻 (55 年)</b>		3 月：(農薬の付着性)	550 円
1, 2, 4, 6, 7, 9, 11, 12 月	445 円	4 月：(ムギの病害)	550 円
3 月：ウイルス病の抗血清診断	495 円	5 月：昆虫の神経制御	600 円
5 月：昆虫の行動制御物質	495 円	8 月：(コナガ)	550 円
10 月：天敵ウイルス	495 円	11 月：先端技術と病害防除	600 円
<b>35 巻 (56 年) [全号揃]</b>		12 月：(野菜ハダニ類の発生予察法)	550 円
1, 2, 4, 6, 7, 9, 11, 12 月	445 円	<b>41 巻 (62 年) [全号揃]</b>	
3 月：土壌伝染病	495 円	1, 2, 6, 7, 8, 10 月	550 円
5 月：昆虫の大量増殖	495 円	3 月：(永年作物の紋羽病)	550 円
8 月：捕食性天敵	495 円	4 月：(アブラムシ)	550 円
10 月：疫病	495 円	5 月：微生物の分類と保存	600 円
<b>36 巻 (57 年) [全号揃]</b>		9 月：(茎頂培養とウイルスフリー化)	550 円
1, 2, 4, 6, 9, 11, 12 月	550 円	11 月：害虫の長距離移動	600 円
3 月：変色米	600 円	12 月：(暖地・亜熱帯のウイルス病)	550 円
5 月：(遺伝子工学)	550 円	<b>42 巻 (63 年)</b>	
7 月：(侵入が警戒される害虫)	550 円	1~12 月(年間前納)	6, 000 円

在庫僅少のものもありますので、御希望の方は早めに郵便振替・小為替・現金など(切手でも結構です)で直接本会へお申し込み下さい。28巻(49年)以前のものについては出版部までお問い合わせ下さい。本誌の郵便料金は、第36巻(57年)1月号から1部50円になりました。それ以前のものについては、1部45円です。雑誌には旧料金が印刷されているものもありますのでお含みおき下さい。



# くん蒸作業・薬剤散布にシゲマツの防毒マスク

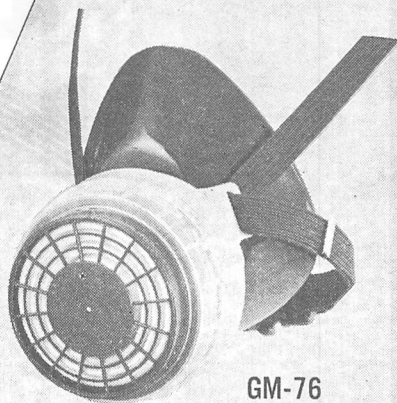
シゲマツのマスクが大切な

健康を守ります。

くん蒸作業に大好評



GM-131  
隔離式防毒マスク  
国検合格第45号



GM-76  
UIHフィルタ付  
直結式小型  
国検合格102号

乳剤  
粉剤の散布に

STS 株式会社 重松製作所

本社 〒101-91 東京都千代田区外神田3-13-8  
☎ 03 (255) 0255 (代表) FAX. 03 (255) 1030

ゆたかな実り—明治の農薬

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



## オリゼメート粒剤

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

## カッパーシン水和剤



明治製薬株式会社  
104東京都中央区京橋2-4-16





おかげさまで60年

紋枯病に効きめが長く、使いやすい

# モンカット<sup>®</sup>粒剤



特長

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

● 使用量：10アール当り4kg ● 使用適期：出穂20日前中心に使用

いもち・紋枯病が同時に防げる粒剤

姉妹品＝

## フジワンモンカット<sup>®</sup>粒剤

®：「モンカット」「フジワン」は日本農薬㈱の登録商標

「新発売」

手まきで  
紋枯病が  
防げる  
粒剤



日本農薬株式会社

東京都中央区日本橋1丁目2番5号

## “殺虫剤の革命”

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

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

# バイデン

 乳剤

●速効的に効くりんご・梨の落果防止剤。伊予柑への落ち防止剤。

# マデック

 乳剤

●澄んだ水が太陽の光をまねく！水田の中期除草剤。

# モゲブロン

 粒剤


害虫の脱皮阻害剤

# デミリン

 水和剤

●花・タバコ・桑の土壤消毒剤。刺激臭がなく安心して使えます。

# バスアミド

 微粒剤

●ボルドー液の幅広い効果に安全性がプラスされた果樹・野菜の殺菌剤。

# キノンドー

 水和剤 80・40

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

# カソロン

 粒剤 6.7 / 4.5


アグロ・カネショウ株式会社

東京都千代田区丸の内2-4-1

## 農業技術

B 5判 定価 400円 (〒45円)  
(1年〒共4,800円)

昭和21年創刊 農業技術についての月刊総合雑誌

## 農業技術研究の課題と展望

第I巻 農業技術研究の原点を求めて 第II巻 21世紀の農業技術をめざして 川嶋良一著 A 5判 各約300頁 定価各1700円 各250円 (2冊で300円)

農水省農事試験場長、技術会議事務局長、農研センター所長等を歴任された著者が、これまで各誌に執筆された諸稿を体系的にまとめたもの。農業技術関係者の必読書

## 農林水産研究とコンピュータ

斎尾乾二郎他編著 A 5判上製 定価3,800円 300円

農林水産研究の各分野におけるコンピュータ利用の現状と展望、およびコンピュータ利用技法についての解説

## 野菜種類・品種名考

西 貞夫監修 22氏執筆 B 6判 406頁 定価2,200円

第一部として野菜とは何か、野菜の種類、品種の分化等を、第二部として主要34野菜の起源と伝播、栽培の歩み、品種改良の経過、代表的品種の来歴・名の由来等を解説。

## 最新 作物生理実験法

北條良夫・石塚潤爾編 大学・試験研究機関  
新進気鋭の研究者24氏執筆

A 5判 (上製) 416頁 定価3,500円 300円

作物の形態と機能を体系的に関連づけ、多くの研究領域で基本的な最新の生理実験技法を解説、農学系、生物系の学生・院生、農業関係研究者の常備実験書

## 【新刊】農作業試験法

農作業試験法編集委員会編 B 5判 304頁  
定価2,800円 300円

農作業試験・調査法の標準化と研究成果の利活用の効率化をめざして、全国の第一線研究者が分担執筆。この種のものとしてはわが国初めての成書。

## 【新刊】農業気象の測器と測定法

日本農業気象学会関東支部編 B 5判 344頁  
定価3,200円 300円

昭和52年に学会員対象に農業気象観測測定の手引書が作成されたが、測器や測定法の進歩も著しいので、今回対象を一般研究者、技術者にまで広げ、新しく書き改めた。

# ぶどうのジベレリン処理に強力な介添役

## ビーエー液剤

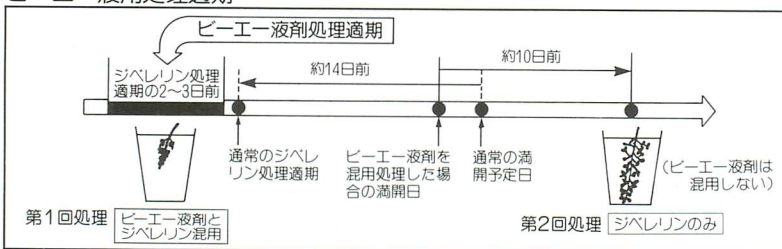
●前処理の労力分散に! ●花ぶるい防止に!

BA(ベンジルアミノプリン) 3%  
サイトカイニン(植物ホルモン)の1種

### ビーエー液剤使用基準

作物名	使用目的	希釈倍数	使用時期	使用方法	適用場所
ぶどう (テラウエア種)	無種子化処理の第1回ジベレリン処理時期の早期への拡大	300倍 (100ppm)	満開予定日の 14~17日前	ジベレリン処理の第1回処理液に添加して蕾(果房)を浸漬処理する	露地栽培園
	花ぶるい防止	150~300倍 (100~200ppm)			ハウス栽培の花振り発生園
ぶどう (マスカットペーラー)	花ぶるい防止	300倍 (100ppm)	満開予定日の 11~14日前		露地栽培の花振り発生園並びにハウス等施設栽培の花振り発生園

### ビーエー液剤処理適期



★資料御希望の方は、下記に御申し込みください。



農協・経済連・全農

お求めは皆様の農協へ

自然に学び 自然を守る  
クミアイ化学工業株式会社

本社/〒110-91 東京都台東区池之端1-4-26 BA係

〈農薬は正しく使しましょう。〉

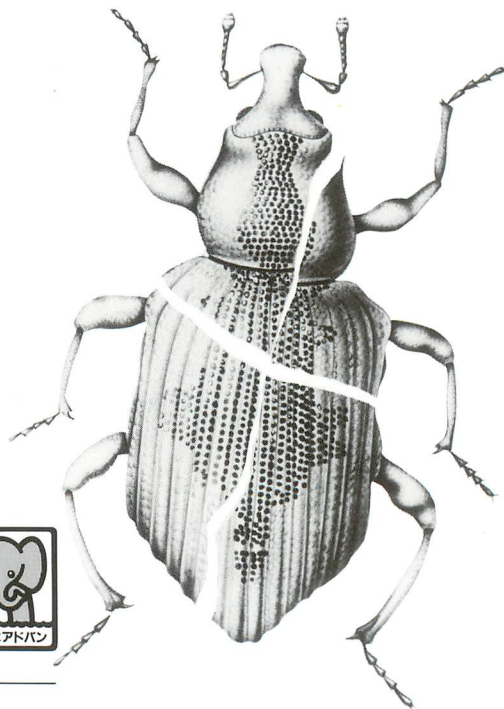
- イネミズゾウムシの成虫にも幼虫にも抜群の効果を示し、1回の箱施用で従来の体系処理(箱処理+本田処理)より高い防除効果が期待できます。
- 残効性にすぐれ、稲の根を食害からよく守ります。
- 水稻各種害虫(ドロオイ・ハモグリ・イネゾウ・ヒメビ・ツマグロなど)を同時防除できます。
- 稲に安全、田植3日前から直前までの施用ができます。

育苗箱専用防除剤

**アドバンテージ**  
粒剤



※アドバンテージは本国内FMC社の登録商標です。



イネミズ防除の特効薬!

日産化学 FMC 原産供給元 FMCコーポレーション