

ISSN 0037-4091

植物防疫

昭和五十六年
九月二十五日
第三十五卷
第九号
（每月一回）
（日發行）
認可

1981

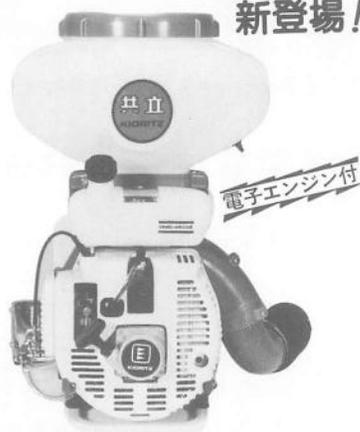
9

VOL 35

防除機の原点

追求すればする程、やはり共立になる。

農家のニーズを満載して——。
新登場!!



●農薬袋がスッポリ……

使ってうれしい大径投入口の共立動散

共立背負動力散布機
DMD-350AE

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

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



株式 共立
会社



共立エコ物産株式会社

〒181 東京都三鷹市下連雀7-5-1

☎ 0422 (49) 5941

りんごの病害防除に!

黒点病・斑点落葉病

パルマックス水和剤



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

選ばれた信頼 デュポンの責任

自然を尊重し、自然との調和を大切にするデュポン。

豊かな自然から豊かな実りが生まれます。

デュポンは、一世紀にわたって

自然から学んだ貴重な経験を、

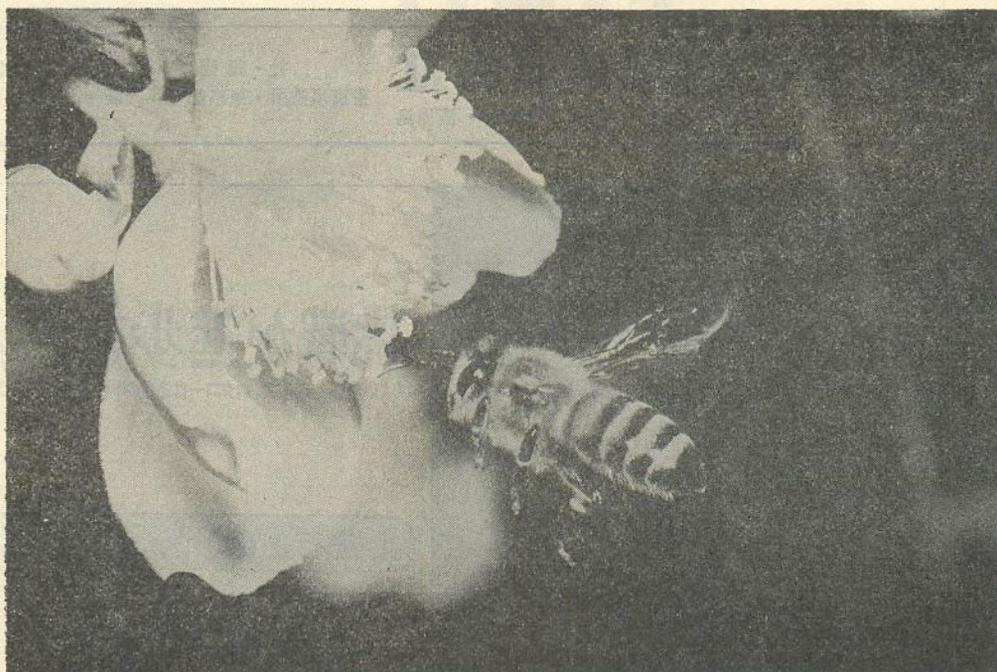
農薬づくりに生かしてまいりました。

そして、現在世界82ヵ国で愛用され、

収穫を見守っています。

デュポンを選ばれること、

それは、信頼を選ぶことです。



殺菌剤……ベンレート水和剤 ベンレートT水和剤20 ダコレート水和剤

殺虫剤……ランネット水和剤 ランネット微粒剤F バイデート粒剤

除草剤……ハイバーX カーメックスD ロロックス ゾーバー レンザー テュバサン ヘルパー

デュポン ファー イースト 日本支社 農業事業部 〒107 東京都港区赤坂1丁目11番39号 第2興和ビル

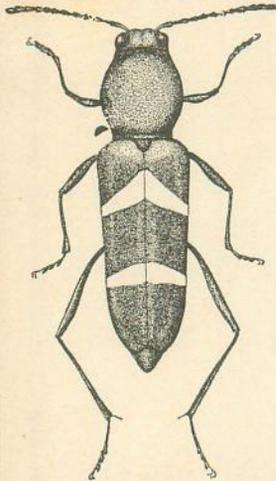
DU PONT デュポン農薬

確かな明日の
技術とともに...

病害虫の



は



トラサイド^A

(カミキリムシ類防除剤 愛称トラエース)

○コオロギ、ダンゴムシ、ナメクジ、カタツムリに

グリーンベイト

○水稲病害虫防除に新登場

オスメート 粉剤

ラフサイド オフナツクM 粉剤

○水でうすめられる線虫剤

ネマエイト

穿孔性害虫

誘引殺虫剤

水稲農薬

土壌消毒剤



サンケイ化学株式会社

東京・大阪・福岡・宮崎・鹿児島

本社・鹿児島市郡元町 880

東京事業所・東京都千代田区神田司町 2-1

挑戦が進歩をうむ。

よりよい農薬を求めて、ホクコーはあらゆる可能性に挑みます。

いもち病の予防と治療に!

強力な防除効果とすぐれた安全性

カスラフサイド 粉剤
水和剤

いもち病の省力防除に効きめのなが〜い

ホクコー
オリゼメート 粒剤



取扱い
農協・経済連・全農

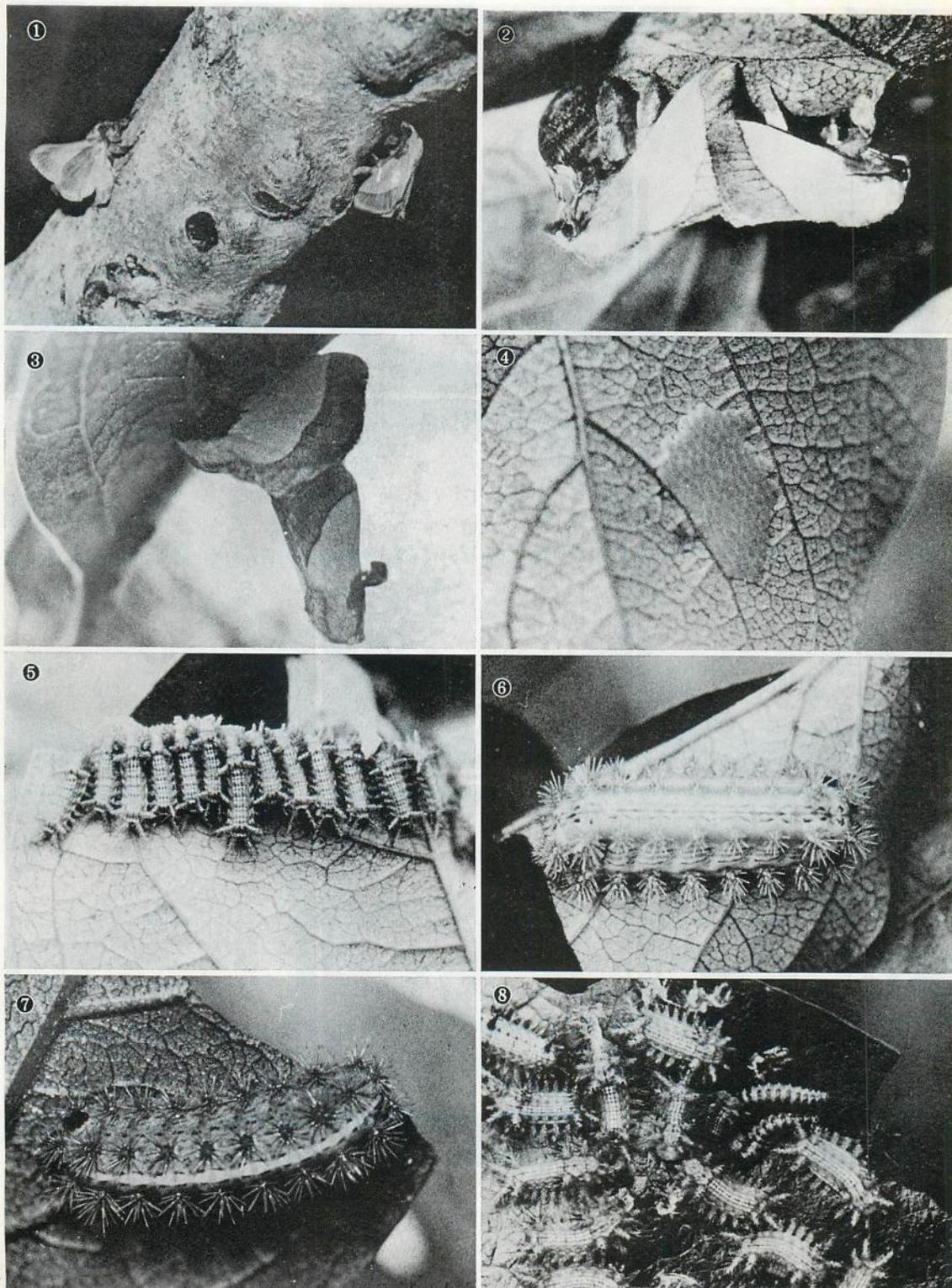


北興化学工業株式会社
〒103 東京都中央区日本橋本石町 4-1-2
支店：札幌・東京・名古屋・大阪・福岡

お近くの農協でお求めください。

カキの新害虫ヒロヘリアオイラガ

奈良県農業試験場 小田道宏 (原図)

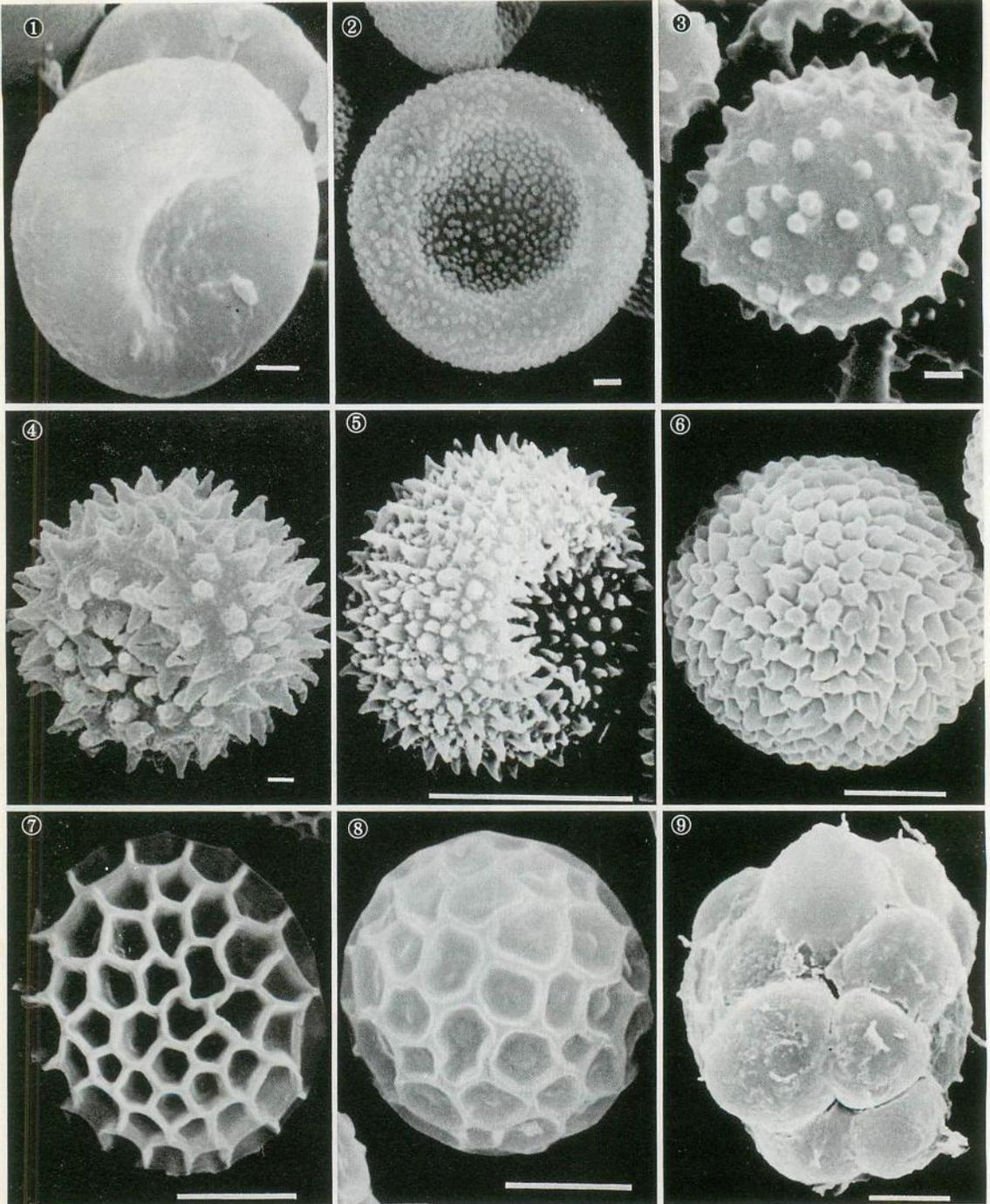


<写真説明> 一本文 17 ページ参照一

- ① 繭と羽化直後の成虫 ② 交尾 (左:雌, 右:雄) ③ 交尾終了前 (雄がぶら下がる)
 ④ 卵塊 (葉の裏面) ⑤ 4令幼虫の摂食 ⑥ 終令幼虫 ⑦ アオイラガの終令幼虫
 ⑧ ヒラタアトキリゴミムシ幼虫による捕食

黒穂胞子表面構造

筑波大学農林学系 柿島 真 (原図)



<写真説明> 一本文 22 ページ参照一

- ① オオムギ堅黒穂病菌 *Ustilago hordei* (Type S, スケール: $0.5\mu\text{m}$)
- ② *Ustilago shiraiana* (ハチクに寄生, Type MV, スケール: $0.5\mu\text{m}$)
- ③ オオムギ裸黒穂病菌 *Ustilago nuda* (Type ME, スケール: $0.5\mu\text{m}$)
- ④ トウモロコシ黒穂病菌 *Ustilago maydis* (Type E, スケール: $0.5\mu\text{m}$)
- ⑤ *Ustilago neglecta* (キンエノコロに寄生, Type E, スケール: $5\mu\text{m}$)
- ⑥ *Tilletia barclayana* (チカラシバに寄生, Type T, スケール: $5\mu\text{m}$)
- ⑦ *Ustilago commelinae* (ツユクサに寄生, Type NR, スケール: $5\mu\text{m}$)
- ⑧ コムギ網なまぐさ黒穂病菌 *Tilletia caries* (Type BR, スケール: $5\mu\text{m}$)
- ⑨ コムギから黒穂病菌 *Urocystis agropyri* (Type C, スケール: $5\mu\text{m}$)

植物防疫

Shokubutsu Bōeki
(Plant Protection)

第 35 卷 第 9 号
昭和 56 年 9 月号

目次

鳥害防止の現状と今後の研究課題	中村 和雄	1	
植物病原細菌のプラスミド	佐藤 守	6	
マツノマダラカミキリの寄主選択と誘引物質	池田 俊弥	11	
カキの新害虫ヒロヘリアオイラガ	小田道宏・服部伊楚子	17	
孢子表面構造による黒穂菌の分類	柿島 真	22	
改正された果樹母樹ウイルス病検査要領	阿久根光明	30	
植物防疫基礎講座			
発生予察におけるコンピューター利用 (3)			
——重回帰式による発生予察の方法——	塩見正衛・是永龍二	33	
紹介 新登録農薬		37	
新しく登録された農薬 (56.7.1~7.31)		38	
中央だより	39	協会だより	29
人事消息	16	出版部より	40

緑ゆたかな自然環境を…

「確かさ」で選ぶ……バイエルの農薬



●いもち病・穂枯れを防いでうまい米を作る

® **ヒノザン**

●カメムシ・メイチュウなど稲作害虫に

® **バイジット**

●アブラムシ・ウンカなど吸汁性害虫を省力防除する

® **ダイシストン**

●ドロオイ・ハモグリ・ミズゾウムシなどに

® **サンサイド**

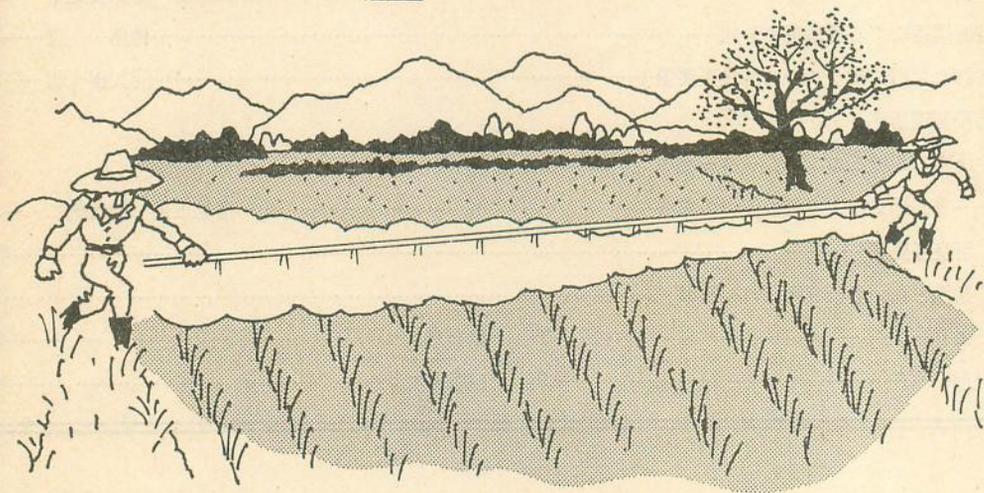
●各種作物のアブラムシに

® **エストックス**

日本特殊農薬製造株式会社

東京都中央区日本橋室町2-8 ☎ 103

飛散が少ない 武田のDL粉剤——!



新
発
売

- ニカメイチュウ・コブノメイガ
ツマグロヨコバイ・ウンカ類に——

武田 **パダンハッサ** 粉剤 DL

パダンナック 粉剤 2DL

- ニカメイチュウ・ツマグロヨコバイ
ウンカ類・もんがれ病に——

パダンハッサバリタ 粉剤 DL

ハッサバリタスミ 粉剤 DL

- いもち病・もんがれ病に——

ラフサイドバリタシ 粉剤 DL



武田製薬25年

鳥害防止の現状と今後の研究課題

農林水産省農事試験場 なか ひら かず お
中 村 和 雄

はじめに

鳥による農作物の被害は、今に始まったものではないが、近年、果樹、野菜、ダイズ、飼料作物などの栽培面積の拡大に伴って、その被害が重要視されてきた。特にダイズや飼料作物は、水田転換作物として栽培が奨励されているが、栽培面積の拡大を阻害している重要な要因の一つとして、鳥害が挙げられる。

しかし、鳥害を扱う研究室は、国公立の試験研究機関にも大学にも、今まで皆無であった。このため、鳥害に関する研究は、主として国公立の試験研究機関において害虫関係の研究者や、栽培・育種関係の研究者たちによって、細々と続けられてきたのが現状である。こうした背景の中で、昨年（昭和 55 年）農事試験場畑作研究センターに鳥害研究室が設立された。当研究室の扱うべき課題は、農作物の鳥害とその防止技術の確立という大変幅の広い、大きなものである。この課題を達成するためには、我が国における鳥害研究の歴史が非常に浅いものであるため、まず研究の方法論の確立から始めて、有害鳥類の生態、行動、生理などの基礎を明らかにし、その上に立っての被害防止技術の開発・確立を図らなければならない。

そこで、以下の節において鳥害防止のために今後なしていかなければならないと考えられる研究課題と、それに伴う問題を検討してみたいと思う。この小文が、今後の鳥害研究の発展に少しでも参考になれば幸いである。

I 鳥害の現状と加害種

鳥による作物の被害がどのくらいあるのかは、実はまだ正確に推定されていない。わずかに、農林水産省によって過去 2 回、全国にアンケート調査がなされたにすぎない（第 1, 2 表）。それによると、加害種はスズメが第 1 位で、それにカラス、ハトが続く。昭和 50 年の調査では、被害面積は全栽培面積の約 4%、被害額は農業総生産額の 0.15% に相当する。しかし、例えばダイズの発芽時においては、ハト類のために欠株が生じ、播種し直すとか、補植するとかしている場合が多いから、実際の被害は、これらの数字よりもはるかに大きなものであ

Perspectives in Researches for Bird Pest Management.
By Kazuo NAKAMURA

第 1 表 鳥類による作物の被害面積*（農林省，1960）

種	被害面積	作物
スズメ	43.9 万 ha (71.7%)	穀類 トウモロコシ、 ラッカセイ マメ類
カラス	8.0 (13.1)	
ハト	2.6 (4.3)	
サギ	2.3 (3.7)	

* 農林省の調査結果を松岡 (1981) がまとめたもの。第 2 表も同じ。

第 2 表 鳥類による作物の被害（農林省，1975）

種	被害面積	被害量	被害額
スズメ	67.0%	33.5%	47.4%
カラス	10.5	32.0	14.7
カモ	8.5	5.1	13.9
ハト	6.8	9.7	7.1
ヒヨドリ	4.0	11.2	7.2
	21 万 ha (栽培面積の 3.9%)	8.1 万 t	72 億円 (農業生産額の 0.15%)

らう。ちなみに、昭和 52~53 年に関東・東山・東海地域で鳥害を受けたダイズの被害面積は、関東が作付け面積 61%、東山が同じく 61%、東海が 46% である（農林水産技術会議，1980）。

さて、これらの表に現れた種のうち、上位にランクされているスズメ、カラス、ハトは、いずれも農耕地や市街地など人家の近くに生息し、一年中、ほぼ同じ生息地に生息する留鳥である。表に現れていないが、果実に大きな被害を与えるムクドリも同じグループに入る。それに対して、主として果樹の害鳥であるオナガ、ヒヨドリ、ツグミ、アトリ、ウソなどは、主として林や森にすみ、オナガ以外の種は、冬期にのみ見られる冬鳥である。ただ、林といっても農耕地に接した林も含まれるわけで、オナガ、ヒヨドリなどは、最近では市街地の林でも普通に見られるようになったという。特にヒヨドリは、従来、夏には山地に移る漂鳥とされていたが、10 年ほど前から東京都区内でも繁殖が見られるようになって、留鳥化が進んでいる（川内，1981）。また、冬期、神奈川県、千葉県、沖縄県などの暖地での冬野菜（キャベツ、ハクサイ、インゲンマメ、ナスなど）を摂食し、これらの野菜に大きな被害を与えている。このため、沖縄

県では病虫害発生予察注意報が発せられ、ヒヨドリの被害への注意が喚起されている (54年12月)。これらの被害は、恐らく、元来冬期で彼らの餌の少ない時期に、畑に栽培された野菜類が彼らの格好の餌となった結果であると思われる。しかし、ヒヨドリの個体数が近年増加しているのか、あるいは東京都で見られているような渡りの習性の変化ないしは生息場所の変化が起こっているのかどうか全く分からない。今後、解明すべき問題である。

鳥類による被害の発生量は、加害種の個体数によって一義的に決められる。したがって、被害量の子測には、まずそこに生息する個体数を推定することが必要となる。個体数の推定法としては、一般に用いられている方法が幾つかあるが (例えば、ライン・センサス法、マッピング法など)、いずれも推定精度は高くない。また、これらの方法が鳥の鳴き声や飛び立ち数に基づくため、気象要因や生息地の環境要因など様々な要因によって、推定値が変動してしまう (由井, 1974, 1977)。また、個体数の推定は、その個体群の行動圏も同時に明らかにしなければ、その価値は半減してしまう。これは、後で述べる個体群の制御を目的とする場合には、特に重要となる。このための方法としては、個体にマークを施して放し、回収するといった方法が最も確実なものであろう。

いずれにしても、その種に適した個体数の推定法や行動圏の推定法、更には生命表の各パラメーターの値の推定法を編み出し、推定値を得ていくことが、鳥害研究の一つの基本となろう。鳥の寿命は何年にもわたるし、行動圏も広いから、長年月にわたる精力的な研究が必要となる。

II 被害防止法

1 防止法の分類

鳥による被害を防止するために、種々様々な方法が用いられてきた。これらの方法は、また様々の基準に従って分類されており、その呼び名もまちまちであるが、最も広く用いられているものは、物理的、化学的、及び耕種的防除法という分類の仕方である (これに、心理的防除法を加えることも多い)。

ここでは、その作用の機構に基準をおいて、第3表のように分類してみた。もちろん、一つの方法が二つ以上の機構の複合である場合もあるし、各々の方法の機構がすべて明らかであるわけではないので、一つ一つの方法をこの表のどこに当てはめるかは難しい場合もある。例えば、グレイン・ソルガムでは鳥害抵抗性品種の育成が行われているが、タンニン含量が多く、脱稈が少な

第3表 鳥害防止法

A 作物からのしゃ断	
1	直接的なしゃ断……防鳥網など
2	追い払い
a	視覚刺激によるもの……人工的、及び生物的な刺激の利用
b	聴覚刺激によるもの……
c	化学的刺激によるもの……忌避剤その他
3	誘引 ……餌場の設置など
4	餌の排除 ……播種期をずらす、ダイズの移植栽培など
5	餌の隠ぺい ……敷わらによるおおいなど
B 摂食率・摂食量の低下	
1	摂食率の低下……一斉播種、大面積栽培など
2	摂食量の減少……射殺、不妊化などによる個体数の制御

く、穂が下垂している品種に抵抗性のもが多いという (星野ら, 1979)。したがって、この場合は第3表のうち化学的な刺激による追い払いないしは (鳥の摂食に適しない品種を作るという意味で) 餌の排除、あるいは (穂に止まって摂食できないという意味で) 直接的なしゃ断にもなると考えられる。

以下、これらの方法のうち、主要なものを幾つか取り上げて、それらの問題点と今後の研究課題とを考察したいと思う。

2 視覚による追い払い

古くからのかかし、防鳥テープをはじめとして、ここに分類される方法は非常に多く、また一般的である。これらの方法は、人工的な刺激と生物由来の刺激とに大きく分けられる*。人工的な刺激 (防鳥テープなど) は、鳥に対して新奇な刺激を与えて驚かし、追い払おうというものであるが、遅かれ早かれ鳥はこの刺激に慣れてしまう。この過程については、次のように考えることができる。鳥は、与えられた刺激がなじみのあるものか新奇なものかを比較する比較器を備えているであろう。このためには、鳥は与えられた刺激を“認識のマップ”あるいは“モデル”に同化する。新たに与えられた刺激は、このモデルと比較され、その差が小さければなじみのある刺激とされるし (その結果、鳥は刺激に対して接近する)、その差が大きければ新奇な刺激と判断される。こうして、今まで経験したことのない刺激に対しては、鳥は恐怖を感じて逃げるが、その同じ刺激が引き続いて与えられると、それを同化して新たなモデルが作られるから、その刺激に対してむしろ接近していく結果となる。

このため、慣れをなるべく起こさせないようにするには、長時間同じ方法を使わないか、設置の場所を変えることが考えられよう。もう一つは、最初の刺激に続いて

* 以下の記述は、主として INGLIS (1980) による。

不快な刺激を与えることで、例えば鳥の死がいやぶら下げたり、地上に射落とされた形で死がいを置くとかいった方法である。こうすると、最初の刺激(死がい)が次に起こるであろう射殺の“警告”になって、鳥は逃避する。この場合、実際に銃が発射されなくても、その効果は相当長く続く。

効果が高く、慣れも比較的つきにくいものは、天敵の利用である。これには、例えば生きたタカを使うとか、あるいは模型のタカを使うとかいったものである。この場合、最も決め手となるのは、鳥はいかにして相手を天敵として認識するかといったことである。相手の認識には全体の姿や形よりも、幾つかの特徴によっていることが多い。こういった信号刺激の例として、CURIO(1975)は、ヒタキがフクロウを認識するのに相手の眼が重要であり、またモズの認識には過眼線が重要であることを見付けた。それでは、この両者を組み合わせると、例えばフクロウの眼にモズの過眼線をつけたら、鳥はどう反応するであろうか。こういう試みは、正常以上の反応を起こさせる刺激として考えられるものであるが、残念ながらヒタキの場合では、両者の混合刺激は、個々のものより反応が低かった。今後、より強い反応を引き起こさせる刺激を探り、それを利用していくためには、鳥がいかに複数の天敵を認識しているかを解明する必要がある。

鳥たちにとって、人間は最大の天敵である。これを利用したものがかかしにほかならない。上に述べたように、鳥がいかに“天敵”としての人間を認識するかを解明できれば、効果の高いかかしも考案できよう。

また、いわゆる目玉模様の利用や飛しょう中のワン・タカの翼の形を似せたモデルの利用なども考えられる。

次に、同種内の信号として、不自然な体形をとった同種の個体には、鳥は逃避行動を示すことが知られている。例えば、死体を逆さにつるすとか地面に置くとかいったものである。その逆に、正常な体形で、警告が発せられたときにとる飛び立ちの前行動を示させ、逃避させることも考えられる。

これらの方法は、いずれも本来彼らの持っている刺激—反応系を利用しようとするものであるから、単なる新奇な刺激よりも慣れはつきにくい。しかし、それも程度の問題であって、いずれ慣れが生じてしまうのが普通である。そのために、慣れの起こる機構の解明は、重要な研究課題である。

3 聴覚による追い払い

音として与えられる刺激についても、基本的には視覚によるものと特別異なることはない。音の利用も、人工的な音響によるもの、天敵の発する鳴き声や羽音を利用

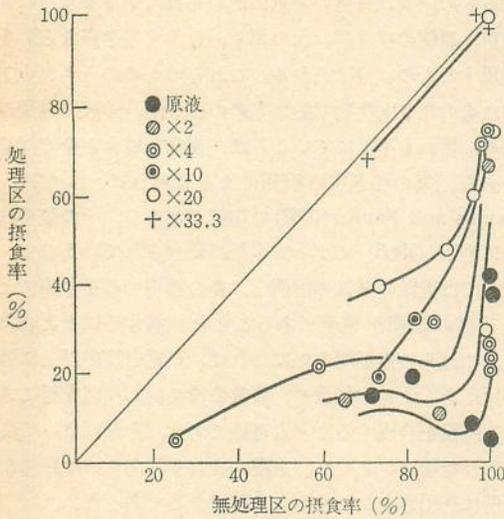
するもの、及び種内の交信に用いられている鳴き声(警戒声、恐怖の鳴き声、餌のありかを示す鳴き声など)を利用するものに分けられる。これらのもののうち、人工的なものよりも生物学的なものの方が、一般に効果が高く、慣れも生じにくいことは、視覚の場合と全く同じである。鳥の鳴き声の利用による防除法については、FRINGS and FRINGS(1967)の総説があるし、その概要は既に宮下(1968)によって本誌に紹介されているので、ここでは天敵の認識の解明と、鳥の種内での鳴き声による交信の解明が重要であることを指摘するとどめたい。これらの点が明らかになれば、正常の反応以上に強い反応をもたらす刺激や、複数の種に同じ反応を起こさせる刺激を合成することも可能であり、それによって鳥の群れを崩壊させたり、逃避させたり、あるいは好きな場所に誘引させたりすることもできるであろう。

4 忌避物質の利用

イネの播種時におけるスズメの害や、ダイズの発芽時におけるハトの害を防ぐのに、忌避剤を種子に展着させて、鳥を忌避させる方法は古くから行われてきた。この方法は、効果が高ければ、労力的にも経費的にも少ない出費ですむから、非常に有用である。ただし、現在までのところ、確実に高い効果を挙げる物質は見付かっていないし、初めのうち効果があっても鳥の飢えが高まると摂食が開始されたり、また時間の経過とともに摂食率が上がるのが一般的である。そこで、ここでも忌避のメカニズムをまず解明して、飢えと忌避効果との関係や学習の効果などを解析する必要がある。

もう一つ重要な問題は、忌避物質の効果をいかに評価したらよいかというものである。山下(1965)は、給餌台の上に忌避剤に浸したもみと無処理のもみとを並べておいて、スズメに食べさせ、両者の摂食率を得た。山下は、無処理区の摂食率を横軸に、それに対応する処理区の摂食率を縦軸にとって、得られた結果をプロットした。その一例が第1図である。無処理区と処理区のもみの選択に差がなければ、プロットした点は45度の直線上にのり、処理区のもみを選択することが少なければ少ないほど、横軸に近づいた曲線上にのるのであろう。ここで、特に注目したいことは、無処理区の摂食率が100%に近づくと、処理区の摂食率も高まることである。すなわち、処理区の摂食率は無処理区のそれとの関係で決まるもので、スズメは無処理区のもみの数が少なければ、処理区のもみも食べ出すことを示している。

このことは、忌避剤の処理効果の試験をする際に、単に処理区の摂食率だけでは効果を判定できないことを意味する。また、試験の結果、高い忌避効果があったとし



第1図 野外に設置した給餌台の上に、シクロヘキシミド剤を浸したもみと無処理のみを並べておいて、スズメに摂食させたときの摂食率。(山下, 1965)

ても、その薬剤を広い面積にわたって処理したとしたら、効果はもはや期待できないかもしれない。山下の研究は、忌避剤の効果判定ばかりでなく、一般に選択実験の結果を解析するのに有用で、今後発展されるべき分野である*。

5 個体群の制御

作物の加害種といえども繁殖期には昆虫などの動物質の餌を多くとる。これによって害虫の天敵としての役割を果たしているばかりではなく、生態系を構成する一員として、生態系の安定に大きく関与している。(ただし、それらの関係を量的に解明した例は非常に少ない。)このため、加害種の個体数を減少させるという手段は、むやみに適用すべきものではない。また、多くの種では密度は生息地の収容能力近くまで達して、そこで安定している。こういった種では、ある地域の個体数を減少させたとしても、すぐに周りからの移入によって元の密度に復帰する可能性が高い。

しかし、最近、市街地で問題になっているドバトのように、その個体数が増加している種では、個体数を減少させて、生態系の中で彼らの本来あるべき適当な密度にまで抑え込む必要があろう。このための手段としては、

* 阿部 (1979) は、本誌 (33巻 11号) において、山下 (1965) の提唱した選択性を評価するモデルを、STARR et al. (1964) によるものとして記述しているが、そこに引用されている図も文章も山下 (1965) によるものである。

射殺や捕殺のように直接手を下す方法ばかりでなく、ねぐらや営巣地となるような環境を取り除くとか、餌の供給量を制限するとかいった環境の改良も重要である。こういった個体群の制御を行うためには、まずその種の個体群動態を (時間的にも空間的にも) 捕らえる必要がある。また、他種生物との関係も量的に明らかにしなければならない。

個体群の制御の過程が、量的に抑えられている例として、マンチェスターの波止場におけるドバトがある。ここは港に隣接した倉庫の並ぶ地帯で、港から積み下ろされる穀類のこぼれが彼らの食糧源となって個体群が維持されていた。MURTON ら (1972) は、6年間にわたってこの個体群の動態を研究して、生命表の各パラメーターの値を得た。一方、この場所では倉庫の所有者たちによって麻ひ剤をまぶした餌を播いて、ハトを捕殺することが行われていた。この捕獲が行われた期間、ハトの個体数は元の数の 70% ほどに減少して、そのレベルを保っていたが、捕殺がやむとまた元のレベル近くに回復した。

今、これらの過程を成鳥及び幼鳥の生存率の変化として考えてみよう。NICHOLS ら (1980) は、絶滅の危険にあるトビの個体数を増加させる目的で、生命表のパラメーターを組み込んだモデルを考えた。そこで、このモデルを、マンチェスターのハトに応用してみた。鳥類の場合、成鳥に達した後の生存率 p_a 及び産卵数 F (ここでは、性比を 1:1 とし 1つがい当たりの値) は、年令に関係なくほぼ一定とみなせる。そこで、ハトに対して第4表のような生命表を考えることができる。これから、純繁殖率 R_0 は、

$$R_0 = \sum_{x=0}^{\infty} l_x m_x = \frac{F p_y}{1 - p_a}$$

(ただし、 p_y は 0 才の幼鳥の生存率)。

これを p_a に対して解くと

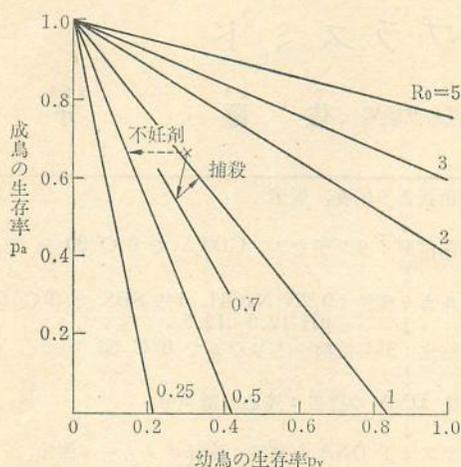
$$p_a = 1 - \frac{F}{R_0} p_y$$

となるから、 p_a を p_y に対してプロットすると第2図が得られる。ここで、 F の値は、MURTON らが得た 1.2

第4表 ハト類の生命表

年令 x	生存率 l_x	産卵数 m_x	$l_x m_x$
0	1.0	0	0
1	p_y	F	$F p_y$
2	$p_y p_a$	F	$F p_y p_a$
3	$p_y p_a^2$	F	$F p_y p_a^2$
⋮	⋮	⋮	⋮

p_y は 0 才の幼鳥の生存率、 p_a は成鳥の生存率、 F は 1つがい当たり 1年当たりの産卵数。



第2図 マンチェスターのドバト個体群における捕殺期間の幼鳥の生存率と成鳥の生存率の変化(詳細は本文)。

を用いた。また、彼らがこの個体群で得た p_y と p_a の値をプロットすると、図中に×で記した点になる。つまり、この個体群の R_0 は1よりもわずかに大で、このままでは個体群は漸増傾向にあるといえよう。捕殺の結果、個体数は70%に減少し、そのレベルで安定したから、幼鳥と成鳥の生存率は恐らく矢印のように変化したと思われる。すなわち、捕殺は成鳥及び巣立ち後の幼鳥が対象となったから、両者の生存率は×の位置から左下へ下がったが、その後密度の減少による密度効果の緩和の結果として、 p_y も p_a も上昇して $R_0=1$ の直線近くに達した。

マンチェスターでは試みられなかったが、不妊剤を成鳥に与えて卵のふ化率を下げることが、別の場所では試みられている。(卵のふ化率は p_y に含めているので)不妊剤の効果は幼鳥の生存率のみに働き、生存率の値は点線の矢印のように動く。この図から、 R_0 の値を下げるには、 p_a を下げるよりは p_y を下げたほうが効果の高い

ことが分かる。したがって、不妊剤ばかりでなく、例えば巣の破壊によってふ化率(もしくは産卵数)を減少させることも、将来、個体群制御の方法の一つとして考えて良いものといえよう。

第2図では、 F は一定としたが、実際には環境の変化、とりわけ生息場所の環境と食物量によって、 F も p_a も p_y も変動するから、十分実用に耐えうるモデルを作るためには、それらの関係を十分明らかにする必要がある。そのためには、地味な、長年月にわたる研究の積み重ねが要求される。鳥害問題を解決するためには、結局は個体群の制御を達成することが目標になると考えると、それらの研究がどうしてもなされていく必要がある。

引用文献(主なもの)

- 1) 星野次汪ら(1979):中国農誌報 A26:25~41.
- 2) INGLIS, I. R. (1980): *In Bird Problems in Agriculture*. (ed. by E. N. WRIGHT, I. R. INGLIS and C. J. FEARE), BCPC Publications, Croydon, pp. 121~143.
- 3) 松岡 茂(1981):山階鳥研応用鳥類集報,投稿中.
- 4) 宮下和喜(1968):植物防疫 22:437~440.
- 5) MURTON, R. K. et al. (1972): *J. Appl. Ecol.* 9:835~874.
- 6) 山下善平(1965):農薬 12(4):43~47.
- 7) 由井正敏(1977):野鳥の数のしらべ方. 日本林業技術協会, 東京.

なお、鳥害を扱った単行本としては、上記2)が掲載されている書のほか、以下のものがある。

- R. K. MURTON and E. N. WRIGHT (ed.) *The Problems of Birds as Pests*. Academic Press, London and New York, 1968. (ただし、絶版).
Proceedings Sixth Bird Control Seminar, Bowling Green State University, Bowling Green, Ohio, 1973.
Proceedings Seventh Bird Control Seminar, Bowling Green State University, Bowling Green, Ohio, 1976.

本会発行図書

土壤病害に関する国内文献集 (II)

北海道大学農学部 宇井格生 編

A5判 166ページ 1,200円 送料 250円

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

植物病原細菌のプラスミド

まもる
守

さ
藤

農林水産省蚕糸試験場

はじめに

植物病原細菌が持つ固有のプラスミドの研究は、まだ歴史が浅く、十分な成果が得られているとはいえない。しかし、幾つかの興味深い報告もみられる。例えば *Agrobacterium tumefaciens* の Ti プラスミドの一部が植物細胞中の DNA に組み込まれて、“植物がん”を引き起こすという事実が最近、明らかになった。この発見は、植物に対する病原性発現を支配するプラスミドの存在を初めて示したことのみならず、Ti の遺伝子工学における植物へのベクターとして利用の可能性をも示唆したものである。この報告以来、*Pseudomonas* 属細菌を中心として、病原性関連遺伝子とプラスミドとの関係が調べられ、幾つかの菌種で病原性のプラスミド支配が明らかになってきた。また、伝達能を有するプラスミドやその他の機能を持つと予測されるプラスミドがしだいに見いだされるようになった。このようにプラスミドの研究は、植物病理の分野においても重要性を増しつつあり、今後、ますますその進展が予想される。そこで、本稿では最近の植物病原細菌固有のプラスミドの研究現況について、研究手法の一般的解説をも含めて紹介することとした。

I プラスミドの分離・検出法

プラスミドの分離を行うには、まず、その宿主細菌の細胞壁を溶解する必要がある。そのためにはリゾチウム、プロナーゼなどの酵素を用いたり、界面活性剤で溶解したりする。細菌の種類によっては、特定の酵素に耐性のものであるので、それぞれの菌種にあったものを使用する。また、細菌の生育ステージによっても、酵素に対する反応が著しく異なる場合があるので、その点も考慮する。このようにして得られた溶菌液は、クロモゾーム DNA とプラスミド DNA が混在しているので、塩基組成の違いや分子量、構造上の差異を利用して両者を分ける。これも菌種により、それぞれ工夫する必要がある。その後、アルコールでプラスミド DNA を抽出し、アガロースゲル電気泳動や超遠心にかけて分離、検出する。

Plasmids in Phytopathogenic Bacteria By Mamoru SATO

細菌振とう培養、集菌

↓
細菌溶解：リゾチウム、CDTA で 0°C 30 分

↓
アルカリ変性：0.2N NaOH, 1% SDS で 0°C 5 分
pH 12.0~12.5

↓
中性化：3M 酢酸ナトリウムで 0°C 60 分

↓
変性 DNA の除去：遠心分離 5 分

↓
プラスミド DNA の抽出：冷却エタノール添加、
-20°C 30 分、遠心分離、
エタノールと酢酸ナトリウムを組み合わせ DNA を沈殿

↓
蒸留水に DNA を溶かす

↓
色素液と混ぜ、アガロースゲル電気泳動にかける

↓
エチジウムブロマイドで染色、紫外線照射で検出

プラスミド DNA の抽出と検出
(BIRNBOIM and DOLY の法¹⁾)

ここでは、筆者がカリフォルニア大学の Dr. N. J. PANOPOULOS の研究室で行ってきた BIRNBOIM and DOLY (1979)¹⁾ の手法を紹介する。この方法は、リゾチウム処理などで得られた溶菌液をアルカリ (pH 12.0~12.5) にして、クロモゾーム DNA のみを変性させ、中性に戻し、凝集させ、遠心処理して、プラスミド DNA だけを取り出すことを基本としている。プラスミド DNA 抽出法の概略を第 I 図に示した。これらの操作は、エッペンドルフ社などで出されている 1.5 ml 用のチューブと、それに合う微量高速遠心器、微量測定用のピペットがあれば容易にできる。このようにして抽出したプラスミドを色素液 (筆者らは 35% Ficou, 0.05% プロモ・フェノール・ブルー、0.4% SDS, 5 倍濃縮トリスバッファー) と混ぜ、アガロースゲルで電気泳動を行う。2~3 時間泳動し、ゲルを取り出し、エチジウム・ブロマイド (1 µg/ml) で 15 分程度染色し、紫外線 (302 nm) で照射すると、プラスミド DNA は、はっきりしたバンドとして検出することができる。それをポラロイドカメラ (フィルムはポラロイド Type 665 が便利) で撮影する。

II 病原性関連遺伝子を持つプラスミド

植物病理学上、最も重要な遺伝形質である病原性は、宿主選択性から始まり、毒素産生性、その毒素に対する

免疫性、植物ホルモン産生性、各種酵素産生性など色々の形質を含んでいる。これまで、これら病原性発現を支配するプラスミドについては、幾つかの菌種で検討がなされている。

1 *Agrobacterium tumefaciens* の Ti プラスミド

本菌は各種植物に腫瘍（クラウンゴール）を引き起こすが、植物にいったん感染すると、本菌が消失しても、腫瘍形成は進行する。そのため、この腫瘍誘導因子が何であるかが永年の謎であった。その間、テンペレートファージ説も出されたが、その実証はされなかった。1974年、ZAENENらは、本菌が100メガダルトン（Md）前後のプラスミドを所持すること、そして、その存否と腫瘍誘導能とが密接な関係を持つことを示し、このプラスミド（後に Ti と名付けられる）が誘導因子であるとの説を発表した²²⁾。その後、VANLAREBEKEら（1974）、WATSONら（1975）によりその説が裏付けられた。

またTiは、オバインと総称される特殊なアミノ酸利用の機能を持つことが分かり、オバインの中の3種のアミノ酸利用能の差異により、それぞれオクトピン型、ノバリン型、アグロビン型と3種類に分類された。オクトピン型は、悪性の腫瘍、ノバリン型は奇性腫瘍を形成する。

CHILTONら（1977）²³⁾は、Tiの植物体中での存在様式を調べるため、タバコの腫瘍細胞とTiのDNAについて、ハイブリダイゼーションなどにより、両者の相同性を比較検討した。その結果、プラスミドDNAの一部（T-DNAと呼ぶ）が腫瘍細胞中に存在し、複製されていることが明らかになった。異種DNA（T-DNA）が植物細胞中のDNAに組み込まれ、かつその形質発現（腫瘍化、オバイン産生）を示すという事実は、前述のように遺伝子操作における植物へのベクターとしての利用の可能性を示すものであり、最近、この面からの検討がなされている。例えば、HERNALSTEENSら（1980）¹⁰⁾は、トランスポゾンTn7を挿入したTiをヒマワリに接種し、生じた腫瘍細胞中に外来遺伝子であるTn7を含んだT-DNAを見いだした。このことは、Tn7がTiを介して植物DNAに導入されたことであり、Tiのベクターとしての役割が注目された。またNAGATAらは、ニチニチソウのプロトプラストの中にリボソームに包まれたTiをポリビニールアルコール処理などして、取り込むことに成功している。彼も述べているように、腫瘍化に関連した遺伝子の除去など幾つかの問題点を克服すれば近い将来、有用遺伝子をTiの媒介により、植物へ導入することが可能となるかもしれない¹³⁾。

2 *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* の pCG131 プラスミド

本菌の大部分の系統は、低分子のペプチドであるシリノマイシン（SR）を産生する。このSR産生は、本菌の各種植物への病原性と深く関わっていることが、多くの報告により明らかになっている。このSR産生能がプラスミドに担われているらしいことが、GONZALEZ and VIDAVER（1979）⁹⁾によって示された。すなわち、SR産生能があり、かつ35Mdのプラスミド（pCG131）を持つ本菌の一系統HS191をアクリジンオレンジ処理してSR産生不能株を作った。この変異株は、他の性質が親株と同じであったにもかかわらず、トウモロコシに対しても病原性がなく、かつpCG131も同時に失っていた。しかし、pCG131を病原性がなく、かつpCG131を含まない菌株に導入させ、それに病原性を付与するところまでには至っていない。

3 *Pseudomonas syringae* pv. *savastanoi* の pIAA1 プラスミド

本菌はオリーブやセイヨウキョウチクトウの枝葉に感染し、それらに腫瘍を作らせる。この腫瘍形成は、本菌が産生するインドール酢酸（IAA）によるものと実証されている。COMAI and KOSUGE（1980）⁴⁾は、このIAA産生が本菌の34MdのプラスミドpIAA1支配によることを明らかにした。すなわち、アクリジンオレンジ処理によって、本菌2,009株のIAA産生不能株を得たが、それが同時にpIAA1を失っていることを見いだした。また、IAA不能株にpIAA1をプラスミドRSF1010（後述）とともにトランスフォーメーションにより導入したところ、再び、その株はIAA産生能を回復した。更に彼らは⁹⁾、自然変異で得られたIAA不能株で、かつ、プラスミドを所持している菌株を詳細に調べた結果、IAA産生と関係しているトリプトファン・モノ・オキシゲナーゼ遺伝子を乗せている2.3kb断片上に1~2Mdのインサクションを見いだした。したがって、このISの挿入によるポラー変異で、IAA産生の形質発現が抑えられたものとした。これらの結果は、pIAA1がIAA産生能を持つことを明確に示し、かつISの挿入により非病原株が生じることをも示している点で興味深い。

4 *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* のプラスミド

本菌はファゼオロトキシンなどを産生し、インゲンにいわゆるハローブライト病徴を生じさせる。この毒素産生能が22.5MdのpGP502のプラスミド支配であるという報告がGANTOTTIら（1979）⁷⁾によりなされた。すなわち、彼らは、紫外線処理によって得られたG50株の毒素産生不能株がpGP502を失っていることを見い

でした。しかし、PANOPOULOS ら (1979)¹³⁾ は、彼らの G50 株を含め 18 菌株 (うち毒素産生不能株 7) を供試し、プラスミドの分布、そしてそれと毒素産生能との関係を調べたところ、否定的な結果を得た。すなわち、各菌株に分布しているプラスミドは、L (75~100 Md), M1 (28~32 Md), M2 (23~27 Md), S (5.2~6.2 Md) の 4 群に分けることができたが、これらプラスミドと毒素産生能とは明らかな関係を認めることができなかつた。したがって、結論は今後の研究に待たれる。

5 *Pseudomonas syringae* pv. *tabaci*, pv. *mori* その他のプラスミド

その他の植物病原細菌では、ハローブライト毒素を産生する *P. syringae* の pathovars を中心に幾つか検討されている。例えば、*P. s.* pv. *tabaci* の タプトキシン産生能については、筆者ら¹⁶⁾ によりインゲンに病原性を示す系統である BR2 株を用いて検討された。この株は約 30 Md の pBPW1 プラスミドを持つが、このプラスミドをタプトキシンを産生せず、かつプラスミドを持たない株に接合伝達で導入し、そのトランスコンジュガントの毒素産生能を調べた。その結果、大腸菌を用いる毒素産生の簡易検定ならびにインゲンへの接種検定のいずれの方法でも、この株は、タプトキシンを産生することができなかった。しかし、pBPW1 に後述のトランスポゾン Tn7 を挿入してあるので、挿入場所によっては、その形質発現が抑えられている可能性もあり、結論付けることはまだできない。

また、クワ縮葉細菌病病 *P. s.* pv. *mori* についても、プラスミドとハローブライト毒素との関係が調べられた¹⁴⁾。本菌のハロー毒素を産生するハロー系統 5 株と産生しないえそ系統 12 株を用いて、プラスミドの検出を行った結果、両者のプラスミドパターンに明らかな関係は認められなかった。しかし、ハロー系統は、共通して最大プラスミド (A) を所持していることが分かり (えそ系統でも持つものもあるが)、そのプラスミドの毒素産生能支配の可能性は残っている。

その他、*Corynebacterium fascians* において病原性や cytokinin 産生能とプラスミドの関係が検討されている。

III 接合能力を持つプラスミド

プラスミドには、接合能力 (伝達能) を有するものとそうでないものがある。前者を伝達性プラスミドといい、その代表的なものに F 因子や R 因子がある。植物病原細菌においては、伝達性プラスミドの存在は、まだ、幾つか知られている程度にすぎない。

1 Ti プラスミド

Ti プラスミドが伝達性であるということが、GENETELLO ら (1977)⁸⁾ により実証された。オクトピン型とノバリン型の Ti を持つ *Agrobacterium* をドナーに Ti を除去し、リファンピシン、エリシロマイシン耐性の本菌をレシピエントにして接合したあと、オクトピンあるいはノバリンを含む選択培地で培養した。その結果、オクトピン型で、レシピエント当たり 10^{-3} ~ 10^{-6} の頻度で、ノバリン型でも 10^{-4} ~ 10^{-7} の頻度で Ti の移行がみられ、Ti の接合能力が確認された。また彼らは、植物体中で Ti の伝達能力が高まるという KERR らの観察から、オクトピンやノバリンが Ti の伝達能を促進するものと推察している。更に、Ti は窒素固定根瘤菌 *Rhizobium trifoli* にも伝達され、そのトランスコンジュガントが特定の植物にクラウンゴールを引き起こすことも認められている¹¹⁾。

2 *Erwinia stewartii* の pDC250 プラスミド

COPLIN and ROWAN (1978)⁶⁾ は、トウモロコシのステewart 病の病原細菌である本菌のプラスミドについて検討した。まず、非伝達性プラスミド pCR1 が本菌の SW2 株と SS104 株に導入された。これと他の菌株と接合させた結果、SW2 では高頻度に (10^0 ~ 10^{-1})、SS104 は低頻度に (10^{-5} ~ 10^{-8}) pCR1 が可動化され、レシピエントに移行した。更に SW2 の pDC250 (33 Md) を獲得した *E. coli* はドナー能力を持つに至った。これにより pDC250 は高い伝達能力を持つことが判明した。

3 *Pseudomonas syringae* pv. *tabaci* の pBPW1 プラスミド

P. s. pv. *tabaci* BR2 株は、約 30 Md の pBPW1 プラスミドを一つ持つ。筆者ら (1980)¹⁶⁾ は、本菌株に非伝達性プラスミド RSF1010 (ストマイ、スルフォアミド耐性のマーカーを持つ) をトランスフォーメーションで導入させ、その菌株を *E. coli* SK1592 と接合させた後、選択培養を行い RSF1010 の *E. coli* への可動化を調べた。その結果、レシピエント当たり 10^{-1} の高頻度で RSF1010 が *E. coli* に移った。このことは、pBPW1 が強い接合能力を持つことを示すものである。次に、トランスポゾン Tn7 を pBPW1 の色々の個所に挿入し、マーカー (ストマイ、トライメソプリム耐性) を付け、この pBPW1::Tn7 (pBPW に Tn7 が挿入されたことを示す) 自身が *E. coli* やその他の細菌に移行するかどうかを調べた。その結果、多くのクローンにおいて、pBPW1::Tn7 は、明らかに *E. coli* や *Pseudomonas* の幾つかの種に 10^{-3} レベルで移行した。このことは、アガロースゲル電気泳動によっても確認された。しか

し、幾つかのクローンでは伝達能を失っていた。これは、Tn7 が pBPW 1 の伝達能を支配する遺伝子領域に挿入されたため、その形質発現が抑えられたものと考えた。これを制限酵素 Hind III など切断し、おおよその伝達能遺伝子 (*tra*) の位置を知ることができた。

4 *Pseudomonas syringae* pv. *mori*, その他のプラスミド

筆者ら (1981)^{14,16)} は、*P. s.* pv. *mori* の多数の株を用い、3 で示したような方法を用い、伝達能の有無を検討した。RSF1010 をトランスフォーメーションあるいは前述の BR2 (RSF1010) との接合伝達により、本菌に導入し、*E. coli* との接合を行った結果、大部分の菌株において極めて低頻度であるが (10^{-8} ~ 10^{-9} が大部分)、RSF1010 の可動化がみられた。本菌は、各菌株とも 2~4 種のプラスミドを持つので、これらのいずれかが、抑制された状態であるけれど、伝達性プラスミドであるものと推定された。

その他、人間から分離されたものであるが、植物病原細菌でもある *Erwinia herbicola* の E-lac⁺ が伝達性プラスミドであり、これは *E. amylovora*, *E. chrysanthemi* にも伝達されることが知られている²⁾。

IV 薬剤耐性プラスミドとトランスポゾン

薬剤耐性プラスミド (R 因子) は、日本人により見いだされたものであり、この発見は、基礎学門のみならず実際面でも重要な意味を持っていたため、プラスミド研究にはずみをつけたと言われている。一方、トランスポゾンは、やはり通常薬剤耐性遺伝子を持つ DNA であるが、R 因子などプラスミドと違う点は、自己複製能がないことである。したがって、プラスミド、クロモソーム、ウイルスなどのレプリコンに“寄生”して初めて複製されることになる。レプリコンからレプリコンに転々とするのでジャンピングジーンとも呼ばれている。インサージョン・シーケンス (IS) と同類で、その末端構造も似ており、挿入された部位の遺伝子の形質発現は抑えられる。

植物病原細菌においては、緑のう菌や大腸菌由来の R 因子を導入し、遺伝子解析に利用するという報告はかなりあり、また最近、前項でも示したように、トランスポゾンを移行させる実験が始められているが、植物病原細菌固有の R 因子やトランスポゾンの研究は、まだ極めて少ない。ただ YANO ら (1979)¹⁹⁾ が、*Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans* において R 因子あるいはトランスポゾンの存在を推測しうる結果を得ている。すなわち、供試した 109 のストレプトマイシン耐性株のうち、

13 菌株がストマイ耐性を混合培養により他菌株へ接合伝達することができた。これら菌株は、2 種のプラスミドを有していたが、これが R 因子であるという実証は得られなかった。その後の研究により^{20,21)}、彼らは、ストマイ耐性を RP4 を有する *P. aeruginosa* に移した後、そのトランスコンジュガントが高頻度に、ストマイ耐性を他菌株へ RP4 とともに伝達できることを明らかにした。以上の結果は、このストマイ耐性がトランスポゾンか、あるいは検出の難しいプラスミドに担われている可能性を推測させるもので、興味深い。

V 潜在性プラスミド

機能の不明な、いわゆる潜在性(クリプティック)プラスミドは各種の植物病原細菌で検出されている。LAGY and LEARY の総説¹²⁾によると、プラスミドが検出された菌種は、次のように広範に及ぶ。*Corynebacterium* では、*C. fascians*, *C. michiganese* pv. *insidiosum*, *C. m.* pv. *michiganese*, *C. m.* pv. *nebraskense*, *C. m.* pv. *rat-hayi*, *C. m.* pv. *sepedonicum*, *C. m.* pv. *tritici*, *C. flaccumfaciens* pv. *oortii* であり、*Erwinia* では *E. herbicola*, *E. stewartii*, *E. chrysanthemi* pv. *chrysanthemi*, *E. carotovora* subsp. *carotovora*, *E. amylovora* であり、*Pseudomonas* では *P. cepacia*, *P. syringae* pv. *glycinea*, *P. s.* pv. *lachrymans*, *P. s.* pv. *phaseolicola*, *P. s.* pv. *savastanoi*, *P. s.* pv. *syringae*, *P. s.* pv. *tonelliana* であり、*Xanthomonas* では *X. campestris* pv. *manihotis* である。我が国でも、最近、露無ら (1981)¹⁸⁾ により *E. milletiae*, *P. cichorii*, *X. campestris* pv. *oryzae*, *X. c.* pv. *campestris*, *P. solanacearum*, *C. m.* pv. *michiganense* などでプラスミドの検出がなされた。

おわりに

おわりに、今後の植物病原細菌のプラスミド研究の方向に関して予想される幾つかの点について述べてみたい。まず、病原性関連プラスミドについては、今後更に色々の菌種において、その検出が予測される。これまで見いだされている機能は、植物ホルモンや毒素のたぐいのものの産生能であるので、この種のを産生する細菌を第一候補に挙げることができる。また、宿主選択性プラスミドは、植物共生細菌である *Rhizobium* で見いだされているので、植物病原細菌でもその検出の可能性は十分にある。

伝達性プラスミドの検出も、色々の菌種でなされるであろう。このプラスミドは、他菌種への遺伝子の移行を可能とし、特に高い接合能力を持つ場合にはクロモゾー

ム遺伝子をも運べるため、植物病原細菌の分類、系統発生などの面からも興味深い。また、もし病原性プラスミドの中に高い接合能力を持つものが見付かれれば、それは病原性の他菌種への比較的容易な移行を意味するので、一層興味深い。更に、大腸菌におけるF因子のように、遺伝子地図の作成に利用できるような植物病原細菌由来のプラスミドが見付かる可能性もある。

R因子 (r因子も含めて) やトランスポソンの検出も期待される。それは、植物細菌病の防除の面からも、遺伝学への利用の立場からも重要なことである。その他、色々の機能を持つプラスミドの存在が予想される。既にTiプラスミドが特殊なアミノ酸の利用能を持っているように、他のアミノ酸利用能のほか、炭水化物分解能、色素産生能、バクテリオシン産生能、各種酵素産生能、抗生物質産生能など他分野の細菌で知られているような機能を候補に挙げることができる。このようなことが明らかになれば、細菌の種間あるいは系統間の違い、更には変異株の出現などについて、遺伝子のレベルで説明ができるようになるかもしれない。以上のように、プラスミドの研究は、病原性、薬剤耐性から分類に至るまで広範な領域に関連しており、今後、植物病理学的にも重要性を増していくものと思われる。更に、Tiプラスミドの植物への遺伝子ベクターとしての利用の可能性に示されるように、他分野への貢献も大いに期待される。

参考文献

- 1) BIRNBOIM, H. C. and J. DOLY (1979) : *Nucleic Acid Research* 7 : 1513~1523.
- 2) CHATTERJEE, A. K. et al. (1978) : *Proc. 4th Int. Conf. Plant. Path. Bact. (Angers)* : 75~79.
- 3) CHILTON, M. D. et al. (1977) : *Cell* 11 : 263~271.
- 4) COMAI, L. and T. KOSUGE (1980) : *J. Bacteriol.* 143 : 950~957.
- 5) ——— (1980) : 1980 Ann. Meet. of Amer. Phytopath. Soc. and C.P.S. 141p(Abst.).
- 6) COPLIN, D. L. and R. G. ROWAN (1978) : *Proc. 4th Int. Conf. Plant. Path. Bact. (Angers)* 67~73.
- 7) GANTOTTI, B. V. et al. (1979) : *Appl. Environ. Microbiol.* 37 : 511~516.
- 8) GENETELLO, C. et al. (1977) : *Nature* 265 : 561~563.
- 9) GONZALEZ, C. F. and A. K. VIDAVER (1979) : *Curr. Microbiol.* 2 : 75~80.
- 10) HERNALSTEENS, J. P. et al. (1980) : *Nature* 287 : 654~656.
- 11) HOOYKAAS, P. J. J. et al. (1977) : *J. Gen. Microbiol.* 98 : 477~484.
- 12) LACY, G. H. and J. Y. LEARY (1979) : *Ann. Rev. Phytopathol.* 17 : 181~202.
- 13) 長田敏行 (1981) : 蚕・核・酵 26 : 491~498.
- 14) 佐藤 守ら (1981) : 昭56年日植病大会講要 3, 14p.
- 15) ———ら (1981) : 日本蚕糸学会 51回大会講要 65p.
- 16) STASKAWICZ, B. J. et al. (1980) : 1980 Ann. Meet. of Amer. Phytopath. Soc. and C.P.S. 200p. (Abst.).
- 17) PANOPOULOS, N. J. et al. (1979) : *Plasmids of Medical, Environmental and Commercial Importance* (K. N. TIMMIS and A. PÜHLER, eds.) 365~372.
- 18) 露無慎二ら (1981) : 昭56年日植病大会講要 3, 13p.
- 19) YANO, H. et al. (1979) : *Ann. Phytopath. Soc. Japan* 45 : 201~206.
- 20) 矢野 博ら (1980) : 日植病報 46 : 112 (講要).
- 21) ———ら (1980) : 同上 46 : 399~400(講要).
- 22) ZAENEN, I. et al. (1974) : *J. Mol. Biol.* 86 : 109~127.

本会発行新刊資料

農薬安全使用基準のしおり 昭和56年版

農林水産省農蚕園芸局植物防疫課 監修

A 5判 54 ページ 350 円 送料 170 円

農薬の安全性、農薬残留に関する安全使用基準、農薬の残留基準及び登録保留基準、作物残留性農薬及び土壌残留性農薬の使用基準、水産動物の被害の防止に関する安全使用基準、特定毒物農薬の使用基準、参考資料 (農薬の登録及び安全評価のしくみ、農薬安全使用に関する法令及び対策関係図、使用規制農薬一覧表、毒物・劇物の判定基準) を1冊にまとめた書

マツノマダラカミキリの寄主選択と誘引物質

農林水産省林業試験場 ^{いけ}池 ^だ田 ^{とし}俊 ^や弥

我が国のマツの枯れは、ここ数年増加の一途をたどり、表日本より裏日本へ、平地から高地へ、南から北へと、日本列島のすみずみまで浸透しつつある。人々には、いわゆる「松くい虫」としてなれ親しまれているが、実際の虫の名前を知らない人が案外多い。この松くい虫は元来 60 種以上のマツ類を加害するせん孔性甲虫類の総称として使われていたのだが、現在では、最も加害性の強いマツノマダラカミキリがマツ枯れの元凶として、松くい虫の名をほしいままにしている。しかしながら、最近ではアメリカにも日本と全く同様のマツ枯れ現象が観察され、マツの枯死の直接の原因であるマツノザイセンチュウの存在も報告されるようになり、その運び屋もマツノマダラカミキリとは異なる同属のカミキリが幾つか報告されている。更に、マツノマダラカミキリの加害樹種も、アカマツ、クロマツだけでなく、抵抗性と思われている樹種や、マツ属以外にも被害が顕在化するに至っている。

I 分類, 分布

マツノマダラカミキリ *Monochamus alternatus* HOPE は、マダラカミキリ、マツノトビイロカミキリ、あるいはマダラヒゲナガカミキリとも呼ばれ、カミキリムシ科のフトカミキリ亜科、ヒゲナガカミキリ属 (*Monochamus*) に所属する。現在の国内での分布域は広く、北海道と青森県を除く全域に見られ、周辺の主な島々、奄美大島、沖縄県にも見られる。国外では、韓国(済州島)、中国、台湾、ラオス、ベトナムで記録されている(森本ら、1977)。

II 食 性

加害樹種として記録されているのは、マツ属 (*Pinus*)、モミ属 (*Abies*)、トウヒ属 (*Picea*)、ツガ属 (*Tsuga*)、トガサワラ属 (*Pseudotsuga*)、カラマツ属 (*Larix*)、ヒマラヤスギ属 (*Cedrus*) のマツ科の樹種であるが、野外で成虫が摂食、産卵をし、また幼虫が生育できるかどうか確認された樹種は少ない。ちなみに我が国に生息するヒゲナガカミキリ属をみると、第 1 表に挙げたうちの 6 種が針葉樹、それもマツ科という限られた範囲を食樹種として

おり、狭食性 (Oligophagous) 昆虫の範ちゅうに入る。山根ら (1974) は、マツ科及びその他の代表的針葉樹種を用いて室内摂食試験を行い、マツ科以外の針葉樹では正常な摂食行動と発育が保証されないことを報告しているが、野外で実際に観察されるのは、この中でもマツ属がほとんどであり、我が国ではアカマツ (*Pinus densiflora*) とクロマツ (*P. thunbergii*) に集中している。古野ら (1978) は、マツ属 30 種について後食 (羽化後、虫体の成熟生存のための摂食) 試験を行い、そのすべてが後食されることを報告している。

マツノマダラカミキリは羽化脱出後、樹木の上部に歩行し先端部より飛び立ち移動分散する。この活動性の高い数日の期間の後、比較的同一の場所に定着してマツの新梢、枝先の樹皮を摂食し続ける定着摂食期に入る。その後、産卵期間中も含め後食は続くが、アカマツの年枝別の選択試験では、摂食開始順序及び摂食量とも一年枝 > 当年枝 > 二年枝の順となった。これは各々の熱水抽出物をろ紙に含浸させてカミキリのかみ付き行動を見た場合も同様の順となった。宮崎ら (1977) は、マツノマダラカミキリ成虫の摂食行動に関連するマツの樹皮成分の探索を行い、一年枝の樹皮よりステロイド類として β -sitosterol と campesterol、糖類では arabinose, xy-litol, pinitol, mannitol, fructose, galactitol, glucose, inositol, sucrose を確認した。この中で、明らかに強い摂食刺激活性を示すものは、 β -sitosterol, sucrose, fructose であった。これ以外にも数種の配糖体と思われる物質が強い活性を示している(尾田、未発表)。

III 誘引, 交尾, 産卵

1 誘引

マツノマダラカミキリは、他のヒゲナガカミキリ属と同様、色々の要因で生理的に衰弱した木、風倒木、伐倒して間もない木などに集まる。そもそもマツノマダラカミキリは風倒木、自然枯死木などの限られた生息場所で細々と生き長らえてきたと思われるが、マツノザイセンチュウ *Bursaphelenchus lignicolus* MAMIYA et KIYOHARA (以下、センチュウ) の侵入により、大量のマツが衰弱、枯死するに至り、マツノマダラカミキリの格好の繁殖場所を提供し、密度増加をもたらしている。現在のマツ枯れの大被害は実にこのセンチュウとカミキリの親密

Host Selection and Host Attraction of *Monochamus alternatus* HOPE By Toshiya IKEDA

第1表 *Monochamus* 属及びマツノザイセンチュウ関連のカミキリ類とその食樹種¹⁾

学名	一般名	Pinus マツ	Abies モミ	Picea トウヒ	Larix カラマツ	Tsuga ツガ	Pseudotsuga トガサワラ	Cedrus ヒマラヤスギ	Others その他
²⁾ <i>Monochamus alternatus</i>	マツノマダラカミキリ	○	○	○	○	○	○	○	
<i>M. grandis</i>	ヒゲナガカミキリ	○	○	○	○	○			
²⁾ <i>M. nitens</i>	シラフヒゲナガカミキリ	○	○	○	○				
<i>M. urussovi</i>	シラフヨツボシヒゲナガカミキリ	○	○	○	○				
<i>M. saltuarius</i>	カラフトヒゲナガカミキリ	○	○	○	○				
<i>M. sutor</i>	ヒメシラフヒゲナガカミキリ	○	○	○	○				
<i>M. subfasciatus</i>	ヒメヒゲナガカミキリ	○	○	○	○				広葉樹
²⁾ <i>Arhopalus rusticus</i>	ムナクボサビカミキリ	○	○	○	○				スギ, ヒノキ
²⁾ <i>Acanthocimus griseus</i>	ヒゲナガモモプトカミキリ	○	○	○	○				イチジク, ネムノキ
²⁾ <i>Uraecha bimaculata</i>	ヤハズカミキリ								ほか
²⁾ <i>Anoplodera rubra succedanea</i>	アカハナカミキリ	○	○	○	○				ハンノキ, クヌギ
²⁾ <i>Cypriola fraudater</i>	ビロウドカミキリ	○							ハンノキ, サクラ,
²⁾ <i>Spondylis buprestoides</i>	クロカミキリ	○	○	○	○				ヤツデほか
²⁾ <i>Monochamus titillator</i>	Southern pine sawyer	○							スギ, ヒノキ
²⁾ <i>M. scutellatus</i>	White-spotted sawyer	○	○	○	○		○		
²⁾ <i>M. obtusus</i>	Obtuse sawyer	○	○				○		
²⁾ <i>M. carolinensis</i>		○							
<i>M. nonatus</i>	Northeastern sawyer	○	○	○					
<i>M. maculosus</i>	Spotted pine sawyer	○	○				○		
<i>M. marmorator</i>	Balsam fir sawyer	○	○						
²⁾ <i>Arhopalus rusticus obsoletus</i>		○							

1) 日本産カミキリムシについては小島ら (1959) に従った。ほかに *M. kumageinsulanus*, *M. maruokai*, *M. asiaticus* があるが、分布域が極めて限られているので除外した。また、アメリカ産の数種の subspecies も除外した。

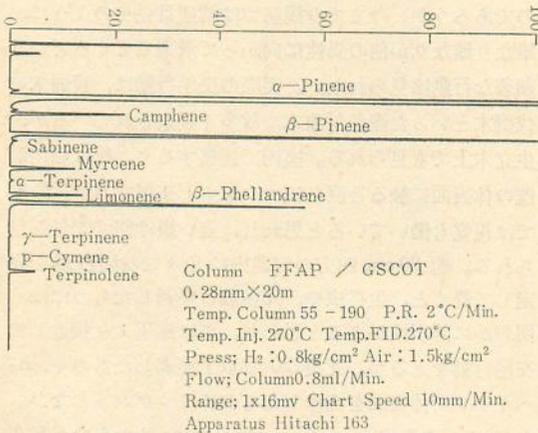
2) マツノザイセンチュウが検出されたもの

な相互依存関係に起因しているのだが、この強い親和性をもたらず要因の一つとして衰弱、枯死木の雌雄両方に対する強い誘引活性が挙げられる。

(1) 伐倒生丸太

伐倒生丸太はいわゆる餌木と称して古くから二次性のせん孔性害虫 (*Dendroctonus* 属など) に誘引活性のあることが知られており、マツノマダラカミキリ防除にも一時利用されたことがある。この誘引性をみるために野外ケージ内に6本の鉢植えマツを設置し、その上に脱出後6~50日までのマーク虫を、雌雄別、交尾、未交尾別に各40頭放虫して、伐倒生丸太への飛来行動を観察してみると、雌は交尾の有無を問わず脱出後20日以前のものはわずかしか誘引されず(17%)、20日以後がほとんど(83%)で、雄に比べて顕著な差がみられた。野外試験でも同様の結果が得られている(遠田ら, 1981)。生丸太の誘引力は伐倒後の日数で異なり、伐倒後1~7日までのものは3~4週間経過したものよりも強い誘引活性を示した。野外においても2~3週間で活性が落ちたり、消失することが観察されている。

アカマツの伐倒生丸太の揮発成分を検索すると、油状成分としてα-ピネン(75~86%)、β-ピネン(6.9~11.4)、β-フェランドレン(2.1~11.9)、カンフェン(0.8~6.3)、リモネン(0.5~2.7)、β-ミルセン(0.3~1.8)、テルピノレン(痕跡~0.6)、サビネン(痕跡)、α-γ-テルピネン(痕跡)、p-シメン(痕跡)の11種のモノテルペン炭化水素が検出された。組成比は伐倒時期や伐倒後の日数で変化するが、いわゆるテレピン油の組成と類似している。また水溶性物質として主にエタノールが検出された(IKEDA et al., 1980)。尾田(1974)は、アカマツの円板あるいはのこぎりくずの揮発成分として、α-ピネン



第1図 アカマツ伐倒木揮発成分のガスクロマトグラム

第2表 マツノマダラカミキリ誘引に果たすエタノールの共力効果

誘引剤	トラップ捕獲数	
	試験地A	試験地B
混合テルペン	5	6
混合テルペン+エタノール	32	79
コントロール	1	

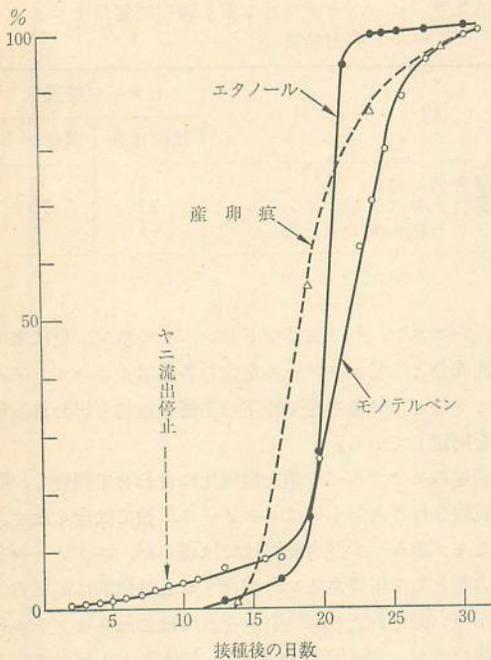
ン、β-ピネン、β-フェランドレン、リモネン、更に水可溶性成分としてエタノールを含む各種アルコール、アルデヒドなど14種の嫌気性下の発酵生産物と思われる物質を同定している。

前述のモノテルペン類を組成比に合わせて割合し、野外試験を行うと誘引力はエタノール単独では全くなく、またモノテルペン混合物だけでは弱い、エタノールを共力剤として併置あるいは混合すると飛躍的に高まることを見いだされた(第2表)。それではこれらモノテルペン類のうち、誘引活性を有する有効成分は何であろうか。上記の混合モノテルペンの主要3成分(α-ピネン、β-ピネン、β-フェランドレン)を比較すると、誘引力はα-ピネン>β-ピネン>β-フェランドレンの順であった。

また上記の混合テルペンも、α-ピネンより強い誘引力は示さず、むしろ下がる傾向にあり、微量成分の効果は認められなかった。β-フェランドレンを混合テルペンに混入した場合も特に誘引効果が良くなることはなく、また、捕獲虫の雌雄比も全く同じであった。α-ピネンにβ-ピネンあるいはβ-フェランドレンを1:1で混入した場合も誘引力はむしろ下がる傾向にあり、誘引の主要成分はα-ピネンであると思われる。しかしながら、β-ピネンも相応の誘引力を有し、またβ-ミルセンも単独である程度の活性を持っており、誘引力に程度の差があるにしても、これらの成分がマツノマダラカミキリの誘引に寄与していることは確かであろう(池田ら, 1981)。

(2) センチュウ感染木

マツの樹体内へのセンチュウの侵入に起因して生じる生理的变化には、水分蒸散量の低下(水ストレス)とそれに伴って生ずる樹脂しん出量の著しい低下がある。樹脂のしん出量は、樹幹に小さな穴を開けることにより簡単にその程度を見ることができる。野外調査によると、マツノマダラカミキリが産卵に来るのは、必ず樹脂のしん出が止まった木であった。それも停止後5~9日目から飛来し、その後約20日間に集中して来る。この時期には当然なんらかの誘引揮発物質が放出されていると思われたので、5年生のアカマツに45,000頭のセンチュウ



第2図 センチュウ接種木の揮発成分量の時期的変異と産卵痕数

ウを接種し、ビニールで完全被覆し、空気ポンペで通気しながら、1日8時間、連日1か月間コールドトラップで捕集した。その結果、センチュウ接種20日後(樹脂停止後11日)よりモノテルペン類及びエタノールの揮発量が増加し始めた(第2図)。モノテルペンの組成は伐倒生丸太のものと近似していた。室内条件下ではあるが、これら揮発成分の生成増加時期は、野外におけるマツノマダラカミキリの飛来時期と一致しており、モノテルペン類とエタノールによる誘引作用を示唆している(IKEDA and ODA, 1980)。

(3) 化学的刺激を施したマツ

マツノマダラカミキリの誘引は今までみてきたように、物理的にもまた生物的要因でも生じるが、化学物質による刺激を施した場合も同様である。ただ、センチュウ侵入の場合は付随菌あるいはセンチュウ自らの毒性化学物質による樹体の生理異常発現の可能性が考えられる。

YAMASAKI ら(1980)はマツ樹幹にパラコート(除草剤)を処理すると、樹脂の異常分泌が生じ、強力な誘引力が生じることを報告している。また、アセトンやエタノールを樹幹に注入すると、やはりマツノマダラカミキリは誘引されてくる。アセトン注入木の揮発成分としては、 α -ピネン、 β -ピネン及びエタノールが検出されてい

る(IKEDA et al., 1981)。

マツノマダラカミキリの誘引は、様々な要因によって引き起こされる樹体の生理異常、あるいは枯死に起因している。つる性の植物が樹幹に食い込むように巻き付いていることがよくあるが、その近くの部位に産卵かみ痕が見掛けられることもあるし、自動車がかすっていった幹の傷近くにも見られる。マツの樹脂は、様々な刺激に反応して生成され、いわゆる防御物質として知られている。衰弱過程にある生体内で揮発物質である α -ピネンをはじめとするモノテルペン類がどのように生成され樹体外に放出されるかは定かではないが、時期を同じくして生成されるエタノールなどの嫌気発酵生産物の誘引に果たす役割は大きいと思われる。これらの成分は衰弱木や丸太の場合、酸素キャリアーである水の導通が減少、停止し、嫌氣的雰囲気の中で、解糖作用や、*trans*-aminase 作用によって生産されると考えられるし、また、微生物による嫌気発酵生成物としても生産されるであろう。

二次性害虫と呼ばれるものの誘引には、これらの物質が多かれ少なかれ関連していると思われる。キクイムシではこのような例が多く、*Trypodendron lineatum* は寄主であるモミ類の伐倒木から放出されるメタノール、エタノール、アセトアルデヒドのうち、エタノールが誘引性を示し、寄主テルペンの α -ピネンとエタノールの混合物では約10倍も強く誘引される。同じく *Dendroctonus pseudotsugae* では、エタノールが寄主のテルペンや、フェロモンに synergist として作用する。同様の例が、*Xyloterus domesticus* や *Gnathotrichus sulcatus* にも見られる。

2 交尾

マツノマダラカミキリには性フェロモンは存在しないのであろうか。今までの観察では鱗翅目昆虫のように、雄なり雌なりが他の異性に向かって飛来してくるという顕著な行動は見られない。実際の交尾行動は、衰弱木や伐倒木といった産卵対象木で数多く観察されているが、生立木上でも見られる。室内で観察すると、雄は触角が雌の体表面に触ると直ちにマウントし交尾する。近距離では視覚も働いていると思われ、追い掛け回す光景が見られる。約80cm四方の容器内に色々な状態の雌を固定して置くと、生存虫や、死後数日経過したものには、明らかに誘引性があると思われ、雄は風下より接近して交尾行動をとるが、死後20日以上経過したものや、 n -ヘキサンで体表面を洗浄したものにはマウントしなかった(池田, 未発表)。contact pheromone 的なものが存在するように思われる。産卵対象木が限られ、そこでの雌

雄の出会いの機会が多い場合は、空気中を伝達する性フェロモンの必要性はそれほど大きくはないのかもしれない。いずれにしてももう少し確実な知見を得るための研究が必要である。

3 産卵

産卵行動にはキクイムシでみられる boring stimulant に相応する産卵対象木からの臭い物質が必要と思われる。伐倒生丸太を健全木に縛り付けておくと、健全木樹幹にも産卵かみ痕が見られるという。

においの刺激を受け、雌は産卵のために樹皮をかじり、かみ痕を付ける。そして反転して交尾器をそう入するのだが、実際に産卵するかどうかは樹皮下の状態による。樹脂の分泌が多い場合は産卵率が悪いと考えられ、また産卵しても樹脂にまかれて卵や幼虫が死亡する例が多い。前述したように、アセトンに樹幹に注入すると注入口より上部に数cm幅約5cmで内部の組織は褐変、死滅するが、その部分でのかみ痕に対する産卵率は、周辺の生きた組織上に比べてはるかに高い。雌の産卵数は平均100で1日に1~2産卵み付けられるという。

IV 寄主選択

マツノマダラカミキリは、前述したように食性の点からも、また幼虫の加害、生息場所からも、マツ科のほとんどが寄主となりうる。しかしその中でも選好性はあるであろうし、各樹種での生息密度にも差があり、詳しく検討する必要がある。

枯死木から羽化脱出した成虫は、初期の移動分散期にそのほとんどが風の助けも借りて林から移動していくと考えられている。しかし飛び出した成虫が再度マツやマ

ツ科の林に定位するかどうかは今のところ何も分かっていない。マツの林からは希薄ながらも α -ピネンを主とするモノテルペン類が発散しているのだが、これらの物質に対する脱出初期の成虫、特に雌の触覚のEAG活性は低く、この時期の成虫はランダム飛しょうを繰り返した後、寄主にたどりつくと考えられる。

カミキリの樹種による摂食選好性はマツ属内ではそれほど大きくはないが、マツ科と比較すると、やはりマツ属が摂食開始時期も早く、最も適した寄主であると思われる。

生息密度の面から寄主を考えてみると、これはとりもなおさず産卵対象木の量の問題に置き換えることができそうである。すなわちマツノザイセンチュウに対して感受性の高いクロマツ、アカマツ、リュウキュウマツ (*P. luchuensis*) の林では短い年月でカミキリが急速に増えるし、抵抗性のテードマツ (*P. taeda*) ではさほどではない (海老根, 1981)。アカマツ林とテードマツ林が隣接したところでは、まずアカマツ林が100%近く枯死してもテードマツ林は青々としている。しかしその後、カミキリの集中攻撃を受けると、枯死木は増大する。今まで残っていたヒマラヤスギ (*Cedrus deodra*) やオウシュウトウヒ (*Picea excelsa*) の枯損が最近報告されているが (海老根, 1981)、皆アカマツ、クロマツが全滅したところである。マツ材のモノテルペンは共通して α 、 β -ピネンを主にしており、伐倒木や衰弱木の誘引力にそれほど差があるとは考えられないことから、カミキリ密度の増加は、どれほどセンチュウによって枯死されやすいかにあると思われる。マツ属以外の樹種の枯損は実際に多くは見られないが、センチュウが樹体に侵入したときの罹病

第3表 マツ科樹種のモノテルペン炭化水素¹⁾

	Pinus (22種)	Abies (2種)	Picea (8種)	Larix (1種)	Pseudotsuga (2種)	Tsuga (3種)	Cedrus
α -ピネン	27.0~96.2 ²⁾	17.7~29.3	18.4	~20	36.5	~30	
カンフェン	痕跡~1.5	~0.2	0.9		0.8		
β -ピネン	0.8~28.5	19.0~39.3	9.8	~30	26.8		不
δ^3 -カレン	0~40.9	~2.8	50.5		11.3		
β -ミルセン	痕跡~29.0	0.8~3.8	5.3		3.0		明
リモネン	痕跡~3.5	5.6~29.7	1.6		4.4		
β -フェランドレン	痕跡~17.5	21.1~28.9	1.8		3.0		
α -テルピネン	~0.2						
γ -テルピネン	~0.5						
テルピノレン	~2.8		4.7				
<i>p</i> -シメン	~3.5						
サビネン	~1.7		2.0				
α -フェランドレン	~2.5						

¹⁾ 数値は材あるいは枝葉の水蒸気蒸留で得られる油分の量を基に%で示した。

²⁾ 主に最近10年間の文献からまとめたので不十分だが、各属の主要成分(下線)と属内の樹種による組成比の差を把握するための資料とした。

性がほとんど明らかでないことや、また α , β -ピネン以外にも bornyl acetate やセスキテルペン類が多く含まれているので誘引力が低いかもしれず、更に食樹種としてマツ属に劣る傾向があるので、センチュウに対する抵抗性といったものでその理由を片付けられない面がある(第3表)。

V マツノザイセンチュウの媒介者

センチュウの側からマツの枯死を見てみると、運び屋としてマツノマダラカミキリだけを取り上げるわけにはいかない。国内においては、それ以外にも、第1表に挙げた6種のカミキリからも検出されている。ただその保線虫数は、1~2けた少ないし、分布域が限られたものも多い。また最近アメリカの28州においてマツノザイセンチュウの分布が確認されており、センチュウが検出されたマツは17種に及んでいる(真宮, 1981)。媒介者はやはりカミキリムシであって *Monochamus* 属4種が含まれており(第1表)、新たに確認される種も増えるであろう。これらの *Monochamus* 属は、寄主の範囲がマツノマダラカミキリに比べて狭いと言われているが、これは寄主特異性の機構を構成する要因の中でも、特に昆虫と寄主との間の地理的分布や生態的分布の同一性(松本, 1978)によっていると思われ、摂食、産卵などの生理的關係を明らかにする研究が今後望まれる。

お わ り に

マツノザイセンチュウによるマツ枯れ現象はアメリカ

においても確認され、媒介者とセンチュウとの affinity (親和性)の問題や、センチュウ関連微生物、更に毒性物質の問題など、複雑かつ広がりを見せている。本稿ではマツノマダラカミキリと寄主との関係のみを考察したが、幼虫生息の栄養条件など、はなはだ不十分であった点はお詫びしつつ、御参考に供したい。

引 用 文 献

- IKEDA, T. et al. (1980): Appl. Ent. Zool. 15: 358.
 ——— and K. ODA (1980): J. Jap. For. Soc. 62: 432.
 ——— et al. (1981): ibid. 63: 201.
 池田俊弥ら (1981): 第92回日林講: 127.
 海老根翔六 (1981): 同上: 133.
 ——— (1981): 森林防疫 30: 11.
 遠田暢男ら (1980): 第91回日林講: 115.
 尾田勝夫 (1974): 林試研報 No. 266: 1
 小島圭三・岡部正明 (1959): 「日本産カミキリムシ食樹総覧」, 弘文堂.
 古野東州・上中幸治 (1978): 日林論: 287.
 松本義明 (1978): 「昆虫の科学」, 朝倉書店, p. 21.
 真宮靖治 (1981): 林業技術 No. 468: 7.
 宮崎 信ら (1977): 「マツ類材線虫の防除に関する研究」, 農林水産技術会議事務局, p. 96.
 森本 桂・真宮靖治 (1977): 「マツ属の材線虫病とその防除」, 日本林業技術協会.
 YAMASAKI, T. et al. (1980): J. Jap. For. Soc. 62: 99.
 山根明臣・秋元 徹 (1974): 第85回日林講: 246.

人 事 消 息

稲葉和男氏(農蚕園芸局植物防疫課庶務班場所庶務係長)は農蚕園芸局植物防疫課庶務班総務係長に
 斎藤 清氏(東京肥飼料検査所庶務課人事係長)は同上課庶務班場所庶務係長に
 坪井福俊氏(農蚕園芸局植物防疫課農薬第1班安全指導係長)は東北農政局生産流通部農産普及課課長補佐(総務担当)に
 金子 蔵氏(同上課庶務班総務係長)は農蚕園芸局総務課人事班給与第2係長に
 平山 功氏(横浜植物防疫所東京支所庶務係長)は農薬検査所総務課会計係長に
 内藤 篤氏(草地試験場環境部牧草害虫研究室長)は派遣職員(インドネシア)に
 西原夏樹氏(同上部病理研究室長)は退職
 成沢信吉氏(熱帯農業研究センター研究第一部主任研究官)は派遣職員(インドネシア)に
 江口照雄氏(門司植物防疫所長)は横浜植物防疫所長に
 池上雍春氏(横浜植物防疫所調査研究部長)は門司植物防疫所長に
 山崎 昭氏(門司植物防疫所国際課長)は横浜植物防疫

所調査研究部長に
 日野隆之氏(神戸植物防疫所業務部国際第二課長)は門司植物防疫所国際課長に
 永島正男氏(同上所同上部国内課防疫管理官)は神戸植物防疫所業務部国際第二課長に
 吉村重章氏(同上所広島支所岩国出張所長)は同上所同上部国内課防疫管理官に
 伊達幸人氏(同上支所防疫管理官)は同上所広島支所岩国出張所長に
 小原 隆氏(那覇植物防疫事務所長)は神戸植物防疫所長に
 井上 亨氏(横浜植物防疫所業務部国内課長)は那覇植物防疫事務所長に
 大川義清氏(同上所同上部国際第一課防疫管理官)は横浜植物防疫所業務部国内課長に
 森 武雄氏(横浜植物防疫所長)は退職
 大塚幹雄氏(神戸植物防疫所長)は退職
 小林研三氏(熊本県農政部農産普及課長)は熊本県農政部次長に
 南部興一郎氏(同上果同上部果樹園芸課長)は同上部農産普及課長に

カキの新害虫ヒロヘリアオイラガ

奈良県農業試験場 お 小 田 道 宏

農林水産省農業技術研究所 はつ 服 部 伊 楚 子

はじめに

数年前からヒロヘリアオイラガ *Latoia lepida* (CRAMER) の幼虫が関西地方でカキをはじめ果樹類やサクランボなどの植木類を集団で暴食するのが観察されていた。また、本種の幼虫や繭（幼虫の毒刺毛が付着している）に触れた場合は刺毛による激痛があり、衛生害虫としても問題となっている。

本種の関西地方での初発生は不明であるが、奈良県では農業試験場（橿原市）の誘蛾燈（100W 水銀燈）で1976年6月12日に成虫が初めて誘殺されている。現在、奈良県のほか兵庫県、大阪府、福岡県で分布が確認されているが、更にその周辺に分布を拡大しているものと思われる。

本種は中国・インド・東南アジアなど熱帯から亜熱帯地域に分布することが知られているが^{3,4,6)}、日本では鹿児島高農所蔵の、1921年8月 Toso(鹿児島近くの)で採集された1雌の標本を KAWADA (1930)⁶⁾ がヒロヘリアオイラガとして記録したのが最初である。次いで岡島⁹⁾ が鹿児島県から記録しているが、前記標本に基づいたものと推定される。以来成虫の採集記録はあるものの、今回のように、関西及び福岡県で果樹に多発した原因は明らかでない。しかし、輸入木材・植物の盛んな現在では、南アジアなどからの侵入説も考慮の余地がある。

イラガ科 Heterogeneidae は主として熱帯・亜熱帯に栄えるグループで、日本からは約20種が知られているにすぎない。本種と幼虫の形態が酷似するものには同属のアオイラガ *L. consocia* (WALKER)、発生時期や習性が類似するものにはヒメクロイラガ *Scopelodes contracta* WALKER が挙げられる。

本種の生態の概要については笹川・武田 (1981)¹¹⁾、小田 (1981)⁸⁾ の報告があるが、本文では形態を記載して他種との判別を明確にするとともに、カキの新害虫として現在までに判明している生態調査の結果について触れてみたい。

I 形態

1 成虫 (第1図 a, b)

前翅長：雄 16~17 mm, 雌 18~22 mm。体長：14~16 mm。

頭・胸・腹部は褐色。頭・胸部の背面両側は緑色。第1, 2腹節の側面は暗黄色を呈する。触角は黄褐色、雄では基方2/3は長い両櫛歯状で内方の櫛歯は外方の櫛歯の長さの約2/3、先端は微小鋸歯状、雌では糸状。下唇鬚は小さく、顔面に沿い頭頂をわずかに越える。

前翅は緑色で、前縁を細く褐色に縁どられる。基部の褐色の半月紋は前翅長の基方1/5を占める。外縁に沿う褐色の広帯は前縁で前翅長の1/5、後縁では約1/2を占め、第2脈上でわずかに内曲、内縁を濃褐色細線で縁どられる。外縁に沿い中室の外方及び後角付近には不明瞭な暗褐色斑が認められる。前翅頂は丸く、第7, 8, 9脈は分枝する¹²⁾。

後翅は基半部暗黄色、外半部は黄褐色。第6, 7脈は分枝する¹³⁾。縁毛は前後翅とも褐色。裏面は黄褐色、前翅中央部は淡黄緑色。

体の腹面は暗褐色。前脚基節の前背方は浅緑色、腿・脛・跗節の先端は淡黄褐色。脚の背面には暗褐色の長毛を生じる。

同属のアオイラガ *L. consocia* (WALKER) は前翅長 16~18 mm, 体長 15~17 mm。雄の触角の基部の両櫛歯部は長さの2/5を占める。頭・胸部背面、前翅は緑色。前翅基部の褐色斑は第2脈及び中脈上で外方に角張る。外縁部は幅広く灰黄色を呈し、内縁は波形の褐色細線に縁どられ、各脈は褐色。腹部及び後翅は灰黄色。縁毛は基部灰黄色、先端は褐色。

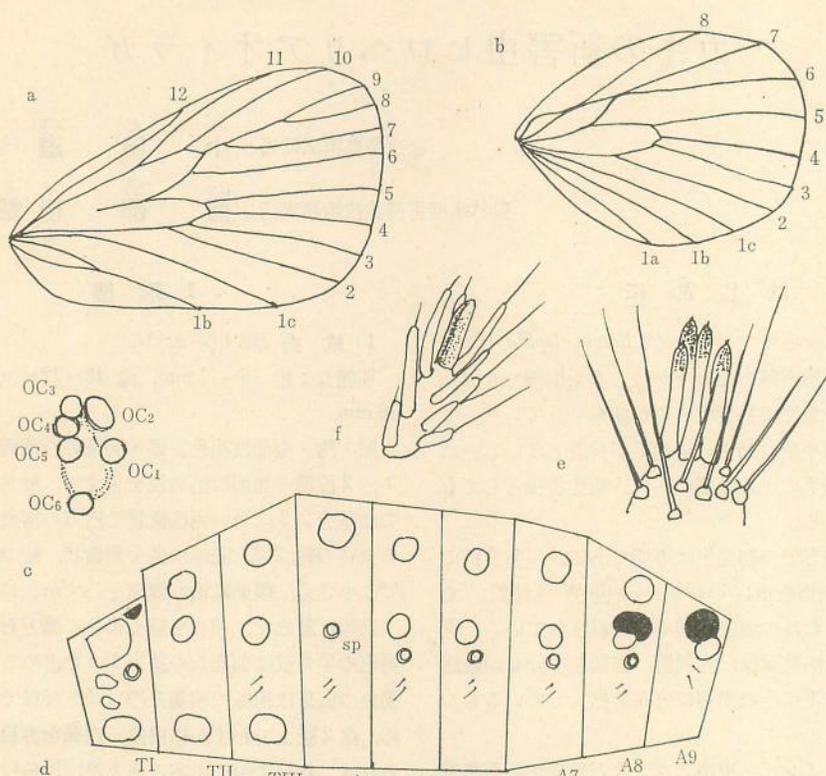
クロシタアオイラガ *L. sinica* (MOORE) は前翅長 12~15 mm, 体長 10~13 mm。雄の触角の両櫛歯部は基方1/2を占める。頭・胸部背面及び前翅は浅緑色。前翅前縁は褐色に細く縁どられる。褐色の基斑は第2脈及び中脈上で外方に角張り、外縁に沿う広い褐色帯は第2脈上で内方に突出する。雄の後翅は暗褐~黄褐色、雌では灰黄色で基半部は広く淡褐色を帯びる。縁毛は褐色、雌の後翅では黄褐色。後翅後角の縁毛は暗褐色で目立つ。

2 幼虫 (第1図, c~f)

頭幅：3.5 mm。体長：20~23 mm。体幅：7 mm。

頭部は常に前胸内に隠されている。体は幅広く太いマコ状で、腹脚を欠き、胸脚も小さい。

The Bluestriped (Greenstriped) Nettle Grab, *Latoia lepida* (CRAMER) : A New Pest of Japanese Persimmon
By Michihiro ODA and Isoko HATTORI



第1図 ヒロヘリアオイラガの形態

a : 前翅翅脈, b : 後翅翅脈, c : 個眼, d : 刺毛図,
e : 第1腹節亜背部瘤起, f : 第9腹節亜背部瘤起

頭部は黄緑色で全体に不規則、不明瞭な暗影がある。個眼域は黒褐色。個眼² (oc₂) は最も大きく、oc₃にわずかに離れ、oc₃~oc₅は互いに接する⁹⁾。

体は黄緑色。前胸背面に2個の黒斑をそなえ、尾部には4個の黒色瘤(黒色の鋭い短針が密生したもの)が目立つ。背面には細い黒灰色縦線が走り、その両側には、各環節端で中断され、かつ中央部で細まる青藍色の顕著な縦線が沿う。側線は2本の細い灰黒色線から成り断続する。(bluestriped または greenstriped nettle grab と呼ばれる²⁾)。第1及び第7腹節の亜背部瘤起の棘の先端は橙黄色。体表には小円錐形あるいは半球形の小顆粒を密布する。

亜背部には大きい瘤起が並び、先端に褐色の短い針を備えた棘を15~16本斜出するが、中・後胸節、第7、8腹節のものは大きく、棘も30本前後を有する。特に第1腹節の瘤起は高く大きく、先端に棍棒状の4突起を備え、この突起の先端は橙黄色を呈する⁹⁾。

気門上線部には側面に張り出す円錐状の瘤起を並べ、各瘤起の頂点には淡褐色の指頭状突起を有する。この指

頭状突起の長さは幅の約3.5倍で細長い⁹⁾。第1腹節ではこの瘤起を欠き、気門が背方に移動する。第8腹節の側方の瘤起の背方及び第9腹節の亜背部の瘤起の前背方には黒色の短針を密布する。気門下には2刺毛を生じる。気門(sp)は丸い⁹⁾。

若令幼虫では第1、7~9腹節の亜背部の瘤起が柱状に長く伸びるが成長するに従い短くなる。

アオイラガは大きさ・色彩・形態ともに本種に酷似するが、背線は鮮やかな青色で両側に濃藍色の点線を伴う。側線は濃青色の2本から成り、ともに顕著。中・後胸節、第1、7、8腹節の亜背部の瘤起は濃黄色を帯びる。特に第1腹節の亜背部瘤起の頂点にはとっくり状の突起を有し、先端は黒く顕著。側方の瘤起頂点の指頭状突起は黄褐色で太く短く顕著である。

クロシタアオイラガの体長は15~17mm、中・後胸節・第1、7~9腹節の亜背部の瘤起は柱状に突出する。体は緑色、背中线は黄色または朱赤色で両側を青色と黄白色に縁どられる。

3 蛹

体長：16~18mm。体幅：7~8mm。

体はだ円球状で淡黄褐色。前頭はへら状に腹方へ突出する。雄の触角の基方1/2は太まる。下脛は太く側方に広がり顕著、下唇鬚は太い。前脚は太く前翅長の約1/2

に達し、前翅頂は第4腹節後縁に達し、後翅は隠れる。後脚は前翅頂より延びて第5腹節に達する。

中胸背板は後方に延びて先端は丸く、後胸背後縁近くに達する。第3～8腹節の背面には前縁寄りに微角状突起の広帯がある。尾端は丸く尾鉤を欠く。

繭は長径 16～22mm、短径 9～12mm、両端のやや細まった円形で背面が高まり、固い。腹面は枝幹に密着する。全体は紫褐色でカキの樹幹に酷似する。表面は樹皮のかみくずを混ぜた汚灰色の紡がれた糸で覆われ、幼虫時代の黒色の短く鋭い毒針を混ぜる。

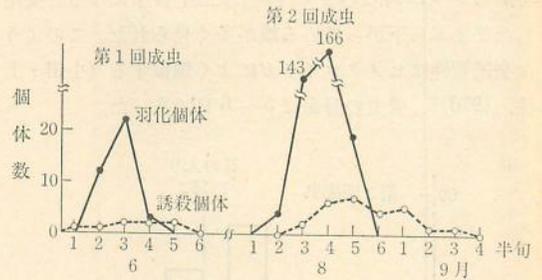
羽化のときには繭の上方（地面の反対側）が平たい半球状に開き、蛹の腹面を樹幹側に向け、頭胸部を繭の外へ裸出させる。

II 生態

本種の寄主植物はカキのほか果樹ではウメ、リンゴ、クリ、ビワ、植木ではサクラ、モミジ、ケヤキ、キンモクセイ、サザンカ、ナンキンハゼなどの各種の広葉樹を食し広食性である（東南アジア各地ではチャ・コーヒー・カカオ・ココヤシ・ニッパヤシ・バナナ・マンゴー・シタン類・トウゴマ・フヨウ類などの害虫としてよく知



第2図 繭の着生状態
ヒロヘリアオイラガ繭(上)、(下)はイラガ繭



第3図 羽化消長及び誘蛾燈（100W 水銀燈）による発生消長（1980）

られており、多くの寄主植物が記録されている^{2,3,6)}。

越冬は繭（前蛹）で行うが、繭は樹幹部や太枝の下部に多く、樹皮と類似した紫褐色の半卵形で、幼虫時の刺毛を付着した吐糸で全体が覆われ樹皮面との凹凸を少なくしている（第2図）。

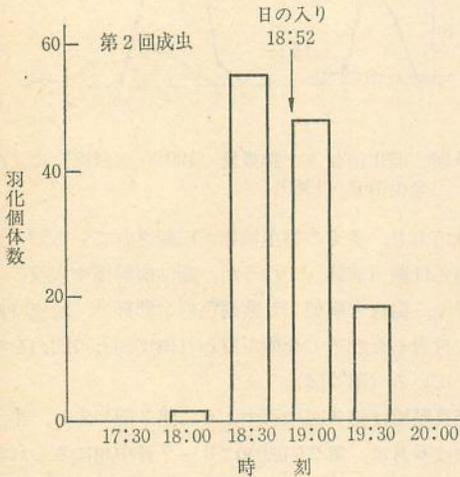
奈良県では第3図に示すように年2回発生し、第1回成虫は6月に、第2回成虫は8～9月中旬にみられた。カキ樹に着生していた繭からの羽化では、6月2半旬～4半旬と8月2半旬～5半旬で比較的短期間であった。一方、誘蛾燈では第1回成虫の初発が6月4日、終息は6月24日で雌が多く（雌1：雄7）、第2回成虫の初発は8月14日、終息は9月11日で雌雄同数（各13頭）であった。なお、アオイラガは年1回で初発が6月28日、盛期は7月下旬、終息は8月6日であった。誘蛾燈の近くのカキ樹での観察では羽化がやや遅い個体が多くみられ、成虫の発生期間にかなりの幅があることがうかがわれた。

第1世代幼虫の営繭は7月5半旬に多く認められ、前蛹、蛹期間は比較的短く、2～3週間を経過して羽化した。第2世代幼虫の営繭は9月6半旬に多かったが遅い個体は10月下旬にもみられ、前蛹で越冬した。

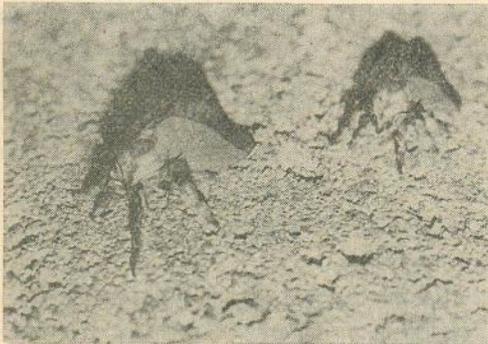
第1回成虫は調査個体数が少ない（3頭）が日没前の17：20～18：00に、第2回成虫は第4図に示すように18：00～19：30の日没前後に羽化した。雌雄はほぼ同数（雌54：雄51）羽化した。なお、羽化直後の雄の頭背部に数分間だけ第5図に示すように矢印状の紋が現れた。性別は大きさでもほぼ判別できたが、この部分を観察するだけで雌雄の区別が正確にできた。

交尾は第2回成虫では日の出前の薄明時に行われ、処女雌はコーリング後間もなく交尾した。第6図に示すように羽化当夜（約10時間後）でも40%の個体はコーリングポーズを示し、羽化2日後にはすべて交尾可能となった。処女雌トランプ（水盤式）には多くの雄が飛来したが、雌の日令が進むに従って減少した。交尾は薄明

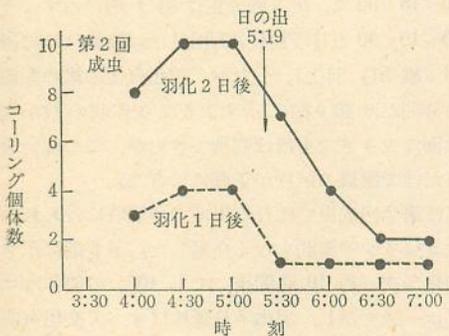
時から9~12時ごろまで持続したが、後半になると交尾したままぶら下がっている雄が多く見られた。このような交尾習性はヒメクロイラガによく類似する(小田・上住, 1978)⁷⁾。成虫の寿命は5~6日であった。



第4図 羽化時刻 (8月13~15日調査)



第5図 羽化直後の成虫
雄(左)の頭部に矢印様の模様が見えるが雌(右)にはない。



第6図 コーリングの時刻と羽化後日数による影響 (8月15日調査, 処女雌10)

卵期間及び幼虫期間

発 育 日 数										
卵	1令	2令	3令	4令	5令	6令	7令	8令	9令	
5~6	1	2	2	3	6~7	4~5	5~6	5~7	10~13	

注 8月中旬~9月下旬野外での調査。

産卵はカキの葉裏の先端近辺に行われ、卵粒数(平均値±標準偏差)は 44.0 ± 20.9 (11~94 卵) ($n=16$) であった。1雌の蔵卵数は 748.3 ± 121.4 ($n=10$) であり、数回に分けて寄主植物に産卵することがうかがわれた。卵は淡黄色でヒメクロイラガに酷似するが、卵塊の大きさはそれより小さい(小田・上住, 1978)⁷⁾。

表に示すように卵期間は8月上旬の野外では5~6日、幼虫期間は38~46日で9令まで認めた。笹川・武田(1981)¹¹⁾は8~9令としているが、条件により短縮することはヒメクロイラガでも認めており(小田, 未発表), 他の鱗翅目幼虫にもみられる。幼虫期間は、1~4令では短い、5令以降はやや長くなった。幼虫は中令までは密に集合するがしだいに集合性が弱まり、終令になると1頭ずつに分散した。1令は摂食せずに脱皮を行い、2~3令幼虫の食害は葉裏から葉肉を食べ表皮は残す。4令以降になると葉縁から摂食するようになり、終令になると摂食量は最大となり、若木では食い尽くされてしまう場合もある。このような食害状況はヒメクロイラガでもしばしばみられ、これら兩種による被害の激しさは集団的に発生することも加わって他のイラガ類より特に際立っている。

III 天 敵

本種の発生加害が確認されてから数年のため、寄生性天敵は少ないようであるが、発生時期や習性が類似していることから、ヒメクロイラガの天敵類と共通のものが、今後本種の密度抑制に大きな役割を果たすことも考えられる。

ヒメクロイラガなどの卵寄生蜂であるキイロタマゴバチ *Trichogramma dendrolimi* MATSUMURA の寄生率は約50%で、寄生された卵は黒化する。卵塊がヒメクロイラガより小さいためその打撃はより大きいと思われるが、卵塊を数個所に産下することによる危険分散の利点もかなり大きいと推定される。

繭(前蛹または蛹)に寄生する昆虫類にはヒメクロイラガでは2種のヒメバチ(小田・上住, 1978)⁷⁾、イラガではイラガツツバセイボウとヤドリバエが知られているが、本種では未確認である。

ヒメクロイラガと同様ヒラタアトキリゴミムシ *Pa-*

rena cavipennis BATES の成、幼虫が特に中令以前の幼虫を盛んに捕食するのを観察したが(小田, 未発表), かなり有力な天敵であると思われる。

多発すると中令幼虫以後にヒメクロイラガでみられるような核多角体病(荒武・渡部, 1973)¹⁾と思われる病死個体がしだいに増加し, 特に第2世代では全滅に近いほど減少する場合もみられた。

また, 繭内死亡が特に越冬繭(1980)に多くみられ, 46.4%の個体が前蛹で死亡している。その原因については不明であるが冬期の低温によるものとも考えられる。

IV 防除

本種の幼虫は他のイラガ類と同様有機リン剤で比較的簡単に防除でき, 若令幼虫時に防除すれば特に問題は無い。薬剤防除時期は第1世代が6月下旬～7月上旬, 第2世代が9月上旬ころである。また, 集合している若令幼虫を摂食薬とともに捕殺することは植木類に適した簡単かつ確実な防除法である。

おわりに

広食性で繁殖力の強い本種の成虫の飛しょう能力については調査されていないが, ヒメクロイラガよりその産卵行動の範囲が大きい。ヒメクロイラガの産卵は1～2回の場合が多く, しかも既発生地での一定範囲の樹に限られており, 産卵雌の確認も比較的容易である(小田, 未発表)。一方, 本種の産卵は数箇所に行われるため既発生地内の限定された地点での産卵雌の発見は少なく, より広い範囲に飛散してしまう。このような観察からかなり急速に分布が拡大している様子がうかがわれる。

現在の発生地での年間発生回数は笹川・武田(1981)¹¹⁾も2回としているが, 既に発生地点により羽化時期のずれがみられ, 今後各地に定着した時点ではヒメクロイラガのように関西地方では年1～2回の発生になる可能性もあると考えられ, 今後の発生生態に注目したい。

本種は新発生後2年目に大発生する特徴を示すが, 主として天敵微生物(ウイルス病?)によって急激に減少

していくことが既発生地でも認められている。また, 冬期の低温の影響については今後の調査に待たねばならないが, 分布の北限についても興味深い。

雑食性で幼虫の集合性の強い著名な侵入害虫としてはアメリカシロヒトリ *Hyphantria cunea* DRURY があるが, その発生地域に本種の発生も認められ, 更にその周辺地域にも拡大しており, 奈良県ではアメリカシロヒトリより広い範囲で発生がみられるようである。いずれにしても現在市街地及びその周辺に分布しており, 本種もアメリカシロヒトリ同様山間部のカキ産地までは入り込めないのではないかと考えられる。

また, 他のイラガ類を中心にした天敵が今後どのような抑制要因となっていくかについても興味深く見守りたい。

引用文献

- 1) 荒武義信・渡部 仁 (1973): 応動昆 17: 132～136.
- 2) BLUNCK, H. (1953): Handbuch der Pflanzenkrankheiten (Sorauer, P.) iv, Paul Parey, Berlin und Hamburg. 518 pp.
- 3) VAN FECKE, R. (1925): Lepidopterorum Catalogus, Pars 32, Cochlidiionidae (Limaecodidae), 79 pp. W. Junk, Berlin.
- 4) HAMPSON, G. F. (1892): Fauna of British India, Moths. vol. 1, 527pp. Taylor & Francis, London.
- 5) KALSHOVEN, L. G. E. (1950): De Plagen van de Cultuurgewassen in Indonesië, Deel I, 512pp. W. van Hoeve, S-Gravenhage/Bandoeng.
- 6) KAWADA, A. (1930): Jour. Imp. Agr. Exp. Sta. Tokyo, 1(3), 248～249.
- 7) 小田道宏・上住 泰 (1978): 関西病虫研報 20: 107～108 (講要).
- 8) ——— (1981): 同上 23: 80.
- 9) 岡島銀次・武田徳雄 (1932): 鹿児島高農学術報告 10: 237.
- 10) PIEPERS, M. C. and P. C. T. SNELLEN (1900): Tijds. v. Ent., 43: 74～78.
- 11) 笹川満広・武田光能 (1981): 応動昆第25回大会講要.

胞子表面構造による黒穂菌の分類

筑波大学農林学系 かき しま まこと
柿 島 真

はじめに

黒穂菌 (smut fungi) は植物に寄生し、いわゆる黒穂病を起こす病原菌の一群である。分類学的には、担子菌亜門 (Basidiomycotina) 一半担子菌綱 (Teliomycetes) 一クロボキン目 (Ustilaginales) に含まれる菌群で、世界中で約 1,100 種が知られている²²⁾。黒穂病は各種の農作物に発生し、かつては大きな被害を与えたが、種子消毒の普及により近年は著しく減少した。しかしながら、現在でもムギ類の作付け面積の増加に伴い、オオムギ裸黒穂病、コムギ網なまぐさ黒穂病、コムギから黒穂病の発生が認められる。またトウモロコシ黒穂病も依然として各地で発生し、更に沖縄県ではサトウキビ黒穂病の発生も報告されている。

これらの黒穂病の分類学的研究は、欧米では古くから行われ、モノグラフが発行されている国も多い。我が国でも、1936 年伊藤¹⁾ が日本列島、朝鮮半島及び満州に分布する黒穂菌を地理誌的及び分類学的に研究し、2科 13 属 141 種を記載している。これらのモノグラフでは、いずれも科の分類は黒穂胞子の発芽様式、属の分類は胞子堆及び胞子の形態を分類基準としているが、種の段階の分類となると、寄主植物の種類を重要な分類基準としている。したがって、形態的に酷似している種でも、寄主植物の種類が異なると別種として取り扱われているものも少なくない。

この分類方式に対して、FISCHER and SHAW⁸⁾ は黒穂菌の形態を分類基準として重視し、寄主植物は科の段階の違いを分類基準として採用するという新しい分類体系を提案した。この分類体系は、寄生性に大きく依存していたそれまでの分類体系よりも高く評価されるが、科の段階では、やはり寄主植物の種類を分類基準として取り扱っている。そこで筆者は、寄主植物に依存している黒穂菌の種の分類を再検討するため、黒穂菌の形態を詳細に調べた結果、黒穂胞子の表面構造が種の分類基準として適用できることを見いだした。本稿では、この黒穂胞子の表面構造と種の分類を中心に、黒穂菌の科及び属の取り扱い、更に農作物に寄生する数種の黒穂菌の分類学的取り扱いについて述べる。

I 黒穂菌の科について

従来、クロボキン目は黒穂胞子の発芽様式に基づいて、クロボキン科 (Ustilaginaceae) とナマグサクロボキン科 (Tilletiaceae) の 2 科に分類されている^{11, 19, 22)}。すなわち、前者の黒穂胞子は発芽して生ずる前菌系に隔膜が形成されるが、後者では隔膜が形成されない。しかし、これら 2 科の発芽様式のいずれとも異なる発芽様式を示す黒穂菌も知られており、発芽様式に基づいて黒穂菌を 2 科に分類することの可否については古くから多くの論議が行われていた⁷⁾。筆者も数種の黒穂菌を採集し、その発芽様式を調べたところ、上記 2 科の分類基準とされている発芽様式以外の様式で発芽する黒穂菌も観察され、更に同一種内においても、発芽様式は必ずしも一定していなかった。これらの点から、FISCHER and HOLTON⁷⁾ の見解のように、クロボキン目の 2 科を統一してクロボキン科 1 科として取り扱うのが妥当であると考える。

II 黒穂菌の属の分類

黒穂菌の属は、主に胞子堆と胞子の形状により分類され、BISBY and AINSWORTH²⁾ は 34 属、FISCHER and HOLTON⁷⁾ は 33 属、DURÁN⁴⁾ は 35 属を認めている。伊藤¹⁾ は日本産の属として *Cintractia* (= *Anthracoidea*), *Doassansia*, *Entyloma*, *Farysia*, *Melanopsichium*, *Melanotaenium*, *Sorosporium*, *Sphacelotheca*, *Thecaphora*, *Tilletia*, *Tolyposporium*, *Tuburcinia* (= *Urocystis*), *Ustilago* の 13 属を明らかにしている。この中で伊藤は *Urocystis* は *Tuburcinia* の、*Anthracoidea* は *Cintractia* のそれぞれ異名として取り扱っているが、FISCHER and HOLTON⁷⁾ 及び DURÁN⁴⁾ によれば、*Tuburcinia* は胞子堆が寄主植物の組織内に埋れ、*Urocystis* は胞子堆が成熟すると裂開し、粉状となるという大きな相違があるため、明確に区別する必要があるとしている。また、*Anthracoidea* と *Cintractia* は KUKKONEN¹⁴⁾ によれば、胞子の形成方法が異なるため、*Cintractia* の胞子堆内には菌糸片が残存し、*Anthracoidea* には残存しないとして区別している。更に伊藤¹⁾ が *Tuburcinia waldsteiniae* LIRO とした一種は、FISCHER⁶⁾ によれば胞子の発芽形態より、*Urocystis* に属する。これらの属の分類は、研究者

により若干の意見の相違はあるが、現時点では DURÁN⁴⁾の分類方式に従うのが最も妥当であると思われる。筆者も DURÁN に従ったが、それによると TERUI and HARADA²⁰⁾が報告した *Neovossia* を含めて日本産の属は第2表のように17属となる。

III 黒穂胞子の表面構造

黒穂菌は、寄主植物の花器、葉、茎、根茎などに胞子堆を発達させ、そこに多量の黒穂胞子を形成する。この黒穂胞子は形が極めて小さいため、その表面構造については従来簡単な記載があるにすぎない。

近年電子顕微鏡の発達により、これを用いて黒穂胞子を詳細に観察する試みがなされるようになった。太田¹⁷⁾は26種の *Ustilago* 属菌を観察し、従来表面が平滑とされた種にもいぼ状の小突起があることを明らかにし、更に26種をその表面構造により5グループに区分している。その後多くの研究者の観察から、黒穂胞子の表面構造には様々な形状のものがあることが明らかになり、分類学的形質として使用できることが示唆された^{12, 21)}。

近年、走査電顕が手軽に利用できるようになってきたため、多くの菌類の胞子の表面構造が調べられ、またそれらが菌類の分類や区別に大いに役立っている³⁾。これらの状況下で、筆者は日本産黒穂菌の胞子の表面構造を走査電顕を用いて観察した。観察には主に乾燥標本を用いた。黒穂胞子を試料台の上にはり付けた両面テープ上に薄く落とし、イオンコートで金蒸着して観察した。この方法によると、一般に菌類の胞子の観察に使用されている方法(固定—脱水—臨界面乾燥—蒸着—観察)³⁾に比べて胞子の形は、幾分変形しているが、表面構造を知るためには十分である。ただ、*Urocystis* 属の黒穂胞子のように周囲に不稔周辺細胞を持っているものでは、この細胞が乾燥のためへこんでしまう。また筆者は、1900年代の初めのころの古い乾燥標本も多数観察したが、表面構造は破壊されずに残っていて十分観察できた。

これらの観察の結果、黒穂胞子の表面構造は、従来の知見より更に様々な形状を示し、また光顕観察による記載とは異なる表面構造を示すものも多数あった。例えば、伊藤¹¹⁾の記載によれば表面構造が平滑であるとされている *Ustilago shiraiana* P. HENN. (口絵写真②)などは明らかにいぼ状の突起があることが判明した。また、同一種について多数の試料を調べた結果、表面構造は、同一種内では安定した形質であることも明らかとなった。観察結果より表面構造を Type S, MV, V, ME, E, T, LR, NR, BR, P, C の11 Type に区別することができた(図、第1表)¹²⁾。第1表には各 Type の表

面構造の特徴と代表的な種を示した。

Type S は表面が平滑なもので、最も多くの種で観察され、*Doassansia*, *Entyloma*, *Melanotaenium*, *Tuburcinia* の各属の種はすべて Type S を示した。Type MV, V, ME, E, T は、従来いぼ状あるいは刺状として記載され、相互の区別があまり明確でなかったものであるが、筆者はいぼ状あるいは刺状の突起の大きさの違いにより、明確に区別することができた。これらのうち、Type MV のいぼ状突起は、 $0.2\ \mu\text{m}$ 以下の最も小さな突起であるが、光顕では極めて観察が困難で、従来表面は平滑と記載されていたものが多い。Type V, ME, E, T の突起は、Type ME がやや観察が困難なほかは、光顕でも観察でき、特に微分干渉顕微鏡などを利用すると観察しやすい。Type T の突起は走査電顕で観察すると、粒状の突起が密に分布し、極めて特徴的であるが、これは大きな刺状の突起の上に膜があり、この膜が刺と重なるため、このような形状を呈すると思われる。この Type T は *Tilletia* 属の種のみで観察された。また、Type V は典型的ないぼ状の突起であるが、*Ustilago* 属の2種のみでしか観察されなかった。Type LR, NR, BR はいずれも網目状の構造を示すものであるが、この網目状構造物の突出部の高さと同幅により明確に区別することができた。これらはいずれも従来は網目状と記載はされていたが、筆者の観察で、網目状構造にも三つの Type があることが明らかとなった。Type LR の網目状構造は、Type MV あるいは ME の小さいいぼ状あるいは乳頭状の小さな突起が連続してできたような構造の網目であり、*Ustilago* 属の3種のみで観察された。Type NR, BR はいずれも網目構造の高さが極めて高く ($0.5\ \mu\text{m}$ 以上)、きれいな網目状を示すが、Type NR はその突出部の幅が狭い ($0.4\ \mu\text{m}$ 以内)のに対して、Type BR は突出部の幅が広い ($0.4\ \mu\text{m}$ 以上)ので、明確に区別することができる。また観察の結果、Type NR は *Ustilago* 属の、Type BR は *Tilletia* 属のそれぞれ特有の網目状構造であると思われる。従来、ツクサに寄生する黒穂菌について、黒穂胞子の発芽様式が不明のため、*Tilletia* 属に所属させるべきか^{5, 11)}、あるいは *Ustilago* 属に所属させるべきか²²⁾、意見の相違がある。筆者はこの表面構造を調べた結果、*Ustilago* 属に特有の網目状構造であると思われる Type NR であることが明らかになったため、ZUNDEL²²⁾に従い *Ustilago commelinae* (Kom.) ZUNDEL とするのが妥当であると考え(口絵写真⑦)。Type P は陥没状構造を示すものであるが、網目状構造の突出部の幅が広がったものとも考えられる。この Type は TERUI and HARADA²⁰⁾が

第1表 黒穂胞子の表面構造

Type	表面構造	代表的な種 (寄主植物)
S (平滑)	平滑あるいはごくわずかに凹凸を示す	<i>Entyloma dactylidis</i> (PASS.) CIF. (イネ, ナガバグサ, イヌビエ) <i>Sphacelotheca destruens</i> (SCHLECHT.) STEV. et JOHNS. (キビ) <i>Tilletia foetida</i> (BAUER) LIRO (コムギ) <i>Tolyposporium bullatum</i> (SCHRÖT.) SCHRÖT. (イヌビエ) <i>Ustilago crameri</i> KÖRN. (アワ) <i>U. cynodontis</i> (PASS.) P. HENN. (ギョウギシバ) <i>U. hordei</i> (PERS.) LAGERH. (オオムギ, エンバク)
MV (小さいぼ状)	小さいぼ状突起を有し, いぼの高さ $0.2\mu\text{m}$ 以下, いぼはときにゆかし, ひも状あるいは網目状に観察される	<i>Anthracoidea caricis</i> (PERS.) BREF. (ヒカゲスゲ, ミヤマカンスゲなど) <i>Sphacelotheca hydro-piperis</i> (SCHUM.) de BARY (ハナタデ, イスタデなど) <i>Ustilago shiraiana</i> P. HENN. (マダケ, ハテクなど)
V (いぼ状)	MV より大きいいぼ状突起 ($0.2\sim 0.4\mu\text{m}$) を有し, いぼの先端は平滑, 二, 三のいぼがゆ合することがある	<i>Ustilago esculenta</i> P. HENN. (マコモ)
ME (小刺状)	小刺状突起から乳頭状突起までを有し, MV のいぼより突起は高く, $0.2\sim 0.5\mu\text{m}$	<i>Sphacelotheca cruenta</i> (KÜHN) POTTER (モロコシ) <i>S. sorghi</i> (LINK) CLINT. (モロコシ) <i>Ustilago avenae</i> (PERS.) ROSTR. (エンバク, オオカニツリ) <i>U. grandis</i> FRIES (ヨシ) <i>U. kusanoi</i> P. et H. SYDOW (ススキ, オギなど) <i>U. nuda</i> (JENS.) ROSTR. (オオムギ, コムギ) <i>U. scitaminea</i> P. et H. SYDOW (サトウキビ) <i>U. syntherismae</i> (SCHW.) PECK (メヒシバ, アキメヒシバ)
E (刺状)	MV, V, ME のいずれよりも大きい刺状突起 ($0.5\sim 2.0\mu\text{m}$) 及びその突起間に小さいいぼ状あるいは乳頭状の突起を有する	<i>Sphacelotheca reiliana</i> (KÜHN) CLINT. (モロコシ) <i>Ustilago coicis</i> BREF. (ハトムギ) <i>U. crus-galli</i> TRACY et EARLE (イヌビエ) <i>U. maydis</i> (DC.) CORDA (トウモロコシ) <i>U. neglecta</i> NIESSL (キンエノコロ) <i>U. sphaerogena</i> BURR. (イヌビエ) <i>U. striiformis</i> (WEST.) NIESSL (ヌカボ, オオアワガエリなど)
T (粒状)	大きい粒状突起から極めて大きい刺状突起 (突起の基部の径 $1.0\sim 2.0\mu\text{m}$, 高さ $2.0\sim 4.0\mu\text{m}$) を密に有する	<i>Tilletia alopecuri</i> (SAWADA) LING (スズメノテッポウ) <i>T. barclayana</i> (BREF.) SACC. et SYDOW (イネ, イヌビエ, チカラシバ) <i>T. setariae</i> LING (キンエノコロ)
LR (網目状でその突出部の高さが低い)	網目状構造を有し, その構造物の高さ $0.5\mu\text{m}$ 以下	<i>Ustilago nepalensis</i> LIRO (タニソバ)

<p>NR (網目状でその突起は高く幅は狭い)</p>	<p>網目状構造を有し、その構造物の高さ 0.5μm 以上、幅 0.4 μm 以内</p>	<p><i>Ustilago commelinae</i> (KOM.) ZUNDEL (ツニクサ) <i>U. kuhneana</i> WOLFF (スイバ) <i>U. utriculosa</i> (NEES) UNGER (イスタデ、サナヘタデなど)</p>
<p>BR (網目状でその突起は高く幅は広い)</p>	<p>網目状構造を有し、その構造物の高さ 0.5μm 以上、幅 0.4 μm 以上</p>	<p><i>Tilletia caries</i> (DC.) TUL. (コムギ) <i>T. controversa</i> KÜHN (オオムギ) <i>T. decipiens</i> (PERS.) KÖRN. (クサヨシ)</p>
<p>P (陥没状)</p>	<p>陥没状構造を有す</p>	<p><i>Neovossia danubialis</i> SÄVUL. (ヨシ)</p>
<p>C (不稔細胞に包まれる)</p>	<p>多くの不稔周辺細胞に包まれる</p>	<p><i>Urocystis agropyri</i> (PREUSS) FISCH. v. WALDH. (コムギ、ミノイチゴツナギなど) <i>U. anemones</i> (PERS.) ROSTR. (ニリンソウ、アスマイチゲなど) <i>U. cepulae</i> FROST (タマネギ)</p>

報告した *Neovossia* 属の 1 種において観察された。Type C は黒黴胞子 (多くの場合は黒黴胞子団) が、不稔周辺細胞により包まれているもので、これは黒黴胞子そのものの表面構造とは異なるが、大きな形態的特徴であるので一つの Type として取り上げた。*Urocystis* 属の種はすべてこの Type C を示し、この属の特徴であると思われる。

このように黒黴胞子の表面構造には 11 の Type があることが明らかになったが、観察結果からこの Type 間の系統的な関係を類推してみた。Type S は平滑な表面構造を有するもので、ここでは最も始原的なものと考えた。次に Type MV, V, ME, E, T は Type S から分化したもので、各発達段階のいはいはあるいは刺状の突起で、これらのうち最も分化し発達したものは Type T と考えられる。網目状構造を持つ Type LR は、Type MV のいは状突起がゆがんだときと同じように観察されることから、Type MV から分化し発達したものと考えられる。Type E の刺状突起がゆがると Type NR のように観察され、Type V のいは状突起がゆがると Type BR のように観察されることから、Type E と NR, Type V と BR とはそれぞれ関連があることが推測される。更に Type BR と P は、Type NR の網目状構造物の突起の幅が発達したものと推測され、Type C は Type S から独自に発達したものと推測された。

IV 胞子表面構造に基づいた黒黴菌の分類

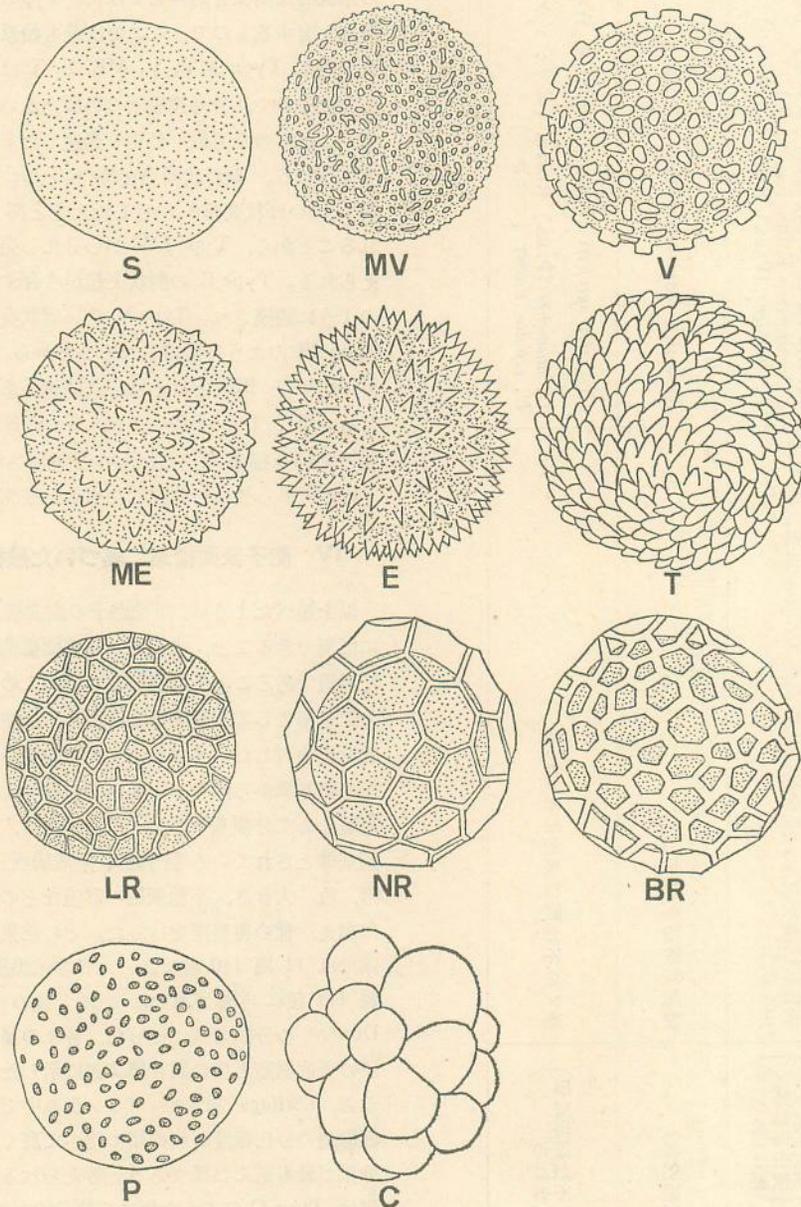
以上述べたように、黒黴胞子の表面構造が 11 の Type に区別できること、またそれら表面構造は極めて安定した形質であることが判明したので、この表面構造を種の種類基準として重視する立場から、黒黴菌の種の種類方式を再検討した。すなわち、従来重視されていた寄生性を種類基準から除き、表面構造の Type を最も安定した形質として種類基準の第一に取り上げ、次に従来から分類基準とされている胞子堆の形成場所と形状、胞子の形、色、大きさ、不稔細胞の形態などの形質を分類基準に加え、種の再整理を行った。その結果、従来の分類体系では 14 属 140 種であった日本産黒黴菌^{9,11,20}が 17 属 114 種に再編された。なお、属の分類については DURÁN⁹ の分類方式に従った。各々の属における黒黴胞子の表面構造と種の数を第 2 表に示した。これらの属のうち、*Ustilago* 属はクロボキノ目の中でも種の数及び表面構造の分化程度が他の属に比べて高く、属内での種の分化が最も進んだ属であると考えられる。また *Urocystis* 属は Type C のような極めて特徴的な黒黴胞子を有し、クロボキノ目の中で独自に進化した属と考えられる。

この胞子の表面構造を重視する筆者の新分類体系は、寄生性を重視する従来の分類体系と異なり、黒穂菌自体の形態に基づくものであり、黒穂菌のより妥当な分類方式であると考えられる。この方式は、寄生性は植物の科の段階の違いを分類基準として採用するという FISCHER and SHAW⁸⁾ の分類体系と結果的にかなり近いものとなった。このことは、やはり寄生性は植物の科ぐらいの段階で考慮されればよいように思われる。このように、筆者の分類体系は、黒穂菌の形態に基づいて寄生性は考

慮していないが、もし寄生性を表現したいときは種以下の段階の生態型 (forma specialis) の概念に従えばよいと考える。

V 農作物に寄生する数種の黒穂菌の学名

農作物に寄生する黒穂菌の学名については、平塚¹⁰⁾のムギ類に寄生する黒穂菌の学名の解説や、日本有用植物病名目録第1巻などがあるが、筆者の分類体系に従うと一部学名の変更になるものがある。ここでは、イネ、コ



黒穂胞子表面構造の模式図

第2表 各属における黒穂胞子の表面構造の Type 別の種数

属名	表面構造の Type											計	
	S	MV	V	ME	E	T	LR	NR	BR	P	C		
<i>Anthracoidea</i>		5			1								6
<i>Cintractia</i>	2	4											6
<i>Doassansia</i>	3												3
<i>Entyloma</i>	10												10
<i>Farysia</i>	1	2											3
<i>Melanopsichium</i>	1	1		1									3
<i>Melanotaenium</i>	3												3
<i>Neovossia</i>										1			1
<i>Sorosporium</i>	1	1		6									8
<i>Sphacelotheca</i>	1	3		3	1								8
<i>Thecaphora</i>		2		1									3
<i>Tilletia</i>	1					1	3				3		8
<i>Tolyposporium</i>	1												1
<i>Tubercinia</i>	3												3
<i>Urocystis</i>												14	14
<i>Ustacystis</i>	1												1
<i>Ustilago</i>	4	2	2	8	9		3	5					33
計	32	20	2	19	12	3	3	5	3	1	14		114

ムギ, オオムギ, エンバク, に寄生する黒穂菌について、筆者の分類体系での分類学的取り扱いについて述べる。

1 イネすみ黒穂病菌

Tilletia barclayana (BREF.) SACC. et SYDOW

Syn. *Neovossia barclayana* BREF.

Tilletia horrida TAKAHASHI

Neovossia horrida PADWICK et KHAN

本菌は子房に胞子堆を形成し、黒穂胞子は Type T の表面構造を示す。従来、*T. horrida* として取り扱われていたが、*T. barclayana* と形態的差異は認められないため、DURÁN and FISCHER⁵⁾ 及び AINSWORTH¹⁾ に従い上記学名を採用した。なお、本菌はイネのほかチカラシバ、イヌビエなどにも寄生する (口絵写真⑥)。

2 イネ黒しゅ病菌

Entyloma dactylidis (PASS.) CIF.

Syn. *Thecaphora dactylidis* PASS.

Entyloma irregulare JOHANS.

Entyloma oryzae P. et H. SYDOW

Entyloma speciosum SCHRÖT. et P. HENN.

本菌は葉の組織内に胞子堆を形成し、黒穂胞子の表面構造は Type S。伊藤¹¹⁾ はイネに寄生するものを *E. oryzae*, ナガバグサに寄生するものを *E. irregulare*, イヌビエに寄生するものを *E. speciosum* と寄生性により区別したが、いずれも形態的差異は認められないため、FISCHER⁶⁾ に従い上記学名を採用した。

3 オオムギ及びコムギ裸黒穂病菌

Ustilago nuda (JENS.) ROSTR.

Syn. *Ustilago tritici* (PERS.) ROSTR.

一般にオオムギに寄生するものを *U. nuda*, コムギに寄生するものを *U. tritici* としているが、両菌に形態的差異はなく、寄生性のみで別種とされている。形態的差異がない以上、FISCHER⁶⁾ 及び PUNITHALINGAM and WATERSTON¹⁸⁾ の見解のように両菌を同一種とするのが妥当であると考えられる。本菌の黒穂胞子の表面構造は Type ME (口絵写真③)。

4 エンバク裸黒穂病菌

Ustilago avenae (PERS.) ROSTR.

Syn. *Ustilago avenae* JENS.

Ustilago perennans ROSTR.

黒穂胞子の表面構造は Type ME で、オオムギ、コムギの裸黒穂病菌と形態的に差異はないが、発芽様式が異なる。すなわち、*U. nuda* の黒穂胞子は発芽して直接菌糸となるのにたいして、*U. avenae* のそれは発芽して小生子を形成する。本菌はエンバクのほかオオカニツリにも寄生する。

5 オオムギ及びエンバク堅黒穂病菌

Ustilago hordei (PERS.) LAGERH.

Syn. *Ustilago hordei* KELLERM. et SW.

Ustilago kolleri WILLE

Ustilago levis MAGN.

一般にオオムギに寄生するものを *U. hordei*, エンバ

クに寄生するものを *U. kolleri* としているが、両菌に形態的差異はないので、FISCHER⁶⁾ に従い上記学名を採用した。黒穂胞子の表面構造は Type S (口絵写真①)。

6 コムギ網なまぐさ黒穂病菌

Tilletia caries (DC.) TUL.

Syn. *Tilletia tritici* WINT.

本菌の胞子堆は子房に形成され、黒穂胞子表面構造は Type BR (口絵写真②)。発生の初期は健全な穂と区別が難しいため見落としやすい。

7 オオムギなまぐさ黒穂病菌

Tilletia controversa KÜHN

Syn. *Tilletia panicii* BUB. et RANOJ.

DURÁN and FISCHER⁵⁾ に従い上記学名を採用した。黒穂胞子の表面構造は、*T. caries* と同じ Type BR であるが、網目状構造の突出部の高さが *T. caries* より高い。

8 コムギ丸なまぐさ黒穂病菌

Tilletia foetida (BAUER) LIRO

Syn. *Tilletia foetida* (WALLR.) LIRO

Tilletia foetens SCHRÖT.

Tilletia foetens TRELEASE

Tilletia laevis KÜHN

黒穂胞子の表面構造は Type S。一般に *T. foetida* (WALLR.) LIRO が採用されているが、命名規約上 SÄVULESCU¹⁹⁾ に従い上記学名を採用するのが妥当である。

9 コムギから黒穂病菌

Urocystis agropyri (PREUSS) FISCH. v. WALDH.

Syn. *Urocystis agropyri* SCHRÖT.

Tubercinia agropyri LIRO

Tubercinia poae LIRO

Urocystis poae PADWICK et KHAN

Urocystis tritici KÖRN.

Tubercinia tritici LIRO

伊藤¹¹⁾は LIRO¹⁴⁾ に従い *T. tritici* としたが、本菌の胞子堆は葉に形成され、成熟後は裂開して粉状となるため、*Urocystis* 属とするのが妥当である。また、コムギ、ミゾイチゴツナギ、ハマニシクに寄生する菌をそれぞれ別種としたが、形態的差異は認められないため、FISCHER⁶⁾ に従い同一種として取り扱った。またコメガヤに寄生する種も HARADA⁹⁾ により報告されたが、本菌と形態的に一致する。学名については、一般に *U. agropyri* (PREUSS) SCHRÖT. が多く用いられているが、命名規約上 LINDBERG¹⁵⁾ 及び KOCHMAN and MAJEWSKI¹²⁾ に従い上記学名を採用するのが妥当である。黒穂胞子の表面構造は Type C を示す (口絵写真③)。

おわりに

近年走査電顕の普及により、その利用が容易にできるようになったため、多くの菌類の胞子の表面構造が明らかにされつつある。これら胞子の表面構造は簡単なものから複雑なものまで、様々であるが、平滑、いぼ、刺、網目状の構造が基本となっているものが多い。しかし、これらの表面構造が、その胞子にとってどういう“意味”があるのかは明らかにされていない。表面構造はなんらかの機能を有しているのであろうか、それとも単なる“飾り”にすぎないのであるか、大変興味あるところである。

稿を終えるにあたり、貴重な標本の使用を御快諾下さるとともに有益な御意見をいただいた菌茸研究所長平塚直秀博士に厚く感謝の意を表す。また、終始変わらぬ御指導と御鞭達をいただいた筑波大学農林学系教授佐藤昭二博士、同助教授勝屋敬三博士、ならびに同大生物科学系教授椿 啓介博士に心より感謝の意を表す。

主な引用文献

- 1) AINSWORTH, G. C. (1965): C. M. I. Descriptions of pathogenic fungi and bacteria No. 75, Commonwealth Mycol. Inst., Kew.
- 2) BISBY, G. R. and G. C. AINSWORTH (1943): Trans. Br. mycol. Soc. 26: 16~19.
- 3) COLE, G. T. and R. A. SAMSON (1979): Patterns of development in conidial fungi, Pitman, London, 190pp.
- 4) DURÁN, R. (1973): Ustilaginales, In the Fungi Vol. 4B (AINSWORTH et al. eds.), Academic Press, New York, p 281~300.
- 5) ——— and G. W. FISCHER (1961): The genus *Tilletia*, Washington State Univ., 139 pp.
- 6) FISCHER, G. W. (1953): Manual of the North American smut fungi. Ronald Press, New York, 343 pp.
- 7) ——— and C. S. HOLTON (1957): Biology and control of the smut fungi, Ronald Press, New York, 622 pp.
- 8) ——— and C. G. SHAW (1953): Phytopathology 43: 181~188.
- 9) HARADA, Y. (1978): Trans. mycol. Soc. Japan 19: 193~196.
- 10) 平塚直秀 (1954): 日植病報 18: 129~131.
- 11) 伊藤誠哉 (1936): 大日本菌類誌第2巻第1号, 養賢堂, 東京, 146pp.
- 12) KAKISHIMA, M. (1980): Trans. mycol. Soc. Japan 21: 423~433.
- 13) KOCHMAN, J. and T. MAJEWSKI (1973): Grzyby (Mycota) 5, Polska Akad. Nauk., Warszawa, 270 pp.
- 14) KUKKONEN, I. (1963): Ann. Bot. Soc. Zool.

- Bot. Fenn. Vanamo 34:1~122.
- 15) LINDBERG, B. (1959): Symb. Bot. Upsal. 16:1~175.
- 16) LIRO, J. I. (1924): Ann. Univ. Fenn. Abo. Ser. A 1:1~153.
- 17) 太田隆三 (1966): 日菌報 7:259~263.
- 18) PUNITHALINGAM, E. and J. M. WATERSTON (1970): C. M. I. Descriptions of pathogenic fungi and bacteria No. 280, Commonwealth Mycol. Inst., Kew.
- 19) SĂVULESCU, T. (1957): Ustilaginele din Republica Populară Română Vol. 2, Bucharest, 1168 pp.
- 20) TERUI, M. and Y. HARADA (1974): Trans. mycol. Soc. Japan 15:215~217.
- 21) ZOGG, H. and F. H. SCHWINN (1971): Trans. Br. mycol. Soc. 57:403~410.
- 22) ZUNDEL, G. L. (1953): The Ustilaginales of the World, Pennsylvania State Univ., Pennsylvania, 410 pp.

協会だより

一本会

○生理活性物質と害虫防除に関するシンポジウム開催
フェロモン研究会では、56年度の事業の一つとして、
標記のシンポジウムを下記要領で開催する。

- 1 日時: 昭和56年10月2日(金) 13:00~17:00
- 2 場所: 家の光会館1階講習会室
新宿区市ヶ谷船河原町 1-1 電話 260-3198
- 3 プログラム
- 1) フェロモン構造研究と害虫管理への応用
USDA ベルツビル有機合成研究室
Primmer, J. R.

- 2) 化学行動学: 昆虫フェロモン研究の全体的
アプローチ
USDA 誘引物質・行動・基礎生物学研究所
Tumlinson, J. H.
- 3) 抗幼若ホルモン: その化学作用機作及び将来
展望
ニューヨーク州立農業試験場 Bowers, W. S.
- 4) エクジステロイドと阻害物質: 害虫の脱皮
サイクル攪乱物質
USDA ベルツビル昆虫生理学研究室
Svoboda, J. A.
- 5) 作物由来の昆虫発育阻害物質
USDA パークレー植物成分研究室
Waiss, A. Jr.

本会発行新刊図書

待望の増補改訂新版ついに刊行!!

農薬ハンドブック 1981 年版

福永一夫 (理化学研究所名誉研究員) 編集
農業技術研究所農薬科・農薬検査所等担当技官執筆

3,200 円 送料 250 円

B 6 判 493 ページ 美装幀 ビニールカバー付

現在市販されている農薬を殺虫剤, 殺菌剤, 殺虫殺菌剤, 除草剤, 殺そ剤, 植物成長調整剤, 忌避剤, 誘引剤, 展着剤などに分け, 各薬剤の作用特性, 毒性・残留性, 製剤 (主な商品名を入れた剤型別薬剤の紹介), 適用病害虫, 取り扱い上の注意などの解説を中心とし, ほかに一般名・商品名, 化学名・化学構造式・物理化学的性質, 毒性・残留性を表とした農薬成分一覧表, 農薬残留基準・農薬登録保留基準・農薬安全使用基準の解説, 55年7月1日~56年3月31日間に登録された新規成分の薬剤を集めた追補, 薬剤名・商品名・一般名・化学名よりひける索引を付した植物防疫関係者座右の書!!

お申込みは前金 (現金・振替・小為替) で本会へ

改正された果樹母樹ウイルス病検査要領

農林水産省農蚕園芸局植物防疫課 ^あ ^く ^ね ^{みつ} ^{あき}
阿久根 光 明

はじめに

果樹のウイルス病対策は、健全な母樹を確保し、それから採取した健全な穂木を用いて繁殖を行うことが基本である。

このため、我が国においては昭和36年から果樹農業振興対策の一環として、果樹母樹のウイルス病検査制度が発足し、36年から40年まではカンキツ、リンゴを、41年以降はこれらのほかモモ、オウトウ、ブドウを加えた計5種類の母樹について植物防疫官による検査を実施してきている。

この間、ウンシュウミカンの萎縮病、リンゴの高接病、モモ及びオウトウのネクロティックリングスポットウイルス、ブドウのファンリーフウイルスなどを主対象に検査を行い、一定の成果を挙げてきた。

しかし、最近カンキツ類においては、ウンシュウミカンの過剰生産対策として、晩柑類やウンシュウミカンの極早生系統への品種更新の進展に伴い、カンキツモザイク病やトリステザウイルスなどが多発し、またその他の果樹についても、品種の多様化に伴い各種のウイルス病の被害が問題となっている。

一方、近年我が国における果樹ウイルス病の研究は著しく進展し、これらのウイルス病についての的確な検定技法も確立されるに至った。

そこで、今般検査対象ウイルスの特定や検査方法の強化などを主体に、次のような「果樹母樹ウイルス病検査要領」の改正が行われた。

I 改正の要点

1 検査対象ウイルス病の特定

旧要領では、それぞれの果樹に発生するすべてのウイルス病を対象としていた。しかし、すべてのウイルス病を対象に検査し、無病健全な母樹を確保することは望ましいことではあるが、現在一般に行われている接種検定一つを例にとっても、ウイルス病の種類ごとに異なる種類の検定植物を準備しなければならず、またウイルス病の種類によっては検定に数年を要することなど、実態的に対応が困難である。

The New Inspection Manual of Fruit Tree Mother Stocks By Mitsuaki AKUNE

検査対象ウイルス

母樹の種類	ウイルス
かんきつ	Satsuma dwarf virus のグループ Citrus tristeza virus Citrus tatter leaf (citrange stunt) virus Citrus exocortis viroid
りんご	Apple chlorotic leafspot virus Apple stem pitting virus Apple stem grooving virus
ぶどう	Grapevine fanleaf virus Grapevine leaf roll virus Grapevine corky bark virus Grapevine fleck virus
もも	Prunus necrotic ringspot virus Prune dwarf virus
おうとう	Prunus necrotic ringspot virus Prune dwarf virus

一方、ウイルス病の種類によっては、果樹が保毒していても生産上ほとんど問題とならないものもある。このようなことから、現在及び将来にわたって、果樹生産にとって重大な影響を及ぼす恐れがあり、かつ検定技法の確立されているウイルス病を特定して、これを重点的に検査することとなった。

2 検査方法の強化

旧要領では、果樹母樹園における肉眼検査を主体とし、園地検査において外観から罹病の有無の判定が困難なものについてのみ指標植物を用いて接種検定を行うこととしていたが、外観からの検査では、症状の発現していない、いわゆる保毒樹についてのチェックは不可能であり、検査の網の目からこぼれる恐れがあった。

一方、最近果樹ウイルス病の検定方法は、血清学的手法を中心に、比較的簡便で迅速な検定方法が開発されている。

このようなことから、今後は母樹の所在地における検査を「1次検査」、検定室や温室における検査を「2次検査」として明確に位置付け、1次検査においては、外観の異常、ステムピッチングの有無などについて行い、2次検査においては接種検定法、ELISA法、直接蛍光診断法などにより精密検定を行うこととした。

このため母樹がウイルス病に罹病しているか否かの判

定は、1次検査で明瞭な病徴を呈しているものを除き、2次検査における精密検定結果によって行うこととなった。

3 合格基準の改正

旧要領においては、原則として園地検査の結果、ウイルス病の症状の認められたものを不合格とし、その他は判定困難な一部のものを除き、合格として取り扱うこととしていた。しかし新要領においては、園地検査（1次検査）で明瞭な病徴を呈しているものは当然不合格とするが、その他のものは罹病（保毒）の恐れのあるものとして、精密検定（2次検査）の結果を待って判定することとした。

ただし、カンキツのトリステザウイルスによるステムピッチング症状については、カンキツの種類によって被害程度が異なること、干渉作用を利用するため、無毒化したものに弱毒ウイルスを接種したのがあることなどから、一律に判定できないため、症状の発生度により判定することとなった。

4 検査結果の通知内容などの充実

旧要領においては、検査結果を関係県などへ通知する場合、ウイルス病の罹病程度や判定の具体的方法などが明らかにされていなかったが、今後これについてより具体的な内容を通知し、関係都道府県が健全母樹を確保するための参考に資することとなった。

II 今後の問題

1 植物防疫所における検定体制の整備

すべての母樹について精密検定を実施することになると、現在の植物防疫所の検定施設では必ずしも十分ではなく、接種検定法主体の検定法では相当の時間と労力が必要となる。

したがって、今後検定に必要な施設や備品などの整備を逐次図っていく一方、一部のウイルスで実用化されているELISA法や蛍光抗体法など施設を必要とせず、かつ簡便で迅速な検定技法を他のウイルスについても速やかに実用化する必要がある。

なお、当面の検定は現在の施設を効率的に活用しながら、年次計画により実施していくこととしている。

2 各県における無病母樹の育成

肉眼検査主体の検査から精密検定主体の検査になると、果樹の種類によっては、罹病樹または保毒樹と判定されるものが従来よりも増加することが考えられる。

幾つかの県においては、昭和53年から開始された「果樹ウイルス無毒化施設導入事業」により、無毒化のための施設が整備され、各品種について無毒化が進められているようであるが、その他の果実生産県においても無毒化個体の育成や導入を積極的に推進し、無病母樹を確保する必要がある。

3 母樹検疫と苗木生産の直結

無病健全な母樹が設置されても、苗木生産がこれに直結していなければ、せっかくの母樹検疫制度も十分な成果を挙げることは期待できない。

したがって、苗木生産者に対し検定済み母樹以外からは苗木生産用穂木を採取しないよう、指導を強化する一方、検定済み穂木を用いて生産した苗木については、証明書を交付するなど、流通を促進する方策を検討する必要がある。

4 登録品種の検定

本要領で検査対象としているのは、県が設置した母樹であり、個人が所有する母樹は、県が委託母樹として設置しない限り検定の対象とならない。したがって、主として個人が所有している種苗法上の登録品種については、現在のところ検定の対象となっていない。

しかしながら、我が国の果樹全体の資質向上のためには、将来果樹産業上重要なウエイトを占めることが予想される「登録品種」の検定は不可欠であると考えられるので、今後積極的に対応を検討していく必要がある。

おわりに

近年、各種の果樹ウイルス病が問題化している中で、関係各方面から母樹検疫強化を望む声が強かったが、今回の要領改正により、制度的には一応の前進をみたと考えている。今後は、これを再出発点として、一層内容の充実を図っていくとともに、苗木生産段階における検査結果の有効活用を図っていく必要があると思われる。

果樹母樹ウイルス病検査要領

(趣旨)

第1 果樹種苗対策要綱(昭和43年10月31日付け43蚕園第755号蚕糸園芸局長通達)第3に定める植物防疫官によるウイルス病検査は、この要領により行うものとする。

(検査対象母樹)

第2 本要領に基づく植物防疫官の検査は、次に掲げる道府県の知事(以下「知事」という。)から通知されたかんきつ類、りんご、ぶどう、もも及びおうとうの果樹母樹園設置計画に係る母樹(原母樹を含む。以下同じ。)について行うものとする。

(1) かんきつ

千葉県、神奈川県、静岡県、愛知県、三重県、大阪府、兵庫県、和歌山県、島根県、広島県、山口県、徳島県、香川県、愛媛県、高知県、福岡県、佐賀県、長崎県、熊本県、大分県、宮崎県、鹿児島県

(2) りんご

北海道、青森県、岩手県、宮城県、山形県、福島県、栃木県、群馬県、長野県

(3) ぶどう

栃木県、山梨県、長野県、新潟県、石川県、岡山県、香川県

(4) もも

福島県、埼玉県、千葉県、山梨県、長野県、新潟県、石川県、岐阜県、滋賀県、岡山県、香川県

(5) おうとう

山形県

2 前項の知事の通知は、別記様式第1号により毎年4月15日までに当該道府県を管轄する植物防疫所長に対して行うものとする。

(検査対象ウイルス)

第3 検査は原則として母樹の種類ごとに別表に掲げるウイルスを対象に行うものとする。ただし、植物防疫官が必要と認める場合は、その他のウイルス病についても行うものとする。

(検査の計画と通知)

第4 植物防疫所長は、知事から第2の規定に基づき母樹園設置計画の通知があったときは、検査計画を樹立し、これを当該知事に通知するものとする。

2 植物防疫所長は、前項の通知に際し、道府県の担当者及び母樹園の管理者が植物防疫官に立会うよう

依頼するものとする。

(検査の方法等)

第5 検査は、母樹の所在地における検査(以下「1次検査」という。)及び植物防疫所における検査(以下「2次検査」という。)とする。

2 1次検査は、原則として5~6月頃及び9~10月頃の時期に行うものとする。

3 2次検査は、1次検査を実施した後に行うものとする。ただし、1次検査において明瞭な症状の認められる母樹については、当該検査を省略することができるものとする。

4 検査はすべての母樹について行うものとする。ただし、植物防疫官が必要と認めるときは、年次計画により行うことができるものとする。

5 母樹が複生母樹である場合の検査は、原母樹について行い、当該母樹についても適宜抽出して検査を行うものとする。

(合格の基準)

第6 次の各号のすべてに該当する場合は、合格とする。ただし、温州みかんについてはトリステザウイルスによるステムピッチングの発生度が極めて小さいときは、ウイルス病に病していないものとみなす。

(1) 母樹にウイルス病の症状が認められないとき

(2) 2次検査の結果、別表に掲げるウイルスが認められないとき

(3) 母樹の周辺30メートル以内に所在する果樹等が当該母樹に感染するおそれのあるウイルス病に病していないとき(ただし、ウイルス病に病している果樹等が母樹に隣接していないときは、当該病樹等が除去されれば合格としてさしつかえない。)

(検査の記録と通知)

第7 植物防疫官は、各母樹ごとに検査の成績を母樹検査台帳に記録するものとする。

2 植物防疫所長は、検査の結果を別記様式第2号により知事に通知するものとする。

第8 植物防疫所長は、検査成績を別記様式第3号により農蚕園芸局長に報告するものとする。

別記様式第1号、2号、3号省略

植物防疫基礎講座

発生予察におけるコンピューター利用 (3)

—重回帰式による発生予察の方法—

農林水産省草地試験場 しよ
見
まさ
え
衛
農林水産省果樹試験場興津支場 これ
なが
りよう
じ
二
是 永 龍 二

はじめに

永年にわたり、幾つかの地域で恒常的に蓄積されているデータや「過去」のデータを利用して、ある特定の病害虫の発生予察式を作ることができるが、そのような方法の一つに、重回帰式の利用がある。これは、生物の発生の時期や量を、それに関与している色々の原因系の1次式（正確に言うなら偏重回帰係数の1次式）により近似するもので、原因系を、 x_1, x_2, \dots, x_p とするとき、発生量 y は、例えば次式で表される。

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_p x_p + \varepsilon$$

ここに、 $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_p$ は偏重回帰係数、 ε は平均0、分散 σ^2 の正規分布に従う誤差である。

第1図は、ミカン害虫ヤノネカイガラムシの発生量に関与していると考えられる要因の作用を示したものである。年2回発生するこの昆虫の雌成虫数 y は、ここに示したように極めて多数の原因 x_i によって支配されている。現実には、この図のように、網率的に原因系の詳細なデータがとられていることは少なく、ここではこのような原因系について、10か20個の特性（説明変数）が測定されている場合を考えよう。発生予察式は、利用目的が明確であり、これに基づく予測が当たらなければならない。「当たらない式はどのような式か」、「当てるにはどうすればよいか」ということについて、筆者らの1971年以来10年にわたるヤノネカイガラムシの発生予察式作成の経験を、主として統計的な観点から述べた。

I 当たらない予察式

日本でも外国でも、重回帰式は発生予察にあまり利用されてこなかった。その理由の一つは、当たらないからだと言われている。「重回帰式は生物と環境の因果関係を包含していないから当たらないのではないか。」。したが

The Use of Computers in Forecasting of Pest Occurrence (3)

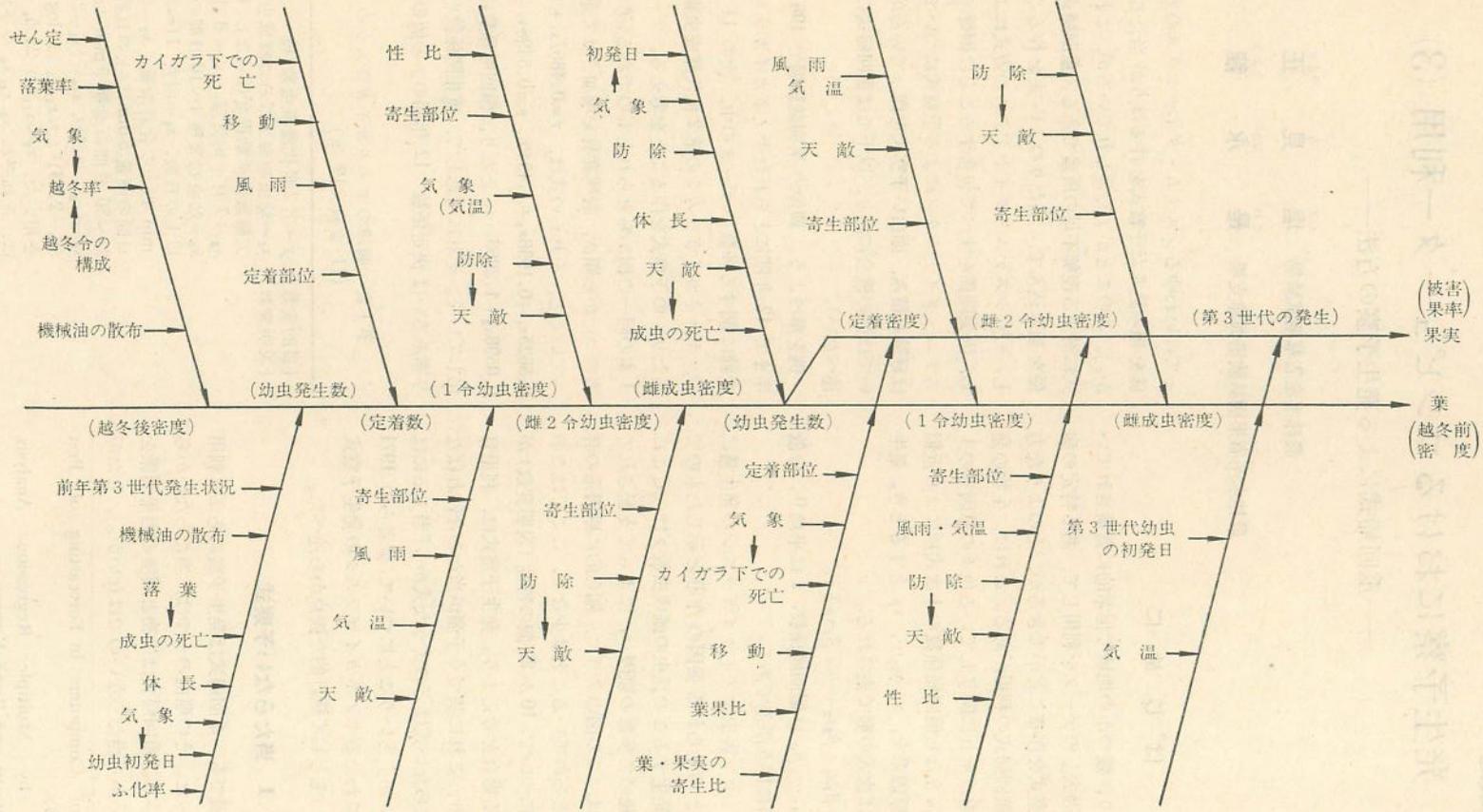
Forecasting by Multiple Regression Analysis
By Masae SHIYOMI and Ryoji KORENAGA

って、「いわゆるシステム・ダイナミクスの方法で因果関係を組み込んだ予察式を作るほうが当たるのではないか。」。このことがよく言われているが、これは、重回帰式に対する理解不足の所産である。重回帰式にも因果関係を組み込んで、当たりのよい式を作ることはできるし、一方、システム・ダイナミクスの方式によったとしても、因果関係をすべて包含することは困難であろう（システム・ダイナミクスによる予察式についても、筆者らは経験を積み、面白い予察式を作っているが、これについては他の機会に譲り、以下では重回帰式のみについて述べたい）。

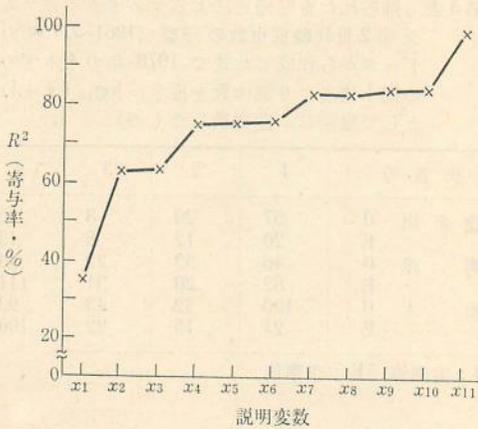
例を挙げよう。興津の果樹試験場で1961年から72年まで12年間にとられたヤノネカイガラムシの個体数変動に関する多数のデータの中、次の11の説明変数で、ヤノネカイガラムシの第2世代雌成虫寄生数（1枝当たり）の予察式を作ることを考える。データは、毎年1本の同一の樹からとられたものである（第1表）。第1表の x_1 から順次、説明変数を増加させて重回帰式を作っていくと、それらの式は、 $y = 0.4867x_1 + 1.3504$, $y = 0.5625x_1 - 0.1938x_2 + 1.4545$, $y = 0.5496x_1 - 0.1520x_2 + 0.0598x_3 + 1.2863, \dots$, となり、偏重回帰係数は、次々と変化していく。それに対応して、重相関係数の平方 R^2 （寄与率あるいは決定係数：12年間の y の値の偏差平方和

第1表 興津のヤノネカイガラムシのデータ
(11変数×12年)

[目的変数]	$y =$ 第2世代雌成虫数/枝
[説明変数]	$x_1 =$ 幼虫初発生ごろの雌成虫数/枝, $x_2 =$ 天敵数の活動程度 (0=なし, 1, 2, 3=多), $x_3 =$ 7月平均気温, $x_4 =$ 8月平均気温, $x_5 =$ 幼虫初発後1~10日間の雨量5mm以上の日数, $x_6 =$ 同左 11~20日間の5mm以上の合計雨量, $x_7 =$ 同左 11~20日間の雨量5mm以上の日数, $x_8 =$ 同左 21~30日間の雨量5mm以上の日数, $x_9 = (x_3 - 25.5)^2$, $x_{10} = (x_4 - 27.0)^2$, $x_{11} = (x_6 - 2.83)^2$; y, x_1, x_6 は \log_{10} (実数+1)を用いた. $x_9 \sim x_{11}$ の 25.5, 27.0, 2.83 は、それぞれ x_3, x_4, x_6 の平均値



第1図 ヤノネカイガラムシの特性要因図



第2図 x_1, x_2 と順次変数を増加させたときの R^2 (寄与率) の増加。データ数 12 に対して 11 変数の重回帰式は $R^2 = 100\%$ になる。(興津, 1961~72)

第2表 第1表のデータに基づく四つの重回帰式 (R は重相関係数) とそれらの式による、重回帰式の決定に用いていない興津と熊本の 14 個のデータと、その重回帰式による予測値との相関係数 (r_E)

$y = 0.4867x_1 + 1.3504, R^2 = 34.91\%, r_E = 0.70$
$y = 0.5625x_1 - 0.1938x_2 + 1.4545, R^2 = 63.06\%, r_E = 0.59$
$y = 0.5496x_1 - 0.1520x_2 + 0.0598x_8 + 1.2863, R^2 = 74.00\%, r_E = 0.57$
$y = 0.5798x_1 - 0.1475x_2 + 0.0842x_3 - 0.7586x_4 - 0.0159x_5 - 0.4679x_6 + 0.1104x_7 + 0.0634x_8 + 0.1389x_9 + 0.0462x_{10} + 19.8672, R^2 = 85.00\%, r_E = 0.28$

の中、重回帰式で因果関係が説明できた割合) は、第2図のように変化する。図で明らかのように、データ数より一つ少ない説明変数を用いた重回帰式の R^2 は 100%、すなわち 12 個のデータは、11 個の変数で完全に因果関係が説明できたことになる。さて、第2表に示す上記の興津のデータから計算した四つの重回帰式で、式の推定に用いなかった興津の 1973 年から 77 年までと、熊本県果樹試験場の 9 年分のヤノネカイガラムシ第2世代雌成虫数を予測してみよう。その結果を第2表に r_E で示す。ここに、 r_E は重回帰式による予測値と実測値の相関係数を示している。第2表から明らかのように、用いた説明変数が多くなるほど R^2 は高くなるにもかかわらず、 r_E は小さくなって、予測の当りは悪くなっている。これはなぜか?、答えは次のとおりである。特殊な条件下にある少数のデータから推定した重回帰式は、その特

殊な条件をよく説明しているけれども、新たな年次や、条件の異なる地域の予測を行うには適していない。殊に、重回帰式に含まれる説明変数 x_i の数が多くなれば、それだけ特殊性の強い式になって一般性を喪失してしまう。11 変数、12 個のデータから作った重回帰式では、誤差まで説明されてしまうから、ここでは一般性の自由度は全くなくなってしまう、他の年次や地域における利用価値がなくなってしまう。このような重回帰式、すなわち、限られた条件下でとられた少数のデータ数で、しかも目一杯の説明変数の数を組み入れた重回帰式は、予察に用いても当たらない。

II 当たる予察式

1971 年から、神奈川、広島、熊本の各県と農林水産省の果樹(旧園芸)試験場の共同で、ヤノネカイガラムシの重回帰式による発生予察式の決定に関する研究を行った(是永ら, 1978, 1981)。ここではその詳細は省略するか、いずれの試験場でも、10 年以上にわたる同種類のデータを蓄積していたから、それは約 40 の異なる環境を含んでいたことになる。重回帰式の決定には、第3表に示す 26 個の説明変数 x から、目的変数(第2世代雌成虫

第3表 10 年間 4 試験場のデータの変数

変数記号	変数名	
y	第2世代雌成虫数(9月下旬~10月ごろ、枝当たり)	
x_1	第1世代雌成虫数(枝当たり)	
x_2	第2世代幼虫初発日(8月上旬)ごろの雌成虫数(枝当たり)	
x_3	天敵の発生(0=無, 1=少, 2=中, 3=多)	
x_4	第2世代幼虫初発日(4月30日=0)	
x_5	1令幼虫最多寄生数(枝当たり)/ x_1	
x_6	7月平均気温	
x_7	8月 "	
x_8	9月 "	
x_9	$(x_6 - 25.63)^2$	
x_{10}	$(x_7 - 27.44)^2$	
x_{11}	$(x_8 - 23.81)^2$	
x_{12}	第2世代幼虫初発後	
x_{13}		1 { 雨量 (5 mm 以上)
x_{14}		10日 { " (15 mm 以上)
x_{15}		11 { 降雨日数 (5 mm 以上)
x_{16}	11 { " (15 mm 以上)	
x_{17}	20日 { 雨量 (5 mm 以上)	
x_{18}	20日 { " (15 mm 以上)	
x_{19}	21 { 降雨日数 (5 mm 以上)	
x_{20}	21 { " (15 mm 以上)	
x_{21}	30日 { 雨量 (5 mm 以上)	
x_{22}	30日 { " (15 mm 以上)	
x_{23}	30日 { 降雨日数 (5 mm 以上)	
x_{24}	地 (神奈川=1, 他は 0)	
x_{25}	域 (広島=1, 他は 0)	
x_{26}	差 (熊本=1, 他は 0)	

注 虫数及び雨量は \log_{10} (実数+1) を用いた。

数) y の説明に役立つ変数 x を「変数増減法」(川端, 1978) で選び, 予察式とした。その重回帰式は次のようになり,

$$y = 0.221x_1 + 0.448x_2 - 0.244x_3 + 0.115x_6 - 0.073x_{10} + 0.096x_{14} + 0.063x_{17} + 0.051x_{18} + 0.177x_{21} - 0.584x_{24} - 2.295$$

その寄与率 R^2 は 85.2% にも及んだ。「このように R^2 が大きくても, 1 節で述べた理由で, 当たらない式の部類に入るかもしれない」と思う人もいるだろう。しかし, 40 ものかなり異なる環境から得られたデータを基にして, 10 個の説明変数しか取り入れていないのであるから, 1 節の $R^2=100\%$ の式とは異なって, かなりよく将来を当てることのできる。その例を第 4 表に示す。

上の予察式が完成した翌 73 年からは, 毎年新たなデータを付け加えて, 予察式の改良を行ってきたが, その詳細は別の機会に譲ろう。1979 年に広崎らが新しい重回帰式の決定方式のプログラムを完成した(広崎・小林, 1979)のに伴い, 四つの地域の 15 年間のデータを用いて予察式を再構築することにした。新しい重回帰式の決定方式は, 「予測平方和方式 PSS」と呼ばれ, そのあらましは次のとおりである。いま, ある説明変数の組み合わせで n 組の標本を用いて重回帰式を決定する場合, i 番目の標本を除く $n-1$ 組のデータで重回帰式を作り, その式を用いて i 番目を予測して, 実測値と予測値の差(予測誤差)を求める。これを n 組の全部について次々に行い, n 個の予測誤差を求め, その予測誤差の平方和が最小になるような説明変数の組み合わせから成る重回帰式

第 4 表 得られた重回帰式によるヤノネカイガラムシ第 2 世代雌成虫数の予察。1961~72 年のデータから作成した式で, 73, 74 年の 4 本ずつの樹の 1 枝当たり個体数を推定。 $\log_{10}(y+1)$ として推定し, 逆変換したもの

樹番号	1973 年				1974 年			
	1	2	3	4	1	2	3	4
神奈川 O	3	7	2	6	13	22	31	65
E	2	7	3	5	11	39	36	39
興津 O	725	274	143	458	351	182	160	185
E	151	87	80	114	81	79	43	52
広島 O	451	291	245	17	183	71	124	161
E	13	71	47	29	201	183	77	116
熊本 O	8	4	3	31	44	566	80	—
E	78	51	30	114	299	144	275	—

O: 実測値, E: 予察値

第 5 表 得られた重回帰式によるヤノネカイガラムシ第 2 世代雌成虫数の予察 (1961~77 年のデータから作成した式で 1978 年の 4 本ずつの樹 1 枝当たり個体数を推定。 $\log_{10}(y+1)$ として推定し, 逆変換したもの)。

樹番号	1	2	3	4
神奈川 O	57	20	8	15
E	20	12	6	13
興津 O	46	33	22	43
E	82	28	31	111
熊本 O	100	32	43	93
E	27	15	22	100

O: 実測値, E: 予察値

を決定する方式である。

この方式で求めた重回帰式は, 説明変数の数は少なく, データ数は多いのに寄与率 R^2 は 81.4% に及び, 次式のようになった。

$$y = 0.833x_2 - 0.166x_3 + 0.022x_5 - 0.038x_{10} + 0.059x_{15} + 0.081x_{20} - 0.469x_{24} + 0.437$$

この式を用いて, 1978 年の各地域の 4 本の樹の第 2 世代雌成虫数を予測した結果を第 5 表に示す。このようにして, 当たる予察式を作ることに一応成功した。

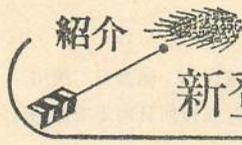
おわりに

以上の経験から, 実用的な発生予察式を重回帰式を用いて決定するには, 次の点に留意することが必要である。①将来にも起こりそうな広範な地域の永年にわたる色々の環境を含んだ多数のデータを用いて式を作ること。②発生と強い因果関係を持つ変数をあらかじめ探っておき, そのデータを含むこと。③重回帰式に含まれる説明変数の決定方式として, よりよい方法を選ぶこと。

重回帰による発生予察式の決定方法についての 10 年間にわたる経験の全ぼうを, これだけの紙面で尽くすことは到底不可能である。重回帰式による発生予察に関するより全面的な内容については, また別の機会に譲らざるをえない。

引用文献

是永龍二ら (1978): 応動昆 22: 141~151.
 川端幸蔵 (1978): 応用統計ハンドブック(奥野忠一編), 養賢堂, pp. 139~144.
 廣崎昭太・小林藤雄 (1979): 農林研究計算センター報告 A15: 45~105.
 是永龍二ら (1981): 応動昆 25: 17~25.

紹介  **新登録農薬**

「植物成長調整剤」

植物成長調整剤

昭和26年に、「過酸化石灰による作物に対する酸素の供給」の研究が報告されているが、当時は過酸化石灰の工業的生産は行われておらず、最近になってこの工業的生産が開始され、一方この農業利用の研究が多角的に進められ、今回水稻の湛水直播水稻栽培における発芽苗立ちの安定化に利用する技術が確立された。作用機序は、湛水直播水稻の種子に湛水条件下で徐々に分解発生する酸素を供給し種子発芽に利用させ、発芽苗立ちの安定化に寄与せしめる。

商品名：カルパー粉剤

成分・性状：製剤は有効成分過酸化カルシウム35%を含有する類白色粉末である。原体は類白色粉末、溶解性は、ほとんど不溶、安定性は、通常の状態では安定であるが、酸及び水と反応して分解し、酸素を放出する。



適用作物、使用目的及び使用方法：第1表参照

(1) 粉衣には浸種した籾を用い、十分水切りした後に粉衣すること。

(2) 浸種は鳩胸状までとすること。芽を切った籾は粉衣の際に芽を欠損するおそれがあるので使用しないこと。

(3) 種子消毒をする場合は、本剤の粉衣前に種子消毒剤の所定濃度液に浸種すること。種子消毒剤の粉衣処理はさけること。

(4) 粉衣処理は攪拌が容易で、薬剤及び水の投入が簡単な容器で行う。籾を入れ、攪拌しながら噴霧器等で水を噴霧して籾の表面を均一に湿らせた後、本剤の所定量の一部を少量ずつふりかけること。この作業を数回くりかえして所定量全部を均一に粉衣する。全量粉衣した後も2~3分間攪拌を続けること。

(5) 粉衣の際浸種籾の水切りが不十分であったり、一時に水を多量に噴霧すると本剤をふりかけた時に薬剤や種籾が団子状になり、均一な粉衣ができなくなるので注意すること。また容器の内表面には水が直接かからないように注意すること。

(6) 使用後の容器などはそのまま放置すると、薬剤が固化して除去できなくなるので直ちに水で十分洗っておくこと。

(7) 専用の回転式粉衣機を使用すると効率的である。

⑥ 本剤を粉衣した籾を播種する場合は下記の点に注意すること。

第1表

作物名	使用目的	使用時期	使用量	使用方法
湛水直播水稻	発芽率の向上、 苗立歩合の安定	播種前後 浸種後	乾燥種籾重量と同量	湿粉衣

使用上の注意

① 本剤は種籾に粉衣して播種すると、湛水下の土壤中ですぐに酸素を放出し、発芽中の種子に酸素を供給することにより湛水直播水稻の発芽率を向上させ、苗立歩合の安定化に有効である。

② 手で直接本剤にふれると、手がある場合があるので使用の際はゴム手袋を着用し、作業後は顔、手足など皮膚の露出部を石けんで洗い、うがいをすること。

③ 水分を吸収すると固化して使用できなくなるので、貯蔵する場合は、特に湿気に注意し、乾燥した冷暗所に貯蔵すること。開封後は使い残しのないようにすること。

④ 本剤の使用にあたっては、使用量、使用方法等を誤まらないように注意し、特に初めて使用する場合は、農業技術者の指導をうけることが望ましい。

⑤ 粉衣に際しては下記の事項に注意すること。

(1) 本剤を粉衣した籾は30~60分間ムシロ等にひろげて陰干しし薬剤が固まってから播種すること。また粉衣当日播種しない場合は、風通しがよく雨水のかからない場所にむれないように保存し、なるべく早く播種すること。

(2) 散播の場合は、植代かき直後の水の濁っている時に行い籾が土中に埋没するようにする。また植代かき後落水して土壌表面が十分軟らかい中に、散粒機あるいは手まきにより籾が土中に埋没するように播種すること。

(3) 条播の場合は植代かき後落水して播種機あるいは手まきにより播種し、約1cmに覆土すること。
毒性：急性毒性 LD₅₀(mg/kg)は、経口投与ラット、マウスともに10,000以上で毒性は低く普通物である。コイに対する魚毒性は、48時間後のTL_m値は125ppm以上(A類)で、通常の使用方法では問題はない。

新しく登録された農薬 (56.7.1~7.31)

掲載は、種類名、有効成分及び含有量、商品名、登録番号(登録業者(社)名)、対象作物：病害虫：使用時期及び回数などの順。ただし、除草剤は、適用雑草：適用地帯も記載。(…日…回は、収穫何日前まで何回以内散布の略)(登録番号 14644~14671号まで、計 28件)

なお、アンダーラインのついた種類名は新規のもの。

『殺虫剤』

PAP・NAC 粉剤

PAP 2%, NAC 1.5%

エルトッブ粉剤 20 DL

14657 (日産化学工業), 14658 (武田薬品工業),

14659 (北興化学工業), 14660 (日本農薬),

14661 (クミアイ化学工業)

稲：ニカメイチュウ・ツマグロヨコバイ・ウンカ類・イ

ネドロオイムシ：14日4回

マラソン・BPMC 乳剤

マラソン 30%, BPMC 40%

マラバッサ乳剤

14662 (八洲化学工業)

稲：ツマグロヨコバイ・ウンカ類：7日5回：散布・空中散布

DDVP・CPCBS 乳剤

DDVP 40%, CPCBS 15%

サップランP乳剤

14663 (日本曹達)

きゅうり(露地)・なす：ハダニ類・アブラムシ類：3日2回

PAP・NAC 粉剤

PAP 1.5%, NAC 1%

エルトッブ粉剤 15 DL

14664 (日産化学工業), 14665 (武田薬品工業), 14666

(北興化学工業), 14667 (日本農薬), 14668 (クミアイ

化学工業)

稲：イネドロオイムシ・イムハモグリバエ：14日4回

バミドチオン液剤

バミドチオン 37%

キルバール液剤

14670 (日産化学工業), 14671 (ロース・プーランジャパン)

稲：ツマグロヨコバイ・ヒメトビウンカ・イネクロカメ

ムシ(幼虫・越冬成虫)：45日6回, りんご：ハダニ

類・ヨコバイ類・リンゴワタムシ：アブラムシ類：21

日2回, なし：ハダニ類・アブラムシ類：21日2回,

桑：ヒシヨシヨコバイ：7日一, たばこ：アブラムシ

類, ばら・きく・カーネーション等の花き：ハダニ類

・アブラムシ類

『殺菌剤』

イブロジオンくん煙剤

イブロジオン 20%

ロブラールくん煙剤

14644 (新富士化成薬), 14645 (塩野義製薬), 14646 (ロ

ース・プーランジャパン)

きゅうり・なす・トマト・ピーマン：灰色かび病・菌核病：前日4回：温室・ビニールハウスなど密閉できる場所, いちご：灰色かび病：前日4回：温室・ビニールハウスなど密閉できる場所

硫酸銅

硫酸銅五水塩 98.5%

硫酸銅塊

14647 (東邦亜鉛)

適用は既登録と同じ

有機銅粉剤

有機銅 25%

有機銅粉剤 25

14669 (北海三共)

芝：雪腐病

『除草剤』

ブタクロール除草剤

ブタクロール 32%

マーシュレット乳剤

14648 (日本モンサント)

稚苗移植水稲：ノビエ等水田一年生雑草及びマツバイ・

ホタルイ・ヘラオモダカ(北海道)：植代直後(田植

前 4~3日)：原液のまま湛水散布：関東・東海以北

の普通期栽培地帯, 稚苗移植水稲：ノビエ等水田一年

生雑草及びマツバイ：植代直後(田植前 4~3日)：

原液のまま湛水散布：近畿以西の普通期栽培地帯

ブタミホス除草剤

ブタミホス 3%

クレマートU粒剤

14649 (住友化学工業), 14650 (北興化学工業),

14651 (山本農薬), 14652 (中外製薬), 14653 (日本

農薬), 14654 (サンケイ化学)

桑：畑地一年生雑草(キク科を除く)：春季桑発芽前及

び夏切後(雑草発生前)

『植物成長調整剤』

植物成長調整剤

ビベロニルプトキサイド 54%

ブトックス乳剤

14655 (高砂香料工業)

たばこ：オゾンタイプの光化学オキシダントによる障害

(生理的斑点病)の防止

植物成長調整剤

6-(N-ベンジルアミノ)プリン 1%

塗布用ビーエー

14656 (クミアイ化学工業)

すいか：着果促進：開花当日：果梗部に塗布, メロン：

着果促進：開花当日~開花翌日：果梗部に塗布

中央だより

—農林水産省—

○イネミズゾウムシ防除対策中間検討会を開催

去る7月15日、植調会館において愛知、三重、岐阜等関係16府県、三重大学岸本教授、農業技術研究所、農事試験場、地域農業試験場関係者等約60名が出席して、昭和56年度のイネミズゾウムシの発生及び被害状況並びに調査研究の進捗状況等について、中間検討会を開催した。

56年度のイネミズゾウムシの発生は、前年までに発生した10府県のほか兵庫、和歌山両県で新たに発生し、合計362市町村143,993haで、前年より99市町村28,993ha増加した。

被害状況については、食害株率30%以上(甚・多)の水田が前年より多い傾向にあるものの、全般的に被害は少なく、減収に結び付くような被害田は極めて少ないものと思われ、特に前年被害の著しかった三重県北勢地方においても被害はほとんど目立たない模様である。

一方、防除については、幼虫を対象とした防除が効果が高く、既発生地域では一部地域を除き育苗箱施薬等による防除が定着しつつある。

また調査研究については、イネミズゾウムシの越冬地からの移動について「はい込み」は越冬地周辺の水田で多く、「飛び込み」は天候(午後からの温度と降雨)の影響を受けやすいことが明らかになったほか、遠距離分散は従来交通等と密接な関係があるように考えられていたが、地域風によるものが多いことが指摘された。このほか、本年の越冬成虫水田への飛来は、低温の影響もあってピークが数日遅延するとともに長引いたことが特徴的であり、水田における越冬成虫密度と被害の発生量についての解析が更に進んできていること等が報告された。

○ケグロキイロアザミウマ(仮称)防除対策検討会を開催

去る7月16日、日本植物防疫協会の会議室において、静岡、愛媛、高知、九州各県、沖縄の関係11県、農業技術研究所、野菜試験場、四国、九州農業試験場、技術会議事務局、食品流通局、農蚕園芸局関係者等約50名が出席して、ケグロキイロアザミウマ(仮称)防除対策検討会を開催した。発生被害状況については、既に植物防疫課が本年3~4月に施設園芸作物を対象に調査を行っており、本検討会では新たに、露地を含む本虫の発生被害状況が報告された。現在本虫による発生被害は

11県で確認されている。

本虫の発生は、ウリ科、ナス科、マメ科作物、イチゴ、ゴボウ、サツマイモ、トウモロコシ、キク、カーネーション、雑草等、極めて多くの植物で確認されており、その中でも被害の著しい作物は、ナス、キュウリ、ピーマン、メロン、スイカ、キク、一部地域でバレイシヨ等であった。次に防除対策としては、薬剤による防除によるほか、苗の移動制限、本虫寄生雑草の除去、被害作物の除去、温室内の蒸し込み等の対策が各県とも講じられており、更に紫外線カットフィルム、シルバーポリマルチや白色粘着紙による防除方法について検討された。

○病害虫発生予察事業特殊調査計画打合せ会開催さる

さる7月17日、農蚕園芸局第1会議室において栃木、埼玉、静岡、奈良、和歌山、鳥取、福岡の各県担当者、野菜試験場腰原室長及び植物防疫課等の関係者16名が出席して、病害虫発生予察事業特殊調査のうち、昭和56年度から開始する「野菜ハダニ類の発生予察方法の確立に関する特殊調査」の円滑な事業推進を図るための、昭和56年度事業計画打合せ会を開催した。

本打合せ会では当調査の位置付け、目標、計画について検討がなされ、次の主課題を決めた。

①ハダニ類の種類構成、主要種の調査、②主要作型におけるハダニの発生消長パターンの把握、③ハダニの密度推定法、④葉の食害度による簡易密度推定法、⑤ハダニの要防除密度、⑥ハダニの増殖に関する要因

○昭和56年度病害虫発生予報第4号発表さる

農蚕園芸局は昭和56年7月24日付け56農蚕第5204号昭和56年度病害虫発生予報第4号でもって、向こう約1か月間の主要病害虫の発生動向の予想を発表した。

イネ：葉いもちの発生は全国的に平年並以下となっており、8月前半は暑い晴天の日が多いとの予報から今後の発生も平年並以下と予想されます。作期の早い北海道、東北、関東の一部、北陸において穂いもちの防除時期になりますが、イネの生育が遅れているので防除適期も遅れると予想されます。また、これらの地方ではいもち病に対するイネの抵抗力が弱まっていること、8月後半には不順な天候が予想されていることから、この時期での穂いもちの感染がやや多くなると予想されます。従ってイネの生育、気象予報の両面から8月後半の防除が重要となりますので、気象の推移に注意して防除に万全を期して下さい。その他の地域では8月から9月初めにかけて好天との予報から穂いもちの感染は平年並以下と予想されます。セジロウンカは6月末から7月初めにかけて北陸、東海以西に多数飛来し、産卵数もやや多くなっているため7月下旬か

ら8月上旬にかけての幼虫の発生もやや多いと予想されます。カメムシ類の発生は北陸以西の一部でやや多くなっています。イネツトムシ、コブノメイガは西日本の一部でやや多、ツマグロヨコバイ、ニカメイチュウ、トビイロウンカは平年並以下の発生と予想されます。

果樹：カンキツ黒点病の果実での発生は平年並ないしやや多くなっていますが、伝染源量が多いものの8月の降水量は平年並かやや少ないとの予報から今後の発生は平年並と予想されます。ミカンハダニの発生量はやや多くなっており、8月の降水量が平年並かやや少ないとの増殖に好適な条件が予報されていることから、今後の発生もやや多いと予想されます。薬剤抵抗性が発達している場合が多いので薬剤の選択に注意し、雌成虫の寄生葉率が30%を超したら防除を実施して下さい。リンゴの黒星病の発生は東北北部で多くなっていますが、8月前半は暑い晴天の日が多いとの予報から本病のまん延は一時停滞しますが、後半には気温の下がる時期があり降水量が平年並かやや多いとの予報から再びまん延するものと予想されます。リンゴのキンモンホソガ、ハダニ類の発生は平年並以下と予想されますので過剰な薬剤撒布を行わないよう注意して下さい。カンキツのかいよう病、ヤノネカイガラム

シ、リンゴの斑点落葉病、ナシの黒斑病、黒星病、ハダニ類、モモの灰星病、モモハモグリガ、ハダニ類、ブドウの晩腐病、べと病、さび病、褐斑病、ブドウトラカミキリ、フタテンヒメヨコバイ、カキの炭そ病、うどんこ病、カキミガ、果樹のカメムシ類の発生は、一部を除き平年並以下と予想されます。

チャ：炭そ病の発生は平年並ないしやや多くなっていますが、8月の降水量が平年並かやや少ないとの予報から、今後の発生は平年並と予想されます。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、カンザワハダニの発生は一部を除き平年並以下と予想されます。

野菜：キュウリのべと病、斑点細菌病、スイカのつる枯病の発生は、東北、関東、北陸の一部でやや多くなっていますが、8月の前半は暑い晴天の日が多いとの予報からこれらの病気のまん延は停滞すると予想されます。ギャベツのコナガ、サトイモのアブラムシ、ハダニ類の発生が各地でやや多くなっており、今後この傾向が続くと予想されます。コナガ、ハダニ類の薬剤抵抗性が発達している場合が多いので、薬剤の選択に注意して下さい。ハスモンヨトウの発生は、九州の一部を除き平年並以下と予想されます。

○出版部より

☆「農業安全使用基準のしおり-昭和56年版-」ができました。(54ページ、定価350円、送料170円)

今回は前版(54年版)に比し、巻頭に「農業の安全性」という1項をたて、〔農業の使用目的〕からやさし

く説き起こし、全体に文章をより平易にし、講習会のテキストとして一層使いやすいうに工夫しました。ページも54ページに増えました。10ページの広告をご覧の上、御注文下さるようお願い致します。

次号予告

次10月号は「疫病」の特集を行います。

予定されている原稿は下記のとおりです。

- | | | |
|---|--------------------|-------|
| 1 | 疫病菌の分類と同定 | 正子 朔 |
| 2 | 疫病菌の遊走子のうとその発芽 | 宮田 善雄 |
| 3 | 疫病の生態と防除 | |
| | ——マメ類の茎疫病—— | 土屋 貞夫 |
| 4 | ——ピーマン疫病とその抵抗性育種—— | 藤森 基弘 |

- | | | |
|----|-----------------------|-------|
| 5 | ——イチゴ疫病—— | 松崎 正文 |
| 6 | ——パインアップル疫病—— | 田盛 正雄 |
| 7 | ——リンゴ疫病—— | 柳瀬 春夫 |
| 8 | ——ジャクナゲ類の根腐病—— | 萩原 広 |
| 9 | ——カーネーション疫病—— | 中村 秀雄 |
| 10 | ——アルファルファフィットフトラ根腐病—— | 松本 直幸 |

定期購読者以外の申込みは至急前金で本会へ

1部 450円 送料 45円

植物防疫

第35巻 昭和56年8月25日印刷
第9号 昭和56年9月1日発行

定価 400円 送料 45円 1か年5,000円
(送料共概算)

昭和56年

9月号

(毎月1回1日発行)

編集人 植物防疫編集委員会

発行人 遠藤武雄

印刷所 株式会社 双文社印刷所
東京都板橋区熊野町13-11

——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

== 禁 転 載 ==

増収を約束する

日曹の農薬



果樹・野菜の
病害防除に

トップジンM 水和剤

野菜・果樹の
病害防除に

日曹ロニラン 水和剤

りんごの
落果防止に

ビーナイン 水溶剤

イネ科雑草の
除草に

クサガード 水溶剤

大豆の病害虫
同時防除に

日曹スミトップM 粉 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2-1-90
営業所 札幌・仙台・信越・高岡・名古屋・福岡

新しい時代の

新しい殺菌剤、新登場!

新発売

バンシタック®

イネもんがれ病、ムギさび病、キク白さび病
ナシあかほし病、野菜類苗立枯病など

クミアイ化学工業株式会社

〒110-91 東京都台東区池之端1-4-26 ☎03(823)1701(代)

◻ 本会発行の農薬関係図書 ◻

農林水産省農蚕園芸局植物防疫課 監修

B6判

(年刊) **農薬要覧**

農薬に関する統計資料、農薬製造・貿易・販売会社
の名簿を集録

農林水産省農薬検査所 監修

B4判

(年刊) **主要病害虫に適用の
ある登録農薬一覧表**

作物別の病害虫・雑草に適用のある農薬名を表とし
た資料

農林水産省農蚕園芸局植物防疫課 監修

A5判

農薬安全使用基準のしおり

農薬の安全使用基準・登録保留基準などの農薬に関
する基準をまとめた書

上記の図書についてのお問い合わせは 直接本会出版部へ

電話 東京03(944)1564

イモチ病の発生予察に新しい結露計が開発されました。

自記露検知器 MH-040型

新発売



- 雾困気(風・塵埃等)の影響を受けずに長時間安定した測定が可能。
- 稲の生育にともない、センサーの高さ、向きを自由にかえることができます。
- 小型・軽量のため、電源のない所にも簡単に設置できます。
- 記録計は入力を6点有しているため、多点測定及び結露に密接な関係をもつ他の気象因子(温度・湿度・日射量等)も同時記録することができます。

仕様

[センサー部]

- ・測定方式 電気伝導方式
- ・耐用期間 約6ヶ月

[記録計部]

- ・方式 電子平衡式記録計(6打点)
- ・記録紙 折りたたみ式 有効巾 60mm
全長 10m

- ・指示記録速度 5、10、20、40m/h可変
- ・連続記録日数 20~24日
(指示記録速度5mm/hの場合)
- ・電源(記録計) DC12V
(センサー) DC2.7V(水銀電池)

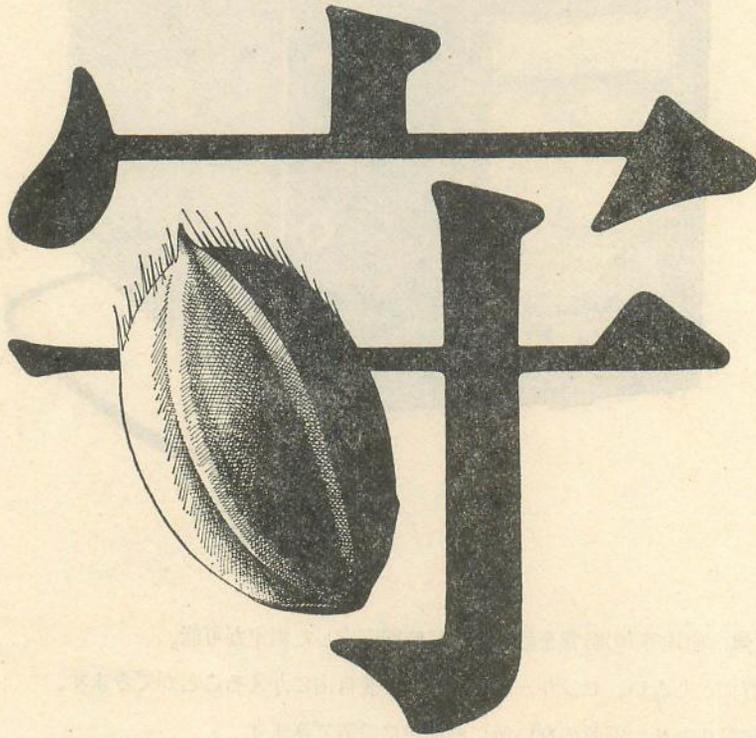
EKO

日本輸入総代理店

英弘精機産業株式会社

本社/東京都渋谷区幡ヶ谷1-21-8 ☎03-469-4511~6
笹塚分室(展示場)/渋谷区笹塚2-1-11(東亜ビル1F) ☎03-376-1951
大阪/大阪市東区豊後町5(メディカルビル) ☎06-941-2157-943-7286

穂もち対策は、
予防第一主義。



より確実に防がなければならない今年…効きめの長いフジワンで。

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

《本田穂いもち防除》

使用薬量：10アール当り4kg

使用時期：出穂10~30日前(20日前を中心に)

フジワン[®]粒剤

®は日本農業の登録商標です

あなたの稲を守る《フジワン》グループ

フジワン粉剤・乳剤・AV

フジワンブラエス粉剤

フジワンダイアジノン粒剤

フジワンミブ粒剤

フジワンエルサンバッサ粉剤

フジワンスミチオン粉剤・乳剤

フジワンツマサイド粉剤



フジワンのシンボルマークです



日本農業株式会社

〒103 東京都中央区日本橋1-2-5 栄太楼ビル

資料請求券
フジワン
稲防除剤

北條良夫・星川清親 共編

作物—その形態と機能—

上 卷

A 5 判 上製箱入 定価 3,200円 円 300円

—主 内 容—

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

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

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

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

下 卷

A 5 判 上製箱入 定価 2,700円 円 300円

—主 内 容—

第5編 作物の生産過程—その2—／第1章 サツマイモ塊茎の肥大（国分禎二） 第2章 牧草の物質生産（梶和一） 第3章 葉菜類の結球現象（加藤 徹） 第4章 果樹の接木不親和性（仁藤伸昌）

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

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

《お申込みは最寄りの書店、または直接本会へ》

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

連作障害を抑え、健康な土壌をつくる！
花(カーネーション・菊)の土壌消毒剤

パスアミド[®] 微粒剤

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



トーラック[®] 乳剤

- コナガ・アオムシ・ハダニ・カイガラ…用途の広がる殺虫・殺ダニ剤

ブデン[®] 乳剤

- ボルドー液に混用できるダニ剤

マリックス[®]

- 安全性が確認された使い易い殺虫剤

キノゾドー[®] 水和剤80 水和剤40

- ボルドーの幅広い効果に安全性がプラスされた有機銅殺菌剤



兼商株式会社

東京都千代田区丸の内 2-4-1

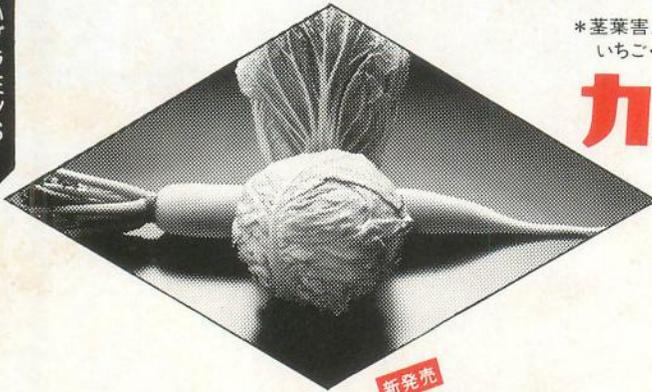
泡のたたないグラミンS 展着剤はグラミンS

展着剤はグラミンS 泡のたたないグラミンS

天然物誘導型総合殺虫剤

* 茎葉害虫、土壌害虫の防除に /
いちご・とうもろこしに適用拡大(乳剤) /

カルホス 乳剤 粉剤 微粒剤F



新発売

* するとい切れ味、ながい効きめ
野菜のコナガ・ヨトウ・ウバ・アブラムシなどに

ホスパー 乳剤

* 野菜の保健素
一畝地は収穫前日まで使えるようになりました

三共 オキシボルドウ

* 野菜の灰色かび病、菌核病、
果樹の灰星病の専門薬

三共 ロニラン 水和剤

* なし・かき・もも・ぶどうの病害防除に

サニパー (水和剤)

* 安定した健苗育成に…… タチガレン 液剤 粉剤



三共株式会社

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

北海道三共株式会社
九州三共株式会社

展着剤はグラミンS

泡のたたないグラミンS

泡のたたないグラミンS

昭和五十六年
昭和五十五年
昭和二十四年
九月八日
九月二十五日
印刷
植物防疫
第三十五卷第九号
（毎月一回一日発行）
郵便物認可

いもち病 同時防除に…… 白葉枯病

オリゼメート粒剤

野菜・かんきつ・もの **アグレプト** 水和剤・液剤
細菌性病害防除に

イネしらはがれ病防除に **フェナジン** 水和剤・粉剤

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



明治製薬株式会社

東京都中央区京橋2-4-16

定価 四〇〇円 (送料 四五円)