

植物防疫

平成四年二月二十五日
昭和二十四年九月三日
印刷
發行
種
郵
便
物
認
可
（第四十六卷第一日發行）



1992
3
VOL 46

広に適用病害と優れた経済性

パールバックス 水和剤

- 普通物で安全。
- 薬剤費が安く経済的。
- 耐性菌の心配なし。

- りんご……黒星病、斑点落葉病、赤星病、黒点病、すす点病、すす斑病
- なし……黒星病、黒斑病、赤星病
- もも……縮葉病、黒星病、灰星病
- かき……円星落葉病



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

CIBA-GEIGY 研究の伝統に生きる



水稻殺菌剤

- コラトップ®粒剤5
- フジトップ®粒剤

園芸殺菌剤

- リドミル®MZ水和剤
- リドミル®銅水和剤
- リドミル®粒剤2
- リミドル®モンカット®粉剤

水稻除草剤

- ソルネット®粒剤
- バレージ®粒剤
- クサホープ®D粒剤
- ワンオール®粒剤
- ゴルボ®粒剤
- センテ®粒剤
- イナズマ®粒剤
- ライザー粒剤
- アビロサン®粒剤
- ワイダー®粒剤
- クサノック®粒剤
- シメトリン混合剤

畑作除草剤

- デュアール®乳剤
- ゲザノン®フロアブル
- コダール®水和剤
- コダール®細粒剤F
- シマジン®水和剤・粒剤
- ゲザプリム®水和剤・フロアブル
- ゲザバックス®乳剤・粒剤
- ゲザガード®粒剤・水和剤

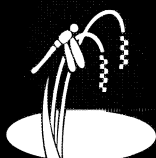
殺虫剤

- エンセダン®乳剤
- スプラサイド®乳剤・水和剤
- エイカロール®乳剤
- ダイアジノン®乳剤・粒剤・水和剤

日本チバガイギー株式会社

アグロテック本部 〒105 東京都港区浜松町2-4-1 (世界貿易センタービル34F) ☎03-3435-5252

® = 登録商標



水田除草、新時代。



自慢の米づくりのために、自信の1剤を…

水田の雑草防除を大きく前進させたDPX-84*剤。
全国で広く実績を重ね、効果と安全性への評価をますます高めています。



プッシュ[®] 粒剤



ゴルボ[®] 粒剤



ウルフ **エース** 粒剤



フジクラ[®] 粒剤



ザーク[®] 粒剤

*DPX-84の一般名はベンスルフロンメチル

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

〒105 東京都港区虎ノ門2-10-1 新日鉱ビル-デュポンタワー TEL.(03)3224-8683



発生予察用フェロモン製剤

SEルアー

- ▶ニカメイガ用
- ▶シバツトガ用
- ▶シロイチモジヨトウ用
- ▶スジキリヨトウ用
- ▶チャノホソガ用
- ▶アリモドキゾウムシ用

発生予察用誘引剤

コガネコルA

- ▶マメコガネ用

コガネコルC

- ▶コアオハナムグリ、アシナガコガネ用

新発売

●発生予察用フェロモン製剤は、順次品目を追加していきます。



サンケイ化学株式会社

本社 ☎890 鹿児島市都元町880番地 ☎(0992)54-1161
東京本社 ☎101 東京都千代田区神田司町2-1 ☎(03)3294-6981

豊かさを描いて。

豊かさに、確かさをプラスして、
さらに美しさを求める。
ホクコーは、より質の高い実りの
世界を、今日も描き続けます。

ホクコーの
主要水稻防除剤

- 総合種子消毒剤

デュポン **ベンレートT** 水和剤20

- 水稻種子消毒剤

ヘルシード® 乳剤
水和剤

- いもち病・粒枯細菌病に

カスラブスターナ®
粉剤DL

- いもち病・こま葉枯病・穂枯れに

ブラシン® 水和剤
粉剤DL

- いもち病防除剤

オリゼメート® 粒剤

農薬会社は、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。



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

形態と習性



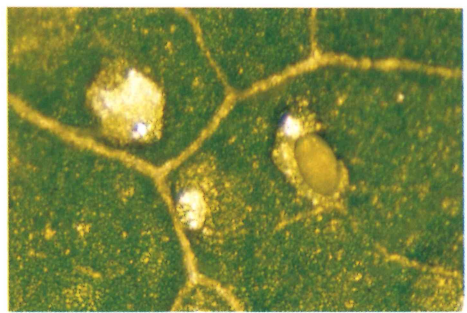
▲成虫(左:雌, 右:雄)



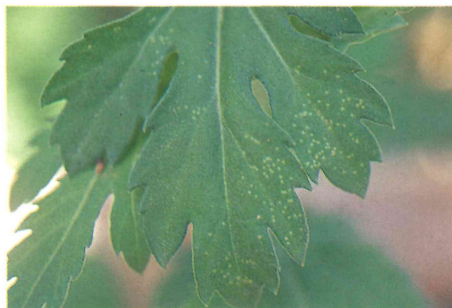
▲幼虫(糞粒は、交互に2列に並ぶ)



▲蛹(幼虫が地上に落下後、蛹化する)



▲卵(葉の中に産卵される)と摂食痕



▲キク葉面に残された摂食・産卵痕



▲園芸店に並べられたキクの苗
(幼虫が寄生している)



▲黄色粘着リボンを使った発生量調査

マメハモグリバエによる被害



▲ガーベラの被害葉



▲キクの被害葉



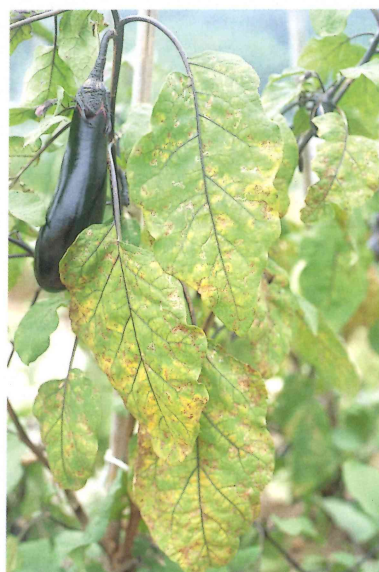
▲トマトの被害葉



▲セルリー苗の被害



▲ダイズの被害葉



▲ナスの被害葉

植物防疫

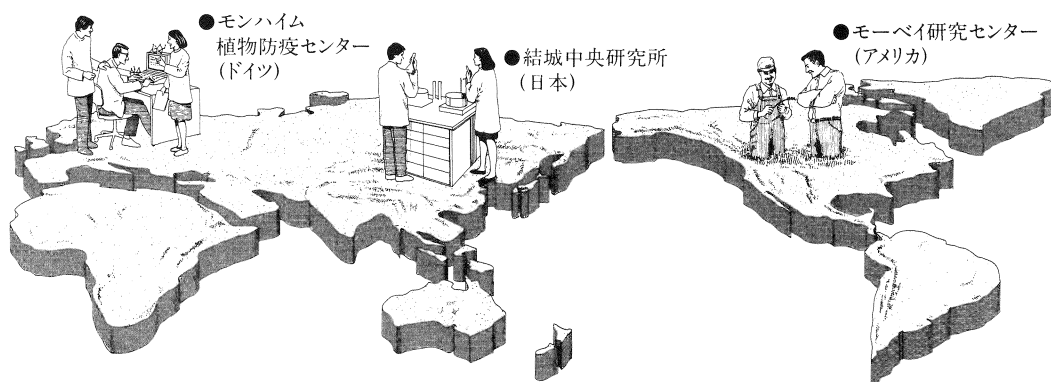
Shokubutsu bōeki
(Plant Protection)

第 46 卷 第 3 号 目 次
平成 4 年 3 月 号

マメハモグリバエのわが国における発生と防除	西東 力.....1
土壌細菌による農薬の分解	早津 雅仁.....5
黄萎病イネから採取した篩管液中 MLO の検出	川北 宏・且原真木・中島一雄・河部 暹.....9
カイコガ性フェロモンの生合成とそのホルモン (PBAN) による制御	安藤 哲.....12
ラッキョウウイルス病の発生生態	佐古 勇.....17
ナス科青枯病菌の各種作物根圏における動態	四方 久・伊藤 秀文.....21
ワタアブラムシの生物学——研究の現況と展望(1)	高田 肇.....25
研究放談室 (8) ——表現できない知——	小野小三郎.....31
海外ニュース：ウルグアイの落葉果樹害虫研究に対する技術協力	高木 一夫.....33
新しく登録された農薬 (4.1.1~1.31)	30, 34
人事消息	30 次告予告8

自然の恵みをより豊かにするために。

「確かさ」を追求…バイエルの農薬



バイエルの植物防疫世界三大研究開発拠点

食糧の安定供給のための植物防疫は、今や地球全体の
問題であり、常に世界的視野に立って研究すべき時
代。当社は、ドイツのバイエル、アメリカのモーベイとともに
世界におけるバイエルの三大研究開発拠点の一つと
して、ますます重要な役割を担っています。

Bayer 

日本バイエルアグロケム株式会社

東京都中央区日本橋本町2-7-1 ☎103



アメダスの恋人

いもち防除が変わる!

新発売

●いもち病・ごま葉枯病・穂枯れ防除に

ブラシン[®]粉剤DL

●いもち病・紋枯病・ごま葉枯病防除に

ブラシンバリタ[®]粉剤DL

●いもち病・ごま葉枯病防除に

ブラシン[®]水和剤

- アメダスによる発生予察システムが活用できる初めてのいもち防除剤。
- 雨に強く、散布後の降雨による防除効果の低減が少ない。
- いもち病蔓延初期散布においても高い防除効果。

BLASIN

マメハモグリバエのわが国における発生と防除

静岡県農業試験場 さいとう 東 つとむ
西 東 力

はじめに

ハモグリバエにはきわめて多くの種類があり、農業上問題となるものも少なくないが、一般の殺虫剤でなんとか防除できるのが普通であった(西東, 1988 a)。ところが、1990年6月ごろから、静岡県の西部地域を中心にマメハモグリバエ(*Liriomyza trifolii* BURGESS)が大発生し、キク、ガーベラ、トマト、セルリーをはじめさまざまな農作物に深刻な被害を与えている。本種は発生当初から殺虫剤に対する感受性が低く、生産者が従来使用してきた一般的な殺虫剤には防除効果がほとんどみられない。1991年8月における県内の発生面積は、確認されただけでも約400 ha、実際はその何倍にもものぼるものとみられる。本種の大発生は、静岡県で初めて確認されたのち、愛知県、和歌山県、東京都、長崎県及び千葉県でも相次ぎ、今後、全国的な重要害虫になることが予想される。

I 分 布

マメハモグリバエはもともと温帯や亜熱帯に生息する昆虫であったが、1970年代以降世界各地に広く分布するようになった(MINKENBERG, 1988 a)。この分布拡大の中心は、アメリカのフロリダらしい(SPENCER, 1965; MINKENBERG, 1988 a)。フロリダから出荷された花きや野菜の苗にマメハモグリバエが寄生していたのである。しかも、このマメハモグリバエが殺虫剤抵抗性の系統であったため、アメリカ国内(PARRELLA et al., 1981; TRUMBLE, 1981)ばかりでなく、アフリカやヨーロッパ諸国など(LINDQUIST, 1983; MINKENBERG, 1988 a)でも大問題になった。中華民国台湾省農業試験場のCHENG(私信)によれば、最近、台湾でも殺虫剤抵抗性のマメハモグリバエが問題化している。

一方、わが国では1949年に北海道で採集されたのが最初である(SASAKAWA, 1961 a)。しかし、防除が必要になるほど発生したり、殺虫剤抵抗性が疑われたことはこれまででなく、関東以西において採集されたという記録もみあたらない。

II 寄 主 植 物

マメハモグリバエの寄主植物として、わが国ではこれまでマメ科植物(ダイズ、シロツメクサ及びハマエンドウ)のみしか知られていなかったが(SASAKAWA, 1961 b)、現在発生しているマメハモグリバエはマメ科をはじめ、キク科、ナス科、セリ科、ウリ科、アブラナ科などにも寄生し、寄主範囲がきわめて広い。外国では21科120種以上もの寄主植物が知られている(MINKENBERG and VAN LENTEREN, 1986)。

静岡県で被害が特に大きいのは、施設栽培のキク、ガーベラ、セルリー、トマト、チンゲンサイなどである。このほか、野菜ではナス、ジャガイモ、ダイズ、インゲン、キュウリ、メロン、ニンジン、ネギ、ハクサイ、ダイコン、オクラ、シュンギク、花きではシュツコンカスミソウ、マリーゴールド、トルコキキョウへの寄生が確認されている。イネ科(イネ、トウモロコシ)、バラ科(イチゴ、バラ)、ヒルガオ科(サツマイモ)には寄生しない。キク(ALVERSON and GORSUCH, 1982)やセルリー(TRUMBLE and QUIROS, 1988)では、品種間で耐虫性に違いがある。

III 被 害 (口絵写真参照)

幼虫の食害痕や成虫の摂食・産卵痕が、農作物の外観を損ね、商品価値を著しく低下させる。発生量が多い場合は収量減や収穫期遅延の原因となり(TRUMBLE et al., 1985)、苗を枯死させるほどの激しい被害も与える。

成虫がキクの斑点細菌病菌(*Pseudomonas cichorii*)を媒介したり、成虫の摂食・産卵痕が本菌の感染口となることも知られているが(MATTEONI and BROADBENT, 1988; BROADBENT and MATTEONI, 1990)、わが国では病害との関連について確認されていない。

IV 形 態 と 習 性 (口絵写真参照)

成虫: 体長2 mmほど。頭部、胸部側板、及び脚の大部分は黄色で、そのほかは光沢のある黒。雌成虫は雄成虫よりやや大きく、尾端によく発達した産卵管を有している。この産卵管で葉に小さな穴を開け、にじみでる汁液を摂食したり、葉内に卵を一個ずつ産下する。この摂食・産卵痕は葉面に白っぽい小斑点となって残る。摂食・産卵は未熟葉には行われなため、被害は下葉から上葉、

表-1 各温度における一世代の所要日数と1雌当たりの総産卵数

寄主植物	温度(°C)										文献
	15	15.6	20	21.1	25	26.7	30	32.2	35	37.8	
セルリー	64.0 (24)		28.9 (182)		18.7 (288)		15.9 (406)		14.0 (240)		LEIBEE (1984)
キク		(42)		(243)		(279)		(189)		(1)	PARRELLA (1984)
トマト	44.0 (5)		24.6 (79)		16.6 (59)						MINKENBERG (1998 b)
トマト インゲン					15.8	(40)					PARRELLA et al. (1983) 大石・西東(未発表)

() 内は産卵数。

あるいは内葉から外葉へと進行する。摂食痕と産卵痕は肉眼では区別できないが、産卵痕は摂食痕よりはるかに少ない (PARRELLA, 1984)。

成虫は黄色に強く誘引される。このため、施設内に黄色粘着リボンを吊るしておく、多数の成虫を誘殺できる。しかし、誘殺されるのはほとんどが雄である (CHANDLER, 1985)。成虫は走光性が強い、南に面した箇所や通路側の部分に寄生が多くなる (MINKENBERG and VAN LENTEREN, 1986)。夜間は、ほとんど活動しない (CHANDLER, 1985)。

1雌当たりの総産卵数は、キクやセルリーで300~400個 (LEIBEE, 1984; PARRELLA, 1984)、トマトで40~60個 (PARRELLA et al., 1983; MINKENBERG, 1988 b) と、寄主植物によって大きな違いがある (表-1)。また、成虫の寿命もトマトよりキクやセルリーのほうが長い (PARRELLA et al., 1983)。摂食・産卵量は植物体の窒素含有率とも関連しており、含有率が高いほど選好性が高くなる (MINKENBERG and OTTENHEIN, 1990)。

卵: 半透明、ゼリー状で、 0.23×0.12 mm のだ円形をしている。

幼虫: 黄色ないしは淡褐色のウジで、葉の内部にもぐり、トンネルを作って食害する。3齢を経過し、体長3 mm ほどに发育した老熟幼虫は葉の表皮を破って脱出し、地上に落下する。数時間後、土の表面や、すき間にもぐり込んで蛹化する。

蛹: 長さ2 mm ほどの俵状で、褐色を呈する。葉内で蛹化することはまれである。

温度と发育の関係: 各温度における一世代の所要日数を表-1に示した。各態の发育日数は、25°C の場合、卵2~4日、幼虫4~8日、蛹8~11日である (LEIBEE, 1984; MINKENBERG, 1988 b; VAN ELFEREN and YATHOM, 1989; 大石・西東, 未発表)。发育零点は、卵が約7°C、幼虫が約8°C、蛹が約10°C で (LEIBEE, 1984; MINKENBERG, 1988 b)、35°C 付近が发育上限温度と考えられている (LEIBEE,

1984)。

本種は施設内において休眠を行わず、一年中発生を繰り返す。表-1に示した发育日数から試算すると、施設内では年間15回以上発生しているものと推定される。一方、野外では12月から翌年3月ごろまで発生が認められなくなる。蛹で越冬しているものと考えられるが、休眠の有無については不明である。なお、近縁種のナスハモグリバエ (*L. bryoniae* KALTENBACH) では、低温 (15°C)、短日 (12 L-12 D) 条件下において蛹期間が2~3か月に達することが知られている (西東, 1989 a)。

近似種: マメハモグリバエには近似種が多く、外国ではしばしば分類学的な混乱をまねいてきた (SPENCER, 1965; PARRELLA and KEIL, 1984)。このため、酵素の電気泳動パターンの違いから、種を識別しようとする試みも行われている (ZEHNDER et al., 1983)。わが国では、ナスハモグリバエ (*L. bryoniae* KALTENBACH) やカンランハモグリバエ (*L. brassicae* RILEY) などと見分けにくい。なかでもナスハモグリバエはマメハモグリバエと酷似しているうえ、両者の寄主範囲はかなり重複している (DARVAS and ZSELLER, 1982)。ナスハモグリバエは最近、施設栽培のメロン (西東, 1988 b, 1989 b)、シュコンカスミソウ (西東, 1983)、トマトなどで問題になっている。ハモグリバエの簡便な見分け方については、笹川 (1966 a, b) を参照されたい。

V 大発生の原因

現在、各地で問題化しているマメハモグリバエは、国内における分布、寄主範囲、殺虫剤に対する感受性など多くの点で、従来わが国で知られていたマメハモグリバエと異なっている。また、静岡県の場合、ヨーロッパからの輸入苗を用いたガーベラ栽培温室を中心として、発生が拡大している傾向がみられる。こうしたことから、外国から輸入した植物とともに、殺虫剤抵抗性のマメハモグリバエが国内に持ち込まれた可能性が大きい。

SCHUSTER (私信) によれば、本来、マメハモグリバエは天敵（おもに寄生蜂）によって低密度に抑えられている二次性害虫であるが、殺虫剤の使用がこれら天敵に悪影響を及ぼす結果、一次性害虫になっているという。事実、殺虫剤の使用がいわゆるリサージェンスを引き起こすことが指摘されている (TRUMBLE and TOSCANO, 1983; TRUMBLE, 1985; SCHUSTER and PRICE, 1985)。フロリダでは最近、トマト着色異常果の原因となるタバココナジラミ (SCHUSTER et al., 1990; 西東・尾崎, 1991) を対象とした殺虫剤の使用が、マメハモグリバエの発生をさらに助長するという悪循環に陥っている (SCHUSTER, 私信)。

VI 殺虫剤抵抗性

Liriomyza 属ハモグリバエの殺虫剤抵抗性は、1940年代後期にフロリダで初めて確認された (GENUNG, 1957; WOLFENBARGER, 1957)。マメハモグリバエは *Liriomyza* 属のなかでも殺虫剤抵抗性の発達が早く (PARRELLA and KEIL, 1984), その水準が高いことも知られている (MASON et al., 1987)。このため、1975年以降に使われた殺虫剤に限ってみると、有効期間は3年以内ときわめて短い (PARRELLA and KEIL, 1984; PARRELLA et al., 1984)。例えば、カリフォルニアではペルメトリンを1979年から使い始めたが、2年後には約20倍も感受性が低下している (PARRELLA and KEIL, 1984)。また、カナダでもピラゾフォスを使い始めた翌年に156倍もの感受性低下が確認されている (BROADBENT and PREE, 1989)。

わが国で発生しているマメハモグリバエも、諸外国と同様、各種殺虫剤に対して感受性が著しく低いことが明らかにされた (西東ら, 1991)。幼虫に対して殺虫力が高かったのは、散布剤では有機リン剤のイソキサチオン、ネライストキシン系殺虫剤のチオシクロラム及びカルタップ、IGR剤のフルフェノクスロン及びシロマジン (表-2)、粒剤ではアセフェート及びカルタップなど数剤にすぎなかった。このなかで、フルフェノクスロンとシロマジンは幼虫に対する活性がきわめて高く (表-2)、成虫に対しては卵のふ化率を低下させるという不妊作用を持っていた (西東ら, 投稿中)。両剤ともわが国では未登録の農薬であり、早期の実用化が待たれる。

殺虫剤抵抗性のメカニズムについては不明の点が多い。有機リン剤抵抗性については、アセチルコリンエステラーゼないしは薬物酸化酵素の関与が示唆されている (BROADBENT and PREE, 1989)。

最近、外国では従来の殺虫剤に替わって、微生物由来のアバメクチン (SCHUSTER and TAYLOR, 1987, 1988; LEIBEE, 1988; PARRELLA et al., 1988)、センダン科植物ニ

表-2 幼虫期に散布した数種殺虫剤の LC_{50} 値 (西東ら, 1991)

殺虫剤 (成分%)	処理後日数	
	3日	8日
イソキサチオン乳剤(50)	33	—
チオシクロラム水和剤(50)	72	—
カルタップ水溶剤(50)	236	—
フルフェノクスロン乳剤(10)	103	3.0
シロマジン水和剤(75)	4.8	3.0
アセフェート水和剤(50)	707	—

数値は、有効成分の ppm.

ーム (*Azadirachata indica* JUSS) の抽出物 (LAREW et al., 1985; STEIN and PARRELLA, 1985; PARKMAN and PIENKOWSKI, 1990) などが注目されており、前者はアメリカにおいて実際の防除に使用されている。殺虫剤抵抗性水準のモニタリングには、薬剤を塗布した黄色粘着板で成虫を誘引する方法が試みられている (HAYNES et al., 1986; SANDERSON et al., 1989)。

VII 防 除 対 策

被害の大きい施設栽培の場合は、総合的な防除対策を講ずる必要がある。まず、側窓や出入口などに寒冷紗を張り、外からの侵入を防止するとともに、幼虫による食害痕がない健全な苗を使う。定植後、発生が認められたら、ただちに殺虫剤を散布するが、育苗期や植物体が小さいうちは、粒剤による防除も有効である。既に多発してしまった場合は、5日ないし7日間隔で少なくとも3回程度の散布が必要となる。ただし、ネライストキシン系殺虫剤は葉害を生じやすいので注意する。マルチ栽培の場合は、被覆資材上にも殺虫剤を広く散布しておく、蛹化のために落下してくる老熟幼虫の防除に役立つ。

被害を受けた植物残渣は、土中深く埋めるか、ビニルなどで密封し、羽化してくる成虫の死滅を図る。また、改植時には土壌消毒を行うか、しばらく何も植えずに放置してから定植するようにする。発生量を監視する目的には、前述の黄色粘着リボンを使う。

今後、国内における本種の分布拡大は、主として苗、鉢物、切花などの流通によって起こると考えられる。したがって、これらの販売・購入に当たっては、寄生の有無に十分注意しなくてはならない。LEIBEE (1985) は、収穫後のセルリーを冷蔵処理 (1.1°C, 16日間) すると、寄生している幼虫が死滅すると報告している。こうしたポストハーベストの対策も必要となろう。

おわりに

諸外国におけるマメハモグリバエの防除の経緯をみると、殺虫剤のみに依存した対策には限界が感じられる。事実、欧米では寄生蜂による生物的防除の研究が盛んで(MINKENBERG and VAN LENTEREN, 1986; HEINZ et al., 1988; FRIJTERS et al., 1986; TRUMBLE, 1990), オランダのKoppert社から市販されているマメハモグリバエとナスハモグリバエ用の寄生蜂(*Dacnusa sibirica* と *Diglyphus isaea* の2種混合)は、ヨーロッパで広く使われている。昆虫寄生性線虫による防除(HARRIS et al., 1990)や放射線による不妊化法(YATHOM et al., 1991)も将来、有力な防除法の一つになるかもしれない。このような各種の防除手段を組み合わせた総合管理技術の開発が、わが国においても急務であろう。

最後に、マメハモグリバエの同定を賜った元京都府立大学教授 笹川満廣 博士、ならびに本稿のとりまとめに際しご助言を賜った農水省農業研究センター 持田 作博士に厚くお礼申し上げる。

引用文献

- 1) ALVERSON, D. R. and C. S. GORSUCH (1982): J. Econ. Entomol. 75: 888~891.
- 2) BROADBENT, A. B. and D. J. PREE (1989): Can. Ent. 121: 47~53.
- 3) ——— and J. A. MATTEONI (1990): Proc. ent. Soc. Ont. 121: 79~84.
- 4) CHANDLER, L. D. (1985): J. Econ. Entomol. 78: 825~828.
- 5) DARVAS, B. and I. H. ZSÉLLER (1982): Növényvédelem 18: 212~221.
- 6) ELFEREN, J. H. W. M. VAN and S. YATHOM (1989): Phytoparasitica 17: 241~250.
- 7) FRIJTERS, A. J. et al. (1986): Med. Fac. Landbouww. Rijksuniv. Gent. 51: 987~997.
- 8) GENUNG, W. G. (1957): Proc. Fla. State Hort. Soc. 70: 148~152.
- 9) HARRIS, M. A. et al. (1990): J. Econ. Entomol. 83: 2380~2384.
- 10) HAYNES, J. P. et al. (1986): Cal. Agric. 40: 11~12.
- 11) HEINZ, K. M. (1988): ibid. 42: 10~12.
- 12) LAREW, H. G. et al. (1985): J. Econ. Entomol. 78: 80~84.
- 13) LEIBEE, G. L. (1984): Environ. Entomol. 13: 497~501.
- 14) ——— (1985): J. Econ. Entomol. 78: 407~411.
- 15) ——— (1988): ibid. 81: 738~740.
- 16) LINDQUIST, R. K. (1983): Proc. 10th Int. Cong. Plant Prot. 3: 1087~1094.
- 17) MASON, G. A. et al. (1987): J. Econ. Entomol. 80: 1262~1266.
- 18) MATTEONI, J. A. and A. B. BROADBENT (1988): Can. J. Pl. Path. 10: 47~52.
- 19) MINKENBERG, O. P. J. M. and J. C. VAN LENTEREN (1986): Agric. Univ. Wageningen Papers 86-2: 1~50.
- 20) ——— (1988 a): Bull. OEPP/EPPO Bull. 18: 173~182.
- 21) ——— (1988 b): Entomol. exp. appl. 48: 73~84.
- 22) ——— and J. J. G. W. OTTENHEIN (1990): Oecologia 83: 291~298.
- 23) PARKMAN, P. and R. L. PIENKOWSKI (1990): J. Econ. Entomol. 83: 1246~1249.
- 24) PARRELLA, M. P. (1984): Can. Ent. 116: 85~92.
- 25) ——— and C. B. KEIL (1984): Bull. Entomol. Soc. Am. 30: 22~25.
- 26) ——— et al. (1981): Cal. Agric. 35: 28~30.
- 27) ——— et al. (1983): Ann. Entomol. Soc. Am. 76: 112~115.
- 28) ——— et al. (1984): Cal. Agric. 38: 22~23.
- 29) ——— et al. (1988): Can. Ent. 120: 831~837.
- 30) 西東 力 (1983): 関西病虫研報 25: 14~15.
- 31) ——— (1988 a): 関東東山病虫研報 35: 168~170.
- 32) ——— (1988 b): 関西病虫研報 30: 49~55.
- 33) ——— (1989 a): 関東東山病虫研報 36: 147.
- 34) ——— (1989 b): 植物防疫 43: 73~76.
- 35) ———・尾崎 丞 (1991): 農及園 66: 747~748.
- 36) ———ら (1991): 第35回応動昆大会 p.83 (講要).
- 37) SANDERSON, J. P. et al. (1989): J. Econ. Entomol. 82: 1011~1018.
- 38) SASAKAWA, M. (1961a): Pacific Insects 3: 307~472.
- 39) ——— (1961 b): 京都府立大学報・農学 13: 60~67.
- 40) 笹川満廣 (1966 a): 植物防疫 20: 181~184.
- 41) ——— (1966 b): 同上 20: 311~314.
- 42) SCHUSTER, D. J. and J. F. PRICE (1985): Proc. Fla. State Hort. Soc. 98: 248~251.
- 43) ——— and J. L. TAYLOR (1987): Florida Entomol. 70: 351~354.
- 44) ———・——— (1988): J. Econ. Entomol. 81: 106~109.
- 45) ——— et al. (1990): Hort Science 25: 1618~1620.
- 46) SPENCER, K. A. (1965): Proc. Ent. Soc. Wash. 67: 32~40.
- 47) STEIN, U. and M. P. PARRELLA (1985): Cal. Agric. 39: 19~20.
- 48) TRUMBLE, J. T. (1981): Cal. Agric. 35: 30~31.
- 49) ——— (1985): Agric. Ecosystems Environ. 12: 181~188.
- 50) ——— (1990): HortScience 25: 159~164.
- 51) ——— and N. C. TOSCANO (1983): Can. Ent. 115: 1415~1420.
- 52) ——— and C. F. QUIROS (1988): J. Econ. Entomol. 81: 602~607.
- 53) ——— et al. (1985): Entomol. exp. appl. 38: 15~21.
- 54) WOLFENBARGER, D. O. (1957): J. Econ. Entomol. 51: 357~359.
- 55) YATHOM, S. et al. (1991): Phytoparasitica 19: 149~152.
- 56) ZEHNDER, G. W. et al. (1983): Proc. Ent. Soc. Wash. 85: 564~574.

土壌細菌による農薬の分解

農林水産省野菜・茶業試験場 はや つ まさ ひと
津 雅 仁

農作物を安定的に生産するために病虫害の防除は不可欠であり、農薬はこの役割を十分に果たすことを求められている。一方、農薬は生態系への影響を最小にとどめ、作物や土壌、水系の汚染を起こさないよう要求されている。微生物による農薬の分解はこのどちらの要求にも深く関与している。生態系における農薬の分解に微生物の果たす役割は大きく、微生物の農薬分解能が低ければ残留問題を起こすことになり、逆に農薬の分解速度が著しく高まると農薬の効果は減少する。農薬分解の促進による効果の低下は、殺虫剤カルボフランなどで実際に認められている(山田, 1990)。これらの問題は農薬分解微生物の生態が明らかにされ、農薬の動態を予測し管理することが可能になれば解決されると考えられる。このためには微生物による農薬分解機構を酵素や遺伝子のレベルまで解明しなければならない。本稿では、比較的研究の進んでいる細菌による農薬の分解について紹介する。

I 生態系における微生物

生態系には様々な種類の微生物が存在し、窒素や炭素などの物質循環において重要な役割を果たしている。炭素循環における生物遺体の分解による炭酸ガス生成は微生物によるところが大きい。また窒素循環における窒素固定や脱窒も微生物による作用である。このように微生物は自然界における分解者、生産者として生態系を支えている。土壌には無数の微生物が存在するが、その正確な菌数を知ることはきわめて難しい。簡便でよく用いられる方法に希釈平板法があるが、寒天培地上にコロニーを形成しない微生物もあるため、実際の菌数より低い値が得られる。顕微鏡下で微生物を計数する直接検鏡法は操作が煩雑で熟練を要するが、最も信頼性が高いと考えられている。この方法で測定すると土壌 1g 当たりおよそ 10^8 から 10^{10} 個の微生物が存在する。一方、糸状菌と細菌の比率をバイオマスで比較すると、草地や畑地では糸状菌が 3~4 倍多く、水田土壌(湛水下)では細菌が多い。このように土壌のおかれた状態で糸状菌と細菌の存在比は異なる。

気象条件、施肥などによる土壌の物理性や化学性の変化は土壌微生物の活動に影響を与える。例えば多量の窒

素肥料の施肥により土壌 pH が 3 程度まで強酸性化した茶園土壌では、微生物数も 10^5 と農地土壌にしてはかなり少ない。土壌呼吸量も著しく低く、MEP や NAC などの土壌中での分解速度も pH 5 の茶園土壌に比べ低い。このように土壌環境が微生物の活動に重要な影響を与える。したがって農薬分解菌の研究では分離源となる土壌の性質や環境条件を十分把握する必要がある。

II 共生による農薬の分解

生態系では種々の微生物の分解能が相互に作用し、より強力な分解能を生み出している。単一の微生物が農薬を完全に分解するには、農薬分解に必要な一連の分解代謝系を持たなければならない。しかし合成有機物である農薬を利用する代謝系を備えた微生物が広く存在するとは考えにくく、生態系における農薬の分解にはコメタボリズムの連続や微生物の共生による分解が重要と考えられている。

農薬を利用することはできないが、適当な基質の存在下で増殖し、この過程で農薬の分解を行う場合、これをコメタボリズムという。コメタボリズムによる農薬分解では、微生物の増殖上のメリットはない。しかし他の微生物と共同で分解が行われる条件下では、二次的に増殖に必要な因子が与えられたり、互いに分解能を補い合い増殖することがある。筆者らの研究室では殺虫剤 MPMC の分解にこのような例をみいだした(早津, 1990)。土壌より分離した MPMC を炭素源とする混合培養系は 2 種類の細菌から構成されていた。一方は *Blastobacter* 属の細菌で、カーバメート結合を加水分解するが MPMC やその加水分解物を利用する能力はない。もう一方は *Pseudomonas* sp. で 3,4-xylenol を炭素源として生育することができる。この 2 種類の細菌を混合培養すると、両者とも増殖する。これは *Blastobacter* sp. がコメタボリズムにより MPMC を加水分解して生成した 3,4-xylenol を、*Pseudomonas* sp. が資化し、このとき生じた代謝産物か菌体残渣を *Blastobacter* sp. が利用する共生系であった(図-1)。パラチオンについてもリン酸エステルの加水分解能を持つ *Pseudomonas stutzeri* と、この反応で生成した *p*-ニトロフェノールを資化する *P. aeruginosa* の 2 種の細菌による共生系が報告されている(DAUGHTON C. G. et al., 1977)。これらはいずれも分

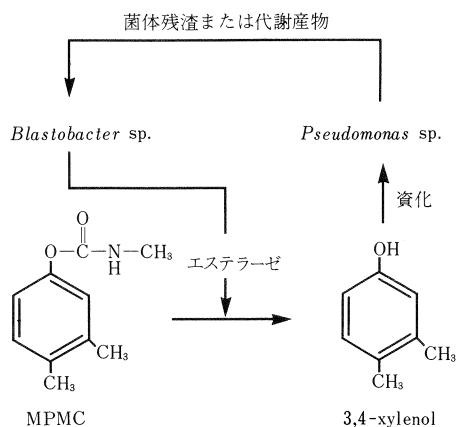


図-1 2種類の細菌によるMPMCの共生分解

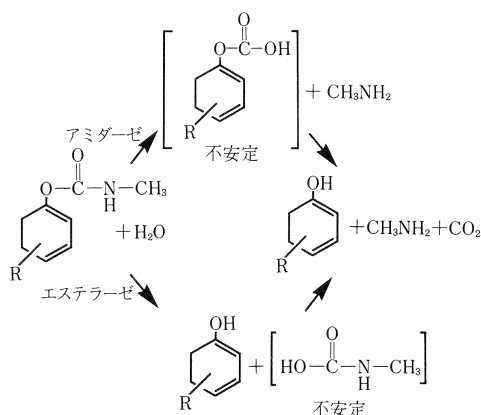


図-2 酵素によるカーバメート結合の分解

解代謝系を補い合い成立する共生系だが、分解酵素の反応に必要な因子の供給を通した合成有機物の共生による分解も報告されている。水溶性高分子ポリビニルアルコール(PVA)の主鎖の切断は、PVA デヒドロゲナーゼと酸化PVA ヒドラターゼの2種類の酵素の作用によるが、前者はピロロキノリンキノン(PQQ)を補酵素として必要とする。*Pseudomonas* sp. VM15Cはこれら2種類の酵素を生産するが、PQQを生産しないため単独ではPVAを分解することができない。しかしPQQ生産能を持つ*P. putida* VM15Aが共存すると効率よくPVAを分解し、分解物を炭素源、エネルギー源として増殖するが、このとき*P. putida* VM15AもVM15C株の増殖で生じた代謝産物を利用し両者の共生系が成立する(加藤ら, 1985)。

生態系では多種多様な微生物のコメタボリズムの連続や生成した分解物の資化性菌の働きにより、農薬などの合成有機物が分解されるものと考えられる。しかし、これまで報告された共生による分解はいずれも実験室レベルで得られた知見である。今後は実験室レベルの知見を基礎に、土壌などの複雑な系で実際に起こっている共生による分解系を明らかにする必要がある。

III 単一の微生物による農薬の分解

土壌からまれに単独で農薬を分解し利用する細菌が分離される。農薬の資化能を持つ細菌は、グラム陰性菌では*Pseudomonas* 属またグラム陽性菌では*Arthrobacter* 属に多く見いだされている。両者とも芳香族炭化水素の分解代謝系を持つものが多く、このため*Pseudomonas* は古くから生化学研究の材料として扱われている。

単一の微生物が農薬を利用する場合、数段階に及ぶ分解を触媒する一連の酵素が必要となる。筆者らはNAC

を炭素源、エネルギー源として利用する*Arthrobacter* sp.を分離したが、これは最初にカーバメート結合を加水分解し、生じた1-ナフトールをサリチル酸を経て分解する代謝系を備えていた(早津ら, 1991)。このほか2,4-D, MEP, パラチオンやEPTCなど多くの農薬について資化性菌が報告されている。ところで農薬を利用するために必要な代謝系や分解酵素は、もともと微生物に存在していたのだろうか。この問題を明らかにするには、分解酵素とその遺伝子について理解しなければならない。

IV 農薬分解酵素

単独で農薬を炭素源やエネルギー源として利用する微生物は、農薬の代謝に必要な酵素系を備えている。またコメタボリズムにより農薬を分解する微生物でも、最低一種以上の農薬に作用する酵素を持つはずである。これらの分解酵素は既に存在する酵素が農薬にも作用する場合と、変異等により農薬分解可能な酵素が生じた場合が考えられる。有機リン系やカーバメート系の殺虫剤は土壌中で比較的容易に分解される。これはリン酸エステル結合やカーバメート結合を加水分解する酵素の生産菌が存在するためと考えられる。筆者らは土壌より分離した*Blastobacter* sp.からNACのカーバメート結合を加水分解する酵素を精製し性質を明らかにした(早津, 1990)。カーバメート結合はエステル結合とアミド結合から構成されており、どちらが加水分解されても、中間生成物が不安定なため同じ分解物を与える(図-2, MUNNECKE, 1981)。したがってカーバメート結合に作用する酵素はアミダーゼかエステラーゼかのいずれかである。*Blastobacter* sp.の生産する酵素は、酢酸ナフチルなどのエステル結合に作用することからエステラーゼと考えられた。一方, MULBRY et al.(1989)は3種類の細菌から精製

したパラチオン加水分解酵素は、分子量や存在形態、基質特異性が異なることを明らかにした。これは同一の反応を触媒する酵素でも、微生物の種類によりその性質が多様であることを示している。

既に存在する酵素の特異性が変異によって変化し、合成有機物に作用するようになる場合もある。*Pseudomonas aeruginosa* はアセトアミドに作用するアミダーゼを生産するが、変異処理により酵素タンパク中のアミノ酸の一つがスレオニンからイソロイシンに変化しアセトアニリドに作用するようになった (BROWN et al., 1972)。また酵素進化の研究の代表例として、ナイロンオリゴマーを加水分解する酵素が知られている。この一連の研究ではプラスミド上に分解酵素とその起源となった遺伝子の存在が示され、酵素進化における遺伝子の再編成の重要性が指摘された (岡田, 1985)。このように、細菌が新たに合成有機物の分解能や資化能を獲得する過程には、遺伝子の動的側面が関与する場合がある。

V 農薬分解酵素の遺伝子とプラスミド

遺伝子は静的なものと考えられがちだが、微生物間で移動したり細胞内で再編成するなど動的な性質を持つ。細菌では農薬分解能の獲得に遺伝子の動的な側面が関与する場合があります、遺伝子の伝達機構や DNA の再編成、酵素の進化という視点からの研究も進められている。細菌における遺伝子の移動による形質の変化には、形質導入、形質転換、接合の三つの経路がある。形質導入はファージにより遺伝子が供与菌から受容菌に伝達される機構で、ファージの宿主特異性により伝達の範囲は限られる。細菌細胞が DNA を直接取り込み形質が変化することを形質転換という。生態系で形質転換が起こる細菌として、*Haemophilus*, *Bacillus*, *Staphylococcus* などが知られている。これらの細菌は外来の DNA を直接取り込む能力 (受容能またコンピテンス) を持ち、取り込みうる状態になった細胞をコンピテント細胞という。土壌細菌にも受容能を持つものが存在する可能性はあるが、実験室レベルで確認することは困難なため不明な点が多い。プラスミドの作用により細菌細胞が接触し遺伝子が移動することを接合という。プラスミドは染色体とは別に細胞中に存在し、自己複製能を持つ DNA で環状構造をとるものが多い。すべてのプラスミドが接合能を持つわけではなく、接合能を持つプラスミドは性因子あるいは接合性プラスミドとよばれる。

プラスミドの中には合成有機物分解に関与するものが数多く見いだされている。特に有機塩素化合物や芳香族炭化水素の分解について、酵素やその遺伝子の構造、発

現制御機構が詳細に検討されている (外村ら, 1984)。農薬分解に関連する遺伝子の報告はまだ少ないが、パラチオン加水分解酵素の遺伝子は比較的詳しく調べられている。フィリピンから分離された *Flavobacterium* sp. とアメリカで分離された *Pseudomonas diminuta* はそれぞれ 37 kb と 70 kb のプラスミド上にパラチオン加水分解酵素遺伝子を持つが、これらの遺伝子は分離した場所が地理的に大きく隔たるにもかかわらず、非常に高い相同性を示すことが明らかにされた (MULBRY et al., 1986)。これは農薬分解遺伝子の生態系における起源や分布、移動を考察する上で重要な知見といえる。筆者らは国内の土壌から殺虫剤 NAC の資化能を持つ *Arthrobacter* sp. を分離した。この細菌は分子量の異なる三つのプラスミドを持ち、このうち二つが NAC の分解に関与しており、一つはカーバメート結合加水分解能を、もう一方は 1-ナフトールの代謝系をコードしていた (早津ら, 1991)。このように複数のプラスミドが分解に関与する場合、土壌中で農薬分解に関係するプラスミドの移動が起こり、資化性菌が出現する可能性が考えられる。TOMASEK et al. (1989) は、農薬分解能が高い土壌からカーバメート系殺虫剤カルボフランを分解する *Achromobacter* sp. を分離し、カーバメート結合加水分解能が約 100 kb のプラスミドにコードされていることを明らかにした。カルボフランは微生物による分解促進で効力の低下が認められた農薬であることから、分解促進にはプラスミドとその伝達が関与している可能性が示唆された。このように遺伝子の移動は合成有機物分解能を持つ細菌の出現に関与し、生態系の浄化能に影響を及ぼすと考えられる。

遺伝子は細菌間を移動しさらに細胞内で遺伝子の組換えによる再編成がおこることがある。この過程にはトランスポゾンや IS (挿入配列) などの動く遺伝子や遺伝子の組換えが関与する。遺伝子の再編成が合成有機物分解能の獲得に関与することを示唆する例もある。dalapon の混合培養による分解系では、6 種類の微生物が認められ、このうち 3 種が dalapon の分解に関与した。この共生系の長時間培養中に dalapon の脱ハロゲン化能を獲得した細菌があり、分解能の獲得過程におけるトランスポゾンの関与が指摘された (SLATER et al., 1985)。2,4-D の分解は農薬では最もよく研究されており、種々の細菌から分離した 2,4-D 分解プラスミドの間に相同性が認められ、遺伝子の配列から 2,4-D 分解遺伝子の起源はクロロ安息香酸分解プラスミドと共通であることが示された (GHOSAL et al., 1988)。これらは生態系における分解微生物の出現には、微生物間の遺伝子の伝達や再編成

が関与することを示している。

VI 農薬分解微生物研究の今後の展開

細菌による合成有機物分解の研究は、分解酵素やその遺伝子、発現制御の機構など様々な角度から研究が行われている。しかし研究対象は一部の合成有機物に限られ、農薬に関する研究は少ない。また細菌と同様に生態系における農薬分解に重要な機能を持つ糸状菌について、分解酵素や遺伝子レベルの研究はほとんど行われていない。これは細菌に比べ遺伝的に複雑で研究が困難なためと考えられるが、生態系における農薬の分解を明らかにするには、糸状菌についても遺伝子レベルの研究を行う必要がある。また微生物による農薬分解の研究の多くが実験室レベルで行われたものであり、農地で行われている農薬散布などに比べ、かなり強い選択圧下で分解菌の分離が行われている。微生物研究では寒天培地や液体培地による純粋培養が用いられるが、土壌では多種多様な微生物が共存し、しかも土壌粒子上に存在するなど生育の場も純粋培養とは異なる。したがって生態系における農薬分解の研究に、実験室レベルで得られた結果をどのように応用していくかが大きな課題である。

分子生物学がもたらした知見やその技術の応用は、農薬分解微生物の生態の研究に大きく貢献すると思われる。核酸のハイブリダイゼーション技術は目的の遺伝子の検出に有効だが、近年開発された耐熱性 DNA 合成酵素を用いた試験管内での DNA 増幅技術 (PCR 法) と組み合わせることにより、超微量の目的とする DNA を検

出することが可能になった。これらの技術を利用し環境中の特定の微生物を検出する技術の開発が進んでおり (SAYLER et al., 1990), 農薬分解微生物の研究への応用も期待される。農薬分解菌について分解酵素やその遺伝子と発現制御機構さらには遺伝子の起源や分布、生態について総合的に研究を進めるならば、生態系における農薬の動態の予測や微生物による農薬分解の制御が可能になるものと思われる。

引 用 分 献

- 1) BROWN, P. R. and P. H. CLARKE (1972) : J. Gen. Microbiol. 70 : 287~298.
- 2) DAUGHTON, C. G. and D. P. HSIEH (1977) : Appl. Environ. Microbiol. 34 : 175~184.
- 3) GHOSAL, D. and I-S. You (1988) : Mol. Gen. Genet. 211 : 113~120.
- 4) 早津雅仁 (1990) : 農芸化学会大会講演要旨, p. 131.
- 5) ———ら (1991) : 土壤肥料学会大会講演要旨, p. 46.
- 6) 加藤暢夫・嶋尾正行 (1985) : 微生物 1 : 38~44.
- 7) MULBRY, W. W. et al. (1986) : Appl. Environ. Microbiol. 51 : 926~930.
- 8) ——— and J. S. KARNS (1989) : ibid. 55 : 289~293.
- 9) MUNNECKE, D. M. (1981) : Microbial Degradation of Xenobiotics and Recalcitrant Compounds (ed. T., Leisinger et al.) Academic press, p. 251.
- 10) 岡田博輔 (1985) : 化学と生物 23 : 49~52.
- 11) SAYLER, G. S. and A. C. LAYTON (1990) : Annu. Rev. Microbiol. 44 : 625~648.
- 12) SLATER, J. H. et al. (1985) : Mol. Biol. Evol. 2 : 557~567.
- 13) TOMASEK, P. H. and J. S. KARNS (1989) : J. Bacteriol. 171 : 4038~4044.
- 14) 外村健三・川崎東彦 (1985) : タンパク質 核酸 酵素 29 : 111~126.
- 15) 山田忠男 (1990) : 植物防疫 44 : 62~66.

次 号 予 告

次 4 月号は下記原稿を掲載する予定です。

平成 4 年度の植物防疫関係事業の進め方について

大川 義清

植物防疫研究課題の概要

木内 信

特集：平成 3 年のイネいもち病の発生状況

平成 3 年のイネいもち病の発生状況と発生予察

農林水産省農蚕園芸局植物防疫課

平成 3 年東北地域におけるイネいもち病多発生の

要因解析

八重樫博志・吉野 嶺一

平成 3 年関東地域におけるイネいもち病の発生状

況について

田中 稔

岩手県におけるイネいもち病の発生状況とその要

因

武田 真一

秋田県におけるイネいもち病の発生状況とその要
因

深谷 富夫

新潟県におけるイネいもち病の発生状況とその要
因

藤巻 雄一

広島県山間部におけるイネいもち病の発生状況と
その要因

岩佐 逸二

九州南部地域における早期水稻のいもち病の発生
状況とその要因

田村 逸美・牟田 辰朗

植物由来成分による天敵の誘引

高林 純示

ワタアブラムシの生物学—研究の現状と展望(2)—

高田 肇

研究放談室(9)—チャンスと逸機—

小野小三郎

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 700 円 送料 51 円

黄萎病感染イネから採取した師管液中 MLO の検出

農林水産省蚕糸・昆虫農業技術研究所 かわきた ひろむ かつはら ま き かわべ すすむ
川北 弘・且原真木・河部 暹
 農林水産省熱帯農業研究センター なか しま かず お 雄
中 島 一 雄

はじめに

主としてヨコバイ類（半翅目昆虫）の伝搬によって起こるイネ黄萎病やクワ萎縮病など、いわゆる萎黄叢生症状を呈する病害は、古くからウイルス病と考えられていた。しかし、各種のウイルス学的手法を用いても、その分離・精製が困難なことから、このような病植物の病原がウイルスとする考え方に疑念が持たれるようになった。

土居ら（1967）はこれらの病植物からマイコプラズマ様微生物（Mycoplasma-Like Organism：MLO と略称）を発見し、これが契機となって世界各地から MLO による病植物が相次いで報告され、現在では 200 種以上の作物に大きな被害を与えていることが示されている。

MLO が発見された当初は、わが国はもとより、諸外国においてもその分離・培養に関する研究が精力的に行われ、数多くの知見は得られたが、人工培養は成功するには至らず（農林水産技術会議事務局，1978），MLO は多くの謎を秘めたまま今日に及んでいる。

罹病植物の組織を電子顕微鏡で観察すると、MLO は師部に極在することが特徴で、特に師管に多く見いだされる（図-1）。師管液中には各種の無機元素のほか、植物の生長に必要な各種の有機化合物を含んでいるため、植物栄養学、生理学、植物病理学、昆虫学あるいは農薬などの研究分野から注目されていた器官である。しかし、10 μm 内外の管径から師管液をいかにして取り出すかが問題であった。

KAWABE et al. (1980) は、イネに大きな被害を与えるウンカ・ヨコバイ類に対する品種抵抗性機構の解明研究の一環として、トビイロウンカが師管液を吸汁中にその口針をレーザー光線で切断し、植物に残った口針の断面から液圧（約 10 気圧）によって滲出してくる師管液を採取する方法（レーザー・スタイレクトミーと呼ぶ）を確立し、液中の糖濃度等について検討している。また、同様の手法で師管液を採取して、タンパク質、アミノ酸、無

機イオンなどの組成が逐次明らかにされつつある（茅野ら，1988）。

KAWABE et al. (1991) は師管液採取法を黄萎病イネに応用し、師管液採取に成功するとともに液中に存在する MLO の検出法を確立した。本稿ではその概要を解説し、参考に供したい。

本文へ入るに先だち、レーザー発振装置を貸与して下さった農業生物資源研究所の大野清春室長ならびに貴重な黄萎病イネ株を分譲していただいた栃木県病害虫防除所の福田 充技師に対し、心から感謝申し上げる。

I 師管液の採取

実験当初に用いた色素レーザー発振装置（色素液：1×10⁻⁴ M ロードミン 640 のエタノール溶液、波長 643 nm のレーザーを発振）は、元来昆虫の口針を切断する装置ではなかったため、レーザービームの絞りや照準装置は手持ちのレンズと携帯顕微鏡の部品を組み合わせで改良した装置で、現有の NEC 製 YAG（イットリウム・アルミニウム・ガーネットの結晶）レーザー発振機（SL 129-Nd）に比べると、エネルギー及び使用方法などに難点があったが、調整しながら使用した。

師管液を採取する際に、昆虫の口針をレーザー光線で切断する方法を図-2 に示した。師管液を採取する昆虫は、本病を媒介するツマグロヨコバイが最適と考えられがちであるが、この切断された虫の口針は液圧によって植物の組織外に押し出され、師管液の採取には不向きなことが明らかにされている。トビイロウンカやアブラム

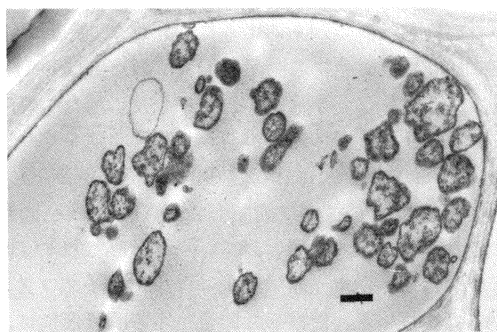


図-1 黄萎病イネ師管内に存在する MLO の電子顕微鏡像（スケール：500 nm）

Detection of Mycoplasma-like Organisms in Phloem Sap Collected from Rice Plants Infected with Yellow Dwarf Disease. By Hiromu KAWAKITA, Maki KATSUHARA, Susumu KAWABE and Kazuo NAKASHIMA

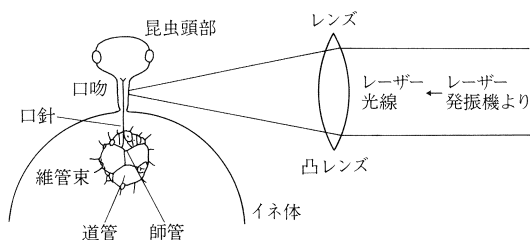


図-2 植物の師管液を採取するため、昆虫の口針をレーザー光線で切断する方法

口吻は半透明でありレーザー光線を吸収せず、濃く着色した口針だけがエネルギーを吸収して焼き切れる。

シの口針は、切断後も突き刺って残るので師管液を採取できる。同じ植物を吸汁する昆虫でありながら、師管液採取の適否が昆虫によって異なる原因を知るため、KAWABE et al.(1980) は口針の表面構造を走査型電子顕微鏡で観察した。それによるとツマグロヨコバイの口針は分離し脱落しているが(図-3)、トビイロウンカのはスムーズで、イネに刺入されたままの状態に残っている様相が観察され(図-4)、この違いが師管液採取の難易に大きく影響すると指摘した。

口針断面から滲出してくる師管液はガラスキャピラリーに採取されるが、1株からの採取量は健全イネでも0～数十 μ lで、罹病イネになると0～2 μ l内外とさらに少なく、季節によっても変動する。

II 師管液から MLO の検出

前述のようにスタイレクトミーによって師管液が得られる量は微量なため、その中から MLO を検出することは難問であった。いくつかの参考資料から、DAPI(4',6-ジアミジノ-2-フェニールレンドール) 染色液が動物の培養細胞を汚染したマイコプラズマの検出に用いられ(RUSSELL et al., 1975), MLO ではナシの decline 病の組織切片から検出を試みている(SEEMÖLLER, 1976)が、組織内からの検出は難点があるように思われた。最近、浜田・藤田(1988)は微生物の微量な DNA の検出に DAPI が有効であると報じ、早速試すことにした。果たして師管液中の MLO に適用されるか否か、試行錯誤をくり返した末、スライドガラスに師管液 0.1～0.5 μ l を滴下し、滲透圧を師管液と同程度に調整した DAPI 溶液を同量混入してカバーガラスで覆い、マニキュア液で封じて 30 分ほど放置してから蛍光顕微鏡(ニコン・マイクロフォト FXA)で観察した。観察した健全イネの師管液には、発光の弱い蛍光物が散見される程度でそれ以外には何もみえなかったが、病イネには強力に発光する球形またはだ

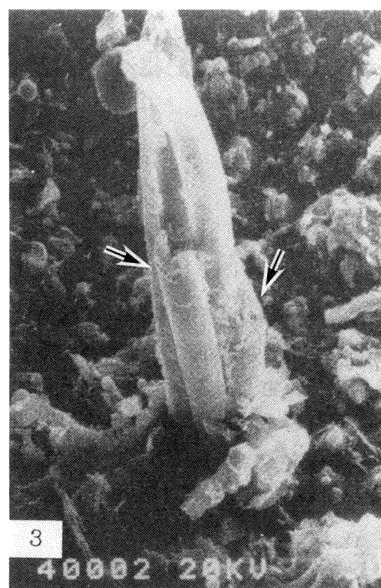


図-3 レーザー光線で切断したツマグロヨコバイ口針の走査電子顕微鏡像
矢印：脱落した口針

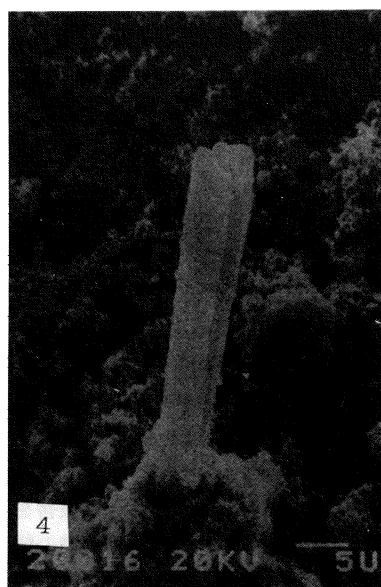


図-4 レーザー光線で切断したトビイロウンカ口針の走査電子顕微鏡像

円形の蛍光粒子が多数検出され、それらは DAPI と MLO の DNA が結合した蛍光粒子であり、その大きさは 20～30 nm であった(図-5)。

III 電子顕微鏡による MLO の確認

前項では MLO の蛍光粒子の検出について述べたが、



図-5 DAPI染色で師管液中から検出されたMLOの蛍光粒子

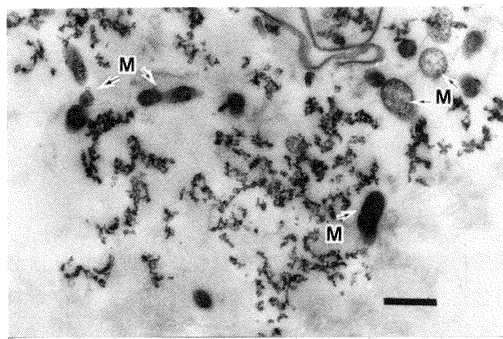


図-6 師管液から見いだされたMLOの電子顕微鏡像
M：MLO（スケール：500 nm）

さらに師管液中からMLO本来の姿を観察しないと満足できなかった。しかし、前述のように師管液が微量なこと、MLOは細胞壁がないなどの点から、電子顕微鏡観察には試料作製の段階から難渋した。暗中模索しながら高張・高濃度のグルタルアルデヒドでまず仮固定し、のちに50°Cのホットプレート上でごく少量の寒天を滴下し、かるく攪拌してから固め、以後は常法に従って処理した。

師管液に滴下した寒天は微量であったが、それでも師管液の数十倍量になり、MLOの検出を容易にするために寒天ブロックは数片に分割して樹脂に包埋し、超薄切片は酢酸ウラニールとクエン酸鉛の二重染色を行った。電子顕微鏡観察までは、寒天ブロックを分割して包埋したものの、MLOが寒天のどの部位に混入されているかが、オスミック酸固定後も着色しないため見当がつかず、全ブロックから薄切—観察をくり返したあげく、図-6に示した粒子が検出された。それによると、球状あるいは円形の粒子は図-1に示した病イネの師管にみられるのと同様のMLOであった。MLOの密度が低いのは、寒天中に広く分散しているのか、または試料作製過程で崩壊したかいずれかと思うが、MLOの周囲にみられる電子密度の高い物質は、MLOが観察されない視野には見いだせないことから、この物質はMLOの崩壊物と推定された。

おわりに

MLOが発見されてからほぼ四半世紀がすぎた。当初の活況に満ちたMLOの研究は、現在では昔日の夢として人々の脳裏から消え去るのではなかろうかと懸念される。それは人工培養の困難さが大きな壁となって研究の進展を妨げ、研究者を遠ざけてしまったからであろう。

この研究は植物体からMLOの増地ともいえる師管液の採取を可能にし、かつDAPI染色によるMLOの簡易な検出法を確立した。師管液におけるMLOの増殖法、的確な診断法に役立つ抗体の作成など、越えなければならない多くのハードルはあるが、今回の成果が多くの人びとの関心を高め、再び活発なMLO研究のカンフル剤になれば、長い間の夢であった人工培養に一步でも近づけるものと期待している。

引用文献

- 1) 茅野充男ら(1988)：化学と生物 26：318～324.
- 2) 土居養二ら(1967)：日植病報 33：259～266.
- 3) 浜田新七・藤田哲也(1988)：生体の科学 39：400～402.
- 4) KAWABE, S. et al.(1980)：Plant Cell Physiol. 21：1319～1327.
- 5) ——— et al.(1991)：Ann. Phytopath. Soc. Japan 57：274～277.
- 6) 農林水産技術会議事務局(1978)：研究成果 112：259 pp.
- 7) RUSSELL, W. C. et al.(1975)：Nature (London) 253：461～462.
- 8) SEEMÜLLER, E.(1976)：Phytopath. Z. 85：368～372.

カイコガ性フェロモンの生合成と、そのホルモン (PBAN) による制御

東京農工大学農学部応用生物科学科 あん どう てつ
安 藤 哲

はじめに

鱗翅目蛾類昆虫では、雌成虫が性フェロモンを分泌し、誘引した雄蛾と一連の配偶行動を遂行する。現在までに、300 種を超える蛾類昆虫から性フェロモンが同定され、合成性フェロモンはその強力な誘引力から、発生予察や交信かく乱による交尾阻害剤として利用されつつある。ところで、性フェロモン研究分野におけるもう一つの害虫防除へのアプローチとして、フェロモンの生合成過程を特異的に阻害する物質、すなわち、従来の殺虫剤とは異なったタイプの防除剤の追究が考えられる。そのためには、まず生合成の過程とその制御機構の実態を明らかにすることが急務である。筆者の研究室ではカイコガを材料に、その性フェロモンであるボンピコールの生合成経路を解明するとともに、生合成を刺激する神経ペプチドホルモン (PBAN) の作用機構に関していくつかの知見を得ることができた。それらの結果を中心に、蛾類性フェロモンの生合成及びその制御機構に関する研究の現状と問題点について述べてみたい。

I カイコガ性フェロモンの生合成経路

カイコガの性フェロモンであるボンピコールは、二重結合を 2 個含む炭素数 16 の直鎖状 1 級アルコール [(10E, 12Z)-10, 12-hexadecadien-1-ol, E 10, Z 12-16: OH*] である。このフェロモンがアセチル CoA より導かれる炭素数 16 の飽和脂肪酸 (パルミチン酸, 16: Acid) を経て生合成されることは、その化学構造から容易に推定される。しかしながら、その後の生合成経路として、図-1 に示したように、二重結合が導入され不飽和脂肪酸が形成された後にアルコールへと還元されるというもの (経路 A) と、まずカルボキシル基が還元され飽和のアルコールとなり次に二重結合が導入されるもの (経路 B) とが考えられ、どちらの経路にて生成するのか興味を持たれた。

生合成経路の解明は、放射性同位元素 (^3H , ^{14}C など) あるいは安定同位元素 (^2H , ^{13}C など) で標識された推定前駆体を投与し、その変換を検討することによって行うことができるが、性フェロモンはフェロモン腺でのみ産生

される微量物質であり、投与量を極力少なくして実際の生合成系を乱さずに追究することが必要なところから、放射性同位元素の使用が望まれた。カイコガのフェロモン腺には、ほかにモノエンアルコール (Z 11-16: OH) や飽和アルコール (16: OH) が存在し、前駆体からの放射能がジエンアルコールであるボンピコールに取り込まれたことを確認するには、何らかの方法でそれらを分離しなければならない。性フェロモン成分の分離には通常ガスクロマトグラフィーが用いられるが、分離後その放射能を測定するには回収率の低さから良い方法とはいえない。そこで、高速液体クロマトグラフィー (HPLC) の利用を検討したところ、逆相条件下 ODS (オクタデシルシラン) カラムは二重結合の数に依存した分離を行い、上記のアルコール成分を十分に分離できることが判明した。

ジメチルスルホキシド (DMSO) に溶かした 50,000 dpm の ^{14}C -16: Acid をフェロモン腺に塗布したところ、条件によっては 1 フェロモン腺当たり 500 dpm 以上の放射能がボンピコールに取り込まれること、つまり 1% 以上の取り込み率が認められることがわかった。これは、薄層クロマトグラフィー (TLC) を用いたオートラジオグラフや、その後の HPLC による精製物の放射能を

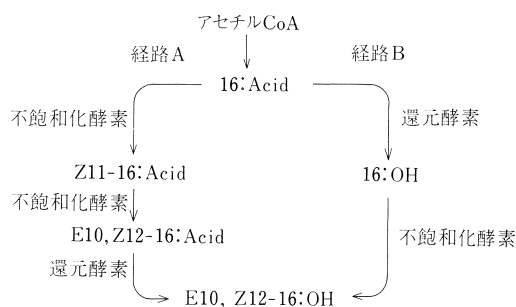


図-1 ボンピコール (E 10, Z 12-16: OH) の推定生合成経路

経路 A については引用文献 9, 26) を、経路 B については、引用文献 10) を参照されたい。

* フェロモンとその関連化合物は、次の記号によって表記する。炭素数 (: の前の数字), 末端官能基 (: の後の記号, OH アルコール, Acid カルボン酸, OAc アセテート, Ald アルデヒド), 二重結合位置 (- の前の数字), 幾何異性 (Z または E)。

液体シンチレーションで定量するのに十分な強さである。2 GBq/m mol の比放射能活性を持つ ^{14}C -標識化合物が利用可能であり、計算するとフェロモン腺には外部から約 0.1 μg の 16 : Acid を加えたことになるが、これは生合成系をかく乱するほどの量ではないことが期待される。カイコガは明期になって 1~3 時間後に羽化し、その時、既に性フェロモンを保有している。また興味深いことに、フェロモン量は明期に増加し暗期に減少するようなりズムを示す。種々条件を検討したところ、フェロモン腺中のフェロモン量が最も増加する羽化後約 26 時間 (羽化 2 日目明期 4 時間後) の処女雌に標識化合物を投与し、その 3 時間後にフェロモン成分を抽出した場合、再現性のある良い取り込みがみられた (ANDO et al., 1988 a)。

そこで、炭素数の異なる一連の ^{14}C -標識飽和脂肪酸 (12 : Acid~18 : Acid) の変換を調べたところ、ボンピコールは ^{14}C -16 : Acid からのみ明らかな放射能の取り込みを示した (表-1 [a])。次に推定前駆体として考えられている化合物の変換を検討した。すなわち、 ^{14}C -16 : Acid を化学的に還元して得られた ^{14}C -標識飽和アルコール (16 : OH), ^{14}C -KCN より合成した ^{14}C -標識モノエン脂肪酸 (Z 11-16 : Acid) とモノエンアルコール (Z 11-16 : OH) を比較したところ、アルコール類のフェロモンへの変換は 16 : Acid に比べてかなり低いのに対して、Z 11-16 : Acid では 16 : Acid を上回る取り込みが検出され (表-1 [b]), 生合成経路 A を確認することができた (ANDO et al., 1988 b)。さらに、モノエンからジエン脂肪酸への変換過程を調べる目的で 10~12 位に二重結合を持つ ^{14}C -標識モノエン脂肪酸を合成しその投与実験を行ったところ、Z 11-16 : Acid のような顕著なフ

ェロモンへの変換は認められず (表-1 [c]), 11 位の (Z)-体二重結合は異性化することなしに直接 (E, Z)-体の共役ジエンに変換されることが示唆された (有馬, 1991)。共役ジエンの 1, 4-付加によりモノエン化合物が生成する化学反応はあるが、その逆反応は有機化学的に知られていない。フェロモン腺中どのような機構で共役ジエンへの生化学反応が起こるのか、大変興味深いところである。

II 蛾類性フェロモンの化学構造上の特徴と生合成経路

現在までに同定された蛾類性フェロモンの約 85% は、ボンピコールのように末端に官能基 (アルコール, アセテート, アルデヒド) を持つ炭素数 10~18 の直鎖状不飽和化合物 (1~3 個の二重結合を含む) である。その中から今までに *Argyrotaenia velutinana* など 20 種ほどの昆虫においてその性フェロモンの生合成過程が研究され、いずれの場合でも不飽和脂肪酸を経由した経路が報告されている (ROELOFS and BJOSTAD, 1984)。最終段階である末端官能基の形成に関しては、まずアルコールへと還元された後にアセテートに変換されたり、アルデヒドへと再酸化されることが調べられている (MORSE and MEIGHEN, 1986)。

飽和脂肪酸の 11 位に不飽和結合を導入する酵素 (11 位不飽和化酵素) は、10, 12 位に二重結合を含むボンピコールの生合成に関与していることが判明したが、Z 11-16 : Acid から直接導かれる化合物群 (Z 11-16 : OH, Z 11-16 : OAc, Z 11-16 : Ald) はコナガ、ニカメイガ、ヨトウガなど多くの蛾類のフェロモン成分として同定されており、それら蛾類においてもこの特異な酵素がフェロモン生合成で重要な働きをしていることが考えられる。ところで、Z 9-14 : Acid や Z 7-12 : Acid から導かれる化合物群もコカクモンハマキ、タマナギンウワバなど多くの蛾類から同定されているが、それら不飽和脂肪酸はいずれもメチル末端から数えた 5 位 (ω 5 位) に二重結合を有し、Z 11-16 : Acid の β -酸化による炭素鎖の短縮によって形成されることが考えられる。実際にイラクサギンウワバの性フェロモン (Z 7-12 : OAc) は Z 11-16 : Acid の二度にわたる β -酸化を経て産生されることが示され (ROELOFS and BJOSTAD, 1984), 11 位不飽和化酵素は蛾類においてかなり普遍的に存在するものと思われる。一方、Z 11-14 : Acid から導かれる化合物群はハマキガ類フェロモンの主要な構成成分であるが、この不飽和脂肪酸も 14 : Acid の 11 位不飽和化反応により作られることが、*A. velutinana* を材料にして明らかにされた

表-1 ボンピコールが示した [$1-^{14}\text{C}$]-標識化合物からの放射能の取り込み

	化合物	取り込み率 (%)
[a]	12 : Acid	0.2
	14 : Acid	0.1
	16 : Acid	1.7
	18 : Acid	0.1
[b]	16 : OH	0.2
	Z 11-16 : OH	0.9
	Z 11-16 : Acid	3.3
[c]	Z 10-16 : Acid	0.3
	E 10-16 : Acid	0.4
	E 11-16 : Acid	0.2
	Z 12-16 : Acid	0.4
	E 12-16 : Acid	0.5

(ROELOFS and BJOSTAD, 1984)。ただしこの場合の11位不飽和化酵素は見方を変えれば ω 3位不飽和化酵素であり、これら脱水素酵素の基質特異性は異なることが十分考えられる。11位不飽和化酵素の性状がイラクサギンウワバを材料に追究され、マイクロゾーム画分中での存在が報告されたが (ROELOFS and WOLF, 1988)、本酵素のマイクロゾームからの溶出にはまだ成功していないものと思われる。

III 生合成研究における今後の課題

フェロモンの化学構造を検討すると、二重結合位置の多様性に驚かされる。いくつかのものは炭素鎖の短縮あるいは伸長の結果生み出されることも考えられるが、脂肪酸の直鎖上で不飽和化されない位置はほとんどなく、多種多様な不飽和化酵素の存在が推察される。近縁種の昆虫は類似した化合物をフェロモンとして利用していることが多い。しかしながら、欧米に分布するアワノメイガのフェロモンはZ11-14:OAcあるいはE11-14:OAcであり、日本に分布するアジアアワノメイガのフェロモンはZ12-14:OAcとE12-14:OAcの混合物であり、生合成に関与する不飽和化酵素は異なる。それらの酵素はどの程度異なった構造をしており、どのようにして不飽和化すべき位置を正確にとらえて脱水素反応を遂行しているのか、さらに、これらの昆虫は種の分化の過程でどのようにして異なった酵素を獲得してきたのか大変興味深い。

動植物中普遍的に存在する不飽和脂肪酸は、通常(Z)-体である。蛾類性フェロモンにおいては(E)-配置の二重結合は決して珍しくなく、それら幾何異性の導入はどのように異なった酵素反応によるのであろうか。日本だけでも数千種の蛾類昆虫が分布し、それらが性フェロモンの働きなどによって生殖的に隔離されている。このような蛾類性フェロモンの多様性は、複数の成分を決まった混合比で分泌していることによって説明されるが、どのような機構でその混合比は制御されているのであろうか。現在までに行われた生合成研究の大部分は*in vivo*においてのもので、これらの疑問に答えるには*in vitro*における実験、とりわけ酵素レベルでの実験系の確立が望まれる。

脂肪酸は性フェロモン腺においても遊離の形ではなく、トリグリセリド・リン脂質などに取り込まれた形で存在する。フェロモン生合成における二重結合の導入は、遊離の脂肪酸ではなく、リン脂質あるいはCoAのような活性化された形で進行するものと思われるが、まだその実態は明らかではない。

IV カイコガ PBAN の存在とその化学構造

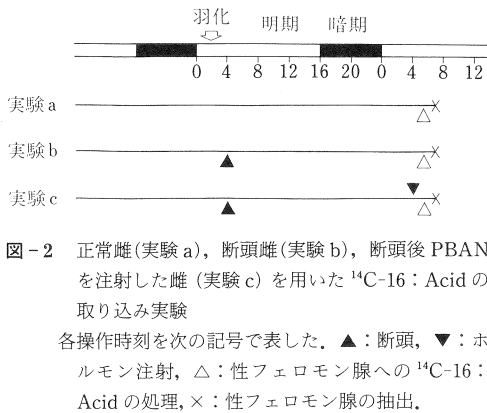
RAINA and KLUNE (1984) によりタバコガの一種 *Helicoverpa (Heliothis) zea* において、性フェロモンの生合成が頭部に存在する神経ペプチドホルモンの支配を受けていることが報告され、後にこのホルモンはPBAN (pheromone biosynthesis activating neuropeptide) と名付けられた。以来、ニカメイガ (大口ら, 1985) など10種の蛾類昆虫頭部に同様の働きをするホルモンの存在が確認されてきている。*H. zea* では本ホルモンの生産器官として食道下神経節が考えられているが、蛾類成虫において脳と食道下神経節を分離することは容易でなく、通常は頭部全体をリンガー液中ですりつぶし実験材料にしている。

カイコガも断頭あるいは結紮により頭部からの物質の流れを絶つと、性フェロモン腺中のフェロモン量は急激に減少した。ホルモン関与の有無を明確にするにはフェロモン量を0にしておくことが望まれ、まず羽化2~3時間後(明期4時間後)に断頭し、それから24時間後に胸腹部間の節間膜からマイクロシリンジを用いて検体を注入する方法でホルモン活性を検定した。その結果、カイコガ頭部のリンガー抽出物にも、ペプチダーゼにより失活する活性物質、すなわちPBANの存在が確認された。興味深いことに雌のみならず雄の頭部抽出物にも活性がみられた。その後60万頭のカイコガ頭部を材料に、3回のHPLC分取を含む10段階の操作により精製単離され、アミノ酸33残基からなるBom-PBAN I**と、N末端側にアルギニンが一つ増えた34残基からなるBom-PBAN IIが同定された。C末端ロイシンのカルボキシル基はアミド化されており、それらのアミノ酸配列は*H. zea* から同定されたHez-PBAN**と約80%の相同性を持つ(長澤, 1990)。PBANの研究とは別に、カイコガ頭部からアワヨトウの体色を黒化させるホルモン(MRCH)の同定が試みられていたが、MRCHとBom-PBANとは同一物質であることが報告された(MATSUMOTO et al., 1990)。また合成ペプチドを用いた構造-活性相関の研究により、アミド化されているC末端側5残基のみでも十分にPBANとしての活性が発現されることが示された(RAINA and KEMPE, 1990; KUNIYOSHI et al., 1991)。

V カイコガにおけるPBANの作用機構

まず*in vivo*において、Bom-PBANが制御する生合

** RAINA and GÄDE (1988) により提唱された、昆虫のペプチドホルモンの名称の付け方に準拠した。



成反応を調べた。図-2 に示したように断頭から 24 時間経った処女雌に PBAN を注射し、その 1.5 時間後性フェロモン腺に ^{14}C -16: Acid を塗布、さらにその 1.5 時間後にフェロモン腺成分を抽出し ^{14}C の取り込みを定量した(実験 c)。PBAN の注射を行わなかったもの(実験 b)、断頭も注射も行わなかったもの(実験 a)についても同時に分析した。その結果、ボンピコールの ^{14}C の取り込みは断頭雌(実験 b)ではほとんど認められないが、PBAN の注射によって取り込みが回復した(実験 c)。またフェロモン腺を構成する全脂質をけん化後、不飽和脂肪酸の ^{14}C の取り込みを調べたところ、a, b, c いずれの実験区のフェロモン腺も同様な値を示し、16: Acid の Z 11-16: Acid 及び E 10, Z 12-16: Acid への変換は断頭によって影響されないこと、つまり不飽和化反応は PBAN によって制御されていないことが判明した (ARIMA et al., 1991)。

Hez-PBAN の標的器官は性フェロモン腺ではなく、腹部末端神経球であることが最近報告された (TEAL et al., 1989)。しかしながら、断頭後 24 時間経過した雌カイコガから得られる性フェロモン腺を、注意深く神経系を取り除き Bom-PBAN とともに Grace の培地で培養すると、フェロモンの産生が認められ、Bom-PBAN の標的器官はフェロモン腺であることを証明することができた (ARIMA et al., 1991)。そこで培養フェロモン腺を用いた *in vitro* 条件下で、性フェロモン生合成に対するこのホルモンの働きを調べた。 ^{14}C -16: Acid の不飽和化反応は培地への PBAN の添加の有無に影響されないが、その先のボンピコールへの変換過程は PBAN の非存在下では進行せず、*in vivo* での実験結果を裏付けることができた。また ^{14}C -E 10, Z 12-16: Acid を新たに調製しそのフェロモンへの変換を検討したところ、やはり PBAN が必要であった。一方、 ^{14}C -酢酸ナトリウムの 16: Acid

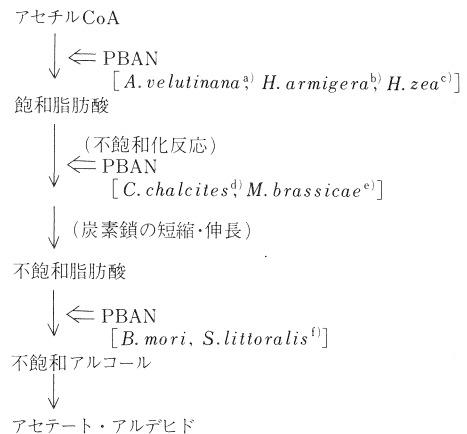


図-3 PBAN の制御する性フェロモン生合成過程

a)~f) については、下記の引用文献をそれぞれ参照されたい。

a): 24), b): 18), c): 11), d): 1), e): 8), f): 13).

への変換を調べたところ、PBAN が存在しなくても進行した (有馬ら, 1991)。

現在までにカイコガを含む 6 種の蛾類昆虫で、PBAN が制御する生合成過程についての研究が報告されている。図-3 に示したように *A. velutinana*, *H. armigera*, *H. zea* においては飽和脂肪酸の生合成が、*Chrysodeixis chalcites*, ヨトウガにおいては不飽和化の過程が、さらに *Spodoptera littoralis* ではカイコガと同様、脂肪酸の還元過程が PBAN により制御されていることを示す実験結果が得られている。PBAN の化学構造の共通性が指摘されているのに反して、いろいろと異なった作用機構が実際に存在するかどうか大変興味深いところである。性フェロモン生合成阻害物質に関する研究 (ARSEQUELL et al., 1989) も発表されつつある昨今、新しい昆虫制御物質開発の基礎として、昆虫が長い進化の過程で獲得してきた制御機構を解明することは重要な課題であると思われる。

引用文献

- 1) ALTSTEIN, M. et al. (1989): Insect Biochem. 19: 645~649.
- 2) ANDO, T. et al. (1988a): Agric. Biol. Chem. 52: 141~147.
- 3) ——— et al. (1988b): ibid. 52: 473-478.
- 4) 有馬理香 (1991): 東京農工大学博士論文.
- 5) ARIMA, R. et al. (1991): Appl. Entomol. Zool. 26: 137~147.
- 6) 有馬理香ら (1991): 第 35 回日本応用動物昆虫学会大会講演要旨集 p 286.
- 7) ARSEQUELL, G. et al. (1989): Insect Biochem. 19: 623~627.
- 8) BESTMANN, H. J. et al. (1989): Experientia 45: 778~781.
- 9) BJOSTAD, L. B. and W. L. ROELOFS (1984): Insect Biochem. 14: 275~278.

- 10) 井上末広・浜村保次 (1972): 日本農芸化学会誌 46: 645~649.
- 11) JURENKA, R. A. et al. (1991): Arch. Insect Biochem. Physiol. 17: 81~91.
- 12) KUNYOSHI, H. et al. (1991): Peptide Chem. 1990: 251~254.
- 13) MARTINEZ, T. et al. (1990): J. Biol. Chem. 265: 1381~1387.
- 14) MATSUMOTO, S. et al. (1990): J. Insect Physiol. 36: 427~432.
- 15) MORSE, D. and E. MEIGHEN (1986): J. Chem. Ecol. 12: 335~351.
- 16) 長澤寛道 (1990): 日本農芸化学会誌 64: 1758~1760.
- 17) 大口嘉子ら (1985): 日本応用動物昆虫学会誌 29: 265~269.
- 18) RAFAELI, A. et al. (1990): J. Insect Physiol. 36: 641~646.
- 19) RAINA, A. K. and J. A. KLUN (1984): Science 225: 531~533.
- 20) ——— and G. GÄDE (1988): Insect Biochem. 18: 785~787.
- 21) ——— and T. G. KEMPE (1990): ibid. 20: 849~851.
- 22) ROELOFS, W. and L. BJOSTAD (1984): Bioorg. Chem. 12: 279~298.
- 23) ——— and W. A. WOLF (1988): J. Chem. Ecol. 14: 2019~2031.
- 24) TANG, J. D. et al. (1989): Proc. Natl. Acad. Sci. USA 86: 1806~1810.
- 25) TEAL, P. E. A. et al. (1989): Proc. Natl. Acad. Sci. USA 86: 2488~2492.
- 26) YAMAOKA, R. et al. (1984): Experientia 40: 80~81.

本 会 発 行 図 書

農 薬 適 用 一 覧 表 (平 成 3 農 薬 年 度)

農林水産省農薬検査所 監修

定価 2,700 円 (本体 2,621 円) 送料 310 円

A 5 判 454 ページ

平成 3 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, 付録として, 毒性及び魚毒性一覧表及び農薬一般名 (商品名) 一覧表, 農薬商品名・一般名対比表を付した。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。

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

— 1991 年版 —

B 6 判 692 ページ

定価 5,000 円 送料 サービス
(本体 4,855 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
2 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

—1990年版—4,600円 送料310円

—1989年版—4,400円 送料310円

—1988年版—4,429円 送料310円

—1987年版—4,223円 送料310円

—1986年版—4,223円 送料310円

—1985年版—4,017円 送料310円

—1983年版—3,296円 送料260円

—1963~82, 84年版—品切絶版

※定価は税込価格です。

お申込みは前金 (現金・小為替・振替) で本会へ

ラッキョウウイルス病の発生生態

鳥取県園芸試験場 ^さ佐 ^こ古 ^{いさむ}勇

はじめに

わが国の栽培ラッキョウはウイルスによる汚染を受け、収量・品質の大きな低下を引き起こしており、ウイルス病の被害の軽減が強く要望されている。

その防除対策として、生長点培養によるウイルスフリー種球の作出と配布事業がラッキョウ産地では計画されている。しかし、ラッキョウの病原ウイルスの種類や発生実態についての知見は非常に少ないため、ウイルスフリー種球の配布事業を実施する際に必要となる培養株のウイルスフリー検定、原々種の汚染、生産圃場でのウイルス再汚染防止対策などのための基礎的な知見が得られていない。

そこで、わが国の栽培ラッキョウに発生するウイルスの種類を明らかにするとともに、病原ウイルスの血清学的な診断法を確立し、ウイルスの発生実態を調査し、再汚染防止対策の基礎的な知見を得ることを目的として、1986年から試験を行った。ここではこれまでに判明したウイルス病の概要を紹介し、参考に供したい。

I 潜在感染ウイルス

1 ウイルスの同定と簡易検定

ラッキョウの無病微株から電顕観察で長さ 600～750 nm の屈曲の少ないひも状ウイルス粒子が容易に検出され、免疫電顕法により、ニンニク潜在ウイルス—ニンニク分離株 (GLV-G) 抗血清と反応する。本ウイルスは汁液接種可能で、3 科 5 種の植物に感染し、ソラマメにえ死斑点、*Chenopodium quinoa* に退緑斑点を現す。また、耐熱性 55～60℃、耐希釈性 10^{-3} ～ 10^{-4} 、耐保存性 3～4 日であった。以上のウイルス粒子の形態、寄生性及び血清学的関連などから、病原ウイルスはニンニク潜在ウイルス (GLV, Carlavirus グループ) と同定された (佐古ら, 1987)。

次に、ラッキョウの増殖や生産の段階でウイルス感染を簡易・的確に把握するために GLV-G 抗血清による DIBA 法の適用を試みた結果、本法は純化 GLV の 10 ng/ml 以上の濃度を検出でき、ラッキョウ感染葉の 10^{-3} 倍希釈まで検出可能な高い精度を有し、少量の試料を用

いた多数の検体の処理も容易であった。さらに試料液をスポット後のニトロセルロースシートは長期間保存できることから、一層の効率的な大量検定が可能となった (佐古, 1989 a)。また GLV ラッキョウ分離株 (GLV-S) 抗血清を新たに作製し、間接 ELISA 法及び DIBA 法の有用性をあらためて確認した (佐古ら, 1989 b)。

2 発生実態

DIBA 法による検定の結果、GLV は鳥取県産ラッキョウに 100%、鹿児島、宮崎、島根、徳島、千葉、福井の他県産地のラッキョウも 92.5～100% と高率にしかも広く発生している実態が明らかとなった (佐古, 1989 d)。

GLV による被害は、当代感染でウイルスフリー株に比べ鱗茎の分球が 20～33% 減少し、収量も低下する傾向がみられた (佐古ら, 1989 b)。当代感染鱗茎を種球に用いた 2 作目及び 3 作目の生育・収量もそれぞれ分球数で 12%, 14%, 1 株鱗茎重で 27%, 23% の減少率であった (表-1)。このとき種球重に対する収穫鱗茎の肥大率は、小さく軽い種球から大きく重い種球までほぼ一定の傾向を示したが、平均肥大倍率 ($\log (1 \text{ 株鱗茎重}/\text{種球重})$) はウイルスフリー株が GLV 感染株より高かった。また、ウイルスフリー株では個体による変動も少なく、肥大効率が良好であった (図-1)。

3 伝染法

従来明らかでなかった GLV のアブラムシ伝搬の可能性を知るため、モモアカアブラムシ及びネギアブラムシによる伝搬試験を実施したところ、10～20% 及び 20～30% と低率ながらアブラムシ伝搬が確認された。アブラムシ類の飛来は、ラッキョウ産地においてウイルスフリー株植え付け後、夏季をピークに 9 月に入ると減少したが、10 月下旬～11 月上旬まで飛来は持続した。春季には 4 月から飛来がみられ、5 月に入ってから急激に増加した (佐古ら, 1990)。

ラッキョウ産地における再感染の状況は、植え付け当年の秋季に 20～33%、翌春季には 45～55% まで再感染株率の増加がみられ、再感染が容易に起こることが確認された。このとき GLV の種苗伝染は、自然感染している在来株に形成される新分球へは 100% の移行率であったが、当代感染した株に形成される新分球への移行は、30% 程度と比較的低率であった (表-2)。

また、汚染株との接触及び種子伝染は確認されなかつ

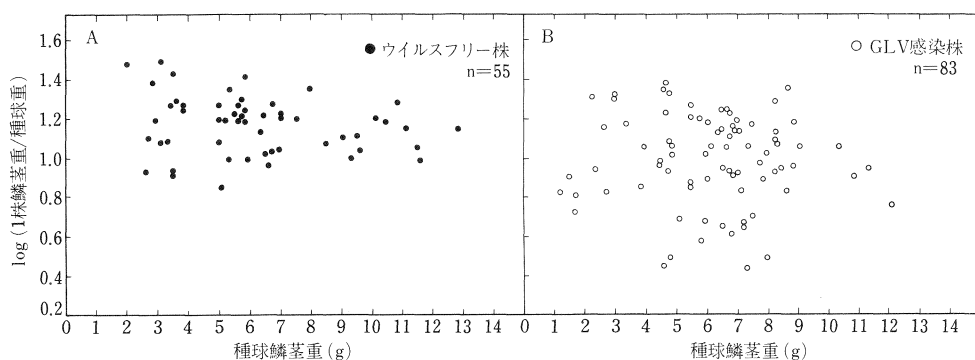


図-1 ラッキョウウイルスフリー株と GLV 汁液接種感染株における種球重に対する収穫鱗茎の肥大倍率 (1989)^{a)}

a) 平均肥大倍率($\log(1 \text{ 株鱗茎重}/\text{種球重})$)は A: ウイルスフリー株=1.166, B: GLV 感染株=0.988.

表-1 ラッキョウのウイルスフリー株と GLV 汁液接種感染株の生育及び生産力の比較^{a)}

作付 年次	ウイルス 感染の有無	分球数 (個)	鱗茎重 (g)	草丈 (cm)	葉数 (枚)	1 株全 重(g)	葉重 (g)	葉 重 比率(%)
2 作目 (1989)	GLV	8.0*	66.9**	70.1**	25.8*	103.8**	36.8**	34.4**
	フリー	9.1	92.2	81.1	29.3	152.6	60.4	39.1
3 作目 (1990)	GLV	8.9**	65.6**	72.4**	27.4**	107.5**	42.0**	36.0**
	フリー	10.3	85.6	83.6	41.9	173.5	87.9	50.5

a): GLV 感染株とウイルスフリー株の各平均値間に** (0.01), * (0.05) の有意差があること示す。

表-2 鳥取県のラッキョウ産地における GLV 再感染状況

調 査 地	1988		1989			
	秋季再感染(12月上旬調査)		春季再感染(6月上旬調査)			
	検定 株数	検出 株率 (%)	検定 株数	検定 分球数	検出 株率 (%)	検出 球率 (%)
福部村浜湯山	15	20	20	142	45	33.8
海 士	15	33	20	150	55	30.7
細 川	15	27	20	146	50	28.1
合 計・平均	45	26.7	60	438	50.0	30.8

た。

II 黄色条斑病の病徴と病原ウイルス

1 病徴と病原ウイルス

黄色条斑症状を呈し、萎縮を伴うラッキョウ株には、免疫電顕法により GLV 以外のひも状ウイルス粒子の存在も確認された。本ウイルス粒子は、汁液接種によりネギ、タマネギにモザイク症状を示したが、センニチコウ、リーキ、*C. quinoa* などには感染せず、ネギ萎縮ウイルス

(OYDV) 抗血清に反応する長さ 750~800 nm の粒子であり、ラッキョウに単独感染すると軽微なモザイク症状を示し、GLV と重複感染すると明りょうな黄色条斑症状が再現されたことから、本ウイルスはネギ萎縮ウイルス (OYDV, Potyvirus グループ) と同定された。吉野ら (1965) は自然発生株でモザイク症状を示すラッキョウの汁液接種により、ネギに萎縮病と類似した病徴を呈することを報告しているが、ウイルスの同定はなされていなかった。そこで、ラッキョウから OYDV の検出がはじめて明らかとなったことから、本病の病名を「黄色条斑病」と呼ぶことを提案した (SAKO et al., 1991 b)。

本病は 10~11 月及び 4~5 月ごろに明りょうな長短さまざまな黄色条斑がみられる。症状は特に新葉基部で顕著であり、葉は細くなり、ねじれて、株全体が萎縮する。症状の激しい株では葉先が白化して枯死する場合もみられる。春先に病徴が進むと黄色条斑症状は全葉に広がり、株全体が黄緑色化する。これらの症状は 12 月中旬ごろから 3 月ごろまで不明りょうとなる。

2 発生実態

DIBA 法による診断の結果、1987 年、1988 年の調査で

表-3 ラッキョウのウイルスフリー株と OYDV 汁液接種感染株の生育及び生産力の比較(1990)

供 試 種球数	種 球 平均重 (g)	ウイルス 感染の有無	分球数 (個)	1 株 鱗茎重 (g)	草 丈 (cm)	葉 数 (枚)	1 株 全 重 (g)	葉 重 (g)	葉 重 比 率 (%)
16	5.65 NS	OYDV	4.4** ^{a)}	45.2**	49.3**	15.6**	51.9**	18.5**	34.3**
15	5.43	フリー	7.7	113.1	68.2	27.7	143.2	54.7	37.9

^{a)}: OYDV 感染株とウイルスフリー株の各平均値間に** (0.01) の有意差があることを示す。また, NS は有意差がないことを示す。

は鳥取県の産地圃場において OYDV 単独感染株はみられず, GLV と OYDV の重複感染株が 0.1~3.5% 確認された。

ウイルスフリー株に OYDV が当代感染すると, それを種球として用いた次世代株では生産力がきわめて低下し, その程度は GLV の場合より著しかった (表-3)。また, 本ウイルスは種球から分球へ容易に種苗伝染した。

3 伝染法

OYDV はアブラムシ類により伝搬されるため (吉野ら, 1965), ラッキョウ黄色条斑病株に隣接してウイルスフリー株を植え付けると再感染は容易に起こった。また, ラッキョウの OYDV 感染の伝染源植物としてネギ以外にワケギ, ニラの OYDV を保毒するモザイク株の可能性が示唆された。

このほかにニンニクでも OYDV の発生の報告があり (岩井ら, 1990; Bos, 1976), 鳥取県のニンニクからも同様に検出されることなどから, ニンニクも伝染源として注意する必要があると思われる。

III 黄斑モザイク病の病徴と病原ウイルス

1 病徴と病原ウイルス

9 月から 11 月の生育初期に中位葉から下位葉にかけて黄斑モザイク症状がみられ, やがて晩秋には葉がやや細くなり, 先端がねじれて, 株元が赤褐色を呈し, 全体に生育不良となる株も観察される。これは GLV とタバコモザイクウイルス (TMV, Tobamovirus グループ) の重複感染によるものである。宮崎県のラッキョウに TMV の自然発生することは既に報告されていたが (佐古ら, 1985), ラッキョウにおける病徴の有無などの詳細は不明であった。しかし, TMV の原寄主への戻し接種を行うと, 単独では無病徴であったが, GLV との重複感染により黄斑モザイク症状が再現されたことなどから, 本病を「黄斑モザイク病」と命名することを提案した (佐古ら, 1991 a)。

2 発生実態

黄斑モザイク病株の鳥取県での発生は, 1989 年には 13 筆の圃場のうち, 11 筆にみられ, 発生圃場の発病株率は

表-4 ラッキョウ黄斑モザイク病株の生育抑制 (1991)

症 状 別 (ウイルス)	調 査 株 数	分球数 (個)	草 丈 (cm)	葉 数 (枚)	1 株 全 重 (g)
無病徴株 (GLV)	10	3.4	52.7	13.7	20.6
黄斑モザイク病株 (GLV+TMV)	23	2.5** ^{a)}	49.3 NS	8.0**	12.6**

^{a)}: 外観健全株と黄斑モザイク病株の各平均値間に** (0.01) の有意差があることを示す。また, NS は有意差がないことを示す。

1.4~8.0% であった。

TMV による被害について, 長田ら (1989) はラッキョウから分離された TMV を戻し接種すると生育不良となり, GLV との重複感染でさらに生育が抑制されることを報告している。鳥取県の発生圃場で, 植え付け 3 か月後に採取した黄斑モザイク病株と無病徴株を比較すると, 分球数で 26%, 葉数で 41%, 1 株全重で 38% の減少率であり, 顕著な生育抑制が認められた (表-4)。

3 伝染法

TMV は土壌伝染し, 汚染畑では感染が容易に起こると思われる。発病砂地畑の罹病土にウイルスフリー株を植え付けると約 6 か月後には病徴は認められなかったが, 葉鞘部から TMV が検出された。

IV その他のウイルス病

以上の 3 種のウイルスのほかに, ラッキョウ葉の黄化症状株では師管部がえ死し, リーキ黄化ウイルス (LYV, Luteovirus グループ) が検出されている (荒城ら, 1981) が, 被害や発生状況については報告されていない。また, リーキでの発生が確認されているが, その他の寄主範囲, 媒介者及び伝搬様式なども明らかにされていない。

V 防 除 対 策

ここでは, GLV 及び OYDV を対象にした防除対策について記す。

1 生長点培養によるウイルスフリー株の作出

生長点培養の結果、第1回目の継代培養の移植時のDIBA法によるウイルス検定で67.7~100%の無病個体が得られた。その後の成苗化まで追跡調査したが、いずれの個体からもウイルスは検出されず、試験管器内の初期の段階においてDIBA法によるウイルスフリー株判定の有効性が明らかになった(佐古ら, 1989c)。また、OYDVのフリー化も比較的容易であった。器内培養中での早期検定が可能であったことは、大量の植え付け種球の必要なラッキョウにとって、効率的に検定を終えることのできるメリットがある。

2 アブラムシ類による再感染に対する防止対策

各種アブラムシ忌避資材によるGLVの再感染防止の効果について、1988年8月の定植時から1989年6月の収穫期まで試験を行った。その結果、無処理区では20.5%の再感染株率であったのに対し、生育初期の秋季には地表面にシルバーテープを設置し、翌年春季にはライムギの障壁を設けた区では17.6%、ライムギ障壁とシルバーテープの株上への吊るし(高さ2m、間隔1m)を組み合わせた区では9.0%であった。生育期間中透明寒冷紗(クレモナF-1000)で被覆した区では再感染は全く認められなかった。また、OYDVの再感染は伝染源が近辺にあると容易に起こるが、透明寒冷紗またはテープ織りネットのトンネル被覆により再感染の防止が可能であった。

おわりに

ラッキョウにウイルス病が存在することは河合(1954)により報告されているが、ウイルスの種類については不明であった。本試験によりラッキョウの主要なウイルスの種類と、その発生実態について初めて明らかとなった。

わが国のラッキョウに発生するウイルスは主にGLVであり、これとOYDVあるいはTMVが重複感染する

株が発生している。GLVの単独感染では無病徴の潜在感染であるが、生育・収量にも影響を与えることを明らかにし、OYDVまたはTMVとの重複感染では病徴が発現し、さらに生育が抑制される。

今後のGLV及びOYDVのウイルス汚染防止には、ウイルスフリー株の大量供給システムの確立、増殖用圃場の選定、障壁作物の作付け、被覆資材及びシルバーテープの利用などの技術体系化が必要である。また、TMVの産地内での発生範囲は限られているが、まん延の抑制も緊急を要する課題となる。

さらに、将来的には弱毒ウイルスの作出の研究に進まなければならない。ラッキョウに高率に発生するGLVには、図-1に示したGLV感染株であるにもかかわらず、肥大効率の高い個体がみられた。これはウイルス抵抗性系統の個体なのか、ウイルスの変異によるもののかなど原因は今後の検討を要するが、ラッキョウの有用系統や弱毒ウイルスの保毒系統が選抜できる可能性があることを示していると思われる。

引用文献

- 1) 荒城雅昭ら (1981): 日植病報 47: 138. (講要)
- 2) Bos, L. (1976): CMI/AAB Descriptions of plant viruses, No. 158.
- 3) 岩井 久ら (1990): 鹿大農学術報告 40: 1~7.
- 4) 河合一郎(1954): 園芸病害編, 養賢堂, 東京, pp. 209~210.
- 5) 長田龍太郎・佐古宣道 (1989): 日植病報 55: 537. (講要)
- 6) 佐古 勇ら (1987): 同上 53: 108. (講要)
- 7) ——— (1989a): 鳥取県園試研報 6: 1~16.
- 8) ——— (1989b): 関西病虫研報 31: 23~29.
- 9) ——— (1989c): 近畿中国農研 78: 22~27.
- 10) ——— (1989d): 植物防疫 43(7): 389~392.
- 11) ——— (1990): 関西病虫研報 32: 21~27.
- 12) ——— (1991a): 同上 33: 21~28.
- 13) SAKO, I. et al. (1991b): Ann. Phytopath. Soc. Japan 57: 65~69.
- 14) 佐古宣道・安藤千治 (1985): 日植病報 51: 353~354. (講要)
- 15) 吉野正義・安 正純 (1965): 埼玉農試研報 26: 1~67.

新しい「植物防疫」専用合本ファイル

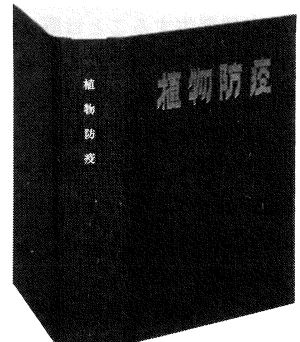
本誌名金文字入・美麗装幀

本誌B5判12冊1年分が簡単にご自分で製本できる。

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

改訂定価 1部 720円 送料 360円

ご希望の方は現金・振替で直接本会へお申込み下さい。



ナス科青枯病菌の各種作物根圏における動態

農林水産省中国農業試験場 し か た ひ さ し い と う ひ で ふ み
四方 久・伊藤 秀文

植物根のごく周囲をとりまく部分は根圏と呼ばれ、それらは植物根の直接的な環境であり、根圏に住む微生物は植物の養分吸収や生育に対して重要なかわり合いを持っていると考えられている。すなわち、植物根は自らの分泌物や脱落した根組織を基質として供給した微生物の働きを促進すると共に、微生物の代謝産物の吸収や、共生によってプラスの影響を受けたり、また微生物との養分競合、病原菌の植物根への寄生など逆にマイナスの影響を受けるなど、植物と微生物は様々な形で相互に影響し合っている。

そこで、ナス科作物を侵す青枯病の防除法を開発するためには、病原細菌の土壤中の生態に関して、ナス科作物の根が土壌と直接接触している場についての研究が重要である。とりわけ、植物根圏における密度変動要因の解明については、ほとんど手掛けられていない。

そこで筆者らは、青枯病菌の植物根圏における変動要因の解明と防除対策として土壌中の本病菌を積極的に低減させる後作物や輪作作物の選定のために、ナス青枯病菌の数種作物根圏における動態を明らかにしようとして調査を行っている。これまでに得られた結果から生態的防除への可能性について述べ、参考に供したい。

I 作物根圏における青枯病菌の密度と感染との関係

試験に供試したナス青枯病菌汚染圃場（褐色低地土）はⅢ群菌（CE 8323 菌株）によるものであり、汚染後3年を経過している。

供試作物とそれらの品種は表-1 に示したように、一般に栽培され輪作にも使われている経済作物とナス科台木などである。これらの作物の根圏土壌から水中分画による方法により非根圏と根圏（根圏+根面）土壌に分けて、それぞれ希釈平板法により乾土1g当たりの青枯病菌密度を求めた。また、これらの作物への青枯病菌の感染率も調べた。

根圏における青枯病菌密度は表-2 に示したとおりである。ナス科のナス、ピーマン、トマトとその台木及びハウレンソウの根圏の青枯病菌密度はきわめて高い傾向にあり、また根部への感染率も高かった。Ⅲ群菌には抵

抗性であるとされている「トルバム・ビガー」は、播種後53日目における根圏の菌密度はきわめて高かったが、81日目の調査では検出されず感染率も低率であった。なお、本青枯病菌に感受性であるハウレンソウ（四方, 1989）は、感染率及び根圏の菌密度は共に高かった。

一方、作付けしても青枯病菌密度を高めない作物としては、スイートコーン、ソルガム、コムギ、キャベツ、カボチャ、スイカが挙げられるが、これら作物の根圏土壌中の青枯病菌密度と無作付土壌中の菌密度とは比較的近似しており、これらの根圏での菌密度低減効果は小さいと推定された。これに対し、ダイズの根圏域からは青枯病菌が検出されなくなり、ダイズは青枯病菌密度を減少させる積極的な効果があるものと推察された。

II ダイズ（品種：白獅子）による青枯病菌密度低減効果

先に述べたように、ダイズ根圏には青枯病菌密度低減効果があるように考えられた。そこで、汚染圃場（Ⅲ群菌、CE 8323）にダイズを栽培して土壌中の青枯病菌の推移を調査した。表-3 にはダイズ及びその他の緑肥作物を栽培した土壌中の青枯病菌密度を示したが、ダイズ（品種：白獅子）は土壌中の本病菌密度の低減効果のあることが認められた。また、図-1 にはダイズなどを青刈すき

表-1 供試作物と品種

作 物		品 種
イネ科	スイートコーン	スカイライナー 85
	ソルガム	ラッキーソルゴー
	コムギ	フクワセ
アブラナ科	キャベツ	早 秋
マメ科	ダ イ ズ	白獅子
ウリ科	カボチャ	えびす
	ス イ カ	三喜セブン
アカザ科	ハウレンソウ	サンシャイン
	〃	チャンス
ナス科	ナ ス	千両2号
	〃 台木用	アカナス
	〃 〃	トルバム・ビガー
	ピーマン	京みどり
	ト マ ト	サターン
	〃 台木用	ヘルシー
	〃 〃	BF 興津 101

Behavior of *Pseudomonas solanacearum* in the Rhizosphere of Various crops. By Hisashi SHIKATA and Hidefumi ITO

表-2 各作物の根圏における青枯病菌密度 (1988)

作 物	6 月 10 日調査		7 月 8 日調査		8 月 5 日調査		感染率 (%)
	非根圏	根圏+根面	非根圏	根圏+根面	非根圏	根圏+根面	
ダ イ ズ	8.2×10^4	—	—	—	—	—	0
スイートコーン	—	—	7.1×10^4	1.8×10^3	8.1×10^4	—	0
ソ ル ガ ム	3.6×10^3	1.2×10^2	2.0×10^4	1.0×10^4	2.7×10^4	1.7×10^4	0
コ ム ギ	1.6×10^4	3.8×10^2					0
キャベツ	3.9×10^5	8.2×10^3	1.2×10^5	—	1.8×10^5	1.1×10^5	0
カボチャ	5.0×10^4	7.9×10^3			1.2×10^5	—	0
スイカ	4.0×10^4	3.9×10^3			1.0×10^4	2.1×10^4	0
ホウレンソウ	3.1×10^7	2.0×10^7	1.7×10^6	4.4×10^4			42.7
ナス			2.0×10^7	3.1×10^6	2.7×10^7	1.4×10^7	58.0
〃 台木用アカナス			5.8×10^7	1.3×10^7	2.7×10^7	3.7×10^6	57.5
〃 トルバムビガー			5.0×10^7	1.0×10^7	1.4×10^5	—	1.2
ピーマン			1.7×10^7	8.0×10^6	5.3×10^5	1.2×10^7	16.2
トマト	2.4×10^7	8.3×10^6					100
〃 台木用ヘルシー	2.9×10^7	5.2×10^6					100
〃 BF 興津 101	2.8×10^7	4.3×10^7	1.1×10^8	5.8×10^7	4.4×10^7	8.4×10^6	60.7
無作付土壌	5.3×10^4		1.3×10^5		1.4×10^5		

* 一印は調査したが未検出, 空欄は未調査, 2 連制平均

**供試圃場 (III群菌に 1984 年より汚染)

表-3 緑肥作物を栽培した土壌中の青枯病菌密度の推移 ($\times 10^3$) (乾土 1 g 当たり)

	調査月日	6/20	7/6	7/23	8/6	8/20	9/4	9/21	10/2
クロタラリア	14.4	12.1	9.7	2.1	—	7.3	2.4	—	—
ギニアグラス	33.2	7.5	19.1	4.3	2.3	—	2.4	20.4	—
リョクトウ	31.9	7.5	4.4	4.3	4.5	—	12.3	6.1	—
セスパニア	15.9	18.0	7.9	2.1	6.9	5.1	6.0	4.9	—
ソルガム	24.7	15.0	10.2	4.4	3.5	—	1.2	2.4	—
ダイズ	13.0	13.5	15.9	4.4	—	—	—	—	—
ナス		16.4	333.3	118.0	595.0	326.8	366.1	746.7	—
無栽培	29.1	13.5	14.9	5.5	8.1	1.1	—	—	—

* 一印は未検出, ** 空欄は未調整

込み用有機物として土壌に混和した場合の青枯病菌の変動を示したが、ダイズには本病菌密度を低減する効果が認められた。

さらにナスとダイズの混作などの試験結果を図-2 に示した。これらの処理によるナスの発病遅延効果は認められるが、まだ効果は不十分であり、また混作する場合ダイズの植え付け時期によってはナスと同背丈まで伸長してナスの生育を抑制するなどの問題点も残されており、今後より有効な利用法の検討が望まれる。

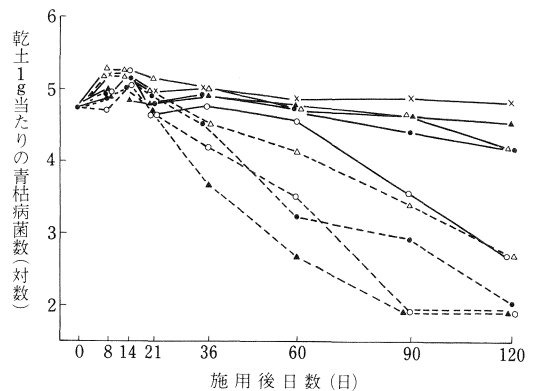
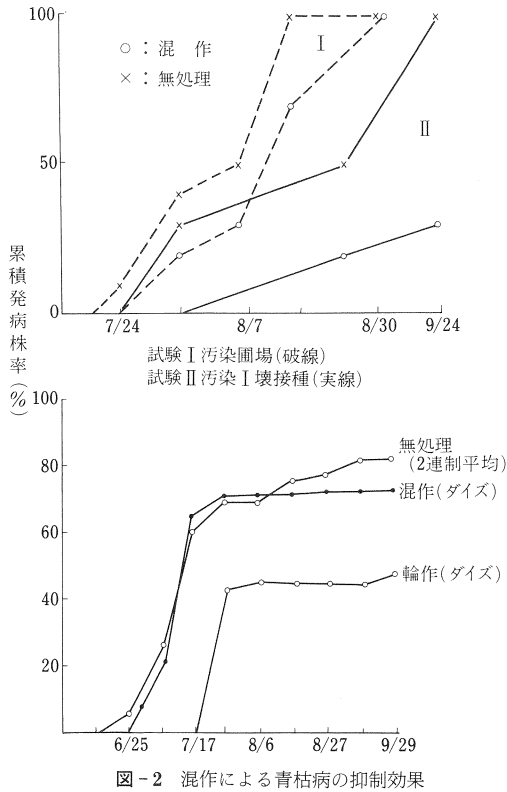


図-1 土壌中の青枯病菌数に及ぼす有機物施用の影響 (25°C)

III ダイズの青枯病菌密度低減機構について

土壌中の青枯病菌密度を積極的に低減する作物としてダイズが有望であることを述べたが、この現象の機構に



は青枯病菌が生産し、作物の萎ちょうと関連ある細胞外多糖質（ポリガラクトサミンの一種）に結合性を有するダイズレクチンが関与しているとの仮説を立てて、ダイズと同様のレクチンを有するシカクマメを取り上げて検討を行った。

まず、これらの作物根が直接青枯病菌に影響を与えているのかどうかについて水耕栽培で検討した結果、接種した水耕液中の青枯病菌が検出されなくなり、作物根が直接青枯病菌に関与していることがうかがわれた（表-4）。一方、青枯病菌汚染圃場（III群菌 CE 8323）に数種のレクチンの糖結合特異性の異なるマメ科作物を栽培して根域の青枯病菌の動態を調べた結果、ダイズ、シカクマメの根域では菌密度が低下し検出できなくなった（表-5）。従来、対抗的作物として輪作作物に挙げられていたササゲでは、根域の菌密度は低下せずほとんど変化しなかった。青枯病菌に罹病性があるといわれるラッカセイ、インゲンマメの根域では菌密度が増加した。

このように青枯病菌の細胞外多糖質の主成分 N-acetyl-D-galactosamine とダイズ、シカクマメのレクチンの糖結合特異性とがほぼ一致することから、これらの青枯病菌密度の低減作用にこれらのレクチンが何らかの影響を与えていることも考えられる。青枯病菌の作物根

表-4 数種作物水耕液中の青枯病菌密度の変化

実験 1 (3 日間)	作 物	添 加 菌 量 (ml)			
		0.1	0.5	1.0	2.0
	ダイズ 無栽培	— — +++	— — +++	— — +++	— — +++
実験 2	作 物	3 日 目		6 日目	
		添 加 菌 量 (ml)			
	0.1	1.0	0.1	1.0	
	シカクマメ	— —	— —	— —	— —
	ナ ス	＋ ＋ ＋	＋ ＋ ＋ ＋	＋ ＋ ＋ ＋	＋ ＋ ＋ ＋
	無 栽 培	＋ ＋ ＋ 　＋ ＋ ＋	＋ ＋ ＋ 　＋ ＋ ＋	＋ ＋ ＋ 　＋ ＋ ＋	＋ ＋ ＋ 　＋ ＋ ＋

* 菌数調査は水耕液 0.2 ml をとり分離, +++: 全面, ++: 50% 以下, +: 50% 以上

表-5 各種マメ科作物根域における青枯病菌の動態とレクチンの関係（菌密度：乾土 1 g 当たり）

作物	7月28日	11月7日	レクチンの糖結合特異性
ダイズ			α -D-GalNAc
シカクマメ			〃
ラッカセイ	—	7.7×10^5	β -D-Gal
ササゲ	4.1×10^5	7.6×10^5	α -D-Gal
インゲンマメ	6.3×10^5	7.7×10^5	高濃度の α -D-GalNAc
フジマメ	4.1×10^5		Gal β 1-4 GlcNAc β 1-2 Man
無栽培	—	4.9×10^5	?

* 空欄：調査したが検出できず、—：未調査

播種様式：畝幅 100 cm，株間 25 cm，1 区 1.75 m²，7 株 1～2 連，播種 6 月 4 日。

表-6 青枯病菌の作物根圏における動態、罹病性とレクチンの関係

作物名	罹病性の有無	菌の根圏における動態	レクチンの糖結合特異性
ダイズ	無	減少	GalNAc > Gal
シカクマメ	無	減少	GalNAc > Gal
ラッカセイ	有	増加	β -D-Gal
ソラマメ	有	増加	α -D-Man > α -D-Glc
ササゲ	有	変化なし	α -D-Gal
トマト	有	増加	キチンオリゴ糖
ジャガイモ	有	増加	キチンオリゴ糖
ナス	有	増加	キチンオリゴ糖
コムギ	無	変化なし	キチンオリゴ糖
インゲンマメ	有	増加	Gal β 1-4 GlcNAc β 1-2 Man 構造を含むオリゴ糖

圏での動態や作物の罹病性とその作物レクチンとの関係を表-6 に概略まとめてみると、ナス科作物のように N-acetyl-D-glucosamine（キチンオリゴ糖）結合レクチン系で罹病性のものが多い。D-mannose 結合レクチン系ではソラマメなどが罹病性として挙げられる。D-

galactose 結合レクチン系ではラッカセイなどの罹病が確認されている。N-acetyl-D-galactosamine 結合レクチン系ではダイズ、シカクマメのように青枯病菌に対する増殖抑制作用のあるものがある。これらのことは青枯病の萎ちょうと関連がある細胞外多糖質に対する反応を仮定して推察したもので、ダイズなどの作付けにより菌密度が減少する直接の機構については検討中である。

IV 生態的防除への応用

ナス科作物の根が土壤中を伸びると、周辺の青枯病菌は土壤中を泳動して根の周辺に集まる、いわゆる「い集」と呼ばれる現象がある。田中(1978)は、放射性リン(^{32}p)で標識した本細菌を用いて植物根に対するい集現象を検討した結果、菌のタバコ根部へのい集は 27°C の酸性溶液中で最も顕著に起こり、不定根が多数発生する部位の茎基部や根の切断部付近に対しては、特に多くい集することを認めている。また、い集の程度は寄主作物>非寄主作物、感受性タバコ品種>抵抗性品種の関係がみられるとした。

これまで述べてきたように、ダイズの根圏域では青枯病菌が生息し難いことから、い集に関する抑制機構が明らかになれば防除面に応用できるものと考えられ、ダイズを作付体系に組み入れた栽培などにより土壤中の本細菌密度を効果的に低減することが期待される。これまでも、向(1951)、SMITH(1939)、中田(1934)らはダイズの栽培により青枯病の発生が減少することを認めている。

しかし、青枯病菌 *Pseudomonas solanacearum* は多犯性で、変異性に富み、多くの系統・レースの存在が知られている。ダイズにおいては、河合(1961)、中田(1934)らは青枯病菌の寄主作物に挙げており、また罹病例も報告されている。したがって、本病菌がダイズの種類によって病原性に差異があるのかどうかについても詳細に検討する必要がある。

このようなことから、ここで述べたダイズの青枯病菌密度低減効果は、普遍的防除技術には即なり難い一面を持っていると思われる。しかし、作物根圏における青枯病菌の動態を調べることにより、青枯病菌に拮抗作用を有する作物の積極的な選出が可能になると考えられ、他の植物についても調べてみると、案外低減効果の高い植物をみつけ出すことができるのではないと思われる。また、このような根圏における青枯病菌密度低減機構の解明により、連作障害を生態的に克服する土壤管理技術の開発が期待される。

引用文献

- 1) 石沢修一(1977): 微生物と植物生育, 博友社, 東京, 324 pp.
- 2) 河合 一郎 (1961): 作物病害編, 養賢堂, 東京, pp.397~398
- 3) 小林達治(1986): 根の活力と根圏微生物, 農文協, 東京, 195 pp.
- 4) 松口龍彦 (1975): 土壤微生物実験法, 養賢堂, 東京, pp.373~394.
- 5) 中田寛五郎 (1934): 作物病害図鑑, 養賢堂, 東京, pp.547~573.
- 6) 向 秀夫 (1951): 農及園 26(1): 95~98.
- 7) 四方 久 (1989): 関西病虫研報 31: 82.
- 8) 田中行久 (1978): 植物防疫 32(5): 37~41.

本 会 発 行 図 書

『応用植物病理学用語集』

濱屋悦次 (前農林水産省農業環境技術研究所微生物管理科長) 編著 B6判 506 ページ

定価 4,800 円 (本体 4,660 円) 送料 310 円

植物病理学研究に必要な用語について、植物病理学はもちろん、農薬、防除、生化学、分子生物学などについても取り上げ(約 6,800 語)、紛らわしい用語には簡単な説明を付けそれぞれを英和、和英に分けてアルファベット順に掲載し、また、付録には植物のウイルス、細菌、線虫の分類表を付した用語集です。植物病理学の専門家はもちろん広く植物防疫の関係者にとってご活用いただきたい用語集です。

お申し込みは前金(現金書留・郵便振替・小為替など)で直接本会までお申し込み下さい。

ワタアブラムシの生物学——研究の現況と展望(1)

・京都府立大学農学部昆虫学研究室 たか だ はじめ
高 田 肇

はじめに

ワタアブラムシは、モモアカアブラムシとともに、アブラムシの中では世界的に最も重要な園芸作物害虫である。この両種アブラムシは次のような共通点を持つ。①広く世界各地に分布する。②完全・不完全両生活環を経過し得る。③基本的には寄主転換型である。④寄主範囲が広い。⑤広範な殺虫剤に対し抵抗性を持つ。しかし、相違点もある。例えば、分布域はワタアブラムシのほうがモモアカアブラムシよりやや熱帯方面に偏っている。そのため、分布北限に当たるイギリスではワタアブラムシは重要害虫ではない。モモアカアブラムシと比べ、ワタアブラムシについての知見が乏しいのは、アブラムシ研究の先進国イギリスにおいて研究例が少ないことが一因となっている。

本稿では、ワタアブラムシの分類、生活環、寄主植物、殺虫剤に対する感受性、野外個体群の遺伝的構成、種分化と進化の方向について、モモアカアブラムシと対比し、いくつかの推測をまじえながら最近の知見を概観したい。

I 分 類

1 *Aphis gossypii* GLOVER, 1877 と *A. frangulae* KALTENBACH, 1845

ワタアブラムシは多くの型を包含する、いわゆる“polytypic”な種である。本種の学名として、アメリカでワタからの標本に基づいて記載された *Aphis gossypii* が広く使われてきた。しかし、近年ヨーロッパでは *A. gossypii* は、*A. frangulae* の新参同物異名とされ、*gossypii* は、*A. frangulae* の亜種小名として用いられることが多い。ドイツの THOMAS(1968)は、寄主選択や交雑実験結果から、*A. frangulae* を6亜種に分類した。そのうち5亜種の生活環を図-1に示した。亜種小名が与えられていない1亜種については、後で述べる。彼は *gossypii* を不完全生活環型で、ウリ類に寄生できるという特徴によって、ほかの亜種から区別した。

その後ヨーロッパでは、多くの研究者がこの見解にしたがい、広食性で特にウリ科植物に強い選好性を持ち、

不完全生活環型で熱帯・亜熱帯地域で優勢な型を *A. frangulae gossypii* として取り扱ってきた(STROYAN, 1984; HEIE, 1986)。BLACKMAN and EASTOP (1985)は、*gossypii* の分類学的地位(status)は“problematic”としながらも、それを亜種ではなく種として取り扱った。アメリカでは、*A. gossypii* はアメリカキササゲ(*Catalpa bignonioides*)やムクゲを一次寄主として、完全生活環を経過するという(KRING, 1959)。彼らは、本来不完全生活環型の *A. gossypii* が北アメリカで両性型産出能力を再取得したのではないかと述べている。

日本や中国には不完全生活環型のものと、ムクゲ、クロウメモドキなどを一次寄主とする完全生活環型のものがある(稲泉, 1980; ZHANG and ZHONG, 1990)。また、完全生活環型のもののなかには、ウリ科植物に高い適合性を持つものもある(稲泉, 1985; 北海道農試, 1988; ZHANG and ZHONG, 1990)。このような型は両性型産出能力を再取得した“*gossypii*”なのか。あるいは、クロウメモドキ科の *Frangula alnus* を一次寄主とする *A. frangulae* の完全生活環型の亜種なのか。ヨーロッパの“論理”は日本や中国、北アメリカのものには適合しない。世界のワタアブラムシ群(*A. frangulae-gossypii* complex)について、分類学的再検討が必要である。

2 日本のワタアブラムシ群

日本産ワタアブラムシの種内変異について、広範な調査をした稲泉(1980, 81)は、図-1に示す四つの“バイオタイプ”を認めた。すなわち、不完全生活環型のバイオタイプ-1と完全生活環型のバイオタイプ-2, 3, 4である。バイオタイプ-2はムクゲ、バイオタイプ-3はクロウメモドキなどを一次寄主とする寄主転換型、バイオタイプ-4は周年アカネで過ごす非寄主転換型である。

ワタアブラムシ群の中には、稲泉のバイオタイプ-4のアカネ型のように、特定の寄主植物に特殊化した型が含まれる。

① アカネ型-MORITSU(1954)は、アカネをワタアブラムシの新寄主として記録した。しかし、進士(1941)に「ワタアブラムシが寄生したアカネ」の写真がある。稲泉(1980)によると、この型はアカネ以外の植物に対する選好性・適合性はきわめて低く、無翅胎生雌が卵生雌と無翅の雄を産出するという。また、エステラーゼ電気泳動像は特異なバンドパターンを示し、フヨウ、クロツバラ

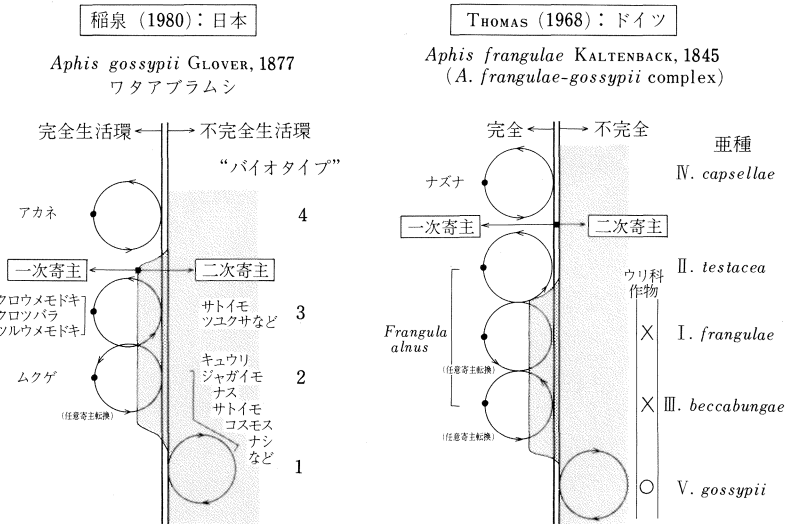


図-1 ワタアブラムシ (群) の種内変異

などからのものとは交雑できない(高田, 未発表データ)。稲泉(1985)が述べているように、この型はワタアブラムシとは別の種として取り扱うべきであろう。盛岡, 仙台(高田, 未発表データ), 宇都宮(稲泉, 1970), 島根県出雲(村井, 私信), 大分県別府(宮崎, 私信)で生息が確認されている。なお、アカネは韓国のワタアブラムシの寄主リストにも載っている(Paik and Choi, 1969)。

② ムラサキシキブ型—森津(1948)が、ムラサキシキブをワタアブラムシの寄主として最初に記録した。しかし稲泉(1970)は、この型は角状管が短く、ジャガイモ、ホリホック、ミカンを寄主として受け入れないので別種とした。鳥倉(1990)も、体側突起が1・7節以外にもあり、体毛が長く、ジャガイモ、カボチャを受け入れないなどの特徴を挙げ、稲泉の考えを支持した。筆者が盛岡, 仙台, 宇都宮, 京都でムラサキシキブから得たクローンは、いずれも完全生活環型で無翅胎生雌が卵生雌と無翅の雄を産出した。また、エステラーゼ電気泳動像は、特異なバンドパターンを示し、キュウリ、サトイモ、ムクゲを寄主として受け入れなかった。しかし、ムラサキシキブ型とアカネ型やツユクサ、ムクゲ、キク、コスモスからの型との交雑によって低率ではあるが、正常な子虫(幹母)が得られた(高田, 未発表データ)。この型は、ワタアブラムシとして取り扱われることもあるが(宗林, 1978; 森津, 1983), 別種とすべきであろう。本種の分布地として北海道函館(鳥倉, 1990), 宇都宮(稲泉, 1970), 盛岡, 仙台, 京都(高田, 未発表データ), 島根県出雲(村井, 私信), 福岡(Moritsu, 1954), 宮崎, 鹿児島県山川(宮崎, 私信)が確認されている。

③ ツユクサ型—進士はツユクサから、1922年にツユクサアブラムシ(*Aphis commelinae*), 1924年にツユクサゴセツアリマキ(*Cerosiphia commelinae*)を相次いで記載した。しかし、1941年の「総説」ではツユクサをワタアブラムシの寄主として挙げているが、この両種について全く触れていない。Takahashi(1966)は、*A. commelinae*を*A. gossypii*の同物異名とした。Eastop and Hille Ris Lambers(1976)は、両種とも*A. gossypii*の同物異名としている。一方、森津(1983)は*A. commelinae*を独立種として取り扱っている。尾片は背面先端部に毛がなく、体と同色かほとんど黒色であるという特徴によって、ワタアブラムシから識別できるという。

稲泉(1980)はツユクサに生息する型を、クロウメドキ類を一次寄主とするパイオタイプ-3に分類した。筆者が盛岡, 仙台, 宇都宮, 京都でツユクサから得たクローンは、いずれも完全生活環型で、稲泉が述べているように、産雌虫はクロツバラを容易に受け入れたが、ムクゲには強い拒絶反応を示した。しかし、エステラーゼ電気泳動像からは、ツユクサに寄生するものをほかの型から識別できなかった。また、ツユクサに寄生するものとムラサキシキブ、クロツバラ、サトイモからの型との交雑によって、低率ではあるが正常な子虫が得られたが、ムクゲからのものとの交雑では子虫は得られなかった(高田, 未発表データ)。

稲泉(1980)は、パイオタイプ-3のおもな二次寄主として、ツユクサのほかにサトイモを挙げている。しかしサトイモに生息するものは、ツユクサのものほど強くムクゲを拒絶しないという。筆者もこのことを確認してい

る(未発表データ)。ツクサに寄生するものは、おそらくサトイモのものとは別の特異な型を形成していると思われるが、分類学的取り扱いについてはさらに検討が必要である。なお韓国においても、ツクサはワタアブラムシの寄主として記録されている(PAIK and CHOI, 1969)。

これら三つの型をワタアブラムシの“外郭群”とすれば、稲泉のバイオタイプ-1, 2と、ツクサ型を除くバイオタイプ-3は“内郭群”である。今後は主としてこの“内郭群”を対象に議論したい。

II 生 活 環

1 両性型産出の光周反応

図-1に示したように、日本においてもヨーロッパにおいても、ワタアブラムシ(群)は完全生活環型か不完全生活環型のどちらかであり、モモアカアブラムシにみられる中間的な反応を示す“中間型”(BLACKMAN, 1971)は存在しないといわれてきた。しかし TAKADA (1988) は、日本各地から得た 58 クローンについて両性型産出の光周反応を調べ、完全・不完全両生活環型のほかに、胎生雌とともに少数の卵生雌と雄を産出する中間型、ならびに胎生雌と雄を産出する産雄生活環型が存在することを明らかにした(図-2)。

完全生活環型と、中間型あるいは産雄生活環型のクローンとを交雑すると、 F_1 には完全、中間、産雄生活環型のクローンが分離した(高田, 未発表データ)。交雑によって適応度の高いクローンが創設されても、完全生活環型では秋に崩壊してしまう。しかし、中間型や産雄生活環型では、それは半永久的に生存可能である。また、不完全生活環を経過する中間型や産雄生活環型クローンに生じた遺伝的変異は、完全生活環型クローンに受け継が

れ、遺伝子プールにストックされ得る。中間型や産雄生活環型の存在によって、二つの生活環を経過するクローン間の遺伝子交換が可能になるという意味は、進化的に重要である。

2 産雌虫及び雄の無翅化

ワタアブラムシは本来寄主転換型で、アカネ型やムラサキシキブ型のような非寄主転換型は二次的に派生した型と考えられる。寄主転換型では、秋に有翅の産雌虫と有翅の雄が二次寄主から一次寄主に帰還し、産雌虫は(無翅の)卵生雌を産出し、雄はそれと交尾する(図-3)。一

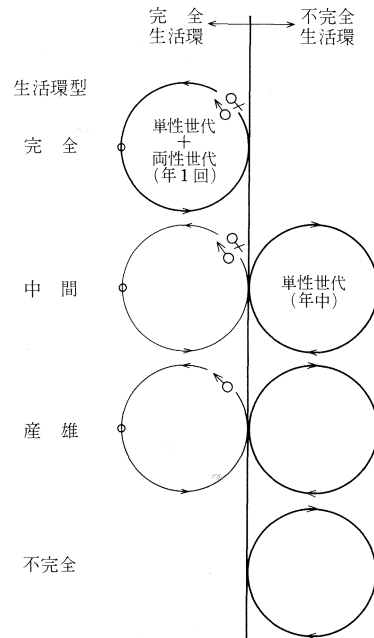


図-2 ワタアブラムシの4生活環型 (TAKADA, 1988)

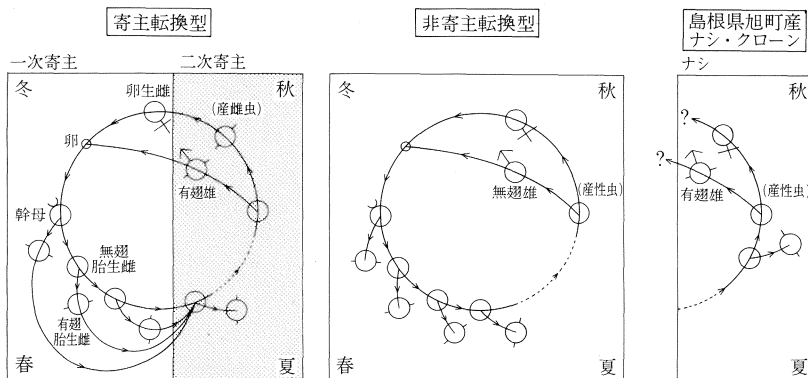


図-3 ワタアブラムシの寄主転換型と非寄主転換型の生活環、ならびに島根県旭町産ナシ・クローンの両性型産出過程

方、非寄主転換型では、無翅の産性虫が卵生雌と無翅の雄を産出する(図-3)。産雌(性)虫も雄も非寄主転換型の生活環に適応する過程で無翅化したのであろう。

奈良井・村井(1987)は、島根県旭町のナシから、産雌(性)虫は無翅、雄は有翅というクローンを発見した(図-3)。このような型はヨーロッパでもナズナから発見され、THOMAS(1968)は *A. frangulae* の 6 番目の亜種とした。しかし、実験条件下で得た幹母が、供試したナズナとほかの 2 種植物を、受け入れなかったため、彼はこの亜種の命名を保留している。今回ナシから発見されたクローンは、局地的にナシに特殊化した型が形成されていて、それに由来するのか、あるいは単なる異常型であるのかは、今後の調査に待たねばならない。この発見は、ワタアブラムシの遺伝子プールに存在する産雌虫を無翅化する遺伝子を顕在化させた点に、大きな意義がある。

III 寄 主 植 物

1 一次寄主と二次寄主

ワタアブラムシの寄主植物として、世界各地から 116 科 912 種が記録されている(稲泉, 1980)。日本からは 43 科 110 種が記録され、77 種については繁殖が確認されている(稲泉, 1980)。このうち一次寄主植物は、表-1 に示した 4 科 8 種である。韓国と中国からは、このほかにザクロ(ザクロ科)が記録されている(江口, 1937; ZHANG and ZHONG, 1990)。KRING(1959)は北アメリカから、アメリカキササゲ(ノウゼンカズラ科)とムクゲを一次寄主として報じたが、KRING の "*A. gossypii*" は別種 *A. catalpae* MAMONTOVA であるとする説もある(STROYAN, 1984)。

不完全生活環を経過する胎生雌の越冬寄主植物の種類は少なく、これまでにわが国で確認された植物は、表-1 に示す 6 科 8 種にすぎない。中国では、不完全生活環型は、温室・ハウスに栽培されているキュウリで越冬するという(ZHANG and ZHONG, 1990)。

2 寄主型

前項で述べた“外郭群”とは別に、“内郭群”にも寄主範囲を異にする寄主型が存在する。アブラムシの寄主嗜好性や適合性は、オリジナル寄主からほかの植物への転移実験によって調べられることが多い。最近わが国で行われた転移実験の結果を、表-2, 3 にまとめた。実験方法や供試標本の遺伝的変異幅は研究者によって異なる。結果は、発育・増殖状況についての原著の記述に基づいて、筆者の判断で良好、不良、不可の三段階に評定して示した。

これらの結果を対比すると、いくつかの差異が浮き彫

りになる。①ムクゲからキュウリ、ナスへの転移は、稲泉(1985)では“良好”であるが、安藤ら(1989)は“不良”という(表-2)。また、ジャガイモへの転移は、稲泉(1985)の“良好”に対し、鳥倉(1990)では“不可”である(表-2)。②クロウメモドキ、クロツバラからジャガイモへの転移は、稲泉(1985)では“不可”，鳥倉(1990)は“良好”である。③オオイヌノフグリからキュウリへの転移は、稲泉(1985)は“不良”，安藤ら(1989)は“不可”という。しかし西東(1991 a)によると、オオイヌノフグリで越冬するものの中には、選好性の異なるクローンが混在し、キュウリを選好する系統も存在する(表-3)。佐藤ら(1990)は、オオイヌノフグリからキュウリへの転移は不可能であるが、ジャガイモで 1 世代経過した後は可能になると述べている(表-2, 3)。④佐藤ら(1990)はキュウリで成育したものは、ジャガイモへ転移できるという。しかし北海道農試(1988)は、カボチャからジャガイモへは転移できないという(表-3)。⑤安藤ら(1989)と西東(1991 a)では、キュウリ、メロンからナス、逆にナスからキュウリ、メロンへは転移できない。しかし片山(1989)は、ナスからキュウリへの転移は 5 月上旬には可能であったという(表-3)。

特定の型あるいはクローンについてみると、その寄主範囲は種の寄主範囲の一部に限られる(表-2, 3)。ワタ

表-1 日本におけるワタアブラムシ^aの越冬寄主植物

科	種(地域)	文献 ^b
一次寄主(完全生活環)		
ミカン	サンショウ(北海道)	10)
	ミカン	3)
アオイ	ムクゲ	2), 4), 9), 10)
	フヨウ	5)
	オクラ(九州)	9)
ニシキギ	ツルウメモドキ	2), 10)
クロウメモドキ	クロウメモドキ	2), 10)
	クロツバラ	2)
二次寄主(不完全生活環)		
バラ	イチゴ	2)
アブラナ	ナズナ	1), 2)
アオイ	ホリホック	2)
シソ	ホトケノザ	2), 7)
ゴマノハグサ	イヌノフグリ	2), 9)
	オオイヌノフグリ	1), 2), 6), 7), 8)
キク	キク	2)
	タンポポ	9)

^a “外郭群”は除く

^b 1) 安藤ら(1989), 2) 稲泉(1980), 3) 駒崎ら(1979), 4) 森津(1948), 5) MORITSU(1954), 6) 野里(1988), 7) 西東(1989), 8) 佐藤ら(1990), 9) 宗林(1975), 10) 鳥倉(1990)

表-2 春に越冬寄主植物上に発生したワタアブラムシの各種植物への転移試験結果^a

供試虫と越冬寄主	調査地	供試植物								文献 ^b
		キュウリ	カボチャ	ジャガイモ	ナス	サトイモ	ナシ	コスモス	ヤブガラシ	
完全生活環経過虫 (越冬卵の子孫虫) サンショウ	北海道		○	○						5)
ムクゲ	北海道 宇都宮 広島	○ △		× ○	○ △	○	○	○		5) 2) 1)
クロウメモドキ クロツバラ	北海道 宇都宮	△	○	○ ×	△	○	△	○	×	5) 2)
不完全生活環経過虫 (胎生越冬虫の子孫虫) ナズナ	宇都宮 広島	○ ○		○	○ ○	○	○	○	○	2) 1)
オオイヌノフグリ	福島 宇都宮 静岡 HE ^c LE ^c 広島	× △ ○ △ ×		○ ○	○ × ○ ○	○	○	○	○	4) 2) 3) 1)
キク	宇都宮	△		○	○	○	○		△	2)

^a 供試植物上で、発育・増殖が、○：良好，△：不良，×：不可^b 1) 安藤ら (1989), 2) 稲泉 (1985), 3) 西東 (1991 a), 4) 佐藤ら (1990), 5) 鳥倉 (1990)^c HE：エステラーゼ高活性クローン，LE：エステラーゼ低活性クローン

表-3 二次寄主植物上に発生したワタアブラムシの各種植物への転移試験結果

転移試験結果 ^a	調査地	文献 ^b
カボチャ → × ジャガイモ キュウリ ○ ← × ジャガイモ メロン × ← × ナス	北海道 福島 静岡	5) 4) 3)
○ イチゴ ○ キュウリ ○ △ ← × ナス	京都	2)
○ サトイモ ○ キュウリ × ← × ナス	広島	1)

^a 矢印と反対側植物に発生したアブラムシを、矢印側植物へ転移すると、発育・増殖が、○：良好，△：不良，×：不可であった。^b 1) 安藤ら (1989), 2) 片山 (1989), 3) 西東 (1991 a), 4) 佐藤ら (1990), 5) 北海道農試 (1988)^c ○：5月上旬，△：7月下旬

アブラムシは種内に多様な寄主型を包含し、それらの寄主植物種の総和が膨大な数になる。おそらくこれが本種の“広食性”の実態なのであろう。しかし、寄主型を正確に類別するのは難しい。アブラムシの寄主選択には、

遺伝的要素と非遺伝的要素が複雑に絡み合う (WEBER, 1985) からである。

稲泉 (1980) の“バイオタイプ” (図-1) は、寄主型の大枠を画する (ただし“外郭群”：バイオタイプ-3 のツユクサ型とバイオタイプ-4 は除く)。西東 (1991) は稲泉のバイオタイプ-1 を、ウリ類とナスを選好する二つの“バイオタイプ”に細分した。この両型はエステラーゼ活性の高低によって識別できるという (表-2)。筆者は、不完全生活環を経過するクローン (不完全生活環型だけではなく、中間・産雄生活環型も含む) は、さらに多くの寄主型に類別できると考えている。問題はその識別方法である。

ZHANG and ZHONG (1990) は、中国のキュウリ型 (不完全生活環型) には黄色型と緑色型があり、前者はワタに寄生できるが、後者はできないという。しかし、体色は黄色から暗緑色へ非遺伝的に変化するので (WALL, 1933), それが寄主型を識別する形質としてどの程度役立つのか疑わしい。この点、エステラーゼ活性は遺伝的に安定した形質である (西東, 1990 c)。イギリスのキクとキュウリをそれぞれ選好する“個体群”は、エステラーゼ電気泳動像のバンドパターンの違いによって識別できる (FURK et al., 1980)。しかし、エステラーゼそのものの

が寄主選択過程で、どのような意味を持つのかはわかっていない。寄主選択に関与する遺伝子とエステラーゼの遺伝子が、偶然ある組み合わせで結びついただけかもしれない。実際、ナスに高い適合性を持つ型のなかに、エステラーゼ活性の高いクローンがみいだされている (HAMA and HOSODA, 1988; 片山, 1989; 西東, 1991 a)。

完全生活環型のものでは、稲泉のパイオタイプ-2 と 3 のように、一次寄主植物を異にする寄主型が考えられる。しかし、ムクゲとクロウメモドキ、クロツバラに発生するアブラムシの二次寄主植物嗜好性は、地域によって大

きな違いがある (表-2)。

片山 (1989) の実験結果 (表-3) は、特定の寄主型が寄主植物の発育に伴って選択されることを示唆している。モモアカアブラムシではタバコの発育初期には、さまざまな寄主型のものが寄生しているが、発育が進むとタバコ型だけになる (高田・田村, 1987)。佐藤ら (1990) の結果 (表-2, 3) は興味深い、単一のクローンでこのようなことが起こるのか、さらに検討が必要であろう。
(つづく)

人 事 消 息

(1 月 16 日付)

村井敏信氏 (農研センター次長) は野・茶試場長に
藤巻 宏氏 (技術会議事務局首席研究管理官) は農研センター次長に

鈴木建夫氏 (技術会議事務局研究開発官) は技術会議事務局研究開発課長に

三輪睿太郎氏 (技術会議事務局研究開発課長) は技術会議事務局首席研究管理官に

山川邦夫氏は退職

農林水産省種苗管理センター (本部・つくば) では 12 月 1 日付で組織変更を行った。その主なものは①本部に栽培試験部を設置する、②大阪に関西品種調査農場を設置する、③北海道中央農場の内部組織の再編成、④北海道の後志農場を胆振農場後志原種生産分場にする、等である。

愛媛県農業試験場は 12 月 1 日付で下記へ移転した。

〒 799-24 愛媛県北条市上難波字塩子甲 311

TEL: 0899-93-2020 FAX: 0899-93-2020

広島県では従来の広島県立農業試験場と広島県果樹試験場が統合再編され平成 3 年 11 月 1 日から下記のとおり新組織となった。所在地、電話番号等は現状通り。

広島県立農業試験場 → 広島県立農業技術センター

農業試験場高冷地支場 → 高冷地研究部

農業試験場島しょ部支場 → 島しょ部研究部

広島県立果樹試験場 → 広島県立果樹研究所

果樹試験場柑橘支場 → 果樹研究所柑橘研究室

山梨化工産業株式会社は平成 4 年 3 月 1 日付で会社名が株式会社アセラとなる。住所は現住所のままである。

株式会社フジ環境サービスと有限会社フジ・コーポレーションは 12 月 21 日付で下記に移転した。

住 所: 〒 421-01 静岡県市広野 5-5-7

電 話: 054-257-9388 FAX: 054-257-9393

株式会社クボタ つくば研究室は下記に連絡先が変更となった。

〒 103 中央区日本橋室町 3-1-3

株式会社クボタ 事業開発室 BB プロジェクトチーム
丸和バイオケミカル株式会社は 12 月 24 日付で本社事務所を下記に移転した。

住 所: 〒 101 千代田区岩本町 2-14-2

(イトーピア岩本町 ANNEX)

電 話: 03-3863-5401 (大代表)

各部は電話・FAX ともダイヤルイン。

日本バイエルアグロケム株式会社は 1 月 1 日付で次のような機構改革を行った。

1. 社長・副社長の直属部門として経営企画課を新設し開発企画課及び広報室広報課を編入。
2. 総務部・人事部・経理部を管轄する管理本部を新設。また同部に情報処理部を新設。
3. 総務部電算課は情報処理部に編入。また総務部には法務課を新設。
4. 研究本部特許部を本社機構とする。
5. 営業本部業務部には広報室宣伝課及び受渡管理課を所属させる。

アグロ・カネショウ株式会社四国支店は下記の通り移転した。

住 所: 〒 760 高松市松福町 2 の 6 の 8 (宮脇ビル 1 階)

電 話: 0878-21-3662 FAX: 0878-51-2178

大阪化成株式会社東京支店は下記の通り移転した。

住 所: 〒 151 渋谷区千駄ヶ谷 4 の 2 の 12 (第二菱化ビル)

電 話: 03-3796-3881~4 FAX: 03-3796-3885

シエル化学株式会社は平成 4 年 1 月 1 日付で、シエル興産株式会社、ビリトンメタルジャパン株式会社と組織統合し、シエルジャパン株式会社となった。

新しく登録された農薬 (4.1.1~4.1.31)

掲載は、種類名、有効成分及び含有量、商品名 (登録年月日)、登録番号 [登録業者 (会社) 名]、対象作物: 対象病害虫: 使用時期及び回数などの順。但し、除草剤については適用雑草: 使用方法を記載。(…日…回は、収穫何日前

(34 ページへ続く)

研究放談室(8)

表現できない知

小野小三郎

もう何十年も前の話であるが、私が農林省農事試験場病理部（東京、西ヶ原）に奉職しはじめたころ、外国の新しい文献が図書室に入ったとなると大変だった。先輩方は、それを早速借り出して、タイプライターでパチパチ写している。私はタイプも打てないし、その文献も割り込んでみせてもらうわけにもいかず、先輩におそろおそろ1晩か2晩か貸してもらい、ねむい目をこすりながら、ノートにペンで写したものである。字は汚いし、その上チョイチョイ間違っただけで写したりして、苦勞をしたものである。これがもし現在であれば、ほんの10分も借りれば、サッとコピーをしてしまえる。きれいでしかも間違い一つない。せいぜい写真が少しボヤけるぐらいのものである。

人間が考えたものは、写真や絵になり、文章になり、図表になり、たいいてい表現されるように思われる。この表現されたものは、正しく、間違いなく伝達される。ときには録音された声そのものが、あるいは楽器による表現も、そのまま伝達される。この点の進歩は驚くべきものがある。

ところが、人間が考えていること、味わったことを、他人に知らせるべく表現しようと思うと、そう簡単にはいかないことに気が付く。〇〇屋のラーメンを食って、そのうまさを友人に伝えようと思うと、何と表現したらよいか、とまどってしまう。“うまいよ”でも単純すぎるし、“コクがある”とか“メンがシコシコして、何とも言えない”とか言ってみても、少しも意が尽くせないし、聞く方は少しも分からない。こんなときに、うまく伝達できる言葉がないのにも驚いてしまう。しかし、食物のうまさ加減を表現する言葉がないばかりでなく、実は多くの場面で表現しにくいことに気がつく。例えば良い音楽を聞いたときの感激、病気の痛みや苦しみ、山の頂上をきわめたときの喜び、実験のうまくいかないときの、いらだたしさといった感情の動きなどは、たいいてい表現が思うようにいかないものである。この辺を補ってくれるのが小説や詩歌、演劇などかもしれない。

また、生半可に知っていること、これも知っているの範疇に入るのであるが、これを他人に伝えようと思っても、どうも難しい。特に数字や、人名、動植物の名、土地の名などが思い出せないときには、なんともやり切れない苦しみを味わう。一般には、この生半可な知識というのが、非常に多いものであるから、なお始末がわるい。さらに、肉体的・技術的なこと、例えば野球のボールの打ち方、自転車の乗り方などは、口で説明してもなかなかよくわかってもらえない。自転車などは、初めの練習は骨が折れるが、一度乗れるようになると、20年の空白があっても、すぐに乗れる。

このような、適当な言葉のないもの、生半可な知識、体では覚えているが人には伝えにくいもの、一度は知っていたが忘れたものなど、つまり言葉に表現出来ない知のことを、著名な物理学者であり、また哲学者でもあるマイケル・ポラニーは、“暗黙知”と称した（佐藤敬二訳：暗黙知の次元、1980、紀伊国屋書店）。彼は表現できる知よりも、はるかに多くの非言語的知、暗黙知を私達はもっているのだと言っているが、たしかに同感である。言葉になる知と非言語的知の比は、人にもよるであろうが、氷山の水面上と水面下の比にも匹敵するだろう。

一般に、他人の言葉や他の方法（写真、絵など）で伝達できない知というのは、知識とは認めがたい。論文にならない研究成果が、研究とは認められないと同様である。よく知識を常識的知識、科学的知識、哲学的知識、神学的知識などと分ける人もあるが、どれにしても、人から人へ伝達できないものは知識とは認められない。このうちで、いわゆる科学的知識というものが最も知識らしい知識として万人に認められているようである。これは具体的な内容と、伝達するための言葉も明確であるからであろう。常識的知識は、話す方も聞く方も、甘い気分で伝達をするので、あまり問題がおきないし、哲学的知識は内容があまりに抽象的なので、正しく伝達しにくい面もある。また神学的、宗教的知識は普通の理解を越えた内容が含まれたりするので、正しい伝達は難しくなる。

科学的知識が伝達しやすいのは、一つには内容を厳密に表現するための、学術語があることにもよる。学術語は厳しく規定し定義しているので、一言いえば専門家同士ならすぐに理解できる便利さがある。しかし、これとても、決していつもその通りにいくわけではない。卑近な例で、抵抗性という言葉は、植物病理学の専門家は、菌や細菌などに対する植物の反応の仕方を考えるが、応用昆虫学の専門家は、概して薬剤に対する昆虫の反応の仕方を考える。病害と虫害といった、いわば同じ軒の下

で暮らしている仲間の中でも、こんな違いがあるのであるから、もっと遠い専門分野の間では、まともに話が出来ないほどに相違のあることもある。

科学の分野で、最も正しく伝達の出来るのは、数字あるいは数学的所作である。数字は間違いなく、その量を表現し、外国の文献によっても正しく読み取ることが出来る。数学を最も活用しているのは物理学であろうから、生物学も物理学的に表現出来るようになると、より正しく現象をつかみ、また正しくそれを伝達することが出来るわけである。このために、植物や動物の組織学から、細胞学、遺伝学にいたるまで、何でも物理学で説明しようとする風潮がある。が、物理学あるいは数学化しにくい面が、どこまでも残るのが生物学であるかも知れない。

数学ともう一つ、正しく知識を伝達出来るものに化学構造式がある。生物学が化学化、生化学化、分子生物学化と進んでいくのも当然であろう。しかし、すべてが数学と化学構造式で表現できるものではない。科学の分野でも自分では分かっているのにどうしても表現出来ない場面というものが残されている。研究が進むに従って、表現し難い場面が、正しく表現出来るようになることも多いが、どこまでも、わだかまりをもって、胸の中でくすぶり続けるものもある。

他人に伝達出来ない知識は、たしかに知識、あるいは科学的知識とは認めがたいように思われる。が、知といっても、他人には知らせにくい、自分の知能活動の上では、重要な役目をしている、非言語的知、マイケル・ポラニーのいう暗黙知のあることを忘れてはならない。氷山が水面下の膨大な部分に支えられているように、また富士山が雄大な裾野を土台にしているように、表現知は広大な暗黙知にはぐくまれているものなのである。水面下の水の無いような知は、おそらくテレビで見たか新聞で読んだかして、記憶している、いわば借りものの知にすぎない。このような知は、チョット質問でもされると、すぐに立往生してしまう。何年も圃場で観察し、室内で失敗を繰り返しながら実験をしたものなどについては、質問を受ければ受けるほど、ハズミがついて、何時間でも話し続けられるものである。これは膨大な暗黙知に支えられた知であるからである。

よく無駄のない人間は面白くない、などと言われるが、無駄、つまり、必要なものの周辺に、あるいは底に、一見役に立ちそうもないようなものを沢山くっつけている人が、無駄のある人間なのであるが、実はこれがえも

いわれない人間の味になっているのである。苦労をした人、失敗を重ねた人、こういう人には氷山の水面下のもの、富士山の裾野のような、一見無駄そうだが、実は大変な役目をしている無駄があるのである。

研究上の発見は、たいてい、この暗黙知の部分に芽生えるのである。害虫でも病害でも観察しているうちに、何か変だぞ、と感ずる。が、何が変なのかは分からない。もちろん人に話すことも出来ない。人の話を聞く。とうとうと学説をぶち上げている。が、どうも納得がいかない。ほんとなあと思う。が、どこがおかしいのか、言ってみると言われても、何も言えない。心の底の方で、何かモヤモヤとしたわだかまりが出てくる。こんな状態が、実際には新しい発見の一步なのである。これで、きれいなサッパリと忘れてしまえば、それで済みであるが、何かの機会に、またこの気分を味わい、また忘れるが、またまた妙な気分になる、といったことを繰り返しているうち、あるとき、何かの拍子に、“そうだ、あれはこういうことじゃないか”と思ひ当たることがある。ここに仮説が生まれる。仮説というのは、確実な知ではなく、自分だけが、そのようだと考えた理論なのである。仮説は不備なところが多く、ひとりよがりな不完全な理論である。これから厳しい実験によって証明されて、はじめて自然の法則としての理論づけが出来るものなのである。この重要な仮説の芽生える場所が暗黙知の領域なのである。

それだけに、無駄な知のようにも思われる、非言語的知、暗黙知の土壌をこそ豊かに、肥沃におかねばならない。よく学校で習ったことは、卒業後は一つも役に立たない、などと言う人がいるが、たしかに生のままで役立っている知識は少ないかも知れない。が、10数年も学校で得たことは、底の深い暗黙知となって、いろいろな面で大きく、しかも人知れず働いていてくれることを忘れるわけにはいかない。

暗黙知の世界を豊饒にするのには、まず、実体験をすることである。その時すぐには表現知とはならなくとも、実物に接し、現場をうろつくことによって、人には伝えられない多くのものを獲得するはずである。次には、専門の文献、概論的書籍に親しむことが重要であろう。もう一つ、それこそ直接には役に立ちそうもないように思われる、文学、芸術、音楽、スポーツ、旅行など、あらゆるものが、実際には非常に大きな力で、暗黙知領域の豊饒化に役立っていることを忘れてはならない。

海外ニュース

ウルグアイの落葉果樹害虫研究に対する技術協力

ウルグアイは南緯 30～35 度，西経 53～59 度の間にあり，日本からはちょうど地球の反対側の位置にある。気候は亜熱帯性気候で温暖であり，平均気温は冬期 11～13℃，夏期 22～26℃の幅であり，年間の温度幅は比較的小さい。気温の日変化，週間変化が大きいのが一つの特徴である。乾期と雨期の区別はあまり明りょうでなく，年間平均降水量は地域によって異なるが，900～1,300 mm と比較的多い。

果樹の栽培面積は 44,000 ha であり，日本の 510,000 ha に比べるとかなり少ないが，人口比にすると 2.34 倍になる。果樹園はカンキツ類，ブドウが主で，残りがリンゴ，セイヨウナシ，モモ，スモモ，マルメロである。ブドウについては約 95%がワイン用で，生食用はわずかである。生産農家の経営規模は落葉果樹では 20～30%が 10 ha 未満，60%が 10～99 ha，10%前後が 100～999 ha である。これに対してカンキツ生産農家は 1,000 ha 以上の農家が多い。カンキツの場合には 40%以上が輸出されるが，その他の果物はほとんど国内消費に向けている。日本からの技術援助を要請した背景は，約 80%を占める中小規模農家の生産性向上や品質改善に関して日本的な集約栽培技術が必要な段階にきていることを考慮したためである。プロジェクトサイトはラスプルハス試験場と呼ばれ，首都のモンテヴィデオから 42 km の位置にある。研究部門として果樹栽培（7 人），野菜栽培（9 人），植物保護（7 人），土壌（6 人），バイオテクノロジー（9 人）の 5 研究室と気象（2 人）とエレクトロフォレシス（1 人）に関する二つの単位に分かれている。

1 ウルグアイにおける落葉果樹害虫の特徴

ウルグアイの落葉果樹園の生態的な特徴は色々な果樹のモザイク的な配置，幼木に対する無施肥，乾燥条件，特殊な土壌条件，周辺の放牧地の存在などである。落葉果樹はすべて外国からの導入で，果樹と共通の害虫をもつ在来植物は少なく，害虫はすべて侵入害虫である。主要害虫に対する天敵の導入が早くから行われ，天敵の力を十分利用してきた。全体的に害虫構成種が単純で，ハダニと新葉を加害する害虫が少ないこと，ハキリアリの被害が多いのが特徴である。

リンゴではキーベストがコドリंगाで，日本のモモシシキイガに相当する。突発的に発生するハマキムシ類，カミキリムシ，潜在的に広く分布するナシマルカイガラムシなどは共通している。しかし，リンゴハダニ，ナシハダニは非常に少なく，キンモンホソガ，ギンモンハモグリガは記録されていないし，その生態的同位者もない。この差は第一には夏期に新梢の発生が非常に少ないこと，第二にはハダニに対して天敵のカブリダニの抑制力が非常に強いためである。ウルグアイで被害が大きいのはリンゴワタアブラムシ，チチュウカイミバエである。

ナシではコドリंगा・ナシマルカイガラムシはリンゴと同様であるが，日本で被害の多いハダニ，アブラムシ，カメムシ，コナカイガラムシは防除の対象になっていない。薬剤散布の過多によって出現するのはナシマルカイガラムシ，ナシ

キジラミなどである。

モモではナシヒメシシキイが共通のキーベストであるが，日本の難防除害虫であるコスカシバやモモハモグリガ，アブラムシ類の被害は全くない。また日本では，しばしば突発的に発生するカメムシやヤガ類も被害の記録はない。したがって，性フェロモンによるナシヒメシシキイの防除ができれば，薬剤散布を減らすことは可能であり，大きな成果が期待されている。

ブドウの害虫は非常に少なく，殺虫剤の散布は全く行われていない。ときにはハマキムシ類，コナカイガラムシ類の発生がみられるが，天敵によってシーズンの終わりに減少する。日本ではフタテンヒメヨコバイ，アザミウマ，ブドウトラカミキリ，コナカイガラムシ類等防除対象害虫が多く，コストが高くなるのと対照的である。

2 プロジェクトでの研究協力の成果

モニタリングのため粘着吸引トラップを設置し，カイガラムシ雄虫，寄生蜂，補食虫の活動状況を調査した。

(1) ナシマルカイガラムシの寄生蜂は *Encarsia perniciosi* と *Aphytis proclia* が主要な種類であった。二次寄生蜂としては *Thysanus* sp. が捕らえられた。捕食虫はテントウムシの一種 (*Coccidophyrus* sp.) が主であった。関連して調査したコドリंगाの天敵は吸引粘着トラップに寄生蜂と推定される *Ascogaster* sp. が定期的に捕らえられた。リンゴワタアブラムシに関しては，寄主と天敵のワタムシヤドリコバチ (*Ahelinus mali*) の活動状況が得られた。

(2) モモ園では吸引粘着トラップにより雄虫の活動状況及び *Encarsia belisei*, *Aphytis diaspidis* の活動状況が把握できた。モンテヴィデオ市郊外のモモ園 (2 ha の一部) に日本から導入したチビトビコバチ (*Arrhenophagus cionaspis*) を放飼したが，定着は認められなかった。

(3) 性フェロモン利用によるナシヒメシシキイの防除 薬剤無散布・フェロモン区では収穫果実の被害果率は 6.86%で，慣行防除に比べ防除効果が不十分であったが，現地では実用化が期待されている。

3 ウルグアイにおける落葉果樹害虫防除の将来

輸出向けに大型で傷の少ない果実を経済的に生産するためには，現状では殺虫剤の散布を計画的に行うのが最も良い方法である。ウルグアイではまだ殺虫剤抵抗性害虫の出現，天敵の消滅による害虫のリサージェンス，残留農薬の厳しい規制等の問題が起きていない。殺虫剤の欠点が顕在化しない原因は，ウルグアイ独特の多種類の果樹園のモザイク的な配置 (極端な場合にはリンゴとモモの 1 本ごとの植栽もみられる) が最も重要な要因と思われる。特にリンゴとモモのように収穫時期の離れた果樹の組み合わせでは，一方に殺虫剤散布を行っても他方は無散布である場合が多く，天敵の保護には大きな力となる。

現状では落葉果樹は国内消費を主としているため，害虫の経済的被害水準はかなり高い率まで許容されており，薬剤による防除圧がそれほど強くならないことも幸いしている。

(農林水産省果樹試験場 高木一夫)

(30 ページより続)

まで何回以内の略)。(登録番号 18037~18041 までの 5 件)

『殺虫剤』

ダイアジノン水和剤

ダイアジノン 34.0%

ダイアジノン水和剤 34(4.1.27)

18039(アグロス)

水稻：ニカメイチュウ・ウンカ類・ツマグロヨコバイ：21 日 4 回，りんご：モモシロクイガ・ナシヒメシロクイ・リンゴハナゾウムシ・モンシロドクガ・リンゴフユシヤク・クワコナカイガラムシ（若齢幼虫）・オオワタコナカイガラムシ（若齢幼虫）・ハマキムシ類・アブラムシ類・ナシグンバイ・キンモンホソガ・アメリカシロヒトリ：14 日 6 回，かき：オオワタコナカイガラムシ（若齢幼虫）・ハマキムシ類・アメリカシロヒトリ：14 日 6 回，日本なし：コナカイガラムシ（若齢幼虫）・ハマキムシ類・アブラムシ類・ナシグンバイ・アメリカシロヒトリ・モンシロドクガ・ナシヒメシロクイ：14 日 6 回，西洋なし：コナカイガラムシ（若齢幼虫）・ハマキムシ類・アブラムシ類・ナシグンバイ・アメリカシロヒトリ・モンシロドクガ・ナシヒメシロクイ：7 日 6 回，もも：モモシロクイ・ナシヒメシロクイ・コナカイガラムシ（若齢幼虫）・ハマキムシ類・アブラムシ類：収穫前日まで，みかん：ハマキムシ類・アブラムシ類：収穫 14 日前まで，ぶどう：コナカイガラムシ（若齢幼虫）・ハマキムシ類・アブラムシ類・ミドリヒメヨコバイ：収穫 7 日前まで，大粒種 2 回，小粒種 1 回・キャベツ・はなやさい：キボシマルトビムシ・コナガ・アブラムシ類・キスジノミハムシ・アオムシ：30 日 2 回，はくさい：キボシマルトビムシ・コナガ・アブラムシ類・キスジノミハムシ・アオムシ：14 日 2 回，ほうれんそう：アブラムシ類：21 日 2 回，ねぎ・たまねぎ：アブラムシ類・スリッブス類・ネギハモグリバエ：21 日 2 回，トマト・ピーマン：テントウムシダマシ・アブラムシ類・ハダニ類：10 日 3 回，しろうり・すいか・かぼちゃ・まくわうり・メロン：キボシマルトビムシ・アブラムシ類・ハダニ類：14 日 4 回，なす（露地）：キボシマルトビムシ・テントウムシダマシ・アブラムシ類・ハダニ類：3 日 3 回，なす（施設）：キボシマルトビムシ・テントウムシダマシ・アブラムシ類・ハダニ類：7 日 3 回，ばれいしょ：テントウムシダマシ・アブラムシ類：7 日，おうとう：アブラムシ類・ハマキムシ類・グンバイムシ・アメリカシロヒトリ：7 日 2 回，うめ：アブラムシ類・ハマキムシ類・アメリカシロヒトリ：21 日 2 回，びわ：アブラムシ類：21 日 2 回，一般樹木：アメリカシロヒトリ：発生初期，4 回以内

『殺虫剤』

イミノクタジン酢酸塩・ジラム水和剤

イミノクタジン酢酸塩 5.0%，ジラム 70.0%

ベルーフ水和剤(4.1.27)

18037(サンケイ化学)，18038(大日本インキ)

ストック：菌核病：生育期 5 回，シクラメン：灰色かび病：生育期，5 回以内

『除草剤』

ピラゾスルフロンエチル・プレチラクロール粒剤

ピラゾスルフロンエチル 0.070%，プレチラクロール 2.0%

ライザー粒剤 20(4.1.27)

18040(大塚化学)

移植水稻：水田一年生雑草・マツバイ・ホタルイ・ウリカワ・ミズガヤツリ・ヘラオモダカ・ヒルムシロ・セリ・クログワイ・エゾノサヤヌカグサ・アオミドロ・藻類による表層剥離：移植後 5 日~15 日（ノビエ 1.5 葉期まで）：1 回，北海道，水田一年生雑草・マツバイ・ホタルイ・ウリカワ・ミズガヤツリ・ヒルムシロ・セリ・クログワイ・オモダカ・シズイ（東北）：移植後 5~15 日（ノビエ 2 葉期まで）：1 回，東北・北陸，水田一年生雑草・マツバイ・ホタルイ・ウリカワ・ミズガヤツリ・ヒルムシロ・セリ・クログワイ・オモダカ・アオミドロ・藻類による表層剥離：移植後 5~13 日（ノビエ 2 葉期まで）：1 回，関東・東山・東海の普通期栽培地帯・水田一年生雑草・マツバイ・ホタルイ・ウリカワ・ミズガヤツリ・ヘラオモダカ・ヒルムシロ・セリ：移植後 5~10 日（ノビエ 1.5 葉期まで）：1 回・関東・東山・東海の早期栽培地帯，水田一年生雑草・マツバイ・ホタルイ・ウリカワ・ミズガヤツリ・ヘラオモダカ・ヒルムシロ・セリ：移植後 5~20 日（ノビエ 1.5 葉期まで）：1 回，東北

ピラゾスルフロンエチル・プレチラクロール粒剤

ピラゾスルフロンエチル 0.070%，プレチラクロール 1.5%

ライザー粒剤 15 (4.1.27)

18041(大塚化学)

移植水稻：水田一年生雑草・マツバイ・ホタルイ・ウリカワ・ミズガヤツリ・ヒルムシロ・セリ・クログワイ・オモダカ・アオミドロ・藻類による表層剥離：移植後 3~8 日（ノビエ 1.5 葉期まで）：1 回，近畿以西の普通期栽培地帯，水田一年生雑草・マツバイ・ホタルイ・ウリカワ・ミズガヤツリ・ヒルムシロ：移植後 3~8 日（ノビエ 1.5 葉期まで）：1 回，近畿・中国・四国の早期栽培地帯

植 物 防 疫

第 46 卷
第 3 号平成 4 年 2 月 25 日印刷
平成 4 年 3 月 1 日発行定価 700 円 送料 51 円
(本体 680 円)平成 4 年分
前金購読料 7,800 円
後払購読料 8,400 円
(共にサービス，消費税込み)

平成 4 年

3 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 岩 本 毅

印刷所 三 美 印 刷 (株)

東京都荒川区西日暮里 5-9-8

— 発 行 所 —

東京都豊島区駒込 1 丁目 43 番 11 号 郵便番号 170

社 団 日 本 植 物 防 疫 協 会

電 話・東京 (03) 3944-1561~6 番

振 替 東京 1 - 1 7 7 8 6 7 番

— 禁 転 載 —

しつこい害虫も即OK!

ミナミキイロアザミウマ、コナガ、ネギハモグリバエ等

難防除害虫に卓効!

オンコル[®] 粒剤 5

特長

- 1 浸透移行性：速やかに浸透移行し、植物全体を害虫から守ります。
- 2 残効性：残効期間が長いので、薬剤散布回数を減らすことができます。
- 3 広い殺虫スペクトル：広範囲の害虫に効果を示し、一剤で同時防除が出来ます。

※新たにキスジミハムシ、アオムシ、アブラムシ等の害虫にも、登録が拡大され更に使い易くなっております。



大塚化学株式会社

大阪市中央区大手通3-2-27
農薬部 / Tel.06(946)6241

効きめ、速攻……。
環境にやさしい……。



茶のカンザワハダニ防除に…

MILBEKNOCK

ミルベノック^{*}
乳剤



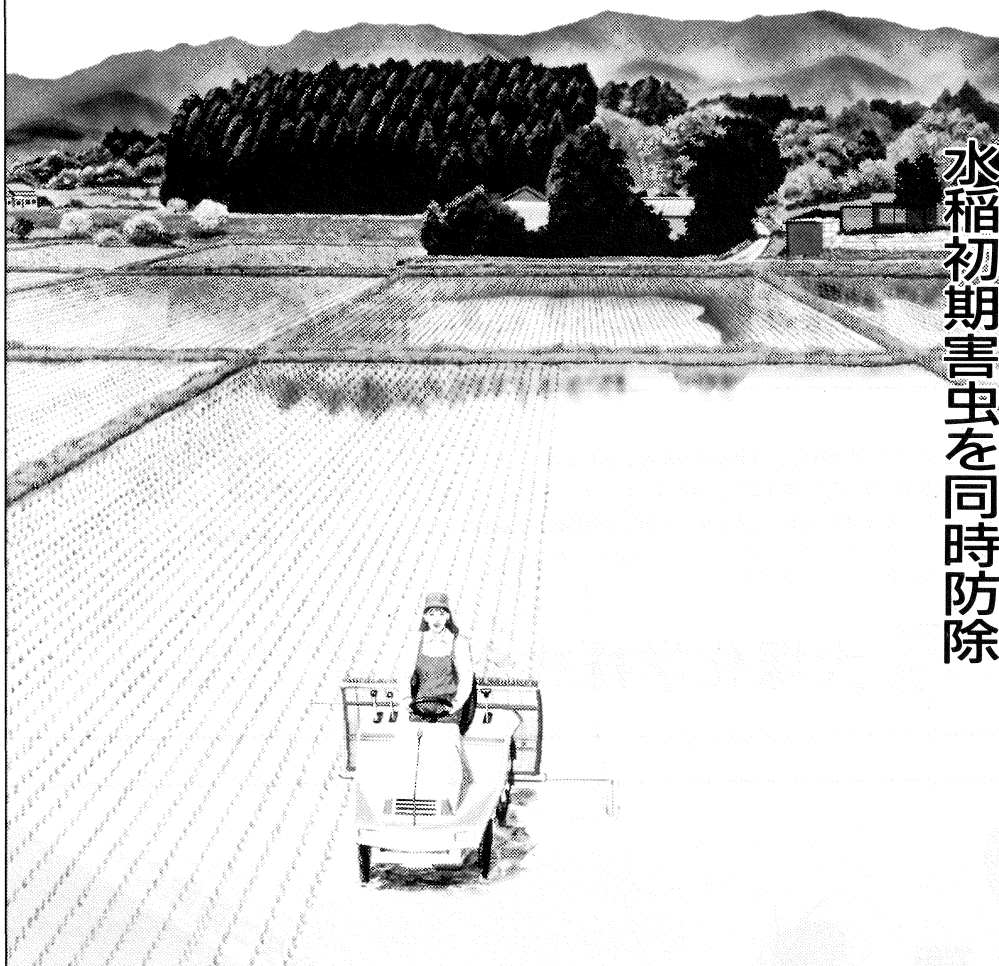
三共株式会社

東京都中央区銀座2-7-12 〒104
農薬開発普及部

〈農業は正しく使いましょう〉

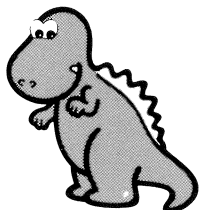
箱で余裕、イネミズ防除。

水稻初期害虫を同時防除



- ★高い浸透移行作用により、イネミズゾウムシ成虫・幼虫を強力に防除します。
- ★残効が長いので薬剤の使用回数を減らすことができますので経済的です。
- ★初期害虫であるイネドロオイムシ、ヒメトビウンカなどを同時に防除できます。
- ★箱施用なので省力的です。薬害が出にくいので田植3日前から直前まで使用できます。

作物名	適 用 害 虫 名	10アール当り使用量	使用時期	本剤及びカルボスルファンを含む農業の総使用回数	使用方法
水 稻 (育苗箱)	イネミズゾウムシ	育苗箱 (30×60×3cm) 使用土壌 約5Q 1箱当り 40～70g	移植前 3日～ 移植当日	1 回	本剤の所 定量を育 苗箱の苗 の上から 均一に散 布する
	ヒメトビウンカ ツマクログコバイ イネヒメハモグリバエ イネドロオイムシ イネゾウムシ	育苗箱 (30×60×3cm) 使用土壌 約5Q 1箱当り 50～70g			



ガゼット[®] 粒剤

カルボスルファン…3.0%

新登場

®は米国FMC社の登録商標です。



日産化学



原体供給元

FMCコーポレーション

★ 日産化学

奏でるのは、
実りの前奏曲。
プレリュード



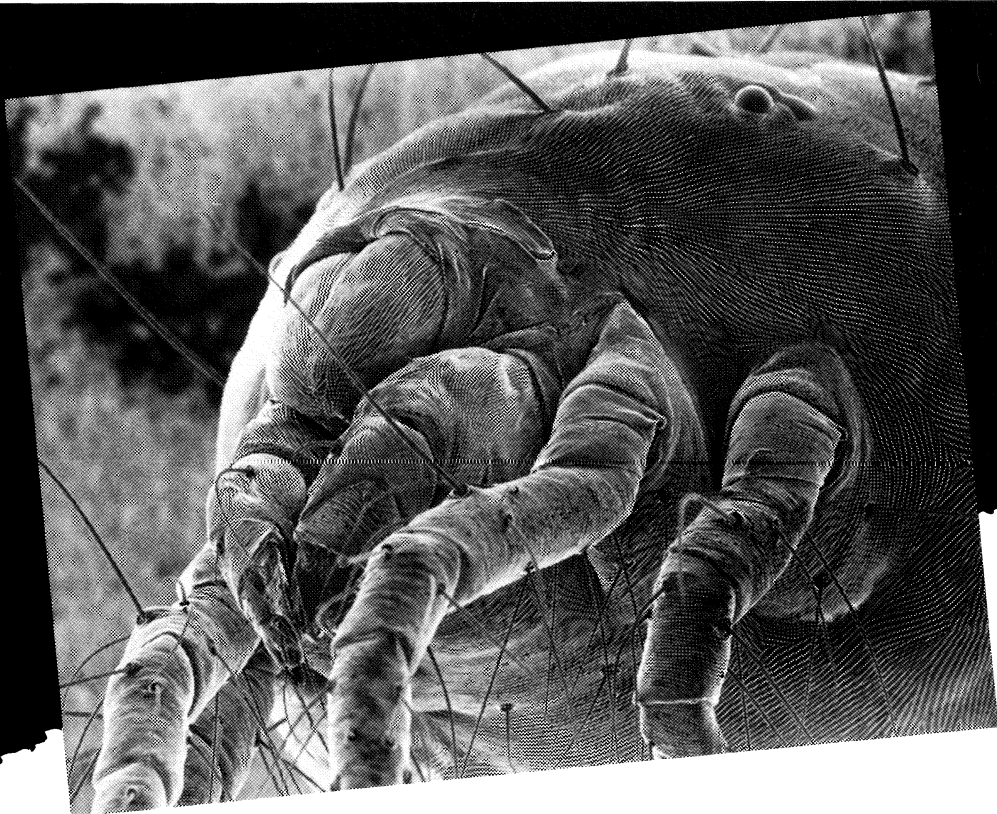
- 優れた抗菌力で、馬鹿苗病、こま葉枯病、いもち病を同時に防除します。
- 低温時でも安定した消毒効果を示し、他剤の耐性菌にも高い効果があります。
- 乳剤なので薬剤の均一性が高く、攪拌の必要がありません。
- 種粒への吸着(浸透)に優れているので、消毒液は風乾せずに浸種できます。

新登場

実りのプレリュード・種子消毒剤
スポルタック[®] 乳剤

●ブロッカス 25% SPORTAK[®]

®は旭エンレーシングAGの商標登録



ダニ専科。

「アブロード」を生んだ日本農薬の技術が、いま、さらに画期的な新ダニ剤を完成させました。

新規ダニ剤



ダニトロン[®]
フロアブル

®：「ダニトロン」は日本農薬㈱の登録商標です。

チケルトロピー
性を有する
高品質処方



日本農薬株式会社
東京都中央区日本橋1丁目2番5号

資料請求券
ダニトロン
植物防疫

野菜・タバコ・花

刺激が少なく安心して使える

土壤消毒剤

® **パスアミド** 微粒剤

脱皮阻害剤

天敵にも安全。IPMIにも使える

デミリン 水和剤

落果防止・着色促進に

晩柑類のへた落ち、落果防止、
りんごの落果防止、着色促進

マデック 乳剤

時代を先取り！

りんごの各種害虫に

アップデート 水和剤

汚れが目立たない新製剤

キノンドーがさらに性能アップ

キノンドー® フロアブル



アグロ・カネショウ株式会社

東京都千代田区丸の内 3-1-1

ニコッ。ハハッ。ウフフッめ明日へ。



除草剤

MO粒剤-9・ショウロンM粒剤・シンザン粒剤

殺虫剤

トレボン粒剤・トレボン粉剤DL・トレボン乳剤
トレボン水和剤・トレボンエアー
オフナックM粉剤DL

殺虫・殺菌剤

ドクロロール



地球サイズで考えて

三井東圧化学

東京都千代田区霞が関3-2-5

TEL 03(3592)4616

力と技の ウルフ **エース**

頑固な雑草に必殺一発パンチ!

これぞ
水田除草剤の
定番!!



自然に学び 自然を守る
クミアイ化学工業株式会社

農協・経済連・全農

豊かな稔りと大きな安心

効きめが違うカヤフォス粒剤5 わずかな手間でノックアウト!



苗箱施用で害虫防除

カヤフォス[®] 粒剤5

イモチ病との同時防除には
ビームカヤフォス粒剤
フジワンカヤフォス粒剤

- イネミズゾウムシ幼虫を確実に防除して水稻の健全な生育を守ります。
- イネミズゾウムシ幼虫を長期間にわたり防除します。
- イネミズゾウムシにあわせ、ツマグロヨコバイ・ヒメトビウンカそしてイネドロオイムシを同時防除します。省力的で経済的です。
- 魚介類に安心して使用できます。

普及会事務局 **日本化薬株式会社** 東京都千代田区神田鍛冶町3-6-3
TEL. 03-3252-3124代