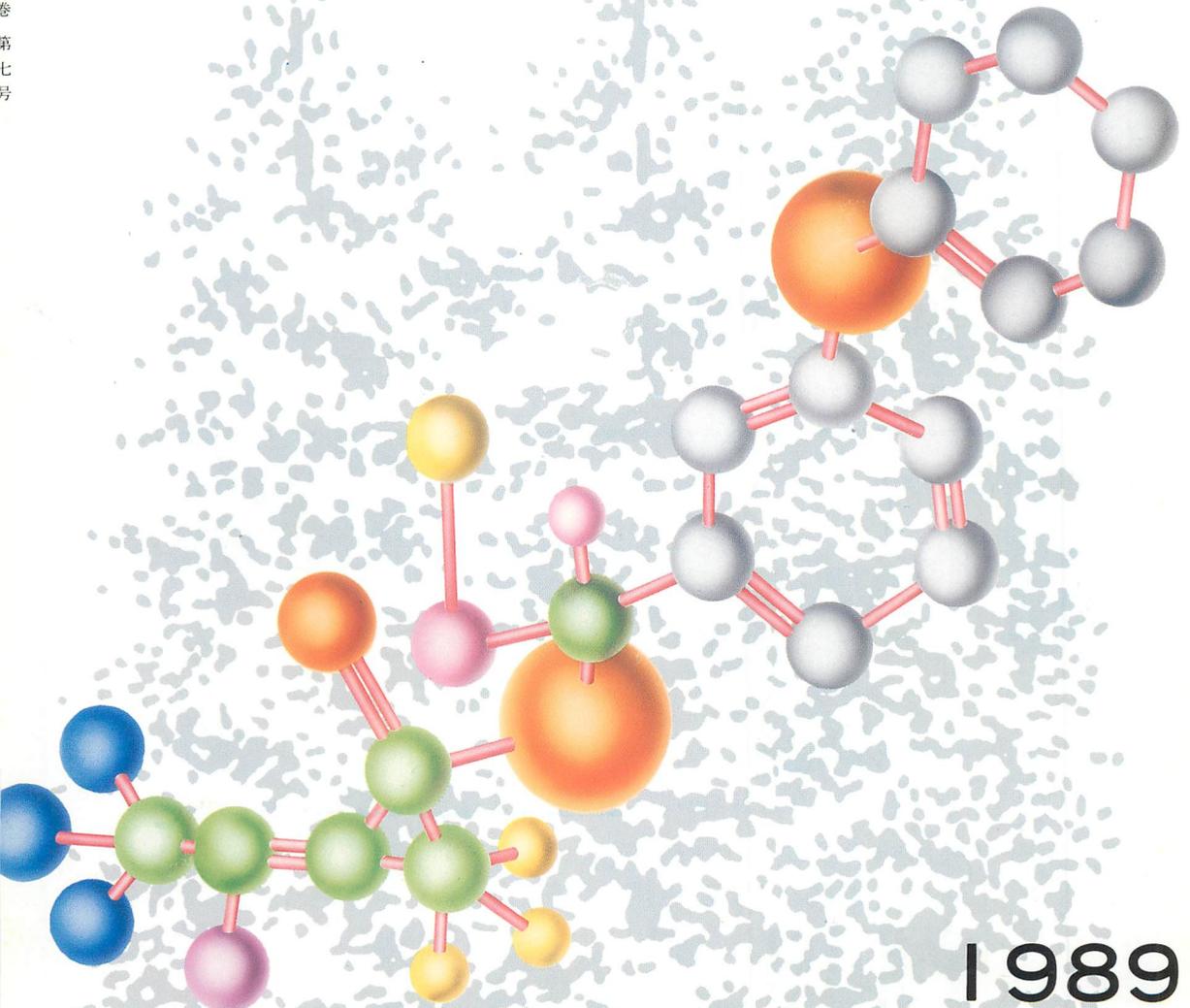


# 植物防疫

平成元年六月二十五日印刷  
第四十三卷第七号



1989

7

特集 ハダニ類

VOL 43

# くん蒸作業・薬劑散布にシゲマツの防毒マスク

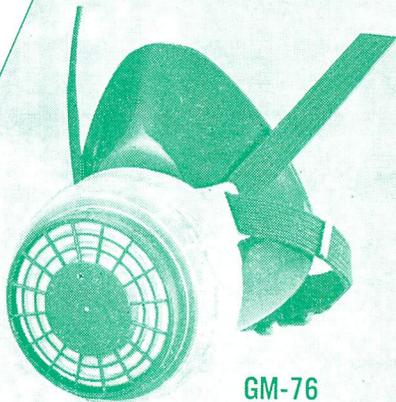
シゲマツのマスクが大切な

健康を守ります。

くん蒸作業に大好評



GM-131  
隔離式防毒マスク  
国検合格第45号



GM-76  
UIHフィルタ付  
直結式小型  
国検合格102号

乳劑  
粉劑の散布に

株式会社 重松製作所

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

# りんごの病害防除に!

\*適用拡大になりました。

\*赤星病 / 黒点病 / \*黒星病  
斑点落葉病 / \*すす点病 / \*すす斑病

# ピルノックス 水和剤



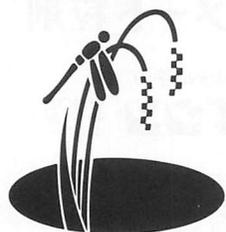
大内新興化学工業株式会社  
〒103 東京都中央区日本橋小舟町7-4

# 全国の米どころの答えです。

すぐれた除草力を実証したDPX-84剤。これまでにない効きめだ…使いやすい…と全国の米どころで大好評です。



水田除草に新しい時代をひらいたDPX-84剤



水田除草、新時代。

**ブッシュ**® 粒剤

**ザーク**® 粒剤

**フジワラス**® 粒剤

**ウルコ** 粒剤

**ゴルボ**® 粒剤

(登録番号順)

※DPX-84の一般名はベンシルフロメチル。

デュポン ジャパン



デュポン ジャパン リミテッド 農業事業部

〒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) 224-8683

フェロモン剤

コナガ交信攪乱用フェロモン剤

# コナガコン<sup>®</sup>

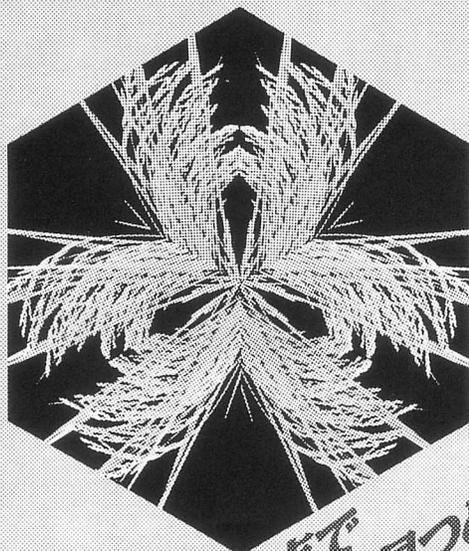
信越化学工業株の登録商標です。



## サンケイ化学株式会社

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

農薬会社は、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。



いろいろな視点で  
収穫を見つめて。

ホクコーの主要いもち防除剤

**カスラフサイド<sup>®</sup>** 粉剤DL 水和剤

**オリゼメート<sup>®</sup>粒剤**

紋枯病やっぱり決め手の

**バリダシン<sup>®</sup>** 粉剤DL 液剤

いもち病・紋枯細菌病・ウンカ類・  
カメムシ類防除に!

**カスラフトレボン<sup>®</sup>**

混合粉剤DL

イネミズゾウムシ防除剤

**シクロサル<sup>®</sup>U<sup>®</sup>** 粒剤2

水稻倒伏軽減剤

**セリタード<sup>®</sup>粒剤**

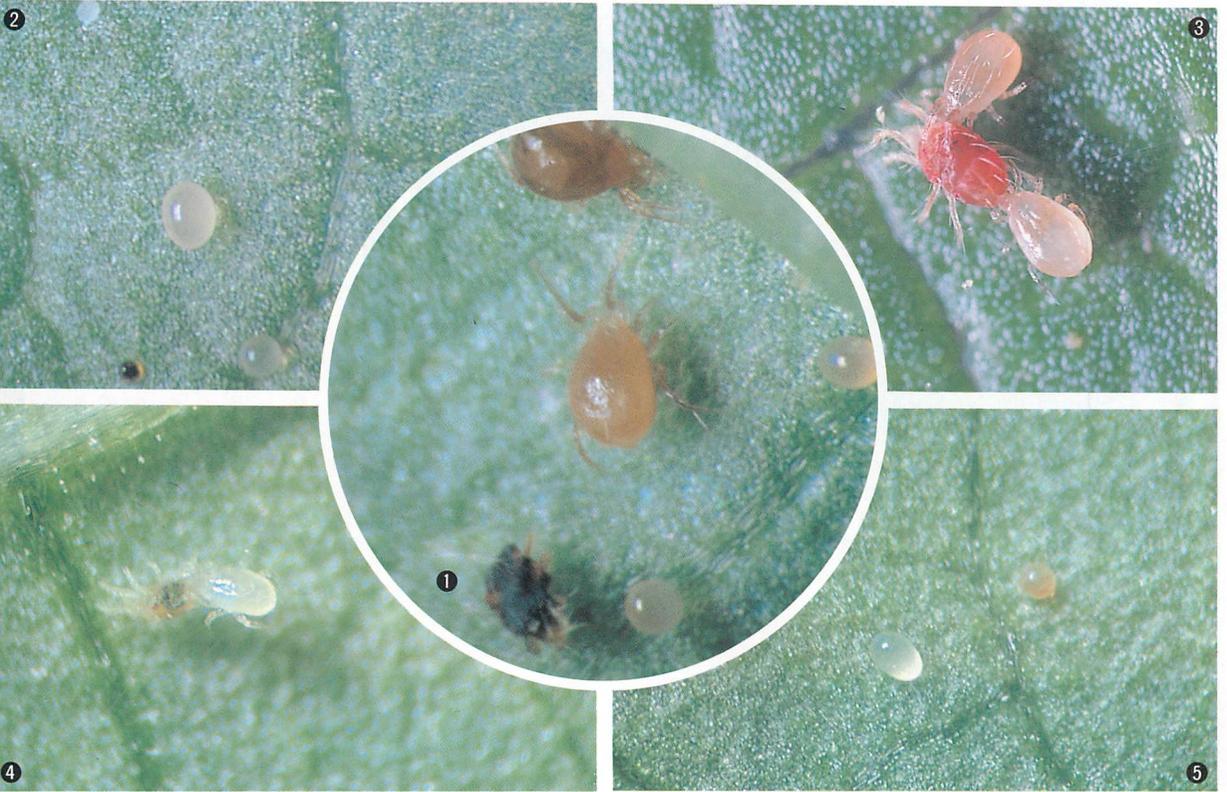


農協  
経済連  
全農



### 北興化学工業株式会社

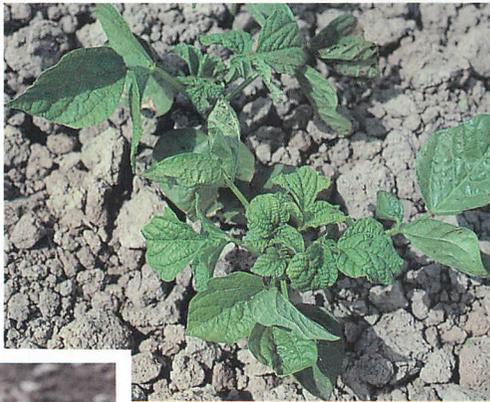
東京都中央区日本橋本石町4-4-20



- ① チリカブリダニ雌成虫と卵
- ② チリカブリダニ(上)とナミハダニの卵
- ③ カンザワハダニを捕食中のケナガカブリダニ(いずれも雌成虫)
- ④ ナミハダニを捕食中のケナガカブリダニ(若虫)
- ⑤ ケナガカブリダニ(右)とカンザワハダニの卵

アズキ立枯病の症状

縮葉症状及び生育抑制 ▶



▼ 末期症状の枯死株

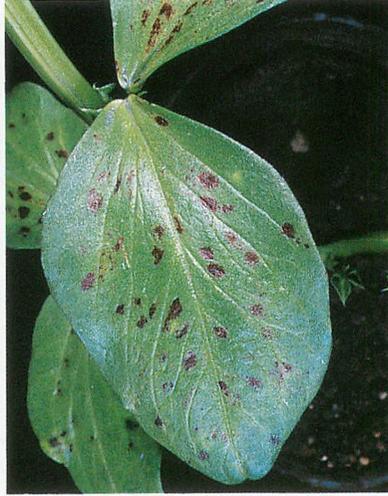


▼ 葉脈えそ(初期病徴)

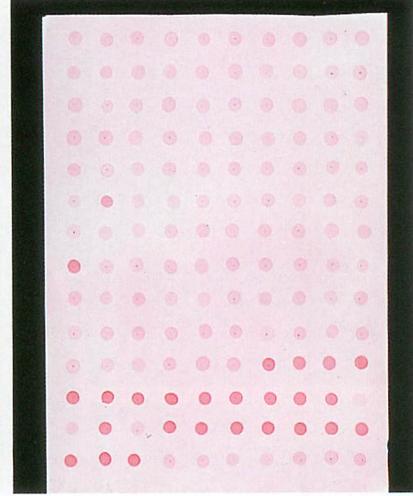




▲株分けネギ(品種：坊主不知)のモザイク症状  
ネギ萎縮ウイルス(OYDV)とニンニク潜在ウイルス(GLV)が重複感染している

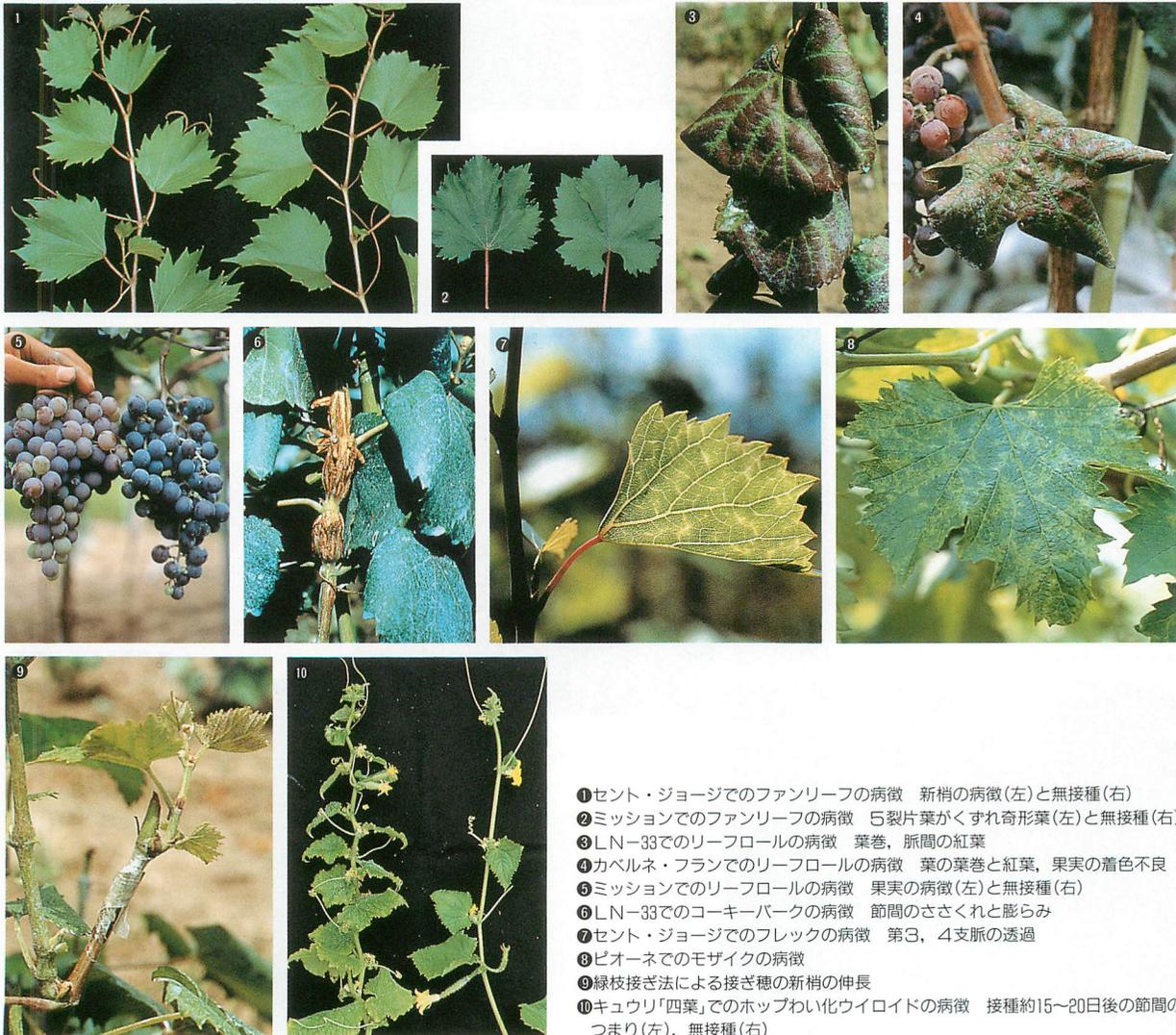


▲GLVネギ分離株によるソラマメの局部え死斑点  
病徴



▲DIB法によるネギからのGLVの検出状況  
鮮やかなピンク色のスポットが陽性判定(26スポット)

ブドウウイルス病の検定方法



- ①セント・ジョージでのファンリーフの病徴 新梢の病徴(左)と無接種(右)
- ②ミッションでのファンリーフの病徴 5裂片葉がくずれ奇形葉(左)と無接種(右)
- ③LN-33でのリーフロールの病徴 葉巻, 脈間の紅葉
- ④カベルネ・フランでのリーフロールの病徴 葉の葉巻と紅葉, 果実の着色不良
- ⑤ミッションでのリーフロールの病徴 果実の病徴(左)と無接種(右)
- ⑥LN-33でのコーキーバークの病徴 節間のささくれと膨らみ
- ⑦セント・ジョージでのフレックの病徴 第3, 4支脈の透過
- ⑧ピオーネでのモザイクの病徴
- ⑨緑枝接ぎ法による接ぎ穂の新梢の伸長
- ⑩キュウリ「四葉」でのホップわい化ウイルスの病徴 接種約15~20日後の節間のつまり(左), 無接種(右)

# 植物防疫

Shokubutsu bōeki  
(Plant Protection)

第 43 卷 第 7 号  
平成元年 7 月号

## 目次

### 特集：ハダニ類

最近におけるハダニ類の分類研究の進展	江原 昭三	1	
ハダニ類の変異——タンパク分析によるアプローチ——	刑部 正博	6	
ハダニ類の薬剤抵抗性の機構——遺伝的特性を中心に——	井上 晃一	11	
ハダニ類の天敵	浜村 徹三	16	
ハダニ類の合成ピレスロイド剤によるリサージェンスと防止対策	古橋 嘉一・森本 輝一	19	
ハダニ防除のためのシミュレーションの利用——現状と将来——	齊藤 裕	24	
アズキ立枯病とその病原菌	近藤 則夫・児玉不二雄	28	
ネギ属植物におけるニンニク潜在ウイルスの発生	佐古 勇	33	
昆虫の日齢推定法	望月 淳	37	
海外ニュース：ケニア園芸開発計画における作物保護分野の活動	守屋 成一・工藤 晟	41	
農業製剤の CIPAC 分析法 (1)	百 弘	42	
植物防疫基礎講座			
果樹ウイルス病の診断法の実際(3) ブドウウイルス病の検定方法	寺井 康夫	46	
紹介 新登録農薬		5	
新しく登録された農薬 (元. 5. 1~5. 31)		10	
中央だより	45	学界だより	51
協会だより	36	人事消息	15, 32, 52, 54, 58
新刊紹介	40	次号予告	58



## 「確かさ」で選ぶ…バイエルの農薬

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

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



®は登録商標

日本特殊農薬製造株式会社  
東京都中央区日本橋本町2-7-1 ☎ 103

# 新しい時代の新しい殺虫剤

農薬は正しく使いましょう

## 新発売

- ちゃ・てんさいの害虫に

**ボルテージ**®水和剤

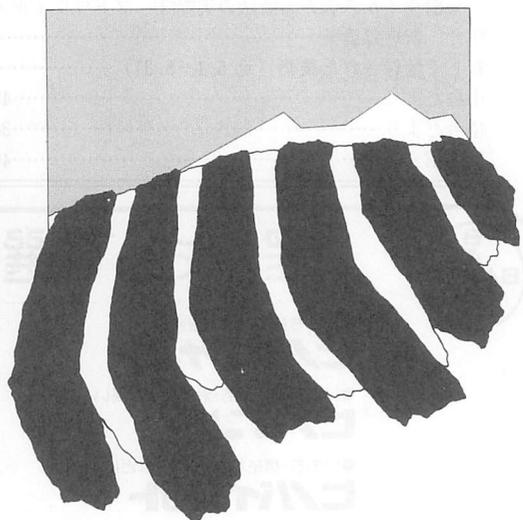


### 特長

- 鱗翅目、甲虫目、半翅目の各種害虫に有効です。
- 特にハマキムシ類や、ヨトウムシ類に対し抜群の効果を発揮します。
- 老令幼虫にも有効で、また残効性が優れています。

- キャベツ・はくさい・ちゃの害虫に

**メラード**®水和剤



### 特長

- 異なる2つの殺虫作用により、総合的に優れた防除効果を発揮します。
- キャベツ・はくさいのコナガ、ヨトウムシ、ちゃのチャノホソガ、ヨコバイに有効です。
- 他剤に対し感受性が低下したコナガにも有効です。

**ピラクロホス普及会**

明治製菓(株) ・ 武田薬品工業(株)

事務局：武田薬品工業株式会社 アグロ事業部 東京都中央区日本橋2丁目12番10号

特集：ハダニ類〔1〕

## 最近におけるハダニ類の分類研究の進展

鳥取大学教育学部生物学教室 江原昭三

## はじめに

筆者は、「農業ダニ学」の中で、ハダニ上科 (super-family Tetranychioidea) に属する、当時日本から知られていた 63 種 (ハダニ科 52 種, ヒメハダニ科 10 種, ケナガハダニ科 1 種) の検索表と全種の簡潔な説明を記述した (江原・真梶, 1975)。それ以後の研究の進展によって、現在ハダニ上科に属する日本産の種は 72 種 (ハダニ科 58 種, ヒメハダニ科 12 種, ケナガハダニ科 2 種) となった。

本文では、上記の著述以降に日本から記録された種類を中心に、ハダニ類の分類・同定に関する最近の情報を紹介したい。なお、形態用語については江原・真梶 (1975) を参照されたい。

## I ハダニ科

ハダニ科 (Tetranychidae) では、7 種が日本産のリストに加わり、1 種が除かれるので、結局 6 種が増えた。これらは、いずれもハダニ亜科 (Tetranychinae) に属する。属についていえば、*Eurytetranychoides* (未発表), *Sasanychus*, *Yezonychus* の 3 属が追加された。

アラカシハダニ (*Eurytetranychoides japonicus* (EHARA))\* (図-1, A~C) は、原記載 (EHARA, 1980) では *Eurytetranychus* に含まれていたが、今ここで所属を *Eurytetranychoides* に移す。*Eurytetranychoides* は、爪状の爪間体が微小ではあるが、はっきりと存在し、後体部\*\*に 10 対の背毛を有する点では、*Eurytetranychus* と同様であるが、側肛毛が 1 対しかない (*Eurytetranychus* では 2 対) 点で異なる。

アラカシハダニの雌は、上からみると円形に近く、体

長 360  $\mu\text{m}$ , 赤紫色を呈する。胴背毛は長短入りまじり、特に短いものを除き、こぶの上に生えており、端末は鈍端に終わる。後体部の背中毛第 2 対 ( $C_2$ ) の間隔は、第 1 対間や第 3 対間よりもはるかに遠い。 $C_2$  は微小であるが、 $C_1$ ,  $C_3$  及び  $C_4$  ははるかに長大である。 $L_4$  は、 $C_4$  のほぼ真後ろで下方にあり、その長さは、 $C_4$  の約 1/3 である。触肢の末端節は、長さが幅に勝る。雄は体長 290  $\mu\text{m}$ , 交尾器はほぼ直角に背方に曲がっている。本種は本州のアラカシから記載された。

タイリクハダニ (*Aponychus firmianae* (MA et YUAN)) (図-1, D~E) は、日本産のこの属の第 2 の種である (EHARA, 1980)。*Aponychus* は、爪間体を欠き、肛毛は 1 対のみをもち、後体部に 10 対の背毛を有する (この中の  $C_4$  は体の周縁部にある)。タイリクハダニの雌は、上方からみると円形に近く、体長 370  $\mu\text{m}$ , 淡緑色である。胴背毛は、みな、こぶから発している。胴背毛の大部分は、ほぼ似たような長さをもつ。背中後体毛中、 $C_1$  は  $C_2$  の起点に、 $C_2$  は  $C_3$  の起点に、それぞれほぼ達しているが、 $C_3$  は  $C_4$  の起点に届かない。 $L_4$  は他の胴背毛よりも短く、 $C_4$  の下方にある。胴部背面にはしわがある。雄は体長 280  $\mu\text{m}$ , 交尾器の末端部は背方に向き、緩やかな S 字状を呈する。本州のアオギリから知られ、韓国及び中国にも分布する。

本種は、原記載 (MA and YUAN, 1965) では *Eurytetranychus* (肛毛は 2 対) に含まれていたのを、筆者が *Aponychus* に所属変えたものである (EHARA, 1980)。後年、MA and YUAN (1982) は、本種を模式種として *Chinotetranychus* なる属を創設した。しかしながら、彼らがあげた *Aponychus* との違いのうち、胴背毛の長さの比率は、いうまでもなく属の特徴としては問題外であり、第 II 脚基節の毛の数 (1 本, *Aponychus* では 2 本) の差は、これだけでは属を分かつほどではない。GUTIERREZ (1985) は *Chinotetranychus* を認めず、また MEYER (1987) は、このタキソンの当否についての態度決定を留保している。

*Sasanychus* 属は、腹毛を付属する爪状の爪間体を持ち、かつ 2 対の側肛毛をもつことでは *Panonychus* と同じであるから、当初は *Panonychus* 属の亜属として創設されたが (EHARA, 1978)、現在では独立属とされ

\* New combination.

\*\* *Opisthosoma* (後胴体部) といえ、*idiosoma* (胴部) の中で、脚をつけている部分よりも後ろの部分、ふつつ指している (江原・真梶, 1975 参照)。ところが最近、ダニ学者の中に“*opisthosoma*”を、*hysterosoma* (後体部) という語の指す部分に対して用いる人がでてきた。したがって、“*opisthosoma*”が、どちらの部分の指しているのか、各論文について注意して読む必要がある。

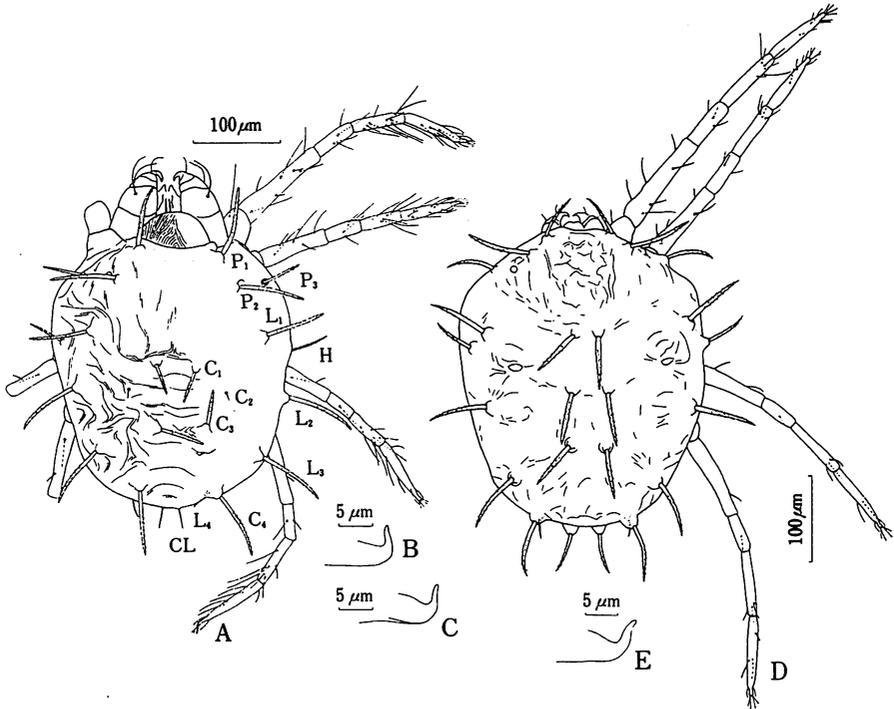


図-1 A~C: アラクシハダニ (A: ♀の背面, B~C: ♂交尾器), D~E: タイリクハダニ (D: ♀の背面, E: ♂交尾器)

C<sub>1</sub>~C<sub>4</sub>: 背中後体毛, CL: 臀毛, H: 肩毛, L<sub>1</sub>~L<sub>4</sub>: 背側後体毛, P<sub>1</sub>~P<sub>3</sub>: 前胴体背毛

ている (EHARA and GOTOH, 1987)。*Sasanychus* の特徴は、胴背毛が細く、その起点にこぶがなく、後体部背面正中部は横走る条線のみをもち、第Ⅰ脚脛節に通常毛が9本、第Ⅱ脚脛節に通常毛が8本あることである。これに対し、*Panonychus* では胴背毛は太く、その起点は顕著なこぶの上であり、後体部は対をなす背中毛間に縦糸をもち、脛節の通常毛は第Ⅰ脚に7本、第Ⅱ脚に5本ある。両属は、生態的にも異なっている。

*Sasanychus* の模式種はミドリハダニ (*S. akitanus* (EHARA)) (図-2, A~D) であるが、最近その近似種ヒメミドリハダニ (*S. pusillus* EHARA et GOTOH) (図-2, E~G) が記載された (EHARA and GOTOH, 1987)。ミドリハダニは北海道・本州で主としてクマイザサに寄生し、ヒメミドリハダニは北海道のエゾミヤコザサから知られる。ヒメミドリハダニの雌 (黒っぽい緑色) は、ミドリハダニの雌 (濃緑色) と一見よく似ているが、胴背毛の長さが後者のそれよりも著しく短い (どの胴背毛についての比較でも  $t$ -test で  $P < 0.001$ )。ヒメミドリハダニの雌 (体長  $420\mu\text{m}$ ) は、ミドリハダニの雌 (体長  $460\mu\text{m}$ ) よりも体が小さいけれども、胴背毛 P<sub>3</sub>, H, L<sub>2</sub> 及び L<sub>3</sub> の長さとの比は、いずれもヒメミドリハダニのほうが明確に小さい ( $t$ -test,  $P < 0.001$ )。

さらに、ヒメミドリハダニの雄は、第Ⅱ脚跗節が二重毛よりも基方に1通常毛と1ソレニジョンをもつことで特徴がある (ミドリハダニの雄の第Ⅱ脚跗節は、その部位に3通常毛と1ソレニジョンをもつ)。ヒメミドリハダニの雄交尾器の後部は背方を向くが、波状ではない。そして軸部の背縁に顕著な突起がある。これに対し、ミドリハダニの雄交尾器では、背方を向く後部はかすかにS字状で、軸部の背面は平滑である。雄の体長は、ミドリハダニ  $340\mu\text{m}$ 、ヒメミドリハダニ  $320\mu\text{m}$ 。

ミドリハダニとヒメミドリハダニは、成虫の形態のうえでは酷似しているが、卵の形態、葉面利用部位、休眠態などに顕著な差異がある (GOTOH, 1986 a, b)。ミドリハダニのいわゆる“有柄卵型”が真のミドリハダニであり、“無柄卵型”はヒメミドリハダニにほかならない。生態や行動の違いが注目されることから始まって、同胞種などの実在が判明してくるというケースは、ミドリハダニ、ヒメミドリハダニの例にとどまらず、今後も少なからず起こるであろう。

*Yezonychus* 属は、脚の爪間爪が2又していること及び後体部の背面正中部の皮膚条線が横走していることにより、一見 *Schizotetranychus* 属と見まちがうほどであるが、ハダニ科の分類において最も重要な特徴の一つ

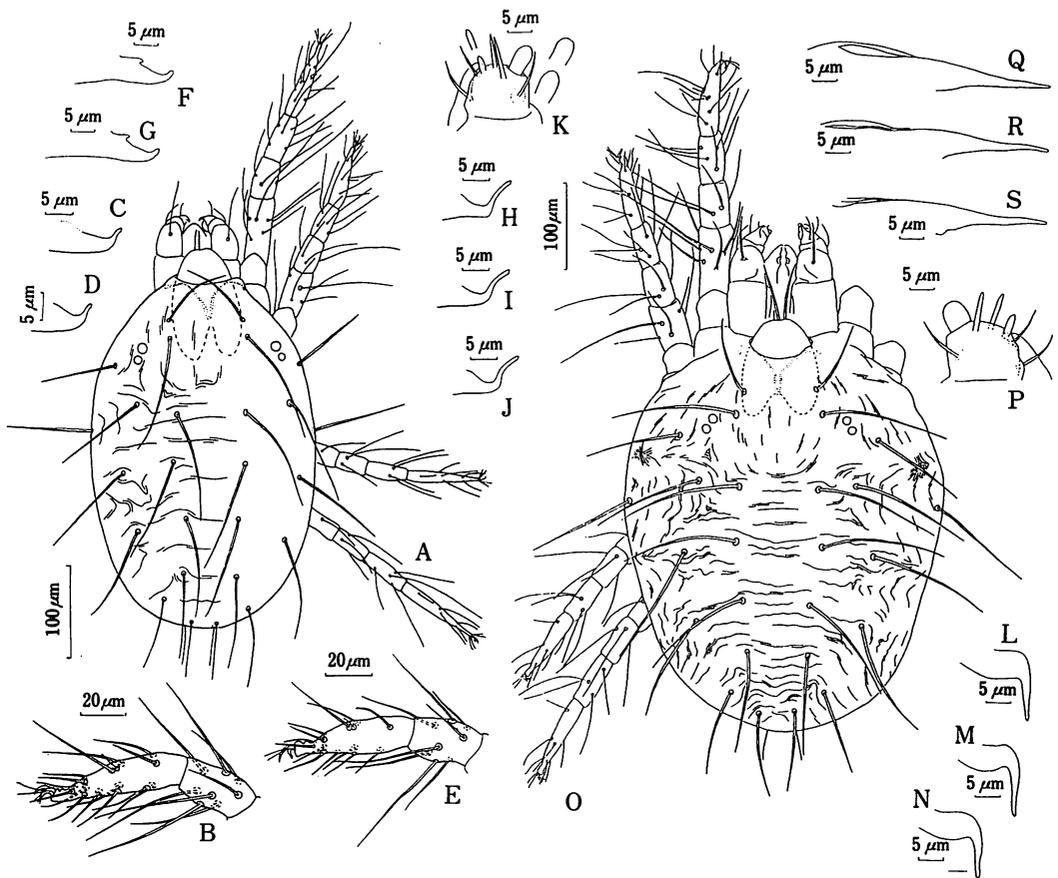


図-2 A~D:ミドリハダニ (A:♀の背面, B:♂の第Ⅱ脚, C~D:♂交尾器), E~G:ヒメミドリハダニ (E:♂の第Ⅱ脚, F~G:♂交尾器), H~J:ケウスハダニ (♂交尾器), K~N:ヒメカエデハダニ (K:♀の触肢の末端部, L~N:♂交尾器), O~S:オオカエデハダニ (O:♀の背面, P:♀の触肢の末端部, Q~S:♂交尾器)

である胴背毛の数において相違する (EHARA, 1978)。すなわち, *Yezonychus* においては後体部に9対の背毛しかない (*Schizotetranychus* では後体部の背毛は10対)。 *Yezonychus* の模式種はケウスハダニ (*Y. sapporensis* EHARA) (図-2, H~J) である。ケウスハダニの雌は体長 390 $\mu\text{m}$ , 淡黄色~淡黄緑色を呈する。雄は体長 280 $\mu\text{m}$ , 交尾器は背方に向く後部が細長く, 緩やかな S 字状を示す。本種は, 北海道・本州でササ類に寄生する。

タケスゴモリハダニ (*Schizotetranychus celarius* (BANKS)) とされているダニは, 実はいくつかの同胞種の複合であることが, 近年, しだいに判明してきた (斎藤・高橋, 1980, 1982)。したがって, 当面は *Schizotetranychus celarius complex* とでも呼ぶのが妥当であろう。

カエデ (*Acer*) に寄生する *Eotetranychus* の2種が

記載された (EHARA, 1987)。ヒメカエデハダニ (*E. spectabilis* EHARA) (図-2, K~N) とオオカエデハダニ (*E. dissectus* EHARA) (図-2, O~S) がこれで, 両種とも北海道と本州から知られる赤色種である。 *Eotetranychus* 属の, 日本から知られている他種の夏型雌は, スミスハダニ (*E. smithi* PRITCHARD et BAKER) (ブドウ, ナシなどに寄生する赤色種で, カンザワハダニ (*Tetranychus kanzawai* KISHIDA) と混同されやすい) を除き, すべて淡黄色~淡黄緑色であるから, この2種は色彩の点で少数派に属する。

ヒメカエデハダニの雌は, 体長 390 $\mu\text{m}$ , 皮膚条線は背中後体毛第4対の後方で逆 V 字状に走る。生殖口蓋は横走する条線をもち, そのすぐ前の領域は縦条を有する。第Ⅱ脚脛節は8本の通常毛をもつ。触肢の端感覚体 (出糸突起) は, 長さが幅の2倍に満たない。雄は体長 330 $\mu\text{m}$ , 端感覚体は長さが幅の2倍以上あり, 交尾器はほぼ

直角に下向している。

オオカエデハダニの雌は体長  $520\mu\text{m}$ 、後体部背正中域の皮膚条線は、すべて横走する。生殖口蓋は、前部に縦条、後部に横条をもち、生殖口蓋のすぐ前の領域は縦条を有する。第II脚脛節は8通常毛をもつ。触肢の端感覺体は長さと同幅がほぼ同じである。雄は体長  $430\mu\text{m}$ 、触肢の端感覺体は長さが幅よりもはるかに大、交尾器は末端に向かいだいに細くなるが、終始ほぼ直走する。雄の第I・II脚の爪間体は4裂している。

次に、ナミハダニ (*Tetranychus urticae* KOCH) と “ニセナミハダニ (*T. cinnabarinus* (BOISDUVAL))” の問題がある。DUPONT (1979) は、交雑実験の結果、両者の間に生殖的隔離がないことを示し、*cinnabarinus* は *urticae* のシノニムであると主張した。この研究結果によって、両者を別種として取り扱う根拠は、もはや存在しなくなった。すなわち、不休眠の赤色型 (ニセナミ型) を含めて、すべてナミハダニである。最近の多くの研究によって、暖地に生息する黄緑型 (ナミ型) には、不休眠の個体群がふつうに存在することが明らかとなっている (高藤ら, 1981 を参照)。したがって、ナミハダニの生理・生態的変異に関する研究は、今後ますます進展するものと思われる。

クロバハダニ亜科 (Bryobiinae) に属する *Petrobia* は、かつて WAINSTEIN (1960) によって *Petrobia* MURRAY, *Tetranychina* BANKS, *Mesotetranychus* RECK の3亜属に分類された。ハダニ科における最近の細分化傾向もあって、この中の *Tetranychina* を *Petrobia* 属から分離して別属として取り扱う分類が近來、多くなった (MEYER, 1974; TUTTLE et al., 1976)。 *Tetranychina* では胴背毛が顕著なこぶから発し、*Petrobia* にはこぶがない。筆者は、カタバミハダニを従来 *Petrobia* 属に含めていたが、最近における前述の傾向を参酌して本論文において *Tetranychina* 属に所属変えることにした。すなわち、カタバミハダニの学名は *Tetranychina harti* (EWING) である。

## II ヒメハダニ科, ケナガハダニ科

ヒメハダニ科 (Tenuipalpidae) では、スナヒメハダニとハナガサヒメハダニが最近記載された (EHARA, 1982)。

スナヒメハダニ (*Aegyptobia arenaria* EHARA) は、触肢が5節から成り、背亜側後体毛が4対 (胴背毛の総数は16対) あるということが特徴である *Aegyptobia* の日本産の唯一の既知種である。それゆえ、属の特徴によって本種の検索は容易である。雌は体長  $330\mu\text{m}$ 、赤色を呈し、前胴体部及び後体部の背面に粗く縦条を装い、

胴背毛はへら状で平滑である。雄は未知。本種は鳥取砂丘のカワラヨモギから記載された。

ハナガサヒメハダニ (*Tenuipalpus boninensis* EHARA) の雌は体長が  $310\mu\text{m}$ 、淡黄色~褐色で、前胴体部と後体部の背面正中部に網状構造部を有する。両部の網状構造部は、ともに円みのある輪郭をもち、かつ周囲よりも盛り上がっているため、きわめて顕著であり、これが本種の最大の特徴といえる。胴背毛 (13対) 中、第3前胴体背毛、第3・4・6背側後体毛は幅広い。第5背側後体毛はきわめて長く ( $220\mu\text{m}$ )、むち状で、この点で *Tenuipalpus* のダニであることがわかる。上記以外の胴背毛は、みな小さい。触肢は3節である (この属の触肢の節数は種によって1~3節と異なる)。雄は体長  $260\mu\text{m}$ 、胴背には網状構造部がなく、条線のみがある。小笠原の父島のムニンハナガサノキに寄生する。

ケナガハダニ科 (Tuckerellidae) のアワケナガハダニ (*Tuckerella japonica* EHARA) の雌は、胴長 ( $340\mu\text{m}$ ) よりも長い5対のむち状の胴背毛 (約  $400\mu\text{m}$ ) をもっているため、6対の同様の毛をもつナミケナガハダニ (*T. pavoniformis* (EWING)) とは容易に識別できる (EHARA, 1975)。雌の体長は  $430\mu\text{m}$ 、赤色を呈する。雄は未知。本種は本州・四国のサンゴジュやムクノキに寄生する。

## おわりに

1 日本から最近、記録された10種 (ハダニ科7種、ヒメハダニ科2種、ケナガハダニ科1種) の特徴を中心に、ハダニ類の分類・同定に関する最近の問題点を述べた。

2 この中の1種アラカシハダニの所属を、この機会に *Eurytetranychus* 属から *Eurytetranychoides* 属に変更した。

3 以前から知られている普通種カタバミハダニを、ここで *Petrobia* 属から *Tetranychina* 属に移した。

## 引用文献

- 1) DUPONT, L. M. (1979): Ent. exp. & appl. 25: 297-303.
- 2) EHARA, S. (1975): Internat. J. Acarol. 1 (2): 1-5.
- 3) ——— (1978): J. Fac. Educ. Tottori Univ., Nat. Sci. 28: 87-93.
- 4) ——— (1980): Annot. Zool. Japon. 53: 202-209.
- 5) ——— (1982): ibid. 55: 175-179.
- 6) ——— (1987): Appl. Ent. Zool. 22: 624-629.
- 7) ——— and T. GOTOH (1987): Zool. Sci. 4: 375-378.

- 8) 江原昭三・真梶徳純 (1975) : 農業ダニ学, 全国農村教育協会, 東京, 328 pp.  
 9) GOTOH, T. (1986 a) : Exp. Appl. Acarol. 2 : 125~136.  
 10) ——— (1986 b) : ibid. 2 : 137~151.  
 11) GUTIERREZ, J. (1985) : In : Spider mites, their biology, natural enemies and control, (W. HELLE and M. W. SABELIS eds.), Elsevier, Amsterdam 1A : 75~90.  
 12) MA, E. and Y. YUAN (1965) : Acta zootax. Sin. 2 : 247~250.  
 13) ——— (1982) : Entomotaxonomia 4 : 109~114.  
 14) MEYER, M. K. P. (Smith) (1974) : Entomol. Mem. Dep. Agr. Tech. Serv. Repub. S. Afr. 36 : i~iv & 1~291.  
 15) ——— (1987) : ibid. 69 : i~iv & 1~175.  
 16) 斎藤 裕・高橋健一 (1980) : 応動昆 24 : 62~70.  
 17) ——— (1982) : 日生態会誌 32 : 69~78.  
 18) 高藤晃雄ら (1981) : 植物防疫 35 : 489~495.  
 19) TUTTLE, D. M. et al. (1976) : Internat. J. Acarol. 2 : 1~102.  
 20) WAINSTEIN, B. A. (1960) : Kazakh. Acad. Sel'sk Nauk Nauch.-Issled. Inst. Zash. Rast. Trudy 5 : 1~276.

紹介  **新登録農薬**

〔植物成長調整剤〕

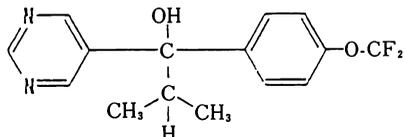
フルルプリミドール水和剤 (元. 5. 18 登録)

本剤は、米国イーライリリー社によって開発された植物成長調整剤である。作用機構は、ジベレリンの生理作用(節間伸長)に拮抗することにより草丈を抑制させると考えられている。

商品名：グリーンフィールド水和剤

成分・性状：製剤は、有効成分 2-メチル-1-ピリミジン-5-イル-1-(4-トリフルオロメトキシフェニル)プロパン-1-オール 50.0% を含有する類白色水和性粉末である。純品は白色結晶で、融点 96.8~96.9℃, 蒸気圧  $2.0 \times 10^{-6}$  mmHg (25℃), 比重 1.35, 溶解度 (25℃, g/l), 水 0.13, ヘキサン 1~2, アセトニトリル 200~400, 酢酸エチル 500~600, アセトン 600~800, ジクロロメタン 600~900, クロロホルム 600~900, メタノール 700~800 である。

(構造式)



適用作物、使用目的及び使用方法：表-1 参照。

使用上の注意

- ① 他剤との混用はさけること。
- ② 本剤の使用により、葉の色や形が変化する等の症状がみられたり、不均一な草丈抑制をもたらしたりする場合があるので、まきむらのないよう均一に散布すること。特に極端な傾斜地での使用には十分に注意すること。
- ③ 散布後効果発現までに日数を要するので、刈込直

後に処理するか、効果発現まで通常どおりの刈込管理を行うこと。

- ④ 極端な乾燥条件下での使用はさけること。また本剤は土壌処理剤で、効果発現のため薬剤が作物の根域に達する必要があるので、散布後にかん水することが望ましい。かん水設備のない所では降雨前の散布が望ましい。
- ⑤ ターフ形成前の芝生には使用をさけること。
- ⑥ ゴルフ場においては、ラフ以外では使用しないこと。
- ⑦ 本剤は対象作物以外の作物にも影響を及ぼすので、周辺作物にかからないよう注意すること。
- ⑧ 本剤は他の作物を植え付ける予定のある土地では使用しないこと。また使用後の散布器具類は十分洗浄すること。
- ⑨ 本剤の使用に当たっては、使用量、使用時期、使用方法を誤らないように注意し、特に初めて使用する場合には予備試験を行うか、または病害虫防除所等関係機関の指導を受けることが望ましい。

毒性：(急性毒性) 普通物。

- ① 誤飲、誤食などのないよう注意すること。誤って飲み込んだ場合には吐き出させ、直ちに医師の手当を受けさせること。本剤使用中に身体に異常を感じた場合には直ちに医師の手当を受けること。
- ② 粉末は眼に対して弱い刺激性があるので眼に入らないよう注意すること。眼に入った場合は直ちに水洗すること。
- ③ 粉末は皮膚に対して弱い刺激性があるので皮膚に付着しないよう注意すること。付着した場合には直ちに石けんでよく洗い落とすこと。
- ④ 散布の際は農業用マスク、手袋、長ズボン・長袖の作業衣などを着用すること。また散布液を吸い込んだり、浴びたりしないよう注意し、作業後は手足、顔などを石けんでよく洗い、うがいをすること。

(魚毒性) フルルプリミドール：A類。

表-1 フルルプリミドール水和剤 (グリーンフィールド水和剤)

作物名	使用目的	使用時期	10アール当り 使用量	10アール当り 散布液量	本剤及びフルルプリミドールを含む農薬の総使用回数	使用方法
日本芝	草丈の 伸長抑制	生育初期 ↓ 生育盛期	200 ↓ 400g	250 ↓ 300l	2回以内	全面均一 散布
西洋芝 〔バミューダグラス ベントグラス ブルーグラス〕			100 ↓ 200g			

特集：ハダニ類〔2〕

## ハダニ類の変異——タンパク分析によるアプローチ——

農林水産省果樹試験場安芸津支場 おさか べ まさ ひろ  
刑 部 正 博

1960年代以降のゲル電気泳動法の急速な発展によって、酵素などのタンパクのレベルでは節足動物や哺乳動物、植物など、広範な生物種において、種内に多大な遺伝的変異が保有されていることが明らかになってきた。また、電気泳動のデータに基づいた遺伝的距離の測り方も考案され (NEI, 1987)、これによってこれまでの形態に基づく分類学や発生学などの分野とは全く異なった角度から、生物の変異や進化を論ずることが可能となった。

ハダニ種の種内変異については、ミカンハダニ (*Panonychus citri* (McGREGOR)) やナミハダニ (*Tetranychus urticae* KOCH) 及びクロバーハダニ (*Bryobia praetiosa* KOCH) などにおいて、個体群あるいは系統間での休眠性や植物への寄生性の変異 (HELLE and OVERMEER, 1973; 真梶, 1975; 高藤ら, 1981) 及び生殖隔離 (DE BOER, 1985; 高藤, 1986) があることが知られている。一方、ハダニ類における分子レベルでの変異の研究は、現在やっと入口に立ったところであり、この分野に関する知見は数少ない。ここでは電気泳動法による研究を中心に、ハダニ類の遺伝的変異に関するこれまでの研究を紹介するとともに、今後の展望と問題点について考えてみたい。

## I ハダニ研究への電気泳動法の導入

ハダニ類の酵素活性を電気泳動法により検出した最初の事例は、OGITA and KASAI (1965) によるものと思われる。彼らは寒天ゲルを支持体とした薄層電気泳動法を用いて、ミカンハダニとナミハダニのアイソザイムの検出を試みた。この結果、両種のエステラーゼとミカンハダニの酸性フォスフォモノエステラーゼ及びアミラーゼについて、それぞれ成虫1個体からでも活性泳動帯が検出できることを確認している。また、武久・田中 (1967) は、この手法を用いてミカンハダニのエステラーゼを検出する場合の、泳動距離や寒天ゲルの pH、緩衝液のイオン強度、試料の添加法などについて検討を加えている。

一方、エステラーゼ活性と昆虫類の薬剤抵抗性との関係は早くから注目され、種々の方向から研究されてきた。OPPENORTH and VAN ASPEREN (1960) は、有機

リン剤抵抗性イエバエの研究から、「抵抗性系統ではアリエステラーゼ活性を支配する遺伝子が突然変異により対立遺伝子に変化し、その結果有機リン剤を解毒する酵素が生産される」という主旨の“mutant aliesterase 説”を提唱した。国内ではツマグロヨコバイ (*Nephotettix cincticeps* VHLER) など、薬剤抵抗性とアリエステラーゼの関係が研究され (KASAI and OGITA, 1965; OZAKI et al., 1966)、アリエステラーゼの一部のアイソザイムでは有機リン剤の分解活性があることが電気泳動法を用いた研究などで明らかとなっている (宮田ら, 1981)。

ハダニ類においても、SMISSAERT (1965) がナミハダニの有機リン剤抵抗性とエステラーゼとの関係について、おもに速度論的研究を行った。また、田中ら (1972) はミカンハダニの CMP (フェンカプトン) 抵抗性と寒天ゲル電気泳動法によるエステラーゼの分離パターンとの関係について検討し、桑原 (1984) はカンザワハダニの薬剤抵抗性を研究する過程において、反応速度論及び電気泳動法を用いて、その役割を検討している。このように、特にハダニ類を含む農業害虫に関する研究においては、電気泳動法は薬剤抵抗性研究の一手法として、エステラーゼ分析を中心に発展してきたように思われる。なお、SMISSAERT (1965) は速度論的研究の結果から、ナミハダニの有機リン剤抵抗性機構は OPPENOORTH and VAN ASPEREN (1960) の仮説では説明できないとし、その後はアセチルコリンエステラーゼを対象とした研究を展開した (SMISSAERT et al., 1970)。“mutant aliesterase 説”のその後の知見については本山 (1981) を参照されたい。

## II 電気泳動法によるハダニ類の変異の研究

武久・田中 (1967) は、九州地方を中心に少なくとも3地域から採集されたミカンハダニから、全部で6本のエステラーゼ泳動帯を検出し、この中で各個体群に共通する泳動帯は E<sub>3</sub>~E<sub>5</sub>の3本で、E<sub>1</sub>と E<sub>2</sub>の有無は個体群によって異なっていることを示した (図-1: タイプ I~III 及び V, VI)。その後刑部 (1984) も、武久・田中 (1967) とほぼ同様の方法により、実験室で保存されていたミカンハダニの個体群を中心にエステラーゼアイ

Genetic Variation in Spider Mites——an Approach with Protein Analysis. By Masahiro OSAKABE

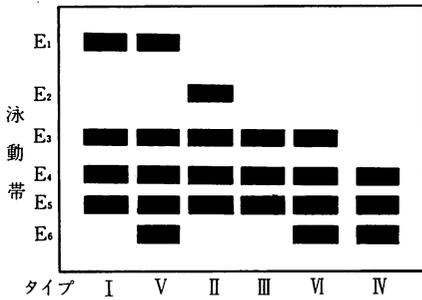


図-1 寒天ゲル電気泳動法によるミカンハダニのエステラーゼ分離パターン (武久・田中, 1967及び刑部, 1984 より作図)

ソザイムを調査し、E<sub>1</sub>～E<sub>6</sub>泳動帯を検出した(図-1: タイプI～III)。

ところで、ミカンハダニには非休眠系統と休眠系統(冬季に卵休眠)が存在し(真梶, 1961 a, b), これらは寄生性も異なることが知られている。すなわち、非休眠系統はカンキツ及びナシ、モモなどでいずれもよく発育するのに対して、休眠系統はナシ、モモではよく発育するが、カンキツでは発育できない(内田, 1982; 森本高藤, 1983; OSAKABE, 1987 a)。前述の、エステラーゼアインソザイムに関する事例は、いずれもカンキツに寄

表-1 各地のミカンハダニのエステラーゼ分離パターン (OSAKABE, 1987 b)

採集場所	寄主植物	タイプ <sup>a)</sup>			
		I	II	III	IV
〈非休眠系統〉					
福島県福島市飯坂町	カラタチ	●			
長野県下伊那郡高森町	ナシ	●	●		
茨城県筑波郡谷田部町	ナシ	●	●		
茨城県新治郡千代田村	ナシ			●	
茨城県稲敷郡阿見町	ナシ		●	●	
千葉県松戸市松戸	ツゲ		●	●	
福岡県甘木市長谷山	ナシ	●	●		
〈非休眠及び休眠系統が混在〉					
山梨県山梨市万力	モモ			●	●
岡山県岡山市百枝月	ナシ		●	●	●
〈休眠系統〉					
石川県加賀市奥谷地区	ナシ				●
鳥取県東伯郡大栄町	ナシ				●
島根県出雲市芦波町	ナシ				●
千葉県八千代市上高野	ナシ				●
兵庫県城崎郡香住町	ナシ				●
山梨県東八代郡御坂町	ナシ				●
福岡県甘木市高木	ナシ				●
福岡県嘉穂町馬見	ナシ				●

a) 図-1 参照: ●は検出されたタイプ

生していたミカンハダニ、すなわち非休眠系統のみに関する知見である。そこで、刑部(1984)はナシから採集した休眠系統についても調査した。この結果、休眠系統の泳動帯はE<sub>4</sub>～E<sub>6</sub>の位置(ここでいうE<sub>6</sub>が武久・田中(1967)の示したものと同一位置か否かは不明である)に検出され、E<sub>1</sub>～E<sub>3</sub>は検出されなかった(図-1: タイプIV)。このような系統間の差異について、その後ナシ園を中心に各地から17個体群を採集し検討したところ、休眠性と分離パターンとの関係は、採集した地域に関係なく、普遍的な事実であることが明らかになった(表-1; OSAKABE, 1987 b)。ハダニ類において、生態的特性の異なる系統間の遺伝的差異がタンパクレベルで明らかにされたのは、これが最初の事例と思われる。

外国の例をみると、WARD et al. (1982)はWest SideとDavisのアルファルファとインゲンマメから採集した3種のハダニ(ナミハダニ, *Tetranychus turkestanii*及び*T. pacificus*)のリンゴ酸脱水素酵素(MDH)をディスク電気泳動法により調査し、遺伝子頻度を検討している。これによると、3種のハダニのMDHは三つのゾーン(泳動先端からMDH-1～MDH-3)に分かれている(図-2)。この中で、MDH-1とMDH-3はそれぞれ種内で固定しており、*T. pacificus*ではMDH-2も固定していた。一方、*T. turkestanii*とナミハダニのMDH-2ではタンパク多型が認められ、四つの対立遺伝子が推定された。採集された5個体群のMDH-2における遺伝子頻度ではいずれもハーディー・ワインベルグの法則が成り立ち、ヘテロ接合率から求めた近交係数はいずれの個体群でもほぼ0に近いことが指摘されている。近交係数が0に近いということは、近親交配がきわめて少ないことを示しており、ハダニ類においては母親と息子の交尾が可能で近親交配がむしろ普通に行われると考えられる点と対照的であり、今後の検討を要する。また、彼らは地理的に300km離れたナミハダニの個体群間の遺伝子頻度がきわめて類似していたとしている。遺伝子頻度の類似性は、それらの個体群間において遺伝的な交流があることを示唆するものである。これに対してDE BOER (1981)は、オランダからフランスに至る海岸線に自生していたカキドオシ及びニワトコの一様からナミハダニを採集し、地域個体群間の“生殖的隔離”を検討した結果から、わずか30km以上離れた地域から採集された個体群間の交配で通常F<sub>1</sub>に高い“infertility barrier”があることを示した。これらは一見相反する知見であるかのように思えるが、WARD et al. (1982)の調査が単一の遺伝子座について行われたものであることを考慮すれば必ずしも矛盾しない。今後多くの遺伝子

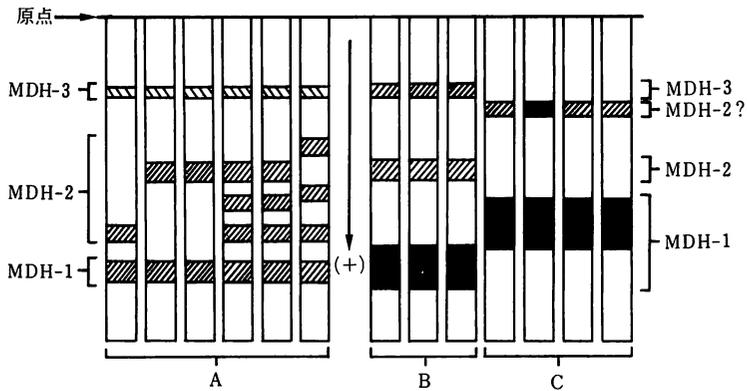


図-2 ディスク電気泳動法による *T. turkestanii* (A), ナミハダニ (B) 及び *T. pacificus* (C) のリンゴ酸脱水素酵素 (MDH) の分離 (WARD et al., 1982 より作図)

座についての分析が進み、それらの遺伝子頻度が DE BOER の行ったような生殖隔離に関する実験と並行して調査されれば、地域個体群間の変異あるいは分化の機構が明らかになるものと期待できる。

エステラーゼについては、WARD et al. (1982) の MDH に関する調査より以前に、ニュージーランドの BLANK (1979) が、その後チェコスロバキアで ŠULA and WEYDA (1983) と WEYDA et al. (1984) がナミハダニを用いて、電気泳動法による分析を行っている。この中で、ŠULA and WEYDA (1983) は全部で九つの個体群についてディスクゲルを用いて分析を行い、個体群間及び個体群内に多くの変異を見いだしている。また、WEYDA et al. (1984) も個体群間の分離パターンの相違を指摘しているが、同時に彼らはポリアクリルアミドゲルの組成の違いによる分離パターンの変化も指摘しており、興味深い。

電気泳動法によるタンパクの分離パターンから集団の遺伝的構造を検討したり、個体群間の遺伝的距離を推定する場合、個々の遺伝子座における遺伝子頻度がその基本的なデータとなる。このため、これらを目的とする場合は、アイソザイムの検出技術が確立された後に、遺伝子分析による遺伝子座の決定と個々の遺伝子座における対立遺伝子の頻度を調査する必要がある。しかし、前述の国内におけるミカンハダニの例も含めて、ハダニ類のエステラーゼに関する調査はいずれも特定の遺伝子座について遺伝子分析を行うには至っていない。したがって、WARD et al. (1982) の MDH に関する研究は、ハダニ類において初めて遺伝子分析を試みた例として評価される。

ただ残念なことに、WARD et al. (1982) が行った

遺伝子分析は雌成虫から得られた分離パターンによるもので、交配実験に基づいた分析ではない。本来、交配親の雌雄とその  $F_1$  のアイソザイムを比較して初めて正確な遺伝子分析が可能となる。この点について、彼らは雄成虫のタンパク量がきわめて少なく、雄成虫の MDH アイソザイムが検出できなかったと述べており、このことはハダニ類におけるタンパク変異の研究における今後の技術的な課題を示唆するものである。

### Ⅲ 進化過程の推定

根井 (1979) によれば、「遺伝的距離というものはある数量的方法によって測られた集団間の遺伝的差異のことであり、進化学的立場からすれば、DNA のヌクレオチドの集団間差異、または二つの集団の分化過程に生じたヌクレオチドの総置換数で測るのが最も望ましい」。分子レベルで生物の進化を考える利点は、これまで系統樹の作成において用いられてきた形態学的形質の進化学的变化が非常に複雑であるのに対して、タンパク質のアミノ酸配列または DNA (RNA) のヌクレオチドの進化学的变化は非常に単純で、その変化量がほぼ時間に比例することがわかっている (根井, 1979) 点にある。このため、個体群、系統あるいは種間の遺伝的距離がわかればそれに基づいてそれらの進化の過程を推定することができる。このような手法により、種間に認められるような大きな変異から、通常形態学的手法では判別できないような小さな変異までを、分子進化に基づいた進化学系統樹の中に位置づけ、それらを例えば休眠性や寄生性などの適応的形質の変異と比較することができれば、種及び系統の分化の過程に一つの方向性を示すことが期待できる。

現在では既にショウジョウバエ (*Drosophila*) (WATADA et al., 1986) をはじめ、ハマダラカ (*Anopheles hyrcanus*) (TAKAI and KANDA, 1986) などの昆虫類や脊椎動物、魚類及び植物に至る様々な生物において、タンパクの分子進化に基づいた遺伝的距離の測定が試みられている。また、最近ではさらに進んでリボゾーム DNA やミトコンドリア DNA の変異に関する知見も多く得られるようになってきている (森脇, 1986; 浜口, 1986)。しかし、ハダニ類では前項でも示したようにタンパク分析はこれから遺伝子分析を始めなくてはならない段階にあり、DNA 分析に関するデータはほとんどないことから、遺伝的距離について検討し、系統樹を作成する段階に達するには残念ながらまだ多くの時間を要する。

#### IV 今後の課題と問題点

集団の遺伝的構造を考えるうえで、遺伝子座の決定を正確に行うことがいかに大切であるかは、その後の分析がいずれも個々の遺伝子座における対立遺伝子の頻度を基に行われることを考えれば自明のことである。したがって、アインザイムの検出とその分析は異なった研究段階であり、検出技術が確立された後は必ず交配実験に基づいた遺伝子分析がなされるべきである。また、遺伝子分析において遺伝様式が解明できないバンドについてはそれがたとえいかに明りょうなものであっても、その後の研究においてそれらのデータは除外されなければならない。ショウジョウバエなどにおけるタンパク多型とそれらに関する集団遺伝学的研究の発展は個々の堅実な遺伝子分析に支えられたものであり、ハダニ類においてもこのような堅実な基礎データを蓄積することが今後の発展のためぜひとも必要である。

そこで、具体的には雌雄いずれについても個体ごとにアインザイムを検出する技術が確立されなくてはならない。一方、アインザイムの検出にはある程度の量の粗抽出液を要するが、多くのハダニ類では雌成虫でも体長はせいぜい 0.8mm 程度であり、雄成虫は雌成虫よりはるかに小さい。WARD et al. (1982) は、前述のようにナミハダニなどの雄成虫ではタンパクの量的な不足から MDH 活性を検出できなかったとしており、またミカンハダニのエステラーゼに関する筆者のアガロースゲルによる実験においても、雄成虫からは個体ごとの明りょうな分離パターンは得られていない。このように、体の小さい雄に関してはもとより、比較的大きな雌成虫においても特に活性の弱い酵素ではタンパク量の絶対的な不足から検出が困難な場合が出てくる。したがって、今後電気

泳動法によるアインザイムの検出感度をいかに高めるかが重要な課題の一つとなるものと考えられる。

なお、ミカンハダニのエステラーゼについては、筆者はごく最近ポリアクリルアミドゲルを用いたスラブ電気泳動法において、雄成虫 1 個体からもアインザイムの検出が可能であることを確認している。また、現在では検出された泳動帯の中に特定の遺伝子座 ( $\alpha$  Est-1) を想定して遺伝子分析を行っており、この遺伝子座のエステラーゼがダイマーで、二つの対立遺伝子が存在することがほぼ確実となってきた (未発表)。

また、われわれが農業生態系の中で、特に害虫の遺伝的変異を論ずる場合に注意しなくてはならないことは、個々の個体群における個体数の人為的変動である。害虫の防除にあたって経済栽培園に効果的に薬剤が散布された場合、害虫の個体数は当然ながら激減し、甚だしい場合には園内における密度はほとんど 0 になる。集団の大きさにビン首効果が生じると遺伝距離が急速に増加するといわれている (CHAKRABORTY and NEI, 1977)。このため農業害虫であるハダニ類の遺伝的距離の検討にあたっては、薬剤防除による遺伝子頻度の変化を考慮する必要がある。

#### おわりに

ハダニ類のタンパク多型に関する研究は始まったばかりであり、今後解決すべき問題や蓄積すべき基礎データは数多くある。しかし、現在も電気泳動法の技術は急速に発展しており、特にディスクゲル電気泳動法から発展した垂直型スラブ電気泳動法 (AOTSUKA, 1979) の普及には目を見張るものがある。このような技術的進歩がハダニ類の研究における問題点の解決に大きな手助けとなり、数多くのアインザイムが検出できるようになることを期待したい。

また、*T. pacificus* やナミハダニなどでは比較的多くの突然変異がマーカー遺伝子として固定されている (HELLE, 1985)。一方、PIJNECKER and FERWERDA (1976) は、分染により、ナミハダニの染色体から縞模様を検出している。将来、これらの研究とアインザイム分析が有機的に結び付けば、ハダニ類の遺伝学的研究のより一層の発展が期待できる。

おわりにあたり、本稿に適切なご助言をいただいた京都大学の高藤晃雄助教授と当支場の芦原 亘氏及び文献と情報の収集にご協力いただいたアムステルダム大学の R. DE BOER 博士に厚くお礼申し上げます。

## 主な引用文献

- 1) BLANK, R. H. (1979): N. Z. J. Agric. Res. 22: 497~506.
- 2) DE BOER, R. (1981): Ent. exp. & appl. 30: 63~67.
- 3) ——— (1985): World crop pests. Spider mites 1A, (W. HELLE and M. W. SABELIS eds.), Elsevier, Amsterdam, pp. 193~199.
- 4) CHAKRABORTY, R. and M. NEI (1977): Evolution 31: 347~356.
- 5) HELLE, W. (1985): World crop pests. Spider mites 1A (W. HELLE and M. W. SABELIS eds.), Elsevier, Amsterdam, pp. 185~192.
- 6) ——— and W. P. J. OVERMEER (1973): Annu. Rev. Entomol. 18: 97~120.
- 7) 桑原雅彦 (1984): 農技研報 C 39: 1~75.
- 8) 宮田 正 (1981): 応動昆 25: 150~155.
- 9) 森本信生・高藤晃雄 (1983): 同上 27: 224~228.
- 10) 本山直樹 (1981): 昆虫学最近の進歩 (石井象二郎編), 東京大学出版会, 東京, pp. 553~569.
- 11) NEI, M. (1987): Molecular evolutionary genetics, Columbia univ. press, New York, 512pp.
- 12) 根井正利 (1979): 遺伝 33: 53~61.
- 13) OGITA, Z. and T. KASAI (1965): SABCO Journal 1: 117~120.
- 14) OPPENOORTH, F. J. and K. VAN ASPEREN (1960): Science 132: 298~299.
- 15) 刑部正博 (1984): 応動昆 28: 1~4.
- 16) OSAKABE, M. (1987a): Appl. Ent. Zool. 22: 35~44.
- 17) ——— (1987b): ibid. 22: 577~584.
- 18) PIJNACKER, L. P. and M. A. FERWERDA (1976): Experientia 32: 158~159.
- 19) 真幌徳純 (1961a): 東近農試研報 6: 49~63.
- 20) ——— (1961b): 同上 6: 64~76.
- 21) ——— (1975): 農業ダニ学 (共著), 全国農村教育協会, 東京, pp. 140~147.
- 22) SMISSAERT, H. R. (1965): Nature 205: 158~160.
- 23) ŠULA, J. and F. WEYDA (1983): Experientia 39: 78~79.
- 24) 高藤晃雄 (1986): 植物防疫 40: 433~438.
- 25) ———ら (1981): 同上 35: 489~495.
- 26) 武久 喬・田中 学 (1967): 九病虫研会報 13: 126~130.
- 27) 田中 学ら (1972): 園試報 D 7: 39~44.
- 28) 内田正人 (1982): 鳥取県果試特報 2: 1~63.
- 29) WARD, P. S. et al. (1982): Ann. Entomol. Soc. Am. 75: 595~598.
- 30) WEYDA, F. et al. (1984): Sbor. UVITIZ-Ochr. Rostl. 20: 123~129.

## 新しく登録された農薬 (元. 5. 1. ~元. 5. 31)

掲載は、種類別、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、収穫何日前まで何回以内散布の略。)(登録番号 17314~17321 までの計 8 件)

なお、アンダーラインのついた種類名は新規のもので〔 〕内は試験段階時の薬剤名である。

## 【殺虫剤】

## シクロプロトリン・XMC 粉剤

シクロプロトリン 0.5%, XMC 3.0%  
シクロサルマク粉剤 DL (元. 5. 18)

17314 (三笠化学工業)

稲: ツマグロヨコバイ・ウンカ類: 30 日 3 回

## 【殺虫殺菌剤】

## シクロプロトリン・XMC・フサライド粉剤

シクロプロトリン 0.5%, XMC 3.0%, フサライド  
2.5%

ラブサイドシクロサルマク粉剤 DL (元. 5. 18)

17315 (三笠化学工業)

稲: いもち病・ツマグロヨコバイ・ウンカ類: 30 日 3 回

## 【除草剤】

## ピアラホス・DCMU 水和剤

ピアラホス 12.0%, DCMU 18.0%  
サポート水和剤 (元. 5. 18)

17318 (武田薬品工業), 17319 (サンケイ化学), 17320  
(保土谷化学工業), 17321 (北興化学工業)

りんご: 畑地一年生雑草・畑地多年生雑草: 雑草生育期  
(草丈 30cm 以下) 収穫 90 日前まで 1 回: 雑草茎葉  
散布, おどろ・かんきつ: 畑地一年生雑草・畑地多年  
生雑草: 雑草生育期 (草丈 30cm 以下) 収穫 60 日前  
まで 1 回: 雑草茎葉散布, もも: 畑地一年生雑草・畑  
地多年生雑草・雑草生育期 (草丈 30cm 以下) 収穫 90  
日前まで 1 回: 雑草茎葉散布, 桑: 畑地一年生雑草:  
春期萌芽前又は夏切り後 (雑草生育期) 1 回: 雑草茎  
葉散布, 花木: 畑地一年生雑草: 雑草生育期 (草丈 20  
cm 以下): 雑草茎葉散布, 公園・庭園・提とう・駐車  
場・道路・運動場・宅地・のり面等: 一年生雑草・多  
年生雑草: 雑草生育期 (草丈 30cm 以下): 雑草茎葉散布

## 【植物成長調整剤】

## フルルプリミドール水和剤 [EL-500 水和剤]

フルルプリミドール 50.0%

グリーンフィールド水和剤 (元. 5. 18)

17316 (塩野義製薬), 17317 (日本イーライリール)

日本芝・西洋芝 (バミューダグラス・ベントグラス・プ  
ルーグラス): 草丈の伸長抑制: 生育初期~生育盛期 2  
回: 全面均一散布

特集：ハダニ類〔3〕

## ハダニ類の薬剤抵抗性の機構

—— 遺伝的特性を中心に ——

農林水産省果樹試験場 <sup>いの</sup>井 <sup>うえ</sup>上 <sup>こう</sup>晃 <sup>いち</sup>一

## はじめに

近年、害虫の薬剤抵抗性の発達事例が年々増加しており、抵抗性を示した昆虫及びダニの種類数は、現在 450 種を超えているものと思われる。農業害虫のなかでも、ハダニ類の各種殺ダニ剤に対する抵抗性は防除対策上、最も困難な問題の一つとなっている。

このような事態のもとで、ハダニ類の薬剤抵抗性の本質を解明し、適切な対応策を確立するには、集団遺伝学的、遺伝生化学的、ならびに生理・生態学的性質など、種々の角度から究明しなければならない。なかでも、薬剤抵抗性の発達、保持、低下などの現象について、これらの機構を解明することは重要だと考えられる。したがって、このような観点から、今回はハダニ類の薬剤に対する抵抗性の発達やその後の変化に関与している要因ならびに遺伝的特性を中心に、これまでの知見も含めて述べることにする。

## I 薬剤抵抗性の発達に関与している要因

一般に害虫の薬剤に対する抵抗性の発達や、その後の変化に関与している要因について、GEORGHIOU and TAYLOR (1976) が遺伝的、生物的、防除的なものに分けて整理しているので、これらの要因とハダニ類との関係について述べてみたい。

## I 遺伝的要因

遺伝的要因としては、表-1 に示したものがあげられる。まず、薬剤抵抗性遺伝子の初期頻度については、最初、野外集団内のハダニ類が抵抗性遺伝子をもっているか、もっている場合はその抵抗性遺伝子頻度の多少が抵抗性の発達速度に関係してくる。図-1 は 1979 年から酸化フェンブタスズ剤を連用している佐賀県小城町と愛媛県松山市のキャンキツ園からミカンハダニを 1982 年に採集し、室内でそれぞれ、本剤による連続淘汰を 20 回ずつ行い、感受性の変化を調べた結果である(刑部・井上, 1988)。佐賀県小城産のミカンハダニは、20 回の淘

汰後も抵抗性の顕著な発達はみられなかったが、愛媛県松山産の場合は、8 回淘汰後から  $LC_{50}$  値が高まり、20 回淘汰後には  $LC_{50}$  値は 1,400 ppm を示し、抵抗性レベルが淘汰前に比べて約 120 倍も増大した。この例のように、地域によって酸化フェンブタスズ抵抗性の発達に差異が認められた原因としては、主に地域における抵抗性遺伝子の分布に偏りがあるためと考えられる。地域によって抵抗性遺伝子の分布に偏りができる原因についてはよくわかっていないが、集団の大きさが関係している可能性がある。一般にハダニ類の集団が大きいほどその遺伝的変異が大きいので、その集団のなかに抵抗性遺伝子を含んでいる確率が高く、そのため、薬剤淘汰によって抵抗性が発現しやすく、また抵抗性の程度も強いものと思われる。このことは果樹の集団産地あるいは銘柄産地といわれるところほど、ハダニ類の薬剤抵抗性が

表-1 薬剤抵抗性の発達及びその後の変化に関与している遺伝的要因 (GEORGHIOU and TAYLOR, 1976)

1. 抵抗性遺伝子の初期頻度
2. 抵抗性遺伝子の数
3. 抵抗性遺伝子の優性度
4. 抵抗性遺伝子の相互作用
5. 他の薬剤による淘汰歴
6. 抵抗性個体の適応度

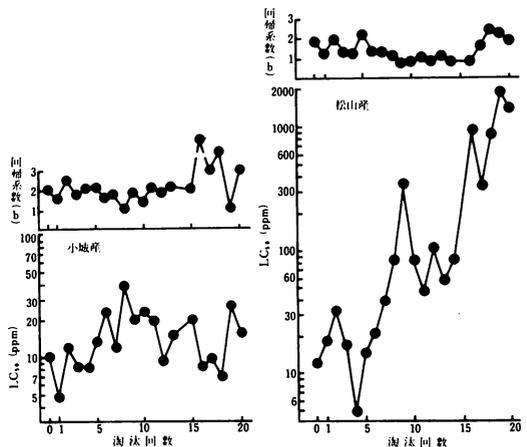


図-1 佐賀県小城産と愛媛県松山産ミカンハダニの酸化フェンブタスズ剤の連続淘汰による感受性の変化(刑部・井上, 1988)

Genetic Mechanisms of Increase and Decrease of Resistance to Acaricides in the Spider Mites. By Kouichi INOUE

表-2 ハダニ類の薬剤抵抗性に関する遺伝的特性

薬剤の種類	ハダニの種類	遺伝様式 <sup>a)</sup>		適応度 <sup>b)</sup>	適応度の 実験条件(°C)
		主要遺伝子数	優性度		
アミトラズ	ミカンハダニ	単一	不完全優性	RR = RS = SS	25, 19~41
ベンゾメート	ミカンハダニ	単一	完全優性	RR = RS = SS	25, 18~35
BINAPACRYL	リンゴハダニ	単一	不完全優性	—	—
BPPS	<i>Tetranychus pacificus</i>	単一	不完全劣性	(RR = RS = SS)	20~31
クロルジメホルム	カンザワハダニ	単一	不完全優性	—	—
ケルセン	ナミハダニ	単一	完全劣性, 不完全劣性	(RR < SS), RR < SS	20~28, 20~30
	カンザワハダニ	単一	不完全劣性	RR = SS	21~25
	リンゴハダニ	単一	不完全劣性	RR = SS	22~26
	ミカンハダニ	単一	不完全劣性	RR < RS = SS	25, 30
ジメトエート	リンゴハダニ	単一	不完全優性	—	—
ジメトン	ナミハダニ	単一	完全劣性	RR < SS	32, 17~43
	ナミハダニ	単一	完全優性, 不完全優性	—	—
ジメトン-S-メチル	リンゴハダニ	単一	不完全優性	—	—
ESP	カンザワハダニ	単一	完全優性	—	—
フェンカプトン	ミカンハダニ	単一	不完全優性	(RR = SS)	25
ヘキシチアゾクス	ミカンハダニ	単一	不完全劣性	—	—
マラソン	ナミハダニ	単一	完全優性	(RR < SS)	24
パラチオン	ナミハダニ	単一	完全優性, 不完全優性	RR < SS	25, 32
	リンゴハダニ	単一	完全優性	—	—
	<i>T. pacificus</i>	単一	完全優性	—	—
PAP	カンザワハダニ	単一	不完全優性	—	—
水酸化トリシクロヘキシルスズ	ナミハダニ	複数	不完全劣性	—	—
	カンザワハダニ	複数	不完全劣性	(RR = SS)	20~30
	リンゴハダニ	複数	不完全劣性	(RR = RS = SS)	22~26
	<i>T. pacificus</i>	単一	不完全劣性	(RR = RS = SS)	21~31
テトラジホン	ナミハダニ	単一	完全優性, 不完全優性	—	—
	リンゴハダニ	単一	完全優性	—	—
バミドチオン	リンゴハダニ	単一	不完全優性	—	—

a) 遺伝様式の大部分は CROFT and BAAN (1988) から引用した。

b) RR: 抵抗性遺伝子のホモ型個体, RS: 抵抗性遺伝子のヘテロ型個体, SS: 感受性個体, カッコのあるときは比較する各遺伝子型個体のハダニの起原が異なる場合。

より問題となっていることから説明できよう。

次に、抵抗性遺伝子の数、抵抗性遺伝子の優性度及び抵抗性個体の適応度という薬剤抵抗性に関するハダニ類の遺伝的特性について、表-2にまとめてみた。この表から、ハダニ類の薬剤抵抗性を支配する主働遺伝子はほとんど単一であり、わずかにナミハダニ、リンゴハダニ、カンザワハダニの水酸化トリシクロヘキシルスズ抵抗性の場合のみが複数(ポリジーン)となっている(CROFT et al., 1984; PREE, 1987; 石黒, 1988)。

薬剤抵抗性遺伝子の優性度については、有機リン剤の場合は、大部分が完全優性あるいは不完全優性で、そのほかに、ベンゾメート及びアミトラズ抵抗性(井上, 1984)、BINAPACRYL 抵抗性(CRANHAM, 1982)、テトラジホン抵抗性(OVERMEER, 1967; CRANHAM, 1982)なども同様に優性度が高い。一方、抵抗性遺伝子が完全劣性あるいは不完全劣性を示すものとしては、主として、ケルセン抵抗性(ZILBERMINTS et al., 1969; OVERMEER and VAN ZON, 1973; 桑原, 1977; INOUE, 1979; PREE, 1987)、有機スズ剤の水酸化トリシクロヘキシルスズ抵抗性(CROFT et al., 1984; PREE, 1987;

石黒, 1988; HOY et al., 1988)、ヘキシチアゾクス抵抗性(山本ら, 1988; 小林・野々下, 1988)及びBPPS抵抗性(HOY and CONLEY, 1989)などがあげられる。このような遺伝様式の違いも抵抗性の発達に影響を及ぼすようである。すなわち、次に示す適応度の要因ほど決定的ではないが、一般に抵抗性遺伝子が優性のときは劣性の場合に比較して、薬剤淘汰でより早く大きな抵抗性集団になりやすいと考えられる。

遺伝的要因のなかでも重要な位置を占める適応度(Fitness)とは、自然集団を構成するそれぞれの遺伝子型個体が自然選択に対して生存上どれだけ有利であるかを表す尺度であり、具体的には各遺伝子型の個体が次世代へ残す平均の子供の数と考えればよい。集団の適応度はすべての個体の適応度の平均で、内的自然増加率( $r_m$ )はその指標となる。もし、抵抗性遺伝子のホモ型及びヘテロ型個体の適応度が感受性個体より薬剤のない環境下で劣るならば、薬剤抵抗性の発達速度は一般に遅く、また抵抗性がいったん発達した場合でも、その薬剤の使用を中止することによって薬剤抵抗性はしだいに低下することが予測できる。

ハダニ類の薬剤抵抗性と適応度に関する研究事例は非常に少なく、これまで薬剤抵抗性個体の適応度が感受性個体より劣っていた例は、ナミハダニの場合、ジメトン抵抗性 (DITTRICH, 1961)、パラチオン抵抗性 (SCHULTEN, 1968) 及びケルセン抵抗性 (河野, 1987) でみられ、おもにハダニの増殖に不利な環境、例えば高温、高温条件や飢餓状態におかれたときに認められている。また、ミカンハダニのケルセン抵抗性個体の場合は、ハダニの増殖に不利な環境だけでなく、好適な環境下においても適応度が明らかに劣ることが実証されている (INOUE, 1980)。なお、表-2 のなかには起原が異なるハダニ系統間の適応度の差異を比較したもののがかなりあるが、比較する両系統の起原が異なる場合の適応度の差異は、抵抗性遺伝子と関係がない単なる系統間の差に基づいたものかもしれないので、起原が同じ系統を比較する必要がある。以上のように、抵抗性個体の適応度が感受性個体より劣っていた例はきわめて少ない。

## 2 生物的要因

ハダニ類は年間の経過世代数が多く、発育速度も早いので薬剤の淘汰を受ける機会が多い。また、ハダニは移動性が小さく、近親交配が行われやすいので、薬剤淘汰で比較的均質な集団になりやすく、外部から感受性遺伝子をもった個体の侵入も少ないことから、薬剤抵抗性の発達が速いと考えられている。特に、ガラス室やハウス栽培のように隔離された小さな集団では、薬剤淘汰で抵抗性遺伝子が固定されやすい。さらに、ハダニは遺伝子の突然変異率が他の昆虫に比べて高いことが知られている。HELLE and VAN ZON (1967) は、ハダニの一種 *Tetranychus pacificus* の色素形成に関する6種の遺伝子の自然突然変異率が、1遺伝子座につき1世代当たり  $0.8 \times 10^{-4} \sim 2.8 \times 10^{-4}$  であり、これはハダニとほぼ同じ世代の長さをもつ節足動物の  $10^{-5} \sim 10^{-7}$  と比べてきわめて高いと報告している。DITTRICH (1969) は、ハダニ類の薬剤抵抗性が発達しやすい理由の一つとして、この高い突然変異率をあげている。

## 3 防除的要因

薬剤抵抗性が発達する最も重要な要因は薬剤による淘汰圧で、普通、抵抗性が增大する程度や速度はこの淘汰圧と野外集団の遺伝的変異の幅によって決定されるといわれている。

薬剤淘汰圧としては、散布回数、使用濃度、散布面積のほかに薬剤の特性である殺卵、殺虫性や残効性があげられる。よく残効性の優れている薬剤ほど抵抗性が発達しやすいといわれているが、その理由は次のように考えられている。すなわち、薬剤の有効成分の分解が遅く、

不完全な形であるが、遅くまで残留していることは害虫に対し、不完全な淘汰を常に繰り返すことを意味している。したがって、その集団に最初、ごくわずかしかなかった抵抗性遺伝子を徐々に蓄積させることになる。この点から、残効性の長い薬剤は、ハダニ類のように年間の発生回数が多く、増殖力のおう盛な害虫に対しては数世代薬剤淘汰が働くことが考えられ、逆に残効性の短い薬剤では1世代以内の場合もある。

前述の点から、一般に高能力の薬剤ほど抵抗性が発達しやすいので、今後、抵抗性が発達しにくい薬剤という観点ならびに農業の公害防止の立場からも、速分解性、非残留性及び選択的な農薬の開発が望まれる。

## II 薬剤抵抗性の発達様式

図-2は薬剤抵抗性の発達の程度や速度が、薬剤による淘汰の強さや薬剤の種類によってかなり異なることを示している。例えば、図中のAのように薬剤淘汰を始めてから、まもなく抵抗性が增大するものがある。この場合は恐らく、集団中の抵抗性遺伝子の初期頻度が比較的高く、抵抗性は完全優性または不完全優性の主働遺伝子によって支配されていることが多い (例: テトラジホン及びベンゾメート抵抗性)。一方、DあるいはEのように、薬剤淘汰を続けても抵抗性の増大が遅いものや、徐々にしか増大しないものがある。これらの場合は、集団中の抵抗性遺伝子の初期頻度がきわめて低いことや、抵抗性が完全劣性または不完全劣性の主働遺伝子に支配されていること、そのうえ、抵抗性個体が感受性個体より生存上不利であることなどが関与している可能性が考えられる (例: ケルセン及び水酸化トリシクロヘキシルスズ抵抗性)。

最近、各地のカンキツ園でミカンハダニのヘキシチア、ゾクス抵抗性の発達事例がみられ問題になっているが、抵抗性の発達の速さから図中のAに相当する。すなわ

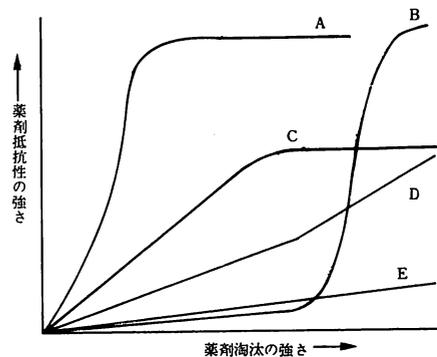


図-2 薬剤抵抗性の発達様式

ち、本剤は 1985 年に上市され、以後殺ダニ剤として広く普及していったが、1987 年にハウスミカンで、1988 年には露地ミカンで効力の低下が広範囲に起こっている。本剤の抵抗性が不完全劣性の主要遺伝子に支配されているにもかかわらず、早期に抵抗性の発現が認められた原因については、推定の域をでないが、①本剤の残効性がきわめて長いことによる淘汰圧の強さ、②野外集団内の抵抗性遺伝子頻度がかなり高かったこと、③抵抗性個体の適応度が感受性個体と差異のなかったこと、などが考えられる。なお、リンゴ園及びナシ園の場合、ヘキシチアゾクス抵抗性の発達が現在までのところ、ほとんど認められていないのは、恐らく、ハダニ類の休眠性と不休眠性の違いに基づく薬剤淘汰圧に差異があるものと推測される。

### III 薬剤感受性への復元

いったん薬剤抵抗性が発達したハダニの野外集団が、薬剤の使用を中止しても感受性へ復元した事例はこれまで非常に少ない。その事例は表-3 に示したように、パラチオン、ジメトン、メチルジメトン、ケルセン、DCPM、CPCBS、水酸化トリシクロヘキシルスズに対する抵抗性の感受性復元の報告があるにすぎない。パラチオン、ジメトン、ケルセン抵抗性の場合、いずれも抵抗性個体の適応度のほうが感受性個体より劣っている(表-3)。抵抗性から感受性へ復元した事例のある薬剤のなかで、現在登録があるのはケルセンと CPCBS である。ケルセンの場合はわが国で 1957 年ごろから使用され始め、1965 年ごろから抵抗性が問題になって以来今日までな

表-3 ハダニ類の薬剤感受性が復元した事例

ハダニの種類	薬剤の種類	報告者
ナミハダニ	パラチオン ジメトン ケルセン  水酸化トリシクロヘキシルスズ	GARMAN, 1950 DITTRICH, 1961 ZILBERMINTS et al., 1968 ; 河野, 1987 HOYT et al., 1985; EDGE and JAMES, 1986; FLEX- NER, 1987
ニセナミハダニ	メチルジメトン	野村ら, 1965
カンザワハダニ	ケルセン	刑部, 1973
リンゴハダニ	パラチオン	CUTRIGHT, 1956
ミカンハダニ	ジメトン  DCPM (ネオトラン) CPCBS  CPCBS・DCPM ケルセン	GILMORE and MUNGER, 1967 JEPPSON et al., 1962 GILMORE and MUNGER, 1967 八田, 1973 井上, 1979

お使用が継続され、数多くの殺ダニ剤のなかでも使用寿命が長い。ミカンハダニのケルセン抵抗性の場合、その薬剤の使用を中止して感受性がほぼ復元するまでの期間は少なくとも 30~58 世代の期間(野外で 2~4 年間)が必要であることが実験的に示されている(INOUE, 1979)。このように感受性への復元事例が非常に少ないのは、薬剤抵抗性個体の自然環境に対する適応度が、一部を除き決して劣っていないためだと思われる。

### おわりに

これまでハダニ類の薬剤抵抗性の対策は、どちらかといえば後手ばかりにまわっていた。これは抵抗性を支配する要因が複雑なうえ、機構が十分に解明されてないため、抵抗性の発達を予測することが困難だったことによる。

薬剤抵抗性の遺伝的特性に関する情報を、抵抗性の発達が問題になる前に極力把握することができれば、抵抗性の発達の予測や回避、及びその機構の解明に大いに役立つわけであり、また抵抗性が発達した場合でも、ケルセンの例のように、今後の対応策を立てることも可能になってくる。

したがって、薬剤の開発段階から、このような研究の必要性を十分に考慮する必要がある。ハダニ類では、薬剤抵抗性はほとんど単一主働遺伝子に支配されているが、遺伝的なマーカーとなりうる可視突然変異形質が僅少なために、詳細な遺伝的分析が困難なうえ、抵抗性の機構に関する研究も少なかったといえる。そのため、抵抗性に関与する主働遺伝子や変更遺伝子の量的関係や、これら遺伝子と抵抗性の機構の結び付きなどの知見は数少ないのが現状である。今後、われわれは薬剤抵抗性の集団遺伝学的研究はもちろん、生化学的及び、生理・生態学的性質の解明にあたって、これら各分野の密接な結び付きを考え、研究を進めていく必要がある。

### 引用文献

- 1) CRANHAM, J. E. (1982): Ann. Appl. Biol. 100: 25~38.
- 2) CROFT, B. A. et al. (1984): J. Econ. Ent. 77: 574~578.
- 3) ——— and H. E. VAN De BAAN (1988): Exp. Appl. Acarol. 4: 277~300.
- 4) CUTRIGHT, C. R. (1956): Ohio Agr. Exp. Sta. Res. Cir. 37: 1~12.
- 5) DITTRICH, V. (1961): Z. ang. Ent. 48: 34~57.
- 6) ——— (1969): J. Econ. Ent. 62: 44~47.
- 7) EDGE, V. E. and D. G. JAMES (1986): ibid. 79: 1477~1483.
- 8) FLEXNER, J. (1987): Ph. D. Thesis, Oregon State Univ., Corvallis, OR, 103 pp.
- 9) GARMAN, P. (1950): J. Econ. Ent. 43: 53~56.

- 10) GEORGHIOU, G. P. and C. E. TAYLOR (1976): Proc. 15th Intern. Congr. Entomol., Washington, D. C., pp. 759~785.
- 11) GILMORE, J. E. and F. MUNGER (1967): J. Econ. Ent. 60: 52~55.
- 12) 八田茂嘉 (1973): 果樹ハダニ類の薬剤抵抗性に関する研究, 日植防, pp. 68~73.
- 13) HELLE, W. and A. Q. VAN ZON (1967): Ent. exp. appl. 10: 189~193.
- 14) HOY, M. A. et al. (1988): J. Econ. Ent. 81: 57~64.
- 15) ——— and J. CONLEY (1989): ibid. 82: 11~16.
- 16) HOYT, S. C. et al. (1985): ibid. 78: 656~659.
- 17) INOUE, K. (1979): J. Pesticide Sci. 4: 337~344.
- 18) ——— (1980): ibid. 5: 165~175.
- 19) 井上晃一 (1984): 応動昆 28: 260~268.
- 20) 石黒丈雄 (1988): 植物防疫 42: 399~402.
- 21) JEPSON, L. R. et al. (1962): J. Econ. Ent. 55: 17~22.
- 22) 小林政信・野々下和義 (1988): 日農薬要旨 74.
- 23) 河野 哲 (1987): 応動昆 31: 333~338.
- 24) 桑原雅彦 (1977): 同上 21: 163~168.
- 25) 野村健一ら (1965): 千葉大園学報 13: 19~28.
- 26) 刑部 勝 (1973): 茶試研報 8: 1~95.
- 27) OSAKABE, M. and K. INOUE (1988): Bull. Fruit Tree. Stn. E 7: 71~80.
- 28) OVERMEER, W. P. J. and A. Q. VAN ZON (1973): Z. ang. Ent. 73: 225~230.
- 29) PREE, D. J. (1987): J. Econ. Ent. 80: 1106~1112.
- 30) SCHULTEN, G. G. M. (1968): Publ. Roy. Trop. Inst., Amsterdam, Netherland, NO. 57, 1~57.
- 31) 山本敦司ら (1988): 日農薬要旨 73.
- 32) ZILBERMINTS, I. V. et al. (1968): Skh. Biol. 3: 125~132.
- 33) ——— et al. (1969): Genetica 5: 96~106.

## 人事消息

アグロカネショウ株式会社は、4月1日付けで下記会社を吸収合併し、次のとおり発足させた。

関東兼商(株) →アグロカネショウ(株)関東支店

中国兼商(株) →アグロカネショウ(株)中国支店

四国兼商販売(株) →アグロカネショウ(株)四国支店

九州兼商販売(株) →アグロカネショウ(株)九州支店

武田薬品工業株式会社は、4月1日付けで農薬営業部と畜産営業部を統合しアグロ営業本部とした。

日本園芸農業協同組合連合会は、神田市場の大田市場移転に伴い、本所事務所を下記のとおり移転した。

住所: 〒143 東京都大田区東海3丁目2-1

東京都中央卸売市場大田市場事務棟7階

電話: 管理部: 03-5492-5432

指導部: 03-5492-5421

経済事業部: 03-5492-5422

FAX: 03-5492-5430

北海道では下記の異動(4月1日付)があった。

尾崎政春氏(中央農試病虫部病理科研究職員)は上川農試専技室へ

角野晶大氏(サントリー株式会社)は中央農試病虫部病理科へ

佐々木多喜雄氏(中央農試稲作部長)は北見農業試験場長に

春木 保氏(中央農試稲作部栽培第2科)は退職

三分一敬氏(中央農試稲作部育種科)は中央農試稲作部長に

竹内 徹氏(天北農試土壌肥料科)は中央農試稲作部栽培第2科へ

青森県では下記の異動(4月1日付)があった。

白崎将瑛氏(りんご試病虫部研究管理員)はりんご試化学部長に

成田俊明氏(りんご試栽培部)はりんご試病虫部へ

岩手県では下記の異動(4月1日付)があった。

千葉 明氏(農業試験場長)は退職

佐藤忠士氏(農政部農村振興課主席専門技術員)は農業試験場長に

平良木武氏(農試環境部長)は病虫害防除所長に

千葉武勝氏(防害虫防除所予察係長)は農試環境部長に

高橋 哲氏(園試環境部)は農業改良普及所へ

安藤義一氏(採用)は園試環境部へ

宮城県では下記の異動(4月1日付)があった。

高橋精一氏(農業センター作物保護部長)は古川農業試験場長に

三浦喜夫氏(農業センター作物保護部主任研究員兼発生予察科長)は作物保護部長に

藤崎祐一郎氏(農業センター作物保護部主任研究員兼病害虫科長)は作物保護部主任研究員兼発生予察科長に

長田 茂氏(農政部農産課植物防疫係技術主査)は農業センター作物保護部病害虫科長に

本蔵良三氏(農業センター作物保護部病害虫科研究員)は農業センターバイオテクノロジー開発部生物工学科長に

渋谷俊一氏(農業センター営農機械部)は農業センター作物保護部病害虫科へ

永山忠明氏(園試環境部長)は農業センターバイオテクノロジー開発部長に

前田正孝氏(園試環境部病害虫科長)は園試環境部長

菊地 修氏(農政部農産課)は園試環境部病害虫科長に

秋田県では下記の異動(4月1日付)があった。

島田孝之助氏(農試環境部主任専門研究員兼病害虫科長)は農試稲作部水稲栽培課主任専門研究員に

土橋 茂氏(病虫害防除所主査)は農試環境部病害虫科長に

岸 達男氏(農試環境部病虫科専門研究員)は病虫害防除所へ

林 浩之氏(採用)は農試環境部病害虫科へ

鈴木 宏氏(果樹試験場長)は退職

丹野貞男氏(県農政部農業技術開発課主席課長補佐)は果樹試験場長に

高橋俊作氏(果樹試環境部長)は県農政部農業技術開発課へ

高橋佑治氏(果樹試環境部主研)は果樹試環境部長に

瀬田川守氏(果樹試環境部)は果樹試栽培部へ

佐藤 裕氏(能代農業改良普及所)は果樹試環境部へ

舟山 健氏(採用)は果樹試環境部へ

(32 ページに続く)

特集：ハダニ類〔4〕

# ハダニ類の天敵

農林水産省野菜・茶業試験場 はま いら てつ ぞう  
浜 村 徹 三

## はじめに

ハダニ類は果樹、野菜、花き、チャなど多くの園芸作物の重要害虫である。野生の植物にもハダニ類は発生するが、作物における場合のように極端な被害になることはほとんどない。これは天敵の働きによって高密度になる前に抑圧されてしまうためである。意図的にハダニを増やそうとすると天敵の発生によりうまく増加せず、天敵に影響の強い殺虫剤を散布するとハダニが増えることはよく経験するところである。また、近年問題になっている合成ピレスロイド系殺虫剤散布によるハダニの多発生（リサージェンス）の原因は、天敵類の活動の阻害にあることは、別項で詳しく述べられるであろう。

以上のようにハダニに対する天敵の影響は大きく、今後ともハダニの管理上天敵の働きは無視できないものである。

本稿では、一般的なハダニの天敵の解説と利用のための研究が進んでいる、チリカブリダニ (*Phytoseiulus persimilis* ATHIAS-HENRIOT) とケナガカブリダニ (*Amblyseius longispinosus* (EVANS)) (口絵写真参照) を中心に現状を紹介し、今後の方向性についても言及したい。

## I 天敵の種類と特性

ハダニ類の寄生性天敵としてウイルスや糸状菌が知られているが、利用のための研究はほとんど行われていない。この分野は今後発展の可能性を秘めているといえる。

捕食性の天敵には昆虫に属する種類（ハダニアザミウマ、ハダニタマバエ、ハネカクシ、ハナカメムシ、キアシクロヒメテントウなど）と、ダニに属する種類（カブリダニ、ナガヒシダニなど）がある。

昆虫に属する天敵の研究は不十分であるが、二、三の生態的研究（中川, 1986, 87）や、各種作物におけるハダニの天敵類の調査結果から、次のような特性が認められる。

発生の特性としては、作物、地域、ハダニの種類とあまり関係なく、普遍的に認められる。この原因は成虫が飛ぶことができるためと思われる。チャ園におけるハダ

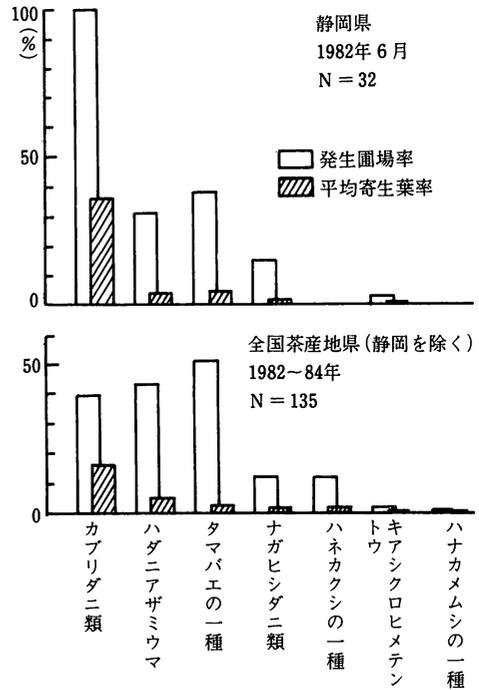


図-1 チャ園におけるカンザワハダニの天敵類の発生状況

ニの天敵類の発生状況を見ると、昆虫天敵ではハダニアザミウマとタマバエの発生圃場率が高いが、発生圃場における平均寄生葉率はカブリダニと比べて低い（図-1）。カンキツ園ではハネカクシやキアシクロヒメテントウが優占種となることもあるが、発生する種類はほぼ同一である。

昆虫天敵の生活史の特性をカブリダニと比較すると、①1個体の捕食量が多い、②発育期間は長い、③幼虫期に必要な餌量が多い、④増殖能力が低い、などが挙げられる。その結果として、ハダニを低密度に維持する能力は乏しいが、ハダニが大発生したときに天敵自身も多発生して、ハダニの上限を抑える能力を持っている。

このような特性や飼育が困難なことから、昆虫天敵の利用法としては、人為的な接種の方法をとるのではなく、活躍できる環境を整えてやる程度にならう。

一方、カブリダニ類は昆虫天敵の逆の特性を有し、ハダニを低密度に維持する能力を持っている。このため、ハダニの天敵利用の主体は、世界的にみてもカブリダニが中心である。以下、カブリダニを導入天敵と在来天敵

に分けて解説する。

## II 導入天敵の利用 (チリカブリダニを中心として)

チリカブリダニは世界的に有名なハダニの捕食者で、わが国へは、1966年、北海道大学の森 樊須 博士によって南米チリ産の系統が導入された。その後、全国各地で利用のための研究が行われ、その成果は森・真梶 (1977) にまとめられた。

チリカブリダニが天敵として優れている点は、①ハダニのみを食べる、②捕食量が多い (25℃ でハダニの卵 25 個)、③発育期間が短い (25℃ では 5 日)、④増殖能力が高い、⑤移動性が高い、などが挙げられる。

チリカブリダニの放飼実験は、インゲンマメ、ナス、キュウリ、イチゴ、カーネーション、バラ、クローバー、ダイズ、ブドウ、チャなどで行われた (森・真梶, 1977)。これらの結果から、チリカブリダニは施設内においてはほぼ良好な成績であるが、ガラス室ブドウや野外の作物では効果にふれがあることが明らかになった。

ビニルハウス内のイチゴにおける分散状況と放飼時期を変えた場合のカンザワハダニ制御の様子を図-2, 3に示した。気温が高くなるほど分散は急激で、ハダニ抑圧までの期間は短縮する。

チリカブリダニは 128 : 1 (ハダニ : カブリダニ) でもハダニを制御できるほど優秀な捕食者であるが、交替餌がないため、ハダニ抑圧後はカブリダニも自滅してしまう。また、本種は休眠性を持たないため、野外における越冬は困難で、その利用は生物農薬的な利用にならざるを得ない。

これらの知見をもとに、チリカブリダニの配布事業が

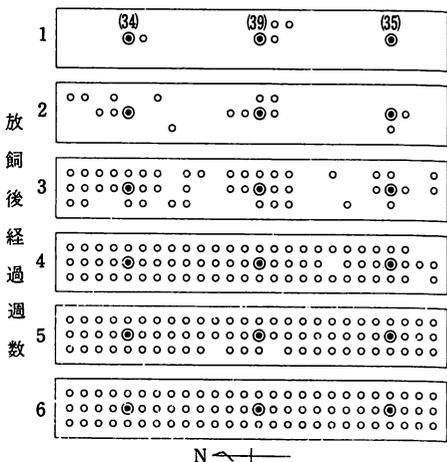


図-2 イチゴにおけるチリカブリダニの分散 (4月13日放飼, カッコ内数字は放飼数)

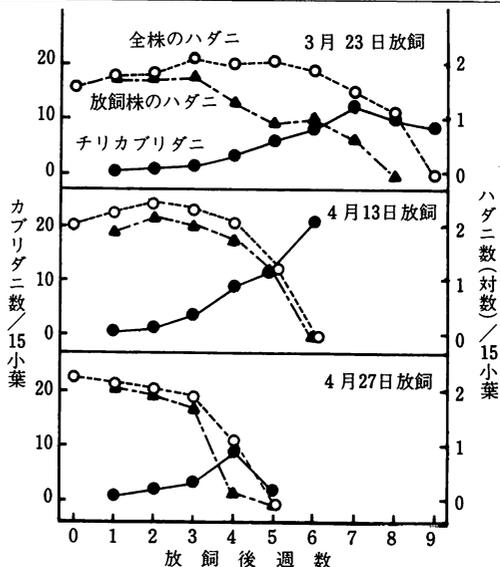


図-3 イチゴにおけるチリカブリダニによるカンザワハダニの防除

兵庫、和歌山、高知の各県で行われてきた。イチゴ、ナス、バラ、カーネーションなどに放飼され、ほとんどは有効に働いたが、時々効果が不十分なことがあった。その場合の多くは、他の害虫防除に使用された薬剤の影響であった。この点はチリカブリダニ利用上の大きな障害となっている。

この問題を解決するため、数種の殺虫剤に抵抗性を有するチリカブリダニも導入されて研究されたが (森・後藤, 1986)、抵抗性である薬剤の種類が日本と合わないことなどのためか、大きな進展をみていない。施設内の単年性作物における生物的防除は、本来、生物農薬の利用にならざるを得ないので、チリカブリダニの利用場面はなくなることはないであろう。今後は日本に適合する薬剤抵抗性を付与して利用する方向での研究が必要である。

チリカブリダニのほかにもファラシスカブリダニ、オクシデンタリスカブリダニ、パイライカブリダニが導入され、わが国への適応性などがリングで検討されている。

## III 在来天敵の利用 (ケナガカブリダニを中心として)

ケナガカブリダニは以前から、ハダニの天敵として有効なことは知られていたが、農業が使われる農業生態系の中では有効に働けないと考えられてきた。しかし、近年、チャ園においては本種が高密度に発生し、カンザワハダニの発生を抑制していることが明らかになった (浜村, 1986) (図-4)。

この原因は、チャ園で使われる多くの殺虫剤に対して

ケナガカブリダニが抵抗性を獲得したことによっている(表-1)。これらをさらに有効に利用するためにはより高度の抵抗性が望まれ、また、遺伝様式を解明するためには抵抗性を最高値まで上げる必要がある。このような目的のため、表-1に示した抵抗性系統をDMTP剤で室内淘汰を繰り返したところ、LC<sub>50</sub>値が約250ppmで平衡に達した。これを用いて、交配実験を行った結果、DMTP抵抗性は単一の完全優性の主働遺伝子に支配されていることが判明した(図-5)。

また、感受性系統と抵抗性系統の間の生態的差異について検討したが、増殖能力(表-2)、休眠性、捕食量などに差異は認められなかった。

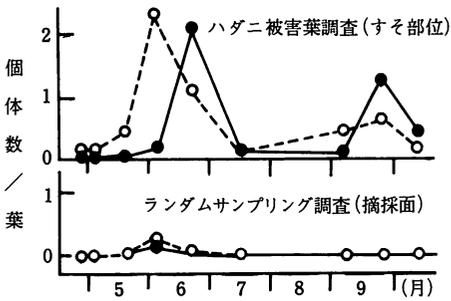


図-4 チャ園におけるカンザワハダニ(O---O)とケナガカブリダニ(●---●)の発生消長

表-1 ケナガカブリダニの薬剤抵抗性

薬 剤 名	LC <sub>50</sub> (ppm)		抵抗性比
	抵抗性系統	感受性系統	
有機リン系殺虫剤			
DMTP 剤	30.325	0.256	118.5
EPN 剤	368.808	4.604	75.8
メカルバム剤	51.464	1.736	29.6
PAP 剤	39.847	1.365	29.2
カーバメート系殺虫剤			
メソミル剤	105.366	0.815	129.3
NAC 剤	308.390	13.023	23.7

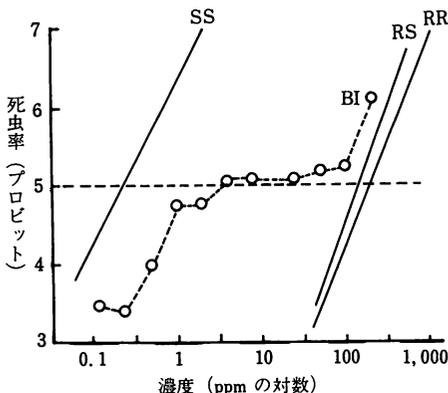


図-5 ケナガカブリダニのDMTP抵抗性の遺伝様式

表-2 ケナガカブリダニ2系統の増殖能力の比較(30℃, 餌: ナミハダニ)

	抵抗性系統	感受性系統
平均産卵数±標準誤差	35.43 ± 3.08	35.27 ± 4.43
性比(♂:♀)	1 : 2.85	1 : 2.73
純繁殖率(R <sub>0</sub> )	26.342	25.691
平均世代期間(T)	7.870	7.899
内的自然増加率(r)	0.416	0.411

これらのことから、本種が実用場面で放飼され、土着のケナガカブリダニと競合あるいは交配した場合でも、抵抗性は簡単に消失しないと考えられる。

ケナガカブリダニは捕食量や増殖能力などの点で、天敵としての能力はチリカブリダニよりやや劣るが、休眠性を有し、わが国の気候風土に適応しているため、チリカブリダニのような生物農薬の利用ではなく、少数を放飼して長期間効果を持続させる永続的天敵として利用すべきである。

ケナガカブリダニ以外の、ダニに属するハダニの在来天敵にはニセラーゴカブリダニ、コズケカブリダニ、ナガヒシダニ類があるが、天敵としての能力はケナガカブリダニより劣り、大量増殖も困難であるため、積極的な利用は不可能である。

### おわりに

以上に述べてきたように、ハダニの生物的防除に積極的に利用できる天敵は、チリカブリダニとケナガカブリダニである。それらの特性から、チリカブリダニは野菜、花きなどの施設園芸作物に、ケナガカブリダニは果樹やチャなど野外の永年作物に利用すべきである。両種とも総合防除の中の一手段として利用されることになるので、ハダニ以外の病虫害防除に使用される薬剤に強いことが望ましい。特に、新しい系統の殺虫剤である合成ピレスロイド剤に対し、抵抗性を獲得できるか否かが、今後両種が有効に利用されていくかどうかのカギになると考えられる。

また、カブリダニの増殖は、ハダニを増やしそれを餌にして増殖しているが、今後は人工飼料による増殖の研究が望まれる。

### 引用文献

- 1) 浜村徹三 (1986) : 茶試研報 21 : 121~201.
- 2) 森 奨須・真梶徳純 (1977) : チリカブリダニによるハダニ類の生物的防除, 日植防, 東京, 89pp.
- 3) ———・後藤哲雄 (1986) : 応動昆 30 : 57~59.
- 4) 中川智之 (1986) : 九病虫研会報 32 : 214~217.
- 5) ——— (1987) : 同上 33 : 222~226.

特集：ハダニ類〔5〕

## ハダニ類の合成ピレスロイド剤によるリサージェンスと防止対策

静岡県柑橘試験場  
トモノ農業株式会社生物研究所

ふる  
古  
もり  
森

はし  
橋  
もと  
本

か  
嘉  
てる  
輝

いち  
一  
いち  
一

## はじめに

合成ピレスロイド剤は、昭和 58 年にカンキツ類に登録され、翌年の 59 年からミカン園で使用されるようになった。同剤は有機リン剤抵抗性のミカンハモグリガやワタアブラムシに対する防除効果が高く、チャノキロアザミウマにも防除効果が高いなど、優れた殺虫剤である。しかし、散布後にハダニ類が異常に多発生する現象がカンキツ園やチャ園で起こり、問題となっている。

RIPPER (1956) は、このような異常多発生を Resurgence と呼び、次のように定義している。「ある節足動物にある化学物質を散布した場合、その動物が一時的に減少するが、その後散布前の密度よりもすさまじく増える現象や散布対象としていなかった他の節足動物が散布前よりもすさまじく増える現象」。また、「flare backs」とも呼んでいる。このように、リサージェンス現象とは、通常起こらないような多発生が農薬散布などの人為的な行為によって起こる現象であり、薬剤散布後に少しぐらい増えた場合や散布前より増えてもその増え方が通常起っている現象の範囲内である場合などには、安易にリサージェンスと呼ぶべきではないであろう。リサージェンスの起こる原因については、断片的な試験結果から推測している例が多い (VAN DE VRIE et al., 1972)。

合成ピレスロイド剤は優れた殺虫剤でありながら、ハダニ類のリサージェンスが起こるために、作物によってはその使用場面は限られたものとなっている。しかし、多くの農薬は長所をもつと同時に欠点もあり、その欠点をいかに小さくして使用場面を大きくするかが、技術的な対応として大切であろう。静岡県では、合成ピレスロイド剤散布後のミカンハダニやカンザワハダニのリサージェンスが大きな問題となったので、昭和 61 年にリサージェンス対策研究会を発足させた。これは、県内の研究機関や大学及び合成ピレスロイド剤製造メーカーなどが参加したもので、それ以来、リサージェンスの原因と対策についての研究を実施してきた (古橋・森本, 1989)。

Resurgence of Citrus Red Mite, *Panonychus citri* MCGREGOR by Synthetic Pyrethroids and its Prevention Methods. By Kaichi FURUHASHI and Teruichi MORIMOTO

以下、本研究会の成果を基にして、合成ピレスロイド剤によるハダニ類のリサージェンスの実態とその発生機構及び防止対策を、ミカンハダニの例を中心に述べることにする。

なお、Resurgence の適当な日本語訳は見当たらず、日本応用動物昆虫学会が発行した用語辞典では「リサージェンス」となっているので、それに従った。

## I 合成ピレスロイド剤によるリサージェンスの実態

農薬によるハダニ類のリサージェンスについては、古くから報告があるが、それらの報告 (RIPPER, 1956, VAN de VRIE et al., 1972) では、DDT などの残効性の長い薬剤による例が多いようである。合成ピレスロイド剤によるハダニ類のリサージェンスについては、HALL (1979), ALINIAZEE and CRANHAM (1980) や ZWICK and FIELDS (1978) があり、ミカンハダニについては古橋 (1985, 1988), 古橋・森本 (1989) などの報告がある。これらは、いずれも合成ピレスロイド剤の散布により、寄生密度が無散布区に比べ増えたことを報告している。しかし、その増え方は合成ピレスロイド剤の種類によって異なり、ピーク時の寄生密度やピークに達するまでの日数はまちまちであった (表-1)。同一薬剤を濃度別に散布すると、濃度が高くなるにつれてピーク時の寄生密度は高くなった (古橋・森本, 1989)。このように、合成ピレスロイド剤散布後のミカンハダニの増殖は、合成ピレスロイド剤の種類や濃度、散布時期、ミカンハダニの寄生密度などによって大きく異なることが明らかにされている。

このようなリサージェンス現象に対し、ミカン農家がどのように反応しているかについて知るため、アンケート調査を昭和 60 年に実施したが、その調査結果を示すと表-2 のようであった。回答者の約 75% が散布後にミカンハダニが増えたと回答し、使用したミカン農家の約 35% は次回からは合成ピレスロイド剤を使わないと回答していた。また、使用しなかったミカン農家の約 65% は使用しなかった理由として、「ミカンハダニが増えるから」としていた。このように、合成ピレスロイド剤

表-1 各種合成ピレスロイド剤のミカンハダニに対する特性

供試薬剤名	濃度	ピークまでの日数	ピーク時の密度/100葉	ピーク時の対無処理比(%)	ピーク時のCRM/NE	天敵のピークまでの日数	11日後の増殖率対無処理比(%)
スカウト乳剤 (1.6%) 〔トラロメトリン〕	2,000	25	3,163	494	63.2	25	156.0
テルスター水和剤 (2%) 〔ビフェントリン〕	2,000	25	1,224	193	55.6	32	37.0
マブリック水和剤 (20%) 〔フルバリネート〕	2,000	43	2,368	373	148.0	58	12.0
ロディー乳剤 (10%) 〔フェンプロパトリン〕	1,000	32	1,487	234	18.8	32	5.2
サイハロン水和剤 (5%) 〔シハロトリン〕	2,000	25	3,225	508	215.0	36	179.0
アグロスリン乳剤 (6%) 〔シベルメトリン〕	2,000	25	2,786	439	107.1	36	173.0
スミサイジン乳剤 (20%) 〔フェンバレレート〕	2,000	43	4,455	702	2,227.5	36	95.0
トレボン乳剤 (20%) 〔エトフェンプロックス〕	2,000	25	1,530	241	36.4	25	152.0
ミカントップ乳剤 (40%) 〔フェンバレレート〕	2,000	43	2,737	431	912.3	36	17.0
無処理	—	18	634	100	317.0	18	100.0

〔 〕：一般名

CRM：ミカンハダニ個体数，NE：天敵数

表-2 合成ピレスロイド剤（ミカントップ乳剤）のチャノキアザミウマに対する防除効果と散布後のミカンハダニの増殖の評価（アンケート結果より）

質問事項		回答数	%
(1)合成ピレスロイド剤（ミカントップ）をチャノキアザミウマの防除に使用しましたか	ア 使った	73	50.3
	イ 使わなかった	72	49.7
(2) —			
(3)チャノキアザミウマに対する効果はどうでしたか	ア 良く効いた	34	46.5
	イ まあまあ効いた	32	43.8
	ウ ほとんど効かない	1	1.3
	エ 全然効かない	0	0.0
	オ 無回答	6	8.2
(4)散布後のミカンハダニの発生はどうでしたか	ア 増えた	41	56.1
	イ 増えたが防除上問題なし	14	19.1
	ウ 増えなかった	14	19.1
	エ 良く抑えた	1	1.3
	オ 無回答	3	4.1
(5)来年もミカントップを使いますか	ア 使う	39	53.4
	イ 使わない	25	34.2
	ウ わからない（無回答）	9	12.3
(6)どの薬剤をチャノキアザミウマの防除に使用しましたか	ア オルトラン	80	38.2
	イ ジマンダイセン	73	34.9
	ウ Mダイファー	45	21.5
	エ その他	11	5.2
(7)使わなかった理由は何ですか	ア ダニが増える	36	65.4
	イ 値段が高い	9	16.3
	ウ 他剤でも効く	2	3.6
	エ ミカントップを知らなかった	2	3.6
	オ その他	6	10.9

(3), (4), (5)は使った回答者に対する質問.

(7)は使わなかった回答者に対する質問.

を散布すると、高い確率でミカンハダニが増えることが明らかとなっている。これまで、有機リン剤やカーバメート系殺虫剤がミカン園で使われてきたが、散布後にミカンハダニが増えることは指摘されてきたものの、そのために使用をやめたり、使わないとするような例はなかった。このアンケート結果は、合成ピレスロイド剤によるミカンハダニのリサージェンスは、それをミカン園で使用するうえで大きな障害となっていることを示している。

今まで述べてきたように、合成ピレスロイド剤散布後のミカンハダニのリサージェンスは、①合成ピレスロイド剤の種類によってその程度は異なる、②同一薬剤でも濃度によって異なり、高い濃度のほうがピーク時の寄生密度は高くなる、③ミカン園で合成ピレスロイド剤を散布しても必ずリサージェンスが起こるわけではなく、起こらない場合もある、と要約できる。

## II 合成ピレスロイド剤散布とミカンハダニの増殖

合成ピレスロイド剤散布がミカンハダニに与える影響は、図-1のように考えられよう。しかし、VAN de VRIE et al. (1972) はその総説で、農薬などの化学物質がハダニ類の産卵数や発育速度、内的自然増加率、行動習性に及ぼす影響などの報告は多くあるが、その結果はまちまちではっきりしないとしている。古橋・森本 (1989) が図-1の流れ図の中の各要因について実験した結果では、産卵数や内的自然増加率は、無処理に比べて増加することはなく(表-3)、また、行動にも影響は認められなかった。また、散布前と散布後の瞬間増加率についてもほとんど違いが認められなかった。また、寄主植物に及ぼす影響についても、ウンシュウミカン葉の窒素、リン、カリ、炭水化物、葉緑素について調査したが、処理間に有意差は認められていない。

一方、合成ピレスロイド剤散布後のミカンハダニと天敵類の発消長を、NAC(マイクロデナポン)水和剤や無散布区と対比して示すと、図-2のとおりであった(古橋・森本, 1989)。ミカンハダニの寄生密度が高くなったので、薬剤散布時には、既に天敵の活動がみられ

たが、これらの天敵は密度依存的に働くハダニハネカクシ類、ハダニアザミウマが優占種であった。薬剤散布後、どの薬剤区も天敵類はほとんどいなくなり、ミカンハダニの寄生密度は増加した。しかし、ミカンハダニの寄生密度が増えても天敵類の回復は20日以上にわたって認められなかった。一方、無処理区は天敵類の増加とともに、ミカンハダニの寄生密度は急激に減少した。図-2の結果から、薬剤散布区のミカンハダニの寄生密度が高くなった原因は、天敵類の密度が回復せず、ミカンハダニの増殖を抑えうるまでに働かなかったためと考えられた。また、薬剤間の散布前と散布後の瞬間増加率を計算したが、両者間にほとんど有意差は認められなかった。

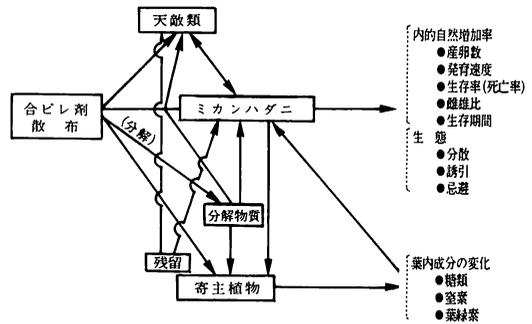


図-1 合成ピレスロイド剤(合ピレ剤)がハダニに与える影響として考えられる流れ図

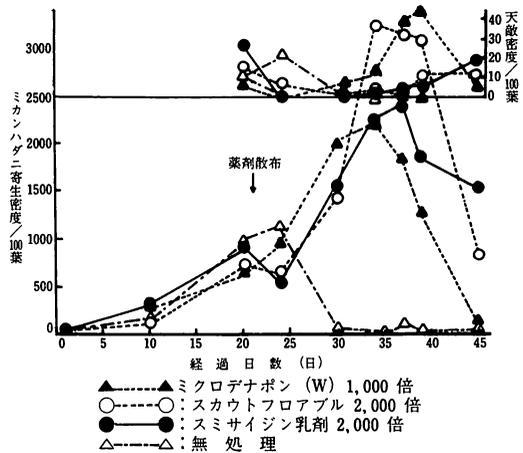


図-2 合ピレ剤散布とその後のミカンハダニ・天敵の発消長

表-3 フェンバレート(スミサイジン)乳剤がミカンハダニの生存期間と産卵数などに及ぼす影響

薬剤名	希釈倍数	成虫化後の生存期間(日)	産卵数/♀	純繁殖率 (R <sub>0</sub> )	内的自然増加率 (r/日)
スミサイジン乳剤	4,000	12.17 ± 3.17	68.30 ± 17.08	50.86	0.116
	20,000	13.80 ± 2.68	85.35 ± 17.76	68.80	0.125
	100,000	13.35 ± 2.98	79.18 ± 15.85	62.50	0.122
無散布	—	11.65 ± 2.79	83.00 ± 18.78	62.15	0.122

この実験に使用したフェンバレート (スミサイジン) の葉上における残留は約 40 日間あり, この間天敵類の活動は抑制されることも明らかにされている。

これらのことから, 合成ピレスロイド剤散布によりミカンハダニが無散布区より増えるのは, 薬剤散布時に生息している天敵を殺すためで, また葉上に残留している合成ピレスロイド剤はミカンハダニが増えるにつれて飛び込んでくる天敵類の活動を長期間にわたって抑制するためであることが明らかとなった。

### Ⅲ リサージェンスの起こる機構

今まで述べてきたように, 合成ピレスロイド剤の特徴は, ①殺虫スペクトラムが広い, ②昆虫類に対し残効性が長い, ③殺ダニ活性のある剤とない剤があるが, ある剤でも, その残効性は短い, などをあげることができる。しかし, その程度は合成ピレスロイド剤の種類によってまちまちである。今まで, リサージェンスについての報告は多くあるが, その起こる機構についてはほとんど明らかにされていない。そこで, 今までの試験結果からリサージェンスの起こる機構について, 古橋・森本 (1989) は次のように報告している。

前項でも述べてきたように, 合成ピレスロイド剤を散布してミカンハダニのリサージェンスが起こるのは, ①合成ピレスロイド剤のミカンハダニと天敵に対する活性の違い, ②合成ピレスロイド剤の天敵に対する残効性の長さ, によると考えられる。この基本的な要因に基づいて, 合成ピレスロイド剤とミカンハダニ及び天敵との関係を示したのが, 図-3である。

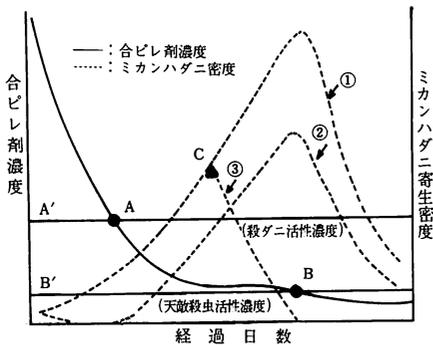


図-3 合ピレ剤散布後の合ピレ濃度とミカンハダニ寄生密度の消長(リサージェンスの起こるメカニズム)

①: 殺ダニ活性のない合ピレ剤, ②: 殺ダニ活性のある合ピレ剤, ③: 無処理. A: 殺ダニ活性がなくなり, ダニは再び増え始める時点, B: 天敵に対する活性がなくなり, 天敵が活動できる時点, C: 無散布の場合, 密度依存的に働く天敵によりダニは減少する時点。

この図にみられるように, (1)合成ピレスロイド剤の散布後における残留 (残効性) は実線のように緩やかに減少していく剤が多い。しかし, 種類によってその残効性はまちまちであり, 同一薬剤であっても濃度や散布時によってその残効性は異なる。今までのリサージェンスに関する研究では, 薬剤の残留 (残効性) についてはほとんど検討されてこなかった。(2)合成ピレスロイド剤のハダニ類と天敵に対する殺虫活性は異なり, ハダニ類に比べ天敵類は低濃度でも悪影響を受ける。(3)合成ピレスロイド剤には殺ダニ活性のある剤とない剤がある。以上のような条件に従って, A' を殺ダニ活性濃度, B' を天敵殺虫活性濃度とすると, A 点は殺ダニ活性のなくなる残留濃度に, B 点は天敵殺虫活性のなくなる残留濃度になる。今, C 点を無処理の場合のハダニのピーク時密度とし, 天敵はミカンハダニに対し密度依存的に働く, 各処理区のミカンハダニと天敵の密度は同一である, と仮定すると,

(a) 無処理の場合, ③のようにミカンハダニが増えてくると, 密度依存的に働く天敵類が活動するようになり, この結果, ミカンハダニのピーク時の密度 (C 点) は野外では 1 葉当たり 7~8 頭以上になることはない。しかし, 温室など野外と隔離され, 天敵の働かない条件下では高密度に達することがある。

(b) 合成ピレスロイド剤で殺ダニ活性のない場合, ①のような発生活長となり, 天敵の活動が開始される B 点の時期まで増え続けるため, ピーク時の密度は高い密度となることが多い。殺ダニ活性のある剤の場合, ②のような発生活長となり, A 点まではミカンハダニの発生を抑制するが, 殺ダニ活性濃度以下の濃度となる A 点以後は増え始め, B 点の時期まで増え続ける。

(c) リサージェンスの程度 (ミカンハダニのピーク時における寄生密度) は, (a) と (b) 及び前述した条件から, A' (殺ダニ活性濃度) と B' (天敵殺虫活性濃度) の活性の違いと, 散布から A 点及び B 点までの経過時間の長さによって左右される。A' と B', あるいは A と B が一致あるいは逆転しているような合成ピレスロイド剤であれば, リサージェンスは起こらないことになる。

(d) B までの残効性が短い剤でも, A' と B' の差が大きい剤では, 天敵がいる場合に散布すると, リサージェンスの起こる可能性がある。特に, ミカンハダニの寄生密度が高くなり, 密度依存的に働く天敵が活動を始めたときや既に天敵が活動しているときに散布した場合, 殺ダニ活性のないほとんどの殺虫剤でリサージェンスが起こることになる。その場合の薬剤散布後におけるミカンハダニの寄生密度の高さは, その薬剤の天敵類に対する

残効性の長さによって決まることになる。

(e) 以上述べてきたように、合成ピレスロイド剤によりミカンハダニのリサージェンスが起こるのは、合成ピレスロイド剤はハダニ類に対する活性は弱い、天敵類に対する殺虫活性が強いこと、散布後の残留が長い条件を具備しているため、長期間にわたって天敵類の活動を阻害することが主要な要因といえる。

したがって、合成ピレスロイド剤によるハダニ類のリサージェンスは、合成ピレスロイド剤のハダニ類と天敵類に対する活性及び残効性によって左右されるが、それらは合成ピレスロイド剤の種類や濃度、残留（残効性）を左右する要因などによって異なり、ハダニと天敵の密度などの条件によっても異なる。このように、条件が一つでも異なれば、リサージェンスは常に異なった結果が起こることになる。このことが今まで、リサージェンス現象をミステリアスにしてきたといえよう。

#### IV リサージェンスの防止対策

合成ピレスロイド剤は殺虫剤として優れた特性を具備しているが、ハダニ類のリサージェンスを起こすのが最大の欠点である。この欠点をできるだけ小さくする方法や防止対策を立てるには、リサージェンスが「なぜ、起こるか？」を明らかにすることが必要であろう。前項で述べたように、リサージェンスの起こる機構は明らかとなったので、次に防止対策について述べる。

前項で明らかにしたように、リサージェンスの起こる機構は図-3のように説明できる。理論的には、この図のA'とB'、あるいはAとBを一致させるかあるいは逆転させるような方法があれば、リサージェンスは起こらないことになる。その方法やそれ以外の防止法としては、①殺ダニ活性は強いが、ハダニ類の天敵に殺虫活性のない合成ピレスロイド剤の選択、②合成ピレスロイド剤の天敵に対する残効性の長さよりも、ミカンハダニに対する残効性の長い殺ダニ剤の混用または近接散布、③B点までの期間にハダニ類の寄生密度が要防除密度にならないような低密度のときに、合成ピレスロイド剤を散布す

るようにする、④合成ピレスロイド剤には有機リン剤を混用するとハダニに対し相乗効果を示す剤があるので、それらの剤の選択、などをあげることができる。これらの方法のなかで、②の方法が実用的である。ヘキシチアゾクス（ニッソラン）水和剤は残効性の長い殺ダニ剤で、昭和61年から使用されるようになったが、本剤を合成ピレスロイド剤に混用あるいは近接散布した場合、リサージェンスの問題は起こっていない。しかし、その使用にあたっては、ハダニ類のリサージェンスが起こる条件が整っているときだけに使用すべきである。

#### おわりに

合成ピレスロイド剤の出現以前から農薬によるハダニ類のリサージェンス現象は問題となっていた。しかし、それらの農薬では、アンケート結果のように、「ミカンハダニが増えるから使わない、使用をやめる」事例はほとんどなかった。今まで、合成ピレスロイド剤によるハダニ類のリサージェンス現象は、その起こる原因が明らかではなかったために、的確な防止法もなく、「使用しない」ことが最も的確な防止対策となっていた。しかし、前述したように、リサージェンスの起こる機構はほぼ解明されたので、おのおの合成ピレスロイド剤の特性を明らかにすることにより、リサージェンスの防止対策の確立は可能である。

#### 引用文献

- 1) ALINIAZEE, M. T. and J. E. CRANHAM (1980): *Environ. Entomol.* 9: 436-439
- 2) 古橋嘉一 (1983): 関西病虫研報 26: 69.
- 3) ——— (1988): 同上 30: 116.
- 4) ———・森本輝一 (1989): 静柑試特別報告 5号 (印刷中).
- 5) HALL, F. R. (1979): *J. Econ. Entomol.* 72: 441-446.
- 6) RIPPER, W. E. (1956): *Ann. Rev. Ent.* 1: 403-438.
- 7) VAN DE VRIE, M. et al. (1972): *Hilgardia* 41: 343-432.
- 8) ZWICK, R. W. and G. J. FIELDS (1978): *J. Econ. Entomol.* 71: 793-797.

特集：ハダニ類〔6〕

## ハダニ防除のためのシミュレーションの利用

—現状と将来—

北海道大学農学部応用動物学研究室 藤 裕

## はじめに

近年の小型高性能コンピュータの普及は、農学分野においても、統計解析・データ検索などのきわめて時間と手間のかかる作業を大幅に軽減することに貢献してきた。同時に、10年前ならば大型コンピュータが必要だった害虫の発生予測や防除効果の予測などのためのシステムズモデルの開発、すなわち、システムシミュレーションという作業が個人の机の上で簡単にできるようになったということは画期的なことであろう。しかし、コンピュータのこのような異常ともいえる発達に、筆者を含めた多くの害虫研究者や農業技術者がついていけないと感じるのも偽らざる感想である。それでも、高性能なパソコンをワープロに使っているだけでは、あまりにももったいないと考えている向きに、シミュレーションという作業は決して難しいものではなく、またそれをコンピュータによって行うことは研究の整理に大変に役立つものだということが少しでも伝わればと願っている。

## I シミュレーションとシステムズモデル

シミュレーションという言葉が読者に共通の概念をいだけさせているとは限らないので、ここでそれをどのような意味で用いるかをまず述べておきたい。この英語をそのまま和訳すれば「模擬実験」であり、現実に行っていること、ここでいえばハダニの増殖、植物の被害の進行、天敵の増加などを、なんらかの方法で近似する作業である。したがって、定期的サンプリングによってハダニの数を推定して、ある作物のハダニの発生動態をグラフに表現する（すなわち紙の上に、ハダニの発生状況を模擬的に表現する）ことも広義のシミュレーションといえることができる。そして、より精度の高いグラフを描くためにはサンプルの方法、サイズをいろいろ考えなければならないし、発生の原因を探るには気象や天敵、薬剤散布のデータも同時に必要とされるであろう。このような作業が後で述べる狭義のシミュレーションにおいても重要なプロセスとなる。シミュレーションという言葉が持つ

響きが新しいとしても、その内容には、われわれが日常の調査・研究活動で行っていることとなら異なるところはない。

狭い意味でシミュレーションという言葉が示す内容は、上記のような手作業でもできる「模擬実験」よりももう少し複雑で、筆算や電卓では時間がかかりすぎる（やっでできないことはない場合が多い）作業を、コンピュータに代替させることであると考えればよいと思う。ただし、多くの場合このコンピュータに代替させるためのソフトウェア（システムズモデルのプログラム）を作る段階、及びこうして骨格のできたモデルを、その近似目標としての実際の実験データや野外の観察データに近づけるためのプログラムの改良作業、さらにできあがった「近似度の高い」モデル（プログラム）を使った様々な条件での害虫発生の予測などの作業が一括してシミュレーションと呼ばれるのである。本文では、前の二つの段階を「システムズモデルの開発」とし、最後の段階を「モデルの利用」と呼んでおくことにする。なお、一般にはこのモデルを利用する行為を〔シミュレーションをする〕と表現することも多い。

このシステムズモデルの開発という作業の第一のステップは、他の調査研究と同様に、解くべき問題、すなわち「何をどのような目的でシミュレーションするのか」を設定することであり、それを明確にできるかどうかがこの開発作業全体の中で最も重要なポイントである。次にこの問題を解くために必要な条件と様々な要因を流れ図などを使って整理する。さらに、どのようなモデルにするかという骨格を決めることが必要である。多くのシステムズモデルでは、差分方程式か微分方程式のどちらかが数の時間的変化を計算する基本骨格となっている。この部分についてここで詳しく述べる余裕はないので、藤田ら（1981）及び古橋ら（1983）を参照されたい（なお、微分方程式の例をとれば、それをプログラムに組み込む作業は決して難しいものではなく、市販のコンピュータによる数値計算の解説書から容易に BASIC などのプログラムリストを得ることができる）。

システムズモデルを作るということは、いろいろな材料を組み合わせて家を建てるような作業であり、基本的

Present Status and Prospect of Simulation Approaches to Spider Mite Control. By Yutaka SAITÔ

なパーツが欠落していると全体の形がゆがんでしまい居住に耐えないものになる。一方、快適に住む（使いやすいモデル）ためには、家の強度を不必要に高めるための柱はそれを省略すべきである。このパーツにあたる情報、例えば「発育可能温度範囲全体での温度条件とハダニの発育速度」というデータがなければ、ハダニの温度に依存した増殖パターンをモデル化することはできないし、データが不十分であれば、予測できる温度範囲がおのずと限定され、野外条件にそれを適用することが困難になるだろう。そうした、個々のパーツにあたる情報は、これまで多くの研究者によって別個に行われた研究成果を援用することができる場合も多いが、いざシステム（プログラム）を作ろうとすると、意外にこれらのデータがその目的にとって不完全なことがある。その発見が、「必要なデータの洗いだし」というモデル開発の一つの副次効果を生むことになる。ハダニとカブリダニのシミュレーションモデルの草分けといわれる FRANSZ (1975) の本をみると、いかに多くの基礎的データが一つのシステムズモデルを構築するために必要とされるかがよくわかる。また、SABELIS (1981) の最近の仕事からも同じことがみてとれるのである。

ところが、この二つの研究ではあまりに多岐にわたる複雑な要因を考慮しすぎて、当初の目的がいったい何だったのかが、わからなくなってしまっているようにもみえる。天敵によるハダニの防除効果の予測という目的からみれば、彼らのモデルの中に含まれる要素のかなりの部分が省略可能である。また、後に述べる要因解析モデルとしても複雑にすぎると思われる。多分この2者の研究は、完璧なシステムズモデルを作ること、それ自体がその唯一の目的になってしまった例ではないかと思われる。あらゆる要因を考慮した詳細なモデルができれば、複雑なシステムを理解できるのだという考え方は欧米を中心にまだ根強いものがあり、そのような考えのもとにさらに空間の異質性、集団遺伝学的要素、さらに複数の天敵とハダニ類を含む系がモデル化されるべきだという主張がなされている (LOGAN, 1982)。その意味で前2者の仕事は意味があるのだろうが、このようなアプローチが本当に複数の個体群からなる系、ひいては群集の理解にとって見込みのあるものかどうかは意見の分かれるところである。また、応用的なレベルからみてこのような試みは、システムズモデルを勉強しようと思う者にとって教科書としての意味をもっているが、同時にあまり網羅的な内容の教科書が読まれる機会が少ないのと同様に、むしろ勉強しようとするものの意気込みをくじく場合も多いのではないだろうか。

上記の詳細モデルに対して、FUJITA et al. (1979) のモデルは、ハダニ類を扱ったもののなかでは比較的単純な（ここで単純ということはモデルの価値と無関係であることはいうまでもない）解析的モデルとして、その対極をなすものと思われる。彼らが明確に述べているように、このモデルの開発の意図は、動物の「食う者と食われる者の相互作用系」の存続にかかわる要因解析という動物生態学的なところにおかれている。したがって、彼らのモデルにおいては、先ほど述べた温度条件の変化とダニの発育速度というようなパーツを必ずしも必要としない。モデルの有効性テスト (validity test) のための対照実験の条件におけるデータがあれば十分なのである。しかし、一方では生態学あるいは行動学的な細かいデータが必要とされる側面がある。それは、例えば天敵がどのようにしてハダニを捕食するのかという捕食行動の特性が、この食う者-食われる者の系の安定性にかかわってくる可能性（例えば、パッチ状に分布するハダニとそのパッチへの天敵の侵入確率や、天敵がそこでハダニを食い残す確率などが、パッチのハダニ個体群の絶滅の確率と関係ありそうだということは直感的に思いつくであろう）が既に生態学の分野で指摘されていることによる。つまり、このような天敵と餌の行動や生活史の特性が、どのようなコンビネーションであるときにこのシステムが存続し、あるいは存続できないかがこのモデルの明らかにしようとしていることなのである。そうになると、このモデルは具体的に測定されたハダニと天敵のさまざまな特性によって骨格が形成されてはいるが、実は、これらの動物の特性の一部を任意に動かした場合、そのシステムの動きがどうなるのかということにその意図があるのだということに気付く。つまり、ハダニとカブリダニを「食うものと食われる者の関係にある動物」のシステムを考えるための一つのモデルケースとして用いているのである。これが基礎的には重要なアプローチであることは言を待たないが、本稿において考えようとしているシミュレーションにおけるシステムズモデルとはかなり趣を異にしたものなのである。FUJITA et al. (1979) の研究とその目的をほぼ同じにしているものとして BERNSTEIN (1985) や NACHMAN (1987) の仕事があげられよう（なお、純粋に数理生態学的なレベルでモデルによって多くの重要な研究がなされていることも付け加えておこう、cf. KUNO, 1986）。

少々煩雑になったが、要するにシステムズモデル（あるいは単にモデル）は、それらのモデルを開発しなければならなかった意図（目的）から大きく二つに分けられるということである。それらは、①「近似モデルによる

結果の予測モデル」, 例えば, ある年のハダニ類の発生状況 (観察データ) を気象条件など (観察データ) との関連で正確に近似できるモデルを作って, 翌年以降に気象条件など (観察データ) をもとにそれぞれの年の発生状況 (理論値) を知るというようなものと, ②「要因の重要度を解析するモデル」, すなわち, ある結果に与える特定の要因の効果を知らるためのもの, である。この両方が同時にできるということをモデルの有用性としてあげている例もみられるが, そのようなやり方は目的をあいまいにするばかりか, モデルのレベルとそのモデルを使う意図 (目的) の間を遊離させ, 第三者からみてもわかりにくいものにしてしまうことが多い。

なお, どちらの意図においても, モデルを作るうえで, 考えられるすべての要因を考慮したうえで, それらをごくまで絞り込んで, いかにモデルを単純化して目的を遂げるかが, その開発者の腕のみせどころであり, 同時にこのような要因を絞る過程がモデル作成作業を行う最も重要な部分であることを強調しておきたい。

## II ハダニの防除とシミュレーション

一般論としてシミュレーションの基本段階は上記のごとくであるが, ここでこのような煩雑なことを述べたのは, ほかでもない, シミュレーションという作業, そしてその目標とするところがなにかあいまいな状態におかれてきたことが, このようなアプローチがあまり普及しない理由の一つであると考えてのことである。次に, 上記の点を踏まえてハダニの防除におけるシミュレーションの試みを概括してみたい。

まず, システムモデルによるシミュレーションがハダニの防除に役立つと思われる場面について, 仮想的なものも含めて整理してみよう。

### 1 発生予測モデル

現時点で利用できる過去のデータから, 未来のハダニの発生を予測する (DOVER et al., 1979; FURUHASHI et al., 1981; 村岡・塩見, 1986)。

### 2 効果予想モデル

1と重複している部分も多いが, 現時点で利用可能な過去のデータをもとに, 新しい方法 (例えば新たに天敵を導入するといった) の導入によって起こる事態を予想したり, ある方法の省略によって起こる事態を予想し, それらを実施するかどうかの意志決定の情報とする (DOVER et al., 1979; 中尾ら, 1986)。

### 3 生産管理モデル

天敵などの大量増殖を行うような場面で, 最も効率のよい作業手順の確立のために用いる。

## 4 要因解析モデル

現時点で利用可能な過去のデータによって明らかにされた特別の現象 (例えば, ある年に異常なハダニの発生があったというような) の原因として何が重要であったのかを解析 (予測ではない) したり, 天敵のもつ役割の重要さを評価する (FURUHASHI et al., 1981; JOHNSON and WELLINGTON, 1984)。

## 5 デモンストレーション用モデル

完成したモデルを使ってシミュレーションを行い, ハダニの増加のパターンを CRT 上に表示し, それを現場での防除方法の普及教育に役立てる。

わが国で応用的な目的で行われたハダニ類のシミュレーションは必ずしも多くをみないが, それらの中で村岡・塩見 (1986) によって行われたミカンハダニの発生動態のシミュレーションの試みは, おもに上記の1を目的としたものと考えられる。また, FURUHASHI et al. (1981) のミカンハダニ発生動態のシミュレーションは, 1と3の両方をその目的としてあげている。この二つの試みはいずれもシステムの構築という段階, さらに過去の野外のデータとの整合性の検討の段階をほぼ完了しているようで, ある意味では実用化が待たれるものである。しかし, これらのシミュレーションが実際に役立つのは, このシステム (ハダニの増殖系) がシミュレートしてくれるものが, 過去のデータに一致する理論値ではなく, 未来の状態を示す理論値 (文字どおりの予測値) であることが必要である。そのためには, このシステムを基本的に動かしている最大の要因である気象条件のデータが不可欠となる (松本ら, 1983)。したがって, この目的を実際に達成しようとするならば, モデル自体の完成度を高める作業のほかに, 気象のような不確定要因を過去の気象データからその変動幅を含めて予想したうえで, それに対応したハダニ発生量の予測とその誤差の範囲を示せるような方向の仕事が必要なのではないだろうか。

もちろん, ハダニの発生状況を短期的に予測することはモデルの完成度が高まり, ハダニの数をモニターする体制が十分整備され, 数日先の天気予報の精度が高くなれば可能となる。また, ハダニの休眠覚醒時期のように, 過去の有効積算温度のデータがその予察に重要な意味をもつ場合には有効性が高くなるだろう。ただし, そのため必要となるハダニの発生状況のモニターなどにかかわる労力の増大が, シミュレーションという省力を本来の目的とした方法の効果を上回らない限りにおいてのみ有効なのである。

では, このような試みがあまり意味を成さないのかというと, 既に述べたように, 2や4のような視点におい

てこの方法は使い次第で有効なものとなる。FURUHASHI et al. (1981) のモデルが、発生予察のほかに4の要因解析的な意図をもっていることは既に述べた。台風の影響がミカンハダニの秋の発生のピークの形成に重要であることを示せた点で、このもう一つの目的は達成されている(塩見ら, 1983)。台風の影響のように大きくてドラスティックな要因がシミュレーションによって初めてわかるというようなものではないと思うが、これは発展段階にあるシミュレーションアプローチの成功例として素直に評価してよいと思う。

ところで、気象条件の予測困難さが野外におけるシミュレーションアプローチに上記のような制限を与えるということは、裏を返せば気象条件があまり不規則に変動しないような環境では、それがかなり有用なものであることを意味している。比較的溫度変化の少ない地方や溫度管理の行われている施設園芸などにおいては、シミュレーションモデルの予測性はかなり高いものとなる。もちろん、そのような環境ではハダニの発生も画一的であり、何も難しいモデルで発生を予測しなくてもおおよその見当がついてしまうという苦言もあるかもしれない。しかし、このような環境においてこそ2のような考え方で、例えば不確定要素の多い天敵の導入の効果などを予想したり、薬剤の最も効率の良い施用スケジュールを作製するために、この手法が有効になるのではないだろうか。

また、あまり重要視されていない3や5のような使い方が、今後の応用場面で案外有効性を発揮するのではないかと思う。天敵などの生産管理の現場で、その管理すべき主体であるハダニやその天敵のように観察が困難で、しかもそれらの相互関係が複雑な場合に、3のような目的でその系の動きをシステムズモデルを使ってシミュレーションするのである。この方法によれば実際の試行錯誤実験による作業よりもはるかに容易に効率化を実現できる。また、そのようなモデルは需給の見通しに即した生産調整にも役立つものとなろう。

また、適用するためにはかなり完成度の高いシステムズモデルが1の意図のもとに作られていることが前提となるが、5のような使い方も今後模索すべきであり、それは3も含めて、むしろ現場の技術者や農業関連企業の方々とその開発と利用をお考えいただきたいものである。この目的においては、シミュレートしようとする系の規模(果樹園かハウスかといった)に依存して変わるであろう予測値の誤差の範囲(いってみれば天気予報の確率表示のような)を示せるようなものであること、ハダニの今の発生状況を、例えば葉の被害程度のような簡単にモニターできる指標によってコンピュータにインプット

できること、さらに収量予測や市況などの農家の意志決定にとって重要な情報をできるだけ考慮できること、などがさらに要求されるであろう。このようなものができることが、例えば天敵による防除やそれを含めたIPMの導入を容易にするのではないだろうか。とはいえ、このようななんでもできることを目指したモデルが、既に述べたように、複雑すぎるゆえになんの役にも立たなくなるという恐れを、書いている本人が否定しきれない。それはモデル開発者の能力にかかっているのである。

## おわりに

全体としては、シミュレーションをハダニ防除に使ううえでの問題点に力点をのいた内容となってしまうが、それらは同時に、そのような試みを行っている筆者にとってもこれらが頭の痛い問題であることによっている。まとめれば、シミュレーションの試みには、①モデルを作るプロセスで生まれる効果、②作った結果生まれる効果、③作ったものをうまく利用することで生まれる効果、という3段階があるということである。現在のシステムズモデルの中から、だれでもメニューを選んで、初期条件のインプットをすればおおよその結果が得られるようなものが現れて、もっと手軽にワープロタッチで使えるものが出てくるのが、この第3段階のシミュレーションなのであろう。とはいえ、ワープロがあればよい文章が書けるわけではないのと同様、使う者にもまだそれなりの努力が必要であらうが。

## 引用文献

- 1) BERNSTEIN, C. (1985): *J. Animal Ecol.* 54: 375~389.
- 2) DOVER, M. J. et al. (1979): *Environ. Entomol.* 8: 282~292.
- 3) FUJITA, K. et al. (1979): *Res. Popul. Ecol.* 21: 105~119.
- 4) 藤田和幸ら (1981): *植物防疫* 35: 339~342.
- 5) FRANZ, H. G. (1974): *ThevFunctional Response to Prey Density in Acarine System.* PUDOC, Wageningen, 143pp.
- 6) FURUHASHI, K. et al. (1981): *Proc. Int. Soc. Citriculture* 2: 653~655.
- 7) 古橋嘉一ら (1983): *静岡県柑橘試報* 19: 41~50.
- 8) JOHNSON, D. L. and E. G. WELLINGTON (1984): *Res. Popul. Ecol.* 26: 30~50.
- 9) KUNO, E. (1987): *Adv. Ecol. Res.* 16: 249~337.
- 10) LOGAN, J. A. (1982): *Recent Advances in Knowledge of the Phytoseiidae* (ed. M. A. HOY, *Proceedings of a Formal Conference of the Acarology Society of America Meeting, San Diego*): 49~71. *Agricultural Sciences Publications, University of California, Berkely*, 92pp.
- 11) 松本 要ら (1983): *広島果樹試研報* 9: 29~43.
- 12) 村岡美・塩見正衛(1986): *佐賀果試研報* 9: 103~123.
- 13) NACHMAN, G. (1987): *J. Animal Ecol.* 56: 247~265.
- 14) 中尾弘志ら (1987): *応動昆* 31: 359~368.
- 15) SABELIS, M. W. (1981): *Biological Control of Two-spotted Spider Mites Using Phytoseiid Predators. Part I.* PUDOC, Wageningen.
- 16) 塩見正衛ら (1983): *植物防疫* 37: 448~453.

# アズキ立枯病とその病原菌

北海道立中央農業試験場 <sup>こんどうのりお</sup> 近藤則夫・<sup>こだまふじお</sup> 児玉不二雄

## はじめに

北海道におけるアズキ作付面積は 39,500ha で、これは全国の栽培面積の 59% を占める (農林水産省, 昭和 63 年度統計資料による)。その栽培地帯は畑作専業の十勝地方が主体であったが、近年、水田再編政策の進展に伴い道央の空知、石狩地方や道北の上川地方の水田転換畑での作付けが大幅に拡大した。その結果、北海道のアズキ面積の 50% 以上が転作畑となっているのが現状である。ところで、この転作畑で最初問題となったのがアズキ茎疫病である (北沢ら, 1978)。排水不良という転作畑の特徴がこの病気を助長したとみられる。この対応策として茎疫病抵抗性品種「寿小豆」が奨励された。ところが、本品種の栽培が拡大した 1983 年ごろから従来アズキにみられなかった急性萎ちよう性病害が多発した。激発地では畑の全面が枯死株となるなど被害が大きかったので、この原因究明が急がれた。その結果、本症状は、*Fusarium oxysporum* に起因することが明らかになり、アズキ立枯病として報告され (北沢・柳田, 1984)、今日まで研究が続いている (児玉ら, 1986a, b; 近藤・児玉, 1989a, b)。

1985 年の調査では、発生面積は石狩、空知地方で 2,000ha を超え、上川地方でも発生が確認された (図-1)。現在までのところ、水田転作のアズキ畑を中心にこの病害が発生しており、道東の十勝、網走地方では未発見である。

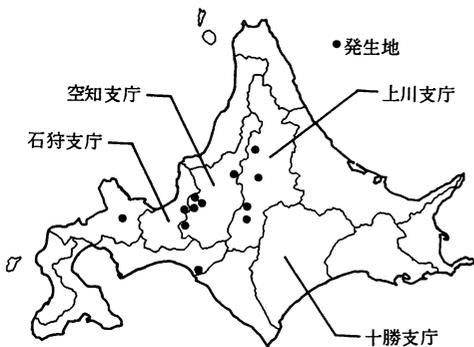


図-1 アズキ立枯病の発生分布

Adzuki Bean Wilt and its Causal Fungus. By Norio KONDO and Fujio KODAMA

本病害は 1906 年に発生記録のある (半沢, 1906) 古い病害であるが、その病原菌については長い間ほとんどの報告で *Fusarium* sp. とされていた。しかし、最近になりこれが *F. oxysporum* の新分化型であることが明らかにされた (近藤・児玉, 1989a; 北沢・柳田, 1989) ので、本稿ではこの病害の病徴を示すとともに、新分化型の同定経過と、さらにレースの存在についての概要を紹介したい。また、過去のアズキ立枯病の病徴記載と 1983 年以降報告された本稿で扱うアズキ立枯病のそれとの相違点から、病名について考察したい。

## I 病 徴

この病気の発病は、アズキを播種してからほぼ一月後の 6 月下旬からみられる。発病初期には初生葉が緑から黄化し、しだいに葉脈えそが現れる。また、本葉には葉脈えそのほかに縮み症状が現れ、一見ウイルス病のような症状を呈する。ときには水浸状の褐色斑紋がでるなど、葉の病害と混同される恐れもある。それぞれの葉がしだいにしおれて、最終的には病株全体の葉がしおれ枯れ上がってくる。茎を切断すると維管束が褐変しており、導管には菌糸が充満しているなど、典型的な導管病の症状を呈する。茎あるいは葉柄の維管束の褐変が激しくなると表面にも褐変部が現れる。さらに症状が進展すると落葉し、最後には枯死する。枯死株の茎の表面には白桃色のスポロドキアを形成することもある (近藤・児玉, 1989b)。

6 月中・下旬から 7 月中旬に発病したアズキ、特に「寿小豆」などでは収穫皆無となり、8 月以降の発病株でも大幅な収量低下をきたす。菌の侵入は発芽後間もなくであり (播種 2 週間以内)、初生葉が地上に現れたときには既に主根に侵入している。本病はアズキ落葉病 (病原菌: *Phialophora gregata*) との区別は難しい場合もあるが、次のような点で判別できる。まず落葉病の初期症状は葉が水分欠乏のようになってしおれるが、立枯病のように葉脈えそはみられない。また、発病時期が落葉病の場合まれに 8 月上旬にみられるがほとんど 8 月中旬以降成熟期にかけてであり、中位葉が急激に萎ちようしその後葉は灰白色に乾固して落葉する。それに対し立枯病の発病は、落葉病より一月以上早くからみられる。

II 病原菌と分化型

発病したアズキの維管束部からは *Fusarium* 属菌が高率に分離される。この菌は phialide 上に三日月型の大型分生孢子及び小型分生孢子を形成する。特に小型分生孢子の形成はおう盛で、隔膜のない短い分生子柄上に擬頭状につくられる。また厚膜孢子も形成する。これら各種孢子の形成状況、形態的特徴及び大きさなどから、本菌は *Fusarium oxysporum* Schl. と同定される。

*Fusarium oxysporum* には多数の分化型が存在することはよく知られている。ここで分離された *F. oxysporum* がどの分化型に属するのかを決定するのは重要なことである。既に渡邊 (1960) は、栃木県で発生したアズキ立枯病の罹病株から *F. oxysporum* を分離し、これを松尾 (1980) は *F. oxysporum* f. sp. *phaseoli* と同定している。しかし、病原性についてはコメントを付し、この菌はアズキに導管褐変を起こすのみで外部病徴は認められず、さらに詳しい検討が必要であるとされた。そこで、次に分化型について検討した。

1 寄主範囲

分離した *Fusarium oxysporum* (FA-3) の分生孢子懸濁液を 10<sup>5</sup> 孢子/乾土 g になるように土壤に混和し

表-1 *Fusarium oxysporum* f. sp. *adzukicola* の各種作物に対する病原性

作物	品種	供試種子数	発病数
アズキ	寿小豆	30	30
インゲン	大正金時	21	0
ダイズ	北見白	21	0
ナス	千両ナス	53	0
トマト	桃太郎	57	0
キュウリ	光3号	60	0
メロン	キングメルティー	30	0
ユウガオ	FR 相生	21	0
スイカ	綺王スイカ	57	0
ネギ	石倉一本ネギ	57	0
タマネギ	フラヌイ	66	0
イネ	みちこがね	60	0
コムギ	ホロシリコムギ	60	0
エンバク	—	51	0
トウモロコシ	ハニーバンダム	30	0
ダイコン	耐病総太り	59	0
ホウレンソウ	クレメント	54	0
ニンジン	五寸太長	30	0

供試菌株：FA 5 (美明市の発病株から分離)  
接種 28 日後に調査した。

てポットに詰め、表-1 に載せたアズキを含む 18 種の植物の種子を播き、発病の有無をみた。この結果、アズキ立枯病菌はアズキのみに病原性を有することが明らかになった (表-1)。

表-2 各種マメ科作物に対する *Fusarium oxysporum* 4 分化型の病原性比較

作物	品種	<i>F. oxysporum</i> f. sp.			
		<i>adzukicola</i> (KF843)	<i>phaseoli</i> (ATCC18131)	<i>tracheiphilum</i> (ATCC16608)	<i>medicagnis</i> (F 05)
アズキ	寿小豆	15/15 <sup>a)</sup> (+) <sup>b)</sup>	0/15 (+)	0/15 (+)	0/15 (-)
ヤブツルアズキ	—	2/10 (+)	0/10 (+)	0/10 (-)	0/10 (-)
ケツルアズキ	—	0/10 (-)	0/10 (+)	0/10 (-)	0/10 (-)
リョクトウ	小粒緑豆1号	0/10 (-)	0/10 (+)	0/10 (-)	0/10 (-)
	張家口緑豆	0/10 (-)	0/10 (+)	0/10 (-)	0/10 (-)
ツルアズキ	—	0/10 (-)	0/10 (-)	0/10 (-)	0/10 (-)
ササゲ	十六サザゲ	0/10 (-)	3/10 (+)	10/10 (+)	0/10 (-)
	赤種三尺ササゲ	0/10 (-)	2/10 (+)	7/10 (+)	0/10 (-)
インゲン	大正金時	0/10 (-)	10/10 (+)	9/10 (-)	0/10 (-)
	改良早生大福	0/10 (-)	10/10 (+)	0/10 (-)	0/10 (-)
ダイズ	白鶴の子	0/10 (-)	0/10 (-)	0/10 (-)	0/10 (-)
エンドウ	早生絹莢えんどう	0/10 (-)	0/10 (-)	0/10 (-)	0/10 (-)

a) 発病株数/供試株数

b) (+) 維管束の褐変が認められる。(-) 維管束の褐変が認められない。

## 2 近縁分化型との比較

さきに述べた *F. oxysporum* f. sp. *phaseoli* との異同を明らかにするため、標準菌として American Type Culture Collection の *F. oxysporum* f. sp. *phaseoli* (ATCC 18131) とアズキ立枯病菌 (KF 843) との、各種マメ科植物に対する病原性の比較試験を行いその反応をみた。さらに *F. oxysporum* f. sp. *tracheiphilum* (ササゲ萎ちょう病菌), *F. oxysporum* f. sp. *medicagnis* (赤クローバ萎ちょう病菌) の病原性も併せて比較した。

まず供試植物の播種 7~10 日後の幼苗を、 $10^6$  孢子/ml の濃度に調整した孢子懸濁液に 1 時間浸漬し、殺菌土を詰めたポットに移植した。これらを温室内に置き、40 日後に調査した。なお試験期間中の温室の最高及び最低温度はそれぞれ 33, 18°C であった。

その結果、立枯病菌はアズキ、あるいはヤブツルアズキ (アズキの変種) のみを侵した (表-2)。また、*F. oxysporum* f. sp. *phaseoli* (ATCC 18131) は、松尾 (1980) の報告のとおりアズキには導管褐変のみを起こし外部病徴は現れなかった。*F. oxysporum* f. sp. *tracheiphilum* も導管の褐変を起こすが外部病徴は現れず、*F. oxysporum* f. sp. *medicagnis* は導管の褐変も認

められなかった。

これらに対して、アズキ立枯病菌を幼苗接種したときにアズキに生じる症状は自然発病の病徴と同様であり、早い場合接種 10 日後には本葉に葉脈えそがみられ、3 週間後には接種したアズキの 50% 以上が枯死した。

以上のことから、アズキ立枯病は *F. oxysporum* の新分化型であることが明らかになった。なお、本菌に対して筆者らは *F. oxysporum* f. sp. *anguralis* を提案した (近藤・児玉, 1989a) が、先名権の関係から、北沢・柳田 (1989) の *F. oxysporum* f. sp. *adzukicola* をとることとした。

## III レースの存在

次に、本病が多発生している新篠津村、深川市、中富良野町の罹病アズキから採取したアズキ立枯病菌 8 菌株を接種源に用いて、上述の幼苗接種法により 22 品種 (系統) のアズキを供試してその反応をみた。その結果、三つのレースが存在することが明らかになった (表-3)。すなわち、レース 1 は「エリモショウズ」、「寿小豆」、「宝小豆」などを侵すが、「光小豆」、「ハツネショウズ」は侵すことができず、レース 2 は「光小豆」を、レース 3 は「ハツネショウズ」を侵すことができる。「十育123

表-3 *Fusarium oxysporum* f. sp. *adzukicola* のアズキ各品種 (系統) に対する病原性の比較及び圃場検定

品種 (系統)	race 1			race 2			race 3		圃場検定 (新篠津村)
	K F 646	K F 895	F 285	K F 648	K F 654	K F 655	K F 843	K F 1025	
刈 154 号	R <sup>b)</sup>	—	R	—	R	—	R	R	R
刈 63 号	R	—	R	—	R	—	R	R	R
Acc 68	R	R	R	R	R	R	R	R	R
赤豆	R	R	R	—	R	—	R	R	R
十育 123 号 <sup>a)</sup>	R	R	R	R	R	R	R	R	R
十系 325 号	R	R	R	R	R	R	R	R	R
ハツネショウズ*	R	R	R	R	R	R	S	S	S
早生大粒 1 号	R	R	R	R	R	R	S	S	S
早生大納言	R	R	R	S	S	S	S	S	S
光小豆*	R	R	R	S	S	S	S	S	S
十育 122 号	R	R	R	S	S	S	S	S	S
刈 71 号	S	S	S	—	S	—	S	S	S
刈 47 号	S	—	—	—	S	—	S	—	S
剣 3 号	S	S	—	—	S	—	S	S	S
斑小粒 1 号	S	—	S	—	S	—	S	S	S
茶殻早生	S	S	—	—	S	—	S	S	S
宝小豆	S	S	S	S	S	S	S	S	S
寿小豆*	S	S	S	S	S	S	S	S	S
茶小豆	S	S	S	S	S	S	S	S	S
ハヤテショウズ	S	—	—	—	S	—	S	—	S
エリモショウズ	S	S	—	S	S	S	S	S	S
十育 120 号	S	S	—	—	S	—	S	S	S

a) \* 印のついた品種 (系統) はレースの判別品種

b) 抵抗性 (R), 罹病性 (S)

号」などはいずれのレースにも侵されない抵抗性の系統である。これらのことから、レースの判別品種として「十育 123 号」,「ハツネシヨウズ」,「光小豆」,「寿小豆」を選んだ。

また、菌株 KF646 (レース1) と KF1025 (レース 3) は同一の圃場から分離されたことから、圃場内には二つ以上のレースが混在することが推測される。さらに上記の品種 (系統) を圃場検定したところ、レース 3 が示す反応と同様であった。したがって、レース 3 を用いた幼苗検定は抵抗性品種のスクリーニング法として有効であり、圃場検定に先立つ効率的簡易検定法として利用できる。

#### IV 病名について

アズキ立枯病についての報告は、半沢 (1906) の記載が最初である。この中で、①立枯病は *Fusarium* sp. により起こる病害で、明治 38 年北海道のアズキ畑にまん延して細菌病の比ではないこと、②細菌病罹病アズキの基部、地際部などに多数の菌叢をみ、一種の死物寄生菌 (*F. roseum*) の寄生するのを認めた、③北海道より得たアズキ立枯病をみると基部に多数の紡錘状菌を附着していたこと、④これらのことから、細菌の寄生によ

て衰弱した部分に死物的に多数の菌類の寄生したものが、あるいは紡錘状菌がその主因なのか確定することはできない、と述べ、後日の確証を待つとした。

原 (1942) はこの報告を受け、本病は、①全株萎ちようしついに枯死するもので、②OUDOMANN によれば、*Phaseolus* 属作物に *Fusarium oxysporum* Schl. が寄生するということなのであるいはその菌だと信ずるが、いまだその証明はない、としている。

以上のように、これらの報告はアズキ立枯病があるとしているもののその病徴記載は不十分で、病気については不明確である。また、それ以後いくつかの立枯病についての報告があるが、その中に記載されている病徴は筆者らが観察した病徴と異なる点が多いので、表-4 に示した。さらにこれらの病徴とアズキ茎疫病の病徴がよく似ていることから、茎疫病の記載も含めて比較した。

まず、鑄方 (1949)、渡邊 (1960) は、被害アズキは茎の地際部に暗褐色ないし紅褐色の変色部を生じ、茎の一侧に沿い上部に進展し葉柄にも変色部を生じるとしているが、この症状はアズキ茎疫病の記載 (北沢ら、1978) とよく一致している。筆者らが扱っている立枯病の場合にも茎の外側に褐変が認められるが、これはあくまで導管内から表皮に向かって広がったのであって、決して茎

表-4 既報にみるアズキ立枯病及びアズキ茎疫病の病徴比較

部 位	立 枯 病				茎 疫 病
	鑄方(1949)	渡邊(1960)	北沢・柳田(1984)	近藤・児玉(1989)	北沢ら(1978), 土屋(1983)
葉または葉柄	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 葉柄に変色部</li> <li>• 乾燥枯死</li> <li>• 上葉は萎ちよう枯死して垂下</li> <li>• 黄褐色に変じて落葉</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 葉柄に変色部</li> <li>• 下葉が萎ちよう</li> <li>• 上位葉にも萎ちようが進み、枯死して下垂する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 葉が縮れる</li> <li>• 上位葉が萎ちよう下垂、乾燥して落葉</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 葉が縮れる</li> <li>• 葉脈えそ</li> <li>• 黄化</li> <li>• しおれ</li> <li>• 乾燥し落葉</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 葉が急激に垂れ下がる</li> <li>• 萎ちよう、乾固</li> <li>• 葉柄下垂</li> </ul>
茎 部	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 地際部に暗褐色ないし紅褐色の変色部</li> <li>• 茎の一侧に沿い条状に速やかに上部に進展</li> <li>• 乾燥枯死</li> <li>• 下部からしだいに灰白色に変じ、表面に淡紅白色のカビを生じる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 根際部が細くなつて倒伏</li> <li>• 地際部に暗褐色ないし紅褐色の変色部</li> <li>• 茎の一侧に沿い条状に速やかに上部に進展して水分を失ったようになる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 地際部あるいは分枝節から赤褐色～暗褐色の条斑が茎の片側に沿って進展 (葉柄にまで達した)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 病徴が進むと外部にも褐変が現れる</li> <li>• 茎表面にスポロドキアをつくる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 主茎の地際部、下部分枝節に水浸状あるいは赤褐色、だ円ないし不整形の病斑</li> <li>• 主茎、分枝の片側に沿って上下に進展し、赤色～黒褐色の条斑となる</li> </ul>
維管束	.....	.....	• 褐変	• 褐変	.....
全 体	• 水分不足の状を呈す	• 被害部に白色～淡紅色のカビを密生	• 全体がわい小 • 枯死	• 萎ちよう • 枯死	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 苗立枯症状</li> <li>• 株全体が生気を失う</li> <li>• <i>Fusarium</i>, <i>Alternaria</i>, <i>Cladosporium</i> が二次的に寄生し、病斑が淡紅色～灰褐色</li> <li>• 発芽前立枯</li> </ul>

表面から内側に入ったのではない。本病は導管病であることが前提である。

また渡邊 (1960) は、発芽後間もないころ地際部が細くなって倒伏・枯死するとしているが、筆者らが扱っている立枯病では地際部から倒伏することはない。莖疫病でも苗立枯症状を示す (土屋, 1983) ことがあり、この点でも渡邊の報告した立枯病によく似ている。北沢ら (1978) も、莖疫病は罹病茎上には一時期 *Fusarium* 菌の胞子を形成することが多く、鑄方 (1949) の報告した立枯病に酷似していると考察している。

さらに、接種試験あるいは自然発病でまず気づく外部病徴としては、葉のしおれのほか葉脈えそ、上葉の縮れなどであるが、このような記載は上記二報告には全くみられない。このような点からも、筆者らが扱っている「立枯病」と過去の「立枯病」とは異なる病気の可能性が高い。もちろん排水の良好であるほうが発病しやすいという渡邊 (1960) の調査結果からも、それがすべて莖疫病であったとは主張できない。

結論として *F. oxysporum* f. sp. *phaseoli* による病気を「アズキ立枯病」、近年北海道で発生している *F. oxysporum* f. sp. *adzukicola* による病害を、「アズキ萎ちょう病」とするのが妥当であると考ええる。

## お わ り に

一般的に土壌病は難防除病害である。アズキ萎ちょう病もその例にもれず防除が難しく、輪作をしてもその効果は小さく、水田化しても数年間続けなければ完全に発病を抑制することは困難である。筆者らは十勝農業試験場豆類第二科と協力し、本病はもとより落葉病、莖疫病

の三つの病害に抵抗性の品種育成を目標にしており、有望系統もできつつある。また、種子バクテリアゼーションによる防除法も検討しており、拮抗性のある細菌、放線菌が数菌株捕そくできている。ただ問題となっているのはどのように拮抗菌を種子に付着させ、定着させるかという点で、今後これを解決していかなければならない。

いうまでもなく、これらの研究は本病原菌の生態研究と密接に結び付いており、特に本菌の生存について、あるいはレースの分布についての研究が不可欠であり、今後はこの面をさらに明らかにしていきたいと考えている。

本研究は、財団法人日本豆類基金協会の厚いご援助のもとに遂行されつつある。末尾ながら、深甚なる謝意を表す。

## 引 用 文 献

- 1) 原 撰祐 (1942): 農及園 17: 631.
- 2) 半沢 旬 (1906): 興農雑誌 14: 176.
- 3) 鑄方末彦 (1949): 食用作物病理学上巻, 朝倉書店, 東京, 201pp
- 4) 北沢健治ら (1978): 日植病報 44: 528~531.
- 5) ———・柳田麒策 (1984): 同上 50: 643~645.
- 6) ———・———— (1989): 同上 55: 76~78.
- 7) 児玉不二雄ら (1986a): 同上 52: 142.
- 8) ———・長谷川伸作 (1986b): 今月の農業 30: 22~26.
- 9) 近藤則夫・児玉不二雄 (1989a): 日植病報 55: 113~114.
- 10) ———・———— (1989b): 同上 (投稿中)
- 11) 松尾卓見 (1980): 作物のフザリウム病, 全国農村教育協会, 東京, 502pp.
- 12) 土屋貞夫 (1983): 北海道畑作物の土壌病害 (宇井格生監修), 同書刊行会 北海道大学農学部植物学教室, 札幌, 402pp.
- 13) 渡邊龍雄 (1960): 農及園 35: 1312~1316.

(15 ページより続く)

山形県では下記の異動 (4月1日付) があった。

吉田 浩氏 (農業試験場長) は退職  
 佐藤勤治氏 (県農林水産部農業技術課長) は農業試験場長に  
 田中 孝氏 (園試環境部主任専門研究員) は病害虫防除所へ  
 菊地繁美氏 (病害虫防除所) は園試環境部へ  
 柏井貞昇氏 (採用) は園試環境部へ  
 佐竹正行氏 (園試果樹部長) は置賜農業改良普及所へ  
 高瀬絃一氏 (園試育種部長) は園試果樹部長に  
 長岡正三氏 (園試果樹部) は村山農業改良普及所へ  
 三沢民男氏 (蚕試養蚕部主任専門研究員) は最北蚕業指導所へ  
 今田邦信氏 (蚕試養蚕部) は県蚕糸農産課へ

福島県では下記の異動 (4月1日付) があった。

武地誠一氏 (農試病理昆虫部主任研究員) は農試農芸化学部へ  
 半沢伸治氏 (採用) は農試病理昆虫部へ  
 茨城県では下記の異動 (4月1日付) があった。  
 祝迫親志氏 (農試病虫部長) は退職  
 米山伸吾氏 (園試環境部長) は農試病虫部長に  
 中垣至郎氏 (園試環境部主任研究員) は園試環境部長に  
 大貫照夫氏 (蚕業指導所) は園試環境部主任研究員に  
 栃木県では下記の異動 (4月1日付) があった。  
 合田健二氏 (農試病理昆虫部主任研究員) は県農務部普及教育課病害虫専門技術員に  
 高橋暁子氏 (農試環境保全部) は退職

(54 ページに続く)

# ネギ属植物におけるニンニク潜在ウイルスの発生

鳥取県園芸試験場\* 佐 古 勇

## はじめに

ネギ属植物などの栄養繁殖性野菜では、増収・品質の向上を目的として生長点培養によるウイルスフリー化が試みられているが、その際ウイルスの種類を明らかにしておくことは、ウイルスフリー化の検定やフリー苗の再汚染防止対策の確立のために重要かつ必要である。しかし、わが国のネギ属植物に発生するウイルスの種類や発生状況については十分解明されていないのが現状である。

本県では、産地ラッキョウ及びネギのウイルスフリー化が試みられており、ウイルスの種類を明らかにする必要があり調査検討を行ったところ、ニンニク潜在ウイルス (GLV) が高率に発生分布していることが明らかになった (佐古ら, 1987)。そこで筆者ら (1988) は、ウイルスフリー苗の再汚染防止対策の一手段として、伝染源の除去あるいは隔離が重要であることから、GLV の伝染源となる可能性がある他のネギ属植物についても発生調査を行い、その発生実態を明らかにしたので、これらの結果について述べる。

本調査の実施にあたり、ラッキョウ株などの標本をお送りいただいた各試験場の方々に厚くお礼申し上げる。

## I GLV の検定方法

ソラマメ, *Chenopodium amaranticolor*, 及び *C. quinoa* を用いた生物検定法 (李ら, 1979) と免疫電顕法, ELISA 法及び DIBA 法による血清学的診断法によりラッキョウからの GLV の検出を試みたところ、検出率は前者が 30%, 後者が 100% であり、前者の検出感度はかなり低かった。

ELISA 法と DIBA 法には GLV ラッキョウ分離株 (GLV-S) に対する抗血清 (力価: 1,024 倍, 免疫電顕法) を用いた (佐古ら, 1989 b)。間接 ELISA 法 (KOENIG, 1981) では、磨砕用緩衝液として PBS-T (0.02M, pH7.4), 一次抗体濃度は 0.5~1.0 $\mu$ g/ml が適当であり、このときのラッキョウ病葉からのウイルス検出は、 $10^{-3}$  倍希釈まで可能であり、健全葉の 2 倍以上の吸光値を示した。

次に、DIBA 法は、HIBI et al. (1985) の方法を一

部改変した YOSHIKAWA et al. (1986) の方法に準じて検出条件の検討を試みた。一次抗体は 4,000~8,000 倍希釈程度が適当で、磨砕用緩衝液には、TTBS (0.02 M Tris = HCl, 0.5 M NaCl, 0.05 % Tween20, pH7.5) が最適と考えられた。このとき、ラッキョウ病葉の  $10^{-3}$  倍希釈, ソラマメ病葉の  $10^{-4}$ ~ $10^{-5}$  倍希釈まで検出可能であった。なお、本法には抗 GLV ニンニク分離株 (GLV-G) 血清 (李ら, 1979) も供試したが、結果は同様であった。

以上の結果から、DIBA 法は、ラッキョウ葉から間接 ELISA 法と同程度の高い感度で GLV を検出できることが明らかとなった。さらに簡便、迅速性及び検定試料をスポットしたシートの保存が室温状態で長期間可能であり (佐古ら, 1987)、シートはまとめてブロッキング以降の操作に供試でき、多数の試料を効率的に検定できるなどの利点を有しており、以後の発生調査には本法を適用した。なお、ラッキョウ部位別の GLV 濃度は、葉身 > 鱗茎首部 > 根部 > 鱗茎 > 盤茎部の順に高く、また新しく抽出した新葉のほうが地面に接した下位葉よりウイルス濃度が高かったことから、検定部位には新葉を用いた。

## II GLV の発生状況

1986~88 年に採取あるいは収集したネギ属植物からの DIBA 法によるウイルス検定結果は口絵写真に示すとおりであり、その取りまとめた結果を表-1 に示した。

ラッキョウでは鳥取県内から採取したラクダ及び玉ラッキョウの 2 品種を寒冷沙内で 3 か月間栽培し、病徴観察をしたが、病徴を示す株は認められなかった。しかし、DIBA 法による検定では両品種のすべての供試株が GLV に感染していた。また、DIBA 法によって GLV を検出した株からは、免疫電顕法によって抗体付着粒子のみが確認された (図-1)。このほかに各産地のラッキョウ 291 株についても、福井県産のラッキョウで 92.5% の感染率であった以外は、鹿児島、宮崎、島根、徳島、千葉の各県産地のすべての株から GLV が検出され、きわめて高率に広く発生分布していた。

これとは別に、一部のラッキョウでは黄色条斑症状を呈する株がみられたが、この症状はネギ萎縮ウイルス (OYDV) に起因することが明らかになった (佐古ら, 1989 a)。OYDV はラッキョウに寄生性を有することや

\* 現 果樹野菜試験場

Occurrence of Garlic Latent Virus in *Allium* species.  
By Isamu SAKO

表-1 DIBA 法による各種ネギ属植物からの  
ニンニク潜在ウイルス (GLV) の検出<sup>a)</sup>

調査植物 (品 種)	採取地	採取時期 年 月	検定 株数	検出 株数	検出率 (%)
ラッキョウ (ラ ク ダ (玉ラッキョウ) (ハ 房) (ラ ク ダ) ( " ) (玉ラッキョウ) (ラ ク ダ) ( " )	鳥 取 県	'86.5	70	70	100
	"	"	30	30	100
	島 根 県	'86.11	30	30	100
	鹿 児 島 県	"	35	35	100
	宮 崎 県	"	6	6	100
	徳 島 県	'87.11	10	10	100
	福 井 県	"	200	185	92.5
( " )	千 葉 県	'88.6	10	10	100
ニンニク (奥 谷 六 片) (嘉 定 白) (香 川 六 片) (上 海 早 生) (鳥 取 在 来) b) (* 福 地) (* 新ホホワイト六片) (* 金田一系) (* 八 幡 平)	鳥 取 県	'87.6	24	23	95.8
	"	"	49	49	100
	"	"	24	24	100
	"	"	47	47	100
	"	"	24	2	8.3
	"	"	24	24	100
	"	"	48	3	6.3
	"	"	24	2	8.3
"	"	35	10	28.6	
株分けネギ (坊 主 不 知) ( " )	鳥 取 県	'86.5~11	30	28	93.3
"	"	'88.3	70	70	100
実生ネギ (し お ど め) (吉 蔵) (改良伯州2号)	"	'86.11	52	3	5.8
"	"	'86.11	87	1	1.1
"	"	'86.7~12	150	3	2.0
ワケギ (ムラサキオオダマ) (シロオオダマ)	鳥 取 県	'86.11	42	42	100
	"	'86.10~11	25	25	100
ノビル	鳥 取 県	'87.5	60	1	1.7
アサツキ	鳥 取 県	'87.4	61	59	96.7

a) ニンニク、ネギ、ワケギ (シロオオダマ) は、いずれもモザイク症状を呈した株を、他は無病徴株を検定に供試した。

b) \*は寒地産のニンニク品種を示す。

(吉野ら, 1965), ラッキョウから検出された例 (山下ら, 1983) などが報告されている。しかし詳しい調査は行われていないので不明な点が多かったが, GLV と重複感染している場合が多く, GLV 単独感染株に比べ生育が著しく抑制されているのが観察された。

ニンニクについては, 李ら (1979) によりかすり模様のモザイク症状はニンニクモザイクウイルス (GMV) に起因し, GLV との重複感染の場合が多いことが明らかにされている。GMV 及び GLV は各地に広く発生分布するが, 特に GLV は暖地産の品種に発生が多いとされている。今回のモザイク症状を呈している 9 品種, 299 株についての調査結果からも, 品種により GLV の感染率は異なり, 寒地産の品種では福地が 100% であったのを除き, 新ホホワイト六片, 金田一系, 八幡平の各品種は 6.3~28.6% の比較的低率であった。これに対し, 鳥取在来を除き暖地産の品種の奥谷六片, 嘉定白, 香川六片, 上海早生の各品種では 95.8~100% ときわめて高率に感染していた。これらの株からは免疫電顕法により, 抗 GLV 血清に反応する粒子と反応しない GMV と考えられる粒子が観察された (図-2)。

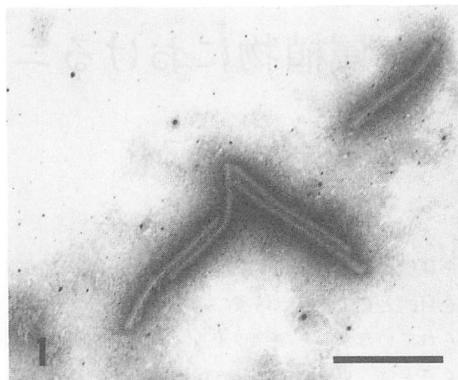


図-1 ラッキョウからの抗 GLV ラッキョウ分離株 (GLV-S) 血清と反応する粒子  
バーの長さは 500nm を示す。

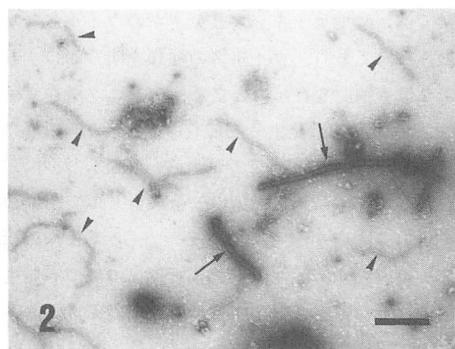


図-2 ニンニクモザイク葉から検出される抗 GLV-S 血清に反応する粒子 (→) と反応しない GMV 粒子 (▶)  
バーの長さは 500nm を示す。

ネギのモザイク症状は, OYDV に起因することが既に知られているが (吉野ら, 1965), 鳥取県内で栽培されている栄養繁殖性の株分けネギ (品種: 坊主不知) では, ほとんどの株がモザイク症状を呈し (口絵写真参照), これらの株からは 100 株中 98 株 (98%) と高率に GLV が検出された。これらのモザイク症状株からは抗 GLV-S 血清に反応する粒子と反応しない粒子が確認され, さらに汁液接種によりソラマメにえそ病斑が観察され (口絵写真参照), え死部には GLV 粒子のみが観察された。株分けネギ栽培畑周辺の実生栽培ネギについては, 無病徴株から GLV が単独で検出される場合があった。また, OYDV に起因するモザイク症状を呈している株のうち, しおどめ, 吉蔵, 改良伯州2号の各品種も 1.1~5.8% と低率ながら GLV が検出され, OYDV との重複感染株が実生ネギでも確認された。しかし, 症状のみからは重複感染の有無を判別するのは困難であった。なお, 同じところに深見ら (1987) により千葉県内の株分けネギから

も GLV が検出されていることから、ネギにおける GLV の発生分布もかなり広いものと考えられる。

ワケギについては、鳥取県内で栽培されている 2 品種のうち、モザイク症状を呈しているシロオオダマ 25 株と無病徴のムラサキオオダマ 42 株について検定を行ったところ、いずれの株にも GLV が感染していた。なお、モザイク症状を呈する株からは、免疫電顕法により抗 GLV 血清に反応する粒子のほかに、反応しないひも状粒子が観察されたが、この粒子は抗 OYDV 血清と反応したことから、本症状は OYDV に起因するものと考えられた (佐古ら, 1988)。

アサツキでは、鳥取県内で採取した無病徴の 61 株のうち 59 株から GLV が検出された。またノビルも無病徴であったが、60 株中 1 株から GLV が検出された。

### Ⅲ ネギ属植物に発生する GLV の系統と Carlavirus 群のウイルス

Carlavirus 群のウイルスである GLV の自然発生が確認されているネギ属植物としては、ニンニク (李ら, 1979), ワケギ (中曽根ら, 1982), *Allium ampeloprasum* (井上ら, 1982) があったが、筆者らはニンニク、ワケギでの発生を確認するとともに、新たにラッキョウ、ネギ、アサツキ、ノビルでの発生を確認した。しかもこれらの栄養繁殖性ネギ属植物には GLV がきわめて高率に発生分布し、またネギ、ノビルの実生植物個体にも低率ながら発生している実態を明らかにした。

各作物からの分離株間の諸性状の異同を明らかにすることは、伝染源の問題とも関連して重要である。そこでニンニク、ラッキョウ、ネギ、ワケギの 4 種の分離株について不十分ではあるが、寄生性を比較した結果を表-2 に示した (未発表)。いずれの GLV 分離株もソラマメに局部感染、ときに全身感染し、*Chenopodium quinoa* に局部感染する以外に、実生ネギ、生長点培養によりウイルスフ

リー化したラッキョウ及びニンニクに無病徴全身感染し、いずれの分離株も同様の寄生性及び病徴を示した。なお、ウイルスフリーワケギには、戻し接種によっても感染が認められなかったのも、さらに検討する必要があると考えられる。

その他詳細な性状は不明ではあるが、GLV と類似のウイルスと思われるニラ萎縮ウイルスがニラ (米山ら, 1974) 及びネギ (中曽根ら, 1988) から、また Carlavirus 群のウイルスがリーキ (荒城ら, 1981) から分離されている。国外では BOS et al. (1978) の報告した Shallot latent virus が類似のウイルスと考えられる。これらの各作物から分離される Carlavirus 群のウイルスと GLV の諸性状の比較や血清学的な関連などについては今後検討する必要がある。

### Ⅳ GLV の生育への影響

各種ネギ属植物に対して GLV は潜在感染するが、藤澤 (1988) は、ニンニクにおいて GLV の単独感染による影響はほとんどないが、GMV の単独感染で収量の低下がみられ、GLV との重複感染によって生育収量に著しく影響を与えることを確認している。ラッキョウについては、表-3 に示すとおり、現地汚染ラッキョウ畑にウイルスフリー一株を植え付けると、再汚染した当代感染株の鱗茎の分球が抑制され、1 株当たり分球数が 20~33% 減少し、収量も低下する傾向が認められた (佐古ら, 1989b)。

このように、作物により GLV 感染の生育に及ぼす影響が異なるのは、分離株の系統の違い、あるいは作物により感受性の異なることなどが考えられるが、この点に関しては今後検討が必要である。

### おわりに

GLV は栄養繁殖性ネギ属植物にはきわめて高率に発

表-2 汁液接種による各種植物に対する GLV4 種分離株の感染の有無<sup>a)</sup>

接 種 植 物			G L V 分 離 株			
科 名	種 名	(品 種)	ラッキョウ	ネ ギ	ワ ケ ギ	ニ ン ニ ク
ユリ科	ラッキョウ	(ラクダ)	lat <sup>b)</sup>	lat	lat	lat
	ネギ	(吉蔵)	lat	lat	lat	lat
	ワケギ		—	—	—	—
	ニンニク		lat	lat	lat	lat
マメ科	ソラマメ	(陝西一寸)	L: NS; S: N, NS	L: NS; S: N, NS	L: NS; S: N, NS	L: NS; S: N, NS
アカザ科	<i>Chenopodium quinoa</i>		L: CS	L: CS	L: CS	L: CS

a) 接種は 1988 年 5 月及び 6 月、1 品種当たり 4~12 株 (ニンニクのみ 2 株) を供試した。接種約 1 か月後に DIBA 法により判定を行った。各ウイルス分離株の接種源にはソラマメ病葉を用いた。

b) 一は非感染、lat は無病徴全身感染、L: NS; S: N, NS は局部病徴: え死斑点; 全身病徴: え死、え死斑点を、L: CS は局部病徴: 退緑斑点を示す。

表-3 ラッキョウにおける GLV 再汚染株と健全株の生育比較<sup>a)</sup>

再感染の有無	試 験 圃 場					
	福部村細川			鳥取園試場内砂畑圃場		
	調査株数	1株当たり鱗茎重 (g)	1株当たり分球数 (個)	調査株数	1株当たり鱗茎重 (g)	1株当たり分球数 (個)
再感染株(A)	17	47.2	6.9	29	60.4	9.3
健全株(B)	18	52.9	10.3	36	67.5	11.6
A / B (%)		89	67		89	80

a) 定植 1987 年 9 月上旬, 掘り取り収穫 1988 年 6 月上旬。

生分布し, 各分離株は分離された宿主植物のみならず, ネギ属植物に相互に感染することが明らかになった。また今回は確認できなかったが, ワケギ, アサツキ, ノビルなども伝染源となりうるものと思われるので, 今後ウイルスフリー化されたネギ属植物の再汚染防止には, これらの伝染源の除去あるいは隔離が必要である。

ところで, GLV はネギ属植物では潜在感染のため, あえてウイルスフリー化すべきかが問題であったが, ニンニクにおいてはほとんど影響がないのに対し, ラッキョウでは GLV の単独感染によっても生育収量に影響がみられた。GLV に系統があり, 生育への影響が異なるとすれば, 興味深いことである。しかし, 注意しなければ

ならないのは, GLV 感染株に他のウイルスが感染した場合には, ラッキョウ及びニンニクでみられるように単独感染による場合に比べ生育への影響がより著しくなることである。このことから当面は GLV のフリー化の意義は大きいものといえる。今後, ネギ属植物に寄生する GLV 以外のウイルスの発生実態, ならびにこれらウイルス相互の影響についてもさらに検討する必要がある。

引用文献

- 1) 荒城雅昭ら (1981) : 日植病報 47 : 138.
- 2) Bos, L. et al. (1978) : Neth. J. Pl. Path. 84 : 227-237.
- 3) 藤澤一郎 (1987) : 今月の農業 31 (12) : 68-70.
- 4) 深見正信ら (1987) : 関東東山病虫研報 34 : 79-80.
- 5) Hibi, T. and Y. Saito (1985) : J. gen. Virol. 66 : 1191-1194.
- 6) 井上成信ら (1982) : 日植病報 48 : 114.
- 7) KOENIG, R. (1981) : J. gen. Virol. 55 : 53-62.
- 8) 中曾根渡ら (1982) : 日植病報 48 : 377.
- 9) ———ら (1988) : 同上 54 : 108.
- 10) 李 龍雨ら (1979) : 同上 45 : 727-734.
- 11) 佐古 勇ら (1987) : 同上 53 : 108.
- 12) ———ら (1988) : 同上 54 : 109.
- 13) ———ら (1989 a) : 同上 55 : 101-102.
- 14) ———ら (1989 b) : 関西病虫研報 31 : 23-29.
- 15) 山下修一・尾崎武司 (1983) : 植物ウイルス事典 (興良清編), 朝倉書店, 東京, pp. 130-131.
- 16) YOSHIKAWA, N. et al. (1986) : Ann. phytopath. Soc. Japan 52 : 728-731.
- 17) 米山伸吾ら (1974) : 日植病報 40 : 211.
- 18) 吉野正義・安 止純 (1965) : 埼玉農試研報 26 : 1-67.

協 会 だ よ り

○第 45 回通常総会を開催

5 月 25 日, 午後 1 時 30 分からグランドヒル市ヶ谷において第 64 回理事会及び第 45 回通常総会が開催された。出席者は 123 名であった。

定刻, 岩本常務理事が開会を宣し, 栗田理事長が開会の挨拶を行った。

【通常総会議事内容】

栗田理事長が議長となり, 岩本常務理事が提出議案の説明を行い, 審議が行われた結果, 昭和 63 年度事業報告及び収支決算並びに損益計算報告案, 元年度事業計画及び収支予算案等はすべて原案どおり議決された。

役員人事については, 団体会員の代表者の交代に伴い, 次の理事の交代が承認された。

[交代就任]

金子光徳 ( 農 薬 工 業 会 ) 彌永一進  
末永重遠 ( 宮崎県植物防疫協会) 清 哲也

[交代辞任]

なお, 平成元年度収支予算の概要は次のとおり。

【平成元年度収支予算】 (千円)

	予算額	前年度予算額	増減
公益一般会計	363,718	393,500	△29,782
公益委託試験会計	2,308,650	2,119,700	188,950
収益事業会計	145,197	131,544	13,653
国庫委託費会計	15,457	17,094	△1,637
計	2,833,022	2,661,838	171,184

○元本会職員 土山哲夫氏 (財)報農会功労賞 (第 4 回) を受賞

報農会では, 3 月 24 日開催の理事会で第 4 回の功労賞受賞者を決定した。この賞は, 永年植物防疫事業に携わり, 病害虫防除体制の確立, 業界の発展, 地域の植物防疫行政・技術の普及・指導等に功績があった方々に送られるもので, 第 4 回は, 元本会職員土山哲夫氏ほか 2 氏に送られた。

# 昆虫の日齢推定法

農林水産省農業環境技術研究所 <sup>もち</sup>望 <sup>つき</sup>月

<sup>わし</sup>淳\*

## はじめに

昆虫個体群の研究において、成虫期の動態の重要性が指摘され始めてから久しい。しかしながら、今日まで成虫の野外個体群動態に関する知見は必ずしも多くない。その理由の一つに、野外で採集された成虫の日齢を適切に判別する方法がないことがある。その意味で、日齢推定法の研究は重要である。

## I 成虫の日齢推定法

昆虫の成虫期の日齢を推定する方法は、多くの研究者によって各種の試みがなされている。これらを大別すると、以下ようになる。

- ① 翅や体表などの汚損度を用いる方法
- ② 卵巣発育程度による方法
- ③ クチクラ成長に伴ってできる Cuticular band を数える方法
- ④ 蛍光色素含量を利用する方法

これらのうち、翅や体表の汚損度を用いる方法は、大まかに日齢をクラス分けするにとどまる。また、卵巣発育程度は環境条件にかなり左右され、雌の食餌程度などの生理状態にも影響されるので、生存日数の長い昆虫では、精度が日齢とともに悪くなる。特に、反復産卵するものでは、最初の産卵後は、絶対齢を高い精度で知ることが困難である。Cuticular band は、昆虫の種によっても違うが、クチクラの成長が止まると判定不能となるので、推定できる日齢に限界がある。

すなわち、これらの方法では大まかに日齢期間を分けたり、成虫期のごく初期の期間だけしか日齢を判定できないなどの難点がある。

これに対して、近年開発された蛍光色素含量を測定する方法は、多量のサンプルを短時間で処理でき、精度も信頼できる方法として注目に値する。

以下では、この方法について主として紹介することにする。なお、その他の方法の詳細については、以下の総説を参照されたい (LEHANE, 1985; NEVILLE, 1983; SOUTHWOOD, 1978; TYNDALE-BISCOE, 1984)。

\* 現 農林水産省東北農業試験場水田利用部

## II 蛍光色素含量を用いた日齢推定法

昆虫の体内に蓄積される物質のうちリポフスチンとブテリジンは、数種の昆虫では日齢とともに一定の割合で蓄積されることが知られている。両者とも蛍光物質であり、抽出物の蛍光強度を測定することで、ng 単位で定量可能である。

### 1 リポフスチン

リポフスチンは老化とともに増加する細胞内顆粒で、360~380nm の紫外線を当てると、440~470nm にピークをもつ蛍光を発するので、様々な生物で老化あるいは齢の指標に用いられている (松尾, 1987)。特に、分裂終了細胞や心筋細胞には、老化に比例してたまることが知られている (松下, 1987)。リポフスチンの蛍光物質はクロロホルムで抽出でき、その蛍光強度はリポフスチン量に比例する。

DONATO and SOHAL (1978) はイエバエ (*Musca domestica*) を用いて、老化すなわち日齢とともに、リポフスチンがどのように増加してゆくかを調べた。調査方法は次のようである。エーテル麻酔したイエバエ成虫の頭部を 2:1 クロロホルム・メタノール混合液中で 2 分間磨砕し、1,500g で 10 分間遠心する。上清は 1/3 量の脱イオン水を加えてよく混合し、また 1,500g で 10 分間遠心する。この操作はクロロホルム・メタノールに溶け出すリポフラビン-6-リン酸などの夾雑物を水層に転溶して除くために行われるもので、この操作をしないとリポフスチンの蛍光が隠されてしまう場合がある。上層 (水層) は捨て、下層 (クロロホルム層) を蛍光分光光度計で測定する。ここで、励起光の波長は 365 nm、蛍光の波長は 435nm であった。その結果、蛍光強度はハエの日齢とともに、少なくとも 30 日間一定の割合で増加してゆくことが示された。

ETTERSHANK et al. (1983) は、ニクバエの一種 (*Sarcophaga bullata*) で同様な実験を行い、クロロホルム可溶性の蛍光物質が、日齢とともに少なくとも 24 日間一定の割合で蓄積し、さらに飼育温度に対しても直線的に増加することを示した。ハエは -20℃ で凍結保存しても、蛍光強度は、新鮮なものに比べて差はなかった。70% アルコール中で保存したハエの蛍光強度は、新鮮なものより有意に増加したが、日齢に対し蛍光強度

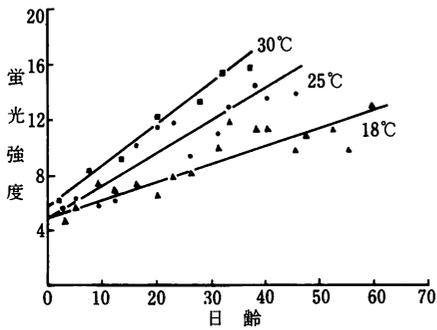


図-1 ナガカメムシの一種の日齢とリポフスチンの蛍光強度との関係 (McARTHUR and SOHAL, 1982)

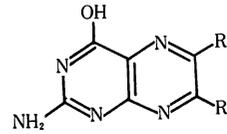


図-2 2-アミノ-4-ヒドロキシプテリジン誘導体(プテリン)の構造

が一定の割合で増加する点は変わらなかった。したがって、対象昆虫の保存条件を一定にしておけば問題は生じないとされている。

恒温条件で飼育した飼育虫を用いて、日齢-リポフスチン蛍光強度の回帰直線を求めておくことによって、野外虫への応用も可能と考えられている。なお、リポフスチンの蛍光物質抽出効率を高めるため、サンプルを磨砕後、超音波細胞破壊装置で3分間処理するとよいようである。

このほか、キロシヨウジョウバエ (*Drosophila melanogaster*) (MIQUEL et al., 1984), ナガカメムシの一種 (*Oncopeltus fasciatus*) (McARTHUR and SOHAL, 1982) でも同様に、日齢とともに一定の割合でリポフスチンの蛍光物質が蓄積することが報告されている。図-1にナガカメムシの一種の各種飼育温度における日齢とリポフスチン蛍光強度との関係を示す。

リポフスチンは、細胞の老化による脂質の過酸化と関係が深く、生理的齢を示すものとされる (SOHAL, 1985)。

2 プテリジン

プテリジンは水溶性、特にアルカリ性で溶解度が高い。2-アミノ-4-ヒドロキシプテリジン誘導体はプテリンと呼ばれ、昆虫に存在するプテリジンはすべてこのタイプである (図-2)。これらの化合物は、シロチョウ科のチョウの翅から最初に見つかった色素であるため、ギリシャ語の「翅」を意味する語に由来した名称がついている。

プテリジンは、360nm 前後の波長の紫外線を当てると、蛍光を発する (ZIEGLER and HARMSSEN, 1969)。プテリジンの生理学的役割については、不明な部分が多いが、尿酸と同様な窒素代謝排泄物であるといわれ、昆虫の翅や複眼などに蓄積することが知られている (HARMSSEN, 1966)。

MAIL et al. (1983) は、サシバエ (*Stomoxys cal-*

*citrans*) 頭部のプテリジンの蛍光を蛍光分光光度計で測定し、これが日齢とともに一定の割合で増加することを利用して、成虫の日齢を推定する方法を確立した。このプテリジン測定法は、以下に示すとおりである。-20℃で麻酔したハエの頭部を切除し、これを pH8, 0.05M トリス-塩酸バッファー中で磨砕、毎分 6,000 回転で4分間遠心後、上清の蛍光強度を蛍光分光光度計で測定する。プテリジン量は蛍光強度に比例する。蛍光分光光度計の励起光の波長は 354nm, 蛍光の波長は 445nm である。この方法で、恒温室内で飼育した成虫の日齢は 24 日齢まで誤差平均 1.49 日で推定された。

虫体のプテリジンは飼育温度によっても、蓄積量が一定の割合で増加するので、野外虫の日齢をプテリジンの蛍光測定値から推定するために、次の式が提案された。

$$p = e + tdr + [b - (t+a)]sdr \quad (1)$$

ここで、 $p$  は採集した虫のプテリジンの蛍光測定値、 $e$  は羽化時の平均プテリジン蛍光値、 $t$  は平均気温からプテリジン蓄積臨界温度を差し引いた値 (°C)、 $d$  は羽化後の日数、 $r$  は毎日 1°C 当たりのプテリジン蓄積率、 $b$  は直射日光に当たって上昇した虫体の温度、 $a$  はプテリジン蓄積臨界温度、 $s$  は日照時間である。

この式で、 $r$  は次のようにして求められる。すなわち、温度  $T_1$ ,  $T_2$  における羽化後の日数とプテリジン蓄積量との回帰直線の傾きをそれぞれ  $A_1$ ,  $A_2$  とすると、

$$r = (A_1 - A_2) / (T_1 - T_2)$$

と表される。

また、プテリジン蓄積臨界温度 ( $a$ ) を用いて

$$a = (T_1 - A_1) / r$$

とも表される。

MAIL et al. (1983) の計算では、 $b$  の値は、NIESC-HULTZ (1933) の測定値、雄 25.9°C, 雌 29.4°C を用いた。さらに、 $t$  は平均気温そのものではなく、直射日光による虫体の温度上昇を考慮して、雄で 2.78°C, 雌で 2.29°C 加えた値を用いた。したがって、(1) 式は、次のようになる。

$$\text{雌} : p = e + (2.29 + t)dr + [29.4 - (t + a + 2.29)]sdr$$

$$\text{雄} : p = e + (2.78 + t)dr + [25.9 - (t + a + 2.78)]sdr$$

これらの式は、標識して野外に放飼し、捕獲したサシ

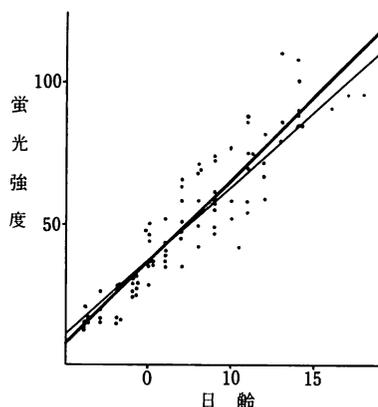


図-3 野外放飼サシバエの日齢とプテリジンの蛍光強度との関係 (MAIL et al., 1983)

太線：回帰直線，細線：(1)式から求めた直線  
 $r=0.937$ ,  $n=90$ ,  $P<0.001$

バエのプテリジン含量の測定結果と日齢との関係を表す回帰直線とよく一致していた (図-3)。

LEHANE et al. (1986) は、(1)式の  $a$ 、 $b$  の正確な値を求めるために次のような実験をした。9.5~33℃、8段階の恒温条件下でサシバエを16日間飼育し、温度に対する毎日のプテリジン蓄積率の回帰式の  $x$  切片から  $a$  を求めた。 $b$  は2分以上直射日光にさらされていたハエの胸部背面温度のモードの値とした。これらの値は、雄  $a=7.50$ ,  $b=32.7$ , 雌  $a=8.76$ ,  $b=33.5$  で、MAIL et al. (1983) の用いた値より野外データのよい補正值となっている。さらに、これらの式を利用して、プテリジン測定値から日齢を推定するプログラムも作成されている。

LEHANE and MAIL (1985) は、ツェツェバエの一種 (*Glossina morsitans morsitans*) を用いて、日長、湿度など各種飼育条件下でのプテリジンの蓄積率を調べた。その方法は、MAIL et al. (1983) に準ずるが、プテリジン抽出用に pH10 グリシン-0.1M NaOH バッファー (0.1M NaOH に 11.5g/l 濃度のグリシンを加え、pH10 に調整したもの) を用いている。また、磨砕液に約等量のクロロホルム・メタノール 2:1 混合液をよく混ぜ、遠心後の上層 (水層) を測定している。この操作もリポフスチンのところで述べたように、不純物を除く操作である。蛍光分光光度計の励起光の波長は 360nm、蛍光の波長は 450nm である。

その結果、恒温条件下では日長、湿度、照度などはプテリジン含量に影響を与えず、少なくとも雄で 63 日、雌で 140 日間はプテリジンが日齢に対して直線的に増加することが示された。また、羽化7日目の交尾雌のプテリ

ジン含量は、吸血後の生理的変化にも影響されなかった。したがって、毎日のプテリジン蓄積量は、気温だけに依存していると考えられる。さらに、彼らはサンプルの保存条件についても調べ、乾燥サンプルならば、22℃、暗所で最高8週間保存可能であることを示している。

LANGLEY et al. (1988) と LEHANE and HARGROVE (1988) は、それぞれ独自に各種のツェツェバエのプテリジン含量と日齢との関係を調べ、野外虫において、MAIL et al. (1983) が示したような体温上昇の補正をしなくても、よい精度で日齢が推定できることを示している。彼らは、ツェツェバエは頭部を切除後、ゼラチンカプセルにシリカゲル粒とともに入れ、冷暗所で乾燥させたものをアフリカから取り寄せて試験に供している。

### III 今後の問題点

蛍光色素含量を利用して、昆虫の日齢を推定する方法は、まだ適用例が少なく、いろいろな問題点がある。

MAIL and LEHANE (1988) はサシバエ頭部のグリシン-0.1M NaOH バッファー抽出物の蛍光物質組成を調べ、バイオプテリンが主成分で、これが日齢とともに一定の割合で、蓄積してゆくことを確認した。しかし、昆虫によっては粗抽出物の蛍光を直接測定しても、プテリジン以外の色素が大量に存在して、プテリジンの蛍光が隠れてしまい、測定した蛍光強度と日齢との間に相関関係がみられなくなることもありうるかと警告している。したがって、粗抽出物中の夾雑物が多く、プテリジンの蛍光を隠してしまう場合は、プテリジンを分離して、定量しなければならない。この操作を短時間で行うには、高速液体クロマトグラフィー (HPLC) を用いるのがよい。蛍光検出器を用いれば、高感度で定量できる。プテリジン (プテリン) の HPLC による分離定量法についての詳細は、FUKUSHIMA and NIXON (1980) の報告を参照するとよい。

ナガカメムシの一種 (*O. fasciatus*) (HUDSON et al., 1959) やチチュウカイミバエ (*Ceratitidis capitata*) (ZIEGLER and FERON, 1965) では、ある種のプテリジンが日齢とともに蓄積してゆく例が報告されている。しかし、キイロショウジョウバエでは、プテリジン蓄積が蛹化後4日目から既に始まり、羽化後2、3日目以降は蓄積してゆかないことが知られている (HADORN and ZIEGLER, 1958)。したがって、プテリジンの日齢に伴う蓄積は、必ずしも一生を通じて起こりうるものではないらしい。

一方、リポフスチンの場合には細胞の老化という観点から昆虫を材料として研究が行われており、昆虫の生態学

に関係した話題は少ない。けれども、脊椎、無脊椎のいかんを問わず、動物の細胞には、リポフスチンが老化とともに蓄積することが知られているので、昆虫の種によって蓄積状況も異なるプテリジンよりリポフスチンのほうが、多くの昆虫に適用可能と思われる。

リポフスチンを利用する方法では、クロロホルム抽出物であるので、プテリジンの場合のように夾雑物による蛍光の妨害は少ないと思われるが、溶媒の揮発による抽出物の濃縮、クロロホルム層への水の混入、セルの洗浄などに注意が必要であろう。

また、ここに紹介した蛍光物質は比較的安定のようであるが、一般に蛍光物質は紫外線や温度に対して敏感であるから、溶媒抽出後はできるだけ一定の温度で、速やかに測定することが望ましい。

### おわりに

ここに紹介した蛍光色素を利用した日齢の推定法は、分析機器さえそろえば、操作はいたって簡単であり、精度もかなり高いので、今後さまざまな昆虫で大いに活用されることを期待したい。

### 引用文献

- 1) DONATO, H. and R. S. SOHAL (1978): *Exp. Geront.* 13: 171-179.
- 2) ETTERS HANK, G. et al. (1983): *Aust. J. Zool.* 31: 131-138.
- 3) FUKUSHIMA, T. and J. C. NIXON (1980): *Anal. Biochem.* 102: 176-188.

- 4) HADORN, E. and I. ZIEGLER (1958): *Z. Vererb.-Lehre* 89: 221-234.
- 5) HARMSEN, R. (1966): *J. Exp. Biol.* 45: 1-13.
- 6) HUDSON, B. W. et al. (1959): *J. Insect Physiol.* 3: 63-73.
- 7) LANGLEY, P. A. et al. (1988): *Bull. ent. Res.* 78: 387-395.
- 8) LEHANE, M. J. (1985): *Parasitology Today* 1: 81-85.
- 9) ——— and T. S. MAIL (1985): *Ecol. Entomol.* 10: 219-224.
- 10) ——— and J. HARGROVE (1988): *ibid.* 13: 319-322.
- 11) ——— et al. (1986): *J. Econ. Entomol.* 79: 1714-1719.
- 12) MAIL, T. S. and M. J. LEHANE (1988): *Entomol. exp. appl.* 46: 125-131.
- 13) ——— et al. (1983): *Bull. ent. Res.* 73: 501-525.
- 14) 松尾光芳 (1987): *組織培養* 13: 36-41.
- 15) 松下雪郎 (1987): *化学と生物* 5: 336-340.
- 16) MCARTHUR, M. C. and R. S. SOHAL (1982): *J. Geront.* 37: 268-274.
- 17) MIQUEL, J. et al. (1974): *ibid.* 29: 622-637.
- 18) NEVILLE, A. C. (1983): *J. Insect Physiol.* 29: 211-219.
- 19) NIESCHULZ, O. (1933): *Zool. Anz.* 103: 21-29.
- 20) SOHAL, R. S. (1985): In: *Comprehensive Insect Physiology, Biochemistry and Pharmacology* (G. A. KERRUT and L. I. GILBERT, eds.) vol. 10, Pergamon Press Oxford, 595-631.
- 21) SOUTHWOOD, T. R. E. (1978): In: *Ecological methods. Second edition.* Chapman & Hall, London, 524pp.
- 22) TYNDALE-BISCOE, M. (1984): *Bull. ent. Res.* 74: 341-377.
- 23) ZIEGLER, I. and M. FERON (1965): *Z. Naturforschg.* 20b: 318-322.
- 24) ——— and R. HARMSEN (1969): *Adv. Insect Physiol.* 6: 139-203.

## 新刊紹介

### 『クワ萎縮病に関する研究』

石家 達爾 著

A 4 版, 104 ページ

(株) 協和コンサルタンツ 1989 年発行

日本植物防疫協会 実費 (2,000 円) 配布

クワ萎縮病はわが国に発生するクワ病害のうち、最も被害の大きい病害である。本病の原因については、明治時代に生理障害説が提唱されたが、昭和に入り本病の接木伝染性、虫媒伝染性が証明されるに及び、ウイルス説が大勢を占めるに至った。本論文の著者である石家達爾博士は農林水産省蚕糸試験場において、本病がウイルス病であろうという前提に立ち、各種の伝染試験を行うとともに、ウイルス学的手法を用いて病原ウイルスの分離、精製、電顕観察を試みた。その結果、本病のウイルス説に疑念を抱くに至ったが、たまたま東京大学の土居養二

博士らが本病罹病クワを電顕観察し、マイコプラズマ様微生物を発見したことを知り、同博士らの研究グループに参加し、テトラサイクリン系抗生物質が本病の病徴発現に顕著な抑制効果を有することを証明した。このことはクワ萎縮病の病原がウイルスではなく、マイコプラズマ様微生物であることを示す強力な傍証であり、この研究により著者は植物におけるマイコプラズマ病の発見者の一人としての荣誉に輝いた。本論文はこれらの研究成果を取りまとめ、東京大学へ提出した博士論文の全文であり、植物病理学に全く新しい領域を開く端緒となった貴重な論文である。この度、著者が現在技術顧問として勤務している(株)協和コンサルタンツのご配慮により、本論文が印刷、刊行されたことは学術上誠に有意義なことと喜びにたえない。同社に対し心から敬意を表するとともに、この歴史的に意義の深い論文のご一読を同学の方々に是非ともお勧めしたい。(興良 清)

## 海外ニュース

## ケニア園芸開発計画における作物保護分野の活動

ケニア園芸開発計画は、首都ナイロビの北東約 40km に位置するティカ (Thika) 市郊外の国立園芸試験場内に、わが国の資金協力で建設された研究・研修施設をプロジェクトサイトとして、1985 年 12 月から 5 年間の予定で開始された。本プロジェクトは、輸出産品の多様化と増産を重点施策とするケニア政府の要請を受け、マカダミアを主な研究対象に、育種、栽培、作物保護、土壌肥料及び研修 (地域への普及教育活動) の 5 分野について実施されている。作物保護分野では 1986 年 3 月より虫害の長期専門家が派遣されているが、業務調整が兼務のため必ずしも十分な活動が行えない状況下にある。また、病害に関しては長期専門家が派遣されていない。そこで、これらの活動遅延を補うために、現在まで虫害 1 名と病害 2 名の短期専門家がそれぞれ派遣された。以下、病虫害分野の主な成果と活動状況について述べてみたい。

## 虫害

ケニアのマカダミア主要害虫としてこれまでに知られているのは、果実を吸汁加害するカメムシ類と、幼虫が果実内部に食入する数種の鱗翅目 (nut borer と総称される) である。これらは、マカダミアの主産地であるハワイやオーストラリアで記録されているものとは別種であることが判明し、分類・同定に始まる基礎的研究が開始された。最重要害虫はカメムシの一種、*Bathycoelia bequaerti* で、圃場における被害果率は 50% から時には 80% にも及び、さらには幼果の落果を引き起こすことが明らかにされた。発生生態に関する研究は順調に進行しているが、本種が日本の果樹カメムシ類に類似した性質を持つことから、防除対策には困難が予想される。殺虫剤に対する感受性は高いものの、小規模農家レベルでは、薬剤散布は経済的に引き合わないため、現在、卵寄生蜂の利用と、果実への袋かけによる加害の物理的遮断が検討されている。本種の被害状況からみて、防除法が確立されればマカダミア果実の収量が倍加することも考えられ、現在、最優先で取り組まれている問題である。

主要害虫でさえ、文献は記載論文のみであることも珍しくない条件下では、害虫相を明らかにし、それらの発生生態を解明するだけでも大変な仕事となる。唯一の救いは、ナイロビ博物館及びそこを通じた旧宗主国イギリス・大英博物館の分類・同定サービス体制であろう。こ

れまでマイナー害虫をも含めて比較的短期間のうちに属名、あるいは種名まで判明したのは、このサービス体制の賜物であるといつてよい。

現在、虫害分野には 2 名のカウンターパートが配置されており、派遣専門家からの技術移転や来日による技術研修が順調に実施されていることから、今後の活躍が大いに期待されている。

## 病害

ケニアのマカダミアはセントラル地域を中心に栽培されているが、近年、ビクトリア湖に近い西ケニア地域に普及域を拡大する方向にある。このような背景から、各種病害の発生状況を明確にする必要があり、乾期をさきむ前後の雨期にそれぞれ調査研究が実施された。マカダミアの主要病害とされている果実の炭そ病と根腐病を主体に、実態調査が地域別になされたが、いずれも問題となるような被害は認められなかった。ただし、普遍的に発生している葉枯れ症状は炭そ病菌によることが確認されたため、果実が若齢時に感染し、その後に発病することは十分に考えられる。また、限定された圃地では成木の衰弱や枯損が散見されることがあり、病疫菌と推定される分離菌が得られたが、発病との関係は明らかにされていない。

一方、マカダミアとは別に、特定果樹と称する数種落葉果樹を対象とした病害調査が同時に要請された。サイトに隣接した場内圃場にはリンゴ、モモなどが試験的に、しかも無防除で栽植されており、調査には好都合であった。リンゴには黒星病、うどんこ病、炭そ病、すす斑病そして *Alternaria* 寄生の斑点落葉病類似症が、またモモには褐さび病がそれぞれ多発していた。

病害分野では、プロジェクト開始以来、専門のカウンターパートを欠いており、技術移転などがままならず問題を残している。今後、マカダミアの栽培域が降雨量の多い西ケニアに拡大されるにつれて、思わぬ病害が発生する恐れもあり、早急に該当者を配置すべきである。

マカダミアナッツは、潜在需要が供給を完全に上回っており、国際価格が不安定なコーヒー、チャに代わるケニアの輸出産品として注目されている。農業が外貨獲得のための主要産業であるケニアにとっては、換金性の高いマカダミアに対する期待は大きく、安定生産をはかるための研究・技術協力が、今後とも強く求められるであろう。

(果樹試験場 守屋成一、同場盛岡支場 工藤 晟)

# 農薬製剤の CIPAC 分析法 (1)

農林水産省農薬検査所 <sup>66</sup>百

<sup>65</sup>弘

## はじめに

農薬製剤に含まれる有効成分の分析方法には、農薬登録の段階で、申請者が農薬の登録見本分析用に開発した方法 (いわゆる登録分析法)、農薬取締法第 14 条第 2 項の規定に基づき農林水産大臣が定めた方法 (いわゆる農薬公定検査法)、各国による国際共同実験を経て決められた国際的な統一分析法 (いわゆる CIPAC 分析法、Collaborative International Pesticides Analytical Council Limited: 国際農薬分析法協議会) などがある。

このうちの CIPAC 分析法について、ここに紹介する。

近年、技術交流や国際貿易の円滑な推進を図るため、種々の測定法や評価法などについて国際整合性をとる必要があることはご承知のとおりであるが、わが国でも農薬製剤分析法については、その趣旨から CIPAC に積極的に参加することとし、その窓口である JAPAC (Japan Pesticides Analytical Council 日本農薬分析法部会) を、昭和 58 年に設立した。以後、日本からも分析法の提案を行い、国際的な共同実験を経て、11 種の製剤について新しい CIPAC 分析法を誕生させている。なお、CIPAC は、今日まで 450 件に達する標準分析法と 100 項目を超える物理化学性測定法を設定し、逐次ハンドブックの名で刊行している。

本稿で紹介するのは、日本から提案した 11 種の製剤の分析法であるが、分析法は英文を正文としており、ここにその概要を述べるにあたっては、この分析法を意識するとともに、表現や体裁を、わが国の農薬公定検査法に準じることとし、誤解を招かない範囲で必要な補足あるいは省略を行った。これはわが国の利用者の便宜を考慮したものである。なお、CIPAC 分析法が国際的に標準化された方法である点にかんがみ、今後は、わが国の農薬登録分析法としても採用し、農薬の品質管理にも広く活用されていくものと考えている。

## I CIPAC の解説

1950 年代後半に「農薬として使用される製剤の分析法の国際標準化を国際的な共同実験をすることにより達

成すること」を目的に、イギリス、フランスなど 7 か国で European Committee を設置した。これが CIPAC の前身である。1970 年に今日の CIPAC へと改組し、イギリスに本部を置いた。今日 20 を超える国々が参加している。

CIPAC は、次のような事業を行うこととしている。

1. 農薬及びその他の物質の分析方法、農薬原体及び製剤の物理化学的評価方法、農薬の物理性及び化学性と生物効果との関係の評価方法に関する国際的協調の推進
2. 関係試験機関の共同実験の推進
3. 農薬の分析法及び物理化学的評価方法に関する新規開発・改良促進を目的とするシンポジウムの開催
4. 標準分析法・標準分析法設定のための作業報告・シンポジウム議事録などの発行
5. 関連国際機関への協力

## II 日本から提出された CIPAC 分析法の概要

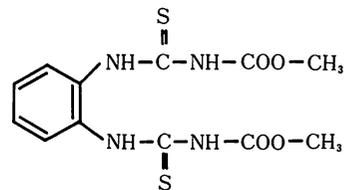
以下、各農薬の有効成分の物理化学的性質はいずれも純品のものである。

### 〔1〕 チオファネートメチル水和剤

ISO 一般名: チオファネートメチル (thiophanate-methyl)

化学名: ジメチル=4, 4'- (2-フェニレン) ビス (3-チオアロファネート)

構造式:



分子式:  $C_{12}H_{14}N_4O_4S_2$

分子量: 342.4

融点: 172°C (分解)

蒸気圧:  $1 \times 10^{-5}$  以下 (20°C)

溶解度: 水 3.5mg/l (20°C)。有機溶媒の多くのものに中程度溶解。ただし、ヘキサンには微溶。

形状: 無色結晶

安定性: 室温下の中性溶液中または酸性溶液中で安定。

銅イオン存在下で分解。

分析法

Analytical Methods of CIPAC for Formulated Pesticides  
(1). By Hiroshi MOMO

① 試薬及び装置

アセトニトリル：高速液体クロマトグラフ (HPLC) 用  
メタノール：HPLC 用

水：蒸留水または脱イオン水

溶離液：アセトニトリル 250ml とメタノール 250ml を混合し、これに水を加えて 1l とする。使用前に 0.45 μm のフィルターで濾過し、脱気する。

チオファネートメチル標準品：純度既知の分析用標準品  
4-ヒドロキシ安息香酸プロピル：試薬特級

内標準物質溶液：4-ヒドロキシ安息香酸プロピル約 125mg を 250ml のメスフラスコに精密に量りとり、メタノール 90ml を加えて溶解後定容とする。

チオファネートメチル標準溶液：チオファネートメチル標準品約 100mg を 200ml のメスフラスコに精密に量りとり、メタノール 150ml を加えて、10 分間超音波を用いて溶解し放冷後、メタノールで定容とする。この溶液 5ml を 50ml のメスフラスコに正確にとり、内標準物質溶液 5ml を正確に加え溶離液で定容とする。なお、チオファネートメチル標準溶液は毎日調製する。高速液体クロマトグラフに注入前に濾過して用いる。

高速液体クロマトグラフ：可変式 UV 検出器，定流量ポンプ，分離管用恒温槽付き

分離管：Lichrosorb RP 8 (粒径 10μm) または Zorbax BP C8 (粒径 7~8μm)，内径 4.6mm，長さ 250mm のステンレススチール製，理論段数 5,000 以上

インテグレーター

記録計

超音波浴槽

濾過器：0.45μm フィルターのもの

② 分析操作

チオファネートメチル約 100mg を含む試料を 200ml のメスフラスコに精密に量りとり、メタノール 150ml を加えて、10 分間超音波を用いて溶解し放冷後、メタノールで定容としよく振りまぜる。静置後、上澄液 5ml を 50ml メスフラスコに正確にとり、内標準物質溶液 5ml を正確に加え溶離液で定容として試料溶液とする。なお、試料溶液は、注入前に 0.45μm フィルターで濾過して用いる。

下記の高速液体クロマトグラフ操作条件で安定的に測定できることを確認した後 (感度係数値のバラツキ 1% 以内)，まずチオファネートメチル標準溶液 20μl を注入し、クロマトグラムを記録する。次いで試料溶液を 2 回おのおの 20μl 注入した後再びチオファネートメチル標準溶液 20μl を注入するという順序でクロマトグラム

を記録する。

高速液体クロマトグラフ操作条件

流量：1ml/分 (約 4MPa)

カラム温度：40℃

検出波長：269nm

検出感度：ピーク高さがフルスケールの 80~90% になるように感度を設定する。

注入量：20μl

記録紙送り速度：0.5cm/分

保持時間：チオファネートメチル 6.7 分，4-ヒドロキシ安息香酸プロピル 10.4 分

チオファネートメチル標準溶液のチオファネートメチルと内標準物質のピーク面積 (またはピーク高) と採取量から、次式によりおのおの感度係数を算出し、その平均値を用いてチオファネートメチル含有量を計算する。

$$f = \frac{I_r \times S \times P}{H_s \times r}$$

$I_r$  = チオファネートメチル標準溶液注入時の内標準物質のピーク面積 (またはピーク高比)

$H_s$  = チオファネートメチル標準溶液注入時のチオファネートメチルのピーク面積 (またはピーク高)

$r$  = 内標準物質の重量 (mg)

$S$  = チオファネートメチル標準品の重量 (mg)

$P$  = チオファネートメチル標準品の純度 (g/kg)

$$\text{チオファネートメチル含有量} = \frac{H_w \times r \times f}{I_q \times W} \text{ g/kg}$$

$H_w$  = 試料溶液注入時のチオファネートメチルのピーク面積 (またはピーク高)

$I_q$  = 試料溶液注入時の内標準物質のピーク面積 (またはピーク高)

$r$  = 内標準物質の重量 (mg)

$W$  = 試料採取量 (mg)

$f$  = 平均感度係数

〔2〕 チオファネートメチルフロアブル

分析法

① 試薬及び装置

チオファネートメチル水和剤に準ずる。

② 分析操作

チオファネートメチル約 100mg を含む試料を 200ml のメスフラスコに精密に量りとり、水 20ml を加えてかくはんし、メタノール 140ml を加えて 10 分間超音波を用いて溶解し、放冷後、メタノールで定容とし、よく振りまぜる。静置後、上澄み液 5ml を 50ml メスフラスコに正確にとり、内標準物質溶液 5ml を正確に加え溶離

液で定容として試料溶液とする。

なお、試料溶液は、注入前に 0.45 $\mu$ m フィルターで濾過して用いる。以下、チオファネートメチル水和剤の分析操作に準ずる。

### 〔3〕 チオファネートメチル粉剤

分析法

#### ① 試薬及び装置

チオファネートメチル水和剤に準ずる。

#### ② 分析操作

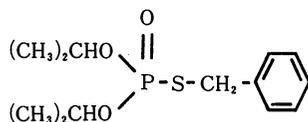
チオファネートメチル約 50mg を含む試料を 200ml のメスフラスコに精密に量りとり、メタノール 150ml を加えて、10 分間超音波を用いて溶解し、放冷後、メタノールで定容とし、よく振りまぜる。静置後、上澄み液 10ml を 50ml メスフラスコに正確にとり、内標準物質溶液 5ml を正確に加え溶離液で定容として試料溶液とする。なお、試料溶液は、注入前に 0.45 $\mu$ m フィルターで濾過して用いる。以下、チオファネートメチル水和剤の分析操作に準ずる。

### 〔4〕 IBP 乳剤

ISO 一般名：イプロベンホス (iprobenfos)

化学名：S-ベンジル=O, O-ジイソプロピル=ホス  
ホロチオアート

構造式：



分子式：C<sub>13</sub>H<sub>21</sub>O<sub>3</sub>PS

分子量：288.3

沸点：126 $^{\circ}$ C (5.33Pa)

融点：22.5~23.8 $^{\circ}$ C

蒸気圧：17.33mPa (20 $^{\circ}$ C)

溶解度：水 1g/l (18 $^{\circ}$ C), アセトン, アルコール類,  
ベンゼン, ヘキサン, クロロホルム, その他  
の有機溶媒に可溶。

形状：無色結晶 (20 $^{\circ}$ C)

分析法

#### ① 試薬及び装置

アセトン：試薬特級

イプロベンホス標準品：99.9% 以上の純度既知のもの。  
イプロベンホス原体をヘキサンで数回再結晶 (m.p. 22.5~23.8 $^{\circ}$ C) させて得る。ガスクロマトグラム上異常なピークが認められないもの。

フタル酸ジアリル(DAP)：試薬特級(純度 99.5% 以上)

窒素 (キャリアーガス)：高純度ガス

水素 (燃焼ガス)：高純度ガス

空気 (燃焼ガス)

内標準物質溶液：フタル酸ジアリル約 3.0g を 1l のメスフラスコに精密にとり、アセトンで溶かし定容とする。

ガスクロマトグラフ：FID 検出器付き。

分離管：内径 3mm, 長さ 1.5m のガラス製, 充てん剤 5%シリコーン SE-30/クロモソルブ W (AW-D MCS) 60~80 メッシュ。

記録計

インテグレーター

マイクロ注射器：10 $\mu$ l

#### ② 検量線の作成

イプロベンホス標準品約 50, 70, 90, 100mg をそれぞれ 15ml の共栓三角フラスコに精密に量りとり、内標準物質溶液 10ml をおのおの正確に加えてよく振りまぜる。この液 1 $\mu$ l をマイクロ注射器で、下記の操作条件に設定したガスクロマトグラフに注入し、イプロベンホス及びフタル酸ジアリルのピーク面積を測定する。ピーク面積比 (イプロベンホス/DAP) を求め、重量比 (イプロベンホス/DAP) に対する検量線を作成する。

ガスクロマトグラフ操作条件

分離管温度：165 $^{\circ}$ C

試料注入口温度：190 $^{\circ}$ C

キャリアーガス (N<sub>2</sub>) 流量：60ml/分

水素ガス圧力：4.9 $\times 10^4$ Pa

空気圧力：9.8 $\times 10^4$ Pa

検出器感度：10<sup>2</sup> $\times 64$

記録紙送り速度：10mm/分

#### ③ 分析操作

イプロベンホス約 80mg を含む試料を容量 15ml の共栓三角フラスコに精密に量りとり、これに内標準物質溶液 10ml を正確に加えてよく振りまぜる。その 1 $\mu$ l をマイクロ注射器でとり、以下、検量線作成のときと同様の操作を行い、ピーク面積比 (イプロベンホス/DAP) を測定する。次いで検量線から重量比 (イプロベンホス/DPA) を求め、次式により試料中のイプロベンホス含有量を算出する。

$$\text{イプロベンホス含有量} = \frac{R \times r \times P}{W} \text{ g/kg}$$

r = 試料溶液に加えた内標準物質の重量 (mg)

R = 検量線から得られる重量比 (イプロベンホス/DAP)

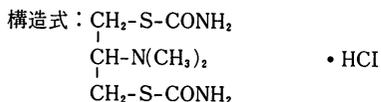
W = 試料採取量

P = イプロベンホス標準品の純度 (g/kg)

## 〔5〕 カルタップ水溶液

ISO 一般名：カルタップ塩酸塩 (cartap hydrochloride)

化学名：S, S'-2-ジメチルアミノトリメチレンビス  
(チオカルバマート) 塩酸塩



分子式：C<sub>7</sub>H<sub>16</sub>ClN<sub>3</sub>O<sub>2</sub>S<sub>2</sub>

分子量：273.8

融点：179～181℃ (分解点)

溶解度：水 200 g/l (25℃), エタノール, メタノール  
に微溶。

形状：無色結晶

安定性：酸性条件下で安定, 中性及びアルカリ条件下  
で加水分解。

## 分析法

## ① 試薬及び装置

メタノール：試薬特級

カルタップ塩酸塩標準品：純度既知のもの, カルタップ  
塩酸塩原体をメタノールに溶かし再結晶 (分解点 179  
～180℃) させて得る。

カルタップ塩酸塩標準溶液：カルタップ塩酸塩標準品約  
100mg を 100ml のメスフラスコに精密に量りとり,  
メタノールで定容としよく振りまぜる。

5, 5-ジチオビス (2-ニトロ安息香酸) (DTNB) :  
試薬特級

DTNB 溶液：DTNB 約 50mg を 100ml のメスフラス  
コに精密に量りとり, メタノールで定容としよく振り  
まぜる。

緩衝液：リン酸 (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>=0.5mol/l) 80ml, ホウ酸 (H<sub>3</sub>  
BO<sub>3</sub>=0.5mol/l) 80ml 及び酢酸 (CH<sub>3</sub>COOH=0.5mol  
/l) 80ml を混ぜ, 水を加えて 1l とし, 水酸化ナトリ

ウム溶液 (0.2mol/l) で pH9.0 に調整する。

分光光度計

振とう器

## ② 検量線の作成

カルタップ塩酸塩標準溶液 4ml を 50ml のメスフラス  
コに正確にとり, メタノールで定容としよく振りま  
ぜる。この溶液 0, 1, 2, 3, 4 ml をそれぞれ 50ml  
のメスフラスコに正確にとり, メタノールを加えてお  
の 4ml とする。これに DTNB 溶液 2ml をそれぞれ  
正確に加えて振りまぜ, 20±1℃ の緩衝液で定容とす  
る。次いで, メスフラスコを 25±1℃ の恒温水槽中に  
正確に 60 分間浸し, 直ちに緩衝液を対照として 412nm  
における吸光度を測定する。吸光度を縦軸に, カルタ  
ップ塩酸塩の重量を横軸にとり検量線を作成する。

## ③ 分析操作

カルタップ塩酸塩約 100mg を含む試料を 200ml の共  
栓三角フラスコに精密に量りとり, メタノール 100ml  
を正確に加えて 60 分間振とう抽出する。抽出液を濾過  
後, この溶液 5ml を 50ml のメスフラスコに正確にと  
り, メタノールで定容としよく振りまぜる。この溶液 2  
ml を 50ml のメスフラスコに正確にとり, メタノール  
を加えて 4ml とし DTNB 溶液 2ml を正確に加え, 20  
±1℃ の緩衝液で定容とする。次いで, メスフラスコを  
25±1℃ の恒温水槽中に正確に 60 分間浸し, 直ちに緩  
衝液を対照として 412nm における吸光度を測定する。  
測定された吸光度から検量線を用いてカルタップ塩酸塩  
の重量を求める。

$$\text{カルタップ塩酸塩含有量} = \frac{C \times 100 \times 50 \times P}{W \times 5 \times 2} \text{ g/kg}$$

C = 検量線から求めたカルタップ塩酸塩の重量 (mg)

W = 試料採取量 (mg)

P = カルタップ塩酸塩標準品の純度 (g/kg)

## 中央だより

## ○検査対象重要病害虫特別対策事業検討会開催さる

検査対象重要病害虫特別対策事業検討会が, 5月16  
日農水省共用会議室において, 岩手県, 静岡県, 奈良県,  
愛媛県, 佐賀県などの事業実施18県の担当者, 果樹試  
験場, 植物防疫課, 果樹花き課, 横浜・名古屋・神戸・  
門司植物防疫所, 関東・近畿・中国四国農政局担当官の  
計51名が参集し開催された。

本事業は, 諸外国が検査上の見地から輸入禁止の対象

としている病害虫の新たな防除体系を確立し, その実証  
データを作成し, 輸出検査条件の整備を図ることを目的  
として昭和62年から実施しており, 本年度からは対象  
県を追加するなど事業の拡充が図られたところである。

米国向けうんしゅうみかんの輸出条件緩和対策につ  
いては, 静岡県, 和歌山県, 広島県, 愛媛県, 福岡県, 佐  
賀県, 長崎県及び熊本県の計8県で, 落葉果樹(りんご,  
かき, ぶどう及び赤なし)の新防除体系の確立につ  
いては, 岩手県, 山形県, 福島県, 栃木県, 群馬県, 山梨県,  
長野県, 岐阜県, 奈良県, 岡山県及び福岡県の計11  
県で実施することとしている。

## 植物防疫基礎講座

## 果樹ウイルス病の診断法の実際 (3)

## ブドウウイルス病の検定方法

山梨県果樹試験場 <sup>てら</sup> 寺 <sup>い</sup> 井 <sup>やす</sup> 康 <sup>お</sup> 夫

## はじめに

ブドウのように永年性木本植物では、たとえ病原ウイルスが明らかにされていなくても、接ぎ木伝染性の病害はウイルス様の病気として実際に認知され、「ウイルス病」と表現されている場合が多い。もちろん、植物病理学的には病原ウイルスが確定される必要があるが、永年性木本植物では、病原と考えられるウイルス粒子を純化したとしても、その戻し接種試験が非常に困難なことが多い。例えば、世界中に分布して経済的被害も大きいリーフロールは古くから知られ、各国から多数の報告がありながら、いまだに病原ウイルスの全容は明らかになっていない。さらにコーキーバーク、フレック、味無果病も同様である。この場合、病害の発生生態と防除の研究上、その病気の感染を確認する敏感な指標植物の利用が実用上強く望まれた。このため、多くのブドウ品種から注意深く選抜が繰り返された。こうして、病原が潜在感染している芽を接いでも反応が明確に現れる品種が選抜され、指標植物として広く利用されてきた。生物検定法は、現在なお主要なウイルス病診断法として世界中で広く用いられている。

本稿では、1976年以降山梨県果樹試験場で行ってきた主要ウイルス病の指標ブドウ品種での反応、緑枝接ぎ法による検定手法、さらにウイロイドのキュウリ「四葉」による検定手法を記した。

なお、本稿を記すにあたり、現在「山梨県ぶどうウイルスフリー苗供給事業」において毎年多量のウイルス病検定業務に直接携わっている山梨県果樹試験場研究員中村幸雄氏には貴重な資料を提供していただいた。この場を借りてお礼申し上げる。

## I 主要ウイルス病と指標ブドウ品種での反応

## 1 ファンリーフ病

世界的に広く分布しており、約200年以前に既にフランス、イタリア、ドイツ、オーストラリアの文献に本病の記録があり、ブドウ栽培層のごく初期から東地中海

や西アジアの国々には既に存在していたと考えられている。本病は、*Xiphinema index* と *X. italiae* が媒介線虫で、約30nmの球形ウイルス粒子が病原であることが明らかになっている。またELISA法による検定も実用化されている。

病徴は、葉身の非相称、葉柄裂刻の広がり、主脈が集中して扇状になること、葉身の種々の脱緑色斑点模様など、さまざまである。また房数が少なくなったり、房長が短く、花流れや無核果粒となり、激しい病徴では樹が枯死することもある。病徴はファンリーフ、イエローモザイク、ペインバンディングの3群に分けられている。わが国においては、一部の国・県の試験場保存品種での検出報告があるが、一般経済栽培品種での保毒は少ないようである。また、媒介線虫は発生状況から判断して存在していないと思われる。

指標ブドウ品種としては、セント・ジョージ、ミッションを用いる。

## (1) セント・ジョージの反応 (口絵写真①)

春先の展葉時から発病し、葉は奇形で小型となり、葉縁はノコギリ状に切れ込みが深く、葉柄裂刻は正常なものより広がり、中には200度近くまで広がった葉もみられる。主脈は半分閉じた扇子の骨のように互いに密着して伸び、目立つようになる。節間は短く、新梢の発育も劣る。病徴は秋末まで新しく展開した葉にも現れる。5月下旬に新梢を強く摘心すると、ショック反応を示し、その後伸長してきた副梢の葉に黄緑色のラインパターンとリングパターンが現れることがある。

## (2) ミッションの反応 (口絵写真②)

7月上旬ごろまで新たに展開してきた葉に病徴を認めるが、その後はしだいに観察困難となる。病徴は葉柄裂刻が広がり、葉身は正常葉に比べて小さく、左右非相似で変形、切れ込みは深くなり、葉縁はノコギリ状を呈し、正常葉である5裂片が崩れ不明りょうとなる。葉の表面は凸凹してくぼみを生じ、半透明のモットルが葉身全体にみられる。日が経過して葉色が濃くなるにつれてモットルは不鮮明となる。新梢の節間は短く、発育も衰弱する。しかし、結実不良となる花振るいや無核小果粒などの花穂及び果房での病徴はみられない。

## 2 リーフロール病

本病はブドウを栽培しているすべての国で発見されている。リーフロールの症状そのものは中央ヨーロッパでは何百年も前から存在していたが、非常に広範囲に広がっていたので病害とは理解されず、品種特有の性質であると受け取られていた。このことは、わが国でも同様で、長い間葉の早期紅葉や黄化、さらに葉巻症状がその品種のもつ特性と思われていた。

本病に罹病したブドウは、樹勢低下、果実の着色不良や糖度低下などを生じ、特に赤ワイン用品種では被害が大きい。しかし、本病に感染したブドウのすべてが病徴を示すことはなく、多くのアメリカ系台木用品種は感染していても病徴が現れない。わが国では多くの品種が保毒しており、保毒率も品種によっては 100% のものもみられた。味無果病の一因と考えられている。

検定は LN-33、カベルネ・フラン、ミッション、Pinot Noir、Cabernet Sauvignon などが指標ブドウ品種として用いられている。

### (1) LN-33 の反応 (口絵写真③)

新梢基部の葉齢の古い葉より裏側に葉縁が巻き、第 1 支脈と第 2 支脈周辺部に緑色が残り、脈間部は赤色を呈しペインバンディングとなる。葉巻の病徴は新梢の先端に向かって進展していく。10 月中旬になると、激しい病徴を示した葉は葉焼け症状となり、もろく、手でもむと粉々に碎ける。

### (2) カベルネ・フランの反応 (口絵写真④)

8 月中旬ごろから新梢基部の葉から順に葉巻症状が現れ、9 月中旬には葉身が三角形となる激しい病徴のものもみられる。新梢基部の葉齢の古い葉より葉縁が裏側に巻き、第 1 支脈と第 2 支脈周辺部は緑色が残り、脈間は紫赤色となる典型的な病徴がみられる。葉身は対照樹より小さく、秋末には副梢の葉にも病徴が現れることがある。無接種樹に比べ新梢や節間もわずかに短い。葉柄と葉身との角度が、対照樹ではほぼ一直線に平面状であるのに対して、病樹では 100~150 度ほど下側に曲がった状態になる。果房にも病徴が現れる。すなわち、8 月末に無接種のカベルネ・フランは既に全果粒が黒色に着色するのに対して、接種樹はきわめて遅れ、10 月に入っても未成熟の緑色~淡い紫紅色の果粒が混入する。また果房長も短く、果粒数は少なく、果粒は小型である。果実の糖度は低い。

### (3) ミッションの反応 (口絵写真⑤)

9 月上旬ごろから新梢基部の葉から順に、葉縁が裏側に巻き込み第 1 支脈と第 2 支脈周辺部には緑色が残り、脈間は紫赤色となる典型的な病徴が現れる。9 月末に無

接種のミッションは既に全果粒が黒色に着色するのに対して、接種樹はきわめて遅れ、10 月に入っても未成熟の淡い紫紅色の果粒がかなり混入している。また果房の大きさは無接種樹と比べて 50~70% と小さく、果粒の着色も劣り、糖度は低い。

指標ブドウ品種の中ではカベルネ・フランが最も明りような反応を現すとともに、黒とう病、つる割病、べと病の発生も比較的少なく管理上からも優れている。

## 3 コーキーバーク病

本病も世界中に広く分布している。

わが国では多くの品種から検出されるが、無病徴感染で経済的被害は不明である。

検定には LN-33 を指標ブドウ品種として用いる。

### (1) LN-33 の反応 (口絵写真⑥)

8 月上旬より、新梢基部から第 6~7 節目にまず病徴が現れ、先端方向に 5~6 節連続したり、あるいは 3~4 節ごとにみられる場合もある。さらに副梢にも観察される。新梢の生育は 9 月ごろまでは対照樹と比較して大して劣らないが、その後の登熟は悪い。なかには新梢基部近くの病徴が激しく、完全に生育を停止した樹もみられる。新梢の病徴は、一見つる割病、白腐病の病徴、もしくはブドウスカシバの被害部と類似している。病徴を示した節間部は健全部と比べると膨らんでおり、樹皮の表面は縦に割れ目を生じてざらざらとなり、厚いスポンジ状となって柔らかく弾力性がある。対照樹の節間の横断面は円形であるのに対して、発病樹の節間部は波形をしており、髓の方向へ V 字形の切れ込みが入る。また外観は樹皮の割れ目が明りようでなくても、横断面をみると上述と同様な切れ込みがみられる新梢もある。翌年の萌芽は無接種樹より 2~3 週間遅れ、その後の発育は劣り、節間は短く、葉も小型となる。その後数年を経た接種樹の樹勢はきわめて劣り、樹冠の広がりも接種年時とほぼ同じ程度に過ぎない。

## 4 フレック病

フレック病は世界中の台木用品種を含め多くの品種が保毒しているが、大部分は無病徴感染である。わが国以外では病気がもたらす経済的損害はほとんどないと考えられているが、その有無を試験した報告はない。カリフォルニアでは登録ブドウ品種の原母樹は本病を除くことが必要とされている (STELLMACH, 1988)。その理由として、セント・ジョージをファンリーフの指標ブドウ品種として用いているためフレックも併せて検定でき、将来にか本病による問題を生じたときの一種の予防的のものと考えている。

わが国では多くの品種が保毒しており、保毒率も品種

によっては 100% のものもみられ、特に味無果病の罹病樹や赤熟れ症状樹での相関が高く、その一因と考えられている。

検定はセント・ジョージを指標ブドウ品種として用いる。

#### (1) セント・ジョージの反応 (口絵写真⑦)

5月下旬に新葉や中葉齡の葉の第3と第4支脈にクロロティックで透明な vein break すなわち flecking が現れる。flecking が激しく多数現れた葉は、小型となり、ねじれ、しわがよって正常な展葉が妨げられて、葉縁はやや表側に巻き込み、皿状となる。この病徴は新梢の先端ほど激しく現れ、新梢の節間もつまり短くなる。さらに激しい flecking を示した葉では約 20 日後に葉縁部にえそ斑点が現れる。6月上・中旬に、病徴は最も激しくなり7月以降、高温とともに軽微となる。その後、新たに展開した葉は flecking を認めず正常な生育が続ける。6月に現れた flecking は、葉が老齢化するにつれて不明りょうとなる。また時に9月上・中旬になって、秋冷な日が続くと新たに展開した副梢などの若葉に flecking が再出現することもある。

### 5 モザイク病

日本で発見された病気で、巨峰、ピオーネ、高尾、キャンベル・アーリーにおいて病徴が観察されている。他の品種は台木品種も含めて無病徴感染している。春先、新梢が萎縮したり新葉にモザイク斑や線状斑が現れ奇形になったりする。また幼果にも果肉にまで達する濃緑色の小斑点が多数みられる。自然伝搬するところから、接ぎ木伝染以外の媒介生物の存在が考えられる。柳瀬ら(1985, 1986)は、長さ 749 ± 32nm, 幅 12nm のひも状ウイルス粒子を純化し、さらにその抗体を用いた ELISA

法によって、各県で発見されているモザイク病について検定したところ、すべて同じ病原によるものであるとの結果を得ている。

指標ブドウ品種としては、ピオーネ、巨峰、グロワールを用いる。

#### (1) ピオーネの反応 (口絵写真⑧)

5月、展葉期から葉にモザイク症状が現れる。葉は奇形で小型、新梢は短く、つまり硬化して、6月末には生育が停止する。葉身にはリング模様やラインパターンがみられる。翌年にはすべての結果枝の登熟が悪く着果せず樹勢も衰える。

### 6 味無果病

1955年ごろ、山梨県勝沼町の甲州種に着色不良、食味の悪い果実が発見され、味無果と称せられた。その後、接ぎ木伝染性であることからウイルス病と考えられているが、病原は未詳である。

病原については、2説ある。NAMBA et al. (1979) はブドウ味無果病の病原について、節部局在性で径約 28nm の球状の味無果ウイルス (GAV) を提唱しており、ELISA 法診断も試みている (難波ら, 1986 a, b)。しかし GAV 純化ウイルスの戻し接種による病原性の確認については未報告である。一方、寺井及び矢野は、ウイルスフリーの甲州にリーフロール、フレックの感染樹の芽を各単独及び複合接種試験した結果、好天であった 1987 年及び悪天候であった 1988 年の調査ともに気象条件に影響を受けることなく、リーフロールとフレックの複合感染区のみが熟期になっても糖度が対照の無接種樹より 20% 減 (1987 年)、21% 減 (1988 年) となり、反対に酸度は高く、果実の着色が劣り、食味不良の典型的な味無果病の病徴を現すことを明らかにした (表-1)。

表-1 リーフロールとフレックの単独及び複合接種による甲州種の糖度、酸、着色の推移

調査項目	接 種 源		1987				1988			
	リーフ ロール	フレック	9 月		10 月		9 月		10 月	
			7	21	6	19	7	20	5	26
糖 度 (Brix)	-	-	15.5	17.5	17.9	18.9	12.1	15.5	15.2	17.0
	+	-	15.1	16.8	18.0	18.5	12.8	14.4	15.7	16.6
	-	+	15.5	17.5	18.1	18.4	13.4	14.9	15.5	16.2
	+	+	13.8	14.5	14.7	15.2	12.7	13.0	13.1	13.5
酸 (%)	-	-	0.93	0.59	0.47	0.42	0.93	0.66	0.53	0.51
	+	-	1.03	0.64	0.44	0.43	1.05	0.65	0.52	0.49
	-	+	0.88	0.62	0.42	0.44	1.15	0.74	0.67	0.56
	+	+	1.16	0.76	0.59	0.58	1.31	0.70	0.71	0.66
着 色	-	-	2.7	3.8	4.2	4.3	1.0	1.4	2.2	3.1
	+	-	1.9	2.5	3.1	3.9	1.0	1.3	1.8	3.0
	-	+	2.3	3.9	4.1	4.2	1.0	1.1	1.9	3.3
	+	+	2.1	3.0	3.6	3.8	1.0	1.2	1.4	3.0

このことは、一般栽培甲州や甲斐路の味無果病樹のウイルス病保毒状況と一致していた。

上記の結果から、筆者は本病の診断は、フレックとリーフロールの検定により両者がプラスの場合のみ味無果病感染樹と診断している。

## II 指標ブドウ品種への接ぎ木方法

指標ブドウ品種を用いた検定には種々の接ぎ木方法がある。HEWITT et al. (1962) はファンリーフを、GOHEEN and HEWITT (1964) はリーフロールを、そぎ芽接ぎ法 (chip budding) を用いて検定した。TAYLOR et al. (1962, 1967) は、ファンリーフが最も短期間で発病する有効な検定方法は、slanting cut による緑枝接ぎ法であると報告した。

筆者は第一に発病が明確なこと、第二に接ぎ木が容易でその後の管理が容易なこと、第三に発病までの期間が短いことを目標に、そぎ芽接ぎ法、芽接ぎ挿し法、及び新しく考案した緑枝接ぎ法について順次改良し検討を行ってきた (表-2)。

ここでは緑枝接ぎ法について述べる。

### 1 緑枝接ぎ法 (口絵写真 ⑨)

当初、割り接ぎによる緑枝接ぎを行っても、接ぎ木当年には病徴が現れず翌年になることがあった。ところがある年、従来接ぎ穂の活着を促進するために除去していた副梢を残しておいたところ、接ぎ部直下の副梢には反応がみられた。そこで、圃場において簡易で短期間に診断できる新しい緑枝接ぎ法を考案した。

表-2 緑枝接ぎによるリーフロール、フレックの早期診断

ウイルス病	指標ブドウ	発病本数 / 接ぎ木本数	接種方法と管理条件	診断までの期間
リーフロール	カベルネ・フラン	3 / 3	緑枝接ぎ 圃場	2 ~ 3か月
	カベルネ・フラン	3 / 3	芽接ぎ挿し 温室→圃場	6 ~ 18か月
	カベルネ・フラン	3 / 3	そぎ芽接ぎ木 圃場	6 ~ 18か月
	LN-33 (MINK and PARSON 1977) 記載なし		芽接ぎ 定温室 4,000 lux 29.5°C→22°C (4週間) (3週間) (4~8週間)	5 ~ 5.5か月
フレック	セント・ジョージ	3 / 3	緑枝接ぎ 圃場	4週間
	セント・ジョージ	3 / 3	芽接ぎ挿し 温室→圃場	12 ~ 15か月
	セント・ジョージ	3 / 3	そぎ芽接ぎ木 圃場	12か月
	セント・ジョージ (MINK and PARSON 1977) 記載なし		芽接ぎ 定温室 4,000 lux 29.5°C→22°C (4週間) (3週間)	7週間

## 2 方法

最初に圃場において検定指標ブドウ樹を育成する。

(1) 冬季、指標ブドウ樹の結果母枝を約1~2mの長さに切る。これをビニルフィルムなどで包み乾燥を防止して、2~3°Cの冷蔵庫に保存する。冷蔵庫に保存する代わりに圃場の土壌中に埋めてもよい。ただし、乾燥させないように、あらかじめ枝に水をかけてから土を埋め戻す。

(2) 4月上旬、検定圃場に幅30~50cm、深さ30

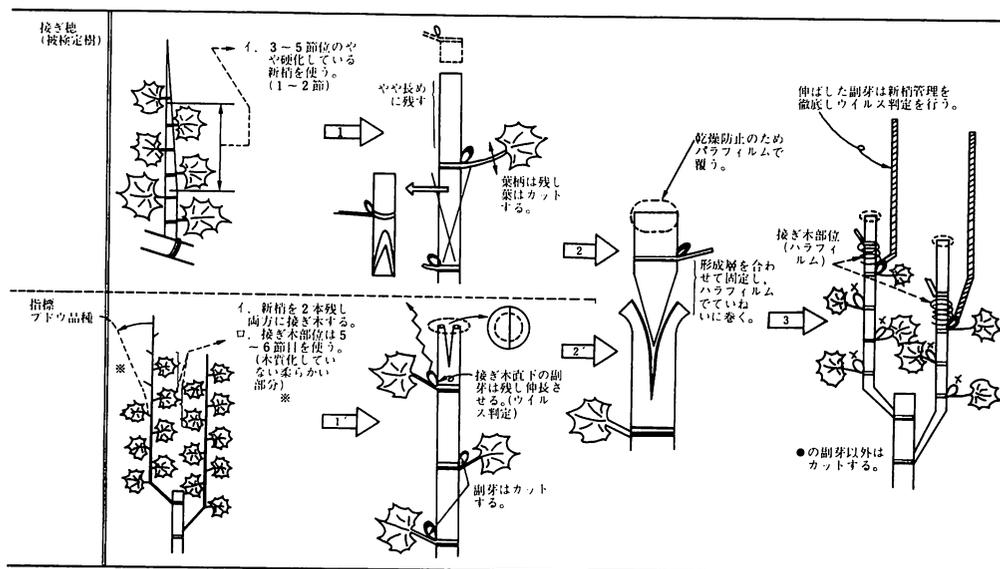


図-1 緑枝接ぎの手順 (中村, 原図)

cm, 長さは任意の挿し床をつくる。まず, 挿し床の土をロータリーなどで耕す。配合肥料は必要によって施肥する。乾燥している場合は, 挿し床に十分散水する。黒ポリフィルムで挿し床を覆う。これは, 地温の上昇と除草の目的である。

(3) 保存した指標ブドウ樹の枝を3節で切り, 最先端芽を残して, 後の芽は除去する。このとき, 髓に達するほど深く切ると腐敗の原因になるので注意する。

(4) 黒ポリフィルムより2~3cm 上に出るように挿し床に枝を挿す。

(5) 5月中旬になると発芽してくる。その後新梢が順調に生育するようであれば, 発根も十分と考えてよい。

(6) ペト病, さび病を対象にマンゼブ剤あるいはボルドー液を月3回定期的に散布する。

### 3 緑枝接ぎの手順 (図-1)

5月中旬から6月下旬に行う。接ぎ木後2週間以内に接ぎ穂の新梢の発育が認めないときは, 再度行う。

#### 4 病徴反応

フレックの病徴は, 接種約1か月後セント・ジョージの接ぎ木部直下から伸長した副梢の幼葉に発現する。他の副梢にも病徴は現れることもあるが, その程度はきわめて軽微である。

リーフロールの病徴は, 接種2~3か月後にカベルネ・フランの接ぎ木部直下の副梢にみられる。また着房している2年生の指標ブドウ樹に接ぎ木すると, 果実の着色不良や糖度低下も同時に現れる。

モザイク病の病徴は, ピオーネ, グロワールの副梢に接種約1か月後に現れる。

コーキーバークも LN=33 の副梢に接種約1か月後に現れる。

さらに, 田中(1985)はファンリーフを緑枝接ぎ接種によって接種後2~3か月で早期検定できたと報告している。

指標ブドウ品種を利用したウイルス病検定の方法として, そぎ芽接ぎ, 芽接ぎ挿し, 緑枝接ぎの特性を検討した結果, それぞれの利点や欠点があるが, 現場で大量に検定する場合は緑枝接ぎ法が簡単で経費も少なくて優れていると考える。

すなわち,

- 1) 冷蔵庫, 温室, 定温室などの特別な施設を必要とせず, 圃場または屋外でできる。
- 2) 接ぎ木から発病までの期間は短期間である。
- 3) 接ぎ穂活着の有無は, 穂木の伸長状況を観察することで十分なので, 確認が容易である。
- 4) カベルネ・フランでは着房容易な2年生樹を使用

できるので, 葉と同時に果実についても調査できる。

5) 緑枝接ぎのできる5月中旬から6月末の期間中では反復実験ができる。また緊急の場合でも被検定樹の緑枝の採集が容易に対応できる。

これらの利点は, 従来のそぎ芽接ぎ, 芽接ぎ挿し, TAYLOR et al. (1967) の slanting cut による緑枝接ぎ, さらに, MINK and PARSONS (1975, 1977) の方法よりも簡易で, 短期間にリーフロールとフレックの診断が可能である。渡辺ら(1986)は, 本方法によってフレックの早期検定を行い, 接種後短期間で病徴を現す同様な結果を得ている。

このように, 緑枝接ぎ法による検定は早期に診断でき有用であるが, 本県において原々母樹の育成のためにウイルスフリーを確認する必要があるときは, 接ぎ木後2年間の診断を継続してより慎重に正確度を高めている。現在, 山梨県では県内栽培者へのウイルスフリーのブドウ苗木配布を事業化しており, 年間約7万本を供給している。その基本となる原々母樹, 原母樹, 母樹のウイルスフリーの確認と再汚染の有無の調査は, すべて緑枝接ぎ法を用いており, リーフロール, フレック, ファンリーフ, コーキーバーク, モザイクについて本法により検定している。また, 農林水産省植物防疫所での検疫も本方法を用いて行っている。

## III ウイロイド

SHIKATA et al. (1984) は, ブドウから hop stunt viroid(HSV) を検出した。しかし, ブドウに対する病原性については不明である。組織培養によって作出したウイルスフリー樹はウイロイドも併せてフリーである。しかし, 熱処理ではウイルスのみフリーでウイロイドは保毒している。診断には, ポリアクリルアミドゲル電気泳動によるバンドの観察とキュウリ「四葉」への接種による検定方法があり, ここでは後者について記す。

### 1 キュウリ「四葉」での検定方法

#### (1) 接種方法

1) 接種源の調整は, 展葉初期のブドウ葉身組織の生体重に対して4~5倍量の0.5M 第二リン酸カリウムを加えて磨砕し, その後遠心分離(5,000rpm, 20分)した水層を用いる。

2) 検定植物としては, 鉢植えの第1~2本葉期のキュウリ(品種:四葉)を準備し, 子葉も含めてキュウリ全身にあらかじめカーボランダム(600メッシュ)を散粉し, 接種源を子葉及び本葉に摩擦接種する。

3) 接種葉を水洗した後, 指標植物を自然光利用の人工気象室(昼間温度31℃, 16時間:夜間温度26℃, 8

時間)におき、病徴の発現を約2か月間にわたって観察調査する。

## (2) 病徴 (口絵写真 ⑩)

接種約15~20日後に上位節の節間がつまり、新梢は固く、また脈間部が盛り上がり、葉面の平滑さがなくなり、葉縁部が下方に巻く。上位葉の葉脈透過も観察され、萎縮葉症状は副枝にも現れる。その後、花器が形成されても花卉は小さく、シワがよってねじれ、奇形となり、著しい場合は、新梢の生育が停止して枯死したり、花卉の叢生もみられる。

## おわりに

生物検定での診断に限ってのことではないが、必ず実験系の中に、対照として標準となる各ウイルス病の感染樹の芽を接種した指標ブドウ樹と無接種樹を組み込み、マグネシウム欠乏などの生理障害が発生しないように常に正常な生育管理で行う必要がある。ガラス室内で鉢植えブドウを用いてもよいが、ダニの被害を病徴反応と見誤ることがある。さらに、乾燥や根づまりによる生育障害が起きないように注意を要する。時に軽微な病徴反応では、診断が困難なときもあるが、このような場合

は、翌年再度接種を繰り返す。

なお、標準とする感染樹の分譲依頼については、山梨県果試にご連絡下さい。

## 引用文献

- 1) GOHEEN, A. C. and W. B. HEWITT (1964): *Rivista di patologia vegetale*. 3(4): 427~442.
- 2) HEWITT, W. B. et al. (1962): *Vitis* 3: 57~83.
- 3) MINK, G. I. and J. L. PARSONS (1975): *Plant Dis. Rep.* 59 (11): 869~872.
- 4) ——— (1977): *ibid.* 59 (7): 567~571.
- 5) NAMBA, S. et al. (1979): *Ann. Phytopath. Society, Japan* 45 (1): 70~73.
- 6) 難波成任ら (1986 a): *日植病報* 52 (3): 557.
- 7) ———ら (1986 b): *同上* 52 (1): 96.
- 8) SHIKATA, E. et al. (1984): *Proc. Japan Acad.* 60 B: 202~205.
- 9) STELLMACH, G. and A. C. GOHEEN (1988): *Other Virus and Viruslike Diseases*. 54. *Compendium of Grape Diseases*. (APS press), 93 pp.
- 10) 田中寛康 (1985): *日植病報* 51 (1): 100.
- 11) TAYLOR, R. H. (1962): *J. Dept. Agric. Vic.* 7: 336~342.
- 12) ——— et al. (1967): *Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb.* 7: 92~95.
- 13) 柳瀬春夫 (1985): *日植病報* 51 (3): 362.
- 14) ———ら (1986): *同上* 52 (3): 551.
- 15) 渡辺義明ら (1986): *植防研報* 22: 101~103.



## ○第14回植物細菌病談話会開催のお知らせ

日時: 平成元年 10月6日(金) 10:00~17:00

場所: 農林水産技術会議事務局筑波事務所 大会議室

(つくば市観音台 2-1-2)

〈プログラム〉

- (1) イネ細菌病のイネ籾感染  
(農環研) 田部井英夫氏
- (2) イネもみ枯細菌病病原細菌 (*Pseudomonas glumae*) の迅速検出方法 (農環研) 松田 泉氏
- (3) 東南アジアにおける青枯病発生の現状、特にタイ国を中心として (農環研) 福田 徳治氏
- (4) 促成ナスの青枯病の防除  
(岡山農試) 伊達 寛敬氏
- (5) Pectolytic clostridia に起因する根茎植物の軟化腐敗症状  
(東京農大農学部) 陶山 一雄氏
- (6) メロン毛根病とその病原細菌  
(野菜・茶試) 塩見 敏樹氏

- (7) ブドウおよびキウイフルーツから分離された *Agrobacterium tumefaciens* biovar 3 の諸性質について

(果樹試安芸津支場) 沢田 宏之氏

- (8) キウイフルーツの細菌病、その研究の現状と問題点 (果樹試) 高梨 和雄氏

出席希望の方は、下記までご連絡下さい。申し込み用紙をお送り致します。

談話会世話人: 〒305 つくば市観音台 3-1-1

農業環境技術研究所 田部井英夫氏  
電話 02975-6-8297 (直通)

## ○第22回農薬科学シンポジウム開催のお知らせ

日時: 平成元年 10月27日(金) 9:00~17:00

場所: 松江市総合福祉センター (松江市千鳥町 70)

宿泊: お早めに直接下記までお申し込み下さい。

〒690 松江市母衣町 110

東急観光 松江営業所 (上田一彦, 仲麻美)

電話 0852-21-5425

連絡先: 〒690 松江市西川津町 1060

島根大学農学部生物資源科学科

電話 0852-21-7100 (内線 676, 677)

中村利家氏, 持田和男氏, 尾添嘉久氏

なお、詳細につきましては次号に掲載致します。

## 人事消息

○横浜植物防疫所 (3月31日付)

藤原 勝氏 (採用) は業務部国際第一課へ  
井坂哲史氏 (〃) は成田支所業務第一課へ  
横井 博氏 (川崎出張所長) は退職  
吉田美和子氏 (調査研究部調査課研修係長) は退職  
(4月1日付)

## ☆業務部

櫻井 壽氏 (調査研究部長) は業務部長に  
細川延英氏 (農蚕園芸局植物防疫課課長補佐 (検査第一班担当)) は国際第一課長に  
中村榮一氏 (新潟支所長) は国際第二課長に  
早瀬 猛氏 (業務部国際第一課精密検査第一係長) は同課防疫管理官兼精密検査第一係長事務取扱に  
染谷 均氏 (成田支所業務第一課調査係長) は同上課第一係長に

渡久地章男氏 (那覇植物防疫事務所国際課) は同上課へ  
杉本俊一郎氏 (調査研究部害虫課) は同上課へ  
川端毅生氏 (業務部国際第二課) は同上課兼農蚕園芸局植物防疫課へ

佐々木武氏 (成田支所業務第二課防疫管理官) は国際第二課防疫管理官に

池田 隆氏 (札幌支所釧路出張所) は同上課第二係長に  
佐藤成良氏 (那覇植物防疫事務所国際課第四係長) は同上課第三係長に

田嶋 靖氏 (成田支所羽田出張所) は同上課へ  
及川 巖氏 (塩釜支所防疫管理官) は国内課防疫管理官に

馬場忠二氏 (札幌支所) は同上課指定種苗係長に  
祖田一郎氏 (採用) は国際第一課兼農蚕園芸局植物防疫課へ

加藤治夫氏 (〃) は国際第一課へ  
平田隆司氏 (〃) は同上課へ  
五十嵐亮介氏 (〃) は同上課へ  
牛久修一氏 (〃) は国際第二課へ

## ☆調査研究部

森田利夫氏 (国際花と緑の博覧会協会コンテスト室長) は調査研究部長に

後藤正昭氏 (業務部国際第二課防疫管理官) は病菌課長に

秋山博志氏 (調査研究部害虫課防疫管理官) は調査課防疫管理官に

相馬幸博氏 (成田支所業務第二課) は同上課化学係長に  
長谷川静江氏 (総務部会計課経理係主任) は同上課研修係長に

今村哲夫氏 (業務部国際第二課第二係長) は害虫課防疫管理官に

溝淵三必氏 (神戸植物防疫所業務部国際第二課調査第二係長) は同上課防疫管理官に

米田雅典氏 (神戸植物防疫所業務部国際第一課) は同上課へ

千田繁志氏 (塩釜支所小名浜出張所長) は川崎出張所長に

空 雅雄氏 (調査研究部調査課化学係長) は同上所防疫管理官に

渡邊秋雄氏 (本牧出張所) は同上所へ

中村 整氏 (東京支所) は本牧出張所へ

## ☆札幌支所

末次哲雄氏 (業務部国際第二課長) は札幌支所長に  
齋藤一郎氏 (札幌支所函館出張所) は札幌支所へ

松澤 亨氏 (成田支所業務第一課) は釧路出張所へ  
下野祐一氏 (成田支所業務第一課) は函館出張所へ

## ☆塩釜支所

中島三康氏 (業務部国際第一課第一係長) は小名浜出張所長に

夏井 勉氏 (業務部国内課指定種苗係長) は防疫管理官に

寺田則和氏 (東京支所晴海出張所) は青森出張所へ  
中間亮一氏 (成田支所業務第一課) は八戸出張所へ

## ☆新潟支所

中井 武氏 (東京支所晴海出張所長) は新潟支所長に  
西田健史氏 (業務部国内課) は新潟支所へ

伊藤正明氏 (成田支所業務第二課) は直江津出張所へ

## ☆成田支所

佐藤 勲氏 (東京支所防疫管理官) は業務第一課長に  
唐沢桁雄氏 (成田支所業務第一課携帯品第二係長) は同上課携帯品第一係長に

三浦克美氏 (新潟支所) は同上課携帯品第二係長に  
小林 進氏 (新潟支所直江津出張所) は同上課国内係長に

堺 武志氏 (成田支所業務第一課国内係長) は同上課調査係長に

松岡拓穂氏 (神戸植物防疫所広島支所岩国出張所) は同上課へ

大倉登美夫氏 (神戸植物防疫所大阪支所和歌山出張所) は同上課へ

黒澤正夫氏 (成田支所業務第一課携帯品第一係長) は業務第二課防疫管理官に

小野俊則氏 (塩釜支所八戸出張所) は業務第二課貨物第一係長に

中鉢 貢氏 (東京支所千葉出張所) は同上課へ

西谷俊司氏 (川崎出張所) は羽田出張所へ

柿崎 仁氏 (採用) は業務第一課へ

扇田哲男氏 (〃) は業務第二課へ

田中博道氏 (〃) は同上課へ

## ☆東京支所

小野間倉三氏 (成田支所業務第一課長) は晴海出張所長に

本蔵洋一氏 (成田支所業務第一課) は東京支所へ

菊地勇人氏 (塩釜支所青森出張所) は日立出張所へ

坂浦昭男氏 (成田支所業務第二課貨物第一係長) は千葉出張所防疫管理官に

## ○名古屋植物防疫所 (4月1日付)

石本征夫氏 (伏木支所七尾出張所長) は国際課防疫管理官に

田尾政博氏 (国際課) は同上課輸入第三係長に

内山 瓦氏 (西部出張所) は同上課へ

谷口正伸氏 (那覇植物防疫事務所那覇空港出張所) は同上課へ

橋本充生氏 (国内課) は同上課へ

島田正博氏 (国際課) は国内課輸出係長に

山田友治氏 (採用) は国際課へ

杉田英俊氏 (〃) は同上課へ

船橋勝幸氏（ ）は国内課へ  
 春原正信氏（横浜植物防疫所川崎出張所）は南部出張所へ  
 彦坂靖夫氏（国際課防疫管理官）は衣浦出張所長に  
 紙谷清志氏（南部出張所）は豊橋出張所へ  
 岡本忠義氏（衣浦出張所長）は西部出張所長に  
 木村光一氏（神戸植物防疫所業務部国際第三課）は四日市出張所へ  
 ☆伏木支所  
 大野静男氏（西部出張所長）は伏木支所長に  
 馬庭昭一氏（国際係長）は防疫管理官に  
 西川 清氏（伏木支所富山出張所）は国際係長に  
 前野雄造氏（四日市出張所）は富山出張所へ  
 武田憲二郎氏（伏木支所金沢出張所長）は七尾出張所長に  
 吉崎久保氏（国際課輸入第三係長）は金沢出張所長に  
 渡邊 洸氏（伏木支所長）は退職

## ○神戸植物防疫所（4月1日付）

井上 茂氏（広島支所水島出張所）は調整指導官に  
 ☆業務部  
 前沢一三氏（大阪支所防疫管理官）は国際第一課防疫管理官に  
 貝坂哲夫氏（業務部国際第一課輸入第2係長）は同上課防疫管理官に  
 東山西晴氏（那覇植物防疫事務所国内課防除第1係長）は同上課輸入第2係長に  
 市場 博氏（大阪支所舞鶴出張所）は同上課へ  
 外川内国隆氏（小笠原総合事務所兼横浜植物防疫所業務部国内課）は同上課へ  
 山下 博氏（近畿農政局生産流通部農産普及課植物防疫係長）は国際第二課防疫管理官兼伊川谷圃場駐在兼同課輸入第2係長事務取扱に  
 渡辺義明氏（業務部国際第二課防疫管理官兼伊川谷圃場駐在兼同課輸入第2係長事務取扱）は併任解除に  
 藤原勇治氏（業務部国際第二課）は同課調査第2係長に  
 伊川幸秀氏（姫路出張所）は同上課へ  
 中野睦男氏（伊丹支所防疫管理官）は国際第三課防疫管理官に  
 稻生正行氏（大阪支所国際第1係長）は同上課輸入第2係長に  
 谷林俊明氏（業務部国内課）は同上課へ  
 藤井公治氏（業務部国際第一課）は同上課へ  
 池田 登氏（業務部国際第一課）は同上課へ  
 岡田三十四氏（名古屋植物防疫所国際課）は同上課へ  
 湯口治行氏（業務部国際第三課防疫管理官）は同上課輸入第1係長事務取扱に  
 西田井章氏（中国四国農政局生産流通部農産普及課植物防疫係長）は国内課防疫管理官に  
 篠内節也氏（業務部国際第三課輸入第2係長）は同上課輸出係長に  
 江口寛明氏（業務部国内課防疫管理官）は同上課輸出係長事務取扱に  
 田代祥一氏（採用）は国際第一課へ  
 入江 誠氏（ ）は国際第二課へ  
 増田博吉氏（業務部国際第一課）は姫路出張所へ  
 坪田春樹氏（業務部国際第三課）は同上所へ

唯 伸二氏（業務部国際第一課）は尼崎出張所併任  
 ☆大阪支所  
 伊藤善太郎氏（横浜植物防疫所札幌支所長）は大阪支所長に  
 今村 毅氏（業務部国際第三課防疫管理官）は防疫管理官に  
 宇和田正己氏（坂出支所松山出張所）は国際第1係長に  
 井上吉彦氏（伊丹支所）は大阪支所へ  
 兵頭 薫氏（広島支所）は同上支所へ  
 下野幸男氏（大阪支所）は博覧会出張所併任に  
 向野瀬健氏（大阪支所次長兼支所長事務代理）は併任解除に  
 住田正雄氏（伊丹支所）は和歌山出張所へ  
 久保田直哉氏（業務部国際第三課）は舞鶴出張所へ  
 佐藤 保氏（採用）は大阪支所へ  
 財津 博氏（ ）は同上支所へ  
 ☆伊丹支所  
 大西久司氏（業務部国際第一課防疫管理官）は防疫管理官に  
 大岡高行氏（大阪支所）は伊丹支所へ  
 榎本浩史氏（採用）は同上支所へ  
 ☆広島支所  
 中野勝久氏（広島支所）は国内係長に  
 石田昌則氏（坂出支所松山出張所）は広島支所へ  
 草刈良樹氏（広島統計情報事務所広島出張所）は同上支所へ  
 青木文人氏（広島支所浜田出張所長）は水島出張所に  
 岡本哲夫氏（広島支所国内係長）は浜田出張所長に  
 河野方彦氏（大阪支所）は尾道出張所へ  
 高元邦治氏（大阪支所）は岩国出張所へ  
 ☆坂出支所  
 藤田賢市氏（坂出支所国際係長）は防疫管理官兼国際係長事務取扱に  
 須之内恒久氏（業務部国際第三課）は松山出張所へ  
 額田寿之氏（業務部国際第一課）は同上所へ  
 古澤幹士氏（大阪支所）は植物防疫課検疫第一班輸入検疫係長に  
 上山敏彦氏（広島支所尾道出張所）は広島統計情報事務所広島出張所へ出向  
 小林秀治氏（業務部国際第二課）は九州農業試験場へ出向  
 大藤和之氏（調整指導官）は退職

## ○門司植物防疫所（3月31日付）

井手康人氏（採用）は国際課へ  
 下田端穂氏（ ）は福岡支所へ  
 一丸政雄氏（福岡支所三池出張所長）は退職  
 栗原定光氏（国内課）は退職  
 （4月1日付）  
 奥村正美氏（下関出張所）は国際課調査係長に  
 坂本利貞氏（下関出張所）は同上課輸入第2係長に  
 小柳源九郎氏（福岡支所国際第1係長）は下関出張所防疫管理官に  
 朝重丘緒氏（横浜植物防疫所東京支所大井出張所）は下関出張所に  
 加来健治氏（採用）は国内課へ  
 鳥越辰博氏（ ）は同上課へ

☆福岡支所  
 大平隆満氏 (国際課輸入第2係長) は防疫管理官に  
 山下文男氏 (国際課) は国際第1係長に  
 岩元順二氏 (名瀬支所) は福岡支所へ  
 橋本孝幸氏 (鹿児島支所防疫管理官) は板付出張所防疫管理官に  
 田中徳也氏 (福岡支所) は同上所へ  
 白石昭徳氏 (福岡支所) は同上所へ  
 田中東明氏 (鹿児島支所三角出張所長) は伊万里出張所長に  
 徳田洋輔氏 (福岡支所板付出張所防疫管理官) に三池出張所長に  
 諫山 章氏 (福岡支所) は同上所併任に  
 酒井憲一氏 (採用) は福岡支所へ

五島博之氏 ( ) は板付出張所へ  
 ☆鹿児島支所  
 宮後 優氏 (名瀬支所防疫管理官) は防疫管理官に  
 牛牧 昭氏 (福岡支所板付出張所) は国際係長に  
 樋渡正一氏 (鹿児島支所) は志布志出張所へ  
 森岡 潮氏 (名瀬支所防疫管理官) は三角出張所長に  
 大原謙二氏 (採用) は鹿児島支所へ  
 ☆名瀬支所  
 川畑仙市氏 (福岡支所伊万里出張所長) は防疫管理官に  
 東 正裕氏 (鹿児島支所国際係長) は防疫管理官に  
 後藤誠太郎氏 (福岡支所板付出張所) は名瀬支所へ  
 石塚義彦氏 (鹿児島支所志布志出張所) は近畿農政局へ  
 出向

(32 ページより続く)

群馬県では下記の分場移転と異動 (4月1日付) があった。

農業総合試験場こんにやく分場  
 移転先: 〒377 渋川市上の原 3092-1  
 電 話: 0279-22-2144

高山隆夫氏 (農総試第二環境部長) は農総試第一環境部長に

三好恒和氏 (園試果樹課長) は農総試第二環境部長に  
 林 宣夫氏 (農総試第二環境部病害虫課独立研究員) は農総試第一専門技術員室へ

柴田 聡氏 (富岡農業改良普及所) は農総試第二環境部病害虫課へ

町田信夫氏 (農総試高冷地分場主任技師) は中之条農業改良普及所へ

小泉丈晴氏 (中之条農業改良普及所) は農総試高冷地分場へ

田村利行氏 (農総試第二環境部蚕業分室研究員) は農政部蚕糸課へ

村岡邦三氏 (園試果樹花き部果樹課主幹) は園試果樹花き部果樹課長に

千葉県では下記の異動 (4月1日付) があった。

村井正和氏 (農試北総営農技術指導所東総野菜研究室長) は原種農場野菜育成室長に

青柳森一氏 (海迎支庁) は農試北総営農技術指導所東総野菜研究室長に

東京都では下記の異動 (4月1日付) があった。

仲宇佐達也氏 (農業試験場長) は退職

伊藤 昇氏 (農試参事研究員) は農業試験場長に

鈴木 普氏 (農試環境部長) は退職

土方 智氏 (農試園芸部副参事研究員) は農試環境部長に

飯嶋 勉氏 (農試環境部課長補佐) は農試園芸部副参事研究員 (バイテク担当) に

神奈川県では下記の異動 (4月1日付) があった。

北 宜裕氏 (園試技術研究部環境科) は県農政部農政総務室へ

小川潤子氏 (採用) は園試技術研究部環境科へ  
 清田 勇氏 (園試三浦分場長) は退職  
 平石雅之氏 (県農業技術課) は園試三浦分場長に  
 浅岡己代治氏 (園試相模原分場長) は退職  
 岡部 誠氏 (園試相模原分場専門研究員) は園試相模原分場長に

長野県では下記の異動 (4月1日付) があった。

伊藤栄治氏 (農業総合試験場長) は退職

尾沢清士氏 (農業大学校営農学部長) は農業総合試験場長に

古畑和五郎氏 (農事試験場長) は退職

尾沢 賢氏 (農事試研究部長) は農事試験場長に

馬場英美氏 (農事試原村試験地長) は野菜花き試野菜部長に

斉藤栄成氏 (果樹試病害虫部主任研究員) は農事試原村試験地長に

大谷英夫氏 (野菜花き試験場長) は退職

土屋弘道氏 (中信農試畑作栽培部長) は野菜花き試験場長に

飛山永男氏 (蚕業試験場長) は退職

大久保紀元氏 (蚕試育種病理部長) は蚕業試験場長に  
 松尾ヒロ子氏 (蚕試育種病理部主任研究員) は蚕試育種病理部長に

清水孝夫氏 (蚕試育種病理部主任研究員) は農総試企画調整部へ

小森三郎氏 (蚕試人工飼料部) は蚕試育種病理部主任研究員に

石坂尊雄氏 (果樹試病害虫部長) は農総試環境保全部長に

北村泰三氏 (野菜花き試環境部主任研究員) は果樹試病害虫部長に

飯島和人氏 (下高井農業改良普及所) は果樹試病害虫部へ

羽生田忠敬氏 (東部試験地長) は果樹試育種部長兼東部試験地長に

萩原保身氏 (果樹試病害虫部) は南信農試環境部へ

桐山英一氏 (農総試農業経営室) は中信農試畑作栽培

- 部長に  
小林荘一氏（南信農試環境部）は野菜花き試環境部へ  
梅村 弘氏（中信農業試験場長）は退職  
竹村昭平氏（農総試研究部環境保全室長）は中信農業試験場長に  
静岡県では下記の異動（4月1日付）があった。  
鷹森和弥氏（県農試験所長）は退職  
鈴木金苗氏（県商工部商工企画課）の農業試験地長に  
大沢高志氏（農試病害虫部研究主幹）は農試生物工学部へ  
加藤公彦氏（農試東部園芸分場）は農試病害虫部病害研究室へ  
松永良夫氏（柑橘試病害虫研究室研究技監）は柑橘試研究技監室へ  
小泊重洋氏（農業水産部普及課）は茶試環境研究室研究主幹に  
佐藤幸男氏（茶試環境研究室研究主幹）は農業短期大学校へ  
新潟県では下記の異動（4月1日付）があった。  
後藤 登氏（高冷地農業技術センター専門研究員）は西蒲原農業改良普及所へ  
樋口賢治氏（北魚農業改良普及所）は高冷地農技センター研究員に  
市村恒雄氏（採用）は高冷地農技センターへ  
中村照夫氏（高冷地農技センター研究員）は退職  
西須栄一氏（蚕試栽桑課長）は退職  
酒井英卿氏（蚕業試験場長）は場長兼栽桑課長事務取扱に  
富山県では下記の異動（4月1日付）があった。  
松沢克彦氏（農技センター農試病理昆虫課研究員）は農業水産部普及指導課へ  
斎藤 毅氏（病害虫防除所）は農技センター農試病理昆虫部研究員に  
嘉藤吾省氏（病害虫防除所主任研究員）は入善農業改良普及所へ  
山崎一浩氏（採用）は病害虫防除所へ  
石川県では下記の異動（4月1日付）があった。  
脇坂幸雄氏（農業総合試験場長）は農業短期大学校へ  
渡辺信利氏（砂丘地農業試験場長）は農業総合試験場長に  
元田興喜氏（農総試果樹科主任研究員兼科長）は農業情報センターへ  
山田 博氏（加賀農業改良普及所長）は砂丘地農業試験場長に  
西山 哲氏（砂丘地農試そ菜花き科研究員）は県農林水産部農産課へ  
稲部喜博氏（砂丘地農試果樹課長）は加賀農業改良普及所へ  
中村一雄氏（農総試能登農技センター主任研究員）は退職  
大岡千一氏（農総試能登農技センター農業研究専門員）は輪島農業改良普及所へ  
岩田正樹氏（輪島農業改良普及所）は農総試能登農技センター農業研究専門員に  
高枝正成氏（採用）は農総試能登農技センターへ  
福井県では下記の異動（4月1日付）があった。  
山本陽子氏（高志農業改良普及所）は農試果樹課へ  
南 忠員氏（農試土壤肥料課主任研究員）は農試環境調査課長に  
山梨県では下記の異動（4月1日付）があった。  
雨宮 毅氏（果樹試験場長）は退職  
原田 昭氏（果樹試栽培加工部研究管理幹部部長ブドウ担当）は果樹試験場長に  
岐阜県では下記の異動（4月1日付）があった。  
福富敏雄氏（病害虫防除所長）は退職  
曾我京次氏（病害虫防除所東濃支所長）は病害虫防除所長に  
片桐義次氏（病害虫防除所主任専門研究員兼企画防除係長）は病害虫防除所東濃支所長に  
加納正和氏（病害虫防除所中濃支所長）は病害虫防除所病害虫専任に  
渡辺 勇氏（病害虫防除所飛騨支所長）は病害虫防除所中濃支所長に  
大栗田文治氏（飛騨農業改良普及所）は病害虫防除所飛騨支所長に  
広瀬 修氏（西南濃農業改良普及所）は病害虫防除所係長に  
愛知県では下記の異動（4月1日付）があった。  
中込暉雄氏（農総試作物研究所防疫研究室主任研究員）は安城農業技術センターへ  
市川耕治氏（農総試園芸研究所病害虫研究室）は農総試作物研究所防疫研究室へ  
小出隆子氏（採用）は農総試園芸研究所へ  
榊原正義氏（農総試蒲郡支所主任研究員）は農総試へ  
高瀬輔久氏（農総試園芸研究所内海圃場主任研究員）は農総試蒲郡支所主任研究員に  
成田秋義氏（安城農業改良普及所）は農総試園芸研究所内海圃場主任研究員に  
三重県では下記の異動（4月1日付）があった。  
石川裕一氏（農技センター虫害研究室長）は農技センター土壤保全研究室長に  
大久保憲秀氏（病害虫防除所）は農技センター虫害研究室長に  
田中正美氏（農技センター伊賀農業センター場長）は退職  
中村紀久男氏（一志農業改良普及所）は農技センター伊賀農業センター場長に  
伊藤 寿氏（農技センター伊賀農業センター開発企画部）は農技センター伊賀農業センター果樹研究室へ  
須崎徳高氏（農技センター伊賀農業センター果樹研究室）は一志農業改良普及所へ  
上西啓資氏（農業大学校）は農技センター紀南かんきつセンターかんきつ研究室へ  
滋賀県では下記の異動（4月1日付）があった。  
小林正幸氏（農試環境部長）は農試研究参事に  
高士祥助氏（農試環境部副部长兼病理昆虫係長）は農試環境部長に  
仙波俊男氏（病害虫防除所）は農試環境部病理昆虫係長併任に  
音野秀幸氏（病害虫防除所専門員）は農試企画技術部専門員に  
鋒山和幸氏（病害虫防除所）は湖北地区農業改良普及

- 所へ  
堀口清博氏 (湖北地区農業改良普及所) は病害虫防除所へ  
川村清隆氏 (採用) は病害虫防除所へ  
大阪府では下記の異動 (4月1日付) があった。  
田中 寛氏 (農林技術センター所長) は退職 [非常勤嘱託として所長]  
兵庫県では下記の異動 (4月1日付) があった。  
谷口 保氏 (淡路農技センター農業部長) は退職  
岸本基男氏 (中央農技センター経営流通室副室長) は淡路農技センター農業部長に  
山下優勝氏 (病害虫防除所長) は退職 [兵庫県公園協会緑の相談所]  
中井大介氏 (農林水産部振興室) は病害虫防除所長に和歌山県では下記の異動 (4月1日付) があった。  
廣畑和巳氏 (農業試験場長) は退職  
猪坂律次氏 (農試次長) は農業試験場長に  
鳥取県では下記の機構改革と異動 (4月1日付) があった。  
果樹試験場と園芸試験場を合併し、果樹野菜試験場とした。  
〒689-22 鳥取県東伯郡大栄町由良宿  
電話 0858-37-4211  
宇田川英夫氏 (果樹野菜試験場長) は果樹野菜試験場長に  
柳沢健彦氏 (園芸試験場長) は果樹野菜試研究技官に  
内田正人氏 (果試病虫科長) は果樹野菜試環境研究室長に  
谷口達雄氏 (園試病虫科長) は果樹野菜試環境研究室特別研究員に  
渡辺博幸氏 (果試病虫科) は果樹野菜試環境研究室へ  
佐古 勇氏 (園試病虫科) は果樹野菜試環境研究室へ  
伊澤宏毅氏 (果試病虫科) は果樹野菜試環境研究室へ  
岸田絵理子氏 (園試病虫科) は果樹野菜試環境研究室へ  
岡山県では下記の組織改正と異動 (4月1日付) があった。  
県内9か所の病害虫防除所を統合整備し、岡山県病害虫防除所とした。  
〒709-08 岡山県赤磐郡山陽町神田沖 1174-1  
電話 08695-5-0271~77 内線 242, 243  
F A X 08695-5-1914  
逸見 尚氏 (農試病虫部長) は退職  
岡本康博氏 (農試特別研究員兼野菜・花部長) は農試病虫部長に  
粒生直義氏 (採用) は農試北部支場野菜作物部へ  
広島県では下記の異動 (4月1日付) があった。  
小川睦男氏 (農試企画情報主任専門技術員) は退職  
佐々木篤氏 (果試次長兼企画開発部長) は果試主任専門技術員に  
小笠原静彦氏 (果試企画開発部主任研究員) は常緑果樹部へ  
西田和男氏 (果試常緑果樹部長) は果試次長兼企画開発部長に  
中元勝彦氏 (安芸津農業改良普及所) は果試企画開発部へ  
山口県では下記の異動 (4月1日付) があった。  
黒木功令氏 (農試環境部病害虫研究室専門研究員) は豊田農業改良普及所へ  
和泉勝憲氏 (病害虫防除所) は農試環境部病害虫研究室専門研究員に  
徳島県では下記の異動 (4月1日付) があった。  
山下 浩氏 (果試病虫科) は果試県北分場母樹品種科長へ  
中西友章氏 (蚕試栽桑科) は果試病虫科へ  
定作 昭氏 (果試県北分場専門研究員兼保護環境科長) は果試県北分場専門研究員兼母樹品種科長に  
松家義克氏 (農業改良普及所) は果試県北分場保護環境科へ  
平川文男氏 (徳島蚕業指導所) は蚕試栽桑科へ  
愛媛県では下記の異動 (4月1日付) があった。  
藤本義則氏 (農業試験場長) は退職  
宮内敏行氏 (農試主席研究員) は農業試験場長に  
森 介計氏 (果樹試験場長) は退職  
高橋敬二氏 (伊予三島業改良普及所長) は果樹試験場長に  
安藤 治氏 (蚕業試験場長) は退職  
斉藤則幸氏 (蚕試園芸農蚕課) は蚕業試験場長に  
家村真之氏 (蚕試主任研究員) は喜多蚕業技術指導所へ  
高知県では下記の異動 (4月1日付) があった。  
小林達男氏 (農林技研病理研究室主研) は県農林技術課へ  
梅原久稔氏 (農林技研農業残留研究室長兼専門研究員) は須崎病害虫防除所へ  
藤田祥勝氏 (園試露地野菜科長) は農林技研農業残留研究室長に  
森田泰彰氏 (採用) は農林技研病理研究室へ  
福岡県では下記の組織改正と異動 (4月1日付) があった。  
県内6か所の病害虫防除所を1本所と2支所に統合整備した。  
本所：福岡県病害虫防除所  
〒818 筑紫野市大字吉木 423  
電話 092-924-0062  
F A X 092-928-6404  
支所：福岡県病害虫防除所筑後支所  
〒833 筑後市大字和泉 606-1  
電話 0942-53-6403  
支所：福岡県病害虫防除所行橋支所  
〒824 行橋市中央 1-2-1  
電話 09302-4-6464  
高橋登美雄氏 (農総試環境保全部長) は農総試病害部長兼普通作物病害虫研究室長に  
吉田佳輔氏 (農総試病害虫部長) は農総試果樹苗木分場長に  
国武幸子氏 (農総試花き花木研究室) は農総試病害虫部普通作物病害虫研究室へ  
乙藤まり氏 (農総試病害虫部普通作物病害虫研究室) は福岡農業改良普及所へ  
角重和浩氏 (農総試病害虫部普通作物病害虫研究室) は農総試化学部作物栄養研究室へ  
梶谷裕二氏 (農総試病害虫部野菜花き病害虫研究室)

は農総試病害虫部果樹病害虫研究室へ  
 吉住芳子氏（農総試病害虫部果樹病害虫研究室）は退職  
 佐賀県では下記の異動（4月1日付）があった。  
 菅 正道氏（農試病害虫農薬研究室長）は植物病害虫防除所所長補佐に  
 松崎正文氏（農試病害虫農薬研究室特別研究員）は農試病害虫農薬研究室長に  
 稲田 稔氏（採用）は農試病害虫農薬研究室へ  
 脇野秀彦氏（畑作試畑作物研究室特別研究員）は畑作試畑作経営研究室長に  
 貞松光男氏（果試場長補佐兼病害虫研究室長）は畑作試験場長に  
 口木文孝氏（果試病害虫研究室）は小城農業改良普通所へ  
 山津憲治氏（植物病害虫防除所所長補佐）は果試病害虫研究室長に  
 豆塚宏子氏（採用）は果試病害虫研究室へ  
 長崎県では下記の異動（4月1日付）があった。  
 永野道昭氏（総合農林試環境部長）は退職  
 小川義雄氏（総合農林試環境部病害虫科専門研究員）は総合農林試作物部原種科長に  
 難波信行氏（採用）総合農林試環境部病害虫科へ  
 熊本県では下記の名称変更、移転及び異動（4月1日付）があった。  
 (旧 称) 農業試験場  
 (新 称) 農業研究センター農産園芸研究所  
 (移転先) 〒861-11 菊池郡合志町大字栄 3801  
 電話 096-248-6444  
 (旧 称) 果樹試験場  
 (新 称) 農業研究センター果樹研究所  
 (旧 称) 茶業試験場  
 (新 称) 農業研究センター茶業研究所  
 (移転先) 〒861-32 上益城郡御船町大字滝尾 5450  
 電話 096-282-6851  
 (名 称) 病害虫防除所  
 (移転先) 〒861-11 菊池郡合志町大字栄 3801  
 農業研究センター内  
 電話 096-248-6490～92  
 古賀成司氏（農試病害虫部研究参事）は県経営普及課専門技術員に  
 小牧孝一氏（農試畑作物部主任技師）は農研センター農産園芸研究所病害虫部主任技師に  
 渡辺秀士氏（農試花き花木部研究参事）は高原農業研究所研究参事に  
 山口 茂氏（農試花き花木部主任技師）は鹿本農業改良普及所へ  
 上田恭子氏（農試作物部）は農研センター農産園芸研究所花き部へ  
 黒野誠六氏（農試園芸部長）は農研センター農産園芸研究所野菜品種部へ  
 小野 誠氏（農試園芸部主任技師）は農研センター農産園芸研究所野菜栽培・特産部へ  
 東 隆夫氏（農試園芸支場研究主幹兼そ菜部長）は農研センター農産園芸研究所野菜栽培・特産部八代研究室長に

石田豊明氏（農試園芸支場そ菜部研究参事）は農研センター農産園芸研究所野菜栽培・特産部八代研究室研究参事に  
 森田敏雄氏（農試園芸支場そ菜部主任技師）は農研センター農産園芸研究所野菜栽培・特産部八代研究室研究参事に  
 木下猛夫氏（県農政部経営普及課）は農研センターい業研究所育種栽培部長に  
 山田一字氏（果試病害虫部）は病害虫防除所へ  
 磯田隆晴氏（果試病害虫部長）は農研センター果樹研究所病害虫化学部長に  
 行徳 裕氏（果試病害虫部）は農研センター果樹研究所病害虫化学部へ  
 坂本孝義氏（茶試応用研究部）は芦北農業改良普及所へ  
 岩木 薫氏（球磨農業研究指導所特産部）は農研センター茶業研究所研究参事に  
 大分県では下記の異動（4月1日付）があった。  
 波多野道義氏（農技センター所長）は退職  
 五ノ谷量一氏（県農政部営農指導課長）は農技センター所長に  
 後藤利幸氏（温泉熱利用花き園芸試験場長）は退職  
 東礼一郎氏（温泉熱利用花き園芸研究部長）は県農政部営農指導課農業改良専門技術主幹に  
 五島一徳氏（農技センター主幹研究員兼畑作科長）は温泉熱利用花き園芸研究部長に  
 宮崎県では下記の異動（4月1日付）があった。  
 徳永保利氏（総農試茶業支場栽培科長）は総農試加工科長兼主任専門技術員に  
 間曾龍一氏（県農政水産部営農指導課）は総農試茶業支場栽培科長に  
 鹿児島県では下記の異動（4月1日付）があった。  
 尾松直志氏（フラワーセンター）は農試病害虫部へ  
 柳田良雄氏（農試大隅支場長）は退職  
 野口純隆氏（農試企画経営課長）は農試大隅支場長に  
 松比良邦彦氏（採用）は農試大隅支場畑作物病害虫研究室へ  
 鬼丸照雄氏（茶試環境研究室長）は茶試大隅支場長に  
 野中寿之氏（茶試環境研究室主任研究員）は茶試環境研究室長に  
 沖縄県では下記の異動（4月1日付）があった。  
 新垣則雄氏（農試病害虫部サトウキび害虫研究室）は農試病害虫部害虫研究室へ  
 外間也子氏（農試病害虫部害虫研究室）は農試病害虫部病理研究室へ  
 福岡県内農業総合試験場では、下記のように組織機構の改革を行った。  
 〔旧組織〕  
 企画調整室  
 経営環境研究所経営部  
 経営研究室  
 農業機械研究室  
 流通利用研究室  
 〔新組織〕  
 企画経営部  
 企画課  
 経営情報課  
 生産環境研究所生物資源部  
 生物工学研究室  
 微生物利用研究室  
 同流通加工部

同化学部  
 普通作物肥料研究室  
 園芸作物肥料研究室  
 土地改良研究室  
 同環境保全部  
 公鉱害研究室  
 土壤保全研究室  
 同病害虫部  
 普通作物病害虫研究室  
 野菜病害虫研究室  
 果樹病害虫研究室  
 農産研究所育種部  
 普通作物品種研究室  
 二条大麦育種研究室  
 同栽培部  
 普通作物栽培研究室  
 高度利用研究室  
 畜産研究所家畜部  
 乳牛研究室  
 肉牛研究室  
 養豚研究室  
 畜産環境研究室  
 同養鶏部

流通利用研究室  
 農産加工研究室  
 同化学部  
 土壤管理研究室  
 作物栄養研究室  
 公鉱害研究室  
 同病害虫部  
 普通作物病害虫研究室  
 野菜花き病害虫研究室  
 果樹病害虫研究室  
 農産研究所育種部  
 作物品種研究室  
 水稻育種研究室  
 二条大麦育種研究室  
 同栽培部  
 作物栽培研究室  
 機械化作業研究室  
 畜産研究所大家畜部  
 乳牛研究室  
 肉用牛研究室  
 畜産工学研究室  
 環境衛生研究室  
 同中小家畜部

卵用鶏研究室  
 肉用鶏研究室  
 衛生研究室  
 同飼料部  
 飼料栽培研究室  
 飼料利用研究室  
 茶業指導所  
 庶務  
 栽培加工研究室

養豚研究室  
 家きん育種研究室  
 家きん飼養研究室  
 同飼料部  
 飼料作物研究室  
 家畜栄養研究室  
 茶業指導所  
 庶務  
 栽培研究室  
 加工研究室

上記以外の研究所は従来どおり。

人事消息

(6月1日付)  
 小林正弘氏(九州農業試験場地域基盤研究部害虫行動研究室長)は熱帯農業研究センター研究第一部併任に稲葉忠興氏(四国農業試験場生産環境部病害研究室長)は農林水産技術会議事務局筑波事務所研究交流管理官に  
 日本果樹種苗協会は、4月27日付けで下記へ移転した。  
 移転先：〒143 東京都大田区東海 3-2-1  
 東京都中央卸売市場大田市場  
 日本園芸農業協同組合連合会内  
 電話：03-5492-5433  
 F A X：03-5492-5430

次号予告

次8月号は下記原稿を掲載する予定です。

特集：熱帯作物の病害(1)

東南アジアに発生するイネの細菌病 加来 久敏  
 インドネシアのいもち病 吉野 嶺一  
 熱帯地方に発生するイネウイルス病 日比野啓行  
 ネグニ類に関する薬剤防除の現状 桑原 雅彦・高井 幹夫・板垣 紀夫  
 ブドウを加害するフタテンヒメヨコバイの生態と防除 宮崎 稔

アフリカサヘル地域におけるサバクバツタの大発生と移動 日高 輝展  
 鳴くアブラムシ 久保田 栄  
 海外ニュース：ペルー野菜生産技術センター計画 山口 武夫  
 農薬製剤の CIPAC 分析法(2) 百 弘  
 植物防疫基礎講座  
 果樹ウイルス病の診断法の実際(4)  
 リングウイルス病の検定方法 町田 郁夫・小金沢碩城

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 597円 送料 51円

植物防疫

平成元年  
 7月号

(毎月1回1日発行)

——禁 転 載——

第43巻 平成元年6月25日印刷  
 第7号 平成元年7月1日発行

編集人 植物防疫編集委員会

発行人 岩 本 毅

印刷所 (株) 廣 濟 堂  
 東京都港区芝3-24-5

定価 597円 送料 51円  
 (本体580円)

平成元年分  
 前金購読料 6,695円  
 後払購読料 7,158円  
 (共に〒サービス、消費税込み)

——発 行 所——

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

日本の実りに  
日本の効きめ

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

増収を約束する

日曹の農薬

**トリフミン**® 水和剤



果樹・野菜の広範囲の病害防除に

べと病・疫病の専門薬！

**トップジンM**® 水和剤

**アリエツテイ** 水和剤

果樹・野菜の広範囲の害虫防除に

果樹・野菜・いちごのハダニ防除に

日曹 **スカウト** フロアブル乳剤

**ニッソラン**® 水和剤

畑作イネ科雑草の除草に  
—生育期処理除草剤—

**ナブ**® 乳剤



日本曹達株式会社

本社 〒100 東京都千代田区大手町2-2-1  
支店 〒541 大阪市中央区北浜2-1-11  
営業所 札幌・仙台・信越・新潟・東京・名古屋・福岡・四国・高岡

豊かな収穫が見えてくる。



三 共 の 農 薬



●ムレ苗、苗立枯病を防いで健苗をつくる

**タチガレエース** 粉剤液剤

●灰色かび病、菌核病防除に

三共 **ロニラン**® 水和剤



三共株式会社 北海道三共株式会社  
九州三共株式会社

◆広範な分野にわたる関連用語10,000余語を収録!

# 微生物学辞典

日本微生物学協会 編

6月下旬刊

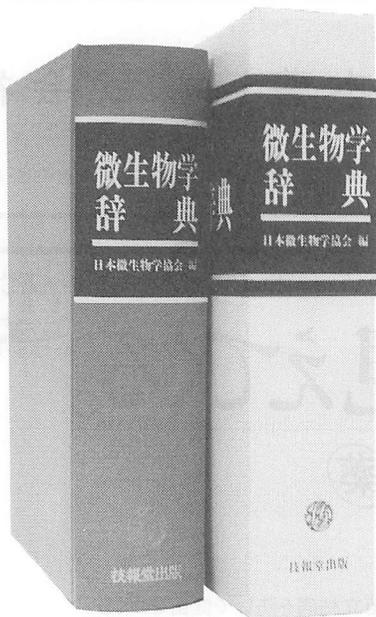
●内容見本送呈  
予約注文受付中

A5・1,500頁・上製函入

定価15,450円(送料共)  
(本体15,000円, 税450円)

●分野を越え  
必要な知識が検索できる  
斯界初の総合辞典!

次々と応用分野が開拓され、一分野に通暁する専門家でさえ他分野の知識を要領よく知るには困難を感じる状況に対応、微生物学全般にわたる知識が容易に得られるわが国初の総合辞典。



●ウイルス／細菌／菌類／藻類／原生動物／免疫／遺伝・分子生物の7部門を基本に、重要用語を精選!

医学、薬学、獣医学、植物病理学、一般微生物学、応用微生物学、遺伝学等の内容を網羅、境界・応用領域における最新の用語も包括。

●第一線の専門家480余名の協力を得、高度な内容を盛込みつつ、平易に解説  
●基礎生物学から環境・バイオまで広範な読者の要求に応える解説内容!

分類・命名／培養／増殖／形態／構成成分／生理(栄養・代謝)／突然変異／遺伝物質／遺伝子作用／交雑・組換え／細胞質因子／毒性物質／酵素／醸造・食品／抗生物質／その他の生産物質／生態／環境／感染・病気／免疫・血清学／疫学・予防衛生／食品衛生／防除／実験動物／検査法／装置・操作／化学療法／その他

●編集幹事(順不同)

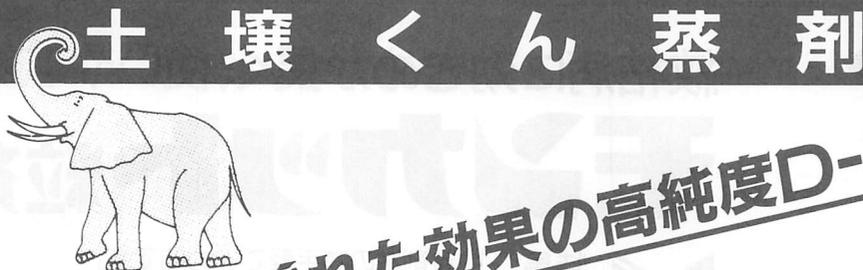
日高 醇 (日本微生物学協会常任理事)  
故甲野 禮作 (埼玉医科大学教授)  
植竹 久雄 (京都大学名誉教授)  
須藤 恒二 (元 獣医学産大学教授)  
長谷川 武治 (財)発酵研究所理事)  
故藁田 泰治 (東京大学名誉教授)  
村田 良介 (国立予防衛生研究所名誉所員)

東京都港区赤坂1-11-41  
〒107 第一興和ビル

技報堂出版

TEL 03(585)0166  
FAX 03(505)5838

振替口座  
東京4-10番



土 壤 く ん 蒸 剤

少量でもすぐれた効果の高純度D-D剤

# テロン<sup>\*</sup> 92

特長 ●効力アップ ●広い適用害虫 ●広い適用作物

テロン普及会

お問い合わせ \_\_\_\_\_ \*ザ・ダウ・ケミカル・カンパニー商標



サンケイ化学株式会社

本 社 〒890 鹿児島市都元町880 ☎0992(54)1161代  
東京本社 〒101 千代田区神田町2-1 ☎03(294)6981代

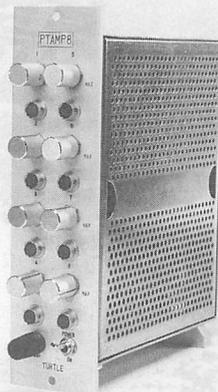
## ターゲット工業の実験用センサー、計測システムを御存知でしょうか。

移動物体を検出するには、いろいろの方法があります。昆虫のように質量の小さなものには、光学式が最的です。

光といっても、我々の目に見えるもの見えないもの、また、レーザーのような特殊なもの等、何種類もあります。

それらを受取るセンサー素子も、多種多様ですが、現在最も多いのは、フォトランジスタとフォトダイオードです。フォトランジスタは高感度が特長、フォトダイオードは高速応等、高直線性が特長です。当社では、これ等のセンサー素子増巾器、変換器カウンター、コンピュータ用インターフェース等、多くの装置を手がけています。

「こんなものだろうか」と検討されていることがありましたら、なんなりとご相談下さい。きっとお役に立てると確信しています。



フォトセンサー用コンバータ

**TURTLE**

TURTLE INDUSTRY Co., Ltd.

株式会社 ターゲット工業

コンピュータシステムのハード・ソフト、計測、制御、通信、エレクトロニクス、メカトロニクス応用機器の開発、設計・製作販売。

学園営業所 〒305 茨城県つくば市東新井18-12  
グローバルマンション206  
TEL 0298-52-0730(代)  
FAX 0298-51-9477  
本 社 〒300 茨城県土浦市小松ヶ丘町3-11  
東京営業所 〒151 東京都渋谷区笹塚2-22-2  
サンクローリー  
TEL 03-373-7497(代)



おかげさまで60年

紋枯病に効きめが長く、使いやすい

# モンカット®粒剤



特長

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

●使用量：10アール当り4kg ●使用適期：出穂20日前中心に使用

いもち・紋枯病が同時に防げる粒剤

姉妹品＝

## フジワンモンカット®粒剤

®：「モンカット」「フジワン」は日本農薬㈱の登録商標

「新発売」

いもち・紋枯病が同時に防げる粒剤

手まきで登場



日本農薬株式会社 東京都中央区日本橋1丁目2番5号

## “殺虫剤の革命”

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

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

# バイデン

 乳剤

●速効的に効くりんご・梨の落果防止剤。伊予柑のへた落ち防止剤。

# マデック

 乳剤

●澄んだ水が太陽の光をまねく！水田の中期除草剤。

# モゲブロン

 粒剤

新発売

害虫の脱皮阻害剤

# デミリン

 水和剤

●花・タバコ・桑の土壤消毒剤。刺激臭がなく安心して使えます。

# バスアミド

 微粒剤

●ボルドー液の幅広い効果に安全性がプラスされた果樹・野菜の殺菌剤。

# キノンドー

 水和剤 80・40

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

# カソロン

 粒剤 6.7 4.5

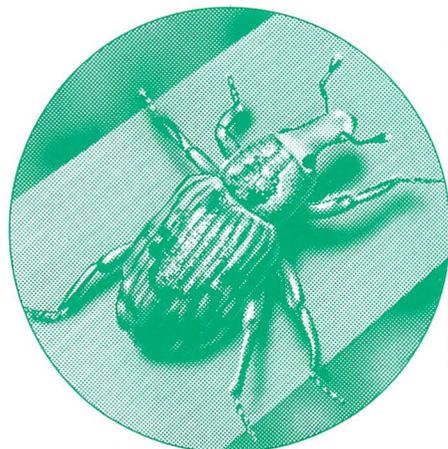

アグロ・カネショウ株式会社

東京都千代田区丸の内2-4-1

〈農業は正しく使いましょう〉

# 箱で安心、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。
- ★イネドロオイムシ、ヒメトビウカなどの初期害虫を同時に防除できます。
- ★箱施用なので省力的です。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	使用量	使用時期
水 稲 (箱育苗)	イネミズゾウムシ イネゾウムシ イネドロオイムシ イネハモグリバエ イネヒメハモグリバエ ヒメトビウカ ツマグロヨコバイ	育苗箱 1箱当り 50~70g	移植前3日 ~移植当日

# アドバンテージ

 粒剤

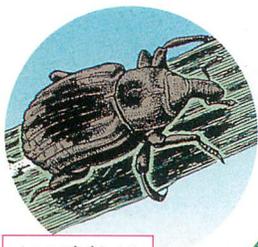
※アドバンテージは米国FMC社の登録商標です。



日産化学 FMC 係体供給元 FMCコーポレーション

稲害虫に**シャープ** **ビビット**な効きめ  
仕上防除に **クミアイ** **トレボン**<sup>®</sup>  
**トレボン** 混合同時防除剤

粉剤DL、粒剤、乳剤



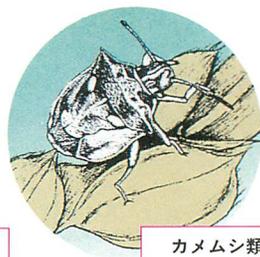
イネミズゾウムシ



ツマガロヨコバイ



トビロウカ



カメムシ類



イネドロオイムシ

**トレボン** 混合同時防除剤

●いもち病と、重要害虫防除

ビームラントレボン粉剤DL  
ビームオフトレボン粉剤DL  
ビームトレボン粉剤DL

●いもち、もんがれ病と重要害虫防除

ビームバシボン粉剤DL

●もんがれ病と重要害虫防除

レルダンバシボン粉剤DL  
バシラントレボン粉剤DL

●稲主要害虫の徹底防除

レルダントレボン粉剤DL  
ランガードトレボン粉剤DL



農協・経済連・全農

自然に学び 自然を守る  
**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 TEL 03(822)5130

ゆたかな実り—明治の農薬

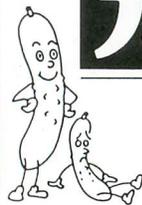
稲・いもち病、白葉枯病、もみ枯細菌病、  
きゅうり・斑点細菌病防除に……………



# オリゼメート粒剤

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

# カッパーシン水和剤



明治製菓株式会社  
104 東京都中央区京橋2-4-16