

ISSN 0037-4091

# 植物防疫



1990

9

VOL 44

特集 薬剂抵抗性



**安心です。**  
**慣行濃度で無人防除**

防除作業者を危険な農業曝露からの保護に、防除の共立は極めて安全性の高い画期的な新機構=ロボット防除を提案します。ロボットスプレーカは慣行濃度の薬液を使用しますので葉害の心配がなく手散布と同じ作業感覚でご利用いただけます。導入に際しても特別な設備や工事の必要がなく、現在お手持ちのセット動噴等がそのままご利用いただける経済的なシステムです。高温多湿なハウスはもちろんアスパラなど特用作物の露地ものまで使用場所も選ばません。



**共立ロボットスプレーカ**

ASC-61M ¥ 380,000 / ASC-101M ¥ 460,000 / KHS-100DX ¥ 550,000

\*表示の価格には消費税は含まれません。

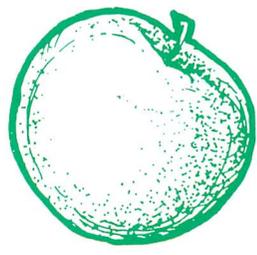
株式会社 **共立**  **共立エコー物産株式会社** 〒181 東京都三鷹市下連雀7-5-1 ☎0422-49-5941 (代表)

**果樹の病害防除に抜群の効果**



**りんご**

黒星病  
斑点落葉病  
赤星病  
すす点病  
すす斑病  
黒点病

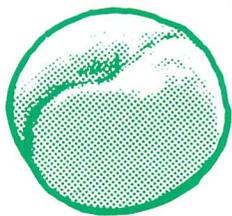


**なし**

黒星病  
黒斑病  
赤星病

**もも**

縮葉病  
黒星病  
灰星病



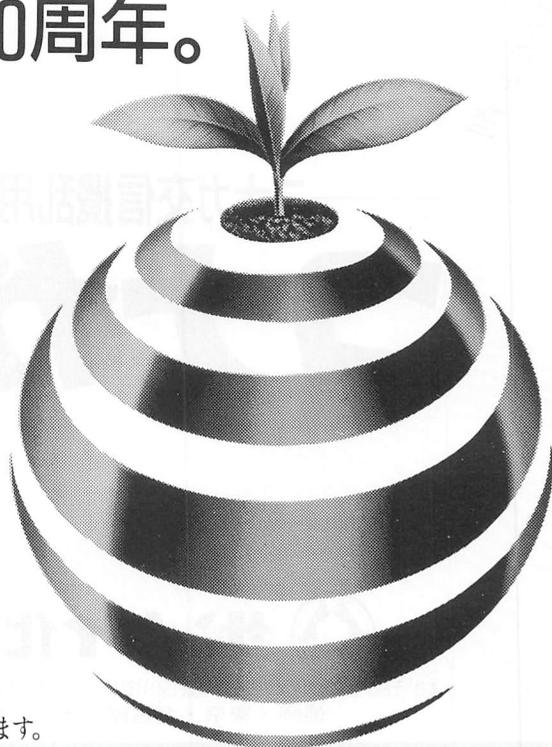
**かき**

円星落葉病

**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

# おかげさまで30周年。 これからも、 いつまでも、 ICI農薬。



除草、殺虫、殺菌、そして成長調整…  
豊かな実りのためのニーズに  
幅広く応えるICI農薬。

日本の土を踏んで、おかげさまで  
ことし30周年を迎えることができました。  
これからも先進の技術を駆使して、  
豊かな収穫を阻む諸問題の解決に  
努力を重ねてまいります。

21世紀に向けて、ICIの挑戦はさきよう続きます。

## 農作物の安定多収に挑戦するICI農薬。

### 除 草 剤

#### ●水稲用

【新発売】フジグラス®粒剤/【新発売】ベルーフ®粒剤/【新発売】リーダール®粒剤/マメット®SM粒剤/マメット®粒剤/オードラム®粒剤  
オードラム®M粒剤/ナクサー®粒剤/ダイセック®SM粒剤/エストラム®粒剤

#### ●果樹・野菜・非農耕地用

フリグロックス®L/マイゼット®/【新発売】タッチダウン®/レグロックス®/エス®乳剤/バーナム®粒剤

#### ●芝用

クサレス®水和剤/ロンパー®乳剤・細粒剤/ローンベスト®水和剤

### 殺 菌 剤

#### ●水稲用

ケス®水和剤

#### ●果樹・野菜用

アリエッティ®C水和剤/キャプタン水和剤/ロブキャプタン水和剤/ミルカーブ®液剤

### 殺 虫 剤

#### ●果樹・野菜用

【新発売】サイハロン®水和剤・乳剤/【新発売】ピリマー®ナック水和剤/アクテリク®乳剤/ピリマー®水和剤

### 植物成長調整剤

#### ●水稲用(倒伏軽減剤)

【新発売】スマレクト®粒剤/【新発売】イネピタン®粒剤

#### ●非農耕地用

【新発売】バウンティ®粒剤・フロアブル

#### ●花き・花木用

【新発売】ボンザイ®フロアブル



アイシーアイジャパン株式会社  
〒100 東京都千代田区丸の内1-1-1 パレスビル

フェロモン剤

コナガ交信攪乱用フェロモン剤

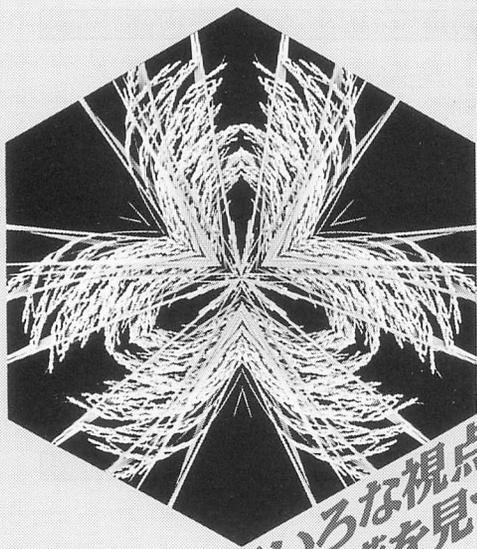
# コナガコン®

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



### ホクコーの主要水稻防除剤

●総合種子消毒剤  
デュボン **ベンレートT** 水和剤20

●水稻種子消毒剤  
**ヘルシード** 水和剤

●紋枯病やっぱり決め手の  
**バリダシン** 粉剤DL  
液剤 エア

●いもち病 防除剤  
**カスラフサイド** 粉剤DL  
水和剤

**オリゼメート** 粒剤

●水稻倒伏軽減剤  
**セリワード** 粒剤5

●イネミズゾウムシ・イネドロオイムシ防除剤  
**シクロサルU** 粒剤2

**シクロサルナックU** 粒剤

**シクロサルバッサU** 粒剤

いろいろな視点で  
収穫を見つめて。

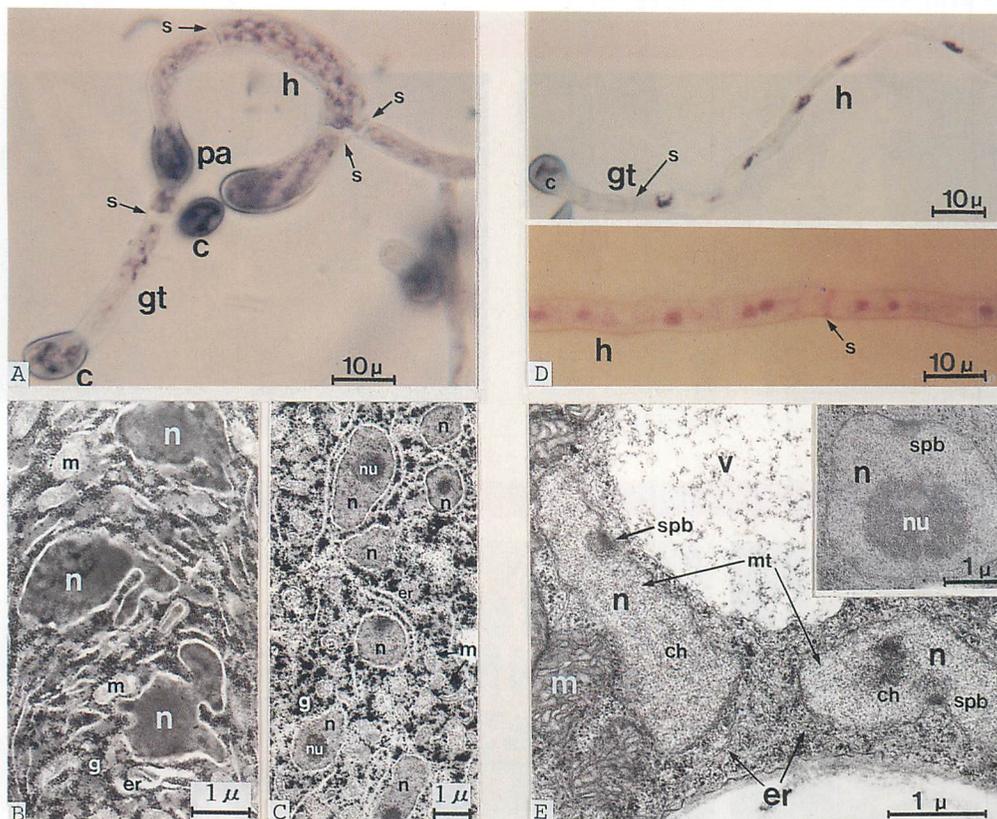
農薬会社は、日本農業の発展を願い、安全で効果の高い農薬を創りおとどけています。



農協  
経済連  
全農

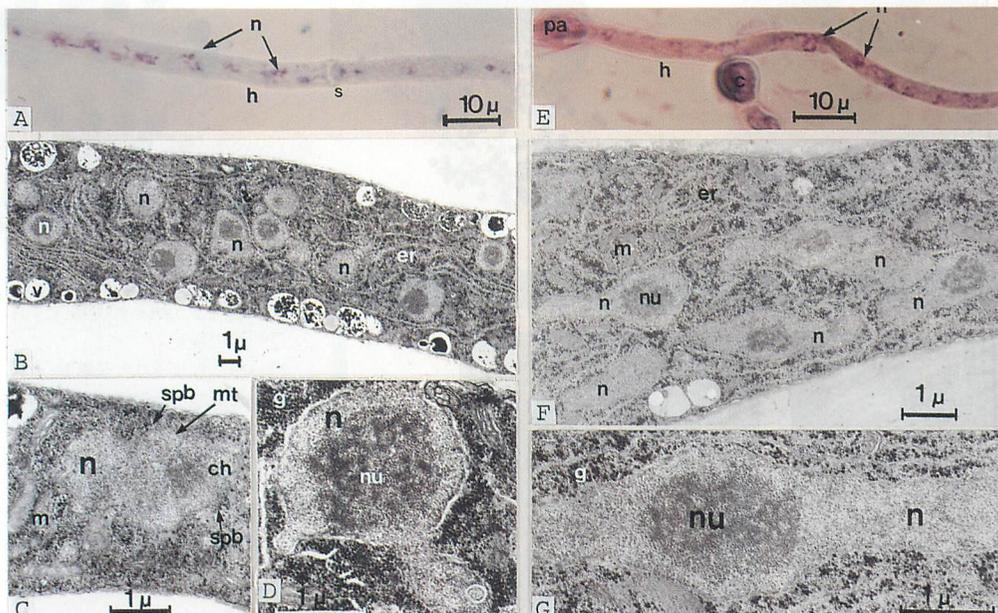


北興化学工業株式会社  
東京都中央区日本橋本石町4-4-20



*B. cinerea* ベノミル耐性菌株の核行動

A～C：耐性菌株・IHES-3——核が不規則に密在し(A)，大核(B)と小核(C)に有糸分裂器官は認められない。D、E：感性菌株・IPCR-1——核が規則的に分布し(D)，核内に糸分裂器官が認められる(E)。



菌糸融合で出現した *B. cinerea* ベノミル耐性菌株の核行動

A～D：耐性菌株・PHDF-6——菌糸細胞内で核は規則的あるいは不規則に分布し(A、B)，有糸分裂器官が認められる核(C)と認められない核(D)が存在する。E～G：耐性菌株・PHGF-1——核は規則的に分布し(E)，親菌株(IPCR-1、IHES-3)と異なる独特の形状を示す(F、G)。

記号説明 c：分生孢子，ch：染色体，er：小胞体，gt：発芽管，g：グリコーゲン顆粒，h：菌糸，m：ミトコンドリア，mt：微小管，n：核，nu：核小体，pa：第一次付着器，s：隔壁，spb：紡錘体構造，v：液胞。

メロン毛根病

牧野孝宏氏原図



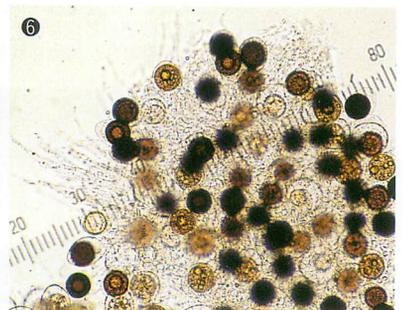
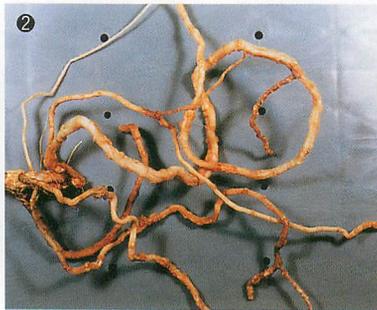
▲重症株の萎ちょう及びネット形成不良



▲地表面に多量に形成された毛状根

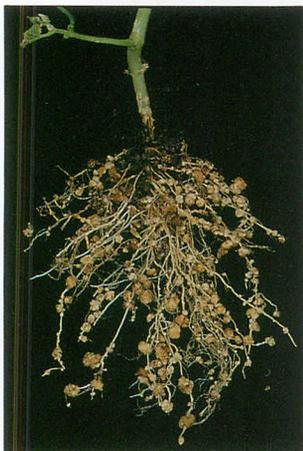
メロン黒点根腐病

和泉勝一氏原図



メロンがんしゅ病

小林研三氏原図



▲根部病徴(品種：健脚)



▲アルブミン寒天培地上での病原放線菌のコロニー

- ① 萎ちょう株発生状況
- ② 根の褐変
- ③ 根に形成された子嚢殻
- ④ 子嚢殻から放出された子嚢胞子のブドウ房状集塊
- ⑤ 押しつぶされた子嚢殻と押し出された子嚢胞子
- ⑥ 子嚢と子嚢胞子

# 植物防疫

Shokubutsu bōeki  
(Plant Protection)

第44巻第9号  
平成2年9月号

## 目次

### 特集：薬剤抵抗性

EBI 剤に対するキュウリうどんこ病菌の感受性低下	大塚 範夫・宗 和弘	1
野菜害虫の薬剤抵抗性	浜 弘司	4
灰色かび病菌の薬剤耐性出現機構	阿久津克己	8
殺虫剤抵抗性対策としての協力剤——ニカメイガの場合——	宍戸 孝・昆野 安彦	12
線虫の薬剤抵抗性	大林 延夫	17
海外ニュース：イネ白葉枯病に関する国際稲研究所 (IRRI) との共同研究	山本 剛・小川 裕文	20
日本産昆虫のウイルス病総目録	国見 陽三	21
九州におけるチュウゴクオナゴバチの放飼と定着	村上 陽三	29
静岡県におけるチャ病害虫防除の現状と問題点	伊藤 善文	33
植物防疫基礎講座		
ウリ科野菜の萎ちょう性病害の見分け方(4) メロン萎ちょう性病害の見分け方(2)	牧野 孝宏・和泉 勝一・小林 研三・吉田 政博	37
地域特産物の病害虫(3) コマツナの病害	堀江 博道	41
新しく登録された農薬(2.7.1~7.31)		45
学界だより	協会だより	36 46
人事消息	新刊紹介	16 28
お知らせ	次号予告	19 46



## 「確かさ」で選ぶ…バイエルの農薬

●いもち病に理想の複合剤

**ヒノラスサイド**

●いもち病の予防・治療効果が高い

® **ヒノザン**

●いもち・穂枯れ・カメムシなどに

® **ヒノバイジット**

●いもち・穂枯れ・カメムシ・ウンカなどに

® **ヒノラスバイバッサ**

●紋枯病に効果の高い

® **モンセレン**

●いもち・穂枯れ・紋枯病などに

® **ヒノラスモンセレン**

●イネミズ・カメムシ・メイチュウに

® **バイジット**

●イネミズゾウムシ・メイチュウに

® **バサジット**

●イネミズ・ドロオイ・ウンカなどに

® **サンサイド**

●イネミズ・ウンカ・ツマグロヨコバイに

® **D.S. イシストン サンサイド**

殺剤



●さび病・うどんこ病に

® **バイレト**

●果樹の黒星病・赤星病・灰星病・  
野菜のうどんこ病に

® **バイコラル**

●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**

●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

® **ボルスター**

●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

® **タイシストン**

●新しい時代のヒエ斉刈登場

® **ヒノクワ粒剤**

●初・中期一発処理除草剤

特農 **シンサン** 粒剤

●初・中期一発処理除草剤

特農 **ザーフ** 粒剤

●初・中期一発処理除草剤

特農 **アクト** 粒剤

●中期除草剤

® **クワSM粒剤**

●ハレイショ・アスパラの除草剤

® **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

微粒子が  
効きめを  
発揮!

バリダシン

粉剤は

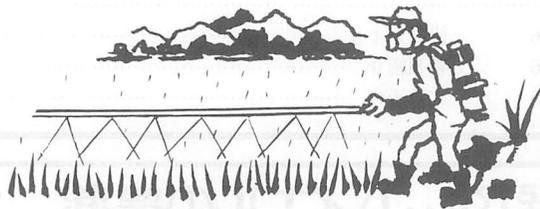


原体を微粒子に

揃えた  
ことで



稲葉鞘部への付着性が向上し



紋枯病防除に  
一段と優れた  
効果を  
発揮します。

紋枯病やっぱり決め手の



粉剤・粉剤DL



武田薬品工業株式会社 アグロ事業部 〒103 東京都中央区日本橋2丁目12番10号

特集：薬剤抵抗性〔1〕

## EBI 剤に対するキュウリうどんこ病菌の感受性低下

全農農技センター農薬研究部  
おおつか のりお そう かずひろ  
大塚 範夫・宗 和弘

## はじめに

日本で最初に使用されたエルゴステロール生合成阻害剤（以下、EBI 剤と記す）は、1977年に農薬登録されたトリホリン乳剤である。1982年までの間、登録されたEBI 剤は本剤だけであったため、使用量は限られたものであった。その後、1983年にトリアジメホン、1986年にはトリフルミゾールやピテルタノールが上市されて以降、EBI 剤の使用は急増し、1989年にはEBI 混合剤や粉剤の使用を含めると70億円に近い出荷がなされたと推定される。今後、EBI 剤の使用は新規薬剤の上市もあり、さらに増加していくものと考えられる。

EBI 剤は、①抗菌スペクトラムが広く、②既存薬剤に比べて活性が高く（低用量で有効）、③予防・治療の両作用を有し、④残効性が長く、⑤浸透移行性があり、しかも、⑥既存の薬剤耐性菌にも有効である、など、数多くの特徴をもつ薬剤である。そのため、多くの病害防除に使用されているが、特に耐性菌の出現により、防除が困難となっている病害を中心に使用されている。

EBI 剤の頻繁な使用は、新たな耐性菌問題を発生させる可能性がある。すでに、EBI 剤に対する感受性が低下したキュウリうどんこ病菌の事例が報告され（竹内ら、1988；OHTSUKA et al., 1988）、イチゴうどんこ病にEBI 剤が従来のように効かないとの声も聞かれるようになってきている。ここでは、キュウリうどんこ病菌の感受性低下と交差耐性を中心に紹介し、今後の薬剤使用にあたっての注意を喚起したい。

## I 防除効果の低下

キュウリうどんこ病防除にトリアジメホンを1983年以来使用してきた温室で、EBI 剤を連続散布した場合の防除効果の変動を確認するために、以下の実験を行った。

供試した薬剤は市販のものとし、トリアジメホン及びフェナリモルは25 ppm液、ピテルタノール及びトリフルミゾールは100 ppm液を散布し、薬剤散布ごとにキュウリ葉上に発生したうどんこ病の病斑面積を調査し、防

Decreased Sensitivity of Cucumber Powdery Mildew (*Sphaerotheca fuliginea*) to Ergosterol Biosynthesis Inhibitors. By Norio OHTSUKA and Kazuhiro Sou

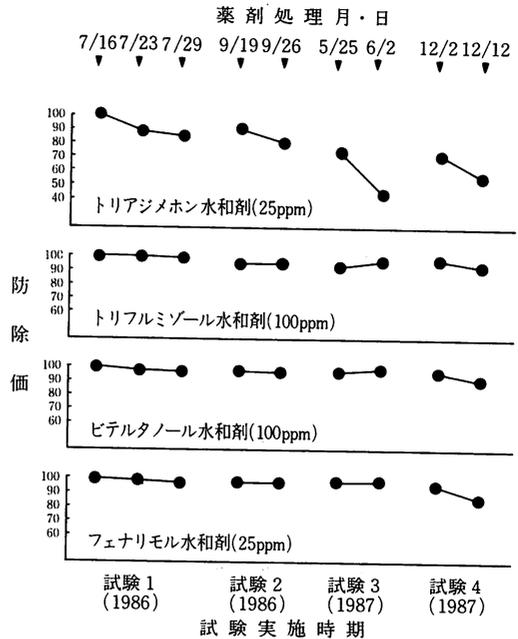


図-1 EBI 剤のキュウリうどんこ病に対する防除効果の変動

除価を算出した(図-1)。試験1の開始時には、いずれの薬剤も高い防除効果を示した。しかし、トリアジメホン散布区ではうどんこ病の発生が認められ、薬剤散布を続けるにしたがって防除効果は低下した。試験2開始時にはトリアジメホンの効果は、試験1終了時よりも高く、防除効果が回復する傾向が認められたが、薬剤散布を連続すると再び効果は低下した。試験3開始時のトリアジメホンの効果は、試験2終了時とほぼ同じであった。試験4開始時のトリアジメホンの効果は試験3終了時よりも高く、防除効果は回復していたが薬剤の連続散布により効果は急激に低下した。防除効果が回復する現象はいずれも秋に行った試験であり、試験開始前には温室が開放状態にあったため、温室外からの感受性うどんこ病菌の飛散があったために生じたものと推察される。この点については、感受性菌と感受性低下菌との高温条件下における環境適応性などを含めた検討が必要と考えられる。

トリアジメホンを除いた他の薬剤の防除効果は、試験1～試験3まで高く、効果の変動もほとんど認められな

った。しかし、試験4では、連続散布後にいずれの薬剤も効果が低下する傾向が認められた。

## II 感受性の変化と効果の変動

トリアジメホンを連続散布した場合の、本剤に対するキュウリうどんこ病菌の感受性の変化と防除効果の変動について実験を行った(図-2)。ガラス温室栽培のキュウリに、トリアジメホン 25 ppm を約10日間隔で4回散布し、そのつどキュウリ葉上に形成されたうどんこ病の病斑面積を調査して防除価を算出した。また、うどんこ病が発生しないように隔離栽培したキュウリに、採取したうどんこ病菌を接種し、隔離培養して得た本菌の分生胞子を供試して SCHEPERS (1984 a) の方法に準じて、トリアジメホンに対する感受性を検定した。

薬剤散布前のトリアジメホンに対する感受性値は EC<sub>50</sub> 値で 2.23 ppm であったが、薬剤散布を行うたびに感受性は低下し、3回散布後には 11.5 ppm となった。一方、防除効果は、多少の変動は認められるものの、連続散布により低下した。この現象は、同一薬剤の連続散布により病原菌の感受性を低下させ、その結果が防除効果の低下を生じさせたものと考えられる。

## III 交差耐性

耐性菌の出現を予防するためにも、また耐性菌出現以降の対策を講じる上でも、交差耐性を確認することは重要である。そこで、農薬登録のある EBI 剤に対する感受性を検定した(表-1)。

トリアジメホンの効果が低下した温室からうどんこ病

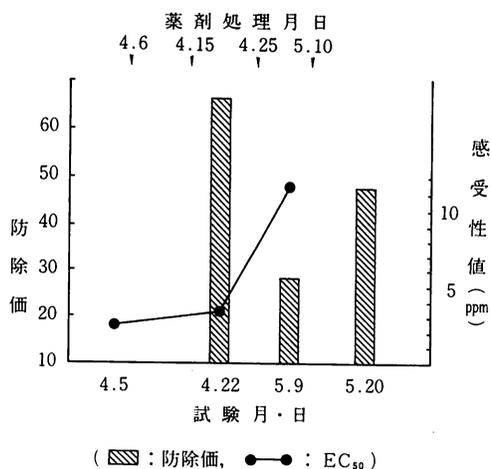


図-2 トリアジメホンに対する感受性の変化と防除効果の変動

表-1 キュウリうどんこ病菌の EBI 剤に対する薬剤感受性

供試薬剤	感受性値 (ppm)				R/S 比 <sup>a)</sup>
	S-2		N-2		
	EC <sub>50</sub>	EC <sub>90</sub>	EC <sub>50</sub>	EC <sub>90</sub>	
トリアジメホン	0.010	0.033	4.924	14.655	492.4
ピテルタノール	0.087	0.287	1.809	8.884	20.8
トリフルミゾール	0.019	0.097	0.707	1.549	37.2
フェナリモル	0.001	0.006	0.175	1.105	175.0
トリホリン	0.344	1.702	20.959	395.144	60.9

<sup>a)</sup> N-2 の EC<sub>50</sub> 値/S-2 の EC<sub>50</sub> 値を示す

菌を採取し、トリアジメホン 16.7 ppm を 10~14 日間隔で 6 か月にわたって定期的に散布して得られたうどんこ病菌 (N-2) 及び呉羽化学工業 (株) から分譲されたトリアジメホンの散布歴がない温室に発生しているうどんこ病菌 (S-2) を供試した。供試薬剤は、トリアジメホン、ピテルタノール、トリフルミゾール、フェナリモル及びトリホリンとし、いずれも市販の水和剤を用いた。

S-2 菌は、いずれの薬剤に対しても感受性が高く EC<sub>50</sub> 値は 0.001~0.344 ppm の範囲を示した。一方、N-2 菌は、いずれの薬剤に対しても感受性が低下しており、EC<sub>50</sub> 値は 0.175~20.959 ppm の範囲を示した。各薬剤の感受性低下の割合を把握するため、S-2 (感受性菌) の EC<sub>50</sub> 値と N-2 (感受性低下菌) の EC<sub>50</sub> 値の比較 (R/S 比=N-2 の EC<sub>50</sub> 値/S-2 の EC<sub>50</sub> 値) を行った。供試した薬剤の中で感受性が最も低下していた薬剤は、トリアジメホンであり、ついでフェナリモルに対する感受性の低下も顕著であった。一方、ピテルタノール、トリフルミゾール及びトリホリンに対しても感受性の低下が認められた。

供試薬剤は、いずれも作用機作から EBI 剤に分類されるが、化学構造からトリフルミゾールはイミダゾール系、フェナリモルはピリミジン系、トリホリンはピペラジン系、ピテルタノールはトリアジメホンと同じトリアゾール系薬剤に属する化合物である。トリアジメホンの連続散布で得られた N-2 菌は、供試したいずれの薬剤に対しても感受性が低下したうどんこ病菌であり、これらの薬剤は、いずれも交差耐性を示すものと考えられる。

## IV 感受性低下菌に対する効果

トリアジメホン感受性低下菌に対する薬剤の防除効果試験をポットで行った。供試したうどんこ病菌は N-2 菌とし、2~3 葉期苗のキュウリに接種し、発病確認後 10 日間隔で 2 回薬剤散布を行った。薬剤散布 10 日後に、キュウリ葉上に発生したうどんこ病の病斑面積を調査し、防

表-2 トリアジメホン感受性低下菌に対する各種薬剤の防除効果

供試薬剤	濃度 (ppm)	病斑面積率 (%)	防除価
トリアジメホン水和剤	25	46.7	24.3
ビテルタノール水和剤	100	0.0	100.0
トリフルミゾール水和剤	100	3.3	94.7
フェナリモール水和剤	12	0.0	100.0
トリホリン水和剤	75	38.3	37.9
キノメチオネート水和剤	125	0.0	100.0
TPNフロアブル	700	3.3	94.7
無処理	—	61.7	0.0

除価を算出した (表-2)。

ビテルタノール及びフェナリモール散布区では、うどんこ病の病斑は認められなかった。トリフルミゾール散布区も高い効果が認められた。しかし、トリアジメホン及びトリホリンは、無散布区に比べると病斑面積は少ないものの、防除薬剤としては十分な効果を示さなかった。感受性が低下したうどんこ病菌を接種した実験にもかかわらず、ビテルタノール、フェナリモール及びトリフルミゾールが高い効果を示したのは、薬剤散布に供試した濃度がフェナリモールで12 ppm、ビテルタノール及びトリフルミゾールが100 ppmで、感受性の低下を上回る濃度で散布したためと考えられる。

一方、キノメチオネート及びTPNは、実用濃度で高い効果を示した。

## おわりに

EBI剤は、ヨーロッパにおけるムギ類うどんこ病の防除薬剤として、日本よりも早くから使用されてきた。1980年代に入り、トリアゾール系薬剤に対する感受性が低下したムギ類うどんこ病菌が出現し (FLETCHER et al., 1981)、その後各地で感受性低下の事例が確認され防除に支障を生じている (HEANEY et al., 1984; De WAAD et al., 1986; ENISZ, 1988)。このため、EBI剤であるが交差耐性を示さないモルホリン系薬剤との混合や交互散布がなされている (GILMOUR, 1984; BOLTON et al., 1988)。感受性

低下の現象は、ウリ類うどんこ病菌でも出現し (SCHEPERS, 1983; HUGGENBERGER, 1984)、そのため活性の低いEBI剤から、より活性の高いEBI剤が使用され、しかも散布間隔を短くして使用するなどの対策がとられている (SCHEPERS, 1983, 1984b)。

日本におけるキュウリうどんこ病の防除薬剤は、EBI剤を除くと、ペノミル、チオファネートメチル、ジメチリモール、キノメチオネート、グアザチン・ポリオキシン、TPNなどがある。しかし、チオファネートメチル、ペノミル、キノメチオネート及びジメチリモールに対する感受性が低下したうどんこ病菌は、すでに出現している (平根, 1975; 古木, 1977; 宗ら, 1989)。しかも、前述したように登録のあるEBI剤の間にも交差耐性が認められ、うどんこ病を防除する薬剤を選択するには困難が伴う。実験を行った範囲では、キノメチオネートやTPNはうどんこ病防除薬剤として使用が可能であった。また、グアザチン・ポリオキシンもうどんこ病に有効であり、これらの薬剤とEBI剤との体系使用を感受性低下菌が出現する前から心がけて行う必要がある。

## 引用文献

- 1) BOLTON, N. J. E. and J. M. SMITH (1988) : Proc. Brit. Crop Protec. Conf. : 367~372.
- 2) De WAAD, M. A. et al. (1986) : Neth. J. Pl. Path. 92 : 21~32.
- 3) ENISZ, J. (1988) : Proc. Brit. Crop Protec. Conf. : 373~378.
- 4) FLETCHER, J. T. and M. S. WOLFE (1981) : *ibid.* : 633~641.
- 5) 古木市重郎 (1977) : 昭和52年度薬剤耐性菌に関するシンポジウム、日植防、東京、講要、pp13~22.
- 6) GILMOUR, J. (1984) : Proc. Brit. Crop Conf. : 109~114.
- 7) HEANEY, S. P. et al. (1984) : *ibid.* : 459~464.
- 8) 平根誠一 (1975) : 植物防疫 29 (9) : 377~379.
- 9) HUGGENBERGER, F. et al. (1984) : Crop Protection 3 (2) : 137~149.
- 10) OHTSUKA, N. et al. (1988) : Ann. Phytopath. Soc. Japan 54 : 629~632.
- 11) 宗和弘ら (1989) : 農薬学会講演要旨 : 127.
- 12) 竹内妙子・村田明夫 (1988) : 日植病報 54 : 389.
- 13) SCHEPERS, H. T. A. M. (1983) : Neth. J. Pl. Path. 89 : 185~187.
- 14) ——— (1984a) : *ibid.* 90 : 165~171.
- 15) ——— (1984b) : Proc. Brit. Crop Protec. Conf. : 495~496.

## 特集：薬剤抵抗性 (2)

## 野菜害虫の薬剤抵抗性

農林水産省農業環境技術研究所

はま  
浜ひろ  
弘 司

近年、食生活の多様化に伴い、各地で、各種野菜が周年、集団で栽培されるようになり、各種の害虫が多発している。特に、ガラス室、ハウスなど施設栽培が野菜栽培面積の25%に及ぶに至り、施設に適した害虫であるアブラムシ類、アザミウマ類、オンシツコナジラミ及びハダニ類が大きな問題となっている。また、農産物の流通が国際化する中で、薬剤感受性の低い害虫種の侵入事例も増えている。こういった状況の下で野菜害虫の薬剤抵抗性は複雑で、様々な問題を包含している。

表-1に野菜害虫の最近の薬剤抵抗性事例をまとめた。鱗翅目害虫では、薬剤抵抗性が広く認められていたコナガに、広食性で移動性の高いハスモンヨトウとシロイチモジヨトウの有機リン剤、カーバメート剤抵抗性が新たに加わった。広食性のモモアカアブラムシとワタアブラムシの薬剤抵抗性は1980年ごろより各地で問題となり、後者では寄主選好性を異にするパイオタイプと抵抗性との関連が新たに提起された。オンシツコナジラミ、

ミナミキイロアザミウマはともに侵入害虫であり、侵入個体が既に抵抗性であったものと考えられている。ハダニ類の薬剤抵抗性は相変わらず大きな問題であり(小林, 1982; 桑原, 1984; 浅田, 1989), 最近, ネダニの問題(桑原ら, 1989)が加わっている。

以下, こうした事例を概観してみることにしたい。ただし, 紙数の都合でハダニ類の問題は割愛した。

## I コ ナ ガ

本種は有機リン剤, カーバメート剤及びピレスロイド剤に対して高度の抵抗性が顕在化し, それらの分布は点から面へ拡大し, その防除は年々難しくなっている(浜, 1986)。

ピレスロイド剤に対する高度の抵抗性は, 最近では福島, 青森など本種の越冬が困難な東北地方でも検出されている(木村, 1989; 佐藤ら, 1989)。こうした地域に飛来・侵入する関東以西の個体群でピレスロイド剤抵抗性遺伝子頻度が高まった結果, ピレスロイド剤のわずかな散布回数によって高度の抵抗性が短期間に発達するものと思われる。

有機リン剤, カーバメート剤及びピレスロイド剤抵抗性の発達によって, 代替薬剤としてネライストキシン系薬剤, 微生物殺虫剤(BT剤)及び昆虫生長制御剤(IGR剤)が多用される傾向にある。ネライストキシン系のカルタップは使用歴20年近くを経過しているが, 高度の抵抗性は生じていない。1980~82年に行われた葉片浸漬法による検定では, 野外個体群のカルタップの $LC_{50}$ 値は22~313 ppmであった(SAKAI, 1986)が, 本剤が連用されている地域では本剤の効力低下がみられ, カルタップの $LC_{50}$ 値は500 ppm以上, 場所によっては, 1000 ppmを超えている(堀切・牧野, 1987a; 足立ら, 1990; 浜ら, 1990)。

葉片浸漬法によって検定した薬剤感受性コナガに対するBT剤の $LC_{50}$ 値は, 1 ppmかそれ以下であるが, 1986年に鹿児島, 和歌山県では20 ppm程度の値が報告された(森下・東, 1987; 牧野・堀切, 私信)。和歌山県では, その後BT剤感受性は回復しているという。一方, 兵庫県ではここ3年間のBT剤感受性は年々低下しており, 1989年の検定では50 ppmに達している(足立ら, 1990)。

表-1 野菜害虫の最近の薬剤抵抗性事例

種名(目)	抵抗性が生じた薬剤グループ名 <sup>a)</sup>	抵抗性発達程度 <sup>b)</sup>
コナガ(鱗翅目)	OP, Carb, Pyr ネライストキシン系薬剤 BT剤	中~高 低~高 低
ハスモンヨトウ(鱗翅目)	OP, Carb	中~高
シロイチモジヨトウ(鱗翅目)	OP, Carb, Pyr	高
モモアカアブラムシ(半翅目)	OP, Carb, Pyr	中~高
ワタアブラムシ(半翅目)	OP, Carb, Pyr	中~高
オンシツコナジラミ(半翅目)	OP	中~高
ミナミキイロアザミウマ (アザミウマ目)	OP, Carb	中~高
カンザワハダニ(ダニ目)	OP, 殺ダニ剤	中~高
ニセナミハダニ(ダニ目)	OP, 殺ダニ剤	低~中
ナミハダニ(ダニ目)	OP, 殺ダニ剤	中~高
ロビネダニ(ダニ目)	OP	中~高

<sup>a)</sup> OP:有機リン剤, Carb:カーバメート剤, Pyr:ピレスロイド剤。

<sup>b)</sup> 高:防除が難しい段階, 中:場合によって防除に支障が生ずる段階, 低:防除に大きな支障が生じない段階。

最近、大阪府岸和田市郊外にあるクレソンの施設栽培で、BT 剤の  $LC_{50}$  値が 500 ppm 以上という高度の抵抗性が確認された(田中・木村, 1990; 浜ら, 1990)。この施設は周辺がミカン、竹林などでアブラナ科野菜はほとんど栽培されていない谷間にあるガラスハウスでクレソンが周年水耕栽培されており、約 3 年間の BT 剤の連用によって高度の抵抗性が生じている。こうした個体の移入・移入の少ない環境において BT 剤を多用した場合には高度の抵抗性が生ずる可能性があるといえる。

I GR 剤キチン合成阻害剤に対する抵抗性は、わが国ではその使用歴が浅く、まだ報告はないが、東南アジアでは高度の抵抗性が確認されており、その安定性は高いという(小林ら, 1990)。

抵抗性の発生地域では、これらの薬剤のほかに、有機リン剤の中でも比較的抵抗性コナガに効力のあるジメチルピリンホス、PAP や NAC・サリチオン、NAC・PAP の混合剤が使用されている。また、こうした茎葉散布剤のほかにアセフェート、ベンフラカルブなどの浸透移行性の粒剤を作物の植え付け時に処理して、高い防除効果を挙げていることは特記される(堀切・牧野, 1987 a)。

このように現在のところ代替薬剤として、いくつかの薬剤が挙げられるが、本種は薬剤抵抗性が生じやすい種類であること、すでに多くの個体群が複数のグループの薬剤に高度の抵抗性を生じていることから、新たな抵抗性が短時間に生じることが懸念される。コナガのように抵抗性が生じやすい害虫では、薬剤以外の防除手段を積極的に導入し、薬剤への依存度を半減させることが必要である。

## II ハスモンヨトウ、シロイチモジヨトウ

ハスモンヨトウでは、1975 年に葛西・尾崎により有機リン剤抵抗性個体群が報告されているが、大きな問題にはならなかった。最近、ヨトウガ類の特効薬であるカーバメート剤メソミルに対する高度の抵抗性が静岡県で確認された(西東・小林, 1989)。虫体浸漬法による薬剤感受性ハスモンヨトウの 4 齢幼虫メソミルの  $LC_{50}$  値は、50 ppm 程度であるが、240~2,000 ppm 以上の高い  $LC_{50}$  値をもつ個体群が静岡、愛知県などで確認されている。本種の移動性を考えると、メソミル抵抗性の分布はかなり広範囲に及ぶものと思われる。なお、本種では EPN、サリチオンなどの有機リン剤に対する抵抗性も各地で検出されている。

シロイチモジヨトウは 1983 年ごろよりネギをはじめとする作物で被害が目立ちはじめ、薬剤が効きにくいことで大きな問題となった害虫である。本種はふ化後葉身

内に侵入、加害すること、老齢幼虫の薬剤感受性が低いことから、当初はそうしたことが原因と考えられたが、虫体あるいは葉片浸漬法及び局所施用法によって、本虫自体が各種の有機リン剤、カーバメート剤(メソミル)及びピレスロイド剤に感受性が著しく低いことが確認された(堀切・牧野, 1987 b; 高井, 1988, 1989)。高知県内の調査によると、薬剤感受性は個体群間で違いが認められ、EPN の使用回数の多い地帯で本種の EPN 感受性は低いという(高井, 1988, 1989)。本種の薬剤感受性については、過去にデータがないことから、抵抗性発達の経過については不明である。

移動性の高いハスモンヨトウやシロイチモジヨトウの抵抗性が国内の薬剤淘汰だけで説明できるか否かは、今後の課題である。

## III モモアカアブラムシ、ワタアブラムシ

モモアカアブラムシの薬剤抵抗性は 1965 年にすでに報告され、また局所施用法による検定で有機リン剤、カーバメート剤及びピレスロイド剤に対する高度の抵抗性クローンの存在が確認されている(地主・本山, 1981)。しかし、モモアカアブラムシとワタアブラムシの薬剤抵抗性が各地で顕在化し、それらの防除が難しくなったのは 1980 年ごろからである(浜, 1987; 谷口, 1987)。

最近、虫体浸漬法(浜, 1987)によって各地で両種の薬剤感受性が調べられている。図-1 と 2 はそれらのデータをまとめたものである(浜, 1988)。モモアカ、ワタアブラムシともに供試した有機リン剤の  $LC_{50}$  値は数 10 ppm から 1,000 ppm 以上と高く、ワタアブラムシに効力の高い DDVP でも数 100 ppm の個体群がみられる。両種とも NAC、エチオフェンカルブなどカーバメート剤に対しても、感受性が低い。ワタアブラムシでは、有機リン剤の中では ESP、チオメトンに対する抵抗性比は高く、DDVP、MEP、PAP などに対する抵抗性比は比較的低い(浜, 1988)。

アブラムシの有機リン剤やカーバメート剤に対する感受性は圃場や施設間、また作物間によって大きく異なることがよく経験される。そこで防除薬剤を選定する場合、防除対象となる個体群ごとに薬剤感受性をあらかじめ検定することが必要となる。奈良県では、防除対象個体群を虫体浸漬法により各薬剤の実用濃度で検定し、その結果に基づいて効力の高い薬剤を選定し、指導する体制を確立している(井上ら, 1988)。

モモアカアブラムシでは、有機リン剤抵抗性の主要因であるエステラーゼ活性を指標として、その抵抗性の実態が明らかにされているが、ワタアブラムシにおいても、

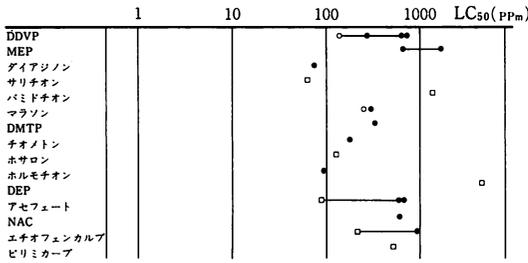


図-1 近畿・中国地域の5府県で1985~1987年に実施されたモモアカアブラムシの各種薬剤に対する感受性(虫体浸漬法)

●ナス・ピーマン ○ウリ類 □ハクサイ

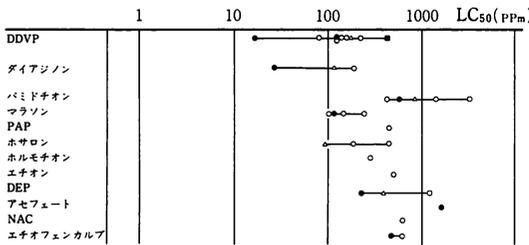


図-2 近畿・中国地域の7府県で1985~1987年に実施されたワタアブラムシの各種薬剤に対する感受性(虫体浸漬法)

●ナス・ピーマン ○ウリ類 △オクラ ■ミカン

有機リン剤抵抗性とエステラーゼ活性との関係が1986年に高田、浜らによって示唆された。それ以来、関東以西の各地でワタアブラムシのエステラーゼ活性が個体ごとに測定されている。それらのデータを見ると、表-2のように個体群はその寄主植物によって3群に大別される。1群はキュウリ、メロンなどウリ科に寄生する個体群で、そのほとんどで酵素活性は高い。それに対し、ナス、ジャガイモなどナス科のものや、サトイモなどに寄生する個体群では酵素活性は低い。また、イチゴ、キクなどに寄生する個体群では、酵素活性の低い個体と高い個体とが混在する場合が多い。1群と2群については、その傾向は薬剤淘汰とは必ずしも関連していないが、3群に類別されるイチゴやキクに寄生する個体群では薬剤淘汰の影響を受け、薬剤散布の多い施設では高活性個体が多く、薬剤散布の少ない露地では低活性個体の頻度が高い(井上, 1987; 浜ら, 1987; 細田ら, 1988; 西東, 1989; 合田, 1989)。

さらに、寄主転換実験ではウリ科のものはナス科に寄生しにくく、逆にナス科のものはウリ科に寄生しにくいことが観察されており(安藤ら, 1988; 浜, 1988; 片山,

表-2 ワタアブラムシのエステラーゼ活性と寄主植物の関係

エステラーゼ活性	寄主植物
高活性の個体が主体	ウリ科(キュウリ, メロン, シロウリ, スイカ, カボチャ) ナス
低活性の個体が主体	ナス科(ナス, トマト, ピーマン, ジャガイモ) サトイモ, シュンギク 雑草(ナズナ, オオイヌノフグリ, ホトケノザ, ヤブガラシ), ツルウメモドキ
高活性と低活性の両者が混在するもの	イチゴ, キク オクラ, ムクゲ ビワ, ミカン

1989; 西東, 1990 a), 酵素活性が高くウリ科を嗜好するものと、酵素活性が低くナス科を嗜好するものの少なくとも二つのバイオタイプが存在が確認されている。しかし、ナスに寄生する個体群でもその大半が、キュウリ寄生個体群と同じくらい高活性である場合もある(細田ら, 1988; 浜, 1988)。こうした個体群は酵素活性が低く、ナスを嗜好するものとは別のバイオタイプと考えられている。

薬剤抵抗性の顕在化は、薬剤抵抗性遺伝子が薬剤淘汰によって個体群に集積される現象と考えられているが、ワタアブラムシの薬剤抵抗性の場合には薬剤淘汰のほかに、寄主嗜好性を異にするバイオタイプの問題がかかわっていることが明らかとなった。しかし、バイオタイプと関連する抵抗性問題が、なぜ1980年以降に顕在化したかについては説明できない。今後、各バイオタイプの生活環とバイオタイプにかかわるワタアブラムシの種構造の解明が期待される。

有機リン剤、カーバメート剤抵抗性の顕在化によって、アブラムシの防除剤として合成ピレスロイド剤が多用されており、その抵抗性発達が懸念されていたが、1987年以降ピレスロイド剤に対する高度の抵抗性がモモアカアブラムシ、ワタアブラムシで相次いで検出された(表-3)。

モモアカアブラムシでは、ペルメトリン、シベルメトリン、シハロトリン、シフルトリンなどシクロプロパン環をもつピレスロイド剤に対する高度の抵抗性が確認されているが、シクロプロパン環をもたないフェンバレレート、フルバリネート、フルシトリネートに対する感受性は比較的高いという(長塚, 私信; 森下・東, 1990; 広瀬・高井, 1990)。

ワタアブラムシのピレスロイド剤抵抗性では、虫体浸漬法によるペルメトリンのLC<sub>50</sub>値は、1,600 ppm以上に達しており、ペルメトリン以外のピレスロイド剤に対

表-3 アブラムシのピレスロイド剤抵抗性事例<sup>a)</sup>

モモアカアブラムシ:

茨城(ピーマン), 滋賀(ナス), 奈良(ナス),  
和歌山(ナス, ピーマン), 高知(ナス)

ワタアブラムシ:

静岡(キク), 和歌山(イチゴ), 兵庫(キク)

<sup>a)</sup> 検出された県名と寄主植物

しても高度の抵抗性を示すようである(西東, 1990 b; 森下, 私信)。

このようにアブラムシでは, 有機リン剤, カーバメート剤及びピレスロイド剤に高度の抵抗性が確認されており, IGR 剤のような作用性の異なる薬剤の開発が強く望まれる。

#### IV オンシツコナジラミ

本種は 1970 年前半にわが国に侵入した害虫である。侵入が確認された当時の検定で, DDVP やマラソンに対する感受性がイギリス産の検定結果と比べて顕著に低かったことから, 侵入個体が既に抵抗性であったと考えられている(細田ら, 1976)。本種に対しては, DMTP, PAP などの有機リン剤, ピレスロイド剤, IGR 剤プロフェジンが使われているが, これらに対する抵抗性問題は生じていない。

#### V ミナミキイロアザミウマ

本種は 1978 年ごろにわが国に侵入し, 西南暖地で果菜類を中心に大きな被害をもたらしている。本種は薬剤感受性が侵入時に既に低かったこともあって, その対策研究が九州を中心に進められ, 育苗期の寒冷紗被覆, 近紫外線除去フィルムやシルバーポリマルチの利用などの物理的, 耕種的防除法を主体とした総合管理技術が確立している。

防除剤としては, BPMC, DMTP, プロチオホスなどが有効である(松崎ら, 1986)。当初, 本種の薬剤感受性

が低いこともあって, 新たな抵抗性が懸念されたが, 前記薬剤の効力は保持されている。西野(1987)によると, 本種の BPMC, DMTP に対する感受性は 2~4 月に高く, 8~10 月に低く経過し, その差は 4 倍にも及ぶという。それに対し BPMC, DMTP の各薬剤で連続淘汰した区では, それぞれの薬剤感受性は無淘汰区の 2 倍程度に過ぎないという。

しかし, 最近使用量が増えているスルプロホスに対する抵抗性が, 広島県で検出されている(細田ら, 1990)。

#### 引用文献

- 1) 合田健二(1989): 植物防疫 43: 531~534.
- 2) 浅田三津男(1989): 同上 43: 603~608.
- 3) 浜 弘司(1986): 同上 40: 366~372.
- 4) ———(1987): 同上 41: 159~164.
- 5) ———(1988): 現地研究会資料, 中国農試: 51~67.
- 6) 堀切正俊・牧野 晋(1987 a): 九病虫研会報 33: 131~135.
- 7) ———・———(1987 b): 農薬研究 34: 31~47.
- 8) 細田昭男ら(1976): 広島農試報 37: 63~68.
- 9) 井上雅央(1987): 応動昆 31: 404~406.
- 10) ———ら(1988): 農及園 63: 1301~1304.
- 11) 葛西辰雄・尾崎幸三郎(1975): 香川農試研報 26: 25~28.
- 12) 木村利幸(1989): 北日本病虫研報 40: 145~148.
- 13) 小林義明(1982): 植物防疫 36: 435~439.
- 14) 桑原雅彦(1984): 同上 38: 321~327.
- 15) ———ら(1989): 同上 43: 432~436.
- 16) 松崎征美ら(1986): 四国植防 21: 75~86.
- 17) 森下正彦・東 勝千代(1987): 関西病虫研報 29: 17~20.
- 18) ———・———(1990): 応動昆 34: 163~165.
- 19) 西野敏勝(1987): 九病虫研会報 33: 150~153.
- 20) 西東 力(1989): 応動昆 33: 204~210.
- 21) ———(1990 a): 同上 34: 37~41.
- 22) ———(1990 b): 同上 34: 174~176.
- 23) ———・小林義明(1989): 関西病虫研報 31: 73.
- 24) SAKAI, M. (1986): Diamondback Moth Management (eds. by N. S. TALEKER), AVRDC: 297~306.
- 25) 佐藤利朗ら(1989): 北日本病虫研報 40: 197.
- 26) 高井幹夫(1988): 高知農林研報 20: 7~10.
- 27) ———(1989): 植物防疫 43: 315~318.
- 28) 谷口達雄(1987): 同上 41: 165~169.

(関係学会大会で発表された知見は本文にのみ示し, ここへの引用は省略した。)

特集：薬剤抵抗性 (3)

# 灰色かび病菌の薬剤耐性出現機構

茨城大学農学部植物資源保護学研究室 <sup>あ</sup>く<sup>つ</sup> <sup>か</sup>つ <sup>み</sup>己

## はじめに

作物の病害防除は、労力の省力化、経営費の節約などから、ほとんどの農家で殺菌剤などの農薬散布によって行われ、その使用量は年々増加の一途をたどっている。一方、農薬の安全性の面から、作用点の狭い選択性の高い農薬の開発が進められ、1960年以降、多くの選択的農薬が広く使用されるようになった。しかしその反動とでもいおうか、多くの薬剤に対して耐性を示す病原菌や害虫が出現し、その分布も年々拡大し、病害防除上新たな問題を引き起こした。ことに1970年以降、圃場での耐性菌の急激な出現は深刻な問題を引き起こし、その対策が迫られている。ここでは、多くの有用植物に病気を引き起こす多犯性病原菌であり、近年施設栽培の普及により特に果菜類に甚大な被害をもたらす灰色かび病菌 (*Botrytis cinerea* PERSOON) の薬剤耐性について、耐性機構ならびに耐性菌の出現機構を中心に紹介する。

## I 防除薬剤の変遷

灰色かび病を引き起こす *B. cinerea* は、宿主範囲の広い、生存能力が発達した糸状菌であることから、耕種的防除や抵抗性品種の育成による防除は難しく、その防除は殺菌剤に頼らざるを得ない。わが国では灰色かび病の防除薬剤として、1950年代にはジネブ、マンネブ、キャプタンなどが用いられ、1969年にはジクロロリンが本病の特効薬として開発され、その発生は一時減少したが、1972年に本剤の農薬登録が失効し製造が中止された。これに代わる安全性の高い選択的殺菌剤として、ペノミル、チオファネートメチルなどのベンズイミダゾール系薬剤が開発され、その普及により灰色かび病防除に成果を挙げた。

しかし、1971年にオランダで、1974年にはわが国でも耐性菌が出現し、短期間のうちに防除効果が著しく低下した。1979～81年にはベンズイミダゾール系薬剤に代わって、これらの耐性菌に高い防除効果を示すイプロジオン、ピンクロゾリン、プロシミドンのジカルボキシミド系薬剤が実用化され、当初、圃場ではこれらの薬剤に

対する耐性菌の出現は起こりにくいといわれていたことから、耐性菌問題は一時解決したようにみられたが、普及直後に、日本を含む世界各国で耐性菌が分離され、防除効果の低下が報告されている。今のところ、単一薬剤による灰色かび病の防除は難しく、作用点の異なる複数の薬剤を組み合わせた薬剤のローテーション散布がより効果的な防除法として用いられている (竹内, 1987年)。

## II 薬剤耐性のメカニズム

薬剤耐性のメカニズムとして、①薬剤の菌体内への浸透移行量や蓄積量の減少、②薬剤の不活性化 (解毒能) の増大、③薬剤の活性化の減少、④作用点での薬剤作用の減少、⑤薬剤による阻害代謝系におけるバイパス経路形成、などが理論上考えられる (DEKKER, 1976)。しかし、薬剤 (農薬) の耐性機構に関する研究は、従来、主として、培養が簡単で遺伝解析が容易な非植物病原菌を対象に行われ、植物病原菌を対象にした研究は *Pyricularia oryzae* のカスガマイシン耐性 (多賀, 1981) *Venturia nashicola* (ISHII and YANASE, 1983), *Fusarium oxysporum* (GASZTONYI et al., 1987; MOLNAR et al., 1985) のベンズイミダゾール系薬剤耐性などに限られている。*B. cinerea* では、有性世代あるいは疑似有性世代が判明していないことから、この種の研究はきわめて少ないが、ここでは比較的研究が行われているベンズイミダゾール系薬剤に対する耐性機構について言及する。

### 1 $\beta$ -チューブリン変異による耐性

ベンズイミダゾール系薬剤は、糸状菌、ことに子囊菌に対して強い抗菌活性を示す選択性薬剤である。本薬剤は植物体に散布されると加水分解されてカーベンダジン (MBC) に変換される (CLEMONS et al., 1969)。MBC は  $\beta$ -チューブリンと特異的に結合し、その重合を妨げて微小管形成を阻害する有糸核分裂阻害物質である (DAVIDSE, 1986)。

*Aspergillus nidulans* などの非植物病原菌で、人為的に誘発した MBC 耐性菌株の菌糸体からチューブリンタンパクを抽出し、MBC との親和性を調べた結果、耐性菌株から抽出されたチューブリンは、感性菌株に比べて親和性が著しく低いことが見いだされ (DAVIDSE et al., 1977)、ベンズイミダゾール系薬剤に対する耐性化は、 $\beta$ -チュ

ープリンのMBC結合部位における化学構造の変化による親和性の低下に起因するものと考えられている。その後 *A. nidulans* や *Saccharomyces cerevisiae* などの非植物病原菌で、本薬剤耐性遺伝子として $\beta$ -チューブリン変異遺伝子がクローニングされ、その塩基配列や発現制御様式及び遺伝様式について、分子レベルで解析が進められている (DAVIDSE, 1986)。

植物病原菌では *B. cinerea* (DAVIDSE et al., 1977) や *V. nashicola* (ISHII and DAVIDSE, 1986) などで、耐性菌株から抽出されたチューブリンタンパクのMBC親和性が、感性菌株に比べて低いことが報告されている。一方、*B. cinerea* では、圃場から耐性値だけではなく諸性質も異なる多数の耐性菌株が分離され、その中にはチューブリンのMBC親和性に低下がみられない菌株が存在することから (阿久津ら, 未発表),  $\beta$ -チューブリン変異のほかに耐性化を引き起こす別の機構が存在することが示唆されている。

## 2 無糸核分裂による耐性

圃場から分離された *B. cinerea* のベンズイミダゾール系薬剤耐性菌株について核行動を調べると、感性菌株・IPCR-1と同様に有糸核分裂して菌糸が生育する耐性菌株・IHES-4とともに、核行動が異なる耐性菌株・IHES-3が見いだされた。IHES-3株は生育が非常に遅く、菌糸細胞内には多数の球状の小核と、核膜が多数突出した大核が密在するが、これらの核内には紡錘体極構造や微小管などの有糸分裂器官は認められなかった (口絵写真参照)。また、IHES-3株は数種の有糸分裂阻害剤に対して耐性を示したが、別の耐性菌株・IHES-4はビンブラスチンに対して感受性であった (表-1)。これらのことからIHES-3株の菌糸細胞では、核が無糸核分裂によって増殖していることが示唆される。糸状菌は、その生活環に有糸核分裂するステージと無糸核分裂するステージがあるが (MOORE, 1965), *B. cinerea* では第二次付着器の形成時に無糸核分裂が行われる可能性が高いことが報告されて

いる (AKUTSU et al., 1986)。本薬剤の耐性化に、糸状菌が本来獲得している無糸核分裂機構がかかわることが考えられる。なお、耐性菌株における無糸核分裂の直接的証明と、このような核分裂で生じた小核に含まれる遺伝情報の解析について、現在、研究を進めている。

耐性菌株・IHES-3は、栄養生長、繁殖生長及び病原性が著しく劣る菌で、薬剤選択圧なしには野外から分離が難しい菌と思われる。薬剤散布の有無にかかわらず、野外には既にこのような菌が自然耐性菌として生息している可能性がある。

## III 耐性菌の出現メカニズム

薬剤耐性菌の出現機構については、従来、次のように説明されている。一つは、自然界において薬剤散布とは無関係に、もともと生息していた少数の野生の耐性菌、あるいは、偶発的突然変異の結果形成されたごく少数の耐性菌が、薬剤選択圧の下で淘汰されて生き残り、増殖した結果、耐性菌の割合が高まる場合である。もう一つは薬剤の散布により、感性菌内で突然変異が誘発され、薬剤が耐性突然変異体を淘汰した結果、耐性菌の割合が高まる場合である (津田ら, 1979)。

*B. cinerea* のベンズイミダゾール系薬剤耐性菌の出現については、本薬剤が高い選択性を持つことから、自然界に野生の耐性菌が存在することは不思議ではなく、競合能力の点で感性菌より劣性であった耐性菌が、薬剤という淘汰圧を利用して、圃場での優勢を獲得し密度を高めていくと考えられている (村越, 1982)。この場合、耐性菌密度の増加には薬剤による淘汰圧が必要なことから、薬剤散布を中止すれば、耐性菌の密度は低下するはずである。ところが、実際の圃場において薬剤散布を中止した後の耐性菌の推移を追ったところ、耐性菌密度が低下する場合もあるが、低下しない場合があることが示された (竹内, 1987)。さらに、薬剤を一度も散布していない圃場で、耐性菌検出頻度が100%に達したという報告もある (斎藤ら, 1978)。これらのことは、薬剤の淘汰を必要とせずに優勢になりうる耐性菌の出現を示唆している。このような耐性菌の出現は、突然変異あるいは薬剤適応化だけで説明できるだろうか。圃場から互いに性質が異なる多数の耐性菌株が分離される状況と合わせて考えると、耐性菌を生み出し、増やす別のメカニズムが潜んでいるものと思われる。

### 1 菌糸融合による耐性獲得・伝達

糸状菌において、菌糸融合は形質交換の一機構と考えられ、植物病原菌に限っていても病原性などの変異の原因として重要な役目を果たしている (PARMETER et al.,

表-1 *B. cinerea* のベノミル耐性菌株に対する有糸分裂阻害剤の影響

薬 剤 <sup>a)</sup>	IHES-3	IHES-4	IPCR-1
コルヒチン	-	-	-
ステガナシン	-	-	-
ビンブラスチン	-	+	-
ポドフィロキシン	-	-	-
メイタンシン	-	-	-
ベノミル	-	-	+

<sup>a)</sup> 処理濃度=10 ppm, IHES-3, -4: 耐性菌株, IPCR-1: 感性菌株。+: 菌糸生育阻害(有), -: 菌糸生育阻害(無)。

表-2 *B. cinerea* のベノミル耐性菌株と感性菌株の菌糸融合

組み合わせ	融合頻度(%) <sup>a)</sup>
IHES-3+IPCR-1	2.5
IHES-3+IHES-3	1.4
IPCR-1+IPCR-1	5.1

<sup>a)</sup> 接種分生孢子数当たりの融合数  
IHES-3: 耐性菌株, IPCR-1: 感性菌株

表-3 菌糸融合で出現した *B. cinerea* ベノミル耐性菌株の諸性質<sup>a)</sup>

菌株	耐性値 (ppm) <sup>b)</sup>	菌糸生長 <sup>c)</sup>	胞子形成 <sup>d)</sup>	発病率 (%) <sup>e)</sup>
PHDF-6	2,250	++++	13	62.5
PHGF-1	3,500	+++++	83	100
IHES-3	<3,250	+	8	35.7
IPCR-1	<3	++++	1	72.1
CAES-7	3,000	++++	5	83.8

<sup>a)</sup> ベノミル耐性菌株(IHES-3)と菌糸融合した感性菌株(IPCR-1)から単菌糸を分離し、耐性獲得菌体采取了。<sup>b)</sup> ベノミルの最小生育阻止濃度、<sup>c)</sup> PSA培地上での菌叢径、<sup>d)</sup> PSA培地上でのIPCR-1株の胞子形成数に対する各菌株の形成数の比、<sup>e)</sup> 分生孢子接種によるキュウリ葉での発病率。PHDF-6: 新耐性菌株(菌糸融合数=1), PHGF-1: 新耐性菌株(菌糸融合数=複数), CAES-7: 圃場分離耐性菌株。

1963; 内藤, 1982; Akutsu et al., 1983; Adams et al., 1987)。

*B. cinerea* では、ベンズイミダゾール系薬剤あるいはジカルボキシイミド系薬剤耐性菌株と感性菌株が比較的高い頻度で菌糸融合し(表-2)、感性菌株は薬剤耐性を獲得した(表-3)。この場合、接合管を通して核の移動がみられることから、菌糸融合によって薬剤耐性の遺伝形質が感性菌株に移行すると考えられる(Akutsu et al., 1987, 1988 b, c)。また、融合頻度や融合した耐性菌株の胞子数によって、耐性値だけでなく菌糸の生育速度、胞子形成、病原性などの性質が異なる種々の耐性菌株が出現し、なかには、圃場において防除上問題になるような栄養生長、繁殖生長、病原性がともに優れた耐性菌株も出現した(表-3)。これら菌株の菌糸では、異なる形状の核が共存していることから、ヘテロカリオンである可能性が高い。一方、耐性、病原性などが親株より優れた株で、親株とは異なる比較的均一な形状をした核が観察された(口絵写真参照)。この菌株は、継代培養を繰り返してもきわめて安定しており、おそらく核融合が起こったものと推察される。このような形状の核は、圃場から分離された防除上問題となる耐性菌株でも認められている。さらに、菌糸融合による薬剤耐性獲得が *Botrytis* 属の種間でも起こ

る可能性が高いことが報告されている(Akutsu et al., 1990)。以上のことから、菌糸融合は自然界においても、糸状菌の薬剤耐性獲得・伝達に深くかかわると考えられる。

圃場における耐性菌の出現に関して、突然変異及び薬剤淘汰圧による機構だけでは説明しにくい現象も、菌糸融合を加えることで容易に説明することができる。なお、菌糸融合で移行した核がどのようなメカニズムで耐性を発現するかは今後の課題である。

## 2 薬剤耐性誘発機構

最近、*B. cinerea* の薬剤耐性に関して興味深い実験結果が得られた(Akutsu et al., 1988a)。すなわち、ジカルボキシイミド系薬剤耐性菌株の培養液で感性菌株を培養すると、感性菌株がきわめて高率で本薬剤に対する耐性を獲得することが示された。新たに耐性を獲得した菌株は、もとの感性菌株はもとより、培養液作成に供試した耐性菌株と比べても、薬剤耐性値が高く、コロニー形状、生育速度、胞子形成、病原性においても、両親株とは異なった性状を示した(表-4)。また、これらの形質は後代に安定して遺伝した。プロトプラスト実験系を用いて、このような培養液処理による薬剤耐性の誘発効果を数的に検定した結果、6~10%の誘発率を示し、感性菌株の培養液あるいは通常の培養基処理に比べてきわめて高い誘発効果が認められた(阿久津ら、未発表)。また、分生孢子を用いた実験系でも同様の結果が得られて

表-4 *B. cinerea* の薬剤耐性菌株培養液により誘発したジカルボキシイミド系薬剤耐性菌株の諸性質<sup>a)</sup>

菌株	耐性値 (ppm) <sup>b)</sup>	菌糸生長 <sup>c)</sup>	胞子形成 <sup>d)</sup>	発病率 (%) <sup>e)</sup>
C2I-P	5,000	++	<0.3	52.5
CAES-2	500	++	9.3	55
C3I-V	5,000	+++	<0.3	17.5
CAES-3	200	+++++	81.7	62.5
C4I-V	5,000	++	<0.3	70
CAES-4	500	+++	48.3	82.5
IPI	<5	+++	4.3	95
IPCR-1	<5	+++++	1	100

<sup>a)</sup> ジカルボキシイミド系薬剤耐性菌株(CAES-2, -3, -4)の各培養液で感性菌株(IPCR-1)を培養し、耐性獲得菌体采取了。<sup>b)</sup> ピンクロゾリンの最小生育阻止濃度、<sup>c)</sup> PSA培地上での菌叢径、<sup>d)</sup> PSA培地上でのIPCR-1の胞子形成数に対する各菌株の胞子形成数の比、<sup>e)</sup> 菌糸体接種によるキュウリ葉での発病率。C2I-P: 新耐性菌株(CAES-2培養液処理)、C3I-V: 新耐性菌株(CAES-3培養液処理)、C4I-V: 新耐性菌株(CAES-4培養液処理)、IPI: 感性菌株(IPCR-1培養液処理)。

いる。このことは、耐性菌株の培養液中に、単なる変異原としてではなく、むしろ積極的にジカルボキシイミド系薬剤耐性を誘発する物質が存在することを示唆する。この薬剤耐性誘発物質は120°C、15分の熱処理によって失活せず、透析膜を透過できることから、プラスミドなどとは異なる、熱安定性の分子量20,000以下の低分子物質と推定され、現在、その単離・精製を進めている。

糸状菌においては、このような物質の報告はまだ見当たらないが、*Streptomyces griseus*などの放線菌で、ストレプトマイシンなどの抗生物質の生産、それらに対する自己耐性及び菌の形態分化などを、極微量で運動的に制御する低分子の自己調節因子が報告されており、そのうち、A-ファクター、B-ファクター、ファクター-C、パナマイシンなどが単離・精製されている。A-ファクターについては、化学構造が決定され、ブタノライド骨格を持つ物質であることが明らかにされている。さらに、A-ファクターの形質発現制御機構について、その合成、制御に関連する遺伝子がクローニングされ、その構造及び機能に関する研究成果も報告されている(別府ら、1989)。このような因子は酵母の二次代謝産物中にも見いだされており、微生物のホルモン様物質として注目されている。

今回、*B. cinerea* 耐性菌株の培養液中に見いだされた薬剤耐性誘発物質は、薬剤耐性と同時に、コロニー形状、生育速度、孢子形成、病原性などの変化にも関与している点及び熱安定性低分子物質である点で、上記の自己調節因子と類似しており、きわめて興味深い。

以上、*B. cinerea* の薬剤耐性機構ならびに薬剤耐性菌の出現機構に関して、筆者らの実験結果を交えながら、研究の現状を概略紹介したが、いずれに関しても従来の理論だけでは説明しきれないような現象が観察されていることから、これらの機構の全容の解明には、まだかなりの時間を要しよう。しかしながら、今回、紹介した薬剤耐性誘発物質の存在は、耐性菌の出現が偶発的突然変異だけで起こるのではなく、もともと菌の遺伝子にコードされた薬剤耐性情報が、誘発的に発現することによって起こるという可能性を示唆している。今後、このような観点から研究を進めていくことによって、あるいは薬剤耐性問題を根本的に解決する何らかの糸口をつかむことができるかもしれない。

## おわりに

作物の病害防除を農業に頼らざるを得ない現状では、

これからも薬剤耐性問題から逃げることはできないように思える。病原菌を調べれば調べるほど、菌の持つ巧みな適応能力のすごさに驚かされる。今回、ご紹介した灰色かび病菌の薬剤耐性メカニズムの多様性、あるいは、薬剤耐性の誘発機構や菌糸融合による耐性獲得・伝達機構は、この菌の持つ適応能力の一部にすぎないのかもしれない。

では灰色かび病の発生を効果的に防ぐにはどうしたらよいのであろうか。現時点でいえることは、いかに卓効のある薬剤が開発されようとも、単一薬剤による長期的防除はほぼ不可能と考えられることから、作用点の異なる数種の薬剤を組み合わせて計画的に使用するとともに、本病菌による作物へのひより見感染を防ぐ日ごろの栽培管理が大切であろう。

## 引用文献

- 1) ADAMS, G. et al. (1987) : Exp. Mycol. 11 : 339~353.
- 2) AKUTSU, K. et al. (1988a) : Ann. Phytopath. Soc. Japan 54 (5) : 593~599.
- 3) ——— et al. (1981) : ibid. 47 (1) : 15~23.
- 4) ——— et al. (1986) : ibid. 52 (2) : 292~301.
- 5) ——— et al. (1987) : ibid. 53 (4) : 495~506.
- 6) ——— et al. (1988b) : ibid. 54 (3) : 290~295.
- 7) ——— et al. (1988c) : ibid. 54 (3) : 309~316.
- 8) ——— et al. (1990) : ibid. (in contribution).
- 9) 別府輝彦・堀之内末治 (1989) : 細胞工学 別冊 2 : 66~74.
- 10) CLEMONS, G. P. and H. D. SISLER (1969) : Phytopathology 59 : 705~706.
- 11) DAVIDSE, L. C. (1986) : Ann. Rev. Phytopathol. 24 : 43~65.
- 12) ——— and W. FLACH (1977) : J. Cell Biol. 72 : 174~193.
- 13) DEKKER, J. (1976) : Ann. Rev. Phytopathol. 14 : 405~428.
- 14) GASZTONYI, M. et al. (1987) : Pestic. Biochem. Physiol. 29 : 17~24.
- 15) ISHII, H. and L. C. DAVIDSE (1986) : Proc. 1986 Br. Crop Prot. Conf. - Pests and Disease 4C - 11 : 567~573.
- 16) ——— and YANASE, Y. (1983) : Ann. Phytopath. Soc. Japan 49 (2) : 153~159.
- 17) MOORE, R. T. (1965) : The fungi, Academic Press, New York, pp. 95~118.
- 18) MOLNAR, A. et al. (1985) : Exp. Mycol. 9 : 326~333.
- 19) 村越重雄 (1982) : 神奈川園試研報 29 : 47~53.
- 20) 内藤秀樹 (1982) : 東北農試研報 66 : 101~206.
- 21) PARMETER, JR., J. R. et al. (1963) : Ann. Rev. Phytopathol. 1 : 51~76.
- 22) 斎藤 正・古谷真二 (1978) : 今月の農薬 22 (10) : 74~76.
- 23) 多賀正節 (1981) : 農業生物学報 1 : 1~75.
- 24) 竹内妙子 (1987) : 千葉農試特報 14 : 1~75.
- 25) 津田盛也ら (1979) : 遺伝 33 : 20~25.

特集：薬剤抵抗性〔4〕

## 殺虫剤抵抗性対策としての協力剤

—ニカメイガの場合—

農林水産省農業環境技術研究所 <sup>ししど</sup> 尖戸 <sup>たかし</sup> 孝・<sup>こんの</sup> 昆野 <sup>やすひこ</sup> 安彦

## はじめに

1908年のサンホーゼカイガラムシから始まった殺虫剤抵抗性は、1988年までに世界で500種以上の昆虫やダニで報告されている。近年、特に農業の分野ではこの問題は年々深刻さを増し、有効な解決策のないまま今日に至っている。急速に普及したピレスロイド系殺虫剤の場合、わが国において使用後わずか1~2年でコナガの感受性が数百倍も低下したといわれている。このような状況下で、多大な費用と長年月をかけて開発した農薬を長期間にわたり有効に利用するには、薬剤抵抗性の問題を解決することが必要となってくる。これまでは、いろいろな薬剤のローテーションによる抵抗性の回避に重点が置かれてきたが、代替薬剤がしだいに減少してきたため、最近では、抵抗性の発現を抑える協力剤(抵抗性解除剤)や、抵抗性を獲得した病害虫にのみ効果を示す負相関剤など、抵抗性の作用機作に基づいた新たな対抗策としての研究が積極的に進められている。ここでは有機リン剤抵抗性ニカメイガに卓効を示すジメチルカーバメート協力剤の発見の経緯について簡単に述べるとともに、抵抗性への対抗策としての各種打破剤について、生化学的立場から眺めてみたい。

## I 抵抗性の打破

殺虫剤の抵抗性機構は、①薬剤の皮膚透過性の減少、②薬剤分解代謝能の増大、③作用点変異による薬剤感受性の減少、などの要因が知られている。したがって、生理・生化学立場からみた抵抗性害虫への対応策はこれら抵抗性の発現機構を阻止あるいは消去すればよいことになる。抵抗性を制御する代表的な薬剤としては、その作用や薬剤の使用形態から負相関剤、協力剤、複合剤に大別される。

## 1 負相関剤のメカニズム

感受性系統よりも抵抗性系統の害虫に対しより有効な薬剤、すなわち負相関交差抵抗性を示す物質は、負相関

剤と呼ばれている。作用点変異による抵抗性は薬剤の作用点への親和性が低下するためであり、カーバメート抵抗性ツマグロヨコバイ、ピレスロイド抵抗性イエバエ、コナガ、有機リン抵抗性アブラムシ等でよく知られている。負相関剤はこの変異型作用点に強い親和性をもった薬剤に構造改変したものである。負相関剤ジエトフェンカルブは最近実用化され、ベンゾイミダゾール耐性菌に優れた効力を示す。殺虫剤の分野ではツマグロヨコバイで知られている。カーバメート抵抗性ツマグロヨコバイは変異型コリンエステラーゼを持ち、プロパホス、ピリダフェンチオン-オクソン等の有機リン剤はこれに負相関剤として作用する。しかし、この害虫は半分が変異型、残り半分がもともとの感受性型コリンエステラーゼを持つため、通常カーバメート剤と負相関剤の等量混合剤(複合剤と呼ばれる)が実用に供されている。

## 2 協力剤のメカニズム

2種以上の化合物を混合し、殺虫性が個々の成分の殺虫性の和より大きい場合、協力作用があるといわれる。そして、一方が殺虫性をもたないが、混合された他方の殺虫性を高める働きをする場合、この物質は協力剤と呼ばれる。現在まで協力剤としてメチレンジオキシフェニル化合物(ピペロニルブトキシド等)、K-1、DEF等数多くが知られており、そのメカニズムは殺虫剤代謝の阻害剤として作用することが明らかにされている。前者は殺虫剤の酸化代謝に関与するMFOの阻害剤であり、後二者はマロソンの分解酵素カルボキシルエステラーゼあるいは有機リン分解酵素ホスファターゼの阻害剤である。協力剤は通常殺虫剤の効力増強剤として働くが、代謝活性の増大に基づく抵抗性の場合には抵抗性因子を排除する抵抗性解除剤としての役割を持つ。しかし負相関剤の場合のように、抵抗性害虫の防除に使用された例は農業上見当たらない。むしろ、現在では、協力作用の有無により抵抗性のメカニズムを診断する薬剤として使用されている場合がほとんどである。

抵抗性害虫の打破剤、制御剤の開発には負相関剤、協力剤いずれにせよ害虫の抵抗性の発現機作を明らかにし、それらの知見をもとに分子設計を行う生合理的アプローチが最も大切であろう。

Synergists as a Countermeasure for Overcoming Insecticide-Resistance. by Takashi SHISHIDO and Yasuhiro KONNO

## II 有機リン剤抵抗性ニカメイガに対する協力剤の探索とデザイン

### 1 ニカメイガの有機リン剤抵抗性機構

昭和53年に岡山県を中心に大発生したイネ害虫ニカメイガは、長年にわたって使用されてきたフェニトロチオン(MEP)、フェンチオン(MPP)などの有機リン剤に対する抵抗性の発達がその原因とされ、その後、中・四国、新潟などの各地でその発生が報告されている。

岡山県総社市秦で採集された抵抗性ニカメイガは、殺虫試験の結果、芳香環を持つすべての有機リン剤に対して抵抗性を示すことがわかった。例えば、ジメチルピホス、モノクロトホス、テトラクロルピホス等の脂肪族系の有機リン剤にはほとんど抵抗性を示さないが、分子内にベンゼン環を持つフェニトロチオン、フェニトロオクソン、フェンチオンでは、その致死量が通常感受性ニカメイガの25~50倍も高く、特にヘテロ環を持つピリミホスメチルでは抵抗性レベルは著しく高く、800~1,200倍にも達する(KONNO et al., 1986; KONNO and SHISHIDO, 1990)。このように害虫が抵抗性を獲得する手段としては、前述のように、薬剤の皮膚透過性の減少、作用点変異、解毒能の増大による三つが主なものである。

そこで、秦系統は上記三つの抵抗性メカニズムのどれに相当するかを放射性標識フェニトロチオンやフェニトロオクソンを用いて詳細に調べてみた。その結果、上記3番目の両系統間における薬剤解毒能に大きな差のあることがわかった(KONNO and SHISHIDO, 1987)

図-1はフェニトロチオンのニカメイガにおける代謝経路と侵入異物フェニトロチオンに対する抵抗性システムの防御系を示したものである。フェニトロチオン(I)はそれ自体毒性がなく、体内で酸化され、活性毒物体フェニトロオクソン(II)に変化し、害虫の神経系に作用する。一方、このオクソンはジメチルリン酸(III)と3-メチル-4-ニトロフェノール(IV)に分解する。感受性系統では活性毒物体フェニトロオクソンが著しく体内に集積し、最高抵抗性系統の72倍にも達する。一方、抵抗性系統では体内のフェニトロオクソンレベルは低く、その分解物が多い。また放射性のフェニトロオクソンを直接作用させた場合も、抵抗性系統はすみやかにこのオクソンを分解する。

したがって、次の問題は抵抗性系統の体内でフェニトロオクソンの分解に関与している本体は何か? ということになる。放射性のフェニトロオクソンを使って調べた結果、この解毒機構は、オクソンを加水分解する酵素と、フェニトロオクソンと結合し、これを無毒化する薬物結合タンパクの二つによることが判明した(KONNO

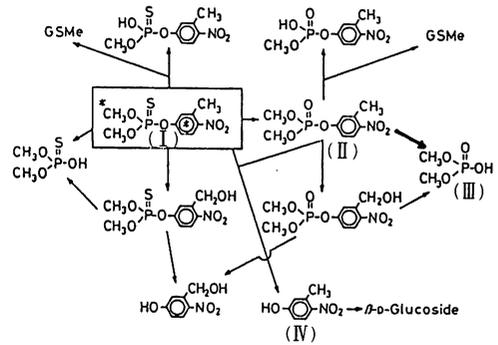


図-1 ニカメイガにおけるフェニトロチオンの代謝経路と抵抗性

太い矢印は抵抗性を支配する分解経路を示す  
(I)フェニトロチオン、(II)フェニトロオクソン  
(III)ジメチルリン酸、(IV)3-メチル-4-ニトロフェノール

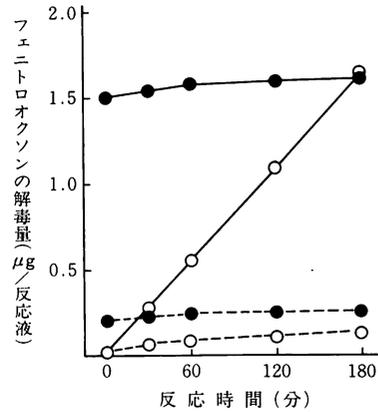


図-2 ニカメイガ上清によるフェニトロオクソンの加水分解とタンパク結合

●タンパク結合、○加水分解  
——抵抗性系統(秦系統)、-----感受性系統

and SHISHIDO, 1989)。

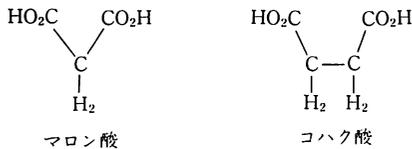
図-2は、薬物結合タンパクと加水分解によるフェニトロオクソンの解毒活性を抵抗性、感受性の両系統間で比較したものである。酵素液とメトキシ<sup>14</sup>C-フェニトロオクソンを反応させると、反応液の水層には加水分解により生成した<sup>14</sup>C-ジメチルリン酸がみいだされるが、トリクロル酢酸で沈殿するタンパク画分にも大量の放射能が検出される。ゲル濾過、熱変成等の実験などから、このタンパクはフェニトロオクソンと容易に結合する一種の薬物結合タンパク binding protein であることがわかった。binding protein は pH 依存性の加水分解と異なり pH 5.3~9.0 の範囲でフェニトロオクソンと急速に結合する。そして、このタンパクは有機リン剤抵抗性ツマダ

ロヨコバイ等でみいだされた binding protein 作用を持つアリエステラーゼとは異なっている。またフェニトロオクソンの結合様式はタンパクのジメチルリン酸化ではないかと推定される。この binding protein 活性と加水分解活性は図-2 に示したように抵抗性系統が感受性系統に比べ著しく高いことから、この解毒活性の差がフェニトロチオン抵抗性の主要因と結論された。

## 2 Analog synergist の考え方の導入

今までの研究から、ニカメイガの有機リン剤抵抗性はフェニトロオクソンの解毒活性の増大に基づくことがわかった。この抵抗性系統における活性毒物体の解毒作用を微量で阻害する物質が見つければ、これと殺虫剤とを混合して使用することにより、ニカメイガの抵抗性を打破することが可能となる。この阻害物質は前章で述べた殺虫協力剤あるいは抵抗性解除剤である。したがって、新しい協力剤を探索するには、酵素学の分野からのアプローチがきわめて大切になってくる。

酵素によって代謝を受ける物質は基質または代謝物質と呼ばれる。酵素は、代謝物質と類似の構造を持つ化合物、すなわち代謝物質類似体 (metabolite analog) によって、強く阻害を受ける場合がある。例えば、マロン酸はコハク酸脱水素酵素によるコハク酸酸化に拮抗するなどはよく知られた例である。



農薬関連では、基質クエン酸の置換体フルオロクエン酸は TCA 回路のシスアコニターゼの強力な阻害剤である (フルオロクエン酸はフルオロ酢酸から生体内で生成する)。このような類似分子は酵素タンパクと接触、結合する代謝物質と構造的にも電子分布の点でも非常に類似していなければならない。類似体は代謝物質が利用する酵素部位を占有、あるいは結合することにより阻害作用を発揮すると考えられている。同様な考えは協力剤の分野では analog synergist と呼ばれ、協力作用を受ける殺虫剤の構造と類似構造をもつ協力物質と定義されている (WILKINSON, 1971)。

## 3 リン酸エステル協力剤

抵抗性ニカメイガによるオクソン分解を阻止する類似体の基本骨格として、最初にリン酸エステル構造を選び、既知リン酸エステル協力剤や有機リン剤解毒酵素の阻害剤を中心に探索した。そのなかで IBP のエチル同族体 EBP (S-benzyl O, O-diethyl phosphorothiolate) や

表-1 有機リン殺虫剤抵抗性ニカメイガに対する有機リン化合物の協力作用

協力剤 <sup>a)</sup>	LD <sub>50</sub> (μg/g)	協力係数 <sup>b)</sup>
フェニトロチオンのみ	75.3	—
K-2	8.5	8.9
DEF	9.1	8.3
IBP	21.5	3.5
EBP	12.6	6.0
フェニトロオクソンのみ	41.3	—
K-2	6.7	6.2
DEF	8.4	4.9

<sup>a)</sup> 有機リン殺虫剤+協力剤 (1:10)

<sup>b)</sup> 協力係数: 殺虫剤の LD<sub>50</sub>/協力剤存在下における殺虫剤の LD<sub>50</sub>

エステラーゼ阻害剤 K-2, K-1, DEF に協力作用 (KONNO et al., 1988) がみいだされた (表-1)。しかし、これら化合物のフェニトロチオンに対する協力効果はすでに報告されていた有機リン殺菌剤 IBP, EDDP (田中ら, 1982) やカーバメート殺虫剤のピリミカープ (KONNO and KAJIHARA, 1985) よりやや優れていたが、その協力係数は 9~5 程度で、抵抗性ニカメイガに対しとくに高い協力効果を示すものはみいだせなかった。

## 4 ジメチルカーバメート協力剤

次に、類似体構造として N, N-ジメチルカーバモイルグループを基本骨格に選んだ。その理由としては、①カーバメートエステルの (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>NC (O) O-部分とリン酸エステルの (CH<sub>3</sub>O)<sub>2</sub>P (O) O-部分はともにセリン酵素阻害の基本骨格であり、構造的かつ機能的によく類似していること、②カーバメート殺虫剤ピリミカープが IBP と同様に抵抗性ニカメイガに協力作用を示すこと (KONNO and KAJIHARA, 1985) などからである。

いくつかの置換フェニル N, N-ジメチルカーバメートを合成し、抵抗性ニカメイガの 5 齢幼虫を用いてフェニトロチオンやフェニトロオクソンなど有機リン剤に対する協力作用を試験してみた。その結果、いずれも今までに報告された協力剤に比べて、供試殺虫剤の殺虫力を著しく高めることがわかった。さらに協力効果を高めるために、置換フェニル部分の改変を行った。この場合、ニカメイガに高い抵抗性レベルを示した有機リン殺虫剤は、ニカメイガのリン剤解毒部位に、より高い親和性を持つと推定されることから、これら殺虫剤のフェニル部分を N, N-ジメチルカーバメート構造に導入してみた。図-3 に示したように、フェニトロチオン (抵抗性レベル, 38~42 倍) のベンゼン構造 3-メチル-4-ニトロフェニル基を片割れにもつ N, N-ジメチルカーバメート SK-2

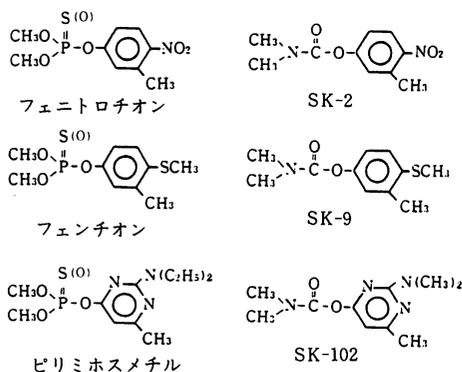
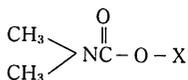


図-3 有機リン殺虫剤(左)と新殺虫協力剤(右)の構造 (O)はオクソン体を示す

はきわめて優れた協力作用を示した。またフェンチオンと同じ構造をもつSK-9も効果が高い。さらに、抵抗性レベルが最も高かったピリミホスメチル(抵抗性レベル, 1,200倍)と類似の2-ジメチルアミノ-6-メチル-4-ピリミジニル構造をもつSK-102は合成された130の協力剤のなかで最も高い協力効果を示した。

表-2は合成されたアーリールカーバメート協力剤のフェニトロチオン及びピリミホスメチルに対する協力作用の主な結果を示したものである(KONNO and SHISHIDO, 1990)。これらカーバメート協力剤の構造的特徴や作用機作等をまとめてみると次のとおりである。①協力作用は置換フェニルあるいは置換芳香族複素環を持ったN, N-ジメチルカーバメートに広く認められる。②協力作用を受ける有機リン殺虫剤は分子内にベンゼン環あるいは芳香族複素環をもつものとそのオクソンに限られる。③ジメチルカーバメートのベンゼン環における置換基効果はパラ>メタ>オルソの順で、4位に電子吸引性置換基が

表-2 有機リン殺虫剤抵抗性ニカメイガに対する有機リン殺虫剤(フェニトロチオン, ピリミホスメチル)とN, N-ジメチルカーバメートとの協力効果<sup>a)</sup>



No.	X	LD <sub>50</sub> (μg/g)	協力係数 <sup>b)</sup>	LD <sub>50</sub> (μg/g)	協力係数 <sup>b)</sup>
		フェニトロチオン+カーバメート(1:10) <sup>a)</sup>		ピリミホスメチル+カーバメート(1:10) <sup>a)</sup>	
	フェニトロチオンのみ	69 <sup>a)</sup>		—	
	ピリミホスメチルのみ	—		1803	

1	<chem>CC1=CC=C(C=C1)OC(=O)N(C)C1=CC=C(C=C1)[N+](=O)[O-]</chem>	6.9	10	19.7	92
2	<chem>CC1=CC=C(C=C1)OC(=O)N(C)C1=CC=C(C=C1)S</chem>	4.3	16	7.5	240
3	<chem>CC1=CC=C(C=C1)OC(=O)N(C)C1=CC=C(C=C1)C#N</chem>	5.1	14	4.6	395
4	<chem>CC1=CC=C(C=C1)OC(=O)N(C)C1=CC=C(C=C1)S(=O)(=O)C</chem>	3.0	23	8.7	207
(SK-2)	<chem>CC1=CC=C(C=C1)OC(=O)N(C)C1=CC=C(C=C1)S</chem>				
5	<chem>CC1=CC=C(C=C1)OC(=O)N(C)C1=CC=C(C=C1)S</chem>	3.1	22	7.8	231
(SK-9)	<chem>CC1=CC=C(C=C1)OC(=O)N(C)C1=CC=C(C=C1)S</chem>				
6	<chem>C1=CC=NC=C1</chem>	6.3	11	9.0	201
7	<chem>C1=CC=C(C=C1)N1C=NC=C1</chem>	17	4.1	—	—
8	<chem>C1=CC=C2C=CC=CC2=C1</chem>	4.6	15	4.2	427
9	<chem>CC1=CC=C(C=C1)N1C=NC=C1</chem>	4.6	15	7.5	240
10	<chem>CC1=CC=C(C=C1)N1C=NC=C1</chem>	3.3	21	3.1	589
11	<chem>CC1=CC=C(C=C1)N1C=NC=C1</chem>	1.8	38	1.7	1061
(SK-102)	<chem>CC1=CC=C(C=C1)N1C=NC=C1</chem>				
12	<chem>CC1=CC=C(C=C1)N1C=NC=C1</chem>	11	6.3	17.7	102
(ピリミカープ)	<chem>CC1=CC=C(C=C1)N1C=NC=C1</chem>				
13	<chem>CC1=CC=C(C=C1)N1C=NC=C1</chem>	3.5	20	4.0	451
14	<chem>CC1=CC=C(C=C1)N1C=NC=C1</chem>	4.9	14	8.8	204
15	<chem>CC1=CC=C(C=C1)N1C=NC=C1</chem>	5.3	13	7.2	251
16	<chem>C1=CC=C(C=C1)N1C=NC=C1</chem>	3.0	23	4.3	419
(SK-40)	<chem>C1=CC=C(C=C1)N1C=NC=C1</chem>				
17	<chem>C1=CC=C(C=C1)N1C=NC=C1</chem>	4.2	16	2.4	759

a) カーバメート協力剤のみでは殺虫力を示さず。

b) 協力係数: LD<sub>50</sub>殺虫剤/協力剤存在下における殺虫剤のLD<sub>50</sub>

ある場合は、協力作用が比較的高く、これに3-メチルが加わるとさらに高まる[No.4(SK-2), No.5(SK-9)]。④ピリジン環, ピリミジン環, イソキサゾール環を持つジメチルカーバメートは活性が高く(No.6~17), 特にSK-102(No.11)はフェニトロチオンの殺虫力を38倍, ピリミホスメチルのそれを1,061倍高める。したがって

これら殺虫剤の致死量は感受性系統の致死量に相当するまで低下する。⑤エステルを形成するリング炭素に隣接する炭素位に置換基が存在する場合には、協力作用は著しく低下する。[No.12 (ピリミカープ)]。⑥カルバミン酸部分の改変したチオノあるいはチオール型カーバメート、N, N-ジエチルカーバメート、N-アルキルあるいはN-フェニルカーバメートでは、協力効果はN, N-ジメチルカーバメートに比べ著しく低いか、あるいは効果が認められない。また、アリアル基を持たない脂肪族系のN, N-ジメチルカーバメートも協力効果を示さない。⑦感受性系統のニカメイガに対しては、アリアルN, N-ジメチルカーバメートの協力作用は認められない。⑧新しくみいだされたSK-102 協力剤は抵抗性ニカメイガのオクソン解毒に関与する加水分解酵素や薬物結合性タンパクの働きを $10^{-5}M \sim 10^{-6}M$ という低濃度で阻害する。

### おわりに

抵抗性対策としての協力剤の利用はこれまでに多くの研究者によって絶えず提唱されてきた。しかし実用化された協力剤はピペロニルブトキシド等のメチレンジオキシフェニル化合物で、しかも効力増強剤として衛生害虫に限られており、農業害虫の防除面では皆無である。こ

れらの理由として、①値段が高くなる、②毒性を増す場合がある、③現在の協力剤は分解しやすく、効力不十分で、農業に適用できない、などが挙げられる。しかし、協力剤は、抵抗性のために効力が低下し、使用できなくなった殺虫剤の再使用を可能にする、あるいは既存の殺虫剤をいかに長持ちさせるかという面からも大切で、協力剤の開発研究は今後も重要な課題といえよう。

現在われわれの研究室では、N, N-ジメチルカーバメート協力剤の基礎試験を続けており、さらにまた作用の異なる協力作用基を複数個分子内に持つマルチ型協力剤の研究も進めている。

### 引用文献

- 1) KONNO, Y. et al. (1986): J. Pesticide Sci. 11: 393~399.
- 2) ——— and T. SHISHIDO (1990): ibid. 15: 175~187.
- 3) ——— (1987): ibid. 12: 469~476.
- 4) ——— (1989): ibid. 14: 359~362.
- 5) WILKINSON, C.F. (1971): Bull. Wild. Hlth. Org. 44: 171~190.
- 6) KONNO, Y. et al. (1988): Appl. Ent. Zool. 23: 99~102.
- 7) 田中福三郎ら (1982): 近畿中国農研 64: 60~65.
- 8) KONNO, T. and O. KAJIHARA (1985): Appl. Ent. Zool. 20: 403~410.

### 人事消息

(8月1日付)

安橋隆雄氏 (環境庁水質保全局長) は農林水産事務官農蚕園芸局長に  
 海野研一氏 (経済局統計情報部長) は農林水産技術会議事務局局長に  
 清田安孝氏 (技術会議事務局研究総務官) は近畿農政局長に  
 杉本忠利氏 (東海農政局次長) は農林水産技術会議事務局研究総務官に  
 貝沼圭二氏 (技術会議事務局バイオテクノロジー課長) は農林水産技術会議事務局研究総務官に  
 亀若 誠氏 (技術会議事務局連絡調整課長) は東海農政局次長に  
 桑原勝敏氏 (技術会議事務局研究管理官) は農林水産技術会議事務局連絡調整課長に  
 宇井勝昭氏 (農水省農蚕園芸局植物防疫課農薬対策室長) は農林水産技術会議事務局バイオテクノロジー課長に  
 武智敏夫氏 (大臣官房審議官兼畜産局) は環境庁へ出向に  
 松山光治氏 (農水省農蚕園芸局長) は退職  
 西尾敏彦氏 (農林水産技術会議事務局局長) は退職  
 吉村龍助氏 (農林水産技術会議事務局研究総務官) は退職  
 吉村正機氏 (富山県農林水産部次長) は農林水産技官農蚕園芸局植物防疫課農薬対策室長に

(7月16日付)

高柳謙治氏 (野・茶試茶栽培部長) は生物研企画連絡室長に  
 安田 環氏 (野・茶試茶利用加工部長) は野・茶試茶栽培部長に  
 小林正弘氏 (九州農試地域基盤研究部害虫行動研究室長) は九州農試・熊本地区駐在に  
 今田 準氏 (果樹試安芸津支場病害研主研) は熱研センター研究第二部併任に  
 杉浦巳代治氏 (生物研企画連絡室長) は出向 (九州大学教授熱帯農学研究センター)  
 (7月18日付)  
 鬼木正臣氏 (野・茶試茶栽培部病害研主研) はインドネシア国農業省農業研究開発庁派遣職員に  
 (8月1日付)  
 施山紀男氏 (野・茶試生理生態部代謝生理研究室長) は野・茶試久留米支場長に  
 大内 昭氏 (東北農試企画連絡室企画科長) は中国農試生産環境部長に  
 横内紈生氏 (北海道農試畜産部家畜種研究室長) は東北農試企画連絡室企画科長に  
 石川浩一氏 (農研センター病害虫防除部ウイルス病防除研) は熱研センター研究第一部併任に  
 興津伸二氏 (野・茶試久留米支場長) は退職  
 守中 正氏 (中国農試生産環境部長) は退職

特集：薬剤抵抗性 (5)

## 線虫の薬剤抵抗性

神奈川県園芸試験場三浦分場 おお ばやし のぶ お夫  
大 林 延 夫

## はじめに

植物寄生性線虫の薬剤抵抗性については、これまでほとんど知られていない。自然個体群に対する世界で最初の、そして唯一の記録は、近岡・竹沢 (1982) のサツマイモネコブセンチュウについての報告である。しかし、施設栽培の発達によって、キュウリやトマトの連作に伴うネコブセンチュウ類の被害が慢性化し、また産地間競争が激化する中で、根菜類の商品性を損なうネグサレセンチュウ類の防除が必須とされるようになるなど、殺線虫剤が連用される機会が増加している。このような状況の中で、今後薬剤抵抗性が発達する可能性は高い。ここでは、その展望と検定法、研究の方向などについて述べ、参考供したい。

## I 抵抗性発達の事例と展望

わが国における殺線虫剤利用の歴史は古い。皆川ら (1986) の「線虫学関連日本文献記事目録」で初期の記録をみると、クロルピクリンは 1927 年、D-D は 1948 年、EDB、DBCP は 1957 年ごろから利用が始まっている。EDB、DBCP は現在では使用されていないが、D-D は今日に至るまで、すでに 40 年余にわたって線虫防除の主役を果たして来たことになる。にもかかわらず、現在までに報告された抵抗性の事例がただ一例であることを考えると、線虫においては従来使用されてきた殺線虫剤に対する抵抗性は発達しにくいと考えることもできる。これについて、佐野・後藤 (1972a) は次のように述べている。

「現存の殺線虫剤に対する抵抗性が線虫に発達する可能性は、線虫の研究者にとって不断の関心事である。特定薬剤について、あるほ場の線虫は、他のほ場の線虫より防除しにくいと言う話を聞くことがあるが、普通使用されている殺線虫剤に対して、線虫が本当に抵抗性を持つに至ったという実験的な証拠がない。線虫が抵抗性を持つようにならないということは、線虫の受けている淘汰圧が低いことを考えれば、それほど驚くべきことではない。大部分のほ場は年に一度しか処理されず、殺線虫剤は大部分の地方では一般に使われてきたのは 1950 年

からである。1943 年から毎年施用されてきたほ場が少しある。その上、多くのほ場では畦施用が行なわれ、あるいは最少薬量が施用された。それで、たとえ抵抗性の線虫がいたとしても、残存する population が抵抗性の個体だけからなるということはあるにすぎない。主な植物寄生性線虫のいくつかにおいて、殺線虫剤に対する抵抗性が発達しうかどうかを決めるには、良く計画された室内およびほ場の試験が必要である。」

引用が長くなったが、ここに述べられているように、地上性の害虫類では殺虫剤の散布によって一定規模の個体群全体に等しく淘汰圧が加わるのに比べ、線虫では抵抗性発達の危険性は少ないと思われる。しかし、近岡・竹沢 (1982) の報告したサツマイモネコブセンチュウの D-D 及び EDB に対する薬剤感受性低下の事例は、このような楽観的な期待を裏切る重要な記録となった。表-1, 2 にその結果を引用したが、この藤沢産のサツマイモネコブセンチュウは、キュウリの施設栽培圃場で、過去 10 年間、EDB を主として殺線虫剤を年 1 回施用していたもので、1987 年 7 月に EDB 30 l/10 a を施用したが、効果が不足したため検定を行ったものである。対照に用いた三浦産の同一種は、神奈川県園芸試験場三浦分場内露地圃場のスイカに寄生したもので、過去殺線虫剤はほとんど使用しておらず、薬剤感受性と考えられるものである。藤沢産のサツマイモネコブセンチュウは、EDB 及び D-D に対し、いずれも三浦産の 1/2 程度に感受性の低下が認められている。

このように、固定化された施設栽培や、同一作物の連作圃場で、毎年殺線虫剤を処理するような圃場では、これと同様な薬剤感受性の低下がすでに起こっている可能性は高く、今後の検討が待たれるとともに、検定法の確立とそのマニュアル化が望まれるところである。

表-1 藤沢産及び三浦産サツマイモネコブセンチュウの D-D 死率 (近岡・竹沢, 1982)

薬量	藤沢産	三浦産
0.005 ml	7.3%	33.0%
0.01	26.9	72.6
0.015	51.9	98.1
0.02	67.3	91.2
0.03	99.4	99.7

Nematicide Resistance in Plant Parasitic Nematodes.

By Nobuo OHBAYASHI

表-2 藤沢産及び三浦産サツマイモノコブセンチュウのEDB死虫率(近岡・竹澤, 1982)

薬量	藤沢産	三浦産
0.03 ml	7.4%	12.8%
0.07	31.0	60.6
0.10	43.7	72.4
0.15	64.6	86.0
0.20	78.2	79.2

## II 線虫の薬剤感受性検定法

線虫の薬剤感受性検定法については、佐野・後藤(1972b)及び西澤(1987)の総説に詳しい。わが国では、線虫の種類による殺線虫剤感受性の違いについてはいくつかの報告があり、後藤・大島(1963)や近岡(1966, 1983)などによって多くの知見がもたらされている。特に、キタネグサレセンチュウが、他の種類の線虫に比べて感受性が著しく低いことはよく知られている。これらに用いられた検定法には次のようなものがある。

### 1 密閉容器内土壌くん蒸法

腰高シャーレ等の容器に線虫生息土壌を入れ、所定量の薬剤を直接、あるいは脱脂綿の小球にしみ込ませて施用し、上ふたをして密閉する方法である。また大型のデシケーター等を用い、容器に入れた土壌をその中に配置して別に薬液をしみ込ませた綿球を入れて密閉してくん蒸する方法も用いられる。この方法では、同一の土壌で比較する線虫を増殖しておけばよいが、異なる土壌に生息する線虫をそのまま検定しようとする場合には、土壌の性質や水分条件などによって効果が異なるなどの問題点がある。

### 2 密閉容器内綿球くん蒸法

近岡(1966)によって考案された方法で、ベルマン法によって土壌から分離した線虫の懸濁液を、径2cmの脱脂綿球に1mlあて注入し、1辺が5cm角の脱脂綿に乗せ、全体を木綿布で包んで上部を輪ゴムでとめる。これをピーカー等に入れて湿度を保った大型デシケーター内に配置し、別に薬液をしみ込ませた綿球を入れて密閉くん蒸後、木綿布ごとベルマン装置にかけて分離される線虫数を数える方法(図-1, 表-3)である。前述の藤沢産サツマイモノコブセンチュウの感受性検定には、この方法が用いられている。また、表-4, 5には、キタネグサレセンチュウとサツマイモノコブセンチュウの感受性を比較した例を示した。この方法は、土壌の影響を除くことができる点で優れている。しかし、線虫の種類や分離する時期によっては供試される年齢構成が一定ではなく、齡

表-3 脱脂綿球に注入した線虫の回収率(近岡, 1983)

区別	n	線虫数		回収率% (B/A)
		平均	95%信頼幅	
懸濁液中線虫の直接計数(A)	20	65.7	63.0~68.4	—
線虫注入綿球からの分離数(B)	20	48.7	45.9~51.5	74.1

表-4 キタネグサレセンチュウ対サツマイモノコブセンチュウのD-D反応率<sup>a)</sup>(近岡, 1983)

区別	キタネグサレセンチュウ			サツマイモノコブ センチュウ(第二期幼虫)
	成虫	中老齡幼虫	若齡幼虫	
0.005 ml	— 6.5	7.2	1.4	2.5
0.01	11.8	17.0	31.3	46.2
0.015	32.0	26.2	60.6	95.0
0.02	73.6	69.1	87.7	99.0

<sup>a)</sup> 3反復平均値

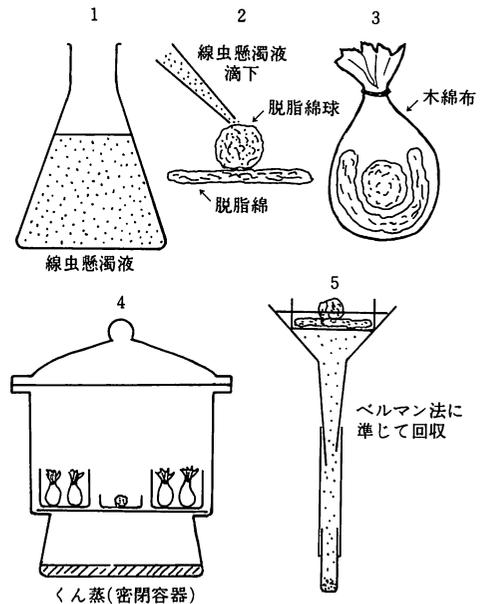


図-1 密閉容器内綿球くん蒸による薬剤感受性実験の手順(近岡, 1983より)

期によって感受性が異なる場合には比較が難しくなる。

### 3 薬剤浸漬法

供試虫を直接所定濃度の薬液中に入れ、一定時間後の死虫率を調査する方法である。接触型の殺線虫剤などの一次スクリーニングに広く用いられる方法で、処理した線虫の生死判別には、顕微鏡下で直接判定する方法のほか、プラスチッククロスや脱脂綿をフィルターとして、その透過能で判定する方法などがある。くん蒸剤などの検定では、作用性が異なるため、実際の効果との関連性

表-5 キタネグサレセンチュウ対サツマイモネコブセンチュウのD-D感受性<sup>a)</sup>(近岡, 1983)

種類	発育段階	回帰直線式	LD <sub>50</sub>	LD <sub>95</sub>
キタネグサレ センチュウ	成虫	$Y=4.7831+183.967(X-0.0157)$	0.017 m/	0.026 m/
	中老齢幼虫	$Y=4.3658+60.163(X-0.014)$	0.025	0.052
	若齢幼虫	$Y=4.7538+162.1928(X-0.014)$	0.016	0.026
サツマイモネコ ブセンチュウ	第二期幼虫	$Y=5.0612+344.7627(X-0.0105)$	0.01	0.015

<sup>a)</sup>: LD<sub>50</sub>, LD<sub>95</sub>の薬量はデシケーター(中板径 21 cm)当たり

に問題がある。

2のように、線虫の薬剤感受性の検定には、いくつかの方法が考案されているが、それぞれに一長一短がある。しかも、それらは主として薬剤の効果検定や、線虫の種類間の感受性比較のために用いられている方法で、抵抗性の発達を明らかにするための、同一種内の個体群間の比較には適さない場合も考えられ、今後さらに改良を加える必要がある。

### III 問題点と今後の研究方向

線虫類の薬剤に対する抵抗性の発達を最小限にとどめるためには、同一薬剤の連用や多量処理をしないことが基本である。そのためには、他の害虫でもいわれるように、性質の異なる薬剤のローテーションや組み合わせ処理を考えていく必要がある。また、対抗植物や天敵微生物の利用、輪作や、太陽熱を利用した物理的防除法などを取り入れ、総合的な防除技術の開発が望まれる。

幸いこれまで、抵抗性が確認された例はただ1例であるが、現場では薬剤の効果が不十分である事例がたくさんある。それらの多くは、処理条件の不適に起因することが多いが、中には抵抗性の発達による可能性が十分考えられるものもあり、その実態を明らかにする必要がある。

抵抗性の検定にあたっては、まず線虫の種類やステージ、生理条件などと薬剤感受性に関する基礎的なデータ

を蓄積する必要がある。その上で、線虫の種ごとに、感受性の検定方法を確立し、マニュアル化し、感受性に疑問のある場面での検定を行う。さらに、同一薬剤が連用されているような産地では、定期的に検定を行って、抵抗性の発達を監視できるような体制を整えておくことが望ましい。

### おわりに

線虫の薬剤抵抗性については、筆者自身は検定の経験がなく、先輩諸氏の報文等を参考にさせていただいた。しかし、筆者のフィールドである神奈川県三浦半島では、ダイコンを害するキタネグサレセンチュウを対象に、20年以上にわたって殺線虫剤が連用されている。今後抵抗性の発達が懸念される中で、総合的な防除対策に取り組むとともに、感受性の検定を行いながら監視していきたいと考えている。

### 引用文献

- 1) 近岡一郎 (1966): 応動昆 10: 163~164.
- 2) ———・竹澤秀夫: 関東病虫研報 29: 168.
- 3) ——— (1983): 神奈川県農総研報 125: 33~40.
- 4) 皆川 望ら (1986): 九州農試資料 67: 414pp.
- 5) 西澤 務 (1987): 線虫研修会テキスト, 農研センター・日植防, 東京, 62~84.
- 6) 佐野善一・後藤 昭 (1972a): 線虫の薬剤感受性, 九州農試線虫研究室, 九州, 22pp. +13pp.
- 7) ———・——— (1972b): 日線研誌 2: 6~11.

### お知らせ

#### ○理化学研究所第13回科学講演会開催のお知らせ

日時: 平成2年10月16日(火)13:00~16:40

場所: 経団連会館 14階 経団連ホール

〒100 東京都千代田区大手町1-9-4

Tel 03-279-1411 (地下鉄・大手町駅下車)

主催: 理化学研究所

後援: 科学技術庁

協賛: 関連学・協会

入 場: 無料

<プログラム>

講 演

(1) 21世紀を担う粒子, ミュオン

(金属物理研究室主任研究員) 永嶺謙忠氏

(2) 抗生物質と生命科学

(抗生物質研究室主任研究員) 磯野 清氏

(3) 表面科学が拓く世界

(表面界面工学研究室主任研究員) 青野正和氏

## 海外ニュース

## イネ白葉枯病に関する国際稲研究所 (IRRI) との共同研究

## 1 研究の背景と目的

イネ白葉枯病 (病原細菌 *Xanthomonas campestris* pv *oryzae*) は、稲作地帯に広く分布している重要なイネ病害の一つである。この病害に対する抵抗性に品種間差異があることは、古くから知られており、日本では試験研究機関などで多くの抵抗性品種が育成されて、この病害の防除のために栽培された。しかし、抵抗性品種として福岡県で導入されたアサカゼに、1957年に本病害が大発生し、それを契機として、病原菌の変異と品種との関係について、たくさんの研究がなされてきた。それは主として日本の研究者によって始められ、その後、国際稲研究所 (IRRI) などでも行われてきたが、日本と IRRI とでは、それぞれに異なる材料を使ってきたため、研究結果を直接に比較することは不可能であった。もしも共通の試験材料を使用して研究を行うならば、研究はさらに大きく進展することが期待される。そこで、1981年に日本の農林水産省と IRRI との間で協議が行われ、82年から共同研究がスタートした。

## 2 研究課題

次の四つの項目が研究課題とされた。

表-1 育成されたイネ白葉枯病抵抗性準同質遺伝子系統

系 統	抵抗性親品種	反復交配親品種	抵抗性遺伝子
IR-BB 1t	黄玉	IR-24	Xa-1, Xa-12
IR-BB 101t		トヨニシキ	
IR-BB 201t		密陽 23	
IR-BB 2t	T-tep	IR-24	Xa-1, Xa-2, Xa-12
IR-BB 102t		トヨニシキ	
IR-BB 202t		密陽 23	
IR-BB 3	中国 45	IR-24	Xa-3
IR-BB 103		トヨニシキ	
IR-BB 203		密陽 23	
IR-BB 4	IR 20	IR-24	Xa-4
IR-BB 104		トヨニシキ	
IR-BB 204		密陽 23	
IR-BB 5	IR 1545-339	IR-4	Xa-5
IR-BB 105		トヨニシキ	
IR-BB 205		密陽 23	
IR-BB 7	DV 85	IR-24	Xa-7
IR-BB 107		トヨニシキ	
IR-BB 207		密陽 23	
IR-BB 8	PI 231129	IR-24	Xa-8
IR-BB 108		トヨニシキ	
IR-BB 208		密陽 23	
IR-BB 10	Cas 209	IR-24	Xa-10
IR-BB 110		トヨニシキ	
IR-BB 210		密陽 23	
IR-BB 11	IR 8	IR-24	Xa-11
IR-BB 111		トヨニシキ	
IR-BB 211		密陽 23	

t: temporary lines

表-2 番号制を用いて整理したイネ白葉枯病抵抗性遺伝子

整理した遺伝子名	旧遺伝子名	代表品種
Xa-1	Xa-1	黄玉
Xa-1 <sup>h</sup>	Xa-1 <sup>h</sup>	IR 28, IR 29, IR 30
Xa-2	Xa-2	Rantai Emas 2, Te-tep
Xa-3	Xa-w	早生愛国3号
	Xa-4 <sup>b</sup>	Semora Manga
	Xa-6	Zenith
	Xa-9	Sateng
Xa-4	Xa-4, Xa-4 <sup>a</sup>	TKM 6, IR 20, IR 22
Xa-5	Xa-5	DZ 192, IR 1545-339
Xa-7	Xa-7	DV 85
Xa-8	Xa-8	PI 231129
Xa-10	Xa-10	Cas 209
Xa-11	Xa-pt	Elwee, IR 8, RP 9-3
Xa-12	Xa-kg	黄玉 ジャワ No. 14
Xa-12 <sup>h</sup>	Xa-kg <sup>h</sup>	IR 28, IR 29, IR 30
xa-13		BJ 1, Chinsurah Boro II
Xa-14		TN 1

- 1) 国際判別品種の育成
- 2) 抵抗性遺伝子の解析
- 3) アジアに分布する菌と品種との特異反応の解明
- 4) 水平抵抗性の検定

## 3 研究成果

上記4項目について、これまでにそれぞれ次のような成果をあげている。

- 1) 菌の病原性を検定するために、これまでに知られている抵抗性遺伝子の一つずつ持った Near Isogenic Line を育成してそれを国際的に統一して使用する判別品種としようとするもので、一部を除き、ほぼ完成した (表-1)。これらの系統を使用すると、従来の判別品種よりも細かな分類が可能となる。また、トヨニシキを反復交配親とした系統などはそのまま抵抗性品種育成の材料として利用でき、そのほかにも多くの用途が考えられる。
- 2) 日本及び IRRI の標準菌株を共通に使って抵抗性遺伝子分析を行ったところ、これまでに報告されていた抵抗性遺伝子のうちのいくつかは同一のものと判明し、さらに新たな抵抗性遺伝子も発見された (表-2)。
- 3) 熱帯アジアに分布する菌は、日本及び IRRI の判別品種に対する病原性により、28 レースに分類された。そのレース分布は、国によって明らかに異なっており、今後の品種抵抗性導入の参考となる。また、この調査の過程で、新たな抵抗性遺伝子の存在も判明し、前記 Near Isogenic Line 育成に使われた反復交配親品種も抵抗性遺伝子を持っていることが明らかとなったので、現在この遺伝子を取り除く作業を行っている。
- 4) 多数の菌株を使って品種の量的抵抗性を比較したところ、量的抵抗性にも菌株特異性が認められ、完全な水平抵抗性の導入が容易ではないことが示唆された。

(熱帯農業研究センター 山元 剛・小川紹文\*)

\* 現農業研究センター

## 日本産昆虫のウイルス病総目録

東京農工大学農学部 <sup>くに</sup> 国 <sup>み</sup> 見 <sup>やす</sup> 裕 <sup>ひさ</sup> 久

## はじめに

人間に様々なウイルス病が存在するように、昆虫からも多種多様なウイルス病が報告されている。昆虫のウイルス病の研究の歴史は比較的新しく、この30年の間に急速に発展してきた分野である。

日本産昆虫のウイルス病については、福原ら(1966)が本誌20巻12号で55種の昆虫について報告した。しかし、この報告が出されてからすでに四半世紀が経過しており、この間に多くの昆虫から新たにウイルス病の報告があり、またその時代には知られていなかった新しいウイルス病も報告されている。筆者は1990年4月までに発表された論文を基に、新たに日本産昆虫のウイルス病の目録を作成したので報告する。ご参考になれば幸いである。

## I 日本産昆虫のウイルス病の特徴

今回の調査により、131種の日本産昆虫にウイルス病が認められた。目別では、鱗翅目昆虫が116種と最も多

く、次いで膜翅目の7種、双翅目と甲虫目の3種、直翅目と半翅目が1種であった。鱗翅目昆虫が極立って多いが、このことは必ずしも鱗翅目昆虫を宿主とするウイルスが多いことを意味するものではないと思われる。鱗翅目昆虫には重要な農業害虫が多く、昆虫ウイルス病学の研究対象として中心的に扱われてきたことに起因していると考えられる。

それぞれの目の昆虫で発見されたウイルスを、ウイルスの種類別にとりまとめた結果を表1に示す。総数で237種の宿主-ウイルスの組み合わせが認められた。最も多く発見されているウイルスは、核多角体病ウイルス(NPV)で、全体の44%を占めている。次いで細胞質多角体病ウイルス(CPV)の20%、顆粒病ウイルス(GV)の15%、昆虫虹色ウイルス(IV)の8%と続く。これら4種のウイルスで宿主-ウイルスの組み合わせ総数の87%を占めている。この原因としては、これらのウイルス病では外部病徴が顕著で発見されやすいこと、NPV、CPV、GVではウイルス包埋体を形成し、IVでは感染した組織が青紫から赤紫色の虹色に輝くので光学顕微鏡での診断が可

表-1 ウイルスの種類別の昆虫数

ウイルスの科	和名	略称	鱗翅目	双翅目	膜翅目	甲虫目	直翅目	半翅目	計
Baculoviridae	核多角体病ウイルス	NPV	100		3	1			104
	顆粒病ウイルス	GV	35						35
	オリクテスウイルス	ORV				1			1
Poxviridae	昆虫ボックスウイルス	EPV	7			1			8
Iridoviridae	虹色ウイルス	IV	19		1				20
Polydnaviridae	ポリドナウイルス	PDV			3				3
Parvoviridae	濃核病ウイルス	DNV	7				1		8
Reoviridae	細胞質多角体病ウイルス	CPV	47	1					48
Picornaviridae	伝染性軟化病ウイルス	IFV	2						2
	ショウジョウバエCウイルス	DCV		1					1
Nodaviridae	ノダムラウイルス	NDV		1					1
Rhabdoviridae	シグマウイルス	SiV		1					1
Retroviridae	レトロウイルス	RTV		1				1	2
	未分類の包埋体非形成ウイルス	NOV	2		1				3
合計			219	5	8	3	1	1	237

能なことが関係していると思われる。

## II 日本産昆虫のウイルス病総目録

目録の作成にあたっては、1990年4月までに発表された論文と学会講演を基にしたが、筆者が発見した未発表

のウイルス病も一部含まれている。昆虫の学名と和名は、平嶋(1989)の「日本産昆虫総目録」にしたがった。また、カイコのウイルス病に関する文献は数が多いので、原著論文は引用せず、最近報告された総説と「蚕糸学文献目録」を文献欄に付したので、原著論文はこれらから検索

表-2 日本産昆虫のウイルス病総目録

和名	学名	ウイルス略称	文献
直翅目 Orthoptera ゴキブリ科 Blattidae クロゴキブリ	<i>Periplaneta fuliginosa</i> (SERVILLE)	DNV	95)~98)
半翅目 Hemiptera ウンカ科 Delphacidae トビイロウンカ	<i>Nilaparvata lugens</i> (STAL)	RTV	79)
鱗翅目 Lepidoptera ハマキガ科 Tortricidae リンゴノコカクモンハマキ	<i>Adoxophyes orana</i> (FISCHER von ROSLERSTAMM)	NPV GV CPV	72) 2), 84), 107) 72)
チャノコカクモンハマキ	<i>Adoxophyes</i> sp.	GV EPV CPV	107) 40), 92), 93) 105)
リンゴモンハマキ	<i>Archips breviplicanus</i> WALSINGHAM	GV	87)
コスジオビハマキ	<i>Choristoneura diversana</i> (HÜBNER)	EPV	48)
チャハマキ	<i>Homona magnanima</i> DIAKONOFF	NPV GV EPV CPV	66) 89) 69) 59), 69)
アトボシハマキ	<i>Hoshinoa longicellana</i> (WALSINGHAM)	GV	2)
アズキサヤムシガ	<i>Matsumauraes azukivora</i> (MATSUMURA)	GV	83)
マツツアアカシムシ	<i>Rhyacionia duplana</i> (HÜBNER)	NPV GV	66) 29)
ミノガ科 Psychidae ミノガ	<i>Bambalina</i> sp.	NPV	66)
オオミノガ	<i>Eumeta japonica</i> HEYLAERTS	NPV	86)
チャミノガ	<i>Eumeta minuscula</i> BUTLER	NPV	66)
ヒロズコガ科 Tineidae イガ	<i>Tinea translucens</i> MEYRICK	IV NPV CPV	72) 2) 72)
ホソガ科 Gracillariidae チャノホソガ	<i>Caloptilia theivoro</i> (WALSINGHAM)	GV	69)
スガ科 Yponomeutidae コナガ	<i>Plutella xylostella</i> (LINNAEUS)	NPV GV IV	86) 6), 17), 19)~21), 27) 72)
リンゴスガ	<i>Yponomeuta malinellus</i> ZELLER	NPV CPV	72) 29)
キバガ科 Gelechiidae コフサキバガ	<i>Dichomeris acuminata</i> (STAUDINGER)	NPV	85), 86)
ワタアカミムシガ	<i>Pectinophora gossypiella</i> (SAUNDERS)	NPV CPV	72) 29)
シンクイガ科 Carposinidae モモシンクイガ	<i>Carposina niponensis</i> WALSINGHAM	NPV GV	66), 72) 88)

イラガ科 Limacodidae			
イラガ	<i>Monema flavescens</i> WALKER	NPV	29)
		GV	29)
		CPV	29)
アオイイラガ	<i>Parasa consocia</i> (WALKER)	NPV	66)
		GV	29)
ヒロヘリアオイラガ	<i>Parasa lepida</i> (CRAMER)	NPV	29)
		GV	29)
クロシタアオイラガ	<i>Parasa sinica</i> (MOORE)	NPV	29)
		GV	29)
ヒメクロイラガ	<i>Scopelodes contracta</i> WALKER	NPV	9), 29)
メイガ科 Pyralidae			
スジマダラメイガ	<i>Cadra cautella</i> (WALKER)	NPV	50), 72)
		GV	72)
		CPV	72)
ニカメイガ	<i>Chilo suppressalis</i> (WALKER)	NPV	72)
		GV	2), 4), 94)
		IV	31), 73), 103)
コブノメイガ	<i>Cnaphalocrocis medinalis</i> (GUENÉE)	GV	29)
		IV	72)
モモノゴマダラノメイガ	<i>Conogethes punctiferalis</i> (GUENÉE)	NPV	66)
カラマツマダラメイガ	<i>Cryptoblabes loxiella</i> RAGONOT	NPV	66)
マツノシンマダラメイガ	<i>Dioryctria sylvestrella</i> (RATZBURG)	NPV	50)
ハチノスツズリガ	<i>Galleria mellonella</i> (LINNAEUS)	NPV	86)
		EPV	72)
		IV	72)
		DNV	72)
		CPV	72)
クワノメイガ	<i>Glyphodes pyloalis</i> WALKER	IV	72)
		DNV	108), 112)
		IFV	45), 108), 112)
ハイマダラノメイガ	<i>Hellula undalis</i> (FABRICIUS)	GV	29)
クシヒゲシマメイガ	<i>Sybrida approximans</i> (LEECH)	NPV	86)
セセリチョウ科 HesperIIDae			
イチモンジセセリ	<i>Parnara guttata</i> (BREMER et GREY)	NPV	29)
		IV	72)
チャバネセセリ	<i>Pelopidas mathias oberthueri</i> EVANS	NPV	29)
アゲハチョウ科 Papilionidae			
ギフチョウ	<i>Luehdorfia japonica</i> LEECH	NPV	66)
ナミアゲハ	<i>Papilio xuthus</i> LINNAEUS	NPV	29)
シロチョウ科 Pieridae			
エゾスジグロシロチョウ	<i>Artogeia napi</i> (FRUHSTORFER)	GV	72)
モンシロチョウ	<i>Artogeia rapae crucivora</i> (BOISDUVAL)	NPV	72)
		GV	2), 54), 59)
		DNV	29)
		CPV	72)
		CPV	72)
モンキチョウ	<i>Colias erate poliographus</i> MOTSCHULSKY	CPV	85)
チョウセンシロチョウ	<i>Pontia daphidice</i> (LINNAEUS)	GV	29)
タテハチョウ科 Nymphalidae			
コヒオドシ	<i>Aglais urticae connexa</i> (BUTLER)	NPV	29), 72)
		DNV	72)
		CPV	72)
ヒメアカタテハ	<i>Cynthia cardui</i> (LINNAEUS)	NPV	72)
		IV	72)
		CPV	72)

シャクガ科 Geometridae			
トビモンオオエダシヤク	<i>Biston robustus</i> BUTLER	NPV	66)
ウスジロエダシヤク	<i>Ectropis obliqua</i> (PROUT)	NPV	29)
オオチャバナフユエダシヤク	<i>Erannis defoliaria gigantea</i> INOUE	NPV	50)
キオビエダシヤク	<i>Milionia basalis pryeri</i> DRUCE	CPV	50)
ナミスジフユナミシヤク	<i>Operophtera brumata</i> (LINNAEUS)	NPV	72)
		EPV	72)
		CPV	72)
リンゴツノエダシヤク	<i>Phthonosema tendinosaria</i> (BREMER)	NPV	29)
オレクギエダシヤク	<i>Protoboarmia simplicitaria</i> (LEECH)	NPV	66)
カレハガ科 Lasiocampidae			
マツカレハ	<i>Dendrolimus spectabilis</i> (BUTLER)	NPV	66)
		GV	29)
		CPV	1), 13), 61), 62), 65), 66)
ツガカレハ	<i>Dendrolimus superans</i> (BUTLER)	NPV	50)
		CPV	66)
カレハガ	<i>Gastropacha orientalis</i> SHELJUZHKO	NPV	66)
		IV	72)
		CPV	66)
クヌギカレハ	<i>Kunugia undans flaveola</i> (MOTSCHULSKY)	NPV	66)
		CPV	66)
ヤマダカレハ	<i>Kunugia yamadai</i> (NAGANO)	NPV	66)
		CPV	66)
オビカレハ	<i>Malacosoma neustria testacea</i> (MOTSCHULSKY)	NPV	38), 66)
		CPV	66)
カイコガ科 Bombycidae			
クワコ	<i>Bombyx mandarina</i> (MOORE)	NPV	43), 58), 114)
		CPV	15)
カイコ	<i>Bombyx mori</i> LINNAEUS	NPV	41), 74)~78), 115), 116)
		DNV	55), 76)~78)
		CPV	56), 74)~78), 115), 116)
		IFV	57), 74)~78), 106), 116)
ヤママユガ科 Saturniidae			
オオミズアオ	<i>Actias artemis aliena</i> BUTLER	NPV	29)
サクサン	<i>Antheraea pernyi</i> (GUERIN-MENEVILLE)	NPV	10), 11), 14), 22), 43), 53), 58), 99), 114)
		CPV	72)
ヤママユ	<i>Antheraea yamanai yamanai</i> (GUERIN-MENEVILLE)	NPV	43), 58), 99)
		IV	72)
クスサン	<i>Caligula japonica japonica</i> (MOORE)	NPV	26), 42), 43), 53), 66)
		IV	72)
		CPV	72)
スズメガ科 Sphingidae			
エビガラスズメ	<i>Agrius convolvuli</i> (LINNAEUS)	CPV	85)
クルマスズメ	<i>Ampelophaga rubiginosa</i> BREMER et GREY	NPV	29)
トビイロスズメ	<i>Clanis bilineata tsingtaica</i> MELL	NPV	29)
イブキスズメ	<i>Hyles gallii</i> (ROTTENBURG)	NPV	72)
コスズメ	<i>Theretra japonica</i> (BOISDUVAL)	NPV	59), 86)
セスジスズメ	<i>Theretra oldenlandiae</i> (FABRICIUS)	NPV	86)
		IV	72)
シャチホコガ科 Notodontidae			
ツマアカシャチホコ	<i>Clostera anachoreta</i> (DENIS et SCHIFFERMÜLLER)	GV	29)
		IV	72)
セグロシャチホコ	<i>Clostera anastomosis</i> (LINNAEUS)	NPV	72)
		GV	29), 72)
		CPV	72)
ツマキシヤチホコ	<i>Phalera assimilis</i> (BREMER et GREY)	NPV	29)

モンクロシャチホコ	<i>Phalera flavescens</i> (BREMER et GREY)	NPV	29)
カエデシャチホコ	<i>Semidonta biloba</i> (OBERTHUR)	NPV	66)
ドクガ科 Lymantriidae			
スギドクガ	<i>Calliteara argentata</i> (BUTLER)	NPV	66), 91)
マメドクガ	<i>Cifuna locuples confusa</i> (BREMER)	NPV	38)
チャドクガ	<i>Euproctis pseudoconsersa</i> (STRAND)	NPV	3), 66)
		IV	72)
モンシロドクガ	<i>Euproctis similis</i> (FUESSLY)	NPV	23), 44), 53), 80), 104), 111)
		CPV	18), 29), 46)
ドクガ	<i>Euproctis subflava</i> (BREMER)	NPV	3), 16), 26), 44)
		CPV	16)
キアシドクガ	<i>Ivela auripes</i> (BUTLER)	NPV	38), 47)
ブチヒゲヤナギドクガ	<i>Leucoma candida</i> (STAUDINGER)	NPV	29)
		CPV	29)
ヤナギドクガ	<i>Leucoma salicis</i> (LINNAEUS)	NPV	29)
		CPV	72)
マイマイガ	<i>Lymantria dispar</i> (LINNAEUS)	NPV	11), 66)
		EPV	72)
		IV	72)
		DNV	72)
		CPV	66)
ハラアカマイマイ	<i>Lymantria fumida</i> BUTLER	NPV	33), 63), 64), 66)
		CPV	49)
カシワマイマイ	<i>Lymantria mathura aurosa</i> BUTLER	NPV	66)
		CPV	72)
ノンネマイマイ	<i>Lymantria monacha</i> (LINNAEUS)	NPV	72)
		CPV	72)
コシロモンドクガ	<i>Orgyia postica</i> (WALKER)	NPV	29)
ヒメシロモンドクガ	<i>Orgyia thyellina</i> BUTLER	NPV	86)
		CPV	86)
ヒトリガ科 Arctiidae			
マエアカヒトリ	<i>Amsacta lactinea</i> (CRAMER)	NPV	29)
		GV	29)
アメリカシロヒトリ	<i>Hyphantria cunea</i> (DRURY)	NPV	10)~12), 67), 70), 109), 110)
		GV	37)
		CPV	8), 67)
スジモンヒトリ	<i>Spilarctia seriatopunctata</i> MOTSCHULSKY	NPV	69)
オビヒトリ	<i>Spilarctia subcarnea</i> WALKER	NPV	29)
クワゴマダラヒトリ	<i>Thanatarctia imparilis</i> (BUTLER)	NPV	68)
		CPV	68)
		NPV	69)
カクモンヒトリ	<i>Thanatarctia inaequalis</i> (BUTLER)	NPV	69)
ヤガ科 Noctuidae			
クサシロキヨトウ	<i>Acantholeucania loreyi</i> (DUPONCHEL)	NPV	85), 86)
ミツモンキンウワバ	<i>Acanthoplusia agnata</i> (STAUDINGER)	NPV	29)
ナカジロシタバ	<i>Aedia leucomelas</i> (LINNAEUS)	NPV	2)
センモンヤガ	<i>Agrotis exclamationis informis</i> LEECH	NPV	72)
		GV	29)
タマナヤガ	<i>Agrotis ipsilon</i> (HUFNAGEL)	NPV	29)
カブラヤガ	<i>Agrotis segetum</i> (DENIS et SCHIFFERMÜLLER)	NPV	84)
		GV	72)
		CPV	29)
オオカブラヤガ	<i>Agrotis tokionis</i> BUTLER	GV	29)
ウリキンウワバ	<i>Anadevidia beponis</i> (FABRICIUS)	NPV	69)
		IV	72)
ワタアカキリバ	<i>Anomis flava</i> (FABRICIUS)	NPV	29)

ガマギンウワバ	<i>Autographa gamma</i> (LINNAEUS)	NPV	72)
		CPV	69)
タマナギンウワバ	<i>Autographa nigrisigna</i> (WALKER)	NPV	10)
オオタバコガ	<i>Helicoverpa armigera</i> (HÜBNER)	NPV	29)
		GV	72)
		IV	72)
		CPV	29)
ヨトウガ	<i>Mamestra brassicae</i> (LINNAEUS)	NPV	7), 10), 66), 85)
		IV	72)
		DNV	72)
		CPV	5)
ヒメエグリバ	<i>Oraesia emarginata</i> (FABRICIUS)	NPV	2), 81)
		CPV	81)
アワヨトウ	<i>Pseudaletia separata</i> (WALKER)	NPV	85), 86)
		GV	2)
		EPV	29)
		NOV	72)
イネヨトウ	<i>Sesamia inferens</i> (WALKER)	NPV	85), 86)
シロイチモジヨトウ	<i>Spodoptera exigua</i> (HÜBNER)	NPV	29), 72)
		GV	72)
		CPV	72)
ハスモンヨトウ	<i>Spodoptera litura</i> (FABRICIUS)	NPV	85)
		GV	29), 72)
		IV	72)
		CPV	27)
イラクサギンウワバ	<i>Trichoptusia ni</i> (HÜBNER)	NPV	72)
		GV	72)
		CPV	72)
		NOV	72)
キバラケンモン	<i>Trichosea champa</i> (MOORE)	NPV	66)
シロモンヤガ	<i>Xestia cni-grum</i> (LINNAEUS)	NPV	30), 32), 85), 86)
		CPV	72)
		GV	32)
ウスチャヤガ	<i>Xestia dilatata</i> (BUTLER)	NPV	69)
アヤモクメキリガ	<i>Xylena fumosa</i> (BUTLER)	NPV	86)
甲虫目 Coleoptera			
コガネムシ科 Scarabaeidae			
ドウガネブイブイ	<i>Anomala cuprea</i> (HOPE)	EPV	51)
タイワンカブトムシ	<i>Oryctes rhinoceros</i> (LINNAEUS)	ORV	36)
カミキリムシ科 Cerambycidae			
シロスジカミキリ	<i>Batocera lineolata</i> CHEVROLAT	NPV	66)
膜翅目 Hymenoptera			
ヒラタハバチ科 Pamphilidae			
オオアカズヒラタハバチ	<i>Cephalcia issykkii</i> TAKEUCHI	NPV	66)
マツハバチ科 Diprionidae			
マツノクロホシハバチ	<i>Diprion nipponicus</i> ROHWER	NPV	66)
マツノキハバチ	<i>Neodiprion sertifera</i> (GEOFFROY)	NPV	38)
コマユバチ科 Braconidae			
アオムシサムライコマユバチ	<i>Apanteles glomeratus</i> (LINNAEUS)	PDV	60)
カリヤコマユバチ	<i>Apanteles kariyai</i> WATANABE	PDV	100), 101)
ヨトウオオコマユバチ	<i>Microplitis mediator</i> (HARIDAY)	PDV	100), 101)
ミツバチ科 Apidae			
ニホンミツバチ	<i>Apis cerana</i> FABRICIUS	IV	72)
		NOV	72)
双翅目 Diptera			
カ科 Culicidae			
ヒトスジシマカ	<i>Aedes albopictus</i> (SKUSE)	NDV	102)

アカイエカ ショウジョウバエ科Drosophilidae	<i>Culex pipiens pallens</i> COQUILLET	CPV	29)
キイロショウジョウバエ	<i>Drosophila melanogaster</i> MEIGEN	SiV DCV RTV	72) 72) 34), 90)

していただきたい。

## おわりに

ここに報告したウイルスがすべて保存されているかどうかは疑問である。わが国における昆虫ウイルスの保存は、研究者が個人的に行っているのが現状であり、研究者が退職した際には、当該機関で継続的に管理・保管されるとは限らない。

近年、世界的に生物資源に対する重要性の認識が深まっている。これを受けて、1987年9月には微生物遺伝資源配布規定が農林水産省により定められ、微生物遺伝資源の収集・保存・配布の体制が確立された。現在17種類の昆虫ウイルスが農林水産省微生物遺伝資源ジーンバンクに登録・保存されているが、今後はこの組織を積極的に活用して、より多くの昆虫ウイルスを保存して、有効利用を図ることが望まれる。

## 引用文献

- 1) 藍野祐久ら(1963): 応動昆虫大会講演要旨
- 2) AIZAWA, K. and Y. NAKAZATO (1963): *Mushi* 37: 155~165.
- 3) ——— et al. (1957): *Jpn. J. M. Sc. & Biol.* 10: 61~64.
- 4) 鮎沢啓夫・河原畑 勇(1964): 応動昆虫大会講演要旨
- 5) 阿久津喜作(1975): 応動昆虫 19: 57~58.
- 6) ——— (1979): 東京都農試研報 12号: 19~24.
- 7) ———・本橋精一(1963): 東京都農試特別報告 19: 80~86.
- 8) AKUTSU, K. (1971): *Appl. Ent. Zool.* 6: 198~205.
- 9) 荒武義信・渡辺 仁(1973): 応動昆虫 17: 132~136.
- 10) 有賀久雄ら(1960): 同上 4: 51~56.
- 11) ———ら(1961): 同上 5: 141~144.
- 12) ———ら(1964): 同上 8: 222~226.
- 13) ARUGA, H. et al. (1963): *J. Insect Pathol.* 5: 415~421.
- 14) 浅山 哲(1964): 日蚕雑 33: 464~469.
- 15) ———(1966): 同上 35: 267~272.
- 16) ———(1969 a): 応動昆虫 13: 26~30.
- 17) ———(1969 b): 愛知県農総試研報 B 1: 45~54.
- 18) ———(1970): 同上 D 1: 42~45.
- 19) ———(1975 a): 応動昆虫 19: 149~156.
- 20) ———(1975 b): 同上 19: 216~218.
- 21) ———(1976 a): 日蚕雑 45: 484~490.
- 22) ———(1976 b): 応動昆虫 20: 44~46.
- 23) ———・川本文彦(1975): 同上 19: 1~9.
- 24) ———・稲垣育雄(1975 a): 同上 19: 79~84.
- 25) ———・————(1975 b): 同上 19: 115~116.
- 26) ———ら(1974): 同上 18: 189~197.
- 27) ASAYAMA, T. and N. OSAKI (1970): *J. Invertebr. Pathol.* 16: 292~293.
- 28) DAoust, R. A. (1983): *Bibliography on Pathogens of Medically Important Arthropods: 1981.* (D. W. ROBERTS et al. eds.), WHO, Geneva. pp. 8~17.
- 29) DONGRUI, L. et al. (1986): *The Atlas of Insect Viruses in China.* 湖西科学技出版社, 北京, 146 pp. + pl. 196.
- 30) 藤村俊彦(1976): 北海道農試研報 113号: 87~93.
- 31) FUKAYA, M. and S. NASU (1966): *Appl. Ent. Zool.* 1: 69~72.
- 32) 後藤千枝ら(1985): 応動昆虫 29: 102~106.
- 33) 長谷川孝三・小山良之助(1941): 林試報 4: 1~74.
- 34) HEINE, C. W. and D. C. KELLY (1980): *J. Gen. Virol.* 49: 385~395.
- 35) 平嶋義宏(1989): 日本産昆虫総目録, 九大農学部昆虫学教室, 福岡, 1767 pp.
- 36) HUGER, A. M. (1966): *J. Invertebr. Pathol.* 8: 38~51.
- 37) 福原敏彦・橋本陽子(1966): 応動昆虫 10: 149~155.
- 38) ———ら(1966 a): 同上 10: 181~184.
- 39) ———ら(1966 b): 植物防疫 20: 543~546.
- 40) 石川 巖ら(1983): 応動昆虫 27: 300~303.
- 41) 石川金太郎(1940): 蚕糸学文献目録(第1集), 明文堂, 東京, 973 pp.
- 42) 石川義文(1960): 日蚕雑 29: 137~140.
- 43) ———・浅山 哲(1965): 同上 34: 343~350.
- 44) ———ら(1966): 同上 35: 174~180.
- 45) ———ら(1973): 愛知県農総試研報 D 4号: 45~51.
- 46) ISHIKAWA, Y. and H. TANABE (1966): *J. Sericult. Sci. Japan* 35: 181~185.
- 47) 石森直人(1935): 植物及動物 3: 10~11.
- 48) KATAGIRI, K. (1973): *J. Invertebr. Pathol.* 22: 300~302.
- 49) 片桐一正(1977): 林試報 294号: 85~135.
- 50) ———・岩田善三(1978): 森林防疫 27: 60~64.
- 51) ———ら(1975): 応動昆虫 19: 243~252.
- 52) KAWAMOTO, F. and T. ASAYAMA (1975): *J. Invertebr. Pathol.* 26: 47~56.
- 53) ——— et al. (1975): *Appl. Ent. Zool.* 11: 59~69.
- 54) 河原畑 勇(1963): 応動昆虫大会講演要旨
- 55) 川瀬茂実(1989): 日蚕雑 58: 295~301.
- 56) ———(1990): 同上 59: 1~13.
- 57) ———・宮島成寿(1989): 同上 58: 363~373.
- 58) 北島敏雄(1935): 鹿兒島高農報 11: 225~297.
- 59) ———(1937): 同上 13: 98~116.
- 60) KITANO, H. and N. NAKATSUJI (1978): *J. Insect Physiol.* 24: 261~271.
- 61) 小山良之助(1961): 日林誌 43: 91~96.
- 62) ———(1962): 林学会大会講演要旨
- 63) ———・片桐一正(1959 a): 日林誌 41: 4~10.
- 64) ———・————(1959 b): 同上 41: 11~18.
- 65) ———ら(1964): 応動昆虫大会講演要旨
- 66) KOYAMA, R. (1963): *Mushi* 37: 159~165.
- 67) 国見祐久・有賀久雄(1974): 応動昆虫 18: 1~4.
- 68) ———(1986): 東京蚕指研報 2号: 1~91.
- 69) ———: (未発表)
- 70) KUNIMI, Y. (1982): *Appl. Ent. Zool.* 17: 410~417.
- 71) ——— and E. YAMADA (1990): *ibid.* 25: 287~295.
- 72) MARTIGNONI, M. E. and P. J. IWAI (1981): *Microbial Control of Pests and Plant Diseases 1970~1980.*

- (H. D. Burges ed.), Academic Press, New York, pp. 897~911.
- 73) MITSUHASHI, J. (1966) : Appl. Ent. Zool. 1 : 130~137.
- 74) 日本蚕糸学会(1974) : 蚕糸学文献目録(第4集), 日本学術振興会, 東京, 185 pp.
- 75) ———(1976) : 同上(第5集), 日本学術振興会, 東京, 224 pp.
- 76) ———(1978) : 同上(第6集), 日本学術振興会, 東京, 198 pp.
- 77) ———(1982) : 同上(第7集), 日本学術振興会, 東京, 146 pp.
- 78) ———(1987) : 同上(第8集), 日本学術振興会, 東京, 232 pp.
- 79) 野田博明ら(1990) : 応動昆大会講演要旨
- 80) 大場治男(1959) : 日蚕雑 28 : 182.
- 81) 於保信彦(1966) : 園試報 A 5号 : 165~178.
- 82) ———ら(1967) : 応動昆大会講演要旨
- 83) ———ら(1974) : 応動昆 18 : 198~199.
- 84) OHO, N. et al. (1974) : Mushi 48 : 15~20.
- 85) 岡田齊夫(1977) : 中国農試研報 E 12号 : 1~66.
- 86) 佐藤 威(1978) : 果樹試報 A 6号 : 43~58.
- 87) ———ら(1977) : 応動昆 21 : 174~176.
- 88) SATO, T. et al. (1977) : Appl. Ent. Zool. 12 : 365~369.
- 89) ——— et al. (1980) : ibid. 15 : 409~415.
- 90) SHIBA, T. and K. SAIGO (1983) : Nature 302 : 119~124.
- 91) SHIBATA, E. (1981) : Appl. Ent. Zool. 16 : 487~489.
- 92) 島村玲郎・渡部 仁(1986) : 応動昆 30 : 188~195.
- 93) SHIMAMURA, A. and H. WATANABE (1989) : Appl. Ent. Zool. 23 : 396~400.
- 94) STEINHAUS, E. A. and G. A. MARSH (1962) : Hilgardia 33 : 349~490.
- 95) Suto, C. (1979) : Nagoya J. Med. Sci. 42 : 13~25.
- 96) ——— et al. (1978) : Jpn. J. Sanit. Zool. 29 : 197~204.
- 97) ——— et al. (1979) : Microbiol. Immunol. 23 : 207~211.
- 98) ——— et al. (1980) : Jpn. J. Sanit. Zool. 31 : 7~13.
- 99) 田中茂男(1963) : 長野県蚕試報 68号 : 1~72.
- 100) TANAKA, T. (1986) : Mem. Fac. Sci. Kyoto Univ. 11 : 1~27.
- 101) ———(1987) : Entomophaga 32 : 9~17.
- 102) TESH, R. B. (1980) : J. Gen. Virol. 48 : 177~182.
- 103) TOJO, S. and T. KODAMA (1968) : J. Invertebr. Pathol. 12 : 66~72.
- 104) 富田 勲ら(1972) : 愛知農総試研報 D(3) : 69~76.
- 105) 渡部 仁(1973) : 応動昆 17 : 1~4.
- 106) ———(1976) : 日蚕雑 45 : 95~106.
- 107) ———・今西健一(1972) : 応動昆 16 : 193~201.
- 108) ———・清水孝夫(1980) : 日蚕雑 49 : 485~492.
- 109) WATANABE, H. (1968) : J. Invertebr. Pathol. 12 : 310~320.
- 110) ———and M. KOBAYASHI (1970) : ibid. 16 : 71~79.
- 111) ———and Y. ARATAKE (1974) : ibid. 24 : 383~386.
- 112) ———et al. (1988) : ibid. 52 : 401~408.
- 113) 山田偉雄・於保信彦(1976) : 果樹試報 A 3号 : 87~99.
- 114) 山杵義寛ら(1960) : 京都工織大繊維学部報 3 : 422~467.
- 115) 全国蚕業試験場運営協議会(1958) : 蚕糸学文献目録(第2集), 全国蚕業試験場運営協議会, 東京, 931 pp.
- 116) ———(1963) : 同上(第3集), 全国蚕業試験場運営協議会, 東京, 632 pp.

## 新刊紹介

### 「チビアシナガバチの社会」

岩橋統・山根爽一 著

307 ページ, 定価 2,884 円

東海大学出版会 1989年12月刊

本書は、文部省科学研究費の特定研究「生物の適応戦略と社会構造」の成果を「動物その適応戦略と社会」として取りまとめたシリーズの一つである。チビアシナガバチというのは、チビアシナガバチ属の狩りバチの総称であり、本書ではオキナワチビアシナガバチとジャコブソンチビアシナガバチの社会について、それぞれ沖繩(岩橋)とスマトラ(山根)での研究が詳しく紹介されている。

社会性昆虫と言えば、従来わが国では少数精鋭の専門家によって研究されてきた。それだけに“門外漢”はなかなか入り込む余地はなかった。しかし、近年の社会生

物学あるいは行動生態学の台頭は、若干の“門外漢”をこの分野に送り込んだ。著者の一人岩橋統博士もその一人である。本書はその平凡なタイトルからは想像もつかないような面白さを持っている。それは一つには、本書が論争の書であることによる。名古屋大学の伊藤嘉昭博士は、オキナワチビアシナガバチがしばしば多メス創設を行うことに注目し、このようなケースについて「協同的多雌性仮説」を提唱した。本書ではこの仮説に対する本格的な反論が展開されている。「伊藤仮説」の誤りや不備を指摘したデータは、膨大かつ緻密であるだけに、かなりの説得力を持っている。これは、長時間にわたる連続観察が可能であった地元の利によるものであろう。結論的には、多メス創設を行うメスの関係は、伊藤博士が考えたほど協同的でマイルドなものではなく、厳しい競争と順位制に基づいたものであることが指摘された。それがいかに厳しいものかは、著者らの時として意識的に擬人化した、巧みな表現もあって、ひしひしと伝わってくる程である。

(32 ページに続く)

## 九州におけるチュウゴクオナガコバチの放飼と定着

九州大学農学部生物的防除研究施設 <sup>むら</sup>村 <sup>かみ</sup>上 <sup>よう</sup>陽 <sup>ぞう</sup>三

## はじめに

チュウゴクオナガコバチ (*Torymus* (*Syntomaspis*) *sinensis* KAMIJO) は、クリタマバチ (*Dryocosmus kuriphilus* YASUMATSU) の生物的防除を目的として、過去3回にわたって中国から導入された。1975年、故保信彦氏らが陝西省で採集して持ち帰った69個のクリタマバチのゴールから、翌春チュウゴクオナガコバチの雌4頭と雄3頭が羽化し、当時神奈川県平塚市にあった農林省果樹試験場で袋掛け放飼による予備的放飼実験が行われた(村上ら, 1977)。野外での本格的な放飼実験は、河北省から1979年に筆者らが輸入したゴールと、1981年に同省から岡田利承・志賀正和両氏が輸入したゴールからそれぞれ羽化した多数の個体を用いて行われた。茨城県での放飼実験は農林水産省果樹試験場によって行われており、1983年にはチュウゴクオナガコバチの定着が確認され(ÔTAKE et al., 1984)、その後年々これが増加して放飼園でのクリタマバチの密度を著しく低下させている(MORIYA et al., 1989)。

一方九州地方では、筆者が1980年に福岡市柏原の福岡県園芸試験場(当時)のクリ園で袋掛け放飼(村上, 1981a)を行い、1981年には福岡市油山の山林内で小規模な放飼を行った(村上, 未発表)。また1982年には、熊本県大津町のクリ園で筆者と熊本県果樹試験場が共同で野外放飼実験を行い(村上・清田, 1983)、その後引き続き放飼後の経過を調査している(村上ら, 1985, 1989)。さらに1985年には熊本県果樹試験場が、また1989年には長崎県果樹試験場がそれぞれ農林水産省果樹試験場の協力を得て、熊本県松橋町と長崎県豊玉町(対馬)のクリ園で放飼実験を行った。それらについては、いずれ行徳裕氏と大久保宣雄氏によってそれぞれ報告されると思われるので、本稿では筆者が関与した福岡と大津の放飼実験について、これまで明らかとなった事実を概観し、併せて茨城県での経過と比較しながら今後の見通しと問題点について述べたい。

## I 福岡における袋掛け放飼と小規模野外放飼

1979年に河北省遵化県から輸入した2,609個のゴールのうちの884個から翌春羽化したチュウゴクオナガコバチの雌37頭と雄31頭を用いて、将来の野外放飼のための増殖を目的として、旧福岡県園芸試験場クリ園で袋掛け放飼を行った。1980年4月9日、同15日、同24日の3回に分けて、あらかじめテトロンゴースの袋を掛けておいた30本の枝に、各袋1～5頭ずつチュウゴクオナガコバチの既交尾雌を放飼した。その際誤って1頭が逃亡した。翌1981年2月19日に、これらの袋内のゴールをすべて回収したが、これから得られた次世代成虫は雌26頭と雄36頭のみであった。

この袋掛け放飼の結果、チュウゴクオナガコバチは福岡でも定着可能であることが実証されたが、供試した袋内のゴール数が少なかったため、放飼雌より少ない数の次世代雌しか得られなかった。そこで本格的な野外放飼実験を行うには、さらに1世代以上、方法を改善して袋掛け放飼による増殖が必要であったが、前年度袋掛け放飼を行った旧福岡県園芸試験場のクリ園は、同場の移転に伴い使用できず、ほかに適当な園を求められなかったため、次年度はやむなく同クリ園と山続きの山林(福岡市油山)で小規模な野外放飼を行うことにした。すなわち、1981年4月3日、同7日、同12日の3回にわたって、前記26頭のうち21頭の既交尾雌を袋掛けせず1本の野生グリに放飼した。これとは別に4頭の雌を別の野生グリに袋掛け放飼した。しかし翌1982年1月2日にこれらの樹から採集したゴールから、チュウゴクオナガコバチは1頭も羽化しなかった。その後1984年2月11日に放飼地点付近で採集した344個の野生グリのゴールからも、チュウゴクオナガコバチは羽化しなかった。そこでこの油山の放飼地点では本種が定着できなかつたと判断した。

ところが最近、1990年2月26日に志賀正和氏が福岡県太宰府市菅生のクリ園で採集した60個のゴールの中から、2頭のチュウゴクオナガコバチの雌が羽化したとの知らせを同氏から受けた。そこで念のため1989年9月10日に筆者が油山で採集して放置していた約20個のゴールについて調べてみたところ、その中からチュウゴクオナガコバチ雌5頭が羽化していたことが判明した。これらの個体は、1980年の袋掛け放飼の際に逃亡した1頭

の雌か、1981年に放飼した21頭の雌のいずれかまたは両方の子孫と思われる。約10年の間に自然増殖し、福岡市周辺のある程度の範囲に分布を広げていたことがうかがわれる。

## II 熊本県大津における放飼と定着

前記のように、筆者が1979年に導入したチュウゴクオナガコバチは福岡での増殖に失敗したが、幸い1981年に岡田・志賀両氏が中国から持ち帰った河北省産のゴールのうち1,249個の分与を受け、それらのゴールから羽化したチュウゴクオナガコバチを用いて、熊本県での放飼実験を行うことができた。放飼は同県菊池郡大津町の標高123mの阿蘇火山灰台地にある米田孝一氏所有のクリ園で行った。放飼当時この園には7年生クリ樹52本(筑波41本、有磨10本、石鎚1本)と間伐予定樹25本が植えられていた。この中の1本を放飼樹と定め、1982年4月1日と同5日の2回に分けて雌257頭と雄232頭を放飼した(村上・清田, 1983)。

その後毎年春、放飼園の12本の調査樹(品種:筑波)でゴール着生率(ゴール密度の指標として)を調査し、5月下旬～6月上旬にこれらの調査樹以外の8本の樹から一定数のゴールをサンプリングして解剖による寄生率調査を行っている。さらに冬にも放飼園と隣接園から一定数の乾枯ゴールをサンプリングして、チュウゴクオナガコバチとその他の土着寄生蜂の羽化調査を行っている。年によっては秋に羽化する寄生蜂について調べるため、8～9月にもゴールのサンプリングを行うこともある。

最近のデータも含めて放飼以降のゴール着生率と寄生蜂による寄生率の推移を示すと図-1のとおりであった。放飼2年後の1984年に、放飼園と隣接園でチュウゴクオナガコバチの定着を確認することができた(村上ら, 1985)。しかしその後1988年までの調査では、本放飼園でのチュウゴクオナガコバチの寄生率は低迷し続け、放飼5年後に至ってもわずか0.7%という低い寄生率で、その結果ゴール密度の減少傾向も認められていない(村上ら, 1989)。ところが1989年に至って寄生率は4.5%と急激な増加傾向を示すようになった(村上ら, 未発表)。

茨城県における顕著な放飼効果とは対照的に、熊本県でチュウゴクオナガコバチの寄生率が低迷している原因は何であろうか。筆者は三つの可能性を考えている。第一の可能性は気候的要因である。導入したチュウゴクオナガコバチは中国河北省遵化県の個体群であり、採集地の緯度は北緯41度付近である。熊本県の放飼地点は北緯33度付近であり、休眠誘起や覚せいに関与すると思われる日長条件や冬の気温が原産地とは著しく異なる。この

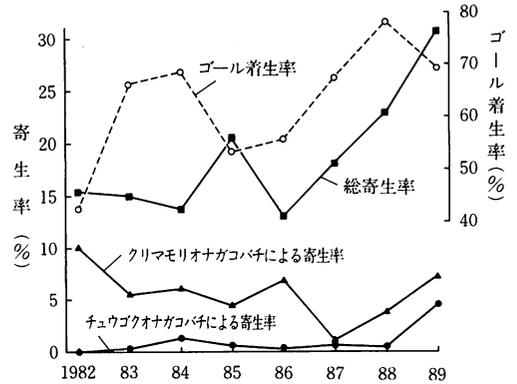


図-1 熊本県大津の放飼園におけるチュウゴクオナガコバチ、クリマモリオナガコバチ及び寄生蜂全種による寄生率とゴール着生率の推移(村上ら, 1989を追補改訂)

表-1 チュウゴクオナガコバチの性比

産地	羽化年	羽化個体数		雌比 (%)
		雌	雄	
河北省遵化県遵化	1980	64	53	54.7
	1982	30	18	62.5
河北省遵化県沙坡峪	1980	193	146	56.9
	1982	397	336	54.2
熊本県大津町(定着)	1984~89	5	25	16.7
	1990	6	11	35.3

違いが越冬期間中のチュウゴクオナガコバチの幼虫または蛹の死亡率に影響を与えている可能性がある。しかし今のところこれを肯定する証拠も否定する証拠も得られていない。将来九州地方の他の放飼地点で、茨城県での場合と同程度の放飼効果が得られれば、この可能性は否定されるであろう。

次に考えられることは、定着したチュウゴクオナガコバチ個体群の性比の問題である。表-1に1979年と1981年に中国から輸入したゴールからの羽化性比と、熊本県大津に定着した放飼園とその隣接園のゴールから羽化した本種の性比を示す。表から明らかなように、原産地中国での羽化性比は、雌比でみると54～63%とやや雌に偏っている。ところが熊本県に定着した個体群では著しく雄に偏っており、1979年までの合計では雌比はわずか17%であった。しかし今春(1990年)羽化したものでは、依然雄に偏っているとはいえ雌比が2倍近く増加した。

定着個体群のこのような低い雌比は、放飼した雌の大部分が未交尾であったか、既交尾であったとしても産みつけられた卵の大部分が不受精卵であったためであろう。本種の土着の近縁種クリマモリオナガコバチ(*Tor-*

*ymus (Syntomaspis) beneficus* YASUMATSU et KAMIJO)では、日齢の進んだ雌は交尾を行わず、羽化後1日以内の雌でさえ交尾した個体数は53%であった(村上・徳久, 1981)。チュウゴクオナゴバチでも雌の交尾期間はごく限られた若日齢であるかもしれない。また1976年に行ったチュウゴクオナゴバチの袋掛け放飼では、既交尾雌を供試したにもかかわらず次世代はすべて雄であった(村上ら, 1977)ことから、交尾した雌でも不受精卵しか産まないこともあることが示されている。いずれにしても、放飼雌の大部分が不受精卵しか産まなかったことが、その後の本種の増殖の障害になっていることは明らかである。

### III 土着種の影響

熊本県大津の放飼園で寄生率が低迷している第三の原因として考えられることは、土着天敵との種間競争または二次寄生の問題である。チュウゴクオナゴバチが日本に導入された当初から、土着の近縁種クリマモリオナゴバチとの種間競争による有効性の低下が懸念されていた。

この両種の雌雄間で種間交尾が容易に起こることは室内実験で確かめられていた(村上・徳久, 1981)、またクリマモリオナゴバチには羽化時期の異なる少なくとも三つの生態型が存在し、そのうちの一つのタイプはチュウゴクオナゴバチと羽化期がほぼ一致していることも知られている(MURAKAMI, 1988)。農水省果樹試験場での放飼実験では、両種の種間雑種と思われる中間型の形態を示す雌が得られたと聞いている。他方クリマモリオナゴバチはしばしば同一寄主に2卵以上産下し(過寄生)、その場合1齢幼虫期に種内競争が生じ1頭のみが生き残ることが知られている(MURAKAMI, 1981 b)。同様なことがチュウゴクオナゴバチとの間でも起こりうる(共寄生)のではないかと想像される。

クリマモリオナゴバチ以外にも、クリタマバチに寄生する土着寄生蜂は多数知られている(YASUMATSU and KAMIJO, 1979; KAMIJO, 1981)。熊本県大津の放飼園からは、これまでにチュウゴクオナゴバチを含む15種の寄生蜂が記録されている(表-2)。チュウゴクオナゴバチとクリマモリオナゴバチは、通常年1世代で、終齢幼虫で休眠し翌春3~4月に羽化して新しいゴール内のクリタマバチ幼虫の虫房内に産卵する。しかし他の寄生蜂は多化性で、いずれも第一世代はクリタマバチの幼虫または蛹に寄生するが、その後の世代は、*Quercus* 属の植物にゴールを作る他のタマバチに寄生するか、高次寄生を行う(村上ら, 1989)。これらの随意的高次寄生者

表-2 熊本県大津の放飼園から記録されたクリタマバチの寄生蜂(村上ら, 1989を追補改訂)

寄 生 蜂	羽化出現時期		
	6~7月	8~11月	翌年3~6月
チュウゴクオナゴバチ			P
クリマモリオナゴバチ			P
クリタマオナゴバチ	P	H	
クリノタカラモンオナゴバチ	P	H	
オオモンオナゴバチ	P	H	
タマヤドリコガネコバチ	P		
クロアシタマヤドリコバチ	P		
キアシタマヤドリコバチ	P		H
タマヤドリカタビロコバチ	P		
トゲアシカタビロコバチ	P	H	H
キイロカタビロコバチ	P		
クリタマヒメナゴバチ	P	H	H
<i>Eupelmus</i> sp.	P	H	H
タマバチトビコバチ	P		
<i>Tetrastichus</i> sp.	P		H

P: クリタマバチに寄生する世代; H: 高次寄生する世代

表-3 熊本県大津の放飼園における *Torymus* (S.) spp. (チュウゴクオナゴバチとクリマモリオナゴバチ)の終齢幼虫期以降の数の減少

調査年月日	調査ゴール数	<i>Torymus</i> (s.) spp.		調査方法
		個体数	個体数/100 ゴール	
1989年5月16日	408	205	50.2	ゴール解剖
1989年8月1日	423	94	22.2	ゴール解剖
1990年3月1日 ~4月9日	661	39	5.9	羽化

(facultative hyperparasitoid)の第一世代も、クリマモリオナゴバチと同様チュウゴクオナゴバチとの間で共寄生による種間競争を行う可能性がある。しかしこれらの寄生蜂では、種間競争よりも第二世代または第三世代での二次寄生のほうが重要である。

表-3は、熊本県大津の放飼園で1989年5月と8月にサンプリングしたゴールの解剖調査で検出された *Torymus* (*Syntomaspis*) spp. (チュウゴクオナゴバチとクリマモリオナゴバチ)の終齢幼虫数と、翌年1月に採集した乾枯ゴールからの両種の羽化個体数から、それぞれの時期の100ゴール当たり生存個体数を求めたものである(村上・行徳, 未発表)。終齢幼虫期から羽化脱出までの間に著しい個体数の減少がみられ、5月に生存していた終齢幼虫のうちわずか12%しか羽化していないことが明らかとなった。この期間の両種の死亡率が同程度であるかどうかは不明であり、この期間の死亡がすべて二次寄生によるものとは思われないが、次の二つの事実から

二次寄生によるチュウゴクオナガコバチの死亡は無視できないものと想像される。すなわち、同放飼園で1982~83年から6年間冬に採集したゴールからの羽化寄生蜂のデータに基づき、随意的二次寄生者による越冬中の *Torymus* (S.) spp. の寄生率は23~78%と推定されている(村上ら, 1989)。また、1990年5月29日に同園でサンプリングしたゴールの解剖調査によって、*Torymus* (S.) spp. の終齢幼虫170頭のうち17頭(10.0%)が二次寄生蜂の卵または若齢幼虫に寄生されていた(村上・行徳, 未発表)。

### おわりに

ある害虫に対する同一天敵の効果が導入した場所によって異なる例は、これまで世界各地で実施された数多くの古典的(伝統的)生物防除の事例でよく知られている。チュウゴクオナガコバチによるクリタマバチの生物防除に関しても、どこでも様な結果が得られるとは限らない。熊本県大津での放飼後の経過が、茨城県の場合と著しく異なる理由については、本稿で三つの可能性について論じた。もし気候的要因が重要であるとの結論が得られたならば、中国国内のより南の地域でその環境に適応したチュウゴクオナガコバチの異なる系統または別種の天敵を探索して導入することが望まれる。

しかし筆者は、むしろ定着した個体群の低い雌比または二次寄生による高い死亡、あるいはその両方が、熊本県での寄生率低迷の主要な原因であろうと考えている。性比については、本稿で述べたように、最新の調査結果から改善の兆しがみられるので、今後数年間にわたる継続的調査の結果に期待したい。二次寄生の影響については、福岡の野生グリで定着したチュウゴクオナガコバチ

が、土着寄生蜂複合体の影響をどのように受けているかを、今後の調査によって明らかにする必要がある。土着の近縁種クリタマオナガコバチとの種間競争については、雑種の問題など興味ある課題が残されているが、茨城県での経過をみると実用上は問題なさそうである。クリタマオナガコバチの寄生率が著しく高かった対馬での放飼実験についての長崎県果樹試験場の研究成果が公表されれば、この問題は一層明りょうになるであろう。

いずれにしても、チュウゴクオナガコバチの放飼実験が、生物的及び非生物的環境条件の異なる様々な場所で進められていることは、導入天敵による生物防除の実行と理論を発展させるうえで、またとない絶好の機会であると考える。したがって今後なるべく多くの場所で、事前の十分な調査(土着天敵に関する情報などを含む)と、評価に耐えうる綿密な長期間のデータ収集などに留意しながら、放飼実験が実施されるよう望まれる。

### 引用文献

- 1) KAMIJO, K. (1981): Kontyû 49: 272~282.
- 2) MORIYA, S. et al. (1989): Appl. Ent. Zool. 24: 231~233.
- 3) 村上陽三(1981 a): 九病虫研究会報 27: 156~158.
- 4) MURAKAMI, Y. (1981 b): J. Fac. Agr., Kyushu Univ. 25: 167~174.
- 5) ———(1988): Appl. Ent. Zool. 23: 81~87.
- 6) 村上陽三・清田洋次(1983): 九病虫研究会報 29: 155~157.
- 7) ———・徳久英二(1981): Pulex (66): 293.
- 8) ———ら(1977): 応動昆 21: 197~203.
- 9) ———ら(1985): 九病虫研究会報 31: 216~219.
- 10) ———ら(1989): 同上 35: 134~137.
- 11) ÔTAKE, A. et al. (1984): Appl. Ent. Zool. 19: 111~114.
- 12) YASUMATSU, K. and K. KAMIJO (1979): Esakia (14): 93~111.

(28 ページより続く)

本書は、しかし、「伊藤仮説」に対して、単に事実でのみ反論したものではない。多メス創設メスと単メス創設メスをそれぞれ定住型と分散型であるとみなし、それらが同時に存在することの適応的意義を説明するための数学モデルも提唱している。モデルの妥当性や価値は、今後の評価を待つこととし、その中で、個体群生態学の観点や手法を取り入れていることは、この分野においてもより学際的なアプローチが必要であることを示唆している。ただし、このモデルは両創設型の混在を説明するモ

デルではあっても、なぜ多メス創設が進化したのかを直接的に説明するモデルには必ずしもなっていないように思われる。仮説としてのユニークさや独創性では、「伊藤仮説」の方がやや勝っている感もある。今後の伊藤博士の反論に期待するものである。

いずれにしても、わが国の自然科学分野では珍しい論争の書として興味深いだけでなく、近年の社会性の分野の論争点も分かりやすく紹介されており、社会性昆虫以外の一般害虫を扱っている人たちにもぜひ推薦したい書物である。  
(藤崎憲治)

# 静岡県におけるチャ病害虫防除の現状と問題点

静岡県東部病害虫防除所 伊 藤 善 文

## はじめに

静岡県における茶の生産量と栽培面積は、1965年ごろから1980年ごろまで急増した。この間、良質多収化を目指して新・改植、品種化、省力化、規模拡大に伴う大型機械の導入などが進められ、栽培環境に大きな変化をもたらされた。病害虫防除は、栽培技術の主要な柱の一つとしての役割を果たしながら今日に至っている。

以下に、チャの病害虫防除についてその現状と問題点を、さらに解決に向けての新しい防除手法の試みがスムーズに普及しない原因はどこにあるのか、技術的な問題がどこに残されているかについて、現場からの報告をする。

## I チャ病害虫防除の問題点

### 1 品種、栽培技術の変化と病害虫

チャの病害虫の静岡県における近年の発生記録を分析すると、白星病、網もち病、アカイラガ、チャドクガ、アオバハゴロモ、ミノムシなどは減少して、経済的に重要な病害虫でなくなったが、炭そ病、輪斑病と新梢枯死症、赤焼病、チャノホソガ、チャノキイロアザミウマ(以下、スリップスと略記)、などは発生が増加して、重要性を増し、また昔からの重要害虫だったチャノミドリヒメヨコバイ(以下、ウンカと略記)と、カンザワハダニ(以下、ハダニと略記)は、戦後の新農薬出現により減少していたが、1966年ごろから発生が増加したことが指摘されている(小泊, 1985)。

他方、チャノコカクモンハマキ(以下、コカクモンハマキと略記)とチャハマキ(以下、両ハマキムシを合わせてハマキムシ類と略記)は、全県的に1970年代は少発生が続くが、1980年ごろから増加したが、最近はまだ減少傾向を示している。

さらに最近、病気では褐色円星病、害虫ではヨモギエダシヤク、ナガチャコガネが局地的に多発生している。

炭そ病は、良質茶の大量生産を目指した新・改植と品種化によって、罹病性の品種やぶきたが県下のチャ園の約80%を占めたこと、さらに施肥量の増加と三番茶の不摘採園の増加により発生が助長された。

Present Situation of Pest Management in Tea Fields in Shizuoka Prefecture. By Yoshifumi Iro

輪斑病と新梢枯死症の発生も、やぶきたが罹病性であること、また、一人用の小型摘採機や手ばさみに比べて輪斑病の発病を助長する可搬型摘採機(発病を助長しやすい刃型：バリカン型が最も普及している)が導入されたことによる。さらに摘採機の生葉収容袋が感染の機会を多くしている(堀川, 1984, 1987)。

ウンカや、スリップスが増加した原因には、良質茶の大量生産を目指した栽培環境の変化が、餌となる若い芽や葉を増加させたこと、さらに最近では有効な防除薬剤の減少などが挙げられる。

ハダニの発生推移には、有効な防除薬剤の有無と、後述するケナガカブリダニ(以下、カブリダニと略記)の発生と分布が影響したためであろう。

以上のように現在防除対象となっている害虫は、ウンカ、ハダニとクワシロカイガラムシを除けば、いずれも近年病害虫として重要性をましてきたものである。これらの経過を解析することは、中長期的な病害虫の発生推移の予測と防除を考えるために役立つので、さらに検討を進めなければならない。

### 2 薬剤に対する感受性の低下

チャの栽培においては、上級茶指向に対応して良質な生葉の多収をめざして、病害虫の発生を最小限にとどめようと、徹底した防除が行われる傾向がみられる。

病気では炭そ病、害虫ではハマキムシ類と、年間の発生世代数が多いチャノホソガ、ハダニ、ウンカ、スリップスなどが、主な防除対象となっている。これらの病害

表-1 チャ病害虫で防除効果の低下した薬剤

病害虫名	防除効果の低下した薬剤
炭そ病	チオファネートメチル、ベノミル
輪斑病	チオファネートメチル、ベノミル
チャノコカクモンハマキ	MEP, EPN, PAP, メソミル, サリチオン
チャハマキ	メソミル
チャノホソガ	NAC, CVP, メソミル
カンザワハダニ	ケルセン, 水酸化トリシクロヘキシルスズ*, ヘキシチアソクス, 酸化フェンブタスズ, テトラジホン, CPCBS
チャノミドリヒメヨコバイ	NAC, MPMC, BPMC, XMC
チャノキイロアザミウマ	NAC

\* 平成元年9月30日現在、登録が失効しているもの。

虫に対し、薬剤の防除効果が低下している(表-1)。

有効薬剤の減少が特定農薬の連用を招き、そのため薬剤抵抗性の獲得が早まり、防除を困難にしている。その結果、防除回数の増加、使用薬剤数の増加、より防除効果のある高価な新規登録薬剤の使用と、防除経費の増加を招く循環がみられる。

### 3 合成ピレスロイド剤によるハダニなどの異常多発生

合成ピレスロイド剤(以下、合ピレ剤と略記)は低薬量で効果が高く、殺虫スペクトルが広く、残効が長く、他剤に抵抗性となった害虫にも有効であるなどの利点から登場が期待されていた。1982年に初めて登録されてから現在まで、登録薬剤数は増加し続けている。ところが合ピレ剤を散布したチャ園で、ハダニが多発生する現象がみられた(小泊ら, 1983; 浜村, 1985)。

合ピレ剤散布後のハダニ類の発生実態について知るため、1986年に合ピレ剤を使用した農家を対象に、アンケート調査を行った結果、散布時期と関係なく、全使用回数の71%でハダニの増加がみられた(表-2)。

ハダニに対する有効な防除薬剤が少ない現在、ハダニ類の多発生への対応はきわめて困難になっており、合ピレ剤の有効性を認めながらも、その使用を抑制する傾向が広範な農家でみられている。

合ピレ剤の散布によって、ハダニが多発生する原因は、重要な天敵であるカブリダニが減少するために、抑圧がはずれたハダニが自由に増殖するためだとされている(浜村, 1985)。最近、合ピレ剤に対する感受性が低下したカブリダニの生息が静岡県茶業試験場内の合ピレ剤の連用試験圃場(山本, 1989)と、静岡県東部の合ピレ剤を使用した農家の圃場(望月, 1990)で確認された。しかし、合ピレ剤抵抗性の遺伝様式が明らかではない現在、今後の推移を予測できないが、農家の合ピレ剤使用に対する恐れを軽減するのに役立つと考えられる。

表-2 合成ピレスロイド剤の散布時期とカンザワハダニの発生(1986)(アンケート調査結果より)

発生程度	月							計
	4	5	6	7	8	9	不明	
A	1		4	4	8	3	1	21
B		1		2	3	2	3	11
C	1		1	2	3	3		10
D					3			3
計	2	1	5	8	17	8	4	45

発生程度は以下の区分による。

A: 増加して防除が困難であった B: 増加したが防除できた C: 発生しなかった D: 減少した  
数字は回答数である。

また、合ピレ剤を散布したチャ園では、ハダニだけでなく、チャノホコリダニも異常発生をする例が明らかになった。チャノホコリダニでは有力な天敵が報告されていないが、異常発生の原因にハダニと同様に何らかの天敵がかかわっているのか、その他の機構によるのか解明する必要がある。

### 4 防除経費の増加

チャの生産量の増加、規模の拡大、病害虫の薬剤に対する感受性低下、高価な新規登録薬剤の採用などによって、また地域により兼業化の進行や他作物との労力競合によって適期防除が行いにくくなり新規登録薬剤を採用するなどにより、面積当たりの農薬の使用額は年を追って増加してきている(表-3)。

農薬の購入額は1955年に755円/10aであったが、1965年ごろから急増して最近では40,000円に接近し、第二次生産費に占める割合も同様に上昇してきた。農薬使用量の増加はチャ栽培農家の経営面からも、社会的な要請の面からも検討を迫られている。

## II 病害虫防除の新たな試みと新たな問題点

### 1 性フェロモン剤及び顆粒病ウイルスの利用

1983年にテトラデセニルアセテートを用いた交信かく乱剤(ポリエチレン製チューブ製剤, 以下、ハマキコンと略記)が登録された。本剤をチャの畦内に越冬世代、第二と、第三世代成虫の発蛾前にそれぞれ400本、300本、300本/10aの割合で3回設置する(1989年以降は製剤改良により年1回越冬世代発蛾前に500本/10a設置に変更)ことにより、ハマキムシ類の防除が可能であることが明らかとなった(堀川, 1983; 大泰司, 1983)。

さらに、連年使用すると年ごとにハマキムシ類の幼虫密度が低下し、特にチャハマキでは顕著であった。予察灯やフェロモントラップへの誘殺数が、ハマキコンの設置前よりも減少した(大泰司, 1986; 池田, 1987)などの

表-3 第二次生産費と農薬購入費の推移  
(10a当たり: 静岡統計情報事務所)

年次	第二次生産費/円	農薬購入代金/円	農薬代金と生産費の割合(%)
1955	30,857	775	2.5
60	31,954	878	2.7
65	55,494	1,690	3.0
70	104,969	7,319	7.0
75	214,521	18,066	8.4
1980	374,633	27,089	7.2
85	375,798	31,961	8.5
88	416,257	37,155	8.9

効果が認められた。

また、チャノコカクモンハマキの顆粒病ウイルスと、チャハマキの顆粒病ウイルス(以下、両者を合わせてGVと略記)を用いたハマキムシ類の防除が検討され、効果が確認された(小泊, 1980)。GVの防除効果はハマキムシ類の密度が高いほど高く、性フェロモン剤は高くないほうが有利であり、両者の効果は相補的である。そこで両者を併用した効果について検討して、ハマキコン+慣行防除区よりも(伊藤, 1988)、GV 毎世代処理+慣行防除区よりも高い効果を認めた(池田ら, 1989)。

ハマキコンは、1985年にメソミル剤の感受性低下によりハマキムシ類の防除が困難になっていた県中部の牧の原地域から普及が始まり、現在県下の1,000ha余で使用されており、設置面積は徐々に拡大している。設置農家からは、難防除害虫であるハマキムシ類の防除回数を減少できたこと、日常的にハマキムシ類の防除から解放されたために精神的に余裕ができたとの評価を受けた(鈴木, 1989)。

しかし、最近になって早期に導入した地域で設置を止める例もみられている。その原因として、殺虫効果がないために効果を確認しにくいこと、ハマキムシ類の発生が減少したために無設置圃場との差が明らかではなくなったこと、IGR剤など有効な防除薬剤が登場したこと、さらにハマキムシ類の防除を止めても、他の害虫の防除を行わねばならないために年間の防除回数が減らず経費の節減につながりにくいことなどが挙げられる。

GVも現状では安定供給する体制がないこと、若齢期に感染しても、遅効性のため終齢まで健全虫と同様に摂食加害されることを許容しなければならず、第一世代幼虫に処理すると二番茶芽が食害されることなどにより普及が阻まれている。

## 2 薬剤抵抗性ケナガカブリダニの利用

ハダニの年次別発生消長を、静岡県東部の病害虫発生予察事業の記録からみると(図-1)、発生が年間を通じて多かった1972年以前、6月下旬～7月下旬にピークがみられた1979年までと、この時期の発生がみられなくなった1980年以降、合成ピレスロイド剤が使用され始めた1985年以降に分けられる。年次が多少異なるが他地域でも同様の傾向が認められている。

6月下旬～7月下旬のハダニの発生が減少した原因は、有機リン剤、メソミル剤やカーバメート剤などに抵抗性のカブリダニがチャ園に生息するようになり、ハダニを捕食するためだとされている(小泊ら, 1983; 浜村, 1985)。現在県下のチャ園では、カブリダニの発生が広範に確認されている。このためにハダニの発生が抑制

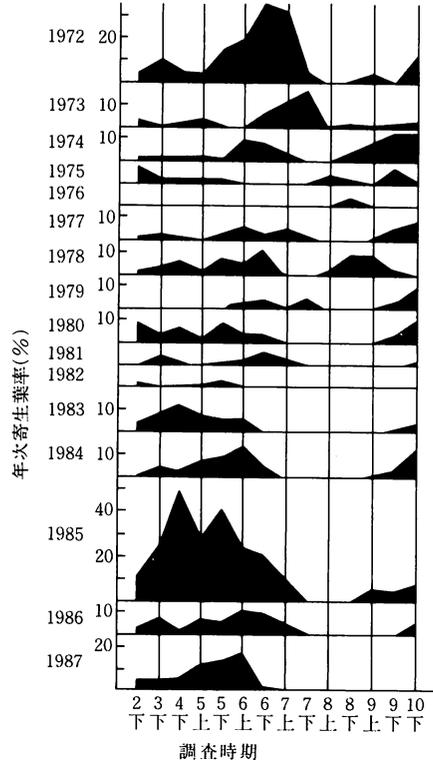


図-1 カンザワハダニの年次別時期別消長

されているとすれば、自然の成り行きとはいえ天敵と薬剤防除を組み合わせた総合防除の成功事例ともいえる。今後、病害虫防除にあたっては、カブリダニの保護活用を念頭にして進める必要がある、生態系に与える影響が少ないと思われる性フェロモン剤や、GVの利用はハマキムシ類防除の中核に位置づけられよう。

## 3 適期防除による防除の合理化

ウンカとスリップスは、カブリダニに匹敵するような有力な天敵がみつかっておらず、性フェロモン剤やGVのような防除手段も開発されていない。このために防除は一般の農薬に頼らざるをえず、被害を最小限にとどめようと徹底した防除が行われる傾向がある。

他方で防除時期、薬剤の選択などの一層の合理化を目指す積極的な努力が、各地で開始されている。牧の原台地を中心とする菊川、浜岡、小笠、磐田、豊田など多数の農協では、フェロモントラップを用いてハマキムシ類の発蛾状況を、さらに中部の島田市農協では、圃場における病害虫の発生状況調査を行って、防除指導を行っている。大城農協や藤枝市農協では、農家にチャ芽の生育期にウンカとスリップスのたたき落とし調査を行って、前者が5頭以下、後者が10頭以下のときには防除を行わ

ないよう指導している。

ハマキムシ類は性フェロモン剤とGVの併用によって防除し、ウンカとスリップスは発芽～生育期に生息密度調査を行って、適期に最小限の薬剤を使用するならば、年間の殺虫剤の使用回数をかなり減少させられよう。

#### 4 病害虫発生予察情報の改善

防除の合理化を進めるうえで、病害虫発生予察情報(以下、情報と略記)が果たす役割は一層重大になっている。情報を地域の実状に即したものにするため、県下を五つに分けて各地域ごとに地区情報を発表している。

情報では防除要否を判断しやすくするため、発生程度(量)を平年比でなく、要防除水準(各種の試験からの経験と、現在の実状を勘案して決定)との関係で、少:防除を必要としない程度、中:通常の防除で対応できる程度、多:追加防除など特別の対応を必要とする、の3段階で表している。しかし、管内の平均的な発生程度(管内の平均値)の予測だけでは、個々の圃場における防除要否を判断するために役立ちにくい。そこで要防除圃場率を予測し、併せて発表して個々の対応をしやすくしている。

#### おわりに

茶も他の農産物のように、その品質の向上が各産地間で競われており、そのため過剰防除にはしる傾向がみられる。チャ病害虫の被害許容水準は経験的にかなり明らかにされてきている(小泊, 1982)。しかし、生葉の品質目標(被害許容水準)が農家、製茶業者、流通業者などの間で合意されていないこと、チャ樹が永年性作物で樹内部に蓄えを有するために生物学的な損量が速やかに現れにくいこと、生葉価格の変動がかなりあること、防除時期における発生程度と被害許容水準との関係が十分に解明

できていないこと、薬剤の防除効果が低下しているため防除価を決めにくいなどにより、要防除水準を決めにくくなっている。

また、発生程度(発生量)を知るための散布前調査については農家のための簡便な調査法が確立されていない。このため、それぞれの圃場について数回ずつの散布前調査を行うために必要な労力を金額に換算すると、薬剤を散布したときより高価になる恐れがある。さらに、薬剤散布を行っておけば、当分は防除に気を使わないで他のことに専念できるなど、防除の合理化を進める上での問題も多い。

生産量を保証し、一定の品質を維持するために、必要かつ十分な防除を行うために要防除水準に関する研究の推進と、現場での試行による確立が求められている。

#### 引用文献

- 1) 浜村徹三(1985): 植物防疫 39(6): 252~257.
- 2) 堀川知廣(1983): 昭和58年度フェロモン利用に関するシンポジウム講要 60~77
- 3) ———(1984): 植物防疫 38(6): 275~279.
- 4) ———(1987): 同上 42(2): 71~75.
- 5) 池田二三高(1987): 同上 41(12): 592~596.
- 6) ———・山本 篤(1989): 関東病虫研報 36: 179~180.
- 7) 伊藤善文ら(1988): 同上 35: 187~188.
- 8) 小泊重洋(1980): 植物防疫 34(10): 462~466.
- 9) ———(1982): 茶の害虫, 武田薬品工業KK, 大阪
- 10) ———ら(1983): 茶研報(57)講要
- 11) ———(1985): 静岡県における植物防疫のあゆみ, 静岡県植物防疫協会, 静岡, 47~52 pp.
- 12) 望月雅俊(1990): 応動昆 34(2): 171~173.
- 13) 大森司誠(1983): 昭和58年度フェロモン利用に関するシンポジウム講要 41~59
- 14) ———(1986): 植物防疫 40(2): 51~54.
- 15) 鈴木康孝(1989): 関西病虫研報 31: 110.
- 16) 山本 篤(1989): 茶技術協: 講要



#### ○平成2年度植物化学調節学会大会開催のお知らせ

今年度の大会は下記のようにつくば市で開催されます。今回は学会創立25周年を記念して、3名の著名な外国人研究者による特別講演が予定されております。

日時: 平成2年10月8日(月)9:30~17:30

10月9日(火)9:00~17:15

講演: 一般講演, 受賞者講演

特別講演 (Chairman, BSPGR) Dr. T. H.

Thomas

(USDA) Dr. R. H. Shimabukuro

(Univ. Bristol) Dr. G. V. Hoad

会場: 農林水産省農林水産技術会議事務局筑波事務所  
大会議室

所在地 〒305 茨城県つくば市観音台2-1-2

参加費: 会員1,500円, 非会員3,000円(学生1,500円)

懇親会: 日時 10月8日(月)午後6時30分

会場 ホテルグランド東雲

会費 5,000円(申込は9月16日まで)

問い合わせ先 農林水産省農業環境技術研究所

除草剤動態研究室 電話: 0298-38-8329

## 植物防疫基礎講座

## ウリ科野菜の萎ちよう性病害の見分け方(4)

## メロン萎ちよう性病害の見分け方(2)

静岡県農業試験場 <sup>まき</sup>牧 <sup>の</sup>野 <sup>たか</sup>孝 <sup>ひろ</sup>宏  
 鹿児島県農業試験場 <sup>い</sup>和 <sup>ずみ</sup>泉 <sup>しょう</sup>勝 <sup>いち</sup>一  
 九州東海大学農学部植物病理学研究室 <sup>こばやし</sup>小林 <sup>けんぞう</sup>研三 <sup>よしだ</sup>吉田 <sup>まさひろ</sup>政博

## I メロン毛根病

毛根病は、アメリカにおいて最初にリングで報告された病害で、日本でもリング及びバラでの報告がある。メロンでは、静岡県、千葉県において1985年に相次いで発生して問題となった(牧野ら, 1987; 塩見ら, 1987)。静岡県では、初発生の時期は1984年と推定され、農家では当初、病害との認識がなかったため、2年間の間にメロン団地内の農家全体に広がった。

本病は、ベッドを1時間30分以上蒸気消毒を行うことによって防除可能で、現在では発病はきわめて少ない状態となっている。

本稿では、症状、病原菌について概説するが、詳細については、牧野、大沢及び塩見らの報告があるので、それらを参照されたい。

## 1 症状

本病の他病害にない著しい特徴は、地表面に白色の根または、根と同時に小豆大の小さながんしゅを多量に生じることである。こうした根は、バラ等の毛根病で見られる細く、長い毛状根とやや異なっている。やや太く、分岐が少なく、正常な屈地性を示さない等、追肥を施用したところの地表面に発生する正常根とは明りょうに区別される。掘り取って観察すると、根の一部に異常な肥大部分が観察され、そこから多量の根の発生がみられる。

発病は定植後20日前後からみられ始め1か月後から発生が多くなる。定植1か月以前に発病した株では、口絵写真のように、萎ちようがみられる。萎ちようの状態は、下葉から徐々に萎ちようするのではなく、株全体に萎ちようが現れ、下葉の黄化は、つる割病などに比べて少ない。果実は、ネットが形成不良となり、果面が緑化し商品価値が著しく低下する。ネット発生期以後に発病した株では、萎ちようがみられることはないが、ネット

の盛り上がりが悪く、果面の緑化がみられることがある。本病は秋作での影響が大きく、12月に収穫するメロンでは、上記した典型的症状が現れる。しかし冬作、春作、夏作では日照条件が良好なため、ネット形成期以後の発生であれば、地表面に多量の根の発生がみられても、比較的症状が軽く、つる枯病、つる割病に比べて被害は少ない。

発病株では、病原菌は、茎を伝わって移動し、最上葉位の茎から検出され、種子からも低率ながら検出される。

## 2 病原菌の特徴と分離確認方法

病原細菌 *Agrobacterium rhizogenes* は、2種 (biovar 1 及び 2) の生理型が知られている (KERSTERS and LAY, 1984)。静岡県及び、千葉県で確認されている菌株は、いずれも biovar 1 である。

大きさ  $0.6\sim 1.0 \times 1.5\sim 3.0 \mu\text{m}$  の好気性かん菌で、グラム陰性、3~4本の鞭毛を有し、気中菌糸や芽胞を形成しない。

顕微鏡による診断ができないので、病原菌を分離し、病原性を確認することにより診断する。

## (1) 分離源の調製

毛状根の発生した株をていねいに掘り取り、異常に肥大した部分を捜して取り出す。表皮を剥ぎ2~3mm角に切り出す。80%アルコール溶液に30秒間浸漬後ペプトン水に投じ、ガラス棒で軽く碎き病原菌を浮遊させる。

## (2) 分離培養

病原菌を根部から効率よく分離するため、選択培地を用いる。選択培地は、*Agrobacterium tumefaciens* 用に考案された培地をそのまま流用する (MOORE et al., 1988)。毛根病菌は biovar 1 及び 2 があるのでおのおのに対応する選択培地を準備する。培地の組成は次のとおりである。

## (biovar 1 分離培地)

L(-)アラビトール(ダルシトール) .....	3.04 g
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> .....	0.16 g
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> .....	0.54 g

Diagnosis of Melon Wilting Diseases (2): Hairy Root, Root Rot and Root Tumor. By Takahiro MAKINO, Shoichi IZUMI, Kenzo KOBAYASHI and Masahiro YOSHIDA

$K_2HPO_4$ .....	1.04 g
タウロコール酸ナトリウム .....	0.29 g
$MgSO_4 \cdot 7H_2O$ .....	0.25 g
寒天 .....	18 g
クリスタルバイオレット 0.1%液.....	2 ml
蒸留水 .....	1 l
高圧滅菌後 50°Cに冷却し、シクロヘキシミド 20 mg, 亜セレン酸ナトリウム 66 mgを添加する。	

## (biovar 2 分離培地)

biovar 1 分離培地の L(-)アラビトール、クリスタルバイオレットを除き、エリスリトール 3.05 g/l、マラカイトグリーン (0.1%) 5 ml/l、及び酵母エキス (1%) 1 ml/l を添加する。

上記した 2 種の選択培地を寒天平板とし、病患部磨研液を数滴落として L 字棒で全体に広げ、28°Cの定温器内で培養し、4~5 日後にコロニーを観察する。選択培地上で形成されたコロニーは、雑菌が混入していることが多いので、PDA 寒天培地上で純粋培養してから斜面培地に移す。PDA 寒天培地では、biovar 1 の菌株は、biovar 2 の菌株に比べて生育が早く、2~3 日で光沢のある白色で盛り上がったコロニーを形成するので他の菌と間違えることは少ない。

## (3) 接種試験

病患部からは、病原性のない菌株が多数分離され、形態から区別できないので接種試験によって確認する。3~4 葉期のトマトまたはメロンの地際部にペプトン水で 2 日間培養した菌液 ( $10^8$  cells/ml 程度に希釈して用いる) を滴下し、針で突いて接種する。接種後は、水を十分に与えて地際部の乾燥を防ぐ。1 か月後に接種部からの根の発生によって病原性を確認する。

(牧野孝宏)

## 引用文献

- 1) KERSTERS K. and J. DE LAY (1984): Bergey's manual of systematic bacteriology. (vol. 1). KRIEG N. J. G. (ed). WILLIAMS, and WILKINS. Baltimore/London. : 244~254.
- 2) 牧野孝宏ら (1987): 静岡農試研報 32 : 23~30.
- 3) MOORE L. W. et al. (1988): Laboratory guide for identification of plant pathogenic bacteria, SCHADD, N. W. (2ed.) APS press, Minnesota. : 16~36.
- 4) 塩見敏樹ら (1987): 日植病報 53 : 454~459.

## II メロン黒点根腐病

メロン黒点根腐病は、子囊菌の一種 (*Monosporascus cannonballus* POLLACK and UECKER) によって引き起こされる。本菌は 1970 年にアメリカのアリゾナ州でメロンの根から分離され、POLLACK and UECKER (1974) によ

り新種の子囊菌として報告された。日本国内においては WATANABE (1979) が山形県産のメロン枯死株の根から分離して、初めて報告した。その後各地で同様な標徴を示すメロンの萎ちよう枯死が発生し、「メロン黒点根腐病 (仮称)」として報告された (渡辺ら, 1983 a)。本菌の病原性については未確認のままであったが、植松ら (1985) によってメロンに対する病原性が明らかにされた。現在本病は国内のメロン生産地で広く発生を認め、メロンに萎ちよう症状を起こす重要な病害の一つになっている。

本稿では、本病の病徴及び病原菌の特徴などについて述べるが、同様な症状を示すメロンの萎ちよう枯死株からは、*Pythium* 属菌が分離される場合も多いので、メロン根腐萎ちよう病についても触れることとする。

## 1 病徴

萎ちよう症状の現れ方は、果実肥大期ごろから下葉からの黄化・日中の萎ちようがみられるようになり、収穫前から収穫期に病状は急激に進展し、重症のものは立ち枯れに至る。収穫期近くになって萎ちようし始めるものは、病状の進展が急で、急性萎ちよう症状を示す。圃場内での発病株の分布は連続的で、いわゆる坪状発生の様相を示す場合が多い。

被害株の根は水浸状に褐変あるいは枯死し、細根は脱落して少ない。枯死根上には多数の小黒点 (本菌の子囊殻) を散生する。また本病の子囊殻は自然条件下では発病後期に形成されると思われる (植松ら, 1985)、萎ちよう初期の株では根の褐変のみで子囊殻は未形成のものも多いが、それらの根を保湿処理すると図-1 に示すように数日間で子囊殻を形成する (和泉, 1987 ab)。保湿処理の方法は根の病変部片をシャーレ湿室に保つてもよ

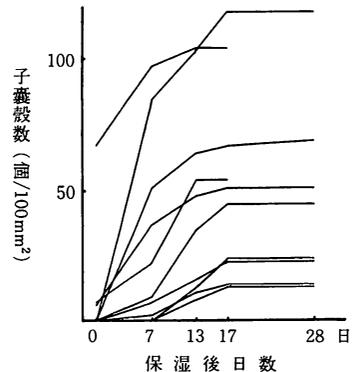


図-1 根の保湿処理による *Monosporascus* 属菌の子囊殻の形成

直径 2 mm 前後の根を 5~7 cm に切断し、シャーレ湿室、25°Cに置いた。図中実線は供試した罹病根片 10 個体の根の表面における子囊殻形成状況を示す。

いが、株ごと水洗してポリエチレン袋に入れ、25°C前後に置く方法で十分である。子囊殻は大きく、肉眼で容易に識別できるが、鏡検すると多数の特徴ある子囊胞子と子囊が観察される。形成された子囊殻をさらに湿室に置くと、成熟した子囊胞子が放出されたブドウ房状の集塊が実顕微鏡下で観察できる。このように本病は根の病変部に特徴ある子囊殻を形成するのが最大の区別点である(口絵写真参照)。また根の病変が進んだ株では茎の維管束の褐変も認められるが、変色は下位節に限られ、変色も淡い。

## 2 病原菌の形態及び分離

WATANABE (1979) によると、本菌は1子囊中にただ1個の胞子を有する特異な形態をもち、子囊殻は球形～亜球形で直径は222～568  $\mu\text{m}$ 、子囊は無色で卵形～フラスコ形で50～110×35～50  $\mu\text{m}$ で1個の胞子を有し、周辺には菌糸状の側糸がある。子囊胞子は直径が32～47.5  $\mu\text{m}$ の球形で、未熟なうちは無色でやがて褐色となり、成熟すると黒色となる。未熟胞子ではときどき褐色の環を胞子内に形成する。成熟した胞子は子囊殻の頂部から集塊となって放出される。植松・赤山(1990)が国内各地から収集した菌株の形態はこれらとほぼ一致したが、ごくまれに子囊胞子が1子囊中に2個存在するものも認められている。

本菌の生育温度は11～37.5°Cで、特に22.5°C以上で良好に発育し、生育最適温度は30°C付近にある(植松・赤山, 1990)。PSA培地上の菌叢は初めは気中菌糸は少なく白みを帯びているが、後に暗色を増し灰色から暗灰色となって、20日以上経つと培地表面下に子囊殻を形成する。

本菌は子囊胞子からの分離は困難性が指摘されている(渡辺, 1983)が、罹病組織からの分離は常法によって割合に容易にできる。根あるいは維管束の病変部をやや大きめに切り、次亜塩素酸ナトリウム0.5%溶液に1～2分間浸漬後水洗して殺菌用紙上で水滴をとり、さらに細片に切り出して素寒天(WA)平板培地に置床して25°C下に置き、伸長してきた菌糸を釣菌する。本菌の生育は割合に速く、またWA培地上では粗に生育するため単菌糸分離も容易である。PSA斜面培地に保存し、子囊殻形成を確認する。

本菌はすべてのメロン類をはじめ、スイカ、トウガン、キュウリなど多くのウリ科作物に病原性を示す(植松・赤山, 1987)。本菌の接種は子囊殻を形成した菌叢を土壤に混和して行うが、詳細については植松ら(1985)を参照されたい。

## 3 メロン根腐萎ちよう病との識別

本病の病原菌は *Pythium splendens* で千葉県で発生が報告された(渡辺ら, 1983 b)が、症状は黒点根腐病と同様にメロンの収穫期ごろに萎ちよう枯死するもので、同県では両病は複合して発生していたという(小野木ら, 1983, 1984)。また鹿児島県でもメロンの萎ちよう症状株からメロンに病原性を有する *Pythium* 属菌が高頻度で分離され、萎ちよう症状発生との関係が示唆され、黒点根腐病との併発もみられている(和泉・上, 1989)。

両病は地上部の症状では識別は困難で、根の初期病徴も類似するが、*Pythium* 属菌による場合は根に小黒点を形成しない。また *Pythium* 属菌は根の新鮮な病変部組織片を水浸することにより、無隔膜の菌糸や有性器官、胞子囊などの器官が観察でき、また分離も常法によってWA培地を用いて容易にできる(渡辺, 1984)。

(和泉勝一)

## 引用文献

- 1) 和泉勝一(1987 a):九州農業研究 49:125.
- 2) ———(1987 b):今月の農業 31(8):72~75.
- 3) ———・上 忠衛(1989):九病虫研究会報 35:180(講要).
- 4) 小野木静夫ら(1983):日植病報 49:126(講要)
- 5) ———ら(1984):植物防疫 38(5):241~244.
- 6) POLLACK, F. G. and F. A. UECKER(1974):Mycologia 66:346~349.
- 7) 植松清次ら(1985):日植病報 51:272~276.
- 8) ———・赤山喜一郎(1987):同上 53:382(講要).
- 9) ———(1990):土と微生物 35:7~12.
- 10) WATANABE, T(1979):日菌報 20:312~316.
- 11) 渡辺恒雄(1983):今月の農業 27(5):17~22.
- 12) ———ら(1983 a):日植病報 49:127(講要).
- 13) ———ら(1983 b):同上 49:127(講要).
- 14) ———(1984):新版 土壤病害の手引 日植防, 東京, pp 79~82.

## III メロンがんしゅ病

本病は、1982年に熊本県の半促成メロン栽培において癌腫症として初めて発生が確認され(中山, 1985)、その後、被害根部から分離された放線菌によって症状の再現ができたことにより、本病名を命名した(小林ら, 1987)。初発から1986年までに九州の5県18市町村において発生を認めているが、発生した数品種のメロンのうち、特に台木である健脚メロンが多いようである。また、一方ではキュウリでも発生し、さらにカボチャ台キュウリにおいても発病が認められている(孫工・野村, 1987)。発生地の多くは連作圃場で、水田、畑の区別なく発生している。

### 1 症状

地上部の病徴は、本圃移植後から生育が徐々に劣り、10葉期ごろより日中萎ちようすることで罹病が判明す

る。特に激しく発病すると着果初期に枯死するものもみられるが、たとえ果実が肥大しても収穫物とはなり難い。また、苗に発生する場合は生育不良の苗となる。

地下部の病徴は、はじめ根部に白色～淡褐色の小さな瘤を形成する。瘤は肥大とともに表面が白色のそうか状となり、粗雑で微細な隆起がみられ、日数が経過するに従い膨大して粗雑さを増してくる。その後、瘤は褐色～黒褐色に変じ、コルク状となり、腐敗・崩壊しやすくなる。形成される瘤の大きさは直径2～15 mm程度のものが多いが、病状の進展とともに根に連鎖した状態となり、激しいものでは、数個の瘤が、ゆ合して、がんしゅ症状を呈することも少なくない。本病の瘤は根に付着したように形成される場合が多く、特に分枝根に形成される瘤は、肥大が進むにつれて主根に側生するように増大するのが特徴である。

罹病根は、根こぶ線虫病の被害によく似ているが、線虫病の場合と異なり瘤の表面が滑らかな構造を呈さないことなどから区別できる。また、毛根病の罹病根に形成される瘤とは、形成瘤から毛状根の発生が認められないことにより識別できる。

## 2 病原放線菌の特徴

病原菌は *Streptomyces* に属し、気菌糸の色調は灰色系である。分離は瘤組織の汚染微生物により困難な場合が多く、効率的な分離方法については現在検討中である。

本菌は、27～35°Cで良好に生育し、ジャガイモ半合成寒天培地ではクリーム色～黄褐色を呈する細菌状の円形の固いコロニーで、光沢はなく粗面である。また、周縁は全縁で、周縁部の培地はやや陥入する。日数が経過すると茶褐色のしわ状のコロニーとなり、表面に白色綿毛状の気菌糸を生じる。アルブミン寒天培地では白色～緑白色の平坦な糸状菌状のコロニーを形成し、周縁はやや乱糸状を呈し、表面には白色～灰白色の気菌糸を生じる。

基生菌糸は、幅0.4～0.9 μmでよく発達し断裂せず、菌核、分生子殻、孢子囊は形成しない。気菌糸中の孢子鎖の形態は、スパイラル時にオープンループ、あるいは

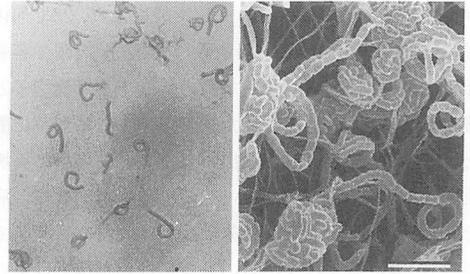


図-2 メロンがんしゅ病菌の孢子鎖と疑似孢子囊

(スケール:5 μm)

フック状を呈する Retinaculum - Apertum (SHIRLING and GOTTLIEB, 1966) を示すのが特徴である。孢子は0.6～0.9×0.7～1.8 μmの大きさで、1孢子鎖に形成される孢子は11～26個、表面は平滑である。さらに、気菌糸中には孢子鎖が発達し絡み合い、固まったような大小不整不定形(5 μm前後)の疑似孢子囊(HUSSEIN and KRASIL'NIKOV, 1969)が形成されることも本菌の識別に有効である(図-2)。また、メラニン様色素は産生しない。

## 3 病原性確認のための接種試験

イーストエキス・グルコース培地などで28°C、3日間振とう培養した菌体を遠心集菌後、10倍量(V/W)の殺菌水を加え磨砕した懸濁液(約10<sup>7</sup>CFU/ml)を接種源とする。接種は、殺菌土壌で栽培した本葉2枚展開期のメロン(品種:健脚が安定した発病を示す)の株元に、1株当たり5～10 mlかん注し、土壌と混合する。25°C以上の気温では、接種後約2週間ごろから瘤の形成がみられ、約1か月後には容易に発病が確認できる。

(小林研三・吉田政博)

## 引用文献

- 1) HUSSEIN, A. and N. A. KRASIL'NIKOV (1969): Microbiology 38: 748～753.
- 2) 小林研三ら (1987): 日植病報 53: 562～565.
- 3) 中山武則 (1985): 日植病報 51: 60 (講要).
- 4) SHIRLING, E. B. and D. GOTTLIEB (1966): Int. J. Syst. Bact. 16: 313～340.
- 5) 孫子弥寿雄・野村良邦 (1987): 九病虫研会報 33: 48～52.

## 植物防疫基礎講座

## 地域特産物の病害虫〔3〕

## コマツナの病害

東京都農林水産部 堀 江 博 道

コマツナはアブラナ科の葉菜類であり、その名が小松川村(現在の東京都江戸川区)の地名に由来するように、江戸時代前期にはすでに江戸の特産野菜として栽培されていた。現在でも、東京都、埼玉県、千葉県、神奈川県など関東地方南部を中心に作付けされており、昭和63年東京都中央卸売市場年報によると、同市場入荷量は9,929 t、売上金額は27億1千4百万円である。

コマツナに発生する病害虫の種類は、ハクサイなど他のアブラナ科作物に発生する種類とほぼ同様である。しかし近年は高品質、安定生産を目指して、施設栽培が増加しており、これに伴い、病害虫の発生様相も以前と異なる点が認められる。本稿ではコマツナに記録された10種類の病害について、病徴、東京都における発生状況、及び防除対策について記述する。なお害虫については生態、防除などの報告が少なく、他のアブラナ科作物の試験研究データを利用している現状なので、省略することとする。

1 白さび病(*Albugo macrospora* (TOGASHI) S. ITO)

病徴：葉に淡緑色～淡黄緑色の小斑点を生じ、主に葉裏面の病斑中央に乳白色の盛り上がった菌体(病原菌の分生孢子層)を生ずる(図-1)。やがて孢子堆を覆う表皮が破れ、白色粉状の分生孢子(遊走子嚢, 図-2)が飛散する。

生態：東京都では、1975年6月に初めて本病による被害が確認された。その後、露地栽培で毎年発生し、コマツナ栽培で最も問題となる病害である(堀江・菅田, 1980)。本病は3月下旬～4月上旬から発生し始め、5～7月及び10～11月の降雨が連続する時期に多発生する。8月の高温乾燥時と12～2月の厳寒期にはほとんど認められない。病原菌の感染は12°Cが最適であり、同温度での接種による潜伏期間は5～7日である。葉上の分生孢子菌の病原力は-15～18°Cの各定温保存で151日間以上、40°Cでも36日間保持される。病原菌はハクサイ、タイサイ、カブナ、キョウナなどを侵す系統であり、カラシナ、タカナ、キャベツ、ダイコンなどには病原性を認めない。最近アブラナ科中国野菜のチンゲンサイ、パクチョイなどにも白さび病の発生が増加しているが、こ



図-1 白さび病

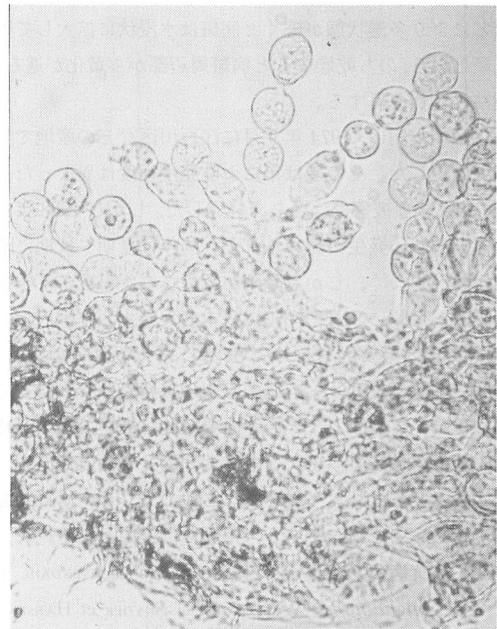


図-2 白さび病菌

の病原菌もコマツナ白さび病菌と同一の系統であり、相互に伝染源となる。なおダイコン白さび病菌は系統が異なり、コマツナを侵さない。

2 炭そ病(*Colletotrichum higginsianum* SACCARDO)

病徴：葉に初め淡緑色～淡灰緑色、水浸状の小斑点を多数生じ、これはすぐに淡灰褐色～淡灰黄色、1～2 mm 大の、ややくぼんだ明りょうな斑点となる(図-3)。降雨

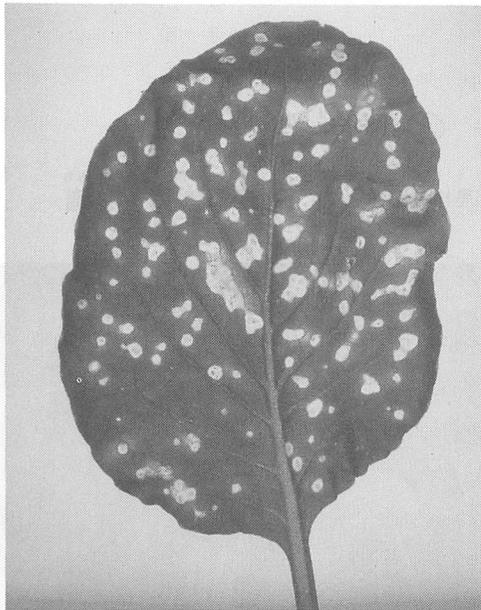


図-3 炭そ病

などにより多湿状態が続くと病斑は水浸状に拡大して不正斑となり、のち乾燥すると病斑周辺部から黄化が進み、葉枯れ症状を呈する。

生態：本病は、1974年9月に江戸川区などの産地で突如大発生した。その後は年により発生程度は異なったものの、大きな被害には至らず経過した。しかし1988年には再び激しい発生が認められた。同年は夏期～秋期に晴天日数が少なく、しかも降雨が認められた日数が7～10月の4か月間に91日であった。本病大発生の誘因として降雨など気象要因は極めて重要と考えられる(堀江, 1990; 堀江ら, 1988)。本病菌分生子の発芽は4～35°Cで認められ、適温は25°C、発芽所要時間は最短で1～3時間、発病適温は20～30°C、潜伏期間は3～5日である。本病菌はダイコン、ハクサイなど他のアブラナ科野菜を侵す炭そ病菌と同一であり、相互に伝染源となる。

### 3 萎黄病 (*Fusarium oxysporum* SCHLECHTENDAHL f. sp. *conglutinans* (WOLLENWEBER) SNYDER et HANSEN)

病徴：気温が比較的低いときには、病徴は徐々に進行し、子葉や下葉の下部から葉脈に沿って網目状に淡黄色～黄色となり(図-4)、罹病部と健全部の生育の違いから奇形葉を生ずる。のち葉全体が黄化し、容易に落葉する。高温期に幼苗に発生すると、葉脈に沿って黄化がみられ、直ちに株全体が黄変し、激しい立ち枯れを生ずる。生育中期～後期の株では、初め青枯れ状にしおれ、のち下葉から黄変し、枯死する。発病株の葉柄、莖、根の維管束部は淡褐色～暗褐色に変色する。



図-4 萎黄病

生態：本病は1987年7月に東京都葛飾区で初めて発生が確認され(阿部・堀江, 1988)、その後、毎年発生面積が増加している。露地、施設栽培ともに発生し、初発生時期は6月下旬ごろである。梅雨期の後半から発生が目立ち、気温の上昇とともに被害が大きくなり、9月下旬ごろまで発生が認められる。本病菌はキャベツなどに病原性があるが、ダイコンを侵さない。菌糸生育は10～35°Cで認められ、適温は22～30°Cである。播種から発病までの期間は高温期で10日である。市販のコマツナ品種間に感受性の差異が認められ、せいせん7号小松菜、おそめ小松菜は耐病性であり、本病の回避に有効である(阿部ら, 1989)。なお接種によると、おそめ小松菜は25°C以上で、せいせん7号小松菜は30°C以上で感受性が高まり、この現象はキャベツ萎黄病抵抗性品種のタイプBの反応と類似する。

### 4 その他の病害

コマツナ産地で問題となる主要病害は上述した白さび病、炭そ病及び萎黄病であるが、このほかにも環境条件や地域により、次の病害が発生する。

#### (1) モザイク病(CMV, TuMV)

2種の病原ウイルスのいずれかの感染により、葉にモザイク状の退緑斑や葉の縮れなどを生ずる(我孫子, 1988: 図-5)。初夏から9月収穫の作型で発生が多い。

#### (2) ベと病(*Peronospora brassicae* GÄUMANN)

葉の表面に黄緑色～淡褐色の病斑を生じ(図-6)、病斑裏面に、すすかび状の分生子柄及び分生子を密生する。通常は秋雨時など比較的低温期に、収穫を過ぎた株に発生するので問題とならないが、病原菌密度が高まると幼苗に多発生し、大きな被害をもたらすことがある。*P. brassicae*には寄生性の分化が認められるが、コマツナベと病菌はダイコン、ハクサイ、タイサイに寄生する系統と同一である(我孫子, 1988)。

#### (3) 白斑病(*Cercospora brassicae* (FAUTREY et



図-5 モザイク病



図-7 白斑病



図-6 べと病

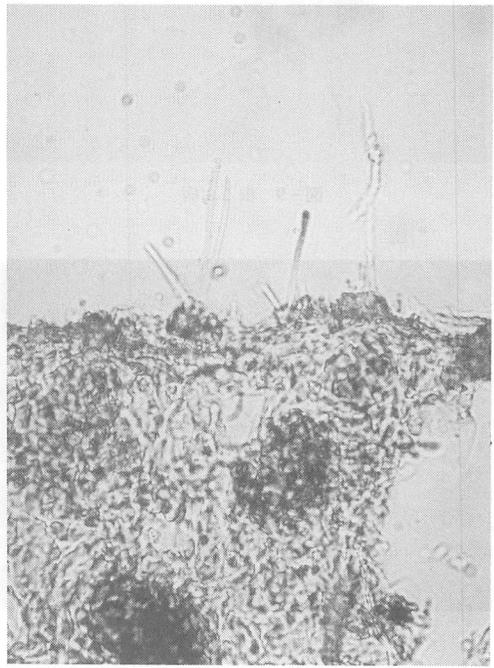


図-8 白斑病菌

ROUMEGUERE) VON HÖHNEL)

葉に黄白色～灰白色、円形～不正形の病斑を生じ、古くなると暗色を呈し、裂孔を認める(図-7)。のち病斑周辺から黄化枯死する。病斑上には病原菌分生子がまばらに林立する(図-8)。本病は秋遅く、収穫期が過ぎた株に発生することが多いので、実害はほとんど認められないが、多雨年に窒素肥料が不十分な畑で多発し、被害をもたらすことがある。

(4) 黒斑病(*Alternaria brassicae* (BERKELEY) SACCARDO)

葉と茎に発生し、葉では円形、淡褐色、明りょうな輪紋斑を生ずる。病斑上にはすす状の菌体を形成する。栽

培管理が良い圃場では、発生はほとんど認められないので、産地では問題とならない病害である。

(5) 根こぶ病(*Plasmodiophora brassicae* WORONIN)

根に黄白色～淡褐色、表面平滑な大小のこぶを形成する(図-9)。特に生育期に主根が罹病すると、水分上昇が妨げられ、地上部の萎ちよう、生育不良を生ずる。

東京都葛飾区など、以前にツケナ類を連作し、根こぶ病の発生が顕著であった地域では、現在でもコマツナに根こぶ病が発生する。夏期が冷涼多雨の年は特に被害が大きい。

(6) うどんこ病(*Erysiphe polygoni* DE CANDOLLE)

発生するとの記録があるが(石井, 1988)、東京都では

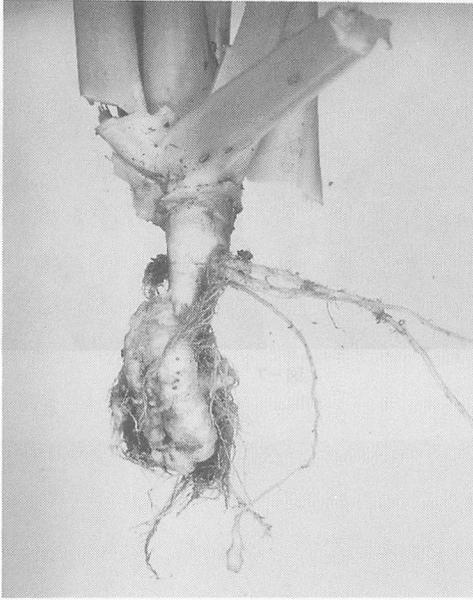


図-9 根こぶ病



図-10 苗立枯病

被害を認めていない。

#### (7) 苗立枯病(*Rhizoctonia solani* KÜHN)

幼苗の地際部の茎(胚軸)がくびれ、倒伏枯死する(図-10)。夏期が湿潤多雨の年に、露地、施設栽培ともに多発生し、被害が大きい。本病菌は10~35°Cで生育し、適温は30°C、接種により病徴を再現した。

また外葉の下部が地面に接しやすい品種では、多雨年に *R. solani* による尻腐れ症状が発生する。本症状が多発生すると、出荷時の結束に手間取り、また商品価値の低下をもたらす。

## 5 防除対策

近年、コマツナに病害発生が問題となってきた原因として、連作と栽培環境の悪化が上げられる。すなわち、コマツナは露地または施設(主にビニルハウス)で周年栽培され、最盛期には数日~1週間間隔で次々に播種され、20~30日の栽培期間を経て、連日収穫、出荷される。このため感染容易な幼苗と罹病株が常に近接して存在すること、慢性的な労働力不足により、あるいは市場価格の低迷時などに収穫が放棄されたり、罹病残渣処理が不十分であること、都市化が進み、畑の排水や風通しが不良となり、湿潤状態が容易に維持されることなど、病害が多発生する要因は多い。したがって防除の基本は栽培環境を良好にすることといえる。

風媒・雨媒伝染する白さび病や炭そ病は、簡易なトンネルによる雨除け栽培でも、被害を大幅に軽減できる。両病とも施設栽培ではほとんど発生しない。

萎黄病には実用性のある耐病性品種が認められるが、白さび病及び炭そ病では品種選択による被害回避は困難である。その他の病害では品種間差異は調査されていない。

一方、白さび病のように寄生性の分化が顕著な病原菌もあるので、間輪作の作目選定にあたっては、病原菌の生態的性質を十分に考慮する必要がある。

コマツナ病害に対する登録薬剤は、1989年に炭そ病と白さび病に適用拡大されたスルフェン酸系水和剤のみである。本剤は予防的効果はあるが、両病ともまん延が速いので、散布適期を誤ると防除が難しくなる。輪作としてハウレンソウなどが作付けされる地区では、他作物に登録のある土壌くん蒸剤により、萎黄病など土壌病害の同時防除が可能となる。また主要病害発生期間に代替作物が導入可能であれば、病原菌の密度を低下させる意味でも有効である。

## 引用文献

- 1) 我孫子和雄(1988):作物病害事典(岸 国平編),全農教,東京,pp.384~385.
- 2) 阿部善三郎・堀江博道(1988):日植病報 54:352.
- 3) ———ら(1989):関東病虫研報 36:65~67.
- 4) 堀江博道(1990):植物防疫 44:67~70.
- 5) ———・菅田重雄(1980):東京農試研報 13:31~47.
- 6) ———ら(1988):東京農試研報 21:189~237.
- 7) 石井正義(1988):作物病害事典(岸 国平編),全農教,東京,pp.386~387.

## 新しく登録された農薬 (2.7.1~2.7.31)

掲載は、種類名、有効成分及び含有量、商品名(登録年月日)、登録番号〔登録業者(会社)名〕、対象作物：対象病害虫：使用時期及び回数などの順。但し、除草剤については適用雑草：使用方法を記載。(…日…回は、収穫何日前まで何回以内散布の略。)(登録番号17559~17618までの20件)

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

### 『殺虫剤』

#### BPMC 粒剤

#### BPMC 4.0%

バッサ粒剤 (2.7.2)

17603 (三菱化成)

稲：ツマグロヨコバイ・ウンカ類：14日5回

#### プロチオホス・MPP 乳剤

プロチオホス 15.0%，MPP 10.0%

T-7.5 プロチオン乳剤 (2.7.4)

17604 (井筒屋化学産業)

まつ(生立木)：マツノマダラカミキリ(成虫)：成虫の発生初期：散布

#### モナクロスポリウム・フィマトバガム剤

モナクロスポリウム・フィマトバガム 10<sup>4</sup>個/g

ネマヒトン (2.7.24)

17609 (トモエ化学工業)

タバコ：サツマイモネコブセンチュウ：子床肥土(育苗培土)調製時：1回：慣行肥土3に対し、本剤1の容量比で混合し子床肥土とする

### 『殺菌剤』

#### ジラム・チウラム・フェナリモル水和剤

ジラム 50.0%，チウラム 30.0%，フェナリモル 1.8%  
スペックス水和剤 (2.7.4)

17606 (日産化学工業)，17607 (塩野義製薬)，17608 (ダウ・エランコ日本)

りんご：黒点病・斑点落葉病：45日3回

#### ピンクロゾリン水和剤

ピンクロゾリン 50.0%

ロニランドライフフロアブル (2.7.24)

17610 (三共)，17611 (北海三共)，17612 (九州三共)，17613 (日本曹達)

おうとう：灰星病：前日3回，もも：灰星病：前日5回，かんきつ：灰色かび病：開花期~幼果期2回，いちご・なす：灰色かび病：前日3回

### 『殺虫殺菌剤』

#### ベンスルタップ・バリダマイシン粉剤

ベンスルタップ 2.0%，バリダマイシン A 0.30%  
ルーバンバリダ粉剤 DL (2.7.2)

17600 (北興化学工業)，17601 (武田薬品工業)

稲：紋枯病：ニカメイチュウ・コブノメイガ・イネツトムシ・フタオビコヤガ：14日4回

#### ベンスルタップ・XMC・カスガマイシン・フサライド粉剤

ベンスルタップ 2.0%，XMC 3.0%，カスガマイシン

0.11%，フサライド 1.5%

カスラブルーバンマク粉剤 DL (2.7.2)

17602 (北興化学工業)

稲：いもち病・ニカメイチュウ・ツマグロヨコバイ・ウンカ類・イネツトムシ・フタオビコヤガ・コブノメイガ：21日4回

#### エトフェンプロックス・ベンスルタップ・バリダマイシン・フサライド粉剤

エトフェンプロックス 0.50%，ベンスルタップ 2.0%，バリダマイシン 0.30%，フサライド 2.5%

ラブルーバントレバリダ粉剤 DL (2.7.24)

17614 (北興化学工業)，17615 (武田薬品工業)

稲：いもち病・紋枯病・ニカメイチュウ・ツマグロヨコバイ・ウンカ類・イネツトムシ・コブノメイガ・フタオビコヤガ・カメムシ類：21日3回

#### モノクロトホス・イソプロチオラン粒剤

モノクロトホス 5.0%，イソプロチオラン 12.0%

フジワナルフェート粒剤 (2.7.24)

17616 (日本農薬)

稲：いもち病・ニカメイチュウ・ツマグロヨコバイ・セジロウンカ・トビイロウンカ：出穂前10日まで1回

#### イソキサチオン・ジクロメジン粉剤

イソキサチオン 2.0%，ジクロメジン 1.2%

モンガードカルホス粉剤 DL (2.7.24)

17617 (三共)，17618 (九州三共)

稲：紋枯病・イネツトムシ・コブノメイガ：14日3回

### 『その他』

#### オリエンティールア剤〔HM〕

(Z)-11-テトラデセニル=アセタート 3.0 mg/1個，(Z)-9-ドデセニル=アセタート 0.15 mg/1個，11-ドデセニル=アセタート 0.05 mg/1個

チャハマキ性フェロモン剤 (2.7.2)

17599 (武田薬品工業)

かんきつ・なし・かき・茶：チャハマキ雄成虫：成虫発生初期から終期まで：本剤をトラップ1台当たり1個取付けて配置する。取付けた薬剤は1カ月間隔で更新する。

#### ビートアーミルア剤

(Z, E)-9,12-テトラデカジエニル=アセタート 53.0%，(Z)-9-テトラデセン-1-オール 24.0%

ヨトウコン-S (2.7.4)

17605 (信越化学工業)

シロイチモジヨトウの被害作物栽培地帯：シロイチモジヨトウ：シロイチモジヨトウの発生初期~終期：作物上に支柱等を用いて固定する。

# 協会だより

## ○野菜病害虫防除研究会現地検討会開催のお知らせ

日時：平成2年9月20日(木)～21日(金)  
 場所：和歌山県西牟田郡白浜町  
 テーマ：最近話題の野菜・花き地上部病害虫の発生と防除の諸問題  
 ～シロイチモジヨトウを中心として～

- 日程：  
 (第1日目) 講演会：9月20日 13:00～17:00
- 1) 紀南地方における野菜・花き病害虫の発生と防除上の問題点 和歌山県農業試験場 東 勝千代氏
  - 2) シロイチモジヨトウの生態研究の現状 農林水産省野菜・茶業試験場 河合 章氏
  - 3) ネギにおけるシロイチモジヨトウの発生と防除 大分県農業技術センター 北内 義弘氏
  - 4) 花きにおけるシロイチモジヨトウの発生と防除 千葉県病害虫防除所 河名 利幸氏
  - 5) シロイチモジヨトウ防除における性フェロモンの利用 高知県農林技術研究所 高井 幹夫氏
- 4) 総合討論  
 (第2日目) 現地見学：9月21日  
 白浜町、田辺市の花き、印南町のエンドウ、和歌山県

- 暖地園芸総合指導センター見学  
 問合せ：日植防試験部まで  
 ○平成2年度水稲・畑作物病害虫防除研究会現地検討会開催のお知らせ  
 日時：平成2年10月16日(火)～17日(金)  
 場所：熊本県阿蘇郡阿蘇町 TEL 0967-35-0111  
 「白雲山荘」  
 テーマ：大豆病害虫の発生と防除  
 日程：  
 (1) 講演会………10月16日(火) 13:00～17:00
- (1) 熊本県における大豆栽培と病害虫防除の現状 熊本県農業研究センター 奥原 国英氏
  - (2) 大豆耐病虫育種の現状と問題点 農林水産省九州農業試験場 異儀田和典氏
  - (3) 大豆病害虫と防除対策 福岡県農業総合試験場 山中 正博氏 農林水産省九州農業試験場 樋口 博也氏
  - (4) 畑作物線虫の発生と防除対策 熊本県農業専門技術員室 古賀 成司氏
- (3) 総合討論  
 (2) 現地見学………10月17日(水)  
 白雲山荘～大豆現地圃場(阿蘇・菊地)～熊本農研センター～解散  
 問合せ：日植防試験部まで

## 次号予告

次10月号は下記原稿を掲載する予定です。  
 ヒメトビウンカの休眠とその地理的変異 野田 博明  
 ダイコン苗木枯病を抑制する *Pseudomonas cepacia* の拮抗機構 本間 善久  
 九州地域におけるゴボウ病害虫の発生と防除 挾間 涉  
 宿主特異的毒素についての最近の研究成果 尾谷 浩・甲元 啓介  
 イチジクを加害する害虫の防除と問題点 山下 賢一  
 アスパラガス株腐病(新称)とその生物防除

吉川 正巳・橋本 典久  
 海外ニュース：マレーシア・ムダ地区におけるイネ害虫対策共同研究 和田 節・伊藤 清光  
 植物防疫基礎講座  
 イネのみ枯細菌病菌の迅速検出方法 松田 泉  
 ウリ科野菜の萎ちょう性病害の見分け方(5)  
 メロン萎ちょう性病害の見分け方(3)  
 木曾 皓・飯干 浩美  
 地域特産物の病害虫(4)  
 ソラマメの病害虫 和泉 勝一  
 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600円 送料51円

## 植物防疫

平成2年  
 9月号

(毎月1回1日発行)

—禁 転 載—

第44巻 平成2年8月25日印刷  
 第9号 平成2年9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 三美印刷(株)

東京都荒川区西日暮里5-9-8

定価600円 送料51円  
 (本体583円)

平成2年分  
 前金購読料 6,720円  
 後払購読料 7,240円  
 (共に干サービス, 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

広範囲の作物の病虫害防除に 農作物を守る! **日曹の農薬**

**新発売**

○広範囲の病虫害防除に

**日曹 フロンサイド**

○水稲用新種子消毒剤

**トリフミン<sup>®</sup>乳剤**

○べと病・疫病・細菌病の防除に

**日曹 アリエッティボルドー**

○芝・たばこ・花の病虫害防除に

**日曹 プレピクルン**

○落葉果樹の病虫害総合防除に

**ルミライト**

○ハダニ・アブラムシ防除に

**日曹 プロカーブ**

○ハダニ・スリップス防除に

**日曹 ナンマイト**

**好評発売中!**

○果樹・野菜の病虫害防除に

**トリフミン<sup>®</sup>**

○病虫害防除の基幹薬剤

**トップジンM**

○桃・おうとう・すももの灰星病、  
野菜・豆類の菌核病・灰色かび病の防除に

**日曹 ロニラン**

○べと病・疫病の専門薬!

**日曹 アリエッティ**

○きゅうりのべと病防除に、  
ぶどう・りんご・なしの病虫害防除に

**日曹 アリエッティC**

○広範囲の害虫防除に  
—合成ピレスロイド剤—

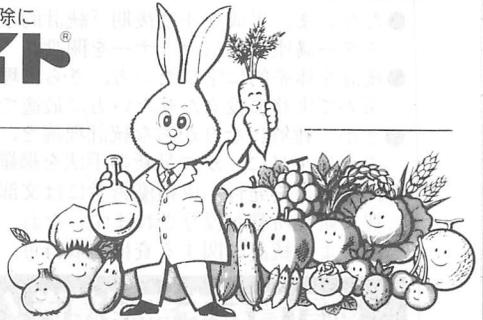
**日曹 スカウト**

○果樹・野菜のハダニ防除に

**ニッソラン**

○畑作イネ科雑草の除草に

**ナブ**  
生育期処理  
除草剤



農薬は、適期・適量・安全使用



**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 大阪府中央区北浜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**

●安定した健苗育成、苗立枯病、ムレ苗防止に

**タチガレエース<sup>®</sup> 粉剤 液剤**

●安定した健苗育成のために……

**タチガレン<sup>®</sup> 粉剤 液剤**

●イネ紋枯病、疑似紋枯症防除に

**モンガード<sup>®</sup> 粉剤DL 水和剤**

(各種混合剤やゾル剤もあります。)

●水田初期一発処理剤

**クサカリン<sup>®</sup> 粒剤 25**

●野菜、茶、果樹、花木の害虫防除に

**カルホス<sup>®</sup> 乳剤 粉剤 微粒剤F**



●粒剤タイプで省力的!

土壤センチュウ・ミナミキイロアザミウマ防除剤

**バイデート<sup>\*</sup> 粒剤**

●アブラナ科野菜の重要害虫に

**エビセクト<sup>®</sup> 水和剤**

●初・中期一発処理(除草)剤

**ザーク<sup>D</sup> 粒剤17 粒剤25**



**三共株式会社**

北海道三共株式会社  
九州三共株式会社

# 平成2年度後期第26回 「統計的手法マスター講座」通信セミナー

—文部省認定・労働省指定受講奨励金制度対象コース—

## 〈概要〉

- ただいま、平成2年度後期「統計的手法マスター講座」通信セミナーを開設。
- 統計を体系的に学びたい方、さらに理解を深めて実務に役立たせたい方に最適です。
- とかく難解になりがちな統計理論を、できるだけ平易に、かつ最新の手法を網羅。
- 修了証書を発行。成績優秀者には文部大臣賞・研究所賞が授与されます。なお、統計法により統計に関する資格が取得可。

## 統計資料を無料急送!

◆請求先—ハガキか電話で下記まで/  
〒160 東京都新宿区大京町4-252  
財団法人 実務教育研究所「統計実務講座」  
「統計的手法マスター講座」セミナー係  
☎03-357-8153

## 〈内容〉

- ①統計とは何か。統計は何を表わすか。統計的規則性。確率の概念と基本定理。他。
- ②比率。連関表の解析。平均値と分散の計算。分散と標準偏差。中央値とレンジ。度数分布による平均値・分散の計算。相関・回帰の意味。相関係数についての注意。他。
- ③母集団と標本の例。標本の取り出し方。正規分布。2項分布。ポアソン分布。他。
- ④検定の考え方と方法。推定の考え方と方法。平均値・分散に関する推定と検定。他。
- ⑤回帰式の意味と計算。回帰と相関。重回帰の考え方と分析。曲線回帰と順位相関。他。
- ⑥調査の企画と方法。調査票の設計。統計表の作り方。統計図表・グラフの作り方。他。
- ⑦標本設計の基本問題。各種の抽出方法。単純無作為抽出法。ゾーンわけ抽出法。他。
- ⑧品質管理と抜取検査。実験計画法とは。分散分析法の手順。因子と水準の選び方。他。

## 月刊雑誌「植物防疫」

B5判 毎号56~64ページ  
充実した内容と迅速なニュース

平成2年(1990年1~12月号の12冊)

前金購読料 6,720円(税込・送料共)

## 農薬要覧 1989年版

農林水産省農蚕園芸局植物防疫課 監修  
定価 4,400円(税込)送料 310円  
B6判 666ページ

## 農薬用語辞典(改訂版)

日本農薬学会 監修  
定価 1,442円(本体1,400円)  
B6判 112ページ 送料 210円

## 社団法人 日本植物防疫協会

東京都豊島区駒込1-43-11  
〒170 電話 (03)944-1561  
FAX (03)944-1399  
振替 東京1-177867  
お申込は現金・小為替・  
振替などで直接本会へ

## 植物防疫講座 第2版

(全3巻)

各巻ともB5判 上製本

定価 3,200円(税込)

セット価格 9,000円

(税込・直販のみ)

送料サービス

病害編 (356ページ)  
害虫・有害動物編 (335ページ)  
農薬・行政編 (362ページ)

## 農薬ハンドブック—1989年版—

農薬ハンドブック1989年版編集委員会 編  
A5判 670ページ 定価 4,500円(税込) 送料 310円

# しつこい害虫も即OK!

ミナキイロアザミウマ、コナガ、ネギハモグリバエ等

## 難防除害虫に卓効!

# オンコル® 粒剤 5

### 特長

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

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

こころだね!!  
お母さん



## 大塚化学株式会社

大阪市中央区大手通3-2-27  
農薬部 / Tel.06(946)6241

# くん蒸作業・薬剤散布にシゲマツの防毒マスク

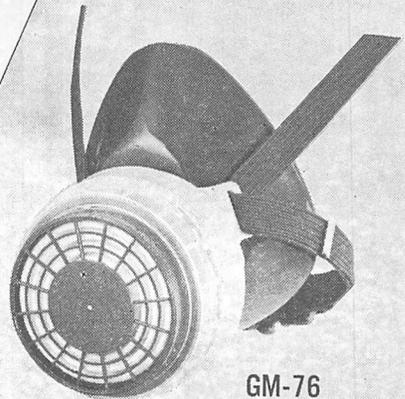
シゲマツのマスクが大切な

## 健康を守ります。

くん蒸作業に大好評



GM-131  
隔離式防毒マスク  
国検合格第45号



GM-76  
UIHフィルタ付  
直結式小型  
国検合格102号

乳剤  
粉剤の散布に

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



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」は日本農薬株式会社の登録商標

「新発売」

手まきで  
紋枯病が  
防げる  
粒剤



日本農薬株式会社 東京都中央区日本橋1丁目2番5号

“殺虫剤の概念を変えた  
注目の脱皮阻害剤”

●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)

●ウキキサ・アオミドロ・表層ハクリの防除に最適な専用剤です。  
初期・中期・一発剤との混合散布は大好評!!

**モゲトン<sup>®</sup>** 粒 剤

●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

●晩柑類への落ち防止剤。  
速効的に効く、りんご・梨の落果防止剤。

**マデック** 乳 剤

今、話題の

メロンのミナミキイロアザミウマにも  
適用拡大

**デミリン<sup>®</sup>** 水和剤

●花・タバコ・桑の土壌消毒剤。刺激臭がなく安心して使えます。

**パスアミド<sup>®</sup>** 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<sup>®</sup>** 水和剤  
80・40

●ヨモギ・ギンギシ・スギナには特によく効きます。  
粒剤タイプで果樹園、空地、駐車地、墓地等に最適です。

**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3-1-1 国際ビル4階

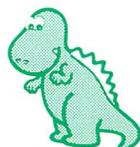
新登場

# 箱で余裕、イネミズ防除。

## 水稲初期害虫を同時防除

- ★高い浸透移行作用により、イネミスソウムシ成虫・幼虫を強力に防除します。
- ★残効が長いので薬剤の使用回数を減らすことができるので経済的です。
- ★初期害虫であるイネトロオイムシ、ツマグロヨコバイを同時に防除できます。
- ★箱施用なので省力的です。葉害が出にくいので田植3日前から直前まで使用できます。

作物名	適用害虫名	10アール 当り 使用量	使用 時期	本剤及びカル ボスルファン を含む農薬の 総使用回数	使用方法
水 稲 (箱育苗)	イネミスソウムシ イネトロオイムシ ツマグロヨコバイ	育苗箱 (30・60・3cm) 使用土壌 約5Q 1箱当り 50-70g	移植前 3日- 移植当日	1回	本剤の所定量 を育苗箱の苗 の上から均一 に散布する



**ガゼット<sup>®</sup>** 粒 剤

カルボスルファン…3.0%

®は米国FMC社の登録商標です。



日産化学 FMC 原価供給元 FMCコーポレーション

# 力チカラのウルコ

頑固な雑草に必殺一発パンチ!

## 大好評!!

東北向中心の水田一発処理除草の決め手  
力チカラと技ワザのウルコ **イース** 粒剤 25

も新登場!  
話題の低コスト除草  
水田一発処理除草剤




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**

ゆたかな実り—明治の農薬

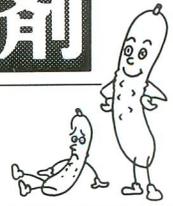
稲・いもち病、白葉枯病、もみ枯細菌病、  
きゅうり・斑点細菌病、  
レタス・腐敗病、斑点細菌病防除に

# オリゼメート粒剤

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

# カッパーシン水和剤





**Meiji** 明治製薬株式会社  
104 東京都中央区京橋2-4-16