

植物防疫



1992

7

VOL 46

昭和四十四年九月二十五日
平成四年九月二十五日
第三行刷
第四十六卷
第八号
（每月一回）
（日發行）
（認可）

KIORITZ
ECHO



4WD&4WS

足回りの良さがきめ手です。

共立はスピードスプレーヤに4WD・4WS(4輪駆動・4輪操舵)システムを採用しました。旋回半径はグッと小さく、これまでのSSでは考えられない2.7m(機体最外側旋回半径)とコンパクトになりましたので、狭い園での作業も楽にこなせます。また、運転席からワンタッチで出来る風量2段階調節機構、スイッチノズルと差圧調圧弁の組合せにより、調量・調圧・散布パターンの変更が簡単にこなえます。新しい時代をリードするハイレベルなSSです。

共立スピードスプレーヤ SSV-1071FS

- 寸法: 3,980×1,450×1,260mm ●重量: 1,250kg
- エンジン排気量: 1490cc ●薬液タンク容量: 1000ℓ
- 走行部形式: 4輪・4駆 ●噴霧用ポンプ吐出量: 92ℓ/min
- 送風機風量: 726(494)m³/min ●ノズル個数: 16



株式
会社

共 立



共立エコー物産株式会社

〒198 東京都青梅市末広町1-7-2
☎0428-32-6181(代)

広に適用病害と優れた経済性

パルマックス 水和剤

- 普通物で安全。
- 薬剤費が安く経済的。
- 耐性菌の心配なし。

- りんご……黒星病、斑点落葉病、赤星病、黒点病、すす点病、すす斑病
- な し……黒星病、黒斑病、赤星病
- も も……縮葉病、黒星病、灰星病
- か き……円星落葉病



大内新興化学工業株式会社

〒103 東京都中央区日本橋小舟町7-4

★ 日産化学

奏でるのは、
実りの前奏曲。
プレリュード



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

新登場

実りのプレリュード・種子消毒剤
スポルタック[®] 乳剤

●フロロラズ 65% SPOR-TAK[®]

®は旭化成ファーマの商標登録

発生予察用フェロモン製剤

SEルアー

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

発生予察用誘引剤

コガネコルA

- ▶ マメコガネ用

コガネコルC

- ▶ コアオハナムグリ、アシナガコガネ用

新発売

●発生予察用フェロモン製剤は、順次品目を追加していきます。



サンケイ化学株式会社

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

豊かさを描いて。

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

ホクコーの 主要水稻防除剤

- 総合種子消毒剤

デュボン

ベンレート 水和剤20

- 水稻種子消毒剤

ヘルシード 乳剤 水和剤

- いもち病・収枯細菌病に

カスラブスターナ 粉剤DL

- いもち病・ごま葉枯病・穂枯れに

ブラシン 水和剤 粉剤DL

- いもち病防除剤

オリゼメート 粒剤

JAグループ

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

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。

植物防疫

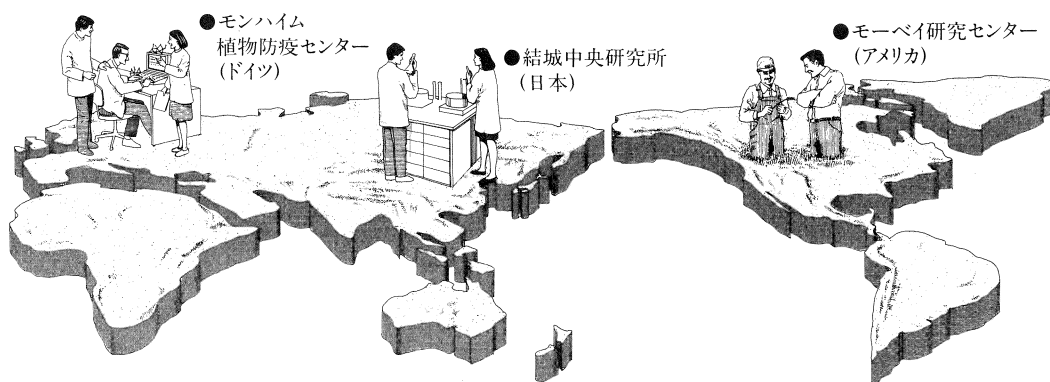
Shokubutsu bōeki
(Plant Protection)

第 46 卷 第 8 号
平成 4 年 7 月 号 目 次

農薬用包装容器の最近の進歩	角田 孝三	1	
農薬使用済容器処理の現状と問題点	白田 能成	5	
殺虫剤代謝における昆虫の酸素酵素系 P-450 の役割	昆野 安彦	9	
わが国で発生しているキウイフルーツの病害	家城 洋之	13	
キイロマイコガのキウイフルーツにおける生態と防除	高橋 浅夫	17	
発生予察シミュレーションモデルの検証と改良——BLASTL と PBLAST を例として——	石黒 潔	21	
施設栽培におけるコナガの総合防除	田中 寛	26	
研究放談室(11)誤診——	小野小三郎	30	
新しく登録された農薬(4.5.1～5.31)		4, 16	
中央だより	29	学界だより	20
協会だより	20	人事消息	25 32
次号予告	32		

自然の恵みをより豊かにするために。

「確かさ」を追求…バイエルの農薬



バイエルの植物防疫世界三大研究開発拠点

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

Bayer 

日本バイエルアグロケム株式会社

東京都中央区日本橋本町2-7-1 ☎103

新発売



コンピューター発生予察システム を活用したいもち病防除剤——

- いもち病・こま葉枯病・穂枯れ防除に

ブラシン[®]粉剤DL

- いもち病・紋枯病・こま葉枯病防除に

ブラシンバリタ[®]粉剤DL

- いもち病・こま葉枯病防除に

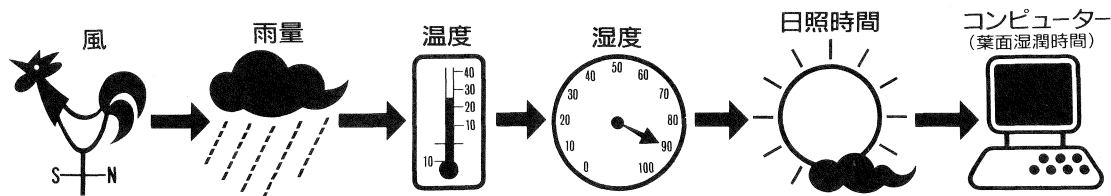
ブラシン[®]水和剤

- 雨に強く、散布後の降雨による
防除効果の低減が少ない。
- いもち病蔓延初期散布においても
高い防除効果。
- こま葉枯病、穂枯れ性病害
などにも有効。

アメダスの恋人

BLASIN

アメダスを利用した発生予察は全国840カ所(日本全土直径18km地点に1カ所あり)から送られたデータをもとに、農業試験場がいもち病の感染好適葉面湿潤時間を算出し、いもち病の発生予察・防除に活用しています。



武田薬品工業株式会社 アグロ事業部 東京都中央区日本橋2丁目12番10号

農薬用包装容器の最近の進歩

クミアイ化学工業株式会社 つの だ たか ぞう
角 田 孝 三

はじめに

農薬用の包装容器は、1960 年代に BHC、ホリドールなどが生産されるようになると、それまでの木箱から段ボールケースへと変わり、農薬の種類も増え使用方法も細分化された。

農薬包装の基本は、農薬取締法、消防法、毒物劇物取扱法等の関係法規の規定を満たし、しかも内容物の保護機能を有する包装材質を使用している。また、長い農薬有効期限に耐えられる形状を保持しながら、容器の破損が生じない強度を持つ材質を使用し、なおかつ環境面に配慮した素材の活用をはかっている。一方、食品その他の日常生活物資と混同されない包装デザインを採用しなければならず、剤型別・規格別の包装仕様決定にも多くの要因を考える必要がある。以下に、現状の農薬用包装容器について、当社の包装設計技術を基に報告する。参考になれば幸いである。

I 包装形態による区分

包装形態としては、JIS Z0101「包装の定義」による区分に基づき、個装・内装・外装に分ける（表-1）。

個装は、内容物個々の包装をいい、内容物を保護し商品価値を高めるため材料・容器などを内容物に施す状態をいう。

農薬用包装容器は、粉剤、DL 粉剤、粒剤など 10 a 当たり 3 kg を直接散布する製品には、クラフト材質による角底形状の袋が主に利用されている。

水和剤は、内容重量 100 g～1 kg の包装規格でプラスチック多層フィルム材質による平底形状の袋が使用されている。プラスチックボトルはガラス瓶に変わるものとして 1980 年代に使用され始め、現在では乳・液剤、フロアブル剤製品の 90%以上に適用されている。

内装は、最終荷姿の内部の包装をいい、通常紙器、段ボールケースで構成されている。農薬用包装容器では、水和剤、乳・液剤などの少量単位（例えば、100 g、100 ml）包装規格に用いられ、個装 10～25 ぐらいを 1 単位として梱包している。100 g 規格などは 1 ケース当たりの入数

が多いため、分包化をはかる目的で使用されている。

外装は、最終荷姿の外部の包装をいい、個装、内装などに段ボールケースを施した状態をいう。農薬用包装容器では、全剤型に段ボールケースが使用されている。形状としては、A-1 式形状のものが大量に使用されている。この形状は耐圧強度を保持することができ、長い有効期限を考慮した場合効果がある。一方、ラップラウンド方式といわれる形状のものも使用されている。この形状は個装の耐圧強度を加味しながら設計するが、段ボールケースの耐圧強度は A-1 式より劣る傾向がある。しかし生産面、取り扱い面などの利便性から、最近では粒剤 3 kg 包装でも利用され始めており、耐圧強度の不足を、仕切りなど構造に工夫をこらしている。

II 包装材質による区分

包装材質は、内容物に与える影響などを考慮し、長期間の保管にも耐えられるように確認試験を実施し、材質仕様を決定している（表-2）。

粉剤、DL 粉剤ではクラフト紙を使用し、二層構造にして防湿をはかりながら落下衝撃に耐えられるようにしてある。

表-1 包装形態

区 分	形 態	適 用
個 装	平底一層袋 角底クラフト袋	水和剤 100 g～1 kg 粉剤、DL 粉剤、粒剤 3 kg
	大型クラフト袋	水和剤 1 kg～5 kg 粉剤、水和剤 10 kg～20 kg
	カートン箱	水和剤 100 g～1 kg
	プラスチックボトル	乳・液剤、フロアブル 100 ml ～1.5 l
	ポリエチレン缶	乳・液剤、フロアブル 5 l ～20 l
	金属缶	乳・液剤 9 l～20 l
内 装	B-1 式 両面段ボール箱	水和剤 100 g～1 kg 内箱 乳・液剤 100 ml 内箱
外 装	A-1 式 両面段ボール箱 A-1 式 複両面段ボール箱	水和剤、乳・液剤、フロアブル
	ラップラウンド式両面段ボール箱	水和剤、乳・液剤、粉剤
	ドラム缶	乳・液剤

粒剤は粉剤同様クラフト紙二層構造が主流であるが、最近の有効成分は湿度を嫌ったり浸み出しやすいものや揮発性を認めるものがある。これらの障害を回避するために、クラフト紙にポリエチレンやアルミ箔をラミネートした内層材質を用いることが多い。また、印刷適性をはかるため、外層には晒クラフト（白色）を使用している。

水和剤用として使用されているプラスチック多層フィルムの袋は、内容物に対する保護機能を保持するために、防湿性、遮光性を考慮して、使用するフィルム材質を決定する。一般的には、最外側はポリエチレンテレフタレート（ポリエステル：PET）を用いる。このフィルムの特性は、水分やガスの透過性が少なく、内容物保護のた

めにも外側に使用してバリアー性を高めている。また、グラビア印刷適性がよく、適用作物、注意事項などの記載事項が多い水和剤などには好適である。ただし、このフィルムは熱融着性がないため、単体フィルムとしては使用できず、ヒートシール適正のあるポリエチレンフィルムなどとラミネートして使用している。次に内容物と接触する最内層のフィルムとしては、低密度ポリエチレン（LDPE）、直鎖型低密度ポリエチレン（LLDPE）、ポリプロピレン（PP）などが使用されているが、内容物の有効成分の分解率、物理化学性の劣化などの確認試験結果より、使用材質を決定する。中間層にアルミ箔を用いることがある。これは気密性、防湿性と遮光性を配慮しなければならない場合や、単に販売促進効果を求めるためにも使う。ただし、アルミ箔を用いると空袋焼却時残渣が残り、環境面を考慮すると好ましくない。この回避のために、蒸着アルミを使用している例もある。

乳・液剤、フロアブル剤に使用されているプラスチックボトルは、軽量化と使用後の空容器の処理が容易である。空容器処理のためには燃えやすくしかも燃焼カロリーを約30%抑えた無機物質入りのポリエチレンを外層に使用している。耐有機溶媒性については、内層にナイロンあるいはエパール材質を使用して二層構造とし、内容物保護、強度アップをはかっている。なお、最近の材質でナイロンとポリエチレンを原料の段階で混合し、一体成形で多層構造にしてあるプラスチックボトル（シーラーボトル）も開発されている。缶、ドラムは、外装容器としての使用が多い。特に外面に発生する錆防止のため、18 L 金属缶では錫メッキに変わるものとしてクロム酸メッキ処理をしたティンフリー缶が採用され、防錆効果を発揮している。内面には内容物によって樹脂コーティングを施し、内容物の経時変化を防止している。

段ボールは波形に成形された中芯原紙をライナー原紙に貼合したシート状をいい、波形にはAフルートと称される段数が $34 \pm 2 / (30 \text{ cm})$ で段の高さが $4.5 \sim 5.0 \text{ mm}$ のものと、Bフルートと称される段数が $50 \pm 2 / (30 \text{ cm})$ で段の高さが $2.5 \sim 3.0 \text{ mm}$ のものが農薬用のケースとして使用されている。このA、Bフルートのうちどちらか一方だけ使用して両側にライナー原紙を貼合したものを両面段ボールケースといい、主に内装ケースに用いている。A、Bフルート二つを使用して貼合したものを複両面段ボールケースといい、外装ケースとして用いている。特性として、Aフルートは衝撃吸収性と強い圧縮強度を発揮し、Bフルートは平面圧力に強い。材質は中芯原紙には、セミケミカルパルプの 125 g/m^2 、 160 g/m^2 のものが一般的に使用されている。ライナー原紙には、古くは

表-2 材質による区分(〔 〕内は代表例)

区 分	材 質	特 徴
プラスチック多層フィルム(平底一層袋)	PET/PE/AL/PE/ 〇〇 PET/PE/〇〇 PET/DRY/AL/ DRY/〇〇	高バリアー性(防湿、耐光性)、強度
クラフト紙 (角底クラフト)	両更K, 両更K 両更K, 両更K/PE 晒K, 両更K/PE/ AL/PE	防湿加工, しみだし防止, 強度
プラスチック多層ボトル	無機質入PE/PE/ 〇〇 PE, NY 混合レジン による一体成形ボ トル	易燃性, 耐溶剤性 ハンドリング
缶・ドラム	TFS ET メッキブリキ コーティング	防錆, ハンドリング
B-1 式 両面段ボール	KI 220, SCP 125, KI 220	内箱, ハンドリング
A-1 式 両面段ボール	KI 220, SCP 125, KI 220	内箱
複両面段ボール	KI 280, SCP 125, KI 220, SCP 160, KI 280	外箱, 耐圧強度
ラップラウンド方式 両面段ボール	KI 220, SCP 125, KI 220	内箱, 外箱

PET: ポリエステル, PE: ポリエチレン, DRY: ウレタン系接着剤

〇〇は最内層フィルムを示す

両更K: 未晒のクラフト紙, 晒K: 漂白したクラフト紙

TFS: ティンフリー缶(クロム酸処理)

KI 220: 段ボールライナー原紙の坪量 220 g/m^2

SCP 125: 段ボールの波形成形用原紙セミケミカルパルプ 125 g/m^2

バージンパルプを使用したものが多かったが、最近では古紙をある程度含有した K_1 ライナー 220 g/m²、280 g/m² と称するものが使用されている。上記のフルートと材質の組み合わせにより農薬用段ボールケースの構成を剤型別、規格別に定めている。例えば、粒剤 3 kg×8 袋包装規格では、1 ケース重量が 24 kg にもなるため、構成として複両面段ボールケースにし、A、B フルートを使用し外側に平面圧力強い B フルートを、内側に圧縮強さがある A フルートをを用いる。ライナー原紙は K_1 ライナー 280 g/m² 2 枚、220 g/m² 1 枚、中芯原紙は B フルートを 125 g/m²、A フルートを 160 g/m² で構成している。この段ボールケースの耐圧強度は、約 1,000 kg 程度(温度 25°C、相対湿度 60% 時の段ボール水分 9%) あり流通段階におけるパレット 3 段積みで最下段にかかる荷重を 350 kg (1 パレット 5 段積み×3 パレット=15 段、14×25) とした場合約 3 倍の安全係数をみてあるが、保管時の気象条件(特に湿度)により、段ボールケース水分の変化が耐圧強度に影響を与えるので、農薬有効期限を考慮した場合、この安全係数でも苦慮するところである。段ボールケースは湿度が高いとき急激にその耐圧強度を減ずるので、保管は乾燥したところが望ましい。

次に形式では、A-1 式、B-1 式、ラップラウンド方式があり、耐圧強度としては、A-1 式>ラップラウンド>B-1 式になる。剤型別、規格別の重量などを参考に、形式選定をするのが望ましい(図-1)。

III 包装設計要領

現在農薬の有効期間は、大多数が 3 年間の保証が一般的であり、それにあった包装材料の選択が必要である。包装設計する上での考え方、方法を水和剤を中心に説明する。

包装設計要領としては、材質試験—包装仮設計—基礎試験—実用化試験—包装原案の作成の順である。

材質試験は、包装に関する情報や新製品の情報などをもとに包装材質の耐薬品性試験を実施し材質選定を行う。次に包装仮設計は製造法の確立を目的に袋、段ボールケースの寸法を決定し、包装工程での機械対応を検討する。基礎試験は袋材質の強度試験、内容物の経時変化試験を実施する。この試験では虐待試験として、ヒートサイクル(加温・加湿—常温—冷蔵—常温)方式を採用し、1 サイクルを約 1 か月として 3 サイクル実施する。常温試験は室温で 3 か月～12 か月実施する。測定項目としては、有効成分、物理性、個装のシール強度、ラミネート強度、及び個装体積の経時変化を行う。

実用化試験は、包装材料の機械適性、包装物の落下、

輸送、堆積試験を実施する。機械適性試験の個装は、充填適性、真空脱気適性、外装は段ボールケース充填適性を行う。落下試験は、段ボールケースに個装を充填し、落下高さを 90 cm、落下を数回繰り返し個装の破袋検査をする。輸送試験は片道約 500 km で往復輸送し、個装状態、外装状態の観察を行う。堆積試験は保管状態として、パレット 3 段積み想定し、積み上げ試験を梅雨時を挟むようにして約 4 か月実施する。これらの実用化試験は、流通段階を想定した苛酷な条件を基に設定してある。

IV 現状の問題点

1 包装物の重量について

粉剤、粒剤 3 kg×8 袋規格の総重量が 25 kg あり、物流部門、末端消費者などより、荷扱いが困難で軽量化を求める声が多い。

クミアイ農薬協議会包装資材部会での検討経過を説明する。軽量化した場合の資材コスト面から検討すると、3 kg 充填量を軽減する策もあるが、現状では製剤技術、

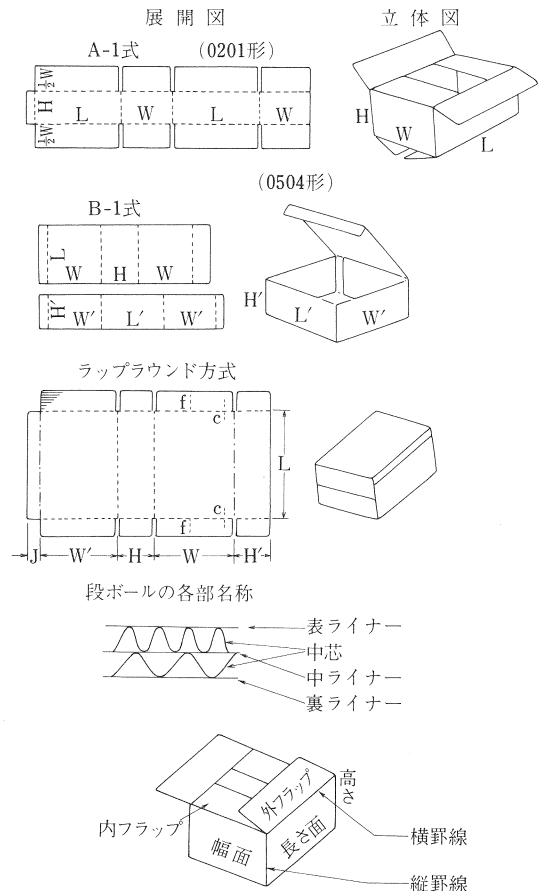


図-1 形式による分類

散布技術が確立されていない面もあるので、最終荷姿の入数を減らす(例、8袋→6、4袋)方向で検討した。検討結果として、段ボール箱価格は現行と同程度か若干安価になり、しかも現在と同等の材質構成にすれば耐圧強度が上がり、長期保存に対してプラスに作用することも考えられる。一方、軽量化により流通量が増えるため、運賃、保管料は増す可能性が大きい。軽量化することにより、取り扱いの利便性と経済性、及び農薬メーカーサイドの設備改善などが山積みしているが、今後の方向性として荷扱い、散布技術に合わせた軽量化包装の開発が急務になる可能性が大きい。

2 関係法規改正による包装仕様の変更

消防法、毒物劇物取締法などの改正により、表示方法から容器の材質まで変更が必要になる場合もあり、多種少量ロット生産をより複雑化している。

3 多種少量生産について

現在わが社が保有する品目別・規格別の数は約400程度になる。多種少量生産は、現在の農業情勢の中では止むを得ない面もあるが、生産する側からみると、製造工程の品目切り替えと包装規格変更による包装ラインの切り替え頻度は相当なものであり、非効率的な生産体制になっている。薬剤の特性からどうしても専用化する系列も必要になるが、設備投資額が莫大になる。例えば、水和剤包装系列でも約1億円程度になり、製剤系列も含めると約3~5億円になる。

包装材料供給面からみても、メーカーでの経済的ロットは水和剤100g袋で約50,000袋、500g袋で約30,000袋、粒剤3kg袋で約100,000袋である。

段ボールについても、少量生産では安定した品質の確保が難しい。

V 今後の方向性について

農薬用包装容器の現状について、わが社で実施している概要を報告したが、農業環境を取り巻く情勢は決して楽観できるものではない。

袋、段ボール箱を使用した農薬用包装容器も約30年以上を経過し、その間にはターポリン紙からプラスチック多層フィルム、ガラス瓶からプラスチックボトルなど、新しい素材での活用場面も多くなり、利便性に対して包装材料としても貢献してきたが、農業環境の変革とともに農薬包装もより一層の変革が必要であろう。

具体的には、環境面を考慮した包装材料、包装形態の模索として、リサイクルの問題、より安全な農薬使用を考慮した水溶性フィルムの使用、マルチ化に適した経済的な容器、などがあげられる。一方、市場ニーズ及び大規模農家、小規模農家の包装にかかわるニーズの多様化に伴う、汎用性製造機械化の模索が従来以上に必要であろう。

おわりに

農薬用包装容器の現状について報告したが、1990年代では従来と違った形態が期待され、特に粒剤包装形態は様変わりしようとしている。これに伴う包装材質は従来にないものを使用することが十分考えられ、今後も新素材の研究と農薬用包装容器の利便性を追求していくものである。

新しく登録された農薬 (4.5.1~4.5.31)

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:対象病虫害: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18130~18134までの5件、有効登録件数6104件)

『殺虫剤』

プロチオホス粉粒剤

プロチオホス 3.0%

トクチオン細粒剤 F (4.5.20)

18130 (日本バイエルアグロケム)

いちご(仮植床):コガネムシ類幼虫:植付時:1回:全面処理土壌混和、らっかせい:コガネムシ類幼虫:播種時:2回以内:全面処理土壌混和、らっきょう:ネダニ:植付時:1回:植溝処理、ごぼう:ヒョウタンゾウムシ類:生育初期:4回以内:株元散布、芝:コガネムシ類幼虫:発生初期:5回以内:散布、つつじ・ひのき:コガネムシ類幼虫:植付時又は生育期(発生初期):3回以内:植付時・全面処理土壌混和、生育期・土壌表面処理土壌混和

エトフェンブロックス乳剤

エトフェンブロックス 30.0%

サニーフールド乳剤 (4.5.20)

18131 (日産化学)

芝:スジキリヨトウ・シバツトガ:発生初期:3回以内:1m²当り0.3l散布、さくら・プラタナス:アメリカシロヒトリ:発生初期:6回以内:散布

MEP 乳剤

MEP 50.0%

アグロススミチオン乳剤 (4.5.20)

18132 (アグロス)

稲:ニカメイチュウ第1世代・ニカメイチュウ第2世代・サンカメイチュウ第3世代・ヒメトビウンカ・カメムシ類・イネツトムシ・イネシガラセンチュウ・イネドロオイムシ・アブラムシ類・イネハモグリバエ・イネヒメハモグリバエ・フタオビコヤガ:21日7回、イネシガラセンチュウ:播種前:7回以内:6~24

(16ページに続く)

農薬使用済容器処理の現状と問題点

全農農業技術センター農薬研究部 うす だ よし とも
白 田 能 威

はじめに

近年、日本では消費者の農薬に対する関心は作物残留による安全性問題のみにとどまらず、ヘリコプター利用による農薬散布、ゴルフ場農薬などにみられるように、環境汚染物質として厳しい目が注がれるようになっていく。また、欧米を中心に使用者の危害防止、環境への流出抑制及び使用済包装容器に由来する廃棄物を減少させることを目的とした農薬使用済容器の処理に関する法的規制と、これと対応した新しい製剤包装形態を模索するアプローチが進められている。農薬使用済容器の処理について、全農の独自調査資料も含めて紹介してみたい。

I 農薬の使用済容器の処理実態

1 使用済容器の種類

農薬から生ずる使用済容器は、外装と内装に分けられる。外装は段ボール箱が主である。内装は大きく分けて、粉剤、粒剤、水和剤などの固形製剤（固形剤）に使用されるクラフト紙袋、プラスチック多層フィルム袋、アルミニウム箔袋などがあり、乳剤、液剤、油剤など液状製剤（液剤）では、プラスチックボトル、ガラスビン、金属缶などが使用されている（表-1）。農薬の保証期間内は有効成分、物理性など品質を保証しなくてはならないこ

表-1 農薬から生ずる主な使用済容器の形態

	剤 型	容 器 の 形 態
個装	粉剤・粉剤・水和剤の一部など	クラフト紙袋、ポリエチレンフィルムやアルミニウム箔などをラミネートしたクラフト紙袋
	水和剤・水溶剤など	ポリエチレンフィルム袋、プラスチック多層フィルム袋、アルミニウム多層袋
	乳剤・液剤・ゾル剤など	プラスチックボトル、ガラスビン、金属缶
	油剤など	金属缶、ポリエチレン缶
内装 外装	全剤型	段ボール箱、カートン箱

Disposal of Used Pesticide Containers. By Yoshitomo USUDA

とから、同じ固形剤であっても、剤によって外観がクラフト紙でも内側にポリエチレンフィルムやアルミニウム箔がラミネートされるなど、工夫がこらされている。

2 使用済容器の処理に対する要望

いろいろな使用済容器があるなかにおいて、農家段階で焼却できるもの、あるいは農協などがその処理施設を所有していない場合が特に問題となる。ことに缶類は野菜などの大規模な産地であればあるほど量が多いため処理に困難をきたし、野積みやせざるを得ないなどの状態であるため、大きな問題となっているのが現状と思われる。

農薬の使用済包装容器は、下記の理由により農家から処理の要望が高い。①環境に対する危害の原因となり得る。②乳剤を主に使用する園芸農家や共同防除などにより使用済容器が大量に生ずる場合、あるいは使用容器の洗浄が不十分なため、その悪臭などにより一般廃棄物として地方公共団体、ガラスビン回収業者などに回収してもらえない。③焼却処分による悪臭、排煙による近隣住民への迷惑回避。④農家、近隣住民の農薬に対する安全性意識の高揚、のためなどである。

3 使用済容器の処理実態

使用済容器の処理状況について、作物別にアンケート調査を行った（表-2）。調査当時の1978年と今とでは農家の農薬に対する意識も異なり、現在では処理方法には非常に注意が払われているので、必ずしも現状には合わないとも考えられるが、この調査結果から、①使用済容器の処理は個人で処理する割合がいずれの栽培農家の場合とも多い、②果樹農家の場合は施設で処理するという回答が多いが、共同防除組織では処理施設が整備されていることに起因すると考えられる、③水稲では個人で処

表-2 作物別農薬使用済容器の処理状況（％）

	個人	施設	その他
水 稻 農 家	81	18	1
果 樹 農 家	57	41	2
露地野菜農家	72	26	2
施設野菜農家	69	29	2
全 体	72	26	2

東北・関東・甲信越 16 県 1,462 名を調査対象

理するという回答が比較的多いのは粉剤、粒剤が主として使用され、クラフト紙袋であるため、農家で焼却することが可能であることによるものと考えられる。

4 使用済容器の共同処理実態

全農では安全防除に取り組んでいるが、その運動の一つに、環境に対する安全への取り組みがあり、その一環として「使用済容器の処理」について実態調査 (1987 年) を行った。その代表的な 14 箇所の使用済容器の共同処理事例について、概要を以下に述べる。

(1) 使用済容器の共同処理に至った経緯・動機

共同処理に至った経緯をみると、①河川に多量に流入する事故の発生、②放置による農薬事故防止、③家庭の一般危険物処理と一緒に出される、④廃品処理業者による引取拒否、⑤捨て場所がない、⑥缶を一括処理したことを契機に他の容器にまで拡大、などである。多くは何らかのトラブルが発生したことにより取り組みがなされた。また、なかには農家からの要望により、共同処理に至っている場合もある。

(2) 処理方法

今までの農家任せから、問題解決のためにいろいろ協議、検討がなされ、その処理方法として、①地域行政機関と周辺農協との共同農業廃棄物処理施設を設置して処理、②農協が回収し、農協が破碎などを行って、ガラス処理業者、廃品回収業者に最終処理を依頼、③農協が回収し、可燃物は焼却し、ガラスは破碎処理する、④生産組合などに破碎機を貸し出し、共同で処理、などの方法がとられている。また、ドラム缶を使用しての処理方法を提示しているところもある。

これら処理されている容器は、ほとんどがガラスビン、プラスチックボトルが主体で、一部金属缶、袋が処理されている状況である。

処理業務運営は一部新たな組織をつくっているが、ほとんど農協が中心となり、行政機関の協力を得ながら行われている。

(3) 農家、地域住民の反応

共同処理になったことにより農家、地域住民の反応は、①使用容器による危害、事故防止につながり、安全対策上非常に良い、②一括処理することにより、容器処理の煩わしさがなくなった、③農家の安全性に対する意識改革につながった、など非常に好評である。

(4) 問題点

使用済容器を回収するにあたって、要領をつくり呼びかけなど指導の徹底を行っているものの、次のような問題点を生じている。①農薬の残液があったり、容器の水洗が十分でない、②可燃物と不燃物の区分がされてい

ない、③農薬使用済容器以外の空容器が混入されている、④焼却時に発生する悪臭、煙の発生、⑤回収率が悪い、⑥処理する職員の負担が大きくなる、⑦ガラスビンからプラスチックボトル化への進行に伴い、施設で処理するガラスビン空容器の減少によりコスト高になる、⑧回収に要する搬入費、人件費、諸経費を含めると財政負担が大きくなる、などである。

5 プラスチックボトル

(1) プラスチックボトルの素材と燃焼

プラスチックボトルは、その材質によって分けると 4 種類となる。これらのプラスチックボトルは、いずれも積層ボトルで、外層はカルブ® (出光ライオン)、サンブラック® (日産樹脂) の 2 種類、内層はエバール® (クラレ)、ナイロンの 2 種類があり、その組み合わせで 4 種類となる。

1) カルブ®及びサンブラック®

素材はポリエチレンと無機質である。ポリエチレンは炭素 (C)、水素 (H) のみからできているプラスチックであり、また、無機質として炭酸カルシウム、粘土粉末などが使用されている。燃焼性は紙や木材に近く、ポリエチレン単体より燃えやすく、発熱量も少ない。また、有害ガスを発生することはない。

2) エバール®

素材はエチレン酢酸ビニル共重合体けん化物で、炭素 (C)、水素 (H)、酸素 (O) からできているプラスチックであり、燃焼により有毒ガスを発生することはない。

3) ナイロン

広く使用されているプラスチックで、炭素 (C)、水素 (H)、酸素 (O)、窒素 (N) からできている。燃焼により窒素酸化物を発生する恐れはあるが、量的にはきわめて少なく、ほとんど問題にならない程度である。

プラスチックボトル燃焼試験による排ガス組成及び発熱量の測定結果の一例を表-3、4 に示した。

(2) プラスチックボトル化の現状

ガラスビンからプラスチックボトル化への切り換えが 500 ml 容器については 1980 年より、また、100 ml 容器については 1990 年より積極的に取り組まれた。最近のプラスチックボトル化への品目率及び生産本数率の推移 (図-1)、また、1991 年の生産本数比 (表-5) は図表に示したとおりである (この資料はクミアイ農薬協議会会員 13 社についての資料である。したがって流通している全品目ではないが、品目としては 13 社以外でも同様に実施していると考えられるので、率としては大きな差異がないものと思われる)。

プラスチックボトル化された品目は、1991 年で見ると

表-3 プラスチックボトル燃焼排ガス組成結果
(出光ライオン¹⁾資料より)

項目	CO ₂ (%)	O ₂ (%)	CO(%)	N ₂ (%)	Cl(ppm)
試料名					
カルブブローグレード	11.0	2.7	0.6	85.7	tr ³⁾
PE ブローグレード ²⁾	9.8	3.4	1.4	85.4	tr ³⁾
カルブ多層ボトル ²⁾	11.3	4.8	0.3	83.6	tr ³⁾

¹⁾: 現在は「カルブ工業」²⁾: PE ブローグレード=ポリエチレン, カルブ多層ボトルの内層はナイロン.³⁾: tr は痕跡を表す.

分析法はオルザット分析法, JIS K 0106 オルトトリジン法

表-4 種々の物質の燃焼特性 (越野ら, 1978)

	発熱量 (Kcal/kg)	理論空気量 (Nm ³ /kg)
ポリエチレン	11,000	11.5
木材	4,600	3.0
都市ゴミ	1,000~2,000	1~2
サンブラック	6,100	5.0

表-5 プラスチックボトルとガラスびんの生産本数比

項目	プラスチックボトル		ガラスビン		合計 生産本数 (本)
	生産本数 (本)	比率 (%)	生産本数 (本)	比率 (%)	
年度容器					
1991 年度					
500 ml	31,480,000	97.1	934,000	2.9	32,414,000
100 ml	3,257,000	34.1	6,307,000	65.9	9,564,000

クミアイ農業協議会会員 13 社の総生産本数

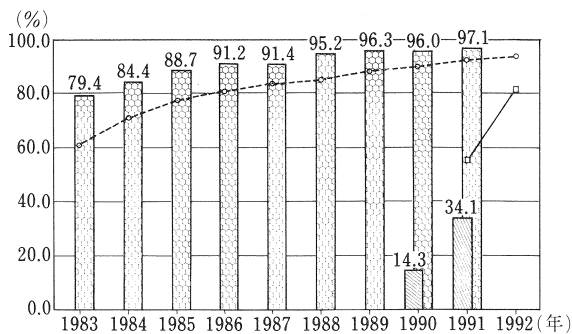


図-1 プラスチックボトル化の年度別推移 (1992 年は予定)

- プラボトル化品 目率[100 ml]
 ■ プラボトル生産 本数率[100 ml]
 ○--- プラボトル化品 目率[500 ml]
 ■ プラボトル生産 本数率[500 ml]

500 ml 容器では 188 品目 (全体で 203 品目の 92.6%), 100 ml 容器では 65 品目 (全体で 117 品目の 55.6%) であった。1992 年の予定は 500 ml 容器で 191 品目 (94.1%), 100 ml 容器で 96 品目 (82.1%) である。

生産状況を本数でみると, 全生産は 500 ml 容器で約 3,241 万本, 100 ml 容器で 956 万本で, このうちプラスチックボトルは 500 ml 容器では 3,148 万本 (97.1%), 100 ml 容器で 326 万本 (34.1%) である。

このように 500 ml 容器については特殊製品を除きほとんどの品目でプラスチックボトル化されている。また, 若干遅れて取り組まれた 100 ml 容器についても, 技術レベルの進歩とともに今後急速にプラスチックボトル化が進み, 農家で処理可能な使用容器が増加することが予想される。

II 農業使用済容器の処理上の問題点

近年のプラスチックボトル化の進行, 農家の農業に対する安全性意識の高揚により, 農業使用済容器の問題が表面化するケースは減少しつつある。農業使用済容器の処理の観点からは, 農家が簡単かつ安全に焼却可能なプラスチックボトル化の進行は望ましいものと考えられる。

1 プラスチックボトル処理上の問題点

農薬の残液が入っているプラスチックボトルを焼却すると, 成分の揮発などにより危害を招く危険性がある。したがって農薬散布液液調製時に使い切り, 容器をよく水洗し, 焼却処分することをさらに徹底することが必要とされる。

2 ガラスビン, 金属缶の処理上の問題点

ガラスビン, 金属缶類などは農家の庭先で処分できないため, その回収, 処理システムの確立が重要になる。同時にプラスチックボトルの場合以上に厳密な容器内の洗浄が求められ, これが容器処理運営上の問題点になることが多い。また, 近年のプラスチックボトル化の進行に伴い, 使用済ガラスビンの回収, 処理システムの運営に無理が生ずるケースもある。

III 海外における動向

EC 諸国, 米国などでは農業使用済容器に関する法的規制の動き及びこれに対応した様々なアプローチが進められている。ドイツでは 1991 年 4 月に「包装材廃棄物法」が成立し, これを受け, 同国農業化学工業会は容器回収網を構築することを決定した。

1 主な各国の動き

①ドイツ: 包装材廃棄物法, 使用済容器回収パイロッ

トプロジェクト。②フランス：農薬工業会が容器回収プロジェクト。一般的廃棄物収集規則が 1993 年 1 月に導入される。この規則で農薬使用済容器も洗浄されたものは家庭用廃棄物として処分可能。③カナダ：容器の収集、洗浄、リサイクリングに業界の基金設定。3 州で容器回収リサイクルプロジェクト。農薬業界は廃包装の 50%削減を 1995 年までに目指す。④米国：1986 年に農薬容器収集リサイクリングプログラムを開発。15～20 州でプログラムを実施中。⑤オーストラリア：ワタ地帯で農薬容器リサイクリングキャンペーン実施。農薬容器リサイクリングプログラムを導入。

欧米諸国は、国、メーカーともに使用済容器の検討内容をみると、容器を焼却するのではなく、リサイクル、再利用などのメーカー回収可能な方式が検討されている。これには容器の有効利用をはかるねらいと、流通している容器の大きさの主流が、日本のように小さくないことによるものと考えられる。また、リサイクルに可能な素材、容器の強度、使用済後の容器の洗浄方法、回収方法、回収経費などについても検討がされている。国際的な動きとして、各国の農薬業界が集まり農薬容器の問題解決に向け協力をはかっていく会議も開催されている。

2 ドイツ包装材廃棄物法について

この法律は、農薬容器に限らずすべての包装容器について適用される。農薬の容器に関係すると思われる部分の一部を列記する。

①「廃棄物の経済的目標」は、「包装材は環境に調和した、再利用の妨げにならない材料を利用する」、また、「包装材の廃棄物はできるだけ商品を保護し、流通に不可欠な範囲に限定しなければならない」、としている。②「適用範囲」は、「製造、販売など」する商工業者、経営企業、公的機関に適用される。③容器について農薬などが付着した容器は、ここで言う包装容器には適用されない。④「概念規定」では、「包装とは輸送時・販売時の包装と再包装」に分け細かく規定している。

「引取および有効利用義務」の、①「輸送包装材の引取義務」では、輸送包装材の引取、再利用または有効利用を、義務づけている。また、②「販売容器の引取義務」

では、「販売者は最終消費者が使用した販売用包装を販売場所またはそのすぐ近くで無料で引取る義務を負う」、としている。

この法律は 1991 年 12 月から段階的に施行され、1993 年 1 月に全面施行となる。

IV 農薬容器をめぐる研究・開発動向

農薬の包装容器として製剤、施用方法を考慮し、また、使用者及び環境に対する危害防止を加味しながら様々のアプローチが試みられている。

最近の動きとして、最終使用容器の素材として、水和剤、粒剤にポリビニルアルコール (PVA) を使用した水溶性包装が一部で流通し始め、さらに、コスト的な問題はあるものの、金属缶の処理からは解放される、PVA 利用によるくん蒸剤の錠剤化がある。また、リサイクルが可能なプラスチックボトル (シーラボトル®など) が流通し始めている。使用済容器の洗浄が問題になっていることから、洗浄が容易な製剤の開発が検討されている。

海外でも同様な開発がされているが、そのほかには再使用を前提に、使用者の安全性を考慮し、薬剤に触れないで直接薬液調製槽に投入できる容器の開発 (密封系移送システム) など進んでいる。

今後も水溶性包装、リサイクル可能な容器、新しい製剤などが開発されるものと思われる。

お わ り に

農薬使用済容器の処理の現状を中心に述べたが、現在日本ではボトルについてプラスチックボトル化が進み、焼却を勧めているが、今後リサイクル、再使用などの方向も考えられる。いずれにしても、農薬を取り巻く環境が厳しさを増すなかで、農薬使用済容器の処理については、使用者の使用済容器について意識の向上をはかる一方、海外の先進的な事例を取り入れながら、行政、メーカー、流通業者が一体となり、積極的に取り組み、問題解決にあたっていく必要がある。

引 用 文 献

- 1) 越野雄治ら (1978) : 工業材料 26 : 48～49.

殺虫剤代謝における昆虫の酸化酵素系 P-450 の役割

農林水産省農業環境技術研究所 こんのやすひこ
昆野安彦

はじめに

チトクローム P-450 依存性モノオキシゲナーゼ系（以下、MFO：Mixed Function Oxygenases と略す）は、細菌、放線菌、カビ、酵母などの微生物から、昆虫、植物、哺乳動物に至る広範囲の好気性生物に存在するきわめて重要な代謝酵素系で、MFO なくして地球上での生物の進化はなかったと言っても過言ではない。MFO はさまざまな基質に対して酸素添加酵素として働くが、その働きはターゲットとする基質によって大きく二つに分けることができる。一つは、内因性基質の代謝・合成に関与する場合で、ジベレリンなどの植物ホルモンやステロイドに代表される動物ホルモンなど、生物自身が体内で生合成する化学物質がターゲットとなる。もう一つは、外因性基質の代謝に関与する場合で、環境中に存在するさまざまな化学物質がターゲットとなる。

昆虫 MFO の役割は、幼若ホルモン・脱皮ホルモンなどの成長制御物質や性フェロモンなどの行動制御物質の生合成と、植物に含まれるアルカロイドなどの植物毒や合成殺虫剤の代謝とがある（HODGSON, 1985）。農業との関係では、特に MFO の活性増大が農業害虫の殺虫剤抵抗性の原因である事例が数多く報告されている（SCOTT et al., 1990；LEE and SCOTT, 1989 b）。

このように、MFO は昆虫の生活にとってきわめて重要な役割を担っているが、昆虫 MFO の生理生化学的特質については最近まで知見が乏しかった。その原因は、昆虫 MFO が *in vitro* できわめて不安定であったためであるが、最近になってコーネル大学のグループがイエバエから MFO を安定した状態で取り出すことに成功し、昆虫 MFO の研究が飛躍的に進展した。以下、昆虫 MFO の最近の話題を紹介してみたい。

I P-450 とは何か

MFO は単一の酵素ではなく、複数の構成因子から成り立つ電子伝達系である。すなわち、2 種のヘムタンパク質（チトクローム P-450 及びチトクローム b_5 ）と 2 種のフラビン酵素（NADPH-チトクローム c 還元酵素及び

NADH-チトクローム b_5 還元酵素）とである。これらは主に細胞内の小胞体（endoplasmic reticulum）の膜部分に疎水性相互作用によって結合している（図-1）。小胞体を細胞から取り出すには超遠心分画を行う。一般に 1 万 g で沈殿せず 10 万 g で沈殿するミクロソームフラクションに小胞体が含まれている。

細胞に入った薬物はチトクローム P-450 と結合し、2 種のフラビン酵素とチトクローム b_5 の働きによって 1 個の酸素原子が薬物に導入される。この反応の多くは図-1 に示した水酸化反応で、脂溶性の薬物の多くはこの反応で水にとけやすくなり、分解・排泄が可能となる。

チトクローム P-450（以下、P-450 と略す）は、直接薬物と結合する MFO の重要な構成因子である。P-450 の大きな特徴は、還元剤ジチオナイトで処理したあと一酸化炭素を通気すると、450 nm に極大をもつ吸収変化が現れることで、P-450 の名前はこの性質による（図-2）。P-450 の分子量は生物種によって若干の差異はあるが、おおむね 50,000～60,000 の範囲である。また、P-450 にはさまざまな化学物質によりその活性が増大する誘導現象が知られている。特にフェノバルビタールは有名な P-450 の誘導剤である。さらに多くの生物で、複数の P-450 の分子種（アイソザイム）が存在することが知られている（佐藤, 1983）。

II 昆虫 P-450 の精製・単離

昆虫 P-450 は長い間精製が困難であったが、その理由は、*in vitro* で調整された昆虫 P-450 がきわめて失活し

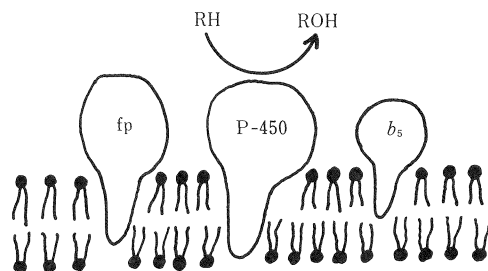


図-1 小胞体膜上における MFO 成分の存在状態モデル（昆野原図）

fp は NADPH-チトクローム C 還元酵素などのフラビン酵素を示し、RH は薬物を示す。小胞体膜成分のリン脂質分子は●印で示した分子の極性部分に 2 本の脂肪酸側鎖がついた型で示されている。

やすかったからである。最近になってこの問題は、コーネル大学の Lee and Scott (1989 a) が報告した緩衝液を使うことにより、ほぼ克服された。彼らが昆虫をホモゲナイズするときに使用した緩衝液は glycerol, dithiothreitol, EDTA, phenylmethylsulfonyl fluoride, 及び 1-phenyl-2-thiourea を含むリン酸バッファーで、この緩衝液を使って調整されたイエバエ腹部の P-450 は、 -80°C で少なくとも 2 か月間は、P-450 活性に変化が見られなかった。

Whelock and Scott (1989) は、この緩衝液を使ってイエバエ腹部から P-450 を調整し、昆虫 P-450 の精製・単離に世界で最初に成功した。彼らが材料に使ったイエバエは LPR というピレスロイド剤抵抗性系統で、感受性の S+系統に比べるとパーメスリンに対して約 6000 倍感受性が低下している。LPR 系統のパーメスリン抵抗性は、P-450 の活性増大が原因であることが明らかにされている (Scott and Georgiou, 1986)。

精製の手順を以下に示す。まず、界面活性剤の一種 CHAPS (チャップス) を使って小胞体の膜から P-450 を分離する。可溶化後、ポリエチレングリコール分画を行って不必要なタンパクを取り除き、次いで phenyl-5PW と DEAE-5PW を担体に用いた HPLC により精製した。こうして精製された LPR 系統イエバエの P-450 (以下、P-450lpr と呼ぶ) は、SDS-PAGE による電気泳動の結果、単一のタンパクバンドとなり、その分子量も 54,300 であることが明らかになった (図-3)。

図-3 には、精製された P-450lpr のほかに、未精製のミクロソーム画分も一緒に泳動されている。よくみると、LPR 系統のミクロソームには P-450lpr に対応する位置に濃いバンドが存在するが、S+系統のイエバエ及びイエバエに近縁の Face fly (*Musca autumnalis*) のミクロソームには、P-450lpr に対応する位置にはっきりしたバ

ンドは認められない。

III イエバエ P-450lpr は他の昆虫にも存在するか？

昆虫の P-450 が、昆虫の種類によって同じなのか異なるのかという問題は、昆虫の進化や殺虫剤抵抗性問題を考える上で重要である。P-450lpr を持つ昆虫はすべてパーメスリンに対して高度の抵抗性を獲得できる能力があると考えていいからである。

異なる種の P-450 が同じかどうかを明らかにするのに、図-3 に示すような SDS-PAGE をいくら眺めても答えは出てこない。最善の方法は、ウェスタンブロッティングなどの抗原抗体反応を使うことである。哺乳動物では、ウサギ肝臓とヒト肝臓の P-450 の一部のアイソザイムに共通性が、またラット肝臓とヒト肝臓の一部のアイソザイムに共通性があることが、それぞれウェスタンブロッティングにより確かめられているが (Barnes et al., 1987; McManus et al., 1988), 果たして昆虫ではどうであろうか。

Whelock and Scott (1990) は、単離したイエバエ P-450lpr からウサギ由来のポリクローナル抗体を作成した。まず彼らはこの抗体を用いるウェスタンブロッティングにより、採集地と殺虫剤感受性の異なる 8 系統のイエバエに P-450lpr が存在するかどうか調べた。その結果、すべての系統のイエバエから P-450lpr が検出された。ただし、P-450lpr が全 P-450 に占める割合は系統間で差があり、殺虫剤抵抗性系統では一般に P-450lpr の占める割合が高かった。例えば、LPR 系統では全 P-450 (0.72 nmol/mg) のうち 68% が P-450lpr であるのに対し、S+系統では全 P-450 (0.15 nmol/mg) のうちわず

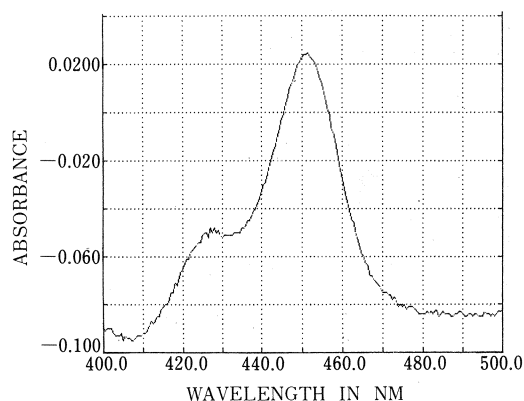


図-2 イエバエ P-450 の還元型 CO 差スペクトル (昆野原図)

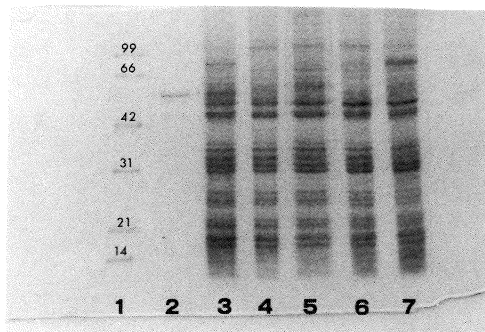


図-3 イエバエ及び Face fly のミクロソームの SDS-PAGE (昆野原図)

1: 分子量マーカー, 2: イエバエ P-450lpr, 3: イエバエ LPR 系統のミクロソーム, 4: イエバエ S+系統 (フェノバルビタール処理) のミクロソーム, 5: イエバエ S+系統のミクロソーム, 6: Face fly (フェノバルビタール処理) のミクロソーム, 7: Face fly のミクロソーム

か6.6%がP-450lprであった。P-450lprの量だけを比べてみると、LPR系統はS+系統より44倍も多くP-450lprを持っていることになる。

以上のように、イエバエではP-450lprはいろいろな系統に普遍的に認められたが、それではイエバエ以外の昆虫種にはあるのだろうか。昆野ら(1991)及びWHEELLOCKら(1991)は、いろいろな昆虫からミクロソームを調整し、ウェスタンブロッティングによりP-450lprがイエバエ以外の昆虫、生物に存在するかどうか調べた。調べたのは、昆虫が4目9種、それにナミハダニとマウス、ラットであるが、イエバエ以外の昆虫、生物にはP-450lprは全く認められなかった(図-4、表-1)。特にFace flyはイエバエと同じ*Musca*属なので期待したが、P-450lprは検出されなかった。

イエバエP-450lprが他の昆虫種に存在する可能性がほとんどないことが明らかになったが、他種の昆虫間ではどうだろうか。SUNDSETHら(1989)は、ショウジョウバエP-450が他の生物にあるかどうか、モノクローナル抗体を使ったELISA法により調べている。それによると、ラット及びヤガの一種*Spodoptera eridania*からポジティブな反応が認められた。ただし、きわめて高濃度の抗体を使った場合だけであった。また、COHENら(1990)

は、アゲハチョウの一種*Papilio polyxenes*のミクロソームに、19の生物種のP-450抗体を反応させるウェスタンブロッティングを行い、ラット、ウサギ、牛、ショウジョウバエ、細菌の一種*Pseudomonas putida*からポジティブな反応を得ている。ただし、得られた反応が本当にアゲハチョウのP-450に対するものか、確認されていない。

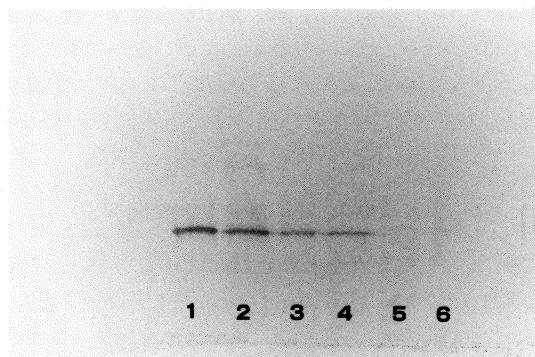


図-4 イエバエP-450lprの抗体を用いたウェスタンブロッティング(昆野原図)

1: イエバエ p-450 lpr, 2: イエバエ LPR 系統のミクロソーム, 3: イエバエ S+系統(フェノバルビタール処理)のミクロソーム, 4: イエバエ S+系統のミクロソーム, 5: Face fly(フェノバルビタール処理)のミクロソーム, 6: Face flyのミクロソーム

表-1 各種昆虫のP-450にイエバエP-450lprポリクローナル抗体を反応させたウェスタンブロッティングの結果(昆野ら, 1991; Wheelockら, 1991)

昆虫種	系統 ^{a)}	発育 ステージ ^{b)}	組織 ^{c)}	チトクローム P 450 (nmol/mg protein)	ブロッティング反応
双翅目					
イエバエ	LPR	A	AB	0.61 ± 0.05	+++
イエバエ	S+	A	AB	0.81 ± 0.03	+
Face fly	LB	A	AB	0.018 ± 0.002	-
Stable fly	LB	A	AB	0.043 ± 0.003	-
ショウジョウバエ	Hikone-R	A	AB+TH	0.18 ± 0.02	-
ショウジョウバエ	Canton-S	A	AB+TH	0.13 ± 0.02	-
ショウジョウバエ	Hikone-R	L	W	0.060 ± 0.001	-
ショウジョウバエ	Canton-S	L	W	0.058 ± 0.003	-
膜翅目					
ミツバチ	WT(+PB)	A	MG	0.092 ± 0.040	-
Carpenter ant	LB	A(queen)	W	0.11 ± 0.03	-
Carpenter ant	LB	A(male)	W	0.29 ± 0.04	-
鱗翅目					
Cabbage looper	LB	L	MG	0.11 ± 0.02	-
Tobacco hornworm	LB	L	MG	0.015 ± 0.003	-
直翅目					
チャバネゴキブリ	Dursban-R	A(male)	AB	0.22 ± 0.02	-
チャバネゴキブリ	CSMA	A(male)	AB	0.22 ± 0.02	-

^{a)}LB: 室内飼育虫, WT: 野生種, PB: フェノバルビタールでP-450活性を増大させた。

^{b)}A: 成虫, L: 幼虫。

^{c)}AB: 腹部, TH: 胸部, W: 全虫体, MG: 中腸。

IV 昆虫の発育と P-450 の関係

WHEELock et al. (1991) は、P-450Ipr の抗体を用いるウェスタンブロッティングにより、イエバエのどの発育段階から P-450Ipr が現れるか調べている。それによると、成虫からは羽化後の日数にかかわらずポジティブな反応が得られたのに対し、卵、幼虫からは全く検出できなかった。一方、蛹からはきわめて弱いながらもブロッティング反応が得られた。この結果、イエバエでは P-450Ipr の生合成が蛹の時に始まることが明らかになった。

V 昆虫 P-450 のアミノ酸配列

これまで2種類の昆虫について P-450 のアミノ酸配列が明らかにされている。一つは、ダイアジノン抵抗性イエバエ (Rutgers 系統) で、フェノバルビタールで P-450 活性を増大させた後、cDNA のシークエンスが行われた (FEYERISEN et al., 1989)。それによると、このイエバエの P-450 は 509 のアミノ酸からなり、分子量は 58,738 であった。アミノ酸配列を既知の他の生物種の P-450 と比較してみると、哺乳動物の CYP3 ファミリーとのホモロジーがもっとも高く、27%の相同性が認められた。

もう一つは、ゴキブリの一種 *Blaberus discoidalis* で、511 のアミノ酸からなり、分子量は 58,485 であった (BRADFIELD et al., 1991)。こちらは哺乳動物の CYP4 ファミリーとのホモロジーがもっとも高く、32~36%の相同性が認められた。

この2種の昆虫 P-450 のアミノ酸配列は、いずれも N 末端に疎水領域を持ち (この部分で膜に結合している)、また C 末端近くにシステインを含む領域を持っている (この部分にヘム鉄が結合する)。これらは、これまで一次構造が決定されている P-450 のすべてに共通する特徴である。

VI 昆虫 P-450 の進化上の位置づけ

1990年10月20日現在、154種の P-450 のアミノ酸配列が決定されているが、NEBERT ら (1991) はこれらのアミノ酸配列の比較から、過去の生物がたどった進化の道筋を推定する方法、すなわち P-450 の系統樹を作成している。アミノ酸配列が決定されているのは、ほとんど哺乳動物と微生物で、植物や昆虫は少なく、必ずしも完璧とは言いがたいが、ある程度進化の過程を探ることができる。

それによると、細菌の P-450 がもっとも古い祖先型で、これにカビ、酵母などの微生物が続く。昆虫は微生物よりは上位だが、動物の中ではかなり下位にランクされている。

おわりに

以上、簡単に昆虫 P-450 の最近の話題をまとめてみた。P-450 研究は哺乳動物や微生物では世界的に精力的に行われているが、昆虫ではまだやっと研究の緒についたばかりという感じである。欧米では昆虫 P-450 の研究者はかなりいるが、日本では、昆虫専門の研究者で P-450 をやっている人はいないといっても過言ではない。この原因は、従来昆虫 P-450 が *in vitro* できわめて失活しやすかったためと思われるが、本報で紹介した LEE and SCOTT (1989 a) の緩衝液を用いれば、どんな昆虫からでも P-450 を安定な状態で取り出せるので、今後、昆虫 P-450 の研究が大いに活発になることを期待したい。

P-450 は昆虫の生活に深くかかわっているのも、昆虫 P-450 の発現・作用機構を解明することは、新しい害虫制御剤の開発、昆虫 P-450 の特質を生かしたバイオリクターの開発、あるいは殺虫剤抵抗性害虫の制御などに大きく貢献するものと考えられる。

引用文献

- 1) BARNES, T.S. et al. (1987): Biochem. J. 248: 301-304.
- 2) BRADFIELD, J.Y. et al. (1991): Proc. Natl. Acad. Sci. USA 88: 4558~4562.
- 3) COHEN, M.B. et al. (1990): Insect Biochem. 20 (8): 777~783.
- 4) FEYERISEN, R. et al. (1989): Proc. Natl. Acad. Sci. USA 86: 1465~1469.
- 5) HODGSON, E. (1985): Comprehensive Insect Physiology Biochemistry and Pharmacology Vol. 11, Pergamon, Oxford. pp. 225~320.
- 6) 昆野安彦ら (1991): 第35回応動昆虫大会講演要旨: 262.
- 7) LEE, S.S.T. and J.G. SCOTT (1989a): J. Econ. Entomol. 82: 1559~1567.
- 8) ———— (1989b): Pestic. Biochem. Physiol. 35: 1~10.
- 9) McMANUS, M.E. et al. (1988): Xenobiotica 18(2): 207~216.
- 10) NEBERT, D.W. (1991): DNA and Cell Biology 10 (1): 1~14.
- 11) 佐藤 了 (1983): 薬物代謝, 講談社, 242pp.
- 12) SCOTT, J.G. and G.P. GEORGHIOU (1986): Pestic. Sci. 17: 195~206.
- 13) ———— et al. (1990): Pestic. Biochem. Physiol. 36: 127~134.
- 14) SUNDSETH, S.S. et al. (1989): ibid. 33: 176~188.
- 15) WHEELock, G.D. and J.G. SCOTT (1989): Insect Biochem. 19: 481~488.
- 16) ———— (1990): Pestic. Biochem. Physiol. 38: 130~139.
- 17) ———— et al. (1991): J. Biochem. Toxicol. 6 (4): 239~246.

わが国で発生しているキウイフルーツの病害

農林水産省果樹試験場興津支場 いえ き ひろ ゆき
家 城 洋 之

はじめに

キウイフルーツがわが国に導入されたのは昭和41年で、それも種子であった。果樹として本格的な栽培が開始されてから十数年が経過し、現在の栽培面積は約5,250 haとなっている。昨年の収穫量は、台風の影響などによって豊作年であった一昨年の約69,000 t余より減少し約36,000 tとなった。

ニュージーランドから導入された当時は、病害虫に強いので防除の必要がないとされていたが、樹齢が10年近くになると各種の病害虫が多発し、生産性への大きな不安定要因となってきた。そのなかでも、生産性に大きく影響する花腐細菌病が昭和58年ごろから西南暖地で発生し始め、現在では主要産地で例年30～80%の発生を見られるようになってきている。また、最近の果実消費量の伸び悩みの原因として、硬く、酸味の強い未追熟の果実が出荷されていることが指摘されている。果実を追熟すると、果実軟腐病が発生して商品価値を低下させるので、追熟したおいしい果実を出荷するには本病対策が重要となっている。

本稿では、わが国で発生が報告された病害の発生状況、発生生態、防除対策などについて紹介する。

I 花腐細菌病 (Bacterial blossom blight)

病原細菌は、*Pseudomonas syringae* の新しい pathovar とされているが(スランら, 1985)、後述のかいよう病菌である *P. syringae* pv. *actinidiae* pv. nov. (瀧川ら, 1989) や、*P. syringae* pv. *syringae*, *P. marginalis*, *P. viridiflava* に近い細菌も分離され、複数の病原細菌が関与していることが示唆されている(神奈川園試ら, 1990)。本病の病徴(図-1)は、開花期に雄ずいが褐変するが、ひどい場合には花蕾期から花器全体が黒変し、開花せずに落下することもある。発病花では受粉が不完全となるため小玉果となったり、奇形果となってしまう。症状が軽い場合でも約40%が奇形果となる。

病原細菌の侵入、感染が開始されるのは花蕾出現期ごろからで、花蕾肥大盛期から萼裂開前ごろにそのピークを迎え、開花期まで続く。本病の発生には、開花期前及

び開花期の降雨が大きく影響し、多雨年ではその発生率が70～80%にもなる。一方、晴天に恵まれると極端に発生量が少なくなる。

防除対策として、萌芽前及び生育期に無機銅剤、抗生物質の散布を行うが必ずしも十分な効果が得られず、薬剤による防除には限界がある。耕種的手法として、花蕾出現期以降開花のおよそ2週間前までに環状剥皮、ノコ目処理を行うことによって、非常に高い発病抑制効果が得られる(表-1)。そのほかに、整枝管理、雨除け栽培などを組み合わせると、より効果的となる。

II かいよう病 (Bacterial canker)

病原細菌は *Pseudomonas syringae* pv. *actinidiae* pv. nov. である(瀧川ら, 1989)。本病原細菌は、もともとわが国に自生するサルナシやマタタビに存在していたものと考えられている(神奈川園試ら, 1990)。本病の症状は大きく二つに分けられ(芹沢ら, 1989)、その一つは、冬



図-1 花腐細菌病(左より健全、軽症、中症、重症花)

表-1 キウイフルーツ花腐細菌病の発生に及ぼす各種処理の影響
(1988年, 千葉暖地園試)

処 理	調査花数	発病率(%)	発病度
環状剥皮*	464	2.7	0.8
ノコ目処理*	873	32.5	13.6
雨除け被覆	138	26.1	14.3
雨除け被覆 +ノコ目処理	339	4.7	2.4
無処理	534	95.6	63.7

* 4月22日処理

季から春先に樹幹や枝に亀裂を生じ、赤褐色の溢出物が、また、外観健全な腋芽や葉痕、剪定痕、枝の分岐点などに白色ないし赤褐色の細菌菌泥の溢出が見られる。他は、晩春から初夏に新たに展開した葉に黄色ハローを伴った2~3mmの褐色の角斑(図-2)がみられ、また、新梢に亀裂を生じて潰瘍状を呈して、やがて先端は萎ちよう枯死する。花芽に感染し、花腐れ症状をも呈する。これらの症状が激しくなると、樹自体が枯死してしまう。

病原細菌は主として気孔から感染するが、水孔、傷口(落葉痕、剪定痕など)からも侵入する。感染時期は、11月下旬から萌芽期の間であり、とくに落葉痕及び1~2月に行う剪定の切り口から容易に菌が侵入する。このように侵入した細菌は、樹体内を樹液の流動に伴って容易に移動する。

本病の発生は、主に神奈川及び静岡県に限定されているが、その他の県では汚染穂木や苗木を持ち込んだ場合にのみみられる。発生は、標高が高く、風当たりが強い園地で、冬季に低温が長く続くような地形で多い傾向がある。

防除対策としては、防風垣の設置を行って感染の機会を少なくするとともに、薬剤散布を行う。薬剤処理法として、罹病樹の治療のため抗生物質を樹幹注入して樹体内の菌密度を低下させるとともに、外部からの感染を防止するため落葉期及び剪定直後に銅剤または抗生物質を、さらに新梢そう生開始期から新梢伸長期に抗生物質を散布する。

本病の発生地が前述のように限定されているので、発病地域からの苗木、穂木の導入を行わず、また、発病が認められた場合は直ちに抜採、焼却を行って病原細菌の根絶を行うのが最善の方策である。

III 果実軟腐病 (Ripe rot)

病原菌は *Phomopsis* sp. と *Botryosphaeria* sp. (橘ら、

1983; 高屋ら, 1986) であり、きわめて多犯性の菌で、現在まだ種は同定されていない。両菌はキウイフルーツの枯れ枝、枯死した樹皮、剪定痕、前年の果梗枝に、また、防風樹や隣接果樹の枯死部にも生息している。降雨の際、これら枯れ枝などに形成された柄子殻から胞子が流れ出して果実に感染する。果実に濃厚感染した場合は表皮の一部分が陥没したり、まれに落果することがあるが、大部分は無病徴で潜在感染している。果実への感染は、落弁直後から急激に増加し、その主感染時期は梅雨期と秋雨期である。

本病は、果実を収穫後数か月間低温(2~5°C)で貯蔵し、食べごろにするため追熟を行うと発生してくる。果皮が親指型あるいはえくぼ型に凹んだ部分を剥皮すると、白色から黄白色の病斑で、周囲が緑色水浸状を呈するもの及び緑色水浸状の病斑が見られる。また、果梗及び果頂部を中心として同心円状に水浸状に腐敗する軸腐症状が発生する(図-3)。

本病対策として、生育期の耕種的防除と薬剤による防除、さらに果実を追熟する際に発病を抑制する方法がある。耕種的防除法として、病原菌が生息し伝染源となる枯れ枝や前年の果梗枝の切除、さらに枝、葉が繁茂すると棚下が暗くなり、降雨の際果実の乾きが遅くなり、病原菌による感染が容易となるので、通風、採光を良くするための剪定や夏秋枝の切除を行う。生育期の防除は、落弁直後から梅雨明けまでの間に2~4回、また、篤農家では秋雨期に1~2回薬剤を散布する。また、幼果期から収穫期までの間袋掛けすると発病を抑制することができる。しかし、激発時ではその防除効果が低い。

貯蔵した果実を食べごろにするため20°C前後でエチレン処理によって追熟が行われているが、この処理は発病を助長しているようである。筆者らは、追熟剤(甘熟パック、白石カルシュウム製)を15°Cで処理すると約8日間という短期間で食べごろとなり、かつ本病の発生を

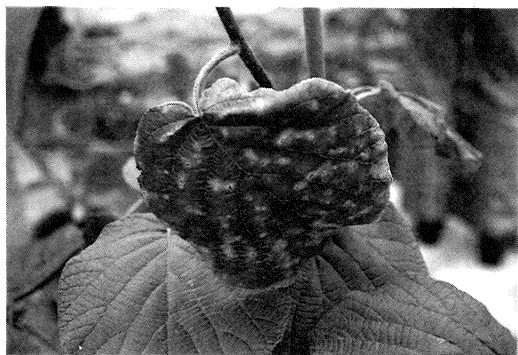


図-2 かいよう病

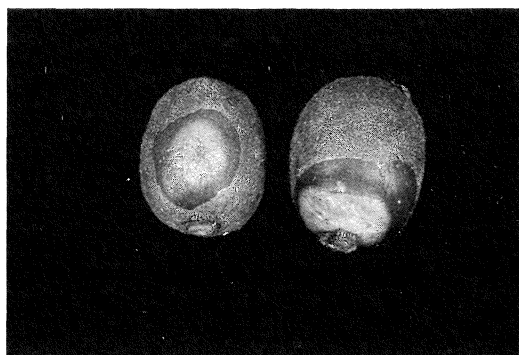


図-3 果実軟腐病

著しく抑制することに成功した(表-2)(IEKI and YAMANAKA, 1991)。甘熟パックはエチレン, アセトアルデヒド, エチルアルコール, 一酸化炭素, 水素ガスを放出し, その中のアセトアルデヒドガスが本病原菌の生育を静菌的に抑制するとともに(表-3), これらガス成分によって15°Cで短期間に追熟を行うことができる相乗効果によって発病を抑制する。ただ, 処理温度が20°Cになると発病抑制効果及び病原菌に対する生育抑制効果がみられなくなるので, 処理温度には十分注意する。甘熟パッ

表-2 甘熟パック及びエチレンによるキウイフルーツ果実の追熟と果実軟腐病の発生

処理温度	処 理	果実軟腐病	
		発病果率(%)	発病度
20°C	甘熟パック	45.7	17.1
	エチレンガス(500 ppm)	54.3	34.9
	無処理	37.1	15.4
15°C	甘熟パック	13.3	6.7
	エチレンガス(500 ppm)	53.3	17.7
	無処理	33.3	17.3
10°C	甘熟パック	13.3	2.7
	エチレンガス(500 ppm)	16.7	3.3
	無処理	13.3	8.0*

1 処理区当たり 30 個の果実を厚さ 0.03 mm のポリエチレン袋に入れて追熟し, 15 日目(*無処理区は 24 日目)に腐敗果を調査した。

表-3 キウイフルーツ果実軟腐病菌の生育に及ぼす甘熟パック及び各種ガスの影響

処 理	<i>Botryosphaeria</i> sp.		<i>Phomopsis</i> sp.	
	FB-22	FB-55	FP-20	FP-26
甘熟パック	0**	0**	0**	0**
甘熟エチルアルコールパック	76	101	80 ^b	84 ^b
アセトアルデヒドガス				
1000 ppm*	0**	0**	0**	0**
500 ppm*	31 ^a	28	17 ^a	0**
エチレンガス				
500 ppm*	91	101	92	88
50 ppm*	96	94	96	86
一酸化炭素ガス				
40 ppm*	99	105	108	109
20 ppm*	92	97	95	99
水素ガス				
1000 ppm*	90	83	109	107
500 ppm*	98	117	105	97
無処理	100	100	100	100

供試菌を植え付けた PDA 平板 3 枚を厚さ 0.03 mm のポリエチレン袋に入れ, 甘熟パック, 甘熟エチルアルコールパック, アセトアルデヒドガス, エチレンガス, 一酸化炭素ガス, 水素ガスを処理した。15°Cの定温器に置き, 8 日目に菌糸の生育量(菌叢半径)を測定し, 無処理を 100 とした場合の指数で示した。

* : 処理開始 0, 2, 4, 6, 8, 12, 20, 25, 32, 48 時間後に処理

** : 処理終了後菌糸が正常に生育

^a : 気中菌糸が極めて粗, ^b : 粗

クの実用的使用法は, 出荷する際に一箱当たり 30, 33 個というふうに箱詰めした果実の上に一個置いて, ポリエチレンフィルムで包み込んで梱包する。また, 多量の果実を追熟する際には, コンテナ内のポリエチレン袋に果実と甘熟パックを数個入れ, 15°Cで追熟を行うと, 約 8 日目には食べごろとなる。ただ, 果実の体質, 収穫後からの貯蔵期間の長短及び輸送温度によって追熟に要する日数が多少増減するので, 注意が必要である。

IV 灰色かび病 (Grey mold)

本病はきわめて多犯性の *Botrytis cinerea* によって起こる(三好ら, 1992)。同一病原菌によってカンキツ, ブドウ, カキやイチゴなどの果樹, 野菜でも本病が発生する。キウイフルーツでは花卉に発生するものと, 果実を低温で長期間貯蔵したときに軟化, 腐敗を起こすもの, とがある。前者は, 開花時に降雨が続くと, 花卉に灰色かび病菌が繁殖し, それが幼果に付着すると, 付着した部分の毛茸が褐変して, 時に果実表面が汚染されたり, 落果することがある。後者では, 果実を低温で長期間貯蔵すると果梗部から軟化, 腐敗するとともに, 表皮上に灰色の菌糸や胞子または黒色の菌核が形成される。果実での発病は, 開花時の花卉での発病が果実へ潜在感染するものではなく, 収穫時の果梗部, 傷口から病原菌が侵入すると考えられる。果実 1 個が発病すると, 隣接果実へと接触伝染し, 箱内の果実全部が腐敗することもある。

防除対策としては, 開花期の発病には園内の通風, 採光を良くするための間拔, 剪定を行うとともに, 開花期に薬剤散布を行う。一方, 貯蔵中の発病に対しては, 収穫前に薬剤を散布するとともに, 収穫の際果実に傷をつけないようていねいに取り扱う。また, 貯蔵中には定期的に点検を行い, 腐敗果を早期に取り除く。

V その他の病害

ミカン, ブドウ, ウメなどからの転換園で白紋羽病(White root rot)による樹勢衰弱, 枯死が 1982 年ごろより神奈川県, 広島県で報告された(牛山ら, 1987)。病原菌は *Rosellinia necatrix* であり, ほとんどの果樹を侵す多犯性の菌である。キウイフルーツの根は罹病しやすく, また, 埋没した剪定枝にも本病原菌が容易に寄生するので, 剪定枝などの生枝は園内に埋没しないようにする。

最近, 苗木及び成木の地際部や根にコブを生じる根頭がんしゅ病の発生が報告された(SAWADA and IEKI, 1991)。病原菌は *Agrobacterium tumefaciens* で, 生理型は biovar 3 と既知の生理型に該当しないものが得られてい

る。生物防除に用いられている *A. radiobacter* strain 84 は本病原菌である biovar 3 に対して防除効果がみられない。

そのほかに、8 月下旬ごろより、原因は不明であるが落葉性褐斑症状が報告されている。

お わ り に

キウイフルーツが新しい果樹として導入され、栽培が開始されてから十数年が経過し、その間に各種病害が発生し、その原因究明が要望された。それに対して、研究が進められ病気として同定されるとともに、防除対策が確立された。しかし、まだ解明されない点も多く、また、年月の経過とともに新しい病害が発生し問題化してくる

ことが考えられるので、さらに研究を推進して生産の安定化に努める必要がある。

引 用 文 献

- 1) IKEI H. and Y. YAMANAKA (1991): N. Z. Jour. Crop and Hort. Sci. 19: 399~403.
- 2) 神奈川県園芸試験場・千葉県暖地園芸試験場・静岡県果樹試験場 (1990): 中核研究成果, 1~177.
- 3) 三好孝典・橋 泰宣(1992): 日植病報 58: 132~133(講要).
- 4) SAWADA H. and H. IEKI (1991): Plant Diseases 76: 212.
- 5) 芹沢拙夫ら (1989): 日植病報 55: 427~436.
- 6) スラン・カンジャナライら (1985): 九病虫研究会報 31: 229.
- 7) 橋 泰宣ら (1983): 日植病報 49: 403 (講要).
- 8) 高屋茂雄 (1986): 果樹試報 E 6: 85~89.
- 9) 瀧川雄一ら (1989): 日植病報 55: 437~444.
- 10) 牛山欽司ら (1987): 関東東山病虫研報 34: 107~108.

(4 ページより続く)

時間種粒浸漬, 専用の種子消毒機を用いて乾燥種粒重量の 3%の量の希釈液を種粒に吹付け処理, 稲 (箱育苗) イネガレセンチュウ: 硬化期~移植前日: 7 回以内: 育苗箱 (60×30×3 cm 使用土壌約 5 l) 1 箱当り 500 ml を散布する。麦: アブラムシ類・アワヨトウ: 7 日 1 回, りんご: アブラムシ類・ナシヒメシンクイ・ハマキムシ類・ナシグンバイ・クワコナカイガラムシ・アメリカシロヒトリ: 14 日 5 回, 西洋なし・日本なし (有袋栽培): アブラムシ類・シンクイムシ類・ハマキムシ類・ナシグンバイ・ナシホソガ・ナシチビガ・カメムシ類・クワコナカイガラムシ・アメリカシロヒトリ: 7 日 6 回, 日本なし (無袋栽培): アブラムシ類・シンクイムシ類・ハマキムシ類・ナシグンバイ・ナシホソガ・ナシチビガ・カメムシ類・クワコナカイガラムシ・アメリカシロヒトリ: 21 日 6 回, もも: アブラムシ類・モモハモグリガ・ナシヒメシンクイ (心折防止)・ナシヒメシンクイ・モモシンクイ・ハマキムシ類・クワシロカイガラムシ・カメムシ類・クワコナカイガラムシ: 3 日前まで: 散布, かき: ハマキムシ類・カキノヘタムシガ・カキホソガ・フジコナカイガラムシ・オオワタコナカイガラムシ・カメムシ類・イラガ類・アメリカシロヒトリ・ミノガ類 (若令幼虫): 30 日 3 回, かんきつ: アブラムシ類・ハマキムシ類・サンホーゼカイガラムシ・スリップス類・カメムシ類・カネタタキ・ミカンツボミタマバエ・ケシキスイ類・コアオハナムグリ: 14 日: 散布, おどろ: アブラムシ類・フタテンヒメヨコバイ・ブドウスカシバ・ブドウトリバ・ハマキムシ類・ブドウトラカミキリ・クワコナカイガラムシ: 21 日 2 回, おうとう: アブラムシ類・ハマキムシ類・ナシグンバイ・アメリカシロヒトリ: 14 日 2 回, びわ: アブラムシ類: 3 日前まで: 散布, うめ: アブラムシ類・アメリカシロヒトリ・ハマキムシ類: 21 日 2 回, いちご (露地): アブラムシ類: 7 日 4 回, セルリー: アブラムシ類: 14 日 2 回, ほうれんそう: アブラムシ類: 21 日 2 回, ねぎ: アブラムシ類・スリップス類・ネギコガ: 14 日 2 回, たまねぎ: アブラムシ類・スリップス類: 21 日 2 回, トマト: アブラムシ類・オオニジュウヤホシテントウ: 7 日 3 回, なす・ピーマン: アブラムシ類・テントウムシダマシ: 3 日以内: 散布, きゅうり (露地): アブラムシ類・スリップス類: 前日まで: 散布, きゅうり (施設): アブラムシ類・スリップス類: 3 日前まで: 散布, すいか・メロン・しろり: アブラムシ類・スリップス類: 3 日前まで: 散布, かぼちゃ: アブラムシ類・スリップス

類: 前日まで: 散布, にんじん・ごぼう: アブラムシ類・スリップス類: 30 日 2 回, 豆類: シロイチモジマダラメイガ・ダイズサヤタマバエ・カメムシ類・マメヒメサヤムシガ・アブラムシ類・マメシンクイガ: 21 日 4 回, あずき: フキノメイガ: 21 日 4 回, 茶: コクモンハマキ・チャノホソガ: 20 日 2 回, 一般樹木: アメリカシロヒトリ: 6 回以内: 散布, まめ科・いね科牧草: ヨコバイ類・アブラムシ類・ウンカ類・ウリハムシモドキ・ゾウムシ類: 6 回以内: 散布, ばら・きく: アブラムシ類: 6 回以内: 散布, つつじ: グンバイムシ類: 6 回以内: 散布, カーネーション: スリップス類: 6 回以内: 散布, 芝: コガネムシ類 (幼虫): 発生初期: 6 回以内: 3 l/m² 散布, 芝: シバツツガ・スジキリヨトウ: 発生初期: 6 回以内: 1~2 l/m² 散布, 桑: クワゾウムシ (成虫): 成虫発生期: 6 回以内: 散布

BPMC 乳剤

BPMC 50.0%

アグロスバッサ乳剤 (4.5.20)

18134 (アグロス)

稲: ツマグロヨコバイ・ウンカ類: 7 日 5 回, なす・きゅうり: ミナミキイロアザミウマ: 3 日 3 回, ピーマン: ミナミキイロアザミウマ: 7 日 3 回, すいか・メロン: ミナミキイロアザミウマ: 前日まで: 4 回以内: 散布, 茶: ミドリヒメヨコバイ: 21 日 2 回

『除草剤』

ナプロアニリド・プロモブチド・メフェナセット粒剤

ナプロアニリド 7.0%, プロモブチド 4.0%, メフェナセット 3.5%

アグロスシンザン粒剤 (4.5.20)

18133 (アグロス)

移植水稻: 水田一年生雑草・マツバイ・ホタルイ・ウリカワ・ヘラオモダカ・ミズガヤツリ・ヒルムシロ: 移植後 5~12 日 (ノビエ 2.5 葉期まで, 但し, 北海道はノビエ 2 葉期まで): 1 回: 湛水散布: 東海・北陸以北の普通期及び早期栽培地帯, 移植水稻: 水田一年生雑草・マツバイ・ホタルイ・ウリカワ・ヘラオモダカ・ミズガヤツリ・ヒルムシロ: 移植後 5~12 日 (ノビエ 2.5 葉期まで): 1 回以内: 湛水散布: 近畿以西の普通期及び早期栽培地帯, 移植水稻: アオミドロ及び藻類による表面はく離: 移植後 5~12 日 (ノビエ 2.5 葉期まで): 1 回: 全域の普通期栽培地帯 (北海道を除く)

キイロマイコガのキウイフルーツにおける生態と防除

静岡県柑橘試験場落葉果樹分場 たか はし あさ お
高 橋 浅 夫

はじめに

キイロマイコガ (*Stathmopoda auriferella* WALKER) は、わが国以外にも広く分布し、国外では多くの植物、例えばナツメ、ザクロ、ヒマワリ、アボガド、マンゴー、ミカンの花序、果実、葉などを加害することが記録され、わが国でも初夏から秋にかけて各地で普通にみられる小型の蛾である (森内, 1982)。

害虫として問題にされたのは、岡山県のモモで1930年ごろである。松本 (1950) によると、その当時、モモの被害果の約50%が本種の咬み傷によるとされ、ナシへの寄生の可能性や熊本県のリンゴ果窪部を食害するリンゴキイロコガとした虫 (高橋, 1930) も、本種ではないかと指摘している。

その後、わが国ではブドウの果房の食害報告がある (森内, 1982) が、岡山県での発生以来、特に果樹類の重要害虫として記録されることもなかった。10数年前からキウイフルーツ (以下、キウイ) が栽培されるようになって、ふたたび「害虫」化してきた。そして、東日本から西日本にかけてキウイでは数少ない防除対象害虫の一つとなっている。

以下では、キウイ園におけるキイロマイコガの害虫としての位置づけや発生経過を中心に、松本 (1950) の報告に若干の補足を試みてみた。

I 被害

キウイの幼果期に寄生する小蛾類は、キイロマイコガをはじめ、リンゴコカクモンハマキ、ホソバチビヒメハマキ (高橋, 1987) や、ツマスジトガリホソガ (マダラトガリホソガ)、カクバネキバガ (児玉, 1987) などとも知られている。

一般的には果実を食害するハマキムシ類といわれていたものは、キイロマイコガが主要な加害種とされ (広島県, 松本, 1988)、まれに、ホソバチビヒメハマキの多い圃場がみられた。

これら小蛾類個々の様相、特徴は、加害時期によっても異なる。また、被害を発見したときには虫がみられず

加害種の特定は困難であるが、被害の発生経過を追いつながら、虫の確認や果の状態から主要な加害種を推定している。

キイロマイコガの幼虫は、果実の重なりあった間やへたの部分、果頂部などに比較的しっかりした白い糸でつづった巣をかまえ、表皮などを食害している。食害されたところは、表皮がコルク化して果実の商品価値を低下させる (図-1)。果実に穴があいたり、カメムシの被害のような亀裂果にはならない。

圃場における発生程度を放任園の例でみると、表-1のとおりである。主として加害虫が認められる時期の被害状況であるが、浜松市のキウイ園ではキイロマイコガが

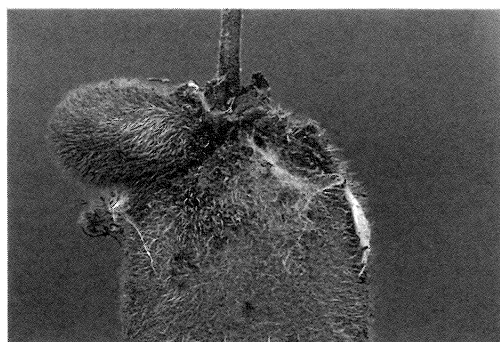


図-1 被害果 (幼虫の巣とまゆ)

表-1 キウイ園における果実加害虫とその被害 (静岡県)

場合	年次	調査 月日	調査 果数	寄生害虫数 ^{a)}			被害果率 (%)		
				マイ コガ	ハマ キ	カメ ムシ	マイハマ コガ	ハマ キ	カメ ムシ
浜松市	1983	6.09	500	0	0	0	0.0	0.0	0.0
		7.19	500	19	4	0	22.6	2.0	5.2
	1984	6.20	500	0	6	0	1.2	0.0	
		7.28	500	12	0	0	15.0	0.0	
磐田市	1989	6.03	500	5	0	0	2.4		0.0
		7.28	500	5	0	0	12.4		0.0
		11.27	500	0	0	0	11.8		0.0
	1990	6.16	200	1	0	0	5.5		0.0
		7.16	200	10	0	0	17.5		0.0
		11.09	200	0	0	0	20.0		0.0

^{a)}: 調査果数当たりを示す。略称害虫はマイコガ: キイロマイコガ、ハマキ: リンゴコカクモンハマキ・ホソバチビヒメハマキ、カメムシ: チャバネアオカメムシ

優占的に多くみられ、1983 年には 22.6%が本種の被害とみられた。また、磐田市でもほぼ同様で、ここでも毎年 10%以上の被害果が認められ、その大部分が本種とみられた。

一般栽培園の被害状況として、表-2 に示したのは、静岡県生産団体が毎年行っている樹園地の共進会に「出品」された優良園での結果である。各園地とも幼果期に 1 回程度殺虫剤が散布されていることもあってか、全般には小蛾類とみられる被害果はきわめて少ない。まれに、5%から 10%の発生園がみられることがあり、油断をすると問題になるようである。

II 発 生 経 過

キウイ園における成虫の発生状況を把握するために、直径 3.5 cm、長さ 8 cm のガラスチューブに、キロマイコガの処女雌 2 頭をいれた粘着トラップを園の棚面下に設置して雄成虫の誘殺状況を調べてみた (図-2)。

1989 年の例では、雄成虫は 6 月上旬から下旬にかけて、7 月下旬から 8 月上旬にトラップに誘殺されて二山

表-2 害虫による果実被害(静岡県)10月中旬, 1園場200果調査

年次	調査園場数	被害果率(%)			
		小蛾類		カメムシ	
		$\bar{X}$	max	$\bar{X}$	max
1986	15	1.9	3.0	0.5	3.0
1987	6	0.2	1.0	1.1	3.5
1989	13	0.5	1.0	1.2	9.5
1990	14	1.3	6.0	0.3	2.5
1991	13	2.4	10.0	1.3	6.0

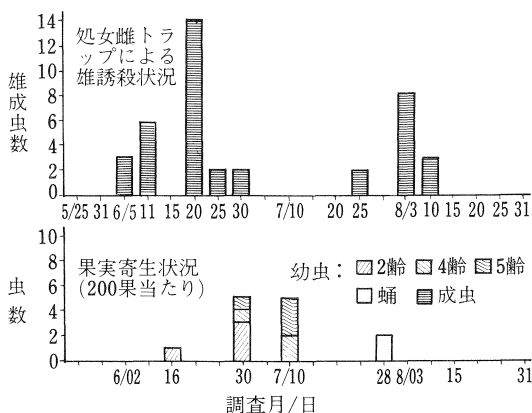


図-2 キウイ園におけるキロマイコガの発消長(1989, 磐田市)

型を示した。

一方、キウイ果実上での寄生状況は、第一世代とみられる若齢幼虫が 6 月中旬ごろからみられ、7 月中・下旬に蛹化しているのみであった。これは、表-1 に示した磐田市と同一園場での調査で、被害果の推移からみて 2 世代目幼虫の加害はほとんどなかったものと思われた。他県の例でも同様の報告がされており、本種による果実加害の主体は幼果期に多いのが一般的ようである。

III 個 生 態

1 発育速度

表-3 は、人工飼料(シルクメイト 2s)を用いて、1 日 16 時間照明下の各温度条件でキロマイコガを飼育した結果である。供試した 18°C から 31°C の温度段階では、松本(1950)のモモでの飼育結果と同様に、幼虫はすべて 5 齢を経過して成虫にまで発育した。また、各温度とも性の違いによる発育日数に差はみられなかった。

25°C の飼育条件で各発育所要日数をみると、雌の例で卵期間: 7 日, 幼虫: 22.4 日, 蛹: 10.7 日, 産卵前期間: 1.4 日で、1 世代の所要日数は約 40 日前後であった。

また、幼虫の発育零点と有効積算温量はそれぞれ 13.5°C, 281 日度であった。

また、18°C 及び 20°C では、若齢期の死亡虫が比較的多く、発育が不ぞろいであった。

一方、高温側の 31°C でも、幼虫の発育遅延現象ならびに産卵量や産下された卵のふ化率の低下などがみられた。

本種の生育適温は 22°C から 28°C、とくに、24°C 前後とみられた。

2 世代経過

本種は、岡山県では年 2 回の発生で、老齢幼虫で冬を

表-3 キロマイコガの温度別発育日数・産卵数(雌)(餌:シルクメイト 2S)(1990)

温度 (℃)	供試 虫数	発育所要日数 (日)							産卵 数 (X)
		卵		幼虫		蛹		計	
		$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S	$\bar{X}$	S		
18	26	13.8	1.35	49.0	6.38	19.9	1.92	82.7	8.1
20	19	—	—	41.8	4.21	19.4	2.39	—	31.7
22	37	8.2	0.55	33.9	2.38	15.4	1.40	57.5	84.2
24	36	—	—	25.0	1.32	11.1	0.79	—	—
25	41	7.0	0.15	22.4	1.15	10.7	0.90	40.1	101.8
28	33	4.3	0.45	19.0	1.06	8.9	0.24	32.2	71.0
31	28	—	—	17.7	1.39	7.6	0.56	—	7.1
発育零点 (℃)		13.5		13.2					
有効積算温量(日度)		281		142					

越すとしている。第二世代目の幼虫をモモの小枝を与えて飼育した結果、9月中旬に5齢になった幼虫は10月下旬ごろまでは食害を続けて、そのまま越冬している（松本、1950）。

キウイ園における調査では、いまだに第二世代幼虫や越冬個体の確認ができていない。第一世代目の蛹から羽化した成虫は室内で産卵し、その卵はふ化するので、モモと同様、年2回発生の可能性は認められた。

そこで、幼虫の日長反応について調べてみた。24℃以下に設定した部屋に茶箱を置いて、24時間単位の6段階の異なった照明区を作り、16時間照明下で産下させ、ふ化した幼虫をそれぞれ個体飼育した（図-3）。

すべての日長条件で成虫にまで発育し、途中死亡虫も大きな差はみられなかった。しかし、幼虫の発育速度をみると、14時間照明までの長日区に比べ、12時間以下の区（以下、短日区）では、4齢期及び、5齢期に発育の遅延がみられた。長日区はふ化後34日ごろ一斉に羽化した。短日区では65日から70日と1か月遅れ、不斉であった。また、その間にあたる13時間30分区では、一部に生育遅延が起り、13時間区では長日区と同様な発育をしたものは少なかった。さらに、短日区での羽化成虫は産卵しないで死亡する個体が多かった。

幼虫は短日日長条件のみでは老齢幼虫期の生育遅延のみで完全な休眠状態とはならないが、さらに温度条件が加味されて、松本（1950）が述べているように、幼虫態での越冬の可能性が認められた。

3 産卵習性

キウイ果実で飼育され親になった雌成虫に、1%ハチミツ液を与え産卵状況を調べた。25℃で雌の平均生存日数は12.7日、平均産卵数は101.8粒、最高225粒であった。産卵は、羽化後2～3日から1週間ほどの間に集中し、1日当たり平均10粒から20粒で、最高77粒の個体もみられた（図-4）。

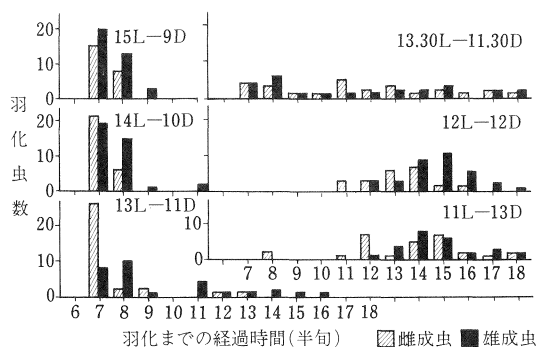


図-3 異なる日長条件で飼育したキイロマイコガの羽化状況

産卵場所としては、好んで果実部に行くようで、網室試験でみると、比較的へたに近い果実上部の毛の間に点々と産卵し、枝や茎葉部にはほとんどみられなかった（図-5）。

おわりに

キイロマイコガの成虫は開張10～15 mmの小型の蛾で、隙間に産卵する性質があり、キウイでは条件が良いと果実部を中心に100個前後の卵を産む。卵は白色であるが、やがて橙黄色に変わりふ化する。

幼虫は隙間を利用して糸を張って巣をつくり、その中で生活し糞や脱皮殻を近くに排出する。若齢幼虫は頭部が黒色でその他は褐色、老熟した5齢幼虫は10 mm内外となり、頭部は艶のある黒色、胴体は黒褐色で刺激を与えると活発に反応する。松本（1950）は、モモの果実だけでなく果梗、枝梢の外皮、花卉、葉片等を食餌とするとし、キウイでも果実のへたや果頂部にいて必ずしも果実のみを食害しているわけではない。既存の植物以外に多くのもので生存発育している可能性がある。

老熟幼虫は果実や葉の接触場所付近に繭状の蛹化場所をつくり、1～2日後に茶褐色をした蛹となる。

野外における生活史は、ほとんど明らかにすることは

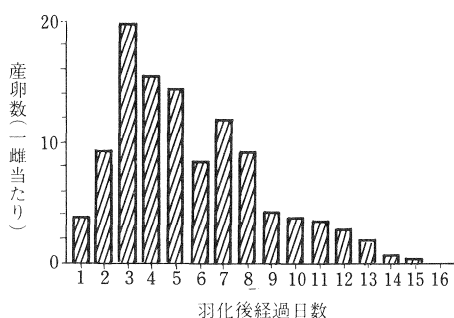


図-4 キイロマイコガ産卵経過

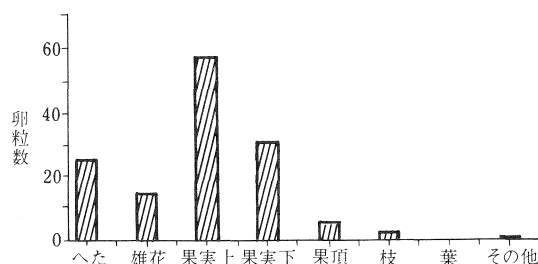


図-5 キイロマイコガの産卵場所

1990.6/1, 6/7 キウイ網室, 雌20匹放飼

できなかったが、キウイ園でも成虫が2回発生し、第一世代目の幼虫は6月中旬から7月中旬にかけて幼果に寄生する。

しかし、圃場における数年間の調査では、第二世代目の発生は認められていない。被害果も二世世代目の加害により増加した例はみられていない。したがって、防除は第一世代幼虫期を対象にその幼虫の巢の多少を目安にして、6月中・下旬に1回行えばよい。

キウイでも、最近安全使用できる農薬が多くなり、キイロマイコガには、数種の合成ピレスロイド剤が登録されている。これらの薬剤は、ちょうどこの時期に行われる果実軟腐病の防除薬剤との混用が可能なので、同時防除が現実的である。

また、その他の小蛾類も、やはり同時期に果実に寄生するので、同時に対応できる。

なお、現在発生の多い園地はごく限られており、過去のモモでの発生と同様な経過をたどるのか、恒常的にキウイの害虫となっていくのか、今後発生変動要因の検討とともに興味深い。

引 用 文 献

- 1) 児玉 行 (1987): 農薬グラフ 101: 11~14.
- 2) 松本 要 (1988): 今月の農業 32 (4): 95~98.
- 3) 松本鹿蔵 (1950): 岡山農試臨時報告 46: 161~175.
- 4) 森内 茂 (1982): ニセマイコガ科. 井上 寛ら, 日本産蛾類大図鑑, 講談社, 東京, p.257.
- 5) 高橋浅夫 (1987): 静岡柑試研報 23: 31~35.
- 6) 高橋 奨 (1930): 果樹害虫各論上, 明文堂, 東京, pp. 288~289.

学 界 だ よ り

○「植物保護とバイオテクノロジー」10周年記念シンポジウムの開催

主 催: 日本農薬学会・農薬バイオテクノロジー研究会
日 時: 平成4年10月16日(金) 10:20~16:45

場 所: 大阪市立工業研究所

〒 536 大阪市城東区森之宮 1-6-50

電話: 06-969-1031

JR 西日本大阪環状線森之宮駅(大阪駅から外回りで5駅目), または地下鉄中央線森之宮駅下車, 東へ300m 赤十字血液センターを北へ300m, 森之宮小学校北側(徒歩約10分)。

プログラム: 10月16日(金) 開会 10:20

1. 大村武史氏, 屋柰下 亮氏, 長澤れんり氏(ジャパン・ターフグラス): 芝草育種へのバイオテクノロジーの利用——RFLP分析を用いた芝草類の遺伝変異の解析について——

2. 藤村 真氏(住友化学): 農薬の作用点とその遺伝子解析——殺菌剤を中心に——

3. 田中伸和氏(ダイセル化学): 毛状根とその利用法

4. 岡田清孝氏(岡崎国立共同研究機構基礎生物学研究所): 花の形成にかかわる遺伝子群

5. (特別講演)

深海 浩氏(立命館大学): 植物保護と化学生態学

参加費: 4000円

連絡先: 〒 351-01 埼玉県和光市広沢 2-1

理化学研究所 昆虫生態制御研究室 松本正吾氏

電話: 0484-62-1111(内線5035) FAX: 0484-62-4678

協 会 だ よ り

○第67回理事会, 第48回通常総会を開催

5月28日, 午後1時30分から虎ノ門パストラルにおいて第67回理事会及び第48回通常総会が開催された。

出席者は118名であった。

定刻, 岩本常務理事が開会を宣し, 梶原理事長が開会の挨拶を行った。

【通常総会議事内容】

梶原理事長が議長となり, 岩本常務理事が提出議案の説明を行い, 審議が行われた結果, 平成3年度事業報告及び収支決算並びに損益計算報告案, 4年度事業計画及び収支予算案等(通常会費の500円から1,000円への値上げを含む)はすべて原案どおり議決された。

役員人事については, 宮城県植物防疫協会の代表者の交代並びに北海道植物防疫協会宇井理事の死去に伴い, 次の理事の交代等が承認された。

[就任]

[辞任]

加藤秀市 (宮城県植物防疫協会) 大沼茂三

赤井 純 (北海道植物防疫協会)

なお, 平成4年度収支予算は次のとおり。

【平成4年度収支予算】 (千円)

	予算額	前年度予算額	増減
公益一般会計	289,760	305,623△	15,863
公益委託試験会計	2,564,619	2,399,150	165,469
収益事業会計	178,152	168,370	9,782
国庫委託費会計	13,973	7,141	6,832
計	3,046,504	2,880,284	166,220

発生予察シミュレーションモデルの検証と改良

——BLASTL と PBLAST を例として——

農林水産省農業研究センター

いし
石

ぐろ
黒

きよし
潔

I 発生予察の目的と病勢進展のモデル化の手法

立平 (1986) は「予測」というものを割切って表現すれば、「情報収集は予測のため」、「予測は対策のため」の二句で換言できるとしている。このことは病害の発生予察にもよく当てはまる。すなわち、発生予察研究の最終目標は、植物病害の流行過程をよく理解した上で病勢進展や減収被害の予測を行い、それに基づいて適切な対応策を提示することである。しかし、一般に下線部にまで配慮した研究例は少ない。

モデル化とは、現実の現象をなんらかの形で単純化することである。植物病害の流行進展についても種々モデル化の手法があり、いくつかのタイプに分類される。分類の方法は研究者によって多少異なるが、まず統計的モデル (statistical model) と機構的モデル (mechanistic model) に分類し、後者を解析的モデル (analytical model) とシミュレーションモデル (simulation model) に分けることが多い。

統計的モデルは、過去に得られた多数組のデータから一定の統計学的手法によって多項式等を導くもので、重回帰式などがその代表例である。統計的モデルは、生物学的な因果関係の解釈ができない場合が多いこと、あるいはモデル算出に用いたデータを収集した時点から品種や作付方式などが変わってしまうと、もはやモデルが使用できないなどの欠点が指摘されてきた。加えて、モデルの目的変数として発病度や病害の発生面積の予測値を算出してみても、それだけでは適切な対応策を検討することが困難なため、統計的モデルは、発生予察の最終目標である「適切な対応策の提示」にまで至らないという大きな欠点を有する。

機構的モデルとは、種々の発病過程のサブモデルを積み上げて病勢進展を記述したモデルで、一般には後述のシミュレーションモデルのことを指す場合が多い。このうち解析的モデルとは、現象を極端に単純化して1~数個の微分方程式などで表わす手法である。VANDERPLANK

(1963) が、時間の経過に伴う病勢進展に対して提案したロジスティック式などがその好例である。これらの式の各パラメータには、「伝染速度」などの生物学的な意味合いを当てはめることが可能で、複雑な要因が絡み合った病害の流行過程を抽象化・単純化し、流行に関与する要因の本質的な性質を研究できる特徴がある。しかし、そのために多くの要因を無視せざるをえないので、発生予察への利用には向かない。

一方のシミュレーションモデルとは、現象を極端に単純化するのではなく、病原菌の生活史の各段階(例えば、胞子の形成や発芽)などに関する量的知見を積み上げて実際の病害発生過程を模倣しようとするものである。一般にこのモデルはきわめて多くの数式の集合となり、コンピュータの使用が前提となる。この手法を植物病害の流行解析に導入したのは、WAGGONER and HORSFALL (1969) のトマト輪紋病の発病モデル EPIDEM が嚆矢とされる。この手法は、これまで蓄積されてきた植物病理学上の研究成果が利用でき、病害流行の変動要因の解析や病勢進展の予測が可能と考えられたため、多数の病害についてシミュレーションモデルが発表され、発生予察を目的にしたものも多い。

しかし、病勢進展の予測だけを目的にしたモデルを作成したり、その予測精度だけを論議することは片手落ちである。シミュレーションモデルが発生予察に有効な理由は、作成したモデルによってシミュレーション実験を行うと、各種の対応策を講じた場合の発病程度の予測が可能であり、その予測結果に基づいて適切な対応策が検討できるという点にある。

CAMPBELL and MADDEN (1990) は、植物病害研究におけるシミュレーションモデル研究の現状は、1970 年代初頭の夢多き時代に抱かれた期待に十分応えたものとはなっていない、と総括している。その理由として、①シミュレーションモデルの構築が、あたかも研究の最終産物となってしまう、その利用までの努力がなされていない例が多いこと、②そのシミュレーションモデル中に不完全な部分が一部あっても、モデルを開発した研究者は定量化などが完璧に成し遂げられたかのような一般的見解を述べがちであり、それに対して、他の植物病理学者がその部分の不合理性からシミュレーション手法そのものを批判するという、不毛の論議になっていることを挙げて

いる。

筆者らは、これまでイネいもち病のうち葉いもち流行を BLASTL (橋本ら, 1984), 穂いもち流行を PBLAST (石黒 1986, 石黒・橋本; 1987, 1989) と称するシミュレーションモデルで記述し、発生予察への実用的利用を目指してきた。そこで、上記のような指摘に対していくつか明確にしておくべき課題があると考えられたので、これらのモデルを例として、モデルの検証とモデルの感度分析について考察を試みたい。

II BLASTL, PBLAST を例にしたモデルの検証

モデルの検証とは、一応の完成を見たモデルの挙動と現実の病勢進展とを比較して、モデルを評価する過程である。モデルに不十分な点が発見されれば改良を行って、再び検証を繰り返す循環的過程でもある。モデルの検証は便宜的に verification と validation の二つの段階に分けられることが多い。この二つの用語の定義は研究者によっても異なり、同義として用いたり逆の意味で用いる者もある。そのため、適当な日本語訳もない。KRANZ and HAU (1980) は、verification をモデルの一般的挙動が実態をおおよそ説明できているかどうかを主観的に検証する段階であり、validation はモデル構築時には使用しなかったデータを用いて実際にシミュレーションを行い、実態との一致程度を統計学的手法を用いて客観的に検証する段階である、と定義している。そうすると、多くのモデルは verification の段階で止まっている。

図-1 は、複数年次の気象データを用いて、穂いもちモデル PBLAST を作動させて実際の発病実態と大まかに比較したもので、これはモデルの verification にあたるが、おおよそ多発年の気象データを入力するとモデルも多発に、少発年のデータであれば少発となり、このモデルの有効性が検証されているといえる。

ここで注意しなくてはならない点は、モデルの中に任意に値を設定できるパラメータが存在すると、そのパラメータ値をうまく選ぶことによって、そのモデルが実態とよく適合しているかのような錯覚に陥る場合があることである。これはモデルをある事例に適合させただけに過ぎない。実際、圃場で病勢進展を観察した回数とパラメータ数とが等しいと、モデル内での病勢進展を観察値と一致させることすら可能である。また、パラメータ推定時に用いる観察値の数がパラメータ数より若干多いだけなら、そういうモデルから得られる情報量は少なく、予測力が低くて実用性に欠けたモデルとなることがある。

一方、validation の段階では、モデル作成時に用いなか

ったデータを使用してモデルを作動させ、実際の病勢進展との適合性を統計的手法で比較する。葉いもちモデル BLASTL の中の上位各 3 葉位の感受性パラメータは、的確な簡易測定の方法がないので任意の値を当てはめなくてはならない。このパラメータを、1989 年の福島県郡山市における気象条件と福島農試発生予察圃場における葉いもち病勢進展の観察値 (8 回観察) から推定して、確定値とした。なお、最適パラメータの推定には、非線形最小二乗法のアルゴリズムの一種である準ニュートン法 (農業環境技術研究所の森永慎介氏がパソコン用に Turbo Pascal 言語で作成したプログラムを使用、未発表) を用いた。その結果、パラメータ数 3 個に対して観察回数 8 回と十分多いにもかかわらず、推定パラメータ値を用いると、モデルの挙動と観察値とがよく適合した (図-2)。このことは、モデルの妥当性を半ば裏付けるものである。こうしてパラメータを確定しておいて、次に 1987 年の気象データを用いてモデルの挙動をみたところ、図-2 のように発生量はやや多めに推移したが、病勢の立ち上がり時期などのタイミングは、実際の観察値とよく一致していた。

推定値と観察値との適合性を統計的に検定する方法はいくつか提案されており、TENG (1981) や CAMPBELL and MADDEN (1990) に詳しい。しかし、どの方法を選ぶかは研究者の主観によらねばならず、どれが適しているか決め難いのが問題であるとされる (TENG, 1981)。上の

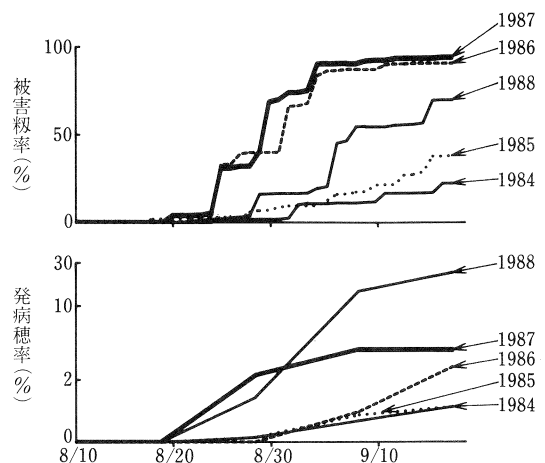


図-1 実際の穂いもち病勢進展と PBLAST で推定した病勢進展との比較

上図：1984～1988 年の福島県郡山の気象データを用いて PBLAST で推定した値

下図：福島県農業試験場発生予察圃場において同期間に観察された値

BLASTL の事例でも、用いる統計的検定の手法は検討中であり、今後の課題ともいえる。

ここまで来ても、これで検証が終了したわけではない。TENG (1981) は「良いモデル」の判断基準として、合理主義 (rationalism)、経験主義 (empiricism) 及び実証主義 (positivism) という三つの見地をあげている。合理主義は自明の前提条件から演繹されたモデルのみを認める立場であり、この考えを生物現象のモデルに直接適用することは困難である。経験主義はモデル中の全過程の実験的証明が必要で、仮定の部分を含めてはならないとする立場である。実証主義はモデルの内容は問わずに、もっぱらその予測の精度を重視する立場である。しかし、極端な経験主義の立場では、モデルの細部にこだわってモデルがいつまでも完成しない。たとえこの立場を貫けたとしても、「全体とは部分の総和以上のものである」というシステム分析の基本と矛盾する。一方、極端な実証主義の立場も、モデル内の些細な誤りで実態との適合性が悪くなっただけで、本来的に有用なはずのモデルが簡単に棄却されてしまう危険性がある。

そこで TENG (1981) は、それぞれの立場を 3 段階で順次導入する功利主義 (utilitarian) 的な検証方法を紹介している。第一段階では証明可能と考えられる仮定や既知の知見を取り込んで、合理主義の立場からあたかも自明の前提だけでモデルを構築する。次の段階では、経験主義の立場からいくつかの仮定部分を実験的に証明したり、適切な統計手法を用いて検証する。ここで仮定部分の実験的証明が不可能な場合は、その部分を論証不可能であるとして棄却するか、あるいは暫定的な仮定として受け入れる。そして、最終段階ではモデルの有用性を重

視する実証主義の立場から、その予測精度に重点をおいて検証を行う、という方法である。

これとは別に、GOLD (1989) は実用主義 (pragmatism) の立場から、シミュレーションによって新たに得られた情報が病害防除の意思決定に有用であれば、そのモデルは「良いモデル」であるとしている。この見方はシミュレーションの手法の有効性を信じながらも、種々の段階で苦闘している研究者たちに一筋の光明を与えるものといえる。われわれの BLASTL モデルも、発病量の推定精度には課題を残しながらも、病害流行のタイミングや一定程度の発病量予測は可能であるので、発生予察モデルとして有効性を評価していいのではなかろうか。

III モデル改良のための感度分析

モデルの validation と改良は、循環的に繰り返していく必要がある。しかし、validation の結果からモデル改良の必要性が示唆されたとしても、改良すべき部分がそれで直ちに特定されるわけではない。また、功利主義的立場に基づくと、第一段階でモデル内に組み込んだ仮定を第二段階では実験的に確定するのか、棄却するのか、あるいは暫定的仮定のまま残すかの判断が必要となってくる。このような場合、感度分析 (sensitivity analysis) とよばれる手法が有効である。

この手法は、モデル内の個々のパラメータの数値の変化が、モデル全体の挙動にどの程度影響するかを調べる手法である。その結果、モデル全体の挙動に大きく影響した部分は、そのモデル内の重要な箇所と見なされ、モデルの改良の第一の候補となる。モデル内の暫定部分を感度分析した結果を基にして、モデル全体の挙動に大きく影響する部分は、実験によって具体的数値を確定する。中程度に影響する部分は、将来の確定をめざし暫定的仮定のままにする。ほとんど影響しない部分は棄却する。その判断はグラフ化して視覚的に行ってもよいし、式 1 のように相対的感度を算出して判断してもよい。

$$R = \frac{\partial z / z}{\partial x_i / x_i} \quad (\text{式 1})$$

(R : 相対的感度, z : モデル全体のとる値, x_i : パラメータ値, 分母と分子はそれぞれ微小区間における変化量)

ここでは、穂いもちモデル PBLAST の感度分析を行った例を示そう。第一番目の例は、モデルの改良部分を探索するために感度分析を行った例である。図-3 は PBLAST の要因関連図である。内側の円はいもち病菌胞子の行動を示す。この円の下部は胞子が植物体に侵入し感染成立が決定される部分であり、その確率は胞子の付着部位に水滴が存在する時間とその期間の気温との関

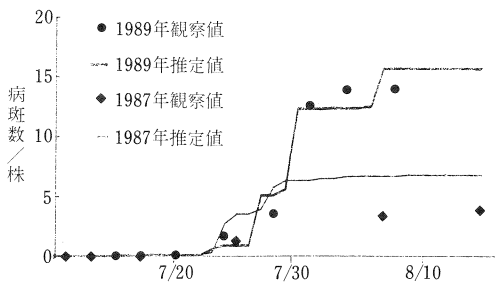


図-2 圃場における病勢進展の観察値から BLASTL モデルのパラメータ値を推定して観察値に適合させた例 (1989 年) と、そのパラメータ値を使用して他の条件下 (1987 年) でシミュレーションを行った結果

いずれも 1987, 1989 年の福島県農業試験場圃場における病勢進展観察値と気象データを用いた。

数であることが報告されており(吉野, 1979), モデル内にはその知見を組み込んでいる。ところが, シミュレーション結果と実際の観察結果を比較すると, 実際には穂軸節(穂首節を含む)や二次枝梗, 一次枝梗の最基部に着生する籾などの特定の部位の発病頻度が多いのに対し, モデルの結果ではそのような傾向ははっきりしなかった。さらに, 観察によると, ①穂軸節とそこから派生する一次枝梗との間隙, ②一次枝梗とそこから派生する二次枝梗との間隙や二次枝梗の籾同士の間隙, ③一次枝梗とその最基部着生籾との間隙, など(図-4), 上記の多発部位に対応する部位では夜明けになって葉や穂の他の

部分の結露が消失した後も濡れ続けていることがわかっている。以上のことから, 部位による結露消失の遅延をモデルに取り込んでいないことが, 実態との不適合の一因ではないかと考えた。そこで, 上記の特定部位の結露消失時間が結露計の計測データよりも3時間遅れるとして, あるいは穂全体における結露消失時間が3時間遅れるとして感度分析を行ったところ, 図-5のようにこの部分の影響が非常に大きいことが判明した。したがって, 穂いもちモデルを改良するためには, これらの部分のさらに詳しい観察や実験が必要であることが浮き彫りにされた。

もう一つの例は, モデル内の仮定部分の取り扱いを決定するために感度分析を行った例である。穂のある部位に発現した病斑が基部方向に拡大すると, 登熟障害を受ける籾が増大し被害が大きくなる。この現象を, 平野・後藤(1963)は「枯下がり」と呼んだ(図-6)。この過程は要因関連図の外側の円に示されている(図-3)。どの位置の病斑がどの時期にどの程度の速度で枯下がるかによって, 穂の被害程度はかなり異なってくると考えられるが, 平野, 後藤(1963)や中村(1977)も述べているように, 枯下がり速度の変異は大きい。そこで, 感度分析によってPBLASTモデル内におけるこの過程の取り扱いを決定した。二次枝梗から一次枝梗, あるいは一次枝梗基部から穂軸への枯下がり(後者は前者に引き続いて起こる場合がある)の速度の相対的感度は高く, 前者で0.69, 後者で0.90の高い値を示すこともあった(石黒・橋本, 1989)。この結果から, 二次枝梗付近の発病とそこからの枯下がり速度は, モデルの挙動に大きく影響する重要な要素であり, 実験的に明らかにする必要性の高い過程であると結論された。

このような感度分析とモデルの検証とを繰り返しながら

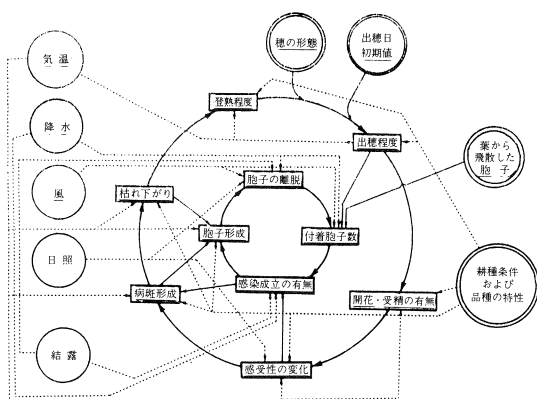


図-3 穂いもちモデル PBLAST の要因関連図(石黒・橋本, 1987)

太線: 演算順序, 細線と点線は情報の流れ, ○は気象データ, ◎はパラメータ

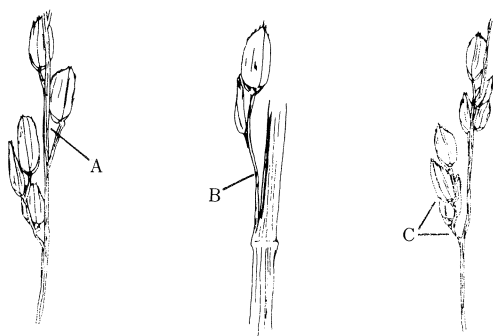


図-4 結露計で観察された結露消失時刻よりも実際の消失が遅れる部位(石黒・橋本, 1989)

A: 一次枝梗と一次枝梗に直接着生する最基部の籾の小枝梗との間隙, B: 穂軸と一次枝梗との間隙, C: 二次枝梗の籾と籾, あるいは二次枝梗と一次枝梗の間隙

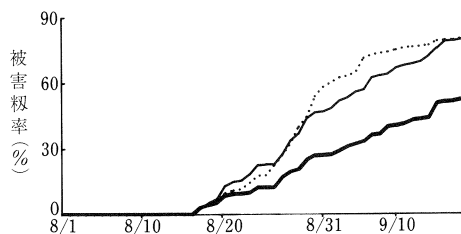


図-5 穂いもちモデル PBLAST の感度分析

太線: 結露計で観測されたデータ, 細線: 穂のいずれの部位とも結露計で観測された結露消失時刻よりも実際の消失が3時間遅延とした場合, 点線: 穂の特定の部位のみ消失が3時間遅延とした場合



図-6 籾感染から穂軸への枯下りの模式図(平野ら, 1963)

A から D にかけて黒色の病斑部が枯下がり, 被害籾(暗色部)も増大する

ら, 実用性の高いモデルに改善されていくことになる。

おわりに

シミュレーションの手法が植物病理学の研究に導入されて既に 20 年, 日本でも 10 年以上になった。しかし, 厳しい評価をすれば, 日本国内で発生予察の本来の目的にまで手が届いたのはカンキツ黒点病モデル(中西・小泉, 1986)以外に見当たらない。他はそれ以前の段階で停滞しているように見え, 手法全体の有効性についての疑問さえ出されかねない。

今後シミュレーション手法を発生予察に有効に利用し

ていくためには, ここで述べたように, 既存の防除対策技術を少しでも改善できるように目的を明確にする必要がある。また, これまでモデルの検証は主観的な評価に終始する場合が多かったが, 今後は一定の手順に従って客観性のある方法を用いるべきである。その場合, 統計的検定を実施して科学的厳密性を追求することは必要であるが, それを杓子定規に振り回すのではなく, 実用主義的立場に立って検証を行い, 一步前進を着実にちかっとしていくべきであろう。

引用文献

- 1) CAMPBELL, C. L. and L. V. MADDEN (1990): Introduction to plant disease epidemiology. Wiley, New York, 532 pp.
- 2) GOLD, H. J. (1989): Plant Disease Epidemiology. Genetics, Resistance, and Management. K. J. Leonard and W. E. Fry ed. McGraw-Hill, New York pp. 84~122.
- 3) 橋本 晃ら (1984): 福島農試特研報 2: 1~104.
- 4) 平野喜代人・後藤和夫 (1963): 農技研報 C 16: 1~66.
- 5) 石黒 潔 (1986): 農業技術 41: 491~495.
- 6) ———・橋本 晃 (1987): 福島農試研報 27: 1~19.
- 7) ———・———— (1989): 同上 29: 1~71.
- 8) KRANZ, J. and B. HAU (1980): Ann. Rev. Phytopathol. 18: 67~83.
- 9) 中村啓二 (1972): 広島農試報 31: 11~30.
- 10) 中西静雄・小泉銘冊 (1986): 植物防疫 40: 200~204.
- 11) 立平良三 (1986): 新しい天気予報, 東京堂出版, 東京, 186 pp.
- 12) TENG, P. S. (1981): Z. PflKrankh. PflSchutz. 88: 49~63.
- 13) VANDERPLANK, J. E. (1963): Plant Diseases: Epidemics and Control. Academic Press, New York, 344 pp.
- 14) WAGGONER, P. E. and J. G. HORSFALL (1969): Conn. Agric. Exp. Stn. Bull., 698. 80 pp.
- 15) 吉野嶺一 (1979): 北陸農試研報 22: 163~221.

人事消息

○那覇植物防疫事務所

(3月31日付)

久見晃常氏(調整指導官)は退職

(4月1日付)

田端進氏(国内課防疫管理官)は調整指導官に 前田朝達氏(国際課防疫管理官)は国内課長に 砂川邦男氏(横浜植防調査研究部調査課防疫管理官)は国際課防疫管理官に 外間忠守氏(那覇空港出張所所長防疫管理官)は平良出張所長に 徳元 馨氏(平良出張所所長)是那覇空港出張所防疫管理官に 末吉澄隆氏(門司植防福岡支所国際第2係長)は石垣出張所防疫管理官に 高嶺朝淳(那覇空港出張所)は国際課輸入第3係長に 大沼正明氏(横浜植防東京支所晴海出張所)は国内課防除第1係長に 倉橋裕人氏(名古屋植防西部出張所)は国際課へ 小倉謙一氏(国際課)是那覇空港出張所へ 池城隆明氏(採用)は国際課へ 宮崎 勲氏(国際課)は嘉手納出張所併任に 松下慶三郎氏(国内課長)は名古屋植防国内課長に 伊藤春樹氏(国内課防除第1係長)は横浜植防東京支所

防疫管理官に 宮井尚彦氏(国際課輸入第4係長)は名古屋植防国際課輸入第1係長に

(5月1日付)

松川 正氏(中国農試企画連絡室長)は農研センター総合研究官に

桂 直樹氏(農業生物資源研企画調整部企画科長)は農業生物資源研機能開発部長に

加藤明治氏(草地試飼料生産利用部長)は中国農試企画連絡室長に

日比忠明氏(農業生物資源研機能開発部微生物機能利用研究室長)は農業生物資源研企画調整部企画科長に

矢野栄二氏(農環研環境生物部昆虫管理科個体群動態研究室主研兼農林水産技術会議事務局兼科学技術庁研究開発局ライフサイエンス課専門職)は併任解除に 小泉銘冊氏(果樹試保護部兼熱研センター研究第一部主研)は熱研センター研究第一部主研に

村田孝雄氏(農業生物資源研機能開発部長)は出向(岩手大学農学部教授)

久保七郎氏(農研センター総合研究官)は退職

農業生物資源研究所と農業環境技術研究所では, 4月15日付けで, 従来の企画連絡室を企画調整部とした。

施設栽培におけるコナガの総合防除

大阪府立農林技術センター

た 田
中

ひろし
寛

コナガにおける薬剤抵抗性の発達はとどまるところを知らず、有機リン剤、カーバメート剤はもとより、近年では合成ピレスロイド剤、BT 剤、ネライストキシシン剤、IGR 剤に対する抵抗性発達も相次いで確認されている(浜, 1990; TALEKAR, 1992)。コナガのように薬剤抵抗性の発達がすみやかな害虫においては、「総合防除」はもはや理想論やスローガンではなく、栽培現場で待ったなしに要請されている技術であるといえよう。

大阪府は、建造中の泉州空港の対岸である泉南地区に冬キャベツの指定産地を持つほか、大阪シロナ等のアブラナ科マイナー野菜の生産が非常に盛んであり、難防除害虫のコナガに対し、府・市町村・農協・栽培農家が協力してさまざまな防除対策をおしすすめている。本稿では、このうち施設栽培のクレスンにおける総合防除の事例について解説する。

I 栽培様式及び殺虫剤抵抗性の状況

本圃場は岸和田市の中山間地帯の谷あいであり、1975年以来、面積 10 a の鉄骨ビニルハウス 2 棟において、従事者 3 名により周年養液栽培が行われている。主要な仕事は生長したシュートの採取・結束であり、1 日 8,000 本程度を農協経由で出荷するほか、養液の調整や薬剤散布を適宜行っている。主要な病害虫はコナガのみであり、ウイルスやピシウム等による病害もみられるものの、局所的かつ一過性であり、新しいシュートの生長とともにすみやかに回復する。

本圃場では 1987 年秋ごろより BT 剤(トアロー水和剤 CT のみを使用)によるコナガの防除効果が低下し、1988 年にキャベツ葉片浸漬風乾法により検定を行った結果、きわめて顕著な感受性低下を確認した(田中・木村, 1991)。本圃場は周年栽培のため、コナガの世代がとぎれることはなく、また、竹やぶ、林、池などに囲まれているため、コナガの移出入はきわめて少ないと考えられる。一方、トアロー水和剤 CT は 1986 年 6 月以降年間 15~20 回の頻度で散布されており、これらの条件が重なった結果、感受性が急激に低下したと推察される。

II 発生消長及び被害状況

1988 年 1~12 月の間 1 週間ごとに、各ハウスで系統的に設定した調査地点において、シュート上の卵、幼虫、蛹の計数とシュートの食害状況調査を行うとともに、ライントランゼクト法により、成虫飛しょう密度(成虫飛しょう数/m²)を調査した(田中ら, 1992)。

2 棟のハウスの発生状況は年間を通じてほぼ同様であったので、ここでは、一方のハウス(No.1 ハウス)で得られた結果のみを図-1 に示した。成虫の発生ピークは 1 月中旬、3 月下旬、5 月上旬、6 月中旬以下、計 11 回認められた。卵、幼虫各齢、蛹のピークはそれより順に遅れて認められ、いずれも 6 月以前のピークは明りょうであったが、7 月以後はやや不明りょうであった。シュートの食害率はおおむね 50% 以下で、幼虫密度が非常に高かった 6 月と 11 月には食害率も高くなったが、最高でも 92% であり、すべてのシュートが食害されることはなか

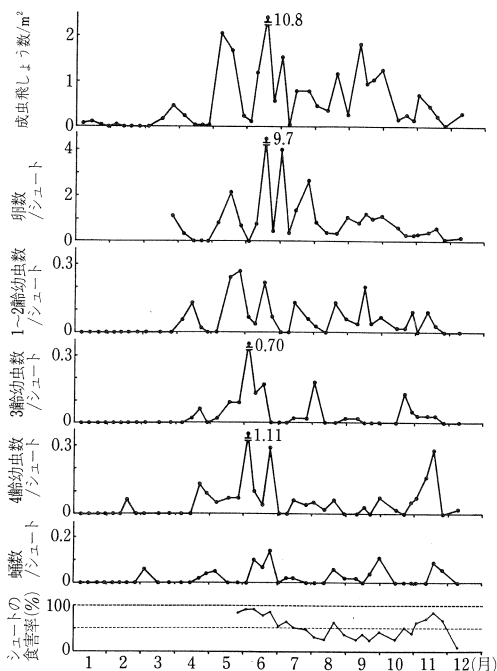


図-1 クレスンのハウスにおけるコナガの発生消長(1988年)(田中ら, 1992)

卵数は 3 月 25 日、食害率は 5 月 26 日より調査を開始した

った。なお、調査中に寄生蜂は確認されず、他の天敵昆虫類も非常に少なかった。

卵及び幼虫の空間分布はいずれも集中分布で、成虫も含めハウスの中央部より周辺部のほうが密度が高かった。また、ハウス内のクレソンのシュート数が68万本であることから、幼虫総個体数は1万～130万個体の間で変動すると推測された(田中・高原, 1989)。

III 各種の防除の試みとその評価

1 電撃誘殺機

1988年6～9月にNo.1ハウスにおいて電撃誘殺機(サン(株)SL-055及びナショナル YF 11990)を計24台設置して夜間に運転し、7～9月の間1週間ごとに誘殺機の受け皿中の誘殺成虫を計数するとともに、図-1に基づいて羽化成虫数を推定し、誘殺率(%) $(=100 \times \text{誘殺成虫数} / \text{羽化成虫数})$ を算出した(田中ら, 1989)。

結果は図-2に示した。電撃誘殺機を24台設置したにもかかわらず、7～9月の誘殺率は3～14%で非常に低く、また誘殺機を設置しなかったNo.2ハウスとの間で成・幼虫の密度に差は認められなかった。なお、9月の誘殺率は7～8月に比べて顕著に低く、また10～5月の間は誘殺

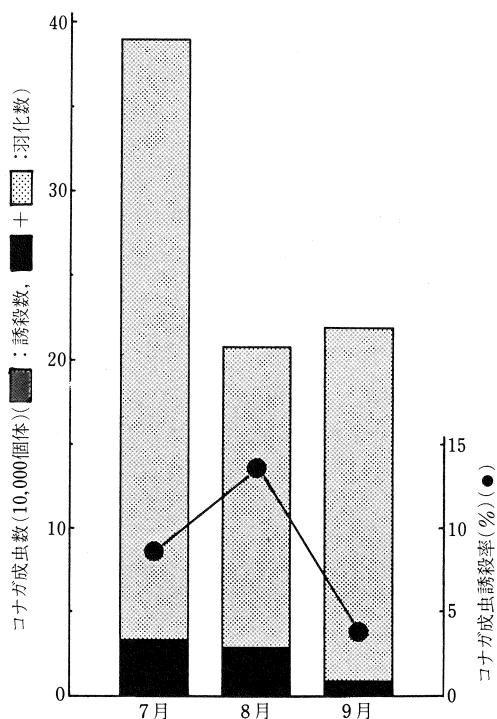


図-2 電撃誘殺機によるコナガ成虫の誘殺率 (田中ら, 1989)

がさらに少ないことがわかっているが、これは成虫の飛しょう行動が夜間の低温によって抑制されるためであると思われる。以上の結果から、本圃場では電撃誘殺機の実用性は全くないと判断された。

2 フェロモンによる交尾阻害

1988年1～12月の間、両ハウスにフェロモン剤(コナガコン: 信越化学工業(株))を設置したが、コナガの多発を抑制することはできず、その原因として、成虫が高密度の場合にはフェロモンによらない交尾が増加することが考えられた。そこで、1988年5～10月の間15回にわたり雌成虫をそれぞれ8～30個体採集してキャベツ葉で個別飼育し、産卵・ふ化の状況により交尾の有無を判断して交尾阻害率(%) $(=100 \times \text{未交尾雌成虫数} / \text{供試雌成虫数})$ を算出するとともに、ライトランゼクト法により、成虫飛しょう密度を調査して両者を対照させた(田中・木村, 1990)。

気温によって成虫飛しょう密度と交尾阻害率との関係に大きな違いが認められたので、得られた結果は気温20℃以上と20℃未満に分けて図-3に示した。交尾阻害効果は成虫飛しょう密度が0.05個体/m²以下では非常に高いが、密度が高くなると急激に低下し、20℃以上では1.0個体/m²、20℃未満では0.2個体/m²でほとんど認められなくなる。この結果を図-1に当てはめると、交尾阻害率は12～2月は成虫多発時30%、少発時100%、3～11月では成虫多発時0%、少発時90%であると推定される。なお、ハウス内における成虫分布は均一でないため、ハ

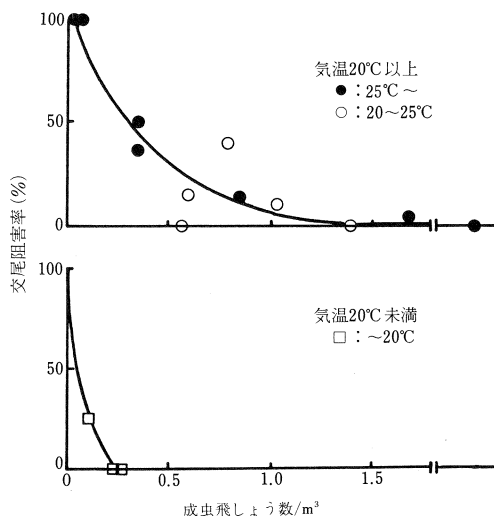


図-3 フェロモン剤を設置した場合のコナガの成虫飛しょう密度と交尾阻害率との関係 (田中・木村, 1990)

ウス全体としては低密度でも周縁部などで局所的に高密度の部分が生じ、交尾率が上昇して増殖源・飛来源となっている可能性がある。以上の結果から、本圃場ではフェロモン剤は低密度時にのみ実用的であると判断された。

3 成虫の吸引除去

栽培農家が送風機（軸流ファン：(株)荏原製作所 Model No.3 APM）にアルミニウム製蛇腹ダクトを接続して、「コナガ掃除機（害虫吸引機 A-00 型とよぶ）」を試作したので、1990 年 6 月の成虫多発時に No.1 ハウスの一部（250 m²）を供試し、①ライントランゼクト法による成虫飛しょう密度調査と、②害虫吸引機の運転ならびに吸引除去成虫の目視による計数、を交互に繰り返すことにより、防除効率の評価を試みた（田中ら、1991）。

図-4 に、1 m²当たり累積成虫除去数と成虫飛しょう密度との関係を示した。これによると、試験開始前には 1.78 個体/m²であった成虫飛しょう密度が、第 1 回の吸引除去処理により 11.1 個体/m²が除去された後は半減し、その後も処理を行うごとに成虫飛しょう密度がほぼ半減してゆくことが明らかになった。図-1 より多発時における成虫飛しょう密度は 2～10 個体/m²であるから、その場合でも吸引除去処理を 5～7 回繰り返せば、前述の十分な交尾阻害がなされるレベル（0.1 個体/m²未満：これを「コナガコンレベル」とよぶ）にまで成虫飛しょう密度を低下させることができる。なお、A-00 型ではハウス当たり 1 回処理に要する時間は 60 分であるが、これを 20～30 分に短縮できれば実用化は十分可能であると判断された。

一方、図-4 における回帰直線の x 切片は、無限回の処理を繰り返した場合の 1 m²当たりの成虫除去数（＝第 1 回処理開始前の成虫生息密度）を示しており、この値

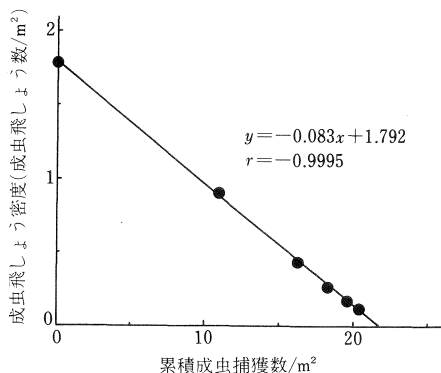


図-4 害虫吸引機によるコナガ成虫の累積捕獲数と成虫飛しょう密度との関係

21.6 と y 切片（＝第 1 回処理開始前の成虫飛しょう密度）1.78 の比から、成虫生息密度＝12.1×成虫飛しょう密度、の関係式が導かれる。なお、試験時の気温が 32℃であったことから、この関係式は気温 20℃以上で適用できると考えられる。

4 防除手段の比較

表-1 に、供試した各種防除手段についてその防除効果を成虫密度と対比させて示した。まず、電撃誘殺機は成虫密度にかかわらず一定比率の成虫が除去されるが、誘殺率が低すぎるため高密度時、低密度時とも実用性はない。次に、フェロモン剤は成虫の低密度時には防除効果が高いが、密度が高くなるにつれて効果が低下する。第三に、害虫吸引機は成虫密度にかかわらず一定比率の成虫を除去し、処理を繰り返すことによって除去率を高めることができるが、高密度時には最初の数回の処理によって密度が大幅に減少するのに対し、低密度時には労力の割に密度そのものはあまり減少しない。以上の結果を総合すると、最もよい方法は、フェロモン剤を常設しておき、前述のコナガコンレベルを超えたら害虫吸引機を適宜運転するやり方であることがわかる。

図-5 に、害虫密度と防除効率との関係を模式的に示し、異なる観点から整理してみた。電撃誘殺機は密度にかかわらず防除効率は低レベルなので、「D」に相当する。フェロモン剤は高密度になるにつれて防除効率が低下するので、「E」に相当する。害虫吸引機は「C」に相当するが、処理を繰り返すことにより「B」に近づく。殺虫剤は感受性が高い間は「A」に相当し、感受性が低くなるにつれて「A」→「B」→「C」→「D」とレベルダウンするが、処理を繰り返すことにより逆方向のレベルアップも可能である。なお、電撃誘殺機とフェロモン剤については機器・資材の設置密度を無限に大きくしても防除効率の向上には上限（かなり低いレベルで）のあることが予想される。

図-5 で興味深いのは、害虫密度と防除効率との関係においてはフェロモン剤のみ性質が異なり、電撃誘殺機、害虫吸引機、殺虫剤の違いは量的なものにすぎないこと

表-1 クレソンのコナガにおける各種防除手段の有効性と成虫密度との関係

防除手段 \ 成虫密度	高	低
電撃誘殺機	×	×
フェロモン剤	×	○
害虫吸引機	○	×
フェロモン剤+害虫吸引機	○	○

○：防除効果が高い，×：低い

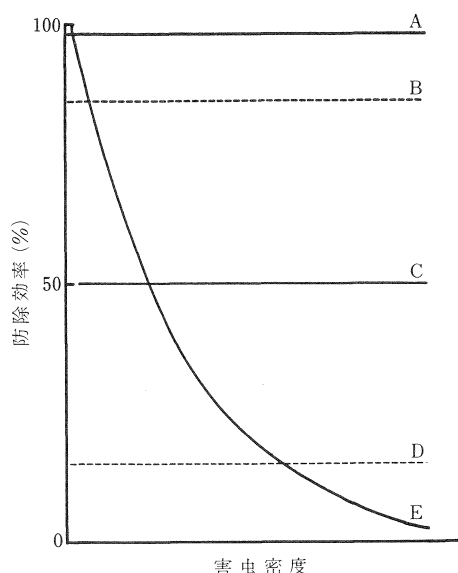


図-5 各種の防除法における害虫密度と防除効率の関係 (模式図)

である。ただし、例えば 99%以上の防除効率を得るためには、防除効率 90%の手段であれば 2 回の処理ですむが、70%の手段であれば 4 回、50%では 7 回、30%では 13 回、10%では 22 回必要であり、ある防除手段が実用的であるかどうかは事実上この処理回数に依存すると考えられる。害虫吸引機 A-00 型については、1 回処理当たりの吸引除去率が 50%から 70%へ向上するか、運転時間が半分になれば、栽培農家にとって十分実用的になると予想され、現在改良を重ねているところである。

中 央 だ よ り

○高度防除技術推進特別対策事業検討会開催さる

高度防除技術推進特別対策事業検討会が、5 月 21 日農水省農蚕園芸局第 2 会議室において、関係県を集め開催された。会議は 4 年度から始まる新規テーマについて確立事業で取り組む「メロンつる枯病等拮抗微生物」、「アブラムシ類の病原性糸状菌」、利用促進事業で取り組む「チャハマキの交信かく乱性フェロモン」について、事業計画が検討され活発な意見交換が行われた。

お わ り に

クレソンにおけるコナガの要防除水準は当初の予想に反し、実質的には決して低くないことが明らかになってきた。クレソンでは 1 日当たり収穫量は栽培量（収穫可能量）よりかなり少なく、また新しいシュートの伸長がきわめて速いため、被害（食害）は必ずしも損害（減収）に結びつかない。図-1 のようにコナガの激発時にも無被害のシュートが残るため、極端に言えば、被害シュートの選別（もちろんこれも損害の一種ではあるが）さえ厭わなければ、無農薬栽培も可能であると考えられる。一方、大阪シロナやコマツナなどでは被害と損害が直接的な関係にあり、実質的な要防除水準がクレソンに比べて低いため、害虫吸引機が使用できるレベルまで多発を容認するのは難しいように思われる（試験は未実施）。この点で「フェロモン剤&吸引機」システムは要防除水準の高い作物向きであるといえよう。

総合防除を推進するためのカギは、薬剤による防除ですでにマニュアル化されていることではあるが、やはり個々の防除手段について防除効果を的確に評価し、適用の条件、限界、危険性等を明らかにし、最終的にはコストの評価をする作業を地道に積み重ねることにつぎるように思われる。

引 用 文 献

- 1) 浜 弘司 (1990)：関東東山病虫研報 37：1～4.
- 2) TALEKAR, N. S. (ed.) (1992)：Diamondback Moth and Other Crucifer Pests. AVRDC. Tainan. 603pp.
- 3) 田中 寛・高原 正 (1989)：大阪農技セ研報 25：9～14.
- 4) ———ら (1989)：関西病虫研報 31：33.
- 5) ———・木村 裕 (1990)：同上 32：84.
- 6) ———・———— (1991)：応動昆 35：253～255.
- 7) ———ら (1991)：応動昆中国支会報 33：41～42.
- 8) ———ら (1992)：大阪農技セ研報 28：19～22.

○農薬適正使用緊急対策事業検討会開催さる

農薬適正使用緊急対策事業検討会が、5 月 22 日農水省 7 階講堂において、静岡大学の廿日出教授、宇都宮大学近内教授、日本植物防疫協会荒木顧問、事業実施県、関係団体等約 110 名を集め開催された。会議は 3 年度事業成績及び 4 年度事業計画について、代表県からの報告に基づき活発な意見が出された。

また、病菌の同定では、複数の菌が分離され主要因の確定が困難である等の問題点が出され、病菌の簡易診断のため、孢子図鑑のようなものが必要との要望等が出された。

研究放談室(11)

誤 診

小野小三郎

当代の名医と称された沖中重雄が、東京大学の定年講義で行った講演の中で、誤診率が14.2%あったと告白したとき、一般人はその率の高いのに驚いたが、医師群は、その低率なのに驚いたそうである(沖中重雄：医師と患者、東大出版会、1971)。もちろん心臓病を肝臓病と間違えるような誤診ではなく、死後の解剖によって厳密に検討してわかった、高い水準における誤診を意味している。診断という行為には、誤りは、ある程度は常に含まれるものかもしれない。

さて、作物の医者、病害虫関係の方々にとっても、診断、誤診というものは、少なくとも農家に接し、現場に立ち合う人達にとっては、大問題であるに違いない。県農試の方々、普及員の諸氏にとっては、その季節になれば頭をかかえなくてはなるような場面に、何遍も遭遇することであろう。私も北陸農試や農事試験場(鴻巣)にいた頃は、田んぼに引っぱり出され、しょっちゅう誤診をやらかし、赤恥をかいいたものである。そんな体験からすると、診断には誤診がつきもののようにさえ思われる。そんなバカな、と軽蔑されそうであるが、その理由については、おいおい述べることにしよう。

誤診の原因には大別して、3種類あるように思う。第一は知識不足型。これは知らないのだから、どうしようもない。知らないなら知らないで、ゆっくりと調べればいいのだが、圃場で問いつめられたりすると、見栄をはって、つい適当なところでゴマかそうとする。しかし、最近わかった病害とか、外国から侵入して来たばかりの害虫となると、知らないのが当然である。あまり速決をしないほうがよいこともある。第二は早合点型。類似の病害とカン違いしたり、他の病気、つまり余病もあるのに、一つだけ見つけると、診断を中止してしまうこともよくやるが、危険なことである。人間だって、コッソリ一つや二つの軽病を持っていたりするが、作物にも起こる病気は一つとは限らない。見落とした病害、虫害のほうに重点がある場合もある。早合点はケガのもとである。第三番目は先入観念型である。今は何虫の出る頃だとか、

最近何病が問題になっている、などという、ついその知識が先に立つ。また自分の得意の病害虫などは、まっ先に口に出しそうになるが、注意すべきである。

医者は患者を訪れたときには、まずその家のある環境を見るのだといわれるが、山よりの林の中の家なのか、ゴミゴミした街中の小家屋なのか、広々とした家か、せまくなるしい家か、家族は何人か、などというのは、病気とも決して無縁ではない。各地の水田などを歩き回ると、山あいの日当たりの悪い田もあれば、ひどい粘土地や砂質の水田などもある。平場の果樹園、山よりの果樹園など、その圃場のおかれた環境によって、病害虫の種類や発生量、発生の型も異なるのである。環境は一望しておく必要がある。

かつて、普及員や農家の人達が、2、3本のイネ苗、ときには1、2枚の葉の切れ端をもって来て、これは何病か、などと尋ねられたことがあったが、うっかり、これに答えたりすると、それこそ誤診のもとになる。1、2本のイネでは、何病かもわかりかねるし、一枚の水田の代表としての病状なのかもわからない。ごくひどいところから取ってきたのかもしれない、手のとどきやすいところの軽いものかもしれない。私は、このてのものにひっかかって誤診をした憶えが何遍かある。病気の種類、つまり、イネのいもち病とか、紋枯病だとかは、その標本については判断ができるとしても、質問者は、その標本を通して、一枚の水田の、あるいはもっと広い範囲の病気の様子、病状を知りたいのであり、それを頼りにして、防除の要否を問いたいのかもしれない。それに合うような答えをしようと思えば、葉っぱ1枚の診断では、まことに心もとない。是非とも現場を診て、正確な診断をしたいものである。

病院にいくと、チョットしたカゼぎみだというのに、全身をさすりまわし、血液をとって、つまり全身的に診察をする。よけいなことをするな、とドナリたくもなるが、実はこれは重要なことなのである。病気は局部的に発現していても、原因は全身的にあることもあるからである。またカゼだと自分では思っている、実は肝臓の異常が、カゼように出ているのかもわからない。作物の病気にあっても、全身病もあれば、局部病もある。根の病気などは、しばしば生育遅れに見られる。イネのバカ苗病なども、葉の1、2枚、いや数本の苗をもってこれでも、診断には苦勞する。出来るだけ現場で、しかもわかっていてと思われるものでも、ルーペでのぞくぐらいの慎重さがほしいものである。

葉いもち病斑の典型的なもの(慢性型)を見ると、形は大体縦に細長い菱形で、褐色の部分(壊死部)が目立

つ。そのまわりは黄～橙色（中毒部）でかなり広いものもある。また壊死部の内部に、ほぼ楕円状に灰白色の部分（崩壊部）がある。また、いもち病斑の特徴になっている、濃い褐色の線が何本か、病斑全体をつらぬくように、上下に走っている。これは壊死線といわれ、葉の維管束部が病変を起こしていることによる。この病斑も千差万別であるが、一つ一つの病斑は、いもち病菌とイネとの、はげしい抗争の歴史の記録とも言える。いもち病斑も、病菌に特に好適、イネには特に不適な条件下に発現すると、急性型と呼ばれる、一面暗紫緑色の周囲の不明りょうな病斑になる。この病斑上には何千と数えられるほどの、いもち病菌の胞子が形成されており、最も伝染性に富む、危険な症状と診断出来る。

病害の診断はまず、これは何病かという、病種（病気の種類）の診断をせねばならない。虫害の場合にも、本体の虫がいる場合もあるが、虫がいず、食痕だけが残っている場合にも虫の種類を判定せねばならない。またトビイロウンカのように、虫の存在よりも、その特異な症状（銀白色に、ツボ枯れする）によって遠くからでも判定できるものなどもある。これらの病徴、虫の食痕などは、みな、現在までの、作物と加害者（病菌、ウイルス、害虫など）との闘争の跡をとどめているものである。慣れた人なら、病斑の一つ、食痕の一つからも、作物と加害者との戦いの場面を想像することができるだろう。これは何病、これは何虫の害と判断することは、過去から現在にいたる経過を知り、現在の様子を目の前に見ていることである。

そもそも、病害の診断とは、どのようなものかを考えると、一つは上記のように、病名を確定（病種の診断）し、現在どのような状態（病状）にあるかを知ることである。これもそう容易なことではないが、実は診断の中には、この病気は将来どうなるのか、という未来を診断することが含まれているのであって、これは極めて難しい問題なのである。人間の場合も同じことであって、あなたの病気は胃潰瘍ですね、と言われて、すぐ引き下がる人はいない。これからどうなるでしょう、という切なる問いを発するに違いない。これで停止するのか、どんどん拡大し、ガンにでもなりかねないか、ということは大問題である。医者にとっても、現在胃潰瘍であることを知る以上に、将来どう動くかを判断することは難しい診断になる。未来を読まねばならないところに、診断の

困難さ、責任の重さが出てくる。これは作物の病虫害でも全く同じである。

病状なり、害虫の発生の様子から、その後どのように変化していくか、つまり、ますますひどくなるのか、まあまあこんなところで納まるのかを考えることは、これも発生の予察に近い考え方になる。これは病状がすでにあり、それがどう発展するかの予察であるが、もう一つ、一般に発生予察と言われるものがある。それはまだ病気は出ていないが、一体将来、病気は出るのか、出ないのか、ということを知ることである。田植後間もない頃、今年の葉いもちはどうだろうか、という予察は広く、どこでも行われており、その方面の研究も多い。予察は、いつ、どこで、どの程度に発生するかを知らねばならない。いもち病の場合であると、天気予報、イネの状態（草型、葉の垂れ具合、葉色、イネ体の成分、葉鞘接種法による、いもち病感受性の検定などによって知る）、いもち病菌胞子の飛散状況などを勘案して、発生の予察をする。またイネ縞葉枯病の予察となると、イネの品種、媒介昆虫（ヒメトビウンカ）の発生量及び保毒率などから、今年の発生を予察する、といった方法がとられる。各種の病虫害にあつては、それぞれ予察法が考えられ、毎年その方法を活用している。

このいまだ発生していない病虫害の、発生を予察するのも、診断の重要な役目である。かつて、イネの黄化萎縮病が盛んに発生した当時、水苗代のイネを検査し、発生はしないだろうから、その苗を田植しなさい、と診断したところ、田植1週間後ぐらいに大発生になり、農家に大迷惑をかけ、私も大恥をかいたことがある。未然に知ることの難しさである。

誤診は常につきまとう、と前に述べたが、実に診断は難しいと思う。一つ目の難しさは病気の初期、つまり、判断のしにくいときの診断が出来なければ価値がないということ。末期になって正確な診断をしても役に立たない。二つ目、病種の診断にはかなりの知識が要求される。三つ目、病状は作物と加害者（害虫）と環境によって決まるが、その病状には変異があり、判断しにくいことも多い。四つ目、まだ発生していないものの発生を予測することも、今出ている病虫害が、これからどうなる、ということを知することも難しいことである。未来を正確に予知出来ない限り、診断は常に誤診の影におびやかされねばならないわけである。

人 事 消 息

(4月1日付)

大内秀夫氏(兵庫県立中央農業技術センター所長)は退職

吉房 節氏(兵庫県農林水産部次長)は中央農業技術センター所長に

伊達 昇氏(東京都農業試験場長)は退職

阿久津喜作氏(東京都農業試験場経営部長)は同場長に

新村善男氏(富山県農業技術センター所長)は退職

原城 隆氏(富山県農業技術センター農業試験場長)は同農業技術センター所長に

多田理一氏(鳥取県農林水産部農業改良課長)は同部農業改良課長に

南條教光氏(鳥取県農林水産部専門技術員室長)は同部農業改良課長に

高浪洋一氏(日本たばこ産業株式会社生命科学研究所)

は退職(九州大学農学部農学科植物病理学講座助教授)

三重県伊賀農業センターは1月23日付で2ヶ所に分散していた水田作部門と果樹部門を統合し、下記へ移転した。

〒518-01 上野市森寺字松ヶ谷 1240

TEL 0595-37-0211 FAX 0595-37-0251

千葉県農業試験場では、千葉市並びに八街町が4月1日から政令指定都市並びに市政への移行に伴い、住所等が下記のように変更になった(電話は4月29日)。

(農試本場) 〒266 千葉市緑区大膳野町 808

Tel 043-291-0151 FAX 043-291-5319

(水田作研究室) 〒266 千葉市緑区刈田子町 85

Tel 043-292-0016

(落花生研究室) 〒289-11 八街市八街へ 199

Tel 043-444-0675

長野県では、4月1日付で蚕業試験場・蚕業技術指導所・繭検定所を統合し、蚕業センターとして新発足させた。詳細は蚕業センター本場へお問い合わせ下さい。

佐賀県農業試験場は4月1日より、下記のとおり名称を変更した。

(新) 佐賀県農業試験研究センター

住所等は従来のとおりである。

(6月1日付)

三浦重典氏(技会事務局研究開発課開発第2班大型研究第1係長)は農研センタープロジェクト研究第2チームへ

株式会社日本エアシステムでは、3月31日をもってヘリコプター事業から撤収した。

アグロ・カネショウ株式会社では、従来の開発部残留登録課を開発部登録課と研究部分析課に分け、登録課は3月10日より本社へ移転、残留分析関係の業務は引続き所沢研究所で分析課が携わる。

次 号 予 告

次8月号は下記原稿を掲載する予定です。

特集: RFLP 解析とその応用

植物の RFLP 河瀬 真琴

植物病原糸状菌の RFLP

柘植尚志・草場基章・足立嘉彦

植物病原細菌の RFLP

平八重一之・矢野 博・日比忠明

昆虫における DNA 多型解析の現状 村路 雅彦

昆虫の分類における RFLP 野村 昌史

昆虫寄生性線虫 *Steinernema Kushidai* によるコガネムシ類幼虫防除の可能性 小倉信夫・大矢慎吾
プロベナゾールの作用機構と遺伝子発現制御

南 栄一・安東郁男

日本産 *Panonychus* 属人ダニ研究の現状

後藤哲雄・江原昭三

モノクローナル抗体による CTLV(カンキツタターリーフウィルス)の検出方法 川合 昭・塚本貴毅

有用植物の病名のつけ方——新病名命名基準と命名申請制度発足について—— 鈴井 孝仁

研究放談室(12)——研究の評価—— 小野小三郎

定期購読者以外のお申し込みは至急前金で本会へ

定価 1部 700 円送料 51 円

植 物 防 疫

第 46 卷

平成 4 年 6 月 25 日印刷

第 8 号

平成 4 年 7 月 1 日発行

平成 4 年

7 月 号

(毎月1回1日発行)

編 集 人 植物防疫編集委員会

発 行 人 岩 本 毅

印 刷 所 三 美 印 刷 (株)

東京都荒川区西日暮里 5-9-8

— 禁 転 載 —

定価 700 円 送料 51 円
(本体 680 円)平成 4 年分
前金購読料 7,800 円
後払購読料 8,400 円
(共に〒サービス、消費税込み)

— 発 行 所 —

東京都豊島区駒込1丁目43番11号 郵便番号 170
社 団 日 本 植 物 防 疫 協 会電 話・東京 (03) 3944-1561~6 番
振 替 東京 1 - 1 7 7 8 6 7 番

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。

いよいよだな!!
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

効きめ、速攻……。
環境にやさしい……。



茶のカンザワハダニ防除に…
MILBEKNOCK

ミルベノック^{*}
乳剤

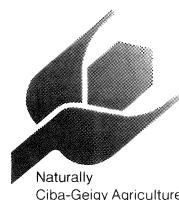


三共株式会社

東京都中央区銀座2-7-12 千104
農薬開発普及部

CIBA—GEIGY

研究の伝統に生きる



水稲殺菌剤

- コラトップ®粒剤5
- フジトップ®粒剤

園芸殺菌剤

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

畑作殺菌剤

- チルト®乳剤25

水稲除草剤

- ソルネット®粒剤
- バレージ®粒剤
- センチ®粒剤
- クサホープ®D粒剤
- ワンオール®粒剤
- ゴルボ®粒剤
- ライザー®粒剤
- アピロサン®粒剤
- ワイダー®粒剤
- クサノツク®粒剤
- シメトリン混合剤

畑作除草剤

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

殺虫剤

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

日本チバガイギー株式会社

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

®=登録商標

正確・迅速をモットーに
時代のニーズにお応えします。

業 務 内 容

●依頼分析

植栽地、緑地-----植栽地土壌、客土の物理性、化学性分析
考古学分野-----遺跡土壌などの化学分析
農耕地・その他の土壌---土壌の物理性、化学性分析
植物体分析-----植物体の無機成分分析
肥料分析-----植物質、動物質、無機質肥料の分析
土壌汚染-----土壌汚染物質の分析
その他、水質、産業廃棄物の分析は、その都度ご相談に応じます。

●土壌調査および植生テスト

依頼分析のための土壌調査、採取、および活性汚泥、産業廃棄物に係わる植生テストなどもご相談に応じます。

パリノ・サーヴェイ株式会社

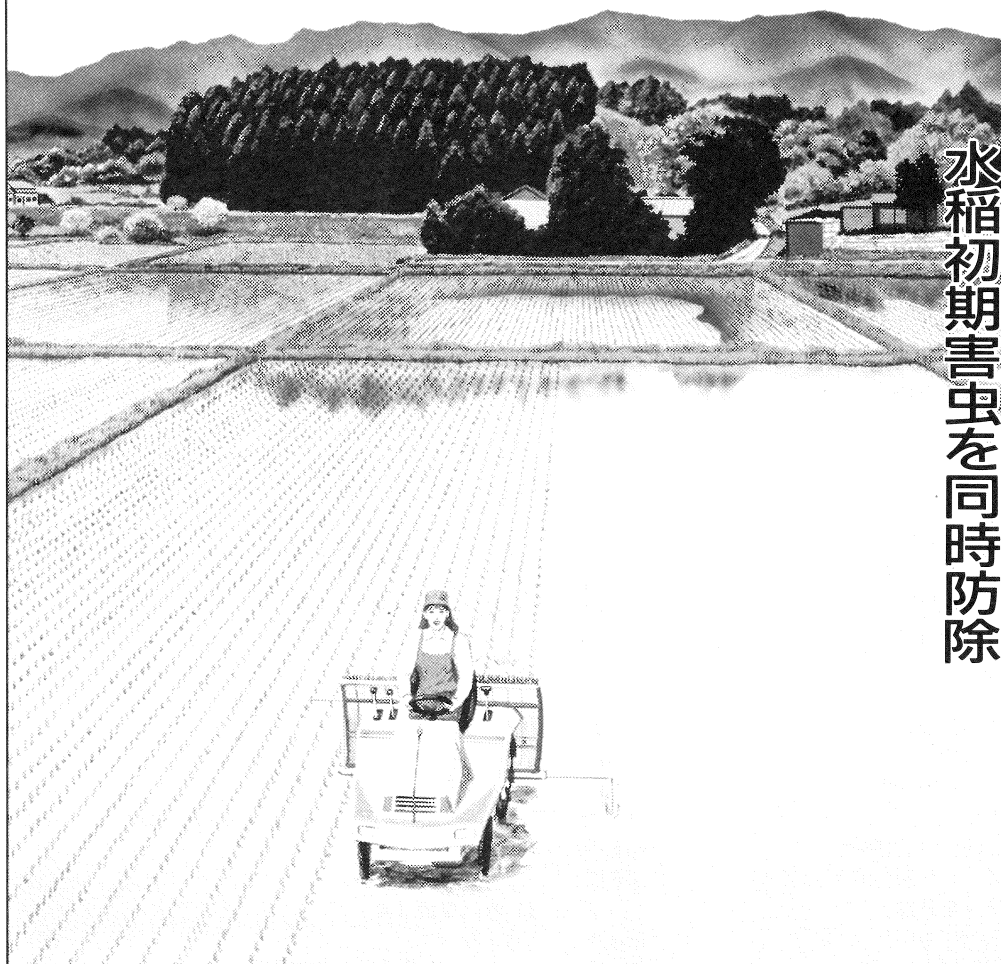
地質調査業者 質 80-982
計量証明事業 群馬県 環 第17号

本 社 〒103 東京都中央区日本橋室町2-1-1三井ビル
TEL 03(3241)4566 FAX 03(3241)4597
研究所 〒375 群馬県藤岡市岡之郷戸崎559-3
TEL 0274(42)8129 FAX 0274(42)7950

〈農薬は正しく使いましょう〉

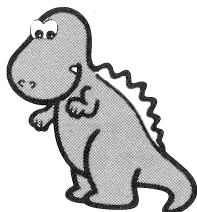
箱で余裕、イネミズ防除。

水稻初期害虫を同時防除



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

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



ガゼット[®] 粒剤

カルボスルファン…3.0%

新登場

Ⓔは米国FMC社の登録商標です。



日産化学



原体供給元

FMCコーポレーション

雑誌「植物防疫」バックナンバーのお知らせ

月の後は特集号の題名、() 内は特集の題名、価格は1部(送料・消費税込)の値段

購読者各位よりたびたびバックナンバーのお問い合わせがありますので、現在在庫しております巻号をお知らせいたします。この機会に是非お取り揃え下さい。

38 巻 (59 年)

1, 2, 6, 7, 8, 10, 12 月	566 円
3 月：線虫	618 円
5 月：ピシウム菌による病害	618 円
6 月：(導入天敵)	566 円
8 月：(弱毒ウイルス)	566 円

39 巻 (60 年) [全号揃]

1, 2, 3, 6, 7, 12 月	566 円
4 月：(カメムシ)	566 円
5 月：植物検疫	618 円
8 月：(ウイロイド)	566 円
9 月：(イネもみ枯細菌病)	566 円
10 月：(害虫防除と生態学)	566 円
11 月：イネ縞葉枯病	618 円

40 巻 (61 年) [全号揃]

1, 6, 7, 9, 10 月	566 円
2 月：(性フェロモンによる交信かく乱)	566 円
3 月：(農薬の付着性)	566 円
4 月：(ムギの病害)	566 円
5 月：昆虫の神経制御	618 円
8 月：(コナガ)	566 円
11 月：先端技術と病害防除	618 円
12 月：(野菜ハダニ類の発生予察法)	566 円

41 巻 (62 年) [全号揃]

1, 2, 6, 7, 8, 10 月	566 円
3 月：(永年作物の紋羽病)	566 円
4 月：(アブラムシ)	566 円
5 月：微生物の分類と保存	618 円
9 月：(茎頂培養とウイルスフリー化)	566 円
11 月：害虫の長距離移動	618 円
12 月：(暖地・亜熱帯のウイルス病)	566 円

42 巻 (63 年) [全号揃]

1, 2, 4, 7, 10, 12 月	566 円
3 月：(ネズミ)	566 円
5 月：微生物による病害防除	618 円
6 月：(寄生昆虫の生物学)	566 円
8 月：(動物のモニタリング)	566 円

9 月：(害虫・線虫と病害)	566 円
11 月：害虫管理	618 円

43 巻 (平成元年) [全号揃]

2, 3, 10, 12 月	648 円
1 月：(植物病理学最近の進歩 (ICPP シンポジウムより))	648 円
4 月：(熱帯の害虫獣)	648 円
5 月：植物ウイルス研究の進歩	669 円
6 月：(イネいもち病の多発生)	648 円
7 月：(ハダニ類)	648 円
8 月：(熱帯作物の病害(1))	648 円
9 月：(熱帯作物の病害(2))	648 円
11 月：新農薬の開発をめぐる	669 円

44 巻 (平成2年)

1, 2, 10 月	651 円
3 月：(アリモドキゾウムシとイモゾウムシ)	651 円
4 月：花と緑の病害虫	671 円
5 月：(ムギの病害)	651 円
6 月：(果樹コナカイガラムシ類)	651 円
7 月：(病原菌の病原性の分化)	651 円
8 月：(施設野菜栽培における害虫管理)	651 円
9 月：(薬剤抵抗性)	651 円
12 月：(線虫学)	651 円

45 巻 (平成3年)

1, 2, 4	651 円
3 月：(作物病害の生物防除)	651 円
5 月：病害虫発生予察	671 円
6 月：(シロイチモジヨトウ)	651 円
7 月：(植物病原体の分子進化)	651 円
8 月：(果樹の根頭がんしゅ病)	651 円
9 月：(熱帯のイネウンカ類)	651 円
10 月：(ウリ類の病害)	651 円
11 月：高品質生産と病害虫防除	671 円
12 月：(B T 剤)	651 円

46 巻 (平成4年)

1~12 月 (前納)	7,800 円
(後納)	8,400 円

在庫僅少のものもありますので、ご希望の方はお早めに郵便振替・小為替・現金など(切手でも結構です)で直接本会へお申し込み下さい。38 巻 (59 年) 以前のものについては、出版部までお問い合わせ下さい。

上記の定価、送料につきましては、43 巻 3 月号以前発行のものについては、消費税導入以前の料金が印刷されておりますのでお含みおき下さい。

送料は1部につき51円です。2部以上は実費となります。

ラウンドアップ専用ノズルなら、

散布量は

1/4

ラウンドアップ

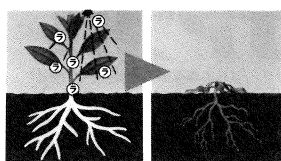
出方が
ちがう

泡状で出るので
飛散が少ない。

つき方が
ちがう

かけ跡が
白く見えて楽。

ラウンドアップは、
雑草の一部につくと根まで
移行して全体を枯らします。



だからちょっとつくだけで充分なのです。
この性質を利用したのが
少量散布法です。



ラウンドアップ

®米国モンサント社登録商標

ラウンドアップ普及会 事務局 日本モンサント株式会社 〒100 東京都千代田区丸の内3-1-1(国際ビル) Tel. (03)3287-1254

●詳しい資料をご希望の方は、ハガキに資料請求券を貼って上記までご請求ください。

資料請求券
ハガキ

ダニ専科。



チクソトロピー性を
有する高品質処方



ダニトロン[®]フロアブル

®:「ダニトロン」は日本農薬株式会社の登録商標です。



日本農薬株式会社
東京都中央区日本橋1丁目2番5号

野菜・タバコ・花

刺激が少なく安心して使える

土壤消毒剤

® **パスアミド** 微粒剤

脱皮阻害剤

天敵にも安全。IPMIにも使える

デミリン 水和剤

落果防止・着色促進に

晩柑類のへた落ち、落果防止、
りんごの落果防止、着色促進

マデック 乳剤

時代を先取り！

りんごの各種害虫に

アップデート 水和剤

汚れが目立たない新製剤

キノンドーがさらに性能アップ

キノンドー® フロアブル



アグロ・カネショウ株式会社

東京都千代田区丸の内3-1-1

ニコッ。ハハッ。ウフフツの明日へ。



除草剤

MO粒剤-S・ショウロンM粒剤・シンザン粒剤

殺虫剤

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

殺虫・殺菌剤

ドロクロール



地球サイズで考えて

三井東圧化学

東京都千代田区青か間3-2-5

TEL 03(3592)4616

■ 野菜・果樹・花・花木の灰色かび病や
うどんこ病、つる枯病に

ポリバリン® 水和剤

- 新複合殺菌剤。
- 耐性菌の灰色かび病
つる枯病、うどんこ病
に卓効。
- 安定した防除効果。
- よごれや、薬害も
ほとんどない。
- 人畜・魚類に毒性低く
安心使用。



◎資料御請求は、下記のところに御連絡ください。



自然に学び 自然を守る

クミアイ化学工業株式会社

本社／〒110-91 東京都台東区池之端1-4-26

平成
昭和
二十四
四年
九月
七
月
二
十
五
日
日
第
三
行
刷
（
種
月
郵
便
回
一
日
認
可
）
植物
防疫
第四
十六
卷
第八
号

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、
キャベツ・黒腐病の防除に



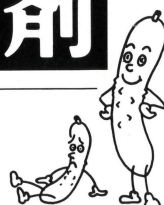
オリゼメート粒剤

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

カッパーシン水和剤



明治製菓株式会社
104 東京都中央区京橋2-4-16



定価 七〇〇円（本体六八〇円）（送料五一円）