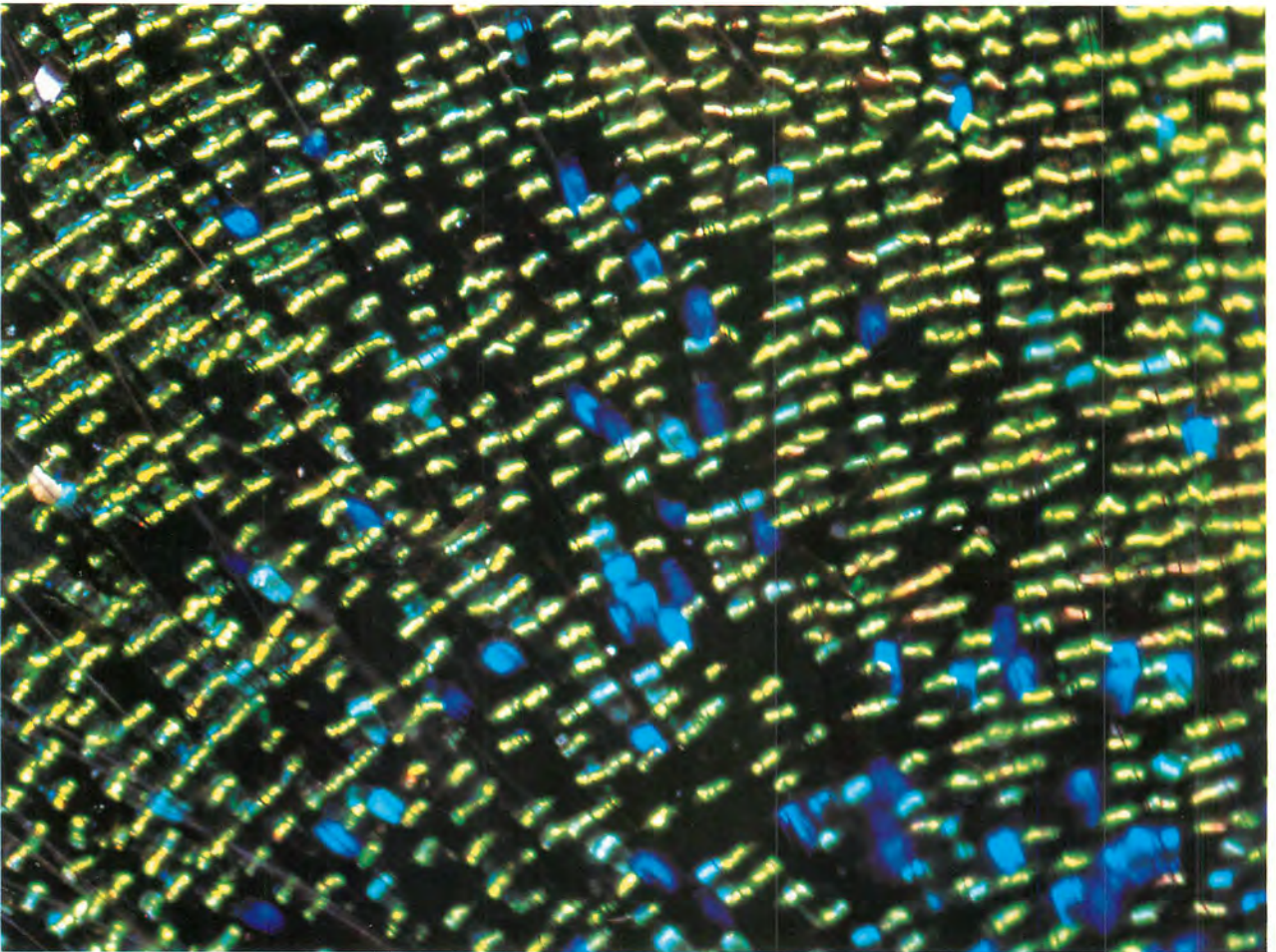


ISSN 0037-4091

植物防疫

平成
七年
八月
二十五
日
印刷
第四十九卷
第九号



1995 **9** VOL 49

畑のチャンピオン、 ガゼットくん。

野菜・畑作害虫をノックアウト

特 長

- 抵抗性コナガ、キスジノミハムシ、ミナミキイロアザミウマなど難防除害虫に優れた効果を示します。
- かんしょやいちごのコガネムシ類(幼虫)、さとうきびのハリガネムシなど土壌害虫にすぐれた効果を示します。
- 優れた浸透移行性により、薬剤のかかりにくい部分でも十分な効果を示します。
- 優れた残効性により防除回数を減らすことが可能です。



ガゼット® 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



原体供給元

FMCコーポレーション

★ 日産化学



果樹、野菜、茶のダニ・害虫防除に…



殺ダニ・殺虫剤

サンマイト® 水和剤
フロアブル

®は日産化学工業(株)の登録商標

- サンマイト水和剤……かんきつ、りんご、なし、もも、おうとう、ぶどう、びわ
- サンマイトフロアブル……茶、すいか、メロン、いちご、あずき、きく、カーネーション、トマト、ポインセチア



あなたの喜びが、私たちの喜びです。



研究開発のいちばんの大きなテーマは、あなたの満足です。

効果、品質、安全。すべての面において最良の製品であること。

私たちの企業のテーマはここにあります。

そしてそれをよりレベルの高い次元で実現するために、絶え間ない研究開発を続けています。

生産から販売さらには消費という、私たちのお届けする製品に関わるあらゆる場に

喜びをもたらすために、笑顔をもたらすために、私たちは努力を惜しみません。

私たちは日本サイアナミッドです。

日本サイアナミッド株式会社

東京本社 東京都港区六本木1-4-30 六本木25森ビル 〒106 TEL.03-3586-9712

田原研究所 愛知県渥美郡田原町緑ヶ浜1-1 〒441-34 TEL.05312-2-3141

掛川工場 静岡県掛川市細谷字山合635-15 〒436-01 TEL.0537-26-3721

フリーダイヤル

0120-22-3388

※弊社の製品をお使いの際は、①使用前にはラベルをよく読んでください。②ラベルの記載以外には使用しないでください。③小児の手の届く所には置かないでください。

自然の恵み。この言葉のもつ意味を
大切にしたい。デュポン



"自然は祖先から譲り受けたものではなく、子孫から借り受けたものである"。自然と生きてきたアメリカ先住民ナバホ族に伝わるこの言葉こそ、デュポンが地球環境を考えていくうえでの原点です。グローバル企業として環境問題に取り組むことは当然の義務、そして早くからその実践に努めてきたデュポン。1990年には一企業として初めて「地球環境保護主義」を提唱しました。こうした姿勢はアグリ事業にも貫かれています。何よりも人や環境に対する安全を重視した製品開発、それにともなう高度な技術の提供…。自然との調和をぬぎに、豊かな実りはありません。デュポンはこれからも環境保護を基本にし、皆さまの収穫をサポートしてまいります。



デュポン 農業製品

新しい防除シーン を提案します。

フェロモン製剤は
新しい防除シーンを
提案します。

害虫の発生を予測する。
交信を攪乱して交尾を阻害する。
大量に誘引して防除する。

害虫の抵抗性を
発達させることがなく、
また殺虫剤の
散布回数を軽減する。

サンケイ化学のフェロモン製剤

【交信攪乱用製剤】

●コナガコン®(コナガ用)

●ヨトウコン®-S

(シロイチモジヨトウ用)

【大量誘殺用製剤】

●アリモドキコール®

(アリモドキゾウムシ用)

●オキメラノコール®

(オキナワカンシャクシコメツキ用)

【発生予測用製剤】

●コドリングコール®(コドリンガ用)

●SEルアー(ニカメイガ、コナガ、

シロイチモジヨトウ、カブラヤガ、

モモハモグリガ、キンモンホソガ、

チャノホソガ、シバツトガ、

スジキリヨトウ、ヒメコガネ、

アリモドキゾウムシ用)

※は登録商標



サンケイ化学株式会社

本社：〒890 鹿児島市唐湊4-17-6

東京本社：〒110 東京都台東区東上野6-1-7(MSKビル)

☎(0992)54-1161

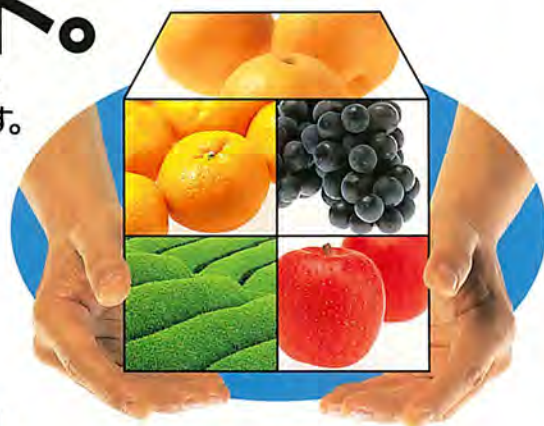
☎(03)3845-7951

タフな効きめで、 しっかりガード。

ぶどう、りんご、なしなどの病害に優れた
効果を示す、新しいタイプのEBI剤です。

●特長

1. 広範な病害の防除
2. 優れた持続力
3. 安定した効果
4. 低薬量・低濃度
5. 難防除病害にも有効



ツイン・アクションの園芸用殺菌剤



マネーヅ® 水和剤



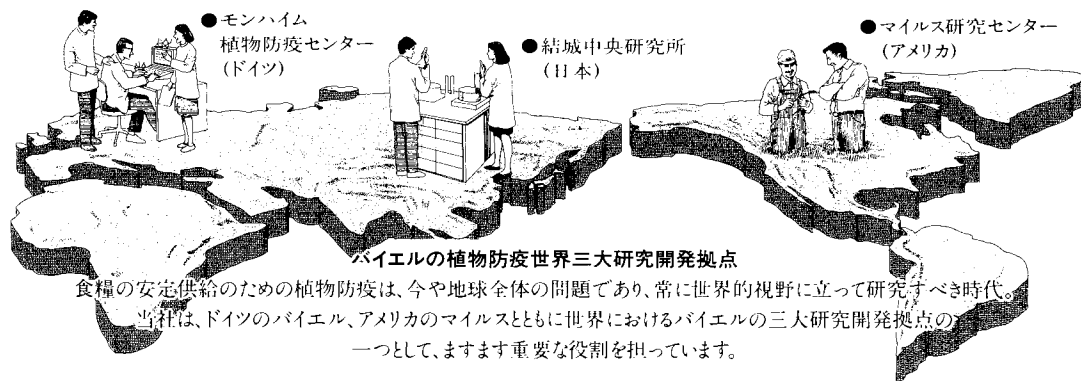
北興化学工業株式会社 〒103 東京都中央区日本橋本石町4-4-20

®は北興化学工業の登録商標

農薬としての天敵昆虫の利用——普及上の問題点と今後の展望……………	和田 哲夫………… 1
ナシ圃場のハダニ防除を左右する諸要因……………	井上雅央・萩原敏宏・国本佳範………… 5
落葉果樹におけるクワオオハダニの発生生態と薬剤感受性……………	藤本 博明…………11
不妊虫放飼法の 60 年——ニプリング氏の日本国際賞受賞に寄せて—— ……	小山 重郎…………17
アワヨトウとその近縁種の属名統一——アワヨトウは <i>Mythimna separata</i> , クサシロ キヨトウは <i>Mythimna Loreyi</i> に——……………	吉松 慎…………21
養液栽培トマトの 2,3 土壌伝染性病害に対するスギ, ヒノキ樹皮繊維培地の 抑制効果……………	……………24
連載：諸外国の植物検疫制度(2) アメリカの植物検疫制度——特に PRA を中心に——……………	舟木康郎・入江 俊…………27
(海外ニュース) インドネシアは大豆が足りない……………	内藤 篤…………33
植物防疫基礎講座 イムノアッセイ法による農薬の簡易分析とその利用——拡散と付着量の検定——……………	高橋 義行…………34
植物病原菌の薬剤感受性検定マニュアル(21)/イネ褐条病菌……………	竹内 徹…………39
新しく登録された農薬(7.7.1~7.31) ……	………… 44
農薬紹介……………	…………44
中央だより……………	41 学界だより………… 38
お知らせ……………	20 人事消息………… 48
新刊紹介……………	40 主な次号予告………… 48
出版部より……………	48

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



新しい時代のニーズに合った 夢の新殺虫剤

アドマイヤー®

Bayer 

日本バイエルアグロケム株式会社
東京都港区高輪4-10-8  108

美しい穂の仕上げをお手伝いします。

田植から収穫までにいろいろな病原菌が
イネの生育や米の品質に悪い影響を与えています。
ブラシン剤は、いもち病・ごま葉枯病をはじめ米の品質を低下させる
穂枯れ性病害に幅広く作用して美しい穂に仕上がります。



●いもち病・ごま葉枯病・変色米・紅変米に



●殺虫剤・殺菌剤の混合剤も取り揃えています。

いもち病菌

ごま葉枯病菌

すじ葉枯病菌

アルタナリア菌 (褐変穂起因菌)

カーブラリア菌 (変色米起因菌)

エピコッカム菌 (紅変米起因菌)

すみ黒穂病菌

●農薬は正しく使いましょう！

- 使用前にはラベルをよく読んで下さい。
- ラベルの記載以外には使用しないで下さい。
- 本剤は小児の手の届く所には置かないで下さい。



新発売

水稻の広域防除に空中散布専用剤

ブラシン[®]ザル

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

農薬としての天敵昆虫の利用

——普及上の問題点と今後の展望——

株式会社トーメン ^わ和 ^だ田 ^{てつ}哲 ^お夫

はじめに

2種類の天敵、チリカブリダニ (*Phytoseiulus persimilis*) とオンシツツヤコバチ (*Encarsia formosa*) が本年3月に農薬登録された。この天敵類の歴史、登録までの経緯とその意義、2種の天敵の特性、天敵の利用場面と方法、今後の展望、問題点について述べる。

I 2種の天敵の歴史

今回登録されたオンシツツヤコバチは、1914年にイギリス南部のトマト農家の温室で偶然に発見されたものである。その後1926年に大英博物館にて同定された本種は、オンシツコナジラミ (*Trialearodes vaporariorum*) の有効な天敵であることが判明した (記載命名は1924年)。1930年代には年間150万頭のオンシツツヤコバチが実際に温室で使用された。だがその後、化学合成農薬の発展のなかでこの天敵は忘れ去られたのである。あたかもフレミングがペニシリンを発見したにもかかわらず、実用化には数十年の歳月が必要であったのに似ている。

一方でチリカブリダニは、1957年にフランスにて命名記載され、60年以降キュウリのハダニ防除に実用化され始めた。これは50年代からハダニの薬剤抵抗性の発達が問題になってきたなかで、チリカブリダニの必然性が出てきたためである。チリカブリダニによる害虫防除を始めたところ、オンシツコナジラミの被害が始めここでオンシツツヤコバチが記憶の中から掘り起こされたのであった。

その後の両種の施設栽培での利用は連続的に増加し現在も世界で最も重要な園芸作物の害虫防除用に使用されている天敵である。

II 日本への導入

日本への導入は、ヨーロッパでの実用化からさほど遅れることなく1966年にはチリカブリダニ、1975年にはオンシツツヤコバチが相次いで輸入され、北海道大学、九州大学を中心に日本各地で両種の増殖が試みられ、実

際に農家に無償配布され実用化に向けて広範な試験が行われた。

しかしこの試験配布は、両種の天敵の広範な利用へとはつながらなかった。この原因はいくつか挙げられるが、主に体系防除方法の検討ができなかったこと、根本的に天敵を日本の社会が受け入れるだけの素地がまだなかったこと、そして民間の事業としてではなく主に公的な試験機関だけが配布にかかわったため、アフターケアに欠けたこと、などの理由が考えられる。農薬として登録されないと販売できないことも大きな理由であった。

III 登録までの経過

1989年に、日本化薬(株)と(株)トーメンはオランダの世界最大の天敵増殖会社コパート社より上記2種の天敵の導入を開始し、日本植物防疫協会を通じ各地の農業試験場に天敵の効果試験を依頼した。1990年から1992年の3年間で登録申請に必要なデータを準備し、1994年5月に農薬登録申請が受理された。この間天敵を農薬として取り扱うガイドライン (指針) が明確でなかったため、トーメンと農薬検査所の間で協議を重ねた。

これまで天敵が大規模に使用されているヨーロッパ、アメリカでは天敵は農薬とは見なされず一種の農業資材として扱われているため、原則として天敵を農薬として登録する必要はなかった。このためだれでも天敵を生産し販売することが可能であり、事実、北ヨーロッパでは雨後の筍のように家族経営の天敵生産会社が設立された。これはアメリカ合衆国でも同様であり、全米で20を超える生産会社があるといわれているが、その多くは零細でありまた実際に生産している天敵の種類も少ない。

ここで問題になってきたのは天敵の品質であった。品質管理部門を持ってない小規模な天敵会社の製品は、ふ化率が低かったり頭数が足りなかったり、ひどいものでは生きている天敵がいらないなどというものもあった。このため放飼したものの効果が出ない、アフターケアがない、などの理由で、天敵の信頼性を傷つけるような例も引き起こされた。

一般に新しい天敵が製品化されるには、その天敵の効果が高いと認められ、増殖が効率的かつ容易であることが最初の判定基準となるが、その後天敵の製品としての

品質については以下の重要なパラメータが恒常的に満足されなくてはならない。生存頭数、産卵数、ふ化率、生存日数等である。これは簡単なようで、生物の規格として維持することは必ずしも容易ではなく、現在ヨーロッパ、アメリカ合衆国の研究機関、天敵会社が合同で IOBC (国際生物防除機構) の一部会として各天敵の品質ガイドラインを作成中であり、最終案に近いものが既に利用されている。現在では、スイス、フランス、ハンガリーなどで登録制度が発足しつつあり、主として品質について検査がなされている。

IV 2 種の天敵の特性

【チリカブリダニ】

1 有効成分の特性と生物活性

(1) 名称及び有効成分

一般名：チリカブリダニ (ファイトセーラス・パーシミリス)

商品名：スパイデックス (SPIDEX)

和名・学名：チリカブリダニ、ファイトセーラス・パーシミリス

Phytoseiulus persimilis

分類学上の位置：

綱：Arachnida (蜘蛛形綱)

目：Acarina (ダニ目)

科：Phytoseiidae (カブリダニ科)

属：*Phytoseiulus*

種：*Phytoseiulus persimilis*

形態：チリカブリダニの生活環には卵、幼虫、第一若虫、第二若虫、成虫のステージがあり、幼虫は

3 対の脚を持っている。成虫はやや赤色である。

(2) 生物活性

チリカブリダニの天敵としての特性は次のとおりである。

① ハダニ類のみを捕食する。

チリカブリダニはハダニ亜科 (Tetranychinae)、特に *Tetranychus* 属の種を捕食する。したがって、ハダニのいないところでは生存できず、閉鎖環境の温室などで、いわゆる過剰捕食 (overexploitation) により自らも消滅してしまう。チリカブリダニは、ハダニ類以外のダニあるいは花粉や甘露等では繁殖することはできない。

② 捕食量が多い。

チリカブリダニの雌成虫は、すべてのステージのハダニ類を捕食する。例えば、20°C の条件下でチリカブリダニ 1 頭が 1 日当たりカンザワハダニ成虫を 5 匹あるいは幼虫 20 匹あるいはまた卵 20 個を捕食する。

③ チリカブリダニの発育可能温度範囲は、下限は発育ゼロ点の約 12°C から上限は約 32°C である。15°C から 30°C の間では発育速度と温度との間には直線的な関係が認められ、15°C、25°C 及び 30°C で、それぞれ 19.5 及び 3.5 日間であった。

④ 増殖能力が高い。

チリカブリダニはハダニ亜科のダニを捕食した場合にのみ産卵し、*Tetranychus* 属のハダニを好んで捕食する。産卵数は捕食量と密接な関係があり、15°C から 30°C まで温度が上昇するに従って直線的に捕食量が増加し、30°C 以上になると捕食量は低下する。30°C で餌が十分であれば産卵数は 1 日当たり平均 6 卵となる。産卵には湿度も影響することから相対湿度を 70% 以上に保つことが望ましい。

⑤ 移動性が高い。

チリカブリダニの分散力は作物の株内はもちろん、株間でも高い分散性を示す。温度の上昇に伴い活動性が増し、分散性が高くなる。

⑥ 防除上の利点

殺ダニ剤の連続散布により抵抗性を獲得したハダニ類

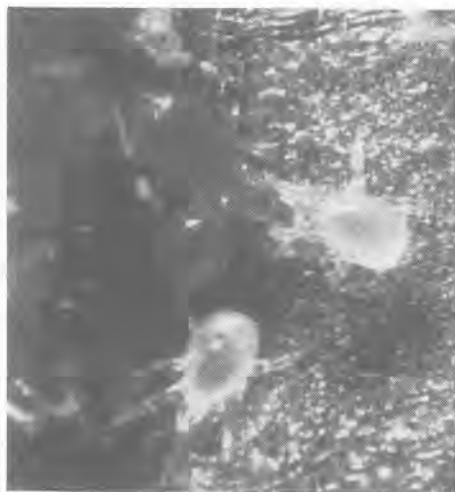


図-1 ハダニを攻撃中のチリカブリダニ (左上)

表-1 チリカブリダニの適用害虫および使用方法

作物名	適用害虫名	10 a 当たり使用量	使用時期	使用回数	使用方法
いちご (施設)	ハダニ類	500 ml / チリカブリダニ (約 2,000 頭)	発生初期	—	放飼

にも有効である。

⑦ 他の農薬による影響

チリカブリダニに悪影響を及ぼす農薬としては、ほとんどの合成ピレスロイド系、PAP、ジメトエート、アセフェート、ダイアジノン、MEP等の有機リン系、メソミル、NAC等のカーバメート系、カルタップ剤、除虫菊剤、硫酸ニコチン剤、DDVP剤等の殺虫剤、殺ダニ剤及びベノミル剤、チオファネート剤等の殺菌剤がある。しかし、次の農薬はチリカブリダニに対して影響を与えない。

BT剤、プロフェジン剤、マシン油等の殺虫剤、クロルベンジレート剤、ジコホル剤、ベンゾメート剤、酸化フェンブタスズ剤等の殺ダニ剤、キャプタン剤、トリアジン剤、ポリオキシシン剤、イプロジオン剤等の殺菌剤。

(3) 適用害虫の範囲及び使用方法を表-1に示す。

【オンシツツヤコバチ】

1 有効成分の特性と生物活性

(1) 名称および有効成分

一般名：オンシツツヤコバチ（エンカルシア・フォルモーサ）

商品名：エンストリップ（EN-STRIP）

和名・学名：オンシツツヤコバチ，エンカルシア・フォルモーサ

Encarsia formosa

分類学上の位置：

綱：昆虫綱

目：膜翅目

科：ツヤコバチ科

属：*Encarsia*

種：*Encarsia formosa*

形態：オンシツツヤコバチの雌成虫は体長約0.6mm

で、頭部は濃褐色、胸部は黒色、側面は黄色、腹部は一様に黄色で、脚部は黄褐色であり、産卵管は腹部先端より突き出ている。一方、雄は雌よりやや大きく、腹部が黒褐色である。

(2) 生物活性

オンシツツヤコバチの天敵としての特徴は、内部寄生性の寄生蜂で、オンシツコナジラミ及びタバココナジラミ等に寄生し、殺虫活性を示すとともに、コナジラミの体液を吸汁する host-feeding によっても殺虫活性を示す。オンシツツヤコバチの雌成虫は、オンシツコナジラミ等のすべての齢期の幼虫に産卵、寄生するが、特に、3齢幼虫及び4齢幼虫を好む。オンシツツヤコバチの卵は寄主体内でふ化後、3齢を経過したのち蛹となり、最終的に成虫として寄主の体外へ脱出羽化する。コナジラミは4齢中期まで発育するが、その後の発育は停止する。host-feedingの対象となるオンシツコナジラミの幼虫は主に2齢幼虫及び4齢後期幼虫である。

オンシツコナジラミの幼虫は体全体が粉状のロウ物質で薄く覆われており、幼虫、蛹もロウ物質の糸状突起を有しているため、殺虫剤が効きにくく、また、どの殺虫剤も防除効果の低い虫態があつて、特に大きな幼虫や蛹には効果が劣る。トマト、ナス、キュウリ等の果菜類では、一般に収穫期に多くオンシツコナジラミが発生し、この時期には茎葉が繁茂してオンシツコナジラミの成虫、幼虫、蛹、卵等の各態が葉裏に生息するために防除



図-3 オンシツツヤコバチ（黒い点が蛹）の使用

表-2 オンシツツヤコバチの適用害虫および使用方法

作物名	適用害虫名	10a 当たり使用量	使用時期	使用回数	使用方法
トマト（施設）	オンシツコナジラミ	25～30 株当たり 1 カード	発生初期	—	放飼

注：1 カード当たり羽化雌成虫 50 頭



図-2 産卵行動中のオンシツツヤコバチ

が困難となる。さらに、同じ殺虫剤を連用すると薬剤抵抗性の発達をもたらし、殺虫剤のみによる防除だけでは完全防除ができないのが現状である。オンシツツヤコバチによる防除ではこれらの条件にもかかわらず防除でき、特に、果菜類の収穫期においても安全に使用できる。

(3) 適用害虫の範囲及び使用方法を表-2 に示す。

V 日本での天敵利用の問題点

ヨーロッパでの天敵利用の増加は、

- ① 天敵を利用した栽培農家からの支持
- ② 害虫の農業に対する抵抗性の獲得
- ③ 長期植物保護計画（オランダ政府の農薬使用量削減計画）の施行

④ 新天敵の種類の増加

⑤ 市場関係者・輸出業者の支持

というような地道な理由の複合にあり、日本でもこれらは実現可能な要因である。しかし、オランダやイギリスの施設園芸には次のような日本とは異なる条件がある。

- ① 最低夜温 16°C の大型温室
- ② 大型温室が西南オランダや南部イギリスに集中している
- ③ 夏季の最高温度が 32°C 以下
- ④ 天敵を登録する制度がなく速かに新しい天敵類を導入できる。

この条件の③については、作型がオランダと日本では違うので、オランダが 11 月に作期が終わるのに比べ日本では 7 月、8 月の高温時に休む、ということで少しは回避できるが、①の 16°C については、12 月から 2 月の期間には日本のトマト、イチゴの温室では暖房コストの点もあり最低夜温 10°C 以下の温度管理の場合も多く見られ、今後最低温度の上昇を指導していく必要がある。

一部の研究者には日本でオランダ型天敵利用は難しいという考えがあるが、当然オランダのものをそのまま日本に持ってきても失敗することは確実である。特に重要な差異は施設内の気温である。試験場のハウスや大学、研究所での温度管理は、商業的なハウスのそれに比べ室温が高く設定されていることが多く、これが当初現地ハウスでの効果が挙がらない理由であった。

過去 5 年の日本での試験で、12 月から 2 月にかけてのオンシツツヤコバチの試験では通常 2~3 週間で黒化したマミーが見られるところが、1 か月たっても発見できないことが多々あった。しかし、このことは平均温度が 20°C で 2 週間かかる事実を考えれば一目瞭然である。平

均温度 20°C を実現するためには最低夜温 13°C、経過温度 20°C、最高温度 30°C でそれぞれ 8 時間、10 時間、6 時間必要となり、実用的な天敵利用のためにはいかに最低温度を上げるかがポイントになってくるといえる。平均温度が 15°C では効果が発現するまで 1 か月以上かかるわけであり、現場ではなかなか理解されないことになる。平均気温が 20°C 以上あることが天敵利用の好適条件といえる。

現時点では、オンシツツヤコバチにしてもチリカブリダニにしても、加温が十分ではない施設では 3 月中旬以降 7 月まで、9 月中旬より 11 月半ばまでが使用適期と指導している。

VI 今後の展望

天敵を使用することは、化学農薬を使うことに比べればかなりの情報の伝達が必要となる。速効性の殺虫剤であれば遅くても 2~3 日で効果がはっきりでてくるので、農家や販売者にとって懸念がないが、天敵の場合は初めて使用する場合勝手がわからず効果が出てくるまで待ちきれず殺虫剤を散布してしまう農家も少なくない。また放飼のタイミングが一般的に遅れ気味で害虫の増殖スピードに天敵の増殖が間に合わず結果的に失敗する例も多い。コナジラミに対する天敵放飼の場合、タイミングはきわめて明確であり株を揺すって 1~2 匹飛び出し始めたときである。このため黄色粘着板の併用による害虫密度の把握を強く勧めている。今春の販売開始以来 4 か月経過したが、オンシツコナジラミの少発生もあるが、おおむね防除効果は高く、心配されていたクレームは少ない状況である。

20 年前、オランダの施設栽培の中心地ナールドウィクは、オンシツコナジラミが視界をさえぎるほど大発生しており、一面コナジラミが飛び交っていた。今年オランダのハーグで開かれた国際植物保護会議でワーゲニンゲン大学のファン・レンテレン教授はこの光景をスライドにより回顧しておられたが、日本でも千葉県の一宮地区のようなコナジラミの密度の高い地区で、この害虫の制圧が天敵によりなされコナジラミ被害が昔語りになることを夢想する次第である。

参 考 文 献

- 1) ファン・レンテレン, J. C. (1993): 植物防疫 47 (6): 261~265, (7): 305~310.
- 2) ラーフェンスベルグ, W. et al. (1995): 天敵利用の基礎知識, 農文協, 東京, pp. 116.
- 3) 和田哲夫 (1995): オランダの天敵利用法・日本の天敵利用法, システム農学 (J. JASS), 11 (1): 79~85.

ナシ圃場のハダニ防除を左右する諸要因

奈良県果樹振興センター 井上 雅央・萩原 敏宏
いのうえ まさてる はぎはら としひろ
 奈良県農業試験場 くにもと よし範
くにもと よし範

はじめに

ハダニ類は野菜、花き、果樹などの栽培者にとってやっかいな害虫である。しかし、いかに多発年といえども、ある品目の一つの産地全体を見渡せば、ハダニのために収穫皆無となるような壊滅的な被害にいたる例はきわめてまれで、現実には軽微な被害にとどまったり、被害を免れる栽培者の数のほうが多い(図-1)。筆者らは長年、こうした被害程度の差がどうして生じるのかを研究

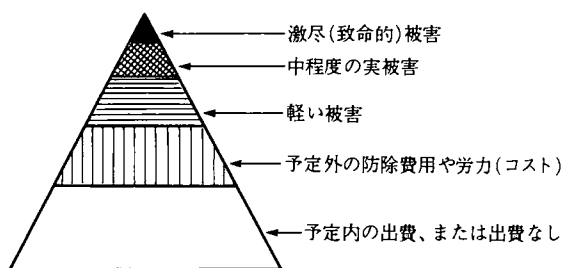


図-1 害虫被害の程度別発生機会の構成を示す模式図

のテーマとし、イチゴ、ホウレンソウ、アスパラガスなど野菜を中心にその被害助長要因を探ってきた。最近、奈良県においてナシ、カキ、ブドウなどの果樹でもハダニ被害が問題となってきた。そこで、野菜で用いた手法を活用し、ナシにおけるハダニ被害を助長する要因の抽出に着手した。調査は、23名の栽培者がナシを栽培する斑鳩町稲葉地区を対象とし、普及センター、農協、同地域のすべての栽培者、奈良農試及び同果樹振興センター職員が共同であたっているが、まだまだすべての要因が抽出されたとは言いがたい。そこで、今回は要因抽出作業の実際を紹介し、併せてこれまでに抽出されたいくつかの要因について述べておきたい。

I 栽培者一圃場系の概念

栽培現場で農作業に携わるのはその圃場の栽培者であり、害虫対策を実行するのももちろん栽培者自身である。何を目的として、どのような農作業を、いつ、どのような手順や方法で実行するのか、また、その際、どういった機械、道具、資材などを使用するのかは、栽培者

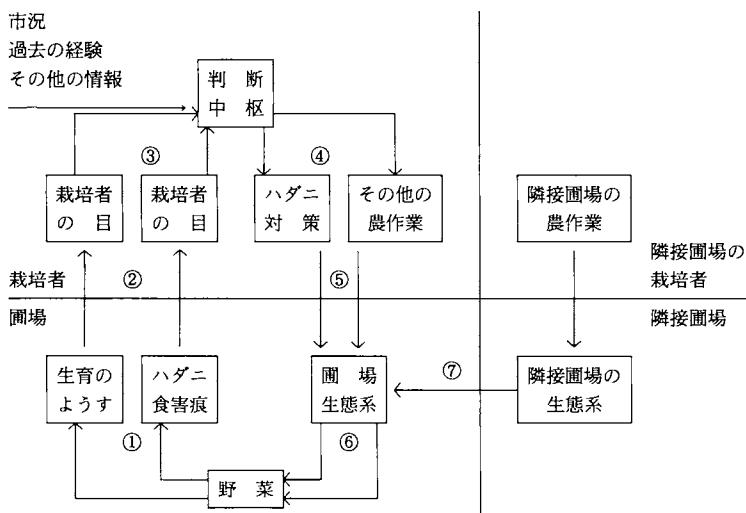


図-2 栽培者一圃場系における作業進行の模式図

自身の判断にゆだねられている。今回の調査ではこうした、農作業の一つ一つが、ハダニ被害の大きかった圃場の栽培者とそうでなかった圃場の栽培者の間でどのように違ったのかを、詳細に調べてハダニ被害程度への影響の大きさを比較するという手法をとった。そして、この調査では、過去に井上(1991)が想定した栽培者—圃場系の農作業のながれ(図-2)に沿って調査項目を選定し、過誤がどのように拡大されるかを追跡した。図-2の系の概念については、1991年以来、度々紹介しているので詳細は省略するが、筆者の意図するところは

(1) 図中の番号で示した各ステップに入り込んでくる作業上の過誤を把握する。

(2) 過誤を責めるのではなく、なぜ過誤が入り込むのか、その背景を探る。

(3) 容易に排除できる過誤については過誤そのものを排除するとともに、排除できない過誤については過誤が被害に拡大されないようなロジックを構築する。

といった点である。

これまでの野菜や花き栽培現場で、各ステップに侵入することが明らかとなったハダニ防除上の過誤については、図-3に取りまとめた。こうした過誤の責任を栽培者に押しつけている限り、同類の過誤が再生産され、栽培現場での実被害発生件数の減少は期待できないと言ってよい。

II 栽培者—ナシ圃場系における被害助長要因摘出の実際

通常、ある特定の要因が被害助長に関与している場合、産地内でのハダニの発消長は圃場間で類似性がみられ、大きな被害を受けるのは特定の栽培者に限られることが多い。このような場合は被害を受けない栽培者と被害を受ける栽培者の作業内容を詳細に比較することでその要因を特定することができる。例えば、奈良県における促成栽培アスパラガスのカンザワハダニ被害事例で

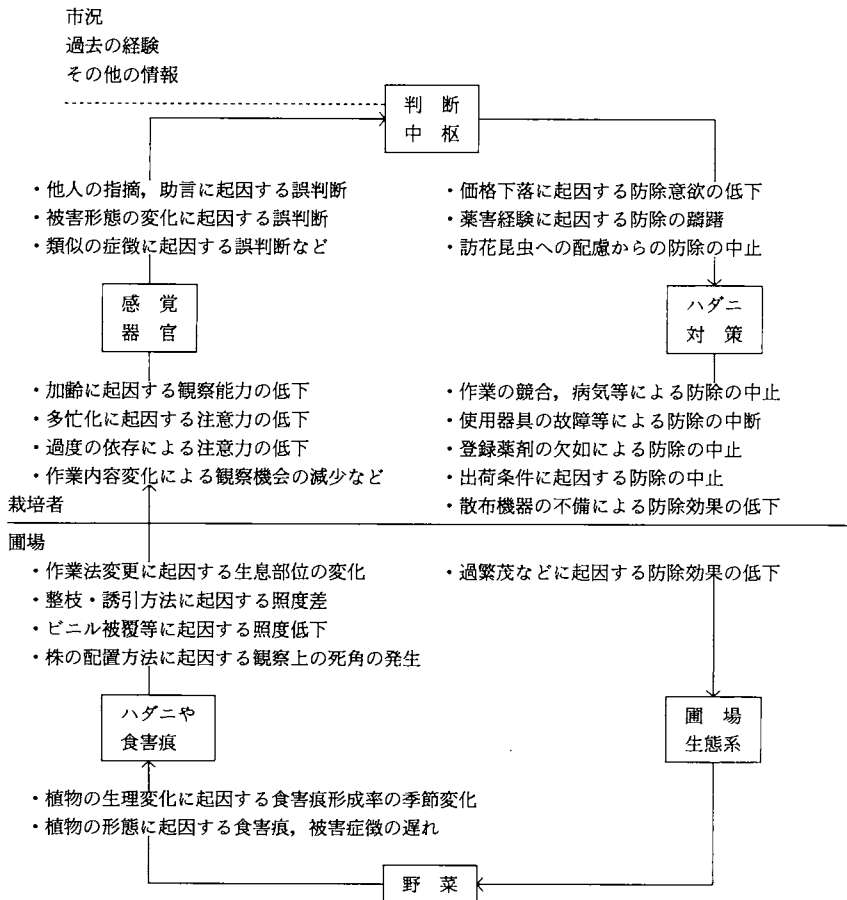


図-3 栽培者のハダニ対策に関する過誤とその侵入経路

は、枯死茎葉を刈り取り搬出後、畝肩部分のマルチングに使用したポリフィルムを除去した上で土壌表面の火災処理を行った栽培者の圃場では、カンザワハダニによる次作での若茎への被害が回避されていた。これに対し被害を受けた栽培者のグループでは、ポリフィルムを除去する前に火災処理が行われていた。そこで、稲葉地区のナシ圃場でもこうした要因の存在が推測できるかどうかを知ることを目的として、1990年に予備的な聞き取り調査を行った結果、ハダニの多発に悩まされるのは特定の栽培者に限られず、また、被害が発生する時期も一定でないことが明らかとなった。

被害発生経過に類似性が見られない場合は、除草などの圃場管理や、剪定、誘引、施肥など栽培植物に対する一般農作業がハダニへの配慮なく行われ、またハダニ防除時の使用薬剤や散布時期も個々の栽培者が独自に判断している場合が多い。図-4は、こうした状況にある産地におけるハダニ被害助長要因の複合様式を示す様式図である。現実と同地区で存在が予測される複数の要因を摘出すべく実施した種々の調査については、表-1のとおりである。

1991年7月上旬、産地の圃場管理状況を把握すべく、栽培者にも参加してもらって全員の圃場を巡回した。その結果、草生栽培を行う者はおらず、除草が徹底している反面、ほとんどの栽培者が棚下でシソ、イチゴ、キュウリ、カボチャ、キク、ハウセンカなどの自家用野菜や花き類を栽培していた。特にシソを栽培する者は全体の半数を超え、すべてのシソでカンザワハダニが多発していたが、筆者が指摘するまでこれに気付いた栽培者はおらず、ナシのハダニ防除時にも自家用野菜の防除は行われていなかった。

こうした、自家用野菜は収穫終了時やナシでの農作業に支障を来すほど繁茂した際には適宜抜き取り、残渣はその場に放置するという者が多かった。中には近隣の圃場で生じた残渣をナシ樹下の裸地に敷ワラ代わりに投棄するという栽培者もあり、こうした残渣からの移動による突発的なナシでのハダニの高密度化が進行することがわかれた。

そこで、

(1) ナシ圃場における自家用植物の栽培中止。

(2) ナシ圃場への植物残渣投棄の中止。

を指示した結果、翌年の1992年7月の巡回ではほとんどの栽培者がこれを実行した。

III 防除作業の過程に侵入する過誤とその除去

こうした要因の除去にもかかわらず、ハダニ密度の圃場間差が大きかったことから、ハダニ対策自体に、

(1) 加齢によるハダニ観察能力の低下に起因する防除開始時期の遅延。

(2) 使用薬剤や防除器具の選択ミスに起因する防除効果の低下。

(3) 不適切な散布行動に起因する防除効果の低下。といった複数の過誤が侵入、複合していることが推測された(図-3、4参照)。

そこで、加齢によるハダニ観察能力の低下に起因する防除開始時期の遅延という要因の影響をなくし、防除効果のみを比較するために、日時と使用薬剤を指定した上で全員に一斉散布を実施してもらった。一斉散布は1993年の6月と7月に2回行い、散布前と散布指定期日のほぼ1週間後に寄生葉率を調べた。図-5は第1回の一斉散

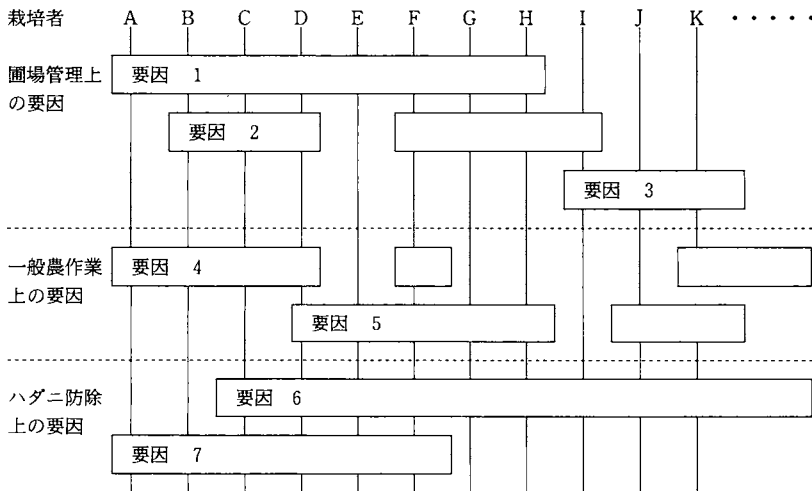


図-4 栽培現場におけるハダニ被害助長要因の複合様式を示す模式図

表-1 斑鳩町稲葉地区におけるハダニ被害助長要因の摘出作業実施状況

調査時期	調査内容	目 的	明らかとなった要因など
1990・9	聞き取り調査	被害発生パターンの把握	被害発生圃場や時期に類似性がない。(複数の要因が複合)
1991・2～4	トラップ設置	加害種、発生時期	加害種はカンザワハダニ、地上越冬が主で一部が樹上越冬
1991・7	栽培者全員の圃場見取り調査	圃場管理状況の把握	ほとんどの栽培者が棚下でシソなど自家用野菜を栽培、カンザワハダニが多発
1992・7	同上	同上	すべての栽培者が自家用野菜等の棚下栽培を中止
1993・4～10	栽培者全員の圃場のハダニ密度調査	同一薬剤の一斉散布による散布技量の比較他	防除効果は栽培者によって大きく異なる
1993・11	散布方法に関する圃場での聞き取り調査	一斉散布時の防除効果の差を明らかにする	散布行動、使用ノズルなどは栽培者間で異なるが、必ずしも使用薬液量が多いと防除効果が高いとはいえない
1993・12	誘殺バンド内越冬密度調査	栽培者間の誘殺率の比較する	誘殺バンドの締め付け強度は栽培者間で大きく異なり、弱く巻いたバンドはハダニ誘殺に適さない
1994・3～10	栽培者全員の圃場のハダニ密度調査	発生消長の圃場間の比較	発生消長は各圃場とも類似し、多発する圃場が特定化する傾向
1994・7	散布技量の定量化とノズル特性の検討	散布技量の異なる被検者の散布行動を栽培者自身が観察	技術改善情報などの提供方法については十分な検討が重要

布前の寄生葉率が4%以下（以下、低密度グループと称す）、5～9%（中間グループ）及び10%以上（高密度グループ）の3グループに分けて、散布後、寄生葉率がどのように変化したかを示しており、第1回目の散布ではどのグループでも寄生葉率の低下が認められたが、第2回目の7月上旬の散布では、もっとも寄生葉率の高いグループでは寄生葉率の低下が認められず、中には散布したにもかかわらず寄生葉率が高まった栽培者も存在した。このことから、

- (1) 栽培者間で散布技量に差がある。
- (2) 同じ栽培者でも時により防除効果が異なること

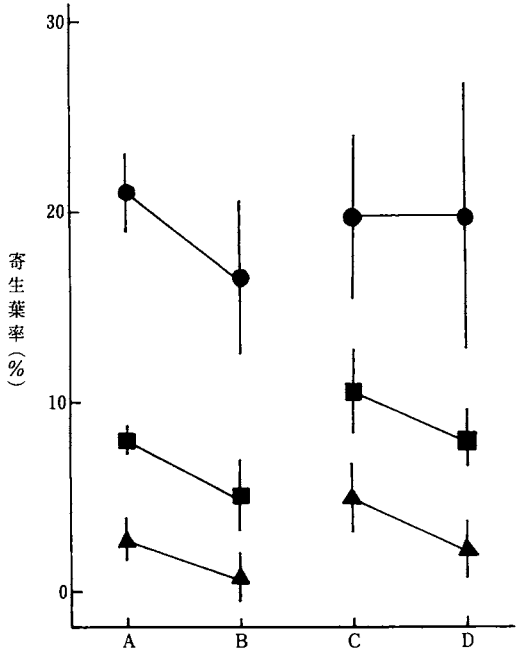


図-5 ナシ園における一斉防除前と防除後の寄生葉率の変化
▲：寄生葉率が4%以下の園。■：寄生葉率が5～9%の園。
●：寄生葉率が10%以上の園。
A：6月26～28日の一斉防除前。B：同一斉防除後
C：7月10～12日の一斉防除前。D：同一斉防除後

がある。
といったことが明らかとなった。
このため、同年11月に各グループの栽培者数人ずつから詳しく防除作業時の使用機器類、散布薬液量、圃場での作業行動について聞き取り調査を実施した。聞き取り調査は各人のナシ圃場で行い、動力噴霧器やタンクをおく場所、使用した桶、散布時の歩行状態など、必要な場合は栽培者に再現してもらって記録した。臨場聞き取り法を採用したのは、アンケート調査と比較して栽培者が正確に過去の自分の行動を思い起こすことができる、散布薬液量などの記憶違いや記入ミス（10 a 当たりへの換算ミスなど）を防止できる、会話の中で思いもかけぬ別の要因の存在を知る場合がある、といった利点を重視したためである。
調査の結果、中間グループにSS使用者が多く、動力噴霧器を使用した手散布者は高密度グループと低密度グループに分かれる傾向が認められた。また、低密度グループと高密度グループで使用薬液量には差がなく、散布薬液量よりはむしろ使用した噴霧口や散布行動で防除効果に違いが生じていることがうかがわれた。ことに、筆者らが注目した証言については表-2に記した。

表-2 ナシ栽培者への薬剤散布に関する聞き取り調査における注目すべき証言

項目	証言（グループ）
散布機器類に関すること	・基本的には広角2頭口、7月以降は必要に応じて鉄砲ノズルを併用（低密度） ・毎回SSだが病害虫多発圃場では手動式動噴も併用（中間） ・長年使用した噴霧口の方が早く作業が終わって便利（高密度） ・ほとんど鉄砲ノズルで防除（高密度）
散布行動に関すること	・結果的には各樹を一周した形で畝内を歩いている（低密度） ・通路のみを歩きながら各枝を狙い打ちするように丁寧に散布する（高密度） ・棚の支線が緩んでいる所は果実が肥大するにつれ避けて歩く（高密度）
その他	・一斉散布はつき合いで行ったが、通常は余程多発するまで殺虫剤も殺菌剤も散布しない（中間）

この調査結果を踏まえ、1994年7月に、散布行動の違いや噴霧口の形状が防除効果に及ぼす影響を調べた。

図-6は、あらかじめ、2×3cmの感水試験紙をホッチキスでナシ葉に固定した上で3名の被験者が同一器具で散布作業を行った結果である。回収した感水試験紙の全面に薬液が到達した場合を8、まったく到達しない場合を0として9段階に分類し、それぞれの出現頻度を被験者別に示したもので、散布行動の違いがいわゆる散布ムラの多少に大きく関与していることがうかがわれた。

図-7には、使用噴霧口の形状の違いがハダニ防除効果に及ぼす影響を示した。カンザワハダニの寄生葉率が100%となった激発圃場において2名の散布者が環状10頭口と鉄砲ノズルを用いて散布を行い、3日後の寄生葉率を調査した。また、散布時には先述の試験同様、感水試験紙を用いて薬液の到達程度を9段階に分類し、指数化した。図のとおり、環状10頭口を使用した場合は散布者の技量が高ければ高いほど寄生葉率は0に近づくのに対して、鉄砲ノズルでは、栽培者がいくら丁寧な防除を心がけても、おおむね50%程度の葉でハダニが残存すると考えられ、ナシのハダニを対象とした薬剤散布では鉄砲ノズルは適さないと思われた。

IV 情報伝達のあり方に関する知見

筆者らは、これまで述べてきた調査や散布試験の多くを、栽培者全員で組織する稲葉ナシ部会、西和農協、郡山地域農業改良普及センターと共同で行い、散布試験等は当初よりすべて公開（参加できる栽培者は誰でも参加、協力）を原則としてきた。このため、表-1に示した

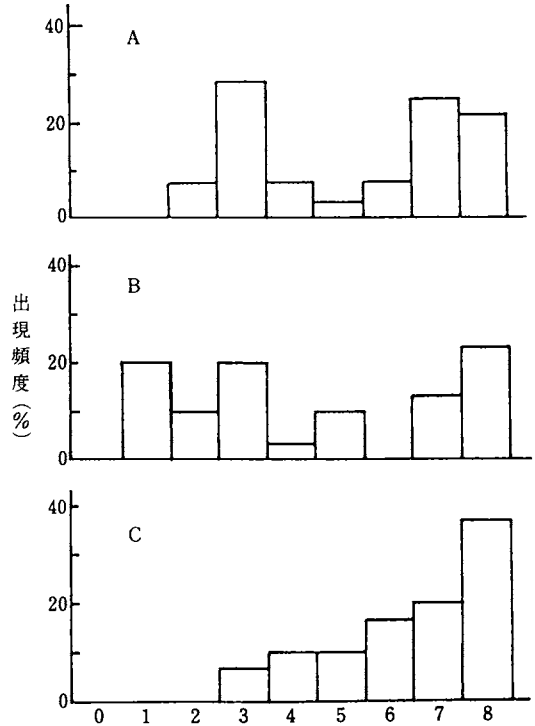


図-6 異なる被験者3人（A, B, C）が同一散布機器を使用して散布作業を行った場合の薬剤到達程度別感水紙出現頻度（1994年7月12日、於 斑鳩町稲葉。動力噴霧器、広角2頭口を使用）

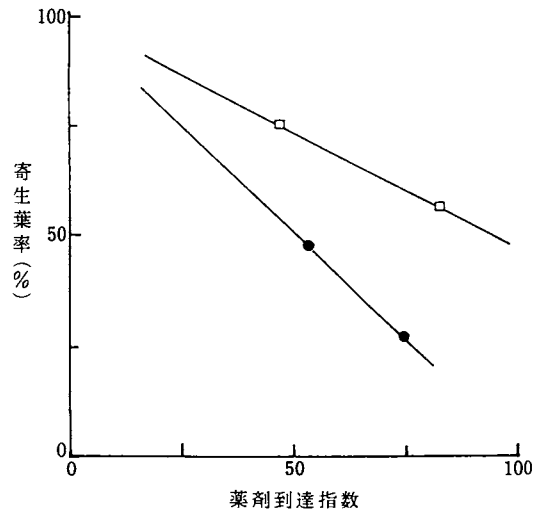


図-7 使用噴霧口のちがいがナシのハダニ防除効果に及ぼす影響（1994年7月19日、カンザワハダニ寄生葉率100%のナシ圃場において異なるノズルを用いて2名の被験者が散布。散布3日後に寄生葉率を調査）
●：環状10頭噴霧口、□：鉄砲ノズル

見取り調査では多数の栽培者が全員の圃場を巡回観察し、シソをはじめとする棚下栽培野菜の葉でのハダニ多発状況を認識した。また、図-6、7の試験でも、最も高い散布技量を有する栽培者を被験者に加え、多数の栽培者が、他の被験者や自分の散布行動と比較してどこが異なるかを指摘しあった。その結果、図-6中で最も技量の劣った被験者の散布技量はその後著しく向上した。また、「散布すればそれなりの効果はある」と考えていた多くの栽培者が、噴霧口の種類や散布技量によって防除効果が極端に異なることを視覚により認識した。

図-8は、1994年4月から9月までの同地区の栽培者全員の圃場で毎月1回行った発生消長調査の結果から算出した累積加害雌成ダニ数と9月30日の葉の被害指数の関係を示したもので、図中の○は被害なし、●は落葉や減収などの何らかの被害が見られた圃場を示す。図のとおり、実被害を生じたのは5圃場であったが、1990年当初と異なり、被害助長要因はほぼ解明できている。そのうち3名は兼業で、

(1) 他の栽培者からの調査結果の伝達により自分の圃場のハダニ発生状況は知っていたものの、適期に防除の時間がなかった。

(2) 毎回の巡回や散布試験に「参加したくてもできない」ため、散布行動や噴霧口の違いが防除効果に及ぼす影響の大きさを認識する機会がなかった。

(3) 出勤前に短時間で薬剤散布を終える必要があるため、防除効果よりも作業効率を優先した。

(4) ようやく時間がとれたので防除を行おうとしたところ、予約購入した薬剤中に適切な薬剤がなかったため、手持ちの、低密度時に使用すべき薬剤を多発時に使用した。

など防除上のやむをえない過誤により、ハダニの増殖が進行した。また、別の1圃場は本人の病气死亡により8月以降栽培管理が放棄されたものであった。残る1圃場はSSによる散布が行われているが、他圃場と比較して着果枝数が多く、薬剤が到達しにくいなどの点が多発の一因と思われる。現在、筆者らは、この最後の被害事例の着果枝数や表-3中の支線のゆるみに注目しており、これらの要因が防除効果に及ぼす影響について検討中である。

以上のように、視覚で認識できる方法で情報を提供することは、栽培者のハダニに対する認識度合いや散布技量を向上させる上ではきわめて有効である。そのためには、生産者組織が、相互に他人の圃場に自由に入出入りし、遠慮なく過誤を指摘し合い、自らの失敗を披露できるような雰囲気であることが前提となる。また、兼業の栽培者には兼業であるが上のやむをえない事情から生じる過誤がある。この責任を栽培者に押しつけている限

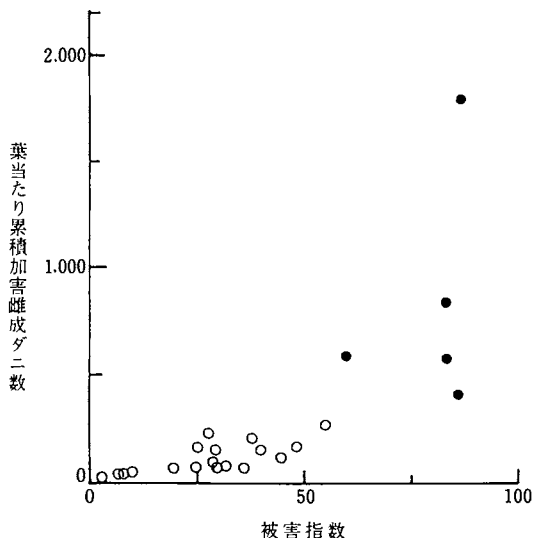


図-8 奈良県斑鳩町稲葉におけるナシ栽培者全23名の圃場におけるハダニ発生状況 (1994年4月19日～9月30日、圃場当たり100葉の雌成ダニ数を調査)
○：実被害なし、●：落葉または、減収を伴う被害
被害指数は9月30日採取葉の裏表を被害程度別に5段階に分類して算出。

り、被害件数の減少は望めないとの認識にたち、1994年には一部の情報提供の機会を兼業栽培者の出席しやすい夜間に設けるなどの試みを実施した。

おわりに

今回述べたような分野の調査を行っていて驚かされるのは、他産業と比較して、農業生産現場では、数多くの同様の過誤が作目、年次を変えて栽培者一圃場系に侵入し、繰り返し同じ経過をたどって被害にまで拡大されている点である。過誤の侵入事例、被害事例を作目や地域を限らず、府県を超えて迅速に収集、解析し、得られた教訓を必要に応じて広く利用できるシステムを確立することがきわめて重要である。

さらに、ハダニ密度を大きく左右する人的要因を包含した栽培品目や地域では、圃場ごとにハダニ密度が大きく異なり、このことが調査点数を増しても発生予察の精度を高めることができない一因であることは疑う余地がない。したがって、先に述べたようなシステムを確立し被害助長要因を可能な限り排除しておくことは、有効な予察情報を収集、提供するためにも不可欠と考える。

参 考 文 献

- 1) 井上雅央 (1988) : 植物防疫 41(1) : 33~37.
- 2) ——— (1991) : 農及園 66(2) : 301~308.
- 3) ——— (1994) : 奈良農試研報, 特別報告 : 1~157.

落葉果樹におけるクワオオハダニの発生生態と薬剤感受性

住友化学工業株式会社 藤 本 博 明

はじめに

クワオオハダニ *Panonychus mori* YOKOYAMA は、従来ミカンハダニ (*Panonychus citri* (McGREGOR)) の休眠系統と呼ばれていたが、EHARA and GOTOH (1992) によって別種として再記載された。ナシ、モモなどの落葉果樹に発生する旧ミカンハダニに、休眠系統と非休眠系統が存在することは古くから知られ(真梶, 1961 a, b), 休眠性以外に寄生性(真梶, 1961 b; OSAKABE, 1987 a など)や卵径(真梶, 1961 a など)などが両系統間の相違点として指摘されてきた。その後、両系統間に完全な生殖隔離が存在することが明らかになる(TAKAFUJI and FUJIMOTO, 1985 など)とともに、両系統間の比較研究が生化学的(刑部, 1984; OSAKABE, 1987, a, b)及び形態学的(国本ら, 1991 など)な側面から進められ、ミカンハダニの休眠系統すなわちクワオオハダニがミカンハダニとは独立した種として認識されるに至った。

クワオオハダニはカンキツでは发育できないため、カンキツではミカンハダニだけが発生するが、両種共通の寄主植物であるナシ、モモでは、両種が発生し得る(TAKAFUJI and MORIMOTO, 1983; 真梶ら, 1986 など)。この結果、落葉果樹における両種それぞれの発生生態は、これまで同一種とみなされていたこともあって必ずしも正確にとらえられていないと考えられる。もちろん、これまでに報告された室内実験の多くは、休眠性を区別して実施されているので、休眠系統を用いて得られた結果をクワオオハダニのそれとみることは可能である。しかし、野外における調査となると、両種を区別することが困難なことから、両種を区別して得られた調査結果は少なくなる(TAKAFUJI and MORIMOTO, 1983; 孫ら, 1988 など)。

本稿では、筆者らが岡山県の実施した野外調査の結果を中心に、クワオオハダニの発生生態に関するこれまでの知見を整理し紹介する。そして、ミカンハダニとの種間関係に焦点を当て、クワオオハダニを取り巻く生態学的並びに実用防除上の問題点を考察したい。

I 発生分布

クワオオハダニは春～秋にかけては葉上に非休眠卵を

Biology and Susceptibility to Acaricides of *Panonychus mori* YOKOYAMA on Deciduous Fruit Trees. By Hiroaki FUJIMOTO

産んで数世代を繰り返すが、秋には短日と低温によって休眠が誘起され休眠卵を枝梢上に産下し、休眠卵で越冬する。したがって、クワオオハダニの地理的分布を明らかにするには、枝上の休眠卵の有無を調べればよい。真梶(1961 a)は主要果樹の枝上の休眠卵を調べることによって、落葉果樹におけるクワオオハダニ、ミカンハダニ、リンゴハダニ *Panonychus ulmi* (Koch) 3種の地理的分布を報告している。これによれば、ナシ、モモではおおむね瀬戸内から関東南部の本州沿岸を境にしてクワオオハダニがそれより北の地域に、ミカンハダニが南に分布している。そして、より高緯度、より高標高になるにつれて、クワオオハダニはリンゴハダニに置換されていく。しかし、その後の調査によって、クワオオハダニとミカンハダニの分布境界線付近にあるナシ、モモでは、晩夏から秋にかけて両種が混在し、しかも混在地域が比較的広い範囲に及んでいることが明らかにされている(真梶ら, 1986; 藤本・平松, 投稿中など)。一例として岡山県の実施したクワオオハダニの発生分布を図-1に示した(藤本・平松, 投稿中)。調査した12地域のうち、クワオオハダニは最南に位置する1地域を除く11地域で、ミカンハダニは北部の3地域を除く8地域において発生が認められた。また、両種の優占度をみると、おおむねより南の地域でミカンハダニの発生頻度が高い傾向が認められた。そして、リンゴハダニは唯一高標高地にあった新見市草間においてのみ発生が認められた。このように両種の混在地域が広い範囲に及ぶのは、本来、落葉果樹では越冬できないミカンハダニ(TAKAFUJI and FUJIMOTO, 1986 など)が、かなり高緯度であってもカンキツなどの常緑樹では越冬可能であり、夏期には落葉果樹に侵入し、個体群を一時的に形成することが可能だからである。したがって、真梶(1961 a)が行った卵での調査結果は、クワオオハダニの分布域を示してはいるが、ミカンハダニの落葉果樹での発生域を正確には示してはいない。クワオオハダニの分布する地域でどの程度の範囲においてミカンハダニが混在しているかについては、今後の詳細な調査が求められよう。一方、クワオオハダニも最近その境界線よりも南にある福岡県甘木市のナシ(山田・野田, 1985)や、愛媛県松山市のカミエビ(荻原ら, 1992)での発生が認められ、本種の分布域についても再確認が必要となっている。

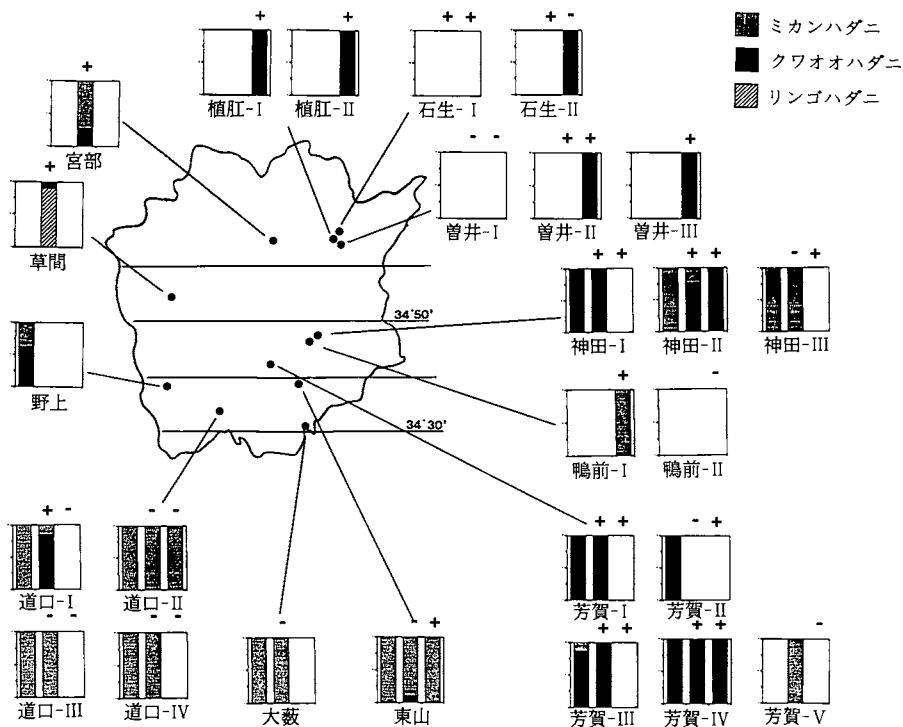


図-1 岡山県のモモにおけるクワオオハダニ、ミカンハダニおよびリンゴハダニの発生分布 (藤本・平松, 投稿中)

図中の棒はそれぞれ1991年(左), 1992年(中央), 1993年(右)の秋期における雌成虫の発生比率(%)を示す。棒上の十はそれぞれ各年の春期における休眠卵の有無を示す。

両種の混在地域が比較的広いとしても、混在地域での両種の発生は不安定である。例えば、ナシでは近接する園間でも両種の発生比率が大きく異なったり (TAKAFUJI and MORIMOTO, 1983; 真梶ら, 1986; 孫ら, 1988; 藤本・平松, 投稿中), 同一園でも両種の優占度が年によって大きく変化する (山田・野田, 1985; 真梶ら, 1986 など) などが報告されている。さらに、先の岡山県のモモでの調査では、混在地域内においてはクワオオハダニの発生量が、ミカンハダニの発生の多い園では少なくなる傾向が示されている。このような事実は、クワオオハダニの発生量がミカンハダニの侵入による影響を受けている可能性を示唆するものと考えられる。

II 発生消長と生殖干涉

ミカンハダニの落葉果樹への侵入がクワオオハダニの発生量に影響を与えるメカニズムとしては、両種間で起こる種間交雑による生殖干涉の効果を考えることができる。ハダニ類では種間交雑が実験条件下では容易に起こることが知られている。多くの場合、種間交雑は F_1 を産

出せず、かつその後の種内交雑にも何ら影響を与えない (GOTOH, 1986; OZAWA and TAKAFUJI, 1987; 国本ら, 1991 など)。このような場合には、2 種間の交尾における競争がそれぞれの種の交尾成功の効率を低下させる可能性があるものの、両種間の種間交雑による生殖干涉はないといえる。ところが、近縁なクワオオハダニとミカンハダニの場合には、完全な生殖隔離が存在するものの種間交雑による生殖干涉が起こることが詳細な交雑実験によって確かめられている (TAKAFUJI, 1986 など)。これによれば、両種間では種間交雑が実験的には頻繁に起こるが、ミカンハダニ♀×クワオオハダニ♂では交尾が中断することが多く、その場合には後で同種の♂と交尾すれば受精するので、先の種間交尾は無効である。しかし、もし最初の交尾が正常に行われると、その後の同種♂との交尾が全く無効になる。一方、その逆のクワオオハダニ♀×ミカンハダニ♂では交尾は正常で、卵は受精するが受精卵はすべて胚発生の過程で死亡する。このため、後で同種雄と交尾してもそれは全く無効になる。したがって、両種が混在する場合を想定すると、種間交雑が両種

それぞれの増殖率に有意な影響を与えることが予想される (TAKAFUJI, 1986; 1988)。実験的に示された両種間の生殖干渉が、実際に野外条件下でも起こるとするならば、両種が同所的かつ同時に発生するだけでは不十分で、少なくともいずれかの種が種間交雑を起こすほどの密度レベルに達することが必要であろう。果たして、そのような条件が野外で整うであろうか。

図-2に岡山県のごく近接した三つのモモ園で得られたクワオオハダニとミカンハダニの発生活長の代表的なパターンを示す (FUJIMOTO et al., 投稿中)。両種の発生量は互いに極めて近接した園であるにもかかわらず園ごとに大きく異なり、それぞれクワオオハダニだけの発生、ミカンハダニだけの発生、そして両種の発生が認められた。このためこの調査結果は、単独発生時と両種混在時とを比較する上で好都合なデータとなっている。クワオオハダニ単独園では、5月から7月後半までは発生密度が低く推移するが、その後は増加し、8月上旬及び10月前半にピークを示す場合と、10月上旬にのみピークを示す場合が認められる。この発生パターンは過去にナシで得られたパターンとよく一致している。一方、ミカンハダニ単独園では、7月下旬まではほとんど全く発生しないが、8月にはいと増加し始め、9月以降は急増するパターンを示した。このパターンもツゲが隣接するナシ園

での例 (国本ら, 1993) を除けば、これまでのナシでの報告ときわめて類似している。そして、混在園での両種それぞれの発生パターンも基本的には各単独園での発生パターンと大きく異なることはなかった。つまり、単独であれ、混在であれ両種それぞれの発生パターンは基本的には共通している。

このような発生パターンから考えると、両種間での種間交雑は9月以降に起こる可能性が高いと考えられる。事実9月中旬に両種が混在するモモ樹から雌成虫を採集し、産んだ卵の性比を調べたところ、混在園内の各樹ごとに出現頻度は異なるものの、雌の子孫を全く産出しない雌成虫が両種において存在し、両種間の生殖干渉が野外条件下でも起こることが確認された。また、その生殖干渉の程度は各樹における両種の発生密度比に依存していた。さらに、回帰直線の勾配の比較から明らかなように、ミカンハダニによるクワオオハダニへの生殖干渉がその逆よりも強い傾向が認められた (FUJIMOTO et al., 投稿中; 図-3)。この事実、先に述べた実験結果、すなわち、種間交雑によって、その後の種内交雑が無効になる程度が、クワオオハダニでより強いことを反映した結果とみることができる。

以上のように、両種間での生殖干渉が野外でも起こり、クワオオハダニにより不利に働くことから、両種混

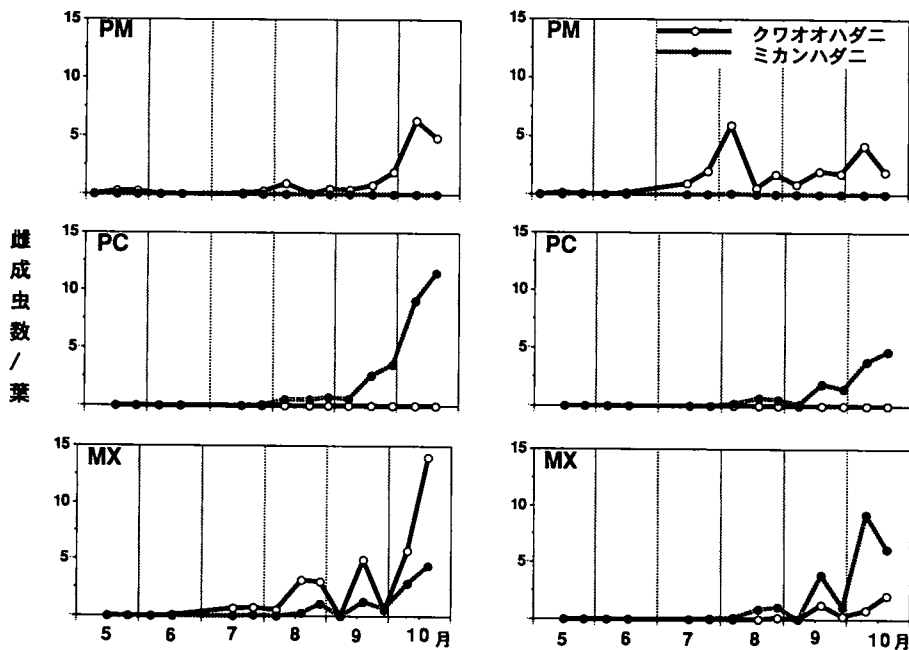


図-2 岡山県のモモにおけるクワオオハダニとミカンハダニの発生活長 (FUJIMOTO et al., 投稿中)。図はそれぞれ調査園における代表樹での雌成虫の密度推移を示す。
PM: クワオオハダニ単独園; PC: ミカンハダニ単独園; MX: 両種混在園。

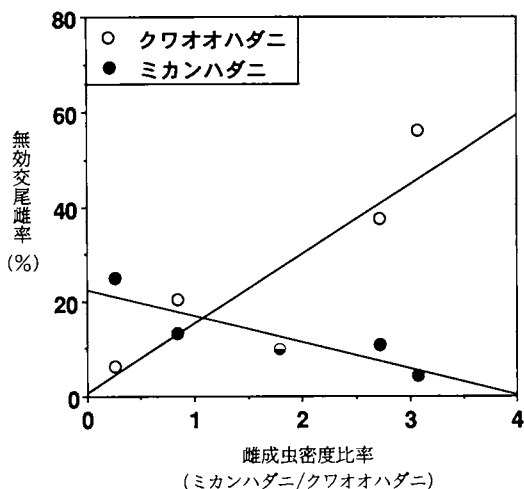


図-3 クワオオハダニとミカンハダニ両種混在園における無効交尾雌(雌の子孫を全く産出しない雌成虫)の出現率(%)と両種の発生比率との関係(FUJIMOTO et al., 投稿中).
各点は樹ごとに得られた値を示す.

在園では秋以降において生殖干渉によるクワオオハダニ個体群の密度抑制が予測される。しかし、この時期はクワオオハダニの休眠卵産下時期に当たる(TAKAFUJI and MORIMOTO, 1983; 藤本・平松, 未発表など)ため、個体群動態への影響は判然とは表れてはこない。ところが、混在園で得られたクワオオハダニの休眠卵の性比を調べてみると、子世代に雌が生じない雌成虫が高率で認められた樹から採集された休眠卵の雌比が著しく低下しており、やはり生殖干渉がクワオオハダニにとって不利に働いていることが明らかとなっている(FUJIMOTO et al., 投稿中; 表-1)。そして、これがひいては、クワオオハダニが気候的には発生可能な岡山県南部に分布できない、あるいは定着しない一つの要因として働いているものと考えられる。これらの調査結果だけでは、生殖干渉の効果がさほど大きくないのではないかとの印象を与えるかもしれないが、生殖干渉の効果は両種の発生密度に強く依存するため、ミカンハダニが落葉果樹に侵入する時期や侵入する個体群の大きさによっては、両種の密度に極端な差が生まれ、きわめて短期間のうちに一方の種が排除されている可能性が考えられる。したがって、実際にはかなりの頻度で生殖干渉が起こり、両種の分布を分離する機構として働いていると思われる。そしてこれが、両種混在地域におけるそれぞれの種の発生の不安定さという形になって現れるのであろう。生殖干渉が近縁種間の競争排除に顕著な効果をもたらすことはすでに理論的に

表-1 クワオオハダニとミカンハダニ両種混在園とクワオオハダニ単独園から得られたクワオオハダニ休眠卵の性比(FUJIMOTO et al., 投稿中)

園	樹 ^{a)}	性比【♀/(♂+♀)】 ^{b)}
両種混在園	No.2	0.50(584)b
	No.3	0.38(324)c
クワオオハダニ単独園	No.4	0.62(444)a
	No.8	0.68(494)a

^{a)}: モモ園から休眠卵を樹ごとに採集し、性比を調査した。

^{b)}: 同一英文字は有意差がないことを示す。

示されている(KUNO, 1992; TAKAFUJI and KUNO, 1995)。

III 薬剤感受性

ナシ、モモなどの落葉果樹では、諸害虫防除のために防除暦に従って薬剤が散布されるのが普通であり、それは当然、クワオオハダニとミカンハダニの発生に影響を与える要因として働くであろう。近縁種とはいえ両種間には、刑部(1985)やOSAKABE(1987b)が示したように、代謝能力など生理的な相違点が存在する。また、両種は落葉果樹における発生経過を異にしていることから、当然薬剤散布による淘汰の受け方も異なっている。これらのことから、各種薬剤に対する感受性にも両種間でかなり差があるものと予想される。したがって、両種それぞれの薬剤感受性を知ることは、両種の落葉果樹における発生と薬剤散布との関係及び落葉果樹に侵入してくるミカンハダニの発生源を考える上で重要な手掛かりとなる。

岡山県各地のモモ園から採集されたクワオオハダニとミカンハダニ個体群について得られた薬剤感受性検定結果を表-2に示す(藤本・平松, 投稿中)。クワオオハダニ個体群には、供試した3剤いずれに対しても感受性の低下を示すものはなかったが、ミカンハダニ個体群には感受性の低下を示すものがあった。また、道口Iのように同所的に得られた両種間でも感受性に大きな差が認められる場合があった。これらは、わずかに3剤を用いて得られた結果ではあるが、モモで発生する個体群でみ限り、ミカンハダニがクワオオハダニよりも各種薬剤に対する感受性を低下させる可能性が高いことが示唆される。落葉果樹での発生パターンから考えて、ミカンハダニの感受性低下は、侵入前から獲得されていたとみるのが妥当であろう。ミカンハダニの侵入前の寄主としては、これまでにミカンやイヌツゲなどが報告されており(TAKAFUJI and FUJIMOTO, 1986; 国本ら, 1993など)、さらに、カンキツにおいては各種薬剤に対する感受性の低下は数多く報告されている(岩田ほか, 1984など)。このこ

表-2 岡山県の実験圃から採集されたクワオオハダニとミカンハダニの薬剤感受性（藤本・平松，投稿中）

採集圃	殺卵幼虫率（％） ^{a)}					
	クワオオハダニ			ミカンハダニ		
	ジコホル	ヘキシチ アゾクス	酸化フェン ブタスズ	ジコホル	ヘキシチ アゾクス	酸化フェン ブタスズ
勝央町植月Ⅱ	100	100	100			
勝央町曾井Ⅱ	100	100	100			
勝央町曾井Ⅲ	100	100				
久米町宮部				100	100	100
山陽町神田Ⅰ	100	100				
山陽町神田Ⅱ	98.9	100	100	100	100	
山陽町神田Ⅲ				39.8	0	
山陽町鴨前Ⅰ				94.7	0	0
岡山市芳賀Ⅰ	100	100				
岡山市芳賀Ⅳ	100	100				
岡山市東山				99.2	25.5	47.7
井原市野上				83.9	100	
倉敷市道口Ⅰ	100	100		100	52.8	
倉敷市道口Ⅱ				100	0	0
倉敷市道口Ⅲ				100	0	
倉敷市道口Ⅳ				100	11.5	
玉野市大蔵				100	98.4	
岡山市西隆寺（ナシ）	95.5	40.2				

^{a)}：産下 48 時間以内の卵に薬剤希釈液を散布し、卵～幼虫期における死亡率を求め、無処理区の死亡率により補正した。

とから、低感受性個体群の発生源をカンキツとみれなくもないが、山陽町鴨前のように近隣にカンキツの栽培地が見当たらない園においても感受性の低下が認められた（表-2）ことから、現段階ではその発生源が特定されるには至っていない。

ミカンハダニがどのような過程で感受性を低下させたにせよ、低感受性個体群が感受性個体群よりも落葉果樹での定着及びその後の増殖が有利になることは言うまでもない。その結果、クワオオハダニと混在する場合に生殖干渉によるクワオオハダニへの密度抑制効果をより一層強めることが推察される。この推察は、先に示した岡山県の実験圃での発生分布において、ミカンハダニの低感受性個体群が発生した園では、ミカンハダニの発生密度が高く、かつクワオオハダニの休眠卵量が少なくなる傾向が認められた事実（図-1 および表-2）によって裏付けられる。逆にみれば、両種混在地域にある園では、薬剤防除次第で両種間の生殖干渉の度合が変化し、両種の分布が変化していくことになる。なお、モモで発生したクワオオハダニでは、感受性の低下は認められなかったが、西隆寺のナシで発生したクワオオハダニではヘキシチアゾクスに対する感受性の低下が認められた（表-2）。一般に、モモに比べナシでは収穫期が遅く、薬剤による防除回数も多いことを考慮すると、薬剤による淘汰

のかかり方次第ではクワオオハダニも感受性の低下を起し得ることをこの事実は示している。

IV 実用防除上の問題点

クワオオハダニがナシ、モモの果実肥大期に発生ピークを示すことがあるのに対し、ミカンハダニは収穫以降の時期に発生ピークをもつことから、クワオオハダニはナシ、モモの重要害虫、ミカンハダニは落葉果樹では問題にされず、カンキツの重要害虫と考えられてきた。この位置付けは、両種が別種となった現在でも大きく変わることはないが、これまで述べてきたように両種間には種々の相違点があるので、防除対策は種を分けて考える必要があろう。

図-4 には岡山県の実験圃で実施された異なる防除体系下でのクワオオハダニの発生消長を示す（平松・藤本，未発表）。この試験園では、調査期間中クワオオハダニとカンザワハダニの 2 種が発生したが、ミカンハダニの発生は認められなかった。慣行防除区では、クワオオハダニの密度は薬剤散布が続く 8 月末までは低く、9 月に入ってから急増した。一方、省防除区では、薬剤散布が 6 月中旬に終了し、クワオオハダニは秋だけでなく 7 月にも発生ピークを示した。このように、クワオオハダニは薬剤感受性が高く薬剤の影響を強く受けるために、通常の慣

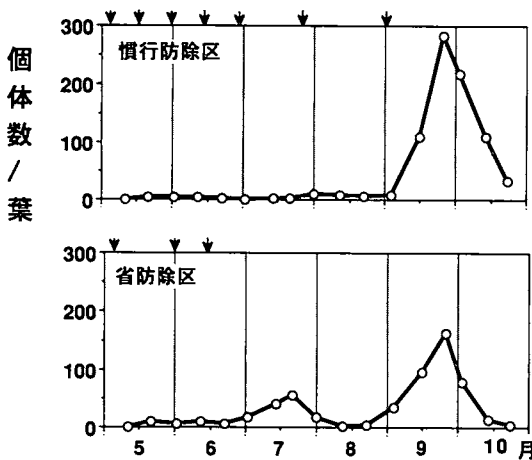


図-4 異なる防除体系下におけるクワオオハダニの発生消長 (平松・藤本, 未発表)。

↓は薬剤防除時期を, ハダニ密度は全ステージの総数を示す。

行防除がなされていれば, かなり防除されるものと判断される。ただし, これはモモで得られた結果であり, ナシでは先に示したように感受性の低下が起こることも考えられ, より綿密な防除対策が必要であろう。

一方, ミカンハダニの場合には, 落葉果樹では通常収穫期以降に発生ピークを迎えるために被害が少なく, 防除対象とならないことが多い。逆に, クワオオハダニと混在している園では, ミカンハダニの多発はクワオオハダニの抑制因子として働くことが期待される。しかし, 国本ら (1993) がイヌツゲからナシへのミカンハダニの侵入を調査した結果によれば, イヌツゲに隣接するナシでは夏と秋に2度発生ピークが認められている。ミカンハダニが夏にも発生ピークを示すことがどの程度普遍的なことかは明らかではないが, ミカンハダニが落葉果樹ではクワオオハダニの2倍以上の増殖能力を持つこと (古橋・西野, 1979 など), そして薬剤感受性もより低下させやすいことから, 本種はより甚大な被害をもたらす危険性を秘めている。ミカンハダニの夏期における多発は, 特にナシやモモがカンキツと近接して栽培されている地域では十分に起こり得る。今後, 発生種の同定が注意深くなされ, ミカンハダニが問題となる場合には単に落葉果樹での防除対策を考えるだけでなく, 地域内にある果樹全体で防除対策を構築する必要がある。

おわりに

これまでに述べてきたことから明らかなように, クワオオハダニの発生生態をミカンハダニと切り離して考え

ることは適当でない。両種の種間関係は, 寄主植物に共通性が高く, 同所的に発生する可能性が高いという点, そして休眠性を全く異にしているという点で特異的である。両種の種間関係は, ごく近縁な種間でのすみわけ現象, さらには種分化の過程を考える上で, 生態学的に極めて興味深いものである。最近では, ナシ, モモ, カンキツなどの果樹以外の寄主植物に発生する両種についても種内変異が OSAKABE (1993) などによって多角的に進められており, 今後両種の種分化に関して新たな事実が明らかにされるものと期待される。

落葉果樹における防除場面に目を向けるならば, やはり現在知見が乏しい両種それぞれの薬剤感受性や各種薬剤のそれぞれの種に対する防除効果などが明らかにされていく必要がある。ただし, その前提としては, 各地において両種の発生状況が把握されること, ならびに薬剤感受性と深くかかわるミカンハダニの落葉果樹への進入経路が特定されることが必要であり, 農業現場における詳細な調査が強く望まれるところである。

最後に, 本稿の校閲を賜り, 貴重なご意見をいただいた高藤晃雄氏 (京大農学研究科教授) に厚くお礼申し上げます。

主な引用文献

- EHARA S. and T. GOTOH (1992): Appl. Entomol. Zool. 27: 107~115.
- 古橋嘉一・西野操 (1979): 静岡柑試報 15: 41~44.
- GOTOH, T. (1986): Exp. Appl. Acarol. 2: 153~160.
- 岩田俊一ほか (1984): ミカンハダニの殺ダニ剤抵抗性に関する研究, 日本植物防疫協会, 東京, pp. 104.
- 国本佳範ら (1991): 応動昆 35: 103~108.
- ら (1993): 同上 37: 69~73.
- KUNO, E. (1992): Res. Popul. Ecol. 34: 275~284.
- 荻原洋晶ら (1992): 応動昆 36: 54~55.
- 刑部正博 (1984): 同上 28: 1~4.
- (1985): 同上 29: 50~54.
- OSAKABE, Mh. (1987 a): Appl. Entomol. Zool. 22: 35~44.
- (1987 b): ibid. 22: 577~584.
- (1993): ibid. 28: 189~197.
- 小澤明人・高藤晃雄 (1987): 応動昆 31: 51~54.
- 真梶徳純 (1961 a): 東近農試研報 (園芸) 6: 49~63.
- (1961 b): 同上 6: 64~76.
- ら (1986): 関東病虫研会報 33: 219~220.
- 孫緒良ら (1988): 応動昆 32: 260~265.
- TAKAFUJI, A. (1986): Res. Popul. Ecol. 28: 91~101.
- (1988): Mem. Ent. Soc. Can. 146: 181~189.
- and H. FUJIMOTO (1985): ibid. 27: 361~371.
- (1986): Appl. Entomol. Zool. 21: 467~473.
- and E. KUNO (1995): Proceedings: Acarology IX (in press).
- ・N. MORIMOTO (1983): ibid. 18: 525~532.
- 山田健一・野田政春 (1985): 福岡農試研報 B5: 35~38.

不妊虫放飼法の60年

——ニブリング氏の日本国際賞受賞に寄せて——

元農林水産省蚕糸・昆虫農業技術研究所 小 山 重 郎

不妊虫放飼法の創始者として名高い E. F. ニブリング博士が、1995 年度（第 11 回）の日本国際賞（Japan Prize）を受賞した。この賞はノーベル賞の日本版といわれているが、独創的な研究成果によって人類の平和と繁栄に著しい貢献をした世界の研究者・技術者に与えられる。ニブリング氏は環境保全重視の農林水産科学・技術分野で「不妊虫放飼等による害虫総合防除技術の開発に関する先駆的業績」により選ばれたものである。

受賞式に出席した白髪のカニブリング氏は、86 歳の高齢にもかかわらず、かくしゃくとして、その害虫管理への情熱は少しも衰えをみせなかった。筆者は同氏の来日日程のほとんどに同席する機会に恵まれたので、その印象を交えながら不妊虫放飼法の 60 年に及ぶ歴史を振り返ってみたい。

I 不妊虫放飼法の誕生

ニブリング氏はアメリカ南西部テキサス州の農家で 10 人兄弟の 9 番目に生まれた。当時、アメリカ南西部には家畜害虫のラセンウジバエが猛威をふるっていた。このハエは牛、馬などの温血動物がなんらかの原因で傷つくと、そこに卵を産み、幼虫が内部に潜って生きた肉を食う。動物はひどく苦しみ、死に至ることもある。時には人間も被害を受けた。子供の頃からラセンウジバエに悩まされてきたニブリング氏が、兄弟の中で唯一人大学に進学し、アメリカ農務省の試験場に入ったとき、このハエの防除に情熱を傾けたことは想像に難くない。

アメリカ農務省がラセンウジバエの防除に本格的に取り組んだのは、1933 年にこのハエがこれまでいなかったアメリカ南東部に侵入したときからである。フロリダ半島で越冬したハエは、毎年北上して南東部の諸州に被害をもたらした（図-1）。当時の防除法は、家畜の傷からハエの幼虫を掘り出して、そのあとに殺虫剤を塗りつけるという「治療」であった。特に放牧した家畜の被害を見付けて治療するには、大変な労力がかかった。また鹿などの野生動物の被害は放置されており、「治療」は根本的解決にならないとニブリング氏は考えた。

受賞式のあと、日本の害虫研究者との懇談会の席上、

「博士は、不妊虫放飼法をどのようにして思いつかれたのか」という質問が出た。博士は「ラセンウジバエを観察すると、雌は一生に 1 回しか交尾しない。そして野生虫の密度は低く、特に冬季は南部の狭い越冬場所にいるだけだった。ハエの人工飼育はできたので、野生の雄を上回る数の不妊の雄を作って越冬地に放し、野生雌と交尾させれば根絶できると思った。」と答えた。

ラセンウジバエは生きた肉しか食わないと考えられ、初めのうち、殺虫剤の効果試験に使うハエは傷をつけたウサギによって飼育されていたが、共同研究者のブシュランドは、挽肉と血液にホルマリンを加えて動物の体温に暖めることによって、幼虫の飼育に成功していた（MELVIN and BUSHLAND, 1940）。

問題は、不妊化の方法であった。これは 1920 年代に遺伝学者の MULLER (1927) がショウジョウバエに X 線を当てて人為的に突然変異を起こさせる方法を発見していた。適量の放射線を当てた雄の精子は、雌の卵を受精させることはできるが、受精卵は胚発生の途中で死に、ふ化しない。このような変異を「優性致死突然変異」と呼ぶ。第二次大戦後、アメリカ農務省本部に移っていたニブリング氏は、1950 年に初めてこのことを知り、ブシュランドにラセンウジバエの放射線による不妊化の研究を頼んだ。やがて X 線とガンマ線による不妊化の方法が確立され、実験室のカゴの中で不妊雄は正常な雄とよく競争し、正常な雌の産む卵のふ化率を低下させることが示

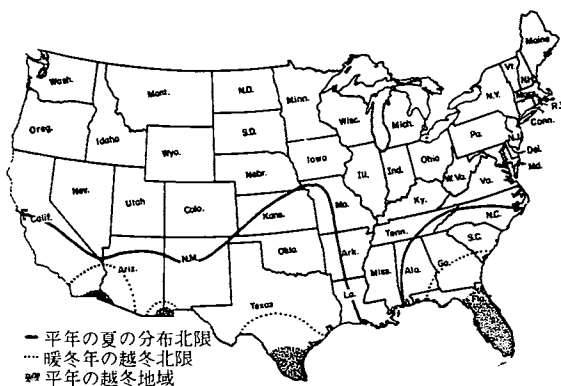


図-1 アメリカ合衆国におけるラセンウジバエの分布 (1935~1957) (LACHANCE et al., 1967 による)

Sixty Years of Sterile Insect Technique—When Dr. E. F. KNIPLING was Awarded 1995 Japan Prize. By Juro KOYAMA

された (BUSHLAND and HOPKINS, 1951, 1953)。ニブリング氏もモデル計算で不妊虫放飼による根絶の可能性を示した (KNIPLING, 1955)。

II アメリカ南東部のラセンウジバエ根絶

ニブリング氏は来日中に、先頃ウリミバエ根絶に成功した沖縄を訪れたが、そこで新聞記者の「これまで一番苦労されたことはなにか」との質問に、すかさず、「この技術を行政官に説明して予算をとることだった。」と答えて、研究上の困難を予想していた人々を驚かせた。

当面の目標であるアメリカ南東部での根絶には、莫大な費用が予想された。実験室の結果やモデル計算だけでは、行政官は納得しない。そこでフロリダ半島に近い小島で予備試験をしたあと、南米ベネズエラ沖合 64 km のキュラソー島 (440 km²) で放飼実験が行われた。毎週 1 km² 当たり雄雌 154 頭の不妊虫放飼を半年続けることによって、1954 年に根絶は達成された (BAUMHOVER et al., 1955)。この成功と、南東部の畜産業者の強い要望に基づき、1957 年から根絶計画がスタートした。1957 年の冬は特別に寒く、フロリダ半島の南半分に残ったハエに対して、週 1,400 万頭の不妊虫が放飼され、翌年には北半分にも放飼が拡大された結果、1961 年までに南東部全域での根絶が達成された (LaCHANCE et al., 1967)。

この成功によって、南西部を含むアメリカ合衆国全域での根絶計画が考えられるようになった。また不妊虫放飼法は対象害虫だけに効果があり、環境保全と両立する方法として、カーソンのサイレントスプリング (1962) にもいちちはやく取り上げられた。

III アメリカ南西部とメキシコでの根絶

アメリカ南西部での根絶費用は約 500 万ドルと推定され、もし根絶できれば畜産業者は年々約 1 億ドルの利益を受けることになる。しかし、南西部は国境を接するメキシコから絶えずハエが侵入する位置にあり、フロリダ半島のように越冬地が隔離されていなかった。そこで考えられたのは、メキシコとの国境地帯に幅 160 km (のちには 480 km) の緩衝地帯を設け、ここにも不妊虫を放して侵入を食い止めながら、アメリカ国内の根絶を達成しようとする作戦である。政府は容易に腰を上げなかったが、テキサス州の畜産業者達が自ら 300 万ドルの募金を集め、国境に近いテキサス州ミッションに週産 2 億頭の不妊虫生産工場を建設するに及んで、1962 年から不妊虫放飼が始まった。その結果、1964 年には家畜の被害件数が 400 件と 1962 年の 50,850 件に比べて激減した。ところが 1972 年にはこれが 95,642 件と跳ね上がり、防除開

始前を上回るまでになったため (ANONYMOUS, 1973)、その原因についてサイエンス誌上で激しい論争がまき起こった。CALMAN and SMITH (1973) は放飼している不妊虫が大量増殖の過程で遺伝的に変化し、野生虫とうまく交尾できなくなったのではないかと述べた。BUSHLAND (1974) は、増殖虫はすでに何回も野外から新しい系統を導入しており、被害が増えたのは、多雨と異常な暖冬によってハエの繁殖がよかったことと、畜産業者が被害の減ったことに慣れて、家畜の管理を怠ったのが原因であると主張した。しかし、不妊虫の活動性が野生虫より劣ることは認めざるを得なかった。

最終的には、強い増殖系統を育成し、不妊虫の能力を絶えずチェックする「品質管理」を徹底すると共に、侵入源であるメキシコでも根絶を図ることになった。1972 年、アメリカとメキシコは費用を 4 対 1 に出しあった共同の根絶計画を発足させ、メキシコ南部チアパス州に週産 5 億頭の不妊虫生産工場を建てた。防除費用は年 9,000 万ドルかかるが、根絶の利益は年 5~6 億ドルと試算された (USDA, 1976)。

1967 年から始まった不妊虫放飼により、1991 年にメキシコ国内での根絶が宣言された。現在さらに南のグアテマラとベリーズで防除が進んでおり、また 1989 年に北アフリカのリビアに侵入したラセンウジバエはメキシコから空輸された不妊虫の放飼によって水際で根絶された (FAO, 1992)。

IV 不妊虫放飼法の適用拡大

沖縄県ウリミバエ不妊虫大量増殖施設を視察したニブリング氏 (図-2) は、「沖縄の施設と根絶技術は世界的にみて素晴らしいものだ」と絶賛した。それは、フロリダ半島で根絶成功後、世界各地でラセンウジバエ以外の



図-2 沖縄県ウリミバエ不妊虫大量増殖施設を訪れたニブリング氏 (中央)

多くの害虫で不妊虫放飼が試みられてきたが、現在までの成功例がきわめて少ないからである。

1970年に国際原子力機関(IAEA)と国際食糧農業機関(FAO)が主催した不妊虫放飼法に関する国際シンポジウムによれば、この時点で世界中で100種を超える害虫に不妊虫放飼法が試みられている(IAEA, 1971)。しかし、多くは実験室内での増殖や不妊化の研究にとどまり、実際に大量に野外に不妊虫を放飼するところまでいったものは、果実や野菜の害虫のミバエ類、アフリカで家畜や人間の眠り病を媒介するツェツェバエ、リンゴ害虫のコードリング、ワタ害虫のワタミゾウムシなどである。

ミバエ類では、ウリミバエが1963年にマリアナ諸島のロタ島で根絶に成功したのが、沖縄での根絶事業に先立つ唯一の成功例であった(Steiner et al., 1965)。このあと、メキシコへのチチュウカイミバエの侵入防止が1982年に成功している。ミバエ類は、大量増殖が比較的容易であったことが成功の一因である。

ツェツェバエは胎生で、幼虫を一回に1頭しか産まないという大量増殖上の困難がある。コードリングやワタミゾウムシでは、不妊化に必要な量の放射線を当てると、寿命が極端に短くなる。

こうしたさまざまな困難のため、一時は世界中に広がった不妊虫放飼法の試みは、ミバエ類やツェツェバエについてIAEAを中心とした努力は現在も続けられているものの、しだいに下火になっていった。そういう中で、沖縄県と奄美群島のウリミバエ類根絶防除は、小笠原群島でのミカンコミバエとともに、着実に成功に向かったのであるから、ニプリング氏がほめるのも当然といえる。

V ウリミバエ根絶成功の要因

ニプリング氏は、キュラソー島でのラセンウジバエ根絶成功を報告した論文(Knipling, 1955)の中で、不妊虫放飼法の成功のために、次の五つの条件を挙げている。ここでその一つ一つについて、日本のウリミバエ根絶事業ではどうであったかをみてみよう(小山, 1994)。

(1) 対象害虫の大量増殖ができること

ウリミバエの大量増殖法は、アメリカ農務省ハワイミバエ研究所の方法を参考にしたが、特に重視されたのは、野生虫のもつ遺伝的性質をなるべく残すようにした点である。中でも卵を産ませる成虫の取り扱いに注意し、果実に似せた円筒型の採卵器に自然寄主のカボチャのジュースをいれて採卵し、成虫飼育室の照明も自然の明暗にあわせてハエの日周リズムを残すようにした。人

件費節約のために大幅に機械化が取り入れられたが、採卵作業は最後まで人力によった。沖縄ではこの方法で最終的には過産2億頭、奄美では過産5,500万頭の不妊さなぎが生産された。

(2) 不妊虫がよく分散すること

不妊虫に印をつけて野外に放し、さまざまな距離に置いたトラップで回収し、飛翔距離を野生虫と比較した。後には、円筒容器の内側に粉をぬり、歩いてはい出せないようにした飛翔力測定装置によって、飛翔力のあるハエの割合を常時測定した。もし飛翔力が劣る場合には、増殖、照射、輸送、放飼の各工程をチェックして改善する品質管理体制が取られた。

(3) 不妊化によって雄の交尾行動が変わらないこと

ウリミバエの場合、不妊化によって交尾行動が変わることはなかった。しかし、問題は放飼された不妊雄が野生雄と競争できるかどうかである。この点に注目し、野生虫との性的競争力を評価する方法が考案された。大量飼育の世代数が増えるにつれて、この競争力は低下する傾向がみられたため、沖縄では2回、奄美では1回、野外から新しい野生虫を取り入れて増殖系統を作り直してきた。

(4) 雌は一生に1回しか交尾しないが、もし多数回交尾する場合は、不妊雄の精子が正常な雄の精子と競争できること

ウリミバエの雌は室内実験では1回以上交尾する。しかし一度交尾した雌はしばらく雄を避けるようになる。放射線を当てた雄は、優性致死効果をもつ精子をつくるがその量はきわめて少なく、数回の交尾で使い果たしてしまう。しかし、雌の再交尾を抑制する能力は衰えることがないので、野生雌の野生雄との再交尾が妨げられ、根絶防除に役立つことが明らかになった。

(5) 対象害虫の密度がもともと低いか、他の方法で低くすることができ、不妊虫がこれを上回るということが経済的に可能なこと

野生虫の密度を調べたところ、沖縄ではha当たり最高約600頭であった。そこで、誘引剤と殺虫剤を混ぜて野外に置き、あらかじめ1/10～1/20に密度を減らした上でそれを上回る不妊虫が放飼された。しかし、野外のハエの密度は、場所によって異なり、均一に不妊虫を放飼したのでは全域の根絶はできなかった。そこで、野生虫の密度に応じて不妊虫を増減することにより、限られた不妊虫数で最大の効果を上げ根絶に至った。

このように多くの研究によって、ニプリング氏の挙げた五つの条件をクリアしながら、20年余をかけて日本のウリミバエの根絶は1993年10月に達成されたのであ

る。今、沖縄県と奄美群島での次の根絶目標は、本土にいないサツマイモ害虫のアリモドキゾウムシとイモゾウムシに移っている。この根絶には大きい困難が予想されるが、基礎と技術の両面で研究を積み重ねるならば、これらの困難も乗り越えられることであろう。

VI 広域的害虫管理の提唱

ニプリング氏は、来日中の一連の講演の中で、害虫防除についての新しい提案を行った。それは、天敵の大量増殖とその広域的な放飼による害虫管理である。この考えは、不妊虫放飼法から発展したものである。

天敵、とくにその害虫を主な寄主とする特異的な寄生虫は、不妊虫と共通の特徴をもっている。それは広く飛び回って、対象害虫を探すということである。また、いずれも対象害虫のみを減らすという点が殺虫剤と異なり、環境保全上望ましい方法である。

ただ、どちらも広く飛び回るため、農家が畑ごとに使うのには適さない。狭い場所で放した寄生虫はどこかへ飛んでいってしまうし、まわりから害虫が入ってくる。これが、これまで天敵の大量放飼がビニルハウスなど限られた環境以外では実用化されなかった理由の一つである。殺虫剤は散布したその場所で効果があるため、小面積でも利用できる。

そこで一時的・散発的な害虫には、これまでどおり殺虫剤を使ってもよいが、毎年のように広い地域で大被害を出す害虫には、寄生虫を大量増殖して、寄主害虫と寄生虫の分散範囲を超えるような広い面積に放飼することをニプリング氏は提唱している。個々の農家が殺虫剤を使いながら毎年のように被害を出すよりは、例えばアメ

リカの1州を超えるような広範囲での共同の天敵放飼による害虫管理がむしろ経済的で、また環境保全と両立する道である。日本のような島国では、この方法が取り入れやすいのではないかと同氏はいう。

「このまま進めば、近い将来に人類は必ず食糧危機に陥る。同時に環境保全への要求もますます強まる。そのときこそ、広域的害虫管理の真価が認められるであろう。」と力強く語るニプリング氏のことばに筆者は深い感銘を受けたのであった。

引 用 文 献

- 1) ANONYMOUS (1973): Nature 242: 493~494.
- 2) BAUMHOVER, A. H. et al. (1955): J. Econ. Entomol. 48: 462~466.
- 3) BUSHLAND, R. C. (1974): Science 184: 1010~1011.
- 4) BUSHLAND, R. C. and D. E. HOPKINS (1951): J. Econ. Entomol. 44: 725~731.
- 5) ——— (1953): ibid. 46: 648~656.
- 6) CALMAN, J. and R. H. SMITH (1973): Science 182: 775.
- 7) FAO (1992): The New World Screwworm Eradication Programme, North Africa 1988~1992, Rome, 192 pp.
- 8) IAEA (1971): Sterility Principle for Insect Control or Eradication, Vienna, 542 pp.
- 9) KNIPLING, E. F. (1955): J. Econ. Entomol. 48: 459~467.
- 10) 小山重郎 (1994): 応動昆 38: 219~229.
- 11) LaCHANCE, L. E. et al. (1967): In "Pest Control, Academic Press, New York and London", pp. 147~196.
- 12) MELVIN, R. and R. C. BUSHLAND (1940): J. Econ. Entomol. 33: 850~852.
- 13) MULLER, H. J. (1927): Science 66: 84~87.
- 14) STEINER, L. F. et al. (1965): J. Econ. Entomol. 58: 519~522.
- 15) USDA (1976): Progress in Screwworm Eradication, 5 pp.

お 知 ら せ

○第10回報農会シンポジウム『植物保護ハイビジョンー1995』のご案内

——IPM (総合的有害生物管理) の現状と将来——

趣 旨: 我が国における植物防疫の発展を推進するため、植物防疫の学術・技術の研究、交流及び普及を図る一環として、このシンポジウムを開催する。今回は第10回の記念の会になる。

主 催: 財団法人 報農会

日 時: 平成7年9月29日(金) 10:00~17:00

場 所: 家の光会館・7階講堂 (都内新宿区市谷船河原町11), JR・地下鉄: 飯田橋駅下車
TEL 03-3266-9054

講 演:

10:10~11:10 IPM における天敵の利用

(株)トーマン 和田哲夫氏

11:15~12:15 IPM における抵抗性害虫対策

(名古屋大学) 宮田 正氏

13:30~14:30 わが国の野菜病害の総合防除

(野菜・茶業試験場) 手塚信夫氏

14:35~15:35 東南アジアにおけるIPMの現状と将来

(農業研究センター) 持田 作氏

15:50~16:50 総合討論

17:00~19:00 功労者表彰式および懇親会

(1階会議室)

参加費: 5,000円 (当日参加 6,000円), 学生 1,000円
講演会参加者は全員表彰式および懇親会に招待されます。

申込み: 参加希望者は9月12日までに下記口座へ参加費をお振込み下さい。前もってテキストと名札をお送り致します。

郵便振替 00100-5-103214 財団法人 報農会

連絡先: 財団法人 報農会 事務局

吉田孝二氏, 仲川正義氏

〒187 小平市鈴木町2-772 植物防疫資料館内

TEL 0423-81-5455

アワヨトウとその近縁種の属名統一

——アワヨトウは *Mythimna separata*, クサシロキヨトウは *Mythimna loreyi* に——

農林水産省草地試験場 よし まつ しん いち
吉 松 慎 一

はじめに

日本産のほとんどの害虫には学名が付いている。種の学名は一般的には2語からなる二名式で表され、これに亜種名を付けて3語からなる三名式で表記されることもある。学名の正確さ、完全さを期するため、あるいは発表年を例証するために、これらにさらに著者名と発表年を付記することがある。周知のとおり、このような昆虫を含む動物の学名のすべては国際動物命名規約によって規定されている(平嶋ら, 1989)。

ところが、誤同定であることが判明して種名が変わったり、あるいは研究者の概念の違い等により属名が変わったりすることは昆虫の分野においては決して珍しいことではない。例えば、鱗翅目に限ってみても以下のような事例がある。椎茸の害虫シイタケオオヒロズコガは森内(1982)により、*Morophagoides ussuriensis* の学名が適用されたが、この後 ROBINSON (1986) はこのグループの分類学的再検討を行い、日本産は新種 *M. moriutii* として扱わなければならないことを示した。これなどは全く単純な例である。それでは次の二つの例はどうであろうか。

ハスモンヨトウに対しては現在属名として *Spodoptera* が適用されているが、古くは属名 *Prodenia* が使われていた。タバコガの属名として古くは *Heliothis* が当てられていた。現在ではタバコガの属名として *Helicoverpa* が使われることが多いが、いまだに属名 *Heliothis* を使う研究者もいる。これらがどうしてなのか即座に回答できるのは、かなり分類に詳しい人である。種の学名の変遷には、シノニムやホモニムが複雑に絡んでいる場合がよくあるのである。

ところで、アワヨトウはイネ、ムギ、トウモロコシ等の穀類や草地におけるイネ科牧草等の著名な害虫で、移動性昆虫としてもよく知られている。本種はアフガニスタン、パキスタン、インド、中国、韓国、日本、極東ロシアから東南アジア一帯、ニューギニア、オーストラリア北東部、ニュージーランドと太平洋上の諸島にわたって広く分布している。これらの国々では古くからアワヨ

トウに関する研究は多い。

しかし、その属名の扱いは研究者によりさまざまで、統一されていない。すなわち、わが国では最近ではアワヨトウに対しては「農林有害動物・昆虫名鑑」の1987年度版に基づき *Pseudaletia separata* (WALKER) が適用されているが、海外では *Mythimna* 属や *Leucania* 属等を適用している研究者もいる。アワヨトウの研究に携わった人なら一度や二度はこのような属名の扱いの違いを不思議に思った方も多いと思う。

筆者はアワヨトウとその近縁種について分類学的研究を行ってきたので、実際そのような疑問をしばしば国内外の研究者から投げかけられることがある。そこで、本文では農林有害動物・昆虫名鑑の1987年度版に害虫として登録されているアワヨトウ、クサシロキヨトウについて分類学的側面を紹介したあとで、今後の妥当な属名の適用について考察してみたいと考える。

I 世界のキヨトウ類の分類

アワヨトウ、クサシロキヨトウとその近縁種はキヨトウ類(*Leucania*-complex)と呼ばれてきた。キヨトウ類は世界に広く分布し、多数の種を含む。POOLE (1989) によるとキヨトウ類は世界で約500種が知られる。しかし、成虫の斑紋が単純で外見での種の識別が困難なグループが多いので、種レベルでの分類は世界的に混乱している。日本産及び台湾産本グループの分類については筆者(YOSHIMATSU, 1994)が再検討し、68種に整理した。

また、本グループは属レベルでの分類も非常に混乱してきた。HAMPSON (1905) は、成虫の外部形態に基づき、本グループを *Cirphis* 属, *Borolia* 属, *Meliana* 属, *Leucania* 属等に含めた。しかし、FRANCEMONT (1951) が指摘するように、現在鱗翅目の分類で重要とされる雌雄交尾器の形態を分類基準として取り入れなかったため、属の扱いのみならず種の扱いに関しても重大な過ちを犯した。すなわち、HAMPSON (1905) はアワヨトウとその近縁種を1種としてまとめたのである。確かにこれらの種は外見では酷似しているが、雄交尾器では、はっきりと別種だと判る。

アジア産のキヨトウ類の研究としては、CALORA (1966) がよくまとまっている。彼は、フィリピン産のキヨトウ

類を *Leucania*, *Aletia*, *Pseudaletia*, *Hypopteridia*, *Analetia* の5属として整理し、33種を記録した。陳 (1982) は中国のヤガ科をカラー図版で扱ったが、キョトウ類は *Sideridis*, *Mythimna*, *Leucania* 等の属に含めた。しかし、ヨーロッパの最近の研究者の多くはキョトウ類を *Mythimna* 属1属に含める場合が多いようだ。

これまでみてきたように、キョトウ類における属の扱いは研究者により様々で不統一だったことが判る。また同じ研究者一人とってみても、研究年によりキョトウ類の属レベルでの扱いが異なることもある。

II 日本産・台湾産キョトウ類の分類

日本産・台湾産キョトウ類の分類の変遷についてまず追ってみる。杉 (1958) は日本産の本グループをキョトウ族 (Tribe Leucanini) としてとらえ、*Mythimna*, *Aletia*, *Pseudaletia*, *Leucania*, *Acantholeucania*, *Meliana* の6属30種を記録した。この後、杉 (1982) は日本産キョトウ類を杉 (1958) に対して若干の細分を加え、*Dysaletia*, *Analetia*, *Xipholeucania* の3属を追加し、*Meliana* を *Senta* のシノニムとして、合計40種を認めた。この時点ではキョトウ族としては扱わず、単にキョトウ類として扱った。

台湾産キョトウ類は張 (1991) により、*Pseudaletia*, *Acantholeucania*, *Analetia*, *Aletia* の4属29種に整理され、成虫はカラーで図示された。属の扱いは杉 (1982) と同様である。しかし、その1/3以上が誤同定であり、かえって混乱を招く恐れがある。杉 (1992) は台湾産キョトウ類として *Aletia*, *Pseudaletia*, *Leucania* の

3属37種をリストアップした。

これらに対し、筆者 (YOSHIMATSU, 1994) は日本産・台湾産キョトウ類を *Mythimna* 属1属として統合し、これを7亜属に分割し、68種 (日本産42種、台湾産43種) を確認した。

キョトウ類の定義はこれまではっきりしていなかったが、筆者の一連の研究によりこの点は明瞭になった。すなわち、YOSHIMATSU (1990) はキョトウ類幼虫の大腮の形態変化を各齢期ごとに研究した。図-1 にアワヨトウ幼虫の大腮の形態を図示した。A~C では6本の鋸歯を備えるが、中齢 (D, E) になると前方 (図では右側) の2本が接近し溝が形成され、老熟 (F, G) すると後方 (図では左側) の2本が接近し、さらにもう一つの溝が形成される様子が判る。アワヨトウ以外の日本産キョトウ類18種についても同様の研究を行ったところ、これらのキョトウ類幼虫の大腮鋸歯はアワヨトウと同様のパターンで齢期とともに一連の形態変化をすることが判明した。これに対し、他のヤガ科幼虫の鋸歯の基本形は図-2 のとおり、1齢、終齢とも6本を備えるものである。その結果、本グループの老熟幼虫にみられる鋸歯の減少が、キョトウ類の単系統性を支持する固有新形質 (autapomorphic character) であると考えた。このことはキョトウ類が共通祖先種に由来する単系統群であることを意味している。さらに、YOSHIMATSU (1994) は雌の肥大化した *Papilla analis* (肛乳頭) 及び雌の特異な *Glandula sebaceae* (膠質腺) をキョトウ類の固有新形質として追加した。

雌雄交尾器、幼虫等の比較形態学的研究からキョトウ類の各種はきわめて同質的であり、また上記の三つの固有新形質を有することから、本グループを *Mythimna* 属1属として統合することを提唱したという訳である。また、キョトウ類の幼虫がイネ科植物を寄主とし、生態も類似したまとまったグループであることも1属として統合した理由である。

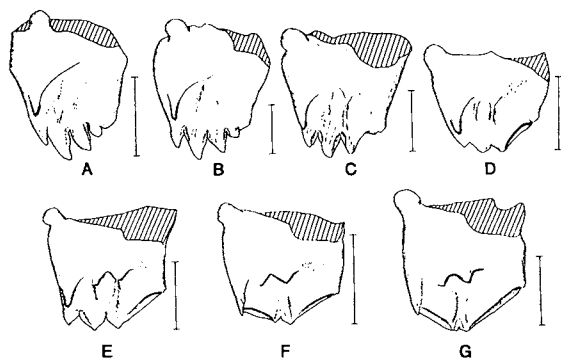


図-1 アワヨトウ幼虫の左側大腮内面図

A: 1 齢, B: 2 齢, C: 3 齢, D: 4 齢, E: 5 齢, F: 6 齢, G: 7 齢。目盛り A~B: 0.05 mm, C: 0.1 mm, D: 0.2 mm, E: 0.3 mm, F~G: 0.5 mm。

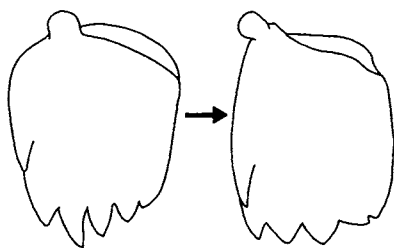


図-2 ヤガ科幼虫の一般的な左側大腮の輪郭
左: 1 齢, 右: 終齢

Ⅲ 今後のアワヨトウ、クサシロキヨトウの属名の扱い

筆者 (YOSHIMATSU, 1994) はキヨトウ類を *Mythimna* 属 1 属として統合したが、このことに対する他の研究者の意見はどうであろうか。年度末に各昆虫界の動向が主に分類関係を中心に紹介されるが、佐藤 (1995) は“1994 年の蛾界”の中で、六つの大見出しの一つとして、「キヨトウ類の分類すっきり」と記述し、それに続いて著者の研究を紹介した。杉 (1995) は“1994 年の昆虫界をふりかえって：蛾界”の中で、著者の研究に対し、「キヨトウ群全体の単系統性を重視して、群全体を *Mythimna* 1 属として統合することは、ヨーロッパでも主流となりつつあるが、亜属の分け方には筆者のオリジナルな観点が含まれる。」として紹介した。他の日本や世界の分類学者からも、キヨトウ類を 1 属として扱うことに関してはおおむね賛同の手紙をもらっている。

結論としては、今後はアワヨトウを *Mythimna separata* (WALKER), クサシロキヨトウを *Mythimna loreyi* (DUPONCHEL) として扱うべきだと考える。また亜属名を用いるときは前者には *Pseudaletia*, 後者には *Acantholeucania* を適用し, *M. (Pseudaletia) separata*, *M. (Acantholeucania) loreyi* とすべきである。世界各地でのアワヨトウ、クサシロキヨトウの学名の扱いも今後上記のように統一されていくものと信じる。農林有害動物・昆虫名鑑での扱いも次の改訂版では同様な扱いとすべきであろう。

Ⅳ アワヨトウ、クサシロキヨトウの近縁種

アワヨトウとその近縁種は, FRANCLEMONT (1951) よりよくまとめられている。彼は雄交尾器の特徴に基づき、キヨトウ類のうちアワヨトウとその近縁な 16 種に対し新属 *Pseudaletia* を設立した。YOSHIMATSU (1994) はこのグループは属とするには十分とは考えず, *Mythimna* 属の中の 1 亜属として扱った。このあと Plante (1993) により本亜属に 1 種追加されたので現在本亜属には世界で 18 種が知られている。

Pseudaletia 亜属の中で最も著名な害虫がアワヨトウ (*M. separata*) と *M. unipuncta* (HAWORTH) である。両者は地理的に代置関係にあり、おおよそイランを境にして生息している。すなわちイランより東のアジア、オーストラリア地域にはアワヨトウが、イラン以西からヨーロッパ、アフリカ、南北アメリカ大陸にかけては *M. unipuncta* が分布している。*M. unipuncta* もアワヨトウ

と同様の作物に被害を与える重要害虫である。日本の本亜属にはもう 1 種、マエジロアカフキヨトウ *M. pallidicosta* (HAMPSON) が知られている。アワヨトウには時折前翅が赤色化した個体があるが、この場合同定には注意を要する。このほかにアジアにはもう 1 種, *M. idisana* (FRANCLEMONT) がフィリピンより知られている。

Acantholeucania 亜属には現在世界からクサシロキヨトウを含め 3 種が知られている。1 種は日本、ベトナム、スマトラ、オーストラリア北部、ニューギニア、ニューカレドニアに産するヒメクサシロキヨトウ *M. (Acantholeucania) loreyimima* (RUNGS) であり、このほかにマダガスカルからも 1 種が知られる。

おわりに

以上の説明から、アワヨトウとその近縁種の属名に関し、少しでも理解が深まったなら幸いである。筆者の研究により、キヨトウ類の単系統性と同質性が明らかになったので、今後はわが国でもアワヨトウ、クサシロキヨトウに対し *Mythimna* 属を適用していくべきである。最後に本原稿の校閲を賜った、草地試験場の神田健一室長に厚くお礼申し上げる。

引用文献

- 1) CALORA, F. B. (1966): Philip. Agric. 50: 633~728.
- 2) 陳 一心 (1982): 中国蛾類図鑑 III, pp. 390, 図版 76~118.
- 3) FRANCLEMONT, J. G. (1951): Proc. ent. Soc. Wash. 53: 57~85.
- 4) HAMPSON, G. F. (1905): Cat. Lepid. Phalaenae Br. Mus. 5. London, pp. 634, pls. 78~95.
- 5) 平嶋義宏ら (1989): 昆虫分類学, pp. 597, 川島書店, 東京.
- 6) 森内 茂 (1982): ヒロズコガ科. 井上寛ほか, 日本産蛾類大図鑑 1: 162~171, 2: 185~187, pls. 2, 7, 233.
- 7) PLANTE, J. (1993): Alexanor 18: 93~97.
- 8) POOLE, R. W. (1989): Noctuidae. In Heppner, J. B. (ed.), Lepid. Cat. (New Series) 118, pp. 1340, E. J. Brill.
- 9) ROBINSON, G. S. (1986): Bull. Br. Mus. nat. Hist. (Ent.) 52: 37~181.
- 10) RUNGS, Ch. (1953): Bull. Soc. ent. France 58: 138~141, figs. 1, 2.
- 11) 佐藤力夫 (1995): 昆虫と自然 30 (3): 15~20.
- 12) 杉 繁郎 (1958): 日本産蛾類総目録 5: 431~619.
- 13) ——— (1982): ヤガ科. 井上寛ほか, 日本産蛾類大図鑑 1: 669~935, 2: 344~408, pls. 164~226.
- 14) SUGI, S. (1992): Hadeninae. In Heppner & Inoue, Lepidoptera of Taiwan 1 (2): 198~200.
- 15) 杉 繁郎 (1995): 月刊むし 289: 27~30.
- 16) 張 保信 (1991): 台湾蛾類図説 5, pp. 366, 台湾省立博物館.
- 17) YOSHIMATSU, S. (1990): Tyo to Ga 41 (3): 171~179.
- 18) ——— (1994): Bull. Natl. Inst. Agro-Environ. Sci.: 81~323.

養液栽培トマトの2, 3 土壌伝染性病害に対する スギ, ヒノキ樹皮繊維培地の抑制効果

タケダ園芸株式会社

ゆ
こま
駒だ
田じん
景くあん
権
はじむ
旦

前 島根大学農学部環境生物学講座

連作障害の回避, 省力化および高品質化などの観点から, 養液栽培は野菜を中心に広く普及している。しかし養液栽培では, 土壌と異なり, 土壌伝染性病原菌に対する他の微生物の抑制力が強くないうえ, いったん病原菌が養液栽培システムに侵入すると培養液の循環により速やかに全体に広がるため, 深刻な被害を受ける例も少なくない。この対策として, 紫外線照射, オゾン曝気, 加熱, pH 調節および生物防除などが研究されているが, まだ問題の解決には至っていないのが現状である (駒田, 1994)。このように, 病害対策に難点があることが養液栽培の伸び悩みの主な原因の一つになっている。

養液栽培での土壌伝染性病害の発生は水耕だけでなく, 固形培地耕にも多く見られる。ロックウールは最も

よく使われている固形培地であり, 無機質で90%近い空隙率をもち, 長く成形を保ち, 理化学的性状が安定し, 養液栽培に最も適する素材の一つである。しかし, 鉱物繊維の人体に対する有害性, 使用後の処分方法や土壌伝染性病害防除法の未確立など, 問題点も少なくない。以上の観点から, ロックウールに代わるスギ, ヒノキ樹皮繊維培地, ヤシガラチップなど有機質素材の開発も盛んに行われている (峰岸ら, 1989; 中野, 1994; 寺田, 1994)。これらの培地はいずれも保水性, 通気性に優れ, その繊維は腐りにくい。スギ, ヒノキは日本で最もよく使われている樹種であり, これらの材木は抗菌性物質を含むため, 耐久性に優れている。その木材加工過程で生ずる多量の樹皮も腐りにくいので, 他樹の樹皮のように堆肥としての利用は期待できないが, 逆に植物栽培用の培地としてよい成果が得られている。

筆者らは近年, スギ, ヒノキの抗菌性に着目し, これ

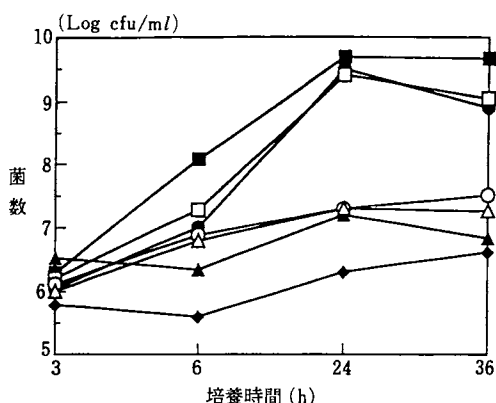


図-1 青枯病病原細菌の増殖に及ぼすスギ樹皮中の精油及びエタノール可溶物の影響

- 対照 ●—● 1か月堆積した樹皮中の精油
- ▲—▲ 1か月堆積した樹皮中のエタノール可溶物 (除精油処理済み)
- ◆—◆ 1か月堆積した樹皮中のエタノール可溶物
- 3か月堆積した樹皮中の精油
- △—△ 3か月堆積した樹皮中のエタノール可溶物 (除精油処理済み)
- 3か月堆積した樹皮中のエタノール可溶物

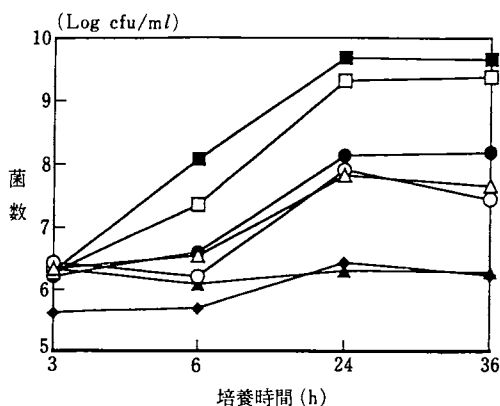


図-2 青枯病病原細菌の増殖に及ぼすヒノキ樹皮中の精油及びエタノール可溶物の影響

- 対照 ●—● 1か月堆積した樹皮中の精油
- ▲—▲ 1か月堆積した樹皮中のエタノール可溶物 (除精油処理済み)
- ◆—◆ 1か月堆積した樹皮中のエタノール可溶物
- 3か月堆積した樹皮中の精油
- △—△ 3か月堆積した樹皮中のエタノール可溶物 (除精油処理済み)
- 3か月堆積した樹皮中のエタノール可溶物

Suppressive Effects of Sugi and Hinoki Bark Fibre Media on Soil-borne Diseases in Soilless Culture of Tomato. By Jing Quan Yu and Hajimu KOMADA

らの樹皮を養液栽培用培地として利用することによる土壌伝染性病害の防除の可能性を検討し、一定の成果が得られたので、ここに、その概要を紹介して、今後の利用の可能性について述べる。

I スギ, ヒノキ樹皮繊維培地のトマト青枯病に対する抑制効果

スギおよびヒノキ樹皮から水蒸気蒸留により得た精油およびソックスレー抽出により得たエタノール可溶物を等体積の2%ショ糖加用ジャガイモ煎汁液体培地に添加し、トマト青枯病原細菌の増殖に対する影響を検討した。その結果、スギ, ヒノキの精油およびエタノール可溶物はいずれも本菌の増殖を著しく阻害した(図-1, 2)。その活性は精油よりも除精油したエタノール可溶物のほうが強かった。しかし、心材で見られたスギとヒノキとの抗菌性の差(福田ら, 1991)は樹皮では見られなかった。また樹皮の野外での堆積期間が長くなるにつれその活性は弱くなった。

スギ, ヒノキ樹皮繊維を成形した培地に病原細菌を 10^7 cfu/cm³(培地体積)の菌密度で接種し、トマト青枯病に対する防除効果を検討したところ、スギ, ヒノキ樹皮繊維培地による高い防除効果が認められた(表-1, 図-3)。対照のロックウール培地に生育したトマトには、接種5日後から青枯れ症状が見られ、10日後には83.3%の

株が著しい青枯れを呈した。一方、スギおよびヒノキ樹皮繊維培地に生育したトマトには青枯れ症状が全く見られず、健全に生育し、その導管褐変および菌泥噴出もわずかにとどまった。

II スギ, ヒノキ樹皮繊維培地のトマト萎ちょう病に対する抑制効果

各培地に接種したトマト萎ちょう病原菌(*Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* race 1)の振とう培養で得た出芽菌体(bud cell)の発芽および発芽管伸長を測定した結果、スギおよびヒノキ樹皮繊維培地が強い抑制効果を有することが明らかになった。ロックウール培地では77.0%の出芽菌体が発芽したのに対し、スギおよびヒノ

表-2 トマト萎ちょう病菌出芽菌体の発芽に及ぼす養液栽培用培地の影響

培 地	発芽率 (%)	発芽管長 ^{a)}
ロックウール	77.6	5.0
スギ樹皮繊維	45.6	2.3
ヒノキ //	44.0	2.2

^{a)}: 出芽菌体の長径を1とする。

表-1 トマト青枯病の発病に及ぼす養液栽培用培地の影響

培 地	萎ちょう株率 (%)	維管束褐変指数	菌泥噴出指数	発病指数 ^{a)}
ロックウール	83.3	3.1	16.7	57.0
スギ樹皮繊維	0	0.3	1.7	3.3
ヒノキ //	0	0.5	1.7	3.9

^{a)}: 萎ちょう株率, 維管束褐変指数, 菌泥噴出指数をもとに算出

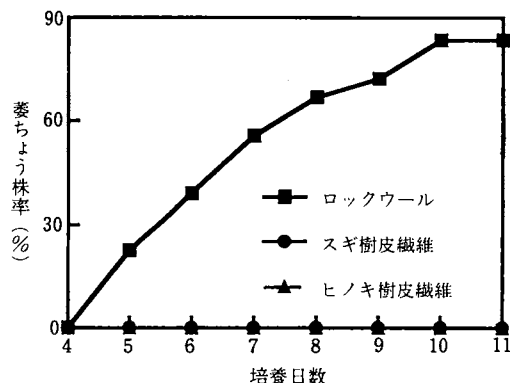


図-3 トマト青枯病の発病に及ぼす養液栽培用培地の種類の影響

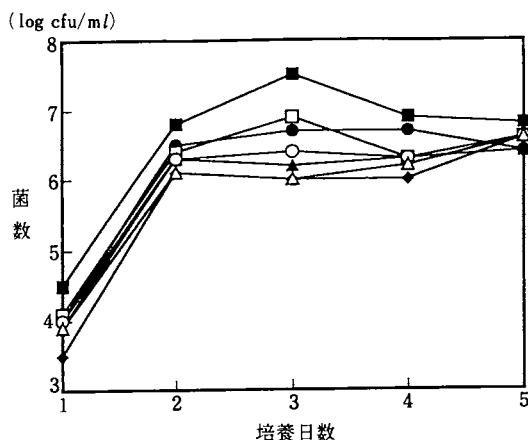


図-4 トマト萎ちょう病菌の増殖に及ぼすスギ及びヒノキ樹皮中の精油及びエタノール可溶物の影響

- 対照
- 3か月堆積したスギ樹皮中の精油
- ▲—▲ 3か月堆積したスギ樹皮中のエタノール可溶物 (除精油処理済み)
- ◆—◆ 3か月堆積したスギ樹皮中のエタノール可溶物
- 3か月堆積したヒノキ樹皮中の精油
- △—△ 3か月堆積したヒノキ樹皮中のエタノール可溶物 (除精油処理済み)
- 3か月堆積したヒノキ樹皮中のエタノール可溶物

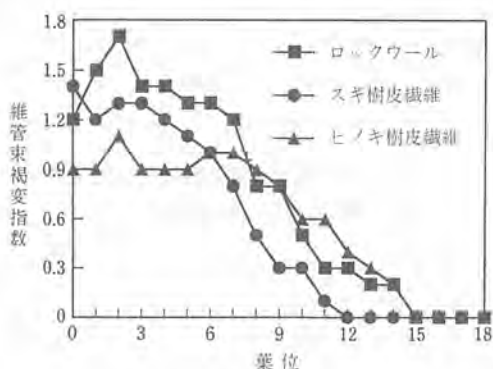


図-5 トマト萎ちょう病における葉位別の維管束褐変に及ぼす養液栽培用培地の影響

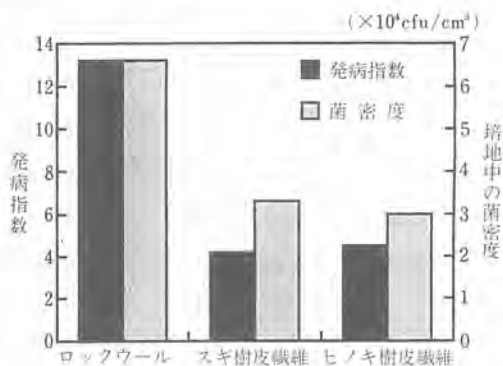


図-6 トマトの根腐萎ちょう病の発病に及ぼす養液栽培用培地の影響

キ樹皮繊維培地での発芽率はそれぞれ45.6%および44.0%であった。さらに発芽管長を見ると、スギおよびヒノキ樹皮繊維培地中の発芽管長はロックウールのそのほぼ1/2であった(表-2)。

同様に樹皮から抽出した精油およびエタノール可溶物の、トマト萎ちょう病菌の増殖に対する影響は青枯病原細菌で見られたほどではなかった(図-4)。また萎ちょう病菌の場合、青枯病菌とは逆に除精油したエタノール可溶物の活性は精油より弱かった。図-5はトマト萎ちょう病菌 race 1 の出芽菌体を 10^5 cfu/cm³ (培地体積) の菌密度で接種し、各培地で1か月間栽培後のトマトの葉位別維管束褐変指数を示したものである。スギおよびヒノキ樹皮繊維培地区のトマトの発病程度は対照のロックウール区よりやや低かったが、その効果はトマト青枯病に見られたほどではなかった。

Ⅲ スギ、ヒノキ樹皮繊維培地のトマト根腐れ萎ちょう病に対する抑制効果

トマトを植えたロックウール培地、スギおよびヒノキ樹皮繊維培地にトマト根腐萎ちょう病原菌 (*Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*) を 10^5 cfu/cm³ (培地体積) の菌密度で接種し、2か月間栽培後に各培地ごとのトマトの発病状況を調べた。その結果、スギおよびヒノキ樹皮繊維培地はトマト根腐萎ちょう病の発病に対し著しい抑制効果を示した(図-6)。ロックウール培地で生育したトマトの根は根量が少なくしかも全体的に激しく黒褐変したのに対し、スギおよびヒノキ樹皮繊維培地中

の根は白く、根腐れも散見される程度であった。また同じ菌密度で接種したにも関わらず、発病調査後におけるスギおよびヒノキ培地中の菌密度はロックウール培地中の菌密度より若干低く、スギおよびヒノキ培地がある程度の抗菌性を有することが示唆された。

おわりに

トマトは養液栽培において最も栽培面積の広い作物である。青枯病、萎ちょう病および根腐萎ちょう病はトマトの主な土壌伝染性病害である。萎ちょう病特に race 1 による病害の防除については現在主に抵抗性品種の使用により回避され、その被害はそれほど深刻ではない。しかし、トマト青枯病および根腐萎ちょう病については、実用的抵抗性品種が育成されていないため、土耕栽培だけでなく、養液栽培でも大きな被害が見られている。ここで紹介したように、スギおよびヒノキ樹皮繊維培地はこれら病害に対して優れた抑制効果を発揮するので、今後これらの病害の実用的防除の一手段となる可能性が高いと考えられる。今後トマト以外の植物についても研究する必要がある。

引用文献

- 1) 駒田 旦 (1994): 植物防疫 48(10): 9~13.
- 2) 峰岸長利ら (1989): 園芸雑 58 別 1: 466~467.
- 3) 寺田俊郎 (1994): アグリビジネス 8(31): 59~64.
- 4) 中野好基 (1994): 施設園芸 6: 22~26.
- 5) 福田清春 (1991): 木材保存 17(3): 18~23.
- 6) 嶋 景権ら (1995): 日植病報 (講要) (印刷中).

連載：諸外国の植物検疫制度（2）

アメリカの植物検疫制度

——特に PRA を中心に——

農林水産省農畜園芸局植物防疫課 ふなき やすろう いり え とし
舟木 康郎*・入江 俊

はじめに

世界貿易協定(WTO 協定)の一つである衛生植物検疫措置の適用に関する協定(SPS 協定)を受け、今後協定加盟各国は、国際植物防疫条約事務局(IPPC)を中心に、現在 FAO において策定中である国際基準に基づいて、植物検疫措置を採ることとなった。わが国もこの国際基準の策定作業には積極的に参画しているところである。この国際基準の中心に位置づけられるのが、病虫害リスク解析(PRA)のガイドライン(FAO ガイドライン)である。このガイドラインは、まだ確定的なものとなっていないが、現在の段階では、ステージ1(PRA 手順の開始：検疫病虫害の侵入・蔓延につながる可能性のある輸入産品/経路の決定及び検疫病虫害としての条件を満たす可能性のある病虫害の決定)、ステージ2(病虫害リスク評価：各々の病虫害が検疫病虫害であるかどうかの特定及び検疫病虫害の重要度の決定)及びステージ3(病虫害リスク管理：検疫病虫害に対する措置の決定)が骨子となっている。

今回は、アメリカの植物検疫制度について、アメリカが行っている PRA の手法を中心に紹介することとする。

I アメリカの植物防疫担当部局の概要

1 植物防疫を担う PPQ

アメリカの植物検疫政策は、アメリカ農務省(United States Department of Agriculture: USDA)の動植物検疫局(Animal and Plant Health Inspection Service: APHIS)の中の植物防疫課(Plant Protection and Quarantine: PPQ)において行われる(図-1)。APHIS の本部はメリーランド州のリバデールにあり、数か月前に旧庁舎のあったハイアッツビルからこちらへ移転したばかりである。現在の庁舎は、ワシントン D.C. にある USDA 本部から、車で40~50分の所に位置している。

*：現 農林水産省経済局国際部貿易関税課

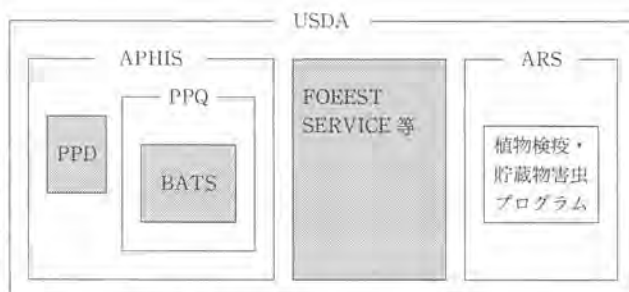
USDA 本部には APHIS の幹部を含め、わずか三人しか常駐していない。

PPQ の組織は APHIS 本部にある業務支援課(Operational Support)と資源管理支援課(Resource Management Support)及び全国で6箇所の地域植物防疫所からなり、実際の輸出入検疫や州間検疫を行っている検査官を含めスタッフの総数は約2,500名である(1994年現在)。

なお、APHIS 自体は、研究機関を有しておらず、植物検疫を含めた農業関係の研究は、農業研究サービス(Agricultural Research Service: ARS)で行われている。ARS には植物検疫・貯蔵物害虫プログラム(National Program Plant Quarantine and Stored Product Insects)というセクションがあり、植物検疫の技術開発はここで行われている(図-1)。

2 PRA を実施している機関

PRA の手法そのものの開発については PPQ の中の生物学的評価及び分類支援課(Biological Assessment and Taxonomic Support: BATS)及び政策・計画開発課(Policy and Program Development: PPD)で行



USDA：アメリカ農務省

APHIS：動植物検疫局

PPD：政策・計画開発課

PPQ：植物防疫課

BATS：生物学的評価及び分類支援課

ARS：農業研究サービス

FOREST SERVICE：森林局

PRA 担当部局：PPD, BATS, FOREST SERVICE 等

図-1 PRA等の組織体制

われた。個々の病害虫及び植物等に対する PRA についても、通常は BATS あるいは PPD で行うが、品目によっては、他の局庁で行う場合がある。例えば、輸入木材の PRA は、森林局 (Forest Service) で行っている (図-1)。なお、1 で述べた ARS は PRA を行っていない。

II 輸入許可制度

アメリカに輸入される植物及びその病害虫に対する PRA を行うためには、当該植物及びその病害虫についての情報の入手が不可欠である。そのため、アメリカは以下のような輸入許可制度を導入し、そこで得られた情報を PRA と連動させることにより、アメリカの農業生産上、安全な植物のみを輸入できるシステムを構築している。

1 一般輸入者が植物を輸入する場合

まず、アメリカへ植物 (あるいは病害虫そのもの) を輸入する際には、輸入者は PPQ から輸入許可証を入手する必要がある。その品目に対し PRA が既に行われており、輸入可能ということが判明していれば、PPQ は輸入許可証を発給する (図-2)。輸入許可証の有効期限は通常 5 年である。一方、PRA の結果、輸入を認められないことが判明している品目及び PRA がまだ行われていない品目に対しては、輸入許可証は発給されないため、当

該植物は輸入を認められない。

輸入に際し付される条件は、当該植物の性質により、輸入港の指定、特定の病害虫を対象にした輸出国での栽培地検査、輸入後の隔離検疫、輸入時・輸出時の処理、植物検疫証明書の添付、輸出国における生産地域の指定等、多種多様である。

また、トンボ、ゴキブリ等の一般小動物自体を輸入する場合にも輸入許可は必要であり、当該小動物が、非検疫病害虫であることを検査官が確認し、輸入許可証が発給されない限り輸入は認められない。

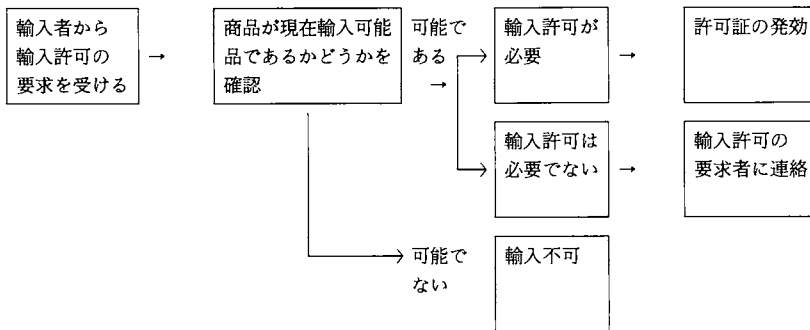
2 他国政府からの要望の場合 (解禁要請)

他国の政府からアメリカへの植物の輸入の要望があった場合は、以下のような対応が採られる。すなわち、PRA が行われていない品目に対する輸入の要望があった場合、PRA を開始する。また、PRA の結果、輸入を認められないと過去に判断されている植物に対しても、PRA の結果についての見直しの正当な理由が提示されれば、PRA を再開する (図-2)。

III PRA 手法

アメリカの PRA は基本的に FAO ガイドラインに沿った形となっている。ここでは、アメリカの PRA の内、ステージ 2 及びステージ 3 に該当する部分について概説

1. 輸入者からの要求



2. 他国の政府からの要求

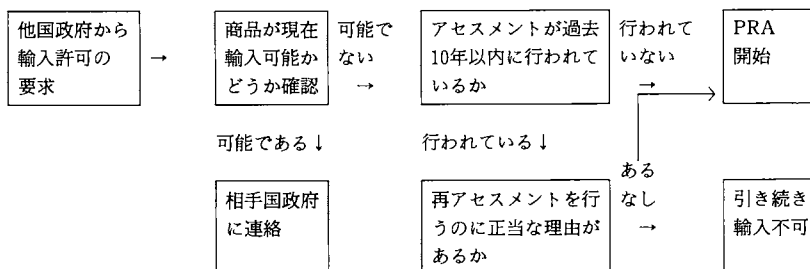


図-2 アメリカの輸入許可制度

する。ただし、これらは基本的モデルであり、実際の個々の植物及びその病害虫の PRA については、植物及び病害虫の性質を考慮し、このモデルを修正して用いている。

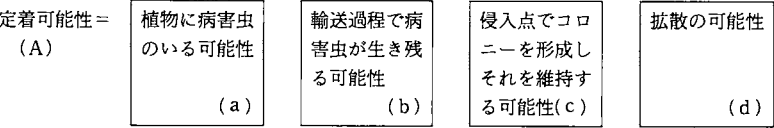
1 リスク評価（FAO ガイドラインのステージ 2 に当たる部分）

リスク評価部分は、病害虫リスク評価と産品/経路のリスク評価からなる。病害虫リスク評価を行う際に考慮する要因は、病害虫の定着可能性と、定着した場合の影響である。定着の可能性については、(a)植物に病害虫のいる可能性、(b)輸送過程で病害虫が生き残る可能性、(c)侵入場所でコロニーを形成し、それを維持する可能性及び(d)拡散の可能性の 4 要因を、可能性の高いものから順に高・中・低に分け、その中で最も低いものが定着可能性となる。例えば、(a：低)、(b：中)、(c：高)、(d：中)であれば、定着可能性は「低」となる(図-3)。一方、定着した場合の影響については、(e)経済的影響、(f)環境的影響及び(g)社会・政治的影響等の 3 要因を考慮に入れ、それらの組み合わせにより、

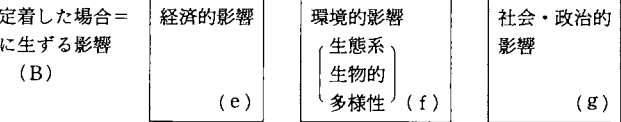
高、中、低に分けている。その場合、経済的影響あるいは環境的影響の内最も高いものが定着した場合の影響となる。この両者が低い場合のみ、社会・政治的影響を考慮する(図-3 の*)。病害虫の定着可能性と定着の影響の両方を組み合わせたものを病害虫リスクとし、やはり高・中・低に分けている(図-4)。この場合、前者と後者の組み合わせが、順序を問わず中・高の場合には病害虫リスクは「高」、また同様に低・中の場合には病害虫リスクは「中」になるように設定されているのが特徴である。

産品/経路のリスクは、病害虫リスクの評価を受けた形となっている。すなわち、各評価に該当する個々の病害虫がどれだけその寄主となり得るか(あるいは付着し得るか)によって、評価が決定する(図-4)。この図から分かるように、ある産品/経路にとって、リスクレベルの「高」の病害虫が一つ以上存在する場合及びリスクレベルが「中」の病害虫が五つ以上存在する場合は産品/経路リスクは「高」になるが、リスクレベルが「低」の病害虫のみ存在する場合は、それらの数に関係なく産品/経路リ

(1) 定着可能性



(2) 定着した場合に生ずる影響



高	低, 中, 高	低, 中, 高	= 高
低, 中, 高	高	低, 中, 高	= 高
中	中	低, 中, 高	= 中
中	低	低, 中, 高	= 中
低	中	低, 中, 高	= 中
低	低	中, 高	= 中*
低	低	低	= 低

定着した場合に生ずる影響 (B)

図 - 3 病害虫リスク評価の要因

(3) 病害虫危険度

病害虫危険度 =	定着可能性 (A)	定着した場合に 生ずる影響(B)	
	Ⅱ	Ⅱ	
	高	高	=高
	中	高	=高
	低	高	=中
	高	中	=高
	中	中	=中
	低	中	=中
	高	低	=中
	中	低	=中
	低	低	=低
	Ⅱ		
	病害虫危険度		

(4) 産品／経路の危険度

病害虫の危険度		産品／経路の危険度
評価	各評価に当てはまる 病害虫数	評価
高	一つか、それ以上	高
中	五つか、それ以上	高
	一つから四つ	中
低	一つか、それ以上	低

図-4 リスクアセスメント

リスクは「低」となる。

2 リスク管理 (FAO ガイドラインのステージ3に
当たる部分)

リスク管理では、リスク評価の結果を受けて、植物及び病害虫に対して採る措置の決定を行うが、具体的には、表-1に示すシステムアプローチマトリックス (System Approach Matrix) が用いられる (表-1)。この表では、例としてアメリカへ輸入されるメキシコ産アボガドが示されている。ある病害虫 (削減すべき病害虫リスク) に対しどのリスク低減措置を採り得るかを調べ、N～Eの記号でそれぞれのマスを埋めていく。その際には、リスク評価の結果の他、採用可能なリスク低減措置の種類、公衆の認知の程度/社会的・政治的ダメージ及びコスト/ベネフィット等が勘案される。最終的には作成された表をもとに総合的見地から措置の決定がなされる。

IV 実際の輸入検疫場面における PRA の活用

IIIでは、アメリカのPRAについて述べたが、次にPRAの結果が輸入検疫の実際の検査場面において、どのように活用されているか述べ、次に、PRAの行われていない病害虫が発見された場合の措置について述べることにする。また、輸入検疫現場におけるPRAの活用には、発見病害虫の同定が不可欠である。したがって、同

表-1 システムアプローチマトリックス

システムアプローチ：メキシコ産アボガド						
リスク低減措置	削減すべき病害虫リスク					
	Fruit flies : <i>Anastrepha</i> spp.	Small avocado seed weevils : <i>Conotrachelus</i> spp.	Avocado stem weevil : <i>Copturus</i> <i>aguacatae</i>	Large avocado seed weevil : <i>Heilipus</i> <i>lauri</i>	Avocado seed moth : <i>Stenoma</i> <i>catenifer</i>	ヒッチハイカー及びその他の病害虫
現地調査						
トラッピング及び現地における処理						
現地の衛生施設						
寄主の抵抗性						
ポストハーベストセーフガード						
冬季のみ輸入						
パッキングハウスでの検査及び果実のカット						
輸入地点での検査						
アメリカ国内での地域限定						

N：低減効果なし
S：いくらかのリスク低減効果あり（50％以下）

M：中程度のリスク低減効果あり（50％以上 95％未満）
E：高いリスク低減効果あり（95％以上）

定困難な病害虫の取扱いについても併せて述べることにする。

1 PRA 結果の活用

アメリカの主な海・空港の検査場には、病害虫（特に害虫）の同定のための施設が用意されており、輸入植物の検査で病害虫を発見した際には、検査官は直ちに同定できるようになっている。その施設には、輸入植物のリスト及び検疫病害虫のリストが常備されており、それぞれの輸入植物がどの程度のリスクを有しているか、また、発見された病害虫が検疫病害虫であるか否か、検疫病害虫であれば、リスクレベルはどの程度か等について、容易に判断できるようになっている。検査官はその結果に基づき検疫措置を決定する。

2 PRA の行われていない病害虫が発見された場合の措置

同定可能であるが、PRA の行われていない病害虫が発見された場合のために、Enhanced Hazard PRA（迅速なPRA）という手法が用意されている。Enhanced Hazard PRA とは、APHIS 本部に保存されている各国の病害虫のデータベースを用いて、発見された病害虫のリスクレベルを決定し、その病害虫の付着していた植物に対する措置を決定するというものである。データベースには、主に病害虫についての関連文献のアブストラクトが収録されており、現在は CAB INTERNATIONAL 製のデータベースと国立の研究機関製のデータベースの2種類が用意されている。Enhanced Hazard PRA は

FAO のガイドラインに基づいており、その実施主体は BATS である。本 PRA は、簡易的なものであるため、もし、同一の病害虫が、何度も発見されるような場合、より詳細な PRA を行うこととなる。

3 検査現場で同定困難な病害虫が発見されたときの対応

輸入検疫を担当している検査官は、ある程度の病害虫同定技術を有してはいるが、時には現場では同定不可能な病害虫が発見される。その場合、現場の検査官は、地域同定官（Area Identifier）に同定を依頼する。地域同定官は主要港の植物防疫所に配置され、広範な病害虫の同定をカバーしている。常駐する同定官の数及び専門（昆虫学あるいは植物病理学）は植物防疫所の規模及び扱っている植物の形態によって異なるが、通常一人～三人である。さらに、地域同定官の同定困難な病害虫は、PPQ, ARS, スミソニアン博物館等の、あらかじめ定められている病害虫の分類の専門家の所へ Overnight Transport System により輸送される。同定結果は BATS へ報告され、BATS は当該病害虫の付着していた植物に対し検疫措置を採るかどうかが決定し、現場の検査官へ決定内容を電話連絡する。ここまでの一連の作業は、通常2日以内で可能である。

V そ の 他

以下に、PRA とも深く関わりのある、隔離検疫及び栽培地検査について概要を述べる。

表-2 アメリカへの輸入の禁止されている種苗類（例）

種苗の種類	輸出国・地域	当該種苗類に付着し、輸入される危険のある病害虫
リンゴ属	すべての国・地域*	<i>Monilinia fructigena</i> (ADERH. & RUHL) HONEY (Brown rot of fruit), <i>Guignardia piricola</i> (NOSE) YAMAMOTO (Leaf, branch, and fruit disease) 等
ナシ属	すべての国・地域*	同上
サクラ属	すべての国・地域*	同上
キク属	アルゼンチン, チリ, ブラジル, コロンビア, ヨーロッパ, 南アフリカ等*	<i>Puccinia horiana</i> P.HENN. (White rust of chrysanthemum)
オランダイチゴ属	オーストラリア, フランス, イギリス, イタリア, オランダ, 日本, ニュージーランド, ロシア等	<i>Phytophthora fragariae</i> HICKMAN (Red stele disease)
サツマイモ属	カナダ以外の国・地域	sweetpotato witches broom, sweetpotato viruses of eastern Africa 等

*栽培地検査を行うことにより、特定の地域から輸入可能（栽培地検査の項を参照）

1 アメリカの隔離検疫

(1) 隔離検疫対象植物

アメリカの種苗の検疫については、リスクの高い病害虫の発生地域からの寄主植物は輸入禁止措置が採られている(表-2)。したがって、隔離検疫の対象となる植物はこれより病害虫リスクの低い繁殖用植物に限られる。なお、リスクの高いものであっても、試験研究用に輸入されるものについては、特別の輸入許可条件のもとに輸入することが可能である。これらはアメリカの遺伝資源政策の一環として重要な位置付けとなっている。一般的に隔離検疫は2生育期間行う。

隔離検疫対象植物を輸入する際には、輸入許可証の取得及び輸出国の検査の結果発給される植物検疫証明書の添付が条件となる。隔離検疫対象植物は輸入港における通常の輸入検査を終えた後にPPQの1組織である国立植物ジャームプラズム検疫センター(National Plant Germplasm Quarantine Center: PGQC)指定の隔離圃場へ運ばれ、隔離検疫を受けることとなる。

(2) 隔離検疫の実施

アメリカの隔離検疫制度は、連邦と州との協力体制のもとに行われる制度となっており、PGQCの基準・指導に基づき具体的な圃場での検査は州の検査官により行われ、検査結果がPGQCに報告される。隔離圃場のほとんどは、州立大学の圃場であり、大学の研究者が州の検査官として隔離検疫を行っている。

(3) 隔離植物の取り扱い

隔離圃場における検査結果は、PGQCへ送付され、そこでデータの評価がなされ、植物検疫上の安全性が確認されれば、当該植物は合格とされる。また、これらの検査の成績については、1年に1度、隔離検疫担当者による会議が開催され、PGQCにより検査内容の評価・確認が行われる。

(4) 種子の取り扱い

種子は隔離検疫の対象ではないが、輸入が禁止されているコメ、トウモロコシ、核果類等の種子をUSDAが遺伝資源の研究等、試験研究の目的で輸入する場合は、隔離検疫と同様に播種後の生育期間中の検査が行われる。トウモロコシの種子の場合は、オフシーズンに特別な条件のもと、温室で育て、種子を採取し、育成された植物体については、全て廃棄される。

2 輸出国における栽培地検査

EU5か国(イギリス、フランス、オランダ、ドイツ、ベルギー)からの、リンゴ属、ナシ属、サクラ属等の苗木、特定地域からのキク、カーネーションの苗等については、原産国での栽培地検査による輸入を認めている。輸出国で栽培地検査を受けた植物は、輸出国により植物検疫証明にその旨が追記される。栽培地検査を受けていれば、アメリカにおける隔離検疫を免除されるわけではなく、輸入後、農家の指定圃場で一定期間栽培し、その植物が健全であるか否か様子を見る義務が課される。この条件は、通常の隔離検疫と比較すれば、緩やかな条件である。

また、上記のEU5か国からのリンゴ属等の苗木は、栽培地検査を受けなければ輸入禁止植物に位置付けられているリスクが高い植物であり、これらは、栽培地検査を行い、リスクを低減することにより、隔離検疫対象植物として取り扱われている。

おわりに

以上、アメリカの植物検疫制度について、主にPRAを中心に概説したが、本稿の大部分は、去る3月にアメリカに赴き入手した情報をとりまとめたものである。WTOのもと、植物検疫に関しても、既に国際調和の動きが開始していることを考慮すれば、各国の植物検疫制度についてアップトゥデイトな情報をキャッチしておくことは、非常に重要であり、今後とも継続して情報収集に努めることが肝要であると思われる。

引用文献

- 1) ORR, R. L., COHEN, S. D. and R. L. GRIFFIN (1993): Generic Non-Indigenous Pest Risk Assessment Process. DRAFT—USDA APHIS PPD report, unpublished, 40 p.
- 2) USDA (1993): Pest Risk Assessment of the Importation of *Pinus radiata*, *Nothofagus dombevi*, and *Laurelia philippiana* Logs from Chile. USDA FOREST SERVICE Miscellaneous Publication No. 1517, 248 p.
- 3) USDA (1991): An Efficacy Review of Control Measures for Potential Pests of Imported Soviet Timber. USDA APHIS Miscellaneous Publication No. 1496, 28 p.
- 4) Code of federal Regulations (Parts 300 to 399) (1994): The Office of the Federal Register National Archives and Records Administration.

海外ニュース

インドネシアは大豆が足りない

生産の現状

この国の大豆生産量は、現在 160 万トンぐらいであるが、需要の増加に追いつかず、大豆が足りずに、毎年 40～50 万トン輸入している。これをなんとか自給したい。これが長年の悲願なのである。

かれこれ 10 年以上前の 1983 年のことになるが、当時の農業次官ワルドヨ氏（後の農業大臣）はこう言った。『今、インドネシアは大豆が 132 万トン必要である。しかしわが国の生産は 70 万トンにすぎない。残りの 62 万トンは輸入しなければならない。大豆の生産を高め、自給達成しなければならない』。有力紙のコンパスに載った彼の発言である。

以来、大豆の増産に政府は非常に力を入れてきたが、いまだに自給は達成されていない。

なぜ大豆が足りないか

はじめに述べたように、大豆の生産量は 160 万トンであるから、当時の 70 万トンと比較すると、2 倍以上に増加している。しかし需要はそれ以上で 200 万トンを超えている。消費の伸びと、人口増加による需要の伸びが、生産の増加を上回るからである。

インドネシアの農村は貧しい人が多い。人口割合からすると 18.4% が貧困者であるという（1990 年センサス）。そして妊産婦の 60% が潜在的栄養不足者といわれている。彼らにとって肉類は通常手の届かない高価な食品であるが、大豆食品のテンペイや豆腐などは、安価で比較的容易に手に入りやすいタンパク食品なのである。

生産増大の方策

大豆の生産を増加するのに、二つの方法がある。一つは栽培面積を増やす。もう一つは収量を高めることである。この国ではこれまで前者に重点を置いてきた。面積を増やすことは、新しく大豆栽培地帯を開拓することになる。しかしこの新栽培地帯は、しばしば不適地であったり、農民の経験不足も伴って期待した生産を上げ得ていない。

私は、適地適作方式と合理的な病虫害対策で、後者の増収方式で行くべきであると進言している。インドネシアの大豆の収量を 1990 年の統計から、総生産高を栽培面積で割った数値としてみると、収量は 1.16 t/ha である。これを 1.5 t/ha に上げれば、自給は達成できるし、そのことは決して困難ではないと考えられるからである。



図-1 オトリ作物、ツノクサネムスの一種に集まるミナミアオカメムシ（ボゴールにて）

自給達成のための研究協力と病虫害防除

私は最近まで JICA の専門家としてボゴールの食用作物研究所で大豆病虫害防除の研究協力に従事してきた。それはインドネシアでは大豆の病虫害、ことに害虫の被害がけた違いに大きく、強い協力要請があったからである。

この国でもアチェ地方のように、平均 2 t/ha に及ぶ高収量で、しかも病虫害の発生が非常に少ない地帯があること。その要因は土壌が大豆に適していることもあるが、特殊な栽培体系によって、この国で最も被害の多いサヤメイガ類の発生が、うまく防止できていることが判明した。これと同じ土壌条件の地帯を大豆の主産地に指定し、このような栽培体系を取り入れ、重点的に指導をすれば、所定の生産をあげるのは決して難しくないのである。

多くの大豆生産地では、いまでも 5 回から 10 回もの薬剤散布を行っている。これを 2, 3 回程度で害虫防除が十分できるようにしなければならない。その一つとして私はオトリ作物を大豆畑に作ってカメムシをおびき寄せ、薬剤で効率的に叩く方法を研究し、実用化した。

害虫の発生が非常に多い原因の一つは、大豆が、害虫に弱い品種だからである。耐虫性品種の育種が今後重要である。

ところで、肝心の病虫害問題についてはあまり言及できなかったが、これはまた別の機会にしたい。
(国際農林業協力協会・東京農大総合研究所 内藤 篤)

植物防疫基礎講座

イムノアッセイ法による農薬の簡易分析とその利用

——拡散と付着量の検定——

たか はし よし ゆき
社団法人日本植物防疫協会研究所 高 橋 義 行

はじめに

省力防除機の開発や少量散布などの防除技術の改善は、経済性、効率性、省力性から農家にとって有効であると同時に、環境に対する負荷を少なくするためにも重要であると考えられる。このような散布技術の向上を図るためには、散布した農薬の付着量や付着の均一性を調べるが必要であり、多数の試料を簡易に測定できる方法が不可欠である。農薬の付着量の測定法としては、スライドグラスなど（葉の代替物）への薬剤粒子の付着状況を顕微鏡を用いて観察する方法や（米山, 1986）、高速液体クロマトグラフィー（HPLC）やガスクロマトグラフィーなどにより薬剤の有効成分を分析する機器分析法（平松, 1986）が用いられてきた。前者は安価な方法で多数の検定も比較的容易であるが、観察された微粒子がどの程度の農薬成分を含有しているのか判別が困難であることや、スライドグラスと葉などではその付着量が必ずしも一致しないことなどの短所がある（平松, 1986）。一方機器分析法は、高感度・高精度であるが、精製度の高い試料を調製するのに時間と労力がかかり、また高価で特殊な機器と熟練した技術を必要とするため、多数の試料を検定するのは困難である。

より迅速、簡便、安価に多数の試料測定を行う方法として、農薬に対する抗体を利用したイムノアッセイ法が開発されてきた（LESNIK, 1994; MEULENBERG et al., 1995）。イムノアッセイ法は、その農薬に特異的な抗体を用いることで、比較的精製度の低い試料の中から目的とする成分のみを特異的に検出することが可能である。本稿では、イムノアッセイ法を用いて実際に散布された試料からの農薬の検出を行った例を示し、本法利用の可能性を紹介する。

I イムノアッセイ法による測定原理

農薬検定用のイムノアッセイ法は、酵素（ペルオキシダーゼなど）の反応量の多少をもとに判定する ELISA

Immunoassay for Simple Analysis of Some Pesticides and iies Utilization—Determination of Deposition of Pesticides—
By Yoshiyuki TAKAHASHI

（enzyme-linked immunosorbent assay）法の一種である。植物ウイルスなどの巨大分子の検定に利用される非競合法の ELISA 法と異なり、農薬などの低分子を検出するためには、競合法と呼ばれる ELISA 法が用いられる。競合法にも種々の方法が開発されているが、ここでは一抗体固相法（遠藤・宮井, 1987; MEULENBERG et al., 1995）の概略を示す（図-1）。本法は、まず一定量の特異抗体をマイクロプレートやビーズなどの固相に吸着させる（固相化抗体）。次に、一定量の酵素標識抗原（酵素に農薬成分を結合させたもの）と試料中の農薬成分とを固相化抗体に競合的に反応させる（抗原抗体反応）と、その混合比率で結合する。遊離の酵素標識抗原と遊離の農薬成分を除去（B/F 分離）したのちに、固相化抗体に結合した標識物の酵素と基質を反応、発色させ吸光度を測定する。本法では検定試料中の農薬成分が多くなるにしたがって結合する酵素数が少なくなり、発色程度も低くなる。

本稿では、固相として磁性体微粒子を用い、磁石を利用して B/F 分離（洗浄）を行う ELISA（RUBIO et al., 1991）キットを供試した（図-2）。マイクロプレートを固相として用いた場合、ウェル（固相）間の反応容量にバラツキが生じやすく、検定に支障を来すことが考えられる。これに対して磁性体微粒子を用いた場合、そのようなバラツキは軽減され、より短時間の反応で測定できる利点があると考えられる（遠藤・宮井, 1987; RUBIO et al., 1991）。以下、クロロタロニル（TPN）検出用及びペノミル/カルベンダゾール（MBC）検出用の市販の ELISA キット（RaPID Assays, Ohmicron 社, USA）を用いて、筆者らが行った TPN 及び MBC の分析測定の試験例（高橋ら, 1995; TAKAHASHI et al., 1995）を紹介する。

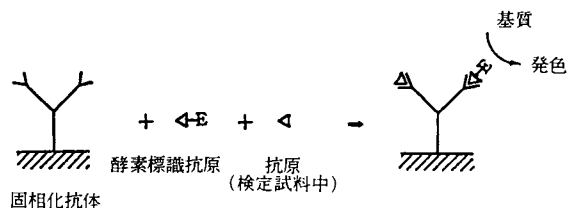


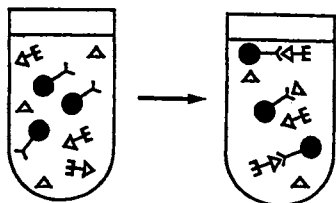
図-1 一抗体固相法の概略

II TPN の検出 (TAKAHASHI et al., 1995)

1 試験概要

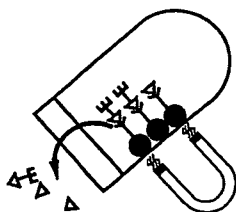
常温煙霧散布及び静電式常温煙霧散布 (小野, 1994)

●抗原抗体反応(室温で15～30分)



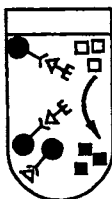
a

●洗浄(2回)



b

●発色反応(室温で20分)



c

図-2 測定の手順

- 磁性体コーティング抗体
- △-E 酵素標識抗原
- △ 抗原(農薬)
- 発色基質
- 発色物

による TPN の施設内での拡散や葉の表裏への付着効率を ELISA キットを用いて検討した。各 200 m² のナス栽培施設の中央入口付近に各煙霧機を設置し、40%フロアブル剤の 20 倍希釈液を 1 l ずつ散布した (1,000 倍希釈液の 250 l/10 a に相当)。調査葉は、片側 2 畝中の 6 地点 (a～f) の上位葉 (150 cm)、中位葉 (100 cm)、下位葉 (50 cm) のそれぞれの葉 2 枚を選び、2 枚の厚紙のうち、1 枚の中心部を円形 (径 5.5 cm) に切り抜いた厚紙を用いて葉の片面 (表側または裏側) の一部が露出するように上下に挟んで被覆した (図-3)。静電式常温煙霧機 (KLV 901 EF, 共立) は、噴頭ノズルに荷電リングが取り付けられており、薬液が飛び出すときに静電気を帯電させることにより、通常の常温煙霧より植物への薬剤の付着が良好になるのではないかと期待されている (浅野, 1986; 小野, 1994)。試験では本機の荷電リングへの電気を切って通常の常温煙霧散布にも供試し、TPN の付着効率を比較した。

煙霧散布の翌日に、片面だけ露出させた各葉から径 5 cm のディスクを打ち抜き 1 枚ずつ 2 枚重ねのポリ袋に入れ、それぞれに 10 ml のメタノールを添加 (0.5 ml/cm²) したのち、手に持って 1 分間激しく振とうして抽出した。抽出液は -80°C に保存し、蒸留水で希釈して分析に供試した。また、中位葉については HPLC でも検定し、イムノアッセイ法による結果と比較した。

2 分析方法

本キットは 0.1～5.0 ppb 程度の濃度範囲で適正な検出が可能である。したがってこの範囲に収まるように試料 (抽出液) を希釈 (50～8,000 倍) して検定に供試した。ELISA (RUBIO et al., 1991) はキットの手順に従った。まず付属の TPN 希釈液 (0.0, 0.1, 1.0, 5.0 ppb) 及び検定試料 (希釈した抽出液) を小試験管に 200 μl ずつ分注し、これに酵素 (ペルオキシダーゼ) 標識抗原を 250 μl ずつ添加する。さらに磁性体微粒子に固相化した抗体を 500 μl ずつ添加し、室温で 30 分間静置する (図-2 a)。次に磁石ユニットを用いて磁性体微粒子を集め、液

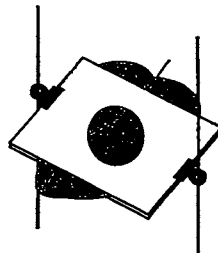
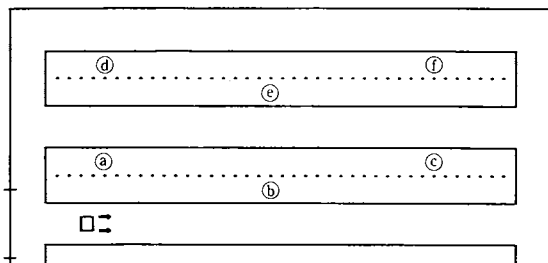


図-3 ナス施設栽培内の調査地点 (a～f) と各地点における片面 (表または裏) を露出させた調査葉

だけを除去する (図-2 b)。さらに付属の洗浄液を用いて洗浄後、磁石ユニットをはずして発色基質 (TMB) 500 μl を分注する。室温で 20 分間静置して発色するのを待ち、最後に反応停止液 (0.5%硫酸水溶液) 500 μl を添加して呈色反応を停止させる (図-2 c)。反応の程度は吸光度 (450 nm) から読み取る。

実際の分析測定の一例を表-1 及び図-4 に示した。既知濃度の TPN (0.0, 0.1, 1.0, 5.0 ppb) での発色程度を吸光度で測定し、0.0 ppb での値に対する割合 (% B/Bo) を算出してこれをグラフ上にプロットして検量線を描く。未知の濃度の試料は希釈して 2 濃度以上を同時に測定する。例えば 1,000 倍, 2,000 倍, 4,000 倍と 3 濃度に希釈して測定した場合, その吸光度が 0.305, 0.382, 0.472 となり対照区の吸光度に対する割合は 40%, 50%, 62% で, 検量線上にプロットするとそれぞれ 1.18 ppb, 0.62 ppb, 0.30 ppb と読み取れた (図-4)。したがって元の濃度は, 1.18 $\mu\text{g}/\text{ml}$, 1.24 $\mu\text{g}/\text{ml}$, 1.20 $\mu\text{g}/\text{ml}$ となり (表-1), この試料 (葉片) に付着していた TPN の付着量は平均で 0.605 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ (平均値 1.21 $\mu\text{g}/\text{ml} \times 0.5 \text{ ml}/\text{cm}^2$) となった。この測定は 1~2 時間で完了した。

表-1 イムノアッセイ法による TPN の分析測定

検体試料	吸光度 (450 nm)	B/Bo (%)	測定値 (ppb)	試料中の濃度 ($\mu\text{g}/\text{ml}$)
0.0 (ppb, TPN)	0.762	—	—	—
0.1 (ppb, TPN)	0.606	80	—	—
1.0 (ppb, TPN)	0.321	42	—	—
5.0 (ppb, TPN)	0.140	18	—	—
試料 (1,000 倍) a	0.305	40	1.18	1.18
(2,000 倍) b	0.382	50	0.62	1.24
(4,000 倍) c	0.472	62	0.30	1.20

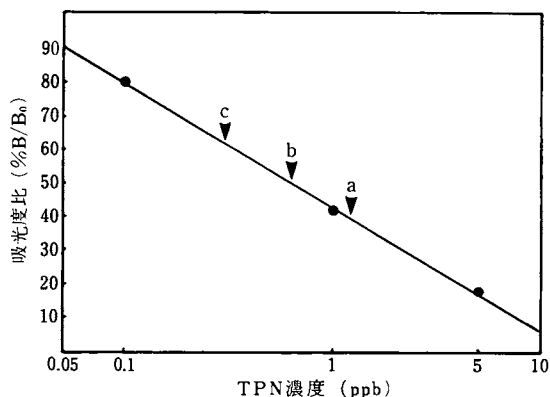


図-4 イムノアッセイ法による TPN の検量線と測定値

このようにイムノアッセイ法による測定では, 毎回検量線を作成して試料中の TPN 濃度を読み取り, 希釈倍数を考慮して元の試料中の TPN 量を算出する。

3 再現性と信頼性

イムノアッセイ法による測定結果は酵素の反応量に依存するため同一試料を検定した場合でも, その結果は毎回微妙に異なってくる。本法の再現性をみるため, 0.75 ppb の TPN 溶液を供試してこれを 15 回繰返し検定した結果, 本試験では 0.60 (87%) ~ 0.85 ppb (113%) で, その平均は 0.73 ppb (97%) であった。

さらに ELISA と HPLC による測定値を 16 個の検定試料について比較した結果, スロープは 1.26 で ELISA での値の方がやや高めであったが, 相関係数は 0.987 で両者の結果には強い相関関係が認められた (図-5)。

以上の結果からイムノアッセイ法による TPN の分析は, 再現性と信頼性があると判断された。

4 拡散と付着量の測定

施設内の各地点での付着量の測定結果から TPN の水平拡散を示したのが図-6 である。各地点での数字は, 上・中・下位葉への付着量の平均を四捨五入したもので示した。図にみられるように葉の表側では, 常温煙霧区と静電式常温煙霧区には顕著な差は認められなかった。一方, 裏側では, 静電式常温煙霧区のほうがより多くの薬剤が付着しているのが明らかになった。また常温煙霧区の⑤地点で (図-3 参照) 異常に高い値がでたが, これ

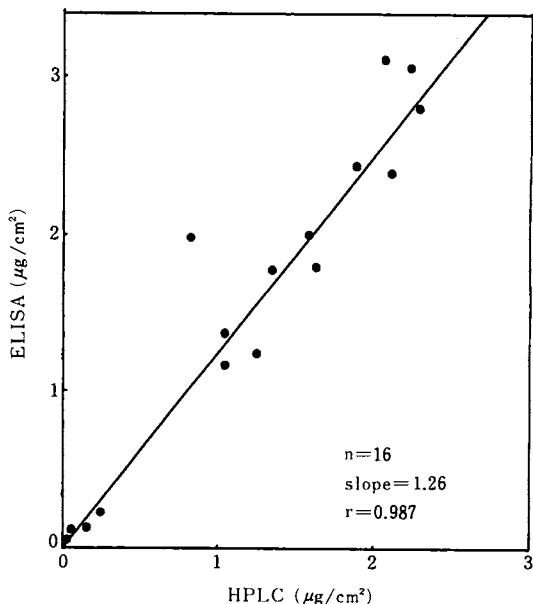


図-5 ELISA と HPLC による測定結果の相関関係 (TAKAHASHI et al., 1995)

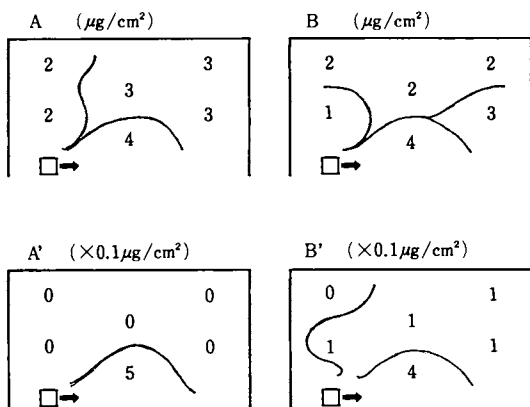


図-6 TPN の施設内拡散

A (葉表面), A' (葉裏面) : 常温煙霧散布

B (葉表面), B' (葉裏面) : 静電式常温煙霧散布

(TAKAHASHI et al., 1995)

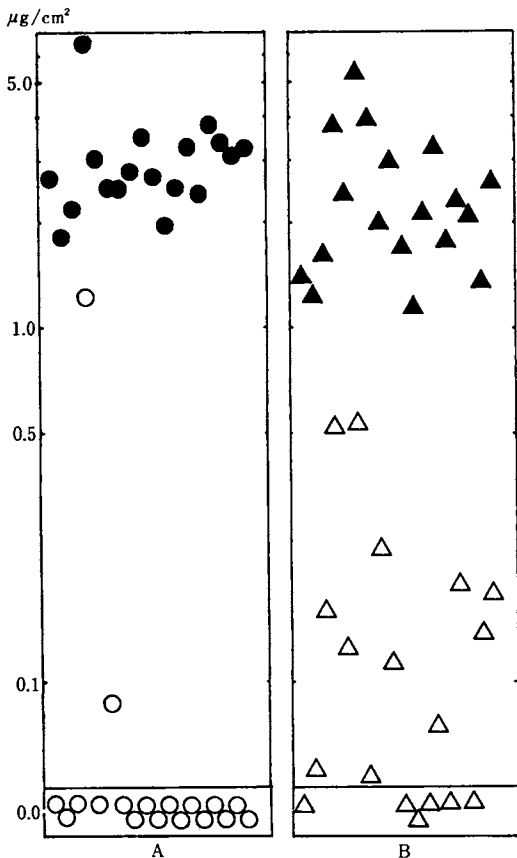


図-7 各葉面の表裏における TPN の付着量

●, ▲ : 葉面表 ○, △ : 葉面裏

A : 常温煙霧散布

B : 静電式常温煙霧散布

(TAKAHASHI et al., 1995)

は噴霧液が直接当たったためと考えられる。このように本法を用いて両煙霧による TPN の施設内拡散の程度を容易に調査することが可能であった。

さらに両煙霧法の付着効率を比較するために全試料 72 点の検定結果を図-7 に示した。葉の表側への付着は両煙霧ともに同程度であった。一方葉裏側では、常温煙霧区では直接噴霧液が当たったと思われる 2 点以外は葉の裏側への付着はほとんど認められなかった。これに対して静電式常温煙霧区では葉の裏側へも付着が認められ、静電気付加の効果(浅野, 1986; 小野, 1994)によるものと推察された。このようにイムノアッセイ法は、この二つの煙霧法の評価にも利用できることが判明した。

III MBC の検出 (高橋ら, 1995)

1 試験概要

施設栽培の収穫後期のトマト(品種: 桃太郎)に、ペノミル水和剤の 2,000 倍希釈液及び 3,000 倍液の散布区を設け、背負式自動噴霧器を用いて 250 l/10 a の割合で慣行散布した。散布の翌日, 3 日後, 7 日後に果実をそれぞれ 5 個ずつ収穫して検定に供試した。いずれの果実も 1 個当たり 200 g 重前後のものを選んで収穫した。

収穫した果実は縦に細断して 1 片 25 g を切り取り、これに 50 ml のアセトンを加えて 2 分間ブレンダーで磨碎した。この磨碎液から約 25 ml を取り, 3,000 rpm で 5 分間遠沈後, 上清を 100 μl ずつ 2 組のマイクロチューブに移し, アセトンを蒸発させて乾燥抽出物を得た。これに 100 μl の滅菌蒸留水を加えて溶解し, 希釈(10~2,000 倍)して検定試料とした。

2 再現性

既知濃度(2.5 ppb)の MBC 溶液を用いて検定を 10 回繰返しその再現性を検討した結果, 測定値は 2.3 (92%) ~ 2.8 ppb (112%) で, その平均は 2.59 ppb (104%) であった。したがって, MBC の測定においても各検定間の差は少なく本法の再現性は高いと考えられた。

3 MBC の測定

ペノミルは有機溶媒中で不安定であることから, 本実験のアセトンを用いて抽出した試料から検出されたものは MBC と判断した。2,000 倍希釈液の散布区内及び 3,000 倍希釈液の散布区内のトマト果実間では, 図-8 に示すように検出された MBC の濃度は大きく異なっていた。これは同一区内で薬剤が良く付着した果実と付着の悪い果実があることを意味し, 散布むらがあったことを示している。本実験では株全体に薬液がかかるように心掛けて散布したが, 果実を対象とした散布を行っていないので, 結果的に果実ではこのような MBC 濃度になっ

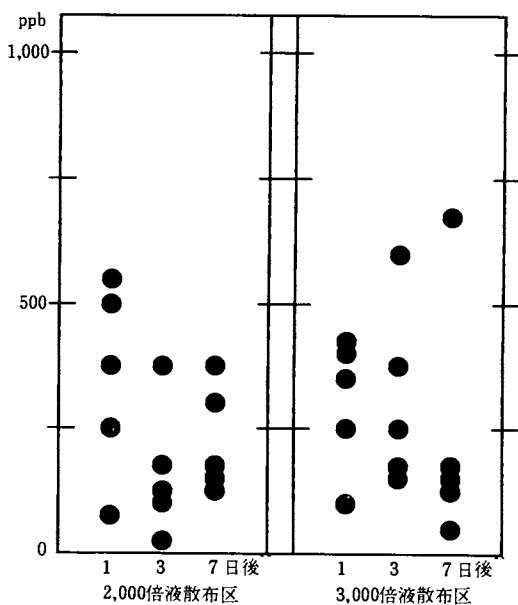


図-8 各ベノミル水和剤散布区から収穫したトマト果実からのMBCの検出濃度(ppb)

●は個々の試料のMBC濃度を示す(高橋ら, 1995)

たとえられる。

おわりに

以上のように本稿では、イムノアッセイ法が短時間に簡単な操作で多数の試料から特定の農薬成分を分析測定できることを示した。従来の機器分析法は病害虫の専門家が手軽に行えるというものではなかった。これに対してイムノアッセイ法は病害虫防除の研究者によって農薬の動向をreal timeで分析することが可能になる。これは農薬の効果的な利用を図るうえでも望ましいことであり、今後の防除技術の向上に役立つものと考え。

学 界 だ よ り

○第13回「植物保護とバイオテクノロジー」シンポジウムの開催

主 催：日本農薬学会

日 時：平成7年10月27日(金) 10:30～

場 所：〒606 京都市左京区吉田河原町15-9

京大会館 Tel 075-751-8311

参加費：4,000円(学生2,000円)

プログラム：

「ゼニゴケ細胞を用いた光要求型除草剤の作用機構解析」(サントリー・生物医学研究所) 田中隆治氏
 「今注目されるマルハナバチー日本在来種の実用化の可能性」(玉川大・農) 小野正人氏
 「環境汚染物質分解菌の進化工学的育種」

また海外、特にアメリカにおいては、環境汚染物質(農薬を含む)の食品(農産物)への残留、地下水や土壌の汚染などの検定は年々増えて大きなマーケットになろうとしている(International Association of Environmental Testing Labsでは1992年で約23億ドル、95年では約30億ドルと推定している)。そのような背景の中で比較的安価にそして短時間に多数の試料を検定可能なイムノアッセイ法に関心が高まっている。アメリカ環境保護庁(EPA)でもその有効性を認め、積極的な適用を図っている例(農薬)もあるようである(LESNIK, 1994)。このため本法による分析可能な農薬の種類も年々増えてきている(現在は30種類前後)。

一方わが国においては、現在このようなキットを開発・作製しているところはなく、輸入されたキットが市販されているだけである。農薬に対する抗体の作製には、農薬に対する知識、化学合成の技術、免疫学の知識と技術などを総合的に必要とする。平成7年の日本農薬学会大会において神戸大及び東京農大の二つのグループからそれぞれ殺虫剤に対する抗体の作製とその特異性が報告されたが、欧米などと比べるとまだ始まったばかりといえよう。今後、種々の薬剤に対する抗体が作製され、手近に利用できるようになることを期待したい。

引用文献

- 1) 浅野和俊(1986): 植物防疫 40: 114～119.
- 2) 遠藤雄一・宮井潔(1987): 蛋白質核酸酵素, 別冊 31: 13～26.
- 3) 平松禮治(1986): 植物防疫 40: 103～108.
- 4) LESNIK, B (1994): Environ. Lab 6(3): 37～44.
- 5) MEULENBERG, E. P. et al. (1995): Environ. Sci. Technol. 29: 553～560.
- 6) 小野盾男(1994): 植物防疫 48: 219～222.
- 7) RUBIO, F. M. et al. (1991): Food Agric. Immunol. 3: 113～125.
- 8) 高橋義行ら(1995): 関東病虫研報 投稿中.
- 9) TAKAHASHI, Y. et al. (1995): J. Pesticide Sci. 投稿中.
- 10) 米山伸吾(1986): 植物防疫 40: 109～113.

(九大・農) 古川謙介氏
 「植物の防御戦略と共生：植食者の天敵を利用する植物」
 (京大・農) 高林純示氏
 「C4光合成の炭酸固定酵素：分子進化とリン酸化を介する活性の光調節」
 (京大・農) 泉井 桂氏
 参加申込：9月末までに氏名、連絡先住所、電話・FAX番号を明記し、下記にお申し込みください。
 申込先：〒351-01 和光市広沢2-1
 理化学研究所微生物制御研究室 鎌倉高志氏
 Tel 048-462-1111 (内5514)
 FAX 048-462-4676
 問合先：上記申込先、または
 〒606 京都市左京区下鴨半木町1丁目5番
 京都府立大学 農学部 植物病理学研究室 久保康之氏 Tel (FAX) 075-702-0957

植物防疫基礎講座

植物病原菌の薬剤感受性検定マニュアル(21)

イネ褐条病菌

北海道立中央農業試験場稲作部 たけ うち 徹

はじめに

イネ褐条病は、*Pseudomonas avenae* によってイネ苗に発生する細菌病である。循環式催芽器の使用により発病が助長されるため(矢尾板ら, 1988), 本病の発生が問題となっているのは, 本器の使用頻度が高い新潟県と北海道である。

本病は種子伝染性であることから, カスガマイシン液剤の催芽時浸漬及びカスガマイシン粒剤の土壌混和による防除法が確立された(矢尾板ら, 1988)。しかし, 1990年に北海道で育苗中のイネに本病が多発し, これらの中にはカスガマイシン剤による催芽時消毒を行った地点も含まれていたことから, 薬剤耐性の検定を行った結果, カスガマイシン耐性イネ褐条病菌の出現が確認された(竹内・田村, 1991)。ここでは, イネ褐条病菌のカスガマイシンに対する耐性菌の検定方法を紹介するとともに, 今後の問題点についても言及したい。

1 病原細菌の分離方法

(1) 細菌の分離

本病が種子伝染性であることから, 種子の来歴(品種や採種源など)に応じて, 1地点当たり10菌株程度を分離する。

褐色の条斑が葉鞘にみられる褐条病罹病苗の鞘葉部をアルコール消毒した剃刀で5mm程度の長さに切り取り(あまり基部に近い部分は土が付着しているので避けたほうがよい), 少量の殺菌水とともに乳鉢ですりつぶして, KINGらのB培地(プロテオースペプトン: 20g, K_2HPO_4 : 1.5g, $MgSO_4 \cdot 7H_2O$: 1.5g, グリセリン: 10ml, 寒天: 15g, 水: 1,000ml, pH: 6.8~7.2)に画線する。25°Cで2~3日間培養後, 単コロニーを釣菌する。必要に応じて単コロニー分離を繰り返す。

イネ種子から分離する場合は, 直接病原細菌を分離するのは困難であるので, まず以下の方法で発病苗を作る。供試種子を浸種, 催芽させてから人工培土を入れた小型育苗箱に播種して育苗する。その際に発病を助長するような条件で育苗を行う必要がある。すなわち, 催芽

時は金魚ポンプなどを使って液を循環させ, 出芽時は加温し, さらに出芽後はビニールなどで被覆するなどの工夫をする。

(2) 病原性の検定

分離した細菌の病原性は, 以下の方法で確認する。湿った脱脂綿を底に詰めた試験管内に, あらかじめ殺菌後に催芽させた籾を2粒ずつ入れ, 細菌の懸濁液(菌の1白金耳を10mlの殺菌水に懸濁)を注入する。32°C, 1週間後に鞘葉部に褐色の条斑が生じ, 病徴が再現された場合, 接種に用いたものを褐条病菌とする。

2 検定方法

(1) 検定培地の調整

検定には肉エキス・ペプトン寒天培地(肉エキス: 5g, ペプトン: 10g, NaCl: 5g, 寒天: 15g, 水: 1,000ml, pH: 6.8)を用い, あらかじめ溶かして50°C前後に保温しておく。カスガマイシンの原体を蒸留水に溶解した原液またはカスガマイシン液剤を, ろ過滅菌し, それを滅菌水で希釈して, 最終濃度が有効成分として6.25, 12.5, 25, 50, 100, 200, 400, 800, 1,600 $\mu\text{g/ml}$ となるように培地に加える。よく振とうしてかき混ぜた後, ペトリ皿に流し込み, 表面を乾かす。

(2) 検定細菌の接種と培養

肉エキス・ペプトン寒天培地斜面で25°C, 2日間前培養を行った検定細菌を白金耳でかきとって, 殺菌水10mlに懸濁, $10^4 \sim 10^5$ cfu/mlに調整する。この1白金耳を上記の検定培地に画線接種後, 25°Cで2日間培養する。試験は3反復で行う。

(3) 耐性菌の判定

接種した細菌の生育状況から薬剤のMIC(最小生育阻止濃度)を求め, これによって耐性菌を判定する。本菌のカスガマイシンに対する感受性分布は明確な2峰性を示し, MICが25 $\mu\text{g/ml}$ の菌株と1,600 $\mu\text{g/ml}$ 以上の菌株とに分けられた(表-1)。矢尾板ら(1988)やHIRAMATSU et al. (1989)の報告でも, カスガマイシンの本菌に対するMICは25 $\mu\text{g/ml}$ とされていることから, 2峰性を示す菌株のうち, 前者が感受性菌, 後者が耐性菌であると考えられた。したがって, 耐性菌か否かの判定だけを目的とする場合には, カスガマイシンの濃度を50~1,600

表-1 イネ褐条病菌のカスガマイシン耐性検定
(北海道 1990 年)

採取地点	種子消毒*	MIC($\mu\text{g/ml}$)	
		25	>1,600
滝川市 1	—	9**	
秩父別町 1	—	14	
長沼町	—	8	
滝川市 2	—	14	
滝川市 3	+		5
秩父別町 2	+		18
秩父別町 3	+	6	6
秩父別町 4	+		12
栗沢町	+		12

*カスガマイシン液剤 1,000 倍液の催芽時浸漬
(+) または浸漬せず (—)

**菌株数

表-2 イネ褐条病菌に対するカスガマイシン剤の防除効果

接種細菌 処 理	発病苗率 (%)
感受性菌 カスガマイシン液剤 1,000 倍液の催芽時浸漬	1.2
無処理	12.0
耐性菌 カスガマイシン液剤 1,000 倍液の催芽時浸漬	19.5
無処理	9.3

$\mu\text{g/ml}$ の範囲内に設定すれば、検定培地における生育の有無で判定が可能である。その際には薬剤濃度を 100 $\mu\text{g/ml}$ 程度に設定するのが妥当であると考えられる。

3 防除効果との関係

実際に感受性菌と耐性菌をイネ種子に接種して、カスガマイシン液剤の 1,000 倍液催芽時浸漬を行うと、耐性菌接種では明らかな防除効果の低下が認められ (表-2)、薬剤処理区ではむしろ発病が増加する傾向が認められた。

また、薬剤無処理区における発病程度の比較から、感受性菌と耐性菌の病原力には大差がないと推察された。

4 今後の問題点

(1) 他の細菌病

イネの育苗期に発生する細菌病には、褐条病のほかに *P. glumae* によるもみ枯細菌病 (苗腐敗症) 及び *P.*

表-3 イネ苗の病原細菌のカスガマイシンに対する感受性

病原細菌	MIC ($\mu\text{g/ml}$)	引用文献
イネ褐条病菌 <i>Pseudomonas avenae</i>	25	矢尾板ら (1988)
	25	HIRAMATSU et al. (1989)
	25*	竹内・田村 (1991)
イネもみ枯細菌病菌 <i>P. glumae</i>	50	HIRAMATSU et al. (1989)
イネ苗立枯細菌病菌 <i>P. plantarii</i>	25~50	竹内・田村 (1992)

*感受性菌

plantarii による苗立枯細菌病とがあるが、カスガマイシン粒剤の土壌混和が有効である。これらの病原細菌のカスガマイシンに対する感受性は表-3 に示したとおりで、褐条病菌とほぼ同程度であるが、細菌病には有効な防除薬剤が乏しいので、今後は褐条病菌と同様に耐性菌の出現に留意する必要がある。

(2) 耐性菌対策

北海道でカスガマイシン耐性イネ褐条病菌が出現した地点はいずれも種子消毒にカスガマイシン液剤の催芽時浸漬を行っていたが (表-1)、これらの地点ではまた本田で出穂前後にカスガマイシン系の薬剤の茎葉散布が高頻度で行われていた。最近、出穂期にカスガマイシン系の薬剤を散布することによりイネ褐条病菌の保菌が抑制されたことが報告されている (棚橋ら, 1994)。これは、茎葉散布が種子伝染性病害における耐性菌出現の選択圧になり得ることを示唆する知見であり、採種圃では茎葉散布剤と種子消毒剤との関係にも留意しなければならないだろう。

引用文献

- 1) HIRAMATSU, M. et al. (1989): Plant Pathogenic Bacteria, Proc. 7th Int. Conf. Plant Path. Bact.: 219~224.
- 2) 竹内 徹・田村 修 (1991): 日植病報 57: 117~118 (講要).
- 3) ——— (1992): 北海道立農試集報 64: 35~42.
- 4) 棚橋 恵ら (1994): 日植病報 60: 373 (講要).
- 5) 矢尾板恒雄ら (1988): 新潟農試研報 38: 35~43.

新 刊 紹 介

「ハitek農業情報 II」

—宇宙から根こぶ病が見えた—

化学工業日報社(株)「今月の農業」編集部編

A 5 判, 300 頁 定価 2,500 円

「ハitek農業情報—オレタチの時がきた」に続く二度目の編集企画として発行された。今回は「ハitek農業情報II—宇宙から根こぶ病が見えた」というサブタイトルで約 130 課

題を掲載、前回の内容を一新し最新の農業技術をイラスト・写真などを用いわかりやすく解説。農林水産省をはじめとする各研究機関、植物防疫研究者ら、第一線で活躍している専門家が執筆している。今日の農業が抱えている諸問題、環境保全、食糧の安定供給など多くの難問に対し遺伝子工学、コンピュータ等の先端技術がどのような解決への道を模索するのか、さまざまな角度から検証する。内容は「新品種」、「種苗」、「育種」、「バイオテクノロジー」、「栽培」、「生育調整」、「土壌」、「肥料」、「施設」、「機械」、「病害虫・雑草対策と農業」、「食品」、「畜産」、「漁業」に分類され、21 世紀をめざした夢の新技術の現状についての報告書である。

中央だより

/病/害/虫/発/生/予/察/ニ/ュ/ー/ス/

(7.7.15～8.7)

◆東北地方で穂いもち多発の恐れ

前回（7月14日）以降発令された注意報・特殊報は以下のとおりです。

特に、梅雨明け後も不順な天候が続いている東北地方を中心に、水稻のいもち病の警報・注意報が引き続き発表されており、今後の天候いかんによっては多発が懸念されます。今後にも不順な天候が予報されている東北地方をはじめ、いもち病の防除については各県の発生予察情報に留意し適切な防除を行って下さい。

現在、いもち病に関しては警報4件を含め、46件（発令都道府県数29）発表されています。

【警報の一覧】計4件

発表月日	県名	作物名	病害虫名	発生時期	発生量
7/21	栃木	水稻（早期早植）	穂いもち	—	多
27	福島	水稻	穂いもち	平年並	多
28	鹿児島	水稻	コブノメイガ	—	多
8/03	秋田	水稻	穂いもち	平年並	多

葉いもちの発生面積はここ10年で3番目。穂ばらみ期と穂揃期の防除を徹底。

【注意報の一覧】計31件

発表月日	県名	作物名	病害虫名	発生時期	発生量
7/17	三重	水稻（早期）	穂いもち	—	やや多～多
18	福島	モモ	灰星病	やや早	多
18	熊本	イチゴ（育苗期）	うどんこ病	—	多
18	熊本	水稻	コブノメイガ	—	多
19	福井	水稻	穂いもち	平年並	多
20	青森	水稻	葉いもち	早	多
20	秋田	水稻	セジロウンカ	—	多
21	秋田	水稻	葉いもち	—	多
21	宮城	水稻	葉いもち	—	多
21	宮城	水稻	稲こうじ	—	やや多
21	埼玉	水稻	葉いもち	平年並	やや多
21	富山	水稻	穂いもち	やや遅	やや多
21	愛知	水稻	穂いもち	—	多
21	大阪	水稻	葉いもち	—	多
24	山梨	水稻	葉・穂いもち	平年並	やや多
24	石川	水稻	葉・穂いもち	—	やや多
24	岐阜	水稻	穂いもち	—	やや多～多
26	岩手	りんご	斑点落葉病	—	多
26	静岡	水稻	穂いもち	—	多
26	滋賀	ぶどう	べと病	—	多
26	福岡	水稻	コブノメイガ	—	多

第一世代幼虫の食害が目立ち特に筑後地方で多い。今後上位葉への食害懸念。

27 北海道 水稻 アカヒゲホソミドリメクラガメ — 多
イネ科雑草地を主体にすくい取り調査を実施し、斑点米の発生防止に努める。

27 石川 水稻 セジロウンカ — やや多～多

第1世代幼虫発生盛期は8月上旬で、穂部加害による褐変籾の多発が懸念。

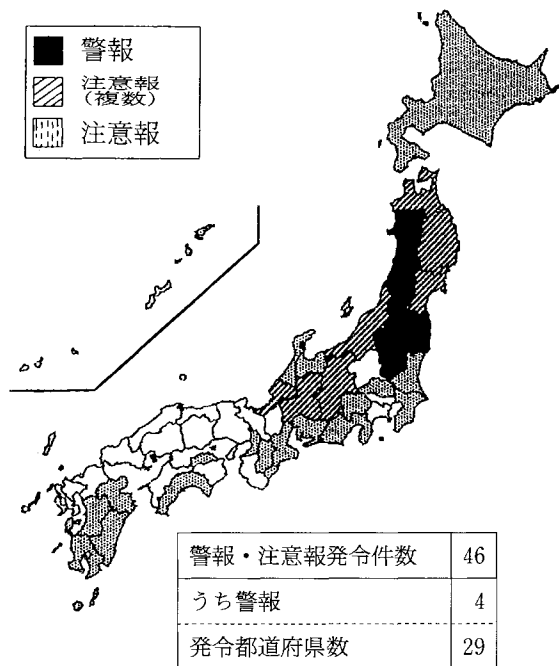
27 高知 水稻 コブノメイガ — 多
28 秋田 ブドウ ベと病 — 多

スチューベン、巨峰、ネオマスカット及び醸造用品種で発生多く、防除を徹底する。

発表月日	県名	作物名	病害虫名	発生時期	発生量
2 8	秋 田	水稻	穂いもち	—	多
		多発ほ場が各地に点在している。穂ばらみ期と穂揃期の2回必ず実施する。			
2 8	長 野	水稻	穂いもち	—	多
		急性型病斑が目立つほ場が多く、常発地ではズリコミ症状に近いほ場がある。			
8 / 0 1	北海道	水稻	穂いもち	—	やや多
		葉いもちの発生は多めに推移しており、今後の発生の推移に注意。			
0 1	青 森	水稻	穂いもち	—	多
		葉いもちの発生は県内全域で高く、ほ場での発生状況に注意して防除を行う。			
0 1	山 形	水稻	穂いもち	—	多
		葉いもちが上位葉に進展しているほ場多く、穂ばらみ・穂揃期7日後に防除。			
0 1	広 島	水稻	コブノメイガ	—	多
		県南部及び中西部で特に発生が多く、葉色の濃いほ場では特に注意する。			
0 1	佐 賀	水稻	コブノメイガ	—	多
		第一世代幼虫の被害目立ち、防除は適期である8月2半旬に行う。			
0 3	岩 手	水稻	穂いもち	—	やや多
		葉いもちの発生は県下全域で見られ、出穂直前と穂揃期の2回防除を行う。			
0 3	沖 縄	さとうきび	アオドウガネ	—	やや多
		宮古群島で発生が目立ち、若齢幼虫の防除適期の8月上旬に早急に防除。			

【特殊報】計3件

発表月日	県名	作物名	病害虫名	その他
7 / 3 1	大阪	タチオランダゲンゲ等	アルファルファタコゾウムシ	初確認
8 / 0 3	沖縄	マンゴー	ドウガネブイブイ	初確認
0 3	岡山	カキ	カキサビダニ	初確認

いもち病警報・注意報発令状況
(平成7年1月1日～8月3日)

<警報・注意報>

発表月日	県名	情報種類	病害名
6 / 0 8	山 形	注意報	葉いもち
0 8	福 島	注意報	葉いもち
1 3	宮 城	注意報	葉いもち
1 6	岩 手	注意報	葉いもち
2 1	宮 崎	注意報	穂いもち(早期水稻)
2 3	新 潟	注意報	葉いもち
2 6	鹿児島	注意報	穂いもち(早期水稻)
2 7	栃 木	注意報	葉いもち
2 7	福 井	注意報	葉いもち
2 9	高 知	注意報	葉(早)穂(普) いもち
3 0	茨 城	注意報	葉いもち
3 0	熊 本	注意報	葉・穂いもち(早期水稻)
7 / 0 6	香 川	注意報	葉(早・普通)穂(早)いもち
0 6	大 分	注意報	葉(普通)穂(早)いもち
1 0	岐 阜	注意報	葉いもち
1 2	岩 手	注意報	葉いもち
1 2	長 野	注意報	葉いもち
1 3	秋 田	注意報	葉いもち
1 3	栃 木	注意報	穂いもち
1 3	千 葉	注意報	穂いもち
1 3	新 潟	注意報	葉・穂いもち

1 3	奈良	注意報	葉・穂いもち	2 4	山梨	注意報	葉・穂いもち
1 4	山形	警 報	葉いもち	2 4	石川	注意報	葉・穂いもち
1 4	福島	注意報	葉いもち	2 4	岐阜	注意報	穂いもち
1 7	三重	注意報	穂いもち(早期水稻)	2 6	静岡	注意報	穂いもち
1 9	福井	注意報	穂いもち	2 7	福島	警 報	穂いもち
2 0	青森	注意報	葉いもち	2 8	秋田	注意報	穂いもち
2 1	宮城	注意報	葉いもち	2 8	長野	注意報	穂いもち
2 1	秋田	注意報	葉いもち	8 / 0 1	北海道	注意報	穂いもち
2 1	栃木	警 報	穂いもち(早期早植)	0 1	青森	注意報	穂いもち
2 1	埼玉	注意報	葉いもち	0 1	山形	注意報	穂いもち
2 1	富山	注意報	穂いもち	0 3	岩手	注意報	穂いもち
2 1	愛知	注意報	穂いもち	0 3	秋田	警 報	穂いもち
2 1	大阪	注意報	葉いもち				

本会発行の最新図書

植物保護ライブラリー 『虫たちと不思議な匂いの世界』 (シリーズ第3弾)

農学博士 玉木佳男 著

B 6 判 本文 187 ページ

定価：1,300 円(本体 1,263 円) 送料 240 円

虫たちのコミュニケーションの手段としてのことば—匂いを研究することによって、虫の行動を制御し、農作物への被害を少なくする。この方面での世界的な権威である著者に、虫と匂いをめぐる研究の進展・苦労話を、誰にでもわかりやすく読み物として書き下ろしていただいた書。

お申し込みは、直接本会出版部に申し込むか、お近くの書店で取り寄せて下さい(出版社コード：88926)。

〒170 東京都豊島区駒込 1-43-11
社団法人日本植物防疫協会 TEL：(03)3944-1561 FAX：(03)3944-2103

本 会 発 行 図 書

『最新 農薬の規制・基準値便覧 1995 年版』

(平成 7 年 6 月 30 日現在)

定価 5,000 円(本体 4,855 円) 送料 450 円

A 4 判, 411 ページ

農薬について設定されている各種の基準などを網羅、農薬ごとに関係する基準値を掲載したデータブック(目次) 農薬に係る各種規制・基準の解説—農薬と関係法規。1. 残留農薬基準, 2. 農薬登録保留基準, 3. 農薬安全使用基準, 4. 環境基準, 5. 公共用水域等における農薬の水質評価指針, 6. ゴルフ場使用農薬に係る指針・通達, 7. 水道水質基準, 8. 排水基準。／掲載農薬一覧。／表の見方。／本表。／掲載農薬名索引。

問合せ、ご注文は本会へ(個人は前金(現金・振替)、機関は後払いも可(FAX 注文))
社団法人日本植物防疫協会 〒170 東京都豊島区駒込 1-43-11 TEL：(03)3944-1561 FAX：(03)3944-2103

新しく登録された農薬 (7.7.1~7.7.31)

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(製造業者又は輸入業者)、対象作物:対象病害虫:使用時期及び回数など。ただし、除草剤については、適用雑草:使用方法を記載。(…日…回は、収穫何日前何回以内散布の略)。(登録番号 19039~19042 までの4件、有効登録件数は5,622件)

「殺虫剤」

PHC 乳剤

PHC 25.0%

コガネキラー乳剤 (7.7.13)

19039 (日本バイエルアグロケム)

芝:コガネムシ類幼虫:発生初期:4回以内:1m² 当り 3 l 散布

ピリダフェンチオン粉剤

ピリダフェンチオン 2.0%

オフナック粉剤 (7.7.13)

19041 (北海三共)

稲:ニカメイチュウ(第一世代,第二世代)・イネドロオイムシ・イネツトムシ・コブノメイガ・イナゴ類:収穫45日前まで(ただし出穂前まで):2回以内:散布,きゅうり(露地):ウリハムシ(成虫):7日1回,大豆:タネバエ:播種時:1回:作条施用土壌混和,たまねぎ:タマネギバエ:定植時:5回以内:作条施用土壌混和,いぐさ:イグサシンムシガ:散布

「殺菌剤」

ポリオキシエンアゾル

ポリオキシシン D 亜鉛塩 0.55%

フランカッスプレー (7.7.13)

19040 (科研製薬)

りんご:腐らん病・銀葉病:剪定時及び病患部削り取り直後:剪定後の切口,病患部の削除あとに噴射

「除草剤」

ブタミホス・プロモブチド粒剤

ブタミホス 3.5%, プロモブチド 3.0%

スミクレート粒剤 (7.7.13)

19042 (日産化学)

移植水稻:水田一年生雑草・マツバイ・ホタルイ・ヘラオモダカ:移植後3~8日(ノビエ1.5葉期まで):1回:湛水散布(北海道の砂壤土~埴土,但し砂壤土では減水深1.5cm/日以下,埴土~埴土では2cm/日以下),水田一年生雑草・マツバイ・ホタルイ:移植後3~8日(ノビエ1.5葉期まで):1回:湛水散布(北海道を除く東海,北陸以北の砂壤土~埴土,但し減水深2cm/日以下),(近畿以西の普通期栽培地帯及び九州の早期栽培地帯の砂壤土~埴土,但し減水深1.5cm/日以下),(九州を除く近畿以西の早期栽培地帯の埴土~埴土,但し減水深1cm/日以下)

農薬紹介

「除草剤」

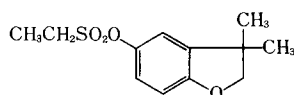
ベンフレセート粒剤 (6.4.8 登録)

ベンフレセートは、シェーリングアグロケミカルズ社によるスルホネート系化合物の一連の合成研究の中で1970年代後半に合成された除草剤である。本剤は、イネ科及びカヤツリグサ科の水田雑草に殺草活性を示すが、特にクログワイに卓効を示すのが特長である。活性は湛水条件下では主として雑草の茎葉基部からの吸収によって、また雑草が発生始期の場合には茎葉部からの吸収によって発現する。

商品名: ザーベックス粒剤

成分・性状: 製剤は、2,3-ジヒドロ-3,3-ジメチルベンゾフラン-5-イル=エタンスルホナートを1.8%含む類白色細粒である。純品は灰白色結晶で、融点30.1°Cで、蒸気圧 2.7×10^{-3} -3Pa, 溶解度(g/l, 25°C): 水0.261 アセトン>1050, メタノール>980, 酢酸エチル>920, ジクロロメタン>1220, トルエン>1040, 熱には190°Cで2時間安定, 54°C14日間安定である。酸, アルカリ安定性: pH5~9で安定, 紫外線照射で分解する。

(構造式)



適用作物・使用目的及び使用方法: 表-1 参照。

使用上の注意事項:

① 散布に当たっては、水の出入りを止めて湛水のまま田

面に均一に散布し、少なくとも3~5日間は通常の湛水状態(水深3~5cm)を保ち、落水、かけ流しはしないこと。

- ② 使用時期を逸しないように散布すること。
- ③ 梅雨期等、散布後に多量の降雨が予想される場合は、除草効果が低下するので使用を避けること。
- ④ 本剤の使用に当たっては、使用量、使用時期、使用方法などを誤らないように注意し、特に初めて使用する場合には病害虫防除所等関係機関の指導を受けること。

毒性: (急性毒性) 普通物

通常の使用方法では、その該当がない。

(魚毒性) A 類

なお、本剤のほか、シメトリン・ベンフレセート・MCPB

表-1 ベンフレセート粒剤(ザーベックス粒剤)

適用作物名	適用時期	適用土壌	10アール当たり使用量	本剤及びベンフレセートを含む農薬の総使用回数	適用地帯
移植水稻	クログワイ発生初期	埴土~埴土(減水深1cm/日以下) 砂壤土~埴土(減水深1cm/日以下)	3 kg	2回以内	東北、関東以西の普通期栽培地帯 九州の早期栽培地帯

粒剤（ザーベックス SM 粒剤）、ジメタメトリン・ピラゾレート・プレチラクロール・ベンフレセート粒剤（ウリホス粒剤 15 及び 10）、ジメピベレート・ベンフレセート粒剤（イネゼツ

ト粒剤）が同時に登録された。

各々の適用作物・使用目的及び使用方法：表-2～表-7 参照。

表-2 シメトリン・ベンフレセート・MCPB 粒剤（ザーベックス SM 粒剤）

作物名	適用雑草名	使用時期	適用土壌	10 アール当たり使用量	本剤のみを使用する場合の使用回数	使用方法	適用地帯	シメトリンを含む農薬の総使用回数	ベンフレセートを含む農薬の総使用回数	MCPB エチルを含む農薬の総使用回数
移植水稲	水田一年生雑草及び マツバイ ホタルイ ウリカワ ヘラオモダカ ヒルムシロ エゾノサヤヌカグサ	移植後20～25日 （ノビエ2.5葉期まで）	砂壤土～埴土 （減水深1.5cm/日以下）	3 kg	1 回	湛水散布	北海道	2 回以内	2 回以内	2 回以内
	水田一年生雑草及び マツバイ ホタルイ ウリカワ ミズガヤツリ ヘラオモダカ オモダカ クログワイ シズイ（東北）	移植前後の初期 除草剤による土壌処理との体系で使用）	埴土～埴土 （減水深1.5cm/日以下）				東北陸			
	水田一年生雑草及び マツバイ ホタルイ ウリカワ ミズガヤツリ オモダカ クログワイ	移植後20～25日 （ノビエ2葉期まで） 移植前後の初期 除草剤による土壌処理との体系で使用）	砂壤土～埴土 （減水深2cm/日以下）				関東・東山・東海の普通期及び早期栽培地帯			

表-3 ジメタメトリン・ピラゾレート・プレチラクロール・ベンフレセート粒剤（ウリホス粒剤 15）

作物名	適用雑草名	使用時期	適用土壌	10 アール当たり使用量	本剤のみを使用する場合の使用回数	使用方法	適用地帯	ジメタメトリンを含む農薬の総使用回数	ピラゾレートを含む農薬の総使用回数	プレチラクロールを含む農薬の総使用回数	ベンフレセートを含む農薬の総使用回数
移植水稲	水田一年生雑草及び マツバイ ホタルイ ウリカワ ヘラオモダカ ヒルムシロ エゾノサヤヌカグサ アオミドロ・藻類による表層はく離	移植後 5～15 日 （ノビエ2葉期まで）	埴土～埴土 （減水深1.5cm/日以下）	3 kg	1 回	湛水散布	北海道	2 回以内	1 回	2 回以内	2 回以内

表-4 ジメタメトリン・ピラゾレート・プレチラクロール・ベンフレセート粒剤 (ウリホス粒剤 10)

作物名	適用雑草名	使用時期	適用土壌	10 アール当たり 使用量	本剤のみ を使用する 場合の 使用回数	使用 方法	適用地帯	ジメタメ トリンを 含む農薬 の総使用 回数	ピラゾレ ートを含 む農薬の 総使用回 数	プレチラ クロール を含む農 薬の総使 用回数	ベンフレ セートを 含む農薬 の総使用 回数
移植 水 稲	水田一年生雑草及び マツバイ ホタルイ ウリカワ ミズガヤツリ ヘラオモダカ ヒルムシロ アオミドロ・藻類に よる表層はく離	移植後 3~10 日 (ノビエ 2 葉期 まで)	壤土~埴土 (減水深 2 cm/ 日以下)	3 kg	1 回	湛 水 散 布	東北、北 陸、関東 ・東山・ 東海の普 通期及び 早期栽培 地帯	2 回以内	1 回	2 回以内	2 回以内
	水田一年生雑草及び マツバイ ホタルイ ウリカワ ミズガヤツリ ヘラオモダカ ヒルムシロ セリ(九州を除く) アオミドロ・藻類に よる表層はく離		壤土~埴土 (減水深 1.5 cm/日以下)				近畿以西 の普通期 及び早期 栽培地帯				
	水田一年生雑草及び マツバイ ホタルイ ウリカワ ミズガヤツリ ヘラオモダカ	移植後 5~20 日 (ノビエ 2 葉期 まで 移植前後の初期 除草剤による土 壌処理との体系 で使用)	壤土~埴土 (減水深 2 cm/ 日以下)				東 北				

表-5 ジメピペレート・ペンシルフロシメチル・ベンフレセート粒剤 (レインジャー粒剤 25)

作物名	適用雑草名	使用時期	適用土壌	10 アール当たり 使用量	本剤のみ を使用する 場合の 使用回数	使用 方法	適用地帯	ジメピペ レートを 含む農薬 の総使用 回数	ペンシル フロシメ チルを含 む農薬の 総使用回 数	ベンフレ セートを 含む農薬 の総使用 回数
移植 水 稲	水田一年生雑草及び 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 10~20 日 (ノビエ 2.5 葉 期まで)	壤土~埴土 (減水深 2 cm/ 日以下)	3 kg	1 回	湛 水 散 布	北海道	1 回	2 回以内	2 回以内
	セリ クログワイ(東北) アオミドロ・藻類に よる表層はく離 エゾノサヤヌカグサ (北海道)	移植後 5~15 日 (ノビエ 2 葉期 まで)					東 北			

表-6 ジメピペレート・ペンスルフロンメチル・ペンフレセート粒剤（レインジャー粒剤 17）

作物名	適用雑草名	使用時期	適用土壌	10 アール当たり使用量	本剤のみを使用する場合の使用回数	使用方法	適用地帯	ジメピペレートを含む農薬の総使用回数	ペンスルフロンメチルを含む農薬の総使用回数	ペンフレセートを含む農薬の総使用回数
移植 水稲	水田一年生雑草及び マツバイ ホタルイ ウリカワ ミズガヤツリ ヒルムシロ （北陸を除く） セリ アオミドロ・藻類による表層はく離	移植後 15～15 日 （ノビエ 2.5 葉期まで）	壤土～埴土 （減水深 2 cm/日以下）	3 kg	1 回	湛水散布	北陸、関東以西の早期栽培地帯	1 回	2 回以内	2 回以内
	水田一年生雑草及び マツバイ ホタルイ ウリカワ ミズガヤツリ ヒルムシロ クログワイ （九州を除く） セリ（九州を除く） アオミドロ・藻類による表層はく離		砂壤土～埴土 （減水深 2 cm/日以下、砂壤土は 1.5 cm/日以下）				関東以西の普通期栽培地帯			

表-7 ピラゾスルフロンエチル・ペンフレセート粒剤（イネゼット粒剤）

作物名	適用雑草名	使用時期	適用土壌	10 アール当たり使用量	本剤のみを使用する場合の使用回数	使用方法	適用地帯	ピラゾスルフロンエチルを含む農薬の総使用回数	ペンフレセートを含む農薬の総使用回数
移植 水稲	水田一年生雑草 （イネ科を除く） 及びマツバイ ホタルイ ウリカワ ミズガヤツリ ヘラオモダカ （東北、北陸） ヒルムシロ （近畿以西を除く） クログワイ オモダカ	移植後 12～20 日 （移植前後の初期除草剤による土壌処理との体系で使用）	砂壤土～埴土 （減水深 2 cm/日以下）	3 kg	1 回	湛水散布	東北、北陸、関東以西の普通期栽培地帯	1 回	2 回以内
	水田一年生雑草 （イネ科を除く） 及びマツバイ ホタルイ ウリカワ ミズガヤツリ ヒルムシロ （近畿以西を除く）						関東以西の早期栽培地帯		

人事消息

(8月1日付)

藤巻 宏氏 (農業生物資源研究所長) は農業研究センター所長に

中川原捷洋氏 (生物研遺伝資源調整官) は農業生物資源研究所長に

中村和雄氏 (農研センター病害虫防除部鳥害研究室長) は農研センター病害虫防除部長に

瀬古秀氏 (北海道農試企画連絡室長) は生物研遺伝資源調整官に

稲葉忠興氏 (農研センター病害虫防除部長) は北海道農試企画連絡室長に

井上康昭氏 (草地試企画連絡室企画科長) は北海道農試草地部長に

小林 仁氏 (農研センター所長) は退職

長谷川寿保氏 (北海道農試草地部長) は退職

大津善弘氏 (国際農林水産業研究センター生産利用部主研) は果樹試験場保護部病害第2研究室長に

竹中重仁氏 (北陸農試水田利用部主研 (病害研)) は北陸農試企画連絡室 (企画科) 併任に

呉羽化学工業株式会社では、6月29日付で一部組織改正が行われ、従来の化学品事業部アグロ製品部が次の二つに分かれた。

(旧) (新)

アグロ製品部 → アグロ製品部 (営業担当)

→ 化学品開発部 (技術・開発担当)

なお、化学品事業部も、塩ビ・化学品事業部となった。従来のアグロ製品部技術開発グループ宛文書等は、今後、塩ビ・化学品事業部化学品開発部宛となる。

○出版部より

☆『最新 農薬の規制・基準値便覧 1995年版』が出来上がりました。本書は、農薬について設定されている各種の基準などを網羅し、その農薬ごとに関係する基準値などを掲載したデータブックで、初版は平成5年4月ですが、その後「水道水質基準」をはじめ各種基準値の追加

設定が行われたため、掲載方法を一新して1995年版として発行いたしました (平成7年6月30日現在を収録)。

本書では、新たに巻頭に「掲載農薬一覧表」を収載したほか、各種の基準値を別々に掲載するのではなく、すべて農薬の種類ごとに基本的に1ページにまとめて掲載する方式に改め、そのページの中ですべての基準値が見られるよう工夫しております。さらに初版同様「農薬に係る各種規制・基準の解説」をつけ、索引もより一層見やすく編集いたしました。装いを新たにした本書を、関係者の座右の書として有効にご活用願います。43ページに広告を掲載しておりますので、ご覧の上ご注文下さい。(A4判, 411ページ, 定価5,000円, 送料450円)

☆『虫たちと不思議な匂いの世界』(玉木佳男 著) (植物保護ライブラリーNo. 3) が出来上がりました。本書は、「昆虫フェロモン」の世界的な権威である著者が、「性フェロモンは、原則として複数の構成成分による特定の混合割合によって種に特異的な生物活性がもたらされる」という、現在では一般的な常識となっている原則の、著者による世界最初の発見の物語を中心に、タイトルのとおり、虫をめぐる不思議な匂いの世界を——オスはいかにしてメスとめぐり合うか？ その涙ぐましい努力！を序章として、研究の進展を追う形で詳述・書き下ろしていただいた書です。研究に伴う苦勞、研究者間の競争、そして研究の、現場での実証、——昆虫フェロモンをめぐる様々な物語が展開します。最後に、害虫防除の未来、を展望して物語は終わります。

(B6判, 187ページ, 定価1,300円, 送料240円)

主な次号予告

次10月号は、下記原稿を掲載する予定です。

オオムギ黄枯病の発生生態と防除 楠 幹生

北海道におけるガンマキンウワバの発生 金子順一

オオタコゾウムシの分布と生息実態 平井剛夫

養液栽培におけるミツバ根部病害のパネル消毒によ

る防除 竹内妙子

輸入切り花の新消毒技術の開発 川上房男

連載：諸外国の植物検疫制度(3)

——欧州連合(EU)の植物検疫制度——

阪村 基・内藤浩光

第13回IPPCに参加して(仮題) 小林政信

(リレー随筆) 産地の研究室から——地域ブランド

を育てる(1)コンニャク 内田秀司

定期購読者以外のお申込みは至急前金にて本会へ

定価1部800円 送料76円

植物防疫

第49巻 平成7年8月25日印刷

第9号 平成7年9月1日発行

平成7年

9月号

(毎月1回1日発行)

＝ 禁 転 載 ＝

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800円 送料76円

(本体777円)

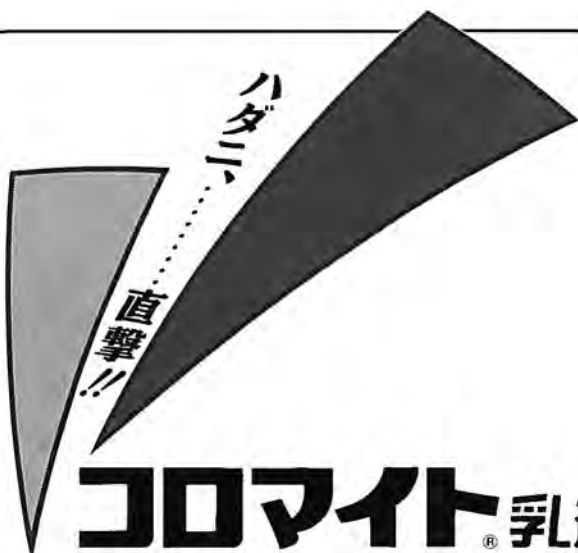
平成7年分
前金購読料 9,000円
後払購読料 9,600円
(共に〒サービス、消費税込み)

——発行所——

東京都豊島区駒込1丁目43番11号 郵便番号 170
社団法人 日本植物防疫協会

電話・東京 (03) 3944-1561～6番
振替 00110-7-177867番

効きめ
抜群
!



コロマイト[®]乳剤

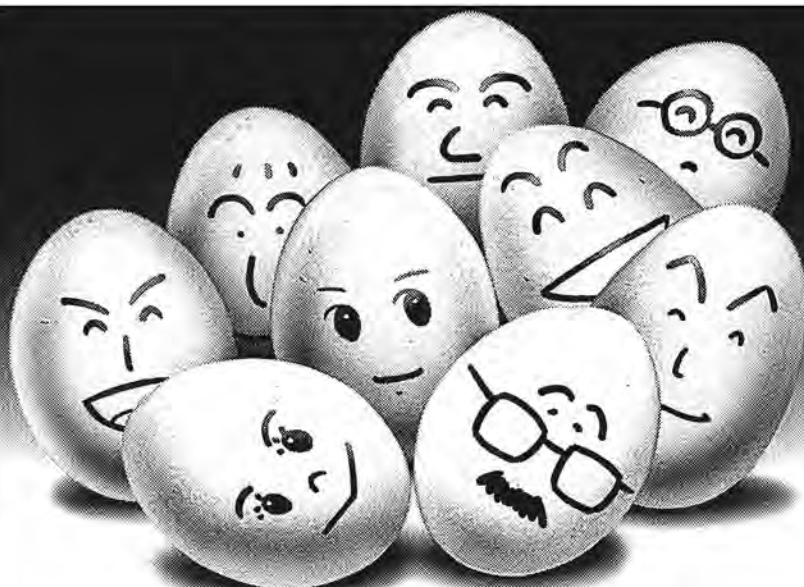
効きめ、速攻…分解が早く、環境にやさしい殺ダニ剤。

なし、もも、……………
なす、すいか、いちご(親株床)の
ハダニ退治に!



三共株式会社

農業開発普及部
東京都中央区銀座2-7-12 〒104



多様な個性。
多彩な発想。

- 殺虫剤/トレボン・オフナック・アニバース ●除草剤/シンザン ●殺菌剤/ネビジン
- 殺虫・殺菌剤/ドロクロール・クロールピクリン ●植物生長調整剤/純グリーン



三井東圧化学

TEL 03-3592-4617
FAX 03-3592-4282



三井東圧農業

TEL 03-3231-0666
FAX 03-3231-0699

しつこい害虫も即OK!

ミナミキイロアザミウマ、コナガ、ネギハモグリバエ等

難防除害虫に卓効!

オンコル® 粒剤 5

特長

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

※新たにキスジノミハムシ、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。

いよいよだね!!
お母ちゃん



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

頼・り・に・な・り・ま・す

ベフラン® 液剤25 塗布剤3

ディクタジン®
塗布剤

- 耐性菌に対して有効で、すぐれた予防効果・残効性があります。
- 経済的で使い易く、殺虫剤との混用が可能です。



- 大切な梨を胴枯病から守ります。
- 固着性・残効性もバツグンです。



ベフラン普及会
クミアイ化学工業株・三共株・八洲化学工業株・サンケイ化学株
事務局 **大日本インキ化学工業株式会社**
東京都中央区日本橋3-7-20 ☎03(5203)7870

ひと味ちがうBT剤



より効果的にコナガを防除するガードジェット。その特長は、

1. りん翅目害虫を選択的に防除し、とくにコナガ幼虫に卓効を示します。
2. 抵抗性コナガにも高い効果を発揮します。
3. セルキャップ技術を用いた製剤で、殺虫効果の持続性を高めました。
4. ミツバチなどを大切にします。
5. 他剤とはば広く混用が可能です(ボルドー液などの強アルカリ性薬剤を除く)。
6. 魚介類、鳥類および作物(薬害)への影響はほとんどなく、安心して使用できます。

※セルキャップ技術＝生産菌を死菌化し、細胞壁で結晶毒素を封入し、保護する技術です。

BT剤 環境にやさしいバイオ殺虫剤
ガードジェット® 水和剤
セルキャップ

新発売

®は株式会社クボタの登録商標

〈ガードジェット普及会〉

クミアイ化学工業株式会社 株式会社トモノアグリカ 日本サイアナミッド株式会社 株式会社クボタ

〈事務局〉

株式会社クボタバイオテック 〒103 東京都中央区日本橋室町3-1-3 TEL. 03-3245-3319

1995年 月 日記入
 販売店名:

(株) トーメン アグロケミカル第1課 行
 FAX 03-3588-9930

天敵導入のための調査表

生産者氏名									
生産者住所	〒 県		市・郡		町				
TEL	- () -								
作物	トマト (品種)								
	(合計 棟) (約 株栽植)								
	使用の有・無・・・ (製品名)								
農薬散布歴	葉面 散布剤		収穫開始			収穫終了			
			月 日頃			月 日頃			
	殺菌剤		剤名 (希釈倍数)						
			(倍) (倍)						
殺虫剤		(倍) (倍)							
		月 日 (倍)							
コナジラミ 密度調査		天敵 導入前			月 日頃			月 日頃	
					月 日頃			月 日頃	
コメント									

株当り一匹以下がベスト。



Littlefarmer
リトルファーマー

リトルファーマーのマークは天敵を利用した作物に表示されます。

今年3月に登録以来、トマトやイチゴのハウス栽培農家の皆様をはじめ、マスコミなど各方面から高い評価を得ている天敵昆虫。人に、作物に、自然に優しいトルファーマーの天敵昆虫シリーズを、より多くの皆様に、より上手にお使いいただくため、お客様に上記の様な調査表をお配りし、簡単な質問にご記入いただいております。詳しくは、販売店窓口又は株式会社ドーメン生物産業部 ☎03-3588-7579 までお問い合わせください。

TOMEN

株式会社 トーメン 生物産業部

東京都港区赤坂二丁目14番27号(国際新赤坂ビル東館)
TEL.03-3588-7579

天敵利用のことを詳しく知りたい人のためのガイドブック

『天敵利用の基礎知識』 定価2,600円 農文協 ☎3585-1141代

資料請求券
天敵
植物防疫

★ 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、ごま葉枯病、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、消毒後は風乾せずに浸種できます。

適用病害と使用方法

作物名	適用病害虫	希釈倍数	使用時期	本剤及びブクロラズを含む農薬の総使用回数	使用方法
稲	いもち病	1,000倍	浸種前	1回	24時間 種子浸漬
	ばか苗病	100倍			10分間 種子浸漬
	ごま葉枯病	40倍 乾燥種粒1kg当り希釈液30ml			吹付け処理(種子消毒機使用)又は塗抹処理

実りのプレリュード・種子消毒剤

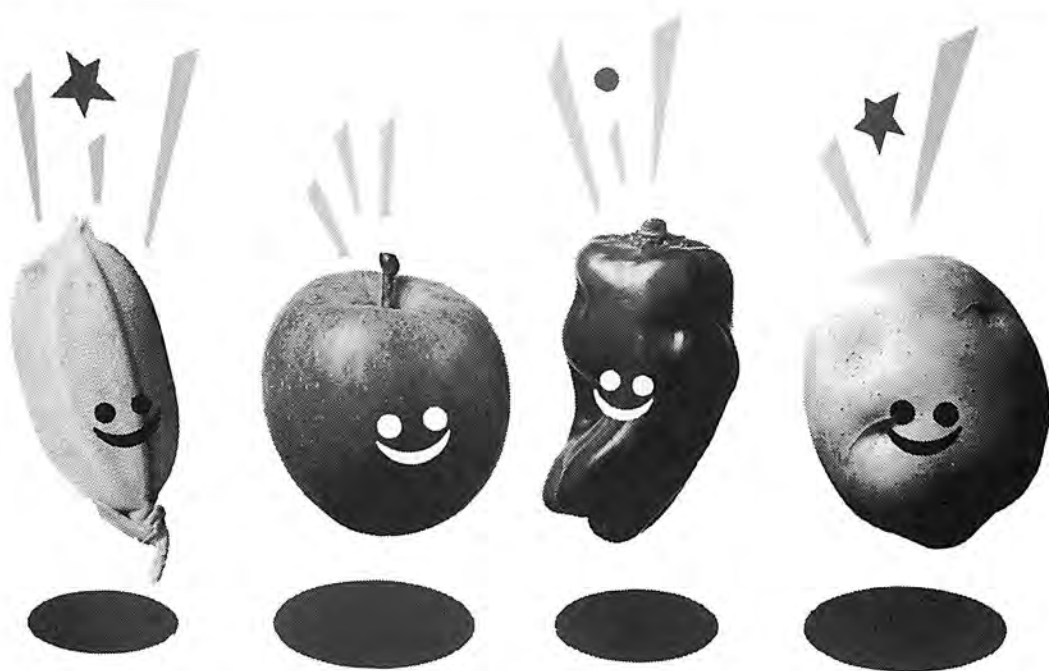


スポルタック® 乳剤

●ブクロラズ25% SPORITAK®

R はシェーリングアジプロキシカルバレート(登録)の登録商標

元気な作物、おいしい作物。 私たちも推薦！



水稻から園芸までの総合防除に
当社の主力ライン・ナップ

いもち病、登熟向上に
フジワン

ウンカ・ヨコバイ類に
アプロード

もんがれ病に
モンカット

水田の一発除草に
フジクラス

ダニ防除に
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



おいしい笑顔の応援団
アグロ・カネショウがお手伝い。



連作障害を

シャット・アウト!!

刺激臭が少なく、散布が簡単。
使いやすい土壌消毒剤



巴斯アミド 微粒剤

®ドイツ国BASF社の登録商標で、
本剤は同社で製造されたものです。

巴斯アミドはオゾン層にやさしい土壌消毒剤です。



アグロ・カネショウ株式会社
東京都港区赤坂4-2-19

長い効きめ、高い効果

クミアイ

アドマイヤー®

箱 粒剤 水和剤

①粒剤 粉剤DL



アドマイヤーは、まったく新しい系統の殺虫剤で、水稻の初期害虫～ウンカ類まで、長期間防除効果を持続します。野菜・果樹ではアブラムシ類やスリップス類などの難防除害虫にも高い効果を発揮します。



JAグループ

農 協



経済連

※は登録商標です



自然に学び 自然を守る

クミアイ化学工業株式会社

本社：東京都台東区池之端1-4-26 電話110-91 TEL03-3822-5131



いのちの輝きを見つめる **Meiji**

おかげさまで20年——。オリゼメート粒剤は21世紀をみつめて
新しい散布技術・製剤技術でさらにお役に立ちたいと考えています。



20TH
Anniversary



明治製菓株式会社

104東京都中央区京橋2-4-16

定価 八〇〇円(本体七十七円)(送料七六円)