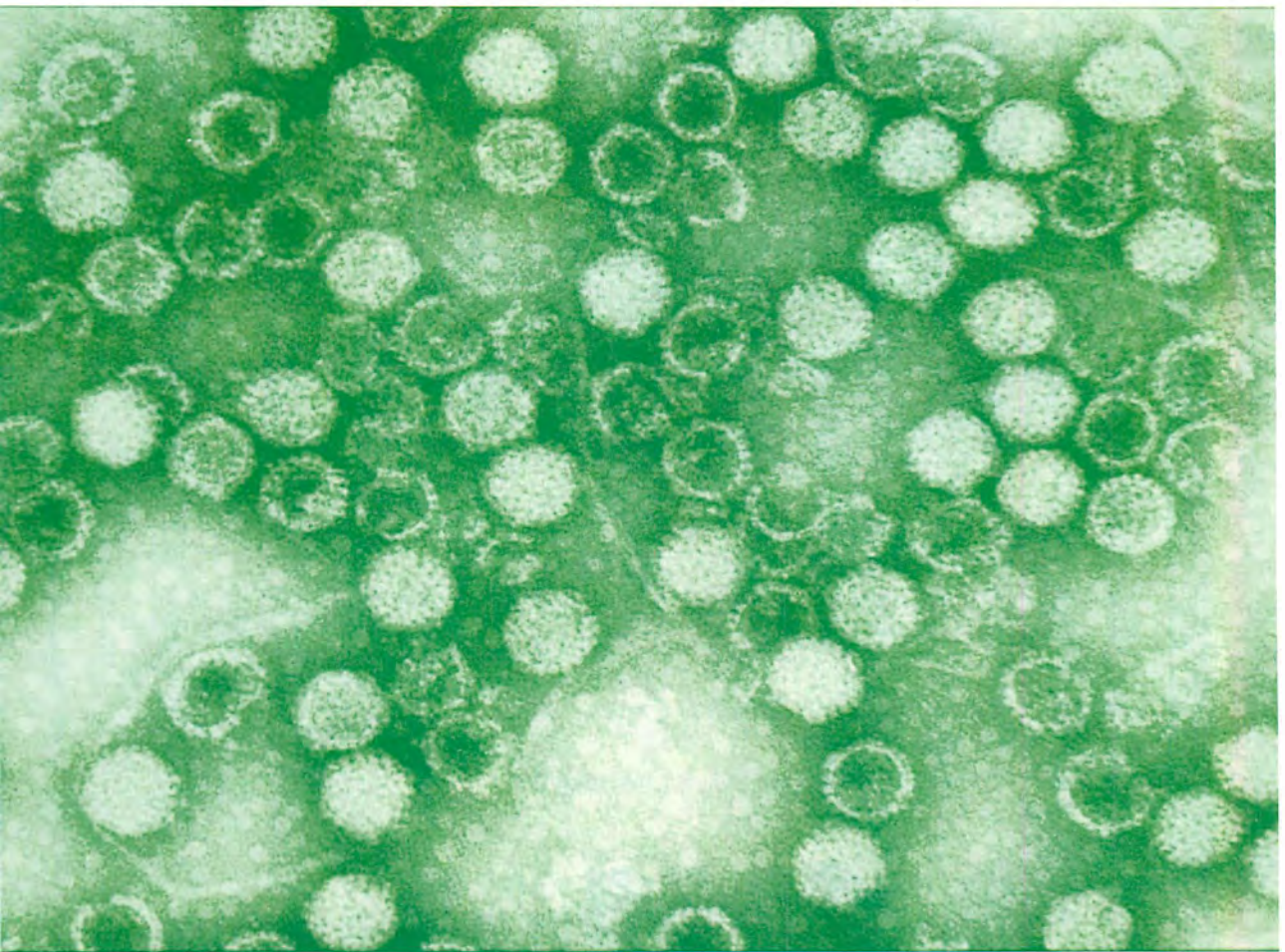


ISSN 0037-4091

植物防疫

平成
八年
九月
二十五日
印刷
第五十卷
第十号



1996 **10** VOL 50

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



- 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。

適用作物

キャベツ、はくさい、ブロッコリー、だいこん、ねぎ、きゅうり、なす、ピーマン、メロン、すいか、かんしょ、ばれいしょ、とうがん、いちご、さとうきび、たばこ、きく、ストック、水稲



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

省力・経済防除。
 水稻初期害虫を
 同時にノックアウト。



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



ガゼットくん



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

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が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大字六連字神ヶ谷16-1 〒441-34 TEL.05312-7-1630

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

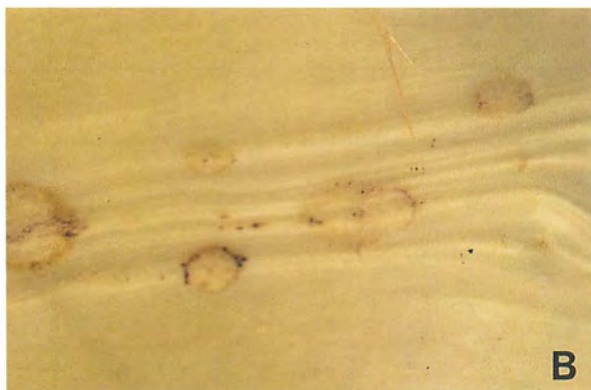
●ラベルをよく読んでください。●ラベルの記載以外には使用しないでください。●小児の手の届く所には置かないでください。

ダイコンわっか症の症状

(金磯泰雄氏原図、本文 19 ページ参照)



わっか症の発生様相



隆起状組織表面の症状



わっか症の断面 (褐変は表層部に限定)



古くなったわっか症
(内部の褐変、亀裂による円形あるいは不正形褐斑)

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® (コドリング用)

●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、

チャノボンガ、シバツツガ、

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

☎(0992)54-1161

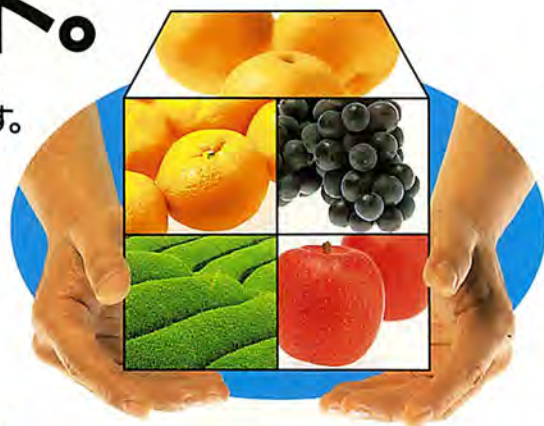
東京本社: ☎110 東京都台東区東上野6-2-1 (都信上野ビル) ☎(03)3845-7951

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

植物防疫

Shokubutsu bōeki
(Plant Protection)

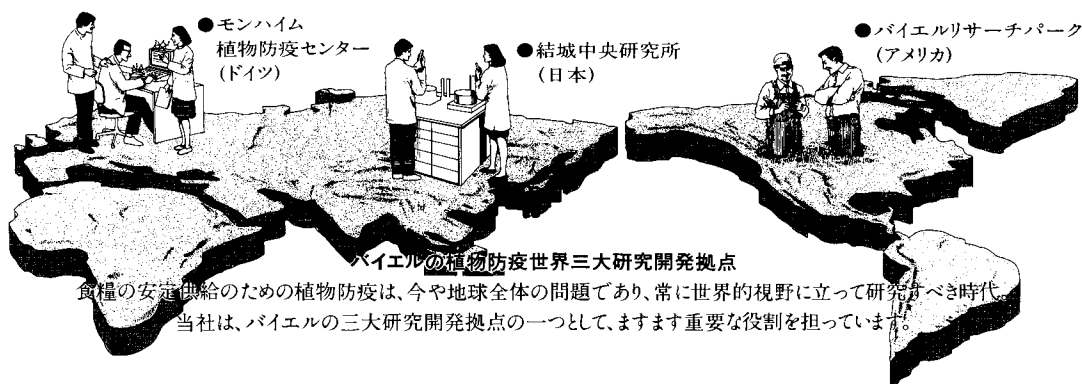
第 50 卷 第 10 号
平成 8 年 10 月号

目 次

イネドロオイムシの多発生と防除効果……………	平井 一男…………	1
イネドロオイムシの薬剤抵抗性と対策——北日本の場合——……………	佐藤 正彦…………	3
イネドロオイムシの薬剤抵抗性と対策——関東地方の場合——……………	大谷 徹・清水喜一…………	8
ダイコン萎黄病菌の生態学的研究の現状と展望……………	豊田剛己・木村真人…………	13
ダイコンわか症の発生実態と防除……………	金磯 泰雄…………	19
植物病原細菌に対するバリダマイシン A の活性……………	石川 亮…………	24
寄生性昆虫の寄主発見プロセスと信号物質……………	木村 雅行…………	28
(国際会議報告) 中国で開催された「国際カンキツウイルス学者研究集会」に参加して……………	塩谷 浩…………	32
(リレー随筆) 産地の研究室から——地域ブランドを育てる／(12) マンゴーほか熱帯果樹……………	串間 新一…………	34
植物防疫基礎講座		
農業害虫および天敵昆虫等の薬剤感受性検定マニュアル(4)		
イネ害虫：ウンカ類……………	遠藤 正造…………	36
新しく登録された農薬(8.9.1～9.30)……………		41
農薬紹介……………		41
中央だより(病害虫発生予察ニュース)……………	協会だより……………	44
人事消息……………	新刊紹介……………	27
主な次号予告……………		44

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

●農業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[®]ゾル

武田薬品工業株式会社 アグロカンパニー 東京都中央区日本橋2丁目12番10号

イネドロオイムシの多発生と防除効果

農林水産省農業研究センター ひら い か お
平 井 一 男

イネドロオイムシ *Oulema oryzae* は、水稻前期の食葉性害虫であるが、年次によって多発したり、地域により薬剤感受性低下がしばしば問題となってきた。本稿では、感受性低下問題を機にイネドロオイムシの多発生と薬剤の防除効果との関連についてまとめた。

I 発生地域

イネドロオイムシ（イネクビソハムシ）*Oulema oryzae* は、北日本から南西諸島まで全国に広く分布する。本種によるイネ葉の被害が多いのは幼虫期に気温が低く、雨量が多い年次や地域である。すなわち北日本、関東地方のほか山間部などの冷涼地、さらに早植栽培が普及したことにより関東、近畿、中国、九州地方の平坦部でも被害が見られるようになった。全国の病害虫防除所の最近の調査では、九州、四国などの7県を除き、各地で毎年発生している。

イネドロオイムシの成虫は年1回の発生で、成虫態で畦畔、水田付近のマコモ、ススキなどの雑草地の土中に浅く潜って越冬する。

つくば地区では5月上旬の日最高気温が25℃を超えたところに、越冬後成虫は越冬場所を離れ、水田付近のマコモ、ヨシなどイネ科雑草の新葉を摂食する。

つくば地区のマコモ群落で観察した結果では、成虫発生数と発生時期に年次変動があり、最多発生数には約7倍、初見日には12日の年次間差があった（図-1）。水田への成虫侵入はマコモ上で最多発生になる直前に見られた。6月下旬には新成虫が発生し遅稲に侵入、産卵、ふ化幼虫が食害した。

成・幼虫ともに高湿条件を好むが、特に幼虫は乾燥に弱く、乾いた風が吹くと摂食を中止するので、背上の排泄物は減少し、脱水的な症状を呈し、密度が急激に低下する。

II 薬剤感受性低下事例

イネドロオイムシの防除は現在化学薬剤により行われ、育苗箱施用、水面施用、茎葉散布の3施薬法がとられている。最近では育苗箱施薬法が多いが、本号の後続の二つの報告（p. 3～12）に詳述されているように、地域

によっては薬剤感受性が低下し問題となっている。

さて、1960年代のBHCへの感受性低下事例を除くと、カーバメート剤や有機リン剤の感受性低下問題は1987年と93年を契機に2回発生していると読みとれる（表-1）。マクロ的に見ると、いずれの問題もイネドロオイムシが多発し始めた年を境に起こっている。つまり多発期（年）には防除後も感受性低下個体群が生き残り増殖し、効果低減問題が数年続いたと考えられる。

また、5月の低温気象により水田への成虫侵入が1週間程度遅れた年や、6～7月の低温気象で幼虫期間が長引いた年には、毎年使用の育苗箱施薬剤の残効切れで防除効果が低下した場合が見られる。現地では、以上のよ

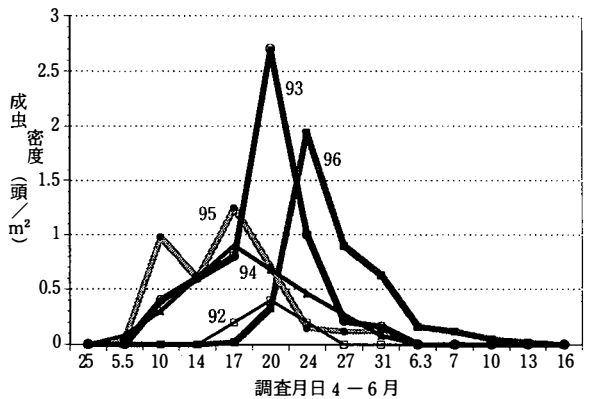


図-1 イネドロオイムシ成虫のマコモ群落上の年次別発生（つくば、1992～96年）

表-1 イネドロオイムシの薬剤感受性の低下例

地点（発生年次）	薬剤	報告例
千葉(1994)	カーバメート剤	大谷ら(1995)
秋田(1992)	PHC, BPMC, PAP	佐藤ら(1993)
宮城(1990)	PHC	渋谷(1994)
広島(1988)	PHC, PAP	細田ら(1989)
石川(1987)	PHC	藪(1993)
長野(1987, 1989)	PHC	小林ら(1988), 吉沢ら(1990)
新潟(1986, 1987)	PHC, NAC	山代ら(1989)
岩手(1987)	PHC	飯村・千葉(1990)
新潟(1969)	BHC	江村ら(1969)
秋田(1970)	BHC	渡辺(1970)
北海道(1967)	BHC	井上・奥山(1967)

うな防除効果低減への対策として、殺虫効果の高い薬剤や残効性の高い薬剤への切り替えが行われている。

Ⅲ 発生数と防除効果

農林水産省植物防疫課の植物防疫年報を整理すると、イネドロオイムシの過去10年の全国の平均発生面積は約36万ha(水田面積の約17%)である。他の害虫に比べると発生面積の年次変動は小さいほうで、その変動係数は約16%であるが(平井, 1995), 越冬後成虫の発生数には年次による変動が明らかで、東日本では1987, 93, 94年に多発生があった。

年次間の発生変動は越冬後成虫数および新世代幼虫数、幼虫発生期間に見られ、それぞれに気象要因と生物要因、前年の発生数が影響すると考えられるが、本章ではとりあえず気象要因と成虫発生数との関係を検討した。

越冬後成虫の多発の具体例を見ると、1987~91年の4月下旬に山代ら(1992)が新潟県で行ったススキ株での調査や、同県防除所が行った調査で、1987年と94年に多発していた。また1993年に越冬数が多かったことは、千葉県調査(大谷・清水, 本号)やつくばで1992年以降に実施されたマコモ群落上の調査結果でも明らかになっている(図-1)。

多発生と気象との関係をおおまかに平年値と比較すると、まず新潟県における1987年の多発生の場合、前年86年の6~7月は低温、6月多雨の冷涼多雨気象で個体数は減少しなかったと見られる。そして越冬期の1987年1~2月(最寒月)は温暖少雨で越冬数が減少せず多発した。このころから各地でカーバメート系や有機リン系の薬剤感受性低下が報告され始めた(表-1)。

新潟県の1994年については、前年93年6~7月低温多雨で個体数が増加、1994年1~2月は温暖で越冬数が減少せず春先に多数が確認されたと考えられる。

1993年に多発したつくばや千葉県については、前年92年6~7月は低温多雨で生息数が確保され、越冬期の93年1~2月温暖で越冬成虫数が確保され、幼虫期の6~7月は並温~低温多雨気象で死亡数が少なく、幼虫発生期間が長引いたと考えられる。

このように、個体数が増加した時期(年)を契機に感受性低下問題が多くなっていると考えられる。つまり、地域全体の個体群が増加したにもかかわらず、毎年同一の薬剤を使用すれば、殺虫率は同じでも生き残り群(感受性低下個体群)は増加したと考えられ、その地域からサンプリングして薬剤検定すると、感受性が低下した値が得られるというのは当然であろう。

今後も暖冬化傾向と幼虫期の冷涼化傾向が続くとイネ

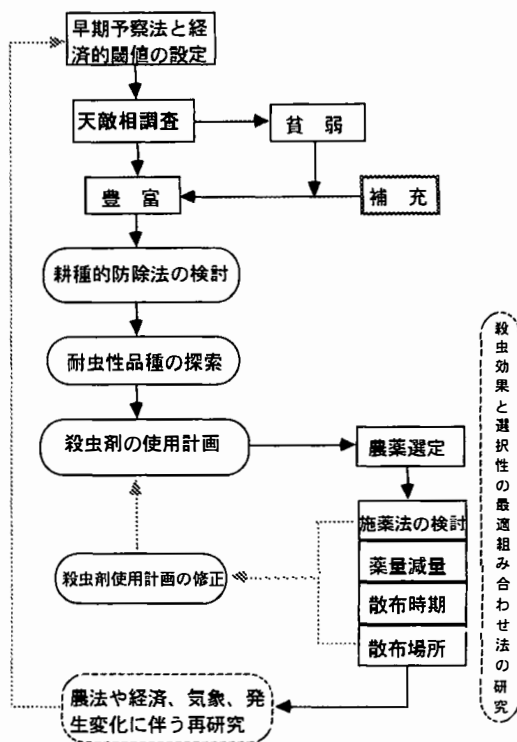


図-2 イネドロオイムシの管理法策定のための概念図

ドロオイムシの多発生は継続し、薬剤感受性低下個体群の増加を警戒しなくてはならないであろう。研究面では薬剤の感受性低下個体群の生き残りに伴い、増殖率が高まり多発するのか、感受性が回復するのか、広域の感受性検定と併せて調査する必要があるだろう。

Ⅳ 今後の研究

現実的な防除対策の一つとしては、各県で実施している詳細な薬剤感受性の検定に加え、前年の発生数、越冬期と幼虫期の気象解析および越冬成虫数の調査などによる早期予察法の確立と活用、越冬成虫(幼虫)個体群の発生程度に応じた薬剤の選定や施薬法の変更が必要であろう。

さらに、6~7月の冷涼気象による移植後の多発、幼虫の長期発生が予想される場合には効果的な薬剤や残効性の高い薬剤への切り替え、施薬法、時期などの変更を含む薬剤使用計画の修正が必要となろう(図-2)。

長期的な研究としては、早期予察法の研究に加え、耕種的防除法の検討や天敵相の調査と有力天敵群の補充活用、耐虫性品種の探索、薬剤の殺虫効果と選択性の最適組み合わせ法の研究を含む化学的防除法の再検討などを行う必要がある。農法や気象変化、経済変化に伴う管理法全体の見直しも必要と考える。

イネドロオイムシの薬剤抵抗性と対策——北日本の場合——

秋田県農業試験場 ^さ佐 ^{とう}藤 ^{まさ}正 ^{ひこ}彦

はじめに

イネドロオイムシ *Oulema oryzae* (KUWAYAMA) は、以前、北海道、東北地方においてニカメイチュウ等とともに発生面積が多く、水稻生育初期の主要害虫として防除の対象とされ、BHC等の有機塩素剤が防除剤として使用されていたが、1960年代後半から70年にかけて北海道、新潟県、秋田県においてBHCに対する抵抗性発達の事例が報告された(井上・奥山, 1967b; 江村ら, 1969; 渡辺, 1970)。しかし、1971年に残留毒性等の面から有機塩素剤の使用が禁止され、イネドロオイムシの防除剤はその後有機リン剤やカーバメート剤に移行し、それ以後この問題は大きく発展しなかった。最近はいネミズゾウムシに対する育苗箱施用剤の普及等もあり全般的に発生量が減少し、要防除面積も激減した。

しかし、1980年代中ごろから、育苗箱施用剤を処理しているにもかかわらず本種による被害が目立つ事例が認められるようになり、各道県で殺虫剤に対する感受性検定を実施した結果、各地で感受性が低下しているイネドロオイムシ個体群の分布が確認された。

ここでは、北海道、東北地方におけるイネドロオイムシの殺虫剤抵抗性の現状と、主に秋田県で実施した試験結果について紹介する。

I 北日本における薬剤抵抗性発達の現状

イネドロオイムシのPHC等に対する感受性検定は、下松ら(1979)が1976~78年に東北地方を中心に北陸地方、関東地方の17地点の個体群に対して実施した報告があるが、特に感受性が低い地点はなく、抵抗性発現の兆候は認められなかった。しかし、1980年代後半ごろから新潟、石川、長野、広島各県でPHC、BPMCやPAP等に対して感受性低下の事例が明らかになった(山代ら, 1989; 藪, 1993; 小林ら, 1988; 吉沢ら1990; 細田ら, 1989)。

北日本でもほぼ同時期に北海道においてPHC、BPMC、PAP等に対して感受性が低下している個体群

が確認された(未発表)。それに引き続いて1990年代に入ってから岩手、秋田、宮城県、山形、青森各県で相次いで同様の薬剤に対する抵抗性個体群の分布が確認された(飯村, 1990; 佐藤ら, 1993; 城所, 1994; 渋谷, 1994; 木村, 1996)。

各道県における薬剤抵抗性イネドロオイムシの現状を表-1に示した。

①北海道：1980年代前半から本種に対する防除面積の拡大にもかかわらず各地で多発傾向が続き、一部地域で特にPHC、PAPの効力低下の疑いが持たれるようになった。そこで、1984~88年に各種系統の18種の薬剤について57地点から越冬後成虫または繭を採集し、成虫を対象として感受性検定を実施した。

その結果、47地点の個体群についてPHC、BPMC等5種のカーバメート剤、PAP、MEP等8種の有機リン剤に抵抗性を有する個体群が認められた。また、エトフェンプロックス、カルタップ、ペンフルタップ、チオシクロラム、XTMCに対してはいずれの地点の個体群も高い感受性を示した。

1989年以降は特に感受性検定を実施していないが、これらに抵抗性を示す個体群の分布は全道的に拡大していると考えられている。現在、本種の防除剤はエトフェンプロックスやカルタップが使用されている。

②青森県：東津軽郡蓬田村でPHCの効果が不十分な事例が認められたので、1994年に新成虫を対象に検定を実施したところ、既に確認されている岩手県の抵抗性発現地域のLD₅₀値とほぼ同等の2.7μg/成虫の数値が得られ、PHC抵抗性個体群と考えられた。1995年には同地産の新成虫を対象にPHCのほかにペンフルカルブ、PMP、エトフェンプロックス、カルタップの5剤に対する感受性検定を実施した。その結果、PHCに対する感受性は前年同様低かった。その他の薬剤に対しては、いずれも感受性は高かった。

また、同年にPHC、ペンフルカルブ、カルタップの各粒剤を供試して3か所で圃場試験を実施した。その結果、ペンフルカルブ粒剤は各ステージに対して比較的安定した効果が認められた。カルタップ粒剤も同様であったが、効果がやや不安定な圃場も見られた。PHC粒剤は無処理区とほとんど差がなく、防除効果は認められなかった。ペンフルカルブ粒剤、カルタップ粒剤とも実用

表-1 北海道・東北地方におけるイネドロイムシ薬剤抵抗性の現状(1995 現在)

	感受性低下が確認されている薬剤	地区 ^{a)}	防除薬剤
北海道	PHC, BPMC, NAC, カルボスルファン, フラチオカルブ, PAP, MEP, EPN, DEP, PMP, ピリダフェンチオン, マラソン, イソキサチオン	全道	エトフェンブロックス, カルタップ
青森県	PHC	蓬田村	カルタップ
岩手県	PHC, NAC, BPMC, PAP, MEP, ピリダフェンチオン	雫石町, 胆沢町	エトフェンブロックス, カルタップ
宮城県	PHC	全県	ベンフラカルブ
秋田県	PHC, BPMC, PAP, ベンフラカルブ, カルボスルファン	日本海沿岸部	エトフェンブロックス, イミダクロプリド
山形県	PHC, PMP	庄内地方	ベンフラカルブ, カルボスルファン
福島県	未確認	—	—

^{a)} は推定地域も含む。

性があり、PHC 粒剤は実用性がないと判定された。

現在、PHC 抵抗性個体群の分布が確認されているのは蓬田村だけであるが、この地区では防除薬剤はカルタップ粒剤が使用されている。

③岩手県：1986 年に雫石町で実施した圃場試験で BPMC 剤の効果が不十分な事例が認められた。また、1987 年には水沢農業改良普及所から PHC が全く効果がない地域の紹介があった。これらを受けて、1989 年に雫石町と胆沢町で圃場試験を実施した。その結果、PHC, PAP の各乳剤は雫石町、胆沢町とも防除効果が低かった。ピリダフェンチオン、MEP の各乳剤は雫石町では効果が低かったが、胆沢町では防除効果が認められた。また、両地点ともエトフェンブロックス乳剤は非常に高い防除効果が認められ、PMP 水和剤、カルタップ水溶剤も防除効果が認められた。

1990～92 年には県内 40 地点について PHC に対する感受性を検定した。その結果、感受性の低下が認められたのは雫石町産と胆沢町産で、低下傾向が認められたのは北上川流域の県南平坦部と盛岡市の一部であった。

また、雫石町産と胆沢町産については他の薬剤に対する感受性検定も実施されていて、BPMC, NAC, PAP, MEP に対する感受性は低く、PMP, カルタップ, エトフェンブロックス, シクロプロトリンに対しては高かった。ベンフラカルブについても感受性低下の傾向があるのではないかという声もあり、1996 年に病害虫防除所で検定を実施する予定である。

現在、抵抗性個体群の分布はまだ一部地域と考えられていて、これらの地区では防除薬剤としてカルタップや

合成ピレスロイド剤が使用されている。

④宮城県：PHC 剤は 1972～82 年ごろまではイネドロイムシ防除の水面施用剤として、1983 年からはイネミズゾウムシ対象の育苗箱施用剤として広範囲で使用されてきたことから、感受性の低下が懸念された。そこで、1990～92 年に名取市、角田市の 3 地点について PHC に対する感受性検定を実施した。その結果、名取市の 1 地点で感受性が非常に低く、抵抗性が発達している個体群が確認された。

その後、名取市周辺を中心に PHC, ベンフラカルブ, カルボフランについて感受性検定を実施した。その結果、PHC については平坦な地域でも数 km 程度しか離れていなくても感受性が大きく違う場合が認められた(城所, 1996)。また、ある個体群では薬量(対数値)と死亡率(プロビット値)の関係が単純な比例関係になく、ある範囲では薬量を増やしても死亡率が上昇しない領域(プラトー)が存在することが明らかになった(城所, 1996; 渋谷, 1994)。ベンフラカルブ, カルボフランについては各地点で感受性にあまり大きな差は認められないが、PHC に対する感受性が低い地点では、これらに対しても感受性が低い傾向が認められ、交差抵抗性があるものと考えられた。

1995 年には PHC 抵抗性個体群が分布している名取市の圃場で PHC 粒剤、ベンフラカルブ粒剤を使用して圃場試験を実施したが、PHC 粒剤は全く防除効果が認められず、ベンフラカルブ粒剤は実用的な防除効果が認められ、検定結果とほぼ一致した。

感受性検定が実施されているのは名取市周辺が中心で

あるため、PHC 抵抗性個体群の分布が確認されているのはこの地域だけであるが、全県下広範囲に拡大しているのではないかと推察されている。防除薬剤はベンフラカルブ粒剤に移行しているが、最近この剤の効果が安定しないという情報もあり、クロロニコチニル系のイミダクロプリド剤の使用も考えられている。

⑤山形県：1990 年代になって庄内地方の一部で PMP 剤の効果が不安定な事例が認められ、1993～95 年に薬剤に対する感受性検定を実施した。その結果、PHC、PMP に対して感受性が低下している個体群が確認された。ベンフラカルブ、エトフェンプロックスにはいずれも感受性が高かった。

1994～95 年には圃場試験を実施したが、検定で PHC に対して感受性が低い地点では PHC 粒剤は全く効果が認められず、ベンフラカルブ、カルボスルファンは防除効果が高いが、一部でやや不安定な結果が得られた。また、イミダクロプリド箱粒剤は極めて高い効果が認められた。

現在、山形県で薬剤抵抗性個体群が確認されているのは庄内地方だけで、他には拡大していないと考えられている。防除薬剤はベンフラカルブ、カルボスルファンに代わり、施用量の厳守が指導されている。しかし、この 2 剤についても効果が低いという声も聞かれ、今後感受性検定等で実態を把握する予定である。

⑥福島県：現在のところ薬剤に対する感受性が低下している個体群は確認されていない。今後、県内の実態を把握するために感受性検定を実施する予定である。

II 秋田県における薬剤抵抗性発達の現状

1 カーバメート、有機リン剤に対する抵抗性

秋田県では 1980 年代後半になって由利郡象潟町の一部で BPMC の防除効果が低下し、防除に支障をきたす事例が認められた。

そこで、1992 年に象潟町の 3 地点からイネドロオイムシを採集し、検定を実施した（表-2）。供試虫は繭を採集し、それから羽化した新成虫を使用した（井上・奥山, 1969b）。越冬成虫は採集時期によって BHC に対する感受性が大きく変動があるとされているが（井上・奥山, 1967a；木村・堀口, 1967）、新成虫は PHC に対する感受性が雌雄、日齢等によって大きな差はないので（城所, 1994）、供試虫は特に撰別しなかった。検定薬剤はカーバメート剤系の BPMC、有機リン剤系の PAP および合成ピレスロイド剤系のエトフェンプロックスの各乳剤を使用した。検定は稚苗浸漬法で実施した（井上・奥山, 1967a；尾崎・斎藤, 1981）。水稻品種あ

表-2 イネドロオイムシの殺虫剤に対する LC_{50} 値 (ppm)

薬剤名	BPMC	PAP	エトフェンプロックス
続 島	314	157	<100
関	736	732	<100
小砂川	17	74	<100

きたこまちの 3～4 葉苗 3 本を所定濃度の薬液に 10 秒間浸漬し、乾燥させた後に内径 30 mm、高さ 200 mm の試験管に移した。1 試験管当たり 10 頭を放飼し、25℃で 48 時間保持した後に死虫率を調査した。正常な歩行ができない等、処理前と比較して行動に変化が見られるものを苦悶虫として死虫に含めた。これらの死虫率からプロビット法により LC_{50} 値を算出した。 LC_{50} 値が各薬剤の実用濃度である 1,000 倍液の濃度以上の場合には感受性が低下しているものと判定した。

その結果、死虫率から LC_{50} 値を算出すると、BPMC に対しては 17～736 ppm で 43 倍、PAP に対しては 74～732 ppm でほぼ 10 倍の差が認められた。エトフェンプロックスに対してはいずれも 100 ppm 未満であった。

これら 3 地点における LC_{50} 値から、関産のイネドロオイムシは BPMC および PAP に対して感受性が低下していると考えられた。続島産は BPMC に対しては LC_{50} 値が実用濃度の 500 ppm よりは低かったが、死虫率からみてやや感受性の低下傾向が認められ、PAP に対しては感受性の低下は認められなかった。小砂川産は BPMC、PAP のいずれに対しても高い感受性が認められた。エトフェンプロックスに対しては、いずれの地点産とも高い感受性が認められた。

以上の検定結果から、地点によって薬剤に対する感受性に差が認められることが明らかになった。

1993～95 年は検定薬剤を PHC 乳剤（25%）について、全県 23 地点から繭を採集し、羽化した新成虫を供試し、薬剤抵抗性個体群の分布を調査した（表-3）。検定方法は 1992 年と同様である。

その結果、山本町森岳 I の LC_{50} 値 70,900 ppm をはじめとし 6 地点で 7,000 ppm 以上を示し、PHC に対して抵抗性が発達していると考えられた。また、本荘市内と金浦町金浦では供試した濃度ではほとんど死亡する虫がいなかった。山本町森岳 II と象潟町関は寄生蜂の寄生率が非常に高く、十分な標本を得ることができず、 LC_{50} 値を算出できなかったが、実用濃度である 250 ppm での死虫率がそれぞれ 10.0%、13.3%で両地点とも非常に低かった（表-4）。

表-3 イネドロオイムシの PHC 乳剤(25%)に対する LC₅₀ 値(ppm)

調査地点	LC ₅₀ 値(希釈倍率)	調査地点	LC ₅₀ 値(希釈倍率)
○鷹巣町藤株+	23(10,800)	○田代町赤平+	28(8,870)
○ニッ井町駒形+	19(13,500)	●山本町森岳 I +	70,900(3)
○男鹿市馬生目+	73(3,420)	○男鹿市五里合+	54(4,630)
○八郎潟町羽立+	17(14,600)	○昭和町豊川+	25(9,930)
●若美町申川	8,740(57)	○若美町土花+	54(4,630)
●河辺町畑屋	7,610(66)	○雄和町妙法*	0.014(1.77×10 ⁷)
●仁賀保町芹田 I +	31,600(8)	●仁賀保町芹田 II +	68,800(4)
●仁賀保町芹田 III +	13,700(18)	●金浦町金浦*	> 500(<500)
○中仙町鶯野+	64(3,890)	○雄勝町野中+	30(8,220)
○東成瀬村岩井川+	40(6,260)		

*：1993 年検定，+：1994 年検定，●：PHC 抵抗性が発達している地点，○：PHC に対して感受性が低下していない地点。

表-4 イネドロオイムシの PHC 乳剤(25%)1,000 倍液に対する死虫率 (%)

調査地点	死虫率
●山本町森岳 II	10.0
○井川町浜井川	100.0
●象潟町関+	13.3
●本荘市山内*	0

表-3 を参照

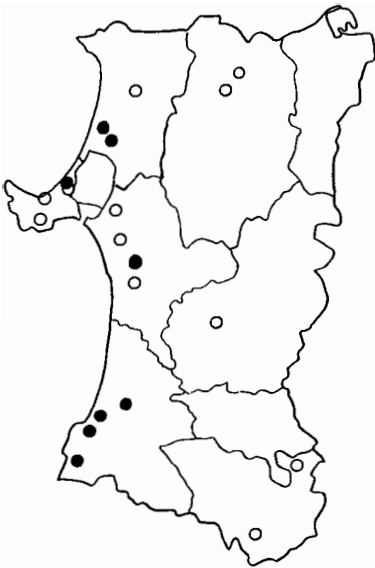


図-1 イネドロオイムシの PHC に対する抵抗性個体群の分布
●：抵抗性が発達している地点
○：感受性が低下していない地点

これらの結果から、PHC 抵抗性個体群の分布が確認されたのは由利郡の日本海沿岸部、山本町森岳 I、若美町申川、河辺町畑谷であった (図-1)。また、LC₅₀ 値は算出できなかったが、実用濃度での死虫率が非常に低かった 4 地点も PHC 抵抗性の発達が疑われた。PHC 抵抗性イネドロオイムシ個体群の分布が日本海沿岸部に集中していることが明らかになった。その他の地点の LC₅₀ 値は低く、PHC による防除が十分可能と考えられた。また、県南内陸部では発生が少ない地点が多く、材料を採集することができず、ほとんど検定に供することができなかったが、薬剤抵抗性個体群の分布はないと考えられる。

2 カーバメート系育苗箱施用剤に対する抵抗性

秋田県ではイネドロオイムシの要防除水準が設定されているため、県農作物防除基準に育苗箱施用剤は採用されていなかった。しかし、1984 年にイネミズゾウムシ対策としてカーバメート系育苗箱施用剤が採用され、急速に普及し、実質的にイネドロオイムシも同時防除されてきた。

しかし、由利郡の日本海沿岸部でこれらの育苗箱施用剤の効果が安定しないという事例があり、1994～95 年に 3 地点についてベンフラカルブに対する感受性検定を実施した。その結果、3 地点の LC₅₀ 値は 64～395 ppm で 6 倍の開きがあり、地点によって感受性に差が認められたが、PHC に対するような抵抗性といえる差ではなかった。

また、同時に PHC 抵抗性個体群が分布している地区で圃場試験を実施した (表-5)。薬剤は秋田県内で使用量の多いカーバメート系のカルボスルファン粒剤、ベン

表-5 南秋田郡若美町野石字申川における圃場試験 (1995)

供試薬剤名	処理量 /箱	処理 月日	25 日後	31 日後	37 日後	46 日後		51 日後	
			卵塊	幼虫	幼虫	幼虫	繭	幼虫	繭
カルボスルファン粒剤	50 g	5.14	55.7	79.3	89.7	96.0	80.2	91.2	83.1
ベンフラカルブ粒剤	50 g	5.14	40.0	9.2	55.8	71.1	21.7	86.4	44.7
フィプロニル粒剤	50 g	5.14	4.3	1.7	0.4	2.4	0	1.8	0.2
イミダクロプリド箱粒剤	50 g	5.14	2.9	0	1.3	3.4	0	5.4	1.2
無処理	—	—	100.0 (0.7)	100.0 (1.7)	100.0 (10.1)	100.0 (23.1)	100.0 (1.1)	100.0 (13.6)	100.0 (5.0)

成虫, 卵塊, 繭は密度指数, () は 1 株当たりの虫数

フラカルブ粒剤 5 と他系統のイミダクロプリド箱粒剤とフィプロニル粒剤 1 の 4 剤を供試した。

これらの圃場試験結果を総合すると、ベンフラカルブ粒剤 5、カルボスルファン粒剤は無処理と比較して防除効果は認められるが十分な程度ではなく、特に処理 30 日を経過すると残効性の問題もあるとは考えられるが、急激に寄生が多くなった。イミダクロプリド箱粒剤とフィプロニル粒剤 1 は無処理と比較して高い防除効果は認められ、50 日以上の効果の持続が期待できることが明らかになった。各薬剤間を比較すると、カルボスルファン粒剤 ≤ ベンフラカルブ粒剤 5 < イミダクロプリド箱粒剤 = フィプロニル粒剤 1 であった。これらに地区ではかつてベンフラカルブ粒剤 5、カルボスルファン粒剤によってほぼ完璧に防除されていたが、イネドロオイムシに対する防除効果の減退が確認され、PHC との交差抵抗性が疑われた。

以上の試験の結果、秋田県において本田施用剤では、カーバメート系の PHC、BPMC や有機リン系の PAP に対して抵抗性を示すイネドロオイムシ個体群の存在が確認された。育苗箱施用剤のカーバメート系のカルボスルファン粒剤、ベンフラカルブ粒剤 5 は検定数が少なく、多くの地点を比較することはできなかったが、圃場試験の結果を考慮すると、これらに対しても抵抗性が発達しているものと考えられた。このような地区では、イネドロオイムシ防除剤としてエトフェンプロックス剤やイミダクロプリド剤を指導している。

お わ り に

薬剤に対する感受性が低下する原因としては、同一薬剤の連用が挙げられている（江村ら、1970；飯村・千葉、1990；井上・奥山、1969c；小林ら、1988；山代

ら、1989；吉沢ら、1990）が、系統内あるいは系統間での交差抵抗性発達の可能性も考えられるので、防除指導に当たっては感受性低下の疑いがある剤について検定によってその傾向を把握しておくことが必要である。また、ある地点の検定値が広域を代表する値と考えられないこと、プラトーが存在する場合があります、薬量－死亡率関係の直線回帰式に当てはめた場合求められた数値が、感受性の指標として適切でない場合があることも念頭に置く必要がある。

最後に、紙面の関係で各道県のデータを紹介することができなかったことをお詫びするとともに、各種の情報をいただいた諸氏に謝意を表する。

引 用 文 献

- 1) 江村一雄ら (1969)：北陸病虫研報 17：36～37.
- 2) ——— (1970)：同上 18：51～53.
- 3) 細田昭男ら (1989)：応動昆虫学支部報 31：52.
- 4) 飯村茂之・千葉武勝 (1990)：北日本病虫研報 41：211.
- 5) ——— ら (1991)：同上 42：194.
- 6) ——— (1995)：同上 46：218.
- 7) 井上 寿・奥山七郎 (1967 a)：北日本病虫研報 18：94.
- 8) ———・——— (1967 b)：同上 18：96.
- 9) ———・——— (1969 a)：同上 20：73.
- 10) ———・——— (1969 b)：同上 20：75.
- 11) ———・——— (1969 c)：同上 20：76.
- 12) 城所 隆 (1994)：同上 45：142～144.
- 13) ——— (1996)：第 40 回応動昆虫大会講演要旨.
- 14) 木村 宏・堀口治夫 (1967)：北日本病虫研報 8：93.
- 15) 木村利幸 (1996)：同上 (投稿中).
- 16) 小林荘一ら (1988)：関東東山病虫研報 35：128～129.
- 17) 尾崎幸三郎・斎藤哲夫 (1981)：農業実験法 1. 殺虫剤編 (深見順一ら編)、ソフトサイエンス社、pp. 63～102.
- 18) 佐藤正彦ら (1993)：北日本病虫研報 44：95～97.
- 19) 渋谷俊一 (1994)：同上 45：145～146.
- 20) 下松明雄ら (1979)：日本農薬学会誌 4：215～217.
- 21) 渡辺忻悦 (1970)：同上 21：43.
- 22) 藪 哲男 (1993)：農薬研究 39(4)：68～71.
- 23) 山代千加子ら (1989)：北陸病虫研報 37：21～23.
- 24) 吉沢栄治ら (1990)：関東東山病虫研報 37：169～170.

イネドロオイムシの薬剤抵抗性と対策——関東地方の場合——

千葉県病害虫防除所 ^{おおたに}大谷 ^{とおる}徹・^{しみず}清水 ^{きいち}喜一

イネドロオイムシは、水稻の著名な寒冷地害虫であったが、千葉県ではここ数年多発生が続き、現在は多発県の一つである。

近年、北日本を中心にイネドロオイムシの PHC や BPMC をはじめとするカーバメート系剤に対する抵抗性の発達が相次いで報告され（渋谷，1994；山代ら，1989；藪，1993；細田ら，1989；小林ら，1988；吉沢ら，1990），有機リン剤に対する感受性の低下も同時に認められている（飯村・千葉，1990；佐藤ら，1993）。千葉県でも 1994 年にカーバメート系薬剤に対する感受性の低下が確認され（大谷，1995），ここ数年の多発要因の一つになっていると考えられる。本県では水稻初期害虫対策として、ベンフラカルブ，カルボスルファン等のカーバメート系粒剤の育苗箱施用が広く普及している。この 3 年間，これらの剤を中心とした感受性低下の実態を把握するとともに，防除対策を確立するための室内，野外試験を実施してきた。一部は，1995 年の第 42 回関東東山病害虫研究会や 1996 年の第 40 回応用動物昆虫学会大会で公表したが，本年度の試験結果も併せてここに示し，参考に供したい。

一連の試験を実施するに当たっては，長生農業改良普及センターの相葉秀樹氏，藤代淳氏をはじめ，多くの方々に多大なご指導，ご協力をいただいた。ここに深い感謝の意を表する。

I 千葉県における発生生態と発生経過

千葉県の水稻は，4 月下旬から 5 月上旬に移植され，イネドロオイムシ越冬後成虫の本田侵入最盛期は 5 月中旬ごろとなるのが一般的である。幼虫の食害最盛期は 6 月上～中旬になる。6 月下旬から新成虫の羽化が始まり，羽化後まもなく越冬地へ移動する。

本種は，夷隅郡大多喜町と佐原市の南北に離れた 2 地点で 1970 年に突如として確認された新規害虫であり，1975 年にはほぼ全県下で被害が見られるほどになった。当時，イネドロオイムシは本県水稻にとって大問題であり，多発地では航空防除が実施されたこともある。やが

てプロパホス，カルタップ等の育苗箱施用剤が普及し，甚大な被害を見ることはまれとなった。その後，イネミズゾウムシに対してカーバメート系育苗箱施用剤が開発されたことも原因と考えられるが，数年前までは害虫としては忘れられた存在であった。そのイネドロオイムシが冷夏であった 1993 年に多発し，減収圃場が生じるなど急に問題になった。1996 年の発生面積は 3 万 7,000 ha，発生面積率は 52% に達している。

埼玉県では，近年になってイネドロオイムシの分布が県東部から拡大しているという（江村ら，投稿中）。薬剤感受性や本県での多発との関連は不明であるが，本種の生態に何らかの変化が起きている可能性も考えられる。

II 抵抗性個体群の県内分布

イネドロオイムシのカーバメート剤抵抗性の状況を把握するため，1995 年に各地から新成虫を採集して感受性検定を実施した。検定は，薬剤原体をアセトンで所定濃度に希釈し，成虫の腹部裏面に微量注射装置で約 0.4 μ l 滴下する方法で行った。原則として 1 濃度，30 個体を 1 区とし，48 時間後に苦悶虫を含めた死虫率を調査した。圃場での使用頻度が高いベンフラカルブを中心に，PHC，カルボスルファン，イミダクロプリド剤について検定を行った。

ベンフラカルブでは感受性比は最大約 60 倍となり，感受性比が 10 倍以上となる個体群が県中央部を中心に広く分布していた（表-1）。この広域にわたる感受性の低下は，約 10 年に及ぶカーバメート系育苗箱施用剤の連続使用の結果生じたものと考えられる。しかし，薬剤の育苗箱施用はイネミズゾウムシ対策として全県的に普及しており，同一県内において感受性にこれだけの差があることは大きな疑問である。

PHC は，主として本田用粒剤として使用されていたが，育苗箱施用剤の普及により使用頻度の少ない状態が続いていた。しかし，抵抗性の発達はベンフラカルブよりも著しく，感受性比は最大で約 1,200 倍となった。鴨川市宮山産の LD₅₀ 値 0.0032 μ g は，下松ら（1979）が 1977 年に採集した夷隅郡大多喜町産個体群で求めた値 0.0014 μ g と同等のレベルであり，ベンフラカルブに対して感受性が低下していない地域では，この約 20 年間

表-1 県内各地産イネドロオイムシ個体群(新成虫)の各種薬剤に対する LD₅₀ 値および感受性比^{a)} (1995)

No.	採集地区名	ベンフラカルブ		PHC		カルボスルファン		イミダクロプリド	
		LD ₅₀ /虫	感受性比	LD ₅₀ /虫	感受性比	LD ₅₀ /虫	感受性比	LD ₅₀ /虫	感受性比
	(千葉地域)								
1	市原市土宇	0.2807	μg 37.1					0.00016	μg 1.27
2	市原市川在	0.1788	23.6						
3	市原市奥野 (印旛地域)	0.4194	55.4	3.1364	μg 965.3			0.00013	1.01
4	成田市和田 (香取地域)	0.0095	1.3	0.0049	1.5			0.00020	1.61
5	下総町冬父	0.1143	15.1	0.5991	184.4	0.0700	μg 7.8	0.00015	1.21
6	山田町新里	0.0588	7.8						
7	神崎町小松 (海匠地域)	0.0208	2.7						
8	八日市場市飯塚 (山武地域)	0.0947	12.5	0.3724	114.6			0.00012	0.95
9	東金市幸田	0.1278	16.9						
10	東金市東中島	0.1190	15.7						
11	横芝町上堺	(薬量/虫=約 0.1 μg, 0.2 μg 共に死虫率 50 %)							
	(長生地域)								
12	茂原市柴名	0.2680	35.4						
13	長南町千田	0.2282	30.1	2.0155	620.3			0.00010	0.83
14	長柄町大庭 (夷隅地域)	0.1797	23.7	1.4951	460.2	0.2092	23.2	0.00012	0.92
15	大多喜町船子 ^{b)} (安房地域)	0.1688	22.3						
16	鴨川市宮山	0.0076	1.0	0.0032	1.0	0.0090	1.0	0.00013	1.00
17	館山市神余	0.0070	0.9						
18	千倉町大川 (君津地域)	0.0094	1.2						
19	袖ヶ浦市上泉	0.0807	10.7					0.00007	0.54
20	木更津市馬来田	0.4838	63.9	3.8569	1187.1			0.00025	1.98
21	君津市大坂	0.0912	12.1						
22	君津市坂畑	0.1106	14.6	0.9487	292.0			0.00013	1.07

a) : No.16 鴨川市宮山産の LD₅₀ 値を 1 とした。

b) : 越冬後成虫の数値

で PHC に対しても感受性が低下していないことが明らかとなった。

カルボスルファンの LD₅₀ 値および感受性比は、ベンフラカルブの値に近く、抵抗性の発達はベンフラカルブと同程度と考えられた。また、イミダクロプリドの LD₅₀ 値はいずれの地点でも小さく、感受性の差は最大約 3.5 倍にとどまった。

Ⅲ 抵抗性個体群に対する各種薬剤の防除効果

カーバメート剤抵抗性個体群について、1995、96 年に育苗箱施用剤、本田用粒剤および粉剤の防除効果を検討した。

1 育苗箱施用剤

1995 年に長柄町、下総町、館山市で越冬後成虫を採集し、薬剤処理をしたポット苗の葉を用いて接種試験を行った。供試虫のベンフラカルブに対する LD₅₀ 値は表-2 に示したとおりである。

1/5,000 a のワグネルポットの土壌中央部に穴を開け、2.5 葉期の稚苗 5 本を 1 株として移植し、その株元にベンフラカルブ 5% 粒剤、50 g/箱相当量 (=48 mg) を処理し、土をかぶせた後灌水した。移植 1 週間後から 5 週間後までの葉を採取してベトリ皿内で成虫に摂食させ、接種 48 時間後の苦悶虫を含む死虫率を調査した。

産地ごとの移植後日数と死虫率の関係を図-1 に示した。感受性の低下が認められない館山系統では移植 4 週

表-2 イネドロオイムシ供試個体群のベンフラカルブに対する1頭当たりLD₅₀値および感受性比^{a)}

系統/供試虫 ^{b)}	94 新	95 越	95 新	感受性比	96 越	感受性比
長柄	0.2611	0.1531	0.1797	23.7	0.1227	22.2
下総	0.0424		0.1143	15.1	0.0225	4.1
館山			0.0070	0.9		
鴨川			0.0076		0.0055	

^{a)}: 各検定時の鴨川市産個体群の値を1とした。^{b)}: 採集年(1994~96年)および新成虫, 越冬後成虫の別を表す。

間後まで100%の死虫率を維持し、残効は1か月程度と考えられた。一方感受性低下の大きい長柄系統では、防除効果は直線的に低下し、移植3週間後の死虫率は約50%となった。感受性がやや低下した下総系統でも、館山系統に比べ、死虫率の低下は明らかであった。長柄系統を用い、イミダクロプリド粒剤、50 g/箱相当量およびカルタップ4%粒剤、80 g/箱相当量(=76 mg)についても同様の接種試験を実施したが、移植5週間後の葉に接種しても100%の死虫率が得られている。

小山ら(1983)は、育苗箱施用したカルタップ、プロパホスおよびPHC剤の茎葉中の薬剤濃度は移植後30~45日間はイネドロオイムシのLC₅₀値を超えているとし、本虫に対する育苗箱施用剤の防除効果の発現機構を明らかにするとともに、必要な箱当たり処理量を決定した。長柄系統で見られた死虫率の速やかな低下は、個体群のLC₅₀値が高いことが原因と考えられる。

感受性が低下した系統に対するカーバメート系育苗箱施用剤の防除効果は、移植時期や成虫の侵入時期によって大きく左右されると考えられる。千葉県現在の移植期は早く、4月末には約50%の水田で植え付けが完了し

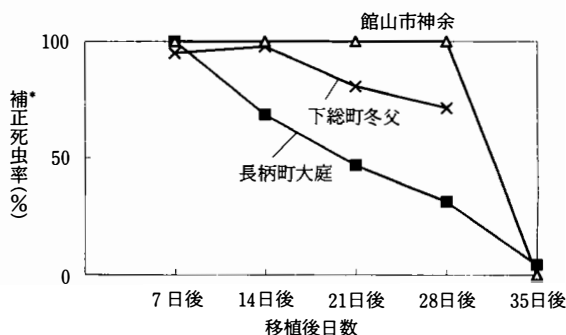


図-1 ベンフラカルブ5%粒剤処理苗接種試験による県内3地区産イネドロオイムシ個体群(1995年, 越冬後成虫)の移植後日数と死虫率の関係

* 苦悶虫は死亡個体とみなした。

てしまう。越冬後成虫の侵入最盛期は5月中旬ごろとなるのが普通だが、移植4~5週間後に成虫が侵入することもまれではない。このように茎葉中の薬剤濃度がLC₅₀値程度になったときに成虫が侵入し、さらに濃度が低下するなかで幼虫が発育することで抵抗性を獲得していったことが想像される。

図-2に、1995, 96年に長柄町大庭地区でベンフラカルブ5%粒剤(50 g/箱)の圃場における防除効果を調査した結果を示す。1995年は、成虫の侵入時期が非常に早く、無処理区では移植12日後に当たる1回目の調査時(5月9日)が既に成虫密度のピークであり、その2週間後には卵数がピークに達した。このような年には抵抗性の発達した地域でもカーバメート系育苗箱施用剤による防除が可能であり、成虫が侵入し、卵数の増加が見られたベンフラカルブ区でも幼虫密度は無処理区に比べて明らかに低かった。

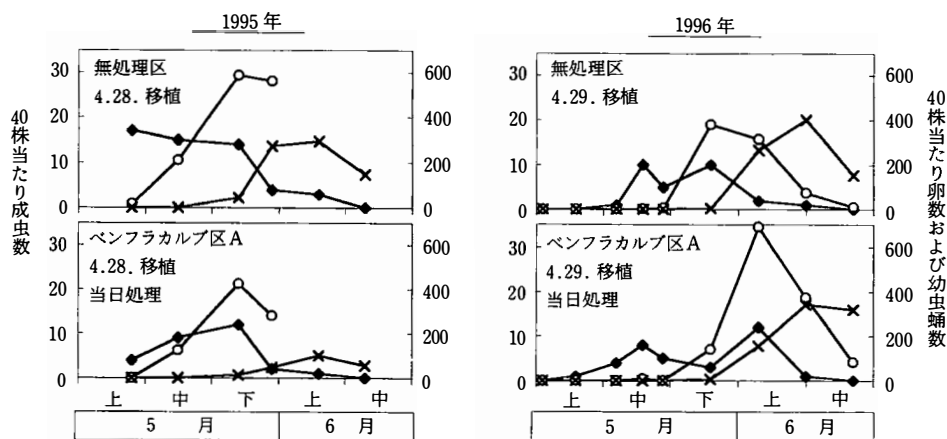


図-2 長柄町大庭地区におけるベンフラカルブ5%粒剤、50 g/箱処理の防除効果

◆—: 成虫, —○—: 卵, —×—: 幼虫蛹

一方、1996 年は 4 月以降の気温が低く推移したためと考えられるが、成虫の侵入時期は遅く、卵数のピークは移植 4 週間後に当たる 5 月 25 日であった。ベンフラカルブ処理区の卵、幼虫の発生時期は無処理区に比べると 1 週間程度遅れたものの、加害最盛期の幼虫密度に大差はなく、明らかな防除効果は認められなかった。

1996 年は、全県的に成虫の侵入が遅延し、カーバメート系育苗箱施用剤の防除効果が期待される地域でも残効切れが原因と思われる被害圃場が散見された。下総町冬父地区における 1995 年の圃場試験では、ベンフラカルブ粒剤 50 g/箱処理で明らかな防除効果を確認していた。しかし、1996 年のベンフラカルブ粒剤 50 g/箱処理区では移植 5 週間後に卵数が増加し、その後幼虫が多発生した。さらに、イミダクロプリド粒剤 50 g/箱処理区でも、移植 58 日後の 6 月 27 日には 40 株当たり 400 頭の幼虫が発生した。防除効果の高い薬剤でも発生が遅れた場合には茎葉中の薬剤濃度が低下し、結果として幼虫が多発してしまう。

2 本田用粒剤

有機リン系の本田用粒剤である MPP は、イネミズゾウムシに対しての登録はあるが、イネドロオイムシにはない。イネドロオイムシに登録のある本田用粒剤で浸透移行性のものは、カーバメート系またはカーバメート・有機リンの混合剤である。そこで、有機リン系粒剤の防除効果を知るため、カーバメート剤に対して感受性の異なる長柄、鴨川、下総の 3 系統の越冬後成虫を用いて 1996 年にポット試験を行った。薬剤は、MPP、PHC (5%)、ダイアジノン (3%)、イミダクロプリド (1%) 粒剤および MPP・PHC 混合粒剤を用いた。5 月 1 日に 1/5,000 a のワグネルポットに 2.5 葉期の苗を 1 株 5 本として 3 株移植し、4 週間後の 5 月 29 日に所定量の薬剤をポットに施用した。その後ポットにナイロンゴースで網かけをし、施用 3 日後に成虫 20 頭 (2 反復) を放飼した。48 時間後に成虫を回収し、苦悶虫を含む死虫率を調査した。

カーバメート剤に対する抵抗性の発達程度にかかわらず、MPP、ダイアジノン粒剤ともに、防除効果はほとんど認められなかった (図-3)。PHC、MPP・PHC 区では抵抗性の発達程度に応じた死虫率が得られ、MPP の相乗効果はないものと考えられた。

カーバメート系剤に対して感受性の高い地域の個体群でも有機リン剤の効果が全くないことから、カーバメート剤に対する感受性の低下とは独立して有機リン剤に対する抵抗性を獲得したとは考えにくく、これらの有機リン剤の効果は元来低かったものと考えられた。

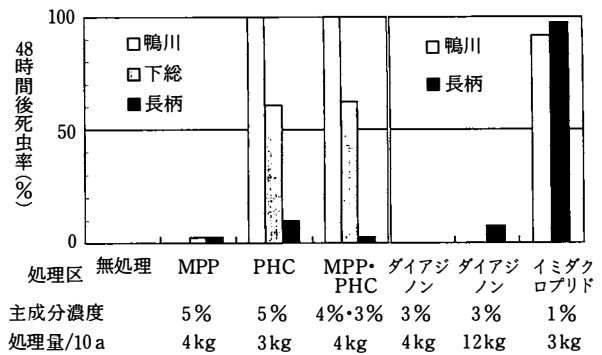


図-3 各種本田粒剤の県内 3 地区産個体群 (1996 年、越冬後成虫) に対する防除効果

* ポット試験による

表-3 各種粉剤のイネドロオイムシに対する防除効果 (1996 年、長柄町大庭)

処理区	主成分濃度	前日	3 日後
		6.11	6.15
無処理	—	299.5	204.0
	幼虫	9.0	26.5
	蛹	—	—
	幼虫蛹補正密度指数	—	—
エトフェンプロックス	0.5 %	385.0	0.5
	幼虫	18.5	9.5
	蛹	—	—
	幼虫蛹補正密度指数	—	3.4
PMP	3.0 %	284.5	7.0
	幼虫	4.0	7.5
	蛹	—	—
	幼虫蛹補正密度指数	—	8.5
BPMC・PAP	2.0 %・2.0 %	364.5	70.5
	幼虫	8.5	20.0
	蛹	—	—
	幼虫蛹補正密度指数	—	31.4
PAP	2.0 %	402.0	111.0
	幼虫	10.5	15.0
	蛹	—	—
	幼虫蛹補正密度指数	—	38.0
MEP	3.0 %	348.5	172.0
	幼虫	4.0	22.0
	蛹	—	—
	幼虫蛹補正密度指数	—	61.9
イソキサチオン	2.0 %	355.5	142.0
	幼虫	6.0	10.0
	蛹	—	—
	幼虫蛹補正密度指数	—	47.6
BPMC	2.0 %	370	235
	幼虫	7	5
	蛹	—	—
	幼虫蛹補正密度指数	—	66.2
PHC	1.0 %	211.0	114.5
	幼虫	7.5	18.0
	蛹	—	—
	幼虫蛹補正密度指数	—	80.2

* 4.29. 移植, 6.12. 散布 (すべて 3 kg/10 a)

数値は 40 株当たり個体数, BPMC は 1 反復, 他は 2 反復の平均。

3 粉剤

幼虫の防除には主として粉剤が用いられる。そこで、1996年に長柄町大庭地区で各種粉剤の防除試験を実施した。薬剤はエトフェンプロックス、PMP、BPMC・PAP、PAP、MEP、イソキサチオン、BPMCおよびPHC粉剤を用いた。処理量はすべて3 kg/10 aとし、6月12日の幼虫最盛期に散布した。

エトフェンプロックスの防除効果が最も高く、PMPがそれに次いだ。PMPを除く有機リン剤およびカーバメート剤の防除効果はこれらより明らかに劣った。PAPまたはBPMCに対する感受性の低下は秋田(佐藤ら, 1993)、岩手(飯村ら, 1991)および長野(吉沢ら, 1990)各県で、PHCに対する感受性の低下とともに既に報告されている。また、BPMC・PAP混合剤による相乗効果も顕著ではなかった(表-3)。

有機リン剤に対する感受性の低下は明らかであり、1996年にはPMPの効果が低下しているという声も一部であった。本剤に対する感受性の変化も確認しておく必要がある。さらに、先の本田用粒剤の結果を考慮すると、カーバメート剤感受性個体群に対しても有機リン剤の防除効果を確認したいと考えている。

IV 薬剤抵抗性イネドロオイムシに対する防除対策

イネドロオイムシの近年の多発は、カーバメート系育苗箱施用剤のみでは抑えられないというのが現在の印象であるが、十分な箱当たり処理量が確保できていない例も多い。処理量が少なくなれば当然残効期間が短くなり、多発する可能性も大きい。感受性低下のレベルが小さい地域では、カーバメート系育苗箱施用剤を使用する場合、箱当たりの薬量を十分確保するよう強く指導している。薬剤抵抗性の発達が確認され、イネドロオイムシの多発地域では、高い防除効果が確認されているネライストキシ系、クロロニコチニル系育苗箱施用剤の使用をすすめている。

イミダクロプリド粒剤の育苗箱施用はイネドロオイムシの多発を契機に千葉県でも普及し始めたところである。しかし、千葉県の水稻の収穫期は早く、ウンカ類の被害が問題となることはまれである。また、斑点米カメシ類を対象とした航空防除も広く実施されているので、本剤の使用は過剰防除となる点も否めない。当面の

育苗箱施用によるイネドロオイムシ防除では、移植当日処理だけという欠点はあるが、カルタップ粒剤の需要が大きい。

1996年はイネミズゾウムシおよびイネドロオイムシの侵入時期が平年より遅く、育苗箱施用よりも本田防除で対応したほうが防除効率が高かった。抵抗性が発達した地域の本田防除では、合成ピレスロイド系剤、PMP剤の使用をすすめている。ただし、合成ピレスロイド系の本田用粒剤は稲体内を浸透移行せず、水面に拡張した有効成分が虫体に接触しないと効果が現れない。成虫に比較するとイネドロオイムシ幼虫に対する効果は劣り、防除適期は成虫発生期である。粒剤を使用する場合には防除時期に注意するよう呼びかけている。

千葉県でイネドロオイムシの薬剤抵抗性が顕著に発達した要因としては、①本県への侵入当初に大発生したときのような、潜在的多発条件があったこと、②同一系統の育苗箱施用剤の広域的な連用、③移植時期が早まった結果、育苗箱施用剤の残効が切れかかるところに成虫が侵入することもまれではなかったこと等があげられる。最大の原因は、定番化した同一系統薬剤の広域的な連用と考えている。以前は農協に育苗箱施用剤が1種類しか常備されていないという地区もあったという。今後は、栽培者が育苗箱施用剤にも様々な特性のものがあることを認識し、経済性も踏まえて最も適当と思われるものを選んで使えるようにするとともに、初期害虫の防除は育苗箱施用だけでないことも理解し、防除方法、薬剤ともにバラエティに富ませることが望ましいと考えている。我々はそのための知識の普及とさらなる研究を怠ってはいられないし、このことが新たな薬剤に対する感受性の低下を抑制することにつながるものと確信している。

引 用 文 献

- 1) 細田昭男ら (1989): 応動昆虫学会報 31: 52.
- 2) 飯村茂之・千葉武勝 (1990): 北日本病虫研報 41: 211.
- 3) ———ら (1991): 同上 42: 194.
- 4) 小林荘一ら (1988): 関東東山病虫研報 35: 128~129.
- 5) 小山正一ら (1983): 日本農薬学会誌 8(2): 183~191.
- 6) 大谷 徹 (1995): 関東東山病虫研報 42: 185~189.
- 7) 佐藤正彦ら (1993): 北日本病虫研報 44: 95~97.
- 8) 渋谷俊一 (1994): 同上 45: 145~146.
- 9) 下松明雄ら (1979): 日本農薬学会誌 4(2): 215~217.
- 10) 藪 哲雄 (1993): 農薬研究 39(4): 68~71.
- 11) 山代千加子ら (1989): 北陸病虫研報 37: 21~23.
- 12) 吉沢栄治ら (1990): 関東東山病虫研報 37: 169~170.

ダイコン萎黄病菌の生態学的研究の現状と展望

名古屋大学農学部土壌生物化学研究室 ^{とよだ} 豊田 ^{こうき} 剛己・^{きむら} 木村 ^{まこと} 眞人

はじめに

日本植物病理学会・土壌伝染病談話会が土壌病害の発生、防除試験、研究等の現況を把握するために実施したアンケート調査 (1992) によれば、前回 (1976) に比べ、*Erwinia* spp. による軟腐病、*Phytophthora* spp. による疫病、*Rhizoctonia solani* による立枯病等の発生が減少し、*Pseudomonas* (*Burkholderia*) *solanacearum* によるナス科作物の青枯病の被害が拡大している。また、*Fusarium oxysporum* による導管病は減少しているものの、依然、被害面積が大きく重要な病害の一つである。ここでは、筆者らが着手しているダイコン萎黄病菌 (*Fusarium oxysporum* f. sp. *raphani*: F.o.r. と略称) に関する生態研究について、世界の動向を踏まえながら、述べることにする。

まず、筆者らの研究の発端について紹介したい。有機物施用によって土壌病害を防除しようとする試みが、土づくり運動とともに生産現場に浸透してきており、その効果を松田 (1980) は、「総括的には有機物施用は葉菜類や果菜類では土壌病害を軽減する方向に働き、根菜類では逆に助長する」と要約し、この結論が広く受け入れられてきたが、この結論は土壌微生物学的観点からはきわめて興味深いものであるとともに、さらに検討されるべきものと考えられた。例えば、キュウリつる割病菌と F.o.r. はともに不完全菌である *F. oxysporum* に分類され、犯す宿主植物が異なることを除けば、全く同一の菌であると考えられるが、同じ有機物の施用がそれらによって引き起こされるキュウリつる割病とダイコン萎黄病に対してまったく相反する効果を与えると結論されている。どうしてこのような差異が生じるのであろうか？この素朴な疑問が、以下に述べる我々の一連の研究を思い立たせる動機となった。

I 土壌中における F.o.r. の各生活環に及ぼす有機物の影響

1 土壌中における F.o.r. の生活環

本菌は土壌中では主に耐久生存体である厚膜胞子の形

態で生存し、宿主根からの基質の供給に伴って、発芽し、菌糸を伸長させる。根面に達した菌糸は根冠表皮の細胞間隙から侵入し、宿主体内で活発に増殖する。この過程で大量の分生胞子、厚膜胞子が形成され、宿主体内には病原菌がまん延する。宿主の枯死後、菌糸、分生胞子は速やかに溶菌し、その一部は厚膜胞子となり、休止状態となる。以上のような生活環が宿主植物の生育との関係で繰り返されている。したがって、土壌微生物学的観点からは、以上の各生活環のいずれか、あるいはいくつかの段階において病原菌の制御が可能となれば (例えば、胞子の発芽や菌糸伸長を抑制する、厚膜胞子形成を抑制する、菌糸あるいは胞子の溶菌を促進する等)、土壌病害は軽減、克服されるはずである。そこで、同一の起源を有し、肥培管理の異なる土壌間 (化学肥料連用土壌および厩肥連用土壌) で F.o.r. の生育をその生活環ごとに比較することとした。

2 供試土壌および実験方法

供試土壌は、名古屋大学農学部附属農場の化学肥料 13 年連用土壌 (以下、化肥区と略称: 全炭素 0.57%, 全窒素 0.055%, pH (H₂O) 4.3) および厩肥 (10 t/10 a) 13 年連用土壌 (厩肥区: 全炭素 4.6%, 全窒素 0.52%, pH (H₂O) 6.9) で、細粒黄色土、矢田統に属する。施用した厩肥は牛の糞尿を含む稲ワラを堆肥化させたものである。

3 非根圏における F.o.r. の生育

まず、本菌胞子の化肥区、厩肥区土壌における発芽率・発芽管伸長を比較したところ、いずれも化肥区に比べ厩肥区で抑制された (木村ら, 1990)。また、他の有機物連用土壌、すなわち、名古屋大学農学部附属農場の別の化学肥料 4 年連用土壌および厩肥 (20 t/10 a) 4 年連用土壌、豊橋農業技術センター (愛知県豊橋市) の化学肥料 9 年連用土壌および堆肥 (3 t/10 a) 9 年連用土壌を用いて同様の実験を行ったところ、やはり化学肥料連用区に比べ有機物連用区において F.o.r. 胞子の発芽率、発芽管伸長は劣っていた (豊田・木村, 未発表)。

4 宿主根圏における F.o.r. の生育 (豊田・木村, 1992a)

菌糸を伸長させた F.o.r. はやがて宿主根面に達する。そこで、宿主であるダイコン根圏における本菌の挙動を比較したところ、本菌のダイコン根圏における生育も化

肥区に比べ厩肥区土壌において抑制されていた。なお、F. o. r. の根圏における生育にはダイコン品種間で顕著な差は認められず、ダイコン萎黄病抵抗性品種である夏の早生 3 号においても、感受性品種である耐病総太りにおいてと同様に、化肥区土壌に比べ厩肥区土壌を用い栽培したダイコンの根圏において本菌の生育が抑制されていた。

5 非根圏における F. o. r. の生存 (豊田・木村, 1991b)

F. o. r. はダイコンに感染後、その体内で活発に菌糸を伸長させるが、やがて植物体の枯死とともに土壌中に入り、溶菌していく。そこで、F. o. r. 菌糸の土壌中における動態を化肥区と厩肥区間で比較したところ、菌糸は化肥区と厩肥区のいずれにおいても培養 1 日目以降溶菌しはじめたが、溶菌速度は化肥区に比べ厩肥区でいちじるしく速かった。また、菌糸の溶菌過程で分生孢子、厚膜孢子が形成されたが、これら孢子の発芽力 (新しい培地 (ダイコン磨砕液) 上での発芽能力の有無によって検定=間接的な孢子の生死の判別となる) は土壌間で大きく異なっていた。化肥区で形成された孢子は培養期間を通じてそのほとんどが発芽力を有していたが、厩肥区の孢子は培養を経るにつれ発芽力が減少した。

以上得られた結果はいずれも土壌中における F. o. r. の菌数、あるいは活性が、化肥区に比べ厩肥区で低下することを示唆した。したがって、病原菌の土壌中における生育を抑制するという観点からは有機物施用は好ましいと判断された。

6 他の病原性フザリウム菌の有機物連用土壌中での生育

F. o. r. とキュウリつる割病菌 (*F. oxysporum* f. sp. *cucumerinum*)、メロンつる割病菌 (*F. oxysporum* f. sp. *melonis*) の土壌中における生態を土壌中における孢子の発芽・発芽管長から比較した (豊田・木村, 1992 b)。発芽率は 11 株の F. o. r.、6 株のキュウリつる割病菌、3 株のメロンつる割病菌すべてにおいて化肥区に比べ、厩肥区で低かった。また、発芽管長も、20 株中 16 株において、化肥区に比べ厩肥区で短いという結果が得られた。つまり、土壌中における病原性フザリウム属菌の生態に関しては、F. o. r. とキュウリつる割病菌やメロンつる割病菌との間で互いに類似しているものと推察された。したがって、同一有機物 (乾燥豚糞) の施用がキュウリつる割病を抑制するのに対し、ダイコン萎黄病を助長する原因としては、両病害を引き起こす病原菌の土壌中における生態の差異によるのではなく、土壌病害発生のもう一つの重要な要因である植物体の病原菌に対

する抵抗力の差異が考えられた。小川 (1988) は、作物の種類によって体内の栄養代謝に対する有機物施用の影響が異なり、キュウリでは豚糞の肥効が抵抗性を高める方向に作用するのに対し、ダイコンでは窒素の効き過ぎなどで、マイナスに働くためと考察している。同様の結果は ISAKEIT and LOCKWOOD (1986) によっても報告されている。すなわち、一般に発病抑止土壌は静菌作用の強い土壌 (病原菌孢子の発芽をより抑制する) であるが、ダイコン萎黄病は例外であったとしている。

以上、F. o. r. の土壌中での各生活環境に対する有機物の効果を検討した結果からは、明らかに化肥区に比べ厩肥区で本菌の生育が劣ることを示しており、土壌微生物学的側面からは、有機物施用は土壌病害防除に有効であると結論された。

II F. o. r. の生育に及ぼす各種有機物の影響 ——堆肥化過程に注目して——

1 熟度の異なる厩肥の F. o. r. の生育に及ぼす影響 (木村ら, 1991)

F. o. r. の生育が厩肥連用土壌において抑制されたことから、この抑制効果が何に由来するのかについて検討を行った。名古屋大学農学部附属農場で用いられている厩肥は、牛の糞尿を含む稲ワラを堆肥化させたものである。そこで、そのもととなる、①稲ワラ、②新鮮な糞尿を含む稲ワラをわずかに堆肥化したもので強烈な悪臭を発する未熟厩肥、③土壌に施用できる段階となった、全く悪臭のしない完熟厩肥、④完熟厩肥を水洗いした脱塩厩肥、以上それぞれの有機物を F. o. r. を接種した化肥区土壌に添加しその効果を検討したところ、稲ワラには病原菌に対する抑制効果はまったく認められなかったが、未熟厩肥、完熟厩肥、脱塩厩肥いずれにおいても F. o. r. に対して厩肥区土壌よりもむしろ強い生育抑制効果が認められた。実験は Nuclepore フィルターを用いて行ったものであり、F. o. r. に対する効果はすべてフィルターを通して及ぶことから、厩肥中の F. o. r. に生育抑制物質の存在が考えられた。そこで、化肥区、厩肥区両土壌抽出液、および完熟厩肥抽出液中における F. o. r. の生育の状況を検討した。完熟厩肥抽出液には強い生育抑制効果が認められたが、厩肥区土壌抽出液には全く生育抑制効果は認められず、化肥区土壌抽出液における抑制効果と同程度であった。したがって、厩肥区土壌の有する F. o. r. に対する生育抑制効果は完熟厩肥の効果とは異なるものと推察され、厩肥を連用することに意味のあることを想像させた。

2 有機物中の病原菌生育抑制物質

厩肥抽出液中の生育抑制物質について、その高い電気伝導度が抑制効果の一因であること以上には我々は研究を進めなかったが、UEDA et al. (1990) は、パーク堆肥がフザリウム病を含むいくつかの土壤病害に有効であるとするこれまでの知見をもとに、この抑制効果がパーク堆肥中の抗菌性物質ステロール類に由来し、このステロール類は細菌、酵母には抗菌性を有さず、*F. oxysporum* をはじめとする幅広い糸状菌に対してのみ抗菌性を示すことを明らかにした。また、この抗菌性を有するステロール類は広く高等植物に含まれることが知られている物質であり興味深い。

3 有機物の施用方法と発病度

ピシウム病の例ではあるが、CHEN et al. (1988) は有機物の施用方法を工夫することにより病害を抑制できると報告している。ピシウム菌は土壤中で発芽し、宿主植物へ感染するために外部からの栄養源を必要とする。したがって、緑肥等の有機物施用と同時に宿主植物を作付けした場合、有機物資材がピシウム菌の栄養源となり、有機物資材は急速にピシウム菌によってまん延され、結果として病原菌密度が増加し、発病率が高くなる。しかし、有機物施用後わずか3、4日後に宿主植物を作付けした場合には反対に発病抑止性が認められる。この抑止性の増加は施用有機物に由来するグルコースをはじめとする炭水化物量の急激な減少と対応し、さらに、土壤中の微生物活性と発病度との間に非常に高い負の相関関係が認められることから、炭水化物量の減少にともない土壤中の微生物活性が高まるため、言い換えれば一般的拮抗作用が高まることにより発病抑止性の増加をもたらすと結論した。我々は、同様の結果をダイコン萎黄病においても見だし、発病抑止土壤、助長土壤に新鮮なダイコン残渣を添加することにより、両土壤の発病抑止性が高まり、その原因としてF.o.r.の菌数減少よりはむしろグラム陰性菌を介した一般的拮抗作用の増大によると推察した (TOYOTA et al., 1995b)。

これらの結果は、未熟あるいは新鮮な有機物の添加が土壤病害防除の上で好ましくなく、控えるのが妥当とされてきたこれまでの考え方を再考させる。つまり、新鮮有機物であっても、施用方法さえ的確であれば土壤病害防除に有効であり、むしろ土壤微生物活性を促進するという点では完熟有機物よりも新鮮有機物のほうが好ましいとも考えられる。

III 厩肥連用土壤のF.o.r.抑止機構

1 発病抑止土壤の抑止機構

病原菌が生存しているにもかかわらず、連作条件下で発病が起こらない、あるいはきわめて少ない、いわゆる発病抑止土壤の抑止の機構は、多くの場合土壤の生物性に起因する。当然、発病抑止性に関与する土壤微生物群の住み場所となっている土壤の物理的、化学的環境もまた抑止性に大きく影響することは言うまでもない。例えば、アメリカ・カリフォルニア州に位置するフザリウム病抑止土壤の抑止性は、土壤を55°C、30分間蒸気殺菌により消失することから、土壤の生物性に由来することが、また、土壤pHを8.0から6.0に低下することによっても抑止性が消失することから、土壤環境が抑止性に大きく影響することが明らかにされている (SCHER and BAKER, 1980)。

我々もオートクレーブ殺菌した化肥区、厩肥区におけるF.o.r.の生育度を検討したところ、化肥区に比べ厩肥区ではるかにその生育は良好であり、厩肥区の抑止機構が土壤の生物性に由来するものと考えられた (木村ら, 1990)。

2 化肥区、厩肥区土壤の微生物性

両土壤の一般微生物 (細菌、放線菌、糸状菌、フザリウム菌) 数を測定したところ、化肥区、厩肥区間で顕著な差は認められなかったが、両区に栄養源としてグルコースとアスパラギンを添加し、その48時間後に再度一般微生物数を測定したところ、両区間で大きな差が認められた。化肥区では添加前と比べ添加後には3~28倍、平均14倍に各種微生物数が増加していたのに対し、厩肥区では2~5倍、平均3倍増加したに過ぎなかった。これらの結果より、厩肥区はこれまで実験に供試している*F. oxysporum*のみでなく、一般微生物の増加をも抑制する作用のあることが推察された (木村ら, 1990)。

一般微生物数に化肥区と厩肥区間で顕著な差が認められなかったので、F.o.r.に対し拮抗性を有する微生物、すなわち拮抗菌数を測定したところ、拮抗菌数、全菌数に対する拮抗菌数の割合はいずれも化肥区に比べ厩肥区で高かった。さらに、これら拮抗菌を鉤菌・単離しその種類を調べたところ、化肥区では拮抗菌のほとんどが放線菌であったのに対し、厩肥区ではグラム陰性拮抗菌が拮抗菌全体の約2割を占めており、厩肥区の抑止機構にグラム陰性菌が関与していることが示唆された (豊田・木村, 1991a)。

3 厩肥区における F. o. r. の抑止性に関与する微生物群 (木村ら, 1991)

グラム陰性菌, 陽性菌さらに放線菌と広い範囲の微生物に対しタンパク質の合成阻害をもたらすストレプトマイシン, グラム陽性菌と放線菌に特有の細胞膜成分の合成を阻害するバンコマイシンの2種類の抗生物質を厩肥区土壤に添加し, 添加に伴う病原菌胞子の発芽率, 発芽管長の変化を測定した。厩肥区の有する発芽率, 発芽管長抑制効果はバンコマイシン添加ではほとんど影響されずむしろ増強される傾向さえ認められた。一方, 厩肥区の抑制効果はストレプトマイシン添加濃度の上昇とともに減少し, 1 kg の土壤当たり 1 g のストレプトマイシンを添加すると, 発芽率や発芽管長は抗生物質無添加の場合の2倍以上となった。用いた抗生物質は細菌の生育必須成分の合成阻害剤であることから, 土壤中で活性のある, つまり F. o. r. になんらかの影響を与える細菌のみを阻害したものと推察される。これらの結果より, 厩肥区における F. o. r. 胞子の発芽, 発芽管伸長の抑制にバンコマイシンでは抑制されず, ストレプトマイシンで抑制される微生物群, すなわちグラム陰性菌が関与していることが示唆された。同様に, 発病抑止土壤, 助長土壤においても, F. o. r. 胞子の発芽は主にグラム陰性菌によって抑制されていることが推察された (TOYOTA et al., 1995b)。

以上の結果は, 厩肥区の F. o. r. の抑制には, 一般的な微生物の“数”だけでなく, 特定の微生物という“質”が関与していることを強く示唆するものである。

4 他微生物の付着による F. o. r. の生育抑制 (豊田・木村, 1991b)

これまでの実験では病原菌をはさんだ Nucleopore フィルターを土壤に埋設し, 一定期間後に取り出し, 病原菌の形態の変化を観察してきた。この際, 他の糸状菌は通過できないが, 細菌, 放線菌は自由に通過できるように 0.8 μm の孔径を有するフィルターを用いてきたが, しばしば F. o. r. の菌体周辺に細菌や放線菌が定着し, それらにより病原菌が溶菌している場面が観察され, 病原菌に寄生性のある微生物の重要性がうかがわれた。そこで, 孔径 0.2 μm のフィルターを用い, 他の微生物が病原菌体に直接接触することを不可能にし, 他微生物の病原菌に対する直接接触の影響を検討した。病原菌菌糸の溶菌と孢子形成に及ぼす他微生物の直接接触の影響を化肥区と厩肥区間で比較したところ, 化肥区では他の微生物の直接接触に伴う病原菌生育抑制効果は小さいものであったが, 厩肥区ではその効果は大きく, 培養7日目, 孔径 0.8 μm 区では, 菌糸はまったく残存していな

かったのに対し, 孔径 0.2 μm 区では, 接種時の 10% の菌糸がなお残存していた。また, 新たに形成された小型分生孢子, 厚膜孢子数はいずれも孔径 0.8 μm 区でいちじるしく少なかった。さらに, 残存している胞子のダイコン磨砕液上に移した場合の発芽力 (胞子の生死を判別) も大きく異なっていた。つまり, 化肥区ではフィルターの孔径の相違に伴う発芽力の差異はほとんど認められなかったが, 厩肥区では発芽力は孔径 0.8 μm 区に比べ, 孔径 0.2 μm 区で高く, その差は培養期間とともに増大した。以上のように, 病原菌菌糸の溶菌, 孢子形成, 胞子の死滅に及ぼす他微生物の直接接触の影響は, 土壤の相違 (化肥区と厩肥区) に比べて小さいものの, 他微生物の直接接触の影響が厩肥区における病原菌抑制効果の一因を担っていることが推察された。

5 F. o. r. の厚膜胞子に付着する微生物

厩肥区における病原菌の生育抑制に, 病原菌に定着する微生物が関与していることが示唆されたので, それら微生物を走査型電子顕微鏡 (SEM) を用い観察した (豊田・木村, 1991 c)。

SEM を用いた観察では, 化肥区で形成された分生孢子, 厚膜胞子には培養期間を通してほとんど微生物が付着していなかった。他方, 厩肥区では培養4~6日目に一部の厚膜胞子に付着菌が観察され, 培養10日目には8割近い厚膜胞子に付着菌が認められた。付着菌にはその厚膜胞子表面への付着様式から三つのタイプ (胞子表面に密着する菌, 胞子表面から気中あるいは胞子表面へと疑似菌糸を伸ばす菌, 胞子に貫入している菌) の存在がうかがわれた。培養14日目にはほとんどすべての厚膜胞子に付着菌が観察され, その約6~7割の厚膜胞子において胞子表面に密着して巨大なコロニーを形成する付着菌が観察された。さらに, 化肥区で形成された厚膜胞子は, そのほとんどが発芽力を有していたが, 厩肥区で形成された厚膜胞子は, 培養10日目には発芽力を維持していたものの, 14日目にはその大半が発芽力を消失していた。同時に行った SEM 観察の結果とを統合すると, F. o. r. 厚膜胞子はその表面に微生物が付着・増殖することによって発芽力が低下・消失すると推察された。また, 厚膜胞子表面に密着する付着菌は培養10日目から14日目にかけて急増しており, 厚膜胞子表面はある種の微生物にとって好適な生育環境であることが示唆された。

ついで, それら微生物を単離・同定したところ, 先に示した三つのタイプの内, 表面に密着するタイプの菌はグラム陰性の *Pseudomonas stutzeri* あるいはグラム陽性の *Pimelobacter* spp., 胞子表面から気中へと疑似菌

糸を伸ばすタイプの菌は同定に至らなかったものの、胞子に貫入するタイプの菌は *Sphingomonas* spp. であることが判明した (TOYOTA and KIMURA, 1993)。また、室内モデル系においてこれらの厚膜胞子付着菌、特に *Pseudomonas stutzeri* により、本菌糸の溶菌、胞子の発芽力の低下・消失が促進されることを確認した (TOYOTA and KIMURA, 1993)。さらに、厚膜胞子付着菌 *Pseudomonas stutzeri* の拮抗力を増強するために、糸状菌細胞壁の溶菌酵素であるキチナーゼを導入した (TOYOTA et al., 1994b)。得られた組換え体の F. o. r. に対する拮抗力が増強されたことが土壤中に埋設した Nucleopore フィルター上で確認されたので、両者を直接、土壤中に接種し、その効果を検定した。親株、組換え体ともに F. o. r. に対する拮抗力は非常にわずかで、土壤中に直接接種した場合、F. o. r. と拮抗菌とが会っていない可能性が示唆された (豊田, 1993)。

畑場における発病抑止性ととの明確な相関関係は得られていないが、病原菌体にある種の微生物が付着、定着し病原菌を死滅させる例がこれまでに報告されている。ある種の細菌、あるいは大型の土壤アメーバはタバコ黒根病菌に小孔を開け、死滅させる (HOMMA et al., 1979)。また、ある種の *Pseudomonas* spp. はコムギ斑点病菌 (FRADKIN and PATRICK, 1985) あるいはササゲ炭腐病菌 (SRIVASTAVA et al., 1996) に定着し、やはり死滅させる。このような病原菌とそれに寄生、あるいはそれを捕食する微生物との関係は、土壤病害の生物的防除を確立するうえできわめて重要であるが、なお多くの不明点が残されている分野である。

これら病原菌に付着、あるいは定着し病原菌を死滅させる微生物は生物防除のうえできわめて有効な拮抗菌と考えられ、このような微生物が厩肥区でのみ多数観察されたことはきわめて興味深い結果である。

IV 発病抑止土壤、助長土壤における F. o. r. の菌数変化

これまでの結果は Nucleopore フィルターに接種した病原菌を土壤中に埋設し、その後の変化を顕微鏡により観察したものであった。ところで、希釈平板法による菌数変化によって土壤中における病原菌の動態を類推することも多い。そこで、土壤中における病原菌の菌数変化について検討した。駒田 (1976) は *F. oxysporum* の生存が発病助長土壤である褐色火山灰土、鈣質土に比べ抑止土壤である黒ボク土で困難であることを報告している。他方、AMIR and ALABOUVETTE (1993) は、発病抑止土壤に比べ、助長土壤で *F. oxysporum* f. sp. *lini* の死滅

が速いことを報告している。我々の研究では、化肥区、厩肥区間で病原菌の死滅速度に顕著な差は認められなかったものの、病原菌胞子の発芽を促すような処理をした場合、化肥区では生存が良好になるのに対し、厩肥区では死滅が促進されることが確認された (TOYOTA and KIMURA, 1992)。発病抑止土壤、助長土壤を用いた場合にも同様な傾向が認められ、助長土壤は化肥区的な、抑止土壤は厩肥区的な挙動を示した (TOYOTA et al., 1995 b; TOYOTA et al., 1994 a)。また、LARKIN et al. (1993) も *F. oxysporum* f. sp. *niveum* の菌数変化が抑止土壤と助長土壤間で差異はないものの、乾燥・湿潤のサイクルを繰り返すと抑止土壤で死滅が速くなることを報告している。これらの結果は、土壤中における病原菌の挙動を単に菌数のみから評価することの危険性を示唆し、GARRETT (1970) が指摘しているような、病原菌密度と内在エネルギー量の積である inoculum potential の重要性が再認識されるとともに、一定温度・湿度の培養実験ではなく、環境変動を伴う実験系の重要性を示唆した。

V 土壤中における F. o. r. の生育に及ぼす各種土壤微生物の先住効果

フランスの有名なフザリウム病抑止土壤では、非病原性のフザリウム菌が主に関与しており、その抑止機構は両者間での養分、あるいは住み場所に対する競合によると考えられてきた (ALABOUVETTE, 1986)。非病原性のフザリウム菌の高い競合力は、単位炭素当たりで形成される propagule 数の多さから明らかにされている (COUTEAUDIER and ALABOUVETTE, 1990)。ところで、F. o. r. あるいはフザリウム菌は土壤中で他の微生物と競合するのか、その場合どういった微生物群と競合するか、また、土壤中の住み場所はどこかといった基本的な課題に我々は全く答えられないでいる。そこで、F. o. r. の土壤中での生育にどのような微生物がどのように影響するのかを推定するために、各種土壤微生物 (グラム陽性菌、グラム陰性菌、糸状菌) の F. o. r. に対する先住効果を検定した。すなわち、殺菌土壤にまず各種土壤微生物を単独で前接種しあらかじめ定着させた後、そこに F. o. r. を接種し、その後どの程度生育できるのかを測定した (TOYOTA et al., 1995 a, 1996 a)。先住菌が細菌のときに比べ、糸状菌特に同属の *Fusarium* spp. である場合、本菌の生育は顕著に抑制され、遺伝的に近縁な微生物ほど、より共通な栄養要求性、住み場所を有することが推察された (TOYOTA et al., 1995 a)。また、本菌の生育をあまり抑制しなかった先住菌である土壤細菌 (*P. stutzeri*, *Pimelobacter* spp.) と F. o. r. とを同時に殺菌

土壤に接種した場合、両者はお互いにほとんど競合しなかった (TOYOTA et al., 1995 a)。先住菌がグラム陽性の *Pimelobacter* spp. の場合、F. o. r. の生育は、土壤抽出液中では顕著に抑制されるものの、殺菌土壤中では全く影響を受けず、この傾向は土壤の水分含量、あるいは密度を変えても同じであったことより、土壤中における両者の住み場所が異なることが推察された (TOYOTA et al., 1996 b)。これらの結果は、拮抗菌による生物防除を試みる場合、ある種の拮抗菌は土壤中で F. o. r. と異なる部位に定着してしまい、ほとんど相互に影響し合わない可能性を示唆した。

HOPER et al. (1995) によれば、助長土壤に montmorillonite, illite を添加し、pH を上昇させることにより、土壤の抑止性が高まる。このとき、抑止性の高い土壤では土着の *F. oxysporum* の菌数も高くなっている。我々の研究においても、ダイコン残渣を土壤に添加することにより発病抑止性が高まったが、このとき、土着の *Fusarium* spp. 菌数は 100 倍近く増加していた (TOYOTA et al., 1995 b)。これらの因果関係ははっきりしないが、少なくとも土着の *F. oxysporum* が多い土壤では、接種された *F. oxysporum* の生育が著しく制限されることを我々の研究は推察させた。

VI 生物的防除に向けて

アメリカ・カリフォルニア州およびフランスの有名なフザリウム病抑止土壤からその抑止性の本体となる拮抗菌が単離・同定され、前者では蛍光性 pseudomonads が (SCHER and BAKER, 1980)、後者では非病原性のフザリウム菌が (ALABOUVETTE, 1986) それぞれその主体をなしていることが明らかにされている。また、世界各地でさまざまな土壤病害に対する有望な拮抗菌がしばしば単離されている。しかし、現在までのところ、これら拮抗菌を単離した後、再度土壤に接種した場合その定着性が不安定なのが実情であり、ましてや拮抗菌のみを増殖させたり、あるいはその増減を制御することは二、三の特殊な例を除きほとんど不可能であるため、圃場レベルで拮抗菌を利用した生物防除の成功例はごく限られている。一つの新しい試みとして CORBERT et al. (1993) は、拮抗菌である *P. putida* に土壤細菌にはほとんど資化されることのないサリシネート分解遺伝子を有するプラスミドを導入し、サリシネートの土壤への添加を調節することにより、その組換え菌の土壤、根圏における制御を可能なものとした。しかし、本例は非常に特殊な例であり、ある拮抗菌 1 種どころか、蛍光性 pseudomonads

のみを特異的に増殖させることすら不可能に近い。したがって、特定の微生物の定着、増殖にかかわる因子 (個生態学) についての知見を早急に蓄積する一方で、生物防除の確立には、環境中での定着能を有し、なおかつ病原菌と共通の住み場所を有する微生物に遺伝子操作等を用いて拮抗能を賦与する、あるいは、特定の拮抗菌を用いるのではなく、ごく普通の土壤に存在する土着微生物群の一般的拮抗作用を、有機物施用等で増強するのが最も着実な防除手段といえるであろう。

引 用 文 献

- 1) ALABOUVETTE, C. (1986): *Agronomie* 6(3): 273~284.
- 2) AMIR, H. and C. ALABOUVETTE (1993): *Soil Biol. Biochem.* 25(2): 157~164.
- 3) CHEN, W. et al. (1988): *Phytopathol.* 78(3): 314~322.
- 4) CORBERT, S. F. et al. (1993): *Appl. Environ. Microbiol.* 59(7): 2056~2063.
- 5) COUTEAUDIER, Y. and C. ALABOUVETTE (1990): *FEMS Microbiol. Ecol.* 74: 261~268.
- 6) FRADKIN, A. and Z. A. PATRICK (1985): *Can. J. Plant Pathol.* 7(1): 7~18.
- 7) GARRETT, S. D. (1970): *Pathogenic Root-infecting Fungi*. Cambridge University Press, London, 294 pp.
- 8) HOMMA, Y. et al. (1979): *Phytopathol.* 69(10): 1118~1122.
- 9) HOPER, H. et al. (1995): *Soil Biol. Biochem.* 27(7): 955~967.
- 10) ISAKEIT, T. and J. L. LOCKWOOD (1986): *Can. J. Plant Pathol.* 8(3): 289~296.
- 11) 木村真人 (1990): *日本土壤肥科学雑誌* 61(6): 586~591.
- 12) ——— (1991): 同上 62(1): 14~20.
- 13) LARKIN, R. P. et al. (1993): *Phytopathol.* 83(10): 1105~1116.
- 14) 松田 明 (1981): *植物防疫* 35: 108~114.
- 15) 小川 圭 (1988): 講座 微生物段階の土作り—4 土壤病害をどう防ぐか、農山漁村文化協会.
- 16) SCHER, F. M. and R. BAKER (1980): *Phytopathol.* 70(5): 412~417.
- 17) SRIVASTAVA, A. K. et al. (1996): *Biol. Fertil. Soils* 22(3): 136~140.
- 18) 豊田剛己 (1993): 名古屋大学農学部博士論文. 193 pp.
- 19) ———・木村真人 (1991 a): *日本土壤肥科学雑誌* 62(1): 21~26.
- 20) ——— (1991 b): 同上 62(2): 122~127.
- 21) ——— (1991 c): 同上 62(5): 533~535.
- 22) ——— (1992 a): 同上 63(5): 566~570.
- 23) ——— (1992 b): 同上 63(6): 703~704.
- 24) TOYOTA, K. and M. KIMURA (1992): *FEMS Microbiol. Ecol.* 102: 15~20.
- 25) ——— (1993): *Soil Biol. Biochem.* 25(2): 193~197.
- 26) TOYOTA, K. et al. (1994 a): *Soil Sci. Plant Nutr.* 40(3): 373~380.
- 27) ——— et al. (1994 b): *Soil Biol. Biochem.* 26(3): 413~416.
- 28) ——— et al. (1995 a): *ibid.* 27(1): 41~46.
- 29) ——— et al. (1995 b): *FEMS Microbiol. Ecol.* 16: 261~268.
- 30) ——— et al. (1996 a): *Soil Biol. Biochem.*, in press.
- 31) ——— et al. (1996 b): *ibid.*, in press.
- 32) UEDA, T. et al. (1990): *ibid.* 22(7): 987~991.

ダイコンわっか症の発生実態と防除

徳島県立農業試験場 かな いそ やす お
金 磯 泰 雄

はじめに

徳島県東部の海岸砂地地帯とその西側に続く砂壤土の畑地帯では、1,000 ha 余に青果用の秋播きダイコンが栽培されている。品種は古くは白首の大蔵3号が主であったが、1980 年以後青首ダイコンの需要の増加に伴い、耐病総太りが導入され、1990 年ごろから新貴聖、青さかり、阿波白陽が栽培されている。しかし1990 年には県下各地で、これらダイコンの根部表面に大小様々なリング状斑紋（通称わっか症、以下も同じ）が発生し、商品価値を著しく損ねることから大きな問題となった。

同様な症状は神奈川県、岐阜県でも同じころあるいはそれ以前から発生しており、それぞれ「UFO」、「ハンコ」と呼ばれ、新潟県では「オリビック」などの呼称がある。その他、和歌山県、島根県および愛媛県でも発生が確認されるなど、ダイコン栽培地帯の多数の産地で発生が見られる状況になっている。これらについては1995 年11 月の名古屋市におけるダイコンわっか症検討会（主催：農林水産省野菜・茶業試験場）において、すべて同じ症状であることが確認された。

本症状は、竹内・萩原（1978）および農林水産省野菜試験場（当時）（1979）がとりまとめた、ダイコン根部異常症には記載がなく、新しい根部異常症と考えられる。したがって、本症の発生はそれ以後と思われるが、一部先人の意見では従前から観察されたことがあるとのコメントもある。しかしいづれにしても発生原因は解明されておらず、対策についてもまったくわかっていない。

そこで、1990 年以後の徳島県各地におけるわっか症発生の実態調査や対症療法的な薬剤等による防除試験を実施し、一部を報告した（金磯、1995；金磯ら、1996）。現在もなお、生理障害あるいは病原菌に起因する病害の2 方面から検討中であるが、発生実態の一部が判明し、応急的な薬剤による発生抑制方法が確立できたので、ここに紹介する。

I わっか症の症状

ダイコン根部に発生するわっか症については口絵写真に示した。最初は輪郭のぼんやりした淡い黒色のリング状であることが多いが、後になって明瞭なリング状斑紋となることが多い。形は口絵写真 A のように通常円～だ円形をしており、大きさは直径2～3 mm の小さなものから1～2 cm の大型のものまで見られる。発生部位は拡大図（口絵写真 B）のように隆起状組織上に多く、点状のものも観察される場合がある（筆者は点状のものも同一原因と考えている）。また病斑は古くなると中央部が褐変して口絵写真 C のようになり、亀裂、陥没した円形あるいは不正形の褐斑症状を示すことがある。

症状部の断面は口絵写真 D のように褐変は表層部に限られ、1～2 mm の深さにとどまっていることがほとんどである。通常わっか症は形が変わらないことが多いが、発生が早い場合は前述したように中央部が褐変化することがあり、その後の生育に伴って亀裂を生じ、二次的にリゾクトニア属菌（根腐病菌）等糸状菌が侵入し、内部まで褐変が進行して腐敗することがある。この場合

表-1 徳島県におけるダイコンわっか症の発生実態（1992～93 年）

栽培	場所	栽培時期		発生品種名	土性	発生程度	備考
		播種期	収穫期				
露地	鳴門市	9 月中～10 月上旬	12～2 月	青さかり、新貴聖	砂 土	多～甚	YR くらま発生少
	藍住町	〃	〃	阿波白陽	砂壤土	多～甚	
	市場町	〃	〃	青さかり	〃	中～多	
	井川町	5 月中～6 月上旬	7～10 月	関白	埴壤土	中～多	中山間地の新規開墾地
施設	鳴門市	10 月中～11 月中	3～4 月	青さかり	砂 土	中～多	ビニルハウス
	山川町	11 月	5～6 月	天麗	壤 土	中～多	大型トンネル

発生程度：甚 発生株率 71 % 以上，多 41～70 %，中 21～40，少 1～20，無 0

の根腐病との区別はかなり難しい。

II 発生実態

徳島県における 1992～93 年のダイコンわっか症の発生実態については、表-1 に示した。わっか症は兩年とも産地のほぼ全域で観察され、露地あるいは施設栽培を問わず見られた。栽培時期別では露地の秋冬作（9 月中～10 月上旬播種）の栽培面積が広いので、被害が最も大きい。品種では青さかり等 5 品種で観察され、土性も砂土だけでなく壤土でも同様に発生している。また中山間地の夏ダイコンでは、新規開墾地の植壤土（赤土）に播種した関白で発生を見た。これらの結果、作期や場所、土性等とわっか症発生との間には、関係がないことがわかった。なお栽培品種では、YR くらまでの発生が少ない傾向が認められた。

III わっか症の発生と品種間差

1992 年 8 月 12 日と 9 月 20 日に、5 品種を砂壤土へ播種した場合の発生状況を図-1 に示した。8 月 12 日の夏播きでは播種後 3 か月余の 11 月 15 日に阿波白陽で、同 20 日に青さかり、青はまれの両品種で発生した。一方、おしんの発生は 12 月 5 日で、新貴聖、福味 2 号はさらに遅く 12 月 25 日であった。9 月 20 日の秋播きでは播種後 2 か月半の 12 月 3 日から青さかりで発生し、阿波白陽は年明けの 1 月 5 日、新貴聖と青はまれは同 10 日に初発生と遅かった。

5 品種のうちの 3 品種における 4 か月後の 1 株当たりのわっか症発生数を見ると、夏播き、秋播きの順に、阿波白陽が 2.3 と 10.6、青さかりが 1.0 と 11.4、新貴聖が 0 と 2.0 で、この年は秋播きでの発生数が多かった。この場合同一採種種子を播いていることから、同じ種子でも播種期が異なると発生株率や発生数が大きく異なることが判明した。

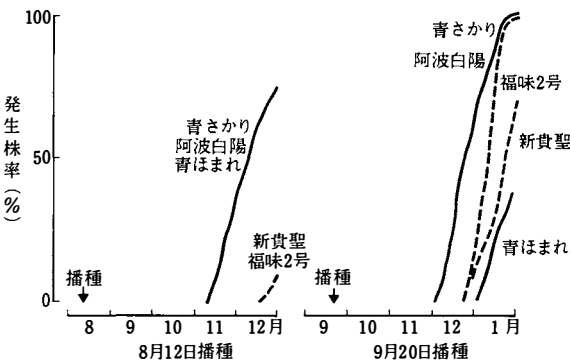


図-1 ダイコン 5 品種におけるわっか症発生株率の経時的推移 (1992)

これとは別に 16 品種を供試した 2 回の比較試験では、まったく発生しない品種は認められなかった。しかし品種間差は明瞭で、大蔵、冬どり大蔵、夏みの早生 3 号、YR くらまの発生は少なく、青さかり、新貴聖等では多かった。

IV 栽培方法とわっか症の発生

1992 年 9～10 月に、黒色ポリエチレンフィルムによるマルチ栽培あるいはマルチ畦内クロロピクリン消毒した圃場へ、3 回に分けて播種した青さかりにおける発生推移を表-2 に示した。初発生は 9 月 10 日播きのマルチ栽培で 12 月 7 日、土壤消毒区で翌 8 日、慣行の無処理が 3 日と発生時期に大きな差は見られなかった。各栽培とも播種が早いと初発が早く、その後の時日の経過とともに増加しており、マルチ栽培や土壤消毒とわっか症発生との関係は認められなかった。なお播種後 3～4 か月までの同じ日の調査では、播種が早いほど発生が多い傾向が前項同様顕著に見られ、わっか症発生とダイコンの生育ステージの間に何らかの関係のあることが示唆された。

表-2 マルチング、土壤消毒とダイコンわっか症の発生および生育 (1992)

栽培方法	播種月日	発生株率 (%)			1 株当たり発生数			生育 (12.25)		
		12.14	1.12	1.17	12.14	12.25	1.27	根長 (cm)	根径 (mm)	重量 (g)
マルチング	9.10	20	35	90	0.6	1.1	18.5	37.6	83.4	1,896
	9.21	15	35	80	0.2	0.7	5.6	36.8	81.8	1,620
	10.2	0	10	50	0	0.3	1.4	33.0	64.7	934
土壤消毒 (マルチ畦内ク ロロピクリン)	9.10	15	25	100	0.2	1.3	22.2	37.4	87.0	1,931
	9.21	5	25	90	0.1	0.8	39.3	34.5	76.1	1,204
	10.2	0	5	70	0	0.1	4.6	27.8	65.5	806
無処理	9.10	20	75	100	0.3	7.9	43.1	39.0	89.5	2,155
	9.21	15	10	100	0.2	0.2	12.8	31.8	74.8	1,118
	10.2	0	0	35	0	0	0.7	28.8	65.4	890

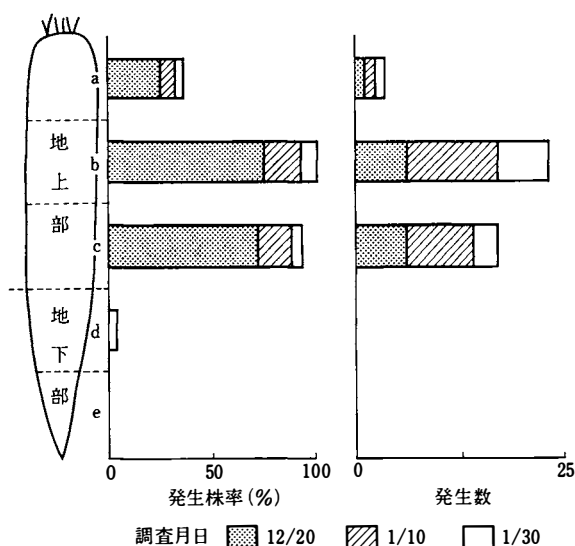


図-2 ダイコン根部の各部におけるわっか症の発生株率と発生数の推移 (青さかり, 1992年9月20日播種)

V 発生の特徴

わっか症は、秋播きでは通常播種後2か月半～3か月の間に初発生し、その後漸増あるいは急増するという2パターンをとることが多い。このことは、前述のようにダイコンの生育とわっか症発生に何らかの関係があることを推察させる。また本症の発生部位についても明瞭な特徴が見られる。すなわち、2か年の春夏作および秋冬作各2作計4作のわっか症の発生部位は、ダイコン根部での地上部露出部がほとんどで、地下埋没部での発生は極めて低率であった。ちなみに地下部のみに発生した株は、調査した青さかりおよびおしん各1,000株中、おしんに1株認められただけで、地上部ともども発生した株数でも7株と10株に過ぎなかった。

根部を5等分した場合のわっか症の発生分布について、1992年9月20日播きの青さかりの結果を図-2に示した。通常b部で初発を見ることが多く、早い時期にはb～cの発生がほとんどで、その後生育が進むにつれて上下へ広がる傾向が見られた。しかし例外的に早い時期から根頭部aに見られることがまれにある。また発生は普通写真で紹介したように隆起状組織上に多く観察され、それらの組織はb, c部で明瞭であった。なお1月10日までは地下部の発生はなかったが、同30日には地下部にも発生が認められた。したがって発生調査は地上部主体にしてもあまり問題がないものと考えられる。

表-3 ダイコンわっか症に対する各種殺菌剤の灌注効果 (徳島農試, 1993, 砂壤土)

供試薬剤	希釈倍数	発生株率 (%)	発生度
ジチアノン・銅水和剤	500	0.0	0.0
ジチアノン	1,000	16.7	5.1
塩基性塩化銅	1,000	25.0	7.1
キャプタン	500	20.0	6.0
マンゼブ	500	3.4	0.2
ヒドロキシイソキサゾール液剤	500	36.7	13.8
イソプロチオラン乳剤	1,000	10.1	2.7
水道水		70.0	47.2
無処理		83.3	56.4

$$\text{発生度} = \frac{4A + 3B + 2C + D}{4 \times \text{調査株数}} \times 100$$

発生程度別基準(1個体当たり) A: わっか数11以上, B: わっか数6～10, C: わっか数3～5, D: わっか数1～2, E: 発生なし

VI 薬剤防除

1 各種殺菌剤の灌注効果

徳島農試圃場の砂壤土において、7薬剤をジョウロで m^2 当たり1ℓ灌注した結果は、表-3に示した。各薬剤ともに発生抑制効果が認められたが、ジチアノン・銅水和剤とマンゼブ水和剤が卓効を示し、イソプロチオラン乳剤もかなり抑制した。他剤の効果はかなり劣ったが、ジチアノン・銅水和剤の各成分であるジチアノンあるいは塩基性塩化銅の両水和剤はともに発生を抑制した。

2 各種殺菌剤の散布効果

鳴門市の砂土の2圃場で8薬剤を散布した結果を表-4に示した。大津町ではジチアノン・銅水和剤が卓効を示し、TPNあるいはキャプタン剤等の効果も高いが、マンゼブとジネブ剤の効果は低かった。これに対して、里浦町ではマンゼブ、ジネブ両水和剤の効果が高く、TPN、ジチアノン・銅およびキャプタン水和剤の抑制効果も大津町同様認められた。

3 ジチアノン・銅水和剤の時期別施用効果

鳴門市の砂土におけるジチアノン・銅水和剤の散布時期とわっか症発生抑制効果について表-5に示した。9月21日播き青さかりの結果では、播種後1か月間における1回散布の効果は全般に低いが、21日あるいは30日後の抑制効果はやや高かった。また2回散布でも播種直後と10日後の散布より、21日を前後に組入れた散布の効果が高かった。さらに3回散布の効果は極めて高く、発生を完全に抑制した。

4 薬剤の施用量と防除効果

農試圃場の砂土と砂壤土で実施した結果 (データ省

表-4 ダイコンわっか症に対する各種殺菌剤の散布効果 (鳴門市, 1993, 砂土)

供 試 薬 剤	希釈倍数	大津町			里浦町		
		発生株率 (%)	発生日度	薬害	発生株率 (%)	発生日度	薬害
マンゼブ 水和剤	600	55	22.5	—	0	0	—
ジネブ //	600	45	13.8	—	0	0	—
TPN //	1,000	20	5.0	—	5	1.3	—
ノニルフェノール	500	20	5.0	±	35	8.8	—
スルフォン酸銅 //							
キャプタン //	800	20	5.0	—	10	2.6	—
水和硫黄剤	800	60	33.8	—	20	5.0	—
ヒドロキシソ	800	25	8.8	—	50	15.0	—
キサゾール液剤							
ジチアノン・銅水和剤	500	0	0	±	5	1.3	—
水道水		—	—		50	15.0	
無処理							
		85	65.0		70	28.8	

薬害の土は極軽微で生育への影響なし

表-5 ダイコンわっか症に対するジチアノン・銅水和剤の散布時期と防除効果 (鳴門市大津町, 1993, 砂土)

播種後処理時期 (月/日)				発生株率 (%)	発生日度	薬害
0 (9/21)	10 (10/1)	21 (10/12)	30 日後 (10/21)			
○				90	53.8	—
	○			85	37.5	±
		○		45	20.0	—
			○	40	11.3	—
○	○			70	30.0	±
	○	○		10	3.8	±
		○	○	10	3.8	—
	○	○	○	0	0	±
		無処理		85	65.0	

供試品種：青さかり (9月21日播種)

薬剤処理：500 倍液を 10 a 当たり 200 l 散布 (9月21日のみ灌注)

略), 両土壌ともジチアノン・銅水和剤 500 倍の 10 a 当たり 200 l 以上の散布で高い抑制効果が認められ, 300 l 以上で効果がより安定した。

5 各種植物成長調整剤の施用効果

植物成長調整剤 6 剤をジチアノン・銅水和剤と比較検討した結果を表-6 に示した。ベンジルアミノプリン液剤のみがジチアノン・銅剤と同様に発生を抑制し, 他剤の効果は認められなかった。なお, 同液剤の効果はジチアノン・銅剤よりもやや遅い時期における散布が有効であった。

お わ り に

ダイコン根部に障害を起こすいろいろな病害あるいは生理障害については, 多くの複雑な原因が考えられてい

表-6 ダイコンわっか症に対する各種植物成長調整剤の散布効果 (徳島農試, 1993, 砂土)

供試成長調整剤	希釈倍数	発生株率 (%)	発生日度
ベンジルアミノプリン液剤	100	5.9	2.3
ダミノジット水溶剤	200	61.5	10.4
コリン 液剤	300	86.7	32.8
ジベレリン //	50	38.5	10.5
マレイン酸ヒドラジド //	200	88.9	78.3
ワックス 水和剤	20	83.3	64.5
ジチアノン・銅 //	500	6.3	1.8
水道水		73.6	26.9
無処理		68.8	30.4

る (竹内・萩原, 1978; 農林水産省野菜試験場, 1979)。そのほとんどが病原菌や微量要素欠乏であることが判明しているが, 横しま症等発生原因が複雑なものも見られる (柏木・山本, 1977; 大林・平石, 1979; 金磯, 1982; 金磯・黒島, 1982)。今回の根部表面のわっか症については, 昭和 54 年の野菜試験場のアンケート調査 (農林水産省野菜試験場, 1979) に記載がない点から, 発生は最近になってからと考えられるが, 以前から観察されたとする声もある。この点に関して筆者の知る範囲では, 1990 年以前からの発生事例があったことから, 全国的に問題となったのが 1992 年以後ということになろう。

ダイコン根部のわっか症は, 徳島県では栽培方法, 土性, 品種を問わず全県的に発生した。品種間差は認められるが, 同一採種子でも播種時期や年次によって大きく変動するなど, わからないことが極めて多い。これらのことから, 本症がもし病原菌に起因するなら土壌伝染

性あるいは種子伝染性の病害かと推察された。実際わっか部においては古生菌類の一種オルピディウム属菌の一種がしばしば観察され、病原菌ではないかと見られる節がある。しかし同菌が絶対寄生菌で培養できないこと、あるいは種子消毒および土壌消毒効果が認められず、未耕作の開墾地でも発生することなど、病害とするには解決しなければならないハードルが多い。

単なる病害とは考え難い今一つの大きな理由として、秋冬作では播種3か月ごろから発生するなど、ダイコンの発育との関係で発生時期がかなり決まっており、その後成熟とともにその組織に沿って発生が増加するのが観察されることにある。これは筆者(1982)が報告した横しま症の発生とよく似ており、細胞組織の老化など、植物の生理的要因も関係していることをうかがわせる。

以上のように、ダイコン根部に発生するわっか症については、不明な点ばかりでいまだに病害かそうでないか判明していない。しかし現場を預かる研究者にとって

は、対症療法であっても発生抑制が可能となれば一つの前進であろう。今回は作物適用のある薬剤中に効果の高い剤があるなどラッキーな面もあり、現場へ即導入できる実用技術として紹介した。今後関係機関の協力のもと、本症発生のメカニズムが明らかにされることを切望したい。

引用文献

- 1) 金磯泰雄 (1982): ダイコン黒変症発生原因の解明と防除対策技術 (農林水産省野菜試編): 75~98.
- 2) ———・黒島忠司 (1982): 四国植防 17: 51~64.
- 3) ——— (1995): 同上 30: 57~63.
- 4) ———ら (1996): 徳島農試研報 31: (印刷中).
- 5) 柏木弥太郎・山本 勉 (1977): 日植病報 43(3): 303.
- 6) 農林水産省, 野菜試験場 (1979): ダイコンの生育障害の名称, 研究資料 6: 84.
- 7) 大林延夫・平石雅之 (1979): 神奈川園試研報 26: 52~59.
- 8) 竹内昭士郎・萩原 廣 (1978): 植物防疫 32: 289~293.

発行

日本植物防疫協会

「昆虫の飼育法」

湯嶋 健・釜野静也・玉木佳男 共編

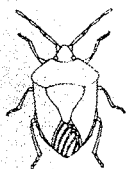
収録種(項目)数 126 種

B5判 400 ページ

定価 12,000 円 (本体 11,650 円) 送料サービス

昆虫の飼育法

湯嶋 健
釜野静也 編
玉木佳男



社団法人 日本植物防疫協会

昆虫の飼育法について、実際に飼育に従事されている方に、独特のコツを含めて詳述していただいた。総論では、共通性のある、餌の種類／人工飼料の調整／飼育虫の病気対策／虫質管理／飼育環境／飼育施設／飼育計画と作業計画などを、各論では、126 種(項目)の虫につき、材料の採集／餌／飼育法／作業計画／注意事項と問題点／参考文献などを詳述。付録に、ビタミン混合とその作り方、無機塩混合物とその作り方、昆虫用市販人工飼料リストを付す。

〈お申し込みは前金(現金書留・郵便振替)で本会まで〉

植物病原細菌に対するバリダマイシン A の活性

武田薬品工業株式会社農業科学研究所 いし かわ りょう 石 川 亮

はじめに

バリダマイシン A (VM-A, バリダシンの有効成分) は *Streptomyces hygroscopicus* var. *limoneus* の生産する疑似オリゴ糖で、アミノ配糖体に属する抗生物質である。VM-A は *Rhizoctonia solani* によるイネ紋枯病に卓効を示し、*R. solani* とその近縁の菌による病害の防除薬剤として開発された。VM-A は *R. solani* に対して、PSA や PDA 培地など、栄養が豊富な培地上では抗菌活性を示さないが、トレハロースを唯一の糖源としたときに抗菌活性を示す (SHIGEMOTO, et al., 1992)。

最近、VM-A が数種植物病原細菌に対してトレハロースを唯一の糖源としたときに抗菌活性を示すことが判明した。さらにこれらの中の一部の細菌による病害に対して、VM-A が防除効果を示すことが判明したので、ここで述べたい。

I 抗 菌 活 性

Pseudomonas solanacearum を用いて糖源を変えて VM-A の抗菌活性を調べた。培地は *R. solani* のときと同様に、完全合成寒天培地であるツアベック寒天培地を用い、これに数種の糖源をそれぞれ加え、VM-A 添加による菌の増殖の影響を調べた。しかし、グルコース、ガラクトース、マンノース、サッカロース、マンニトール、イノシトール、グリセロール、ピルビン酸を唯一の糖源としたときには、VM-A は菌の増殖に影響を与えなかったが、トレハロースのときのみ、VM-A は菌の増殖を抑制した。

そこで数種植物病原細菌についてトレハロースを唯一の糖源 (一部菌株については、生育因子としてメチオニン、ニコチンなどを混入) としたときの VM-A の抗菌活性を調べた。試験は培地上に菌を塗り付け、30°C で 4~7 日間培養し、生育状況を調べた。その結果、*Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*, *P. glumae*, *P. solanacearum*, *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*, *X. campestris* pv. *citri*, *X. campestris* pv. *oryzae*, *X. campestris* pv. *pruni* において、VM-A による増殖の抑

制が認められた。しかし、グルコースを糖源としたときには、VM-A はこれらの菌株に対して全く抗菌活性を示さなかった。

P. solanacearum について、トレハロース液体培地での VM-A の増殖抑制効果を経時的に観察した。試験は糖源を加えていない培地、トレハロースを 0.5% 加えた培地、トレハロース 0.5% に VM-A を 50 $\mu\text{g/ml}$ 加えた培地にそれぞれ病原菌を接種し、30°C で静置培養した。菌数は、病原菌接種直後、1, 3, 5, 8 日後に希釈平板法により、病原菌数を計測した。その結果、*P. solanacearum* は糖源がなくても培養 3 日後まで約 10^6 cfu/ml まで増殖を続けた後、増殖スピードが遅くなり、その後の増殖はほとんど認められなかった (図-1)。糖源としてトレハロースを加えた培地では、試験最終の培養 8 日後まで菌は対数的に増殖し続けた。これに対して、トレハロースに VM-A を加えた培地では、培養 3 日後までは糖源なしの培地やトレハロースを加えた培地とほぼ同様に、菌は対数的に増殖を行ったものの、その後は増殖スピードが遅くなり、糖源がない培地での増殖スピードとほぼ同じ程度の緩やかな増殖曲線を示した。以上のように、トレハロースを唯一の糖源としたときの

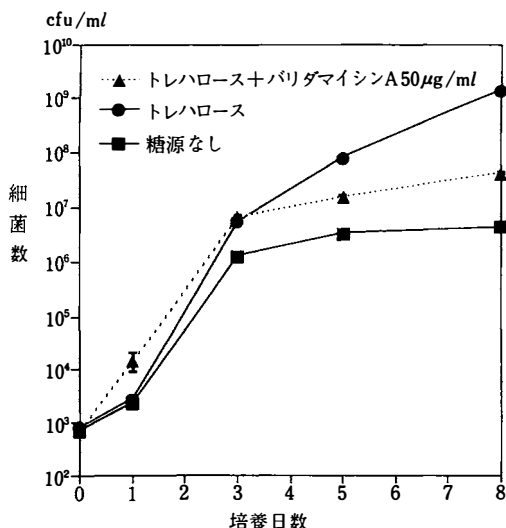


図-1 液体培地中でのバリダマイシン A の *Pseudomonas solanacearum* に対する増殖抑制効果
図中の棒線は標準誤差を表す。

in vitro での *P. solanacearum* に対する VM-A の抗菌活性は、増殖抑制効果であることが判明した。

次に、抗菌活性の認められた菌株の一部について、*in vivo* で防除試験を行った。

II ナス科植物青枯病

トマト、ナス、ジャガイモなどのナス科植物青枯病は、*P. solanacearum* による土壌伝染性の難防除病害である。これら病害の防除薬剤としては、土壌滅菌を目的とした、クロルピクリンや臭化メチルなどの土壌くん蒸剤が用いられている。しかし、これらの薬剤は処理後の十分なガス抜きが必要であり、また植物栽培中の使用は不可能である。現在のところ、植物の栽培中に青枯病が発生した場合には、その発病植物を廃棄し、周辺植物への病気の拡大を抑えるのが唯一の防除法である。

1 トマト青枯病ポット試験

トマト（品種：大型福寿）を用いた温室内のポット試験を行った。試験は 1/5,000 a のワグネルポットにトマトを栽培し、炭酸カルシウムと水で調整した VM-A の 5%ペースト剤をトマト茎にミニドリルで穴をあけ、約 0.2 ml 充填した。処理部位は、病原菌の増殖が著しい地際部、およびそこからやや離れた部位である第一花房直下（地際部から約 30 cm の高さの部位）に処理した。その 7 日後に *P. solanacearum* 懸濁液（約 10^8 cfu/ml）をポット当たり 500 ml 灌注接種し、温室内で栽培し、発病株率を調査した。その結果、接種 20 日後に無処理が 91.7% の発病株率のときに VM-A 処理は地際部処理で 33.3%、第一花房直下処理で 25% の発病株率であっ

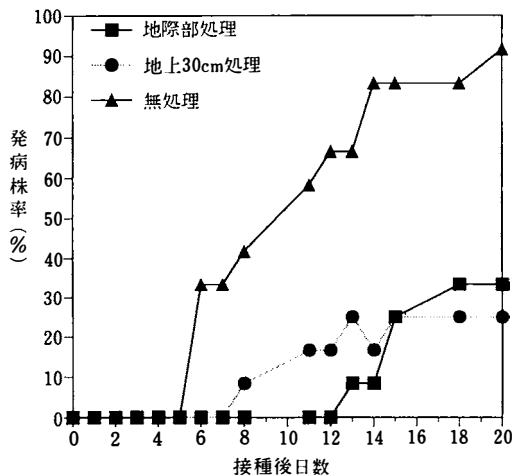


図-2 バリダマイシン A によるトマト青枯病防除試験（温室内ポット試験）

た（図-2）。この結果より、処理部位が地際部から 30 cm 高の部位であっても VM-A は防除効果を示すことが判明した。

2 トマト青枯病圃場試験

次にトマト青枯病防除の圃場試験を行った。VM-A は原体を用い、1994 年 7 月 29 日、8 月 5 日の 2 回 250, 500 μ g/ml の濃度を茎葉に散布した。接種は 8 月 3 日に 1.8×10^8 cfu/ml の濃度の菌液を 1 株当たり 100 ml 灌注して接種し、その後、日本植物防疫協会の調査基準に基づいて発病度を調査した。その結果、接種 28 日後には無処理は 95% の発病度とほとんどすべての株が枯死してしまった（図-3）。しかし、VM-A 処理では 250, 500 μ g/ml でそれぞれ 51, 45% の発病度であった。VM-A は圃場試験の茎葉散布で、トマト青枯病の

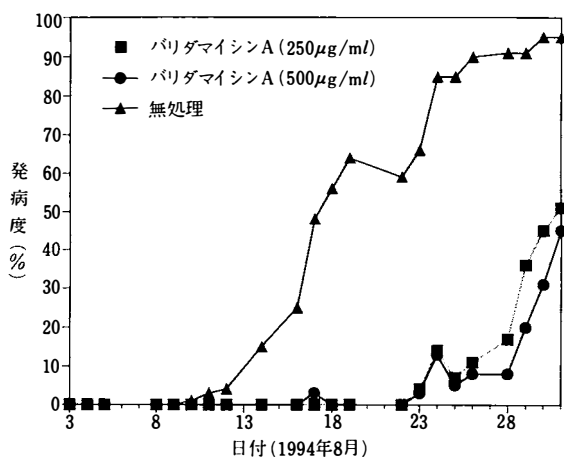


図-3 バリダマイシン A によるトマト青枯病防除試験（圃場試験）

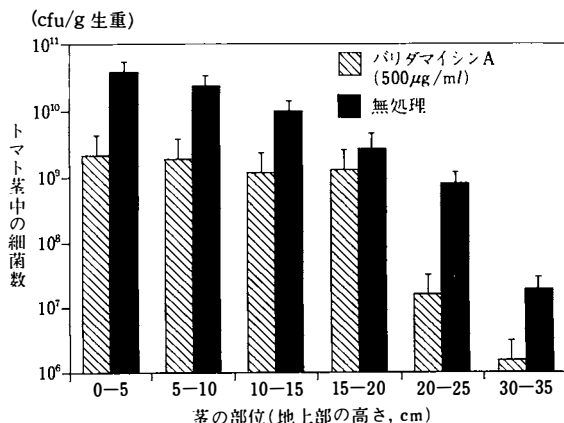


図-4 バリダマイシン A 処理のトマト茎からの青枯病菌の検出
図中の棒線は標準誤差を表す。

病徴の進展を10～14日遅らせる効果があることが判明した。

3 トマト茎内の青枯病菌量

トマト茎内での青枯病菌を選択培地を用いて検出した。VM-Aは原体を500 $\mu\text{g/ml}$ を茎葉に散布し、1週間後に青枯病菌を接種した。その10日後にトマト茎を地際部から5 cm 間隔で切り取り、100 mlの蒸留水に数mmの厚さに切って入れ、一晚茎から菌を流出させた。菌の懸濁液は選択培地を用いた希釈平板法により菌数を計測した。その結果、無処理のトマト茎からは、地上0～5 cmの部分からは 3.8×10^{10} cfu/g 生重が検出されたが、VM-A処理トマト茎からは 2.1×10^9 cfu/g 生重と約1/18の量しか検出されなかった(図-4)。これらのことから、VM-Aはトマト茎内での青枯病菌の増殖を抑えることにより、発病を遅延させるものと考えられた。

III キャベツ黒腐病

キャベツ黒腐病は *X. campestris* pv. *campestris* による病害で、連作地では土壤中にすき込まれた被害植物で伝染する、土壤伝染性の細菌病である。土壤中の病原菌は雨粒などで跳ね上がり、葉縁の水孔や傷口から感染する。感染した病原菌は導管を伝わって組織に広がる(木曾, 1984)。この病害の防除薬剤としては、銅剤や抗生物質剤などが一般的に用いられている。

1 キャベツ黒腐病ポット試験

VM-Aはトレハロースを唯一の糖源とする培地で *X. campestris* pv. *campestris* に対して抗菌活性を示したの

で、キャベツ黒腐病ポット試験を行った。薬剤は、15.6, 62.5, 250 $\mu\text{g/ml}$ の濃度のVM-A液を茎葉に散布した。風乾後に病原菌懸濁液を注射器で葉の中肋部に注入した。接種後24時間24°Cの湿室に置き、その後は23°Cで栽培し、病斑面積率を調べた。その結果、接種12日後に無処理は約23%の病斑面積率となり、このときVM-Aは15.6 $\mu\text{g/ml}$ 処理で12%の病斑面積率であった(図-5)。また、VM-Aの62.5, 250 $\mu\text{g/ml}$ はほとんど病斑の進展は認められなかった。このときのキャベツ葉内の細菌量を、選択培地を用いて希釈平板法で調べた。その結果、無処理では約 10^9 cfu/g 生重であったが、15.6 ppm処理では無処理と菌量は差はなかったものの、62.5, 250 $\mu\text{g/ml}$ 処理では約 10^7 cfu/g 生重と、1/100の量であった(図-6)。

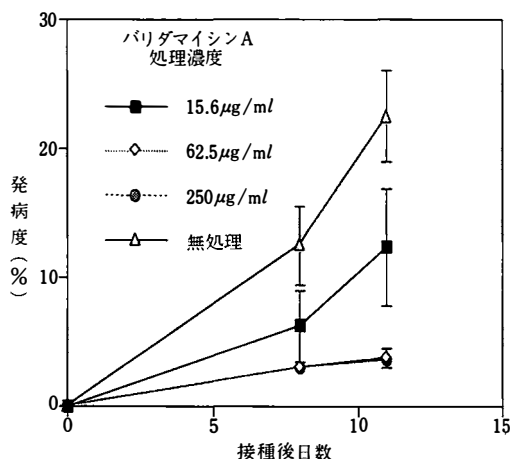


図-5 パリダマイシン A によるキャベツ黒腐病防除効果試験(温室内ポット試験)
図中の棒線は標準誤差を表す。

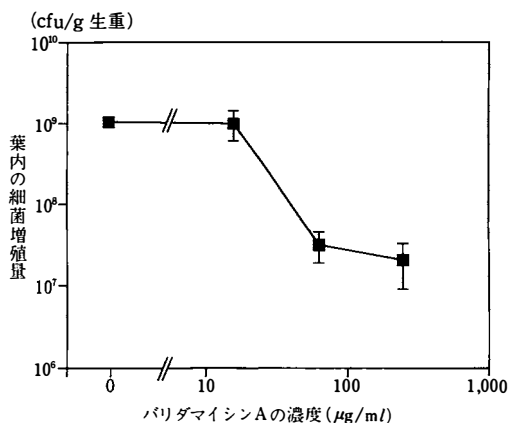


図-6 パリダマイシン A 処理のキャベツ葉内の細菌増殖量

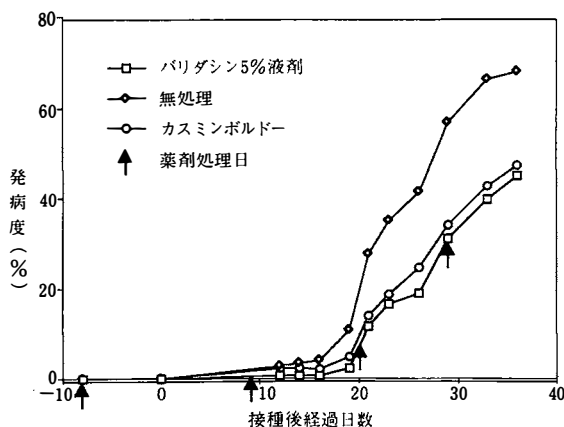


図-7 パリダマイシン A によるキャベツ黒腐病防除試験(小規模圃場試験)

2 キャベツ黒腐病小規模圃場試験

キャベツ黒腐病防除の小規模な圃場試験をファイロンハウス内で行った。バリダシン液剤 (5%, 800 倍液) を茎葉に散布し、接種は 1×10^6 cfu/ml の病原菌懸濁液を植物当たり 10 ml 噴霧し、その後ビニルシートで覆いをして 24 時間多湿状態とし、その後発病度を調査した。その結果、無処理で接種 12 日後に初発が認められた (図-7)。VM-A 処理区は無処理と比較して病徴の進展が遅く、また、接種 36 日後に対照薬剤のカスミンボルドー 1,000 倍液とほぼ同等の防除効果を示した。

現在バリダシン液剤 5 の、キャベツ黒腐病に対する適用拡大の登録を申請中である。

IV その他の細菌病害

現在、その他の細菌病害として、トレハロース培地で抗菌活性が認められた菌による病害のうち、モモせん孔細菌病 (*X. campestris* pv. *pruni*)、イネもみ枯細菌病 (*P. glumae*) などについて、圃場での防除効果を検討中である。

お わ り に

VM-A は永年にわたって、糸状菌である *Rhizoctonia solani* とその近縁の菌による病害の防除薬剤として用いられてきた。しかし、トレハロースを唯一の糖源とする培地で抗菌活性の認められた細菌による病害の一部に対して、ポット試験、圃場試験で VM-A は防除効果を示した。また、植物体からの細菌数を計測したところ、VM-A は植物体内での細菌の増殖を抑制していた。これらのことから、キャベツ黒腐病、トマト青枯病の病徴

発現は、植物体内での病原細菌の数と関係していることが考えられた。

VM-A のキャベツ黒腐病、トマト青枯病の防除効果は発病遅延効果であった。ナス科植物青枯病のように、植物栽培中の防除法のない土壤病害を、散布処理で防除することは、処理法が簡単であり、しかも土壤灌注処理のように薬剤が複雑な土壤環境に左右されることのない、有用な防除法であると考えられる。

VM-A の作用機作は *R. solani* のトレハロース分解酵素であるトレハラーゼを阻害することが明らかにされている (ASANO et al., 1987; SHIGEMOTO et al., 1989)。また、VM-A は *P. solanacearum* 由来のトレハロース分解酵素も阻害することが確認されている (石川ら, 1996)。トレハロースは *R. solani* においては転流糖として (SHIGEMOTO et al., 1992)、昆虫においては血糖として用いられている (河野, 1995)。トレハロースの役割は、一般的には熱、低温、乾燥などから、酵素などのタンパクや核酸の立体構造を保護するものと考えられている。しかし、植物病原細菌におけるトレハロース、トレハラーゼの役割は依然として不明である。現在のところ、これらを含めて、VM-A の細菌病に対する作用機作の解明のための研究を行っている。

引用文献

- 1) ASANO, N. et al. (1987): J. Antibiotics 40: 526~532.
- 2) 石川 亮ら (1996): 平成 8 年度日本植物病理学会大会講演要旨集. p. 107.
- 3) 木曾 皓 (1984): 野菜病害の診断技術, タキイ種苗, 京都, p. 90.
- 4) 河野義明 (1995): 化学と生物 33: 259~261.
- 5) SHIGEMOTO, R. et al. (1989): 日植病報 55: 238~241.
- 6) ——— (1992): 同上 58: 685~690.

新刊紹介

(このほど、下記の図書を寄贈いただきましたので、ご紹介します。)

「寄生虫放飼による害虫防除法の原理」

E. F. ニップリング 著

小山重郎・小山晴子 訳

B5 判・上製, 224 ページ・図表 40 枚

定価 10,300 円

東海大学出版会 1996 年発行

不妊虫放飼法の創始者としてわが国でも名高く、1995 年度の「日本国際賞」の受賞者である、E. F. ニップリング氏が、寄生虫の大量放飼による害虫防除に関する理

論を展開された書。著者と旧知の小山重郎・小山晴子氏が、著者の前書「害虫総合防除の原理」(東海大学出版会 刊)に続いて共訳された。

害虫の寄生虫が自然の状態で共存している場合には、その害虫を、目的とするレベルまで防除することは難しいが、この寄生虫を大量に増殖し、害虫と寄生虫の移動範囲を超えるような広い地球に放飼すれば、きわめて効果的にこの害虫を防除することができる。本書は、寄生虫の大量放飼による害虫防除に関する理論を、アメリカの重要害虫についての豊富なデータに基づくシミュレーションモデルを通して解説したものである。

わが国においても、寄生虫など天敵利用による害虫防除法に強い関心が寄せられている折り、格好の道案内の書といえる。

寄生性昆虫の寄主発見プロセスと信号物質

日本農業株式会社総合研究所 木 村 雅 行

はじめに

植食性昆虫、捕食性昆虫、寄生性昆虫のいずれの場合においても、昆虫はその生息する環境下で適当な食糧を獲得しなければならず、そのために多様な生理生態的特徴を有しているといっても過言ではない。なかでも、寄主範囲の狭い単食性昆虫や狭食性昆虫は寄主の発見および獲得の際にその寄主に対して特に適応した生態を示している。寄生性昆虫の多くは一般的にその寄主範囲が狭く、その寄主を発見するまでのプロセスは寄生性昆虫の種類だけあると言えるほど多様である。それゆえ、それらを簡潔にまとめることは難しいが、寄生性昆虫が環境からの何らかの情報を手掛かりにして寄主に至っているという点では共通している。本稿では、寄生性昆虫が寄主発見のプロセスにおいて何を手掛かりにしているかについて、信号物質 (semiochemical) との関係を中心に紹介したい。

I 寄主発見プロセスと信号物質の分類

寄生性昆虫が寄主発見に至るまでの行動は、①寄主の生息場所の発見 (host habitat location)、②寄主の発見 (host location)、③寄主の容認 (host acceptance)、④寄主の適合 (host suitability)、の4段階に大きく分けられる (DOUTT, 1959)。しかし、種によってはその各段階の区別があいまいな場合もあり、また、さらに多くの段階に細分化できる場合もある。いずれにせよ、寄生性昆虫が各段階において適当な刺激を受けることによって

探索行動を行い、最終的に寄主を発見し、寄生に成功する。寄生性昆虫が寄主を発見する際には、臭いや接触化学物質などの化学的刺激や視覚・触覚・聴覚などの物理的刺激が手掛かりとなるが、一般的には化学的な刺激によって探索行動が解発されている (VINSON, 1985)。このような生物個体間の情報のやりとりの際に利用される化学物質は信号物質 (semiochemical) と呼ばれ、便宜的に表-1のように分類されている。例えば、アブラムシの放出するネベトラクトンは雌が雄を誘引するための性フェロモンの構成成分の一つとして同種個体間で作用する (DAWSON et al., 1987) が、同時にアブラムシに寄生するコマユバチ科 *Praon* 属の寄生蜂がその性フェロモンに誘引されて寄主へと導かれる (HARDIE et al., 1994) ことから、他種に作用する物質の中で受容者に有利な活性物質すなわちカイロモンに分類できる。蛇足ながら、ネベトラクトンはネコ科の動物を魅きつける作用もあり、その多様な生理活性は興味深い (McELVAIN et al., 1942)。

一方、物理的な刺激を寄主発見の手掛かりとしている例としては次のような場合がある。寄生バエの一種 *Colcondamyia auditrix* は、セミ科の *Okanagana Rimosa* の雄が雌を呼ぶ鳴き声に誘引される。寄生された雄は音を発することができなくなり、*C. auditrix* はそれ以上誘引されず過寄生に至らない (SOPER et al., 1976)。

II 植物由来の誘引物質

寄生性天敵が寄主の生息場所を発見する際に、寄主が

表-1 信号物質の分類

1 フェロモン (pheromone)	同種他個体に体する活性物質。
2 アレロケミカル (allelochemical)	異種の生物個体間に作用するの活性物質、他種間作用物質。次の四つに分類される。
a アロモン (allomone)	生産者に有利な生理反応、行動を引き起こす活性物質。
b カイロモン (kairomone)	受容者に有利な生理反応、行動を引き起こす活性物質。
c シノモン (synomone)	生産者、受容者の両方に有利な生理反応、行動を引き起こす活性物質。
d アンチモン (antimone)	生産者、受容者の両方に不利な生理反応、行動を引き起こす活性物質。

生息・摂食する植物由来の物質を利用する場合が多い。その際、寄主による加害の有無にかかわらず植物に誘引される場合と寄主による加害を受けた植物に誘引される場合に分けられる。前者の例としてはモモアカアブラムシに寄生するコマユバチ科の *Diaeretiella rapae* に関する報告がある (READ et al., 1970)。この寄生蜂はアブラナ科植物の成分であるアリルイソチオシアネートに誘引されるが、たとえ寄主が加害していてもアリルイソチオシアネートを有しない植物の場合は誘引されない。後者の例としてはシロイチモジヨトウとその幼虫寄生蜂である *Cotesia marginiventris* の関係が有名である。TURLINGS ら (1990, 1991) によると、シロイチモジヨトウによって食害されたトウモロコシからは揮発性のテルペノイドが発生し、それに寄生蜂 *C. marginiventris* が誘引される。しかし、トウモロコシを物理的に傷つけた場合の誘引性は低く、また、食害された植物とシロイチモジヨトウ幼虫のどちらを選択するかを試みたところ、寄生蜂は食害された植物への選好性が強かったのである。この場合、テルペノイドを放出したトウモロコシとそれを受容した寄生蜂の双方が利益を受けることになり、この信号物質はシノモンに分類できる。このような植物、植食者およびその天敵という三つの異なる栄養段

階の生物間の相互作用は三栄養相互作用 (Tritrophic interaction) と呼ばれ、近年この視点からの研究が盛んに行なわれている (VET and DICKE, 1992)。

III 寄主由来のカイロモン

寄生性天敵は以下に述べるように、寄主に由来する様々な物質をカイロモンとして利用している。

1 卵に関連するカイロモン

卵寄生の場合、**カイロモンが卵自体に由来する場合**や寄主成虫が卵周辺に残したものに由来する場合があります、ゴキブリコバチを例にとって紹介したい。ゴキブリコバチはゴキブリの卵鞘に産卵するヒメコバチ科の寄生蜂である (図-1~4)。雌成虫はゴキブリの糞や卵鞘、成虫表皮などの主要な構成成分である (Z, Z)-6, 9-ヘブタコサジエンに誘引される (SUTER et al., 1996)。次に寄生蜂は卵鞘表面に付着したゴキブリ雌成虫の付属腺由来のシュウ酸カルシウムに反応して、触角による drumming や tapping, 産卵管による drilling など一連の産卵行動を行う。この場合、卵鞘とほぼ同じ形状のガラス玉にシュウ酸カルシウムを塗布した場合は反応を示す (図-5) が、ガラス板に塗布した場合は反応を示さないことから、卵鞘の形状という物理的な要因も重要であることが

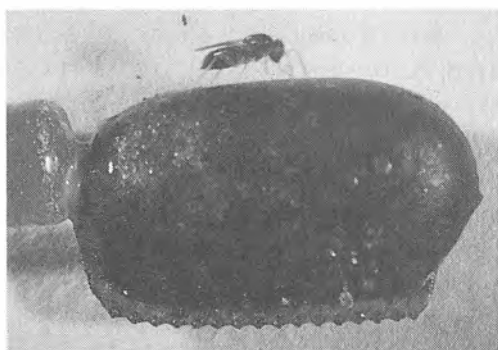


図-1 卵鞘を tapping しているゴキブリコバチ

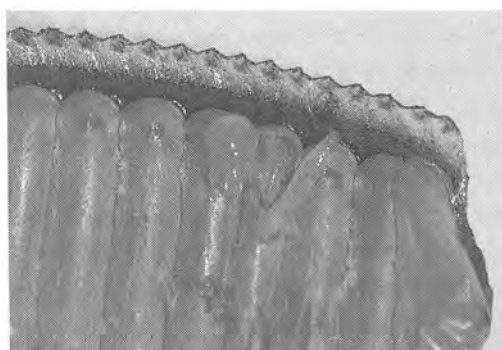


図-3 寄生 5 日後の卵鞘内



図-2 産卵中のゴキブリコバチ

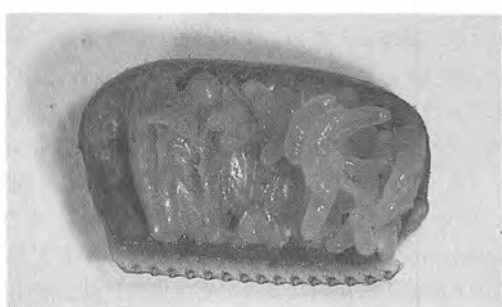


図-4 寄生 10 日後の卵鞘内

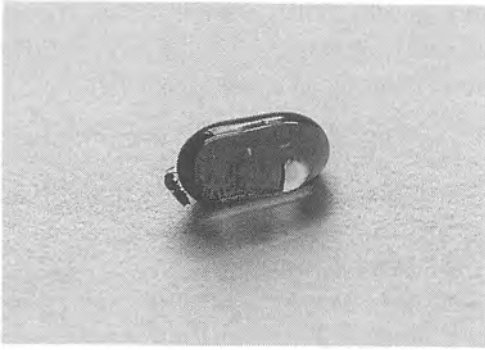


図-5 シュウ酸カルシウムを塗布したガラス玉を探索中のゴキブリコバチ

わかる (VINSON and PIPER, 1986)。一方、ヨトウタマゴバチの場合、*Helicoverpa zea*, モンシロチョウ, オオモンシロチョウ成虫が産卵時に卵の周辺に残した鱗粉に刺激されて寄主卵の探索を行う (NOLDUS and LENTEREN, 1985; JONES et al., 1973)。*Helicoverpa zea* については鱗粉中のトリコサンが主な活性物質として同定されている (JONES et al., 1973)。

2 幼虫に関連するカイロモン

幼虫に寄生する場合、幼虫の糞や体表ワックス、大腮腺・絹糸腺の分泌物などがカイロモンとして報告されている。カラマツハバチ *Cephalcia lariciphila* の幼虫寄生蜂であるヒメバチ科の *Olesicampe monticola* は寄主幼虫の新鮮な糞に接触することによってその探索行動が活発になるが、糞が古くなるとその活性は低くなる (LONGHURST and BAKER, 1981)。新鮮な糞は古い糞に比べて寄主の存在場所により近い情報であると考えられ合理的である。また、トビコバチ科の *Microterys flavus* は寄主であるヒラタカタカイガラムシの甘露によって探索行動が活発になり、その活性物質としてフルクトース、スクロースなどが同定されている (VINSON et al., 1978)。アブラバチ科の寄生蜂 *Aphidius nigripes*, *Aphidius rhopalosiphii* もアブラムシの甘露によって探索行動が活発になる (BOUCHARD and CLOUTIER, 1984; BUDENBERG, 1990) が、同時に、そのアブラバチに寄生する二次寄生蜂をも誘引することが知られている (BUDENBERG, 1990)。一方、トビコバチ科のルピーアカヤドリコバチはルピーロウムシの体表ワックスによって産卵行動が解発され、テルペノイドアルコールがそのカイロモンとして同定されている (高林ら, 1986)。ヒメバチ科の寄生蜂 *Venturia canescens* は寄主であるスジコナマダラメイガ幼虫の大腮腺の分泌物によって寄主探索行動が活性化される (MUD● and CORBET, 1982)。この大腮腺の分泌物は

スジコナマダラメイガ幼虫の密度調節に重要な役割を示し (CORBET, 1971), 種特異性の高い物質といえる。また, *Apanteles melanoscelus* は Gypsy moth 幼虫の絹糸腺の分泌物に反応するが, その際, 糸状のものに塗布した時のみ反応し物理的な刺激も重要である (WESSELOH, 1977)。

3 成虫に関連するカイロモン

成虫由来の物質をカイロモンとして利用している例では, 寄主の放出するフェロモンに誘引される例が多い。ツヤコバチ科の *Prospaltella perniciosi* はサンホーゼカイガラムシの雌成虫が発する性フェロモンに (RICE and JONES, 1982), ヤドリバエ科の *Trichopoda pennipes* はミナミアオカメムシの集合フェロモンに誘引される (HARRIS and TODO, 1980)。また, Apple maggot の雌成虫は果実に産卵した後, 産卵忌避フェロモンを果実表面に分泌するが, そのフェロモンに卵寄生蜂 *Opius lectus* が反応する。しかし, 同じ Apple maggot に寄生し, 寄生ステージが老齢幼虫である *Opius alloeus* はこの産卵忌避フェロモンに反応しない (PROKOPY and WEBSTER, 1978)。一方, 寄生蜂の中に便乗 (phoresy) と呼ばれる寄主探索方式を行う種がある。これは寄生者が寄主とは別の個体に運ばれて寄主に到達するものである。例えば, ドクガクロタマゴバチはタイワンキドクガの雌成虫の腹部の毛束の中に潜り込んで運ばれ, ドクガの産卵が始まると離れてその卵に産卵する。この寄生蜂も寄主雌成虫の性フェロモンに誘引されている (若村・新垣, 1995)。

IV その他の誘引物質

微生物や非生物由来の物質を寄主探索の手掛かりに利用している場合もある。ミバエ幼虫の寄生蜂でコマユバチ科の *Biosteres longicaudatus* は腐ったモモに発生したカビが生産するアセトアルデヒド, エタノールなどに誘引される (GREANY et al., 1977)。同様に, ショウジョウバエの幼虫寄生蜂でタマバチ科の *Leptopilina heterotoma* は寄主の餌である酵母菌に由来するエタノール, 酢酸エチル, アセトアルデヒドなどに誘引される (DICKE et al., 1984)。イエバエの囲蛹に寄生するコガネコバチ科のキョウソヤドリコバチは, 寄主が存在しなくても腐肉のにおいに誘引される (LAING, 1937)。

おわりに

以上のように, 寄生性昆虫はフェロモンなど種特異的な情報の交信をキャッチしたり, 寄主と植物との相互作用によって生じる物質や寄主の排せつ物・分泌物など寄

主の生息場所に直結する情報を探索することによって正確に寄主に到達でき、その合理的な探索方法には驚かされる。このような信号物質の害虫防除への応用については、将来十分期待できると思われる。実際、LEWIS ら (1982) は *Trichogramma* spp. が寄主探索に利用している *Helicoverpa zea* の性フェロモンを合成し、寄主の生息場所に処理することによって寄生率を高めたとの報告がある。しかし、若村・新垣 (1995) が指摘しているように、寄主の性フェロモンに寄生性昆虫が誘引される場合などは寄主の交信かく乱をすると同時に天敵の寄主探索効率を低下させる懸念があり、注意が必要であろう。

引用文献

- 1) 新垣則雄ら (1995) : 日本昆虫学会・応用動物昆虫学会 合同大会講演要旨集 : 80~81.
- 2) BOUCHARD, Y. and C. CLOUTIER (1984) : Can. J. Zool. 62: 1513~1520.
- 3) BUDENBERG, W. J. (1990) : Entomol. exp. appl. 55: 139~148.
- 4) CORBET, S. A. (1971) : Nature 232: 481~484.
- 5) DAWSON, G. D. et al. (1987) : Nature 325: 614~616.
- 6) DICKE, M. et al. (1984) : J. Chem. Ecol. 10: 695~712.
- 7) DOUTT, R. L. (1959) : Ann. Rev. Ent. 4: 161~182.
- 8) GREANY, P. D. et al. (1977) : J. Chem. Ecol. 3: 189~195.
- 9) HARDIE, J. et al. (1994) : Entomol. exp. appl. 71: 95~99.
- 10) HARRIS, V. E. and J. W. TODD (1980) : Entomol. exp. appl. 27: 117~126.
- 11) JONES, R. L. et al. (1973) : Environ. Entomol. 2: 593~596.
- 12) LAING, J. (1937) : J. Anim. Ecol. 6: 298~317.
- 13) LEWIS, W. J. et al. (1982) : J. Chem. Ecol. 8: 1323~1331.
- 14) LONGHURST, C. and R. BAKER (1981) : J. Chem. Ecol. 7: 203~208.
- 15) McELVAIN, S. M. et al. (1942) : J. Am. Chem. Soc. 64: 1828~1831.
- 16) MUDO, A. and S. A. CORBET (1982) : J. Chem. Ecol. 8: 843~850.
- 17) NOLDUS, L. P. J. J. and J. C. van LENTEREN (1985) : J. Chem. Ecol. 11: 793~800.
- 18) PROKOPY, R. J. and R. P. WEBSTER (1978) : J. Chem. Ecol. 4: 481~494.
- 19) READ, D. P. et al. (1970) : Can. Entomol. 102: 1567~1578.
- 20) RICE, R. E. and R. A. JONES (1982) : Environ. Entomol. 11: 876~880.
- 21) SOPER, R. S. et al. (1976) : Can. Entomol. 108: 61~68.
- 22) SUITER, D. R. et al. (1996) : J. Chem. Ecol. 22: 637~651.
- 23) 高林純示ら (1986) : 植物防疫 40: 180~184.
- 24) TURLINGS, T. C. J. et al. (1990) : Science 250: 1251~1253.
- 25) ——— et al. (1991) : Entomol. exp. appl. 58: 75~82.
- 26) VET, L. E. M. and M. DICKE (1992) : Annu. Rev. Entomol. 37: 141~172.
- 27) VINSON, S. B. et al. (1978) : Environ. Entomol. 7: 874~878.
- 28) ——— (1985) : Comprehensive Insect Physiology and Pharmacology, Pergamon Press: pp. 417~469.
- 29) ——— and G. L. PIPER (1986) : Physiol. Entomol. 11: 459~468.
- 30) 若村定男・新垣則雄 (1995) : 植物防疫 49: 472~475.
- 31) WESELOH, R. M. (1977) : J. Chem. Ecol. 3: 723~735.

本会発行のシリーズ図書：植物保護ライブラリー

各冊 B 6 版 定価 1,300 円 (本体価格 1,263 円)

「イネいもち病を探る」－研究室から現場まで－	小野小三郎 著 送料 240 円 口絵カラー 2 頁 本文 174 頁
「作物の病気を防ぐくすりの話」	上杉 康彦 著 本文 121 頁 送料 240 円
「虫たちと不思議な匂いの世界」	玉木 佳男 著 本文 187 頁 送料 240 円
「日本ローカル昆虫記」－虫の心・人の心－	今村 和夫 著 本文 220 頁 送料 310 円
「ミクロの世界に魅せられて」－植物病原細菌の虚像と実像－	後藤 正夫 著 本文 220 頁 送料 310 円

お申し込みは、直接本会出版情報グループに申し込むか、お近くの書店で取り寄せて下さい

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

(国際会議報告)

中国で開催された「国際カンキツウイルス学者研究集会」に参加して

ひろし
たに
谷
しお
塩
農林水産省果樹試験場口之津支場

は じ め に

カンキツは世界的な広がりを持つ農産物であるが、一年生作物とは異なり、専ら栄養系個体の穂木および苗木によって移動したため、これに伴ってウイルス病を含む接ぎ木伝染性病害もまた、世界中に拡散することとなった。そこで、世界で共通して発生する接ぎ木伝染性病害に関する研究の成果を病害対策に資することを目的として、1957年、カリフォルニア大学の J. M. WALLACE 博士の提唱により、International Organization of Citrus Virologists (カンキツウイルス研究者国際組織、IOCV と略す) が設立された。IOCV は、3 年ごとに国際会議を開催するとともに、ワークショップの開催および会報の発行を通じて、カンキツの接ぎ木伝染性病害に関する知識および防除技術の普及を精力的に展開している。

1995 年 11 月 17 日から 7 日間、IOCV は中華人民共和国福建省福州市において 13 回目となる国際カンキツウイルス学者研究集会を開催した。中国大陆におけるカンキツ生産は 1980 年代より劇的に増加し、1993 年には 133 万 ha の栽培面積に達した。カンキツ生産が重要になるにしたがいウイルス病に対する認識も高まり、1986 年より福建省と四川省でウイルス無毒化計画が実施されている。今後、ますますカンキツウイルス研究が盛んになっていく中国で開催された本集会には 20 か国より約 100 名が参加し、最新の研究成果の発表と活発な討議がなされた。本稿では、集会の模様と主な研究成果等について紹介する。

I カンキツトリステザウイルス

わが国ではカンキツトリステザウイルス (CTV) に耐病性のカラタチ台ウンシュウミカンが主力品種であったため本ウイルスに対する警戒が弱く、汚染が広がった。しかし、最近、ウンシュウミカンから CTV 罹病性の中晩生カンキツへの転換が活発になるに伴い、本ウイルスによるステムピッチング病が問題となりつつある。一方、諸外国の多くでは、CTV 罹病性のカンキツが主力品種であるため、すでに本ウイルスがカンキツ栽

培における最大の脅威の一つであった。さらに、近年、CTV が存在していなかった北米大陸に媒介昆虫のミカンクロアブラムシが侵入するなど、本ウイルスの拡散に対する警戒が強まっている。したがって、当集会においても CTV に関する発表が多く、全発表課題のうち約 40% を占めた。

CTV には従来より様々な系統の存在が知られているが、近年の分子生物学の進歩により、これら系統の違いを分子レベルで解析することが可能となった。本集会でも、本ウイルスの外被タンパク質遺伝子を解析したり、RFLP 法、RAPD 法、また、モノクローナル抗体利用の ELISA 法を用いて強毒と弱毒系統を識別する技術に関する報告があった。しかし、何が病原力を決定するのかいまだ明らかになっていない現時点では、以上の識別・検出法がすべての強毒および弱毒系統に適用可能かどうか不明で、さらに検討を要すると思われる。なお、本ウイルスの干渉作用などの生物的特性に関連して、近年、CTV 感染樹から CTV 粒子とともに検出されるウイルスゲノムの一部分が欠損した不完全な (defective) RNA が注目を集めている。本集会でも、新たに確認された defective RNA についての報告があり、今後の研究の進展が期待される。

II その他のウイルス病

その他のウイルス病には、温州萎縮病をはじめとしていくつかの重要病害が存在するが、なかでも樹皮に亀裂、剥皮を生じさせ、枯死させる極めて重大な病害であるソローシスについて興味深い報告がなされた。本病は病原体が特定されていなかったが、近年、本病に随伴し発病に関与すると思われるウイルス (CPsAV) が罹病樹より検出され、カンキツリングスポットウイルス (CRSV) に極めて近縁のウイルスであることが示唆された。そこで、アルゼンチンのグループは CRSV 感染樹組織でウイルスに随伴して検出される RNA を利用して RT-PCR を行い、これにより CPsAV を検出する方法を考案して報告した。本病感染の有無の判定は生物検定によるしかなく、長期間を要したが、今後、本法の信頼性が確立すると、ソローシスの防除に飛躍的な進歩が期待される。また、イタリアとアルゼンチンのグループは、リングスポット・ソローシスに感染した植物から電



図-1 集会会場風景

顕観察により、数本の糸が複雑によれた構造を持つ最大 2,500 nm の長さの粒子を観察した。彼らはこれを数本の 1 本鎖 RNA によって構成される新たなウイルスとして Ophiovirus と命名することを提唱した。

III 新たに報告されたウイルス・ウイルス様病害

本集会で新たに報告されたウイルス病として、インドから、カンキツの葉にモザイク症状を示す接ぎ木伝染性の病害があった。本病について顕観察などの結果、典型的な badnavirus の関与が示唆された。また、イタリアからは糸状ウイルス関与が疑われるレモンの葉脈透過症状が報告された。さらに、コナジラミ伝搬性のカンキツ病害がトルコの地中海沿岸地方において発生したことが報告された。罹病すると、若葉に V 字型の切れ込みと死斑点が、また、成葉に反り、しわおよびまだらな退緑が生じる。本病は、コナジラミにより伝搬されることは確認されたが、病原体については全く不明であった。

IV 原核生物による接ぎ木・虫媒伝染病

難培養性原核生物による病害のうち、最近、研究が大きく進展したもののひとつがグリーン病である。グリーン病は中国南部を含む東南・南アジアおよびアフリカ南部で重大な被害を与えている病害で、わが国でも特に南西諸島への侵入が警戒されている。病原体は師部局在性の難培養性原核生物であるが、その生物学的性質によりそれぞれアジア型とアフリカ型の 2 種類に分類されている。

本病の検定はこれまで、病原体が培養できず、しかも、罹病樹組織を顕観察しても病原体を確認することが困難であったため、専ら生物検定によって行われてきた。しかし、1994 年に JAGOUËX らは、病原体の 16 S リボゾーム RNA 遺伝子 (16 S rDNA) に特異的なプライマーを構築し、PCR を行うことによって本病原体を特異的に検出する方法を開発した。本集会では同グループ

によって PCR 法および 16 S rDNA を用いたハイブリダイゼーションを利用して本病原体の二つの病原型を識別する方法が発表された。

なお、グリーン病の病原について、フランスの Bove らは二つの病原型ごとにそれぞれ *Liberobacter asiaticum* と *L. africanum* の学名を与えることを提唱している。

V ウイロイド

最近、ウィロイド研究の進歩に伴い、カンキツに感染するウィロイドの種類や生物的特性が明らかになりつつある。また、これまで病原が同定されていなかった病害についてもウィロイドの関与が疑われ、本集会でも、カンキツ樹皮下に樹脂のたまったくぼみを生じる障害について、ウィロイド関与の有無を調べた結果が報告された。

また、ウィロイドを樹のわい化に利用する試みがイタリアのグループにより発表されたが、これに対し、ウィロイドの特性がいまだすべて解明されていない時点での実用化は拙速である、との意見が多く出された。

カンキツウィロイドは、一つのグループ内で多数の変異を有し、わずかの塩基の違いで病原性が大きく変化することが知られている。したがって、ウィロイドの病原性の解明、また、その利用は分子生物学的手法を用いた研究を実施した上で追求する必要がある。

VI その他

ベトナムのメコンデルタ、ネパール、フィリピンおよびポリネシアにおけるウイルス・ウイルス様病害の探索の報告とウイルス無毒化技術の改良および無毒化事業に関する報告があった。また、タイにおけるグリーン病がカンキツ栽培の経済性に与える影響を試算し、本病罹病樹では植栽後 5~8 年の 3 年間しか十分な生産が上げられないのに対し、無病樹では 12 年間経済的な栽培が可能との発表があった。

おわりに

近年の分子生物学の進歩は、果樹における接ぎ木・虫媒伝染性病害の研究にも多大な影響を与え、病原体を分子レベルで研究することが可能となった。その結果、従来と比較して病原体の特性解明、分類が飛躍的に進展するとともに、樹体からの病原体検出が極めて容易になりつつある。本集会では、分子生物学的手法を用いてさらに研究の進展が加速し、これまで病原が同定されていなかった病害についての病原体解明への試み、また、CTV における生態学的研究、さらには干渉効果の機作解明につながる可能性のある研究についても報告がなされた。今後、ますます研究が進展し、効果的な病害防除法の確立が期待される。

産地の研究室から/地域ブランドを育てる(12)

リレー随筆

マンゴーほか熱帯果樹

(宮崎県総合農業試験場亜熱帯作物支場 ごしましんいち 串間新一)

はじめに

本県では、「みやざきブランドの確立と活力ある農村づくり」を目標とする農業振興長期計画を樹立し、地域の特性を生かした高付加価値化や競争力のある農業経営の確立を図ることとしている。また、観光立県として宮崎・日南海岸リゾート構想等と連携した農業生産の振興も図ることになっている。

このことから、支場で研究をしているマンゴー等の亜熱帯性果樹や日向夏等の中晩生カンキツが「リゾート果実」として位置づけられ、産地づくりが進んでいる。

当支場は、全国的にも数少ない亜熱帯性果樹の試験研究機関であり、この品目についての試験研究のあれこれや、産地の動きを紹介したい。

導入品目(種類)のあれこれ

支場が現在地に移転した昭和48(1973)年から亜熱帯性果樹の研究を開始し、まず入手しやすいものから導入し試作を行った。パンノキ、レイシ、リュウガン、グワバ、サボジラ、アセローラ、レンブ、アボカド等25種である。これらを用い露地と無加温ハウスで適応性の検討を行ったが、露地栽培で越冬可能なものはクダモノトケイソウの紫色種、フェイジョア、テリハパンジロウ、マカダミアと少なかった。昭和58(1983)年ごろからは、現地普及が可能なグワバ、クダモノトケイソウ、グレンシ、マンゴーの系統選抜および繁殖法、結実安定、整枝法等の栽培試験に取り組み、その成果によってグワバとクダモノトケイソウ



マンゴーの結実状況

が県南部で栽培され、ジュースおよびゼリーとして製品化され特産品になっている。

最近では、生食果実として輸入果実より優れた品質が得られるマンゴー、グレンシ、チェリモヤ、アテモヤ、パパイヤの技術開発に取り組んでいる。

マンゴーの取り組み

マンゴーの原産地は、熱帯アジアの北インドとマレー半島といわれ、高温乾燥を好む常緑高木で、熱帯地域では樹高10~30mに達する。現在、熱帯から亜熱帯地域の多くの国で生産され、熱帯産の果物の中で最も人間の嗜好にあった甘酸味を有していることから、果物の女王と呼ばれている。

支場で収穫した果実を食してみると、多果汁で甘味が強く美味である。ウルシ科なのでまれに唇がかぶれる人もいるが、とにかく絶品の果物である。この果実の生産安定と品質向上を目指して、品種の選定、整枝剪定、温度管理、受粉対策、生理障害果対策などの未知の課題に取り組んだ。

品種系統の選抜では、アーウィン、ケント、キーツなど11系統を供試して検討した。アーウィン種は収穫が台風シーズン前に終わる。果皮が鮮紅色で美しい。繊維質が少なく多汁である。糖度は15~16%と高くはないが香りが良く、食味が万人向きである。これらの点から県の推奨品種として選定した。現在、県内で栽培している品種はアーウィンがほとんどである。

ハウス栽培に向く整枝法としては、盃状形が果実の高品質栽培に適していた。アーウィン種の果皮色である美しい鮮紅色の発色には、いかに太陽光を当てるかがポイントであり、果実の樹上への吊り上げに盃状形が適しているからである。剪定は7月末までに行い母枝をつくり、秋冬期の土壌乾燥、低温遭遇によって花



宮崎県総合農業試験場亜熱帯作物支場本館

芽が得られる。着花後の結実安定には交配用ミツバチ等の花粉媒介昆虫の利用が有効である。温度管理は、開花期の最低温度を20～21℃とし、その後は収穫期まで最低温度を23～25℃に保つことで、キメの細かい果皮ができ、ヤニ果等の生理障害果の発生を抑制できる。400 gの果実生産には1果当たり35～40枚の葉数が必要である。着色促進には幼果期からの果実吊り上げと透湿性フィルムマルチが有効である。収穫2か月前から水分制御で、増糖効果があることなどを明らかにしている。

主な病害虫として炭そ病、灰色かび病、スリップス類、ハダニ類などがあり、耕種的な防除だけでは安定生産ができず、本場の環境部の協力を得ながら薬剤防除試験等を行ったが、マイナー作物であるため登録されている薬剤がなく使用できない現状にある。早急な適用拡大が望まれる。これらの技術開発により基礎的な栽培体系を確立した感はあるが、今後の産地拡大には出荷期間の拡大が求められており、低コスト・新作物型の生産技術開発に向けて課題化することにしている。

完熟マンゴーの産地化

本県で産地化を目指してマンゴーの栽培が始まったのは昭和61(1986)年からである。本県のほぼ中央に位置する西都市は、ハウス園芸が盛んで県を代表する施設野菜の産地であるが、昭和50年代後半から水稻の減反政策により野菜への転作が全国的に増加したこともあり、特徴ある新しい特産物に取り組むべく、さまざまな視点での模索が始まった。そして沖縄県でのマンゴー栽培を視察し、施設化すれば栽培可能との手掛りをつかみ、8戸の農家がマンゴー部会を結成し苗木を導入、共同育苗後にハウスに植栽したのが始まりである。

マンゴー栽培は初めての取り組みであったため、着花(果)の不安定やヤニ果、裂果等の生理障害の発生があり、部会員らは大変苦労をされた。昭和63(1988)年から収穫が始まり、出荷された果実は年々品質が向上し、市場評価も高まり注目されるようになった。このことが、その後の産地づくりに弾みをつけ、平成7(1995)年には栽培者25戸、面積5.7 ha、生産量35 tの産地に発展している。西都市に追随するように宮崎市、県南部等でも年々栽培者が増えており、現在、県全体で栽培者数69戸、栽培面積12.4 ha、生産量80 tに拡大している。なお、県経済連の果樹振興協議会の中に亜熱帯作物部会が設けられ、ブランド



ゴレンシの結実状況

確立に向けて技術指導、販売方法等について一本化の方向にある。

マンゴーは完熟期になると果柄部に離層ができ自然落果する。本県ではこの特性に目をつけ、完熟前の果実にネットを掛け、ネットの中に落果した果実を「完熟マンゴー(糖度15%以上)」とネーミングして販売している。ネットを掛けると果皮に網目ができるので、掛ける時期を産地と共同で明らかにしている。

ゴレンシ(スターフルーツ)の取り組み

五稜形した果実を横に切ると星形をしていることから一般にスターフルーツと呼ばれている。原産地は熱帯アジアのマレー地方とされ、日本には1793年に導入されたといわれている。用途は生食のほか、ジュース、サラダ、デザートなどの飾りなど幅広く用いられている。

支場では、実生育成26個体のほか、国内外から導入した8系統の中から果形が良く、酸含量の少ない「軟枝系蜜桃」を優良系統として選定した。

ゴレンシの栽培は、棚仕立法が一般的であるが、根域制限による主幹形仕立(仮称)を検討したところ、棚仕立法に比べ早期収量が多く、果形がそろい、糖度が2～3%高くなる。また、ゴレンシは周年着果が可能な特性を有しており、季節ごとの受粉方法について検討した。秋期～春期については盛花期のホルモン剤散布で良く着果し果実の品質も良好であり、高温期の夏期はミツバチを放飼したほうが奇形果が少なく優れていた。

これらの成果により、最近ゴレンシへの関心が高まり見学者が増えている。現在、県南地域で5戸の農家が栽培を始めており、今後の生産拡大が期待されている。

植物防疫基礎講座

農業害虫および天敵昆虫等の薬剤感受性検定マニュアル(4)

イネ害虫：ウンカ類

農林水産省農業環境技術研究所 ^{えん}遠 ^{どう}藤 ^{しょう}正 ^{ぞう}造

I 薬剤抵抗性の概況 (永田, 1983)

イネを加害するウンカ類としては、トビイロウンカ、セジロウンカおよびヒメトビウンカがある。トビイロウンカとセジロウンカは日本では越冬できず毎年海外より飛来し、イネを加害し、西南暖地ではイネの主要な害虫となっている。ヒメトビウンカは前述の2種とは異なり日本でも越冬できる。しかし、本種は東シナ海洋上でも採集され、一部は海外より飛来することが明らかとなっている。ヒメトビウンカは体が小さく、吸汁量は少ないが、縞葉枯病等のウイルスを媒介するため、イネの主要害虫となっている。これらのウンカ類は現在主として薬剤によって防除が行われている。

トビイロウンカの薬剤抵抗性は、最初1960年代後半にBHCで起きた(木村ら, 1973; 永田・守谷, 1974)。その後1970年代半ばにはトビイロウンカは各種有機リン剤に対して抵抗性を発達させ、このときのLD₅₀値は1967年のその4~20倍であった(NAGATA et al., 1979)。さらに1979年にはカーバメート剤に対しても抵抗性が確認された(KILIN et al., 1981)。このように、トビイロウンカは各種薬剤に対して抵抗性をしだいに発達させてきた。その後も引き続いて西南暖地の各試験場等で感受性検定が実施され、その抵抗性発達は必ずしも単純ではなく、1979年と'85年をピークとするような波状の感受性変化が起こっていることが明らかとなった(遠藤, 1989; 浜, 1992; 細田, 1983)。最近のトビイロウンカの有機リン剤やカーバメート剤に対する感受性は、若干回復した状態にある(浜, 1992; 井上・牧野, 1992)。

他方セジロウンカについては、トビイロウンカでは有機リン剤やカーバメート剤に対して抵抗性が認められた1979年ころでもまだその薬剤感受性は高く、1967年当時の感受性とあまり変わらなかった(ENDO et al., 1988)。

しかし、セジロウンカの薬剤感受性はその後低下し、1985, '86年には有機リン剤に9~70倍、カーバメート剤に対しては5~8倍の抵抗性発達が見られた(細田, 1989)。その後も若干抵抗性は発達してきている。1990年代初め(浜, 1992; 井上・牧野, 1992)にはトビイロウンカの感受性が回復していることもあって、この2種ウンカの薬剤感受性レベルはほとんど同じである。

ヒメトビウンカは、縞葉枯病を媒介するため重要なイネ害虫として防除が行われており、その薬剤抵抗性も1960年代から広島県(木村, 1965, 1973 a, 1973 b)や、香川県(葛西・尾崎, 1966)でマラソンやBHC等で問題になった。その後、新薬剤の開発あるいは縞葉枯病の発生の減少等に伴い、ヒメトビウンカの薬剤抵抗性はしばらくの間あまり問題にならなくなった。しかし、縞葉枯病が1977~'78年に関東で流行し、感受性検定が行われマラソン, MEP, BPMCに対し若干感受性を低下させている個体群が認められた(滝田, 1979)。また、1980年九州各地から採集した個体群のLD₅₀値は1967年を基準とした場合、有機リン剤で15~232倍、カーバメート剤で15~71倍であった(NAGATA and OHIRA, 1986)。1985年には長崎や鹿児島で縞葉枯病が突如流行し、ヒメトビウンカ防除が行われたが、必ずしも十分な防除結果は得られなかった。このためヒメトビウンカの感受性検定が行われ、有機リン剤やカーバメート剤に抵抗性がさらに発達していることが明らかとなった(小川, 1987)。現在、九州や近畿中国地区では有機リン剤やカーバメート剤に対する感受性は、かなり低下していると考えられる(SONE et al., 1995)。関東東北でも、これらの薬剤に対する感受性は若干低下しているようである(SONE et al., 1995)。しかし、比較的新しい薬剤のエトフェンプロックスや、イミダクロプリドに対する感受性は各地とも高いと考えられる(SONE et al., 1995)。

II 薬剤感受性検定法

供試虫の入手:

ウンカの発生している水田で、吸虫管あるいは捕虫網を用いて採集する。ヒメトビウンカの場合は、収穫期に近い麦畑からの採集が容易である。収穫期に近い麦で

Methods for the Measurement of Susceptibility of Agricultural Insect Pests to Insecticides. The Brown Planthopper, *Nilaparvata lugens*, White-backed Planthopper, *Sogatella frucifera*, and Small Brown Planthopper, *Laodelphax stiatellus*. By Shozo ENDO

は、ヒメトビウンカは上部の穂近くに集まって来ているので、これを畝間に敷いた白い布の上に払い落とし、後、吸虫管で集める。採集したウンカは、餌を入れた容器（大型試験管、プラスチック容器等の上部に、採集虫の投入口を設けたナイロンゴース、ガーゼ等をかぶせたもの）に入れ直射日光が当たらないように気を付けて持ち帰る。採集虫数は、最終的に健全な成虫で雌雄数十から100対くらいとする。

採集虫には寄生蜂や病気が発生することがあるので、採集次世代までは注意して飼育する必要がある。

感受性系統は、室内で長年累代飼育している系統を研究機関から譲渡してもらう。

供試虫の累代飼育（一瀬，1980；梶原，1991；小島，1991）：

飼育容器はツマグロヨコバイ類大量飼育箱（三紳工業KK），プラスチックポット（11×12×18 cm），ピーカー（1,000 ml）を使用，あるいはナイロンゴースの袋に針金の四角い枠（18×25×25 cm）を入れてケージを自作してもよい。

ウンカの飼育法についてはいくつかの成書もあるが（一瀬，1980；梶原，1991；小島，1991），ここでは九州農試で行っているプラスチックポットを用いた例について示す。イネの種子を水を張った容器に入れ，浮いた不稔粒を捨てる。選別種子を次亜塩素酸ナトリウム溶液

（有効塩素10～12%）を10倍希釈した液に1時間浸漬後水洗，水道水を加え30℃で2日間浸漬し，再び水洗，水切りをする。水切りをした種子を，ピートモス（ゴールドンピート ST-50（サカタのタネが取り扱っている））を敷いたプラスチックポット（ピートモスを敷く前にあらかじめ適量の水を加えておく）に播種する。イネを播種した容器にビニールをかぶせ，これを25℃，16時間照明下に置く。照明には蛍光灯あるいは植物育成用ランプを用いる。ウンカの産卵，飼育は以下の要領で行う。播種3，4日後の0.5～1 cmの幼苗が生育したプラスチックポットに成虫を雌雄60～70対放飼し，ナイロンゴースで上部をカバーして，3～4日産卵させる。産卵後成虫は水道水等で洗い流して除く。多数の幼虫がふ化してきたら新しい苗の上に幼虫を払い落とし，古いイネは捨てる。その後のイネ苗は4～5日ごとに交換し，成虫を得る。飼育は25℃，16時間照明下で行う。

検定法の種類と特徴（會田，1985；尾崎・斎藤，1981；菅原，1965；山崎・植原，1965）：

ウンカ類に用いられる薬剤感受性検定法には，局所施用法，ドライフィルム法，浸漬法，浸根法，ベルジャーダスター法等がある。局所施用法（福田・永田，1969；宮原・福田，1964；永田・守谷，1970；OZAKI and KASSAI，1984）は一定量の薬剤を虫体に塗布する方法で施用量が確定できるので，他者のデータと比較できやす

表-1 トビイロウンカの薬剤感受性個体群と野外個体群の局所施用法による各薬剤のLD₅₀(μg/g)

薬剤名	感受性個体群		野外個体群				
	福岡 ^{a)}	広島 ^{a)}	広島・九州 ^{a,2)}	全国各地 ^{a)}	九州 ^{a,12,13)}	近畿中国四国 ^{a,b)}	島根 ^{c)}
	1967年	1973年 ^{d)}	11地点 1979年	7地点 1985年	4地点 1988年	12地点 1991年	3地点 1993年
マラソン	6.85	11.7	123～304	232～1,410	54.0～138	91.6～96.5	
PAP	6.61	12.1	59.1～95.9			40.3	
MPP	8.35						
MEP	9.56	15.8	130～265			66.9～86.4	25.8～38.7
ダイアジノン	7.34	10.7	40.3～140	70.0～99.7	7.9～42.0	37.3	
プロパホス		3.3	9.9～13.2	17.0～27.0	68.0	7.4～12.2	
NAC	0.67	0.80	4.8～22.4	11.2～34.9	1.3	4.4～6.2	3.8～4.8
BPMC		1.2	7.8～9.3	23.4～40.6	2.7～9.0	6.1～16.5	8.4～10.4
MIPC	1.12	0.90	10.0～20.4	18.0～35.8			
MTMC	1.83		14.9～21.2	17.0～26.9	<6～11	4.1～8.0	11.8～15.8
PHC	0.44	0.30	2.5～3.4			4.3～4.4	
カルボスルファン				1.6～4.6			
エトフェンプロックス					0.2～0.88	1.2～2.6	0.9～1.0

^{a)}：平成3年度 近畿中国農業試験研究成績・計画概要集（京都，和歌山，島根，広島）。

^{b)}：平成3年度 四国農業試験研究成績・計画概要集（徳島）。

^{c)}：平成5年度 近畿中国農業試験研究成績・計画概要集（島根）。

^{d)}：1973年広島県で採集し，以後90世代累代飼育した系統。

上付の数字は文献対応。

表-2 セジロウンカの薬剤感受性個体群と野外個体群の局所施用法による
各薬剤の LD₅₀ (μg/g)

薬剤名	感受性個体群		野外個体群			
	福岡 ^{a)}	広島 ¹⁰⁾	東シナ海 ⁴⁾ 洋上	広島 ¹⁰⁾	福岡 ⁵⁾	近畿中国四国 ^{a,b)} 7 地点
	1967 年	1980 年 ^{c)}	1980 年	1985 年	1988 年	1991 年
マラソン	1.86	4.1	7.2	57.8	176	54.8~97.0
PAP	1.80	2.4		70.9		66.2~108.7
MPP	0.76	2.1		40.9		67.7
MEP	0.72	1.4	1.9	51.2	68	47.2~73.7
ダイアジノン	2.06	3.8	4.0	18.2	20	22.8~27.0
プロパホス		1.6		5.6	5.5	3.9~8.8
NAC	0.55	1.7		3.5	4.7	4.9~16.4
BPMC		2.9		7.9	6.2	10.9~15.5
MIPC	0.89	2.4	2.2	5.8	5.6	
MTMC	1.40	2.9	2.9	6.5	14	
PHC	0.32	0.8		2.3	4.1	1.9~3.0
カルボスルファン					5.0	
エトフェンプロックス					1.4	0.4~1.9

a)：平成 3 年度 近畿中国農業試験研究成績・計画概要集 (和歌山, 広島, 徳島)。
b)：平成 3 年度 四国農業試験研究成績・計画概要集 (愛媛)。
c)：1980 年広島県で採集し, 以後 55 世代累代飼育した系統。
上付の数字は文献に対応。

表-3 ヒメトビウンカの薬剤感受性個体群と野外個体群の局所施用法による各薬剤の LD₅₀ (μg/g)

薬剤名	感受性個体群			野外個体群									
	福岡 ^{a)}	九州 ³⁸⁾	九州 ^{3,43)}	山口 ⁴³⁾	兵庫 ⁴³⁾	富山 ⁴³⁾	長野 ⁴³⁾	茨城 ^{a)}	山形 ⁴³⁾	群馬 ¹⁴⁾	栃木 ⁴⁵⁾	秋田 ⁴⁵⁾	北海道 ³⁸⁾
	1967 年	長崎 6 地点 1985, '87 年	3, 4 地点 1987, '92 年	1992 年	1992 年	1992 年	1992 年	1992 年	1992 年	5 地点 1984 年	5 地点 1978 年	1978 年	1985 年
マラソン	1.63~2.2	404~744	150~337 ^{b)}					130			2.8~60.8	12.1	
マラソン+IBP		27.2~47.3	26.1~31.1 ^{b)}										
エチルチオメトン			130~298 ^{c)}	221	133	182	31		169				
PAP	1.41												
MPP	1.15~1.30							27		29.3~43.2			
MEP	0.70~0.75	20.7~47.9	22.0~33.8 ^{b)}					29		18.4~25.4	7.4~20.4	5.9	25.4
ダイアジノン	1.89		23.9~26.7 ^{b)}										
ジメチルピホス		10.7~21.9											
NAC	1.61~3.0							14					
BPMC		230~540	132~234 ^{b)}					33		12.5~22.2	9.7~20.2	4.2	15.8
MIPC	5.78												
MTMC	2.20									9.0~17.7			
PHC	0.61		173~685 ^{c)}	174	212	27	19		40				
カルボスルファン			5.31~10.6 ^{b)}										
エトフェンプロックス			0.57~1.85 ^{b)}	0.70	0.21	0.71	0.83	1.3	1.38				
			1.34~3.12 ^{c)}										
イミダクロプリド			0.25~0.83 ^{c)}	0.26	0.75	0.14	0.18		0.18				

a)：平成 6 年度 農業環境試験研究成績・計画概要集 (農環研農薬動態科)。
b)：1987 年のデータ。
c)：1992 年のデータ。
上付の数字は文献に対応。

く、標準検定法として比較的良好に用いられている。

ドライフィルム法(葛西・尾崎, 1966; 守谷ら, 1973; 尾崎・葛西, 1982)は、試験管に一定量の薬液を入れ、すばやく溶媒を蒸発させながらガラス壁内面に均一な薬剤の薄膜を作り、一定時間供試虫を薬剤処理した容器内に放飼し、薬剤と接触させる方法である。この方法は特殊な器具を必要とせず簡便であり、局所施用法の結果とも相関関係が高い(風野ら, 1969b, 1970)。しかし、均一な薬剤のドライフィルムを作るにはやや熟練を要する。

浸漬法にはイネ葉浸漬(風野ら, 1989; 木村, 1973a)、虫体浸漬法(田中ら, 1990)がある。イネ浸漬法は供試虫の餌となるイネを薬液に一定時間浸漬し、風乾する。処理イネと供試虫を試験管等の容器に入れ、定温室に置き一定時間後に生死を判定するものである。この方法では液体施用剤の製剤が利用でき、比較的事実場面に近い状態で薬剤に接触させることになるが、風乾等に若干時間を要する。ベルジャーダスター法(守谷・前田, 1975; 小川, 1987; 吉岡ら, 1978)は、ガラス鐘内の時計皿に粉剤を一定量置き減圧にした後、空気を瞬間的に取り込み粉剤をガラス鐘内に均一に散布する方法である。若干高価な散布装置を必要とするが、ツマグロヨコバイの場合同一薬剤間では局所施用との相関も比較的良好(守谷・前田, 1975)。

散布法には、主として液体施用剤の希釈液を散布するイネ苗噴霧法(木村・中沢, 1966; 尾崎・斎藤, 1981; SONE et al., 1995)と、虫体に噴霧する虫体噴霧法(LIN et al., 1979; 尾崎・斎藤, 1981)がある。この散布法ではターンテーブル、噴霧装置等を用いて、噴霧圧、噴霧面積、噴霧量等を一定にしておく必要がある。ここまでの方法は主として接触毒性を評価する方法であるが、浸透移行性のある薬剤で経口毒性を評価する場合には浸根法やパラフィルム法が用いられる。

浸根法では薬剤の希釈液にイネの根根を浸し、茎葉部に移行した薬剤を吸汁させる(會田, 1985; 木村, 1965; 守谷ら, 1973; 尾崎・斎藤, 1981)。この方法では、虫がなるべく直接薬液に接触しないような工夫が行われている場合も多い。パラフィルム法はウンカの習性を利用した方法で、パラフィルム膜でサンドイッチ状に挟んだショ糖を含んだ薬剤液を吸汁させる方法である(NAGATA, 1982)。

以上、いろいろな検定法が考案されているが、ここではデータの相互比較が容易な局所施用法について述べる。

III 局所施用法 (NAGATA, 1982; 永田・守谷, 1970)

供試虫：

供試虫の薬剤感受性は、羽化後の日数によって若干変化し、トビイロウンカの場合羽化後6日以降しだいに感受性が高くなる(永田・守谷, 1970)。ヒメトビウンカでは、羽化直後と羽化8日目以後の成虫の感受性は高い(會田, 1985)。このためウンカの感受性検定には、羽化後2~6日の雌成虫を用いる。トビイロウンカとセジロウンカで、長翅型と短翅型の薬剤感受性が調べられており(NAGATA, 1982)、単位虫体重当たりのLD₅₀値は長翅型のほうが高い傾向にある。通常ウンカの薬剤感受性検定には、長翅型の雌成虫を用いる。またそろった成虫を使用するためには、検定に要する頭数の1.5倍ぐらいの飼育虫を準備するのが望ましい。供試するトビイロウンカ、セジロウンカ、ヒメトビウンカの雌成虫の平均虫体重はそれぞれ2.5, 1.3, 1.2 mg前後を目安とする。

検定液の調整：

農薬の原体を天秤で測り、10 mlのメスフラスコにアセトンを用いて溶かし込み、所定濃度の薬液を作製する。この薬液をメスピペットを用いて適宜希釈し検定液とする。通常2%の薬液を調整し、その後2倍希釈を繰り返して検定液を調整する。検定液は濃度順に通し番号を付けておくことと便利である。この検定液をすり合わせの栓付き試験管に入れパラフィルム等でシールした後、フリーザーに入れて使用時まで保存する。フリーザーから取り出した検定液は室温になるまで静置した後、開栓して使用する。

検定作業時に準備する試薬、用具：

農薬の検定液、アセトン、供試虫支持器具*、マイクロシリンジ、局所施用装置**、減圧弁を装着した炭酸ガスボンベ(3 kg入りでも通常1年以上使用できる)、吸虫管、試験管(1.5×18 cm)、メスフラスコ、検定容器

* 供試虫支持器具：凹面部を上にした時計皿に二重にしたガーゼをかぶせ、反対側でガーゼを輪ゴム等で留める。

** 施用装置：バーカード社製の手動、あるいは自動局所施用装置を用いる。付属品の1 mlの注射器を用いた場合最小目盛りの1回の吐出量(0.1 μ l)でもウンカに対しては薬液が多すぎる。このため250 μ lのマイクロシリンジ(針先が直角に切り落とされているD型交換針を装着したもの、針は途中で150°程度曲げておく(伊藤製作所))を用い、施用量は0.05 μ l前後の一定量とする。吐出量は水銀を用いた重量法等で検定しておく。

(例：プラスチック製 (11×8×2.5 cm 両サイドの通気孔に金網を張り付けたもの))、検定時の餌 (約草丈5 cm のイネ苗の根部をよく水洗い後、苗を15本ごとにティッシュペーパーで巻いた後、水に浸漬、根部の余分な水分を絞り取ったもの)。

検定の手順：

① 飼育容器から雌成虫を吸虫管で20頭ずつ集め、イネ苗の葉身部を1本入れた試験管に入れ棉栓をする。1濃度当たり2本の試験管を用意する。試験濃度段階は4～5段階とし、このほかにアセトンのみを処理する対照区を設ける。

② 検定液をマイクロシリンジに採り、局所施用装置にセットする (検定液を変えるときは、使用し終った液の影響がないようにアセトンでよく洗浄する)。

③ 供試虫を入れた試験管に炭酸ガスをゆっくり5秒間吹き込んだ後、30秒間静置する。

④ 試験管を逆さにして、麻酔した供試虫を供試虫支持器具の上に乗せて並べる。

⑤ 局所施用装置を操作し、針先を色つきの紙に添えて、薬液が順調に出ることを確認する。

⑥ マイクロシリンジの針先を供試虫の胸部背面に軽く添えながら薬液の吐出を行い、順次施薬する。

⑦ 薬剤処理した供試虫はイネ苗の餌とともにプラスチック容器に入れ、25℃定温室に置き24時間後に生死を判定する。

⑧ 検定は検定日を替えて2回以上繰り返す。

⑨ 検定結果は無処理の結果を基に死虫率補正を行う。死虫率をプロビット変換し Bliss の方法等により LD₅₀ 値を求める (尾崎・斎藤, 1981)。

局所施用法による各種ウンカの薬剤感受性検定結果の代表例を表-1～3 に示した。

引用文献

- 1) 會田重道 (1985)：最新農業生物検定法 (細辻豊二編)，全国農村教育協会，pp. 232～271.
- 2) 遠藤正造 (1989)：植物防疫 43：517～521.
- 3) ——— (1991)：病害虫の薬剤抵抗性獲得機作の解明と対抗技術の開発，研究成果 252 農林水産技術会議事務局，pp. 20～22.
- 4) ENDO, S. et al. (1988)：Appl. Entomol. Zool. 23：417～421.
- 5) ———ら (1989)：九病虫研究会報 35：72～75.
- 6) 福田秀夫・永田 徹 (1969)：応動昆 13：142～149.
- 7) 浜 弘司 (1992)：害虫はなぜ農薬に強くなるか—薬剤抵抗性のしくみと害虫管理—，農山漁村文化協会，189 pp.
- 8) HIRAI, K. (1993)：Appl. Entomol. Zool. 18：465～471.
- 9) 細田昭男 (1983)：応動昆 24：55～62.
- 10) ——— (1989)：同上 37：193～197.
- 11) 一瀬太良 (1980)：昆虫実験法 (一瀬太良ら編)，学会出版センター，pp. 54～57.
- 12) 井上栄明・深町三郎：九病虫研究会報 35：69～71.
- 13) ———・牧野 晋 (1992)：同上 38：69～72.
- 14) 岩田直記ら (1985)：関東病虫研究報 32：161.
- 15) 梶原 治 (1991)：昆虫の飼育法 (湯嶋 健ら編)，日本植物防疫協会，pp. 58～62.
- 16) 葛西辰雄・尾崎幸三郎 (1966)：四国植物防疫研究 1：15～18.
- 17) 風野 光ら (1969 a)：応動昆 13：117～123.
- 18) ———ら (1969 b)：同上 13：191～199.
- 19) ———ら (1970)：同上 14：173～181.
- 20) ———ら (1989)：九病虫研究会報 35：76～79.
- 21) KILIN, D. et al. (1981)：Appl. Entomol. Zool. 16：1～6.
- 22) 木村義典 (1965)：応動昆 9：251～258.
- 23) ——— (1973 a)：中国農研 47：119～122.
- 24) ——— (1973 b)：同上 47：123～124.
- 25) ———・中沢啓一 (1966)：同上 34：43～44.
- 26) ———ら (1973)：同上 47：150～151.
- 27) 小島一郎 (1991)：昆虫の飼育法 (湯嶋 健ら編)，日本植物防疫協会，pp. 55～57.
- 28) LIN, Y.-H. et al. (1979)：J. Econ. Entomol. Zool. 72：901～903.
- 29) 宮原義雄・福田秀夫 (1964)：応動昆 8：210～217.
- 30) 守谷茂雄ら (1973)：九病虫研究会報 19：93～94.
- 31) ———・前田洋一 (1975)：同上 21：65～67.
- 32) 永田 徹 (1983)：薬剤抵抗性 (深見順一ら編)，ソフトサイエンス社，pp. 9～31.
- 33) NAGATA, T. (1982)：九州農試報告 22：49～164.
- 34) 永田 徹・守谷茂雄 (1970)：植物防疫 24：481～484.
- 35) ———・——— (1974)：応動昆 18：73～80.
- 36) NAGATA, T. and Y. OHIRA (1986)：Appl. Entomol. Zool. 21：216～219.
- 37) ——— et al. (1979)：ibid. 14：264～269.
- 38) 小川義雄 (1987)：九病虫研究会報 33：94～97.
- 39) 尾崎幸三郎・葛西辰雄 (1982)：応動昆 26：249～255.
- 40) OZAKI, K. and T. KASSAI (1984)：J. Pesticide Sci. 9：151～154.
- 41) 尾崎幸三郎・斎藤哲夫 (1981)：農薬実験法 1 殺虫剤編 (深見順一ら編)，ソフトサイエンス社，pp. 64～102.
- 42) 沢木忠雄・佐藤允通 (1984)：関東病虫研報 31：105～106.
- 43) SONE, S. et al. (1995)：J. Pesticide Sci. 20：541～543.
- 44) 菅原寛夫 (1965)：昆虫実験法 (深谷昌次ら編)，日本植物防疫協会，pp. 673～700.
- 45) 滝田泰章 (1979)：関東病虫研報 26：91.
- 46) 田中幸一ら (1990)：九病虫研究会報 36：97～99.
- 47) 山崎輝男・檜橋敏夫 (1965)：昆虫実験法 (深谷昌次ら編)，日本植物防疫協会，pp. 373～392.
- 48) 吉岡幸治郎ら (1978)：四国防疫 13：1～4.

新しく登録された農薬 (8.8.1～8.8.31)

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 19310～19322 までの 13 件、有効登録件数は 5443 件）

「殺虫剤」

ブプロフェジン粒剤

ブプロフェジン 6.0%

ラクオー・アプロード (8.8.27)

19312 (日本農薬)

稲：ウンカ類幼虫：収穫 21 日前まで：1 回：水田に小包装（パック）のまま投げ入れる

ビフェントリン・NAC 水和剤

ビフェントリン 1.5%，NAC 50.0%

テルスターナック水和剤 (8.8.27)

19313 (日産化学)，19314 (ローヌ・プーラン油化)，19315 (アグロカネシヨウ)

ばれいしょ：アブラムシ類：7 日 3 回，日本なし：クワコナカイガラムシ：30 日 3 回

「殺菌剤」

フルトラニル粒剤

フルトラニル 21.0%

モンカット 1 キロ粒剤 21 (8.8.27)

19310 (日本農薬)

稲：紋枯病：出穂 30～10 日前まで（収穫 45 日前まで）：3 回以内：散布

フルトラニル粒剤

フルトラニル 21.0%

ラクオー・モンカット (8.8.27)

19311 (日本農薬)

稲：紋枯病：出穂 30～10 日前まで（収穫 45 日前まで）：1 回：水田に小包装（パック）のまま投げ入れる

プロピコナゾール・メトラキシル水和剤

プロピコナゾール 2.0%，メトラキシル 5.0%

チルミント水和剤 (8.8.27)

19316 (トモノアグリカ)，19317 (チバガイギー)

芝：ペントグラス：ヘルミントスポリウム葉枯病・カーブラリア葉枯病・葉腐病（ブラウンパッチ）・赤焼病・日本芝：ヘルミントスポリウム葉枯病・カーブラリア葉枯病：発病初期：3 回以内：1 m² 当り 1 l 散布

「殺虫殺菌剤」

ニテンピラム・フェリムゾン・フサライド粉剤

ニテンピラム 0.25%，フェリムゾン 2.0%，フサライド 1.5%

ブラシンベスト粉剤 DL (8.8.27)

19319 (武田薬品)

稲：ウンカ類・ツマグロヨコバイ・いもち病・ごま葉枯病・穂枯れ（ごま葉枯病菌）・変色米（カーブラリア菌）：21 日 2 回

シラフルオフェン・ジクロメジン粉剤

シラフルオフェン 0.50%，ジクロメジン 1.2%

モンガードジョーカー粉剤 DL (8.8.27)

19320 (九州三共)

稲：ウンカ類・ツマグロヨコバイ・イナゴ類・紋枯病・カメムシ類・コブノメイガ：14 日 3 回

イソキサチオン・シラフルオフェン・ジクロメジン・フサライド粉剤

イソキサチオン 2.0%，シラフルオフェン 0.50%，ジクロメジン 1.2%，フサライド 2.5%

ラブモンカルジョーカー粉剤 DL (8.8.27)

19321 (九州三共)

稲：いもち病・紋枯病・ツマグロヨコバイ・ウンカ類・イナゴ類・カメムシ類・コブノメイガ：21 日 3 回

シラフルオフェン・フサライド粉剤

シラフルオフェン 0.50%，フサライド 2.5%

ラブサイドジョーカー粉剤 DL (8.8.27)

19322 (九州三共)

稲：いもち病・ツマグロヨコバイ・ウンカ類・イナゴ類・カメムシ類・コブノメイガ：21 日 3 回

「除草剤」

グリホサートイソプロピルアミン塩液剤

グリホサートイソプロピルアミン塩 51.0%

ラムロード (8.8.27)

19318 (モンサント)

公園・堤とう・駐車場・道路・運動場・宅地・のり面等：一年生及び多年生雑草：雑草生育期：3 回以内：雑草茎葉散布

農薬紹介

「殺虫剤」

ピリミジフェン水和剤 (7.4.26)

本剤は三共(株)および宇部興産(株)の共同研究により発見、開発された新規化合物である。害虫に対し、食毒、

接触毒いずれでも作用するが、作用機構の詳細は不明である。

商品名：マイトクリーン

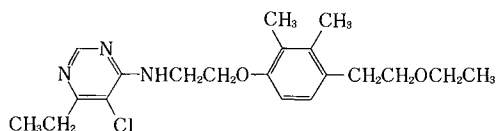
成分・性状：製剤は、5-クロロ-N-[2-[4-(2-エトキシメチル)-2,3-ジメチルフェノキシ]エチル]-6-エチルピリミジン-4-アミン 4.0% 含む淡褐色水和性粘稠懸濁液体である。純品は白色結晶または結晶性の粉末で、比重 1.22 (20℃)，融点 69.4℃～70.9℃，蒸気圧 1.2×10⁻⁹ mmHg (25℃)，溶解度 (g/l, 25℃) は水 0.00217，メ

表-1 ピリミジフェン水和剤(マイトクリーン)

作物名	適用害虫名	希釈倍数 (倍)	10アール 当 たり 散布液量 (kg)	使用時期	本剤およびピ リミジフェン を含む農薬の 総使用回数	使用方法
みかん	ミカンハダニ ミカンサビダニ	2,000～ 3,000	200～ 700	収穫 14 日前 まで	2 回以内	散 布
りんご	リンゴハダニ ナミハダニ	1,500～ 2,000		収穫 21 日前 まで	1 回	
キャデツ	コナガ	1,000	150～300	収穫 7 日前 まで	4 回以内	

タノール 276, *n*-ヘキサン 34, アセトニトリル 97, キシレン 364 である。安定性は、酸性、アルカリ性および熱に安定、光に対してやや不安定である。

(構造式)



適用作物・使用目的及び使用方法：表-1 参照。

- ① 本剤は長期間貯蔵しておくとは分離するので、使用の際は容器をよく振って均一な状態にもどしてから所定量を取り出すこと。なお、希釈する場合は、所定量の水に加えてから十分かくはんすること。
- ② ハウス栽培のミカンには使内用しないこと。
- ③ ハダニ類は繁殖が早く、密度が高くなると防除が困難になるので、発生初期に散布むらのないようにていねいに散布すること。
- ④ 本剤の連続散布は、ハダニ類の本剤に対する抵抗性を増加させるおそれがあるので、できるだけ年 1 回の散布とし、他の殺ダニ剤との輪番で使用する。
- ⑤ カイコに対して毒性があるので、クワ葉にかからないようにすること。

⑥ 本剤はミツバチに影響を及ぼすので、散布の際は十分注意すること。

⑦ 散布量は対象作物の生育段階、栽培形態および散布方法に合わせ調節すること。

⑧ 本剤の使用に当たっては、使用量、使用時期、使用方法を誤らないよう注意し、特に初めて使用する場合は、病害虫防除所等関係機関の指導を受けることが望ましい。

毒性：(急性毒性) 普通物

- ① 誤飲などのないよう注意すること。
- ② 本剤は眼に対して弱い刺激性があるので、眼に入らないように注意すること。眼に入った場合には直ちに水洗すること。
- ③ 散布の際は農薬用マスク、手袋、長ズボン・長袖の作業衣などを着用すること。作業後は手足、顔などを石けんでよく洗い、うがいをすること。

(魚毒性) C 類

- ① 本剤は、ごく低濃度でも水産動物に強い影響を及ぼすので特に注意すること。
- ② 河川は、湖沼、海域および養殖池等に本剤が飛散・流入する恐れのある場所では使用しないこと。
- ③ 散布器具・容器の洗浄水および残りの薬液は、河川等に流さず、周囲に影響のない地点を選定して、土壌表面に散布する等の処理を行い、容器、空き袋等は焼却等により水産動物に影響を与えないよう安全に処理すること。

人 事 消 息

青森県では、「フラワーセンター 21 あおもり」を下記のとおり設置し、8 月 1 日より業務を開始した。当センターは、青森県の花きを振興するための支援組織として、花きに関する試験研究、研修、優良種苗の供給等を総合的に実施する施設として開設されたもの。

〒030-01 青森市大字合子沢字松森 395-1 のうち

電話 0177-28-8721(代) FAX 0177-28-8727

北海三共株式会社は、本社事務所および北広島工場の所在地の広島町の市制の施行により、9 月 1 日より下記のように住所が変更された。

記

新住所 〒061-11 北海道北広島市北の里 27-4

電話 011-370-2100(代表)(従来通り)

株式会社トモノアグリカでは、本社ビルの新築に伴い約 1 年半程下記仮事務所へ移転することになった。ただし、郵便物は下記私書箱又は旧住所へ送付のこと。業務開始日 9 月 24 日(火)。

記

仮事務所 〒424 清水市中之郷 3-5-47

郵便物 〒420-91 静岡中央郵便局 私書箱 70 号
(旧住所でも私書箱に入ります)

電話 転送につき従来と変わりなし

FAX 一部変更あり

本社・総務部 (TEL 054-254-6261, FAX 054-254-8352)

中 央 だ よ り

/病/害/虫/発/生/予/察/ニ/ュ/ー/ス/

(8.8.13～9.10)

◆カメムシ類、ヨトウムシ類

果樹カメムシ類の警報・注意報が西日本を中心に発表されています。発生予察情報によれば新成虫の飛来は多く温州みかんでも被害が見られています。今後果実の成熟とともに果樹園への飛来は増加することが懸念されますので、発生の目立つ地域では特に各県の発生予察情報に留意し、適時適切な防除を行って下さい。

また、野菜のヨトウムシ類についても各県で発表されています。

【警報の一覧】計2件

発表月日	県名	作物名	病害虫名
8/13	兵庫	果樹全般	カメムシ類
9/06	愛媛	カンキツ、カキ、キウイフルーツ	カメムシ類

8月の新成虫の予察灯への飛来は多く、温州みかんでも現在まで被害が見られる。早期防除励行。

【注意報の一覧】計21件

発表月日	県名	作物名	病害虫名
8/13	島根	大豆・アブラナ科野菜	ハスモンヨトウ
13	兵庫	水稻	斑点米カメムシ類
13	大阪	野菜、花き類	オオタバコガ
13	大阪	野菜、花き類	シロイチモジヨトウ
15	岡山	水稻	斑点米カメムシ類
15	岡山	アブラナ科野菜	ハイマダラノメイガ
19	宮崎	普通期水稻	斑点米カメムシ類
19	鹿児島	普通期水稻	斑点米カメムシ類
21	兵庫	水稻	穂いもち
22	神奈川	水稻	ニカメイガ
23	奈良	果樹全般	果樹カメムシ類
23	福岡	普通期水稻	斑点米カメムシ類
26	千葉	野菜	シロイチモジヨトウ
26	千葉	野菜	ハスモンヨトウ
27	高知	普通期水稻	斑点米カメムシ類
29	神奈川	早生温州みかん	果樹カメムシ類
9/03	高知	野菜、大豆等	ハスモンヨトウ
03	鹿児島	カンキツ、カキ、ナシ	果樹カメムシ類

8月以降の新成虫の発生量は非常に多く、北薩地域のかんきつ園では被害が確認されている。

04	愛知	キャベツ、ネギ、ホウレンソウ	シロイチモジヨトウ
----	----	----------------	-----------

8月のフェロモントラップの誘殺数は多く、ネギほ場での発生ほ場率は42%と高い。

05	大阪	キャベツ等アブラナ科野菜	ハイマダラノメイガ(ダイコンシンクイムシ)
----	----	--------------	-----------------------

9月上旬の調査では育苗中のキャベツで被害が多い。近年多発傾向にありアブラナ科野菜での被害懸念。

0 6 | 栃 木 | 各畑作物, 野菜 | ハスモンヨトウ

フェロモントラップの誘殺数は8月上旬以降急激に増加している。大豆では多くのほ場で白変葉が見られる。

【特殊報の一覧】2件

発表月日	県名	作物名	病害虫名	発生量
9 / 0 2	青 森	キャベツ	オオモンシロチョウ	
我が国未発生で、国の「特定重要病害虫」。モンシロチョウやコナガ幼虫と同時防除できると見られる。				
0 2	福 島	キュウリ(カボチャ台木)	キュウリホモプシス根腐病	
地上部萎ちょう、根部に褐色腐敗症状。過去、埼玉(昭和59)での報告あり。				

協 会 だ よ り

○診断用抗血清の追加配布について

当協会では、植物防疫上重要な植物ウイルス及び細菌の診断用抗血清を作製・調整の上、実費配布しておりますが、このたび新たに、シュードモナス・チコリー(*Pseudomonas cichorii*)、シュードモナス・ビリディフラバ(*P. viridiflava*)、シュードモナス・マージナリス

(*P. marginalis*) の検定用エライザセットを配布することが可能になりました。広くご利用いただきますようにお知らせいたします。なお、お申し込みは下記あてに文書またはFAXにてお願いいたします。

(申し込み先)

(社) 日本植物防疫協会研究所 総務係
〒300-12 茨城県牛久市結束町535番地
電話 0298-72-5172 FAX 0298-74-2294

主 な 次 号 予 告

次11月号は、「害虫防除新素材の特性と利用技術」の特集号です。予定されている原稿は、下記のとおりです。

1. 害虫の防除素材と防除戦略 中村和雄
2. 新殺虫剤の特性と利用技術 浜 弘司
3. 線虫防除薬剤の特性と利用技術 清水 啓
4. 天敵の特性と利用技術 矢野栄二
5. 昆虫病原系状菌の特性と利用技術 行徳 裕

6. フェロモンの特性と利用技術 田付貞洋

7. 物理的防除の特性と利用技術

——被覆資材等—— 上遠野富士夫

——昆虫の色覚の利用—— 河野 哲・八瀬順也

病虫害防除に関する農林水産省の新研究体制

風野 光

(リレー随筆) 産地の研究室から——地域ブランド

を育てる(13) おかひじき 川村啓造

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50巻

平成8年9月25日印刷

第10号

平成8年10月1日発行

平成8年

10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8年分購読料
前金9,000円 後払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 (03) 3944-1561~6番

FAX (03) 3944-2103 (出版情報グループ)

振 替 00110-7-177867番

広範囲の作物の病虫害防除に…… 農作物を守る！ 日曹の農業

好評発売中！

●新発売●
●害虫防除の新戦略!!
-効果が新鮮-

モスピラン

●害虫発見、いざ出陣!!
難防除害虫に効く

日曹 **コデツ** フロアブル

○広範囲の病虫害防除に
日曹 **フロンサイド**

○果樹・野菜の病虫害防除に、
種もみ消毒に

トリフミン

○病害防除の基幹薬剤

トップジンM

○べと病・疫病の専門薬 /

日曹 **アリエッティ**

○きゅうりのべと病防除に、
ぶどう・りんご・なしの病虫害防除に

日曹 **アリエッティC**

○果樹・野菜の病虫害防除に

日曹 **ゲッター**

○落葉果樹の病虫害総合防除に

ブルーウ

○水稻の種子消毒に

日曹 **トリフミンスターナSE**

●ハダニ類の防除に

日曹 **ピラニカ**

◆消泡性展着剤

ラビデン3S

★巨峰の着粒増加に

日曹 **フラスター**

-糖形成促進剤-

★畦畔・家周り・空き地・果樹園・菜園の

雑草防除に

クサカットソル

-茎葉土壌処理防草剤-

★イネ科雑草の除草に

主剤処理

除草剤 **ナブ**

★広葉雑草の除草に

日曹 **アクチノール**

●果樹・野菜のハダニ防除に

ニッソラン

●茶・メロン・すいか・さといも・花の

ハダニ・アブラムシ類防除に

ニッソランV

●広範囲の害虫防除に

合成ピレスロイド剤

日曹 **スカウト**



※ハウスの省力防除に

日曹のくんぼ剤

-殺菌剤-

トリフミンシット

-殺虫剤-

マブリックシット

日曹 **マブリックVPシット**

ニッソランVシット

農薬は、適期・適量・安全使用



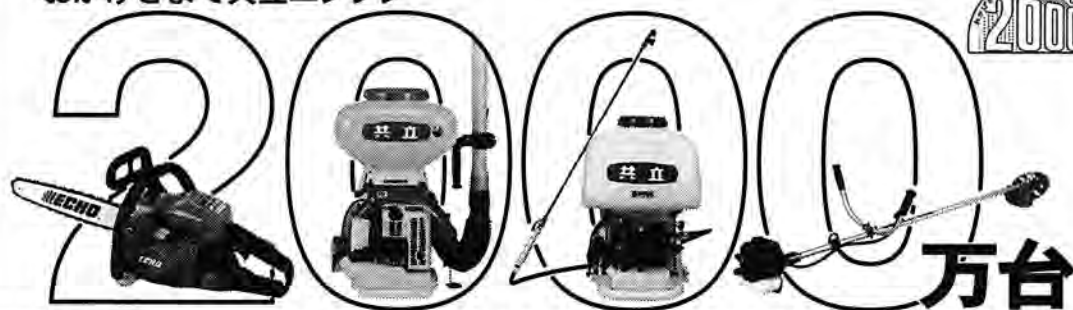
日本曹達株式会社

本社 〒100 東京都千代田区大手町2-2-1

支店 〒541 大阪市中央区北浜2-1-11

営業所 札幌・仙台・信越・新潟・東京・名古屋・福岡・西国

おかげさまで共立エンジン



共立は昭和31年、初めて自社エンジンを背負動散に搭載。以来、チェーンソー、刈払機と各種作業機を開発してまいりました。

おかげさまで、このたび生産累計2,000万台を突破いたしました。

これも農家の皆さまのご支援の賜物と感謝しております。

共立はこれからも農作業に役立つ使い易いすぐれた製品をお届けしてまいります。

共立エンジン2000万台突破記念

新発売プレゼントセール実施中!!

期間：平成8年1月1日～8月末日

- 対象機種：共立刈払機、背負動散、チェーンソーの全機種及び背負動噴 (SHR606, SHP706, SHR045)
- 応募方法：上記製品に同梱されている応募ハガキをご返送ください。(8月31日の消印まで有効)
- 抽選：平成8年2月から8月まで毎月末、抽選により当選者を決定します。(計7回)
- 賞品：各月毎に合計1000名(当選発表は、賞品の発送をもってかえさせていただきます。)
- | | | | |
|--------|--------------------|---------|------------------------|
| 特等 10名 | IHジャー炊飯器 (1.8リットル) | 2等 30名 | マイコン沸騰ジャーボット (2.2リットル) |
| 1等 20名 | 電気集じん式空気清浄機 | 3等 940名 | 特製テレホンカード |



株式
会社

共立

〒198 東京都青梅市末広町1-7-2

●カタログのご請求・お問い合わせは国内営業本部(☎0428-32-6181)まで

“箱でたたこう！イネミズゾウムシ”

イネミズゾウムシをはじめ、イネドロオイムシ・イネヒメハモグリバエ・ウンカ、ヨコバイ類などの水稻初期害虫の同時防除が出来ます。

＜育苗箱専用＞

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出来ます。
- 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。



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

■ 農薬に関する唯一の統計資料集 ■ 登録のある全ての農薬名を掲載

1995 年版（平成 6 農薬年度）

農 薬 要 覧

農林水産省農産園芸局植物防疫課 監修

主 な 目 次

- I 農薬の生産、出荷一種類別生産出荷数量・金額／製剤形態別生産数量・金額／主要農薬原体生産数量／種類別会社別農薬生産・出荷数量／など
- II 農薬の流通、消費一県別農薬種類別出荷金額／農薬の農家購入価格の推移／など
- III 農薬の輸出、輸入一種類別輸出数量／種類別輸入数量／仕向地別輸出金額／など
- IV 登録農薬—平成 6 年 9 月末現在の登録農薬一覧／農薬登録のしくみ／など
- V 新農薬解説
- VI 関連資料—6 年度農作物作付（栽培）面積／主要病害虫の発生面積・防除面積／など
- VII 付 録—農薬の毒性及び魚毒性一覧表／関係機関等名簿／登録農薬索引／など

- ◆ B6 判・678 ページ
- ◆ 定価 5,400 円（本体 5,243 円）
- ◆ 送料サービス

バックナンバー

- 1994 年版—5,200 円 送料サービス
- 1993 年版—5,200 円 //
- 1992 年版—5,200 円 //
- 1991 年版—5,000 円 //
- 1989 年版—4,400 円 送料 340 円
- 1983 年版—3,296 円 送料 310 円

※定価は税込価格です。

■品切絶版

1963～82, 84～88, 90 年版

■ご注文は、個人は前金（現金・振替）で、機関は後払いも可、本会へ



ジョーカーファミリーラインナップ。

有機ケイ素系殺虫剤

Joker

MR. ジョーカー

新登場

全部まとめて、かかってきなさい。

ブラシンジョーカー粉剤DL

バリダジョーカー粉剤DL

ルーバンジョーカー粉剤DL

ルーバンバリダジョーカー粉剤DL

カスラブジョーカー粉剤DL/3DL

カスラブバリダジョーカー粉剤DL/3DL

カスラブミミックジョーカー粉剤DL/3DL

ミミックジョーカー粉剤DL

ミミックジョーカーバリダ粉剤DL

ラブサイドジョーカー粉剤DL

エビセクトジョーカー粉剤DL

カルホスジョーカー粉剤DL

カルモンジョーカー粉剤DL

モンガードジョーカー粉剤DL

ラブエビジョーカー粉剤DL

ラブカルジョーカー粉剤DL

ラブモンカルジョーカー粉剤DL

●使用前にラベルをよく読んでください。●ラベルの記載以外には使用しないでください。●本剤は小児の手の届く所に置かないでください。

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	適用病害名	希釈倍数	使用時期	本剤及びフロクロラズを含む農薬の総使用回数	使用方法
稲	いもち病	1000倍	浸種前	1回	24時間種子浸漬
	馬鹿苗病	100倍			10分間種子浸漬
	乾燥種粒	40倍			吹付け処理 (種子消毒機使用)
	ごま葉枯病	1kg当り 希釈液30ml			又は塗沫処理
チューリップ	球根腐敗病	100倍	植付前		15分間球根浸漬
		200倍			30分間球根浸漬
		40倍 球根1kg 当り希釈 液30ml			球根塗沫

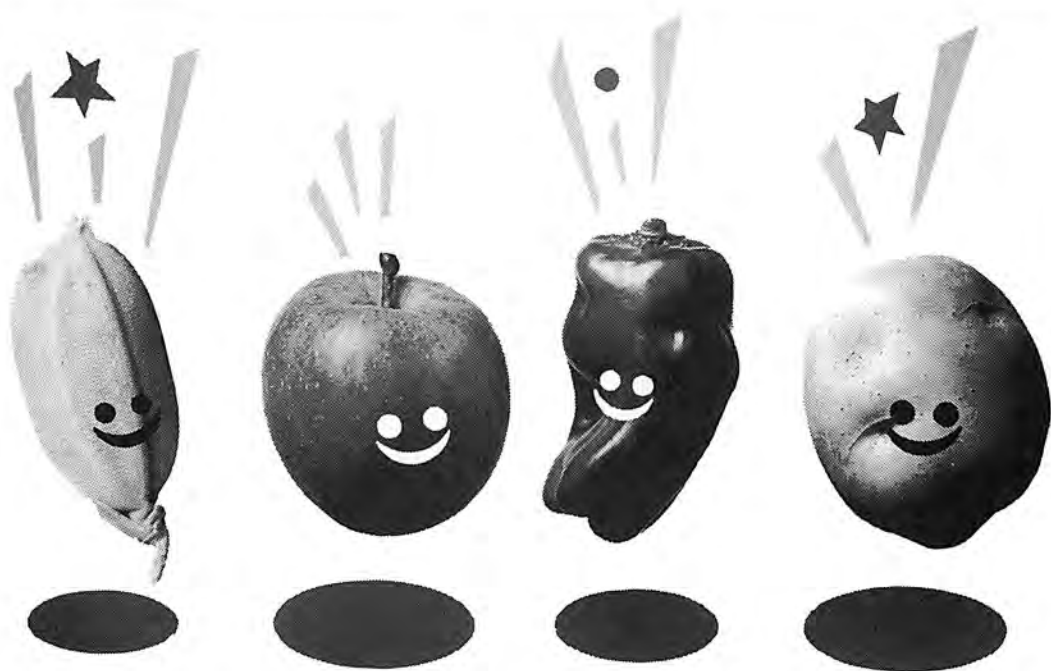
実りのプレリュード・種子消毒剤

スポルタック[®] 乳剤

●フロクロラズ・25% SPORTAK[®]

®はアグレコUK社の登録商標

元気な作物、おいしい作物。 私たちも推薦！



水稲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。



連作障害に!!

刺激臭が少なく、散布が簡単。
使いやすい土壌消毒剤。

® **バスアミド** 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。

バス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

〒107 東京都港区赤坂4-2-19

新発売

特 長

- ## 待望の新規殺菌剤



フルヒカフロアブル

®:クミアイ化学工業(株)登録商標

●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。



JAグループ



经济通



自然に学び 自然を守る
クミアイ化学工業株式会社

本社：〒110-91 東京都台東区池之端1-4-26 ☎03(3822)513

A colorful illustration of a stylized landscape. In the center, a large orange sun hangs in the sky. To the right, a tall green tree stands. Several small figures are scattered around. One figure in the center holds a large orange umbrella. Other figures are holding a yellow bag, a green bag, and a small stick figure. The ground is covered with green grass.

自然をみつめる
殺虫剤

東京部平大医口本橋重町E-1-1
☎03(3231)0666
我は三井東圧化学株式会社の登録商標です。

平成八年九月二十五日	印刷	植物防疫	第五十卷	第十号
平成八年九月一日	發行	(每月一回)	發行	(發行)
昭和二十四年九月九日	第三種郵便物認可			

定価 八〇〇円(本体七七七円)(送料七六円)