ISSN 0037-4091

植物防疫

1990
7
VOL 44

特集　病原菌の病原性の分化

正確・迅速をモットーに
時代のニーズにお応えします。

業務内容

●依頼分析

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

●土壌調査および植生テスト

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

パリノ・サーヴエイ株式会社

地質調査業者　質80－982
計量証明事業　群馬県　環　第17号

本　社　〒103 東京都中央区日本橋室町2-1-1三井ビル
TEL 03(241)4566　FAX 03(241)4597
研究所　〒375 群馬県藤岡市岡之郷戸崎559-3
TEL 0274(42)8129　FAX 0274(42)7950

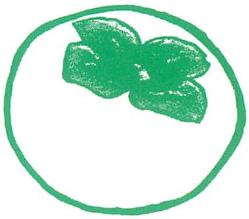
果樹の病害防除に抜群の効果

なし・もも・かきに適用拡大

りんご
黒星病
斑点落葉病
赤星病
すす点病
すす斑病
黒点病

なし
黒星病
黒斑病
赤星病

もも
縮葉病
黒星病
灰星病

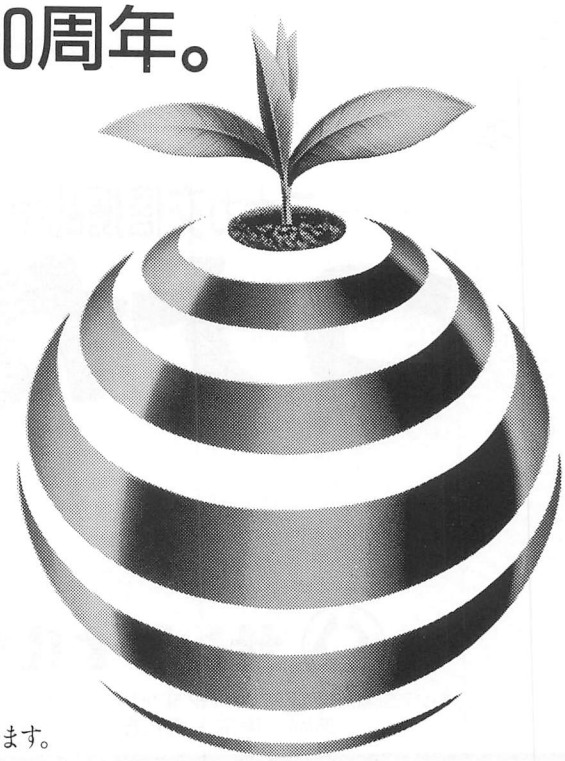


かき
円星落葉病

パルノックス
水和剤

NOC 大内新興化学工業株式会社　〒103 東京都中央区日本橋小舟町7－4

おかげさまで30周年。
これからも、
いつまでも、
ICI農薬。



除草、殺虫、殺菌、そして成長調整…
豊かな実りのためのニーズに
幅広く応えるICI農薬。
日本の土を踏んで、おかげさまで
ことし30周年を迎えることができました。
これからも先進の技術を駆使して、
豊かな収穫を阻む諸問題の解決に
努力を重ねてまいります。
21世紀に向けて、ICIの挑戦はきょうも続きます。

農作物の安定多収に挑戦するICI農薬。

除草剤

●水稲用
新発売 フジグラス®粒剤/新発売 ベルーフ®粒剤/新発売 リーダル®粒剤/マメット®SM粒剤/マメット®粒剤/オードラム®粒剤
オードラム®M粒剤/ナクサー®粒剤/ダイセック®SM粒剤/エスドラム®粒剤

●果樹・野菜・非農耕地用
プリグロックス®L/マイゼット®/新発売 タッチダウン®/レグロックス®/エス®乳剤/バーナム®粒剤

●芝用
クサレス®水和剤/ロンパー®乳剤・細粒剤/ローンベスト®水和剤

殺菌剤

●水稲用
ケス®水和剤

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

殺虫剤

●果樹・野菜用
新発売 サイハロン®水和剤・乳剤/新発売 ピリマー®ナック水和剤/アクテリック®乳剤/ピリマー®水和剤

植物成長調整剤

●水稲用（倒伏軽減剤）
新発売 スマレクト®粒剤/新発売 イネビタン®粒剤

●非農耕地用
新発売 バウンティ®粒剤・フロアブル

●花き・花木用
新発売 ボンザイ®フロアブル

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

フェロモン剤

——コナガ交信攪乱用フェロモン剤——

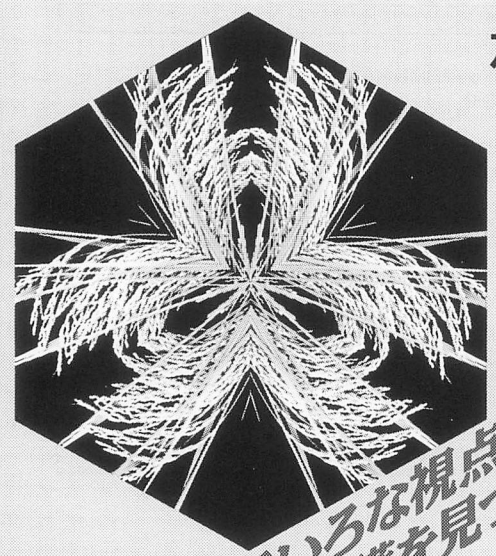
コナガコン®

信越化学工業㈱の登録商標です。

サンケイ化学株式会社

本社 〒890 鹿児島市郡元町880 ☎ 0992(54)1161(代) ・ 東京本社 〒101 千代田区神田司町2-1 ☎03(294)6981(代)

盛岡・東京・名古屋・大阪・福岡・宮崎・鹿児島



いろいろな視点で
収穫を見つめて。

ホクコーの主要水稲防除剤

●総合種子消毒剤
デュポン ベンレートT水和剤20

●水稲種子消毒剤
ヘルシード®水和剤

●紋枯病やっぱり決め手の
バリダシン® 粉剤DL 液剤 エアー

●いもち病防除剤
カスラブサイド® 粉剤DL 水和剤
オリゼメート®粒剤

●水稲倒伏軽減剤
セリタード®粒剤5

●イネミズゾウムシ・イネドロオイムシ防除剤
シクロサール®U粒剤2
シクロサール®ナックU粒剤
シクロサール®バッサU粒剤

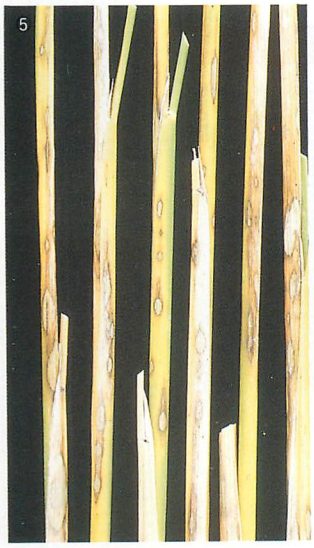
農薬会社は、日本農業の発展を願い、安全で
効果の高い農薬を創りおとどけしています。

農協 経済連 全農

北興化学工業株式会社
東京都中央区日本橋本石町4-4-20

イネ各種菌核病菌による疑似紋枯病の病徴

野中福次・門脇義行氏原図(本文 26 ページ参照)



①紋枯病の病徴（門脇原図）

②褐色紋枯病の病徴（門脇原図）

③褐色紋枯病の病斑（野中原図）

④赤色菌核病の病斑（野中原図）

⑤褐色菌核病の病斑（野中原図）

⑥褐色菌核病の病斑と病斑内の褐色条線（門脇原図）

⑦灰色菌核病の病徴（門脇原図）

⑧灰色菌核病の病斑と菌核（門脇原図）

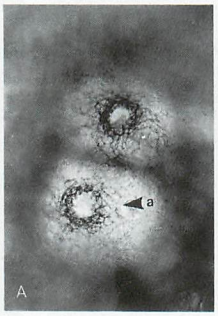
⑨イネ各種菌核病菌の菌核（野中原図）

キュウリ萎ちょう性病害の見分け方(2)

（本文 41 ページ参照）

つる枯病菌による急性萎ちょう

木曽　皓氏原図



▲ 病斑上の黒粒（柄子殻）
A　aから胞子が飛散する
B　柄子殻から水中に流れでた胞子

◀ つる枯病菌による急性萎ちょう

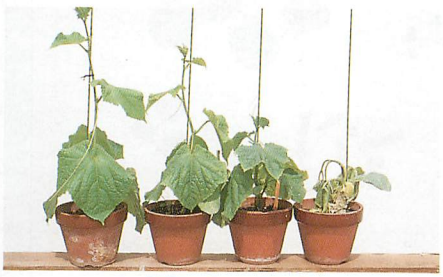
細菌（軟腐病菌）による急性萎ちょう

▲病原細菌の電顕像（木曽　皓氏原図）

◀ *Erwinea carotovora* subsp. *Carotovora* 接種による萎ちょう株（左：無接種健全株、右：胚軸部接種萎ちょう株）
（橋本光司・善林六朗・植松勉氏原図）

ウィルスによる急性萎ちょう

岩崎真人氏原図



▲ ウィルスの接種による接ぎ木キュウリの萎ちょう
（左より、健全、CMV接種、ZYMV接種、CMVとZYMVの混合接種）

◀ 香川県で発生したカボチャ台接ぎ木キュウリのウィルスによる萎ちょう

アスパラガスの病害虫

赤沼礼一氏原図
（本文 45 ページ参

茎枯病斑上の柄子殻

茎枯病被害株

斑点病菌分生胞子

ジュウシホシクビナガハムシ

植物防疫

Shokubutsu bōeki
(Plant Protection)

第44巻第7号
平成2年7月号

目　次

特集：病原菌の病原性の分化

ナス科野菜の青枯病菌の病原性の分化……尾崎　克己……1
アブラナ科野菜根こぶ病菌の病原性の分化……吉川　宏昭……5
日本産バーティシリウム病菌 *Verticilliwm dahliae* の病原性の分化……萩原　廣……9
野菜・花きのうどんこ病菌の寄生性の分化……我孫子　和雄……14
カメムシ類成虫による同種成虫の誘引……沼田　英治……18
カブリダニ類の合成ピレスロイド剤に対する抵抗性……望月　雅俊……22
イネ疑似紋枯病とその発生生態……野中　福次・相川　宏史・門脇　義行・磯田　淳一……26
害虫管理における個体群発育モデル……矢野　栄二……30
輸出果実の病害虫対策……吉澤　治……36
植物防疫基礎講座
ウリ科野菜の萎ちょう性病害の見分け方（2）キュウリ萎ちょう性病害の見分け方（2）
……木曽　皓・岩崎　真人……41
地域特産物の病害虫（1）アスパラガスの病害虫……赤沼礼一・小林　荘一……45
新しく登録された農薬（2.5.1～5.31）……48

中央だより……25
協会だより……49
新刊紹介……4
学界だより……50
人事消息……49
次号予告……50

BAYER

「確かさ」で選ぶ…バイエルの農薬

●いもち病に理想の複合剤
ヒノラブサイド®

●いもち病の予防・治療効果が高い
®ヒノザン

●いもち・穂枯れ・カメムシなどに
®ヒノバイジット

●いもち・穂枯れ・カメムシ・ウンカなどに
®ヒノラブバイバッサ

●紋枯病に効果の高い
®モンセレン

●いもち・穂枯れ・紋枯病などに
®ヒノラブモンセレン

●イネミズ・カメムシ・メイチュウに
バイジット

●イネミズゾウムシ・メイチュウに
バサジット®

●イネミズ・ドロオイ・ウンカなどに
®サンサイド

●イネミズ・ウンカ・ツマグロヨコバイに
D・Sダイシストン サンサイド粒剤

●さび病・うどんこ病に
®バイレトン

●果樹の黒星病・赤星病・灰星病・野菜のうどんこ病に
®バイコラール

●灰色かび病に
®ユーパレン

●うどんこ病・オンシツコナジラミなどに
®モレスタン

●斑点落葉病・黒星病・黒斑病などに
®アントラコール

●コナガ・ヨトウ・アオムシ・ハマキムシ・スリップスに
®トクチオン

●ミナミキイロアザミウマに
®ボルスタール

●各種アブラムシに
®アリルメート

●ウンカ・ヨコバイ・アブラムシ・ネダニなどに
®ダイシストン

●新しい時代のヒエ剤登場
®ヒノクロア粒剤

●初・中期一発処理除草剤
特農 シンザン粒剤

●初・中期一発処理除草剤
特農 ザーク粒剤

●初・中期一発処理除草剤
特農 アクト®粒剤

●中期除草剤
®クロアSM粒剤

●バレイショ・アスパラの除草剤
センコル

Ⓡは登録商標

日本特殊農薬製造株式会社
東京都中央区日本橋本町2-7-1 〒103

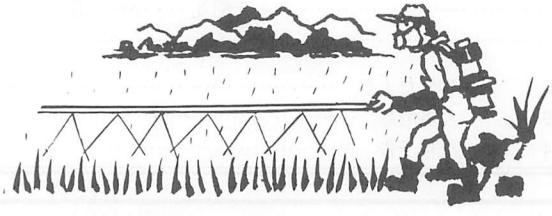
微粒子が効きめを発揮！

バリダシン

粉剤は

原体を微粒子に揃えたことで

稲葉鞘部への付着性が向上し



紋枯病防除に一段と優れた効果を発揮します。

紋枯病やっぱり決め手の

バリダシン®

粉剤・粉剤DL

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

特集：病原菌の病原性の分化〔1〕

ナス科野菜の青枯病菌の病原性の分化

農林水産省野菜・茶業試験場盛岡支場　尾崎（おざき）克己（かつみ）

はじめに

Pseudomonas solanacearum は，多犯性で，地理的分布も広く，変異性に富み，多くの系統・レースの存在が知られている（Buddenhagen and Kelman, 1964）。岡部・後藤（1961，1965）は，国内に分布する青枯病菌を数種の宿主植物（タバコ，ゴマ，トマト，ナス，ラッカセイ）に対する病原性から13の病原型に類別した。Buddenhagen et al.（1962）は三つのレースに類別し，レース1はタバコ，トマト，その他のナス科植物を侵し，レース2はバナナ，ヘリコニヤを侵し，レース3はジャガイモ，トマトを侵すが，他のナス科植物には弱い病原性を示すとした。

さらに，He et al.（1983）は，クワから分離したナスとジャガイモのみに弱い病原性を示す菌系をレース4と報告した。また，Quinon et al.（1964）はハワイに分布する青枯病菌を，トマト，ラッカセイ，ショウガ，ストレリチアに対する病原性から三つの系統に類別した。

これらの例にみられるように，青枯病菌は属あるいは科間の作物に対する病原性の有無または病原力の差異によって類別されており，イネいもち病，イネ白葉枯病などのように，品種により同じ病原に対する抵抗性が異なり，判別品種の抵抗性遺伝子も明らかにされている病害とは異なった範ちゅうでの類別といえよう。

近年，これまで青枯病の防除対策として最も安定した防除技術として定着してきたアカナス（ヒラナス）台接ぎ木ナスが，各地の主産地で罹病化し始めた。さらに，高度抵抗性台木として有望視されたツノナスが圃場によって著しい発病差を生じること（鈴木ら，1975），また，抵抗性台木として育成されたトルバム・ビガーが導入初年目から罹病化するなど，抵抗性の崩壊現象が認められるようになった。

そこで，筆者は抵抗性台木の罹病化の原因を病原菌の分化の面から究明しようとして，現在台木として利用されているナス属植物に対する病原性から，ナス科野菜の青枯病菌を類別しようとした。その結果の概要を報告する。ご参考になれば幸いである。

Pathogenic Specialization of *Pseudomonas solanacearum* in Solanaceous Plants.　By Katsumi Ozaki

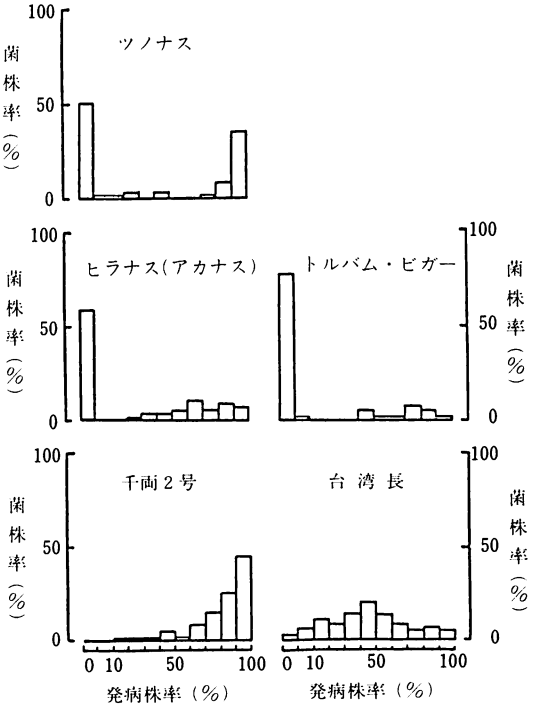
I　ナス属植物に対する病原性による類別

1982年から85年にかけて，全国から採集したナス科野菜の青枯病菌のナス属植物（ヒラナス（*S. integrifolium*），セイバンナスビ（*S. torvum*, 品種：トルバム・ビガー），ツノナス（*S. mammosum*），ナス（*S. melongena*, 品種：千両2号，台湾長））に対する病原性を，尾崎・木村（1989）の青枯病抵抗性検定法に従い検討した。

各ナス属植物ごとの発病状況は図-1に示したように，千両2号は全菌株に侵され，多くの菌株で高率に発病した。台湾長は発病株率50～60%を中心に，ほぼ連続的な分布を示した。ツノナス，ヒラナス及びトルバム・ビガーにおいては無発病群と50%以上発病群とに大別された。

なお，一部の菌株は20～30%と前二者の中間的な発病株率を示した。

次に，各菌株ごとにナス属植物の発病様相をみると，図-2に示したように，連続的分布を示した台湾長を除く



図－1　ナス属植物の発病株率別の出現菌株率

と，供試菌株は5集団に区別された。すなわち，①千両2号のみを高率に発病させ，他のナス属植物に病原性のない菌株，②千両2号とツノナスを発病させる菌株，③千両2号，ツノナス，ヒラナスを発病させる菌株，④供試ナス属植物をすべて発病させる菌株，⑤千両2号とヒラナスを高率に発病させるが，ツノナス及びトルバム・ビガーを侵さない菌株，とである。

このことはナス属植物における抵抗反応の質的差異を示唆していると推察された。そこで，これらナス属植物における発病の有無を判定基準として，無発病(きわめて低率な発病も含む)を抵抗性とし，発病を罹病性として，表-1 に示したように，青枯病菌を5群に類別した。

分離宿主と菌群との関係をみると，表-2 に示すように，ナス青枯病からはII群を除き各群に属する菌株が検出され，特にIV群菌の頻度が高かった。IV群菌は主にトルバム・ビガー台及びヒラナス台接ぎ木ナスから検出された。I群菌は主に自根のナス(千両2号，黒陽)から検出された。しかし，抵抗反応を示すはずのヒラナス及びトルバム・ビガー台接ぎ木ナスからも計3菌株が検出された。この原因については不詳であるが，防除対策の面からも検討を要する現象であろう。V群菌はヒラナス台接ぎ木ナスから検出された。

トマト青枯病からは各菌群を検出したが，I群菌が主であった。なお，接ぎ木の有無と菌群との関係は判然としなかった。

ジャガイモ青枯病からはI群菌のみを，ピーマン青枯病からはI及びII群菌を検出した。

表-1　青枯病菌の類別

判別植物	菌群				
	I	II	III	IV	V
ナス(千両2号)	S	S	S	S	S
ツノナス	R	S	S	S	R
ヒラナス	R	R	S	S	S
トルバム・ビガー	R	R	R	S	R

S：罹病性　R：抵抗性

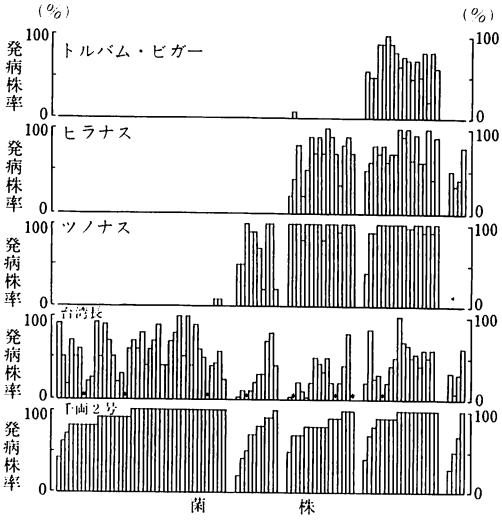


図-2　青枯病菌のナス属植物に対する病原性
＊印は欠測値を示す

II　抵抗性台木接ぎ木ナスの連作に伴う菌群の変遷

抵抗性台木接ぎ木ナスの連作によって，その台木を侵す菌群が出現するかを知ろうとした。そこで，千両2号等の栽培ナスに病原性を有し，台木用ナス属植物に病原性のないI群菌に属する青枯病菌に汚染された圃場に，ツノナス，ヒラナス及びトルバム・ビガーを台木とした接ぎ木ナス(穂木：千両2号)と千両2号(自根)を混植栽培し，7年間連作した。表-3 に示したように，A圃場においては，千両2号が低率な発病株率ながら毎年発病した。しかし，ツノナス，ヒラナス，トルバム・ビガー台接ぎ木ナスは7年間全く発病しなかった。

一方，B圃場においては，千両2号は毎年高率に発病したが，抵抗性台木接ぎ木ナスは連作3年目まで発病しなかった。しかし，連作4年目(1985)になると，各台木接ぎ木ナスに発病がみられるようになり，トルバム・ビガーでは約半数発病した。他の抵抗性台木接ぎ木ナスの発病は低率であった。連作5年目にはツノナス台接ぎ木ナスの約半数に発病を認め，連作7年目にはヒラナス台接ぎ木ナスも発病し，すべての台木接ぎ木ナスが高率に発病した。この発病株から，毎年青枯病菌の検出を行い，検出された菌株の菌群を検討した。表-4 に示したように，連作3年目までの発病株からはI群菌のみが検出さ

表-2　分離宿主と菌群との関係

宿主	台木ナス属植物	菌群				
		I	II	III	IV	V
ナス	自根	4	0	1	2	0
	ヒラナス	2	0	8	17	9
	トルバム・ビガー	1	0	1	7	0
	その他	0	0	1	4	1
トマト	自根	29	9	9	4	1
	BFNT・KNVF等	7	0	1	0	1
ジャガイモ		9	0	0	0	0
ピーマン		6	1	0	0	0
イチゴ		1	0	0	0	0

れた。トルバム・ビガーの発病を認めた連作4年目(1985)には1菌株であったがIV群菌を検出した。それ以後，連作年数が増すにつれて，IV群菌の検出頻度は高まり，おのおのの抵抗性台木接ぎ木ナスが発病した連作7年目には，各菌群に属する菌株を検出した。

これらの結果は，圃場の発病様相と相符合し，連作によって，病原菌が分化したと推考された。しかし，A圃場においては抵抗性台木接ぎ木ナスが全く発病しなかったことや，分離宿主と菌群との関連など，直ちに抵抗性台木の連作によって病原菌が分化したとは判断し難い面もあり，今後さらに多くの視点から検討する必要がある。

表-3　抵抗性台木接ぎ木ナスの連作による青枯病の発生推移

圃場	栽培年次	台木別接ぎ木ナスの発病株率			
		千両2号（自根）	ツノナス	ヒラナス	トルバム・ビガー
A	1983	24	0	0	0
	1984	38	0	0	0
	1985	20	0	0	0
	1986	56	0	0	0
	1987	50	0	0	0
	1988	50	0	0	0
B	1982	（トルバム・ビガーの均一栽培，発病：0）			
	1983	75	0	0	0
	1984	100	0	0	0
	1985	100	6	14	44
	1986	94	44	6	44
	1987	94	50	6	31
	1988	100	81	56	81

穂木：千両2号

表-4　年度別発病株からの分離菌株の菌群

発病年	菌群検定菌株数	菌群						検定年月
		I	II	III	IV	V	?	
1983	3	3	0	0	0	0	0	1984, 7
1984	2	2	0	0	0	0	0	1984, 7
1985	10	9	0	0	1	0	0	1986, 8
1986	8	2	2	0	4	0	0	1986, 10
1987	8	2	0	0	6	0	0	1987, 9
1988	14	1	2	1	7	1	1	1988, 8

III　ヒラナスの青枯病抵抗性の遺伝について

ヒラナスの保有する青枯病抵抗性の遺伝様式を明らかにしようとした。遺伝様式を知るためにはF_2世代以降で検討する必要があるが，アシストの自殖種子の採種は困難であった。そこで，F_1世代での検討を試みた。

表-5に示したように，アシストは交配親(♀)であるヒラナスに病原性を示さないI，II群菌に対しては，片親(♂)であるD. M. P. (Dingaras Multiple Purple)の発病の有無にかかわりなく発病せず，抵抗性を示した。逆にヒラナスを侵すIII～V群菌においては，D. M. P. の発病の有無にかかわりなく発病し，罹病性を示した。アシストと菌群との間には特異的な抵抗反応の存在が示唆され，この反応はヒラナスの保有する抵抗性遺伝子に起因すると推考された。

なお，アシストの発病程度はヒラナスより軽く，特に萎ちょう枯死株が著しく減少した。D. M. P. よりは萎ちょう枯死株が増加し，全体的にやや高い発病様相を示した(図-3)。

一方，興津1号においては，供試した全菌株に侵され，

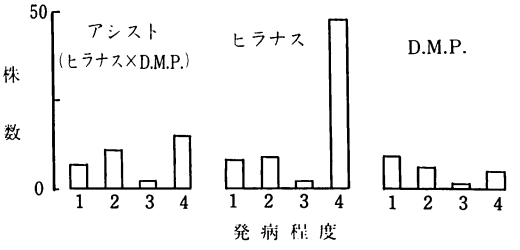


図-3　発病株の発病程度別個体数
1：1～2葉に発病を認める，2：3～5葉に発病を認める，3：大部分の葉に発病を認める，4：萎ちょう枯死株

表-5　ヒラナスを交配親としたF₁世代における品種の抵抗性

ナス属植物	I群菌						II群菌	III群菌				IV群菌						V群菌
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
アシスト (F₁)	0	0	0	0	0	0	0	33	42	25	50	30	50	50	60	70	70	33
ヒラナス (♀)	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	92	70	80	80	90	100	100	75
D. M. P. (♂)	17	0	10	10	20	10	20	17	33	0	0	0	0	0	40	0	40	25
興津1号	33	33	8	—	—	—	75	17	33	25	58	—	—	—	—	—	—	58
中生真黒 (♀)	33	33	75	—	—	—	75	50	83	83	75	—	—	—	—	—	—	92
台湾長 (♂)	17	25	0	—	—	—	17	17	17	8	8	—	—	—	—	—	—	17

1)　数値は発病株率，2)　—は欠測値をしめす，3)　D. M. P. はDingaras Multiple Purpleの略

菌株との特異的な反応は認められなかった。また，発病株率・程度とも両親のほぼ中間的な値を示す傾向であった(表-5)。

この結果から，ヒラナスにはⅠ，Ⅱ群菌に対して，強い抵抗性を示す遺伝子を保有することが明らかとなった。

おわりに

国内に分布するナス科野菜の青枯病菌は，ナス属植物に対する病原性から5群に類別されたが，判別植物の変更，増減によって細分化されたり統合されたり，ときには複雑化して判然としなくなる場合もありうるであろう。しかし，今後これらの判別植物の抵抗性遺伝子が明らかになるにつれて，この類別はより明確なものとなるであろう。

一方，抵抗性品種の罹病化現象はこれまでの事例から明らかなように，新レース・系統の出現にある。少数の主働遺伝子に支配される抵抗性(特異的抵抗性，真性抵抗性，質的抵抗性)品種・台木は常にこの危険にさらされているといえよう。したがって，病原菌のレース，系統分化を把握して，抵抗性育種素材の探索，新品種・台木の育成を図るとともに，その地域分布を明らかにして，抵抗性品種・台木の地域的選択利用につなげる必要がある。

さらに，病原性の分化・発達機構を解明し，それを抑止する技術の開発が課題といえよう。

引用文献

1) BUDDENHAGEN, I. et al. (1962)：Phytopathology 52：726.
2) ――― and A. KELMAN (1964)：Annu. Rev. Phytopathol. 2：203～230.
3) He, L. Y. et al. (1983)：Plant Disease 67：1357～1361.
4) 岡部徳夫・後藤正夫 (1961)：静大農研報 11：25～42.
5) ―――(1965)：日植病報 31：152～158.
6) 尾崎克己・木村俊彦 (1989)：中国農研報 4：103～117.
7) QUINON, V. L. et al. (1964)：Phytopathology 54：1096～1099.
8) 鈴木久弥ら(1975)：関西病虫研報 17：103.

新刊紹介

「農業有用微生物　―その利用と展望―」

梅谷献二・加藤肇　共編
定価　7,725 円（税込）
A 5 判，592 ページ
養賢堂　(1990 年 3 月)

農業，特に作物生産における微生物の利用に関する好著が出版された。食品分野では古くから微生物が利用されているが，作物生産の現場でも，いかに微生物が深く係っており，かつ益々その利用場面を増大させているかは本書を一読すれば理解できよう。本書は 1986 年から 3 か年にわたり，農業研究センターにおいて行なわれた「作物生産における有用微生物の探索と利用技術の開発に関する研究会」での成果を集大成したものである。農業研究センターより総合農業研究叢書として取りまとめられたものが，一般の研究者ならびに農業関係者のために養賢堂より発行された。

本書が編集された背景には，作物生産の現場での問題と基礎研究の進展が挙げられる。前者の問題とは，生態系の撹乱を防ぎ，環境の保全を図りながら，病害虫・雑草等の生産阻害要因を排除する技術が強く求められていることである。端的に言えば，従来の農薬，肥料に代わる新しい農業用資材の開発が必要であり，その中にあって，微生物関連資材は実用化の点からみてかなり近い距離へ来ていることが挙げられる。後者の基礎研究の進展とは，バイオテクノロジーの発達であり，微生物の新しい利用法の展望が開けつつあることである。本書は 40 名に近い産官学の第一線の研究者により執筆されており，以下の 5 章より成っている。

第 1 章　弱毒ウイルスによる作物ウイルス病の制御
第 2 章　拮抗微生物による作物病害の制御
第 3 章　天敵微生物による作物害虫の制御
第 4 章　微生物による雑草の制御
第 5 章　土壌有用微生物とその利用

この種の本の中ではかなり読み易い。これは編集・取りまとめの苦心もさることながら，実際の研究に携わる研究者らにより，農業関係者への普及も意識して書かれたためと思われる．国外の現状についても考慮されているが，どちらかと言えばわが国での成果が多く記述されており，実際の防除例から微生物の改良を含む今後の新しい微生物の技術開発までの巾広い内容となっている。分野によっては記述の精粗はあるものの，これはとりもなおさず各分野における研究の現状をも示している。現在有用微生物の利用はどこまで進んでおり，今後の展望はどうかといった全体像を知るには格好の書であり，バイオテクノロジー関係の素材探索の絶好の参考書ともなろう。　　(蚕昆研　野田博明)

特集：病原菌の病原性の分化〔2〕

アブラナ科野菜根こぶ病菌の病原性の分化

農林水産省野菜・茶業試験場　吉川宏昭（よしかわひろあき）

I　根こぶ病菌のレース検定法

根こぶ病菌（*Plasmodiophora brassicae* Woron.）の病原性の分化については，古くから多くの研究がなされている。病原性検定の多くは抵抗性品種の出現を契機に，抵抗性品種と従来の罹病性品種を判別品種に用いて，各地の汚染圃場で，あるいは同汚染圃場で採取したこぶ組織菌を接種して判別品種の発病程度から抵抗性，罹病性を判定し，その組み合わせから病原性の分化を検討してレース記号をつける方法が取られ，おのおのの国や研究者によって独自の判別がなされていた。これらを統一して，国際的に共通して利用できる判別法として，ウイリアムス法とECD（European clubroot differential host）法が提唱され，多くの研究者によって採用されている。

ウイリアムスの方法は，表-1に示したキャベツ2，ルタバガ2の合計四つの判別品種を設定し，判別品種の病原菌に対する罹病性・抵抗性反応から考えられる16の組み合わせでレースを分類するもので，アメリカのWilliams（1966）によって提唱された。Williamsは16か国より124の根こぶを収集・調査して，レース1～9の9種類の存在を明らかにした。本法は判別品種数が少なく簡便なこと，世界的なレースの比較が可能なことなどから，多くの研究者に用いられている。

ECD法はオランダのToxopeusの提案によるもので，判別品種は過去の多くの研究者の判別法を参考にして選定された15品種（表-2）からなっている。判別品種が多いことから，レース記号登録方法はHabgood（1970）の方法によっている（吉川，1976）。

レース検定は，複数の判別品種の病原菌に対する抵抗性程度の差の組み合わせから判別する方法のほかに，遺伝解析から抵抗性遺伝子と符合して菌の病原性をみる方法とがあるが，後者は解析に多くの労力を要することから，研究報告例は少ない。吉川らは，菌の病原性の分化は抵抗性遺伝子を関連づけて考えるべきものとの判断から，素材検索で選定した抵抗性品種の遺伝様式を解明し，育種に用いた。これらの育種素材はわが国の抵抗性育種に広く採用されたことから，これらを判別品種に設定してレース判別を行った（表-2）。

Races of *Plasmodiophora brassicae* on Crucifer Crops. By Hiroaki Yoshikawa

II　わが国の根こぶ病菌レース

現在30を超える根こぶ病抵抗性品種・系統が育成され普及しているが，その大部分は欧州の抵抗性カブを素材として育成されたハクサイ，カブ，ツケナの品種であり，野菜茶試の素材が用いられている。そこでわが国の根こぶ病菌の病原性の問題について，カブ品種を含むECD法の*B. campestris*の5判別品種と野菜茶試の4判別品種による菌レースの分類を中心に述べる。

吉川らは，全国からの収集57菌は，ECD法の*B. campestris*の5判別品種のうち，いずれの菌もカブの4品種に対して病原性を示さず，残るハクサイ品種に対しては大多数の菌が病原性を示した，という。なお，キャベツ類・ナプス類を含む15判別品種では，46種類のレース記号で区分され複雑となったが，その反応から，北海道及び青森の菌は類似のものと推察され，東京周辺ならびに新潟，富山の菌は多くの判別品種に対して病原性を示し，近畿以西の菌は病原性を示さなかった（吉川ら，1978）。また，1979年から'82年にかけて，30都道府県からの収集79菌の病原性を，ECD法*B. campestris*の5品種，野菜茶試の抵抗性育種素材の4品種，ウィリアムス法の4品種，合計13の判別品種（表-1,2）を用いて，検定した。判別は発病評点が24以下を抵抗性，25以上を罹病性とした。13品種中いずれかが発病評点80以上を示した48菌について判定を下し，他の菌は活力低下要因等が考えられるので判定を避けた。その結果，ECD法ではレース記号16と20の2種類に類別され，16が大半（83%）を占めた。野菜茶試の素材による検定では，レース記号0，8，10，12，14の5種類に類別され，なかでも0と8が全体の79%と多かった。これはキャベツ"愛知大晩生"を侵す菌は比較的多い一方，ケール"K 269"や"Böhmerwaldkohl 72755"を侵す菌はきわめて少なく，さらにカブ"77 b"を侵す菌は全く認められないことを示した。すなわち，カブ"77 b"を抵抗性の育種素材として育種に用いれば，全国のどの菌に対しても抵抗性を示すものと期待された。なお，48菌はウィリアムス法ではレース1，2，3，4，6，7，8，9の8種類に類別され，レース4と2が多かった（表-3）。

表 - 1　WILLIAMSの判別品種とアブラナ科根こぶ病菌レースの分類体系[a]

判別品種		レース[b]															
		1*	2*	3*	4*	5*	6*	7*	8*	9*	10	11	12	13	14	15*	16
Jersey Queen	キャベツ	+	+	+	+	−	+	+	−	−	+	−	+	−	−	−	−
Badger Shipper	キャベツ	−	+	−	+	−	−	+	−	−	+	+	−	+	+	+	−
Laurentian	ルタバガ	+	+	+	+	−	−	−	+	+	−	+	−	+	−	−	−
Wilhelmsburger	ルタバガ	+	−	−	+	−	−	−	−	+	+	+	+	−	+	−	+

[a] ＋：罹病性，－：抵抗性，[b]*：既知レース

表 - 2　ECD 及び野菜茶試判別品種とアブラナ科根こぶ病菌レースの登録方法

判別品種			レースの記号登録方法(例)[a]	
			2 の乗数	例[b]
	n＝10 群(*B. campestris*)			
01	aaBBCC	WIT(1964)の判別品種(カブ)	2^0＝ 1	＋ 1
02	AAbbCC		2^1＝ 2	＋ 2
03	AABBcc		2^2＝ 4	＋ 4
04	AABBCC		2^3＝ 8	＋ 8
05	Granaat……ハクサイ		2^4＝16	＋16 計 31
	n＝19 群			
06	Dc 010	JOHNSTON(1970)の判別品種 S.C.	2^0＝ 1	－ 0
07	Dc 119		2^1＝ 2	－ 0
08	Dc 128		2^2＝ 4	＋ 4
09	Dc 129		2^3＝ 8	－ 0
10	Dc 130		2^4＝16	＋16 計 20
	n＝9 群			
11	Badger Shipper	WILLIAMS(1966)の判別品種	2^0＝ 1	＋ 1
12	Bindsachsener	NEUWHOF(1961)の基本品種，上よりキャベツ，キャベツ，ケール	2^1＝ 2	＋ 2
13	Jersey Queen		2^2＝ 4	－ 0
14	Septa		2^3＝ 8	＋ 8
15	Verheul		2^4＝16	－ 0 計 11
			レース記号⟶	31/20/11

野菜茶試判別品種	作物名		
77 b	カ　ブ	2^0＝ 1	－ 0
K 269	ケール	2^1＝ 2	－ 0
B. 72755	キャベツ	2^2＝ 4	－ 0
愛知大晩生	キャベツ	2^3＝ 8	＋ 8 計 8

[a] HABGOOD(1970)の方法による．
[b] ＋：罹病性，－：抵抗性

以上とは別に，ウィリアムス法に関して，WILLIAMS (1966)は札幌のキャベツ菌，下関のハクサイ菌，京都のカブ菌はそれぞれレース 2，5，8 であるとした。また，芦澤らは 21 県 27 か所からの収集菌のうち，山形，石川，神奈川，京都の菌はレース 2，群馬菌はレース 4，富山菌はレース 3 と推定した。吉川ら(1977)は，関東を主とする収集 63 菌はレース 1，2，3，4，8，9 の 6 種類に類別され，その多くは 1 と 3 が占めた。以上から，わが国のレースの種類は世界的にみて特異的なものではなく，レース 1～4 の分布が多いといえる。

表 - 3　わが国根こぶ病 48 収集菌のレース記号別点数(1982)

ECD レース記号	野菜茶試素材レース記号	ウィリアムスのレース記号									
		1	2	3	4	6	7	8	9	計	
16	−				1					1	
	0	1	3	1	1		1	2	2	11	
	8	2	8	1	4	2	1	1	1	20	40
	10				2					2	
	12	1			2					3	
	14				3					3	
20	−				1					1	
	0							1		1	8
	8		3		3					6	
	計	4	14	2	17	2	2	4	3	48	

当初，育種選抜に用いる菌の選定に関して，レース 1，2，3，4 菌を用いて病原性を検討した結果，混合接種においても各単独接種の病原性の最も高い菌と同等以下の病原力を示したことから，病原性の高い菌(単独)を使用すれば，育成品種の汎用性は高いものと判断した。

また，カブ“77 b”を ECD 02 から選抜し，その抵抗性は単一優性因子と若干の微働因子の支配であること，また他の欧州の抵抗性カブ“Siloga, Gelria R, Debra”等も同様の因子支配であること，ケール“K 269”は単一劣性因子支配，結球性キャベツ“Böhmerwaldkohl 72755”は多因子支配であることを明らかにし，育種素材として有望であるとした(吉川ら，1978～80)。

III　根こぶ病抵抗性品種の育成と発病の問題

日本の根こぶ病抵抗性育種は，ハクサイ，キャベツ，在来ツケナ類を中心に公立研究機関ならびに民間の種苗会社等で着手され，国公民が一体となって研究協力を行ってきた結果，今日ではハクサイ品種を主に 30 数品種・系統が育成され，普及しているところである。しかし，これらの品種が普及するにつれて，事例は少ないものの，抵抗性品種の発病する事例が聞かれるようになった

その重要性から，吉川らは抵抗性ハクサイ品種罹病化の実態調査を実施した。1987年に県の関係機関の協力を得てアンケートをとった結果，41都道府県から回答があり(なお，未回答の6県は根こぶ病の発生が無～極少で問題がないと判断された)，抵抗性品種の作付面積は総計1,327 ha程度で，その約3%が問題の発病圃場と判断された。なお，宮城，山形，茨城，兵庫(淡路島)各県は罹病化の事例が多く，被害の大きい地域は散発発生よりも部分～全面発生を示し，被害面積の割合は兵庫県が最高で約30%，他の3県は10～数%と推定された。残る37県の発病事例数は秋田，福島，和歌山，広島各県でやや多かったが，1例が8県，例無しが25県で，発病株も散発発生が多く，部分発生がややみられる程度であった(吉川ら，1989)。

アンケート及び現地調査から，病原性に関して，①ハクサイ抵抗性品種の作付けを重ねると当初の無～軽微な発病から被害程度が高まる事例がいくつかみられた。著しい例として，②汚染圃場に抵抗性品種の作付け初年目は全株無発病であったが，翌年2作目で100%発病した山形の事例や，③春ハクサイの連作汚染圃場に抵抗性品種を秋作して激しく発病した事例，がある。さらに，④典型的な多肥栽培圃場で抵抗性品種の罹病と石灰欠乏が激しかった事例，もあるが，⑤多くの発病の実態は，抵抗性品種の発病程度は一般ハクサイ品種に比べて軽く，PCNB剤使用なしでも結球がやや遅れる程度で市販が可能であり，PCNB剤施用と耕種的防除を併用すれば問題なく市販できる状況にある，と判断された(吉川ら，1989)。

なお，抵抗性の崩壊に関してオランダのWitら(1964)は，汚染土壌中には病原性の異なる菌が混在し，罹病性品種を作付けする限り菌レースのバランスが崩れず，特異な問題は生じないが，抵抗性品種を経由して菌が増殖された場合は抵抗性を侵す菌レースの密度が高まり，菌レースの割合の逆転が起こることを報告した。この点は今後注意していく必要があるが，前記の山形の例は初年目はゼロ発病であるので，次年度100%発病するほどの菌が増加したとはWitらの成績でみる限り考えられず，別の要因によるものと思われる(吉川，1989)。

Ⅳ　根こぶ病抵抗性品種を侵す菌の病原性

田中ら(1989)は，山口菌(宿主：ハクサイ)の病原性はキャベツには極弱，野崎2号白菜には弱(高菌密度接種で初めて顕著に発病)を示すのに対して，根こぶ病抵抗性ハクサイの4品種(空海65，空海70，ストロングCR 75，CR歓喜)には顕著な病原性を示すこと，また萩菌(同：ハクサイ)と九重菌(同：キャベツ)の病原性はキャベツには概して強，野崎2号白菜には強(低菌密度接種でも顕著に発病)を示すのに対して，上記抵抗性ハクサイ4品種にはほとんど病原性を示さないことを明らかにした。なお，山口菌，萩菌，九重菌はそれぞれウィリアムス法のレース9，4，1と判定された。

吉川ら(1989)が，各地から収集したハクサイ抵抗性品種を侵す菌を三つの試験に供試した20菌系は，ウィリアムス法のレース4(12菌系)，6(3)，3と5(各2)，2(1)の5種類に区分された。また，ECD法(*B. campestris*の5判別品種で検定)では五つの試験で26菌系を供試して，検定総数78例中レース記号16(39件)，17(3)，20(21)，21(14)，24(1)の5種類に区分された。これらはECD法のレース記号17，21，24が新たに認められただけで，従来から知られている菌と特定できないとした。また，ECD法の検定試験で同一菌系が春と秋の試験で異なる病原性を示す場合が高率(68%)にみられたこと，淡路島は抵抗性品種の罹病問題が最も大きいにもかかわらず，菌の病原性は相対的に弱いことを認めている。

Ⅴ　環境条件と菌の病原性及び品種の抵抗性の発現

前項Ⅳで菌の病原性が春季と秋季の検定で異なったが，従来秋季よりも春季のほうがより激しい発病を示すことが指摘され，より高い温度と長い日長が影響するものと考えられている。吉川ら(1983)は，抵抗性育種素材に用いた品種が20℃では無発病を示すが，25℃，30℃と高温になるにつれて被害程度は軽度ではあるが発病個体数が増加することを認めている(表-4)。また，抵抗性品種を侵す菌の接種で抵抗性系統は罹病するが，抵抗性素材のカブ品種は強度の抵抗性を示すこと(山口大，田中らも同様)を認めており，抵抗性遺伝子を侵す菌以外の別の

表-4　アブラナ科根こぶ病抵抗性育種素材の温度と発病との関係(1983)

発病程度[a]	温度(℃)	77 b 5×10⁶[c]	K 269 5×10⁶	Böhmerwaldkohl 72755 5×10⁵	Böhmerwaldkohl 72755 5×10⁶	マサゴ三季[b] 5×10⁶
発病株率(%)	20	0	0	0	0	100
	25	23	26	61	52	100
	30	29	54	52	43	100
平均発病評点	20	0	0	0	0	100
	25	11	8	29	13	100
	30	21	18	16	17	91

[a]：播種後45日目に調査，[b]：罹病性の比較品種(キャベツ)，[c]：接種菌濃度(1 m*l*当たり)

要因の関与も考えられるとしている。この点に関連して，釘貫・吉川ら(1990)は，根こぶ病抵抗性の“はくさい中間母本農 4 号”を高温条件(昼 30℃，夜 25℃)でハクサイ抵抗性品種を侵す菌を接種して検定したところ，無発病個体と激しい罹病個体が分離して発病した。その無発病個体を選抜して採種した次代を同様に検定した結果，選抜系統は安定した抵抗性を示し，高温下での選抜効果の高いことを示した(表-5)。上記の高温の影響については，ハクサイの根が高温で生理的変調をきたし抵抗性発現機能が低下すること，高温下で病原性の高い菌が存在すること，高温下で発病側に転じる遺伝子が存在すること，等が考えられるが，高い選抜効果がみられた点から，遺伝子関与の可能性が高いと推察された。なお，吉川ら(1979)は，素材に用いたカブの抵抗性は単一優性遺伝子と若干の微働遺伝子支配であると推定したが，高温下で発現する抵抗性遺伝子も同様な単一優性遺伝子型と推察されるので，選抜個体の抵抗性がホモ型かヘテロ型かを絶えず確認して採種すべきである。

VI　根こぶ病菌の病原性検定の難しさ

現時点において，筆者らは，抵抗性遺伝子には量的な圃場抵抗性を示す C 型，25℃以上で発病し以下で抵抗性を示す B 型，25℃以上でも抵抗性を示す A 型，の 3 因子の存在が考えられ，B 型因子を侵す菌は日本の西南暖地や春穫りを行う地域，すなわち，高温条件下で菌の増殖が行われる地域に比較的多くなるのではないか，と極端な推定を行っている。これまで検定の複雑なことを述べてきたが，最終的な詰めが難しい点についていくつか指摘し，かつ今後一層の研究の発展を期待して，おわりとしたい。

問題解決を難しくしている要因として，①根こぶ病菌は活物寄生菌とされ，単一菌の人工培地増殖ができないこと，そのためにこぶ組織から精製した菌は病原性の異なる複数菌の可能性があるという疑問をぬぐい去れないこと，②アブラナ科植物は他殖性植物とされ，遺伝子純度が一般に劣り，検定精度に影響すること，③カブ以外の判別品種は抵抗性がポリジーン支配と判断され，発病程度が連続して表れるために，抵抗性・罹病性判定の境界が明確にしえないこと，④発病条件(菌側，植物側，環境要因等)が複雑に絡んでいること，⑤地下部に発生する病害のため，発病過程を追って観察できないことと，罹病植物が枯死し難い中度抵抗性のものほど菌の増殖が続き，こぶ組織が肥大するために抵抗性の判定を極弱にしがちであること，などが挙げられる。

表-5　根こぶ病抵抗性“はくさい中間母本農 4 号”の高温条件下で選抜した抵抗性個体[a]の採種次代の根こぶ病抵抗性

品種・系統	発病株率 (%)	発病評点[b]
はくさい中間母本農 4 号	33	32
はくさい中間母本農 4 号選抜系[c]	0	0
はくさい中間母本農 4 号選抜系[d]	6	5
Siloga (抵抗性素材カブ)	10	6
新あずま山東 (罹病性ハクサイ)	100	100

[a]：30(明)-25(暗)℃，12 時間日長の人工気象室で検定し，選抜した抵抗性個体

[b]：発病評点＝$(0\,x_0+20\,x_1+80\,x_2+100\,x_3)/(x_0+x_1+x_2+x_3)$；$x_0$～$x_3$は発病指数 0(健全)～3(甚)の個体数

[c]：野菜・茶業試験場の圃場で採集したハクサイ罹病菌

[d]：宮城県の産地で採集したハクサイ抵抗性品種“空海”の罹病菌

引 用 文 献

1) 釘貫靖久・吉川宏昭ら(1990)：野菜・茶試野菜育種部研究年報　3：129～134.
2) 田中秀平ら(1988)：日植病報　54(3)：372.
3) 吉川宏昭(1976)：農及園　51(5)：628～634.
4) ――――(1989)：育種学最近の進歩　30：131～144.
5) ――――ら(1978)：野菜試育種部研究年報　5：138～147.
6) ――――ら(1979)：同上　6：131～138.
7) ――――ら(1980)：同上　7：119～133.
8) ――――・由比　進(1989)：根こぶ病抵抗性ハクサイ品種の罹病化に関する緊急調査報告，野菜・茶試，46 pp.

特集：病原菌の病原性の分化〔3〕

日本産バーティシリウム病菌 *Verticillium dahliae* の病原性の分化

農林水産省農業研究センター　萩原（はぎわら）　廣（ひろし）

バーティシリウム病菌の宿主範囲は広く，160属350種以上に及ぶ(渡辺，1982)。本菌は多犯性で，分離源植物以外の多数の植物に対しても病原性を示すが，菌株によって病原性に差異のあることが知られている。例えば，ハッカの菌(Nelson，1947)やメキャベツの菌(Isaac，1957)では，宿主がごく限定され，トマト(Ludbrook，1933)やピーマン(Kendrick and Middleton，1959)では，菌株によっては全く発病しない。また，ワタでは，萎ちょうのみを生ずる系統と，落葉をも引き越こす病原性の強い系統の二つの系統の存在が報告されている(Schnathorst and Mathre，1966)。一方，わが国産の *V. dhaliae* には，トマト系(飯嶋，1980 a)をはじめとして，いくつかの系統が存在することが明らかにされている。これらの研究の1985年以前の経過等に関しては，既にとりまとめた(萩原，1986)。ここでは，あらためて，その概要を述べるとともに，現在までに知られている系統について整理を試みた。また，筆者らの検討結果や系統区分上の問題点についても述べて参考としたい。

なお，わが国のバーティシリウム病菌には *V. dhaliae* のほかに，ジャガイモやアルファルファに *V. albo-atrum* も発生しており，レースの存在も知られている(佐藤，1988)が，ここでは，*V. dhaliae* に限定する。

本稿をとりまとめるにあたり，有益なご助言をいただいた農業研究センター土壌病害研究室長 国安克人博士，同プロジェクト第二チーム長 小川奎博士に深謝する。

I　日本における *V. dahliae* の系統分化研究の経過

本菌の菌株間に病原性の差異があることは，1972年ごろから，いくつかの指摘があった。すなわち，トマト(飯嶋・三上，1972)やピーマン(鈴井・小餅，1974)では，病徴発現の有無に菌株間差異が認められること，長野県のハクサイからの分離菌が病原性及び形態に特徴を有すること(廣田・加藤，1975，1980)が明らかにされた。飯嶋(1980 a)は，「トマト系」と「普通系」の系統名を初めて使用し，普通系に属する菌株からは，「ピーマン系」(野村・木曾，1982)と，「普通系0"」(浅利ら，1982，後に竹内・萩原(1983)が「アブラナ科系」と改称)が区別された。しかし，飯嶋(1983 a)は，トマト系と普通系とはトマト半身萎ちょう病の病原となりうるか否かという観点から区分したもので，宿主範囲がそれぞれの植物に限定されるハッカ及びメキャベツの場合の寄主特異的系統とは異なるということを理由として，普通系を「非トマト系」と呼び変えることを提案した。これに対し，萩原・竹内(1985)は，従来の呼称を尊重する立場から，後述するA～Eの五つの「菌群」に分け，これに系統名を併記する方式をとった。これは，5種の作物に対する病原性と分生子の形態等の差異を判別基準とするもので，最近ではこれに基づいて類別を行う報告例も多い。しかし，その後，エダマメ系の存在が示唆される(諏訪ら，1987)など，これ以外の作物も判別に用いる必要も生じてきている。

II　病原性による菌群の類別と形態的差異

ここでは，本稿における系統区分の基本とした萩原ら(1989 a)の考え方について述べる。これは，現在知られている系統のすべてを網羅しているわけではないが，本菌の系統分化の特徴は十分把握できよう。

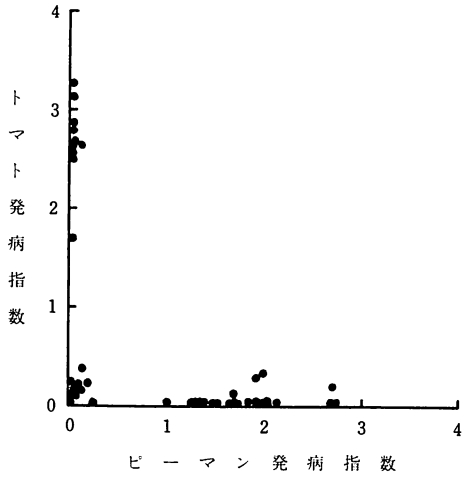
本試験は，長野県小諸市付近のハクサイ黄化病発生圃場とその周辺に生育する植物から分離した41菌株，及び各地から収集した47菌株の計88菌株の *V. dahliae* を対象とし，病原性による類別及び形態的差異について検討を行ったものである。

1　病原性による菌群の類別

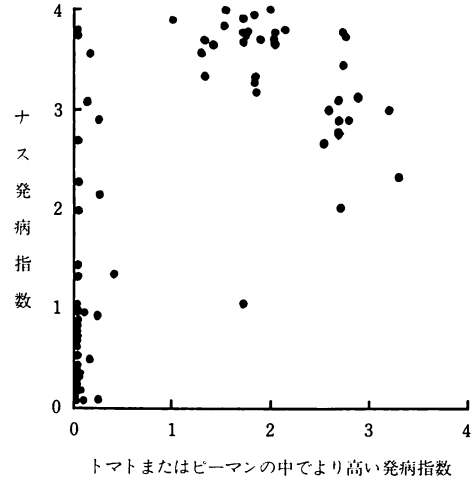
判別作物として，トマト(ポンデローザ)，ナス(千両2号)，ピーマン(エース)，ダイコン(若駒)，ハクサイ(耐病60日)の5作物を用い，接種は菌懸濁液への浸根接種によって行った。

この結果，トマトに対して病原力の強い菌株はすべてピーマンに対する病原力が弱く，ピーマンに対して病原力の強い菌株はすべてトマトに対する病原力が弱く，両者に共通して病原力の強い菌株は認められなかった(図-1)。また，トマトまたはピーマンでの発病指数が高い菌株は，いずれも，ナスでの発病指数が高かった。これとは別に，ナスでの発病指数は高いが，トマトとピーマンの両者に発病指数の低い菌株が認められた(図-2)。ダイコンとハクサイの発病指数の間には正の相関が認められ

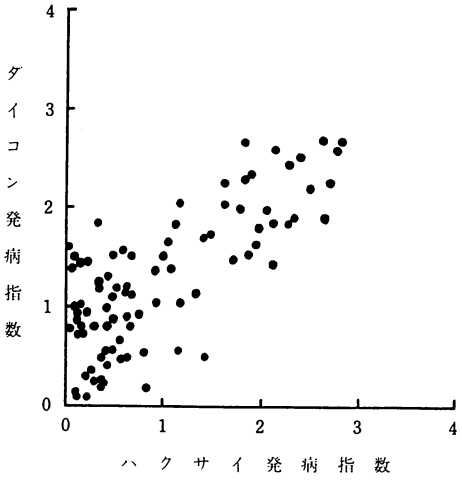
Differentiation of the Pathogenicity of *Verticillium dahliae* in Japan.　By Hiroshi Hagiwara



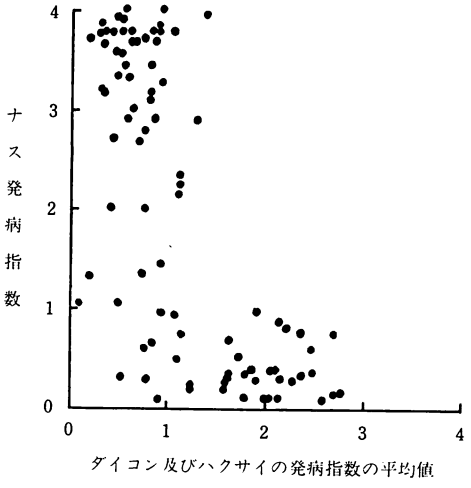
図－1　*V. dahliae* 88菌株のトマトに対する病原力とピーマンに対する病原力との関係



図－2　*V. dahliae* 88菌株のナスに対する病原力とトマトまたはピーマンに対する病原力との関係



図－3　*V. dahliae* 88菌株のダイコンに対する病原力とハクサイに対する病原力との関係



図－4　*V. dahliae* 88菌株のナスに対する病原力とダイコン及びハクサイに対する病原力との関係

た(図-3)。これらの発病指数が高い菌株の中には，ナスでの発病指数が高いものは認められなかった。(図-4)。

そこで，これらの結果に基づき，供試88菌株を便宜的に次の五つに区分した。すなわち，A群：ナスに強い病原力を示し，トマトとピーマンに病原力の弱い菌株，B群：ナスとトマトに強い病原力を示し，ピーマンに病原力の弱い菌株，C群：ナス及びピーマンに強い病原力を示し，トマトに病原力の弱い菌株，D群：ナスに対する病原力が弱くハクサイ，ダイコンに強い病原力を示す菌株，E群：どの作物に対しても強い病原力の認められなかった菌株，である。なお，5作物のいずれにも強い病原力を認めなかったE群菌は，試験の方法により，あるいはさらに試験を繰り返すことによって，その一部が他の群，特にA群またはD群に区分される可能性も否定できない。

2　形態的差異と病原性との関係

供試した *V. dhaliae* 88菌株について，分生子の大きさ，分生子柄の形状，及び微小菌核の比重を検討した。その結果，各菌株の分生子長径平均値の分布は二山型を示したので，分生子長径の平均値が5.5 μm以上のL型とそれ以下のS型に区分した。A，B，C群に属する菌株はすべてS型に，D群はすべてL型に属し，E群は両者

に分かれた(表-1)。また，2節以上をもつ分生子柄(多節分生子柄)の形成程度は，A, B, C 群に属する菌株では多かったが，D 群菌株はすべてごく少なかった。さらに，飯嶋・富田(1982)の方法で形成させた微小菌核を，ショ糖濃度勾配液中で遠沈して比重を比較したところ，D 群菌では，A, B, C 群に比べて比重が小さかった。E 群菌での多節分生子柄の形成程度及び微小菌核の比重の検討結果は，すべて分生子長径値の検討結果と一致したため，E 群を大型の分生子を持つ E-L と小型の分生子を持つ E-S の二つに細分した。しかし，後述するように，形態による区分を優先して，E-L は D 群に編入するのが適当と考えられる。

III　日本における *V. dahliae* の系統

以上のように，*V. dahliae* には，特定の作物あるいは作物群に対する病原力の強弱に基づいて類別される菌群，すなわち系統がある。そして，その一部は形態によっても区別が可能である。表-2 には，現在までに知られている本菌の系統を整理した。おのおのについて以下に述べる。なお，各系統名の後の(　)内の菌群は，萩原ら(1989 a)の類別群を示す。

表-1　*V. dahliae* 88菌株の分生子長径平均値と菌群との関係

分生子長 (μm)	分生子長径平均値ごとの菌株数					
菌群	A	B	C	D	E	計
3.5～4.0	1	0	1	0	1	3
4.0～4.5	6	2	10	0	2	20
4.5～5.0	2	4	10	0	2	18
5.0～5.5	0	4	4	0	2	10
5.5～6.0	0	0	0	0	0	0
6.0～6.5	0	0	0	11	2	13
6.5～7.0	0	0	0	9	3	12
7.0～7.5	0	0	0	7	2	9
7.5～8.0	0	0	0	1	0	1
不　明	0	0	0	0	2	2
合　計	9	10	25	28	16	88

1　アブラナ科系(D 群，大型分生子形成菌株)

ナス，トマト，ピーマンに病原性がないかまたは弱く，ハクサイ，ダイコンに対する病原性の強い菌株群であり，分生子が大型であるなどの形態的特徴を持つ。

長野県で発生したハクサイ黄化病菌(長野株)は，宿主範囲が他の菌株よりも狭く(渡辺ら，1973；広田・加藤，1975；飯嶋，1980 b)，分生子の大きさが他の菌株よりもやや大型で(広田・加藤，1980；内田，1982)，休眠体の形態に特徴がある(渡辺，1982)など，従来のバーティシリウム病菌株と比べ特徴のある菌株であった。浅利ら(1982)は，ナスに対する病原性がないかまたは弱く，ハクサイ，ダイコンに病原性が強いことを理由に，長野株を含む菌株群を「普通系 0 」」として普通系から区分し，後に竹内・萩原(1983)は「アブラナ科系」とした。本菌の特徴として，さらに，分生子柄を構成する小分生柄の分枝節数が少ない傾向にあり，微小菌核の比重が軽く(萩原・竹内，1985)，微小菌核の形状やポリフェノールオキシダーゼ活性に差があること(堀内・竹内，1987, 1988 a)，紫外線に対する耐性が強いこと(長尾・平野，1989)なども見いだされた。

大型の分生子を持つ *V. dhaliae* としては，ワサビダイコンからの分離菌 *V. dahliae* var. *longisporum* が報告され(Stark, 1961)，これは *V. dhaliae* の複相型菌株であるとされた(Ingrum, 1968)。堀内・竹内(1988 b)は，ロンドン大学から輸入した本菌株と国内産の D 群菌とについて，形態及び病原性を比較検討し，両者が同一のもので

表-2　日本産 *V. dahliae* の系統とそれらの形態及び判別作物に対する病原性

系統名	菌群[a]	分生子長径平均値 (μm)	病原力[b]				
			ナス	トマト	ピーマン	ハクサイ・ダイコン	エダマメ
アブラナ科系	D	6～8	−～＋	−	−	＋＋～＋＋＋	−
ナス系	A	<5.5	＋＋～＋＋＋	−	−	−～＋＋	−～＋＋
トマト系	B	〃	＋＋～＋＋＋	＋＋＋	−	−～＋＋	−～＋＋
ピーマン系	C	〃	＋＋～＋＋＋	−	＋＋～＋＋＋	−～＋＋	−～＋＋
病原性不明菌株[c]	E	〃	−～＋	−～＋	−～＋	−～＋	*
トマト・ピーマン系	−	〃	＋＋～＋＋＋	＋＋＋	＋＋～＋＋＋	−～＋＋	*
エダマメ系	−	〃	−～＋＋	−	−	−～＋＋	＋＋＋[d]

a)萩原ら(1989)による類別.
b)胚軸部維管束の褐変程度及び枯死株数に基づく発病程度.
　−：無，＋：弱，＋＋：中，＋＋＋：強，＊：不明
c)すべての判別植物において明りょうな病原力が認められなかった菌株.
d)葉が急激に萎ちょう・枯死して落葉する.

あることを明らかにした。

以上のように，この系統は，病原性に特徴があるのみでなく，形態や培養的性状についても他の系統とは著しい差異を有している。筆者らは，病原性による系統区分にとらわれ，最初にダイコン，ハクサイに対する病原力により便宜的な区分を行い，その後に形態によって区別したため，D 群と E-L 群との二つに区分することになった(萩原ら，1989 a)が，形態による区分を優先して一つの系統として取り扱うのが適当であろう。

なお，最近になって，この菌群の中に，微小菌核の形態に特徴があり，エダマメに著しい萎縮を伴う激しい症状を引き起こす菌株が存在することが明らかにされた(堀内ら，1990)。

2　トマト系(B 群)

トマト，ナスに病原性が強く，ピーマンに病原性の認められない菌株群である。

トマトは，わが国で最初に *V. dahliae* の病原性分化が認められた作物である(飯嶋・三上，1972)。また，トマトに強い病原性を示す「トマト系」と，病原性の認められない「普通系」(飯嶋，1980 a)とは，わが国で最初に名付けられた系統名である。ナス半身萎ちょう病の多発畑でもトマトに被害を生じない場合があり，ナス半身萎ちょう病回避の目的でトマトに接ぎ木する試みも，実験的ではあるが成功している(鈴井・小餅，1974)。トマト系の存在についてはその後多数の研究者によって確認されている。

また，トマト系には，抵抗性遺伝子 Ve を侵すレース 2 があり，欧米における分布が知られており，最近わが国でもその発生が示唆された(小林ら，1989)。

3　ピーマン系(C 群)

ピーマン，ナスに病原性が強く，トマトに対する病原性の認められない菌株群である。

トウガラシやピーマンに対して菌株間に病原性の差があることは，従来から認められており(鈴井・小餅，1974；野村・木曾，1979)，野村・木曾(1982)は，供試菌株のすべてがナスに病原性を有したが，ピーマンに強い病原性を持つ菌株とトマトに強い病原性を持つ菌株とは別菌株であったことから，「ピーマン系」を普通系から区別した。

また，本系統は，他の植物に対しても，特異な病原性を有することが明らかになっている。すなわち，アイスランドポピーの萎縮病菌は C 群菌であり，C 群菌のみがアイスランドポピーを発病させた(植松ら，1989)。畑地雑草ノボロギクでは，C 群菌によって葉脈部や茎の黄変枯死，株全体の枯死という激しい症状を呈し，他の菌群による症状とは異なった(萩原ら，1989 b)。

4　ナス系(A 群)

ナスに対して強い病原性を有し，トマト，ピーマンに対して病原性の認められない菌株群である。

これは，飯嶋(1980 a)の普通系からピーマン系とアブラナ科系とを除いた残りの菌株群である。ナスに対する病原性によって，病原性が弱いか認められない E 群と区別するが，その境界は必ずしも明りょうではない。

5　病原性弱または不明の菌株(E 群)

ナス，トマト，ピーマン，ダイコン，ハクサイのいずれに対しても明りょうな病原性の認められない菌株として区分された。

前述のように，大型の分生子形成菌株で E 群としたもの(E-L)は D 群に編入される。また，本菌の病原性の発現が比較的緩慢であるところから，接種試験を繰り返し行うことにより他の菌群に区分し直される可能性も残されている。しかし，E-S 群に属する菌株の一部がエダマメに強い病原力を有し，エダマメ萎ちょう病菌の中にはナスに対する病原力が著しく弱いものが含まれ(諏訪ら，1987)，セルリー黄化病菌が E 群と類別されている(武田ら，1988)ことから，一つの系統として取り扱う。

6　トマト・ピーマン系

ナス，トマト，ピーマンに対して強い病原性を有する菌株群である。

萩原ら(1989 a)は，トマトとピーマンの両者に病原力を持つ菌株を見いだせず，この菌群を設定しなかったが，その存在は欧米ではすでに知られており，わが国でも飯嶋(1983 b)によって 1 菌株が確認された。この菌株の存在は，トマトに対する病原性とピーマンに対する病原性の有無とが互いに独立していることを示唆している。

7　エダマメ系

ダイズ(エダマメ)に対して著しい外観的症状を発現する菌株群であり，トマト，ピーマンに病原性が無く，ナスに対する病原性がやや弱い。

エダマメはエダマメ萎ちょう病菌によって葉の萎ちょうを伴う激しい外観的症状を生ずるが，他の菌群によっては維管束の褐変が生ずるものの外観的症状は発生しないことから，「エダマメ系」の存在が示唆された(諏訪ら，1987)。この菌株群にはナスに対する病原性がやや弱いものからごく弱いものが含まれ，エダマメを判別作物として用いない萩原ら(1989 a)の類別では，A または E 群に類別される。ここでは，とりあえず A，E 群とは区別して本系を取り上げたが，判別植物にエダマメを含めた場合の系統区分については，今後の検討が期待される。

Ⅳ *V. dhaliae* の系統区分上の留意点と問題点

以上に，現在における本菌の病原性による系統分化について述べてきたが，このような系統の類別は，輪作作物の選定など，本病防除対策の上から非常に有意義と考えられる。しかし，本病菌の病原性分化は，他の病原菌，例えば *Fusarium oxysporum* 菌の分化型などにみられるような病原性分化とは趣を異にするので，注意が必要である。

F. oxysporum 菌では，病原性の認められる植物が特定の種類に限定され，それ以外の種類に発病することはない。すなわち，寄生性が種特異的になる。これに対し，本菌では，特定の植物に対する病原性は異なるものの，寄生性は種特異的にはならず，その他の多数の植物に対しても発病を起こす。本菌の場合，特定の植物に対する病原性の欠落を区別点としているともいえよう。さらに，特定の植物以外では，異なる系統でもほぼ同様の病原性を発揮する(飯嶋, 1980 b)。このため，同種の作物からいくつかの系統が分離されることが多い。系統名はその系統の特徴の一端を述べているにすぎず，名前だけから系統の病原性を推測することは避けなければならない。

最後に，系統区分上の問題点を述べて本稿を閉じたい。

1　判別方法の標準化の必要性

本病菌の病原性が温和であり，接種条件による影響を受けやすいので，判別のための接種方法は標準的手法により，標準菌株を対照として用いる必要がある。

2　判別植物の増加

エダマメの例にみられるように，判別植物の増加が予想される。今後，病原性に菌株間差があるとの指摘があるパセリー(武田ら, 1988)やホオズキ(飯嶋, 1983 b)について検討する必要がある。なお，判別植物を付け加える場合には，上記系統区分は再検討を要する。

3　病原性の安定性の検討

継代接種によるハッカの分離菌株(Fordyce and Green, 1963)や普通系菌株(飯嶋, 1980 c)のトマトに対する病原性獲得の例にみられるように，系統間にまたがる病原性の変異の可能性がある。この可能性と変異の方向，あるいは，変異の確率を明らかにする必要がある。

4　病原性分化と関連する各種手法の検索

本菌の病原性検定には多大の労力と時間とを要するので，より簡便な他の手法での代替の可能性を明らかにする必要がある。例えば，病原性と関連があるとされる VC グループ(Puhalla and Hummel, 1983)は，長尾ら(1989)によって日本産菌株についても試みられており，より多数の菌株についての検討が期待される。そのほか，生化学的あるいは血清学的手法などについての検討も望まれる。

引　用　文　献

1) 浅利　覚ら(1982)：関東病虫研年報　29：91～92.
2) Fordyce, Jr., C. and R. J. Green, Jr. (1964)：Phytopathology　54：795～798.
3) 萩原　廣(1986)：関東東海地域バーティシリウム病現地研究会資料：12-1～8.
4) ————・竹内昭士郎(1985)：日植病報　51：326.
5) ————ら(1989 a)：転換畑研究成果集報　No. 2：62～71.
6) ————ら(1989 b)：関東病虫研報　36：126～127.
7) 廣田耕作・加藤喜重郎(1975)：愛知農総試研報　B 7：60～65.
8) ————・————(1980)：日植病報　46：395.
9) 堀内誠三・竹内昭士郎(1987)：同上　53：379.
10) ————・————(1988 a)：同上　54：102.
11) ————・————(1988 b)：同上　54：369.
12) ————ら(1990)：日植病平成2年大会講要　p. 134.
13) 飯嶋　勉(1980 a)：今月の農薬 24(2)：78～82.
14) ————(1980 b)：日植病報　46：109.
15) ————(1980 c)：同上　46：395.
16) ————(1983 a)：植物防疫　37：89～95.
17) ————(1983 b)：東京農試研報　16：63～128.
18) ————・三上元一(1972)：植物防疫　26：443～445.
19) ————・富田千恵子(1982)：日植病報　48：133.
20) Ingram, R. (1968)：Trans. Brit. mycol. Soc.　51：339～341.
21) Isaac, I. (1957)：Ann. Appl. Biol.　45：276～283.
22) Kendrick, Jr., J. B. and J. T. Middleton (1959)：Phytopathology　49：34～28.
23) 小林正伸ら(1989)：日植病報　55：500.
24) Ludbrook, W. V. (1933)：Phytopathology　23：117～154.
25) 長尾英幸・平野和弥(1989)：日本菌学会第33回大会講要：p. 40.
26) ————ら(1989)：日植病報　55：486.
27) Nelson, R. (1947)：Phytopathology　37：17.
28) 野村良邦・木曾　皓(1979)：九病虫研会報　25：36～37.
29) ————・————(1982)：日植病報　48：352.
30) Puhalla, J. E. and M. Hummel (1983)：Phytopathology　73：1305～1308.
31) 佐藤倫造(1988)：日植病報　54：117～118.
31) Schnathorst, W. C. and D. E. Mathre (1966)：Phytopathology　56：1204～1209.
33) Stark, C. (1961)：Gartenbauwissenshaft　26：493～528.
34) 諏訪澄長ら(1987)：日植病報　53：379.
35) 鈴井孝仁・小餅昭二(1974)：北海道農試報告　108：55～64.
36) 武田和男ら(1988)：関東病虫研報　35：71～72.
37) 竹内昭士郎・萩原　廣(1983)：日植病報　49：394.
38) 内田　勉(1982)：野菜病害虫防除に関するシンポジウム講要昭和57年度　pp. 21～26.
39) 植松清次ら(1989)：関東病虫研報　36：115～116.
40) 渡辺恒雄(1982)：農及園　57：593～596.
41) ————ら(1973)：日植病報　39：344～350.

特集：病原菌の病原性の分化〔4〕

野菜，花きのうどんこ病菌の寄生性の分化

農林水産省中国農業試験場　我孫子（あびこ）　和雄（かずお）

はじめに

うどんこ病菌は，子嚢菌亜門のウドンコ菌目，ウドンコ菌科に属し，多数の属ならびに種があるが，中でも *Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.) Pollacci, *Sphaerotheca humuli* (DC.) Burr. 及び *Erysiphe cichoracearum* DC. の3種が野菜・花きに広く寄生する主要な病原菌で，これらはウリ科，ナス科，イチゴなどの主要果菜類と各種の花きに広く発生し，大きな被害を与えている。しかし，わが国ではこれら3種のうどんこ病菌の寄生性に関する研究は筆者が研究するまでほとんどなく，ある植物に寄生する菌が他のどの範囲の植物に寄生するのか，また各種の植物に発生する分類上同一種の菌がどのような寄生性を有するのか，などについてはほとんど解明されていなかった。例えば，うどんこ病の発生する春～秋季に圃場で *S. fuliginea* の寄主とされているキュウリ，カボチャ，オクラ，ゴボウ，ナスなどが隣接して栽培されているのに，キュウリやカボチャにうどんこ病が発病しても，その他の作物に発病が認められない場合があり，また逆にゴボウに発病がみられても，その他の作物は全く発病が認められない現象が観察された。施設栽培や露地栽培において，うどんこ病の被害を最小限に抑えるためには，作物の周辺からその伝染源を除去し，伝染を防ぐことがまず必要であるが，このような対策を行うためにも，病菌の寄生性を明らかにすることはきわめて重要である。筆者は，前述の3種のうどんこ病菌の寄生性について明らかにすることが，学術上並びに農業上重要であると考え，研究を進めてきたが，病菌の寄生性からみた系統の分化が認められたので，その一部について紹介し参考に供する。

I　うどんこ病菌の系統

1　*Sphaerotheca fuliginea* の系統

S. fuliginea は多数の野菜，花きを含むウリ科，ナス科，キク科など20科84属170種以上の植物のうどんこ病菌として知られている（我孫子，1985）。そこで，これらのうち22種の植物に寄生する *S. fuliginea* 56菌株を7県下から採集した。これらの菌株は自然状態では子嚢殻が通常観察されなかったので，分生子世代の形態及び分生子の発芽管の形状から同定した後，それらの寄生性を調べた。接種試験の結果から，メロン，キュウリ，セイヨウカボチャ，ユウガオ，ヒマワリ，ヒャクニチソウ，コスモス，ホウセンカ，スズメウリ及びエノキグサのそれぞれの寄生菌は，これらの植物相互に寄生することが判明した。メロン，キュウリなどの菌はスイカに寄生しなかったが，スイカの菌はスイカ以外にメロン，キュウリなどにも寄生した。ナス，ゴボウ，フキ，シオン，ガーベラ，キンセンカ，アメリカセンダングサ，ヨメナ，ニガナなどの寄生菌はそれぞれ原寄主のみに寄生した。セイヨウタンポポとシロバナタンポポの寄生菌は相互に寄生することが判明した。

最近，田中ら（1986）はわが国で初めてベニバナにうどんこ病が発生しているのを認めたが，病原菌は *S. fuliginea* であり，接種試験の結果，多数の寄主植物のうちで病原性が認められたのは，ベニバナとゴボウのみであったとしている。したがって，同病菌はゴボウに寄生性を有する系統と推測された。

以上から，図-1に示したように，筆者と田中ら（1986）の研究結果を総合すると，供試した *S. fuliginea* は寄生性の差異で，①メロン，キュウリ，セイヨウカボチャなどに寄生するウリ科系統，②スイカなどに寄生するスイカ系統，③ナス，④ゴボウとベニバナ，⑤フキ，⑥シオン，⑦ガーベラ，⑧キンセンカ，⑨アメリカセンダングサ，⑩セイヨウタンポポとシロバナタンポポ，⑪ヨメナ，⑫ニガナ，にそれぞれ寄生する系統の12系統に類別された。

2　*Sphaerotheca humuli* の系統

S. humuli は，イチゴなど11科18属40種以上の植物のうどんこ病菌として知られている（我孫子，1985）。そこで，これらのうち4種の植物に寄生する5菌株を3県下から採集し，前項と同様の形態観察により同定した後，それらの寄生性を調べた。接種試験の結果から，イチゴとエゾヘビイチゴの菌は相互に寄生性を示したが，*S. humuli* の他の寄主植物であるヘビイチゴ，ゲンノショウコ，ユキヤナギ，コデマリ，ワレモコウには寄生しなかった。ゲンノショウコとワレモコウの菌はそれぞれ原寄

Specialization of Parasitism of Powdery Mildew Fungi on Vegetables and Flowering Plants.　By Kazuo Abiko

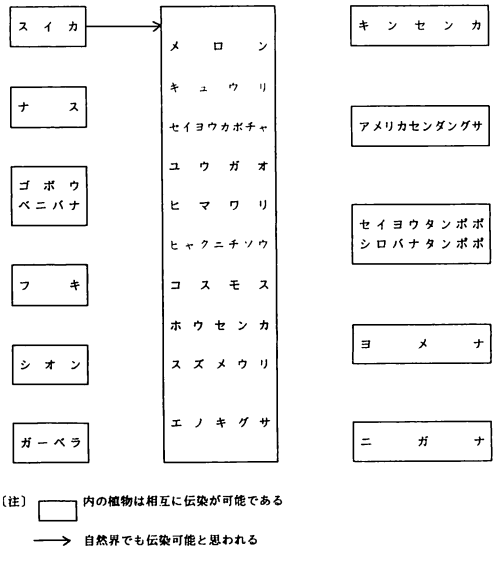
主のみに寄生した。なお，形態的にワレモコウの菌の分生子の短径はイチゴなどの菌のそれに比べてやや短かったが，その差はわずかで，供試菌はいずれも *S. humuli* と同定された。

以上の結果から，供試した *S. humuli* は寄生性の差異で，①イチゴとエゾヘビイチゴに寄生する系統，②ゲンノショウコに寄生する系統，③ワレモコウに寄生する系統，の3系統に類別された。

3 *Erysiphe cichoracearum* の系統

E. cichoracearum は，野菜，花きなど12科42属81種以上の植物のうどんこ病菌として知られている(我孫子，1985)。そこで，これらのうち12種の植物に寄生する23菌株を5県下から採集し，それらの相互関係を調べた。オオバコとヤエムグラの菌は分生子柄が表生菌糸の側方から生じ，分生子柄基部は湾曲していたが，その他の植物の菌は分生子柄が表生菌糸の上方から垂直に生じ，分生子柄の基部の形状に差異がみられた。しかし，分生子の形態には供試菌株間に顕著な差異は認められなかったので，供試菌はいずれも *E. cichoracearum* と同定された。

接種試験の結果から，各種植物に寄生する *E. cichoracearum* は1植物の寄生菌が1系統の傾向を示し，供試したトマト，オオバコ，ヤエムグラ，キク，ヨモギ，ノゲシ，オオアワダチソウ，セイタカアワダチソウ，ホウキギク，オナモミ，オオジシバリの各菌はそれぞれ原寄主に限られた寄生性を示し，それぞれ異なる系統と類別



図－1 各種植物に寄生する *S. fuliginea* の寄生性からみた相関図

された。しかし，タバコの菌はタバコ以外にケシ科のアイスランドポピー及びヒナゲシに発病がみられ，オオバコ，ノゲシ，ヨモギなどには発病が認められなかった。なお，わが国では *E. cichoracearum* によるヒナゲシのうどんこ病は，最近自然発病が認められたが(我孫子ら，1985)，病原菌の寄生性については明らかにされていない。またアイスランドポピーでの自然発病は現在のところ未発見であるが，今後発見される可能性が考えられる。

II うどんこ病菌の寄生性分化と耕種的防除への応用

1 *S. fuliginea* について

22種の植物に寄生していた *S. fuliginea* は，寄生性の差異によって，12系統に類別することができた。このうちの1系統は，メロン，キュウリ，カボチャなど4属5種のウリ科植物，ヒマワリ，コスモスなど3属3種のキク科植物，及びツリフネソウ科に属するホウセンカ，トウダイグサ科のエノキグサなど筆者が行った試験の範囲内だけでも9属10種の植物に寄生する。この系統については，主な寄主群がウリ科であるところから，ウリ科系統と命名した。*S. fuliginea* の他の11系統は，1系統が1～2種の植物を寄主とするのに対し，この系統は4科9属10種と広い寄主範囲を持つ点からみて，*S. fuliginea* の基本系統とみることができる。この系統はスイカ，トウガンを除くウリ類全体に広く寄生する菌であり，農業上最も重要な意味を持つものである。現在では全国にビニルハウスなどの施設栽培が広く普及しているので，施設内あるいはその周辺圃場では，分生子世代だけで本病菌の生活史は完成されうるともみられるが，細かくみると施設栽培のウリ類が伝染源と想定されるような場所は多くない。したがって，自然条件下では，どのような伝染源から，どのような経路で，いつごろ第一次伝染するかが大きな問題である。筆者がうどんこ病菌の寄生性分化現象について研究を進めた最大の目的もこの点にあった。その意味で，このウリ科系統が単にウリ科植物だけでなく，ごく一般に分布する草花のコスモス，ホウセンカなどに共通の寄生性を持ち，これらの植物上の菌が直接ウリ科植物に伝染することが証明されたこと，並びに関東以西においては露地栽培のウリ類上では子嚢殻の形成の機会が少なく，これに反して，コスモス，ホウセンカなどの上ではきわめて容易に形成される事実は，重要な意味を持つものと思われる。すなわち，筆者の試験結果から，これらの地帯では露路圃場で栽培されるウリ類へのうどんこ病菌の有力な第一次伝染経路の一つとして，コスモス，ホウセンカなどの上で前年秋に形

成され，被害残渣と共に越年した子嚢殻が翌春伝染源となる経路が推定される。しかしながら，これはあくまで有力な一経路というべきであって，これらの地帯においてもウリ類上に子嚢殻が形成され，それが伝染源となる場合も年によりありうることもまた，試験結果は示している。遠藤(1975 a, b)は，東北地域ではごく普通にウリ類上で子嚢殻が形成されることを報告している。したがって，関東以西でも環境条件が満たされる場合には子嚢殻が形成され，それが翌年の伝染源になることが推定される。

スイカは従来，うどんこ病に抵抗性の強いウリ類とされてきたが，1965年ごろビニルハウス栽培のスイカに本病の発生が報告された(斎藤ら，1973)。筆者の試験結果によれば，スイカにうどんこ病を起こす菌は，他のウリ科植物，コスモス，ヒャクニチソウ，ホウセンカなどに対してはウリ科系統と同様の寄生性を示すのに，スイカに対する寄生性だけウリ科系統と差のある特異な系統であることが判明した。このスイカ系統は，高知県などの施設内でスイカを栽培する地帯に特異的に，しかも狭い範囲に分布するものであったことは，この系統が一般のウリ科系統から突然変異あるいは馴致によって生じた系統であり，その後の菌の伝播が緩慢なため，まだ広く分布するに至らないためとみられる。しかし，表-1に示したように筆者の調査結果から特にスイカの施設栽培のみられない長崎県でも発生している事例もあることから，施設栽培とは関係なく広がる危険性があり，今後の動向には十分注意を払う必要があると考えられる。

ウリ科系統及びスイカ系統以外の系統は，いずれも1～2種の野菜，草花及び雑草のみに寄生する。これらの系統が，基本系統と考えたウリ科系統から分化したものかどうかは明らかではないが，寄生性以外の点ではきわめて類似しており，同一種の *S. fuliginea* に属するものの中に，このように寄生性の差異が明確にあることは興味ある事実である。また，これが農業上重要な *S. fuliginea* の寄主であるウリ類には寄生性がないことが明らかにされたことは，研究を開始するにあたって想定した，菌の伝染源としての役割を考えなくてもよいことが証明されたものであり，有意義な知見と思われる。

筆者の研究結果から，*S. fuliginea* によって起こるウリ類うどんこ病の耕種的防除法としては，うどんこ病菌が子嚢殻あるいは菌糸または分生子として越冬し翌年の伝染源となりうる罹病したウリ類を処分するとともに，本菌のウリ科系統が寄生しウリ類への伝染源となる，コスモス，ホウセンカなどの草花やスズメウリ，エノキグサなどの雑草を，圃場の周辺から除去することも有効と考えられる。

2　*S. humuli* について

S. humuli の寄主範囲は広く，11科18属40種以上が寄主植物とされているが，このうち何種の植物の菌がイチゴに対する伝染源になるのかは，現在まで不明であった。筆者の研究結果から，*S. humuli* は *S. fuliginea* と異なり，ほとんどのもので1系統の菌が1種の植物を侵し，わずかに *Fragaria* 属(オランダイチゴ属)に属する寄主植物が同一系統の菌に侵されることを明らかにした。わが国に分布する *Fragaria* 属は数種あるが，そのうち本系統が寄生するのはイチゴ，エゾクサイチゴ(Homma, 1937)，エゾヘビイチゴであり，この3種植物が共通の寄主となることが明らかになった。しかし，このうちエゾクサイチゴとエゾヘビイチゴはごく限られた地域に分布するだけで，一般には繁茂していないので，本系統は普通にはイチゴだけで生活史を全うしているものと考えられる。すなわち，本系統はわが国ではイチゴ上で子嚢殻を形成せず，越夏及び越冬は菌糸または分生子で行い，春・秋期にまん延するとみられる。

表-1　各地より採集した *S. fuliginea* のスイカ系統及びウリ科系統の検出状況(1978年採集分)

原寄主	菌株名	採集地	採集月日	検出結果	
				スイカ系統	ウリ科系統
スイカ	KW-5	土佐市新居	5月18日	○	
キュウリ	KC-1	〃	〃	○	
〃	KC-2	高知県香美郡野市町高知園試	6月1日		○
〃	KC-3	〃	〃		○
スイカ	KW-6	〃	〃	○	
メロン	OM-1	岡山県赤磐郡山陽町岡山農試	7月6日		○
カボチャ	OCu-1	〃	〃		○
〃	OCu-2	岡山県邑久郡牛窓町	〃		○
キュウリ	OC-1	〃	〃		○
〃	NC-1	佐世保市東大久保町	7月19日		○
ヒョウタン	NLa-1	〃	〃	○	
ユウガオ	NaLa-1	長野県下伊那郡高森町	8月21日		○
カボチャ	NarCu-1	奈良県宇陀郡	8月23日		○
〃	MECu-11	三重県一志郡美杉村	〃		○
〃	MECu-12	三重県安芸郡安濃町	8月29日		○
キュウリ	MYC-1	宮崎市跡江	9月1日		○
カボチャ	NaCu-1	長野県小諸市	9月28日		○
〃	ACu-1	青森県黒石市青森農武	10月13日		○
〃	ACu-2	〃	〃	○	
メロン	AM-1	〃	〃	○	
ユウガオ	ALa-1	〃	〃	○	
カボチャ	ACu-3	青森県黒石市	〃		○

筆者の研究結果から，イチゴのうどんこ病の病原菌はイチゴのみに寄生しているとみられるので，イチゴ苗に病菌が寄生して秋期以降の伝染源になるのを防ぐため，夏期の育苗期に薬剤散布を行い，菌濃度を下げて本圃への菌の持ち込みを極力阻止し，本圃での本病の発生を予防することが有効と考えられる。

3　*E. cichoracearum* について

12種の植物に寄生していた *E. cichoracearum* は，それぞれ独立した寄生性を示したので，それぞれ *E. cichoracearum* の系統とみられた。したがって，自然条件下においても，これら植物上の菌は相互に伝染し合うことなく，個々の植物上でのみ生活史を全うしているものと考えられる。

おわりに

以上のように，野菜，花きの主要なうどんこ病菌，*Sphaerotheca fuliginea*, *Sphaerotheca humuli* 及び *Erysiphe cichoracearum* の寄生性分化の実態を筆者の研究結果を中心にして記述し，さらに寄生性分化現象に基づいたうどんこ病の耕種的防除法を述べた。

最近，大谷(1988)は日本菌類誌第3巻第2号を刊行したが，ウドンコキン科の記述の中に筆者の研究結果と矛盾する箇所のあることを指摘しておきたい。例えば，ホウセンカに寄生する菌に *Sphaerotheca balsaminae* (Wallr.) Kari, 一方，キュウリ，カボチャ，ゴボウ，コスモスなどに寄生する菌に *Sphaerotheca fusca* (Fr.) Blumer em. Braun をそれぞれ採用し，別種として扱っている。しかし，筆者の研究結果ではこれらの植物に寄生する菌は寄生性において差異がなく，また子嚢胞子世代及び分生子世代の形態でも顕著な差異を認めていない。植物病原菌の分類において，形態的特徴に基づく分類が重要であることは当然であるが，植物に対する寄生性・病原性をも加味した分類が行われ，農業に役立つ分類がなされることを切望して筆を置く。

引用文献

1) 我孫子和雄(1978)：日植病報　44：612～618.
2) ————(1982 a)：野菜試報　A. 10：57～62.
3) ————(1982 b)：同上　A. 10：63～67.
4) ————(1982 c)：同上　A. 10：69～74.
5) ————(1983)：同上　A. 11：119～126.
6) ————ら(1985)：関西病虫研報　27：47～48.
7) ————(1985)：東京大学学位論文　pp. 222.
8) 遠藤忠光(1975 a)：北日本病虫研報　26：49.
9) ————(1975 b)：同上　26：50.
10) Homma, Y. (1937)：J. Fac. Agr. Hokkaido Imp. Univ. Sapporo　38(3)：183～461.
11) 大谷吉雄(1988)：伊藤誠哉　日本菌類誌，養賢堂，東京　3(2)：156～267.
12) 斎藤　正(1973)：高知農技研特報：44～45.
13) 田中　孝ら(1986)：北日本病虫研報　37：108～112.

本会発行図書

作物保護の新分野

理化学研究所　見里朝正　編

A 5 判 235 ページ　定価 2,266 円　送料 260 円

昭和 56 年から始まった理化学研究所主催のシンポジウム「科学的総合防除」の講演内容を加筆してとりまとめた好著。我が国の先端を行く研究者が化学的，生物的防除はもちろん，光・音・遺伝子工学等を駆使して作物保護の新分野にいどむ最新技術を紹介する。

内容目次

Ⅰ.「科学的総合防除」とは

Ⅱ. 光の利用

光の昆虫誘引作用の利用／光の昆虫忌避作用の利用／紫外線除去フィルムによる植物病原糸状菌の胞子形成阻害／雑草防除における光質の活用

Ⅲ. 環境制御

湿度環境制御によるハウス野菜病害の防除／環境制御による雑草防除／太陽熱利用による土壌消毒／水の利用による病害防除

Ⅳ. 音の利用

音と昆虫／鳥と音／動物と音／魚と音

Ⅴ. 生物的防除

作物病害の生物的防除／生物的防除と害虫管理／雑草の多様性とその生物的防除／生物的防除への遺伝子工学応用の可能性

Ⅵ. ソフト農薬の開発

ソフト農薬開発の現状／大豆レシチン・重曹農薬の開発／過酸化カルシウム剤の開発／フェロモンの利用・開発

Ⅶ. 外国の現状

ヨーロッパにおける科学的総合防除／ソビエトの現状／東南アジアにおける作物保護の現状／アメリカにおける病害虫の総合防除の現状

カメムシ類成虫による同種成虫の誘引

大阪市立大学理学部生物学教室　沼田英治（ぬまた ひではる）

多くのカメムシ類では，雄成虫が雌あるいは雌雄両方の成虫を誘引することが知られている。カメムシ類は，近年特に農作物への被害が問題となっており，この誘引性を防除に役立てることが望まれている。本稿では，まずカメムシ類成虫の誘引についてのこれまでの研究を紹介し，次にマメ類の害虫であるホソヘリカメムシ(*Riptortus clavatus*)で筆者らが行った実験結果を報告する。なお，普通のカメムシとは系統的に離れているメクラカメムシ類では，雌成虫がフェロモンを放出して雄成虫を誘引しているが，本稿では扱わない。

I　ミナミアオカメムシの誘引

カメムシ類の中で，成虫の誘引について最も研究が進んでいるのはミナミアオカメムシ(*Nezara viridula*)である。まず，MITCHELL and MAU (1971)が，実験室内でY字管を用いた実験や野外の網室内の実験から，このカメムシの雄成虫は未交尾の雌成虫を誘引することを示し，雄が雌を誘引する性フェロモンを放出していると考えた。しかし，HARRIS and TODD (1980)は，雄成虫をケージに入れて野外に置く実験を行った結果，ケージには雌成虫だけではなく雄成虫や5齢幼虫も誘引されたことから，このフェロモンは性フェロモンではなく集合フェロモンであると結論した。しかし彼らも，このフェロモンによる誘引が配偶行動と無関係であると考えたのではない。このフェロモンによって，雄と雌が近づき，近距離で有効に働く別のフェロモンや音声(振動)による交信が行われ，その結果として交尾に至ると考えた。BORGES et al. (1987)は，ミナミアオカメムシの配偶行動における雌雄の行動を時間的に詳しく調べ，交尾に至るまでのこの図式を支持している。BRENNAN et al. (1977)によると，性的に成熟した雄成虫だけが，他個体を誘引するフェロモンを合成し放出し，雌は，非休眠，未交尾のものだけがこのフェロモンに誘引される。したがって，このフェロモンは定義のうえからは集合フェロモンとされるが，実際に果たす役割のうえからは性フェロモンに近いと考えられる。

最近このフェロモンの化学構造が明らかになった。まず，PAVIS and MALOSSE (1986)がフランスのミナミアオカメムシから，雌を誘引する分子量224のセスキテルペンを得た。しかし，この物質について，その後の報告はない。次いで，BAKER et al. (1987)は，ブラジルのミナミアオカメムシから，雌を誘引する分子量220のセスキテルペンのエポキシドを単離し，その構造を決定した(図-1 A)。一方，ALDRICH et al. (1987)は，アメリカ・ミシシッピー州のミナミアオカメムシのフェロモンの主成分として，BAKER et al. (1987)の発見した物質(*trans*-(*Z*)-α-bisabolene epoxide)とその異性体，*cis*-(*Z*)-α-bisabolene epoxide(図-1 B)，及び(*Z*)-α-bisabolene(図-1 C)を単離，同定した。このうちエポキシドの異性体の量の比(*trans*/*cis*)は，ミシシッピーのものでは3.03であったが(ALDRICH et al., 1987)，フランスのものではおよそ2であり，ブラジルのものでは*trans*のみであった(BAKER et al., 1987)。以上の結果から，ALDRICH et al. (1987)は，ミナミアオカメムシにはフェロモン組成の異なる複数の系統が存在することを指摘した。さらに，ALDRICH et al. (1989)は，この比が日本の九州のものでは0.97，ハワイのものでは3.03，カリフォルニアのものでは3.10であることを示した。そして，ミナミアオカメムシが後になって侵入したと考えられるアメリカでは，*trans*異性体の量が相対的に多くなった理由を，この地域に以前からいたヤドリバエ類が*cis*異性体を寄主を探索するためのカイロモンとして利用しているからではないかと推定している。このようにミナミアオカメムシでは，フェロモンの化学構造について次々と興味深い知見が明らかになってきた。しかし，いずれも雄成虫から得た試料，あるいはその特定のフラクションに雌成虫が誘引されたという結果が得られただけであり，純粋な(合成の)フェロモン分子の誘引効果を示したものはない。

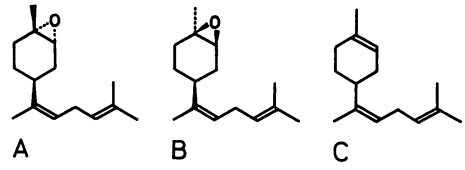


図-1　ミナミアオカメムシ雄成虫の誘引性フェロモン

Attraction of Conspecific Adults by Adults in Heteroptera. By Hideharu NUMATA

II　その他のカメムシの誘引

このほかにも，いくつかのカメムシで，雄成虫が雌成虫あるいは雌雄両方の成虫を誘引することが知られている。ナガカメムシ科の *Oncopeltus fasciatus* の雄成虫をケージに入れて野外に置くと，雌雄両方の成虫が誘引される(Ralph, 1977)。また，チャイロカメムシに近縁の *Eurygaster integriceps* では，性的に成熟した雄成虫は，特徴的な calling の姿勢をとってバニラのような臭いを放出して，近距離にいる雌成虫を誘引し，雌に交尾を受け入れる姿勢をとらせる(Žďárek and Kontev, 1975)。この臭いの主成分は vanillin と ethyl acrylate であり，この二つの分子は単独でも雌を誘引したが，両方が存在するときに，交尾を受け入れる姿勢をとる雌の割合が高くなった(Vrkoč et al. 1977)。一方，捕食性のカメムシである *Podisus maculiventris* と *Podisus fretus* では，雄成虫が腹部背面の腺から放出し，雌雄両方の成虫を誘引するフェロモンの化学構造が明らかになっている。その主成分は，前者の種では含有量の多い順に α-terpineol, (*E*)-2-hexenal, benzyl alcohol であり，後者の種では linalool, (*E*)-2-hexenal, benzyl alcohol であった(Aldrich et al., 1986)。

わが国では，チャバネアオカメムシ(*Plautia stali*)の雄成虫が，おそらくフェロモンの放出によって雌雄両方の成虫を誘引することが，Moriya and Shiga (1984)によって報告され，守屋(1985)による解説が本誌に掲載された。野外に置かれた雄成虫の入ったケージには，初夏と秋に多くの成虫が誘引され，その間の時期にはほとんど誘引されなかった。また，ミナミアオカメムシでは雄成虫に誘引された成虫は雌が雄よりはるかに多いのに対し(Harris and Todd, 1980)，チャバネアオカメムシではその差は小さかった。したがって，チャバネアオカメムシでは，この誘引は配偶行動に関係したものではなく，好適な餌を求める移動と関係したものではないかと考えられている。そのほかに，ツヤアオカメムシ(*Glaucias subpunctatus*)とアシビロヘリカメムシ(*Leptoglossus australis*)の雄成虫にも誘引性があることが報告されている(山田・野田，1985；安田，1987)。

III　ホソヘリカメムシの誘引

廉沢(1986)によると，野外に設置したケージでホソヘリカメムシの幼虫及び成虫を飼育すると，このケージの外側に同種成虫が誘引される。しかし，この結果だけでは雄成虫，雌成虫，幼虫あるいは餌のいずれが誘引したのかはっきりしない。この点を明らかにするために，筆者らは次のような実験を行った。カメムシ類では雄成虫が他個体を誘引するフェロモンを放出するのが一般的であるので，まず誘引源として，雄成虫を考えた。

チャバネアオカメムシのトラップ(守屋，1985)を参考にして，図-2 に示すようなトラップを試作した。ステンレスの網でできた球形のケージ(図-2 の A)を，プラスチックの円筒形水槽(図-2 の B)の中央に，縁よりわずかに浮かせてつるす。そして，直射日光や雨を避けるため，ケージの上にアルミ箔で日よけ(図-2 の C)をつけた。水槽に少量の合成洗剤を加えた水を入れ，ケージの中にはホソヘリカメムシの雄成虫と餌，あるいは餌のみを入れた。ケージに入れる成虫は，幼虫期より 25°C，16 L-8 D で飼育し，羽化後 10 日以上経過した未交尾，非休眠のものを用いた。餌としては，ダイズの未熟な莢果，あるいは乾燥種子を破砕したものを用いた。カメムシを入れたケージには，管瓶に水を入れ脱脂綿で栓をしたものを一緒に入れた。ケージ内の誘引源に引きよせられ，飛来した成虫は，水槽内の水に落ちると，洗剤によって水の表面張力が小さくなっているために，再び飛び立つことができずに死ぬというしくみである。

まず越冬成虫が圃場へ飛来する時期に，野外にトラップを設置した。1988 年 5 月 6 日に，京都市内の 3 地点(左京区北白川の京都大学理学部構内，北区上賀茂の京都大学農学部附属演習林上賀茂試験地の林縁部，左京区岩倉村松町の林の中)の地面の上に，それぞれ表-1 に示すような誘引源を異にする 5 種類，計 9 個のトラップを，約 5 m の間隔をおいて設置した。そして，毎日最低 1 回観察し，水槽内の水に入っていたり，ケージの表面にとまっているホソヘリカメムシの成虫を捕獲した。岩倉に設置したトラップには 5 月 20 日までにホソヘリカメムシの

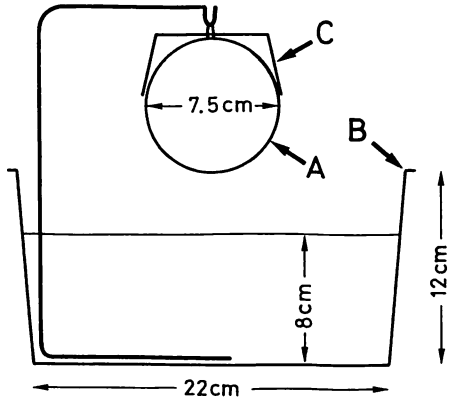


図-2　ホソヘリカメムシの成虫誘引用のトラップの断面図(Numata et al., 1990)

成虫が全く飛来しなかったので，ここの実験を中止し，それまでに成虫の飛来した北白川と上賀茂のケージの中身を新しいものと交換して 5 月 28 日まで実験を続けた。その結果，全期間を通じて北白川ではダイズ種子と成虫を入れたトラップに雄 1 頭，ダイズ莢果と成虫を入れたトラップに雌 1 頭が飛来した。一方，上賀茂では雌雄あわせて 23 頭の成虫が，雄成虫を入れたトラップに飛来した。餌だけを入れたものや，空のトラップには，全くこなかった(表-1)。

以上の結果から，ホソヘリカメムシの非休眠雄成虫は，圃場へやってくる時期の越冬成虫の雌雄とも誘引することがわかった。今回の実験地のうち昼間でもかなり暗い岩倉の林の中や，北白川の市街地には，全くか，あるいはほとんど飛来せず，ある程度開けた林縁部である上賀茂にのみ多くの成虫が飛来した。今後さまざまな場所に同様なトラップを設置することによって，越冬成虫がどのような圃場に飛来するのかを知ることができるであろう。次に，越冬成虫がどのような日に圃場にやってくるのかを知るために，上賀茂における成虫の飛来数と，その日の天気及び気温を図-3 に示す。成虫が飛来したのは，雨が降っておらず，その時期としては最高気温の高い(20℃以上の)日に限られていた。

こうしてホソヘリカメムシの非休眠雄成虫が，同種成虫を誘引することがわかったが，このことをさらに確認するために，5 月 29 日～6 月 28 日に，大阪市住吉区の大阪市立大学の 3 階建てビルの屋上(地上約 12 m の高さ)に，雄成虫とダイズ莢果を入れたトラップと空のトラップを 2 個ずつ，およそ 1.5 m の間隔をおいて設置した。ケージ内の成虫が死んだり餌が乾燥したら，そのつど交換し，管瓶の中の水が減ったら追加した。そして，毎日最低 1 回観察，捕獲を行った。その結果，雌雄あわせて 21 頭のホソヘリカメムシ成虫が，すべて雄成虫を入れたトラップに飛来した(表-1)。

次に，雄成虫の誘引性と寄主植物の誘引性とを区別するため，6 月 29 日～8 月 28 日に，雄成虫とダイズ莢果とを入れたトラップとダイズ莢果のみを入れたトラップを 2 個ずつ設置した。その結果，雌雄あわせて 101 頭のホソヘリカメムシ成虫が飛来したが，そのうち 92 頭は雄成虫を入れたトラップに誘引された(表-1)。このことから，ホソヘリカメムシの非休眠雄成虫は，寄主植物よりもずっと強い誘引性をもっていることが確認された。しかし，上賀茂の結果とは異なり，餌のみを入れたトラップにも少数ではあるが成虫が飛来した。これは，ダイズ莢果自身がもつ誘引性によるのかもしれないが，京都の場合と比べトラップの間隔が狭かったので，雄成虫によって誘引された成虫が，餌のみのトラップにも偶然入ってしまった可能性も考えられる。

今回試作したトラップでは，ケージ内に入っている成虫は外側からほとんどみえないので，野外の成虫が視覚によって誘引された可能性は低い。また，ホソヘリカメムシの成虫が発する音声(振動)はきわめて微弱であるので(Numata et al., 1989)，これによる遠距離からの誘引は考えられない。したがって，雄成虫による同種成虫の誘引はフェロモンによるものに違いない。

これまで，雌成虫が雄と同じような誘引性をもつかどうかには，全く注目してこなかったので，最後にこの点を調べた。8 月 29 日～10 月 30 日に，雄成虫とダイズ莢果とを入れたトラップと雌成虫とダイズ莢果とを入れたトラップを 2 個ずつ設置した。用いた雌成虫は，雄と同

表-1　トラップへのホソヘリカメムシ成虫の飛来(Numata et al., 1990)

実験地 期間	ケージの中身 ダイズ	ケージの中身 カメムシ	トラップの数	飛来成虫数 ♂	♀	?	計
上賀茂試験地							
5/6-5/28	種子	5♂	1	2	1	0	3
	莢果	5♂	2	11	8	1	20
	種子	—	2	0	0	0	0
	莢果	—	2	0	0	0	0
	—	—	2	0	0	0	0
大阪市立大学							
5/29-6/28	莢果	5♂	2	6	14	1	21
	—	—	2	0	0	0	0
6/29-8/28	莢果	5♂	2	38	51	3	92
	莢果	—	2	2	7	0	9
8/29-10/30[a)]	莢果	5♂	2	9	12	0	21
	莢果	5♀	2	5	2	0	7

a) 未発表データ

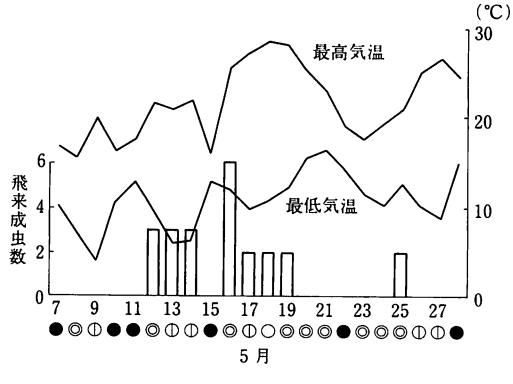


図-3　ホソヘリカメムシ越冬成虫のトラップへの飛来と気象条件

じ条件で飼育された未交尾，非休眠のものである。その結果，21頭が雄成虫を入れたトラップに，7頭が雌成虫を入れたトラップに飛来した(表-1)。雌成虫を入れたトラップと雄成虫を入れたトラップとの誘引力の差は，餌だけを入れたトラップと雄成虫のトラップとの誘引力の差よりも小さかった。しかも，これまでの大阪市立大学における実験では，いずれも雄よりも雌がやや多く飛来したが，雌成虫を入れたトラップだけに，雄が雌よりも多く飛来した。また，ホソヘリカメムシの非休眠雌成虫は，ごく近距離では非休眠の雄を嗅覚的に刺激し，交尾行動を引き起こす(Numata et al., 1986)。したがって，この場合には，トラップの間隔が狭かったために，雄成虫によって誘引されたカメムシが偶然入ったというよりは，遠距離から雄成虫によって誘引された成虫が，近距離から今度は雌成虫によって誘引されたのではないだろうか。

大阪市立大学におけるすべてのトラップに飛来したカメムシの個体数を，時期ごとに示したのが図-4である。便宜上，この図では5月29日～6月28日を6月とし，以下すべて各月の28日で区切ってある。この図にみられるように，6月上旬から9月下旬に至るまで継続的に飛来がみられた。そして，7月中旬と8月下旬にはっきりした飛来のピークがみられたが，これらはそれぞれ第一世代，第二世代の非休眠成虫の出現を示していると考えられる。このように，春から秋に至るまで，ホソヘリカメムシが生殖を行っている季節を通じて，成虫が誘引された。これは，初夏と秋に多く誘引されるチャバネアオカメムシの場合とはかなり異なっている。また，第三世代の休眠成虫が出現し越冬地へ移動する9～10月には，野外の総個体数，移動中の個体数ともに非常に多いと考えられるにもかかわらず，トラップへの飛来数は比較的少なかった。この時期には低温，強風などの気象条件のために，トラップを設置した地上から12 mの高さまで飛来できなかった可能性も否定できないが，休眠成虫は非休眠の雄成虫にあまり誘引されないのかもしれない。もしそうならば，ミナミアオカメムシの場合と同様，誘引が配偶行動に関係している可能性が示唆される。しかし，ミナミアオカメムシとは異なり，誘引された雌成虫の数は雄成虫に比べてとりわけ多くはなかった。また，トラップに飛来した雌成虫を解剖したところ，多くのものは成熟卵をもっていたが，卵母細胞が退化していた。このような状態は，良い餌条件の下で卵巣を十分発達させた非休眠成虫が，その後餌条件の悪化にさらされた場合にみられる。以上のことに加えて，本種が餌条件の悪化に伴って移動を行うこと(Natuhara, 1983)を考慮に入れると，交尾の相手よりはむしろ餌として好適な寄主植物を求めて飛んでいる成虫が誘引された可能性が高い。その点からは，むしろチャバネアオカメムシの場合に類似している。この誘引の生物学的な意味は，今後さらに検討してゆく必要がある。

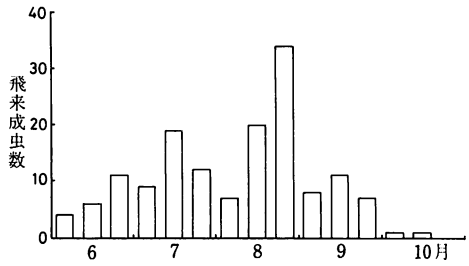


図-4　ホソヘリカメムシ成虫のトラップへの飛来個体数の季節変動

本研究は，農林水産省農林水産技術会議からの農林水産業特別試験研究費補助金の援助を受けた。

引　用　文　献

1) Aldrich, J. R. et al. (1986)：Experientia 42：583～585.
2) ――― et al. (1987)：J. Exp. Zool. 244：171～175.
3) ――― et al. (1989)：Naturwiss. 76：173～175.
4) Baker, R. et al. (1987)：J. Chem. Soc. Chem. Commun. 1987：414～416.
5) Borges, M. et al. (1987)：Entomol. Exp. Appl. 44：205～212.
6) Brennan, B. M. et al. (1977)：Environ. Entomol. 6：169～173.
7) Harris, V. E. and J. W. Todd (1980)：Entomol. Exp. Appl. 27：117～126.
8) 廉沢敏弘 (1986)：第30回応動昆，第46回昆虫学会共催大会講演要旨，p. 84.
9) Mitchell, W. C. and R. F. L. Mau (1971)：J. Econ. Entomol. 64：856～859.
10) 守屋成一 (1985)：植物防疫 39：161～164.
11) Moriya, S. and M. Shiga (1984)：Appl. Ent. Zool. 19：317～322.
12) Natuhara, Y. (1983)：ibid. 18：392～400.
13) Numata, H. et al. (1986)：ibid. 21：119～125.
14) ――― et al. (1989)：ibid. 24：169～173.
15) ――― et al. (1990)：ibid. 25：144～145.
16) Pavis, C. and C. Malosse (1986)：C. R. Acad. Sci. Paris III 7：272～276.
17) Ralph, C. P. (1977)：Ann. Entomol. Soc. Am. 70：337～342.
18) Vrkoč, J. et al. (1977)：Acta Ent. Bohemoslov. 74：205～206.
19) 安田慶次 (1987)：第31回応動昆大会講演要旨，p. 43.
20) 山田健一・野田政春(1985)：福岡農総試研報 B 4：17～24.
21) Žďárek, J. and Ch. Kontev (1975)：Acta Ent. Bohemoslov. 72：239～248.

カブリダニ類の合成ピレスロイド剤に対する抵抗性

農林水産省野菜・茶業試験場茶栽培部　望月雅俊（もちづきまさとし）

はじめに

カブリダニ類を利用したハダニ類の生物的防除で問題となるのは，ハダニ以外の病害虫防除に使用される薬剤のカブリダニ類に対する悪影響である。この問題を解決するため，悪影響の少ない選択的殺虫剤の利用や殺虫剤抵抗性カブリダニ類の利用が世界的に試みられた。その結果，アメリカでは有機リン剤やカーバメート剤に抵抗性を示すカブリダニ類が，リンゴ園，アーモンド園でのハダニ類の防除体系に生かされている（Hoy, 1985など）。

合成ピレスロイド剤は，有機リン剤やカーバメート剤に替わる殺虫剤として登場し，多くの害虫類に高い効果を示したが，本剤はカブリダニなど天敵類に対する殺虫活性が強く，長期間にわたって天敵類の活動を抑えるため，ハダニ類の多発生を起こしやすい（Hall, 1979；浜村，1986；古橋・森本，1989）。

このため，本剤に抵抗性を持つカブリダニの探索と育成が，アメリカやニュージーランドで試みられ，これらの国ではすでに，抵抗性のカブリダニが発見されるなど，成果が示されている。

日本では，静岡県中部のチャ園から有機リン剤，カーバメート剤に抵抗性を示すケナガカブリダニ（*Amblyseius longispinosus* (Evans)）が発見されているが（浜村，1986），一方で，本種に悪影響が強い合成ピレスロイド剤の使用も進み，カンザワハダニ（*Tetranychus kanzawai* Kishida）の多発生（リサージェンス）が問題となっている。そこで，現在チャ園を対象に合成ピレスロイド剤抵抗性ケナガカブリダニの探索が試みられている。

ここでは，合成ピレスロイド剤抵抗性カブリダニ類の研究例，さらに，チャ園に生息するケナガカブリダニの薬剤抵抗性について紹介したい。

I　合成ピレスロイド剤抵抗性が報告されているカブリダニ類

薬剤抵抗性カブリダニ類の研究は，これまでアメリカで盛んに行われてきた。合成ピレスロイド剤抵抗性系統の探索・育成は，リンゴハダニ（*Panonychus ulmi* Koch），ナミハダニ（*Tetranychus urtice* Koch）の天敵類である2種のカブリダニ，*Amblyseius fallacis* (Garman)と*Metaseiulus occidentalis* (Nesbitt)が研究対象とされた。

また，ニュージーランドでは，リンゴハダニの天敵*Typhlodromus pyri* Scheuten，ベリー類に寄生するナミハダニの天敵チリカブリダニ（*Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot）について，合成ピレスロイド剤抵抗性系統の探索・育成が試みられた。以下に，これら4種のカブリダニについて事例を示す。

1　*A. fallacis*

本種の合成ピレスロイド剤抵抗性系統の探索では，合成ピレスロイド剤散布歴のあるアメリカ各地のリンゴ園でカブリダニを採集し，その感受性を系統間ごとに明らかにすることから始められた。ミシガン州から10系統，ニューヨーク州から2系統の計12系統を調査した結果，Kleins, Genevaの2系統がペルメトリンに対して，それぞれ，LC_{50}値で13 ppm，25 ppmを示し，感受性の低下した系統と認められた。そして，これらの系統はペルメトリンで選抜淘汰され，20回の淘汰により，LC_{50}値が感受性系統に対して64倍上昇した抵抗性系統が作出された（Strickler and Croft, 1981）。また，この系統は，数種の合成ピレスロイド剤に交差抵抗性，有機リン剤にも複合抵抗性を示すことが研究の結果明らかにされた（Croft et al., 1982）。

合成ピレスロイド剤抵抗性の遺伝様式は，抵抗性系統と感受性系統間の交雑で得られたF_1が両系統の中間の抵抗性を示し，また，これと，感受性系統との戻し交雑で得られた系統の濃度—死亡率回帰直線が感受性系統にほぼ一致したことから，不完全劣性の複数遺伝因子により支配されていると考えられた（Croft and Whalon, 1983）（図-1）。

抵抗性のメカニズムについては，死亡に至るまでの所要時間や解毒に関与する酵素の活性が感受性系統と抵抗性系統間で比較され，抵抗性の主要因子は，神経の薬剤感受性低下（kdr型抵抗性）であり，抵抗性系統ではエステラーゼなどの酵素活性が上昇している（Scott et al., 1983）ことが示された。

野外での放飼試験の結果，放飼した抵抗性系統が越冬し，翌年も定着していることが判明した。この調査には電気泳動法が用いられ，秋に放飼後，翌春に採集した個

Synthetic Pyrethroid Resistance in the Phytoseiid Mites. By Masatoshi Mochizuki

体が，合成ピレスロイド剤抵抗性系統に特有の泳動パターンを示したことが定着の証拠とされた(Whalon et al., 1982)。

2 *M. occidentalis*

本種の合成ピレスロイド剤抵抗性系統の育成では，初期個体群としてペルメトリンに対する感受性が高い系統が利用された。2年間で18回，ペルメトリンを用いた選抜淘汰を行った結果，LC_{50}値を約10倍上昇させることに成功し，さらに遺伝解析の結果，抵抗性の遺伝様式は，*A. fallacis* と同様，不完全劣性の複数遺伝因子に支配されていると考えられた(Hoy and Knop, 1981)。

3 *T. pyri*

ニュージーランドでは，合成ピレスロイド剤が使用されるに際して，リンゴハダニの有力な天敵 *T. pyri* について抵抗性系統の探索と育成が行われた。その結果，過去にシペルメトリンの散布を受けた試験圃場の付近から得られた系統が，シペルメトリンに対して一定程度の抵抗性を示したため，この系統(appleby)を素材にして，シペルメトリンによる6回の選抜淘汰の結果，生存率を顕著に上昇させることに成功した(図-2)。これらの系統は，他の合成ピレスロイド剤フェンバレレートとデルタメトリンにも交差抵抗性を示し，生存個体は薬剤が付着した被散布葉上でも繁殖が可能なことが示された。

本種については，野外での実際濃度でも生存可能で，かつ摂食・繁殖行動が散布葉上でも正常に起こる系統を確立し，野外への放飼や，遺伝様式の解析を行うことが，今後の課題とされている(Markwick, 1986)。

4 *P. persimilis*

施設園芸でのハダニ防除に広く利用されているチリカブリダニについても，フェンバレレートに対する抵抗性を付与しようとする試みがなされた。しかし，フェンバレレートによる12回の選抜淘汰を行った後でも *T. pyri* でのような抵抗性の上昇は認められず，その原因は，淘汰に用いた初期個体群を合成ピレスロイド剤の使用歴がない場所から採集したためと考えられた(Markwick, 1986)。このことは，薬剤抵抗性系統を育成する際には，抵抗性に関与する遺伝子を保持する個体を得ることが成功への鍵であることを示唆している。

II チャ園から発見された，ケナガカブリダニの合成ピレスロイド剤抵抗性系統

静岡県内のチャ園に生息するケナガカブリダニは，有機リン剤，カーバメート剤に対して抵抗性を示すが，合成ピレスロイド剤にはきわめて感受性が高いことが定説であった(浜村，1986)。しかし，合成ピレスロイド剤がチャ園で使用され約5年経過し，本剤がチャノキイロアザミウマなどに優れた防除効果を示すため，ハダニ多発の危険を冒して多用する農家もみられること，また，薬剤抵抗性ケナガカブリダニがチャ園で最初に発見された経緯などから，合成ピレスロイド剤抵抗性系統が発生している可能性が考えられた。そこで，過去に本剤散布歴のあるチャ園を中心にケナガカブリダニを採集，薬剤感受性を検定し，抵抗性系統の探索を行った。

1988年から2年近くにわたる調査の結果，静岡県沼津市のチャ園から採集したケナガカブリダニは，ペルメトリン水和剤の1,000倍，2,000倍の実用濃度でも高い生存率を示すことが判明した。この系統のペルメトリンに

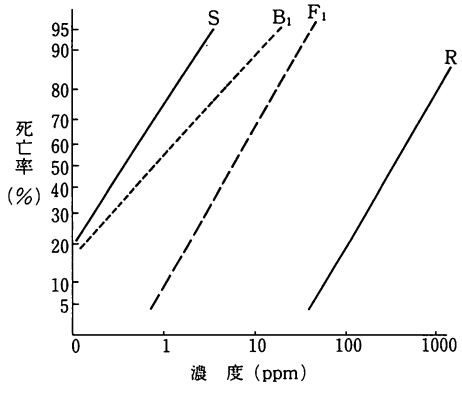


図-1 *A. fallacis* でのペルメトリン抵抗性の遺伝様式 (Croft and Whalon, 1983)
R：抵抗性系統，S：感受性系統，F_1：正逆交雑による子孫，B：戻し交雑 $F_1 \times S$ による子孫)

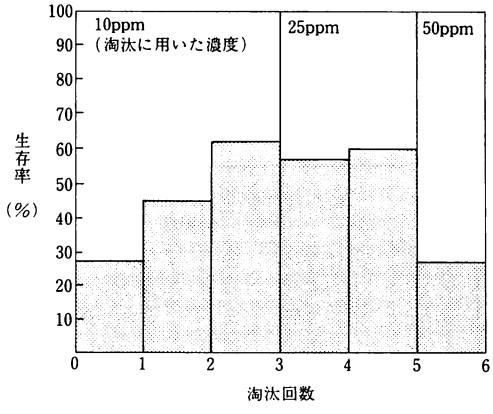


図-2 シペルメトリンによる6回の淘汰での，*T. pyri* の生存率の変化(Markwick, 1986)

対する LC_{50} 値は 301.9 ppm，感受性系統との R/S 比は 34.3 であり，ペルメトリンに対する抵抗性が認められた(表-1)。このようなケナガカブリダニの出現は，初の報告例となる(望月，1990)。

一般に，昆虫やダニ類の薬剤抵抗性は薬剤による淘汰の回数に比例する。LC_{50} 値が最も高かった系統を採集したチャ園では，1年間に6回の合成ピレスロイド剤散布が行われた年もあり，散布回数とペルメトリン水和剤に対する LC_{50} 値には高い相関が示唆された(望月，1990)。さらに交差抵抗性関係を調査したところ，本系統はシペルメトリン，フェンバレレート，フルバリネートにも抵抗性を示した(表-2)(野菜茶試，1990)。

なお，合成ピレスロイド剤は高い殺虫活性に加え，忌避作用も持つ。現在のところ，この作用を室内実験で評価できないため，抵抗性が発達するにつれ忌避作用が減少するか不明である。

また，今回発見した系統の，有機リン剤やカーバメート剤など他の殺虫剤に対する抵抗性は現在調査中である。

III 今後の検討課題

1 選抜淘汰による抵抗性の増強

合成ピレスロイド剤抵抗性系統を材料に，今後何を明らかにすべきだろうか。その一つの課題として，抵抗性が選抜淘汰によりどの程度まで上昇するかがある。浜村(1986)は，ケナガカブリダニの有機リン剤 DMTP 抵抗性を選抜淘汰により，LC_{50} 値を 30 ppm から 200 ppm まで上昇させることに成功した。このような選抜淘汰を今回発見した系統についても行い，今後，抵抗性が強化された系統が確立されれば，増殖率，ハダニ捕食量などの調査も必要となろう。

表-1　ペルメトリン水和剤(20%)に対する LC_{50} 値

採集地(系統名)	濃度-死亡率回帰直線式	LC_{50} 値(ppm)	95%信頼限界	抵抗性比(R/S)
沼津市平沼	y=5+2.977(x−2.480)	301.9	———	34.3
沼津市井出	y=5+1.417(x−1.823)	66.5	41.8—138.0	7.6
島田市南原	y=5+2.635(x−0.942)	8.8	2.6— 27.7	1.0

x=log(濃度(ppm))，y=プロビット値

表-2　沼津市平沼系統の各種合成ピレスロイド剤に対する感受性

薬剤名	剤型・成分量(%)	死亡率(%)[a]	
		濃度 1,000 倍	2,000 倍
ペルメトリン	水和剤 20	25.6(87)[b]	10.6(93)
シペルメトリン	水和剤 6	36.7(58)	11.7(110)
フルバリネート	水和剤 20	43.4(103)	4.6(86)
フェンバレレート	乳剤 20	72.7(99)	33.7(96)

a) Abbott の補正式で補正を行った．
(対照区には蒸留水を散布し，3回の検定での死亡率の平均値 7.34% を用いた)

b) ( )内は，供試個体数．

2 抵抗性の遺伝様式

ケナガカブリダニの薬剤抵抗性の遺伝様式は，有機リン剤 DMTP, EPN では，完全優性の単一遺伝因子に支配され，カーバメート剤メソミルでは，不完全優性の単一遺伝因子に支配されている(浜村，1986)。合成ピレスロイド剤に関しては，現段階では予備的な調査にとどまっているが，ペルメトリンに抵抗性を示した系統と，感受性の高い系統間の F_1 は，正逆交雑とも感受性が高く，劣性遺伝的であった(望月，未発表)。本種の遺伝様式が他のカブリダニでの例と同じように，劣性で複数遺伝因子が関与したものであれば，よそから侵入した感受性個体との交雑により抵抗性の低下が考えられる。このことは，野外で抵抗性のレベルを維持しようとする場合，検討すべき問題であろう。

3 チャ園での実用的利用

現時点では，合成ピレスロイド剤抵抗性ケナガカブリダニの発生は局地的であり，その発生生態には不明の点が多いので，今後調査が必要である。このようなカブリダニの薬剤抵抗性系統は生物防除に生かすことのできる素材であり，また，チャ寄生のカンザワハダニの薬剤抵抗性が地域的に高度に発達し，有効な殺ダニ剤が少ないため，抵抗性系統のカブリダニを実際の防除体系に取り入れたハダニの防除を検討すべきだろう。そのために大きく二つの手法が考えられる。それは，①まだ抵抗性が確認されていない地点への大量放飼，②少数の抵抗性個体を放飼し，合成ピレスロイド剤も併用し，徐々に抵抗性系統の出現，定着を図ることである。

前者の方法は，広い面積にカブリダニを放飼し，そこでの抵抗性レベルを変えることが目標になるが，実現にはカブリダニの大量飼育・放飼体制が確立されることが前提であり，目標達成は難しい。

後者はより現実的な案だが，少数の個体を放飼した後で合成ピレスロイド剤を散布するため，殺ダニ剤との併用などにより，一時的なハダニの多発を防止する工夫が求められる。また，ハダニとカブリダニの密度調査のほかに，カブリダニの薬剤抵抗性を追跡する必要があり，そのための簡易な検定方法などが必要となろう。

おわりに

土着の天敵であるケナガカブリダニに合成ピレスロイド剤抵抗性が出現したことで，本種の利用場面を拡大できる可能性がでてきた。薬剤抵抗性カブリダニをハダニ防除に利用するためには，①その働きを生態学的手法によって正しく評価すること，②同時に薬剤抵抗性の状況を個体群の中で把握すること，すなわち天敵の質の評価・管理が今後必要である。後者については，今後，新手法を取り入れた基礎研究が望まれる。

引用文献

1) Croft, B. A. et al. (1982)：Environ. Entomol. 11：161～164.
2) ――― and M. E. Whalon (1983)：ibid. 12：215～218.
3) 古橋嘉一・森本輝一 (1989)：植物防疫 43：375～379.
4) Hall, F. R. (1979)：J. Econ. Entomol. 72：441～446.
5) 浜村徹三 (1986)：茶試研報 21：122～201.
6) Hoy, M. A. and N. F. Knop (1980)：Ent. exp. & appl. 30：10～18.
7) ――― (1985)：Ann. Rev. Entomol. 30：345～370.
8) Markwick, N. P. (1986)：Entomophaga 31：225～236.
9) 望月雅俊(1990)：応動昆 (印刷中)
10) Scott, J. G. et al. (1983)：J. Econ. Entomol. 76：6～10.
11) Strickler, K. and B. A. Croft (1982)：Ent. exp. & appl. 31：339～345.
12) Whalon, M. E. et al. (1982)：Environ Entomol. 11：1096～1099.
13) 野菜茶試(1990)：茶栽培部虫害研究室試験成績

中央だより

○検疫対象重要病害虫特別対策事業検討会開催される

検疫対象重要病害虫特別対策事業検討会が，5月22日農林水産省共用会議室において，岩手県，静岡県，奈良県，愛媛県，佐賀県などの事業実施18県の担当者，果樹試験場，植物防疫課，果樹花き課，横浜・名古屋・神戸・門司植物防疫所，関東・九州農政局の担当官など計53名が参集して開催された．

本事業は，諸外国が日本産果実の輸入禁止対象としている病害虫の新たな防除体系を確立し，その実証データを作成し，輸出検疫条件の整備を図ることを目的として昭和62年から実施され，平成元年度から対象県を追加するなどの事業の拡充が図られたところである。平成2年度からは，新たに調査果実の農薬残留調査が実施されることとなっている．

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

本会発行図書

新刊！　『芝草病害虫・雑草防除の手引』

芝草農薬研究会　編　A5判　口絵カラー40ページ　本文256ページ

定価　3,500円（本体3,398円）**送料310円**

芝草に有害な病害虫・雑草について口絵カラー写真による紹介と病害編，害虫編，雑草編，農薬編，付録に分けた解説書。各編ともに総論での解説と，各論ではそれぞれの学名・英名・別名を取り上げ，発生，生態，防除法までを詳しく解説し，付録ではゴルフ場での芝生管理を基本的な要点と実際について解説してあります。ゴルフ場など芝草を栽培管理する関係者にとりその病害虫・雑草防除の適切な方法が求められている現在，関係指導者も含めて必携となる指導・解説書です。

お申し込みは前金（現金書留・郵便振替・小為替など）で本会へ

イネ疑似紋枯病とその発生生態

佐賀大学農学部植物病理学教室　野中 福次・相川 宏史
島根県農業試験場　門脇 義行・磯田 淳

イネの紋枯病は，いもち病と並び稲作において最も普遍的に発生する病害の一つである。そして，本病は葉鞘に特徴的な大型だ円病斑を形成し，イネが登熟期になると大きな菌核をつくることから，病徴診断が容易な病害とされている。ところが，出穂後紋枯病の病斑がしだいに上位葉鞘へと進展するころになると，紋枯病によく似た病斑をつくる，いわゆる疑似紋枯病が全国的に広く発生していることが明らかにされ，問題となってきた。そこで，農林水産省では全国7県を指定して1986年度より5か年計画で「イネ疑似紋枯病の発生予察法の確立に関する特殊調査」を目下実施しており，その成果が期待されているところである。

I　疑似紋枯病の由来

1959年当時，紋枯病に卓効があり広く散布されていた有機ひ素の効果が劣る現象のあることを山口農試が見いだし，これはひ素耐性菌の出現によるものではないかといわれた。しかし，この菌は紋枯病とは異なる *Rhizoctonia* 菌であることがわかり，さらにその後の研究で，中田・河村（1939）がイグサ紋枯病の病原菌として発表している菌と同一であることが判明した。このように本菌がイネを侵すと，紋枯病と類似した病斑を形成することから，疑似紋枯病と呼ばれた。しかし，その病斑の特徴から，本病を渡辺ら（1977）は「褐色紋枯病」と命名した。本菌は生越（1976）及び渡辺ら（1966）の *Rhizoctonia* 属の分類基準によると，*R. solani* AG-2-2（培養型III-B，rush type）に属し，紋枯病菌（*R. solani* AG-1）とは菌糸融合群が異なる菌である。その後野中ら（1979, 1982），平山ら（1979, 1982），稲垣ら（1982, 1985）の調査で，このような紋枯病類似病斑は全国に広く発生していることがわかり，しだいに注目されるようになってきた。そして本病は別名，紋枯病類似症とも呼ばれるようになり，その病斑形成には褐色紋枯病菌ばかりではなく，イネに寄生する各種の菌核病菌も関与していることが明らかになってきた。

このように，「疑似紋枯病」または「紋枯病類似症」という用語は，過去15年間にわたり広く一般に用いられてきたが，日本植物病理学会編「日本有用植物病名目録（1）」にはこの病名はみられない。したがって，疑似紋枯病は病名のみが先行して，病原学的には明確に認知されないまま今日に至った。そこで野中ら（1989）は日本菌学会第33回大会において「イネ疑似紋枯病に関与する病原菌とその病徴，並びに発生」という演題で，「イネ疑似紋枯病とは紋枯病と類似した病斑をつくるが，その病原菌は紋枯病菌（*R. solani* AG-1）以外のイネの各種菌核病菌によっておこる病害」として発表した。

II　疑似紋枯病の病斑形成に関与する病原菌とその特徴

疑似紋枯病の病斑形成に関与している病原菌として，次のようなイネの各種菌核病菌が挙げられる。

1　褐色紋枯病菌　*Rhizoctonia solani* Kühn，AG-2-2（培養型III-B，rush type）

褐色紋枯病（Brown sheath blight）は出穂以降に各地にみられるが，常発地では紋枯病よりも発生が多い。病斑は紋枯病に比べてその周縁部が濃褐色で，幅が広く，1葉鞘に1～2個の大型だ円病斑をつくり，菌核は形成しないことが多いが，時々みられる。培地上の菌叢は紋枯病菌に似ているが，濃褐色で輪帯を形成し，培養期間が長くなると球～扁球形の菌核を散生する。適温は28～30°Cである（口絵参照）。

2　赤色菌核病菌　*Rhizoctonia oryzae* Ryker et Gooch（完全時代 *Waitea circinata* Warcup et Talbot）

赤色菌核病（Bordered sheath spot）も出穂期以降からみられ，多発時には止葉葉鞘まで進展して病斑を形成し，病斑部から折れることもある。病斑は紋枯病に比べてその周縁部が濃赤褐色を呈して葉鞘を取り巻いており，1葉鞘に1～2個形成し，紋枯病のように連生することはない。葉鞘内にピンク色小型（0.5 mm）の菌核を形成する。本病は褐色紋枯病と非常に類似しており，肉眼による識別は困難なことが多い。本菌は水田ばかりではなく畑地にも広く生存する高温菌（適温33°C）で，培地上にサーモンピンクの菌叢を形成するので，容易に識別できる（口絵参照）。

Pseudo Sheath Blight Disease of Rice Plant, and its Occurrence and Ecology. By Fukuji Nonaka, Hirofumi Aikawa, Yoshiyuki Kadowaki and Jun Isota

3　褐色菌核病菌　*Sclerotium oryzae-sativae* Sawada (完全時代 *Ceratobasidium cetariae* Oniki et Ogoshi)

褐色菌核病（Brown sclerotium）は広く分布しており，特に登熟期になると急速に増えて，収穫期には最も発病株率が高い菌核病である。初めは小型褐色の病斑を多数形成，これが後に癒合し大型の病斑に成長して疑似紋枯病病斑となる。病斑内に褐色条線がみられ，また，葉鞘組織内に暗褐色円筒型の菌核（長径 0.8～1.0 mm）を形成する。このような特徴があるため，本病の病斑は疑似紋枯病斑の中では識別が比較的容易である。培地上でも多数の菌核を形成するが，その形状は自然菌核とは異なり，類球形，粗で淡灰色。適温は 30°Cである（口絵参照）。

4　灰色菌核病菌　*Sclerotium fumigatum* Nakata

灰色菌核病（Grey sclerotium）も登熟期になると，葉鞘に淡紅褐色の不鮮明な小病斑を多数形成し，同時に灰色，大小の菌核（0.3～1.0 mm）をつくる。特に長雨で高温が続くと激発し小病斑が癒合して枯れ上がり状態となる（口絵参照）。このようなときや倒伏条件下では，籾にも菌核を多数形成する。本病菌は本田初期から株元の葉鞘に菌核を形成して，腐生的に生活している。培地上では菌核を形成せず，適温は 28～30°Cである（口絵参照）。

5　球状菌核病菌　*Sclerotium hydrophilum* Saccardo

球状菌核病（Globular sclerotium）は典型的な病斑を形成することは少なく，主として前述した 1～3 の菌核病菌によって形成された疑似紋枯病斑から菌の分離を行うときに同時に検出されることが多い。しかし，本病もイネの株元に菌核を形成していることが多く，また，稈の空洞内に小粒菌核病菌の菌核と同時に菌核を形成していることがあり，水田に広く生存している。培地上でも自然菌核と同じ黒褐色球状の菌核（0.3～0.7 mm）を形成する。適温は 28～30°Cである。

6　その他の菌核病菌

褐色小粒菌核病菌（*Rhizoctonia zeae* Voorhees）は，ときどき収穫期のイネ葉鞘内外に微小菌核（0.2 mm）を形成しているのをみかけ，また，疑似紋枯病病斑からまれに分離されるが，病斑形成との関係は不明である。このほかに，さび色小粒菌核病菌（*Helicoceras oryzae* Linder et Tullis）の記載があるが，本菌も疑似紋枯病との関係は不明である。

各地から紋枯病及び疑似紋枯病と思われる被害イネを集めて菌の分離を行った結果が表-1 である。紋枯病様病斑から，1980 年は紋枯病菌が約 70 %分離された以外に，褐色菌核病菌が 22 %も分離され，この他に灰色菌核病菌，赤色菌核病菌，褐色紋枯病菌などが分離された。1982 年でも同じ傾向を示した。一方，疑似紋枯病様病斑からは，両年ともに褐色菌核病菌，褐色紋枯病菌，赤色菌核病菌の 3 種がそれぞれ 15.4～53.8 %分離され，このほかに紋枯病菌，灰色菌核病菌，球状菌核病菌もわずかながら分離された。この例にみられるように，疑似紋枯病の病斑形成に関与しているイネの菌核病菌は，褐色紋枯病菌，赤色菌核病菌，褐色菌核病菌の 3 種が主体であり，さらに，灰色菌核病菌も登熟期になると疑似紋枯病斑形成に深く関与している。

III　疑似紋枯病の発生消長

疑似紋枯病は出穂期以降に多く発生するが，本病の病斑形成に関与する各種菌核病の発生消長の実態を，紋枯病とともに一般水田について調査した。福岡県の普通水稲（図-1）では，紋枯病は出穂前後から増加し，褐色菌核病は収穫期に近づくにつれて急増することがわかる。島根県では早期水稲の場合（図-2），紋枯病の発病株率の増加と平行して褐色菌核病も約 60 %に達し，このほかに赤色菌核病，灰色菌核病も最終的に 20 %以上になっている。普通水稲（図-3）では，紋枯病よりも褐色菌核病の発生株率のほうが高く，登熟期には 60 %以上に達し，このほかにも褐色紋枯病，灰色菌核病は 15 %に達した。

これらの結果から，疑似紋枯病斑を形成する各種菌核病は地区によってその種類と発生率は異なるが，全般を通して褐色菌核病が最も発生率が高く，これに次いで灰色菌核病，赤色菌核病，褐色紋枯病であるということがいえる。

IV　水田における各種菌核病菌の分布

イネが登熟期にはいると，紋枯病と疑似紋枯病が同一水田に混発していることは普通にみられる現象で，同一水田内に 2～4 種の菌核病が発生しているのが一般であ

表-1　イネ紋枯病様病斑及び疑似紋枯病様病斑から分離される菌核病菌の種類と菌株数

菌核病菌	紋枯病様病斑の種類		疑似紋枯病様病斑の種類	
	1980 年	1982 年	1980 年	1982 年
紋核病菌	56(69.2) *	30(79.0)	5(9.4)	0(0)
褐色紋枯病菌	1(1.2)	4(10.6)	14(26.4)	10(15.4)
赤色菌核病菌	2(2.5)	1(2.6)	15(28.3)	10(15.4)
褐色菌核病菌	18(22.2)	1(2.6)	15(28.3)	35(53.8)
灰色菌核病菌	3(3.7)	1(2.6)	2(3.8)	6(9.2)
球状菌核病菌	1(1.2)	1(2.6)	2(3.8)	2(3.1)
未同定菌	0(0)	0(0)	0(0)	2(3.1)
合計	81(100)	38(100)	53(100)	65(100)

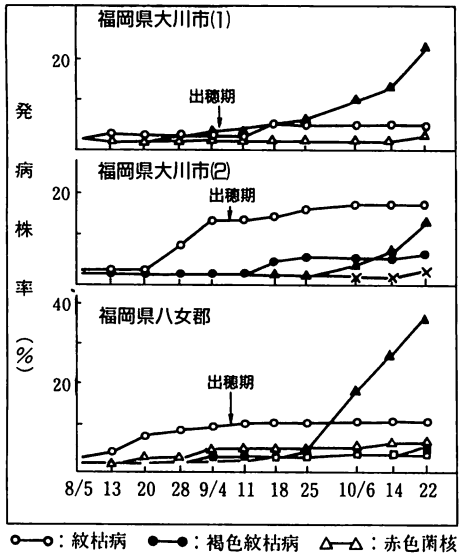
*　（ ）両病斑から分離される各菌核病菌の比率.

る。このことは図-1にも示されている。この場合も紋枯病と褐色菌核病が普遍的に発生しており，また，赤色菌核病と褐色紋枯病が，それぞれ極端に多い水田もみられた。さらに，このような各種菌核病が混発している水田内での分布の実態を詳細に検討した1例を示したものが図-4で，次のことが明らかとなった。

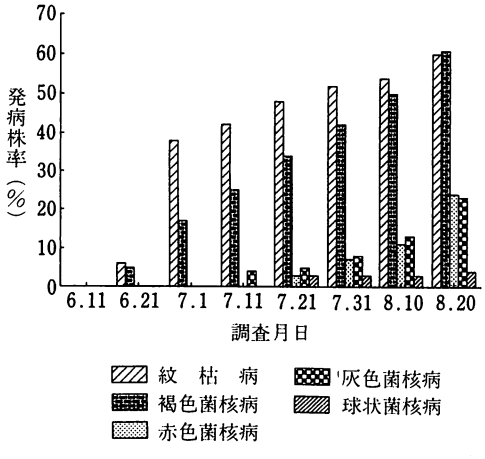
① 1水田内には紋枯病，褐色菌核病，灰色菌核病，赤色菌核病，褐色紋枯病及び球状菌核病の6種が分布していた。

② 紋枯病は比較的畦畔周辺部に多く，その他の菌核病は全体に分布していたが，比較的集中して分布しており，特に褐色紋枯病でこの傾向が高かった。

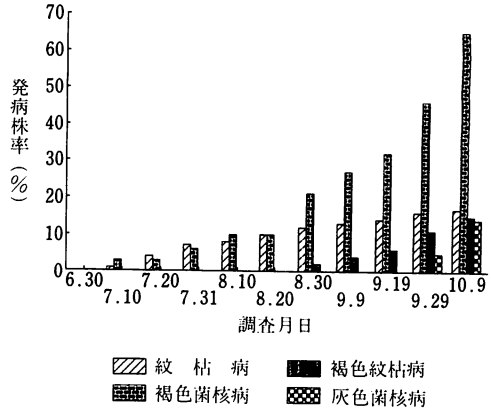
③ この水田での各菌核病の病斑高率の中央値は，紋枯病＞褐色紋枯病＞褐色菌核病＞赤色菌核病＞灰色菌核病＞球状菌核病の順に高かった。



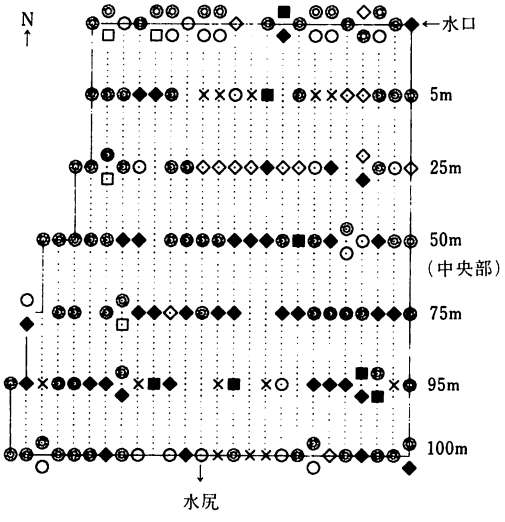
図－1 イネ疑似紋枯病菌の一般水田における発生消長（福岡県，1982）



図－2 イネ疑似紋枯病の発生推移（島根県川本町 1987）早生栽培，チドリ



図－3 イネ疑似紋枯病の発生推移（島根県安来市，1987）普通水稲，日本晴



図－4 イネ疑似紋枯病の水田内分布（島根県斐川町，1987）
早植栽培，日本晴（1列1.1mごとに罹病茎を採集し，菌を分離した）

V　疑似紋枯病の上位葉鞘への進展

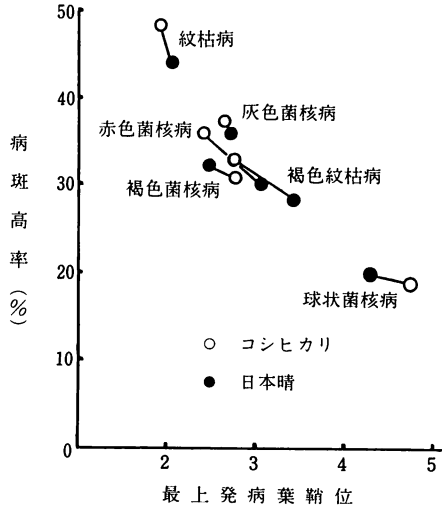
紋枯病が激発すると止葉葉鞘まで病斑を形成して，株枯症状を呈するが，疑似紋枯病では止葉まで上がることは少ない。この実態を島根県下でコシヒカリと日本晴について調査した（図-5）。

その結果から次のことが明らかとなった。

① コシヒカリでの病斑高率は紋枯病が最も高く，次いで，灰色菌核病＞赤色菌核病＞褐色紋枯病＞褐色菌核病，の順であり，球状菌核病はきわめて低かった。

② 日本晴ではコシヒカリと同様に紋枯病が最も高く，次いで，灰色菌核病＞褐色菌核病＞赤色菌核病＞褐色紋枯病，の順であり，球状菌核病のそれは低かった。

このように，紋枯病が最も上位葉鞘に進展することは明らかであるが，その他の菌核病菌はそのときの条件により異なるようである。



図－5　イネ疑似紋枯病の病斑高と最上発病葉鞘位（島根県，1987）

病斑高率＝$\frac{\text{最上位病斑高}}{\text{草丈}}\times 100$

VI　疑似紋枯病の防除

疑似紋枯病の被害解析は，先に述べた「特殊調査」で目下進行中であり，近いうちに明らかにされると思われるが，直接減収につながるほどの被害はないと思われる。ただ，近年米の品質が問題になっていることから，収穫期に近づくと，水田によっては紋枯病より発生が多く，しかも止葉など上位葉鞘へも進展することがあるため，これらが品質に影響することも推察される。いずれにしても，疑似紋枯病のみを対象にした防除は考えられず，紋枯病の防除によってどれだけ本病が同時に抑制されるかが問題である。目下各種の紋枯病防除剤による効果試験が行われているが，現在のところ褐色紋枯病，赤色菌核病，褐色菌核病などに対して，ジクロメジン剤，フルトラニル剤，バリダマイシン剤，メプロニル剤は有効といわれている。しかし，いずれの薬剤も紋枯病に対するほどその効果は安定して得られていない。紋枯病を対象として，1回散布を穂ばらみ期に行った場合，登熟期以降に主として発生する疑似紋枯病に対して，その薬剤の効果が持続するかどうかが問題で，散布時期とそれぞれの薬剤の特徴について検討する必要がある。

おわりに

イネの疑似紋枯病はその病斑が紋枯病に類似していることから，紋枯病と混同されていたが，その後の研究で本病は褐色紋枯病菌，赤色菌核病菌，褐色菌核病菌及び灰色菌核病菌などのイネ菌核病菌によって起こる病害であることが明らかとなった。そして出穂後多く発生し，その発病株率は場所によっては紋枯病より高いこともあり非常に目立つが，紋枯病ほどには上位葉鞘に進展しないのが一般的で，その被害は紋枯病ほどではない。したがって，まず，疑似紋枯病と紋枯病を識別して現場対応をすることが大切であり，次いで，これらの病原菌は水田に広く分布しており，発病に好適な条件がそろえば多発生して，米の品質などへの影響も考えられることから，紋枯病との同時防除ができるように今後検討する必要がある。

引用文献

1) 平山成一ら（1979）：北日本病虫研会報　30：84.
2) ――――（1982）：山形県農試研報　16：137～168.
3) 稲垣公治・仲本光則（1982）：名城大農学報　18：20～24.
4) ――――・伊藤勝広（1985）：関西病虫研会報　27：15～19.
5) 門脇義行・磯田　淳（1987）：イネ疑似紋枯病の発生予察方法の確立に関する特殊調査成績　島根県農試
6) 中田覚五郎・河村栄吉（1939）：稲の菌核病に関する研究（第1報）農事改良資料　139：1～176.
7) 野中福次ら（1979）：九病虫研会報　25：3～5.
8) ――――ら（1982）：同上　28：15～18.
9) ――――ら（1982）：同上　28：18～21.
10) ――――ら（1989）：日本菌学会第33回大会講演要旨集　：82.
11) 生越　明（1976）：農技研報告　30：1～63.
12) 鬼木正臣（1979）：植物防疫33：373～379.
13) 渡辺文吉郎・松田　明（1966）：農水省技術会議指定試験（病害虫）第7号　1～131.
14) ――――ら（1977）：九病虫研会報　23：22～25.

害虫管理における個体群発育モデル

科学技術庁研究開発局　矢野栄二

はじめに

1980 年前後から，欧米では害虫の発生予測や個体群動態のシミュレーションに，確率論的な個体群発育モデルを利用するようになった。これは個体群の齢進行過程において，各個体の発育速度の違いによる個体群齢構成のばらつきの進行を表現しようとするものである。現象の背後にある生物学的な機構を反映したモデルではなく，流水現象のような物理現象の近似として発育をとらえたところから発想されたものである。しかし害虫の発生時期の予測のシミュレーションにはきわめて有効な手法であり，またシミュレーションモデルの中で比較的簡単なサブルーチンの形で利用することができる。

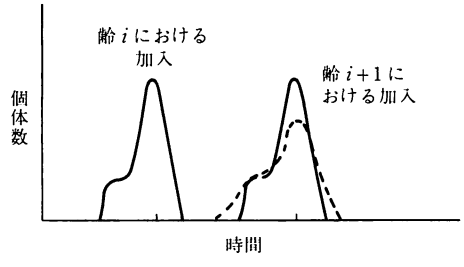
アメリカやスイスでは time-varying distributed delay model とか distributed time delay model とか呼ばれ，理論的にはシステム工学者の MANETSCH (1976) や VANSICKLE (1977) により完成された。一方，オランダでは GOUDRIAAN (1973) のアイデアを発展させ，生物個体群の発育現象のシミュレーションに便利な boxcar train と称されるモデル手法が考案された。3 種類の boxcar train が提案されているが，そのうち fixed boxcar train は事実上前述した time-varying distributed delay model と同じものである。かれらはより汎用性の高い方法として，fractional boxcar train を考案した。これはこれらの中で最も使いやすく，また昨年その FORTRAN サブルーチンが明らかにされた (RABBINGE et al., 1989)。

ここでは，字数の制限と記事の実用性を考慮して，理論的な側面は概略を示すだけにとどめ，fractional boxcar train のサブルーチンの使い方を中心として説明することにしたい。本文に入るに先立ち，Boxcar サブルーチンの掲載を心よく許していただいたワーゲニンゲン農科大学の RABBINGE 教授に深謝の意を表したい。

I　fixed boxcar train

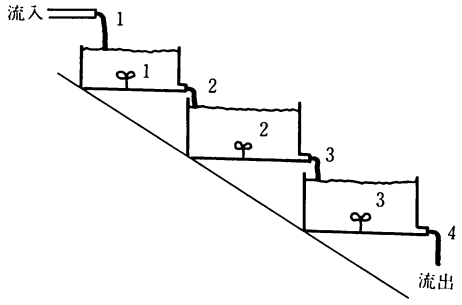
これは最も基本的なモデルなので，少していねいに説明する。モデルで表現するべき現象は図-1 に示した。昆虫個体群がある齢 i から次の齢 $i+1$ に進む場合，横軸に時間をとり，齢 i に新たに入った個体数の頻度分布をつくることができる。同様に齢 i から $i+1$ に進むときの頻度分布を作成すると，通常は後者の頻度分布のほうが分散が大きくなる。個体ごとに発育速度が異なるためである。ここで，ある個体が齢 i から $i+1$ に進むまでの時間は確率変数と考えることができ，その平均と分散を理論的な仮定に基づいて求める必要がある。

fixed boxcar train の概念は図-2，3 に要約されている。まず対象とする発育過程（例えば，ある齢の幼虫期）を等しい発育の幅を持つ複数の boxcar と呼ばれるクラスに分割する（例えばある発育ステージに 100 日度を要し，それを五つの boxcar に分けるとそれぞれに 20 日度が割り当てられる。実際の計算では，全体の発育を 1 とおいて各 boxcar の幅を 0.2 とする）。図-2 において，各水槽が boxcar に相当すると考えると，各水槽内の水量が boxcar 内の個体数に相当し，また水槽からその次の水槽への流出が，boxcar から次の boxcar への個体群の発育を示す。ここで次の仮定が置かれる。すなわち，ある boxcar から次の boxcar への個体群の発育による流出率がもとの boxcar 内の個体数に比例するとするのである。図-3 は各 boxcar における個体群への流入率（インプット）と，次の boxcar への流出率（アウトプット）のとらえかたを示している。すなわち，インプットのほうは boxcar の状態にかかわらず，短時間内の鋭いパルスとして取り扱われるのに対して，アウトプットは，その変化率が boxcar 内の個体数現存量に比例するため，指数曲線的に減衰していく。この図-3 の仮定があるため，個体群の齢構成は boxcar を通過することにより，よりばらつき

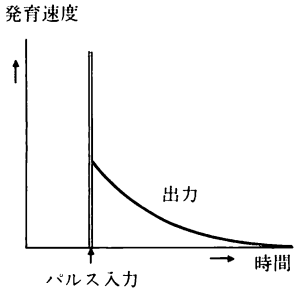


図－1　時間の経過に伴う齢 i 及び齢 $i+1$ への加入個体数の頻度分布の変化　(GOUDRIAAN and VAN ROERMUND, 1986, unpublished)
齢 $i+1$ に加入するとき，通常，破線のように，齢 i の場合と比べ，より齢構成がばらつく。

Models for Population Development in Integrated Pest Management.　by Eizi YANO



図－2 階段上の水槽により表現された fixed boxcar train
(GOUDRIAAN and VAN ROERMUND, 1986, unpublished)



図－3 fixed boxcar train の各 boxcar における入力，出力の模式図 (RABBINGE et al., 1989)

が大きくなる。

以上のように，概念的に説明したことを微分方程式で表現すると，次式のようになる (VANSICKLE, 1977)。

$$\begin{aligned}\frac{dQ_1(t)}{dt}&=x(t)-r_1(t)\\ \frac{dQ_2(t)}{dt}&=r_1(t)-r_2(t)\\ &\vdots\quad\vdots\quad\vdots\\ \frac{dQ_k(t)}{dt}&=r_{k-1}(t)-r_k(t)\end{aligned}\qquad(1)$$

ここで $Q_i(t)$ は時刻 t における i 番目の boxcar 内の個体数現存量，$x(t)$ は最初の boxcar への流入率であり，インパルス関数で近似される。$y(t)=r_k(t)$ は最後の boxcar からの流出率である。$r_i(t)$ は i 番目の boxcar から次の boxcar への流出率であり，k を boxcar の個数，DEL をすべての boxcar を通じての発育日数の長さ(ある齢の全発育日数) とすると，次式で表される。

$$r_i(t)=\frac{k}{\mathrm{DEL}}Q_i(t),\quad i=1,2,\cdots,k\qquad(2)$$

この章の最初に，ある個体が齢 i から $i+1$ に進むまでの時間は確率変数 (τ) と考えることができるとしたが，このモデルを適用した場合，その平均 μ_τ と分散 σ_τ^2 は

$$\begin{aligned}\mu_\tau&=\mathrm{DEL}\\ \sigma_\tau^2&=\frac{\mathrm{DEL}^2}{k}\end{aligned}\qquad(3)$$

となる。

ここまでの議論では，発育中の死亡を無視してきたが，(1)式に死亡の項を加えると

$$\begin{aligned}\frac{dQ_1(t)}{dt}&=x(t)-r_1(t)-\mathrm{AR}(t)\cdot Q_1(t)\\ \frac{dQ_2(t)}{dt}&=r_1(t)-r_2(t)-\mathrm{AR}(t)\cdot Q_2(t)\\ &\vdots\quad\vdots\quad\vdots\\ \frac{dQ_k(t)}{dt}&=r_{k-1}(t)-y(t)-\mathrm{AR}(t)\cdot Q_k(t)\end{aligned}\qquad(4)$$

となる。AR(t) は瞬間死亡率である。ある個体が齢 i から $i+1$ に進むまでの時間 τ^* の平均と分散は

$$\begin{aligned}\mu_{\tau^*}&=\mathrm{DEL}\frac{k}{(\mathrm{DEL}\cdot\mathrm{AR}+k)}\\ \sigma_{\tau^*}^2&=\frac{\mathrm{DEL}^2}{k}\left(\frac{k}{\mathrm{DEL}\cdot\mathrm{AR}+k}\right)^2\end{aligned}\qquad(5)$$

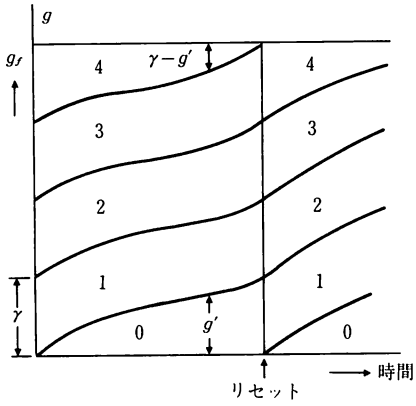
となる。(3)式でも(5)式でも次の重要な関係が成立する。

$$\frac{\sigma_\tau}{\mu_\tau}=\frac{\sigma_{\tau^*}}{\mu_{\tau^*}}=\frac{1}{\sqrt{k}}\qquad(6)$$

これから τ の変動係数 (relative dispersion とも呼ばれる) は，boxcar の数だけで決まることになる。boxcar の数が少ないほどこの値は大きくなり，boxcar train からの出力の仕方がより緩やかとなる。

II fractional boxcar train

fractional boxcar train の説明に入る前に，escalator boxcar train について説明しなければならない。fixed boxcar train では，各 boxcar ごとにインプットとアウトプットを計算したが，escalator boxcar train では，boxcar train 全体への新たなインプットとそこからのアウトプットのみを考え，各 boxcar 間のフローはないものと考える。そして一つの boxcar の幅に相当する発育時間 ($\gamma=$ boxcar の個数の逆数) が経過したら，それぞれの boxcar の中身を次の boxcar にそっくりシフトさせるようにする。概念図を図-4 に示した。g が発育の進行程度，g_f がその最大値を示している。1, 2, 3, 4 の四つの boxcar の個体が時間の経過とともに発育し，また boxcar 0 には新しく加わった個体が格納され，boxcar 4 に属する個体は徐々に boxcar train の外に送り出される。発育の進行程度 g' が γ になった時点でリセットがかけられ，各 boxcar の中身が次の boxcar に移される。このようなモデルの枠組みから，escalator boxcar train を利用すると，発育に伴う齢構成のばらつきの度合いはほとんど変化しな



図－4　escalator boxcar train の概念図
数字は 0 から 4 までの五つの boxcar を示す (RABBINGE et al., 1989)

い。boxcar train 全体を通過するのに要する時間の平均は DEL，その分散は $DEL^2/(12k^2)$ となり，fixed boxcar train の場合の分散 DEL^2/k と比べきわめて小さい。

fixed boxcar train 及び escalator boxcar train ともに発育に伴う齢構成のばらつきの増大を記述することができるが，τ の変動係数は boxcar の数だけで決まり，特に escalator boxcar train については，変動係数の値はきわめて小さく，ばらつきの程度はほとんど変化しない。実際のデータでは τ の変動係数の値は常に一定ではなく，温度条件などの要因の影響で変化する。そこで τ の変動係数に可変性をもたせたものが，fractional boxcar train である。原理的には，fixed boxcar train と escalator boxcar train の中間型といえるものである。escalator boxcar train においては，各 boxcar の中身を 1 boxcar の幅，つまり γ だけ発育時間が経過したら，次の boxcar にシフトさせていたが，fractional boxcar train では 1 回のシフトで boxcar の中身の一部分，F の割合 ($0 \leqq F \leqq 1$) だけを次の boxcar に受け渡すのである。そのかわりシフトをより頻繁に行って，例えば F＝0.25 であれば，発育時間が γ 経過するうちにシフトを 4 回行う。言い換えれば，発育時間が $F\gamma$ 経過すればシフトを行う。このように仮定すると，boxcar train 全体を通過するのに要する時間の平均値は DEL，分散は $(1-F)DEL^2/k$ となる。F の値が 0 の場合は fixed boxcar train と同じであり，1 の場合は escalator boxcar train とほぼ一致することがわかる。また F の値を変化させることによって，τ の変動係数 ($=\sqrt{1-F}/\sqrt{k}$) を調節することができる。このように fractional boxcar train は，他の 2 種類の boxcar train をも表現できる包括的手法であり，最も柔軟性の高い方法であるといえる。

III　fractional boxcar train サブルーチン

図-5 に fractional boxcar train のサブルーチンを示した。紙面の都合で，その概略しか説明できないので，実際の使用に際しては，原著 (RABBINGE et al., 1989 の 47～89 頁) を参照されたい。なお原著ではメインプログラムは，シミュレーション言語の CSMP で書かれているが，別に FORTRAN でメインプログラムを書いても，このサブルーチンは FORTRAN で書かれているので使用可能である。

このサブルーチンは，DELT という時間のきざみ幅の間における各発育ステージ (例えば各齢期の幼虫) の個体数の発育と死亡による変化を計算するためのものである。サブルーチンは 16 の仮引数をもっているが，このうち N (boxcar の数)，COUNT (どの発育ステージの計算のためにコールしているかを示す番号を格納するための変数) は整変数，A は各 boxcar 内に存在する個体数を表す配列で，AI はその初期値である。当然その配列の大きさは N となる。DEVR は発育速度で発育日数の逆数である。RD は τ の変動係数のことで，平均発育日数によってその標準偏差を割った値である。RMR は各発育ステージの日当たり死亡率であり，サブルーチン内では定数として扱われる。INFL は boxcar train への外部からのインプットを表しており，中へ入ると A 0 という仮の boxcar へ格納される。TIME はシミュレーション開始後の経過日数を示している。ATOT は A 0 から A(I), I＝1, N のすべての boxcar に属する個体数の合計，つまりその発育ステージの個体数を示す。MORFL 及び OUTFL は，それぞれ時間 DELT の間に boxcar train 内で死亡した個体数及び boxcar train から出ていく個体数を示している。GAMMA は一つの boxcar の幅に相当する発育時間であり (N の逆数になる)，GCYCL は前に boxcar の間で中身のシフトが行われてから経過した発育時間である。

このサブルーチンをメインプログラムで呼び出す場合には，例えば CSMP では

```
A 0 E, AE, ATOTE, MORFLE, OUTFLE, GAMMAE, GCYCLE = ···
  BOXCAR(1, INE, DRE, RDE, RMRE, OVIRT, NE, DELT, TIME)
A 0 1, A1, ATOT1, MORFL1, OUTFL1, GAMMA1, GCYCL1 = ···
  BOXCAR(2, INL1, DRL1, RD1, RMRL1, OUTFLE, N1, DELT, TIME)
A 0 2, A2, ATOT2, MDRFL2, OUTFL2, GAMMA2, GCYCL2 = ···
  BOXCAR(3, INL2, DRL2, RD2, RMRL2, OUTFL1, N2, DELT, TIME)
```

となり，…の右の BOXCAR のカッコの中がサブルーチンへの入力，…の左が出力を示す。FORTRAN では，

```
  CALL BOXCAR(1, INE, DRE, RDE, RMRE,
$  OVIRT, NE, DELT, TIME, A0E, AE, ATOTE, MOR
$  FLE, OUTFLE, GAMMAE, GCYCLE)
  CALL BOXCAR(2, INL1, DRL1, RD1, RMRL1,
$  OUTFLE, N1, DELT, TIME, A01, A1, ATOT1,
$  MORFL1, OUTFL1, GAMMA1, GCYCL1)
  CALL BOXCAR(3, INL2, DRL2, RD2, RMRL2,
$  OUTFL1, N2, DELT, TIME, A02, A2, ATOT2,
$  MORFL2, OUTFL2, GAMMA2, GCYCL2)
```

のようにすればよいと思われる。ともに卵期，1，2齢幼虫期の個体数を計算するため，サブルーチンが3回呼び出されている。いずれにしろ，続けて各発育ステージの個体数を計算するため連続的にサブルーチンを呼び出し，あるステージからの出力（OUTFLE，OUTFL1，OUTFL2）が次のステージへの入力に一致するようにしてやる。

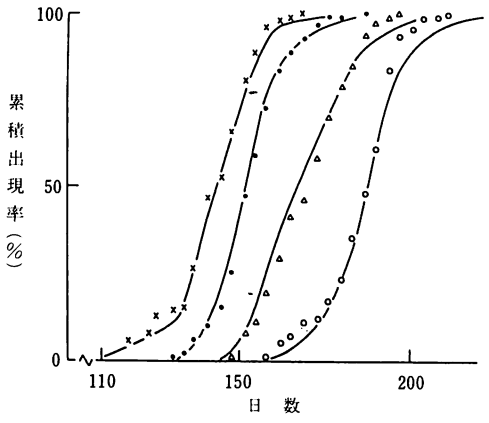
サブルーチンの本文では，プログラムの中身では最初の型宣言，配列宣言の後で，BOXINI というサブルーチンが呼び出され，GCYCL，A 0，A(I)などの値の初期値が設定される（プログラム中の①）。次にサブルーチン FRACT が呼び出され，N，RD の値から F の値が計算される。もし F の値が不適当であれば，コメントをつけて計算はストップされる（同②）。Calculation of the rates の所では，各 boxcar における死亡率 MORR 0，MORR (I)，総死亡率 MORFL，boxcar train の外への移動率 OUTFL が計算される（同③）。Calculation of the states の部分では，GCYCL が計算されてから，各 boxcar の A 0，A(I)の値が，死亡による減少と，A 0 の場合は外部からの加入，A(N)の場合は外部への移動による減少を加減することによって更新される。GCYCL の値が F×GAMMA より大きいか等しくなったならば，サブルーチン SHIFT が呼び出され，A(I)のうち F(0≦F≦1)の割合の個体が次の boxcar に引き渡される。最後に新しい A 0，A(I)の合計として ATOT の値が計算される（同④）。

図-6 にこのサブルーチンの使用例として，オランダのリンゴ園におけるハマキの一種の発生予測の結果を示した。

```
C*********************************************************************C
      SUBROUTINE BOXCAR(COUNT,AI,DEVR,RD,RMR,INFL,N,DELT,TIME,
     $                  AO,A,ATOT,MORFL,OUTFL,GAMMA,GCYCL)
C*********************************************************************C
      IMPLICIT REAL(A-Z)
      INTEGER       I,N,COUNT
      DIMENSION     AI(N),A(N),MORR(50)

C---------------------------------------------------------------------C
C     Initiation of the boxcar train                                  C ———— ①
C---------------------------------------------------------------------C
      IF (TIME.EQ.0.) CALL BOXINI(AI,N,AO,A,GAMMA,GCYCL)

C---------------------------------------------------------------------C
C     Calculation of fraction F                                       C ———— ②
C---------------------------------------------------------------------C
      CALL FRACT(COUNT,DEVR,RD,N,DELT,GAMMA,F)

C---------------------------------------------------------------------C
C     Calculation of the rates                                        C ———— ③
C---------------------------------------------------------------------C
      IF (TIME.EQ.0.) GO TO 10
C-----the rate of inflow (INFL) is given or calculated in the main program

C-----mortality rate (MORR) and total mortality flow (MORFL)
      MORR0   =RMR * AO
      MORFL   =MORR0
      DO I=1,N
           MORR(I) =RMR * A(I)
           MORFL   =MORFL + MORR(I)
      ENDDO

C-----the rate of outflow (OUTFL) is calculated
C-----note the outflow is also subject to mortality
      CN      =A(N)/(GAMMA - GCYCL)
      OUTFL   =DEVR * CN * (1. - RMR * DELT)

C---------------------------------------------------------------------C
C     Calculation of the states (integrals)                           C ———— ④
C---------------------------------------------------------------------C
C-----development
      GCYCL =GCYCL + DEVR*DELT
```

```
C-----amount in each boxcar (A), after mortality flow and
C-----inflow and outflow in respectively AO and A(N)
      AO    =AO - MORRO*DELT + INFL*DELT
      DO I=1,N-1
           A(I) =A(I) - MORR(I)*DELT
      ENDDO
      A(N)  =A(N) -MORR(N)*DELT - OUTFL*DELT

C-----amount in each boxcar (A), after shift (discontinuous process)
      IF(GCYCL.GE.F*GAMMA) CALL SHIFT(N,F,AO,A,GAMMA,GCYCL)

10    CONTINUE

C-----total amount in boxcar train (ATOT)
      ATOT= AO
      DO I=1,N
           ATOT =ATOT + A(I)
      ENDDO

      RETURN
      END

C*********************************************************************C
      SUBROUTINE BOXINI(AI,N,AO,A,GAMMA,GCYCL)
C*********************************************************************C
      IMPLICIT REAL(A-Z)
      INTEGER       I,N
      DIMENSION     AI(N),A(N)

      GCYCL  =0.
      GAMMA  =1./FLOAT(N)

      AO     =0.
      DO I=1,N
           A(I) = AI(I)
      ENDDO

      RETURN
      END


C*********************************************************************C
      SUBROUTINE FRACT(COUNT,DEVR,RD,N,DELT,GAMMA,F)
C*********************************************************************C
      IMPLICIT REAL(A-Z)
      INTEGER       N,COUNT

      F     = 1. - N * RD * RD

C-----DELT has to be smaller than a fraction F  of the smallest time coefficient
C     of one boxcar
      IF (DELT.GT.(F*GAMMA/(DEVR+1.E-10))) THEN
          WRITE (6,'(A,I2,A)') ' Delt too large for boxcar no: ',COUNT
     $                         ,' or too many boxes N: F too small '
          CALL EXIT
      ENDIF

      RETURN
      END


C*********************************************************************C
      SUBROUTINE SHIFT(N,F,AO,A,GAMMA,GCYCL)
C*********************************************************************C
      IMPLICIT REAL(A-Z)
      INTEGER       I,N
      DIMENSION     A(N)

      A(N) = A(N) + A(N-1)*F
      DO I=N-1,2,-1
           A(I)=A(I)*(1.-F) + A(I-1)*F
      ENDDO
      A(1)=A(1)*(1.-F) + AO
      AO = 0.

      GCYCL =GCYCL - F*GAMMA

      RETURN
      END
C---------------------------------------------------------------------C

ENDJOB
```

図－5 fractional boxcar train のサブルーチンのプログラムリスト (RABBINGE et al., 1989)



図－6　オランダのリンゴ園におけるハマキの一種（*Pandemis heparana*）の5（×），6（●）齢幼虫，蛹（△），及び成虫（○）の発生消長と fractional boxcar train サブルーチンを使ったシミュレーションによる予測（実線）（RABBINGE et al., 1989）

Ⅳ　発生予測，個体群動態研究における応用例

boxcar train や distributed time delay model のような手法は，それを用いれば現実的な予測ができるというだけであって，現象の生物学的な理解を深めるものではない。したがって，害虫の発生予測のような実際的な場面や，寄生－寄生者系の個体群動態のような，よりマクロな現象の記載のための手法として用いられている。

発生予測においては，特に発生時期の予測には有効な方法である。発生時期の予測は通常防除適期を決めるためのものであるが，この場合重要なのは，発生のピークの予測よりはむしろ発生のし始める時期の予測である。ここに述べた boxcar train のような確率論的手法を用いれば，発生時期をその開始からピーク，そして終息までの幅をもって予測することができ，従来の例えば Leslie matrix model のような決定論的手法に比べ大きなメリットがあるといえよう。具体例としては，アメリカのミシガン州における落葉果樹害虫の成虫羽化時期の予測（WELCH et al., 1978），スイスにおけるリンゴノコカクモンハマキの成虫羽化時期の予測（BAUMGAERTNER and CHARMILLOT, 1983；BAUMGAERTNER et al., 1988）などがある。オランダではリンゴのハマキ類の防除に IGR を散布する時期を決定するため，4齢幼虫の発生時期の予測に利用されている（DE REEDE and DE WILDE, 1986）。

個体群動態研究においても，精度の高い個体群動態シミュレーションにはかなり必須の手法となりつつあるように思われる。バラにつくハダニとカブリダニの系を扱った SABELIS（1981）の研究，カリフォルニア大学の GUTIERREZ が中心となって行った，アルファルファのアブラムシとその天敵の系（GUTIERREZ et al., 1984），キャッサバとコナカイガラと天敵の系（GUTIERREZ et al., 1988）の個体群，バイオマスの動態研究，オンシツコナジラミの個体群動態研究（LENTEREN et al., 1989），などにおいて用いられている。

引　用　文　献

1) BAUMGAERTNER, J. and P. J. CHARMILLOT (1983) : Z. ang. Ent. 95 : 405～413.
2) ――――et al. (1988) : Bulletin OILB/SROP 1988/XI/2 : 33～37.
3) GOUDRIAAN, J. (1973) : Neth. J. Agr. Sci. 21 : 269～281.
4) GUTIERREZ, A. P. et al. (1984) : Can. Ent. 116 : 923～963.
5) ――――et al. (1988) : J. Appl. Ecol. 25 : 901～950.
6) LENTEREN, J. C. VAN et al. (1989) : Modelling Population Growth of Greenhouse Whitefly, Agricultural University Wageningen Papers, 89-2, 99pp.
7) MANETSCH, T. J. (1976) : IEEE Trans. Systems, Man, Cybern. 6 : 547～553.
8) RABBINGE, R. et al. (Ed.) (1989) : Simulation and Systems Management in Crop Protection, Pudoc, Wageningen, 420pp.
9) REEDE, R. H. DE and H. DE WILDE (1986) : Entomol. exp. appl. 40 : 151～159.
10) SABELIS, M. W. (1981) : Agricultural Research Reports 910, Pudoc, Wageningen, 242pp.
11) VANSICKLE, J. (1977) : IEEE Trans. Systems, Man, Cybern. 7 : 635～638.
12) WELCH, S. M. et al. (1978) : Environ. Entomol. 7 : 482～494.

輸出果実の病害虫対策

農林水産省農蚕園芸局植物防疫課　吉澤（よしざわ）　治（おさむ）

はじめに

近年の食生活の多様化と円高基調に伴い，輸入果実が増加している中で，国内産果実の消費は頭打ちの傾向にある。このような状況のもとで，国内の果実産地では，日本の高品質な果実を海外に積極的に輸出し，果樹農業の活性化を図り，ひいては価格の低迷からの脱却も図ろうとする気運が高まっている。

果実輸出の気運の高まりは，産地による試験輸出，農林水産省や地方自治体による海外でのアンテナショップの開設，市場動向調査などの積極的な取り組みに現れている。

しかしながら，わが国から諸外国に果実を輸出しようとする場合，国によっては，病害虫の侵入防止という植物検疫上の理由からその輸入を禁止または制限していることがある。その規制内容は，その国の地理的条件，生産されている果実の種類や病害虫の発生状況などによって異なっている。

果実の輸出対策を進めるにあたっては，販売ルートの開発や市場調査も重要な課題であるが，輸出相手国の植物検疫をクリアーするための病害虫対策も重要な課題である。果実輸出の現状，果実に関する諸外国の植物検疫規制状況，輸出果実の病害虫対策について述べる。

I　果実輸出の現状

わが国から輸出される農産物の中で，果実の占める割合は，10%程度である。果実の輸出量は，昭和57年の53,800 t，112億8千万円をピークに，その後は減少傾向にあり，平成元年は，34,500 t，67億1千万円で，前年に比べウンシュウミカン，ナシ，カキが減少した反面，リンゴが大幅に増加した（表-1）。

わが国から輸出される果実は，植物検疫規制の比較的ゆるやかな東南アジア，カナダなどへのウンシュウミカン，二十世紀ナシ，カキ，リンゴが主流を占めている。さらに近年は，二十世紀ナシの優れた特性（果汁が多く，みずみずしい）を活かして，米国，ヨーロッパ諸国への輸出が定着しており，今後も有望な輸出果実として注目されている（表2）。最近は，米国，豪州などへリンゴ，ブドウ，カキを輸出したいという気運があるが，植物検疫上の理由で輸出が実現していない。このような状況の中で，平成元年には，豪州に鳥取県産の二十世紀ナシが厳しい検疫条件をクリアーして，植物検疫上の試験輸出が行われた。

わが国の果実生産量に占める輸出果実の割合は，ウンシュウミカン1%，ナシ2%，カキ0.8%と低いが，リンゴではふじ，ブドウでは巨峰，カキでは富有といった比較的高級な品種が輸出されている。

II　果実に関する諸外国の植物検疫規制状況

植物検疫上の輸入規制は，国際植物防疫条約（平成2年3月末現在94か国加盟，わが国は昭和27年8月加盟）に基づき，植物及び植物生産物の病害虫の国境を越えての侵入及びまん延を防止するため，各国が行っている技術的措置である。同条約では，輸入に関する要求として「締約政府は，その領域に植物の病害虫が侵入することを防止する目的をもって，植物及び植物生産物の搬入を律する完全な権限を有し，輸入に関する制限又は要求を規定することができる」と規定されている。条約加盟国は，自国への病害虫の侵入・まん延を防止するため，条約の範囲内で必要な措置を講じている。

わが国では，特に侵入する病害虫として，果実に関しては，わが国未発生のチチュウカイミバエ，ミカンコミバエ，クインスランドミバエ，ウリミバエ及びコドリンガの5種類の果実寄生性害虫を特定し，これら害虫の発生地域からの寄主果実の輸入を原則として禁止しているほかは輸入の制限はなく，植物防疫官による輸入検査を

表-1　生鮮果実の輸出量

（単位：t）

品目	昭和55年	61年	62年	63年	平成元年	輸出金額（百万円）
ウンシュウミカン	18,128	17,782	22,883	23,356	21,030	2,663
ナシ	9,135	12,493	12,948	12,213	9,183	2,723
リンゴ	2,269	987	1,224	961	1,774	752
ブドウ	2	82	95	2	11	7
カキ	2,829	4,424	3,600	4,393	2,229	462
その他の果実		141	452	245	310	102
合計	32,363	35,909	41,202	41,170	34,537	6,709

資料：日本貿易月表

Quarantine Problems Relating to Export Fruits.　By Osamu Yoshizawa

受ければ輸入が認められることとなっている。

一方，地理的，経済的に国境での検疫措置が困難なヨーロッパ諸国や，栽培果樹の種類，病害虫の発生相が大きく異なる東南アジアなどは，植物検疫上の輸入規制は比較的ゆるやかであるのに対し，米国や豪州などは，原則輸入禁止という厳しい輸入規制を行っている。

1　米国

米国は，原則としてすべての果実の輸入を禁止しており，輸出国政府からの輸入解禁要請があった場合や，米国内の輸入業者から輸入許可書の発行申請があった場合には，米国農務省検疫当局（USDA・PPQ）は，専門家により果実の種類ごとに病害虫の侵入防止の観点から検討を行い，植物検疫上安全であると判定された場合には，特別な検疫条件を付すことなく許可される。昭和62年に米国への輸出が解禁されたキウイフルーツがこれによるものである。

これに対し，果実に病害虫が付着して侵入し，米国内で大きな被害をもたらす可能性があると判断された場合には，それら病害虫を対象に殺虫処理や輸出国における厳重な検査などの検疫条件を付して輸入が許可される。

表－2　生鮮果実の国別・品目別輸出量（平成元年）

（単位：t）

輸出先国	ウンシュウミカン	ナシ	リンゴ	ブドウ	カキ
アメリカ	1,315	2,448			
カナダ	12,376	691			77
韓国	6,400			0	
北朝鮮	629	0	1	0	5
台湾		49	598		
フィリピン		107	390		8
ホンコン	18	3,693	284	8	594
タイ		442	201		335
シンガポール	32	982	244	3	1,001
マレーシア		149	11		201
グァム	48	34	8		7
サウジアラビア		30			
クウェート		15			
アラブ首長国連邦		22			
イギリス		126			
フランス		29			
オランダ		59			
ベルギー		100	11		
西ドイツ		86	6		
ソビエト	200	46	16		
その他	12	75	4		1
合　計	21,030	9,183	1,774	11	2,229
生産量	2,015,000	439,100	1,045,000	253,200	268,100

資料：日本貿易月表・果樹生産出荷統計

昭和42年に米国への輸出が解禁されたウンシュウミカン，59年の二十世紀ナシ及び平成元年の日本ナシがこれによるものである。

なお，完全な処理技術や防除法が開発されていないと判断された場合には，輸入許可書は発行されず新たな技術開発が必要となる。

（1）　ウンシュウミカンの輸入検疫条件

米国は，カンキツかいよう病の侵入を特に警戒しており，本病の発生国では，唯一わが国からのウンシュウミカンだけを一定の検疫条件を付して例外的措置として輸入を認めている。

主な検疫条件は，①輸出地区とそれを取り巻く緩衝地区（幅400 m）からなるカンキツかいよう病の発生がない輸出みかん生産地域の指定，②輸出地区におけるウンシュウミカン以外のカンキツ類の植栽の禁止及び緩衝地区におけるウンシュウミカン，ハッサク，ユズなど10種類以外のカンキツ類の植栽の禁止，③日米両国の植物防疫官による合同の園地検査及び輸出検査の実施，④果実の表面殺菌の実施，⑤バクテリオファージテストの実施，⑥輸入解禁州の制限（カンキツ分布州を除く38州向けに輸出されるものであること）などからなっており，わが国からの条件緩和要請に対し，米国はこれまで数次にわたり改善を行ってきている。

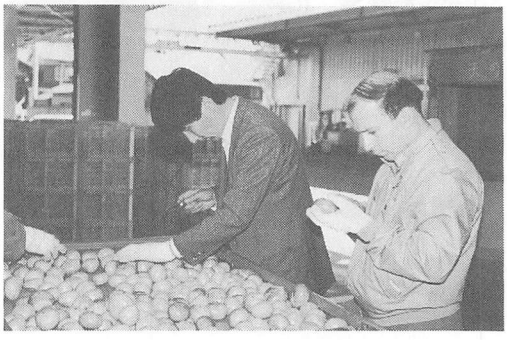
（2）　二十世紀ナシなど日本ナシの輸入検疫条件

二十世紀ナシの米国への輸出は，かつてはハワイ州とアラスカ州のみに認められていたが，鳥取県関係者など

表－3　米国向け生鮮果実の輸出量

（単位：t）

品　目	昭和61年	62年	63年	平成元年	輸出県
ウンシュウミカン	1,449	1,707	1,214	1,315	静岡，愛媛
二十世紀ナシ	2,766	3,953	2,780	2,149	鳥取，長野，福島



図－1　日米合同の輸出検査（右側が米国検査官）（愛媛県松山市）

による輸入許可要請，農林水産省植物防疫課による技術的な見地からの働きかけなどにより，米国検疫当局は，昭和58年8月，在日米国大使館検疫担当官による鳥取県下の二十世紀ナシの現地調査を行い，完全な袋かけの実施と病害虫防除の徹底により果実を病害虫の汚染から保護するという米国にはない優れた防除技術が認められ，59年から鳥取県産に限り一定の検疫条件を付して輸入を認めた。その後，長野県産（61年），福島県産（平成元年）も認められた。

さらに他の日本ナシについても，わが国からの解禁要請に対し，平成元年12月，幸水，豊水，新興，新世紀，長十郎，新高の6品種を二十世紀ナシと同様の検疫条件を付して輸入を認めた。

主な検疫条件は，①病害虫防除が徹底された輸出ナシ園地の指定，②輸出ナシ園地内の果実への完全な袋かけの実施，③日米両国の植物防疫官による合同の園地検査及び輸出検査の実施，④輸出検査において，モモシンクイガ，黒斑病，輪紋病など7種類の検疫対象病害虫がないこと，⑤選果場は病害虫の汚染防止措置がとられており，検査期間中は米国向けナシ専用であること，⑥容器には米国向け表示がなされていること，⑦生産地域の制限（鳥取，長野，福島の3県）からなっている。

（3） その他の果実

リンゴ，ブドウ，カキなどの果実について，わが国から米国検疫当局に解禁要請が出され，日本側で輸入禁止対象病害虫の完全な処理技術や防除法の開発が必要となっている。

2　カナダ

カナダは，ブリティシュコロンビア州を中心にリンゴ，モモ，サクランボ，ブドウの生産が盛んであり，モモシンクイガなどの未侵入病害虫の侵入を防止するため，これら果実の輸入を原則として禁止している。しかしながら，カナダ国内の輸入業者から輸入許可申請があった場合や，輸出国政府からの輸入解禁要請があった場合には，カナダ検疫当局は専門家により果実の種類ごとに輸出国に発生している病害虫の重要性に関する技術的検討を行い，植物検疫上安全であると判断した場合に輸入を認め

図－2　日米合同の園地検査（右側2人目が米国検査官）（長野県松川町）

表－4　主要国の主な輸入禁止果実と対象病害虫

国　名	品　目	輸入禁止対象病害虫
米　国	リンゴ	モモシンクイガ，モモノゴマダラノメイガ，リンゴコカクモンハマキ，ナシマダラメイガ，オウトウハダニ，赤星病，輪紋病
	ブドウ	カンザワハダニ，チャノキイロアザミウマ，フジコナカイガラムシ，クワコナカイガラムシ，ブドウホソハマキ
	カ　キ	カキノヘタムシガ，モモノゴマダラノメイガ，炭そ病
カナダ	リンゴ モ　モ サクランボ	モモノゴマダラノメイガ，ナシヒメシンクイ，モモシンクイガ，モモハモグリガ等
	ブドウ	モモノゴマダラノメイガ等
豪　州	ウンシュウミカン	フジコナカイガラムシ，ミカンヒメコナカイガラムシ，チャハマキ，かいよう病等
	リンゴ	モモシンクイガ，灰星病等
	ナ　シ	カンザワハダニ，灰星病，黒斑病，黒星病等
	ブドウ	フジコナカイガラムシ，クワコナカイガラムシ，ブドウホソハマキ，黒腐病等
	カ　キ	カキノヘタムシガ，黒星病等
ニュージーランド	ウンシュウミカン	ミカンバエ，ミカントゲコナジラミ，かいよう病
	リンゴ	モモシンクイガ，カンザワハダニ，灰星病，赤星病等
	ナ　シ	モモシンクイガ，カンザワハダニ，灰星病，黒斑病等
	ブドウ	チャノキイロアザミウマ，カンザワハダニ，黒腐病，灰星病等
	サクランボ	オウトウハマダラミバエ，オウトウハダニ，灰星病等
韓　国	リンゴ	リンゴコシンクイ
イギリス，フランス，オランダ，西ドイツ，ベルギー等EC諸国	ウンシュウミカン リンゴ ナ　シ ブドウ カ　キ	サンホーゼカイガラムシが多数付着している場合のみ輸入禁止

るシステムをとっている。

一方，カナダで栽培されていない温暖な地域の果実，例えばウンシュウミカン，カキ，二十世紀ナシ，キウイフルーツ，熱帯果実などの輸入は，植物検疫上の規制はなく，輸出国での検査も必要としていない。

3　豪州

豪州は，農業国で周囲が大洋に囲まれ諸外国と隔絶していることから，他の国に比べて厳しい検疫を実施して，未侵入病害虫の侵入を警戒している。

果実の輸入については，米国と同様にすべて輸入許可制をとっており，輸入許可のない果実の輸入を禁止している。輸入を許可するにあたっては，米国と同様に専門家による技術的な検討を行い，植物検疫上安全であると判断した場合，一定の検疫条件を付して輸入を認めるシステムをとっている。

日本産果実の豪州向け輸出については，これまで輸入許可申請が行われなかったことから，事実上果実の輸入が禁止されていた。近年になってキウイフルーツや二十世紀ナシなどの輸出が計画され，昭和60年から日豪の植物検疫当局間で技術的な協議や豪側専門家による現地調査が行われ，63年にキウイフルーツが特別な検疫条件を付されることなく輸出できることとなった（63年輸出量16 t）。また，二十世紀ナシについても，平成元年に鳥取県産に限り56 tの試験輸出が認められた。

試験輸出の主な検疫条件は，①病害虫防除が徹底された輸出二十世紀ナシ園地の指定，②開花期における灰星病，黒斑病などを対象とした花弁調査の実施，③輸出園地内の果実への完全な袋かけの実施，④日豪両国の植物防疫官による合同の園地検査及び輸出検査の実施などであったが，平成2年の輸出については未定である。

その他の果実については，わが国からの解禁要請に基づき，日豪検疫当局間で技術的な検討が行われている。

4　ニュージーランド

ニュージーランドは，農業国で諸外国と隔絶していることから，他の国に比べて厳しい検疫を実施して，ミバエ類など未侵入病害虫の侵入を警戒している。

果実の輸入については，米国，豪州と同様にすべて輸入許可制をとっており，輸入許可のない果実の輸入を禁止している。輸入許可にあたっては，専門家による技術的検討を行った上で輸入を認めるシステムをとっている。わが国からニュージーランドへの果実の輸出は，これまで実績がない。

5　EC諸国

EC諸国は，諸外国に対し統一した検疫規則を制定し，重要病害虫の域内への侵入を防止するための規制がとられている。

EC域外からの果実の輸入については，特にサンホーゼカイガラムシの侵入を警戒しており，この害虫が多数付着している果実の輸入を禁止している。また，果樹産業の盛んなイタリア，スペインでは，統一規則に加えて独自に検疫規則を定め，ほとんどの果実の輸入を禁止している。

その他の国の検疫規制は，全般的にゆるやかで，輸出時に検査を受ければ輸入が認められており，果実の種類によっては，輸出検査を必要としない国もある。

6　東南アジア，中近東

東南アジア，中近東諸国の果実に関する検疫規制は，全般にゆるかやで，韓国，台湾，フィリピンが輸出時の検査を必要としているほかは，輸出検査を必要としていない。その中で，韓国がリンゴの輸入を，タイがカンキツ類の輸入をそれぞれ禁止している。

なお，植物検疫上の規制はなくても，韓国，台湾，フィリピン，インドネシアは，経済上の理由により輸入規制を行っている。

III　輸出果実の病害虫対策

このようにわが国では，一般的な防除措置により対応可能な病害虫であっても，諸外国では，果実の重要な病害虫として扱い，自国への侵入を防止するため，その寄主果実の輸入を禁止している事例が多い。

諸外国に果実の輸入解禁要請を行う場合，完全防除体系の実証データや完全殺虫試験データを添えて，両国検疫当局間で技術的な協議が行われる。一方，米国向けウンシュウミカンや二十世紀ナシの生産地では，検疫条件が厳しすぎるという意見も強いことから，これまでも検疫条件の緩和要請を行ってきているが，この場合でも科学的データは不可欠である。

このため，諸外国への輸出有望果実であるリンゴ，ブドウ，カキ，無袋ナシ，ウンシュウミカンを対象に，平成元年度から「検疫対象重要病害虫特別対策事業」を拡充強化して，果実生産県及び植物防疫所において，諸外国が輸入禁止対象としている病害虫の完全防除体系の確立や，特に重要としている害虫の完全殺虫技術の開発など解禁要請や条件緩和要請に必要なデータの集積が行われている（表-5）。

1　ウンシュウミカン輸出条件緩和対策

輸出ミカンの生産地域内にある緩衝地区にイヨカン，夏ミカンなどを植栽できるようにするため，防風ネットと追加防除の組み合わせによる防除効果の実証データの集積や，カンキツかいよう病抵抗性品種の調査が行われ

表－5　検疫対象重要病害虫特別対策事業の実施状況

1　ウンシュウミカン輸出検疫条件緩和対策事業

区　分	実　施　県	調査内容
カンキツかいよう病防除効果確認調査	静岡，和歌山，広島，愛媛	ネーブル，イヨカンを対象に防風ネット＋慣行防除＋追加防除＋摘除による防除効果を調査
カンキツかいよう病抵抗性調査	静岡，和歌山，愛媛	ネーブル，イヨカン，バレンシア，夏ミカン等を対象にカンキツかいよう病の抵抗性を調査
ミカンバエ無発生調査	福岡，佐賀，長崎，熊本	トラップ調査（6～11月）と果実調査2回（10～11月）を実施

2　落葉果樹防除体系確立対策事業

区　分	対象果樹	実　施　県	新防除技術等
新防除技術実証調査	リンゴ（ふじ）	岩手，山形，長野	・袋かけ＋代替薬剤
	ブドウ（巨峰） 〃（マスカット）	山梨，長野，岡山	・袋かけ＋代替薬剤 ・シルバーマルチ＋袋かけ＋代替薬剤
	カキ（富有）	岐阜，奈良，福岡	・袋かけ＋代替薬剤 ・防虫ネット＋代替薬剤
	無袋ナシ	福島，栃木，群馬	・防虫ネット ・防虫ネット＋代替薬剤 ・代替薬剤 ・フェロモン
果実重要害虫処理技術確立	リンゴ（ふじ）	青森	モモシンクイガ
	カキ（富有）	岐阜，奈良，和歌山	カキノヘタムシガ
	リンゴ	青森，岩手，山形，長野	リンゴアナアキゾウムシ，リンゴコシンクイ，リンゴコカクモンハマキ，黒点病等
諸外国未発生病害虫調査	ブドウ	岩手，山形，山梨，大阪，島根	ブドウホソハマキ，カンザワハダニ，ブドウフォモプシス腐敗病
	カ　キ	岐阜，奈良，福岡	オオアトハマキ，ホソアトハマキ，黒点病，縮葉病
	ナ　シ	岩手，福島，栃木，群馬，兵庫	モモノゴマダラノメイガ，灰星病，赤星病等

ているほか，九州4県においてミカンバエ無発生調査を実施している。

2　落葉果樹防除体系確立対策

リンゴ，ブドウ，カキ，無袋ナシの輸出に障害となっている病害虫について，防虫ネット，袋かけ，代替薬剤などの組み合わせによる完全防除体系の確立のほか，特に重要とされている果実食入害虫の完全殺虫技術を確立するため，殺虫試験に必要な供試虫の大量飼育を県が，殺虫試験と果実障害試験を植物防疫所が行っている。

また，わが国ではマイナーな病害虫であっても，諸外国では未発生であるため，検疫上の障害となる場合がある。このため，果実の病害虫の生態調査が行われている。

おわりに

果実の輸出は，輸出相手国の植物検疫条件をクリアーすることが基本である。現在，種々の検疫条件をクリアーして輸出されている米国向けウンシュウミカンや二十世紀ナシの生産地では，輸出果実の病害虫対策として輸出用の防除暦を作成し，それに基づいた病害虫防除を徹底するとともに，輸出時に農薬残留調査が行われている。また，最近，米国向けウンシュウミカンでカイガラムシが発見される事例が生じており，輸出前のくん蒸の可能性について検討が進められている。

一方，リンゴ，ブドウ，カキなどの果実については，両国政府の植物検疫専門家間で純技術的な問題として随時協議が行われている。また，果実生産県や植物防疫所では，解禁要請に必要な完全防除体系の確立や殺虫処理技術の開発が行われている。

諸外国に果実を輸出しようとする動きは，農産物自由化の動きと連動して，今後とも増大すると思われる。今後，多種類の果実輸出を実現するためには，官民一体となった病害虫対策，とりわけ生産者団体による積極的な取り組みが必要と考える。

植物防疫基礎講座

ウリ科野菜の萎ちょう性病害の見分け方(2)

キュウリ萎ちょう性病害の見分け方(2)

社団法人日本植物防疫協会研究所　木曽皓
農林水産省四国農業試験場　岩崎真人

I　つる枯病菌による急性萎ちょう

ウリ類のつる枯病は,温室栽培のメロンに発生が多く,キャンカーと呼ばれて恐れられている(岸, 1970)。本病は,1975年ごろキュウリの品種が黒いぼ系から白イボ系に変遷してから,夏秋型キュウリや抑制型キュウリでも発生が多くなった。また,耐性菌の出現でチオファネートメチル剤の防除効果が低下し(木曽, 1983),そのため被害が増大して問題を大きくした。さらに,つる枯病苗による急性萎ちょうの発生が,自根栽培キュウリやカボチャ台接ぎ木キュウリで拡大している。

1　発病部位及び病徴(口絵写真参照)

普通,キュウリの本病発生部位は,茎の地際部及び上部茎の節を中心とした部分に最も多いが,葉,葉柄,茎の先端及び果実にも発生する。

①　葉の病徴:淡黄色ないし黄褐色の大型円形,不整形病斑を生じる。葉縁部に発生するときは不整形,ときにはV字形となり,同心輪紋を生ずる場合もある。後に病斑面に小黒粒(柄子殻)を生ずるが,普通はあまりみられない。

②　茎の病徴:茎での発生は,下部と上部では多少病徴が異なる。下部では多くは葉柄の着生部より水浸状に変色し,ヤニを分泌し,幾分くぼみ,小黒粒を密生する。上部では,最初葉柄の着生部より水浸状の変色部ができ,多くは2節間以上に及ぶ。茎は細くなり,乾燥,灰白色となって小黒粒を密生し,発病部の上位は萎ちょうして枯死する。

③　地際部の病徴:第1節以下の地際部に発生する。ヤニを発生するときもあり,小黒粒の形成は遅く,株全体が萎ちょうして枯死する。急性萎ちょうを起こす病徴は,③の場合である。上記③の病徴説明は典型的なつる枯病の病徴であるから,外見的にも診断が容易である。ところが,このような病徴が地際部に現れる前に,いいかえると,地際部に病徴がみられないのに急性萎ちょうが発生することがある。その症状は,しおれ,立ち枯れである。表現的にはトマト青枯病の病徴と同様に"青枯れ"と呼ばれてもよい症状である。すなわち,急性萎ちょうが発生する直前の被害株は健全株に比べて外見上はやや活気がないほかは,目立った異常が認められないのが特徴である。しかし,地際部の茎をルーペでみると,健全茎に比べて茎の表面がやや粗剛で,メロンえそ斑点病の通称"鳥あし"あるいは"はかま"と呼ばれる病徴の初期症状に似ている。地際茎の維管束部に菌糸の存在を確認できることがある。これらの病徴は進行するにつれて,病徴③となる。根部の変色や腐敗は認められない。

急性萎ちょうを起こした青枯れ症状株及び周辺の未急性萎ちょう株には,必ず病徴①の葉の病徴を認めることができる。

本病と同様に急性萎ちょう症状を示す病害に,"立枯性疫病"がある(桂, 1971)。疫病がもっぱら地際部に発生するのは本病と似ているが,病徴末期になっても黒粒(柄子殻)を作らず,被害組織中には顕微鏡で確認できる卵胞子を作るので,本病と見分けができる。

2　病原菌の形態と観察

つる枯病菌(*Mycosphaerella melonis* (P.) Chio et Walker)は,子嚢菌に属し,子嚢胞子と柄胞子を作る。茎の病斑上に作られる小黒粒は子嚢殻または柄子殻である。柄子殻は88～160 μmの大きさで,柄胞子は無色,単胞または2胞で,5.2～20.8×2.6～7.8 μmである(口絵写真参照)。本菌は20～24°C, pH 5.7～6.4でよく発育する。菌叢の色はPSA上で25°C,平面培養すると紫緑を基調とした緑黒色で気中菌糸は短く,培地に接した平滑な発育を行う。PSA培地に菌を移植し,直ちにB. L. B.照射下,25°Cで培養を続けると,本病原菌の特徴である黒色の柄子殻及び柄胞子の形成が,培養後約15～20日で認められる。

3　病原菌の分離,病原性の確認及び接種方法

青枯れ症状を現した極初期の急性萎ちょう株の地際部茎を水道水で洗浄し,表皮をはぎとり,維管束部を中心に3～5 mm角に切り,50%アルコール昇コウ液(99%エタノールを1,000倍希釈昇コウ水で希釈して50%アルコール昇コウ水を作成)に10～20秒浸漬した後,直ちに殺菌

Diagnosis of Cucumber Wilting Diseases: Bacterial and Fungal acute wilt.　By Akira Kiso and Mabito Iwasaki

水で十分洗浄し，余分の水を沪紙で吸い取り，素寒天培地またはPSA培地に静置し，25℃で約7～10日間培養し，組織分離を行う。PSA培地は10%乳酸液でpHを3.5～4.0に調整し，細菌の発生を防止する。分離菌はPSA培地でB. L. B. 照射下，23℃で15～20日培養を続けると柄子殻及び柄胞子が作られる。柄子殻形成菌叢面上に1%グルコース液を少量加え，毛筆で圧すると柄胞子が流出するので，ガーゼで沪過する。柄胞子濃度を100倍視野で100～200個に調整する。この胞子懸濁液に直径5mmのペーパーディスクを浸漬し，あらかじめ育苗しておいたキュウリ子葉の中央に接種し，1%グルコース液を1～2滴加えて湿室に保ち，20～23℃の陽光定温器に置くと，ペーパーディスク面を中心に，約7日後に発病がみられる。

また，2～3葉期キュウリ苗の子葉直下の胚軸に上記の胞子液を注射接種し，20～23℃の温室で管理を続けると，10～15日で，注射部を中心に水浸状病斑が現れるので，その後約1か月観察し，判定する。

（木曽　皓）

参 考 文 献

1) 桂　埼一(1971)：植物の疫病—理論と実際—，誠文堂新光社，東京，pp. 77～80.
2) 岸　国平(1970)：疏菜の病害と防除，温室研究社，静岡，pp. 42～47.
3) 木曽　皓(1983)：深見順一ら編，薬剤抵抗性，ソフトサイエンス社，東京，pp. 180～214.

II　細菌による急性萎ちょう

キュウリの萎ちょう性病害には，ウイルス病，糸状菌病，線虫病，生理病等がある(木曽，1989)。これらのほかに，細菌による急性萎ちょうが主にカボチャ台接ぎ木キュウリで発生する（善林，1987)。

本症は，1984年に埼玉県北部を中心とする産地の抑制栽培で大発生し問題を起こした。また，平成2年度日植病大会において*Pseudomonas solanasearum*によるカボチャ台接ぎ木キュウリの萎ちょうが報告された(伊達ら，1990)。本稿では，善林(1987)の報告について述べ，伊達ら(1990)については参考文献の2)を参照されたい。

1　発生状況及び病徴による識別（口絵写真参照）

善林(1987)によると，萎ちょうは施設抑制栽培で特異的に発生し，その他の作型では発生を認めない。発病は一般にカボチャ台接ぎ木栽培で播種期が7月下旬～8月初旬の作型に集中する。発生相は一定の傾向を認めず，1～2株ずつ散在，あるいは数株で坪枯れ状に発生する。台木はウルトラ，新土佐，キング土佐などで発生するが，品種間差異は認められない。大型鉄骨ハウスに比べ，小規模なパイプハウスでの発生が多い。萎ちょうは，モザイク病の発生程度が高い施設で認められる場合がきわめて多いが，モザイク病罹病株が必ず萎ちょうするとは限らない。

被害株は，まず生育先端に近い位置の本葉が萎ちょうし，しだいに下位の本葉に拡大し，やがて子葉を含めた株全体に及ぶ。さらに症状が進行すると葉が枯れ，株は急激に枯死する。しかし，一部には葉の萎ちょうや枯死が，株の上から半分ないし3分の1程度にとどまる場合もある。また，萎ちょうの程度が軽く，ごく一部分にとどまった萎ちょう葉は，やがて健全状態に回復する株もある。一般に，被害株は健全株に比べて根量がやや少ない傾向にある。萎ちょう初期の株は，台木のカボチャの胚軸及び株全体の外見も健全で異常が認められない。しかし，症状が進行すると，胚軸部は急速に黄褐色ないしあめ色に変わり，軟化腐敗する。また，根部の症状も胚軸部と同様に推移する。

本病と同じに急性萎ちょうを起こす病害に，カボチャ台接ぎ木キュウリでは，ウイルス病(Iwasakiら，1988)，フザリウム菌による糸状菌病（野村，1984）などがあり，また，自根キュウリでは，主に疫病(桂，1971)，つる割病（米山，1980)，つる枯病（岸，1970）及び線虫病（飯干，1990）などがある。これらの病害と本病との見分け方は以下のとおりである。

地上部の初期病徴では，これらの病害と外見上の見分けは困難である。しかし，主に病原を対象とした判別法，すなわち，ウイルス病では新葉のモザイク，また電顕観察や抗血清反応(Iwasakiら，1988)，フザリウム病との違いは野村（1984)，大戸ら（1989）及び米山（1980）の方法で病原菌の分離と病原性の検定，線虫病との違いは飯干（1990）の方法，疫病との違いは桂（1971）の方法，つる枯病との違いは木曽(本誌前章 p.331-332.)の方法などで判別ができる。

2　病原細菌の特徴と分離・確認方法

病原細菌，*Erwinea carotovora* subsp. *carotovora*は，グラム陰性，周毛桿菌，運動性あり，好気下及び嫌気下で増殖する。厳密には病原細菌の同定（西山，1978）が必要であるが，現場において迅速な判断を必要とする場合には，以下の方法で分離して確かめる。

① 分離用培地：変法ドリガルスキー培地（津山，1984）が便利である。基礎培地は肉エキス10g，ペプトン10g，NaCl 15g，水1*l*，pHを1 NNaOHで7.0～7.2に規正する。これにラクトース10g，クリスタルバイオレット（0.1%液）5m*l*，ブロームチモールブルー（0.2%

希アルカリ液) 40 m*l*, 寒天 15～20 g を加えて加熱溶解後, 加圧蒸気殺菌すれば, 増殖用培地として用いることができる。

② 分離源：畑で萎ちょうを始めた初期の発生株の胚軸あるいは根を常法によって表面消毒し, 少量の滅菌水中で三角刀で破砕する。これを沪過あるいは低速で遠心分離し, 沪液を段階希釈する (希釈液)。

③ 培養：希釈液の一定量 (0.3～0.5 m*l*) を, あらかじめペトリ皿内で固化させ, 表面を乾燥させた変法ドリガルスキー培地上に置き, 速やかに L 字型ガラス棒で均一に塗抹する。培養は 25～28°C で 24～48 時間行う。発育してくる集落はあまり多くないほうがよい。

④ 集落の特徴：変法ドリガルスキー培地上では, 集落中央部が黄色で, ルーペで透過光線で観察すると, 黄色の中に銀白色に輝く線状小体の認められる周辺部が透明な集落を形成する。病原菌濃度が高いと, 集落中央の黄色部が緑色から青色に, 集落周辺培地の色も緑から青に速やかに変色して識別が難しくなるので, 適性な菌濃度での培地への接種が重要である。

⑤ 病原性の確認と接種方法：集落はニンジンあるいはダイコン円盤などに接種すると, ほぼ確実に軟腐病斑を作る。カボチャに対する病原性の確認は, 苗の胚軸あるいは主根に針接種を行い, 滅菌土に移植, 25～28°C で栽培する。対照として, 必ず殺菌水で同じように針接種を行って比較観察する。　(**木曽　皓**)

参 考 文 献

1) 大戸謙二ら (1989)：植物防疫　43：625～628.
2) 伊達寛敬ら (1990)：平成 2 年度日植病大会講要予稿集, p. 143.
3) Iwasaki, M. and T. Inaba (1988)：Ann. Phytopaso. Soc. Japan　54：584～592.
4) 飯干宏美 (1990)：植物防疫　44：285～288.
5) 桂　埼一 (1971)：植物の疫病—理論と実際—, 誠文堂新光社, 東京, pp. 77～80.
6) 岸　国平 (1970)：疏菜の病害と防除, 温室研究社, 静岡, pp. 42～47.
7) 木曽　皓 (1989)：園芸新知識 (野菜号) 5 ；39～45.
8) ———— (1990)：植物防疫　44：331～332.
9) 西山幸司 (1978)：同上　32：283～288.
10) 野村良邦 (1984)：今月の農薬　28(1)：74～79.
11) 津山博之 (1984)：「新版土壌病害の手引き」編集委員会編, 新版土壌病害の手引き, 日植防協会, 東京, pp. 67～69.
12) 米山伸吾 (1980)：松尾卓見ら編, 作物のフザリウム病, 全国農村教育協会, 東京, p. 441.
13) 善林六朗 (1987)：今月の農薬　31(2)：32～36.

III　ウイルスによる急性萎ちょう

ウイルス感染に起因するキュウリの萎ちょうは, 接ぎ木栽培 (台木：カボチャ類) と自根栽培で, 原因となるウイルスの種類が異なる。接ぎ木栽培ではキュウリモザイクウイルス (CMV), ズッキーニ黄斑モザイクウイルス (ZYMV), カボチャモザイクウイルス (WMV-2) が関与し, 自根栽培ではキュウリ緑斑モザイクウイルス (CGMMV) と WMV が関与する。

1　接ぎ木栽培キュウリの萎ちょう

(1)　発生と分布

1986 年, 香川県下で CMV, ZYMV, WMV-2 の感染が原因となる萎ちょうが発生した (Iwasaki and Inaba, 1988)。CMV と ZYMV の混合感染では重い萎ちょう, ZYMV の単独感染または CMV と WMV-2 の混合感染では軽い萎ちょうが接ぎ木キュウリで発生するが, 自根キュウリでは発生しない。埼玉県, 神奈川県でも同様な萎ちょうの発生が確認されている (河野・善林, 1988；牛山ら, 1990)。現在のところ, ウイルスによる萎ちょうの発生は 3 県だけであるが, これらのウイルスは広く分布するので, 他県でも発生している可能性が高い。

(2)　症状

香川県で発生している萎ちょうの特徴は次のとおりである (口絵写真参照)。①茎と根は外見上異常はなく, 葉が萎ちょうする。②茎と根の導管部から糸状菌または細菌は検出されない。③新葉にモザイク症状が観察される。埼玉県に発生した萎ちょう症も上記の症状に類似するが, 台木の胚軸部が水浸状あめ色に変色して枯死する場合が多い (善林, 私信)。

接ぎ木キュウリ (3～5 葉期) が CMV と ZYMV に混合感染した場合, 新葉に葉脈透過などの病徴が発現して 1～3 日後 (感染後 5～7 日) から, 大部分の葉が急に激しく萎ちょうする。感染後約 12 日まで激しい萎ちょうが続き生育は停止し, 茎及び葉柄に褐色の条斑がみられるが, モザイク症状は軽い。その後, 萎ちょうが進み枯死する株と徐々に回復する株に分かれる。生育ステージの進んだ株が感染すると, 萎ちょうの開始はやや遅いが, 枯死株率は高い。

ZYMV の単独感染または CMV と WMV-2 の混合感染の場合, 萎ちょうの開始は上記とほぼ同時期であるが, 萎ちょうの程度は軽く, 早く回復する。

(3)　ウイルスの診断と分離

キュウリに感染した CMV, ZYMV, WMV-2 の診断は病徴では不可能であり, 電顕観察, 血清反応, 判別植物への汁液接種によって行う。筆者らは簡易化した ELISA 法 (岩崎ら, 1987) のみで診断し, 必要に応じて電顕観察と汁液接種を行っている。判別植物とその反応を表-1 に示したが, 寄生性の異なる系統が多数報告されているので注意する必要がある。なお, 図-1 に CMV と ZYMV の粒子像を示した。

表－1　接ぎ木キュウリの萎ちょうに関与する3種ウイルスの判別植物と反応

判別植物[a]	CMV	ZYMV	WMV-2
Nicotiana glutinosa	SM[b]	—	—
N. benthamiana	SM	L	SM
インゲンマメ	L	L	SM
ヘチマ(トカドヘチマ)	SM	SM	L (SM)

a) インゲンマメ品種：本金時，ヘチマ品種：大長
b) SM：全身感染し，上葉はモザイク症状，L：接種葉に局部感染（無病徴の場合もある），－：感染せず，(SM)：分離株によってはSM

混合感染株からのCMVの分離は，タバコまたは*Nicotiana glutinosa*への接種によって行う。CMVと混合感染した病葉からZYMVを分離するためには，汁液中のCMVを抗CMV血清で中和する方法（岩崎ら，1988）と，ニホンカボチャ（日向14号）に接種する方法がある。ニホンカボチャにCMVを接種した場合，接種葉に局部感染または2～3枚上位の葉まで感染する（部分的な葉脈透過を示す）ので，5～7枚上位葉を戻し接種するとCMVが除かれてZYMVが分離できることが多い。WMV-2の分離には，インゲンマメに接種するとよい。さらに純粋な分離株を得るには，局部病斑分離を2～3回行うべきである。

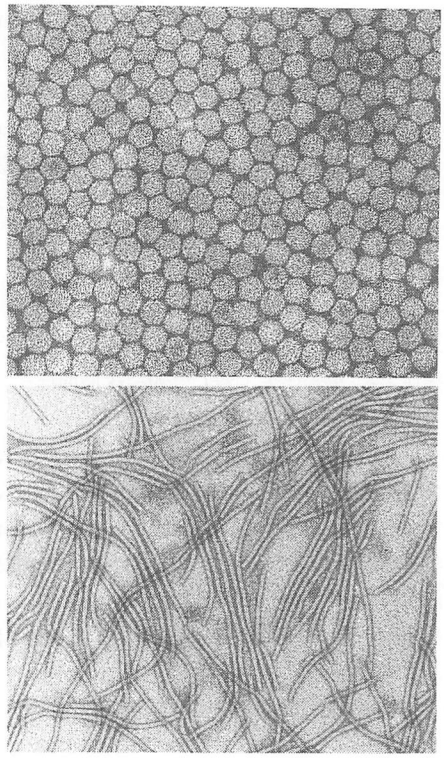
（4）　ウイルスによる萎ちょうの判断基準

萎ちょう株が前述の①～③の症状を示し，感染ウイルスの種類が判明しても，他の要因によって萎ちょうする可能性もあるので，直ちにウイルスが原因であると判断するのは危険である。その判断基準としては，ⓐ萎ちょう株にウイルスが感染していることを確認し，できればウイルスの種類を明らかにすること，ⓑ分離ウイルスまたは採集病葉を接ぎ木キュウリに接種して萎ちょうを再現すること，である。

2　自根栽培キュウリの萎ちょう

（1）　CGMMV

本ウイルスに感染したキュウリ葉は，激しいモザイク症状を呈し，高温で強日射下で萎ちょうする（山本，1975）。萎ちょうの程度は比較的軽微であり，日射が弱くなれば回復する。病原ウイルスの診断は，300×18 nmの棒状粒子を電顕観察することによって行われる。



図－1　CMV（上：105,000倍）とZYMV（下：42,000倍）の電子顕微鏡像

（2）　WMV

岡田ら(1975)は，WMVの接種によってモザイク症状の発現前に萎ちょうが発生するとした。降雨後急に晴天になるような気象条件の急変する場合に萎ちょうが発生し，安定した気象条件下では発生しない。なお，岡田らの供試したウイルス分離株は，ZYMVである可能性も高い（川越・岡田，私信）。　　**（岩崎真人）**

引 用 文 献

1) Iwasaki, M. and T. Inaba (1988)：Ann. Pytopath. Soc. Japan　54：584～592.
2) 岩崎真人・稲葉忠興(1988)：四国植防　23：61～71.
3) ――――ら(1987)：同上　22：57～62.
4) 河野　勉・善林六朗(1988)：関東病虫研報　35：58～59.
5) 岡田　大ら(1975)：九病虫研会報　21：94～95.
6) 牛山欽司ら(1990)：関東病虫研報　(投稿中).
7) 山本　勉(1975)：徳島農試特別報告　5：1～66.

植物防疫基礎講座
地域特産物の病害虫(1)

アスパラガスの病害虫

長野県野菜花き試験場　赤沼(あかぬま)　礼一(れいいち)・小林(こばやし)　荘一(そういち)

アスパラガスはユリ科に属し，野菜類の中では珍しい多年性の作物で，萌芽してくる若茎を食用にする。わが国に本格的に導入されたのは大正時代で，北海道でのホワイトアスパラガス栽培であった。戦後寒冷地における栽培好適な加工野菜として栽培面積が増加した。昭和40年代以降からはグリーンアスパラガスの需要が増大し，現在全国で約1万haの作付面積があり，さらに増加の傾向にある。

栽培面の特徴としては，株の養成に2～5年を要すること，成園化後10～15年収穫できることである。作型も以前は露地普通栽培のみであったが，促成栽培や抑制栽培などバラエティーに富んできている。

最近，アスパラガスが導入される圃場は，主として水田転作圃場であり，本来乾燥を好む作物であるため，土壌の過湿に起因する各種の障害が発生している。アスパラガスは，その生理生態的な特徴から，前年の管理の良否が次年度に影響を及ぼすため，小さなミスも積み重なると致命的なものとなる。また，株養成期間がおおよそ5～6か月間の長期にわたるため，防除は発生する病害虫の生態等を理解し行うとともに，早期防除を心がけないと薬剤効果の低下，薬剤散布回数の増大等の弊害を生むことになる。

病　害

アスパラガスの病害は，ほとんどが株養成中に発生し，この期間中に梅雨時，秋雨時の多湿条件となる時期を経過するため病害が多発する危険性が大きくなる。

1　茎枯病（*Phoma asparagi*）

本病は栽培地ではどこでも発生し，過去には産地が壊滅したこともある。古い産地ほど多発しているが，最近では未成園でも発生しておりアスパラガス栽培上，最重要病害である。また，暖地での被害は大きいものがあり，面積拡大の障害となっている（口絵写真参照）。

（1）　発生相など

収穫後の株養成中に発病する。病原菌は糸状菌の一種で，被害茎葉上の柄子殻（黒色小粒点）（口絵写真参照）が土中，土の表面で越冬し，春先にここから放出された柄胞子や水滴などにより病原菌を含む土が跳ね返り，やや老化した擬葉から侵入することで発病し（第一次伝染），次いでその病斑部に形成された柄子殻からの胞子で次々とまん延していく（第二次伝染）。発生の部位は最初地際や比較的地面に近い所であるが，後には株全体に広がることになる。

病徴は，最初水浸状の小斑点ができ，拡大して外郭が明りょうな赤褐色紡錘型の小型病斑を形成する。進展すると病斑は縦横に拡大し，大型病斑となって茎をとりまくようになり，やがて侵された茎は枯死する。病斑上には前述した柄子殻が形成されるため診断しやすい。

発生の時期は，梅雨と秋雨時が主体であるが，夏期が冷涼であったり，春の防除が十分でなかったときは夏期でも連続して発生し，それが秋雨時まで影響を及ぼすことになる。

（2）　防除方法

薬剤防除は，ベノミル（ベンレート）水和剤2,000倍，チオファネートメチル（トップジンM）水和剤800倍，TPN（ダニコール）水和剤800倍，グアザチン（ベフラン）液剤1,000倍，銅水和剤500～1,000倍を用いて10日

表-1　アスパラガスの作型と作期（長野県野菜栽培指標，1989）

地帯	作型	作期（月・旬）		
		定植期	保温開始期	収穫期
寒冷地	促成（伏込み）	11上～12上（根株掘上げ）	11中～12上	12上～3中
	ハウス半促成	10中～10下	1下～2下	3上～6中
	早熟大型トンネル	10中～10下	3上～3下	3下～6下
	露地　普通	4上～5上	—	4下～7上
	抑制2季どり		—	①3上～5中
			—	②8中～9下
温暖地	促成（伏込み）	11中～12中（根株掘上げ）	11中～12中	12上～3上
	ハウス半促成	10中～11上	1上～2上	2上～6上
	早熟大型トンネル	10中～11上	2中～3中	3上～6下
	露地　普通	3上～5上	—	4中～7上
	抑制2季どり		—	①2下～5上
			—	②8上～9下

Diseases and Pests of Asparagus.　By Reiichi AKANUMA and Soichi KOBAYASHI

間隔を基準に行い，降雨が連続するようなときは間隔を短縮する。夏期高温乾燥時には散布間隔をあけてよいが，春に発病が多かったときなどは慣行の散布間隔とする。アスパラガスは薬剤散布回数が多くなるので，薬剤の使用基準を守りローテーション散布を行うようにする。

耕種的には，土壌の過湿は発病を助長するため，可能なかぎりサブソイラーなどで排水対策を行い，高畦栽培にする。通風をよくして発病抑制を図ったり，薬剤が十分かかるようにするために過繁茂は避け，支柱などを用いて茎葉の支持をする。被害茎葉の処理は伝染源を圃場におかないうえからも重要で，早期に発見し焼却処分する。土壌の跳ね返り防止のために，メデルシートや株元にわらを敷くことも有効（関口ら，1983）である。収穫打ち切り時期を遅らせて茎立時を梅雨期より回避することも効果（尾沢，1975：清水ら，1975）がある。

2　斑点病（*Stemphylium botryosum*）

わが国では鈴井ら（1961，1973）により北海道で初発の認められた病害で，冷涼地で近年発生が多く，茎枯病に次ぐ重要病害になっている。

（1）　発生相など

収穫後の株養成中に発病する。病原菌は糸状菌の一種で，不完全菌に属する。本菌の完全時代は *Pleospora herbarum* で，ネギや牧草類の葉枯病菌として知られている。分生胞子は一見 *Alternaria* 菌の胞子と似た形であるが，本菌のものは俵形で区別がつけやすい（口絵写真参照）。

被害茎葉上で越冬，分生胞子を形成，飛散して伝染する。発生は 8 月下旬から株養成終了まで認められ，茎や葉に発生するが葉の発生が多い。降雨や過繁茂による多湿条件，通風不良が発病助長要因となり，茎葉過繁茂となる時期と発生が重なることが多く，急速にまん延する。

胞子の飛散には水分が大きく影響し，胞子の飛散を調査したところ，気温 20°C前後，空気湿度 75%以上で飛散量が多くなる傾向であった。

病徴は，赤褐色で紡錘形の小型の病斑が主として葉に発生し早期に落葉する。

（2）　防除方法

薬剤としては，茎枯病と共通して効果のあるものがあるので同時防除ができる。耕種的な対策も茎枯病と同様であるが，斑点病は発生時期が過繁茂となる時期であるため，薬剤が到達しない部分ができ，そこが病原菌の増殖場所となっている可能性が大きく，散布むらができないように散布量の増量などの対応が必要である。

3　灰色かび病（*Botrytis cinerea*）

通常は発生が少なく，大きな被害となることは少ない。

（1）　発生相など

病原菌は糸状菌の一種で，不完全菌類に属し，非常に多犯性で多くの作物を侵す。越冬は被害残渣中で菌糸あるいは菌核の形態で行われる。分生胞子の形成がおう盛で量も多いことから，いったん発病すると防除は困難である。

低温で降雨が多いと多発し，若茎に発生する場合と，茎の先端の枝葉に発生する場合がある。若茎は収穫中のものには少なく，株が繁茂してから萌芽したものに発生するため，夏秋取り時が冷涼多雨の時は発生しやすい。

他の作物の灰色かび病と異なり，病斑上にかびは密生せず，まばらである。若茎の病徴は，地際部が侵され，全体に縦じわがよって，しおれて枯れる。茎の先端は開いたばかりの枝に水浸状の病斑を形成する。

（2）　防除方法

防除薬剤は，茎枯病対象剤の中に灰色かび病に効果の高い，ベノミル（ベンレート）水和剤，チオファネートメチル（トップジン M）水和剤があるので，発生時期にいずれかの薬剤を用いて同時防除を行う。耕種的には，通風の確保，遅れて萌芽するものの整理を徹底する。

4　紫紋羽病（*Helicobasidium mompa*）

桑園跡地や果樹園跡地及び中山間での作付場所で発生が認められていたが，最近平地の水田転作圃場でも発病が確認され，被害が拡大しており，今後重要な病害になると考えられる。

（1）　発生相など

病原菌は糸状菌の一種で，担子菌類に属しイネ科を除き，野菜，果樹，樹木など 50 科 119 種の植物に寄生し，非常に多犯性である。土壌病原菌で，土壌中，作物根，被害残渣上に菌糸，菌糸束（菌糸が糸状あるいはひも状をなしたもの，密度を増すとフェルト状の被膜になる）及び菌糸塊（菌糸が集合したもの）の形態で存在する。植物体や残渣を栄養源とし，菌糸が伸長して生きた植物根と接し，好条件となると根面に定着する。菌の侵入は根部表皮の細胞間げきから菌糸により行われ，さらに菌糸束となり侵入座を形成する。侵入座からはさらに菌糸束を延ばし範囲を拡大する。本菌はペクチン酸分解酵素活性を助け組織を溶解して侵入しやすくする。

発達した菌糸束は上昇し，茎の地際や土壌表面に子実体を形成する。子実体上には担子嚢を生じ担子胞子を形成するが伝染力が弱く，伝染源としての重要性は低い。

成株になってから発病することが多く，地上部の各種症状（生育悪化，茎葉の早期黄化，草勢の衰弱）は本病特有のものではなく，他の要因による地下部の腐敗，消失等に起因する場合もあるので，診断には注意が必要で

ある。

診断の決め手は，根部及び地際部の赤紫色を呈する菌糸，菌糸束，フェルト状被膜や侵入座などの紫紋羽病菌特有の器官である。

今後，被害の拡大が懸念されるため，苗床を含めた菌の分布，防除など事前の策を講ずるようにする。

（2） 防除方法

防除は，生育中処理できる薬剤がないこともあり，発病株を除去してその跡をクロルピクリン剤で消毒し，改植する必要がある。そのとき，発病根と接した根は病原菌に汚染されていると考えられるので，発病株の近接株も同様の処置を行う。新植の際には導入予定圃場の来歴を正確に把握し，寄主植物が導入されていた場合，生物検定（前年ジャガイモあるいはニンジンを作付け，収穫期に病原菌の着生を調査）あるいは補足法（クワ，ナシなどの樹枝を土壌中に20～40日間埋没し菌糸，菌糸塊の着生を調査）で病原菌の有無を調査しておくようにする。圃場の排水対策も徹底する。

被害の拡大防止には，苗養成圃場でも本圃と同様の注意が必要である。

5　立枯病（*Fusarium oxysporum* f. sp. *asparagi*）

古い産地で多くみられる欠株発生の1要因で，最初北海道で発生し（鐙谷ら，1963），続いて長野県で確認（原田ら，1976）された。

（1） 発生相など

病原菌は糸状菌の一種で，不完全菌に属する土壌伝染性の菌であり，種特異性があるため宿主はアスパラガスに限られる。しかし，非寄生作物を導入し病徴は発現しなくても，その根部に寄生し，菌の生存，維持をすることがあり，病原菌の減少はたやすいことではない。

地上部が黄化枯死する症状は地下部に起因する二次的な症状で，このとき根部や地下茎は維管束が褐変し，さらに進行すると黒褐色に腐敗している。若茎では土壌中で病菌に感染したことで曲がりとなる症状が現れる。

（2） 防除方法

防除は，紫紋羽病に準じて行うが，未成園での発生も認められており，苗圃の消毒などにより苗での感染防止を徹底する必要がある。

6　褐色菌核根腐病（*Sclerotium* sp.）

北海道で初めて発生が認められた（鈴井ら，1963）が，その後の発生はなく，他の産地においてもまだ発生は認められていないので，重要性は低いと考えられる。

特徴的な病徴は，根の黄褐色の菌糸，菌糸束である。

7　フォモプシス茎枯病（*Phomopsis* sp.）

守川ら(1989)により確認された病害で，病徴などは*Phoma asparagi*による茎枯病ときわめて類似している。発生相，被害の実態などはまだ明らかではない。菌の特性からすると，防除は茎枯病と同様の薬剤でよいと考えられる。

8　その他，原因不明の障害

本県で最近発生が多く，問題となっているものは萌芽部及び根部の腐敗である。萌芽部の症状は，①腐敗し萌芽しなかったり萌芽しても基部の腐敗により成長できず，根部は②クラウン部が主として表面から腐敗し最終的には全体に及ぶ，③根の付け根が腐敗しひどいものは脱落する，④根の中ほどから先端にかけて腐敗する，などの症状を呈する。これらの症状は，重複して起こっており，発生圃場も水田転作圃場や，排水不良圃場が主で，株養成量不足，株の衰弱が発生を助長している。また，品種構成の変化により増加している。原因究明中であるが，株落ち部分は立枯病等に準じて防除を指導している。

害　虫

1　ジュウシホシクビナガハムシ（口絵写真参照）

成虫及び幼虫が加害する。萌芽時に越冬成虫により食害されると，茎は曲がったり変色して商品性はなくなる。被害を受けた茎の鱗片内や葉芽内には細長い卵が認められる。幼虫による被害は，収穫打ち切り後茎立ちが始まると目立つようになり，小さな茎は食べ尽くされることもある。老齢幼虫は，土中に入り蛹化する。

被害は圃場の周辺部に始まり，徐々に圃場全体に広がっていく。定植直後の未成園は放任されることが多く，発生しやすい。

防除薬剤は，DDVP乳剤の1,000倍を散布（収穫前日まで2回以内）する。収穫打ち切り後も幼虫，成虫を対象に散布を行い，発生密度の低下を図る。越冬場所は落葉の下，雑草の株元の土中，アスパラガスの刈り株や枯

表-2　ジュウシホシクビナガハムシ成虫の防除効果（長野野花試，1987）

試験薬剤	希釈倍数（倍）	散布前個体数（100芽当たり）	補正密度指数		被害度 7日後
			散布1日後	4日後	
ピリミホスメチル(アクテリック)乳剤	1,000	51.9	0.7	10.9	14.4
ペルメトリン(アディオン)乳剤	2,000	69.7	0.0	1.7	7.3
DDVP乳剤	1,500	75.7	4.8	9.9	46.2
無散布	—	20.0	100.0	100.0	63.2

品種：メリーワシントン，ハウス栽培
薬剤散布：4月24日動噴で10a当たり400*l*散布

れた茎葉内である。圃場環境の整備，残茎の整理などを徹底する。

2　ヨトウガ

株養成中は害虫対象に薬剤散布が行われることが少ないため，多発生することがある。年2回発生する。5～6月と9～10月に幼虫の発生のピークがある。老齢幼虫になると土中に入り蛹化する。

防除薬剤は，DDVP乳剤，ピリミホスメチル（アクテリック）乳剤，ペルメトリン（アディオン）乳剤を用いる。中・老齢幼虫は夜行性であり，日中は土中に潜入している。薬剤の防除効果を十分あげるためにはできるだけ早朝に散布を行う。本種は雑食性であり，圃場の回りを含めた環境整備にも十分な注意が必要である。

引用文献

1) 鐙谷大節ら(1963)：北農　30(7)：12.
2) 原田敏男ら(1976)：関東病虫研報　23：49～50.
3) 守川俊幸ら(1989)：日植病報　55：495.
4) 尾沢　賢(1975)：関東病虫研報　22：59.
5) 関口昭良・南　峰夫(1983)：長野野菜花き試報　3：39～44.
6) 清水節夫・塚田晃久(1975)：同上　22：60
7) 鈴井孝仁・鐙谷大節(1961)：日植病報　26：233.
8) ――――・――――(1963)：同上　28：300.
9) ――――(1973)：同上　39：364～366.

新しく登録された農薬　(2.5.1～2.5.31)

掲載は，種類名，有効成分及び含有量，商品名（登録年月日），登録番号〔登録業者（会社）名〕，対象作物：対象病害虫：使用時期及び回数などの順。但し，除草剤については適用雑草：使用方法を記載。(…日…回は，収穫何日前まで何回以内散布の略)（登録番号17574～17586までの計13件）

『殺虫剤』

マシン油エアゾル

マシン油4.0%
カイガラタタキ（2.5.17）
17575（トモノ農薬）
つばき・つつじ・まさき：カイガラムシ類（若令幼虫）：噴射液が均一に付着するよう30cm以上離れたところから，数回断続して噴射する。

『殺虫剤殺菌剤』

エトフェンプロックス・カスガマイシン・フサライド粉剤

エトフェンプロックス0.5%，カスガマイシン―塩酸塩0.11%(カスガマイシンとして0.10%)，フサライド1.5%
カスラブトレボン粉剤DL（2.5.17）
17574（北興化学）
稲：いもち病・ツマグロヨコバイ・ウンカ類・カメムシ類：21日3回

ピリダフェンチオン・カスガマイシン・フサライド粉剤

ピリダフェンチオン2.0%，カスガマイシン―塩酸塩0.11%(カスガマイシンとして0.10%)，フサライド1.5%
カスラブオフナック粉剤DL（2.5.17）
17576（北興化学）
稲：いもち病・ニカメイチュウ・イナゴ類：21日3回

ベンスルタップ・カスガマシン・バリダマイシン・フサライド粉剤

ベンスルタップ2.0%，カスガマイシン―塩酸塩0.34%（カスガマイシンとして0.30%），バリダマイシンA0.3%，フサライド1.5%
カスラブバリダルーバン粉剤3 DL（2.5.17）
17580（北興化学）
稲：いもち病・籾枯細菌病・紋枯病・ニカメイチュウ・イネツトムシ・フタオビコヤガ・コブノメイガ：21日4回

MEP・カスガマイシン・フサライド粉剤

MEP3.0%，カスガマイシン―塩酸塩0.34%(カスガマイシンとして0.30%)，フサライド1.5%
カスラブスミ粉剤33 DL（2.5.17）
17585（北興化学）
稲：いもち病・籾枯細菌病・ニカメイチュウ・コブノメイガ：21日5回但し穂ばらみ期以降4回

エトフェンプロックス・カスガマイシン・バリダマイシン・フサライド粉剤

エトフェンプロックス0.50%，カスガマイシン―塩酸塩0.34%（カスガマイシンとして0.30%），バリダマイシンA0.30%，フサライド1.5%
カスラブバリダトレボン粉剤3 DL（2.5.17）
17586（北興化学）
稲：いもち病・籾枯細菌病・紋枯病・ツマグロヨコバイ・ウンカ類・カメムシ類：21日3回

『除草剤』

エチジムロン・テトラピオン粒剤

エチジムロン2.0%，テトラピオン5.0%
イーティー粒剤（2.5.17）
17577（日本カーリット），17578（三共），17579（日本特殊農薬）
すぎ(下刈り)・ひのき(下刈り)：ササ類・落葉雑かん木ススキ等の多年生雑草：3月～4月（雑草木の出芽前～展葉初期）：全面均一散布

グルホシネート液剤

グルホシネート0.20%
バスタ液剤0.2（2.5.17）
17581(日本農薬)，17582(ヘキストジャパン)，17583(日産化学)，17584（石原産業）
公園・庭園・駐車場・宅地・墓地等：一年生及び多年生雑草：雑草生育期：雑草茎葉散布

人 事 消 息

茨城県園芸試験場は，5月1日付で下記の住所に移転した．
所在地：〒311-32 茨城県東茨城郡美野里町大字手堤27-1
電　話：02994-8-2330，2187，2189
FAX：02994-8-2545

有光工業株式会社は，3月12日付けで，下記のとおり移転した．
住　所：〒537 大阪市東成区深江北1-3-7
電　話：06-973-2001

株式会社トーメンは，4月1日より新たに化燃事業部門を発足させ，当化学品本部を2本部編成，有機化学品本部，精密無機化学品本部とし，併せて部の名称も変更することとなった。
有機化学本部長　松井進，精密無機化学品本部長　植木良彰

日本サイアナミッドは3月1日付けで，農業本部の組織の変更を行った。
農業製品部　取締役部長　中野元晴，次長　水野達雄
環境緑化製品部部長　蓼沼　克明　技術開発部部長　窪田　幸夫

デュポン・ジャパン・リミテッドは4月1日付けで，農業関連分野の一部組織の変更を行った。従来の農薬事業部に加え新たに企画・開発部を設置した。

佐賀県では4月1日付けで，下記の機構改革があった。
佐賀県畑作試験場は，佐賀県上場営農センターと名称変更し下記のとおり移転した。
所在地：〒847-03 佐賀県東松浦郡鎮西町大字早田1471-6
電　話：0955-82-1930

（4月1日付）
管野紘男氏（北陸農試水田利用部）は派遣延長（国際熱帯農業研究所）に

（4月20日付）
岩崎眞人氏（四国農試生産環境部病害研究室）は四国農試企画連絡室総合研究テーム併任に

（6月1日付）
加来久敏氏（熱研センター研究第一部主研）は農生研遺伝資源第一部微生物探索評価研究チーム長に

（6月11日付）
百　弘氏（農薬検査所検査第二部化学課長）は同検査第一部農薬環境検査課長に
渡辺　信氏（農薬検査所検査第二部化学課検査管理官）は同検査第二部化学課長に
山下幸夫氏（農薬検査所検査第二部生物課検査管理官）は同検査第二部企画調整課検査管理官に
村川　昇氏（農薬検査所検査第一部技術調査課検査管理官）は同検査第一部農薬環境検査課併任に
内藤　久氏（農薬検査所検査第一部企画調整課検査管理官）は同検査第二部化学課検査管理官に
小峯喜美夫氏（農薬検査所検査第一部技術調査課大気調査係長）は同検査第一部農薬環境検査課土壌検査係長に
金子圭一氏（農薬検査所検査第一部技術調査課汚染調査係長）は同検査第一部技術調査課資材調査係長に
渡辺高志氏（農薬検査所検査第一部技術調査課資材調査係長）は同検査第一部技術調査課障害生物調査係長に
北村恭朗氏（農薬検査所検査第一部技術調査課）は同検査第一部農薬環境検査課へ
稲生圭哉氏（農薬検査所検査第一部技術調査課）は同検査第一部農薬環境検査課へ

協 会 だ よ り

○第46回通常総会を開催

5月25日，午後1時30分からグランドヒル市ヶ谷において第65回理事会及び第46回通常総会が開催された。出席者は131名であった。

定刻，岩本常務理事が開会を宣し，栗田理事長が開会の挨拶を行った。

【通常総会議事内容】

栗田理事長が議長となり，岩本常務理事が提出議案の説明を行い，審議が行われた結果，平成元年度事業報告及び収支決算並びに損益計算報告案，2年度事業計画及び収支予算案等はすべて原案どおり議決された．

宮崎県植物防疫協会の末永重遠理事の逝去に伴う後任理事の選出について諮ったところ，同協会の高妻達郎氏が選出され，高妻氏は即日就任した。

なお，平成2年度収支予算の概要は次のとおり。

【平成2年度収支予算】（千円）

	予算額	前年度予算額	増減
公益一般会計	281，551	363，718	△82,167
公益委託試験会計	2,417,666	2,308.650	109,016
収益事業会計	150,436	145,197	5,239
国庫委託会計	7,483	15,457	△7,974
計	2,857,136	2,833,022	24,114

学界だより

○第15回土壌伝染病談話会のお知らせ

日　時：平成2年11月1日(木)9：45～
11月2日3：00

場　所：自治会館(沖縄県市町村職員共済組合自治会館)
《那覇市旭町14　TEL.(0988-62-8181)》

日　程：

11月1日(木)講演会

沖縄の土壌病害　(沖縄県農試)渡嘉敷唯助氏

熱帯の土壌病害　(熱帯農研センター)山口武夫氏

コンニャク腐敗病，葉枯病の発生生態と防除
(群馬県農技課)林宣夫氏

メロンがんしゅ病の発生について
(九州東海大農)吉田政博氏

カボチャ台接木ウリ類の急性萎ちょう—ユウガオつる割病菌によるカボチャの萎ちょうについて—
(富山県野菜花き試)野村良邦氏

Pythium 病の発生生態と防除
(大阪府大農)一谷多喜郎氏

芝地に発生する土壌病害の特性
(香川大農)谷　利一氏

切花の土壌病害とその問題点
(千葉県暖地園芸試)植松清次氏

鉢花類の病害と防除　(栃木県農試)木嶋利男氏

11月2日(金)エクスカーション(貸切バス利用)

那覇バスセンター(9：00)→読谷村園芸地帯→南部地域→那覇バスセンター→解散(15：00)

申し込み：至急，土壌伝染病事務局(〒903-01沖縄県西原町字千原1　琉球大学農学部　植物病理学研究室内TEL(09889-5-2221(内線2831，2830)に葉書，またはFAX(09889-5-2864)で，ご連絡下さい。折り返し申し込み用紙等をお送り致します。

次号予告

次8月号は下記原稿を掲載する予定です。

特集：施設野菜栽培における害虫管理

施設野菜栽培における害虫管理：ミナミキイロアザミウマの管理　河合　章

施設野菜栽培における害虫管理：オンシツコナジラミの管理　矢野　栄二

施設野菜栽培における害虫管理：施設栽培イチゴのアブラムシの管理　根本　久

施設野菜栽培における害虫管理：ハニダの管理　井上　雅央

施設野菜栽培における害虫管理：合成性フェロモンの利用　河名　利幸・清水　喜一

ジャガイモ疫病研究の現状と問題点　佐藤　章夫

感染特異的タンパク質の分子生物学
大橋　祐子・大島　正弘

植物病原細菌の病原性遺伝子に関する最近の研究動向　露無　慎二

微生物の利用による害虫防除の現状と展望
国見　裕久

植物防疫基礎講座

ウリ科野菜の萎ちょう性病害の見分け方（3）
メロン（1）　宮田　善雄・手塚　信夫

地域特産物の病害虫（2）
ショウガの病害虫　千葉　恒夫

定期購読者以外のお申し込みは至急前金で本会へ

定価1部600円　送料51円

植物防疫
平成2年
7月号
(毎月1回1日発行)
禁転載

第44巻 第7号　平成2年6月25日印刷　平成2年7月1日発行

編集人　植物防疫編集委員会
発行人　岩本　毅
印刷所　三美印刷㈱
東京都荒川区西日暮里5-9-8

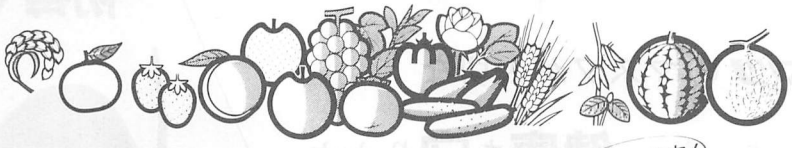
定価600円 送料51円
(本体583円)

平成2年分
前金購読料 6,720円
後払購読料 7,240円
(共に〒サービス，消費税込み)

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

広範囲の作物の病害虫防除に 日曹の農薬

―農薬は、適期・適量・安全使用―



新発売

●広範囲の病害防除に
日曹フロンサイド®水和剤

●ハダニ・スリップス防除に
日曹ノンマイト®水和剤

●乳剤タイプの水稲用新種子消毒剤
トリフミン®乳剤

●落葉果樹の病害総合防除に
ルミライト®水和剤

●セントポーリア・ガーベラの疫病に、芝・たばこの病害防除に
日曹プレビクールN®液剤

●べと病・疫病・細菌病の防除に
日曹アリエッティボルドー®水和剤

●ハダニ・アブラムシ防除に
日曹プロカーブ®水和剤

好評発売中!

○果樹・野菜の病害防除に
トリフミン®水和剤

○病害防除の基幹薬剤
トップジンM®水和剤

○果樹・野菜のハダニ防除に
ニッソラン®水和剤

○畑作イネ科雑草の除草に
生育期処理除草剤 ナブ®乳剤

日本曹達株式会社

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

豊かな収穫が見えてくる。

三共の農薬

●安定した健苗育成、苗立枯病、ムレ苗防止に
タチガレエース®粉剤 液剤

●安定した健苗育成のために……
タチガレン®粉剤 液剤

●イネ紋枯病、疑似紋枯症防除に
モンガード®粉剤DL 水和剤
（各種混合剤やゾル剤もあります。）

●水田初期一発処理剤
クサカリン®粒剤25

●野菜、茶、果樹、花木の害虫防除に
カルホス®乳剤 粉剤 微粒剤F

●粒剤タイプで省力的!
土壌センチュウ・ミナミキイロアザミウマ防除剤
バイデート*粒剤

●アブラナ科野菜の重要害虫に
三共エビセクト®水和剤

●初・中期一発処理（除草）剤
®ザークD粒剤17 粒剤25

三共株式会社 北海三共株式会社 九州三共株式会社

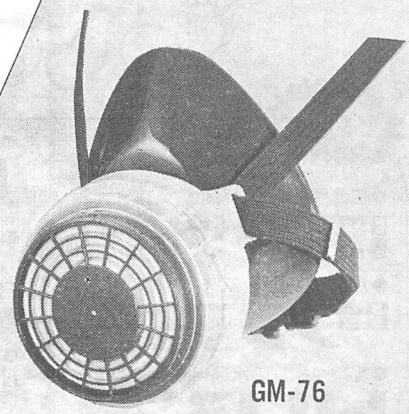
くん蒸作業・薬剤散布にシゲマツの防毒マスク

シゲマツのマスクが大切な

健康を守ります。

くん蒸作業に大好評

GM-131
隔離式防毒マスク
国検合格第45号



乳剤
粉剤の散布に

GM-76
UIHフィルタ付
直結式小型
国検合格102号

STS 株式会社 **重松製作所**

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

月刊雑誌「植物防疫」
B5判　毎号56～64ページ
充実した内容と迅速なニュース
平成2年（1990年1～12月号の12冊）
前金購読料 6,720円（税込・送料共）

農薬要覧　1989年版
農林水産省農蚕園芸局植物防疫課　監修
定価 4,400円（税込）送料 310円
B6判　666ページ

農薬用語辞典（改訂版）
日本農薬学会　監修
定価 1,442円（本体1,400円）
B6判　112ページ　**送料 210円**

社団法人
日本植物防疫協会
東京都豊島区駒込1-43-11
〒170　電話（03）944-1561
FAX（03）944-1399
振替　東京1-177867
お申込は現金・小為替・
振替などで直接本会へ

植物防疫講座　第2版
（全3巻）
各巻ともB5判　上製本
定価 3,200円（税込）
セット価格 9,000円
（税込・直販のみ）
送料サービス
病害編　（356ページ）
害虫・有害動物編　（335ページ）
農薬・行政編　（362ページ）

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

CIBA–GEIGY
研究の伝統に生きる

水稲殺菌剤
- コラトップ®粒剤5
- フジトップ®粒剤

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

水稲除草剤
- ソルネット®粒剤
- バレージ®粒剤
- クサホープ®D粒剤
- ワンオール®粒剤
- ゴルボ®粒剤
- センテ®粒剤
- イナズマ®粒剤
- ライザー粒剤
- アビロサン®粒剤
- ワイダー®粒剤
- クサノック®粒剤
- シメトリン混合剤

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

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

日本チバガイギー株式会社

アグロテック本部　〒105 東京都港区浜松町2-4-1（世界貿易センタービル34F）　☎03-435-5252

®＝登録商標

しつこい害虫（むし）も即OK!

ミナミキイロアザミウマ、コナガ、ネギハモグリバエ等

難防除害虫に卓効!

オンコル® 粒剤5

特長

1　浸透移行性：速やかに浸透移行し、植物全体を害虫から守ります。

2　残効性：残効期間が長いので、薬剤散布回数を減らすことが出来ます。

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。

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

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

おかげさまで60年

紋枯病に効きめが長く、使いやすい

モンカット®粒剤

特長

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

●使用量：10アール当り4kg ●使用適期：出穂20日前中心に使用

いもち・紋枯病が同時に防げる粒剤

姉妹品＝フジワンモンカット®粒剤

®：「モンカット」「フジワン」は日本農薬㈱の登録商標

ついに登場
手まきで
紋枯病が
防げる
粒剤

「新発売」

日本農薬株式会社 東京都中央区日本橋１丁目２番５号

"殺虫剤の概念を変えた
注目の脱皮阻害剤"

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

今、話題の

メロンのミナミキイロアザミウマにも適用拡大

デミリン®水和剤

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

モゲトン®粒剤

●花・タバコ・桑の土壌消毒剤。刺激臭がなく安心して使えます。

®バスアミド微粒剤

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

バイデン乳剤

●ボルドー液の幅広い効果に安全性がプラスされた果樹・野菜の殺菌剤。

キノンドー®水和剤 80・40

●晩柑類のへた落ち防止剤。
速効的に効く、りんご・梨の落果防止剤。

マデック乳剤

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

カソロン粒剤 6.7 4.5

アグロ・カネショウ株式会社
東京都千代田区丸の内2—4—1

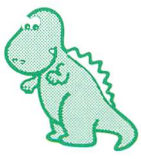
新登場

箱で余裕、イネミズ防除。

水稲初期害虫を同時防除

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

作物名	適用害虫名	10アール当り使用量	使用時期	本剤及びカルボスルファンを含む農薬の総使用回数	使用方法
水稲(箱育苗)	イネミズゾウムシ イネドロオイムシ ツマグロヨコバイ	育苗箱(30×60×3cm 使用土壌 約5Q) 1箱当り 50~70g	移植前3日~移植当日	1回	本剤の所定量を育苗箱の苗の上から均一に散布する



ガゼット®粒剤

カルボスルファン…3.0%

®は米国FMC社の登録商標です。

日産化学 FMC 原体供給元 FMCコーポレーション

力（チカラ）のウルフ

頑固な雑草に必殺一発パンチ！

大好評!!

東北向中心の 水田一発処理除草の決め手
力（ちから）と技（わざ）の ウルフ エース 粒剤25
も新登場！

話題の低コスト除草
水田一発処理除草剤

水田除草 新時代

農協・経済連・全農

自然に学び 自然を守る
クミアイ化学工業株式会社

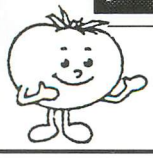
ゆたかな実り＝明治の農薬

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

オリゼメート粒剤

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

カッパーシン水和剤



Meiji 明治製菓株式会社
104東京都中央区京橋2-4-16