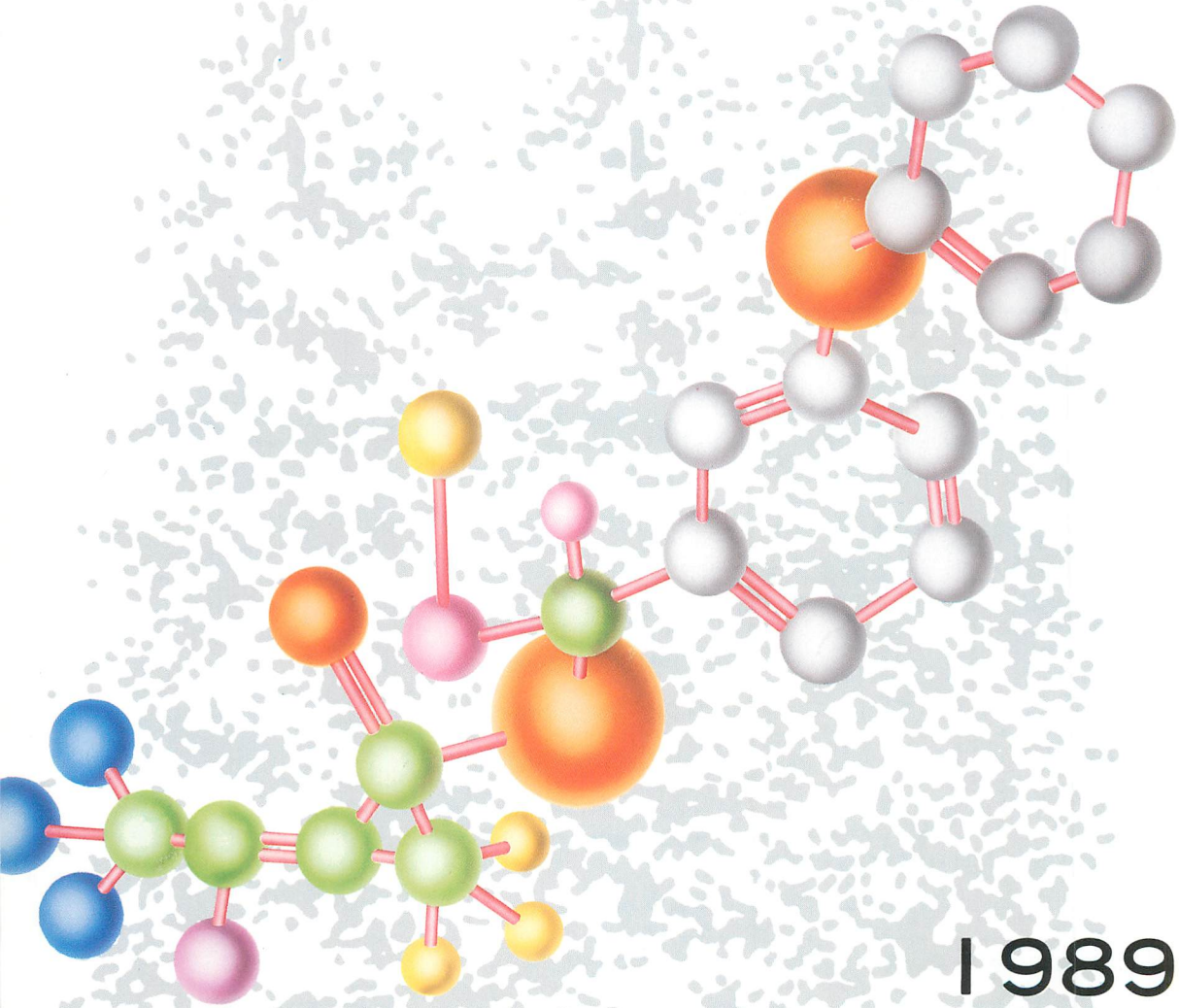
ISSN 0037-4091

植物防疫



1989
6
VOL 43

特集　イネいもち病の多発生

りんごの病害防除に！

＊適用拡大になりました。

*赤星病／黒点病／*黒星病
斑点落葉病／*すす点病／*すす斑病

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

土壌調査，植害テストおよび土壌・肥料・植物などの依頼分析

〈正確・迅速〉

● 土壌調査，植害テスト
開発地などの土壌調査，土壌図作成および
汚泥など産業廃棄物の植害テスト

● 依頼分析
植栽地・緑地の土壌や客土の物理性・化学性分析
農耕地やその他土壌の物理性・化学性分析
および粘土鉱物の同定
考古学分野における遺跡土壌の化学分析
植物体の無機成分分析
各種肥料の分析
土壌汚染物質の分析
水質および産業廃棄物の分析

● 花粉・微化石分析調査
古環境，地質時代の解明に顕著な実績を
あげています

● 岩石薄片作製・顕微鏡鑑定・X線回折

● 岩石切断・整形・特殊加工

パリノ・サーヴエイ株式会社

地質調査業者　質 0－982
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２－１三井ビル本館増築部５･F
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

全国の米どころの答えです。

すぐれた除草力を実証したDPX-84剤。これまでにない
効きめだ…使いやすい…と全国の米どころで大好評です。

水田除草に新しい時代をひらいたDPX-84剤※

水田除草、新時代。

プッシュ®粒剤
ウルフ粒剤
®ザーク粒剤
ゴルボ®粒剤
コジクラス®粒剤

（登録番号順）

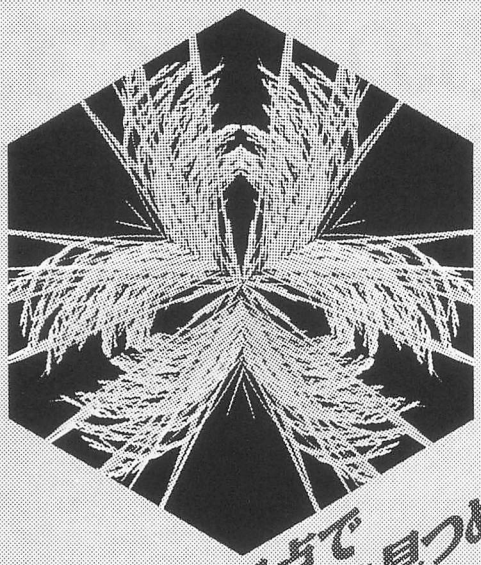
※DPX-84の一般名はペンスルフロンメチル。

デュポン ジャパン

DUPONT

デュポン ジャパン リミテッド 農薬事業部
〒105 東京都港区虎ノ門2-10-1 新日鉱ビル―デュポンタワー TEL.(03)224-8683

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。



いろいろな視点で
収穫を見つめて。

ホクコーの主要いもち防除剤
カスラブサイド® 粉剤DL 水和剤 フロアブル
オリゼメート®粒剤

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・籾枯細菌病・ウンカ類・
カメムシ類防除に!
カスラブ®トレボン® 混合粉剤DL

イネミズゾウムシ防除剤
シクロサール®U粒剤2

水稲倒伏軽減剤
セリタード®粒剤

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

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。

誘引剤 ベイト剤

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

昭和63年に多発した稲こうじ病

藤田佳克・園田亮一両氏原図（本文21ページ参照）

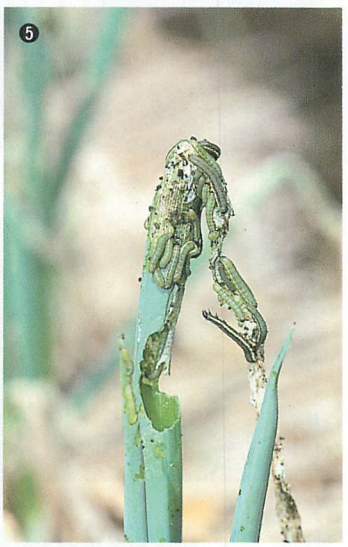
◀稲こうじ病発生状況

▲同病菌菌核

▼同病菌の子実体

シロイチモジヨトウの被害と防除

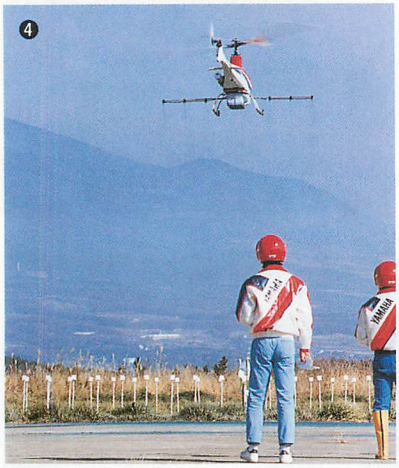
高井幹夫氏原図（本文25ページ参照）

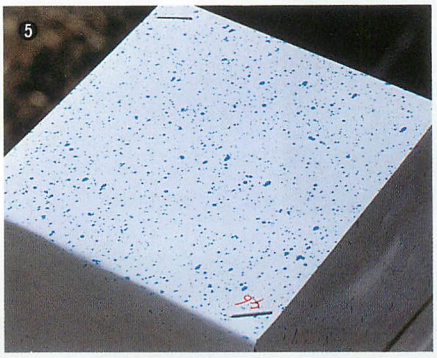


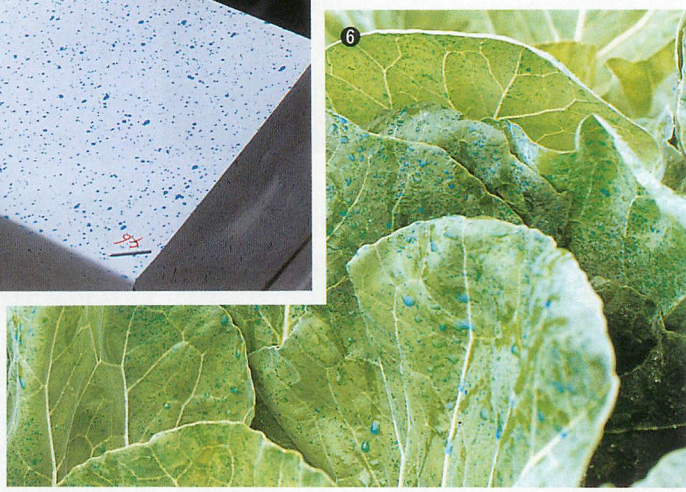
❶成虫
❷老齢幼虫
❸卵塊
❹ネギの被害
❺ネギ頂部を加害する3～4齢幼虫
❻ネギの被害圃場

産業用無人ヘリコプターによる薬剤散布

市川良平氏原図（本文29ページ参照）







❶水田に薬剤散布中のRCヘリコプター（長野・更埴市）
❷キャベツ畑に散布中のRCヘリコプター（群馬）
❸現地において作業準備完了の状況
❹散布テスト中のRCヘリコプターを操作するオペレーター（農林航空技術センター）
❺調査紙への付着状況
❻葉裏面への付着状況例（散布液に着色剤を添加して調査する）
❼散布終了後、調査紙・水稲株ポットの回収状況（宇都宮市）

カンキツウイルス病の検定方法(2)

加納 健氏原図（本文54ページ参照）

◀カンキツタターリーフウイルスのラスクシトレンジでの症状

▼直接ナイフ接種法によりカンキツエクソコーティスウイロイドが伝染し、発病したビロードサンシチ（左）．右は無接種．

◀カンキツトリステザウイルス・シードリングイエローズ系統を接ぎ木接種したサワーオレンジ実生苗（右側の3本）．左端が無接種．接種約15か月後（未発表データより）

植物防疫

Shokubutsu boeki
(Plant Protection)

第 43 巻 第 6 号
平成元年 6 月号

目 次

特集：イネいもち病の多発生

昭和 63 年度東北地域におけるいもち病多発生の要因解析……八重樫博志…… 1
昭和 63 年度宮城県におけるいもち病多発生の要因解析……三浦 喜夫…… 5
昭和 63 年度福島県におけるいもち病多発生の要因解析……橋本 晃……10
昭和 63 年度関東東山地域におけるいもち病多発生の要因解析……林 長生・吉野 嶺一……14
昭和 63 年に多発した稲こうじ病……八重樫博志・藤田 佳克・園田 亮一……21
ネギにおけるシロイチモジヨトウの被害と防除……高井 幹夫……25
産業用無人ヘリコプターによる薬剤散布——開発の経緯と現地試験の結果について——……市川 良平……29
性フェロモンによるコナガの防除……大林 延夫・清水 喜一・岩田 直記・永田 健二……35
合成性フェロモンによるウメのコスカシバ防除……青野 信男・夏見 兼生・湯川 良夫……39
ネダニ類の警報フェロモン……桑原 保正……43
鱗翅目昆虫の性フェロモンの生産と反応性における個体変異と系統変異……小野 知洋……47
海外ニュース：ネパールでの果樹病害虫，とくにカンキツグリーニング病とミカンキジラミについて
大竹 昭郎……53

植物防疫基礎講座
果樹ウイルス病の診断法の実際 (2) カンキツウイルス病の検定方法 (2)……加納 健……54
果樹類に寄生するカイガラムシ類の見分け方 (5)……河合 省三……59
新しく登録された農薬（元．4．1～4．30）……34, 42, 52
中央だより……24　お知らせ……9
人事消息……13　新刊紹介……38
次号予告……4

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

●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

●もち病・網もち病・炭そ病などに
®バイエルボルドウ〔クプラビットホルテ〕

●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

●アスパラガス・馬鈴しょの雑草防除に
®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

新しい時代の新しい殺虫剤

タケダ

新発売

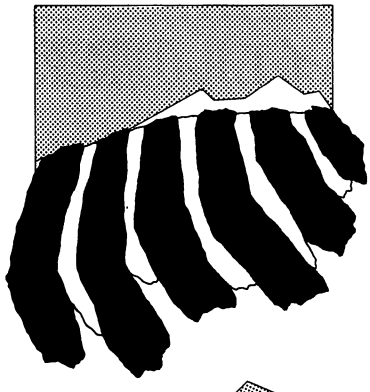
農薬は正しく使いましょう

●ちゃ・てんさいの害虫に

ボルテージ®水和剤

特　長

●鱗翅目、甲虫目、半翅目の各種害虫に有効です。
●特にハマキムシ類や、ヨトウムシ類に対し抜群の効果を発揮します。
●老令幼虫にも有効で、また残効性が優れています。

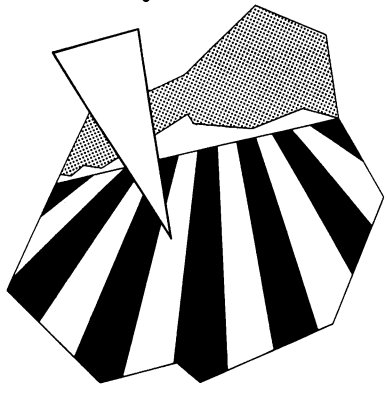


●キャベツ・はくさい・ちゃの害虫に

メラード®水和剤

特　長

●異なる2つの殺虫作用により、総合的に優れた防除効果を発揮します。
●キャベツ・はくさいのコナガ、ヨトウムシ、ちゃのチャノホソガ、ヨコバイに有効です。
●他剤に対し感受性が低下したコナガにも有効です。



●キャベツ・はくさい・ちゃの害虫に

ピクラン®水和剤

特　長

●キャベツ・はくさい・ちゃの各種害虫に、総合的に優れた殺虫力を発揮します。
●速効的で残効性が長く、高い殺虫効果があります。

武田薬品工業株式会社　アグロ事業部　東京都中央区日本橋2丁目12番10号

特集：イネいもち病の多発生〔1〕

昭和 63 年度東北地域におけるいもち病多発生の要因解析

農林水産省東北農業試験場　八重樫（やえがし）　博志（ひろし）

はじめに

昭和 63 年の東北地方の稲作は，冷害と病害に見舞われ，前年比で 57 万 t あまりの収穫減となった。これはほぼ秋田県の収穫高に匹敵する量である。病害では穂いもちの発生が顕著で，被害総額に占める本病の割合は決して少なくない。本地域におけるいもち病の発生は昭和 56 年以降漸減の傾向にあったが（図-3），特に過去4年間はきわめて少発生に経過した。昭和 59～62 年と豊作が続いたときには，好天続きと農薬の卓効により菌密度が年々低下し，いもち病が大発生するようなことは今後ないのかもしれないとする見方さえあった。一部には，本病少発生の原因解析こそ今後の研究課題であろうとする意見が聞かれたほどである。確かに現在の技術をもってすれば，少なくとも平年時にはさしたる問題もなく防除できる段階にきているといってよいだろう。しかし，ひとたび異常気象に遭遇すると話は別である。そこで，ここでは顕在化した問題を整理し，今後の対策に結びつけることとしたい。

I 気象経過

昭和 63 年の暖候期の気象は記録ずくめであったが，その経過は同じ東北管内でも地域により著しく異なった。

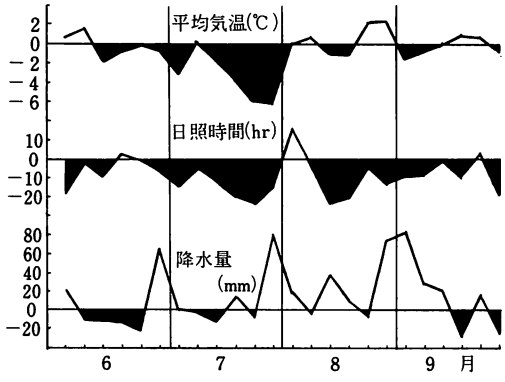


図-1　昭和 63 年仙台市における気象半旬別平年差
（昭和 63 年水陸稲作柄及び被害概要，作物統計調査執務参考資料から作成）

仙台管区気象台の報告がそれを端的に示している。5月下旬から7月末にかけてオホーツク海高気圧が強まり，冷湿な北東気流が入ったため，太平洋側では曇りや雨の日が多くなった。特に7月中～下旬は顕著な低温と日照不足になり，太平洋側では7月の月平均気温と日照時間が観測史上最低（少）となった所が多かった。8月上旬は晴れて暑くなったが，中～下旬には東北南部や太平洋側を中心に雨の日や降水量がともに多くなった（図-1）。しかし，日本海側では8月に秋田で観測史上第2位の高温を記録するなど，太平洋側とは際立った違いをみせた。9月は典型的な秋雨型の天気が続いたため，日照不足は回復せず，福島県白河の日照時間が観測史上最少となるなど，太平洋側は依然として寡照に経過した。

II いもち病の発生概況

昭和 63 年の東北地方は，北部を除く太平洋側地域を中心にいもち病が多発し（図-2），岩手県，宮城県及

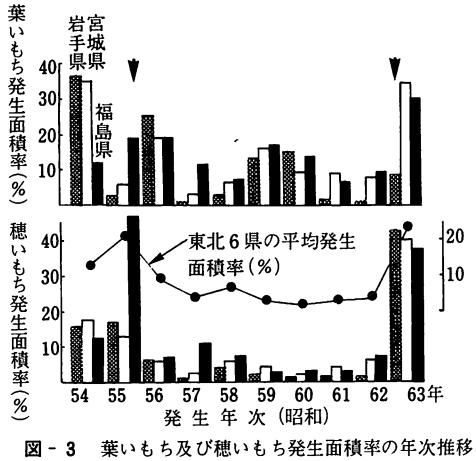
図-2　昭和 63 年の穂いもち発生分布
県別アンケート調査に基づいて作成したので県間相互を比較できない面がある。

An Epiphytotic of Rice Blast in Tohoku District in 1988.　By Hiroshi YAEGASHI

び福島県の穂いもち発生面積はそれぞれ平年時の684%，616 %及び345%となった。しかし，東北北部及び日本海側地域では葉いもち・穂いもちとも発生面積が多くなく，少～平年並みの発生にとどまった。7月の低温・寡照ならびに8～9月の長雨と寡照に遭遇した地域に穂いもちが多発したという点では冷害被災地とおおむね一致したが，冷害といもち病の発生地帯は必ずしも重なり合うわけではなく，両者の発生分布には微妙な違いがみられた。つまり，冷害は岩手県北部及び青森県の太平洋側ならびに福島県の山間高冷地などでも広く認められたが，これらの地域にはいもち病少発生の事例が少なからず認められた。穂に対するいもち病菌の侵入は平均気温22℃で減少し始め，19.8℃が限界（中村，1972）とされているのに対し，障害型冷害などはこれより低い温度で起こるとされている。一般に，いもち型冷害は19～24℃の温度範囲で起こるとされており（茂木，1977），それ以下の温度域では，冷害はあっても穂いもちは発生しない可能性が高い。冷害といもち病の発生分布が完全には一致しない理由の一つは，ここにあると推察される。

図－2から明らかなように，穂いもちは岩手，宮城及び福島の3県で多発した。しかし，これらの地域においても穂いもちの発生は必ずしも一定ではなく，地帯あるいは水田により明りょうな差が認められた。微細気象のわずかな差異や品種の違いなどが影響しているものと思われる。

いもち病発生経過のもう一つの特徴は，葉いもち初期発生量が少～平年並みであったにもかかわらず，生育後期になって急増し，止葉や次葉に多発した大型病斑が穂いもちへの伝染源となって爆発的にまん延したということである。このことは，穂いもちが激発している割にはズリコミ症状を呈していない水田が少なからず見受けられたことなどからも推察される。葉いもち発生量に比較して穂いもち発生量が著しく多い例は，昭和63年の岩手県の場合にみられるが，同様の事例は昭和55年の福島県及び岩手県の場合にも認められている（図－3）。異常低温と日照不足がイネのいもち病抵抗力を弱め，その後の長雨と寡照が本菌の感染に好適であったためと思われる。以上のことは，たとえ第一次伝染源が少なくても，環境条件次第によっては伝染源が短期間に急増し，爆発的大発生を引き起こしうることを示している。



図－3　葉いもち及び穂いもち発生面積率の年次推移
矢印：葉いもちと穂いもちの発生程度が異なる例

Ⅲ　作付品種と生育経過

昭和63年に作付けされた東北各県の上位3品種は表－1に示すとおりである。この表から，愛知旭型（*Pi-a*）の品種が全体の7割近くを占めていること，及び*Pi-i*を持つ品種：「あきたこまち」と「初星」が秋田県と福島県に比較的多く作付けされていることの二つが特徴としてあげられる。なかでもササニシキは青森県を除く5県の主要品種であり，その作付率は東北全体の36%，宮城県においては80%に達している。これらはいずれも消費者の良食味指向を反映した数値ということになろうが，一般に良食味品種の多くはいもち病に弱いので，この点の克服が急務とされる。

育苗期から5・6月ごろまでの生育初期はおおむね天候に恵まれ，イネの生育は順調に経過した。しかし，7月中・下旬の異常低温・寡照により生育が全般に抑制さ

表－1　東北各県主要品種のいもち病真性抵抗性推定遺伝子型と作付面積率

県	品種	真性抵抗性推定遺伝子型	作付率（%）
青森	アキヒカリ	*Pi-a*	68.0
	むつほまれ	*Pi-a*	10.0
	ムツホナミ		6.5
岩手	ササニシキ	*Pi-a*	32.2
	コガネヒカリ	*Pi-a*	18.5
	アキヒカリ	*Pi-a*	16.7
宮城	ササニシキ	*Pi-a*	80.0
	サトホナミ	*Pi-a*	6.9
	ササミノリ	＋	6.4
秋田	あきたこまち	*Pi-a*・*Pi-i*	33.4
	キヨニシキ	*Pi-a*	29.7
	ササニシキ	*Pi-a*	16.7
山形	ササニシキ	*Pi-a*	62.8
	キヨニシキ	*Pi-a*	19.2
	はなひかり	*Pi-a*・*Pi-i*	2.8
福島	コシヒカリ	＋	27.0
	初星	*Pi-a*	24.5
	ササニシキ	*Pi-a*	20.5

表－2　宮城県で分離されたレースとその数
（園田ら，1989）

品種	真性抵抗性推定遺伝子型	レース			
		003	007	013	033
ササニシキ	*Pi-a*	29		1	
ササミノリ	＋	3			
サトホナミ	*Pi-a*	2			1
チヨホナミ	*Pi-a*	1			
東北 138 号	*Pi-a*	2			
フジミノリ	*Pi-a*	2			
不明		15	1	1	1
計		54	1	1	2
（%）		(93)	(2)	(2)	(3)

れたことから，出穂期が平年時より3～6日ほど遅れ，しかもダラダラ出穂となった。特に福島県の中通り・浜通り地帯でその傾向が顕著であった。こうしたことから，太平洋側地域を中心に障害不稔が多発し，また，出穂期以降の天候不順により稔実歩合も低下した。このほか日照不足のときにはイネの合成能力が衰え，吸収した窒素をタンパク質に合成する力が低下するため，遊離のアミノ酸・アミドが多くなり，イネのいもち病抵抗力を弱める結果となる。昭和 63 年の場合はこうしたことも穂いもち多発の誘因になったと思われる。以上の生育経過により，東北各県の作況指数は青森：86，岩手：87，宮城：75，秋田：93，山形：92，福島：77 となり，東北全体では作況指数 85 の「著しい不良」となった。

Ⅳ　レースの分布状況

穂いもちが多発した地域のうち，宮城県と福島県でレース分布調査を行った。宮城県では9月9日～10 月 6 日の間に4市 10 郡の 44 地点から罹病穂を採集し，合計 58 菌株を分離してレース検定を行った。表－2 から明らかなように4種類のレースが分離されたが，レース 003 が圧倒的に多く，全体の 93％を占めた。昭和 63 年の宮城県の品種作付面積率は 90％以上が愛知旭型品種（*Pi-a*）で占められており，このことがレース構成を単純化しているものと思われる。岩野ら（1984）は，昭和 57 年と 58 年に同県のササニシキ単一栽培地域及び多品種栽培地域のレース分布調査を行い，作付品種の真性抵抗性遺伝子型が単純な地域においては，分布レースの種類もきわめて単純であること，及び愛知旭型品種（*Pi-a*）上での増殖にはレース 003 が最も適していることを指摘しているが，今回の調査はこれを裏付ける結果となった。

表－3　福島県で分離されたレースとその数
（園田ら，1989）

品種	真性抵抗性推定遺伝子型	レース				
		003	007	033	037	037－b^+
コシヒカリ	＋	2	8	1	1	
初星	*Pi-i*		10			
あきたこまち	*Pi-a*・*Pi-i*		2			
アキヒカリ	*Pi-a*	2	1			3
キヨニシキ	*Pi-a*	1	1			
チヨニシキ	*Pi-a*		2			
ハマアサヒ	*Pi-a*・*Pi-i*					2
	Pi-k・*Pi-b*					
不明		2	14			
計		7	38	1	1	5
（%）		(13)	(73)	(2)	(2)	(10)

福島県では，9月 10 日～10 月 8 日の間に2市6郡の 26 地点から採集した合計 52 菌株についてレース検定を行った。分離レースは 003，007，033 及び 037 で，037 の中には *Pi-b* を持つ品種：ハマアサヒを侵害できるレース 037－b^+ もあった（表－3）。レース 007 の分離頻度が最も高く，全体の 73％を占めた。昭和 55 年にはレース 003 が最も多く，007 は 10％に過ぎなかった（進藤ら，1982）が，今回の調査結果はこれと大きく異なった。これは作付品種の遺伝子構成の変化に起因するものと思われる。すなわち，昭和 55 年には *Pi-i* を持つ品種が全体の 0.2％しか作付けされていなかったのに対し，昭和 63 年には良食味品種：初星が 24.5％も作付けされるようになり，これに伴ってレース構成も変化したものと思われる。さらに注目すべきことは，福島県の場合は *Pi-i* を持たない品種からもレース 007 が分離されていることである。初星に多発したいもち病菌が周囲の他品種に伝播したものと推察される。このことはハマアサヒ侵害菌：037－b^+ の伝播調査の結果からも類推される。ハマアサヒは真性抵抗性遺伝子 *Pi-a*・*Pi-i*・*Pi-k*・*Pi-b* を持つため，これを侵すレースはきわめてまれにしか分布していない例が多い。つまり，一種のマーカーとして利用できるので，ハマアサヒ栽培地点から 15m あるいは 3 km 離れた水田のアキヒカリ（*Pi-a*）から罹病穂を採集し，そのレースを調べてみた。近接水田からはレース 037－b^+ だけが，また，3 km 離れた水田からはレース 037－b^+ と 003 が分離された。*Pi-b* を持つ品種はほかに作付けされていないので，このレース 037－b^+ は 15m あるいは 3 km 離れた地点のハマアサヒ由来のものである可能性が高い。このことからも，初星由来のレース 007 が周囲にまん延したものと推察される。

Ⅴ　防除の実態

表－4　注意報及び警報の発表月日

県	注意報 1	注意報 2	注意報 3	警報
青森				
岩手	7.12 葉	7.22 葉	8.12 穂	
宮城	7.20 葉	7.28 葉・穂	8.1 穂	9.7 穂
秋田	7.16 葉	7.27 穂		
山形	7.26 葉			
福島	7.20 葉	7.29 穂	8.23 穂	9.3 穂

葉は葉いもち対象，穂は穂いもち対象

表－5　東北各県の平均薬剤防除実施回数

県	葉いもち	穂いもち	(計)
青森	0.1	1.6	(1.7)
岩手	0.5	2.4	(2.9)
宮城	2.4	2.9	(5.3)
秋田	1.1	1.5	(2.6)
山形	1.2	2.8	(4.0)
福島	0.9	2.6	(3.5)

北海道・東北地区植物防疫事業検討会資料から算出.

昨年，宮城県と福島県では穂いもちに対して警報を出し（表－4），徹底防除を喚起した。各県の平均薬剤防除実施回数は表－5に示すとおりであるが，宮城県角田市のようないもち病多発地域では平均6回以上の散布を行っており，それでも防ぎきれなかった所が少なくない。一般に航空散布による防除が多く，例えば宮城県及び福島県では，それぞれ62％及び68％を航空防除に依存している。適期に散布されている限りにおいては，空散の効果が表れているが，異常気象により出穂期が大幅にずれた場合などには，飛行スケジュールの変更が容易ではないだけに問題が残る。また，昨年のように降雨日の多いときには，散布薬剤の流亡による効果減退も免れない。このように異常気象下の薬剤防除には多くの困難を伴うことになるが，同一条件下にあっても被害程度の異なる水田がみられるなどの例もあり，補完防除を適切に行うなどの処理が必要と思われる。

おわりに

今回の穂いもち多発の主要因は，なんといっても天候であるが，近年，少発生に経過したことによりいくぶん気の緩みがあったことも否めない。社会的，経済的状況の変化に伴ったことではあるが，品種構成の単一化や作業の同時化などに起因するいくつかの問題点が顕在化してきたように思われる。防除技術が向上してきてはいるが，天候次第によって意外なもろさを露呈する結果となりかねない。良食味で抵抗性の品種育成とその利用技術の確立，異常気象下における防除技術の確立及び穂いもち発生予察法の確立などについて，今後一層の努力が必要である。

今回の調査では，東北各県の担当者各位に多大のご協力をいただいた。心からお礼申し上げる。

引用文献

1）岩野正敬ら（1984）：北日本病虫研報　35：29～31.
2）茂木静夫（1977）：農及園　52(6)：745～749.
3）中村啓二（1972）：広島農試報告　31：11～29.
4）進藤敬助ら（1982）：北日本病虫研報　33：15～17.
5）園田亮一ら（1989）：同上（投稿中）.

次号予告

次7月号は下記原稿を掲載する予定です。

特集：ハダニ類

最近におけるハダニ類の分類研究の進展　江原　昭三
ハダニ類の変異――タンパク分析によるアプローチ――　刑部　正博
ハダニ類の薬剤抵抗性の機構――遺伝的特性を中心に――　井上　晃一
ハダニ類の天敵　浜村　徹三
ハダニ類の合成ピレスロイド剤によるリサージェンスと防止対策　古橋　嘉一・森本　輝一
ハダニ防除のためのシミュレーションの利用――現状と将来――　斉藤　裕
アズキ立枯病とその病原菌　近藤　則夫・児玉不二夫
ネギ属植物におけるニンニク潜在ウイルスの発生　佐古　勇
昆虫の日齢推定法　望月　淳
農薬製剤の CIPAC 分析法(1)　百　弘
海外ニュース：ケニア園芸開発計画における作物保護分野の活動　工藤　晟
植物防疫基礎講座
農林害虫としてのキジラミ類の見分け方(2)　宮武　頼夫
果樹ウイルス病の診断法の実際(3)
ブドウウイルス病の検定方法　寺井　康夫

定期購読者以外のお申込みは至急前金で本会へ
定価1部 597 円　送料 51 円

特集：イネいもち病の多発生〔2〕

昭和 63 年度宮城県におけるいもち病多発生の要因解析

宮城県農業センター　三浦喜夫（みうらよしお）

昭和 63 年の宮城県における水稲作況指数は 75 と全国最低の作況であった。この原因は6月下旬から7月下旬まで続いた異常低温と極端に少なかった日照，連続した降雨による登熟不良によるものであるが，加えて，減数分裂期に遭遇した低温による障害不稔の多発といもち病，特に穂いもちの激発による減収が大きく影響した。

特に本県の水稲作付面積の 80%（昭和 63 年度）を占めるササニシキは，元来いもち病抵抗性は弱く，本県のいもち病多発年における主な原因の一つはこのササニシキの作付率の高さにあるといわれる。しかし，近年の米生産過剰基調と自主流通米制度の浸透から，良食味品種としての評価が高く，安定した販路を確保しやすいササニシキの作付率はますます上昇する傾向にある。

このような状況下で毎年強化される減反政策は，農家の米生産意欲を減退させ，病害虫防除も省略的・共同防除依存型へ転じつつある。このことが異常冷夏と重複していもち病による被害を一層大きくしたとみられる。

本県におけるいもち病の発生状況については，既に石垣（1989）によって本誌に報じられているので，本稿ではいもち病の多発生を招いた要因について解析したい。

I　予察圃におけるいもち病発生経過

県農業センター予察圃（名取市）における葉いもち発生経過をみると，ササニシキ標肥区の初発は7月3日で，初発後の病勢進展は急速であった。特に7月第四半旬から第六半旬にかけての病勢進展は著しかった（図-1）。

さらに，出穂期（県平均出穂最盛期8月 15 日）後も病斑面積率の拡大がみられ，この傾向は8月第五半旬まで続いた。

このような病勢進展は上位葉の発病によるもので，ササニシキの上位2葉の発病葉率 3.8% は前年の 0.42% を大きく上回るものであった（表-1）。この発生終期の遅れはそのまま穂いもちへの伝染源と連なる形になった。

穂いもちの発生は，県内の出穂期が平年より4日遅れとなったこともあるが，初発は8月 25 日で前年より8日遅かった。しかし，9月第一半旬から第二半旬にかけての穂いもち発生量の急増は，同じく穂いもちの多発年となった昭和 51 年より急激で，このような状況は県下一円で認められた現象であった（図-2）。

表-1　予察圃における上位2葉の発病状況
（宮城県農業センター）

区	品種名	調査月日	上位2葉の発病葉率(%)	株当たり病斑面積率(%)
標肥区	ササニシキ	8. 8	0.38	0.47
		8. 25	3.8	0.75
	チヨホナミ	8. 8	1.07	1.39
		8. 25	6.9	1.64
	ササミノリ	8. 8	0	0.10
		8. 25	1.3	0.08
	サトホナミ	8. 8	0.05	0.11
		8. 25	1.1	0.14
標肥	ササニシキ	62 年8月 8 日	4.1%	0.204%
	〃	〃 8月 19 日	0.42	0.06

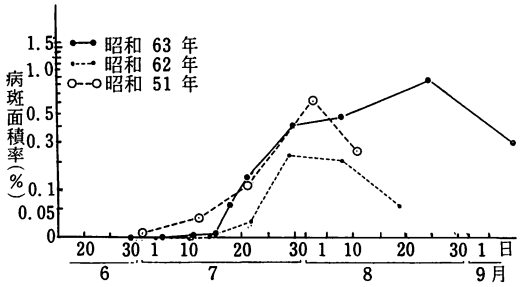


図-1　予察圃における葉いもち病斑面積率の推移（宮城県農業センター，ササニシキ・標肥区）

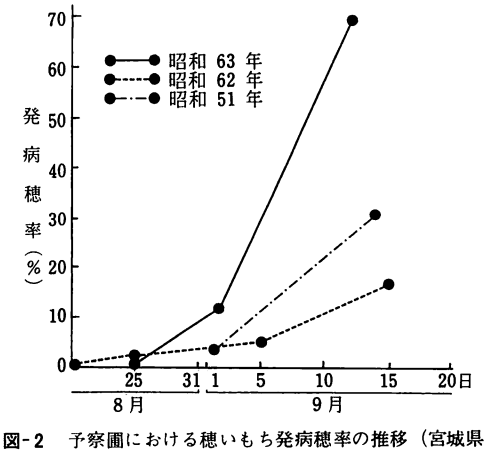


図-2　予察圃における穂いもち発病穂率の推移（宮城県農業センター，ササニシキ・標肥区）

An Epiphytotic of Rice Blast in Miyagi Prefecture in 1988.　by Yoshio MIURA

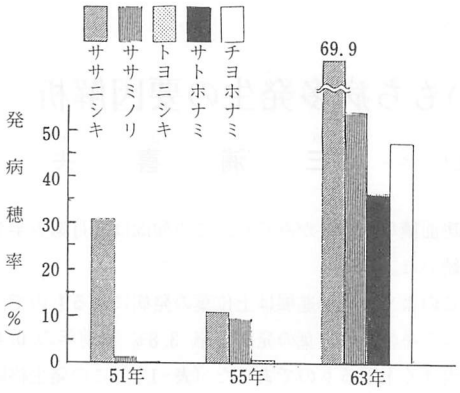


図-3　穂いもちの品種別発病状況（宮城県農業センター・予察圃）

なお，予察圃の品種別穂いもち発病穂率（首いもち＋枝梗 1/3 以上）は，ササニシキが 69.9% と他の品種より著しく高かったが，例年発病穂率の低いササミノリ，サトホナミもかなり発病した（図-3）。

Ⅱ　多発要因としての気象

昭和 63 年は近年にない異常気象であったため，特徴的な気象経過が多く出現したが，その中でも特に7月中～下旬の異常低温・寡照，8月 28～31 日にかけての大雨，6～9月の連続4か月に及ぶ日照不足は水稲の生育に大きく影響し，また，いもち多発生の要因ともなった。

1　7月中～下旬の低温・寡照

7月上旬はやや低い気温であったが，中～下旬はかなり低かった。特に7月下旬の旬平均気温は 17.9℃ で平年より 6.4℃ も低く，仙台管区気象台が観測開始した昭和2年以来第1位の低温であった。日最低気温 17.0℃ 以下の日が7月 18～31 日と 14 日間も続き，25 日には 14.6℃（平年差 −6.2℃）を記録した。また，曇りや雨の日が多かったため，日中の気温も上がらず，日最高気温が平年より7℃ 以上低い日が7月 19 日から 29 日まで続いた。この間内陸部での冷え込みは仙台よりも厳しかった。

梅雨明けは平年より 10 日遅れの7月 31 日で，7月の月平均気温は仙台で平年より 3.6℃ 低く（観測史上第2位），石巻では同 3.1℃ 低かった（同第1位）。

2　6～9月の連続4か月の日照不足

6月から9月にかけては曇りや雨の日が多く，著しい日照不足となった。仙台での日照時間は6月 102.6 時間（平年比 75%），7月 31.9 時間（同 25% で史上第1位），8月 97.4 時間（同 65%），9月 71.2 時間（同 60%，史上第5位）と4か月連続の日照不足で，特に7月と9月の日照不足は記録的であった。

3　降雨日数多く，降水量多

6～9月の旬別降水量（仙台）を平年と比較すると，6月中旬 52%，7月上旬 94%，9月下旬 83% のほかはどの旬も 109～297% と平年を上回る降水量を示し，特に7月下旬，8月中旬～9月上旬は平年の2～3倍の降水量であった。また，仙台での7月の降雨日数は 28 日にも及ぶなど，雨の多い期間が長期にわたった。

4　アメダス（AMeDAS）による葉いもち感染好適日数

越水（1988）の創案になるアメダスを利用した葉いもち感染好適日の推定方式は各県で採用され，いもち病の発生予察情報に有用な資料として活用されている。この方式は本県においても昭和 58 年から活用しているが，昭和 63 年の県内 18 地点でのアメダスで葉いもち感染好適日の出現頻度をみてみると，感染可能日も含めた感染好適日は6月第一半旬から認められ，第三半旬にはかなりの地点で感染好適日が出現していた（図-4）。

6月第一半旬の感染好適日出現は県南部の白石，亘理，丸森と県北部平たんの大衡，西部丘陵の川渡（鳴子町）であり，県南部の葉いもち初発が6月9日（丸森）と早かった（表-2）こととよく符合した。また，6月第三

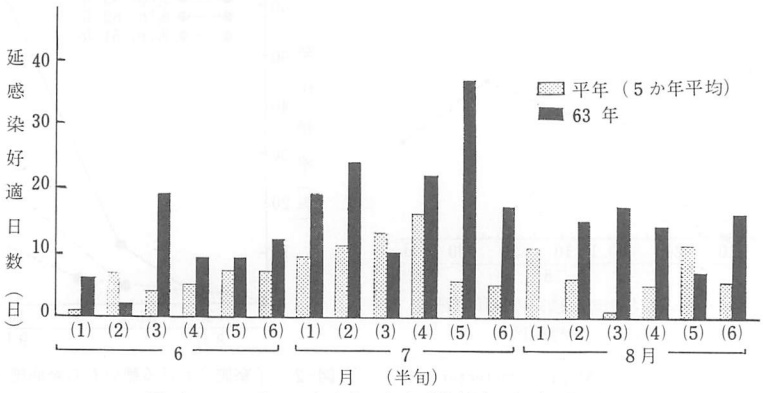


図-4　アメダスによる葉いもち感染好適日数出現頻度

表-2　昭和 63 年度葉いもち発生時期一覧

地方名	初発場所	発生初期			全般発生期		発生最盛期		発生終期	
		本年	前年差	平年差	本年	平年差	本年	平年差	本年	平年差
大河原	丸森町舘矢間	6.9	− 2	− 9	7.9	− 3	7.19	− 3	8.15	+ 7
仙台	富谷町大亀	6.30	− 2	+11	7.20	+ 5	7.30	+ 2	8.19	+ 1
古川	松山町下伊場野	6.16	−15	− 5	7.6	− 8	7.14	−10	8.21	+11
築館	築館町遠ノ木	6.21	− 4	− 1	7.7	− 4	7.14	− 6	8.21	+ 9
迫	豊里町大曲	6.25	−15	− 2	7.13	− 2	7.23	− 3	8.24	+12
石巻	河南町和淵	6.20	−22	− 8	7.9	− 6	7.20	− 5	8.20	+ 7

県初発生日　6月9日，　前年差　−2日，　平年差　−1日

半旬には県内各地で感染可能日となり，この時期に感染したものが各地方の初発生となった。また，7月第一，二半旬の感染好適日も，その出現頻度は平年（昭和 58〜62 年平均）を大きく上回っており，県内各地の全般発生期の感染に該当するものとみられる。

仙台地方の葉いもち発生面積率は 22.1% と県南部大河原地方の 48.7%，県平均の 40.0% と比較して少ないが，仙台での感染好適日出現頻度が他の地方に比較してきわめて少なかったこととよく符合した（図-5）。

7月第五半旬には感染好適日の出現がピークに達し，その出現頻度は平年の 10 倍近くになった。これが葉いもちの上位葉感染を促し，8月第二〜第四半旬の感染好適日は各地の出穂期に当たっており，穂いもち発病に好条件であったと推測される。また，8月第六半旬のそれは穂いもちの後期発病を助長した。

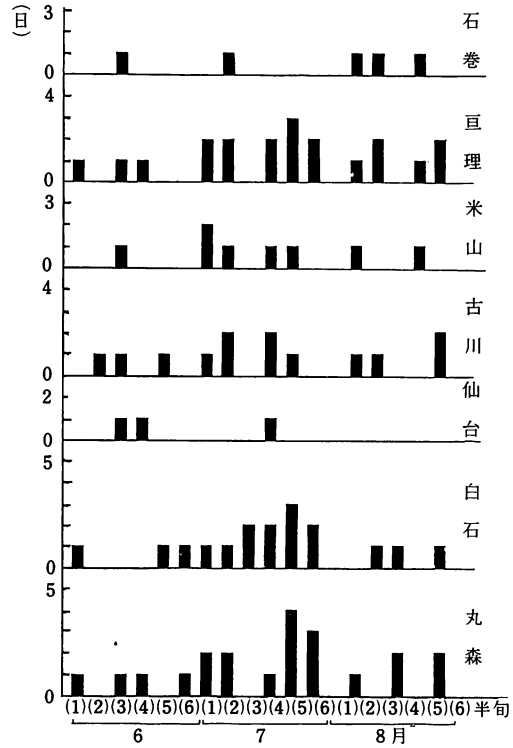


図-5　葉いもち感染好適日の地域別出現頻度

以上の気象経過をみると，吉野ら（1974）が報告した遮光処理除去後のいもち病多発化や鈴木（1984 a，b）による出穂前の低温遭遇による穂いもち抵抗力の低下現象などは，ことごとく本県のいもち病多発の要因と合致することがうかがえる。

Ⅲ　品種構成がいもち病発生に与えた影響

本県における主要品種の作付率（昭和 63 年）は，ササニシキ 80.0%，ササミノリ 6.4%，サトホナミ 6.9%，残りはみやこがねもちとその他の品種で，他県と比較して品種構成は著しく単純である。

本県におけるササニシキの作付率は昭和 51 年 59.9% から 63 年 80.0% と年々増加しているが，これは“うまい米のササニシキ”という消費動向を強く意識したものであり，昭和 59 年以降の豊作といもち病の少発傾向が一層拍車をかけた結果である。

ササニシキはいもち病に対してきわめて弱い品種であるが，本年いもち病で大きな被害を受けた県南部の角田市の場合，昭和 51 年の作付率 37.3%，62 年 45.3% と増加し，63 年には 62.0%，前年比 137% の急増であった。このような急激なササニシキの作付増加は，いもち病に強いササミノリ主体の栽培に慣れていた農家にとって，いもち病防除の対応面で問題を残した地域であった。

一方，地域によっては異常低温による障害不稔の多発生が収量低下に大きく影響した。県内 60 か所の生育調査圃における不稔発生率（加重平均による）は平均 25.9% に及び，平年の不稔発生率 10% を大きく上回った。この発生状況をみると，出穂日の早い品種ほど減数分裂

期に異常低温に長く遭遇して高い不稔率となった。地帯別では田植え期が早く生育が進んだ地帯やササミノリのような早く出穂期を迎えた品種を多く作付けしている南部平たん地帯，仙台湾沿岸地帯，西部丘陵地帯などで高い不稔率を示した。

8月 13 日以降に出穂したササニシキの不稔率は比較的低かったが，生育が進んで8月 12 日以前に出穂したものでは，出穂が早いほど不稔率は高い傾向がみられた。

障害不稔発生田では穂いもち発病が助長されるといわれるが，県内の障害不稔発生田でも同様の傾向が認められた。

Ⅳ　稲体栄養状態と胞子飛散状況

県農業センターの生育調査圃における稲体窒素吸収量をみると，最高分げつ期から減数分裂期にかけては平年を上回る吸収量を示し，生育初期と成熟期では平年を下回った（図－6）。この減数分裂期の窒素吸収量の増加が，低温・寡照の気象条件と相まって稲体のいもち病抵抗力を著しく低下させ，上位葉発病を助長した。

穂ぞろい期の稲体窒素・ケイ酸比をみると，平年は10～12 であるのに対し，本年は 12～16 と各調査地点で高く，各調査地点が属する地域の穂いもち発生面積率との間に高い相関が認められた（図－7）。

県農業センター予察圃（無防除田）におけるいもち病菌分生胞子の飛散状況をみると，初捕そくは7月 11 日で前年より2日早く，平年より7日遅かった。胞子飛散の増加は7月第四半旬からで，いもち病の急増期と一致していたものの，胞子数は平年に比べて少なかった。8月第二半旬には胞子数が前期のピークとなった。その後は比較的増減の少ない胞子数で推移したが，9月第一半旬と第五半旬で急増し，この第五半旬の胞子数が調査期間中の最高値（半旬別）となった。

本年の胞子飛散数推移の特徴は，例年胞子飛散が減少に向かう8月下旬から9月下旬までほとんど減少することなく，逆に増加したことである。これは穂いもちが後期発病型であったことと符合していた。

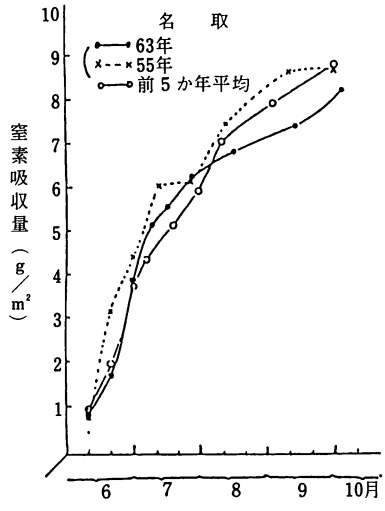


図-6　窒素吸収量の推移（宮城県農業センター土壌肥料部）

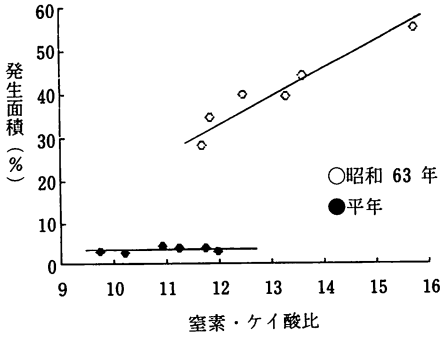


図-7　稲体窒素ケイ酸比（穂ぞろい期）と穂いもち発生面積割合

Ⅴ　防除状況とその効果

いもち病に対する防除延面積は 527,807 ha で，平均防除回数 5.30 回と，前年の 4.44 回，平年の 4.8 回を上回る防除が実施された。この内訳は葉いもち 2.47 回，穂いもち 2.86 回で，葉いもち防除回数が前年の 1.65 回，平年の 1.9 回と比較して著しく多いのは，出穂直前の穂いもち防除として計画された航空防除を含めた共同防除の多くが，出穂の遅れによって実質的には葉いもち防除になってしまったためである。

葉いもち防除が著しく増加したにもかかわらず，穂いもち防除もほぼ平年並みに実施されたのは，8月下旬からの穂いもち急増に対応してかなりの地域で追加防除が実施されたことによる。

いもち病防除における航空防除の比重は年々高まる傾向にあり，航空防除実施地域は作付面積の 65.9%（前年 63.1%）に及んでいる。航空防除実施団体は 55 で前年より1団体増となった。散布回数は最少3回，最多6回，平均 4.5 回で前年並みであったが，防除作業期間は7月8日から8月 28 日までの計画が，天候の関係やいもち病の多発に伴う追加防除などで9月 12 日まで延びた。

昭和 63 年の葉いもち発生は県下全般に早かったにもかかわらず，初期防除が十分に行われなかった。特に航空防除は降雨による日程変更が重なり，散布間隔の開きすぎや薬剤の流亡などで防除効果は十分に上がらず，葉

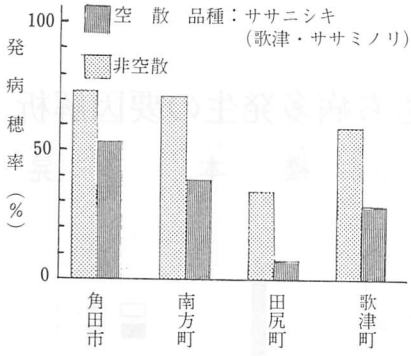


図-8　航空防除と個人防除の穂いもち発病状況

いもちの急速なまん延を助長した。また，穂いもち防除では出穂の遅れに伴って，薬剤散布が防除適期から外れてしまったために穂いもち多発を招いたところも多かった。さらに，発生予察情報による注意報3回，警報1回の発表で防除への注意を促したが，航空防除や共同防除に依存する傾向が強く，個人による補完防除，追加防除はさほど伸びなかった。

航空防除と個人防除の効果を，それぞれの防除体系が隣接している圃場で調査した結果では，航空防除地域のいもち病発病程度は個人防除のそれよりも低かった（図-8）。一方，近年のいもち病少発傾向から，地上防除におけるプロベナゾール粒剤の使用量は2年連続減少しており，これが葉いもちの初期発病を多くした原因の一つと考えられる。

Ⅵ　その他の要因

水田転作が年々強化される中で，転作田のローテーションシステムをとる町村も増えてきているが，こうした中で通年田と復元田における穂いもち発病を比較したところ，復元田での発病がやや多い傾向がみられた（図-9）。一方，側条施肥法と慣行施肥法による発病では，一定の傾向は認められなかったが，側条施肥法によって生育が促進された圃場では，減数分裂期が異常低温に遭遇することになったため障害不稔多発 → 穂いもち多発となったところもあった。

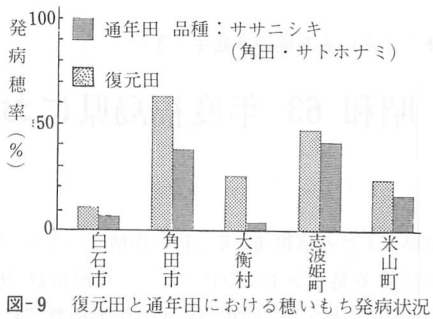


図-9　復元田と通年田における穂いもち発病状況

総じて，昭和 63 年の気象条件は全期にわたっていもち病の感染・まん延に好適であったといえる。このためいもち病の多発を招いたが，葉いもちの発病初期から粒剤施用などで適期防除を実施し，出穂期の遅れや薬剤散布直後の降雨などに対して適切に補完防除，追加防除を実施したところでは，いもち病による被害を軽減できた事例も多い。

本年のいもち病多発生を顧みて，穂いもち発生予察の一層の精度向上と穂いもち激発型の徴候を何でとらえるかが急務であると痛感した。

引　用　文　献

1）安達忠衛ら（1984）：北日本病虫研報　35：13～14.
2）石垣政道（1989）：植物防疫　43：123～125.
3）越水幸男（1988）：東北農試研報　78：67～121.
4）宮城県（1989）：平成元年度稲作指導指針，pp. 117～122.
5）鈴木穂積（1984 a）：東北農業研究　34：61～76.
6）————ら（1984 b）：北日本病虫研報　35：10～12.
7）吉野嶺一ら（1974）：北陸農試研報　16：61～119.

お　知　らせ

○国際セミナー“「天敵利用による害虫防除」――特に寄生・捕食者の利用について”の開催について

日　時：平成元年 10 月2日（月）～5日（木）
場　所：つくば市　国際交流センター
共　催：FFTC（食糧肥料技術中心，台北）
　　農水省農業研究センター
主　旨：古典的生物防除ではなく，新しい視点からの生物的防除を意図
講演者：Dr. D. Greathead（英），Dr. W. C. Nettles Jr.（米），Dr. H. R. Herren（熱帯農業研，アフリカ）他16名。日本側9名
参加登録料：12,000円（但し，8月1日以降は15,000円，学生は半額）
参加申し込み：先着 100名
　　詳しい資料をご希望の方は，下記連絡先へ，62円切手添付の定型返信用封筒同封の上，ご請求下さい。
連絡先：〒 305　茨城県つくば市観音台
　　農業研究センター　畑虫害研究室内
　　FFTC・NARC国際セミナー事務局
　　持田　作氏宛
　　TEL　02975-6-8939　FAX 02975-6-8484

特集：イネいもち病の多発生〔3〕

昭和 63 年度福島県におけるいもち病多発生の要因解析

福島県農業試験場　橋本（はしもと）　晃（あきら）

福島県における昭和 63 年水稲の作柄は，冷害と穂いもちの異常多発生が主な原因となって作況指数 76 の『著しい不良』となり，昭和 55 年の作況指数 74 に次ぐ不作となった。県内の地方別の作柄を図-1 に示したが，太平洋沿岸の浜通り地方と阿武隈高地を隔てた中通り地方南部の作柄が特に低く，内陸の会津地方では比較的被害が軽くなっている。被害の内訳についてはまだ明らかではないが，冷害による障害不稔と登熟不良が約半数を占め，残りの大部分は穂いもちの多発生によるものと観察された。本県における作付品種はコシヒカリ 27%，初星 25%，ササニシキ 21%，チヨニシキ 7%，アキヒカリ 4%，トヨニシキ 4%，キヨニシキ 3% であるが，いもち病の被害はこの上位 3 品種で多く，特に初星は作付けが集中している浜通り地方と中通り地方南部で，発病穂率 80% 以上の激甚な発病程度となった水田が多くみられた。

福島県における年次別の葉いもちと穂いもち発生面積を図-2 に示したが，昭和 63 年度の水稲作付面積 90,200 ha に対して，葉いもちは 26,500ha，穂いもちは 33,510 ha となり，葉いもちは昭和 55 年の 18,837ha をしのぎ，穂いもちは昭和 55 年の 46,078ha に次ぐ多発生となった。いもち病の発生実態は中川（1989）が本誌 3 月号で述べているが，穂いもちは太平洋沿岸の浜通り地方と阿武隈高地及び中通り地方南部を中心に多発生をみて

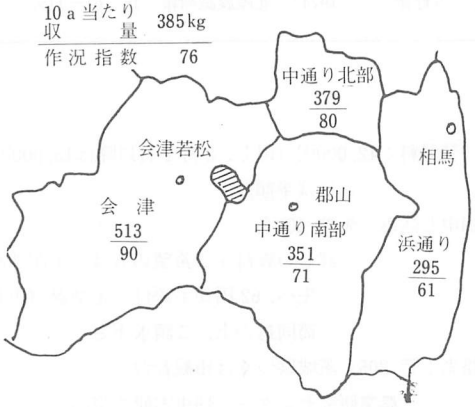


図-1　昭和 63 年福島県の地帯別水稲作柄

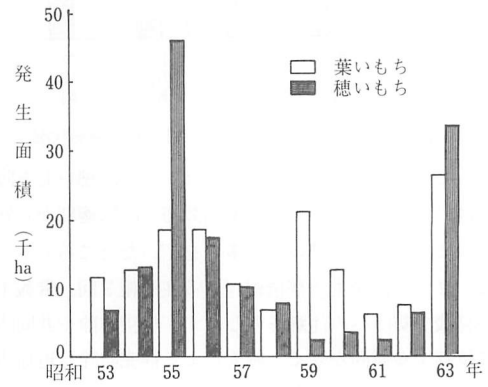


図-2　福島県における年次別のいもち病発生面積

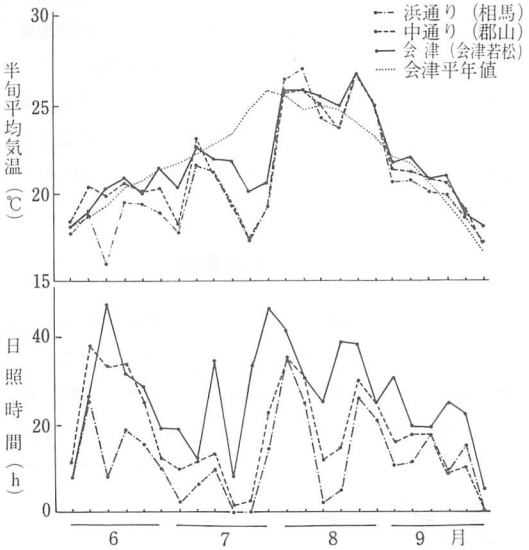


図-3　昭和 63 年の福島県内地方別の気象経過

おり，会津地方では山間部に集中して発生した。これら発病程度の地方別の差異は作況指数に呼応していた。

I　気象経過の特徴

昭和 63 年の気象経過は図-3 に示すように，5 月中旬には記録的な暖かさがあったが，5 月 23 日から 27 日には低温注意報が出て，6 月に入っても雨や曇りの日が多く，6 月 9 日の梅雨入りの後 6 月下旬まで大気が不安定でにわか雨や雷雨があり，日照は少なく経過した。7 月上旬からはオホーツク海高気圧による北高型気圧配置

An Epiphytotic of Rice Blast in Fukushima Prefecture in 1988.　By Akira HASHIMOTO

となり，7月下旬には強い低温が入った。また，7月は日照不足が著しく，7月上旬から7月 31 日の梅雨明けまで持続して記録的な寡照となった。8月に入ると気温は平年並みに高くなったものの，浜通りと中通り地方では雨が多く日照が少なく，不順な天候が9月下旬まで続いた。

東北地方では春から夏にかけての東寄りの低温風をやませ風と呼び，気象台では一定の条件を設定して定義している。やませ日には東からの低温，湿潤な気流が入るため，太平洋沿岸から内陸に向けて低温と寡照が目立つのが特徴である（内島，1989）。本年のやませ気象は，相馬市での観測によると5月に5回，7月に 21 回，9月に4回記録された。地方別に気温経過をみると，浜通りと中通り地方で低く，会津地方で高いこと，また8月の寡照と多雨の傾向も同様に地方別に差異が明確であったことから，『やませ』による影響が中通り地方にまで及んでいたと考えられる。

Ⅱ　葉いもちの発生推移とその要因

いもち病の発生要因を解析するには，イネの感受性，病原菌，気象の3条件の相互関係を考えなくてはならないが，葉いもちの発生経過をシステム化したシミュレーションモデル BLASTL の利用によって詳細な解析が可能になった。昭和 49 年以降 15 年間の各年次に農業試験場（郡山市）内で観測された気象データを用い，ササニシキの多肥栽培を想定した株当たり累積病斑数を算出し

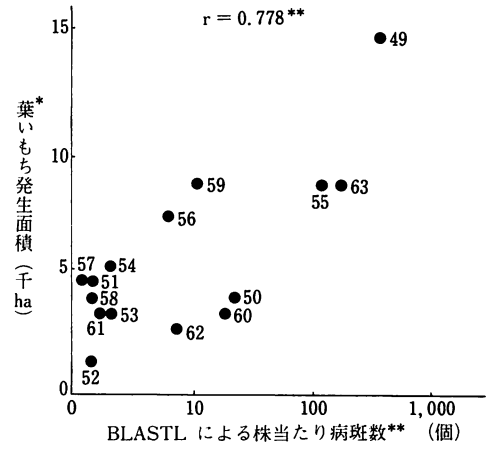


図-4　BLASTL による株当たり葉いもち病斑数と広域発生面積との関係

図中の数字は昭和 49～63 年の年次を示す．

*　郡山市を含む中通り地方南部（水田面積 35,000 ha）における葉いもち発生面積．

**　福島県農業試験場（郡山市）における気象観測データ（AMeDAS）に基づいて品種ササニシキを対象として算出した株当たり病斑数．

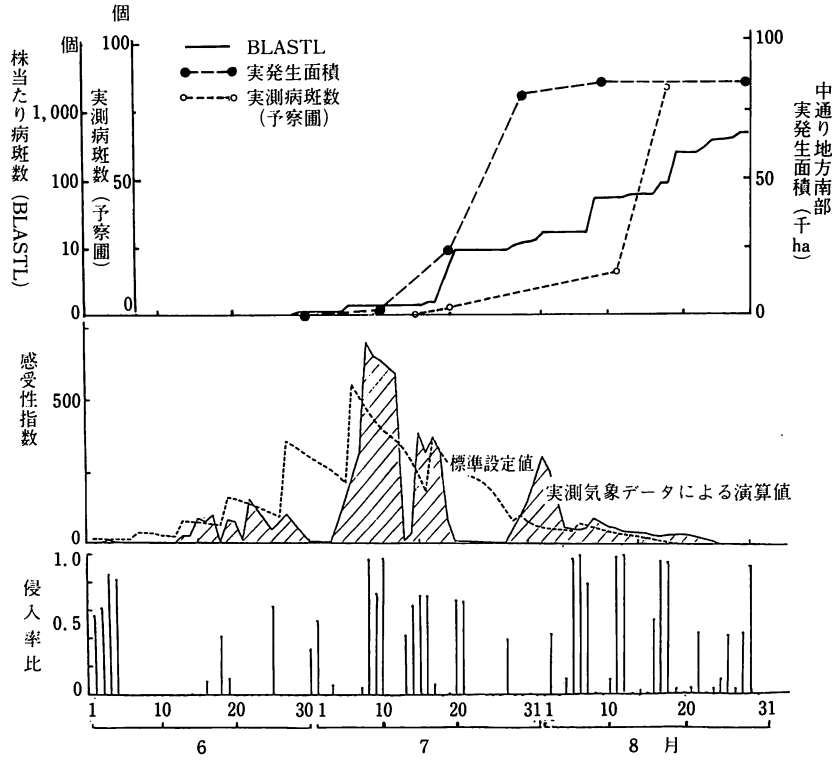


図-5　BLASTL による葉いもち発生要因の解析（昭和 63 年，郡山市）

たが，これを同地点を含む中通り地方南部（水田面積35,000ha）における葉いもち発生面積と対比して図-4に示した。葉いもちの発生は年次によって局地的に発生相が異なることもあって，BLASTL による1地点での発病推移から広域の発生面積を推定するのは困難であるが，年次間の葉いもち発生面積の多少の関係は BLASTL で算出した発病量の傾向にほぼ合致した。

昭和 63 年の葉いもちの発生要因を BLASTL を用いて解析した結果を図-5に示した。この場合の気象データには農業試験場内に設置されたアメダス（AMeDAS）観測値と結露計による実測値を用い，品種ササニシキの生育経過をパラメータとして演算した。農業試験場内の予察圃場における葉いもちの初発生は7月 15 日であったが，その後8月上旬までの進展は緩慢であった。8月 18 日に出穂期となったが，このころになって上位葉での病斑が急増して多発生となった。また，巡回調査によって把握された中通り地方南部での発生面積は7月 10 日には 160ha であったが，7月 20 日には 2,500ha になり，7月 30 日には 8,200ha にまで増加して近年にない多発生となった。一方，BLASTL によって算出した株当たり病斑数は，7月4日，7月 20 日，8月7日，8月 18 日に波状的に急増し，8月下旬まで進展して多発生を示した。算出した病斑数は予察圃場での病斑数とはかけ離れているが，進展経過は実測例に類似し，広域における発生面積の推移との対比でも矛盾は少ないと考えられた。なお，モデルで算出した病斑数は演算条件の変更によって実測事例に近づけることは可能であるが，ここでは発病経過の年次間比較を容易にするために，多肥栽培を想定した一定の演算条件を設定した。

BLASTL では，発病状況を演算する過程でイネの感受性（株当たりの感染可能な場の大きさ）と分生胞子の侵入率比を算出しており，その経過は日別の感染量を推定するうえで参考にすることができる。本年の場合，イネの感受性（図-5，中段）は，6月下旬から7月上旬にかけての低温と日照不足が関与して一時的に低下し，その反動として7月中旬には著しい増高がみられたが，7月下旬には低温と日照不足によって低下した。また7月下旬の低温によってイネの出葉間隔が長くなったことも関係して，8月上旬以降は感受性が高めに経過した。

侵入率比（図-5，下段）は，日別の分生胞子の発芽侵入条件をぬれ時間数と気温に基づいて量的に示した指数である。6月上旬と7月中旬ごろ及び8月中には高い侵入率比を示した日が集中的にみられ，これらの日ではイネの感受性が高く，しかも既に株内発病があって飛散胞子数が多くなった条件下で多量の感染を生じた。7月8～10 日と7月 13～16 日には連続して感染があり，それらは7月 16 日以降に順次発病した。7月下旬での感染量は少なく経過したが，8月3～7日と8月 10～12 日での感染によって，出穂期ごろの上位葉での発病をもたらした。感染の成立には葉上水滴が長時間保持される必要があるが，多量の感染を生じた日にはいずれも降雨があった。総括すると，6月下旬における低温寡照が7月中旬の梅雨期での初期進展を助長し，さらに7月下旬の低温寡照がイネの生育を遅延させ，同時に感受性を高めて出穂期ごろの上位葉での発病を助長したことが示された。

Ⅲ　穂いもちの発生推移とその要因

出穂期は浜通り地方と中通り地方で平年よりも大幅に遅れ，出穂盛期は初星8月 12～15 日，ササニシキ8月 20～25 日，コシヒカリ8月 25～31 日となった。穂いもちの進展は出穂期が遅れたにもかかわらず早くなり，発生面積推移は8月 20 日に 252ha，8月 30 日に 12,515 ha，9月 10 日に 22,630ha となり，9月 30 日には 33,510ha で，平年比の約 3.4 倍となった。

8月は気温がほぼ平年並みであったにもかかわらず降雨が多く，郡山市での降雨日数は 14 日間となった。このため出穂期に当たる8月中・下旬は BLASTL による要因解析でみられたように，高い侵入率比を示す日が連続的に出現しており，これらの日は穂いもちの侵入感染にも好適な条件となったとみられる。さらに，出穂期ごろになって葉いもち病斑が上位葉に多発生したために伝染源量が多くなっていたことと，7月下旬までの低温と日照不足のために穂いもちに対する感受性が高くなっていたことがあいまって，穂いもちの発生量が増加したと推定される。また，各品種ともに出穂期後間もなく籾いもちの発生がみられており，その病斑上に形成された胞子は引き続いて穂いもちの伝染源となって第二次伝染を生じ，穂いもちの感染量を一層増加させたとみられる。降雨の多少が穂いもちの発生に大きく影響したことは，県内でも8月の降雨量が少なかった会津地方で穂いもちの発生が比較的少ないことからもうかがえる。

Ⅳ　品種といもち病との関係

本県では，初星の穂いもちの被害が激甚であったことが特徴的であり，それも栽培面積率が約 30 %を超えて集中した地域で収穫皆無に近い被害を受けた事例が多くみられた。初星は昭和 59 年に本県の奨励品種に採用され以後の作付面積が急増したが，この間にはいもち病の多発生事例はなく，本年になって多発生した。初星の減

数分裂期が7月下旬となり，この時期の低温のために障害不稔を生じ，穂いもちの発生を一層助長したと考えられる。東北農試によるレース分布調査の結果によると，本県のレース構成は，初星が持つ抵抗性遺伝子 *Pi-i* を侵す 007 が大部分を占めており，*Pi-i* を持っていないコシヒカリ，ササニシキからもレース 007 が分離された。昭和 55 年当時にはレース 003 が約 80 % を占めていたことから，その後の初星の作付面積の増加に伴ってレース構成が変化したことになる。初星は葉いもちでも大型病斑を形成していたことから，圃場抵抗性についても検討が必要と考えられる。

ササニシキの穂いもちの多発生事例は多かったが，初星ほどの極端な発生ではなかった。また，コシヒカリは8月下旬に出穂し，この時期にも降雨が多かったために出穂と同時に感染を生じて，9月中旬になって穂いもちの多発生をみた事例があったが，一般に発病程度は比較的低い傾向であった。

V　薬剤の防除効果について

防除の実態については中川（1989）が詳述しているように，穂いもちに対しては特に航空防除への依存度が高くなっている。航空防除は穂いもちに対しては穂ばらみ期，穂ぞろい期，傾穂期の3回散布を予定して実施計画を立てた場所が多く，本年の出穂期が大幅に遅れたことから計画の穂ぞろい期散布は実際には穂ばらみ期散布に相当することになり，出穂期からの散布間隔が開きすぎた場合が多かった。事実，被害の多かった中通り地方南部と浜通り地方では出穂期ごろの散布実績が少なくなっており，出穂期ごろに航空散布が集中した中通り地方北部地帯と会津地方で被害が少なかった。

多雨条件下での薬剤散布によって薬剤の流亡を懸念する声も聞かれたが，いもち病の感染は降雨によって助長されることと，現在実用されている薬剤は感染防止の場面で防除効果を発揮しやすいことから，降雨をさけて実施期日を延期するよりも，むしろ降雨前に散布したほうが効果的であると考えられる。現地においても航空防除と地上防除の別を問わず穂いもちには出穂前後の防除を散布間隔を開けずに実施し，さらに葉いもちの防除を徹底した場合に効果があがっている事例が多かった。

おわりに

昭和 63 年，福島県では低温，寡照，長雨の異常天候に遭遇して，冷害と併せて穂いもちの多発生によって大きな被害を受けた。いもち病の発生には気象要因が大きく関与しているが，その対応には多くの問題が提起されており，特にいもち病防除に対する認識の啓蒙，航空防除を補完できる防除体制の整備が問題となった。また，技術上では的確で効率的な防除を行ううえで，発生予察情報の一層の精度向上をはかり，特に穂いもちについての発生量予測と被害量予測の技術確立を急ぐ必要性が指摘された。

引用文献

1) 橋本　晃ら（1984）：福島農試特別研報　2：1～104.
2) 中川　洋（1989）：植物防疫　43：125～128.
3) 内島立郎（1989）：東北農試やませ環境シンポジウム資料　53～61.

人事消息

（5月1日付）

吉田尚美氏（植物防疫課庶務班総務係長）は総務課庶務班庶務係長に

飯倉　正氏（門司植物防疫所庶務課用度係長）は植物防疫課庶務班総務係長に

○農薬検査所（4月1日付）

武田利夫氏（大臣官房厚生課課長補佐（共済事業班担当））は総務課長に

石川光一氏（検査第二部生物課長）は検査第一部毒性検査課長に

坪井福俊氏（農蚕園芸局植物防疫課課長補佐（農業航空班担当））は検査第二部生物課長に

楯谷昭夫氏（検査第一部毒性検査課長）は検査第二部農薬残留検査課長に

清水謙一氏（検査第一部毒性検査課）は同部毒性検査課毒性試験機関審査係長に

渡邉高志氏（検査第一部技術調査課）は同部技術調査課資材調査係長に

西澤幸夫氏（検査第二部化学課）は同部化学課第二係長に

土井茂幸氏（検査第二部生物課）は同部生物課成長調整剤係長に

大森正和氏（採用）は検査第一部企画調整課へ

白垣龍徳氏（〃）は同上部技術調査課兼農蚕園芸局植物防疫課へ

三角幸生氏（〃）は検査第二部化学課へ

野中　学氏（〃）は同上部農薬残留検査課へ

小林栄作氏（総務課長）は農蚕園芸局植物防疫課課長補佐（庶務班担当）に

鈴木重夫氏（検査第二部農薬残留検査課長）は退職

（4月 23 日付）

茂木静夫氏（九州農業試験場地域基盤研究部派遣職員）は退職

（5月1日付）

村田伸夫氏（農業生物資源研究所分子育種部付派遣職員）は農業生物資源研究所分子育種部抵抗性遺伝子研究室長兼企画連絡室に

久保村安衛氏（農業生物資源研究所遺伝資源第二部微生物保存研究チーム主研）は農業生物資源研究所遺伝資源第二部微生物保存研究チーム主研兼企画連絡室に

特集：イネいもち病の多発生〔4〕

昭和 63 年度関東東山地域におけるいもち病多発生の要因解析

農林水産省農業研究センター　林（はやし）　長生（ながお）・吉野（よしの）　嶺一（れいいち）

はじめに

昭和 59 年以降，関東東山地域でもいもち病の少発生傾向が続き，昭和 62 年には史上最低の穂いもち発生面積となった。しかし，昭和 63 年には梅雨期の遅れによる多雨・低温と，8，9月の寡照・多雨の影響で東北・関東地方を中心に穂いもちが多発生となり，障害不稔の発生も重なって作況指数の全国平均値は 97，関東地方でも 96 となった。筆者らは，昭和 63 年の気象推移から関東東山地域内におけるいもち病の多発生が懸念されたことから，葉いもちまん延時期からいもち病発生実態調査を実施するとともに，県農業試験場，病害虫防除所に依頼して，各都県でのいもち病発生実態ならびに多発生に関与した要因について，情報をいただき昨年の関東東山地域におけるいもち病の多発生状況とその要因解析を行ったので，その結果の概要を記述する。資料を提供していただいた関東東山各都県農業試験場，病害虫防除所の関係職員の方々に厚くお礼申し上げる。また，植物防疫課には気象庁における気象官署の観測データ解析の仲介の労をとっていただいた。記して深謝の意を表する。

I 気象概況

昭和 63 年の関東東山地域における気象概況は次のとおりであった。

6月：上旬の気温は東日本太平洋側は平年より高めで，平年並みの 8 日に関東東山地方は梅雨入りした。中旬に梅雨前線は南下したが，下旬には北上した。6月の日照時間は，関東地方の内陸部で平年を下回った。

7月：中旬，梅雨前線は関東地方の南海上にあり，下旬には，オホーツク海高気圧の勢力が強く，南海上に停滞した梅雨前線の活発化により北日本，東日本では低温，日照不足となった。平年より 13 日遅く，31 日に関東・東北地方は梅雨明けとなった。

8月：上旬は東海地方沖合の台風や熱帯性低気圧が影響し，北高南低の気圧配置で天気はぐずつき，中旬には，日本南海上が低圧部となり東日本太平洋側は寡照となった。下旬の平均気温は関東北部で平年よりやや高かった。

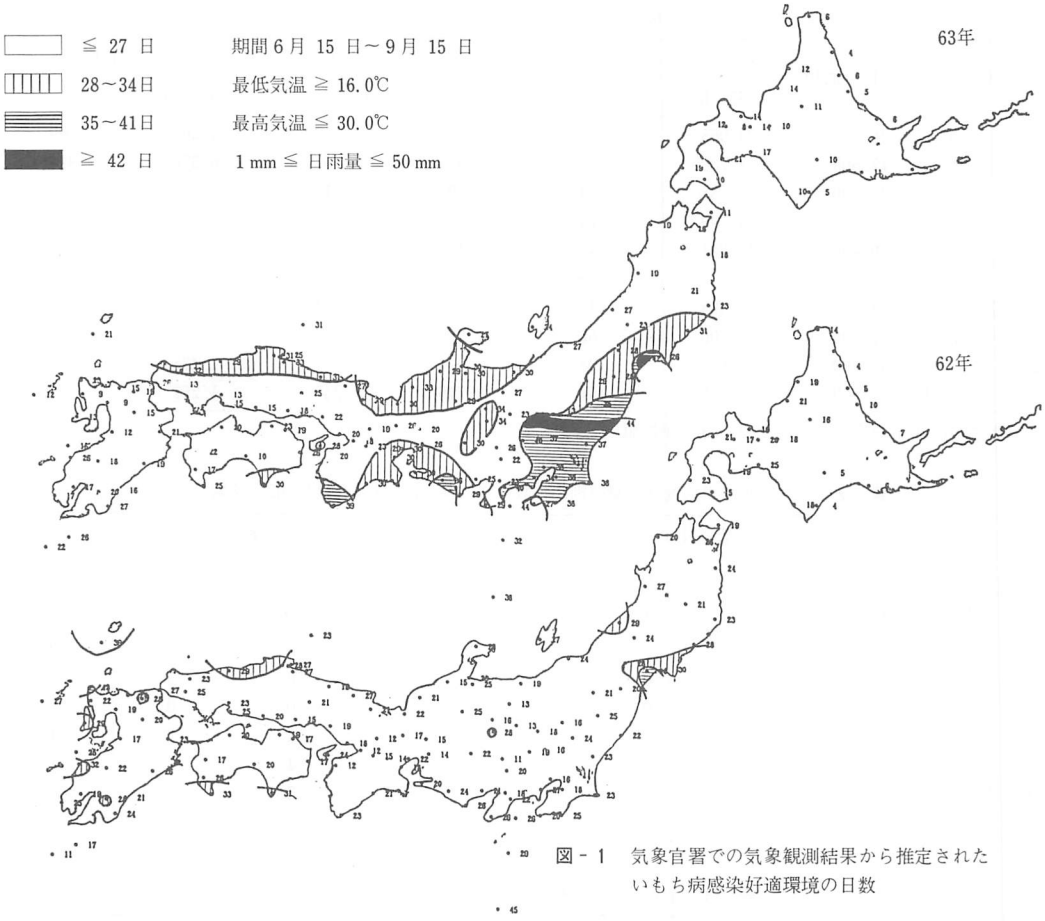
9月：9月に入っても大気は不安定で，東日本は秋の長雨に入った。9月の降水は異常で，降水日数の再現期間は前橋，熊谷，水戸でそれぞれ 184，184，110 年に 1 回であった。また，日照時間も関東から東北の太平洋側では記録的に少なかった。

このような気象経過がいもち病の発生にどのように好適であったかを知るために，気象庁気象官署の観測データから，6月 15 日から9月 15 日の期間のうち，最低気温 16℃ 以上，最高気温 30℃ 以下，日雨量 1mm 以上 50mm 以下に該当する日数を算出して図－1 に示した。最低気温の 16℃ は，いもち病の感染開始時期を示し，最高気温 30℃ は胞子形成が不良となる温度として設定した。また，日雨量 50mm 以下は，降雨による胞子の流亡を考慮して設定した値である。このようにしてマクロな気象観測値から推定された感染好適日数は，昭和 62 年の少発年には全国ほとんどの地点で 27 日以下であったのに対し，昭和 63 年では，最もいもち病の発生に好適であったと考えられる感染好適日 42 日を超える地域が，小名浜―宇都宮―前橋を結ぶ地区と仙台周辺，35 日以上の地域は，福島南部から関東一円，浜松周辺，潮岬周辺，28 日以上の地域は，大船渡以南の東北太平洋側，東海地方，長野県松本・諏訪・飯田地域，北陸，山陰，室戸岬及び淡路島周辺でみられ，関東東山地域の大半がいもち病の発生しやすい環境下にあったことがうかがえる。また，全国的にみても粒剤施用率が高い石川県，平たん部で発生の少なかった関東の麦跡作付地帯を除いては，感染好適日 28 日以上の地帯がやや多発生及び多発生地帯をカバーしていると考えられる。

II 昭和63年のいもち病の発生経過と特徴

表－1 に，昨年の関東東山での葉いもち・穂いもちの発生面積を示した。葉いもち発生面積は，群馬・静岡・千葉が平年より多くなっているほかは概して少発生になっているが，穂いもち発生面積はすべての都県で平年を上回り，静岡・群馬・神奈川では平年比で 200% を超えた。また，いもち病の発生経過をみると，葉いもちの発

An Epiphytotic of Rice Blast in Kanto-Tosan District of Japan in 1988.　By Nagao HAYASHI and Reiichi YOSHINO



図－1　気象官署での気象観測結果から推定されたいもち病感染好適環境の日数

生時期は平年に比べやや早かったが，7月上旬ごろまでは発生地点率及び発病程度は平年をやや下回っていた。しかし，各地で葉いもちの後期進展が著しく，群馬県中部地域では7月六半旬から8月三半旬までの葉いもち発生株率の増加が著しく，8月第三半旬時点での進展性病斑率も高かったことが調査によって明らかにされている。葉いもちの後期進展に伴って表－2の茨城農試の成績に示すように，上位葉での葉いもち発病が多かったことも本年の特徴の一つであった（仲田ら，1989）。出穂期以降9月に入っても寡照多雨が続いたことによって，穂いもちの多発生とともに穂いもちの後期発病が目立ったことも特徴として上げられ，表－3に示したように，栃木県では9月 25 日から 10 月5日の間に県北部でコシヒカリでの枝梗いもちの発生による穂いもち発生面積の急増がみられている。

筆者らが，6県を対象に 5～10km ごとに1か所につき連続した 10 筆の圃場の葉いもち病斑数，葉いもち罹病程度，穂いもち罹病穂率などのいもち病発病実態調査を行った結果の一部を表－4に示した。実態調査によって観察された各県での発病の特徴は次のとおりであった。

静岡県：9月中旬に中遠から県東部の平たん部，中山間，山間で調査を行った。平たん部においてもズリコミ跡のみられるところがあったが，罹病穂率は低かった。中山間，山間では，罹病穂率も高く枯死株もみられた。志太郡岡部町では，耕地整理で1年休耕した水田に多発していた。

栃木県：8月上旬と9月中旬に調査を行った。8月上旬の葉いもち発生は，山間，中山間の半数の地点で発病株率 100% であったが，一部を除いては発生程度は微から少であった。9月には，大田原市の初星に障害型冷害を伴った穂いもちがみられ，馬頭町，黒羽町，那須町の中山間，山間では，多発圃場が至るところで観察された。また，地力むらや施肥むらを反映したいもち病多発圃場が認められた（林ら，1989）。

茨城県：7月下旬に県北部で調査を行った。ズリコミ田が散見され，北茨城市では，発病株率 100% の圃場もみられ，しかも，n-1，n-2 葉に進展性病斑が多数形成

表－1　昭和63年の関東東山地域のいもち病及び稲こうじ病の発生状況（植物防疫年報より作表）

都県名	昭和63年イネ作付面積 (ha)	葉いもち発生面積		穂いもち発生面積		稲こうじ病発生面積	
		昭63 (ha)	平年比[a)] (%)	昭63 (ha)	平年比[a)] (%)	昭63 (ha)	平年比[b)] (%)
茨城	88,300	33,065	64	45,239	102	34,309	199
栃木	77,600	17,200	95	22,881	151	6,370	394
群馬	23,400	4,888	174	4,692	211	−	−
埼玉	44,400	4,199	71	4,098	183	447	52
千葉	70,400	46,221	140	36,412	131	20,948	117
東京	468	46	39	383	168	1	−
神奈川	4,620	403	117	138	203	95	−
山梨	7,290	700	66	1,350	137	200	357
長野	47,300	8,675	108	2,994	111	1,475	121
静岡	22,900	5,422	157	8,716	245	1,252	188

a) 過去10年平均値，b) 過去2～3年平均値

表－2　予察圃場の発病度及び葉位別病斑数（無防除，25株調査）（昭63，茨城県）

調査日	7月				8月			
	4	11	18	25日	1	8	17	24日
発病度	0	1	8	20	15	10	12	6
止葉					0	0	3	2
2葉			0	0	0	0	3	3
3葉		0	0	0	0	0	0	0
4葉	0	0	2	0	3	4	2	1
5葉	0	1	10	20	17	4	2	1
6葉	0	0	1	6	5	3		
7葉	0							

表－3　昭和63年の穂いもち発生面積（栃木県）

地域名	作付面積 (ha)	調査時期	程度別発生面積 (ha) 甚	多	中	少	計	発生面積率 (%)	平年比 (%)
北部	26,464	8月25日	8	52	425	4,630	5,115	19.3	380.0
		9月25日	54	259	1,732	6,392	8,437	31.9	142.4
		10月5日	570	1,990	3,415	8,195	14,170	53.5	
中部	32,727	8月25日	5	28	249	1,283	1,565	4.8	322.0
		9月25日	42	273	1,304	5,406	7,025	21.5	116.1
		10月5日	53	281	1,401	5,771	7,506	22.9	
南部	18,924	8月25日	0	0	0	87	87	0.5	120.8
		9月25日	1	12	211	981	1,205	6.4	96.1
		10月5日	1	12	211	981	1,205	6.4	
県合計	78,115	8月25日	13	80	674	6,000	6,767	8.7	355.4
		9月25日	97	544	3,247	12,779	16,667	21.3	125.9
		10月5日	624	2,283	5,027	14,947	22,881	29.3	

され，一面に胞子が観察された。また，大宮町の久慈川，那珂川沿いでは，やや多から甚の圃場がみられ，青刈り田で多発している圃場が多かった。9月末に同じく県北で調査を行った。高萩市大能は，標高370mにあり盆地地形となっていて，まとまって水田が広がっている。ここでは，同じいもち病抵抗性遺伝子 *Pi-i* を持つ初星とトドロキワセが作付けされており，トドロキワセが少発生（罹病穂率5％）であるのに対して，初星は甚発生（同90～100％）となっており，トドロキワセの圃場抵抗性の強さが観察される結果となった。また，信濃糯3号は，初星以上に激発となっており，節いもちが多発していた（林ら，1989，本誌3月号口絵参照）。しかし，大子町大生瀬では，トドロキワセも多発生となっており，いかに昨年のいもち病発生が激しかったかがうかがえた。

表－4　穂いもち発生実態調査（抜粋）

調査月日	調査地点名	地勢・標高	調査圃場数	主要品種名	罹病穂率（平均）	備考
9.16	静岡県掛川市細谷	平たん　27m	10		0～7.7%(1.8)	ズリコミ跡有，止葉病斑数 1.2 個/100 葉 ヒノバイバッサ粉剤散布
9.17	静岡県志太郡岡部町羽佐間	中山間・川沿　43m	11	黄金晴	6～88%(21.9)	ズリコミ跡有，止葉に病斑，黄金晴多発 耕地整理で一年休耕
9.17	静岡県富士郡芝川町瓜島	山間　150m	9		70～100%(94.4)	激しい葉いもち，株絶え
	（静岡県内 12 か所平均罹病穂率　13.5%）					
9.20	栃木県那須郡馬頭町小砂	中山間　240m	13	初星	45～70%(64.2)	肥料むらで発生多い
9.29	茨城県那珂郡瓜連町下大賀	平たん　18m	10	コシヒカリ 赤もち	2～23.3%(11.1)	葉いもちなし
9.29	茨城県那珂郡山方町西野内	中山間・川沿　60m	7	コシヒカリ	7～83%(32.0)	止葉次葉に病斑，病斑長平均 6.8cm
9.29	茨城県高萩市下大能	山間　370m	10	トドロキワセ 初星 信濃糯3号	5～100%(65.4)	ズリコミ跡有，止葉病斑数 9～42 個/株 信濃糯3号 100%＞初星 78～100%＞トドロキワセ 5～64% 9月に入ってから発病増加
	（茨城県内 9 か所平均罹病穂率　39.7%）					
10.1	長野県東筑摩郡朝日村小野沢	平たん　800m	13	トドロキワセ ホウネンワセ 一部コシヒカリ	0～5%(2.9)	葉いもちなし，8月6日空散1回（8月下旬出穂）
10.1	長野県大町市常盤	平たん　700m	10		5～19%(6.9)	止葉に病斑1個/株
10.2	長野県松本市入山辺三反田	平たん　750m	13	トドロキワセ しなのこがね	5～100%(43.4)	止葉1～7個/株，一部ズリコミ しなのこがね 14～100%＞トドロキワセ 5% 今年から空散1回
	（長野県内 17 か所平均罹病穂率　20.9%）					
10.11	埼玉県大里郡妻沼町田島	平たん　30m	12	むさしこがね	0～2%(0.4)	葉いもちなし
10.11	埼玉県大里郡花園町里田	平たん・川沿　70m	7	むさしこがね	1～83%(20.7)	次葉に病斑 1.5 個/株，穂ばらみ期散布 地上共同防除1回
10.11	埼玉県秩父郡東秩父村奥沢	山間・川沿　160m	11		5～76%(25.5)	止葉に病斑1個/株，地上個人防除2回？
	（埼玉県内 9 か所平均罹病穂率　19.1%）					
9.20	福島県白河市白河の関	山間	5	オトメモチ	100%(100)	葉いもち病斑下葉から連続，ズリコミあり くび罹病穂率80%以上
9.20	福島県西白河郡表郷村柳橋	中山間	31	初星 コシヒカリ	20～100%(80.6)	
9.21	福島県岩瀬郡天栄村牧の内	平たん・川沿	32	初星	82～100%(95.3)	止葉に病斑，病斑数 75～87(平均 36.4)/株 病斑長 9.0～16.5 cm (平均12.0)，ズリコミ田あり 30a圃場，最甚発地，空散4回(葉1回，穂3回)
	（福島県内 9 か所平均罹病穂率　65.6%）					

長野県：10 月初めに中信地方で調査を行った。朝日村から穂高町にかけては，一部で坪状に発生している圃場もあったが，トドロキワセの作付けが多いこともあり概して少発生であった。しかし，大町市から白馬村，美麻村，信州新町にかけては，フクヒカリ，アキユタカが甚発生になっていた。松本市西部は少発生であったが，東部山沿いにかけては，しなのこがねを中心に甚発生の圃場がみられた。標高 920m の山間，牛立地区は，しなのこがね，ヨネシロが罹病穂率 100% となり被害が深刻であった。

埼玉県：10 中旬に調査を行った。北部の平たん地ではむさしこがねの作付けが多かったが，いもち病の発生は軽微であった。ただ，所々に多肥田があり，坪状に甚発生（罹病穂率 83%）している圃場が観察された。昭和 57 年には，むさしこがねにいもち病が異常発生したが（加藤ら，1983），昨年は，この年以上に天候が不順であり，天候面からはいもち病の発生が多くなるものと考えられたが，実際には少発生であった。施肥量の減少と伝染源の除去の徹底が少発生に結び付いたものと考えられる。花園町，長瀞町の山間あるいは川沿いでは，穂いもちは多～甚発生となっており，紋枯病，ごま葉枯病などの発生も多かった。障害不稔は微発生であった。

Ⅲ　いもち病多発生要因の解析

1　第一次伝染源量

第一次伝染源量が多いことが昨年のいもち病多発生の原因となったとはいえない。むしろ，埼玉・群馬・栃木の平たん部などでは近年のいもち病少発生の継続のためか，発病に適した気象環境にもかかわらず補植苗を含め，葉いもちの発生が少なかったと報告されている。また，茨城県南部平たん部における筆者らの補植苗の発病調査でも，前回大発生した昭和 57 年の調査（加藤ら，1983 ;加藤ら，1985）と比較すると補植苗を放置している圃場の割合は変わらないが，補植苗の発病率は 3.5 % で 10 分の 1 に減少していた（表－5）。しかし長期間放置された補植苗が伝染源となって葉いもちの発生が広がった例が茨城県の平たん部などで観察されている。

2　感染好適環境

各県でアメダス気象データを用いて BLASTAM プログラムによる感染好適日の判定が行われ，いずれの地点でも感染好適日及び準好適日の日数が例年より多いことが示されている。図－2には，農業研究センターで観測した最低気温 16℃ 以上で午前0時起算で葉面ぬれ時間が7時間以上の日を示した。これらの日には侵入が活発に起こったと想定されるが，昭和 63 年の日数は 28 日で，62 年の 16 日に比べて著しく多く，それらの日に最高気温 30℃ 以上の日はなかった。また，7月だけでなく8月初，中旬にも感染に好適な日が多く現れ，葉いもちの後期進展，出穂期前後の穂いもち感染を助長した。8月 25 日以降も感染に適した日が連続し，穂いもちの二次伝染及び後期進展の誘因となったものと考えられる。

3　病斑拡大

低温時の特徴である大型病斑が各地で観察された（表－6）。これらの病斑では，病斑拡大と胞子形成が長期間続き，発病を助長する一因となったものと考えられる。

4　胞子飛散

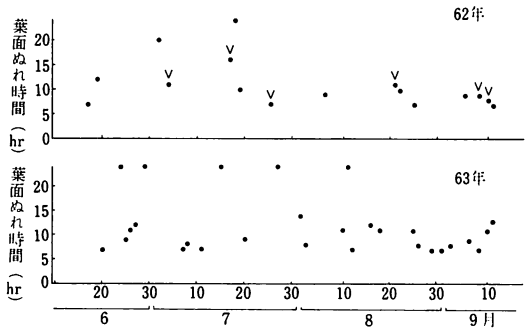
表－7に示した長野県の例は，昨年の胞子飛散の好例である。下線を付した南佐久・上小・南安曇地区の穂いもち多発地域では，7月四半旬以降胞子飛散数が増加し，例年飛散数が減少する8月第四半旬以降まで胞子数が多

表－5　茨城県牛久市柏田における補植苗でのイネいもち病発生状況

年次	地域	調査圃場数	補植苗有	補植苗に発病	発病苗葉齢	発病葉位	病斑型	周辺株の発病	持ち込み
57[a]	A	30	26	6	3.5～4.2	2/0～4/0	p～pg	0	0
	B	31	21	7	5.0～6.0	4/0～5/0	w～pg	3	1
	C	30	23	12	4.6～5.6	3/0～5/0	w～ypg	4	0
	D	23	22	9	5.0～6.4	4/0～6/0	w～pg	1	0
	計	114	92 (80.0%)	33 (35.0%)				8 (9%)	1
63[b]	A	24	15	0					
	B	28	22	1	5.5	4/0～5/0	p～pg	0	0
	C	38	26	2	4.1～5.6	2/0～6/0	pg～ybG	0	1
	D	24	19	1	5.6	3/0～4/0	pg～ypg	0	1
	計	114	82 (71.9%)	4 (3.5%)				0	2

a）6月7～11 日に調査（加藤ら，1985），b）6月 16，17 日に調査.

く，穂いもち感染を増加させる原因となっている。また，栃木県では葉いもち時の胞子飛散量は少なかったが，



図－2　最低気温 16℃ 以上で葉面ぬれ時間 7 時間以上となった日（農業研究センター）
V 印は最高気温 30℃ 以上

表－6　葉いもち病斑長調査結果（農業研究センター）

調査場所	調査月日	品種	病斑長（cm）
福島県郡山市安子が島	9月21日	アキヒカリ	7.0
上伊豆島	〃	ササニシキ	5.5（5.0～6.0）
天栄村牧の内	〃	初星	12.0（9.0～16.5）
茨城県山方町西野内	9月29日	コシヒカリ	6.8（5.0～7.8）
里美村広畑	〃	トドロキワセ	4.7
長野県大町市桧原	10月1日	フクヒカリ	8.0
松本市牛立	10月2日	しなのこがね	8.5

表－7　63年度　いもち病菌分生胞子採集状況（長野県）

地区	7月半旬別胞子数（個）						8月半旬別胞子数（個）					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
諏訪	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
上伊那	0	2	1	2	0	2	0	7	4	4	1	0
下伊那	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
南佐久	0	1	4	7	9	8	4	6	3	9	5	10
上小	2	0	0	4	4	5	3	3	3	10	4	11
南安曇	0	0	0	0	2	5	0	4	12	3	2	0
北安曇	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
上高井	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
長野	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
下水内	0	0	0	0	0	0	0	0	5	6	1	1

下線を付した地区は穂いもち多発

表－8　完全展開第1葉における葉色の推移（106 圃場平均）
（静岡県防除所調べ）

時期	昭 63	昭 62
6 月 下 旬	4.7	4.7
7 月 上 旬	5.3	5.3
7 月 下 旬	5.4	5.0
8 月 上 旬	4.8	4.6
8 月 下 旬	4.6	4.4
9 月 上 旬	4.2	4.3

数値は富士葉色カラースケール値

8月第五半旬のコシヒカリ乳熟期の胞子飛散量が多く，後期の枝梗いもち多発生の原因となったことが報告されている（片山，1989）。

5　イネの体質

昨年の気象環境下においては，宿主体であるイネの体質も著しくいもち病に対して罹病的になっていた。静岡県では，県内 106 圃場を対象にカラースケールによる葉色調査を実施しており，昨年の葉色が7月下旬から8月下旬の間，前年より濃かったことを認めている（表－8）。これは上位葉あるいは穂がいもち病に罹りやすくなっていたことを示しており，稲体のいもち病抵抗力の低下も葉いもちの後期進展及び穂いもち多発生の一因である。また，窒素施肥量もいもち病の発生状況と関連しており，窒素の多施用や肥料むらで穂いもちが多い事例は栃木・茨城でも観察された。埼玉県の平たん部の熊谷でも，隣接圃場での罹病穂率が数％なのに，多肥圃場で 72% に達している例が観察された。

6　葉いもちと穂いもち

栃木県北・茨城県北・東京都山間部などの穂いもち甚発生地域では，葉いもち少発生圃場でも穂いもち多発生となっている例が多く観察されたが，詳細に調査すると葉いもちが多発生し圃場の一部にズリコミ症状を認めた圃場では，罹病穂率 80～100％ となっており被害が甚大であったが，葉いもち少発生の圃場では罹病穂率 80％ 以下の事例が多かった。昨年のような異常天候年においても葉いもちと穂いもち発生の関連が深いことが示されている。

7　品種と発病

穂いもちが多発生した品種として，茨城県ではコシヒカリ，初星，栃木県では初星，コシヒカリ，群馬県ではホ

表－9　栃木県におけるいもち病発生地帯別の品種作付面積割合

品種名	55 年多発生 63 年少発生地帯		55年，63年とも多発生地帯	
	55 年（%）	63 年（%）	55 年（%）	63 年（%）
コシヒカリ	44.2	49.2	49.4	59.5
月の光	0	15.0	0	3.1
アキニシキ	37.8	13.7	17.2	8.1
初星	1.4	3.4	10.9	22.1
星の光	0	11.1	0	3.6
青い空	0	2.5	0	0.2
日本晴	11.4	1.1	14.9	1.3
大空	3.8	0	3.5	0
ホウネンワセ	0	0	0.2	0

食糧庁「米穀の品種別作付状況」から作成

ウネンワセ，初星，埼玉県ではむさしこがね，長野県ではしなのこがね，静岡県では黄金晴，コシヒカリなどが挙げられている。これらの品種は，いずれも *Pi-a*, *Pi-i* などの従来からの日本稲のいもち病抵抗性遺伝子を持ったものである。静岡農試の調査では，黄金晴の作付面積の増加に伴って，*Pi-i* を持つ黄金晴，初星での穂いもち発病が多くなってきている。したがって，昨年のいもち病多発生には，それぞれの県での主要作付品種に適応したいもち病菌レースが関与していたものといえる。また，栃木県での穂いもちの発生地帯は昭和 55 年と類似しているが，前回多発生にもかかわらず昨年は少発生となった地帯がある。その原因の一つとして，表－9に示したように，多発圃場の多い県北部では初星，コシヒカリの作付増加と両品種への作付集中があるのに対して，少発生となった県中部から南部にかけては，作付品種が多様化しており，このことも昨年のいもち病発生状況に差異を生じた原因の一つであると考えられる。

8 防除

低温寡照長雨による稲体のいもち病抵抗力の低下，出穂期の遅延，葉いもちの後期進展と並んで，昨年の天候は薬剤防除にも大きな影響を与えた。地上散布では7月上旬以降の降雨で防除時期を逸した場合が多く（茨城），また，防除を行っても散布直後の降雨によって防除効果が劣る例も多かった（栃木）。航空散布では降雨により散布の遅れが目立ち，千葉では最高7日，平均3日の遅れとなった。また，出穂期の遅れにより防除適期を逸し穂いもち多発生となった事例も認められている（茨城）。

薬剤の効果は，穂ばらみ期，穂ぞろい期，傾穂期に散布間隔を短くして散布した圃場で高く，散布回数が少なく，散布間隔の長い圃場で効果が低く，適期防除実施の重要性が指摘されている。昨年のような冷害年においても，葉いもち予防粒剤の効果は高く，栃木県では広域に粒剤が施用された地域での葉いもち，穂いもちの発生が少なかった。

9 障害不稔と穂いもち病の発生

茨城，栃木，山梨，長野などで障害不稔と穂いもちとが併発した。山梨では標高 700m 以上の高冷地のアキヒカリ，フクヒカリの冷害を受けた品種に穂いもちの発生が多かったことが明らかにされている。障害不稔の発生によって防除をあきらめたために穂いもちが多発生となった例もあるが（栃木），障害不稔の発生したイネでは，葉色が濃く残り，穂いもちの感染を助長したものと考えられる。長野では，標高 920m 地点で障害不稔と穂いもちが併発していたが，標高 1,180m では障害不稔と稲こうじ病だけの発生で穂いもちはみあたらなかった。

表－10　標高の違いによる発病程度の地域間差（群馬県）

標高 (m)	地点数	発生状況調査結果 7月六半旬 葉いもち (%)	8月三半旬 葉いもち (%)	8月六半旬 葉いもち (%)	9月三半旬 穂いもち (%)
0～100	16	0.0	0.4	0.03	0.02
100～200	13	5.0	17.7	0.0	3.3
200～300	11	9.0	22.2	8.0	8.9
300～400	13	9.6	29.5		17.0
400～500	8	3.1	44.5		36.3
500～600	8	21.1	55.3		40.5
600～700	2	5.2	66.3		62.4
700～800	1	8.0			37.6

群馬県病害虫防除所調査結果から作成

10 いもち病発生の地域間差

表－10 に示したように，群馬県においては標高の違いによる発病程度の地域間差が認められた。特に，葉いもちは 300～ 700m，穂いもちは 400～ 700m で多発生し，100m 以下の平たん部では葉いもち・穂いもちともほとんど発生しなかった。また，埼玉県でも実態調査結果にもみられるように，平たん部で発生が少なく秩父地方で多発生となっており，その他のいもち病多発県においてもいもち病発生の地域差が認められている。

このような地域間差を生じた原因は必ずしも特定できないが，長野県では中南信地区で7月 20 日以降の感染好適，準好適日が東北信地区に比べて著しく多く，このことが中南信地区での上位葉の葉いもち発生及び穂いもち多発生に結び付いたものと解析している。

以上を要約すると，低温寡照多雨条件下において7月上旬以降いもち病の感染に好適な日が例年より多く現れ，稲体のいもち病抵抗力が幼穂形成期以降低下したことも加わって，いもち病感染量が多くなるとともに，病斑拡大が長期間続き胞子飛散量を例年になく増加させ，降雨及び出穂の遅延によって防除適期の逸失や防除効果が低下したこともあって，葉いもち多発生圃場を中心に広範に穂いもちが発生したものといえる。発病に関与したいもち病菌レースは，各地の主要栽培品種に対応したレースであった。

なお，昭和 63 年には稲こうじ病の発生も目立ち，表－1に示したように，栃木，山梨では平年の3倍以上，茨城，静岡でも平年の2倍近い発生であった。

引用文献

1）林　長生・吉野嶺一（1989）：植物防疫 43（3）口絵.
2）片山栄助（1989）：同上　43：131～133.
3）加藤　肇・小泉信三（1983）：同上　37：136～141.
4）――――ら（1985）：関東病虫研報　32：16～17.
5）仲田道生・小森隆太郎(1989)：植物防疫43：129～131.

昭和 63 年に多発した稲こうじ病

農林水産省東北農業試験場　八重樫博志・藤田佳克・園田亮一

はじめに

昭和 63 年には東北・関東地方を中心に稲こうじ病が大発生した。本病は豊年穂あるいは豊年病などと呼ばれ，いわゆる豊年型の年に多発すると考えられていたが，昨年の場合は凶作年（作況指数：宮城県 75，福島県 77）での多発生（対平年比：宮城県 648，福島県 598）であって，従来いわれてきたこととは異なる発病様相を呈した。当初本病は実害がないか，あっても軽いとみなされていたが，被害の実態が明らかになるにつれて重要視されるようになり，本菌の生理・生態的研究などが少なからず行われるようになった。しかし，本病の伝染環など発生生態についてはいまだ不明な点が残されており，今後の研究に待つところが多い。ここでは本病の多発状況を把握するのみならず，今後の研究視点を明らかにするため，蓄積された知見を整理しておきたいと思う。

図-1　昭和 63 年の稲こうじ病発生分布
県別アンケート調査に基づいて作成したので県間相互を比較できない面がある．

Severe Outbreak of False Smut of Rice in 1988. By Hiroshi YAEGASHI, Yoshikatsu FUJITA and Ryoichi SONODA.

I　東北地方における発生概況

昭和 50 年ごろ，東北地方では稲こうじ病の発生がきわめて少なかった。本病の発生面積は場所（県）により大きく異なるが，年次変動は各県ともやや似た推移を示し，大きな波を描きながら漸増の傾向にあった。特に最近 2 か年の急増が著しく，昭和 63 年には太平洋側 3 県（岩手，宮城及び福島県）を中心にケタ違いの大発生となった（図-1）。本病の発生面積が記録されている青森，岩手，宮城及び福島の 4 県について，過去 10 年間の発生面積率を示し，さらに豊凶年とのかかわりをみるため，水稲作況指数を対比させてまとめたのが表-1 である。仮に作況指数 106 以上の豊作年と 90 以下の凶作年とを例にとってみると，豊凶年と本病発生面積率との間には一定の傾向が認められず，昭和 62 年と 63 年の結果が端的にそれを示している。各県の事例を年次ごとにみると，むしろ豊作年における多発事例よりも凶作年における多発事例のほうが多いほどで，かつていわれていたこととは逆の結果となっている。つまり本病は豊年型の年に多発するとはいえず，いわゆる豊作年とされるときの環境条件以外の要因が関与していると思われる。図-1 から明らかなように，本病の発生は脊梁山脈の東側で極端に多く，西側の地域では少なかった。昭和 63 年の場合，両者間の最も大きな違いは気象条件で，太平洋側地域における 7 月中～下旬の低温と日照不足，7 月中旬～9 月中旬にかけての多雨がそれである。こうした要因のいずれかが直接，間接に影響し，本病の多発をも

表-1　過去 10 年間の稲こうじ病発生面積率（%）と水稲作況指数

年次	青森県	岩手県	宮城県	福島県
昭 54	0 (106)	7.4 (105)	3.5 (107)	2.6 (107)
55	0 (47)	5.5 (60)	2.7 (79)	5.5 (74)
56	0 (65)	7.8 (76)	1.9 (88)	1.6 (94)
57	0 (99)	10.0 (89)	2.8 (91)	3.9 (94)
58	0.2 (94)	12.1 (99)	9.4 (95)	4.5 (98)
59	0.1 (109)	5.7 (109)	2.0 (107)	0.9 (109)
60	0 (106)	2.6 (109)	1.4 (110)	0.5 (111)
61	0 (100)	8.7 (107)	2.9 (99)	2.3 (106)
62	0.5 (101)	19.1 (107)	7.3 (104)	3.8 (107)
63	0.9 (86)	20.3 (87)	23.8 (75)	17.2 (77)

北海道・東北地区植物防疫事業検討会資料及び作物統計から．カッコ内は水稲作況指数．

図-2　稲こうじ病の黒色病もみ（A）と白色病もみ（B）

たらしたと思われる。

Ⅱ　病徴と病原菌

本病の病徴はもみだけに発現し，茎葉には認められない。開穎前のもみを陽光にかざしてみると罹病もみは不透明で，健全もみとは識別される。接種後 7～10 日ごろにはもみが黄緑色～暗緑色を呈し，肉眼でも容易に観察できるようになる。その後病粒の穎が開き，間げきから黄緑色，肉塊状の突起物を出し，それが膨大すると表面に粉状の厚膜胞子を形成してしだいに暗緑色を呈するようになる（図-2 A）。まれに黄白色の病もみを形成することもある（図-2 B）。

本菌には既に完全世代が確認されているが，一般には不完全世代の学名が広く使われている。本菌は最初 COOKE により *Ustilago virens* と命名されたが，BREFELD は本菌が黒穂病菌でないことを指摘し，新属を創設して *Ustilaginoidea Oryzae* とした。その後 TAKAHASHI（1896）は両菌を比較検討した結果，先命権をとり本菌を *Ustilaginoidea virens*（COOKE）TAKAHASHI と命名することを提案し現在に至っている。本菌は菌糸，厚膜胞子，分生子柄，分生胞子，菌核及び子実体からなる。病粒の内部は白色の菌糸からなり，いくつかの層に分かれている。外層になるほど濃色となり，最外層は暗緑色の厚膜胞子からなる。厚膜胞子は単胞，球形（4～6 μm 径）で表面に多くの小突起がある。発芽して無色の分生子柄を生じ，その先端に無色，だ円形の分生胞子 1～数個を着生する。成熟した病粒にはいろいろな形をした菌核を形成するものがあり，この菌核は発芽して橙黄色の子実体を形成する。子実体頭部の子嚢殻には糸状の子嚢胞子が多数形成される。

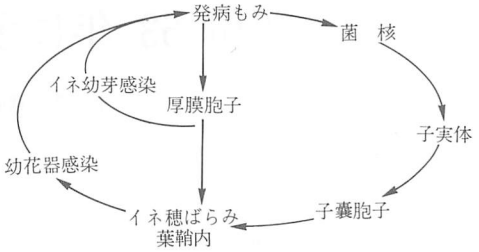


図-3　稲こうじ病の伝染環

Ⅲ　発 生 生 態

これまでに蓄積されたデータを整理すると，稲こうじ病の伝染環はおおよそ図-3 のようにまとめられる。しかし実際には，未確認あるいは確認不十分のところが残されており，厳密には実線で結べない個所も少なくない。詳細は今後の研究に待つこととして，ここでは実情を報告するにとどめる。

本菌は菌核あるいは厚膜胞子により越年し，それが翌年の伝染源になると考えられている。病もみから落ちた菌核は圃場で越冬し，翌年発芽して子実体を生じ，そこに形成された子嚢胞子が第一次伝染源として穂ばらみ期のイネ葉しょう内に達し，幼花器に感染すると推定されている。しかし，菌核は病もみすべてに形成されるわけではなく，しかも菌核形成率は場所により大きく異なる。43％の病もみに菌核が形成された事例（山仲ら，1950）がある一方，例えば当場の水田の場合には菌核形成率が著しく低く，0.2～3.4％の病もみに菌核が確認されたにすぎなかった（表-2）。そのうえ，29～55％ の菌核は水田で越冬中に腐敗し，さらに生残菌核の 25～63％ が

表-2　自然感染による病もみの菌核形成率

品　　種	調査病もち数（個）	菌核形成率（％）
とりで 1 号	1,000	0.7
とりで 1 号	1,612	0.2
T　Y　C	500	1.0
農林 29　号	500	0.6
B　L　I	900	3.4

表-3　野外越冬菌核の腐敗率と子実体形成率

処　　理	供試数	腐敗率（％）	子実体形成率[a)]（％）
地表放置	460	55	40
わら被覆 1 cm	460	43	46
わら被覆 3 cm	460	44	25
地表下 1 cm	460	31	51
地表下 3 cm	460	27	62
地表下 5 cm	460	29	63

a)　生存菌核の子実体形成率

表-4　圃場で越年した厚膜胞子（病もみ）が稲こうじ病の発生に及ぼす影響

処　理	発病株率（%）	株当たり病もみ数（個）
厚膜胞子散布	58.2	2.6
無　散　布	1.6	0.1

前年の 11 月 4 日に病もみ 78 g/m² を圃場に散布．供試品種：南京 11 号（出穂期 8 月 18 日）

子実体を形成しただけであった（表-3）。つまり第一次伝染源として働きうる菌核密度は，実際上きわめて低いと考えられる。

これに対して厚膜胞子は，いずれの病もみにも多数形成され，収穫期までにその多くが地表に落下することから，厚膜胞子（病もみ）の伝染源としての役割について検討してみた。11 月 4 日に菌核を除去した病もみを耕起前の圃場表面に散布し，翌年同圃場に南京 11 号を慣行に従って栽培して無散布区との発病程度を比較した結果が表-4 である。この表から明らかなように，厚膜胞子散布区の発病が著しく多く，野外で越年した厚膜胞子が第一次伝染源となっている可能性が高い。また，早期栽培稲あるいは早生品種上に形成した厚膜胞子が晩生品種に二次感染することも考えられる。これらはすべて穂ばらみ期感染を想定したものであるが，もう一つの伝染方法として幼芽期感染がある。池上（1962）は，陸稲の幼芽に厚膜胞子液を噴霧接種する方法で発病させることに成功した。幼芽期感染が本病の主たる伝染方法であるか否かはさらに検討しなければならないが，伝染経路の一つとして重要な発見である。以上，厚膜胞子の伝染源としての役割について述べた。しかし，厚膜胞子は水中で発芽して分生胞子を生ずること，分生胞子液を接種すると高率に発病すること（藤田ら，1988 a）などを考え合わせると，イネへの感染は厚膜胞子そのものではなく，それから生じた分生胞子が関与していると推察される。

本菌の宿主としては，イネ，トウモロコシ，野生稲のほか水田周辺の雑草 *Panicum trypheron* や *Digitaria marginata* があげられる。しかし，わが国ではイネ以外の宿主がまだ確認されていない。

一般に本病は高湿度条件下で多発するとされており，開花期の高湿度と降雨が発病程度と密接な関係があるとされている（GOVINDA RAO et al.）。しかし，実験的に証明したものは少なく，藤田ら（1988 b）の最近の報告に注目すべきものがあるが，取りまとめ中なので詳細は他誌に譲りたい。このほか窒素の多施用，特に晩期追肥するほど多発しやすいとされている。昭和 63 年は太平洋側の 3 県（岩手，宮城及び福島県）で本病が大発生したが，前年の多発による伝染源の増加，低温と多雨ならびにそれによる窒素の遅効きなどが主な誘発要因と推察される。

Ⅳ 被　害

穂に病もみが形成されても穂長や総もみ数にはほとんど影響がみられず，罹病粒だけの被害のように思われがちであるが，実際には収量ならびに品質に少なからず悪影響を及ぼしている。病もみの着粒数が増加するほどしいなや屑米重が増加し，1 穂に 1 個病もみが着生するだけで不稔粒が倍以上になるとする報告もある。また，病もみの着生により精玄米重が低下するばかりでなく，粒厚が薄くなることによる千粒重の低下も見逃せない。さらに死米や乳白米の増加は品質低下の原因となるが，これは粒の形や大きさではふるい分けできないだけに問題が残る。最近，脱穀調整時にこうじ粒を除去する作業機械が開発されたが，時宜を得た技術で歓迎される。しかし，菌核あるいはその断片が混入した場合には精米過程で除去できず，商品価値を下げることになりかねない。

Ⅴ 防　除

本病の防除にあたっては，下記の点を考慮する必要がある。

① 無発病圃場から採種した健全種子を使用する。

② 窒素質肥料や有機質肥料の過用，特に窒素の晩期追肥を避ける。

表-5　稲こうじ病に対する薬剤の散布時期と防除効果

処　理	散　布　日（出穂前・後日数）	病もみ形成数（個/30 株）			
		Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	平均
Zボルドー粉剤	8 月 3 日（26 日前）	72	182	200	151
	10　（19　）	15	5	9	10
	17　（12　）	0	5	35	13
	24　（ 5　）	56	162	271	163
	31　（ 2 日後）	52	289	238	193
無　散　布		327	286	243	285

供試品種：とりで 1 号，出穂日：8 月 29 日

表-6　稲こうじ病防除面積（ha）

県　名	発生面積	防除面積	
		実面積	延面積
青　森	603	83	108
岩　手	15,103	1,055	1,055
宮　城	23,704	12,259	12,259
秋　田	7,863	143	143
山　形	15	0	0
福　島	15,435	1,715	1,715

昭和 63 年北海道・東北地区植物防疫事業検討会資料から．

③ 適期に薬剤散布を行う。表-5 から明らかなように，銅剤を出穂前 12～19 日に散布することにより本病を効果的に防除できる。昭和 63 年の東北地方における薬剤防除面積は必ずしも多くなく（表-6），採種圃を中心に防除したところが多かった。

④ 出穂期の遅い品種あるいは晩植えに多発するので，それを避ける。

⑤ 抵抗性品種の利用。目下検討中であるが，本病抵抗性の品種間差が認められる。

おわりに

本病の研究は 100 年以上の歴史をもっているが，いわゆるマイナー病であったことから研究データの蓄積が必ずしも十分ではなく，今回の大発生を明快に解析できるまでには至っていない。ここでは研究の現状を概観するにとどめ，欠落部分は今後の研究に期待することとしたい。東北各県の担当者には現地調査ならびにデータの提供でご協力をいただいた。紙面を借りて謝意を表したい。

引用文献

1）藤田佳克ら（1988 a）：日植病報 54：93（講要）.
2）――――ら（1988 b）：同上 54：345（講要）.
3）池上八郎（1962）：同上 27：16～23.
4）TAKAHASHI, Y.（1896）：Botanical Magazine, Tokyo 10：16～20
5）山仲 巌・孫工弥寿雄（1950）：滋賀農試研報 2：1～18.

中央だより

○奄美・沖縄産ネットメロン生果実を蒸熱処理の条件付きで移動解禁―「植物防疫法施行規則」を一部改正―

奄美・沖縄のウリミバエ発生地域からは本虫の寄主植物の本土等への移動が規制されている。

このため，那覇植物防疫事務所は昭和 62 年から蒸熱処理による殺虫試験，障害試験を行い，このほど消毒技術が確立したことから，農林水産省は 2 月 17 日公聴会を開催し，3 月 1 日植物防疫法施行規則の一部を改正（同日施行）し，奄美・沖縄産のネットメロンを蒸熱処理を条件に移動解禁することとした。

ネットメロン生果実の蒸熱処理条件は，果実中心温度 45～46℃，庫内湿度 90％ 以上，果実収容量 150kg/m³ 以下，処理時間 30 分である。

○3 月 9 日「**病害虫発生予察オンライン化検討会**」が全国の病害虫防除所の担当者約 70 名が出席して，農水省共用第 5 会議室で開催された。平成元年 3 月末で全都道府県端末と本省植物防疫課端末間構成するオンラインネットワークが完成することとなり，今後の有効活用を図るための技能の習得，向上及びシステムの運営方法等の検討を行った。

○3 月 14 日「**高度防除技術推進特別対策事業検討会**」が事業実施県，農研センターなど関係者約 50 名を集めて農水省共同第 5 会議室で開催された。バーティシリウム病の拮抗微生物，トマト CMV の弱毒ウイルス，トマト萎ちょう病等の拮抗微生物，イネミズゾウムシの昆虫病源糸状菌，オンシツコナジラミの天敵オンシツツヤコバチについて，その利用技術の確立を図るための検討が行なわれた。

○3 月 17 日「**稲疑似紋枯病発生予察方法の確立に関する特殊調査**」成績検討会が，農水省共用第 4 会議室で農研センター吉野室長を主査に調査実施県担当者など約 20 名を集めて開催された。

実施県は，宮城，山形，栃木，富山，岐阜，兵庫及び島根の 7 県で，病源菌の特定方法，発生推移等について討議された。

○3 月 22 日「**ニカメイチュウの発生予察方法改善に関する特殊調査**」成績検討会が，農業環境技術研究所の釜野室長を主査に調査実施県担当者など約 20 名を集めて開催された。

実施県は，岩手，秋田，埼玉，長野，新潟，岐阜，島根，岡山の 8 県で，フェロモントラップの利用方法等について討議された。

○3 月 24 日「**果樹アザミウマ類の発生予察方法の確立に関する特殊調査**」成績検討会が，農水省果樹試験場井上室長を主査に調査実施県担当者など約 20 名を集めて開催された。

実施県は，山形，福島，山梨，静岡，新潟，奈良，和歌山，広島，佐賀，長崎の 10 県で，昭和 63 年度は事業終了年にあたり，5 年間の調査結果を総括して討議された。

なお，事業の結果は，かんきつのチャノキイロアザミウマ，ぶどうのチャノキイロアザミウマ，かきのチャノキイロアザミウマ，かきのカキクダアザミウマ毎にまとめられ，今後の発生予察に応用されていくことになる。

ネギにおけるシロイチモジヨトウの被害と防除

高知県農林技術研究所　高井幹夫（たかい みきお）

はじめに

シロイチモジヨトウ（*Spodoptera exigua* (HÜBNER)）（口絵①，②）は，別名テンサイヨトウとも呼ばれ，世界的に著名な害虫である。最近までわが国における発生は少なく，害虫としての重要度はきわめて低かった。ところが，1983年ごろから鹿児島県（堀切，1986）や高知県などのネギ産地を中心に発生し始め，その後徐々に分布域を拡大し，太平洋側では千葉県（河名，私信），日本海側では石川県（富樫，1987）にまで発生が認められるに至った。今のところ，被害の大きい作物はネギ，キヌサヤエンドウ，宿根カスミソウなど一部のものに限られている。しかし，寄主範囲が広いうえに，薬剤感受性が著しく低く（高井，1988b），防除が困難なことから，今後各種作物の重要害虫になる可能性が高いと考えられる。

本稿では，今までに得られた試験結果をもとに，ネギにおける被害と防除についてその概要を紹介し，参考に供したい。

I 被害

1 露地ネギ（青ネギ）

露地ネギの作型には夏ネギと冬ネギがある。夏ネギは6～12月，冬ネギは9～翌年3月にかけて栽培される。本種の発生が多いのは夏ネギであるが，冬ネギでも育苗～本圃初期が本種の多発期（8～10月）に当たるため，この時期の被害は無視できない。

本種は高温性の害虫で，非休眠性であるため，野外での越冬量は少なく，春先の密度は低いと考えられる。実際に夏ネギで被害が目立ち始めるのは主に7月以降であり，特に多くなるのは8～10月である。これらの点はハスモンヨトウによく似ている。

産卵は主に卵塊で葉の表面に行う（口絵③）。ふ化幼虫は表皮を若干食害するが，短時間内に葉内に食入する。食入後は葉内から表皮を残して食害するため，食害部が白く透けてみえる（口絵④）。この被害症状はネギコガ，ネギハモグリバエ，ハスモンヨトウによる被害症状とよく似ている。しかし，ネギコガの場合，葉内に粉状の糞があるので区別できる。ネギハモグリバエの場合は白色の細長い食害痕が不規則に走っており，被害葉の内部にはウジ状の乳白色の幼虫が認められる。ハスモンヨトウの場合，ふ化幼虫が集団で表皮を食害するため，卵塊のあった葉やその周辺の葉の表皮が激しく食害されているので，初期の被害症状は区別できる。葉内に食入した場合には全く同じ被害症状になるので，内部の幼虫で見分けざるを得ない。

本種の幼虫は3齢期ごろまでは集団で食害するが，その後分散し，周辺の株へと移ってゆく。しかし，分散範囲は比較的狭く，卵塊のあった株を中心に坪状に被害がみられる。4，5齢幼虫は日中には葉内に潜み，夜になると葉外に出て食害することが多い。また，天気の悪い日や高密度になると日中でも外にでて食害している個体が比較的よく観察される（口絵⑤）。4，5齢幼虫になると食害量が多くなり，葉に大きな穴を開けたり，途中から食い切るため，被害が大きくなる。

8～9月の高温時には産卵されてから1週間後には3齢幼虫に，2週間後には5齢幼虫になる。したがって，多発時に防除を怠ると収穫間近の株が2週間ぐらいの間に壊滅的な被害を受けることになる（口絵⑥）。

2 施設ネギ

施設ネギは周年栽培されているが，無加温であるため，冬期の発生はほとんどみられない。しかし，無加温とはいえ，本種の施設内での越冬は十分可能である（高井，1988a）ため，露地に比べると発生が早く，5月には被害が現れ始める。特に施設ネギの場合，夏，冬期を通じてサイドに防風ネットを張っていることが多く，一度侵入すると根絶することが困難であり，毎年発生を繰り返すことになる。施設ネギは露地ネギと違い，実生であるため，発芽間もない時期に幼虫が発生すると卵塊のあった株を中心に坪状にネギがなくなるので被害は大きい。また，葉が小さいため，中・老齢幼虫になると次から次へと葉を食い切る。実生の場合，一度葉を食い切られると新葉が出てこないため，その株は全く商品価値がなくなる。したがって，施設ネギで発生が多くなると被害はきわめて大きくなる。

なお，露地，施設ネギいずれにおいても，被害解析はまだなされていない。

Damage of Welsh Onion by the Beet Armyworm, *Spodoptera exigua* (HÜBNER), and its Control.　By Mikio TAKAI

Ⅱ 薬剤感受性

本種に対する薬剤の防除効果が著しく低いことが，現場の普及員や営農指導員からしばしば指摘されていた。この原因として，薬剤感受性の低下が考えられたが，その実態は明らかにされていなかった。そこで，食餌・虫体浸漬法と局所施用法によって本種の薬剤に対する感受性を調べた。食餌・虫体浸漬法によって，各種薬剤の殺虫効果を調べた結果が表-1である。1齢幼虫の感受性は比較的高く，サリチオン，DDVP，MEP，シペルメトリン，ペルメトリンの各剤は高い殺虫効果を示した。しかし，3齢幼虫に対してはいずれの薬剤も全く殺虫効果が認められず，感受性低下が著しかった。特に注目された点は，ヨトウ類に卓効を示すメソミルの効果が著しく低かったことである。

表-1　ふ化幼虫及び3齢幼虫に対する各種薬剤の効果

処理区	濃度	24時間後死虫率（%）	
		ふ化幼虫[a]	3齢幼虫[b]
無処理	−	0	0
DDVP	1,000	94.0	0
サリチオン	1,000	100	0
MEP	1,000	94.0	−
DEP	1,000	0	−
メソミル	1,000	33.9	1.8
イソキサチオン	1,000	85.1	−
CYAP	1,000	100	0
ペルメトリン	1,000	88.0	0
ジメトエート・フェンバレレート	1,000	46.0	0
シペルメトリン	1,000	100	0

a) 各薬液に浸漬し，風乾させたダイズ葉に接種.
b) 各薬液に30秒間虫体浸漬した後，人工飼料を入れた容器に放飼.

表-2　各種薬剤に対するシロイチモジヨトウの感受性

薬剤名	原体成分(%)	LD_{50} (μg/g)	
		3齢幼虫	5齢幼虫
ペルメトリン	91.1	3.2	25.4
EPN	92.5	49.0	103.3
サリチオン	95.8	132.5	−
DDVP	99.4	591.1	−
MEP	96.8	429.7	−
メソミル	99.7	414.1	−

虫体浸漬試験に供試した個体群の3，5齢幼虫に対する各種薬剤の LD_{50} 値を調べた結果が表-2である。供試薬剤のうち，ペルメトリンの LD_{50} 値が比較的低かったが，他の薬剤の LD_{50} 値はいずれも高く，感受性が相当低下していると考えられた。ペルメトリンも値が低いとはいえ，虫体浸漬試験の結果などから考えて，感受性が低下している可能性が高い。COBB and BASS (1975) はカリフォルニア州とフロリダ州で採集した2系統の5齢幼虫に対するEPNの LD_{50} 値を調べ，前者に対しては 8μg/g，後者に対しては 133 μg/g であったことを報告している。今回検定した個体群の5齢幼虫に対するEPNの LD_{50} 値は 103.3μg/g であり，フロリダ系統とほぼ同じ値であったことから，EPNに対する感受性が低下していることはほぼ間違いないと考えられた。また，MEINKE and WARE (1978) はアリゾナ州の3系統を15～17世代室内飼育し，その間の3齢幼虫に対するメソミルの LD_{50} 値を調べているが，その間の値は高くても約 60μg/g である。今回検定した個体群の3齢幼虫に対するメソミルの LD_{50} 値は 414.1μg/g であり，メソミルに対する感受性はかなり低下していると考えられた。感受性系統がないため，感受性低下の実態を正確に把握することは困難であるが，広範囲の薬剤に対して感受性が低下している可能性が高い。

薬剤感受性に産地（系統）間差があるのか否かについて調べた結果が表-3である。ペルメトリン，EPNいずれに対しても系統間で感受性が異なった。これは，各地域における薬剤使用実態の違いを反映したものと考えら

表-3　産地（系統）間における薬剤感受性の違い

供試薬剤	産地（系統）	薬量−死亡率プロビット回帰直線式	LD_{50}	供試世代[a]
ペルメトリン	土佐市新居産	Y＝2.9924X＋1.3818	16.2μg/g	第二世代目
	〃 甲原産	Y＝2.3400X＋3.4707	4.5	第一世代目
	土佐山田町産	−	−	−
	愛知県産	Y＝1.8012X＋3.6706	5.5	第二世代目
EPN	土佐市新居産	Y＝2.5178X＋0.9982	38.9	第三世代目
	〃 甲原産	Y＝1.7719X＋1.2994	122.6	第一世代目
	土佐山田町産	Y＝1.7346X＋1.5280	100.4	第四世代目
	愛知県産	Y＝2.3175X＋1.4144	35.3	第二世代目

a) 供試世代：現地採集後　室内飼育の世代数

表-4　シロイチモジヨトウふ化幼虫に対する薬剤の効果（川村，1988 を一部改変）

処理区	濃度	処理前	処理4日後	処理7日後			処理14日後		
		若齢	若齢	若齢	中齢	計	中齢	老齢	計
無処理	−	263.0	91.5	2.5	53.5	56.0	14.0	41.5	55.5
PAP乳剤	1,000	269.0	6.5	0.5	4.0	4.5	0.0	2.0	2.0
ペルメトリン乳剤	2,000	150.5	13.0	0.5	5.5	6.0	3.0	3.5	6.5
シペルメトリン乳剤	1,000	277.0	12.5	1.0	6.0	7.0	0.5	4.5	5.0
フルシトリネート乳剤	1,000	280.0	6.0	0.5	3.5	4.0	2.0	3.5	5.5

幼虫数は 20 株当たり

表-5　2，3齢幼虫に対する薬剤の効果

処理区	濃度	散布前			散布3日後				散布10日後			
		2齢	3齢	計	3齢	4齢	5齢	計	3齢	4齢	5齢	計
無処理	−	122.5	7.0	129.5	17.5	107.5	3.0	128.0 (100)	15.5	33.0	15.5	64.0 (100)
ペルメトリン乳剤	2,000	108.0	26.5	134.5	13.5	74.0	11.0	98.5 (74.1)	4.0	18.5	14.5	37.0 (55.7)
シペルメトリン乳剤	1,000	105.0	19.5	124.5	14.5	58.0	4.0	76.5 (62.2)	7.0	10.0	8.0	25.0 (40.6)

幼虫数は 10 株当たり，（ ）内は補正密度指数．

れる。現に，EPN はショウガ栽培地帯でハスモンヨトウやアワノメイガの防除によく使用されており，土佐市甲原や土佐山田町のショウガ栽培地帯の個体群で感受性低下が著しかった。

本種は長距離移動を行うといわれており，他の地域で感受性が低下した個体が飛来した可能性も十分考えられる。しかし，高知県下の狭い範囲内でも産地の違う系統間で感受性に差が認められることから，日本国内においても薬剤淘汰を受け，感受性の低下が進行していることは間違いなさそうである。

Ⅲ 防　除　法

1　薬剤による防除

前述したように，本種は中・老齢幼虫になると薬剤に対する感受性が著しく低下する。たとえ有効な薬剤があったとしても，ふ化後短時間内に葉内に食入し，薬剤に接触しにくいため，食入後の防除は非常に困難である。そこで，防除にあたっては，薬剤に対する感受性が高く，しかも葉内食入前のふ化幼虫をねらうことが重要である。表-4 に示すように，ふ化幼虫期に薬剤散布をすれば，かなりの薬剤が高い防除効果を示す。しかし，表-5 に示すように，2，3齢幼虫が中心になってくると薬剤の効果は極端に低下してくるので，防除適期を逃さないようにしなければならない。最も弱いステージを重点的にねらうことは防除の基本ではあるが，8～9 月の発生最盛期には，卵期間が 2～3 日と短いこともあり，2～3 日おきに薬剤散布を行わなければ十分な防除効果が上がらないのが実状である。現在，ネギに適用登録されている農薬のうち，MEP，DDVP，PAP，CYAP，EPN 剤などはふ化期をねらった適期散布であれば，一定の防除効果が期待できる。

ふ化幼虫は薬剤に対して感受性が高いことから，浸透移行性があり，しかも残効の長い粒剤の株元施用で防除が可能ではないかと考え，アセフェート，カルボスルファン，ベンフラカルブ，エトプロホス，オキサミルの各粒剤について防除効果を検討したが，ほとんど実用的な防除効果は得られなかった。

最近，新しいタイプの農薬として昆虫生育制御剤（IGR）が登場し，そのいくつかは一部の作物に適用登録されている。本剤は昆虫の成長，脱皮，変態などを生理的に抑制することによって致死させる作用がある。ネギあるいはシロイチモジヨトウに対して適用登録されたものはないが，これらの薬剤の中にシロイチモジヨトウに対してかなり有効なものがあるので，今後，適用登録されれば利用できると思われる。

現在市販されている BT 剤のシロイチモジヨトウに対する防除効果について検討したが，いずれも実用的な防除効果は得られなかった。なお，現在核多角体ウイルスや昆虫寄生性センチュウによる防除試験が実施されており，これらの中には本種の防除に有望なものがある。しかし，まだ研究段階であり，実用化にはしばらく時間を要する。

2 合成性フェロモン剤による防除

合成性フェロモン剤を利用した防除法としては，雄の大量誘殺法と交信かく乱法の二つの方法がある。前者による防除は既に台湾で行われているが，発生時期を遅らせたり，密度をある程度下げることはできるものの，防除効果は不十分であるといわれている (CHENG et al., 1988)。

筆者らは 1987 年から交信かく乱法によって本種の防除が可能か否かについて検討している。今までの実験では 50～200ha 規模での合成性フェロモン剤処理で高い防除効果が得られている (若村ら，未発表)。特に低密度時から処理した 1988 年の実験ではきわめて高い防除効果が得られ，実験を実施した地区ではその年のシロイチモジヨトウ防除は実施する必要がなかった。既に，最小有効処理面積がどの程度なのかなど，実用化に向けての試験段階にきている。

また，施設ネギでの交信かく乱による防除試験についても露地ネギでの試験と並行して進めている。合成性フェロモン剤の適正な処理法，最小有効処理面積がどの程度なのかなど，まだ未検討部分が残されているが，少なくともライト (ブラックライト) トラップとの併用処理を行うことにより，高い交尾阻害効果が得られることが明らかになっている (高井ら，未発表)。この方法で，3 年間あまりシロイチモジヨトウを根絶できなかった施設においても，1 か月足らずの間に次世代の発生をほぼ完全に抑えることができた (高井ら，未発表)。

以上のように，まだ残された問題点はあるものの，合成性フェロモン剤による防除法は実用化の一歩手前まできている。シロイチモジヨトウのように，広範囲の薬剤に抵抗性を発達させている害虫に対して，本法はきわめて有効な防除手段といえよう。本法が実用化されれば，ネギだけでなく，本種の発生の多い他の野菜類や花き類にも応用が可能であり，早急に適用登録されることが望まれる。

3 耕種的手段による防除

不織布など被覆資材を利用した防除法についてもいくつか検討されている。本法は物理的に侵入を遮断するものであり，シロイチモジヨトウだけでなく，ハスモンヨトウやネギアザミウマなど他の害虫にも高い防除効果が得られる。しかし，被覆すると内部の気温が無被覆区に比べ 4～5℃ 高くなるうえに光線不足になるため，ネギが軟弱徒長する欠点がある。

シロイチモジヨトウは光に対するすう光性が強く，特に 370nm 前後にピークを有するブラックライトによく誘引される。この性質を利用したライトトラップが現場の施設ネギによく設置されている。本法の効果は雄成虫の大量誘殺による交尾率の低下と雄に比べると少ないが，未交尾雌，交尾雌の誘殺による産卵量の低下によってあらわれる (若村ら，未発表)。しかし，本法は施設外のシロイチモジヨトウやハスモンヨトウを呼び込む危険性があるので，設置する場合には周囲を 4mm 目程度の防風ネットで十分被覆しておく必要がある。また，誘引されたハスモンヨトウはネットによく産卵するので，卵塊を頻繁に除去する必要がある。これを怠るとサイド側からハスモンヨトウによる被害が発生する。本法単独で十分な防除効果を上げることは困難であるが，これといった防除手段のない現在，本法は現地ハウスで行われている有効な防除手段の一つになっている。なお，ライトトラップはできるだけ低密度時から設置することが大切である。

おわりに

最近までシロイチモジヨトウは発生が少なく，きわめてマイナーな害虫であった。そのため，わが国における本種に関する研究はほとんど行われていなかった。ここ数年局地的とはいえ本種の発生が各地で問題になり始め，野菜，花き類の重要害虫になりつつある。現在，県や国の研究機関が本格的に本種の研究に取り組んでおり，近い将来，発生生態，薬剤抵抗性発達の実態，効率的な防除法などが明らかにされるものと思われる。

また，本種に対して適用登録のある農薬は今のところ全くなく，作物登録のある農薬で対応せざるを得ないのが実状である。作物登録のある農薬で中齢以降の幼虫に高い防除効果を示すものはないので，当面はふ化幼虫をねらった防除，あるいは卵塊や幼虫の捕殺で急場をしのがざるを得ない。これまでの試験で，本種の防除に一部の IGR 剤や合成性フェロモン剤による交信かく乱法が有効であることが明らかにされており，これらが早急に適用登録されることが望まれる。

引用文献

1) CHENG, E. Y. et al. (1988)：Jour. Agric. Res. China 37 (3)：320～327.
2) COBB, P. O. and M. H. BASS (1975)：J. Econo. Entomol. 68：813～814.
3) 堀切正俊 (1986)：植物防疫 40：472～475.
4) 川村 満 (1988)：昭和 63 年度シロイチモジヨトウに関する試験成績，日本植物防疫協会.
5) MEINKE, L. J. and W. A. WARE. (1978)：J. Econo. Entomol. 71：645～646.
6) 高井幹夫 (1988 a)：高知農林研報 20：1～6.
7) ――― (1988 b)：同上 20：7～10.
8) 富樫一次・高順一郎 (1987)：北陸病虫研会報 35：50～52.

産業用無人ヘリコプターによる薬剤散布

——開発の経緯と現地試験の結果について——

農林航空技術センター　市川良平（いちかわりょうへい）

はじめに——開発の課題

パイロットが搭乗する有人ヘリコプターによる薬剤散布面積は，昭和 63 年度，水田のみで 174 万ha に及んでいる。しかし，同一地区に対する反復散布（全国平均では 2.9 回）を含んでいるので，対水稲栽培面積比率では，全国平均で 28.7% である。地域によって，ほぼ 80% の実施率に達する県（例えば栃木県）がある一方，多くの県で，全く航空防除が行われていない地域がある。

これら航空防除を現在実施していない地域においても，かつては航空防除が盛んに実施された経緯があり，水稲の転作や，農地内に住宅などが建つ，いわゆる混住化が進んだことによって，転換を余儀なくされたのである。一方，現在，航空防除を行っている地域においても，同じような条件が年々広がっていくにつれて，薬剤のドリフト（飛散）などに対する懸念から，その円滑な実施が妨げられる例が多くなっている。

こうした情勢のなかで，農林水産航空協会は，昭和 55 年に，無人の，空中からの薬剤散布が実用的に可能な小型装置（Remote control aerial spray system一略して RCASS）の開発に取り組み，昭和 63 年にはようやく現地で散布効果試験を実施できるまでに至った。

開発の開始当時，既に模型ヘリコプターによる薬剤散布が各地で試みられているかのような新聞記事が散見されたが，実際には性能上実用に耐えるものは皆無であった。

開発にあたって，まず，その到達すべき開発の目標を定めた。すなわち，RCASS は，通常の有人ヘリコプターでは散布作業が困難な区域を主な対象にし，全体としての航空防除事業を補完する性格を持つもので，具体的には次の5項目を基本目標とした。

① 全備重量が 100kg 以下であること。

② 薬剤の搭載量は 10kg（l）。機体の有効搭載量としては 20kg 以上とする。

③ 散布時の飛行速度は 10～20km，散布高度 2～5m，有効散布幅は 5m 程度が見込めること。

④ 主要なコントロール（操作）はマニュアル（手動）とするが，操作ができるだけ容易であること。

⑤ コントロールの正確性が少なくとも 100m の範囲内で期せられること。

①の全備重量については，これ以上では，製造上や現地の運用の法制上の問題や，取り扱い上に不便を生ずること，②の有効搭載量は，この程度を見込めば，現在，航空防除技術のなかで広く採用されている微量（ULV）あるいは少量（LV）散布技術によって，小型でも十分な実用性が得られること，③の飛行諸元は，④とも関連して，性能上，あるいは操作上の配慮と，さらに薬剤の落下・分散を考えた結果であり，④のコントロール（操作）の自動化の範囲をどこまでにするかは，重要な問題であるが当面できる限り容易な手動操作とし，⑤の実用的な操作範囲は，目視による正確性の限度と搭載量との関連の検討から決めたものである。

I　開発の主な経緯

開発は，基本課題一概念（デザイン）設計一基本設計一部分設計一試作一性能チェック一改修の手順で進め，56～57 年は神戸技研㈱に試作を委託，58 年からヤマハ発動機に試作を委託し，その内容を協会に設けた RCASS 開発会議（委員長 中口　博 東大名誉教授）が検討する形で進めていった。

当初，数年間は，主にメインローターの型式を「同軸二重反転型」とした機体の開発に重点をおき，試作1型機にひきつづき，昭和 61 年には改良2型機を試作し，昭和 62 年には，そのフライトテストに成功した（図-1 参照）。

「同軸反転型」機は，形状をコンパクトにできること，コントロール（飛行姿勢制御と誘導）の自動化を図りやすいなどの利点があり，この改良2型機には，飛行方位，飛行姿勢などについて最新の自動制御技術を採用したが，回転駆動機構がやや複雑で重量軽減にさらに改良を要すること，現地条件での高度の自動コントロールに問題が残ったことなどから，その実用化にはエンジンの開発をはじめ，今後なお改修，試作を重ねなければならないと考えられるに至った。

一方，機体の開発と並行して，散布装置（特に微量散布用）の開発を進めていたが，これを装着しテストしう

Utilization of Remote Control Helicopter in Aerial Application of Pesticides.　By Ryohei ICHIKAWA

図-1　飛行テスト中の RCASS 2型機

る機体を早急に試作する必要があり，ホビー用のラジコン（RC）ヘリコプターを大型化した，「シングルローター型」機の開発を進め，強化プラスチックなど最新の資材と技術により，機体の軽量化に成功し，機体のコントロールに熟練を要するなどの難点は残るものの，その他の点では，基本目標に到達できる機種として，シングルローター型 RC ヘリコプター（略称，R-50）のフライトテストを 61～62 年に実施し，63 年にはこの散布性能についての基礎的試験，ひきつづいて現地試験を行った。

R-50 型機のほかに，産業用（主に写真撮影用）をめざす数種の RC ヘリコプター機が既にあり，また，現在 1～2 社で開発を進めているが，現時点では基本課題②の有効搭載量 20kg をもつ実用的機種としては，この R-50 型機は唯一のものである。

以下，この機種を中心に述べることとする。

Ⅱ　農業用無人ヘリコプターの主要諸元と性能

前項で，薬剤散布用実用型機種として「R-50 型」を挙げたが，その外観及び主要諸元を示せば表-1 及び図-2 のとおりである。

R-50 型ヘリコプターの有効搭載量は約 20kg（薬液実量では 10～15 l）を限度としているため，薬剤の散布方式としては，今回は微量散布（ha 当たり散布量 1 l 程度）及び少量散布（ha 当たり散布量 8～10 l）の 2 方式について研究を進め，その噴霧化の方式として回転式アトマイザーによる方式と，液圧型ノズル方式について検討を行った。基礎的試験を重ねた結果，63 年度

表-1　農業用無人ヘリコプター R-50 の主要諸元

機体	全長（メイン，テールローター含む）	3,565mm
	胴体長	2,555mm
	全幅	640mm
	全高	1,000mm
	メインローター直径	3,000mm
	テールローター直径	550mm
	運用自重	44kg
	離陸重量	67kg
	燃料タンク容量	4 l
性能	実用ペイロード	20kg
	飛行時間	30 分
	高度限界	100m
	制御範囲	200m（目視範囲）
エンジン	種類	水冷・2サイクル
	総排気量	98cc
	最高出力	12ps
	使用燃料	ガソリン・オイル混合

図-2　RC-50 型ヘリコプターの全形

の現地圃場における試験はすべて「ノズル方式による少量散布」によって実施した。

このノズル方式の散布装置の主要仕様は表-2 のとおりで，図-3 はノズル孔からの薬液の噴出状況を示したものである。レーザー回折法により気中の滴径を測定した結果，図-4 に示すように比較的斉一な滴粒子群（平均粒子径 109.22 μm-VMD）が得られることが認められた。

表-2　ノズル方式散布装置の主要仕様

項目	仕様	備考
噴孔径	ϕ 0.6mm	
吐出圧	1.6～2.6kg/cm^2	
吐出量	1.2～1.4 l	ノズル全体
装着個数	10 個	
1個の重量	50g	
加圧方式	ギヤポンプ	
動力源	7.2VDC バッテリー	
薬剤タンク	15 l	
全重量	計 6.0kg	

全重量が 6.0kg となるよう軽量化を進めた改良型である．

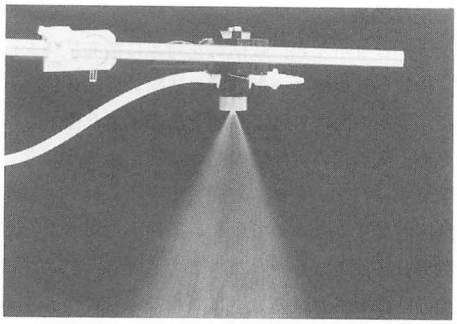


図-3　ノズルからの噴射状況
噴孔径 0.6mm，吐出圧 2.5kg/cm²

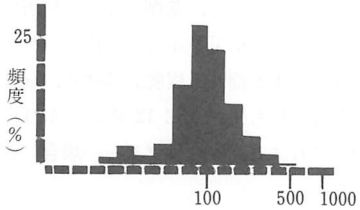


図-4　ノズル方式噴霧液の粒度分布
測定機器：マルバーン　パーティクルサイザー 2600LBD
水 道 水：吐出圧 2.5kg/cm²

Ⅲ　農業用無人ヘリコプターの散布飛行諸元

ヘリコプター散布における飛行速度や飛行高度をどう定めるかは，液滴の分散パターンを決める最も重要な要素である。R-50 型機についてノズルの種類，数，取付位置，飛行速度，飛行高度など各種の要素を組み合わせた数多くのテストを行った（図-5 参照）。

その結果，表-3 の散布飛行諸元において良好な分散パターンを得ることができ，操作上の問題も少ないことが認められたので，昭和 63 年度の現地試験は，すべてこの散布飛行諸元により実施した。

図-6 は，この散布飛行諸元における液滴の分散パターンを示したもので，a 及び b は 1 回の飛行コースによる分散パターンを指数及び付着量によって示したものである。

また，c はこれを 5m 間隔の飛行コースとしてオーバーラップさせた想定図である。c における付着量の変異係数（CV）を求めると 15.7 で，良好な分散状態であることを示している。

表-3　農業用無人ヘリコプター（R-50 型機）の散布飛行諸元

散布飛行速度	15～20km/時
散布飛行高度	3～ 4m
散　布　幅	5m

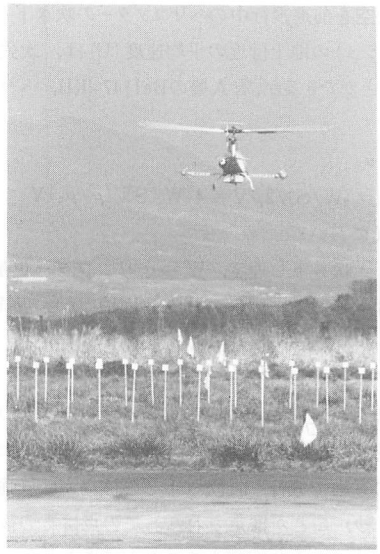


図-5　散布テスト中の飛行状況
（散布装置はアトマイザー型を使用）—農林航空技術センター

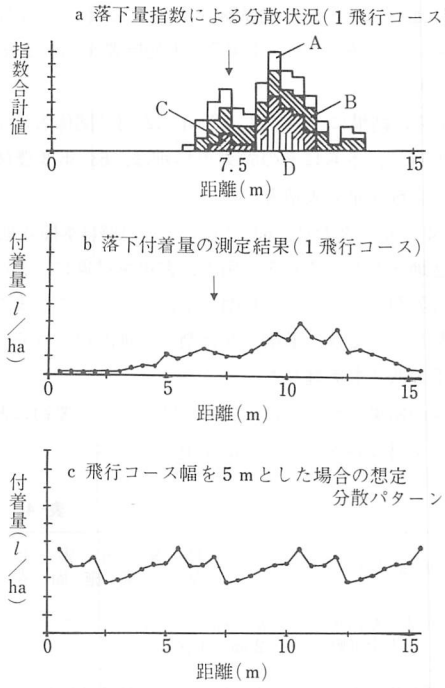


図-6　液滴の落下分散パターン
a は，落下調査指標の表示によるもの．図中 A～D は粒径の段階を示し A＜B＜C＜D である．
b は，落下付着量をトレーサー（染料）量により比色定量して（l/ha）により示した．
矢印は飛行コースを示す．
c は，1 飛行コースの分散パターンをオーバーラップさせた場合の想定図．
飛行条件：飛行高度 3.5m，速度 20.6km/時．
風－S～SW（図左から）3.3m/秒．

また低空を前進飛行中のヘリコプターの吹き下し（ダウンウォッシュ）の地上付近の平均速度(U)は，次式により求めることができるが，有人機のBell47-KH$_4$ ヘリコプターが

$U = 2\nu$

$\nu = (W/S)/2\rho V = 4(W/S)/(\rho/\rho_0)V$

この式において

ν＝吹き下し速度，W＝ヘリコプター重量，

S＝ヘリコプターローター面積，ρ＝空気密度，

ρ_0＝標準大気の空気密度，

V＝ヘリコプター前進飛行速度

散布基準（例えば 50km/時）で飛行するときの吹き下し風の速度（6.5～7m/秒）より，R-50 型ヘリコプターが上記の基準で飛行した吹き下しのほうがより強い（平均 10m/秒）ことが推定された。この点はその後の現地試験においても十分観察することができた。

Ⅳ　現地試験実施の概要と結果

Ⅲに述べたような基礎試験を実施した後，63 年度現地試験に踏み切ったが，まずその実施概要を示すと表-4 のとおりである。

これらの結果については，63 年 12 月に関係者による検討を行い，さらにその成果の詳細は，63 年度農林航空技術合理化試験成績書に報告した。

表-4 に示すとおり，63 年度の現地試験は水稲 3 地区，野菜 2 地区とし，それぞれ病害，害虫を対象に，薬剤の剤型は乳剤，ゾル剤，水和剤，水溶剤について，またその調整については，単剤，混合剤，現地混用，さらに単剤の重ね散布を実施した。

試験の結果については，紙数の関係もあり要約にとどめざるを得ないが，以下，項を追って述べる。

1　防除効果

ウンカ，ヨコバイ類，紋枯病を対象に散布試験を行ったが，RC ヘリコプター散布区の防除効果は 3 地区とも良好で，無散布区はもとより地上散布区より優れた結果をおさめ，実用化の可能性の高いことが認められた。

野菜（キャベツ，レタス）病害虫に対する防除試験は，どの地区も発生がきわめて少ない条件下であったため十分な効果比較ができなかった。このことは，野菜に対する現地の防除効果試験の方法についてさらに検討を要することを示した。

2　落下分散，付着

いずれの試験においても，薬剤の分散，付着の状況は均一性が高く，良好な結果を示した。RC ヘリコプターの吹き下しは「稲体が揺れる程度」に強く，稲株の上・中・下別薬剤付着量も 63：25：12 の比（4 株平均・稲作後期）で，これは有人ヘリコプターの場合に劣らない結果を示した。

野菜の葉面についての付着は，表面に比べ裏面の付着が少なくなるが，レタスの葉表・裏面についての付着状

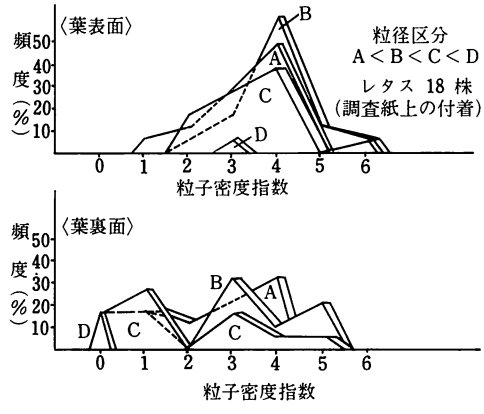


図-7　レタスの葉表・裏面の薬剤付着の状況（長野・菅平）

表-4　現地試験の実施概要

実施場所	対象病害虫及び実施面積	試験期日	散布薬剤	散布量
栃木県宇都宮市 上金井町	水　稲（ヒメトビウンカ） 2 ha（1 区）	6/21	バサジノン乳剤	8 倍液 8 *l*/ha
長野県更埴市 八幡	水　稲（ツマグロヨコバイ） 2.2ha（5 区）	7/29	アプロードゾル	16倍液 8 *l*/ha
群馬県館林市 当郷	水　稲（紋枯病・ウンカ） 3.1ha（4 区）	8/9	スミバッサ乳剤 バリダシンエアー	8 倍液 8 *l*/ha
群馬県吾妻郡 嬬恋村	キャベツ（コナガ・ウワバ・菌核病） 0.9ha（1 区）	7/26	ロブラール水和剤 エルサン乳剤 パダン水溶剤	8 倍液 10 *l*/ha
長野県小県郡 菅平地区	レタス・ハクサイ（アブラムシ） 0.5ha（2 区）	8/20	マラソン乳剤	10倍液 10 *l*/ha

況を調査した結果では，小径粒子（つまり，調査指標のA，B 粒径区分のもの）の裏面への付着がかなり認められた（図-7）。また，この付着については飛行方向なども関連があることが考察されており，これらについてはさらに試験を重ねる必要がある。

3　飛散（ドリフト）について

対象圃場外への薬剤の飛散状況を調査するため，いずれの地区も，対象圃場周辺から東西南北4方向に 100m までの調査線を設け，調査紙上の付着状況を調査したが，その調査結果は，風下方向 25m 付近までごくわずか（調査指標 A・B 粒径で指数 1～2，あるいはそれ以下）の付着を認める程度で，これは有人ヘリコプターの場合に比して飛散距離を ¼～½ に縮小できることを示している。

しかし，隣接地の障害物などのため，圃場周辺で散布高度をあげなければならない（例えば 5m に）場合には，飛散距離がのびる結果を示している。

4　飛行操作・人員・作業効率

63 年度の試験は 0.5～2ha の圃場を対象に実施したが，これには全体が一区画のものから，5地区に分かれたものまでを含んでおり，作業の難易度，効率なども一様ではないが，試験の結果明らかになった飛行操作の基本パターンを示すと次のとおりである。

① 1飛行コースは 100m 以内とする。

② 次の飛行コース（レーン）へはU字型ターン旋回を原則とする。

③ オペレーター（リモートコントローラー）は，コースの移動につれて農道上を移動しつつ操作する。

④ 各飛行コースは，RC ヘリコプターがオペレーターに近づいた 10m 付近で切り上げ，枕地を残す。

⑤ この枕地は，通常のコースとは別方向の角度から散布コースをとる。

⑥ きわめて狭い地区のコースは半だ円形を描いた飛行パターンとする。

また今回の試験においては，飛行操作を行う主オペレーターと，装置の開閉操作と到達点の確認をする補助オペレーターの2人制により操作し，整備などを含めて5人程度の人員編成を要したが，実用化にあたっては 2～3 人制で運用することが可能であろう。

作業効率については条件が区々であるので一概にいえないが，散布飛行諸元から計算すれば，毎分 16a，時間当たり 9.6ha の散布が可能である。

しかし，現地では，旋回，散布コースとヘリポートまでの往復，圃場間の移動飛行などのため，ha 当たり作業時間は表-5 に示すように 30 分程度，つまり1時間 2ha の作業効率となった。

その後の薬剤タンク積込口などの改修により作業効率の改善がさらに期待できると思われる。

V　安全性及び今後の問題点

安全性に関しては「もしも制御不能になったら」ということをだれもが懸念するであろう。幸いに薬剤散布飛行はきわめて低高度であること，また電波上の障害などを生じた場合のための安全装置（fail-safe）を機体に装備しているので，実際上の危険は少なくなっている。昭和 63 年度の試験中にも混信トラブルによるコントロールの乱れのため，地上に軟着陸した機体があったが，点検後，直ちに再フライトしてなんら問題がない結果を得ている。

むしろ，オペレーターによる飛行操作が外見上あまりに容易にみえるため，回転中のローターに第三者が接近する心配があり，注意を要する。

今後の問題点としては，まず，第一に熟練したオペレーターをいかに養成するかが問題であろう。63 年度の試験はすべて操作に熟達したオペレーターが行ったが，

表-5　63 年度現地試験の作業効率などの概要

地区名	面積 (ha)	地区数	作業時刻 (時分～時分)	作業時間 A (分)	ha 当たり作業時間 (分)	散布飛行時間 B (分)	B/A (%)	ha 当たり散布飛行時間 (分)	備考
栃木・宇都宮	2.0	1	5°26′～6°40′ (中断 8′)	74 (64)	37 (33)	32	43.2 (48.5)	16	
長野・更埴	2.2	5	5°39′～6°40′	61	28	32	52.5	15	
群馬・館林	3.1	4	5°00′～6°49′ (中断 12′)	109	35 (31)	48	44.0 (49.5)	16	
群馬・嬬恋	1.0 (3.0)	1	8°41′～11°12′	91	30	75	82.4	25	
長野・菅平	0.5	2	6°08′～6°24′	16	32	7	43.8	14	

1．群馬・嬬恋地区は3薬剤の重ね散布のため 3.0ha とした．

2．作業時刻とはエンジン回転開始後，最終のエンジン停止までをいい，事前の準備，終了後の整備作業などを含まない．作業の中断は電波障害などによる機体装置の操作トラブルである．

3．散布飛行時間（分）は，散布飛行開始からヘリポート到着までをいい，旋回なども含む．

ヘリコプターの遠隔操作には相当熟練した技量を要し，オペレーター養成の成否が実用化へのキーポイントになっている。このためにはしっかりした内容の訓練システムが必要であり，既に一部実行に移されている。

第二は機体，装置に関連した問題である。今回の現地試験はすべて少量散布（8～10 l/ha）として実施したが，作業の効率性を考えれば当然微量散布についてさらに技術開発が必要である。また，一方では微粒剤，あるいは粒剤散布の必要性に応えて，装置の開発が必要である。

第三には第二の問題とも関連するが，散布薬剤についての問題である。63年度の試験は主として既に航空散布用に認められている薬剤を主体にして，無人ヘリコプター装置における吐出性能などについて事前にチェックを行って試験を実施した。このため現地においては全く問題が生じなかった。

野菜，果樹などについては，現在航空散布用薬剤が少ないので，RCヘリコプターについて早急に適用が広げられるよう試験を重ねていかなければならないといえる。

最後に無人ヘリコプターの開発にあたり，関係諸機関の多大の協力を得たことを特に記して感謝の意を表する。

引用文献

1）農水省植物防疫課（1988）：昭和63年度農林水産航空事業関係資料.
2）農林航空技術ハンドブック（1968）：農林航空技術ハンドブック編集委員会編，地球出版刊，p.216～222.
3）農林水産航空協会（1989）：昭和63年度農林水産航空技術合理化試験成績書.

新しく登録された農薬（元.4.1～元.4.30）

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 17268～17313 までの計 46 件）

『殺虫剤』

エトフェンプロックス粉剤
エトフェンプロックス 0.50%
トレボン粉剤 DL（元.4.26）
17271（三共），17272（北海三共），17273（九州三共）
稲：イネツトムシ・カメムシ類・イネミズゾウムシ（成虫）・ツマグロヨコバイ・ウンカ類・イネドロオイムシ：14日3回

エトフェンプロックス粒剤
エトフェンプロックス 1.5%
トレボン粒剤（元.4.26）
17274（三共），17275（北海三共），17276（九州三共）
稲：イネミズゾウムシ・イネドロオイムシ：21日3回

シクロプロトリン・ブプロフェジン粉剤
シクロプロトリン 0.30%，ブプロフェジン 1.0%
アプロードシクロサール粉剤 DL（元.4.28）
17277（日本農薬）
稲：ツマグロヨコバイ・ウンカ類幼虫：30日3回

シクロプロトリン粉剤
シクロプロトリン 0.50%
シクロサール粉剤 DL（元.4.28）
17288（日本化薬），17289（日本農薬），17290（北興化学工業），17291（三笠化学工業），17292（三共），17293（北海三共），17294（九州三共）
稲：ツマグロヨコバイ・イネミズゾウムシ：30日3回

シクロプロトリン・BPMC 粉剤
シクロプロトリン 0.50%，BPMC 3.0%
シクロサールバッサ粉剤 DL（元.4.28）
17295（日本化薬），17296（日本農薬），17297（北興化学工業），17298（三笠化学工業），17299（三共），17300（北海三共），17301（九州三共）
稲：ツマグロヨコバイ・ウンカ類：30日3回

エトフェンプロックス・カルタップ粉剤
エトフェンプロックス 0.30%，カルタップ 1.0%
トレボンP粉剤 DL（元.4.28）
17306（武田薬品工業）
稲：イネドロオイムシ：21日3回

シクロプロトリン・NAC 粉剤
シクロプロトリン 0.50%，NAC 2.0%
シクロサールナック粉剤 DL（元.4.28）
17307（中外製薬），17308（北興化学工業），17309（長瀬産業）
稲：ツマグロヨコバイ・ウンカ類・イネドロオイムシ：30日3回

シクロプロトリン・ダイアジノン・NAC 粉剤
シクロプロトリン 0.50%，ダイアジノン 3.0%，NAC 2.0%
シクロサール ND 粉剤 DL（元.4.28）
17310（北興化学工業）
稲：ツマグロヨコバイ・ウンカ類・コブノメイガ・イネドロオイムシ：30日3回

エトフェンプロックス・PHC 粒剤
エトフェンプロックス 0.75%，PHC 3.0%
トレボンサイド粒剤（元.4.28）
17312（日本特殊農薬製造），17313（クミアイ化学工業）
稲：イネミズゾウムシ・イネドロオイムシ・ウンカ類：60日2回

（42ページに続く）

性フェロモンによるコナガの防除

神奈川県園芸試験場三浦分場　大林延夫
千葉県病害虫防除所　清水喜一
群馬県農業総合試験場　岩田直記
サンケイ化学株式会社　永田健二

はじめに

性フェロモンの利用は，殺虫剤とは異なった新しい害虫防除の技術として期待され，既にいくつかの害虫で実用化もされている。しかし，その普及は必ずしも順調というわけではない。その大きな理由は，簡便でコストの安い農薬と対抗するには力不足の場合があることと，処理条件によっては効果が振れ，信頼感に欠ける点ではないかと考えられる。一方，筆者らが取り組んでいるコナガは，薬剤抵抗性の発達で有効な農薬が限定されているため，フェロモンに対する期待感は大きい。そのため，筆者らは性フェロモンの防除効果に影響する要因を明らかにし，処理技術を確立するとともに，農薬を併用した体系防除技術として実用化することで，その普及に道を開きたいと考えている。

I　コナガの性フェロモンについて

コナガの性フェロモンの存在は，CHOW (1974) が確認し，TAMAKI et al. (1977) が (Z) - 11 - hexadecenal と (Z) - 11 - hexadecenyl acetate の2成分を報告した。KOSHIHARA et al. (1978) は，この両成分の等量混合物が，野外で顕著な雄の誘引活性を示すことを報告した。ANDO et al. (1979) は，この関連化合物である，(Z) - 11 - hexadecenol が，前記2成分の活性を高める共力作用があることを見いだし，腰原ら (1980) は，主要2成分の等量混合物 0.1mg に，その 1% 量の共力成分を添加してゴムキャップに含浸させた誘引源が，四季を通じて処女雌5頭に匹敵する誘引効果を発揮することを報告した。

II　コナガ性フェロモンの生物活性

コナガの2種の性フェロモン成分の役割について，腰原 (1984) は，(Z) - 11 - hexadecenal がプライマリイフェロモンとして，風下側からの雌蛾に向けての雄蛾の飛しょうを解発し，(Z) - 11 - hexadecenyl acetate がセカンダリーフェロモンとしてその後の雌蛾に対する雄蛾の接近を誘導する働きがあると推察している。

フェロモン源が雄蛾を誘引できる有効範囲については，2m (根本ら，1981)，4～5m (大林，1980)，0.6～0.9m (石井ら，1981) などの報告があり，いずれにしても比較的狭いことが明らかになっている。また，有効範囲内の雄蛾の誘殺効率は，約 30% 程度であるという (石井ら，1981)。これらの点から，コナガの場合，大量誘殺による防除は効率が悪く，実用的ではない。

III　交信かく乱による防除

コナガの交信かく乱による防除では，雌蛾の放出するフェロモンに対する雄蛾の定位を阻害する誘引阻害と，雌雄が接近してからの交尾行動を妨げる交尾阻害の両者が防除効果に結び付くものと考えられる。コナガの生息密度が低い条件では，誘引阻害だけで交尾の機会を低減させることもできるが，高密度になると同一の株上に何頭ものコナガが接近して活動する状態となるため，直接的な交尾阻害が必要となる。

根本ら (1982) は，キャベツ畑に3成分合計 0.36～1.22g/10a のフェロモンを処理したところ，モニタリングトラップへの雄蛾の誘引は，50～60% 阻害されたが，キャベツの株当たり虫数には差がなかったことを報告している。藤吉ら (1979) は，容量 300ml の三角フラスコに，性フェロモン2成分の等量混合物を入れ，未交尾の雌雄を3対ずつ入れた場合，100μg の処理で交尾阻害率が 100% になったと報告している。これらの結果は，性フェロモンが，その処理量によって誘引や交尾を阻害する効果を発揮することを示している。野菜試虫害第一研究室 (1985) は，キャベツ畑で，長さ 10cm のキャピラリーチューブに封入した性フェロモン成分を用いて誘引阻害及び交尾阻害について検討した。これによれば，性フェロモンの主要2成分は，それぞれの単独でも誘引阻害効果を示すが，両成分の等量混合物の効果が優れること，設置間隔は 0.7～1m で効果が高く，1.4m ではやや劣ることを示した。また，交尾阻害効果は 1m 間隔

Control of the Diamond back moth, *Plutella xylostera* by its Synthetic Sex Pheromone.　By Nobuo OHBAYASHI, Kiichi SHIMIZU, Naoki IWATA and Kenji NAGATA

では認められず，20cm 間隔で発現し，その場合のフェロモンの推定蒸散量は 3～4mg/日/m² であったという。大林ら（1985）は，無加温ガラス室に定植したキャベツに，キャピラリーチューブに封入した2成分の性フェロモン製剤 32.5m/a（成分量 11.7g/a）を処理したところ，無処理区に比べて顕著にコナガの寄生数が少なくなったことを報告した。

Ⅳ　交信かく乱法による防除試験

筆者らは，1985 年から性フェロモンを利用した防除技術の開発に取り組んで来ており，また，1987 年からは日本植物防疫協会の特別委託試験として，各県の試験場でその効果が検討されている。ここでは，筆者らの試験結果を中心に，利用法と防除効果，利用上の問題点を整理してみたい。

表-1 に，露地のダイコンまたはキャベツ圃場で実施した試験結果を要約して示した。用いた性フェロモンは，信越化学工業㈱製の主要2成分 0.25g/m をキャピラリーチューブに封入したディスペンサーで，10a 当たり 100m を 8～9m 間隔で畦上 30～40cm に展張する方法で処理した。発生予察用のフェロモントラップを交信かく乱区内に設置して得た雄蛾の誘引数を無処理区の誘引数と比較した誘引阻害率は，いずれの試験でも 80% 以上と高く，誘引源を入れないトラップでも飛び込む個体数を差し引けば，ほぼ完全な誘引阻害効果が認められるといえよう。一方，未交尾の雌蛾の一方の前翅をナイロンゴースの糸で結び，夕方圃場に放して翌朝回収するつなぎ雌法で調査した交尾阻害率は，90% 以上の高い率が得られた例が多いが，50% 台の阻害率が2例あり，この場合はいずれも防除効果を示す密度抑制率も低くなっている。個々の試験についてみると，銚子 1988，嬬恋 1987 及び嬬恋 1988 a の3例は，多発生の条件下で安定した高い防除効果を示した。また，三浦 1985 は，少発生ながら防除効果が認められている。これに対し，三浦 1987 の試験は交尾阻害率がやや低く，防除効果も不十分であった。その原因としては，フェロモン処理開始時のコナガの寄生率が高かったことと，試験場所が海に面した台地で風が強く，蒸散するフェロモンが圃場に長時間保持されにくかったことなどが考えられる。横浜 1986 の試験は，5月上旬までは密度を抑制していたが，5月下旬になると，フェロモン処理区でも特に周辺の調査圃場では密度が上昇した。これは，コナガの生息密度が高くなってくると，処理区の周辺圃場では，既交尾雌の侵入や，交尾阻害効果の低下が起こることを推察させる。多発生下であった横浜 1987 の試験は，防除効果も著しく劣った。この場合は，フェロモン処理区内に目的とした露地キャベツのほか，植木畑やトンネルダイコンが混在し，特にトンネルダイコンの畑では，作業や収穫時に多くのディスペンサーが除去されたこともあって，総体的な薬量不足になったのではないかと考えられる。嬬恋 1987 の試験は，全体としては高い防除効果が得られた中で，起伏が多い地形のため，丘にあたる畑ではコナガの寄生率が高かったことが観察されている。この点から，傾斜のある地形では，高い部分のフェロモンが下方へ流出して，効果不足になることを示唆している。嬬恋 1988 b の試験は，0.8ha と少面積の処理で効果を検討したもので，処理区中央部では高い防除効果が得られているのに対し，周辺部では明らかに効果が劣り，前述の横浜 1986 と同様な傾向が認められた。

表-1　露地圃場での交信かく乱法による防除試験

試験場所，年度及び面積	試験期間	雄蛾誘引阻害率(%)	つなぎ雌法による交尾阻害率(%)	幼虫及び蛹の密度抑制率(%)	対照区の幼虫・蛹数(頭/50株)
三浦1985 a) 5.4ha	10.16 ～12.20	93.9	97.3(10.30) 100.0(11.20)	61.1(11.13) 95.5(11.27)	12 17
三浦1987 2.7ha	9.30 ～12.23	89.3	85.8(10.27) 74.6(11.17)	16.4(10.27) 49.5(11.25)	21 139
三浦1988 3.2ha	10.13 ～12.22	88.7	88.4(11.28)	85.7(11.10) 5.2(12. 8)	28 19
横浜1986 3.1ha	3.27 ～ 5.28	94.7	100.0(4.3) 97.1(5.1)	74.4(5. 6) 51.5(5.28)	31 83
横浜1987 7.0ha	3.26 ～ 6.12	83.0	100.0(4.9) 56.8(5.13)	23.3(5.29) 9.7(6.12)	116 268
銚子1988 14.4ha	9.30 ～12.23	92.4	91.3(10.4) 90.6(11.7)	85.7(10.28) 86.1(11.11)	61 236
嬬恋1987 9.8ha	7. 1 ～ 8.27	95.2	100.0(7.23) 92.9(8.18)	94.2(7.23) 90.3(8.18)	109 933
嬬恋1988 a 10.0ha	7. 5 ～ 8.19	90.3	100.0(7.19) 100.0(8.16)	91.8(7.25) 82.4(8.19)	59 237
嬬恋1988 b 0.8ha 中央部	7. 5 ～ 8.19	87.6	100.0(7.19) 100.0(8.16)	91.5(7.25) 99.6(8.19)	59 237
同上 周辺部	7. 5 ～ 8.19	—	100.0(7.19) 57.2(8.16)	47.0(7.25) 7月25日以降薬剤散布	59

（ ）内は調査月日．誘引阻害率，交尾阻害率及び密度抑制率は，対照区に対する割合．

a) ダイコン，その他はキャベツでの試験．

表-2 には，ガラス室とトンネル栽培での試験例を示した。三浦 1984 及び三浦 1987 の試験は，無加温ガラス室で換気は天窓だけである。交尾阻害率は低いが，密度抑制効果は比較的高かった。一方，銚子及び飯岡のトンネル栽培での3例は，交尾阻害率が高いにもかかわら

表-2　無加温ガラス室及び露地トンネル栽培での交信かく乱試験

試験場所及び年度	試験期間	a当たりディスペンサー処理量(m)	つなぎ雌法による交尾阻害率(%)	幼虫及び蛹の密度抑制率(%)	対照区の幼虫・蛹数(頭/10株)
三浦1984[a] ガラス室	10.12 ～12.10	32.5	100.0(10.16) 41.7(11.5)	90.3(11.27) 79.3(12.10)	194 193
三浦1987 ガラス室	3.23 ～ 5.12	10.0	48.6(5.12)	79.8(4.16) 84.2(4.30)	84[b] 549[b]
銚子1985 トンネル	12. 7 ～ 3.13	5.0	89.7(11.29) 100.0(3.13)	88.2(2.21) 69.1(3.13)	4 24
飯岡1987 トンネル	10.28 ～ 1. 7	5.0	100.0(12.15)	42.1(12.4) 57.2(1.7)	57 152
飯岡1987 トンネル	10.28 ～ 1. 7	10.0	93.6(12.15)	43.9(12.4) 36.8(1.7)	57 152

( )内は調査月日．交尾阻害率及び密度抑制率は，対照区に対する割合．

a) キャベツ，その他はダイコンでの試験．

b) 100 葉当たり寄生虫数

表-3　ビニルハウスの換気方法及びフェロモンの処理位置がコナガの交尾阻害率に及ぼす影響（三浦，1988）

ハウスの換気方法	フェロモンの処理位置	つなぎ雌の交尾阻害率(%)
すそ換気	ハウス天井部 キャベツの株上	11.8 7.1
肩換気	ハウス天井部 キャベツの株上	72.4 40.9
密閉	ハウス天井部 キャベツの株上	100.0 78.8

すそ換気は，ハウスのすそ部分を寒冷紗としたもの．

ず，密度抑制効果は低かった。ダイコンのトンネル栽培では，常時すそ換気を行っているため，風があるとフェロモンが流失しやすいことや，処理面積が少なかったため，圃場全体のフェロモン濃度が低く，外部からの既交尾雌の侵入の機会も多いため，効果が劣ったのではないかと推察される。

表-3には，ビニルハウスでのフェロモンの処理位置と換気の条件が交尾阻害効果に及ぼす影響を調査した結果を示した。フェロモンの処理量は，いずれも 10m/a である。ハウスのすそを寒冷紗にしてキャベツの上を風が通過できる条件下では，交尾阻害効果は低く，無処理とあまり差がなかった。しかし，すそ部もビニルにして，ハウスの肩部で換気している状態では交尾阻害率が高くなった。さらに密閉条件では 80～100% の高い阻害率が得られた。一方，フェロモンの処理位置を，ハウスの天井部と，キャベツの株上（地上約 30cm）で比較すると，いずれの換気条件でも天井処理の阻害効果のほうが高かった。この結果から，フェロモンは，ハウスなどの少面積の処理では，肩換気程度の風の動きでも交尾阻害効果が低下すること，閉鎖空間でのフェロモンの処理位置は高いほうが好条件であることなどが明らかとなった。

表-4　薬剤防除とフェロモン処理の併用試験(嬬恋 1988)

試験区		キャベツのコナガ幼虫・蛹寄生密度(40 株当たり)					
薬剤処理	フェロモン	6.30	7.15	7.25	8.5	8.19	8.31
無	無処理	5	39	59	161	237	153
	処理	4	2	5	12	42	36
慣行防除	無処理	3	8	13	20	31	20
	処理	2	3	3	1	5	7
体系防除	処理	3	1	8	5	21	4

慣行防除区はプロチオホス(トクチオン)，アセフェート(オルトラン)，メソミル(ランネート)，カルタップ(パダン)，チオシクラム(エビセクト)，BT 剤などを 4～7 回散布．体系防除区は7月 26 日カルタップ＋PAP (パダン＋エルサン)，8月 15 日クロルフルアズロン＋メソミル（アタブロン＋ランネート）の2回散布．

表-4には，露地キャベツ圃場で，フェロモン処理と薬剤防除の併用効果を検討した結果を示した。この試験では，フェロモンの単用でも高い防除効果が得られているが，フェロモンと慣行防除の組み合わせはより効果が高い。また，薬剤処理を2回だけ行った体系防除とフェロモンの組み合わせ処理区は，フェロモンの単独処理または慣行防除のみの試験区より高い防除効果であった。

V　問題点と今後の課題

筆者らが行ってきた試験は，大部分が実用規模の現場での応用試験で，基礎的な研究が不足している。特に，交信かく乱によって生ずる誘引阻害や交尾阻害の機構については不明な点が多い。しかし，これらの試験を実施する中で，利用上の問題点が明らかになってきた。それらを要約すると，最も大切な点は，ディスペンサーから蒸散するフェロモン成分を，いかに安定した状態でコナガの生息域に保持するかであろう。そのためには，できるだけ広い面積に処理するのが望ましく，現在の知見では，露地では最低 3ha 程度が必要と考えられる。また，処理区の周辺や風上側，傾斜地形の上部などでは，フェロモン濃度が低下しやすく，また処理区外からの既交尾雌の侵入も危惧され，フェロモンディスペンサーの重点配置方法や，防風対策，障壁作物の利用などの検討が必要と考えられる。また，キャベツなどでは，育苗時にコ

ナガの寄生を受け，定植後のフェロモン処理時に高い寄生密度である場合は，効果が不十分となる恐れがあり，注意が必要であろう。同様に，圃場での発生が増加し，周辺圃場の密度が高くなると，フェロモン処理だけでは効果が不足してくる場合が考えられ，的確な薬剤処理との組み合わせが必要となろう。一方，ハウスやトンネル栽培での試験例は少なく，処理薬量の検討も含めて問題点が多く残されているが，ハウスなどで夜間密閉できる条件では実用性があると考えられる。

おわりに

交信かく乱用のコナガ性フェロモン製剤は，本年2月にコナガコンの商品名で登録が認可され，実用化されることとなった。今後さらに残された問題点の解決に取り組みながら，その普及に努力したい。なお，これらの試験に大量のサンプルを提供していただいた信越化学工業株式会社，ならびに筆者らの試験にご協力いただいた多数の関係各機関の方々，及び横浜の試験データを引用させていただいた，神奈川県専門技術員の伊東祐孝氏に厚くお礼申し上げる。

引用文献

1）ANDO, T. et al.（1979）：Appl. ent. Zool., 14：362～364.
2）CHOW, Y. S. et al.（1974）：Ann. entomol. Soc. Am., 67：510～512.
3）藤吉　臨ら（1979）：応動昆　23：235～239.
4）石井俊彦ら（1981）：同上　25：71～76.
5）腰原達雄（1984）：フェロモン実験法(2)，日本植物防疫協会，pp. 90～96.
6）————・山田偉男（1980）：応動昆　24：6～12.
7）根本　久ら（1981）：関東病虫研報　28：104.
8）————ら（1982）：昭和57年度フェロモン利用に関する試験成績，日植防，東京，pp. 133～135.
9）大林延夫（1980）：関東病虫研報　27：140～141.
10）————ら（1985）：同上　32：183.
11）TAMAKI, Y. et al.（1977）：Appl. ent. Zool., 12：208～210.
12）野菜試虫害第一研究室（1985）：昭和59年度野菜試年報：26～27.

新刊紹介

『果樹病害各論』

北島　博 著

定価　10,300 円

A 4版，581 ページ

（株）養賢堂　1989 年発行

果樹病害に携わる者が長年渇望していた「果樹病害各論」が遂に発刊された。農林省園芸試験場で 30 年間研究と研究管理に従事され，植物ウイルス研究所長を最後に定年退官された北島 博博士が心血を注いで完成されたあらゆる果樹病害を網羅した力作である。

各病害ごとに (1) 病害の由来および研究史，(2) 被害，(3) 分布，(4) 宿主範囲および品種，(5) 病原菌の形態，(6) 病原菌の生理的性質，(7) 病原菌の生活史および病徴，(8) 発生予察，(9) 防除，(10) 文献の順に記されており，どの記述も研究成果に基づいて記載されており，したがって引用された文献の多いのに目をみはらされる。

これまでも果樹病害の成書は無いわけではなかったが，主として防除に重点を置いた実用書が多かった。果樹の病害をとりあげて研究を開始しようと思うとき，文献学的に精ちかつすべての果樹を網羅したものとしては，富樫浩吾（1950）『果樹病害』（朝倉書店）か，ANDERSON, H.W.（1956）『Diseases of fruit crops』（McGrawHill）を参考にするのが常だったが，すでに古くなっていた。

著者が凡例に述べているように，つとめて国内の文献を引用してあるが，このようなことが可能になった背景には，著者自身の園芸試験場（果樹試験場の前身）での人材養成に負うところが大きいことは，引用文献中の人名の多くが北島博士の指導で果樹病害の研究を始め，各地に散ってそれぞれの分野で現在果樹病害研究推進の指導的立場にある人が多いことで，よくわかる。いわば本書はわが国果樹病害研究の集大成なのである。

最近の科学技術の進歩の速度は非常に早くかつ広汎にわたるので，一人で果樹全体の執筆をすることは非常に困難になっているが，本書は果樹全体を見通せる力量と識見を持った著者が，研究の流れや将来予測にも触れているので，著者の主張が入ったまとまりのある堂々たる大著となっている。

樹種ごとにとり上げられた病害は現時点での重要度にしたがって配置され，あまり重要でない又は研究蓄積の少ないものは病名と文献をあげるに止めてある。これは将来の研究を触発することにもなり，将来の病害相の変動にも対処しうる余地を残したものといえよう。

果樹研究に携わるものは必ず坐右に置くべき本である。もちろん果樹関係の研究者，行政に携わる人，技術者，普及に携わる人，学生，農業者にとっても果樹病害を科学的に理解しようとする人たちにぜひ推せんしたい書物である。

（山口　昭）

合成性フェロモンによるウメのコスカシバ防除

神奈川県園芸試験場　青野信男
和歌山県果樹園芸試験場　夏見兼生
和歌山県植物防疫協会　湯川良夫

はじめに

ウメ栽培は近年，ミカン転換果樹，健康食品，機能性食品としての評価を得ており，栽培面積も全国的に増加傾向にある。一方，主要産地では老木も多く，紋羽病やコスカシバ（*Conopia hector* BUTLER）などによる生産力の低下もみられている。特にコスカシバ幼虫による樹幹部の食害は，本害虫の年間発生期間が長いこと，樹高の高い老木などでは薬剤散布が十分できないこと，樹幹内部で食害している幼虫に対しては薬剤の散布効果も十分でないことなどから，被害は毎年増加傾向にある。

本害虫の防除手段として柳沼（1984）は，モモのコスカシバにおいて合成性フェロモンによる交信かく乱防除効果を詳しく報告し，効果を確認している。このことから，ウメを加害するコスカシバにおいても交信かく乱による防除効果が期待されたため，コスカシバ被害の多い神奈川，和歌山の農家圃場において，1985～88年にわたって現地試験を行ったところ，実用化のめどが得られたので紹介する。

本試験で用いたコスカシバ合成性フェロモンは，信越化学工業㈱製有効成分（Z，Z-3-13-Octadecadienyl acetate…39％，E，Z-3-13-Octadecadienyl acetate…39％，安定剤など22.0％）であり，製剤は内径0.65mm，外径1mmのポリエチレン細管に成分が充てんされ，アルミ線と一体となった長さ20cmのディスペンサー（商品名：スカシバコン，トモノ農薬株式会社発売）を用いた。

I　試験経過と方法

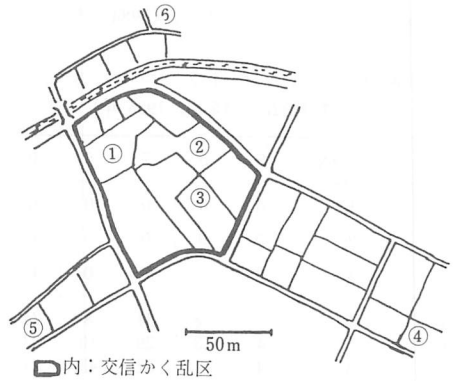
1　神奈川県

小田原市曽我地区の30haの平たんな産地中央部に図-1のように75aの交信かく乱区を設け，周辺部を無処理区とした。処理区内には地上1.5～2.0mの高さに交信かく乱用ディスペンサーを10a当たり50本の割合で図-2のように枝に結び付けた。周辺の無処理区園との間は4mの農道で隔てられているが，処理区に接する無処理圃場の10m幅範囲には処理区同様にディスペンサーを設置した。次いで，交信かく乱効果を知るため，処理区内3か所，処理区から80～130m離れた無処理区3か所にモニタリングトラップ（大塚製薬㈱予察用コスカシバ性フェロモン）を設置した。

処理は1985年5月から1986年11月までの2か年間行い，翌2年目，1986年のディスペンサー設置も5月から行った。

2　和歌山県

日高郡南部川村晩稲地区において，処理区A園（約1ha），B園（約1.5ha），C園（約0.5ha）の3園を設け，神奈川と同じ合成性フェロモンのディスペンサーを10a当たり50本の割合で，地上1.5～2.0mの枝に



□内：交信かく乱区
①～⑥：モニタリングトラップ

図-1　処理区の配置（神奈川）

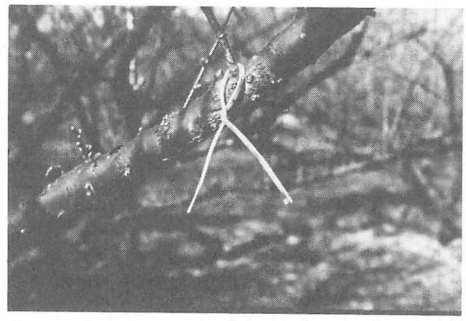


図-2　ディスペンサー設置状況

Mating Suppression to the Cherry Treeborer, *Conopia hector* BUTLER, in Japanese Apricot by its Synthetic Sex Pheromone.　by Nobuo AONO, Kaneo NATSUMI and Yoshio YUKAWA

設置した。一方，無処理区は，処理区から 500m 離れたD園（約 0.5ha），E園（約 0.5ha）の2園を設けた。

処理は 1985 年4月から 1986 年 11 月まで行った。ディスペンサーの設置は 1985 年は 4 月 23 日，1986 年は4月 10 日に行った。ディスペンサー内のフェロモン残液量については，1986 年に 20 本のディスペンサーの液長を調査した。

また，1987 年 4 月から 1988 年 4 月にかけて，同じ南部川村地区において新たに 3 地区，合計 3.7ha の試験圃場を設けた。

以上のように，両県において，試験規模は異なるものの，ほぼ同様の試験を試みたところ，概要は次のとおりであった。

Ⅱ 試 験 結 果

1 交信かく乱と雄成虫の誘殺消長

モニタリングトラップに誘殺される雄成虫数をみると，表-1，表-2のように試験開始と同時に交信かく乱区の誘殺は全くみられなくなった。特に神奈川の場合，処理区から 80～130m と近距離にある無処理区でも処理区の交信かく乱の影響を受けずに誘殺されたことから，ディスペンサー1本の交信かく乱範囲は比較的狭い範囲と考えられる。このことは，柳沼（1984）がモモ園のコスカシバの場合，1本のキャピラリーチューブ（ディスペンサー）の交信かく乱の範囲は 7m 程度であるとしていることからも推測できる。

表-1　モニタリングトラップへのコスカシバ誘殺消長（神奈川，1985 年）

区	トラップNo.	5	6	7	8	9	10月
交信かく乱	1	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0	0
無処理	4	6	38	31	8	24	9
	5	4	13	29	10	33	8
	6	4	11	32	43	27	25

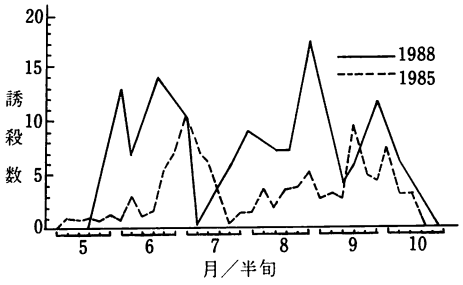


図-3　合成性フェロモントラップによるコスカシバの発生消長（神奈川）
——：小田原市久野 1988
------：小田原市曽我 1985

無処理区のモニタリングトラップへの成虫誘殺消長からコスカシバ成虫の発生消長をみると，図-3，図-4のように神奈川，和歌山両県とも6月下旬～7月上旬，及び8月下旬～9月にかけての年2回のピークを持つ消長を示すが，4月下旬から 10 月下旬まで間断のない発生がみられ，本害虫の防除の難しさがうかがえる。

2 防除効果

処理後の樹幹面からの虫糞発生か所数により防除効果を知るため，交信かく乱処理後に樹幹面の虫糞をワイヤーブラシで除き，その後の虫糞数から食入加害数の年次変動をみたところ，表-3，4，図-5のように処理1年後から交信かく乱区の食入加害数が無処理区に対して減少した状況がみられた。食入被害の年次推移を和歌山の試験結果からみると図-5のようであり，処理2年目以後B園を除き被害は急激に減少する傾向がみられた。さらに交信かく乱処理前と処理1年後の被害の関係をみると，図-6のように，無処理区の食入被害数は2か年とも同程度であるのに対し，交信かく乱区は処理翌年の

表-2　コスカシバの交信かく乱とモニタリングトラップ誘殺数（和歌山）

時期（月）	1985					1986					1987 年			
	処理区			無処理区		処理区			無処理区		処理区		無処理区	
	A園	B園	C園	A園	B園	A園	B園	C園	A園	B園	A園	B園	A園	B園
4	—	—	—	—	—	0	0	0	0	3	0	0	—	2
5	—	—	—	—	—	0	0	0	0	16	0	0	—	5
6	0	0	0	—	6	0	0	0	5	14	0	0	—	4
7	0	0	0	—	2	0	0	0	3	9	0	0	—	3
8	0	0	0	—	17	0	0	0	5	16	0	0	—	9
9	0	0	0	—	26	0	0	0	27	76	0	0	—	25
10	0	0	0	—	4	0	0	0	15	38	0	0	—	25
11	0	0	0	—	0	0	0	0	0	1	0	0	—	0

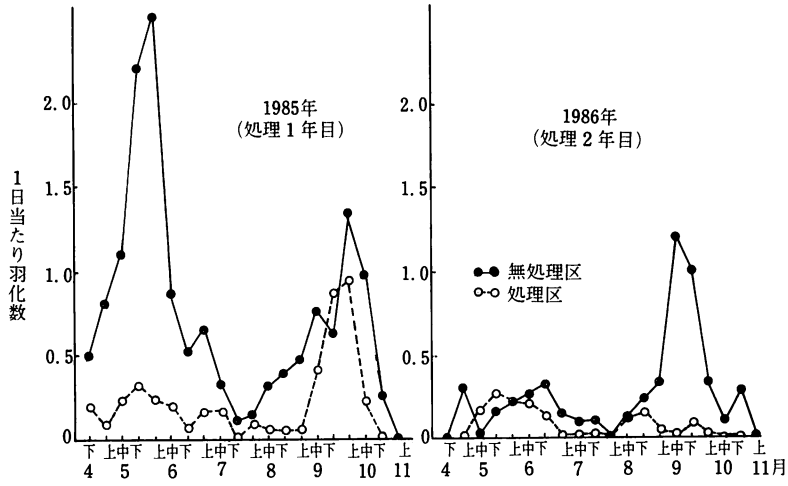


図-4　コスカシバの交信かく乱と羽化消長（和歌山）

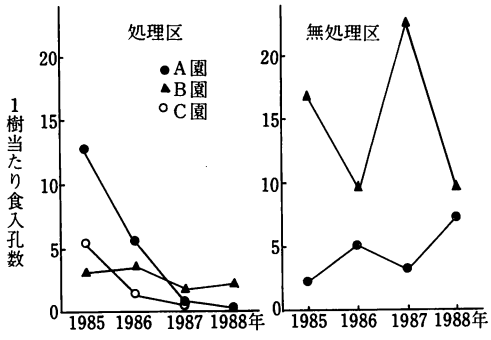


図-5　コスカシバの交信かく乱と食入被害の年次別変化（和歌山）

表-3　処理1年目樹幹部虫糞数の発生状況（神奈川，1985）

区	調査本数	虫糞数（1樹当たり）		前年比（%）	防除効率（%）
		処理前	処理後		
交信かく乱	19	16.3	2.9	17.8	77.3
無処理	24	17.1	13.4	78.4	—

表-4　処理2年目樹幹部虫糞数の発生状況（神奈川，1986）

区	No.	調査本数	虫糞発生か所数	1樹当たり虫糞数	同左平均
交信かく乱	1	15	4	0.3	1.2
	2	13	23	2.1	
無処理	4	10	81	8.1	6.5
	5	11	42	3.8	
	6	11	84	7.6	

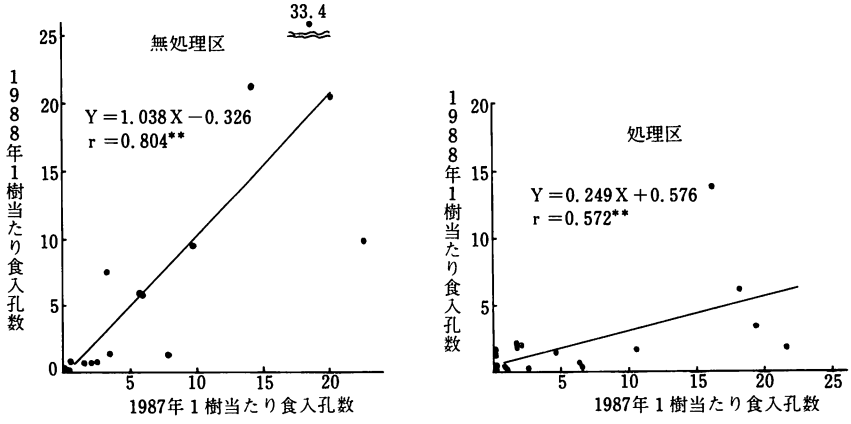


図-6　コスカシバの交信かく乱が次年度の食入被害に及ぼす影響（和歌山）

表-5　樹幹部蛹殻数の発生状況
（神奈川，処理1年6か月後，1986）

区	No.	調査本数	7月21日	9月1日	11月17日	計	1樹当たり蛹殻数
交信かく乱	1	15	2	4	1	7	0.5
	2	14	5	2	2	9	0.6
無処理	4	10	8	7	3	18	1.8
	5	11	15	8	6	29	1.9
	6	11	10	13	16	39	3.6

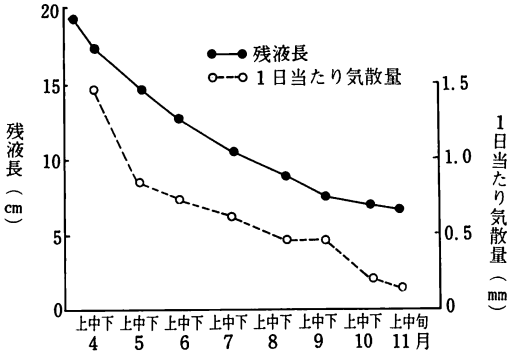


図-7　ディスペンサー内のフェロモン消長調査
（和歌山，1987 年）

被害数が明らかに減少する傾向がみられた。

また，樹幹面にみられる成虫脱出の蛹殻数から防除効果をみた場合でも，表-5，図-4のように処理1年後において処理区の蛹殻数が無処理区に対して少なくなり，防除効果が認められた。

3　ディスペンサー内のフェロモン液有効期間

両県の試験とも，ディスペンサーは 4～5 月に設置して，コスカシバの発生期間である 10 月下旬まで交換せず使用したが，この間のキャピラリーチューブ（ディスペンサー）内のフェロモン液の消長は図-7のように，4月から 11 月までの長期間にわたってほぼ直線的に気散放出されることが認められた。なお，群馬農試（1987）の調査によれば，ディスペンサー内の液長は主として気温によって変化し，高温の 7～8 月には減少率が大きく，冬季には小さいことを報告している。

おわりに

以上の結果から，ウメのコスカシバに対する合成性フェロモン剤による交信かく乱防除は処理1年目でも認められ，処理年次を重ねることにより圃場内の寄生密度が低下すると考えられる。なお，交信かく乱処理を行っても圃場によりそれほど明りょうな効果のみられない場合や，わずかながら被害が残る現象の原因として，処理区の地形や気流など微気象の影響，無処理区や他の樹木，山林からの成虫の飛来飛び込み，処理区内における雌と雄のニアミスなどが考えられる。解決すべき課題も残されているが，難防除害虫である本害虫に対しては，減農薬による安全性の向上とともに，期待の大きい防除法といえよう。

引用（参考）文献

1）青野信男ら（1987）：関東東山病虫研報　34：169～170.
2）柳沼　薫（1984）：フェロモン実験法（2），日本植物防疫協会，pp. 116～120.
3）湯川良夫ら（1988）：関西病虫研報　30：107～108.

（34 ページより続く）

『殺菌剤』

銅・メタラキシル水和剤
塩基性塩化銅 75.6%（銅として 45.0%），メタラキシル 8.0%
リドミル銅水和剤（元. 4. 28）
17283（日本チバガイギー），17284（三共），17285（北海三共），17286（日本農薬）
トマト：疫病：前日4回，ばれいしょ・かぼちゃ：疫病：14 日3回，きゅうり：べと病：前日3回，たまねぎ：べと病：7日3回

カスガマイシン・銅粉剤
カスガマイシン 0.34%，塩基性塩化銅 8.4%（銅として 5.0%）
カスミンボルドー粉剤 3DL（元. 4. 28）
17311（北興化学工業）
稲：いもち病・稲こうじ病：出穂 10 日前まで5回

『殺虫殺菌剤』

CVMP・XMC・ペンシクロン粉剤
CVMP 1.5%，XMC 2.0%，ペンシクロン 1.5%
モンセレンガードサイドマク粉剤 DL（元. 4. 26）
17268（三笠化学工業），17269（日本特殊農薬製造）
稲：紋枯病・ニカメイチュウ・ツマグロヨコバイ・ウンカ類：21 日4回

MEP・XMC・フサライド粉剤
MEP 3.0%，XMC 2.0%，フサライド 2.5%
ラブサイドスミマク粉剤（元. 4. 26）
17270（三笠化学工業）
稲：いもち病・ツマグロヨコバイ・ウンカ類・カメムシ類：21 日5回（但し，穂ばらみ期以降4回）

（52 ページに続く）

ネダニ類の警報フェロモン

筑波大学応用生物化学系　桑原保正（くわはら　やすまさ）

ネダニ類とは，作物の地下部に寄生加害し，外観的にネダニと紛らわしい形態をしているものを指し，具体的にはゴミコナダニの一種（*Caloglyphus* sp.）を含めたネダニ亜科（Rhizoglyphinae）を指すと真梶ら（1986）は定義している。ネダニ亜科 Rhizoglyphinae には *Rhizoglyphus*, *Caloglyphus* 及び *Schwiebea* の3属があり，無気門亜目コナダニ科に属する（O' CONNER, 1982）。日本の代表的なネダニはロビンネダニ（*Rhizoglyphus robini* CLAPARÉDE）であり（大島，1977），球根類やネギ属（*Allium*）の害虫として知られ（江原・真梶，1975），14 科 28 種の作物で寄生が確認されている（友永，1963）。ネダニ類もハダニ類と同様世代交代が早く，殺虫剤抵抗性の発達が各地で認められ（高井，1981; 桑原，1986; 上林ら，1986），問題となっている。

ネダニを含めて無気門亜目のコナダニ類には後胴体部腺（Latero-abdominal gland, opisthonotal gland）または油腺（Oil gland）と呼ばれる分泌腺がある。ケナガコナダニ（*Tyrophagus putrescentiae*）など数種のコナダニで蟻酸ネリルやシトラールがこの分泌腺分泌物として同定され，警報フェロモンとして機能すると報告した（桑原，1978）。ここではロビンネダニ，*Schwiebea* sp. 及び *Caloglyphus rodriguezi* についてその分泌腺成分，警報フェロモン及び誘引物質の同定，そしてその応用についての実験例を紹介する（関係する化合物の構造を図-1 にまとめて示した）。

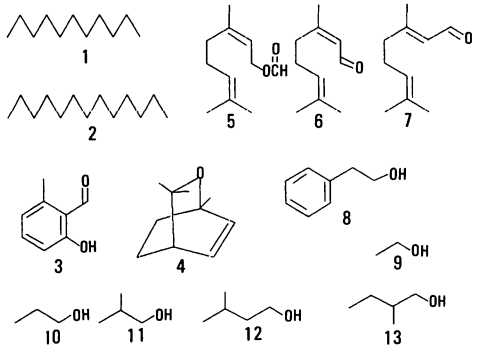


図-1　ネダニ類の警報フェロモン（5～7），誘引物質（9～13），誘引阻害物質（8）及び機能不明の物質（1～4）の化学構造

1：ウンデカン，2：トリデカン，3：6-メチルサリチルアルデヒド，4：デヒドロシネオール，5：蟻酸ネリル，6：ネラール，7：ゲラニアール，8：2-フェネチルアルコール，9：エタノール，10：プロタノール，11：iso-ブタノール，12：iso-ペンタノール，13：2-メチルブタノール

Alarm Pheromones and Related Compounds of Rhizoglyphinae.　By Yasumasa KUWAHARA

I　ロビンネダニの警報フェロモン（桑原ら，1988）

ケナガコナダニや数種コナダニ類で検討したと同様の方法（桑原，1978）で，ロビンネダニに警報フェロモンが存在することを知った。すなわち飼育中のダニを柄つき針などで触れると周りのダニが一斉に逃げ出すこと，虫体のヘキサン抽出物を沪紙片に含ませて与えると，沪紙片の下及び周りのダニが逃げ出すことを観察した。またこのダニには後胴体部腺が存在する。以上の結果より，このダニに警報フェロモンの存在を結論した。

ロビンネダニは高湿度下でオニオンパウダーで飼育する方法（桑原ら，1985）と，乾熱滅菌後湿らせた砂の上でラットの固形飼料を与える方法（真梶ら，1986）がある。筆者は真梶ら（1986）の方法に準じた。警報フェロモンの抽出は，飽和食塩水浮遊法で培地から分離した虫体（10g）にヘキサン約 30ml を加え，3分間よく振ってかき混ぜた後，脱脂綿を底に詰めたロートに移して，ヘキサン層を分離した。残渣のダニにはさらに同量のヘキサンを加え，直ちに沪過し，両液を合わせて抽出液とした。残渣のダニはまだ生きており，手早く沪紙上に広げヘキサンを揮散させると，そのまま系統が維持できる。ちなみに手足が動かなくなることで死を判定すると，室温下ヘキサン中で約 45 分生きている。

抽出物は濃縮後，シリカゲル（5g）を充てんした小カラムに付し，ヘキサン，5％エーテル含有ヘキサン，同 10%，同 50%，及びエーテル 100% で順次溶出した。活性を，5％エーテル含有ヘキサン，同 10％溶出部に認めた。ガスクロマトグラフ法（FFAP，キャピラリーカラム，100℃）で分析すると，5％エーテル含有ヘキサン部では1ピーク（保持時間 15.10 分），同 10％部では2ピーク（保持時間 15.68 分及び 20.31 分）を与えた。ガスクロ質量分析をそれぞれのピークについて行った結果，保持時間 15.10 分のピークは m/z 136 に M^+-HCOOH イオン，m/z 69 に基準イオン，そのほか

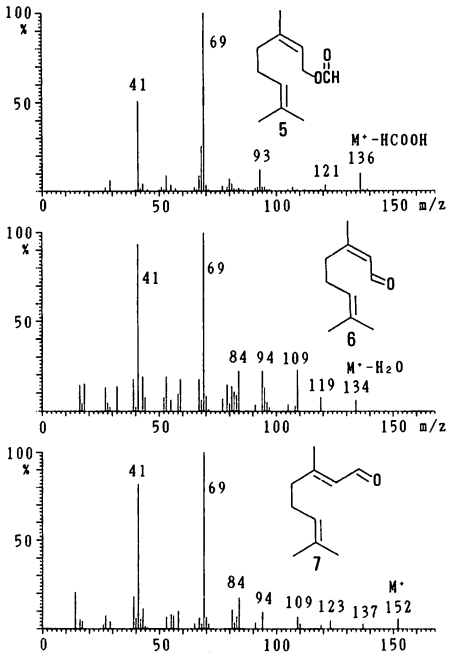


図-2　ロビンネダニ警報フェロモンの質量スペクトル
上：蟻酸ネリル，中：ネラール，下：ゲラニアール

m/z 41, 93, 121 イオンの特徴から，蟻酸ネリル（5）と推定した（図-2）。合成した蟻酸ネリル（5）の質量分析結果及びそのガスクロマトグラムでの保持時間も一致することから，蟻酸ネリル（5）と同定した。10%エーテル含有ヘキサン部の結果は同様にして分析し，保持時間 15.68 分のピークが m/z134 に M^+-H_2O，基準イオンを m/z69 に与え，そのほか 41, 79, 84, 94, 109, 119 イオンの特徴（図-2）と保持時間からネラール，3, 7-dimethyl-(Z)-2, 6-octadienal（6）と同定した。保持時間 20.31 分のピークはガスクロ質量分析で M^+ イオンを m/z152 に，基準イオンを m/z69，そしてその他の特徴的なイオン（m/z41, 81, 84, 94, 109, 123, 137）を与え（図-2），またガスクロマトグラムの保持時間からゲラニアール，3, 7-dimethyl-(E)-2, 6-octadienal（7）と同定した。

湿らせた沪紙を敷いたシャーレ（直径9cm）に培地より分離したダニを均一に散らばらせ，落ち着いたところで試料を含ませた沪紙片を与え，行動を観察する生物試験法-2（桑原，1978）で蟻酸ネリル（5）とシトラール（ネラール（6）とゲラニアール（7），35：65 の混合物）を生物試験すると，蟻酸ネリル（5）が 1ppm まで，シトラール（6と7）が 100ppm まで活性を示した。ヘキサン粗抽出物のガスクロマトグラムで蟻酸ネリル（5）とシトラール（6と7）の存在量を調べると，73% が蟻酸ネリル（5）であり，27% がシトラール（ネラール（6）：12.8%，ゲラニアール（7）：14.2%）であること及び両者の混合物に活性増強の共力効果がないことから，このダニの警報フェロモンの主成分は蟻酸ネリル（5），二次成分はシトラールと結論した。蟻酸ネリル（5）は警報フェロモンとして既にケナガコナダニで同定しており，10ppm で活性を示した（桑原ら，1978）が，ロビンネダニではその 10 倍強い 1ppm で活性を示した。

Ⅱ　*Schwiebea* sp. の警報フェロモン

テッポウユリ球根から採集した（桑原，私信）種で，雄個体の発生が少なく，単為生殖できるものと思われる。シャーレ（直径9cm）に湿らせた沪紙を敷き，少量の乾燥酵母（エビオス）を数日ごとに与えて，ロビンネダニと同様に高湿度下に飼育した。乾燥タマネギ粉を飼料としても飼育できる。

ロビンネダニと同様にヘキサン抽出物に顕著な逃避行動を認め，抽出物のシリカゲルカラムクロマトグラフ法による同様な精製で，活性部を 10% エーテル含有ヘキサン部に認めた。活性部はネラール（6）を主成分（86%）とするシトラールと同定できた。ネロールを酸化して調製したネラール（6）は 100ppm で活性を示した。ゲラニアール（7）は 1,000ppm でも活性を示さなかった。ヘキサン粗抽出物のガスクロマトグラムには蟻酸ネリル（5）の存在（ネラール（6）の42%）も確認できるが，生物試験では 1,000ppm でも不活性であった。以上の結果，*Schwiebea* sp. の警報フェロモンはネラール（6）と結論した。

Ⅲ　ロビンネダニに対する警報フェロモン成分シトラールの殺虫剤への添加効果

BAKER and KRANTZ（1984）は，ロビンネダニの警報フェロモンとしてシトラールを同定した。（研究結果を上記と比べると，蟻酸ネリル（5）の存在が推測されるが，使われたガスクロマトグラフ及びガスクロ質量分析の条件では蟻酸ネリル（5）とネラール（6）は分離できないので，見落とされたと筆者は考えている）。そして殺虫剤と警報フェロモンの混用が殺虫剤単独使用よりも殺虫効果の大きくなる，モモアカアブラムシ（*Myzus persicae*）での例（GRIFFITHS and PICKETT，1980）にヒントを得て，殺虫剤ケルセン（dicofol, 4, 4'-dichloro-α-(trichloromethyl)-benzhydrol）に対するシトラールの添加効果を調べた。以下にその結果を紹介する。

ユリ球根（品種：Nellie White）に 140 頭（110 雌，

表-1　鉢植ユリのロビンネダニに対する殺虫剤と瞥報フェロモンの混用効果（BAKER and KRANZ, 1984 より採録）

経過日数（週）	シトラール	水のみ	ケルセン	ケルセン＋シトラール100ppm	ケルセン＋シトラール 1,000ppm
		（土壌中より回収できたダニ数）			
1	526	63	27	25	23
4	246	56	17	18	14
7	110	55	15	12	12
10	71	65	20	19	20
		（球根より回収できたダニ数）			
0	724	724	724		
1	991	1,778	137		
4	2,815	3,647	114		
7	3,014	3,932	154		
10	3,157	3,925	285		
		（球根より回収できたダニ数）			
0			724	724	724
1			82	46	40
4			84	43	38
7			104	49	44
10			191	96	89

30 雄）のロビンネダニを接種し，実験室に3週間貯蔵し，その後，①ケルセン液（水 15*l* に 35%乳液 31.5g を混合），②シトラールの 100ppm 液，③ケルセン液にシトラールを終濃度 100ppm として加えたもの，④同 1,000ppm として添加したもの，⑤対照区として水のみ，の各液にそれぞれに 30 分間浸漬し（drench），球根をそれぞれポットに植えて温室に置いた。実験-1 では処理後7日間毎日，実験-2 では 4，7，10 週後に各処理区から7個ずつ球根を集め，球根中のダニ数と土壌中のダニ数を調べた。

球根から回収されるダニ個体数をシトラール区，ケルセン区と水の対照区で 10 週間にわたって比較した（表-1）。シトラールと水区では4週後にそれぞれ 3,000 頭台と 4,000 頭台と増加してプラトーとなり，ケルセン区では処理直後の 700 頭強から1～7週までは 200 頭以下，以後 10週後 300 頭まで徐々に増加傾向を示すものの低密度状態が続き，ケルセンの防除効果が認められた。シトラールには殺虫活性がなく，したがって，防除効果はないものの水区との約 1,000 頭の差は土壌中への大量脱出によるものと推定した。

土壌中から回収できたダニ個体数の変化を表-1 にまとめた。ケルセン単独区及びシトラールとの混用区では，個体数は同程度に少ないが，シトラール単独では異常に多くなっており，瞥報フェロモンによる大量脱出を裏付ける結果となった。

ケルセンとシトラールの混用効果を 10 週間調べると（表-1），ケルセン単独及びシトラール混用区ともに1週後で初期密度 700 頭強から最低レベルまで低下したが，シトラール混用区ではケルセン単独区の密度よりもさらに低下した。7週後全試験区で密度の回復傾向を認めたが，混用区はケルセン単独区の約 1/2 の密度となった。混用区のシトラール濃度 100ppm と 1,000ppm との間では有意差はないと思われる。処理後の経過日数と球根のダニ数の関係で防除効果を調べると，ケルセン区では経時的に徐々に一次関数的に低下するが，シトラール混用区では2日間のうちに急激に 800 頭弱から 50 頭前後と減少し，以後そのままの密度が続いた（表-2）。以上の結果より，瞥報フェロモン成分シトラールと殺虫剤の混用は，殺虫剤単独使用よりもダニに対する防除効果を大きくできることを証明した。

BAKER and KRANZ は瞥報フェロモンとしてシトラールを使用したが，筆者の試験結果ではシトラールは副

表-2　殺虫剤と瞥報フェロモンを混用処理したときの処理後1週間にわたるユリ球根上の生ダニ数の変化（BAKER and KRANZ, 1984 より採録）

処理後の経過日数	ケルセン単独	ケルセン＋シトラール100ppm
0	795	795
1	694	180
2	554	56
3	497	59
4	399	60
5	304	49
6	296	55
7	286	60

成分であり，主成分の蟻酸ネリル（5）はさらに100倍活性が高く，施用後の化合物の寿命をシトラールと同程度と単純に仮定すれば，より微量で効果を期待できることになる。蟻酸ネリルの安定化をはかり，徐放製剤化して，機会があれば試してみたい課題である。

Ⅳ　ネダニの誘引物質

ネダニが球根の腐敗株で常にみつかることから，ロビンネダニと *Caloglyphus* sp. を供試して，ラッキョウの *Fusarium* 罹病球根と腐敗病菌の *Fusarium oxysporum* f. sp. *alli*（SUF 1251）と *F. solani* f. sp. *radicicola*（SUF 1246）の PSA 培地培養物及び PS 培地培養物に対する誘引性を調べた（真梶ら，1988 a, b)。罹病球根が健全球根より誘引性が高く，*Fusarium* 菌の培養物はロビンネダニと *Caloglyphus* sp. を強く誘引した。また *Fusarium oxysporum* f. sp. *alli*（SUF 1251）の PS 培地による培養沪液の水蒸気蒸留による揮発性部に，ロビンネダニの誘引物質があった。揮発性部はエタノール（9）を主成分（約90％）とするプロパノール（10)（1％），iso-ブタノール（11)（4％），iso-ペンタノール（12)（4％），2-メチルブタノール（13)（0.9％）及び2-フェネチルアルコール（8)（痕跡）の混合物であった。エタノール（9），プロパノール（10），iso-ブタノール（11），2-メチルブタノール（13）はそれぞれ単独でも活性であり，天然存在比率の混合物も活性を示すが，等量混合物には活性を認めなかった。iso-ペンタノール（12）と2-フェネチルアルコール（8）には単独では活性はなく，特に2-フェネチルアルコール（8）はエタノール（9）と混合すると，エタノール（9）の誘引性を阻害した。

Ⅴ　*Caloglyphus* について

Caloglyphus rodriguezi で，デヒドロシネオール（4），6-メチルサリチルアルデヒド（3），ウンデカン（1）とトリデカン（2）が後胴体部腺分泌物として同定されているが，機能については目下不明である（AYORINDE ら，1984)。

おわりに

以上，ネダニ類の3属について警報フェロモン，誘引物質及び目下機能不明の後胴体部腺分泌物成分を紹介し，警報フェロモンの利用法の一例を示した。研究は始まったばかりで，今後さらに種々のネダニから様々な作用の物質が判明するものと期待している。筆者が警報フェロモンの研究に利用したロビンネダニと *Schwiebea* sp. は，農林水産省食品総合研究所の桑原雅彦博士から提供を受けた。ここに感謝の意を表する。

引用文献

1）AYORINDE, F. O. et al.（1984）：Tetrahedron Lett. 25（33）：3525～3528.
2）BAKER, G. T. and G. W. KRANTZ（1984）：Acarology VI. vol. 2. Chichester, Ellis Horwood, pp. 686～692.
3）江原昭三・真梶徳純（1975）：農業ダニ学，東京，全国農村教育協会，328pp.
4）GRIFFITHS, D. C. and J. PICKETT（1980）：Ent. Exp. & Appl. 27：199～201.
5）桑原雅彦ら（1985）：植物防疫　39：68～70.
6）――――（1986）：応動昆　30（4）：290～295.
7）桑原保正（1978）：植物防疫　32（2）：62～68.
8）KUWAHARA, Y. et al.（1988）：Appl. Ent. Zool. 23（1）：76～80.
9）O' CONNER, B. M.（1982）：Ann. Rev. Entomol. 27：385～409.
10）大島司郎（1977）：ダニ学の進歩（佐々 学，青木淳一編），東京，図鑑の北隆館，pp. 525～568.
11）真梶徳純ら（1986）：応動昆　30（4）：285～289.
12）――――ら（1988 a）：同上　32（1）：37～42.
13）――――ら（1988 b）：同上　32（1）：55～59.
14）高井幹夫（1981）：高知農林研報　13：45～48.
15）友永 富（1963）：福井農試特報　1：1～83.
16）上林義幸ら（1986）：応動昆　30（4）：296～297.

本会発行図書

農林有害動物・昆虫名鑑

日本応用動物昆虫学会　編

定価 3,399 円　送料 310 円　A 5 判　本文 379 ページ　並製

日本応用動物昆虫学会の創立 30 周年記念出版として刊行されたもので，害虫名の指針として広く利用されてきた，前版「農林害虫名鑑」を全面的に改訂した名鑑である。新たに哺乳類・鳥類が加わり，収録種数も，2,450 種と大幅に増補され，一層充実した内容となっている。全体の構成は前版と同様に，第1部―有害動物・昆虫分類表，第2部―作物別有害動物・昆虫名，第3部―学名・和名・英名索引となっている。簡明，便利，かつ信頼して使える有害動物・昆虫名鑑であり，植物防疫関係者にとって必携の書である。

鱗翅目昆虫の性フェロモンの生産と反応性における個体変異と系統変異

金城学院大学短期大学部　小野知洋（おの　ともひろ）

はじめに

鱗翅目昆虫の性フェロモンに関する研究は，1960 年代から 1970 年代前半にかけて，目覚ましい発展を遂げた。この時期の研究は，それぞれの種が持つ性フェロモン成分の化学的同定が中心であったが，生物検定の手段としての行動反応の解析も同時に行われた。この過程で，ほとんどの場合に性フェロモンが複数の成分から構成されることが明らかとなった。また，性フェロモンに対する雄の行動は，想像以上に複雑であり，受容や定位のメカニズムに関して，様々の学説が登場するに至った。

その後，1970 年代後半から，応用，基礎いずれの点においても，これまでの観察事実をもとに，新たな発展がみられた。とりわけ 1980 年代に入ってからは，応用的な面においては交信かく乱法を中心とした実用化の研究，また基礎的な面においては性フェロモンの光学異性体の合成とその生理活性，生合成経路の解明，定位行動の詳細な解析，微量成分の機能などなどその発展には目を見張るものがある。

こういった中で，ここ数年新たな方向として，性フェロモンの生産と反応に関する個体変異や系統変異の問題，特にそれらを遺伝学的観点から解析したもの，またこれに基づいた性フェロモン利用の防除法における抵抗性発達の可能性に関する研究が登場している。筆者は 1983 年から 1984 年にかけて，この方面の研究を手掛けているアメリカ・マサチューセッツ大学を訪ねる機会に恵まれ，以前から研究対象としていたジャガイモガを用いて，性フェロモンの成分比の研究に携わることができた。そこで，ある程度の関連論文が出そろい，興味深い実証的データも蓄積されてきた状況を踏まえて，ここ数年のこの方面に関する研究の動向を，筆者自身の結果も含めて概観してみたい。わが国では性フェロモン研究がかなり盛んであるにもかかわらず，この方面の研究がほとんどみられない現状に，この拙文が多少とも新たな研究方向の紹介となれば幸いである。

本稿をまとめるにあたっては，宮田　正氏，中牟田潔氏の助言を得た。記して謝意を表する。

Intra- and Inter-population Variation in the Sex Pheromone of Lepidoptera.　By Tomohiro ONO

I　個体変異，系統変異に関する研究の発端

性フェロモン研究の初期においては，一つの種としての特性をとらえるとの立場から，ごく例外的な場合を除いて，個体変異の存在に注意が払われることはなかった。しかし，研究がより詳細になるに従い，また分析機器や技術の飛躍的な発達に伴って，性フェロモンの分析がより手軽かつ精密にできるようになった結果，個体変異やそれによって導かれる系統変異などの問題への進展がみられるようになった。これと時を同じくして，目覚ましい発展を遂げた行動生態学の新しい考え方が，この方面の研究に影響を及ぼしたことも見逃せない事実であろう。

このような状況の中で，応用的な側面から新たな問題提起がなされ，さらに注目を浴びることとなった。すなわち，既に実用化が始められた交信かく乱法においては，個体変異や系統変異は実に直接的な問題を生じさせる。それに加えて，一般に，自然界に存在する生理活性物質を利用すれば，害虫の抵抗性はほとんど問題にならないといわれてきたが，もしこれらの変異が遺伝的な性質を持つものなら，抵抗性の発達がありうるのである。ちなみに，交信かく乱法とは，対象とする害虫の性フェロモン成分を多量に漂わせて，交尾を妨げることによって，密度の低下をもたらそうとする方法である。この状況の中で，もし性フェロモンの生産や反応性にある遺伝的変異を持った個体が出現すると，その個体は，交尾を妨げられることなく子孫を残す，すなわち抵抗性系統が出現することとなるわけである。

以下，具体的な研究例を紹介しつつ，この問題を取り上げてみたい。

II　Redbanded leafroller moth（ハマキガ科）の場合

個体変異の問題を具体的に取り上げた最初の例は，アメリカの ROELOFS の研究グループである（MILLER and ROELOFS, 1980）。彼らは，系統間の性フェロモンの変異を調べるには，それぞれの個体群内における変異幅を正確にとらえる必要があるとの観点から，この種が持つ性フェロモン 2 成分（Z-11-14：Ac, E-11-14：Ac）の比の変異を分析した。彼らが用いた方法は，本種の性

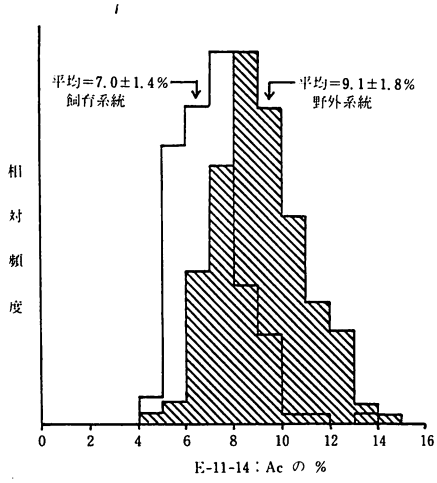


図-1　Redbanded leafroller moth の2系統の性フェロモン成分比の個体変異 (MILLER and ROELOFS, 1980)

フェロモン腺を数十 μl の抽出溶媒に短時間浸漬し，これに一定量の内部標準を加えたうえ，緩やかな窒素ガス流の下で溶媒をとばして，これを直接ガスクロマトグラフで分析する方法である。この方法は，その後の多くの研究で利用されている。彼らが比較した系統は，野外で採集されたものと室内で約 30 年にわたって累代飼育されたものである。その結果，この種ではいずれの系統においても，成分比の変異は非常に小さく，雌雄間の種の認知において，雌の放出する性フェロモン成分比の厳密さが重要であることを想像させるものであった（図-1）。また，系統間にわずかであるが明りょうな成分比の差がみられた。さらに，性フェロモン量にも有意な差がみられ，野外系統のほうが多量の性フェロモンを持っていた。この保有量の問題については，次に紹介する pink bollworm moth の結果と考え合わせて示唆に富むものであるが，詳しくは後の項に譲る。

さて，一方，雄の反応性については，一般に雌の放出成分比に比べて，反応可能な閾値の幅が広く，野外のトラップなどでもかなりの幅の成分比や成分量の誘引源に捕獲される例が普通である。したがって，MILLER and ROELOFS (1980) の結果から直ちに，そこで示された性フェロモン成分比や量の違いが生物学的な意味を持つものとはいえない。ただ，少なくとも，性フェロモンの成分比や量が遺伝的制御の下にあることだけは，強く示唆されたといえる。

その後，ROELOFS の研究グループはこれをさらに発展させ，最近，非常に興味深い成果を発表している (ROELOFS et al., 1986)。彼らは，雌の性フェロモン腺の一部を注意深く取り出して性フェロモンを分析するとともに，その雌をそのまま生かし交尾をさせて採卵するというユニークな方法を開発した。通常，交尾済みの雌は十分な量の性フェロモンを持っていない。したがって，これまでは，交尾前の雌を性フェロモン腺の分析に用いていた。しかし，これでは，その雌から直接子孫を得ることができないわけで，この点でこの方法は，研究上の難題を克服したのである。後述する放出性フェロモン捕集の方法が，近年かなり多く用いられるようになり，今後分析した雌の直接の子孫を実験に用いる例が増すと思われるが，現在のところ，まだこの方法を選択実験に応用した例は多くない。

その結果，個々の例ごとに必ずしも一様の傾向ではなかったが，全般的にみて，娘の性フェロモン成分比と母親の成分比の相関はかなり高いようであった。また，本種では割合簡単な室内検定から，同程度の反応性を持った雄を選択することが可能である。これを利用して選択した雄と交雑した結果，興味あることに，雄を介して雌の性フェロモン成分比の選択が可能であった。このことは，雌の放出する性フェロモンの成分比を制御する遺伝子と雄の性フェロモン反応性を制御する遺伝子が強く関連していることを示唆している。この点に関しては，後述する European corn borer moth における先駆的な研究があり (KLUN and MAINI, 1979)，その他の研究成果も考え合わせると，鱗翅目昆虫にかなり普遍化できるようである。いずれにしても，選択の起こり方によっては，これらの個体変異から，系統変異や抵抗性系統の出現が引き起こされる可能性がある。

Ⅲ　Pink bollworm moth（キバガ科）の場合

アメリカにおけるワタの重要害虫である本種は，2成分系の性フェロモン（Z, Z-7, 11-16：Ac, Z, E-7, 11-16：Ac）を持つ。本種は，応用的な重要性もあって基礎的な研究が進んでおり，1979 年ころから実用的な交信かく乱のために性フェロモンが利用されている。この事実に着目して，性フェロモンに対する抵抗性の発達の可能性を探る基礎的な研究が，主に野外の問題を BAKER のグループが，また主に室内実験を CARDÉ のグループが精力的に行っている。HAYNES et al. (1984) は交信かく乱を数年にわたって実施している地域の野外個体群と，ほとんど行っていない地域の野外個体群と，さらに室内飼育個体群との間で，構成成分比と放出性フェロモン量の個体変異を調べた。

放出性フェロモン量の測定は，BAKER et al. (1981) によって編みだされた方法で，雌の成虫の腹部がちょうど入る細いガラス管を用意し，これに雌を入れて圧力をか

けることによって，腹端の分泌腺のみを外に押し出し，ここから揮散する性フェロモンを窒素などを流して吸着剤に集め，これを分析するという方法である。なお，放出性フェロモンの捕集の方法は，このほかに CHARLTON and CARDÉ (1982) や SHANI and LACEY (1984) の雌が自ら放出するものを集める方法もあるが，多くの場合，この両方法で収集された性フェロモンの成分比に大きな違いはないようである。

さて，ここで得られた結果には，成分比，量とも明りょうな差がみられなかったが，この結果に基づいて，いくつかの重要な指摘がなされた。その一つは，性フェロモン成分比の選択よりも，量の選択のほうがより容易に起こるであろうとの予測である。これは，量の変化は雄の反応のメカニズムそのものに変化が起こらなくても，単に雄の反応閾値が変わるだけで起こりうるからである。実際に，雄は雌が現実に放出するよりもかなり高い濃度の性フェロモンにも反応する能力を持っている。したがって，もし雌に非常に高濃度の性フェロモンを放出する個体が出現すれば，繁殖上有利である可能性がある。もう一点は，もし雄がある特定の成分比の性フェロモン（例えば交信かく乱に使用されている成分比以外の成分比）にのみ反応するように選択されると，結果として特定の成分比で放出する雌が選択されることとなり，red-band leafroller moth で示された，雄の反応性と雌の放出成分比の遺伝的関連性とあいまって，抵抗性が発達する可能性のあることである。

このうち前者の示唆の正しさは，その後，彼ら自身 (HAYNES and BAKER, 1988) が野外において実証した。カリフォルニア南部において，1982 年から 85 年までの野外個体群のサンプリング調査から，最初の 2 年に比べて後の 2 年には同じ場所の個体群が性フェロモンを 20% ほど多く持っていることが示された（表-1）。また，世界各地の個体群の性フェロモンを同様に調べた結果，成分比よりも量により大きな変異がみられた（表-2）。これらの事実が，直接抵抗性の発達につながるか否かはわからないものの，選択が働く，あるいは働いた可能性を強く示唆していることは確かである。しかし，成分比の選択が実際に起こる可能性については，一度捕獲された雄をもう一度放し，再度誘引する実験から，雄の反応性が非常に狭い範囲の成分比に限定されるよう選択されることは，かなり困難であろうとも述べている。

一方，CARDÉ のグループは実験個体群を人為的に選択したり，近親間での交配などを行って，遺伝率を算出した (COLLINS and CARDÉ, 1985)。彼らは，この結果からみるかぎり，遺伝率の低さ（量：0.41，成分比：0.34）や個体群間の交流がありうることから，抵抗性発達の可能性はそれほど高くないと述べている。ただ，もし交配に際して，雌雄が特定の性質を持つものを互いに選ぶような行動をとるならば，その可能性はあり得よう。

表-1　カリフォルニア州の 3 地点で採集した野外個体群及び飼育個体群における pink bollworm moth の Z, Z-7, 11-16：Ac の放出量の 1982 年から 1985 年の推移 (HAYNES and BAKER, 1988)

	Z, Z-7, 11-16：Ac 平均放出量 (ng/min)			
	Coachella	Imperial	Palo Verde	飼　育
1982	0.086cde	0.099bc	0.100bc	0.094cd
1983	0.082cde	0.074e	0.092cde	0.080de
1984	0.115ab	0.117a	0.131a	0.085cde
1985	0.120a	0.119a	0.114ab	0.090cde

同じ文字のついているものは 5% 水準で有意差なし (DUNCAN's new multiple-range test).

Ⅳ European corn borer moth の場合

本種には性フェロモンの成分（Z-11-14：Ac, E-11-14：Ac）の構成比が大きく異なる二つのタイプが存在することが，かなり以前から知られている（例えば CARDÉ et al., 1978)。通常，Z 異性体を成分の主体とするものを Z 系統，E 異性体を主体とするものを E 系統と呼んでいる。KLUN and MAINI (1979) はその遺伝的性質を探る過程で，2 系統を交配した結果，中間的な成分比を持つ個体が出現することを見いだした。さらに，興味あることに，この中間系の雄は中間系の雌の性フェロモン成分比に一番よく誘引されることを示した。これは，コオロギの鳴き声について示されたと同様に (HOY et al., 1977)，雌雄間のコミュニケーションにおいて発信者側の信号と受信者側の反応が，同じか，少なくとも非常に深い関連を持った遺伝子によって制御されていることを示している。

本種はかつてヨーロッパからアメリカに侵入した昆虫であるが (CARDÉ, 1986)，これら複数の系統の存在を見いだしたのはアメリカの研究者であった。最近の研究では，ヨーロッパの本種にもアメリカと同様の変異が存在することがわかってきているので，アメリカに侵入した経路についてもある程度の推定がついているようである。ただ，個体ごとの分析に基づく系統間差異からみて，ヨーロッパ内での各系統の分布も，かなり複雑なようである (PENA et al., 1988)。ROELOFS のグループは，ニューヨーク州内での各系統の分布を個体ごとの分析から詳細に調べた。その結果，同じ州内でも，ヨーロッパにおけるそれと対応する二化の E 系統，二化の Z 系

表-2　1984年から1985年における，世界各地の pink bollworm moth の Z, Z-7, 11-16：Ac 放出量と放出成分比 (Z, Z-7, 11-16：Ac の %) (HAYNES and BAKER, 1988 より作表)

	アメリカ	メキシコ	ブラジル	アルゼンチン	エジプト	パキスタン	中国
放出量	0.119 ng/min	0.085	0.082	0.091	0.103	0.092	0.056
成分比	61.5 %	61.9	62.9	63.0	61.5	63.1	57.5

統，一化の Z 系統の三つの系統の存在がわかった。さらに，一部では E 系統と Z 系統との間で交雑したと思われる成分比を持つ個体が存在することも見いだされた (ROELOFS et al., 1985)。

これらの研究結果は，理論的に予測されている性フェロモン成分比の異なる系統の出現が，十分に現実に起こりうるものであることを示しているだけでなく，成分比の変化による抵抗性の発達の可能性を強く示唆するもののように思われる。

V　その他の種の例

先に紹介した BAKER のグループは，ヤガ科の *Heliothis virescens* を用いて，日周期と性フェロモン量とのかかわりや，前述の強制的な性フェロモン放出法と分泌腺抽出法の比較を行った (POPE et al., 1982)。その結果，強制的な性フェロモン放出法と分泌腺抽出法のいずれの場合にも，雌の calling 周期と同調して性フェロモン量の増減がみられ，単に体内に貯蔵されている性フェロモンが周期性を持って放出されているのではないことが明らかとなった。しかし，このように放出量は周期的に増減しても，その成分比はほぼ一定であった。さらに，この過程で，性フェロモン収集法によって得られる成分に若干の違いがみられ，特に分泌腺抽出物には存在するが放出成分にはないものがあることがわかった (放出成分には，14：Ald, Z-9-14：Ald, 16：Ald, Z-11-16：Ald が含まれる)。

なお，RAINA et al. (1986) によってこの種と同属の *H. zea* (主成分は Z-11-16：Ald) についても類似の研究がなされており，個体ごとの抽出結果をもとに日周期，日齢，交尾の影響に関する結果が報告されている。

ヒトリガ科の *Holomolina* に関しては，SCHAL et al. (1987) の詳細な研究がある。この種は，他種に比べて驚くほど多量の性フェロモンを保有し，放出している。これまで知られている他の例では，ほとんどの場合，1雌当たり数 ng から数十 ng 程度であるのに対して，本種はそれらの約 1,000 倍量を保有している (2-methyl hexadecane を主成分とする6成分)。本種では，成分比の個体変異は非常に小さかった。また日周期や日齢の影響も検討され，やはりこの種でも calling 周期と同調して性フェロモン量の増減がみられた。また，系統間の比較では量の差がみられ，ここでも量の変異が起こりやすいことが裏付けられているように思われる。彼の研究には特に注目すべき点がある。この種は，性フェロモン放出の際に，分泌腺の周期的 pulsing を行うので，この研究では，強制放出法，自然放出法両方が用いられ，その比較がなされた。その結果，pulsing は性フェロモンの放出量に影響を及ぼし，pulsing がある場合には放出量が増大した。すなわち，このような行動をとる種にあっては，必ずしも強制放出法が自然の放出状態を忠実に再現しているとはいえないわけである。

このほか，ハマキの一種，western avocado leafroller moth では，個体ごとの分泌腺の分析に基づいて，地域ごとに三つの異なる成分比を持つ系統が存在することが報告されている (BAILEY et al., 1986, E, E-10, 12-14：Ac, E, Z-10, 12-14：Ac の2成分)。この場合も，やはり雄の反応性には雌の成分比と平行な関係がみられ，同じ系統の雌の成分比に最もよく反応するという (図-2)。

これらの例とはやや異なって，個体群内の変異がかなり大きいという例もいくつか知られている。オーストラリアの BARRER et al. (1987) は，スジマダラメイガで放出成分比を調べ，この種の性フェロモン成分比の個体変異がかなり大きいことを示した (Z, E-9, 12-14：Ac と Z-9-14：Ac の比の幅は 63：37 から 97：3)。彼らは，この実験とともに交配実験も試み，娘の成分比は母親のそれとかなり近いことを示し，ある程度の遺伝的制御はあると述べている。また，これに関して，成分比の変化が選択によって起こりうるとの考察を行っている。

一方，スウェーデンの LOFSTEDT et al. (1985) は，ヤガ科の turnip moth で性フェロモン成分比に非常に大きな個体変異があることを示した (10：Ac, Z-5-10：Ac, Z-7-12：Ac, Z-9-14：Ac の4成分)。興味あることに，中には一部の構成成分が欠落しているものすら存在した。野外系統と室内飼育系統との間では，野外のほうがやや変異が大きく，餌や近親交配の影響が多少はあるのかもしれないと述べている。しかし，いずれにしても，他の例に比べると，遺伝的制御の影響は小さいと考

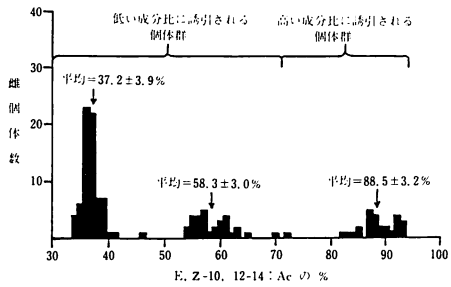


図-2　Western avocado leafroller moth の雌の性フェロモン成分比の個体変異。(BAILEY et al., 1986)
雌の保有性フェロモンの成分比に三つの明りょうに異なる系統がみられる．各系統の雌は上に示した個体群内にみられる．

えざるを得ない。なお，この種では，雄は相当広い範囲の成分比に対して，さほど大きな違いなく誘引されるという。このような大きい変異の意味については，後にジャガイモガの例でも取り扱うが，同じ地域に生息する近縁種や同じ性フェロモン成分を利用している種の存在などが影響するものと思われる。

そのほか，ややユニークな研究例としては，ROELOFSの研究グループによるスガ科2種についてのもので，同一個体から放出性フェロモンを繰り返しサンプリングして，放出量と成分比の安定性をみたものがある（DU et al., 1987, 6成分と4成分の2種)。この研究は，同一個体が常に同じ成分比の性フェロモンを放出しているのか否かを知ることに目的があるのだが，実はこれまでの研究では，この点を調べることなく，それが一定であるとの前提で研究が進められてきた。したがって，この研究は，これまでの研究の方法論上の妥当性をチェックする意味も込められていよう。その結果，同一個体の各サンプリング時の成分量の間で，相関は概ねかなり高かった（r＝0.82 から 0.91)。一部の，相関のあまり高くない成分（r＝0.51）は，彼らの雌雄間のコミュニケーション上それほど重要でないことを意味するのかもしれない。

Ⅵ　ジャガイモガ（キバガ科）の場合

筆者は，上述のように，この種における性フェロモンの個体変異に関する研究を行う機会を得た。その結果，この種の成分比に関して興味深い事実が二，三明らかになってきた（ONO et al., 投稿中)。

第一にわれわれが興味を持ったのは，この種の成分比における個体変異が非常に大きいことであった。2成分（E, Z, Z-4, 7, 10-13：Ac, E, Z-4, 7-13：Ac）の比は，これまで報告されたものの中では最大級のものであった（例えば，名古屋の系統では 16：84 から 71：29 までの幅があり，性フェロモン中の triene 成分は 42.2 ±13.2%)。この種において，この大きな変異は一体何を意味しているのであろうか。第一にいえることは，厳密な成分比が種の識別のうえであまり意味を持っていない点であろう。現実に雄の反応性は，非常に広い幅にわたっており，特定の成分比に集中的に誘引されることはなかった（ONO and ORITA, 1986)。ではなぜこのような，いわばいい加減なコミュニケーションシステムでも，彼らの配偶行動に支障がないのであろうか。一つの可能性は，同じ性フェロモン成分を利用する種が同所的に存在しないことである。ジャガイモガの性フェロモン成分が鱗翅目昆虫では珍しい炭素数 13 の化合物であることは，このことと関連がある可能性がある。

とはいえ，今回のわれわれの結果では，筆者が滞米中に用いたカリフォルニア大学で累代飼育されている系統と，名古屋郊外で採集し累代飼育している系統の間で，わずかながら成分比のずれがみられ，本種のように変異の大きい種の場合にも系統変異が生じてゆく可能性はあるようである。これについては，われわれの実験結果を諸外国のそれと比較してみると，反応のしかたに若干の差がみられることからも支持される。特に，diene 成分に対する反応性には差があるようで，現実に筆者が使用したのと同じサンプルを用いた実験から，南アメリカの個体群間に反応性に差のあることが示唆されている（VALENCIA, 私信)。

筆者は本種のこの大きな変異幅に注目して，無作為に選び出した雌雄を両親として近親交配を繰り返し，その間の各世代ごとの雌が保有する性フェロモンの成分比を調べる実験を行った。その結果，近親交配をかなり繰り返しても，雌間での変異幅の明りょうな縮小はみられず，成分比の遺伝的制御はあるとしてもあまり強いものではないように思われた。ただ，この過程で二，三の系統でかなり明りょうな性フェロモン量の増加が起こり，性フェロモン量を制御する遺伝子の存在が示唆された（最大のものは平均 27.6ng，これは累代飼育系統の約3倍)。さらに，アメリカの系統と日本の系統の間で保有性フェロモン量に約3倍の差があり，日本の系統のほうが多量の性フェロモンを持つことがわかった。これらの事実は，本種においても，性フェロモン量の選択がかなり容易に起こる可能性を示唆している。

おわりに

以上，これまでの研究に示されたように，鱗翅目昆虫の各個体群内の個体変異は，種によってかなり小さいも

のと，そうでないものとがみられる。これらは多くの場合，遺伝的な制御のもとにあるが，他の要因が変異をもたらしていると思われる例もある。これらの事実を総合すると，性フェロモンを利用した害虫防除法において，放出量や成分比の変異に基づく抵抗性が発達する可能性は十分にあり，特に放出性フェロモン量の変化は速やかに起こる可能性がある。これに対処するためには，まず，これらの現象の実態とメカニズムを知ることが必要であろう。現状では，この問題に関する研究はいまだ緒についたばかりであり，今後この方面の研究の発展がおおいに期待されるところである。

特にわが国においても，近年，性フェロモンによる交信かく乱法の実用的な利用が開始されており，ここに述べたような問題との直接的なかかわりが出てくることは容易に想像される。幸いわが国では，これまで性フェロモンに関してかなり豊富な基礎的研究がなされてきており，これらを基礎に，さらに新たな視点からの研究の発展が強く望まれる。

主な引用文献

1) BAILEY et al. (1986)：J. Chem. Ecol. 12：1239～1245.
2) BAKER et al. (1981)：ibid. 7：961～968.
3) BARRER et al. (1987)：ibid. 13：639～653.
4) CARDÉ (1986)：Evolutionary Genetics of Invertebrate Behavior (HUETTEL ed.), pp.303～317.
5) DU et al. (1987)：J. Chem. Ecol. 13：1431～1441.
6) HAYNES et al. (1984)：ibid. 10：1551～1565.
7) ――― and BAKER (1988)：ibid. 14：1547～1560.
8) KLUN and MAINI (1979)：Environ. Entomol. 8：423～426.
9) LOFSTEDT et al. (1985)：J. Chem. Ecol. 11：1181～1196.
10) MILLER and ROELOFS (1980)：Environ. Enotomol. 9：359～363.
11) ONO and ORITA (1986)：Appl. Entomol. Zool. 21：632～634.
12) POPE et al. (1982)：J. Chem. Ecol. 8：1043～1055.
13) ROELOFS et al. (1985)：ibid. 11：829～836.
14) ――― et al. (1986)：Evolutionary Genetics of Invertebrate Behavior (HUETTEL ed.), pp.263～272.
15) SCHAL et al. (1987)：J. Chem. Ecol. 13：1115～1129.

なお，筆者によるジャガイモガに関する報告については，第29 (1985)，30回 (1986) 応動昆大会講演要旨も参照されたい。

(42ページより続く)

BPMC・PAP・フサライド・フルトラニル粉剤

BPMC 3.0%，PAP 2.0%，フサライド 2.5%，フルトラニル 1.5%

モンカットラブサイドエルサンバッサ粉剤 DL (元.4.28)

17279 (日産化学工業)，17280 (日本農薬)

稲：いもち病・紋枯病・ニカメイチュウ・ツマグロヨコバイ・ウンカ類・カメムシ類：21日3回

PAP・フサライド・フルトラニル粉剤

PAP 3.0%，フサライド 2.5%，フルトラニル 1.5%

モンカットラブサイドエルサン粉剤 DL (元.4.28)

17281 (日産化学工業)，17282 (日本農薬)

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

エトフェンプロックス・ジメチルビンホス・トリシクラゾール粉剤

エトフェンプロックス 0.50%，ジメチルビンホス 2.0%，トリシクラゾール 1.0%

ビームラントレボン粉剤 DL (元.4.28)

17287 (クミアイ化学工業)

稲：いもち病・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・ツマグロヨコバイ・ウンカ類・カメムシ類：21日3回

CVMP・ペンシクロン粉剤

CVMP 1.5%，ペンシクロン 1.5%

モンセレンガードサイド粉剤 DL (元.4.28)

17302 (三笠化学工業)，17303 (日本特殊農薬製造)

稲：紋枯病・ニカメイチュウ：21日4回

エトフェンプロックス・カルタップ・トリシクラゾール・バリダマイシン粉剤

エトフェンプロックス 0.50%，カルタップ 2.0%，トリシクラゾール 1.0%，バリダマイシン 0.30%

パダントレバリダビーム粉剤 DL (元.4.28)

17304 (武田薬品工業)

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

エトフェンプロックス・トリシクラゾール・バリダマイシン粉剤

エトフェンプロックス 0.50%，トリシクラゾール 1.0%，バリダマイシン 0.30%

トレバリダビーム粉剤 DL (元.4.28)

17305 (武田薬品工業)

稲：紋枯病・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

『除草剤』

SAP 粉粒剤

SAP 10.0%

ロンパー細粒剤 F (元.4.28)

17278 (日本農薬)

日本芝 (こうらいしば)：一年生イネ科雑草：雑草発生前，全面土壌散布

海外ニュース

ネパールでの果樹病害虫，とくにカンキツグリーニング病とミカンキジラミについて

1

わたしは，国際協力事業団ネパール園芸開発計画の短期害虫専門家として，1989 年 2 月 2 日～4 月 2 日にネパールに派遣された。このプロジェクトは 1985 年 10 月に発足し，現在，カンキツ，ブドウ及びクリを対象作物としている。いまのところ病害虫は短期専門家の対応となっていて，わたしより前には桜井 精，今田 準，芦原 亘及び大平喜男の諸氏が派遣された（今田氏は病害，他は害虫，所属は桜井氏が新潟園試，他は農水省果樹試）。

ネパールでの果樹病害虫の研究は，まだ進んでいない。Nepalese Journal of Agriculture の 2 巻（1967）と 3 巻（1969）にネパールでの作物病害のリストが載っていて，それに果樹病害も挙げられているようだが，わたしはネパールでこの雑誌をみる機会がなかった。わたしのカウンターパートは植物病理学専攻であったし，わたしはほかに 2 人のネパール人果樹病害専門家に会ったが，果樹害虫の専門家はネパール政府の研究者のなかにはいないようであった。カンキツグリーニング病に関しては，かつて FAO の専門家も調査を行った。

2

ネパールでの果樹病害虫のうちで，最も重要なのは，カンキツグリーニング病とそれを媒介するミカンキジラミ（*Diaphorina citri*〔半翅目：キジラミ科〕）と思われる。細菌様微生物が病原体とされるこの病気は，熱帯・亜熱帯のカンキツ栽培地でしばしば大きな被害を及ぼしている。ネパールでも，かつてスンタラ（マンダリン）の主産地がこの病気で壊滅したとのことである。というわけで，上述の短期専門家はカンキツグリーニング病あるいはその媒介虫を重視したし，わたしも寄主植物上のミカンキジラミを主な対象として仕事を行った。

ミカンキジラミは気温が高くて乾燥した土地を好み，ネパールではインド国境に沿った平地で高い密度に達する。標高 800m 付近での密度はさして高くないが，そこでも病気は多発する。しかし，900m 以上のカンキツ栽培地では，虫はいないか，いても密度はきわめて低いようである。園芸開発計画の長期専門家である冨安裕一氏（カンキツ栽培）によれば，ジャナクプール県のシンズリ郡とラメチャップ郡にまたがり，海抜 900m から千数百メートルに位置するジュナール（スイートオレンジ）の産地では，いまのところカンキツグリーニング病は発生していない。こういう栽培地に，病気にかかった苗木や媒介虫を入れないよう，万全の対策が必要である。

3

ミカンキジラミにとって，海抜 900m は絶対的な分布の上限では決してない。事実，標高 1,350m のカトマンズ市内にこの虫がいることは，既に冨安氏やネパールの病害専門家によって報告されている。市内にはカンキツ園はないが，庭の植え込みとしてカンキツ類やゲッキツ（*Murraya paniculata*〔ミカン科〕）が点在し，それらから成虫が記録されたのである。

わたしは 3 月に市内数か所で寄主植物を調べ，ゲッキツの新梢に成虫ばかりではなく卵を認めた。ミカンキジラミの移動能力は低いことが知られているので，これらの成虫はカトマンズ外から飛んできたものではないと考えられる。おそらく同じ木の古い葉から新梢へ移動してきたものであろう。とすれば，この虫は寄主植物の休眠期に，カトマンズのようにかなり気温の下がる場所でも生存が十分に可能ということになる。植物の出入りが頻繁と思われるカトマンズには，植物に付いて虫が持ち込まれる機会が少なくないであろうし，それらのあるものはそこに定着して世代が重ねられることになるのであろう。

カンキツグリーニング病とミカンキジラミに対しては，病気の感染源からいかに効果的に切り離してカンキツを栽培するかが肝要である。そのために，穂木や苗木の厳重な管理，栽培地の慎重な選定など総合的な施策が求められる。ネパールでは，媒介虫がいないとされる地域の積極的活用をもっと図るべきではないかと思う。

ほかにカンキツの病害虫としては，すそ腐れ病（foot rot）の被害が大きい。ハモグリガ（ミカンハモグリガと同種かどうかは検討が必要）の被害をよくみるが，成木での実害はそれほどではないと思われる。ジュナール産地では，場所によってカイガラムシが多発するとのことである。ブドウではべと病，黒とう病，コガネムシ類などが発生し，アザミウマによる果実被害もあると聞いた。クリでは，クリタマバチもクリシギゾウムシも発生していないとのことである。　**（大竹昭郎）**

Diseases and Pest Insects Attacking Fruit Trees and Grape Vines in Nepal, with Particular Reference to Citrus Greening Disease and its Vector.　By Akio ÔTAKE

植物防疫基礎講座

果樹ウイルス病の診断法の実際（2）

カンキツウイルス病の検定方法（2）

農林水産省果樹試験場興津支場　加納（かのう）　健（たけし）

Ⅲ　検定植物への接種方法と病徴観察

1　検定の試験設計

ウイルス検定を実施する際は，数は少なくとも，陽性，陰性の対照区を必ず設ける。陽性対照区に用いる分離株はいつも同じ株とする。

2　木本植物での検定

草本検定の経験者は多いと考えられるので，ここでは木本植物を中心に述べる。実生に直接接ぎ木接種する場合と，実生台木に検定用品種の穂木を接ぎ，さらに被検樹の組織を接ぎ木接種する場合がある。まず，後者について説明する。

実生の主幹部が直径 5mm あれば十分接ぎ木できる。接ぎ木の準備としては，砥石（荒砥，中砥，仕上げ砥），接ぎ木ナイフ（切り接ぎ用），接ぎ木用テープ（ビニル製，幅 2cm），銅線付きラベル，及び消毒液などがある。

ナイフがよく切れることが大切で，穂木の切り口を舌でなめたときに，ツルツルとした感触があるのが理想的である。接ぎ木の方法は，一芽腹接ぎ及びその変法を主に使う。図-1のように，穂木（あるいは被検組織）を切り出し，乾燥を防ぐために口中に含む。次に台木に切り込みを入れ，穂木を挿入する。穂木の形成層と台木の形成層を一致させるが，片側が合っていればよい。被検組織（接種源）を接ぐ場合には，芽が含まれている必要はなく，枝の節間部分で十分である。場合によっては葉柄や葉の主脈部分も接種源として使える。

検定用品種の穂木を接ぐ際には，充実した芽を含む組織を接ぐ。枝の基部では，芽がない場合もあるので注意する。接ぎ木テープで接ぎ木部を完全に覆うが，内部が透けて見えるように巻けば，活着状況がよくわかる。接ぎ木部に水をかけないように株元かん水とし，極端な高温条件には置かない。10～20 日以上，活着していれば成功率は高いが，ときに日数を経てから枯死することもある。確実に活着するまではテープを取らない。活着の途中で葉柄が褐変するが，そのまま放置しておいても穂木への影響はないようである。検定用品種の穂木の芽を

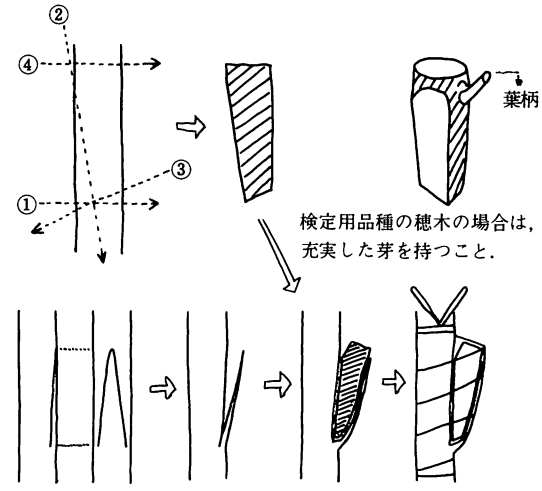


図-1　穂木（被検組織）と台木の切り方

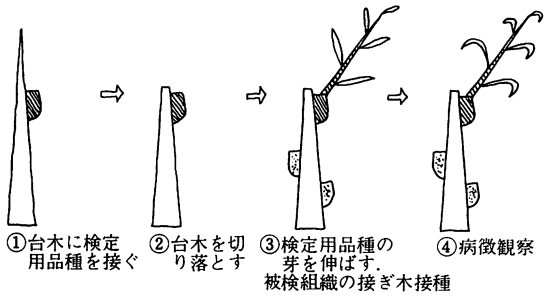


図-2　木本検定の手順

伸ばすのは確実に活着してからとし，穂木の直上部で台木を切り落とす（図-2）。切り口には接ぎロウかチオファネートメチル塗布剤（トップジン M ペースト）を塗っておく。芽に接ぎロウが付着すると伸びを阻害する。芽が伸び始めた後，被検組織を接ぎ木する。検定用品種と被検組織を同時に接げば，検定時間が短縮できる。ただし，感受性の高い品種と強い病原性の分離株の組み合わせの場合，検定用品種の芽が伸びにくいこともある。一方，前述のように，枝の基部では，芽が充実しておらず発芽しないこともあるので，発芽しないことが強毒株の反応とはいえない。

果樹では，樹体内でウイルス分布が不均一なこともあるので，被検樹の異なる部位から採った組織を併用し，

Diagnostic Procedures for Citrus Virus Diseases (2). By Takeshi KANO

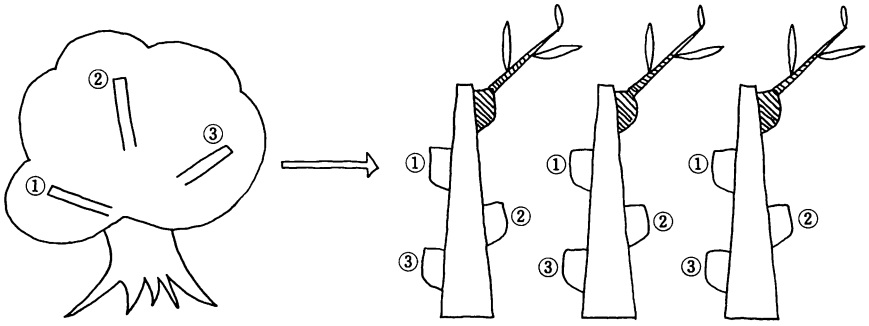


図-3　被検組織の採り方と接種方法

接種源とする。1本の検定植物当たり 2～3 個の被検組織を接ぎ木する（図-3）。草本検定植物への接種源を採る際も，同様に1本の木の何か所かから採る。

実生を直接検定植物とする際は，被検組織のみを接ぐ。

病徴は新梢に生ずるものを観察することが多く，新梢が発生しやすいように，剪定を繰り返す。木部に生ずるステムピッティングは，古い枝を残しておいて観察する。枝を切る場合には，ハサミの消毒を忘れないこと。

3　草本植物での検定

汁液接種は，カーボランダムを用いた常法による。接種源は，春梢先端の未展開葉を供する。重量を量り，−70℃ に凍結保存しておけば，病原性の低下を防げる。磨砕用の緩衝液は 1/15M のリン酸緩衝液（pH7.0）などを用いる。ビロードサンシチを用いた CEV の検定法については次章で述べる。

Ⅳ　わが国に発生する主要ウイルスの検定方法

1　温州萎縮ウイルス（SDV）及び類似ウイルス

カンキツモザイクウイルス（CiMV），夏カン萎縮ウイルス（NDV），ネーブル斑葉モザイクウイルス（NIMV）は，粒子形状，血清学的性質，病原性などに共通点があり，SDV と近縁なウイルス，あるいは SDV の系統と考えられる。発生分布や被害を考慮すると，SDV が最も重要で，CiMV がこれに次ぐ（今田，1977；宇杉・斎藤，1977；宇杉ら，1986）。

(1)　生物検定

このウイルス群の特徴として，ウンシュウミカン及びシロゴマにおける病徴が類似している。4種のウイルスを同定するためには，ウンシュウミカン果実，ナツダイダイ葉，スイートオレンジ葉などの症状をみる必要があり，やや困難である。

ウンシュウミカン（ラフレモン台あるいはカラタチ台）：接ぎ木接種すると，ウンシュウミカンに舟型葉が生じ，節間短縮する。20～25℃ が発病適温だが，昼夜の温度較差が開いているほうが病徴が激しくなる。

シロゴマ（*Sesamum indicum* L.）：汁液接種で，接種葉にえそ斑点，退緑斑点，上葉に，えそ，奇形を呈する。接種時の齢が若いほど病徴発現が激しい。本葉が一対ないし二対，十分に展開した後に，これらの葉に接種する（岸・田中，1964）。

(2)　ELISA 法

ポリクローナル抗体を用いたダブルサンドイッチ法による。カンキツ葉磨砕用緩衝液は，PBS-Tween に PVP（2％），メルカプト酢酸（0.05％）を加えたものを使う。非特異反応が出る場合にはクエン酸緩衝液（宇杉・土崎，1982）を使う。近年，サンゴジュから SDV が検出され土壌伝染との関連で注目されているが（前，1986），サンゴジュ葉の磨砕には PBS-Tween に PVP（2％），L-システイン（0.05％）を加えたものを用いる。筆者らは，塩化ビニル製の使い捨てプレート（住友ベークライト社製）を常用している。磨砕液を遠心後，その上清をウエルに分注し，30℃ で2時間，4℃ で翌朝まで置く。PBS-Tween で洗浄後，コンジュゲート（×1,000）を加え 30℃ で4時間静置。非特異反応を抑えるために，コンジュゲートに牛血清アルブミン（BSA）を 0.1% 加えている。PBS-Tween で洗浄後，基質を加え発色させる。コーティング（1μg/ml）は 30℃ 4時間で行う（KOIZUMI et al., 1988）。SDV と CiMV は血清学的に近縁である。しかし，SDV は抗 CiMV 血清と弱い反応を示し，CiMV は抗 SDV 血清と弱く反応する。カンキツ春梢先端部の未展開葉が検出に適している。本ウイルス群の ELISA 法では非特異反応によるデータの誤認がしばしば起こる。被検植物（品種）と同一の植物（品種）の陽性・陰性対照区をプレート内に設定しておくのが安全策である。日本植物防疫協会から ELISA 法用の抗 SDV 血清，抗 CiMV 血清が市販されている（本誌 1988 年 11 月号参照）。

2　カンキツトリステザウイルス（CTV）

病原性の異なる系統があり，メキシカンライム，サワーオレンジ，サワーオレンジ台スイートオレンジの症状により類別される（表-3）。これらの系統をポリクローナル抗体を用いて血清学的に区別することはできない。一方弱毒系統の干渉作用を利用して，強毒系統によって起こるステムピッティング病の被害を軽減しようとする試みが各地で行われており，弱毒・強毒の判別は重要である。強毒系統の一種のシードリングイエローズ（SY）系は，イヨカンのかいようこ斑病と関係が深いことが近年明らかとなった（大森ら，1985）。

表-3　CTV の木本検定植物による系統判別（McCLEAN, 1974 を改変）

系統	検定用品種		
	メキシカンライム	サワーオレンジ	サワー台スイート
強毒（シードリングイエローズ）系	++～+++	+++	+++
強毒（ステムピッティング）系	++～+++	−	−
強毒（トリステザ）系	+～+++	−	++
弱毒系	−～+	−	−

−：無症状，+～+++：反応の程度を示す．

(1)　生物検定

メキシカンライム：実生あるいはラフレモン台苗木を用いる。ガラス室に十分な空間があり採種用の木の栽培が可能ならば実生も供給できるが，off-type（変異個体）が多いので注意する。強毒系に感染したライムは，葉脈透化（vein clearing），小葉，節間短縮を呈し萎縮する。枝，幹の木質部に溝（stem pitting, SP）が多数生じる。ピッティングが激しく出ると，木質部全体が褐変し，「溝」として認識できなくなることがある。水分の流動が盛んな時期は一般に樹皮をむきやすいが，激発樹では剝皮しにくい。低温期でも，オートクレーブか煮沸すれば剝皮できるが，変色し，木質部の褐変が診断しにくくなることもある。新梢にはピッティングは発生しないので，古い枝を切り落とさないで残しておき，6か月から1年後に調査する。弱毒系は葉脈透化や軽いステムピッティングを生ずる。分離株によってはきわめて軽い症状の場合もある。ステムピッティングを起こす能力を調べるためにはユズも使えるが，ライムよりは感受性が低い。

サワーオレンジ：必ず実生に接ぎ木接種する。なぜなら，SY 系の反応は，根の枯死に関係が深いからである。接種 2～6 か月で萎縮・葉の黄化など地上部の生育阻害が起こる。ユーレカレモン実生もよく反応するが，1果当たりの種子が少ないこと，off-type が比較的多いのが欠点である。ナツダイダイ，グレープフルーツなどの実生も SY 反応が出るが，サワーオレンジと異なり，ステムピッティングも発生する。

(2)　ELISA 法

ダブルサンドイッチ法を用いる。篩部局在性なので，枝の樹皮，葉柄，中肋などが検定に適しており，脈間部分は使わない。枝の先端の伸長しつつある部分より，下位の展開葉の葉柄，中肋，あるいは樹皮を用いる。硬化した旧葉及び樹皮からでもウイルス検出が可能である。非特異反応もほとんど経験していない。磨砕液は PBS-Tween に PVP（2％），メルカプト酢酸（0.05％）を加えたものか，Tris（0.05M, pH7.8）緩衝液を用いる。コンジュゲートは健全エトログシトロン葉の 100 倍液（PBS-Tween で希釈）で調整する。コーティング（1 μg/ml），コンジュゲート（×500）の反応は 30℃，4時間で，その他は SDV-ELISA と同様である。ELISA 法用の抗血清が日本植物防疫協会より市販されている。

3　カンキツタターリーフウイルス（CTLV）

病原ウイルスの諸性状，血清学的性質について最近，新知見が得られてきたが（川合ら，1988），ELISA 法用の抗血清が市販されるには至っていないので，ここでは従来の生物検定について述べる。

ラスクシトレンジ：ラフレモン台苗木を用いる。新葉に退緑斑点，奇形を生じる（GARNSEY, 1974）。2～3か月で葉に症状が出るが，さらに継続観察し，ラスクとラフレモンの接ぎ木部に接木部異常病の症状である界層をみればより確実な検定になる（GARNSEY, 1970）。ただし，シトレンジとラフレモンが接ぎ木部で滑らかに癒合していないと，その後に生ずる界層の観察が困難になる。また MIYAKAWA and TSUJI (1988) は接ぎ木部異常を起こさない CTLV 分離株について報告している。

キノア（*Chenopodium quinoa* WILLD.）：汁液接種すると，接種葉に退緑斑点を作った後，上葉に，奇形，えそ，黄化を生じる（西尾ら，1982）。発病葉から，DN 法でひも状粒子が検出できればより確実な検定になるが，本ウイルスは，草本植物でも粒子数は少ないので，検出は困難である。キノアは，齢が若いほうが感受性が高く，強光下で激しい病徴を生ずる。

4　カンキツエクソコーティスウイロイド（CEV）

わが国の主要台木であるカラタチを衰弱させる。台木部樹皮の剝皮が典型的症状であるが，他の原因で剝皮している例もあり，感染後の年数が少ないと剝皮に至るまで時間がかなりかかる。圃場での診断が困難な病害の一つである。近年，従来の CEV に加え，別種のウイロイドが各国で発見されている。わが国では SANO et al. により HSV が見いだされたほか，エトログシトロンに

軽い症状を呈するウイロイド様核酸も存在する（未発表）。ここでは，カラタチ台カンキツでの被害の明らかなCEVの検定法を紹介する。

エトログシトロン：ラフレモン台苗木あるいは挿し木を用いる。エトログシトロンにはいくつかの系統（clone）があり，アリゾナ 861-S-1 が今のところ最も感度が高い（ROISTACHER et al., 1977）。単胚であるので実生は検定には使わない。病徴発現は，高温（昼間 30℃以上，夜間 20℃ 以上）が適しているので夏季に病徴発現させるように検定の日程を組む。夏季を含む1年間，継続観察する。新葉が外側に巻き込むエピナスティー（epinasty，上偏生長），中肋のえそ，コルク化を生じ，新梢の伸びが止まり，激しい場合には枯れ込んでくる。エピナスティーや中肋の症状が軽い場合には，CEV 以外のウイロイド様核酸の可能性が考えられるので，さらに時間をかけて観察する。HSV はシトロンには無病徴感染する。

ビロードサンシチ（*Gynura aurantiaca*, D. C.）：キク科植物で挿し芽繁殖する。CEV に感染すると高温条件下で縮葉，エピナスティーを呈し萎縮する。カンキツから分離される他のウイロイド様核酸には症状を呈さない（DURAN-VILA et al., 1988）。接種源には，部分純化標品を用いてもよいが，カンキツ罹病枝とビロードサンシチを交互に切り付ける直接ナイフ接種法がきわめて簡易である。草丈 15cm 以上に育てたビロードサンシチへなるべく多くの切り付けを行う。接種源となるカンキツ枝をあまり鋭利でないナイフで切り付け，次にビロードサンシチの茎へ切り付け接種する。この操作を 20 回以上，なるべく多く行う。30～60 日後に発病する（加納・山口，1985）。CEV の検定は他のウイルス検定と温度条件が異なり，しかも安定した高温を必要とするので，野外設置型（自然光利用）のグロースキャビネットを使うのもよい。

5　カンキツ黄色斑葉ウイルス（CYMV）

690～740×12～14nm の棒状粒子で，今のところ，神奈川県と三重県下で各1例，発生の報告があっただけである。ウンシュウミカン，ラフレモンなどに葉脈透化や明りょうな黄色斑紋を示す。汁液接種による草本植物への伝染は確認されていない（USHIYAMA et al., 1984）。

6　カンキツリーフルゴースウイルス（CLRV）

Ilarvirus に属する。今のところ，カンキツ栽培に与える影響は少ないと考えられている。刃物による接触伝染性があるので，今後発生分布の拡大に注意すべきである。インゲンマメへの汁液接種で，接種葉に小型のえそ斑点を多数形成し，上葉には症状を現さない（GARNSEY, 1975）。アメリカでは抗血清が作製され，ELISA 法に用いている（GARNSEY, S. M., 私信）。

7　カンキツベインエネーションウイルス（CVEV）

ミカンクロアブラムシにより容易に伝搬されるが，粒子は不明である。圃場に広く分布しているが，栽培上の実害はないようである。CTV に対し干渉効果を示すとの報告があり（KOIZUMI and SASAKI, 1980），ステムピッティング病防除上注目されている。ベインエネーション（vein enation）とは，葉裏葉脈上に生ずる小突起のことで，葉の展開につれて明りょうになる（WALLACE and DRAKE, 1960）。メキシカンライム，ユズ，ラフレモンなどが病徴を示すが，ライムやユズは CTV 強毒系が混合感染している場合にはベインエネーションの検出には適さない。ラフレモンは CTV の影響が少ないので，CTV 強毒系の存在下でもベインエネーションが発現しやすい。より厳密に CVEV を検出するためには，カラタチを用いて CTV を除去する。すなわち，カラタチ実生に被検組織を接ぎ木接種すると，カラタチ内では CVEV のみが増殖できるので，カラタチの枝を切り取り，ライムなどの検定植物に接ぎ木接種すればよい（佐々木，1974）。

8　グリーニング病の病原細菌

わが国での報告はないが，中国，東南アジア諸国，南アフリカで大きな被害を出しているので侵入を警戒している病害である。ポンカン（*C. reticulata*）実生，オーランドタンゼロ（*C. paradisi*×*C. reticulata*）実生に接ぎ木接種すると，CTV-SY が混合感染していても，斑葉，黄化，萎縮など本病の症状を示す（宮川，1980）。スイートオレンジも CTV-SY の症状が出にくい品種であれば，検定に使える。アジア型のグリーニングは発病適温が 30℃ 前後の高温であるが，アフリカ型は，20～24℃ の低温である。電子顕微鏡による病原細菌の観察も検定方法として重要である（GARNIER, et al., 1984）。病原細菌の分離培養，抗血清作製も試みられているが，実用化には至っていない。

9　*Spiroplasma citri*

スタボーン病の病原で，アメリカ，地中海地方などで大きな被害を出している。マーシュグレープフルーツ，セクストンタンゼロ，マダムバイナススイートオレンジを木本検定植物に使う（CALAVAN, 1969）。分離・培養後，顕微鏡観察あるいは血清学的手法で確認する方法もある（BOVE et al., 1984）。

10　Citrus cachexia viroid（CCaV）

本病は，マンダリン（ミカン）類の生育を阻害する病害で，わが国への侵入を警戒している病害である。本病

の病原は長年不明であったが，最近，ウイロイドが病原であることがわかった。キュウリへの伝染と発病，ポリアクリルアミドゲル電気泳動によるバンド検出，cDNAとのハイブリダイゼーションが検出方法として報告された（SEMANCIK et al., 1988）。従来からの検出法としては，ラフレモン台パーソンズスペシャルマンダリンへの接ぎ木接種があり，接ぎ木部直上の木質部の変色，樹脂の充満が病徴である。高温条件下で約1年後に発病する（ROISTACHER et al., 1973）。

11 Psorosis 病

世界各国で発生しており，特に由来の古い品種に多く見いだされる。老木での樹皮の剝皮などが被害として知られるが，若木でも新葉にフレック（葉脈及びその周辺が退緑する症状）が生ずる。スイートオレンジ，ドゥイートタンゴール（*C. reticulata*×*C. sinensis*）などに接ぎ木接種し，新葉のフレックをみるのが一般的な検定方法である（TIMMER and BENATENA, 1977）。Psorosis 病の中で，特に激しい症状を示すものを Psorosis B と呼んできたが，これは Ring spot 病と同じであることがわかった。Ring spot の病原（CRSV）は，キノアに汁液伝染し，接種葉に局部感染し，えそあるいは退緑斑点をつくる（GARNSEY and TIMMER, 1980）。

重要な文献

本稿では，カンキツウイルス病を初めて取り扱う方を想定し，植物の育て方から解説したが，実験方法の詳細を紹介できなかったので，おわりに，文献を列挙するので参考にしていただきたい。

［カンキツウイルス病全般について］

1）宮川経邦（1975）：果樹のウイルス病－研究と対策－，農文協，東京，254pp.
2）————・佐々木　篤（1977）：原色 柑橘のウイルス病診断，農文協，東京，83pp.
3）WHITESIDE, J. O. et al. (eds.)（1988）：Compendium of Citrus Diseases, APS PRESS, St. Paul, 80pp.
4）山口　昭（編）（1981）：原色 カンキツの病害診断，全農教，東京，87pp.
5）————（1982）：果樹ウイルス病の基礎知識，農文協，東京，159pp.

［本文中で引用した文献のうち，特に検定方法について詳しいもの］

1）BOVE, J. M. et al.（1984）：Proc. 9th Conf. IOCV, IOCV, Riverside, pp. 145～152.
2）CALAVAN, E. C.（1969）：Proc. First Intern. Citrus Symp. 3：1403～1412. Univ. Calif. Riverside.
3）DODDS, J. A. et al.（1984）：Annu. Rev. Phytopathol. 22：151～168.
4）DURAN-VILA, N. et al.（1988）：Proc. 10th Conf. IOCV, IOCV, Riverside, pp. 152～164.
5）———— et al.（1988）：J. gen. Virol. 69：3069～3080.
6）GARNIER, N. et al.（1984）：Proc. 9th Conf. IOCV, IOCV, Riverside, pp. 115～124.
7）GARNSEY, S. M.（1970）：Proc. Fla. State Hort. Soc. 83：66～71.
8）————（1974）：Proc. 6th Conf. IOCV, Univ. Calif. Div. Agr. Sci., Richmond, pp. 137～140.
9）————（1975）：Pytopathology, 65：50～57.
10）———— and J. W. JONES（1967）：Plant Dis. Reptr. 51：410～413.
11）———— and L. W. TIMMER（1980）：Proc. 8th Conf. IOCV：pp. 174～179.
12）今田　準（1977）：植物防疫　31：399～402.
13）石井卓男・宇杉富雄（1982）：日植病報　48：231～233.
14）加納　健・山口　昭（1985）：果樹試報　B12：95～107.
15）KANO, T. et al.（1988）：Abstracts of 5th ICPP, ICPP, Kyoto, pp. 47.
16）川合　昭ら（1988）：日植病報　54：78.（講要）
17）岸　国平・田中彰一（1964）：同上　29：142～148.
18）KOIZUMI, M. et al.（1988）：Proc. 10th Conf. IOCV, IOCV, Riverside, pp. 348～352.
19）MCCLEAN, A. P. D.（1974）：Proc. 6th Conf, IOCV, Univ. Calif. Div. Agr. Sci., Richmond, pp. 59～66.
20）宮川経邦（1980）：日植病報　46：224～230.
21）西尾　健ら（1982）：植防研報　18：11～18.
22）ROISTACHER, C. N.（1973）：Citrograph 58：261～262.
23）———— et al.（1977）：Plant Dis. Reptr. 61：135～139.
24）———— et al.（1980）：Proc. 8th Conf. IOCV, IOCV, Riverside, pp. 225～229.
25）佐々木　篤（1974）：広島果試特別報告　2：1～106.
26）————（1985）：広島果試研報　11：9～23.
27）SEMANCIK, J. S.（1988）：Proc. 10th Conf. IOCV, IOCV, Riverside, pp. 125～135.
28）———— et al.（1988）：J. gen. Virol. 69：3059～3068.
29）TIMMER, L. W. and H. N. BENATENA（1977）：Proc. Int. Soc. Citriculture 3：930～935.
30）USHIYAMA, K. et al.（1984）：Proc. 9th Conf. IOCV, IOCV, Riverside, pp. 204～210.
31）宇杉富雄・斎藤康夫（1977）：日植病報　43：137～144.
32）————・土崎常男（1982）：同上　48：330～332.
33）————ら（1986）：同上　52：349～354.
34）WALLACE, J. M. and R. J. DRAKE（1960）：Plant Dis. Reptr. 44：580～584.

植物防疫基礎講座

果樹類に寄生するカイガラムシ類の見分け方(5)

東京農業大学農業拓殖学科熱帯作物保護研究室　河合省三（かわい しょうぞう）

3　同定に際して留意すべき種

（1）　カンキツ類

イセリアカイガラ，ミカンヒメコナカイガラ，ミカンワタカイガラ，ヤノネカイガラなどの被害が大きいが，地域によっては時にフジコナカイガラ，クワコナカイガラ，ミカンネコナカイガラ，ルビーロウムシ，アカマルカイガラ，ナシマルカイガラが問題となる。

ハワードワラジカイガラムシ

雌成虫は淡黄褐色，だ円形でワラジに似た形をしている。成熟すると体長は 1cm に及び，体表は白粉状のロウ質分泌物で覆われる。オオワラジカイガラムシもカンキツに寄生の記録があるが，おそらく本種の誤りであろう。オオワラジに比し虫体は淡色で，やや細長く，また，脚の腿節ははるかに細く，幅の3倍を超えることで区別できる（図-28）。オオワラジが太い枝や幹に寄生し，しばしば群棲するのに対し，本種は一般に細い枝や若い枝，ときには葉面に，単独で寄生することが多い。大きいため目立つが，実害を生じたという例を聞かない。

キイロワタフキカイガラムシ（図-29A）

背面は白色～淡黄色の粉状ロウ質物で厚く覆われる。日本に分布する同属の種には本種のほかにイセリヤカイガラムシ，エジプトワタフキカイガラムシ（*I. aegyptiaca*）（図-29B）の2種があり，いずれも多食性の種でカンキツにも寄生する。イセリヤは多数のヒダのある袋状の大きな卵嚢を形成することで，また，エジプトワタフキは体周縁にロウ質物の長い突起をフサ状に分泌することで異なり，3種ともほかに紛らわしい種はなく，特徴的な外観をもっているので容易に同定できる。エジプトワタフキは日本では小笠原にのみ発生しており，今のところ果樹などへの被害はみられないが，南西諸島への侵入には警戒を要する。

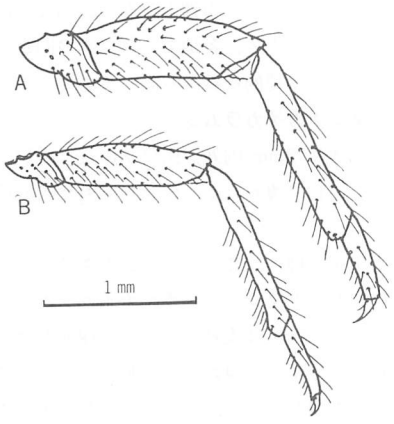


図-28　A：オオワラジカイガラムシ，B：ハワードワラジカイガラムシ：後脚（基節を除く）

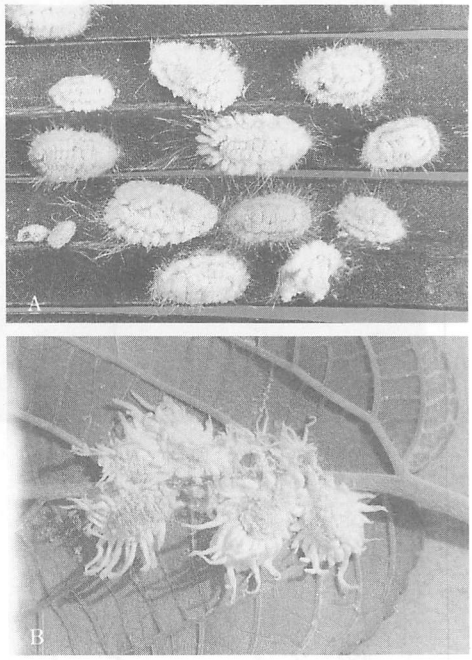


図-29　A：キイロワタフキカイガラムシ，B：エジプトワタフキカイガラムシ：雌成虫の外観

フジコナカイガラムシ（図-30A）

ミカンコナカイガラムシ（*P. citri*）（図-30B）と酷似するが，ロウ質分泌物は背面に一様に分泌され，背中線が露出しないこと，腹節背面の体周縁部ロウ座付近に少数の管状分泌管があること（図-31A）（ミカンコナにも，ときに第7腹節背面のロウ座付近に 1～2 個みられることがある）で区別できる。また，ロウ座の円錐形刺毛の先端がミカンコナよりもさらに鞭状に細くなることも区別の目安となる。ミカンコナは南西諸島，小笠原に発生し，本土では温室にみられ，野外には発生しない。

Identification of the Fruit-tree Infesting Coccoids (Scale Insects) (5).　By Shozo KAWAI

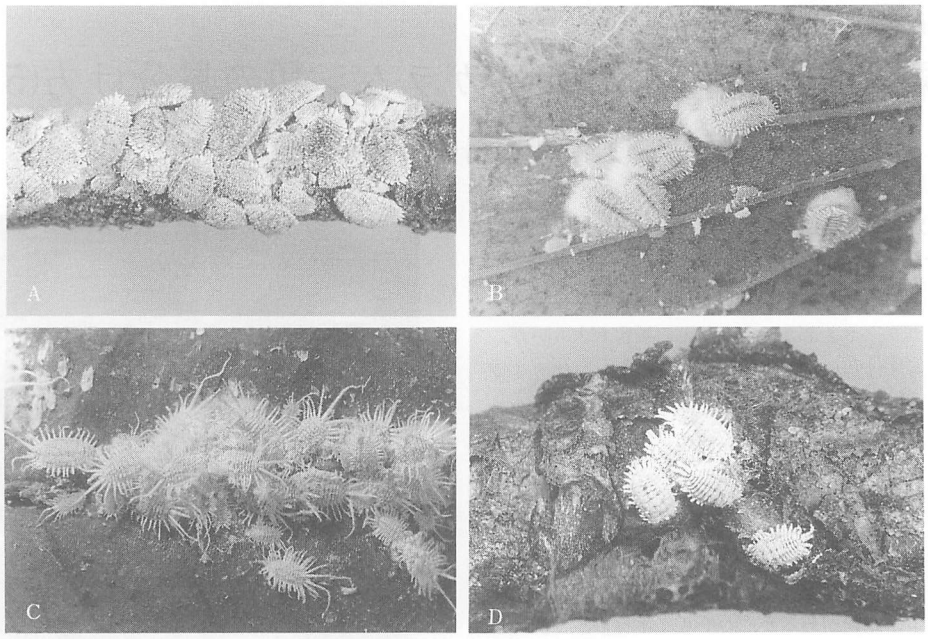


図-30　A：フジコナカイガラムシ，B：ミカンコナカイガラムシ，C：ミカンヒメコナカイガラムシ，D：セスジコナカイガラムシ：雌成虫の外観

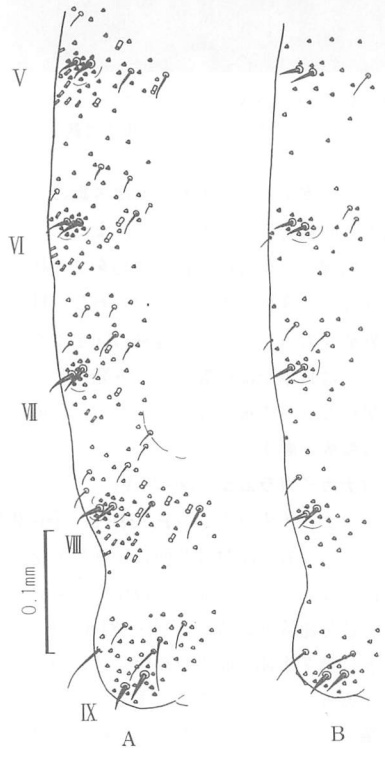


図-31　A：フジコナカイガラムシ，B：ミカンコナカイガラムシ：後部腹節体側部（背面）

ミカンヒメコナカイガラムシとは体周縁のロウ質分泌物の突起が短いことで外観的に見分けがつく。

ミカンヒメコナカイガラムシ（図-30C）

クワコナカイガラムシに比して小型で，一般に体周縁のロウ質分泌物の突起が長い。しかし類似種が多く，この外観的特徴だけでは同定できない。ウンシュウミカンからはこのほかに，クワコナに近似で，後脚基節に半透明の小斑点を欠く *Pseudococcus* 属の 1 種が和歌山県から発見されている。この種の分布の詳細などについては明らかではないので，各地でクワコナの同定にあたってはこれらの顕微鏡的な特徴を調べる必要がある。

ミカンネコナカイガラムシ

雌成虫は体長 2mm 内外，円筒状の長だ円形で全体が白粉状の分泌物で覆われる。成熟しても比較的活発に歩行できる。

根に寄生する種は，このほかにジモグリコナカイガラムシ（図-11），ヤブコウジハカマカイガラムシの 2 種がある。ジモグリコナは成熟するとほぼ球形となり，多量の白色粉状の分泌物で覆われ，移動性を失う。ヤブコウジハカマはだ円形で扁平，背面体皮は黄褐色で体周縁部及び背中線に沿って白色のロウ質物を分泌するが，体表はしばしば付着した土に覆われており，発達した脚・触角を有し，成虫は成熟すると体後部に石膏様の分泌物で卵嚢を形成する。3 者は外観だけでも区別がつくが，プ

レパラートで観察すれば，形態が全く異なるので，混同することはない。

ミカンワタカイガラムシ（図-12D）

未成熟のうちは外観的にヒラタカタカイガラムシ（図-15F）など他のカタカイガラムシ類と混同しやすいので注意を要する。発生の多いときは，雄幼虫（被覆物）の存在も同定の目安となる。

カンキツ類には本種によく似たタイワンワタカイガラムシ（*P. polygonata*）が沖縄に，ミドリワタカイガラムシ（*P. psidii*）が小笠原に発生するが，分布域が全く異なっている。

マルクロホシカイガラムシ

カンキツ類にのみ寄生し，発生が多いと重なり合って介殻を形成することがある。本種にきわめてよく似た種にチャノクロホシカイガラムシ，ツバキクロホシカイガラムシ（*P. camelliae*）があり，いずれも広食性でカンキツ類に寄生することが十分に予想されるので，注意を要する。マルクロホシとこれら2種に共通する相違点は後部気門の側方に小さな凹陥部（derm pocket）（図-17）がないことで，良好なプレパラート標本を用いればこの特徴だけで確実に区別できる。さらに，チャノクロホシは一般に大型で生殖門周囲孔も多く，各群それぞれ 12 個以上，葉面にはほとんど寄生しないこと，ツバキクロホシは背面大型分泌管が少なく各側 10 個以下，主に葉面に寄生し，太枝・幹には寄生しないことなども区別点となる。

小笠原には介殻や寄生状況がマルクロホシと紛らわしいマツリクロホシカイガラムシ（*P. cinerea*）がカンキツに発生するが，マツリクロホシは臀板の背面大型分泌管が多く，肛門の前側方にもあることで区別できる。

アカマルカイガラムシ

海岸に近接した地域や，季節風のあたりにくい冬季温暖な地形のところに発生が多く，葉面・果皮のほか，枝・幹にも寄生することなど，近縁のキマルカイガラムシとは生態的にもやや異なり，両種が混棲することはほとんどない。両種を見分ける重要な特徴である生殖門前方肥厚片の形状（図-21）は，1個体の標本のみでは差異が判然としない場合もあるが，なれれば明りょうに区別できる。

本州の暖地から南西諸島にかけては，近縁で多食性のユズリハマルカイガラムシ（*A. messengeri*）が分布するが，この種は生殖門前方肥厚片を欠くことで区別できる。また，イヌマキに寄生するマキアカマルカイガラムシ（*A. taxus*）もアカマルに酷似するが，寄主植物が全く異なるので混同することはない。

沖縄や小笠原では介殻の色彩や形状のよく似たオンシツマルカイガラムシ（*Chrysomphalus dictyospermi*）がカンキツに寄生する。しかし，この種は成熟しても虫体が硬皮したり腎臓形になったりせず，介殻と虫体が容易に分離できることで区別できる。

ツバキマルカイガラムシ（図-22C）

発生地域はごく限られ，被害を生ずるような発生はみられない。南西諸島や小笠原では，むしろ，近似のヤシシロマルカイガラムシ（*Hemiberlesia lataniae*）の発生が多く，問題となる。両種は外観的には区別しにくく，虫体の構造も酷似しているが，プレパラートを用いればヤシシロマルには生殖門周囲孔があることで容易に区別できる。本土ではこれまでヤシシロマルのカンキツへの寄生は確認されていないが，この種はきわめて多食性で，四国・九州の南部ではカンキツ類をはじめ各種果樹類の地上部各部位を加害する可能性が十分に考えられる。

ハランナガカイガラムシ（図-25）

ハラン，ヤブラン，シダ類に寄生のものと同一種として扱われているが，カンキツに寄生のものは明らかに食性が異なる。

介殻は雄雌ともに一見ヤノネカイガラムシのものに似ており，特に雄は葉の一部に集団を形成して寄生するなど，ヤノネと混同しやすい。雌雄の介殻ともヤノネに比してやや小型で，雌の介殻は一般にヤノネよりも扁平で淡色，表面は滑らかなこと，雄の介殻は3本の縦の隆起線がより明りょうなことなどで，注意すれば外観で区別できる。最近，ヤノネの天敵導入によってヤノネが減少した後に，本種の多発がみられるという（是永，私信）。

（2）　カキ

オオワタコナカイガラ，ツノロウムシが普遍的に発生し，ときにフジコナカイガラ，カメノコロウムシ，ルビーロウムシが，また，一部地域ではカキノキカキカイガラ，クワシロカイガラの加害がみられる。クワシロは通常，枝・幹に寄生するが，カキでは果実にも寄生して被害をもたらす。

マツモトコナカイガラムシ（図-9A）

雌成虫の体長は 3～4mm，虫体は暗紫色で体表は白色粉状のロウ質物で覆われる。主に樹幹・太枝のくぼみや樹皮の裂け目に寄生し，寄生部位はアリによって作られた土塊で覆われることが多い。本種と同様 KOH 水溶液中で加熱すると濃紺～濃緑色となるアザレアコナカイガラムシ（図-9B）と酷似するが，若枝や葉などに寄生することがほとんどないこと，また，体表を覆う白粉が滑らかで，体周縁部のロウ質分泌物の突起はあまり発達せず，体後部の数節に限られていること，なども同定の際

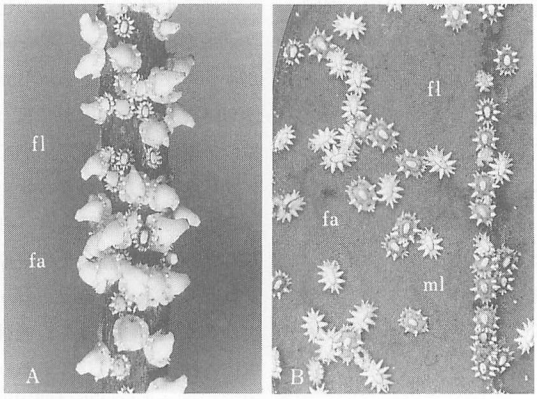


図-32　A：ツノロウムシ，B：カメノコロウムシ，fl：雌3齢幼虫，ml：雄3齢幼虫(～蛹)，fa：雌未成熟成虫

の目安となる。一見，フジコナカイガラムシにも似るが，KOH 液で加熱したときの色が異なる。

ツノロウムシ（図-32A）

雌成虫は白色の軟らかい糊状のロウ質物で覆われ，背面は初めのうち三角帽子状に突出しているが，成熟するとドーム状に丸くなる。大きさは 6～8mm，まれに 1cm に達し，ときにややピンク色を帯びる。多数の個体が群生する場合はロウ質物が融合し合って各個体の形状は判然としないことが多い。

本土に発生するロウムシ類には，本種のほかにルビーロウムシ，カメノコロウムシがある。ルビーロウはロウ質物がアズキ色をしていること，カメノコロウはやや小型でロウ質物が比較的硬く，背面が突出しないこと，葉面にも好んで寄生することなどで区別できる。ツノロウには雄はみられないが，カメノコロウでは3齢になると，雄は白色の乾いたもろいロウ質分泌物で花びら状の虫体被覆物を形成する（図-32B）ので，雄の存在もカメノコロウを見分ける際の有力な手掛かりとなる。しかし，ツノロウ，カメノコロウとも，1・2齢の幼虫時代には糊状のロウ質物は分泌せず，雄3齢幼虫に似た花びら状のロウ質物を分泌しており，外観的にはほとんど区別がつかないので注意を要する。

ミカンマルカイガラムシ（図-19A）

雌の介殻は茶褐色～暗褐色で大きく，径 3mm 内外。主に枝・幹に寄生するが，カンキツなど常緑樹ではしばしば葉面や果皮にも寄生し，特に雄は好んで葉表の葉脈に沿って群棲することが多い。雌の介殻は背面が隆起することから，セダカマルカイガラと呼ばれたことがあるが，葉面や果皮に寄生したときは扁平になる。関東以南の暖地に分布し，しばしばチャノマルカイガラムシ（図-19B）と混棲するので混同されやすい。チャノマルと同

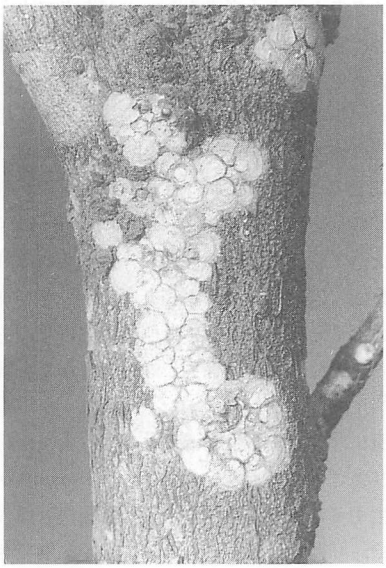


図-33　チャノマルカイガラムシ寄生状況（白い斑点は介殻の剝がれた跡）

様，介殻の剝がれた跡が白斑となって残るのも特徴的である（図-33）。チャノマルに比して介殻の表面はやや平滑で，成熟成虫が硬皮すること，年2回発生し，葉面や果皮にも寄生することなどもチャノマルとの区別の目安となる。

カキノキカキカイガラムシ（図-23A）

雌の介殻は茶褐色～褐色で，表面に灰白色のロウ質物をまとう個体もある。カキカイガラムシ類には介殻の色彩・形状だけでは区別できない仲間が数多く知られているので，同定にはプレパラートがどうしても必要となる。同定のポイントは第 1～6 腹節の各腹節亜周縁部にそれぞれ各側 1 個の硬瘤（図-5，23A）を有することで，これにより他の多くのカキカイガラムシ類と区別できる。

この特徴はエノキカキカイガラムシ（*L. celtis*）と共通しているが，エノキカキはエノキにしか寄生しないので混同することはない。

1970 年ごろから淡路島，大阪湾沿岸地域のヤマモモに大発生し，一部には枯死枝や枯死株を生ずるに至った。現在では淡路島を中心に岡山，丘庫，大阪，和歌山，徳島各府県の沿岸地域に分布が拡大し，ヤマモモやカキをはじめ，きわめて雑多な植物の地上部各部位に寄生がみられる。

本種には広葉樹類に寄生する系統とシダレイトスギ，ビャクシンなどの針葉樹類に寄生する系統（日本では石垣島に分布）があると考えられ，広葉樹に寄生する系統の発生は日本では上記の地域に限られており，中国大陸からの侵入種である可能性が強い。

ナシカキカイガラムシ（図-23G，I）

雌の介殻は茶褐色～暗褐色，長さ 2～3mm。樹皮のくぼみや粗皮下，葉柄の付け根などに好んで寄生するため，介殻の形状は必ずしも一様ではない。クワカキカイガラムシ（図-23F，H）と酷似し，多食性で寄主植物も共通のものが少なくないが，枝・幹のほかに葉面や果皮にも寄生することが多い点でクワカキとはやや異なる。成熟雌成虫の体色はクワカキが淡紫色なのに対して，本種では淡黄色であることも同定の目安となる。

（3） リンゴ

クワコナカイガラ，ナシマルカイガラなどが普遍的に発生し，ときにスワコワタカイガラ，ナシシロナガカイガラが，また東北地方ではリンゴカキカイガラが多発することがある。

スワコワタカイガラムシ

成熟雌成虫はほぼ円形，大きさ 5 ～ 8 mm，背面はやや硬皮し，丸くドーム状に盛り上がり，白色粉状のロウ質分泌物で薄く覆われ，体下にクッション状に形成した卵嚢の上に静止する。その形状は一見，ロウムシ類に似ているが，特異な形状から外観だけで同定できる。オオワタコナカイガラムシと同様，若齢幼虫は葉裏に寄生し，秋季に主幹に移動して粗皮下や樹皮の裂け目で越冬，越冬幼虫は早春より若枝に移って成熟する。やや寒地性の種で，中部地方の山間部から東北，北海道に発生する。

リンゴカキカイガラムシ（図-23B）

雌の介殻は茶褐色～暗褐色で長さ 3 ～3.8mm，腹面もほぼ全体を薄い分泌物の膜（腹殻）で覆われる。年 1 回の発生で，介殻下に産まれた卵で越冬する点でクロカキカイガラムシ，ウスリーカキカイガラムシ（図-23D, E）に似るが，介殻が長く，赤みを帯びることや腹殻の発達していることでクロカキや他のカキカイガラ類とおおよその区別をつけることができる。

（4） ナシ

クワコナカイガラ，ナシマルカイガラの発生が一般的。ときにマツモトコナカイガラ，ナシシロナガカイガラ，クワシロカイガラの被害がみられる。ところによってはシナクロホシカイガラ，ナシクロホシカイガラも被害をもたらす可能性がある。

クワコナカイガラムシ

虫体はほぼ全面白粉状の分泌物で覆われ，体周縁部に 17 対のロウ質分泌物の突起を備え，尾端の一対は特に長い。背中線の両側には分泌物の少ない部分によって 2 本の点線状の暗色部を現す。外観的にはセスジコナカイガラムシ（図-30D）と似ており，混同しやすい。セスジのほうが尾端のロウ質物の突起が短く，背面の 2 本の暗色部が顕著に現れることなどが，同定の一応の目安となる。クワコナは背面に口わく型分泌管を有し，腹節ロウ座の円錐形刺毛が 2 本のみである（図-10）のに対し，セスジコナは背面に口わく型分泌管を欠き，腹弁を除く腹節のロウ座に円錐形刺毛が 2 本以上あること（図-34）で区別できる。

マツモトコナカイガラムシ

アザレアコナカイガラムシと混同しやすいが，本種は主に幹や根を，アザレアコナは若枝や芽，果実，果梗を加害する。（カキの項参照）

ナシクロホシカイガラムシ（図-18B）

雌成虫の介殻は大きさ 1 ～1.2mm，黄褐色～灰白色，卵形～長卵形であるが，寄生部位によって変化に富む。きわめて多食性の種で，針葉樹類，カシ類などを除く雑多な樹木の枝・幹に寄生し，雌はたいてい寄主の粗皮下や表皮内に浅く潜入して介殻を形成するため，肉眼では寄

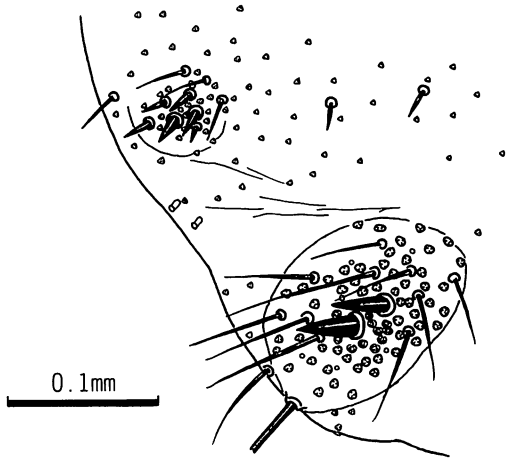


図-34　セスジコナカイガラムシ，腹弁及び腹弁前節のロウ座

生を認めがたい。シナクロホシカイガラムシも同様の生活様式をもち，寄生を確認し難いので見過ごされがちであるが，両種とも種々の樹木でときにかなりの多発をみることがある。いずれも虫体は紫色で一見チャノクロホシカイガラムシにも似るが，はるかに小型。ナシクロホシの介殻は大部分が強く硬皮した2齢脱皮殻で占められており，表面の分泌物を剝がすと，赤褐色で光沢のあるだ円形の脱皮殻があらわれるので，外観からでも区別できる。

かつて，中国大陸北部でナシ及びリンゴにナシマルカイガラムシと混棲して激甚な被害を及ぼし，時としてナシマル以上の被害が認められたことから，古くから注意を喚起された種である。

ナシマルカイガラムシ（図-22E）

雌の介殻は円形で同心円状に形成され，若齢のうちは黒色で，大きくなるに従い淡色となり，褐色を帯びてくる。雄の介殻はやや小型でだ円形。幹・枝のほか，主に雄が果皮や葉面にも寄生し，ナシなどでは果皮や葉面など緑色の部分に寄生したときは，寄生部位が赤褐色の斑点となることも特徴の一つである。カツラマルカイガラムシ（クリの項参照）ときわめて酷似するが，この種はナシには寄生しないとみてよい。

（5） モモ・スモモ

ナシマルカイガラ，ウメシロカイガラの発生が多い。

ウメシロカイガラムシ

雌の介殻は大きさ2～2.5mm，本来，白色であるが寄主の表皮組織が表面に付着して，外観は淡褐色になっていることも多い。通常，背面には中央よりやや偏って黄褐色～茶褐色の2齢脱皮殻が認められる。クワシロカイガガラムシと酷似し，外観上は区別できない。両種ともきわめて多食性であるが，寄主範囲はかなり異なっている。しかし，モモなどは共通の寄主となっているので，同定にはプレパラートを用いなければならない。クワシロは臀板周縁の腺刺が少なく，その中で先端が分岐したものが多いこと（両側合わせて5本以上），特に第1～2扁長板間（第8腹節）のものは常に2叉すること（図-26），及び触角に硬化した角状の突起があること（図-27）などで区別できる。また，同じく多食性のアオキシロカイガラムシ・*biformis* 型（*P. cockerelli f. biformis*）やヒメクワシロカイガラムシ（*P. simplex*）とも外観的には区別し難い。アオキシロは臀板第6腹節に各側2～6個の背面大型分泌管があること，ヒメクワシロは後部気門に1～5個の気門周囲分泌孔があること，また，両種とも臀板の周縁腺刺の先端が分岐しないことなどでウメシロ，クワシロと区別できる。

クワシロは東北地方から南に，ウメシロはより北方にまで分布する。さらにヒメクワシロは本州の高地～北海道のような寒地に適応した種と考えられ，北海道ではところによってはウメシロに替わってサクラなどに多発することがある。

（6） ウメ

ウメシロカイガラの発生が多く，ときにタマカタカイガラ，ナシシロナガカイガラ，ナシマルカイガラなどが多発する。

タマカタカイガラムシ

成熟成虫は径 4～5 mm でほぼ球形，硬皮して赤褐色～暗褐色となる（図-15C）。年1回の発生で，若齢幼虫は葉裏に寄生し，秋季，落葉に先立って枝・幹に移動して越冬，翌年，5月上～中旬に枝・幹上で成熟して産卵する。幼虫は肉眼では発見し難いが，死後の成虫は寄主に固着して長期間残っており，特徴的な外観で容易に同定できる。

（7） オウトウ

ナシマルカイガラのほか，ときにウメシロカイガラが多発する。

（8） ビワ

ガマミズワタカイガラモドキ，ナシマルカイガラ，ナシカキカイガラなどの発生が目立つことがある。

ガマズミワタカイガラモドキ（図-6B）

オオワタコナカイガラムシ（図-6A）に似るが，より小型で卵嚢も短い。体表の粉状分泌物の様子などで外観だけでもほぼ区別できる。両種とも年1回の発生で，卵嚢は4～5月にのみみられる。若齢幼虫は葉裏に寄生し，秋には終齢幼虫となって幹の凹所や樹皮の裂け目に移動して，白いワタ状の分泌物で繭を作って越冬する。雄の繭は大きく，オオワタでは発生が多いと繭の集団で幹が真っ白になることがあるが，ガマズミワタではそのような多発をみることはほとんどない。

一見，セスジコナカイガラムシ（図-30D）とも紛らわしいが，尾端のロウ質分泌物の突起が体周縁のものとほぼ同じ長さであることなどが区別の目安となる。

フジツボカイガラムシ

虫体は淡黄褐色～淡褐色の分泌物でできた革質の硬い殻嚢で覆われ，成熟するとドーム状に隆起して，大きさは4～5 mm となる。殻嚢の表面は粗く，中央部より放射状に数本の白線を備え，一見，甲殻類のフジツボに似た形状を呈するが，寄生部の状況によって様々な形状となる。殻嚢の一端には上方に向かって突出した煙突状の管があり，ここから排せつ液を放出する。都市公園のサンゴジュにはしばしば多発がみられるが，果樹類ではこ

れまで特に問題にされたことはないようである。

(9)　ブドウ

フジコナカイガラ，クワコナカイガラ，の発生が多く，ときにミズキカタカイガラ，ナシマルカイガラも多発する。また，四国・九州地方ではイチジクマルカイガラの発生が懸念される。

フジコナカイガラムシ（図-30A）

蔓のほかに果穂や果梗に寄生して，しばしば集団を形成して加害する。同じく果穂や果梗に集団で寄生するクワコナカイガラムシとは体周縁のロウ質分泌物の突起が短いことで外観的に区別できる。また，クワコナでは粗皮下などに作られたワタ状の卵嚢内で，主として卵態で越冬するのに対し，本種では幼虫・成虫（主として幼虫）で越冬することも区別点の一つとなる。外観的にはアザレアコナカイガラムシに似るが，体色が赤みを帯びることや，KOH 水溶液で加熱すると橙赤色～鮮紅色を呈すること（アザレアコナでは濃紺～濃緑色）で区別できる。

ミズキカタカイガラムシ（図-15D）

雌成虫は成熟すると大きさ4～6 mm，背面は強く硬皮して暗赤褐色～紫褐色となり，外観で同定が可能である。しかし未成熟のうちは黄褐色で小黒点の斑紋があり，ヒラタカタカイガラムシ（図-15F）などと混同しやすい。未成熟のうちは背面に淡く白粉を，また体周縁近くからは数本のきわめて細いガラス繊維状の分泌物を放射状に分泌している。これらは古くなると脱落してしまうので，紛らわしいときはプレパラートで観察しなければならない。

イチジクマルカイガラムシ

介殻は黒色～灰黒色，大きさ1～2 mm，腹面の介殻はよく発達し，成熟すると後方部はやや上方に反り，背腹合わさった舌状のフラップを形成する（図-3C-b）。虫体は白色～クリーム色。樹皮の裂け目やしわの間に割り込んで，フラップの部分だけをのぞかせて寄生していることも多い。介殻の色と形状から肉眼でも同定できるが，プレパラートを用いれば，きわめて特異な臀板の構造で（図-22A）他種と紛れることはない。

本種は，熱帯・亜熱帯地方に広く分布する多食性の種で，日本ではこれまで栽培植物での被害は報告されていない。しかし，四国・九州・沖縄ではさまざまな樹木に発生し，ときに多発がみられるほか，愛媛ではブドウへの寄生が確認されたことから，上記地方ではブドウをはじめ各種果樹類での発生に注意を要する。

(10)　クリ

西日本一帯ではカツラマルカイガラの多発がみられ，発生地域の拡大するおそれがある。

ハンノモグリカイガラムシ

ふ化幼虫は4月下旬～5月下旬に現れ，寄主に定着後しだいに樹皮下に潜入し，尾端から白い糸状のロウ管を出してその先端から排せつ液（甘露）を排出する。虫体の潜伏した部分はしだいに虫えい状の腫起となり，寄生の多いときは樹皮が著しく荒れる。尾端に形成された糸状のやや太くて長いロウ管と多数の細いロウ質物が樹皮から外に伸びているので，寄生状況や外観で見分けることができる。この寄生状況はクヌギやカシに寄生するカブラカイガラムシ（*Beesonia napiformi*：カブラカイガラムシ科）とよく似ているが，カブラカイガラには腹部気門がなく，本種との類縁関係は認められない。この外観的な類似は同じ生活様式に基づく収斂によるものと考えられる。

1世代に2～3年を要し，雄はいったん有脚の前蛹となって樹皮下から脱出し，付近の粗皮下などで繭を作って蛹化後，有翅の成虫となり，雌は樹皮下で無脚のまま成虫となる。成虫は秋に現れるが，出現期間は短く，また，雌成虫は樹皮下に潜伏したまま樹皮下に産卵するので，ほとんど目にする機会はない。大阪，岡山などでクリに寄生することが知られており，北海道及び本州・四国の高地ではサワグルミ，シラカバ，ミヤマハンノキ，ブナなどに寄生する。

ナワタマカイガラムシ（図-35A）

成熟雌成虫はほぼ球形で，径6～7 mm，全体を白色・粉状の分泌物で覆われているが，分泌物の脱落した虫体は暗赤褐色に不明りょうな暗色の縞模様があり，一見，タマカタカイガラ（ウメの項参照）に似る。タマカタに比して一回り大きく，寄主植物が全く異なるので混同することはない。年1回の発生で，成熟成虫は5月中旬ごろにみられる。

カシニセタマカイガラムシ（図-35B）

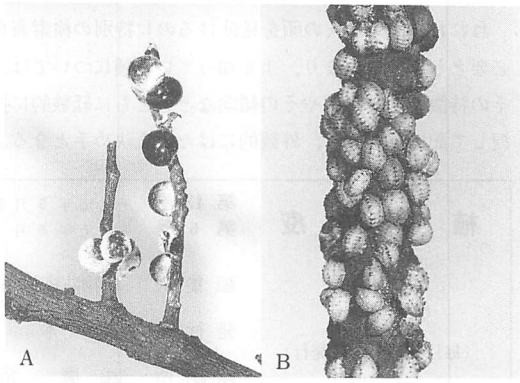


図-35　A：ナワタマカイガラムシ，B：カシニセタマカイガラムシ：雌成熟成虫の外観

幼虫はだ円形で暗灰褐色の殻嚢に包まれ，扁平で背中線は顕著な稜状隆起となる。成熟成虫の殻嚢はほぼ半球状に膨らみ，大きさ4～4.5mm，淡黄褐色で黒い斑点がある。年1回の発生で5月中旬ごろに成熟して殻嚢内に産卵，卵がふ化した後も殻嚢は寄主に固着して長期間残っている。ほかに似た種はいないので，外観で容易に同定できる。

カツラマルカイガラムシ（図-22D）

ナシマルカイガラムシと酷似し，外観だけでは区別できない。ナシマル同様多食性であるが，寄主植物の選好性はやや異なっており，ナシマルがバラ科を中心にヤナギ科，ユキノシタ科，ミカン科などに寄生するのに対し，本種はクリをはじめ，主としてブナ科やカバノキ科，ニレ科，カツラ科などに好んで寄生する。また，ナシマルが主に平地に発生し，いわゆる“人里”地域に多いのに対して，本種は平地から亜高山帯にまでみられる。1齢幼虫で越冬する点はナシマルと同じであるが，暖地においても年2回の発生となる点でも異なっている。このような寄主植物の違いや発生回数の差も，両種を見分けるときの目安となる。（顕微鏡による区別は検索表参照）

クリマルカイガラムシ（図-22B）とも外観上ほとんど区別できないが，クリマルは2齢後期の幼虫で越冬し，4月上旬ごろには成虫になることも区別点となる。顕微鏡を用いれば，クリマルには5群の生殖門周囲孔があるので容易に区別できる。

(11)　イチジク

ときにオオワタコナカイガラ，フジコナカイガラが多発する。

(12)　キウイ

クワカキカイガラ，クワシロカイガラの発生が目立つことがある。

おわりに

われわれは，知人の顔を見分けるのに特別の検索表を必要としない。つまり，よく知っている種については，その特徴を変異の幅やその傾向などとともに経験的に把握して記憶しており，外観的にはたとえ決め手となるような特徴がなく，変異の重なり合う種どうしでも，多くの情報を瞬時に，複合的に判断することによって区別しているのであろう。しかし，なれれば一目で区別できるものでも，その区別点を概念として説明するとなると，なかなか容易なことではない。それは，この種の解説を試みた人ならだれしも経験することである。

本稿の目的は，現場においてルーペ程度の器具で種の判別を可能にすることである。それは区別の対象となる種が特定されていれば，ある程度可能なことである。プレパラートによる顕微鏡観察が必要なものでも，一度検鏡して種類を確認しておけば，後はルーペや肉眼だけで同定が可能な場合も少なくない。しかし残念ながら，現在の知見は，まだその段階に至っているとはいい難い。表-1には，寄生の確認される可能性の高い種を「寄生の可能性のあるもの」として掲げたが，このほか，「寄生しても不思議ではない」程度の多食性の種を含めると，きわめて多数の種が区別の対象となってくる。さらに，未記載種の発見される可能性も高い。果樹という限定された範囲でみても，対象となるカイガラムシはまだ不特定多数であるといってよい。こうした点を考慮に入れて本稿を活用していただければ幸いである。

参考文献

1）BORCHSENIUS, N.S.（1962）：Ent. Obozr. 41：861～871.
2）DAVIDSON, J.A. et al.（1983）：Proc. Entomol. Soc. Wash. 85：753～761.
3）河合省三（1980）：日本原色カイガラムシ図鑑，全農教，東京，455pp.
4）農文協・編（1987）：原色果樹病害虫百科—診断と防除，1～4．農文協，東京，485pp.，491pp.，495pp.，524pp.
5）山口　昭・大竹昭郎・編（1986）：果樹の病害虫—診断と防除，全農教，東京，643pp.

（おわり）

訂正とお詫び　（出版部）

本連載の(2)（第42巻12号）の第1表につき下記のように誤りがありましたので，訂正の上，お詫び致します。

44ページ　ナシクロホシカイガラ　ビワの○をとり，シナクロホシカイガラ　ビワに○。45ページ　ナシマルカイガラ　クリの◎をとり，ブドウに◎。

植物防疫
平成元年
6月号
（毎月1回1日発行）
禁転載

第43巻　平成元年5月25日印刷
第6号　平成元年6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　㈱廣済堂
東京都港区芝3-24-5

定価597円 送料56円
（本体580円）
平成元年分
前金購読料 6,695円
後払購読料 7,158円
（共に〒サービス，消費税込み）

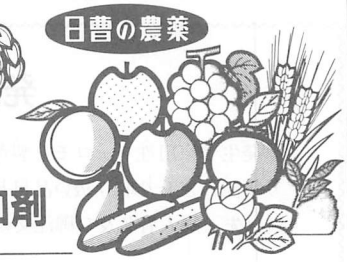
——発行所——
東京都豊島区駒込1丁目43番11号　郵便番号 170
社団法人 日本植物防疫協会
電話 東京（03）944－1561～6番
振替 東京1－177867番

日本の実りに
日本の効きめ

果樹の黒星病・うどんこ病・赤星病に、
野菜のうどんこ病に、
稲・麦類の種子消毒に
—強力殺菌剤—

トリフミン®水和剤

増収を約束する
日曹の農薬



果樹・野菜の広範囲の病害防除に

トップジンM®水和剤

べと病・疫病の専門薬！

アリエッティ水和剤

果樹・野菜の広範囲の害虫防除に

日曹スカウトフロアブル乳剤

果樹・野菜・いちごのハダニ防除に

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

ウサギ印
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

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・斑点細菌病防除に……

オリゼメート粒剤

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

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

発生予察用 性フェロモン製剤

発生予察用性フェロモン製剤につきましては昭和 51 年から当協会が一括斡旋しておりますが，58 年より下記のとおり取り扱い品目及び単価が変更となっております。なお，お申し込みは文書または葉書にて，送付先・購入者名及び御注文の製剤害虫名・製造社名・数量を明記のうえ，直接本会へ御注文下さい。

（単価には，消費税は含まれていません。）

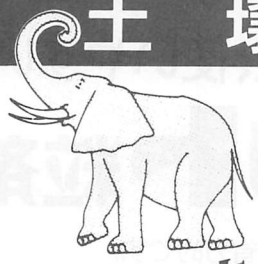
種類		会社	単価	使用期間	内容
野菜	フェロディン®SL（ハスモンヨトウ用）	武田	11,000 円	1か月	1箱 8 個
	コナガ用	大塚	7,200 円	1か月	1箱 12 個
		武田	7,200 円	1か月	1箱 12 個
	ネギコガ用	大塚	12,000 円	1か月	1箱 12 個
		武田	12,000 円	1か月	1箱 12 個
茶	チャノコカクモンハマキ用	大塚	7,200 円	1か月	1箱 12 個
		武田	7,200 円	1か月	1箱 12 個
	チャハマキ用	大塚	7,200 円	1か月	1箱 12 個
		武田	7,200 円	1か月	1箱 12 個
果樹	モモシンクイガ用	大塚	7,200 円	1か月	1箱 12 個
		武田	9,600 円	2か月	1箱 12 個
	リンゴコカクモンハマキ用	大塚	7,200 円	1か月	1箱 12 個
		武田	7,200 円	1か月	1箱 12 個
	コスカシバ用	大塚	7,200 円	1か月	1箱 12 個
	リンゴモンハマキ用	大塚	7,200 円	1か月	1箱 12 個
	フェロコン®ナシヒメシンクイ	大塚	7,200 円	1か月	1箱製剤9個入り，トラップ3台，粘着板6枚
粘着トラップセット		大塚	2,500 円		1セット トラップ3台，粘着板6枚
		武田	3,500 円		1セット トラップ1台，粘着板 12 枚
トラップのみ		武田	3,000 円		1箱 トラップ6台
粘着板のみ		大塚	6,000 円		1箱 粘着板 24 枚
		武田	3,000 円		1箱 粘着板 12 枚

なお，平成元年4月1日からは上記金額のほかに消費税3％分が加算されますことをお知らせいたします。
使用に当たっては，農林水産省の「農作物有害動植物発生予察事業調査実施基準」に従って下さい。

製造：アース製薬株式会社
：武田薬品工業株式会社

斡旋：社団法人 日本植物防疫協会
〒 170 東京都豊島区駒込1の 43 の 11
電話 03（944） 1564～6 出版部

土壌くん蒸剤



少量でもすぐれた効果の高純度D-D剤

テロン*92

特長 ●効力アップ ●広い適用害虫 ●広い適用作物

テロン普及会

お問い合わせ

＊ザ・ダウ・ケミカル・カンパニー商標

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)

農薬に関する唯一の統計資料集！ 登録のある全ての農薬名を掲載！

農薬要覧

農林水産省農蚕園芸局植物防疫課 監修

—— 1988 年版 ——

B 6判 700 ページ　オフセット印刷

4,429 円　送料 310 円

—主 な 目 次—

Ⅰ 農薬の生産，出荷
種類別生産出荷数量・金額　製剤形態別生産数量・金額
主要農薬原体生産数量　種類別会社別農薬生産・出荷数量など
Ⅱ 農薬の流通，消費
県別農薬出荷金額　農薬の農家購入価格の推移　など
Ⅲ 農薬の輸出，輸入
種類別輸出数量　種類別輸入数量　仕向地別輸出金額など
Ⅳ 登録農薬
62年9月末現在の登録農薬一覧　農薬登録のしくみなど
Ⅴ 新農薬解説
Ⅵ 関連資料
農作物作付（栽培）面積　空中散布実施状況など
Ⅶ 付　録
農薬の毒性及び魚毒性一覧表　名簿　登録農薬索引など

—1987年版—4,100円　送料300円
—1986年版—4,100円　送料300円
—1983年版—3,200円　送料250円
—1982年版—3,600円　送料300円
—1981年版—3,600円　送料300円
—1977年版—2,400円　送料250円
—1976年版—2,200円　送料250円
—1975年版—2,000円　送料250円

—1963～74，1978～80，84，85年版—
品切絶版

お申込みは前金（現金・小為替・振替）で本会へ

60
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

姉妹品＝ いもち・紋枯病が同時に防げる粒剤
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

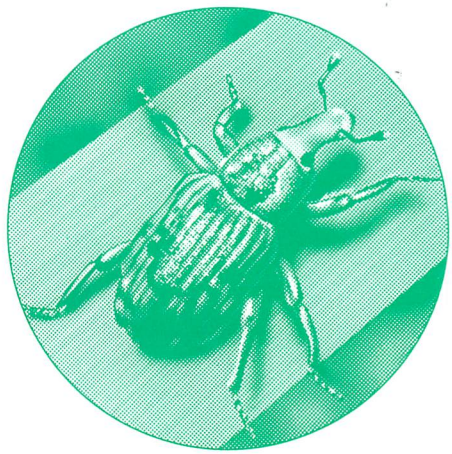
「新発売」

日本農薬株式会社 東京都中央区日本橋１丁目２番５号

〈農薬は正しく使いましょう〉

箱で安心、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ます。
★イネドロオイムシ、ヒメトビウンカなどの初期害虫を同時に防除できます。
★箱施用なので省力的です。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	使用量	使用時期
水稲（箱育苗）	イネミズゾウムシ イネゾウムシ イネドロオイムシ イネハモグリバエ イネヒメハモグリバエ ヒメトビウンカ ツマグロヨコバイ	育苗箱1箱当り 50～70g	移植前3日 ～移植当日

アドバンテージ®粒剤

®：アドバンテージは米国FMC社の登録商標です。

イネミズにアドバン

☆ 日産化学 FMC 原体供給元 FMCコーポレーション

"殺虫剤の革命"

●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。)

新発売 害虫の脱皮阻害剤 **デミリン®水和剤**

●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

●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

●速効的に効く りんご・梨の落果防止剤。伊予柑のへた落ち防止剤。

マデック乳剤

●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

●澄んだ水が太陽の光をまねく！水田の中期除草剤。

モゲブロン®粒剤

●ヨモギ・ギシギシ・スギナ等にもよく効く、手まきのできる果樹園・桑園の除草剤。

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

チカラ 力のウルフ

頑固な雑草に必殺一発パンチ!

大好評!!

話題の低コスト除草
水田一発処理除草剤

農協・経済連・全農

クミアイ化学工業株式会社

ほおっておけない畑のゲリラ。

おかげさまで20周年

●多くの土壌害虫にすぐれた殺虫効果を発揮いたします。

ダイアジノン®粒剤

●適用作物の範囲が広く使い易い薬剤です。

20th.

普及会事務局 日本化薬株式会社

〒100 東京都千代田区丸の内1-2-1
☎03-212-4360(代)

昭和二十四年九月九日第三種郵便物認可