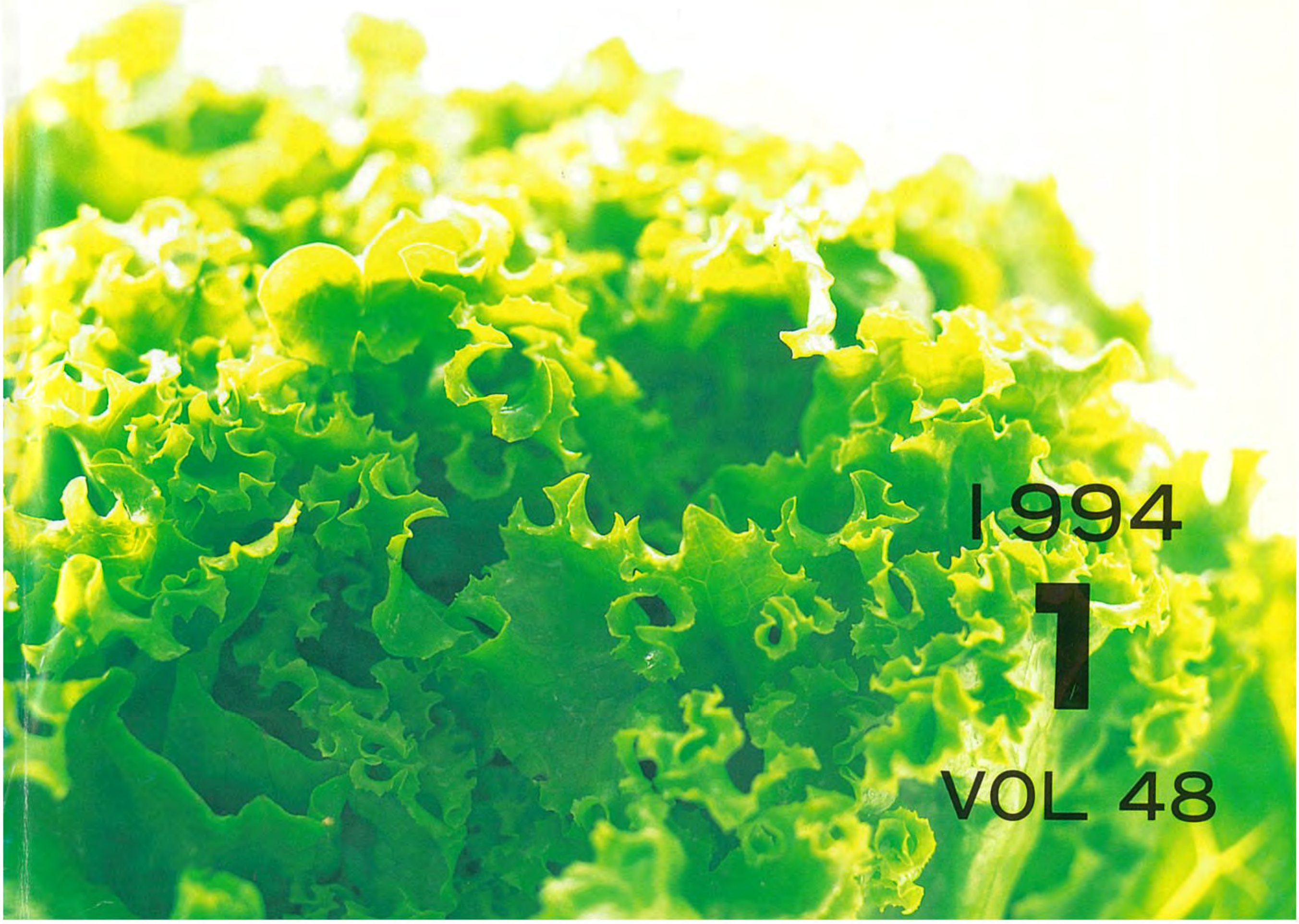
ISSN 0037-4091

平成五年十二月二十五日印刷第四十八巻第一号
平成六年一月一日発行(毎月一回一日発行)
昭和二十四年九月九日第三種郵便物認可

植物防疫



1994
1
VOL 48

畑のチャンピオン、ガゼットくん。

野菜・畑作害虫をノックアウト

特　長

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

ガゼット®粒剤

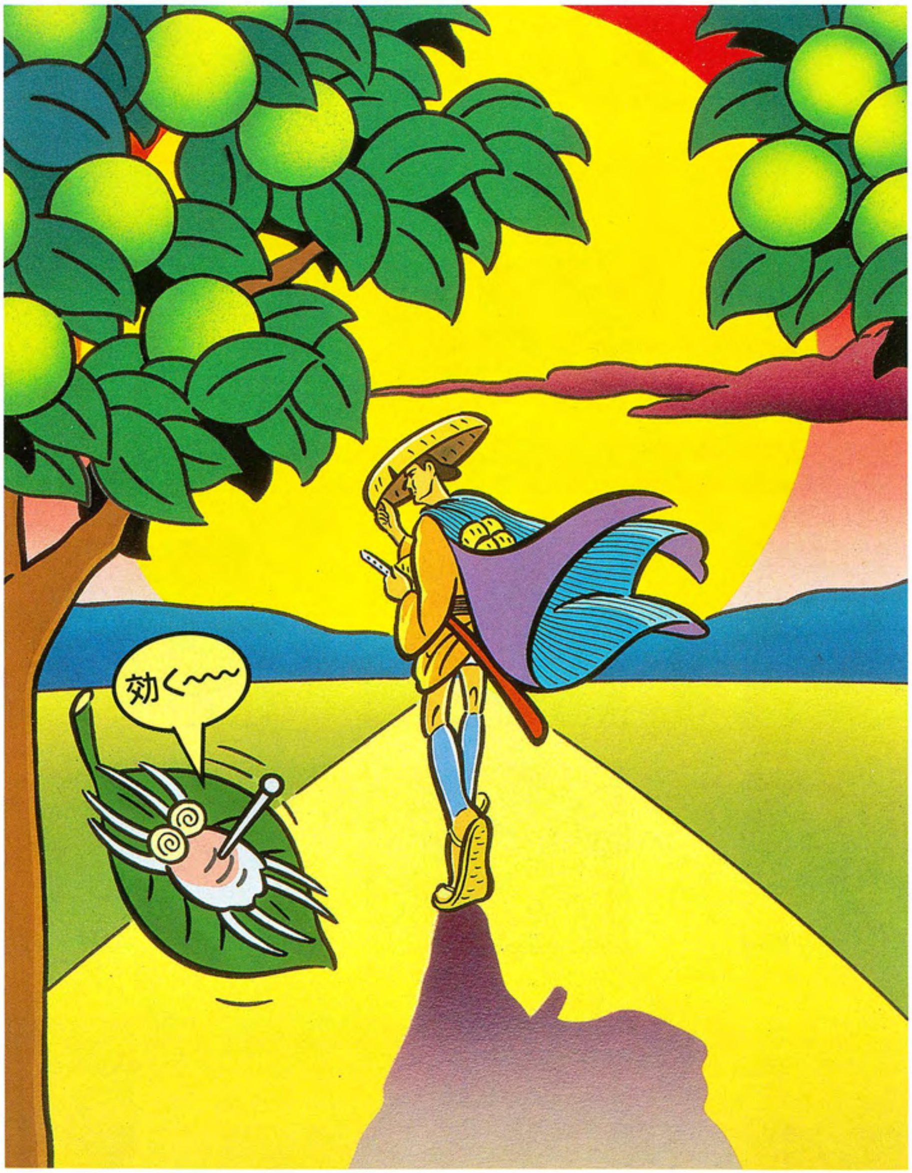
カルボスルファン…3.0%

®は米国FMC社の登録商標です。

日産化学　FMC　原体供給元　FMCコーポレーション

日産化学

ふり向けばもう……



殺ダニ・殺虫剤

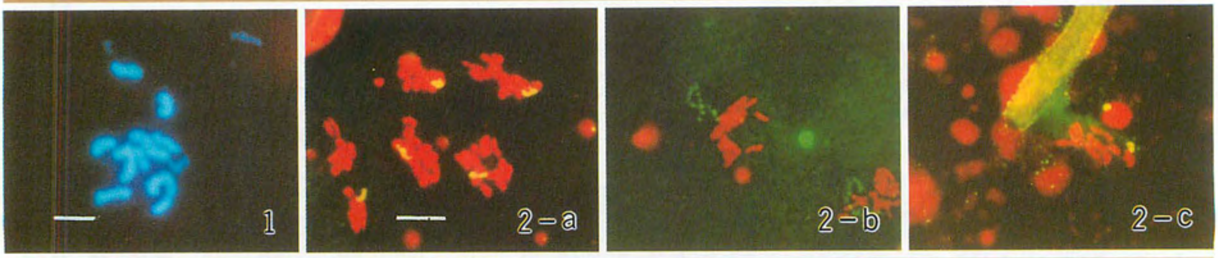
サンマイト® 水和剤 フロアブル

®は日産化学工業㈱の登録商標

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

蛍光染色法及び蛍光 *in situ* ハイブリダイゼーション法による植物病原糸状菌の染色体解析

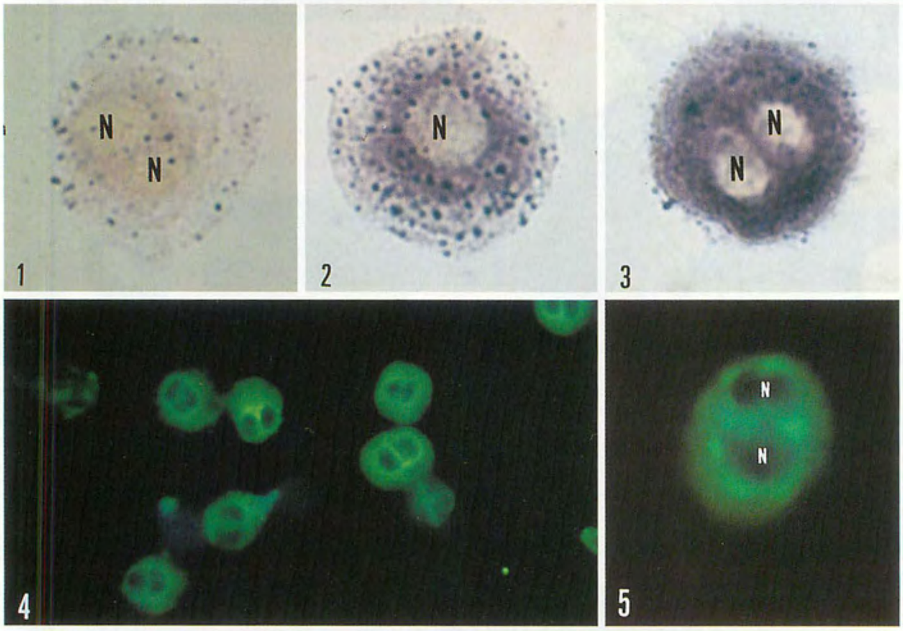
多賀正節氏原図(本文 10 ページ参照)



1.DAPI染色によるトマトアルターナリア茎枯病菌(*Alternaria alternata* tomato pathotype)染色体の蛍光像. スケールバーは 2 μm.
2.蛍光 *in situ* ハイブリダイゼーション法による核小体(仁)形成体の検出. 赤色部分はpropidium iodide、黄色部分はFITCによる蛍光である. a、bは灰色かび病菌(*Botrytis cinerea*)、cはトマトアルターナリア茎枯病菌. スケールバーは 4 μm.

in situ ハイブリダイゼーション法によるタバコプロトプラスト内におけるタバコモザイクウイルスRNAの検出

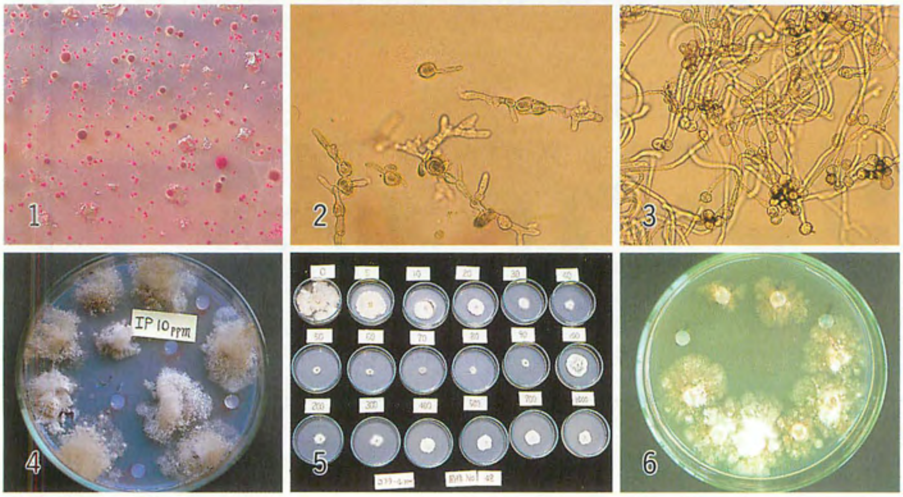
細川大二郎氏原図(本文 18 ページ参照)



1～3:アルカリフォスファターゼ標識抗ジゴキシゲニン抗体を用いてプローブを可視化した.
1:接種 2 時間後、
2:接種 4 時間後、
3:接種12時間後、
N:核
4, 5:FITC標識抗ジゴキシゲニン抗体を用いてプローブを可視化した(蛍光 *in situ* ハイブリダイゼーション法). 接種12時間後.
N:核

植物病原菌の薬剤感受性検定マニュアル(6)—野菜類灰色かび病菌—

木曽 皓氏原図(本文 42 ページ参照)



①空中浮遊菌を選択培地でトラップした灰色かび病菌の生育コロニー(赤色小斑点)
②ベンズイミダゾール系剤に対する感受性菌(スライドカルチャー法, 22°C, 24hrs, ai, 200μg/mℓ)の反応
③同上に対する高度耐性菌(ほとんど正常な生育)の反応
④含イプロジオン(10μg/mℓ)PSA上での感受性菌と耐性菌の生育状況
⑤灰色かび病菌が示すポリモーダル生育(イプロジオン濃度別反応)
⑥含ジエトフェンカルブ(5 μg/mℓ)PSA上でのRSR菌の生育とRSS(左斜上 1 個), 22°C, 240hrs後

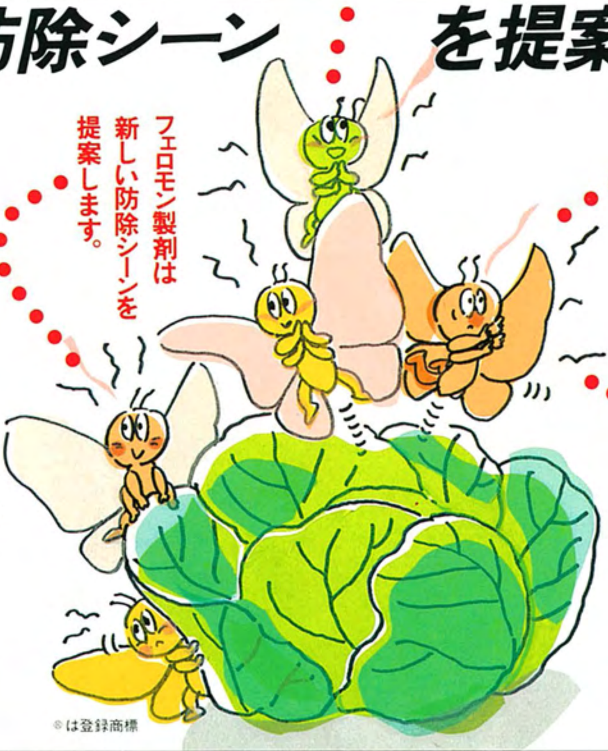
連載口絵 花の病害虫（11）シクラメン

❶シクラメン

❷軟腐病（株全体の萎ちょう）
❸葉腐細菌病（葉柄基部が黒褐変している）
❹灰色かび病（葉柄にかびが密生している）
❺萎ちょう病（一部の葉身の黄化）
❻萎ちょう病（塊茎の導管褐変）
❼炭そ病（葉の病斑）
❽シクラメンホコリダニに加害された蕾（花梗部に白く見えるのはシクラメンホコリダニ）
❾ミカンキイロアザミウマ
❿ハスモンヨトウ若齢幼虫の被害（表皮を残して食害する）
⓫ハスモンヨトウ老齢幼虫の被害（若い葉や花芽を食害する）

関連記事 40 ページに、写真提供 ❶、❽～⓫：根本 久氏、❷～❼：酒井和彦氏

新しい防除シーンを提案します。



害虫の発生を予察する。
交信を撹乱して交尾を阻害する。
大量に誘引して防除する。

害虫の抵抗性を
発達させることがなく、
また殺虫剤の
散布回数を軽減する。

フェロモン製剤は
新しい防除シーンを
提案します。

サンケイ化学のフェロモン製剤

【交信撹乱用製剤】
- コナガコン®(コナガ用)
- ヨトウコン®-S (シロイチモジヨトウ用)

【大量誘殺用製剤】
- アリモドキコール® (アリモドキゾウムシ用)
- オキメラノコール® (オキナワカンシャクシコメツキ用)

【発生予察用製剤】
- コドリングコール®(コドリンガ用)
- SEルアー(ニカメイガ、コナガ、シロイチモジヨトウ、カブラヤガ、モモハモグリガ、キンモンホソガ、チャノホソガ、シバツトガ、スジキリヨトウ、ヒメコガネ、アリモドキゾウムシ用)

※は登録商標

サンケイ化学株式会社
本　　社：〒890 鹿児島市唐湊4-17-6 ☎(0992)54-1161
東京本社：〒110 東京都台東区東上野6-1-7(MSKビル) ☎(03)3845-7951

異星人のうらやむ星『地球』

この美しい大地と大気を汚すことなく永遠に愛する人類を守りぬくこと。
そのためにいつも新しい技術にチャレンジし続けること。
私たちは農業を通して、明日の地球と社会と会話する企業です。

北興化学工業株式会社
〒103 東京都中央区日本橋本石町4-4-20

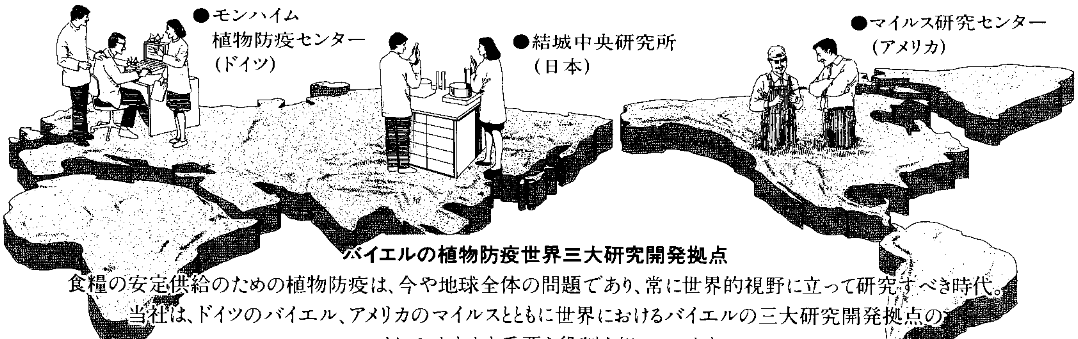
農薬会社は、日本農業の発展を願い、安全で効果の高い農薬を創りおとどけしています。

植物防疫 第48巻第1号 平成6年1月号 目次

Shokubutu bōeki
(Plant Protection)

新年を迎えて……………………………………………………………………………………吉村　正機…… 1
平成5年の病害虫の発生と防除……………………………………農林水産省農蚕園芸局植物防疫課…… 2
蛍光染色法及び蛍光 *in situ* ハイブリダイゼーション法による植物病原糸状菌の染色体解析
……………………………………………………………………………………多賀正節・村田　稔……10
in situ ハイブリダイゼーション法による植物ウイルス核酸の検出 …………………細川大二郎・植原健人……18
鹿児島県における1993年のイネウンカ類・コブノメイガの多飛来 ……山口卓宏・上和田秀美・田中　章……23
タバココナジラミの発生の生態的要因(2)……………………………………………平野耕治・藤井宏一……29
ウンカの研究40年の回顧と今後の動向(2) ……………………………………………………岸本　良一……34
(リレー随筆)
気象観測船に乗船して(3)/啓風丸船上でのウンカ調査――やっぱりウンカは飛んでくる――
……………………………………………………………………………………………野田　博明……39
(口絵解説) ――花の病害虫――(11)シクラメン ………………………………………根本　久・酒井和彦……40
上遠　章顧問を偲んで……………………………………………………………………………梶原　敏宏……41
植物防疫基礎講座
植物病原菌の薬剤感受性検定マニュアル(6)/野菜類灰色かび病菌 ……………………………木曽　　皓……42
新しく登録された農薬 (5.11.1～11.30) ……………………………………………………………………… 47
学界だより……………………………………………22　新刊紹介 ……………………………………………… 17
主な次号予告…………………………………………50　出版部より ……………………………………………… 50

自然の恵みをより豊かにするために。
「確かさ」を追求…バイエルの農薬

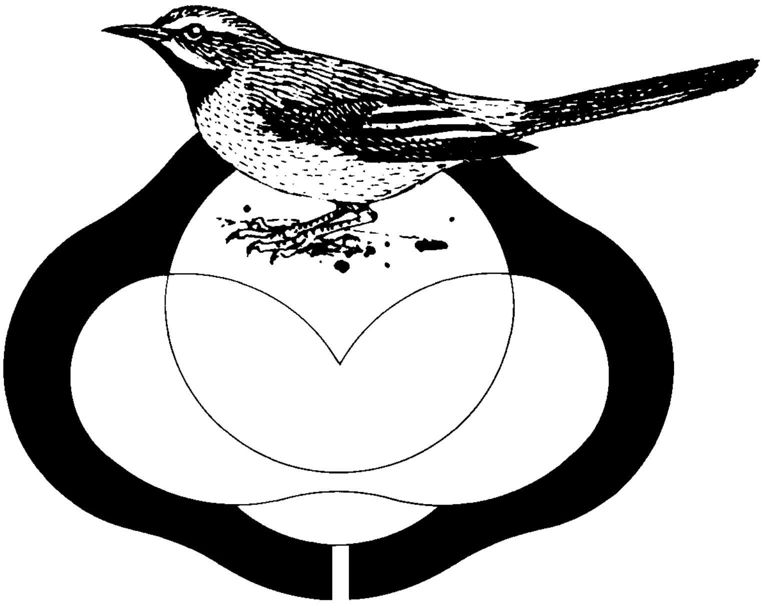


バイエルの植物防疫世界三大研究開発拠点
食糧の安定供給のための植物防疫は、今や地球全体の問題であり、常に世界的視野に立って研究すべき時代。
当社は、ドイツのバイエル、アメリカのマイルスとともに世界におけるバイエルの三大研究開発拠点の
一つとして、ますます重要な役割を担っています。

新しい時代のニーズに合った 夢の新殺虫剤
アドマイヤー®

Bayer
日本バイエルアグロケム株式会社
東京都港区高輪4－10－8　〒108

タケダ



"Humans & Nature" First

タケダは、人と自然を大切にして、
人々の健康と農作物や自然環境を
守り続けています。

●稲、そさい、茶の害虫に パダン®	●茶害虫、センチュウ類に ボルテージ®
●いもち病に ブラシン®	●もん枯病に バリダシン®

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

新　年　を　迎　え　て

農林水産省農蚕園芸局植物防疫課　吉（よし）村（むら）正（まさ）機（き）

新年を迎え，「植物防疫」の読者の皆様に新春のお慶びを申し上げます。

昨年は，我が国農業にとって大変な年でした。冷夏，長雨さらには度重なる台風の襲来という異常気象に見舞われ，1兆円をはるかに超す農作物被害があり，なかでも米は稀に見る不作を記録し作況指数75という惨憺たる作柄で，食用米の緊急輸入を余儀なくされるという厳しい結果となりました。更に，年末には1986年9月以来足掛け8年に及ぶガット・ウルグアイラウンド交渉がミニマムアクセスなどを定めた調整案の受け入れをもって決着することになりました。

これらの出来事は，連日新聞の一面の大見出しとなり，食糧自給のあり方をめぐり国民の間に大論議をまき起こし，かつてないほど農業問題，特にコメ問題が大きく国民の関心を引き付けることとなりました。この様な中で新しい年を迎えるにあたり，今後の我が国の植物防疫の課題やそのあるべき姿を考察することは大変意義のあることと考えます。

まず当面する課題の一つは，平成5年のいもち病の大発生の要因を分析する過程で明らかとなってきた防除体制の再点検と整備であります。昨年のいもち病の発生は，地域差，圃場間差が今までの大発生時にはなく顕著であったとの指摘があります。航空防除等共同防除の威力が再認識された反面，個人防除に頼らざるを得ない地域では高齢化，兼業化の深化による労力不足等から防除適期を逃し，被害を大きくした例も多数報告されています。今後，発生予察情報の一層の精度向上，より狭い範囲に適用できる予察システムの確立と情報伝達の迅速化等が大きな課題です。また，航空防除や無人ヘリによる共同防除などの充実，普及を図ることや受託防除組織の整備についても検討が必要であると考えます。今後農業の国際化が一段と進展すると予想される状況においては，先に取りまとめられた「新政策」で示された活力ある農業構造を早期に実現することが今後の農政の基本であることは疑いのない事実であり，このためにも防除体制の再整備は極めて重要な課題であると言えるでしょう。

二つ目の課題は，環境保全型農業の推進であります。環境保全型農業というのは，単純に肥料や農薬の投入を減らすことで実現するものではなく，農業の産出する農産物の価値と，そこで安定的，継続的に農業が営まれる結果生ずる多面的な環境保全効果と農業が環境に及ぼす負荷を総合的に評価し，トータルのプラスを如何に高めるかという視点に立って，地域の条件に応じて農法そのものを再構築することによって成り立つものであると考えます。今年は，そのような環境保全型農業のイメージを具体化することに取り組む必要があると考えています。

我が国の植物防疫は，戦後の食糧難時代から，他の農業関連分野に比し，いち早く最新技術の導入を図り，目覚ましい発展を遂げてきた分野であります。その結果として，労働時間の著しい低減，高品質な農産物の安定供給に大きく貢献し，世界的にも最高水準の防除技術を確保しながら現在に至っています。しかし，前述の様に一方では農業，農村の現状は高齢化，兼業化の深化，後継者難等解決すべき多くの難題を抱えています。

世界的不況の中で，我が国の経済もバブル崩壊後，その出口を見出せないまま低迷状態が続いていますが，この様な時代においては，足元をじっくり見直し，着実な歩みを進めるべきではないか，また先鋭化し，細分化された研究分野や行政組織の相互連絡を密にし，既存の技術を総合化して，当面の課題を地道に解決していく方向に力点を置くには，誠にいい時期ではないかと考えます。

本誌の読者は，大学，国，都道府県研究機関，検査機関，農薬メーカー，行政機関等に所属する多様な方々であると思いますが，これら全ての植物防疫関係者が日本農業をどの様に発展させるべきであるか，そのためには何をなすべきか，その中での自らの役割は何かを十分に認識しつつ，学会，行政，業界等が一体となり仕事を進めることが従来にもまして重要な時期ではないかと思われます。この様な産，官，学の有機的連携による事業の成功例は，昨年10月末に，22年の歳月をかけ，沖縄県八重山群島における根絶達成を最後に成功をおさめたウリミバエの根絶事業があります。この世界に誇る大事業の成功は，植物防疫にかかわる全ての組織が有機的に連携し，それぞれの役割を認識し，その責務を全うした事によるものと確信します。本年は当面の課題の解決のために関係者が一体となった取組みが特に重要と考えており，皆様の一層のご協力をお願いする次第です。

For the New Year.　By Masaki YOSHIMURA

平成5年の病害虫の発生と防除

農林水産省農蚕園芸局植物防疫課

I　夏作期間の気象経過の概要と農作物被害

冬期間は全国的に高温，記録的な少雪。3月に入って強い寒気が南下し東・西日本で気温が下がった（寒の戻り）。4月は，上旬後半から中旬前半にかけて強い寒気が入り，全国的に冷え込んだ。下旬の降水により西日本では少雨の状態がやや緩和されたものの，東北南部から中部地方にかけては月降水量が平年の30〜50％とかなり少なかった。5月は，天気は周期的に変わり，一部の地方を除いて晴れの日が多かった。時々寒気が入って気温の低い時期があったが，真夏並みの暑さとなる日もあった。関東と東海の少雨は3月から続くが，九州は曇りや雨の日が多かった。6月は，北日本と北陸では低温と日照不足が顕著だった。西日本では中旬以降梅雨前線の活動が活発化し，特に九州では連日の大雨。7月は，日照時間は平年の50〜70％で，下旬には台風が相次いで西日本に上陸し，かなりの多雨。九州南部，四国，関東では月降水量が平年の3倍に達したところがあった。月平均気温はかなり低かった。8月は，北日本は著しい低温，東・西日本は著しい低温・多雨・寡照となった。9月は，東・西日本では曇りや雨の日が多かった。北日本では天気はほぼ周期的に変わったが，天気のぐずつく時期があった。残暑はほとんどなく，気温が平年を上回ったのは中旬の一時期だけだった。東・西日本では気温の低い日が多かった。

表－1　1993年梅雨の状況

	梅雨入り（平年日）	梅雨明け（平年日）
沖縄	5月3日（5月11日）	6月25日（6月23日）
奄美	5月1日（5月11日）	6月25日（6月28日）
九州南部	5月17日（6月2日）	―　（7月13日）
九州北部	5月29日（6月8日）	―　（7月18日）
四国	5月29日（6月6日）	―　（7月16日）
中国	5月30日（6月8日）	―　（7月19日）
近畿	5月30日（6月8日）	―　（7月19日）
東海	5月30日（6月9日）	―　（7月18日）
関東甲信	5月30日（6月9日）	―　（7月20日）
北陸	6月2日（6月12日）	―　（7月22日）
東北南部	6月3日（6月12日）	―　（7月23日）
東北北部	6月3日（6月14日）	―　（7月26日）

梅雨入りは，沖縄から東北北部まで，平年に比べて10日前後早かった。特に九州南部は平年より16日早く梅雨入りした。梅雨明けは，沖縄と奄美はともに6月25日であった。その他の地方は，「梅雨明けと言える明確な境目がないまま，季節が進んでいる」状態が平年の夏の盛りを過ぎる頃までも続いたため梅雨明け日が特定されなかった。過去に梅雨入りの日が決まらなかった年はあるが，梅雨明けの日が決まらないのは今年が初めてである。

主な農作物被害は，7月の北海道南西沖地震に伴う，地震，津波，液状化現象，西日本における梅雨前線豪雨，8月豪雨，全国的な顕著な低温，日照不足，台風第4，5，6，7，13号の相次ぐ襲来等による被害が発生した。

10月15日現在の水稲の作柄は，沖縄は「やや良」，東海及び近畿は「不良」，北海道，東北，北陸，関東・東山，中国，四国及び九州は「著しい不良」で，全国平均では作況指数75の「著しい不良」，10a当たり収量は373kgが見込まれている。

II　病害虫の発生と防除の概要

水稲のいもち病は，北海道は6月以降生育期間を通じた低温経過により葉いもちは少発で，穂いもちの進展も抑えられ，全道的に少発。沖縄は，稲作栽培期間を通じて好天経過で少発。北海道及び沖縄以外は「多」の発生であった。初発生は北日本では平年より遅く，西日本ではやや早めであったがその後の発生は緩慢で，強い低温により当初いもち病の発生は抑制的に経過したが，例年梅雨明けとともに起こる高温抑制がなく，全国的にいわゆる北日本型の発生様相を呈し8月以降も後期進展が著しかった。このため，全国的に葉いもちの発生面積が拡大するとともに穂いもちに移行した。都道府県から発表された発生予察情報は，北海道及び沖縄を除く45都府県から，警報延べ31件，注意報延べ74件の計105件であった。紋枯病は，全国的に少発，西日本の一部で「やや多」の地域があった。稲こうじ病は，穂ばらみ期が低温で曇雨天が続くなど発生に好適な天候経過を示した地域が多く，北・東日本の一部では「やや多」から「多」の発生となった。白葉枯病は，長雨，豪雨となった九州地方を中心に西日本で「やや多」から「多」の発生と

Occurrence of Pests and Diseases and Their Control in 1993 in Japan.　By Plant Protection Division, Agricultural Production Bureau, MAFF

(4月)

気温平年差(℃)

名　瀬　−1.4
那　覇　−0.4
石垣島　−0.2

降水量平年比(%)

名　瀬　107
那　覇　37
石垣島　124

日照時間平年比(%)

名　瀬　104
那　覇　66
石垣島　80

(5月)

気温平年差(℃)

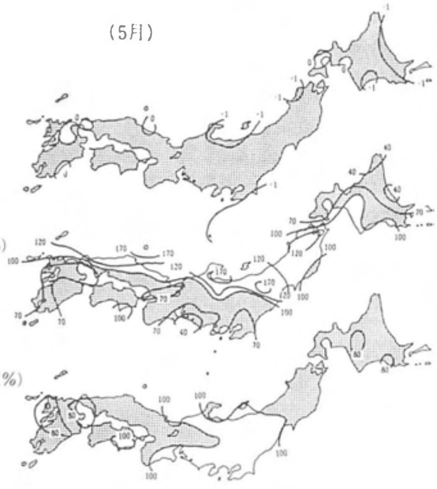
名　瀬　−0.4
那　覇　0.8
石垣島　0.3

降水量平年比(%)

名　瀬　138
那　覇　106
石垣島　26

日照時間平年比(%)

名　瀬　88
那　覇　120
石垣島　134



(6月)

気温平年差(℃)

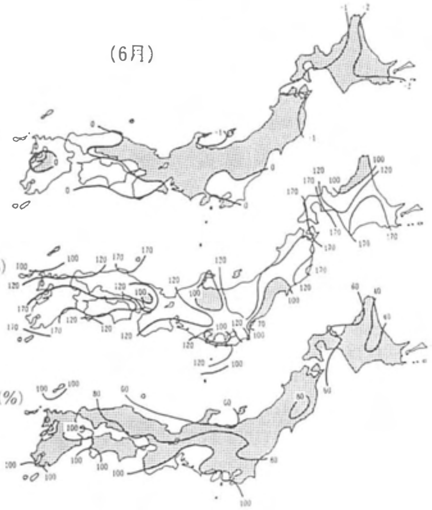
名　瀬　0.8
那　覇　0.8
石垣島　0.6

降水量平年比(%)

名　瀬　85
那　覇　45
石垣島　29

日照時間平年比(%)

名　瀬　135
那　覇　97
石垣島　98



(7月)

気温平年差(℃)

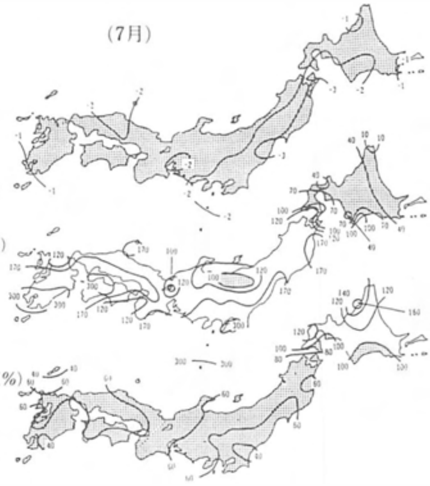
名　瀬　0.2
那　覇　0.8
石垣島　0.9

降水量平年比(%)

名　瀬　120
那　覇　90
石垣島　32

日照時間平年比(%)

名　瀬　74
那　覇　87
石垣島　107



(8月)

気温平年差(℃)

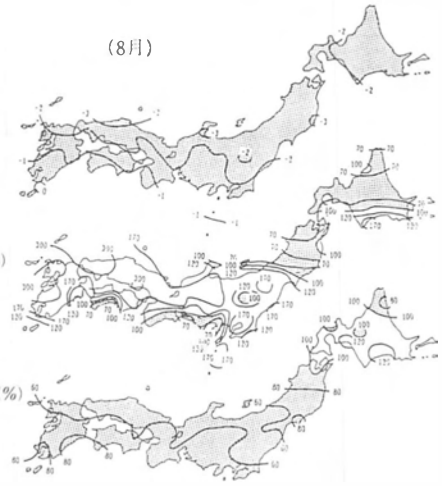
名　瀬　−0.1
那　覇　0.8
石垣島　0.8

降水量平年比(%)

名　瀬　88
那　覇　16
石垣島　28

日照時間平年比(%)

名　瀬　116
那　覇　114
石垣島　126



(9月)

気温平年差(℃)

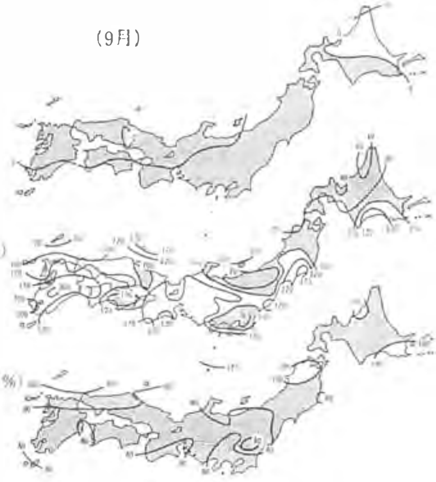
名　瀬　−0.5
那　覇　0.3
石垣島　0.0

降水量平年比(%)

名　瀬　123
那　覇　110
石垣島　99

日照時間平年比(%)

名　瀬　102
那　覇　99
石垣島　111



月平均気温・月降水量・月日照時間の平年差（比）

病害虫別発生・防除状況（平成5年10月1日現在）

（単位：千 ha，％）

病害虫名	概評	発生面積（前年比）	延べ防除面積（前年比）	備考
（イネ）				
葉いもち	北海道，沖縄で少，その他の地域は多	959(211)	2,383(125)	北海道低温，沖縄好天，その他，低温，長雨，日照不足
穂いもち	北海道，沖縄で少，その他の地域は多	903(263)	3,666(139)	
紋枯病	一部地域でやや多の他，全国的に少	815(91)	1,644(93)	
白葉枯病	西日本を中心にやや多～多	80(150)	30(148)	長雨，豪雨，台風等による影響
縞葉枯病	やや少～少	86(79)	—	
ばか苗病	北・東日本の一部で多の他は平年並以下	42(43)	1,776(108)	
もみ枯細菌病	やや少～少	30(36)	70(72)	
稲こうじ病	北・東日本でやや多～多，西日本の一部でやや多	195(173)	38(81)	出穂期の低温，降雨
ニカメイガ	近畿を始め，一部地域でやや多	330(96)	868(94)	越冬密度が高い
セジロウンカ	飛来数は多，発生は北陸，九州でやや多～多	1,091(155)	1,670(113)	梅雨前線の停滞等
トビイロウンカ	飛来数は多，発生は南九州でやや多	300(130)	1,322(112)	早期多飛来
ヒメトビウンカ	平年並以下	690(98)	1,339(105)	
ツマグロヨコバイ	東北でやや多，その他の地域はやや少～少	788(81)	1,290(101)	
イネドロオイムシ	一部地域でやや多	382(157)	768(103)	低温
斑点米カメムシ類	一部地域でやや多の他，平年並以下	257(88)	1,306(99)	
コブノメイガ	関東以西でやや多～多，特に九州で多	598(188)	732(177)	異常多飛来
イネミズゾウムシ	一部地域でやや多～多の他は平年並	1,143(85)	1,080(106)	暖冬
（ムギ類）				
さび病類	北陸，近畿，中国の一部でやや多の他少	40(129)	63(91)	
うどんこ病	北海道，その他一部地域で多の他は平年並以下	95(104)	206(100)	
赤かび病	少	75(103)	210(80)	
雪腐病	少	47(96)	85(88)	暖冬少雪
雲形病	北陸でやや多～多，その他の地域は少	4(80)	3(150)	
（ジャガイモ）				
疫病	一部地域でやや多～多	42(98)	425(110)	長雨
（ダイズ）				
紫斑病	一部地域でやや多の他はやや少～少	7(175)	43(90)	
ハスモンヨトウ	少	13(50)	31(50)	
ハダニ類	やや少～少	7(33)	5(83)	
アブラムシ類	一部地域でやや多の他はやや少～少	30(68)	40(56)	
（カンキツ類）				
そうか病	やや多～多	23(110)	94(100)	長雨，豪雨
黒点病	中国，四国，九州で多，その他の地域も平年並以上	93(129)	374(119)	
かいよう	九州で多，その他の地域も平年並以上	25(93)	87(123)	
ヤノネカイガラムシ	平年並以下	7(100)	101(98)	
ミカンハダニ	関東，沖縄でやや多，その他の地域はやや少	65(87)	257(84)	
（リンゴ）				
腐らん病	東北の一部でやや多	9(100)	73(101)	
モニリア病	青森で多の他は少	52(520)	72(101)	
斑点落葉病	関東，北陸の一部でやや多，東北は平年並	24(109)	410(105)	
黒星病	一部地域で多，青森では特異的多発	30(500)	353(113)	
ハマキムシ類	少	4(80)	221(100)	
ハダニ類	やや少	11(85)	124(88)	
（ナシ）				
黒斑病	東北で少，東海で平年並，その他の地域でやや多～多	5(125)	68(72)	
黒星病	四国，九州で平年並，その他の地域の一部でやや多	4(80)	154(109)	
ナシヒメシンクイ	平年並以下	1(100)	47(100)	
ハダニ類	一部でやや多の他はやや少～少	6(86)	48(107)	
アブラムシ類	平年並以下	8(80)	53(102)	
（モモ）				
せん孔細菌病	一部地域でやや多	3(100)	26(108)	

病害虫名	概　評	発生面積（前年比）	延べ防除面積（前年比）	備考
灰星病	一部地域でやや多	2(100)	48(98)	
（ブドウ）				
晩腐病	関東，東海，四国で平年並以下，その他の地域の一部でやや多〜多	3(150)	61(103)	
べと病	やや多〜多	8(133)	81(116)	
灰色かび病	北日本，北関東，北陸でやや多〜多	3(150)	35(103)	
（カキ）				
うどんこ病	一部地域でやや多〜多	11(110)	60(109)	
落葉病類	一部地域でやや多	6(120)	56(110)	
カキクダアザミウマ	東北，関東，北陸の一部でやや多	5(125)	21(100)	
（果樹共通）				
カメムシ類[1]	少	5(22)	71(66)	
（チャ）				
炭そ病	西日本でやや多〜多	33(138)	125(119)	
チャノコカクモンハマキ	一部地域でやや多の他は少	22(79)	71(91)	
カンザワハダニ	一部地域を除いて平年並以下	27(77)	105(77)	
（キュウリ）				
べと病	平年並〜やや多	9(100)	64(107)	
うどんこ病	西日本で平年並〜やや多	7(88)	46(94)	
（スイカ）				
つる枯病	平年並〜やや多	4(80)	54(110)	
（ハクサイ）				
軟腐病	北海道で多の他は平年並以下	3(60)	28(88)	
白斑病	平年並	4(67)	33(100)	
（キャベツ）				
黒腐病	中国の一部でやや多の他は平年並以下	9(150)	38(100)	
コナガ	北日本を中心に一部地域でやや多	17(85)	69(83)	
（タマネギ）				
べと病	一部地域でやや多	3(100)	30(115)	
ボトリチス属菌による葉枯病	一部地域でやや多の他平年並以下	12(240)	—	
（野菜共通）				
疫病[2]	一部地域でやや多〜多	9(180)	99(116)	夏秋トマトは全国的，その他は西日本中心
灰色かび病[3]	一部地域でやや多〜多	9(113)	100(113)	トマトで多発
アブラムシ類[4]	一部を除いて平年並以下	68(91)	359(105)	
ハダニ類[5]	平年並以下	21(111)	95(104)	
ハスモンヨトウ[6]	一部を除いて平年並以下	6(75)	22(100)	イチゴで一部地域でやや多
ヨトウガ[7]	一部を除いて平年並以下	14(100)	101(91)	

[1]：カンキツ，ナシ，カキ
[2]：トマト，ピーマン，キュウリ，スイカ，タマネギ
[3]：トマト，レタス，イチゴ
[4]：トマト，ナス，ピーマン，キュウリ，スイカ，ダイコン，ハクサイ，ネギ，レタス，ホウレンソウ，サトイモ，イチゴ
[5]：ナス，スイカ，サトイモ，イチゴ
[6]：ナス，レタス，サトイモ，イチゴ
[7]：ハクサイ，キャベツ，ニンジン，ホウレンソウ

なった。葉鞘褐変病は，北海道で「多」の発生となった。

セジロウンカ及びトビイロウンカは，梅雨前線の活動が活発で本州付近に停滞することが多かったこともあり，数次にわたる飛来があった。飛来量は多く，特に九州地域においては早い時期からトビイロウンカの飛来比率が高い傾向にあった。しかしながら，予防粒剤の普及，その後の天候経過が増殖に好適ではなかったこと等から，増殖は緩慢で被害は多くなかった。本田での発生は，西日本の一部で「やや多」から「多」となった。ニカメイガは，暖冬の影響で越冬密度が高かった地域があるが，その後の低温で発生時期は遅れ気味で発生も抑制された。一部地域で「やや多」から「多」の発生となっ

た。コブノメイガは，ウンカ類とともに近年にない多飛来が観察され，東日本以西の一部で「やや多」から「多」，特に九州の一部では「多」の発生となった。イネミズゾウムシは，一部地域で「やや多」から「多」の発生となった。コバネイナゴが近年北日本を中心に増加傾向である。

水稲以外の作物では，カンキツの黒点病は全国的に「やや多」から「多」の発生であった。そうか病及びかいよう病は，西日本の一部で「やや多」から「多」の発生となった。りんごでは，黒星病は北日本の一部で「やや多」から「多」の発生で，特に青森県では過去に例をみないほど発生が多かった。斑点落葉病は，一部地域で「やや多」から「多」の発生であった。ナシの黒星病及び黒斑病が西日本の一部で「やや多」から「多」の発生となった。ブドウの灰色かび病，べと病及び晩腐病が一部地域で「やや多」から「多」の発生となった。

野菜では，果菜類の灰色かび病，うどんこ病，べと病，疫病が各地で「やや多」から「多」の発生となった。トマト葉かび病，スイカつる枯病，疫病，炭そ病，ネギさび病が一部地域で「やや多」から「多」。アブラナ科野菜のコナガが一部地域で「やや多」から「多」。特に北日本において早期より多発傾向だった。ネギ，タマネギのネギアザミウマ，ネギハモグリバエが一部地域で「やや多」の発生であった。

Ⅲ　病害虫防除事業

1　ウリミバエ

奄美群島：奄美群島全域におけるウリミバエ根絶後は，同群島全域において侵入警戒調査を実施するとともに，徳之島，沖永良部島，与論島において不妊虫放飼による再侵入防止防除を10月まで実施した。

沖縄県：同県唯一のウリミバエ発生地域である八重山群島については，毎週9千万頭の不妊虫放飼による根絶防除を実施した結果，根絶が確認され，10月29日に植物防疫法施行規則の一部が改正された（10月30日施行）。

八重山群島の根絶をもって，我が国全域からウリミバエが一掃されたことになる。

なお，既に根絶を達成した沖縄群島，宮古群島及びウリミバエ根絶後の八重山群島において侵入警戒調査及び不妊虫放飼による再侵入防止防除を実施した。

2　ミカンコミバエ

沖縄県：前年に引き続き侵入警戒調査を実施するとともに，八重山群島において誘殺剤散布による再侵入防止防除を実施した。

小笠原諸島：前年に引き続き侵入警戒調査を実施した。

3　アフリカマイマイ

奄美，沖縄及び小笠原諸島の被害の著しい野菜圃場などにおいて，マイマイ駆除剤散布による被害軽減防除を実施した。

4　アリモドキゾウムシ

平成2年に鹿児島県西之表市において発生が確認されたアリモドキゾウムシについては，緊急防除の省令によりアリモドキゾウムシの寄主植物などの移動を禁止するとともに，発生地域において誘殺剤の散布，野生寄主植物の除去などを実施した。

5　天敵増殖配布

果樹の重要害虫であるイセリアカイガラムシ，ルビーロウムシ，ミカントゲコナジラミのそれぞれの天敵であるベダリアテントウムシ，ルビーアカヤドリコバチ，シルベストリコバチの増殖配布を前年に引き続き静岡，岡山，長崎の各県でそれぞれ実施した。

表－2　平成5年発生予察情報（警報・注意報・特殊報）の発表状況

（平成5年1月1日～9月30日）

（1）警報・注意報（ゴシックは警報，他は注意報，数字は発表月日）

		①イネ					
		葉いもち	穂いもち	セジロウンカ	トビイロウンカ	コブノメイガ	その他の病害虫
北海道							7.21-葉しょう褐変病
東北	青森	7.29	8.13				7.15-稲こうじ病
	岩手	7.22	8.2 **8.17**				
	宮城	7.21	8.3 **8.10**				7.23-稲こうじ病
	秋田	7.1 7.15	8.2 **8.20**				
	山形	7.23	7.29 **8.11**				
	福島		7.22 **8.5**				
関東	茨城		7.29 **8.6**				
	栃木		7.16 **8.6**				8.5-斑点米カメムシ類
	群馬		8.5 8.23				
	埼玉	8.5	8.5 **8.20**				
	千葉		8.9				
	東京		8.20				
	神奈川		8.19				
	山梨	8.2	8.2				

関東	長野	7.20	8.5				
	静岡	7.28	7.28 **8.17**				
北陸	新潟		7.16 8.3				
	富山	7.19	7.19 **8.2**				
	石川		7.15 **7.30**				
	福井		7.16 **7.27**				
東海	岐阜	7.8	7.26 **8.9**				
	愛知	8.12	7.26 8.12 **8.20**				
	三重	7.7	7.20 8.6				
近畿	滋賀	7.7	7.23 **8.5**				
	京都	7.8	7.23 **8.2**				
	大阪		7.30 **8.12**				
	兵庫	7.12	**8.17**				
	奈良		7.13 8.5 **8.10**	7.22			
	和歌山		7.14				
中国・四国	鳥取	7.15	**8.6**				
	島根	7.6	7.19 **8.5**				
	岡山	7.15 **7.28**					
	広島	7.5	7.14 **8.3** 8.4 **8.11** 8.20				
	山口	7.6	7.20 **8.5**			8.17	
	徳島	7.28	7.28 8.20				
	香川	7.12	7.12 8.11				
	愛媛	8.3	8.3 **9.1**	7.15			
	高知	8.2	8.2 **9.2**				9.2-紋枯病
九州	福岡		7.1 7.30 **8.18**			7.26	
	佐賀	7.7 8.2	7.7 8.2 **8.23**		8.2	7.27	
	長崎	7.2	7.2 8.3 **8.19**			7.8 8.3	
	熊本		8.5 9.2	7.9	7.9	7.9	
	大分		7.22 **8.6**			8.2	
	宮崎	5.24	8.3	7.5	7.13	7.26 **8.17**	
	鹿児島		8.18	7.8	7.8	7.12 **8.6**	

		②畑作物（イネを除く普通作）	③果樹（チャを含む）
北海道		6.25-コムギの赤かび病，7.1-バレイショの疫病	
東北	青森		5.28-リンゴの黒星病，モニリア病
	岩手		6.30-リンゴの斑点落葉病
	宮城		8.5-リンゴの黒星病
	秋田		6.18-ブドウの灰色かび病
	福島		7.22-モモの灰星病
関東	埼玉		3.9-チャのカンザワハダニ
	長野		5.14-リンゴの黒星病，6.2-果樹のナミハダニ
	静岡		7.12-カンキツのミカンキイロアザミウマ
北陸	石川	4.28-ムギの赤かび病	
	福井		5.10-ウメのウメシロカイガラムシ
東海	三重		8.5-チャの炭そ病
近畿	京都		8.25-ナシの黒斑病
	大阪		8.3-ブドウのべと病
	和歌山		9.10-カンキツの黒点病
中国・四国	鳥取		5.19-ナシの黒斑病，**8.9-ナシの黒斑病**
	広島		7.27-カンキツのかいよう病，黒点病 8.11-ナシの黒斑病，ブドウのべと病 9.3-カンキツの黒点病，かいよう病
	香川		6.29-果樹のカメムシ類，8.4-カンキツの黒点病
	愛媛		5.10-キウイフルーツの花腐細菌病 8.20-カンキツの黒点病
九州	福岡		8.13-カキのフジコナカイガラムシ 8.27-カキの炭そ病
	長崎	5.10-バレイショの疫病	
	熊本		8.3-カンキツのかいよう病，黒点病
	大分		8.13-ブドウのべと病，8.16-カンキツのかいよう病，黒点病
	鹿児島		8.4-カンキツのかいよう病，9.16-カンキツの褐色腐敗病
沖縄			7.7-カンキツ類のミカンハダニ

		④野菜（花き類を含む）
北海道		6.22-アブラナ科野菜のコナガ
東北	青森	6.8-アブラナ科野菜のコナガ
	岩手	6.2-アブラナ科野菜のコナガ
	秋田	6.10-アブラナ科野菜のコナガ，9.30-ネギのさび病
関東	神奈川	3.26-キャベツの灰色かび病，7.29-スイカの炭そ病，つる枯病
	静岡	2.4-イチゴの灰色かび病
北陸	新潟	6.21-ネギのべと病
近畿	大阪	3.19-タマネギの白色疫病，5.11-タマネギのべと病
	兵庫	2.24-タマネギの白色疫病
	和歌山	3.5-タマネギの白色疫病
中国・四国	鳥取	6.30-スイカの疫病，褐色腐敗病
	山口	6.23-イチゴのうどんこ病，9.7-イチゴのうどんこ病
	徳島	4.15-ネギのさび病
	香川	2.22-タマネギの白色疫病，7.12-イチゴのうどんこ病
	愛媛	2.3-タマネギの白色疫病，7.5-イチゴのうどんこ病
九州	福岡	6.11-イチゴのうどんこ病，7.9-野菜のマメハモグリバエ
	佐賀	2.2-タマネギのボトリチス葉枯症,4.5-タマネギのネギアザミウマ，5.6-イチゴのうどんこ病
	長崎	6.2-イチゴのうどんこ病
	熊本	6.14-イチゴのうどんこ病
	大分	7.2-イチゴのうどんこ病
	宮崎	1.27-イチゴのうどんこ病，2.26-キュウリの褐斑病，7.5-イチゴのうどんこ病
	鹿児島	8.4-イチゴのうどんこ病
沖縄		2.3-キュウリのべと病

（2）特殊報（数字は発表月日）

		①普通作	②果樹	③野菜	④花き類
東北	宮城			3.16-イチゴの疫病初確認	
	福島		6.21-キウイフルーツのかいよう病初確認		
関東	茨城			9.22-トマト，ガーベラのマメハモグリバエ初確認	9.22-バラのミカンキイロアザミウマ初確認
	栃木				6.22-花き類のミカンキイロアザミウマ初確認
	群馬			2.4-レタスのミカンキイロアザミウマ初確認	
	埼玉			3.9-ミニトマトのマメハモグリバエ初確認	
	東京				4.30-花き類のミカンキイロアザミウマ初確認
	長野	5.21-イネの紅変米多発	9.27-ブルーベリーの斑点病初確認	6.16-パセリのうどんこ病発生拡大	2.17-カーネーションの黒葉渋病初確認，4.28-デルフィニウムの立枯病大規模発生
北陸	新潟		6.30-カキのカキクダアザミウマ初確認,8.24-クリのハスオビキンモンホソガ被害初確認		
東海	岐阜			2.25-ミニトマトのマメハモグリバエ初確認	
	愛知				1.20-バラのミカンキイロアザミウマ初確認
	三重			1.20-トマトのトマトサビダニ初確認	
近畿	京都			6.25-ネギの黄斑病初確認	
	大阪			7.30-ナスのマメハモグリバエ初確認	
	兵庫			3.16-ミニトマトのマメハモグリバエ初確認	
中国	岡山	6.23-イネの褐条病初確認			
	広島				8.3-カーネーションの黒葉渋病初確認,9.3-トルコギキョウ,キクのミカンキイロアザミウマ初確認

・四国	山口				6.7-カーネーションの黒葉渋病初確認, 9.2-トルコギキョウのえそ病初確認
	愛媛			4.20-トマトのトマトサビダニ初確認	
	高知				2.19-ソリダスターのマメハモグリバエ初確認, 8.2-花き類のミカンキイロアザミウマ初確認
九州	福岡	6.3-イネの褐条病初確認			
	熊本			7.7-ミニトマトのマメハモグリバエ初確認	
	大分			6.1-ミニトマトのトマトサビダニ初確認	
	宮崎			4.30-キュウリの黒星病, 5.31-トマトのトマトサビダニ初確認, 6.8-ナスのマメハモグリバエ初確認, 9.29-トマトの褐色輪紋病初確認	4.30-キクの半身萎ちょう病初確認, 5.31-ファレノプシスのオンシツケナガコナダニ初確認
	鹿児島			3.2-ダイコンのキタネグサレセンチュウ初確認, 7.19-ソラマメのクロスジヒメアツバ初確認	
沖縄			6.14-パパイヤの輪点ウイルスパパイア系初確認		

Ⅳ 農林水産航空事業

本年度の農林水産航空事業の農業関係実施面積は，5,660千ha（対前年度比93.5％）で，前年度に比べ392千haの減少となった。

本事業の基幹である水稲部門は，本年の全国的ないもち病の多発生により，青森県を除く東北地方の5県112市町村で，152千haの緊急追加防除が行われたため，実施面積は1,597千ha（同108％）となった。

剤形別，散布方法別では，本年度は液剤の通常散布41.2％，同じく微量散布47.3％，同じく少量散布10.2％，微粒剤散布0.7％，粒剤散布0.6％の割合となった。

果樹部門は，リンゴの野そ駆除，クリの害虫防除など5.4千ha（同94.3％）であった。

畑作部門は，クワ，ムギ，ダイズ，サトウキビなどの害虫防除など24.7千ha（同89.9％）であった。

畜産部門は，牧野の施肥など，3.2千ha（同104.1％）であった。

ミバエ部門は，本年10月，沖縄県八重山群島を最後に日本全土からウリミバエが根絶されたため，その後の事業量の減少により，4,029千ha（同88.8％）であった。

平成3年度に水稲の病害虫防除において実用化された無人ヘリコプターは，本年度水稲37.8千ha，コムギ及びダイズ等0.2千ha，計38千haの防除実績となり，昨年度の約2倍の実績となった。

Ⅴ 農薬の出荷状況

平成5農薬年度（平成4年10月～平成5年9月）における農薬の出荷は，前年度に比べ数量では3％増の490千t•kl，金額では2％増の4,160億円程度と推定される。

水稲用農薬は，本年のいもち病の全国的な多発生を反映し，数量，金額共に増加したが，果樹，野菜等他の分野では減少した。

平成5農薬年度農薬出荷状況（推定）

（単位：t，kl，百万円，％）

用途		4年度出荷（実績）	平成5年度（推定）	
			出荷	対前年比
殺虫剤	数量	159,924	154,000	96
	金額	140,737	141,000	100
殺菌剤	数量	96,729	114,000	118
	金額	100,222	104,000	104
殺虫殺菌剤	数量	52,872	57,000	107
	金額	25,101	28,000	110
除草剤	数量	134,645	135,000	100
	金額	128,277	128,000	100
その他	数量	31,360	30,000	96
	金額	13,796	15,000	109
合計	数量	475,530	490,000	103
	金額	408,134	416,000	102

蛍光染色法及び蛍光 *in situ* ハイブリダイゼーション法による植物病原糸状菌の染色体解析

岡山大学教養部生物学教室 多賀正節（たがまさとき）
岡山大学資源生物科学研究所遺伝子解析分野 村田稔（むらたみのる）

は じ め に

近年，光学顕微鏡レベルでの菌類染色体の観察法の一つとして，蛍光染色法による観察が酵母を中心に試みられ，従来の古典的染色法と明視野顕微鏡の組み合わせでは達成できなかった微小な染色体の識別が可能になってきた。さらに，より最近では，蛍光標識を用いた蛍光 *in situ* ハイブリダイゼーション法 (fluorescence *in situ* hybridization，略称 FISH) が，これも酵母で報告され始めており，動植物の分野では既に確立されている分子細胞遺伝学的技術が菌類の染色体にも適用できることが実証されている。

これまでのところ，それらの新しい手法を用いた観察例は酵母に偏っており，糸状菌を対象とした報告はほとんどないのが現状である。しかし，両者の染色体の基本構造に本質的な差異はないと考えられ，また，パルスフィールドゲル電気泳動 (PFGE) による核型分析からは大半の糸状菌が酵母より大きい染色体を持っていると推定されるので，酵母で成功した観察手法は植物病原菌を含む多くの糸状菌に対しても威力を発揮すると期待される。

本稿では，植物病原糸状菌の染色体観察や細胞遺伝学的解析に今後必須の手段となるであろう蛍光染色法とその応用である FISH について，筆者らが最近行った研究例を中心に概説する。植物病原糸状菌の染色体に興味を持たれている方々のご参考になれば幸いである。

I 蛍光染色法による染色体観察

ここでいう蛍光染色法とは，蛍光顕微鏡で観察できるように染色体を蛍光色素で染める手法を指す。これは FISH のように複数の技術を組み合わせた複雑な手法ではないが，糸状菌の微小な染色体の観察にはきわめて有効である。また，染色体標本の作製方法や蛍光顕微鏡による観察方法に関して FISH と共通する点が多く，FISH を実施する際にも不可欠な基礎技術である。そこで，II に述べる FISH の基礎として，まず蛍光染色法について説明する。

1 蛍光染色法の特徴

蛍光染色法では，蛍光色素を染色体 DNA に結合させることによって染色体を染色する。したがって，蛍光染色による染色体像とは，多重にコイル化し折り畳まれた DNA 繊維の蛍光像と考えてよい。

蛍光染色法の利点は，ギムザ染色やオルセイン染色など従来の染色法が持つ欠点，すなわち，染色の特異性及び染色感度の限界（どこまで微小な染色体を染色して可視化できるか）が不明であること，初心者では安定した染色結果を得にくいこと，試料作製や染色に手間がかかること，といった諸点が解消され，特異的で鋭敏な染色が比較的容易に行えることである。さらに，多重染色や生体染色が可能であることも利点としてあげられる。一方，欠点としては，蛍光の減衰のため長時間の観察が困難であることが最大の問題であったが，現在では減衰を抑制する試薬の添加や画像解析装置の発展により，この点はほぼ解決されている。

染色方法は，染色原理に基づき次の二つに大別できる。一つは，未変性の染色体 DNA に直接結合する蛍光色素を用いる方法で，色素分子はおのおのの性質に基づいて DNA 分子にインターカレート (intercalate) したり，イオン結合によって結合する。したがって，染色は色素溶液に標本を浸漬するだけで達成され，多重染色も容易に行える。他の方法は，Schiff 試薬に pararosaniline や acriflavine などの蛍光色素を用い，DNA を Feulgen 染色する方法である。この場合，蛍光色素は加水分解で脱プリン化した DNA に対し共有結合で結合する。この染色方法は，特異性が高く，DNA 量の測定にも利用できる反面，加水分解処理などの操作を必要とし，多重染色や生体染色も困難である。蛍光染色法として菌類で広く用いられているのは前者の染色法である。

染色に使用する色素は，DNA（あるいは RNA を含めた核酸）に特異的に結合すること，特定の波長で励起され強い蛍光を発すること，さらに，蛍光の減衰が抑制可能であることなどの諸性質を併せ持つものが望ましい。核酸染色性の色素は多いが，この条件を満たして実際に

Fluorescence Staining and Fluorescence *in situ* Hybridization for Chromosome Analysis of Plant Pathogenic Fungi.
By Masatoki TAGA and Minoru MURATA

染色体用に使用されている色素となると，かなり限定される。

菌類で最もよく用いられている色素は，4′,6-diamidino-2-phenylindole（DAPI）である。DAPIは特に蛍光強度が強いため，微小染色体の観察には不可欠となっており，その染色特異性は，分子が2本鎖DNAの小溝（minor groove）に入り込み，塩基対A-Tと特異的にイオン結合することによる。DAPI以外では，DNAや2本鎖化したRNAにインターカレートするpropidium iodide（PI）も用いられる。acridine orangeやmithramycinは核染色に用いられてきたが，染色体には使用されていない。

染色後の試料を蛍光顕微鏡で観察する際の原理や操作は，蛍光抗体法などの蛍光観察法と同様である。

2　体細胞染色体の観察

菌糸や分生子などの体細胞の分裂時に現れる体細胞染色体（somatic chromosome, mitotic chromosome）は，染色体サイズが極端に小さいことや，染色体の凝縮・分離が核膜の存在下で起こること，さらに細胞が固い細胞壁で保護されていることなどが障害となり，観察は難しいとされてきた。しかし，分裂酵母（*Schizosaccharomyces pombe*）や以下に述べる数種の植物病原糸状菌では，染色体標本作製技術の工夫や蛍光染色法の導入によって詳細な観察が可能となってきた。

分裂酵母での観察は，京都大学の柳田らのグループによって行われたが，これは蛍光染色法を用いて菌類の体細胞染色体を詳細に観察したおそらく最初の例である（Umesono et al., 1983）。紙面の都合上，その紹介は省くが，温度感受性変異体と蛍光染色法を駆使した彼らの一連の研究は，糸状菌を材料とする場合にも参考にすべき点が多い。

ここでは，筆者らが行った植物病原糸状菌の観察例について，その方法と結果を紹介する。

（1）　観察方法

1）　染色体標本の作製（FISHにも共通）

筆者らは，白根らの方法（Shirane et al., 1988）を用いて，灰色かび病菌（*B. cinerea*），トマトアルターナリア茎枯病菌（*Alternaria alternata* tomato pathotype），*Nectria haematococca* 菌（不完全世代：*Fusarium solani*）の染色体標本を作製している。その手順を図-1に示した。

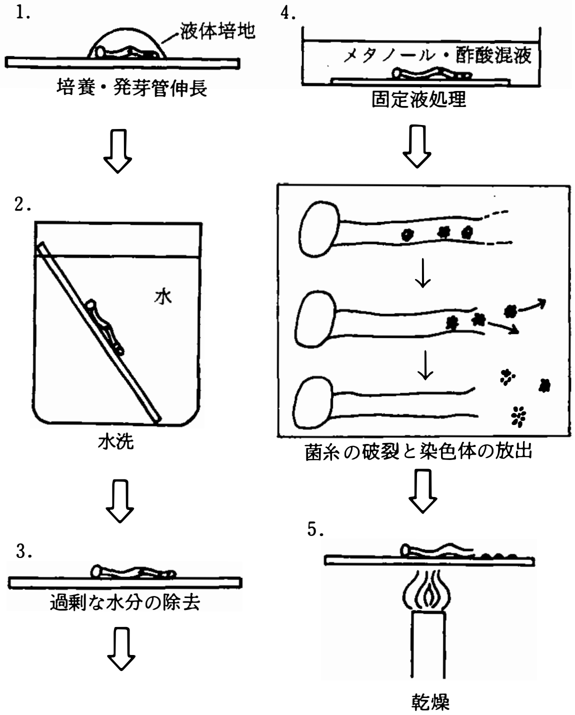


図-1　染色体標本の作製手順

1. 新鮮な胞子をスライドガラス上の液体培地中で発芽させる．培養は，供試菌の種類ごとに条件の検討が必要である．*B. cinerea* では，胞子濃度 5×10^6/m*l*，暗黒下23°Cで7.5時間培養する（PDB使用）．
2. 蒸留水に浸漬しスライドガラスを軽く振って培地と未発芽胞子を洗い流す．発芽胞子は，付着したままスライドガラス上に残る．
3. 蒸留水から引き上げ，ペーパータオルや沪紙で過剰な水分を吸い取る．
4. メタノール・酢酸混液に浸漬し，室温下30分間静置する．この過程で染色体が細胞から放出されスライドガラス上に固定される．混液の組成は *B. cinerea* で99%メタノール：氷酢酸＝9：1，*A. alternata* と *N. haematococca* で17：3である．
5. 火炎を軽くくぐらせて乾燥させる．

本方法の原理は，分生子発芽管細胞の破裂を利用して染色体を細胞外に放出し，スライドガラス上に広げるというものである。細胞の破裂は，スライドガラス上に付着した発芽管を固定液（酢酸—メタノール混液）に浸漬したときに起き（白根，私信），放出された染色体はこの固定液によって化学的に固定されるとともに，スライドガラス上に付着する。同一核由来の染色体は，集団になって広がるので，核の染色体構成を調べることが可能となる。

標本作製の最大のポイントは，固定液中のメタノールと酢酸の混合比である。白根（私信）及び筆者らの経験では，メタノールの割合が最適値より高いと細胞の破裂率は向上するものの，放出される染色体が破壊されやすくなる。逆に，その割合が低いと破裂率が低下し，染色体がほとんど放出されなくなる。

良い標本を得るには，中期染色体が高頻度に出現している細胞集団を破裂させることが必要である。動植物では，そのために氷冷やコルヒチンなどの紡錘体形成阻害剤処理によって中期染色体像を強制的に蓄積しているが，病原糸状菌では現在のところ有効な処理方法が確立されていない。したがって，染色体像を増やすには，均一な胞子発芽（核分裂を同調化させるため）と細胞を破裂させるタイミング（分裂中期にある核の頻度が高い時期を選ぶ）が重要である。

本方法が適用できる条件は，核分裂時にクロマチンが凝集して明確な染色体を形成すること，及び胞子発芽管（あるいはその代用物としての菌糸）がスライドグラス上に付着することである。鞭毛菌類や接合菌類では体細胞分裂時にクロマチンが凝集しないとされる種があり（Heath, 1980），その場合には本方法は使えない。また，必須条件ではないが，*Botrytis* 属菌のように発芽管細胞が多核で，同調的に核分裂する性質を持つ菌のほうが単核細胞の菌よりも標本中の染色体の出現率が高く，材料として有利である。なお，白根らは上記の菌以外に数種の *Botrytis* 属菌，*Sclerotinia sclerotiorum*, *Venturia nashicola* に対しても本方法が適用できることを確認している（同上文献）。

2） 染色

上記の方法で作製した染色体標本は，細胞質の被覆が比較的少なく，蛍光染色はきわめて容易である。

染色は，1 μg/ml の DAPI を含む蛍光減衰防止液を標本にマウントし，カバーグラスをかけて，室温下 10 分程度暗所保存するだけで完了する。蛍光減衰防止液としては，*p*-phenylenediamine を有効主成分とする Johnson らの処方液（Johnson and Araujo, 1981）を用いる。また，1,4-diazobicyclo(2.2.2)octane（DABCO）を有効主成分とする減衰防止液（高橋・堀，1991）も同程度に有効である。

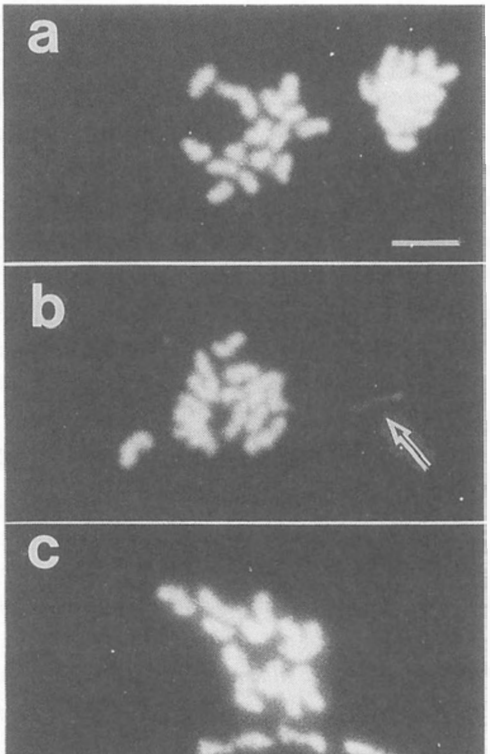
染色には DAPI 以外の色素も使えるが，PI のように DNA と RNA 両方に結合する色素の場合は，前もって RNase で処理し，標本中から RNA を除去しておく必要がある。

3） 蛍光観察

落射型蛍光顕微鏡を用い，DAPI 染色標本を U 励起（オリンパス BH 2-DMU キューブ使用）で観察する。対物レンズはプレパラートのスキャンに 40 倍，詳細な観察に 100 倍を用いる（いずれも蛍光観察用レンズ）。写真撮影は，ISO 400 のネガカラーフィルムを用い，露出をアンダー気味にして撮る。染色体の本数や形態の分析は，顕微鏡下で実際に見ながら行うことも可能であるが，写真に撮ってプリントの画像をみるほうが簡単で，正確に行える。

（2） 実例

上記の方法で観察した *B. cinerea* と *A. alternata* の染色体を図-2 及び口絵カラー写真に示す。DAPI 染色による蛍光像は，ギムザ染色像よりも鮮明で，染色体の形態や本数の調査が十分可能であった。特に，形態については，サイズの相違，動原体と推定される狭窄部の存在，さらに突起状の構造（棍棒状の短いものや紐状の長いもの）などが特徴として認められた。これらは今後の核型分析に有用な指標として利用できると考えられる。また，*Botrytis* spp. では，筆者らが観察したと同様の突起構造を白根らが既に報告している（Shirane et al., 1988, 1989）が，ギムザ染色像だったためにその実体については不明であった。今回の DAPI 染色の結果から，突起構造は染色体としての凝縮状態から解放されたクロマチンであることが明らかとなった。



図－2 蛍光染色による染色体像
DAPI で *B. cinerea*（a, b）と *A. alternata*（c）の染色体を染め，U 励起法で観察した. b 中の矢印は，クロマチンの突起構造を示す. a 中のスケールバーは 2 μm で，b と c にも共通. 口絵のカラー写真像も参照のこと.

なお，個々の染色体は，2本の姉妹染色分体から構成されているはずであるが，蛍光染色像にはそれを示す縦裂像はみつからなかった。これは，姉妹染色分体が密接しており，光学顕微鏡の分解能では識別できないためと思われる。

3　減数分裂染色体の観察

減数分裂染色体（meiotic chromosome）は一般的に体細胞染色体より大きく，空間的にも広がって配置しているので，観察は体細胞染色体よりも容易である。ところが，蛍光染色による減数分裂染色体の詳細な観察は，筆者らの知る限り出芽酵母（*Saccharomyces cerevisiae*）とアカパンカビ（*Neurospora crassa*）についてしか報告がない。

出芽酵母では，空気乾燥法で作製した第一分裂中期二価染色体の DAPI 標本について詳細な蛍光顕微鏡観察が行われた（Kuroiwa et al., 1984，1986）。その結果，一般の植物染色体の千分の一のオーダーのサイズ（PFGE 分析で染色分体当たり約 200 kb）しかない最小染色体すら DAPI 染色によって観察できることが実証されるとともに，蛍光強度から個々の染色体や核小体形成体（仁形成体，NOR）の DNA 量も推定された。そこで用いられた染色体標本作製方法や DNA の定量方法は，植物病原糸状菌でも十分利用できると思われる。実験手法に関しては詳しい邦文解説がある（中村・黒岩，1987；宮川，1988）。

一方，アカパンカビについては，acriflavin を Schiff 試薬に用い，Feulgen 染色法で減数分裂染色体が観察された（Raju, 1986）。この染色法を使えば，従来の染色法では十分染まらなかった複糸期や間期Ⅰ，Ⅱ，Ⅲの染色体が明瞭に観察でき，さらに染色体数の決定も正確に行えることが明らかにされた。

Ⅱ　FISH

in situ ハイブリダイゼーション法（ISH）は，標識した核酸プローブを細胞や染色体などの標本中の核酸と直接ハイブリダイズ（分子雑種形成）させ，プローブと相補的な塩基配列を持つ核酸の存在部位を検出する方法である。FISH とは，ISH の手法のうち特に，ハイブリダイズした非放射性プローブを蛍光シグナルで検出するタイプのものをいう。

FISH は現在，高等動植物の遺伝子マッピングや染色体の構造解析に頻用され，染色体を対象とする研究には不可欠の手法となっている。ところが，FISH の菌類における利用はまだ始まったばかりで，報告としては酵母と筆者らが行った病原糸状菌の例があるのみでる。

1　原理と特徴

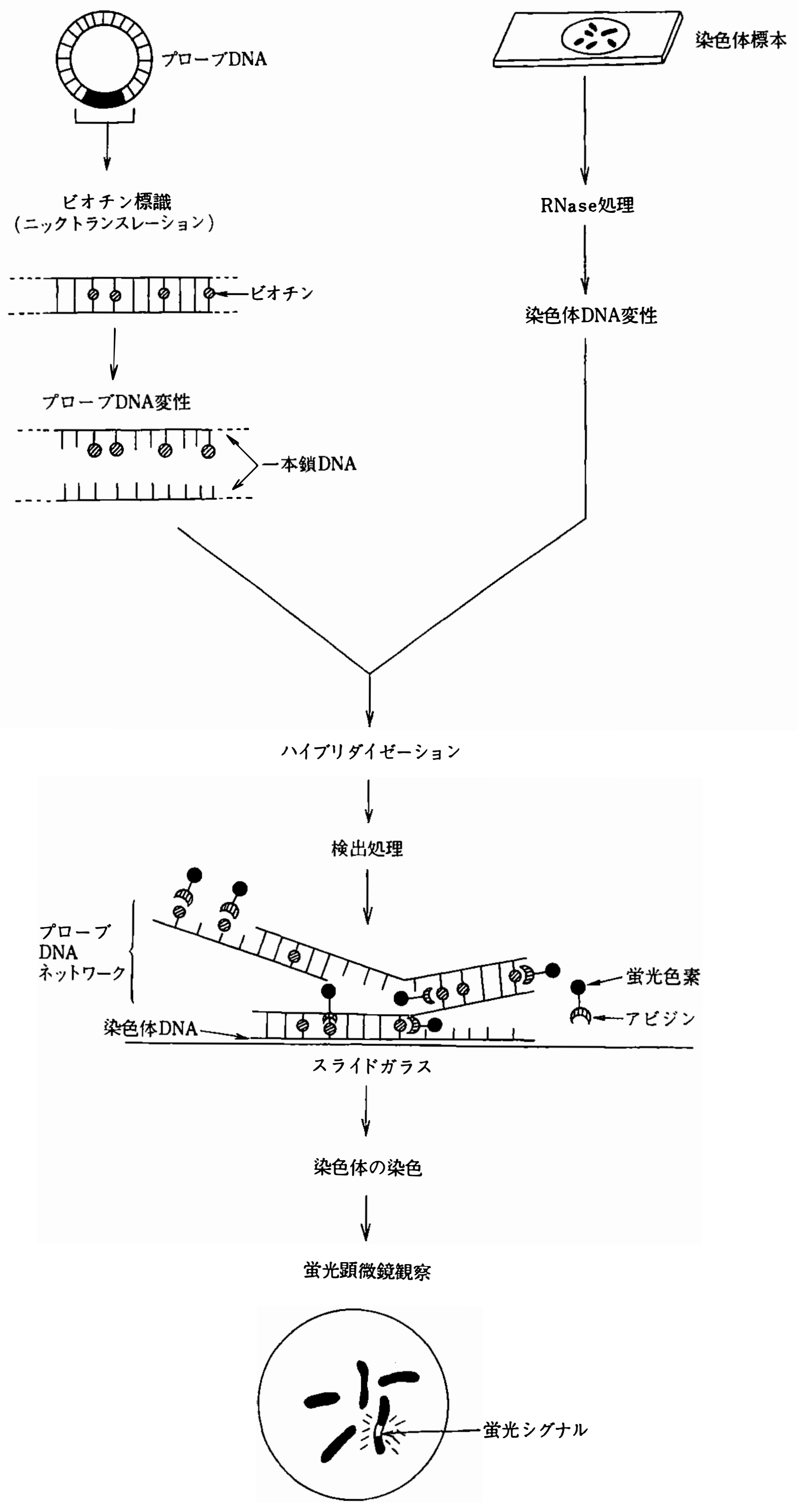
FISH は互いに異なる分野で確立された技術が組み合わさった複合的な手法である。すなわち，染色体標本の作製，標識 DNA プローブの作製，ハイブリダイゼーション，蛍光染色，蛍光抗体法的観察といった細胞遺伝学や分子遺伝学領域の技術が融合して FISH が成立している。これらのうち，根幹となるのはもちろんハイブリダイゼーションであるが，その原理や操作はサザンブロットハイブリダイゼーション法などの他の分子雑種形成法と同じである。ハイブリダイゼーションを含め FISH を構成する各技術については，それぞれの分野の実験書等を参考にしていただくとして，ここでは ISH の一手法としての FISH の特徴を中心として説明する。

まず，FISH と他の ISH との関係について述べる。ISH にはいくつかの手法があるが，一般的には，プロー

表-1　FISH に用いられる代表的な標識—検出系

標識用ヌクレオチド	検出 1段階	検出 2段階
ビオチン-7-dATP 〃 -11-dCTP	アビジン-蛍光色素[a] （ストレプトアビジン-蛍光色素）	——
〃 -11-dUTP 〃 -14-dATP 〃 -16-dUTP （ニックトランスレーション，ランダムプライマー）[c]	ヤギ抗ビオチン	ロバ抗ヤギ-蛍光色素[a]
ジゴキシゲニン-16-dATP	抗ジゴキシゲニン-蛍光色素[a]	——
〃 -16-dUTP （ニックトランスレーション，ランダムプライマー）[c]	マウス抗ジゴキシゲニン	ヤギ抗マウス-蛍光色素[a]
アセチルアミノフルオレン（AAF） （グアニン残基の直接的修飾）[c]	マウス抗 AAF	ヤギ抗マウス-蛍光色素[a]
蛍光色素[b]-4-dUTP 〃 -11-dUTP 〃 -12-dUTP 〃 -15-dATP （ニックトランスレーション，ランダムプライマー）[c]	——	——

[a]：フルオレセインイソチオシアネート（FITC），amino methyl coumarine acetic acid（AMCA），ローダミン，テキサスレッドなど.
[b]：フルオレセイン
[c]：プローブへの導入方法



図－3　ビオチン－アビジン系を用いたFISHの概略（文献13)より改変）

ブの標識に放射性同位元素（RI）を使うか，あるいは非放射性化合物（非RI）を使うかによって二つに分類される。前者のRI法は，ハイブリダイズした標識プローブ（通常 ^{3}H 標識）から出た β 線の飛跡を乳剤に感光させ，出現した銀粒子を観察する方法である。この方法は検出感度は高いが，RI設備を必要とすることや検出に長時間を要すること，さらにはシグナルの位置が不確実でノイズが出やすいといった難点がある。一方，後者の非RI法には，検出シグナルとして蛍光を用いる蛍光法，すなわちFISHと，酵素の発色反応による色素沈着を利用する酵素法があるが，いずれもハイブリダイズした部位上に直接シグナルを出現させる方法である。非RI法は，RI法と比べてやや検出感度が落ちるといわれるが，RI設備を必要とせず，短時間で精度の高い分析結果が得られるという長所があり，最近のISHの実験にはこの非RI法が多用される。特に，染色体を対象としたISHについていえば，FISHの使用が圧倒的に多い。

FISHでは，いくつかのプローブ標識―検出系が用いられる(表-1)が，そのうち最も頻用されるのは，ビオチン―アビジンの1段階反応の系である。この系では，ビオチン化ヌクレオチドをニックトランスレーション法やランダムプライマー法でプローブDNAに導入し，検出にはビオチンと特異的に結合するアビジンを利用する。アビジンにはあらかじめFITCやローダミンなどの蛍光色素を結合させてあるので，励起光照射によってビオチンとアビジンの結合領域から蛍光シグナルが発せられ，結果として蛍光顕微鏡下でプローブと標的DNAのハイブリダイズ部位を確認できる。その概略を図-3に示した。ビオチン―アビジン以外の系では，プローブの標識は同様に行うが，検出に抗原抗体反応を利用するジゴキシゲニン―抗ジゴキシゲニン抗体系もよく用いられる。また，最近ではヌクレオチドに直接蛍光色素を付加した化合物（例えば，フルオレセイン-15-dATP）が開発され，これをプローブに取り込ませた場合，特別な検出操作は不要である。

表-1中の2段階反応は，試料中の標的DNAの反復数が少ないなどの理由で1段階反応では弱いシグナルしか得られないときに，シグナルの増幅のために使用する。rRNA遺伝子のように1か所で高度に反復する配列については，1段階反応で十分である。

非RI法としてのFISHの長所は前述したが，他の手法にはないFISHの大きな利点は，複数の標識―検出系を組み合わせて多様な解析を行えることである。例えば，二つの異なるプローブについてそれぞれ異なる標識―検出系（蛍光シグナル色も異なる）を適用し，同時にハイブリダイズさせることにより，試料中での二つの標的部位の位置関係を一度の実験で解析することが可能になる。これは，2色標識FISHと呼ばれるが，さらに3色以上の標識も可能で，これら多色標識FISHは動植物の遺伝子マッピングの研究において複数の遺伝子の染色体上での位置関係の解析に重用されている。このほか，染色体の全体を標識するペインティング法(chromosome painting）やゲノム特異的配列の検出に有効な *in situ* サプレッションハイブリダイゼーション法（suppression hybridization）など次々と新しい応用手法が開発されている。

2　体細胞染色体への応用

菌類の体細胞染色体については，分裂酵母と筆者らが扱った病原糸状菌でFISHによる観察が行われた。

分裂酵母では，rRNA遺伝子（rDNA），動原体配列，テロメア隣接配列の三つをプローブとし，ジゴキシゲニン―抗ジゴキシゲニン抗体系の1あるいは2段階反応が使われた（Uzawa and Yanagida, 1992；Funabiki et al., 1993)。標識蛍光色素はテキサスレッド，ローダミン，フルオレセインである。これは，菌類におけるFISHの最初の適用例であり，rDNAが座上する染色体の同定や核分裂時の動原体，テロメアの行動の解析が分裂酵母で可能となった。

筆者らは，Iで述べた *B. cinerea* と *A. alternata* の体細胞染色体に対してrDNAをプローブとするFISHを行い，この手法が植物病原糸状菌にも適用できることを示すとともに，供試菌の染色体や核型についていくつかの新知見を得ることができた（Taga and Murata, submitted)。以下には，筆者らの実験方法と結果について述べる。

（1）　実験操作

FISHの手順の概略は図-3に示したとおりである。それぞれの操作は次のように行う。

染色体標本の作製

① Iの蛍光染色用の標本作製法と同じ方法で乾燥標本を作る。

② DNase-free RNase（2×SSCに溶解，100 μg/ml）を適当量標本に滴下，湿室内で37°C下，1～2時間処理する。

③ 2×SSCで洗浄，次いでエタノールシリーズ（70%-85%-99%）にそれぞれ5分間浸漬して脱水した後，風乾してハイブリダイゼーションに供試する。

注)：FISH用の標本としては，染色体ができるだけ裸出していることが望ましい。筆者らが用いている白根らの方法はこの点で優れている。なお，分裂酵母ではス

フェロプラスト化した固定細胞を破裂させず，そのまま用いている。

標識プローブの作製

いくつかの標識用市販キットが利用できるが，筆者らはニックトランスレーション法でbiotin-14-dATPを導入するBioNick Labelling System（GIBCO BRL）を使用している。

① TEで希釈したプローブDNA（全量1 μg）を用い，キットの処方に従って反応させる。

② 反応後の溶液をエタノール沈殿処理し（－20°Cで1晩，あるいは－80°Cで30分以上），プローブに取り込まれなかったヌクレオチドを除く。

③ 沈殿したDNAを乾燥後，10～20 μlのTEに溶解して－20°Cで保存（1年程度の長期保存可能）。

注）：プローブDNAは，ベクター部分を含んでいた方がハイブリダイズ時のネットワーク形成の効率が良く，シグナルが大きくなるので観察しやすい。

ハイブリダイゼーション

別々に変性させたプローブと染色体標本をハイブリダイズさせる方法もあるが，筆者らは簡便法である同時変性法を用いている。

① 次の組成のハイブリダイゼーション溶液を準備する。

	液量（μl）	最終濃度
脱イオン化ホルムアミド	50	50%（v/v）
50%（w/v）硫酸デキストラン	20	10%（w/v）
20×SSC	10	2×SSC
超音波処理済サケ精子DNA	1	100 ng/μl
ビオチン標識プローブ（25～100 ng/μl）	8～19	2～20 ng/μl

② スライドグラスの標本部分に15 μlのハイブリダイゼーション溶液を載せ，カバーガラス（18×32 mm）をかぶせる。

③ ラバーセメントでカバーガラスの周囲をシールし，30分程放置する。

④ 78～80°Cのホットプレートで1.5分間加熱し，プローブと染色体のDNAを変性させる。

⑤ 湿室に入れ，37°Cで12～15時間インキュベートする。

検出

① ラバーセメントをピンセットではぎ取り，カバーガラスを2×SSC中ではずす。

② 37°Cの50%（v/v）ホルムアミド－2×SSCに10分間浸漬。

③ 2×SSCに移し，室温下10分間静置。これをもう一度繰り返す。

④ 0.05%（v/v）ツイーン20－4×SSCに移し，室温下5分間静置。

⑤ ブロキッング液（3%BSA－4×SSC）を200 μl載せ，室温下5分間静置。

⑥ ブロッキング液を軽く切った後，アビジン-FITC（ブロッキング液で10 μg/mlに調整したもの）を40 μl載せ，カバーガラスをかける。

⑦ 湿室に入れ，37°Cで1時間インキュベートする。

⑧ カバーガラスをはずし，0.05%ツイーン20－4×SSCに浸漬，遮光下室温で5分間洗浄。これを4回繰り返す。

⑨ 2×SSCですすいだ後，染色液（DAPIとPIいずれも1 μg/ml，蛍光減衰防止液で調整）を載せ，カバーガラスをかけて遮光下30分間染色。蛍光減衰防止液はIで述べたと同じJohnsonらの処方液を用いる。

蛍光顕微鏡観察

① U励起でDAPI染色像を観察し，良い染色体像を探す。

② B（オリンパスBH 2-DMBキューブ使用）またはIB励起（同BH 2-DMIB）に切り替えFITCのシグナル（黄色）とPI染色した染色体（赤色）を観察する。

③ 写真撮影はIと同様に行う。

（2） 実例

*B. cinerea*と*A. alternata*の体細胞染色体に対してFISHを適用した。プローブとしては名古屋大学の柘植らによってBluscribe M 13（Stratagene）にクローン化されたナシ黒斑病菌（*A. alternata* Japanese pear pathotype）のrDNA（Tsuge et al., 1989）を用いた。このrDNAのクローニングはいくつかの断片に分けて行われているが，筆者らが用いたプラスミド（2種類を混合使用）中には，反復単位のうち，28 S，5.8 S及び転写される介在配列の全領域，さらに18 S領域の半分以上が含まれている。

FISHの結果，プローブは両菌の染色体DNAとよくハイブリダイズし，明瞭なFITCのシグナルを観察することができた（口絵写真参照）。口絵において黄色の部分がFITCによるシグナルであり，両菌のゲノム中でのrRNA遺伝子クラスターの存在部位を示している。シグナルの形状は，両菌とも短い桿棒状のものから数珠玉様を呈する長い紐状のものまで変異があったが，どのシグナルも小さい1本の染色体の先端付近から出ていた。これらの観察結果は，両菌のゲノムにはrRNA遺伝子クラ

スター，つまりNORが一つしか存在せず，しかも核分裂時には，その部位のクロマチンが高度の凝縮状態から解放されてダイナミックに変化していることを示している。また，蛍光染色で観察されたクロマチンの突起構造はNORであることも明らかである。なお，NORが凝縮状態から解放されているということは，rRNA遺伝子が転写状態にあることを示唆しており，菌類では高等動植物とは異なり核分裂中にも核小体が存続するという細胞学的知見と符合する。

3 減数分裂染色体への応用

スライドガラス上に広げた出芽酵母のパキテン（太糸）期染色体標本に対して，ビオチン—アビジン系とデコキシゲニン—抗デゴキシゲニン抗体系を利用した2色標識FISHを適用した例がある（SCHERTHAN et al., 1992)。プローブとしてrDNAと第5染色体特異的配列，標識蛍光色素にはテトラメチルローダミンBとFITCを用いている。彼らの研究以外には，菌類での減数分裂染色体に対する報告は見当たらない。

お わ り に

菌類，とりわけ植物病原糸状菌では，染色体に関する知見の蓄積に乏しく，研究対象としている菌の染色体数すら確定していないことも多い。しかし，遺伝子の行動や個体あるいは種として保持している遺伝情報の総体（ゲノム）が染色体という構造に基盤を置いている以上，染色体に関する知見の必要性は明白である。本稿で紹介した蛍光染色法やFISHは，菌類におけるこの状況を打開するための強力な武器となるはずである。今後，多くの研究者がこれらの手法を試み，より洗練された技術へと改良されることを期待する。

引 用 文 献

1) FUNABIKI, H. et al. (1993) : J. Cell Biol. 121 : 961～976.
2) HEATH, I. B. (1980) : Int. Rev. Cytol. 64 : 1～80.
3) JOHNSON, G. D. and G. M. ARAUJO (1981) : J. Immunol. Methods 43 : 349～350.
4) KUROIWA, T. et al. (1984) : Exp. Cell Res. 153 : 259～265.
5) ——— et al. (1986) : ibid. 165 : 199～206.
6) 宮川　勇 (1988) : 植物組織培養　5 : 47～49.
7) 中村宗一・黒岩常祥 (1987) : 蛋白質核酸酵素．別冊 No. 30 : 140～149.
8) RAJU, N. B. (1986) : Mycologia 78 : 901～906.
9) SCHERTHAN, H. et al. (1992) : Chromosoma 101 : 590～595
10) SHIRANE, N. et al. (1988) : Phtopathology 78 : 1627～1630
11) ——— et al. (1989) : ibid. 79 : 728～730.
12) TAGA, M. and M. MURATA : submitted.
13) 高橋永一・堀　雅明 (1991) : ラボマニュアルヒトゲノムマッピング（堀　雅明・中村祐輔編），丸善，東京，p128.
14) TSUGE, T. et al. (1989) : Curr. Genet. 16 : 267～272.
15) UMESONO, K. et al. (1983) : ibid. 7 : 123～128.
16) UZAWA, S. and M. YANAGIDA (1992) : J. Cell Sci. 101 : 267～275.

新 刊 紹 介

『天敵農薬—チリカブリダニその生態と応用—』
森　樊須　編
A5版，130頁，定価2,400円
日本植物防疫協会　1993年10月発行

本書は，編者の森　樊須博士はじめ，チリカブリダニ研究の第一線で活躍中の斎藤　裕・古橋嘉一・中尾弘志・芦原　亘各氏の共著によるものである。書名の「天敵農薬」という言葉は，従来使用されている「生物農薬」と同義に用いられており，本書の中で「天敵として害虫の数を減らす能力が抜群であっても，何か他の理由でその土地に土着できない生物」を，農薬のようにあらかじめ生産しておいて「適宜放飼するという利用法」であると定義されている。欧米では生物農薬（biotic insecticide）という言葉が，*Trichogramma* の利用などで見られる大量放飼（inundative release）に限定して用いられているので，それとの混同を避ける意味から，チリカブリダニなどの接種的放飼（inoculative release）をも含む周期的放飼全般を指す言葉として，妥当な用法と思われる。

本書の内容は，副題にあるとおり，主としてチリカブリダニの生態とその農薬的利用に関するものであり，天敵の増殖販売を計画している企業の技術者や，現場でそれを利用する農業従事者の手引書としても役立つようにとの配慮からか，極めて平易な文章で書かれている。まず，ハダニの被害と従来の防除法についての紹介に始まり，ハダニとその有力天敵カブリダニの研究史，チリカブリダニの生態的特徴と農薬的利用に関する基礎知識，その増殖・利用方法，施設園芸における利用試験の実例と問題点などを含む。中でも注目されるのは，著者らが独自に開発し，目下特許申請中の大量増殖技術の詳細を解説している点である。天敵農薬の開発を目指しているわが国の各企業が，この技術をさらに改良して本天敵農薬の国産化を実現させる上で，本書は大いに参考になる。また各都道府県の研究者・技術者や農業従事者にとっても，本天敵利用の実用化と普及に役立つものと確信する。　　（九州大学農学部　**村上陽三**）

In situ ハイブリダイゼーション法による植物ウイルス核酸の検出

東京農工大学農学部植物病理学研究室　細川大二郎（ほそかわだいじろう）・植原健人（うえはらたけと）

はじめに

ウイルスは宿主植物の細胞内に侵入すると脱外被を起こし，核酸が遊離の状態になることにより，その遺伝子が発現し，ウイルスタンパク質が合成される。この合成されたウイルスタンパク質の中にはウイルス核酸の複製酵素あるいは，そのコンポーネントとなるタンパク質があり，これの働きによりウイルスのゲノムをはじめ種々のウイルス核酸が合成される。やがて細胞内には多くの外被タンパク質も合成され，これとウイルスゲノムとでウイルス粒子が形成され，蓄積する。この細胞内でのウイルス増殖の過程におけるウイルス核酸の合成については，感染細胞からウイルス核酸を抽出して分析する分子生物学的手法を用いて調べられてきている。しかし，感染細胞内においては，ウイルス核酸は細胞内の構造と密接に関連し，それぞれのウイルスに特有の様式で複製していることがうかがえる。したがって，細胞内におけるウイルスの増殖を理解するには，ウイルス核酸の細胞内における動態を細胞構造と関連させて明らかにすることが重要になると考えられる。このような観点から，筆者らの研究室では，宿主細胞内でのウイルス核酸を細胞構造と関連させて特異的に検出することのできる *in situ* ハイブリダイゼーション法（ISH法）を用いて，植物ウイルスの増殖について検討しつつある。

動物ウイルスでは，このISH法はウイルスの増殖の研究やウイルス病の診断にかなり広く用いられつつあるが（Gentiloni, et al., 1992；Guellec, 1992；Jackson, and Wunner, 1991；Liang, et al., 1991; Niedobitek, et al., 1989；Pazakerley, et al., 1991；Puvion-Dutilleul, 1991；Puvion-Dutilleul and Puvion, 1991；Wolber, 1989），植物ウイルスでは本法を用いた詳細な研究はまだほとんどない。本稿では，筆者らの研究室で行いつつある実験を中心に，ISH法の植物ウイルスの増殖の研究への応用について述べる。

I　*In situ* ハイブリダイゼーション法の原理と操作の概略

特定の核酸を特徴づけるのはアデニン(A)，チミジン(T)〔またはウラシル(U)〕，シトシン(C)及びグアニン(G)の塩基の配列順序である。DNAにはA，T，C及びGが含まれ，RNAにはA, U, C及びGが含まれるが，AとT（またはAとU），CとGは相補的な水素結合により対合をする。このため，特定の塩基配列を持つDNA（またはRNA）は，これと相補的な塩基配列を持つDNA（またはRNA）と分子雑種（ハイブリッド）を形成する。この場合，相補鎖となる核酸分子を識別可能な物質で標識しておくと，これが標識プローブ（プローブ）となり，これと特定の塩基配列を持つ核酸との間に分子雑種を形成させせることにより，その核酸を検出することができる。ISH法は，この核酸が分子雑種を形成する性質を基盤とした原理に基づいており，この点ではメンブランハイブリダイゼーション法による核酸の検出と同様である。ISH法の特徴は，この核酸の分子雑種形成を細胞や組織切片上で行い，特定の核酸分子を組織や細胞の構造と関連させて，その原位置（*in situ*）において検出できることである。ISH法の原理を図-1に示した。

以下に，ISH法の各ステップの操作の概略を説明するが，詳細については他の文献（Cox and Goldberg, 1988；中根一穂，1993）を参照していただきたい。

（1）　試料の固定

試料は固定液〔4％パラホルムアルデヒドと1％グルタルアルデヒド混合液，アルコールと酢酸混合液（アルコール：酢酸＝3：1）など〕で処理することにより，組織・細胞の構造を保存し，核酸分子が原位置から変わらないようにする。

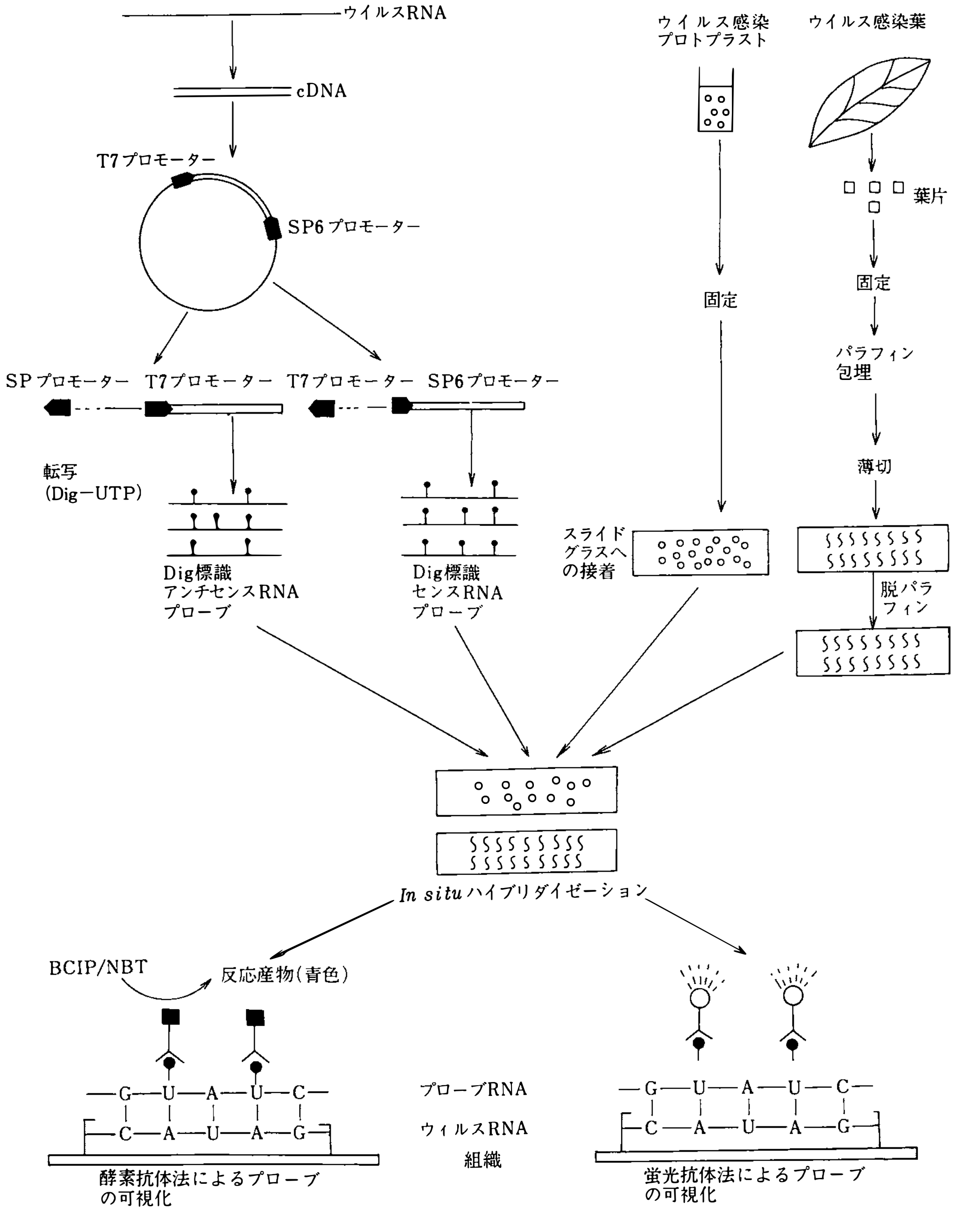
（2）　試料の包埋及び薄切

固定した試料は，遊離細胞などの場合にはそのまま *in situ* ハイブリダイゼーションに用いることができるが，葉組織などでは，さらにアルコールで脱水して，キシレンに浸漬したのち，パラフィンなどに包埋して，ミクロトームを用いて切井を作製する。また固定後試料を凍結し切片にする。

（3）　細胞あるいは切片のスライドグラスへの接着

細胞あるいは切片はスライドグラスに接着する。ISH法では標本を加温して長時間液中で処理するため，スライドグラスに強固に接着する必要がある。このため，スライドグラスに接着剤を塗抹する。この接着剤には，ゼ

Detection of Viral Nucleic Acids in Plant Cells Using *In Situ* Hybridization Technique.　By Daijirou Hosokawa and Taketo Uehara



図−1　*In situ* ハイブリダイゼーション法による RNA ウイルスの検出
：ジゴキシゲニン (Dig)　　：アルカリフォスファター
ゼ標識抗ジゴキシゲニン抗体
：FITC 標識抗ジゴキシゲニン抗体
BCIP：5-Bromo-4-chloro-3-indolyphosphate
NBT：nitroblue tetrazolium chloride

ラチンやポリ-L-リジンなどが用いられているが，筆者らはポリ-L-リジン（1 mg/l）を用いてよい結果を得ている。

（4）ハイブリダイゼーション

1）プローブ

核酸プローブとしてはDNAとRNAを用いることができる。DNAでは2本鎖DNAと1本鎖DNAを用いることができるが，2本鎖DNAプローブの場合には目的とする標本中のウイルス核酸と反応するDNA鎖のほかに，反対方向の塩基配列をもつDNA鎖を含んでいるので，標本中のウイルス核酸のセンスとアンチセンスを区別して検出することができず，また組織中のウイルス核酸と結合する前にプローブ同士が結合して反応系から除かれることも考えられる。これに対して，1本鎖のDNAやRNAプローブは目的とした核酸を正確に検出でき，プローブ同士が結合することもないので，2本鎖DNAプローブより感度が高くなる。またRNA—RNA結合のほうが，DNA—DNA結合あるいはDNA—RNA結合よりも熱安定性が高く，ハイブリダイゼーション反応後より強い洗浄を行うことができるので，1本鎖核酸プローブでも，RNAプローブを用いたほうが，DNAプローブを用いた場合よりバックグラウンドを低くすることができるといわれている。

プローブとなる核酸には識別可能な物質（マーカー）を標識することが必要である（標識核酸プローブ）。このマーカーとしては，^{3}H，^{35}Sなどの放射性同位元素(RI）が多く用いられてきた。しかし，RIの使用には特別の施設が必要であり，取り扱いも繁雑である。そこで最近では，非放射性物質をマーカーとして用いて核酸を標識する方法が種々開発されている。

非放射性マーカーとしては，ビオチン，2-アセチル-アミンフルオレン，ジゴキシゲニンなどが用いられている。筆者らの研究室ではジゴキシゲニンを標識したRNAプローブを主に用いている。この場合には，DNAウイルスではウイルスDNAを，RNAウイルスではウイルスRNAから合成したcDNAをSP6及びT7RNAポリメラーゼに対するプロモーターを持ったプラスミドに，これらのプロモーターが両端にくるように挿入する。このプラスミドをセンスあるいはアンチセンスのRNAが合成されるように挿入されているDNAのどちらかの末端を制限酵素で切断する。この線状化したプラスミドにジゴキシゲニン—UTP(Dig-UTP）を基質として，*in vitro* のRNA合成を行うと，合成されたRNAにはジゴキシゲニンが標識される。このジゴキシゲニン標識RNAは組織，細胞への浸透をよくするため100～200塩基の長さに，アルカリ処理により断片化する。

2）前処理

スライドグラスに接着した遊離細胞はそのまま，パラフィン切片はキシレンに15分間程度浸漬して脱パラフィンしたのち，エタノールでキシレンを除く。その後，細胞内に存在する目的の核酸を覆っているタンパク質を取り除きプローブとの反応を容易にするため，標本はハイブリダイゼーションを行う前に0.2 N HClで15分間処理し，またプロテアーゼK（1～50 μg/ml）で，35℃，15分間くらい処理する。処理後は4％パラホルムアルデヒドに浸漬し，PBSで洗浄する。

3）プレハイブリダイゼーション

次に標本はプローブを除いたハイブリダイゼーション液〔50％ホルムアミド，0.3 MNaCl，10 mM Tris-HCl，pH 7.4，1 mM EDTA，1×Denhard液（0.02％ Ficoll，0.02％ PVP，0.02％ BSA），0.25 mg/ml酵母RNA，100 mM DTT，80単位/ml RNaseインヒビター〕で処理することにより，この中に含まれるキャリアーRNA（あるいはDNA）によりプローブ核酸が非特異的に結合する部位をあらかじめブロックする。

4）ハイブリダイゼーション

核酸プローブをハイブリダイゼーション液に加えて，100℃で5分間処理し，急冷することによりプローブを単鎖化する。これを標本上にのせて，湿室内に入れて反応させる。この場合，反応温度は核酸の融解点（Tm）より25℃低い温度を基準にして行うとよいとされているが，この反応温度の設定はシグナルの強さに大きく影響するので，いくつかの温度をとって予備実験を行い最も強い反応のみられる温度を見いだしておく。筆者らの実験では，45℃前後で16時間ぐらいの反応を行うことが多い。ハイブリダイゼーション反応後はハイブリダイゼーション液を除き，プローブの非特異的な結合によるバックグラウンドを下げるため，標本は緩衝液（10 mM Tris-HCl，pH 8.0，1 mM EDTA，500 mM NaCl）で37℃，20分間の洗浄を2回行い，さらに2×SSCで室温で1時間，さらに0.1×SSCで37℃，1時間の洗浄を行う。

5）プローブの可視化

ハイブリダイゼーション反応により結合したプローブは可視化する必要がある。RI標識したプローブでは標本上に乳剤を処理し，オートラジオグラフィーを行うことにより，プローブは現像銀粒子として可視化される。ジゴキシゲニン標識プローブでは，図-1に示したようにアルカリフォスファターゼ標識抗ジゴキシゲニン抗体を反応させ，その後アルカリフォスファターゼの基質として

BCIP (5-Bromo-4-chloro-3-indolyphosphate) と NBT (nitroblue tetrazolium chloride) を処理すると，その反応産物が不溶性の着色物となる酵素組織化学的方法で可視化できる（口絵写真　1～3）。また蛍光色素〔Fluorescein isothiocyanate (FITC), rhodamine isothiocyanate (TRITC) など〕標識抗ジゴキシゲニン抗体を反応させると蛍光顕微鏡でシグナルの部位を直接観察することができる〔蛍光 *in situ* ハイブリダイゼーション法 (FISH 法)〕：口絵写真 4，5）。

II *In situ* ハイブリダイゼーション法を用いたウイルス核酸の検出

タバコモザイクウイルス (TMV) の増殖の過程で，ウイルスの核酸が細胞内のどこで合成され，どのような動態をとるかについては，顕微分光測光法を用いて RNA の紫外部吸収をもとに調べる方法 (Zech, 1952) や ^{3}H-ウリジンのウイルス核酸への取り込みをオートラジオグラフィーにより調べる方法 (Smith and Schlegel, 1965) などにより検討され，ウイルス RNA は核で合成され，細胞質へ移行すると報告された。また細胞分画法によると核を含む分画で TMV-RNA の合成がみられるとの報告もある (Watanabe and Okada, 1986)。しかし，TMV の複製型 RNA (RF) や複製中間体 RNA (RI) が感染細胞からの膜分画に検出され (Nilsson-Tillgren et al., 1974 ; Okamoto et al., 1988 ; Ralph et al., 1971)，TMV の複製酵素あるいはそのコンポーネントと考えられ 130 kD あるいは 180 kD タンパク質が細胞質に局在することも報告されており (Saito et al., 1987)，TMV の RNA の複製部位についてはなお検討が必要であると考えられた。

そこで，TMV を接種したプロトプラストにおけるウイルス RNA の動態を ISH 法を用いて検討した (Uehara and Hosokawa, 1993)。すなわち，タバコ培養細胞 (BY-2) から調製したプロトプラストに TMV—RNA をエレクトロポーレション法を用いて接種し，固定液で固定したのち，スライドグラスに接着して ISH 法を行った。この場合，核酸プローブには TMV の外被タンパク質遺伝子の cDNA から前述の方法により調製したジゴキシゲニン標識 RNA プローブを用いた。

その結果，プラス鎖検出用 RNA プローブ（アンチセンス RNA プローブ）を用いた場合（口絵写真 1～5)，シグナルは接種 2 時間後に細胞質に弱く検出されはじめ，その後，時間の経過とともに強くなり，接種 12 時間後に最高となった。しかし，その後はシグナルは徐々に弱くなった。マイナス鎖検出用 RNA プローブ（センス RNA プローブ）を用いた場合にも，シグナルは接種 2 時間後に細胞質に弱く検出されはじめ，その後，時間の経過とともに強くなり，接種 12 時間後に最高となったが，その後は徐々に弱くなった。しかし，マイナス鎖のシグナルはプラス鎖のシグナルより弱かった。

これらプラス鎖及びマイナス鎖に対するシグナルはいずれの時期にも細胞質にのみ検出され，核内には検出されなかった（口絵写真 1～5)。以上の結果は，TMV の RNA の合成部位が細胞質であることを示していると考えられる。

上記のようにプラス鎖のシグナルは接種 12 時間後から徐々に弱くなり，接種 24 及び 48 時間後には著しく弱い状態となった。しかし，この時期には TMV 粒子が細胞質に多量に集積しており，そのなかにはウイルスのゲノム RNA が存在する。したがって，本実験ではプロテアーゼ K で細胞を処理してからプローブを作用させているが，この処理によりウイルス粒子はあまり影響されず，ウイルス粒子内のゲノム RNA はプローブとあまり反応しなかったのかもしれない。

また，マイナス鎖の検出の場合にも同様に感染の後期にはシグナルは弱くなった。しかし，^{3}H-ウリジンの取り込みにより調べられた結果では，TMV を接種したプロトプラストにおいて，ウイルスのマイナス鎖 RNA は感染の後期においても複製型及び複製中間体としてかなり多量に検出されている。したがって，ウイルスの増殖の盛んな感染初期には，マイナス鎖が単鎖の状態にあるものが多く，プローブとの反応が容易であるが，感染の後期にはプラス鎖と結合した状態となり，プローブとの反応が困難となるのかもしれない。

TMV のゲノム RNA には 5′ 末端にキャップ構造があるが，細胞質にのみウイルス RNA が検出されたことは，このキャップ構造の形成が宿主の核内にあるキャップ構造合成酵素を用いずに細胞質で行われていることを示している。

本実験で用いたと同様のタバコプロトプラストの系において，TMV—RNA の合成を ^{3}H-ウリジンの取り込みにより調べられた結果では，接種 2 時間後に最初にウイルス RNA が検出されているが (Watanabe et al., 1984)，本実験で用いたジゴキシゲニン標識 RNA プローブによる ISH 法でも，これとほぼ同時期にウイルス RNA を検出することができ，本法の RNA の検出感度はかなり高いと考えられた。

またジャガイモ X ウイルスについても同様の結果が得られている。

おわりに

本稿では，筆者らの研究室で始めつつあるISH法を用いた植物ウイルスの増殖の研究について述べたが，ISH法は最近植物においても染色体における遺伝子の検出や組織・細胞内におけるmRNAの検出などに広く用いられるようになってきている。

ウイルスの細胞内での増殖過程では種々のウイルス核酸が合成される。例えば，植物ウイルスで最も多くみられるプラスの1本鎖RNAウイルスではゲノムRNAのほかに，その相補鎖であるマイナス鎖RNA，さらに，いくつかのサブゲノムRNAなどが合成される。分節ゲノムのウイルスでは合成されるウイルスRNAの種類はさらに多くなる。ウイルスの細胞内における増殖を理解するには，これらのそれぞれの種類のウイルス核酸の動態を細胞構造と関連させて明らかにする必要がある。これらのウイルスRNAにのみそれぞれ特異的に反応する核酸プローブを作製し，ISH法を行えば，それぞれの種類のウイルス核酸の細胞内での動態をさらに詳細に調べることができ，細胞内でのウイルスの増殖をより深く理解できる。

また，最近では凍結切片や樹脂包埋した超薄切片を用いて *in situ* ハイブリダイゼーション法を行い，電顕レベルで細胞内の微細構造と関連させて核酸を検出できる方法（電顕ISH法）が開発されつつある（Guellec, 1992；McFadden, 1992；Puvion-Dutilleul, 1991；Puvion-Dutilleul and Puvion, 1991；Wolber, 1989）。今後，この電顕ISH法を用いることにより，細胞内におけるウイルス核酸を検出できるようになれば，ウイルスの分子生物学を微細構造レベルに広げることになり，応用範囲はきわめて広くなり，ウイルスの増殖についての理解をさらに深くすると考えられる。

またISH法は動物ウイルスなどでは，ウイルス病の診断の面においても重要になりつつあるが，非放射性プローブを用いたISH法は操作も比較的容易であるので，今後植物ウイルス病の遺伝子診断など，実用的な面にも広く利用できると考えられる。

引用文献

1) Cox, K.H. and R.B. Goldberg (1988) : In Plant Moleculor Biology : A practical approach. Shaw, C.H. ed. Oxford England, IRL Press.
2) Gentiloni, G. et al. (1992) : J. Histochem. Cytochem. 40 : 421〜425.
3) Guellec, D.L. (1992) : ibid. 40 : 979〜986.
4) Jackson, A.C. and W.H. Wunner (1991) : J. Virol. 65 : 2839〜2844.
5) Liang, X.M. et al. (1991) : J. Histochem. Cytochem. 39 : 771〜775.
6) McFadden, G.I. (1992) : In Electron Microscopy of Plant Cell : *In situ* hybridization technique. Hall, J.C. and C. Hawes ed. Academic Press, New York.
7) 中根一穂(1993) : *In situ* ハイブリダイゼーション手法，学際企画，東京．
8) Niedobitec, G. et al. (1989) : Am. J. Pathol. 134 : 633〜639.
9) Nilsson-Tillgren, T. et al. (1974) : Mol. Gen. Genet. 128 : 157〜169.
10) Okamoto, S. et al. (1988) : Virology 167 : 194〜200.
11) Pazakerley, J.K. et al. (1991) : J. Gen. Virol. 72 : 1611〜1625.
12) Puvion-Dutilleul, F. and E. Puvion (1991) : Biol. Cell 71 : 135〜147.
13) ——— (1991) : J. Histochem. Cytochem. 39 : 669〜680.
14) Ralph et al. (1971) : Virology 43 : 713〜716.
15) Saito, T. et al. (1987) : ibid. 160 : 477〜481.
16) Smith, S.H. and D.E. Schlegel (1965) : ibid. 26 : 180〜189.
17) Uehara, T. and D. Hosokawa (1993) : 投稿中
18) Watanabe, Y. et al. (1984) : Virology 133 : 18〜24.
19) ——— and Y. Okada (1986) : ibid. 149 : 64〜73.
20) Wolber, R.A. (1989) : J. Histochem. Cytochem. 37 : 97〜104.
21) Zech, H. (1952) : Planta 40 : 461〜514.

学界だより

○日本植物病理学会第4回殺菌剤耐性菌研究会シンポジウムの開催

開催日時：1994年4月6日（水）　9：00〜16：00
開催場所：農林水産技術会議筑波事務所　3階　展示会議室（茨城県つくば市観音台）
演題および講演者：

1．イネいもち病菌のカスガマイシン，有機りん剤耐性とその機構　9：10〜11：30
（秋田防除所）深谷　富夫氏
（長野果試）飯島　章彦氏
（日本農薬(株)）廣岡　卓氏

2．ブドウ黒とう病菌のベンゾイミダゾール耐性菌の出現とその対策　11：30〜12：10
（佐賀果試）田代　暢哉氏

3．カンキツそうか病菌のベンゾイミダゾール耐性菌の出現とその対策　13：10〜13：50
（果樹試興津）家城　洋之氏

4．フェニルアミド耐性の現状と対策　13：50〜15：30
（チバガイギー(株)）T. Staub
（全農農技センター）中澤　靖彦氏

問い合わせ先：
〒305　茨城県つくば市藤本2-1
農林水産省果樹試験場　保護部病害第1研究室内
殺菌剤耐性菌研究会事務局（石井　英夫氏）
TEL 0298-38-6544　FAX 0298-36-1681

鹿児島県における 1993 年のイネウンカ類・コブノメイガの多飛来

鹿児島県病害虫防除所　山口　卓宏（やまぐち　たくひろ）
鹿児島県農業試験場　上和田　秀美（かみわだ　ひでみ）
鹿児島県農業試験場　田中　章（たなか　あきら）

は じ め に

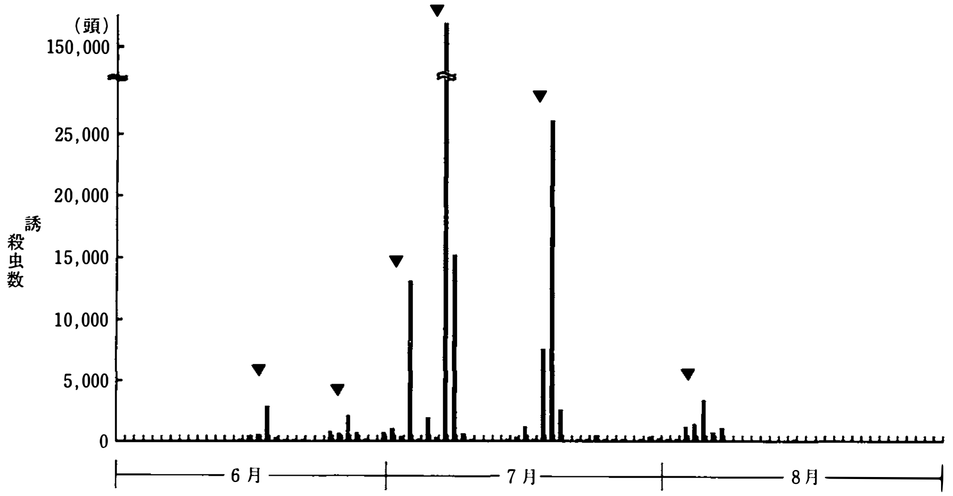
1993 年はイネウンカ類，コブノメイガの飛来侵入が多い年であった。特に鹿児島県では 1969 年以来となる大規模なセジロウンカの飛来侵入がみられた。また，コブノメイガも断続的に多飛来し，例年ほとんど問題にならない飛来第 1 世代幼虫によって県内全域で大きな被害がみられるなど，特記すべき発生を示した。鹿児島県全域におけるイネウンカ類の発生の年次変動については，すでに井上（1992）が報告しているが，ここでは本年の鹿児島県におけるイネウンカ類，コブノメイガの飛来と発生経過を紹介し，今後の参考に供したい。なお，本文を作成するにあたり貴重なご助言をいただいた本県病害虫防除所，堀元学氏，蚕業試験場，井上栄明氏に深く感謝の意を表する。

I 飛 来 状 況

1993 年のイネウンカ類，コブノメイガの飛来侵入は予察灯，大型吸引トラップなどの調査結果から 6 月中旬から 8 月上旬までに 6 波が確認された（図-1，2，表-1）。飛来量は予察灯での 6 月～8 月までの累計誘殺数で比較すると，セジロウンカが過去 30 年間で 4 番目，トビイロウンカは 9 番目に多かった。

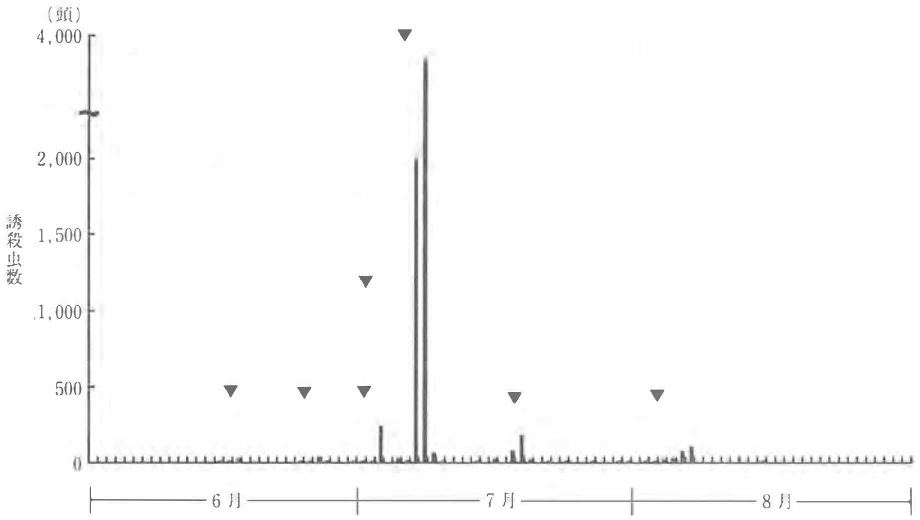
このうちイネウンカ類の飛来量が最も多かったのは第 4 波（7 月 6～7 日）であった。特にセジロウンカは 7 月 6 日に予察灯で 152,000 頭が誘殺され，1 日あたりの誘殺数としては過去 30 年間で 2 番目に多く，昭和 44 年（1969 年）以来の大規模な飛来侵入と考えられた（図-3）。

第 4 波飛来直後の 7 月 6～9 日に，薩摩半島南部を除く地域で普通期水稲（6 月上旬，中旬田植）を対象に巡回調査を行った。各調査地点では 4 圃場を見取り調査し，株当たり虫数が最も多かった圃場を 4 段階に分けて，図-4 に示した。その結果，本田での株当たり最高虫数は，最も多い圃場で，セジロウンカが 100 頭前後，トビイロウンカが 5～6 頭であった。また，株当たり虫数が 26 頭以



図－1　セジロウンカの予察灯での誘殺状況（1993 年，鹿児島市）
▼は飛来波を示す

Repeated Massive Immigration and Occurrence of the Rice Planthoppers and the Rice Leafroller in Kagoshima Prefecture in 1993. By Takuhiro YAMAGUCHI, Hidemi KAMIWADA and Akira TANAKA



図－2　トビイロウンカの予察灯での誘殺状況（1993 年，鹿児島市）
▼は飛来波を示す．

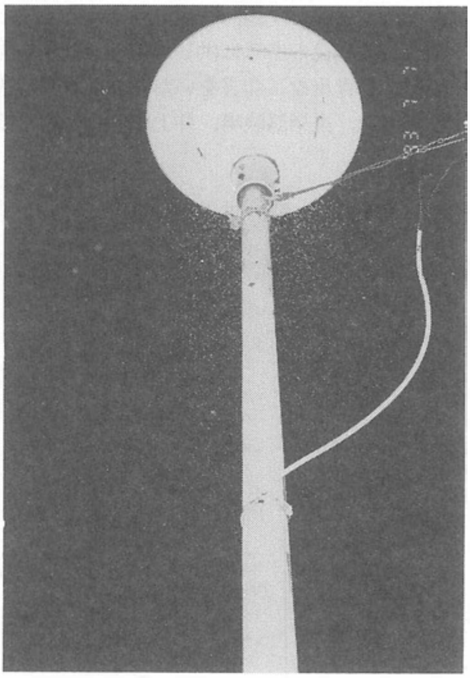
表－1　1993 年のウンカ類，コブノメイガ飛来状況（6～8 月）

主な飛来日	誘殺虫数（極値）[a]及び概評[b]		
	セジロウンカ	トビイロウンカ	コブノメイガ
第 1 波　6 月 15～17 日	2,840 中	29 少	— 少
第 2 波　6 月 24～26 日	2,080 中	36 少	— 少
第 3 波　7 月 1～3 日	13,120 中	240 中	— 中
第 4 波　7 月 6～7 日	152,000 甚	3,850 多	— 多
第 5 波　7 月 17～19 日	26,150 中	180 中	— 多
第 6 波　8 月 3～5 日	3,400 中	30 少	— 多

a)：予察灯〈60W 電灯，18：00～翌日 6：00 まで点灯〉，（単位：頭）
b)：表-2 を参照

表－2　セジロウンカ・トビイロウンカの発生程度基準

発生程度	無	少	中	多	甚
異常飛来時株当たり虫数	0	1～5	6～15	16～25	26 以上



図－3　街灯に集まる飛来侵入したイネウンカ類（1993 年 7 月 7 日，牟田辰朗氏撮影）

上（甚発生，表-2）の地点は出水山地の南東側で川内川中流域の谷間に位置する地域ならびに高隈山地北部の東側の谷間に位置する地域に集中しており，飛来侵入量が特に多い地域が存在した。これらの地域は多飛来があった 7 月 6～7 日には西南西から南南西の風が吹いており，野田ら（1990）が移動性ウンカ類の着陸地点として述べている風上に面した谷筋の袋小路のような場所とよく一致している。

コブノメイガは 6 月の飛来量は少なかったが，7 月上旬から 8 月上旬にかけて第 4 波以降，第 5 波，第 6 波と断続的に多量の飛来がみられた。前述した第 4 波飛来直後の巡回調査では，本田周辺部の畦畔で m^2 あたり成虫 1

〜6頭が観察されており，この時期としてはきわめて高い密度であった。

長距離移動性ウンカ類の移動予知のためのコンピュータプログラム（渡邊ら，1988）を用いて，飛来第4波当日の850hPc面の風向風速図を図-5に示した。その結果，7月6日9時及び21時には中国大陸及び九州で風速20ノット以上の強風域が存在するが，東シナ海でほとんど風は吹いていない。本プログラムの性質上，東シナ海での気象観測点が少ないこと，また，済州島のデータがしばしば欠測するため，実際には中国大陸と九州で気流がつながっていても，東シナ海でとぎれることがある。7月6日は中国及び九州周囲で発生している気流の状況や梅雨前線が中国大陸から九州中部に延び，4日〜5日にかけて低気圧が梅雨前線上を中国から九州へ東進していることなどから，九州南部に十分飛来が起こりうる気象状況であった（井上，私信）と思われる。

上述した6波の外に，9月17〜20日には大型吸引トラップでわずかではあるがイネウンカ類の捕殺ピークが

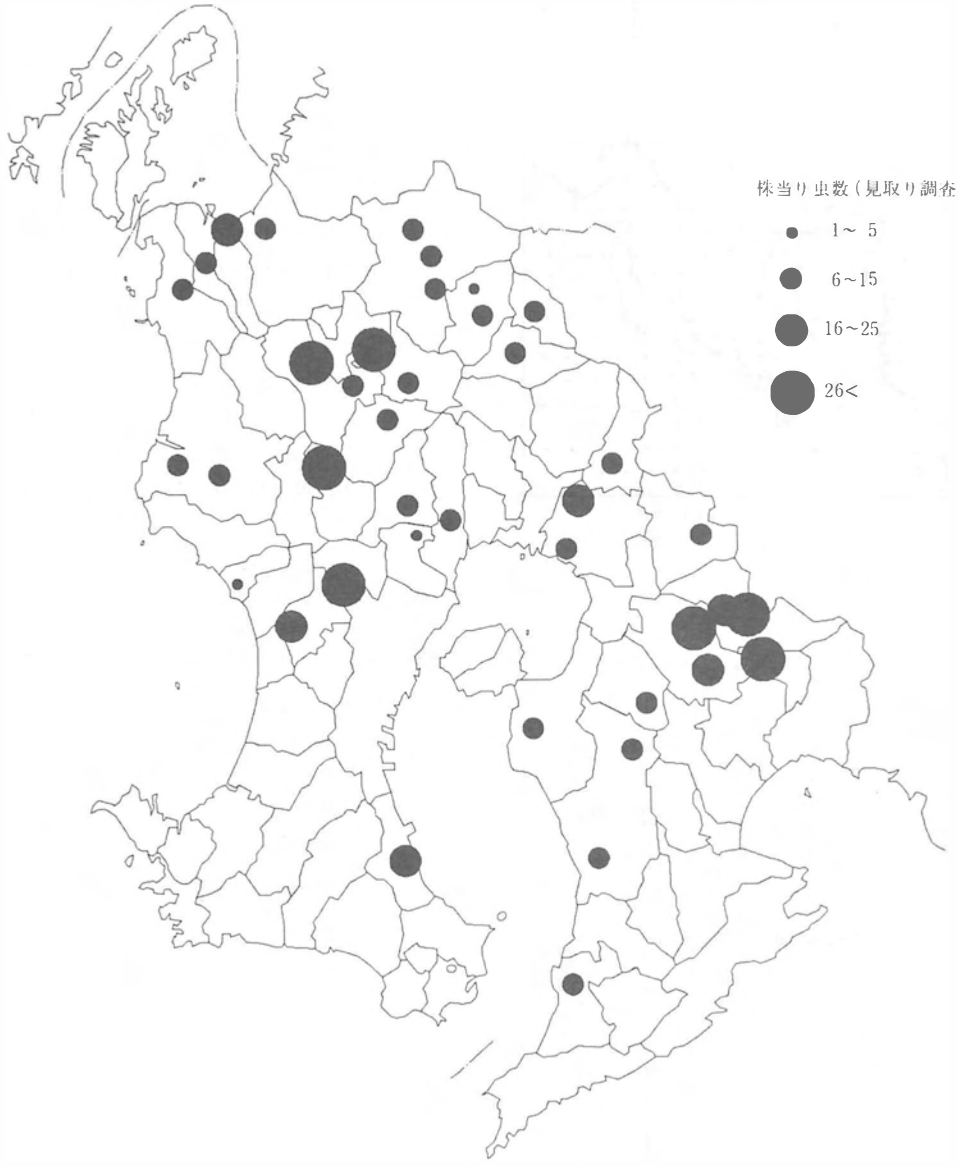
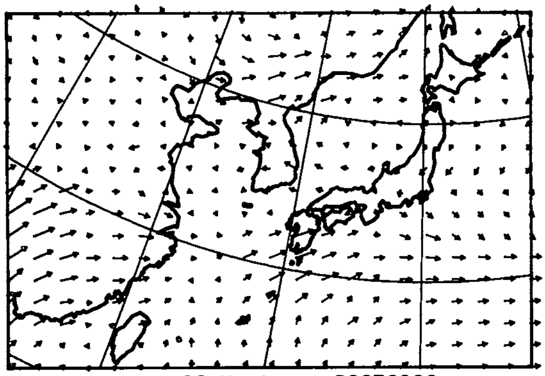
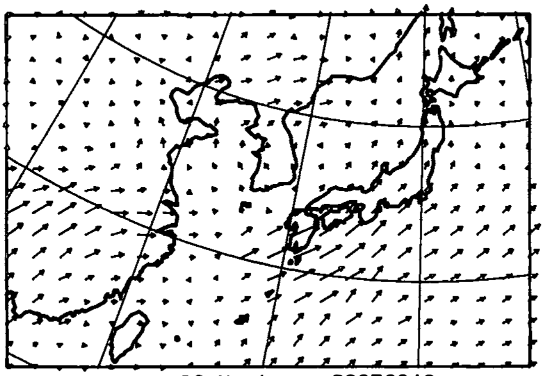


図-4　飛来第4波（7月6〜7日）直後の普通期水稲での株当虫数の地域的分布状況





図－5　飛来第4波があった7月6日の9時と21時の850hPc面での気流図

みられた。また，県内各地から本田でイネウンカ類成虫の密度が増加したとの情報が寄せられた。この捕殺が梅雨期にみられる中国大陸からの飛来侵入と同様なものか，あるいは圃場からの移動，分散を示すものか不明である。なお，本年のような9月以降の大型吸引トラップによる捕殺ピークは調査を開始した昭和55年（1980年）以降2回（1980年，92年）観測されている。

II　発生経過と防除対策

鹿児島県での水稲栽培は早期水稲（4月田植，8月収穫）と普通期水稲（6月田植，10月収穫）に大きく分けることができる。本年は6月の飛来侵入数が少なかったため，早期水稲での発生は少なく問題にならなかった。普通期水稲での発生経過と防除対策は以下のとおりである。

1　セジロウンカ

7月7日の朝，予察灯で異常飛来を確認した後，巡回調査や各普及所からの聞き取りなどにより，本田での飛来侵入状況の把握に努めた。これらの情報を基に翌7月8日付けで注意報を発令し防除の徹底を呼びかけた。被害は長期残効性の箱施薬を使用した圃場ではほとんどみられなかったが，降雨などで薬剤の散布が遅れた圃場では吸汁，産卵による葉鞘の黄変や流れ葉が著しく，生育阻害がみられた。その後の7月下旬の巡回調査でも発生面積率（87%），発生程度（中以上17%）とも高かったが，8月以降は減少した。無防除圃場の発生推移も7月下旬に第1世代幼虫のピークがみられた後は急激に減少した。

2　トビイロウンカ

飛来第4波に対して注意報でセジロウンカとの同時防除を呼びかけたが，7月上旬は発生面積率74%となり，平年（52%）と比較して高かった。その後の防除対策としては予察情報等で7月下旬と8月下旬の幼虫ふ化揃い期に，圃場の発生状況によっては薬剤散布を行うよう示した。7月下旬～8月上旬の第1世代幼虫期は平年並みの発生となったが，第1世代成虫の短翅率は74%と高く，第2世代の多発が予想された。しかし，8月下旬以降の第2世代幼虫増殖は目立たず，発生面積，程度とも低かった。9月下旬の第3世代幼虫期には発生面積が急増し，平年より発生面積率が高くなったが（本年52%，平年30%），発生程度は坪枯れがわずかにみられたのみで，平年並であった。

無防除圃場での調査では7月下旬，8月下旬，9月下旬に幼虫ピークがみられ，9月下旬には黒色粘着板への払い落とし調査で，10株当たり1,000頭（中・老齢主体）程度の高密度となる場所が認められた。

3　コブノメイガ

7月上旬の巡回調査等において本田周辺部の畦畔で密度が非常に高かったため，7月12日に注意報を発令し，防除適期を示した。続いて，7月22日に飛来第5波に対する防除について，7月27日には被害が増加傾向にあったため，その後の防除適期を示し，防除の徹底を呼びかける予報を発表した。

しかし，県内各地で7月4半旬頃から第3，4波の第1世代幼虫による加害が目立ち始め，7月下旬には圃場全体が真っ白にみえるほどの被害となった（図-6）。7月下旬の巡回調査では発生圃場率97%，発生程度中以上（被害株率31%以上）の圃場率85%と発生面積は平年並みであったが，発生程度はきわめて高かった（図-7）。被害は県内全域で多かったが，大隅半島の鹿児島湾沿い（垂水～根占）では少なく，この地域への飛来侵入数は少なかったものと思われた。このように，ほぼ県内全域で第

1世代幼虫によって被害が多発した事例は過去35年間なく，本年の特徴的現象といえる。この原因としてはコブノメイガの飛来量が非常に多かったこと，防除適期にあたる7月3〜4半旬に降雨が続き，十分な防除ができなかったこと（図-8），また，例年本県では第1世代幼虫による被害は少なく，ほとんど問題にならないため，一般に防除を行わないことなどがあげられる。

8月2日以降第1世代成虫，飛来第6波成虫により圃場での密度が急増したため，8月6日には警報を発令し，2〜3回の防除をよびかけた。なお，現地で行った防除試験では，予察情報で示した防除適期にカルタップ水溶剤を2回散布した場合，8月下旬で，無散布と比較して被害葉数を1/10程度に抑制していた。

防除が徹底されたこと，また台風7号（8月9日）の強風により巻葉がばらされ，第4，5波の第1世代幼虫が減少したことなどにより，8月下旬の巡回調査では発生圃場率，程度とも平年並となった。

その後，9月3日には戦後最大級の勢力をもった台風13号が県内を縦断したため葉が激しく裂傷し，第2世代による巻葉も著しく少なくなった。無防除圃場での調査では，上位3葉の被害葉率が8月30日には3.4%であったが，9月7日には0.3%と1/10以下に激減しており，台風13号がコブノメイガの発生に大きな影響を与えたものと考えられた。台風13号通過以降の被害進展はほとんど認めず，9月下旬には少発生となった。

図-6　第一世代幼虫による被害状況

おわりに

セジロウンカについては有機リン剤やカーバメート剤

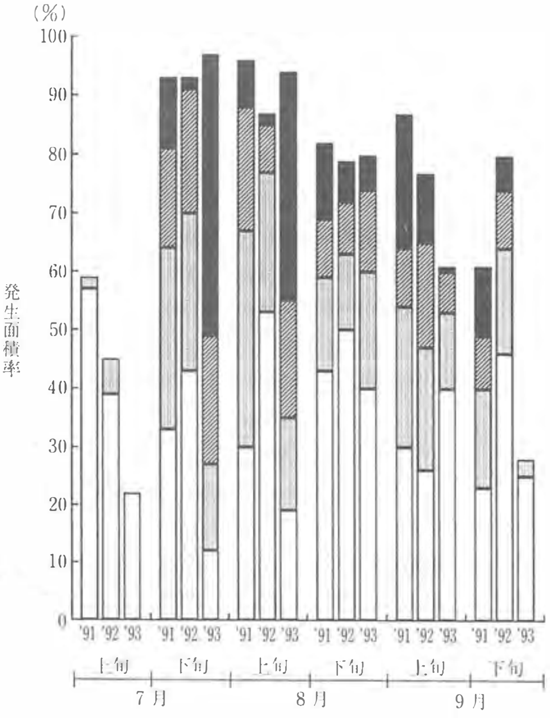


図-7　コブノメイガの程度別発生面積率の比較（1991〜1993年，7〜9月）
■：甚（被害株率90%＜　）▨：多（被害株率60%＜，90%≧）
▦：中（被害株率30%＜，60%≧）□：少（被害株率0%＜，30%≧）

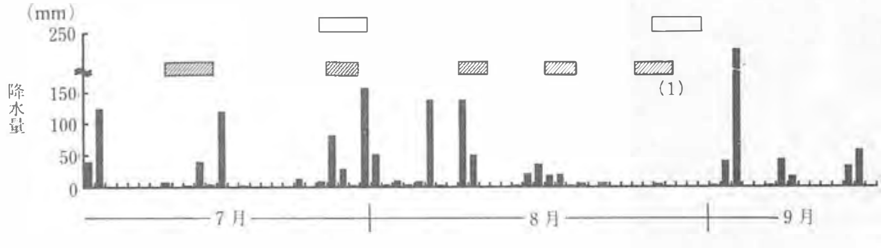


図-8　トビイロウンカ，コブノメイガの防除適期と降雨状況
▨：コブノメイガの防除適期　□：トビイロウンカの防除適期
(1)：中生，晩生品種のみ

に対する薬剤感受性低下（遠藤ら，1989）が指摘されているが，今のところ一般に使用されている合成ピレスロイド剤，カーバメイト剤は実用上問題なく，多飛来時の成虫加害に対して，防除対策を行えば問題はないと考える。しかし，飛来源とされる中国では感受性ハイブリッド米の普及や窒素施肥量の増加に比例してセジロウンカの発生面積，発生頻度が顕著に増加している（胡ら，1990）。我が国へのセジロウンカの飛来侵入も1980年以降増加傾向にあり，今後もさらに多くなることも予想されている（寒川，1992）。本年のような多飛来が今後も続くのか，その動向に注目するとともに，薬剤の感受性についても常にモニタリングしていく必要があると考える。

コブノメイガは予察灯の調査結果が初飛来時期や飛来侵入数を反映しない場合がある。本県では圃場での成虫追い出し法によって実態把握に努めており，初期飛来時期および量の確認の有効な手段となっている。しかし，圃場での侵入成虫の密度が直接その圃場での被害を反映するとは限らず（井上，私信），本年の場合，注意報は畦畔等での密度を考慮して発令された。今後コブノメイガの発生予察を考える上で，飛来侵入量をより迅速に，的確に捉え，それをどのように評価するかが課題となろう。また，本年は台風等の影響が大きく，無防除圃場でもコブノメイガの発生は8月以降減少し，第1世代幼虫による被害の解析はできなかった。7月下旬での第1世代の多発生や著しい被害がその後の発生や収量にどのような影響を与えるか興味深いことである。

梅雨時期のイネウンカ類などの飛来侵入については，飛来源での発生状況や発生生態についての情報は非常に乏しい。さらに発生予察を向上させるには，寒川（1992）が述べている広域移動性害虫の国際的な予察情報の交流の実現による，迅速な情報の活用が必要と考える。

引用文献

1) 遠藤正造ら（1989）：九病虫 35：72～75.
2) 井上栄明（1992）：植物防疫 46(6)：215～218.
3) 胡国文ら（1992）：同上 46(6)：219～222.
4) 野田隆志・桐谷圭治（1990）：同上 44(6)：281～284.
5) 寒川一成（1992）：同上 46(6)：183～186.
6) 渡邊朋也ら（1988）：応動昆 32：82～85.

日本植物防疫協会 発行

性フェロモン剤等使用の手引

内容 ◆性フェロモンとその利用法
◆発生予察 ◆交信かく乱
◆大量誘殺

害虫の発生予察用に広く利用されている性フェロモン剤を，初めて使用される方を対象に編集した手引書です。性フェロモン剤の基礎的知識を得る参考書として，現場におけるマニュアルとして平易に解説されております。また，旧版では取り上げていなかった防除用の性フェロモン剤についても，交信かく乱・大量誘殺に分けて各製剤ごとに解説してあります。

B5判 86ページ（カラー4ページ）
定価 **1,800円**（本体1,748円） 送料 **310円**

〈お申し込みは前金（現金書留・郵便振替・小為替など）で本会まで〉

タバココナジラミの発生の生態的要因（2）

筑波大学生物科学系　平野（ひらの） 耕治（こうじ）・藤井（ふじい） 宏一（こういち）

III　個体群の変動要因

Horowitz et al.（1984）は，タバココナジラミをイスラエルのワタ畑で調査し，生命表分析の結果，個体群変動の主要因は卵からふ化後の歩行幼虫期（crawler）と定着後の1齢幼虫期の死亡であると報告した。かれらは，この時期の死亡・消失の原因として気候条件をあげ，極端な高温や高い相対湿度（85％以上）あるいは低い相対湿度（20％以下）では死亡率が高まるのだろうと推測している。そして，寄生蜂の働きは死亡要因として重要ではないと結論づけた（Horowitz et al., 1984；Horowitz, 1986）。Gerling et al.（1986）は，極端に高いまたは低い相対湿度が本種の若齢期の生存にとって不適であり，また30～33℃を超える温度では発育速度が急激に低下すると述べている。アフリカのスーダンでは，降水量が多いと個体群密度が下がるという報告がある（Horowitz, 1986）。このように本種にとっての気候条件が厳しい場合には，気候要因が本種の個体群変動に重要な影響を与えると考えられる。

これまでタバココナジラミの個体群動態を研究した例は少なく，変動要因に関して不明の部分が多い。そこでインドネシアのタバココナジラミの調査データを用いて，本種個体群の季節的変動の主要因について検討した結果（Hirano et al., 投稿中）の概要を以下に述べる。同時に，前節で行った推論とタバココナジラミ個体群の変動との関連について検討する。

本種の成虫個体数の季節的な変化を知る目的で，西部ジャワ州北部の4県（Kabupaten）の6か所に設けたダイズの調査圃場に黄色粘着トラップを設置した。各地点の調査圃場を二つの区画に分け，原則として2か月ごとに交互にダイズを播種した。播種から収穫までは約3か月であった。トラップによって捕獲した個体数を週に一度数えた。調査圃場内のトラップで捕獲した成虫は，そこで羽化した個体と他の畑から移入した個体からなる。タバココナジラミはインドネシアでは特にダイズ，リョクトウの害虫として知られているので，調査圃場の周辺の食物資源量の変化を知るため，調査圃場が位置する郡（Kecamatau）全体のダイズとリョクトウの栽培面積を2週間に一度調査した。

タバココナジラミの成虫密度を推定する手段としての黄色粘着トラップの信頼性は証明されていない（Horowitz, 1986）。しかし，Melamed-Madjar et al.（1982）は，黄色粘着トラップをワタ畑に設置し，トラップにより捕獲した成虫数と畑からサンプリングした幼虫数を調査し，両者の間に有意な正の相関があると報告した。したがって，黄色粘着トラップによって捕獲した成虫数は少なくともその場所の個体数の季節的な変動を反映していると思われる。

上述のように，調査圃場でのタバココナジラミの発生が調査地周辺の食物資源量の変化にどのように影響されるかを検討するため，調査圃場が位置する郡全体のダイズとリョクトウの栽培面積も調べた。しかし，本種の成虫の移動交流が調査圃場とこれらの畑との間でなければ，郡全体の栽培面積を用いることは誤った結論を導くかもしれない。Cohen（1990）は，標識再捕獲法を用いてタバココナジラミの飛しょうを調べ，最大飛しょう距離は7kmだったと報告している。このことは，調査圃場から少なくとも半径7km（面積約15,386ha）の範囲内では，成虫が生息場所間を移動交流することが可能なことを意味する。筆者らが設置した調査圃場の位置する郡の面積は，最小が3,585ha，最大が20,894ha，六つの郡の平均値が11,608haである。したがって，本種の成虫は調査圃場と郡内で栽培されていたほとんどのダイズとリョクトウの畑との間を移動交流できる可能性を持つと思われる。

図-5に調査地の一つであるJatisariでの1作期の間のトラップ当たりの成虫数の経時的変化の典型的な一例を示す。成虫の飛来はダイズの初期のステージに始まり，しだいにその個体数が増加した。トラップ当たりの成虫数がピークを示すダイズの播種後の日数は，六つの調査地間で有意差がなく（ANOVA,　F＝1.28,　P＞0.25），その平均日数は52日であった。その後，ダイズの齢が進み食草としての質が低下するにつれて，成虫は好適な産卵場所を求めて移出するので，しだいに個体数が減少した。本種の卵から成虫羽化までの期間は約3週間，ダイズが発芽し子葉が出現するのは播種後約5～8日である。したがって，少なくとも播種後最初の1か月間に捕獲される成虫は，他の畑から移入したものと考え

Causes of the Occurrence of the Whitefly, *Bemisia tabaci* (Gennadius) (2).　By Kohji Hirano and Koichi Fujii

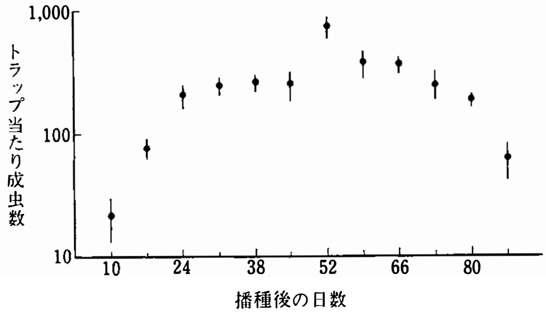


図-5 Jatisari のダイズ畑での 1 作期におけるタバココナジラミのトラップ当たり捕獲成虫数の経時的変化

ダイズの播種日は 1991 年 9 月 1 日である。縦棒は 95% 信頼区間を示す.

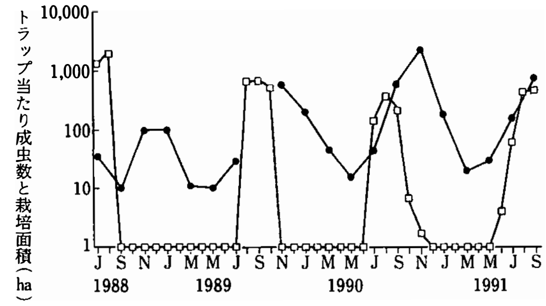


図-6 Jatisari での各作付期におけるタバココナジラミのトラップ当たり最大捕獲成虫数(●)と調査圃場が位置する群全体での月ごとのダイズとリョクトウの栽培面積(□)の変化, 図中の栽培面積の値はそれぞれ 1 を加えてある.

横軸のアルファベットは月を示し, 7 月から始まっている.

られる。

図-6 に Jatisari での各作付期のトラップ当たり最大成虫数と調査圃場が位置する郡全体で栽培されたダイズとリョクトウの各月の栽培面積の変化を示す。9 月あるいは 11 月に作付けした調査圃場でトラップ当たりの成虫数が多かった (図-6)。この傾向は他の五つの調査地でも同じであった (Miyai et al.,1992)。この時期は乾季の終わりから雨季の初めに相当し, 気候条件がタバココナジラミ個体群の季節的変動に関係している可能性がある。しかし, 各作付期の本種の繁殖率 (MAX2/MAX1) と成虫数が MAX2 に達する直前の 52 日間の降水量との間の相関を調べたところ, 調査地間で一定の傾向はみられなかった。また, いずれの調査地でも両変数の間に有意な相関はなかった。ここで繁殖率 (MAX2/MAX1) は, 播種後 30 日以内で最も高い値を示したトラップ当たり

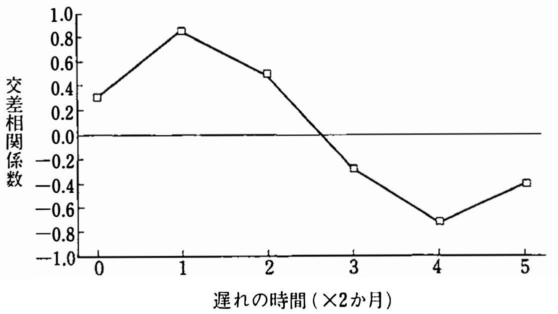


図-7 Jatisari のダイズとリョクトウの栽培面積が各作付期のトラップ当たり最大捕獲成虫数に及ぼす影響の交差相関図

成虫数 (MAX1) と播種後 31 日以降で最も高い値を示したトラップ当たり成虫数 (MAX2) から求めた。各作付時期の本種の繁殖率と平均気温との間にも, 一定の傾向はみられなかった。これらの結果から, 気候要因が本種個体群の季節的変動に与える影響は少ないと考えられる。

天敵に関しては, Kajita et al. (1992) がジャワ島で寄生蜂の調査を行い, 寄生蜂はタバココナジラミの密度依存的な死亡要因として働いていないと報告した。他の国々においてもこれまでに本種の野外個体群の変動に重要な影響を与える天敵は報告されていない (Coudriet et al., 1986 ; Gerling, 1986, 1990)。したがって, 本種の個体群の季節的な変動に天敵が重要なはたらきをしている可能性は少ない。

図-6 をみると, ダイズとリョクトウの栽培面積の増減と同時にあるいはやや遅れてタバココナジラミの成虫数も増減する傾向があることがわかる。これは, 食物資源量の増減が本種個体群の変動に影響を持つことを示唆する。そこで, ダイズとリョクトウの栽培面積の増減の影響が成虫数の増減にどの程度の時間的ずれをもって現れるのかを知るために, 交差相関係数 (cross-correlation coefficient) を用いて両者の関係を調べた (図-7)。Jatisari では交差相関係数の正の値は時間的なずれが 1 のところで最も高く, 成虫数の増減は栽培面積の増減に遅れて推移することがわかる。ここでは示さなかったが, 他の調査地においても 1 か所 (Ciasem) を除いて Jatisari と同様な傾向を示した。この結果は, 寄主植物量の増減に対し時間的に遅れてタバココナジラミの個体数が増減することが, 本種個体群の季節的な変動となっていることを示唆する。なお, Ciasem では前述の傾向がみられなかったのは, 他の調査地に比べてダイズとリョクトウの栽培面積がきわめて小さかったためだと考えられ

た。

寄主植物量の増減とタバココナジラミの増減との関係をさらに検討するために，各作付期における調査圃場への侵入個体数をMAX1，新世代のピーク個体数をMAX2，繁殖率をMAX2/MAX1として，それらの時間的変化をJatisariの場合について図-8に示した。MAX1とMAX2はパラレルに変動する傾向がみられ，両者の間には高い正の相関がみられた。一方，繁殖率とMAX2との間にはそのような関係はみられなかった（図-8）。これは，新世代のピーク個体数は繁殖率の高低によって決まるのではなく，初期侵入個体数と正の関係を持つことを意味する。同様な結果は，他の5か所の調査地でも得られた。またここでは示さなかったが，調査圃場への侵入密度をMAX1/株として繁殖率との関係をみると，両者の間に有意な負の相関があったのは6か所の調査地のうち1か所だけであった。そしてそれは，寄主植物の栽培の途切れることが少なく，寄主植物のパッチ間の距離が短く，侵入密度が高い調査地だった。

寄主植物量の増減に対し時間的に遅れてタバココナジラミが増減する傾向があること（図-7），新世代のピーク個体数は初期の侵入個体数が多いほど多くなる傾向があること（図-8），寄主植物が空間的かつ時間的に不連続性が大きい場所では，密度調節過程が明示できるほど侵入密度が高くならなかったことは，図-2の両変数の間の負の相関の原因に関する前節の推論を支持する。このことから，西ジャワ州北部でのタバココナジラミ個体群の季節的な変動のメカニズムは先の推論に基づき，次のように考えられる。タバココナジラミは，寄主植物への侵入，繁殖，寄主植物の悪化に伴う他の好適な寄主植物への移動を繰り返している。寄主植物が広面積にわたって栽培される時期（完全同期栽培ではないので，いくつかの異なった発育ステージが混在する）には寄主植物へ到達できる確率が高くなるので，好適な植物への移動と繁殖の繰り返しによって個体数及び個体群密度が増加する。しかし，本種の移動成功率は高くなく，それを補うほど単位時間当たりパッチ内増加率も高くないので，通常は本種の個体群密度がその地域の環境収容力に達する以前に寄主栽培植物の収穫によって，有効な寄主植物量は減少する。しかし寄主植物が減少する初期には多くの場合，本種の個体群密度はその地域の環境収容力のレベルにまで到達していないので，高密度による増殖率の減少といった影響をさほど受けることなく，依然として個体数を増加できる。さらに寄主植物量が減少すると，移動中の死亡率が高くなり，その地域の個体数は減少する。この一連のプロセスによって，タバココナジラミの個体数は寄主植物量の増減に対して時間的に遅れて増減すると思われる。そして，寄主植物のパッチ間の距離が短く，食草として有効な寄主植物の存在期間が長い環境条件下では，本種は高密度で発生する可能性が高いと予想される。

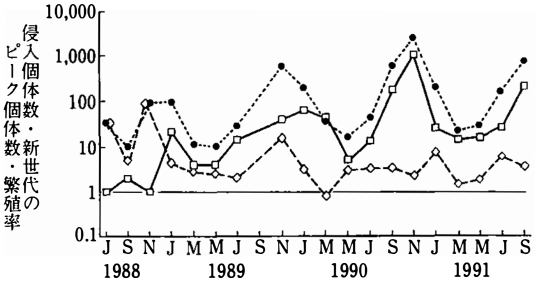


図-8　Jatisariでの各作付期におけるタバココナジラミ成虫の調査圃場への侵入個体数（MAX1，□），新世代のピーク個体数（MAX2，●）と繁殖率（MAX2/MAX1，◇）の季節的変化
MAX1に対するMAX2の相関係数：r=0.79（P<0.01）．MAX2/MAX1に対するMAX2の相関係数：r=0.17（有意差なし）．相関係数の計算の際は，両変数を対数変換した．MAX1とMAX2の詳細については本文を参照のこと．

IV　今後の研究のために

II及びIIIで検討した問題に基づき，タバココナジラミ及び動物個体群一般の研究を進める上で考慮すべき点や今後の課題について考えてみる。

タバココナジラミ個体群の季節的変動に対し寄主植物量の時間的・空間的変化が大きな影響を与えることがわかった。すなわち，寄主植物量の多い季節には本種の生息場所（寄主植物）間の距離が短くなり，好適な生息場所への本種の移動成功率が高くなるので，個体群密度は増加すると考えられた。*Epilachna*属の植食性テントウムシを研究したIwao（1971），Nakamura and Ohgushi（1983）やHirano（1985, 1993）は，他の個体群と比較的隔離された個体群を調査し，成虫の生息場所（パッチ）間の移動が個体群の変動に重要な影響を持つことを示した。したがって，動物個体群の調査では，調査地の境界をどこに設けるかは重要である。少なくとも調査地は個体の頻繁な移動交流が観察される生息場所をすべて含むように設定すべきである。これまでの個体群の研究では，生息場所間の移動交流を無視した小面積の調査地でデータをとっているケースが数多くみられる。こうした場合，個体群変動の主要因を検出できないか，あるいは誤った結論を導き出してしまう可能性がある。

ヤマトアザミテントウ (*Epilachna niponica* Lewis) を研究した大串 (1987) とサヤメイガ類 (*Etiella zinckenella* と *E. hobsoni*) を研究した Hirano et al. (1992) は，個体群の生息地内の食物資源量の変動は個体群動態を考える上で重要であり，個体群の調査を進める上で食物資源量の変動に注目すべきことを示した。筆者らのインドネシアでのタバココナジラミ個体群の野外調査においても，もし調査圃場周辺の寄主植物の栽培面積を同時に調査していなければ，本種の成虫の畑間移動の重要性を見落として，本種個体群の季節的変動の主要因を検出できないか誤った推測をしたかもしれない。このように，調査圃場と成虫の移動交流があると考えられる場所の食物資源量の調査は，労力的に成虫の移動を調査できない場合にも，調査圃場と他の生息場所との関係が個体群変動に及ぼす影響を検討する際に重要な示唆を与えるだろう。

タバココナジラミの被害は，寄主植物を広面積にわたり連作すると，後期に栽培したものほど大きくなると予想される。事実，ブラジルでの本種の大発生はそうであった (Kogan and Turnipssed, 1987)。しかし，本種は寄主植物が空間的に連続して存在しかつ寄主植物の発育ステージが不ぞろいである場合を除けば，害虫として問題になる可能性は低いと思われる。

本稿で述べた高密度発生の生態的要因に関する推論をさらに検討するためには，詳細な調査を必要とする。成虫の移動交流を考慮して調査地を設定し，個体群をいくつかのサブポピュレーションに分け，それぞれのサブポピュレーションでの生存率，繁殖成功率，移出入率をとおして，サブポピュレーションの変動と個体群全体の変動が関連付けられるような調査を計画する必要があろう。

食物資源を調査する場合，寄主植物の空間的な位置関係 (例えば畑間の距離) の情報は，成虫の移動成功率を推測する際に重要である。また昆虫にとって寄主植物の好適な時期は限られている場合が多いので，寄主植物量の調査に際してはその寄主植物の播種日 (あるいは生育ステージ) を記録すべきである。一方，寄主植物の品種の違いが昆虫個体群の増加に影響を与えることもあるので (平野ら, 1992)，品種の記録も重要である。こうした食物資源の量と質の調査は，成虫の移動分散の実態を間接的に知る手だてとして貢献できるだけでなく，個体群の変動要因の解明に重要な手がかりを与えるだろう。また，個体群の平均密度のレベルに寄主植物の畑間の距離や畑間の寄主植物の発育ステージのずれが影響すると考えられる。この問題の解明は，耕種的防除法による本種の個体群密度の制御あるいは抑圧を考える上で必要である。

IIで，タバココナジラミと他の害虫の生態的特性を比較した。生物は，自分の適応度を最大化する方向，すなわち自分の子孫 (あるいは自分と同じ遺伝子型のコピー) をより多く残す方向に選択されてきたと考えられる。したがって，個々の害虫の持つ生態的特性が，どのような環境条件下で適応度の最大化に貢献するのかを検討することも必要であろう。そこでは，個々の害虫の生態的特性を個体群動態の研究と関連付けて研究することが不可欠である。そして，この問題の解明は，応用分野においてはそれぞれの害虫がどのような条件下で重要害虫となるかについての予測を与えるであろう。

インドネシアでのタバココナジラミに関するデータは，国際協力事業団の日本-インドネシア作物保護強化プロジェクトII (1987～92年) の成果による。インドネシア農業省食用作物保護局の S. Wigenasentana局長をはじめ多くのインドネシアスタッフの協力を得た。本期間中に，奈須壮兆氏，桐谷圭治氏，日高輝展氏，梅谷献二氏をはじめ農林水産省の多くの方々からご支援・ご助力をいただいた。本稿に関し，宮井俊一氏，矢野栄二氏，山村光司氏，小西和彦氏，筑波大学藤井研究室の諸氏から有益なご助言をいただいた。安田　誠氏，森本信生氏，野田隆志氏，高橋　滋氏，永田　明氏には貴重な文献・資料をご教示いただいた。中村和雄氏，志賀正和氏，井村　治氏，松井正春氏には，本稿に対し有益なご批評をいただいた。これらの方々に厚くお礼申し上げる。

引 用 文 献

1) Balasubramanian, G. et al. (1988) : Entomon 13 (2) : 141～146.
2) Bartlett, A. C. and N. J. Gawel (1993) : Science 261 : 1333～1334.
3) Bethke, J. A. et al. (1991) : Ann. Entomol. Soc. Am. 84(4) : 407～411.
4) Bharathan, N. et al. (1990) : Plant Pathol. 39 : 530～538.
5) Bortoli, S. A. et al. (1982) : Anais da Sociedade Entomologica do Brasil 11(1) : 23～32.
6) Butler, Jr. G. D. et al. (1983) : Annals Entomol. Soc. Amer. 76(2) : 310～313.
7) Byrne, D. N. et al. (1990) : Whiteflies : their Bionomics, Pest Status and Management, Intercept, Hants, pp. 227～261.
8) Campbell, B. C. et al. (1993) : Science 261 : 1333.
9) Chen, C. N. and W. F. Hsiao (1984) : Plant Protec. Bull. (Taiwan) 26(3) : 219～229.
10) Cohen, S. (1990) : Whiteflies : their Bionomics, Pest Status and Management, Intercept, Hants, pp. 211～225.
11) Coudriet, D. L. et al. (1986) : Environ. Entomol. 15 : 1179～1183.
12) Dhandapani, N. et al. (1986) : Indian J. Agric. Sci. 56 (4) : 290～293.

13) ――――et al. (1989) : J. Entomol. Res. (New Delhi) 13(1-2) : 60～63.
14) DODA, J. (1988) : Pest Ecology and Pest Management, BIOTROP, Bogor (Indonesia), pp. 97～109.
15) GERLING, D. (1986) : Agric. Ecol. Environ. 17 : 99～110.
16) ―――― (1990) : Whiteflies : their Bionomics, Pest Status and Management, Intercept, Hants, pp. 147～185.
17) ――――et al. (1986) : Argic., Ecosys. Environ. 17 : 5～19.
18) HATTORI, M. and A. Sato (1983) : Appl. Ent. Zool. 18 : 511～516.
19) HENDI, A. et al. (1987) : Bull. Soc. Entomol. Egypte 0 (65) : 101～108.
20) HILL, D. S. (1987) : Agricultural Insect Pests of the Tropics and their Control, Cambridge Univ., Cambridge, 746pp.
21) HIRANO, K. (1985) : Res. Popul. Ecol. 27 : 159～170.
22) ―――― (1993) : Appl. Entomol. Zool. 28 : 131～140.
23) ――――et al. (1992) : JARQ 26 : 130～138.
24) ――――et al. (1993a) : Integrated Pest Management Control Component, BIOTROP, Bogor (Indonesia), pp. 69～80.
25) ――――et al. (1993b) : Appl. Entomol. Zool. 28 : 260～262.
26) 平野耕治ら (1992) ：植物防疫 46(6) : 35～40.
27) HOROWITZ, A. R. (1986) : Agric. Ecosys. Environ. 17 : 37～47.
28) ――――et al. (1984) : Acta Ecologia./Ecol. Appl. 5 : 221～233.
29) IWAO, S. (1971) : Proc. Adv. study Inst. Dynamics Numbers Popul. Oosterbeek, pp. 129～147.
30) JOHNSON, C. G. (1969) : Migration and Dispersal of Insect by Flight, Methuen, London, 763pp.
31) KAJITA, H. et al. (1992) : Appl. Entomol. Zool. 27 : 468～470.
32) KALSHOVEN, L. G. E. (1981) : The Pest of Crops in Indonesia, Ichtiar Baru-Van Hoeve, Jakarta, 701pp.
33) KIRITANI, K. and T. SASABA (1969) : Jpn. J. Ecol. 19 (5) : 177～184.
34) 桐谷圭治・法橋信彦 (1970) ：ミナミアオカメムシ個体群の生態学的研究，農林水産技術会議，東京，260pp.
35) KOGAN, M. and S. G. TURNIPSEED (1987) : Ann. Rev. Entomol. 32 : 507～538.
36) LOPEZ-AVILA, A. (1986) : *Bemisia tabaci*-a Literature Survey on the Cotton Whitefly with an Annotated Bibliography, C. A. B., Silwood Park, pp. 3～11.
37) 松井正春 (1992) ：応動昆 36 : 47～49.
38) MELAMED-MADJAR, V. et al. (1982) : Phytoparasitica 10(2) : 85～91.
39) MIYAI, S. et al. (1992) : Proceedings of Forecasting the Occurrence of Insect-Borne Virus Disease in Paddy and Soybean Fields, FFTC/DFCP/JICA, Jakarta, pp. 122～129.
40) 宮崎昌久 (1984) ：作付体系に係わる豆類研究強化プロジェクト総合報告書，国際協力事業団，東京，pp. 253～258.
41) MOUND, L. A. and S. H. Halsey (1978) : Whitefly of the World, John Wiley & Sons, London, 340 pp.
42) 内藤 篤 (1961) ：応動昆 5(2) : 98～102.
43) NAITO, A. and HARNOTO (1987) : JARQ 20 : 154～160.
44) NAKAMURA, K. and T. OHGUSHI (1983) : Res. Popul. Ecol. 25 : 1～19.
45) 大串隆之 (1987) ：日生態会誌 37 : 31～47.
46) 大戸謙二 (1990) ：植物防疫 44(6) : 264～266.
47) 奥 俊夫・小林 尚 (1978) ：東北農業試験場報告 58 : 97～209.
48) PERRING, T. M. et al. (1993) : Science 259 : 74～77.
49) POWELL, D. A. and T. S. Jr. BELLOWS (1992) : J. Appl. Entomol. 113(1) : 68～78.
50) 酒井清六 (1949) ：昆虫 17(5) : 54～55.
51) SAMUDRA, I. M. and A. NAITO (1991) : Proceeding of Final Seminar of the Strengthening of Pioneering Research for Palawija Crops Production, AARD/CRIC/BORIF/JICA, Bogor (Indonesia), pp. 51～55.
52) SCHUSTER, D. J. et al. (1990) : Hortscience 25 : 1618～1620.
53) SINGH, H. and M. S. DHOORIA (1971) : Indian J. Ent. 33 (2) : 123～130.
54) STONE, M. W. (1965) : Tech. Bull. U. S. Dep. Agric. 1321 : 1～46.
55) TALEKAR, N. S. (1987) : Soybeans for the Tropics, John Wiley & Sons, New York, pp. 25～45.
56) 田中 正 (1976) ：野菜のアブラムシ，日植防，東京，220pp.
57) Van der GOOT, P. (1930) : [English translation from Dutch by AVRDC, 1984] Agromyzid Flies of Some Native Legume Crops in Java, AVRDC, Shanhua (Taiwan), 98pp.
58) WAKAMURA, S. et al. (1990) : Appl. Entomol. Zool. 25 : 447～456.
59) 山中久明ら (1975) ：高知農林研報 7 : 1～7.
60) 安田慶次 (1979) ：九病虫研会報 25 : 107～109.
61) YOKOMI, R. K. et al. (1990) : Phytopathology 80 : 895～900.

本 会 発 行 図 書

農薬適用一覧表（平成５農薬年度）

農林水産省農薬検査所　監修

定価 3,000円（本体 2,913円） 送料 380円

A５判　394 ページ

平成５年９月30日現在，当該病害虫（除草剤は主要作物）に適用のある登録農薬をすべて網羅した一覧表で，殺菌剤，殺虫剤，除草剤，植物成長調整剤に分け，各作物ごとに適用のある農薬名とその使用時期，使用回数を分かりやすく一覧表としてまとめ，付録として，毒性及び魚毒性一覧表及び農薬商品名・一般名対比表を付した。農薬取扱業者の方はもちろんのこと病害虫防除に関係する方の必携書として好評です。

ウンカの研究40年の回顧と今後の動向（2）

前 三重大学生物資源学部昆虫学研究分野　岸本良一（きしもと りょういち）

II　トビイロウンカ，セジロウンカの水田における個体群増殖（つづき）

1　坪枯れ形成の過程

1959年，図-3にあるようなナイロンゴースの袋（高木室長はこれを小田原提灯と呼んだが）をイネ1株にかぶせ，中のウンカを吸虫管でできるだけていねいに集め，4齢幼虫以上を使ってデータ解析した。二つの水田から5日おきに毎回50株をランダムに抽出した。幸運（?）にも9月以降激しい坪枯れができたが，このころには1株のウンカ吸い取りに半時間以上もかかることがあった。

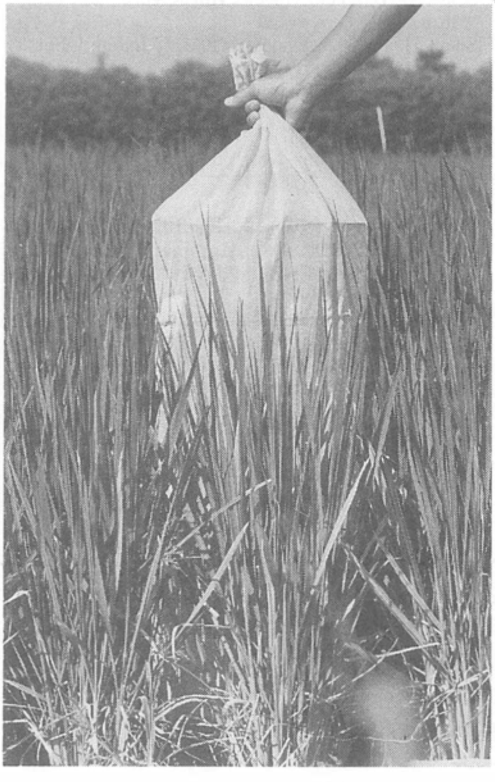


図-3　株当たりのウンカを採集するために使ったナイロンゴースの袋

Studies for the Past 40 Years and Future Prospects in the Planthoppers(2),　By Ryoiti KISIMOTO

水田での増殖過程はランダムに分布する少数の長翅型（1,200株当たり数頭）に始まり，次の2世代は雌の短翅型が増殖の主役となり，イネ収穫期に当たった第3世代は大部分が再び長翅型になって，飛び去ったり，その場で死んだ。この指数的増殖の過程で短翅型が集中分布するので坪枯れとなることがわかった。雄の短翅型は第2世代に分布の中心あたりで低率ながら現れた。この調査は，手間はかかったが結果は単純明解でわたしの好みに合った。翌年は8月の初めに人為的に短翅型の雌をいろいろな株当たり密度で放飼し，坪枯れの再現性を調べたが，結果は上々であった。また，第1，第2世代期に3日ごとに圃場採集した短翅型雌にエナメルでマークをして放飼し，生存期間が室内での飼育に比べて意外に短く，8～10日程度であることも確かめた。それで世代の切れ目がはっきりするわけである（岸本，1965）。

その後九州や関東でも同じように坪枯れのでき方を確かめた。基本的には同じであったが，世代当たりの増加率が違った。四国では約10倍であったが，鴻巣では20～30倍にもなった。一方飛来虫数は東では少ないので最終的には，際立った，しかし面積当たりの数は少ない坪枯れができることがわかった。

上に述べた調査の中でセジロウンカの密度は7月中旬にはトビイロウンカよりはるかに高く，1,200株当たり最高値は雌11（A圃場），75（B）であった。多数の産卵もみられたが，その後消えてしまった。産卵様式がトビイロウンカと違ってイネの組織を切り開き，変色させるのでウンカのふ化や初期発育が妨げられるのではないかと考えたが，そのままになっている。九州でも同じような経験をした。

残るところは最初の飛来虫がどのような過程で現れるかというところまできた。

III　長距離移動の解析

1　南方定点におけるウンカの大群発見のころ

1967年7月，南方定点での鶴岡氏によるセジロウンカの大群の発見については既にくわしく報告されている。わたしはこのことを10月12日付朝日新聞西部版の夕刊でみて，大変な衝撃を受けた。このような劇的な形で長距離移動説が日の目をみるようになろうとは予想だにしなかった。鶴岡氏の発見は他の多くの人々にも感慨を及

ぼしたと思われるが，石井象二郎氏もその一人で，ウンカについて随想を書いておられる（石井，1971：中央公論 10 月号)。ただし，氏がウンカとバッタを同じように論じておられるのが気にかかった。また，永井洋三氏（当時 徳島農試）は 1965 年から（再び）始まったウンカの特殊調査（石川，山口，鹿児島，徳島各農試担当）を担当しておられた。1965〜66 年はウンカの大発生年であって，永井氏らは日本全国の農業試験場から予察灯の成績を集めて検討した結果，67 年 5 月に行われた検討会でウンカの中国からの長距離飛来の可能性を主張したが，「当時の常識からみて出席者には極めて唐突に感じられたようで，まるでとりあってもらえなかった」そうである（永井：ウンカはどこから来るか？，1988)。10 月の上記学会で「筆者ほど，この発表を感慨を持って聴いていた者があっただろうか」と述べておられる。氏らは 1968, 69 年にこの考えを徳島県農業試験場報告に発表したが，あまり注目されなかったことを遺憾としている。永井氏の希望もあり，(時期おくれの感じはするが) ここに引用した。

わたしは県対象であるこの種の特殊調査にはほとんど関係することなく，後から資料などをみせてもらう程度であったが，最後の 2 年，1970，71 年度の検討会には呼ばれて，調査方法として黄色水盤やネットトラップについて意見を述べたが，いずれもあまりうまく利用されなかったようで，やはり伝統的で大量に誘殺できる誘殺灯のほうが魅力的だったようである。

予察灯の魅力というか魔力は相当なものらしく，その効果にいくつか問題点が指摘されながら，これからなかなか脱けられないようである。距離的にはほとんど移動しないツマグロヨコバイやその他水生昆虫が大量に誘殺されることだけでも，予察灯が長距離飛来の調査に決定的効果を期待するのは無理だと考えられよう。また南西へ行くほど 6〜7 月のセジロウンカ，トビイロウンカ誘殺数が多いことは周知のことで，これだけではなかなか長距離，海外飛来に結び付かなかったところが問題なのであった。

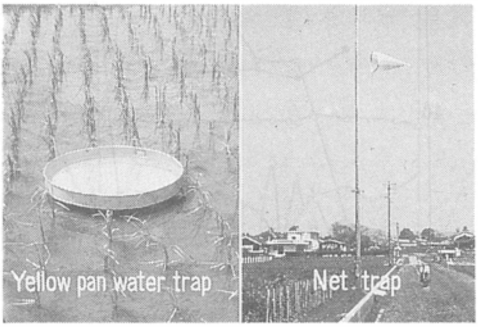
2　長距離移動の解析

わたしが長距離移動説に傾いたのは，ウンカの研究開始後ごく初期であった。移動説への判官びいきか，越冬説への懐疑も大きかった。セミナリーではよくバッタの移動やアメリカにおけるヨコバイ類の移動の論文を紹介した。一方ではそのころはまだ京大付近には宝ケ池とか深泥ケ池など湿地もあり，どこかにウンカの隠れた巣があるかもわからないと探して歩いたこともあった。おかげでシロカタウンカ（その幼虫はセジロウンカに似ており，最近まで誤まってセジロウンカと同じ属に入れられていた）や，トビイロウンカの近縁種のトビイロウンカモドキやニセトビイロウンカなどの生態を知ることができた。あるとき，ウンカで何をやるのかと聞かれて，長翅型一短翅型，坪枯れ，次いで移動説をやる予定ですと（あつかましくも）答えて，それでは全部じゃないかと，ある先輩に冷やかされたことを思い出す。

1966 年，わたしに九州への転勤の話があったとき，長距離移動の研究の好機到来と心中小躍りしたことは確かである。内地越冬説派であった末永 一環境部長（当時）がこの人事に積極的であったことも時代の移りゆきを暗示していたように思われる。わたしが九州へ赴任旅行したこの年 7 月 7〜8 日は，鹿児島県出水市における歴史的大飛来の時に当たった。

わたしはまずできるだけいろいろな方法を組み合わせ，水田への初期出現の実態を調べたいと考えて，読み取り（visual counting）や黄色水盤（yellow pan water trap）に加えて，ネットトラップ（tow-net trap）を使った（図-4)。もちろん予察灯も含めた。空中 10〜15 m に揚げた直径 1 m の吹き流し型ネットは，いささかエキセントリックではあったが，その捕虫効率はとりあえず満足できるものであった。夕方から夜半にかけて風速 8〜10 m の雨混じりの南西の強風下で，セジロウンカ，トビイロウンカと，ときにはヒエウンカと少数のその他を含む昆虫群を得たとき（図-5)，わたしはこの気象条件の解析が長距離飛来を解く鍵であると思った。この風は梅雨前線の南側の暖気帯に現れる梅雨・中後期特有の温暖多湿な南西風である。

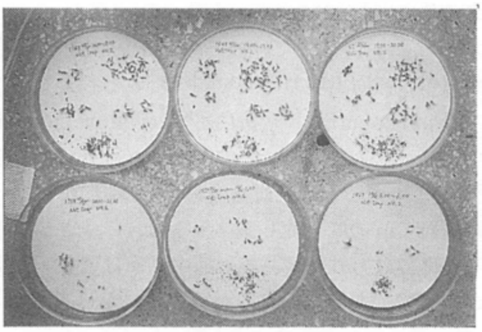
筑後にいた間 1967〜72 年のデータを解析してみると，梅雨中・後期の顕著低気圧の北東進に伴う南西風がウンカ類の運び屋として条件を満たしていることがわかった。このデータは鴻巣へ移ってから論文にまとめた



図－4　ウンカ類の移動の調査に使った黄色水盤(左)と吹き流し型のネットトラップ（右）

が，ローザムステッドでお世話になったことのあるC.G. JOHNSON博士の計らいで，1976年に創刊された国際雑誌 Ecological Entomology 1巻に載せることができた。この論文の反響はかなり大きく，これで東アジアにおけるセジロウンカ，トビイロウンカの長距離移動は国際的にも認知され，その後，中国本土，台湾，韓国さらにイギリスもこの問題に強い興味を示すようになったと思う。

なお，鶴岡氏の論文では南方定点でのウンカ群はフィリピン東方を通って北上し，その後関東へ達するであろうとされているが，やはり，ほかの場合と同じように南西風によって運ばれて来たものと考えたほうがよいと思う。これより先に西日本で飛来が観察されており，定点まで運んで来た風がそこで弱まり，ウンカは吹きだめられた形になったものであろう。似たような群飛はその後東シナ海でも梅雨末期にときどきみられた。

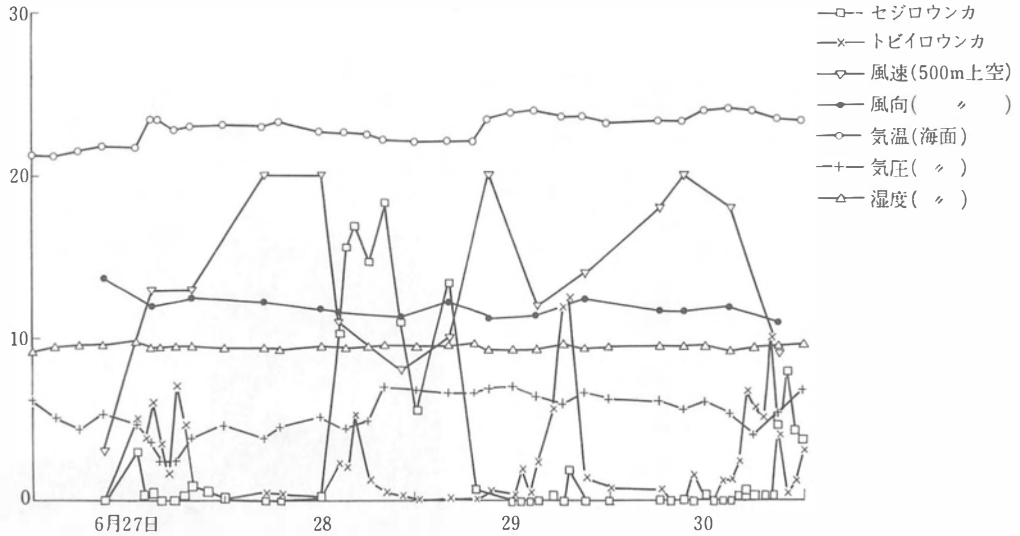


図－5 1969年6月25日16時から26日01時の間に1〜2時間ごとにネットで捕獲された昆虫類，各シャーレの右上2群はセジロウンカ（上が雄，下が雌），左上2群はトビイロウンカ（同じ），下1群はその他小型昆虫

3 東シナ海での調査

鶴岡氏の発見以降，南方定点へは害虫研究者が交代で便乗し，調査するようになったが，その後あまり大量の飛来は無かった。1969年になって東シナ海でも調査を進めてはどうかという話が起こった。植物防疫課におられた遠藤武雄氏の発案であることを後になって同氏から聞いた。氏はムギの黄銹病菌や寒菌の飛来説（いずれも中国から）からヒントを得たそうである。早速持田氏（当時 九州農試）が第一陣として，6月26日から10日間水産庁の調査船陽光丸（213トン）に便乗することとし，陸上で使っているものと同じ型のネットを提供した。このネットは海上での強風には十分耐えることができず，持田氏は大分苦労したらしい。しかし，中国大陸寄りのこの航海でウンカ類だけで，約3,000匹の捕獲があり大成功であった。第2陣はわたしが乗ったが，そのときの様子は既に書いたとおりである。

ウンカが飛来するときの海面での気象条件は陸上とほとんど同じであった。この時期，南方定点でも里見綽生氏（当時 九州農試）が調査に当たり，数百匹のウンカをネットまたは灯火で採集した。この年東シナ海西部から南方定点まで東西約2,000 km，南北約1,000 kmにわたって同じような梅雨前線の影響下でウンカ類の飛来が観測されたわけで，ウンカ類長距離移動の決定的証拠が



図－6 1977年6月27〜30日東シナ海定点でのセジロウンカ，トビイロウンカの捕獲数と気象条件．ウンカは海面での風程10 km当たり3ネット分の合計，風速はm/秒，この期間の平均風向はWSW，気温は°C，気圧は1,000 hPa以上の実測値，湿度（RH%）は10分の1．

得られた。

この後，東シナ海での調査は続けられているが，1971～72年などはウンカ類の飛来は少なく火が消えたような寂しさであった。もちろん陸上でもウンカの被害はほとんどなかった。1971年は気象庁の凌風丸（1,599トン）に，さらに1972年からはずっと啓風丸（当時，1,796トン）にお願いすることとなった。

1977～80年，わたしは連続して調査したが，このころは特に飛来数が多く，有用なデータが得られた。海上における気象条件は温度や湿度，気圧などに日周期性がほとんどみられず，そこにある気団の性質に強く影響される。しかし，3時間当たりの飛来数（ネット3箇分の捕獲数）は顕著な日周期性を示した。捕獲数は午前中は少なく，午後に多く，これは海面上500～800 mくらいに現れる強い南西風の風速と逆比例していることがわかった(図-6)。わたしはこの風がいわゆる低空ジェット気流だと思っている。船上の灯火にもたくさんウンカ類が飛来したが，卵巣は未成熟で羽化後せいぜい2～3日程度の非常にフレッシュなものであった。これらをテトロンゴースの小袋に入れ，水は与えないが，ビニル袋に入れて湿度を十分保ってやると，トビイロウンカでは平均1日，セジロウンカは2～3日生きていたが，テトロンゴースだけでは風を避けてやっても10時間くらいで全部死んだ。移動中のウンカ類の絶食生存能力はごく弱いものであることがわかった。チョウやトンボ，あるいはバッタなど高い移動能力を備えたものとは全く別のオーダーで，高湿度と高風速が長距離移動を可能にする最大の条件であることがわかった。

4　中国におけるトビイロウンカの長距離移動の研究

日本におけるウンカ類の移動の報告が刺激となったようで，中国全土にわたるトビイロウンカの長距離移動の研究が1976年以降行われ，1979年，程氏ほか（1979）による論文となって発表された（昆虫学報，22巻1号)。4月中，下旬～5月上旬19°N以南の周年発生地から出発する第一次北上に始まって，7月下旬～8月初旬の第五次の山東半島あたりまで5波にわたる北上移動が瓦をふせたように現れるという。この論文の中で，日本は地理的環境の制約があるのでトビイロウンカの移動についてその真相を明らかにする方法がない。中国では全国の研究機関の援助のもと社会主義大協力作業によって移動の経路を究明したと述べ，大変愛国的であるのはほほえましい。また，秋には南方への3波にわたる帰りの移動がみられると主張している。

わたしは1983年6月19日から同7月12日までの間，広州，南京，蘇州，杭州を訪問し，農科大学や農業科学院でわたしの考えを述べたり，中国の研究者と討論する機会を得た。大抵上に述べた程氏ほかの論文のとおりの意見であったが，中でも航空機による上空でのトビイロウンカの採集については力を入れた話ぶりであった。そのとき使ったという金網製の長四角のネットをみせてもらったが，これでウンカが潰れずに取れたのか，またほかにどんな昆虫が取れたのかはよくわからなかった。また，色素をトビイロウンカにふりかけてマークし，大量に放し，1,000 km以上も離れた地点で1頭とか2頭とか再捕獲したという話も聞いたが，どうしても実感がわかなかった。中国では自由に昆虫を採集することが禁じられているので，われわれが東シナ海で得た昆虫相との比較もできず，いささか残念であった。また中国ではあまり稲縞葉枯病の研究がなされていないようであるのに，東シナ海では保毒ヒメトビウンカが採集されるのが気になっていたが，南京一蘇州付近では発病株率10%くらいの圃場はかなりあった。

5　熱帯における長距離移動の研究

熱帯においても日本などでみられるようなウンカ類の長距離移動現象がみられるかどうか，IRRIの研究者も興味を持って1979～1981年の間8回にわたってフィリピン群島周辺を航海し，トビイロウンカ23頭，セジロウンカ43頭，その他のウンカ18頭を得たが，これを長距離移動に結び付けることはできなかったという。わたしは1972年台湾，香港，フィリピンを調査旅行したとき（既出)，熱帯から中国大陸南部への第一次北上飛来を予想したが，その決め手は南シナ海での調査であろうと考えている。この海は国際的にも問題の多い所であるが，航行する船も多いのでいつか試してみたいと思っている。実際一度木材運搬船にネットを掲揚してもらったが，いい成果は得られなかった。IRRIがこれをやってくれたらと思っていたのであった。

これより少し前1978年3月，イギリスのCOPR (Centre for Overseas Pest Research；前身は有名なAnti-Locust Research Centre）からJ. Magor博士とJ. Rosenberg博士がウンカ類の長距離移動について議論したいと鴻巣へ来られた。イギリスの研究機関がアジアのトビイロウンカについて食指を動かしていることがよくわかった。その後いくつかのトビイロウンカの移動に関する論文が出た(伊藤，1984)。

1984年3月と4月，IRRIの近くでイギリスの研究者を中心に行われたレーダー観測の結果では，日没期に飛び立ったウンカ類の飛しょうはせいぜい6～30 kmの範囲であろうとされた(Riley et al., 1987)。日本におけるヒメトビウンカの場合に似ている。

ついでながら，1988年9月イギリスと中国との協同でレーダーによるトビイロウンカの帰りの移動（return migration）の研究が行われた（RILEY et al., 1991)。午後おそく集団で飛び立ったウンカ（トビイロウンカが主）はしばしば上空400～1,000 mあたりに濃密層を作りながら数時間飛ぶ。このときの風を解析すると，これらウンカは北東方向240 kmあたりから飛来したものと考えられ，これはフィリピンでの結果とは非常に異なっており，移動性の遺伝子を南方の周年発生地へ運ぶいわゆる帰りの移動を示唆するものであると主張している。

6　オーストラリアにおけるトビイロウンカ問題

1983年2月1～11日，太平洋学術会議がニュージーランドのダニーデンにあるオタゴ大学で開催されたとき，わたしはシンポジウムの一つRice Pest Managementのオーガナイザーを引き受けたが，その中にオーストラリアにおける稲作害虫の話を同国第一次産業省(Department of Primary Industries)のI. C. CUNNINGHAM氏に依頼した。オーストラリアではクィーンズランド州のMareeba（17°N，145°E）とAyr（19°N，147°E）を中心に2期作が行われており，夏播き（11～12月）で冬収穫（5月）のイネで高温多湿な1～3月にトビイロウンカが発生するという。このころには熱帯アジアからの北西モンスーンがあるので，ウンカなどの飛来が期待できるのではないかと考えたわけである。この縁でその年8月23日～9月1日メルボルンで開催された植物ウイルス病疫学のシンポジウムに参加した機会にAyrを訪問し，DPI, Entomology BranchのI. KAY氏の案内で稲作農家の圃場を見学した。家のまわりは見渡す限りの水田で収穫は終わっており，株の上をかなりすくったが，セジロウンカの近縁種やメクラカメムシはかなり取れたが，トビイロウンカは雄3頭だけであった。このあたりではトビイロウンカは1～2月ころから現れ，密度はしだいに増加して4～5月に被害が出るという。過去12年間で4回被害が出たそうである。イネの専門家もトビイロウンカがどこからくるか知りたいものだと言っていた。翌年KAY氏は親切にも自分で採集して送ってくれた。このウンカは日本産のものと比較して雄雌ともに短翅型の出現率が顕著に高かったが，抵抗性品種に対する加害能力はほとんど示さなかった。イギリスのCLARIDGE教授ほかもオーストラリア4地点からトビイロウンカを採集し，その交尾信号を計った結果，熱帯アジアのものとははっきり異なっていることを示している（CLARIDGE, 1985)。

（つづく）

本　会　発　行　図　書

『農薬の散布と付着』

日本農薬学会　農薬製剤・施用法研究会　編　B5判　本文170ページ

定価　**3,400円**（本体3,301円）　送料　**310円**

施用された農薬薬剤の挙動について，施用法，防除機，散布法・剤型，植物表面と付着の関係・葉面からの取り込み，今後の散布技術の展望を詳述した農薬関係の技術書。

お申し込みは前金（現金書留・郵便振替・小為替など）で直接本会までお申し込み下さい。

新しい「植物防疫」専用合本ファイル

本誌名金文字入・美麗装幀

本誌B5判12冊1年分が簡単にご自分で製本できる。

①貴方の書棚を飾る美しい外観。　②穴もあけず糊も使わず合本できる。

③冊誌を傷めず保存できる。　④中のいずれでも取外しが簡単にできる。

⑤製本費がはぶける。　⑥表紙がビニールクロスになり丈夫になった。

改訂定価　1部　720円　送料　360円

ご希望の方は現金・振替で直接本会へお申込み下さい。

リレー随筆

気象観測船に乗船して(3)

啓風丸船上でのウンカ調査――やっぱりウンカは飛んでくる――

気象観測船に乗せていただいたのは昭和59年のことで，もう10年近く前のことになる。昭和43年以来続いている洋上でのウンカ類飛来調査の発端については，このリレー随筆の第1回に三田氏が述べておられるが，その後農事試験場や九州農業試験場を中心に農林水産省の研究者の方々が気象観測船に乗船され，ウンカ類の海外飛来説が不動のものとなっていた。当時，島根県農業試験場の病虫科にいた私のところへ，九州農試の平尾室長から観測船に乗船しないかという連絡をいただいた。ウンカの飛来時期といえば県農試では忙しい時期であるが，周囲の方々の理解もあって県の職員として初めて観測船に乗れることとなった。

気象観測船によるウンカ類の移動調査も以前ほどの興奮はなくなっていたが，ウンカ類の移動についてはまだ不明のことも多かった。そこで，船上での本来の仕事（ネットに入ったウンカの種類と数を調査することと，大飛来があった場合には直ちに打電すること）のほかに，少しでも新しい調査ができるようにと，実体顕微鏡や生物顕微鏡なども持ち込んだ。また，洋上で採集したウンカを持ち帰って実験に使うことにしたので，輸入禁止品輸入許可申請書（農作物有害動植物であるウンカを輸入することになる）を農林水産大臣あてに提出した。

船内で

乗船した啓風丸は最も設備のよい観測船で，乗員は約50名である。海上気象観測と高層気象観測を行っており，梅雨時期には東シナ海洋上で梅雨前線などの観測を行う。船内は冷房も効いており，食事もなかなかおいしく快適であった。この時期の海は静かであると聞かされていたが，東京湾をでるとさすがに波が荒く，船が揺れだした。乗船中は暇であろうと本を持ち込んだが，なにか集中力にかけたような感じがして，軽い読み物しか読む気にならなかったのは，船が揺れていたためかもしれない。

東シナ海の定点につくと，ウンカが少しずつ採れ始めた。6月26日の夜にはトビイロウンカが100頭ばかり採れた。出発前は，調査期間内にうまくウンカが飛んで来てくれるかどうか不安であったが，やっと生きたウンカが採集でき安心した。しかし，さらに3日後にはウンカは海を渡って来るということを肌で感じることとなった。29日の夕方からウンカが多数飛来し始め，風下側の灯火にウンカが集まって来た。海の上にもウンカが浮かんでいる。吸虫管で虫を集めていると，乗組員も集まってきたが，驚いたことに吸虫管をもって来て手伝ってくれる人もいる。以前に乗り込んだ担当者から吸虫管をもらったのだそうだ。甲板上で虫を採集しては，船内で調査するという忙しい夜であった。

洋上での調査から

一度きりの調査であったが，貴重な体験をすることができた。この調査で得られた結果についてとりまとめてみたい。まず，これまでも推定されていたことではあるが，ウンカ類は未交尾で長距離を飛来することである。29日夜に採集されたウンカ雌成虫の一部（セジロウンカ53頭，トビイロウンカ26頭，ヒメトビウンカ14頭）を解剖して卵巣を調査したところ，すべての個体で卵巣発達はまったくみられず，受精のう内に精子も確認できなかった。それまで，地上での飛来虫の調査では，完全に確認できなかったが，長距離飛来は若い成虫によって行われることが，確認できた。もう一点，この調査から提起された問題（少なくとも自分にとっての新たな認識）は，イネウンカ3種はかならずしも同時・同所的に飛来しないということであった。このときの調査では，トラップされるウンカの種やその比率が時間帯によって異なった。この現象を解き明かすには，実際にウンカがどこからどのように飛しょうを開始するのかが解明される必要があろう。また，島根大学の前田教授らの調査で，セジロウンカ220頭からカマバチ幼虫が12頭，ネジレバネ幼虫が2頭みつかった。これらの寄生昆虫も長距離移動してくるわけで，これらの寄生昆虫の子孫が国内到着後どのような寄主を相手に，どのように広がっていくのか，あるいは広がらないのかなど，興味は尽きない。洋上から持ち帰ったヒメトビウンカは，その後細胞質不和合性や休眠の研究に用いることができた。

この洋上調査は，そのほかにも非常に思い出が深い。東シナ海に向かう前に四国沖の定点で観測を行っている際，気象観測機器の修理が必要となり，急きょ鹿児島港に向かった。鹿児島では思わぬ2日間の休日となり，このとき鹿児島農試に深町三朗氏を訪ねたり（じつは初対面であった），桜島を見学したりできたのも楽しい思い出である。また，なんといってもウンカが海を渡って飛んでくるというのを実際に自分で体験できたのは，非常に貴重なものであった。

（蚕糸・昆虫農業技術研究所　**野田博明**）

（口絵解説）

花の病害虫（11）――シクラメン――

1 シクラメンの生産状況

シクラメンは，冬に出荷，消費される鉢物花きの代表である。一方，栽培期間が1年以上と長いため各種の病害虫の発生が問題となっている。また，鉢物花き類は株全体が商品となるため，被害許容水準が低い。そのうえ，発病初期や加害初期には被害が目立たず防除時期を逸しやすい。登録薬剤が少ないことも，的確な防除を困難にする一因となっている。シクラメンは施設で栽培されるため，圃場衛生管理などを含めた総合的な高い水準の防除技術が要求される。

2 シクラメンの病害

現在までに報告されている病害のうち，細菌病は軟腐病，葉腐細菌病，芽腐細菌病が，糸状菌病は灰色かび病，萎ちょう病，炭そ病，苗立枯病等が発生しやすい。

病徴：細菌病は芽や葉柄基部から発病，腐敗することが多い。葉柄，花柄や塊茎等に病勢が進展すると，株全体が萎ちょう，軟化する場合が多い。軟腐病では特有の悪臭が，葉腐細菌病では葉柄や塊茎等の導管褐変が特徴である。芽腐細菌病では低温期に発生しやすいことや，組織が軟化しても悪臭があまりないことが診断のポイントとなる。灰色かび病は花弁に褐色や赤味のある斑点を生じるほか，葉身や葉柄にも病斑を形成し，やがて各罹病部に灰褐色のかびを生じる。萎ちょう病は，最初に株の一部の葉身が黄化し始め，葉柄が生気を失って萎ちょうするほか，病株の塊茎は維管束部が褐変する。炭そ病は，葉に円形～不整形の褐色の病斑を形成し，葉柄や塊茎の表面にもややくぼんだ病斑を形成する。また，幼芽を侵して芽枯症状となることもある。苗立枯病は幼苗の地際部がくびれて倒伏，枯死し，塊茎も腐敗する。

病原菌の生態：各病原菌とも残渣，用土，育苗箱や鉢等が一次伝染源になる場合が多く，多湿条件下でまん延しやすい。細菌病は灌水時の水はねにより罹病株から細菌が飛散しやすい。また，植え替え等の管理作業時に株に生じた傷口が細菌の侵入口となってまん延する。軟腐病菌や芽腐細菌病菌は寄主範囲の広い多犯性の細菌である。炭そ病や苗立枯病は高温で発病が多い。炭そ病菌はイチゴにも病原性を持つとされ，施設などで相互に感染している可能性もある。苗立枯病菌は多犯性で多くの野菜や花きを侵す。灰色かび病菌は，やや低温を好むために出荷時期と発病適期が重なりやすく，被害が大きくなる場合がある。萎ちょう病菌は土壌伝染する。年間を通じて発病がみられるが，昼夜の温度差が大きくなるような管理では株の抵抗力が低下し，発病が助長される。

防除：資材や用土等はあらかじめ消毒したものを使用するほか，常に発病に注意し，発病株は直ちに施設外で適切に処分する。また，鉢替え等の管理時には株に傷を付けないような配慮が必要で，高温多湿な時期には特に注意する。底面給水等の病原菌の飛散や株の濡れを避ける灌水方法や，施設の換気による湿度の低下等も有効な衛生管理技術である。薬剤による防除は予防に重点を置き，発病前から定期的に行う。軟腐病にはストレプトマイシン・有機銅水和剤，葉腐細菌病には有機銅水和剤及び粒剤，灰色かび病にはイミノクタジン酢酸塩・ジラム，イミノクタジン酢酸塩・ポリオキシン，チオファネートメチルの各水和剤，DBEDC乳剤，萎ちょう病にはヒドロキシイソキサゾール液剤，ベノミル水和剤が登録がある。

3 シクラメンの害虫

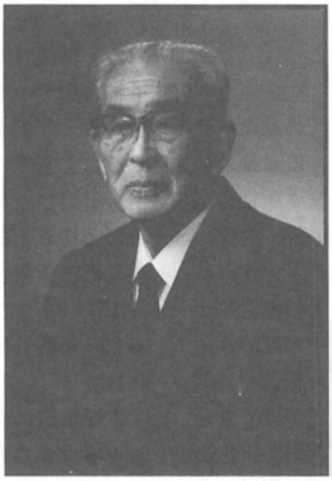
シクラメンではチャハマキ，キンケクチブトゾウムシ，サツマイモネコブセンチュウ，ワタアブラムシ，シクラメンホコリダニ，チャノホコリダニ，ナミハダニ，ヒラズハナアザミウマ，ミカンキイロアザミウマ，ハスモンヨトウ等が問題になる。これらの害虫の多くは，加害初期には被害が目立たず，防除時期を逸しやすい。そのため，被害の徴候を知って早めに対処する必要がある。

被害と診断：シクラメンホコリダニは0.2 mm内外の小さなダニで，肉眼でみつけることは難しい。生息部位は蕾，花弁，花弁とがく片の間などにある。被害は花の変形，花弁の色の部分的な変色，花や芽の枯死である。これに対して，チャノホコリダニでは花や芽の枯死に至ることはほとんどない。ヒラズハナアザミウマやミカンキイロアザミウマ等のハナアザミウマの被害は，チャノホコリダニのそれと症状からは区別しにくい。両者は被害症状の出ている蕾の中に多く生息するので，虫によって確認することが必要である。ハスモンヨトウの若齢幼虫は葉や花の上にいて食害するが，老齢幼虫は土の中や株間に生息し，若い葉や花芽を食害するので防除を怠ると被害を大きくする。

防除：シクラメンホコリダニの防除にはケルセン乳剤やベンゾエピン乳剤が有効である。しかし，単なる散布だけでは効果がなく，あらかじめホコリダニが生息する蕾や花を除去してからの薬剤散布が有効である。シクラメンホコリダニ対策はハダニやチャノホコリダニに対しても有効である。ハナアザミウマ類の防除剤としては，チオシクラム水和剤やカルタップ水溶剤があるが，花への薬害が心配されるので出荷期近くでは使用しない。

（埼玉県園芸試験場 **根本 久・酒井和彦**）

上遠　章顧問を偲んで



社団法人日本植物防疫協会顧問　農学博士上遠　章先生は平成5年11月23日，急性呼吸心不全により，94才の生涯を閉じられました。

上遠　章先生は大正15年3月東京帝国大学理学部動物学科をご卒業，農学部副手を経て，昭和4年農林省に入省され，昭和22年まで農務局農産課において，一貫して植物防疫関係の業務に精励されました。とりわけ病害虫防除の的確な推進のための基本的な技術対策として，病害虫発生予察事業の創設に尽力され，食糧増産に大きく貢献されました。また戦後の混乱期に不良農薬が続出した際には，正義感の強い先生は耐えられなかったと存じます。優良品の普及徹底を図るため，国の予算がないこともあり，社団法人農薬協会の設立に力を注がれ，農林省の許可のもとに，出荷前に農薬を検査するような仕組みを中心になって作られました。

後にこの検査機関は，GHQの勧告により国が直接行うことになり，別途農薬検査所が設立され，先生はその所長にご就任になりました。このため農薬協会は，発展的に改組する必要を生じ，先生が中心になり，かなりご苦労があったようですが，現在の私共の社団法人日本植物防疫協会の設立に力を注がれ，農薬に関する試験研究の斡旋，農薬の適正使用の指導など，植物防疫に関する，いわば文化事業を推進するような仕組みとされました。このこともあり，現在では考えられないことですが，農薬検査所長の現職のまま協会の常務理事になられ，多くの障害を克服し，協会の運営を軌道にのせられました。私共の日本植物防疫協会の今日があるのも，上遠先生のお力によるものと申し上げても過言ではないと存じます。

昭和35年ご退官後も，45年まで10年間理事として，45年からはおなくなりになるまで顧問としてご指導いただきました。誠にありがたく，今改めて心から御礼を申し上げます。

先生は単に日本植物防疫協会だけでなく，ご退官後全国購買農業協同組合（現在のJA全農）の農薬研究部長，さらには日本特殊農薬製造株式会社の研究所長取締役としてご活躍されました。現在日本バイエルアグロケム株式会社から，効果がすぐれ安全性の高いすばらしい新しい薬剤が続々上市されていますが，これも先生の研究面でのご指導が実を結んだものと拝察されます。先生はご退官後も植防関係のOB会の会長として，私達後輩の指導に当たっていただきました。毎年5月の総会でお会いするのを楽しみにしておりましたので，天寿を全うして天に召されたとは言え，淋しい限りです。

先生は，高等学校に入学された翌年，大正8年に洗礼を受けられたと承っていますが，先生の生涯は神の御心と共にあったように拝察されます。先生が農薬を終生の仕事とされたのも，人類を平等に愛し，ともに生きるという，キリストの教えがあったからではないでしょうか。

戦前，戦後は日本で米が自給できず，一部輸入して何とか飢えをしのいでいたのですが，先生は農林省にあって，国民の一人一人が十分な食べ物を確保するにはどうしたらよいか常に考えられ，病害虫の被害をなくすこと，そのためには農薬がどうしても必要であると考えられたと存じます。事実，戦後開発された効果の高い農薬の出現によって，日本の米作は一挙に20～30％増収し，昭和30～31にかけて，米の自給が達成されました。ただ残念なことに，農薬の毒性・残留性を指摘したレーチェル・カーソン女史の「沈黙の春」が公にされ，以来マスコミの農薬公害の過大報道もあり，一部には農薬の使用を罪悪視する世論が生まれたことです。おそらく，農薬関係のいわばリーダーであった先生は，随分お悩みになられたと拝察します。そのことが先生の書かれた随想，随筆の中によく表されています。そして，その中で先生は「農薬は人類が生きる糧としての食糧生産には欠くことのできない資材である。ただ，農薬の公害をなくすことは全人類の義務である。農薬の公害をなくすために農薬の研究開発，使用法の合理化，安全化は農薬に関係するすべての人の責任であり，義務である。それによって今後の農薬を生かし発展させるものであると私は信ずる」，と既に20年前に書かれています。

以来，関係者の血のにじむ努力により，現在は，安全で効果の高い薬剤が開発使用されるようになったと思います。しかし残念なことに，未だに農薬に対する非科学的な批判は跡を絶ちませんが，私共は先生の教訓を生かし，さらに立派な農薬を開発し，全人類の食糧の確保に役立ちたいと念じております。先生，どうか天国から我々をご指導下さい。先生のご冥福を心からお祈り申し上げます。　**（梶原敏宏）**

植物防疫基礎講座

植物病原菌の薬剤感受性検定マニュアル(6)

野菜類灰色かび病菌

社団法人日本植物防疫協会研究所 木曽(きそ) 皓(あきら)

はじめに

現在，我が国では灰色かび病に対して多くの薬剤に登録がある。しかし，これらの薬剤の中には，既に薬効の減退（感受性低下菌の出現）や薬剤間での交さ耐性の関係で防除上問題を起こしているものがある（木曽，1988)。また，新しいところでは，*N*-フェニルカーバメート系剤（ジエトフェンカルブ）と他剤との混合剤が使用されるに至って，ベンズイミダゾール中等度耐性菌の増加に伴う混合剤の効力減退が認められた報告が外国であり（Leroux, 1992；Elad, et al., 1992)，我が国でもジエトフェンカルブ・チオファネートメチル剤耐性灰色かび病菌の発生が確認されている（竹内，1987：野村・小林，1990)。そのため，今後，同様の事態の発生が我が国でも懸念される。そこで，灰色かび病菌の感受性検定に際しては*N*-フェニルカーバメート系剤も合わせて検定する必要がある。本号では，野菜類の灰色かび病菌について今までに報告された殺菌剤感受性の検定法と合わせて，検定に際して注意すべき点などを記載して参考に供する。

I 検定用材料の調製

1 検定用病原菌の採集

病原菌の採集には，被害部分からの組織分離法と菌の繁殖体をかきとって採集する方法及び *Botrytis cinerea* の選択培地を用いる方法がある。

（1） 被害部分から直接病原菌を分離する方法

1） 繁殖体がみられない病斑部からの採集(組織分離)

葉，茎，花弁及び果実などの被害部分を5mm四方に切り取って70％アルコールに数秒間，その後直ちに2％アンチホルミン液で2，3分間表面消毒を行い，続いて殺菌水で十分洗浄し，300ppmのストレプトマイシン硫酸塩を含むブドウ糖加用ジャガイモ寒天（PDA）平板培地に置床する。20℃で数日間培養すると切片の周囲に病原菌の菌糸が生育するので，早い時期にPDA培地に移植して保存する。果実（トマト，ナス，キュウリ，イチゴなど）の場合は果肉の部分から直接組織分離すると雑菌の汚染が防げる。

Methods for Monitoring Fungicide Resistance-Vegetables (*Botrytis cinerea*). By Akira Kiso

2） 標徴（繁殖体が被害部にみられる）部からの採集

被害部上の繁殖体（菌糸及び胞子を含めて）を白金針でかきとって1）と同じ培地に移植する。この場合胞子の飛散によって菌株が互いに汚染する危険性があるので，白金針のひとかきごとに（一菌塊ごと）培地を変えて個別の菌株ごとに隔離分離を行うのが望ましい。また，接種部分に菌糸の生育がみられたら，早い時期に1）と同様のPDA培地に移植する。

（2） 胞子トラップ法（暴露法）による病原菌の分離（口絵）

本採集法は空中を浮遊している胞子を選択培地で直接トラップする方法である。本法に使用できるものとして岡田ら（1992）の選択培地がある。直径9cmのシャーレにやや厚めに（25 m*l*）培地を流し込んで平板を作る。この培地を灰色かび病菌を採集しようとする場所に設置する。一定の間隔をおいてできれば10枚くらいのシャーレを設置する。このトラップ法は作物が栽培されて発病がみられるとき，栽培されているが発病がみられないとき，作物が栽培されていないときなど，すなわち，条件によって灰色かび病菌のトラップ数に違いが生じる。しかし，いずれの場合でも病原菌がトラップできるので優れる。発病後は，作物の株間，畝間あるいは株もと付近に地表面から50cmくらいの高さにシャーレを設置すればよい。暴露する時間は空中を浮遊する胞子密度，あるいは発病状況などによって決めることになるので，あらかじめトラップする時間について予備試験をしておくことが望ましい。岡田（1992)，Jarvis（1962）によると，胞子は午前中(8〜10時)の急激な湿度変化が起こる時間帯に最も多くトラップされるという。また，選択培地に当該農薬を通常の感（受）性菌に対するMICよりも高い濃度で加えておくことで，感受性が低下している菌を直接トラップすることができる。

2 検定用菌の調製

1-(1)-1)，2)及び(2)の方法で分離した菌株は，単胞子から得られたものであればそのまま検定に使用できる。トラップ法で分離した菌株は単胞子由来である確率がきわめて高い。しかし，その他のものでは薬剤に対する感受性を異にする菌株が混合している危険性が高い（氏家ら，1992)。そこで，被害部から分離した菌は，単

菌糸及び単胞子を用いて純粋分離する。

（1） 菌の純粋分離法

1) 単胞子分離法：前述の方法で分離，PDA で保存した菌株を PDA 平板培地に移植し，20℃で培養して菌糸先端がシャーレの壁面から 1 cm 近くまで生育した時点で BLB を照射（培地面までの高さ 35～40 cm，23℃，72～96 時間）する。この処理で分生胞子が作られるので，殺菌水で胞子濃度 5×10^2/ml まで希釈する。この胞子液の 100～200μl をストレプトマイシン硫酸塩加用 PDA 平板培地に滴下し，表面に均一に分散させたあとクリーンベンチで培地表面を乾燥させる。次いで顕微鏡下で単胞子部分のシャーレの底にマークをつけて 20℃で培養する。マークをした単胞子から生育したコロニーを純粋分離菌とする。

2) 単菌糸分離法：1)と同じ様に PDA で保存した菌株を PDA 平板培地で前培養（20℃，72 時間）する。生育した菌そう先端を直径 4 mm のコルクボーラーで打ち抜き，このディスクを再び PDA 培地で培養する。この状態で新鮮な生育菌糸の先端を顕微鏡で観察しながら長刀型メスで切り取り単菌糸を得る。切断する菌糸は，培養時間が長くなると菌糸が絡み合いメスで切り取ることが難しくなるので 20℃，72 時間培養を厳守する。

（2） 純粋分離菌の保存

純粋分離した菌株は，PDA 斜面培地にテフロンキャップをして 20℃で保存すれば 3～6 か月は十分保存できる。

3 検定用培地の調製

（1） 培地の種類と平板培地作製法：培地の種類は特に選ばないが，人為的誤差を小さくし，結果の再現性を高める意味でできれば，DIFCO Lab. などから市販されている Potato dextrose agar（PDA）の平板培地を使用するのがよい。培地は処方通り調製し，滅菌プラスチックシャーレ(浅型 90×15 mm)に平板の厚さが 2 mm になるように流し込む。平板の厚さが 2 mm 以上になると，薬剤加用培地で検定する際，薬剤と直接接触しないディスク面に菌が生育するために，薬剤含有平板培地上での生育かどうかの判断に悩まされる場合がある。

（2） 薬剤加用平板培地の作製法：使用する薬剤は水和剤がよい。フロアブル剤は検定する薬剤濃度を作製するための計量に不都合である。入手が可能であれば当該農薬の抗菌活性の本体を用いるとよい（例えば，ベンズイミダゾール系剤であればカルベンダジム（MBC））。PDA と薬液（水和剤を殺菌蒸留水に懸濁）を 9：1 の割合に混ぜて，薬剤加用後の有効成分が所定の濃度になる様に平板を作製する。したがって，10 倍濃い薬剤の原液をPDA に加える。対照として薬剤無加用区を設ける。なお，ベンズイミダゾール系薬剤（チオファネートメチルやベノミル）は，培地に加用後オートクレーブで殺菌しても，その抗菌活性の保持に実用上大きな支障はない(かえってこの方が検定によいこともある)。しかし，薬剤の種類によってはオートクレーブで殺菌することで薬剤が変性するものもあるので，その場合は培地をシャーレに分注する直前に薬剤を無菌的に加用するほうがよい。使用するシャーレは無分画のものでもよいが，検定する濃度が 3 段階あるときには，市販の 4 分画の滅菌済みプラスチックシャーレを使用して，1 枚に 20ml 流し込む。また，1 分画を対照用とする。

この平板培地で検定の対象となるのは菌糸と胞子である。しかし，胞子を対象とするときには，スライドカルチャー法を使用する方が胞子の発芽状況などを写真撮影するのには都合がよい。スライドグラスを中性洗剤，次いでアセトンで洗浄したあと，十分に水洗して乾燥させる。このスライドグラスの表面に薬剤入りの PDA（2 ml）を流し，スライドグラスの四隅に均一に PDA が行きわたった時点で滴下をとめると厚さ 1 mm の培地ができる。これをスライドカルチャー用とする。

（3） 濃度別薬剤液の調製：ベンズイミダゾール系，ジカルボキシイミド系，*N*-フェニルカーバメート系の薬剤の種類によって検定濃度の取りかたが違う。また，ただ単に菌の感受性の違いを試験する場合と，MIC や EC_{50} を求める場合とで濃度設定を変えることが一般に行われる。

1) ベンズイミダゾール系薬剤の場合(口絵)：市販のチオファネートメチル 70% 水和剤かベノミル 50% 水和剤を用いる。この両者の間では通常交さ耐性がみられるため（図-1），いずれか一つの薬剤を選択すればよい。筆者はチオファネートメチル 70% 水和剤を使用している。前記したように，PDA と薬液を 9：1 に混ぜて，薬剤加用後の有効成分（a. i.）濃度がおのおの 1，10，100 μg/ml となるように平板を作る。MIC，EC_{50} を求める場合は，2,048 μg/ml から順次 2 倍段階希釈して 0.125 μg/ml までの 15 段階濃度を設ける。

2) ジカルボキシイミド系薬剤の場合(口絵)：このグループの薬剤間でも通常交さ耐性が見られるので（図-1），市販のイプロジオン，ビンクロゾリンまたはプロシミドンの各 50% 水和剤のいずれか一つを用いればよい。しかし，一般にはプロシミドン（50% 水和剤）を用いる場合が多い。薬剤は有効成分濃度で 1，5，10 μg/ml となるように PDA に加用して検定用の平板培地を作る。5 μg/ml 以上の濃度で菌糸の生育が認められたとき

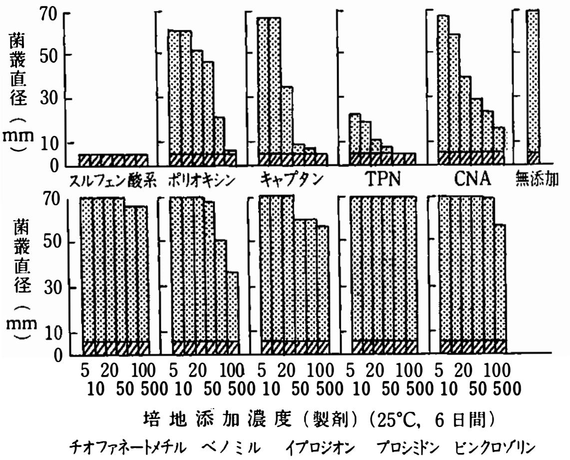


図-1 薬剤添加PSA培地上でのイプロジオン剤高度耐性灰色かび病菌の発育(No.60菌)

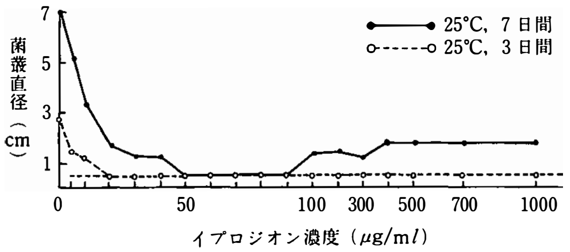


図-2 イプロジオン剤耐性灰色かび病菌が示す薬剤含有培地上での発育特異性(供試菌株数No.74)(木曽ら, 1982)

には，さらに成分濃度を上げて検定する。

なお，イプロジオンに対する耐性菌は同薬剤有効成分の25〜100 μg/mlではいったん生育抑制を受け，より高濃度の薬剤存在下では生育が回復するというポリモーダル生育(図-2, 口絵)を示す(木曽ら, 1982)。したがって，普通25〜100 μg/ml前後で生育抑制がみられるので，検定濃度の設定には注意し，25 μg/ml以下に設定することが望ましい。この検定で菌糸の生育が認められた場合には検定濃度を更に50,100 μg/mlと上げて検定し，高い濃度で菌の生育を確認する。ビンクロゾリンやプロシミドンではこのような生育特性はみられないから検定濃度の設定に制限はない。しかし，これら両剤を高濃度に設定すると，その有効成分が水に溶けないで成分量が不正確となるので注意する。

3) *N*-フェニルカーバメート系薬剤の場合：本系統の薬剤で現在登録があるのはジエトフェンカルブである。本剤には単剤と，混合剤(チオファネートメチルとジエトフェンカルブの混合剤及びプロシミドンとジエトフェンカルブの混合剤)がある。ジエトフェンカルブ感受性は，有効成分濃度で1及び5 μg/ml加用PDA培地で検定する(氏家ら, 1992)。ジエトフェンカルブは平板培地を作る直前に無菌的に培地に加用する。

II 感受性検定方法

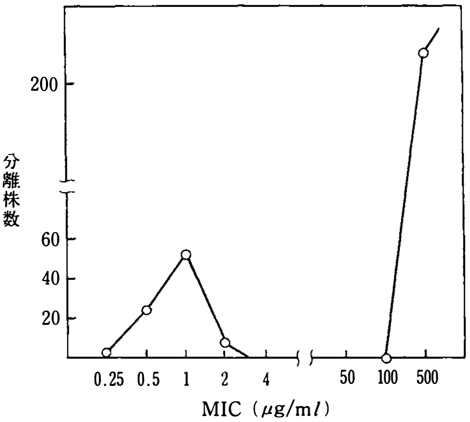
1 具体的な検定方法

(1) 菌糸を用いる検定のための純粋分離菌の前培養：供試菌の菌糸片をPDA平板培地に接種(置床)，(長時間保存した菌は移植後生育のスタートが遅れるので，前培養を2回行い，2回目の新鮮で活力のある前培養菌を用いる)，20℃, 1〜2日間前培養した後，生育菌糸の周辺部分からコルクボーラー(直径4 mm)で菌そう片(ディスク)を打ち抜く。前培養が長くなるとディスクが打ち抜きにくくなるので1〜2日以内に前培養を終える。打ち抜いたディスクを薬剤加用PDA検定培地に接種源として用いる。

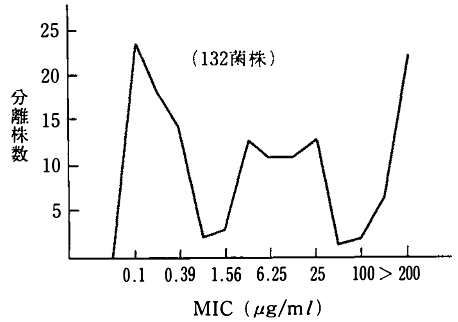
(2) 検定培地での菌の培養と調査法：前培養培地から打ち抜いたディスクは菌糸面を下にして，菌糸面が直接検定培地に接触するように置床する。直径9 cmのシャーレを使用すれば1枚のシャーレでディスクは10個置床できる。ベンズイミダゾール系薬剤に関する検定では，接種後20℃で培養し，24時間後に1回，次いで48時間後に2回目を，ジカルボキシイミド系の薬剤では，接種48時間後に1回，次いで96時間後に2回目，120時間後に3回目を，*N*-フェニルカーバメート系の薬剤では接種24, 48, 72, 96及び120時間後にそれぞれ生育した菌そうの直径を測定する。なお，ジエトフェンカルブ剤を含む培地にディスクを置床すると感性菌であっても菌糸が1〜2 mmは伸長する(氏家ら, 1992)。しかし，この菌糸の伸長をもって感受性低下菌(耐性菌)と判定してはならない。耐性菌はその後も生育を続けるが，感性菌はそのままで菌糸伸長が停止する(口絵)。いずれの検定でも菌そう直径から接種源の直径4 mmを差し引いて生育量とする。ジカルボキシイミド系と*N*-フェニルカーバメート系の両薬剤では，上記の調査以外にその後もしばらくの間生育状況を観察することが望ましい。しかし，ジカルボキシイミド系薬剤ではあまり長い間薬剤加用培地で培養を続けていると変異により菌が耐性を獲得し，隔膜を形成してくることがあるので注意する。

このほか，液体培地法(桜井, 1975)による検定法があるが，この方法は実際に使用されることが少ないので(参考)文献を参照されたい。

(3) スライドカルチャー法：本法は胞子の発芽状態(発芽管の異常，発芽管の隔膜の形成など)で薬剤感受性を検定できる(桜井, 1975)が，そのためには供試菌の



図－3　PSA 培地上における灰色かび病菌のチオファネートメチル剤に対する感受性頻度分布曲線（手塚・木曽，1977）



図－4　花卉・野菜から分離した灰色かび病菌の MBC 感受性頻度分布曲線（桜井・藤田，1976）

胞子を多量に作る必要がある。この方法は 2-(1)-1)に準じればよい。すなわち，透明なガラスシャーレまたはプラスチックシャーレで前培養した菌そうに BLB を照射する。シャーレのフタをしたままで，BLB（20W，FL20S・BLB 東芝蛍光ランプ）の光源から 35～40 cm 下に並べて 72～96 時間照射することで，菌そう表面に多量の胞子が作られる。これを明所に移してシャーレ内が多湿にならないように保管して使用まで保存する。この方法で作った新鮮な胞子を殺菌水に懸濁して，原液の胞子濃度を 5×10^3 個/ml に調整する。この胞子液をスライドグラス上の薬剤加用培地面に 10 μl（胞子数でおよそ 50 個）を 1 滴として等間隔で 10 か所に滴下する。胞子液がスライド面に均一になるように塗抹して表面を軽く乾燥し，湿度を保持したプラスチック箱に入れて 20°C で培養する。24 時間後に胞子の発芽状況を調査し，またカラーフィルムで顕微鏡撮影して記録する。

（4） 感受性検定結果の表記方法：菌糸生育試験では前記したとおり検定培地での菌糸生育量を求める。次いで，各供試菌の生育に対する薬剤の 50% 生育阻止濃度，EC_{50}（μg/ml，薬剤無添加における生育量と比較して，その 50% を阻止するのに必要な薬剤の濃度）を作図（Finney, 1952）もしくはパソコンソフトの利用（Sokal, 1958）により求める。

1） 感性菌に対するカルベンダジムの EC_{50} は 1 μg/ml 以下である。我が国に分布する耐性菌の多くは強（高度）耐性菌（口絵）で，薬剤の EC_{50} は 100 μg/ml 以上であり，菌の薬剤感受性に関する頻度分布曲線は通常，感性菌と耐性菌が示す 2 峰性（図-3）である（手塚・木曽，1977；山本，1976）。しかし，報告例は少ないが桜井・藤田（1976）によれば MIC が 1.56～25 μg/ml の弱～中等度耐性（図-4）を示す菌株が確認されている。

2） ジカルボキシイミド系薬剤では，その EC_{50} が有効成分量で 1 μg/ml 以下のものを感性菌，3～10 μg/ml，100 μg/ml 以上のものをそれぞれ弱耐性菌，強耐性菌と判定する（Faretra and Pollastro, 1991）。

3） *N*-フェニルカーバメート系薬剤のジエトフェンカルブでは，感性菌に対する EC_{50} は 1 μg/ml 以下である。我が国では今のところ本剤に対する中等度及び高度耐性菌の報告は少ないが，EC_{50} が 100 μg/ml 以上を示す菌株の存在が報告されている（野村・小林，1990）。筆者らは本剤に対する感受性検定の際，有効成分量濃度として 5 μg/ml を用いている。この濃度で生育した菌については，10，20，40，60 及び 100 μg/ml でさらに検定を行う。また，本剤による検定に合わせてジエトフェンカルブ・チオファネートメチル混合剤（ゲッター水和剤）で，ジエトフェンカルブの有効成分濃度を単剤による検定時に設定する濃度，すなわち，5 μg/ml として検定培地を作り同時に検定している。当然のことながら，ジエトフェンカルブ単剤で感受性の低減が確認された菌株は，必ずジエトフェンカルブ・チオファネートメチル混合剤に対しても同じ有効成分量で感受性の低減が観察され，両者の間には正の相関が認められる。

なお，耐性検定の指標に，薬剤の最低生育阻止濃度，MIC（μg/ml，菌の生育を完全に阻止するのに必要な最小濃度）もしばしば用いられるが，生育の速い灰色かび病菌では，薬剤加用培地上で菌糸がわずかに生育することが多いため，本菌の厳密な感受性検定には MIC よりも EC_{50} のほうがよい。また，耐性菌検定用培地調製時のミスなどをチェックする目的で，対照の標準菌株として感性菌及び感受性低下菌（耐性菌）を用意し，比較検討することが望ましい。

4） スライドカルチャー法では，胞子の発芽率，発芽管の異常及び発芽管の隔膜の形成状況を感性菌との比較

によって観察，または数値化して求める。桜井（1977）はカスガマイシン耐性イネいもち病菌がブラストサイジンSに示す耐性の表記方法を，その胞子発芽阻害度を定量的に求め(ED)，感性菌と比較して数式で示している。この表記法が利用できる。

（5） その他感受性検定に当たっての注意事項

1） 単胞子（もしくは単菌糸）によらずに，組織分離や病斑部分から菌糸や胞子を一括菌塊として分離した場合には，分離材料を採集した圃場にSSR菌（記号については付記参照）が高率に存在している条件下ではRSS菌との混在が起こり，RSR菌と誤認されやすい（氏家ら，1992）。例えば，このような分離菌をベンズイミダゾール系薬剤で検定したとき耐性，ジエトフェンカルブで検定したとき耐性で，ジカルボキシイミド系薬剤では感受性と判定される。ところが，この検定でベンズイミダゾール系薬剤加用培地で生育した菌をジエトフェンカルブ加用培地に移して検定すると生育しない場合がある。すなわち，ジエトフェンカルブに対しては感受性が高い。この結果，ベンズイミダゾール系薬剤加用培地で生育した菌はRSSと判定される。一方，ジエトフェンカルブ存在下で生育した菌をベンズイミダゾール系薬剤加用培地で検定すると生育しない場合がある。すなわち，ベンズイミダゾール系薬剤に対して感受性が高い。この結果からジエトフェンカルブ培地で生育した菌はSSRと判定される。このことは単胞子や単菌糸で純粋分離しなかった菌を検定した場合には，RSSやSSRを見かけ上RSRと誤って判別することがあるということである。この誤判別を防ぐためには，ジエトフェンカルブ・チオファネートメチルの混合剤を培地に加えて検定に用いればよい。このときの有効成分濃度はジエトフェンカルブ単剤での検定濃度に合わせて5 μg/ml とする。

2） 灰色かび病菌は菌糸が多核であるため，ヘテロカリオシスによってジカルボキシイミド系薬剤耐性が不安定であるという報告があるので（Lorenz and Eichhorn, 1982）感受性検定のときには注意する。

3） 検定を行う場合に，供試薬剤の1濃度のみで感受性を検定している場合がしばしば見受けられる。しかし，灰色かび病菌のベンズイミダゾール感受性（耐性）やジカルボキシイミド感受性（耐性）はそれぞれ，染色体の主働遺伝子の変異によること，強耐性や中等度耐性は同一遺伝子座を占める複対立遺伝子の一つによって支配されることが，最近の交雑試験で明らかになっている（Faretra and Pollastro, 1991）。このように，強耐性菌と中等度耐性菌は遺伝的に異なるほか，他剤に対する反応など生理生態的性質にも違いがみられる。したがって，上述のように薬剤濃度区をいくつか設けて検定し，それぞれの菌について感受性の程度を区別することが望ましい。

4） 感受性低下菌（耐性菌）としての判断のよりどころは石井（1993）を参照。

5） 耐性菌でありながら病原性がないか，さもなければ極度に低下している菌株が採集されることがある。そこで，宿主を使用した感受性検定や圃場での薬剤防除効果と耐性菌との関連を簡単に調べたい場合には，手塚・木曽（1976）のキュウリ果実法及び田中・木曽（1991）のキュウリ子葉・ペーパーディスク法で検定すればよい。

（付記） 耐性菌の表記方法

第3回殺菌剤耐性菌研究会シンポジウムで竹内（1993）がベンズイミダゾール，ジカルボキシイミド及びジエトフェンカルブの3薬剤に対して灰色かび病菌が示す感受性の程度により，その表記方法を次の8種類に類別した。すなわち，SSS，SSR（従来のSS菌），SRR，SRS(SR)，RSS(RS)，RSR，RRS(RR)，RRRである。この記載順序は，左がベンズイミダゾールに対する感受性，中がジカルボキシイミドに対する感受性，右がジエトフェンカルブに対する感受性である。今後この表記法を使用すれば記載に混乱が起こらない（この方法は日本植物防疫協会殺菌剤分科会で殺菌剤の試験委員の間でも申し合わせた）。

参 考 文 献

1) Elad, Y. *et al.* (1992) : Plant pathology 41 : 41-46.
2) Faretra, F. and S. Pollastro (1991) : Mycol. Res. 95 : 943～951.
3) Finney, D. J. (1952) : Probit analysis, Cambridge Univ. Press, Cambridge.
4) 石井英夫(1993) : 植物防疫 47 : 279～281.
5) Jarvis, W. R. (1962) : Trans. Br. Mycol. Soc. 45 : 549～559.
6) 木曽 皓 (1988) 薬剤抵抗性，深見順一他編，ソフトサイエンス社，東京，pp.180～214.
7) ―――ら (1982) : 日植病報 48 : 90 (講要).
8) Leroux, P. (1992) : In Resistance '91 : Achievements and developments in combating pesticide resistance, I, Denholm, A. L. Devonshire and D. W. Hollomon (eds.), pp. 179～189.
9) Lorenz, D. H. and K. M. Eichhorn (1982) : EPPO Bull. 12 : 125～129.
10) 野村良邦・小林紀彦(1990) : 日植病報 56 : 105(講要).
11) 岡田清嗣ら (1992) : 日植病報 58 : 554 (講要).
12) 桜井 寿 (1975) : 植物防疫 29 : 206～212.
13) ―――・藤田肖子 (1976) : 昭和51年度薬剤耐性菌に関するシンポジウム講演要旨，日植防協会，東京，p.41～53.
14) ――― (1977) : 農薬誌 2 : 177～186.
15) Sokal, R. R. (1958) : J. Econ. Ent. 51 : 738.
16) 竹内妙子 (1987) : 千葉農試特報 14 : 1～75.
17) ―――(1993) : 第3回殺菌剤耐性菌研究会シンポジウム講演要旨.
18) 田中 薫・木曽 皓 (1991) : 日植防報告 5 : 17～22.
19) 手塚信夫・――― (1977) : 農水省野菜試報告 C3号 p. 51.
20) ―――・――― (1976) : 農薬誌 1 : 321～324.
21) 氏家 敬ら (1992) : 日植病報 58 : 608 (講要).
22) 山本 盤 (1975) : 植物防疫 29 : 194～196.
23) ――― (1976) : 昭和51年度薬剤耐性菌に関するシンポジウム講演要旨，日植防協会，東京，pp.17～22.

によって観察，または数値化して求める。桜井（1977）はカスガマイシン耐性イネいもち病菌がブラストサイジンSに示す耐性の表記方法を，その胞子発芽阻害度を定量的に求め(ED)，感性菌と比較して数式で示している。この表記法が利用できる。

（5）　その他感受性検定に当たっての注意事項

1)　単胞子（もしくは単菌糸）によらずに，組織分離や病斑部分から菌糸や胞子を一括菌塊として分離した場合には，分離材料を採集した圃場にSSR菌（記号については付記参照）が高率に存在している条件下ではRSS菌との混在が起こり，RSR菌と誤認されやすい（氏家ら，1992)。例えば，このような分離菌をベンズイミダゾール系薬剤で検定したとき耐性，ジエトフェンカルブで検定したとき耐性で，ジカルボキシイミド系薬剤では感受性と判定される。ところが，この検定でベンズイミダゾール系薬剤加用培地で生育した菌をジエトフェンカルブ加用培地に移して検定すると生育しない場合がある。すなわち，ジエトフェンカルブに対しては感受性が高い。この結果，ベンズイミダゾール系薬剤加用培地で生育した菌はRSSと判定される。一方，ジエトフェンカルブ存在下で生育した菌をベンズイミダゾール系薬剤加用培地で検定すると生育しない場合がある。すなわち，ベンズイミダゾール系薬剤に対して感受性が高い。この結果からジエトフェンカルブ培地で生育した菌はSSRと判定される。このことは単胞子や単菌糸で純粋分離しなかった菌を検定した場合には，RSSやSSRを見かけ上RSRと誤って判別することがあるということである。この誤判別を防ぐためには，ジエトフェンカルブ・チオファネートメチルの混合剤を培地に加えて検定に用いればよい。このときの有効成分濃度はジエトフェンカルブ単剤での検定濃度に合わせて5 $\mu g/ml$ とする。

2)　灰色かび病菌は菌糸が多核であるため，ヘテロカリオシスによってジカルボキシイミド系薬剤耐性が不安定であるという報告があるので（Lorenz and Eichhorn, 1982）感受性検定のときには注意する。

3)　検定を行う場合に，供試薬剤の1濃度のみで感受性を検定している場合がしばしば見受けられる。しかし，灰色かび病菌のベンズイミダゾール感受性（耐性）やジカルボキシイミド感受性（耐性）はそれぞれ，染色体の主働遺伝子の変異によること，強耐性や中等度耐性は同一遺伝子座を占める複対立遺伝子の一つによって支配されることが，最近の交雑試験で明らかになっている(Faretra and Pollastro, 1991)。このように，強耐性菌と中等度耐性菌は遺伝的に異なるほか，他剤に対する反応など生理生態的性質にも違いがみられる。したがって，上述のように薬剤濃度区をいくつか設けて検定し，それぞれの菌について感受性の程度を区別することが望ましい。

4)　感受性低下菌（耐性菌）としての判断のよりどころは石井（1993）を参照。

5)　耐性菌でありながら病原性がないか，さもなければ極度に低下している菌株が採集されることがある。そこで，宿主を使用した感受性検定や圃場での薬剤防除効果と耐性菌との関連を簡単に調べたい場合には，手塚・木曽(1976)のキュウリ果実法及び田中・木曽(1991)のキュウリ子葉・ペーパーディスク法で検定すればよい。

(付記)　耐性菌の表記方法

第3回殺菌剤耐性菌研究会シンポジウムで竹内(1993)がベンズイミダゾール，ジカルボキシイミド及びジエトフェンカルブの3薬剤に対して灰色かび病菌が示す感受性の程度により，その表記方法を次の8種類に類別した。すなわち，SSS，SSR（従来のSS菌），SRR，SRS(SR)，RSS(RS)，RSR，RRS(RR)，RRRである。この記載順序は，左がベンズイミダゾールに対する感受性，中がジカルボキシイミドに対する感受性，右がジエトフェンカルブに対する感受性である。今後この表記法を使用すれば記載に混乱が起こらない（この方法は日本植物防疫協会殺菌剤分科会で殺菌剤の試験委員の間でも申し合わせた)。

参考文献

1) Elad, Y. *et al.* (1992) : Plant pathology 41 : 41-46.
2) Faretra, F. and S. Pollastro (1991) : Mycol. Res. 95 : 943～951.
3) Finney, D. J. (1952) : Probit analysis, Cambridge Univ. Press, Cambridge.
4) 石井英夫(1993) : 植物防疫 47 : 279～281.
5) Jarvis, W. R. (1962) : Trans. Br. Mycol. Soc. 45 : 549～559.
6) 木曽 皓 (1988) 薬剤抵抗性，深見順一他編，ソフトサイエンス社，東京，pp.180～214.
7) ――――ら (1982) : 日植病報 48 : 90 (講要).
8) Leroux, P. (1992) : In Resistance '91 : Achievements and developments in combating pesticide resistance, I, Denholm, A. L. Devonshire and D. W. Hollomon (eds.), pp. 179～189.
9) Lorenz, D. H. and K. M. Eichhorn (1982) : EPPO Bull. 12 : 125～129.
10) 野村良邦・小林紀彦(1990) : 日植病報 56 : 105(講要).
11) 岡田清嗣ら (1992) : 日植病報 58 : 554 (講要).
12) 桜井 寿 (1975) : 植物防疫 29 : 206～212.
13) ――――・藤田肖子 (1976) : 昭和51年度薬剤耐性菌に関するシンポジウム講演要旨，日植防協会，東京，p.41～53.
14) ―――― (1977) : 農薬誌 2 : 177～186.
15) Sokal, R. R. (1958) : J. Econ. Ent. 51 : 738.
16) 竹内妙子 (1987) : 千葉農試特報 14 : 1～75.
17) ――――(1993) : 第3回殺菌剤耐性菌研究会シンポジウム講演要旨.
18) 田中 薫・木曽 皓 (1991) : 日植防報告 5 : 17～22.
19) 手塚信夫・―――― (1977) : 農水省野菜試報告 C3号 p. 51.
20) ――――・―――― (1976) : 農薬誌 1 : 321～324.
21) 氏家 敬ら (1992) : 日植病報 58 : 608 (講要).
22) 山本 盤 (1975) : 植物防疫 29 : 194～196.
23) ―――― (1976) : 昭和51年度薬剤耐性菌に関するシンポジウム講演要旨，日植防協会，東京，pp.17～22.

新しく登録された農薬 (5.11.1～5.11.30)

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（製造業者または輸入業者名），対象作物：対象病害虫：使用時期及び回数など。但し，除草剤については適用雑草：使用方法を記載。(…日…回は，収穫何日前何回以内散布の略)。(登録番号 18458～18521 までの 64 件，有効登録件数は 5925 件)

なお，アンダーラインのついた種類名は新規化合物で，〔　〕内は試験段階時の薬剤名である。

「殺虫剤」

シクロプロトリン・NAC 粒剤
シクロプロトリン 2.0%，NAC8.0%
シクロサールナック V 粒剤（5.11.8）
18466（ローヌ・プーラン）
稲：イネミズゾウムシ・イネドロオイムシ：60 日 2 回

りん化アルミニウムくん蒸剤
りん化アルミニウム 57.0%
ティベック（5.11.8）
18468（日本デティア）
米・小麦・とうもろこし・豆類：コクゾウムシ・ヒラタコクヌストモドキ・アズキゾウムシ：くん蒸，葉たばこ：タバコシバンムシ・チャマダラメイガ：くん蒸

MEP・MTMC 粉剤
MEP2.0%，MTMC1.5%
ツマスミ粉剤 35（5.11.8）
18470（アグロス）
稲：ニカメイチュウ・ツマグロヨコバイ・ウンカ類・カメムシ類・サンカメイチュウ・イネハモグリバエ・イネヒメハモグリバエ・イナゴ・フタオビコヤガ・アブラムシ類・イネドロオイムシ(幼虫)・コブノメイガ：14 日 4 回

BPMC・MEP 粉剤
BPMC2.0%，MEP0.7%
バッサ S 粉剤（5.11.8）
18471（アグロス）
稲：ツマグロヨコバイ・ウンカ類：14 日 4 回

BPMC・MEP 粉剤
BPMC2.0%，MEP3.0%
スミバッサ粉剤 50（5.11.8）
18472（アグロス）
稲：ニカメイチュウ・ツマグロヨコバイ・ウンカ類・カメムシ類・コブノメイガ・イネドロオイムシ：14 日 4 回

アレスリン・マシン油乳剤
アレスリン 0.10%，マシン油 1.0%
マシン油 A 乳剤 AL（5.11.8）
18473（北興産業）
つばき：ロウムシ類・チャドクガ：発生初期：希釈せずそのまま散布，まさき：ロウムシ類：発生初期：希釈せずそのまま散布

<u>フルフェノクスロン乳剤</u>〔SKI-8503 乳剤〕
フルフェノクスロン 10.0%
カスケード乳剤（5.11.8）
18500（シェルジャパン），18501（クミアイ化学），18502（北興化学），18503（塩野義製薬）
りんご：ナミハダニ・リンゴハダニ・キンモンホソガ・ギンモンハモグリガ・ハマキムシ類：14 日 2 回，なし：ハダニ類：14 日 2 回，もも：モモハモグリガ：14 日 2 回，かんきつ：ミカンハダニ・ミカンハモグリガ：7 日 2 回，茶：チャノコカクモンハマキ・チャノホソガ・チャノミドリヒメヨコバイ：7 日 2 回，キャベツ：コナガ・アオムシ・タマナギンウワバ：14 日 2 回，メロン：ミナミキイロアザミウマ：7 日 3 回，てんさい：ヨトウムシ：7 日 4 回

アラニカルブ水和剤
アラニカルブ 40.0%
オリオン水和剤 40（5.11.8）
18504（大塚化学）
りんご：アブラムシ類・モモシンクイガ・キンモンホソガ・ギンモンハモグリガ・ハマキムシ類：14 日 5 回，なし：アブラムシ類・シンクイムシ類・ハマキムシ類：14 日 5 回，もも：アブラムシ類・シンクイムシ類・モモハモグリガ：7 日 5 回，かんきつ：アブラムシ類・ミカンハモグリガ：14 日 5 回，メロン：アブラムシ類：前日 5 回，キャベツ：アオムシ・ヨトウムシ・タマナギンウワバ：7 日 4 回，きく：アブラムシ類：発生初期：5 回以内，さくら：アメリカシロヒトリ：発生初期：5 回以内

MEP 粉剤
MEP3.0%
スミチオン粉剤 3（5.11.18）
18505（アグロス）
稲：ニカメイチュウ第 1 世代・ニカメイチュウ第 2 世代・ウンカ類・ツマグロヨコバイ・コブノメイガ・カメムシ類：14 日 5 回（本田期は 4 回以内），麦類：ムギアカタマバエ：出穂期～穂揃期：1 回，だいず：マメシンクイガ：21 日 4 回，いぐさ：イクサシンムシガ：6 回以内

ダイアジノン粉剤
ダイアジノン 2.0%
ダイアジノン粉剤 2（5.11.18）
18507（アグロス）
稲：ニカドメイチュウ・ツマグロヨコバイ・ウンカ類・イネカラバエ・イネドロオイムシ・イネヒメハモグリバエ・アブラムシ類・コブノメイガ：21 日 4 回，たまねぎ：タマネギバエ：21 日 2 回，豆類（だいずを除く）：タネバエ：は種時：十回以内，だいず：タネバエ：は種時：5 回以内，だいこん：ダイコンバエ：は種時：1 回：土壌混和

ダイアジノン粉剤
ダイアジノン 3.0%
ダイアジノン粒剤 3（5.11.18）
18508（アグロス）
稲：ニカメイチュウ第 1 世代・ニカメイチュウ第 2 世代：幼虫喰入期：湛水散布，稲：ツマグロヨコバイ・ウンカ類・フタオビコヤガ・イネハモグリバエ・イネヒメハモグリバエ：収穫 21 日前まで 4 回以内：湛水散布，稲：キリウジガガンボ：苗代時：4 回以内：水苗代苗床面散布，稲：イネシンガレセンチュウ：は種及び発芽時：4 回以内：水苗代苗床面散布，稲：タネバエ：は種直前：4 回以内：土壌処理・土壌混和，

稲：ケラ・ネキリムシ：は種前：4回以内，土壌処理・土壌混和，稲（箱育苗）：ニカメイチュウ第一世代・ツマグロヨコバイ・ヒメトビウンカ・イネヒメハモグリバエ・イネシンガレセンチュウ：移植前日〜直前まで：4回以内：所定量を育苗箱中の苗の上から均一に散粒する，陸稲：コガネムシ類幼虫：は種時：4回以内：土壌処理・土壌混和，麦類：ムギアカタマバエ：出穂期〜穂揃期：1回，りんご：モモシンクイガ：夏マユ営繭時から発蛾時まで：6回以内：地表面散布，みかん：ミカンネコナカイガラムシ：収穫14日前まで：株元土壌処理・土壌混和，キャベツ・はくさい・はなやさい：ケラ・ネキリムシ：は種及び植付前：2回以内：土壌処理・土壌混和，キャベツ・はなやさい・はくさい：コガネムシ類幼虫：植付時：2回以内：土壌処理・土壌混和，レタス：ケラ・ネキリムシ：は種時又は植付時：2回以内：土壌処理・土壌混和，レタス：コガネムシ類幼虫・植付時：2日以内：土壌処理・土壌混和，トマト・ピーマン・なす（露地）・なす（施設）：ケラ・ネキリムシ：は種及び植付前：3回以内：土壌処理・土壌混和，トマト・ピーマン・なす（露地）・なす（施設）：コガネムシ類幼虫：植付時：3回以内：土壌処理・土壌混和，きゅうり：タネバエ・ケラ・ネキリムシ：は種時又は植付時：2回以内：土壌処理・土壌混和，きゅうり：ウリハムシ幼虫・コガネムシ類幼虫：植付時：2回以内：土壌処理・土壌混和，すいか・かぼちゃ・メロン・まくわうり：タネバエ・ケラ・ネキリムシ：は種及び植付前：4回以内：土壌処理・土壌混和，すいか・メロン・かぼちゃ・わくわうり：ウリハムシ幼虫・コガネムシ類幼虫：植付時：4回以内：土壌処理・土壌混和，だいこん：ケラ・ネキリムシ・タネバエ・コガネムシ類幼虫：は種時：1回：土壌処理・土壌混和，だいず：タネバエ：は種前・5回以内：土壌処理・土壌混和，だいず：コガネムシ類幼虫：は種時：5回以内：土壌処理・土壌混和，豆類（大豆を除く）：タネバエ：は種前：4回以内：土壌処理・土壌混和，豆類（大豆を除く）：コガネムシ類幼虫：4回以内：土壌処理・土壌混和，ねぎ：タネバエ：は種又は植付前：2回以内：土壌処理・土壌混和，ねぎ：コガネムシ類幼虫：植付時：2回以内：土壌処理・土壌混和，たまねぎ：タマネギバエ・タネバエ：は種又は植付前：1回：土壌処理・土壌混和，たまねぎ：コガネムシ類幼虫：植付時：1回：土壌処理・土壌混和，かんしょ：コガネムシ類幼虫：植付前及び収穫30日前まで：3回以内：土壌処理・土壌混和，かんしょ：ケラ・ネキリムシ：植付前：3回以内：土壌処理・土壌混和，ばれいしょ：ケラ・ネキリムシ：植付前：土壌処理・土壌混和，イグサ：イグサシンムシガ：発生初期：4回以内：湛水散布，いちご（仮植床）：コガネムシ類幼虫：植付時：1回：土壌処理・土壌混和

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%，PHC30%
トレボンサイド粒剤（5.11.18）
18509（バイエル）
稲：イネミズゾウムシ・ウンカ類・イネドロオイムシ・イネゾウムシ・ツマグロヨコバイ：60日2回

ピラクロホス乳剤
ピラクロホス50.0%
ボルテージ乳剤（5.11.18）
18513（武田薬品），18514（サンケイ化学），18515（明治製菓）
茶（覆下栽培を除く）：チャノコカクモンハマキ・チャノホソガ・カンザワハダニ：14日2回

「殺菌剤」

バリダマイシン・フェリムゾン水和剤
バリダマイシン5.0%，フェリムゾン30.0%
トルファン（5.11.8）
18469（武田薬品）
芝（日本芝）：ヘルミントスポリウム葉枯病・葉腐病（ラージパッチ）：発病初期：8回以内：1 m^2 当り1 l 散布，芝（ベントクラス）：ヘルミントスポリウム葉枯病・葉腐病（ブラウンパッチ）：発病初期：8回以内：1 m^2 当り1 l 散布

有機銅水和剤
有機銅35.0%
オシキンドーフロアブル（5.11.18）
18510（トモノアグリカ）
りんご：斑点落葉病・黒星病：14日4回，なし：黒斑病・黒星病：3日9回

ジラム・チウラム・ホセチル水和剤
ジラム25.0%，チウラム25.0%，ホセチル30.0%
ボブスター水和剤（5.11.18）
18511（日本曹達），18512（ローヌ・プーラン）
りんご：赤星病・すす斑病・すす点病・斑点落葉病：45日3回，日本なし：うどんこ病・黒斑病・黒星病・赤星病・輪紋病：45日3回

「殺虫殺菌剤」

エトフェンプロックス・ピリダフェンチオン・ペンシクロン粉剤
エトフェンプロックス0.50%，ピリダフェンチオン2.0%，ペンシクロン1.5%
オフモントレボン粉剤DL（5.11.8）
18467（日本バイエル）
稲：紋枯病・ツマグロヨコバイ・コブノメイガ・ウンカ類，イネツトムシ・カメムシ類：収穫45日前まで（但し，出穂期まで）：2回以内

イミダクロプリド・トリシクラゾール粒剤
イミダクロプリド2.0%，トリシクラゾール4.0%
ビームアドマイヤー粒剤（5.11.8）
18474（クミアイ化学），18475（日本バイエル），18476（ダウケミカル）
稲（箱育苗）：いもち病・ツマグロヨコバイ・ウンカ類・イネミズゾウムシ・イネドロオイムシ：育苗箱（30×60×3 cm，使用土壌約5 l）1箱当り50 g：移植2日前〜当日：1回：育苗箱の苗の上から均一に散布する。

イミダクロプリド・ペンシクロン粉剤
イミダクロプリド0.25%，ペンシクロン1.5%
モンセレンアドマイヤー粉剤DL（5.11.8）
18477（日本バイエル），18478（クミアイ化学），18479（三笠化学）
稲：紋枯病・ツマグロヨコバイ・ウンカ類：21日2回

イミダクロプリド・EDDP粉剤
イミダクロプリド0.25%，EDDP2.5%
ヒノザンアドマイヤー粉剤DL（5.11.8）
18480（日本バイエル），18481（八洲化学），18428（三笠化学），18483（クミアイ化学），18484（大日本除虫菊）

稲：いもち病・ツマグロヨコバイ・ウンカ類：21日2回

イミダクロプリド・MPP・EDDP粉剤
イミダクロプリド0.25%，MPP2.0%，EDDP2.5%
ヒノバイアドマイヤー粒粉剤DL（5.11.8）
18485（日本バイエル），18486（クミアイ化学）
稲：いもち病・ニカメイチュウ・ツマグロヨコバイ・ウンカ類・イネツトムシ・フタオビコヤガ・カメムシ類：21日2回

イミダクロプリド・MPP・フサライド・EDDP粉剤
イミダクロプリド0.25%，MPP2.0%，フサライド1.5%，EDDP2.0%
ヒノラブバイアドマイヤー粉剤DL（5.11.8）
18487（日本バイエル），18488（呉羽化学），18489（八洲化学），18490（三笠化学），18491（北海三共），18492（大日本除虫菊）
稲：いもち病・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2回

MTMC・フサライド粉剤
MTMC2.0%，フサライド2.5%
ラブサイドツマサイド粉剤DL（5.11.18）
18506（アグロス）
稲：いもち病・ツマグロヨコバイ・ウンカ類：21日5回但し，穂ばらみ期以降は4回以内

エトフェンプロックス・ベンスルタップ・カスガマイシン・バリダマイシン・フサライド粉剤
エトフェンプロックス0.50%，ベンスルタップ20%，カスガマイシン-塩酸塩0.34%（カスガマイシンとして0.30%），バリダマイシンA0.30%，フサライド1.5%
ホクセット粉剤DL（5.11.18）
18516（北興化学）
稲：いもち病：紋枯病・もみ枯細菌病・内顆褐変病・ニカメイチュウ・ウンカ類・イネツトムシ・コブノメイガ・フタオビコヤガ・アザミウマ類・カメムシ類：21日3回

「除草剤」

ピラゾスルフロンエチル・プレチラクロール粒剤
ピラゾスルフロンエチル0.30%，プレチラクロール6.0%
ライザー1キロ粒剤20（5.11.8）
18458（日産化学），18495（チバガイギー），18460（石原産業），18461（大塚化学）
移植水稲：水田一年生雑草：マツバイ・ホタルイ・ウリカワ・ミズガヤツリ・ヘラオモダカ・ヒルムシロ・セリ・クログワイ・アオミドロ・藻類による表層はく離・移植後5日～15日(ノビエの2葉期まで)：1回：湛水散布：北海道，移植水稲：水田一年生雑草・マツバイ・ホタルイ・ウリカワ・ミズガヤツリ・ヘラオモダカ・ヒルムシロ・セリ・クログワイ・オモダカ・アオミドロ・藻類による表層はく離：移植後5日～15日（ノビエ2葉期まで）：1回：湛水散布：東北・北陸，移植水稲：水田一年生雑草・マツバイ・ホタルイ・ウリカワ・ミズガヤツリ・ヘラオモダカ・ヒルムシロ・セリ・クログワイ・オモダカ・アオミドロ・藻類による表層はく離：移植後5日～13日（ノビエの2葉期まで）：1回：湛水散布：関東・東山・東海の普通期及び早期栽培地帯

ピラゾスルフロンエチル・プレチラクロール粒剤
ピラゾスルフロンエチル0.30%，プレチラクロール4.5%
ライザー1キロ粒剤15（5.11.8）
18462（日産化学），18463（チバガイギー），18464（石原産業），18465（大塚化学）
移植水稲：水田一年生雑草・マツバイ・ホタルイ・ウリカワ・ミズガヤツリ・ヒルムシロ・セリ・アオミドロ・藻類による表層はく離：移植後3日～8日（ノビエの1.5葉期まで）：1回：湛水散布：近畿以西の普通期栽培地帯，移植水稲：水田一年生雑草・マツバイ・ホタルイ・ウリカワ・ミズガヤツリ・ヒルムシロ・セリ・アオミドロ・藻類による表層はく離：移植後3日～10日(ノビエの1.5葉期まで)：1回：湛水散布：近畿以西の早期栽培

プレチラクロール・ベンスルフロンメチル粒剤
プレチラクロール6.0%，ベンスルフロンメチル0.75%
ゴルボ1キロ粒剤75（5.11.8）
18493（武田薬品），18494（デュポン），18495（チバガイギー）
移植水稲：水田一年生雑草・マツバイ・ホタルイ・ウリカワ・ミズガヤツリ・ヘラオモダカ・ヒルムシロ・クログワイ・セリ・アオミドロ・藻類による表層はく離：移植後5～15日（ノビエの1.5葉期まで）：1回：湛水散布：北海道，移植水稲：水田一年生雑草・マツバイ・ホタルイ・ウリカワ・ミズガヤツリ・ヘラオモダカ・ヒルムシロ・クログワイ・セリ・アオミドロ・藻類による表層はく離：移植後5～15日（ノビエの2.0葉期まで）：1回：湛水散布：東北

プレチラクロール・ベンスルフロンメチル粒剤
プレチラクロール6.0%，ベンスルフロンメチル0.51%
ゴルボ1キロ粒剤51（5.11.8）
18496（武田薬品），18497（デュポン），18498（チバガイギー）
移植水稲：水田一年生雑草・マツバイ・ホタルイ・ウリカワ・ミズガヤツリ・オモダカ・ヒルムシロ・セリ・アオミドロ・藻類による表層はく離：移植後3～10日（ノビエの1.5葉期まで）：1回：湛水散布：北陸・関東・東山・東海・近畿・中国の普通期及び早期栽培地帯，移植水稲：水田一年生雑草・マツバイ・ホタルイ・ウリカワ・ミズガヤツリ・オモダカ・ヒルムシロ・クログワイ・セリ・アオミドロ・藻類による表層はく離・移植後5～10日(ノビエ1.5葉期まで)：九州の普通期及び早期栽培地帯

カルブチレート・MDBA粒剤
カルブチレート4.0%，MDBA1.5%
ツインカム（5.11.8）
18499（エス・ディー・エス）
公園・堤とう・駐車場・道路・運動場・のり面・宅地・鉄道等：一年生雑草：雑草生育初期：2回以内：全面均一散布

アトラジン・テトラピオン・DCMU・DPA粒剤
アトラジン4.0%，テトラピオン1.5%，DCMU6.0%，DPA10.0%
トモスパークZ粒剤，ノータッチ粒剤，ピックアップ180粒剤W，クサノンPP粒剤，スーパーゼスト粒剤—S（5.11.18）
18517（保土谷化学），18518（トモノアグリカ），18519（フマキラー），18520（武田薬品），18521（大阪化成）
公園・庭園・堤とう・駐車場・道路・運動場・宅地・鉄道等：一年生および多年生雑草：雑草発生前～生育初期（草丈30 cm以下）：2回以内：全面均一散布

○**出版部より**

新年あけましておめでとうございます。

昨年は，わが国農業にとって大変な年でした。米の作況指数75という数字がそれを集約しております。そして年末になり，足掛け8年に及ぶガット・ウルグアイラウンド交渉が，ミニマムアクセスの受け入れという形でついに決着を見ました。ともかく，今年が少しでも良い年になるよう祈り，第48巻の1号をお届けします。

本号は，植物防疫課長の吉村正機氏の新年のご挨拶と9編の論文を掲載しております。

年の初めにあたり皆様方のご健闘をお祈りいたします。

☆**『農業要覧1993年版』**（農林水産省農蚕園芸局植物防疫課監修）が出来上がりました。例年と同じく広汎な統計資料，全登録農薬のリスト，新農薬の解説，関連資料を収載しております。農薬に携わっておられる方の基本資料として，'93年版も引き続きご利用下さい。後付広告ページ中に広告を掲載しております。**(B6判，675ページ，定価5,200円，送料サービス)**

謹賀新年

社団法人　日本植物防疫協会

理事長　梶原敏宏
常務理事　岩本毅
役職員一同

〒170　東京都豊島区駒込1丁目43番11号
電話（03）3944-1561～6番
研究所　茨城県牛久市結束町535番地
〒300-12　電話（0298）72-5172番
高知試験農場　高知県香美郡野市町深渕本田1211番地
〒781-52　電話（08875）6-1414番
宮崎試験農場　宮崎県宮崎郡佐土原町大字下那珂11913番地
〒880-02　電話（0985）73-4198番
資料館，研究所・小平分室　東京都小平市鈴木町2丁目772番地
〒187　電話（0423）81-1632番

主な次号予告

次2月号は，下記原稿を掲載する予定です。

特集：ニカメイチュウ

近年におけるニカメイチュウの発生動向　平井一男
性フェロモン剤によるニカメイチュウの発生予察法　農林水産省農蚕園芸局植物防疫課
イネの栽培条件とニカメイチュウの発生　江村薫
東北地方におけるニカメイチュウの発生と被害　佐藤正彦
中国地方におけるニカメイチュウの発生と被害　近藤章
九州地方におけるニカメイチュウの発生と被害　吉武清治
非病原性フザリウム菌によるエダマメ萎ちょう病の防除　諏訪澄長
ウンカの研究40年の回顧と今後の動向（3）　岸本良一
（リレー随筆）気象観測船に来船して（4）/観測船「啓風丸」でのウンカ類調査の思い出　小川義雄
植物防疫基礎講座
植物病原菌の薬剤感受性検定マニュアル（7）
キュウリベと病菌のフェニルアマイド剤感受性　中澤靖彦・黒沢美保子・大塚範夫

定期購読者以外のお申込みは至急前金にて本会へ
定価1部800円　送料64円

植物防疫
平成6年
1月号
（毎月1回1日発行）
＝禁転載＝

第48巻　平成5年12月25日印刷
第1号　平成6年1月1日印刷

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

定価800円　送料51円
（本体777円）

平成6年分
前金購読料 9,000円
後払購読料 9,600円
（共に〒サービス，消費税込み）

――発行所――
東京都豊島区駒込1丁目43番11号　郵便番号170
社団法人　日本植物防疫協会
電話・東京（03）3944―1561～6番
振替　東京1－177867番

しっこい害虫(むし)も即OK!

ミナミキイロアザミウマ、コナガ、ネギハモグリバエ等

難防除害虫に卓効!

オンコル® 粒剤 5

特長

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

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

JAPAN OTSUKA CHEMICALS 大塚化学株式会社
大阪市中央区大手通3-2-27
農薬部／Tel.06(946)6241

環境にやさしい…………。
効きめ、速攻……

茶のカンザワハダニ防除に…
MILBEKNOCK

ミルベノック*
乳剤

三共株式会社
東京都中央区銀座2-7-12 〒104
農薬開発普及部

(除草剤) MO粒剤-9・ショウロンM粒剤・シンザン粒剤
(殺虫剤) トレボン粒剤・トレボン粉剤DL・トレボン乳剤・トレボン水和剤・トレボンエアー
トレボンサーフ・オフナックM粉剤DL
(殺菌剤) ネビジン粉剤　(殺虫・殺菌剤) ドロクロール・クロールピクリン

地球サイズで考えて
三井東圧化学
東京都千代田区霞が関3-2-5
TEL.03(3592)4616

頼・り・に・な・り・ま・す

ベフラン® 液剤25 塗布剤3
ディクタジン® 塗布剤

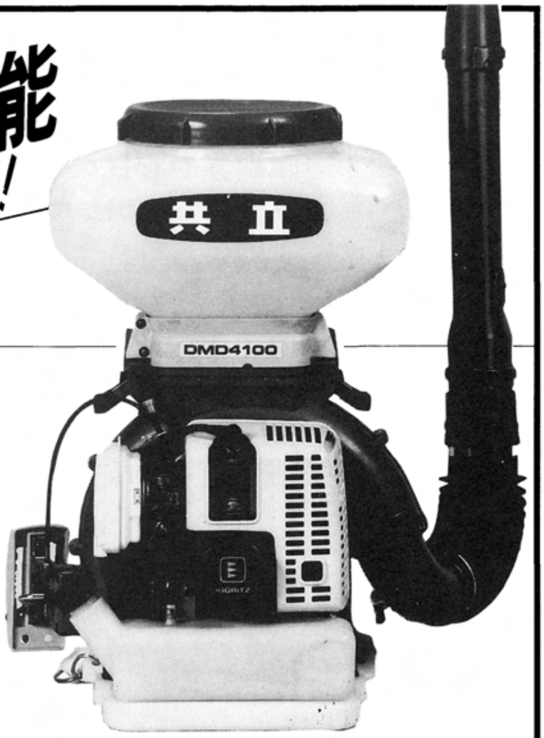
●耐性菌に対して有効で、すぐれた予防効果・残効性があります。
●経済的で使い易く、殺虫剤との混用が可能です。

●大切な梨を胴枯病から守ります。
●固着性・残効性もバツグンです。

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

KIORITZ
ECHO

なにより軽量で高性能
精度の高いセレクトシャッターで新登場！



共立背負動力散布機にニューフェイスの登場です。低振動・低騒音の小型軽量39.7ccエンジンを搭載、あわせて随所に新素材の採用で9.8kgとより軽量化に成功しました。粉剤から粒状肥料、除草剤まで安定した散布量が得られるセレクトシャッターと一度シャッターレバー開度を決めると目盛りを見ることなく開度規制ができるストッパー付です。また、信頼性の高い循環式フロートキャブの採用で始動性も一段と向上、キャブのトラブルもありません。また一歩、背負動散を進化させたDMD4100-F13。ぜひお確かめください。

共立背負動力散布機
DMD4100-F13

●エンジン排気量：39.7cc ●重量：9.8kg ●薬剤タンク容量：13ℓ ●肥料噴頭付

株式会社 共立　ECHO 共立エコー物産株式会社　〒198 東京都青梅市末広町1-7-2 ☎0428-32-6181㈹

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

―― 1993年版 ――

B6判 675ページ
定価 5,200 円
（本体 5,049 円）　送料 サービス

―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
4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

―1992年版―5,200円　送料380円
―1991年版―5,000円　送料380円
―1990年版―4,600円　送料380円
―1989年版―4,400円　送料380円
―1988年版―4,429円　送料380円
―1987年版―4,223円　送料380円
―1986年版―4,223円　送料380円
―1985年版―4,017円　送料380円
―1983年版―3,296円　送料310円

―1963～82，84年版―品切絶版

※定価は税込価格です。

お申込みは前金（現金・小為替・振替）で本会へ

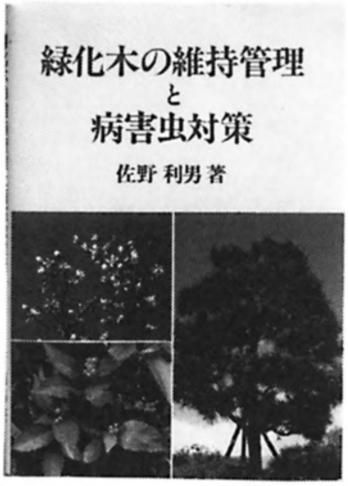
新刊書

緑化木の管理者必携の実践的な参考書！

緑化木の維持管理と病害虫対策

造園業界や官民の維持管理者をはじめ、緑化木に携わる多くの方々におすすめします。教材や社員研修用にも最適です。

本書は、著者の長年にわたる知見を集大成し、維持管理に携わる方々が実践場面で役に立つよう平易に解説した参考書ともいえるものです。カラー写真やイラストを多く用い、専門用語も極力少なくするなどの配慮も。とくに、第9章では26樹種について主な病害虫の発生生態を図示。防除適期が一目で把握できるよう工夫がなされています。



著者紹介

佐野利男（さのとしお）
元静岡県農業試験場虫害課長・研究主幹
(現在)
丸和バイオケミカル株式会社技術顧問
静岡市文化財保護審議会委員
静岡市緑化推進協議会理事
静岡県造園組合連合会技術顧問(病害虫担当)
静岡市造園業協同組合技術顧問(農薬及び病害虫担当)
静鉄緑化土木株式会社園芸センター技術顧問
NHK静岡放送局地域の情報園芸担当出演

発行：丸和バイオケミカル㈱
A5・197頁（全頁カラー）
定価 3,500円（送料込み）
注文方法：郵送、電話、FAXでどうぞ。
振替用紙を同封の上、発送します。

申込先：丸和バイオケミカル㈱広報部
〒101 東京都千代田区岩本町2-14-2
TEL. 03(3863)5401 FAX. 03(3863)8320

全農教の新刊

カメムシの生態と被害を写真を中心に紹介した生態図鑑

日本原色カメムシ図鑑
―陸生カメムシ類―

友国雅章／監修
安永智秀・高井幹夫・山下　泉・川村　満・川澤哲夫／著
Ａ５判　380頁　写真960余点　定価9,300円(税込)

農作物を吸汁加害し、致命的な被害を与えるカメムシをはじめとする353種を解説したカメムシ生態図鑑。

●**第1章　種の解説**：主要害虫を含む日本産陸生カメムシ353種を写真と解説によりその形態や生態を紹介。和名新称種も多数掲載。

●**第2章　カメムシによる作物の被害**：イネを始め、各種作物の被害を克明に撮影した写真と記載により解説し、その被害の様相を具体的に紹介。

●**第3章　天敵としてのカメムシ**：省農薬時代の防除法として期待される天敵利用法をクチブトカメムシ類を中心に解説。

農林作物の有害種を含む植物ダニ類の判別図鑑

日本原色植物ダニ図鑑

江原昭三／編
Ａ５判　写真285点　定価13,000円(税込)

薬剤抵抗性の発達によるダニの多発が問題になっているが、本書は有害種を含む植物ダニを鮮明な写真を中心に分類や防除の専門家23名によって解説した判別図鑑。

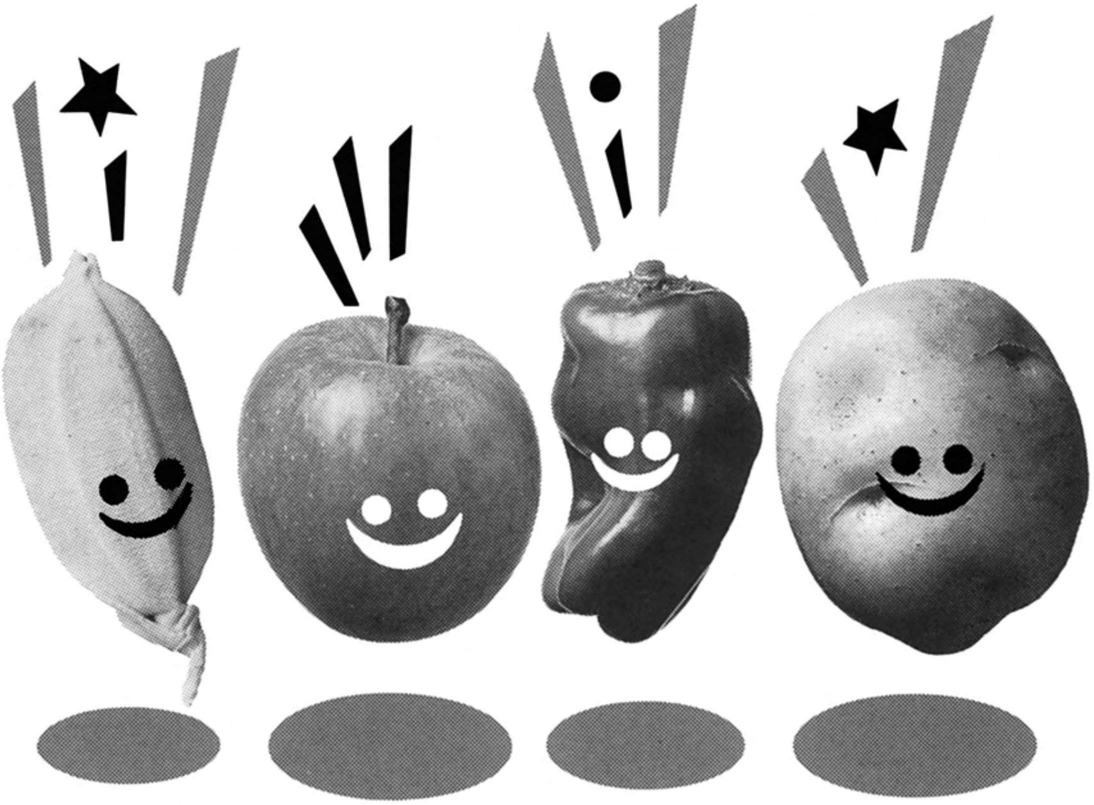
●**第1部　種の解説**：
ダニや天敵の形態・生態を解説。同じ見開き頁に被害や各ステージの写真と形態図を付し、判別の困難なダニの同定の助けとなるよう編集。

●**第2部　概説**：
各科ごとの一般的概説、科の検索表を掲載。被害の大きいハダニ類やフシダニ類については日本産全種の検索表を記載。また、とくにハダニ類については防除の観点から、生態、薬剤抵抗性、防除方法、捕食者であるカブリダニの生態等を解説。

全国農村教育協会
〒110 東京都台東区台東1-26-6（植調会館）
電話／03-3833-1821 FAX／03-3833-1665
呈内容見本

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

当社の製品を
どうぞよろしくお願いします。



水稲から園芸までの総合防除に
———当社の主力ライン・ナップ———

いもち病、登熟向上に
フジワン®

ウンカ・ヨコバイ類に
アプロード®

もんがれ病に
モンカット®

水田の一発除草に
フジグラス®

ダニ専科
ダニトロン®

®は日本農薬㈱の登録商標です。

日本農薬株式会社
東京都中央区日本橋1丁目2番5号

おいしい笑顔の応援団
人と畑と安心農薬。アグロ・カネショウがお手伝い。
連作障害を
シャット・アウト!!
刺激が少なく、安心して使用できる
土壌消毒剤
®バスアミド 微粒剤
®ドイツ国BASF社の登録商標で、
本剤は同社で製造されたものです。
バスアミドはオゾン層にやさしい土壌消毒剤です。
アグロ・カネショウ株式会社
東京都千代田区丸の内3－1－1

■野菜・果樹・花・花木の灰色かび病や
うどんこ病、つる枯病に

ポリベリン®水和剤

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

◎資料御請求は、下記のところに御連絡ください。

JAグループ
農協 全農® 経済連
®は登録商標です

自然に学び 自然を守る
クミアイ化学工業株式会社
本社：東京都台東区池之端1-4-26 〒110-91 TEL 03-3822-5130

平成五年十二月二十五日印刷
平成六年一月一日発行（毎月一回一日発行）
昭和二十四年九月九日第三種郵便物認可
植物防疫 第四十八巻第一号

定価 八〇〇円（本体七七七円）

抵抗性誘導型殺菌剤
ORYZEMATE
Since 1975

いもち病防除剤の
トップランナー

予防にまさる
防除なし!!

葉いもち、穂いもち、白葉枯病、もみ枯細菌病を完全に抑える!!

オリゼメート粒剤

オリゼメート粒剤普及会 北興化学工業㈱・明治製菓㈱ 〈事務局〉明治製菓／東京都中央区京橋2-4-16