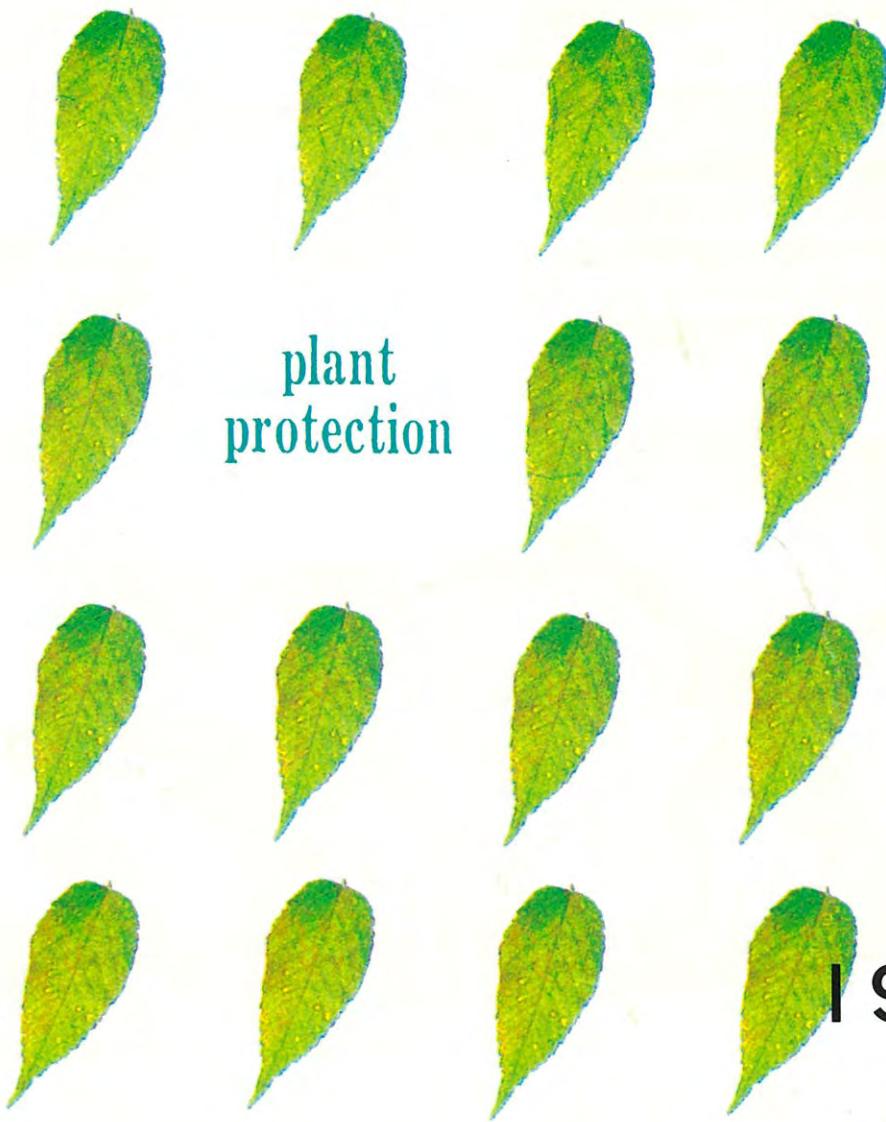


# 植物防疫

昭平成  
和二  
十五年  
四年  
九四三  
月月  
九一五  
日日  
第発印  
三行刷  
種一第四  
郵月十七  
便回卷  
物一日第  
認発四行  
可二号



1993  
**4**

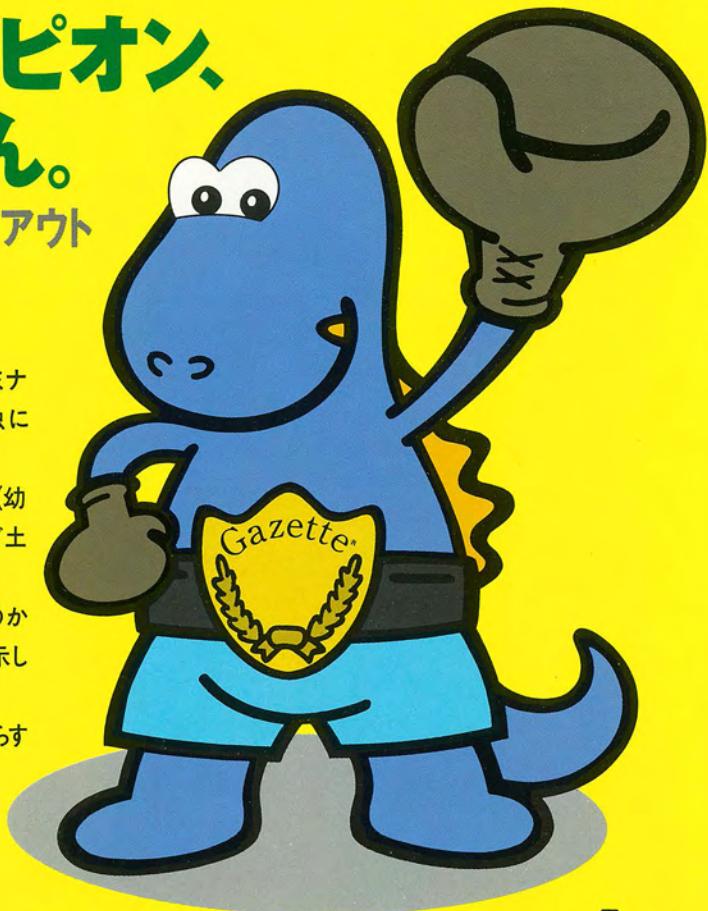
VOL 47

# 畠のチャンピオン、 ガゼットくん。

野菜・畠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<sup>®</sup>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



あり向けばもう……



殺ダニ・殺虫剤

サンマイト<sup>®</sup>水和剤  
サンマイトフロアブル

®は日産化学工業(株)の登録商標

●サンマイト水和剤 …… かんきつ、りんご、なし、もも、おうとう、ぶどう

●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

## マルハナバチによるトマトの花粉媒介



(松浦誠氏原図、本文 17 ページ参照)

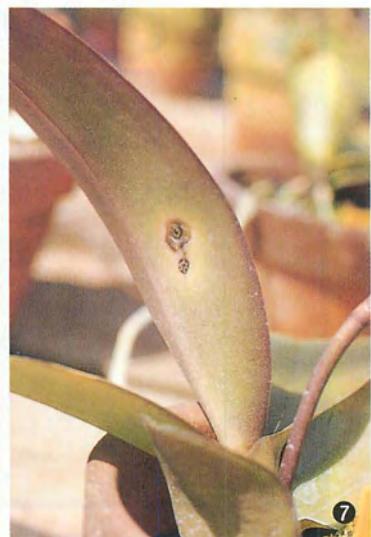
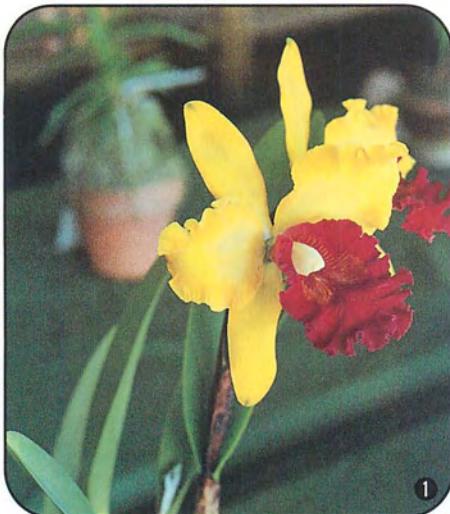
## 日本産ヒメハナカメムシ類の分類と同定



- ① ハウストマトでのマルハナバチの巣箱の設置状況
- ② トマトの花を訪れる働きバチ
- ③ ツチマルハナバチの巣の内部。中央の大型個体が女王で、円いのは幼虫や繭など
- ④ トマトのホルモン処理果(左)とハチ交配果(右)。種子及び空洞部の有無に注意。品種：端星。
- ⑤ キュウリ葉上のナミヒメハナカメムシ幼・成虫とミニキヨロアザミウマ
- ⑥ コヒメハナカメムシ雌成虫
- ⑦ ナミヒメハナカメムシ雌成虫
- ⑧ タイリクヒメハナカメムシ雄成虫
- ⑨ ツヤヒメハナカメムシ雄成虫
- ⑩ ミナミヒメハナカメムシ雄成虫

(安永智秀氏原図、本文 24 ページ参照)

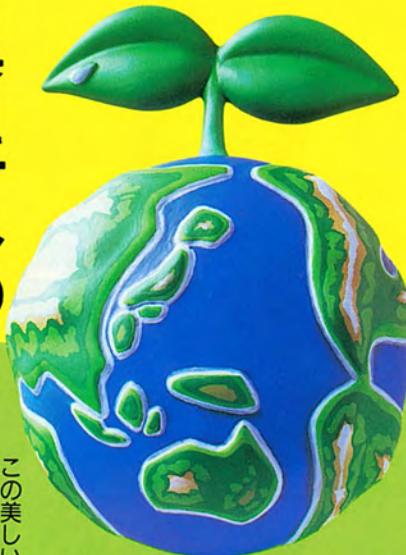
## 連載口絵 花の病害虫(3)カトレア, ファレノプシス



①カトレア(ambr glow) ②カトレア炭そ病(*Colletorichum gloeosporioides*)：葉に発生し、中心が白色の輪紋をえがいた黒褐色の病斑を生ずる  
 ③カトレア苗黒腐病(*Pythium ultimum*)：苗に発生する。バルブ及び葉が黒褐色に腐敗し、立枯状となる ④ORSV(*Odontoglossum ringspot virus*)によるカトレアの花の斑入り ⑤CyMV(*Cymbidium mosaic virus*)の一系統によるカトレアの花のえぞ斑 ⑥CyMV(前出)によるカトレアの葉の裏に生じたえぞ斑 ⑦ファレノプシス褐斑細菌病(*Pseudomonas avenae*)：葉に褐色の斑点を生じ、葉及びバルブが腐敗する ⑧ファレノプシス灰色かび病(*Botryotinia cinerea*)：花に褐色の丸い斑点を生じる ⑨ファレノプシス株枯病(*Nectria haematococca*)：バルブが乾腐状に腐敗し、後にピンクのカビを生ずる ⑩ファレノプシス軟腐病(*Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*)：バルブ及び葉が軟腐状に腐敗する ⑪CyMV(前出)によるファレノプシスの葉のえぞ斑(口絵解説は次号に 写真提供 ①, ⑤～⑦, ⑫：井上成信氏 ②～④, ⑧～⑪：木嶋利男氏)

# 『地球』 異星人の つらやむ星

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

## 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

【交信攪乱用製剤】

- コナガコン<sup>®</sup>(コナガ用)
- ヨトウコン<sup>®-S</sup>  
(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<sup>®</sup>  
(アリモドキゾウムシ用)
- オキメラノコール<sup>®</sup>  
(オキナワカンシャクシコメツキ用)

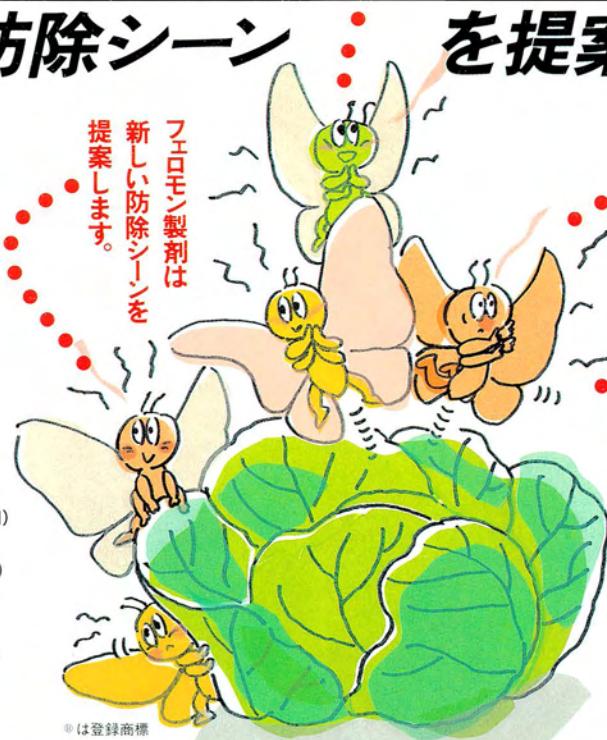
【発生予察用製剤】

- コドリングコール<sup>®</sup>(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、カブランガ、モモハモグリガ、キンモンホソガ、チャンホソガ、シバツトガ、スジキリヨトウ、ヒメゴネ、アリモドキゾウムシ用)

フェロモン製剤は  
新しい防除シーンを  
提案します。

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

害虫の抵抗性を  
発達させることがなく、  
また殺虫剤の  
散布回数を軽減する。



®は登録商標



サンケイ化学株式会社

本社：〒890 鹿児島市唐湊4-17-6

東京本社：〒101 東京都千代田区神田司町2-1(神田中央ビル) ☎(03)3294-6981

☎(0992)54-1161

# 植物防疫

第47卷 第4号  
平成5年4月号

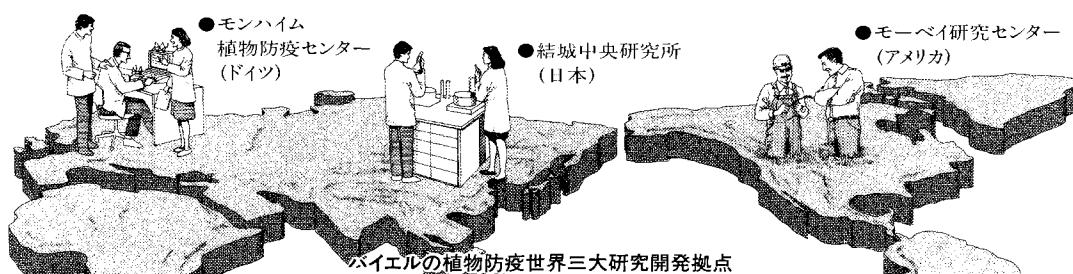
## 目次

Shokubutsu bōeki  
(Plant Protection)

平成5年度の植物防疫事業の進め方について	大川 義清	1	
植物防疫研究課題の概要	宮下 清貴	3	
植物葉面における農薬の移行と界面活性剤の作用	渡部忠一・山口 勇	7	
アズキ落葉病の生態と防除	小林 喜六	13	
マルハナバチによるトマトの花粉媒介	・松浦 誠	17	
キウイフルーツ花腐細菌病に対する耕種的防除	梶谷 裕二	21	
日本産ヒメハナカメムシ類の分類と同定	安永智秀・柏尾具俊	24	
国際ワークショップ「東アジアにおけるイネミズゴウムシ及び移動性害虫の蔓延と制御対策」——生態と管理——	平井一男・永田 徹	28	
国際ワークショップ「東アジアにおけるイネミズゴウムシ及び移動性害虫の蔓延と制御対策」——イネミズゴウムシの化学的防除——	菅野紘男・永田 徹	31	
植物防疫基礎講座			
RIPA法による植物ウイルス・簡易迅速診断	亀谷 満朗	33	
(トピックス) 臭化メチルとオゾン層について	梶谷 昭夫	37	
新しく登録された農薬(5.2.1~2.28)		40	
協会だより	40	主な次号予告	30
出版部より	40		

## 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



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、アメリカのモーベイ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。

●初・中期一発処理除草剤 ザーク<sup>®</sup>粒剤

●いもち病・穂枯れ・褐色葉枯病の  
予防・治療剤 ヒノザン<sup>®</sup>

Bayer



日本バイエルアグロケム株式会社

東京都中央区日本橋本町2-7-1

103

# いもち防除の決め手を生かす



●農薬は正しく使いましょう！

アメダスの恋人



●いもち病・ごま葉枯病・  
穂枯れ・変色米防除に

フランシ<sup>®</sup> 粉剤DL・水和剤 フランシ<sup>®</sup> バリタ<sup>®</sup> 粉剤DL

●いもち病と稻害虫防除に

フランシ<sup>®</sup> トレボン<sup>®</sup> 粉剤DL・水和剤

フランシ<sup>®</sup> トレル・バン 粉剤DL

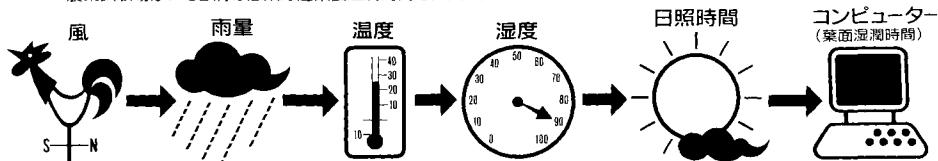
●いもち病・もん枯病と稻害虫防除に

フランシ<sup>®</sup> トレバリタ<sup>®</sup> 粉剤DL

フランシ<sup>®</sup> ル・バン<sup>®</sup> バリタ<sup>®</sup> 粉剤DL

- コンピューター発生予察システムを活用した初めてのいもち防除剤です。
- 稻自身がもつ防御反応を刺激していもち病菌の広がりをストップさせます。
- 速やかに稻体内にゆきわたり、散布後の雨による影響を受けにくい。
- ごま葉枯病、穂枯れ、変色米など他の病害にも有効で、稻の仕上げ防除剤として最適です。

アメダスを利用した発生予察は全国80ヵ所(日本全土直徑18km地点に1ヵ所あり)から送られたデータをもとに、農業試験場かいもち病の感染好適葉面湿潤時間を算出し、いもち病の発生予察・防除に活用しています。



フランシ<sup>®</sup>普及会

北興化学／武田薬品 事務局：武田薬品工業(株)アグロ事業部 東京都中央区日本橋2丁目12番10号

# 平成5年度の植物防疫事業の進め方について

農林水産省農蚕園芸局植物防疫課 大川義清

農林水産省は、昨年6月に、21世紀を展望した中長期的な視点から「新しい食料・農業・農村政策の方向」を策定、公表した。近年の我が国経済社会の動向を踏まえ、我が国農業、農村における自給率低下、農業就業人口の減少、過疎化、混住化の進行などを背景として、①可能な限り国内農業生産の維持・拡大と新鮮かつ安全な食料を適正な価格で安定的に供給、②農業経営に意欲と能力のある担い手の確保のため効率的・安定的経営体の育成、③農業の生産性の向上を図りつつ環境への負荷の軽減に配慮した環境保全型農業の確立・推進等の政策を強力に推進していくこととしている。

この方向に沿った具体的な施策は、順次整備されることとなるが、例えば、経営育成のための法制度の整備が今次通常国会に提案・検討される運びとなっている。

植物防疫行政については、土地利用型農業の大規模化、効率化が求められる中で、生産性向上に一層貢献するとともに、環境負荷の軽減に配慮しつつ進めていくことが肝要と考えられる。

平成5年度においても、これを重点として予算を計上し、一層の推進を図ることとしている。

特に、水質汚濁に係る農薬登録保留基準や、水道水質基準等の追加、改正に対応し、植物防疫行政としても、いわば「水質元年」と位置づけた的確な対応が必要となっている。

また臭化メチルについては、オゾン層保護の観点から、昨年11月のモントリオール議定書第4回締約国会議で規制物質とされたことから、その放出量削減の努力が必要となっている。

一方、厚生省では、一昨年来、残留農薬基準の大幅な見直し・追加の検討を進めてきたが、昨年10月末に、第一陣として34農薬の基準値が告示され、農林水産省ではこれに対応して、農薬安全使用基準の改訂等を行ったところである。今後ともおおむね100農薬を目指し、逐次追加設定される見通しである。現場の個々の農家にまで、安全使用基準の遵守の指導の徹底を特にお願いする。

安定的かつ効率的な農業生産の推進を図る上で、病害虫防除及びそのための農薬は不可欠と確信している。上記のような課題に一つ一つ的確な対応を積み重ね、國

民・消費者に正確な情報を提供することと併せて、農業生産の安定及び効率性と環境保全への配慮とを両立させていくことこそが、国民の正しい理解と信頼を醸成していく最も近い道と考える。

以下に、平成5年度における植物防疫事業の進め方について、概要を示す。

なお、沖縄、奄美地方に生息していたミカンコミバエ、ウリミバエについては、特に重要な害虫として、寄主植物の移動を禁止するとともに、その根絶に取り組んできたが、本年秋には、八重山群島からウリミバエの根絶が達成される見込みとなり、我が国全土からミカンコミバエに続いてウリミバエの根絶という20余年にわたる大事業が完遂されることになる。多くの先達のご努力に感謝と敬意を表する次第である。

## 1 病害虫発生予察の拡充・強化

病害虫の発生状況を調査・予測し、その情報を迅速に関係者に提供する発生予察事業は、適時、的確で効率的な病害虫防除を進めるための基本であり、今後とも、病害虫防除所を中心とする都道府県のネットワーク体制の強化を図りつつ、発生予察技術の開発を図り、精度の高い予察に努め、所要の情報の迅速、的確な伝達に努めることとしている。

このため、5年度においては、地域の農業者自らが行うモニタリング結果等を活用して、地域ごとにきめの細かい病害虫発生予測を行うための「発生予察地域活用技術確立事業」について、年次計画により実施県を拡充して実施する。

また、「花き類病害虫発生予察実験事業」は過去2年間の調査技法開発の実績を踏まえ、発生予察法の実証と、異なる多様な環境条件下にも適用できることを旨としたモデル開発に取り組む「発生予察実証・高度システム確立」を加えて、拡充実施することとしている。

## 2 水質保全に配慮した農薬使用の一層の適正化

農薬の使用に当たっては、必ず農薬取締法に基づき登録された農薬を使用するとともに、安全使用基準等に定められた適用作物・適用病害虫の範囲、使用時期、回数、使用方法等を遵守するように指導しているところであるが、特に、残留農薬基準値の追加設定に対応した安全使用基準につき、内容の変更の周知に努める。

5年度においては、「農薬安全使用推進・啓発事業」に

について、年次計画により実施県を充てて実施し、データに基づき適正使用を確認しながら適切な防除計画立案の推進を図るほか、消費者への啓発、情報提供を推進することとしている。

また特に、水系への負荷の軽減に関しては、昨年5月には環境庁から水質汚濁に係る農薬登録保留基準の改正が告示され、本年4月以降登録申請される農薬について順次基準値が定められ適用されること。また、昨年12月には厚生省が水道水質基準を改訂し、環境庁もこれを受けて、公共水域の水質に関する環境基準（健康項目）の改訂を行うこと等の事情にある。植物防疫行政としても、言わば「水質元年」と位置づけ、水質保全に十分留意して推進することが重要である。

このため、農薬を使用した圃場周辺の水質を調査することにより、環境や利水に及ぼす影響をチェックし、専門家による評価を行いきめ細かい適正使用を推進するための体制を都道府県に整備する「農薬水質影響特別対策事業」を実施することとしている。

また、近年、ホタル、トンボなど環境生物の保全に対する社会的関心が高まっていることに対応し、農薬検査所において、水系環境生物に対する影響に関する農薬登録検査手法の確立を図ることとしている。

### 3 多様な防除方法の確立・普及

病害虫や雑草の防除に当たっては、農薬使用の一層の効率化、適正化を図っていくとともに、耕種的防除法、生物的防除法、物理的防除法などの確立・普及を図り、化学的防除法と組み合わせた総合的な防除対応を進めることが重要である。このため、「高度防除技術推進特別対策事業」など関連事業の積極的活用を図る。

また、野菜等の土壌病害虫に対しては、作付前の土壌処理剤使用の効果が高く、広く実施されているが、一時に広域に使用される場合は、圃場、環境への負荷低減に極力配慮した対応が必要である。また臭化メチルについては、オゾン層保護の観点から、1995年からその生産・使用を1991年レベルで凍結するなどの規制が、国際的に決められたところである。このため、産地内の個々の圃場の土壌病害虫やウイルスの発生状況を把握、マップ化し、それぞれの発生程度に対応して土壌処理剤及び他の防除技術の中から適切な方法を選定・利用し、圃場、環境に配慮した合理的な防除を推進するための技術の確立を図る「環境保全型土壌病害虫防除技術確立事業」を実施する。本事業では、日本植物防疫協会に電頭を設置し、都道府県の依頼によりウイルスを同定し、現場の取

り組みを支援する体制整備も内容としている。

また、近年サル、イノシシ等鳥獣による農作物被害が多発していることに対処し、地域ごとの加害鳥獣や作物の種などの実態に応じ、先進的な防止対策技術を導入した効果的な被害防止対策の確立、定着を図る「鳥獣害防止新技術確立実証事業」を実施することとしている。

航空防除は、生産コストの低減、労働力不足の補完等に優れた特性を有し広く利用されており、今後ともその特性を活かした利用が期待されているところであるが、近年における混住化の進展、健康・安全指向や環境保全に関連して各地で問題提起がみられ、円滑な実施に困難を生じてきている。従来から、地域住民への周知・理解、実施地区の適正な設定、飛散が少なく効果的な新技術の開発、導入等に努めてきたところであるが、5年度には、「航空防除安全推進緊急対策事業」を新たに実施し、航空防除実施後の大気中の農薬濃度を実測し、農林水産航空協会から公表された大気中の農薬の安全性の目安となる濃度の指針値に照らして解析するなどにより、航空防除の安全性を緊急に実証し、危被害防止に一層配慮した航空防除の推進を図ることとしている。

### 4 輸出入植物検疫の的確な推進

輸出入植物の検疫に当たる植物防疫所については、輸入植物の増加傾向、地方空港における国際便の開設、増便などに対処して、近年人員の増加が進められてきたが、平成5年度においても関西国際空港の平成6年開港への対応など19人の増員と、横浜植物防疫所業務第三課の新設等の組織整備が認められている。

ガット・ウルグアイランドにおける植物防疫の議論については、国際基準との調和を尊重すること、科学的根拠に基づく限りにおいて国際基準より厳しい措置を講じ得ること等が合意案として固まっており、科学的、技術的に適正に実施する上で特段の支障を生じることはないものと認識している。

植物防疫所では5年度から、オゾン層保護に貢献する観点から、臭化メチルの放出削減を図るための「植物検疫消毒新技術緊急開発事業」を新たに実施することとしている。

また、果物をはじめとする日本の優秀な農産物を海外に輸出する場合、輸入国における植物検疫上の規制解除のための防除法や消毒法等に係る技術開発を、引き続きウンシュウミカン及びリンゴ等落葉果樹について進めることとしている。

# 植物防疫研究課題の概要

農林水産省農林水産技術会議事務局

みや した きよ たか  
宮 下 清 貴

## はじめに

農林水産省の平成5年度予算総額（概算決定額）は対前年度比1.7%増の3兆3,680億円であり、その中で農林水産技術会議の予算要求は、57,840百万円で3%増となっている。今年度の農林水産技術会議関係の予算要求の特徴を要約すると以下のようになる。

まず、重要政策課題に対応した研究開発予算として、  
 1. 農業の生産向上等を図るための研究開発、「地域営農合理化のための技術開発」（拡充）、「未来型農業機械開発研究戦略の策定」（新規）、収益性の高い畑作物の輪作体系を確立するため、国、県、民間が一体となった技術開発を実施（継続）、2. 高度化・多様化する消費ニーズに対応した研究開発、「最近における野菜需給の変動要因の解明と将来予測」（新規）、「需要拡大のための新形質水田作物の開発（スーパーライス計画）」（継続）、「小麦を主体とする水田畑作物の高品質化及び生産性向上技術の開発」（継続）、3. 環境問題・熱帯農業問題に対応した研究開発、「開発途上国遺伝資源保存支援事業」（新規）、「農林水產生態系を利用した地球環境変動要因の制御技術の開発」（拡充）、「東南アジア地域における気候変動と病害虫発生に関する基礎調査」（新規）等が重点項目となっている。

次に、基礎的・先導的研究の強化として、1. 先端技術の活用による革新的技術の開発、イネゲノム解析研究の推進（拡充）、「昆虫の機能利用と資源化に関する基礎研究」（新規）、「ルーメン共生微生物研究」（新規）、「農林水産物の健康に寄与する機能の評価・活用技術の開発」（新規）等、2. 農林水産業を支える基盤の強化、「農林水産省ジーンバンク事業」（拡充）、「ファクトデータベース等の開発」（拡充）、等に重点が置かれている。

また、研究交流の推進と都道府県・民間等の研究開発に対する支援として、官民交流共同研究や都道府県の研究開発に対する助成を行っている。その内容は、1. 研究交流の推進、「国際研究交流の推進」（拡充）等、2. 民間の研究開発に対する支援、「昆虫利用産業技術の開発」等、3. 都道府県の研究開発に対する助成「地域バイオテクノロジー等新技術共同研究開発促進事業」（拡充）等、とな

っている。

組織要求としては、国際農林水産業開発研究センター（仮称）の新設がある。これは、国際的な食料問題のほか、熱帯林の減少、砂漠化の進行、多様な遺伝資源の滅失等に対処し、環境と調和した農林水産業の持続的発展等を図るために、熱帯農業研究センターを拡充・強化して設立し、開発途上地域における農林水産業研究協力を強化するものである。

次に、平成5年度に実施予定の試験研究の中で、植物防疫関係の（課題が含まれている）プロジェクト研究の概要は以下の通りである。

## I 技術研究の強化経費

### 1 総合的開発研究

総合的開発研究とは行政上の緊急な要請に対応し、広範な分野にわたる技術開発を一体的に行うとともに、これらを総合的・体系的な技術に組み立てることを目指し、大規模な組織的共同体制の下で実施する研究である。

「小麦を主体とする水田畑作物の高品質化及び生産性向上技術の開発（水田畑作）」（平成3～8年度、392百万円）。我が国農産物の高品質化及び低コスト化を図るために、小麦については、外国産小麦の品質を越える品種を育成するとともに、大豆等転作作物の生産性向上技術を開発し、これら技術を組み合わせた高位安定輪作技術体系を確立することを目指す。病害虫関係では、大豆主要病虫害の遺伝的・環境的制御技術の開発に2場所が参画している。

「畑作物の高収益・安定生産のための基盤技術の開発（高収益畑作）」（平成4～9年度、127百万円）。我が国的主要畑作物を対象に、畑作経営の高収益化、安定的発展を目的として、甘しお等主要畑作物の高品質化及び生産性向上技術の開発、新規導入作物を組み込んだ高度土地利用技術の開発及び大規模畑作経営の展開方式の解明に関する総合開発研究を実施する。病害虫関係では3研究室が参加している。

### 2 大型別枠研究

21世紀を見通した長期的な視点から的重要問題の解決に必要な新しい技術の確立ならびに研究水準の飛躍的向上を目指し、都道府県、大学、民間等との組織的共同体制の下で大規模に実施する研究であり、現在次の3ブ

プロジェクトが進行中である。

(1) 「生物情報の解明と制御による新農林水産技術の開発に関する総合研究(生物情報)」(昭和63年度～平成9年度, 450百万円)

生物体内の刺激や情報の伝達機構を、ホルモン、酵素のレベルで解明及び制御することにより、次世代の高水準な農林水産技術につなげることを目指す。第2期(平成3～5年度)では、これら生体内情報の発現機構の解明に向けて研究の展開が図られ、第3期の発現制御研究へとつなげる予定である。本プロジェクトでは病害虫防除を直接目的とした課題はないが、昆虫の休眠、変態、生体防御、植物の環境適応及び共生などの基礎研究を行っている。

(2) 「農林水産系生態秩序の解明と最適制御に関する総合研究(生態秩序)」(平成元年～10年後, 426百万円)

個体群、群集、群落等各レベルにおける生物個体間の相互作用にかかる諸因子を明らかにし、それを積極的に利用することにより農林水産生物の資源管理、生産技術、生産環境の最適制御技術の開発を目指す。本プロジェクトでは、耕地生態系チームの中に昆虫等制御サブチーム及び耕地微生物制御チームがあり、病害虫防除にかかる研究を行っている。

(3) 「新需要創出のための生物機能の開発・利用技術の開発に関する総合研究(新需要創出)」(平成3年度～12年度, 438百万円)

農林水産物の従来の用途を一層拡大するとともに、新たな需要を喚起し、新しい形質や機能を備えた生物分解性プラスチック等の産業用素材等を開発するため、我が国の多様な生物資源の有する機能に着目し、それらの持つ新たな特性の解明・評価及び変換技術等の開発を目指す。病害虫関係の研究室は、森林総研の1研究室のみである。

### 3 一般別枠研究

次の特別研究とほぼ同様の性格を持つが、特に規模が大きく、その波及効果が大きく、研究を強力に推進することが必要なものであり、平成5年度からの新規課題を含めて6課題があるが、そのうち植物防疫に関する課題は次の2課題である。

(1) 「農林水産生態系を利用した地球環境変動要因の制御技術の開発(地球環境)」(拡充)(平成2～7年度, 212百万円)

地球規模の環境変化をもたらす二酸化炭素、メタン、亜酸化窒素の動態を解明するとともに、これら温室効果ガスの農林水産生態系を利用した循環制御・低減化技術を開発する。あわせて、地球環境変化の農林水産生態系

に与える影響の解明と主要農産物の生産力変動予測技術の開発を行い、対策技術の開発に資する。病害虫関係では、環境変化に伴う昆虫個体群や植物病原個体群の動態の解析、害虫のバイオタイプ出現機構の解明、いもち病の発生動態・変動機構の解明等の研究課題がある。

(2) 「植物免疫作用等の生物機能を活用した農産物の安全性向上技術の開発(安全性農産物)」(平成3～7年度, 84百万円)

農産物の安全性の向上に資する観点から、主要穀物(コメ、麦、大豆)及び飼料作物を対象として、植物免疫作用及び微生物機能を利用した病害抑制技術の開発、フェロモン等の生理活性物質及び天敵を利用して害虫の抑制技術、微生物による農薬分解機構の解明等を行い、化学資材の投入を抑える技術を開発するとともに、農産物中の微生物産生毒素を低減化する技術を開発する。本研究では病害虫関係研究室の参画が多い。

### 4 特別研究

経営研究では対処し得ない規模で、行政上の要請が強いもの及び新研究分野もしくは新技術の開発を急速に促進する必要があるため行うプロジェクト研究であり、平成5年度の総予算は466百万円、実施課題は22である。

病害虫関係の課題は「キノコ病害虫の発生機構の解明と生体的防除技術の開発(キノコ病害虫)」(平成3～6年度)がある。

### 5 侵入病害虫の防除に関する研究

海外から侵入した害虫やその害虫が媒介する微生物やウイルスによって引き起こされる病気であって、放置すると急速に国内でまん延し、農作物に多大な被害を及ぼすことが懸念されるもののうち、薬剤による防除が困難なもの、当該病害虫に関する知見が不足しているため有効な防除対策が取り得ないものを対象として、既に被害が発生している都道府県の試験研究機関の協力のもとに、当該病害虫の生理、生態の解明ならびに耕種的防除を中心とした防除体系の確立に関する研究を緊急に行うためのものである。

「タバココナジラミの防除に関する研究」(平成3～5年度, 3百万円)が継続中である。本研究では、施設野菜等で発生が目立ち、薬剤抵抗性が強く、黄化萎縮病等のウイルス病を媒介する恐れのあるタバココナジラミについて、生理・生態、寄主選好性、天敵等の調査・解明を行い、総合的防除法の策定を行う(野菜・茶葉試験場、中国農業試験場、四国農業試験場)。

### 6 热帯農業プロジェクト研究

熱帯または亜熱帯において、わが国が進める農林技術協力に必要な技術の開発に関する試験研究ならびに農林

業の研究領域の拡大と研究水準の向上に役立つ試験研究のうち組織的に実施するものであり、熱帯農業研究センターが担当している。平成5年度予算の実施課題数は22、総予算は828百万円である。

病害虫関係の課題としては、「熱帯果樹ウイルス性病害の生態解明と制御技術の開発」(平成2~6年度、タイ、マレーシア)、「東アジアモンスーン地域における移動性水稻害虫の広域移動実態の解明」(平成2~6年度、ベトナム、フィリピン、中国)、「東南アジアにおけるマイコプラズマ様病原体による病害の実態の解明と防除法の確立」(平成3~7年度、タイ)、「熱帯・亜熱帯地域特有の植物、微生物による効率的環境管理技術の開発」(平成4~13年度、招へい共同研究)、「熱帯二期作地帯における水稻の生物害総合防除技術体系の確立」(平成5~9年度)がある。

### 7 バイオテクノロジー先端技術研究

バイオテクノロジー分野における画期的な新技術の開発を図るため、長期的視点に立ったこの分野の基幹的課題を取り組むプロジェクト研究である。

「バイオテク植物育種に関する総合研究」(昭和61~平成12年度、414百万円)飛躍的な生産性を持ち、劣悪環境にも適応できる新資源作物及び多様化する消費者ニーズ

に対応した画期的な形質を持つ新資源作物を作出するため、バイオテク手法を活用した総合研究を実施しており、耐病性、耐虫性の付与も重要な課題となっている。

「昆虫の機能利用と資源化に関する基礎研究」(平成5~12、110百万円)近年の基礎生物学の成果の応用により昆虫が持つ特異機能の解明、昆虫が生産する有用物質の特性解明に着手するとともにこれらの機能や有用物質を利用するための基盤となる技術としての昆虫及び昆虫培養細胞の大量増殖技術等を開発し、農林水産業に新しい技術分野を確立するための基礎的研究を行う。病害虫関係では、昆虫病原微生物の特性解明及び利用技術の開発、昆虫病原微生物等の評価及び利用技術の開発、といった課題がある。

## II 他省庁計上予算

科学技術庁、環境庁の一括計上予算の中で、関連した試験研究を行っている。このうち、科学技術庁の原子力関係経費として274百万円、地球科学技術特定調査研究として104百万円が予定されている。

### 1 科学技術庁関係

原子力試験研究費については、「バイオテクノロジーによる立体異性農薬の特異的標識化技術の開発とその利用」(平成3~6年度、5百万円、農業環境技術研究所)、「RT-PCR法を利用した土壤細菌の生態解明に関する研究」(九州農業試験場)が推進されている。

科学技術振興調整費については、現段階では未定であるが、個別重要国際共同研究、重点基礎研究では病害虫

地域重新技術開発促進事業病害虫関連課題

課題名	実施年度	参加都道府県名
ハイテク利用による養液栽培野菜根部病害の総合制御技術の開発	3~5	三重、群馬、千葉
殺虫剤抵抗性ハスマヨントウの防除体系の確立	3~5	高知、徳島、香川
地域特産果樹のカミキリムシ類に対する昆虫病原糸状菌による生物防除	3~5	鹿児島、福岡、大分、沖縄
果菜類におけるセル成型苗の高附加值化と生育制御技術のシステム化	4~6	群馬、栃木、岐阜
天敵利用における施設果菜類のアザミウマ類制御技術	4~6	岡山、兵庫、和歌山、島根
生態系を活用した露地野菜の持続的安定生産技術の確立	4~6	千葉、山形、岐阜
西南暖地における軟弱野菜類の生態系活用型周年生産体系の確立	4~6	奈良、和歌山、三重、高知
暖地果菜類の土壤生態系を活用した持続的安定生産技術の確立	4~6	熊本、長崎、大分、沖縄
生態系を活用した水稻の持続的生産技術の確立	4~6	新潟、宮城、長野、鳥取、佐賀

病害虫分野の指定試験

単位	試験研究機関名	試験課題名
いもち病	福島農試	不良環境下におけるいもち病の流行生態と発生予測
球根類病害	富山農技センター 野菜花き試	花き球根類の病害防除法
畠土壤病害	茨城農総センター 農研	畠土壤病害生態防除法
いもち病	愛知農総試山間 技術実験農場	いもち病抵抗性と菌の変異
施設果菜病害	静岡農試	水田高度利用における施設果菜の病害防除法
牧草病害	山口農試	牧草及び飼料作物の病害防除法
馬鈴薯病害	長崎総農林試 愛野馬鈴薯支場	暖地馬鈴薯主要病害の基礎生態解明と制御技術の開発
畠作病害虫	鹿児島農試大隅支場	暖地畠作物の害虫防除法
サトウキビ害虫	沖縄農試	さとうきび害虫防除法
ミバエ類	//	ミバエ類防除法

関係はかなりの数の課題が提案されており、科学技術庁で検討中である。

## 2 環境庁関係

公害防止等試験研究として、「野生鳥獣による農林産物被害防止等を目的とした個体群管理手法及び防止技術に関する研究」(平成2~6年度、森林総研、農環研、農研センター)が実施されている。

## III 指定試験

指定試験事業とは国が行う必要がある試験研究のうち、国の試験研究機関の置かれている立地条件から、これを行ひ得ないものについて、立地条件が適当であり、かつ研究員、施設等の整っている都道府県の試験研究機関を指定し、委託実施するものである。

指定試験事業における病害虫試験については、平成5年度は10課題を委託実施する。

## IV 都道府県の試験研究への助成

植物防疫関連課題を含む都道府県の試験研究に対する助成としては次の二事業がある。

「地域バイオテクノロジー実用化技術研究開発促進事業(地域バイテク)」(総額214百万円)の植物防疫関連課題としては、「複数のウイルスに対する高度防除技術の確立」(平成3~7年度)、北海道、栃木、埼玉、京都、大分、沖縄、北海道農業試験場、東北農業試験場、四国農業試験場、農研センター)を実施中である。

「地域重要新技術開発促進事業」(総額310百万円)では、病害虫関連として9課題を実施予定である。

### 本会発行図書

## 農林有害動物・昆虫名鑑

日本応用動物昆虫学会 編

定価 3,399円 送料 380円 A5判 本文379ページ 並製

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

### 本会発行図書

## 『応用植物病理学用語集』

濱屋悦次(前農林水産省農業環境技術研究所微生物管理科長)編著 B6判 506ページ

定価 4,800円(本体4,660円) 送料 380円

植物病理学研究に必要な用語について、植物病理学はもちろん、農薬、防除、生化学、分子生物学などについても取り上げ(約6,800語)、紛らわしい用語には簡単な説明を付けそれを英和、和英に分けてアルファベット順に掲載し、また、付録には植物のウイルス、細菌、線虫の分類表を付した用語集です。植物病理学の専門家はもちろん広く植物防疫の関係者にとってご活用いただきたい用語集です。

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。

# 植物葉面における農薬の移行と界面活性剤の作用

理化学研究所 渡部 忠一・山口 勇  
 わたなべ ただかず やまぐち いさむ

## はじめに

植物表面、特に葉面へ施用された農薬は葉面に付着したのち、その一部は空中へ蒸散するが、大部分は葉面に残留し、更に葉面クチクラ層へ浸透し透過して葉内組織に入り、植物各部位へ移動してその効果を発揮することになる。特にこの付着・浸透・透過における挙動を変化させて、農薬の最終効果を増強・拡大・適正化するために加用される添加剤はアジュバント (adjuvant) と称されており、農薬の有用・有効性を向上させて、多様な農作物の栽培と生産を確保するとともに、環境・残留問題を軽減させるための比較的新しい研究領域の一つとなっている (渡部, 1987; Foy, 1989)。このアジュバントには一般に界面活性剤、溶剤、鉱物性及び植物性オイル、無機塩・化学肥料及び高分子物質等が含まれるが、その内界面活性剤は重要なものの一つである (杉村ら, 1984; 渡部, 1987)。葉面上における液滴の付着については既に本誌 (第 46 卷, p.385~390, 1992 年) で述べたが、葉面における水滴からの農薬の葉面クチクラへの移行 (浸透・透過) 挙動とこの過程における界面活性剤の作用については既に多くの研究があるばかりでなく、現在でも (特に諸外国で) 活発に研究されている領域である。本稿ではこの問題について最近の研究を筆者らの得た結果の一端を交えて概説し、これに関与する要因と機作について論じてみたい。

## II 葉面クチクラの構造と特徴

農薬がまず最初に接する構造物は葉面クチクラであるが、これには外気側より epicuticular wax, cuticularized layer (primary cuticle, cuticle proper) 及び cutinized layer (secondary cuticle) の三層より構成されている (BAKER, 1982; Hull ら, 1982)。epicuticular wax は一般に  $C_{20}$  以上、特に  $C_{30}$  前後の炭素数をもつ very long chain fatty acid (VLCFA) とその誘導体 (アルカン、酸、アルコール、ケトン、アルデヒド、エステル等) と  $C_{30}$  骨格を有するトリテルペノイドからなり、植物成分中で最も疎水性の組織を構成している。これに接する

cuticularized layer は hydroxy 及び epoxyhydroxy basic acid ( $C_{16,18}$ ) のエステル及びエーテル結合による三次元ポリマーのクチン (cutin) に、intracuticular wax として主に  $C_{16,18}$  脂肪酸で充填された層 (アルカンやトリテルペノイドを含む場合もある) である (BAKER, 1982)。この層の内側には cutinized layer があり、クチン構造の中に部分的に上記  $C_{16,18}$  脂肪酸やペクチン、セルロースを含んでいるが、cuticularized layer との境界は電顕像でも必ずしも明確ではない。これら三層から構成されるクチクラは一般にクチクラ膜 (CM) と呼ばれ、その厚さは 0.数  $\mu\text{m}$  から数  $\mu\text{m}$  であるが、樹木類の葉ではそれ以上の厚さのものもみられる。筆者らの測定では、展開終了後の成葉表面 (adaxial) の CM の厚さは、イネ、コムギで 0.4~0.6  $\mu\text{m}$ , ミカン、ソラマメ等で 3~5  $\mu\text{m}$ , その他多くの作物では中間的な厚さを示した (渡部, 1992 a)。CM はペクチン層及びセルロース層を経て表皮細胞の細胞膜に結合している。CM は化学的 ( $\text{ZnCl}_2 + \text{HCl}$ ) に、または酵素的 (ペクチナーゼ + セルラーゼ) に単離することができる場合が多い。epicuticular wax を溶剤

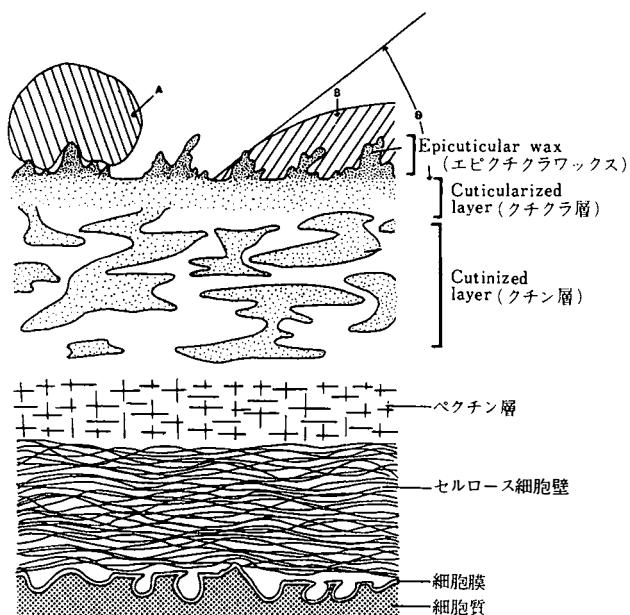


図-1 葉面クチクラ層の断面模式図 (HULL ら, 1982 を一部改変)

表-1 Epicuticular 及び intracuticular waxes の主要成分の比較(Baker, 1982)

Species	Epicuticular wax	Intracuticular wax
<i>Citrus</i> spp. leaf	hydrocarbons(42-66%) : alcohols(23-38%) : fatty acids(2-20%)	fatty acids(78-97%)
<i>Citrus</i> spp. fruit	aldehydes(28-44%) : hydrocarbons(23-43%) : fatty acids(8-20%)	fatty acids(68-72%)
<i>Fragaria</i> spp. leaf	triterpenoids(25-30%) : esters(20-30%) : hydrocarbons(20-25%)	fatty acids(80-90%)
<i>Spinacia oleracea</i> leaf	alcohols(>60%)	fatty acids(95%)
<i>Vaccinium ashei</i> leaf	$\beta$ -diketones(20-55%) : triterpenoids(20-45%) : alcohols(10-30%)	fatty acids(dominant component)
<i>V. ashei</i> fruit	$\beta$ -diketones(51-63%) : triterpenoids(11-21%) : alcohols(7-14%)	fatty acids(dominant component)
<i>Solanum melongena</i> fruit	hydrocarbons(53%) : fatty acids(47%)	fatty acids(64%) : hydrocarbons(35%)
<i>Capsicum annuum</i> fruit	hydrocarbons(43%) : triterpenoids(42%) : fatty acids(14%)	hydrocarbons(36%) : triterpenoids(35%) : fatty acids(31%)

で除去すると cuticular proper 表面が露出し、一般に濡れやすくなり、また農薬の移行が増大する傾向がある。HOLLOWAY (1982) は CM の微細構造には lamellate, reticulate 及び amorphism 等があり、これらの組み合わせによって CM の構造を type 1～type 6 に分類している。CM には蒸散防止、病害虫防除、形態形成等の役割があると考えられるが、その組成と構造は複雑であり、農薬の移行挙動も多様な様相を帯びることになる。

### III 農薬の葉面クチクラへの移行の挙動と影響要因

葉面に付着した水滴からの農薬の CM への移行について、BAKER ら (1992) は 26 農薬のメイズ、テンサイ、ナタネ及びイチゴ葉面への移行がより waxy な葉面ほど大きくなる傾向を認めたが、waxy なメイズでは最も少ないと報告し、CM と log Pow (Pow ; octanol／水分配係数), log S (S ; 水溶解度) 及び融点との相互関係の存在を指摘した。STEVENS ら (1987) は 15 農薬の 11 葉面への移行が葉面の epicuticular wax と CM 双方の性質に依存するとともに、log S と融点に逆相関することを認めたが、log Pow には最適値 (0 と 1.5～2.2) のあることを報告している。また、CM の厚さと wax の組成との直接的関連を認めなかった。PRICE ら (1985) は 10 農薬の 10 葉面への移行が CM と log Pow, log S 及び分子容の関係に依存することを指摘した。筆者ら (1992 a) は濡れ特性の異なる 6 葉面への  $\gamma$ -BHC, トリサイクルゾール、ピロキロン、アミトロール及び 2-デオキシ-D-グルコースの移行挙動を調べ、 $\gamma$ -BHC は CM に浸透せず、デオキシグルコースは CM へ蓄積する傾向を示した

が、他は濡れ難い葉面ほど移行しやすく、特にコムギには容易に移行することを示した。また、この移行は CM と log Pow との相互関係に依存し、log Pow には最適範囲 (1.6～-0.87) のあることを指摘した (図-2 に一部を示す)。Edgington (1981) は浸透性殺菌剤の植物体内移動には log Pow 3～-0.5 と分子構造等の適合性が必要だとしているが、CM への移行と細胞膜透過は膜の組成と構造に相当の相違があると考えられるので、移行挙動とメカニズムの点で多くの差異があると思われる。他方、移行は CM や epicuticular wax の組成や厚さに影響されるとの報告もある (例えば、BAKER ら, 1971, 1980; LEECE ら, 1976)。以上の事実より、農薬の CM への移行には、農薬側要因として Pow, S, 融点及び分子容と、CM 側要因として epicuticular wax と CM の組成と構造との間の固有の相互関係が重要な動因となっていると考えることができる。CM の厚さが同程度ならばその組成と構造に、またその逆の関係も移行に関係する可能性がある。

葉面に付着した水滴からの農薬の CM への移行は基本的に水滴から CM への分配、CM 中の拡散及び CM 下組織への放出 (両分配) の三過程から成ると考えることができる。この分配は直接的には CM/水間の分配係数 ( $K_{CM/W}$ ) であり、SCHÖNHERR ら (1989) は *Lycopersicon* と *Capsicum* 果実及び *Citrus* と *Ficus* 葉の CM への log  $K_{CM/W}$  が log Pow に良く相関し、log S に逆相関することを示した (図-3)。特に CM の最外層 (epicuticular wax + possibly cuticular proper) を "skin layer" として特徴づけ、分配に重要な役割を有すると考えている (BAUER ら, 1992)。CM の表層へ分配した農薬は CM 中の濃度勾配

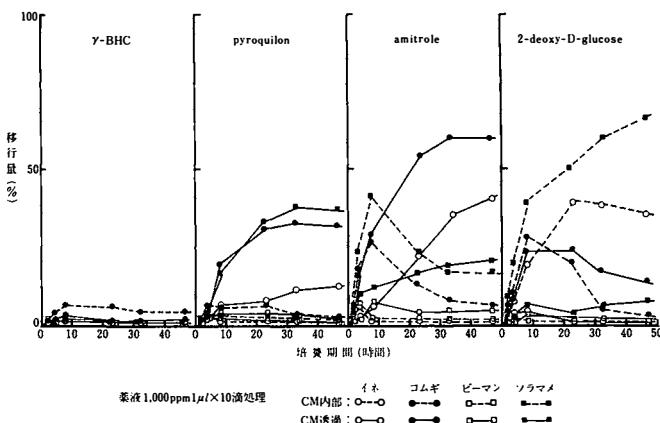
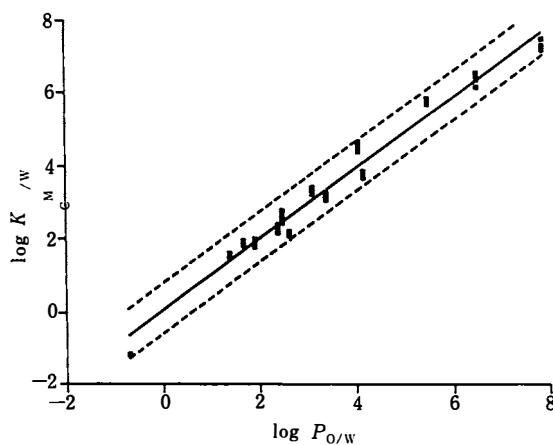


図-2 農薬等の葉面への移行挙動 (渡部ら, 1992)

図-3 K<sub>CM/w</sub>と Pow の相関 (SCHÖNHERR, 1989)

を駆動力とする拡散により移動する。拡散量( $J$ )を Fick's first law と Stokes-Einstein 式で表示すると、 $J = kT K_{CM/w} (C_o - C_i) / 6 \pi r \eta \Delta x t$  ( $k$  : ボルツマン定数,  $T$  : 絶対温度,  $C_o$  及び  $C_i$  : CM の外側及び内側濃度,  $r$  : 分子容半径,  $\eta$ ,  $\Delta x$  及び  $t$  : CM の粘度, 厚さ及び tortuosity)となり,  $r$ ,  $\eta$ ,  $\Delta x$ ,  $t$  が小さいほど, また,  $K_{CM/w}$  及び  $T$  の大きいほど  $J$  が増大することがわかる。CHAMEL (1986) はいくつかの農薬の CM 中の透過係数  $P$  (permeability coefficient) と拡散係数  $D$  (diffusion coefficient) をまとめている (表-2)。BAUER ら (1992) は CM 移行における分配と拡散を分離して測定する UDOS (unilateral desorption from outer surface) 法を開発して拡散速度定数( $R$ )が農薬の  $\log K_{CM/w}$  (したがって,  $\log Pow$ ) に関係せず分子容に逆相關することを示し, 拡散における分子容の重要性を指摘した(表-3,  $t_{1/2}$ ; 半量脱着時間,

$V_z$ ; 分子容,  $M$ ; McGowan 容積)。拡散速度は同一農薬でも CM によって変化するので CM 側の特性として  $\eta \Delta x t$  が総合的な指標とを考えることができるが, これらの値を算出することは实际上多くの場合困難である。HOLLOWAY (1982) は CM の微細構造を type 1~type 6 に分類したが, HOCH (1971) はリンゴ葉 CM の cutin matrix, wax channel, pectic & cellulosic microfibrile, lamella pathway 等の構造と農薬の移行との関連を考えている。FOY ら (1969) は以前に CM 中の農薬の一般的な通過経路として lipophile (apolar) route と hydrophile (polar) route を機能的に区別して移行を論じた (現在ではおのおの lipoidal route 及び aqueous route) が, 前者としては epicuticular wax 及び cutin matrix 中の脂肪酸結晶領域 (lamellate) や高密度非晶領域 (amorphism) が, 後者としてはクチン及び cutin strand, channel または pore, pectic fibrile などが対応すると考えられる (以前に FRANKE (1970) は aqueous route として ectodesmata の存在を指摘したがこれは電顕試料中の artifact とされている)。

農薬の移行経路としてこのほかに葉脈, 毛茸等表面突起物及び気孔と孔辺細胞の関与の可能性が指摘されてきた(BUKOVAC, 1976)。この内重要な水滴の気孔浸入 (infiltration) には表面張力が  $30 \text{ mNm}^{-1}$  以下, 特に  $20 \text{ mNm}^{-1}$  に低下する場合には, 短時間に大量の農薬の CM への移行が生ずるが, 通常の場合にはほとんど気孔浸入は生じないと考えられている (SCHÖNHERR ら, 1972; STEVENS ら, 1991)。以上の CM 構造からみると, 薄水性農薬は lipoidal route を, 親水性農薬は aqueous route を, 中間的な農薬は両 route を優先的に経由して拡散し, したがって, 主として農薬の  $\log Pow$  と分子容及び CM

表-2 農薬の透過係数Pと拡散係数D(Chamel, 1989)

Chemical	P (ms <sup>-1</sup> ) × 10 <sup>10</sup>	D (m <sup>2</sup> s <sup>-1</sup> ) × 10 <sup>16</sup>
2,4-D	1-272	8.4 40.1(fruit cuticles) 1.71(leaf cuticles)
2,4,5-T	4.6	7.0
NAA	39	63.5
Phenol	4.8-233	6.9-231
2-nitrophenol	10.2-970	20-378
4-nitrophenol	4.9-239	22.8-235
	1.4	8.4
	0.94	2.6
Pentachlorophenol	73	1.5
2,4-DB	436	
Glyphosate	10.6	
Methanol	6.5	18.6

中のこれら route を形成する組成と構造の種類と存在量の組み合わせによって、移行（浸透・透過）が決められると考えられる。

CM 中を拡散して CM 内面まで到達した農薬は CM 下組織（ペクチン及びセルロース空間-アポラスト）へ再分配されることになる。筆者らは既にみたとおり拡散速度は相対的に相当に小さいので、 $\log \text{Pow}$  が 2 以下の場合には再分配はスムーズであるが、3 以上では CM 中に蓄積する傾向があると考えている。したがって、CM への分配と CM からの再分配の相反する二つの傾向が  $\log \text{Pow}$  に最適範囲をもたらす要因である。

#### IV 農薬の葉面移行における界面活性剤の作用

農薬用アジュバントとして重要な界面活性剤には、ポリオキシエチレン (P. O. E.) アルキル ( $C_{12}$ ) エーテル, P. O. E. アルキル ( $C_{8,9}$ ) フェニルエーテル, P. O. E. ソルビタン脂肪酸 ( $C_{12-18}$ ) エステル, P. O. E. アルキル ( $C_{12-18}$ ) アミン, ドデシルサルフェート, ドデシルベンゼンスルホネート, ジオクチルスルホサクシネート等がある。また、近年、ポリシロキサン系界面活性剤 (商品名: Silwet L-77, Boost, Sylgard 309, Pulse 等) がその界面 (表面) 張力の著しい低下能による水滴の拡展と気孔浸入の点で注目されている。界面活性剤は分子構造中に親水基と疎水基を有するため水滴の界面 (表面を含む) に吸着し单分子膜を形成して界面 (表面) 張力を低下するとともに、水滴内部では会合体 (ミセル) を形成して農薬の可溶化、乳化及び分散を行うほか、水滴の拡展・浸透 (penetration) や吸湿・保湿などの作用を示し、また、脂質層へ溶解することができる (渡部, 1987)。

表-3 CM中の拡散の速度定数( $k$ )と分子容パラメータ及び $K_{CM/W}$ の関係(Bauerら, 1992)

Compound	Citrus aurantium		Capsicum annum	
	$k$ $\times 10^6(s^{-1})$	$t_{\frac{1}{2}}$ (h)	$k$ $\times 10^7(s^{-1})$	$t_{\frac{1}{2}}$ (h)
Benzoic acid	925.0 ( $\pm 118$ )	20.8	123.0 ( $\pm 7.5$ )	15.6
PCP	159.0 ( $\pm 34.4$ )	121	39.8 ( $\pm 7.7$ )	48.4
Bentazone	153.8 ( $\pm 24.4$ )	125	41.2 ( $\pm 9.2$ )	46.7
2,4-D	99.7 ( $\pm 8.2$ )	193	69.8 ( $\pm 10.0$ )	27.6
Atrazine	53.2 ( $\pm 10.4$ )	362	24.3 ( $\pm 3.2$ )	79.2
Pirimicarb	36.0 ( $\pm 16.3$ )	535	23.3 ( $\pm 7.4$ )	82.6
WL 110547	34.8 ( $\pm 8.4$ )	553	21.7 ( $\pm 5.5$ )	88.7
Tebuconazole	13.2 ( $\pm 4.8$ )	1459	7.9 ( $\pm 3.1$ )	244
Triadimenol	12.4 ( $\pm 5.3$ )	1553	12.5 ( $\pm 4.7$ )	154
Chlorfenvinphos	6.7 ( $\pm 3.3$ )	2874	10.2 ( $\pm 3.4$ )	189
Bitertanol	3.5 ( $\pm 0.8$ )	5501	3.9 ( $\pm 0.8$ )	494

Compound	$V_z$ ( $\text{cm}^3 \text{mol}^{-1}$ )	$M$ ( $\text{g mol}^{-1}$ )	$\log K_{cw}$
Benzoic acid	93	122	1.58
PCP	139	266	4.72
Bentazone	167	240	2.78
2,4-D	138	221	2.89
Atrazine	162	216	2.20
Pirimicarb	189	238	1.20
WL 110547	192	278	3.60
Tebuconazole	241	307	3.54
Triadimenol	219	295	3.37
Chlortenvinphos	233	359	3.20
Bitertanol	267	337	3.85

Tween 20, SDS, Triton X-100 はコムギ CM へ (ANDERSON ら, 1983), また, P. O. E. (6, 16) アルキル (C<sub>13</sub>) エーテルはエンドウ, ソラマメ CM へ (STOCK ら, 1992) 移行するので, 界面活性剤は水滴から CM へ一般に移行する傾向をもつ(化学構造や HLB(hydrophile-lipophile-balance) にも依存するが)。BAKER ら (1992) は 26 農薬のメイズ, ナタネ, イチゴ及びテンサイ葉面への移行に P. O. E.(8)ノニルフェニルエーテル (以下 NP-8) は影響を与えるが, その挙動には, (1)移行に無関係, (2)移行速度は遅いが持続的に移行量を増大する, (3)24 時間に著しく移行量を増大する, 及び(4)72 時間以上持続的に増大する, の四つを区別した。STEVENS ら (1987, 1988) は DDT, アトラジン, ペンタコサン及び 2-デオキシ-D-グルコースのメイズ葉面への移行に及ぼす 7 Tritons (P. O. E. (5~40) オクチルフェニルエーテル) の効果は, デオキシグルコースは吸湿性に相関し, アトラジンとペンタコサンは HLB に逆相関し,

DDTはepicuticular waxまで浸透すること及び全体的に水滴の拡展(濡れ面積)に相關することを示した。STOCKら(1992)はシアナジン, フェニル尿素, グリフィオサート, ディフェンゾクアット及びWL-110547のソラマメとエンドウ葉面への移行が特にP.O.E.(6)アルキル( $C_{13}$ )エーテルにより著しく促進されるが, これはCMの“activation(活性化)”によるものと考えている。筆者ら(1992a)は前記6農薬の6葉面への移行に対するP.O.E.(10)ラウリルエーテルの効果が, デオキシグルコースではCMへの蓄積を, トリサイクラゾール, ピロキロン及びアミトロールではCM透過を促進するが, その程度は濡れ難い葉面ほど大きくなる傾向を認め(図-4に一部示す), 農薬とCMの固有の関係が移行に重要であり, これに界面活性剤が関与することにより促進するメカニズムを考えている。また, これら農薬の移行促進は界面活性剤の種類と濃度により著しく異なることを示した。

以上の諸結果から, 界面活性剤の効果にはいくつかの特徴がみられる。界面活性剤は水滴を拡展させ接触面積を増大させるが, STEVENSら(1987)やSCHÖNHERR(1989)はこの拡展が農薬の移行面積増大のため重要であると考えている。筆者ら(1992b)はこの効果をガラスリング法を用いてピロキロンとアミトロール及びソラマメとナツダイダイの組み合わせで直接的に検討し, 滴液の拡展がCMへの移行を増加するが, その程度は組み合わせに依存し, 濡れ難い葉面ほど大きくなることを認めた。界面活性剤はcmc(臨界ミセル形成濃度)以上で農薬の可溶化や保湿効果を示すが, ミセル容積は農薬のそれに比べて相当に大きく, さらに乾涸時に農薬は“neat”状態にかかりるので, ミセルが移行促進を誘導する可能性は少な

いと考えられている(STOCKら, 1992; HOLLOWAYら, 1992; TADROS, 1987)。この可溶化能はepicuticular waxを溶解・除去する可能性があるが, しかし, 通常の使用濃度(0.1~0.2%)では実質的な溶解は生じず, 葉面に輪状痕(annulus)の生ずる場合のあることをSTEVENSら(1987)は報告している。しかし, オイルアジュバントや界面活性剤の高濃度ではwax溶解の生ずる可能性はある。界面活性剤はその親水基のために水滴の乾涸を遅める吸湿・保湿効果をもつて, 特にlog Powの小さい農薬のCM移行を促進することができる。PRASADら(1967)は外湿度の上昇はCM中のaqueous routeを膨潤させ農薬の移行を促進すると考えたが, 他方, SANTIERら(1992)はこのようなCMの水和状態は疎水性物質の移行を阻害することを報告している。また, 界面活性剤ミセルのCM界面への吸着作用は, 特にHLBの低い(EO 5~7.5) Tritonsでは農薬のCMへの分配を増大させる傾向がある(SHAFFERら, 1989)。以上のような水滴拡展, 保湿・吸湿, 分配促進, 可溶化等の効果は界面活性剤の水滴内における作用と考えることができるが, 界面活性剤がCMへ直接に浸透して農薬の移行を促進する作用はCMの“activation”と呼ばれている(HOLLOWAYら, 1990)。この作用では農薬/界面活性剤間の化学量論的な対応関係は一般に認められないのでco-penetrationまたはco-solvencyの機作ではなく, また, 界面活性剤がCM中で独自の集合体を作り, channelを形成することを示す報告は今のところないため, 界面活性剤がaqueous routeを膨潤し, lipoidal routeの構造をlooseにし, 全体として当該農薬に対する移行のエネルギー障壁を低下させると考えられる(HOLLOWAY, 1990);

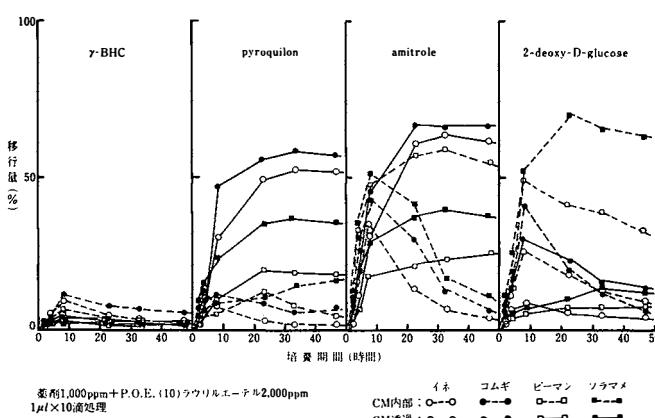


図-4 農薬等の葉面への移行と界面活性剤の効果(渡部ら, 1992)

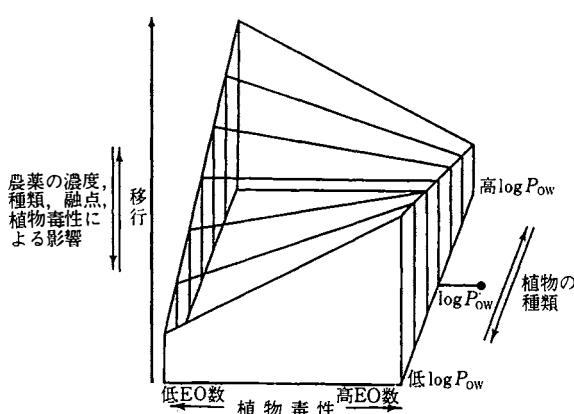


図5 CMのactivationと農薬-CM界面活性剤の相互関係 (HOLLOWAYら, 1990)

SCHÖNHERRら, 1989)。しかし、このactivationでCM構造の変化が当該農薬にとってエネルギー障壁低下として有効に作用するか否かは界面活性剤-CM-農薬三者の相互関係に依存することになり、HOLLOWAYら(1990)はP.O.E型ノニオン性界面活性剤についてこの依存関係を図5のように考えている(図中EO;エチレンオキシド付加数, critical log Pow;約2)。CMの中の両routeを同様に利用できる農薬の場合にはCMの種類やactivationの影響を受け難い可能性があり、筆者らはこの例としてピロキロン(log Pow 1.31)を考えている(未発表データ)。

### おわりに

界面活性剤の農薬の移行促進の機作は複雑で明らかでない場合が多いが、水滴内部とCM内部への作用に大別することができる。前者では濡れ面積拡大、乾涸時間延長、吸湿・保湿、可溶化、分配促進等が、後者ではCMの構造変化によるactivation等が主要な機作と考えられる。しかし、これらの機作は実際には並行的、逐次的に、または、協同的、拮抗的に作用することは十分に考えられるので、実際の施用場面で作用する主要な機作を明らかにし、有効に活用することはこの分野における重要な課題である。このため、近年、単離したCMを用いる移行測定法や葉面上の水滴からの移行モデルによる解析法が筆者らのものを含めていくつか提案されているが、別

の機会に論じてみたい。いずれにしても、この分野の研究が我が国においても実情に即して活発になることを願うものである。

### 参考文献

- ANDERSON N. H. and J. GIRLING (1983) : Pestic. Sci. 14: 399~404.
- BAKER E. A. and M. J. BUKOVAC (1971) : Ann. Appl. Biol. 67: 243~253.
- (1980) : Pestic. Sci. 11: 367~370.
- (1982) : The Plant Cuticle, Academic Press, London, pp. 139~165.
- et al. (1992) : Pestic. Sci. 34: 167~182.
- BAUER H. and J. SCHÖNHERR (1992) : ibid. 35: 1~11.
- BUKOVAC M. J. (1976) : Herbicides, Academic Press, London, pp. 335~364.
- CHAMEL A. (1986) : Physiol. Vég. 24: 491~507.
- EDGINGTON L. V. (1981) : Ann. Rev. Phytopathol. 19: 107~124.
- FLANKE W. (1970) : Pestic. Sci. 1: 164~167.
- Foy C. L. and L. W. SMITH (1969) : Adv. Chem. Series 86: 55~69.
- (1989) : Adjuvants and Agrochemicals Vol. I, CRC Press, Boca Raton, pp. 1~13.
- HÖCH H. C. (1979) : Planta 147: 186~195.
- HOLLOWAY P. J. (1992) : The Plant Cuticle, Academic Press, London, pp. 1~32.
- and D. STOCK (1990) : Industrial Application of Surfactants, The Royal Soc. of Chem., Cambridge, pp. 303~337.
- et al. (1992) : Pestic. Sci. 34: 109~118.
- HULL M. H. et al. (1982) : Adjuvants for Herbicides, The Weed Sci. Soc. of America, Illinois, pp. 26~67.
- LEECE D. R. (1976) : Aust. J. Plant Physiol. 3: 833~847.
- PRASAD R. et al. (1967) : Weeds 15: 149~156.
- PRICE C. E. and N. H. Anderson (1985) : Pestic. Sci. 16: 369~377.
- SANTIER S. et al. (1992) : The 3rd Int'l Symposium on Adjuvants for Agrochemicals, Poster session 2, Aug. 3~7, 1992, Cambridge, UK.
- SHAFAR W. E. and M. J. BUKOVAC (1989) : J. Agric. Food Chem. 37: 486~492.
- SCHÖNHERR J. and M. J. BUKOVAC (1972) : Plant Physiol. 49: 813~819.
- and M. RIEDERER (1989) : Rev. Environ. Contam. Toxicol. 108: 2~70.
- STEVENS P. J. G. and E. A. BAKER (1987) : Pestic. Sci. 19: 265~281.
- et al. (1988) : ibid. 24: 31~53.
- et al. (1991) : ibid. 33: 371~382.
- STOCK D. et al. (1992) : Pestic. Sci. 34: 233~242.
- 杉村順夫ら (1984) : 植物の化学調節 19: 34~49.
- TADROS T. F. (1987) : Aspects Appl. Biol. 14: 1~33.
- 渡部忠一 (1987) : 特殊機能界面活性剤, CMC, pp. 143~162.
- ・山口勇 (1992a) : 日本農業学会第17回大会(福岡)講要 p. 142, 3月24~26日, 投稿中
- ・——— (1992b) : 日本農業学会第12回農薬製剤・施用法研究会(つくば市)講要 p. 36, 11月5~6日, 投稿中

# アズキ落葉病の生態と防除

北海道大学農学部植物寄生病学講座 小林喜六

## はじめに

1970年アズキ落葉病は北海道十勝地方を中心に大発生し、発生面積は十勝地方アズキ栽培面積の約66%に相当する14,000haに達した。成田ら(1971)は、褐変部位から、ジャガイモ煎汁寒天培地上、灰褐色-灰白色、マット状に緩慢に生育する菌を検出し、接種試験の結果本病の病原菌であることを確認した。菌の形態及び培養性質から、アメリカで発見された(ALLINGTON and CHAMBERLAIN, 1948)ダイズのBrown Stem Rot(BSR)菌(*Cephalosporium gregatum*)と同一であることが明らかになった。ダイズの落葉症状は、日本では1980年と1982年にそれぞれ帯広と札幌で発生が初めて確認され、分離菌の形態がダイズのBSR菌と一致し、ダイズ落葉病と命名された。本州では1989年に秋田県で初めての発生報告がある。本菌の胞子形成状態が本来の*Cephalosporium*の属徴と若干異なっている事から*Cephalosporium*属に所属させることが妥当かどうか問われていたが、1971年Gamsは*Phialophora gregata*(ALLINGTON and CHAMBERLAIN)W.Gamsとする事を提唱し、現在では広く認められている。最近の報告によると、1989年のアズキ落葉病発生面積は14,600ha(栽培面積の37%)、被害面積は1,756ha(栽培面積の4%)で、今なお北海道のアズキ栽培にとって重要な病害となっている。確かに一時のような激しい発病は影を潜めたが、慢性的に進行している本病のしつこさに驚かされる。本菌はアズキの根に侵入後、茎の維管束部を進展、上昇し、これを褐変させ、さらに病勢が進むと収穫前にアズキを落葉させる。罹病した株は、主茎長、結実粒数、千粒重などが劣り、着莢数は特に少なくなる。発病が甚だしい場合の減収は70%以上に及ぶ。本菌は土壤中での生存期間が長いため、その防除が特に困難であり、今までのところトウモロコシを中心とした7年以上の長期輪作以外に有効な手段はない。

本稿では、これまで得られてきたアズキ落葉病菌の生態的研究及びダイズ落葉病菌との関係、防除に関する知見等を紹介したい。

## I アズキ落葉病菌とダイズ落葉病菌との異同

### 1 形態・培養性質・萎ちよう毒素生産

アズキ落葉病菌とダイズBSR菌の胞子の形態・形成様式や菌糸の生育、特異的萎ちよう毒素(Gregatins)の生産などは、同じで差が認められなかった。しかし最近日本で発生したダイズ落葉病菌とアズキ落葉病菌8菌株ずつを供試し詳細に比較した結果、両菌にはいくつかの点で差が認められた。すなわち、最適生育適温は、アズキ落葉病菌は24-26°Cであるのにダイズ落葉病菌は22-23°Cであった。またPDA培地とV-8寒天培地上での菌叢の色はやや異なり、前者は赤褐色から赤色であり、後者は淡黄色-黄褐色であった。

### 2 病原性

我が国アズキ落葉病発病圃場とアメリカ、アイオワ州ダイズBSR発病圃場で2年間にわたりアズキとダイズを栽培し、発病試験を行ったところ、日本では、アズキは何れの品種も激しく発病したが、日本産ダイズもアメリカ産ダイズも全く発病しなかった。一方、アメリカの圃場では、日本産ダイズはいずれも、かなり発病したが、アズキはどの品種もまったく発病しなかった。以上の圃場試験の結果からアズキ落葉病菌とダイズBSR菌は病原性が分化しているものと結論される。

### 3 化学分類

近年、形態・培養性質では区別しにくい糸状菌の分類学の分野に生化学的手法が取り入れられ、特にタンパク質やDNAレベルで遺伝的関係を検討した研究が多い。筆者らはアズキ落葉病菌とダイズ落葉病菌について、菌体内酵素の電気泳動パターンを比較すると共に遺伝物質であるDNAの塩基組成及び塩基配列の相同性とミトコンドリアDNAのRFLP解析を行い両菌の遺伝的関係を調べた。紙面の都合上詳細なデータは省略するが、アズキ落葉病菌とダイズ落葉病菌は同一種であるが、遺伝的に分化している事が示唆された。

### 4 病原性の変異

ダイズBSR菌には病原性の異なる二つの系統の存在が報告されている(GRAY, 1971)。維管束褐変と萎ちよう症状を起こすType 1と維管束褐変のみのType 2である。アズキ落葉病菌においても、多量の萎ちよう毒素を生産するType Aとほとんど毒素を生産しないType

Bの存在を報告したが (KOBAYASHI et al., 1979), 現在 Type B は *Acremonium* sp. とするのが妥当と考えている。アズキ落葉病菌にもダイズ落葉病菌にも菌株による病原性の変異が認められてきているが、レースの存在については明らかになっていない。今後の重要な問題の一つである。

### 5 分化型

アズキ及びダイズから分離した落葉病菌を用い、アズキ、ダイズ、インゲン、リョクトウ、ササゲに対する病原性を浸根接種法ならびに土壤接種法により調べた結果、アズキ分離菌株はアズキ及びリョクトウに、ダイズ分離菌株はダイズ及びリョクトウに病原性を示した。これら病原性の違い、ならびに前述の圃場試験、化学分類の結果に基づき、アズキ落葉病菌に対して *Phialophora gregata* f. sp. *adzukicola*, ダイズ落葉病菌に対して *Phialophora gregata* f. sp. *sojae* なる分化型を提案した (KOBAYASHI et al., 1991)。

## II 生態

### 1 検出、定量

#### 1) 罹病組織からの分離

LAIら (1968) はダイズ BSR 菌の罹病組織からの分離には、ダイズ茎煎汁寒天培地 (Soybean Stem Extract Agar) が有効であることを報告している。アズキ落葉病菌について検討した結果、アズキ茎煎汁寒天培地に PCNB と塩酸テトラサイクリン、硫酸ストレプトマイシンを加えた培地が非常に優れている事が分かった。

#### 2 土壤中からの分離

アズキ落葉病菌は生育がきわめて緩慢なため、土壤中からの分離、定量は極めて困難であった。当初、ローズベンガル寒天培地が用いられたが、選択性に難点があったため、優れた選択培地の開発が必要になった。筆者らは各種抗生物質、色素など 16 種類の物質について検討し、表-1 に示す組成の選択培地を開発した。本選択培地を用いて、各地発病圃場の土壤中菌量を定量した結果、発病指数と土壤中菌量との間に高い相関が認められ、培地の有効性が証明された。

#### 2 罹病残渣と発病

ダイズ BSR 菌は罹病残渣上に多量の胞子を形成し、それが感染源として重要な役割を果たしていることが明らかになっている。アズキ落葉病においても、罹病残渣を土壤表面や土壤中に加えた場合に、菌量の増加と発病の増大が観察される。このことから、罹病残渣上に多量の胞子が形成され、これが雨露によって土壤中に混入し、菌量を増加させ感染源になるものと思われる。したがつ

て発病圃場での被害刈株や茎葉を処分することにより、土壤中菌量を低下させ被害を最小限に抑えることが可能である。また本病に罹病したアズキ残渣を収穫 1 年後に土壤中より回収し、その摩碎液を調べると本菌が高率に存在することから、アズキ残渣中で腐生的に生存することも明らかである。

#### 3 土壤中の胞子の生存

アズキ落葉病菌には厚膜胞子、菌核などの耐久生存器官はこれまで知られていない。したがって、分生胞子の生存条件、期間を明らかにする事は本菌の生態解明に極めて重要である。土屋ら (1976) は殺菌土及び無殺菌土に胞子懸濁液を接種し、前者で 370 日以上、後者で 100 日以上も残渣なしに生存する事を観察している。近藤ら (1983) は同様に自然土壤に胞子懸濁液を接種後、風乾状態と湿潤状態に保ち、それぞれ -5°C, 4°C, 15°C, 25°C の温度下で生存を調べた。その結果、風乾状態の土壤中では 15°C, 25°C でほとんど生存できなかったが、湿潤状態では 25°C でも 200 日以上生存する場合があった。また 4°C, 15°C では 1 年半以上生存するなど、温度、湿度とも広範囲で分生胞子が長期生存能力を持つことが認められた。

#### 4 アズキ連輪作と土壤中菌量

アメリカではトウモロコシ 5 年、ダイズ 1 年の輪作でほぼ完全にダイズ BSR を抑制することができるとされているが、その抑制の機作については明らかにされていない。近藤ら (1983) はアズキ連作圃場にアズキのほかトウモロコシ、ダイズ、各種マメ科牧草を栽培し、アズキ落葉病菌の土壤中菌量の季節変動と菌量に及ぼす宿主、非宿主作物の影響と土壤中菌量の垂直分布を調べた。アズキ連作土壤中の菌量は、アズキ栽培前の冬期から初春にかけ高い値を示した(図-1)。アズキ根部への本菌の

表-1 土壤からのアズキ落葉病菌の選択分離培地

D-ガラクトース	5g
ペプトン	5g
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	1.0g
MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O	0.5g
ホウ酸ナトリウム	0.5g
コール酸ナトリウム*	0.5g
PCNB*	0.5g
硫酸ストレプトマイシン*	0.2g
塩酸テトラサイクリン*	0.05g
寒天	20g
水	1l

pH : 5.5

\* 減菌後に添加する。

感染はアズキ発芽後の早期に起こることが知られていることから、アズキ播種前の高い菌量は感染源として重要な役割を果たしているものと考えられる。トウモロコシ栽培による土壤中菌量の変化は栽培1年目から顕著に表れ、アズキ連作土壤中菌量と比較し、明らかに少なかつた(図-2)。ダイズ栽培によてもトウモロコシと同程度に低下した。また各種マメ科牧草栽培によっても低下したが、トウモロコシほど影響を与えたかった。アズキ連作区での土壤中菌量の分布は、コムギ条斑病菌の場合と異なり、各深さ、時期で分離され、土壤深さ別による変動は比較的少なかつた。深部でもかなりの胞子が生存しているものと思われる。

### 5 トウモロコシ栽培による菌量低下の機構

トウモロコシを栽培することにより、土壤中のアズキ落葉病菌菌量は著しく低下する。相馬ら(1991)はこの原因を解明するため、トウモロコシとアズキの根圈土壤中の菌量及び微生物相を調査した。その結果、トウモロコシ根圈で病原菌菌量が著しく低下した。また、拮抗性細菌や蛍光性 *Pseudomonas*などの微生物相は、両根圈間で特に顕著な違いが認められなかった。このような結果にもかかわらず栽培土壤全体の菌量(うねとうねの中央部から採取した土壤)はアズキ栽培では低下しなかつた。この差は両作物の根の量の違いによると考えられ、うね間土壤中に含まれる根長密度(単位土壤容積当たりに含まれる根長)を調査したところ、トウモロコシの根長密度が著しく大きいことが明らかとなった。アズキ、コムギ、ダイズの根圈でも菌量は低下したが、その根圈効果は小さかつた。菌量低下は作物の種類に非特異的な

根圈効果によることが推察された。さらに、植物の根浸出液に一般に含まれる糖類、アミノ酸の溶液を入れた透析膜チューブを人工根として土壤中に挿入し、擬似的かつ非特異的根圈効果を作り出した実験でも、著しい菌量低下が認められた。また殺菌土壤中では人工根圈での菌量低下が認められないことから、菌量低下には、作物に非特異的な根圈微生物が関与していることが示唆されている。

### 6 アズキ落葉病とダイズシストセンチュウ

本病の発病がシストセンチュウ生息土壤において著しく、また、殺線虫剤施用により発病が軽減し、収量が増大することから、本病とセンチュウとの関連性が指摘されていた。根岸ら(1984)は接種量、接種時期、温度、土壤などの種々の条件を変えて実験を行い、アズキ落葉病菌とダイズシストセンチュウの混合接種の場合に、菌単独接種より著しく感染、発病が増大し、条件によっては、生長点近辺まで褐変が進行する事を明らかにした。センチュウ侵入による傷などが本菌の侵入、感染部位となり、感染率、感染菌量が増大し、発病が激化するものと考えられる。

## III 防除

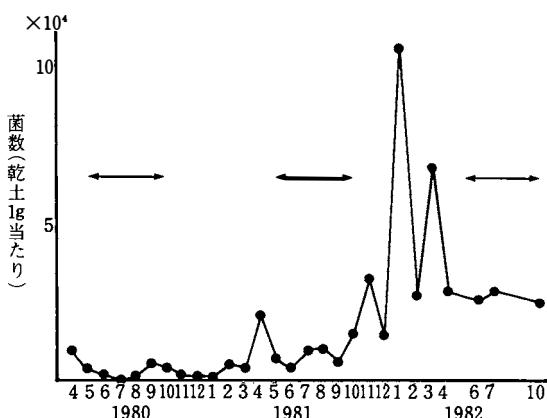
### 1 耕種の防除

#### 1) トウモロコシ栽培による発病の軽減

青田ら(1984)はアズキ落葉病激発畠にトウモロコシ、ジャガイモ、テンサイ、インゲン、ダイズを4年連作し、その跡地にアズキを栽培し、生育、発病、収量を調査した。トウモロコシ跡地で特に発病が減少し、収量は健全区と同等であった。

#### 2) 堆きゅう肥の微生物相改善による発病軽減

新田ら(1989)はアズキ落葉病発病圃場に堆きゅう肥をすき込み、アズキ落葉病感染率の低下とともに、地上部生育の促進と增收を観察し、堆きゅう肥にはアズキ落



葉病抑制機能のあることを明らかにしている。また、きゅう肥、パーク堆肥、落葉病罹病残渣堆肥いずれも感染率を低下させるが、特に罹病残渣堆肥が大きな発病抑止力を持つと述べ、原因として、根圈系状菌フロラの多様性や拮抗微生物の関与等を推定している。

## 2 物理的防除

田中ら(1984)はアズキ落葉病の多発した土壤を湛水処理し、土壤中菌量の変化を調べた。湛水期間60日以上で土壤中菌量は急激に低下し、120日後には1.3%まで激減した。アズキ落葉病の多発圃場に1年間イネを栽培後再びアズキ畑に転換する、いわゆる田畠転換栽培法を行った結果、菌量は顕著に低下し、本病の発生程度は軽減し、収量は処理前の2.5倍に増加した。従来畠作地帯で難防除病害とされていたアズキ落葉病は転作地帯では、田畠転換栽培を実施することにより防除が可能であることを明らかにした(表-2)。

## 3 生物的防除

筆者らはアズキ落葉病の種子バクテリゼーションとクロスプロテクションによる防除の可能性について現在研究を行っている。アズキ根圈土壤から分離した拮抗性細菌とアズキ種子から分離した非病原性 *Fusarium* 属菌の中に、温室実験で有望な菌株が見いだされつつある。また、ダイズ落葉病菌を前接種する事によりアズキ落葉病が顕著に抑制されるという興味ある結果が得られている。現在詳細について検討を行っている。

## IV 抵抗性育種

ダイズBSRでは、1944年の発生以来いち早く抵抗性育種がスタートし、現在すでにいくつかの実用的品種(BSR301, BSR302, A3等)が栽培され、ダイズ栽培上大きな障害とはなっていない。アズキ落葉病に関しては、道立十勝農試で昭和50年より抵抗性育種がスタートし現在も精力的に行われている。昭和59年にアズキ落葉病抵抗性品種〈ハツネショウズ〉と中間母本〈十系325号〉が育成されている。ハツネショウズは、子実の品質や収量性の点で他の品種に劣るため、普及していないのが現状である。現在アズキ落葉病に抵抗性の系統が選抜されつつあり、将来、より優れた抵抗性品種が世に出てくるものと期待される。

## おわりに

これまで述べてきたように、アズキ落葉病は数多い土

表-2 湛水期間と土壤中のアズキ落葉病菌菌量との関係

湛水期間 (日)	土壤中の胞子数(乾土1g当たり)		
	1982 11月	1983 5月	9月
	(×10 <sup>3</sup> )	(×10 <sup>3</sup> )	(×10 <sup>3</sup> )
0	32.0	16.2	11.8
30	20.0	10.6	6.8
60	2.6	1.5	1.1
90	0.7	0.5	0.1
120	0.4	0.4	0.2

湛水処理前の土壤中のアズキ落葉病菌菌量: 38.6×10<sup>3</sup>(乾土1g当たり)

壤病害の中でも、連作障害の典型であり、また病害の激しさからいっても横綱格であろう。この難防除病害をどのように克服したらよいのか、きわめて困難な課題といわざるを得ない。短い輪作期間で防ぐには、抵抗性品種とトウモロコシを中心とした作物栽培による根圈効果の利用以外に現実的な対策はない。湛水処理以外の方法で土壤中の罹病残渣を、いかに速やかに分解し、本菌を死滅させるか、防除のためには最も基本的に重要な課題と考えられる。現在、我が国ではダイズ落葉病はいまだ一部の発生にとどまっている。しかし、今後アズキ落葉病同様ダイズにも拡大する可能性が高いので十分な注意が必要である。

## 引用文献

- ALLINGTON, W. B. and CHAMBERLAIN, D. W. (1948) : *Phytopathology* 38 : 793~802.
- 青田鶴彦 (1984) : 日植病報 50 : 9.
- GRAY, L. E. (1971) : *Phytopathology* 61 : 1410~1411.
- KOBAYASHI et al., (1979) : *Ann. Phytopath. Soc. Japan* 45 : 409~411.
- (1991) : *ibid.* 57 : 225~231.
- 近藤則夫, 小林喜六 (1983) : 北大農邦文紀要 14 : 39~47.
- (1983) : 同上 14 : 48~55.
- LAI, P. V. (1968) : *Phytopathology* 58 : 1194~1195.
- 成田武四郎 (1971) : 植物防疫 25 : 353~358.
- 根岸秀明, 小林喜六 (1984) : 日植病報 50 : 500~506.
- 新田恒雄, 松口龍彦 (1989) : 北海道農試研報 152 : 33~89.
- 相馬潤ら (1991) : 北大農邦文紀要 17 : 473~488.
- 田中文夫ら (1984) : 日植病報 50 : 98~99.
- 土屋貞夫 (1976) : 第8回土壤伝染病談話会資料 : 14~18.

# マルハナバチによるトマトの花粉媒介

三重大学生物資源学部昆虫学研究室

まつ  
松  
うら  
浦まこと  
誠

## はじめに

マルハナバチはミツバチ科のマルハナバチ属 (*Bombus*) のハチの総称で、世界中から約 250 種が知られ、まるっこい体をふさふさした毛で覆われた大型のハナバチである。この仲間はこれまでレッドクローバーなどのマメ科牧草を中心とする露地作物の重要な花粉媒介昆虫として、世界各地で利用されてきた。日本でもカボチャ等の受粉に優れた効果のあることが知られていたが、ミツバチやマメコバチに比べると、その利用技術の開発はほとんど行われなかった（松浦，1992）。

1987 年にベルギーの Dr. ROLAND de JONGHE は、在来種のツチマルハナバチ *Bombus terrestris* (L.) が温室トマトの受粉に顕著な効果のあることを発見して、その大量増殖法を開発するとともに、翌年には Biobest 社を興して販売を始めた。ヨーロッパでは、トマトの受粉は、それまで小型の電気振動器による物理的方法で行われていたが、マルハナバチによる生物的受粉法は、登場後わずか 3～4 年のうちにヨーロッパ全域に普及し、イギリス、オランダ、フランス等でも天敵会社が相次いで販売を行うようになった。1992 年には、北ヨーロッパを中心に 20 か国を越える 3,500 ha 以上で利用され、トマトの場合、国によっては栽培面積のほぼ 100 % に達していると言う (Koppert 社、私信)。

日本では 1991 年 12 月 4 日に、初めてベルギー産の 14 群が、商社を通じて試験的に導入され、三重、愛知、静岡の 3 県下のトマトハウスに放飼された。翌年 1 月にはオランダの天敵会社からも別の商社により同種が輸入され、上記以外の数県下でもその効果が実証された（池田，1992）。その後は、日本の 2 商社を通じて、ベルギー及びオランダから継続的に輸入され、翌シーズンには本格的な販売が行われるようになり、1992 年 9～12 月の輸入量は約 2,500 群に達し、シーズン中の輸入総量は 4,500 群を超えるとみなされている。

## I マルハナバチの訪花特性

現在日本に導入されているのは、上記のツチマルハナバチ 1 種のみで、本種は北ヨーロッパの各地に最も普通に分布している。また、約 200 年前、本種を含む 3 種のマルハナバチの女王バチが、牧草の花粉媒介の目的でイ

Pollination of Tomato Plants with the Introduced Bumble Bee, *Bombus terrestris*. By Makoto MATSUURA

ギリスからニュージーランドへ海路で運ばれて定着に成功し、同島の牧畜業に多大の貢献をしたことはよく知られている（松浦，1988）。現在でもツチマルハナバチはニュージーランドの各地に普通に生息し、人工的な増殖も行われている。

マルハナバチはミツバチとは近縁で、どちらも食物及び巣材を、頭花植物の花蜜と花粉に依存している点では共通しているが、生態的にはかなり異なる。温帯のマルハナバチの基本的な生活史は 1 年性で、越冬した女王が春に単独で巣を創設して、数十～数百の働きバチを生産したのち、それらがオスと新女王を育てて、コロニーは解散する（松浦，1988）。

マルハナバチでは、働きバチの体のサイズはミツバチと異なり著しい個体変異があるのが特色で、体重になると最大と最小で 10 倍の差があることも少なくない。最小のグループはほとんどの個体が一生巣から出ないで内役バチとして過ごし、大型の個体は外役が多い。1 群は、輸入直後で 1 頭の女王と約 50～80 頭の働き蜂、それに卵、幼虫、繭で構成されており、導入後は通常 1～2 か月で女王と働きバチは死亡して、活動は終息する。

マルハナバチは、花粉媒介虫としてながめた場合も、ミツバチに比べて異なる点が多い（表-1）。現在、日本へ導入されているツチマルハナバチは、ほとんどが施設トマトで利用されているので、ここではトマトにおける本種の訪花活動について、筆者がこれ迄に観察した結果を中心にながめてみよう。

トマトは本来風媒花で、訪花昆虫はほとんどいない。そこで受粉のためには花を軽く振動して柱頭に花粉を落下させると、果実が肥大し種子ができる。ヨーロッパでは、温室で栽培するトマトは、小型電気振動器により花房を振動させ、薬の花粉を柱頭上に落下させて受粉を行い、着果と果実肥大を促進してきた。マルハナバチはこの振動受粉に代わる技術として開発されたものである。

このハチは花粉が成熟した花のみを選択的に訪れ、開花直後で花粉がまだ成熟していない花は訪れない。働きバチはトマトの花を訪れるとき、薬のやや先端部を大腮で挟んで体を仰向けに固定したあと、胸部の筋肉、及び前・後翅を高速で振動させて薬を刺激する。この間、ツーツーツーという連続した高音が発せられ、この音は 3～4 m 離れていて人の耳ではっきりと聞き取ることができる。

マルハナバチ類の胸部の筋肉の振動は、巣外で低温時に体温を上昇させたり、巣内で卵室や育児房を保温する

時にも行われるが、その際、翅は完全に静止状態で、音もまったく出ない。したがって、薬の振動行動は花粉採取のために特化した行動で、発熱行動とは異なった筋肉の振動機構であると考えられる。

一方、ミツバチはこうした胸部筋肉の振動による花粉採取の技術をもたないうえ、トマトは花蜜がまったくないので訪花することはない。

こうして花粉が柱頭に落下すると、受粉が完了するが、その際、ハチは落下してくる花粉を腹部腹面の体毛で受け止めたのち振動運動をやめる。それから、前・中脚を用いて体表に付着した花粉粒を後脚の両腿節にある花粉籠に集め、花粉団子に仕上げて巣へもちかえる。この花粉団子作りは、次の花へ移るまでのわずかな飛翔中にも盛んに行われ、1個当たり重量は10~35mgとなる。その際、両脚ともほぼ均等の花粉団子となるので、両方ではほぼ倍量の花粉を運ぶが、その大きさは働きバチの個体の大きさ、トマトの品種による花の大きさ、同一花への訪花回数などの違いにより様々に異なる。

トマトの場合、働きバチは1日で5~12回の花粉採集活動に出かけ、1花で2~10秒止まりながら、1回の採集活動で50~220個の花を訪れるが、小型のミニトマトでは花の滞在時間は短く、訪花数は多くなる。

マルハナバチの訪花により、薬には波状の噛み傷が生じ、数日後にはその部分が褐変し「バイトマーク」と呼ばれる特有の傷痕を作る。これはハチが訪花した証拠でトマトの果実の発育にはまったく影響がない。このマークは低温期では褐変化の進行が遅く、ほとんど目立たないまま、果実の肥大へ進むことが多い。

各種の気象条件下等でのマルハナバチの活動性もミツバチと異なる点がある。気温に関しては、低温活動性が高く、ハチの活動は5~7°Cより始まり、10°C以上になると日の出前や日没後の薄暗い状態でも活発に行われる。

表-1 授粉者としてのマルハナバチとミツバチの比較

項目	マルハナバチ	ミツバチ
活動性		
巣からの活動距離	数百m以内	数km以内
外役開始日	羽化後2~3日	羽化後約20日
低温時	5~6°C以上	10~15°C以上
曇天や雨天	通常強い	通常弱い
早朝や夕刻	〃	〃
UVカットフィルム被覆下	影響無し	影響あり
トマトへの訪花性	有	無
利用管理		
施設内での群の損耗	少ない	導入直後に甚多
群の増殖	一般には難しい	比較的容易
同一群の利用期間	短(1~2か月)	長(3~6か月以上)
攻撃性	弱い*	注意を要する
巣箱の移動の難易	容易	やや容易

\* 移動直後と巣箱を開けた場合は注意

活動適温は10~25°Cで、30°Cを超える高温下では活動は著しく弱まり、35°C以上になると訪花はほとんど行われない。また、ミツバチの活動しない雨天や曇天、紫外線カットフィルムの被覆下でも活動する。

巣からの活動距離は、露地の場合50~300mと比較的狭い範囲で採餌を行い、施設では50m<sup>2</sup>の面積でも活動する。

こうした特性をうまく利用すれば、施設トマトばかりでなく、従来ミツバチでは十分な効果の期待できなかつた低温時、紫外線カットの条件下、それに比較的狭い範囲での栽培作物の受粉にも応用できるだろう。

## II 施設トマトでの導入の効果

ヨーロッパの施設栽培のトマトでは、これまで行われてきた振動受粉法は、マルハナバチによる生物的受粉法と比べて、どちらも受粉という生理的過程を経て、着果と果実の肥大が行われるので、トマトの発育生理の点からは基本的に変わらないといえる。したがって、マルハナバチは振動作業に変わる省力化技術としての評価がなされている。

日本でもこのハチの導入は、当初はトマト栽培の省力的な技術開発が思うように進展しないなかで、新しい省力技術の観点から検討されたものであった。ところが、我が国の施設トマトの栽培では、開花時に植物ホルモン剤(4-CPA液剤、クロキシホニック液剤)を散布して、着果と果実肥大を促進させるのが必須の作業となっている。しかし、ホルモン処理とマルハナバチによる受粉とでは、その後の果実の品質及び草勢などへの影響がかなり異なることが分かった。すなわち、日本でのマルハナバチの利用は、ヨーロッパでの単なる省力技術としての評価ばかりではなく、果実の品質向上や植物生理への好影響もあわせもつことが明らかとなった。それらは、(1)空洞果の減少、(2)食味の向上、(3)ビタミンCの含有量の増加、(4)着果率の向上、(5)ホルモン過剰害の回避などである。

マルハナバチが導入された場合の省力化と品質向上などの例としてこれまでに次のような報告がある。

省力技術の面では、トマトは開花期間が4~10か月と長く、栽培管理の後半ではホルモン処理作業は収穫作業と同時進行するので、全労働時間に占めるホルモン処理労力は収穫・出荷に次いで高い比率を占める。特に、最近栽培が増えているミニトマトでは、一株の上から下までの各花房に数回の処理を要するので、多い農家では約300時間、平均でも173時間を必要とし、その労働強度も高い(菅原、1992)。こうした作業が、マルハナバチの導入によってなくなるので、省力技術としての効果は大きい。

果実の品質への影響に関して、静岡県下の農家のトマト品種「ハウス桃太郎」への導入例では、3月中旬~4

月中旬に本種を放飼した場合、植物ホルモン剤区と比較して、着花率は93%と高く、空洞果の発生率は全くなく、形状はすべて良好で、酸度及び糖度(Brix)も高く、食味が優れる等の結果が得られているが(池田・忠内、1992)、果実の重量は変わらなかったという。ただし、その重量に関しては、筆者らの同品種及び別品種「瑞星」の試験例では、外径の大きさが同じ果実の場合では8~15%の重量増となっている(松浦、未発表)。

また、愛知県下の農家におけるミニトマトへの導入例では、2月下旬以降に放飼した場合、着果率は98~100%であったうえ、表-2、表-3に示したように果実の大きさと重量が増加したほか、ビタミンC含量は13~42%の大幅な増加が認められている。特に、種子をとりまくゼリーパーはホルモン処理に比べて重量で倍以上に増加している。一方、糖度(Brix)は有意差が認められなかつたが、酸含量は増えて、やや酸味が強くなつたという(小出、未発表)。

菅原(1992)によれば、受粉により着果した有種子果は、ホルモン処理の無種子果に比べ、果肉部では糖含量が増加し、酸やビタミンCも増加する。特にゼリーパーの酸含量の増加が著しいので、ゼリーパーの多いミニトマト等の品種では食べると酸っぱいが、逆に果肉部の多いファースト型品種では甘く感じられるといふ。また、マルハナバチにより受粉された果実はホルモン処理果と比べ果実の種子が多く、空洞果が減少し、果実の重量が増加するといふ。一方、ホルモン処理果では、未熟花や低温期で花粉の稔性の低い時期には、果実はほとんどが無種子となり、種子の周辺のゼリーパー物質などの内容物が充実しないので、外側の果肉部は肥大しても、内部に空洞ができやすいといふ。

こうした果実の品質向上の効果に加えて、ホルモン剤では生長点などの若い器官へ噴霧されると、葉の奇形を生じたり、ミニトマトのように花房当たりの着花数が多い場合、同一花房へ2~3回の噴霧が行われるので、過

表-2 マルハナバチとホルモン処理によるミニトマトの品質(小出、未発表)

ハウス	試験区	縦mm	横mm	縦/横	重さg	ビタミンC
A	マルハナバチ	28.6	26.4	1.09	10.9	42.2
	ホルモン処理	25.6	23.2	1.10	8.0	37.3
	t検定	**	**	ns	**	*
B	マルハナバチ	30.4	28.1	1.08	13.9	46.1
	ホルモン処理	27.5	25.8	1.07	10.6	32.3
	t検定	**	**	ns	**	*

A: 2月28日、B: 2月29日に各10個を調査。ただし、ビタミンCはA: 4月4日、B: 4月5日の収穫果から5個を2回復調査。

\*: 5%水準で有意差あり、\*\*: 1%水準で有意差あり、ns: 有意差なし

剩噴霧の害として草勢の低下等が発生することがあり、それらの悪影響も排除される。

一方、果実の成熟に要する期間は、農家の話ではハチによる受粉の方がホルモン処理に比べ、開花から収穫までの日数が冬季で約1週間遅れるが、春の温暖な時期ではその差は少ないとわれている。しかし、この点を確認した報告例はまだないようである。

### III 他の果菜類での評価

ヨーロッパでは、マルハナバチはトマト以外にもミツバチの訪花しないナスで利用されており、その他に、我が国でミツバチを用いて受粉を行っているイチゴ、メロン、ピーマン、スイカなどで導入されている。

イチゴと温室メロンに関する静岡県農業試験場の試験例では、いずれも現行のミツバチによる受粉と同様の効果が得られている。イチゴの場合には、低温活動性に優れていることや、雨天や曇天でも訪花するので、これらの点で活動性の劣るミツバチに比べて、優れた効果が期待できるといふ。一方、メロンでは高温下での栽培なので、30°Cを超えると活動個体数は減少し、一時的に40°Cを超えると、翌日から働きバチは著しく減少し、幼虫とともに死亡したものと考えられている(池田・忠内、1992)。

ピーマン及びナスについて、日本では試験例はまだないようである。筆者が予備的に行った両作物のハウスへのマルハナバチの導入例では、訪花活動はいずれもよく行われ、前者では奇形果の大幅な減少、後者では果実の肥大促進が認められた(松浦、未発表)が、果実の品質への効果については今後さらに詳しい検討が必要である。

このハチの訪花植物の範囲は広く、筆者がこれまで確認したのは上記の作物以外に、ナタネ、ブロッコリー、ダイコンなどほとんどのアブラナ科作物、スイカ、プリンスメロン、ニガウリ、カボチャなどのウリ科、タマネギ、ネギ、ニラなどのユリ科のほか、ナシ、モモ、ウメ、スマモ、ビワなどのバラ科やカキ、ブルーベリー、キュウイなどの各種果樹類である。おそらくミツバチの訪花する植物のほとんどで花粉と蜜を集めるものと考えられ

表-3 マルハナバチとホルモン処理によるミニトマトのゼリーパー割合と糖・酸度(小出、未発表)

試験区	全重 g	果肉 g	ゼリーパー g	ゼリーパー 割合%	糖度Brix		酸含量%
					果肉 g	ゼリーパー g	
マルハナバチ	11.6	7.9	3.7	32.0	7.6	8.3	0.53 1.47
ホルモン処理	7.7	6.2	1.5	18.9	7.9	8.5	0.49 1.07
t検定	**	**	**	**	ns	ns	- -

4月25日に各区10個調査。ただし、ホルモン処理区は種無し果のみ調査。酸含量はクエン酸含量を測定。\*\*: 1%水準で有意差あり、ns: 有意差なし

る。

日本ではトマト以外の農作物では、受粉を必要とする場合、セイヨウミツバチ *Apis mellifera* L. とマメコバチ *Osmia cornifrons* (RADOSZKOWSKI) が利用されている。農水省統計によれば、1991年度における施設園芸でのミツバチの利用群数は、イチゴの81,094群を筆頭に、メロン、スイカ、シトトウ、ダイコン、ニガウリ、カボチャ、オウトウ、マンゴーなどを加えると計125,845群、露地ではリンゴ、オウトウ、ナシ、モモ、ウメ、カキ、プラム、スマモなどの果樹で28,161群、スイカ、ダイコン、カボチャ、メロン、タマネギなどの野菜類で2,762群となり、花粉媒介用としては合計156,768群となっている。また、マメコバチは主にリンゴを中心にナシ、オウトウなどの果樹でも利用されているが、正確な数は把握されていない。

これらの作物では、現状ではミツバチ等の効果が高いうえ、マルハナバチに比べて価格がはるかに安価であること、開花期間の長い作物でも1作期間の利用が可能であることなどの経済性と利便性、それにマルハナバチの効果が未確認であることなどから、すぐにミツバチと交替することはないと考えられる。しかし、作物によっては、マルハナバチの特性を生かした利用法がこれから検討されるだろう。

#### IV 導入上の問題点

今後、マルハナバチは施設トマトを中心に、他の果菜類や果樹においてもかなりの勢いで普及していくと考えられる。しかし、25年前にイチゴヘミツバチが導入された時と同じように、暫くの間は、従来の栽培技術との摩擦、ハチの習性や生態の知識の欠如、技術指導者の不足等により現場での混乱は避けられないだろう。

試験的な導入以来、まだ1年余に過ぎず、解決すべき点は多いが、ここでは(1)農薬の影響、(2)花粉稔性と温度管理、の2点について述べる。

##### (1) 農薬の影響

ヨーロッパでは、施設トマトの害虫は天敵による防除体系が発達しており、ハチに影響のある農薬はほとんど散布されていないことが、マルハナバチのスムーズな導入へつながったとみられる。しかし、日本では当初から着果生理は受粉を前提としないホルモン処理で行ってきたので、農薬の使用に当たって訪花昆虫への影響を顧慮する必要がなかった。そのうえ、施設トマトではコナジラミ類、マメハモグリバエ、アブラムシ類など難防除害虫が発生しやすく、ハチに影響の強い薬剤の使用例が少なくない。

マルハナバチは群当たりの働きバチの数は50~100頭と少ないうえ、働きバチの大部分が花粉集めをするので、

ハチに影響のある薬剤では群の活動能力が急速に衰退し、再起不能に陥りやすい。

マルハナバチの農薬への影響については我が国はもとより欧米でも試験例は少ないが、現行のトマトへの登録農薬の中には強い影響の見られるものもあり、今後、早急な安全基準の作成が必要である。

##### (2) 花粉稔性と温度管理

現在の日本の施設トマトは、品種によっては花器の構造、花粉量及び花粉稔性などの点からハチの受粉に不向きで、マルハナバチを導入しても受粉による効果は期待できない場合がある。また、低温下では花粉の稔性が低下し、例えば「ハウス桃太郎」では、愛知県下で広く行われている最低夜温8~9°Cの管理法では、ハチが訪花しても花粉が薬から離れず着果しない例が起こっている(菅原、1992; 小出、1992)。

#### おわりに

ヨーロッパでは、受粉作業がハチ販売会社の請負制になっている場合が多いので、ハチの管理や受粉のチェックが行き届いている。しかし、日本では、現在のところ、マルハナバチは買い取り制で、販売者によるその後の点検や管理はほとんど行われていないうえ、販売元でもクレームなどに対応できる技術者はいないのが現状である。

また、現在は1巣箱が3万円を越える価格であるが、その半分は空輸費である上、その利用期間は4~6週間で更新を必要とするため、トマト等のように数か月にわたり開花する作物では経済性の点から導入を躊躇する農家も少なくない。本種の増殖そのものは難しい技術ではないと考えられ、将来は日本産のマルハナバチも含め、国内での生産が可能となれば、価格も安くなり、利用しやすくなるだろう。

最後に、導入種のツチマルハナバチが野性化して、定着する可能性もあり、その場合、日本の生物相とりわけ他のハナバチに与える影響が懸念される。先輩格のセイヨウミツバチは導入以来100余年を経て、野生群も多く、訪花昆虫の主要な勢力となっているが、外来種どうしの競合も含め、その動態を厳しく見守る必要がある。

#### 引用文献

- 1) 池田二三高・忠内雄次 (1992) : 農業及び園芸 67: 1213 ~1216.
- 2) 小出哲也 (1992) : 施設園芸 18: 42~45.
- 3) 松浦 誠(1988) : 社会性ハチの不思議な社会, どうぶつ社, 東京, 261 pp.
- 4) \_\_\_\_\_ (1991) : 農薬時代 161: 5~8.
- 5) \_\_\_\_\_ (1992) : 農薬 39: 6~8.
- 6) 菅原真治 (1992) : 施設園芸 18: 54~58.

# キウイフルーツ花腐細菌病に対する耕種的防除

福岡県農業総合試験場 梶 谷 裕 二

## はじめに

キウイフルーツはミカンからの転換作物の一つとして導入され、主にミカン産地を中心に植栽がなされてきた果樹である。導入当初は防除不要の果樹とされていたが、栽培面積の増加や樹齢の進行とともに各種病害虫が発生するようになった。

なかでも、花腐細菌病は被害が大きく、年によっては収穫皆無の圃場も発生するため、栽培農家に最も恐れられている病害である。

本病の病原菌は近年、*Pseudomonas syringae* pv. *syringae* と同定された(藤河ら、1992)。このように本病は細菌に起因する病害のため、薬剤防除の効果が上がりにくく、多発年には薬剤散布の効果がほとんど認められていない。ところが、近年、本病に対する有効な防除法として、環状剥皮処理が報告された(赤山ら、1990)。しかし、環状剥皮の処理方法やこれが果実品質に及ぼす影響等については、不明な点が多くあった。本研究では、環状剥皮処理の時期、部位や幅、環状剥皮が果実品質や樹体内成分の変化に及ぼす影響について検討したので報告する。

## I 環状剥皮の処理時期及び処理幅の違いによる発病抑制効果

### 1 試験方法

試験は福岡県甘木市の現地圃場で、品種「ヘイワード」成木を供試し、1区1樹2反復で1989年、1990年の2年間行った。1989年は3月20日、4月5日、21日、5月8日に地上約60cmの主幹部を10mm、20mm幅で木質部に達するまで剥皮し、満開時の5月26日と29日に花器及び花蕾での発病状況を調査した。1990年は3月23日、4月11日、25日、5月7日に地上約60cmの主幹部を5mm、10mm、20mm幅で同様に剥皮し、1989年と同様に満開時の5月25日と28日に花器及び花蕾での発病状況を調査した。

### 2 試験結果

1989年は花腐細菌病が激発した年であったが、各処理区とも無処理区と比べて花腐細菌病の発生が抑制された。満開約50日前と30日前に剥皮処理した区の効果が

最も高かったが、3月20日処理区の効果は低く、5月8日処理区もやや劣った。処理幅については20mm処理区に比べ、10mm区がやや劣る傾向が認められた(図-1)。1990年は全体的には花腐細菌病の少ない年であったが、各処理区とも無処理区と比較して著しい発病抑制効果が認められ、1989年のように処理時期や処理幅の違いによる発病の差は認められなかった(図-2)。

また、地上60cmと150cmの処理において効果に差がなかったことから、処理部位は主幹部であればどこでも良いようである。

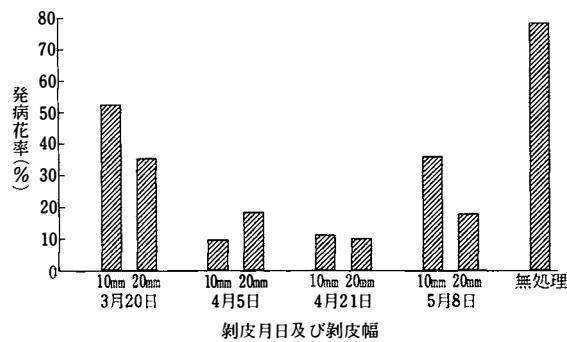


図-1 剥皮時期・幅の違いによる花腐細菌病の発病抑制効果(1989)

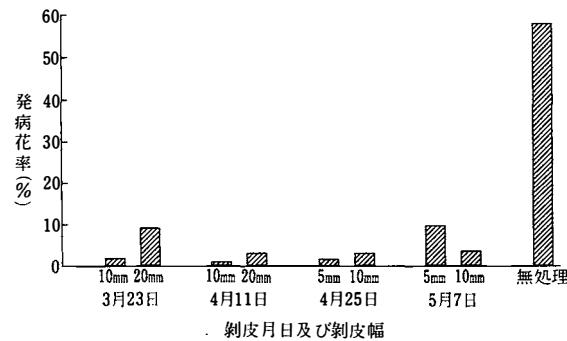


図-2 剥皮時期・幅の違いによる花腐細菌病の発病抑制効果(1990)

## II 環状剥皮が果実品質に及ぼす影響

### 1 試験方法

1990年に福岡県八女郡立花町の現地圃場において、品種「ヘイワード」成木を供試し、環状剥皮が果実品質に及ぼす影響を調査した。剥皮処理を4月17日、24日、5月1日、8日に幅10mmで行い、各処理時期毎に各樹10果にマークし、6月21日から9月19日まで6回、同一果実の横径と縦径を追跡調査した。また、剥皮処理時期の違いによる果実肥大への影響を調査するため、各処理樹ごとに果実を収穫し、販売上の分類に従い3S～3Lのランクごとに果実数を調査した。

### 2 試験結果

同一果実の肥大に関する追跡調査では、剥皮処理区と無処理区との間に差は認められなかった(図-3、図-4)。また、処理時期別の果実品質調査では、各階級の割合と販売価格の差から考慮すると、処理時期の違いによる経済的な差は認められなかった(表-1)。

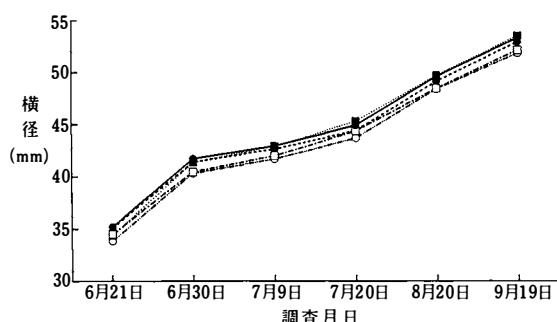


図-3 剥皮処理によるキウイ果実の時期別肥大状況(1990)  
…○…4月17日処理, …●…4月24日処理, …■…5月1日処理, …□…5月8日処理, —●—無処理

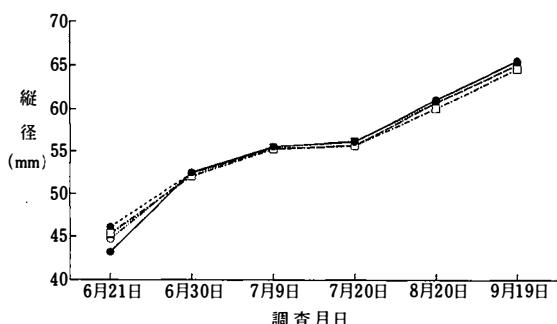


図-4 剥皮処理によるキウイ果実の時期別肥大状況(1990)  
…○…4月17日処理, …●…4月24日処理, …■…5月1日処理, …□…5月8日処理, —●—無処理

## III 剥皮処理時期の違いによる、花蕾内成分の時期別変化

### 1 試験方法

各種の花蕾内成分が剥皮処理前後でどのように異なるか調査した。花蕾の採集は剥皮処理前より満開1週間前の5月15日まで定期的に行い、凍結保存後7～8月に各処理区の花蕾内の全糖、還元糖、デンプン、Ca, Mg, Kを樹毎に調査した。

### 2 試験結果

花蕾内成分中のデンプン、Ca, Mg, Kの時期別含有量は、処理樹と無処理樹との間に一定の傾向は認められなかつた(表-2、図-5)。しかし、全糖、還元糖の含有量は満開1～2週間前より、処理樹の花蕾では無処理樹に比べて多く推移した(図-6、図-7)。

表-1 各処理時期毎の果実サイズの割合(%) (1990)

剥皮月日	果実サイズ						
	3S	2S	S	M	L	2L	3L
4月17日	0.84	9.16	42.97	31.84	13.81	1.09	0.29
4月24日	0.98	10.30	41.15	30.98	14.98	1.31	0.30
5月1日	1.08	12.28	38.36	28.26	17.40	2.24	0.38
5月8日	0.89	11.78	38.24	28.21	18.73	1.94	0.19
無処理	0.59	10.67	34.84	28.64	21.93	2.73	0.58

表-2 剥皮処理による花蕾内のCa, Mg, Kの時期別変化  
(1990)

成 分	剥皮月日	調査月日				
		4/17	4/24	5/1	5/8	5/15
Ca	4月17日	146.0	144.3	170.9	169.2	166.4
	4月24日	—	152.7	176.5	144.8	150.9
	5月1日	—	—	177.5	161.3	168.5
	5月8日	—	—	—	172.0	145.9
	無処理	147.6	144.2	158.5	158.0	168.2
Mg	4月17日	4.69	4.66	4.69	4.41	4.46
	4月24日	—	4.76	4.31	3.98	3.98
	5月1日	—	—	4.48	3.97	4.03
	5月8日	—	—	—	4.14	4.02
	無処理	4.51	4.75	4.53	4.02	4.19
K	4月17日	727.8	776.3	739.0	768.4	740.0
	4月24日	—	770.3	715.6	766.4	683.0
	5月1日	—	—	706.2	754.5	682.8
	5月8日	—	—	—	781.4	680.5
	無処理	739.7	771.3	726.3	738.8	662.1

注1) 満開日: 5月22日

注2) 単位: mg%

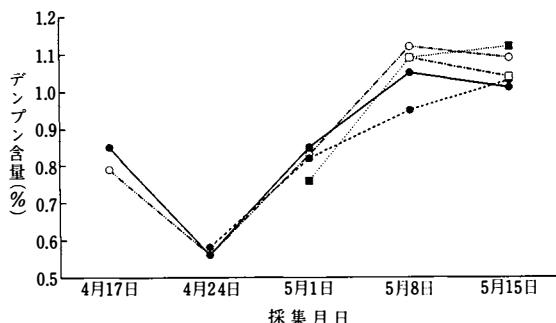


図-5 剥皮処理による花蕾内のデンプンの時期別変化(1990)

…○… 4月17日処理, …●… 4月24日処理, …■…  
5月1日処理, …□… 5月8日処理, —●—無処理

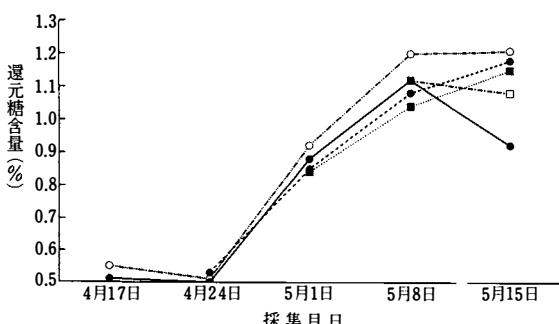


図-6 剥皮処理による花蕾内の還元糖の時期別変化(1990)

…○… 4月17日処理, …●… 4月24日処理, …■…  
5月1日処理, …□… 5月8日処理, —●—無処理

### 考 察

環状剥皮は満開2か月前～3週間前に幅5～20mmで処理すれば、本病を著しく抑制した。このことから、環状剥皮処理が樹体や果実品質に及ぼす影響を最小限に抑え、かつ的確な発病抑制効果を発現させるためには、満開約1か月前～3週間前に5mm幅で処理することが最適であると考えられた。

また、環状剥皮処理が果実品質に及ぼす影響を調査した結果、生育期での果実肥大の調査では差が認められず、また収穫果実の大きさの調査でも処理区と無処理区との間に経済的な差は認められなかった。このことから、1年のみの試験結果ではあるものの、環状剥皮による果実肥大への影響は少ないものと思われた。

環状剥皮が花腐細菌病に対して高い発病抑制効果を發揮する原因については、現在のところ不明である。三好(1991)や森田(1992)は剥皮処理樹では葉のデンプン含量が増加し、窒素含量が減少することを報告しているが、

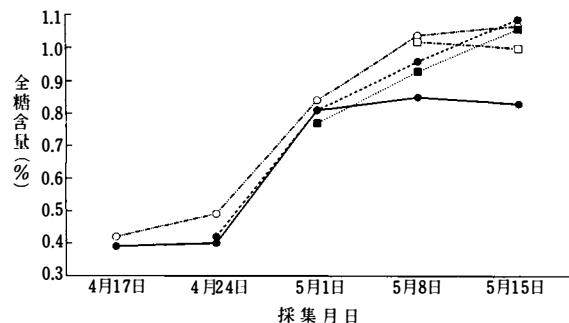


図-7 剥皮処理による花蕾内の全糖の時期別変化(1990)

…○… 4月17日処理, …●… 4月24日処理, …■…  
5月1日処理, …□… 5月8日処理, —●—無処理

この成分の変化が発病抑制に関与したか否かについては不明であるとしている。また、処理によって花蕾内の水分含量が減少することが原因ではないかとの指摘もあるが、詳しい報告はない。

そこで、各種の花蕾内成分が剥皮処理後どのように変化するかを調査した。その結果、処理樹の花蕾では全糖、還元糖の含有量が満開1～2週間前より、無処理樹に比べて多く推移していることが判明した。このことから、糖の多少が本病の抑制に関与した可能性が示唆されたが、花蕾内成分の変化と発病抑制の因果関係は依然不明であり、さらに検討が必要と思われる。いずれにしても発病抑制のメカニズムについては早急に解明する必要がある。

花腐細菌病は薬剤防除の効果が上がりにくいため、多発年には生産量減少の大きな要因となっている。環状剥皮処理を行えば、栽培上問題とならない程度まで本病の発生を抑制できるので本病を対象とした農薬散布は不要となる。また、雨よけ栽培のように高額な資材費もかかりらず、かつ簡便に処理できるため、福岡県における環状剥皮の普及率は8～9割に達している。

生産者としては剥皮処理を連年行うことによるキウイフルーツ樹木への悪影響を懸念するところであるが、現状では花腐細菌病によって著しい減収に甘んじるよりは、本処理を行うことで毎年安定した収量を確保することが急務となっているようである。

なお、現在までのところ、本処理による樹勢の低下や枯死の報告はない。

### 引 用 文 献

- 1) 赤山喜一郎ら (1990) : 日植病報 56 : 394～395.
- 2) 梶谷裕二ら (1991) : 九病虫研会報 37 : 72～74.
- 3) 藤河正英ら (1992) : 九病虫研会報 38 : 206.
- 4) 三好孝典 (1991) 今月の農業 35(4) : 60～63.
- 5) 森田 昭 (1992) : 九農研 54 : 259.

# 日本産ヒメハナカメムシ類の分類と同定

農林水産省野菜・茶業試験場久留米支場

やすなが ゆすなが  
ともひで ともひで  
かしお かしお  
ともとし ともとし  
**安永 智秀・柏尾 具俊**

ヒメハナカメムシ類 (*Orius* spp.) は捕食性の一群であるハナカメムシ科 (Anthocoridae) に属し、世界からおよそ 40 種が知られている。ヒメハナカメムシ類の多くの種は耕作地に普通に見られ、様々な作物上でアザミウマ、アブラムシ、ハダニ等の農業害虫を効率的に捕食する。欧米では早くからその有効性に着目し、生物的防除へ応用すべく研究が進んでおり、実際に北米原産の一種 *Orius insidiosus* がヨーロッパのある企業によって大量増殖され、アザミウマ防除用として販売もされている。

ヨーロッパと北米大陸には、ヒメハナカメムシ類はそれぞれ 10 種前後が分布していて、これらは互いによく似ており、識別困難であるが、分類学的研究がそれ相応に進んでいるため (WAGNER, 1952, 1967; PERICART, 1972; HERRING, 1966, etc.) 種もかなり正確に同定され、結果として生物的防除への利用も可能になったと見てよい。

一方、我が国では重要な侵入害虫で薬剤抵抗性の高いミナミキイロアザミウマに対する有効天敵として、ヒメハナカメムシ類はとみにクローズアップされてきた。アブラムシなども捕食するため、その有効性を示唆した論文が多い。ところが、日本のヒメハナカメムシ類における分類学的研究は従来ほとんど手つかずの状態であったため、過去の文献にみられる“ヒメハナカメムシ”あるいは “*Orius* sp.” というものが、一体どの種をさしているのか現時点では判然としない。過去日本からは、コヒメハナカメムシ、*O. minutus* (LINNAEUS) 及びナミヒメハナカメムシ (ヒメハナカメムシ改称)、*O. sauteri* (POPIUS) の記録があるが、この既知 2 種の正確な同定すらきわめて困難な状態であった。ヒメハナカメムシ類の分類が困難な原因としては、カメムシの中でも体が最も微小なこと (体長 2 mm 内外)、酷似した近縁種が多いこと、明確な外観的分類形質に乏しく雄交尾器を解剖・検鏡しなければ種を 100% 確実に同定できることなどがあげられる。しかも多くの場合、同じ場所、同じ植物 (作物) 上に、かつ時を同じくして複数種が混棲するため、種の混同が頻繁に起こるのである (表-1 参照)。このため生物防除利用の方途が、なかなか具体的に開けなかったのもやむを得ない。

**本文では日本に生息するヒメハナカメムシ類 (*Orius***

Taxonomy and Identification of Japanese *Orius* species. By Tomohide YASUNAGA and Tomotoshi KASHIO

属) およそ 2,000 個体の標本を検鏡し、確認された全 6 種について概説するとともに、各種の区別点、識別法にも言及する。なお、混乱を少しでも減らすために、各種に明確な和名を与えておきたい。

## I 日本産ヒメハナカメムシ類各種の概説

### 1 コヒメハナカメムシ *O. minutus* (LINNAEUS)

*Orius* 属の中で最も分布が広く、ユーラシア、北アフリカ、北米から知られる。日本では本土全域と対馬、隠岐島など一部の島嶼からも発見される。ただし南西諸島からは未だ。ナス、キュウリ、ダイズ、キク、トウモロコシなどいろいろな作物上に多い。

### 2 ナミヒメハナカメムシ *O. sauteri* (POPIUS)

日本本土全域に普通で、ことに西日本では個体数が多いが島嶼からは未だ。本種は POPPIUS (1909) によって神奈川県から記載され、ロシア極東部、中国、韓国からも知られる。一般に半鞘翅、肢は淡色であるが、東北、北海道、あるいは極東ロシアなど寒冷地の個体では、全体が黒化する傾向がある。こうした黒化型の個体は西日本でもまれにみられ、一種の遺伝型なのかもしれない。ミナミキイロアザミウマの生物防除に最も期待が持たれる種である。

なお本種の和名は、従来単に“ヒメハナカメムシ”と呼ばれていたが、このグループ全体の呼称と重複し、誤解を招く恐れがあるため上記の和名に改称した。

### 3 タイリクヒメハナカメムシ (新称)

本種は今のところ中国南部を模式産地とする *O. similis* ZHENG, 1982 に該当すると考えられ、上記の和名を与えた。近いうちに模式標本と比較した上で、学名をはつきりさせたい。我が国においては九州、四国の太平洋岸、紀伊半島南部で多数個体を採集している。生息地ではコヒメハナカメムシと混棲する上、外観的に区別することがきわめて困難であるため、同定には雄交尾器を精査する必要がある。

### 4 ツヤヒメハナカメムシ

本種は日本本土ほぼ全域に知られ、本文と相前後して新種として記載される予定である (YASUNAGA, 1993)。本種は前 3 種と同じ *Heterorius* 亜属に含まれるが、他種との区別は容易である。むしろヨーロッパ～ロシア沿海州に分布する *O. majusculus* と近縁で、代置関係にあるの

かも知れない。関東～西日本の水田や、イネ科雑草のはびこる荒れ地に多く、ナス、ピーマン、カボチャなどの作物上でも見つかる。

### 5 ミナミヒメハナカメムシ

沖縄本島南部からのみ見つかっている特異な種で、おそらく中国南部、東洋熱帯、豪州、ミクロネシアに広く分布する *O. tantillus* (MORSCHULSKY) と思われる。本種は前胸背、雄交尾器の形態が独特で、既知の亜属には当てはまらない。もともと *Orius* 属の亜属レベルの体系はヨーロッパの種を中心に提唱されたものであるため、熱帯や新大陸には、新亜属を設けて整理すべき種が多く残されている。筆者の安永は 1992 年 11 月上旬に沖縄本島南部で実際に現地調査を行ったが、その折採集された 300 個体あまりの標本はすべて本種で、他の種との混棲は確認していない。ただ時期によっては他のヒメハナカメムシ類が混じる可能性がある。いずれにしても南西諸島に 1 種しか分布しないとは考え難く、今後さらに調査する必要がある。

### 6 ケブカヒメハナカメムシ

*Orius* 亜属に含まれる未記載種と考えられるもので、宮本正一博士によって福岡市能古島で採集された 2 ♂ が、現在までにもたらされた全標本である。雄が未知で

あるため新種として記載するのを据え置いているが、日本はもちろん周辺諸国からも、*Orius* 亜属に該当する種の記録はまだなく、本種の発見は非常に興味深いものである。なお、*Orius* 亜属は前胸背側角に合計 4 本の長い剛毛を有することで、一見して *Heterorius* 亜属とは区別可能である。

なお、小笠原諸島に固有な一属一種のオムラハナカメムシ (*Kitocoris omura* HERRING) が、*Orius* ときわめて近縁であることが示唆されている (YASUNAGA, 1992)。あるいはヒメハナカメムシの一群として扱うべきものかもしれないが、今回はとりあえず省き、これについての詳細は別の機会に譲ることとした。

## II 耕作地に普通なヒメハナカメムシ類の外観による種の識別法

I で述べた 1～6 の各種のうち、耕作地に普通にみられ、同じ作物上で混棲するものは、*Heterorius* 亜属に含まれるナミヒメハナカメムシ、コヒメハナカメムシ、タイリクヒメハナカメムシ、ツヤヒメハナカメムシの 4 種である (表-1)。関東以北にタイリクヒメは分布せず、ツヤヒメも少ないようだが、ナミヒメとコヒメは普通に混棲する。この中で、ツヤヒメハナカメムシだけは一見して区別が可能であるが、残りの 3 種を外観的に、あるいは

表-1 西日本本土におけるヒメハナカメムシ類の混棲例

調査地及び植物 (作物)	調査時期	雄個体数	ナミヒメハナ	コヒメハナ	タイリクヒメハナ	ツヤヒメハナ
岡山県山陽町 (キュウリ・露地)	10月上	25	18/72.0	7/28.0	0/ 0.0	0/ 0.0
同 上 (イネ・水田)	10月上	19	4/21.1	0/ 0.0	0/ 0.0	15/78.9
同 上 (サルスベリ花)	10月上	19	4/21.1	15/78.9	0/ 0.0	0/ 0.0
岡山県八束村 (キク・露地)	10月上	17	9/53.0	5/29.4	0/ 0.0	3/17.6
岡山県久米町 (ダイズ・露地)	10月上	13	5/38.4	4/30.8	0/ 0.0	4/30.8
岡山市金山 (キク・露地)	10月上	174	134/77.0	40/23.0	0/ 0.0	0/ 0.0
高知県南国市 (ナス・露地)	7月上	22	10/45.5	2/ 9.0	10/45.5	0/ 0.0
同 上 (ナス・ハウス)	9月上	22	16/72.7	0/ 0.0	6/27.3	0/ 0.0
福岡市南公園 (アカメガシワ花)	7月上	24	0/ 0.0	8/33.3	16/66.7	0/ 0.0
福岡県甘木市 (ナス・露地)	8月下旬	14	8/57.1	6/42.9	0/ 0.0	0/ 0.0
熊本県植木町 (ナス・露地)	9月上	7	4/57.1	3/42.9	0/ 0.0	0/ 0.0
宮崎県西都市 (ナス・ハウス)	8月上	6	5/83.3	0/ 0.0	0/ 0.0	1/16.7
鹿児島市上福元 (カボチャ・露地)	8月下旬	62	36/58.1	0/ 0.0	23/37.1	3/ 4.8

数値は各種の雄個体数／百分率を示し、誤同定を避けるため雌は除外した (データはすべて1992年調査分)

は雌成虫だけで確実に識別する方法はない。しかし 100% の区別は無理としても、以下の検索表を用いればかなり正確に種を区別することが可能である。

1. 前胸の四隅には顕著な剛毛がある (図-1 D)  
.....ケブカヒメ
- 前胸の四隅に剛毛はない .....2
2. 前胸背、小楯板の毛は短く不明瞭 (B) ミナミヒメ  
— 前胸背、小楯板の毛は明らか .....3
3. 頭部前葉は淡色。前胸背は毛が少なく、点刻も疎で光沢強い (C) .....ツヤヒメ
- 頭部全体暗色。前胸背は密に毛を生じ、点刻も明らか .....4
4. 後脚腿節は通常淡色。暗化する場合は半鞘翅、脛節も同様に暗化することが多い .....ナミヒメ
- 後脚腿節基半部は通常暗褐色。淡色の場合でも脛節は普通暗化せず、半鞘翅は楔状部を除いて淡色 .....5
5. 半鞘翅楔状部は通常広く暗色で、淡色の革質部との色調差がはっきりしている .....タイリクヒメ
- 半鞘翅楔状部は通常先端部が狭く暗化する、全体的に暗化する場合でも革質部との色調差は目立たない

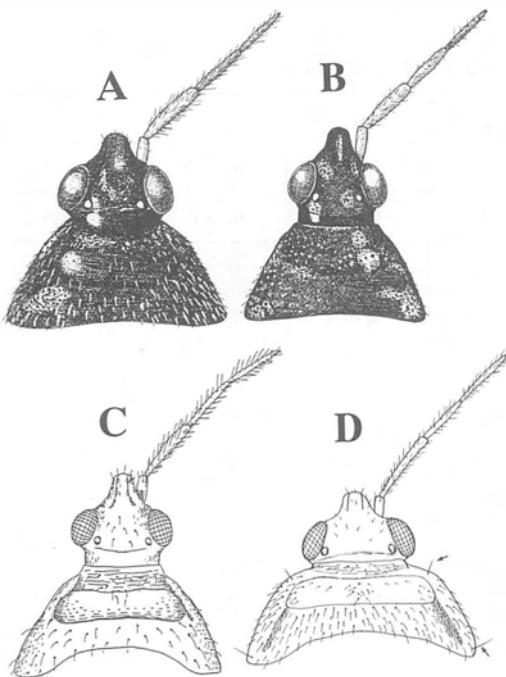


図-1 ヒメハナカメムシ類の頭部及び前胸背

A : コヒメハナカメムシ (♂), B : ミナミヒメハナカメムシ (♂), C : ツヤヒメハナカメムシ (♀), D : ケブカヒメハナカメムシ (♀).

(A) .....コヒメ

### III 雄生殖器を用いた同定テクニック

より正確な同定を要する場合、ナミヒメ、コヒメ、タイリクヒメの3種については、雄生殖器の左把握器の形態を検鏡する必要がある。対象が微小であるため、とつつきは大変であるが、慣れるとさして難しいものではなく、的確に識別できる。ハナカメムシ類の多くの種では、右側の把握器が退化しており、ヒメハナカメムシ類も同様に左側の把握器だけが腹部第9節の背面側に露出している(図-2 A)。そのため、翅の後方部をめくれば、およそその形態は見ることができ、必ずしも苛性カリ処理して永久プレパラートを作製する必要はない。ただ乾燥標本の状態でこの操作を行うと、よほど注意深くやらない限り翅が破れたり、脱落してしまうので、被検材料は予め 70~80% アルコール標本にしておけば、後の操作は簡単になるが、ただアルコール漬のままでは長期保存に耐えない。そのため、把握器の形状を確かめたら速やかに乾燥標本にする必要がある。幸いヒメハナカメムシのクチクラは意外にしっかりしているので、アルコールからそのまま汎紙かティッシュペーパーにのせて乾燥させてもほとんど変形しない(ただし 1 年以上経ったもの、酢酸などを混入した特定の固定液に保存された標本は保証しかねる)。標本作成は多くの微小昆虫に準ずる。すなわち三角台紙にマウントし、ラベルに採集データとともに、

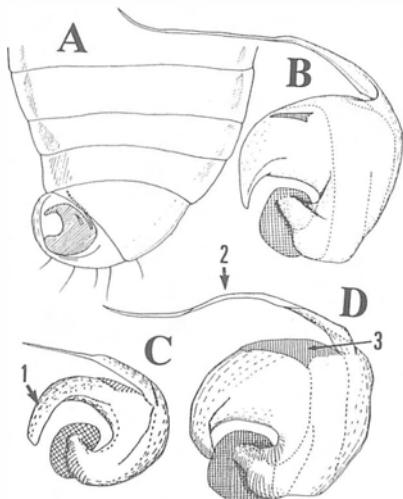


図-2 ヒメハナカメムシ類♂腹部末端模式図 (A) 及び左把握器 (B-D)

A&B : タイリクヒメハナカメムシ, C : ナミヒメハナカメムシ, D : コヒメハナカメムシ. 1 : corn, 2 : flagellum, 3 : denticule.

把握器の形状で確認した種名も記しておけば万全である。

以下、ナミヒメ、コヒメ、タイリクヒメ3種の把握器を用いた検索表を記す。

1. flagellumは短く、基半部が明らかに膨大し、cornは先端で狭まらず、尖らない（図2C）……ナミヒメ
- flagellumは明らかに長く、cornは扁平で基部は幅広く、先端で狭まる……………2
2. denticuleは顕著で、flagellumの基部とほぼ接する（D）……………コヒメ
- denticuleは小さく、cornの先端に寄って位置する（B）……………タイリクヒメ

### おわりに

最近、外国産のヒメハナカメムシ類を輸入、放飼しようとする試みが検討され、ところによっては既に放飼を行ったというようなことも耳にする。しかし、日本産のヒメハナカメムシ類における分類学的研究はまだ完結したわけではなく、未調査の地域の方がまだ多いのが現状である。このような状況下で外国産の種が放飼されてしまうと、万一野外で採集された場合、自然分布していた種と誤認され、混乱を招くおそれがあるばかりでなく、生

物地理や系統を論ずる派生的な研究にも弊害をもたらすことが予想される。また、外国産の種の放飼が在来の生態系に与える影響も現時点では不明確である。

ヨーロッパやハワイにおける外国産ヒメハナカメムシ類の放飼は、分類学的研究が進んでフォーナが明らかになった後に行われたものである。もっとも日本産の種においてもその有効性は立証されており（永井、1991など）、まずは在来の種を応用する方策を講じることが望まれる。

### 引用文献

（本文に引用したものの他、ヒメハナカメムシ類同定に役立つ論文も付した）

- 1) HERRING, J.(1966) : Annl. ent. Soc. Am. 59 : 1093 ~1109.
- 2) KELTON, L. A.(1963) : Can. Ent. 95 : 631~636.
- 3) 永井一哉(1991) : 植物防疫 45 : 423~426.
- 4) PERICART, J.(1972) : Faune de l'Europe et du Bassin Méditerranéen 7 : 1~402.
- 5) POPPIUS, B.(1909) : Acta Soc. Sci. Fenn. 37(9) : 1 ~43.
- 6) WAGNER, E.(1952) : Notul. ent. 32 : 22~59.
- 7) —————(1967) : Tierw. Dtl. 55 : 1~179.
- 8) YASUNAGA, T.(1992) : Akitu, N. S. (133) : 1~4.
- 9) —————(1993) : Jpn. J. Ent. 61. (In press.)
- 10) ZHENG, L.-y.(1982) : Acta ent. sin. 25 : 191~194.

### 本会発行図書

新刊！

### 『最新農薬の規制・基準値便覧』

B5判 本文243ページ 定価 1,800円（本体 1,748円） 送料 380円

現在、農林水産省・厚生省・環境庁では、農薬に係る各種の規制・基準について見直しがなされています。平成4年10月27日に厚生省が「残留農薬基準」を大幅に改正し、これに伴って農林水産省が「農薬安全使用基準」の改訂を発表するなど、一つの省庁で発表した規制や基準は他の省庁の規制や基準に大きくかかわりあっております。また、こうした規制や基準は、告示される名称も農薬の関係者にとって馴染みの薄いものであり、さらに省庁の違いにより同じ農薬であっても、その呼び名が違っております。こうした点を踏まえ、農薬関係者にとって活用しやすいように規制・基準の設定名称をすべて農林水産省の一般名に読み換え、ISO名や商品名も付記した資料に編集いたしました。巻末には農薬の名称（一般名・ISO名・設定名称）と化学名から引ける索引をつけました。農薬に関する業務に携わられる方たちにとって座右の資料としてご活用ください。

「残留農薬基準」（平成5年3月4日告示分まで）、「農薬登録保留基準」（平成4年11月4日告示分まで）、「農薬安全使用基準」（平成4年11月30日公表分）、「水道水質基準」（平成4年12月21日告示分）、「環境基準」（平成5年3月8日告示分），その他。

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。

## 国際ワークショップ「東アジアにおけるイネミズゾウムシ及び移動性害虫の蔓延と制御対策」——生態と管理——

農林水産省農業研究センター 平井 一男・永田 とおる  
ひらい かずお ながた  
\* 権 \*

標記のワークショップが日韓科学技術協力協定をもとにして、平成4年度の科学技術庁重点国際交流制度を利用して平成4年9月20日～24日に大韓民国水原市の韓国農村振興庁熱帯農業会議室で約150名の参加者を得て開催された。本ワークショップではイネミズゾウムシの生態と管理技術及び移動性昆虫の移動実態と予測法に関する研究の進捗状況ならびに今後の研究推進方向について論議した。日本から10題の発表(岸本、浅山・中込、木村、武田、小林、田中、菅野、那波・香口、吉沢、平井)、韓国、中国、台湾、アメリカから各2題の発表があった。今後の研究を推進する上に有意義であるのみならず、国際研究協力をを行う上にきわめて貴重なワークショップとなつた。以下、新たな話題を中心に講演要旨の概要を報告する。

### I 侵入源におけるイネミズゾウムシ

#### 1 カリフォルニアにおけるイネミズゾウムシ

イネミズゾウムシ(*Lissorhoptrus oryzophilus* KUSCHEL)の研究は、現在アーカンソー、ルイジアナ、テキサス、カリフォルニアの各州で行われ、1993年まで共同研究が継続されている。本種の有効薬剤であるカルボフラン剤は1995年には使用中止になり、それに代わる防除法の研究が行われ、農薬会社は新製品の開発を目指している。現在のところ成虫に有効な薬剤が多いため、散布時期や成虫行動の研究、特に産卵期の水田への侵入と水田内の行動についての研究がなされている。また、成虫の飛翔及び歩行と気象との関係が研究され、これに基づいて播種期の移動による被害回避を目指している。さらに早播、晚播に適する品種の育成の研究も行われている。成虫を死亡させたり、水田への侵入量を減少させるための生息地、特に越冬地管理、誘引植生の除去、人工的な越冬場所の設置が試みられており、そのために飛行距離と頻度、歩行、休眠誘起と覚醒に関する十分な知見が必要となっている。

産卵数と幼虫数の減少及び幼虫発育の遅延を目的に排

水管理が各州で研究されたが、制御効果が安定しないこと、除草剤散布などの栽培管理と競合すること、カリフォルニアでは水田へのカダヤシの導入が困難になること、さらに水管理費が高くなるなどのために採用されていない。

耐虫性、抵抗性の研究はカリフォルニア、ルイジアナ、テキサスで何年も行われてきたが、大きな成果はない。しかし、カリフォルニアでは耐虫性品種が育成され、感受性品種の50～60%の被害に比べ、10%の被害に抑えられるようになった。なお、水田周辺の被害を抑止するような品種の出現は期待していない。

以上の研究を推進するに供試虫の大量増殖が必要であるが、現在のところ、イネミズゾウムシの飼育は成功していない。今後、成虫及び幼虫の栄養生理、水中内の生態を解明し、大量増殖技術を開発する必要がある(GRIGARICK)。

#### 2 アメリカ南部におけるイネミズゾウムシの総合管理

アメリカの水稻ではイネミズゾウムシは重要害虫であり、その加害による減収は常に10～33%に達する。イネミズゾウムシの生態と加害様式は南部とカリフォルニアでは大きく違う。以下、アメリカ南部における耕種的、生物的、化学的防除の研究、寄主植物の抵抗性、被害レベルについて述べる。

現在、カルボフラン粒剤はイネミズゾウムシの総合的害虫管理のかなめである。しかし、アメリカ環境保護庁(EPA)は1995年に他の有力な防除法がないにもかかわらず、この粒剤の使用を禁止する予定である。

テキサス州ではイネミズゾウムシは湛水前に活動する。成、幼虫は水田周辺に集合せず、水田全域に分散する。湛水が産卵と幼虫発育を誘起し、幼虫は湛水後3～4週間で最多になる。幼虫による根の被害はカリフォルニア州より生育後期に起こる。被害も水田の周辺に限らず全体に及ぶ。したがって南部では殺虫剤を水田全体に散布する。

アーカンソー州、カリフォルニア州、ミズリー州では年一世代であるが、メキシコ湾岸州では年二世代を経過する。しかし、二期作への発生は少ない。8月に羽化した成虫の多くは越冬に入る。

\* 現在：農林水産省農業生物資源研究所

Spreads and Control Measures of Rice Water Weevil and Migratory Rice Insect Pests in East Asia. By Kazuo HIRAI and Toru NAGATA

化学合成殺虫剤が出現する前はもっぱら水田の排水によって、イネミズゾウムシを防除していた。アーカンソー州では排水作業は\$10.95/ha かかり、カルボフランの散布より高価になるが、排水により多収になる。反面、排水により肥料の損失が起り、雑草防除が困難になるほか、病気が発生しやすくなる。さらに、アメリカ南部は多雨(年間1,500 mm)なので、乾燥させにくいなどの欠点もある。

耐虫性と抵抗性の研究はルイジアナ州で行われている。耐虫性の評価は幼虫数、根の評価、草丈、収量で行う。現在は、研究段階であり、商品化された品種はない。

イネミズゾウムシの生物的防除の研究は少ない。アーカンソー州では寄生性線虫の寄生が報告されている。テキサスでは線虫の一種 *Steinernema carpocapsae* を利用して40%を防除し、湿地や砂地へ放虫した時には80%を防除した。しかし、寄生性線虫の場合、生産コストが高い、散布時期が難しい、処理前の排水が必要、太陽光線に弱い、散布量が多量に必要、などの理由で商品化されていない。今後、殺虫に及ぼす発育ステージの研究、湛水土壌中の自然制御生物や阻害物質の解明が必要である。

現在、経済的被害許容水準については、1コア(直径10 cm、深さ10 cm)に10頭の幼虫がいると、360 kg/ha の減収をもたらすことがわかっており、食葉率にすると60%が許容水準と設定されている。アメリカでは成虫による食害は稻の生育に影響しないとされ、幼虫発生の指標とされている。カリフォルニアでは殺虫剤が予防的に散布されるために、食葉率は10~20%が経済的閾値であり、これを超えたら、排水しカルボフランを散布し再び湛水する。テキサス州では、ケージを使用しないで経済的被害許容水準を調査したが、1茎に1幼虫がいること100 kg/ha の減少になることが明らかになった。

今後のイネミズゾウムシの研究：さし迫ったカルボフラン粒剤の使用中止に伴い、他の防除法の研究を推進しているが、効果的な防除法はまだない。水田の排水は有効であるが、経済的に不利で、安定性は少ないので実施されていない。湛水を遅らせることにお可能性はあるが、今後の研究の積み重ねが必要である。

殺虫剤についてはカルボフランに代わるものはないが、メーカーは新規化合物の開発を目指している。研究者も登録に向けて研究協力している。

経済的被害許容水準もカルボフランの使用禁止、新品种の普及、耕種方法が代わるに伴い、必要時に薬剤散布するように、修正する必要があろう。

生物的防除についてはUSDAではイネミズゾウムシ

の生物的防除の可能性を調査し始め、糸状菌、昆虫病原ウイルスを含む生物的防除を目指している。

バイオテク研究ではイネ体に有害遺伝子を導入する研究が行われ、これはIPM計画の重要な柱になっている(WAY and WALLACE)。

## II 侵入地におけるイネミズゾウムシ

### 1 韓国におけるイネミズゾウムシの分散と管理

韓国では1988年7月に最初の発生が認められた。海港から侵入したようである。成虫は風にのって飛翔し、移動方向も風の影響を受ける。したがって、風向、風の有無、地形を調査することによって移動方向が予想できる。1992年の水田面積120万haのうち、イネミズゾウムシの発生面積は4万haで、侵入当時の約14倍に相当する。今後4~5年以内に全域に広がると推察されている(LEE and UHM)。

### 2 韓国におけるイネミズゾウムシの発生予察

越冬成虫の移動は有効積算温量63.1日度(飛翔筋発達最低温度14.9°C)で50%の個体が飛翔筋を発達させ移動する。これは野外の観察と一致する。日本で報告されている91日度(13.8°C)とは若干異なっていた(武田・永田, 1987)(GOH and CHOI)。

### 3 台湾におけるイネミズゾウムシの発生

台湾では1990年3月に島北部の桃園地区で発見された。2年間で34町に広がり、発生面積は1万5千haに達した。年二世代を繰り返す。発生は作期と同調している。発生量は第一期作に多い。第二期作目には分散する。高温、排水管理、糸状菌の感染が発生の制限要因になっている。1株1頭で15%の被害を超える。殺虫剤については苗箱処理、散布処理、水面散布が試験された結果、カルボフラン3G 50g/箱の前日処理が経済的及び防除効果の面から良好であった(SHIH and CHENG)。

## III 移動性昆虫の発生と制御対策

### 1 トビイロウンカの殺虫剤抵抗性と管理戦略

1982, 1983, 1985年に侵入世代のトビイロウンカを韓国の南西部から採集し、地域間、年次間の感受性の変動を調査した。カーバメイト系のBPMCとMIMCに抵抗性が見られた。カルボフランとNAC、有機リン剤には軽い抵抗性があった。これらは遺伝的、生化学的特性によって別個に獲得された抵抗性機構が関与することを示し、適正な殺虫剤を選択すれば防除可能であると推定された。カルボフランで18世代選抜したトビイロウンカの抵抗性機構を調査したところ、抵抗性系統は各種の殺虫剤に交差抵抗性は優性遺伝子に遺伝され、伴性遺伝、細

胞質遺伝もしない。皮膚透過性は系統間で差がなかった。抵抗性系統は、排泄量と代謝物質量とも感受性系統より大きかった(AHN et al.)。

## 2 韓国における移動性昆虫の発生と気象

韓国ではトビイロウンカ、セジロウンカ、アワヨトウは重要な移動性昆虫である。移動性昆虫の発生を1981年から1991年の4月15日～9月30日まで151の地点で調査した。ウンカ類の発生は6月下旬～7月下旬まで見られた。多発地域は、トビイロウンカは南西海岸地帯、セジロウンカは中央地帯と南部海岸地帯である。ウンカ類の移動と低気圧の移動経路は直接関係なく、中国大陸に大型低気圧が発生し、高気圧域内で温暖な南西風が吹走すると、ウンカ類が移動侵入することがわかった。アワヨトウの移動は5月中旬から6月下旬に起り低気圧の移動と関係し、韓国中央部に発生が多い(LEE and UHM)。

## 3 中国東北部におけるイネウンカ類の発生と北方移動

中国東北部で発生するウンカ類はトビイロウンカ、セジロウンカ、ヒメトビウンカであり、年により多発する。セジロウンカ、トビイロウンカは東北部で越冬できず、南方から移動してくる。ヒメトビウンカの幼虫は雑草下で越冬可能である。3種のウンカ類は年二～三世代発生する。移動月日と移動量が大発生の誘起要因である。さらに、移動世代の個体群増殖には気温、水稻の生育状態、成虫密度が関与する。移出地域は低気圧の暖域に覆われた地帯である。ウンカ類の空中の水平移動は南西風の吹走域の1,500～3,000mの高度で起こる。侵入地域は前線帶と亜熱帯高気圧帯によって支配される(MA)。

## 4 中国北部における移動性水稻害虫

中国北部の移動性水稻害虫はトビイロウンカ、セジロウンカ、コブノメイガ、アワヨトウである。これらの昆

虫は35°以北では越冬できず、南方から移動してくる。これまでに中国東部からの移動経路と移動時期は明らかにされ、移出侵入の傾向予想は南方の移出世代の情報によって発報され、短中期予報は各地域で発報される(SUN)。

## 5 日本における水稻害虫の発生と気象との関係

水稻害虫を移動性と定住性昆虫に分け、気象は越冬期、移動期、繁殖期に分けて、月平均気温及び月降水量と発生との関係を解析した。ウンカ類の発生には気温と降水量に大発生のレンジがあった。移動期が温暖少雨の年に多発していた。この気象条件はイネミズゾウムシにも共通して見られた。国内定着後のウンカ類については、増殖期の高温少雨が9月の多発を誘起した。1987年以降の暖冬は、斑点米カメムシ類の発生面積を増加させている(HIRAI)。

### おわりに——このワークショップによって

### 得られた具体的成果——

17年前に日本国内で発生が確認されたイネミズゾウムシは日本全国に定着し、朝鮮半島、台湾にも生息圈を拡大し、中国本土にも広がる勢いである。アメリカでは有効な殺虫剤が2年後に使用禁止になり、新たな管理技術の開発に向けた研究が推進されていること、研究の飛躍にも大量増殖技術が必要なことが再認識させられた。日本では最近、省力防除体系が開発されているが、水稻生態系の生物相に及ぼす農薬の影響に关心が集まり、環境調和型防除技術の開発も必要であるという意見が各国から提出された。殺虫剤に依存しているイネミズゾウムシの防除に生物、生態的防除法を採用するようになれば、環境汚染が少なく、生態系を保全することも可能になる。移動性昆虫の大発生と予測技術の開発については、中国、韓国は日本以上に早急に解決を迫られている問題であるとの認識を新たにした。

### 主な次号予告

次5月号は『新しい農薬創製をめざして』の特集号です。予定されている原稿は下記のとおりです。

1. 新しい農薬をめざして 高橋 正三
2. クロロニコチニル系殺虫剤イミダクロブリドの殺虫活性 坪井 真一
3. ピリダジノン誘導体の幼若ホルモン様物質 三宅 敏郎
4. 昆虫生育制御剤(IGR) ベンゾイルフェニルウレア化合物の開発と作用特性

土岐忠昭・芳賀隆弘

5. 天然由来の1,2-ジチオラン誘導体をリード化 合物とする殺虫剤の開発研究 光寺 弘幸
  6. 非殺菌性農薬の最近の研究・開発動向と将来展望 山口 勇・関沢泰治
  7. ベノミル耐性菌の負相関交差耐性剤の創製 藤村 真
  8. 最近の除草剤の開発と活性の変遷 近内 誠登
  9. 農薬の代謝分解と活性の変動 元場 一彦
- 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700円 送料51円

# 国際ワークショップ「東アジアにおけるイネミズゾウムシ及び移動性害虫の蔓延と制御対策」——イネミズゾウムシの化学的防除——

農林水産省東北農業試験場  
農林水産省農業生物資源研究所

かん  
首  
なが  
永  
の  
野  
た  
ひろ  
紘  
とおる  
男  
田  
男  
徹

殺虫剤を用いた化学的防除は、効果の確実性という点から、イネミズゾウムシ防除の中心をなす最も重要な方法である。今回のワークショップでは本虫の化学的防除に関する講演が3題（韓国1, 日本2），それに総合防除の観点から農薬にも触れた講演が1題（アメリカ合衆国）あった。ここでは、それら講演の概略を国別に紹介し、イネミズゾウムシの化学的防除の現状と将来について考えてみたい。

## 1 アメリカ合衆国

イネミズゾウムシは元来、アメリカ合衆国南部のミシシッピ川流域に分布していた昆虫で、稻作の拡大に伴って1950年以降、稻の重要害虫として問題視されるようになった。本虫の防除に農薬が本格的に登場したのは1950年代の後半であり、以来、30年以上にわたり、イネミズゾウムシ防除の中心を担ってきた。1950年代から60年代にかけては有機塩素系殺虫剤であるアルドリンの全盛時代であり、そのほとんどは、種子粉衣剤として用いられた。しかし、1960年代の後半になると、アルドリンに対して抵抗性を示す個体が各地に出現するようになり、環境に対する悪影響を懸念したアメリカ環境保護庁(EPA)は1970年、その使用を全面的に禁止した。その後、アルドリンに代わる殺虫剤の開発が精力的に行われ、カルボフラン、ブフェンカルブといったカーバメート系の殺虫剤が開発された。特に、カルボフランの殺虫効果は目覚ましく、以来、今日まで、イネミズゾウムシ防除の特効薬として大々的に使用してきた。しかしながら、1980年代に入ると、今度は、カルボフラン粒剤が原因とみられる各種野鳥の死が確認されるようになった。EPAは早速その調査に乗り出し、事の重大さを認識するに及んで、1994年以降、本剤の売買を禁止し、さらにその使用を翌1995年より禁止する旨、結論を下すに至った。

## 2 日本

日本におけるイネミズゾウムシの防除も化学的防除を中心である。1976年、愛知県において初めてその存在が確認されて以来、本虫の防除に適した殺虫剤の選定、開

発が精力的に行われてきた。特に、日本の場合、アメリカ合衆国において最も使用量の多いカルボフランが人畜や水産動物に対する毒性の問題から使用許可が下りず、それに代わる殺虫剤の発見が急務とされた。それと合わせて、殺虫剤の施用方法についての検討もなされ、それぞれの方法に合った剤の開発が試みられた。

成虫を対象とした液剤（乳剤や水和剤）や粉剤の茎葉散布は日本への侵入が確認された当初において、最も一般的な方法として実施され、カーバメート系のBPMC、有機リン系のMEP等、これまでに10種類の単剤または混合剤が登録されている。しかし、実際の圃場では残効が短かかったり、水中にいる成虫には全く効き目がなかったり、その効果は不十分で、イネミズゾウムシ防除に占める茎葉散布の割合はしだいに減少し、現在ではほとんど使用されなくなった。

粒剤の水面施用は水中に処理された剤から有効成分が溶け出し、主に水中にいる成虫をたたく方法で、効果が非常に安定していること、虫の発生状況を確認しながら防除適期に散布できること、等の大きな利点があり、広い地域で実施されている方法である。水面施用剤としては1977年にPHCの使用許可が最初に下りて以来、現在までに11種類の殺虫剤が登録されている。その中で、最近、特に注目されているのは、水産動物に対して影響の少ない低毒性の合成ピレスロイド剤であり、新しい施用技術の開発と相まって、シクロプロトリンとエトフェンプロックスの使用が急増しつつある。

シクロプロトリンの場合、粒剤150gを水溶性フィルムで包んだパック剤が開発され、省力防除をねらいとする10a当たり10パックの投げ込み処理が実用化された。パック剤の施用は水田内均一処理が原則であるが、最近、より省力的で効率のよい施用方法の検討もなされており、特に、水田の畦畔に沿って薬剤を投入する畔際処理が注目される。広島農試での試みによると、18aの長方形圃場で、畦畔より2~4m離れた位置に3~4m間隔でパック剤を投入した場合、投入した畦畔部分はもちろん、投入されていない中央部でも、粒剤の全面散布に比べ、明らかに高い防除効果を示すことが確認された。その理由として考えられるのは、イネミズゾウムシの本

田への侵入が、ほとんどの場合、畦畔際からの歩行侵入であること、また、有効成分の展開が良好で、中央部分までその十分量が到達していることが挙げられる。

省力防除を目的とするほぼ同様の試みは、エトフェンプロックスにおいても行われている。すなわち、エトフェンプロックスの4%油剤をプラスチック瓶を用い、圃場の風上部またはかんがい水の供給時に水口部より滴下処理する方法である。前述した広島農試での試験結果によれば、本剤の10a当たり300mlの処理は、やはり対照として用いたエトフェンプロックス1.5%粒剤の2kg/10a処理に比べて、有意に高い防除効果を示した。

現在、日本における田植のほとんどは機械移植である。イネミズゾウムシのような水田初期害虫を対象とした防除法の一つに、あらかじめ苗箱に農薬を施用してから田植をする苗箱施用法がある。省力で安定した効果を期待できること、面積当たりの薬量が少なくてすむこと等の利点が多く、現在では最も広い地域で実施されている方法である。苗箱施用剤が初めて登場したのはPHCとカルタップの粒剤(1978年)であり、以来、これまでに8種類の薬剤が登録されている。その中で比較的使用量の多いものは、カルボフランの類縁化合物で毒性の低いカルボスルファンとカーバメート系のベンフラカルブである。

その他、確立されつつある殺虫剤の新しい施用技術として、カルタップやベンフラカルブを肥料とともに田植時に処理する側条施用法と湛水直播用種子を、やはり、カルタップやベンフラカルブの混入したカルパー(CaO<sub>2</sub>:種子への酸素供給剤)でカバーする一種の種子粉衣法がある。

### 3 韓国

韓国において初めてイネミズゾウムシが発見されたのは1988年である。最初の発見直後、韓国政府(農村振興庁)は、初期対策の重要性を認識して、殺虫剤の大量使用によって本虫の分布拡大を抑え込む水際作戦を大々的に展開した。1988年から1991年に至る過去4年間に確認された本虫の発生面積はわずかに3万7千余haだったのに対し、殺虫剤が処理された面積は、実にその24.5倍に当たる92万8千haにも上った。韓国の場合、日本と違って、カルボフランの使用が可能であったため、そこに投入された殺虫剤のほとんどは、当時、最も効果の高いとされたカルボフランであった。しかし、そうした努力にもかかわらず、分布の拡大を完全に食い止めるこ

とはできず、現在では、韓国全土へのまん延は時間の問題とみなされている。こうした情況にかんがみ、農村振興庁傘下の農業技術研究所や農薬研究所においてカルボフランに代わる殺虫剤の発見や施用方法等に関する試験が精力的に行われている。しかし、試みのほとんどは日本の経験に学んだもので、一部を除けば殺虫剤の種類、施用方法とも上記した日本の例と共通する部分が多い。

現在の韓国において、イネミズゾウムシを対象とした最も一般的な殺虫剤の処理方法は水面施用であり、茎葉散布がそれに続く。さらに最近、機械移植の増加に伴って苗箱施用が急増しつつある。現在、カルボフランに代わり得る殺虫剤として期待されているものに、水面施用剤ではシクロプロトリン、エトフェンプロックス、フェンチオンの各粒剤があり、茎葉散布剤としてはシクロプロトリン乳剤が、苗箱施用剤ではカルボスルファン粒剤がある。

さらに、最近、注目されている新しい技術として、殺虫剤を田面全域に処理し、耕起、碎土、代かきの過程で土壤に混和し、移植された幼苗の根より吸収させる方法がある。農薬研究所がカルボフラン(4kg/10a)を用いて行った試験では同剤の水面施用区(3kg/10a)よりもかなり高い防除効果が得られている。もう一つは、省力防除をねらいとした種子粉衣法である。イミダクロプリドを用いた試験では、やはり、高い防除効果が確認され、その可能性が高く評価されている。

### おわりに

以上、今回のワークショップで紹介された米日韓3国におけるイネミズゾウムシの化学的防除の概略を記してみた。効果の高い各種殺虫剤の開発と有効な施用法の確立によって、本虫の存在も一見するとそれほど恐れる必要がなくなってきたように思える。しかし、韓国内で見られた強力な防除圧を打ち破って分布域を拡大したその潜在活力と、現に今、朝鮮民主主義人民共和国、台湾にも侵入し、やはり分布域を急速に拡大しつつある現実を見れば、決して侮ってはならない害虫であることがわかる。今後とも殺虫剤による化学的方法が防除の中心を占めて行くものと思われるが、基本的には、現在、日本を中心として進められているより安全で防除効果の高い新剤の開発と、省力的で有効な施用技術の確立を、さらに徹底して推進することが大切であると思われる。

## 植物防疫基礎講座

## RIPA 法による植物ウイルスの簡易迅速診断

山口大学農学部生物資源科学科 亀 谷 満 朗

植物ウイルスの診断法としては、検定植物への接種、封入体の観察、ウイルス粒子の観察に始まり、抗原抗体反応を利用した赤血球凝集反応法、ラテックス凝集反応法、ゼラチン凝集反応法などの血清学的手法が広く用いられてきた。とくに 1977 年 CLARK and ADAMS により酵素結合抗体法 (ELISA) が植物ウイルスの診断に適用されて以来、ELISA が一度に多量のサンプルを処理できること、検出感度の高いことなどから広く用いられている。ELISA 法はさらに改良が加えられ、簡易 ELISA (TAKAHASHI, Y. et al., 1987), DIBA 法(日比忠明, 1984), クロマトグラフ紙上で行う方法 (SHERWOOD, J. L., 1987; HABER, S. and H. KNAPEN, 1989) などが開発された。

植物ウイルスの検出方法の望ましい条件は①検出感度が高いこと、②短時間で完了すること、③簡易であること、などである。さらに検出を圃場で行う場合には検出感度は若干落ちても①どこででもできること、②より一層短時間で完了すること、③複数のウイルスを同時に検出できることなどが加わると考えられる。従来広く利用されている血清学的手法は最短でも 2 時間程度かかり、さらに若干の器機・設備を必要とするため、サンプルを実験室に持ってきて検定することが通常である。さらに複数のウイルスを同時に検定するためには複数のプレートなどを用意する必要がある。

筆者らは圃場でも利用できる手法を開発する目的で植物ウイルスの抗体を感作させた 2 種類のラテックス（白色と着色）を用い、ガラス纖維渕紙の上で抗原抗体反応を行うことにより、短時間で結果を得る方法について検討し、迅速免疫渕紙検定法 (Rapid Immunofilter Paper Assay: RIPA) (TSUDA, S. et al., 1992) を開発した。その手法について紹介し、参考に供したい。なお、この検定法の一部は農業研究センターから特許申請中である。

## I RIPA の開発

RIPA の原理は抗体を感作させた白色ラテックスを渕紙の一定位置に固定し、風乾後その渕紙の下端をウイルス液と抗体を感作させた着色ラテックス液の混合液につけて、これらを展開させ、抗体感作白色ラテックス固定

Rapid Diagnosis Technique of Plant Virus with RIPA.  
By Mitsuro KAMEYA

位置にバンドが現れるかどうかにより判定するものである。

RIPA の開発にあたって検討した主要な項目は①渕紙の選定、②2 種類のラテックスの選定、③ラテックス及び試料の展開に用いる緩衝液の種類、④展開方法などである。この開発段階ではキュウリモザイクウイルス (CMV) の抗原と抗体を使用した。ラテックスは日本合成ゴム株式会社製を用いた。

渕紙の選定：3 種類の着色ラテックスに抗体を感作し、0.01~0.1% に希釈し、7 種類の市販渕紙 (GA-100, GA-200, GF/A, GF/B, GF/C, GF/D, 51 B) に展開させた。まず、渕紙を 8 × 0.5 cm に切断し、その下端を 0.1% 牛血清アルブミン (BSA) 添加リン酸緩衝生理食塩水 (PBS) (pH 7.0) 125 μl + 3 % ツイーン 20 50 μl + 0.025% 抗体感作着色ラテックス 125 μl の混合液に 3 分間つけた。そして液が均一に、しかも十分な量が展開する渕紙 3 種 (GF/A, GF/B, GF/D) を選定した。また展開状況から着色ラテックスとしては 3 種類のうち、G 0304 CR が最も良いと判断された。

白色ラテックスの選定：5 種類の白色ラテックスに抗体を感作させ、前記 3 種類の渕紙の下から 1.5 cm の位置に 10 μl ずつ固定し、風乾した後、抗体感作着色ラテックスを前記同様に展開した。その結果、抗原を入れないにもかかわらず、抗体感作白色ラテックスを固定した位置にバンド（非特異反応）が現れた。そこでこの非特異反応を軽減するために展開させる液の添加剤を検討した。添加剤としてはツイーン 20, トリトン X-100, ポリビニルピロリドン 40 (PVP), ポリエチレングリコール (#6,000), アラビアゴム, Ficoll, デキストランサルフェイト, ドデシル硫酸ナトリウム (SDS), ショ糖を用い、それぞれ 1% 液を 3 % ツイーン 20 の代わりに加えて、展開した。その結果、PVP を添加した時にだけ非特異反応が見られなかった。そして、白色ラテックスとしては S 080-20-120 が最適と判断された。さらに渕紙としては GF/A が選定された。

抗体感作用緩衝液の検討：渕紙 GF/A, 白色ラテックス S 080-02-120, 着色ラテックス G 0304 CR, PVP 添加検定用緩衝液を用いて、CMV の検出感度を調べたところ、抗体感作着色ラテックスの濃度を 0.025% とした場

合  $0.1 \mu\text{g}/\text{ml}$  まで、 $0.01\%$ とした場合  $0.05 \mu\text{g}/\text{ml}$  まで検出された。さらに検出感度を高める目的で、ラテックスに抗体を感作させる際に用いる緩衝液の pH について、pH 6.2, 7.2, 8.2 で試験したところ、いずれにおいてもほぼ同じ検出感度であったが、最も良かったものは pH 7.2 であった。

試料の展開方法：タバコモザイクウイルス (TMV) について CMV 同様に試験したところ、CMV より低濃度まで検出できることが明らかとなった。ついでジャガイモ Y ウィルス (PVY) について試験したところ、このような方法では全くバンドが見られなかった。そこで PVY 液に SDS または 3,5-ジヨードサルチル酸リチウムを加えたり、汎紙にしませて試みたが検出できなかつた。PVY の場合ウイルスと抗体感作着色ラテックスを混合すると凝集反応が起き、大きな凝集塊ができる、汎紙を展開しないと思われる。そこで、初めにウイルス液を展開した後に着色ラテックスを展開する方法を試みたところ、バンドが現れた。この方法を二段階法 (Two step method) と呼んでいる (TSUDA, S. et al., 1993)。ただし、PVY 純化液を用いた場合はこの方法でも検出できなかつた。

## II RIPA の手順

### 1 ラテックスの抗体感作

着色ラテックス (G 0304 CR) と白色ラテックス (S 080-02-120) を感作用緩衝液 ( $0.45\% \text{NaCl}$  と  $0.02\% \text{NaN}_3$  を含む  $0.05 \text{ M}$  トリス緩衝液, pH 7.0) でそれぞれ  $1\%$  と  $0.5\%$  になるように希釈する。植物ウィルスの抗体(精製  $\gamma$ -グロブリン) も同じく感作用緩衝液を用いて  $50\sim100 \mu\text{g}/\text{ml}$  に希釈する。希釈したラテックスと抗体を等量(各  $1 \text{ ml}$ )  $2 \text{ ml}$  エッペンドルフチューブに入れ、混合し、室温で 2 時間強く振とうする。振とう後遠心機を用いて洗浄する。抗体感作着色ラテックスは  $10,000 \text{ rpm}$  15 分間、抗体感作白色ラテックスは  $10,000 \text{ rpm}$  10 分間遠心し、ラテックスが完全に沈殿したことを確認する。上澄を捨て、 $1 \text{ ml}$  の洗浄用緩衝液 ( $0.45\% \text{NaCl}$ ,  $0.02\% \text{NaN}_3$ ,  $0.1\% \text{BSA}$  を含む  $0.05 \text{ M}$  トリス緩衝液, pH 7.0) を加え、ミキサーを用いて強く振とうし、完全に懸濁させる。この洗浄操作を 4 回繰り返し、最後は  $1 \text{ ml}$  の洗浄用緩衝液に懸濁し、冷蔵庫に保存する。

### 2 抗体感作白色ラテックスの固定

ガラス纖維汎紙 (Whatman 製 GF/A) を  $8 \times 0.5 \text{ cm}$  に切断し、その下端から  $1.5 \text{ cm}$  のところに抗体感作白色ラテックス (原液) を固定する。固定方法としては汎紙をフィルターの上に置き、下から吸引しながらマイク

ロピペットを用いて  $10 \mu\text{l}$  を線状に置く方法と抗体感作白色ラテックス液を十分しませた細い面相筆(例、宝翰堂 No 3 Smaat)を用いて線を引く方法がある。汎紙の取扱いを容易にするためプラスチックフィルムを裏打ちする場合はすべて面相筆を用いる必要がある。プラスチックフィルムの裏うちにはオーバーヘッドプロジェクター用の透明フィルムを用い、接着剤としては写真用などに用いる 3M スプレーのりを用い、接着後切断すると良い。

### 3 抗体感作着色ラテックスの希釈

抗体感作着色ラテックスを洗浄用緩衝液を用いて、 $0.01\sim0.025\%$  (100~40 倍) に希釈する。

### 4 検定

#### 1)一段階法 (One step method)

ウイルス液  $125 \mu\text{l}$ ,  $0.025\%$ 抗体感作着色ラテックス  $125 \mu\text{l}$  と  $3\%$ ツイーン 20 または  $1\%$ PVP  $50 \mu\text{l}$  を  $0.75 \text{ ml}$  エッペンドルフチューブに入れ、かくはんする。ただちに、抗体感作白色ラテックスを固定した汎紙の下端  $0.3\sim0.5 \text{ cm}$  をつける。2~3 分後に抗体感作白色ラテックスを固定した位置にバンドが現れ、検定を終える(図-1)。

この方法で純化 CMV について検定したところ、肉眼判定で  $50 \text{ ng}/\text{nl}$  まで検出できた。同様に純化 TMV-T について検定したところ、 $5 \text{ ng}/\text{nl}$  まで検出できた(図-2)。これらの汎紙を写真にとり、そのプリントを用いて二波長クロマトスキャナーで測定したところ、それぞれ  $10 \text{ ng}/\text{ml}$ ,  $1 \text{ ng}/\text{ml}$  まで陽性と判断された。

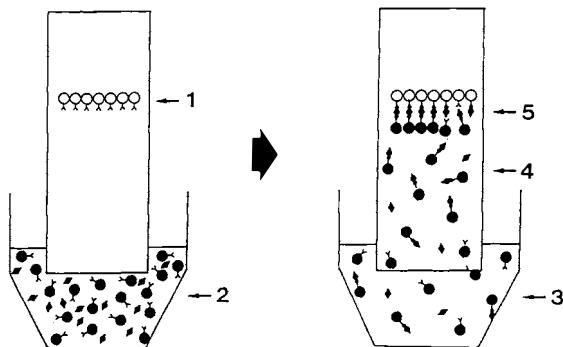


図-1 快速免疫汎紙検定法の原理 (一段階法)

- 1: 抗体感作白色ラテックスの固相
- 2: ウィルスと抗体感作着色ラテックスの混合液
- 3,4: ウィルスと抗体感作着色ラテックスの反応体の展開
- 5: ウィルスをはさんで抗体感作着色ラテックスが抗体感作白色ラテックスにトラップされる(バンド出現)

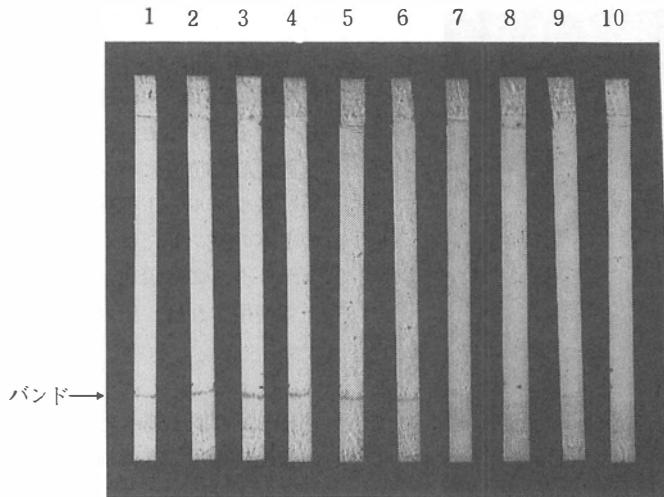


図-2 RIPAによる純化 TMV-T の検定

ウイルス濃度 ( $\mu\text{g}/\text{ml}$ )

1 : 10, 2 : 5, 3 : 1, 4 : 0.5, 5 : 0.1  
 6 : 0.05, 7 : 0.01, 8 : 0.005, 9 : 0.001, 10 : 0.0005

次いで、CMV と TMV-T を接種した発病タバコ(キンサンチ)葉について検定したところ、CMV は 10 万倍希釈まで、TMV-T は 1,000 万倍希釈まで肉眼的に検出できることが明らかとなった。この検定において、病葉の磨碎・希釈には検定用緩衝液(0.1% 2-メルカプトエタノール、0.01 M エチレンジアミンテトラアセティック酸、0.1% BSA、0.15% PVP を含む 0.1 M リン酸緩衝液)を用い、その病葉汁液 150  $\mu\text{l}$  と抗体感作着色ラテックス 150  $\mu\text{l}$  をチューブに入れ、それに抗体感作白色ラテックス固定渋紙の下端をつけた。

CMV の純化ウイルスと感染タバコ葉を用いて、RIPA の結果(二波長クロマトスキャナーを用いた測定結果)と ELISA 値を比較したところ、ほぼ同等な検出感度であった。

## 2)二段階法 (Two step method)

検定用緩衝液で希釈したウイルス液または病葉汁液を 0.75 ml エッペンドルフチューブに入れ、抗体感作白色ラテックスを固定した渋紙の下端 1 mm 程度を 1 分間つける。直ちにそのまままたは先端 2 mm を切り除いて、抗体感作着色ラテックス液に深目に 2 分間つける。抗体感作白色ラテックスを固定した位置にバンドが現れる(図-3)。

CMV と TMV-T については純化ウイルスと病葉粗汁液を用いて、二段階法でも一段階法同様に容易に検出でき、検出感度も高かった。ただし、ここで使用する抗体感作着色ラテックスの濃度は 0.01% が適当である。

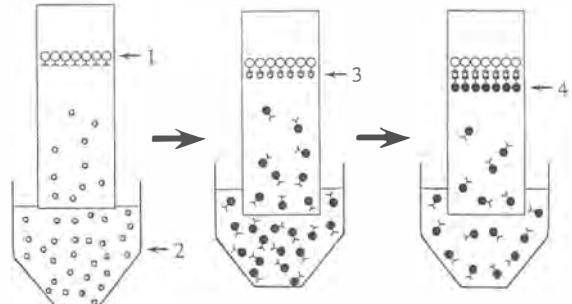


図-3 迅速免疫渋紙検定法の原理(二段階法)

1: 抗体感作白色ラテックスの固相

2: ウィルス液の展開

3: 抗体感作白色ラテックスにウィルスがトラップされる。

4: 抗体感作着色ラテックスの展開後、ウィルスをはさんで抗体感作白色ラテックスにトラップされる(バンド出現)。

続いて、PVY の純化液を用いて検定を試みたところ、全く反応が現れなかった。この原因は純化ウイルスが凝集している可能性が考えられた。そこで、病葉汁液を用いて二段階法を試みた。PVY 感染トマト葉を検定用緩衝液とともに磨碎し、10, 50, 100 倍液を用いて試験したところ、すべてにバンドが見られた。また、PVY 感染タバコ葉を用いて検定したところ、1,000 倍希釈まで陽性と判断された。PVY の検定条件としては、病葉汁液の希釈は 50~100 倍、抗体感作着色ラテックスの濃度は 0.02% が適当である。

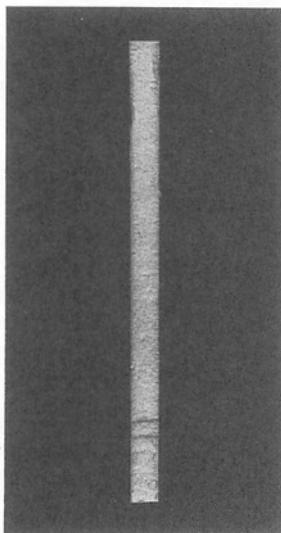


図-4 RIPAによる3種ウイルス  
(TMV, CMV, TuMV)の同時検出。

検定材料として純化ウイルス、タバコとトマト葉を用いて行ったが、その緩衝液や健全葉では非特異反応は見られなかった。他の植物についても確認するため、6科13種の植物の健全葉を用いて検定したところ、いずれも非特異反応は見られず、それらのCMV罹病葉からはCMVが検出できた。

CMV系統間の反応を比較するため、CMV-Yの抗体を用いて、CMV-普通系、ラゲナリア系、Y系、ダイズ萎縮系、SR系との反応を調べたところ、これらの系統間で差異は見られなかった。

### 3)複数ウイルスの同時検出 (Multi-RIPA)

圃場サンプルのウイルス検定をする場合のもう一つの要件である複数ウイルスの同時検出について、TMV, CMV, PVY または TMV, CMV, カブモザイクウイルス (TuMV) の組み合わせで試験した。汎紙の下端から1.5 cm の位置を中心に上下3 mm 間隔で3種類のウイルス抗体感作白色ラテックスを固定した。次いで、3種ウイルスに重複感染した病葉汁液、または3種ウイルス感染病葉汁液の混合液に汎紙の下端1~2 mm を1分間つけて、ウイルスを展開した。その後その先端2 mm 程

度をハサミで切り除き、直ちに3種類のウイルス抗体感作着色ラテックスの混合液(最終濃度; TMV-T: 0.01%, CMV: 0.01%, potyvirus: 0.02%)にやや深目につける。すると、約2分後に抗体感作白色ラテックスを固定した位置にバンドが現れた(図-4)。この汎紙を用いて各ウイルス1種類ずつを展開させたところ、おのおの1本のバンドだけが現れ、特異性が確認された。また、ラテックスには着色が可能であり、ウイルス別に色を変えて使用すれば、出現したバンドの判定が容易になる。

### おわりに

RIPAは以上述べたように球状、棒状、ひも状ウイルスの検出に適用でき、検出感度の高いこと、1枚の汎紙で2種以上のウイルスの同時検出も可能であることから、いろいろな場面で利用できると思われる。しかし、病葉からの検出の場合、ウイルス濃度の変化が大きいこと、いろいろな成分を含んでいることなどから、すべての植物のウイルスに適用できるかどうかわからない。今まで10種以上のウイルスについて行い成功しているが、いろいろな場面で検討する必要がある。特に栄養繁殖性作物の場合、時期によりウイルス濃度が大幅に変動する可能性があり、サンプリングの時期について検討する必要がある。また病葉磨碎時に用いる検定用緩衝液についても検討する必要がある。

この研究は日本合成ゴム株式会社筑波研究所日方幹雄氏のご協力のもとに、東京農業大学総合研究所津田新哉氏・都丸敬一氏、農業研究センター花田薰氏と共同で行ったものである。

### 引用文献

- 1) CLARK, M. F. and A. N. ADAMS (1977) : J. Gen. Virol. 34: 475~483.
- 2) HABER, S. and H. KNAPEN (1989) : Can. J. Plant Pathol. 11: 109~113.
- 3) 日比忠明 (1984) : 植物防疫 38: 380~384.
- 4) SHERWOOD, J. L. (1987) : J. Phytopathol. 118: 68~75.
- 5) TAKAHASHI, Y. et al. (1987) : Ann. Phytopath. Soc. Japan 53: 254~257.
- 6) TSUDA, S. et al. (1992) : Plant Disease 76: 466~469.
- 7) ————— et al. (1993) : Ann. Phytopath. Soc. Japan (in press).

**トピックス****臭化メチルとオゾン層について**

農林水産省横浜植物防疫所 たて 横 谷 昭 夫

平成4年11月23日から25日にかけて、オゾン層保護のための「オゾン層を破壊する物質に関するモントリオール議定書第4回締約国会議」が、デンマークの首都コペンハーゲンで開催された。

締約国会議に先立ち、11月16日から21日にかけて非公式会議、第8回作業部会、準備会合、専門家会議が開催され、締約国会議成功のため、調整が続けられた。

1. 今次締約国会議には、国連環境計画(UNEP)は既存規制物質のCFCs, Halons, 四塩化炭素、メチルクロロホルムの全廃を前倒しとする調整及び新たに代替フロン、代替ハロンと臭化メチルを規制対象物質とする改正を提案した。この中で、臭化メチルに関して議定書での合意、決議及び決定された事項は次のとおりである。

## (1) プロトコール(議定書)での合意事項

- ① 臭化メチルを規制対象物質とする。
- ② 基準年を1991年とする。
- ③ 1991年レベルで生産・消費量を1995年から凍結する。

ただし、植物検疫及び輸出積み出し前処理を除外する。(消費量は次の計算による。消費量=生産量+輸入量-輸出量)

④ オゾン破壊係数(ODP)は新たな知見が出れば改正することを条件として、議定書付属書Eに0.7と記載する。

## (2) 決議事項

- ① 臭化メチルの放出を減らし、その回収、再利用に向けあらゆる努力を払う。
- ② UNEPの科学評価委員会及び技術・経済委員会でさらに検討を加える。
- ③ 1995年の第7回締約国会議において削減目標及び全廃時期を検討する。
- ④ ただし、発展途上国は対象外とする。
- ⑤ 削減目標は例えば2000年までに25%減することが考えられる。

決議はプロトコールではなく法的拘束力のない精神的なものであるが、UNEPは、この決議を臭化メチルをオゾン層破壊物質としてさらに規制しなければならないと

するシグナルとして受けとめてほしいと説明し、これが採択された。

## (3) 決定事項

① Scientific Assessment Panel及びTechnology and Economic Assessment Panelは遅くとも1994年11月30日までに次の事項を調査し、その結果を作業部会に報告する。

○大気中の臭化メチルの量、人工の臭化メチルの放出量、ODP

○大気への放出をコントロールする方法

○代替方法、そのコストと効果、代替法を採用した場合の費用の増加の程度、技術的・経済的利用度、代替法のオゾン層保護効果

② 作業部会はこれについて検討し、1995年の第7回締約国会議に勧告する。

2. フロン、ハロン、四塩化炭素、メチルクロロホルムと同様、臭化メチルは成層圏のオゾン層を破壊するといわれている。すなわち臭化メチルが大気中に放出されると成層圏に到達し、そこで太陽からの強い紫外線を受けて分解される。その時、臭化メチルに含まれている臭素を放出する。その臭素が地球を取り巻いているオゾンと反応し、オゾン層に穴を開ける。そうするとこれまでにはオゾン層によって遮られて地球に達することの無かった、太陽からの強い紫外線が直接地表に達することになる。この強い紫外線により、地表の植物に悪影響を与えたり、人間の免疫システムに影響を与えたあるいは皮膚癌を発生させたりすることとなる。

3. オゾン破壊に対する臭化メチルの役割について、1992年6月2~3日にワシントンD.C.で開催された臭化メチル科学評価委員会及び同年6月16~18日にワシントンD.C.で開催された技術的経済的評価委員会で論議された。臭化メチルとオゾン層とのかかわりについて、モントリオール議定書締約国にかわって、UNEPがこれら委員会にとりまとめを要請し、委員会はこれを受け、現在の知見をとりまとめた。その報告はMethyl bromide: Its atmospheric science, technology and economics (UNEP June, 1992)にとりまとめられている。その概要は次のとおりである。

(1) 臭化メチルが大気圏に放出されると、これが分

解して、臭素が発生する。

(2) 大気中の臭化メチルの量が南半球と北半球において地上及び上空で測定された。その結果から推定すると、対流圏における臭化メチルは  $9 \sim 13 \text{ pptv}$  ( $1 \text{ pptv} = 1/10^{12}$ ) と観測され、全体の量にすると、 $15 \sim 22$  万トンに相当する。

(3) 臭化メチルの発生源は人為的なものと海洋に由来するものとに分けられる。

(4) 人為的な発生源としては植え付け前の土壤消毒、植物検疫のための殺虫処理及び博物館、図書館など建造物のくん蒸消毒がある。

(5) 化学反応の媒体として使用される量を除いた臭化メチルの販売は統計によると、1984 年は 42,000 トン、1990 年は 62,900 トンであり、年平均増加率は約 6% である。使用量のうち 90% は北半球で使用されている。

(6) 1990 年の世界における使用を分野別にみると、土壤消毒には 51,300 トン、検疫処理用には 8,400 トン、建造物のくん蒸消毒用には 3,200 トンである。土壤消毒のうち 80% はヨーロッパ及び北米で使用されている。

(7) ここで問題となるのは、各使用場面における臭化メチルの使用と大気への放出の関係である。

(8) 土壤くん蒸において、注入が浅く、被覆期間が短いと臭化メチルの大気中への放出は多く、また逆に注入が深い場合はその放出は少ないという観察結果がある。現在の最も一般的な処理方法は、深さ 15~25 cm の注入で 2 日間の被覆であるが、この処理条件における放出率は 45~53% といわれている。

(9) 検疫くん蒸及び建造物くん蒸での放出率は約 80% と推定されている。

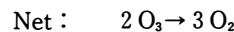
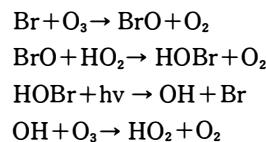
(10) 人為的な臭化メチルの放出も成層圏のオゾン層に影響を与える。化学的中間物の製造に使用されるものを除く、生産量の約半分の臭化メチルが大気中に放出されると推定されている。1990 年にはくん蒸処理後の約 3 万トンが大気へ放出されている。これは海洋面からの放出を含む総放出量の  $25 \pm 10\%$  に相当すると計算されている。

(11) 臭化メチルの大気中の存在量は南半球より北半球のほうが  $1.30 \pm 0.15$  倍の多いことが報告されている。これは発生源が南半球より北半球に多いことを示している。

(12) 臭化メチルの大気中の総量については、不明確な点が相当残っている。それは、①大気中の臭化メチルの絶対量、②海洋面からの自然の発生量、③土壤くん蒸による大気中への放出量、④大洋海面及び地表面での吸着除去量があげられる。

(13) 人為的な放出量は総放出量の  $25 \pm 10\%$  と推定されているが、地表面あるいは大洋海面での臭化メチルの吸着除去のファクターが加味されていない。これが有意に大きければ大気中の臭化メチルの量はもっと少なくなるであろう。他方、農業面での使用がもっと大きくその大気中への放出がもっと大きければ、大気中の臭化メチルの量はもっと多くなるであろう。

(14) 成層圏に到達した臭化メチルは分解し、オゾンへの反応体である Br 及び BrO (遊離臭素) と、非反応体の HBr に変化する。つい最近の測定により  $\text{BrO} + \text{HO}_2$  の反応もオゾンに影響を与えていていることが明らかになった。次の反応式が考えられる。



上記の反応式から、臭素化合物がオゾン層へ到達するとこれが分解して臭素となり、さらに変化して、BrO になる。BrO は遊離臭素として、反応性に富み、オゾンと反応して、これを  $\text{O}_2$  に変化させると考えられている。他方、Br との反応で HBr も発生するが、この HBr はオゾンと反応することはないと考えられている。臭化メチルがオゾン層に与える影響はその絶対量及びそれに由来する BrO の量の如何によっている。

(15) BrO は世界各地で検出されている。TOOHEY et al. (1990) は地上 15 km と 20 km との間の成層圏で BrO 量を測定している。それによると、地上 15 km の高さでは 2 pptv で最少であり、20 km の高さの近辺では 10 pptv 観測されている。BrO の観測値はモデルから計算された BrO の推定値とよく一致しており、 $15 \sim 20 \text{ pptv}$  の全臭素化合物 (臭化メチル、 $11 \sim 13 \text{ pptv}$  ; ハロン、 $4 \sim 7 \text{ pptv}$ ) に相当している。他方 HBr について、TRAUB et al. (1992) は 1988, 1989, 及び 1990 年の気球観測から地上 32 km の高さで HBr を 4 pptv 検出している。

(16) 1980 年から 1990 年にわたり、臭化メチルがオゾン損失にどのように係わっているかを計算した二つのモデルから、1990 年から 2000 年までの 10 年間に臭化メチルがさらに 10 pptv 増加すると、臭素によるオゾン損失はさらに 30% 増加すると推定される。人間の産業活動による臭化メチルはその他の発生源を含む全発生量の約 25% と推定されているので、これは成層圏における臭化メチルの 3 pptv が人間の産業活動に基づくものということができる。オゾンの減少は 4~6% と観測されている。

が、二つのモデルの結果からこのオゾン減少の 1/10~1/20 は人工の臭化メチルによるとされている。もし 2000 年までに年 5~6% の割合で臭化メチルの生産が増加すると、2000 年には人工の臭化メチルは 5 pptv となり、オゾン損失の 1/6 は人工の臭化メチルによることになる。

(17) オゾン保護対策のために科学的指標として、あるハロゲン炭素化合物 1 kg が一定期間放出されたとき破壊されるオゾン量を、基準となる CFC-11 が 1 kg 放出されたとき破壊されるオゾン量と比較し、オゾン破壊力を比較する考えられた。これがオゾン破壊係数 (Ozone Depletion Potential) である。ODP を決める要因として、①その物質の大気中での寿命、②臭化メチルから変化する BrO の量、③オゾンを破壊する ClO と比べ BrO のオゾンの破壊効率 (アルファ値) があげられる。

① 臭化メチルの大気中での寿命：大気中の OH 及び  $\text{CH}_3\text{CCl}_3$  と反応できる期間として推定され、現在 2.1 年といわれている。

② BrO の量：臭化メチルは成層圏ではその寿命は比較的短い分子であるため、BrO の発生は CFC-11 からの ClO よりずっと早い。

③ アルファ値：最近のモデル及び観測から、アルファ値は 30~60 であるが、最近の Best estimate としておよそ 40 と推定されている。よって、臭素 1 pptv は成層圏における塩素の 40 pptv に相当する。

以上のことから、臭化メチルの ODP は 0.7 と推定されている。

(18) 臭素が関連するオゾン損失の計算で未解決な事項で最も大きな問題点は、成層圏での HBr の発生量である。もし HBr の発生量が現在推定されているよりも大きい場合、BrO は少なくなり、したがって ODP も小さくなり、オゾン損失も少なくなる。HBr の決定的なデータがなく、BrO の量が相当ばらついていることは、その可能性を否定できない。そして、もし臭化メチルが地表あるいは大洋海面上で大きく吸着されてしまうならば、ODP はもっと小さくなるであろう。また、逆に BrO +

$\text{HO}_2$  の反応から発生する HOBr の形成がより早いならば、ODP はさらに大きくなるであろう。

(19) くん蒸処理から発生する臭化メチルは、大気中で約 3 pptv である。アルファ値が 30~60 として、成層圏での塩素の 90~180 pptv に相当する。CFC と  $\text{CCl}_4$  を 3 年前倒しで全廃したとき、成層圏の 180 pptv の塩素を減ずることになる。したがって、人類の臭化メチルを全廃すると CFC 及び  $\text{CCl}_4$  を 1.5~3 年早く全廃したのと同じくらいのオゾン保護効果があるといえる。

4. 米国 EPA は 1993 年 1 月 19 日次の事項を内容とする規制案を発表した。

(1) 1994 年 1 月 1 日以降の臭化メチルの生産及び消費は 1991 年ベースで凍結する。

(2) この凍結は 1999 年 12 月 31 日までとする。

(3) 2000 年 1 月 1 日をもって臭化メチルを全廃する。

(4) エッセンシャルユースを認めない。

5. 国連環境計画 (UNEP) のモントリオール議定書の技術経済評価委員会は Methyl Bromide Technical Options Committee を設立し、ここで、臭化メチルの生産を削減あるいは全廃することについて検討させることとした。この委員会は 1994 年 6 月までに 4~5 回開催されることになっており、第 1 回委員会は 1993 年 3 月オランダのハーグで開催されることになっている。

6. 第 4 回締約国会議では削減は決められなかったものの、第 7 回締約国会議において削減目標及び全廃時期を検討する決議を採択していることならびに今次米国の動き等から、臭化メチルの将来は相当厳しいものと思われる。

7. 我が国は、規制措置の更なる見直しは十分なる科学的知見と不明確な事項の解明に基づくべしと主張しているが、臭化メチルがオゾン層破壊に全く無関係であるとはいえない以上、先進国の責務として臭化メチルの放出を減らす方策に積極的に取り組むべきと思われる。

## 新しく登録された農薬 (5.2.1~5.2.28)

掲載は、種類名、有効成分及び含有量、商品名(登録年月日)、登録番号〔製造業者又は輸入業者名〕、対象作物: 対象病害虫: 使用時期及び回数などの順。〔…日…回は、収穫何日前何回以内散布の略〕。(登録番号 18277~18281 までの 5 件、有効登録件数は 5989 件)

### 「殺菌剤」

#### 水和硫黄剤

硫黄 52.0%

ユニフローサルファー (5.2.17)

18277 (住友商事), 18278 (三共), 18279 (北海三共),

18280 (日本曹達)

かんきつ: ミカンサビダニ: 前日 4 回, もも・うめ: 黒

星病: 前日 4 回, かき・かぼちゃ: うどんこ病: 前日

4 回, 麦類: うどんこ病・赤かび病: 14 日 5 回

#### 銅水和剤

塩基性塩化銅 84.1% (銅として 50.0%)

ボルドー (5.2.17)

18281 (アグロス)

ばれいしょ: 痘病, てんさい: 褐斑病, かんきつ: そう  
か病・黒点病・かいよう病, トマト: 疫病・斑点病・  
葉かび病, はっか: さび病, 茶: 炭そ病・もち病・網  
もち病・赤焼病: 摘採 14 日前まで, きゅうり: 斑点細  
菌病・べと病, 菜豆: かさ枯病, レタス: 軟腐病・斑  
点細菌病・腐敗病, メロン: べと病・斑点細菌病, た  
まねぎ: 軟腐病・白色疫病, ほんれんそう・ホップ:  
べと病, キウイフルーツ: 花腐細菌病: 休眠期~蕾出  
現前, ひまわり: 空洞病: 収穫 14 日前まで

## 協会だより

### ○お知らせ

当協会では、研究所において『植物ウイルス・細菌診断用抗血清の配布事業』を行っておりますが、本年度配布可能なもののリストを、後付広告ページに掲載しておりますのでご覧下さい。昨年度より取扱品目も増加しております。

### ○出版部より

『最新農薬の規制・基準値便覧』が出来上がりました。昨年来、農林水産省・厚生省・環境庁で、農薬に係る各種の規制・基準について見直しがなされております。本書では、これら規制値、基準値につきまして最新のものを、農林水産省の一般名に読み替え、ISO 名や商品名も付記した資料として編集いたしました。農薬に関係される方々の必備の資料としてご活用下さい。27 ページに広告を掲載しておりますのでご覧下さい。

(B5 判, 243 ページ, 定価 1,800 円, 送料 380 円)

## 本会発行図書 農薬適用一覧表 (平成 4 農薬年度)

農林水産省農薬検査所 監修

定価 2,800 円 (本体 2,719 円) 送料 380 円

A5 判 462 ページ

平成 4 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一般名(商品名)一覧表、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。

### 植物防 疫

第 47 卷 平成 5 年 3 月 25 日印刷  
第 4 号 平成 5 年 4 月 1 日発行

平成 5 年

4 月 号

(毎月 1 回 1 日発行)

＝禁転載＝

編集人 植物防疫編集委員会

発行人 岩 本 肇

印刷所 三 美 印 刷 (株)

東京都荒川区西日暮里 5-9-8

定価 700 円 送料 51 円  
(本体 680 円)

平成 5 年分  
前金購読料 7,800 円  
後払購読料 8,400 円  
(共にテレサービス, 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

広範囲の作物の病害虫防除に 農作物を守る! **日曹の農薬**

新発売

- りんご・なしの病害総合防除に **ブルーク®**
- トマト・みかんの病害防除に **日曹ケッター®**
- 広範囲の病害防除に **日曹フロンサイド®**

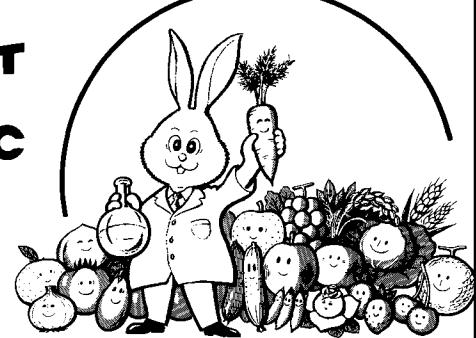
- べと病・疫病・細菌病の防除に **アリエッティボルド®**
- 芝・たばこ・花の病害防除に **日曹プレビクールN®**
- 水稻用新種子消毒剤 **トリフミン®乳剤**

- ハダニ・アブラムシ防除に **日曹プロカーブ®**
- ハダニ・スリップス防除に **日曹ノンマイト®**
- 巨峰の着粒増加に **日曹フラスター®**  
新 植物成長調整剤

好評発売中!

- 果樹・野菜の病害防除に **トリフミン®**
- 病害防除の基幹薬剤 **トップシンM®**
- 桃・とうとう・すももの灰星病、  
野菜・豆類の菌核病・灰色かび病の防除に **日曹ロニラン**
- 果樹・野菜のハダニ防除に **ニッソラン®**

- べと病・疫病の専門薬 / **アリエッティ**
- きゅうりのべと病防除に、  
ぶどう・りんご・なしの病害防除に **アリエッティC**
- 広範囲の害虫防除に  
一合成ビレスコイド剤一 **日曹スカウト®**
- 畑作イネ科雑草の除草に  
生育期処理除草剤 **ナブ®**



農薬は、適期・適量・安全使用



日本曹達株式会社

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

ゆたかな実り 明治の農薬

稻・いもち病、白葉枯病、もみ枯細菌病、  
きゅうり・斑点細菌病、  
レタス・腐敗病、斑点細菌病、  
キャベツ・黒腐病の防除に



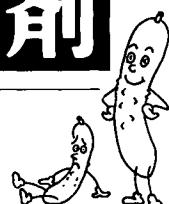
## オリゼメート粒剤

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

## カッパーシン水和剤



明治製薬株式会社  
104 東京都中央区京橋2-4-16



# ニコッ。ハハッ。ウフフの明日へ。



#### 除草剤

MO粒剤-9・ショウロンM粒剤・シンサン粒剤

#### 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  
オナックM粉剤DL

#### 殺虫・殺菌剤

ドロクロール

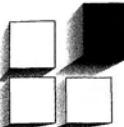
地球サイズで考えて  
**三井東圧化学**

東京都千代田区霞が関3-2-5  
TEL 03(3592)4616



Hoechst   
**速くて、  
しっかり  
W効果の除草剤**

- 速く効く、長く効くバスタ  
●人、作物、土、環境に優しいバスタ  
●なんでも枯らすバスタ ●使いやすいバスタ

 **バスタ**® 液剤  
④ ドイツヘキスト社の登録商標

バスタ普及会 石原産業／日本農薬／日産化学

〈事務局〉ヘキストジャパン株式会社 〒107 東京都港区赤坂8-10-16 ☎03(3479)4382

資料請求券  
補助

KIORITZ  
ECHO

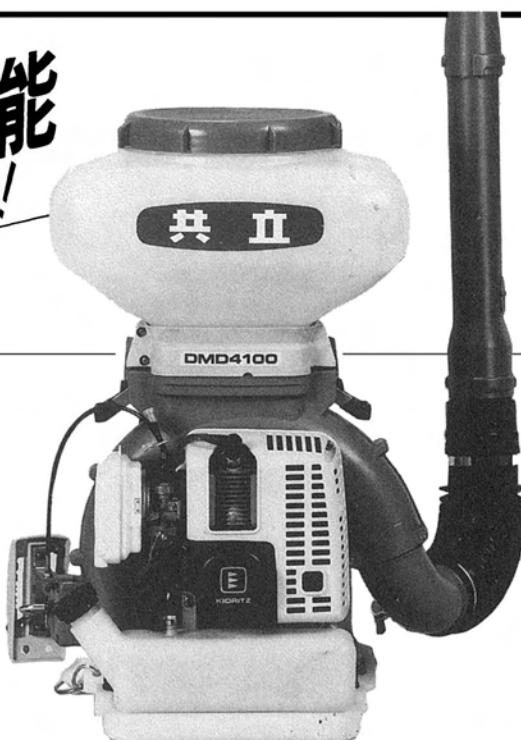
# なにより軽量で高性能 精度の高いセレクトシャッターで新登場!

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とな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プ付です。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。また一步、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



共立エコ一物産株式会社

〒198 東京都青梅市末広町1-7-2

☎0428-32-6181代

## CIBA-GEIGY

# 研究の伝統に生きる



### 水稻殺菌剤

- コラトップ<sup>®</sup>粒剤5
- フジトップ<sup>®</sup>粒剤

### 園芸殺菌剤

- リドミル<sup>®</sup>MZ水和剤
- リドミル<sup>®</sup>銅水和剤
- リドミル<sup>®</sup>粒剤2
- リミドル<sup>®</sup>モンカット<sup>®</sup>粉剤

### 畠作殺菌剤

- チルト<sup>®</sup>乳剤25

### 水稻除草剤

- ソルネット<sup>®</sup>粒剤
- バレージ<sup>®</sup>粒剤
- センテ<sup>®</sup>粒剤
- クサホーブ<sup>®</sup>D粒剤
- ワンオール<sup>®</sup>粒剤
- ゴルボ<sup>®</sup>粒剤
- ライザー<sup>®</sup>粒剤
- アピロサン<sup>®</sup>粒剤
- ワイダー<sup>®</sup>粒剤
- クサノック<sup>®</sup>粒剤
- シメトリシン混合剤

### 畠作除草剤

- デュアール<sup>®</sup>乳剤
- ゲザノン<sup>®</sup>フロアブル
- コダール<sup>®</sup>水和剤・細粒剤F
- シマジン<sup>®</sup>水和剤・粒剤
- ゲザブリム<sup>®</sup>水和剤・フロアブル
- ゲザバックス<sup>®</sup>乳剤・粒剤
- ゲザガード<sup>®</sup>粒剤・水和剤

### 殺虫剤

- エンセダン<sup>®</sup>乳剤
- スプラサイド<sup>®</sup>乳剤・水和剤
- エイカラール<sup>®</sup>乳剤
- ダイアジノン<sup>®</sup>乳剤・粒剤・水和剤

日本チバガイギー株式会社

アグロテック事業部 〒105 東京都港区浜松町2-4-1(世界貿易センタービル34F) ☎03-3435-5252

®=登録商標

★ 日産化学

奏でるのは、  
実りの前奏曲  
プレリュード



- 優れた抗菌力で、馬鹿苗病、ごま葉枯病、いもち病を同時に防除します。
- 低温時でも安定した消毒効果を示し、他剤の耐性菌にも高い効果があります。
- 乳剤なので薬剤の均一性が高く、攪拌の必要がありません。
- 種類への吸着(浸透)に優れているので、消毒後は風乾せずに浸種できます。

適用病害と使用方法

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

実りのプレリュード・種子消毒剤

◎ **SPORTAK® 乳剤**

●プロクロラズ~25% SPORTAK®

R (はシェーリングアクロカセカルスリミテッド(英國)) の登録商標

# “箱でたたこう！イネミズゾウムシ”

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

〈育苗箱専用〉

## オンコル<sup>®</sup> 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。

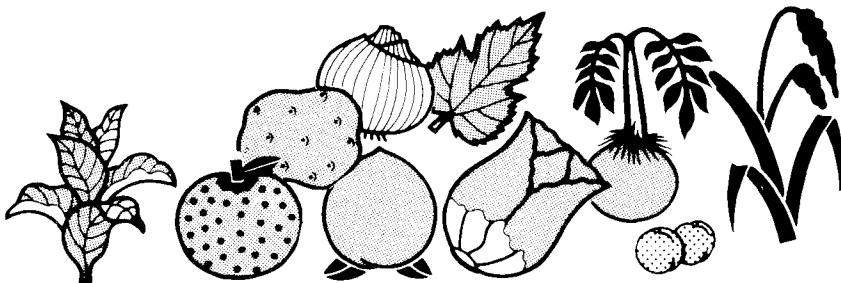
じつようだな!!  
みせわ



大塚化学株式会社

大阪市中央区大手通3-2-27  
農業部／Tel.06(946)6241

pfizer  
ファイサー



白菜、かんきつ、もも、うめ、キウイ、玉ねぎ、こんにゃく、  
ばれいしょ、たばこ、稻、くわ、などの“細菌性病害”に

植物細菌病に複合殺菌剤

## アグリマイシン-100

配合成分テラマイシン<sup>®</sup>の効果をおためしください。

科学を世界の向上のために――――――

ファイザー製薬株式会社

東京都新宿区西新宿2-1-1 〒163-04

☎ (03) 3344-7409

新しい時代のニーズに合った夢の新殺虫剤

新登場

# アドマイヤー

箱粒剤 1粒剤 水和剤 粉剤DL



アドマイヤーは日本バイエルアグロケムが研究・開発した新しいタイプの殺虫剤で、効果・経済性・使いやすさ・安全性に優れ、新時代のニーズにあった薬剤として期待されています。

イネミズゾウムシ、ウンカ・ヨコバイ類など稻初期害虫から、中後期のセジロウンカ、トビイロウンカまで幅広く経済的に防除します。

抵抗性のアブラムシ類や、ミナミキイロアザミウマなどのスリップス類に高い効果があります。

- 新しいタイプの殺虫剤で、異なった作用機作があります。
- 高い活性があり、少ない薬量で長期間の残効性があります。
- 浸透移行性に優れています。
- 安全性の高い薬剤です。

Bayer



日本バイエルアグロケム株式会社  
東京都中央区日本橋本町2-7-1 ☎103

## 植物ウイルス・細菌診断用抗血清の配布のお知らせ

当協会では、植物防疫上重要な病原の診断及び免疫研究用として下表のように、植物ウイルス及び細菌診断用抗血清を作製・調整の上、実費配布しております。なお、申し込みは下記あて文書またはFAXにてお願いいたします。なお、見積・請求書等指定用紙がある場合はお知らせ下さい。

また、ウイルス病診断同定依頼も実費にて実施しております。それらの内容については、当研究所病害研

究室までご相談下さい。

(申し込み先)

(社) 日本植物防疫協会研究所 総務係

住 所 〒300-12 茨城県牛久市結束町

535番地

電 話 0298-72-5127

F A X 0298-74-2294

### 配布可能な植物ウイルス及び細菌抗血清

抗 血 清 の 種 類	区 分	利用できる血清試験方法
<b>ウイルス抗血清</b>		
1 イネ縞葉枯ウイルス (RSV)	C	ラテックス凝集, エライザ
2 イネ萎縮ウイルス (RDV)	C	赤血球凝集, ラテックス凝集, エライザ
3 オオムギ縞萎縮ウイルス (BaYMV)	D	エライザ
4 インゲン黄斑モザイクウイルス そえ系 (BYMV-N)	B	〃
5 ラッカセイわい化ウイルス (PSV)	B	〃
6 ジャガイモXウイルス (PVX)	A	微量沈降, 二重拡散, エライザ
7 タバコモザイクウイルス 普通系 (TMV-OM)	A	〃
8 タバコモザイクウイルス トマト系 (TMV-L)	A	〃
9 タバコモザイクウイルス トウガラシ系 (TMV-P)	A	〃
10 タバコモザイクウイルス ワサビ系 (TMV-W)	A	〃
11 キュウリモザイクウイルス 普通系 (CMV)	B	〃
12 キュウリ緑斑モザイクウイルス スイカ系 (CGMMV-Wa)	A	〃
13 キュウリ緑斑モザイクウイルス キュウリ系 (CGMMV-C)	A	〃
14 カブモザイクウイルス (TuMV)	A	〃
15 カボチャモザイクウイルス (WMV)	B	〃
16 ズッキーニイエローモザイクウイルス (ZYMV)	B	〃
17 ユリ潜在ウイルス (LSV)	E	エライザ
18 オドントグロッサムリングスポットウイルス (ORSV)	E	〃
19 シンビジュムモザイクウイルス (CyMV)	E	〃
20 温州萎縮ウイルス (SDV)	D	〃
21 柑橘トリステザウイルス (CTV)	D	〃
22 柑橘ターリーフウイルス (CTLV)	E	〃
23 ブドウファンリーフウイルス (GFV)	D	〃
<b>細菌抗血清</b>		
1 シュードモナス・グルメ (PG)	A	エライザ
2 シュードモナス・セパシア (PC)	A	〃
<b>モノクローナル抗体</b>		
1 イネ縞葉枯ウイルス (RSV)	F	エライザ
2 キュウリ緑斑モザイクウイルス スイカ系 (CGMMV-Wa)	F	〃
3 タバコモザイクウイルス 普通系 (TMV-OM)	F	微量沈降, 二重拡散, エライザ
4 タバコモザイクウイルス トマト系 (TMV-L)	F	〃
5 タバコモザイクウイルス ワサビ系 (TMV-W)	F	エライザ
6 キュウリモザイクウイルス (CMV)	F	〃
7 シュードモナス・セパシア (PC)	F	〃

1) 平成5年1月20日現在。 2) 抗血清作製・調整の難易と所要経費の多少に応じてA~Fに区分した。

### 各種試験用抗血清配布単価（実費）

区 分	抗 血 清 (1ml)		感 作 赤 血 球 15ml : 500検体	感性ラテックス 25ml : 500検体	エライザ用セット 1ml : 500～3,000検体
	一 般	国公立機関			
A	18,000円	10,800円	円	円	39,000円
B	22,500	13,500			40,500
C			29,500	28,500	42,000
D				30,500	47,500
E	56,000	33,600		31,500	50,500
F	50,500	30,300			49,000

消費税（3%）が加算されます。

# 社団法人 日本植物防疫協会の発行図書

日本農業学会 農薬製剤・施用法研究会編集の  
農薬関係技術解説書

「農薬の製剤技術と基礎」 B5判 192頁  
定価 3,399円(本体 3,300円)送料 310円  
「農薬の散布と付着」 B5判 170頁  
定価 3,400円(本体 3,301円)送料 310円

農薬要覧 1992年版 (平成3農薬年度分)

農林水産省農蚕園芸局植物防疫課 監修  
B6判 704頁  
定価 5,200円(本体 5,049円)送料サービス

農薬ハンドブック 1992年版

同書編集委員会 編  
A5判 750頁  
定価 5,500円(本体 5,340円) 送料 380円

農薬適用一覧表 1992年版

(平成4年9月30日現在)  
農林水産省農薬検査所 監修  
A5判 462頁  
定価 2,800円(本体 2,719円) 送料 380円

農薬概説 改訂版—農薬取扱業者研修テキスト—

農林水産省農蚕園芸局植物防疫課 監修  
植物防疫全国協議会 編集  
B5判 210頁  
定価 1,500円(本体 1,456円) 送料 310円

農薬科学用語辞典

同書編纂委員会 編  
A5判 頁・定価等未定(5年秋刊行予定)  
掲載用語 3,000語以上

応用植物病理学用語集

濱屋 悅次 編著  
B6判 506頁  
定価 4,800円(本体 4,660円) 送料 380円

日本有用植物病名目録

日本植物病理学会 編  
第3巻(果樹) B6判 190頁  
定価 2,369円(本体 2,300円) 送料 240円  
第4巻(針葉樹・竹笹) B6判 232頁  
定価 3,605円(本体 3,500円) 送料 310円  
第5巻(広葉樹) B6判 504頁  
定価 4,017円(本体 3,900円) 送料 380円

月刊雑誌「植物防疫」

(平成5年 Vol.47)1~12月号  
前金購読料 7,800円(税込、送料込み)  
後払購読料 8,400円(税込、送料込み)  
1冊(Vol.46,47)定価 700円 送料 51円

植物防疫講座 第2版(全3巻:B5判)

同書編集委員会 編  
病害編(356頁)  
害虫・有害動物編(335頁)  
農薬・行政編(362頁)  
各巻定価 3,200円(本体 3,107円)送料サービス  
全3巻セット 9,000円(直販のみ)

ひと目でわかる果樹の病害虫

(全3巻シリーズ)

No.1 ミカン・ビワ・キウイ  
B5判 176頁 カラー写真 562点  
No.2 ナシ・ブドウ・カキ・クリ・イチジク  
B5判 頁・定価等未定(5年夏刊行予定)  
No.3 リンゴ・核果類等  
B5判 頁・定価等未定(6年夏刊行予定)

芝草病害虫・雑草防除の手引

芝草農薬研究会 編  
A5判 本文 256頁 口絵 40頁  
定価 3,500円(本体 3,398円)送料 380円

昆虫の飼育法

湯嶋 健・釜野静也・玉木佳男 共編  
B5判 400頁  
定価 12,000円(本体 11,650円)送料サービス

農林有害動物・昆虫名鑑

日本応用動物昆虫学会 監修  
A5判 379頁  
定価 3,399円(本体 3,300円)送料 380円

性フェロモン剤等使用の手引

同書編集委員会 編  
B5判 本文 86頁(内カラー 4頁)  
定価 1,800円(本体 1,748円)送料

上記図書のご注文は、お近くの書店に申し込まれるか、直接当協会出版部までお申し付け下さい。

〒170 東京都豊島区駒込1-43-11 TEL(03)3944-1561  
郵便振替口座: 東京1-177867番 EAX(03)3944-2103

ラウンドアップ専用ノズルなら、

散布量は

1/4

ラウンドアップ™

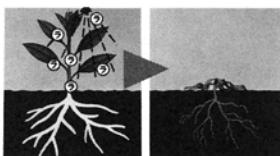
出方がちがう

泡状で出るので  
飛散がない。

つき方がちがう

かけ跡が  
白く見えて楽。

ラウンドアップは、  
雑草の一部にうぐと根まで  
移行して全体を枯らします。



だからチョッとつくだだけで充分なのです。  
この性質を利用したのが  
少量散布法です。



ラウンドアップ  
⑧米国モンサント社登録商標

資料請求券  
L-植物防

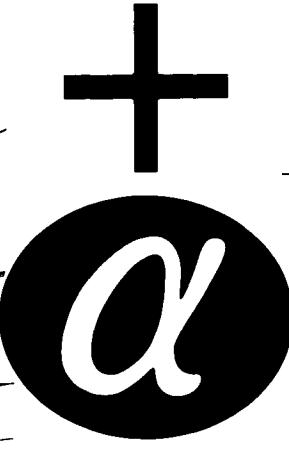
ラウンドアップ普及会 事務局 日本モンサント株式会社 〒100 東京都千代田区丸の内3-1-1(国際ビル) Tel.(03)3287-1254

●詳しい資料をご希望の方は、ハガキに資料請求券を貼って上記までご請求ください。

®：「フジワン」は日本農薬株の登録商標です。

高品質米  
売れる米づくりは……

穂いもち防除



イネも喜ぶ

いもち防除+αの魅力

★穂肥の時期(出穗20日前頃)に

使用すると……

- 穂いもちを防ぐ。
- 米質を向上させる。
- 登熟歩合を高める。
- 脊米を減少させる。

一步リードした、いもち病防除剤

フジワン<sup>®</sup>粒剤



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  
人と畠と安心農薬。アグロ・カネショウがお手伝い。

### 野菜・タバコ・花

刺激が少なく、安心して使える土壤消毒剤

®**バスアミド**

微粒剤



超新星誕生！殺虫剤のニュースター



兼商 **テルスター**® 水和剤

汚れの目立たない新製剤

®**キノンドーフロアブル**



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



長い効きめ、高い効果

クミアイ

アドマイヤー<sup>®</sup>

箱 粒剤 水和剤

①粒剤 粉剤DL



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



JAグループ  
農協 全農<sup>®</sup> 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

昭和平成  
二十五年  
二十四年  
九年三月  
月二十九日  
日第發印  
三行刷  
（植物  
種月防  
疫郵一  
便回  
物一  
日第  
認發四  
行可）  
第四十七卷第  
四号

定価七〇〇円（本体六八〇円）（送料五一円）

田んぼに  
入らず  
らくらく  
散布！

田んぼに  
入らず

手のひらサイズの  
パックを1ヶに1個  
投げ入れただけ！



イネミズゾウムシ・  
イネドロオイムシの防除に優れた効果  
シクロサールU 粒剤2  
シクロパック  
パック剤  
(愛称)

粒剤

- あせからポイの省力散布
- 大面積でも散布ムラなし
- すぐにわかる散布必要量
- 養蚕地帯でも安心使用

シクロサールU粒剤2普及会  
三共株・塩野義製薬株・日本農薬株・  
北興化学工業株・三笠化学工業株・  
全農・長瀬産業株

〈事務局〉 日本化薬株  
東京都千代田区神田錦町3-6-3  
〒100 電話 03(3252)3124