

ISSN 0037-4091

# 植物防疫

昭和五十九年  
十一月十五日  
第三十九卷  
第一号

昭和五十九年  
十一月十五日  
第三十九卷  
第一号

1985  
**1**  
VOL 39

整流機構

4WD

定評のSSシリーズに、4WD仕様がくわりました。等速ファン、整流機構などSSシリーズのもつすぐれた散布能力をより一層ひきだし、また苛酷な防除作業をさらにラクに安全に行なえるタフなニュータイプです。

あのSSシリーズに、パワフル4駆、新登場。  
共立スピードスプレーヤSSV-520F



株式  
会社

共立



共立エコ物産株式会社

〒181 東京都三鷹市下連雀7-5-1 ☎0422-49-5941(代表)

りんごの病害防除に!

\*適用拡大になりました。

\*赤星病 / 黒点病 / \*黒星病  
斑点落葉病 / \*すす点病 / \*すす斑病

ピルノックス 水和剤



大内新興化学工業株式会社

〒103 東京都中央区日本橋小舟町7-4

# 植物防疫

Shokubutsu bōeki  
(Plant Protection)

第 39 卷 第 1 号  
昭和 60 年 1 月号

## 目次

新年を迎えて.....	岩本 毅.....	1	
害虫管理へのアプローチ——カンキツ害虫を中心に——.....	加藤 勉.....	2	
クワの凍霜害と氷核活性細菌研究の動向.....	高橋 幸吉.....	8	
茶樹新芽の霜害と氷核活性細菌.....	牧野 孝宏.....	14	
性フェロモンの構成成分の機能.....	若村 定男.....	18	
農薬の機器分析の現状(2)——液体クロマトグラフィーを中心として——.....	武田 明治.....	26	
昭和 59 年の病害虫の発生と防除.....	農林水産省農蚕園芸局植物防疫課.....	34	
植物防疫基礎講座 / 昆虫行動解析法 (1)			
飛しょう風洞とその取り扱いかた.....	川崎建次郎.....	42	
河田 黨顯門を追悼する.....		46	
新しく登録された農薬 (59.11.1~11.30) .....		47	
中央だより.....	41, 48	人事消息.....	41, 48
次号予告.....	25	新刊紹介.....	17
出版部より.....	48		



## 「確かさ」で選ぶ... バイエルの農薬

●さび病・うどんこ病に

® **バイレト**

●灰色かび病に

® **ユーパレン**

●うどんこ病・オンシツコナジラミなどに

® **モレストン**

●斑点落葉病・黒星病・黒斑病などに

® **アントラコール**

●もち病・網もち病・炭そ病などに

**バイエルホルドウ**  
〔クスラビットホルテ〕

●アスバラガス・馬鈴しよの雑草防除に

® **センコル**

●コナガ・ヨトウ・アオムシ・アブラムシ・ハマキムシ・スリップスに

® **トクチオン**

●各種アブラムシに

® **アリルメート**

●アブラムシ・ネダニ・キスジノミハムシなどに

® **ダイシストン**

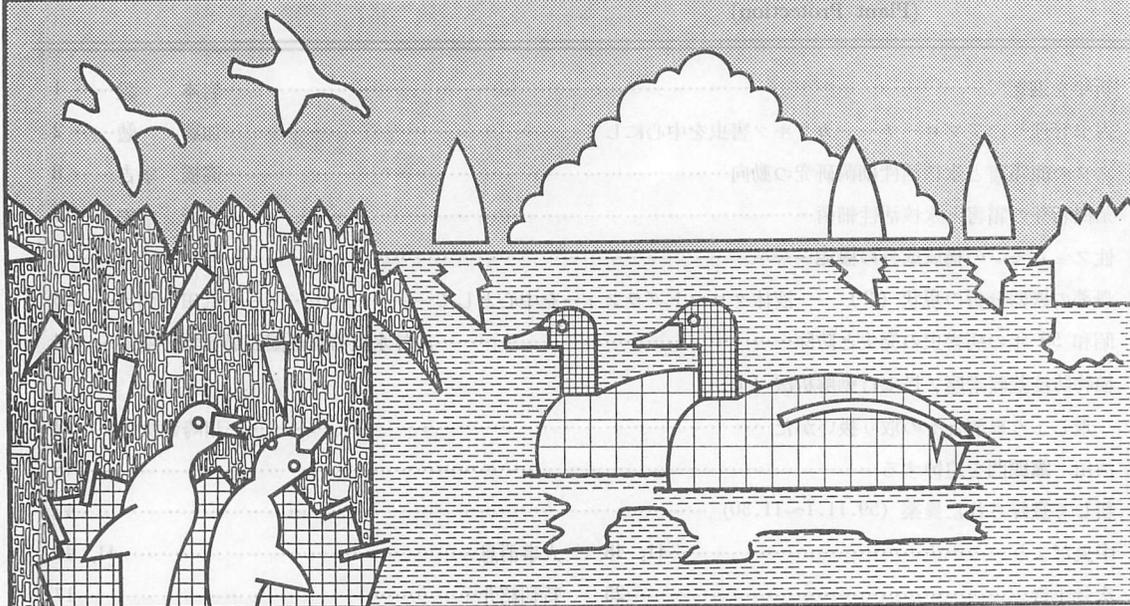


®は登録商標

日本特殊農薬製造株式会社

東京都中央区日本橋本町 2-4 ☎ 103

1985年あけましておめでとうございます



"HUMANS & NATURE" FIRST

自然の恵みと、

人間の愛情が、



農作物を育てます

●稲害虫の防除に  
**パダン**<sup>®</sup> ●稲もみがれ病防除に  
**バリダシ**<sup>®</sup>

日本農薬協会 登録商標

日本農薬協会 登録商標

武田薬品工業株式会社  
農薬事業部 東京都中央区日本橋2丁目12番10

## 新 年 を 迎 え て

農林水産省農蚕園芸局植物防疫課 **い** **わ** **も** **と** **た** **け** **し** **毅**

昭和も 60 年代に入り、21 世紀まで余すところ 15 年になった。

国内では行政改革が進行しており、農業をめぐる諸情勢は依然として厳しい。昭和 20 年代後半から今日までの間、比較的順調に発展してきた植物防疫事業は、一つの転換期をむかえている。新たな植物防疫の展開が強く要請される。国の極めて厳しい財政事情から、60 年度の植物防疫関係予算は、かなり圧縮されることは避けられない。

当面する課題の第一は、現下の行革に対処するための植物防疫体制の再編整備である。

昭和 27 年に植物防疫法の規定により各県の郡単位に設けられた病虫害防除所は、発生予察事業や農業による病虫害防除の円滑な推進・指導などの面で幾多の貢献をしてきた。しかし、他方では、その小規模性や独立機関としての体裁などの点で、行政監察などの立場から常に調査の対象とされ、法令にもとづく必置機関としての必要性をめぐっての議論が続けられてきた。59 年 10 月以降、臨時行政改革推進審議会の地方行革小委員会は、病虫害防除所の必置規制の必要性について調査審議を続けてきた。この間、当省としては、病虫害防除所を中心とする地方における病虫害防除対策は、全国ネットワークを組織し、一部でも空白地帯を生ずることのない状況のもとで推進する必要があることを主張した。その結果、病虫害防除所は、一地方で発生した問題が全国的に著しい影響をもつ行政事務を実施する必置を要する機関、として位置づけられることとなり、その機能強化を図るため今後統合整備を進めることとなった。このような経過を経るまでもなくいくつかの県では、すでに病虫害防除所の大幅な統合整備を完了しており、名実ともに独立性と力をもった行政機関としての機能を発揮している。これを機会に病虫害防除所の統合整備を強力に進めることにより、地域における植物防疫のセンターとして着実に発展するよう関係県とともに努力を続けたい。

その第二は、農産物貿易の拡大・多様化への対応である。

昨年、70 周年を迎えた植物検疫については、近年社会的にも高い評価が定着している。しかし、食生活の高度化、航空機の大型化などに伴い世界各地から多種類の果実、野菜などの生鮮農産物の輸入が増加しており、これらに対する迅速かつ的確な植物検疫の実施が強く要請されている。何れの国の植物検疫もその厳格さからみて、極めて保守的な面をもっており、思わぬ誤解を関係者から受ける場合がある。本邦未発生の重要病虫害の侵入防止を図るための、一連の規制措置を講ずる必要性の

PR の徹底と、精度が高く迅速な検査技術の開発が必要である。さらに、生鮮農産物に対する検疫実施体制の整備や、蒸熱処理などによるミバエ類の完全殺虫技術の開発と、関係国に対する技術協力などに早急に取り組むことも当面の課題である。

一方、我が国の果樹農業の振興をはかるうえで、良質な果実の輸出促進も重要である。植物検疫のサイドからこれまでも米国向けウンシュウミカンの輸入州拡大や検疫条件の緩和に積極的な対応をおこなってきている。とくに、ウンシュウミカン園周辺の雑柑類に発生するかのような病の防除法や病原菌の確認法などの、条件緩和のための若本技術の確立が急務である。また、昨年初めて米国本土へ輸出された二十世紀ナシは、出荷先で好評を得た。このような輸出果実の生産にあたっては、輸入国の要求する検疫条件に適合するよう、問題となる病虫害に対する適正な農薬使用による防除の徹底に努める必要がある。

第三の課題は、先端技術の実用化、高度情報化時代への対応である。

バイオテクノロジーは、多くの産業分野においてめざましい発展をとげている。農業の分野でも 1 昨年発足した農業生物資源研究所による研究開発の成果が待たれる。ところで、農薬の開発に当たってもバイオテクノロジーを活用すべく昨年 7 月には農薬バイオテクノロジー開発技術研究組合を、関係農薬企業の協力と参加により発足させることができた。この研究組合では、バイテクを用いた新農薬開発のための共通基盤の研究を中心に据えて技術開発を進めることとしている。具体的な開発目標として、①細胞融合法による放線菌の優良株の作出技術の開発と細胞培養法による弱毒ウイルスの産出技術の開発、②大量培養法による植物細胞由来の生理活性物質（ホルモン、抗ウイルス成分、殺虫・抗菌成分）の産出技術の開発、を設定し、共同研究がスタートしている。

他方、ニューメディアに代表される高度情報化の進展に対応した植物防疫技術情報の作成、伝達システムの検討も急を要しよう。農水省でも農業全般にわたる技術情報の伝達のあり方について調査研究に入っている。このような状況のもとで、農業技術情報として最も伝統のある病虫害発生予察情報の精度向上と迅速な伝達手法、さらには農薬の選択や安全使用などについての情報を組み合わせた病虫害防除に関する情報提供のシステム化に向けての具体的な検討も必要とならう。

その他、南西諸島におけるミバエ類の撲滅事業の計画的な実施、全国 45 都府県に発生が拡大したイネミズゾウムの防除技術の普及・定着化など、地道な対応を要する課題解決に向けて一歩ずつ前進したいものである。

# 害虫管理へのアプローチ

—カンキツ害虫を中心に—

山口県大島柑きつ試験場 か とう つとむ  
加 藤 勉

カンキツ農業は現在、長期的な低価安定の中にあり、栽培の基本となる肥培管理や病虫害防除に要する経費でさえ、農家経済にとっては大きな負担となっている。いうまでもなく、カンキツ樹は25～50年が結果盛期ともいわれる息の長い永年生の栽培作物で、これを育てていくうえでの施肥や病虫害防除は、将来にも影響を及ぼす重要な作業である。植え付けた以上は単年の理由で安易に省略されるべきものではない。しかし、現状は、長い目で樹の生育を見通す余裕もないほどに農家経済はひっ迫しており、害虫防除の面においても、そのむだを許さない要・不要の基準を明確にすることが、今、強く望まれている。

病虫害防除の原点は作物におけるその被害の防止にあり、このことによって収穫物の品質の向上と増収が図られ、結果的には農家経済にプラスが生じるものでなければならぬ。

各種防除手段の行使による「害虫管理」はこの理念を基本として行われるが、本文では表題に従い、まず、この理念の中核を成す経済的被害許容水準 (economic injury level, EIL) の概念について触れ、以下、カンキツ果実の害虫を中心として、ヤノネカイガラムシ、葉を食害するミカンハダニ、花蕾落下害虫としてのミカンツボミタマバエ (加藤, 1984) における害虫管理へのアプローチを探ってみた。

## I 利得閾 (GT) および EIL の算出

害虫防除における経済的な意味を論議する中で、STERNら (1959) は、防除費と害虫被害による損害額とがつり合った状態における害虫密度を経済的被害許容水準 (EIL) とし、これを「経済的損害 (economic damage) をもたらす最低の害虫密度」と定義した。経済的損害とは「防除費に見合う被害量」を意味するので、EILの値は防除費を収穫物の価値基準に変換する際の交換価 (円/kg) の差異や害虫の加害時期が収穫物の収量や品質に及ぼす影響の相違によって、地域や時期でそれぞれ変化する。

An Approach to Pest Management —Control of Citrus Insects and Mites—  
By Tsutomu KATO

る。STONE and PEDIGO (1972) はダイズの葉を食害するヤガ科の1種、green cloverworm, *Plathypena scabra* (F.) に対する防除費を市場単価を交換価として収量の価値基準に変換した値を利得閾 (gain threshold, GT) と呼んだ。これは経済的損害の限界を意味し、害虫防除における防除による死亡率を100%とした場合の防除区の無防除区に対する経済的採算を満たす限界的な収量差であり、防除の損得を分ける被害許容限界 (減収量) である。EIL はこれを基に算出されるが、同じ損傷量であっても害虫による損傷部位の違いや、加害時点における作物の生育段階の相違などから最終生産物である収穫物への衝撃の度合いが異なり、被害量 (減収量) は変わってくる。これに従って EIL 値も変化する。

加害 (損傷) 部位の異なる3種の害虫について、その EIL 算出の過程を示すと以下のとおりである。

(1) ダイズの葉を食害し、減収をもたらすヤガ科の1種、green cloverworm の例 (STONE and PEDIGO, 1972)。ダイズ畑の畝1フィート当たりの EIL。

$$\textcircled{1} \text{ 利得閾 (GT) (減収量) (bu/acre) = } \frac{\text{防除費 (\$/acre)}}{\text{単価 (\$/bu)}}$$

$$\textcircled{2} \text{ 減収率 (\%) = } \frac{\textcircled{1} \text{ の GT (bu/acre)}}{\text{総収量 (bu/acre)}}$$

③ ②の減収率 (%) をもたらす葉の食害面積率 (%) の決定: 実験的に得られた葉の食害面積率と減収率 (回帰式) から求める。

$$\textcircled{4} \text{ 葉の食害許容面積 (in}^2\text{) = 1 株の総葉面積 (in}^2\text{) } \times \textcircled{3} \text{ の葉の食害面積率 (\%)}$$

$$\textcircled{5} \text{ 1 株当たりの EIL (幼虫数) = } \frac{\textcircled{4} \text{ の葉の食害許容面積 (in}^2\text{)}}{\text{幼虫 1 頭の葉の食害面積 (in}^2\text{/幼虫)}}$$

$$\textcircled{6} \text{ EIL (幼虫数) = } \textcircled{5} \text{ の 1 株当たりの EIL } \times \text{株数/畝 1 ft}$$

(2) 栽培用ヒマワリの種子 (収穫物) を直接加害するゾウムシ科の1種、*Smicronyx fulvus* LeCONTE の例 (Oseto and BRANESS, 1980)。1株当たりの EIL。

$$\textcircled{1} \text{ GT (減収量) (kg/ha) = } \frac{\text{防除費 (\$/ha)}}{\text{単価 (\$/kg)}}$$

$$\textcircled{2} \text{ 幼虫数/ha = } \frac{\textcircled{1} \text{ の GT (kg/ha)}}{\text{幼虫 1 頭による減収量 (kg)}}$$

$$\textcircled{3} \quad 1 \text{株当たりの幼虫数} = \frac{\textcircled{2} \text{の幼虫数/ha}}{\text{総株数/ha}}$$

$$\textcircled{4} \quad 1 \text{株当たりの雌成虫数} = \frac{\textcircled{3} \text{の1株当たりの幼虫数}}{1 \text{雌成虫の幼虫生産数}}$$

$$\textcircled{5} \quad 1 \text{株当たりの成虫数 (EIL)} = \textcircled{4} \times 2 \text{ (成虫数/株/ha) (性比は 1:1)}$$

(3) ガーア (牧草) の花蕾を食害し種子の減収をもたらすタバエ科の1種, *Contarinia texana* (FELT) の例 (ROGERS, 1976)。畝1フィート当たりの EIL。

$$\textcircled{1} \quad \text{GT (減収量) (lb/acre)} = \frac{\text{防除費 (\$/acre)}}{\text{単価 (\$/acre)}}$$

$$\textcircled{2} \quad \text{減収率 (\%)} = \frac{\text{GT (lb/acre)}}{\text{総収量 (lb/acre)}}$$

$\textcircled{3}$  被害許容寄生花蕾率 (%) =  $\textcircled{2}$  の減収率 (%)  $\times 6$  (通常, 結実しない花蕾は自然落下するため花蕾数は結実数の6倍となっている)

$\textcircled{4}$  1株当たりの被害許容寄生花蕾数 = 1株当たりの花数  $\times \textcircled{3}$  の寄生花蕾率 (%)

$\textcircled{5}$  畝1フィート当たりの EIL =  $\textcircled{4}$  の寄生花蕾数  $\times$  株数/畝1フィート。

この場合, 1花蕾中には不特定数の幼虫が寄生し, それらはいずれも落下するところから, 被害許容幼虫密度としての EIL 値ではなく, 代わりに被害許容寄生花蕾数を当てている。

この EIL は防除費と無防除区の防除区に対する収量差 (害虫による減収) が等しいときの害虫密度と考えることができる。この関係を城所・桐谷 (1982) は, 害虫密度を  $N$ , 防除による死亡率を  $M$ , 害虫1頭当たりの減収量を  $D$ , 防除費と収量単価をそれぞれ  $C$ ,  $P$  とし,  $C = D \cdot M \cdot N \cdot P$  で表し, これから求められる  $N$ , すなわち EIL を  $N = C / (D \cdot M \cdot P)$  なる関係式で示した。このことから, 防除による死亡率は EIL 値とは逆の関係にあり, 同じ防除費を支出しても, 防除効果が低い場合は EIL 値が高まる。

これらの EIL はいずれも, 特定の害虫の種が作物の特定な生育段階で加害する場合, その害虫を防除するという設定下で固定的 (static) に決められたものであり, 作物の生育過程と各種の害虫および天敵の個体群変動を系とする動的 (dynamic) な損傷-被害関係の中での EIL 値としては表現されていない。EIL 値は, 防除時に関係する同じ加害系列の害虫の種類あるいは種の相互の関係によっても, また, 生態系内の天敵に対する影響の度合いによっても複雑に変化するであろう。また, 害虫防除における総合的な影響は単に, 一害虫の減収量に価値換算できる範囲をはるかに超えているとも思われる。しかし, さしあたって EIL の概念に従った防除を実用

場面に適用し, その普及を図る見地からは, この固定的 EIL にも活用の余地を見いだすことができる。

## II カンキツ害虫の管理

害虫防除の動機は, まず, 害虫が作物に損傷を与えること, 次いで, その損傷が収穫物の収量および品質の低下に影響することが前提である。この際, 防除費と後者の価値との平衡の上に害虫密度を重ね合わせたものが経済的被害許容水準, すなわち EIL であり, この決定には被害の定量化が必須とされる。害虫の加害対象が収穫物そのものである場合はこれがかもとも容易であり, また, 小型の1年生作物で植物体の加害に対する補償力が弱い場合も, 加害に対する反応が敏感で比較的把握しやすい。しかし, カンキツ類のように50年以上にわたって生産を続ける永年作物では, 外部からの加害の衝撃は樹体の補償力の中で消化され, その影響が最終生産物である果実にまでは及ばないことが多い。また, その影響が数年後に遅れて現れることもあり, カンキツ害虫の防除では防除区の無防除区に対する利得が果物の収量や品質差として明りょうな価値尺度で定量できにくい一面がある。この点では, 巖・桐谷 (1973) も述べているように, EIL の決定が短期的な経済効果にのみ固執しすぎることの不合理な面が指摘できる。多くのカンキツ害虫においては加害様式に基づく被害の解析が必ずしも十分ではなく, 経済性を基準とするというよりは, むしろ樹体の正常な樹齢や栽培地域に応じた要防除水準として経験的に決めていくのが現状である。また, この辺が防除要否の判断に混乱を招く原因ともなっている。

### 1 果実加害虫の利得閾 (GT) と被害許容限界

以下には, カンキツ害虫のうち, 防除費を利得閾 (GT) に換算しやすい, 当年の収穫量に直接影響するものだけを取り出し, 二つのグループに分類 (主に, 大串, 1971 による) して示した。(1) グループは加害が果実の内部にまで及ぶもので, 被害果は商品価値を失い廃棄される。(2) グループは加害が果実の外観にとどまり, 被害果は生鮮果実 (生果) としての価値はないが, 加工原料果実 (原料果) としての価値はまだ保有される。

#### (1) 果実の内部を加害する害虫

吸収性ヤガ類 (腐敗), カメモシ類 (腐敗, 落果), ハマキムシ類 (せん孔害), カネタタキ (せん孔害)

#### (2) 果実の外観を損なう害虫 (中程度の被害の場合)

ヤノネカイガラムシ, サンホーゼカイガラムシ, チャノキイロアザミウマ, 訪花害虫 (アザミウマ類, コアオハナムグリ, ケシキスイ類など), カネタタキ (し食害), ミノガ類幼虫, ハマキムシ類 (外皮の食害), ミカンサ

ビダニ、ミカンハダニ(着色期および貯蔵期)、ウスカワマイマイ

これらの害虫における防除費を果実収量の価値として変換する場合、その交換価(価格/kg)は(1)グループでは生果の単価を当てるが、(2)グループでは被害果がまったく価値を失うのではなく、原料価としての価値を持つので、それを差引いた値で表し、交換価は(生果単価-原料単価)を当てる。なお(1)グループは原料果単価が0の場合であり、利得閾(GT)は一般に、次の式によって求められる。

$$\textcircled{1} \text{ 利得閾(GT) (kg/10a)} = \frac{\text{防除費(円/10a)}}{\frac{\text{生果単価}-\text{原料単価}}{\text{円/kg}}}$$

$$\text{さらに、}\textcircled{2} \text{ 減収率(\%)} = \frac{\textcircled{1} \text{の GT (kg/10a)}}{\text{総収量(kg/10a)}} \times 100$$

また、収量を果数に換算すれば、 $\textcircled{2}$ の減収率は同時に被害許容寄生果率を表す。

実数値の計算で、かりに有機リン剤使用における防除費(賃金、薬剤費など)を7,000円/10a、生果単価を100円/kg、原料単価を30円/kg、また、10a当たりの総収量を3,000kgとしたとき、(1)グループの害虫防除における利得閾は70kg/10a、被害許容寄生果率は2.3%となり、また(2)グループにおいては、それぞれ、100kg、3.3%となる。なお、(2)グループには冬季の機械油乳剤の対象となる種類も含まれるが、冬季の機械油乳剤使用による防除費は9,000円/10aと仮定されるので、そのときの利得閾と被害許容寄生果率を示すと、それぞれ、129kg、4.3%である。さらに、これらの被害をもたらす害虫密度が当面の要防除水準を決めるEILとなるが、現在、この方向に沿った研究が徐々にではあるが進みつつあり、今後の成果が待たれる。

## 2 ヤノネカイガラムシの害虫管理

害虫の密度と被害の関係について大串(1973)は、害虫の密度が上昇するに従い、一般に、被害の程度は収穫物の品位の低下、品質の低下、収量の減少へと順を追って進み、やがて作物の生長が停止し、枯死に至る経緯をヤノネカイガラムシについて図示している。カンキツ栽培における本虫の防除は被害グレードのもっとも低い品位の低下段階で行われており、販売サイドからの農家に対する要求基準は寄生果率で約0.2%である(大串, 1973)。有機リン剤散布による被害許容限界が3.3%、冬季の機械油乳剤散布によるそれが4.3%であることを考えると、現状ははるかに低い水準で防除が行われていることになる。

本虫の場合、寄生果率( $y$ )と害虫密度( $x$ :雌成虫)の間には明らかな関係が成立しており、大久保(1978)

の回帰式、 $\log y = 0.575 \log x + 1.688$ によれば、有機リン剤散布による被害許容寄生果率3.3%は雌成虫密度で100葉当たり0.92頭、同様に、冬季の機械油乳剤散布時の限界寄生果率4.3%は雌成虫密度で100葉当たり1.47頭である。また、本虫の世代別増殖率に基づく個体群動態モデルがINOUE and OHGUSHI(1976)によって作成されているので、これから各防除時点の防除による死亡率を100%にした場合のEILを求めることも可能である。大久保(1978)の計算によれば、有機リン剤散布で許容限界の寄生果率を3%としたときの越冬後密度は雌成虫で100葉当たり0.02頭、同様に、冬季機械油乳剤散布で限界寄生果率を5%とした前年越冬前の雌成虫密度は100葉当たり0.09頭である。

なお、寄生果率に対する葉当たり密度は、この計算値より高いとする見かたもあり(西野, 1974)、また、防除による死亡率も100%を下回ることが考えられ、実際のEIL値はこれよりもさらに大きな値になるものと推察される。宮原・山田(1969)は、防除要否の水準を越冬雌成虫密度で100葉当たり0.2頭以下としている。さらに、近年、中国大陸から導入された *Aphytis yanoneis* DEBACH & ROSEN および *Physcus fulvus* COMPERE et ANNECKE の放飼事業が本格化し、今後、これらの寄生蜂の活動による防除圧が加わることが予想される。本虫の個体群動態モデルもこの意味で再検討が必要であるが、これらの天敵の評価いかんではEIL値も大幅に上昇し、本虫の害虫管理を重点に据えた現在の一般の防除体系にもかなりの変更が見込まれる。

## 3 ミカンハダニの害虫管理

ミカンハダニが果実を直接加害し、品位、品質面で被害を及ぼすのは、主に成果期以降で、着色阻害要因となる。大方の被害は葉の加害を通して、落葉をもたらすことにある。森(1964)は葉に対する食害程度を0~100に定め、6段階に分類し、これを被害度とした。その結果、被害度60までの加害量を境目として、落葉その他の樹体に対する影響が急速に顕著になることを突き止め、これに至る加害量、すなわち雌成虫の葉当たり密度の増加曲線における日数の積分值、90~100(ハダニ頭数・日数)を被害許容限界とした(森, 1970)。このときのハダニ密度は3~4頭/葉となることが多く、平均は3.2頭であった。これは防除費を十分吸収しうる生物的に大きな意味を持つ被害許容水準である。なお、この加害量については、西野・大串(1977)のポット植えミカンによる後若虫と雌成虫の葉当たり密度を基準にした実験で、春葉で1,150(個体・日)、夏葉で1,600(個体・日)とする報告もある。これらの限界的な被害

を防ぐための防除目標は防除効果を高めるうえからも1頭前後以下(田中ら, 1969)がよいとされている。

ミカンハダニにおける防除は、その回数も多く、農家経済における防除費の節減を図るうえからも、防除要否の決定は重要な意味を持つ。近年、システムモデルとシミュレーションによる発生予察法の研究が進み、その適合性が論議されつつある(古橋ら, 1983; 塩見ら, 1983)。発生量の早期予察によって、ミカンハダニの害虫管理は経験から科学への脱皮をいっそう強めることであろう。

### III ミカンツボミタマバエの害虫管理

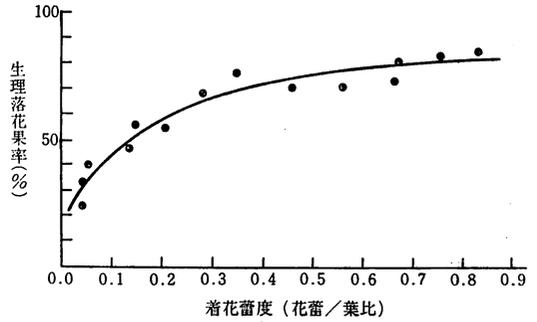
#### 1 着果数管理との関係

本虫の被害はカンキツ花蕾の食害による落下、ひいては着果数の減少にあり、一方、カンキツ樹の側にはそれぞれの生理的な果実負担能力に応じて、栽培の見地から適正着果量という一つの基準(0.04 果/葉)が樹ごとに設定され、それを保持することが栽培上の重要な目標になっている。例えば、摘果はこの目標達成の重要な着果数管理技術であり、また、花果の数に関する外的要因としての本虫被害も、内的要因に基づく生理落果同様、減少着果数の一部を構成するものであり、果実生産に対する栽培的影響はこの目標に向かっての樹全体の着果数管理機構の中で考え、処理されねばならない。本虫被害がこの目標達成の障害となる限りにおいて、初めて本虫は防除の対象となりうる。

本虫の防除要否あるいは被害の許容程度を決める第一の条件は、カンキツ樹の葉数に対する花果数の比、すなわち着花果度(花果数/葉数)にある。防除の要否は開花・結実後の着果度が適正水準の上・下いずれの位置にあるかにかかっており、このときの着果度を規定する要因には落葉率なども多少関係するが、まず、基本的な要因としては、当初の着花量と結実過程での生理落果率である。本虫の被害の許容量、すなわち本虫防除要否決定の大枠は、ほぼこの樹の内因的な着花蕾度—生理落果率の関係(第1,2図)によって決まると考えてよい。

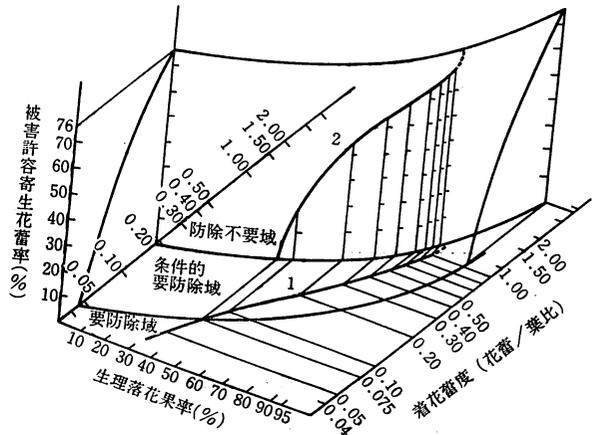
#### 2 被害許容寄生花蕾率の推定

樹体の着花蕾度と生理落花果率は第1図に示す関係にあり、生理落花果率はその樹の着花状態にほぼ規定されている。この関係から、仕上げ摘果率20%、落葉率10%としたときの被害許容寄生花蕾率( $x$ )を推定すると、 $x = (1 - \gamma_0 / \gamma) \times 100$  ( $\gamma_0 = 0.045 / (1 - f)$ ),  $f$ は生理落花果率,  $\gamma$ は着花蕾度)により、主な着花蕾度に対応する



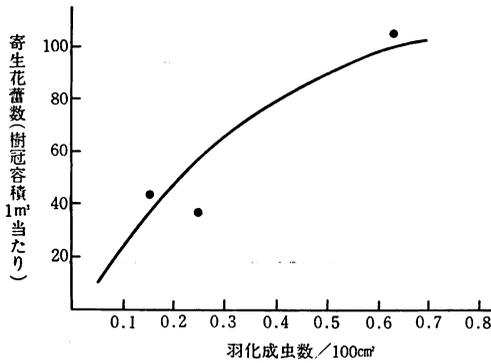
第1図 ウンシュウミカン樹における着花蕾度と生理落花果率の関係

被害許容寄生花蕾率は以下のとおりであった。着花蕾度0.05で被害許容寄生花蕾率は0%, 同様に、0.10で19%, 0.20で45%, 0.30で55%, 0.40で60%, 0.50で63%, 0.60で65%, 0.70で67%, 0.80で70%。これに基づいて、着花蕾度と本虫の防除要否および被害許容寄生花蕾率との関係を図示すると第2図に示すとおりである。この場合、被害許容寄生花蕾率は着花蕾度0.075をやや下回る点で0%となり、一方、0.80をやや上回る高い着花蕾度で防除を不要とする限界的な寄生花蕾率76%(実際の被害上限)を示した。ここで、寄生花蕾率の被害許容0点における着花蕾度は、樹体の生来の果実負担能力の指標としての着花蕾度、0.067~0.071にほぼ匹敵する。また、これらの本虫による被害許容寄生花蕾率は、同時に、適正着果度(0.04)に調整



第2図 ウンシュウミカン樹の着花蕾度とミカンツボミタマバエの防除要否および被害許容寄生花蕾率との関係

1: 着花蕾度・生理落花果率曲線, 2: 着花蕾度・被害許容寄生花蕾率曲線



第3図 カンキツ園内の成虫密度と被害花蕾数の関係

するために行う摘蕾・摘果の限度目標を示すものでもある。

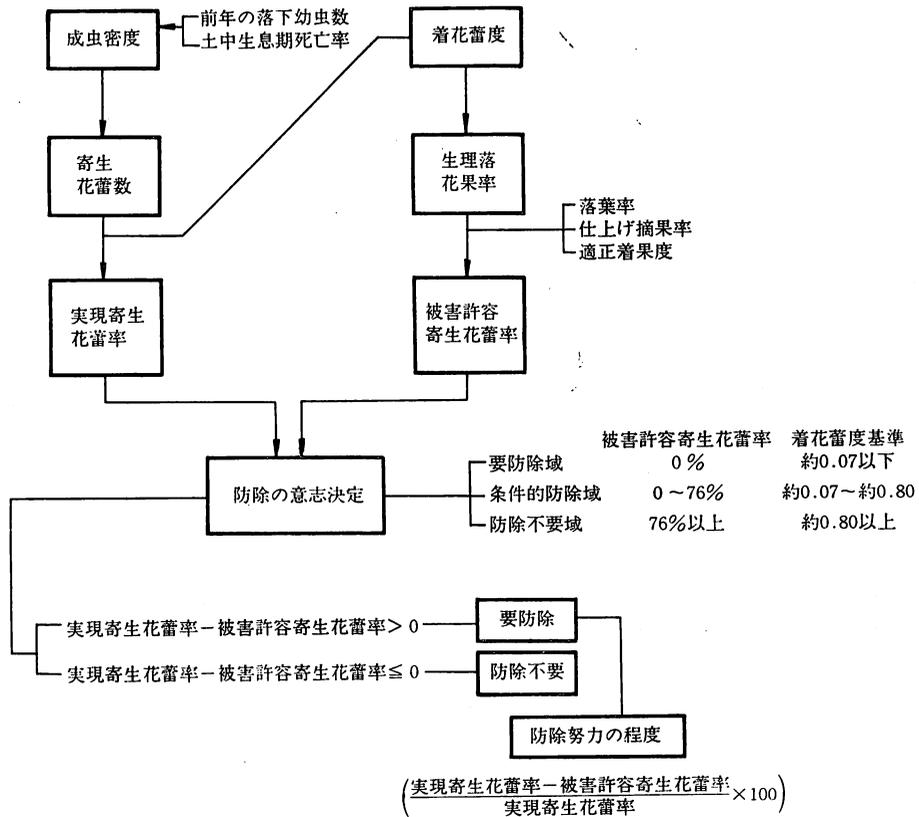
3 実現寄生花蕾率の推定

防除を決める第二の条件としては、本虫の密度が関係する。これを土中から羽化する成虫密度として表せば、それは前年5月の花蕾からの落下幼虫数と土中生息期の

生存率とによってあらかじめ推定できる。園内の樹冠下土壌を3月に採集し、室内で早期に成虫を羽化させれば、落下幼虫数に対する当年の羽化数との比から土中生息期間中の生存率を早めに予知することができる。また、本虫の土中生息期の死亡には土壌管理の状態、期間中の気象、天敵、特に *Inostemma* sp. の寄生率などが深く関与する。将来、これらの要因による影響の解析が待たれる。なお、最終的な実現寄生花蕾率の推定には成虫密度と寄生花蕾数の関係(第3図)を明確にすることが不可欠で、さらに例数を積み重ねていくことが望まれる。

4 防除要否の決定

本虫防除の意志決定は第4図に示すように、一方の、被害の許容程度を規定する着花蕾度-生理落果率を中心とする樹の内因に基づく系と、他方の、実現被害量を規定する成虫密度-寄生花蕾数に関連する系との相互関係の上に成立する。中でも、樹体の着花蕾度は被害許容寄生花蕾率決定の基本条件となっているばかりでなく、実現寄生花蕾率の決定にも深く関係し、防除の意志決定過



第4図 ウンシュウミカン園におけるミカンツボミタマバエ防除の意志決定過程

程において重要な役割を果たしている。

本虫に対する防除は、被害許容寄生花蕾率が0%以下ならば(生物的に)無条件で必要であるが、それが0%を上回る水準では、防除要否は実現寄生花蕾率と被害許容寄生花蕾率の差によって決まる。実現寄生花蕾率がそれを上回れば防除は必要であり、一方、それが下回る場合においては防除は不要である。また、防除の必要が生じた場合、要求される防除努力の程度(巖・桐谷, 1973)は、両者の差と実現寄生花蕾率の大きさの比(実現寄生花蕾率-被害許容寄生花蕾率)/実現寄生花蕾率、によって表すことができる(第4図)。

なお、ここでは防除費を中心とする防除の経済性については考慮されていない。しかし実際には、ここで取り上げた樹の生育生理に基づく(栽培の意味を持つ)許容限界を超えた被害は、単に、経済的価値基準の明確な収量の減少にとどまらず、着果度の過大、過小によって生ずる品質への悪影響、さらには、翌年の着花量への影響など、一定の価値基準に変換し難い多様な影響が栽培面に及ぶことが考えられる。本虫に対する防除費は、品質良好な果実を長年にわたって連年結果させるための適正着果水準を確保する経費の一部として、生産費全体の中で消化し、経営的採算を図っていくことが、当面、妥当と思われる。

## おわりに

作物栽培における害虫防除の目的は、害虫密度の抑制による被害の防止にあり、最終的には、これによって収益を増加させることにある。したがって、防除実施の要否の基準は作物からの収益を最大にすることを目標にした作物と害虫の関係を軸とする一つの系の中に、まず、経済的にむだなく組み込まれたものでなければならない。しかし、それは虫の撲滅を前提としたものではなく、それとの共存を図りながら(桐谷, 1976)、害虫防除を矛盾なく組み込んで構築された「害虫管理」システムの中で決められるべきものであり(中村, 1980; 中筋, 1981)、同時に「農生態系外への弊害を最小限に押える」(桐谷・中筋, 1971)という基本理念に支えられたもの

であることが必要である。現在、防除手段の中心が、広く生態系全般に強い影響力を持つ有機合成農薬であることを考えると、なおさら、農業における害虫防除の位置づけが、作物とその害虫という閉鎖的な単一系内での経済性の追求だけに終始してはならないと思われる。

また、害虫管理は一つの技術体系として、それがいかに実行されるかということは、もっとも重要な側面でもあり(桐谷, 1981)、各種の生態学的手法によって蓄積された情報は、防除意志決定を通して実践への道を見いだすことが強く求められる。この意味で「害虫管理」技術の発展には、今後、実践的研究成果のいっそうの積み重ねが期待される。

## 引用文献

- 1) 古橋嘉一ら(1983): 静岡柑試研報 19: 41~50.
- 2) INOUE, T. and R. OHGUSHI (1976): Res. Popul. Ecol. 18: 89~104.
- 3) 巖 俊一・桐谷圭治(1973): 総合防除(深谷・桐谷編), 講談社, 東京, pp. 29~38.
- 4) 加藤 勉(1984): 山口農試特別研究報告 28: pp. 86.
- 5) 城所 隆・桐谷圭治(1982): 植物防疫 36(1): 5~10.
- 6) 桐谷圭治(1976): インセクタリウム 13: 60~64.
- 7) ———(1981): 昆虫学最近の進歩(石井象二郎編), 東京大学出版会, 東京, pp. 354~368.
- 8) 宮原 実・山田健一(1969): カンキツ病害虫の共同防除に関する研究, 日植防, 東京, pp. 97~98.
- 9) 森 介計(1964): 愛媛果試研報 4: 43~55.
- 10) ———(1970): ハダニ類の発生予察法確立に関する特殊調査成績書, pp. 60.
- 11) 中村和雄(1980): 植物防疫 34(1): 9~16.
- 12) 中筋房夫(1981): 昆虫学最近の進歩(石井象二郎編), 東京大学出版会, pp. 369~383.
- 13) 西野 操(1974): 静岡柑試特別研究報告 2: pp. 101.
- 14) 西野敏勝・大串龍一(1977): えびの高原野外生物実験室業績 2: 1~9.
- 15) 大串龍一(1974): 生物的総合防除, 共立出版, 東京, pp. 81.
- 16) 大久保宣雄(1978): 植物防疫 32(8): 341~345.
- 17) OSETO, C. Y. and G. A. BRANESS (1980): J. Econ. Ent. 65: 197~201.
- 18) ROGERS, C. E. (1976): ibid. 69: 693~696.
- 19) 塩見正衛ら(1983): 植物防疫 37(10): 448~453.
- 20) STERN, V. M. et al. (1959): Hilgardia 29: 81~101.
- 21) STONE, J. D. and L. T. PEDIGO (1972): J. Econ. Ent. 65: 197~201.
- 22) 田中 学ら(1969): カンキツ病害虫の共同防除に関する研究, 日植防, 東京, pp. 97~98.





第2図 不発芽枝条の多発桑園（左）と被害枝条芽部の黒変病斑（右）  
（1981年6月茨城県桜村）

ったが、 $-4^{\circ}\text{C}$ 以下になると自発凍結を始める葉が多くなり、葉温が $-4^{\circ}\text{C}$ 以上でも氷核を接触すると桑葉は直ちに凍結する。一方、湿潤状態の桑葉は、 $-6^{\circ}\text{C}$ の葉温まで過冷却することもあるが、葉上に生じた露は $-2^{\circ}\text{C}$ 付近で凍結することが多く、凍露生成中の葉温は $0^{\circ}\text{C}$ 付近まで上昇したのち下降を始め、葉の凍結点 $-1^{\circ}\text{C}$ ～ $-3^{\circ}\text{C}$ に達すると直ちに葉内の凍結が始まる。そして晩霜発生時には一般に結露を伴うので霜夜の凍結開始は主として凍露による葉の植氷（ice inoculation）凍結であろうと結論しているが、なぜ葉面上の露が $-2^{\circ}\text{C}$ 前後の比較的高い温度で凍るかは不明としている。

1981年春に茨城、千葉、栃木各県に第2図（左）のようなクワ枝の越冬芽がばらばらに枯死するという不発芽枝条が多発して春蚕用桑に大きな影響を与えた。筆者ら<sup>41)</sup>はその原因を解明するために東北、関東東山、北陸地方の一部にも発生した同様な被害枝条も含めて調査したところ、その大部分は主芽副芽の基部または周辺まで黒、黒褐あるいは黄褐色の細菌性え死病斑（第2図右）を枝の一部あるいは全部に認めた。したがって1981年春の広域に多発した不発芽は、病害として取り扱われ、第1図のクワ病害虫による菌減収量がやや多くなっている。

上記の細菌性芽部病斑を切片とし表面殺菌後磨砕液とし変法キングあるいはキングB平板培地へ細菌の分離を試みた。総計324個の芽部病斑から集落が黄色細菌は75.5%、白色細菌では *Ps. syringae* pv. *mori* が74.4%、その他の白色細菌が19%の病斑から検出された。細菌濃度も *Ps. syringae* pv. *mori* の場合1芽部病斑当たり $10^3$ ～ $10^7$ 、ときに $10^8$ 個と一般に高かった。この調査でクワ縮葉細菌病の病原である *Ps. syringae* pv. *mori* が抵抗性品種からも罹病品種とあまり変わりなく分離されたことが注目された。次に早霜害とINA細菌の関連が考えられたので、上記の検出された細菌のINA

能力をVALIの小滴凍結法（後記）に準じて調べた。すなわち、アルミ箔でフロートを作り、パラフィン溶液を噴霧して乾かし、その表面に被検細菌懸濁液（ $10^8$  cells/ml）を $10\ \mu\text{l}$ 各5点ずつ点滴し、低温恒温水槽に浮かべ、所定または降下温度で小滴凍結の温度または時間を記録した。その結果、*Ps. syringae* pv. *mori* 菌株には $-5^{\circ}\text{C}$ 以上の温度で1分間以内に氷核となりうる菌株（以下INA<sup>+</sup>菌株

と略記、その氷核能力のないものをINA<sup>-</sup>菌株と略記）が20～100%、平均42%混在していた。黄色細菌および *Ps. syringae* pv. *mori* 以外の白色細菌はINA<sup>+</sup>菌株が4.9%ときわめて少なかった。

以上の調査から、1980年は冷夏暖秋の異常気象下でクワの生育がおう盛で、越冬態勢が遅れ、芽の耐寒性がまだ高まらない状態の11月上旬に強い初霜（茨城県谷田部町では11月4日、 $-3.3^{\circ}\text{C}$ ）に遭い冬芽が凍死したものと推察された。その被害桑園には *Ps. syringae* pv. *mori* のINA<sup>+</sup>菌株の分布が多く、芽葉の凍害を増加したものと考えられ、さらに芽の凍傷枯死部から *Ps. syringae* pv. *mori* が侵入定着し、春までに芽の周辺に病斑を拡大したものと推定した。酒井<sup>34)</sup>によれば多くの越冬植物は休止期に低温にさらすと、程度の差はあるが、 $-20^{\circ}\text{C}$ 以下の低温あるいは凍結に耐える寒冷適応性があるという。また、クワの耐寒性は枝が芽より $5^{\circ}\text{C}$ ぐらいい高いことを認めている<sup>33)</sup>ことから、初霜による冬芽のみの凍死も十分考えられる。

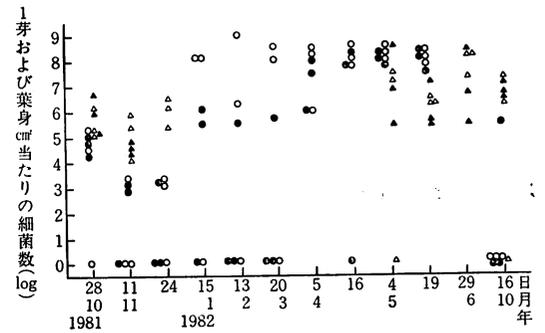
次に、上記の芽部から検索した *Ps. syringae* pv. *mori* のINA能力および条件を調べた<sup>42)</sup>。 *Ps. syringae* pv. *mori* のINA<sup>+</sup>菌株には $-1.2^{\circ}\text{C}$ から凍結を起こす菌株もあったが、INA<sup>-</sup>菌株は $-5$ ～ $-10^{\circ}\text{C}$ 20分間処理でも凍結しないものが多かった。INA<sup>+</sup>菌株は $10^5$ ～ $10^7$  cells/ml以上の菌液濃度で凍結したが、INA<sup>-</sup>菌株は $10^{10}$  cells/mlでも凍結しなかった。INA<sup>+</sup>菌株による凍結は生菌のみで起こり、加熱（約 $100^{\circ}\text{C}$ 30分間）、ストレプトマイシンおよびテトラサイクリンの5～5,000 ppm処理、紫外線（殺菌灯15W 30cm直下）で30～240秒間処理した死菌または衰えた細菌では、いずれの場合にもINAが認められなかった。なお、純水、蒸留水、水道水、雨水は $-5$ ～ $-10^{\circ}\text{C}$ 20分間で凍結しなかったが、INA<sup>+</sup>菌株を混合（ $10^8$  cells/ml）す

ると容易に凍った。上記の冬芽部病斑内から得られた *Ps. syringae* pv. *mori* 58 菌株のプラスミドパターンは複雑で、プラスミド数は 0~4 個、分子量は通常 20~50 Md の範囲内に何種類も分布していた。そして INA+ 菌株はプラスミドを欠くか、少ないのに対し、INA- 菌株は複数のプラスミドを持つものが多く、INA にプラスミドがある程度関与していることを示唆していた<sup>30)</sup>。またある種のプラスミドの導入により宿主細胞の INA の変化が起こる事例も見られ、プラスミドが宿主細胞の INA 遺伝子の発現になんらかの影響を及ぼしているものと推察された<sup>30)</sup>。

引き続きクワの芽葉表面の細菌と INA 細菌の時期別、特に秋~春季の桑園における分布を調べた。蚕糸試験場のそれぞれかけ離れた 1~3 号桑園の「一ノ瀬」と「しんいちのせ」の、枝条上下部の外見健全葉を対象とした調査で、時期的に異なるが集落の白色細菌 4、黄色細菌 2、その他 2 種が検出され、生菌数は白色細菌の *Ps. syringae* pv. *mori* と他の白色細菌、黄色細菌がそれぞれ同程度分布していた。*Ps. syringae* pv. *mori* のみについて示せば第 3 図のとおりで、冬芽 1 個あるいは葉 1 cm<sup>2</sup> 当たり 10<sup>3</sup>~10<sup>6</sup> 個付着しているものが多いことから、実際には局部的にはかなり高濃度に分布していると推定された。さらに平板培地上に検出された細菌から任意に分離した菌株の INA を検査した結果は第 1 表のとおりである。*Ps. syringae* pv. *mori* の INA+ 菌株の出現率は芽が 0~78%、葉が 4~50% で平均はそれぞれ 44.8%、32.3% であった。これに対して検査菌株数が少ないが、*Ps.*

*syringae* pv. *mori* 以外の白色細菌でわずかに INA+ 菌株を認めた。なお *Ps. syringae* pv. *mori* に抵抗性の異なるクワ数品種の芽葉表面の細菌について年間調査を続けているが、品種間に *Ps. syringae* pv. *mori* の分布の差異は比較的少なく、また夏季にはほとんど検出されなかった。

以上の調査結果から見ると、クワの凍霜害の起こる秋と春季には INA 細菌が広く分布していて凍霜害増幅の素因となる可能性は十分推測できる。なお、不発芽枝条多発桑園で *Ps. syringae* pv. *mori* の INA+ 菌株出現率の多い農家桑園で晩秋季にストレプトマイシン・オキシテトラサイクリンおよび銅・ストレプトマイシン混合剤



第 3 図 桑園における芽葉表面上の *Pseudomonas syringae* pv. *mori* の消長  
蚕糸試験場 1~3 号桑園、品種：一ノ瀬、枝条下部の芽 (○)、葉 (△)、枝下部の芽 (●)、葉 (▲)。芽は 50 個、葉は 20 枚供試。

第 1 表 桑園における芽葉表面の水核活性細菌の時期別出現率 (1982)

検出部位	月日	白色細菌 a)				黄色細菌 a)		その他の細菌
		P. s. m.	L	S	Fl	L	S	
芽	1. 15	71/96 74.0		0/13 0	0/48 0			
	2. 13	48/136 35.3		0/46 0			0/49 0	0/4 0
	3. 20	20/108 18.5		0/46 0			0/43 0	0/5 0
	4. 5	92/192 47.9		0/46 0			2/32 6.3	0/8 0
	4. 16	0/72 0		0/36 0			0/51 0	0/3 0
	5. 4	93/119 78.2	1/4 25.0	0/7 0		4/12 33.3	2/12 16.7	
	10. 16		0/3 0	0/7 0		0/26 0	0/11 0	
計		324/723 44.8	1/7 14.3	0/201 0	0/48 0	4/38 10.5	4/198 2.0	0/20 0
葉	5. 4	106/235 45.1		0/2 0			0/3 0	
	5. 19	4/96 4.2	0/3 0	0/7 0		0/5 0	0/13 0	
	6. 29	54/243 22.2				0/2 0		
	10. 16	60/120 50.0		0/32 0		0/22 0	0/16 0	
	計		224/694 32.3	0/3 0	0/41 0		0/29 0	0/32 0

a) P. s. m. : *Pseudomonas syringae* pv. *mori*, L: 大型集落, S: 小型集落, Fl: 緑色蛍光集落

b) -5°C, 60 秒以内で氷核活性を示す菌株数/検査菌株総数

蚕糸試験場 1~3 号桑園各 3 か所、品種：一ノ瀬、芽 50 個・葉 20 枚の表生細菌より任意に分離した菌株



第4図 *Pseudomonas syringae* pv. *mori* 懸濁液の葉面散布と低温処理 ( $-2^{\circ}\text{C}$ , 3分間) によるクワ苗の凍害

左: S8110-1 (INA<sup>+</sup> 菌株) 散布  
 中: S8410-2 (INA<sup>-</sup> 菌株) 散布  
 右: 純水散布

の散布試験を行ったが、降霜がなかったために霜害防止効果を実証できなかった。なお、クワ苗葉面へ *Ps. syringae* pv. *mori* の INA<sup>+</sup> 菌株懸濁液を散布し低温庫内で  $-2^{\circ}\text{C}$  までの降温処理あるいは  $-3^{\circ}\text{C}$  3分間処理では葉面上の菌液の凍結に引き続いて植物の凍結枯死を観察できた(第4図)。

なお、樹木の芽圏における INA 細菌については牧野<sup>25, 26)</sup>の研究があり、本号に掲載されているので参照されたい。

## II INA 細菌の発見と研究の動向

植物の葉面から氷核物質を除くと植物の種類によっては、 $-10^{\circ}\text{C}$  以下の過冷却に耐えるが、氷核物質があると  $-5^{\circ}\text{C}$  より高い温度で凍結し植物への凍結誘導が始まり、凍害が起こる。その氷核には、従来無機、有機の微粒子が考えられていた。SCHNELL and VALI<sup>39)</sup>は樹葉の腐植が非常に高い INA を持つことを発見し、次いで MAKI et al.<sup>23)</sup>は腐植中の INA 物質を明らかにするために、ハンノキの葉面の細菌を調べ、植物病原細菌の *Ps. syringae* pv. *syringae* が特異的に高い INA を持つことを発見し、植物表面の細菌が、氷核となり凍結に耐えられない作物を比較的高い温度で凍死させると考え、種々の実験を行っている。そして植物の霜害は葉面の細菌と相互作用があることを認め、霜害に弱い植物が INA 細菌によっていっそう凍害の被害をうけやすくなるという報告が相次いだ<sup>1, 16, 17, 19, 26, 49)</sup>。病原細菌の INA の重要性は、さらに霜害に引き続いて起こる病害発生の原因としても論じられるようになった。このようにして発見され、急速に展開している INA 細菌関連研究の動向について簡略に紹介してみたい。

INA 細菌の種類や系統については、病原細菌である

*Ps. syringae* の多くの pathovar が INA 細菌のなかでもっとも一般的な細菌とされている<sup>1, 12, 13, 16, 25)</sup>。 *Erwinia herbicola* と *Ps. fluorescens* の両種<sup>5, 17, 18, 24, 48, 49)</sup> および *Ps. viridiflava*, *Ps. spp.*, *E. stewartii*<sup>31, 46)</sup> にも見つかっている。 *Ps. syringae* の pv. *coronafaciens*, pv. *pisi*, pv. *lachrymans* では約 50% の菌株が INA を持っている<sup>5, 31)</sup>。 *Ps. syringae* の INA<sup>+</sup> 菌株は病徴の現れない植物からも分離されている<sup>13, 17, 18, 49)</sup>。現在までに研究された *Ps. syringae* と *E. herbicola* の INA<sup>+</sup> 菌株はもっとも多く、 $-1^{\circ}\text{C}$  ぐらいの氷核能力を持つものもあり<sup>11, 12, 17, 23, 37, 38, 42)</sup>、INA 細菌数も氷核となる濃度に達していることも報告されている<sup>12, 13)</sup>。

INA 細菌の検出定量および INA 能力測定については、種々の方法がくふうされている。VALI<sup>44, 45)</sup>による小滴凍結法 (droplet freezing assay) はもっとも広く利用されている。これは低温水槽に浮かべたフロート上で凍結した小滴の数を概算する方法である。INA の正確な温度の測定は細菌懸濁液の小滴凍結温度をゆっくり冷却しながら測定する氷核分光器を使用している<sup>16, 17, 19, 22~24, 44, 49)</sup>。毛細管による INA の正確な測定法も考案された<sup>25)</sup>。等温の霜箱に乾かした細菌を触れさせ、過冷却の水滴を懸滴させて形成を見る接触氷核の測定法も報告されている<sup>24, 39)</sup>。INA 細菌の集団的な把握は、非選択培地上に分離された何万という細菌集落中の INA<sup>+</sup> 細菌を迅速に記録でき、かつ分離できるレプリカ凍結法の利用で容易になった<sup>18)</sup>。そして INA 細菌の定量を要する生態学的研究におおいに役だっている。

北アメリカでは針葉樹と滑らかな葉を持つアブラナ科植物を除く野外の作物や自生植物から INA 細菌が1ないし2種以上検出されている<sup>11~13, 16~19, 49)</sup>。そのほか、イスラエル<sup>48, 49)</sup>やわが国<sup>26, 41)</sup>からも報告された。INA 細菌数は植物の種類、時期、時間的に大きな変化が認められている。

*Ps. syringae* と *E. herbicola* は世界中の植物上で見つかる普遍的な細菌である<sup>2, 4)</sup>。しかし、*E. herbicola* の INA<sup>+</sup> 菌株はこれまでに報告数が少ないことからたぶん低率であろうと見られている<sup>17, 49)</sup>。 *Ps. syringae* の pathovar の少なくとも半数は、INA<sup>+</sup> 菌株であるという報告<sup>5, 31)</sup>からすれば、INA 細菌は世界に広く分布していることになる。

植物における INA 細菌の発見は、新しい観点からの霜害防除、すなわち植物上の INA 細菌と氷核能力を減少させる処理法の検討へ進んでいる。その一つは殺菌剤の使用であり、コムギや野菜などで INA 細菌を著しく減少させたという<sup>13, 16)</sup>。しかし霜害の予防法としての

殺菌剤の使用にはいくつかの問題がある。ストレプトマイシンのような殺菌剤では接触すると直ちに殺菌できるが、INA は徐々に活性を失う<sup>15)</sup>。しかし例外もある<sup>37)</sup>が、このような現象は葉面上でも同様に起こるのであろう。また、ストレプトマイシン剤を霜害防除のためにしばしば使用すると薬剤耐性の INA 細菌が発生するのでやめざるをえなくなってしまう。第二の防除法は INA 細菌に拮抗する細菌の利用であり、もっとも有望とされている。拮抗作用は長期間 (1~4 か月) 現れ、茎葉散布すると成体植物の組織に定着する<sup>12, 13, 20, 21, 43)</sup>。拮抗細菌を散布した植物上で INA 細菌の集団は、無処理の植物より自然状態で 10~1,000 倍まで減少し<sup>12, 13)</sup>、霜害を減少させた<sup>12)</sup>。例えばナシの 10% 開花時に、拮抗する INA<sup>-</sup> 菌株を散布すると 3 か月以上も花と葉に定着し、*Ps. syringae* と *E. amylovora* の表面細菌が有意に減少し、霜害と病害 (fire blight) の発生率を減少させ、その防除価はストレプトマイシンとオキシテトラサイクリンの混合あるいは銅剤を週 1 回散布するのと同じであった。INA 細菌に対する拮抗細菌は土壌微生物のように特異性がないほうが有効と考えられている。第三の防除法は不必要に細菌を殺すことなしに INA 細菌の INA をすばやく不活化する化学薬品“細菌氷核抑制物質 (bacterial ice nucleation inhibitor)” の利用である。INA 細菌の INA 部分は水溶液の状態、極端な pH、特別な重金属イオン、アルカリ性洗剤のような種々の物理的・化学的刺激に感受性である<sup>9, 15, 23)</sup>。INA 抑制物質は使用後数分から 2, 3 時間で INA を失活させるので降霜 2, 3 時間前の散布によって有効であった<sup>13, 15)</sup>。しかし、このような化学物質は植物に無害であること、水溶性で散布後に乾くこと、効果の持続性など多くの解明すべき問題が残っている。

*Ps. syringae*, *E. herbicola* および *Ps. fluorescens* の INA は完全な細菌状態で起こる。INA はこれらの細胞外の生産物からは見つからない。この種の INA 物質は膜結合物質であって溶解性の細胞構成成分ではない<sup>23, 24, 40)</sup>。*Ps. syringae* および *E. herbicola* の INA 物質は、これらのグラム陰性細菌の細胞膜中あるいは細胞膜の上にあるらしい<sup>40)</sup>。-4°C より高い温度での INA は、呼吸抑制物質、ホウ酸塩化物や尿素のような多くの反応化合物での細胞処理や極端な pH 値、物理的方法あるいはファージ溶菌による細胞破裂によってでてくる<sup>9, 23, 24, 40, 48)</sup>。数例を除いて、-4°C より高温での細菌の INA は、物理的に完全か、生理的に正常な、つまり生きた細胞が必要とされている。

*Ps. syringae* と *E. herbicola* の INA 遺伝子はクローニ

ングされ、*Escherichia coli* で発現させている<sup>29)</sup>。*E. coli* における INA の発現は、元の DNA 源菌株のそれに質的量的にほとんど同じであり、その遺伝子産物は、生体膜の INA の発現を大部分決定しているものと推察された<sup>29)</sup>。

最後に植物の病害に対する INA 細菌の役割として、霜害後の病害発生事例が挙げられる。これまでに霜害が *Ps. syringae* 感染の素因をつくるという、数多くの報告がある<sup>3, 8, 10, 27, 30, 32)</sup>。わが国でも *Ps. syringae* pv. *theae* による赤焼病が霜害後に多発する傾向があり、前述のクワ枝条の細菌性の芽枯れ病害も *Ps. syringae* pv. *mori* に起因するものと推察されている。ナシの花が凍結した後に *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* を散布すると重感染し、凍らない花は接種しても感染がわずかであった<sup>30)</sup>。同様に INA 細菌の多い野外の木では重感染し、INA 細菌の認められない温室の木では感染しなかった。霜害と病害のかかわり合いは *Ps. syringae* pv. *pisi* に起因するエンドウの bacterial blight<sup>3)</sup>、*Pseudomonas syringae* pv. *syringae* に起因するポプラ、アンスズ<sup>8)</sup>、モモ<sup>47)</sup> のかいよう病の発生に認められている。*Ps. syringae* はいたるところに分布し、凍霜害の起こる時期に植物上に十分存在しており、一方、多くの病原細菌は傷なしに植物内に侵入できないので、凍傷によって侵入門戸をつくることになり、病害を発生させると考えてよいであらう。

## おわりに

近年、世界の気象が変わりつつあると言われ、加えて 1982 年にメキシコのエルチチョン火山の大噴火、類例のない海水温のエルニーニョ現象の発生、大気中の二酸化炭素の増加など気象の異変に関する調査報告が多くなっており、今後の予測として年々の気候は変動が大きく、異常気象が発生しやすいという<sup>6)</sup>。この数年来わが国でも寒春、晩霜、大冷夏、早霜、大寒冬、大寒波、多雪、多雨、干ばつなどが頻発して作物の生育を乱し、いっそう凍霜害および病害を増幅している懸念があり、凍霜害に関連するこの新しい研究分野からも検討しておく必要がある。

INA 細菌の研究動向については LINDOW の総説<sup>14)</sup> からかなり引用させていただいたが、引用文献は紙面のついでで主要なものを挙げた。さらに INA 細菌研究の今後の方向についても以下に示すとおり、同氏の見解を述べてしめくりたい。

解決すべき点としては、殺菌剤、INA 抑制物質、拮抗菌による霜害防除の最適条件となる型、割合、使用回

数、そして経済性、作物表面の細菌間の拮抗機作、INA と病原細菌の同時防除の検討、植物への選択的定着場所および INA 能力との関係などを挙げている。また実験室で作った INA 細菌の人工降雨、造雪源、冷熱源などへの利用の可能性、INA 遺伝子が INA を持つ菌の種類や菌株間で似ているかどうか、遺伝子操作によって作られた拮抗細菌が生物的防除に役だつかどうか挑戦する価値があるとしている。そして、今後は植物の INA 細菌との有害な関係を管理する新しい、そして良い方法を進展させることが必要であると強調している。

以上のように INA 細菌の研究は、かなり低い温度での植物組織の自発凍結とは別に、比較的高い温度で凍結を起こし凍霜害を増幅するという自然のしくみのなぞ解きに始まって、凍霜害の生物的防除の可能性を期待できる段階まで発展しつつある。しかしながら、そのような生物的保護技術を確立するためには、まだ多くの研究が必要としており、かつ異なった分野からの情報や協力が必要とされるであろう。一方、バイオテクノロジーも含む INA 細菌の利用研究は農業以外の分野でも進展しているようである。

#### 引用文献

- 1) ARNY, D. C. et al. (1976) : *Nature* 262 : 282~284.
- 2) BILLING, E. and L. A. E. BAKER (1963) : *J. Appl. Bacteriol.* 26 : 58~65.
- 3) BOELEMA, B. H. (1972) : *Meded. Landbouwhoges. Wageningen* 72 : 1~87.
- 4) GIBBINS, L. N. (1978) : *Proc. Int. Conf. Plant Pathog. Bact.*, 4th, Angiers, II : 403~431.
- 5) HIRANO, S. S. et al. (1978) : *Phytopathol. News, Proc. Am. Phytopathol. Soc.* 12 : 176.
- 6) 気象庁編 (1984) : 異常気象レポート '84, 大蔵省印刷局, 東京, pp. 294.
- 7) 北浦 澄 (1967) : 蚕試報 22(2) : 207~328.
- 8) KLEMENT, Z. (1974) : *Acta Phytopathol. Acad. Sci. Hung.* 9 : 35~45.
- 9) KOZLOFF, L. M. et al. (1983) : *J. Bacteriol.* 153 : 222~231.
- 10) LANSADE, J. A. (1946) : *Ann. Epiphyt.* 12 : 23~31.
- 11) LINDOW, S. E. (1982) : *Phytopathogenic Prokaryotes*, ed. G. LACY and M. MOUNT, pp. 344~362. New York, Academic Press, pp. 541.
- 12) ——— (1982) : *plant Cold Hardiness and Freezing Stress*, ed. P. H. LI and A. SAKAI, pp. 395~416. New York, Academic Press, pp. 694.
- 13) ——— (1983) : *Plant Dis.* 67 : 327~333.
- 14) ——— (1983) : *Ann. Rev. Phytopathol.* 21 : 363~384.
- 15) ——— et al. (1978) : *Phytopathol. News* 12 : 138.
- 16) ——— et al. (1978) : *plant Cold Hardiness and Freezing Stress*, ed. P. H. LI, pp. 249~263. New York, Academic Press, pp. 416.
- 17) ——— et al. (1978) : *Phytopathology* 68 : 523~527.
- 18) ——— et al. (1978) : *Appl. Environ. Microbiol.* 36 : 831~838.
- 19) ——— et al. (1982) : *Plant Physiol.* 70 : 1084~1089.
- 20) ——— et al. (1983) : *Phytopathology* 73 : 1097~1102.
- 21) ——— et al. (1983) : *ibid.* 73 : 1102~1106.
- 22) ——— and B. J. STASKAWICZ (1981) : *ibid.* 71 : 237.
- 23) MAKI, L. R. et al. (1974) : *Appl. Microbiol.* 28 : 456~460.
- 24) ——— and K. J. WILLOUGHBY (1978) : *J. Appl. Meteorol.* 17 : 1049~1053.
- 25) 牧野孝宏 (1982) : *日植病報* 48 : 452~457.
- 26) ——— (1983) : *同上* 49 : 32~37.
- 27) MARCELLOS, H. and W. V. SINGLE (1979) : *Cryobiol.* 16 : 74~77.
- 28) MEW, T. W. and B. W. KENNEDY (1971) : *Phytopathology* 61 : 715~716.
- 29) ORSER, C. S. et al. (1983) : *Genetics of Plant Bacterial Interactions*, ed. A. PUHR, New York, Elsevier/North Holland Biomedical (文献 14 より引用)
- 30) PANAGOPOULOS, C. G. and J. E. CROSSE (1964) : *Nature* 202 : 1352.
- 31) PAULIN, J. P. and J. LUISETTI (1978) : *Proc. Int. Conf. Plant Pathog. Bact.* 4th, Angiers, II : 725~733.
- 32) SABET, K. A. (1953) : *Ann. Appl. Biol.* 40 : 645~650.
- 33) 酒井 昭 (1955) : *低温科学生物編* 13 : 33~41.
- 34) ——— (1982) : *植物の耐凍性と寒冷適応—冬の生理・生態学*, 学会出版センター, 東京, pp. 469.
- 35) 佐藤 守ら (1981) : *日蚕関東講要* 32 : 7.
- 36) ———ら (1982) : *日植病報* 48 : 376 (講要).
- 37) SCHNELL, R. C. (1976) : *Bull. Am. Meteorol. Soc.* 57 : 1356~1357.
- 38) ——— et al. (1981) : *Proc. Conf. Agric. For. Meteorol.*, 16th ; *Conf. Biometeorol.*, 5th, Anaheim, Calif. Am. Meteorol. Soc.
- 39) ——— and G. VALI (1976) : *J. Atmos. Sci.* 33 : 1554~1564.
- 40) SPRANG, M. L. and S. E. LINDOW (1981) : *Phytopathology* 71 : 256.
- 41) 高橋幸吉ら (1982) : *日植病報* 48 : 77 (講要).
- 42) ———ら (1981) : *日蚕関東講要* 32 : 6 (講要).
- 43) TURNBULL, D. and J. C. FISHER (1949) : *J. Chem. Phys.* 17 : 71~73.
- 44) VALI, G. (1971) : *J. Atmos. Sci.* 28 : 402~409.
- 45) ——— and E. J. STANSBURY (1966) : *Can. J. Phys.* 44 : 477~502.
- 46) WALLIN, J. R. et al. (1979) : *Plant Dis. Rep.* 63 : 751~752.
- 47) WEAVER, D. J. (1978) : *Phytopathology* 68 : 1460~1463.
- 48) YANKOVSKY, S. A. et al. (1981) : *J. Appl. Meteorol.* 20 : 1013~1019.
- 49) ——— et al. (1981) : *Curr. Microbiol.* 5 : 213~217.

# 茶樹新芽の霜害と氷核活性細菌

静岡県農業試験場 まき の たか ひろ  
牧 野 孝 宏

## はじめに

茶樹は熱帯から温帯にかけて分布する植物で、新芽、新葉は低温に弱く、 $-2\sim-3^{\circ}\text{C}$  の低温に遭遇し凍結すれば、それらは枯死または著しい被害を受ける。

これらの防止対策として被覆資材による株面の保温、空気の逆転層を利用した防霜ファンの設置などが主として行われている。しかしこれらは場所または低温の程度によっては、満足できる効果が得られなかったり、高価であるためにきわめて限られた範囲にしか使用できないなどの問題点もある。

最近凍結を促進する細菌(氷核活性細菌)の報告があり、これらと低温感受性植物の霜害、凍害との関連が検討されつつある。

LINDOWらはトウモロコシの霜害が、葉面細菌として多量に生息する2種の氷核活性細菌(*Pseudomonas syringae* および *Erwinia herbicola*) によって著しく助長されることを最初に明らかにした。両細菌は $-2\sim-3^{\circ}\text{C}$  の小水滴を凍結させる能力(氷核活性)を持ち、これが氷晶核となって葉の凍結を誘発するために被害が助長されると考えられている。

筆者は、茶樹について1978年から1980年にかけて氷核活性細菌の存在を調査したところ、初霜期から晩霜期に検出される細菌群の中に黄色の氷核活性細菌が検出された。現在のところ茶樹の凍霜害と本細菌との因果関係はまだ明らかではない。しかし今まで天災的現象と考えられていた茶の凍霜害が、生物的災害の面を持つならば、新しい角度から霜害を検討することが可能となるので、今後の研究課題として提起したい。

## I 気象と被害

静岡県における過去の主要凍霜害時の気象と被害面積を第1表に示した。降霜はほとんど移動性高気圧のときに発生し、高層の空気渦から冷たい空気の移流と、放射冷却による気温の低下によりもたらされる。静岡県では、県内の茶園面積が約2万haであるので、昭和47

第1表 過去の主要凍霜害時の気象と被害面積

項目 年月日	最低気温(°C)		静岡 露点温度 (°C)	被害 面積 <sup>b)</sup> (ha)	気配 圧置
	静岡	本川根 <sup>a)</sup>			
昭和31年 4月30日	4.6	2.0	4.2	不明	移動性 高気圧
昭和47年 4月2日	0.2	-2.5	-12.9	12,509	〃
5月3日	-9.8	2.8	-10.8	7,694	〃
昭和54年 4月18日	-3.8	-1.6	-9.1	12,665	〃

注 a) : 山間地, b) : 静岡県

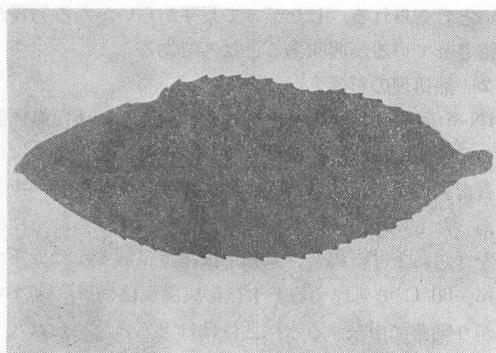
年、48年ともに50%以上の茶園が被害を受けたことになる。昭和54年の静岡県の被害総額は90億円に達し、全国的には200億円以上の被害が発生したと推定される。

## II 茶芽の凍霜害の発生機構

降霜から葉の凍結に至る経過は次のように説明されている。葉温の低下に伴って葉や芽の無数の凝結核に、空気中の過飽和となった水蒸気が凝結し、無数の小さな水滴を生ずる。葉温は放射冷却によって低下を続け、水滴は成長を続けながら $0^{\circ}\text{C}$  になっても凍結は起こらず過冷却の状態となる。葉温はさらに低下を続け、かなり偶発的に、過冷却の状態が破れて葉面の結露は凍結する。この凍結に誘発されて、葉の内部に凍結が起こる。葉面の露が凍結する際、水1gにつき80カロリーの潜熱を放出し、一時的に $0^{\circ}\text{C}$  近くまで葉温は上昇する。葉内の凍結は露の凍結開始後、葉の凍結点あるいはそれ以上に過冷却されたときに始まり、その際にも潜熱を放出する。葉面の凍結した露は、このとき葉内に氷を植え付ける役割(植氷)をする。

葉の凍結はまず細胞外凍結から始まり、しだいに細胞内凍結へ進み死に至る。細胞内凍結が起これば茶芽は必ず枯死するが、細胞外凍結でも被害を生ずることがしばしばあり、その原因として、機械的障害説、脱水説などが考えられている。茶芽の葉位別では第1葉がもっとも凍結が起こりやすく、次いで芯、第3葉の順となる。葉内の凍結の状況は、最初小さな水浸状の点から始まり、しだいに拡大して葉全体に及ぶ(第1図参照)。

Frost Injury of Tea Tree and Ice Nucleation-Active Bacteria. By Takahiro MAKINO



第1図 凍結が開始された第3葉  
小さな黒点が凍結部分。葉表面は、中性次亜塩素酸カルシウム処理。

第2表 茶の芽圏から分離された主要細菌群の氷核活性

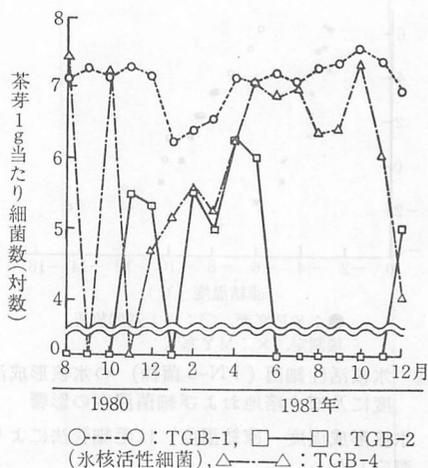
細菌群 <sup>a)</sup>	供試菌株	氷核形成温度 <sup>b)</sup> (°C)		
		平均値	標準誤差	最高値
TGB-1	T1-1	-20.0	0.30	-19.0
TGB-2	1N-6	-2.7	0.15	-2.0
TGB-3	T3-1	-22.0	0.57	-20.0
TGB-4	T4-1	-19.3	0.69	-16.2
TGB-5	T5-1	-18.1	0.76	-12.7
TGB-6	T6-1	-16.6	0.51	-13.1
TGB-7	T7-1	-19.9	0.70	-15.5
TGB-8	T8-1	-16.9	1.08	-11.5
TGB-9	T9-1	-19.3	0.47	-17.2

注 a) : 酵母エキス・ペプトン寒天平板上のコロニーの色調および形態により類別した。

b) : 細菌液は 10<sup>8</sup>個/ml に調製し、毛細管法による。

### III 茶の芽圏に生息する細菌群とその氷核活性

茶樹の芽圏や若葉には、多量の細菌が生息し、厳寒期を除けば、1g 当たり 10<sup>7</sup> 個以上の細菌が検出される。成葉の細菌が 10<sup>3</sup> 個程度であるのに比べて著しく多い。茶芽は芽鱗が重なり、表面には毛茸が密生し、またこれらの表面からは、グルタミン酸などの細菌のエネルギー源、窒素源となる物質が分泌されており、多数の細菌の生息を可能ならしめているものと推測される。茶樹の芽圏から分離した細菌を集落の色調および形態によって類別すると、四季を通じた場合かなりの数に上ったが、優勢集団をなす細菌群は第2表に示したように、10種以下であった。これらの細菌群について、毛細管法により、氷核活性の検定を行った結果、主として春秋期に検出された TGB-2 群細菌は、最高氷核形成温度が -2°C、平均氷核形成温度が -2.7°C で、高い氷核活性が認められた。他の細菌群は氷核形成温度が低く、平均

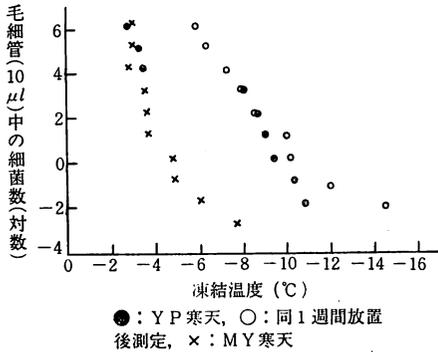


第2図 茶の芽圏における優勢細菌群の季節的消長

値で、-16.6~-22.0°C と TGB-2 菌群とは明らかな差が認められた。

### IV 氷核活性細菌の季節的消長および霜害との関連の可能性

茶の芽圏から分離され、酵母エキス・ペプトン(YP) 寒天平板上で検出頻度の高い細菌の季節的消長を第2図に示した。この中のややクリーム色を帯びた白色集落を形成する細菌 TGB-1 菌群は、ほとんどすべての場から普遍的に分離され、しかも常に優勢な集団をなしていた。次いで高頻度に分離された生育の早い黄色細菌 TGB-4 菌群は、場所および時期によって検出量の変動したが、夏季には TGB-1 菌群とほぼ同等の菌数が検出された。氷核活性が認められた細菌 TGB-2 菌群は、11 月下旬から 12 月にかけて検出されたが、1 月には一時的に検出されなくなった後再び 2 月に入って検出された。その後 4 月下旬から 5 月にかけては、生芽重 1g 当たり 10<sup>6</sup> 個以上が検出され、年間でもっとも菌数の多い時期となった。菌数の多い時期を気象と対応させてみると、初霜期と晩霜期にあたり、結露量の多い時期に本細菌も増加することを示しているものと考えられる。茶の新芽および未展開葉に、水を噴霧してその水分の保持量を調べると、最大生葉重の 20% 程度保持される。したがって、氷核活性細菌は 4 月のもっとも菌数の増加する時期の結露中では、結露 1ml 当たり 10<sup>6</sup>~10<sup>7</sup> 個の細菌数に達するものと考えられる。本細菌は 10<sup>6</sup>/ml で -3°C 前後の氷核活性を持つので、その時期の結露は -3°C 前後で凍結可能で、葉内凍結の植氷の役割を果たすものと考えられる。



第3図 氷核活性細菌(1N-6菌株)の氷核形成温度に及ぼす培地および細菌濃度の影響  
氷核形成温度(凍結温度)は毛細管法により測定した。

## V 氷核活性細菌の同定

静岡県中遠地域の各所から分離された黄色の氷核活性細菌13菌株について、36項目の細菌学的性質を調べたところ、*Erwinia herbicola*と同定された(投稿予定)。本細菌の細菌学的性質は、菌株間できわめて斉一で、イネ内穎褐変病細菌にきわめて類似していた。両細菌の性質を比較すると、わずかに、シヨ糖の利用性において異なったのみであった。

またこの細菌は、通常イネの葉面にも生息しており、稲わらは茶樹にも堆肥として施される。したがってイネ内穎褐変病細菌と本細菌が同一起源であるか否かを知ることは、本細菌の茶園における分布を推定するのに役立つと思われる。さらにイネは日本全体に作られているので、本細菌の地理的分布を推定するのに役立つと思われる。

## VI 氷核活性に及ぼす各種処理の影響

### 1 培地および細菌濃度の影響

1N-6菌株をYP寒天およびMY寒天(麦芽エキス、酵母エキス、スキムミルク、ペプトン)培地に培養し、本細菌の各濃度における氷核形成温度を調べると第3図のとおりである。MY寒天培地の菌体の氷核形成温度は細菌濃度の低下に伴って、ほぼ直線的に低下する。しかしYP寒天培地の菌体の氷核形成温度は、細菌数が $10^6/ml$ 以下になると急激に低下し、希釈による氷核活性への影響はMY寒天培地の場合に比べ著しい傾向が見られる。茶芽表面の栄養物については、現在グルタミン酸以外は明らかではない。しかし上述したように、培地は低濃度における細菌の氷核形成温度に与える影響が大

きいと考えられる。したがって茶芽からいかなる物質が分泌されているか興味あるところである。

### 2 熱処理の影響

1N-6菌株( $10^6/ml$ )を毛細管中に吸入し、所定処理温度の湯せん中に5分間浸漬して、氷核形成温度に及ぼす影響を調べると、 $40^\circ C$ の処理で無処理の場合 $-3.1^\circ C$ であったものが、 $-6.4^\circ C$ まで急激に低下する。処理温度をさらに上げた場合、氷核形成温度は緩やかに低下するが、 $80^\circ C$ で処理すると氷核形成温度は $-17^\circ C$ まで下がり細菌に由来する氷核活性はほとんど認められなくなる。このように本細菌の $-2\sim-3^\circ C$ の高い氷核活性は、熱処理によってある程度低下させることが可能と考えられる。

### 3 薬剤処理の影響

メチレンブルー(0.4%)、サフラニン(0.4%)、トウイーン80(0.1%)、中性次亜塩素酸カルシウム(有効塩素4,000ppm)、過酸化水素水(1M)、硫酸銅(1M)などの細菌染色剤、界面活性剤、殺菌剤および重金属塩の水溶液に1N-6菌株の菌体を懸濁させて、氷核活性低下作用を見ると、中性次亜塩素酸カルシウムに強い氷核活性低下作用が認められる。またトウイーン80および硫酸銅にも弱い氷核活性低下作用が認められる。

このように、本細菌の氷核活性は、培地の組成、細菌の濃度、熱処理、薬剤処理により影響を受ける。

## VII 防除の可能性

アメリカでは、精力的に防除試験が行われ、いくつかの有効な事例が報告されている。防除の方法として、①短い間隔で殺菌剤を散布し氷核活性細菌の増殖を抑制する、②ある種のポリマーを用いて葉面を保護し、同時に細菌の葉面での増殖を阻害する、③自然の、または人工的に作られた氷核活性のない対抗細菌を散布し、葉面などにおける、氷核活性細菌の密度を低下せしめる、などが実験室レベルまたはは場レベルで行われている。

茶樹についてはこのような試験が行われていないので、実施してみる必要があると思われる。しかし氷核活性低下作用の高かった中性次亜塩素酸カルシウム(2,000ppm)水溶液に、新芽、新葉を浸漬して表面の氷核活性を除去しても、 $-3^\circ C$ で第1図のようなスポット状の凍結が起こり、葉表面の氷核活性の除去だけでは十分でないことをうかがわせる。

最後に、低温感受性植物の霜害と氷核活性細菌の関係については、研究が始まって日が浅いので不明な点が多い。しかしアメリカをはじめとして西ヨーロッパの一部の国では、多額の研究費を使って強力に研究が進められ

ている。わが国においても作物の凍霜害は重要な問題であるので、今後この種の研究を推進する必要があると思う。

## 引用文献

1) LINDOW, S. E. et al. (1978): Phytopathology 68:

523~527.

- 2) ——— et al. (1983): ibid. 73: 1097~1102.  
 3) ——— et al. (1983): ibid. 73: 1102~1106.  
 4) 牧野孝宏 (1982): 日植病報 48: 452~457.  
 5) ——— (1983): 同上 49: 32~37.



## 新刊紹介

## 『新版 土壤病害の手引』

『新版 土壤病害の手引』編集委員会 編

定価 6,000 円 (〒 350 円)

B5 判, 上製本, 349 ページ

(社) 日本植物防疫協会

学会の中に土壤伝染病談話会が設けられてから早くも 20 年になる。当時は学会にも土壤伝染病の研究者は少なく、研究のレベルも低かったが、今日では談話会に集う研究者も格段に増え、研究成果も世界的レベルの成果が毎年数多く報告されつつある。

一方農業の現場では、野菜、花きをはじめいろいろな作物に被害の大きい土壤伝染病が次々と現れ、生産者を苦しめ、また生産不安定の大きな要因になっている。因みに病名目録を開き土壤伝染病の数を調べてみると、普通作物で 59 種、野菜で 146 種、花きで 89 種、果樹で 68 種、これらの合計で 362 種の多数にのぼっている。しかもこれらの中の多くは、きわめて防除のしにくい厄介なものである。

今回、日本植物防疫協会から「新版 土壤病害の手引」が刊行された。土壤伝染病をめぐる上記のような情勢の

中で、談話会の中心メンバーの人達が執筆しておられるので、丁度いい時期に頼母しい本が出版されたものと期待していたが、実物を手にしてみるとまさに期待にたがわぬ立派で有益な書物である。

本を開いてまず気がつくのは、平易な文章と高度な内容、地味な白黒の写真と精密な手書きの図版、300 頁を越えるボリュームとずっしりとした重さ、それらが織りなすしっとりとして落ちついた本物の雰囲気である。そして中を読み進んで再度気がつくのは、自分たちの研究成果とそれにもとづいて作られた技術を、限られたスペースの中で、何とかして読者に分ってもらおうとする各執筆者の気魄である。最近 20 年ばかりの間の土壤伝染病研究の歴史は、各病害の生態の解明とその成果を組み合わせでの防除法の確立にあったと言ってもよいが、本書ではその点が実によく整理され記述されている。そのため防除法を知りたいと思う読者にも、何故という理屈を知った上で防除法を学べるので、すっきりと理解できる利点がある。また終章である第 5 章に「土壤病害の実験法」が 60 頁余のスペースを割いて載せられているが、これも本書の一大特長で大学、試験場はもちろん企業の研究所などにいる若い研究者にとってかけがえのない参考書になるに違いない。本書ができるだけ多くの人に読まれ、土壤伝染病防除のために十二分に活用されるよう願って止まない。

(農業研究センター 岸 國平)

## 『植物防疫』専用合本ファイル

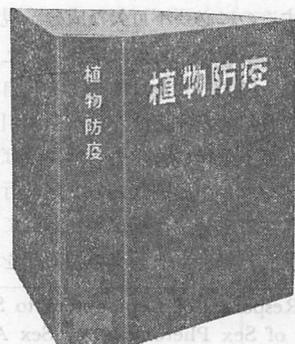
本誌名金文字入・美麗装幀

本誌 B5 判 12 冊 1 年分が簡単にご自分で製本できる。

- ① 貴方の書棚を飾る美しい外観。 ② 穴もあけず糊も使わず合本ができる。  
 ③ 冊誌を傷めず保存できる。 ④ 中のいずれでも取外しが簡単にできる。  
 ⑤ 製本費がはぶける。

定価 1 部 500 円 送料 350 円

御希望の方は現金・振替・小為替で直接本会へお申込み下さい。



# 性フェロモンの構成成分の機能

農林水産省四国農業試験場 **若 村 定 男**

性フェロモンは雌雄間の交信に用いられる信号物質で、異性に対する定位や一連の交尾前行動を解発する。性フェロモンの化学的研究の初期には1種の昆虫について1種類か2種類の性フェロモン成分しか知られていなかった。しかし、その後の分析技術や生物検定法の飛躍的な発展によって、性フェロモンの微量成分をも含めて数種以上の成分が短期間に同定できるようになった。その結果、性フェロモン活性を示す成分以外に多数の類縁成分が見いだされ、それらの成分は活性成分と合わせて10種類以上に達することも珍しくなくなった。さらに、これらの成分の中から活性成分に対する協力作用や阻害作用を示す化合物が見いだされている。最近では、活性が不明であっても既知の性フェロモン成分と化学構造が似ている成分をすべて同定したうえで、それらの生物活性を検討して活性成分を明らかにするという手順がとられることがむしろ一般的になってきている。

一方、昆虫が性フェロモンを感知してからフェロモン源に達するまでの過程や、その間の性フェロモンの機能についても多くの実験と観察が試みられてきた。本文では鱗翅目昆虫の性フェロモンによる誘引過程と複数成分の機能に関連して現在までに解明されていることについて紹介するとともに問題点を提起したい。

まず、本文で使用用語について整理しておきたい。ROELOFS and CARDÉ (1977)は、性フェロモンを一次成分と二次成分とに分類している。これに昆虫から放出されている成分一定義上性フェロモンと言えるかどうか未確定な成分を加え、本文では次のような意味で使用する。

① 誘引(一次)成分: 昆虫に長距離の定位飛行を解発するのに必要不可欠な成分。現象としてはトラップで捕獲する際に不可欠な成分といえる。

② 協力(二次)成分: それ自身には風上飛行を解発する直接的な作用はないが、誘引成分と組み合わせたとき、風上飛行の強化や着地、はばたき、婚礼ダンス、ヘアペンシルの展開などの交尾前行動の解発または強化に寄与する成分。行動が解明されていなくても誘引成分に添加した場合トラップの捕獲数を増加させる成分も含め

る。

③ 関連成分: 昆虫が放出している成分であるが、誘引行動との関係が明らかにされていない成分。この中から高濃度で定位阻害を起こす成分(阻害成分)や他種の誘引を阻害して種特異性を高める成分などが発見されている。

また、昆虫が放出していることは確認されていない合成化合物で性フェロモン成分と同様の機能を持つものについては成分という用語を用いず、何々物質と呼ぶことにして次の意味で使用する。

④ 誘引物質: 誘引成分と同じ効果を示す物質。野外スクリーニングで発見されることが多い。

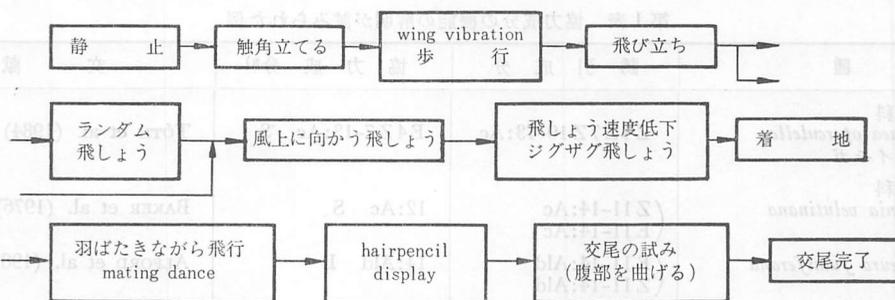
⑤ 協力物質: 誘引成分や誘引物質に添加すると協力成分と同様の効果を示す物質。

⑥ 阻害物質: 誘引源への昆虫の定位を阻害する物質。

以上の分類は固定的なものではなく、生物検定によって関連成分の中から協力作用を示す成分が発見されたり、誘引物質や協力物質が昆虫から放出されていることが確認された場合には、誘引成分や協力成分などに再分類されるべきであろう。また、後述するように阻害物質として発見された物質が実は強力な協力物質(成分)であったという例もある。

## I 性フェロモンによる誘引過程

性フェロモンが関与する交尾の過程には鱗翅目の場合、第1図のような段階があると考えられている。静止状態にある昆虫は活動の日周リズムや気温、照度などの外部環境の変化やフェロモンの受容によって行動を始める。普通は触角を立てることから始まり、翅の振動や歩行に移り、次いで飛行を始める(川崎, 1983)。揮散したフェロモンはブルームとなって風下へと流れ、ランダム飛行中の雄がこの中に入るとフェロモンを感知し、風上飛行を始める。この飛行には地表からの視覚刺激も重要な働きをして、風速が変化しても一定の対地速度が維持される。気流中のフェロモン濃度が高いとブルーム中を飛行するが、低濃度になると側方への動きが大きくなる。フェロモンを見失うとジグザグ飛行の幅が広くなり、飛行方向は風を横断する方向に変わる。雄がフェロモン源に近づくと対地速度が徐々に低下し、フェロモン



第1図 交尾に至る過程 (川崎, 1982)

流の軸方向に転向する回数が増す。フェロモン源のごく近くでは、濃度勾配を手がかりとした近距離の定位によってフェロモン源や雌に到達する (CARO, 1982)。

以上のような一連の行動が性フェロモンによって解発されると考えられているが、必ずしもこれらの段階を順に経て行動が進むとは限らない。例えば、マイマイガが希薄な性フェロモンを感知して飛び立つまでの間の行動には各段階間の往復が観察されている (HAGAMAN and CARDÉ, 1984) し、フェロモン源付近で定位行動中の雄が一度で雌に到達できない場合には、いくつか前の段階に戻って再び定位し直すことは多くの種で観察されている。また、フェロモン源のごく近傍では視覚や触覚などの刺激が定位行動の解発に関与している場合も観察されている。

## II 構成成分の機能

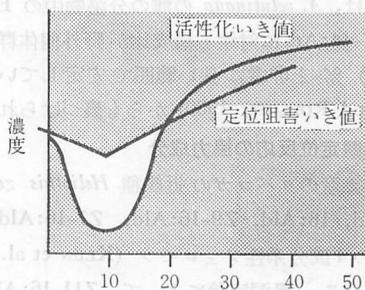
一連の誘引過程が単一の成分だけで解発される例はマイマイガの場合など少数だけで、複数の成分が関与しないと不十分な誘引しか起こらない場合が多い。複数成分が関与している場合、一部の成分が欠けると長距離定位反応が解発されなくなって誘引そのものがまったく起こらなくなる場合と、長距離定位反応は解発されるがフェロモン源への最終的な定位反応が正常に起こらなくなる場合とがある。現象として、前者の場合はトラップにまったく捕獲されなくなり、後者の場合は捕獲数の減少が起こる。

### 1 複数成分が関与する長距離定位反応

長距離誘引の過程に複数の成分が関与している場合、混合比そのものが風上飛行の解発に重要な意味を持つと考えられている。一般に、天然比に近い比率に混合された誘引成分は他の混合比のものよりも低い濃度で雄の反応を引き起こす。したがって、各成分のどちらかが飛行反応の解発因として機能するよりも、混合状態のほうがより低濃度で、つまりより遠方で雄が反応するはずであ

る。

この考えかたに高濃度では定位反応が起こらなくなることを取り入れて、ROELOFS (1978) は threshold hypothesis (いき値仮説) を提出した。例えば、北アメリカ産のハマキガの1種 *Argyrotaenia velutinana* の誘引には Z11-14:Ac と E11-14:Ac\* の2種の誘引成分が不可欠であり、天然比 (92:8) の場合にもっとも低い濃度で飛行反応が解発される (第2図, 活性化いき値)。一方濃度を高めていくと雄が定位しなくなる濃度が存在して、混合比によるこの濃度の違いは活性化いき値の場合ほど大きくない (第2図, 阻害いき値)。この2本の曲線に囲まれた範囲の混合比と濃度で正常な定位反応が起こり、これを外れると定位できる雄の数が減少する。



Z11-14:Acに対するE11-14:Acの割合(%)

第2図 threshold hypothesis の概念

*A. velutinana* の雄は活性化いき値以上の濃度で風上飛行を始めるが、濃度が定位阻害いき値を超えると、定位しなくなる。この2本の曲線は交差するので、両者に囲まれた範囲 (白抜き部分) で雄が誘引される (ROELOFS, 1978 より)

\* 化合物名は記号で示した。例えば、Z11-14:Acについては、Z11が二重結合の位置(11)と幾何異性(Z)を、14が主鎖の炭素数を、Acが酢酸エステルであることをそれぞれ示す。化合物がアルコールの場合はOH、アルデヒドの場合はAldとした。

第1表 協力成分の機能の解明が試みられた例

種	誘引成分	協力成分 <sup>a)</sup>	文献
キバガ科 <i>Phthorimaea operculella</i> ジャガイモガ	E4Z7Z10-13:Ac	E4Z7-13:Ac S	TÓTH et al. (1984)
ハマキガ科 <i>Argyrotaenia velutinana</i>	(Z11-14:Ac E11-14:Ac)	12:Ac S	BAKER et al. (1976)
<i>Choristoneura fumiferana</i>	(E11-14:Ald Z11-14:Ald)	14:Ald L	ALFORD et al. (1983)
<i>C. occidentalis</i>	(E11-14:Ald Z11-14:Ald)	E11-14:OH Z11-14:OH) S	ALFORD and SILK (1984)
ヤガ科 <i>Agrotis segetum</i> (日本産) カブラヤガ	Z5-10:Ac	Z7-10:Ac S	若村 (1981)
<i>Euxoa ochrogaster</i>	(Z5-12:Ac Z7-12:Ac)	Z5-10:Ac L Z9-12:Ac S	PALANISWARMY et al. (1983)
<i>Heliothis virescens</i>	(Z11-16:Ald Z9-14:Ald)	16:Ald L	VETTER and BAKER (1983)
<i>H. zea</i>	Z11-16:Ald	Z9-16:Ald L	VETTER and BAKER (1984)
<i>Spodoptera litura</i> ハスモンヨトウ	Z9E11-14:Ac	Z9E12-14:Ac S <sup>b)</sup>	KAWASAKI (1981)
<i>S. littoralis</i>	Z9E11-14:Ac	14:Ac Z9-14:Ac E11-14:Ac) S	HAINES (1983)

a) L: 風上飛行の協力成分, S: 近距離定位および着地反応を強化.

b) 風下数 m 付近から風上飛行を強化する.

彼はこの作業仮説によって最適混合比や最適量が気温によって変わることを説明できるとしている。

この仮説は, *A. velutinana* の雌の分泌物中の E11-14:Ac の Z11-14:Ac に対する構成比が野外個体群で  $9.1 \pm 1.8$  (SD) % と非常に狭い範囲で安定していること (MILLER and ROELOFS, 1980) から裏づけられよう。

## 2 長距離定位反応の協力成分

北アメリカ産のタバコガの近縁種 *Heliothis zea* には Z11-16:Ald, 16:Ald, Z9-16:Ald, Z7-16:Ald (92:5:2:1) の4成分系性フェロモン (KLUN et al., 1980) が存在している。風洞実験によって, Z11-16:Ald が単独で存在すれば約 25% の雄が風上飛行を始めるが, Z9-16:Ac がこれに加わると風上飛行を始める雄は 71% に増加することが観察された (VETTER and BAKER, 1984)。この場合, 第二の成分 Z9-16:Ald は誘引成分 Z11-16:Ald に対する協力成分と考えられる。このように風上飛行を強化する協力成分の最近の例を, 次項で述べる近距離定位反応の協力成分の例とともに第1表に示す。

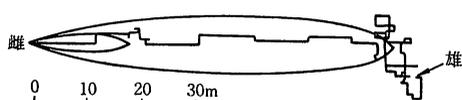
このほかにも性フェロモントラップの捕獲数を増加させる協力成分は多数の種で発見されているが, 昆虫の定位行動との関連の解明が試みられた例はあまり多くない。特に, 野外において飛行開始からフェロモン源に対する最終的な定位までの全過程が観察された例はまだな

いとよい。したがって, ここで紹介した長距離誘引反応の協力成分の例は主に長さ数 m 程度の風洞実験により風上飛行の協力成分としての作用が確かめられたもので, 次項で述べるハスモンヨトウの場合のように, 協力作用が風下数 m にまで達するという近距離定位反応に対する協力成分である可能性も否定できない。

## 3 近距離定位反応の解発因としての協力成分

近距離定位反応の協力成分の機能は, 野外観察や風洞実験によって解明する努力が行われてきた。

ハスモンヨトウの性フェロモンは, Z9E11-14:Ac と Z9E12-14:Ac の2成分が 10:1 の混合状態で放出される。主成分 Z9E11-14:Ac には単独で雄成虫に対する弱い誘引性を示すが, これに少量成分 Z9E12-14:Ac を約 10% 加えるとトラップの捕獲数は顕著に増加する。NAKAMURA (1976) はこの虫のフェロモン源に対する行動観察から次のようなモデルを考えた。まず, 「二重の有効範囲」を設定し, 外側の有効範囲は主成分 Z9E11-14:Ac により, 内側の有効範囲は主成分と少量成分 Z9E12-14:Ac の混合状態でそれぞれ決定される。外側の有効範囲の中に入った雄は正の走風性が解発されて風上へ向かう。フェロモン源から数 m に近づくと第二の有効範囲に入り, その中で主成分の流れをたどってフェロモン源に達する (第3図)。少量成分 Z9E12-14:Ac には主成



第3図 “二重の有効範囲”を仮定したときの雄の飛しょう跡を計算機を用いてかかせたもの (NAKAMURA, 1981; 中村・玉木, 1983 より写す)

有効範囲の左端に1頭の処女雌があり、1.30 m/secの風が左から右へ吹いていると仮定されている。有効範囲の外では雄はランダム飛しょうしているが、外側の有効範囲の中に入ると正の走風性が誘起され、さらに内側の有効範囲に入ると、直接雌に定位する。

分 Z9E11-14:Ac に対する反応性を高める作用があると考えられている (KAWASAKI, 1981)。このモデルでは Z9E12-14:Ac がフェロモン源付近において雄の定位行動を確実にする協力成分として機能していると考えられている。

このモデルにおいて、Z9E11-14:Ac は主成分が解発する風上飛行を強化するという点で前項の長距離定位反応の協力成分の機能と類似している。前項で紹介した例についてもさらに観察と実験が行われれば、このモデルによって統一的な理解ができる可能性もある。

北アメリカ産のハマキガ *A. velutinana* の性フェロモンは Z11-14:Ac, E11-14:Ac, 12:Ac の3成分が知られている。誘引には Z11-14:Ac と E11-14:Ac の 92:8 混合物が不可欠である。これに 12:Ac を加えるとフェロモン源付近への着地や接近を行う雄が顕著に増えることが一連の野外実験と観察によって解明された (BAKER et al., 1976)。12:Ac はフェロモン源への定位を確実にする協力成分といえる。

また、ヨーロッパ産のハマキガ *Eupoecilia ambignella* の場合、誘引成分 Z9-12:Ac は単独で雌と同程度の誘引性があるが、誘引最適量の範囲が狭い。これに第二の成分 12:Ac が加わると Z9-12:Ac の誘引最適量の範囲が高濃度側に広がり、Z9-12:Ac 単独だと量が多すぎて誘引性が低下する場合でも 12:Ac を添加すれば誘引性が回復する (RAUSHER et al., 1984)。

日本産のカブラヤガの性フェロモン成分として誘引成分 Z5-10:Ac と協力成分 Z7-10:Ac の2成分が 68:32 の比で同定されている。Z5-10:Ac は単独で雄を誘引するが、これに Z7-10:Ac を添加するとトラップへの捕獲数が顕著に増加し、両者の比が 10:90~1:99 で最高になる。トラップ付近での雄の行動を観察したところ、トラップ付近へ飛来する雄の数そのものには Z5-10:Ac 単独でもそれに Z7-10:Ac が添加されて

いても有意な差がなかった。しかし、Z5-10:Ac 単独の場合は飛来した雄がトラップの外側や入口付近に着地してその後飛び去ることが多かったが、Z7-10:Ac が共存すると雄がフェロモン源に対する定位飛行を継続してトラップの中に入ることが多かった。Z7-10:Ac は Z5-10:Ac 存在下で Z5-10:Ac への定位飛行を継続させる効果があると考えられている (若村, 1981)。

北アメリカ産のヤガの1種 *Euxoa ochrogaster* の性フェロモンには、風上飛行と近距離定位に対する協力成分がそれぞれ存在することが風洞実験により明らかにされている。雄の行動開始からフェロモン源付近への着地までの間の定位行動は誘引成分 Z5-12:Ac と Z7-12:Ac を組み合わせただけに観察された。これに第三の成分 Z5-10:Ac を添加すると風上飛行を含む一連の定位行動が強化され、さらに第四の成分 Z9-12:Ac が加わると、フェロモン源への着地などの近距離定位行動が増加した (PALANISWAMY et al., 1983)。

以上で述べたように、近距離定位反応に寄与する協力成分といってもその働きかたはすべての種について同じではなく、種によって機作が異なり、2種の協力成分が関与している場合もある。行動が観察された協力成分の例を第1表に示しておく。ここに示した例以外にも性フェロモントラップへの捕獲数を増加させる成分の存在が確認されている例は、チャノコカクモンハマキの場合 (TAMAKI et al., 1979) をはじめ多数の報告がある (INSOE, 1982; TAMAKI, 1985 参照)

#### 4 阻害成分

ハスモンヨトウは誘引成分 Z9E11-14:Ac と協力成分 E9E12-14:Ac のほかに、Z9-14:Ac などの成分を放出している (玉木ら, 1976)。この微量成分 Z9-14:Ac には雄に対する誘引作用や誘引成分に対する協力作用はまったく認められず、フェロモンに添加すると顕著な阻害作用を示すことが明らかにされている (若村ら, 1975; 玉木ら, 1976; HIRANO, 1978/1979)。しかし、この成分は雌からごく少量しか放出されていないので、この成分による雄の雌に対する定位阻害は自然条件では起こらない。

これまでに発見された阻害成分の例を第2表に示した。これらの成分はハスモンヨトウの場合と同様、雌の分泌物中の存在比や量のレベルで雄の行動に阻害的な影響を与えることはない。

#### 5 関連成分の機能

性フェロモンの分析技術の飛躍的な進歩によって、活性が顕著でない成分や微量成分をも含めて性フェロモン構成成分を解明できるようになった。生物検定と分離精製の反復により活性成分の同定を進めるといって従来の手

第2表 雌の分泌物に含まれる阻害成分

種	誘引成分(協力成分)	阻 害 成 分	文 献
キバガ科 <i>Pectinophora gossypiella</i>	(Z7Z11-16:Ac Z7E11-16:Ac)	14:Ac	BEROZA et al. (1971)
ハマキガ科 <i>Archips argyrospilus</i>	(Z9-14:Ac Z11-14:Ac E11-14:Ac (12:Ac, 12:OH)	(E11-14:OH Z11-14:OH)	ROELOFS et al. (1974)
<i>Choristoneura fumiferana</i>	(E11-14:Ald Z11-14:Ald (14:Ald)	(E11-14:OH Z11-14:OH)	WEATHERSTON and MACLEAN (1974)
<i>Platynota flavedana</i>	(E11-14:OH Z11-14:OH E9-12:Ac E9-12:Ac)	(E11-14:Ac Z11-14:Ac 12:Ac E9-12:OH)	HILL et al. (1977) SMITH et al. (1974) ROELOFS et al. (1979)
メイガ科 <i>Chilo partellus</i> <i>Chrysoteuchia topiaria</i>	Z11-16:Ald Z11-16:Ald	Z11-16:OH Z11-16:OH	NESBITT et al. (1979) KAMM and McDONOUGH (1979)
ドクガ科 <i>Lymantria dispar</i> マイマイガ	cis-7,8-epoxy- 2-methyloctadecene	(Z)-7-2-methyl- octadecene	CARDÉ et al. (1973)
ヤガ科 <i>Diparopsis castanea</i>	(E9, 11-12:Ac Z9, 11-12:Ac (11-12:Ac)	E9-12:Ac	BEEVOR and CAMPION (1979)
<i>Mamestra configurata</i>	(Z9-14:Ac Z11-16:Ac (Z7-12:Ac) (Z7-12:OH)	Z11-16:OH	STRUBLE et al. (1984)
<i>Spodoptera litura</i> ハスモンヨトウ	Z9E11-14:Ac (Z9E12-14:Ac)	Z9-14:Ac	玉木ら (1976)

INSCOE (1982) を基につくる。

第3表 ヨーロッパ産のカブラヤガ *Agrotis segetum* の性フェロモン成分および雌の腹部分泌物中の成分

文 献	成 分															
	10:Ac	Z5-10:Ac	12:Ac	E5-12:Ac?	Z7-12:Ac	Z8-12:Ac	Z9-12:Ac	14:Ac	Z9-14:Ac	E/Z-14:Ac	16:Ac	E/Z-16:Ac	Z5-10:OH	Z7-12:OH	Z9-14:OH	
BESTMANN et al. (1978)		A														
TÓTH et al. (1980)					A						A					
ARN et al. (1980)	o	A		o	A	i				A						
LÖFSTEDT et al. (1982)	A	A	o		A		o	o	A	o	o	o	o	o	o	o

A : 誘引成分または協力成分, i : 阻害成分, o : その他の関連成分

順では、顕著な生物活性を示さない成分はふるい落とされてきた。例えば、ヨーロッパ産のカブラヤガ *Agrotis segetum* の性フェロモン成分は第3表に示すように年を経るごとに新たに同定された成分が加わり、これまでに合計 15 種類の成分が見いだされている。また、最近わが国でもダイズサヤムシガの性フェロモン成分として計 10 種の成分が同定された (WAKAMURA, 投稿中)。しかし、全部の成分に生物活性が確認されるわけではなく、

*A. segetum* の場合、誘引に必要な成分として Z5-10:Ac, Z7-10:Ac, Z9-14:Ac, 10:Ac の4成分 (ARN et al., 1983) と、阻害成分として Z8-12:Ac (ARN et al., 1980) に生物活性が確認されているだけで、他の成分の機能や生物活性は解明されていない。次に、最近報告された関連成分の特殊な機能について紹介する。

北アメリカ産のヨトウガの近縁種 *Mamestra configurata* の性フェロモン成分として、誘引成分 Z11-16:Ac と

第4表 3種のヤガに対する微量成分添加の効果 (STRUBLE et al., 1984)

添加した成分 ( $\mu\text{g}$ ) <sup>a)</sup>		平均捕獲数 <sup>b)</sup>		
Z7-12:Ac	Z7-12:OH	<i>M.c.</i>	<i>A.c.</i>	<i>E.t.</i>
0	0	52	8	0
40	20	103	0	1 <sup>c)</sup>

a) : Z11-16:Ac と Z9-14:Ac の 500:26 ( $\mu\text{g}/\text{septum}$ ) 混合物に添加

b) : *M.c.* : *Mamestra configurata*, *A.c.* : *Agrophenina cogitata*, *E.t.* : *Euagrotis tepperi*

c) : Z7-12:OH を含まない場合は 33 頭の *E.t.* が捕獲された。

協力物質 Z9-14:Ac が知られ (UNDERHILL et al., 1977), 発生消長調査に使用されていたが, *Agrophenina cogitata*の雌もいっしょに捕獲され *M. configurata* の捕獲数の 18.4% にも達するので調査のじゃまになっていた。そこで, *M. configurata* の性フェロモン成分の再検討が行われて, Z9-14:Ac が構成成分であることが確認されるとともに, Z7-12:Ac や Z7-12:OH など合計 10 種類の成分の存在が明らかにされた。Z9-14:Ac と Z11-16:Ac の 1:19 混合物に Z7-12:Ac を添加すると, *M. configurata* の捕獲数が増えるとともに *A. cogitata* の誘引は阻害されたが, 今度は *Euagrotis tepperi* が誘引されるようになった。そこで, 第四の成分として Z7-12:OH をこれに加えると, *M. configurata* の捕獲数には影響がなかったが, *E. tepperi* の捕獲数は減少した (第4表, STRUBLE et al., 1984)。Z7-12:Ac は *M. configurata* に対しては協力成分として機能するとともに *A. cogitata* の誘引を阻害し, また Z7-12:OH は *M. configurata* に対してなんら影響せず *E. tepperi* の誘引を阻害している。この例は, 協力成分や関連成分が近縁種の誘引を阻害して性フェロモンの種特異性を高めている, 換言すれば Z7-12:Ac と Z7-12:OH は種間の交信物質としての機能をも果たしているという注目すべき例である。このような例は性フェロモン=種内交信物質という既製概念から逸脱するもので, 今後の研究に重要な示唆を含んでいる。

### III 性誘引物質の作用

合成性フェロモン関連化合物を用いた野外スクリーニングにより性誘引物質を発見する試みは, ROELOFS and COMEAU (1970) によって最初に試みられて以来, 多数の実験が行われてきた。初期は合成化合物が単独で供試されていたが, 最近では複数の化合物を組み合わせたスク

リーニングが行われるようになった。

#### 1 複数成分系性誘引物質

カナダでは 1970 年代の後半以来, *Agrotis* 属や *Euxoa* 属などのネキリムシ類を中心としたヤガ類の性誘引物質の野外スクリーニングによる検索の努力が, 性フェロモン同定の試みと並行して組織的かつ精力的に行われてきた。その結果, カナダの二つのグループだけで, 50 種を超える種について複数成分系性フェロモンおよび性誘引物質が解明され (STECK et al., 1982a), 発生消長調査への利用が可能になっている。

複数成分が関与する性誘引物質を野外スクリーニングによって発見するためには, 化合物の種類や混合比, 供試量の選択など無数の組み合わせが存在するので, 多数のトラップを用いた大がかりで組織的な研究態勢が必要であろう。

#### 2 協力物質および阻害物質

合成性フェロモンに少量の幾何異性体が含まれていると, 誘引性が強化されたり阻害されたりする例は多い。ここでは性フェロモンの協力物質を検索するためにまず阻害物質の検索を行い, その中から超微量で機能する協力物質が発見されたという興味深い例を紹介したい。

北アメリカ産のヤガ *Pseudaletia unipuncta* の性フェロモン成分として, Z11-16:Ac と Z11-16:OH の 2 成分 (最適混合比 500:1) がすでに同定されていた。しかし, 性フェロモンを用いた発生消長調査では予察灯より捕獲数が少なかった。性フェロモンになんらかの成分が欠けていることが予想されたが, すでに雌の分泌物から 2 種の微量成分 Z9-16:Ac と 16:Ac が同定され, この両成分には顕著な協力効果がなかった。したがって, 協力成分が存在してもきわめて微量で機器分析による検出は不可能と考えられた。

そこで, 性フェロモン成分の混合比が適正値から外れると野外における雄の誘引が顕著に減少するという一般的な事実 (ROELOFS, 1978) と, 阻害成分 (物質) による完全な誘引阻害は一般に主成分の 1~10% 添加したときに起こるという経験的事実 (STECK et al., 1982) を基に, まず合成化合物を用いて上記誘引成分に対する阻害物質の検索が行われた。その結果, Z11-16:Ald と Z9-14:Ac の 2 物質が 1~10% のレベルで誘引を完全に阻害することがわかった。引き続いてこれらの物質を添加して野外実験が行われ, 主成分の 0.01~0.1% 量を Z11-16:Ac と Z11-16:OH の 500:1 混合物に添加すると顕著な協力効果を示すことが判明した (第5表)。*P. unipuncta* 雄に対するもっとも有効な誘引源は, Z11-16:Ac と Z11-16:OH, Z11-16:Ald, Z9-14:Ac

第5表 *P. unipuncta* 雄に対する超微量協力物質の  
効果 (STECK et al., 1982b)

添加した量 <sup>a)</sup> (ng)		捕獲数 <sup>b)</sup>
Z11-16:Ald	Z9-14:Ac	
0	0	12 cd
0	5	28 bc
0	20	8 cd
0	50	18 cd
0	500	5 d
5	20	40 b
50	20	39 b
500	20	90 a

a) : Z11-16:Ac と Z11-16:OH の 500:1 ( $\mu\text{g/septum}$ )  
混合物に添加。

b) : 同じ文字が付けられた数値は、ダンカンの多重検  
定で有意差なし。

の4種の化合物の 10,000 : 20 : 5 : 1 混合物で、新しく  
発見された2種の協力物質を添加しない場合に比べ捕獲  
数は7.5倍に増加した (STECK et al., 1982b)。Z11-  
16:Ald と Z9-14:Ac が雌から分泌されているかどう  
かについては検討されていないが、協力物質の検索を  
阻害物質の検索と結びつけて、主成分の 0.01~0.1%  
量という超微量で顕著な協力作用を示す物質が発見され  
たことは注目される。

### 3 合成性フェロモン成分の変成

ゴムキャップなどに保持させた合成性フェロモンや性  
誘引物質は、揮散によって減少してしだいに誘引性が低  
下する。その過程において、合成性フェロモンや性誘引  
物質が化学変化を起こして活性が低下したり、逆に初期  
には誘引性がなかった誘引源が活性を持つようになったり  
することがある。誘引源に処理されたのちに変成を起  
こす化合物として、共役ジエン化合物とアルデヒド化合  
物がある。

北アメリカ産のハマキガ *Melissopus latiferranus* の性  
フェロモンは、E8E10-12:Ac と E8Z10-12:Ac (1 :  
4.3) の2成分である。E8Z10-12:Ac は単独で誘引性  
を示すが、E8E10-12:Ac は単独では誘引性を示さな  
い。しかし、後者はゴムキャップに処理してから数日後  
には誘引性を示すようになる。この現象は、この成分が  
ゴムキャップ中で異性化反応を起こして誘引性の EZ-  
異性体を生じたために生じる。どちらの化合物も約1か  
月の間に、Z8E10, E8E10, E8Z10, Z8Z10 の4種の異  
性体の平衡混合物 (9 : 65 : 23 : 3) になる (DAVIS et  
al., 1984)。

同様の異性化反応は、ヨーロッパ産のハマキガ *Lob-  
esia botrana* の誘引成分 E7Z9-12:Ac (IDESSES et al.,  
1982) や、コドリガの性フェロモン成分 E8E10-12:

OH の場合にも起こり、後者の場合には、純粋な成分の  
ときには誘引されない近縁種 *Pammene riediella* が捕  
獲されるようになることが報告されている (GUERIN et  
al., 1983)。

アルデヒド化合物の場合には、酸化反応と三量体の生  
成が問題になる。*Heliothis* 属のヤガの誘引成分である  
Z11-16:Ald の分解産物としてそれらの化合物が単離さ  
れたが、それらはどれも *H. verescens* と *H. zea* の誘引  
に影響しなかった (SHAVER et al., 1982)。また、*Earias  
insulana* の性フェロモン成分 E10E12-16:Ald は、三量  
化して trioxane 誘導体を生成する。この三量体には野  
外で活性がないが、ポリエチレンを保持体とした場合に  
は悪影響を及ぼす。三量体の生成は酸が存在すると加速  
され (DUNKELBLUM et al., 1984)、酸はアルデヒド成分  
が酸化されると生成する。

一方、二重結合を1個しか持たないアルケニルアセテ  
ートはかなり安定で、例えばカブラヤガの合成性フェロ  
モン Z5-10:Ac と Z7-10:Ac の 1 : 10 混合物を入れた  
ガラス毛细管誘引源は野外のトラップに取り付けた状  
態で少なくとも3年間雄に対する強力な誘引性を維持し  
た (気賀沢, 未発表)。

### おわりに

本文では、性フェロモン成分を誘引成分以下六つのグ  
ループに分類して筆を進めたが、フェロモン=種内交信  
とか阻害物質≠協力物質という固定概念にとらわれるこ  
との無用性を示すことになった。本文で用いた分類は、  
あくまで用語の混乱を避けるための便宜的なものである  
ことをあらためておことわりしておく。

わが国でも数十種の昆虫の「性フェロモン」が同定さ  
れているが、誘引性が不十分なものや、中には野外でま  
ったく誘引性が確認されないものまで含まれている。昆  
虫は異性が分泌する匂いに反応し、それを手がかりに定  
位するという観察事実に立脚するならば、「顕著な生理  
活性を示す性フェロモン」の解明だけでは不十分で、分  
泌物そのものの実体とその機能を解明する必要があるこ  
とになる。誘引性が確認されていても2成分以下の性フ  
ェロモン系は、再検討すれば重要な機能を果たしている  
新たな成分が検出され、それが性フェロモン利用の可能  
性を広げることにつながることもありうる。

本文は紙面の関係で鱗翅目だけに内容を絞ったが、鞘  
翅目や双翅目の昆虫の性フェロモンの機能の解析が行わ  
れている例もかなりある。また、複数成分と種の隔離機  
構の問題についても深い議論ができなかったし、重要な  
事例が見落とされているかもしれない。ご批判とともに

ご指摘いただければ幸である。

なお、本場虫害研究室気賀沢和男室長と企画連絡室木村 宏室長には本稿を読んで貴重なご意見をいただいた。深く感謝する。

## 引用文献

- ALFORD, A. R. et al. (1983) : *Can. Entomol.* 115 : 1053~1058.  
 ——— and P. J. SILK (1984) : *J. Chem. Ecol.* 10 : 265~270.  
 ARN, H. et al. (1980) : *Z. Naturforsch.* 35c : 986~989.  
 ——— et al. (1983) : *J. Chem. Ecol.* 9 : 267~276.  
 BAKER, T. C. et al. (1976) : *ibid.* 2 : 333~352.  
 BEEVOR, P. S. and D. C. CAMPION (1979) : *Chemical Ecology : Odor communication in animals* (F. J. RITTER, ed.), Elsevier/North-Holland Biomedical Press, Amsterdam, pp. 313~341.  
 BEROZA, M. et al. (1971) : *J. Econ. Entomol.* 64 : 580~582.  
 BESTMANN, H. J. et al. (1978) : *Angew. Chem. (English ed.)* 17 : 768.  
 CARDÉ, R. T. et al. (1973) : *Nature* 241 : 474~475.  
 CARO, J. H. (1982) : *Insect suppression with controlled release pheromone systems. Vol. I.* (A. F. KYDONIUS and M. BEROZA eds.), CRC Press, Boca Raton, FL., pp. 145~158.  
 DAVIS, H. G. et al. (1984) : *J. Chem. Ecol.* 10 : 53~61.  
 DUNKELBLUM, E. et al. (1984) : *ibid.* 10 : 421~428.  
 GUBRIN, P. M. et al. (1983) : *Ent. exp. appl.* 33 : 346~347.  
 HAGAMAN, T. E. and R. T. CARDÉ (1984) : *J. Chem. Ecol.* 10 : 17~23.  
 HAINES, L. C. (1983) : *Physiol. Entomol.* 8 : 29~40.  
 HIRANO, C. (1978/1979) : *Protec. Ecol.* 1 : 171~177.  
 HILL, A. S. et al. (1977) : *J. Chem. Ecol.* 3 : 369~376.  
 IDESES, R. et al. (1982) : *ibid.* 8 : 973~980.  
 INSCORE, M. N. (1982) : *Insect suppression with controlled release pheromone systems. Vol. II* (A. F. KYDONIUS and M. BEROZA eds.), CRC Press, Boca Raton, FL., pp. 201~295.  
 KAMM, J. A. and L. M. McDONOUGH (1979) : *Environ. Entomol.* 8 : 773~775.  
 KAWASAKI, K. (1981) : *Appl. Ent. Zool.* 16 : 63~70.  
 川崎建次郎 (1983) : *フェロモン実験法* (1), 日本植物防疫協会, 東京, pp. 4~34.  
 KLUN, J. A. et al. (1980) : *J. Chem. Ecol.* 6 : 165~175.  
 LÖFSTEDT, C. et al. (1982) : *ibid.* 8 : 1305~1321.  
 MILLER, J. R. and W. L. ROELOFS (1980) : *Environ. Entomol.* 9 : 359~363.  
 NAKAMURA, K. (1976) : *Appl. Ent. Zool.* 11 : 312~319.  
 中村和雄・玉木佳男 (1983) : *性フェロモンと害虫防除*, 古今書院, 東京, pp. 202.  
 NESBITT, B. F. et al. (1979) : *J. Chem. Ecol.* 5 : 153~163.  
 PALANISWAMY, P. et al. (1983) : *Environ. Entomol.* 12 : 748~752.  
 RAUSCHER, S. et al. (1984) : *J. Chem. Ecol.* 10 : 253~264.  
 ROELOFS, W. L. and A. COMEAU (1970) : *J. Econ. Entomol.* 63 : 969~974.  
 ——— et al. (1974) : *Environ. Entomol.* 5 : 747~751.  
 ——— and R. T. CARDÉ (1977) : *Ann. Rev. Entomol.* 22 : 377~405.  
 ——— (1978) : *J. Chem. Ecol.* 4 : 685~699.  
 ——— et al. (1979) : *Environ. Entomol.* 8 : 894~895.  
 SHAVER, T. N. et al. (1982) : *J. Chem. Ecol.* 8 : 755~762.  
 SMITH, R. G. et al. (1974) : *J. Insect Physiol.* 20 : 661~668.  
 STECK, W. F. et al. (1982a) : *Ent. exp. appl.* 32 : 302~304.  
 ——— et al. (1982b) : *J. Chem. Ecol.* 8 : 731~754.  
 STRUBLE, D. L. et al. (1984) : *Can. Entomol.* 116 : 103~105.  
 玉木佳男ら (1976) : *応動昆* 20 : 81~86.  
 TAMAKI, Y. et al. (1979) : *Appl. Ent. Zool.* 14 : 101~113.  
 ——— (1985) : *Handbook of naturally occurring pesticides, Vol. 3 : insect sensory substances* (MANDAVA, N. V. and E. A. MORGAN, eds.), CRC Press, Boca Raton, FL. (in press).  
 TÓTH, M. et al. (1980) : *Z. angew. Entomol.* 90 : 505~510.  
 ——— et al. (1984) : *J. Chem. Ecol.* 10 : 271~280.  
 UNDERHILL, E. W. et al. (1977) : *Can. Entomol.* 109 : 1335~1340.  
 VETTER, R. S. and T. C. BAKER (1983) : *J. Chem. Ecol.* 9 : 747~759.  
 ——— (1984) : *ibid.* 10 : 193~202.  
 若村定男ら (1975) : 第 19 回応動昆大会講要 p. 118.  
 ——— (1981) : 四国農試報 No. 38 : 17~73.  
 WEATHERSTON, J. and W. McLEAN (1974) : *Can. Entomol.* 106 : 281~284.

## 次号予告

次 2 月号は下記原稿を掲載する予定です。

イチゴウイルス病の発生調査 吉川信幸・井上忠男  
 天敵微生物による害虫の防除—アメリカにおける研究の動向— 佐藤 威  
 モモせん孔細菌病とその病原細菌 高梨 和雄  
 農薬の公定検査法解説 農林水産省農薬検査所  
 植物防疫基礎講座  
 ネダニの簡易飼育法と薬剤検定法 桑原雅彦・高井幹夫・藤原 清  
 昆虫行動解析法 (2) 光電管と変位計を利用した行動測定法 清水 利昭

## 昭和 59 年度に試験された病害虫防除薬剤

- (1) イネ・ムギ 岸野賢一・加藤 肇  
 (2) 野菜・花きなど 田中 清・竹内昭士郎・荒木隆男  
 (3) カンキツ 是永龍二・小泉銘冊  
 (4) 落葉果樹 (リンゴ・オウトウを除く) 大竹昭郎・田中寛康  
 (5) リンゴ・オウトウ 奥 俊夫・佐久間勉  
 (6) 茶樹 刑部 勝・成澤信吉  
 (7) クワ 菊地 実・高橋幸吉

定期購読者以外のお申込みは至急前金で本会へ

定価 1 部 500 円 送料 50 円

## 農薬の機器分析の現状 (2)

—液体クロマトグラフィーを中心として—

厚生省国立衛生試験所 **武 田 明 治**

### はじめに

残留農薬および環境汚染物を高感度で、しかも高精度に分析できるのはガスクロマトグラフィー (GC) および高速液体クロマトグラフィー (HPLC) など、機器分析技術の進歩に負うところが大きい。

分子量が大きい化合物、熱に不安定な化合物、極性の大きい化合物などは従来、比色法、紫外吸光法、蛍光光度法などが採用されていた。この場合、試料由来のきょう雑物による妨害から高精度な分析は不可能であったが、HPLC の開発・改良が進むにつれ、残留農薬および環境汚染物の分析に導入が図られ、この分野における分析精度は飛躍的に上昇した。この分野への HPLC の導入が遅れた主な理由の一つに検出器の感度不足を挙げることができるが、しかし、検出器の特異性、装置の安定性および取り扱いの簡便性などに利点がある。近年、赤外分光光度計および質量分析計 (MS) などを HPLC の検出器としての開発研究の成果が報告されているが、いまだ普及していない。

残留農薬および環境汚染の分野において、GC で分析できない化合物を HPLC により分析する現状にあると考えるが、HPLC は上記のような特徴を有し、今後ますます重要性が増すと信ずる。いっそうの開発研究が期待される。

本総説は、主に 1980 年から 1983 年初頭までに発表された報告から、HPLC の検出器としてもっとも繁用される紫外吸光検出器 (UVD) を中心に、蛍光光度検出器 (FLD)、MS などの検出器による分析を紹介する。

### I UVD-HPLC

クロロフェノール類は農薬をはじめ種々の化学物質の原料として毎年大量に生産されており、また、化学物質の代謝分解物としても環境中に存在すると考えられる。UGLAND ら<sup>1)</sup>は 19 種のクロロフェノール化合物の HPLC を LiChrosorb si 60, Nucleosil 5 NH<sub>2</sub>, Hypersil ODS および Spherisorb S-5-W ODS 5 μm な

どを用いて検討した。LiChrosorb si 60, ヘキサソル: CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>: MeOH (80:19:1) では全般的に三および四塩化物の分離が不十分である。Nucleosil 5 NH<sub>2</sub> では AcOH-MeOH 系の移動相を選べば di-, tri-, tetra- および pentachlorophenol の各異性体の分離が可能であるが、これら化合物の同時分離は所要時間などを考慮すれば実用的ではない。Hypersil ODS は 4.2 mm × 25 cm, MeOH: 0.02 M KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> (pH 4.0) (14:11→4:1), 10 ml/min, 280 nm の条件下において 19 種のクロロフェノールが完全に分離でき (所要時間 36 分)、本条件下で 10~100 ppm の範囲で分析できる。この場合、リン酸緩衝液 pH 5.0 では 16 のピークに分かれ、pH 3.0 では 2, 3, 5, 6- および 2, 3, 4, 6-tetrachlorophenol が分離できない。また、Spherisorb S-5-W ODS では MeOH-H<sub>2</sub>O (11:9) 系移動相を用いれば Nucleosil 5 NH<sub>2</sub> 同様各クロロフェノール化合物は分離分析できるが、所要時間が非常に長くなる。

2,4PA, MCPA, MDBA などの芳香族カルボン酸の HPLC を CONNICK, Jr. ら<sup>2)</sup>および PEREZ<sup>3)</sup>が報告している。CONNICK, Jr. らは μ Bondapack C<sub>18</sub>, 10 μm, 3.9 mm × 30 cm, CH<sub>3</sub>CN: H<sub>2</sub>O: AcOH (50:49:1), 1.5 ml/min, 280 nm の条件で 2,4 PA の保持時間 (Rt) 6.4 分, 検出限界 (DL) 0.4 ppm で分析できるが、測定波長を 236 nm に変更すれば DL を 0.2 ppm まで下げることができると報告している。また、2,4 PA とともに水生雑草防除に使用される DBN は移動相を CH<sub>3</sub>CN: H<sub>2</sub>O (1:1), 測定波長 215 nm に変えると Rt 6.0 分, DL 0.02 ppm で検出できる。これらの条件下において水試料の場合、2,4 PA 0.5~50 ppm, DBN 0.1~15 ppm の範囲で分析可能である。さらに、PEREZ は 2,4PA, MDBA, MCPA など化学構造の類似したカルボン酸系除草剤の分析を HPLC (Altex Ultrasphere 5 μm ODS, 46 mm × 25 cm, MeOH: tetrahydrofuran (THF): 0.5 M tetrabutyl ammoniumphosphate pH 7.5\*: H<sub>2</sub>O (58:2:1:39), 1.0 ml/min, 254 nm) により行った。本条件下では 2,4PA と MCPA の分離が十分ではないが、製剤中に存在する可能性のあ

Recent Status of Pesticide Analysis by Gas Chromatography. By Mitsuharu TAKEDA

\* イオンペアクロマトグラフィー用試薬

るアミン塩やエステル類によって妨害されない。なお、MDBA 中の不純物と 2,4 PA および MCPA の分離に移動相への THF の混合は必須であると PEREZ は報告している。

水野ら<sup>4)</sup>はアロキシジム および 土壌における代謝物 (M-I : 2-(1-aminobutylidene)-5,5-dimethyl-4-met-hoxycarbonylcyclohexane-1,3-dione, M-II : methyl 6,6-dimethyl-2-propyl-4-oxo-4,5,6,7-tetrahydro-benzoxazol-5-carboxylate, M-III : methyl 6,6-di-methyl-2-propyl-4-oxo-4,5,6,7-tetrahydrobenzoxa-zol-7-carboxylate) の分析を HPLC (Micropack S I-10, 2 mm×50 cm, MeOH : CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>(1 : 199), 254 nm) で行った。それぞれの Rt は 4.6 分, 22 分, 6.4 分および 7.5 分で, M-I は M-III の溶出の終わった時点で移動相を MeOH : CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>(3 : 197) に代えれば分析時間を短縮できる。また, 同時に検討を行った Micro-pack CH-10 および CN-10 ならびに日立ゲル #3010 に比べて Micropack SI-10 は各化合物のピークの形状および感度において優れている。本条件下における最小検出量 (MDA) は 10 ng である。

フルオリドンの HPLC を WEST ら<sup>5,6)</sup>は  $\mu$  Bond-pack C<sub>18</sub>, 3.9 mm×30 cm, MeOH : H<sub>2</sub>O (13 : 7), 1.0 ml/min, 254 nm の条件の下に検討している。彼らの報告によれば水試料で 1 ppb, ワタの種子で 0.02 ppm まで分析できる。特に前者では Sep-pack C<sub>18</sub> カートリッジの前処理のみで十分測定でき, GC と異なりならんら誘導体化する必要がなく, 簡便な方法と考える。

有機リン系農薬は炎光光度型検出器付きガスクロマトグラフ (FPD-GC) による分析が一般的であるが, 代謝物を含めて分析するには HPLC のほうが有利な場合がある。LASKER ら<sup>7)</sup>は神経毒性の強い有機リン剤である。CYP, EPN, EPBP, MBCP および desbromoleptophos ならびにこれらの酸化代謝物 (オクソン) および加水分解生成物を HPLC (LiChrosorb RP-8 10  $\mu$ m, 4.6 mm×25 cm, MeOH : AcOH : H<sub>2</sub>O (1 : 5 : 95)→MeOH : H<sub>2</sub>O (19 : 1), 1.2 ml/min, 280 nm) により分析した。本条件下では desbromoleptophos と 4-bromo-2,4-dichlorophenol の分離が不十分である以外, 他の分離分析は可能であり, これら有機リン剤は 1~5 ng の範囲で直線性を示した。また, Partisil 10  $\mu$ m シリカゲル (水飽和 CHCl<sub>3</sub> : MeOH (9 : 1) の場合, これらはオクソンと十分分離できるが, 加水分解生成物である *O*-ethyl phenylphosphonothioic acid, *O*-ethyl phenylphosphonic acid, *O*-methyl phenylphosphonothioic acid, *O*-methyl phenylphosphonic acid

および phenylphosphonic acid は溶出されない。MDA は EPN, EPN オクソン, 4-nitrophenol で 10 ng, MBCP, desleptophos, CYP, EPBP およびそれらのオクソンで 100 ng, 4-bromo-2,5-dichlorophenol, 2,4-dichlorophenol, 2,5-dichlorophenol, 4-cyanophenol で 50 ng, 上記加水分解生成物で 1  $\mu$ g である。

WILSON ら<sup>8)</sup>はアジンホス-メチル およびそのオクソンの HPLC による分析法の検討において, いくつかの有機リン系農薬, カーバメート系およびトリアジン系除草剤などの妨害について検討した。Bondapack C<sub>18</sub>, 10  $\mu$ m, 4 mm×30 cm, CH<sub>3</sub>CN : H<sub>2</sub>O (1 : 1), 1.3 ml/min, 224 nm の条件下においてキャプタン, famphur およびプロメカルブはアジンホス-メチルとまったく分離されないが, 他の 36 種農薬にはなんら影響されることなく分析できる。

一般にカーバメートおよびチオカーバメート化合物は熱に比較的不安定なため, 直接 GC を行うには難しい化合物とされている。したがって, これらの分析には加水分解により生成したフェノールおよび芳香族アミン系化合物を適当な誘導体に変えたのち GC により分析した例が多い。しかしながら, これらカーバメート化合物は *N*-alkyl arylcarbamate および *N*-aryl alkylcarbamate が大部分で, これらを HPLC で分析しようとする試みがある<sup>9-20)</sup>。

カルボフランの代謝物 3-hydroxycarbofuran が親化合物と同レベルの毒性を持つので, これら化合物を同時に分析せねばならない。SONOBE<sup>21)</sup>はカルボフランおよび 5 種代謝物の HPLC (Permaphase ODS, 4.6 mm×5 cm, Zorbax ODS, 4.6 mm×24 cm, A : CH<sub>3</sub>CN : H<sub>2</sub>O (1 : 3), 2 ml/min, B : MeOH : H<sub>2</sub>O (4 : 6), 1.5 ml/min, 220 nm) を検討し, カルボフラン, 3-hydroxycarbofuran, 3-ketocarbofuran, 3-hydroxy-7-phenol, 3-keto-7-phenol および 7-phenol の同時分析に成功している。COCHRANE ら<sup>22)</sup>はカルボフランの UV 吸収極大が 200, 218 および 280 nm にあるが, 200 および 280 nm の吸収がほぼ同程度であり, 試料由来の妨害などを考慮して 280 nm を測定波長として推薦している。また, 彼らは強毒性殺虫剤であるアルジカルブおよびその代謝物 (アルジカルブスルホキンドおよびスルホン) ならびにカルボフランおよびその代謝物 (3-hydroxy- および 3-ketocarbofuran) の同時分析法を HPLC (ODS 25~37  $\mu$ m, 2 mm×7.6 cm (プレカラム), Seppack<sup>TM</sup> silica, 4.2 mm×25 cm, CH<sub>3</sub>CN : H<sub>2</sub>O (2 : 3), 1 ml/min, 220 nm (アルジカルブスルホキンドおよびスルホン), 247 nm (アルジカルブ および 3-

ketocarbofuran) ならびに 280 nm (カルボフランおよび 3-ketocarbofuran) で検討した<sup>23)</sup>。アルジカルブおよび酸化代謝物は 193~199 nm における吸収がもっとも強いが、試料由来の妨害が強いのでこの領域の使用は好ましくない<sup>24)</sup>。本法におけるアルジカルブ、カルボフランおよびこれらの代謝物の MDA は 5~10 ng の範囲にある。

果実中のホルメタネートの分析法を HPLC により検討した LAWRENCE ら<sup>25)</sup>の報告によれば、HPLC の操作条件 (LiChsorb RP-18, 10  $\mu$ m, 4.6 $\times$ 25 cm, CH<sub>3</sub>CN : 0.01 N NH<sub>4</sub>H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> (pH 8.0) (7 : 13) 1 ml/min, 254 nm) においてホルメタネートの Rt 8 分, MDA 5 ng であり, 0.02~0.05 ppm レベルの残留分析が可能である。しかしながらクリーンアップを省略しているためか、試料由来のきょう雑物によるピークが認められ、また、ホルメタネート自身のピークも必ずしもシャープとは言いがたい。

WILSON ら<sup>26)</sup>はクロルプロファムの HPLC による分析に際して、他の農薬の影響を検討した。彼らは Bondapak C<sub>18</sub>, 10  $\mu$ m, 3.9 mm $\times$ 30 cm, MeOH : CH<sub>3</sub>CN : H<sub>2</sub>O (7 : 7 : 6), 1 ml/min, 236 nm の HPLC 条件下においてクロルプロファムはプロファム, CMU, DCMU, pentachlorobenzene, 2,4 PA, アトラジン, CAT, NAC, カルボフラン, プロメカルブ, MDBA, プロメトリン, ピリミカーブ, プロパジンおよび amitol と十分に分離できるが、2,4 PA と MDBA, CAT とプロメトリンおよびプロファム, DCMU, アトラジンとピリミカーブは分離できないと報告した。

ジチオカーバメート系殺菌剤の残留分析は強酸性下で分解生成する CS<sub>2</sub> を FPD-GC で行うのが一般的であるが、タマネギ、ネギ、ダイコンおよびキャベツなどある種の野菜では、試料由来の妨害物による妨害が認められる。この妨害を除くためジチオカーバメート化合物を分解することなく HPLC (Nucleosil RP-18, 5  $\mu$ m, 4 mm $\times$ 20 cm, CH<sub>3</sub>CN : H<sub>2</sub>O (3 : 7), 0.8 ml/min, 272 nm) により分析する方法を GUSTAFSSON ら<sup>27)</sup> は発表した。彼らの報告によれば、mono- および dimethyldithiocarbamate (ファーバム, カーバム, チラム, ジラム) および alkylenebis (dithiocarbamate) (マンゼブ, マンネブ, ナーバム, ジネブ, プロピネブ) を CH<sub>3</sub>I と反応させて methyl mono- および dimethyldithiocarbamate および dimethylalkylenebis (dithiocarbamate) に変えたのち、上記条件で HPLC を行うならば、0.5~15 ng の範囲で検量線は直線性を示す。Rt はカーバム 6.4 分, ファーバム 14.3 分, チラム

25.4 分, ナーバム, ジネブ, マンゼブ, マンネブ 26.4 分およびプロピネブ 37.9 分である。ジチオカーバメート剤は非侵透性のため<sup>28)</sup>、試料の表面を分析すればよく、均質化するとかえって分解される<sup>29)</sup>。今後、本分析法の応用例の増すことが期待される。

ethylenethiourea (ETU) は ethylenebis (dithiocarbamate) の不純物であり、動植物および環境における代謝分解物の一つであり<sup>30)</sup>、また、調理加工時にも生成し<sup>31)</sup>、さらに弱いながらも発ガン性を有するので注目されている<sup>32~34)</sup>。ETU は現在誘導体に変換したのち FPD-GC により分析されているが<sup>35~41)</sup>、誘導体化反応に問題点を包含している。MASSEY ら<sup>42)</sup>はビール中の ETU の分析に 2 種カラムを用いた HPLC (I : Spherisorb CN 5  $\mu$ m, II : Spherisorb NH<sub>2</sub> 5  $\mu$ m, 5 mm $\times$ 25 cm, ヘキサソ : EtOH (2 : 1), 1.0 ml/min, 240 nm) を開発した。すなわち、ビール抽出物をシリカゲル Seppak (CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> : MeOH (98 : 2)) でクリーンアップしたのち、まずカラム I で HPLC を行い、ETU 由来のピーク (Rt : 15.6 分) 部分を直ちにカラム II へ流路を変更する。カラム II における Rt は 25.3 分である。本法ではビール由来の妨害物はカラム I で除去されるので、妨害ピークが非常に少ないきれいなチャートが得られ、DL は 10 ppb である。

チオファネートメチルおよびベノミルは動植物<sup>43~49)</sup>、微生物<sup>50)</sup> および土壌<sup>51)</sup> 中で carbendazine へ代謝される。これらの殺菌剤は carbendazine あるいは 2-aminobenzoimidazol として UV 吸光度法、蛍光光度法あるいは GC で分析される。ATEN ら<sup>52~55)</sup>は KIRKLAND ら<sup>57)</sup>の方法を改良した分析法を報告した。すなわち、チオファネートメチルを carbendazine に変えたのち、強陰イオン交換樹脂カラム (Zipax SCX, 2.2 mm $\times$ 100 cm, 0.025 M tetramethylammonium nitrate-0.025 M nitric acid, 0.5 ml/min, 60°C, 275 nm) で HPLC を行くと、Rt は 17 分, DL は 0.02 ppm で、タマネギ、キャベツなどにも十分適用可能である。

TOFARI ら<sup>58)</sup>はチアベンダゾール (TBZ) を *p*-nitrophenyl 化したのち HPLC を行い、高感度に TBZ を分析する方法を発表している。本報によれば、TBZ を K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> の存在下 *p*-nitrobenzylbromide と反応させ、HPLC (silica-A/10, 2.6 mm $\times$ 25 cm, THF : CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> (1 : 9), 0.5~1.0 ml/min, 305 nm) を行うとき、DL はモモ、バナナで 0.002 ppm, オレンジで 0.02 ppm である。この値は FLD-HPLC<sup>59)</sup> と同レベルにある。TBZ は *O*-phenylphenol (OPP) およびジフェニルなどとともにかンキツ類に広く使用され、食品

衛生の分野ではこれらを同時に分析することが多く、高感度で簡便な多成分同時分析法 (multiresidue analysis) の開発が待たれる。KITADA ら<sup>60)</sup>はこれら殺菌剤の多成分同時分析法を HPLC (LiChrosorb RP-8 7  $\mu$ m, 4 mm  $\times$  25 cm, MeOH : phosphate buffer pH 8.0 (6 : 4), 1.0 ml/min, 55°C, I : 254 nm, II :  $\lambda$  ex 285 nm,  $\lambda$  em 350 nm) で検討した。彼らは UVD と FLD を直列に接続し、前者でジフェニルを、後者で TBZ と OPP を同時に測定しており、これらは 0.05~0.5  $\mu$ g の範囲で検量線は直線性を示す。

近年開発された一連のジカルボキシイミド系殺菌剤, chlorzinate, イプロジオン, プロシミドン, ピンクロゾリンおよびこれらの代謝物の一つである 3,5-dichloroaniline の HPLC (LiChrosorb RP-8 10  $\mu$ m, 4 mm  $\times$  25 cm, CH<sub>3</sub>CN : H<sub>2</sub>O (11 : 9), 1 ml/min, 210 nm) を検討した CABRAS<sup>61)</sup> の報告によれば、これらの化合物は互いによく分離され、MDA は 0.3 ng, 50 ng までよい直線性を示す。

殺ダニ剤であるベンゾメートは一般に比色法<sup>62)</sup>で分析されてきたが、試料由来の成分による妨害や分析法の特異性が指摘されていた。小野ら<sup>63)</sup>は特異性の高い HPLC による方法を最近発表した。彼らは HPLC を Zorbax C<sub>18</sub>, 4.6 mm  $\times$  25 cm, CH<sub>3</sub>CN : H<sub>2</sub>O (8 : 2), 1.0 ml/min, 254 nm の条件で行うならば、試料成分に妨害されることなく、20 ng まで検出でき、また、同様に LiChrosorb SI-60 10  $\mu$ m, CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> でも分析できると報告している。SHIGA ら<sup>64)</sup>は HP-01, SN-01, SC-02 (以上 10  $\mu$ m), Nucleosil 7C<sub>18</sub> (7  $\mu$ m), 5C<sub>18</sub> および 5CN (以上 5  $\mu$ m), 4.6 mm  $\times$  25 cm, CH<sub>3</sub>CN : H<sub>2</sub>O (7 : 3) および (13 : 7), 1.0 ml/min, 285 nm の諸条件下でベンゾメートの分析について比較した。感度は SC-02, Nucleosil 7C<sub>18</sub> および 5C<sub>18</sub> など ODS 系で高く、移動相としては前者がやや良い。アミノプロピルおよびシアノプロピル系の SN-01 および Nucleosil 5CN は吸着傾向が認められ、ポリスチレン-ジビニルベンゼン系の HP-01 の感度がもっとも悪い。試料成分との分離は粒子が小さいほうがよい傾向を認めている。彼らはオレンジ、リンゴに対して Nucleosil 7C<sub>18</sub>, CH<sub>3</sub>CN : H<sub>2</sub>O (7 : 3) を、オレンジの外果皮に対して同様に 5C<sub>18</sub>, (13 : 5) を推奨している。なお、本法における MDA は 3 ng である。

BINAPACRYL およびジノプトンの HPLC による分析法を検討した ROSEBOOM らの報告<sup>65)</sup>によれば、LiChrosorb 5RP-18, 4.6  $\times$  15 cm, MeOH : H<sub>2</sub>O (8 : 2), 60 ml/min, 230 nm の条件下において MDA は 1

ng であり、また、254 nm の場合約 2 ng である。これら殺菌剤は 2-sec-butyl-4,6-dinitrophenol (DNBP) に代謝されるが、これを分析する場合は移動相へ AcOH を 1% になるように混入する。

猛毒な異性体の存在が知られる polychlorodibenzo-*p*-dioxin (PCDD) および polichlorodibenzofuran (PCDF)<sup>66)</sup>は、一般に GC-MS を用いて超微量分析される。特に 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-*p*-dioxin (2,3,7,8-TeCDD) は猛毒性ゆえに ppt レベルの分析を要求されるため、GC-MS に先立ち試料は十分なクリーンアップをせねばならない。そこでクリーンアップに HPLC を用いる試みがある。

RYAN ら<sup>67)</sup>は PCDD および PCDF の分析のために HPLC によるクリーンアップを検討した。すなわち、LiChrosorb C<sub>18</sub>, 10  $\mu$ m, 3.2 mm  $\times$  25 cm, MeOH : H<sub>2</sub>O (9 : 1), 0.5 ml/min の HPLC 条件下において 2,3,7,8-TeCDD には 233 nm, 1,2,3,6,7,8-hexachlorodibenzo-*p*-dioxin (1,2,3,6,7,8-HxCDD) には 245 nm, 1,2,3,6,7,9-HxCDD には 225~245 nm, 1,2,3,4,6,7,8-heptachlorodibenzo-*p*-dioxin (1,2,3,4,6,7,8-HpCDD) には 250 nm, octachlorodibenzo-*p*-dioxin (OCDD) および actachlorodibenzofuran (OCDF) にはそれぞれ 233 および 250 nm などの測定波長を用いて HPLC を行った。また、これら化合物を同時に検出する場合には測定波長として 235 nm を採用した。この場合のカラム条件は逆相系であるので濃厚試験溶液を CH<sub>3</sub>CN で調製し、注入用シリンジに適量の試験溶液と移動相溶媒を採取し、HPLC に注入せねばならない。本条件下において PCDD および OCDF は Rt 11~35 分の間に溶出される。この画分を集め、濃縮したのち GC-MS 用の試験溶液とする。例えば、魚試料では魚の CH<sub>2</sub>Cl-MeOH 混液による抽出物を H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> で処理し、さらに、フロリジルカラムクロマトグラフィによりクリーンアップしたのち、HPLC を行い、Rt 11~35 分の画分を分取する。これを GC-MS で分析するならば、10 ppt レベル以下の分析が可能である。

TeCDD には理論上 22 種の異性体が存在する。O'KEEFE ら<sup>68)</sup>は HPLC と GC-MS とを組み合わせて、TeCDD 異性体から 2,4,7,8-TeCDD の分離分析を検討した。すなわち、2,3,7,8-TeCDD の Rt が 15.5 分となるように HPLC (Zorbax ODS, 6.2 mm  $\times$  25 cm, MeOH 2.0 ml/min, 40°C, 313 nm) の条件を選択すると、他の TeCDD は 12~18 分の間に溶出されてくるので、この画分を分取し、再度 HPLC (Zorbax-Sil, 6.2 mm  $\times$  25 cm, 水飽和トルエン : ヘキサ

ン (0.4:99.6), 2 ml/min, 313 nm) を行う。第二の HPLC では 2, 3, 7, 8-TeCDD の Rt は 13~14 分であり, 12~24 分の画分を分取する。この段階までの回収率は化合物により異なるが, 20~80% の範囲にある。最後にこの画分をキャピラリーカラム・GC-高分解能質量分析計 (HRMS) (OV-272, 0.25 mm×25 m, 180~250°C, 12°C/min, イオン化エネルギー: 70 eV) により<sup>97</sup>MF を行った。m/z 327.8845 (内標準: 2, 3, 7, 8-<sup>37</sup>Cl-TeCDD) では一つのピークを示すのみではあるが, m/z 321.8835 では 22 の異性体は 12 のピークに分離される。2, 3, 7, 8-異性体のピークには完全に分離されない五つの異性体 (1, 2, 3, 7-/1, 2, 3, 8-; 1, 2, 4, 6-/1, 2, 4, 9-; 1, 2, 3, 4-異性体) が存在しているが, これらのうち 1, 2, 4, 6-, 1, 2, 4, 9- および 1, 2, 3, 4-異性体は第一の HPLC により分離することができる。また, 1, 2, 3, 7-および 1, 2, 3, 8-異性体は第二の HPLC で完全に分離できないが, 内標準<sup>97</sup>2, 3, 7, 8-<sup>37</sup>Cl-TeCDD を基にした実験結果からわずか 1% 以下の干渉にすぎない。両異性体の毒性は 2, 3, 7, 8-異性体に比べて弱いけれども, かなりの毒性を持つ<sup>60)</sup>ことを考慮するならば, 正の誤差はむしろ負の誤差よりよいであろう。

以上の PCDD に関する報告は本総説の主旨から外れるが, 本化合物の超微量分析に UV-HPLC は必須の過程であり, その特殊性を考慮して特に示した。

## II FLD-HPLC

強い UV 吸収あるいは蛍光を持つ化合物は, この物理的特性を利用して直接 UVD あるいは FLD で測定できるが, そうでない化合物は HPLC で分離し, 発蛍光試薬と反応させたのち FLD で高感度に分析する方法 (post labeling 法) が採用される。今回の文献調査では FLD-HPLC による農薬の分析に関する報告は見いだせなかった。ここではポストラベリング法による方法を紹介する。

KRAUSE<sup>69)</sup> はアルジカルブ, アルジカルブスルホキシンドおよびアルジカルブスルホン, プフェンカルブ, NAC, カルボフランおよび 3-hydroxycarbofuran, メチオカルブスルホキシンドおよびメチオカルブスルホンならびにメソミルなどを ODS (2.1 mm×7 cm), Zorbax C-18 (16 μm, 4.6 mm×25 cm), CH<sub>3</sub>CN:H<sub>2</sub>O (3:22→7:3), 1.5 ml/min の条件下で HPLC を行い, 溶出液に 0.05 N NaOH 溶液 (0.5 ml/min) を加え, 加熱チャンパー内の delay coil で (0.48 mm×3 m, 100°C) Ⅰで加水分解したのち, o-phthalaldehyde-2-mercaptoethanol-0.05 M sodium borate (0.5 ml/min) を加

え, 反応後, FLD (λ ex 340 nm, λ em 455 nm) で測定する。本条件下において上記の農薬はそれぞれ十分に分離でき, カルボフラン 1 ng を 50% レコーダーレスポンスに調節するとき, NAC 0.4 ng~プフェンカルブ 2 ng の範囲の MDA を示す。カーバメート類の精製には凝固法やフロリジルカラムクロマトグラフィーが用いられるが, 前者では oximecarbamate 化合物の, また, 後者ではメソミルの回収率が悪い。また, 彼は Nuclar S-N-silanized Celite 545 (1:1), トルエン:CH<sub>3</sub>CN (1:3) の条件により良好な結果を得ている。

グリホサートは誘導体に変換したのち, GC による方法<sup>70,71)</sup>があるが, 誘導体化反応が煩雑なうえ感度も低い。また, HPLC には aminomethylsulfonic acid との分離に問題点が指摘されている<sup>72)</sup>。MEYE ら<sup>73)</sup>はグリホサートの HPLC (I: Aminex A-27, 13.5 μm, II: AA-X10, 7~10 μm, 4 mm×250 cm, 62°C, 0.09 M H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>-0.01 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>(カラム I), 0.02 M KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>緩衝液 pH 5.0 (カラム II), 0.5 ml/min) を行って分離したのち, delay coil (0.5 mm×10.6 m) 中で加熱分解し, 最後に o-phthalaldehyde-2-mercaptoethanol-0.05 M sodium borate (0.4 ml/min) を加え, FLD (λ ex 360 nm, λ em 455) で測定する方法を発表した。本法ではグリホサートおよびその代表的代謝物 (aminomethyl) phosphonic acid の含量として分析される。なお代謝物のみも分析操作を一部省略することによって分析できる。MDA 0.5 ng, 5~100 ng の範囲で良好な直線性を示す。

## III HPLC-MS

GC-MS は GC による分析において広く使用されているが, その性質上熱に不安定な化合物への適用に大きな制約がある。そこで熱に不安定な化合物の分離手段に HPLC を利用しようという試みがある。

chlorinated cage compound である keponhydrate, kelevan および mirex などの GC-MS に関する報告<sup>74,75)</sup>は, これら化合物の同定を目的としている。熱に不安定な keponhydrate および kelevan は GC 中で kepon へ分解する<sup>76)</sup>。CAIRNS ら<sup>77)</sup>は上記化合物の HPLC と化学イオン化質量分析計を接続した HPLC-CI-MS を Ultrasphere ODS, 5 μm, 4.6×15 cm, MeOH 0.6 ml/min, 試料気化室温度 (kapton transport belt) 200°C, 化学イオン化検出器 (CID) 180°C, 反応ガス: CH<sub>4</sub> あるいは NH<sub>3</sub> 0.8 torr の条件下で検討した。これらの化合物は本条件下で完全に分離できる (Rt: それぞれ 4.6, 5.7 および 9.3 分)。溶出液

を直接 CI・MS (反応ガス: CH<sub>4</sub> および NH<sub>3</sub>) を行うと、それぞれ m/z [M+CH<sub>4</sub>]<sup>+</sup> および [M+NH<sub>4</sub>]<sup>+</sup> イオンに由来するマスフラグメントイオン (MFI) が強く認められる。また、keponhydrate および mirex では反応ガスとして CH<sub>4</sub> を用いると強い m/z [M+CH<sub>4</sub>]<sup>+</sup> イオンが現れる。しかしながら、熱に弱い keponhydrate および kelevan では m/z [M+CH<sub>4</sub>]<sup>+</sup> イオンは検出できない。本法によるこれら化合物の分析は、GC-CI・MS に比べて試料由来の妨害物の影響を受け難い。

WRIGHT ら<sup>78)</sup>は HPLC-CI・MS を用いて 19 種カーバメート系農薬の分析を検討した。分析条件 Zorbax CN, 4.6×25 cm, 2-propanol:ヘキサン (1:99→4:6), 0.5 ml/min, 試料気化温度およびイオン源温度 120 °C, イオン化電圧 110 eV, 反応ガス: CH<sub>4</sub> による単イオンフラグメントグラフィー (SI-MF) を行った。使用した MFI はメソミル m/z 88, アルジカルブ m/z 89, ブフェンカルブ m/z 95, MPMC m/z 123, ジアレト, ペブレート, トリアレート, バーナレート m/z 128, プロファミン m/z 138, NAC m/z 145, アミノカルブ m/z 152, シクロエート m/z 154, プチレート m/z 156, カルボフラン m/z 156, メキサカルベート m/z 166, PHC m/z 168, IPC m/z 172, カルプチレート m/z 181, プロメカルブ m/z 191 で、この場合の MDA はカルプチレート 2.5 ng~ブフェンカルブ 250 ng の範囲にある。最適条件下による各カーバメートの UVD における MDA は IPC 1.0 ng~ペブレート 970 ng の範囲にある。両者を比較すると SI-MF の感度は最適条件下における UVD のそれより全般的に劣るが、254 nm 固定波長における感度よりはよい。しかしながら、分析対象化合物固定のための情報は SI-MF からより多く得ることができる。

トリアジン系除草剤は GC<sup>79-84)</sup>, HPLC<sup>85-89)</sup> などにより分析できるが、これら化合物のなかには分子量が大きく、極性が強く、熱に不安定なものも含まれており<sup>79,87)</sup>, また、水質、底質<sup>79-82)</sup>, 土壌<sup>81,90)</sup> および動植物<sup>88,87)</sup> における動態研究には HPLC が有利である。PARKER ら<sup>81)</sup>は構造解析のためにより多くの情報を得るために HPLC-CI・MS による方法を検討した。すなわち、LiChrosorb RP-8 (C<sub>18</sub>), 10 μm, 4.6 mm×10 cm, CH<sub>3</sub>CN:H<sub>2</sub>O (9:11), 1 ml/min, イオン源温度 200 °C, 加速電圧 8 kV, 電子エネルギー 100 eV, 放射電流 1 mA, LC/MC スプリット比 99:1, 反応ガス: CH<sub>4</sub>, 0.1~0.3 torr の条件下においてトリアジン系除草剤の HPLC-CI・MS を行った。陽イオン・MS

(PCI・MS) では m/z [M+1]<sup>+</sup> がもっとも強い MFI である。また、陰イオン・MS (NCI・MS) では大部分のものは m/z [M-1]<sup>-</sup> がもっともよい指標となるが、なかには m/z [M-1-Cl<sub>2</sub>]<sup>-</sup>, [M-1-HCl]<sup>-</sup> (トリアジン), m/z [M-1-HCN]<sup>-</sup> (シアナジン), m/z [M-CCNMe-HCl]<sup>-</sup>, [M-1-HCN]<sup>-</sup> (プロシアジン), m/z [M-Me<sub>2</sub>]<sup>-</sup>, [M-1-Me]<sup>-</sup> (メトリブジン) などの MFI が強く現れる化合物が見いだされた。トリアジン系除草剤の分析には HPLC-PCI・MS あるいは HPLC-NCI・MS において m/z [M+1]<sup>+</sup> あるいは [M-1]<sup>-</sup> が多くの除草剤でもっとも感度が良いが、一部のものはこれら以外の MFI に着目したほうが良い結果が得られる。一般には前者のほうが後者より感度の点で優れているが、メナゾン, アジンホスメチル および アジンホスエチルでは後者のほうが高感度である。

#### IV そ の 他

残留農薬や環境汚染物の分析に際し、試料由来のきょう雑物、構造および物理化学的性状の類似した化合物、などの分離は HPLC のみでは完全でない場合にしばしば遭遇し、また、従来の検出器では正確な結果が得られないことがある。そこで多くの研究者達は HPLC のための種々の検出器を考案する。ここでは光電導度検出器 (PCD), 電流滴定検出器 (AMD) による分析につき紹介する。

殺菌剤であるキャプタン, ダイホルタンおよびフォルペットは一般に ECD-GC により分析されるが、キャプタンとフォルペットとの分離は非常に難しい<sup>92)</sup>。BUTTER ら<sup>93)</sup>は試料抽出液をゲル透過クロマトグラフィー (GPC) を行ったのち、PCD-HPLC (Zorbax CN, 4.6×25 cm, イソオクタン: MeOH: 2-propanol (17:2:1), 1.7 ml/min, 254 nm) を行い、上記殺菌剤の多成分同時分析法を検討している。本条件下で各殺菌剤は十分に分離でき、試料由来の妨害物の影響も無視でき、MDA は X ng のレベルにある。

比較的熱に不安定なカーバメートおよびチオカーバメート系農薬を直接分析する方法を MAYER ら<sup>94)</sup>は AMD-HPLC により検討した。すなわち、彼らは LiChrosorb RP-8, 10 μm, 3.2 mm×25 cm, MeOH: 0.02 M NH<sub>4</sub>PO<sub>4</sub>-H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 緩衝液 pH 3.0 (1:1), 0.6 ml/min の条件下においてベノミル, NAC, Landrin<sup>®</sup>, メチオカルブ, PHC, CBN, IPC およびプロフ

\* 2, 3, 5-および 3, 4, 5-trimethylphenyl N-methylcarbamate (1:4) の混合物 (シエル化学)。

ームを分離し、AMD (500~1,400 mV, 5 mV/sec) において飽和  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$  に対する半波電位を 1,375, 1,325 および 1,300 mV について検討した。これらカーバメート系農薬は上記 HPLC で完全に分離され、AMD に対する感度は 1,375 mV においてもっとも良いことを見いだした。本条件下における感度は PHC がもっとも悪く、IPC がもっとも良い。

一方、ANDERSON ら<sup>9)</sup> はアミノカルブ、BPMC, NAC, carbendazin, IPC, デスメジファミン, フェンメディファミン, アシュラム, クロランベン, ピクロラム, dicrolam などカーバメート系および芳香族アミン系除草剤の分析法を oxidative cyclic voltametric detector (OCD)-HPLC を用いて検討した。HPLC (Bondapack  $\text{C}_{18}$  Corasil, 37~50  $\mu\text{m}$ , 2 mm $\times$ 25 cm, A: 0.1 M リン酸緩衝液 pH 6.0:  $\text{CH}_3\text{CN}$ :  $\text{CH}_3\text{OH}$ (6:3:1), B: 0.1 M リン酸緩衝液 pH 7.6:  $\text{MeOH}$ (9:1), 0.1 M リン酸緩衝液 pH 6.0:  $\text{CH}_3\text{CN}$ :  $\text{Me-OH}$ (13:5:2)) でそれぞれを分離し、OCD (Ag/AgCl/3.5 M KCl 電極に対して 0~+1.5 V 間を 50 mV/sec で走査) で検出する。dicrolam は B, フェンメディファミンは C, BPMC, NAC, デスメジファミンは A および B, 他は A を移動相とすることによりそれぞれ分離できる。また、電極に対する電位を +1.1 V に固定した場合、これら農薬の MDA は 40~150 pg (S/N: 2) の範囲にあり、2~7 ppb レベルの残留分析が可能である。

### おわりに

残留農薬の分析に携わる研究者が GC からこの分野に入った人が多いため、種々の物理化学的手技を駆使して GC により分析しようとする試みが主流を占めており、これには前述のごとく、検出器の特異性、感度のみならず、分析機器取り扱いの簡便性などがその一因と考えられる。しかしながら、HPLC は熱に不安定な化合物、高分子化合物、不揮発性および極性化合物などの分析にはきわめて有利であり、今後ますます重要性が増すと考えられるが、より特異性が高く、高感度の検出器および GC のキャピラリーカラムに匹敵する高分離能カラムなどの開発、ならびに取り扱いが簡便な機器への改良が待たれる。最近多波長で同時に検出できるホトダイオードアレイ検出器が発表されたが、本検出器の応用および HPLC-MS の実用化に注目したい。

### 引用文献

- 1) UGLAND, K. et al. (1981): J. Chromatogr. 213: 83.
- 2) CONNICK, W. J. Jr. and J. M. SIMONEAUX (1982): J. Agric. Food Chem. 30: 258.
- 3) PERETZ, P. L. (1983): J. Chromatogr. 259: 181.
- 4) 小野成男ら (1980): 日本農業学会誌 5: 575.

- 5) WEST, S. D. and E. W. DAY, Jr. (1981): J. Assoc. Off. Anal. Chem. 64: 1205.
- 6) WEST, S. D. (1981): J. Agric. Food Chem. 29: 624.
- 7) LASKER, J. M. et al. (1980): Anal. Biochem. 109: 369.
- 8) WILSON, A. M. and R. J. BUSHWAY (1981): J. Chromatogr. 214: 140.
- 9) ANDERSON, J. L. and D. J. CHESNEY (1980): Anal. Chem. 52: 2156.
- 10) SPARACINO, C. M. and J. W. HINES (1976): J. Chromatogr. Sci. 14: 549.
- 11) LAWRENCE, J. F. and D. TURTON (1978): J. Chromatogr. 159: 1428.
- 12) ——— and R. LEDUC (1978): ibid. 152: 507.
- 13) KRAUS, R. T. (1978): J. Chromatogr. Sci. 16: 281.
- 14) ——— (1979): J. Chromatogr. 185: 615.
- 15) CABRAS, P. et al. (1979): ibid. 176: 473.
- 16) GORIUGH, H. W. and F. H. THORSTENSON (1975): J. Chromatogr. Sci. 13: 212.
- 17) HALL, R. C. and D. E. HARRIS (1979): J. Chromatogr. 169: 245.
- 18) COBURN, J. A. et al. (1976): J. Assoc. Off. Anal. Chem. 55: 188.
- 19) JACKSON, M. D. and S. D. SOILEAN (1977): Bull. Environ. Contamin. Toxicol. 26: 97.
- 20) MOYE, H. A. et al. (1977): Anal. Lett. 10: 1049.
- 21) SONOBE, H. (1981): J. Chromatogr. 210: 356.
- 22) COCHRANE, W. P. and M. LANONETTE (1981): J. Assoc. Off. Anal. Chem. 64: 274.
- 23) ——— et al. (1982): ibid. 243: 307.
- 24) SPACINO, C. M. and J. N. HINES (1976): J. Chromatogr. Sci. 14: 549.
- 25) LAWRENCE, J. F. et al. (1981): J. Agric. Food Chem. 29: 722.
- 26) WILSON, A. M. and A. A. BUSHWAY (1981): ibid. 29: 749.
- 27) GASTAFSSON, K. H. and R. A. THOMPSON (1981): ibid. 29: 729.
- 28) ENGST, R. and W. SCHNAAK (1974): Residue Reviews. 52: 45.
- 29) THIER, H. P. et al. (1977): Lebensmittelchem. Gerichtl. Chem. 31: 25.
- 30) RHODES, R. C. (1977): J. Agric. Food Chem. 25: 528.
- 31) NEWSOME, W. H. and G. W. LAVVER (1973): Bull. Environ. Contamin. Toxicol. 10: 151.
- 32) NELSON, N. S. and J. H. RUST (1965): Method of Animal Experimentation, edited by W. J. GAY. Academic Press Inc., New York 2: 143.
- 33) HALEY, R. J. et al. (1965): Pharm. Sci. 54: 139.
- 34) GRAHAM, S. L. et al. (1973): J. Agric. Food Chem. 21: 324.
- 35) ONLEY, S. H. and G. YIPI (1971): J. Assoc. Off. Anal. Chem. 54: 165.
- 36) HAINES, L. D. and I. L. ALDER (1973): ibid. 56: 333.
- 37) OTTO, S. et al. (1977): J. Environ. Sci. Health. B12: 179.
- 38) NEWSOME, W. A. (1972): J. Agric. Food Chem. 20: 965.
- 39) NASH, R. G. (1974): J. Assoc. Off. Anal. Chem. 57: 1015.
- 40) KING, R. R. (1977): J. Agric. Food Chem. 25: 171.
- 41) ONLEY, Y. et al. (1977): J. Assoc. Off. Anal. Chem. 60: 1105.
- 42) MASSEY, R. C. et al. (1982): J. Chromatogr. 240: 254.
- 43) DOUGH, P. G. C. (1974): Xenobiotica 4: 457.
- 44) KIRKLAND, J. J. (1974): J. Agric. Food Chem. 22:

419.  
 45) GARDINER, J. A. et al. (1974) : *ibid.* 22 : 419.  
 46) DOUCH, P. G. C. (1973) : *Xenobiotica* 3 : 369.  
 47) SOEDA, Y. et al. (1972) : *Agric. Biol. Chem.* 36 : 817  
 48) ——— et al. (1972) : *ibid.* 36 : 631.  
 49) ROUCHAND, J. P. et al. (1977) : *Pesticide Sci.* 8 : 31.  
 50) YASUDA, Y. et al. (1973) : *Ann. Phytopathol. Sci. (Japan)* 39 : 49.  
 51) FLEOKER, J. R. et al. (1974) : *J. Agric. Food Chem.* 22 : 592.  
 52) CHIBA, M. (1977) : *ibid.* 25 : 368.  
 53) AUSTIN, D. J. et al. (1976) : *Pesticide Sci.* 7 : 211.  
 54) 志賀直史ら (1977) : *日本農薬学会誌* 2 : 27.  
 55) 武田明治ら (1976) : *衛生試験* 94 : 9.  
 56) ATEN, C. F. et al. (1982) : *J. Agric. Food Chem.* 30 : 611.  
 57) KIRKLAND, J. J. et al. (1973) : *ibid.* 21 : 368.  
 58) TAFURI, F. et al. (1980) : *ibid.* 28 : 1150.  
 59) MAEDA, M. and A. TSUJI (1976) : *J. Chromatogr.* 120 : 449.  
 60) KITADA, Y. et al. (1982) : *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* 65 : 1302.  
 61) CABRAS, P. (1983) : *J. Chromatogr.* 256 : 176.  
 62) 小坂璋吾ら (1970) : *農薬生産技術* 22 (補) : 27.  
 63) 小野成男・遠山典広 (1980) : *日本農薬学会誌* 5 : 623.  
 64) SHIGA, N. et al. (1983) : *J. Chromatogr.* 257 : 151.  
 65) ROSEBOOM, H. and H. A. HERBOLD (1981) : *ibid.* 208 : 137.  
 66) LENG, M. L. (1979) : *Symposium of Collaborative International Pesticide Adversery Council (CIPAC), Baltimore, Maryland, June 7.*  
 67) RYAN, J. J. and J. C. RILON (1980) : *J. Chromatogr.* 197 : 171.  
 68) O'KEEFE, P. W. et al. (1982) : *ibid.* 242 : 305.  
 69) KRAUSE, R. T. (1980) : *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* 63 : 1114.  
 70) SPRANKLE, P. et al. (1978) : *Weed Sci.* 26 : 673.  
 71) *Pesticide Analytical Manual, by Food and Drug Administration, Washington, D. C., 1980, Pesticide Regional Section 180~360.*  
 72) MOYE, H. A. and P. A. St. JOHN (1980) : *Am. Chem. Soc. Symp. Ser. No. 136, Chap. 7.*  
 73) ——— et al. (1983) : *J. Agric. Food Chem.* 31 : 69.  
 74) LASETER, L. et al. (1981) : *Anal. Chem.* 50 : 1169.  
 75) BORSETTEI, A. P. and J. A. G. ROACH (1978) : *Bull. Contamin. Toxicol.* 20 : 241.  
 76) HAILLESS, R. L. et al. (1978) : *Bioméd. Mass Spectrom.* 5 : 232.  
 77) CAIRNS, T. et al. (1982) : *Anal. Chem.* 54 : 952.  
 78) WRIGHT, L. H. (1982) : *J. Chromatogr. Sci.* 20 : 1.  
 79) HORMANN, W. D. et al. (1979) : *Pestic. Monitoring J.* 13 : 128.  
 80) FRANK, R. et al. (1979) : *ibid.* 13 : 120.  
 81) ——— et al. (1979) : *J. Great Lakes Res.* 5 : 131.  
 82) ——— and G. J. SIRONI (1979) : *Sci. Total Environ.* 12 : 223.  
 83) ERICKSON, M. D. et al. (1979) : *J. Agric. Food Chem.* 27 : 740.  
 84) ROSEBOOM, H. and H. A. HERBOLD (1980) : *J. Chromatogr.* 202 : 431.  
 85) LECLERCQ, P. A. and V. PACAKOVA (1979) : *ibid.* 178 : 193.  
 86) RAMSTEINER, D. A. and W. D. HORMANN (1979) : *J. Agric. Food Chem.* 27 : 934.  
 87) LIN, S-N. et al. (1980) : *ibid.* 28 : 85.  
 88) DUFEK, P. et al. (1980) : *J. Chromatogr.* 191 : 115.  
 89) ——— and V. PACAKOVA (1980) : *ibid.* 187 : 341.  
 90) AMBRUA, A. et al. (1981) : *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* 64 : 733.  
 91) PARKER, C. E. et al. (1982) : *J. Chromatogr.* 242 : 77.  
 92) POMERANTZ, I. H. et al. (1970) : *J. Assoc. Off. Anal. Chem.* 53 : 154.  
 93) BUTTLER, B. and W. D. HORMANN (1981) : *J. Agric. Food Chem.* 29 : 257.  
 94) MAYER, W. J. and M. S. GREENBERG (1981) : *J. Chromatogr.* 208 : 297.

## 本会発行図書

### 農薬用語辞典(改訂版)

日本農薬学会 監修

「農薬用語辞典」(改訂版)編集委員会 編

B 6 判 112 ページ 1,400 円 送料 200 円

農薬関係用語 714 用語をよみ方、用語、英訳、解説、慣用語の順に収録。他に英語索引、農薬の製剤形態および使用形態、固形剤の粒度、液剤散布の種類、人畜毒性の分類、魚毒性の分類、農薬の残留基準の設定方法、農薬希釈液中の有効成分濃度表、主な常用単位換算表、濃度単位記号、農薬関係機関・団体などの名称の英名を付録とした必携書。講習会のテキスト、海外出張者の手引に好適。

お申込みは前金(現金・振替・小為替)で本会へ

# 昭和 59 年の病害虫の発生と防除

## 農林水産省農蚕園芸局植物防疫課

### I 気象経過の概要と農作物の被害

昭和 58 年 12 月中旬以降、西高東低の冬型の気圧配置が強まり、北極の寒気団が長期間日本付近に停滞したため、昭和 20 年以来 39 年ぶりの寒い冬となった。また、全国的に豪雪記録を更新したが、特に日本海側の多雪地帯で昭和 38 年や 56 年などの記録を更新した地点が多かった。

この豪雪により、ムギ類では、北海道、東北、北陸で雪腐病の発生や大幅な生育遅延による収量減、野菜ではハウスの倒壊、果樹では主枝の裂傷、折損、リンゴやクワでは野そによる被害など広汎な雪害が発生した。

一方、九州では 58 年 11 月より 59 年 1 月中旬まで降雨がきわめて少なく、野菜の生育不良などの干害が発生した。

また、関東ではチャの株枯れ、東北、関東ではブドウのねむり病などの寒干害が発生した。

3 月は引き続き全国的に冷え込みが続き、4 月も九州の一部を除いて低温に経過した。4 月 18~20 日に岩手、宮城、4 月 30 日~5 月 1 日には徳島で発達した低気圧の通過に伴いムギ類などに風水害が発生した。

5 月上旬は全国的に低温傾向、中・下旬は関東以北の太平洋側では、引き続き低温であったが、その他の地域では平年並となった。9 日には茨城で降ひょうがあり、野菜で莖葉、果実に被害が発生した。13 日には九州で低気圧の通過によりムギ類などに風水害が発生した。さらに 19 日には九州各地で降ひょうがあり、果樹(カンキツ)、野菜で被害が発生した。31 日には九州南部で梅雨入りとなった。

6 月は前月に引き続き東日本の太平洋側で低温傾向が続いたが、他の地域では平年並であった。上旬には山形、関東各地、兵庫でタバコ、オウトウなどにひょう害が発生した。7~10 日にかけて九州北部から東北地方まで梅雨入りとなった。21 日には北海道(函館)で気圧の谷の影響で寒気が流れ込み、山間部ではジャガイモなどに霜害が発生した。下旬には日本の南岸に停滞する梅雨前線の活動が活発となり、西日本から東日本にかけての広い

範囲で局地的な大雨が降り、農作物に風水害が発生した。

7 月の月平均気温は全国的に高かった。5、11 日には関東の一部でひょう害が発生した。6 日には九州南部、9 日には四国、14 日には九州北部、中国、17~20 日には近畿、関東甲信、東海、東北、22 日には北陸で梅雨明けとなったが、これは平年に比べ、北陸、東海、近畿では平年並からやや遅く、その他の地域では 4~9 日早かった。17~25 日にかけて関東、東海など各地で局地的な豪雨があり、水稲などに被害が発生した。29~30 日には台風 7 号が薩南諸島を横切り、宮崎、鹿児島では水稲倒伏などの被害が発生した。

8 月は月平均気温が全国的に高く、月降水量は少なく、特に北海道、東北から近畿の太平洋側と山陰で平年の 40% 以下と干ばつ状態であった。このため中旬までに、北海道、東北、関東、北陸、九州の各地で「少雨に関する気象情報」が相次いで発表された。この干ばつにより、北海道、東北、関東、九州などで、野菜、飼肥料作物、まめ類、果樹などに被害が発生した。なお、上旬には、関東各地でひょう害が発生した。18~22 日には台風 10 号が東シナ海から日本海を縦断したため、九州(特に長崎)、中国、四国、北陸などで、水稲、野菜などに被害が発生した。しかし台風 10 号および 27~28 日の降雨で、干ばつ状態は一部を除いて解消した。

9 月は月初めに一部の地方でまとまった雨が降ったほかは、秋雨前線は本州の南方に停滞したものの高気圧に覆われることが多く、天気のは崩れは小さかった。2~4 日には秋雨前線の影響で北海道、秋田、香川などで風水害が発生した。6 日には岩手、22 日には群馬でひょう害が発生した。

10 月は全国的に月平均気温は低く、降水量は少なかった。15~16 日には気圧の谷の通過で高知などで風水害が発生した。月末には大陸の高気圧が日本付近に張り出し、冬型の気圧配置となり北海道では初雪が降った。

10 月 15 日現在の水稲の作況指数は、108 の「良」で、54 年以来の豊作となった。10 a 当たり収量は、全国平均では 515 kg が見込まれ、特に北海道、青森、秋田など 32 都道府県で史上最高の単収が見込まれている。

### II 病害虫の発生と防除の概要

59 年の夏作期間は前半は天候が不順であったが、後半

には好天に恵まれた。このため、当初イネの葉いもちなどの病害の発生が全般的に懸念されたものの、その後の好天により病勢が停滞し、後半にはイネの穂いもちをはじめとする病害は少なく、逆にアブラムシ類、ハダニ類、

カメムシ類、スリップス類など、害虫の発生が増加した。このほか、豪雪によるムギ雪腐病、果樹の野そ被害の多発、病害の中では高温性のイネ紋枯病、リンゴ斑点落葉病、ナシ黒斑病の多発、飛来数が少なかったことによ

病虫害別発生・防除状況

病虫害名	概 評	発生面積*(千ha) (前年比)	延べ防除面積* (千ha) (前年比)	備 考
(イネ)				
葉いもち	平年並、一部で多	826 (168)	2,193 (122)	盛夏期の好天により停滞 盛夏期の好天により少発 昨年多発、盛夏期の好天に よりまん延、防除徹底 風水害少 近年多発傾向
穂いもち	少	451 (81)	3,607 (100)	
紋枯病	平年並～やや多	1,165 (93)	2,326 (124)	
白葉枯病	少	48 (98)	38 (84)	3～4月の気温低く種子消 毒不十分 昨年よりは減少
縞葉枯病	関東、近畿、中国・四国な どの一部でやや多～多	265 (125)	—	
ばか苗病	各地でやや多～多	62 (141)	1,561 (120)	九州では少
もみ枯細菌病	西日本でやや多～多	105 (—)	39 (—)	
ニカメイチュウ	一部を除き少	327 (122)	1,445 (126)	九州では少
ヒメトビウンカ	関東、近畿、中国・四国な どの一部でやや多～多	835 (130)	1,396 (107)	
ツマグロヨコバイ	平年並以下	872 (81)	1,563 (100)	九州では少
セジロウンカ	近畿、中国・四国でやや多 ～多	858 (67)	1,484 (77)	
トビイロウンカ	少	185 (27)	1,383 (65)	実害少
イネハモグリバエ	少	52 (200)	202 (119)	
イネドロオイムシ	少	416 (96)	678 (101)	実害少
斑点米カメムシ類	平年並、一部でやや多	341 (121)	1,452 (105)	
フタオビコヤガ	北日本で多	310 (145)	485 (190)	
(ムギ)				
さび病類	九州の一部で黄さび病がや や多	52 (46)	43 (104)	オオムギで発生量やや多 融雪遅延により多発
うどんこ病	九州でやや多～多	109 (71)	62 (65)	
赤かび病	少、関東、東北の一部で多	49 (39)	76 (76)	融雪遅延により多発
雪腐病	多	76 (155)	88 (77)	
(サトウキビ)				
黒穂病	やや少～少	9 (90)	23 (121)	鹿児島でやや多
カンシャコバナ	平年並～やや多	37 (119)	54 (154)	
ナガカメムシ	平年並以下	16 (200)	9 (225)	鹿児島でやや多
アオドウガネ	平年並以下	10 (71)	8 (133)	
カンシャクシコメツ キ				
(ダイズ)				
紫斑病	平年並以下	10 (52)	61 (75)	盛夏期の好天により少発 盛夏期の好天
ハスモンヨトウ	平年並～やや多	34 (83)	39 (57)	
アブラムシ類	西日本で平年並～やや多	43 (107)	40 (88)	〃
ハダニ類	平年並～やや多	23 (115)	4 (44)	
カメムシ類	平年並、一部でやや多	39 (100)	62 (82)	〃
(カンキツ)				
そうか病	平年並以下	22 (73)	131 (86)	前期発生は平年並～やや多
黒点病	平年並以下、四国、九州の 一部でやや多	110 (97)	376 (96)	
かいよう病	平年並以下	17 (60)	78 (77)	盛夏期の好天
ヤノネカイガラムシ	平年並以下	23 (95)	167 (78)	
ミカンハダニ	平年並～やや多	116 (90)	426 (98)	
(リンゴ)				
モニリア病	平年並以下	3 (300)	46 (100)	盛夏期の高温により多発 感染期の天候不順
斑点落葉病	北日本でやや多	28 (103)	335 (89)	
黒星病	東北の一部で多	8 (100)	182 (89)	盛夏期の好天
ナシヒメシンクイ	少	1 (100)	179 (128)	
ハマキムシ類	平年並	20 (95)	187 (110)	盛夏期の好天
ハダニ類	平年並、一部でやや多	28 (107)	164 (107)	
クワコナ	少	1 (100)	53 (117)	
カイガラムシ				

病虫害名	概 評	発生面積(千ha) (前年比)	延べ防除面積 (千ha)(前年比)	備 考
(ナシ) 黒斑病	中国・四国、九州でやや多 ～多	7 (116)	140 (110)	「つつみ込み」と盛夏期の 高温により多発
黒星病	平年並、関東では少	4 (66)	157 (95)	
ナシヒメシンクイ	平年並以下	3 (150)	62 (91)	盛夏期の好天
ハダニ類	やや多	10 (100)	66 (104)	
クワコナ カイガラムシ	平年並以下、一部やや多	1 (100)	21 (116)	
(モモ) せん孔細菌病	少、一部で多	2 (66)	19 (111)	盛夏期の好天
灰星病	少	1 (20)	40 (87)	
(ブドウ) 晚腐病	平年並以下	3 (60)	64 (91)	罹病性品種の増加 盛夏期の好天
べと病	西日本の一部でやや多	4 (80)	73 (114)	
スリップス類	平年並～やや多	6 (120)	30 (115)	
(カキ) カキヘタムシ	平年並、一部でやや多	5 (125)	31 (103)	
スリップス類	西日本の一部でやや多	4 (100)	30 (115)	
(パインアップル) パインアップル コナカイガラムシ	少	1 (100)	1 (50)	
(果樹共通) カメムシ類 <sup>1)</sup>	西日本の一部でやや多	11.2(52)	54 (96)	1): カンキツ、ナシ、カキ での発生面積
(チャ) チャノコカク	平年並、静岡では少	24 (100)	142 (96)	2): トマト、ピーマン、キ ュウリ、スイカ、タマ ネギでの発生面積
モンハマキ	平年並～やや多、静岡では 少	32 (88)	108 (69)	3): トマト、レタス、イチ ゴでの発生面積
チャノミドリ ヒメヨコバイ カンザワハダニ	平年並～やや多、静岡では 少	27 (96)	148 (97)	
(キュウリ) べと病	平年並、一部でやや多	11 (100)	100 (91)	4): トマト、ナス、ピーマ ン、キュウリ、スイカ、 ダイコン、ハクサイ、 ネギ、レタス、ホウレ ンソウ、サトイモ、イ チゴでの発生面積
うどんこ病	平年並、一部でやや多	7 (77)	59 (90)	
斑点細菌病	平年並以下、一部でやや多	6 (75)	63 (85)	
モザイク病	平年並以下、一部でやや多	2 (100)	— (—)	
(スイカ) つる枯病	平年並、一部でやや多～多	8 (80)	64 (97)	5): ナス、スイカ、イチゴ、 サトイモでの発生面積
炭そ病	平年並、一部でやや多～多	5 (100)	62 (103)	
(ダイコン) モザイク病	平年並、一部でやや多～多	10 (83)	— (—)	6): ハクサイ、キャベツ、 ニンジン、ホウレンソ ウでの発生面積
(ハクサイ) 軟腐病	平年並、一部でやや多～多	4 (57)	32 (133)	
(キャベツ) 黒腐病	平年並以下、一部でやや多	4 (66)	35 (102)	
コナガ	平年並、一部でやや多	15 (88)	81 (92)	
モンシロチョウ	平年並	11 (122)	57 (101)	
(レタス) 菌核病	平年並以下、一部でやや多	2 (100)	24 (100)	
(野菜共通) 疫 病 <sup>2)</sup>	やや少～少	8.8(76.4)	116.9(96.9)	盛夏期の好天 // //
灰色かび病 <sup>3)</sup>	平年並以下、一部でやや多	9.1(110.4)	90.0(113.7)	
アブラムシ類 <sup>4)</sup>	平年並～やや多	93.1(106.5)	404.0(110.4)	
ハダニ類 <sup>5)</sup>	平年並～やや多	34.3(105.2)	119.6(107.7)	
ハスモンヨトウ	平年並～やや多	—	—	茨城、大阪、広島、神奈川、 岐阜で新たに発生、計24県
ヨトウガ <sup>6)</sup>	平年並	17.7(99.8)	109.2(94.6)	
ミナミキイロ アザミウマ	平年並	9.0(72.7)	—	
(その他) 野そ	果樹で被害大	—	—	豪雪により被害多発

\* 面積は昭和 59 年 10 月 1 日現在の数値

るイネのトビイロウンカの少発などが特徴的であった。

なお、病害虫別の発生・防除状況および発生予察情報発表状況は前掲の表のとおりである。

### III 病 害 虫 対 策

#### 1 イネミズゾウムシ

本年新たに大分、宮崎、鹿児島、佐賀、香川、長崎、熊本の7県で発生が確認され、北海道、沖縄を除く45都府県1,641市町村502,919haの水田に発生した。

このため、育苗箱施薬、粒剤の水面施用などの防除を実施し、水稻の被害の軽減を図るとともに、防除技術の普及、定着を推進した。

#### 2 さとうきび黒穂病

さとうきび生産振興上問題となっている黒穂病について、罹病株などの抜き取り・焼却、種苗消毒、立毛中茎葉散布などによる防除を実施した。

#### 3 特殊病害虫

##### (1) ウリミバエ

奄美群島：喜界島において前年に引き続いて不妊虫放飼（毎週400万頭）による根絶防除を実施した結果、野生虫密度は著しく低下してきている。その他の地域では、前年に引き続いて誘殺紐などによる被害軽減防除を実施した。また、将来奄美群島全域からウリミバエを根絶するため、57年度から3年計画で増設していた不妊化虫大量増殖施設（毎週4,000万頭生産規模）が完成した。

沖縄県：53年に根絶した久米島に隣接する慶良間諸島において、前年に引き続いて不妊虫放飼（毎週400万頭）による根絶防除を実施したほか、宮古群島において2月から密度抑圧防除を実施したのち、8月から不妊虫放飼（毎週3,000万頭）による根絶防除を開始した。その他の地域では、奄美群島同様に被害軽減防除を実施した。

また、将来沖縄県全域からウリミバエを根絶するため、55年度から不妊化虫大量増殖施設の建設を行っており、第二次整備として本年から3年計画で内部設備（1億頭生産規模）の整備に着手した。

##### (2) ミカンコミバエ

宮古、八重山群島：雄誘殺法（メチルオイゲノールと殺虫剤をしみ込ませたテックス板のヘリコプタ散布および地上つり下げ）による根絶防除を継続実施した結果、宮古群島において本年10月根絶が確認され、以後侵入警戒調査を継続して実施した。八重山群島においても防除効果が上がっており、野生虫の密度は著しく低下してきている。

沖縄群島：前年に引き続いて侵入警戒調査を実施した。

小笠原諸島：前年に引き続いて不妊虫放飼（毎週700万頭）による根絶防除を実施した結果、全島とも野生虫が発見されなくなったため、最終的な駆除確認調査が実施された。

##### (3) アフリカマイマイ

奄美、沖縄および小笠原諸島の被害の著しい野菜は場などにおいて、マイマイ駆除剤散布による防除を実施した。

##### (4) 枝枯細菌病

北海道の一部地域で確認されているナシの枝枯細菌病について、前年に引き続いて罹病枝葉の除去、薬剤散布による防除を実施した。

##### (5) キンケクチブトゾウムシ

静岡、長野両県の一部地域で確認されたキンケクチブトゾウムシについて、有効薬剤の検索試験を兼ねた防除を実施するとともに、まん延防止を図るためシクラメン、ペゴニアなどの出荷時に移動検査を行った。

##### (6) 天敵増殖配布

害虫の総合防除対策の推進を図るため、果樹の重要害虫であるイセリアカイガラムシ、ルビーロウムシ、ミカントゲコナジラミのそれぞれの天敵であるベダリアテントウムシ、ルビーアカヤドリコバチ、シルベストリコバチの増殖配布を静岡、岡山、長崎の各県でそれぞれ実施した。

### IV 農 林 水 産 航 空 事 業

本年の農林水産航空事業実施状況については、その主幹作業である水稻病害虫防除の実施面積についてみると、1,504千haで前年より99千ha(7.0%)増加した。これは、農村における兼業化および農業従事者の高齢化等農業労働力の量的・質的低下、地上防除における防除組織の弱体化、生産コスト低減化の要求などにより航空防除が見直される傾向にあること。また、航空防除の持つ広域一斉かつ管理された安全な請負い防除法としてのメリットが再認識され、病害虫防除の基幹的な防除手段として位置づけられ普及・定着してきていることによる。この実施面積の増は、新規に開始した地区の増、航空防除の定着している地区での散布回数増などによるものと考えられる。これを県別に見ると、前年より航空防除の実施面積が増加した県は北から、青森(34.8%増)、宮城(13.1%増)、秋田(7.2%増)、山形(61.2%増)、福島(25.5%増)、栃木(2.2%増)、埼玉(3.6%増)、千葉(1.2%増)、新潟(2.9%増)、福井

(2.6%増)、岐阜(14.1%増)、愛知(8.8%増)、三重(5.6%増)、熊本(5.9%増)および鹿児島(9.5%増)県であり、また、石川県においては新たに180haが実施された。その他の県では、近年病害虫の発生が少ない傾向にあることおよび水田利用再編対策による転作作物の作付け増や農村の都市化の進展による宅地化などのため、散布適地の確保が困難になったことにより、いずれも減少している。実施面積の動向を地域別に見ると、東北は737千haで前年より14.7%の増、関東は山梨県が中止したこともあったが440千haで横ばい、北陸は173千haで2.1%の増、東海は42千haで9.3%の増、近畿は63千haで4.3%の減、九州は49千haで2.1%の増であった。

果樹部門では、クリ、ミカン、カキの病害虫防除、リンゴの野そ駆除の作業で9千haが実施され、前年より550ha(6%)減少した。

畑作部門では、クワ、ムギ、サトウキビ、ダイズなどの病害虫防除で40千haで前年より1千ha(2.7%)減少した。これは、ムギの赤かび病防除が大幅に減少したことによる。

畜産部門では、牧野の施肥、ダニ駆除の作業であり、実施区域がほぼ定着している関係から、17千haで前年とほぼ同じであった。

ミバエ類防除では、沖縄、小笠原諸島に発生しているウリミバエおよびミカンコミバエを根絶するため、誘殺板、不妊虫放飼による防除で1,708千ha実施され、前年より375千ha(28.1%)増加した。

その他部門では、徳島県のレンコンの褐斑病防除に1千ha実施され、前年とほぼ同じであった。

その他実用化試験として、水稻の湛水土中直播栽培試験、除草剤の散布試験、粒状殺菌剤の少量散布試験などが行われ、好成績を収めている。

以上、ミバエ類防除、実用化試験を除いた農業部門の実施面積の合計は、1,571千haで前年より6.6%増加した。

林業部門における民有林関係では、469千haで前年より5千ha(1.2%)増加した。これを作業対象別に見ると松くい虫防除は、本年、新たに岩手、山形、埼玉、福井県で実施されたこともあって、293千haで前年より26千ha(9.8%)増加した。これを地域別に前年との伸び率で見ると、東北73.6%増、関東4.4%減、北陸23.2%増、東海4.8%増、近畿18.1%減、中国・四国7.8%増、九州6.6%増、沖縄885.1%増であった。また、鉄砲型噴口による松くい虫防除は、埼玉、福井、岡山および熊本県で新規に始められ、従来か

らの実施県を含め17県で実施された。松くい虫防除以外の作業では、野そ駆除が167千haで前年より2.6%減少し、その他林地除草、治山および施肥の計が9千haで、前年より52.2%増加した。

農林水産航空事業に使用されたヘリコプタは251機で、前年より13機増加した。なかでも小型機に代わり中型機の増加が著しく、中型機は前年より19機増え73機となり、全体機数の29%を占めるようになった。このため、今後中型機稼働の効率的な散布環境を整える必要がある。

本事業にかかる航空機事故は、3件で前年より1件減少し、本事業発足以来最低の事故件数となった。事故原因別では、架線などへの接触事故2件、機体トラブル1件で、うち死亡事故が昨年に引き続き1件の発生を見た。

農業(ミバエ類防除を除く)における使用農薬の散布剤型別面積割合は、液剤40.9%(前年40.5%)、液剤少量11.7%(同10.9%)、微量剤36.3%(同36.3%)、粒剤2.3%(同2.8%)、微粒剤6.2%(同6.1%)、粉剤2.6%(同3.4%)であり、年々ドリフトの少ない剤型への転換が進んでいる。

## V 農薬の出荷状況

59農業年度(58.10~59.9)の農薬の需給はおおむね安定基調にあったものと見られるが、在庫についてはいもち病用薬剤を中心に増加したと見られる。

59農業年度における農薬の出荷は、数量ベースでは前年に比べいもち剤、紋枯病剤の増加が顕著であったことから、約2%増となり約61万tに、金額ベースでも

59農業年度農薬出荷推定

(単位:t,千円)

用途		58年度出荷 (実績)	59年度(推定)	
			出荷	対前年 比(%)
殺虫剤	数量	222,178	215,500	97.0
	金額	121,394,255	126,978,000	104.6
殺菌剤	数量	128,589	142,300	110.7
	金額	89,575,570	97,458,000	108.8
殺虫殺菌剤	数量	70,962	76,000	107.1
	金額	24,347,860	27,294,000	112.1
除草剤	数量	152,734	151,800	99.4
	金額	102,157,007	103,791,000	101.6
その他	数量	27,948	27,600	98.7
	金額	8,516,454	8,346,000	98.0
合計	数量	602,411	613,200	101.8
	金額	345,991,146	363,867,000	105.2

ほぼ同様の増加をし、3,638億円になったと推計される。

用途別に出荷額を見ると、殺虫剤が前年に比べやや増加し、1,270億円程度に、殺菌剤はかなり増加し975億円に、殺虫殺菌剤はかなりの程度増加し273億円に、除草剤はわずかに増加し1,038億円になったと見られる。

数量的に見れば、水稲用農薬のうち、ウンカ、いもち病、紋枯病用薬剤が増加したのに比べ、マシン油乳剤、塩素酸塩剤など低価格品目の減少が目だった。このため、出荷金額の伸びは出荷数量の伸びに比べ高くなったと見られる。

昭和59年発生予察警報・注意報の発令状況(昭和59年10月1日現在)

(1) イネ

	葉いもち	穂いもち	紋枯病	縞葉枯病	セジロウンカ	トビイロウンカ	イネミズゾウムシ	その他の病虫害
北海道	7.12	7.28						6.23-イネクビホソハマシ 7.25-アカヒゲホソミドリメクラガメ
東北	森手城 7.19 7.54 6.29, 7.23	7.30 8.1	7.24 8.1					6.14-イネドロオイムシ 4.19-苗立枯病, 苗いもち 3.22-ばか苗病
	秋田 7.5, 7.11	7.23	7.23					
北陸	山形 6.21 福島 7.10	7.26 7.25	7.26				6.9	
	茨城 6.30 栃木 6.25 群馬 6.25 埼玉 6.25 千葉 6.25 東京都 6.25 神奈川県 6.25 静岡県 6.25	8.3 7.26 7.13 7.31	7.20 7.28 7.20 7.31	6.6 6.6, 6.25 6.18, 6.25 6.14, 6.22 6.25				5.1 5.31 6.1 5.14
北陸	新潟 6.29 富山 7.6 石川 7.6	7.17 7.19 7.17 7.17	8.2 7.19 7.10 7.12		8.7		5.26 5.21	
東海	岐阜 7.9, 7.27 愛知 7.2	7.21, 7.27 8.2 7.19						
近畿	滋賀 7.25 京都 7.25 大阪 7.25 兵庫 7.25 奈良 7.25 和歌山 7.25		7.17 7.30 8.15 8.3	6.29	7.30 7.19		5.10 5.31	
中国四国	鳥取 7.14 島根 7.14 岡山 7.14 広島 7.14 山形 7.14 徳島 7.14 香川県 7.14 愛媛 7.14 高知 7.14	7.14	8.3 7.20		7.12 7.14	8.25 8.2, 8.31	5.19 6.1 5.25 5.17 4.23	
	福岡 6.25 佐賀 7.12 熊本 6.7, 7.20 長門 6.7, 7.20 熊野 6.7, 7.20 大分 6.7, 7.20 宮崎 6.7, 7.20 鹿児島 6.7, 7.20	8.18 7.13 8.9, 8.21 8.21 8.1	8.30 8.9			7.14	9.14	
沖縄								

注 ゴシツクは警報, 他は注意報, 数字は発表月日. 警報および注意報の発表のなかった都道府県は削除.

(2) 畑作物

北海道	7.6-コムギの赤かび病, ジャガイモの疫病, 8.9-テンサイの褐斑病, 8.23-コムギの条斑 病	石川	5.17-ムギ類の赤かび病, 9.4-まめ類のハス モンヨトウ
岩手	3.22-ムギの雪腐病	福井	4.23-ムギ類の赤かび病
埼玉	2.16-ムギのムギダニ, 4.13-ムギのムギアカ タマバエ	愛知	9.10-ダイズのハスモンヨトウ
富山	5.15-ムギ類の赤かび病	鳥取	8.31-ダイズのハスモンヨトウ
		長崎	8.30-ダイズのハスモンヨトウ, 9.25-ダイズ のハスモンヨトウ
			9.11-秋ダイズのハスモンヨトウ

(3) 果樹

青森	6.30-リンゴ斑点落葉病, リンゴ黒星病	鳥取	3.13-ナシ黒星病・黒斑病, 3.28-ナシ黒星 病, 5.21-ナシ黒斑病, 7.26-ナシ黒斑病
秋田	7.13-リンゴ斑点落葉病	広島	6.27-カンキツ黒点病, ブドウべと病
山形	6.22-オウトウ灰星病, 7.11-リンゴ黒星病	愛媛	5.26-カキのカキクダアザミウマ
群馬	6.15-果樹類のアブラムシ類	長崎	7.11-カンキツ黒点病
神奈川	6.27-カンキツ黒点病	熊本	3.9-カンキツの落葉性病害, 7.12-ブドウべ と病, 7.26-カンキツのウスカワマイマイ
長野	5.22-リンゴ黒星病, 7.20-リンゴ・ナシ・モ モのハマキムシ類, 7.31-ナシ黒斑病	鹿児島	3.15-カンキツのクワゴマダラヒトリ, 5.30- チャのチャノホソガ, チャノキイロアザミウ マ, 7.3-チャのチャノホソガ, チャノミドリ ヒメヨコバエ
静岡	10.1-カンキツミカンハダニ		
福井	6.26-ナシ黒斑病		

(4) 野菜

北海道	8.9-野菜類のヨトウガ	高知	3.21-ナス・キュウリ・トマト・インゲンの 灰色かび病
群馬	6.15-野菜類のアブラムシ類, 9.10-ダイコン のウイルス病	福井	9.20-イチゴの炭そ病
石川	9.4-野菜類のハスモンヨトウ	岡賀	1.28-ナスの灰色かび病
愛知	9.10-ミナキイロアザミウマ, 10.8-キャベ ツ・ハクサイのヨトウガ類	長崎	9.11-野菜類のハスモンヨトウ
鳥取	6.26-スイカの疫病, 褐色腐敗病	熊本	1.25-トマト・ナス・キュウリ・イチゴの灰 色かび病・菌核病, トマトの疫病, キュウリ のべと病, 6.28-トマト・ピーマンの疫病, キュウリのべと病・斑点細菌病, ダイコン・ ハクサイの軟腐病, キャベツ黒腐病
岡山	9.4-秋まきアブラナ科野菜のハイマダラノメ イガ	沖縄	1.26-ピーマン・スイカの菌核病, 5.26-スイ カの灰白色斑紋病
山口	3.29-タマネギのべと病		
香川	4.13-タマネギのべと病		

昭和59年特殊報の発令状況 (昭和59年10月1日現在)

(1) イネ

山形	6.21-セジロウンカ本田初確認	山口	4.19-イネミズゾウムシ越冬虫の確認
群馬	6.19-アブラムシ類異常発生, 7.24-ヒメトビ ウンカ発生動向に注意	香川	5.25-イネミズゾウムシ初確認, 6.4-イネミ ズゾウムシ発生地域の拡大
新潟	6.7-葉いもち 本田初確認, 6.21-セジロウン カ初確認	福井	5.25-イネミズゾウムシ発生地域の拡大
大阪	7.6-イネドロオイムシ異常発生	岡賀	5.25-イネミズゾウムシ初確認
兵庫	5.11-イネミズゾウムシ越冬成虫密度が高い	長崎	5.28-イネミズゾウムシ初確認
取根	5.18-イネミズゾウムシ発生地域の拡大	熊本	6.4-イネミズゾウムシ初確認
鳥島	7.11-セジロウンカ生息密度がやや高い	大分	5.14-イネミズゾウムシ初確認
広島	5.18-イネミズゾウムシ越冬成虫の密度が高 い, 5.18-セジロウンカの初飛来が早い	崎	5.17-イネミズゾウムシ初確認
		鹿	5.22-イネミズゾウムシ初確認, 8.21-紋枯 病・トビロウンカ発生動向に注意
		児	
		島	

(2) 果樹等作物

群馬	3.30-昭和58年度に発生した新病害虫(ナシの ナナフシムシの一種)	岐阜	7.2-カキクダアザミウマ 新発生
千葉	5.2-ナシのさび色胴枯病(仮称) 新病害, 8.11-ナシのモモシンクイガ 新発生	伊賀	9.11-カキクダアザミウマ 新発生
静岡	7.25-キウイかいよう病 新病害	京都	6.5-カキクダアザミウマ 新発生
		福岡	5.24-カキクダアザミウマ 新発生

(3) 野菜(畑作物および花卉を含む)

茨城 群馬	3.8-ミナミキイロアザミウマ 新発生 3.14-コムギのムギダニの異常発生, 3.30-昭和58年度に発生した新病害虫 ハウレンソウの萎ちょう病, ダイコンのバーティシリウム黒点病, アフリカハウセンカのチャノホコリダニ, ユリのチビクロボネキノコバエ	埼玉 千葉 岐阜 大阪	7.2-クワイの茎腐病 新病害, ニンジンの斑点細菌病 新発生, タマネギの萎黄病 新発生 5.2-ニンジンのしみ腐病 新病害, メロンの黒点根腐病と根腐萎ちょう病 新病害 8.31-メロンのえそ斑点病 新発生 4.27-ミナミキイロアザミウマ 新発生
----------	---	----------------------	---

中央だより

—農林水産省—

○野菜ハダニ類の発生予察方法の確立に関する特殊調査成績検討及び計画打ち合わせ会議開催さる

上記会議が、12月10日農林水産省農蚕園芸局第2会議室において、担当県(栃木、静岡、奈良、福岡、和歌山、鳥取、埼玉)、農業研究センター、農業環境技術研

究所、野菜試験場、農蚕園芸局植物防疫課の担当官が参集し開催された。

会議では、①ハダニ類の発生消長、②ハダニ類の密度推定法、③ハダニ類の要防除密度、等について59年度の成績検討ならびに60年度の計画打ち合わせが行われた。

人事消息

兼商化学工業株式会社と兼商株式会社は昭和60年1月1日付けで合併し、新会社アグロ・カネショウ株式会社が発足した。所在地は旧兼商株式会社と同じ。

新刊本会発行図書

新版 土壌病害の手引

「新版土壌病害の手引」編集委員会 編

B5判 349ページ 上製本  
定価 6,000円 送料 350円

長く親しまれてきた「土壌病害の手引」旧版を新しく書き直し、全面的に改訂しました。土壌病害全般にわたって、基礎から応用までを詳しく解説しております。土壌病害研究の専門家はもちろん、学生、普及所、試験場など幅広い方々にご利用いただけます。

内容目次

- 第1章 土壌病害とは  
土壌病害と病原/土壌病害の特色/土壌病菌の特色/防除の特殊性
- 第2章 土壌病害の診断  
土壌病害の見分けかた/種々の土壌病害の見分けかた/病原の分離から同定まで(一般的手法/種々の病原の分離と同定)
- 第3章 病原の生態と発病のしくみ  
病原の生活環/土壌病害の発病環境/病原菌と土壌微生物、宿主植物との間の相互関係/土壌伝染性ウイルス病/線虫病
- 第4章 土壌病害の防ぎかた  
薬剤防除/物理的防除/生態的防除/抵抗性品種(台木)の利用
- 第5章 土壌病害の実験法  
接種試験法(接種法と調査法)/病原の検出と定量/病原の培養と保存/薬剤試験法/品種抵抗性検定法/生態実験法

付録

文献/培地組成と作りかた/土壌病害用語解説/病名・病原名索引

お申込みは前金(現金・振替・小為替)で本会へ

植物防疫基礎講座  
昆虫行動解析法 (1)

## 飛しょう風洞とその取り扱いかた

農林水産省農業環境技術研究所 かわ さき けん じ ろう  
川 崎 建 次 郎

### 1 風洞とは

昆虫の運動は歩行、跳躍とならんで飛しょうが大きな部分を占める。空を飛ぶという経験はわれわれにはなじみが薄い、他の移動運動と比べて際だった特徴を持つ。まず移動の方向性が自由に選べるが、これは上下左右のどの方向にも動く三次元的な動きを意味する。また風という障害に抗して自らの動きを調節する必要がある。そして風と自分の移動力の合力の結果として自分がどちらの方向へ動いているのかを視覚的なものを手がかりにして知り、移動を調節する必要がある。

このように、飛しょう行動が正常に維持されるためにはいくつかの要因が関係するが、このような「飛ぶ」ことを解析するために、野外観察のほか、いろいろな要因を調節できて昆虫が飛しょうするのに十分な空間に風の流れを作りうる、風洞と呼ばれる装置を用いて昆虫の行動観察がなされている。ここでは、性フェロモンの生物検定に用いられている風洞を中心として、その作りかたを具体的に示す。

### 2 風洞の形

風洞は、その目的によっていろいろな形のものが考えられる。フェロモンなどのおい物質に対する定位飛しょう行動の解析には水平方向に風が流れるものが用いられているが、その形によって、円筒形、カマボコ形、角形などに分けることもできる。風洞の形は空気が乱れずに流れ、観察や虫、サンプルの出し入れが容易であればどのような形でもよい。

### 3 風洞の要素

#### (1) 大きさ

風洞の大きさは、その中で観察できる昆虫の行動の内容が大きく変わってくる。大型の昆虫は広い空間がなければ十分に飛ぶことができないし、飛しょう力の大きいものについても同じことが言える。風洞は断面積と長さによってその大きさを表すことができるが、例えばコナガのように小さいものを飛ばすとしても、円筒形の場合には直径は最低 20 cm 以上は必要であろう。長さにつ

いては、一般に 1 m から 3 m 程度のものが用いられている。

#### (2) 風速

昆虫の飛しょう力は種によって異なるが、フェロモン源の近くで定位飛しょうをしているときの飛しょう速度は一般に 1 m/s 以下である。風速による飛しょう行動の影響を調べる時以外は、0~1.5 m/s の風速が得られるように作っておけば十分であろう。この条件を満たすように風洞の断面積から計算される風量が得られるようなファンやドラフトと接続できるようにすればよい。

#### (3) 照明

昆虫の配偶行動は夜間に多く観察されるため、照度を調節できるような条件下に風洞を設置する必要がある。ふつうは暗室内に風洞を設置し、調光器の付いた蛍光灯またはトランスで明るさを調節できる白熱電球を風洞の上部に設置し、その下に乳白色のプラスチック板を置いて光を拡散させて風洞を照明している。あるいは、部屋全体の明るさが均一になるような照明装置を取り付ける場合もある。照度の調節範囲は夜行性の昆虫のみを対象とする場合は 0~100 lx の間の調節ができれば十分であるが、昼行性のものまでを対象と考える場合には、できるだけ高い照度が得られるようにする必要がある。

#### (4) ムービングフロア

昆虫のフェロモン源に対する定位飛しょうは、昆虫が地面(風洞では床面)を見て対地速度を知ることによって調節されている。これを利用して風洞の床面に風の流れと直角方向のしま模様ベルトを設置し、ベルトコンベアのように回すことによって昆虫に実際よりも早く飛んだり遅く飛んだりしているような錯覚を起こさせ、定位飛しょうをしている昆虫の飛しょうを調節することが可能である。このような動く床面のことをムービングフロアと言うが、これを設置した風洞を用いて定位飛しょう行動の解析が行われている。このムービングフロアは定位飛しょう行動の解析に必須のものではないが、利用価値は高いものと思われる。

#### (5) 行動解析用ビデオカメラ、ビデオテープレコーダー

昆虫の風洞内での行動を解析する方法はさまざまであ

るが、直接目で観察するほかに、テレビなどを用いて記録・再生して解析する方法がある。記録のためにテレビカメラを設置する場合、その位置は、目的によるが風洞側面と風洞の上方から撮影するのが一般的である。側面からの撮影は三脚を用いればよいが、上方から撮影するためにはカメラを固定するための足場が必要となるので、風洞を作るときにこのことも考慮に入れておく必要がある。

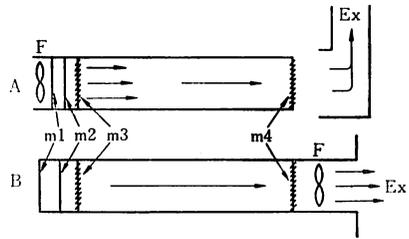
4 風洞の設置場所

風洞は夜行性の昆虫を対象として用いられることが多いので、暗条件を作ることのできる部屋に設置するほうがよい。しかし、この条件が満たされなときは、実験効率は悪いが夜間に実験を行えばどこでも設置できる。また、温度条件も調節できることが望ましいが、対象昆虫の発生する時期に自然の温度条件下で実験を行うこともできる。環境条件として重要なものの一つとして、湿度条件が挙げられる。特に夜行性の昆虫では湿度が高い夜間に活動するため、湿度を上げないと著しく反応率が低くなるものもある。湿度を高めるためには、市販の加湿器を部屋の大きさに合わせて何台か設置する。また、それでも湿度が低いときには、風洞の空気の吸込み口の所に加湿器を持ってくるようにする。

もう一つ重要な条件として、換気設備が挙げられる。風洞はフェロモンなどの生理活性物質の生物検定に多く用いられているが、これらの空気中に拡散する物質を実験室の外へ排出しないと部屋全体が活性物質によって汚染されて、実験がうまくいなくなる。このため、風洞から排出される空気をすべて部屋の外へ出してしまいうように、風洞をドラフトや換気扇に接続するように設計する。また部屋全体の換気設備も必要である。この点からいっても生理活性物質を扱う場合には、サンプルを調製する部屋は風洞のある部屋から切り離し、低濃度のサンプルだけを風洞実験室に持ち込むことが望ましい。さらに風洞実験室の中にドラフトを作り、使用するときを持ち込まれる低濃度のサンプルもその中に置いて部屋の汚染を防ぐくらい慎重さも必要である。

5 吹き込み式と吸い出し式の風洞

風洞にはファンを風洞の前に取り付けて空気を風洞内に吹き込む吹き込み式と、ファンを風洞の後ろに取り付ける吸い出し式がある(第1図)。この両者にはそれぞれ特徴がある。まず吹き込み式の長所としては、気流の乱れが少ないこと、風下側を開放状態にすることができて材料の虫を入れるのが容易であること、そして短所としては、風洞から吹き出された空気を屋外に排出するために別の排気装置が必要となること、などが挙げられ



第1図 吹き込み式の風洞(A)と吸い出し式の風洞(B)

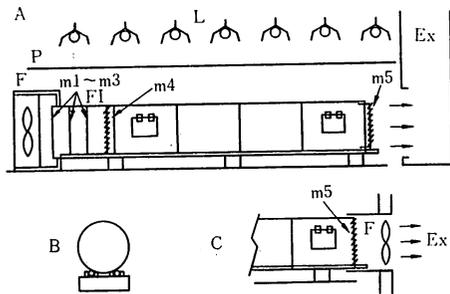
m1, m2: 整流用の紗, m3, m4: 金網, F: ファン, Ex: 外部への排気

る。特に大型の吹き込み式の風洞では、すべての空気を屋外に排出するためのファンを別に設けることが困難なこともあるため、気流の乱れが少なくおい物質のブルームが広がりにくいことを利用し、フェロモン・ブルームの部分だけを屋外に排出する方法もとられている。次に吸い出し式であるが、長所としては、風洞内のサンプルを含む空気をすべて排出できること、ファンが一つでよいこと、そして短所としては、風洞の継ぎ目をきちんとシールしないと風洞内の気流が乱れやすいこと、風下側の端はファンにつながっているため開放状態にできずに、虫を入れるための入り口を別に作る必要があること、などが挙げられる。このどちらの風洞を作るかはその目的や設置可能な場所の条件にもよるが、フェロモンなどの生理活性物質の生物検定で、きれいなフェロモン・ブルームの気流を小型の風洞で作りたい場合には、吹き込み式の風洞が良いであろう。

6 円筒型風洞の作りかた

小型の風洞を作る場合には、円筒型の風洞がもっとも簡単にできる。用意する主な物としては、プラスチックの円筒、風を作るためのファン、円筒を乗せるパイプ、照明用のランプ、光を拡散させるための乳白色のプラスチック板、などがある。ここでは、吹き込み式の風洞を中心に、作りかたの解説をする。

まずプラスチックの円筒であるが、市販品で内径が50cmまでのアクリルパイプが手に入るので、これを利用する。市販品は1mの長さであるので、このままだと内壁が汚れたときに洗にくいので、50cm単位に切ったほうがよい。アクリルパイプは値段が高い(サイズにもよるが、1m当たり2~8万円)ので、透明の問題や市販されているサイズの制限はあるが、透明の塩ビパイプを使ってもよいであろう。次にファンであるが、十分な風量が得られるものならどのようなものでもよいが、市販の換気扇のシャッターを取り外して使うことにする。円筒を乗せるパイプは鉄または塩ビ製で、直径が



第2図 円筒型の風洞

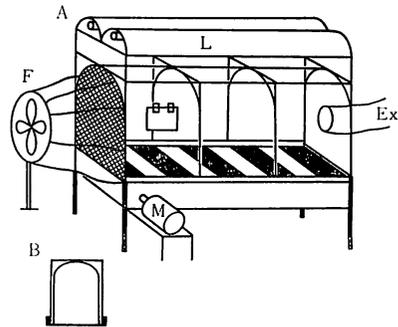
A : 全体図, B : 断面図, C : 吸い出し式とする場合

L : 照明装置, P : 光拡散用の乳白色のプラスチック板, FI : 整流用の円筒 m1~m3 : 整流用の紗, m4, m5 : 金網, F : ファン, Ex : 外部への排気

2~3 cm で風洞の長さよりもいくらか長いものを2本用意する。照明用のランプは手近なものを利用するとし、光拡散用に厚さ 1~2 mm の乳白色の塩ビ板 (市販サイズは 90×180 または 100×200 cm) を風洞の長さに応じて用意する。また照明および風速の調節のために、トランスも必要である。そのほかに金網、細かい目のテトロンなどの紗、材木などがある。

まず、プラスチックの円筒の支持用のレールを作る。第2図Bのように適当な高さになるような材木に細い角材を打ち付け、円筒を乗せるパイプが動かないようにする。この2本のパイプの幅は円筒の大きさによって変える。次に送風部であるが、シャッターを取り除いた換気扇をはめ込んで固定できるような箱を作る (第2図, F)。風の吹き出し側には板を取り付け、プラスチックの円筒に合う穴を円筒の高さに合わせて開けて風を整流するための円筒 (第2図, FI) を取り付けられるようにする。この整流用の円筒の中には第2図, m1~m3 に示すように細かい目のテトロンなどの紗を張り、最後に m4 に示すように放した虫が送風部に入らないように適当なメッシュの金網を張る。風洞の長さはプラスチック円筒の数によって調節できるが、もっとも風下側の円筒には放した虫が逃げないように、はめ込み式の金網 (m5) を取り付けられるようにしておく (実験によっては外しておいたほうが便利なきももある)。またもっとも風上側と風下側の円筒には、サンプルや虫の出し入れに便利ように扉を付けておくとよい。また1, 2か所、風速などの測定用の穴も開けておく。

これを風洞から吐き出された空気をすべて屋外へ排出できるドラフトなど (第2図, Ex) の排気装置の前に置き、ファンをトランスと接続して風速を調節できるよう



第3図 カマボコ型の風洞 (ムービングフロア付き)

A : 全体図, B : 断面図 (支持用枠の部分)

F : ファン, L : 照明装置, Ex : 排気装置, M : ムービングフロア用のモーター

にすれば、風洞本体はでき上がりである。この上に乳白色のプラスチック板で光を拡散させる照明装置を付けるようにする。なお、吸い出し式にする場合には第2図Aのファンの位置を風下側に持ってくるか、あるいは第2図Cのようにファンを直接屋外に空気を排出できる壁面に取り付けて円筒を接続するようにする。

実際の操作として、放した虫を回収したりするときには、円筒をずらして手を入れたり、虫を処分するための掃除機の先を入れたりすればよい。

### 7 カマボコ型風洞の作りかた

この型の風洞は、大型のものを比較的容易に作れる利点がある。紙面の関係で詳しくは述べないが、吹き込み式についてその外観を第3図に示す。この風洞はプラスチック板を押さえる枠を何か所か作り、そこに市販のプラスチック板をはめ込んで作る。この場合、送風用のファンはかなり大型のものが必要となるため、大型の扇風機か工業・農業用の大型のファンが用いられている。このファンにビニルシートを巻き付けて風の流路を作り、風洞へ風を送っている。その他の整流用の紗、照明などについては円筒型のものと同様に作る。この場合は風量が大きいため、排出された空気のをすべてを外に出すのが難しいため、風下側の一部分だけに可動式の排気ダクトを設置し、フェロモンなどの活性物質の含まれている空気だけを屋外に排出する方法がとられている。

### おわりに

以上のように、風洞の条件とその作りかたを述べてきたが、なかなか実際に作るとなると細かいことが気になるものである。この点から言うと風洞を作って使っている所を見るのが一番簡単である。しかし、それぞれ目的を持って装置を作っているの、見てきたものが一番良いとはかぎらない。是非それぞれのくふうも加えた風洞

を作ってもらいたい。

風洞については、BAKER and LINN (1984), MILLER and ROELOFS (1981), 玉木 (1980), 川崎 (1983) などにその概要と生物検定における使いかたが書かれているので参照されたい。

引用文献

BAKER, T. C. and C. E. LINN, Jr. (1984) : Wind Tunnels

in Pheromone Research (H. E. HUMMEL and T. A. MILLER ed.) Techniques in Pheromone Research, Springer.

川崎建次郎 (1983) : フェロモン実験法 (1), 日本植物防疫協会, pp. 4~34.

MILLER, J. R. and W. L. ROELOFS (1981) : J. Chem. Ecol. 4: 187~198.

玉木桂男 (1980) : 吉武成美他編, 昆虫実験法—研究編, 学会出版センター, 東京, pp. 33~146.

# 植物防疫講座

病害編, 害虫編, 農業・行政編 全3巻

B5判 各巻約 210 ページ 上製本 定価各 2,500 円 全3巻セット 7,000 円

植物防疫に関する専門的な知識を分かりやすく解説した指導書。講習会や研修会などのテキストとして最適な書。

各巻内容目次

病害編

I 総論

- 1 植物の病気
- 2 病原の種類と性質
- 3 病気の診断法
- 4 病気の発生病態
- 5 病気に対する作物の抵抗性
- 6 病気の防除

II 各論

- 1 水稻主要病害とその防除
- 2 果樹主要病害とその防除
- 3 野菜主要病害とその防除
- 4 チャ主要病害とその防除
- 5 クワ主要病害とその防除
- 6 畑作物主要病害とその防除

害虫編

I 総論

- 1 害虫とは何か
- 2 昆虫の形態と分類
- 3 害虫の生態
- 4 害虫の生理
- 5 害虫による作物の被害
- 6 害虫の発生予察
- 7 害虫の防除

II 各論

- 1 水稻主要害虫とその防除
- 2 畑作物主要害虫とその防除
- 3 果樹主要害虫とその防除
- 4 野菜主要害虫とその防除
- 5 茶樹主要害虫とその防除
- 6 桑樹主要害虫とその防除
- 7 有害線虫とその防除
- 8 野そとその防除

農業・行政編

農業編

I 総論

II 農業の作用特性と利用

- 1 病害防除剤
- 2 害虫防除剤
- 3 雑草防除剤
- 4 その他の農業

III 農業の施用技術

- 1 農業製剤と施用法
- 2 防除機

IV 農業の安全使用

- 1 農業の人畜に対する毒性
- 2 農業の作物残留と安全使用
- 3 魚介類, 有用昆虫に対する影響
- 4 作物に対する薬害と対策

行政編

I 植物検疫

II 農業行政

III 防除組織

## 河田 黨顧問を追悼する

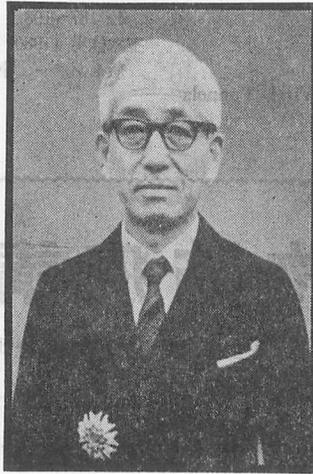
本誌前月号で取り敢えずお知らせしたとおり、本会河田黨顧問には昨年11月4日逝去された。享年80才。星霜移り人の去るのはこの世の常とはいえ、まことに哀悼に堪えない。また昭和28年本会の設立にあたり常務理事として本会の礎石を築かれたのも永年試験研究委員会委員長の要務を担当され、さらに昭和40年ご退官後はご逝去まで顧問としてご高導を受けた本会としては、まことに痛恨の限りである。

河田さんは東京の生れ、大正15年3月東京帝国大学農学部を卒業され、同年4月農林省農事試験場技手として社会へのスタートを切られた。大学で

は農業動物学教室で故楠木外岐雄教授ならびに故矢野宗幹講師の指導で昆虫学を専攻されたが、当時のわが国の昆虫学は未だ分類、形態、生活史等の研究が主流であり、農事試験場での河田さんの研究も当初は鱗翅目の幼虫や蛹の分類や形態に関するものが主体であった。しかし農事試験場昆虫部における研究は農林省がメイチュウおよびウンカについて委託試験を開始したことに関連して次第に変貌し、河田さんは昭和8年頃からメイチュウによる稲の被害の解析の研究に着手された。この研究は虫害による被害解析としてはわが国最初のものであり、これによって河田さんは昭和22年東京大学から農学博士の称号を授与されている。

この研究に並行して河田さんは鴻巣試験地で苗代における捕蛾採卵の効果を検討し、その効果が少ないことを実証され、さらに昭和16年度から病害虫発生予察事業が実施されるに当たっては、その事業実施要項を草案されるとともに、愛知農試におけるニカメイガとフタオビコヤガの誘殺資料から、フタオビコヤガの誘殺が多いときには、ニカメイガの誘殺が減ることを明らかにするなど、発生予察事業の基礎もかためられた。

昭和16年12月の開戦とそれに続く南方地域の占領



とともに、派遣軍への補給と民生の安定に占領地域の農業指導が緊要となり、河田さんも昭和18年3月第16軍軍政監部付としてジャワに赴任され、ポゴール農事試験場に勤務された。この勤務は終戦まで続くが、終戦直前の艦砲射撃の恐怖とそれで白髪が俄かにふえたことを語られたことがある。

昭和21年7月復員された河田さんは、同年末に農林省農事試験場東北支場長に就任されたが、その後、27年12月からは農業改良局研究部長、31年5月からは科学技術庁科学審議官、36年12月からは農事試験場長、翌年1月からは農業技術研究所長を歴任され、

40年に退官されるまで、河田さんはわが国戦後農業技術の発展を推進されてきた。またこの間、日本学術会議会員、中央農業調整審議会、農業資材審議会、学術奨励審議会等多数の審議会や委員会の委員、日本植物調節剤研究協会、残留農薬研究所、報農会、大日本農会、日本農業研究所など植物防疫や農業関係の協会や研究所の役員を勤められるなど、きわめて幅広いご活動だった。また昭和34・35年、38・39年と二度日本応用動物昆虫学会長を、36～39年には日本蛾類学会の会長を勤められたことも、昆虫関係者には忘れられないことである。

河田さんのご趣味と特技は登山、スキー、写真で、とくに写真では故八木誠政博士と「昆虫の写真生態」を共著され、昆虫部に籍を置いた私たちは生態写真の撮り方の手解きを受けた。スキーはよく上越谷川温泉に行かれ、これも昆虫部の若手が手解きをいただいた。老年腰痛に悩まれていたが、どこかの山の沢登りで滑って腰を打たれたため、私が昆虫部にいた頃も腰が痛むと言っておられた。宴会で酒が入ると藁の酒の口上を真似られたり、民謡に合わせてよく踊られた。その河田さんも今は亡い。心からご冥福をお祈り申し上げる。ちなみにご逝去後従三位を追陞された。

(石倉秀次)

## 新しく登録された農薬 (59.11.1~59.11.30)

掲載は、種類名、有効成分及び含有量、商品名(登録年月日)、登録番号〔登録業者(会社)名〕、対象作物：対象病害虫：使用時期及び回数などの順。ただし除草剤については適用場所：適用雑草を記載。(…日…回は、収穫何日前まで何回以内散布の略。)(登録番号 15890~15901 まで計 12 件)

## 『殺虫剤』

## プロチオホス乳剤

プロチオホス 50.0%

グリーン T-7.5 乳剤 (59.11.21)

15892(井筒屋化学産業)

まつ(生立木)：マツノマダラカミキリ(成虫)、まつ

(伐倒木)：マツノマダラカミキリ(幼虫)・ゾウムシ

類、すぎ(伐倒木)：スギザイノタマバエ(幼虫)、すぎ

ぎ・ひのき(伐倒木)：スギカミキリ

## 『殺菌剤』

## グアザテン・ポリオキシ水和剤

グアザテン 5.0%、ポリオキシ 15.0%

ポリベリン水和剤 (59.11.21)

15890(クミアイ化学工業)

きゅうり：灰色かび病・うどんこ病：7日3回、なす：

灰色かび病：7日3回

## カスガマイシン粉剤

カスガマイシンとして 0.20%

カスミン粉剤 DL(59.11.21)

15901(北興化学工業)

稲：いもち病：14日5回

## 『殺虫殺菌剤』

## カルトップ・BPMC・プロベナゾール粒剤

カルトップ 4.0%、BPMC 4.0%、プロベナゾール 8.0%

パダンパッサオリゼメート粒剤 (59.11.21)

15898(武田薬品工業)、15899(明治製菓)

稲：ニカメイチュウ・コブノメイガ・イネツトムシ・ウ

シカ類・イネドロオイムシ・ツマグロヨコバイ・いも

ち病・白葉枯病：出穂 3~4 週間前まで 2 回

MEP・NAC・カスガマイシン粉剤

MEP 2.0%、NAC 1.5%、カスガマイシンとして 0.20%

カスミナック粉剤 15 DL(59.11.21)

15900(北興化学工業)

稲：いもち病・ニカメイチュウ・ツマグロヨコバイ・ウ

シカ類：14日5回

## 『除草剤』

## スルファミン酸塩水溶液

スルファミン酸アンモニウム 97.0%

マイセフティ (59.11.21)

15893(日産化学工業)、15894(イザキ)

駐車場・道路・運動場・宅地・公園等：一年生及び多年

生雑草：雑草生育初期~中期

## スルファミン酸塩・2,4 PA 水溶液

スルファミン酸アンモニウム 85.0%、2,4-PA 4.0%

ジョソール (59.11.21)

15895(日産化学工業)、15896(扶桑化学)

駐車場・運動場・道路・宅地・公園等：一年生及び多年

生雑草：雑草生育初期~中期

## 『植物成長調整剤』

## ジベレリン水溶液

ジベレリン 4.55%

ジベレリン錠剤 (59.11.21)

15897(明治製菓)

ぶどう(デラウェア)：無種子化・熟期促進

## 『誘引剤』

## ピネン油剤

ユーピネン 95.0%

マダラコール (59.11.21)

15891(サンケイ化学)

まつ：マツノマダラカミキリ：誘引

## 中央だより

### —農林水産省—

#### ○昭和 60 年度果樹病害虫防除暦編成連絡会議開催さる

昭和 60 年度果樹病害虫防除暦編成連絡会議が、りんご(おうとうを含む)関係は 10 月 26 日長野県上山田町の信州観光ホテルにて、落葉果樹(なし、もも、ぶどう、くり、かき、うめ)関係は 11 月 8 日東京都新宿区市ケ谷の家の光会館にて、かんきつ関係は 12 月 5 日東京都新宿区市ケ谷の家の光会館にて、関係都道府県、果樹試験場、農薬検査所、農蚕園芸局果樹花き課及び植物防疫課の担当課が参集し開催された。

会議は、①昭和 59 年度における病害虫の発生動向及び防除上の問題点、②昭和 60 年度防除暦編成方針、について都道府県から発表があり、それについて討論が行

われるという形で進められた。農薬検査所担当官から農薬登録、適用拡大について、果樹花き課担当課から果樹生産状況等に関して説明が行われた。

#### ○出版部より

新年あけましておめでとうございます。

今年がよりよい年であるよう祈り、第 39 巻の 1 号をお届けします。

本号は、植物防疫課長・岩本 毅氏の新年の御挨拶と 7 編の論文を掲載しております。

昨年は、昭和 20 年以来 39 年ぶりの厳冬で始まり、夏の少雨一所による干ばつ状態一、と、異常気象の年になりました。今後は異常気象がある程度恒常化するのは、との話も耳にします。ともあれ、本誌を変わらず御愛読いただきたく、また、年の初めにあたり、皆様方の御健闘をお祈りいたします。

### 人事消息

(12 月 1 日付)

勝田 裕氏(大臣官房秘書課管理官)は農蚕園芸局植物防疫課課長補佐(庶務班担当)に  
坪井福俊氏(東北農政局生産流通部農産普及課課長補佐(総務))は同上課課長補佐(農業航空班担当)に  
鈴木作次氏(農蚕園芸局植物防疫課課長補佐(庶務班担当))は横浜植物防疫所総務部庶務課長に  
杉村玲典氏(横浜植物防疫所総務部庶務課長)は退職  
山口 昭氏(果樹試保護部長)は果樹試験場長に  
大竹昭郎氏(同上部虫害研究室長)は同部長に  
廣瀬和榮氏(果樹試口之津支場栽培研究室長)は同支場長に  
腰原達雄氏(野菜試環境部虫害 1 研究室長)は東北農試環境部長に  
巢山太郎氏(果樹試場長)は退職  
西浦昌男氏(果樹試興津支場長)は退職  
越水幸男氏(東北農試環境部長)は退職

## 謹賀新年

社団法人 日本植物防疫協会

理事長 石倉 秀次  
常務理事 遠藤 武雄  
常務理事 栗田 年代  
役員 一同

東京都豊島区駒込 1 丁目 43 番 11 号  
電話 東京(03)944-1561~6番

研究所・資料館 東京都小平市鈴木町 2 丁目 772 番地  
電話 小金井(0423)81-1632番

研究所(研究部・茨城県稲敷郡牛久町結束 535 番地  
研究調整室) 電話 02987-2-5172 番

高知試験農場 高知県香美郡野市町深淵下  
スミヤシキ 473  
電話 08875-6-1414 番

### 植物防疫

昭和 60 年

1 月号

(毎月 1 回 1 日発行)

—禁 転 載—

第 39 巻 昭和 59 年 12 月 25 日印刷  
第 1 号 昭和 60 年 1 月 1 日発行

編 集 人 植物防疫編集委員会

発 行 人 遠 藤 武 雄

印 刷 所 株式会社 双文社印刷所  
東京都板橋区熊野町 13-11

定価 500 円 送料 50 円 1 か年 6,100 円  
(送料共概算)

— 発 行 所 —

東京都豊島区駒込 1 丁目 43 番 11 号 郵便番号 170

社団法人 日本植物防疫協会

電話 東京(03)944-1561~6番

振替 東京 1-177867 番

連作障害を抑え健康な土壌をつくる!

花・タバコ・桑の土壌消毒剤

# パスアミド

微粒剤

- ❖いやな刺激臭がなく、民家の近くでも安心して使えます。
- ❖広範囲の土壌病害、線虫に高い効果があります。
- 安全性が確認された使い易い殺虫剤

- ❖作物の初期生育が旺盛になります。
- ❖粒剤なので簡単に散布できます。
- ボルドー液に混用できるダニ剤

**マリックス** 乳剤 水和剤

- ボルドーの幅広い効果に安全性がプラスされた有機銅殺菌剤

**キノドー** 水和剤80 水和剤40

**ブデン** 乳剤

- 澄んだ水が太陽の光をまねく / 水田の中期除草剤

**モゲブロン** 粒剤



アグロ・カネショウ株式会社  
東京都千代田区丸の内2-4-1

**農業技術** B 5判 定価400円 (〒45円)  
(1年7共4,800円)

昭和21年創刊 農業技術の月刊総合雑誌

**農林水産研究とコンピュータ**

斎尾乾二郎他編著 A 5判上製 定価3,800円 300円  
農林水産研究の各分野におけるコンピュータ利用の現状と展望、およびコンピュータ利用技法についての解説

**新編農作物品種解説**

川嶋良一監修 A 5判上製 定価3,000円 300円  
全国の精鋭育種家 92氏が、普通作物・工芸作物の延べ529品種について、来歴・普及状況・特性の概要・適地および栽培上の注意等を詳しく解説

**作物試験法** (復刻版)

**続作物試験法** (復刻版)

戸蒔義次他編 A 5判上製 定価各4,700円 350円  
本書は昭和38年に第6版で絶版になっていたが、各方面からの要望が多いため原本のまま復刻したものである。作物に関する試験研究方法を各項目別に当時の第一線研究者24氏が解説した最高の手引書として現在も類書がない

**実験以前のこと—農学研究序論**

小野小三郎著 B 6判 定価1,600円 250円

創造的研究とは何か、創造的研究の取り組み方と問題点等を述べた、農学・生物学についての唯一の研究方法論

**作物品種名雑考**

農業技術協会編 B 6判 定価1,800円 250円

普通作物・工芸作物の品種名の由来、命名の裏話等を、育種専攻19氏が解説した品種改良の裏面史

**果樹品種名雑考**

農業技術協会編 B 6判 定価1,800円 250円

わが国の主要果樹の品種名の由来、命名裏話、あわせて各樹種の起源、渡来と定着の状況を果樹育種専攻14氏が解説

**作物—その形態と機能** <上・下巻>

北條良夫・星川清親編 A 5判上製 定価上巻3,200円  
下巻2,700円 上下巻とも300円

作物の一生を、新しい作物学の主張のもとに、種子・花成・栄養体とその形成・生産過程・登熟・生育障害に分けて論述したもので、作物の研究発展と食糧生産に新生面を拓く道標

昭和六十年  
昭和二十九年  
九一  
月  
九一  
日  
第  
三  
行  
種  
郵  
便  
物  
認  
可

# 未来を拓く 技術と創造の



農協・経済連・全農

## クミカの農薬

●船もんがれ病・園芸・畑作難防除病害に

**バンタック**  
粉剤DL、粉剤、水和剤75、ゾル

●浸透持続型いもち防除剤

**ビーム** ビームジン  
粉剤DL、粉剤、水和剤、粉剤DL、粉剤、ゾル

安全性・経済性・高い信頼  
●水田除草剤

**サターンS** 粒剤  
**サターンM** 粒剤  
**クミリードSM** 粒剤

★いま、新しい結論。水田初期除草剤

**ソルネット** 粒剤  
★確かな一発  
初期水田一発処理除草剤

**クサホープ** 粒剤  
★初期一発でも体系使用でも幅広く使える

**グラノック** 粒剤

★船に安全 一発処理剤のホープ  
**シルベン** 粒剤

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

いもち病・白葉枯病・粃枯細菌病に…  
サッとひとまき強い力がなが〜くつづく

# オリゼメート粒剤



- 抜群の防除効果を発揮する
- 根からすみやかに吸収され、長期間(約45日)効果が持続する。
- 1回の散布で通常の散布剤の2〜3回分の効果に匹敵する。



**明治製菓株式会社**  
104東京都中央区京橋2-4-16

定価 五〇〇円 (送料 五〇円)